

Scheibe mit einer Titancarbid-Beschichtung

Die Erfindung betrifft eine Scheibe mit einer Beschichtung, ihre Herstellung und Verwendung.

5 Bekannt sind Scheiben mit Beschichtungen mit niedriger Lichttransmission mit einer Funktionsschicht mit TiN-Stapeln aus WO 2018/129135 A1, TiN/NiCr(N)-Stapeln aus WO 2018/129125 A1 und TiN/ITO-Stapeln aus US 2018/0237336 A1. Nb- und NbN-Funktionsschichten sind aus WO 2009/112759 A2, WO 01/21540 A1 und WO 2021/069616 A1 bekannt.

10

Ferner sind aus EP 0 693 574 B2 und JP H11-114704 A Werkzeuge bekannt, in denen TiC eingesetzt wird, um die mechanische Stabilität der Werkzeuge zu verbessern. Des Weiteren offenbart CN 105970177 A eine solarselektiv absorbierende Hochtemperaturbeschichtung auf TiC-Basis für den Einsatz auf dem technischen Gebiet der Solarenergienutzung.

15 Dementsprechend betreffen diese Offenbarungsstellen deutlich andere technische Gebiete als das Gebiet von beschichteten Scheiben.

Zudem ist die Verwendung von TiC-Stapeln in beschichteten Substraten aus EP 3 515 871 A1 und EP 0 718 250 B2 bekannt. In diesen Dokumenten wird die TiC-Schicht als
20 Barrierschicht gegen die Diffusion von Alkaliionen und Sauerstoff eingesetzt, während eine IR-reflektierende Schicht auf Basis von Silber verwendet wird.

US 2002/045073 A1 beschreibt Verfahren zum Erhalten von photoaktiven Beschichtungen und/oder Anatas-kristallinen Phasen von Titanoxiden und daraus erzeugte Gegenstände. Der
25 Gegenstand umfasst ein Substrat und eine Beschichtung, wobei eine funktionelle Beschichtung zwischen der Beschichtung und dem Substrat angeordnet sein kann. Die funktionelle Beschichtung soll einen oder mehrere physikalische Eigenschaften des Substrats modifizieren. Dies bedeutet, dass die funktionelle Beschichtung, insofern vorhanden, direkt auf dem Substrat angeordnet ist.

30

S. R. Reineck et al., Colloque international sur les plasmas et la pulvérisation cathodique, Société Française du Vide, Bd. colloque 4, 13. September 1982, S. 385-395, beschreibt Hochratensputtern zur Herstellung von architektonischen Glasbeschichtungen. Ein Glassubstrat mit einer Titancarbid-Beschichtung ist offenbart. Allerdings wird keine untere und

obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge und nicht die Dicke der Titancarbid-Beschichtung beschrieben.

C. G. Granqvist, Solar Energy Materials and Solar Cells, Bd. 91, Nr. 17, 2007, S. 1529-1598,
5 offenbart transparente Leiter als Solarenergiematerialien.

Während TiN eine gute thermische Leistung in Bezug auf einen niedrigen Emissionsgrad kombiniert mit Sonnenschutz Eigenschaften bietet, erfährt die TiN-enthaltende Beschichtung während eines thermischen Temperns eine drastische Farbänderung, was die Anwendung
10 derselben Beschichtung für thermisch getemperte und nicht thermisch getemperte Produkte ausschließt und damit das Marktvolumen insgesamt verringert. Im Vergleich dazu bieten Nb-Beschichtungen zwar geringe Farbänderungen nach thermischem Tempern und einen geringen Emissionsgrad, aber geringe Sonnenschutz Eigenschaften. Umgekehrt können unter Verwendung von NbN Sonnenschutz Eigenschaften und eine geringe Farbänderung nach
15 thermischem Tempern erzielt werden, jedoch wird mit diesem Material kein niedriger Emissionsgrad erreicht.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine kostengünstige und nachhaltige Sonnenschutzbeschichtung für Scheiben bereitzustellen, welche eine hohe chemische und
20 mechanische Beständigkeit aufweist und die nach dem thermischen Tempern eine vernachlässigbare Farbverschiebung zeigt. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein wirtschaftliches und umweltfreundliches Verfahren zur Herstellung einer nachhaltigen Sonnenschutzbeschichtung für Scheiben bereitzustellen. Es ist schließlich Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verwendung für die erfindungsgemäße
25 Sonnenschutzbeschichtung für Scheiben bereitzustellen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird erfindungsgemäß durch eine Scheibe gemäß Anspruch 1, ein Verfahren gemäß Anspruch 12 und eine Verwendung gemäß Anspruch 14
30 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Scheibe ist dafür vorgesehen, in einer Fensteröffnung den Innenraum gegenüber der äußeren Umgebung abzutrennen. Die erfindungsgemäße Scheibe umfasst mindestens eine Glasscheibe und eine Beschichtung. Die Glasscheibe weist zwei Oberflächen (Hauptflächen)
35 auf, nämlich eine außenseitige Oberfläche und eine innenraumseitige Oberfläche, und eine umlaufende Kantenfläche zwischen den beiden Hauptflächen. Mit der außenseitigen

Oberfläche wird diejenige Hauptfläche bezeichnet, die in Einbaulage der äußeren Umgebung zugewandt ist. Mit der innenraumseitigen Oberfläche wird diejenige Hauptfläche bezeichnet, die in Einbaulage dem Innenraum zugewandt ist. Die Beschichtung ist auf der besagten außenseitigen Oberfläche oder der innenraumseitigen Oberfläche der Glasscheibe angeordnet. Bevorzugt ist die Beschichtung auf der innenraumseitigen Oberfläche der Glasscheibe angeordnet, da die Beschichtung so besonders vor Beeinträchtigung durch mechanische und/oder chemische Einflüsse aus der Umgebung geschützt ist.

Die Beschichtung umfasst erfindungsgemäß ausgehend von der Glasscheibe in der folgenden Reihenfolge mindestens:

- eine untere (optisch) hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge,
- eine IR-reflektierende Schicht auf Basis von Titancarbid (TiC), und
- eine obere (optisch) hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge.

Der große Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass die erfindungsgemäße Scheibe neben ihren Infrarot (IR)-reflektierenden Eigenschaften eine hohe chemische und mechanische Beständigkeit aufweist und nach einem möglichen thermischen Tempern wenig Farbänderung zeigt. Die IR-reflektierenden Eigenschaften werden insbesondere durch die IR-reflektierende Schicht auf Basis von Titancarbid bereitgestellt und betreffen den nahen Infrarotbereich, so dass die Beschichtung als Sonnenschutzbeschichtung (*solar control coating*) wirkt und die IR-Anteile der Sonnenstrahlung (teilweise) reflektiert. Die IR-reflektierenden Eigenschaften betreffen auch Wärmestrahlung im mittleren IR-Bereich, so dass sie auch als emissivitätsmindernde Beschichtung (Low-E-Beschichtung) wirkt und die Abstrahlung von Wärme der Scheibe in den Innenraum reduziert. Sie ist zudem nicht korrosionsanfällig, so dass sie auf einer exponierten Oberfläche eingesetzt werden kann, was bei emissivitätsmindernden Beschichtungen erforderlich ist (innenraumseitige exponierte Oberfläche) und bei monolithischen Scheiben ohnehin unvermeidlich ist, weil ausschließlich exponierte Oberflächen zur Verfügung stehen.

Unter einer „exponierten Oberfläche“ wird erfindungsgemäß eine externe oder freiliegende Oberfläche bezeichnet, die eine Grenzfläche zur umgebenden Atmosphäre bildet und für Personen zugänglich und berührbar ist.

Darüber hinaus kann mit der erfindungsgemäßen Beschichtung eine Lichttransmission der Scheibe von 50 % oder weniger erreicht werden, was beispielsweise für den Einsatz als

Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder als Scheibe für ein Gebäude vorteilhaft ist. Des Weiteren erfolgt aufgrund der chemischen Beständigkeit von Titancarbid eine nur höchstens geringe Farbänderung durch thermisches Tempern. Da Titan zudem ein häufig vorkommendes Element darstellt, kann Titancarbid zum

5 einen als ein nachhaltiges Material angesehen werden und zum anderen eine kosteneffiziente Herstellung ermöglicht werden. Durch die Verwendung der oberen hochbrechenden dielektrischen Schicht oder Schichtenfolge kann die Oxidation der IR-reflektierenden Schicht auf Basis von Titancarbid während einer möglichen Temperaturbehandlung, wie z.B. thermisches Tempern, weiter verringert oder verhindert werden.

10 Die Beschichtung ist bevorzugt vollflächig auf der besagten Oberfläche angeordnet, so dass die gesamte Oberfläche ausnahmslos von der Beschichtung bedeckt ist. Es ist aber auch möglich, dass Bereiche der Oberfläche nicht mit der Beschichtung versehen sind, beispielsweise ein umlaufender Randbereich oder lokaler unbeschichteter Bereich, der als

15 Datenübertragungsfenster die Durchlässigkeit für elektromagnetische Strahlung (Antennensignale) verbessert. Ein solches Datenübertragungsfenster kann nötig oder hilfreich sein, um die Durchlässigkeit für elektromagnetische Strahlung zu gewährleisten (beispielsweise Antennensignale), welche durch die elektrisch leitfähige Schicht auf Basis von TiC gedämpft oder blockiert werden kann. Bevorzugt sind mindestens 80 % der Oberfläche

20 von der Beschichtung bedeckt, besonders bevorzugt mindestens 90 %.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Scheibe als Verbundscheibe ausgebildet. Eine Verbundscheibe umfasst eine Außenscheibe und eine Innenscheibe, welche über eine thermoplastische Zwischenschicht miteinander verbunden sind. Mit Innenscheibe wird im

25 Sinne der Erfindung die dem Innenraum zugewandte Scheibe der Verbundscheibe bezeichnet. Mit Außenscheibe wird die der äußeren Umgebung zugewandte Scheibe bezeichnet. Die erfindungsgemäße Glasscheibe mit der Beschichtung kann dabei die Innenscheibe oder die Außenscheibe der Verbundscheibe darstellen. Die Beschichtung kann sich dabei auf der außenseitigen Oberfläche oder der innenraumseitigen Oberfläche der

30 Glasscheibe, die als Innenscheibe oder als Außenscheibe verwendet wird, befinden. Falls die Glasscheibe als Außenscheibe der Verbundscheibe verwendet wird, befindet sich die Beschichtung bevorzugt auf der innenraumseitigen Oberfläche der Glasscheibe, da die Beschichtung so vor Beeinträchtigung durch mechanische und/oder chemische Einflüsse aus der Umgebung geschützt ist und zudem geringere Reflektivitäten erreicht werden können.

35 Insofern die Glasscheibe die Innenscheibe einer Verbundscheibe darstellt, ist die

Beschichtung sowohl auf der außenseitigen Oberfläche als auch auf der innenraumseitigen Oberfläche der Glasscheibe vor diesen Einflüssen aus der Umgebung geschützt. In einer Ausführungsform der Erfindung befindet sich die Beschichtung auf der außenseitigen Oberfläche der Glasscheibe, welche als Innenscheibe einer Verbundscheibe verwendet wird, so dass geringere Reflektivitäten erreicht werden können. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Beschichtung auf der innenraumseitigen Oberfläche der Glasscheibe angeordnet, wenn die Glasscheibe als Innenscheibe einer Verbundscheibe verwendet wird, da sie so die gegenüber dem Innenraum exponierte Oberfläche der Verbundscheibe darstellt und damit zusätzlich eine emissivitätsmindernde Wirkung entfalten kann. Verbundscheiben können beispielsweise im Fahrzeugbereich als sogenanntes Verbundsicherheitsglas (VSG) oder im Gebäudesektor als Isolierverglasung eingesetzt werden. Die Scheibe kann beispielweise eine Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder eine Scheibe für ein Gebäude sein.

In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist die erfindungsgemäße Scheibe eine monolithische Scheibe, welche als Einzelglasscheibe ausgebildet ist. Außer der Glasscheibe mit der Beschichtung ist also keine weitere Scheibe vorhanden. Bevorzugt ist im Falle einer Einzelglasscheibe die Beschichtung auf der innenraumseitigen Oberfläche der Glasscheibe angeordnet, da die Beschichtung so vor Beeinträchtigung durch mechanische und/oder chemische Einflüsse aus der Umgebung geschützt ist. Die Scheibe kann insbesondere als ein sogenanntes Einscheibensicherheitsglas (ESG) eingesetzt werden, wobei die Glasscheibe thermisch vorgespannt ist. Die monolithische Scheibe kann beispielweise eine Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder eine Scheibe für ein Gebäude sein.

Die IR-reflektierende Schicht auf Basis von Titancarbid weist eine Schichtdicke von 2 nm bis 50 nm auf, bevorzugt von 3 nm bis 45 nm, besonders bevorzugt von 5 nm bis 40 nm. Damit werden gute IR-reflektierende Eigenschaften und eine Lichttransmission TL der Scheibe von 25 % oder mehr und 50 % oder weniger erreicht. Titancarbid (TiC) ist auch als TiC_x zu verstehen, wobei x von 0,8 bis 1,2, bevorzugt von 0,9 bis 1,1, weiter bevorzugt etwa 1,0 beträgt. Bevorzugt wird das Titancarbid also im Wesentlichen stöchiometrisch abgeschieden, was einem Atomverhältnis des Titans zum Kohlenstoff von etwa 1:1 entspricht. Titancarbid weist elektrische Leitfähigkeit auf, worauf auch die IR-reflektierende Wirkung zurückzuführen ist. Der spezifische elektrische Widerstand dünner Schichten liegt in der Regel höher als die tabellierten Werte für den Festkörper (*bulk*-Werte). Der spezifische Widerstand der

erfindungsgemäßen IR-reflektierenden Schicht auf Basis von Titancarbid beträgt bevorzugt weniger als 300 $\mu\Omega$ cm, weiter bevorzugt weniger als 250 $\mu\Omega$ cm. Der spezifische Widerstand hängt entscheidend ab vom Anteil an Kohlenstoff der IR-reflektierenden Schicht, daneben haben Schichtparameter wie Dichte und Kristallinität einen Einfluss. Der spezifische Widerstand äußert sich im Brechungsindex der IR-reflektierenden Schicht. Mit dem spezifischen Widerstand ist genau genommen der spezifische elektrische Widerstand gemeint, der häufig auch als Resistivität bezeichnet wird. Sein Kehrwert ist die elektrische Leitfähigkeit. Der spezifische Widerstand kann mit einem handelsüblichen Widerstandsmessgerät bestimmt werden.

Der Brechungsindex (Realteil des komplexen Brechungsindex) der IR-reflektierenden Schicht auf Basis von Titancarbid liegt bevorzugt im Bereich von 2,3 bis 3,4 in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 780 nm bzw. von 2,9 bis 6,0 in einem Wellenlängenbereich von 780 nm bis 2500 nm, besonders bevorzugt von 2,9 bis 3,3 in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 780 nm bzw. von 3,3 bis 6,0 in einem Wellenlängenbereich von 780 nm bis 2500 nm. Der Extinktionskoeffizient (Imaginärteil des komplexen Brechungsindex) der IR-reflektierenden Schicht auf Basis von Titancarbid liegt bevorzugt im Bereich von 2,0 bis 3,7 in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 780 nm bzw. von 3,5 bis 6,5 in einem Wellenlängenbereich von 780 nm bis 2500 nm, besonders bevorzugt von 2,0 bis 3,5 in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 780 nm bzw. von 3,7 bis 6,5 in einem Wellenlängenbereich von 780 nm bis 2500 nm. Gemäß einer Ausführungsform liegt der Brechungsindex (Realteil des komplexen Brechungsindex) der IR-reflektierenden Schicht auf Basis von Titancarbid im Bereich von 2,4 bis 3,0 bei einer Wellenlänge von 550 nm, weiter bevorzugt im Bereich von 2,8 bis 3,0 bei einer Wellenlänge von 550 nm. Gemäß einer weiteren Ausführungsform liegt der Extinktionskoeffizient (Imaginärteil des komplexen Brechungsindex) der IR-reflektierenden Schicht auf Basis von Titancarbid im Bereich von 2,7 bis 2,9 bei einer Wellenlänge von 550 nm, weiter bevorzugt im Bereich von 2,7 bis 2,8 bei einer Wellenlänge von 550 nm.

Ist eine Schicht der erfindungsgemäßen Beschichtung auf Basis eines Materials ausgebildet, so besteht die Schicht mehrheitlich aus diesem Material, insbesondere im Wesentlichen aus diesem Material neben etwaigen Verunreinigungen oder Dotierungen. Die genannten dielektrischen Materialien (Oxide, Nitride) können stöchiometrisch, unterstöchiometrisch oder überstöchiometrisch abgeschieden sein. Daher wird bei der Angabe der Summenformeln auf

stöchiometrische Koeffizienten verzichtet. Die Summenformeln dienen lediglich der Abkürzung, sie enthalten keinerlei Informationen über die Stöchiometrie.

Durch Dotierungen, beispielsweise Aluminium, Zirkonium, Titan oder Bor, können an sich
5 dielektrische Materialien mit einer gewissen elektrischen Leitfähigkeit versehen werden. Der Fachmann wird sie hinsichtlich ihrer Funktion dennoch als dielektrische Schichten identifizieren, wie es im Bereich der dünnen Schichten üblich ist. Das Material der dielektrischen Schichten weist bevorzugt eine elektrische Leitfähigkeit (Kehrwert des spezifischen Widerstands) von kleiner 10^{-4} S/m auf.

10 Soweit nicht anders angegeben ist mit der Dicke oder Schichtdicke einer Schicht im Sinne der vorliegenden Erfindung stets die geometrische Dicke gemeint. Wird stattdessen auf die optische Dicke Bezug genommen, welche sich als Produkt aus der geometrischen Dicke und dem Brechungsindex ergibt, so ist dies jeweils explizit angegeben.

15 Insofern nicht anders angemerkt, sind die angegebenen Werte für Brechungsindizes bei einer Wellenlänge von 550 nm gemessen. Der Brechungsindex kann beispielsweise mittels Ellipsometrie bestimmt werden. Ellipsometer sind kommerziell erhältlich, beispielsweise von der Firma Sentech. Falls die Absorption sehr stark ist und eine genaue Messung mit
20 Ellipsometrie nicht möglich ist, kann der Brechungsindex auch mithilfe von optischen Modellen aus Simulationen bestimmt werden. Eine Simulation kann beispielsweise mit einer auf dem Fachgebiet gebräuchlichen Software, wie z.B. CODE, durchgeführt werden.

Erfindungsgemäß umfasst die Scheibe eine obere hochbrechende dielektrische Schicht oder
25 Schichtenfolge. Gemäß einer Ausführungsform sind die IR-reflektierende Schicht auf Basis von Titancarbid und die obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge in direktem Kontakt miteinander.

„In direktem Kontakt“ bedeutet im Sinne der Erfindung, dass sich keine weitere Schicht
30 zwischen den Schichten, die in direktem Kontakt zueinander sind, befindet.

Die obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge weist bevorzugt einen Brechungsindex von mehr als 1,9 auf, beispielsweise zwischen 1,9 und 2,5. Sie kann als
35 einzelne Schicht ausgebildet sein (in diesem Fall liegt eine obere hochbrechende dielektrische Schicht vor) oder als Stapel mehrerer Schichten (in diesem Fall liegt eine obere

hochbrechende dielektrische Schichtenfolge vor). Im Fall einer Schichtenfolge weisen sämtliche Schichten bevorzugt einen Brechungsindex von mehr als 1,9 auf.

Die obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge weist bevorzugt eine
5 optische Dicke von 10 nm bis 120 nm auf, besonders bevorzugt von 20 nm bis 100 nm.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung enthält die obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge eine Schicht auf Basis eines Nitrids oder ist daraus ausgebildet. Damit ist gemeint, dass, wenn eine obere dielektrische Schicht vorhanden ist, diese auf Basis eines
10 Nitrids ausgebildet ist, und wenn eine obere dielektrische Schichtenfolge vorhanden ist, diese mindestens eine Schicht auf Basis eines Nitrids enthält. Das Nitrid ist bevorzugt Siliziumnitrid (SiN) oder ein Silizium-Metall-Mischnitrid, beispielsweise Siliziumzirkoniumnitrid (SiZrN), Siliziumhafniumnitrid (SiHfN), Siliziumtitannitrid (SiTiN) oder Siliziumaluminiumnitrid (SiAlN). Diese weisen geeignete Brechungsindizes auf (SiN: 2,0; SiZrN: 2,2), sind vergleichsweise
15 einfach und kostengünstig zu erzeugen und für Dünnschicht-Beschichtungen auf Glasscheiben gebräuchlich. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung enthält die obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge eine Schicht auf Basis eines Oxids oder ist daraus ausgebildet, insbesondere Titanoxid (TiO, Brechungsindex 2,3). Dadurch kann der (gemittelte) Brechungsindex der oberen hochbrechenden Schicht(enfolge) weiter erhöht
20 werden, was beispielsweise für eine antireflektierende Wirkung vorteilhaft ist, insofern die Scheibe gemäß einer Ausführungsform weiter eine niedrigbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge, wie weiter unten beschrieben, umfasst.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist diejenige Schicht der oberen
25 hochbrechenden Schicht oder Schichtfolge, welche in direktem Kontakt zur IR-reflektierenden Schicht auf Basis von TiC steht, auf Basis eines Nitrids ausgebildet, insbesondere auf Basis von SiN oder SiZrN. Dadurch kann vermieden werden, dass die IR-reflektierende Schicht beim Abscheiden oder bei einer nachgelagerten Wärmebehandlung oxidiert wird, wie es bei Kontakt zu einer oxidischen Schicht auftreten könnte. Das kann dadurch realisiert werden,
30 dass eine obere hochbrechende dielektrische Schicht vorhanden ist, welche auf Basis des Nitrids ausgebildet ist, oder dass eine obere hochbrechende dielektrische Schichtenfolge vorhanden ist, deren unterste (das heißt am nächsten zur IR-reflektierenden Schicht gelegene) Schicht auf Basis des Nitrids ausgebildet ist.

In einer Ausgestaltung ist eine einzelne obere hochbrechende dielektrische Schicht vorhanden auf Basis eines Nitrids, insbesondere auf Basis von Siliziumnitrid (SiN) mit einer Schichtdicke von 10 nm bis 60 nm, besonders bevorzugt von 20 nm bis 50 nm, beispielsweise von 30 nm bis 45 nm, oder auf Basis von Siliziumzirkoniumnitrid (SiZrN) mit einer Schichtdicke von 10 nm bis 50 nm, besonders bevorzugt von 15 nm bis 45 nm. Bei anderen Silizium-Metall-Mischnitriden können im Wesentlichen die gleichen Schichtdicken verwendet werden wie bei SiZrN.

In einer weiteren Ausgestaltung ist eine obere hochbrechende dielektrische Schichtenfolge vorhanden. Diese umfasst „von unten nach oben“ (also in der Richtung ausgehend von der IR-reflektierenden Schicht auf Basis von Titancarbid) in der folgenden Reihenfolge bevorzugt:

- eine erste Schicht auf Basis eines Nitrids, insbesondere Siliziumnitrid (SiN), oder Silizium-Metall-Mischnitrids, insbesondere Siliziumzirkoniumnitrid (SiZrN), und
- eine zweite Schicht auf Basis eines Oxids, insbesondere Titanoxid (TiO).

Die erste Schicht steht bevorzugt in direktem Kontakt zur IR-reflektierenden Schicht und verhindert deren Oxidation. Die zweite Schicht erhöht den gemittelten Brechungsindex der Schichtenfolge. Die zweite Schicht auf Basis von TiO weist bevorzugt eine Schichtdicke auf von 5 nm bis 25 nm, besonders bevorzugt von 10 nm bis 20 nm. Die erste Schicht weist bevorzugt eine Schichtdicke auf von 10 nm bis 30 nm, besonders bevorzugt von 15 nm bis 25 nm, wenn sie auf Basis von SiN ausgebildet ist. Die erste Schicht weist bevorzugt eine Schichtdicke auf von 10 nm bis 25 nm, besonders bevorzugt von 15 nm bis 20 nm, wenn sie auf Basis von SiZrN ausgebildet ist.

Erfindungsgemäß umfasst die Beschichtung weiter eine untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge, die zwischen der Glasscheibe und der IR-reflektierenden Schicht ausgebildet ist. Durch die Verwendung der unteren hochbrechenden dielektrischen Schicht oder Schichtenfolge kann verhindert werden, dass bei einer möglichen Temperaturbehandlung Bestandteile der Glasscheibe in die IR-reflektierende Schicht auf Basis von Titancarbid eindringen. Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform sind die untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge und die IR-reflektierende Schicht in direktem Kontakt zueinander.

Die untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge weist bevorzugt einen Brechungsindex von mehr als 1,9 auf, beispielsweise zwischen 1,9 und 2,5. Sie kann ebenfalls als einzelne Schicht ausgebildet sein (in diesem Fall liegt eine untere

hochbrechende dielektrische Schicht vor) oder als Stapel mehrerer Schichten (in diesem Fall liegt eine untere hochbrechende dielektrische Schichtenfolge vor). Im Fall einer Schichtenfolge weisen sämtliche Schichten bevorzugt einen Brechungsindex von mehr als 1,9 auf.

5

Die untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge weist bevorzugt eine optische Dicke von 10 nm bis 220 nm auf, besonders bevorzugt von 20 nm bis 200 nm.

Die Materialien der unteren und der oberen hochbrechenden dielektrischen Schichten oder Schichtenfolge können unabhängig voneinander gewählt werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung enthält die untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge eine Schicht auf Basis eines Nitrids oder ist daraus ausgebildet. Das Nitrid ist bevorzugt Siliziumnitrid (SiN) oder ein Silizium-Metall-Mischnitrid, beispielsweise Siliziumzirkoniumnitrid (SiZrN), Siliziumhafniumnitrid (SiHfN), Siliziumtitannitrid (SiTiN) oder Siliziumaluminiumnitrid (SiAlN). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung enthält die untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge eine Schicht auf Basis eines Oxids oder ist daraus ausgebildet, insbesondere Titanoxid (TiO).

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist diejenige Schicht der unteren hochbrechenden Schicht oder Schichtfolge, welche in direktem Kontakt zur IR-reflektierenden Schicht auf Basis von TiC steht, auf Basis eines Nitrids ausgebildet, insbesondere auf Basis von SiN oder SiZrN. Dadurch kann vermieden werden, dass die IR-reflektierende Schicht bei einer nachgelagerten Wärmebehandlung oxidiert wird, wie es bei Kontakt zu einer oxidischen Schicht auftreten könnte. Das kann dadurch realisiert werden, dass eine untere hochbrechende dielektrische Schicht vorhanden ist, welche auf Basis des Nitrids ausgebildet ist, oder dass eine untere hochbrechende dielektrische Schichtenfolge vorhanden ist, deren oberste (das heißt am nächsten zur IR-reflektierenden Schicht gelegene) Schicht auf Basis des Nitrids ausgebildet ist.

In einer ganz besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist eine einzelne untere hochbrechende dielektrische Schicht vorhanden auf Basis eines Nitrids, insbesondere auf Basis von Siliziumnitrid (SiN) mit einer Schichtdicke von 10 nm bis 110 nm, besonders bevorzugt von 20 nm bis 105 nm, insbesondere von 30 nm bis 100 nm, oder auf Basis von Siliziumzirkoniumnitrid (SiZrN) mit einer Schichtdicke von 15 nm bis 55 nm, besonders bevorzugt von 20 nm bis 45 nm.

In einer weiteren Ausgestaltung ist eine untere hochbrechende dielektrische Schichtenfolge vorhanden, welche ausgehend von der Glasscheibe in der folgenden Reihenfolge umfasst:

- eine erste Schicht auf Basis eines Oxids, insbesondere Titanoxid (TiO) und
- 5 - eine zweite Schicht auf Basis eines Nitrids, insbesondere Siliziumnitrid (SiN), oder Silizium-Metall-Mischnitrids, insbesondere Siliziumzirkoniumnitrid (SiZrN).

Die zweite Schicht steht bevorzugt in direktem Kontakt zur IR-reflektierenden Schicht und verhindert deren Oxidation. Die erste Schicht erhöht den gemittelten Brechungsindex der Schichtenfolge. Die erste Schicht auf Basis von TiO weist bevorzugt eine Schichtdicke auf

10 von 5 nm bis 25 nm, besonders bevorzugt von 10 nm bis 20 nm oder von 10 nm bis 18 nm. Die zweite Schicht weist bevorzugt eine Schichtdicke auf von 10 nm bis 40 nm, besonders bevorzugt von 15 nm bis 35 nm, insbesondere von 25 nm bis 35 nm oder von 30 nm bis 35 nm, wenn sie auf Basis von SiN ausgebildet ist. Die zweite Schicht weist bevorzugt eine Schichtdicke auf von 10 nm bis 35 nm, besonders bevorzugt von 15 nm bis 30 nm, wenn sie

15 auf Basis von SiZrN ausgebildet ist.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Beschichtung weiter eine niedrigbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge mit einem Brechungsindex von kleiner 1,6, die auf der oberen hochbrechenden dielektrischen Schicht angeordnet ist. Mithilfe dieser

20 niedrigbrechenden dielektrischen Schicht oder Schichtenfolge kann die Scheibe zusätzlich zu den IR-reflektierenden Eigenschaft eine antireflektierende Wirkung aufweisen.

Die niedrigbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge weist einen Brechungsindex von weniger als 1,6 auf, beispielsweise zwischen 1,2 und 1,6, bevorzugt weniger als 1,5. Sie

25 kann als einzelne Schicht ausgebildet sein (in diesem Fall liegt eine niedrigbrechende dielektrische Schicht vor) oder als Stapel mehrerer Schichten (in diesem Fall liegt eine niedrigbrechende dielektrische Schichtenfolge vor). Im Fall einer Schichtenfolge weisen sämtliche Schichten einen Brechungsindex von weniger als 1,6 auf.

30 Die niedrigbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge weist bevorzugt eine optische Dicke von 40 nm bis 130 nm auf, besonders bevorzugt von 55 nm bis 115 nm. Damit werden besonders gute antireflektierende Eigenschaften erreicht.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung enthält die niedrigbrechende dielektrische Schicht oder

35 Schichtenfolge eine Schicht auf Basis eines Oxids oder ist daraus ausgebildet. Das Oxid ist

bevorzugt Siliziumoxid (SiO). Dies weist einen geeigneten Brechungsindex auf (1,45), ist durch Dünnschichttechnologie, aber auch nasschemisch erzeugbar und für Beschichtungen auf Glasscheiben gebräuchlich.

- 5 In einer bevorzugten Ausgestaltung ist eine einzelne niedrigbrechende dielektrische Schicht vorhanden, insbesondere auf Basis von SiO mit einer Schichtdicke von 30 nm bis 90 nm, besonders bevorzugt von 40 nm bis 80 nm.

Die niedrigbrechende dielektrische Schicht (insbesondere SiO-Schicht) ist in einer
10 Ausgestaltung der Erfindung eine Dünnschicht, die beispielsweise durch Gasphasenabscheidung erzeugt werden kann. Statt einer einzelnen niedrigbrechenden Schicht kann auch eine niedrigbrechende dielektrische Schichtenfolge vorhanden sein aus mehreren Einzelschichten.

- 15 Die erfindungsgemäße Beschichtung wurde vorstehend derart beschrieben, dass sie bestimmte Schichten enthält oder umfasst bzw. gemäß Ausführungsformen bestimmte Schichten enthalten oder umfassen kann. Damit ist gemeint, dass außer den genannten Schichten weitere Schichten vorhanden sein können, beispielsweise zwischen den einzelnen Schichten beziehungsweise Schichtenfolgen oder als Teil einer oder mehrerer
20 Schichtenfolgen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besteht die Beschichtung nur aus der unteren hochbrechenden Schicht(enfolge), der IR-reflektierenden Schicht und der oberen hochbrechenden Schicht(enfolge), wobei dazwischen, darüber und darunter keine weiteren Schichten vorhanden sind. Es ist weiterhin bevorzugt, dass die einzelnen Schichten(folgen) nur aus den vorstehend explizit genannten Schichten bestehen und keine
25 weiteren Schichten enthalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Scheibe keine Silberschicht. Die genannten Schichten sind ausreichend zur Erzeugung einer guten IR-abschirmenden Wirkung. Weitere Schichten würden Kosten und Aufwand der Herstellung erhöhen. Allerdings kann, gemäß einer Ausführungsform, die Beschichtung weiter die oben beschriebene niedrigbrechende Schicht(enfolge) umfassen, um
30 zusätzlich zu der IR-reflektierenden Eigenschaft eine antireflektierende Wirkung zu erhalten.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform enthält die Glasscheibe oder besteht die Glasscheibe aus Flachglas, bevorzugt Kalk-Natron-Glas, Borosilikatglas oder Quarzglas. Das Glas kann aus Klarglas oder aus getöntem oder gefärbtem Glas gefertigt sein. Unter einem
35 Klarglas wird eine solche Glasscheibe verstanden, welche eine integrierte Lichttransmission

nach ISO 9050 von mindestens 90 % aufweist. Getönte oder gefärbte Glasscheiben weisen eine geringer integrierte Lichttransmission auf. Selbige Ausführungen gelten auch für die Innenscheibe und die Außenscheibe, falls die Scheibe eine Verbundscheibe ist. Die Dicke der Glasscheibe kann den Erfordernissen im Anwendungsfall entsprechend frei gewählt werden.

- 5 Die Dicke der Glasscheibe bzw. der Innenscheibe oder der Außenscheibe beträgt üblicherweise von 0,5 mm bis 5 mm.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Scheibe in einer oder in mehreren Richtungen des Raumes gebogen, wie es beispielsweise für Kraftfahrzeugscheiben üblich ist, wobei typische
10 Krümmungsradien im Bereich von etwa 10 cm bis etwa 40 m liegen. Die innenraumseitige Oberfläche der Scheibe ist dabei in der Regel konkav gekrümmt. Einer weiteren Ausführungsform entsprechend ist die Scheibe plan, beispielsweise wenn sie als Scheibe für Busse, Züge oder Traktoren oder für Gebäude vorgesehen ist.

- 15 Die erfindungsgemäße Scheibe weist bevorzugt eine innenraumseitige Emissivität von weniger als 65 % auf, besonders bevorzugt weniger als 60 %, ganz besonders bevorzugt weniger als 50 %. Mit innenraumseitiger Emissivität wird dabei das Maß bezeichnet, welches angibt, wie viel Wärmestrahlung die Scheibe in Einbaulage im Vergleich zu einem idealen Wärmestrahler (einem schwarzen Körper) in einen Innenraum, beispielsweise eines
20 Gebäudes oder eines Fahrzeugs abgibt. Unter Emissivität wird im Sinne der Erfindung der normale Emissionsgrad bei 283 K nach der Norm EN 12898 verstanden.

- Die erfindungsgemäße Scheibe weist bevorzugt eine Lichttransmission von 50 % oder weniger auf, weiter bevorzugt von 48 % oder weniger. Gemäß einer besonders bevorzugten
25 Ausführungsform weist die Scheibe eine Lichttransmission von 25 % oder mehr und 50 % oder weniger auf. Eine Scheibe mit einer solchen Lichttransmission ist besonders vorteilhaft in Gebieten mit sehr starker Sonneneinstrahlung, da so eine angenehme Abdunkelung des einfallendes Lichtes durch die Scheibe erreicht werden kann. Mit Lichttransmission ist dabei die integrierte Lichttransmission nach ISO 9050 gemeint, gemessen mit einer Lichtquelle der
30 Lichtart D65.

- Gemäß einer Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Scheibe einen möglichst geringen Farbabstand ΔE auf. Der Farbabstand ΔE ist ein Maß für eine Farbänderung, beispielsweise aufgrund einer Temperaturbehandlung, und wird gemäß EN ISO 11664-4
35 gemessen. Je geringer der Farbstand ist, desto weniger wird dieser vom menschlichen Auge

- wahrgenommen. Bevorzugt weist die Scheibe nach einem thermischen Tempern einen Farbabstand ΔE von weniger als 5, weiter bevorzugt von weniger als 4, noch weiter bevorzugt von weniger als 3 auf. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt $\Delta E(R_c)$, was dem von der Beschichtungsseite gemessenen Farbabstand entspricht, weniger als 5, weiter bevorzugt weniger als 4, noch weiter bevorzugt weniger als 3. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt $\Delta E(R_g)$, was dem von der Glasscheibenseite gemessenen Farbabstand entspricht, weniger als 5, weiter bevorzugt weniger als 4, noch weiter bevorzugt weniger als 3, am stärksten bevorzugt weniger als 2. Ein Farbabstand von weniger als 2 ist für das menschliche Auge quasi nicht mehr wahrnehmbar. Wird die Scheibe beispielsweise als Scheibe für ein Gebäude eingesetzt, die einem thermischen Tempern unterzogen wurde, so sieht der Betrachter außerhalb des Gebäudes bei einem $\Delta E(R_g)$ der getemperten Scheibe von weniger als 2 keinen Farbunterschied zwischen einer solchen getemperten Scheibe im Vergleich zu einer nicht getemperten Scheibe.
- Die erfindungsgemäße Beschichtung weist aufgrund der Schicht auf Basis von TiC eine elektrische Leitfähigkeit auf, so dass sie auch als Heizbeschichtung verwendet werden kann. Sie wird dazu mit sogenannten Stromsammelschienen (*busbars*) versehen, die sich entlang zweier einander gegenüberliegenden Seitenkanten der Scheibe erstrecken und an die Pole einer Spannungsquelle angeschlossen sind, so dass ein Strom durch die Beschichtung fließen und die Scheibe dabei erwärmen kann. Aufgrund des Flächenwiderstands werden besonders vorteilhafte Heizwirkungen erreicht, wenn die Spannungsquelle eine Spannung von 42 Volt bis 48 Volt oder sogar von 300 V bis 400 V aufweist. Solche Spannungen stehen insbesondere in Elektrofahrzeugen zur Verfügung.
- Die Erfindung umfasst außerdem ein Verfahren zur Herstellung einer Scheibe, wobei
- (a) eine Glasscheibe bereitgestellt wird mit einer außenseitigen Oberfläche und einer innenraumseitigen Oberfläche,
 - (b) eine Beschichtung auf der außenseitigen Oberfläche oder der innenraumseitigen Oberfläche der Glasscheibe aufgebracht wird, indem die Schichten in der folgenden Reihenfolge abgeschieden werden:
 - eine untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge,
 - eine IR-reflektierende Schicht auf Basis von Titancarbid, und
 - eine obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge.

Die obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge wird bevorzugt durch Gasphasenabscheidung abgeschieden, beispielsweise durch chemische Gasphasenabscheidung (CVD), plasmagestützte chemische Gasphasenabscheidung (PECVD), Atomlagenabscheidung (*atomic layer deposition*, ALD). Besonders bevorzugt ist die physikalische Gasphasenabscheidung (PVD), beispielsweise das Aufdampfen, ganz besonders bevorzugt die Kathodenzerstäubung („Sputtern“) und insbesondere die magnetfeldunterstützte Kathodenzerstäubung („Magnetronspalten“).

Erfindungsgemäß umfasst die Beschichtung weiter eine untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge, die zwischen der Glasscheibe und der IR-reflektierenden Schicht abgeschieden wird. Die untere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge kann mit denselben Methoden wie die obere hochbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge hergestellt werden, wobei auch hier Magnetronspalten besonders bevorzugt ist.

Auch die IR-reflektierende Schicht auf Basis von TiC kann mit den genannten Methoden abgeschieden werden, wobei auch hier Magnetronspalten besonders bevorzugt ist. In einer besonders vorteilhaften Ausführung wird die IR-reflektierende Schicht durch reaktives Magnetronspalten abgeschieden. Es hat sich gezeigt, dass dadurch IR-reflektierende Schichten mit besonders vorteilhafter mechanischer Beständigkeit, Lichttransmission, Reflexionsfarbe und geringem spezifischem Widerstand bei hoher Abscheiderate erzeugt werden können. Diese vorteilhaften Eigenschaften können darauf zurückgeführt werden, dass durch die Verwendung von reaktivem Magnetronspalten eine hervorragende Homogenität der Schicht (d.h. gleichbleibende Zusammensetzung, Kristallinität, Schichtdicke und Dichte) bei guter Kristallinität und Dichte erreicht werden kann.

Das reaktive Magnetronspalten ist eine spezielle Variante des Magnetronspaltens, welches wiederum einer Variante des Spaltens ist. Beim Spalten wird ein Target (Kathode) mit Ionen beschossen, woraufhin Material aus dem Target herausgelöst wird, welches sich dann auf der zu beschichtenden Oberfläche ablagert. Während bei dem einfachen Spalten lediglich ein elektrisches Feld angelegt wird, ist beim Magnetronspalten hinter der Kathodenplatte ein zusätzliches Magnetfeld angeordnet. Durch die Überlagerung von elektrischem Feld und magnetischem Feld bewegen sich die Ladungsträger nicht mehr parallel zu den elektrischen Feldlinien, sondern kreisen auf einer Schraubenlinie über der Target-Oberfläche. Dadurch wird ihr Weg verlängert und die Zahl der Stöße pro Elektron erhöht. Das effektiv höhere

Ionisierungsvermögen der Elektronen führt zu einer Erhöhung der Sputterrate. Somit können bei gleichem Prozessdruck deutlich höhere Beschichtungsraten erreicht werden. Außerdem können dichtere Schichten erzeugt werden. Das reaktive Magnetronputtern ist ein darauf aufbauendes Verfahren, wobei einem inerten Arbeitsgas (wie z.B. Ar) ein oder mehrere reaktive Gase zugesetzt werden. Die Gase reagieren am Target, in der Vakuumkammer oder an der zu beschichtenden Oberfläche mit den zerstäubten Schichtatomen und bilden neue Materialien. Die entstandenen Reaktionsprodukte scheiden sich anschließend an der zu beschichtenden Oberfläche ab. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das reaktive Gas mindestens eines aus Methan, Acetylen und Stickstoff, weiter bevorzugt mindestens eines aus Methan und Acetylen, und am meisten bevorzugt wird Methan oder Acetylen verwendet, da durch die Verwendung von nur einem reaktiven Gas die Eigenschaften des Reaktionsproduktes (wie Stöchiometrie, Kristallinität und Schichtdicke) leichter kontrolliert werden können. Bei Einsatz von reaktivem Magnetronputtern wird bevorzugt ein Titan-Target verwendet. Das Target und die gesputterte Schicht können mit weiteren Materialien dotiert sein, beispielsweise Stickstoff, Bor oder Aluminium, wodurch die mechanischen, elektrischen, chemischen und optischen Eigenschaften der Schicht beeinflusst werden können und/oder die Abscheidegeschwindigkeit erhöht werden kann. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das reaktive Magnetronputtern reaktives DC (*direct current*) Magnetronputtern oder reaktives ACMF (*alternating current mid-frequency*) Magnetronputtern, welche eine gute Kontrolle des Sputterns ermöglichen und zudem kostengünstig sind.

Einer weiteren Ausführungsform entsprechend wird die IR-reflektierende Schicht auf Basis von TiC mittels einfachem Magnetronputtern erzeugt, wobei ein Titancarbid-Target und ein inertes Arbeitsgas (z.B. Ar) verwendet werden.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Beschichtung weiter eine niedrigbrechende dielektrische Schicht oder Schichtenfolge mit einem Brechungsindex von kleiner 1,6, die auf der oberen hochbrechenden dielektrischen Schicht abgeschieden wird.

Die niedrigbrechende dielektrische Schicht wird in einer Ausführung der Erfindung ebenfalls durch die genannten Methoden der Gasphasenabscheidung abgeschieden, wobei auch hier die magnetfeldunterstützte Kathodenzerstäubung besonders bevorzugt ist.

Die IR-reflektierende Schicht auf Basis von TiC, die obere hochbrechende dielektrische Schicht, die untere hochbrechende dielektrische Schicht und die niedrigbrechende dielektrische Schicht entsprechen den oben für die erfindungsgemäße Scheibe beschriebenen Schichten.

5

Nach dem Aufbringen der Beschichtung wird die Scheibe bevorzugt einer Temperaturbehandlung unterzogen, wodurch die Kristallinität der Schichten verbessert wird und die Lichttransmission und optischen Eigenschaften der Scheibe regelmäßig verbessert werden. Die Temperaturbehandlung kann beispielsweise bei einer Temperatur von
10 mindestens 500 °C erfolgen. Die Temperaturbehandlung kann auch im Rahmen eines Biege- und/oder Vorspannverfahrens erfolgen. Die oben beschriebene Temperaturbehandlung wird erfindungsgemäß auch als „thermisches Tempern“ oder „Tempern“ bezeichnet.

Einer Ausführungsform entsprechend kann die Scheibe nach dem Aufbringen der
15 Beschichtung einem Biegeprozess unterzogen werden, um sie in eine zylindrisch oder sphärisch gebogene Form zu bringen, wie es für Scheiben zur Verwendung in Fahrzeugen üblich ist, insbesondere für Scheiben zur Verwendung in Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen. Zum Biegen wird die Scheibe durch Erhitzen erweicht, so dass sie plastisch
20 formbar wird, und dann durch an sich bekannte Methoden, beispielsweise Schwerkraftbiegen, Pressbiegen und/oder Saugbiegen, geformt. Typische Temperaturen für Glasbiegeprozesse betragen beispielsweise von 500°C bis 700°C.

Soll die Scheibe als Verbundscheibe ausgebildet werden, so wird die beschichtete (und gegebenenfalls gebogene) Glasscheibe über eine thermoplastische Zwischenschicht mit der
25 Außenscheibe oder Innenscheibe verbunden. Hierbei kommen an sich bekannte Laminationsverfahren zum Einsatz, beispielsweise Autoklavverfahren, Vakuumsackverfahren, Vakuumringverfahren, Kalanderverfahren, Vakuumlaminatoren oder Kombinationen davon. Die Verbindung der Glasscheibe mit der Außenscheibe oder Innenscheibe über die Zwischenschicht erfolgt dabei üblicherweise unter Einwirkung von
30 Hitze, Vakuum und/oder Druck. Die thermoplastische Zwischenschicht wird bevorzugt aus mindestens einer thermoplastischen Folie ausgebildet, bevorzugt einer PVB-Folie, EVA-Folie oder PU-Folie. Typische Dicken für solche Folien liegen im Bereich von 0,2 mm bis 2 mm, insbesondere von 0,3 mm bis 1 mm.

Die Erfindung umfasst außerdem die Verwendung einer erfindungsgemäßen Scheibe als Fensterscheibe eines Fortbewegungsmittels zu Lande, zu Wasser oder in der Luft, bevorzugt eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs, besonders bevorzugt als Heckscheibe oder Dachscheibe, oder als Scheibe für ein Gebäude, bevorzugt als Fensterscheibe, Fassadenscheibe oder als Türscheibe.

Es sind verschiedene konkrete Anwendungen der erfindungsgemäßen Scheibe denkbar:

- So kann die Beschichtung dazu dienen, eine Scheibe mit einem niedrigen Lichttransmissionsgrad TL von 50 % oder weniger und niedrigem Emissionsgrad bereitzustellen, was insbesondere in der Verwendung als Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder als Scheibe für ein Gebäude, bevorzugt als Fensterscheibe, Fassadenscheibe oder als Türscheibe, vorteilhaft sein kann.

- Da die Beschichtung für thermisch getemperte sowie nicht thermisch getemperte Produkte verwendet werden kann, da durch das thermische Tempern eine nur höchstens geringe Farbänderung der Scheibe verursacht wird, sind die entsprechenden Herstellungsverfahren effizient, so dass die Produktionskosten für die entsprechenden Produkte gering sind. Insbesondere können eine erfindungsgemäße Scheibe, die einem thermischen Tempern unterzogen wurde, und eine erfindungsgemäße Scheibe, die keinem thermischen Tempern unterzogen wurde, in unmittelbarer Nähe zueinander verwendet werden, ohne dass ein optisch nachteiliger Eindruck beim Betrachter entsteht, da die erfindungsgemäße Scheibe während des thermischen Temperns eine höchstens geringe Farbänderung erfährt und sich so nahezu nicht von der erfindungsgemäßen Scheibe unterscheidet, die keinem thermischen Tempern unterzogen wurde.

- Aufgrund der nur höchstens geringen Farbänderung während eines thermischen Temperns kann die erfindungsgemäße Scheibe vielseitig als vorgespannte Scheibe verwendet werden, ohne dass eine unerwünschte Färbung der Scheibe auftritt, was insbesondere in der Verwendung als Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder als Scheibe für ein Gebäude, bevorzugt als Fensterscheibe, Fassadenscheibe oder als Türscheibe, vorteilhaft sein kann.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen und Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Zeichnungen sind schematische Darstellungen und nicht maßstabsgetreu. Die Zeichnungen schränken die Erfindung in keiner Weise ein.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe 1,
Fig. 2 einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe 1,
5 Fig. 3 einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe 1,
Fig. 4 einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe 1,
Fig. 5 einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scheibe 1,
10 Fig. 6 einen Querschnitt durch eine allgemeine Beschichtung 20 auf einer Glasscheibe 2,
Fig. 7 einen Querschnitt durch eine weitere allgemeine Beschichtung 20 auf einer Glasscheibe 2,
Fig. 8 einen Querschnitt durch eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Beschichtung 20 auf einer Glasscheibe 2,
15 Fig. 9 einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Beschichtung 20 auf einer Glasscheibe 2,
Fig. 10 ein Flussdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,
Fig. 11 ein Spektrum der Lichttransmission TL gegenüber der Wellenlänge der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 1,
20 Fig. 12 ein Spektrum der Lichtreflexion RLc gegenüber der Wellenlänge der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 1,
Fig. 13 ein Spektrum der Lichttransmission TL gegenüber der Wellenlänge der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 2,
25 Fig. 14 ein Spektrum der Lichtreflexion RLout gegenüber der Wellenlänge der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 2,
Fig. 15 ein Spektrum der Lichttransmission TL gegenüber der Wellenlänge der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 3,
Fig. 16 ein Spektrum der Lichtreflexion RLout gegenüber der Wellenlänge der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 3,
30 Fig. 17 ein Spektrum der Lichttransmission TL gegenüber der Wellenlänge der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 4, und
Fig. 18 ein Spektrum der Lichtreflexion RLout gegenüber der Wellenlänge der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 4.

Figur 1 zeigt eine Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 1. Die Scheibe 1 ist beispielhaft als Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder als Scheibe für ein Gebäude vorgesehen. Sie ist eine monolithische Scheibe (Einzelglasscheibe) und umfasst eine einzelne Glasscheibe 2 aus beispielsweise thermisch vorgespanntem Kalk-Natron Glas mit einer Dicke von 1,9 mm. Die Glasscheibe 2 weist eine außenseitige Oberfläche I auf, welche in Einbaulage der äußeren Umgebung zugewandt ist, und eine innenraumseitige Oberfläche II, welche in Einbaulage dem Innenraum zugewandt ist. Die innenraumseitige Oberfläche II ist vollständig mit einer erfindungsgemäßen Beschichtung 20 versehen.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 1. Die Scheibe 1 ist beispielhaft als Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder als Scheibe für ein Gebäude vorgesehen. Sie ist eine monolithische Scheibe (Einzelglasscheibe) und umfasst eine einzelne Glasscheibe 2 aus beispielsweise thermisch vorgespanntem Kalk-Natron Glas mit einer Dicke von 1,9 mm. Die Glasscheibe 2 weist eine außenseitige Oberfläche I auf, welche in Einbaulage der äußeren Umgebung zugewandt ist, und eine innenraumseitige Oberfläche II, welche in Einbaulage dem Innenraum zugewandt ist. Die außenseitige Oberfläche I ist vollständig mit einer erfindungsgemäßen Beschichtung 20 versehen.

Die erfindungsgemäße Beschichtung 20 weist IR-reflektierende Eigenschaften auf. Sie fungiert dadurch als Sonnenschutzbeschichtung. Somit wird der thermische Komfort im Innenraum gesteigert, da sich dieser weniger stark aufheizt. Neben ihren Infrarot (IR)-reflektierenden Eigenschaften ist die erfindungsgemäße Beschichtung 20 aufgrund der Verwendung von TiC in der IR-reflektierenden Schicht auch chemisch und mechanisch beständig und zeigt nach einem möglichen thermischen Tempern eine höchstens geringe Farbänderung.

Beide Oberflächen I, II einer solchen Einzelglasscheibe sind exponiert, haben also Kontakt zur Atmosphäre. Sie könnten mit herkömmlichen, korrosionsanfälligen (beispielsweise silberbasierten) IR-reflektierenden Beschichtungen nicht beschichtet werden. Da die erfindungsgemäße Beschichtung 20 mit IR-reflektierender Wirkung nicht korrosionsanfällig ist, ist eine solche Beschichtung problemlos möglich.

Figur 3 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 1. Die Scheibe 1 ist als Verbundscheibe ausgebildet, wobei eine Glasscheibe 2 als Außenscheibe fungiert und über eine thermoplastische Zwischenschicht 4 mit einer Innenscheibe 5 verbunden ist. Die Glasscheibe 2 ist in Einbaulage der äußeren Umgebung zugewandt. Die Innenscheibe 5 ist in Einbaulage dem Innenraum zugewandt. Die Glasscheibe 2 weist eine außenseitige Oberfläche I und eine innenraumseitige Oberfläche II auf. Die Innenscheibe 5 weist ebenfalls eine außenseitige Oberfläche III und eine innenraumseitige Oberfläche IV auf. Die Glasscheibe 2 und die Innenscheibe 5 bestehen beispielhaft aus Kalk-Natron-Glas mit einer Dicke von 4 mm. Die thermoplastische Zwischenschicht 4 ist beispielhaft aus einer Folie auf Basis von Polyvinylbutyral (PVB) mit einer Dicke von 0,38 mm ausgebildet. Die Scheibe 1 ist beispielhaft als Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder als Scheibe für ein Gebäude vorgesehen. Die innenraumseitige Oberfläche II der Glasscheibe 2 ist vollständig mit einer erfindungsgemäßen Beschichtung 20 versehen.

15

Figur 4 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 1. Die Scheibe 1 ist als Verbundscheibe ausgebildet, wobei eine Glasscheibe 2 als Innenscheibe fungiert und über eine thermoplastische Zwischenschicht 4 mit einer Außenscheibe 3 verbunden ist. Die Außenscheibe 3 ist in Einbaulage der äußeren Umgebung zugewandt. Die Glasscheibe 2 ist in Einbaulage dem Innenraum zugewandt. Die Außenscheibe 3 weist eine außenseitige Oberfläche I und eine innenraumseitige Oberfläche II auf. Die Glasscheibe 2 weist ebenfalls eine außenseitige Oberfläche III und eine innenraumseitige Oberfläche IV auf. Die Glasscheibe 2 und die Außenscheibe 3 bestehen beispielhaft aus Kalk-Natron-Glas mit einer Dicke von 4 mm. Die thermoplastische Zwischenschicht 4 ist beispielhaft aus einer Folie auf Basis von Polyvinylbutyral (PVB) mit einer Dicke von 0,38 mm ausgebildet. Die Scheibe 1 ist beispielhaft als Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder als Scheibe für ein Gebäude vorgesehen. Die außenseitige Oberfläche III der Glasscheibe 2 ist vollständig mit einer erfindungsgemäßen Beschichtung 20 versehen.

20

Figur 5 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Scheibe 1. Die Scheibe 1 ist als Verbundscheibe ausgebildet, wobei eine Glasscheibe 2 als Innenscheibe fungiert und über eine thermoplastische Zwischenschicht 4 mit einer Außenscheibe 3 verbunden ist. Die Außenscheibe 3 ist in Einbaulage der äußeren Umgebung zugewandt. Die Glasscheibe 2 ist in Einbaulage dem Innenraum zugewandt. Die Außenscheibe 3 weist eine außenseitige

25

30

Oberfläche I und eine innenraumseitige Oberfläche II auf. Die Glasscheibe 2 weist ebenfalls eine außenseitige Oberfläche III und eine innenraumseitige Oberfläche IV auf. Die Glasscheibe 2 und die Außenscheibe 3 bestehen beispielhaft aus Kalk-Natron-Glas mit einer Dicke von 4 mm. Die thermoplastische Zwischenschicht 4 ist beispielhaft aus einer Folie auf Basis von Polyvinylbutyral (PVB) mit einer Dicke von 0,38 mm ausgebildet. Die Scheibe 1 ist beispielhaft als Heckscheibe oder Dachscheibe eines Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs oder als Scheibe für ein Gebäude vorgesehen. Die innenraumseitige Oberfläche IV der Glasscheibe 2 ist vollständig mit einer erfindungsgemäßen Beschichtung 20 versehen.

Figur 6 zeigt eine allgemeine Beschichtung 20 auf einer Glasscheibe 2. Die Beschichtung 20 ist auf der innenraumseitigen Oberfläche II oder IV oder auf der außenseitigen Oberfläche I oder III der Glasscheibe 2 angeordnet. Die Beschichtung 20 besteht aus einer IR-reflektierenden Schicht 22 auf Basis von Titancarbid und einer oberen hochbrechenden dielektrischen Schicht 23, die in dieser Reihenfolge auf der Glasscheibe 2 angeordnet sind, ausgehend von deren Oberfläche I, II, III oder IV. Die IR-reflektierende Wirkung wird durch die IR-reflektierende Schicht 22 auf Basis von Titancarbid bereitgestellt. Die obere hochbrechende dielektrische Schicht 23 verringert oder verhindert die Oxidation der IR-reflektierenden Schicht 22 während einer möglichen Temperaturbehandlung.

Figur 7 zeigt eine weitere allgemeine Beschichtung 20 auf einer Glasscheibe 2. Sie unterscheidet sich von der Scheibe 1 der Figur 6 dadurch, dass statt einer einzelnen oberen hochbrechenden dielektrischen Schicht 23 eine obere hochbrechende dielektrische Schichtenfolge 23a, 23b vorhanden ist. Die Schichtenfolge besteht aus einer ersten hochbrechenden dielektrischen Schicht 23a und einer zweiten hochbrechenden dielektrischen Schicht 23b, die in dieser Reihenfolge auf der IR-reflektierenden Schicht 22 angeordnet sind. Die erste Schicht 23a ist eine nitridische Schicht und steht in direktem Kontakt zur IR-reflektierenden Schicht 22. Die zweite Schicht 23b ist eine oxidische Schicht mit einem besonders hohen Brechungsindex. Durch die erste Schicht 23a wird ein Kontakt der IR-reflektierenden Schicht 22 mit der oxidischen zweiten Schicht 23b verhindert, so dass beim Abscheiden der Schichten oder bei einer zeitlich nachgelagerten Temperaturbehandlung eine unerwünschte Oxidation der IR-reflektierenden Schicht 22 verhindert werden kann.

Figur 8 zeigt eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Beschichtung 20 auf einer Glasscheibe 2. Sie unterscheidet sich von der Scheibe 1 der Figur 6 dadurch, dass die Beschichtung 20 weiter eine untere hochbrechende dielektrische Schicht 21 umfasst, die zwischen der Glasscheibe 2 und der IR-reflektierenden Schicht 22 ausgebildet ist. Die untere hochbrechende dielektrische Schicht 21 kann verhindern, dass bei einer möglichen Temperaturbehandlung Bestandteile der Glasscheibe 2 in die IR-reflektierende Schicht 22 auf Basis von Titancarbid eindringen.

Figur 9 zeigt eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Beschichtung 20 auf einer Glasscheibe 2. Sie unterscheidet sich von der Ausgestaltung der Figur 8 dadurch, dass die Beschichtung 20 weiter eine niedrigbrechende dielektrische Schicht 24 mit einem Brechungsindex von kleiner 1,6 aufweist, die auf der oberen hochbrechenden dielektrischen Schicht 23 angeordnet ist. Durch diese Beschichtung 20 kann die Scheibe neben der IR-reflektierenden Eigenschaft auch eine antireflektierende Wirkung aufweisen.

Figur 10 zeigt eine beispielhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer Scheibe 1 mit Beschichtung 20 anhand eines Flussdiagramms.

Beispiele

Beispiel 1

Es wurde eine erfindungsgemäße Scheibe 1 hergestellt. Sie war als Einzelglasscheibe ausgebildet und umfasste eine Glasscheibe 2 (Planiclear® von Saint-Gobain Glass, Kalk-Natron-Glas, Lichttransmission TL von 91 %) mit einer Dicke von 1,9 mm, auf deren Oberfläche eine erfindungsgemäße Beschichtung 20 aufgebracht war. Ausgehend von der Glasscheibe 2 war die Schichtenfolge mit den aufgeführten Schichtdicken und Materialien wie folgt:

- untere hochbrechende dielektrische Schicht 21: SiN (30 nm, Brechungsindex 2,0),
- IR-reflektierende Schicht 22 auf Basis von Titancarbid: TiC (30 nm), und
- obere hochbrechende dielektrische Schicht 23: SiN (30 nm, Brechungsindex 2,0).

Die untere hochbrechende dielektrische Schicht 21 sowie die obere hochbrechende dielektrische Schicht 23 wurden jeweils durch Magnetronspütern abgeschieden. Die IR-reflektierende Schicht 22 wurde durch reaktives Magnetronspütern unter Verwendung eines Titan-Targets und Acetylen als reaktives Gas abgeschieden. Eigenschaften der erfindungsgemäßen Scheibe 1 sind in den Tabellen 1 und 2 gezeigt. Die beschichtete Scheibe 1 wurde weiterhin einer Temperaturbehandlung bei einer Temperatur von 640 °C über einen Zeitraum von 8 min („thermisches Tempern“) unterzogen. Eigenschaften der erfindungsgemäßen getemperten Scheibe 1 sind auch in den Tabellen 1 und 2 gezeigt.

10 Vergleichsbeispiel

Es wurde zudem eine Scheibe gemäß Vergleichsbeispiel hergestellt. Sie war als Einzelglasscheibe ausgebildet und umfasste eine Glasscheibe (Planiclear® von Saint-Gobain Glass, Kalk-Natron-Glas, Lichttransmission TL von 91 %) mit einer Dicke von 1,9 mm, auf deren Oberfläche eine Beschichtung aufgebracht war. Ausgehend von der Glasscheibe war die Schichtenfolge mit den aufgeführten Schichtdicken und Materialien wie folgt:

- untere hochbrechende dielektrische Schicht: SiN (30 nm, Brechungsindex 2,0),
- IR-reflektierende Schicht 22 auf Basis von Titannitrid: TiN (15 nm), und
- obere hochbrechende dielektrische Schicht: SiN (30 nm, Brechungsindex 2,0).

Die untere hochbrechende dielektrische Schicht sowie die obere hochbrechende dielektrische Schicht wurden jeweils durch Magnetronspütern abgeschieden. Die IR-reflektierende Schicht wurde durch Magnetronspütern unter Verwendung eines Titannitrid-Targets abgeschieden. Eigenschaften der Scheibe gemäß Vergleichsbeispiel sind auch in den Tabellen 1 und 2 gezeigt. Die beschichtete Scheibe gemäß Vergleichsbeispiel wurde weiterhin einer Temperaturbehandlung bei einer Temperatur von 640°C über einen Zeitraum von 8 min („thermisches Tempern“) unterzogen. Eigenschaften der getemperten Scheibe gemäß Vergleichsbeispiel sind ebenfalls in den Tabellen 1 und 2 gezeigt, wobei anzumerken ist, dass für das Vergleichsbeispiel RLg, a*Rg, b*Rg, p und ε nicht gemessen wurden.

In Tabelle 1 bzw. 2 ist/sind

- TL die integrierte Lichttransmission nach ISO 9050 (Lichtart D65);
- a*T und b*T die Werte der Transmissionsfarbe im L*a*b*-Farbraum, gemessen mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65);

- RLc die integrierte Lichtreflexion, von Beschichtungsseite gemessen mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65);
- a^*Rc und b^*Rc die Werte der Reflexionsfarbe von Beschichtungsseite im $L^*a^*b^*$ -Farbraum, gemessen mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65);
- RLg die integrierte Lichtreflexion, von Glasseite gemessen mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65);
- a^*Rg und b^*Rg die Werte der Reflexionsfarbe von Glasseite im $L^*a^*b^*$ -Farbraum, gemessen mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65);
- ρ der spezifische Widerstand, gemessen mit NAGY Widerstandsmessgerät ZPM00052;
- ε der innenraumseitige normale Emissionsgrad bei 283 K nach der Norm EN 12898;
- $\Delta E(T)$ der Farbabstand, bezogen auf die Transmission, gemessen nach EN ISO 11664-4;
- $\Delta E(Rc)$ der Farbabstand, gemessen von Beschichtungsseite nach EN ISO 11664-4; und
- $\Delta E(Rg)$ der Farbabstand, gemessen von Glasseite nach EN ISO 11664-4.

Tabelle 1

IR-reflektierende Schicht	Temperaturbehandlung	TL [%]	a*T	b*T	RLc [%]	a*Rc	b*Rc
TiC	Nein (rt)	25,0	-1,8	0	22,5	2,1	22,2
TiC	Ja (8 min bei 640 °C)	26,7	-1,1	1,9	20,3	0,6	19,7
TiN	Nein (rt)	50,9	-2,5	-4,6	13,5	1,0	5,9
TiN	Ja (8 min bei 640 °C)	54,9	-2,8	-2,9	11,4	2,2	-0,9

„rt“ bedeutet „Raumtemperatur“

5

Tabelle 2

10

IR-reflektierende Schicht	Temperaturbehandlung	RLg [%]	a*Rg	b*Rg	ρ [$\mu\Omega$ cm]	ϵ [%]	$\Delta E(T)$	$\Delta E(Rc)$	$\Delta E(Rg)$
TiC	Nein (rt)	25,8	-1,9	5,7	240	49	-	-	-
TiC	Ja (8 min bei 640 °C)	25,4	-2,7	4,5	225	46	2,0	2,9	1,4
TiN	Nein (rt)	-	-	-	-	-	-	-	-
TiN	Ja (8 min bei 640 °C)	-	-	-	-	-	1,7	6,9	-

„rt“ bedeutet „Raumtemperatur“

15

20

Die erfindungsgemäße Scheibe 1 nach Beispiel 1 weist eine attraktive Transmissionsfarbe a^*T und b^*T und Reflexionsfarbe a^*Rc , b^*Rc , a^*Rg und b^*Rg und einen niedrigen spezifischen Widerstand ρ auf. Darüber hinaus zeigt sie Sonnenschutzigenschaften und einen niedrigen Emissionsgrad ϵ . Zudem zeigte die erfindungsgemäße Scheibe 1 nach Beispiel 1 durch die

5 Temperaturbehandlung einen nur geringen Farbabstand ΔE . Im Gegensatz dazu war für das Vergleichsbeispiel, das TiN einsetzte, eine deutliche Farbänderung messbar. Dies zeigt sich insbesondere in dem $\Delta E(Rc)$ -Wert, der für die erfindungsgemäße Scheibe 1 nach Beispiel 1 nur 2,9 betrug, während das Vergleichsbeispiel einen deutlich höheren Wert von 6,9 aufwies. Je höher der Wert von jeweils ΔE , $\Delta E(Rc)$ und $\Delta E(Rg)$, desto stärker ist die Farbänderung.

10 Die Figuren 11 und 12 zeigen die Lichttransmission bzw. die Lichtreflexion der erfindungsgemäßen Scheibe 1 nach Beispiel 1, welche der Temperaturbehandlung unterzogen wurde. In Schwarz sind die experimentellen Messwerte gezeigt. Zusätzlich wurde eine Simulation der erfindungsgemäßen temperaturbehandelten Scheibe 1 nach Beispiel 1

15 mit der oben aufgeführten Schichtenfolge durchgeführt. Die simulierten Daten (in den Figuren 11 und 12 in Grau gezeigt) weisen eine gute Übereinstimmung mit den experimentellen Daten auf.

Beispiele 2 bis 4

20 Es wurden weitere erfindungsgemäße temperaturbehandelte Scheiben 1 simuliert. Sie waren als Verbundscheiben ausgebildet und umfassten eine Glasscheibe 2 und eine weitere Glasscheibe als Innenscheibe (Glasscheibe und Innenscheibe: Planiclear® von Saint-Gobain Glass, Kalk-Natron-Glas, Lichttransmission TL von 91 %) mit einer Dicke von jeweils 4,0 mm,

25 wobei die Glasscheibe 2 als Außenscheibe fungierte und die Beschichtung auf der innenraumseitigen Oberfläche (II) der Glasscheibe 2 als Außenscheibe angeordnet war. Die Anordnung der Scheiben und der Beschichtung 20 für die Verbundscheiben waren wie folgt:

Beispiel 2:

- 30
- Innenscheibe 5: Glas (4,0 mm)
 - thermoplastische Zwischenschicht 4: PVB (0,38 mm)
 - obere hochbrechende dielektrische Schicht 23: TiO 23b (15 nm), SiN 23a (23 nm), wobei SiN 23a direkten Kontakt zu der IR-reflektierenden Schicht 22 aufweist
 - 35 - IR-reflektierende Schicht 22 auf Basis von Titancarbid: TiC (28,2 nm)

- untere hochbrechende dielektrische Schicht 21: SiN (49,8 nm), und
- die Glasscheibe 2 als Außenscheibe: Glas (4,0 mm).

Beispiel 3:

5

- Innenscheibe 5: Glas (4,0 mm)
- thermoplastische Zwischenschicht 4: PVB (0,38 mm)
- obere hochbrechende dielektrische Schicht 23: TiO 23b (5,8 nm), SiN 23a (37,1 nm), wobei SiN 23a direkten Kontakt zu der IR-reflektierenden Schicht 22 aufweist
- 10 - IR-reflektierende Schicht 22 auf Basis von Titancarbid: TiC (23,5 nm)
- untere hochbrechende dielektrische Schicht 21: TiO (0,3 nm), und
- die Glasscheibe 2 als Außenscheibe: Glas (4,0 mm).

Beispiel 4:

15

- Innenscheibe 5: Glas (4,0 mm)
- thermoplastische Zwischenschicht 4: PVB (0,38 mm)
- obere hochbrechende dielektrische Schicht 23: SiN (24,8 nm)
- IR-reflektierende Schicht 22 auf Basis von Titancarbid: TiC (11,1 nm)
- 20 - untere hochbrechende dielektrische Schicht 21: SiN (5,6 nm), TiO (5,2 nm), wobei SiN direkten Kontakt zu der IR-reflektierenden Schicht 22 aufweist und
- die Glasscheibe 2 als Außenscheibe: Glas (4,0 mm).

Eigenschaften der erfindungsgemäßen Scheiben 1 der Beispiele 2 bis 4 sind in Tabelle 3
25 gezeigt.

Die in Tabelle 3 aufgeführten Eigenschaften TL, a*T, b*T und ϵ entsprechen den oben für
Tabelle 1 bzw. 2 angegebenen Eigenschaften, wobei diese simuliert und nicht gemessen
wurden.

30

Zudem ist/sind in Tabelle 3

- R_{Lin} die integrierte Lichtreflexion, von der Innenscheibe des Verbundglases simuliert mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65);

- a^*R_{in} und b^*R_{in} die simulierten Werte der Reflexionsfarbe von der Innenscheibe der Verbundscheibe im $L^*a^*b^*$ -Farbraum, simuliert mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65);
- RL_{out} die integrierte Lichtreflexion, von der Außenscheibe der Verbundscheibe simuliert mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65);
- a^*R_{out} und b^*R_{out} die simulierten Werte der Reflexionsfarbe von der Außenscheibe der Verbundscheibe im $L^*a^*b^*$ -Farbraum, simuliert mit einem Einstrahlwinkel von 8° und einem Beobachtungswinkel von 2° (Lichtart D65); und
- g der *Solar Control* Wert, welcher dem Prozentsatz der solaren Energie entspricht, der durch das Glas in einen Raum gelangt. Dieser Faktor berücksichtigt die Direktübertragung des Glases und des Phänomens des Energie-Reflexionsvermögens der Glaswand in Richtung des Innenraums (Glas erwärmt sich durch Absorption der Sonnenstrahlen), gemessen nach ISO 9050 AM 1.5.

15

Die erfindungsgemäße Scheibe 1 nach Beispiel 2 weist eine Lichttransmission TL von 29 %, eine ähnliche Innen- und Außenreflexion (RL_{in} bzw. RL_{out}) sowie neutrale Transmissionsfarben a^*T und b^*T und Reflexionsfarben a^*R_{in} , b^*R_{in} , a^*R_{out} und b^*R_{out} bei niedrigem g -Wert auf. Zudem zeigt die erfindungsgemäße Scheibe 1 nach Beispiel 3 eine Lichttransmission TL von 30 % und eine hohe Außenreflexion RL_{out} , während sie neutrale Transmissionsfarben a^*T und b^*T und Reflexionsfarben a^*R_{in} , b^*R_{in} , a^*R_{out} und b^*R_{out} und einen niedrigen g -Wert aufweist. Die erfindungsgemäße Scheibe 1 nach Beispiel 4 hat eine Lichttransmission TL von 46 % mit ähnlicher Innen- und Außenreflexion (RL_{in} bzw. RL_{out}), neutraler Reflexionsfarbe a^*R_{in} , b^*R_{in} , a^*R_{out} und b^*R_{out} und Transmissionsfarbe a^*T und b^*T und einen geringen g -Wert.

25

Die Figuren 13 bis 18 zeigen die Lichttransmission bzw. die Lichtreflexion der erfindungsgemäßen Scheiben 1 nach den Beispielen 2 bis 4.

30

Tabelle 3

Beschich- tung	TL [%]	a*T	b*T	RLin [%]	a*Rin	b*Rin	RLout [%]	a*Rout	b*Rout	ϵ [%]	g
Beispiel 2	29	-3,7	10,4	14,4	3,8	3,0	16,2	1,6	-2,0	47	34
Beispiel 3	30	-1,8	7,1	8,8	2,3	0	30,5	-2,8	-1,0	50	35
Beispiel 4	46	-1,0	4,3	12,8	-2,0	-2,5	17,0	-2,2	-5,6	60	49

Bezugszeichenliste:

- (1) Scheibe
- 5 (2) Glasscheibe
- (3) Außenscheibe
- (4) thermoplastische Zwischenschicht
- (5) Innenscheibe
- 10 (20) Beschichtung
- (21) untere hochbrechende dielektrische Schicht
- (22) IR-reflektierende Schicht auf Basis von Titancarbid
- (23) obere hochbrechende dielektrische Schicht
- (23a) erste Schicht einer oberen dielektrischen Schichtenfolge
- 15 (23b) zweite Schicht einer oberen dielektrischen Schichtenfolge
- (24) niedrigbrechende dielektrische Schicht
- (I) außenseitige Oberfläche der Glasscheibe 2 im Falle einer Einzelglasscheibe /
20 außenseitige Oberfläche der Glasscheibe 2 oder der Außenscheibe 3 im Falle einer
Verbundscheibe
- (II) innenraumseitige Oberfläche der Glasscheibe 2 im Falle einer Einzelglasscheibe /
innenraumseitige Oberfläche der Glasscheibe 2 oder der Außenscheibe 3 im Falle einer
Verbundscheibe
- (III) außenseitige Oberfläche der Glasscheibe 2 oder der Innenscheibe 5 im Falle einer
25 Verbundscheibe
- (IV) innenraumseitige Oberfläche der Glasscheibe 2 oder der Innenscheibe 5 im Falle einer
Verbundscheibe

Patentansprüche

1. Scheibe (1), umfassend
 - mindestens eine Glasscheibe (2) mit einer außenseitigen Oberfläche (I, III) und
 - 5 einer innenraumseitigen Oberfläche (II, IV), und
 - eine Beschichtung (20) auf der außenseitigen Oberfläche (I, III) oder der innenraumseitigen Oberfläche (II, IV) der Glasscheibe (2),wobei die Beschichtung (20) ausgehend von der Oberfläche (I, II, III, IV) der Glasscheibe (2) in der folgenden Reihenfolge mindestens umfasst:
 - 10 - eine untere hochbrechende dielektrische Schicht (21) oder Schichtenfolge,
 - eine IR-reflektierende Schicht (22) auf Basis von Titancarbid, und
 - eine obere hochbrechende dielektrische Schicht (23) oder Schichtenfolge (23a, 23b),wobei die IR-reflektierende Schicht (22) eine Schichtdicke von 2 nm bis 50 nm
- 15 aufweist.
2. Scheibe (1) nach Anspruch 1, wobei die hochbrechende dielektrische Schicht (21, 23) oder Schichtenfolge (23a, 23b) eine Schicht auf Basis von Siliziumnitrid (SiN), Silizium-Metall-Mischnitrid oder Titanoxid (TiO) enthält.
- 20 3. Scheibe (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Brechungsindex der hochbrechenden dielektrischen Schicht (21, 23) oder Schichtenfolge (23a, 23b) größer als 1,9 ist.
4. Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die obere hochbrechende
- 25 dielektrische Schicht (23) oder Schichtenfolge (23a, 23b) eine optische Dicke von 10 nm bis 120 nm, bevorzugt von 20 nm bis 100 nm, aufweist.
5. Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Scheibe (1) eine Lichttransmission TL von 50 % oder weniger aufweist.
- 30 6. Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Glasscheibe (2) Flachglas, bevorzugt Kalk-Natron-Glas, Borosilikatglas oder Quarzglas, enthält oder daraus besteht.
- 35 7. Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Scheibe (1) keine Silberschicht umfasst.

8. Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welche als Verbundscheibe ausgebildet ist, wobei die Glasscheibe (2) über eine thermoplastische Zwischenschicht (4) mit einer Außenscheibe (3) verbunden ist.
- 5 9. Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welche als Verbundscheibe ausgebildet ist, wobei die Glasscheibe (2) über eine thermoplastische Zwischenschicht (4) mit einer Innenscheibe (5) verbunden ist.
- 10 10. Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welche als Einzelglasscheibe ausgebildet ist.
11. Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Scheibe (1) eine Lichttransmission TL von 25 % oder mehr aufweist.
- 15 12. Verfahren zur Herstellung einer Scheibe (1), wobei
- (a) eine Glasscheibe (2) bereitgestellt wird mit einer außenseitigen Oberfläche (I, III) und einer innenraumseitigen Oberfläche (II, IV),
- (b) eine Beschichtung (20) auf der außenseitigen Oberfläche (I, III) oder der
- 20 innenraumseitigen Oberfläche (II, IV) der Glasscheibe (2) aufgebracht wird, indem die Schichten in der folgenden Reihenfolge abgeschieden werden:
- eine untere hochbrechende dielektrische Schicht (21) oder Schichtenfolge,
 - eine IR-reflektierende Schicht (22) auf Basis von Titancarbid, und
 - 25 - eine obere hochbrechende dielektrische Schicht (23) oder Schichtenfolge (23a, 23b),
- wobei die IR-reflektierende Schicht (22) eine Schichtdicke von 2 nm bis 50 nm aufweist.
- 30 13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die IR-reflektierende Schicht (22) durch reaktives Magnetronspütern abgeschieden wird.
14. Verwendung einer Scheibe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 als Fensterscheibe eines Fortbewegungsmittels zu Lande, zu Wasser oder in der Luft, bevorzugt eines
- 35 Kraftfahrzeugs oder Schienenfahrzeugs, besonders bevorzugt als Heckscheibe oder

Dachscheibe, oder als Scheibe für ein Gebäude, bevorzugt als Fensterscheibe, Fassadenscheibe oder als Türscheibe.