

明 細 書

発明の名称：

感光性樹脂組成物、硬化膜、電子部品、アンテナ素子、半導体パッケージ
および化合物

技術分野

[0001] 本発明は、感光性樹脂組成物、硬化膜、電子部品、アンテナ素子、半導体パッケージおよび化合物に関する。より詳しくは、半導体素子などの電子部品の表面保護膜や層間絶縁膜、有機電界発光素子の絶縁層などに好適に用いられる感光性樹脂組成物に関する。

背景技術

[0002] 半導体素子の表面保護膜や層間絶縁膜、有機電解素子の絶縁層やTFT基板の平坦化膜の代表的な材料として、耐熱性や電気絶縁性等に優れたポリイミド系樹脂が挙げられる。さらに、その生産性向上のためにネガ型またはポジ型の感光性を付与したポリイミドおよびその前駆体等の検討も行われている。

[0003] 近年は、半導体の用途拡大、性能向上に伴い、製造工程の効率化によるコスト削減および高集積化の取り組みがされている。そこで、多層の金属再配線を形成する半導体デバイスに注目が集められている。このような多層金属再配線の絶縁膜には、製造工程において複数回の高温処理プロセスを要する。また生産性向上のためにフォトリソグラフィーによるパターン加工性が求められている。さらに、高速無線通信のための高周波通信デバイス用途においては、伝送損失を低減するために絶縁膜における誘電正接の低減が求められる。そのため、高い機械特性、耐熱性、パターン加工性および低誘電正接化が求められている。十分な耐熱性を有する絶縁膜としては、ポリイミド、ポリベンゾオキサゾールなどの樹脂および熱架橋剤を有する樹脂組成物があげられる（特許文献1）。パターン加工性を付与する方法として、側鎖に特定の化学構造を導入したポリイミド前駆体があげられる（特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 7 - 1 6 2 1 4 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 1 - 5 9 6 5 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 高速無線通信のための高周波通信デバイス用の多層配線絶縁膜として従来の技術を適用した場合、例えば特許文献 1 および特許文献 2 に記載の組成物の硬化膜では、誘電正接の低減が不十分であった。

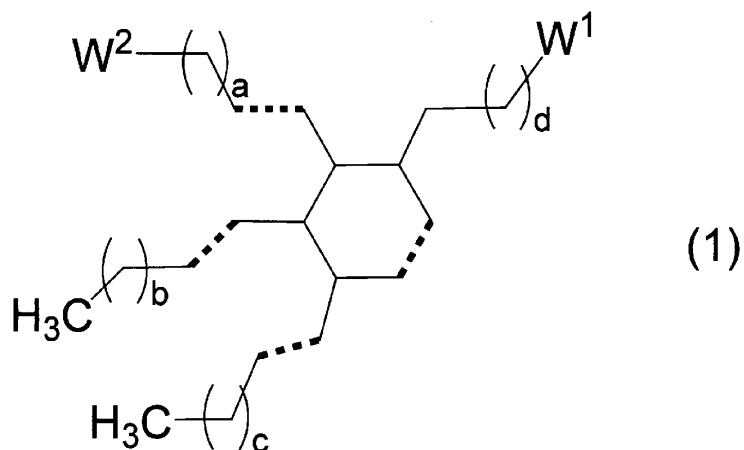
課題を解決するための手段

[0006] 前記課題を解決するため、本発明は次のものに関する。

[0007] (A) 多官能モノマー、(B) バインダー樹脂および(C) 光重合開始剤を含有する感光性樹脂組成物であって、該(A) 多官能モノマーが、式(1)で表される化合物および／または式(2)で表される化合物を含有し、該(B) バインダー樹脂が、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体、ポリアミド、それらの共重合体、ポリウレア、ポリエステル、ポリシロキサン、アクリル樹脂、フェノール樹脂およびベンゾシクロブテン樹脂、マレイン酸樹脂およびシクロオレフィンポリマーからなる群より選択される 1 種類以上を含有する感光性樹脂組成物。

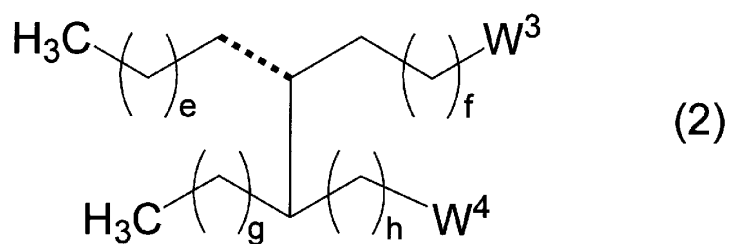
[0008]

[化1]



[0009] 式(1)中、 W^1 および W^2 はそれぞれ独立に、炭素-炭素二重結合を有する炭素数2～25からなる1価の有機基を示す。式(1)中、 a 、 b 、 c および d は、それぞれ独立に $a + b = 6 \sim 17$ 、 $c + d = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。

[0010] [化2]



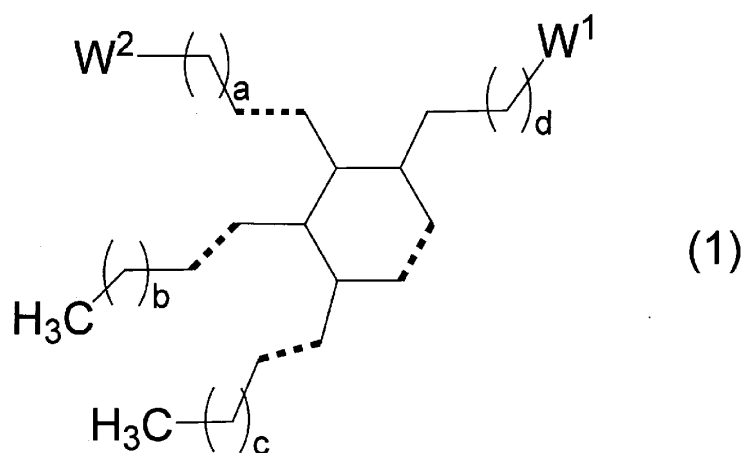
[0011] 式(2)中、 W^3 および W^4 はそれぞれ独立に、炭素-炭素二重結合を有する炭素数2～25からなる1価の有機基を示す。式(2)中、 e 、 f 、 g および h はそれぞれ独立に、 $e + f = 5 \sim 16$ 、 $g + h = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。

る。

[0012] 前記課題を解決するための別の態様として、本発明は次のものに関する。

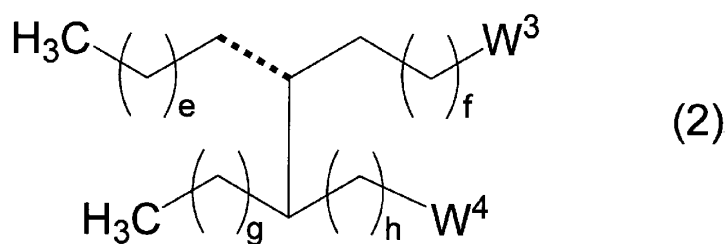
[0013] 式（１）で表される化合物または式（２）で表される化合物。

[0014] [化3]



[0015] 式（１）中、 W^1 および W^2 はそれぞれ独立に、式（３）または式（４）で表される基を示す。式（１）中、 a 、 b 、 c および d は、それぞれ独立に $a + b = 6 \sim 17$ 、 $c + d = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素－炭素単結合または炭素－炭素二重結合を意味する。

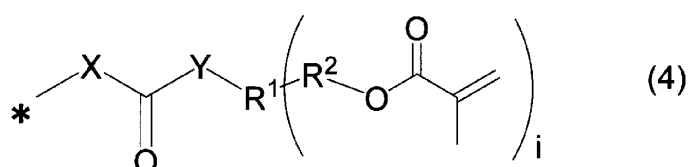
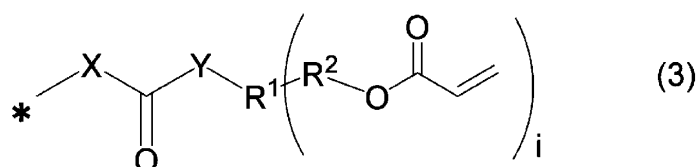
[0016] [化4]



[0017] 式（２）中、 W^3 および W^4 はそれぞれ独立に、式（３）または式（４）で表される基を示す。式（２）中、 e 、 f 、 g および h はそれぞれ独立に、 $e +$

$f = 5 \sim 16$ 、 $g + h = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素－炭素単結合または炭素－炭素二重結合を意味する。

[0018] [化5]



[0019] 式（３）および式（４）中、 X および Y は $-\text{NH}-$ を示す。 R^1 は単結合または炭素数１～５からなる２～６価の有機基を示す。 R^2 は単結合または炭素数１～５からなる２価の有機基を示す。 i は１～５の整数を示す。 $*$ は結合点を示す。

発明の効果

[0020] 本発明の感光性樹脂組成物の硬化膜および本発明の化合物を含む組成物の硬化膜は低誘電正接に優れる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]共面給電型のマイクロストリップアンテナの概略図

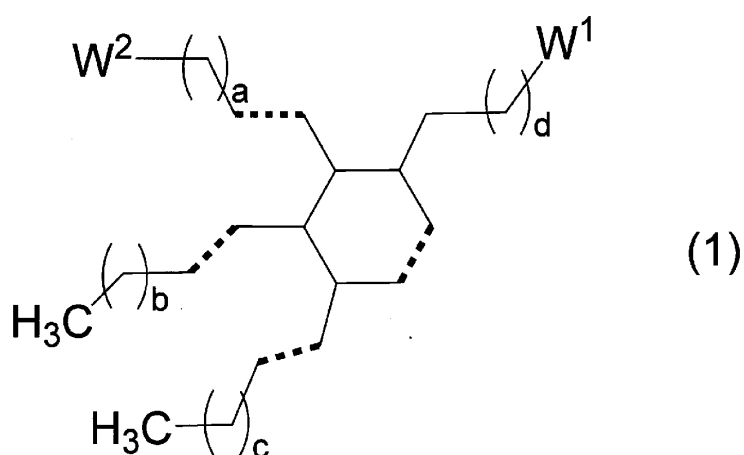
[図2]半導体パッケージの断面に関する概略図

発明を実施するための形態

[0022] 本発明の感光性樹脂組成物は、（Ａ）多官能モノマー（以下、（Ａ）成分と省略する場合がある）、（Ｂ）バインダー樹脂（以下、（Ｂ）成分と省略する場合がある）および（Ｃ）光重合開始剤（以下、（Ｃ）成分と省略する場合がある）を含有し、該（Ａ）成分が、式（１）で表される化合物および

／または式（２）で表される化合物を含有し、該（Ｂ）成分が、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体、ポリアミド、それらの共重合体、ポリウレア、ポリエステル、ポリシロキサン、アクリル樹脂、フェノール樹脂およびベンゾシクロブテン樹脂、マレイン酸樹脂およびシクロオレフィンポリマーからなる群から選択される１種類以上を含有する。

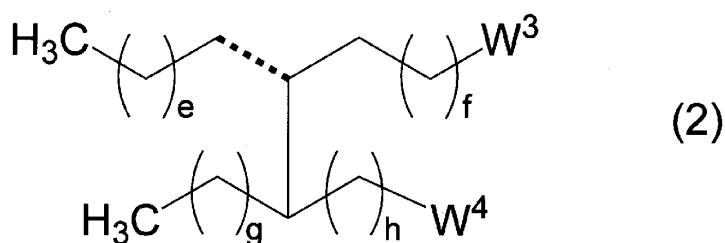
[0023] [化6]



[0024] 式（１）中、 W^1 および W^2 はそれぞれ独立に、炭素－炭素二重結合を有する炭素数２～２５からなる１価の有機基を示す。式（１）中、 a 、 b 、 c および d は、それぞれ独立に $a + b = 6 \sim 17$ 、 $c + d = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素－炭素単結合または炭素－炭素二重結合を意味する。

[0025]

[化7]



[0026] 式(2)中、 W^3 および W^4 はそれぞれ独立に、炭素-炭素二重結合を有する炭素数2～25からなる1価の有機基を示す。式(2)中、 e 、 f 、 g および h はそれぞれ独立に、 $e + f = 5 \sim 16$ 、 $g + h = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。

[0027] 本発明の感光性樹脂組成物は、(A)成分を含有する。(A)成分を含むことにより、前記(C)成分が露光により発生する活性種と架橋反応を起こし、ネガ型のパターンが得られる。また、該感光性組成物を硬化した硬化膜は低誘電率、低誘電正接となる。

[0028] 前記(A)成分は、式(1)で表される化合物および／または式(2)で表される化合物を含有する。式(1)で表される化合物および／または式(2)で表される化合物は、光重合性モノマーであり、ダイマー酸またはその誘導体と、炭素-炭素二重結合を有する化合物との反応により得られる。

[0029] ダイマー酸は、不飽和脂肪酸の分子間重合反応によって得られる既知の二塩基酸であり、炭素数が11～22の不飽和脂肪酸を二量化することで得られる。工業的に得られるダイマー酸は、オレイン酸やリノール酸などの炭素数18の不飽和脂肪酸を二量化することによって得られる炭素数36の二塩基酸が主成分であるが、精製度合いによって、任意量の炭素数18のモノマー酸、炭素数54のトリマー酸および炭素数20～54の他の重合脂肪酸を含有することがある。

- [0030] ダイマー酸誘導体としては、前記ダイマー酸の全てのカルボキシル基を一級ヒドロキシ基としたダイマージオール、一級アミノ基としたダイマージアミンまたは、一級チオール基としたダイマーチオールおよびイソシアネート基としたダイマーイソシアネートが挙げられる。さらに、これらの官能基が反応して得られる、エポキシ化合物、オキセタン化合物が挙げられる。
- [0031] 炭素-炭素二重結合を有する化合物は、さらにダイマー酸誘導体に反応しうる官能基を一つ含む。具体的な官能基としてはアミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシル基あるいはその塩の置換基、エポキシ基、酸無水物基またはイソシアネート基が挙げられる。これらの官能基と、前記ダイマー酸またはその誘導体が有する官能基との反応により、式（１）で表される化合物および／または式（２）で表される化合物が得られる。
- [0032] 炭素-炭素二重結合を有する化合物としては、具体的には、N-（4-アミノフェニル）マレイミド、4-アミノスチレン、3-アミノスチレン、2-アミノスチレン、3-アミノ-1-プロペン、2-ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、1-（メタ）アクリロイルオキシ-2-プロピルアルコール、2-（メタ）アクリルアミドエチルアルコール、メチロールビニルケトン、2-ヒドロキシエチルビニルケトン、2-ヒドロキシ-3-メトキシプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-ブトキシプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-t-ブトキシプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-シクロヘキシルアルコキシプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-シクロヘキシロキシプロピル（メタ）アクリレート、2-（メタ）アクリロキシエチル-2-ヒドロキシプロピルフタレート、2-ビニルベンジルアルコール、3-ビニルベンジルアルコール、4-ビニルベンジルアルコールなどのエチレン性不飽和結合と水酸基を1つずつ有するアルコール、グリセリン-1、3-ジ（メタ）アクリレート、グリセリン-1、2-ジ（メタ）アクリレート、トリメ

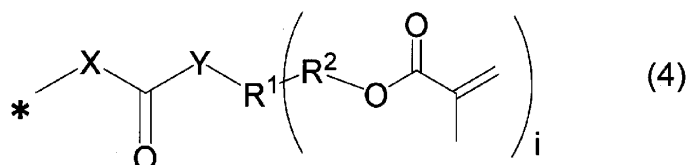
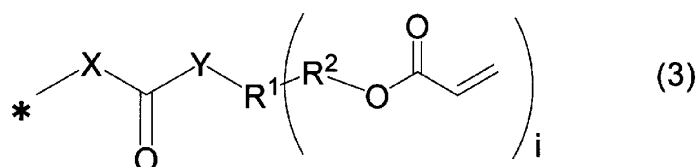
チロールプロパンジ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ（メタ）アクリレート、グリセリンー１ーアリロキシー３ーメタクリレート、グリセリンー１ーアリロキシー２ーメタクリレート、２ーエチルー２ー（ヒドロキシメチル）プロパンー１、３ージイルビス（２ーメタクリレート）、２ー（アクリロイロキシ）ー２ー（ヒドロキシメチル）ブチルメタクリレートなどのエチレン性不飽和結合を２つ以上と水酸基を１つ有するアルコール、アクリル酸、メタクリル酸、ビニル酢酸、クロトン酸、イタコン酸、マレイン酸、フマル酸、ケイ皮酸およびこれらの誘導体、アクリル酸無水物、メタクリル酸無水物、イタコン酸無水物、マレイン酸無水物、４ーペンテンー１，２ージカルボン酸無水物、５ーノルボルネンー２，３ージカルボン酸無水物、２ーアクリロイルオキシエチルイソシアネート、２ーメタクリロイルオキシエチルイソシアネートまたは１，１ー（ビスアクリロイルオキシメチル）エチルイソシアネートなどが挙げられる。ここで、「（メタ）アクリレート」とは、メタクリレートまたはアクリレートを示す。類似の表記についても同様である。

[0033] ダイマー酸の市販品は、具体的には、ハリダイマー２００、ハリダイマー２７０Ｓ（以上、商品名、ハリマ化成（株）製）、Ｔｄー２０５（Ｗ）、Ｔｄー３９５（以上、商品名、築野食品工業（株）製）、プリポール１００４、プリポール１００６、プリポール１００９、プリポール１０１３、プリポール１０１７、プリポール１０４０（以上、商品名、クロードジャパン（株）製）が挙げられる。

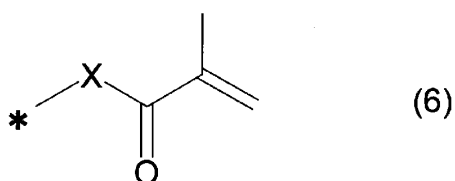
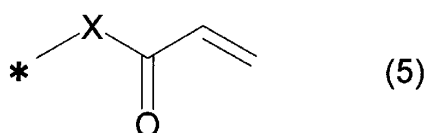
[0034] ダイマー酸誘導体として、ダイマージオールの市販品は、ベスポールＨＰー１０００（商品名、東亜合成（株）製）、プリポール２０２３（商品名、クロードジャパン（株）製）が挙げられる。ダイマージアミンの市販品は、バーサミン５５１、バーサミン５５２（以上、商品名、ＢＡＳＦジャパン（株））、プリアミン１０７１、プリアミン１０７３、プリアミン１０７４、プリアミン１０７５（以上、商品名、クロードジャパン（株）製）などが挙げられる。

[0035] また露光感度の観点から、前記式（１）および前記式（２）中、 W^1 および W^2 の少なくとも一方並びに、 W^3 および W^4 の少なくとも一方が式（３）、式（４）、式（５）または式（６）で表される基であることが好ましい。

[0036] [化8]



[0037] [化9]

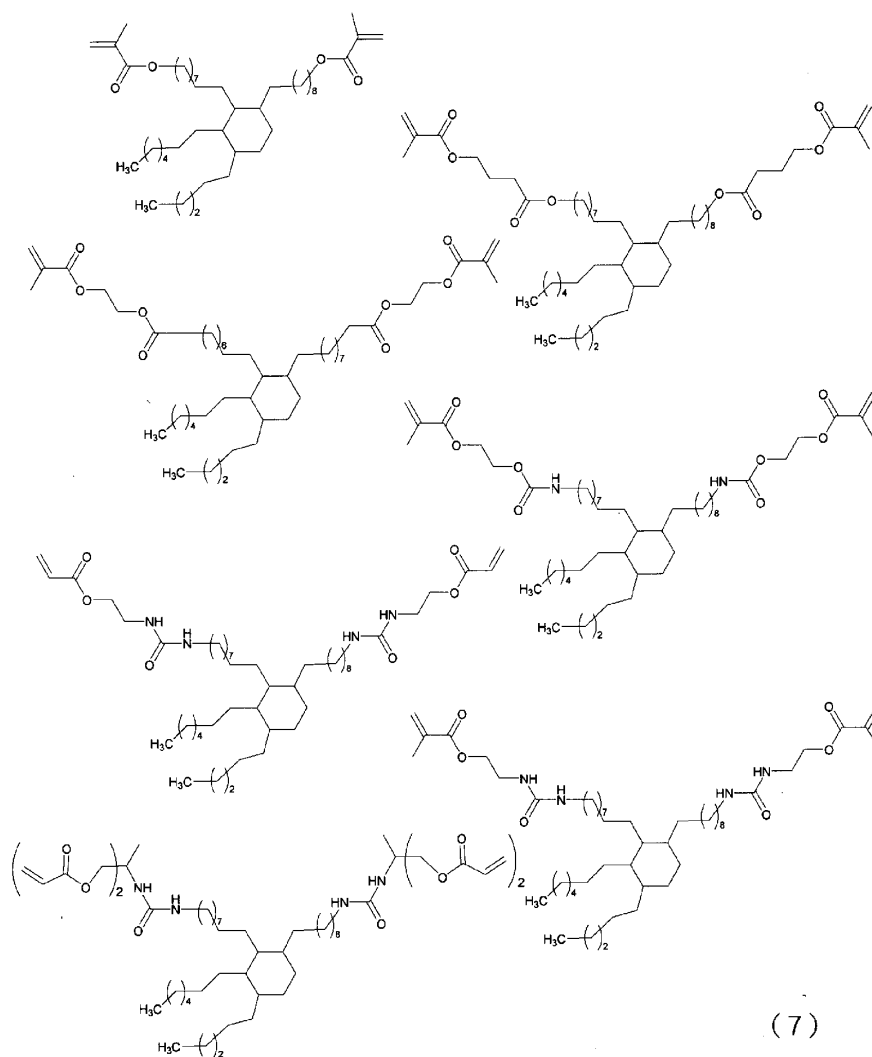


[0038] 式（３）、式（４）、式（５）および式（６）中、 X および Y はそれぞれ独立に、 $-NH-$ 、 $-O-$ 、 $-CH_2-$ または $-S-$ を示す。 R^1 は単結合または炭素数１～５からなる２～６価の有機基を示す。 R^2 は単結合または炭素数１～５からなる２価の有機基を示す。 i は１～５の整数を示す。 $*$ は結合点

を示す。

[0039] 前記式(1)および前記式(2)中、 W^1 および W^2 の少なくとも一方並びに、 W^3 および W^4 の少なくとも一方が式(3)、式(4)、式(5)または式(6)で表される基である(A)成分の具体例として式(7)等が挙げられる。

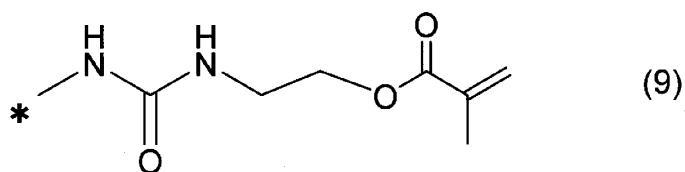
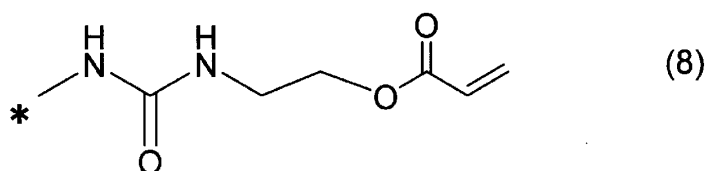
[0040] [化10]



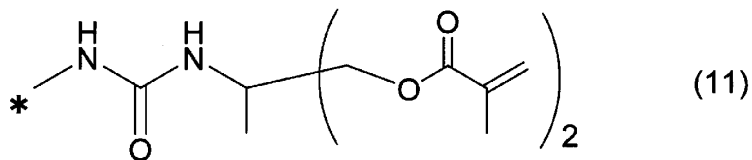
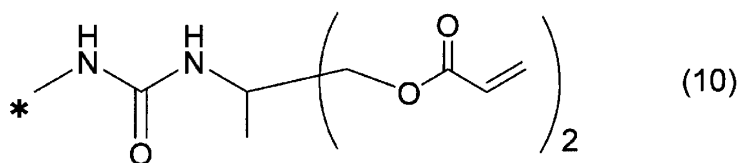
[0041] また誘電特性低減の観点から、前記式（１）および前記式（２）中、 W^1 および W^2 の少なくとも一方並びに、 W^3 および W^4 の少なくとも一方が、式（３）または式（４）で表される基であって、
前記式（３）および前記式（４）中、 X および Y が $-NH-$ であることが好ましい。

[0042] また、前記式（１）および前記式（２）中、 W^1 および W^2 の少なくとも一方並びに、 W^3 および W^4 の少なくとも一方が、式（８）、式（９）、式（１０）または式（１１）で表される基であることがより好ましい。

[0043] [化11]



[0044] [化12]



[0045] *は結合点を示す。

[0046] (A) 成分は樹脂組成物中、5質量%以上50質量%以下の範囲で調製することが好ましい。

[0047] (A) 成分の製造方法について、特に限定はされず、付加反応あるいは縮合反応といった公知の合成方法を取ることができる。具体的な製造方法の一例を下記に示す。

第一工程として、窒素雰囲気下で炭素-炭素二重結合およびダイマー酸誘導体に反応しうる官能基を一つ有する化合物を反応容器に投入し、攪拌する。このとき必要であれば溶媒を加えてもよく、またさらに反応触媒または反応促進剤を加えてもよい。

溶媒としては、Fedorの方法における溶解度パラメータが10以下のものを用いることが好ましい。具体的には、トルエンやプロピレングリコールメチルエーテルアセテートなどが挙げられるがその限りではない。また2種類以上の溶媒を含有してもよい。

[0048] 反応触媒としては、適用する反応に応じて適宜選択することができ、カルボキシル基とエポキシ基の反応の場合、例えば、テトラブチルアンモニウムアセテート等のアンモニウム系触媒、ジメチルベンジルアミン等のアミノ系触媒またはトリフェニルホスフィン等のリン系触媒等が挙げられ、イソシアネート基と、アミノ基またはヒドロキシル基の反応の場合、ジブチル錫ジラウレートなどの錫化合物または、1,4-ジビシクロ[2.2.2]オクタンなどの3級アミンが挙げられる。反応促進剤としては、適用する反応がカルボキシル基とアミノ基またはヒドロキシル基の縮合反応の場合に主に必要となり、ジシクロヘキシルカルボジイミド、ジイソプロピルカルボジイミドなどが挙げられるが、その限りではない。

[0049] 第二工程として、第一工程で調製した攪拌中の溶液にダイマー酸誘導体を滴下し、反応が終了するまで攪拌する。ダイマー酸誘導体としては、前述の市販品が好ましい。反応熱が大きい場合は、必要に応じて滴下時に冷却してもよい。

第三工程として、反応終了後、調製溶液の溶媒をエバポレーターで除去する

ことで（Ａ）成分が得られる。また、反応触媒または反応促進剤を用いた場合、分液処理やシリカゲルクロマトグラフィーにより除去することが好ましい。

本発明における（Ａ）成分は核磁気共鳴装置（ＮＭＲ）などを用いて同定することができる。

[0050] ＮＭＲとは、強い磁場の中に資料を置き、各スピンの向きをそろえた分子にパルス状のラジオ波を照射し、核磁気共鳴させた後、分子が元の安定状態に戻る際に発生する信号を検知して、分子構造などを解析する分析法である。ＮＭＲ分析で最も多く用いられているのが¹H-NMRスペクトルで、ピークの化学シフトからその水素原子の置かれている環境、積分値からその水素原子の数、ピークの分裂から隣接するプロトンの影響など、分子構造に関する情報を得ることができる。特徴的な化学シフトを示す例として、アリル位の炭素に結合する水素の化学シフトは1.5-2 ppm、アルケンに結合する水素原子の化学シフトは4.5-6 ppm、芳香環に結合する水素原子の化学シフトは6-9 ppm、アミド基に結合する水素の化学シフトは5-11 ppmにピークが現れる。

[0051] 本発明の感光性樹脂組成物は、（Ｂ）成分を含有する。（Ｂ）成分を適宜選択することで、感光性樹脂組成物の特性および、それを硬化した硬化膜の特性を制御することが出来る。

前記（Ｂ）成分は、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体、ポリアミド、それらの共重合体、ポリウレア、ポリエステル、ポリシロキサン、アクリル樹脂、フェノール樹脂およびベンゾシクロブテン樹脂、マレイン酸樹脂およびシクロオレフィンポリマーからなる群から選択される１種類以上を含有する。ここで、ポリアミドは特に断らない限り、ポリイミド前駆体およびポリベンゾオキサゾール前駆体以外のポリアミドを指す。

[0052] 特に硬化膜の耐熱性、機械特性の観点から、前記（Ｂ）成分は、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール

前駆体、それらの共重合体およびマレイン酸樹脂からなる群より選択される 1 種類以上を含有することが好ましい。また、前記 (B) 成分は、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体およびそれらの共重合体からなる群より選択される 1 種類以上を含有することが好ましい。

[0053] さらに、(B) 成分は、ダイマー酸誘導体をモノマーとして重合して得られる、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体およびそれらの共重合体からなる群より選択される 1 種類以上を含有することがより好ましい。

[0054] また、アルカリ水溶液による現像が可能となることから、酸二無水物残基またはジアミン残基にフェノール性水酸基を有するポリイミド、ポリイミド前駆体およびそれらの共重合体からなる群より選択される 1 種類以上を含有することが好ましい。

[0055] さらに現像性、低誘電正接化の観点から、前記 (B) 成分は、剛直構造であるビフェニル構造を有するフェノール樹脂を含有することがより好ましい。これらの樹脂は複数種類を組み合わせてもよい。

[0056] ポリイミド前駆体としては、例えば、テトラカルボン酸およびその誘導体と、ジアミンおよびその誘導体とを反応させることによって得られるものが挙げられる。ポリイミド前駆体としては、例えば、ポリアミド酸、ポリアミド酸エステル、ポリアミド酸アミドまたはポリイソイミドが挙げられる。

[0057] テトラカルボン酸およびその誘導体としては、例えば、1, 2, 4, 5-ベンゼンテトラカルボン酸 (ピロメリット酸)、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸、2, 3, 3', 4'-ビフェニルテトラカルボン酸、2, 2', 3, 3'-ビフェニルテトラカルボン酸、1, 2, 5, 6-ナフタレンテトラカルボン酸、1, 4, 5, 8-ナフタレンテトラカルボン酸、2, 3, 6, 7-ナフタレンテトラカルボン酸、3, 3', 4, 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸、2, 2', 3, 3'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸、ビス (3, 4-ジカルボキシフェニル) メタン、ビス (2

、3-ジカルボキシフェニル)メタン、1,1-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)エタン、1,1-ビス(2,3-ジカルボキシフェニル)エタン、2,2-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)プロパン、2,2-ビス(2,3-ジカルボキシフェニル)プロパン、2,2'-ビス[4-(3,4-ジカルボキシフェノキシ)フェニル]プロパン、2,2-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン、2,2-ビス(2,3-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン、ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)スルホン、ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)エーテル、2,3,5,6-ピリジントトラカルボン酸若しくは3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸、N,N'-ビス[5,5'-ヘキサフルオロプロパン-2,2-ジイル-ビス(2-ヒドロキシフェニル)]ビス(3,4-ジカルボキシ安息香酸アミド)、ビスクロ[2.2.2]オクタン-7-エン-2,3,5,6-テトラカルボン酸、1,2,4,5-シクロヘキサントトラカルボン酸、1,2,3,4-シクロペンタンテトラカルボン酸、1,2,3,4-シクロブタンテトラカルボン酸若しくは2,3,4,5-テトラヒドロフランテトラカルボン酸、ブタン-1,2,3,4-テトラカルボン酸または、それらのテトラカルボン酸二無水物、テトラカルボン酸二塩化物若しくはテトラカルボン酸活性ジエステルが挙げられる。これらの化合物は、単独でまたは2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0058] ジアミンおよびその誘導体としては、例えば、m-フェニレンジアミン、p-フェニレンジアミン、3,5-ジアミノ安息香酸、4,4'-ジアミノビフェニル、ビス(4-アミノフェノキシ)ビフェニル、2,2'-ジメチル-4,4'-ジアミノビフェニル、2,2'-ジエチル-4,4'-ジアミノビフェニル、3,3'-ジメチル-4,4'-ジアミノビフェニル、3,3'-ジエチル-4,4'-ジアミノビフェニル、2,2',3,3'-テトラメチル-4,4'-ジアミノビフェニル、3,3',4,4'-テトラメチル-4,4'-ジアミノビフェニル、2,2'-ビス(トリフルオロメチル)-4,4'-ジアミノビフェニル、ジメルカプトフェニレンジアミ

ン、1, 5-ナフトレンジアミン、2, 6-ナフトレンジアミン、9, 10-アントラセンジアミン、4, 4'-ジアミノベンズアニリド、3, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3-カルボキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3-スルホン酸-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニル]エーテル、1, 4-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、1, 3-ビス(3-アミノフェノキシ)ベンゼン、1, 3-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、3, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、2, 2-ビス(4-アミノフェニル)ヘキサフルオロプロパン、3, 3'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、ビス(4-アミノフェノキシフェニル)スルホン、ビス(3-アミノフェノキシフェニル)スルホン、2, 7-ジアミノフルオレン、9, 9-ビス(4-アミノフェニル)フルオレン、2-(4-アミノフェニル)-5-アミノベンゾオキサゾール、2-(3-アミノフェニル)-5-アミノベンゾオキサゾール、2-(4-アミノフェニル)-6-アミノベンゾオキサゾール、2-(3-アミノフェニル)-6-アミノベンゾオキサゾール、1, 4-ビス(5-アミノ-2-ベンゾオキサゾリル)ベンゼン、1, 4-ビス(6-アミノ-2-ベンゾオキサゾリル)ベンゼン、1, 3-ビス(5-アミノ-2-ベンゾオキサゾリル)ベンゼン、1, 3-ビス(6-アミノ-2-ベンゾオキサゾリル)ベンゼン、2, 6-ビス(4-アミノフェニル)ベンゾビスオキサゾール、2, 6-ビス(3-アミノフェニル)ベンゾビスオキサゾール、ビス[(3-アミノフェニル)-5-ベンゾオキサゾリル]、ビス[(4-アミノフェニル)-5-ベンゾオキサゾリル]、ビス[(3-アミノフェニル)-6-ベンゾオキサゾリル]、ビス[(4-アミノフェニル)-6-ベンゾオキサゾリル]、3, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、4-アミノ安息香酸4-アミノフェニルエステル、1, 3-ビス(4-アニリノ)テトラメチルジシロキサン、

エチレンジアミン、1, 3-ジアミノプロパン、2-メチル-1, 3-プロパンジアミン、1, 4-ジアミノブタン、1, 5-ジアミノペンタン、2-メチル-1, 5-ジアミノペンタン、1, 6-ジアミノヘキサン、1, 2-シクロヘキサレンジアミン、1, 4-シクロヘキサレンジアミン、ビス(4-アミノシクロヘキシル)メタン、1, 7-ジアミノヘプタン、1, 8-ジアミノオクタン、1, 9-ジアミノノナン、1, 10-ジアミノデカン、1, 11-ジアミノウンデカン、1, 12-ジアミノドデカンまたはダイマージアミンなどが挙げられる。特に誘電正接低減の観点から、ダイマージアミンが好ましい。

[0059] また、アルカリ可溶性を求められる用途では、ビスアミノフェノール化合物が好ましい。ビスアミノフェノール化合物としては、例えば、ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)エーテル、ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)メチレン、ビス[N-(3-アミノベンゾイル)-3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル]スルホン、ビス[N-(4-アミノベンゾイル)-3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル]スルホン、ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)スルホン、ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)プロパン、2, 2'-ビス[N-(3-アミノベンゾイル)-3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル]プロパン、2, 2'-ビス[N-(4-アミノベンゾイル)-3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル]プロパン、9, 9-ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)フルオレン、9, 9-ビス[N-(3-アミノベンゾイル)-3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル]フルオレン、9, 9-ビス[N-(4-アミノベンゾイル)-3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル]フルオレン、N, N'-ビス(3-アミノベンゾイル)-2, 5-ジアミノ-1, 4-ジヒドロキシベンゼン、N, N'-ビス(4-アミノベンゾイル)-2, 5-ジアミノ-1, 4-ジヒドロキシベンゼン、N, N'-ビス(4-アミノベンゾイル)-4, 4'-ジアミノ-3, 3'-ジヒドロキシビフェニル、N, N'-ビス(3-アミノベンゾイル)-3, 3'-ジアミノ-4, 4'-ジヒドロキシビフェニル、N、

N' -ビス (4 -アミノベンゾイル) - 3, 3' -ジアミノ-4, 4 -ジヒドロキシビフェニル、3, 3' -ジアミノ-4, 4' -ビフェノール、ビス (3 -アミノ-4 -ヒドロキシフェニル) メタン、1, 1 -ビス (3 -アミノ-4 -ヒドロキシフェニル) エタン、2, 2 -ビス (3 -アミノ-4 -ヒドロキシフェニル) プロパン、2, 2 -ビス (3 -アミノ-4 -ヒドロキシフェニル) ヘキサフルオロプロパンまたは2, 2 -ビス [3 - (3 -アミノベンズアミド) - 4 -ヒドロキシフェニル] ヘキサフルオロプロパン等があげられる。

[0060] また、シロキサン構造を有するジアミンとしては、ビス (3 -アミノプロピル) テトラメチルジシロキサン、ビス (p -アミノフェニル) オクタメチルペンタシロキサンが挙げられ、基板との接着性を向上させることができるため、好ましい。

[0061] 上記の多価アミン化合物は、そのまま、あるいはアミン部位がイソシアネート化またはトリメチルシリル化された化合物として使用できる。また、これら2種以上の多価アミン化合物を組み合わせてもよい。

[0062] また樹脂末端をモノアミン、酸無水物、酸クロリドまたはモノカルボン酸により封止することで、樹脂の重量平均分子量を調整することができる。

[0063] モノアミンの好ましい例としては、5 -アミノ-8 -ヒドロキシキノリン、1 -ヒドロキシ-7 -アミノナフタレン、1 -ヒドロキシ-6 -アミノナフタレン、1 -ヒドロキシ-5 -アミノナフタレン、1 -ヒドロキシ-4 -アミノナフタレン、2 -ヒドロキシ-7 -アミノナフタレン、2 -ヒドロキシ-6 -アミノナフタレン、2 -ヒドロキシ-5 -アミノナフタレン、1 -カルボキシ-7 -アミノナフタレン、1 -カルボキシ-6 -アミノナフタレン、1 -カルボキシ-5 -アミノナフタレン、2 -カルボキシ-7 -アミノナフタレン、2 -カルボキシ-6 -アミノナフタレン、2 -カルボキシ-5 -アミノナフタレン、2 -アミノ安息香酸、3 -アミノ安息香酸、4 -アミノ安息香酸、4 -アミノサリチル酸、5 -アミノサリチル酸、6 -アミノサリチル酸、3 -アミノ-4, 6 -ジヒドロキシピリミジン、2 -アミノフェ

ノール、3-アミノフェノール、4-アミノフェノール、2-アミノチオフェノール、3-アミノチオフェノール、4-アミノチオフェノールなどが挙げられる。これらを2種以上用いてもよい。

[0064] 酸無水物、酸クロリド、モノカルボン酸の好ましい例としては、無水フタル酸、無水マレイン酸、ナジック酸無水物、シクロヘキサンジカルボン酸無水物、3-ヒドロキシフタル酸無水物などの酸無水物、3-カルボキシフェノール、4-カルボキシフェノール、3-カルボキシチオフェノール、4-カルボキシチオフェノール、1-ヒドロキシ-7-カルボキシナフタレン、1-ヒドロキシ-6-カルボキシナフタレン、1-ヒドロキシ-5-カルボキシナフタレン、1-メルカプト-7-カルボキシナフタレン、1-メルカプト-6-カルボキシナフタレン、1-メルカプト-5-カルボキシナフタレン、などのモノカルボン酸類およびこれらのカルボキシル基が酸クロリド化したモノ酸クロリド化合物、テレフタル酸、フタル酸、マレイン酸、シクロヘキサンジカルボン酸、1,5-ジカルボキシナフタレン、1,6-ジカルボキシナフタレン、1,7-ジカルボキシナフタレン、2,6-ジカルボキシナフタレンなどのジカルボン酸類の1つのカルボキシル基だけが酸クロリド化したモノ酸クロリド化合物、モノ酸クロリド化合物とN-ヒドロキシベンゾトリアゾールやN-ヒドロキシ-5-ノルボルネン-2,3-ジカルボキシイミドとの反応により得られる活性エステル化合物が挙げられる。これらを2種以上用いてもよい。

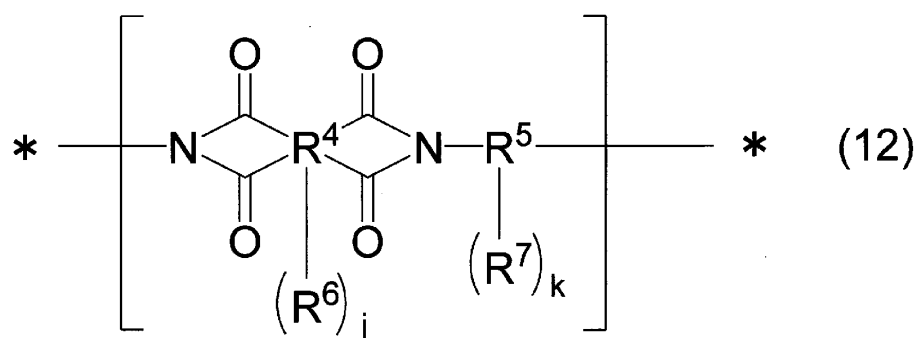
[0065] ポリイミドとしては、例えば、上記のポリアミド酸、ポリアミド酸エステル、ポリアミド酸アミドまたはポリイソイミドを、加熱または酸もしくは塩基などを用いた反応により、脱水閉環させることによって得られるものが挙げられ、テトラカルボン酸および／またはその誘導体残基と、ジアミンおよび／またはその誘導体残基を有する。

[0066] ポリイミド前駆体は、熱硬化性樹脂であり、高温で熱硬化させて脱水閉環させることで高耐熱性のイミド結合が形成され、ポリイミドが得られる。従って、高耐熱性のイミド結合を有するポリイミドを樹脂組成物に含有させる

ことで、得られる硬化膜の耐熱性を著しく向上させることができる。そのため、硬化膜を高耐熱性が要求される用途に用いる場合などに好適である。また、ポリイミド前駆体は、脱水閉環後に耐熱性が向上する樹脂であるため、脱水閉環前の前駆体構造の特性と硬化膜の耐熱性を両立させたい用途に用いる場合などに好適である。

[0067] ポリイミドとしては、例えば、下記式（１２）で表される構造単位を含有するポリイミドが挙げられる。

[0068] [化13]

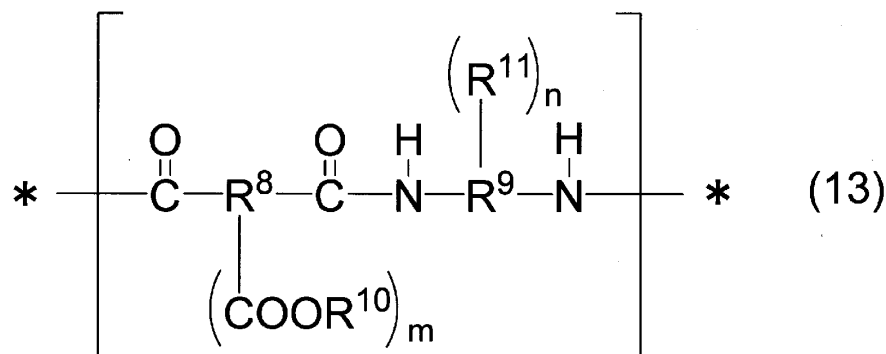


[0069] 式（１２）において、 R^4 は４～１０価の有機基を示し、 R^5 は、２～８価の有機基を示す。 R^6 および R^7 は水酸基または炭素数１～２０の有機基を示し、それぞれ単一のものであっても異なるものが混在していてもよい。 j および k は０～６の整数を示す。 $\text{R}^4 - (\text{R}^6)_j$ は前述のテトラカルボン酸および／またはその誘導体残基を示す。 $\text{R}^5 - (\text{R}^7)_k$ は前述のジアミンおよび／またはその誘導体残基を示す。特に低誘電正接化の観点からダイマージアミン残基が好ましい。 $*$ は結合点を示す。

[0070] ポリイミド前駆体としては、ポリアミド酸またはポリアミド酸エステルが好ましく、例えば、式（１３）で表される構造単位を含有するポリイミド前駆体が挙げられる。

[0071]

[化14]



酸無水物基に対して3 mol %以上300 mol %以下が好ましく、より好ましくは20 mol %以上150 mol %以下である。また、反応中にエチレン性不飽和結合部位が架橋することを防ぐ目的で、重合禁止剤を少量用いてもよい。これにより反応性が低いエチレン性不飽和結合を有するアルコール類とテトラカルボン酸二無水物との反応において、120℃以下の範囲で加熱し、反応を促進することができる。重合禁止剤としては、ハイドロキノン、4-メトキシフェノール、*t*-ブチルピロカテコール、ビス-*t*-ブチルヒドロキシトルエンなどのフェノール化合物が挙げられる。重合禁止剤の添加量としては、アルコール類のエチレン性不飽和結合に対して、重合禁止剤のフェノール性水酸基が0.1 mol %以上5 mol %以下が好ましい。

[0074] 前述のエチレン性不飽和結合を有するアルコール類としては、水酸基を有する(メタ)アクリレートまたは不飽和脂肪酸変性アルコールが挙げられる。水酸基を有する(メタ)アクリレートとしては、2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレート、1-(メタ)アクリロイルオキシ-2-プロピルアルコール、2-(メタ)アクリルアミドエチルアルコール、メチロールビニルケトン、2-ヒドロキシエチルビニルケトン、2-ヒドロキシ-3-メトキシプロピル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシ-3-ブトキシプロピル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシ-3-*t*-ブトキシプロピル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシ-3-シクロヘキシルアルコキシプロピル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシ-3-シクロヘキシロキシプロピル(メタ)アクリレート、2-(メタ)アクリロキシエチル-2-ヒドロキシプロピルフタレートなどの、エチレン性不飽和結合と水酸基を1ずつ有するアルコール、グリセリン-1、3-ジ(メタ)アクリレート、グリセリン-1、2-ジ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパンジ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート、グリセリン-1-アリ

ロキシ-3-メタクリレート、グリセリン-1-アリロキシ-2-メタクリレート、2-エチル-2-(ヒドロキシメチル)プロパン-1,3-ジイルビス(2-メタクリレート)、2-(アクリロイロキシ)-2-(ヒドロキシメチル)ブチルメタクリレートなどの、エチレン性不飽和結合を2以上と水酸基を1有するアルコールなどが挙げられる。

[0075] 不飽和脂肪酸変性アルコールとしては、炭素数6以上の不飽和脂肪酸変性アルコールが挙げられる。露光感度の観点から、末端に不飽和基を有するか、シス構造の二重結合を有するアルコールが好ましく、誘電率、誘電正接の観点からは、炭素数12以上が好ましい。不飽和脂肪酸変性アルコールの具体例としては、5-ヘキセン-1-オール、3-ヘキセン-1-オール、6-ヘプテン-1-オール、cis-5-オクテン-1-オール、cis-3-オクテン-1-オール、cis-3-ノネン-1-オール、cis-6-ノネン-1-オール、9-デカン-1-オール、cis-4-デカン-1-オール、10-ウンデセン-1-オール、11-ドデカン-1-オール、エライドリノレイルアルコール、オレイルアルコール、リノレイルアルコール、リノレニルアルコールおよびエルシルアルコールなどが挙げられる。これらの中から、得られる硬化膜の誘電特性と露光感度の観点から、オレイルアルコール、リノレイルアルコール、リノレニルアルコールが好ましい。

[0076] 酸無水物とエチレン性不飽和結合を有すアルコール類を反応させる際に、その他のアルコールを同時に用いてもよい。その他のアルコールは、露光感度の調整、有機溶媒への溶解性の調整など様々な目的に合わせて適宜選択できる。具体的にはメタノール、エタノール、1-プロパノール、2-プロパノール、1-ブタノール、2-ブタノール、i-ブタノール、t-ブタノール、1-ペンタノール、2-ペンタノール、3-ペンタノール、i-ペンタノールなどの脂肪族アルコールまたは、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、ト

リエチレングリコールモノメチルエーテル、トリエチレングリコールモノエチルエーテル、トリエチレングリコールモノブチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールモノブチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノエチルエーテル、ジプロピレングリコールモノブチルエーテル、トリプロピレングリコールモノメチルエーテル、トリプロピレングリコールモノエチルエーテル、トリプロピレングリコールモノブチルエーテルなどのアルキレンオキサイド由来のモノアルコールなどが挙げられる。

[0077] ポリベンゾオキサゾール前駆体としては、例えば、ジカルボン酸およびその誘導体と、ジアミンとしてビスアミノフェノール化合物などとを反応させることによって得られるポリヒドロシミアミドが挙げられる。

[0078] ジカルボン酸の例としては、テレフタル酸、イソフタル酸、ダイマー酸、ジフェニルエーテルジカルボン酸、ビス（カルボキシフェニル）ヘキサフルオロプロパン、ビフェニルジカルボン酸、ベンゾフェノンジカルボン酸、トリフェニルジカルボン酸など、トリカルボン酸の例としてはトリメリット酸、トリメシン酸、ジフェニルエーテルトリカルボン酸、ビフェニルトリカルボン酸などが挙げられる。これらの化合物は、単独でまたは2種以上を組み合わせる用いてもよい。特に誘電正接低減の観点から、ダイマー酸が好ましい。

ビスアミノフェノールの例としては、ポリイミド前駆体において例示したビスアミノフェノール化合物が挙げられる。

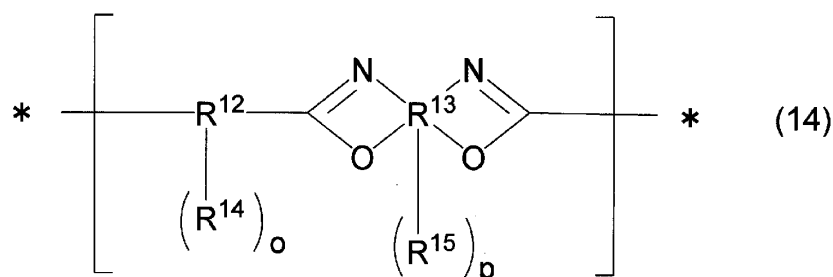
[0079] ポリベンゾオキサゾール前駆体は、熱硬化性樹脂であり、高温で熱硬化させて脱水閉環させることで高耐熱性かつ剛直なベンゾオキサゾール環が形成され、ポリベンゾオキサゾールが得られる。従って、高耐熱性かつ剛直なベンゾオキサゾール環を有するポリベンゾオキサゾールを樹脂組成物に含有させることで、得られる硬化膜の耐熱性を著しく向上させることができる。そのため、硬化膜を高耐熱性が要求される用途に用いる場合などに好適である。

。また、ポリベンゾオキサゾール前駆体は、脱水閉環後に耐熱性が向上する樹脂であるため、脱水閉環前の前駆体構造の特性と硬化膜の耐熱性を両立させたい用途に用いる場合などに好適である。

[0080] ポリベンゾオキサゾールとしては、例えば、ジカルボン酸と、ジアミンとしてビスアミノフェノール化合物を、ポリリン酸を用いた反応により、脱水閉環させることによって得られるものや、ポリベンゾオキサゾール前駆体として、例えば、上記のポリヒドロキシアミドを、加熱または無水リン酸、塩基若しくはカルボジイミド化合物などを用いた反応により、脱水閉環させることによって得られるものが挙げられる。

[0081] ポリベンゾオキサゾールとしては、式（１４）で示される構造単位を含有するものが挙げられる。

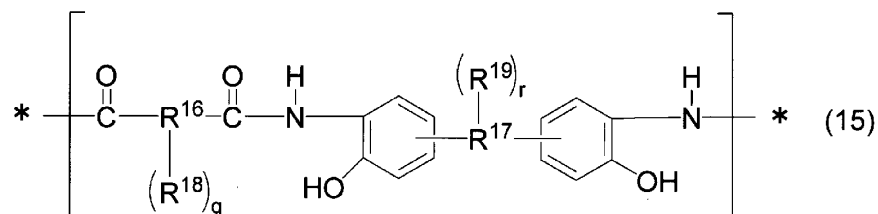
[0082] [化15]



[0083] 式（１４）において、 R^{12} は、２～６価の有機基を表し、 R^{13} は、４～６価の有機基を表す。 R^{14} および R^{15} は、それぞれ独立して、炭素数１～１０の有機基または水酸基を示す。 o は、０～４の整数を表し、 p は、０～２の整数を表す。 $\text{R}^{12} - (\text{R}^{14})_o$ は前述のジカルボン酸および／またはその誘導体残基を示す。特に低誘電正接化の観点からダイマー酸残基が好ましい。 $\text{R}^{13} - (\text{R}^{15})_p$ は前述のビスアミノフェノール化合物および／またはその誘導体残基を示す。 $*$ は結合点を示す。

[0084] 本発明に用いられるポリベンゾオキサゾール前駆体としては、下記式（１５）で示す構造単位を含有するものが挙げられる。

[0085] [化16]

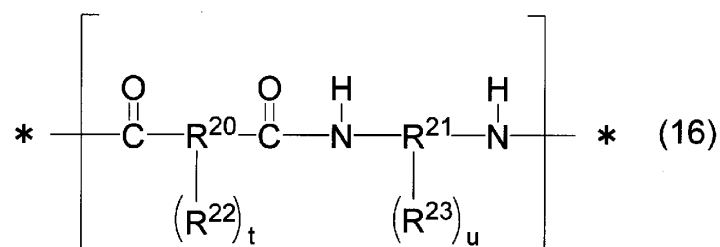


[0086] 式(15)において、R¹⁶は、2～6価の有機基を表し、R¹⁷は、単結合または2～6価の有機基を表す。R¹⁸およびR¹⁹は、炭素数1～10の有機基または水酸基を示す。qおよびrは、0～4の整数を表す。R¹⁶—(R¹⁸)_qは前述のジカルボン酸および／またはその誘導体残基を示す。特に低誘電正接化の観点からダイマー酸残基が好ましい。R¹⁷—(R¹⁹)_rは前述のビスアミノフェノール化合物および／またはその誘導体残基を示す。*は結合点を示す。

[0087] ポリアミドとしては、例えば、ジカルボン酸と、ジアミン化合物とをポリリン酸を用いた反応により、脱水縮合させることによって得られるものが挙げられる。

ポリアミドとしては、下記式(16)で示す構造単位を含有するものが挙げられる。

[0088] [化17]



[0089] 式(16)において、R²⁰およびR²¹は、2～6価の有機基を表す。R²²

および R^{23} は、それぞれ独立して、炭素数1～10の有機基または水酸基を示す。 t は、0～4の整数を表し、 u は、0～4の整数を表す。 $R^{20}-(R^{22})_t$ は前述のジカルボン酸および／またはその誘導体残基を示し、 $R^{21}-(R^{23})_u$ は前述のビスアミノフェノール化合物を除くジアミン化合物および／またはその誘導体残基を示す。 $*$ は結合点を示す。

[0090] また(B)成分は、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体およびポリアミドからなる群より選択される2種類以上からなる共重合体を含んでもよい。

[0091] ポリウレアとしては、例えば、ジアミンと多官能イソシアネートの重付加反応にて得られるものが挙げられる。

[0092] ジアミンとしては、ポリイミド、ポリベンゾオキサゾール、ポリアミドにおいて例示した化合物が挙げられる。

[0093] 多官能イソシアネートとしては、例えば、ヘキサメチレンジイソシアネート、1,3-ビス(イソシアネートメチル)ベンゼン、1,3-ビス(イソシアネートメチル)シクロヘキサン、ノルボルネンジイソシアネート、ナフタレン-1,5-ジイソシアネート、ジフェニルメタン-4,4'-ジイソシアネートまたはトルエン-2,4-ジイソシアネート等が挙げられ、ポリオールとしては、エチレングリコール、プロピレングリコール、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール、1,4-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼン、1,3-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼン、4,4'-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ビフェニル、2,2-ビス(4-(2-ヒドロキシエトキシ)フェニル)プロパンまたはビス(4-(2-ヒドロキシエトキシ)フェニル)メタン等が挙げられる。

ジアミンと多官能イソシアネートの重付加反応物は、無触媒でも得ることが出来るが、触媒を用いてもよい。触媒としては、ジブチル錫ジラウレートなどの錫化合物または、1,4-ジアザビシクロ[2.2.2]オクタンなどの3級アミンが挙げられる。

[0094] ポリエステルとしては、ポリオール化合物と酸二無水物との重付加反応を

経て得られるものが、合成が容易であり、副反応が少ないため好ましい。ポリオール化合物としては、ラジカル重合性基および芳香環を導入し易いため、多官能エポキシ化合物と（メタ）アクリル酸などのラジカル重合性基含有一塩基酸化合物との反応により得られるものが好ましい。

[0095] 多官能エポキシ化合物としては例えば、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテルまたは水添ビスフェノール A ジグリシジルエーテルなどの脂肪族エポキシ化合物または、水添ビスフェノール A ジグリシジルエーテルまたは 9, 9-ビス（4-グリシジロキシフェニル）フルオレンなどの芳香族エポキシ化合物が挙げられるが、これらに限定されない。

[0096] また、その他の、ポリオール化合物としては、例えば、エチレングリコール、プロピレングリコール、ブチレングリコール、グリセリン、トリメチロールプロパン若しくはペンタエリスリトール等の脂肪族アルコール化合物または 9, 9-ビス〔4-（2-ヒドロキシエトキシ）フェニル〕フルオレンなどが挙げられる。

前記酸二無水物としては、ポリイミド前駆体の説明で例示したテトラカルボン酸二無水物が挙げられる。

[0097] ポリシロキサンとしては、少なくとも 1 種のオルガノシラン化合物を用いた加水分解縮合物が挙げられる。オルガノシラン化合物としては例えば、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、テトラアセトキシシラン、テトラフェノキシシラン等の 4 官能性シラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、メチルトリイソプロポキシシラン、メチルトリ n-ブトキシシラン、エチルトリメトキシシラン、エチルトリエトキシシラン、エチルトリイソプロポキシシラン、エチルトリ n-ブトキシシラン、n-プロピルトリメトキシシラン、n-プロピルトリエトキシシラン、n-ブチルトリメトキシシラン、n-ブチルトリエトキシシラン、n-ヘキシルトリメトキシシラン、n-ヘキシルトリエトキシシラン、デシルトリメトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、3-メタク

リロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、フェニルトリエトキシシラン、p-ヒドロキシフェニルトリメトキシシラン、1-(p-ヒドロキシフェニル)エチルトリメトキシシラン、2-(p-ヒドロキシフェニル)エチルトリメトキシシラン、4-ヒドロキシ-5-(p-ヒドロキシフェニルカルボニルオキシ)ペンチルトリメトキシシラン、トリフルオロメチルトリメトキシシラン、トリフルオロメチルトリエトキシシラン、3, 3, 3-トリフルオロプロピルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、2-(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、2-(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリエトキシシラン、[(3-エチル-3-オキセタニル)メトキシ]プロピルトリメトキシシラン、[(3-エチル-3-オキセタニル)メトキシ]プロピルトリエトキシシラン、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3-トリメトキシシリルプロピルコハク酸、1-ナフチルトリメトキシシラン、1-ナフチルトリエトキシシラン、1-ナフチルトリ-n-プロポキシシラン、2-ナフチルトリメトキシシラン、1-アントラセニルトリメトキシシラン、9-アントラセニルトリメトキシシラン、9-フェナントレニルトリメトキシシラン、9-フルオレニルトリメトキシシラン、2-フルオレニルトリメトキシシラン、1-ピレニルトリメトキシシラン、2-インデニルトリメトキシシラン、5-アセナフテニルトリメトキシシラン等の3官能性シラン、ジメチルジメトキシシラン、ジメチルジエトキシシラン、ジメチルジアセトキシシラン、ジn-ブチルジメトキシシラン、ジフェニルジメトキシシラン、(3-グリシドキシプロピル)メチルジメトキシシラン、(3-グリシドキシプロピル)メチルジエトキシシラン、ジ(1-ナフチル)ジメトキシシラン、ジ(1-ナフチル)ジエトキシシラン等の2官能性シラン、トリメチルメトキシシラン、トリn-ブチルエトキシシラン

、（３－グリシドキシプロピル）ジメチルメトキシシラン、（３－グリシドキシプロピル）ジメチルエトキシシラン等の１官能性シランが挙げられる。

これらのオルガノシランを２種以上用いてもよい。

[0098] オルガノシラン化合物の加水分解反応条件は適宜設定すればよいが、例えば、溶媒中、オルガノシラン化合物に酸触媒および水を１～１８０分かけて添加した後、室温～１１０℃で１～１８０分反応させることが好ましい。このような条件で加水分解反応を行うことにより、急激な反応を抑制することができる。反応温度は、３０～１０５℃が好ましい。

[0099] また、加水分解反応は、酸触媒の存在下で行うことが好ましい。酸触媒としては、蟻酸、酢酸またはリン酸を含む酸性水溶液が好ましい。これら酸触媒の含有量は、加水分解反応時に使用される全オルガノシラン化合物１００質量部に対して、０．１～５質量部が好ましい。酸触媒の含有量を上記範囲とすることで、加水分解反応が必要かつ十分に進行するよう容易に制御できる。

[0100] 縮合反応の条件としては、オルガノシラン化合物の加水分解反応によりシラノール化合物を得た後、反応液をそのまま５０℃～溶媒の沸点で１～１００時間加熱することが好ましい。また、ポリシロキサンの重合度を上げるために、再加熱または塩基触媒を添加しても構わない。また、必要に応じて加水分解反応後に、生成アルコール等を加熱および／または減圧によって適量を留出、除去し、その後に任意溶媒を添加しても構わない。

[0101] アクリル樹脂としては、例えば、（メタ）アクリル酸、（メタ）アクリル酸エステルをラジカル重合したものなどが挙げられる。中でも、カルボキシル基含有アクリル樹脂がパターン加工性の観点から好ましく、少なくとも一部にエチレン性不飽和二重結合基が導入されていることが、硬化膜硬度の点で好ましい。

[0102] アクリル樹脂の合成方法としては、（メタ）アクリル化合物のラジカル重合が挙げられる。（メタ）アクリル化合物としては、例えば、カルボキシル基および／または酸無水物基含有（メタ）アクリル化合物あるいはその他の

(メタ) アクリル酸エステルが挙げられる。ラジカル重合の触媒としては、アゾビスイソブチロニトリル等のアゾ化合物または過酸化ベンゾイル等の有機過酸化物が一般的に用いられる。

[0103] ラジカル重合の条件は適宜設定すればよいが、溶媒中、カルボキシル基および／または酸無水物基含有(メタ)アクリル化合物、その他の(メタ)アクリル酸エステルおよびラジカル重合触媒を添加し、バブリングや減圧脱気等によって反応容器内を十分に窒素置換したのち、60～110℃で30～300分反応させることが好ましい。酸無水物基含有(メタ)アクリル化合物を用いた場合には、理論量の水を加え30～60℃で30～60分反応させることが好ましい。また、必要に応じてチオール化合物等の連鎖移動剤を用いても構わない。

[0104] (メタ)アクリル酸エステルとしては、(メタ)アクリル酸メチル、(メタ)アクリル酸エチル、(メタ)アクリル酸プロピル、(メタ)アクリル酸シクロプロピル、(メタ)アクリル酸シクロペンチル、(メタ)アクリル酸シクロヘキシル、(メタ)アクリル酸シクロヘキセニル、(メタ)アクリル酸4-メトキシシクロヘキシル、(メタ)アクリル酸2-シクロプロピルオキシカルボニルエチル、(メタ)アクリル酸2-シクロペンチルオキシカルボニルエチル、(メタ)アクリル酸2-シクロヘキシルオキシカルボニルエチル、(メタ)アクリル酸2-シクロヘキセニルオキシカルボニルエチル、(メタ)アクリル酸2-(4-メトキシシクロヘキシル)オキシカルボニルエチル、(メタ)アクリル酸ノルボルニル、(メタ)アクリル酸イソボルニル、(メタ)アクリル酸テトラシクロデカニル、(メタ)アクリル酸ジシクロペンテニル、(メタ)アクリル酸アダマンチル、(メタ)アクリル酸2-メチルアダマンチル、(メタ)アクリル酸1-メチルアダマンチル等が用いられる。

[0105] また、アクリル樹脂は、(メタ)アクリル化合物と、その他の不飽和二重結合含有モノマーとの共重合体であっても構わない。その他の不飽和二重結合含有モノマーとしては、例えば、スチレン、p-メチルスチレン、o-メ

チルスチレン、*m*-メチルスチレン、 α -メチルスチレン、*p*-ヒドロキシ
スチレン、無水マレイン酸、ノルボルネン、ノルボルネンジカルボン酸、ノ
ルボルネンジカルボン酸無水物、シクロヘキセン、ブチルビニルエーテル、
ブチルアリルエーテル、2-ヒドロキシエチルビニルエーテル、2-ヒドロ
キシエチルアリルエーテル、シクロヘキサニルビニルエーテル、シクロヘキサ
ニルアリルエーテル、4-ヒドロキシブチルビニルエーテル、が挙げられる。

[0106] エチレン性不飽和結合を有するアクリル樹脂としては、カルボキシル基お
よび／または酸無水物基含有（メタ）アクリル化合物、（メタ）アクリル酸
エステルおよび／またはその他の不飽和二重結合含有モノマーをラジカル重
合したのち、エチレン性不飽和二重結合基を有するエポキシ化合物を付加反
応して得られるものが好ましい。付加反応に用いる触媒としては、例えば、
ジメチルアニリン、2, 4, 6-トリス（ジメチルアミノ）フェノール若しくはジメチルベンジルアミン等のアミノ系触媒、トリフェニルホスフ
イン等のリン系触媒、テトラブチルアンモニウムアセテート等のアンモニウ
ム系触媒またはアセチルアセトネートクロム若しくは塩化クロム等のクロム
系触媒等が挙げられる。

[0107] エチレン性不飽和二重結合基を有するエポキシ化合物としては、例えば、
（メタ）アクリル酸グリシジル、（メタ）アクリル酸 α -エチルグリシジル
、（メタ）アクリル酸 α -*n*-プロピルグリシジル、（メタ）アクリル酸 α -*n*-ブチルグリシジル、（メタ）アクリル酸3, 4-エポキシブチル、（
メタ）アクリル酸3, 4-エポキシヘプチル、（メタ）アクリル酸 α -エチ
ル-6, 7-エポキシヘプチル、ブチルビニルエーテル、ブチルアリルエー
テル、2-ヒドロキシエチルビニルエーテル、2-ヒドロキシエチルアリル
エーテル、シクロヘキサニルビニルエーテル、シクロヘキサニルアリルエーテル
、4-ヒドロキシブチルビニルエーテル、4-ヒドロキシブチルアリルエー
テル、アリルグリシジルエーテル、ビニルグリシジルエーテル、*o*-ビニル
ベンジルグリシジルエーテル、*m*-ビニルベンジルグリシジルエーテル、*p*-
ビニルベンジルグリシジルエーテル、 α -メチル-*o*-ビニルベンジルグ

リシジルエーテル、 α -メチル-m-ビニルベンジルグリシジルエーテル、 α -メチル-p-ビニルベンジルグリシジルエーテル、2,3-ジグリシジルオキシメチルスチレン、2,4-ジグリシジルオキシメチルスチレン、2,5-ジグリシジルオキシメチルスチレン、2,6-ジグリシジルオキシメチルスチレン、2,3,4-トリグリシジルオキシメチルスチレン、2,3,5-トリグリシジルオキシメチルスチレン、2,3,6-トリグリシジルオキシメチルスチレン、3,4,5-トリグリシジルオキシメチルスチレンまたは2,4,6-トリグリシジルオキシメチルスチレン等が挙げられる。

[0108] フェノール樹脂としては、ノボラック樹脂やレゾール樹脂があり、種々のフェノール類を単独で、あるいはそれらの混合物をホルマリンなどのアルデヒド類と重縮合することにより得られる。

[0109] ノボラック樹脂およびレゾール樹脂を構成するフェノール類としては、例えばフェノール、p-クレゾール、m-クレゾール、o-クレゾール、2,3-ジメチルフェノール、2,4-ジメチルフェノール、2,5-ジメチルフェノール、2,6-ジメチルフェノール、3,4-ジメチルフェノール、3,5-ジメチルフェノール、2,3,4-トリメチルフェノール、2,3,5-トリメチルフェノール、3,4,5-トリメチルフェノール、2,4,5-トリメチルフェノール、メチレンビスフェノール、メチレンビスp-クレゾール、レゾルシン、カテコール、2-メチルレゾルシン、4-メチルレゾルシン、o-クロロフェノール、m-クロロフェノール、p-クロロフェノール、2,3-ジクロロフェノール、m-メトキシフェノール、p-メトキシフェノール、p-ブトキシフェノール、o-エチルフェノール、m-エチルフェノール、p-エチルフェノール、2,3-ジエチルフェノール、2,5-ジエチルフェノール、p-イソプロピルフェノール、p-フェニルフェノール、 α -ナフトール、 β -ナフトールなどが挙げられ、これらは単独で、またはそれらの混合物として用いることができる。

[0110] また、ノボラック樹脂やレゾール樹脂と重縮合するのに用いられるアルデヒド類として

は、ホルマリンの他、パラホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、ベンズアルデヒド、ヒドロキシベンズアルデヒド、クロロアセトアルデヒドなどが挙げられ、これらは単独でまたはそれらの混合物として用いることができる。

[0111] また、フェノール樹脂は、芳香族環に付加した水素原子の一部を、炭素数1～20のアルキル基、フルオロアルキル基、ヒドロキシル基、アルコキシル基、アルコキシメチル基、メチロール基、カルボキシル基、エステル基、ニトロ基、シアノ基、フッ素原子、または塩素原子のいずれか1種以上により置換した構造などであってもよい。

[0112] 特に低誘電化の観点から、剛直なナフタレン構造またはビフェニル構造を有するノボラック樹脂またはレゾール樹脂がより好ましく、具体的にはフェノールとしてp-フェニルフェノール、 α -ナフトールまたは β -ナフトールを用いることが好ましい。また市販品のフェノール樹脂としてはPN-80、PN-100、GPH-65、GPH-103（以上、商品名、日本化薬（株）製）、XLC-3L（商品名、三井化学（株）製）、MEHC-7851SS（商品名、明和化成（株）製）などが挙げられ、特に剛直構造を有するGPH-65、GPH-103およびMEHC-7851SSなどが好ましい。

[0113] ベンゾシクロブテン樹脂としては、例えば臭素化アリールシクロブテン化合物と不飽和アルキル基を含有する化合物をパラジウム触媒存在下で反応させることにより製造される。具体的には、ジビニルシロキサンプスベンゾシクロブテンなどが挙げられる。また市販品のベンゾシクロブテン化合物としてはCYCLOTENE 3022-63または4026-46（以上、商品名、ダウ・ケミカル（株）製）などが挙げられる。

[0114] マレイン酸樹脂としては、例えば無水マレイン酸やマレイン酸エステルと不飽和アルキル基を含有する化合物をラジカル重合触媒下で共重合させることによって製造される。具体的には、スチレン無水マレイン酸共重合体や無水マレイン酸変性ポリエチレン等が挙げられる。また市販品のマレイン酸樹脂としてXIRAN1000、XIRAN1440、XIRAN2000、

XIRAN2500、XIRAN3000、XIRAN3500、XIRAN4000、XIRAN6000およびXIRAN9000（以上、商品名、巴工業（株）製）などが挙げられる。

[0115] シクロオレフィンポリマーとしては、例えばノルボルネンを水素化開環メタセシス重合させることによって製造され、あるいはノルボルネンと不飽和アルキル基含有化合物をラジカル重合触媒下で付加重合させた後に水素添加させること等によっても製造される。市販品としてはAPLシリーズ（商品名、三井化学（株））が挙げられる。

[0116] 樹脂組成物中、（B）成分の含有量は、（A）成分100質量部に対して、膜厚1 μ m以上の塗布膜を形成させるため、10質量部以上含有することが好ましく、得られる硬化膜の誘電正接を十分に低減させるために、500質量部以下含有することが好ましい。

[0117] 本発明の感光性樹脂組成物は、（C）成分を含有する。（C）成分を含有することで、露光時に（A）成分の架橋反応を開始する活性種が発生し、続く現像工程を経て、パターン加工が可能となる。（C）成分は、露光によりラジカルを発生する化合物であれば特に制限はないが、アルキルフェノン化合物、アミノベンゾフェノン化合物、ジケトン化合物、ケトエステル化合物、ホスフィンオキサイド化合物、オキシムエステル化合物および安息香酸エステル化合物が感度、安定性、合成容易性に優れたため好ましい。中でも、感度の観点からアルキルフェノン化合物、オキシムエステル化合物が好ましく、オキシムエステル化合物が特に好ましい。また、加工膜厚が5 μ m以上の厚膜の場合、解像度の観点からホスフィンオキサイド化合物が好ましい。

[0118] アルキルフェノン化合物としては、公知のものを含有することができる。例えば、2-メチル-〔4-（メチルチオ）フェニル〕-2-モルフォリノプロパン-1-オン、2-ジメチルアミノ-2-（4-メチルベンジル）-1-（4-モルフォリン-4-イル）フェニル-ブタン-1-オンまたは2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-（4-モルフォリノフェニル）-ブタン-1-などの α -アミノアルキルフェノン化合物、2-ヒドロキシ-

2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オンなどの α -ヒドロキシアルキルフェノン化合物、4-ベンゾイル-4-メチルフェニルケトンなどの α -アルコキシアルキルフェノン化合物、p-t-ブチルジクロロアセトフェノンなどのアセトフェノン化合物が挙げられる。

[0119] これらの中でも、2-メチル-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン、2-ジメチルアミノ-2-(4-メチルベンジル)-1-(4-モルフォリン-4-イル-フェニル)-ブタン-1-オンまたは2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1などの α -アミノアルキルフェノン化合物が、感度が高いため好ましい。

[0120] ホスフィンオキサイド化合物としては、公知のものを含有することができる。例えば、6-トリメチルベンゾイルフェニルホスフィンオキサイド、ビス(2, 4, 6-トリメチルベンゾイル)-フェニルホスフィンオキサイド、ビス(2, 6-ジメトキシベンゾイル)-(2, 4, 4-トリメチルペンチル)-ホスフィンオキサイドが挙げられる。

[0121] オキシムエステル化合物としては、例えば、1-フェニル-1, 2-プロパンジオン-2-(α -エトキシカルボニル)オキシム、1-[9-エチル-6-(2-メチルベンゾイル)-9H-カルバゾール-3-イル]-, 1-(α -アセチルオキシム)、NCI-831、NCI-930(以上、ADEKA(株)製)、OXE-03、OXE-04(以上、BASF(株)製)などが挙げられる。

[0122] これらの中でも、感度の観点から、1-[9-エチル-6-(2-メチルベンゾイル)-9H-カルバゾール-3-イル]-, 1-(α -アセチルオキシム)、2-オクタンジオン、1-[4-(フェニルチオ)-2-(α -ベンゾイルオキシム)]、NCI-831、NCI-930、OXE-03、OXE-04が好ましい。

[0123] アミノベンゾフェノン化合物としては、公知のものを含有することができる。例えば、4, 4-ビス(ジメチルアミノ)ベンゾフェノンなどが挙げら

れる。

ジケトン化合物としては、ベンジルなど公知のものが挙げられる。

ケトエステル化合物としては、ベンゾイルギ酸メチル、ベンゾイルギ酸エチルなど公知のものが挙げられる。

[0124] 安息香酸エステル化合物としては、*o*-ベンゾイル安息香酸メチル、*p*-ジメチルアミノ安息香酸エチル、4-(ジメチルアミノ)安息香酸2-エチルヘキシルなど公知のものが挙げられる。

[0125] 前記(C)成分の、その他の具体例としてはトリフェニルホスフィン、四臭素化炭素、トリブロモフェニルスルホンなど公知のものが挙げられる。

[0126] (C)成分の含有量としては、(A)成分と(B)成分の和を100質量部とした場合、0.5質量部以上20質量部以下が、十分な感度を得られ、かつ熱硬化時の脱ガス量が抑えられるため、好ましい。中でも、1.0質量部以上10質量部以下がより好ましい。

[0127] (C)成分の機能を高める目的で増感剤を含んでもよい。増感剤を含有することで、感度の向上や感光波長の調整が可能となる。増感剤としては、公知のものを含有することができる。ビス(ジメチルアミノ)ベンゾフェノン、ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン、ジエチルチオキサントン、*N*-フェニルジエタノールアミン、*N*-フェニルグリシン、7-ジエチルアミノ-3-ベンゾイルクマリン、7-ジエチルアミノ-4-メチルクマリン、*N*-フェニルモルホリンおよびこれらの誘導体などが挙げられるが、これらに限定されない。

[0128] 本発明の感光性樹脂組成物は、さらに、(D)架橋剤(以下、「(D)成分」と省略する場合がある)を含有することが好ましい。(D)成分は、熱により架橋する官能基を有する化合物であり、具体的な官能基としては、エポキシ基、オキセタン基およびメチロール基等が挙げられる。

(D)成分は、エポキシ化合物、オキセタン化合物およびメチロール化合物からなる群より選択される一種以上を含有することが好ましく、誘電率および誘電性正接低減の観点から、メチロール化合物を含有することがより好

ましい。

[0129] エポキシ化合物としては公知のものを含有することができる。例えば、エポライト（登録商標） 40E、エポライト 100E、エポライト 200E、エポライト 400E、エポライト 70P、エポライト 200P、エポライト 400P、エポライト 1500NP、エポライト 80MF、エポライト 4000、エポライト 3002（以上、商品名、共栄社化学（株）製）、デナコールEX-212L、デナコールEX-214L、デナコールEX-216L、デナコールEX-321L、デナコールEX-850L（以上、商品名、ナガセケムテックス（株）製）、エピコート828、エピコート1002、エピコート1750、エピコート1007、YX8100-BH30、E1256、E4250、E4275（以上、商品名、ジャパンエポキシレジン（株）製）、エピクロンEXA-9583、エピクロンN695、HP4032、HP7200（以上、商品名、大日本インキ化学工業（株）製）、VG3101（商品名、三井化学（株）製）、テピックS、テピックG、テピックP（以上、商品名、日産化学工業（株）製）、エポトートYH-434L（商品名、東都化成（株）製）、GAN、GOT、EPPN502H、NC3000またはNC6000（以上、商品名、日本化薬（株）製）などが挙げられる。

[0130] オキセタン化合物として公知のものを含有することができる。例えば、OXT-101、OXT-121、OXT-212、OXT-221（以上、商品名、東亜合成（株）製）、エタナコールEHO、エタナコールOXBP、エタナコールOXTP、エタナコールOXMA、エタナコールOXIPA（以上、商品名、宇部興産（株）製）またはオキセタン化フェノールノボラックなどが挙げられる。

[0131] メチロール化合物としては公知のものを含有することができる。例えば、DML-PC、DML-PEP、DML-OC、DML-OEP、DML-34X、DML-PTBP、DML-PCHP、DML-ochp、DML-PFP、DML-PSBP、DML-POP、DML-MBOC、DML

—MBPC、DML—MT r i s PC、DML—B i s OC—Z、DML—B i s OCHP—Z、DML—BPC、DML—B i s OC—P、DMOM—PC、DMOM—PTBP、DMOM—MBPC、T r i ML—P、T r i ML—35XL、TML—HQ、TML—BP、TML—p p—BPF、TML—BPE、TML—BPA、TML—BPAF、TML—BPAP、TMOM—BP、TMOM—BPE、TMOM—BPA、TMOM—BPAF、TMOM—BPAP、HML—TPPHBA、HML—TPHAP、HMOM—TPPHBA、HMOM—TPHAP（以上、商品名、本州化学工業（株）製）、NIKALAC（登録商標）MX—290、NIKALAC MX—280、NIKALAC MX—270、NIKALAC MX—279、NIKALAC MW—100LM、NIKALAC MX—750LM（以上、商品名、（株）三和ケミカル製）が挙げられる。

[0132] （D）成分の含有量は、（A）成分の総量を100質量部とした場合、硬化膜の高い耐薬品性を得る点と誘電率および誘電性正接低減の観点から、5質量部以上100質量部以下が好ましく、10質量部以上90質量部以下がより好ましい。

[0133] 感光性樹脂組成物は、溶媒を含有してもよい。溶媒としては、N—メチル—2—ピロリドン、 γ —ブチロラクトン、 γ —バレロラクトン、 δ —バレロラクトン、N，N—ジメチルホルムアミド、N，N—ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、1，3—ジメチル—2—イミダゾリジノン、N，N'—ジメチルプロピレン尿素、N，N—ジメチルイソ酪酸アミド、メトキシ—N，N—ジメチルプロピオンアミドなどの極性の非プロトン性溶媒、テトラヒドロフラン、ジオキサン、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテルなどのエーテル類、アセトン、メチルエチルケトン、ジイソブチルケトンなどのケトン類、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸イソブチル、酢酸プロピル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、3—メチル—3—メトキシブチルアセテートなどのエステル類、乳酸エチル、乳酸メチル、ジアセトンアルコール、3—メチル

ー３－メトキシブタノールなどのアルコール類、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素類等が挙げられる。これらを２種以上含有してもよい。

[0134] 溶媒の含有量は、（Ａ）成分１００質量部に対して、組成物を溶解させるため、１００質量部以上含有することが好ましく、膜厚１μm以上の塗布膜を形成させるため、１，５００質量部以下含有することが好ましい。

[0135] 感光性樹脂組成物は、公知の酸化防止剤、界面活性剤、密着性向上剤を含有してもよい。

[0136] 本発明の硬化膜は本発明の感光性樹脂組成物を硬化した硬化膜である。

[0137] 硬化膜は、感光性樹脂組成物を基材に塗布し、溶媒揮発のため乾燥させる。その後、必要に応じて露光および露光後ベーク工程を実施した後、１５０℃～３５０℃の温度を加え硬化させることで得ることができる。この加熱処理はある温度を選び、段階的に昇温するか、ある温度範囲を選び連続的に昇温しながら５分間～５時間実施する。一例としては、１３０℃、２００℃で各３０分ずつ熱処理する。本発明におけるキュア条件の下限としては１７０℃以上が好ましいが、十分に硬化を進行させるために１８０℃以上であることがより好ましい。また、キュア条件の上限に特に制限はないが、膜収縮や応力を抑える観点から２８０℃以下が好ましく、２５０℃以下がより好ましく、２３０℃以下がさらに好ましい。

[0138] 硬化膜をパターン加工する場合、樹脂組成物を塗布工程、乾燥工程、露光工程、現像工程、露光後ベーク工程、加熱硬化する工程等を有する公知の方法でパターン加工すればよい。

[0139] 本発明の電子部品は本発明の硬化膜を有する。

[0140] 本発明の感光性樹脂組成物により形成した硬化膜は、電子部品を構成する絶縁膜、保護膜として使用することができる。

[0141] ここで、電子部品としては、トランジスタ、ダイオード、集積回路（ＩＣ）、メモリなどの半導体を有する能動部品、抵抗、キャパシタ、インダクタなどの受動部品が挙げられる。また、半導体を用いた電子部品を半導体装置または半導体パッケージとも称する。

- [0142] 電子部品内の硬化膜の具体例としては、半導体のパッシベーション膜、半導体素子、TFT (Thin Film Transistor) などの表面保護膜、2～10層の高密度実装用多層配線における再配線間の層間絶縁膜などの層間絶縁膜、タッチパネルディスプレイの絶縁膜、保護膜、有機電界発光素子の絶縁層などの用途に好適に用いられるが、これに制限されず、様々な構造をとることができる。
- [0143] また、硬化膜を形成する基板表面は用途、工程によって適宜選択できるが、シリコン、セラミックス、ガラス、金属、エポキシ樹脂などが挙げられ、同一面内にこれらが複数配置されていてもよい。
- [0144] 本発明の硬化膜を用いたアンテナ素子について説明する。本発明のアンテナ素子は、少なくとも、1以上のアンテナ配線、本発明の硬化膜を具備するアンテナ素子であって、該アンテナ配線がミアンダ状ループアンテナ、コイル状ループアンテナ、ミアンダ状モノポールアンテナ、ミアンダ状ダイポールアンテナまたは平面アンテナからなる群から選ばれるいずれか一種以上を含み、該アンテナ配線におけるアンテナ部一つあたりの専有面積が1000 mm²以下であり、該硬化膜はグラウンドとアンテナ配線間を絶縁する絶縁膜である、アンテナ素子である。
- [0145] 図1は平面アンテナの一種である共面給電型のマイクロストリップアンテナの概略図である。1aが断面図、1bが上面図を示す。まず、形成方法について説明する。銅箔上に本発明の感光性樹脂組成物を塗布、プリベークし、露光後に銅箔をラミネートし、熱硬化させることで、両面に銅箔を具備する硬化膜を形成する。その後サブストラクト法によるパターニングを経て、図1に示すマイクロストリップ線路(MSL)の銅配線のアンテナパターンを具備するアンテナ素子が得られる。
- [0146] 次に、図1のアンテナパターンについて説明する。1aにおいて、15はグラウンド(全面)、16はアンテナの基板となる絶縁膜を示す。その上層の11～13は、前記パターニングによって得られたアンテナ配線の断面を示す。グラウンド配線厚みJおよびアンテナ配線厚みKはインピーダンスの設計に

応じて任意の厚みを取れるが、 $2 \sim 20 \mu\text{m}$ が一般的である。1bにおいて、11はアンテナ部、12はマッチング回路、13はMSL給電線路、14は給電点を示す。アンテナ部11と給電線路13のインピーダンスの整合を取るために、マッチング回路12の長さMは $1/4\lambda_r$ の長さを有する($\lambda_r = (\text{伝送電波の波長}) / (\text{絶縁材誘電率})^{1/2}$)。また、アンテナ部11の幅Wおよび長さLは $1/2\lambda_r$ の長さに設計される。アンテナ部長さLはインピーダンスの設計に応じて、 $1/2\lambda_r$ 以下にしてもよい。本発明の硬化膜は、低誘電率、低誘電正接であるため、高効率、高利得のアンテナ素子を提供することが出来る。また、これらの特性から本発明の絶縁膜を用いたアンテナ素子は高周波向けアンテナとして適しており、アンテナ部の面積($=L \times W$)を 1000mm^2 以下のサイズにすることで、小型のアンテナ素子を形成することが出来る。このようにして、高効率、高利得、小型である、高周波向けアンテナ素子が得られる。

[0147] 次に、ICチップ等の半導体素子、再配線層、封止樹脂およびアンテナ配線を具備する半導体パッケージについて説明する。本発明の半導体パッケージは、少なくとも、半導体素子、再配線層、封止樹脂およびアンテナ配線を具備する半導体パッケージであって、該アンテナ配線がミアンダ状ループアンテナ、コイル状ループアンテナ、ミアンダ状モノポールアンテナ、ミアンダ状ダイポールアンテナおよびマイクロストリップアンテナからなる群から選ばれる少なくとも一種以上を含み、該アンテナ配線におけるアンテナ部一つあたりの専有面積が 1000mm^2 以下であり、該再配線層の絶縁層、および／または、該封止樹脂、が本発明の硬化膜を含み、該封止樹脂はグラウンドとアンテナ配線間にある、半導体パッケージである。

[0148] 図2はICチップ(半導体素子)、再配線、封止樹脂およびアンテナ素子を具備する半導体パッケージの断面に関する概略図である。ICチップ201の電極パッド202上に、銅配線209および本発明の硬化膜により形成された絶縁膜210による再配線層(銅2層、絶縁膜3層)が形成されている。再配線層(銅配線209および絶縁膜210)のパッドにはバリアメタ

ル211とハンダバンプ212が形成されている。前記ICチップを封止するため、本発明の硬化膜による第1の封止樹脂208が形成され、さらにその上にアンテナ用のグラウンドとなる銅配線209を形成されている。第1の封止樹脂208内に形成されたビアホールを介して、グラウンド206と再配線層（銅配線209および絶縁膜210）を接続する第1のビア配線207が形成されている。第1封止樹脂208およびグラウンド配線206上に、本発明の硬化膜による第2の封止樹脂205が形成され、その上に平面アンテナ配線204が形成されている。第1の封止樹脂208および第2の封止樹脂205内に形成されたビアホールを介して、平面アンテナ配線204と再配線層（銅配線209および絶縁膜210）を接続する第2のビア配線203が形成されている。絶縁膜210の一層あたりの厚みとしては10～20 μ mが好ましく、第1の封止樹脂および第2の封止樹脂としてはそれぞれ、50～200 μ mおよび100～400 μ mが好ましい。本発明の硬化膜は低誘電率、低誘電正接であるため、得られるアンテナ素子を具備する半導体パッケージは、高効率、高利得であり、パッケージ内の伝送損失が小さい。

[0149] つまり、本発明の電子部品は、少なくとも、1以上のアンテナ配線、本発明の硬化膜を具備するアンテナ素子を含む電子部品であって、該アンテナ配線がミアンダ状ループアンテナ、コイル状ループアンテナ、ミアンダ状モノポールアンテナ、ミアンダ状ダイポールアンテナまたは平面アンテナからなる群から選ばれるいずれか一種類以上を含み、該アンテナ配線におけるアンテナ部一つあたりの専有面積が1000 mm^2 以下であり、該硬化膜はグラウンドとアンテナ配線間を絶縁する絶縁膜であることが好ましい。

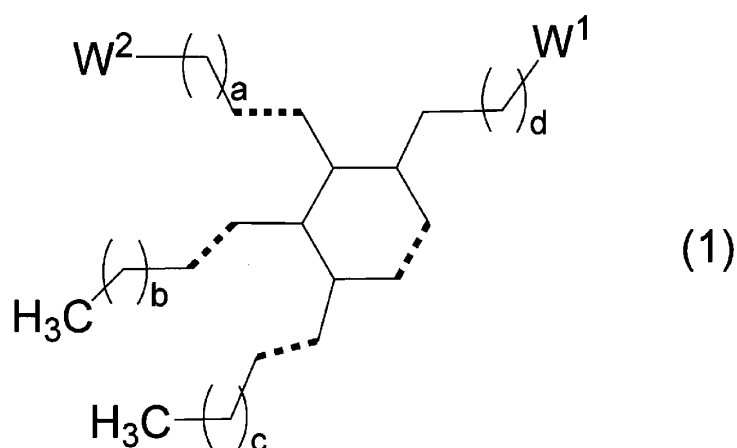
[0150] さらに、本発明の電子部品は、少なくとも、半導体素子、再配線層、封止樹脂、アンテナ配線を具備する半導体パッケージを含む電子部品であって、該再配線層の絶縁層および／または該封止樹脂が本発明の硬化膜を含み、該封止樹脂はグラウンドとアンテナ配線間を絶縁する絶縁膜としての機能も併せ持つことが好ましい。

[0151] さらに本発明の電子部品は、アンテナ配線、および、本発明の硬化膜を積

層させて得られるアンテナ素子を具備する電子部品であって、アンテナ配線の高さが $50 \sim 200 \mu\text{m}$ であり、該硬化膜の厚みが $80 \sim 300 \mu\text{m}$ であることが好ましい。アンテナ配線および硬化膜を積層し、アンテナ配線の高さおよび硬化膜の厚みを上記範囲にすることで、小型で、広範囲で送受信が可能になり、本発明の硬化膜は、低誘電率、低誘電正接であるため、高効率、高利得のアンテナ素子を提供することができる。

[0152] また本発明の化合物は、式(1)で表される化合物または式(2)で表される化合物である。

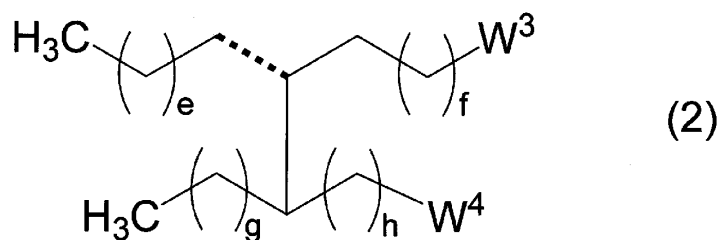
[0153] [化18]



[0154] 式(1)中、 W^1 および W^2 はそれぞれ独立に、式(3)または式(4)で表される基を示す。式(1)中、 a 、 b 、 c および d は、それぞれ独立に $a + b = 6 \sim 17$ 、 $c + d = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。

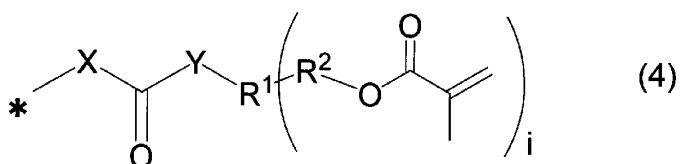
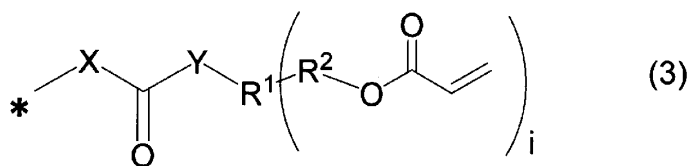
[0155]

[化19]



[0156] 式(2)中、 W^3 および W^4 はそれぞれ独立に、式(3)または式(4)で表される基を示す。式(2)中、 e 、 f 、 g および h はそれぞれ独立に、 $e + f = 5 \sim 16$ 、 $g + h = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。

[0157] [化20]



[0158] 式(3)および式(4)中、 X および Y は $-\text{NH}-$ を示す。 R^1 は単結合または炭素数1～5からなる2～6価の有機基を示す。 R^2 は単結合または炭素数1～5からなる2価の有機基を示す。 i は1～5の整数を示す。 $*$ は結合点を示す。

[0159] 本発明の化合物は、ラジカル重合による架橋が可能のため、光または熱ラジカル発生剤と組み合わせることで容易に硬化可能であり、その硬化膜は、

低誘電率、低誘電正接である。また、有機溶媒への溶解性が高く、多くの樹脂との相溶性に優れる。そのため、様々な樹脂に低誘電特性を付与することが出来る。これらの特性が得られる理由は定かではないが、分子内に低極性部位と高極性部位を合わせ持つためと推察される。

実施例

[0160] 以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるものではない。まず、各実施例および比較例における評価方法について説明する。評価には、あらかじめ平均孔径 $1\ \mu\text{m}$ のポリテトラフルオロエチレン製のフィルター（住友電気工業（株）製）で濾過した硬化前の感光性樹脂組成物（以下ワニスと呼ぶ）を用いた。

[0161] （１）パターン加工性

ワニスをシリコンウエハにスピンコーター（ミカサ（株）製 1H-360S）を用いてスピンコートした後、ホットプレート（大日本スクリーン製造（株）製 SCW-636）を用いて 100°C で 3 分間プリベークし、膜厚 $11\ \mu\text{m}$ のプリベーク膜を作製した。得られたプリベーク膜に、パラレルライトマスクアライナー（以下 PLA という）（キヤノン（株）製 PLA-501F）を用いて超高圧水銀灯を光源として（g, h, i 線混合）、 $30\ \mu\text{m}$ の、1 : 1 のライン & スペースのパターンを有するマスクを介してコンタクトで $500\text{mJ}/\text{cm}^2$ 露光した。

[0162] その後、 120°C で 1 分間露光後ベークをし、塗布現像装置 MARK-7 を用いて現像を行った。有機溶媒で現像する場合、評価する材料に適切な現像液を用いてパドル現像し、ついで同様に適切なリンス液でリンスした。用いた現像液およびリンス液は表 4 に示す。また、感光性樹脂組成物がアルカリ水溶液に溶解する場合、2.38 質量% のテトラメチルアンモニウム（TMAH）水溶液で現像し、ついで純水でリンスした。

[0163] 現像時間については、予め、それぞれのプリベーク膜について、現像開始の時間を 0 秒とし、プリベーク膜が現像液に全て溶出する時間を 0 秒～90 秒の間で計測し、0 秒～90 秒の間にプリベーク膜が全て溶出した場合は、

その2倍の時間を現像時間とした。一方で、現像開始から90秒以内にプリベーク膜が全て溶出しきらない場合は、現像時間を3分間として実施した。リンス時間は全て30秒間とした。現像後にパターン加工部を観察し、30 μ mの、1:1のライン&スペースにおけるスペース部に残渣が残っていないものをA、残渣が見られるものをB、膜が現像液に溶解せず、残存しているものをCとして、現像性を評価した。

[0164] 現像後に膜厚を測定し、プリベーク膜厚を100としたときの露光部の現像後膜厚をプリベーク膜厚で割った残膜率を測定した。残膜率が80%以上のものを感度A、50%以上80%未満をB、50%未満をCとして、感度を評価した。なお、膜厚は大日本スクリーン製造(株)製ラムダエースSTM-602を用いて屈折率1.629で測定した。以下に記載する膜厚も同様である。

[0165] (2) 誘電率、誘電性正接の測定

ワニスを6インチのシリコンウエハ上に、120℃で3分間のプリベーク後の膜厚が11 μ mとなるように塗布現像装置Mark-7を用いてスピコート法で塗布およびプリベークした後、PLAを用いて全面に300mJ/cm²を露光し、イナータオープンCLH-21CD-S(光洋サーモシステム(株)製)を用いて、酸素濃度20ppm以下で3.5℃/分で220℃まで昇温し、それぞれの温度で1時間加熱処理を行なった。温度が50℃以下になったところでシリコンウエハを取り出し、45質量%のフッ化水素酸に5分間浸漬することで、ウエハより樹脂組成物の硬化膜を剥がした。この膜を幅3cm、長さ10cmの短冊状に切断し、室温23.0℃、湿度45.0%RH下で、ASTMD2520準拠の振動方式空洞共振器法により周波数1GHzにおける誘電率および誘電正接を測定した。誘電特性を以下の表1の通り、5段階で判定した。

[0166]

[表1]

【表1】

誘電特性評価(1GHz)		3.0未満	3.0以上 3.5未満	3.5以上
誘電正接	誘電率			
	0.010未満	A	B	C
	0.010以上0.015未満	B	C	D
	0.015以上	C	D	E

[0167] (3) ガラス転移点の測定

前述の「(2) 誘電率、誘電性正接の測定」と同様にして硬化膜の自立膜を作製し、この方法で得た硬化膜を3.0cm×1.5cmになるように片刃で切り出し、熱機械分析装置(セイコーインスツル製、TMA/SS6100)を用いて窒素気流下80mL/min条件下において、10℃/minの速度で25℃から400℃まで昇温し測定した(測定方法(I))。また得られた硬化膜が自立膜として得られなかったものに関しては、その硬化膜(a)を削り取り、示差走査熱量計(島津製作所製、DSC-50)を用いて窒素雰囲気下にて、10℃/minの速度で25℃から400℃まで昇温し測定した(測定方法(II))。評価基準は以下の通り、4段階で評価した。ガラス転移点高いほうが硬化膜の耐熱性が高いことを表す。

A: ガラス転移点の値が200℃以上

B: ガラス転移点の値が170℃以上200℃未満

C: ガラス転移点の値が140℃以上170℃未満

D: ガラス転移点の値が140℃未満。

[0168] (4) キュア後の硬化膜の破断点伸度の測定

前述の「(2) 誘電率、誘電性正接の測定」と同様にして硬化膜の自立膜を作製し、この膜を幅 1.5 cm、長さ 9 cm の短冊状に切断し、テンシロン R T M-100 (株) オリエンテック製) を用いて、室温 23.0℃、湿度 45.0% R H 下で引張速度 50 mm/分 で引っ張り (チャック間隔 = 2 cm)、破断点伸度 (%) の測定を行なった。測定は 1 検体につき 10 枚の短冊について行ない、結果から数値の高い上位 5 点の平均値を求めた。

[0169] 以下、合成例、実施例で使用する化合物の略称を記載する。

プリアミン 1075 : ダイマージアミン化合物 (商品名、クローダジャパン (株) 製) (平均アミン価 : 205)

カレンズ A O I : 2-アクリロイルオキシエチルイソシアネート (商品名、昭和電工 (株) 製)

カレンズ B E I : 1, 1- (ビスアクリロイルオキシメチル) エチルイソシアネート (商品名、昭和電工 (株) 製)

ポリフロー 77 : アクリル系界面活性剤 (商品名、共栄社化学 (株) 製)

メチルシリケート 51 : シリケートオリゴマー (商品名、コルコート (株) 製)

S i D A : 1, 3-ビス (3-アミノプロピル) テトラメチルジシロキサン

B A H F : 2, 2-ビス (3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル) ヘキサフルオロプロパ

ン

B F E : 1, 2-ビス (4-ホルミルフェニル) エタン

C P : シクロペンタノン

C Y C L O T E N E 4026-46 : ベンゾシクロブテン溶液 (商品名、ダウ・ケミカル (株) 製)

D C P-A : ジシクロペンタジエンジメタクリレート (商品名、共栄社化学 (株) 製)

D F A : ジメチルホルムアミドジメチルアセタール

E L : 乳酸エチル

HEMA : 2-ヒドロキシエチルメタクリレート

HA : 2, 2-ビス [3- (3-アミノベンズアミド) -4-ヒドロキシフェニル] ヘキサフルオロプロパン

H₂O : 超純水

IPA : 2-プロパノール

IRGANOX 3114 : ヒンダードフェノール系酸化防止剤 (商品名、 BASF (株) 製)

GBL : γ-ブチロラクトン

KCクリーナーNX : C10-12のイソパラフィン (商品名、京葉ケミカル (株) 製)

MEHC-7851SS : フェノール樹脂 (商品名、明和化成 (株) 製)

MOM : 4- [1, 1-ビス [4-ヒドロキシ-3, 5-ビス (メトキシメチル) フェニル] エチル] -2, 6-ビス (メトキシメチル) フェノール

NA : 5-ノルボルネン-2, 3-ジカルボン酸無水物

NCI-831 : 光重合開始剤 (商品名、 (株) ADEKA製)

NMP : N-メチル-2-ピロリドン

ODPA : 3, 3', 4, 4'-ジフェニルエーテルテトラカルボン酸二無水物

OXT-121 : オキセタン化合物 (商品名、東亜合成 (株) 製)

PGMEA : プロピレングリコールメチルエーテルアセテート

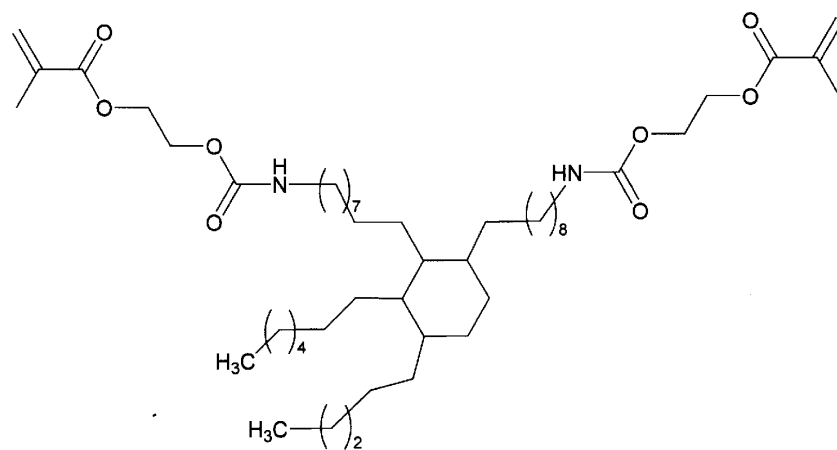
TMAH : テトラメチルアンモニウム水溶液

VG-3101 : モノマー型トリフェニルメタン型エポキシ樹脂 (商品名、 (株) プリントック製)

U-847 : ウレタン基を有する下記構造のアクリルモノマー (商品名、 Designer Molecules Inc. 製)

[0170]

[化21]

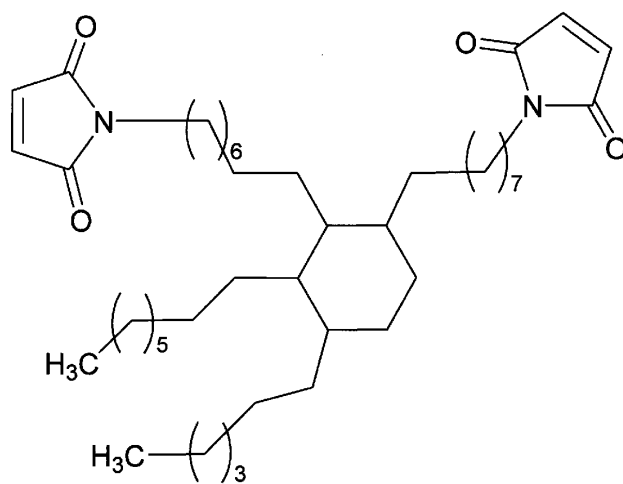


[0171] X I R A N 2 0 0 0 : スチレン無水マレイン酸共重合体樹脂（商品名、巴工業（株）製）

A P L 6 0 1 5 T : シクロオレフィンポリマー（商品名、三井化学（株）製）

B M I - 6 8 9 : マレイミド基を有する下記構造のモノマー（商品名、D e s i g n e r M o l c u l e s I n c . 製）

[0172] [化22]

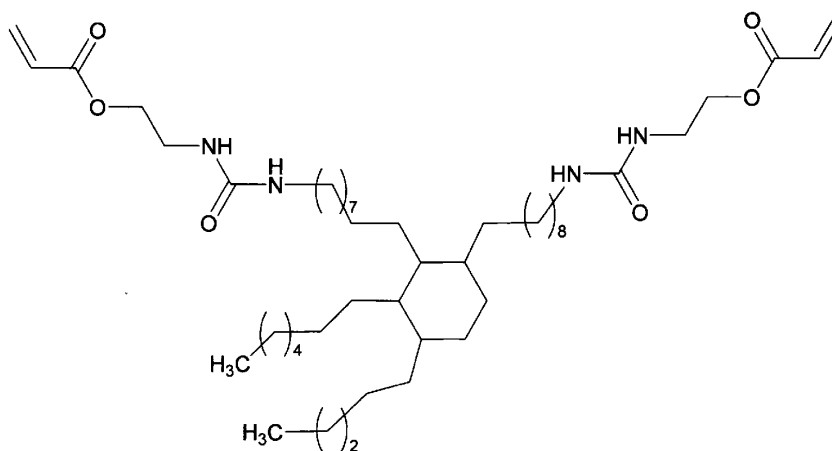


[0173] [実施例1 多官能モノマー (M-1) の合成]

乾燥窒素気流下、三口フラスコに、カレンズA O I 28.22 g (0.20 mol) およびトルエン28.22 g を投入し攪拌した。さらにトルエン53.50 g にプリアミン1075を53.50 g (0.10 mol) を溶解させた溶液を滴下した。滴下終了後、室温で12時間攪拌した後に、エバポレーターでトルエンを除いて多官能モノマー (M-1) を得た。得られた多官能モノマーの構造の同定に核磁気共鳴装置 (日本電子 (株) 製、JNM-ECZ400R) を用いた。結果を下記に示す。

$^1\text{H-NMR}$ (DMSO) : 6.4 (d, 2H)、6.0–6.2 (m, 6H)、5.8 (d, 2H)、4.3 (m, 4H)、3.4 (m, 4H)、3.1 (m, 4H)、1.2–1.5 (m, 60H)、0.9 (t, 6H)。

[0174] [化23]



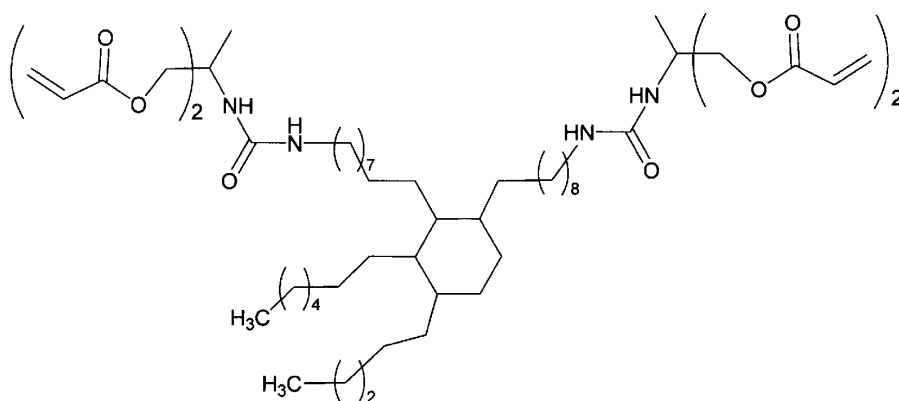
[0175] [実施例2 多官能モノマー (M-2) の合成]

合成例1のカレンズA O I 28.22 g (0.20 mol) を、カレンズB E I 47.84 g (0.20 mol) に替えた以外は合成例1と同様に実施し、多官能モノマー (M-2) を得た。得られた多官能モノマーの構造の同定に用いたNMRの結果を下記に示す。

$^1\text{H-NMR}$ (DMSO) : 6.4–6.6 (m, 6H)、6.0–6.2 (

m、6 H)、5.8 (d、4 H)、4.8 (s、8 H)、3.1 (m、4 H)、1.6 (s、6 H)、1.2–1.5 (m、60 H)、0.9 (t、6 H)。

[0176] [化24]



[0177] [合成例1 ポリイミド(P-1)の合成]

乾燥窒素気流下、三口フラスコに、BAHFを31.13 g (0.085 mol)、SiDAを1.24 g (0.0050 mol)、末端封止剤として、MAPを2.18 g (0.020 mol)、NMPを150.00 g秤量して溶解させた。ここに、NMP 50.00 gにODPAを31.02 g (0.10 mol；全カルボン酸およびその誘導体由来する構造単位に対して100 mol%)溶かした溶液を添加し、20℃で1時間攪拌し、次いで50℃で4時間攪拌した。その後、キシレン15 gを添加し、水をキシレンとともに共沸しながら、150℃で5時間攪拌した。反応終了後、反応溶液を水3 Lに投入し、析出した固体沈殿をろ過して得た。得られた固体を水で3回洗浄した後、80℃の真空乾燥機で24時間乾燥し、ポリイミド(P-1)を得た。

[0178] [合成例2 ポリアミド(P-2)の合成]

トルエンを満たしたディーンスターク水分離器および冷却管を付けた50

0 mL 丸底フラスコに、ビス（4-アミノシクロヘキシル）メタンを 19.98 g (0.095 mol; 全アミンおよびその誘導体に由来する構造単位に対して 95.0 mol%), SiDA を 1.24 g (0.0050 mol; 全アミンおよびその誘導体に由来する構造単位に対して 5.0 mol%), NMP を 70.00 g 秤量して、溶解させた。ここに、NMP 20.00 g に、BFE を 19.06 g (0.080 mol; 全カルボン酸およびその誘導体に由来する構造単位に対し 66.7 mol%) 溶かした溶液を添加し、20℃で1時間攪拌し、次いで50℃で2時間攪拌した。次に、末端封止剤として、NMP 10 g に NA を 6.57 g (0.040 mol; 全カルボン酸およびその誘導体に由来する構造単位に対し 33.3 mol%) 溶かした溶液を添加し、50℃で2時間攪拌した。その後、窒素雰囲気下、100℃で2時間攪拌した。反応終了後、反応溶液を水 3 L に投入し、析出した固体沈殿をろ過して得た。得られた固体を水で3回洗浄した後、80℃の真空乾燥機で24時間乾燥し、ポリアミド (P-2) を得た。

[0179] [合成例3 ポリウレア (P-3) の合成]

乾燥窒素気流下、三口フラスコに、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート 6.00 g (0.020 mol) を NMP 30 g に溶解させて溶液を投入した。フラスコ内の溶液を攪拌しながら、この溶液に、2-(3',5'-ジアミノベンジルオキシ)エチルメタクリレート 3.52 g (0.013 mol) を NMP 20 g に溶解させた溶液を加え、50℃で4時間攪拌させた。反応終了後、反応溶液をメタノール 500 g に投入し、析出した固体沈殿をろ過して得た。得られた固体を真空乾燥器で24時間乾燥し、ポリウレア (P-3) を得た。

[0180] [合成例4 ポリエステル樹脂溶液 (P-4) の合成]

148 g の 1,1-ビス（4-（2,3-エポキシプロピルオキシ）フェニル）-3-フェニルインダン、47 g のアクリル酸、1 g のテトラブチルアンモニウムアセテート（以下、TBAA）、2.0 g の *tert*-ブチルカテコールおよび 244 g の PGMEA を仕込み、120℃で5時間攪拌し

た。室温まで冷却した後、30 gのビフェニルテトラカルボン酸二無水物および1 gのTBAAを加えて110℃で3時間攪拌した。室温まで冷却した後、15 gのテトラヒドロフタル酸無水物を加えて120℃で5時間攪拌した。反応終了後、500 gのPGMEAを加え、付加触媒を除去するために反応溶液を1規定ギ酸水溶液で分液抽出処理し、硫酸マグネシウムで乾燥後、固形分濃度が40 wt %になるようにロータリーエバポレーターで濃縮し、ポリエステル樹脂溶液（P-4）を得た。

[0181] [合成例5 ポリシロキサン溶液（P-5）の合成]

乾燥窒素気流下、500 mlの三口フラスコにメチルトリメトキシシランを54.48 g (0.40 mol)、フェニルトリメトキシシランを99.15 g (0.50 mol)、2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシランを12.32 g (0.05 mol)、メチルシリケート51を5.88 g (Si原子モル数0.05モル相当)、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（以下PGMEAと記す場合もある。）を155.04 g 仕込み、室温で攪拌しながら水54.45 gにリン酸0.515 g（仕込みモノマーに対して0.30質量部）を溶かしたリン酸水溶液を10分間かけて添加した。その後、フラスコを40℃のオイルバスに浸けて60分間攪拌した後、オイルバスを30分間かけて115℃まで昇温した。昇温開始1時間後に溶液の内温が100℃に到達し、そこから2時間加熱攪拌し（内温は100℃）、ポリシロキサン溶液（P-5）を得た。

[0182] [合成例6 アクリル樹脂溶液（P-6）の合成]

500 mlのフラスコに2,2'-アゾビス（イソブチロニトリル）を3 g、PGMEAを50 g 仕込んだ。その後、メタクリル酸を23.0 g、ベンジルメタクリレート31.5 g、トリシクロ[5.2.1.02,6]デカン-8-イルメタクリレートを32.8 g 仕込み、室温でしばらく攪拌し、フラスコ内をバブリングによって十分に窒素置換した後、70℃で5時間加熱攪拌した。次に、得られた溶液にメタクリル酸グリシジルを12.7 g、ジメチルベンジルアミンを1 g、p-メトキシフェノールを0.2 g、

P G M E A を 1 0 0 g 添加し、9 0 ° C で 4 時間加熱攪拌した。攪拌後、固形分濃度が 4 0 w t % になるように P G M E A を加えてアクリル樹脂溶液（P-6）を得た。

[0183] [合成例 7 ポリイミド前駆体（P-7）の合成]

乾燥窒素気流下、三口フラスコに、O D P A 3 1. 0 2 g (0. 1 0 m o l) を 5 0 0 m l 容量のセパラブルフラスコに入れ、H E M A を 2 6. 0 3 g (0. 2 0 m o l) と N M P 1 2 3. 0 m l を入れて室温下で、攪拌しながらトリエチルアミン 2 2. 2 6 g (0. 2 2 m o l) を加えて反応混合物を得た。反応による発熱の終了後に室温まで放冷し、1 6 時間放置した。次に、温度を 4 0 ° C まで昇温し、(2, 3-ジヒドロ-2-チオキソ-3-ベンゾオキサゾリル) ホスホン酸ジフェニル 7 6. 7 g (0. 2 m o l) を反応混合物に加え、3 0 分間攪拌した。更に室温で 2 時間攪拌した後、ビス(4-アミノシクロヘキシル)メタンを 1 7. 8 8 g (0. 0 8 5 m o l ; 全アミンおよびその誘導体に由来する構造単位に対して 7 7. 3 m o l %)、S i D A を 1. 2 4 g (0. 0 0 5 0 m o l ; 全アミンおよびその誘導体に由来する構造単位に対して 4. 5 m o l %)、末端封止剤として、M A P を 2. 1 8 g (0. 0 2 0 m o l ; 全アミンおよびその誘導体に由来する構造単位に対して 1 8. 2 m o l %)、N M P を 7 7. 0 0 g 加えて 1 時間攪拌し、反応液を得た。得られた反応液を室温まで放冷し、3 L の水に加えて粗ポリマーからなる沈殿物を生成した。この沈殿物をろ過で集めて、水で 3 回洗浄した後、イソプロピルアルコール 5 0 0 m l で 2 回洗浄し、真空乾燥して粉末状のポリイミド前駆体（P-7）を得た。

[0184] [合成例 8 ポリイミド前駆体（P-8）の合成]

H E M A 2 6. 0 3 g (0. 2 0 m o l) をオレイルアルコール 5 3. 7 0 g (0. 2 0 m o l) に替えた以外は合成例 5 と同様に実施し、ポリイミド前駆体（P-8）を得た。

[0185] [合成例 9 ポリイミド前駆体（P-9）の合成]

乾燥窒素気流下、H A 5 1. 4 g (0. 0 8 5 m o l)、S i D A 1. 2 4

g (0.005 mol)、末端封止剤としてMAP 2.18 g (0.020 mol) をNMP 200 g に溶解した。ここにODPA 31.0 g (0.10 mol) を加え、40℃で2時間攪拌した。その後、DFA 7.14 g (0.06 mol) をNMP 5 g で希釈した溶液を10分かけて滴下した。滴下後、40℃で2時間攪拌を続けた。攪拌終了後、溶液を水2 L に投入して、ポリマー固体の沈殿をろ過で集めた。さらに水2 L で3回洗浄を行い、集めたポリマー固体を50℃の真空乾燥機で72時間乾燥し、ポリイミド前駆体(P-9)を得た。

[0186] [合成例10 ポリベンゾオキサゾール(P-10)の合成]

トルエンを満たしたディーンスターク水分離器および冷却管を付けた500 mL 丸底フラスコに、BAHFを34.79 g (0.095 mol; 全アミンおよびその誘導体に由来する構造単位に対して95.0 mol %)、SiDAを1.24 g (0.0050 mol; 全アミンおよびその誘導体に由来する構造単位に対して5.0 mol %)、NMPを75.00 g 秤量して、溶解させた。ここに、NMP 25.00 g に、BFEを19.06 g (0.080 mol; 全カルボン酸およびその誘導体に由来する構造単位に対し66.7 mol %)、末端封止剤として、NAを6.57 g (0.040 mol; 全カルボン酸およびその誘導体に由来する構造単位に対し33.3 mol %) 溶かした溶液を添加し、20℃で1時間攪拌し、次いで50℃で1時間攪拌した。その後、窒素雰囲気下、200℃以上で10時間加熱攪拌し、脱水反応を行った。反応終了後、反応溶液を水3 L に投入し、析出した固体沈殿をろ過して得た。得られた固体を水で3回洗浄した後、80℃の真空乾燥機で24時間乾燥し、ポリベンゾオキサゾール(P-10)を得た。

[0187] [合成例11 ポリベンゾオキサゾール前駆体(P-11)の合成]

トルエンを満たしたディーンスターク水分離器および冷却管を付けた500 mL 丸底フラスコに、BAHFを34.79 g (0.095 mol; 全アミンおよびその誘導体に由来する構造単位に対して95.0 mol %)、SiDAを1.24 g (0.0050 mol; 全アミンおよびその誘導体に由

来する構造単位に対して5.0mol%)、NMPを70.00g秤量して、溶解させた。ここに、NMP20.00gに、BFEを19.06g(0.080mol;全カルボン酸およびその誘導体由来する構造単位に対し66.7mol%)溶かした溶液を添加し、20℃で1時間攪拌し、次いで50℃で2時間攪拌した。次に、末端封止剤として、NMP10gにNAを6.57g(0.040mol;全カルボン酸およびその誘導体由来する構造単位に対し33.3mol%)溶かした溶液を添加し、50℃で2時間攪拌した。その後、窒素雰囲気下、100℃で2時間攪拌した。反応終了後、反応溶液を水3Lに投入し、析出した固体沈殿をろ過して得た。得られた固体を水で3回洗浄した後、80℃の真空乾燥機で24時間乾燥し、ポリベンゾオキサゾール前駆体(P-11)を得た。

[0188] [合成例12 ポリイミド(P-12)の合成]

乾燥窒素気流下、三口フラスコに、BAHFを27.47g(0.075mol)、SiDAを1.24g(0.0050mol)、プリアミン1075を5.35g(0.010mol)末端封止剤として、MAPを2.18g(0.020mol)、NMPを150.00g秤量して溶解させた。ここに、NMP50.00gにODPAを31.02g(0.10mol)溶かした溶液を添加し、20℃で1時間攪拌し、次いで50℃で4時間攪拌した。その後、キシレン15gを添加し、水をキシレンとともに共沸しながら、150℃で5時間攪拌した。反応終了後、反応溶液を水3Lに投入し、析出した固体沈殿をろ過して得た。得られた固体を水で3回洗浄した後、80℃の真空乾燥機で24時間乾燥し、ポリイミド(P-12)を得た。

[0189] [実施例3]

黄色灯下にて、BMI-689 10.00g、ポリイミド樹脂(P-1)を10.00g、NCI-831 0.50g、IRGANOX3114 0.10g、3-トリメトキシシリルフタルアミド酸0.30gを、NMP20.00gに溶解させ、ポリフロー77の1質量%EL溶液0.10gを加え、攪拌してワニスを得た。得られたワニスの特性を上記評価方法により

、パターン加工性、誘電率、誘電正接、ガラス転移点および破断点伸度を測定した。

[0190] [実施例4]

BMI-689をU-847に替えた以外は、実施例3と同様に実施した。

[0191] [実施例5]

黄色灯下にて、M-1 10.00g、ポリアミド樹脂(P-2)を10.00g、NCI-831 0.50g、IRGANOX3114 0.10g、3-トリメトキシシリルフタルアミド酸0.30gを、NMP20.00gに溶解させ、ポリフロ-77の1質量%EL溶液0.10gを加え、攪拌してワニスを得た。得られたワニスの特性は実施例3と同様の測定を実施した。

[0192] [実施例6]

P-2をP-3に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0193] [実施例7]

P-2をP-4に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0194] [実施例8]

P-2をP-5に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0195] [実施例9]

P-2をP-6に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0196] [実施例10]

P-2をMEHC-7851SSに替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0197] [実施例11]

P-2をCYCLOTENE4026-46に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0198] [実施例12]

黄色灯下にて、M-1 10.00g、XIRAN2000を10.00g、NCI-831 0.50g、IRGANOX3114 0.10g、3

ートリメトキシシリルフタルアミド酸0.30gを、トルエン20.00gに溶解させ、ポリフロー77の1質量%EL溶液0.10gを加え、攪拌してワニスを得た。得られたワニスの特性は実施例3と同様の測定を実施した。

[0199] [実施例13]

XIRAN2000をAPL6015Tに替えた以外は、実施例12と同様に実施した。

[0200] [実施例14]

P-2をP-1に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0201] [実施例15]

M-1をM-2に替えた以外は、実施例14と同様に実施した。

[0202] [実施例16]

P-2をP-7に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0203] [実施例17]

P-2をP-8に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0204] [実施例18]

P-2をP-9に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0205] [実施例19]

P-2をP-10に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0206] [実施例20]

P-2をP-11に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0207] [実施例21]

P-2をP-12に替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0208] [実施例22]

P-2 10.00gをP-12 8.00gとMEHC-7851SS 2.00gに替えた以外は、実施例5と同様に実施した。

[0209] [実施例23]

実施例22にVG-3101 2.00gを加えて、実施例22と同様に

実施した。

[0210] [実施例 2 4]

実施例 2 2 に O X T - 1 2 1 2.00 g を加えて、実施例 2 2 と同様に実施した。

[0211] [実施例 2 5]

実施例 2 2 に M O M 2.00 g を加えて、実施例 2 2 と同様に実施した。

[0212] [比較例 1]

黄色灯下にて、P - 1 10.00 g、D C P - A 10.00 g、N C I - 8 3 1 0.50 g、I R G A N O X 3 1 1 4 0.10 g、3 - トリメトキシシリルフタルアミド酸 0.30 g、M O M 2.00 g を、N M P 27.00 g に溶解させ、ポリフロー 7 7 の 1 質量% E L 溶液 0.10 g を加え、攪拌してワニスを得た。得られたワニスの特性を上記評価方法により、パターン加工性、誘電率、誘電正接、ガラス転移点および破断点伸度を測定した。

[0213]

[表2]

【表2】	溶媒を除くワニス組成(質量部)				
	多官能モノマー(A)	バインダー樹脂(B)	光重合開始剤(C)	架橋剤(D)	その他成分
実施例3	BMI-689(100)	P-1(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例4	U-847(100)	P-1(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例5	M-1(100)	P-2(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例6	M-1(100)	P-3(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例7	M-1(100)	P-4(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例8	M-1(100)	P-5(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例9	M-1(100)	P-6(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例10	M-1(100)	MEHC-7851SS (100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例11	M-1(100)	CYCLOTENE4026-46 (100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例12	M-1(100)	XIRAN2000 (100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例13	M-1(100)	APL6015T (100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例14	M-1(100)	P-1(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)

[0214]

[表3]

【表3】	溶媒を除くワニス組成(質量部)				
	多官能モノマー(A)	バインダー樹脂(B)	光重合開始剤(C)	架橋剤(D)	その他成分
実施例15	M-2(100)	P-1(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例16	M-1(100)	P-7(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例17	M-1(100)	P-8(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例18	M-1(100)	P-9(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例19	M-1(100)	P-10(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例20	M-1(100)	P-11(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例21	M-1(100)	P-12(100)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例22	M-1(100)	P-11(80) MEHC-7851SS(20)	NCI-831(5)	—	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例23	M-1(100)	P-11(80) MEHC-7851SS(20)	NCI-831(5)	VG-3101(20)	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例24	M-1(100)	P-11(80) MEHC-7851SS(20)	NCI-831(5)	OXT-121(20)	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
実施例25	M-1(100)	P-11(80) MEHC-7851SS(20)	NCI-831(5)	MOM(20)	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)
比較例1	DGP-A(100)	P-1(100)	NCI-831(5)	MOM(20)	IRGANOX3114(1) 3-トリメトキシシリルフタルアミド酸(3) ポリプロ-77(O.01)

[0215]

[表4]

【表4】	評価結果									
	現像液	リンス液	パターン加工性		誘電特性 (1GHz)			耐熱性		破断点伸び度
			現像性	感度	誘電率	誘電正接	判定	ガラス転移点 (°C)	判定	
実施例3	CP	IPA	B	C	2.7	0.005	A	140	D	40 A
実施例4	TMAH	H ₂ O	A	A	3.0	0.009	B	150	G	40 A
実施例5	CP	IPA	A	A	3.1	0.007	B	110	D	200 A
実施例6	CP	IPA	A	A	3.1	0.006	B	110	D	200 A
実施例7	CP	IPA	A	A	3.0	0.005	B	120	D	120 A
実施例8	TMAH	H ₂ O	A	A	2.7	0.005	A	120	D	5 C
実施例9	TMAH	H ₂ O	A	A	2.9	0.011	B	100	D	5 C
実施例10	TMAH	H ₂ O	A	A	2.9	0.004	A	110	D	5 C
実施例11	ジプロピレングリコール ジメチルエーテル30% KCクリーナー-NX70%	IPA	A	A	2.6	0.003	A	160	G	5 C
実施例12	トルエン	IPA	A	A	2.9	0.004	A	120	D	30 A
実施例13	トルエン	IPA	A	A	2.5	0.002	A	100	D	5 C
実施例14	TMAH	H ₂ O	A	A	2.8	0.005	A	160	C	40 A
実施例15	TMAH	H ₂ O	A	A	2.9	0.009	A	160	C	30 A
実施例16	CP	IPA	A	A	2.9	0.007	A	160	C	40 A
実施例17	CP	IPA	A	A	2.9	0.004	A	140	C	50 A
実施例18	TMAH	H ₂ O	A	A	3.0	0.006	B	170	B	40 A
実施例19	CP	IPA	A	A	2.9	0.007	A	150	C	40 A
実施例20	TMAH	H ₂ O	A	A	2.9	0.009	A	150	C	40 A
実施例21	TMAH	H ₂ O	A	A	2.8	0.005	A	150	C	50 A
実施例22	TMAH	H ₂ O	A	A	2.8	0.004	A	140	C	50 A
実施例23	TMAH	H ₂ O	A	A	3.1	0.009	B	200	A	40 A
実施例24	TMAH	H ₂ O	A	A	3.2	0.009	B	170	B	60 A
実施例25	TMAH	H ₂ O	A	A	2.9	0.007	A	210	A	50 A
比較例1	TMAH	H ₂ O	A	A	3.5	0.023	E	240	A	60 A

符号の説明

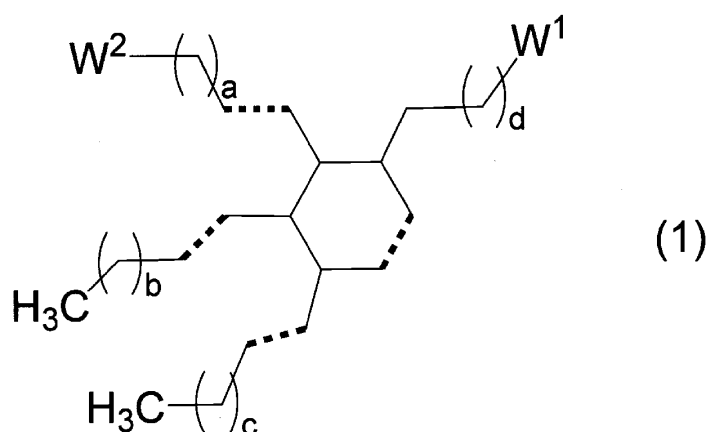
[0216] 1 a 断面図

- 1 b 上面図
- 1 1 アンテナ部
- 1 2 マッチング回路
- 1 3 M S L 給電線路
- 1 4 給電点
- 1 5 グランド
- 1 6 絶縁膜
- J グランド配線厚み
- K アンテナ配線厚み
- L アンテナ部の長さ
- M マッチング回路の長さ
- W アンテナ部の幅
- 2 0 1 I C チップ
- 2 0 2 電極パッド
- 2 0 3 第2のビア配線
- 2 0 4 平面アンテナ配線
- 2 0 5 第2の封止樹脂
- 2 0 6 グランド
- 2 0 7 第1のビア配線
- 2 0 8 第1の封止樹脂
- 2 0 9 銅配線
- 2 1 0 絶縁膜
- 2 1 1 バリアメタル
- 2 1 2 ハンダバンプ

請求の範囲

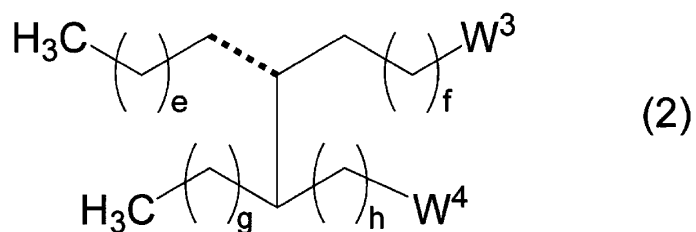
[請求項1] (A) 多官能モノマー、(B) バインダー樹脂および(C) 光重合開始剤を含有する感光性樹脂組成物であって、該(A) 多官能モノマーが、式(1)で表される化合物および／または式(2)で表される化合物を含有し、該(B) バインダー樹脂が、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体、ポリアミド、それらの共重合体、ポリウレア、ポリエステル、ポリシロキサン、アクリル樹脂、フェノール樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、マレイン酸樹脂およびシクロオレフィンポリマーからなる群より選択される1種類以上を含有する感光性樹脂組成物。

[化1]



(式(1)中、 W^1 および W^2 はそれぞれ独立に、炭素-炭素二重結合を有する炭素数2～25からなる1価の有機基を示す。式(1)中、 a 、 b 、 c および d は、それぞれ独立に $a+b=6\sim17$ 、 $c+d=8\sim19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。)

[化2]

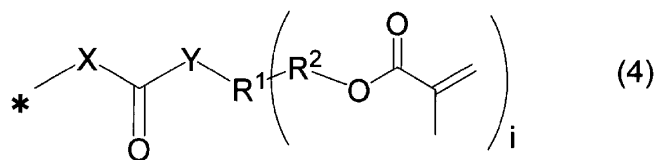
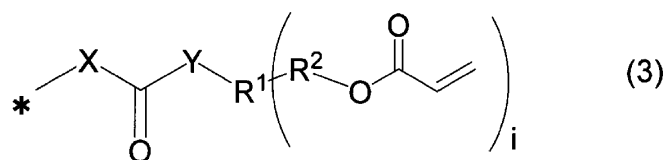


(式(2)中、 W^3 および W^4 はそれぞれ独立に、炭素-炭素二重結合を有する炭素数2～25からなる1価の有機基を示す。式(2)中、 e 、 f 、 g および h はそれぞれ独立に、 $e + f = 5 \sim 16$ 、 $g + h = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。)

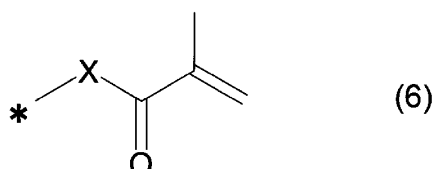
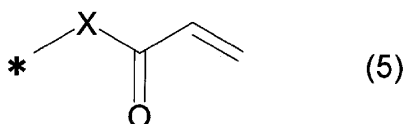
[請求項2]

前記式(1)および前記式(2)中、 W^1 および W^2 の少なくとも一方並びに、 W^3 および W^4 の少なくとも一方が、式(3)、式(4)、式(5)または式(6)で表される基である、請求項1に記載の感光性樹脂組成物。

[化3]



[化4]



(式(3)、式(4)、式(5)および式(6)中、XおよびYはそれぞれ独立に、 $-\text{NH}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2-$ または $-\text{S}-$ を示す。 R^1 は単結合または炭素数1～5からなる2～6価の有機基を示す。 R^2 は単結合または炭素数1～5からなる2価の有機基を示す。 i は1～5の整数を示す。 $*$ は結合点を示す。)

[請求項3]

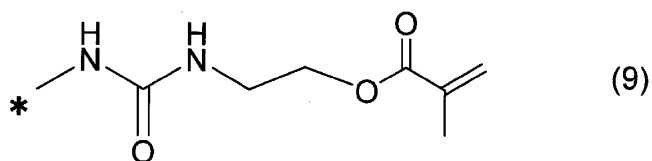
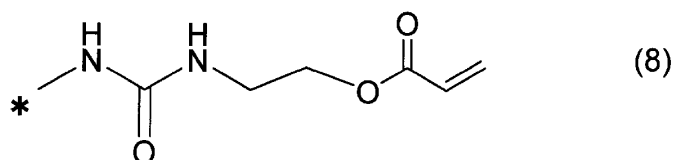
前記式(1)および前記式(2)中、 W^1 および W^2 の少なくとも一方並びに、 W^3 および W^4 の少なくとも一方が、式(3)または式(4)で表される基であって、

前記式(3)および前記式(4)中、XおよびYが $-\text{NH}-$ である、請求項2に記載の感光性樹脂組成物。

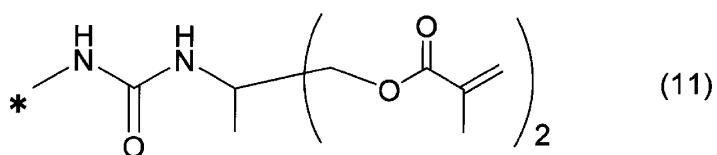
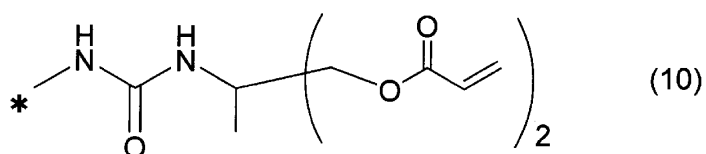
[請求項4]

前記式(1)および前記式(2)中、 W^1 および W^2 の少なくとも一方並びに、 W^3 および W^4 の少なくとも一方が、式(8)、式(9)、式(10)または式(11)で表される基である、請求項1に記載の感光性樹脂組成物。

[化5]



[化6]



(*は結合点を示す。)

[請求項5]

前記 (B) バインダー樹脂が、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体、それらの共重合体およびマレイン酸樹脂からなる群より選択される 1 種類以上を含有する、請求項 1～4 のいずれかに記載の感光性樹脂組成物。

[請求項6]

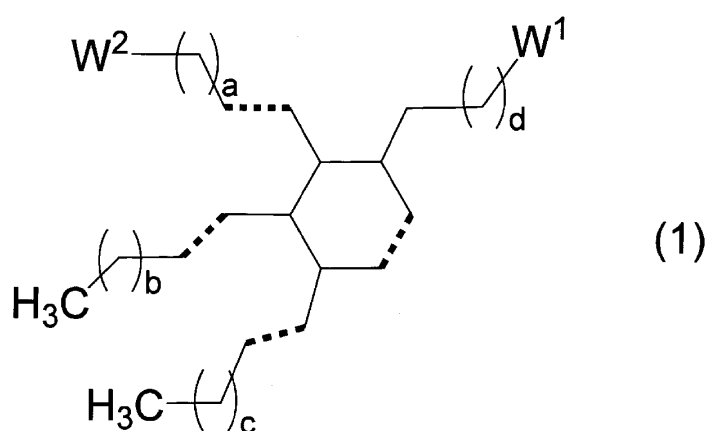
前記 (B) バインダー樹脂が、ダイマー酸誘導体をモノマーとして重合して得られる、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体およびそれらの共重合体からなる群より選択される 1 種類以上を含有する、請求項 5 に記載の感光性樹脂組成物。

- [請求項7] 前記（Ｂ）バインダー樹脂が、さらにビフェニル構造を有するフェノール樹脂を含有する、請求項５または６に記載の感光性樹脂組成物。
- [請求項8] 前記感光性樹脂組成物が、さらに（Ｄ）架橋剤を含有し、該（Ｄ）架橋剤がエポキシ化合物、オキセタン化合物およびメチロール化合物からなる群より選択される一種類以上を含有する、請求項１～７のいずれかに記載の感光性樹脂組成物。
- [請求項9] 前記（Ｄ）架橋剤がメチロール化合物を含有する請求項８に記載の感光性樹脂組成物。
- [請求項10] 請求項１～９のいずれかに記載の感光性樹脂組成物を硬化した硬化膜。
- [請求項11] 請求項１０に記載の硬化膜を有する、電子部品。
- [請求項12] 少なくとも、１以上のアンテナ配線、請求項１０に記載の硬化膜を具備するアンテナ素子であって、該アンテナ配線がミアンダ状ループアンテナ、コイル状ループアンテナ、ミアンダ状モノポールアンテナ、ミアンダ状ダイポールアンテナまたは平面アンテナからなる群から選ばれるいずれか一種類以上を含み、該アンテナ配線におけるアンテナ部一つあたりの専有面積が 1000 mm^2 以下であり、該硬化膜はグラウンドとアンテナ配線間を絶縁する絶縁膜である、アンテナ素子。
- [請求項13] 少なくとも、半導体素子、再配線層、封止樹脂およびアンテナ配線を具備する半導体パッケージであって、該アンテナ配線がミアンダ状ループアンテナ、コイル状ループアンテナ、ミアンダ状モノポールアンテナ、ミアンダ状ダイポールアンテナおよびマイクロストリップアンテナからなる群から選ばれる少なくとも一種類以上を含み、該アンテナ配線におけるアンテナ部一つあたりの専有面積が 1000 mm^2 以下であり、該再配線層の絶縁層、および／または、該封止樹脂、が請求項１０に記載の硬化膜を含み、該封止樹脂はグラウンドとアンテナ配線間にある、半導体パッケージ。

[請求項14] アンテナ配線、および、請求項10に記載の硬化膜を積層させて得られるアンテナ素子を具備する電子部品であって、アンテナ配線の高さが50～200 μm であり、該硬化膜の厚みが80～300 μm である、請求項11に記載の電子部品。

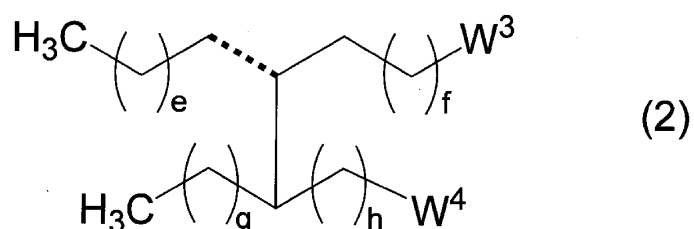
[請求項15] 式(1)で表される化合物または式(2)で表される化合物。

[化7]



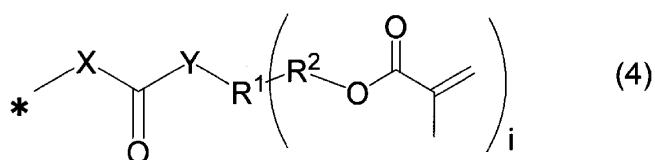
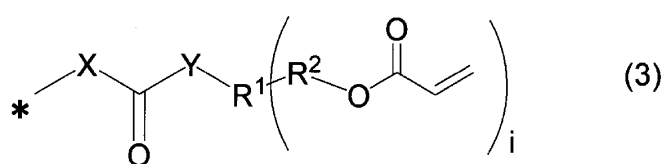
(式(1)中、 W^1 および W^2 はそれぞれ独立に、式(3)または式(4)で表される基を示す。式(1)中、 a 、 b 、 c および d は、それぞれ独立に $a+b=6\sim 17$ 、 $c+d=8\sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。)

[化8]



(式(2)中、 W^3 および W^4 はそれぞれ独立に、式(3)または式(4)で表される基を示す。式(2)中、 e 、 f 、 g および h はそれぞれ独立に、 $e + f = 5 \sim 16$ 、 $g + h = 8 \sim 19$ を満たす自然数であり、破線部は炭素-炭素単結合または炭素-炭素二重結合を意味する。)

[化9]



(式(3)および式(4)中、 X および Y は $-NH-$ を示す。 R^1 は単結合または炭素数1～5からなる2～6価の有機基を示す。 R^2 は単結合または炭素数1～5からなる2価の有機基を示す。 i は1～5の整数を示す。 $*$ は結合点を示す。)