

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem.

- welches zwischen 2 Elektroden, die gegebenenfalls auf Substratplatten aufgebracht sind, eine dielektrisch positive Flüssigkristallmischung und ein weiteres optisch transparentes Medium enthält, wobei die Flüssigkristallmischung in Form mehr oder weniger voneinander abgegrenzter Kompartimente in das optisch transparente Medium eingebettet ist oder in dem optisch transparenten Medium eine mehr oder weniger zusammenhängende, kontinuierliche Phase bildet,
- dessen Flüssigkristallmoleküle im ausgeschalteten Zustand eine unregelmäßige Orientierung aufweisen,
- bei dem einer der Brechungsindizes der Flüssigkristallmischung im wesentlichen mit dem Brechungsindex der Matrix n_M übereinstimmt und/oder bei dem der Quotient aus der Masse der Flüssigkristallmischung und der Masse des optisch transparenten Mediums 1,5 oder mehr beträgt, und
- welches in einem der beiden Schaltzustände unabhängig von der Polarisation des einfallenden Lichts eine gegenüber dem anderen Zustand verminderte Transmission aufweist,

sowie in diesem System verwendete Flüssigkristallmischungen.

Je nach dem Massenanteil der Flüssigkristallmischung an dem System kann dieser in mehr oder weniger von einander abgegrenzten Flüssigkristallmikrotröpfchen in das optisch transparente Medium eingebettet sein oder aber eine mehr oder weniger zusammenhängende, kontinuierliche Phase bilden, in der das optisch transparente Medium z.B. in Form von Partikeln vorliegt. Eine kontinuierliche Phase wird z.B. auch erhalten, wenn das optisch transparente Medium ein schwammartiges, 3-dimensionales Netzwerk bildet, dessen Poren, in denen sich der Flüssigkristall befindet, in mehr oder weniger starkem Ausmaß ineinander übergehen. Durch den Ausdruck Flüssigkristall-Mikrotröpfchen werden hier kleine, voneinander abgegrenzte Flüssigkristallkompartimente gekennzeichnet, die jedoch keineswegs eine kugelförmige Gestalt aufweisen müssen, sondern unregelmäßig geformt und/oder deformiert sein können.

Enthält das optisch transparente Medium Flüssigkristall-Mikrotröpfchen, wird es im folgenden als Matrix bezeichnet; liegt dagegen eine mehr oder weniger kontinuierliche Phase des Flüssigkristalls vor, wird das Medium durch den Ausdruck Netzwerk charakterisiert.

NCAP- und PDLC-Filme (NCAP = nematic curvilinear aligned phases, PDLC = polymer dispersed liquid crystal) sind Beispiele für elektrooptische Flüssigkristallsysteme, bei denen der Flüssigkristall in Form von Mikrotröpfchen in die Matrix eingebettet ist. NCAP-Filme werden gewöhnlich dadurch erhalten, daß das verkapselnde polymere Material, wie z.B. Polyvinylalkohol, die Flüssigkristallmischung und ein Trägermaterial, wie z.B. Wasser, in einer Kolloidmühle innig vermischt werden. Anschließend wird das Trägermaterial z.B. durch Trocknung entfernt. Ein entsprechendes Verfahren ist in US 4,435,047 beschrieben. Dagegen wird bei der z.B. in US 4,688,900, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Nonlin. Optic, 157, (1988), 427-441, WO 89/06264 und EP 0,272,585 beschriebenen Herstellung von PDLC-Filmen die Flüssigkristallmischung zunächst mit Monomeren oder Oligomeren des matrixbildenden Materials homogen vermischt. Anschließend wird die Mischung polymerisiert und die Phasentrennung induziert (sog. PIPS-Technologie; polymerization-induced phase separation). Daneben muß weiter zwischen TIPS (temperature-induced phase separation) und SIPS (solvent-induced phase separation) unterschieden werden (Mol. Cryst. Liq. Cryst. Inc. Nonlin. Opt. 157 - (1988) 427).

Das in EP 0,313,053 und EP 0,359,146 beschriebene PN-System (PN = Polymer Network) weist eine schwammartige Netzwerkstruktur des optisch transparenten Mediums auf. Der Anteil der Flüssigkristallmischung an der Masse der lichtmodulierenden Schicht ist im allgemeinen bei derartigen Systemen größer als 60 % und liegt insbesondere zwischen 70 - 90 %. Zur Herstellung der PN-Systeme wird üblicherweise eine Mischung aus dem Flüssigkristall, Monomeren oder Oligomeren des das 3-dimensionale Netzwerk bildenden Materials und ein Polymerisationsinitiator, insbesondere ein Photoinitiator, zwischen 2 mit Elektroden versehene Substratplatten gebracht und dann z.B. durch Lichteinstrahlung polymerisiert.

Der Flüssigkristall hat im allgemeinen eine positive dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ und eine relativ hohe optische Anisotropie. Bei Mikrotröpfchen-Matrix-Systemen wird einer der Brechungsindizes des Flüssigkristalls, üblicherweise der ordentliche Brechungsindex n_o , so gewählt, daß er mit dem Brechungsindex n_M der polymeren Matrix mehr oder weniger zusammenfällt. Bei Netzwerk-Systemen ist eine Anpassung der Brechungsindizes wegen des üblicherweise sehr viel höheren Flüssigkristallanteils an der lichtmodulierenden Schicht nicht unbedingt erforderlich, kann aber zur Erhöhung des Lichtdurchsatzes und des Kontrastes vorgenommen werden. Man beobachtet an diesen elektrooptischen Flüssigkristall-Systemen einen elektrisch schaltbaren Lichtstreuungseffekt.

Ist keine Spannung an die Elektroden, zwischen denen die Matrix bzw. das Netzwerk üblicherweise sandwichartig angeordnet ist, angelegt, wird auftreffendes Licht an den statistisch ausgerichteten Flüssigkri-

stallmolekülen stark gestreut, das System ist undurchsichtig. Beim Anlegen einer Spannung werden die Flüssigkristallmoleküle parallel zum Feld und senkrecht zum E-Vektor des hindurchgehenden Lichts ausgerichtet.

Bei Mikrotröpfchen-Matrix-Systemen sieht senkrecht auftreffendes Licht bei anliegender Spannung wegen der Anpassung von n_o und n_M ein optisch isotropes Medium und das System erscheint durchsichtig. Eine Anpassung ist erforderlich, um eine Streuung des Lichts an der Phasengrenze Matrix/Flüssigkristalltröpfchen zu vermeiden. In EP 0 272 585 ist eine andere Ausführungsform beschrieben, bei der der Brechungsindex n_o , den der Flüssigkristall bei vollständig statistischer Orientierung aufweist, an den Brechungsindex der Matrix n_M angepaßt ist. In diesem Fall ist das System im feldfreien Zustand durchsichtig, und es wird durch Anlegen einer Spannung in den opaken Zustand überführt.

Bei Netzwerk-Systemen ist eine Anpassung der Brechungsindizes nicht unbedingt erforderlich, da wegen des hohen Flüssigkristallanteils an der Masse der lichtmodulierenden Schicht die Streuung an der Phasengrenze Netzwerk-Flüssigkristall offensichtlich weniger stark ist. Das System erscheint im eingeschalteten Zustand auch ohne Anpassung der Brechungsindizes durchsichtig. Bei Netzwerk-Systemen ist zur Erzielung einer möglichst geringen Transmission im nicht geschalteten Zustand die Verwendung von Flüssigkristallen mit hoher optischer Anisotropie bevorzugt.

In WO 89/09807 ist die Verwendung eines optisch anisotropen, z.B. flüssigkristallin-polymeren Matrixmaterials vorgeschlagen worden, um die im durchsichtigen Zustand des Systems häufig beobachtete Trübung ("haze", insbesondere "off-axis haze") zu vermindern. In derartigen Systemen können die Brechungsindizes von Flüssigkristall und optisch anisotroper Matrix so aneinander angepaßt werden, daß der durchsichtige Zustand entweder bei angelegter oder bei abgeschalteter Spannung erhalten wird.

Elektrooptische Flüssigkristallsysteme gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sind vor allem für großflächige Anzeigensysteme, für architektonische Anwendungen (Fenster, Raumteiler, Sonnendächer etc.) und für Kraftfahrzeuge (Fenster, Sonnendächer etc.) vorgeschlagen worden, wobei sich diese Systeme auch zur Temperaturregulierung durch gesteuerte Abschirmung der Sonnenstrahlung eignen. Sie können durch Anlegen einer Gleich- oder Wechselspannung geschaltet werden.

Da diese Systeme insbesondere auch für "outdoor"-Anwendungen vorgesehen sind, werden Flüssigkristallmischungen benötigt, die durch einen hohen Klärpunkt, hohes $\Delta\epsilon$, einen weiten nematischen Bereich, eine günstige Temperaturabhängigkeit der elektrooptischen Parameter und eine hohe UV- und Temperaturstabilität gekennzeichnet sind.

Weitere Anwendungen sind zum Beispiel:

- GH-Anzeigen-Systeme, wobei das Spektrum über einfache Segmentanzeigen bis zu Displays reicht, auf die mit herkömmlichen Drucktechniken beliebige Elektrodenmuster aufgebracht werden können. Anwendungen: Kraftfahrzeug, Großanzeigen, Werbeflächen, Uhren
- Mit aktiver oder passiver Matrix angesteuerte Displays mit hohem Informationsgehalt
- Projektionssysteme
- Schalter.

Auch hier werden Flüssigkristallmischungen mit insbesondere hohem $\Delta\epsilon$, hohem elektrischen Widerstand, günstigen Werten der elektrooptischen Parameter sowie deren Temperaturabhängigkeit, vorteilhaften Werten der Viskosität und einer hohen UV- und Temperaturstabilität benötigt.

In Mikrotröpfchen-Matrix-Systemen werden bisher üblicherweise LC-Mischungen eingesetzt, die aus Alkyl- oder Alkoxybiphenylen und -terphenylen bestehen. So wird z.B. in US 4,688,900, EP 0,205,261 und EP 0,272,585 die Verwendung der Flüssigkristallmischung E8 (hergestellt von BDH, Poole, Great Britain) beschrieben. Diese Flüssigkristallmischung zeichnet sich durch einen hohen Wert für die optische Anisotropie Δn von 0,247 und einen relativ hohen Wert für die Fließviskosität η (20 °C) von 54 mm²/s aus, hat jedoch gleichzeitig einen relativ niedrigen Klärpunkt von nur 72 °C. Setzt man der Mischung mehrkernige Polyphenylverbindungen zur Erhöhung des Klärpunktes zu, resultiert ein höherer Wert für die Fließviskosität η und ein unverändert hoher oder höherer Wert für die optische Anisotropie Δn . Hohe Δn -Werte sorgen zwar einerseits für eine starke Lichtstreuung im opaken Zustand, andererseits können sie jedoch eine Trübung des Systems im geschalteten Zustand ("haze", insbesondere "off-axis haze") und damit eine Verschlechterung der elektrooptischen Eigenschaften bewirken. Zwar ist bei Systemen, die von einer relativ niederfrequenten Wechselspannung angesteuert werden, eine hohe Fließviskosität η erwünscht, um eine flimmerfreie Anzeige zu erhalten; andererseits werden jedoch in Matrixdisplays mit hohem Informationsgehalt zur Realisierung schneller Schaltzeiten Flüssigkristallmischungen mit relativ niedriger Viskosität benötigt.

Die in US 4,671,618 verwendete Flüssigkristallmischung E7 (hergestellt von BDH, Poole, Great Britain), die ebenfalls aus Alkyl- und Alkoxybiphenylen und -terphenylen besteht, weist zwar mit $\eta = 39$ mm²/s eine niedrigere Fließviskosität und mit $\Delta n = 0,225$ eine etwas kleinere optische Anisotropie Δn auf als E8,

jedoch ist gleichzeitig der Klärpunkt $T_c = 60,5 \text{ }^\circ\text{C}$ erheblich niedriger. Die dielektrische Anisotropie der Mischung E7 beträgt $\Delta\epsilon$ 13,8 und ist damit etwas kleiner als die von E8 mit $\Delta\epsilon = 15,6$. Zur Erzielung möglichst kleiner Schwellenspannungen sind noch höhere Werte für $\Delta\epsilon$ vorteilhaft.

In EP 0,313,053 werden für Netzwerk-Systeme Flüssigkristallmischungen vorgeschlagen, die auf 2-(4-Cyanophenyl)-pyridinen basieren. Derartige Flüssigkristallmischungen weisen zwar relativ hohe Werte für die dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ und damit relativ kleine Schwellenspannungen und hohe bis sehr hohe Werte für die optische Anisotropie Δn auf. Gleichzeitig sind diese Flüssigkristalle jedoch durch eine relativ hohe Viskosität η , einen relativ niedrigen Klärpunkt T_c und einen für viele Anwendungen nicht ausreichenden Arbeitstemperaturbereich gekennzeichnet. Darüber hinaus weisen Cyanophenyl-Pyridin-Verbindungen i.a. eine geringere UV- und Temperaturstabilität als Cyano-Oligophenyl-Verbindungen auf.

Die in EP 0,359,146 beschriebenen PN-Systeme basieren auf Flüssigkristallmischungen, die eine hohe Doppelbrechung Δn zwischen 0.18 und 0.3 und eine hohe dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ zwischen 15 und 30 aufweisen.

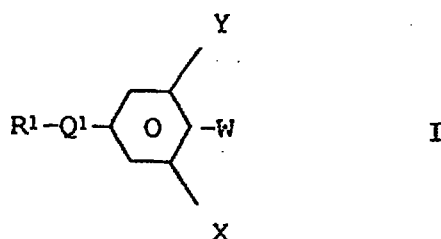
Die bisher verwendeten Flüssigkristalle erfüllen die Forderungen nach einem weiten nematischen Bereich, einem hohen Klärpunkt, einer sehr hohen thermischen und UV-Stabilität, einer Abwesenheit smektischer Phasen bis zu tiefen Temperaturen, einer im Hinblick auf die jeweilige Anwendung optimierbaren optischen Anisotropie Δn und Fließviskosität η und einem hohen $\Delta\epsilon$ nur unzureichend.

Daneben weisen die bisherigen Flüssigkristalle häufig eine zu geringe Mischbarkeit mit den Monomeren und/oder Oligomeren des zur Bildung der Matrix bzw. des Netzwerks verwendeten Polymers auf, was die Herstellung von PN-Systemen erheblich beeinträchtigt und bei Mikrotröpfchen-Matrix-Systemen insbesondere die Anwendung der PIPS-Technologie erheblich beschränkt. Darüber hinaus sind die Flüssigkristalle häufig durch eine zu hohe Löslichkeit im matrix- bzw. netzwerkbildenden Polymer gekennzeichnet. Ein weiterer Nachteil der bisherigen Flüssigkristalle besteht häufig darin, daß der Flüssigkristall für die jeweilige Anwendung ungünstige Werte der elektrooptischen Parameter wie z.B. der Steilheit der elektrooptischen Kennlinie und/oder der Temperaturabhängigkeit der elektrooptischen Parameter wie z.B. der Schwellenspannung zeigt.

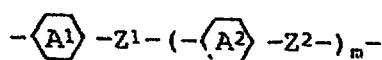
Es besteht somit immer noch ein großer Bedarf an elektrooptischen Flüssigkristallsystemen, die den entsprechenden Anforderungen besser gerecht werden und die geschilderten Nachteile nicht oder nur in geringerem Umfang aufweisen.

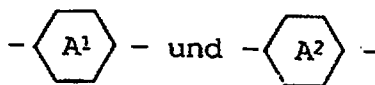
Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, elektrooptische Flüssigkristallsysteme und Flüssigkristalle bereitzustellen, die die angeführten Nachteile herkömmlicher Systeme nicht oder nur in geringerem Maße aufweisen. Weitere Aufgaben der vorliegenden Erfindung ergeben sich für den Fachmann unmittelbar aus der folgenden detaillierten Beschreibung.

Es wurde gefunden, daß die der Erfindung zugrunde liegenden Aufgaben gelöst werden können, wenn man für die Systeme Flüssigkristallmischungen verwendet, die eine oder mehrere Verbindungen der Formel I enthalten,



worin
Q¹





5 unabhängig voneinander trans-1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylene, 2-Fluor-1,4-phenylene, 3-Fluor-1,4-phenylene und einer von A¹ und, soweit vorhanden, A², auch Pyridin-2,5-diyl, Pyrimidin-2,5-diyl, 1,3-Dioxan-2,5-diyl, Tetrahydropyran-2,5-diyl oder Naphthalin-2,6-diyl, Z¹ und Z² unabhängig voneinander eine Einfachbindung, -CH₂CH₂-, -COO-, -OCO-, -C≡C-, -CH₂O- oder beliebige Kombinationen dieser Brückengruppen,

10 Y und X unabhängig voneinander H oder F, einer von X und Y auch Cl, W -Cl, -F, -CF₃, -OCF₃, -OCHF₂ oder -NCS,

R¹ Alkyl mit 1-12 C-Atomen, worin auch eine oder 2 nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O- oder -HC=CH- ersetzt sein können, und

m 0, 1 oder 2

15 bedeuten, mit den Maßgaben, daß

(i) der Massenanteil von Verbindungen der Formel I an der Flüssigkristallmischung mindestens 50 % beträgt, und/oder

(ii) die Flüssigkristallmischung keine Verbindung der Formel I mit W = F oder NCS enthält, und/oder

20 (iii) die Flüssigkristallmischung keine Verbindung enthaltend einen Stickstoff-haltigen Heterocyclus, aufweist.

Gegenstand der Erfindung ist somit ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem,

- welches zwischen 2 Elektroden, die gegebenenfalls auf Substratplatten aufgebracht sind, eine dielektrisch positive Flüssigkristallmischung und ein weiteres optisch transparentes Medium enthält, wobei die Flüssigkristallmischung in Form mehr oder weniger voneinander abgegrenzter Kompartimente in das optisch transparente Medium eingebettet ist oder in dem optisch transparenten Medium eine

25 mehr oder weniger zusammenhängende, kontinuierliche Phase bildet, - dessen Flüssigkristallmoleküle im ausgeschalteten Zustand eine unregelmäßige Orientierung aufweisen,

- bei dem einer der Brechungsindizes der Flüssigkristallmischung im wesentlichen mit dem Brechungsindex des optisch isotropen transparenten Medium n_M übereinstimmt bzw. bei dem die Brechungsindizes der Flüssigkristallmischung im wesentlichen mit den Brechungsindizes des optisch anisotropen transparenten Mediums übereinstimmen und/oder bei dem der Quotient aus der Masse der Flüssigkristallmischung und der Masse des optisch transparenten Mediums 1,5 oder mehr beträgt,

30 - welches in einem der beiden Schaltzustände unabhängig von der Polarisation des einfallenden Lichtes eine gegenüber dem anderen Zustand verminderte Transmission aufweist, und

35 - dessen Flüssigkristall eine oder mehrere Verbindungen der Formel I enthält.

Der Aufbau der erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallsysteme entspricht der für derartige Systeme üblichen Bauweise. Der Begriff übliche Bauweise ist hierbei weit gefaßt und umschließt alle Abwandlungen und Modifikationen.

40 So ist z.B. bei PDLC- oder NCAP-Filmen die von dem durchsichtigen Medium gebildete Matrix, in der die Flüssigkristallmischung mikrodispersiert oder mikroverkapselt ist, sandwichartig zwischen leitenden Elektroden angeordnet.

Die Elektroden sind i.a. auf Substratplatten aus z.B. Glas, Kunststoff o.ä. aufgebracht; ggf. kann die Matrix jedoch auch direkt mit Elektroden versehen werden, so daß auf die Verwendung von Substraten

45 verzichtet werden kann.

Bei Netzwerk-Systemen befindet sich der Flüssigkristall in den Poren des schwammartigen, 3-dimensionalen Netzwerks oder das optisch transparente Medium befindet sich in Form kleiner, z.B. kugelförmiger Partikel in dem Flüssigkristall. Das Netzwerk ist üblicherweise zwischen mit Elektroden versehenen Substraten angeordnet, um ein Entweichen des Flüssigkristalls zu verhindern.

50 Sowohl Netzwerk-Systeme als auch Mikrotröpfchen-Matrix-Systeme können reflektiv oder transmissiv betrieben werden, so daß mindestens eine Elektrode und, falls vorhanden, das zugehörige Substrat durchsichtig sind. Beide Systeme enthalten üblicherweise keine Polarisatoren, wodurch ein deutlich höherer Lichtdurchsatz resultiert. Weiterhin sind keine Orientierungsschichten erforderlich, was eine erhebliche technologische Vereinfachung bei der Herstellung dieser Systeme verglichen mit herkömmlichen Flüssigkristallsystemen wie z.B. TN- oder STN-Zellen bedeutet.

55 Die Matrix bzw. das 3-dimensionale Netzwerk basieren insbesondere auf isotropen Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren. Die erhaltenen Systeme können je nach beabsichtigter Verwendung flexibel, elastisch oder starr sein.

Ein auf einem thermoplastischen Polymer basierendes System kann bei Temperaturen, die größer als die Glasstemperatur der Matrix sind, leicht durch Einwirken einer mechanischen Spannung deformiert werden. Dies kann z.B. bei Mikrotröpfchen-Matrix-Systemen dazu benutzt werden, um eine gezielt deformierte Form der Tröpfchen durch Abkühlen der Matrix auf Temperaturen unterhalb der Glasstemperatur einzufrieren. Weiterhin kann z.B. die Matrix bei Temperaturen oberhalb der Glasstemperatur mechanisch verstreckt oder durch Einwirkung elektrischer oder magnetischer Felder orientiert werden, wobei diese Orientierung, die bei Temperaturen unterhalb der Glasstemperatur erhalten bleibt, optisch anisotrope Eigenschaften der Matrix bewirkt.

Während flexible und/oder elastische Systeme bevorzugt auf Thermoplasten und/oder Elastomeren basieren, werden zur Herstellung starrer Systeme bevorzugt duroplastische Polymere verwendet. Diese können z.B. während des Aushärtens mechanisch verformt werden, wobei in der ausgehärteten Matrix z.B. die Form und Anordnung der Mikrotröpfchen fixiert ist.

In der Literatur finden sich vielfältige Angaben über zur Herstellung der Matrix bzw. des Netzwerkes besonders geeignete Materialien. So werden z.B. in US 4,435,047 oder in Liquid Crystals, 3, (1988) 1543 wasserlösliche Polymere vorgeschlagen, wie z.B. Polyvinylalkohol PVA oder latexartige Emulsionen. In US 4,671,618, US 4,673,255, US 4,688,900, WO 85/04262 und in Mol. Cryst. Liq. Cryst. Inc. Nonlin. Opt. 157 - (1988) 427 werden demgegenüber Kunstharze als geeignete Matrixmaterialien genannt wie z.B. Epoxidharze, Polyurethane, die z.B. thermisch gehärtet werden. In EP 0,272,585 werden auf photo-härtbaren Vinylverbindungen basierende Matrix- bzw. Netzwerkmaterialien beschrieben und in WO 89/06264 werden Copolymerisierte multifunktionaler Acrylate mit multifunktionalen Mercaptanen vorgeschlagen. Weitere Angaben über insbesondere für Matrixsysteme geeignete Polymere finden sich z.B. in EP 0,165,063, EP 0,345,029, EP 0,357,234 oder EP 0,205,261.

Für die Herstellung von Netzwerksystemen werden in EP 0,313,053 eine Reihe von 3-dimensional vernetzbaren Monomeren wie z.B. Di- und Triacrylate angeführt.

Daneben können aber für Matrix- und Netzwerksysteme auch weitere durchsichtige Materialien wie z.B. anorganische oxidische Glasmonolithen (US 4,814,211), weitere anorganische Materialien (s. z.B. Japanische Offenlegungsschrift 303325/1988) oder auch andere Materialien verwendet werden.

Die angeführten Materialien sollen die Erfindung lediglich beispielhaft erläutern, jedoch keinesfalls beschränken. Es können prinzipiell alle durchsichtigen Materialien verwendet werden, die die Herstellung der beschriebenen Matrix- bzw. Netzwerkstrukturen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 gestatten.

Bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallsysteme sind NCAP-Filme, PDLC-Filme und nach modifizierten Verfahren hergestellte Mikrotröpfchen-Matrix-Systeme. Verfahren zur Herstellung dieser Filme sind z.B. in US 4,688,900, US 4,673,255, US 4,671,618, WO 85/04262, US 4,435,047, EP 0,272,585, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Inc. Nonlin. Opt. 157 (1988) 427, Liquid Crystals, 3 (1988) 1543, EP 0,165,063, EP 0,345,029, EP 0,357,234 und EP 0,205,261 beschrieben.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme sind die Netzwerk-Systeme, deren Herstellung in EP 0,313,053 beschrieben ist. Zu den Netzwerksystemen werden hier auch Anordnungen gerechnet, bei denen das transparente Medium in Form von einzelnen, z.B. kugelförmigen Partikeln in dem Flüssigkristall dispersiert ist, wie dies z.B. in GB 1,442,360 beschrieben ist.

Weiter sind aber auch solche Ausführungsformen der Erfindung umfaßt, bei denen das transparente Medium eine Struktur aufweist, die zwischen der Netzwerkstruktur auf der einen Seite und der Mikrotröpfchen-Matrix-Konfiguration auf der anderen Seite liegt.

Daneben sind auch andere, hier nicht explizit erwähnte Ausführungsformen der Erfindung umfaßt.

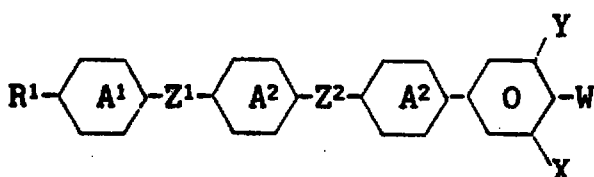
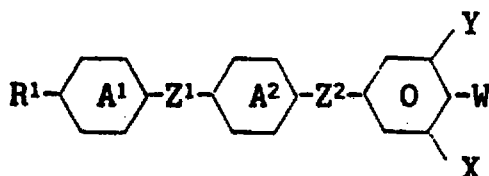
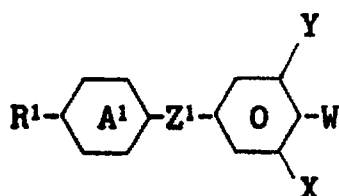
Die Dicke d der elektrooptischen Systeme d wird üblicherweise klein gewählt, um eine möglichst niedrige Schwellenspannung V_{th} zu erzielen. So werden z.B. in US 4,435,047 Schichtdicken von 0,8 und 1,6 mm berichtet, während für die Schichtdicke in US 4,688,900 Werte zwischen 10 μm und 300 μm und in EP 0,313,053 zwischen 5 μm und 30 μm angegeben werden. Die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme weisen nur in Ausnahmefällen Schichtdicken d auf, die deutlich größer sind als einige mm; bevorzugt sind Schichtdicken $d \leq 2$ mm.

Die Schwellenspannung wird auch von der Größe der Mikrotröpfchen bzw. der Maschenweite des Netzwerkes beeinflusst. Allgemein gilt, daß kleinere Mikrotröpfchen eine höhere Schwellenspannung V_{th} , jedoch kürzere Schaltzeiten t_{on} bzw. t_{off} bewirken (US 4,673,255). Experimentelle Verfahren zur Beeinflussung der mittleren Tröpfchengröße sind z.B. in US 4,673,255 und in J.L. West, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Inc. Nonlin. Opt., 157 (1988) 427 beschrieben. In US 4,673,255 werden mittlere Tropfendurchmesser zwischen 0,1 μm und 8 μm angegeben, während z.B. eine Matrix, die auf einem Glasmonolith basiert, Poren mit einem Durchmesser zwischen 15 und 2000 $\text{\AA}$ aufweist. Für die Maschenweite des Netzwerkes der PN-Systeme wird in EP 0,313,053 ein bevorzugter Bereich zwischen 0,5 und 2 μm angegeben.

Ein wesentlicher Unterschied der erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallsysteme zu den bisher üblichen besteht jedoch in der verwendeten Flüssigkristallmischung.

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen enthalten mindestens eine Verbindung der Formel I.

Die Verbindungen der Formel I umfassen 2-, 3- und 4-kernige dielektrisch positive oder dielektrisch neutrale Verbindungen der Teilformeln I2, I3 und I4:



25

30 In den Verbindungen der Formel I2-I4 sind X und Y unabhängig voneinander H, F oder Cl, insbesondere jedoch H oder F. Vorzugsweise enthalten die Verbindungen der Formeln I3 und I4 nicht mehr als 2 und insbesondere nicht mehr als 1 Heterocyclus. In den Verbindungen der Formeln I3 und I4 ist vorzugsweise eine der Brücken Z¹ und Z² eine Einfachbindung.

35 In den Verbindungen der Formel I und den Teilformeln der Verbindungen I2-I4 bedeuten R¹ und R², soweit vorhanden, unabhängig voneinander Alkyl mit 1-12 C-Atomen, worin auch eine oder 2 nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O- oder -CH=CH- ersetzt sein können.

Falls R¹ und/oder, soweit vorhanden, R² einen Alkylrest und/oder einen Alkoxyrest bedeutet, so kann dieser geradkettig oder verzweigt sein. Vorzugsweise ist er geradkettig, hat 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder 7 C-Atome und bedeutet demnach bevorzugt Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy oder Heptoxy, ferner Methyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Undecyl, Dodecyl, Octoxy, Nonoxy, Decoxy, Undecoyl oder Dodecoxy.

Oxaalkyl bedeutet vorzugsweise geradkettiges 2-Oxapropyl (= Methoxymethyl, 2- (= Ethoxymethyl) oder 3-Oxabutyl (= 2-Methoxyethyl), 2-, 3- oder 4-Oxapentyl, 2-, 3-, 4- oder 5-Oxahexyl, 2-, 3-, 4-, 5- oder 6-Oxaheptyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Oxaoctyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Oxanonyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8- oder 9-Oxadecyl.

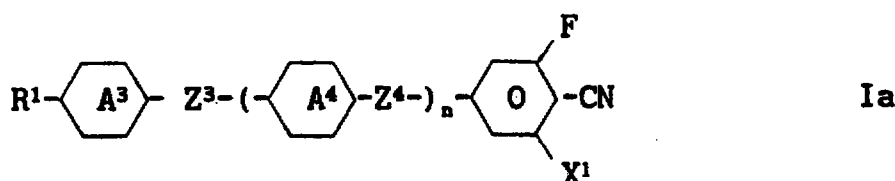
45 Falls R¹ und/oder, soweit vorhanden, R² einen Alkylrest bedeuten, in dem ein CH₂-Gruppe durch -CH=CH- ersetzt ist, so kann dieser geradkettig oder verzweigt sein. Vorzugsweise ist er geradkettig und hat 2 bis 10 C-Atome. Er bedeutet demnach besonders Vinyl, Prop-1-, oder Prop-2-enyl, But-1-, 2- oder But-3-enyl, Pent-1-, 2-, 3- oder Pent-4-enyl, Hex-1-, 2-, 3-, 4- oder Hex-5-enyl, Hept-1-, 2-, 3-, 4-, 5- oder Hept-6-enyl, Oct-1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- oder Oct-7-enyl, Non-1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder Non-8-enyl, Dec-1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8- oder Dec-9-enyl.

50 In den Verbindungen der Formel I können die Reste R¹ und/oder, soweit vorhanden, R² geradkettig oder verzweigt sein; vorzugsweise sind sie jedoch geradkettig. Verbindungen der Formel I mit verzweigten Alkyl- oder Alkoxyresten können gelegentlich wegen einer besseren Löslichkeit in den üblichen flüssigkristallinen Basismaterialien von Bedeutung sein, insbesondere aber als chirale Dotierstoffe, wenn sie optisch aktiv sind. Elektrooptische Systeme gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, deren Flüssigkristall eine oder mehrere chirale Komponenten enthält, sind in DE 39 11 255.1 beschrieben.

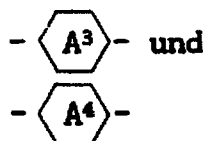
Verzweigte Gruppen dieser Art enthalten in der Regel nicht mehr als eine Kettenverzweigung. Bevorzugte verzweigte Reste sind Isopropyl, 2-Butyl (= 1-Methylpropyl), Isobutyl (= 2-Methylpropyl), 2-Methylbutyl, Isopentyl (= 3-Methylbutyl), 2-Methylpentyl, 3-Methylpentyl, 2-Ethylhexyl, 2-Propylpentyl, 2-Octyl, Isopropoxy, 2-Methylpropoxy, 2-Methylbutoxy, 3-Methylbutoxy, 2-Methylpentoxy, 3-Methylpentoxy, 2-Ethylhexoxy, 2-Methylhexoxy, 2-Octyloxy, 2-Oxa-3-methylbutyl, 3-Oxa-4-methylpentyl, 4-Methylhexyl, 2-Nonyl, 6-Methyloctoxy, 2-Methyl-3-oxapentyl, 2-Methyl-3-oxahexyl.

Die Verbindungen der Formel I werden nach an sich bekannten Methoden dargestellt, wie sie in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart Bd IX, S. 867 ff.) beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch machen.

Besonders bevorzugt ist eine kleiner Gruppe von Verbindungen der Teilformel Ia



worin



unabhängig voneinander 1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylene, 2-Fluor-1,4-phenylene oder 3-Fluor-1,4-phenylene und

X¹ H oder F

bedeuten und für n, Z³ und Z⁴ folgende Kombinationen Nr. 1-5 gelten:

Nr.	n	Z ²	Z ³
1	0	Einfachbindung	-
2	0	-CH ₂ CH ₂ -	-
3	1	-CH ₂ CH ₂ -	Einfachbindung
4	1	Einfachbindung	-CH ₂ CH ₂ -
5	1	Einfachbindung	Einfachbindung

Der Einfachheit halber bedeuten im folgenden Cyc trans-1,4-Cyclohexylen, Phe 1,4-Phenylene, Phe.2F 2-Fluor-1,4-phenylene, Phe.3F 3-Fluor-1,4-phenylene, Phe.F2 2,3-Difluor-1,4-phenylene, Phe.3F5F 3,5-Difluor-1,4-phenylene, Phe.F 2- oder 3-Difluor-1,4-phenylene, Pyr Pyrimidin-2,5-diyl, Pyd Pyridin-2,5-diyl, Dio 1,3-Dioxan-2,5-diyl und Thp Tetrahydropuran-2,5-diyl. Durch die Akronyme Pyr, Pyd, Dio und Thp sind jeweils die beiden möglichen Stellungsisomeren umfaßt; die Bedeutung der Akronyme Phe.2Cl, Phe.3Cl, Phe.3Cl5Cl und Phe.Cl ergibt sich aus der der entsprechenden fluorierten 1,4-Phenylengruppen.

Die Verbindungen der Teilformel Ia umfassen 2-kernige Verbindungen, von denen die der Teilformeln Ia2-1 - Ia2-6 bevorzugt sind:

R¹-Phe-Phe.3F-CN Ia2-1

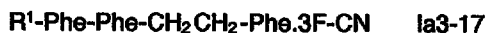
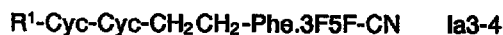
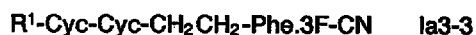
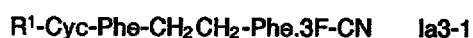
R¹-Phe-Phe.3F5F-CN Ia2-2

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F-CN Ia2-3



In den Verbindungen der Teilformeln Ia2-1 - Ia2-6 hat R^1 die bei den Verbindungen der Formeln I angegebene Bedeutung. R^1 bedeutet vorzugsweise Alkyl, Alkenyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen. Weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Methoxyalkyl, n-Alkoxyethyl- und n-Alkoxyethylverbindungen. Flüssigkristallmedien, die Verbindungen der Formeln Ia2-2, Ia2-4 und Ia2-6 enthalten, weisen besonders vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie auf. In den Verbindungen der Teilformeln Ia2-1 und Ia2-2 kann Phe jeweils unabhängig voneinander auch lateral fluoriert sein.

Die Verbindungen der Teilformel Ia umfassen 3-kernige Verbindungen, von denen die der Teilformeln Ia3-1 - Ia3-16 bevorzugt sind:



In den Verbindungen der Teilformeln Ia3-1 - Ia3-18 hat R^1 die bei den Verbindungen der Formel I angegebene Bedeutung, vorzugsweise jedoch ist R^1 n-Alkyl, n-Alkenyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen, daneben auch n-Alkoxyethyl oder n-Alkoxyethyl mit 1-18 C-Atomen.

Ganz besonders bevorzugt sind solche Verbindungen der Formeln Ia3-1 - Ia3-18, worin R^1 Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Pentoxymethyl, Methoxyethyl, Ethoxyethyl, Propoxy-

ethyl, Butoxyethyl oder Pentoxyethyl bedeutet.

In den Verbindungen der Formeln Ia3-1 - Ia3-18 können Phe-Gruppen jeweils unabhängig voneinander lateral insbesondere monofluoriert sein.

Die Verbindungen der Formel Ia und insbesondere der Formeln Ia2-1 - Ia2-6 und Ia3-1 - Ia3-18 sind
5 größtenteils bekannt und werden vorzugsweise nach den in DE 32 09 178, JP 62-103 057, DE 39 29 418, JP 63-216 858, DE 34 01 320, EP 0 119 756, DE 36 32 411, EP 0 205 998 und insbesondere nach den in DE 39 29 418 beschriebenen Methoden hergestellt.

Flüssigkristallmischungen, welche Verbindungen der Formel Ia und insbesondere der Formeln Ia2-1 - Ia2-6 und Ia3-1 - Ia3-18 enthalten, sind zur Verwendung in erfindungsgemäßen elektrooptischen Systemen
10 besonders geeignet und zeichnen sich durch vorteilhafte Werte für die Doppelbrechung Δn und die Fließviskosität η , eine hohe Stabilität, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer und insbesondere durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt und vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie, die Schwellenspannung und die Temperaturabhängigkeit der elektrooptischen Parameter aus.

Die in den erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristall-Systemen verwendeten Flüssigkristalle
15 enthalten vorzugsweise 1-40 %, insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Teilformel Ia und insbesondere der Teilformeln Ia2-1 - Ia2-6 und Ia3-1 - Ia3-18. Die Flüssigkristalle enthalten vorzugsweise 1-5, insbesondere jedoch 1-3 Verbindungen der Teilformel Ia und insbesondere der Teilformeln Ia2-1 - Ia2-6 und Ia3-1 - Ia3-18.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche neben Verbindungen der Teilformel Ia auf
20 Verbindungen der Formeln II-IV basieren.

T-W¹-Phe-CN II

25 R-W¹-Cyc-CN III

T-V-Phe-CN IV

worin

30 R jeweils unabhängig voneinander eine Alkylgruppe mit 1-15 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -CO- und/oder -CH=CH ersetzt sein können,

W¹ Phe.(F)-Y¹ oder Cyc-Y¹,

Y¹ eine Einfachbindung, -COO- oder -OCO-

35 V Pyridin-1,5-diyl oder Pyrimidin-2,5-diyl,

T R, R-Phe.(F)-Y¹ oder R-Cyc-Y¹ und

Phe.(F) 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen

bedeuten. In den Verbindungen der Formeln II-IV kann die terminale Gruppe Phe-CN auch in 3- und/oder 5-Stellung durch F mono- oder difluoriert sein, und zwar insbesondere, wenn Y¹ -COO- oder -OCO- ist.

40 Die Verbindungen der Formeln II-IV sind entweder bekannt und/oder werden nach an sich bekannten Methoden dargestellt, wie sie in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart Bd IX, S. 867 ff.) beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch machen.

45 Der Anteil der aus einer oder mehreren Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Teilformeln Ia und insbesondere der Teilformeln Ia2-1 - Ia2-6 und Ia3-1 - Ia3-16, und einer oder mehreren Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II-IV, bestehenden Teilmischung an den in den erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallsystemen verwendeten Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 15 % - 100 %, insbesondere jedoch 25 % - 100 %. Die
50 Teilmischungen enthalten neben einer oder mehreren Verbindungen der Teilformel Ia und insbesondere der Teilformeln Ia2-1 - Ia2-6 und Ia3-1 - Ia3-16 besonders bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen, die aus der folgenden kleineren Gruppe der Verbindungen II1-II25, III1-III3 und IV1-IV8 ausgewählt werden:

R-Cyc-Phe-CN II1

55 R-Cyc-COO-Phe-CN II2

R-Cyc-COO-Phe.3F-CN II3

- R-Cyc-COO-Phe.3F5F-CN II4
- R-Phe-Phe-CN II5
- 5 R-Phe-COO-Phe-CN II6
- R-Phe-COO-Phe.3F-CN II7
- 10 R-Phe-COO-Phe.3F5F-CN II8
- R-Cyc-Phe-Phe-CN II9
- R-Cyc-COO-Phe-Phe-CN II10
- 15 R-Cyc-Phe-COO-Phe-CN II11
- R-Cyc-COO-Phe-Phe.3F-CN II12
- 20 R-Cyc-COO-Phe-Phe.3F5F-CN II13
- R-Cyc-Phe-COO-Phe.3F-CN II14
- R-Cyc-Phe-COO-Phe.3F5F-CN II15
- 25 R-Phe-Phe-Phe-CN II16
- R-Phe-Phe.3F-Phe-CN II17
- 30 R-Phe-Phe.2F-Phe-CN II18
- R-Phe-COO-Phe-Phe-CN II19
- R-Phe-COO-Phe-Phe.3F-CN II20
- 35 R-Phe-COO-Phe-Phe.3F5F-CN II21
- R-Phe-Phe-COO-Phe-CN II22
- 40 R-Phe-Phe-COO-Phe.3F-CN II23
- R-Phe-Phe-COO-Phe.3F5F-CN II24
- R-Cyc-Cyc-CN III1
- 45 R-Cyc-COO-Cyc-CN III2
- R-Cyc-OCO-Cyc-CN III3
- 50 R-Pyd-Phe-CN IV1
- R-Pyr-Phe-CN IV2
- R-Pyd-Phe-Phe-CN IV3
- 55 R-Pyr-Phe-Phe-CN IV4
- R-Phe-Pyd-Phe-CN IV5

R-Phe-Pyr-Phe-CN IV6

R-Cyc-Pyr-Phe-CN IV7

5

R-Cyc-Pyd-Phe-CN IV8

Ganz besonders bevorzugt sind Teilmischungen, die neben mindestens einer Verbindung, ausgewählt aus den Verbindungen der Teilformeln Ia und insbesondere der Teilformeln Ia2-1 - Ia2-6 und Ia3-1 - Ia3-16, eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus den Verbindungen der Teilformeln II1-II24, und mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus den Verbindungen der Teilformeln IV1-IV8, enthalten.

Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T (Ia) 1-4 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

20

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (Ia) 1	Ia	5-75
	II	6-65
T (Ia) 2	Ia	5-55
	II	5-65
	III	5-29
T (Ia) 3	Ia	5-75
	IV	5-63
T (Ia) 4	Ia	5-55
	II	5-49
	IV	5-50, insbesondere 5-31

35

Besonders bevorzugt sind auch erfindungsgemäße Systeme, deren Flüssigkristallmischung auf den Verbindungsklassen

40 R-Cyc-Phe-CN II1

R-Phe-Phe-CN II5

R-Cyc-Phe-Phe-CN II9

45 R-Phe-Phe-Phe-CN II16

basiert, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung zur Erhöhung der dielektrischen Anisotropie 5-60 % von einer oder mehreren Verbindungen der folgenden Formeln

50 R-Phe.2F-Phe-CN II25

R-Phe.3F-Phe-CN II25a

55 R¹-Phe-PHe.3F-CN Ia2-1R¹-Phe-Phe-Phe.3F-CN Ia3-9

R-Phe-Phe.2F-Phe-CN II18

R-Phe-Phe.3F-Phe-CN II17

R-Cyc-Phe.2F-Phe-CN II26

5

R-Cyc-Phe.3F-Phe-CN II27

R-Phe.F-Phe.F-Phe-CN II28

10 enthält, wobei die Bedeutung von R¹ und R oben angegeben ist und R insbesondere eine Alkylgruppe mit 2-7 C-Atomen ist. Derartige Mischungen sind bevorzugt und Gegenstand dieser Erfindung.

Im folgenden sei der auf den Verbindungen II1, II5, II9 und II16 basierende Bestandteil dieser Flüssigkristallmischung als deren Komponente (i) bezeichnet, während der auf den Verbindungen II25, Ia2-1, Ia3-9, II17, II18, II26, II27, II28 und II25a basierende Bestandteil Komponente (ii) sei. Diese Flüssigkristallmischungen können ausschließlich aus den Komponenten (i) und (ii) bestehen; es ist aber auch möglich, daß die Flüssigkristallmischung weitere Komponenten (iii) und (iv) enthält, wobei die Komponente (iii) weitere nematische oder nematogene Substanzen enthält, die so ausgewählt werden, daß die Doppelbrechung Δn und/oder der ordentliche Brechungsindex n_o und/oder andere Brechungsindizes und/oder die Viskosität und/oder die dielektrische Anisotropie und/oder weitere Parameter des Flüssigkristalls im Hinblick auf die jeweilige Anwendung spezifisch optimiert werden; eine Auflistung nematischer oder nematogener Substanzen, die vorzugsweise auch für die Komponente (iii) verwendet werden können, ist weiter unten gegeben. Die Komponente (iv) enthält z.B. chirale Dotierstoffe zur Induzierung einer cholesterischen Phase und/oder pleochroitische Farbstoffe und/oder weitere Additive zur Modifizierung weiterer Eigenschaften der Flüssigkristallmischung wie z.B. der Leitfähigkeit; dabei können die Verbindungen der Komponente (iv) sowohl mesogen als auch nicht-mesogen sein.

Der Massenanteil der Komponente (i) an dem Flüssigkristall beträgt vorzugsweise 10-80 %, insbesondere 15-70 % und ganz besonders 15-65 %. Falls die Flüssigkristallmischung eine hohe Doppelbrechung $\Delta n > 0,24$ aufweisen soll, enthält die Komponente (i) vorzugsweise 4-Alkyl- und/oder 4-Alkoxy-4'-cyanobiphenyle und/oder 4-Alkyl- und/oder 4-Alkoxy-4'-cyanotherphenyle und/oder 4-(trans-4-Alkyl- oder trans-4-Alkoxy-cyclohexyl)-4'-cyanobiphenyle. Soll dagegen die Flüssigkristallmischung eine Doppelbrechung $0,13 \leq \Delta n \leq 0,22$ aufweisen, enthält die Komponente (i) vorzugsweise 4-(trans-4-Alkyl- oder trans-4-Alkoxy-cyclohexyl)-benzonitrile, insbesondere zusätzlich zu einer oder mehreren der gerade aufgeführten high- Δn -Verbindungen der Komponente (i).

In den lateral fluorierten Biphenylen der Formeln II25, II25a und Ia2-1, die bevorzugt sind, ist R¹ vorzugsweise Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy und Heptoxy.

Weiterhin enthält die Komponente (ii) vorzugsweise 3-kernige, lateral monofluorierte Verbindungen der Formeln Ia3-9, II17, II18, II26 und II27. In diesen Verbindungen ist R¹ vorzugsweise Alkyl, Alkoxy, oder Alkoxyalkyl mit 1-7 C-Atomen, insbesondere mit 2-7 C-Atomen und ganz besonders mit 2-5 C-Atomen.

Falls Flüssigkristallmischungen mit einem hohen Klärpunkt erhalten werden sollen, enthält die Komponente (i) vorzugsweise 3-kernige Verbindungen der Formeln II9 und II16 und/oder die Komponente (ii) enthält vorzugsweise 3-kernige Verbindungen der Formeln Ia3-9, II17, II18, II26, II27 und II28. Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche zumindestens eine Verbindung der Formeln II9 und II16 und zumindestens eine Verbindung der Formeln Ia3-9, II17, II18 und II26-28 enthalten, da diese Mischungen im allgemeinen einen relativ hohen oder hohen Wert für $\Delta\epsilon$ und gleichzeitig einen hohen Klärpunkt aufweisen.

Die eine Komponente (i) und (ii) enthaltenden Flüssigkristallmischungen haben vorzugsweise einen Klärpunkt $T_C > 75^\circ\text{C}$, insbesondere $T_C > 80^\circ\text{C}$ und ganz besonders $T_C > 85^\circ\text{C}$.

Die lateral fluorierten Verbindungen der Formeln II25, II25a, Ia2-1, Ia3-9, II18, II17 und II26-II28 weisen üblicherweise eine sehr gute Löslichkeit in der Komponente (i) und in modifizierten Mischungen auf. Die Löslichkeit der lateral fluorierten Terphenyle der Formeln Ia3-9, II18, II17 und II26-II28 in Flüssigkristallmischungen ist im allgemeinen wesentlich besser als die des nicht fluorierten Terphenyls der Formel II16.

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere lateral fluorierte Verbindungen der Formeln II25, II25a, Ia2-1, Ia3-9, II18, II17 und II26-II28 und insbesondere der Formeln Ia2-1, Ia3-9, II18, II17, II25, II25a und II26-27 enthalten, sind durch eine bessere UV- und Temperaturstabilität gekennzeichnet als die aus dem Stand der Technik bekannten Mischungen E7 und E8 oder auch vergleichbare Mischungen.

Die eine Komponente (i) und (ii) und gegebenenfalls auch weitere Komponenten (iii) und (iv) aufweisenden Flüssigkristallmischungen und die diese enthaltenden elektrooptischen Systeme weisen vorteilhafte

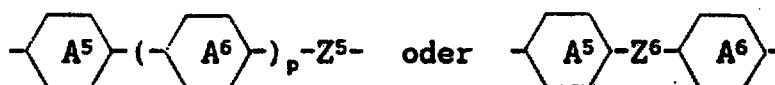
Eigenschaften auf. Die Mischungen weisen insbesondere eine hohe oder relativ hohe Doppelbrechung und gleichzeitig eine hohe oder relativ hohe dielektrische Anisotropie und/oder einen hohen Klärpunkt auf. Die Verbindungen der Formeln II1, II5, II9, II16, II25, II25a, Ia3-9, II18, II17, II26, II27 und II28 sind gegenüber thermischer und Strahlungsenergie für die meisten Anwendungen ausreichend stabil und sie sind sehr stabil gegenüber Chemikalien. Die diese Verbindungen enthaltenden Flüssigkristalmischungen sind hoch nematisch, insbesondere auch bei tiefen Temperaturen, und weisen vorteilhafte Werte für η auf. Die mit diesen Mischungen betriebenen elektrooptischen Systeme weisen günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen hohen Kontrast und eine geringe Winkelabhängigkeit des Kontrastes sowie eine gute Herstellbarkeit auf.

Bevorzugt sind weiter erfindungsgemäße elektrooptische Flüssigkristallsysteme, deren Flüssigkristalmischungen eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der kleineren Gruppe von Verbindungen der Teilformeln Ib, enthält

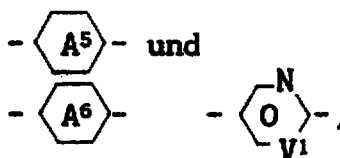


25

worin
Q²



einer der Ringe



worin V¹ N oder CH ist, und der andere, falls vorhanden, trans-1,4-Cyclohexylen oder 1,4-Phenylene, X² und Y² unabhängig voneinander H oder F

p 0 oder 1, und

Z⁵ und Z⁶ unabhängig voneinander eine Einfachbindung oder CH₂CH₂ sind und R¹ die in Anspruch angegebene Bedeutung hat.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristalmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Teilformeln Ib, worin mindestens einer von X² oder Y² F ist, enthalten



Die Verbindungen der Teilformel IbF umfassen 2kernige, lateral monofluorierte oder lateral difluorierte Verbindungen der Formeln IbF2-1 - IbF2-8

R¹-Pyd-Phe.3F-CN IbF2-1R¹-Pyd-Phe.3F5F-CN IbF2-25 R¹-Pyr-Phe.3F-CN IbF2-3R¹-Pyr-Phe.3F5F-CN IbF2-4R¹-Pyd-CH₂CH₂-Phe.3F-CN IbF2-510 R¹-Pyd-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CN IbF2-6R¹-Pyr-CH₂CH₂-Phe.3F-CN IbF2-715 R¹-Pyr-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CN IbF2-8

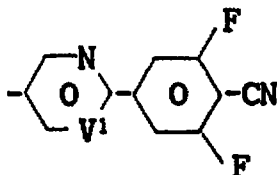
In den Verbindungen der Formeln IbF2-1 - IbF2-8 bedeutet R¹ vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen, daneben auch n-Alkoxyalkyl und insbesondere n-Alkoxymethyl und n-Alkoxyethyl. Flüssigkristalle, die Verbindungen der Formeln IbF2-2, IbF2-4, IbF2-6 und/oder IbF2-8 mit einer 3,5-Difluoro-4-cyanophenylgruppe enthalten, weisen besonders vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie auf. Ganz besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formeln IbF2-1 - IbF2-8, worin R¹ Methyl, Ethyl, n-Propyl, n-Butyl, n-Pentyl, n-Hexyl, n-Heptyl, n-Octyl, n-Nonyl, n-Decyl, n-Methoxy, n-Ethoxy, n-Propoxy, n-Butoxy, n-Pentoxy, n-Hexoxy, n-Heptoxy, n-Octoxy, n-Nonoxy, n-Decoxy oder n-Undecyloxy bedeutet.

25 Die Verbindungen der Formel IbF umfassen weiter bevorzugt 3-kernige Verbindungen der Formeln IbF3-1 - IbF3-36, die lateral mono- oder difluoriert sind.

R¹-Pyd-Phe-Phe.3F-CN IbF3-130 R¹-Pyr-Phe-Phe.3F-CN IbF3-2R¹-Pyd-Phe-Phe.3F5F-CN IbF3-3R¹-Pyr-Phe-Phe.3F5F-CN IbF3-435 R¹-Phe-Pyd-Phe.3F-CN IbF3-5R¹-Phe-Pyd-Phe.3F5F-CN IbF3-640 R¹-Phe-Pyr-Phe.3F-CN IbF3-7R¹-Phe-Pyr-Phe.3F5F-CN IbF3-8R¹-Cyc-Pyd-Phe.3F-CN IbF3-945 R¹-Cyc-Pyd-Phe.3F5F-CN IbF3-10R¹-Cyc-Pyr-Phe.3F-CN IbF3-1150 R¹-Cyc-Pyr-Phe.3F5F-CN IbF3-12R¹-Pyd-Phe-CH₂CH₂-Phe.3F-CN IbF3-13R¹-Pyd-Phe-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CN IbF3-1455 R¹-Pyr-Phe-CH₂CH₂-Phe.3F-CN IbF3-15R¹-Pyr-Phe-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CN IbF3-16

- R¹-Phe-Pyd-CH₂CH₂-Phe.3F-CN IbF3-17
 R¹-Phe-Pyd-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CN IbF3-18
 5 R¹-Phe-Pyr-CH₂CH₂-Phe.3F-CN IbF3-19
 R¹-Phe-Pyr-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CN IbF3-20
 10 R¹-Cyc-Pyd-CH₂CH₂-Phe.3F-CN IbF3-21
 R¹-Cyc-Pyd-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CN IbF3-22
 R¹-Cyc-Pyr-CH₂CH₂-Phe.3F-CN IbF3-23
 15 R¹-Cyc-Pyr-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CN IbF3-24
 R¹-Pyd-CH₂CH₂-Phe-Phe.3F-CN IbF3-25
 20 R¹-Pyd-CH₂CH₂-Phe-Phe.3F5F-CN IbF3-26
 R¹-Pyr-CH₂CH₂-Phe-Phe.3F-CN IbF3-27
 R¹-Pyr-CH₂CH₂-Phe-Phe.3F5F-CN IbF3-28
 25 R¹-Phe-CH₂CH₂-Pyd-Phe.3F-CN IbF3-29
 R¹-Phe-CH₂CH₂-Pyd-Phe.3F5F-CN IbF3-30
 30 R¹-Phe-CH₂CH₂-Pyr-Phe.3F-CN IbF3-31
 R¹-Phe-CH₂CH₂-Pyr-Phe.3F5F-CN IbF3-32
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Pyd-Phe.3F-CN IbF3-33
 35 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Pyd-Phe.3F5F-CN IbF3-34
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Pyr-Phe.3F IbF3-35
 40 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Pyr-Phe.3F5F IbF3-36

In den Verbindungen der Teilformeln IbF3-1 - IbF3-36 bedeutet R¹ vorzugsweise n-Alkyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen, daneben auch n-Alkoxymethyl oder n-Alkoxyethyl mit 1-8 C-Atomen. Die Verbindungen der Formeln IbF3-1 - IbF3-36, die bevorzugt sind, weisen hohe oder relativ hohe Werte für die dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ auf; dabei zeichnen sich die difluorierten Verbindungen der Formeln IbF3-6, IbF3-8, IbF3-9, IbF3-12, IbF3-30, IbF3-32, IbF3-34 und IbF3-36, die das Strukturelement



50
 55 enthalten, durch ganz besonders hohe Werte für $\Delta\epsilon$ aus.

Die Verbindungen der Formel IbF werden vorzugsweise nach den in DE 32 09 178, DE 40 02 609, DE 40 01 022, DE 40 12 014, DE 40 12 023 und 33 15 295 beschriebenen Methoden dargestellt.

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Formel IbF und insbesondere der Formeln IbF2-1 - IbF2-8 und IbF3-1 - IbF3-36, und mit diesen Flüssigkristallmischungen befüllte elektrooptische Systeme zeichnen sich durch vorteilhafte Werte für die Doppelbrechung Δn und die Fließviskosität η , eine hohe Stabilität, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer, durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt und insbesondere durch vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie, die Schwellenspannung und Temperaturabhängigkeit der elektrooptischen Parameter aus.

Die Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel IbF und insbesondere der Formeln IbF2-1 - IbF2-8 und IbF3-1 - IbF3-36. Dabei weisen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel IbF und insbesondere der Formeln IbF2-1 - IbF2-8 und IbF3-1 - IbF3-36 auf.

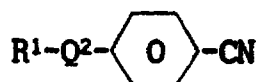
Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel IbF und insbesondere der Formeln IbF2-1 - IbF2-8 und IbF3-1 - IbF3-36, und zusätzlich mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 enthält. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formel IbF und insbesondere der Formeln IbF2-1 - IbF2-8 und IbF3-1 - IbF3-36 und weiter aus einer oder mehreren Verbindungen der Formeln II1 - II28, III1 - III3 und IV1 - IV8 bestehenden Teilmischung an der erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischung beträgt vorzugsweise 15 % - 100 %, insbesondere jedoch 25 % - 100 %. Ganz besonders bevorzugt sind Teilmischungen T(IbF)1 - T(IbF)8, die neben mindestens einer Verbindung, ausgewählt aus den Verbindungen der Formel IbF und insbesondere der Formeln IbF2-1 - IbF2-8 und IbF3-1 - IbF3-36, mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der jeweils aufgeführten Klasse von Verbindungen, enthält:

T(IbF)1:	IbF R-Phe-Phe.(F)-X	mit X = CN, F oder Cl
T(IbF)2:	IbF R-Cyc-Phe-COO-Phe.(F)-X	mit X = CN, F oder Cl
T(IbF)3:	IbF R-Phe-COO-Phe.(F)-X	mit X = CN, F oder Cl
T(IbF)4:	IbF R-Cyc-(CH ₂ CH ₂) _u -Phe.(F)-X	mit X = CN, F oder Cl und u = 0 oder 1
T(IbF)5:	IbF R-Cyc-Cyc-(CH ₂ CH ₂) _u -Phe.(F)-X	mit X = CN; F oder Cl und u = 0 oder 1
T(IbF)6:	IbF R-Cyc-(CH ₂ CH ₂) _u -Phe-Phe.F-X	mit X = CN, F oder Cl und u = 0 oder 1
T(IbF)7:	IbF R-Phe-Phe-Phe.(F)-X	mit X = CN, F oder Cl
T(IbF)8:	R-Phe-Phe-COO-Phe.(F)-X	mit X = CN, F oder Cl

Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T (IbF) 9-13 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (IbF) 9	IbF	5-75
	II	5-80, insbesondere 6-65
T (IbF) 10	IbF	5-75, insbesondere 5-48
	IV	5-63
T (IbF) 11	IbF	5-55
	II	5-65, insbesondere 5-52
	III	5-29
T (IbF) 12	IbF	5-55, insbesondere 6-45
	II	5-65, insbesondere 5-49
	IV	5-50
T (IbF) 13	IbF	5-50
	II	5-75, insbesondere 5-65
	III	5-37, insbesondere 5-25
	IV	5-42

Bevorzugt sind weiter Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ib enthalten, worin die terminale Gruppe - O -CN nicht fluoriert ist:



IbN

Diese Verbindungen der Teilformel IbN umfassen 2-kernige Verbindungen der Formeln IV1-IV2 und IbN2-1 - IbN2-2

$R^1\text{-Pyd-Phe-CN}$ IV1

$R^1\text{-Pyr-Phe-CN}$ IV2

$R^1\text{-Pyd-CH}_2\text{CH}_2\text{-Phe-CN}$ IbN2-1

$R^1\text{-Pyr-CH}_2\text{CH}_2\text{-Phe-CN}$ IbN2-2

R^1 bedeutet in den Verbindungen der Formeln IV1-IV2 und IbN2-1 - IbN2-2 vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen. Weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Alkoxyethyl- und n-Alkoxyethylverbindungen.

Ganz besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formeln IV1-IV2 und IbN2-1 - IbN2-2, worin R^1 Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Hetoxy, oder Octoxy bedeutet. Die Verbindungen der Formeln IV1-IV2 und IbN2 und insbesondere die Verbindungen der Formeln IV2 und IbN2-2 weisen hohe oder relativ hohe Werte für die dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ auf. Welche der Verbindungen IV1, IV2 und IbN2-1 - IbN2-2 die erfindungsge-

mäßen Flüssigkristallmedien vorzugsweise enthalten, wird weitgehend von der beabsichtigten Anwendung der erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme bestimmt. So weisen z.B. die Verbindungen der Formeln IV1 und IV2 einen relativ hohen Klärpunkt und insbesondere eine relativ hohe optische Anisotropie auf, während die Verbindungen der Formeln IbN2-1 und IbN2-2 sich z.B. durch eine vergleichsweise niedrige

5 Fließviskosität auszeichnen.

Flüssigkristallmischungen, welche Verbindungen der Formeln IV1 und/oder IV2 enthalten, sind für Matrixsysteme besonders bevorzugt, hingegen für Netzwerksysteme i.a. manchmal weniger geeignet; demgegenüber sind die Verbindungen IbN2-1 - IbN2-2 in der Regel als Bestandteile von Mischungen für Matrix- und Netzwerk besonders bevorzugt.

10 Die Verbindungen der Formel IbN umfassen weiter 3-kernige Verbindungen der Formeln IV3-IV8 und IbN3-1 - IbN3-18:

R¹-Pyd-Phe-Phe-CN IV3

15 R¹-Pyr-Phe-Phe-CN IV4

R¹-Pyd-Cyc-Phe-CN IbN3-1

R¹-Pyr-Cyc-Phe-CN IbN3-2

20 R¹-Phe-Pyd-Phe-CN IV5

R¹-Phe-Pyr-Phe-CN IV6

25 R¹-Cyc-Pyd-Phe-CN IV8

R¹-Cyc-Pyr-Phe-CN IV7

R¹-Pyd-Phe-CH₂CH₂-Phe-CN IbN3-3

30 R¹-Pyr-Phe-CH₂CH₂-Phe-CN IbN3-4

R¹-Pyd-Cyc-CH₂CH₂-Phe-CN IbN3-5

35 R¹-Pyr-Cyc-CH₂CH₂-Phe-CN IbN3-6

R¹-Phe-Pyd-CH₂CH₂-Phe-CN IbN3-7

R¹-Phe-Pyr-CH₂CH₂-Phe-CN IbN3-8

40 R¹-Cyc-Pyd-CH₂CH₂-Phe-CN IbN3-9

R¹-Cyc-Pyr-CH₂CH₂-Phe-CN IbN3-10

45 R¹-Pyd-CH₂CH₂-Phe-Phe-CN IbN3-11

R¹-Pyr-CH₂CH₂-Phe-Phe-CN IbN3-12

R¹-Pyd-CH₂CH₂-Cyc-Phe-CN IbN3-13

50 R¹-Pyr-CH₂CH₂-Cyc-Phe-CN IbN3-14

R¹-Phe-CH₂CH₂-Pyd-Phe-CN IbN3-15

55 R¹-Phe-CH₂CH₂-Pyr-Phe-CN IbN3-16

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Pyd-Phe-CN IbN3-17

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Pyr-Phe-CN IbN3-18

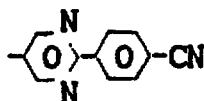
In den Verbindungen der Formeln IV3-IV8 und IbN3-1 - IbN3-18 bedeutet R¹ vorzugsweise Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Nonoxy, Decoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Methoxyethyl, Ethoxyethyl oder Propoxyethyl.

Die Verbindungen der Formel IbN werden vorzugsweise nach den in DE 36 00 052, DE 33 15 295, SU 10 63 100, SU 10 63 101, SU 10 69 413, SU 11 71 456, GB 21 18 934, EP 0 097 033 und DE 34 11 571 beschriebenen Methoden dargestellt.

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln IbN und IV und insbesondere der Formeln IbN2-1 - IbN2-2, IbN3-1 - IbN3-18 und IV1-IV8 enthalten, zeichnen sich durch vorteilhafte Werte für die optische Anisotropie Δn , eine hohe Stabilität, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer, durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt und insbesondere durch vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie und eine vorteilhafte Temperaturabhängigkeit der elektrooptischen Parameter aus. Diese Mischungen sind bevorzugt.

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel IbN und IV und insbesondere der Formeln IbN2-1 - IbN2-2, IbN3-1 - IbN3-18 und IV1-IV8. Dabei weisen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel IbN und IV und insbesondere der Formeln IbN2-1 - IbN2-2, IbN3-1 - IbN3-18 und IV1-IV8 auf.

Die Verbindungen der Formeln IV3 - IV4, die bevorzugt sind, weisen hohe oder relativ hohe Werte für die dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ auf; dabei zeichnen sich die Verbindungen der Formeln IV6, IV7, IbN3-8, IbN3-16 und IbN3-18, die das Strukturelement



enthalten, durch besonders hohe Werte für $\Delta\epsilon$ aus.

Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formeln IV3, IV4, IV5, IV6, IbN3-3, IbN3-4, IbN3-7, IbN3-8, IbN3-11, IbN3-12, IbN3-15 und IbN3-16, die sich durch eine hohe optische Anisotropie bei gleichzeitig relativ hoher dielektrischer Anisotropie auszeichnen. Flüssigkristallmischungen, welche diese bevorzugten Verbindungen enthalten, sind besonders bevorzugt.

Flüssigkristallmischungen, welche Verbindungen der Formeln IV3, IV4, IV5, IV6 und/oder IV7 enthalten, sind manchmal für Netzwerksysteme weniger geeignet. Demgegenüber sind derartige Flüssigkristallmischungen für Matrixanwendungen in der Regel besonders geeignet.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel IbN und insbesondere der Formeln IbN2-1 - IbN2-2, IbN3-1 - IbN3-18 und IV1-IV8, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1-II28 und III1-III3, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formeln IbN und IV und insbesondere der Formeln IbN2-1 - IbN2-2, IbN3-1 - IbN3-18 und IV1-IV8 und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28 und III1-III3 bestehenden Teilmischung an der erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischung beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %.

Die folgenden Teilmischungen T(IbN), die mindestens je eine Verbindung aus den aufgeführten Substanz-Klassen enthalten, sind besonders für Matrixanwendungen, häufig jedoch weniger für Netzwerksysteme geeignet; R hat die oben angegebene Bedeutung:

5	T(IbN) 1:	IV5 R-Phe-(COO) ₁ -Phe.(F)-X	mit X = F, CN und l = 0 oder 1
10	T(IbN) 2:	IV7 R-Phe-Phe.(F)-X	mit X = F, CN
15	T(IbN) 3:	IV6 R-Phe-Phe.(F)-X	mit X = F, CN
20	T(IbN) 4:	IV3 R-Phe-Phe.(F)-X	mit X = F, CN
25	T(IbN) 5:	IV4 R-Phe-Phe-Y-Phe.(F)-X	mit X = F, CN und Y = COO, -CH ₂ CH ₂ - oder eine Einfachbindung
30			
35	T(IbN) 6:	IV2 R-  -Phe-(COO) ₁ -Phe.(F)-X	mit X = F, CN,  Cyc oder Phe und l = 0 oder 1
40			
45	T(IbN) 7:	IV2 R-Cyc-CH ₂ CH ₂ -Phe-Phe.(F)-X	mit X = F, CN
50	T(IbN) 8:	IV1 R-(Cyc) ₁ -Phe-COO-Phe.(F)-X	mit X = F, CN und l = 0 oder 1
55			

Weiterhin sind die folgenden Teilmischungen, welche mindestens je eine Verbindung, ausgewählt aus den jeweils aufgeführten Verbindungsklassen der Formeln IbN und IV, enthalten, für Netzwerksysteme

häufig weniger bevorzugt:

T(lbN)9:	IV2 IbN3-1
T(lbN)10:	IV2 IV7
T(lbN)11:	IV2 IV6
T(lbN)12:	IV2 IV3 oder IV 4

Die Teilmischungen T(lbN)9 - T(lbN)12 sind für Matrixanwendungen bevorzugt.

Flüssigkristallmischungen, die eine oder mehrere der folgenden Teilmischungen T (lbN) 13-18 enthalten, welche ihrerseits jeweils mindestens je eine Verbindung aus den aufgeführten Substanzklassen enthalten, sind gelegentlich weniger für Netzwerkanwendungen geeignet; dagegen können sie in der Regel für Matrixanwendungen bevorzugt eingesetzt werden:

T (lbN) 13:	IV1 II1
T (lbN) 14:	IV1 IV2 und/oder IV5
T (lbN) 16:	IV 1 IV4
T (lbN) 15:	IV 1 II5 und/oder II16
T (lbN) 17:	IV1 IV3
T (lbN) 18:	IV2 II5

Dagegen können derartige Flüssigkristallmischungen häufig durch den Zusatz weiterer Verbindungen so modifiziert werden, daß sie auch für Netzwerkanwendungen geeignet sind.

So sind z.B. Flüssigkristallmischungen, enthaltend neben einer oder mehrerer der vorstehenden Teilmischungen T (lbN) 1-18, eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ia, IbF, Ic, Id und Ie und insbesondere der bevorzugten Unterformeln, i.a. für Netzwerkanwendungen geeignet.

Besonders geeignet für Netzwerkanwendungen sind auch Flüssigkristallmischungen, welchen neben einer der vorstehenden Teilmischungen eine oder mehrere Verbindungen der Formel If und insbesondere der bevorzugten Unterformeln enthalten, wobei der Massenanteil der Verbindungen der Formel If an der Flüssigkristallmischung vorzugsweise nicht kleiner als 5 %, insbesondere größer als 7,5 % und ganz besonders größer als 10 % ist.

Erfindungsgemäß verwendete Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere der Teilmischungen T (lbN) 1-18 enthalten, sind i.a. für Matrixanwendungen besonders bevorzugt.

Für Netzwerkanwendungen sind weiter Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen IV1, IV2 IV3, IV4, IV5 und IV6, und weiter mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II5, II6, II7, II9, II11, II14, II16, II22 und II23, enthalten, im allgemeinen weniger bevorzugt; derartige Mischungen sind allerdings besonders für Matrix-Anwendungen geeignet. Dagegen sind erfindungsgemäß verwendete Flüssigkristallmischungen, die eine derartige Teilmischung und weiter eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ia, Ic, Id, Ie und IbF und insbesondere der bevorzugten Unterformeln enthalten, i.a. für Netzwerkanwendungen bevorzugt. Dies gilt auch für Flüssigkristallmischungen, die eine oder

mehrere Verbindungen der Formeln If und insbesondere der bevorzugten Unterformeln enthalten, wobei der Massenanteil der Verbindungen der Formel If an der Flüssigkristallmischung vorzugsweise größer als 5 %, insbesondere größer als 10 % und ganz besonders größer als 12,5 % ist.

Für Netzwerksysteme und auch für Matrixsysteme sind Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung der Formeln IbN2-1, IbN2-2 und IbN3-3 - IbN3-18 enthalten, besonders bevorzugt.

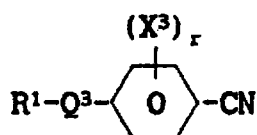
Weiter sind Flüssigkristallmischungen, welche neben einer oder mehreren Verbindungen der Formel IbN und insbesondere der Formeln IbN2-1 - IbN2-2, IbN3-1 - IbN3-18 und IV1-IV8, mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus den folgenden Verbindungsklassen II2, II4, II3, II8, II10, II15, II17, II18, II19, II25, II26, II27, II28, III1, III2, III3, II12, II13, II20, II21, II24, IV7 und IV8

enthält, ganz besonders zur Anwendung in den elektrooptischen Systemen gemäß Oberbegriff von Anspruch 1 geeignet.

Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T (IbN) 19-23 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (IbN) 19	IbN	5-75
	II	6-90, insbesondere 11-75
T (IbN) 20	IbN	5-55
	II	5-75, insbesondere 5-52
	III	5-29
T (IbN) 21	IbN IV	5-75 5-63
T (IbN) 22	IbN	5-50
	II	5-75, insbesondere 10-65
	III	5-37
	IV	5-42
T (IbN) 23	IbN	5-50
	II	5-72, insbesondere 5-65
	IV	5-46

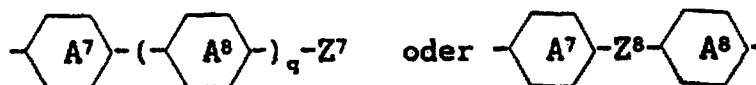
Besonders geeignet sind weiter erfindungsgemäße elektrooptische Flüssigkristallsysteme, deren Flüssigkristallmischung mindestens eine Verbindung der Formel Ic enthält



Ic

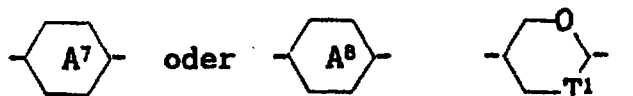
worin
Q³

5



10 einer der Ringe

15

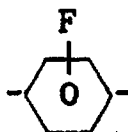


worin T¹ -CH₂- oder -O-, und der andere, soweit vorhanden, trans-1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-Phenylen

20 Z⁷ und Z⁸ unabhängig voneinander eine Einfachbindung, -COO-, -OCO- oder -CH₂CH₂-,
X³ F oder Cl

r und q unabhängig voneinander 0 oder 1,

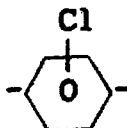
25



30

2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen und

35



entsprechend 2-Chloro-1,4-phenylen oder 3-Chloro-1,4-phenylen
sind und die Bedeutung von R¹ in Anspruch 1 gegeben ist.

40

Die Verbindungen der Formel Ic umfassen 2-kernige Tetrahydropyran-derivate und Dioxanderivate der Formeln IcT2 und IcD2, worin Z⁷ und X³ die oben angegebene Bedeutung haben und Phe.(X) Phe, Phe.F oder Phe.Cl ist:

45 R¹-Thp-Z⁷-Phe.(X)-CN IcT2

R¹-Dio-Z⁷-Phe.(X)-CN IcD2

R¹ bedeutet in den Verbindungen der Formel IcT2 und IcD2 vorzugsweise Methyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen. Weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Alkoxyethyl- und n-Alkoxypropylverbindungen. Daneben bedeutet R vorzugsweise auch Alkenyl mit 1-7 C-Atomen. Ganz besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formel IcT2 und IcD2, worin R Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy oder Octoxy bedeutet.

55 In den Verbindungen der Formel IcT2 und IcD2 ist Z -CH₂CH₂-, -COO-, -OCO- oder eine Einfachbindung, insbesondere jedoch -CH₂-CH₂-, -COO- oder eine Einfachbindung und ganz besonders -COO- oder eine Einfachbindung. Der Phenylring kann durch X³ = F oder Cl monosubstituiert (r = 1) oder unsubstituiert sein. Bevorzugt sind unsubstituierte Verbindungen sowie Verbindungen, die ein F-Atom in 2- oder 3-

Stellung oder ein Cl-Atom in 3-Stellung aufweisen.

Ganz besonders bevorzugt ist die folgende kleinere Gruppe von Verbindungen der Formeln IcT2-1 - Ic2T-5 und IcD2-1 - IcD2-6

- 5 R-Thp-Phe-CN IcT2-1
- R-Thp-Phe.3F-CN IcT2-2
- R-Thp-Phe.3Cl-CN IcT2-3
- 10 R-Thp-COO-Phe.(F)-CN IcT2-4
- R-Thp-CH₂CH₂-Phe.(F)-CN IcT2-5
- 15 R-Dio-Phe-CN IcD2-1
- R-Dio-Phe.3F-CN IcD2-2
- R-Dio-Phe.3Cl-CN IcD2-3
- 20 R-Dio-COO-Phe.3F-CN IcD2-4
- R-Dio-COO-Phe.3Cl-CN IcD2-5
- 25 R-Dio-CH₂CH₂-Phe.(F)-CN IcD2-6

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der bevorzugten Verbindungen der Formeln IcT2-1 - IcT2-5 und IcD2-1 - IcD2-6, enthalten, sind besonders bevorzugt. Ganz besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen IcT2-1, IcT2-2, IcT2-4, IcT2-5, IcD2-1, IcD2-2, IcD2-4 und IcD2-6, enthalten.

Die Verbindungen der Formel Ic umfassen weiter 3-kernige Tetrahydropyran- und Dioxanderivate der Formeln IcT3-1 - IcT3-8 und IcD3-1 - IcD3-8:

- 35 R¹-Phe.(F)-Thp-Z⁷-Phe.(X)-CN IcT3-1
- R¹-Cyc-Thp-Z⁷-Phe.(X)-CN IcT3-2
- R¹-Thp-Phe.(F)-Z⁷-Phe.(X)-CN IcT3-3
- 40 R¹-Thp-Cyc-Z⁷-Phe.(X)-CN IcT3-4
- R¹-Phe.(F)-Z⁸-Thp-Phe.(X)-CN IcT3-5
- 45 R¹-Cyc-Z⁸-Thp-Phe.(X)-CN IcT3-6
- R¹-Thp-Z⁸-Phe.(F)-Phe.(X)-CN IcT3-7
- R¹-Thp-Z⁸-Cyc-Phe.(X)-CN IcT3-8
- 50 R¹-Phe.(F)-Dio-Z⁷-Phe.(X)-CN IcD3-1
- R¹-Cyc-Dio-Z⁷-Phe.(X)-CN IcD3-2
- 55 R¹-Dio-Phe.(F)-Z⁷-Phe.(X)-CN IcD3-3
- R¹-Dio-Cyc-Z⁷-Phe.(X)-CN IcD3-4

R¹-Phe.(F)-Z⁸-Dio-Phe.(X)-CN IcD3-5

R¹-Cyc-Z⁸-Dio-Phe.(X)-CN IcD3-6

5 R¹-Dio-Z⁸-Phe.(F)-Phe.(X)-CN IcD3-7

R¹-Dio-Z⁸-Cyc-Phe.(X)-CN IcD3-8

10 In den bevorzugten Verbindungen der Formeln IcT3-1 - IcT3-8 und IcD3-1 - IcD3-8 bedeutet R¹ vorzugsweise Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Nonoxy, Decoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Methoxyethyl, Ethoxyethyl, Propoxyethyl, Pent-2-enyl, Pent-3-enyl, Pent-4-enyl, Hex-2-enyl, Hex-3-enyl, Hex-4-enyl oder Hex-5-enyl. In den Verbindungen der Formeln IcT3-1 - IcT3-8 und IcD3-1 - IcD3-8 ist Z -COO-, -OCO-, -CH₂CH₂- oder
15 eine Einfachbindung, vorzugsweise jedoch -COO-, -CH₂CH₂- oder eine Einfachbindung und ganz besonders eine Einfachbindung.

Verbindungen der Formeln IcT3-1 - IcT3-8 und IcD3-1 - IcD3-8, bei denen Phe.(F) eine 2- oder 3-Fluoro-1,4-Phenylengruppe ist, weisen im allgemeinen eine im Vergleich zu lateral unsubstituierten Verbindungen niedrigere Viskosität η auf.

20 Ganz besonders bevorzugt ist die folgende kleinere Gruppe von 3-kernigen Verbindungen:

R¹-Phe-Thp-Phe-CN IcT3-1a

R¹-Phe-Thp-Phe.3F-CN IcT3-1b

25

R¹-Phe-Dio-Phe-CN IcD3-1a

R¹-Phe-Dio-Phe.3F-CN IcD3-1b

30 R¹-Cyc-Thp-Phe-CN IcT3-2a

R¹-Cyc-Dio-Phe-CN IcD3-2a

R¹-Thp-Phe-Phe-CN IcT3-3a

35

R¹-Dio-Phe-Phe-CN IcD3-3a

R¹-Dio-Phe-Phe.3F-CN IcD3-3b

40 Ganz besonders bevorzugt sind weiter die Tetrahydropyrane und Dioxane der Formeln IcT3-1, IcD3-1, IcT3-3, IcD3-3, IcT3-5, IcD3-5, IcT3-6 und IcD3-6, in denen Z -COO- oder -CH₂CH₂- ist.

Die Verbindungen der Formeln IcT2, IcD2, IcT3 und IcD3 weisen günstige Werte für die Fließviskosität η , die optische Anisotropie Δn und insbesondere hohe Werte für die dielektrische Anisotropie $\Delta \epsilon$ auf. Ganz besonders hohe Werte für $\Delta \epsilon$ weisen Verbindungen der Formeln IcT2, IcD2, IcT3 und IcD3 auf, die das
45 Strukturelement



enthalten.

55 Die Verbindungen der Formel IcT bzw. IcD werden vorzugsweise nach den in DE 34 47 359, DE 33 06 960, GB 89 28 583.7 und DE 31 46 249 beschriebenen Methoden dargestellt.

Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung der Formeln IcT2, IcD2, IcT3, IcD3 und ganz besonders der bevorzugten Formeln IcT2-1 - IcT2-5, IcD2-1 - IcD2-6, IcT3-1a-b, IcD3-1a-b, IcT3-2a,

lcD3-2a, lcT3-3a und lcD3-3a-b enthalten, zeichnen sich durch vorteilhafte Werte für die Doppelbrechung Δn und die Fließviskosität η , eine hohe Stabilität, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer, einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt und insbesondere durch vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie und die Temperaturabhängigkeit der elektrooptischen Parameter aus.

Die in den erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallsystemen verwendeten Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 %, insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formeln lcT und lcD und insbesondere der bevorzugten Teilformeln; dabei enthalten die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5, insbesondere jedoch 1-3 Verbindungen der Formeln lcT und lcD und insbesondere der bevorzugten Teilformeln.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln lcT2, lcD2, lcT3 und lcD3 und insbesondere der bevorzugten Formeln lcT2-1 - lcT2-5, lcD2-1 - lcD2-6, lcT3-1a-b, lcD3-1a-b, lcT3-2a, lcD3-2a, lcT3-3a und lcD3-3a-b, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formeln lcT2, lcD2, lcT3, lcD3 und insbesondere der angeführten bevorzugten Teilformeln und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an der erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischung beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %.

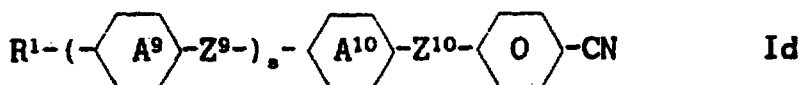
Die folgenden Teilmischungen, die mindestens eine Verbindung aus der folgenden Gruppe A und mindestens eine Verbindung aus der folgenden Gruppe B enthalten, sind besonders bevorzugt:

Gruppe A	Gruppe B
lcD2-1, lcD2-2, lcD2-4, lcD2-6, lcD3-1a, lcD3-1b lcD3-2a, lcD3-3a lcD3-3b	II1, II4, II5, II6, II9 II11, II16, II17, II22, II23, II26, II27, II28, III1, III2, IV1, IV2, IV3, IV4, IV5, IV6, IV7, IV8, II3, II7

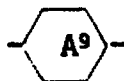
Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T (lc) 1- 5 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (Ic) 1	Ic	5-75, insbesondere 5-55
	II	6-85, insbesondere 6-65
T (Ic) 2	Ic	5-75, insbesondere 5-55
	IV	5-80, insbesondere 5-13
T (Ic) 3	Ic	5-50
	II	5-72, insbesondere 10-65
	IV	5-65, insbesondere 5-46
I (Ic) 4	Ic	5-55
	II	5-52
	III	5-29
I (Ic) 5	Ic	5-50
	II	5-75, insbesondere 10-75
	III	5-37
	IV	5-42

Bevorzugt sind weiter elektrooptische Flüssigkristallsysteme, deren Flüssigkristall eine oder mehrere Verbindungen der Formel Id enthält



worin



1,4-Phenylen oder trans-1,4-Cyclohexylen



1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen, 3-Fluor-1,4-phenylen oder trans-1,4-Cyclohexylen

Z^9 eine Einfachbindung, $-COO-$, $-OCO-$ oder $-CH_2CH_2-$

Z^{10} eine Einfachbindung, $-COO-$ oder $-CH_2CH_2-$, und

s 0 oder 1

sind und die Bedeutung von R^1 oben gegeben ist.

Besonders bevorzugt sind Systeme, deren Flüssigkristall eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der kleineren Gruppe von Verbindungen der Formeln IdE2-1 und IdE3-1 - IdE3-8 enthält

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-CN IdE2-1

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe-CN IdE3-1

5

R¹-Phe-CH₂CH₂-Cyc-Phe-CN IdE3-2

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-Phe-CN IdE3-3

10 R¹-Cyc-Phe-CH₂CH₂-Phe-CN IdE3-4

R¹-Phe-Cyc-CH₂CH₂-Phe-CN IdE3-5

R¹-Cyc-Cyc-CH₂CH₂-Phe-CN IdE3-6

15

R¹-Phe-Phe-CH₂CH₂-Phe-CN IdE3-7

R¹-Phe-CH₂CH₂-Phe-Phe-CN IdE3-8

20 wobei die Bedeutung von R¹ oben gegeben ist.

In den zweikernigen Verbindungen der Formel IdE2-1 ist R¹ vorzugsweise n-Alkyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen. Weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Alkoxyethyl- und n-Alkoxypropylverbindungen.

25 In den 3-kernigen Verbindungen der Formeln IdE3-1 - IdE3-8 bedeutet R¹ vorzugsweise n-Alkyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen, daneben auch n-Alkoxyethyl oder n-Alkoxypropyl, wobei n-Alkoxy 1-6 C-Atome enthält.

Ganz besonders bevorzugt ist R¹ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Methoxyethyl, Ethoxyethyl, Propoxyethyl, Butoxyethyl, Methoxypropyl, Ethoxypropyl oder Propoxypropyl.

30 Die Verbindungen der Formeln IdE2 und IdE3 werden vorzugsweise nach den in DE 26 36 684, DE 29 22 236, EP 0,102,047, EP 0,129,177, DE 30 40 362, DE 33 17 597 und US 4,035,056, beschriebenen Methoden dargestellt.

35 Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln IdE2-1 und IdE3-1 - IdE3-8 enthalten, zeichnen sich durch vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$, eine hohe Stabilität, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer und insbesondere durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt und günstige Werte für die Doppelbrechung aus.

40 Die in den erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallsystemen verwendeten Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 %, insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel Id und insbesondere der bevorzugten Teilformeln; dabei enthalten die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5, insbesondere jedoch 1-3 Verbindungen der Formeln Id und insbesondere der bevorzugten Teilformeln.

45 Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln IdE2-1 und IdE3-1 - IdE3-8 und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formeln IdE2-1 und IdE3-1 - IdE3-8 und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischungen an den erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %.

50 Die folgenden Teilmischungen T(IdE), die mindestens je eine Verbindung aus den jeweils aufgeführten Substanzklassen enthalten, sind besonders für Matrixanwendungen und ganz besonders für Netzwerkanwendungen geeignet:

55

5

10

15

20

25

30

T(IdE)1:	IdE2-1 II3
T(IdE)2:	IdE2-1 II4
T(IdE)3:	IdE2-1 II5
T(IdE)4:	IdE2-1 II6 oder II7
T(IdE)5:	IdE2-1 II15
T(IdE)6:	IdE2-1 II16 oder 17
T(IdE)7:	IdE2-1 IV1
T(IdE)8:	IdE2-1 IV2
T(IdE)9:	IdE2-1 IV3
T(IdE)10:	IdE2-1 IV4
T(IdE)11:	IdE2-1 IV5
T(IdE)12:	IdE2-1 IV6

Die folgenden Teilmischungen, die eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus den jeweils aufgeführten Substanzklassen enthalten, sind ganz besonders für Matrixsysteme geeignet:

35

40

45

T(IdE)13:	IdE2-1 IV7
T(IdE)14:	IdE2-1 IV8
T(IdE)15:	IdE2-1 II2
T(IdE)16:	IdE2-1 II6

50

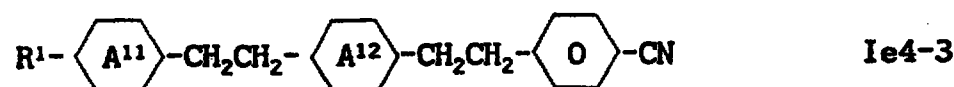
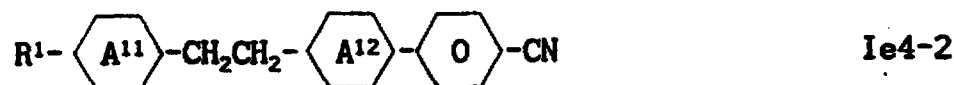
Sowohl für Matrixanwendungen als insbesondere auch für Netzerkanwendungen bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung der Formel IdE2-1 und eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1, II3-II5, II7-II28 und IV1-IV6 enthalten. Die Eigenschaften dieser Mischungen können durch den Zusatz einer oder mehrerer Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel Ia, IbF, Ic, Id und If und insbesondere der bevorzugten Unterformeln, i.a. weiter verbessert werden.

55

Ganz besonders bevorzugt sind weiter die folgenden Teilmischungen T(IdE)17 - T(IdE)19, die mindestens je eine Verbindung der jeweils aufgeführten Formeln in dem angegebenen Massenprozentbereich enthalten; dabei ergibt für jede Teilmischung die Summe der Massenanteile an der Teilmischung 100 %, während der Massenanteil der Teilmischung an der in dem erfindungsgemäßen System eingesetzten Flüssigkristallmischung zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 10 % und 90 % und ganz besonders zwischen 15 % und 85 % liegt:

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T(IdE)17	IdE3 II1-II28	5-35 6-60
T(IdE)18	IdE3 IV1-IV8	5-35 5-45
T(IdE)19	IdE2 und/oder IdE3 II1-II28 IV1-IV8	4-32 5-58 5-37

Bevorzugt sind weiter elektrooptische Flüssigkristallsysteme, deren Flüssigkristall eine oder mehrere 4-kernige Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Carbonitrile der Formeln Ie4-1 - Ie4-4, enthält



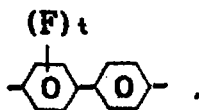
worin



jeweils unabhängig voneinander 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen, 3-Fluor-1,4-phenylen oder trans-1,4-Cyclohexylen,

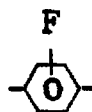


jeweils unabhängig voneinander





t 0 oder 1 und



- 2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen sind und die Bedeutung von R¹ in Anspruch 1 gegeben ist. Besonders bevorzugt sind die im folgenden aufgeführten Verbindungen der Formeln 1e4-1a - 1e4-1g, 1e4-2a - 1e4-2k, 1e4-3a - 1e4-3f und 1e4-4a - 1e4-4l:

- R¹-Phe-Phe-Phe-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-1a
 R¹-Phe-Phe-Phe.2F-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-1b
 R¹-Phe-Phe-Phe.3F-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-1c
 R¹-Phe-Phe-Phe-CH₂CH₂-Phe.F-CN 1e4-1d
 R¹-Phe-Phe-Cyc-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-1e
 R¹-Cyc-Phe-Phe.(F)-CH₂CH₂-Phe.(F)-CN 1e4-1f
 R¹-Cyc-Cyc-Phe.(F)-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-1g
 R¹-Phe-CH₂CH₂-Phe-Phe.(F)-Phe.(F)-CN 1e4-2a
 R¹-Phe-CH₂CH₂-Cyc-Phe-Phe-CN 1e4-2b
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe.2F-Phe-CN 1e4-2c
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe.3F-Phe-CN 1e4-2d
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe-Phe.(F)-CN 1e4-2e
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Cyc-Phe-CN 1e4-2f
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-Phe-Phe-CN 1e4-2g
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-Phe.2F-Phe-CN 1e4-2h
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-Phe.3F-Phe-CN 1e4-2i
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-Phe-Phe.(F)-CN 1e4-2k
 R¹-Phe-CH₂CH₂-Phe-Phe.(F)-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-3a
 R¹-Phe-CH₂CH₂-Cyc-Phe.(F)-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-3b
 R¹-Cyc-CH₂HC₂-Phe-Phe-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-3c

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe.2F-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-3d

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe.3F-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-3e

5 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-Phe.(F)-CH₂CH₂-Phe-CN 1e4-3f

R¹-Phe-Phe-CH₂CH₂-Phe-Phe-CN 1e4-4a

R¹-Phe-Phe-CH₂CH₂-Phe.2F-Phe-CN 1e4-4b

10

R¹-Phe-Phe-CH₂CH₂-Phe.3F-Phe-CN 1e4-4c

R¹-Phe-Phe-CH₂CH₂-Cyc-Phe-CN 1e4-4d

15 R¹-Cyc-Phe-CH₂CH₂-Phe.(F)-Phe-CN 1e4-4e

R¹-Cyc-Phe-CH₂CH₂-Cyc-Phe-CN 1e4-4f

R¹-Phe-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe-CN 1e4-4g

20

R¹-Phe-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-Phe-CN 1e4-4h

R¹-Cyc-Phe-CH₂CH₂-Phe-Cyc-CN 1e4-4i

25 R¹-Cyc-Phe-CH₂CH₂-Phe.2F-Cyc-CN 1e4-4k

R¹-Cyc-Phe-CH₂CH₂-Phe.3F-Cyc-CN 1e4-4l

30 R bedeutet in den Verbindungen der Formeln 1e4-1a - 1e4-1g, 1e4-2a - 1e4-2k, 1e4-3a - 1e4-3f und 1e4-4a - 1e4-4l vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen. Weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Alkoxymethyl- und n-Alkoxyethylverbindungen.

Die Verbindungen der Formeln 1e4-1 - 1e4-4 werden vorzugsweise nach den DE 34 01 320 und DE 26 17 593 beschriebenen Methoden hergestellt.

35 Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln 1e4-1 - 1e4-4 und insbesondere der Formeln 1e4-1a - 1e4-1g, 1e4-2a - 1e4-2k, 1e4-3a - 1e4-3f und 1e4-4a - 1e4-4l, enthalten, sind bevorzugt. Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, die eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln 1e4-1, 1e4-2 und 1e4-4 und insbesondere der Formeln 1e4-1a - 1e4-1g, 1e4-2a - 1e4-2k und 1e4-4a - 1e4-4l enthalten.

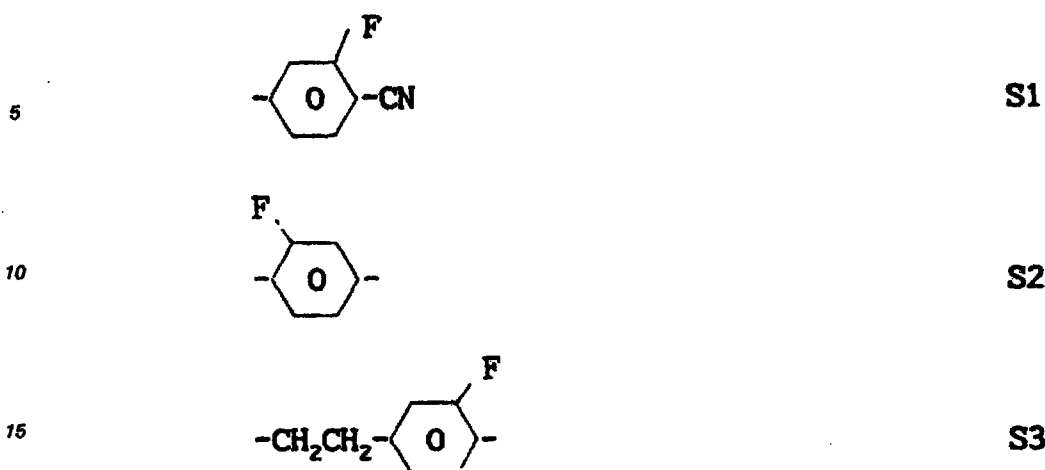
40 Die Verbindungen der Formel 1e4-1 - 1e4-4 weisen hohe Klärpunkte und relativ hohe Werte für die Fließviskosität η auf.

Zur Verminderung der Fließviskosität kann auch eine 1,4-Phenylengruppe der Verbindungen der Formeln 1e4-1 - 1e4-4 lateral durch X = F oder Cl und insbesondere durch F monosubstituiert sein; die substituierten Verbindungen weisen besonders bevorzugt eines der folgenden Strukturmerkmale S1-S3 auf:

45

50

55



Die erfindungsgemäßen Flüssigkristalle enthalten bevorzugt 2-40 %, insbesondere jedoch 5-30 % an Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der 4-kernigen Carbonitrile der Formeln Ie4-1a - Ie4-1g, Ie4-2a - II4-2k, Ie4-3a - Ie4-3f und Ie4-4a - Ie4-4l; dabei enthalten die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5, insbesondere jedoch 1-3 Verbindungen der Formel Ie4 und der bevorzugten Teilformeln.

Die Auswahl der Verbindungen der Formeln Ie4-1 - Ie4-4 und insbesondere der bevorzugten Teilformeln erfolgt im Hinblick auf die jeweils gewünschte spezielle Ausgestaltung des erfindungsgemäßen elektrooptischen Systems. Werden z.B. hochviskose und hochklärende Flüssigkristallmedien mit hoher optischer Anisotropie benötigt, enthält das Medium z.B. insbesondere eine oder mehrere lateral unsubstituierte Verbindungen der Formeln Ie4-1a, Ie4-2a, Ie4-3a und/oder Ie4-4a, während hochklärende Medien mit vergleichsweise niedriger Viskosität und relativ niedriger optischer Anisotropie vorzugsweise eine oder mehrere lateral monosubstituierte Verbindungen der Formeln Ie4-1g, Ie4-2h-k, Ie4-3f und/oder Ie4-4l-i enthalten.

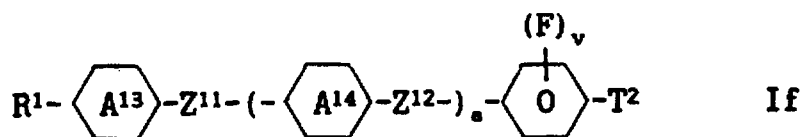
Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ie4-1 - Ie4-3, insbesondere der Formeln Ie4-1a - Ie4-1g, Ie4-2a - Ie4-2k, Ie4-3a - Ie4-3f und Ie4-4a - Ie4-4l und ganz besonders der Formeln Ie4-1a - Ie4-1g, Ie4-2a - Ie4-2k und Ie4-4a - Ie4-4l, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formeln Ie4-1 - Ie4-4 und insbesondere der bevorzugten Teilformeln und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an den erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %.

Ganz besonders bevorzugt sind die folgenden Teilmischungen T(Ie4), die neben mindestens einer Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ie4-1 - Ie4-4 und insbesondere der bevorzugten Teilformeln dieser Verbindungen eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln II1-II6, II7, II9, II11, II14, II16, II23, II22 und IV1-IV8, enthalten.

Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T(Ie4) 1-3 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (Ie4) 1	Ie4	5-75, insbesondere 5-45
	II	6-65
T (Ie4) 2	Ie4	5-75, insbesondere 5-35
	IV	5-63
T (Ie4) 3	Ie4	5-55, insbesondere 5-25
	II IV	5-53 5-50

Bevorzugt sind weiter elektrooptische Flüssigkristallsysteme, deren Flüssigkristall eine oder mehrere Verbindungen der Formel If enthält



worin
mindestens einer der Ringe



und sofern vorhanden,

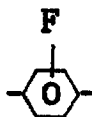


1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen, 3-Fluor-1,4-phenylen, trans-1,4-Cyclohexylen, Pyridin-2,5-diyl, Pyrimidin-2,5-diyl oder 1,3-Dioxan-2,5-diyl und der andere, sofern vorhanden, trans-1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen,

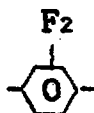
Z^{11} und Z^{12} jeweils unabhängig voneinander eine Einfachbindung, $-\text{C}=\text{C}-$, $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, $-\text{COO}-$, $-\text{OCO}-$ oder eine Kombination von 2 oder mehreren dieser Brückenglieder,

v 0, 1 oder 2

a 0 oder 1,



2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen,



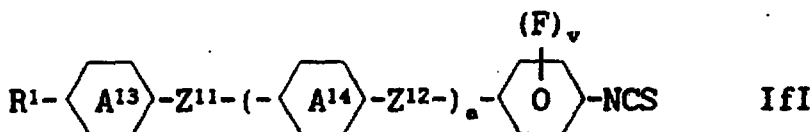
3,5-Difluor-1,4-phenylen und

10 T² -Cl, -F, -CF₃, -OCF₃, -OCHF₂ oder NCS

sind und R¹ die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat.

Im folgenden bedeutet Phe.(F,2) eine lateral unsubstituierte 1,4-Phenylengruppe, eine lateral in 2- oder 3-Stellung monofluorierte oder eine in 3- und 5-Stellung difluorierte 1,4-Phenylengruppe.

Bevorzugt sind solche Verbindungen der Formel If, in denen T² -NCS bedeutet:



Die Verbindungen der Formel IfI umfassen 2-kernige Verbindungen der Formeln IfI2-1 - IfI2-4, die bevorzugt sind:

25 R¹-Phe-Z¹¹-Phe-NCS IfI2-1

R¹-Cyc-Z¹¹-Phe-NCS IfI2-2

R¹-Pyr-Z¹¹-Phe-NCS IfI2-3

30 R¹-Pyd-Z¹¹-Phe-NCS IfI2-4

R¹ bedeutet vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen, wobei die geradkettigen Reste bevorzugt sind; weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Alkoxymethyl- und n-Alkoxyethylverbindungen.

In den Verbindungen der Formeln IfI2-1 - IfI2-4 bedeutet Z¹¹ vorzugsweise eine Einfachbindung, -CH₂CH₂-, COO oder OCO. Flüssigkristallmischungen, die eine oder mehrere Verbindungen der Formeln IfI2-3 oder IfI2-4, worin Z eine Einfachbindung oder COO und insbesondere eine Einfachbindung ist, enthalten, weisen besonders vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie Δε auf.

Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formel IfI2-1 und IfI2-2. Ganz besonders bevorzugt ist die folgende kleinere Gruppe von 2-kernigen Verbindungen der Formeln IfI2-1a-b und IfI2-2a-b:

R-Phe-Phe.(F)-NCS IfI2-1a

45 R-Phe-Phe.(F)-NCS IfI2-1b

R-Cyc-Phe.(F)-NCS IfI2-2a

R-Cyc-CH₂CH₂-Phe.(F)-NCS IfI2-2b

Flüssigkristallmischungen, welche neben einer oder mehreren lateral nicht fluorierten Verbindungen der Formeln IfI2-2a mindestens eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln IfI5, IV1 und IV2, enthalten, sind insbesondere für Matrixsysteme, jedoch weniger für Netzwerksysteme geeignet.

Die Verbindungen der Formel IfI umfassen weiter 3-kernige Verbindungen der Formeln IfI3-1 - IfI3-20

R¹-Phe-Phe-Z¹²-Phe.(F)-NCS IfI3-1

	R ¹ -Phe-Cyc-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-2
	R ¹ -Phe-Pyr-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-3
5	R ¹ -Phe-Pyd-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-4
	R ¹ -Cyc-Phe-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-5
	R ¹ -Cyc-Cyc-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-6
10	R ¹ -Cyc-Pyr-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-7
	R ¹ -Cyc-Pyd-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-8
15	R ¹ -Pyr-Phe-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-9
	R ¹ -Pyd-Phe-Z ¹² -Phe.(F)-NCS	II13-10
	R ¹ -Phe-Z ¹¹ -Phe-Phe.(F)-NCS	II13-11
20	R ¹ -Phe-Z ¹¹ -Cyc-Phe.(F)-NCS	II13-12
	R ¹ -Phe-Z ¹¹ -Pyr-Phe.(F)-NCS	II13-13
25	R ¹ -Phe-Z ¹¹ -Pyd-Phe.(F)-NCS	II13-14
	R ¹ -Cyc-Z ¹¹ -Phe-Phe.(F)-NCS	II13-15
	R ¹ -Cyc-Z ¹¹ -Cyc-Phe.(F)-NCS	II13-16
30	R ¹ -Cyc-Z ¹¹ -Pyr-Phe.(F)-NCS	II13-17
	R ¹ -Cyc-Z ¹¹ -Pyd-Phe.(F)-NCS	II13-18
35	R ¹ -Pyr-Z ¹¹ -Phe-Phe.(F)-NCS	II13-19
	R ¹ -Pyd-Z ¹¹ -Phe-Phe.(F)-NCS	II13-20

In den Verbindungen der Formeln II13-1 - II13-20 bedeutet R¹ vorzugsweise n-Alkyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen, daneben auch n-Alkoxymethyl oder n-Alkoxyethyl mit 1-8 C-Atomen. Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formeln Ibf3-1 - Ibf3-20, worin R¹ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Methoxyethyl, Ethoxyethyl oder Propoxyethyl bedeutet.

Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formeln II13-1, II13-5, II13-11 und II13-15. Die Verbindungen der Formel II13, in denen Z¹¹ und Z¹² unabhängig voneinander eine Einfachbindung oder COO und insbesondere eine Einfachbindung bedeutet, und die der Formel II13-13 weisen besonders vorteilhafte Werte für Δε auf, u.z. insbesondere, wenn die terminale 1,4-Phenylengruppe in 3-Stellung fluoriert ist.

Ganz besonders bevorzugt ist die folgende kleinere Gruppe von 3-kernigen Verbindungen der Formeln II13-1a, II13-1b, II13-5a, II13-5b, II13-11a und II13-15a:

50	R-Phe-Phe-Phe.(F)-NCS	II13-1a
	R-Phe-Phe-CH ₂ CH ₂ -Phe.(F)-NCS	II13-1b
55	R-Cyc-Phe-Phe.(F)-NCS	II13-5a
	R-Cyc-Phe-CH ₂ CH ₂ -Phe.(F)-NCS	II13-5b

R-Cyc-Cyc-Phe.(F)-NCS Ifl3-6a

R-Cyc-Cyc-CH₂CH₂-Phe.(F)-NCS Ifl3-6b5 R-Phe-CH₂CH₂-Phe-Phe.(F)-NCS Ifl3-11aR-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe.(F)-NCS Ifl3-15a

Die Verbindungen der Formel Ifl werden vorzugsweise nach den in EP 0,169,327, JP 61-189263, EP 0,126,883 EP 0,215,800, DE 327 115 10, EP 0,242,716, DE 35 45 345, EP 0,227,004, EP 0,272,580 und DE 39 29 785 beschriebenen Methoden hergestellt.

Die Auswahl der Verbindungen der Formel Ifl und insbesondere der bevorzugten Teilformeln erfolgt im Hinblick auf die jeweilige spezielle Ausgestaltung des erfindungsgemäßen elektrooptischen Systems. Wird z.B. ein Flüssigkristallmedium mit hoher oder relativ hoher optischer Viskosität benötigt, enthält das Medium insbesondere solche Verbindungen der Formeln Ifl2-1, Ifl2-3, Ifl3-1, Ifl3-3, Ifl3-9, Ifl3-11, Ifl3-13 und/oder Ifl3-19, in denen Z eine Einfachbindung bedeutet; besonders bevorzugt sind Verbindungen, in denen die terminale 1,4-Phenylengruppe oder auch eine andere 1,4-Phenylengruppe der Verbindung in 2- oder 3-Stellung und insbesondere in 3-Stellung lateral fluoriert. Der Fachmann kann ohne erfinderisches Zutun eine Auswahl aus dem Pool der Verbindungen der Formel Ifl für andere Ausgestaltungen treffen.

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ifl und insbesondere der bevorzugten Teilformeln enthalten, zeichnen sich durch vorteilhafte Werte für die Doppelbrechung Δn und die dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$, eine hohe Stabilität, eine geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer und insbesondere einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt und vorteilhafte Werte für die Fließviskosität η aus.

Die Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel Ifl und insbesondere der bevorzugten Teilformeln. Dabei weisen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel Ifl und insbesondere der bevorzugten Teilformeln auf.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel Ifl, insbesondere der Formeln Ifl2-1 - Ifl2-4 und Ifl3-1 - Ifl3-20 und ganz besonders der Formeln Ifl2-1a, Ifl2-1b, Ifl2-2a, Ifl2-2b, Ifl3-1a, Ifl3-1b, Ifl3-5a, Ifl3-5b, Ifl3-11a und Ifl3-15a, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen Ifl1-Ifl28, Ifl11-Ifl13 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formeln Ifl2 und Ifl3 und insbesondere der bevorzugten Teilformeln dieser Verbindungen und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln Ifl1-Ifl28, Ifl11-Ifl13 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an den erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %.

Flüssigkristallteilmischungen, welche neben mindestens einer lateral nicht fluorierten Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ifl2-2a, Ifl3-5a und Ifl3-6a eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen Ifl5, IV1 und IV2 enthalten, sind in der Regel insbesondere für Matrixsysteme, häufig jedoch weniger für Netzwerksysteme geeignet. Die Eigenschaften derartiger Teilmischungen werden jedoch häufig durch den Zusatz von mindestens einer, vorzugsweise nicht weniger als 3 Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ia, Ib, Ic, Id, Ie, If, IfCl und IfCl.F und insbesondere der bevorzugten Unterformeln deutlich verbessert, so daß diese Mischungen dann auch für Netzwerkanwendungen bevorzugt sind.

Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Verbindungen der Formeln Ifl2-1b und Ifl3-6b sowie lateral fluorierte Verbindungen der Formeln Ifl2-1a und Ifl3-6a umfassenden Gruppe, und zusätzlich eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ifl1, Ifl3, Ifl2, Ifl5, Ifl9, Ifl11, Ifl14, Ifl16, Ifl22, Ifl23 und IV1-IV8, sind besonders für Matrix-Systeme und ganz besonders für Netzwerksysteme geeignet.

Weiterhin sind die folgenden Teilmischungen, welche mindestens je eine Verbindung aus den aufgeführten Verbindungsklassen enthalten, sowohl für Matrix- als auch für Netzwerksysteme besonders geeignet:

T(IfI)1: IfI2-1a



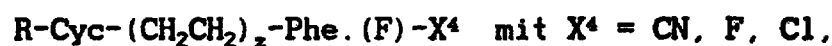
mit $\text{X}^4 = \text{CN, F, Cl,}$

OCF_3 oder CF_3

und z und y unabhängig

voneinander 0 oder 1

T(IfI)2: IfI2-1a

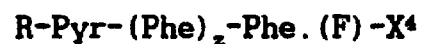


mit $\text{X}^4 = \text{CN, F, Cl,}$

OCF_3 oder CF_3

und z = 0 oder 1

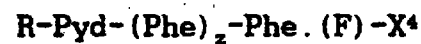
T(IfI)3: IfI2-1a



mit z = 0 oder 1

und $\text{X}^4 = \text{CN, F oder Cl}$

T(IfI)4: IfI2-1a



mit z = 0 oder 1

und $\text{X}^4 = \text{CN, F oder Cl}$

T(IfI)5: IfI2-1b



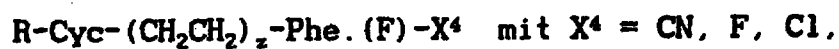
mit $\text{X}^4 = \text{CN, F, Cl,}$

OCF_3 oder CF_3

und z und y unabhängig

voneinander 0 oder 1

T(IfI)6: IfI2-1b

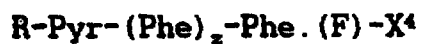


mit $\text{X}^4 = \text{CN, F, Cl,}$

OCF_3 oder CF_3

und $z = 0$ oder 1

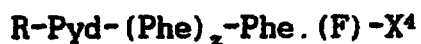
T(IfI)7: IfI2-1b



mit $z = 0$ oder 1

und $\text{X}^4 = \text{CN, F oder Cl}$

T(IfI)8: IfI2-1b



mit $z = 0$ oder 1

und $\text{X}^4 = \text{CN, F oder Cl}$

T(IfI)9: IfI2-2a



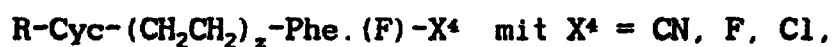
mit $\text{X}^4 = \text{CN}, \text{F}, \text{Cl}$,

OCF_3 oder CF_3

und z und y unabhängig

voneinander 0 oder 1

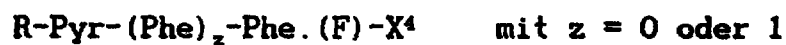
T(IfI)10: IfI2-2a



OCF_3 oder CF_3

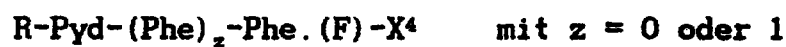
und $z = 0$ oder 1

T(IfI)11: IfI2-2a



und $\text{X}^4 = \text{CN}, \text{F} \text{ oder } \text{Cl}$

T(IfI)12: IfI2-2a

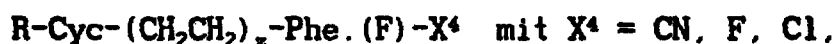


und $\text{X}^4 = \text{CN}, \text{F} \text{ oder } \text{Cl}$

T(IfI) 13: IfI2-5a

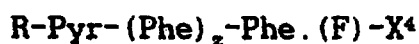
mit $X^4 = \text{CN, F, Cl,}$ OCF_3 oder CF_3 und z und y unabhängig
voneinander 0 oder 1

T(IfI) 14: IfI2-5a

 OCF_3 oder CF_3

und z = 0 oder 1

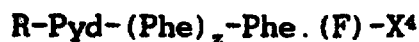
T(IfI) 15: IfI2-5a



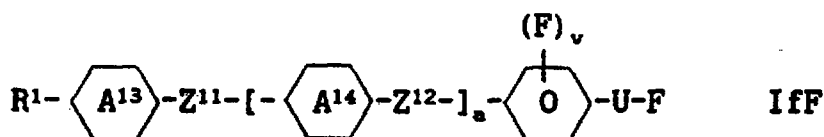
mit z = 0 oder 1

und $X^4 = \text{CN, F oder Cl}$

T(IfI) 16: IfI2-5a



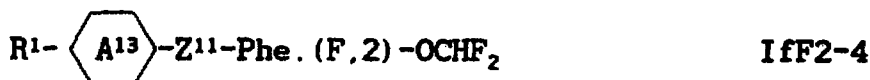
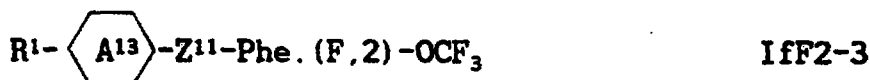
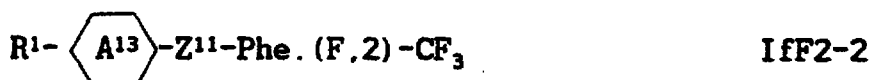
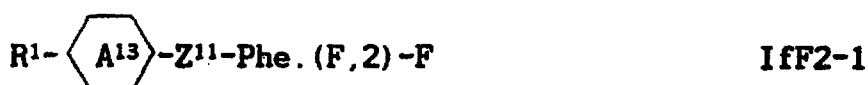
mit z = 0 oder 1

und $X^4 = \text{CN, F oder Cl}$ Weiter bevorzugt sind solche Verbindungen der Formel If, in denen T²-U-F bedeutet

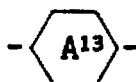
worin

U eine Einfachbindung $-\text{CF}_2-$, $-\text{OCF}_2-$ oder $-\text{OCHF}-$ ist und R¹ die oben in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat.

Die Verbindungen der Formel IfF umfassen 2-kernige Verbindungen der Formeln IfF2-1 - IfF2-4, die bevorzugt sind:

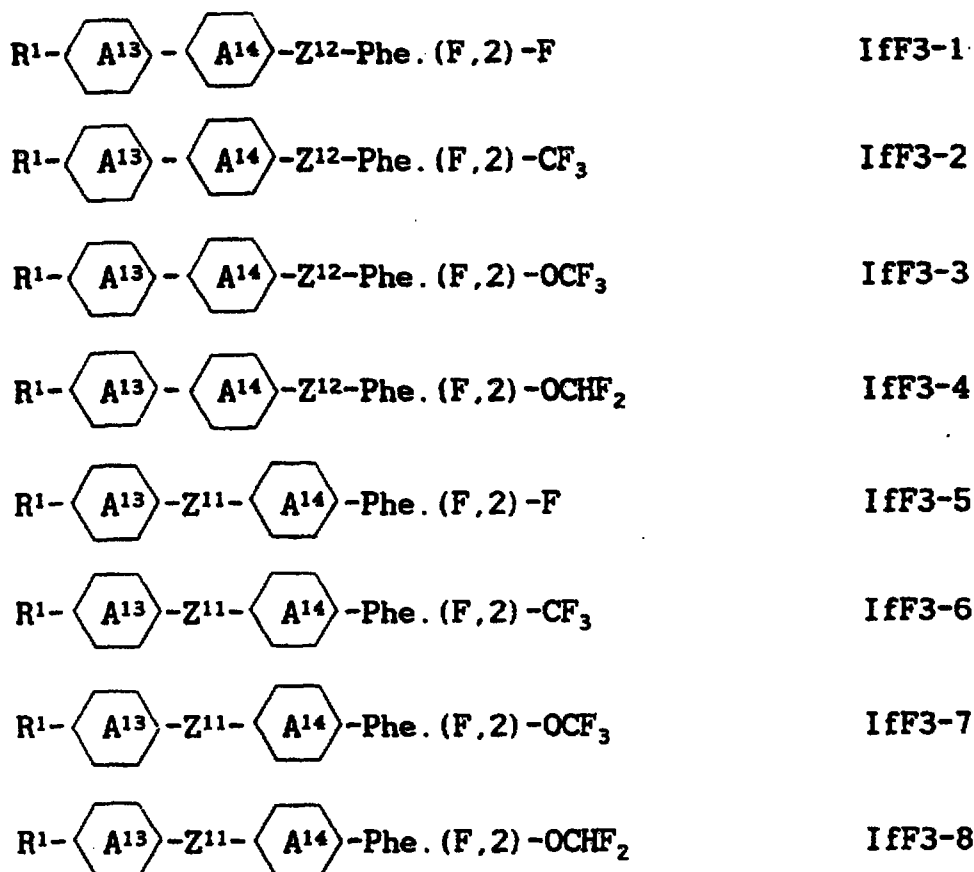


In den Verbindungen der Formeln IfF2-1 - IfF2-4 bedeutet R¹ vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen, wobei die geradkettigen Reste bevorzugt sind. Weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Alkoxyethyl- und n-Alkoxyethylverbindungen. Z¹¹ bedeutet vorzugsweise -CH₂CH₂-, -COO- oder eine Einfachbindung, insbesondere eine Einfachbindung oder -CH₂CH₂- und ganz besonders eine Einfachbindung.



ist vorzugsweise Cyc, Phe.(F), Pyr oder Pyd.

Die Verbindungen der Formel IfF umfassen weiter folgende kleiner Gruppen 3-kerniger Verbindungen der Formeln IfF3-1 - IfF3-8, welche bevorzugt sind:



In den Verbindungen der Formeln IfF3-1 - IfF3-8 bedeutet R^1 vorzugsweise n-Alkyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen, daneben auch n-Alkoxyethyl oder n-Alkoxyethyl mit 1-8 C-Atomen.

Ganz besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formeln IfF3-1 - IfF3-8, worin R^1 Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Methoxyethyl, Ethoxyethyl oder Propoxyethyl bedeutet. Z^{11} und Z^{12} bedeuten in den Verbindungen der Formeln IfF3-1 - IfF3-8 vorzugsweise unabhängig voneinander $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, $-\text{COO}-$, eine Einfachbindung oder eine Kombination von 2 oder mehr dieser Brückenglieder und insbesondere $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ oder eine Einfachbindung.

Die Verbindungen der Formel IfF werden vorzugsweise nach den in DE 31 020 17, JP 57-140 747, DE 32 33 641, DE 29 37 911, EP 0,097,033, DE 35 092 60, DE 37 32 284, DE 39 28 783, EP 0,194,153, JP 58-126 839, JP 58-210 045, WO 85/04874, DE 33 15 295, EP 0,193,191, JP 63-280 063, DE 38 25 428, DE 39 29 525, DE 40 24 760, DE 40 09 907, DE 40 07 040, DE 40 12 051, DE 39 39 116, PCT/EP 90/00186, WO 90/08757, DE 39 29 764, DE 40 04 650, DE 40 13 854 und DE 39 13 554 beschriebenen Verfahren hergestellt.

Flüssigkristallmischungen, die eine oder mehrere Verbindungen der Formeln IfF2-1 - IfF2-4 und IfF3-1 - IfF3-8 mit $\text{Phe. (F, 2)} = \text{Phe. 3F}$ oder Phe. 3F5F enthalten, weisen vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ auf und sind bevorzugt. Besonders bevorzugt sind Mischungen, welche solche Verbindungen der Formeln IfF2-1 - IfF2-4 und IfF3-1 - IfF3-8 enthalten, bei denen $\text{Ph. (F, 2)} = \text{Phe. 3F}$ oder Phe. 3F5F und



soweit vorhanden,

5



bedeuten.

10 Besonders bevorzugt sind 2-kernige Verbindungen der Formeln IfF2-1 - IfF2-4, worin Phe.(F) Phe, Phe.3F oder Phe.3F5F bedeutet. 2-kernig Verbindungen der Formeln IfF2-1 - IfF2-4, worin Phe.(F) Phe.2F bedeutet, zeichnen sich durch eine gute Mischbarkeit mit anderen Flüssigkristallen aus und sind ebenfalls besonders bevorzugt. Flüssigkristallmischungen, welche diese bevorzugten Verbindungen enthalten, sind bevorzugt.

15 Besonders bevorzugt sind weiter Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere der folgenden besonders bevorzugten 2-kernigen Verbindungen enthalten

R¹-Cyc-Phe-F IfF2-1a

20 R¹-Cyc-Phe.2F-F IfF2-1b

R¹-Cyc-Phe.3F-F IfF2-1c

R¹-Cyc-Phe.3F5F-F IfF2-1d

25 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-F IfF2-1e

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe.2F-F IfF2-1f

30 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F-F IfF2-1g

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F5F-F IfF2-1h

R¹-Pyr-Phe-F IfF2-1i

35 R¹-Pyr-Phe.2F-F IfF2-1k

R¹-Pyr-Phe.3F-F IfF2-1l

40 R¹-Pyr-Phe.3F5F-F IfF2-1m

R¹-Pyd-Phe-F IfF2-1n

R¹-Pyd-Phe.2F-F IfF2-1o

45 R¹-Pyd-Phe.3F-F IfF2-1p

R¹-Pyd-Phe.3F5F-F IfF2-1q

50 R-Dio-Phe-F IfF2-1r

R-Dio-Phe.2F-F IfF2-1s

R-Dio-Phe.3F-F IfF2-1t

55 R-Dio-Phe.3F5F-F IfF2-1u

R¹-Cyc-Phe-CF₃ IfF2-2a

- R^1 -Cyc-Phe.2F-CF₃ IfF2-2b
 R^1 -Cyc-Phe.3F-CF₃ IfF2-2c
 5 R^1 -Cyc-Phe.3F5F-CF₃ IfF2-2d
 R^1 -Cyc-CH₂CH₂-Phe-CF₃ IfF2-2e
 10 R^1 -Cyc-CH₂CH₂-Phe.2F-CF₃ IfF2-2f
 R^1 -Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F-CF₃ IfF2-2g
 R^1 -Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F5F-CF₃ IfF2-2h
 15 R^1 -Pyr-Phe-CF₃ IfF2-2i
 R^1 -Pyr-Phe.2F-CF₃ IfF2-2k
 20 R^1 -Pyr-Phe.3F-CF₃ IfF2-2l
 R^1 -Pyr-Phe.3F5F-CF₃ IfF2-2m
 R^1 -Pyd-Phe-CF₃ IfF2-2n
 25 R^1 -Pyd-Phe.2F-CF₃ IfF2-2o
 R^1 -Pyd-Phe.3F-CF₃ IfF2-2p
 30 R^1 -Pyd-Phe.3F5F-CF₃ IfF2-2q
 R -Dio-Phe-CF₃ IfF2-2r
 R -Dio-Phe.2F-CF₃ IfF2-2s
 35 R -Dio-Phe.3F-CF₃ IfF2-2t
 R -Dio-Phe.3F5F-CF₃ IfF2-2u
 40 R^1 -Cyc-Phe-OCF₃ IfF2-3a
 R^1 -Cyc-Phe.2F-OCF₃ IfF2-3b
 R^1 -Cyc-Phe.3F-OCF₃ IfF2-3c
 45 R^1 -Cyc-Phe.3F5F-OCF₃ IfF2-3d
 R^1 -Cyc-CH₂CH₂-Phe-OCF₃ IfF2-3e
 50 R^1 -Cyc-CH₂CH₂-Phe.2F-OCF₃ IfF2-3f
 R^1 -Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F-OCF₃ IfF2-3g
 R^1 -Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F5F-OCF₃ IfF2-3h
 55 R^1 -Pyr-Phe-OCF₃ IfF2-3i
 R^1 -Pyr-Phe.2F-OCF₃ IfF2-3k

- R¹-Pyr-Phe.3F-OCF₃ IfF2-3l
 R¹-Pyr-Phe.3F5F-OCF₃ IfF2-3m
 5 R¹-Pyr-Phe-OCF₃ IfF2-3n
 R¹-Pyr-Phe.2F-OCF₃ IfF2-3o
 10 R¹-Pyr-Phe.3F-OCF₃ IfF2-3p
 R¹-Pyr-Phe.3F5F-OCF₃ IfF2-3q
 R-Dio-Phe-OCF₃ IfF2-3r
 15 R-Dio-Phe.2F-OCF₃ IfF2-3s
 R-Dio-Phe.3F-OCF₃ IfF2-3t
 20 R-Dio-Phe.3F5F-OCF₃ IfF2-3u
 R¹-Cyc-Phe-OCHF₂ IfF2-4a
 R¹-Cyc-Phe.2F-OCHF₂ IfF2-4b
 25 R¹-Cyc-Phe.3F-OCHF₂ IfF2-4c
 R¹-Cyc-Phe.3F5F-OCHF₂ IfF2-4d
 30 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-OCHF₂ IfF2-4e
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe.2F-OCHF₂ IfF2-4f
 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F-OCHF₂ IfF2-4g
 35 R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F5F-OCHF₂ IfF2-4h
 R¹-Pyr-Phe-OCHF₂ IfF2-4i
 40 R¹-Pyr-Phe.2F-OCHF₂ IfF2-4k
 R¹-Pyr-Phe.3F-OCHF₂ IfF2-4l
 R¹-Pyr-Phe.3F5F-OCHF₂ IfF2-4m
 45 R¹-Pyr-Phe-OCHF₂ IfF2-4n
 R¹-Pyr-Phe.2F-OCHF₂ IfF2-4o
 50 R¹-Pyr-Phe.3F-OCHF₂ IfF2-4p
 R¹-Pyr-Phe.3F5F-OCHF₂ IfF2-4q
 R-Dio-Phe-OCHF₂ IfF2-4r
 55 R-Dio-Phe.2F-OCHF₂ IfF2-4s
 R-Dio-Phe.3F-OCF₃ IfF2-4t

R-Dio-Phe-3F5F-OCF₃ IfF2-4u

Weiter bevorzugt ist folgende kleiner Gruppe 3-kerniger Verbindungen:

5

R¹-Phe-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-F IfF3-1a

R¹-Phe-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-2a

10 R¹-Phe-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-3a

R¹-Phe-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-4a

R¹-Cyc-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-F IfF3-1b

15

R¹-Cyc-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-2b

R¹-Cyc-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-3b

20 R¹-Cyc-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-4b

R¹-Cyc-Cyc-Z¹²-Phe.(F,2)-F IfF3-1c

R¹-Cyc-Cyc-Z¹²-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-2c

25

R¹-Cyc-Cyc-Z¹²-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-3c

R¹-Cyc-Cyc-Z¹²-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-4c

30 R¹-Pyd-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-F IfF3-1d

R¹-Pyd-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-2d

R¹-Pyd-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-3d

35

R¹-Pyd-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-4d

R¹-Pyr-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-F IfF3-1e

40 R¹-Pyr-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-2e

R¹-Pyr-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-3e

R¹-Pyr-Phe-Z¹²-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-4e

45

R¹-Phe-Pyd-Z¹²-Phe.(F,2)-F IfF3-1f

R¹-Phe-Pyd-Z¹²-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-2f

50 R¹-Phe-Pyd-Z¹²-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-3f

R¹-Phe-Pyd-Z¹²-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-4f

R¹-Phe-Pyr-Z¹²-Phe.(F,2)-F IfF3-1g

55

R¹-Phe-Pyr-Z¹²-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-2g

R¹-Phe-Pyr-Z¹²-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-3g

R¹-Phe-Pyr-Z¹²-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-4g

R¹-Cyc-Dio-Z¹²-Phe.(F,2)-F IfF3-1h

5

R¹-Cyc-Dio-Z¹²-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-2h

R¹-Cyc-Dio-Z¹²-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-3h

10 R¹-Cyc-Dio-Z¹²-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-4h

R¹-Phe-Z¹¹-Phe-Phe.(F,2)-F IfF3-5a

R¹-Phe-Z¹¹-Phe-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-6a

15

R¹-Phe-Z¹¹-Phe-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-7a

R¹-Phe-Z¹¹-Phe-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-8a

20 R¹-Cyc-Z¹¹-Phe-Phe.(F,2)-F IfF3-5b

R¹-Cyc-Z¹¹-Phe-Phe.(F,2)-CF₃ IfF3-6b

R¹-Cyc-Z¹¹-Phe-Phe.(F,2)-OCF₃ IfF3-7b

25

R¹-Cyc-Z¹¹-Phe-Phe.(F,2)-OCHF₂ IfF3-8b

In diesen Verbindungen bedeutet Phe.(F,2) insbesondere Phe, Phe.3F oder Phe.3F5F. Weiter bevorzugt sind Verbindungen der Formeln IfF3-1a-1h, 2a-2h, 3a-3h und 4a-4h, in denen Z¹² -COO- und Phe.(F,2) Phe.2F bedeuten. Weiter bevorzugt sind Verbindungen der Formeln IfF3-1a-1h, 2a-2h, 3a-3h und 4a-4h, in denen Z¹² -CH₂CH₂- oder eine Einfachbindung und Phe.(F,2) Phe, Phe.2F, Phe.3F oder Phe.3F5F und insbesondere Phe, Phe.3F und Phe.3F5F bedeuten. In den Verbindungen der Formeln IfF-5a, 6a, 7a, 8a, 5b, 6b, 7b und 8b bedeutet Z¹¹ vorzugsweise -CH₂CH₂- oder -COO- und insbesondere -CH₂CH₂-.

Flüssigkristallmischungen, die eine oder mehrere dieser bevorzugten Verbindungen enthalten, weisen besonders günstige Eigenschaften auf. Besonders bevorzugt sind weiter Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine der folgenden besonders bevorzugten 3-kernigen Verbindungen enthalten:

R¹-Phe-Phe-Phe-F IfF3-1a1

40

R¹-Phe-Phe-Phe.2F-F IfF3-1a2

R¹-Phe-Phe-Phe.3F-F IfF3-1a3

45 R¹-Phe-Phe-Phe.3F5F-F IfF3-1a4

R¹-Phe-Phe-Phe-CF₃ IfF3-1a5

R¹-Phe-Phe-Phe.3F-CF₃ IfF3-1a6

50

R¹-Phe-Phe-Phe-OCF₃ IfF3-1a7

R¹-Phe-Phe-Phe.3F-OCF₃ IfF3-1a8

55 R¹-Cyc-Phe-Phe-F IfF3-1b1

R¹-Cyc-Phe-Phe.2F-F IfF3-1b2

- R¹-Cyc-Phe-Phe.3F-F IfF3-1b3
 R¹-Cyc-Phe-Phe.3F5F-F IfF3-1b4
 5 R¹-Cyc-Phe-Phe-CF₃ IfF3-1b5
 R¹-Cyc-Phe-Phe.3F-CF₃ IfF3-1b6
 R¹-Cyc-Phe-Phe-OCF₃ IfF3-1b7
 10 R¹-Cyc-Phe-Phe.3F-OCF₃ IfF3-1b8
 R¹-Cyc-Cyc-Phe-F IfF3-1c1
 15 R¹-Cyc-Cyc-Phe.2F-F IfF3-1c2
 R¹-Cyc-Cyc-Phe.3F-F IfF3-1c3
 R¹-Cyc-Cyc-Phe.3F5F-F IfF3-1c4
 20 R¹-Cyc-Cyc-Phe-CF₃ IfF3-1c5
 R¹-Cyc-Cyc-Phe.3F-CF₃ IfF3-1c6
 25 R¹-Cyc-Cyc-Phe-OCF₃ IfF3-1c7
 R¹-Cyc-Cyc-Phe.3-OCF₃ IfF3-1c8
 R¹-Pyr-Phe-Phe-F IfF3-1d1
 30 R¹-Pyr-Phe-Phe.2F-F IfF3-1d2
 R¹-Pyr-Phe-Phe.3F-F IfF3-1d3
 35 R¹-Pyr-Phe-Phe.3F5F-F IfF3-1d4
 R¹-Pyr-Phe-Phe-CF₃ IfF3-1d5
 R¹-Pyr-Phe-Phe.3F-CF₃ IfF3-1d6
 40 R¹-Pyr-Phe-Phe-OCF₃ IfF3-1d7
 R¹-Pyr-Phe-Phe.3F-OCF₃ IfF3-1d8
 45 R¹-Pyr-Phe-Phe-F IfF3-1e1
 R¹-Pyr-Phe-Phe.2F-F IfF3-1e2
 R¹-Pyr-Phe-Phe.3F-F IfF3-1e3
 50 R¹-Pyr-Phe-Phe.3F5F-F IfF3-1e4
 R¹-Pyr-Phe-Phe-CF₃ IfF3-1e5
 55 R¹-Pyr-Phe-Phe.3F-CF₃ IfF3-1e6
 R¹-Pyr-Phe-Phe-OCF₃ IfF3-1e7

R¹-Pyr-Phe-Phe.3F-OCF₃ IfF3-1e8

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Formeln IfF und insbesondere der bevorzugten Teilformeln enthalten, zeichnen sich durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt, vorteilhafte Werte für die Doppelbrechung und Fließviskosität, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer und insbesondere durch vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie und eine hohe UV- und Temperaturstabilität aus.

Die Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel IfF und insbesondere der bevorzugten Teilformeln. Dabei weisen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel IfF und insbesondere der bevorzugten Teilformeln auf.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln IfF, insbesondere der Formeln IfF2-1 - IfF2-4 und IfF3-1 - IfF3-8 und ganz besonders der bevorzugten Unterformeln, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formel IfF und insbesondere der Formeln IfF2 und IfF3 und ganz besonders der bevorzugten Unterformeln und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an den erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 15 %-100 % und insbesondere 25 %-100 %.

Flüssigkristallmischungen, die auf den folgenden Teilmischungen basieren, welche je mindestens eine Verbindung aus den jeweils aufgeführten Substanzklassen enthalten, sind besonders für Matrixanwendungen geeignet, während sie für Netzwerksysteme häufig insbesondere dann weniger geeignet sind, wenn der Massenanteil der Verbindungen der Formel IfF und insbesondere der bevorzugten Teilformeln bzw. der anderen terminal fluorierten Verbindungen an der Flüssigkristallmischung nicht mehr als 10 % und insbesondere nicht mehr als 5 % ist.

T(IfF)1:	R-Cyc-(COO) _c -Phe-C≡C-Phe.(F)-F IV2	mit c = 0 oder 1
T(IfF)2:	R-Cyc-(COO) _c -Phe-C≡C-Phe.(F)-F II1	mit c = 0 oder 1
T(IfF)3:	IfF2-1i oder IfF3-1e1 R-Cyc-Cyc-Phe.(F)-X ⁵	mit X ⁵ = F oder CN
T(IfI)3:	R-Cyc-Cyc-Phe.(F)-X ⁵ R ¹ -Pyr-(Phe) _c -Phe-R ¹	mit X ⁵ = F oder CN und c = 0 oder 1
T(IfI)4:	IfF2-1i, IfF3-1e1 oder IfF3-1d1 IV1 oder IV2	

Dagegen sind Flüssigkristallmischungen, enthaltend derartige Teilmischungen, i.a. auch für Netzwerkanwendungen bevorzugt, wenn der Massenanteil der Verbindungen der Formel IfF und insbesondere der bevorzugten Unterformeln bzw. der anderen in diesen Teilmischungen enthaltenen terminal fluorierten Verbindungen größer als 5 %, insbesondere größer als 10 % und ganz besonders nicht kleiner als 12,5 % ist. Sowohl für Matrix- als auch für Netzwerkanwendungen bevorzugt sind auch solche Flüssigkristallmischungen, die eine der oben angeführten Teilmischungen und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen Ia, Ic, Id, Ie, IfCl, IfCl.F, Ig, Ih oder II und insbesondere der bevorzugten Unterformeln, enthalten; in diesen Mischungen kann der Massenanteil der terminal fluorierten Verbindungen auch 5 % oder weniger betragen. Sowohl für Matrix- als auch für Netzwerkanwendungen bevorzugt sind auch Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung der Formel IfF, worin U = -CF₂, -OCF₂ oder -OCHF bedeutet und weiter mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten.

Weiterhin sind die folgenden Teilmischungen, welche mindestens je eine Verbindung aus den aufgeführten Substanzklassen enthalten, sowohl für Matrix- als auch für Netzwerksysteme besonders geeignet:

T(Iff) 5: $R^1\text{-Cyc}-(\text{CH}_2\text{CH}_2)_d\text{-Phe. (F, 2) -X}^6$
 II5 oder II16 mit $X^6 = \text{F, CF}_3, \text{OCF}_3$
 und $d = 0,1$

T(Iff) 6: $R^1\text{-Cyc}-(\text{CH}_2\text{CH}_2)_d\text{-Phe. (F, 2) -X}^6$
 IV1, IV2, IV3, IV4, mit $X^6 = \text{F, CF}_3, \text{OCF}_3$
 IV5, IV6, IV7 oder IV8 und $d = 0,1$

T(Iff) 7: $R^1\text{-Cyc}-(\text{CH}_2\text{CH}_2)_d\text{-Phe. (F, 2) -X}^6$
 II3, II4, II14, II19, II2, mit $X^6 = \text{F, CF}_3, \text{OCF}_3$
 II20, II22 oder II23 und $d = 0,1$

T(Iff) 8: $R^1\text{-Cyc}-(\text{CH}_2\text{CH}_2)_d\text{-Phe. (F, 2) -X}^6$
 II1 oder II9 mit $X^6 = \text{F, CF}_3, \text{OCF}_3$
 und $d = 0,1$

- 5
T(IfF) 9: R¹-Pyr-Phe.(F)-X⁶ mit X⁶ = F, CF₃, OCF₃
II6 oder II16
- 10
T(IfF) 10: R¹-Pyr-Phe.(F)-X⁶ mit X⁶ = F, CF₃, OCF₃
IV1, IV2, IV3, IV4, IV5,
IV6, IV7 oder IV8
- 15
T(IfF) 11: R¹-Pyr-Phe.(F)-X⁶ mit X⁶ = F, CF₃, OCF₃
II3, II4, II14, II19, II2,
II20, II22 oder II23
- 20
T(IfF) 12: R¹-Pyr-Phe.(F)-X⁶ mit X⁶ = F, CF₃, OCF₃
II1 oder II9
- 25
T(IfF) 13: R¹-Pyd-Phe.(F)-X⁶ mit X⁶ = F, CF₃, OCF₃
II5 oder II16
- 30
T(IfF) 14: R¹-Pyd-Phe.(F)-X⁶ mit X⁶ = F, CF₃, OCF₃
IV1, IV2, IV3, IV4, IV5
oder IV6
- 35
T(IfF) 15: R¹-Pyd-Phe.(F)-X⁶ mit X⁶ = F, CF₃, OCF₃
II3, II4, II14, II19, II2,
II20, II22 oder II23
- 40
T(IfF) 16: R¹-Dio-Phe.(F)-X⁶ mit X⁶ = F, CF₃, OCF₃
III1, III2 oder III3
- 45
50
55

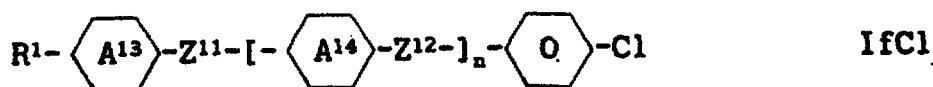
- 5
T(IfF) 17: R^1 -Dio-Phe.(F)- X^6 mit $X^6 = F, CF_3, OCF_3$
II5 oder II16
- 10
T(IfF) 18: R^1 -Dio-Phe.(F)- X^6 mit $X^6 = F, CF_3, OCF_3$
IV1, IV2, IV3, IV4, IV7
oder IV8
- 15
T(IfF) 19: R^1 -Dio-Phe.(F)- X^6 mit $X^6 = F, CF_3, OCF_3$
II1 oder II9
- 20
T(IfF) 20: R^1 -Cyc-Cyc-(CH_2CH_2)_d-Phe.(F,2)- X^6
II5 oder II16 mit $X^6 = F, CF_3, OCF_3$
und d = 0,1
- 25
T(IfF) 21: R^1 -Cyc-Cyc-(CH_2CH_2)_d-Phe.(F,2)- X^6
30 IV1, IV2, IV3, IV4, mit $X^6 = F, CF_3, OCF_3$
IV5, IV6, IV7 oder IV8 und d = 0,1
- 35
T(IfF) 22: R^1 -Cyc-Cyc-(CH_2CH_2)_d-Phe.(F,2)- X^6
II3, II4, II14, II19, II2, mit $X^6 = F, CF_3, OCF_3$
40 II20, II22 oder II23 und d = 0,1
- 45
T(IfF) 23: R^1 -Cyc-Cyc-(CH_2CH_2)_d-Phe.(F,2)- X^6
II1 oder II9 mit $X^6 = F, CF_3, OCF_3$
und d = 0,1
- 50
- 55

5	T(Iff) 24: R ¹ -Pyd-Phe-Phe. (F) -X ⁶ II5 oder II16	mit X ⁶ = F, CF ₃ , OCF ₃ , OCHF ₂
10	T(Iff) 25: R ¹ -Pyd-Phe-Phe. (F) -X ⁶ II1 oder II9	mit X ⁶ = F, CF ₃ , OCF ₃ , OCHF ₂
15	T(Iff) 26: R ¹ -Pyd-Phe-Phe. (F) -X ⁶ IV1, IV2, IV3 oder IV4	mit X ⁶ = F, CF ₃ , OCF ₃ , OCHF ₂
20	T(Iff) 27: R ¹ -Pyr-Phe-Phe. (F) -X ⁶ II5 oder II16	mit X ⁶ = F, CF ₃ , OCF ₃ , OCHF ₂
25	T(Iff) 28: R ¹ -Pyr-Phe-Phe. (F) -X ⁶ II1 oder II9	mit X ⁶ = F, CF ₃ , OCF ₃ , OCHF ₂ ,
30	T(Iff) 29: R ¹ -Pyr-Phe-Phe. (F) -X ⁶ IV1, IV2, IV3, IV4, IV5 oder IV6	mit X ⁶ = F, CF ₃ , OCF ₃ , OCHF ₂

Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T (Iff) 30-35 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 % insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (IfF) 30	IfF	5-75, insbesondere 5-55
	II	5-85, insbesondere 6-65
T (IfF) 31	IfF	5-55
	III	2-29
T (IfF) 32	IfF	5-75, insbesondere 5-60
	IV	5-63
T (IfF) 33	IfF	5-55
	II	5-65, insbesondere 5-52
	III	5-29
T (IfF) 34	IfF	5-50
	II	5-72, insbesondere 5-52
	IV	5-56, insbesondere 5-46
T (IfF) 35	IfF	5-50
	II	5-75, insbesondere 5-47
	III	5-37, insbesondere 5-15
	IV	5-50, insbesondere 5-42

Weiter bevorzugt sind solche Verbindungen der Formel If, in denen T² Cl und v 0 ist



wobei die Bedeutung von R¹ oben angegeben ist.

Die Verbindungen der Formel IfCl umfassen die folgenden bevorzugten 2- und 3-kernigen Verbindungen der Teilformeln IfCl2-1 - IfCl2-8 und IfCl3-1 - IfCl3-47:

R¹-Phe-Phe-Cl IfCl2-1

R¹-Pyr-Phe-Cl IfCl2-2

R¹-Cyc-Phe-Cl IfCl2-3

R¹-Phe-C≡C-Phe-Cl IfCl2-4

R¹-Phe-COO-Phe-Cl IfCl2-5

R¹-Phe-OOC-Phe-Cl IfCl2-6

- R¹-Pyd-Phe-Cl IfCl2-7
- R¹-Cyc-COO-Phe-Cl IfCl2-8
- 5 R¹-Phe-Phe-Phe-Cl IfCl3-1
- R¹-Cyc-Phe-Phe-Cl IfCl3-2
- 10 R¹-Cyc-Cyc-Phe-Cl IfCl3-3
- R¹-Phe-Cyc-Phe-Cl IfCl3-4
- R¹-Phe-CH₂CH₂-Phe-Phe-Cl IfCl3-5
- 15 R¹-Phe-COO-Phe-Phe-Cl IfCl3-6
- R¹-Phe-Phe-CH₂CH₂-Phe-Cl IfCl3-7
- 20 R¹-Phe-Phe-COO-Phe-Cl IfCl3-8
- R¹-Phe-Phe-OOC-Phe-Cl IfCl3-9
- R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe-Cl IfCl3-10
- 25 R¹-Cyc-COO-Phe-Phe-Cl IfCl3-11
- R¹-Cyc-Phe-CH₂CH₂-Cl IfCl3-12
- 30 R¹-Cyc-Phe-C≡C-Phe-Cl IfCl3-13
- R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-C≡C-Phe-Cl IfCl3-14
- R¹-Cyc-Phe-COO-Phe-Cl IfCl3-15
- 35 R¹-Cyc-Phe-OOC-Phe-Cl IfCl3-16
- R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-COO-Phe-Cl IfCl3-17
- 40 R¹-Phe-Cyc-COO-Phe-Cl IfCl3-18
- R¹-Phe-COO-Cyc-Phe-Cl IfCl3-19
- R¹-Phe-OOC-Cyc-Phe-Cl IfCl3-20
- 45 R¹-Cyc-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Cl IfCl3-21
- R¹-Cyc-Cyc-COO-Phe-Cl IfCl3-22
- 50 R¹-Cyc-Cyc-OOC-Phe-Cl IfCl3-23
- R¹-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-COO-Phe-Cl IfCl3-24
- R¹-Cyc-CH₂CH₂-Cyc-Phe-Cl IfCl3-25
- 55 R¹-Cyc-COO-Cyc-Phe-Cl IfCl3-26
- R¹-Cyc-OOC-Cyc-Phe-Cl IfCl3-27

	R ¹ -Phe-COO-Phe-COO-Phe-Cl	IfCl3-28
	R ¹ -Phe-COO-Phe-OOC-Phe-Cl	IfCl3-29
5	R ¹ -Phe-OOC-Phe-COO-Phe-Cl	IfCl3-30
	R ¹ -Phe-OOC-Phe-OOC-Phe-Cl	IfCl3-31
10	R ¹ -Cyc-COO-Phe-COO-Phe-Cl	IfCl3-32
	R ¹ -Cyc-COO-Phe-OOC-Phe-Cl	IfCl3-33
	R ¹ -Cyc-OOC-Phe-OOC-Phe-Cl	IfCl3-34
15	R ¹ -Cyc-OOC-Phe-COO-Phe-Cl	IfCl3-35
	R ¹ -Cyc-COO-Cyc-COO-Phe-Cl	IfCl3-36
20	R ¹ -Cyc-OOC-Cyc-COO-Phe-Cl	IfCl3-37
	R ¹ -Cyc-COO-Cyc-OOC-Phe-Cl	IfCl3-38
	R ¹ -Cyc-OOC-Cyc-OOC-Phe-Cl	IfCl3-39
25	R-Pyr-Phe-Phe-Cl	IfCl3-40
	R-Pyd-Phe-Phe-Cl	IfCl3-41
30	R-Phe-Pyr-Phe-Cl	IfCl3-42
	R-Phe-Pyd-Phe-Cl	IfCl3-43
	R-Cyc-Pyr-Phe-Cl	IfCl3-44
35	R-Cyc-Pyd-Phe-Cl	IfCl3-45
	R-Pyr-CH ₂ CH ₂ -Phe-Phe-Cl	IfCl3-46
40	R-Pyd-CH ₂ CH ₂ -Phe-Phe-Cl	IfCl3-47

In den Verbindungen der Formeln IfCl2 und IfCl3 bedeutet R¹ vorzugsweise Alkyl, Alkenyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen, wobei die geradkettigen Reste bevorzugt sind. Weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Alkoxymethyl- und n-Alkoxyethylverbindungen.

Ganz besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formeln IfCl2-1 - IfCl2-8 und IfCl3-1 - IfCl3-47, worin R¹ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Methoxyethyl, Ethoxyethyl oder Propoxyethyl bedeutet.

Die Verbindungen der Formel IfCl sowie der bevorzugten Teilformeln IfCl2-1 - IfCl2-8 und IfCl3-1 - IfCl3-47 sind größtenteils bekannt und beispielsweise beschrieben in JP 60/260679 A2, JP 59/81375 A2, EP 0 123 907, JP 58/79938 A2, DE 31 36 624, J. Malthete et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. 23, 233 (1973) J. Malthete et al., J. Phys. Colloq. 37, C3 1 (1976), J.P. van Meter et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. 22, 271 (1973), M.E. Neubert, et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. 135, 283 (1986), JP 56/120641 A2, EP 152014, DE 31 39 130, H.J. Müller et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. 92, 63 (1983), JP 61/225147 A2, JP 57/183727 A2, DE 31 39 130, G.W. Gray and J.W. Goodby, Mol. Cryst. Liq. Cryst. 37, 157 (1976), JP 57/118538 A2, H. Takatsu et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. 100, 345 (1983), DE 32 33 641, GB 20711131, S.M. Kelly and Hp. Schad, Helv. Chim. Acta 68, 1444 (1985), US P 4,726,910, R. Dabrowski et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. 107, 411 (1984), JP

56/120641 A2, JP 57/31645 A2, JP 60/41638 A2, JP 59/29640 A2, DE 33 17 507, GB 20 70 593, JP 57/54148 A2, H. Takatsu et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. 108, 157 (1984), JP 59/113081 A2, EP 102047, J.P. van Meter, Mol. Cryst. Liq. Cryst. 22, 285 (1973), H.-J. Deutscher et al., J. Prakt. Chem. 321, 47 (1979), H.-J. Deutscher et al., J. Prakt. Chem. 321, 969 (1979), H.-J. Deutscher et al., J. Prakt. Chem. 321, 47 (1979), JP 58/47 45 A2.

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln IfCI und insbesondere der bevorzugten Verbindungen der Formeln IfCI2-1 - IfCI2-8 und IfCI3-1 - IfCI3-47 enthalten, zeichnen sich durch vorteilhafte Werte für die Doppelbrechung Δn und die dielektrische Anisotropie, eine hohe Stabilität, vergleichsweise einfache Herstellbarkeit, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer und insbesondere durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt, vorteilhafte Werte für die Fließviskosität und die Temperaturabhängigkeit der elektrooptischen Parameter aus.

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel IfCI und insbesondere der bevorzugten Teilformeln; dabei weisen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel IfCI und insbesondere der bevorzugten Teilformeln auf.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln IfCI und insbesondere der Formeln IfCI2-1 - IfCI2-8 und IfCI3-1 - IfCI3-47, und zusätzlich mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formeln IfCI und insbesondere der bevorzugten Teilformeln und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an den erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 15 %-100 % und insbesondere 25 %-100 %.

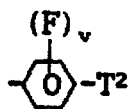
Ganz besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung aus der folgenden Gruppe C und mindestens eine Verbindung aus der folgenden Gruppe D enthalten:

Gruppe C	Gruppe D
IfCI2-1, IfCI2-2, IfCI2-3, IfCI2-7, IfCI2-8, IfCI3-1, IfCI3-2, IfCI3-3, IfCI3-40, IfCI3-41, IfCI3-43, IfCI3-43, IfCI3-44, IfCI3-45, IfCI3-46, IfCI3-47	II1, II2, II3, II4, II5, II6, II7, II8, II9, II10, II11, II15, II16, II17, II21, II22, II23, II25, II26, II27, II28, III1, III2, IV1, IV2, IV3, IV4, IV5, IV6, IV7, IV8

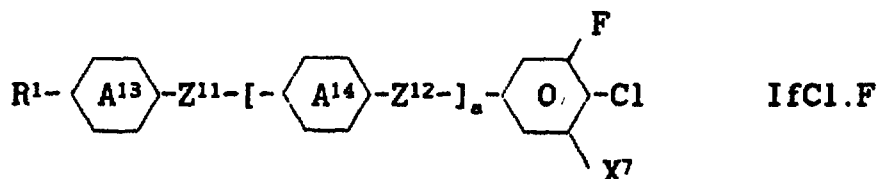
Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T (ICI) 1-3 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (ICI) 1	ICI	5-55
	II	5-75, insbesondere 5-65
T (ICI) 2	ICI	5-50
	IV	5-75, insbesondere 5-70
T (ICI) 3	ICI	5-45, insbesondere 5-40
	II IV	5-55 5-53

Weiter bevorzugt sind solche Verbindungen der Formel If, in denen

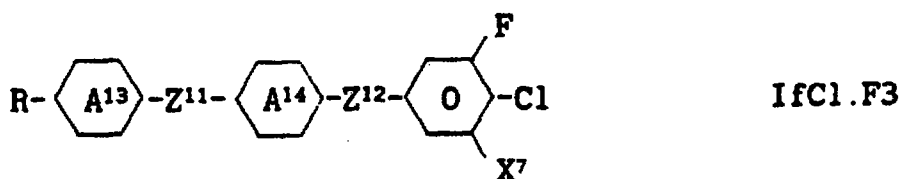


Phe.3F-Cl oder Phe.3F5F-Cl bedeutet,

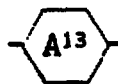


wobei die Bedeutung von R¹ oben gegeben ist und X⁷ F oder H ist.

Die Verbindungen der Formel IfCl.F umfassen 2- und 3-kernige Verbindungen der Formeln



In den 2-kernigen Verbindungen der Formeln IfCl.F2 bedeutet



vorzugsweise Phe, Phe.F, Cyc, Pyr, Pyd oder Dio und insbesondere Phe, Cyc, Pyd oder Dio. Z¹¹ ist eine Einfachbindung, -COO-, -OCO- oder -CH₂CH₂- und insbesondere eine Einfachbindung, -CH₂CH₂- oder -COO-.

Die folgende kleiner Gruppe 2-kerniger Verbindungen der Formeln IfCl.F2-1 - IfCl.F2-19 ist besonders bevorzugt.

R-Phe-Phe.3F-Cl IfCl.F2-1

R-Phe.3F-Phe.3F-Cl IfCl.F2-2

R-Cyc-Phe.3F-Cl IfCl.F2-3

R-Pyr-Phe.3F-Cl IfCl.F2-4

R-Pyd-Phe.3F-Cl IfCl.F2-5

R-Dio-Phe.3F-Cl IfCl.F2-6

5 R-Phe-CH₂CH₂-Phe.3F-Cl IfCl.F2-7

R-Phe-COO-Phe.3F-Cl IfCl.F2-8

R-Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F-Cl IfCl.F2-9

10 R-Cyc-COO-Phe.3F-Cl IfCl.F2-10

R-Cyc-OCO-Phe.3F-Cl IfCl.F2-11

15 R-Phe-Phe.3F5F-Cl IfCl.F2-12

R-Cyc-Phe.3F5F-Cl IfCl.F2-13

R-Pyr-Phe.3F5F-Cl IfCl.F2-14

20 R-Pyd-Phe.3F5F-Cl IfCl.F2-15

R-Dio-Phe.3F5F-Cl IfCl.F2-16

25 R-Phe-CH₂CH₂-Phe.3F5F-Cl IfCl.F2-17

R-Phe-COO-Phe.3F5F-Cl IfCl.F2-18

R-Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F5F-Cl IfCl.F2-19

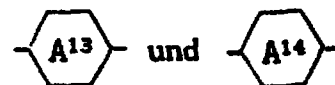
30

In den 3-kernigen Verbindungen der Formeln IfCl.F3 sind Z¹¹ und Z¹² unabhängig voneinander eine Einfachbindung, -COO-, -OCO-, oder -CH₂CH₂-; eine der Brückengruppen Z¹¹ und Z¹² bedeutet vorzugsweise eine Einfachbindung.

35



40 sind vorzugsweise unabhängig voneinander Phe, Phe.F, Cyc, Pyr, Pyd oder Dio; falls einer von



45

ein Heterocyclus ist, bedeutet der andere Ring vorzugsweise Phe, Phe.F oder Cyc und insbesondere Phe oder Cyc.

50 Die folgende kleiner Gruppe 3-kerniger Verbindungen der Formeln IfCl.F3-1 - IfCl.F3-38 ist besonders bevorzugt:

R¹-Phe-Phe.F-Phe.3F-Cl IfCl.F3-1R¹-Phe-Phe-Phe.3F-Cl IfCl.F3-255 R¹-Cyc-Phe-Phe.F-Phe.3F-Cl IfCl.F3-3R¹-Cyc-Cyc-Phe.3F-Cl IfCl.F3-4

	R ¹ -Phe-Pyr-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-5
	R ¹ -Phe-Pyd-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-6
5	R ¹ -Dio-Cyc-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-7
	R ¹ -Dio-Phe-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-8
10	R ¹ -Pyr-Phe-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-9
	R ¹ -Pyd-Phe-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-10
	R ¹ -Cyc-Pyr-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-11
15	R ¹ -Cyc-Pyd-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-12
	R ¹ -Phe.F-Pyd-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-13
20	R ¹ -Pyd-Phe.F-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-14
	R ¹ -Cyc-CH ₂ CH ₂ -Phe-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-15
	R ¹ -Cyc-Cyc-CH ₂ CH ₂ -Phe.3F-Cl	IfCl.F3-16
25	R ¹ -Dio-Cyc-CH ₂ CH ₂ -Phe.3F-Cl	IfCl.F3-17
	R ¹ -Dio-Phe-CH ₂ CH ₂ -Phe.3F-Cl	IfCl.F3-18
30	R ¹ -Phe-Phe.F-CH ₂ CH ₂ -Phe.3F-Cl	IfCl.F3-19
	R ¹ -Phe-COO-Phe.F-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-20
	R ¹ -Phe-COO-Phe-COO-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-21
35	R ¹ -Cyc-COO-Phe-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-22
	R ¹ -Cyc-Phe-COO-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-23
40	R ¹ -Cyc-COO-Cyc-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-24
	R ¹ -Cyc-Cyc-COO-Phe.3F-Cl	IfCl.F3-25
	R ¹ -Phe-Phe-Phe.3F5F-Cl	IfCl.F3-26
45	R ¹ -Cyc-Phe-Phe.3F5F-Cl	IfCl.F3-27
	R ¹ -Cyc-Cyc-Phe.3F5F-Cl	IfCl.F3-28
50	R ¹ -Pyr-Phe-Phe.3F5F-Cl	IfCl.F3-29
	R ¹ -Pyd-Phe-Phe.3F5F-Cl	IfCl.F3-30
	R ¹ -Phe-Pyr-Phe.3F5F-Cl	IfCl.F3-31
55	R ¹ -Phe-Pyd-Phe.3F5F-Cl	IfCl.F3-32
	R ¹ -Dio-Phe-Phe.3F5F-Cl	IfCl.F3-33

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-Phe.3F5F-Cl IfCl.F3-34

R¹-Cyc-Cyc-CH₂CH₂-Phe.3F5F-Cl IfCl.F3-35

5

R¹-Phe-Phe-COO-Phe.3F5F-Cl IfCl.F3-36

R¹-Cyc-COO-Phe-Phe.3F5F-Cl IfCl.F3-37

10

R¹-Cyc-Cyc-COO-Phe.3F5F-Cl IfCl.F3-38

In den Verbindungen der Formeln IfCl.F und insbesondere der bevorzugten Teilformeln IfCl.F2-1 - IfCl.F2-19 und IfCl.F3-1 - IfCl.F3-28 bedeutet R¹ vorzugsweise Alkyl, Alkoxy, Alkoxyalkyl und Alkenyl mit 1-10 C-Atomen. Besonders bevorzugt bedeutet R¹ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Nonoxy, Decoxy, Methoxyethyl, Ethoxyethyl oder Propoxyethyl.

15

Die Verbindungen der Formel IfCl.F2 und IfCl.F3 werden vorzugsweise nach den in DE 39 29 525 beschriebenen Verfahren hergestellt.

20

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel IfCl.F und insbesondere der Formeln IfCl.F2-1 - IfCl.F2-19 und IfCl.F3-1 - IfCl.F3-38 enthalten, sind durch vorteilhafte Werte für die Doppelbrechung, den Klärpunkt und die Viskosität und insbesondere durch vorteilhafte Werte für $\Delta\epsilon$, eine hohe UV- und Temperaturstabilität und einen hohen spezifischen Widerstand gekennzeichnet. Diese Mischungen sind bevorzugt.

25

Die Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel IfCl.F und insbesondere der bevorzugten Teilformeln. Dabei weisen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel IfCl.F und insbesondere der bevorzugten Teilformeln auf.

30

Der Fachmann kann jederzeit ohne erfinderisches Zutun aus der begrenzten Gruppe der Verbindungen der Formel IfCl.F und insbesondere aus der kleineren Gruppe der Verbindungen der Formeln IfCl.F2-1 - IfCl.F2-19 und IfCl.F3-1 - IfCl.F3-38 so auswählen, daß der Flüssigkristall und das damit befüllte elektrooptische System im Hinblick auf die jeweilige Anwendung innerhalb gewisser Grenzen optimiert wird. Soll die Flüssigkristallmischung z.B. eine hohe oder sogar sehr hohe Doppelbrechung aufweisen, wird der Fachmann vorzugsweise solche Verbindungen der Formeln IfCl.F und insbesondere der bevorzugten Teilformeln auswählen, die keine gesättigten Ringsysteme aufweisen, wie z.B. die Verbindungen der Formeln IfCl.F2-1 - IfCl.F2-2, IfCl.F2-4, IfCl.F2-5, IfCl.F2-7, IfCl.F2-8, IfCl.F2-12, IfCl.F2-14, IfCl.F2-15, IfCl.F2-17, IfCl.F2-18, IfCl.F3-1, IfCl.F3-2, IfCl.F3-5, IfCl.F3-6, IfCl.F3-9, IfCl.F3-10, IfCl.F3-13, IfCl.F3-14, IfCl.F3-19, IfCl.F3-20, IfCl.F3-21, IfCl.F3-26, IfCl.F3-29, IfCl.F3-30, IfCl.F3-31, IfCl.F3-32 und IfCl.F3-36.

35

Weiter können z.B. für Mischungen, welche ein relativ hohes oder hohes $\Delta\epsilon$ aufweisen sollen, vorteilhaft Verbindungen verwendet werden, die einen Pyridin- oder Pyrimidinring und/oder eine Phe.3F5F-Cl-Gruppe aufweisen.

40

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel IfCl.F und insbesondere der bevorzugten Verbindungen der Formeln IfCl.F2-1 - IfCl.F2-19 und IfCl.F3-1 - IfCl.F3-38, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1-II27, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formel IfCl.F und insbesondere der bevorzugten Teilformeln und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II27, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an der erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischung beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %.

45

Die folgenden Teilmischungen T(IfCl.F), die mindestens je eine Verbindung aus den aufgeführten Substanzklassen enthalten, sind besonders bevorzugt und sowohl für Matrixanwendungen und Netzwerksysteme geeignet:

50

55

T(IfC1.F)1: IfC1.F2-1 und/oder IfC1.F2-12
III1

T(IfC1.F)2: IfC1.F2-1 und/oder IfC1.F2-12
II5

T(IfC1.F)3: IfC1.F2-1 und/oder IfC1.F2-12
IV1

5
T(IfCl.F) 4: IfCl.F2-1 und/oder IfCl.F2-12
IV2

10
T(IfCl.F) 5: IfCl.F2-3 und/oder IfCl.F2-13
II1

15
T(IfCl.F) 6: IfCl.F2-3 und/oder IfCl.F2-13
II5

20
T(IfCl.F) 7: IfCl.F2-3 und/oder IfCl.F2-13
III1

25
T(IfCl.F) 8: IfCl.F2-3 und/oder IfCl.F2-13
IV1

30
T(IfCl.F) 9: IfCl.F2-3 und/oder IfCl.F2-13
IV2

35
T(IfCl.F) 10: IfCl.F2-4
II1

40
T(IfCl.F) 11: IfCl.F2-4
II5

45
T(IfCl.F) 12: IfCl.F2-4
IV4

50
T(IfCl.F) 13: IfCl.F2-4
IV5

T(IfCl.F) 14: IfCl.F2-5
II1

5

T(IfCl.F) 15: IfCl.F2-5
II5

10

T(IfCl.F) 16: IfCl.F2-5
IV4

15

T(IfCl.F) 17: IfCl.F2-5
IV5

20

T(IfCl.F) 18: IfCl.F3-3 und/oder IfCl.F3-27
II1

25

T(IfCl.F) 19: IfCl.F3-3 und/oder IfCl.F3-27
II5

30

T(IfCl.F) 20: IfCl.F3-3 und/oder IfCl.F3-27
IV1

35

T(IfCl.F) 21: IfCl.F3-3 und/oder IfCl.F3-27
IV5

40

T(IfCl.F) 22: IfCl.F3-3 und/oder IfCl.F3-27
II4

45

T(IfCl.F) 23: IfCl.F3-4 und/oder IfCl.F3-28
II1

50

55

T(IfCl.F) 24: IfCl.F3-4 und/oder IfCl.F3-28
II4 oder II5

T(IfCl.F) 25: IfCl.F3-4 und/oder IfCl.F3-28
II6

T(IfCl.F) 26: IfCl.F3-4 und/oder IfCl.F3-28
III1

T(IfCl.F) 27: IfCl.F3-4 und/oder IfCl.F3-28
IV1

T(IfCl.F) 28: IfCl.F3-4 und/oder IfCl.F3-28
IV2

Weiter bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, die neben einer dielektrisch positiven Komponente A bestehend aus dielektrisch positiven Verbindungen mit $\Delta\epsilon > 2$, eine dielektrisch neutrale Komponente B, bestehend aus Verbindungen mit $-2 \leq \Delta\epsilon \leq +2$, und gegebenenfalls eine dielektrisch negative Komponente C, bestehend aus Verbindungen mit $\Delta\epsilon < -2$, enthält.

Wird der Massenanteil der dielektrisch positiven Verbindungen an den Flüssigkristall mit a, der der dielektrisch neutralen mit b und der der dielektrisch negativen entsprechend mit c bezeichnet, so ist $a \geq 30$ % und insbesondere $a > 50$ %. Beruht die dielektrisch positive Komponente A insbesondere auf Carbonitrilen, enthält der Flüssigkristall vorzugsweise eine dielektrisch neutrale Komponente, um die Bildung von Dimeren mit antiparallel korrelierten Dipolmomenten zu unterdrücken. Der Quotient aus dem Massenanteil von dielektrisch positiver und neutraler Komponente ist vorzugsweise

$$35 \geq \frac{a}{b} \geq 0,5$$

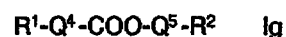
und insbesondere

$$15 \geq \frac{a}{b} \geq 1$$

Beruht der Flüssigkristall dagegen überwiegend auf Flüssigkristallverbindungen, die als polare terminale Gruppe F, Cl, CF₃, OCF₃, OCHF₂ oder NCS enthalten, kann der Anteil dielektrisch neutraler Verbindungen klein oder auch 0 sein; vorzugsweise ist $b \leq 45$ %, insbesondere $b \leq 35$ % und ganz besonders $b \leq 25$ %.

Der Anteil dielektrisch negativer Verbindungen ist im allgemeinen klein, da üblicherweise geringe Schaltspannungen erwünscht sind. Vorzugsweise ist $c \leq 10$ % und insbesondere $c \leq 5$ %; Flüssigkristallmischungen mit $c \leq 3$ % sind im allgemeinen besonders bevorzugt.

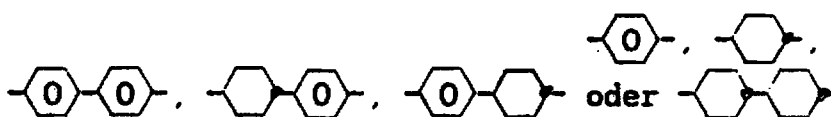
Bevorzugt sind Flüssigkristalle, die eine oder mehrere dielektrisch neutrale Verbindungen der Formel Ig enthalten



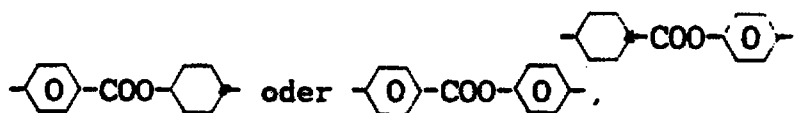
worin

die Reste

Q^4 und Q^5 jeweils unabhängig voneinander



und einer von Q⁴ und Q⁵ auch



sind und

R¹ und R² jeweils unabhängig voneinander die in Anspruch 1 gegebene Bedeutung haben.

Die Verbindungen der Formel Ig umfassen 2-kernige Verbindungen der Formel Ig2-1 und Ig2-2 die bevorzugt sind:

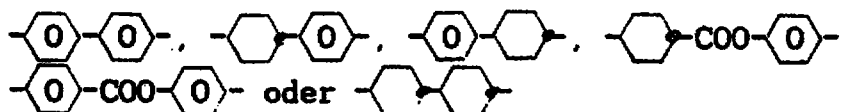


In den Verbindungen der Formeln Ig2-1 und Ig2-2 bedeuten R¹ und R² unabhängig voneinander vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen, weiter auch n-Alkoxyalkyl und insbesondere n-Alkoxymethyl und n-Alkoxyethyl. Eine der beiden 2,4-Phenylengruppen der Verbindungen der Formel Ig2-1 und die 1,4-Phenylengruppe der Verbindung der Formel Ig2-2 kann in 2- oder 3-Stellung durch Cl oder F, insbesondere jedoch durch F und/oder in 3-Stellung substituiert sein.

Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formeln



Die Verbindungen der Formel Ig umfassen weiter 3-kernige Verbindungen, in denen einer der Reste Q¹ oder Q² 1,4-Phenylen oder trans-1,4-Cyclohexylen ist und der andere



ist.

Bevorzugt sind die Verbindungen der Formeln

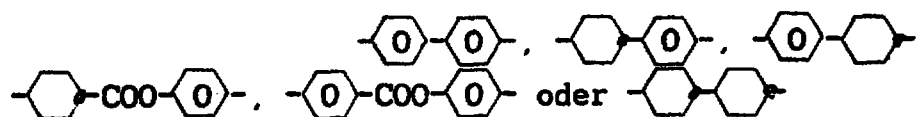




In den Verbindungen der Teilformeln Ig3-1 - Ig3-10 bedeuten R^1 und R^2 vorzugsweise unabhängig voneinander n-Alkyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen, daneben auch n-Alkoxymethyl oder n-Alkoxyethyl mit 1-8 C-Atomen. Die Verbindungen der Formel Ig3-1 - Ig3-10 können an einer der 1,4-Phenylengruppen durch $X = F$ oder Cl lateral monosubstituiert sein, wobei eine Substitution durch F und/oder in 3-Stellung bevorzugt ist.

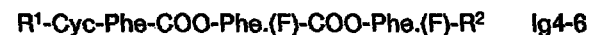
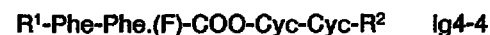
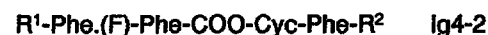
Ganz besonders bevorzugt sind lateral un- oder monosubstituierte Verbindungen der Formeln Ig3-1, Ig3-2, Ig3-3, Ig3-5, Ig3-6, Ig3-8, Ig3-9 und Ig3-10, worin R^1 und R^2 unabhängig voneinander Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Pentoxymethyl, Methoxyethyl, Ethoxyethyl, Propoxyethyl, Butoxyethyl oder Pentoxyethyl bedeuten.

Die Verbindungen der Formel Ig umfassen weiter 4-kernige Verbindungen, in denen die Reste Q^1 und Q^2 jeweils unabhängig voneinander



bedeuten.

Bevorzugt sind die Verbindungen der Formeln Ig4-1 - Ig4-10



R¹ und R² bedeuten in den Verbindungen der Formeln Ig4-1 - Ig4-10 vorzugsweise unabhängig voneinander Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Methoxyethyl, Ethoxyethyl oder Propoxyethyl. Besonders bevorzugt sind die terminal symmetrisch substituierten Verbindungen der Formel Ig4-1, Ig4-3, Ig4-4 und Ig4-8. Die Verbindungen der Formel Ig4-1 - Ig4-10 können an einer der 1,4-Phenylengruppen durch F oder Cl lateral monosubstituiert sein, wobei eine Substitution durch F in 2- oder 3-Stellung bevorzugt ist. Bevorzugt sind weiter die Verbindungen der Formel Ig4-9.

Die Verbindungen der Formel Ig werden vorzugsweise hergestellt durch Veresterung entsprechend substituierter Phenole oder Phenolate mit entsprechend substituierten Carbonsäuren oder reaktiven Carbonsäurederivaten, wie dies z.B. in DE 21 67 252, DE 28 00 553, DE 25 36 046, DE 21 23 175 und DE 21 39 628 beschrieben ist.

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel Ig und insbesondere der bevorzugten Teilformeln Ig2-1, Ig2-2, Ig2-1a-1d, Ig2-2a-2c, Ig3-1 - Ig3-10 und Ig4-1 - Ig4-10, enthalten, zeichnen sich durch vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$, eine hohe Stabilität, leichte Herstellbarkeit, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer und insbesondere durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt und vorteilhafte Werte für die Doppelbrechung und Fließviskosität aus.

Die Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel Ig und insbesondere der bevorzugten Teilformeln. Dabei weisen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel Ig und insbesondere der bevorzugten Teilformeln auf.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel Ig und insbesondere der bevorzugten Teilformeln Ig2-1 - Ig2-2, Ig2-1a-1d, Ig2-2a-2c, Ig3-1 - Ig3-10 und Ig4-1 - Ig4-10, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formeln Ig und insbesondere der bevorzugten Teilformeln und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an der erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischung beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %.

Flüssigkristallmischungen, welche auf Teilmischungen basieren, die aus mindestens einer lateral unsubstituierten Verbindung der Formel Ig2-1 und aus einer oder mehreren Verbindungen der Formel IV1 bestehen, sind für Matrixsysteme sehr, hingegen für Netzwerksysteme weniger bevorzugt. Allerdings sind Flüssigkristallmischungen, welche zusätzlich zu den Verbindungen dieser Formeln mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ia, Ic, Id, Ie, IfF, IfCl, IfCl.F, Ih oder II und insbesondere der bevorzugten Unterformeln, enthalten, i.a. auch für Netzwerksysteme bevorzugt.

Besonders bevorzugt ist auch die folgende kleinere Gruppe von Teilmischungen T(Ig), welche mindestens je eine Verbindung aus den jeweils aufgeführten Substanzklassen enthalten

T(Ig)1:	Ig2-1a, Ig2-1b und/oder Ig2-1c II1, II5, II6, IV1, IV2, IV3 und/oder IV4
T(Ig)2:	Ig2-2a, Ig2-2b und/oder Ig2-2c II1, II5, II6, III1, III2, IV1, IV2, IV3 und/oder IV4
T(Ig)3:	Ig3-1, Ig3-3, Ig3-6, Ig3-9 und/oder Ig3-10 II1, II2, II3, II4, II5, II6, IV1 und/oder IV2

Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T(Ig) 4-6 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (lg) 4	Ig	5-75
	II	6-85
T (lg) 5	Ig	5-75
	IV	5-75, insbesondere 5-63
T (lg) 6	Ig	5-55, insbesondere 5-50
	II	5-72, insbesondere 5-53
	IV	5-50, insbesondere 5-44

Weiter bevorzugt sind Flüssigkristalmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ih enthalten

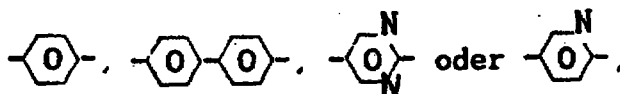


worin

mindestens einer der beiden Reste R^1 und R^2 die in Anspruch 1 gegebene Bedeutung hat,

einer der beiden Reste R^1 und R^2 auch F, Cl, OCF_3 , $OCHF_2$ oder CF_3 , und

die Reste Q^6 und Q^7 jeweils unabhängig voneinander



Q^6 auch



und Q^7 auch



bedeuten.

Die Verbindungen der Formel Ih umfassen 2kernige Verbindungen, wobei die der Formel Ih2-1 - Ih2-3 bevorzugt sind:



In den Verbindungen der Formeln Ih2-1 - Ih2-3, die 2 nichtpolare Rest aufweisen, bedeuten R^1 und R^2 unabhängig voneinander vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen, weiter auch n-Alkoxyalkyl- und insbesondere n-Alkoxyethyl- und -Alkoxyethyl. Eine der in den Verbindun-

gen der Formeln lh2-1 - lh2-3 enthaltenen 1,4-Phenylengruppen kann in 2- oder 3-Stellung durch Cl oder F, insbesondere jedoch durch F ersetzt sein.

Besonders bevorzugt sind die folgenden Verbindungen:

5 R¹-Phe-C≡C-Phe-Alkyl lh2-1a

R¹-Phe-C≡C-Phe.2F-Alkyl oder Alkoxy lh2-1b

R¹-Phe-C≡C-Phe.3F-Alkyl oder Alkoxy lh2-1c

10

R¹-Pyr-C≡C-Phe.3F-Alkyl oder Alkoxy lh2-2a

R¹-Pyd-C≡C-Phe.3F-Alkyl oder Alkoxy lh2-3a

15 Bevorzugt sind weiter Verbindungen der Formeln lh2-1 - lh2-3, in denen einer der Reste R¹ oder R² F, Cl, OCF₃, OCHF₂ oder CF₃ und insbesondere F oder Cl ist. Diese Verbindungen weisen relativ hohe Werte für die optische und dielektrische Anisotropie auf und sind gleichzeitig durch relativ niedrige Werte für die Viskosität η charakterisiert. Eine der beiden 1,4-Phenylengruppen kann in 2- oder 3-Stellung durch Cl oder F, insbesondere jedoch durch F und/oder in 3-Stellung ersetzt sein.

20 Besonders bevorzugt sind die folgenden Verbindungen der Formeln lh2

R¹-Phe-C≡C-Phe-R² lh2-1d

R¹-Phe.3F-C≡C-Phe-R² lh2-1e

25

R¹-Phe.2F-C≡C-Phe-R² lh2-1f

R¹-Phe-C≡C-Phe.2F-R² lh2-1g

30 R¹-Phe-C≡C-Phe.3F-R² lh2-1h

R¹-Phe-C≡C-Pyr-R² lh2-2b

R¹-Phe-C≡C-Pyd-R² lh2-3b

35

R¹-Pyr-C≡C-Phe-R² lh2-2c

R¹-Pyd-C≡C-Phe-R² lh2-3c

40 wobei R¹ F, Cl, OCF₃, OCHF₂ oder CF₃ und R² Alkyl oder Alkoxy mit 1-7 C-Atomen bedeutet.

Die Verbindungen der Formel I umfassen weiter 3-kernige Verbindungen, von denen die der Teilformeln lh3-1 - lh3-10 bevorzugt sind:

R¹-Phe-C≡C-Phe-Phe-R² lh3-1

45

R¹-Phe.(F)-C≡C-Phe-Cyc-R² lh3-2

R¹-Pyr-C≡C-Phe-Phe-R² lh3-3

50 R¹-Pyd-C≡C-Phe-Phe-R² lh3-4

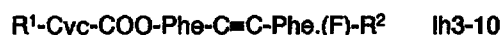
R¹-Pyr-C≡C-Phe-Cyc-R² lh3-5

R¹-Pyd-C≡C-Phe-Cyc-R² lh3-6

55

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-C≡C-Phe-R² lh3-7

R¹-Cyc-CH₂CH₂-Phe-C≡C-Pyd-R² lh3-8



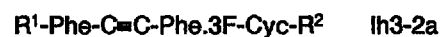
5

In den Verbindungen der Teilformeln Ih3-1 - Ih3-10 bedeuten R^1 und R^2 in Verbindungen mit 2 nicht-polaren Resten vorzugsweise unabhängig voneinander n-Alkyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen, daneben auch n-Alkoxymethyl oder n-Alkoxyethyl mit 1-8 C-Atomen. Bevorzugt sind Verbindungen der Formeln Ih3-1 - Ih3-10, die einen polaren Rest F, Cl, OCHF_2 , OCF_3 oder CF_3 aufweisen, wobei der andere Rest insbesondere Alkyl oder Alkoxy mit 1-8 C-Atomen bedeutet. Die Verbindungen der Formel Ih3-1 - Ih3-10 können an einer der jeweils im Molekül vorhandenen 1,4-Phenylengruppen durch $X = \text{F}$ oder Cl lateral monosubstituiert sein. Besonders bevorzugt sind die folgenden monosubstituierten Verbindungen der Formeln Ih3-1a-1d, Ih3-2a-2b, Ih3-5a und Ih3-6a-6b:

10



20



30



wobei in den Verbindungen der Formeln Ih3-1a-1d, Ih3-5a und Ih3-6a-6b insbesondere R^2 und in den Verbindungen der Formeln Ih3-2a-2b insbesondere R^1 eine polare Gruppe bedeuten.

35

Die Verbindungen der Formel Ih umfassen weiter 4kernige Verbindungen, von denen die der Teilformeln Ih4-1 - Ih4-5 bevorzugt sind:



45



In den Verbindungen der Formeln Ih4-1 - Ih4-5 ist einer der beiden Reste R^1 und R^2 vorzugsweise polar und der andere bedeutet vorzugsweise unabhängig voneinander Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl oder Propoxyethyl. Weiter bevorzugt sind die mit 2 unpolaren Resten symmetrisch substituierten Verbindungen der Formeln Ih4-1 und Ih4-3. Die Verbindungen der Formeln Ih4-1 - Ih4-5 können an einer der 1,4-Phenylengruppen durch F oder Cl lateral monosubstituiert sein, wobei eine Substitution in 3-Stellung bevorzugt ist.

55

Die Verbindungen der Formel Ih werden vorzugsweise nach den in DE 22 26 376, GB 21 55 465, GB 21 89 785, DE 37 11 306, JP 61-260 031, DE 37 10 069, JP 02-062 861, JP 63-060 972, EP 0,255,700 und EP 0,276,067 beschriebenen Methoden dargestellt.

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen Ih und insbesondere der bevorzugten Verbindungen Ih2-1 - Ih2-3, Ih2-1a-1h, Ih2-2a-2c, Ih2-3a-3c, Ih3-1 - Ih3-10, Ih3-1a-1d, Ih3-2a-2b, Ih3-5a, Ih3-6a-6b und Ih4-1 - Ih4-5 enthalten, zeichnen sich durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt, eine hohe Stabilität, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer und insbesondere durch vorteilhafte Werte für die dielektrische Anisotropie und Viskosität sowie durch eine hohe Doppelbrechung aus.

Die Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel Ih und insbesondere der bevorzugten Teilformeln. Dabei wissen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel Ih und insbesondere der bevorzugten Teilformeln auf.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel Ih und insbesondere der bevorzugten Teilformeln, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formel Ih und insbesondere der bevorzugten Teilformeln und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an der erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischung beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %.

Flüssigkristallmischungen, welche auf Teilmischungen basieren, die mindestens eine Verbindung der Formel Ih2-1 und weiter mindestens eine Verbindung der Formel IV1 und/oder IV2 enthalten, sind in der Regel für Matrixanwendungen besonders bevorzugt, jedoch für Netzwerkanwendungen häufig weniger geeignet. Das gleiche gilt für Flüssigkristalle, die auf Teilmischungen basieren, welche mindestens eine Verbindung der Formel Ih3-10 und/oder Ih3-2 und mindestens eine Verbindung der Formel IV1 enthalten. Es wurde jedoch gefunden, daß die Eigenschaften derartiger Mischungen durch den Zusatz von mindestens einer Verbindung, welche ausgewählt werden aus der Gruppe der Verbindungen Ia, Ic, Id, Ie, If, IfCl, IfCl.F, Ig und II1-II28 und insbesondere der bevorzugten Unterformeln, verbessert werden können, so daß diese Mischungen auch für Netzwerkanwendungen eingesetzt werden können.

Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T(Ih) basieren, die mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind sowohl für Matrix- als auch für Netzwerksysteme bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T(Ih)1	Ih	5-75
	II	6-65
T(Ih)2	Ih	5-75
	IV	5-63
T(Ih)3	Ih	5-55, insbesondere 5-50
	II	5-72, insbesondere 5-53
	IV	5-50, insbesondere 5-46

Die folgende kleinere Gruppe von Teilmischungen, welche jeweils mindestens eine Verbindung aus den jeweils aufgeführten Verbindungsklassen enthalten, ist für Matrixanwendungen bevorzugt und für Netzwerksysteme besonders bevorzugt:

T(lh)4:	lh2-1a, lh2-1b und/oder lh2-1c II1, II2, II3, II5, II6, II8, II9 IV1 und/oder IV2
T(lh)5:	lh2-2a, 2b und/oder 2c II1, II2, II3, II5, II6, II8, II9, IV1, IV2, IV3 und/oder IV4
T(lh)6:	lh2-3a, 3b und/oder 3c II1, II2, II3, II5, II6, II8, II9, IV1, IV2, IV3 und/oder IV4
T(lh)7:	lh3-2 II1, II2, II3, II5, II6, II8, II9, II10, II11, II13, II14, II15, II16, II21, II22 und/oder II23
T(lh)8:	lh3-3 II1, II2, II3, II5, II6, II8, II9, II10 und/oder II11
T(lh)9:	lh3-4 II1, II2, II3, II5, II6, II8, II9, II10 und/oder II11

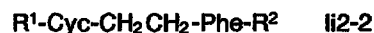
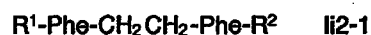
Weiter bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Formel II enthalten



worin

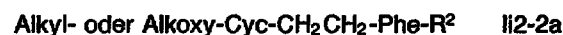
R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander die in Anspruch 1 gegebene Bedeutung haben, und die Reste Q^8 und Q^9 jeweils unabhängig voneinander trans-1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylen, 4,4'-Biphenyl, 4,4'-Cyclohexylphenyl, 4,4'-Phenylcyclohexyl oder trans-,trans-4,4'-Bicyclohexyl, wobei einer der im Molekül vorhandenen 1,4-Phenylreste auch durch Fluor oder Chlor substituiert sein kann, bedeuten.

Die Verbindungen der Formel II umfassen 2-kernige Verbindungen der Formeln II2-1 und II2-2, die bevorzugt sind:

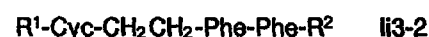


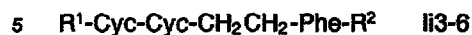
R^1 und R^2 bedeuten in den Verbindungen der Formeln II2 unabhängig voneinander vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy mit 1-10, insbesondere jedoch mit 1-8 C-Atomen. Weiter bevorzugt sind n-Alkoxyalkylverbindungen und insbesondere n-Alkoxymethyl- und n-Alkoxyethylverbindungen. Eine der beiden 1,4-Phenylgruppen kann in 2- oder 3-Stellung durch Cl oder F, insbesondere jedoch durch F und/oder in 3-Stellung substituiert sein.

Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der Formel



Die Verbindungen der Formel I umfassen weiter 3-kernige Verbindungen der Teilformeln II3, von denen die der Teilformeln II3-1 - II3-5 bevorzugt sind:



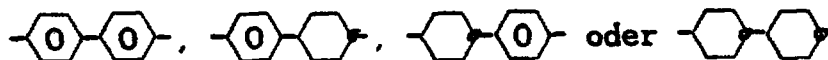


In den Verbindungen der formeln li3-1 - li3-6 bedeuten R^1 und R^2 vorzugsweise unabhängig voneinander n-Alkyl oder n-Alkoxy mit 1-10 C-Atomen daneben auch n-Alkoxymethyl oder n-Alkoxyethyl mit 1-8 C-Atomen. Die Verbindungen der Formel li3-1 - li3-6 können an einer der 1,4-Phenylengruppen durch $X = F$ oder Cl lateral monosubstituiert sein. Besonders bevorzugt sind die lateral unsubstituierten Verbindungen der Formeln li3-1 - li3-6 und die lateral monosubstituierten Verbindungen der Formeln li3-1a-1b, li3-2a, li3-3a, li3-6a und li3-5a, wobei Phe.X eine in 2- oder 3-Stellung durch F oder Cl lateral monosubstituierte 1,4-Phenylengruppe bedeutet:

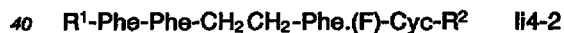


Die lateral monosubstituierten Verbindungen der Formeln li3-1 - li3-6 zeichnen sich in der Regel durch eine niedrigere Fließviskosität aus als die entsprechenden unsubstituierten Verbindungen.

Die Verbindungen der Formel li umfassen weiter 4-kernige Verbindungen, in denen Q^8 und Q^9 jeweils unabhängig voneinander



35 bedeuten:



50 R^1 und R^2 bedeuten in den Verbindungen der Formeln li4-1 - li4-6 vorzugsweise unabhängig voneinander Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Methoxymethyl, Ethoxymethyl, Propoxymethyl, Butoxymethyl, Methoxymethyl, Ethoxyethyl oder Propoxyethyl. Die Verbindungen der Formeln li4-1 - li4-6 können an einer der 1,4-Phenylengruppen durch F oder Cl lateral monosubstituiert sein, wobei eine Substitution in 3-Stellung bevorzugt ist. Diese monosubstituierten vierkernigen Verbindungen zeichnen sich durch einen hohen Klärpunkt und eine vergleichsweise niedrige Fließviskosität η aus.

Die Verbindungen der Formel li werden vorzugsweise nach den in EP 0,084,194, JP 61-087777, GB 2,201,415 und DE 32 37 367 beschriebenen Methoden hergestellt.

Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel II und insbesondere der bevorzugten Formeln II2-1, II2-2, II2-1a-1c, II2-2a, II3-1 - II3-5, II3-1a-1b, II3-2a, II3-6a, II3-3a, II3-5a und II4-1 - II4-5 enthalten, zeichnen sich durch eine hohe Stabilität, geringe Mischbarkeit mit dem für die Matrix verwendeten Polymer und insbesondere durch einen breiten mesogenen Bereich, einen relativ hohen Klärpunkt und vorteilhafte Werte für die optische Anisotropie Δn und die Fließviskosität η aus.

Die Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 1-40 % und insbesondere 5-30 % an Verbindungen der Formel II und insbesondere der bevorzugten Teilformeln. Dabei weisen die Flüssigkristallmischungen vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen der Formel II und insbesondere der bevorzugten Teilformeln auf.

Besonders bevorzugt sind Flüssigkristallmischungen, welche mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel II und insbesondere der bevorzugten Teilformeln, und zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8, enthalten. Der Massenanteil der aus mindestens einer Verbindung der Formel II und insbesondere der bevorzugten Teilformeln und weiter aus mindestens einer Verbindung der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 bestehenden Teilmischung an den erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 15 %-100 %, insbesondere jedoch 25 %-100 %. Diese Teilmischungen sind für Netzwerk- und Matrixsysteme bevorzugt.

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen enthalten eine oder mehrere Verbindungen, welche aus der Gruppe der Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-II ausgewählt werden; dabei sind Flüssigkristallmischungen, die neben einer oder mehreren Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-II, zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II-IV, aufweisen, im allgemeinen bevorzugt.

Bevorzugt sind weiter Flüssigkristallmischungen, welche mindestens je eine Verbindung aus 2 verschiedenen Verbindungsklassen; ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungsklassen der Formeln Ia-II, enthalten.

Ganz besonders bevorzugt ist die folgende kleinere Gruppe von Teilmischungen T(II), welche jeweils mindestens eine Verbindung aus den jeweils aufgeführten Verbindungsklassen enthalten:

T(II)1:	II2-1 II1, II2, II3, II5, II9, II16, II17, II18, IV1, IV2, IV3, IV4, IV5 oder IV6
T(II)2:	II2-2 II1, II3, II4, II5, II9, IV1, IV2, IV3, IV4, IV7 oder IV8
T(II)3:	II3-2 II1, II2, II5, II6, II7, II8, II9, III1, IV1, IV2, IV3 oder IV4
T(II)4:	II3-5 II1, II5, IV1, IV2, IV3 oder IV4
T(II)5:	II3-6 II1, II5, II9, II25, II26, II27, II28, III1, IV1, IV2, IV3 oder IV4
T(II)6:	II3-1a oder II3-1b II1, II5, II16, II17, II18, II25, II26, II27, II6, II28, IV1 oder IV2
T(II)7:	II4-5 II1, II5, II6, II7, II8, II16, II17, IV1, IV2, IV3 oder IV4
T(II)8:	II4-6 II1, II2, II5, II6, II7, II8, III1, IV1 oder IV2

Flüssigkristallmischungen, welche auf den folgenden Teilmischungen T(II) 9-13 basieren, welche mindestens je eine Verbindung aus den Verbindungsklassen der jeweils aufgeführten Formeln enthalten, sind bevorzugt. In der Tabelle ist zusätzlich der bevorzugte Massenanteil dieser Verbindungen an den Teilmischungen angegeben. Die Teilmischungen enthalten 2-38, vorzugsweise 2-35 und insbesondere 2-25 Verbindungen; die Summe der Massenanteile dieser Verbindungen an der Teilmischung beträgt 100 %. Der Massenanteil der Teilmischung an dem erfindungsgemäßen Flüssigkristall beträgt zwischen 10 % und 100 %, insbesondere zwischen 15 % und 100 % und ganz besonders zwischen 25 % und 100 %.

Mischung	Formel	Massenanteil an der Teilmischung [%]
T (II) 9	II	5-75, insbesondere 5-55
	II	6-85, insbesondere 6-65
T (II) 10	II	5-75, insbesondere 5-55
	IV	5-85, insbesondere 5-63
T (II) 11	II	5-55
	II	5-52
	III	5-29
T (II) 12	II	5-55, insbesondere 5-50
	II	5-72, insbesondere 5-53
	IV	5-50, insbesondere 5-46
T (II) 13	II	5-50
	II	5-75, insbesondere 5-47
	III	5-37, insbesondere 1-15
	IV	5-42

Die im folgenden aufgeführten Teilmischungen T(I) enthalten mindestens je eine Verbindung aus den jeweils angeführten Verbindungsklassen, Flüssigkristalmischungen, die eine oder mehrere dieser Teilmischungen enthalten, sind ganz besonders bevorzugt:

T(I)1: Ia
Ib
T(I)2: Ia
Ic
T(I)3: Ia
Id
T(I)4: Ia
Ie
T(I)5: Ia
If
T(I)6: Ia
Ig
T(I)7: Ia
Ih

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

	T(I) 8:	Ia
		Ii
5	T(I) 9:	Ib
		Ic
10	T(I) 10:	Ib
		Id
	T(I) 11:	Ib
		Ie
15	T(I) 12:	Ib
		If
20	T(I) 13:	Ib
		Ig
	T(I) 14:	Ib
		Ih
25	T(I) 15:	Ib
		Ii
30	T(I) 16:	If
		Ig
	T(I) 17:	If
		Ih
35	T(I) 18:	If
		Ii
40	T(I) 19:	Id
		Ie
	T(I) 20:	Ie
		Ig
45	T(I) 21:	Id
		Ih
50		
55		

T(I) 22: Id

Ii

T(I) 23: If

Ic

T(I) 24: If

Id

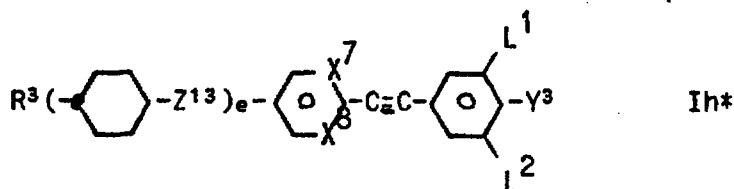
T(I) 25: If

Ie

Der Fachmann kann aus dieser begrenzten Gruppe bevorzugter Teilmischungen T(I)1-T(I)22 ohne weiteres eine Auswahl derartig treffen, daß die Flüssigkristallmischung im Hinblick auf die jeweilige Anwendung optimiert wird. So weist z.B. T(I)1 eine besonders hohe dielektrische Anisotropie auf, während die Teilmischung T(I)16-T(I)18 eine besonders hohe Stabilität aufweisen und die Teilmischungen T(I)4, T(I)11 und T(I)19 durch relativ hohe Klärpunkte gekennzeichnet sind. Die Auswahl geeigneter Teilmischungen bereitet dem Fachmann keine Schwierigkeiten und erfordert kein erfinderisches Zutun.

Besonders bevorzugt sind weiter Flüssigkristallmischungen, welche mindestens je eine Verbindung aus 2 verschiedenen Verbindungsklassen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungsklassen Ia-II, und zusätzlich mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II1-II28, III1-III3 und IV1-IV8 enthalten. Dabei sind Flüssigkristallmischungen, enthaltend eine der bevorzugten Teilmischungen T(I)1-T(I)22 und eine Verbindung, ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln II1, II2, II3, II4, II5, II6, II7, II8, II9 II10, II12, II13, II16, II17, II18, II19, II20, II21, II25, II26, II27, II28, III1, III2, IV1, IV2, IV3, IV4, IV5 und IV6 ganz besonders bevorzugt.

Besonders bevorzugt sind weiter Flüssigkristallmischungen welche neben einer oder mehreren Verbindungen, ausgewählt aus den Verbindungsklassen Ia, Ib, Ic, Id, Ie, If, Ig und Ii, und mindestens einer Verbindung ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II - IV, zusätzlich eine weitere Verbindung enthalten, welche ausgewählt werden aus der Gruppe der Verbindungen der Formel Ih*



worin

R³ eine Alkylgruppe mit 1 - 10 C-Atomen, worin auch eine CH₂-Gruppe durch -O- oder -CH=CH- ersetzt sein kann,
 Z¹³ eine Einfachbindung, -COO- oder -CH₂CH₂-,
 X⁷ und X⁸ unabhängig voneinander CH oder N,
 L¹ und L² unabhängig voneinander H oder F und
 Y³ F, Cl, CF₃, OCF₃ oder OCHF₂

bedeuten.

Die Verbindungen der Formel Ih* umfassen einen Teil der Verbindungen der Formel Ih, welche einen polaren Rest F, Cl, CF₃, OCF₃ oder OCHF₂ aufweisen, und darüberhinaus weitere bevorzugte Verbindungen, von denen die folgenden explizit erwähnt werden sollen:

R³-Ph-C≡C-Ph-3F5F-Y³ Ih* 2-1R³-Pyd-C≡C-Ph-3F5F-Y³ Ih* 2-2



10

Die bevorzugten Flüssigkristallmischungen, welche neben mindestens einer Verbindung der Formel Ia - Ig, und II und mindestens einer Verbindung der Formeln II - IV als 3. obligatorische Komponente mindestens eine Verbindung der Formel Ih* aufweisen, enthalten vorzugsweise eine der gerade aufgeführten bevorzugten Verbindungen und/oder eine der bevorzugten Verbindungen der Formeln Ih2-1 - Ih2-2, Ih2-1a - -1h, Ih2-2a - 2c, Ih2-3a - 3c, Ih3-1 - Ih3-10, Ih3-1a - 1d, Ih3-2a - 2b, Ih3-5a, Ih3-6a - 6b und Ih4-1 - 1h4-5.

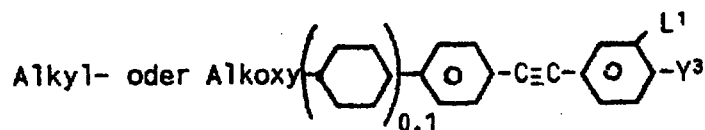
15

Diese Mischungen zeichnen sich durch eine hohe Stabilität und hohe Doppelbrechung aus und sind besonders für Matrixanwendungen und ganz besonders für Netzwerksysteme geeignet.

20

Dabei beträgt der Massenanteil der Verbindungen, welche aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln Ih und Ih* ausgewählt werden, vorzugsweise mehr als 5 %, insbesondere nicht weniger als 7,5 % und besonders als 10 % und ganz besonders mehr als 20 %. Die 3. obligatorische Komponente dieser Flüssigkristallmischungen enthält ganz besonders bevorzugt Verbindungen der Formel

25



worin die Bedeutung von L¹ und Y³ oben gegeben ist.

30

Besonders bevorzugt sind auch Mischungen, die auf Teilmischungen basieren, welche mindestens eine Verbindung der Formel II, mindestens eine Verbindung der Formeln IV1 - IV8 und mindestens eine Verbindung der Formel Ih* enthalten. Dabei ist folgende kleinere Untergruppe von Teilmischungen besonders bevorzugt, die mindestens je eine Verbindung aus jeder der Gruppen E, F und G enthält; dabei liegt der Massenanteil der Verbindungen aus den jeweiligen Gruppen an der Teilmischung vorzugsweise in den angegebenen Massenprozentbereichen:

35

Gruppe	E	F	G
Massenanteil an d. Teilmischung [%]	10 - 80	5 - 65	10 - 50, vorzugsweise 18 - 50, insbesondere 23 - 50
Verbindungen	II1, II2, II3, II4, II5, II6, II7, II8, II9, II16, II17, II18	IV1, IV2, IV3, IV4, IV5, IV6	Ih2-1, Ih2-2, Ih2-3, Ih3-1, Ih3-2, Ih3-3, Ih3-4, Ih3-7, Ih3-8, Ih*2-1, Ih*2-2, Ih*2-3

40

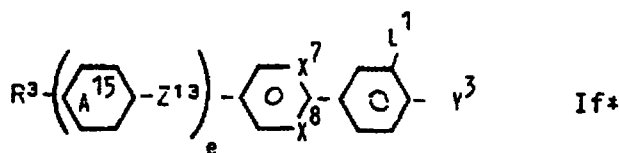
Die Summe der Massenanteile der Verbindungen aus den Gruppen E, F und G an der Teilmischung beträgt 100 %, und der Massenanteil der Teilmischungen an den erfindungsgemäß verwendbaren Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 25 % - 100 %.

45

Besonders bevorzugt sind weiter Flüssigkristallmischungen, welche neben einer oder mehreren Verbindungen, ausgewählt aus den Verbindungsklassen Ia, Ib, Ic, Id, Ie, Ig, Ih und Ii, und mindestens einer Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II - IV, zusätzlich eine weitere Verbindung enthält, welche aus der Gruppe der Verbindungen der Formel If* ausgewählt wird

50

55



worin



trans-1,4-Cyclohexylen oder 1,4-Phenylen ist und die Bedeutung von R^3 , Z^{13} , X^7 , X^8 , L^1 , e und Y^3 oben angegeben ist. Die Verbindungen der Formel If* stellen eine kleinere bevorzugte Untergruppe dar, welche aus den Verbindungen der Formeln IfF, IfCl und IfCl.F ausgewählt ist. Der Massenanteil der Verbindungen der Formel If* an derartigen, mindestens 3-komponentigen Flüssigkristallmischungen ist vorzugsweise nicht kleiner als 5 %, insbesondere mehr als 10 % und ganz besonders mehr als 20 % und kann bis zu 55 % betragen. Derartige Flüssigkristallmischungen weisen vorteilhafte Eigenschaften auf und sind insbesondere durch eine hohe Stabilität und günstige Werte der elektrooptischen Parameter gekennzeichnet. Flüssigkristallmischungen, welche neben mindestens einer Verbindung der Formeln Ia - Ie und Ig - Ii und neben einer Verbindung der Formen II - IV mindestens eine der folgenden bevorzugten Verbindungen aufweisen, sind ganz besonders bevorzugt:

R^3 -Phe-Phe.(F)-F
 R^3 -Phe-Phe.(F)-Cl
 R^3 -Pyp-Phe-F
 R^3 -Pyp-Phe.3F-F
 R^3 -Pyp-Phe-Cl
 R^3 -Pyp-Phe.3F-Cl
 R^3 -Pyr-Phe-F
 R^3 -Pyr-Phe.3F-F
 R^3 -Pyr-Phe-Cl
 R^3 -Pyr-Phe.3F-Cl

Besonders bevorzugt sind Teilmischungen, bei denen

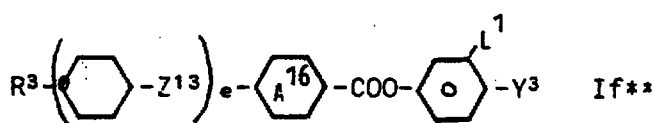
- die 1. obligatorische Komponente mindestens eine Verbindung der Formeln Ia - Ie mit einem Massenanteil an der Teilmischung zwischen 10 % und 90 % aufweist,
- die 2. obligatorische Komponente eine oder mehrere Verbindungen, welche aus der Gruppe der Verbindungen II1, II2, II3, II4, II5, II6, II7, II8, II9, II16, II17, II18, II25, II26, II27, II28, III1, III2, IV1, IV2, IV3, IV4, IV7 und IV8 ausgewählt werden, enthält, wobei der Massenanteil dieser Komponente an der Teilmischung zwischen 5 und 80 % beträgt, und
- der dritte obligatorische Komponente eine oder mehrere der oben aufgezählten bevorzugten 2kernigen Verbindungen und/oder eine oder mehrere der folgenden Verbindungen

R^3 -Cyc-Phe-Phe.(F)-F
 R^3 -Cyc-Phe-Phe.(F)-Cl
 R^3 -Phe-Pyr-Phe.(F)-F
 R^3 -Phe-Pyr-Phe.(F)-Cl
 R^3 -Phe-Pyr-Phe.(F)-CF₃
 R^3 -Phe-Pyd-Phe.(F)-F
 R^3 -Phe-Pyr-Phe.(F)-Cl
 R^3 -Phe-Pyr-Phe.(F)-OCF₃

mit einem Massenanteil an der Teilmischung von 5 % - 65 %, insbesondere 10 % - 65 % und ganz besonders 12,5 % - 65 % enthält.

Die Summe der Massenanteile an der Teilmischung beträgt 100 %, und der Massenanteil der Teilmischung an der Flüssigkristallmischung beträgt vorzugsweise 25 % - 100 %.

Besonders bevorzugt sind weiter Flüssigkristallmischungen, welche neben einer oder mehreren Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel Ia - Ie und Ig - Ii und einer oder mehreren Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formel II - IV, zusätzlich mindestens eine Verbindung der Formel If** enthalten



worin



trans-1,4-Cyclohexylen 1,4-Phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen ist und die Bedeutung von Z^{13} , L^1 , Y^3 , R^3 und e oben angegeben ist. Die Verbindungen der Formel If** stellen eine bevorzugte kleinere Untergruppe dar, welche aus den Verbindungen der Formeln IfF, IfCl und IfCl.F ausgewählt ist.

Flüssigkristallmischungen, welche neben einer Verbindung der Formeln Ia - Ie und Ig - Ii eine Verbindung der Formeln II - IV und zusätzlich eine Verbindung der Formel If** aufweisen, sind durch bevorzugte Eigenschaften und insbesondere eine hohe Stabilität einen günstigen Arbeitstemperaturbereich und vorteilhafte Schwellenspannung gekennzeichnet. Der Massenanteil von Verbindungen der Formel If** beträgt in diesen Flüssigkristallmischungen vorzugsweise mehr als 5 %, insbesondere mehr als 10 % und ganz besonders mehr als 15 %. Ganz besonders bevorzugt ist folgende kleinere Gruppe von Verbindungen der Formel If**:



Ganz besonders bevorzugt sind weiter die folgenden Flüssigkristallmischungen, welche aus den im folgenden näher charakterisierten Gruppen H, I und K mindestens je eine Verbindung in den genannten Massenbereichen enthalten:

Gruppe	H	I	K
Massenanteil an d. Teilmischung	20 % - 80 %	10 % - 80 %	5 % - 50 %
Verbindungen	II1, II2, II3, II4, II5, II6, II7, II8, II9, II16, II17, II18, II25, II26, II27, II28, III1	Ib	If**2-1, If**2-2, If**3-1, If**3-2

Die Summe der Massenanteile an den Teilmischungen beträgt dabei 100 %, und die Massenanteile der Teilmischungen an den erfindungsgemäß verwendeten Flüssigkristallmischungen beträgt vorzugsweise 10 % - 85 %.

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristalle können neben den erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I und insbesondere der bevorzugten Teilformeln und ganz besonders der bevorzugten Flüssigkristallmischungen weitere Bestandteile enthalten, die vorzugsweise ausgewählt werden aus nematischen oder nematogenen (monotropen oder isotropen) Substanzen, insbesondere Substanzen aus den Klassen der Azoxybenzole, Benzylidenaniline, Biphenyle, Terphenyle, Phenyl- oder Cyclohexylbenzoate, Cyclohexancarbonsäurephenyl- oder Cyclohexylester, Phenyl- oder Cyclohexylester der Cyclohexylbenzoesäure, Phenyl- oder Cyclohexylester der Cyclohexylcyclohexancarbonsäure, Cyclohexylphenylester der Benzoesäure, der Cyclohexancarbonsäure, bzw. der Cyclohexylcyclohexancarbonsäure, Phenylcyclohexane, Cyclohexylbiphenyle, Phenyl cyclohexylcyclohexane, Cyclohexylcyclohexane, Cyclohexylcyclohexene, Cyclohexylcyclohexylcyclohexene, 1,4-Bis-cyclohexylbenzole, 4,4'-Bis-cyclohexylbiphenyle, Phenyl- oder Cyclohexylpyrimidine, Phenyl- oder Cyclohexylpyridine, Phenyl- oder Cyclohexyldioxane, Phenyl- oder Cyclohexyl-1,3-dithiane, 1,2-Dipheylethane, 1,2-Dicyclohexylethane, 1-Phenyl-2-cyclohexylethane, 1-Cyclohexyl-2-(4-phenylcyclohexyl)-

clohexyl)-ethane, 1-Cyclohexyl-2-biphenylethane, 1-Phenyl-2-cyclohexylphenylethane, gegebenenfalls halogenierten Stilbene, Benzylphenylether, Tolane und substituierten Zimtsäuren. Die 1,4-Phenylengruppen in diesen Verbindungen können auch fluoriert sein.

In diesen Verbindungen bedeuten die beiden terminalen Gruppen vorzugsweise jeweils unabhängig voneinander Alkyl, Alkenyl, Alkoxy, Alkenyloxy oder Alkanoyloxy mit bis zu 8 Kohlenstoffatomen. Bei den meisten dieser Verbindungen sind R' und R'' voneinander verschieden, wobei einer dieser Reste meist Alkyl oder Alkenyl ist.

Es ist aber auch möglich, daß eine und/oder beide terminale Gruppen einen polaren Rest -CN, -NCS, -F, -Cl, oder $(O)_l CX_k H_{3-k}$ bedeuten, wobei l 0 oder 1, k 1, 2 oder 3 und X F oder Cl ist. Bedeutet nur eine der terminalen Gruppen einen der angegebenen polaren Reste, ist die andere vorzugsweise Alkyl oder Alkenyl.

Viele solcher Substanzen oder auch Gemische davon sind im Handel erhältlich. Alle diese Substanzen sind nach literaturbekannten Methoden oder in Analogie dazu erhältlich.

Die in den erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristall-Systemen verwendeten Flüssigkristalle enthalten vorzugsweise 1 %-100 %, insbesondere 10 %-100 % und ganz besonders 20 %-100 % an Verbindungen der Formel I. Dabei sind Flüssigkristallmischungen bevorzugt, welche 1-20 und insbesondere 1-15 Verbindungen der Formel I enthalten. Wenn die Flüssigkristallverbindungen der Formel I aus nur einer Untergruppe der Formeln Ia-II ausgewählt sind, enthält die Flüssigkristallmischung vorzugsweise 1-5 und insbesondere 1-3 Verbindungen dieser Teilformel von Formel I.

Die Flüssigkristallmischungen basieren vorzugsweise auf Verbindungen, die aus der Gruppe der Formeln I, II, III und IV ausgewählt werden. Der Massenanteil der aus der Gruppe der Formeln I, II, III und IV ausgewählten Verbindungen an der Flüssigkristallmischung beträgt vorzugsweise 5 %-100 %, insbesondere 10 %-100 % und ganz besonders 15 %-98 %. Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen enthalten vorzugsweise 2-40, insbesondere jedoch 2-38 und ganz besonders 2-35 Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I, II, III, IV und V.

Die dielektrische Anisotropie der verwendeten Flüssigkristallmischung ist positiv $\Delta\epsilon > 0$ und vorzugsweise $\Delta\epsilon > 3$.

Für kleinere Werte der dielektrischen Anisotropie $\Delta\epsilon$ werden sehr hohe Schwellenspannungen beobachtet. Besonders bevorzugt sind Werte $\Delta\epsilon > 5$, ganz besonders $\Delta\epsilon > 8$.

Es wurde gefunden, daß Flüssigkristallmischungen, welche auf mittelpolaren Verbindungen mit

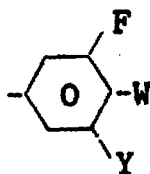
$$3 \leq \Delta\epsilon \leq 20 \quad (*1)$$

und insbesondere

$$3 \leq \Delta\epsilon \leq 15 \quad (*2)$$

basieren, besonders vorteilhafte Eigenschaften und insbesondere eine hohe Temperatur- und UV-Stabilität und einen hohen spezifischen Widerstand aufweisen. Derartige Mischungen sind besonders für Systeme mit hohem Informationsgehalt geeignet, die mit aktiver oder passiver Matrix angesteuert werden, und weiter insbesondere auch für Systeme, die relativ hohe Betriebstemperaturen tolerieren müssen (z.B. Systeme für out-door-Anwendungen). Der Massenanteil mittelpolarer Verbindungen an der Flüssigkristallmischung ist vorzugsweise nicht kleiner als 50 %, insbesondere mindestens 60 % und ganz besonders mindestens 65 %.

Es hat sich gezeigt, daß insbesondere Verbindungen der Formel I mit $W = -F, -Cl, -CF_3, -OCF_3, -OCHF_2$ oder NCS und insbesondere $W = -F, -Cl, -CF_3, -OCF_3$ oder $-OCHF_2$ häufig eine Dielektrizitätskonstante in den bevorzugten Bereichen (*1) bzw. (*2) aufweisen, während Flüssigkristallverbindungen mit $W = -CN$ häufig eine zu hohe Dielektrizitätskonstante aufweisen und für derartige Mischungen weniger geeignet sind; der Massenanteil an Verbindungen, welche eine terminale Carbonitrilgruppe aufweisen, ist in den auf mittelpolaren Verbindungen basierenden Flüssigkristallmischungen vorzugsweise kleiner als 15 % und insbesondere nicht mehr als 10 %. Sind hochpolare Zusätze mit $\Delta\epsilon > 20$ z.B. zur Herabsenkung der Schwellenspannung erforderlich, werden vorzugsweise Verbindungen verwendet, bei denen die eine terminale Gruppe die für R' angegebene Bedeutung hat, während die andere terminale Gruppe durch



gegeben ist, wobei

W -F, -Cl, -CF₃, -OCF₃ oder -OCHF₂ und

Y H oder F

ist.

Verbindungen mit W = -Cl sind im Vergleich zu entsprechenden Verbindungen mit W = -F in der Regel durch eine höhere Doppelbrechung Δn gekennzeichnet und daher oft bevorzugt, wenn eine hohe Doppelbrechung z.B. zur Erhöhung der Streuung im opaken Zustand erwünscht ist.

Durch die vorliegende Erfindung wird dem Fachmann ein begrenzter Pool besonders bevorzugter Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-li sowie besonders bevorzugter Flüssigkristallteilmischungen zur Verfügung gestellt. Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-li und ganz besonders mindestens eine der angegebenen Teilmischungen enthalten, weisen vorteilhafte Eigenschaften auf und entsprechen den eingangs beschriebenen Anforderungen, die bei Verwendung in einem elektrooptischen System gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 gestellt werden, in besonders hohem Maße und sehr viel besser als die bisher in diesen Systemen verwendeten Flüssigkristallmischungen. Dabei kann der Fachmann auf der Grundlage der detaillierten Beschreibung jederzeit ohne erfinderisches Zutun eine Auswahl aus dem beschriebenen Pool bevorzugter Flüssigkristallverbindungen und Flüssigkristallteilmischungen dergestalt treffen, daß die Doppelbrechung Δn und/oder der ordentliche Brechungsindex n_o und/oder andere Brechungsindices und/oder die Viskosität und/oder die dielektrische Anisotropie und/oder der Klärpunkt und/oder weitere Parameter des Flüssigkristalls und/oder die Schwellenspannung und/oder weitere elektrooptische Parameter des Systems und/oder deren Temperaturabhängigkeit und/oder der Arbeitstemperaturbereich und/oder die Löslichkeit des Flüssigkristalls in den zu polymerisierenden Monomeren bzw. Oligomeren und/oder in der gehärteten Matrix bzw. dem gehärteten Netzwerk und/oder weitere Parameter des Flüssigkristalls und des Systems im Hinblick auf die jeweilige Anwendung optimiert werden.

Ist z.B. ein hoher Klärpunkt erforderlich, wird der Fachmann z.B. eine Auswahl unter den Verbindungen der Formel I und insbesondere den Teilformeln Ia-li und den bevorzugten Teilmischungen vorzugsweise so treffen, daß der Massenanteil 2-kerniger Verbindungen an der Flüssigkristallmischung nicht zu hoch ist. Daneben kann der Fachmann dem Flüssigkristall z.B. auch 4-kernige Verbindungen der Formel Ia4-1 - Ia4-4 oder auch andere hochklärende Substanzen zugeben wie z.B.

R²-Phe-Phe-Cyc-R³

R²-Cyc-Phe-Phe-Cyc-R³.

In diesen Verbindungen bedeuten R² und R³ jeweils unabhängig voneinander vorzugsweise Alkyl, Methoxy, Alkoxyacetyl oder Alkanoyloxy mit 1-15 C-Atomen.

Derartige Zusätze sind dem Fachmann bekannt und er kann sie ohne weiteres aus den oben aufgezählten Substanzklassen auswählen. Dabei wird der Fachmann die Konzentration derartiger Zusätze vorzugsweise so wählen, daß insbesondere Δn und/oder n_o und/oder ein anderer, bei der jeweiligen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen elektrooptischen Systems anzupassender Brechungsindex und/oder $\Delta \epsilon$ und/oder weitere, für die jeweilige Anwendung wichtige physikalische Parameter nur in einem akzeptablen und/oder kleinen und/oder insbesondere vernachlässigbarem Ausmaß beeinflusst werden.

Wird das erfindungsgemäße System z.B. mit einer Wechselspannung angesteuert, ist die Verwendung einer hochviskosen Flüssigkristallmischung erforderlich, da sonst insbesondere bei niederen bis mittleren Frequenzen eine flimmernde Anzeige resultiert. Zur Erhöhung der Viskosität kann der Fachmann der Flüssigkristallmischung hochviskose Flüssigkristallverbindungen zusetzen. Diese Verbindungen werden vorzugsweise aus der Gruppe der Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-li ausgewählt, sie können aber auch den oben genannten Substanzklassen entnommen werden. Insbesondere können zur Erhöhung der Viskosität auch eine oder mehrere Seitenkettenpolymere zugesetzt werden, wie dies in DE 39 19 942 beschrieben ist. Wird das elektrooptische System dagegen z.B. als Matrixdisplay mit hohen Informationsgehalt verwendet, sind insbesondere niedrigviskose Flüssigkristallmischungen zur Erzielung kleiner Schaltzeiten bevorzugt.

Der Fachmann wird in diesem Fall aus der Gruppe der Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-li eine Auswahl vorzugsweise so treffen, daß der Anteil 3- und 4-kerniger Verbindungen nicht

zu hoch ist; ist die Verwendung eine hohen anteils 3- und 4-kerniger Verbindungen zur Erzielung eines hohen Klärpunkts erforderlich, wird der Fachmann im allgemeinen lateral fluorierte oder chlorierte Verbindungen der Formeln Ia-li bevorzugen. Es ist aber auch möglich, daß der Fachmann aus den oben aufgezählten Substanzklassen solche mit niedriger Viskosität auswählt, wie z.B.

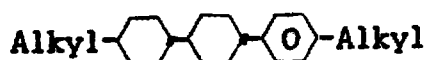
5 R²-Cyc-Phe.3F-Phe-R³

und der erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischung zusetzt. R² und R³ haben in dieser beispielhaft genannten Verbindung vorzugsweise die oben angegebenen Bedeutungen.

Der Fachmann wird die zur Modifizierung der Viskosität verwendeten Substanzen und ihre Konzentration so wählen, daß andere entscheidende Parameter der Flüssigkristallmischung wie z.B. $\Delta\epsilon$ und bei
10 Verwendung von Viskositätsniedrigem insbesondere T_C nur in einem akzeptablen und/oder kleinen und/oder unwesentlichen Ausmaß beeinflußt wird.

Gegebenenfalls können hochnematogene Substanzen wie z.B.

15



20

zugesetzt werden, wobei der Fachmann berücksichtigt, daß durch derartige Zusätze andere Parameter und insbesondere die Löslichkeit der Flüssigkristallmischung in dem für die Matrix verwendeten Polymer nicht zu stark geändert werden.

25

Zur Modifizierung der Doppelbrechung kann der Fachmann z.B. bei Flüssigkristallmischungen, die Verbindungen der Formeln II-IV enthalten, den relativen Anteil dieser Verbindungen an der Mischung variieren; für Mischungen mit sehr hohem Δn können z.B. insbesondere Verbindungen der Formeln II1, II16, IV3 oder IV4 verwendet werden, während z.B. Verbindungen der Formeln III1-III3 für Flüssigkristallmischungen mit relativ niedrigen Werten von Δn bevorzugt sind. Der Fachmann kann natürlich auch ohne weiteres aus den Verbindungen der Formel I eine im Hinblick auf den gewünschten Wert von Δn bevorzugte Auswahl treffen. So sind z.B. Verbindungen der Formel Ig im allgemeinen besonders für Mischungen mit relativ hohem oder hohem Δn bevorzugt, während Verbindungen mit 2 oder mehr gesättigten Ringsystemen
30 im allgemeinen erfindungsgemäße Flüssigkristallmischungen mit relativ niedrigen oder niedrigen Werten von Δn besonders geeignet sind.

35

Zur Erzielung niedriger Schwellenspannungen werden im allgemeinen Flüssigkristallmischungen mit sehr hoher dielektrischer Anisotropie $\Delta\epsilon$ benötigt. Der Fachmann kann aus der Gruppe der Verbindungen der Formel I, insbesondere der Formeln Ia-II, weiter aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II-IV und aus der Gruppe der bevorzugten Teilmischungen eine Auswahl so treffen, daß ein bevorzugter Wert für $\Delta\epsilon$ erhalten wird. Zur Erhöhung von $\Delta\epsilon$ kann der Fachmann der Flüssigkristallmischung z.B. eine Verbindung der Formel II6 zusetzen. Diese Verbindungen sind außerordentlich stark dielektrisch positiv; das Propyl-Homologe (Alkyl = C₃H₇) weist z.B. einen Wert $\Delta\epsilon = 50$ auf. Der Fachmann wird die Konzentration derartiger Zusätze so wählen, daß die Flüssigkristallmischung auf die jeweilige Ausgestaltung des elektrooptischen System optimal abgestimmt ist; insbesondere wird er darauf achten, daß Δn und/oder n_o und/oder ein oder mehrere weitere Brechungsindices des Flüssigkristalls nur in einem akzeptablen und/oder kleinen und/oder vernachlässigbaren Ausmaß beeinflußt werden.

45

Der Fachmann kann die Eigenschaften erfindungsgemäßer Flüssigkristallmischungen im Hinblick auf die jeweilige Anwendung modifizieren und innerhalb gewisser Grenzen optimieren, indem er aus der Gruppe der Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-II, weiter gegebenenfalls aus der Gruppe von Verbindungen der Formeln II-IV und der Gruppe der bevorzugten Teilmischungen eine Auswahl dergestalt trifft, daß die Flüssigkristallmischung im Hinblick auf die jeweilige Anwendung optimiert wird.

50

Entscheidend aber ist, daß Flüssigkristalle, enthaltend Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-li und insbesondere solche Flüssigkristallmischungen, welche eine oder mehrere Verbindungen der Formeln II-IV enthalten, zur Verwendung in erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristall-Systemen besonders geeignet sind. Ganz besonders geeignet sind Flüssigkristallmischungen, die eine oder mehrere der bevorzugten Teilmischungen enthalten.

55

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen, die eine oder mehrere Verbindungen der Formel I und insbesondere der Formeln Ia-li enthalten, stellen für die Anwendung in elektrooptischen Systemen auch besonders geeignete "stabile Gerüstmischungen" dar, die im allgemeinen durch die beschriebenen Methoden und/oder Zusätze im Hinblick auf spezielle Anforderungen optimiert werden können, ohne daß andere Parameter der Mischung gleichzeitig eine zu drastische und die Verwendbarkeit der Mischung in den elektrooptischen Systemen erheblich beeinträchtigende Änderung erfahren.

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen sind zur Anwendung in elektrooptischen Systemen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 besonders geeignet. Den erfindungsgemäßen Flüssigkristallen und den erfindungsgemäßen elektrooptischen Systemen kommt somit eine erhebliche kommerzielle Bedeutung zu.

Die erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen können durch weitere Zusätze so modifiziert werden, daß sie in allen elektrooptischen Systemen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 verwendet werden können.

Derartige Zusätze sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur ausführlich beschrieben. So können z.B. pleochroitische Farbstoffe zur Herstellung farbiger elektrooptischer Systeme oder Substanzen zur Veränderung der dielektrischen Anisotropie, der optischen Anisotropie, der Viskosität und/oder der Temperaturabhängigkeit elektrooptischer Parameter der Flüssigkristalle zugesetzt werden. Derartige Substanzen sind z.B. in H. Kelker, R. Hatz, Handbook of Liquid Crystals, Verlag Chemie, Weinheim, 1980 und in den DE-OS 22 09 127, 22 40 864, 23 21 632, 23 38 281, 24 50 088, 26 37 430, 28 53 728 und 29 02 177 beschrieben.

Elektrooptische Flüssigkristallsysteme, bei denen dem Flüssigkristall pleochroitische Farbstoffe in einem Gewichtsprozentbereich von 0-25 %, insbesondere 0-20 % und ganz besonders 0-15 % zugesetzt sind, sind bevorzugt.

Weiter können den erfindungsgemäßen Flüssigkristallmischungen chirale mesogene oder auch nicht mesogene Verbindungen zur Erhöhung der Streuung im opaken Zustand und/oder zur Beeinflussung der Steilheit der elektrooptischen Kennlinie, wie dies z.B. in DE 40 07 039 beschrieben ist, zugesetzt werden. Erfindungsgemäße Flüssigkristalle, die 0-15 % und insbesondere 0-10 % chirale Zusätze enthalten, sind bevorzugt.

Die erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallsysteme können durch Anlegen einer Gleich- oder Wechselspannung geschaltet werden. Bevorzugt jedoch wird eine Wechselspannung verwendet, die eine Effektiv-Wechselspannungsamplitude zwischen 1 und 240 Volt und eine Wechselspannungsfrequenz zwischen 10 Hz und 10 kHz aufweist. Besonders bevorzugt sind Amplituden zwischen 2 und 220 Volt und Frequenzen zwischen 20 und 120 Hz. Ganz besonders bevorzugt liegt die Amplitude der Wechselspannung zwischen 2 und 130 V.

Die Herstellung der erfindungsgemäß verwendbaren Flüssigkristallmischungen erfolgt in an sich üblicher Weise. In der Regel wird die gewünschte Menge der in geringerer Menge verwendeten Komponenten in den den Hauptbestandteil ausmachenden Komponenten gelöst, zweckmäßig bei erhöhter Temperatur. Es ist auch möglich, Lösungen der Komponenten in einem organischen Lösungsmittel, z.B. in Aceton, Chloroform oder Methanol, zu mischen und das Lösungsmittel nach Durchmischung wieder zu entfernen, beispielsweise durch Destillation.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung erläutern, ohne sie zu begrenzen.

Es bedeuten:

- K: Kristallin-fester Zustand,
- S: smektische Phase (der Index kennzeichnet der Phasentyp),
- N: nematische Phase,
- I: Isotrope Phase.

Die zwischen 2 Symbolen stehende Zahl gibt die Umwandlungstemperatur in Grad Celsius an.

Die angegebenen Prozentzahlen sind Massenprozent.

Beispiel 1

- a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht
- 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 - 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 - 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 - 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 - 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 - 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 - 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 - 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 - 20 % 1-(4-(4-Pentylphenyl)-phenyl)-2-(3-fluor-4-cyanophenyl)-ethan
- b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach verschiedenen Verfahren 1.1-1.3 und 2 hergestellt.
1. Mikrotropfen-Matrix-Systeme

1.1 Die Flüssigkristallmischung aus a) wird mit dem durch UV-Bestrahlung härtbaren Klebstoff NOA 65 (Norland Products) im Verhältnis 1,6:1 bei Raumtemperatur gerührt, bis eine klare Lösung erhalten wird, die zusammen mit Abstandshaltern (20 μm) zwischen 2 durchsichtige, mit Elektrodenschichten versehene Glassubstrate gebracht wird. Die Glassubstrate werden zusammengedrückt, wodurch ein gleichmäßiger Film mit einer Dicke von 20 μm erhalten wird, der durch eine 1minütige UV-Bestrahlung ausgehärtet wird.

1.2 Die Flüssigkristallmischung aus a) wird mit Epikote 828 und Capcure 3-800 (Miller Stephenson Company) im Verhältnis 1:1:1 bei Raumtemperatur gerührt, bis eine klare Lösung erhalten wird; die Rührzeit wird so kurz wie möglich gehalten, da die Lösung bei Raumtemperatur bereits nach etwa 1/2 h ausgehärtet ist. Die Lösung wird zusammen mit Abstandshaltern (20 μm) zwischen 2 durchsichtige, mit Elektroden schichten versehene Glassubstrate gebracht, die zusammengedrückt werden, wodurch ein gleichmäßiger Film mit einer Dicke von 20 μm erhalten wird. Zur Beschleunigung des Aushärtprozesses können die Filme auf Temperatur bis 100 °C erwärmt werden.

1.3 5 g der Flüssigkristallmischung aus a) werden mit 15 g 20 % wässriger PVA-Lösung bei Raumtemperatur 2 Minuten lang mit 2.000 rpm gerührt. Die erhaltene Lösung wird 24 h lang entgast und zusammen mit Abstandshaltern (20 μm) in dünner Schicht auf ein mit einer Elektrodenschicht versehenes Glassubstrat aufgebracht. Die Anordnung wird 1 h bei 85 °C getrocknet, bevor ein zweites mit einer Elektrodenschicht versehenes Glassubstrat aufgedrückt wird, wodurch ein gleichmäßiger Film mit einer Dicke von 20 μm erhalten wird. Das so erhaltene System wird weitere 24 h bei 85 °C getrocknet.

2. Netzwerksystem

Die Flüssigkristallmischung aus a) wird mit Trimethylol-propan-triacrylat als polymerisierbarer Verbindung und 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropan-1-on (Darocure 1173, Handelsprodukt von E. Merck, Darmstadt) als Photoinitiator im Verhältnis 80 : 19,8 : 0,2 gerührt und unter Hinzufügung von Abstandshaltern mit einer Dicke von 20 μm zwischen 2 mit Elektrodenschichten versehene Glasplatten gebracht. Zur Härtung des Polymers wurde das erhaltene System mit einer definierten Geschwindigkeit (3 m/min) durch das Strahlungsfeld einer Halogenlampe (70 W/cm) gefahren.

Die nach den Verfahren b) 1.1-1.3 und 2 hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 2

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 9 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
- 7 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
- 12,5 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
- 7,5 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
- 3,5 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
- 8 % 4-Pentyl-4'-cyanoterphenyl
- 4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
- 11 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyano biphenyl
- 3,5 % 1-(4-(4-Pentylphenyl)-phenyl)-2-(4-cyano phenyl)-ethan
- 3,5 % 1-(4-(4-Pentylphenyl)-phenyl)-2-(3-fluoro-4-cyanophenyl)-ethan
- 3,5 % 1-(4-(4-Propylphenyl)-phenyl)-2-(3-fluoro-4-cyanophenyl)-ethan
- 2,5 % 4-Propyl-4'-cyanobiphenyl
- 7,5 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl
- 17 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl

und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 93 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 38 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,20 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 15,2 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1, 1.1-1.3 und 2 beschriebenen Verfahren hergestellt.

Beispiel 3

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

- 11 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl
 - 5 % 4-Propyl-4'-cyanobiphenyl
 - 10 % 4-Heptyl-4'-cyanobiphenyl
 - 37 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 - 12 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl
 - 15 % 4-Pentyl-3'',5''-difluoro-4''-cyanoterphenyl
 - 10 % 4-Phenyl-3'',5''-difluoro-4''-cyanoterphenyl
- und folgende physikalische Parameter aufweist:

Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 20,0$ (20 °C, 1 kHz)
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,233$ (20 °C, 589 nm)

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1, 1.1-1.3 und 2 beschriebenen Verfahren hergestellt.

Beispiel 4

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

- 28 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-ethylpyridin
- 28 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
- 29 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
- 15 % 4-Pentyl-3'',5''-difluoro-4''-cyanoterphenyl

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1, b) beschriebenen Verfahren hergestellt.

Beispiel 5

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

- 19 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-ethylpyridin
- 19 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
- 19 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
- 19 % 4-Phenyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl
- 12 % 1-(4-(4-Pentylphenyl)-phenyl)-2-(3-fluoro-4-cyanophenyl)-ethan
- 12 % 4-Phenyl-4'-cyanoterphenyl

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1, b) beschriebenen Verfahren hergestellt.

Beispiel 6

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

- 20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-ethylpyrimidin
- 20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyrimidin
- 20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyrimidin
- 20 % 4-Pentyl-3'',5''-difluoro-4''-cyano-terphenyl
- 20 % 4-Phenyl-4'-cyanobiphenyl

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1, b) beschriebenen Verfahren hergestellt.

Beispiel 7

a) Ein elektrooptisches System, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

20 % 1-(trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl)-2-(3-fluoro-4-cyanophenyl)-ethan

14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril

11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril

20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril

12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl

4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl

6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 8

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus

43 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl

17 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl

13 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl

17 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl

10 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl

weist die folgenden physikalischen Daten auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,246$ (20 °C, 589 nm)
Schwellenspannung	$V[90.0.20] = 1,44$ V

Die Schwellenspannung wurde in einer TN-Zelle (Twistwinkel $\Psi = \pi/4$) gemessen, die einen Zellabstand von $d = 7 \mu\text{m}$ aufweist und sich zwischen gekreuzten Polarisatoren befindet.

b) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus

30 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl

15 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl

20 % 4-(Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl

10 % 4-Propyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl

15 % 4-Pentyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl

10 % 4-Pentyl-4''-fluoro-4''-cyanoterphenyl

weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,246$
Schwellenspannung	$V[90.0.20] = 1,26$ V

Die Schwellenspannung wurde in einer TN-Zelle (Twistwinkel $\Psi = \pi/4$) gemessen, die einen Zellabstand von $d = 7 \mu\text{m}$ aufweist und sich zwischen gekreuzten Polarisatoren befindet.

Die vorteilhaften Eigenschaften der Mischungen gemäß der vorliegenden Erfindung werden durch einen Vergleich der Ergebnisse aus den Beispielen 8a) und b) deutlich.

c) Nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren wurden mit den Mischungen aus den Beispielen 8a) und b) elektrooptische Systeme hergestellt. Das mit der Flüssigkristallmischung aus Beispiel 8b) hergestellte System weist vorteilhaftere Eigenschaften als das System mit der Mischung aus 8a) auf und zeichnet sich insbesondere durch eine niedrigere Schwellenspannung aus.

Beispiel 9

- a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 20 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril
 15 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 15 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl
 5 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 15 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 10 % 4-Propyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 15 % 4-Pentyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 5 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,218$ (20 °C, 589 nm)
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,522$ (20 °C, 589 nm)
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 16,71$ (20 °C, 1 kHz)
Schwellenspannung	$V[90.0.20] = 1,33$ V

Die Schwellenspannung wurde in einer TN-Zelle (Twistwinkel $\Psi = \pi/4$) gemessen, die einen Zellabstand von $d = 7 \mu\text{m}$ aufweist und sich zwischen gekreuzten Polarisatoren befindet.

- b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 10

- a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 12 % 4-Ethyl-4-cyanobiphenyl
 4 % 4-Propyl-4-cyanobiphenyl
 29,6 % 4-Pentyl-4-cyanobiphenyl
 8,8 % 4-Propoxy-4-cyanobiphenyl
 8,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 20,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 5,6 % 4-(4-Cyanophenyl)-phenyl-4-(4-heptylphenyl)-phenyl-carboxylate
 12 % 4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,286$ (20 °C, 589 nm)
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,530$ (20 °C, 589 nm)
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 13,5$ (20 °C, 1 kHz)
Schwellenspannung	$V[90.0.20] = 1,66$ V
Extinktionskoeffizient	$\gamma = 1,629$ für $\lambda = 350$ nm $\gamma = 0,130$ für $\lambda = 360$ nm $\gamma = 0,006$ für $\lambda = 370$ nm
Klärpunkt N 113 I	

Der Extinktionskoeffizient wird bestimmt gemäß

$$\gamma = \frac{A}{l \cdot C_w}$$

wobei A die Absorption, l die vom Licht durchquerte Dicke der Flüssigkristallschicht in cm und C_w die Masse des Flüssigkristalls in g pro 100 ml Lösung ist.

Die Schwellenspannung wurde gemessen wie in Beispiel 9a) angegeben.

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 11

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 14,0 % 4-Ethyl-4-cyanobiphenyl
 5,0 % 4-Propyl-4-cyanobiphenyl
 33,0 % 4-Pentyl-4-cyanobiphenyl
 12,0 % 4-Propoxy-4-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-Pentyl-4"-cyanoterphenyl
 23,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 3,0 % 4-(4-Cyanophenyl)-phenyl-4-(4-heptylphenyl)-phenyl-carboxylate
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,287$ (20 °C, 589 nm)
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,533$ (20 °C, 589 nm)
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 14,1$ (20 °C, 1 kHz)
Schwellenspannung	$V [90.0.20] = 1,60$ V
Klärpunkt N 96 I	

Die Schwellenspannung wurde gemessen wie in Beispiel 9a) angegeben.

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 12

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 35,0 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 12,0 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl
 14,0 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-Pentyl-4"-cyanoterphenyl
 23,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 3,0 % 4-(4-Cyanophenyl)-phenyl-4-(4-heptylphenyl)-phenyl-carboxylate
 7,0 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,280$ (20 °C, 589 nm)
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,527$ (20 °C)
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 13,0$ (20 °C, 1 kHz)
Schwellenspannung	$V [90.0.20] = 1,71$ V
Klärpunkt N 97 I	

Die Schwellenspannung wurde gemessen wie in Beispiel 9a) angegeben.

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 13

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 32,0 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 12,0 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl
 13,0 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl
 8,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 22,0 % 4-(4-Propylphenyl)-4-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 3,0 % 4-(4-Cyanophenyl)-phenyl-4-(4-heptylphenyl)-phenyl-carboxylate
 5,0 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl
 5,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung ordentlicher Brechungsindex	$\Delta n = 0,284$ (20 °C, 589 nm) $n_o = 1,526$ (20 °C, 589 nm)
Klärpunkt N 108 I	

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 14

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 33,0 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 12,0 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl
 14,0 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 23,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 3,0 % 4-(4-Cyanophenyl)-phenyl-4-(4-heptylphenyl)-phenyl-carboxylate
 5,0 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung ordentlicher Brechungsindex	$\Delta n = 0,288$ (20 °C, 589 nm) $n_o = 1,528$ (20 °C, 589 nm)
Klärpunkt N 105 I	

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 15

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 30 % 4-Hexyl-4'-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl
 7,0 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 15,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 5,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril
 8,0 % 1-Propoxy-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexan
 20,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung ordentlicher Brechungsindex	$\Delta n = 0,2293$ (20 °C, 589 nm) $n_o = 1,5151$ (20 °C, 589 nm)
Klärpunkt N 102 I	

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 16

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 32,0 % 4-Phenyl-4'-cyanobiphenyl
 12,0 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl
 13,0 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 23,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 3,0 % 4-(4-Cyanophenyl)-phenyl-4-(4-heptylphenyl)-phenyl-carboxylate
 5,0 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung ordentlicher Brechungsindex dielektrische Anisotropie Schwellenspannung	$\Delta n = 0,283$ (20 °C, 589 nm) $n_o = 1,564$ (20 °C, 589 nm) $\Delta \epsilon = 12,8$ (20 °C, 1 kHz) $V [90.0.20] = 1,73$ V
Klärpunkt N 108 I	

Die Schwellenspannung wird nach dem in Beispiel 9a) angegebenen Verfahren gemessen.

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 17

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 10,0 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl
 7,0 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl
 31,0 % 4-Hexyl-4'-cyanobiphenyl
 12,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril
 20,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 15,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung ordentlicher Brechungsindex dielektrische Anisotropie	$\Delta n = 0,2373$ (20 °C, 589 nm) $n_o = 1,5183$ (20 °C, 589 nm) $\Delta \epsilon = 14,0$
Klärpunkt N 105 I	

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung

aus.

Beispiel 18

- 5 a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 20,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril
 15,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-benzonitril
 10,0 % 4-(trans-4-Butylcyclohexyl)-benzonitril
 10,0 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 10 10,0 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl
 7,0 % 4-Propyl-4'-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-(4-Propylcyclohexyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 8,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 15 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung ordentlicher Brechungsindex dielektrische Anisotropie	$\Delta n = 0,2042$ (20 °C, 589 nm) $n_o = 1,5132$ (20 °C, 589 nm) $\Delta \epsilon = 14,8$ (20 °C, 1 kHz)
Klärpunkt N 81 I	

- 20
 25 b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 19

- 30 a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 30,0 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 15,0 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl
 20,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-Propyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 35 15,0 % 4-Pentyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-Pentyl-3''-fluoro-4''-cyano-terphenyl
 weist die folgenden physikalischen Daten auf:

Doppelbrechung Schwellenspannung	$\Delta n = 0,246$ (20 °C, 589 nm) $V [90.0.20] = 1,26$ V
Klärpunkt N 62 I	

- 40
 45 Die Schwellenspannung wird nach dem in Beispiel 9a) angegebenen Verfahren gemessen.
 b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 20

- 50
 55 a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus
 25,0 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 15,0 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl
 18,0 % 4-(4-Propylphenyl)-3-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-Propyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl
 10,0 % 4-Pentyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl

10,0 % 4-Pentyl-3'',5''-difluoro-4''-cyanoterphenyl
 6,0 % 4-Nonyl-3''-fluoro-4''-cyanoterphenyl
 6,0 % 1-[trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl]-2-[4-(4-cyanophenyl)-phenyl]-ethan
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,258$ (20 °C, 589 nm)
Schwellenspannung	$V [90.0.20] = 1,33$ V
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 19,7$ (20 °C, 1 kHz)
Klärpunkt N 82 l	

Die Schwellenspannung wird nach dem in Beispiel 9a angegebenen Verfahren gemessen.

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 21

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 20 % 2-(3-Fluoro-4-cyanophenyl)-5-pentylpyrimidin
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Viskosität	$\eta = 34 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ (20 °C)
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,15$ (20 °C, 589 nm)
Dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 17,8$ (20 °C, 1 kHz)

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 22

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 80 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 33 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,16 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 15,5 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 23

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

14,5 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyano-biphenyl
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyrimidin
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 82 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 34 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,16 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 16,1 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 24

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

17 % 1-Difluoromethoxy-2-fluoro-4-[trans-4-(trans-4-ethylcyclohexyl)-cyclohexyl]-benzol
 17 % 1-Difluoromethoxy-2-fluoro-4-[trans-4-(trans-4-butylcyclohexyl)-cyclohexyl]-benzol
 17 % 1-Difluoromethoxy-2-fluoro-4-[trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl]-benzol
 11 % 1-Difluoromethoxy-4-[trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl]-benzol
 6 % 1-(trans-4-Propylcyclohexyl)-2-(4-difluormethoxyphenyl)-ethan
 6 % 1-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-(4-difluormethoxyphenyl)-ethan
 6 % 1-Difluormethoxy-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-benzol
 8 % 4-Propyl-4'-difluoromethoxy-biphenyl
 12 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-difluoromethoxybiphenyl
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 87 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 19 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,0985 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 6,3 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach dem in Beispiel 1b), 1.1-1.3 und 2 beschriebenen Verfahren hergestellt.

Die nach dem Verfahren b) 1.1-1.3 und 2 hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast sowie insbesondere eine hohe Stabilität aus.

Beispiel 25

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin

25 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl

15 % 4-Pentyl-4"-cyanoterphenyl

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 26

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin

20 % 4-Pentyl-2-fluoro-4'-cyanobiphenyl

10 % 1-(4-(4-Pentylphenyl)-phenyl)-2-(3-fluoro-4-cyanophenyl)-ethan

10 % 4-Pentyl-4'-cyanoterphenyl

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 27

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

30 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin

30 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin

10 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin

10 % 1-(4-(5-Pentylpyridin-2-yl)-phenyl)-2-(3-fluoro-4-cyanophenyl)-ethan

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 28

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung die aus folgenden Verbindungen besteht:

30 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin

30 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin

10 % 1-(4-(4-Pentylphenyl)-phenyl)-2-(3-fluoro-4-cyanophenyl)-ethan

10 % 1-(4-Pentylphenyl)-2-(4-(4-Cyanophenyl)-phenyl)-ethan

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 29

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-ethylpyrimidin
 20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyrimidin
 20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyrimidin
 20 % 4-Pentyl-3",5"-difluoro-4"-cyano-terphenyl

20 % 2-Fluoro-4-pentyl-4'-cyanobiphenyl

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 30

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

10,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propyl-1,3-dioxan
 15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butyl-1,3-dioxan
 15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentyl-1,3-dioxan
 20,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-benzonitril
 15,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril
 10,0 % 4-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-benzonitril
 5,0 % 4-(trans-4-Propyl-cyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-(trans-4-Pentyl-cyclohexyl)-4'-(trans-4-pentylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-(trans-4-Pentyl-cyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl

und folgende physikalische Eigenschaften aufweist

Klärpunkt	$T_c = 76 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 34 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,131 (589 \text{ nm}, 20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 17 (1 \text{ kHz}, 20 \text{ } ^\circ\text{C})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 31

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propyl-1,3-dioxan
 10,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butyl-1,3-dioxan
 15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentyl-1,3-dioxan
 15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
 15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 5,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-pentylcyclohexyl)-biphenyl

5,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
und folgende physikalische Parameter aufweist

Klärpunkt	$T_c = 68 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 45 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,131 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 17 (1 \text{ kHz}, 20 \text{ } ^\circ\text{C})$

- b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 32

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

15 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propyl-1,3-dioxan

15 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butyl-1,3-dioxan

15 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentyl-1,3-dioxan

20 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl

20 % 4-Heptyl-4'-cyanobiphenyl

5 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-cyclohexyl)-biphenyl

5 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-pentyl-cyclohexyl)-biphenyl

5 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-cyclohexyl)-biphenyl

und folgende physikalische Parameter aufweist

Klärpunkt	$T_c = 72 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 38 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,166 (589 \text{ nm}, 20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 20 (1 \text{ kHz}, 20 \text{ } ^\circ\text{C})$

- b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 33

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

10 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propyl-1,3-dioxan

10 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butyl-1,3-dioxan

15 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentyl-1,3-dioxan

5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyrimidin

10 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-heptylpyrimidin

15 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-benzonitril

10 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril

10 % 4-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-benzonitril

5 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl

5 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl

5 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl

und folgende physikalische Parameter aufweist

Klärpunkt	$T_c = 76 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 38 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,15 (589 \text{ nm}, 20 \text{ }^\circ\text{C})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 21 (1 \text{ kHz}, 20 \text{ }^\circ\text{C})$

5

10

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 34

15

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

20 % 1-(4-(4-Pentylphenyl)-phenyl)-2-(4-cyanophenyl)-ethan

14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril

11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril

20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril

20

12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl

4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl

6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl

25

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

30 Beispiel 35

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril

35

11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril

20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril

12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl

4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl

40

6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl

20 % 1-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-(4-cyanophenyl)-ethan

und folgende physikalische Parameter aufweist:

45

Klärpunkt	$T_c = 80 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 29 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,14 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 11,8 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

50

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung und einen hohen Kontrast aus.

55

Beispiel 36

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 21,2 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
- 21,2 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
- 21,2 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
- 21,2 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
- 5,0 % 4-Propoxy-4'-fluorotolan
- 5,0 % 4-Butoxy-4'-fluorotolan
- 5,0 % 4-Pentoxy-4'-fluorotolan

und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 75 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 58 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,2627 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,5277 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 22,6 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung und einen hohen Kontrast aus.

Beispiel 37

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 16,9 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
- 13,7 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
- 22,5 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
- 14,5 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
- 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
- 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
- 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
- 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
- 10,0 % 1-[4-[trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl]-phenyl]-2-(4-cyanophenyl)-ethan

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, und eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast aus.

Beispiel 38

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
- 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
- 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
- 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
- 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
- 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
- 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
- 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
- 20 % 3-(4-Isothiocyanatophenyl)-5-pentylpyrimidin

und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 83 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 28 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,18 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 14,6 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, und eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast aus.

Beispiel 39

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

- 16,2 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
- 12,6 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
- 22,5 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
- 13,5 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
- 6,3 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
- 5,4 % 4-Pentyl-4"-cyanoterphenyl
- 7,2 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
- 6,3 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
- 10 % 1-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4-isothiocyanatobenzol

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1, b), 1.1-1.3 und 2 beschriebenen Verfahren hergestellt.

Die nach diesem Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung aus und einen hohen Kontrast aus.

Beispiel 40

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 - 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 - 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 - 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 - 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 - 4,8 % 4-Pentyl-4"-cyanoterphenyl
 - 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 - 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 - 12 % 1-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4-isothiocyanatobenzol
 - 8 % 1-(trans-4-Butylcyclohexyl)-4-isothiocyanatobenzol
- und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 80 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 24 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,15 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 11,8 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1, b), 1.1-1.3 und 2 beschriebenen Verfahren hergestellt.

Die nach diesem Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung aus und einen hohen Kontrast

aus.

Beispiel 41

- 5 a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht
 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 10 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 15 10 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-difluormethoxybiphenyl
 10 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-difluormethoxybiphenyl
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 102 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 31 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,15 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 11,4 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

- 20 b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast aus.

30 Beispiel 42

- a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht
 16,2 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 35 12,6 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 22,5 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 5,4 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 7,2 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 6,3 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 40 10 % 4-Pentyl-4''-difluormethoxy-terphenyl
 13,5 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,3 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für
 45 die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast aus.

Beispiel 43

- 50 a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht
 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 55 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 20 % 1-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4-fluorobenzol
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

5

Viskosität	$\eta = 20 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20^\circ \text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,12 (20^\circ \text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 10,2 (20^\circ \text{C}, 1 \text{ kHz})$

- 10 b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast aus.

15 Beispiel 44

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 20 % 2-(4-(3,4-Difluorphenyl)-phenyl)-5-heptylpyrimidin
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

30

Klärpunkt	$T_c = 97^\circ \text{C}$
Viskosität	$\eta = 48 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20^\circ \text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,16 (20^\circ \text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 12,9 (20^\circ \text{C}, 1 \text{ kHz})$

35

- b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast aus.

40

Beispiel 45

a) Ein elektrooptisches System, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 5 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-chlorobiphenyl
 17,1 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 13,3 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 23,8 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 14,3 % 4-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-benzonitril
 6,7 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,7 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,7 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 7,6 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

55

Klärpunkt	$T_C = 95 \text{ } ^\circ\text{C}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,15 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 11,6 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$
Fließviskosität	$\eta = 31 \text{ mm}^2/\text{s} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und insbesondere durch eine hohe UV-Stabilität aus.

Beispiel 46

a) Ein elektrooptisches System, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

20 % 1-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4-chlorobenzol
 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 69 \text{ } ^\circ\text{C}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,13 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 10,8 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$
Fließviskosität	$\eta = 21 \text{ mm}^2/\text{s} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und insbesondere durch eine hohe UV-Stabilität aus.

Beispiel 46

a) Ein elektrooptisches System, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

5,0 % 2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-3'',4''-difluorterphenyl
 8,0 % 1-[4-(2-Fluor-4-propylphenyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 11,0 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 7,0 % 1-{4-[4-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorphenyl]-phenyl}-2-(3,4-difluorphenyl)-ethan
 7,0 % 1-{4-[4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluorphenyl]-phenyl}-2-(3,4-difluorphenyl)-ethan
 2,0 % 1-{4-[4-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorphenyl]-phenyl}-2-(3-fluorphenyl)-ethan
 6,0 % 1-{4-[4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluorphenyl]-phenyl}-2-(3-fluorphenyl)-ethan
 10,0 % 4-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-3',4'-difluorbiphenyl
 10,0 % 1-(4-Pentylphenyl)-2-[4-(3,4-difluorphenyl)-phenyl]-ethan
 10,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-3',4'-difluorbiphenyl
 10,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-3',4'-difluorbiphenyl
 7,0 % 4-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-3',4',5'-trifluorbiphenyl
 7,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-3',4',5'-trifluorbiphenyl
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 97 \text{ }^\circ\text{C}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,1680 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,5115 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 7,6 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und insbesondere durch eine hohe UV-Stabilität aus.

Beispiel 47

a) Ein elektrooptisches System, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

12,1 % 3-Fluoro-4-chlorophenyl-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 9,9 % 3-Fluoro-4-chlorophenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 9,0 % 3-Fluoro-4-chlorophenyl-trans-4-propylcyclohexyl-carboxylat
 9,0 % 3-Fluoro-4-chlorophenyl-trans-4-pentylcyclohexyl-carboxylat
 10,0 % 2-Fluoro-4-pentylphenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 10,0 % 2-Fluoro-4-pentylphenyl-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 10,0 % 2-Fluoro-4-propylphenyl-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 15,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-benzonitril
 10,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril
 5,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Viskosität	$\eta = 30,4 \text{ mm}^2/\text{s} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Doppelbrechung	$\Delta n = 0,11 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Klärpunkt N 114,9 l	

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und insbesondere durch eine hohe UV-Stabilität aus.

Beispiel 48

a) Ein elektrooptisches System, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

12,1 % 3-Fluoro-4-chlorophenyl-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 9,9 % 3-Fluoro-4-chlorophenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 9,0 % 3-Fluoro-4-chlorophenyl-trans-4-propylcyclohexyl-carboxylat
 9,0 % 3-Fluoro-4-chlorophenyl-trans-4-pentylcyclohexyl-carboxylat
 8,0 % 2-Fluoro-4-pentylphenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 7,0 % 2-Fluoro-4-pentylphenyl-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 7,0 % 2-Fluoro-4-propylphenyl-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 15,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-benzonitril
 13,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril
 2,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 8,0 % 4-Pentylphenyl-trans-4-propylcyclohexyl-carboxylat
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Viskosität	$\eta = 25,9 \text{ mm}^2/\text{s} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Doppelbrechung	$\Delta n = 0,10 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Klärpunkt N 94,2 l	

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und insbesondere durch eine hohe UV-Stabilität aus.

5 Beispiel 49

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril

10 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril

20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril

12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl

4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl

15 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl

6 % 4-Propylphenyl-4-heptylbenzoat

7 % 4-Pentylphenyl-4-heptylbenzoat

7 % 4-Heptylphenyl-4-heptylbenzoat

20 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 77^\circ \text{C}$
Viskosität	$\eta = 34 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20^\circ \text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,14 (20^\circ \text{C}, 589 \text{ nm})$

25

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

30

Beispiel 50

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

35

12 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril

20 % 4-Propyl-4'-cyanobiphenyl

13 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl

20 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl

40

15 % 4-Propyl-3''-fluoro-4''-cyanoterphenyl

20 % 4-Pentoxy-4'-fluoro-tolan

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung und einen hohen Kontrast aus.

45

Beispiel 51

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

50

18 % 4-Cyano-4'-(trans-4-pentylcyclohexyl)-biphenyl

35 % 4-Cyano-4'-hexylbiphenyl

22 % 4-Cyano-4'-pentylbiphenyl

9 % 4-Cyano-4''-pentylterphenyl

55

5 % 4-Cyano-4'-yl-biphenyl-4-heptyl-4'-yl-biphenylcarboxylat

5 % 4-Cyano-4'-nonoxybiphenyl

6 % 1-(trans-4-Propylcyclohexyl)-2-(4-pentyl-2-fluoro-4'-yl-biphenyl)-ethan

und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 100 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 55 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 14,1 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,24 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

5

- b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, eine niedrige Schwellenspannung, eine gute Herstellbarkeit und einen hohen Kontrast aus.

10

Beispiel 52

- a) Eine elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

15

25 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin

25 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin

25 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin

25 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin

20

und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 85 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 70 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,269 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 24,1 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

25

- b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung und einen hohen Kontrast aus.

30

Beispiel 53

- a) Eine elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

35

17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin

17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin

17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin

40

17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin

15,0 % 1-[4-(4-Propylphenyl)-phenyl]-2-(3-fluor-4-cyanophenyl)-ethan

15,0 % 1-[4-(4-Pentylphenyl)-phenyl]-2-(3-fluor-4-cyanophenyl)-ethan

und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

45

Klärpunkt	$T_C = 94 \text{ }^\circ\text{C}$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,272 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 25,6 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

- b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung und einen hohen Kontrast aus.

50

55 Beispiel 54

- a) Eine elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

22,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 22,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
 22,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 22,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
 10,0 % 1-(4-Propylphenyl)-2-[4-(3-fluor-4-cyanophenyl)-phenyl]-ethan
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 82 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 74 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,260 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 25 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung und einen hohen Kontrast aus.

Beispiel 55

a) Eine elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

22,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 22,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
 22,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 22,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
 10,0 % 4-Pentyl-3",5"-difluor-4"-cyanoterphenyl
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 84 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 75 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,266 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 26 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung und einen hohen Kontrast aus.

Beispiel 56

a) Eine elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

20,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 20,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
 20,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 20,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
 10,0 % 2-(3-Fluor-4-cyanophenyl)-5-propylpyrimidin
 10,0 % 2-(3-Fluor-4-cyanophenyl)-5-pentylpyrimidin
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 71 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 68 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,253 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 29,5 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, durch eine niedrige Schwellenspannung und einen hohen Kontrast aus.

Beispiel 57

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

15,0 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 10,0 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20,0 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12,0 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 20,0 % 1-[trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl]-2-(3-fluor-4-cyanophenyl)-ethan
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 98 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 39 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,139 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 14 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach dem in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelunabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 58

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

15,0 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 10,0 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20,0 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12,0 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 20,0 % 1-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-(3-fluor-4-phenyl)-ethan
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 76 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 30 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,130 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 13 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach dem in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelunabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 59

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 15,0 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 10,0 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20,0 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12,0 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 20,0 % 4-Pentyl-4'-chlorbiphenyl

und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 74 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 27 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,150 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 11 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach dem in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelunabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 60

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 16,0 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 13,0 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 23,0 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 13,0 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 6,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 7,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-methoxytolan
 5,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-ethoxytolan

und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 106 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 30 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,163 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 10,5 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach dem in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelunabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 61

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 15,0 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril

10,0 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20,0 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12,0 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 20,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-3',4',5'-trifluorbiphenyl
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 82 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 32 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,138 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 13,5 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach dem in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelunabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 62

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

15,0 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 10,0 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20,0 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12,0 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 10,0 % 1-(trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl)-2-(4-cyanophenyl)-ethan
 10,0 % 1-(trans-4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-cyclohexyl)-2-(4-cyanophenyl)-ethan
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 111 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 36 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 11,8 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach dem in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelunabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 63

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

15,0 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 10,0 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20,0 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12,0 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl

6,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 10,0 % 1-(4-Propylphenyl)-2-[4-(2-fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-ethan
 10,0 % 1-(4-Pentylphenyl)-2-[4-(2-fluor-4-propylphenyl)-phenyl]-ethan
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 85 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 29 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,146 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelunabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 64

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

34,65 % 4-Pentyl-4'-cyanbiphenyl,
 13,5 % 4-Propoxy-4'-cyanbiphenyl,
 10,35 % 4-Pentoxy-4'-cyanbiphenyl,
 13,5 % 4-Octoxy-4'-cyanbiphenyl,
 10,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanbiphenyl
 9,0 % 4-[2-(p-Propylphenyl)-ethyl]-4'-cyanbiphenyl und
 9,0 % 4-[2-(p-Pentylphenyl)-ethyl]-4'-cyanbiphenyl
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

N-I	84 °
Δn	$0,247 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelunabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 65

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

20 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 23 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 17 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl
 13 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl
 17 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl
 10 % 4-Pentyl-4'-cyanoterphenyl
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 70,4 \text{ }^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 61 \text{ mm}^2/\text{s} (20 \text{ }^\circ\text{C})$
Schwellenspannung	$V [90.0.20] = 1,31 \text{ V}$

Die Schwellenspannung wird gemessen wie in Beispiel 9a angegeben.

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1, b) beschriebenen Verfahren hergestellt.

Beispiel 66

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 5 12 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 15 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 18 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 9 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl
 9 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 10 22 % 4-Propyl-2'-fluoro-4''-cyanoterphenyl
 15 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

15

Klärpunkt	$T_c = 114 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 86,6 \text{ mm}^2/\text{s} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Schwellenspannung	$V [90.0.20] = 1,69 \text{ V}$

Die Schwellenspannung wird gemessen wie in Beispiel 9a angegeben.

20

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt.

Beispiel 67

25 a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 12 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 15 % 2-(4-Cyanophenyl)-4-pentylpyridin
 5 % 4-Cyanobiphenyl
 30 8,5 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl
 8,5 % 4-Propyl-4'-cyanobiphenyl
 20 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 17 % 4-Propyl-2'-fluoro-4''-cyanoterphenyl
 9 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 35 und folgende physikalische Parameter aufweist:

40

Klärpunkt	$T_c = 69,6 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 51 \text{ mm}^2/\text{s} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Schwellenspannung	$V [90.0.20] = 1,29 \text{ V}$

Die Schwellenspannung wird gemessen wie in Beispiel 9a angegeben.

45

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem wird nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt.

Beispiel 68

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus

- 14,0 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl
 50 15,0 % 4-Butyl-4'-cyanobiphenyl
 41,9 % 4-Hexyl-4'-cyanobiphenyl
 2,5 % 4-Methoxy-4'-cyanobiphenyl
 12,0 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl
 7,6 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 55 3,0 % 4-(4-Cyanophenyl)-phenyl-4-(4-pentylphenyl)-benzoat
 4,0 % 4-(3-Cyanophenyl)-phenyl-4-(4-heptylphenyl)-benzoat
 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,232$ (20 °C, 589 nm)
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,766$ (20 °C, 589 nm)
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 15,8$ (1 kHz, 20 °C)
Schwellenspannung	$V [10.0.20] = 1,23$ V
Klärpunkt	$T_c = 64$ °C

Die Schwellenspannung wurde in einer TN-Zelle (Twistwinkel $\Psi = \pi/4$) gemessen, die einen Zellabstand von 7 μm aufweist und sich zwischen parallelen Polarisatoren befindet.

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 69

a) Eine Flüssigkristallmischung bestehend aus

34,0 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl

10,0 % 4-Propoxy-4'-cyanobiphenyl

13,0 % 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl

10,0 % 4-Pentoxy-4'-cyanobiphenyl

13,0 % 4-(4-Pentylphenyl)-4'-cyanobiphenyl

10,0 % 4-Octoxy-4'-cyanobiphenyl

10,0 % 1-(trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl)-4-(4-cyanophenyl)-phenyl-ethan

weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Doppelbrechung	$\Delta n = 0,243$ (20 °C, 589 nm)
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,765$ (20 °C, 589 nm)
Klärpunkt	$T_c = 91$ °C

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 70

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus

20,0 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-fluorphenyl)-ethan

10,0 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-chlorphenyl)-ethan

30,0 % 1-{4-[2-Fluor-4-pentylphenyl]-phenyl}-2-(4-fluorphenyl)-ethan

30,0 % 1-{4-[2-Fluor-4-pentylphenyl]-phenyl}-2-(4-chlorphenyl)-ethan

10,0 % 1-{4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl}-2-(4-fluorphenyl)-ethan

weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Klärpunkt	$T_c = 104$ °C
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,189$ (20 °C, 589 nm)

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für den elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast, eine hohe Winkelunabhängigkeit der Kontraste und insbesondere auch durch eine hohe UV-Stabilität aus.

Beispiel 71

a) Eine Flüssigkristallmischung bestehend aus

- 17,5 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 8,5 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-chlorphenyl)-ethan
 25,5 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 25,5 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-chlorphenyl)-ethan
 8,5 % 1-[4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 8,5 % 1-[4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 8,5 % 1-[4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl]-2-(4-chlorphenyl)-ethan

weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Klärpunkt	$T_c = 98 \text{ } ^\circ\text{C}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,176 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 5,0 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für den elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast, eine hohe Winkelunabhängigkeit der Kontraste und insbesondere auch durch eine hohe UV-Stabilität aus.

Beispiel 72

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus

- 17 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 8,5 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-chlorphenyl)-ethan
 25,5 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 25,5 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-chlorphenyl)-ethan
 8,5 % 1-[4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 7,8 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-1-chlorbenzol
 7,2 % 4-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-1-chlorbenzol

weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Klärpunkt	$T_c = 87 \text{ } ^\circ\text{C}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,171 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für den elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast, eine hohe Winkelunabhängigkeit der Kontraste und insbesondere auch durch eine hohe UV-Stabilität aus.

Beispiel 73

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus

- 10 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 10 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-chlorphenyl)-ethan
 20 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan
 10 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-chlorphenyl)-ethan
 10 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-1-chlorbenzol
 10 % 4-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-1-chlorbenzol
 15 % 4-Propyl-2'-Fluor-4''-ethylterphenyl
 15 % 4-Ethyl-2'-Fluor-4''-propylterphenyl

weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Klärpunkt optische Anisotropie	$T_c = 75 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta n = 0,142 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
-----------------------------------	---

- 5 b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für den elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast, eine hohe Winkelunabhängigkeit der Kontraste und insbesondere auch durch eine hohe UV-Stabilität aus.

10 Beispiel 74

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus

16,9 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-fluorphenyl)-ethan

15 8,5 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-chlorphenyl)-ethan

25,3 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan

25,3 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-chlorphenyl)-ethan

8,5 % 1-[4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan

15,5 % 1-[trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl]-2-(4-chlorphenyl)-ethan

20 weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Klärpunkt optische Anisotropie	$T_c = 112 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta n = 0,178 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
-----------------------------------	--

- 25 b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast, eine hohe Winkelunabhängigkeit der Kontraste und insbesondere auch durch eine hohe UV-Stabilität aus.

30 Beispiel 75

a) Eine Flüssigkristallmischung, bestehend aus

35 17,0 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-fluorphenyl)-ethan

8,5 % 1-{4-[2-Fluor-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-phenyl]-phenyl}-2-(4-chlorphenyl)-ethan

25,5 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan

25,5 % 1-[4-(2-Fluor-4-pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-chlorphenyl)-ethan

8,5 % 1-[4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl]-2-(4-fluorphenyl)-ethan

40 7,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-1-fluorbenzol

7,4 % 4-(trans-4-Hexylcyclohexyl)-1-fluorbenzol

weist die folgenden physikalischen Eigenschaften auf:

Klärpunkt optische Anisotropie	$T_c = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta n = 0,172 (20 \text{ }^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
-----------------------------------	---

- 45 b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast, eine hohe Winkelunabhängigkeit der Kontraste und insbesondere auch durch eine hohe UV-Stabilität aus.

50 Beispiel 76

55 a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril

- 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 5 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6 % 4-Propylphenyl-4-heptylbenzoat
 7 % 4-Pentylphenyl-4-heptylbenzoat
 10 7 % 4-Heptylphenyl-4-heptylbenzoat
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

15

Klärpunkt	$T_c = 77,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 34 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,14 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$

20

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 77

- 25 a) Ein elektrooptisches System, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:
 20 % 1-(trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl)-2-(3-fluoro-4-cyanophenyl)-ethan
 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 30 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 35 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

40

Beispiel 78

- a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht
 45 14,5 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 50 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 20 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyrimidin
 und folgende physikalische Parameter aufweist:

55

Klärpunkt	$T_c = 82,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 34 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,16 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 16,1 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 79

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

10,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propyl-1,3-dioxan

15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butyl-1,3-dioxan

15,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentyl-1,3-dioxan

20,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-benzonitril

15,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-benzonitril

10,0 % 4-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-benzonitril

5,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat

5,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat

5,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat

und folgende physikalische Eigenschaften aufweist

Klärpunkt	$T_c = 76 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 34 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,131 (589 \text{ nm}, 20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 17 (1 \text{ kHz}, 20 \text{ } ^\circ\text{C})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 80

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

16,9 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril

13,7 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril

22,5 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril

14,5 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril

5,6 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat

4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl

6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat

5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl

10,0 % 1-[4-[trans-4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-cyclohexyl]-phenyl]-2-(4-cyanophenyl)-ethan

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, und eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast aus.

Beispiel 81

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 5 14,4 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 11,2 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 12 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 5,6 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 10 4,8 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,4 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,6 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 10 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-difluormethoxybiphenyl
 10 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-difluormethoxybiphenyl
 15 und folgende physikalische Parameter aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 102,3 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 31 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
Optische Anisotropie	$\Delta n = 0,15 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
Dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 11,4 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Die nach den in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellten elektrooptischen Systeme zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, eine niedrige Schwellenspannung und einen guten Kontrast aus.

Beispiel 82

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 30 15,0 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 10,0 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20,0 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 35 12,0 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 6,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-butylcyclohexyl-carboxylat
 5,0 % 4-Pentyl-4''-cyanoterphenyl
 6,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-phenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 40 20,0 % 1-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-(3-fluor-4-phenyl)-ethan
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_C = 76,3 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 30 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1} (20 \text{ } ^\circ\text{C})$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,130 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 13 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische Flüssigkristallsystem, das nach dem in Beispiel 1b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch eine gute Herstellbarkeit, einen breiten Arbeitstemperaturbereich, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und deren Temperaturabhängigkeit, einen guten Kontrast und hohe Winkelabhängigkeit des Kontrastes aus.

Beispiel 83

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht

- 25 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin

25 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
 25 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 25 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist

Klärpunkt	$T_c = 85 \text{ } ^\circ\text{C}$
Viskosität	$\eta = 70 \text{ mm}^2/\text{s}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,269 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 24,1 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,529 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$

b) Das elektrooptische System wird nach den in Beispiel 1b), 1.1, 1.2, 1.3 und 2 beschriebenen Verfahren hergestellt, wobei jedoch bei dem zu 1.1 analogen Verfahren ein Verhältnis von Flüssigkristall zu NOA 65 von 1:1 gewählt wird und Abstandhalter von $10 \mu\text{m}$ verwendet wurden.

In Fig. 1 ist die relative Transmission für das nach dem in Beispiel 1b), 1.1 beschriebenen Verfahren hergestellte elektrooptische System als Funktion der angelegten Spannung (sinusförmige Wechselspannung (Effektivwerte), Frequenz 100 Hz). Dieses System zeichnet sich insbesondere durch einen guten Kontrast und eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 84

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

15 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 15 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 20 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 10 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 15 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
 7,5 % 4-Ethoxy-4'-Fluortolan
 7,5 % 4-Butoxy-4'-Fluortolan

b) Das elektrooptische System, welches nach den in Beispiel 1 b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, eine gute Herstellbarkeit, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter, eine niedrige Schwellenspannung und insbesondere eine hohe Stabilität aus.

Beispiel 85

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

17,5 % 4-Propyl-4'-cyanobiphenyl
 17,5 % 4-Butyl-4'-cyanobiphenyl
 17,5 % 4-Pentyl-4'-cyanobiphenyl
 17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
 15,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-4'-trifluormethoxytolan
 15,0 % 4-Propyl-4'-trifluormethoxytolan

b) Das elektrooptische System, welches nach den in Beispiel 1 b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, eine gute Herstellbarkeit, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter, eine niedrige Schwellenspannung und insbesondere eine hohe Stabilität aus.

Beispiel 86

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

15 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 15 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 15 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril

- 15 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 10 % 2-(3,4-Difluor-phenyl)-5-propylpyrimidin
 10 % 2-(4-Fluorphenyl)-5-pentylpyrimidin
 10 % 1-[4-(4-Propylphenyl)-phenyl]-2-(4-cyano-phenyl)-ethan
 10 % 1-[4-(4-Pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-cyano-phenyl)-ethan

b) Das elektrooptische System, welches nach den in Beispiel 1 b) beschriebenen verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, eine gute Herstellbarkeit, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter, eine niedrige Schwellenspannung und insbesondere eine hohe Stabilität aus.

Beispiel 87

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

- 15 % p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril
 15 % p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril
 15 % p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril
 15 % p-trans-4-Heptylcyclohexyl-benzonitril
 10 % 1-(5-Propylpyridin-2-yl)-2-(4-cyanophenyl)-ethan
 10 % 1-(5-Pentylpyridin-2-yl)-2-(4-cyanophenyl)-ethan
 8 % 4-Fluorphenyl-trans-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 8 % 4-Fluorphenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat
 4 % 3,4-Difluorphenyl-trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl-carboxylat

b) Das elektrooptische System, welches nach den in Beispiel 1 b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, eine gute Herstellbarkeit, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter, eine niedrige Schwellenspannung und insbesondere eine hohe Stabilität aus.

Beispiel 88

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

- 17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
 17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 17,5 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
 15,0 % 1-[4-(4-Propylphenyl)-phenyl]-2-(4-cyanophenyl)-ethan
 15,0 % 1-[4-(4-Pentylphenyl)-phenyl]-2-(4-cyanophenyl)-ethan
 und folgende physikalische Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 94^\circ \text{C}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,2722 (20^\circ \text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta \epsilon = 25,6 (20^\circ \text{C}, 1 \text{ kHz})$

b) Das elektrooptische System, welches nach den in Beispiel 1 b) beschriebenen Verfahren hergestellt wird, zeichnet sich durch einen breiten Arbeitstemperaturbereich, eine gute Herstellbarkeit, günstige Werte für die elektrooptischen Parameter und insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung aus.

Beispiel 89

a) Ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem, enthaltend eine Flüssigkristallmischung, die aus folgenden Verbindungen besteht:

- 20,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-propylpyridin
 20,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-butylpyridin
 20,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-pentylpyridin
 20,0 % 2-(4-Cyanophenyl)-5-(4-pentylphenyl)-pyridin
 10,0 % 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-3', 4' - difluorobiphenyl

10,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-3', 4' - difluorobiphenyl
und folgende physikalischen Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 86 \text{ } ^\circ\text{C}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,2436 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,5259 (20 \text{ } ^\circ\text{C}, 589 \text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 21,8 (1 \text{ kHz}, 20 \text{ } ^\circ\text{C})$

b) Das elektrooptische System wird nach den in Beispiel 1b), 1.1, 1.2, 1.3 und 2 beschriebenen Verfahren hergestellt, wobei jedoch bei dem zu 1.1 analogen Verfahren ein Verhältnis von Flüssigkristall zu NOA 65 von 1 : 1 gewählt wird und Abstandhalter von 10 μm verwendet wurden.

In Fig. 2 ist die relative Transmission für das nach dem in Beispiel 1b), 1.1 beschriebenen Verfahren hergestellte elektrooptische System als Funktion der angelegten Spannung (sinusförmige Wechselspannung (Effektivwert), Frequenz 100 Hz) wiedergegeben.

Dieses System zeichnet sich insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung, einen vorteilhaften Wert für die Steilheit der elektrooptischen Kennlinie und durch eine hohe UV-Stabilität aus.

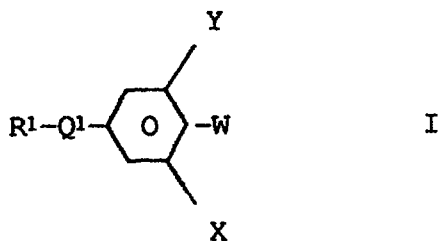
Patentansprüche

1. Elektrooptisches Flüssigkristallsystem,

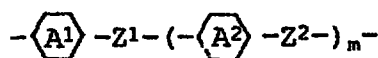
- welches zwischen 2 Elektroden, die gegebenenfalls auf Substratplatten aufgebracht sind, eine dielektrisch positive Flüssigkristallmischung und ein weiteres optisch transparentes Medium enthält, wobei die Flüssigkristallmischung in Form mehr oder weniger voneinander abgegrenzter Kompartimente in das optisch transparente Medium eingebettet ist oder in dem optisch transparenten Medium eine mehr oder weniger zusammenhängende, kontinuierliche Phase bildet,
- dessen Flüssigkristallmoleküle im ausgeschalteten Zustand eine unregelmäßige Orientierung aufweisen,
- bei dem einer der Brechungsindizes der Flüssigkristallmischung im wesentlichen mit dem Brechungsindex der Matrix n_M übereinstimmt und/oder bei dem der Quotient aus der Masse der Flüssigkristallmischung und der Masse des optisch transparenten Mediums 1,5 oder mehr beträgt,
- welches in einem der beiden Schaltzustände unabhängig von der Polarisation des einfallenden Lichts eine gegenüber dem anderen Zustand verminderte Transmission aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel I enthält,



worin
Q¹





10,0 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-3', 4' - difluorobiphenyl
und folgende physikalischen Eigenschaften aufweist:

Klärpunkt	$T_c = 86^\circ\text{C}$
optische Anisotropie	$\Delta n = 0,2436 (20^\circ\text{C}, 589\text{ nm})$
ordentlicher Brechungsindex	$n_o = 1,5259 (20^\circ\text{C}, 589\text{ nm})$
dielektrische Anisotropie	$\Delta\epsilon = 21,8 (1\text{ kHz}, 20^\circ\text{C})$

b) Das elektrooptische System wird nach den in Beispiel 1b), 1.1, 1.2, 1.3 und 2 beschriebenen Verfahren hergestellt, wobei jedoch bei dem zu 1.1 analogen Verfahren ein Verhältnis von Flüssigkristall zu NOA 65 von 1 : 1 gewählt wird und Abstandhalter von 10 μm verwendet wurden.

In Fig. 2 ist die relative Transmission für das nach dem in Beispiel 1b), 1.1 beschriebenen Verfahren hergestellte elektrooptische System als Funktion der angelegten Spannung (sinusförmige Wechselspannung (Effektivwert), Frequenz 100 Hz) wiedergegeben.

Dieses System zeichnet sich insbesondere durch eine niedrige Schwellenspannung, einen vorteilhaften Wert für die Steilheit der elektrooptischen Kennlinie und durch eine hohe UV-Stabilität aus.

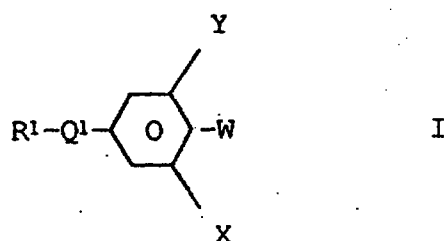
Patentansprüche

1. Elektrooptisches Flüssigkristallsystem,

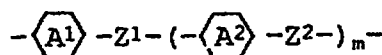
- welches zwischen 2 Elektroden, die gegebenenfalls auf Substratplatten aufgebracht sind, eine dielektrisch positive Flüssigkristallmischung und ein weiteres optisch transparentes Medium enthält, wobei die Flüssigkristallmischung in Form mehr oder weniger voneinander abgegrenzter Kompartimente in das optisch transparente Medium eingebettet ist oder in dem optisch transparenten Medium eine mehr oder weniger zusammenhängende, kontinuierliche Phase bildet,
- dessen Flüssigkristallmoleküle im ausgeschalteten Zustand eine unregelmäßige Orientierung aufweisen,
- bei dem einer der Brechungsindizes der Flüssigkristallmischung im wesentlichen mit dem Brechungsindex der Matrix n_M übereinstimmt und/oder bei dem der Quotient aus der Masse der Flüssigkristallmischung und der Masse des optisch transparenten Mediums 1,5 oder mehr beträgt,
- welches in einem der beiden Schaltzustände unabhängig von der Polarisation des einfallenden Lichts eine gegenüber dem anderen Zustand verminderte Transmission aufweist,

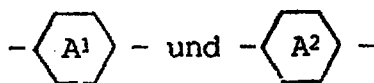
dadurch gekennzeichnet,

daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel I enthält,



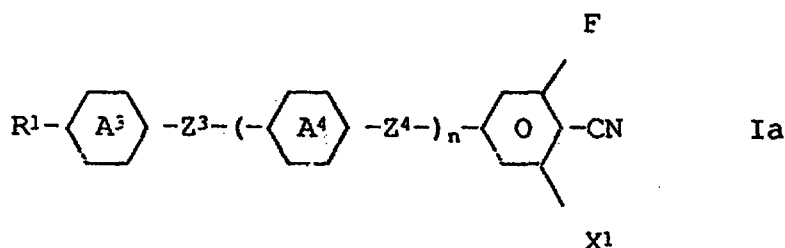
worin
Q¹



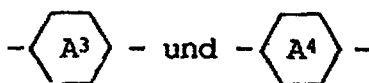


- 5 unabhängig voneinander trans-1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen, 3-Fluor-1,4-phenylen und einer von A¹ und, soweit vorhanden, A², auch Pyridin-2,5-diyl, Pyrimidin-2,5-diyl, 1,3-Dioxan-2,5-diyl, Tetrahydropyran-2,5-diyl oder Naphthalin-2,6-diyl,
 Z¹ und Z² unabhängig voneinander eine Einfachbindung, -CH₂CH₂-, -COO-, -OCO-, -C≡C-, -CH₂O- oder beliebige Kombinationen dieser Brückengruppen,
 10 Y und X unabhängig voneinander H oder F, einer von X und Y auch Cl,
 W -Cl, -F, -CF₃, -OCF₃, -OCHF₂ oder -NCS,
 R¹ Alkyl mit 1-12 C-Atomen, worin auch eine oder 2 nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O- oder -HC=CH- ersetzt sein können, und
 m 0, 1 oder 2
 15 bedeuten, mit den Maßgaben, daß
 (i) der Massenanteil von Verbindungen der Formel I an der Flüssigkristallmischung mindestens 50 % beträgt, und/oder
 (ii) die Flüssigkristallmischung keine Verbindung der Formel I mit W = F oder NCS enthält, und/oder
 20 (iii) die Flüssigkristallmischung keine Verbindung enthaltend einen Stickstoff-haltigen Heterocyclus, aufweist.

2. System nach Anspruch 1; dadurch gekennzeichnet, daß es sich um ein PDLC-System handelt.
 25 3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich um ein NCAP-System handelt.
 4. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich um ein PN-System handelt.
 5. System nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ia enthält
 30



worin



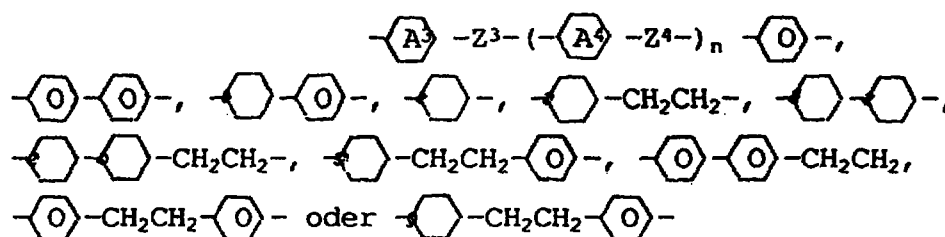
unabhängig voneinander 1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen und
 50 X¹ H oder F
 bedeuten und für n, Z³ und Z⁴ folgende Kombinationen Nr. 1-5 gelten:

55



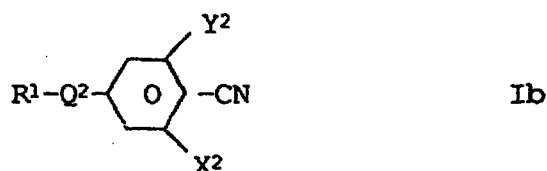
Nr.	n	Z ³	Z ⁴
1	0	Einfachbindung	-
2	0	-CH ₂ CH ₂ -	-
3	1	-CH ₂ CH ₂ -	Einfachbindung
4	1	Einfachbindung	-CH ₂ CH ₂ -
5	1	Einfachbindung	Einfachbindung

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in den Verbindungen Ia

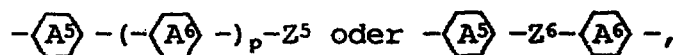


bedeutet.

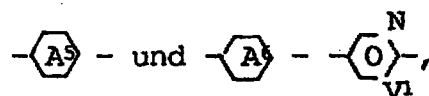
7. System nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ib enthält,



worin
Q²



einer der Ringe



worin V¹ N oder H ist, und der andere, falls vorhanden, trans-1,4-Cyclohexylen oder 1,4-Phenylen,
X² und Y² unabhängig voneinander H oder F,
p 0 oder 1 und
Z⁵ und Z⁶ unabhängig voneinander eine Einfachbindung oder -CH₂CH₂-
sind und R¹ die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat.

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer von X² und Y² F bedeutet.
9. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß X² = Y² = H ist.



10. System nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ic enthält,

5



10

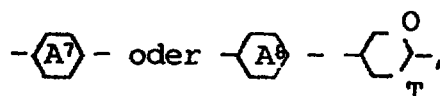
worin
Q³

15



einer der Ringe

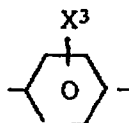
20



25

worin T-CH₂-oder -O-, und der andere, soweit vorhanden trans-1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen,
Z⁷ und Z⁸ unabhängig voneinander eine Einfachbindung, -COO-, -OCO- oder -CH₂CH₂-,
r und q unabhängig voneinander 0 oder 1, und
X³ F oder Cl, und

30



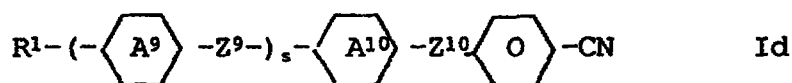
35

2-Fluor- oder 2-Chlor-1,4-phenylen oder 3-Fluor- oder 3-Chlor-1,4-phenylen,
sind und die Bedeutung von R¹ in Anspruch 1 gegeben ist.

40

11. System nach einem der Ansprüche 1-10, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel Id enthält,

45



50

worin



55

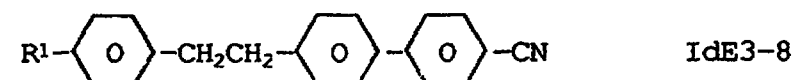
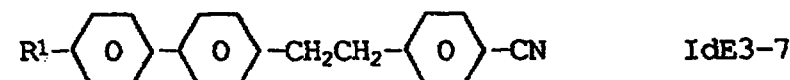
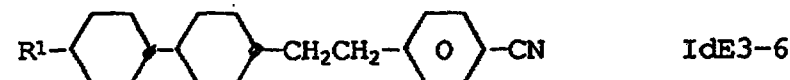
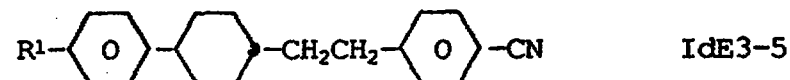
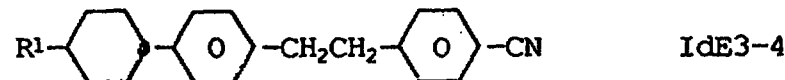
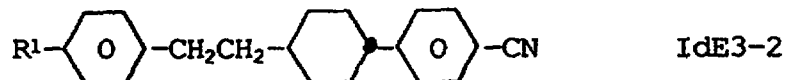
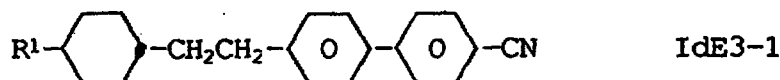
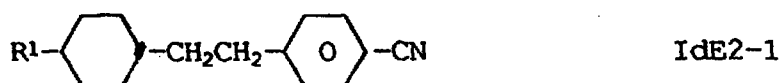
1,4-Phenylen oder trans-1,4-Cyclohexylen



1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen, 3-Fluor-1,4-phenylen oder trans-1,4-Cyclohexylen,
 Z^9 eine Einfachbindung, -COO-, -OCO- oder -CH₂CH₂-,
 Z^{10} eine Einfachbindung, -COO- oder -CH₂CH₂-, und
 s 0 oder 1

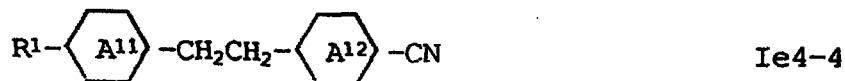
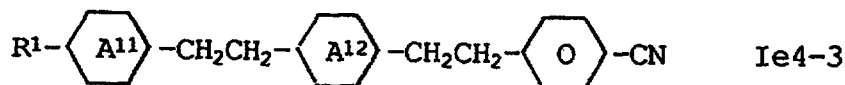
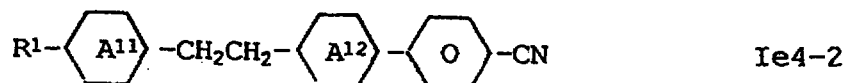
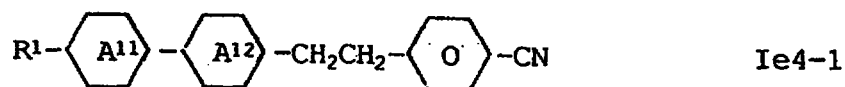
und die Bedeutung von R¹ in Anspruch 1 gegeben ist.

12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus den Verbindungsklassen der Formeln IdE2-1 und IdE3-1 bis IdE3-8, enthält,

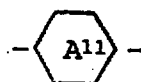


worin die Bedeutung von R¹ in Anspruch 1 gegeben ist.

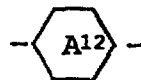
13. System nach einem der Ansprüche 1-12, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere 4kernige Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Carbonitrile der Formeln Ia4-1 bis Ia4-4



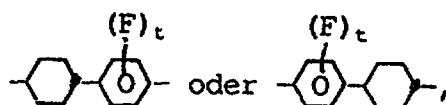
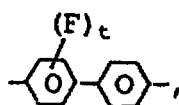
worin



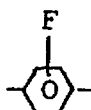
jeweils unabhängig voneinander 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen, 3-Fluor-1,4-phenylen oder trans-1,4-Cyclohexylen,



jeweils unabhängig voneinander



t 0 oder 1, und

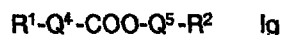


2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen sind und die Bedeutung von R¹ in Anspruch 1 gegeben ist.

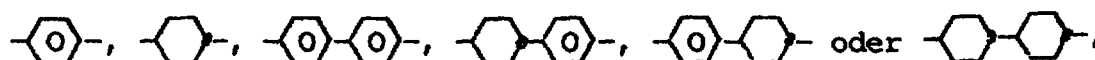


14. System nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung neben einer dielektrisch positiven Komponente A, bestehend aus dielektrisch positiven Verbindungen mit $\Delta\epsilon \geq 2$, eine dielektrisch neutrale Komponente B, bestehend aus Verbindungen mit $-2 \leq \Delta\epsilon \leq +2$, und gegebenenfalls eine dielektrisch negative Komponente C, bestehend aus Verbindungen mit $\Delta\epsilon < -2$, enthält.

15. System nach einem der Ansprüche 1-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ig enthält,



worin
die Reste Q^4 und Q^5 jeweils unabhängig voneinander



und einer von Q^4 und Q^5 auch



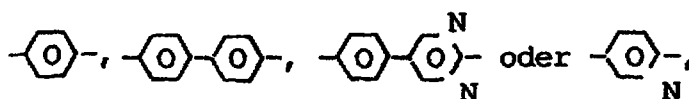
bedeuten, und

25 R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander die in Anspruch 1 für R^1 gegebene Bedeutung haben.

16. System nach einem der Ansprüche 1-15, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ih enthält,



worin
mindestens einer der Reste R^1 und R^2 die in Anspruch 1 für R^1 gegebene Bedeutung hat,
einer der beiden Reste R^1 und R^2 auch F, Cl, OCF_3 , $OCHF_2$ oder CF_3 , und
35 die Reste Q^6 und Q^7 unabhängig voneinander



Q^6 auch



und Q^7 auch



bedeuten.

17. System nach einem der Ansprüche 1-16, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel Ii enthält,





worin

R¹ und R² jeweils unabhängig voneinander die in Anspruch 1 für R¹ gegebene Bedeutung haben, und die Reste Q⁸ und Q⁹ jeweils unabhängig voneinander trans-1,4-Cyclohexylen, 1,4-Phenylen, 4,4'-Biphenyl, 4,4'-Cyclohexylphenyl oder 4,4'-Phenylcyclohexyl, wobei einer der im Molekül vorhandenen 1,4-Phenylengruppen auch durch Fluor oder Chlor substituiert sein kann, bedeuten.

18. System nach einem der Ansprüche 1-17, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung zusätzlich eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II-IV, enthält,

T-W¹-Phe-CN II

R-W¹-Cyc-CN III

T-V-Phe-CN IV

worin

R jeweils unabhängig voneinander eine Alkylgruppe mit 1-15 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -CO- und/oder -CH=CH ersetzt sein können,

W¹ Phe.(F)-Y¹ oder Cyc-Y¹,

Y¹ eine Einfachbindung, -COO- oder -OCO-,

V Pyridin-2,5-diyl oder Pyrimidin-2,5-diyl,

T R, R-Phe.(F)-Y¹; oder R-Cyc-Y¹ und

Phe.(F) 1,4-Phenylen, 2-Fluor-1,4-phenylen oder 3-Fluor-1,4-phenylen bedeuten.

19. System nach einem der Ansprüche 1-18, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon > 3$ hat.

20. System nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Massenanteil von Verbindungen, welche eine terminale Carbonitrilverbindung aufweisen, an der Flüssigkristallmischung kleiner als 15 % ist.

21. System nach einem der Ansprüche 1-20, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung auf Verbindungen basiert, welche eine dielektrische Anisotropie

$$3 \leq \Delta\epsilon \leq 15$$

aufweisen.

22. System nach einem der Ansprüche 1-21, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung einen pleochroitischen Farbstoff enthält.

23. System nach einem der Ansprüche 1-22, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallmischung eine Dotierkomponente enthält.

24. Verwendung des elektrooptischen Flüssigkristallsystems nach einem der Ansprüche 1-23 für Guest-Host-Anzeigen-Systeme, für mit aktiver oder passiver Matrix angesteuerte Displays, für Projektionssysteme und für Schalter für großflächige Anzeigesysteme.

25. Verwendung des elektrooptischen Flüssigkristallsystems nach einem der Ansprüche 1 - 23 für architektonische Anwendungen und für Kraftfahrzeuge.

26. Elektrooptisches System, enthaltend ein elektrooptisches Flüssigkristallsystem nach einem der Ansprüche 1-23, welches durch eine aktive Matrix angesteuert wird.

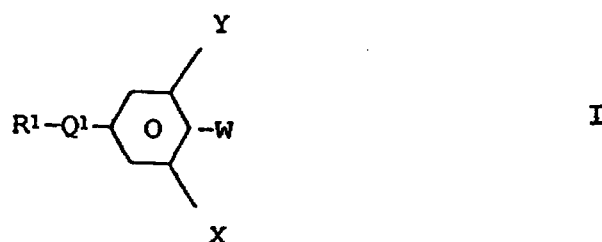


Claims

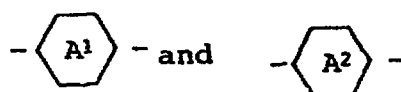
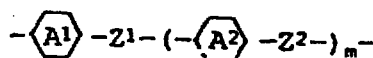
1. Electrooptical liquid crystal system

- which contains a dielectrically positive liquid crystal mixture and a further optically transparent medium between 2 electrodes which are optionally applied to substrate sheets, where the liquid crystal mixture is embedded in the optically transparent medium in the form of compartments which are separated to a greater or lesser extent from one another or forms a more or less coherent, continuous phase in the optically transparent medium,
- whose liquid crystal molecules in the switched-off state have an irregular orientation,
- in which one of the refractive indices of the liquid crystal mixture essentially agrees with the refractive index of the matrix n_M and/or in which the quotient of the mass of the liquid crystal mixture and of the mass of the optically transparent medium is 1.5 or more,
- which, independently of the polarization of the incident light, has a reduced transmission in one of the two switch states compared to the other state,

characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more compounds of the formula I



in which
Q¹ is



are independently of one another trans-1,4-cyclohexylene, 1,4-phenylene, 2-fluoro-1,4-phenylene, 3-fluoro-1,4-phenylene and one of A¹ and, if present, A², is also diyl, tetrahydropyran-2,5-diyl or naphthalene-2,6-diyl,

Z¹ and Z² are independently of one another a single bond, -CH₂CH₂-, -COO-, -OCO-, -C≡C-, -CH₂O- or any desired combinations of these bridge groups,

Y and X are independently of one another H or F, and one of X and Y is also Cl,

W is -Cl, -F, -CF₃, -OCF₃, -OCHF₂ or -NCS

R¹ is alkyl having 1-12 C atoms, in which one or 2 non-adjacent CH₂ groups can also be replaced by -O- or -HC=CH-, and

m is 0, 1 or 2,

with the provisos that

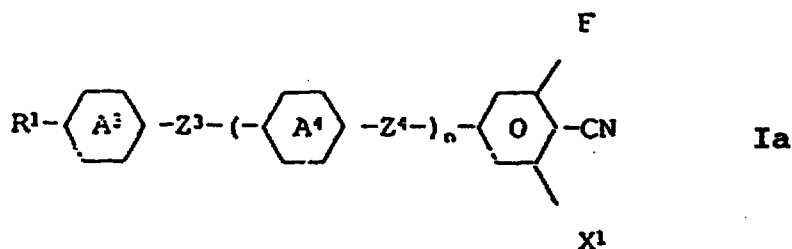
- (i) the mass content of compounds of the formula I in the liquid crystal mixture is at least 50%, and/or
- (ii) the liquid crystal mixture contains no compound of the formula I where W is F or NCS, and/or
- (iii) the liquid crystal mixture has no compound containing a nitrogen-containing heterocycle.

2. System according to Claim 1, characterized in that it is a PDLC system.

3. System according to Claim 1, characterized in that it is an NCAP system.

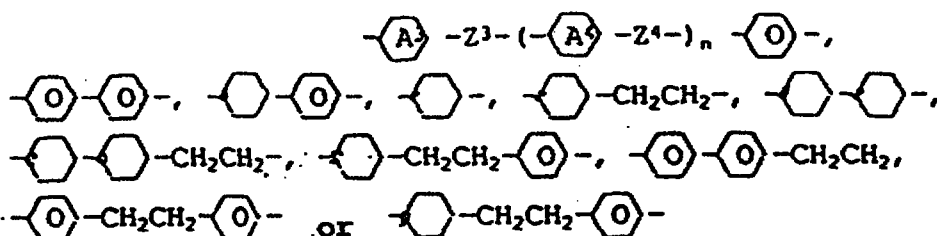


4. System according to Claim 1, characterized in that it is a PN system.
5. System according to one of Claims 1-4, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more compounds of the formula Ia

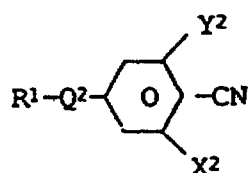


No.	n	Z ³	Z ⁴
1	0	single bond	-
2	0	-CH ₂ CH ₂ -	-
3	1	-CH ₂ CH ₂ -	single bond
4	1	single bond	-CH ₂ CH ₂ -
5	1	single bond	single bond

6. System according to Claim 5, characterized in that in the compounds Ia



7. System according to one of Claims 1-6, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more compounds of the formula Ib

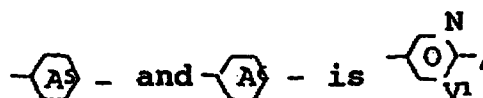


Ib

in which
Q² is



one of the rings

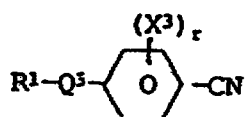


in which V¹ is N or H, and the other, if present, is trans-1,4-cyclohexylene or 1,4-phenylene,
X² and Y² independently of one another are H or F,
p is 0 or 1, and
Z⁵ and Z⁶ independently of one another are a single bond or CH₂CH₂
and R¹ has the meaning given in Claim 1.

8. System according to Claim 7, characterized in that at least one of X² and Y² is F.

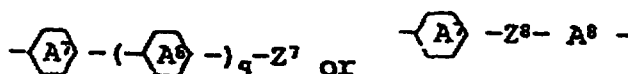
9. System according to Claim 7, characterized in that X² = Y² = H.

10. System according to one of Claims 1-9, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more compounds of the formula Ic

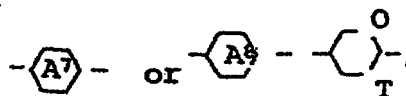


Ic

in which
Q³ is



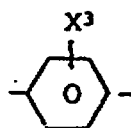
one of the rings



is in which T is -CH₂- or -O-, and the other, if present, is trans-1,4-cyclohexylene, 1,4-phenylene, 2-fluoro-1,4-phenylene or 3-fluoro-1,4-phenylene
Z⁷ and Z⁸ independently of one another are a single bond, -COO-, -OCO- or -CH₂CH₂-.

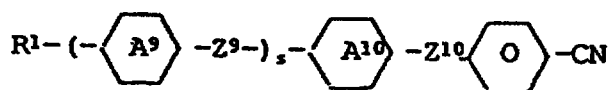


r and q independently of one another are 0 or 1, and
X³ is F or Cl, and



10 is 2-fluoro- or 2-chloro-1,4-phenylene or 3-fluoro- or 3-chloro-1,4-phenylene,
and the meaning of R¹ is given in Claim 1.

11. System according to one of Claims 1-10, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or
more compounds of the formula Id



Id

20 in which

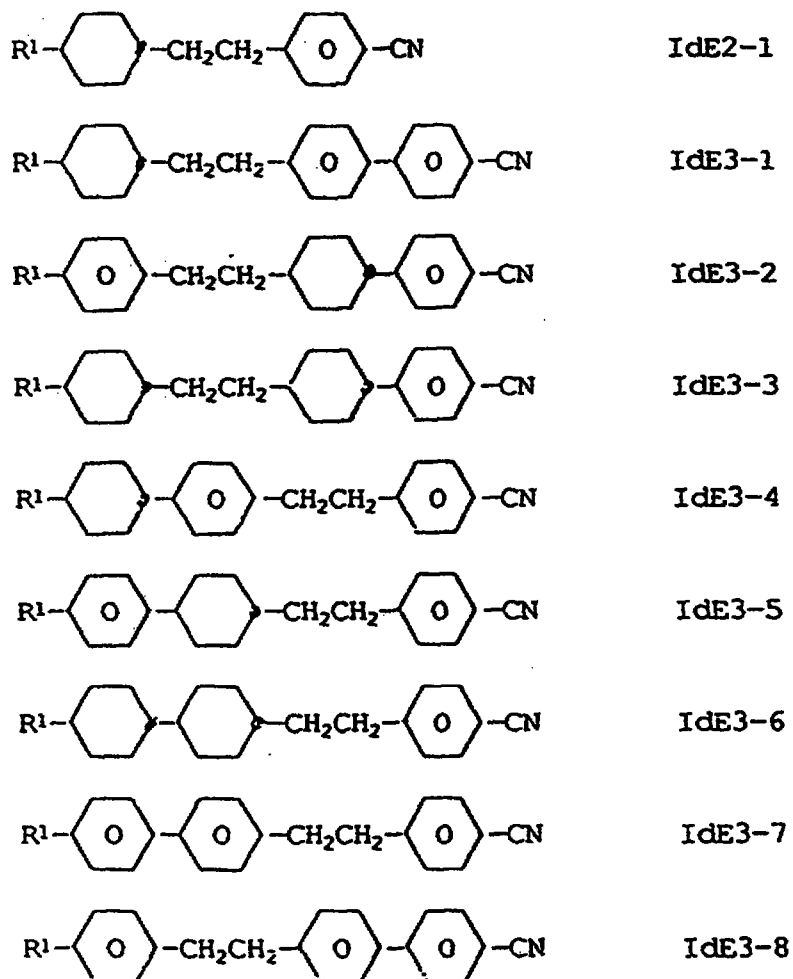


is 1,4-phenylene or trans-1,4-cyclohexylene



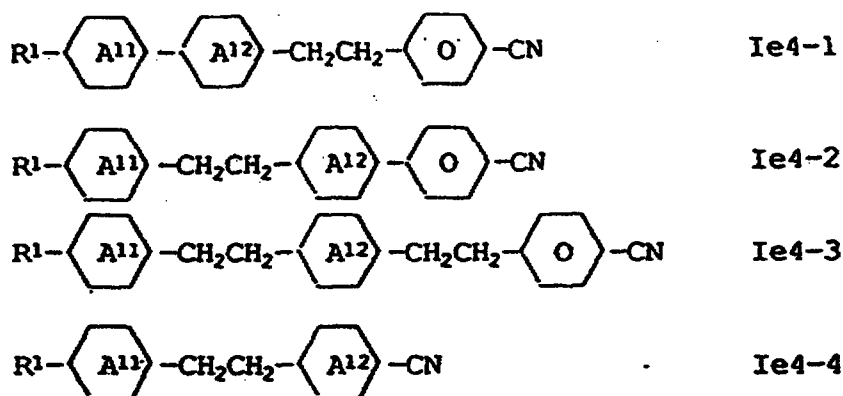
35 is 1,4-phenylene, 2-fluoro-1,4-phenylene, 3-fluoro-1,4-phenylene or trans-1,4-cyclohexylene
Z⁹ is a single bond, -COO-, -OCO- or -CH₂CH₂-
Z¹⁰ is a single bond, -COO- or -CH₂CH₂-, and
s is 0 or 1
and the meaning of R¹ is given in Claim 1.

40 12. System according to Claim 11, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more
compounds selected from the compound classes of the formulae IdE2-1 and IdE3-1 to IdE3-8



in which the meaning of R^1 is given in Claim 1.

13. System according to one of Claims 1-12, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more 4-ring compounds selected from the group of carbonitriles of the formulae Ia4-1 to Ia4-4



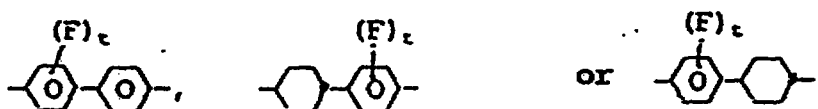
in which



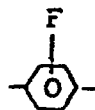
in each case independently of one another is 1,4-phenylene, 2-fluoro-1,4-phenylene, 3-fluoro-1,4-phenylene or trans-1,4-cyclohexylene,



in each case independently of one another is



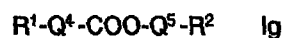
t is 0 or 1 and



is 2-fluoro-1,4-phenylene or 3-fluoro-1,4-phenylene and the meaning of R¹ is given in Claim 1.

14. System according to one of Claims 1-13, characterized in that the liquid crystal mixture contains, in addition to a dielectrically positive component A consisting of dielectrically positive compounds having $\Delta\epsilon \geq 2$, a dielectrically neutral component B consisting of compounds having $-2 \leq \Delta\epsilon \leq +2$, and optionally a dielectrically negative component C consisting of compounds having $\Delta\epsilon < -2$.

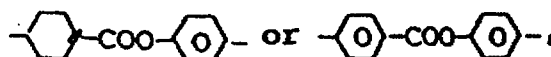
15. System according to one of Claims 1-14, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more compounds of the formula Ig



in which the radicals Q⁴ and Q⁵ in each case independently of one another are



and one of Q⁴ and Q⁵ is also



and R¹ and R² in each case independently of one another have the meaning given in Claim 1 for R¹.

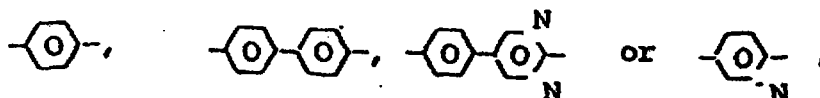


16. System according to one of Claims 1-15, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more compounds of the formula Ih

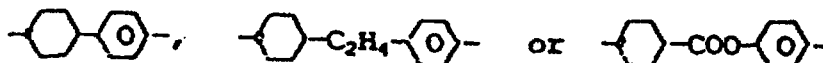


in which

at least one of the radicals R^1 and R^2 has the meaning given in Claim 1 for R^1 , one of the two radicals R^1 and R^2 is also F, Cl, OCF_3 , $OCHF_2$ or CF_3 , and the radicals Q^6 and Q^7 independently of one another are



Q^6 is also



and Q^7 is also



17. System according to one of Claims 1-16, characterized in that the liquid crystal mixture contains one or more compounds of the formula II



in which

R^1 and R^2 in each case independently of one another have the meaning given in Claim 1 for R^1 , and the radicals Q^8 and Q^9 in each case independently of one another are trans-1,4-cyclohexylene, 1,4-phenylene, 4,4'-biphenyl, 4,4'-cyclohexylphenyl or 4,4'-phenylcyclohexyl, where one of the 1,4-phenylene groups present in the molecule can also be substituted by fluorine or chlorine.

18. System according to one of Claims 1-17, characterized in that the liquid crystal mixture additionally contains one or more compounds selected from the group of compounds II-IV



in which

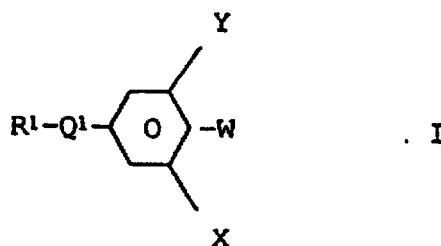
- R in each case independently of one another is an alkyl group having 1-15 C atoms, in which one or two non-adjacent CH_2 groups can also be replaced by $-O-$, $-CO-$ and/or $-CH=CH-$,
 W^1 is Phe.(F)- Y^1 or Cyc- Y^1 ,
 Y^1 is a single bond, $-COO-$ or $-OCO-$,
 V is pyridine-2,5-diyl or pyrimidine-2,5-diyl,
 T is R, R-Phe.(F)- Y^1 or R-Cyc- Y^1 and
 Phe.(F) is 1,4-phenylene, 2-fluoro-1,4-phenylene or 3-fluoro-1,4-phenylene.



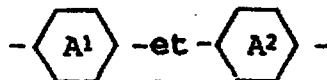
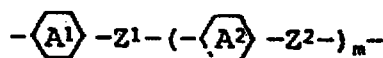
19. System according to one of Claims 1-18, characterized in that the liquid crystal mixture has a dielectric anisotropy $\Delta\epsilon > 3$.
20. System according to Claim 19, characterized in that the mass content of compounds which contain a terminal carbonitrile compound in the liquid crystal mixture is less than 15%.
21. System according to one of Claims 1-20, characterized in that the liquid crystal mixture is based on compounds which have a dielectric anisotropy $3 \leq \Delta\epsilon \leq 15$.
22. System according to one of Claims 1-21, characterized in that the liquid crystal mixture contains a pleochroitic dye.
23. System according to one of Claims 1-22, characterized in that the liquid crystal mixture contains a doping component.
24. Use of the electrooptical liquid crystal system according to one of Claims 1-23 for guest-host display systems, for active or passive matrix-controlled displays, for projection systems and for switches for large-area display systems.
25. Use of the electrooptical liquid crystal system according to one of Claims 1-23 for architectural applications and for motor vehicles.
26. Electrooptical system, containing an electrooptical liquid crystal system according to one of Claims 1-23, which is controlled by an active matrix.

Revendications

1. Système mésomorphe électro-optique,
- qui comprend entre deux électrodes, qui sont éventuellement disposées sur des plaques supports, un mélange de cristaux liquides positif du point de vue diélectrique et un autre milieu optiquement transparent, le mélange de cristaux liquides étant enrobé dans le milieu optiquement transparent sous la forme de compartiments plus ou moins séparés les uns des autres ou formant dans le milieu optiquement transparent une phase continue, plus ou moins cohérente,
 - dont les molécules de cristaux liquides présentent à l'état hors circuit une orientation irrégulière,
 - dans lequel l'un des indices de réfraction du mélange de cristaux liquides coïncide pratiquement avec l'indice de réfraction de la matrice n_M et/ou dans lequel le quotient de la masse du mélange de cristaux liquides et de la masse du milieu optiquement transparent vaut 1,5 ou plus,
 - qui présente dans l'un des deux états de commutation indépendamment de la polarisation de la lumière incidente une transmission réduite par rapport à l'autre état,
- caractérisé en ce que
le mélange de cristaux liquides contient un ou plusieurs composés de formule I



où
Q¹ est



représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe trans-1,4-cyclohexylène, 1,4-phénylène, 2-fluoro-1,4-phénylène, 3-fluoro-1,4-phénylène et l'un des groupes A¹ et, pour autant qu'il soit présent, A², également un groupe pyridine-2,5-diyle, pyrimidine-2,5-diyle, 1,3-dioxanne-2,5-diyle, tétrahydro-pyranne-2,5-diyle ou naphthalène-2,6-diyle,

Z¹ et Z² représentent, indépendamment l'un de l'autre, une simple liaison, -CH₂CH₂-, -COO-, -OCO-, -C≡C-, -CH₂O- ou des combinaisons quelconques de ces groupes de pontage,

Y et X désignent, indépendamment l'un de l'autre, H ou F, et l'un des radicaux X et Y également Cl,

W représente -Cl, -F, -CF₃, -OCF₃, OCHF₂ ou -NCS,

R¹ désigne un radical alkyle ayant 1-12 atomes de carbone, où également un ou deux groupes CH₂ non vicinaux peuvent être remplacés par -O- ou -HC=CH-, et

m est 0, 1 ou 2,

avec pour conditions que

(i) la proportion en masse des composés de formule I par rapport au mélange de cristaux liquides est d'au moins 50%, et/ou

(ii) le mélange de cristaux liquides ne contient aucun composé de formule I ayant W = F ou NCS, et/ou

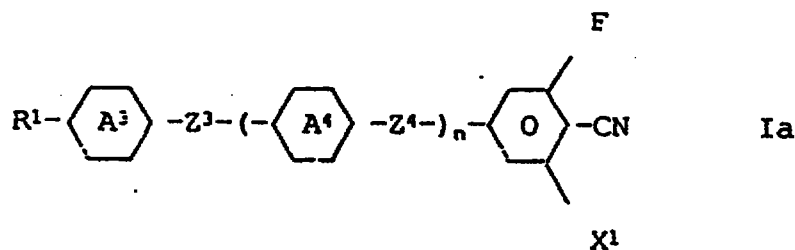
(iii) le mélange de cristaux liquides ne présente aucun composé comportant un hétérocycle contenant de l'azote.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il s'agit d'un système PDLC.

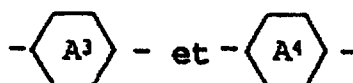
3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il s'agit d'un système NCAP.

4. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il s'agit d'un système PN.

5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le mélange de cristaux liquides contient un ou plusieurs composés de formule Ia



où



représentent, indépendamment l'un de l'autre, un groupe 1,4-cyclohexylène, 1,4-phénylène, 2-fluoro-1,4-phénylène ou 3-fluoro-1,4-phénylène, et

X¹ désigne H ou F,



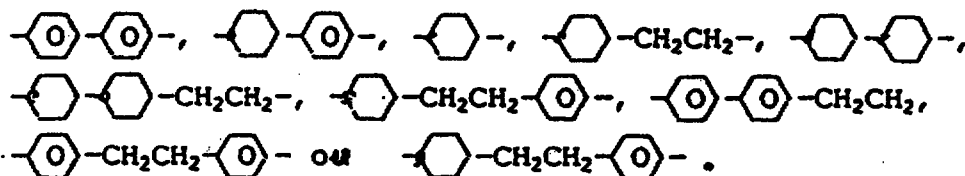
et pour n, Z³ et Z⁴ on a les combinaisons Nos.1-5 ci-après

No.	n	Z ³	Z ⁴
1	0	liaison simple	-
2	0	-CH ₂ CH ₂ -	-
3	1	-CH ₂ CH ₂ -	liaison simple
4	1	liaison simple	-CH ₂ CH ₂ -
5	1	liaison simple	liaison simple

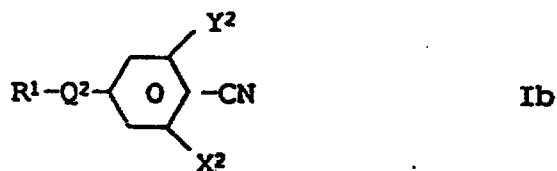
6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que, dans les composés Ia,



représente



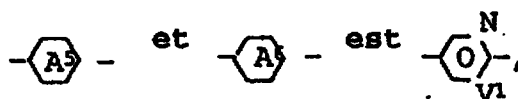
7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient un ou plusieurs composés de formule Ib,



où
Q² désigne



l'un des cycles



où V¹ est N ou H, et l'autre, s'il est présent, est un cycle trans-1,4-cyclohexylène ou 1,4-phénylène, X² et Y² sont, indépendamment l'un de l'autre, H ou F, p est 0 ou 1, et Z⁵ et Z⁶ sont, indépendamment l'un de l'autre, une liaison simple ou -CH₂CH₂-,



et R³ a la signification indiquée dans la revendication 1.

8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'au moins un des groupes X² et Y² est F.

9. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que X² = Y² = H.

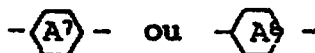
10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient un ou plusieurs composés de formule Ic,



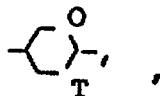
où
Q³ désigne



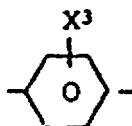
où l'un des cycles



représente

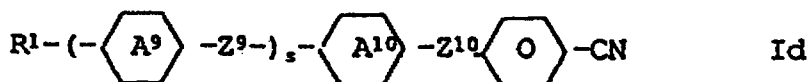


où T désigne -CH₂- ou -O-, et l'autre, dans la mesure où il est présent, désigne un groupe trans-1,4-cyclohexylène, 1,4-phénylène, 2-fluoro-1,4-phénylène ou 3-fluoro-1,4-phénylène, Z⁷ et Z⁸ représentent, indépendamment l'un de l'autre, une liaison simple, -COO-, -OCO- ou -CH₂CH₂-, r et q sont, indépendamment l'un de l'autre, 0 ou 1, et X³ est F ou Cl, et



désigne un groupe 2-fluoro- ou 2-chloro-1,4-phénylène ou 3-fluoro- ou 3-chloro-1,4-phénylène, et R¹ a la signification indiquée dans la revendication 1.

11. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient l'un ou plusieurs des composés de formule Id





où

5



est un groupe 1,4-phénylène ou trans-1,4-cyclohexylène,

10



15

est un groupe 1,4-phénylène, 2-fluoro-1,4-phénylène, 3-fluoro-1,4-phénylène ou trans-1,4-cyclohexylène,

 Z^9 représente une liaison simple, -COO-, -OCO- ou -CH₂CH₂-, Z^{10} représente une liaison simple, -COO- ou -CH₂CH₂-et

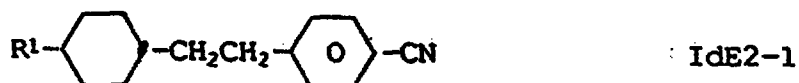
s est 0 ou 1,

20

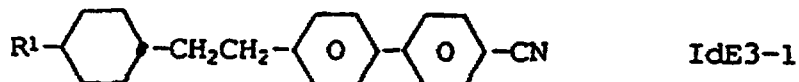
et R¹ a la signification indiquée dans la revendication 1.

12. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient un ou plusieurs composés choisis parmi les classes de composés de formules IdE2-1 et IdE3-1 à IdE3-8,

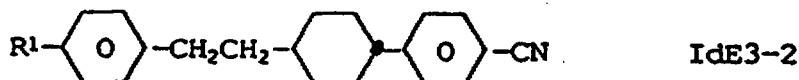
25



30



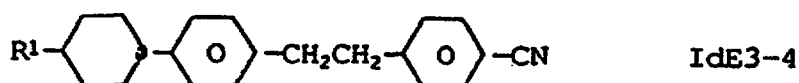
35



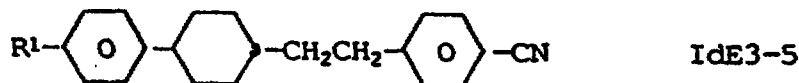
40



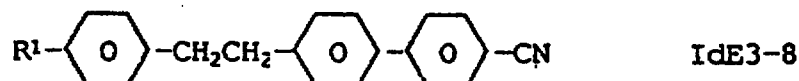
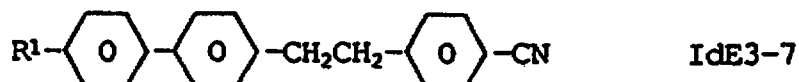
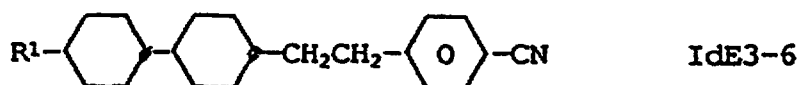
45



50

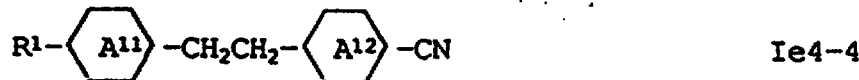
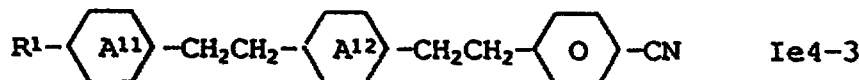
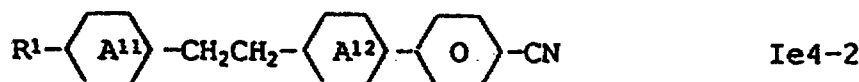
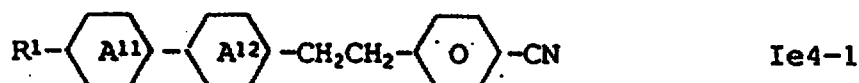


55



où R¹ a la signification indiquée dans la revendication 1.

- 15 13. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient un ou plusieurs composés à 4 cycles, choisis dans le groupe des carbonitriles de formules Ie4-1 à Ie4-4



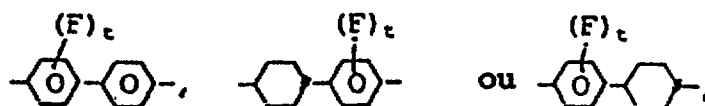
35 où



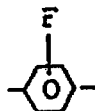
représente, dans chaque cas, indépendamment l'un de l'autre, un groupe 1,4-phénylène, 2-fluoro-1,4-phénylène, 3-fluoro-phénylène ou trans-1,4-cyclohexylène,



50 représente, dans chaque cas, indépendamment l'un de l'autre,



t est 0 ou 1, et



5

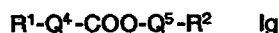
désigne un groupe 2-fluoro-1,4-phénylène ou 3-fluoro-1,4-phénylène, et R¹ a la signification indiquée dans la revendication 1.

10

14. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient, outre un composant A diélectriquement positif, consistant en des composés diélectriquement positifs ayant $\Delta\epsilon \geq 2$, un composant B diélectriquement neutre, consistant en des composés ayant $-2 \leq \Delta\epsilon \leq +2$, et éventuellement un composant C diélectriquement négatif, consistant en des composés ayant $\Delta\epsilon < -2$.

15

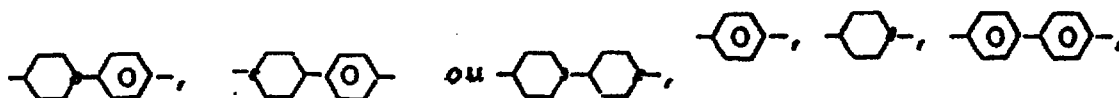
15. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient un ou plusieurs composés de formule Ig,



20

où les restes Q⁴ et Q⁵ désignent, dans chaque cas, indépendamment l'un de l'autre, un radical

25



et l'un des groupes Q⁴ et Q⁵ désigne également un radical

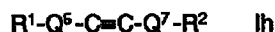
30



35

et R¹ et R² ont, chacun indépendamment l'un de l'autre, la signification indiquée dans la revendication 1 pour R¹.

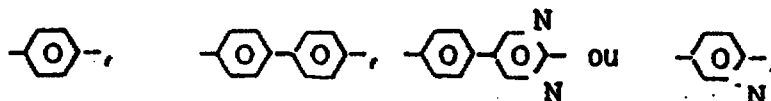
40



45

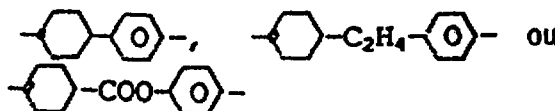
où au moins l'un des restes R¹ et R² a la signification indiquée dans la revendication 1 pour R¹, l'un des deux restes R¹ et R² désigne également F, Cl, OCF₃, OCHF₂ ou CF₃, et les restes Q⁶ et Q⁷ désignent, indépendamment l'un de l'autre,

50



Q⁶ désigne également

55





et Q⁷ représente également



5

17. Système selon l'une quelconque des revendications 1-16, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient un ou plusieurs composés de formule II,

10



où

15

R¹ et R² ont, dans chaque cas, indépendamment l'un de l'autre, la signification indiquée dans la revendication 1 pour R¹, et les restes Q⁸ et Q⁹ désignent chacun, indépendamment l'un de l'autre, un groupe trans-1,4-cyclohexylène, 1,4-phénylène, 4,4'-biphénylyle, 4,4'-cyclohexylphényle ou 4,4'-phénylcyclohexyle, tandis que l'un des groupes 1,4-phénylène présents dans la molécule peut également être substitué par un radical fluoro ou chloro.

20

18. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient en outre un ou plusieurs composés, choisis dans le groupe des composés de formules II à IV,

25



30

où

R représente dans chaque cas, indépendamment l'un de l'autre, un groupe alkyle ayant 1 à 15 atomes de carbone, dans lequel également un ou deux groupes -CH₂-non vicinaux peuvent être remplacés par des radicaux -O-, -CO- et/ou -CH=CH,

W¹ désigne Phe.(F)-Y¹ ou Cyc-Y¹,

Y¹ représente une double liaison, -COO- ou -OCO-,

V désigne un radical pyridine-2,5-diyle ou pyrimidine-2,5-diyle,

T désigne R, R-Phe.(F)-Y¹ ou R-Cyc-Y¹, et

Phe.(F) représente un groupe 1,4-phénylène, 2-fluoro-1,4-phénylène ou 3-fluoro-1,4-phénylène.

40

19. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe a une anisotropie diélectrique $\Delta\epsilon > 3$.

45

20. Système selon la revendication 19, caractérisé en ce que la proportion en masse des composés présentant un groupement carbonitrile terminal par rapport au composé mésomorphe est inférieure à 15%.

21. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que le composé mésomorphe est basé sur des composés présentant une anisotropie diélectrique $3 \leq \Delta\epsilon \leq 15$.

50

22. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient un colorant pléochroïque.

23. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que le mélange mésomorphe contient un composant dopé.

55

24. Utilisation du système mésomorphe électro-optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 23 pour des systèmes d'affichage "hôte-hôte", pour des affichages commandés par une matrice active ou passive, pour des systèmes de projection et pour des commutateurs pour systèmes d'affichage de



grande surface.

25. Utilisation du système mésomorphe électro-optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 23 pour des applications architectoniques et pour des véhicules automobiles.

26. Système électro-optique, contenant un système mésomorphe électro-optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, qui est commandé par une matrice active.