

明 細 書

発明の名称：

樹脂組成物、樹脂組成物被膜、樹脂組成物フィルム、硬化膜、およびこれらを用いた半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、樹脂組成物、樹脂組成物被膜、樹脂組成物フィルム、硬化膜、およびこれらを用いた半導体装置に関する。より詳しくは、半導体素子やインダクタ装置の表面保護膜、層間絶縁膜、MEMS（マイクロエレクトロメカニカルシステムズ）の構造体などに好適に用いられる樹脂組成物に関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体素子の表面保護膜や層間絶縁膜には、耐熱性や電気絶縁性および機械特性に優れたポリイミド系材料やポリベンゾオキサゾール系材料が広く使用されている。近年の半導体素子の高密度化や高性能化要求に伴い、生産効率の観点から、表面保護膜や層間絶縁膜には、感光性を有する材料が求められている。

[0003] 一方、感光性材料には、近年の半導体素子の様々なパッケージング構造や、MEMS向けに高アスペクト比の加工が要求されている。そのような要求に応えるために、化学増幅型の光カチオン重合系の感光性材料が開示されている（例えば、特許文献1）。また、化学増幅型の光カチオン重合系において、特定の構造のエポキシ樹脂を含有させることで、機械特性や熱特性の向上を意図した光カチオン重合系材料が開示されている（例えば、特許文献2）。さらに、化学増幅型の光カチオン重合系において、ポリイミド等の高分子化合物を含有させることで、硬化膜のガラス転移温度や引張強度・引張伸び度等に優れた光カチオン重合系材料が開示されている（例えば、特許文献3）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2008/007764号

特許文献2：特開2019-38964号公報

特許文献3：特開2021-055055号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記のような光カチオン重合系材料では、十分な機械特性や熱特性を有し、さらに、厚膜で高アスペクト比のパターン形成をすることは困難であった。上記特許文献1や特許文献2のような光カチオン重合性材料においては、十分な機械特性および熱特性を両立することが困難であった。上記特許文献3のような、ポリイミド等の高分子化合物を含有した光カチオン重合性材料においては、厚膜で高アスペクト比なパターンを形成することが困難であった。

[0006] かかる状況に鑑み、本発明の目的は、十分な機械特性と熱特性を有し、かつ、厚膜で高アスペクト比なパターンを形成することが可能な樹脂組成物を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] かかる状況に鑑み、筆者らは、鋭意検討した結果、ポリイミド等の高分子化合物と、カチオン重合性化合物としてエポキシ化合物とオキセタン化合物の両方を含有した光カチオン重合性材料とすることによって、上記課題を解決可能なことを見出した。

[0008] 上記課題を解決するための本発明は、以下である。

[0009] (A) 成分としてポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾールからなる群より選ばれる少なくとも1つの高分子化合物、(B) 成分としてカチオン重合性化合物、(C) 成分として光カチオン重合開始剤を含有する樹脂組成物であって、

前記(B)成分が、(B1)成分としてエポキシ化合物と(B2)成分と

してオキセタン化合物の両方を含有する、樹脂組成物。

発明の効果

[0010] 本発明の樹脂組成物は、十分な機械特性と熱特性を有し、かつ、厚膜で高アスペクト比なパターンを形成することが可能な樹脂組成物、樹脂組成物被膜、樹脂組成物フィルム、硬化膜、およびこれらを用いた半導体装置やインダクタを提供する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]基材上に積層した樹脂組成物を現像することによって得られるパターンのヨレを模式的に表した断面図。

[図2]インダクタを模式的に表した断面図。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の樹脂組成物は、(A)成分としてポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾールからなる群より選ばれる少なくとも1つの高分子化合物、(B)成分としてカチオン重合性化合物、(C)成分として光カチオン重合開始剤を含有する樹脂組成物であって、前記(B)成分が、(B1)成分としてエポキシ化合物と(B2)成分としてオキセタン化合物の両方を含有する、樹脂組成物である。

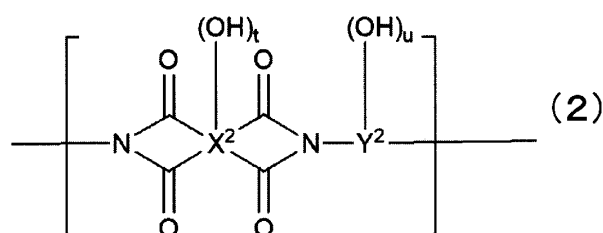
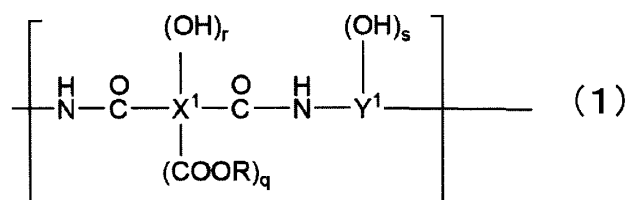
[0013] 本発明の樹脂組成物は、光の照射により、(C)成分が酸を発生し、それにより(B)成分が重合反応を起こし、結果として現像液に不溶となるネガ型の感光性を示す樹脂組成物、つまりネガ型感光性樹脂組成物であることが好ましい。

[0014] <(A)成分>

本発明の樹脂組成物は、(A)成分として、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾールからなる群より選ばれる少なくとも1つの高分子化合物を含有する。前記(A)成分を含有することにより、本発明の樹脂組成物をフィルム状の樹脂組成物被膜などにする際の製膜性に優れる。また(A)成分中の高分子化合物は、単独で使用しても2種以上を併用してもよい。

- [0015] 前記（Ａ）成分の重量平均分子量は、特に限定されないが、１，０００以上２００，０００以下であることが好ましい。なお、本発明における（Ａ）成分中の高分子化合物の重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー法（ＧＰＣ法）によって測定し、ポリスチレン換算で算出する。
- [0016] また、本発明の樹脂組成物は、ポリアミド、ポリイミド、およびポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾールからなる群より選ばれる少なくとも一つの高分子化合物を含むことが重要である。ポリアミド、ポリイミド、およびポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾールからなる群より選ばれる少なくとも一つの高分子化合物を含みさえすれば、ポリアミド、ポリイミド、およびポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾール以外的高分子化合物を含むことも可能である。なお、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は、それぞれ、上記のポリアミドに相当する。
- [0017] さらに、前記（Ａ）成分は、その分子鎖末端がカルボン酸残基に由来する構造であることが好ましい。前記（Ａ）成分の分子鎖末端がカルボン酸残基に由来する構造であることによって、その分子鎖末端が、カチオン重合の阻害官能基となり得る、アミン末端構造を保有しない分子構造とすることができ、結果として、十分なカチオン重合性を発現することができる。ここで、前記（Ａ）成分の分子鎖末端のカルボン酸残基に由来する構造とは、ポリアミドやポリイミドまたはポリアミドイミドを構成し得る、カルボン酸残基に由来する有機基を意味する。
- [0018] 前記（Ａ）成分の分子鎖末端のカルボン酸残基に由来する構造（有機基）としては、芳香族ジカルボン酸、芳香族酸二無水物、脂環式ジカルボン酸、脂環式酸二無水物、脂肪族ジカルボン酸、脂肪族酸二無水物などに由来する構造を挙げることができるが、これらに限定されない。また、これらは単独でまたは２種以上を組み合わせ使用される。
- [0019] 本発明において、前記（Ａ）成分は、一般式（１）および一般式（２）で表される構造から選ばれる少なくとも１種類以上の構造を有する化合物であることが好ましい。

[0020] [化1]



[0021] 一般式（１）および（２）中、 X^1 および X^2 はそれぞれ独立に２～８価の有機基を示し、 Y^1 および Y^2 はそれぞれ独立に２～６価の有機基を示し、 R は水素原子または炭素数１～２０の有機基を示す。 q は０～２の整数であり、 r 、 s 、 t 、 u はそれぞれ独立に０～４の整数である。

[0022] 一般式（１）および（２）中の X^1 および X^2 は、それぞれ独立に２～１０価の有機基を示し、カルボン酸残基を表している。また、 Y^1 および Y^2 は、２価～４価の有機基を示し、ジアミン残基を表している。

[0023] また、前記（Ａ）成分は、脂環式構造を有することが好ましい。前記（Ａ）成分が脂環式構造を有することで、樹脂組成物の透明性が向上し、パターン加工性が向上する。また、前記（Ａ）成分は、樹脂組成物の溶解性が向上する点から、脂環式構造を有するカルボン酸残基を含有することがより好ましい。さらに、前記（Ａ）成分は、硬化物とした際の耐薬品性が向上し、イオンマイグレーション耐性が向上する点から、多環構造を有する脂環式テトラカルボン酸二無水物に由来する有機基を有することが特に好ましい。

[0024] 多環構造を有する脂環式テトラカルボン酸二無水物の具体的な例としては

、4-(2,5-ジオキソテトラヒドロフラン-3-イル)-1,2,3,4-テトラヒドロナフタレン-1,2-ジカルボン酸二無水物、4-(2,5-ジオキソテトラヒドロフラン-3-イル)-4-メチル-1,2,3,4-テトラヒドロナフタレン-1,2-ジカルボン酸二無水物、4-(2,5-ジオキソテトラヒドロフラン-3-イル)-7-メチル-1,2,3,4-テトラヒドロナフタレン-1,2-ジカルボン酸二無水物、ノルボルナン-2-スピロ-2'-シクロペンタノン-5'-スピロ-2''-ノルボルナン-5,5'',6,6''-テトラカルボン酸二無水物、ノルボルナン-2-スピロ-2'-シクロヘキサノン-6'-スピロ-2''-ノルボルナン-5,5'',6,6''-テトラカルボン酸二無水物等が挙げられる。

[0025] また、前記カルボン酸残基としては、前記多環構造を有する脂環式テトラカルボン酸二無水物以外の酸二無水物に由来する有機基を含んでもよい。具体的には、ピロメリット酸二無水物、3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、2,3,3',4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、2,2',3,3'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、3,3',4,4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、2,2',3,3'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、2,2-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、2,2-ビス(2,3-ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、1,1-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)エタン二無水物、1,1-ビス(2,3-ジカルボキシフェニル)エタン二無水物、ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)メタン二無水物、ビス(2,3-ジカルボキシフェニル)メタン二無水物、ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)スルホン二無水物、ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)エーテル二無水物、1,2,5,6-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、9,9-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)フルオレン酸二無水物、9,9-ビス{4-(3,4-ジカルボキシフェノキシ)フェニル}フルオレン酸二無水物、2,3,6,7-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、2,3,5,6-ピリジントテトラカルボン酸二無水物、3,4

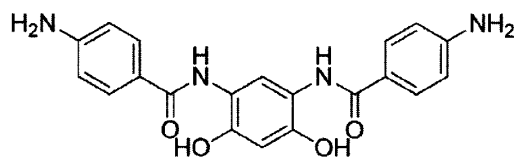
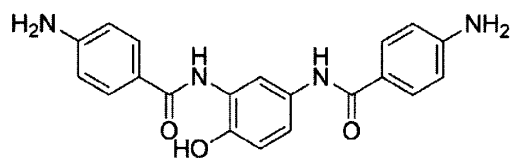
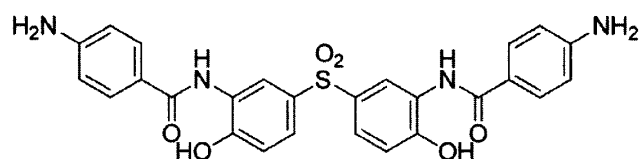
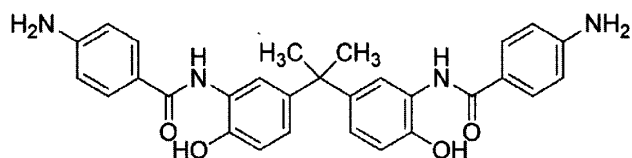
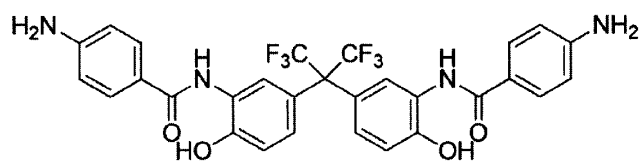
、9、10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物、2,2-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン二無水物などの芳香族テトラカルボン酸二無水物；3,3',4,4'-ジフェニルスルホンテトラカルボン酸二無水物、1,2,3,4-シクロブタンテトラカルボン酸二無水物、1,2,3,4-シクロペンタンテトラカルボン酸二無水物、1,2,4,5-シクロヘキサンテトラカルボン酸二無水物、5-(2,5-ジオキソテトラヒドロフリル)-3-メチル-3-シクロヘキセン-1,2-ジカルボン酸二無水物、2,3,5-トリカルボキシ-2-シクロペンタン酢酸二無水物、2,3,4,5-テトラヒドロフランテトラカルボン酸二無水物などを挙げることができるが、これらに限定されない。また、これらは単独でまたは2種以上を組み合わせ使用される。

[0026] また、前記(A)成分は、フェノール性水酸基を有することが好ましく、前記(A)成分において、一般式(1)および(2)中の Y^1 および Y^2 は、フェノール性水酸基を有するジアミン残基を含有することが特に好ましい。フェノール性水酸基を有するジアミン残基を含有させることで、樹脂のアルカリ現像液への適度な溶解性が得られるため、露光部と未露光部の高いコントラストが得られ、所望のパターンが形成できる。

[0027] フェノール性水酸基を有するジアミンの具体的な例としては、例えば、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、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、ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)メチレン、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)ビフェニル、2,2'-ジトリフルオロメチル-5,5'-ジヒドロキシル-4,4'-ジアミノビフェニル、ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)フルオレン、2,2'-ビス(トリフルオロメチル)-5,5'-ジヒドロキシベンジジンなどの芳香族ジアミンや、これらの芳香族環や炭化水素の水素原子の一部を、炭素数1~10のアルキル基やフルオロアルキル基、ハロゲン原子などで置換した化合物、ま

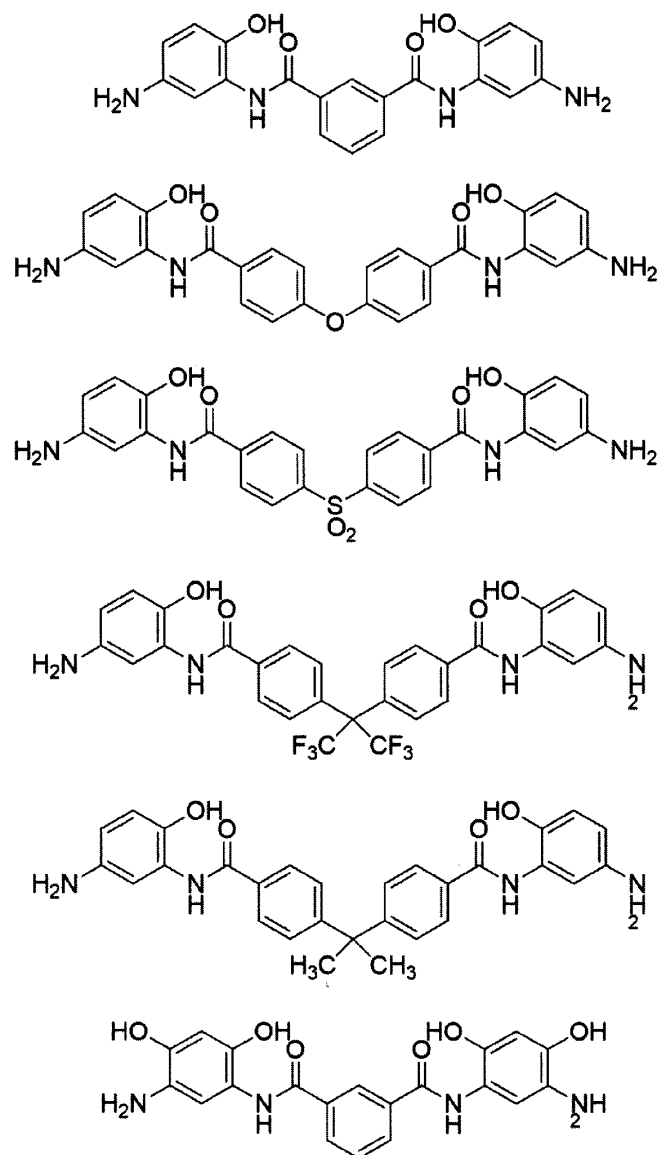
た、下記に示す構造を有するジアミンなどを挙げることができるが、これらに限定されない。また、これら2種以上のジアミン成分を組み合わせてもよい。

[0028] [化2]



[0029]

[化3]



[0030] 一般式（１）および（２）中の Y^1 および Y^2 は、前記以外の芳香族を有するジアミン残基を含んでもよい。これらを共重合することで、耐熱性が向上できる。芳香族を有するジアミン残基の具体的な例としては、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，

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、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、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、1, 4-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、ベンジン、m-フェニレンジアミン、p-フェニレンジアミン、1, 5-ナフタレンジアミン、2, 6-ナフタレンジアミン、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、ビス(4-アミノフェノキシ)ビフェニル、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、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などの芳香族ジアミンや、これらの芳香族環や炭化水素の水素原子の一部を、炭素数1~10のアルキル基やフルオロアルキル基、ハロゲン原子などで置換した化合物などを挙げることができるが、これらに限定されない。共重合させる他のジアミンは、そのまま、あるいは対応するジイソシアネート化合物、トリメチルシリル化ジアミンとして用いることができる。また、これら2種以上のジアミン成分を組み合わせて用いてもよい。

[0031] (A) 成分における一般式(1)および(2)で表される構造のモル比は、重合する際に用いるモノマーのモル比から算出することができる。また、得られた樹脂、樹脂組成物、硬化膜から前記構造のモル比を求める場合は、核磁気共鳴装置(NMR)を用いて、ポリアミド構造やイミド前駆体構造、イミド構造のピークを検出する方法において確認できる。

[0032] 分子鎖末端がカルボン酸残基に由来する構造である前記(A)成分は、例えば分子鎖末端がカルボン酸残基に由来する構造であるポリイミドの場合、

重合の際に用いるジアミンに対して酸無水物の含有量を多くすることで得ることができる。分子鎖末端がカルボン酸残基に由来する構造である前記（A）成分を得る別の方法として、重合の際に、一般に末端封止剤として用いられる特定の化合物、具体的には、酸無水物、モノカルボン酸、モノ酸クロリド化合物およびモノ活性エステル化合物から選ばれる化合物を添加することによっても得る事ができる。

[0033] また、前記（A）成分の分子鎖末端を水酸基、カルボキシル基、スルホン酸基、チオール基、ビニル基、エチニル基、またはアリル基を有するカルボン酸または酸無水物を末端封止剤として用いて封止することで、前記（A）成分のアルカリ水溶液に対する溶解速度や得られる硬化膜の機械特性を好ましい範囲に容易に調整することができる。また、複数の末端封止剤を反応させ、複数の異なる末端基を導入してもよい。

[0034] 末端封止剤として好適な酸無水物、モノカルボン酸、モノ酸クロリド化合物、モノ活性エステル化合物としては、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、3-カルボキシベンゼンスルホン酸、4-カルボキシベンゼンスルホン酸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一方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イミダ

ゾール、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などが好ましい。これらを2種以上用いてもよい。

[0035] これらの末端封止剤を導入した前記(A)成分は、分子鎖末端がカルボン酸残基に由来する構造を有する。そして前記(A)成分に導入された末端封止剤は、以下の方法で容易に検出できる。例えば、末端封止剤が導入された前記(A)成分を、酸性溶液に溶解し、構成単位であるアミン成分と酸無水物成分に分解し、これをガスクロマトグラフィー(GC)や、NMRを用いて測定することにより、本発明に使用された末端封止剤を容易に検出できる。これとは別に、末端封止剤が導入された樹脂成分を直接、熱分解ガスクロマトグラフ(PGC)や赤外分光分析および ^{13}C -NMRを用いて測定することによっても、容易に検出できる。

[0036] 本発明において、前記(A)成分は、たとえば、次の方法により合成されるが、これに限定はされない。例えば、(A)成分がポリイミドの場合、低温中でテトラカルボン酸二無水物とジアミン化合物とモノアミンを反応させる方法、低温中でテトラカルボン酸二無水物とジカルボン酸無水物とジアミン化合物を反応させる方法、テトラカルボン酸二無水物とアルコールとによりジエステルを得、その後ジアミンとモノアミンと縮合剤の存在下で反応させる方法などの方法を利用して、ポリイミド前駆体を得る。その後、公知のイミド化反応法を利用してポリイミドを合成することができる。末端封止剤を導入する場合は、ジアミンの一部を末端封止剤である1級モノアミンに置き換えて、または、テトラカルボン酸二無水物の一部を、末端封止剤であるジカルボン酸無水物に置き換えて、合成される。

[0037] 前記(A)成分は、上記の方法で重合させた後、多量の水またはメタノールおよび水の混合液などに投入し、沈殿させた後、濾別乾燥し、単離することが好ましい。乾燥温度は40~100℃が好ましく、より好ましくは50~80℃である。この操作によって未反応のモノマーや、2量体や3量体などのオリゴマー成分が除去され、熱硬化後の膜特性を向上させることができ

る。

[0038] (A)成分がポリイミドの場合、イミド化率は、例えば以下の方法で容易に求めることができる。まず、ポリマーの赤外吸収スペクトルを測定し、ポリイミドに起因するイミド構造の吸収ピーク（ 1780 cm^{-1} 付近、 1377 cm^{-1} 付近）の存在を確認する。次に、そのポリマーを 350°C で1時間熱処理したものを、イミド化率を100%のサンプルとして、同様に赤外吸収スペクトルを測定する。熱処理前後のポリマーの 1377 cm^{-1} 付近のピーク強度を比較することによって、熱処理前のポリマー中のイミド基の含量を算出し、イミド化率を求める。熱硬化時の閉環率の変化を抑制し、低応力化の効果が得られる点から、イミド化率は50%以上が好ましく、80%以上がさらに好ましい。

[0039] 本発明の樹脂組成物全体を100質量%とした場合、(A)成分の合計含有量が15～60質量%であることが好ましく、25～50質量%であることがより好ましい。前記(A)成分を樹脂組成物全体100質量%中に15質量%以上含むことで、機械特性と熱特性を向上できる点で好ましい。前記(A)成分を、60質量%以下含むことで、現像残渣を低減できる点で好ましい。ここで、樹脂組成物全体とは、樹脂組成物を構成する成分のうち、溶媒を除く全ての成分の合計を言う。

[0040] <(B)成分>

本発明の樹脂組成物は、(B)成分としてカチオン重合性化合物を含有する。前記(B)成分が、(B1)成分としてエポキシ化合物と(B2)成分としてオキセタン化合物の両方を含有することが重要である。

[0041] 前記(B1)成分としては、公知のエポキシ化合物が使用でき、例えば芳香族エポキシ化合物、脂環式エポキシ化合物、および脂肪族エポキシ化合物などを用いることができる。

[0042] 芳香族エポキシ化合物としては、少なくとも1個の芳香環を有する1価または多価のフェノール（フェノール、ビスフェノールA、フェノールノボラックおよびこれらのアルキレンオキシド付加体した化合物）のグリシジルエ

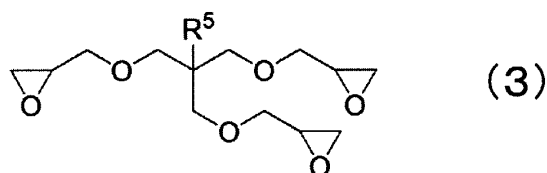
ーテル等が挙げられる。

[0043] 脂環式エポキシ化合物としては、少なくとも1個のシクロヘキセンやシクロペンテン環を有する化合物を酸化剤でエポキシ化することによって得られる化合物（3，4－エポキシシクロヘキシルメチル－3，4－エポキシシクロヘキサンカルボキシレート、等）が挙げられる。

[0044] 脂肪族エポキシ化合物としては、脂肪族多価アルコールまたはこのアルキレンオキシド付加体のポリグリシジルエーテル（1，4－ブタンジオールジグリシジルエーテル、1，6－ヘキサジオールジグリシジルエーテル等）、脂肪族多塩基酸のポリグリシジルエステル（ジグリシジルテトラヒドロフタレート等）、長鎖不飽和化合物のエポキシ化物（エポキシ化大豆油およびエポキシ化ポリブタジエン等）が挙げられる。

[0045] さらに、（B1）成分は、一般式（3）または一般式（4）で表されるエポキシ化合物を含有することが好ましい。

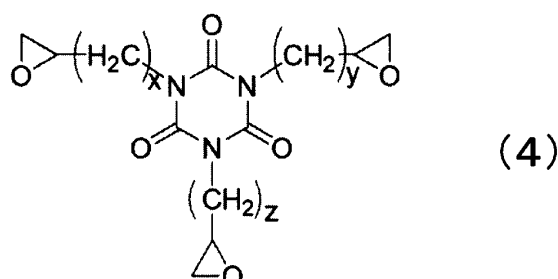
[0046] [化4]



[0047] 一般式（3）中、R⁵は、1価の有機基である。1価の有機基としては、水素原子、炭化水素基、および、ヒドロキシ基やアルコキシ基やエーテル結合を有する炭化水素基などの酸素原子を有する官能基から選ばれる基が好ましい。炭化水素基としては、炭素数1以上8以下のアルキル基、炭素数2以上8以下のアルケニル基、炭素数6以上30以下のアリール基などが挙げられる。アルコキシ基としては、炭素数1以上8以下のアルキルオキシ基やグリシジル基などが挙げられる。エーテル結合を有する炭化水素基としては、上記の環化水素基の炭素鎖中にエーテル結合が挿入された基が挙げられる。

[0048]

[化5]

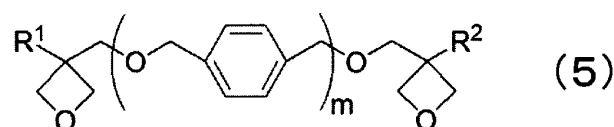


- [0049] 一般式 (4) 中、 x 、 y 、 z は、それぞれ独立に 1～6 の整数である。
- [0050] (B 1) 成分が、一般式 (3) または一般式 (4) で表されるエポキシ化合物を含有することで、前記 (A) 成分との相溶性が向上し、微細なパターン加工性が得られ、さらに硬化膜の耐熱性や耐薬品性が向上する点から好ましい。
- [0051] 一般式 (3) で表されるエポキシ化合物としては、例えばショウフリー PETG (商品名、昭和電工 (株) 製) 等が挙げられる。一般式 (4) で表されるエポキシ化合物としては、例えば TEPIC-VL (商品名、日産化学 (株) 製) 等があげられる。
- [0052] 前記 (B 2) 成分としては、公知のオキセタン化合物が使用できる。例えば、3-エチル-3-ヒドロキシメチルオキセタン、2-エチルヘキシル (3-エチル-3-オキセタニルメチル) エーテル、2-ヒドロキシエチル (3-エチル-3-オキセタニルメチル) エーテル、2-ヒドロキシプロピル (3-エチル-3-オキセタニルメチル) エーテル、1, 4-ビス [(3-エチル-3-オキセタニルメトキシ) メチル] ベンゼン、オキセタニルシルセスキオキセタンおよびフェノールノボラックオキセタン等を用いることができる。
- [0053] (B 2) 成分は、1 分子中に 2 つ以上のオキセタニル基を有するオキセタン化合物であることが好ましく、1 分子中のオキセタニル基の数は 2 つ以上

6つ以下であることがより好ましい。オキセタン化合物が2つ以上のオキセタニル基を有することで、硬化性が向上する点で好ましい。オキセタン化合物のオキセタニル基が6つ以下であることで、パターン加工時に生じるクラックを抑制できる点で好ましい。このようなオキセタン化合物の例として、例えばOXT-121、OXT-221（いずれも商品名、東亜合成（株）製）、ETERNACOLL OXBP、ETERNACOLL OXIPA（いずれも商品名、UBE（株）製）等が挙げられる。

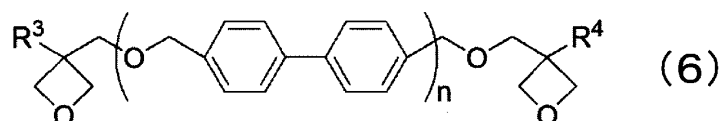
[0054] さらに、前記（B2）成分は、一般式（5）、あるいは一般式（6）で表されるオキセタン化合物を含有することが好ましい。

[0055] [化6]



[0056] 一般式（5）中、 m は1～6の整数であり、 R^1 、 R^2 は、1価の有機基である。1価の有機基の好ましい例としては、上記の R^5 において記載したのと同じものが挙げられる。

[0057] [化7]



[0058] 一般式（6）中、 n は1～6の整数であり、 R^3 、 R^4 は、1価の有機基である。1価の有機基の好ましい例としては、上記の R^5 において記載したのと同じものが挙げられる。

[0059] （B2）成分が、一般式（5）で表されるオキセタン化合物を含有するこ

とで、基板との密着性が向上し、現像時の剥離を抑制できる点で好ましい。
このようなオキセタン化合物の例として、例えばOXT-121（商品名、東亜合成（株）製）等が挙げられる。

[0060] (B2)成分が、一般式(6)で表されるオキセタン化合物を含有することで、基板との密着性が向上し、現像時の剥離を抑制でき、さらに硬化膜の耐熱性が向上する点で好ましい。このようなオキセタン化合物の例として、例えばETERNACOLL OXBP（商品名、UBE（株）製）等が挙げられる。

[0061] (B2)成分の含有量は、(B1)成分の合計を100質量部とした場合、(B2)成分の合計が10～200質量部であることが好ましく、20～100質量部であることがより好ましい。(B2)成分の合計が10質量部以上であることで、カチオン重合性が向上し、パターン加工時のヨレや剥離を抑制できる点で好ましく、200質量部以下であることで、パターン加工時の解像度が向上する点で好ましい。

[0062] ここでパターン加工時のヨレについて、図1を用いて説明する。図1は、基材2上に樹脂組成物を積層し、該樹脂組成物を現像することによって得られた樹脂組成物のパターン1のヨレを模式的に表した断面図である。パターン加工時のヨレとは、本来なら垂直なパターンが形成されるべきであるのに対し、図1のように樹脂組成物のパターン1が垂直から傾いた角度で形成される現象のことを示す。ここでは特に、図1中の基材2とパターン1の交点Aから基材2に対して引いた垂線と、交点Aとパターン1の上部の角Bを結んだ直線がなす角度 α が、10～90°である状態をパターンのヨレが生じている状態であるとする。すなわち、本発明の樹脂組成物において、(B2)成分の含有量が前記を満たすことで、図1中の角度 α を10°未満にすることができる。

[0063] また、本発明の樹脂組成物は、前記(B1)成分、(B2)成分以外のカチオン重合性化合物をさらに含有してもよい。前記(B1)成分、(B2)成分以外のカチオン重合性化合物としては、エチレン性不飽和化合物（ビニ

ルエーテルおよびスチレン類等)、ビシクロオルトエステル、スピロオルトカーボネートおよびスピロオルトエステル等が挙げられる。

[0064] エチレン性不飽和化合物としては、公知のカチオン重合性単量体等が使用でき、脂肪族モノビニルエーテル、芳香族モノビニルエーテル、多官能ビニルエーテル、スチレンおよびカチオン重合性窒素含有モノマーが含まれる。

[0065] 脂肪族モノビニルエーテルとしては、メチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル、ブチルビニルエーテルおよびシクロヘキシルビニルエーテル等が挙げられる。

[0066] 芳香族モノビニルエーテルとしては、2-フェノキシエチルビニルエーテル、フェニルビニルエーテルおよびp-メトキシフェニルビニルエーテル等が挙げられる。

[0067] 多官能ビニルエーテルとしては、ブタンジオール-1, 4-ジビニルエーテルおよびトリエチレングリコールジビニルエーテル等が挙げられる。

[0068] スチレン類としては、スチレン、 α -メチルスチレン、p-メトキシスチレンおよびp-tert-ブトキシスチレン等が挙げられる。

[0069] カチオン重合性窒素含有モノマーとしては、N-ビニルカルバゾールおよびN-ビニルピロリドン等が挙げられる。

[0070] ビシクロオルトエステルとしては、1-フェニル-4-エチル-2, 6, 7-トリオキサビシクロ[2. 2. 2]オクタンおよび1-エチル-4-ヒドロキシメチル-2, 6, 7-トリオキサビシクロ[2. 2. 2]オクタン等が挙げられる。

[0071] スピロオルトカーボネートとしては、1, 5, 7, 11-テトラオキサスピロ[5. 5]ウンデカンおよび3, 9-ジベンジル-1, 5, 7, 11-テトラオキサスピロ[5. 5]ウンデカン等が挙げられる。

[0072] スピロオルトエステルとしては、1, 4, 6-トリオキサスピロ[4. 4]ノナン、2-メチル-1, 4, 6-トリオキサスピロ[4. 4]ノナンおよび1, 4, 6-トリオキサスピロ[4. 5]デカン等が挙げられる。

[0073] (B) 成分の合計を100質量部としたとき、前記(B1)および(B2)成

分以外の (B) 成分の合計は、10 質量部以下であることが好ましく、5 質量部以下であることがより好ましい。前記 (B1) および (B2) 成分以外の (B) 成分の合計が、10 質量部以下であることで、カチオン重合性が向上し、パターン加工時のヨレや剥離を抑制できる点で好ましい。

[0074] (B) 成分の含有量は、(A) 成分の合計を 100 質量部とした場合、(B) 成分の合計が、50～200 質量部であることが好ましく、70～150 質量部であることがより好ましい。(B) 成分の合計が 50 質量部以上であることで、カチオン重合性が向上し、パターン加工時のヨレや剥離を抑制できる点で好ましく、200 質量部以下であることで、パターン加工時の解像度が向上する点で好ましい。

[0075] <(C) 成分>

本発明の樹脂組成物は、(C) 成分として光カチオン重合開始剤を含有する。前記 (C) 成分は、光により酸を発生し、カチオン重合性化合物のカチオン重合を生じさせるものである。前記 (C) 成分としては、光カチオン重合開始剤として公知の化合物を使用することができるが、オニウム塩が好ましい。

[0076] 前記 (C) 成分について具体的には、例えば芳香族ヨードニウム錯塩、芳香族スルホニウム錯塩、芳香族ボレート錯塩や芳香族ガレート錯塩等を挙げることができる。芳香族ヨードニウム錯塩の具体例としては、ジフェニルヨードニウムテトラキス(ペンタフルオロフェニル)ボレート、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスフェート、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロアンチモネート、ジ(4-ノニルフェニル)ヨードニウムヘキサフルオロホスフェート等が挙げられる。これらの光カチオン重合開始剤は単独で使用してもよく、または2種以上を併用してもよい。

[0077] 前記 (C) 成分の含有量は、前記 (A) 成分の合計を 100 質量部とした場合、0.3 質量部以上が好ましく、0.5 質量部以上がより好ましく、0.7 質量部以上がさらに好ましい。これにより、カチオン重合性化合物が十分な硬化性を示し、パターン加工性を向上させることができる。一方、樹脂

組成物の硬化前の保存安定性が向上する点から、前記（C）成分の含有量は、前記（A）成分の合計を100質量部とした場合、10質量部以下が好ましく、より好ましくは8質量部以下である。

[0078] <その他の成分>

本発明の樹脂組成物は、増感剤を含有してもよい。増感剤は、光を吸収し、吸収した光エネルギーを前記（C）成分に供与し、酸を発生しカチオン重合を生じさせることができる化合物である。また増感剤は、パターン加工する際の照射波長の光を吸光するため、樹脂組成物から形成された樹脂組成物被膜の透過率を下げることができる。そのため、樹脂組成物における増感剤の含有量により、任意に樹脂組成物被膜の透過率を制御することが可能となる。

[0079] 増感剤としては特に限定されないものの、アントラセン化合物が好ましく、例えば9位と10位にアルコキシ基を有するアントラセン化合物（9，10-ジアルコキシーアントラセン誘導体）がより好ましい。アルコキシ基としては、例えばメトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基等のC1～C4のアルコキシ基が挙げられる。9，10-ジアルコキシーアントラセン誘導体は、さらに置換基を有していても良い。置換基としては、例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子等のハロゲン原子、メチル基、エチル基、プロピル基等のC1～C4のアルキル基やスルホン酸アルキルエステル基、カルボン酸アルキルエステル基等が挙げられる。スルホン酸アルキルエステル基やカルボン酸アルキルエステルにおけるアルキルとしては、例えばメチル、エチル、プロピル等のC1～C4のアルキルが挙げられる。これらの置換基の置換位置は2位が好ましい。

[0080] 増感剤の含有量は、特に制限はないが、樹脂組成物全体の質量を100質量%とした場合、0.05質量%以上が好ましく、0.1質量%以上がより好ましい。これにより、樹脂組成物被膜の透過率を下げることができ、セラミックス等の表面が粗い基板上においても、基板面から反射光を抑制し、微細パターンの加工を容易にする。一方、樹脂組成物から形成された樹脂組成

物被膜の硬化膜の機械特性や熱特性の低下を抑制する点から、樹脂組成物全体の質量を100質量%とした場合、増感剤の含有量は10質量%以下が好ましく、5質量%以下がさらに好ましい。

[0081] 本発明の樹脂組成物は、熱架橋剤を含有してもよい。熱架橋剤としては、アルコキシメチル基、メチロール基を有する化合物が好ましい。

[0082] アルコキシメチル基またはメチロール基を有する化合物の例としては、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-MTrisPC、DML-BisOC-Z、DML-BisOCHP-Z、DML-BPC、DML-BisOC-P、DMOM-PC、DMOM-PTBP、DMOM-MBPC、TriML-P、TriML-35XL、TML-HQ、TML-BP、TML-pp-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（登録商標）MX-280、NIKALAC（登録商標）MW-100LM、NIKALAC（登録商標）MX-750LM（以上、商品名、（株）三和ケミカル製）が挙げられる。

[0083] 本発明の樹脂組成物は、さらにシラン化合物を含有することができる。シラン化合物を含有することにより、得られる耐熱性樹脂被膜の密着性が向上する。シラン化合物の具体例としては、N-フェニルアミノエチルトリメトキシシラン、N-フェニルアミノエチルトリエトキシシラン、N-フェニルアミノプロピルトリメトキシシラン、N-フェニルアミノプロピルトリエトキシシラン、N-フェニルアミノブチルトリメトキシシラン、N-フェニルアミノブチルトリエトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリ

エトキシシラン、ビニルトリクロルシラン、ビニルトリス（ β -メトキシエトキシ）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-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、p-スチリルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシランなどを挙げるができる。

[0084] また、本発明の樹脂組成物は、必要に応じて、支持体との塗れ性を向上させる目的で界面活性剤；乳酸エチルやプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートなどのエステル類；エタノールなどのアルコール類；シクロヘキサノン、メチルイソブチルケトンなどのケトン類；テトラヒドロフラン、ジオキサンなどのエーテル類を含有してもよい。また、熱膨張係数の抑制や高誘電率化、低誘電率化のなどの目的で、二酸化ケイ素、二酸化チタンなどの無機粒子、あるいはポリイミドの粉末などを含有してもよい。

[0085] <樹脂組成物被膜、樹脂組成物フィルム>

本発明の樹脂組成物は、硬化前の形状は限定されず、例えば、ワニス状やフィルム状などが挙げられる。

[0086] 本発明の樹脂組成物をワニス状で用いる場合は、前記（A）～（C）成分および必要に応じ加えられる成分を有機溶媒に溶解させた溶液を用いることができる。

[0087] 本発明の樹脂組成物がフィルム状である場合、本発明においては樹脂組成物被膜と呼ぶ場合もある。本発明の樹脂組成物フィルムは、本発明の樹脂組成物被膜および支持体を有する。すなわち、本発明の樹脂組成物フィルムは、支持体上に本発明の樹脂組成物被膜が形成されたフィルムである。

[0088] 本発明の樹脂組成物被膜は、後述する本発明の硬化膜を有した半導体装置を作製する際に、容易に厚膜の層を形成できる点で、厚みが40 μm 以上であることが好ましい。また、膜厚のばらつきを抑制できる点で、厚みが70 μm 以下であることが好ましい。

[0089] 次に、ワニス状の本発明の樹脂組成物を用いて樹脂組成物フィルムを作製する方法について説明する。本発明の樹脂組成物フィルムは本発明の樹脂組

成物の溶液（以下、樹脂組成物ワニスと呼ぶ）を支持体上に塗布し、次いでこれを必要により乾燥することにより得られる。樹脂組成物ワニスは、樹脂組成物に有機溶剤を添加することで得られる。ここで使用される有機溶剤としては、樹脂組成物を溶解するものであればよい。

[0090] 有機溶剤としては、具体的には、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、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、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、エチレングリコールジブチルエーテルなどのエーテル類；エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピルアセテート、ブチルアセテート、イソブチルアセテート、3-メトキシブチルアセテート、3-メチル-3-メトキシブチルアセテート、乳酸メチル、乳酸エチル、乳酸ブチルなどのアセテート類；アセトン、メチルエチルケトン、アセチルアセトン、メチルプロピルケトン、メチルブチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロペンタノン、2-ヘプタノンなどのケトン類；ブチルアルコール、イソブチルアルコール、ペンタノール、4-メチル-2-ペンタノール、3-メチル-2-ブタノール、3-メチル-3-メトキシブタノール、ジアセトンアルコ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；その他、N-メチル-2-ピロリドン、N-シクロヘキシル-2-ピロリドン、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、γ-ブチロラクトンなどが挙げられる。

[0091] また、樹脂組成物ワニスを濾紙やフィルターを用いて濾過しても良い。濾過方法は特に限定されないが、保留粒子径0.4 μm～10 μmのフィルターを用いて加圧濾過により濾過する方法が好ましい。

[0092] 本発明の樹脂組成物フィルムに用いられる支持体としては、特に限定されないが、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム、ポリフェニレンサルファイドフィルム、ポリイミドフィルムなど、市販されている各種のフ

フィルムが使用可能である。支持体と樹脂組成物フィルムとの接合面には、密着性と剥離性を向上させるために、シリコーン、シランカップリング剤、アルミキレート剤、ポリ尿素などの表面処理を施してもよい。また、支持体の厚みは特に限定されないが、作業性の観点から、 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。

[0093] また、本発明の樹脂組成物フィルムは、表面を保護するために、樹脂組成物被膜上に保護フィルムをさらに有してもよい。これにより、大気中のゴミやチリ等の汚染物質から感光性樹脂組成物フィルム表面を保護することができる。保護フィルムとしては、ポリオレフィンフィルム、ポリエステルフィルム等が挙げられる。保護フィルムは、樹脂組成物フィルムとの接着力が小さいものが好ましい。

[0094] 樹脂組成物ワニスを支持体に塗布する方法としては、スピナを用いた回転塗布、スプレー塗布、ロールコーティング、スクリーン印刷、ブレードコーター、ダイコーター、カレンダーコーター、メニスカスコーター、バーコーター、ロールコーター、コンマロールコーター、グラビアコーター、スクリーンコーター、スリットダイコーターなどの方法が挙げられる。また、塗布膜厚は、塗布手法、組成物の固形分濃度、粘度などによって異なるが、乾燥後の膜厚が、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0095] 乾燥には、オーブン、ホットプレート、赤外線などを使用することができる。乾燥温度および乾燥時間は、有機溶媒を揮発させることが可能な範囲であればよく、樹脂組成物フィルムが未硬化または半硬化状態となるような範囲を適宜設定することが好ましい。具体的には、 40°C から 120°C の範囲で1分から数十分行うことが好ましい。また、これらの温度を組み合わせで段階的に昇温してもよく、例えば、 70°C 、 80°C 、 90°C で各1分ずつ熱処理してもよい。

[0096] <硬化膜、半導体装置、インダクタ>

次に、本発明の樹脂組成物ワニス、またはそれを用いた樹脂組成物フィルムをパターン加工する方法について、例を挙げて説明する。

- [0097] まず、本発明の樹脂組成物ワニス、または樹脂組成物フィルムを用いて、基板上に樹脂組成物被膜を形成する方法について説明する。
- [0098] 樹脂組成物ワニスを用いる場合は、まず樹脂組成物ワニスを基板上に塗布する。塗布方法としてはスピナを用いた回転塗布、スプレー塗布、ロールコーティング、スクリーン印刷などの方法が挙げられる。また、塗布膜厚は、塗布手法、樹脂組成物の固形分濃度および粘度などによって異なるが、乾燥後の膜厚が $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下になるように塗布することが好ましい。次に、樹脂組成物ワニスを塗布した基板を乾燥して、樹脂組成物被膜が形成された基板を得る。乾燥はオープン、ホットプレート、赤外線などを使用することができる。乾燥温度および乾燥時間は、有機溶媒を揮発させることが可能な範囲であればよく、樹脂組成物被膜が未硬化または半硬化状態となるような範囲を適宜設定することが好ましい。具体的には、 $50\sim150^{\circ}\text{C}$ の範囲で1分から数時間行うのが好ましい。
- [0099] 一方、樹脂組成物フィルムを用いる場合は、保護フィルムを有する場合にこれを剥離し、樹脂組成物フィルムにおける樹脂組成物被膜と基板とを対向させ、熱圧着により貼り合わせて、樹脂組成物被膜が形成された基板を得る。熱圧着は、熱プレス処理、熱ラミネート処理、熱真空ラミネート処理等によって行うことができる。貼り合わせ温度は、基板への密着性、埋め込み性の点から 40°C 以上が好ましい。また、貼り合わせ時に樹脂組成物フィルムが硬化し、露光・現像工程におけるパターン形成の解像度が悪くなることを防ぐために、貼り合わせ温度は 150°C 以下が好ましい。熱圧着後、必要に応じて樹脂組成物フィルムから支持体を剥離してもよい。
- [0100] いずれの場合にも、用いられる基板としては、シリコンウェハ、セラミックス類、ガリウムヒ素、有機系回路基板、無機系回路基板、およびこれらの基板に回路の構成材料が配置されたものなどが挙げられるが、これらに限定されない。有機系回路基板の例としては、ガラス布・エポキシ銅張積層板などのガラス基材銅張積層板；ガラス不織布・エポキシ銅張積層板などのコンポジット銅張積層板；ポリエーテルイミド樹脂基板、ポリエーテルケトン樹

脂基板、ポリサルフォン系樹脂基板などの耐熱・熱可塑性基板；ポリエステル銅張フィルム基板、ポリイミド銅張フィルム基板などのフレキシブル基板が挙げられる。また、無機系回路基板の例としては、アルミナ基板、窒化アルミニウム基板、炭化ケイ素基板などのセラミックス基板；アルミニウムベース基板、鉄ベース基板などの金属系基板が挙げられる。回路の構成材料の例としては、銀、金、銅などの金属を含有する導体；無機系酸化物などを含有する抵抗体；ガラス系材料および／または樹脂などを含有する低誘電体；樹脂や高誘電率無機粒子などを含有する高誘電体；ガラス系材料などを含有する絶縁体などが挙げられる。

[0101] 次に、上記方法によって形成された樹脂組成物被膜上に、所望のパターンを有するマスクを通して化学線を照射し、樹脂組成物被膜を露光する。露光に用いられる化学線としては紫外線、可視光線、電子線、X線などがあるが、本発明では水銀灯のi線（365nm）、h線（405nm）、g線（436nm）を用いるのが好ましい。樹脂組成物フィルムにおいて、支持体がこれらの光線に対して透明な材質である場合は、樹脂組成物フィルムから支持体を剥離せずに露光を行ってもよい。

[0102] パターンを形成するには、露光後、現像液を用いて、樹脂組成物被膜の露光部を除去する。現像液としては、水酸化テトラメチルアンモニウムの水溶液、ジエタノールアミン、ジエチルアミノエタノール、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、トリエチルアミン、ジエチルアミン、メチルアミン、ジメチルアミン、酢酸ジメチルアミノエチル、ジメチルアミノエタノール、ジメチルアミノエチルメタクリレート、シクロヘキシルアミン、エチレンジアミン、ヘキサメチレンジアミンなどのアルカリ性を示す化合物の水溶液が好ましい。また場合によっては、これらのアルカリ水溶液にN-メチル-2-ピロリドン、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、γ-ブチロラクトン、ジメチルアクリルアミドなどの極性溶媒；メタノール、エタノール、イソプロパノールなどのアルコール類；乳酸エチル、プロピレングリコール

モノメチルエーテルアセテートなどのエステル類；シクロペンタノン、シクロヘキサノン、イソブチルケトン、メチルイソブチルケトンなどのケトン類などを単独あるいは数種を組み合わせたものを含有してもよい。

[0103] 現像は、上記の現像液を樹脂組成物被膜面にスプレーする、樹脂組成物被膜面に現像液を液盛りする、現像液中に樹脂組成物被膜を浸漬する、あるいは浸漬して超音波をかけるなどの方法によって行うことができる。現像時間や現像ステップ、現像液の温度などの現像条件は、露光部が除去されパターン形成が可能な条件であればよい。

[0104] 現像後は水を用いてリンス処理を行うことが好ましい。ここでもエタノール、イソプロピルアルコールなどのアルコール類；乳酸エチル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートなどのエステル類などを水に加えてリンス処理をしても良い。

[0105] また、必要に応じて現像前に樹脂組成物被膜のベーク処理を行ってもよい。これにより、現像後のパターンの解像度が向上し、現像条件の許容幅が増大する場合がある。このベーク処理の温度は50～180℃の範囲が好ましく、特に60～120℃の範囲がより好ましい。時間は5秒～数時間が好ましい。

[0106] パターン形成後、樹脂組成物被膜中には未反応のカチオン重合性化合物や光カチオン重合開始剤が残存している。このため、熱圧着あるいは硬化の際にこれらが熱分解し、ガスが発生することがある。これを避けるため、パターン形成後の樹脂組成物被膜の全面に上述の露光光を照射し、未反応の光カチオン重合開始剤から酸を発生させておくことが好ましい。こうすることによって、熱圧着あるいは硬化の際に、未反応のカチオン重合性化合物の反応が進行し、熱分解由来のガスが発生することを抑制することができる。

[0107] 現像後、150℃～500℃の温度を加えて熱架橋反応を進行させ、硬化膜を得る。この工程を硬化と呼ぶ。得られた硬化膜は、架橋により、耐熱性および耐薬品性を向上させることができる。この加熱処理の方法は、温度を選び、段階的に昇温する方法や、ある温度範囲を選び連続的に昇温しながら

5分間～5時間実施する方法を選択できる。前者の一例として、130℃および200℃で各30分ずつ熱処理する方法が挙げられる。後者の一例として室温より400℃まで2時間かけて直線的に昇温するなどの方法が挙げられる。

[0108] 本発明の硬化膜は、本発明の樹脂組成物または本発明の樹脂組成物フィルム中の樹脂組成物被膜を硬化した硬化膜である。本発明の樹脂組成物や樹脂組成物フィルム中の樹脂組成物被膜を硬化した硬化膜は、半導体装置等の電子部品に使用することができる。

[0109] 本発明の硬化膜は、前述の本発明の硬化膜を有した半導体装置を作製する際に、より厚膜の絶縁層を形成することができ、配線密度を向上できる点などから、厚みが40μm以上であることが好ましく、80μm以上であることがより好ましい。膜応力による半導体装置の反りを低減できることから、厚みは300μm以下であることが好ましく、200μm以下であることがより好ましい。

[0110] 本発明の半導体装置は、本発明の硬化膜を有する半導体装置である。ここで半導体装置とは、半導体素子の特性を利用することで機能し得る装置全般を指す。半導体素子を基板に接続した電気光学装置や半導体回路基板、複数の半導体素子を積層したもの、並びにこれらを含む電子装置は、全て半導体装置に含まれる。また、半導体素子を接続するための多層配線板等の電子部品も半導体装置に含める。半導体装置において、本発明の硬化膜は、具体的には、インダクタの絶縁膜、半導体のパッシベーション膜、半導体素子の表面保護膜、半導体素子と配線の間の層間絶縁膜、複数の半導体素子の間の層間絶縁膜、高密度実装用多層配線の配線層間の層間絶縁膜、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、様々な用途に用いることができる。

[0111] 本発明の樹脂組成物は高アスペクト比にパターン加工できることが特徴であることから、高アスペクト比の硬化膜を有した半導体装置、例えば、インダクタに用いることが好ましい。図2にインダクタを模式的に表した断面図

を示す。ただし、本発明に関するインダクタは、以下に説明する実施の形態によって制限されるものではない。

[0112] 図2中のインダクタ3、コイル5間の絶縁性を保つために絶縁膜4を有する。絶縁膜4として、本発明の樹脂組成物を硬化した硬化膜を用いることが好ましい。本発明の樹脂組成物を硬化した硬化膜を絶縁膜4として用いることで、絶縁膜4の幅Wが小さくても十分な絶縁性を示すことができるため、コイル5の配線の断面積を大きくでき、インダクタンスを高めることができる。

[0113] また、本発明の樹脂組成物を硬化した硬化膜を用いた絶縁膜4の厚みTは、コイル5の断面積を大きくできる点から40 μ m以上であることが好ましく、80 μ m以上であることがより好ましい。膜応力を低減できることから、厚みTは、300 μ m以下であることが好ましく、200 μ m以下であることがより好ましい。

[0114] さらに、本発明の樹脂組成物を硬化した硬化膜を用いた絶縁膜4のアスペクト比は、コイル5の配線密度を向上できる点から4以上であることが好ましく、8以上であることがより好ましい。絶縁性を維持するために、絶縁膜4のアスペクト比は30以下であることが好ましく、20以下であることがより好ましい。なおここで言うアスペクト比とは、以下の式(1)より算出される。

式(1) (アスペクト比) = T (膜厚) / W (パターン幅)。

[0115] 前記インダクタ3において、本発明の樹脂組成物を硬化した硬化膜を用いた絶縁膜4とコイル5は基板7の上下に形成される。絶縁膜4と基板7の間に樹脂層6をさらに有することが好ましい。樹脂層6を有することで、絶縁膜4の基材への密着性が向上する点で好ましい。

[0116] また、樹脂層6はポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾールからなる群より選ばれる少なくとも1つの高分子化合物を含むことが好ましい。樹脂層6における前記の高分子化合物の含有量は、1～45質量%であることが好ましく、20～40質量%であることがよ

り好ましい。1質量%以上であることで耐熱性が向上する点で好ましく、45質量%以下であることで、絶縁膜4の基材への密着性が向上する点で好ましい。

[0117] さらに、図2中のインダクタ3は絶縁膜8、磁性材9、モールド樹脂10を有する。

実施例

[0118] 以下に、本発明を実施例に基づいて具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0119] <パターン加工性の評価>

5cm角のシリコンウェハを基板として用いた。各実施例および比較例で作製した樹脂組成物フィルムの保護フィルムを剥離し、該樹脂組成物フィルムを、樹脂組成物被膜が基板に接するように基板に積層し、真空ダイアフラム式ラミネータ（（株）名機製作所製、MVLP-500/600）を用いて、上下の熱盤温度80℃、真空引き時間20秒、真空プレス時間30秒、貼付圧力0.5MPaの条件で熱ラミネート処理した後、樹脂組成物フィルムから支持体を剥離することによって、シリコン基板上に膜厚45μmの樹脂組成物被膜を形成した。

[0120] このようにして得られた樹脂組成物被膜上に上記と同じ工程をもう一度行うことで、シリコン基板上に合計膜厚90μmの樹脂組成物被膜を積層した。

[0121] 続いて、露光装置にライン幅/スペース幅が5μm/50μm、6μm/50μm、7μm/50μm、8μm/50μm、9μm/50μm、10μm/50μm、15μm/50μmのパターンを有するマスクをセットし、マスクと感光性樹脂組成物フィルムの露光ギャップ100μmの条件下で、i線バンドパスフィルターを備え付けた超高圧水銀灯を用いて、露光量1500mJ/cm²（i線換算）で露光を行った。露光後、ホットプレートで90℃、10分間、露光後加熱を行った。その後、水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH）を用いたディップ現像によ

て、樹脂組成物被膜の未露光部を除去し、その後、水を用いてリンス処理をした。現像時間は、未露光部が完全に溶解した時間の2倍の時間とした。

[0122] この様にして得られたパターンを、光学顕微鏡で観察し、パターンに残渣等の異常のない場合の最小のサイズのライン幅を解像度とした。また、最小のサイズのライン幅からアスペクト比を前記式(1)より算出した。また、いずれのパターンも解像しなかった場合は解像度0(不良)とした。

[0123] <ガラス転移温度の評価>

基板をシリコンウェハから平面サイズが10cm×10cmの銅箔(CF-T9DA-SV-1、福田金属箔粉工業(株)製)に変更した以外は前記パターン加工性の評価方法と同様にして、銅箔上に樹脂組成物被膜を形成した。そして、超高圧水銀灯を用いて、露光量1000mJ/cm²(i線換算、全波長露光)で露光を行った。露光後、ホットプレートで120℃、10分間、露光後加熱を行った。そして、イナートオープン(光洋サーモシステム(株)製、INL-60)を用いて、N₂雰囲気下(酸素濃度20ppm以下)、室温から200℃まで60分かけて昇温したのち、200℃で60分間熱処理し、銅箔上に形成された樹脂組成物被膜の硬化膜を得た。その後、塩化第二鉄液を用いて銅箔のみを溶解させ、水洗し、風乾させることによって、樹脂組成物の硬化膜を得た。

[0124] 得られた硬化膜を5mm×40mmサイズの試験片にカットし、動的粘弾性測定装置DVA-200(アイティー計測制御(株)製)を用いて、チャック間距離20mm、周波数1Hz、温度範囲室温~350℃、昇温速度5℃/分、測定ひずみ0.1%の条件で測定を実施し、貯蔵弾性率と損失弾性率の比を取ったtanδ=貯蔵弾性率/損失弾性率のピークトップの温度をガラス転移温度とした。

[0125] <引張強度・引張伸度の評価>

前記ガラス転移温度の評価方法と同様にして、樹脂組成物の硬化膜を得た。得られた硬化膜を10mm×80mmサイズの試験片にカットし、万能試験機AG-Plus((株)島津製作所製)を用いて、室温下、チャック

間距離 50 mm、引張速度 50 mm/分で引張試験を行い、引張強度（破断点応力）および引張伸び（破断点伸び）の測定を行った。測定は 1 検体につき 10 枚の試験片について行い、結果から上位 5 点の平均値を求めた。

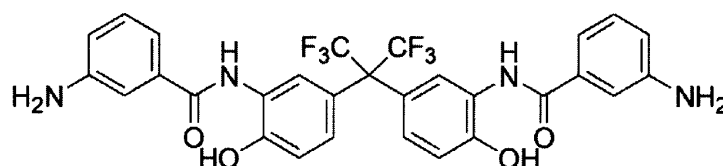
[0126] 各実施例および比較例で用いた化合物は以下の方法により合成した。

[0127] 合成例 1 フェノール性水酸基含有ジアミン化合物（a）の合成

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（以降 BAHF と呼ぶ）（18.3 g、0.05 モル）をアセトン 100 mL およびプロピレンオキシド（17.4 g、0.3 モル）に溶解させ、-15℃に冷却した。ここに 3-ニトロベンゾイルクロリド（20.4 g、0.11 モル）をアセトン 100 mL に溶解させた溶液を滴下した。滴下終了後、-15℃で 4 時間反応させ、その後室温に戻した。析出した白色固体をろ別し、50℃で真空乾燥した。

[0128] 得られた白色固体 30 g を 300 mL のステンレスオートクレーブに入れ、メチルセロソルブ 250 mL に分散させ、5%パラジウム-炭素を 2 g 加えた。ここに水素を風船で導入して、還元反応を室温で行った。約 2 時間後、風船がこれ以上しぼまないことを確認して反応を終了させた。反応終了後、ろ過して触媒であるパラジウム化合物を除き、ろ液をロータリーエバポレーターで濃縮し、下記式で表されるヒドロキシル基含有ジアミン化合物（a）を得た。得られた固体はそのまま反応に使用した。

[0129] [化8]



[0130] 合成例 2 ポリイミド（A-1）の合成

乾燥窒素気流下、BAHF（29.30 g、0.08 モル）をγ-ブチロラクトン（以下、GBL と呼ぶ）80 g に添加し、120℃で攪拌溶解した

。次に、4-（2，5-ジオキソテトラヒドロフラン-3-イル）-1，2，3，4-テトラヒドロナフタレン-1，2-ジカルボン酸二無水物（以下、TDA-100とする）（30.03 g、0.1モル）をGBL 20 gとともに加えて、120℃で1時間攪拌し、次いで200℃で4時間攪拌して反応溶液を得た。次に、反応溶液を水3 Lに投入して白色沈殿を集めた。この沈殿をろ過で集めて、水で3回洗浄した後、80℃の真空乾燥機で5時間乾燥した。

[0131] 合成例3 ポリアミドイミド（A-2）の合成

乾燥窒素気流下、ヒドロキシル基含有ジアミン化合物（a）（15.72 g、0.04モル）およびBAHF（14.65 g、0.04モル）をGBL 100 gに添加し、120℃で攪拌した。次に、TDA-100（30.03 g、0.1モル）をGBL 20 gとともに加えて、120℃で1時間攪拌し、次いで200℃で4時間攪拌して反応溶液を得た。次に、反応溶液を水3 Lに投入して白色沈殿を集めた。この沈殿をろ過で集めて、水で3回洗浄した後、80℃の真空乾燥機で5時間乾燥した。

[0132] 実施例1

（A）成分としてポリイミド（A-1）10 g、（B1）成分としてPETG（商品名、昭和電工（株）製）5.6 gおよびBATG（商品名、昭和電工（株）製）3.7 g、（B2）成分としてOXT-101（商品名、東亜合成（株）製）0.7 g、（C）成分としてCPI-310FG（商品名、サンアプロ（株）製）0.3 g、増感剤としてUVS-1331（商品名、川崎化成工業（株）製）0.2 g、シラン化合物としてKBM-403（商品名、信越化学工業（株）製）0.4 gをGBLに溶解した。溶媒であるGBLの添加量は、溶媒以外の添加物を固形分とし、固形分濃度が60重量%となるように調整した。得られた溶液を、保留粒子径1 μmのフィルターを用いて加圧ろ過し、ネガ型の感光性を有する樹脂組成物ワニスを得た。

[0133] 得られた樹脂組成物ワニスを、コンマロールコーターを用いて、厚さ50 μmのPETフィルム上に塗布し、120℃で8分間乾燥を行うことによ

て、PETフィルム上に樹脂組成物が形成された樹脂組成物フィルムを得た。樹脂組成物被膜の膜厚は45 μm となるように調整した。その後、樹脂組成物被膜の上に、保護フィルムとして、厚さ30 μm のPPフィルムをラミネートした。得られた樹脂組成物フィルムを用いて、前記のように、パターン加工性、ガラス転移温度、および引張強度・引張伸度の評価を行った。結果を表2に示す。

[0134] 実施例2～15

(A)～(C)成分および、その他成分を下記の化合物に変更し、それらの混合比を表1に記載のように変更した以外は実施例1と同様にして、樹脂組成物フィルムを作製し、前記のように、パターン加工性、ガラス転移温度、および引張強度・引張伸度の評価を行った。結果を表2に示す。

[0135] 比較例1～3

(A)～(C)成分および、その他成分を下記の化合物に変更し、それらの混合比を表1に記載のように変更した以外は実施例1と同様にして、樹脂組成物フィルムを作製し、前記のように、パターン加工性の評価を行った。結果を表2に示す。

[0136]

[表1-1]

【表 1 - 1】												
		実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例
(A) 成分 (質量部)	A - 1	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	実施例
	A - 2	—	100	—	100	100	100	100	100	100	100	100
(B) 成分 (質量部)	B 1 - 1	56	56	18	40	40	40	40	48	30	20	20
	B 1 - 2	37	37	12	26	26	26	26	32	20	13	13
	B 1 - 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B 1 - 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B 2 - 1	7	7	70	33	—	—	—	—	—	—	—
	B 2 - 2	—	—	—	—	33	—	—	—	—	—	—
	B 2 - 3	—	—	—	—	—	—	33	20	50	17	17
	B 2 - 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(C) 成分 (質量部)	C - 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
増感剤 (質量部)	UVS-2171	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
シラン化合物 (質量部)	KBM-403	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(B 2) 成分の合計の含有量 (質量部)		7.6	7.6	233	50	50	50	50	25	100	50	50
(B) 成分の合計の含有量 (質量部)		100	100	100	99	99	99	99	100	100	50	50

[表1-2]

【表 1 - 2】		実施例 1 0	実施例 1 1	実施例 1 2	実施例 1 3	実施例 1 4	実施例 1 5	比較例 1	比較例 2	比較例 3
(A) 成分 (質量部)	A - 1	100	100	100	100	100	100	—	100	100
	A - 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B 1 - 1	48	30	48	—	40	—	30	—	67
	B 1 - 2	32	20	32	—	26	—	20	—	33
(B) 成分 (質量部)	(B 1) 成分 (質量部)	—	—	—	50	—	50	—	—	—
	B 1 - 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B 1 - 4	—	—	—	—	—	—	50	—	—
	(B 2) 成分 (質量部)	—	—	—	—	—	—	100	—	—
(C) 成分 (質量部)	B 2 - 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B 2 - 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B 2 - 3	80	25	40	50	—	—	—	100	—
	B 2 - 4	—	—	—	—	33	50	—	—	—
増感剤 (質量部)	C - 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	UVS-2171	2.	2	2	2	2	2	2	2	2
	KBM-403	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	シラン化合物 (質量部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(B 2) 成分の合計の含有量 (質量部)		50	50	50	100	50	100	100	—	—
(B) 成分の合計の含有量 (質量部)		160	75	120	100	100	100	—	100	100

[表2-1]

【表 2 - 1】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9
パターン 加工性	解像度 (μm)	10	10	10	8	7	5	6	6	10
	アスペクト比	9	9	9	11.3	12.9	18	15	15	9
熱・機械特性	ガラス転移温度 (°C)	260	230	225	250	242	240	245	237	248
	引張強度 (MP a)	85	80	80	85	85	90	85	90	75
	引張伸度 (%)	6	8	6	6	7	8	7	8	7

[表2-2]

		実施例 1 0	実施例 1 1	実施例 1 2	実施例 1 3	実施例 1 4	実施例 1 5	比較例 1	比較例 2	比較例 3
パターン 加工性	解像度 (μm)	8	6	6	7	7	7	10	0	15
	アスペクト比	11.3	15	15	12.9	12.9	12.9	9	0	6
熱・機械特性	ガラス転移温度 (°C)	238	242	238	220	245	225	160	215	263
	引張強度 (MPa)	75	85	85	80	85	80	60	80	90
	引張伸度 (%)	6	7	8	8	7	8	4	6	6

【表2-2】

[0140] 表1中に記載の「(B2)成分の合計の含有量(質量部)」とは、(B1

）成分の合計を100質量部とした場合の（B2）成分の合計の質量部を表す。また、「（B）成分の合計の含有量（質量部）」は、（A）成分の合計を100質量部とした場合の（B）成分の合計の質量部を表す。

[0141] 表1、表2から明らかであるように、（A）成分を含有しない比較例1は、硬化膜のガラス転移温度や引張強度が実施例に対して劣っていた。（B1）成分を含有しない比較例2は、パターンにツマリが生じ、パターン加工ができなかった。（B2）成分を含有しない比較例3は、パターンが微細になるとヨレや剥離が生じ、高アスペクト比のパターン加工ができなかった。

[0142] これに対し、本実施例の樹脂組成物は、十分な熱特性（ガラス転移温度）と機械特性（引張強度、引張伸度）を有して、高アスペクト比なパターン形成が可能であることが示された。

[0143] なお、各合成例、実施例および比較例で用いた化合物を下記に示した。

[0144] （A）高分子化合物

A-1：ポリイミド

A-2：ポリアミドイミド。

[0145] （B1）エポキシ化合物

B1-1：PETG（昭和電工（株）製）、一般式（3）で表されるエポキシ化合物

B1-2：BATG（昭和電工（株）製）

B1-3：TEPIC-VL（日産化学（株）製）、一般式（4）で表されるエポキシ化合物

B1-4：1007（三菱ケミカル（株）製）、ビスフェノールA型エポキシ樹脂。

[0146] （B2）オキセタン化合物

B2-1：OXT-101（東亜合成（株）製）、オキセタニル基を1つ有する化合物

B2-2：OXT-221（東亜合成（株）製）、オキセタニル基を2つ有する化合物

B 2 - 3 : O X T - 1 2 1 (東亜合成 (株) 製)、オキセタニル基を 2 つ有し、一般式 (5) で表される化合物

B 2 - 4 : E T E R N A C O L L O X B P (U B E (株) 製)、オキセタニル基を 2 つ有し、一般式 (6) で表される化合物。

[0147] (C) カチオン重合開始剤

C - 1 : C P I - 3 1 0 F G (オニウム塩系光酸発生剤、サンアプロ (株) 製)

増感剤

U V S - 2 1 7 1 (アントラセン化合物、川崎化成工業 (株) 製)

シラン化合物

K B M - 4 0 3 (3 - グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、信越化学工業 (株) 製)

符号の説明

[0148] 1 樹脂組成物のパターン

2 基材

3 インダクタ

4 絶縁膜

5 コイル

6 樹脂層

7 基板

8 絶縁膜

9 磁性材

10 モールド樹脂

請求の範囲

〔請求項1〕 (A) 成分としてポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾールからなる群より選ばれる少なくとも1つの高分子化合物、(B) 成分としてカチオン重合性化合物、(C) 成分として光カチオン重合開始剤を含有する樹脂組成物であって、

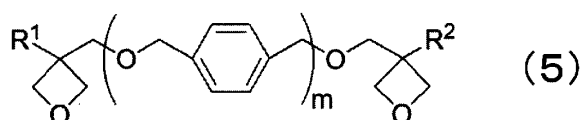
前記(B)成分が、(B1)成分としてエポキシ化合物と(B2)成分としてオキセタン化合物の両方を含有する、樹脂組成物。

〔請求項2〕 前記(B1)成分の合計を100質量部とした場合、前記(B2)成分の合計が10～200質量部である、請求項1に記載の樹脂組成物。

〔請求項3〕 前記(B2)成分が、1分子中に2つ以上のオキセタニル基を有するオキセタン化合物を含有する、請求項1に記載の樹脂組成物。

〔請求項4〕 前記(B2)成分が、一般式(5)で表されるオキセタン化合物を含有する、請求項1に記載の樹脂組成物。

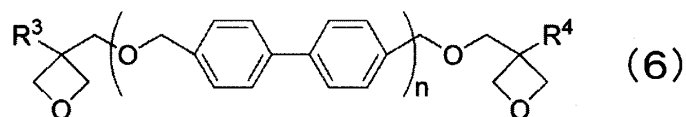
[化1]



一般式(5)中、mは1～6の整数であり、R¹、R²は1価の有機基である。

〔請求項5〕 前記(B2)成分が、一般式(6)で表されるオキセタン化合物を含有する、請求項1に記載の樹脂組成物。

[化2]

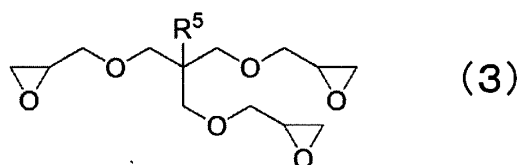


一般式（６）中、 n は１～６の整数であり、 R^3 、 R^4 は１価の有機基である。

[請求項6]

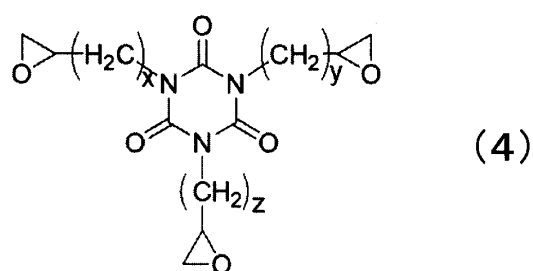
前記（Ｂ１）成分が、一般式（３）または一般式（４）で表されるエポキシ化合物を含有する、請求項１に記載の樹脂組成物。

[化3]



一般式（３）中、 R^5 は１価の有機基である。

[化4]



一般式（４）中、 x 、 y 、 z は、それぞれ独立に１～６の整数である。

。

[請求項7]

前記（Ａ）成分の合計を１００質量部とした場合、前記（Ｂ）成分

- の合計が50～200質量部である、請求項1に記載の樹脂組成物。
- [請求項8] ネガ型の感光性樹脂組成物である、請求項1に記載の樹脂組成物。
- [請求項9] 樹脂組成物被膜、および、支持体を有する、樹脂組成物フィルムであって、該樹脂組成物被膜が請求項1に記載の樹脂組成物からなる、樹脂組成物フィルム。
- [請求項10] 請求項1に記載の樹脂組成物を硬化した硬化膜を有する半導体装置。
- [請求項11] 硬化膜の厚みが40～300 μ mである、請求項10に記載の半導体装置。
- [請求項12] 硬化膜のアスペクト比が4～20である、請求項10に記載の半導体装置。
- [請求項13] 半導体装置が絶縁膜およびコイルを有するインダクタであって、前記樹脂組成物を硬化した硬化膜をインダクタの絶縁膜として用いた請求項10に記載の半導体装置。
- [請求項14] 半導体装置が、基板上に、絶縁膜とコイルが形成されたインダクタであって、該絶縁膜と該基板の間に樹脂層をさらに有する、請求項13に記載の半導体装置。
- [請求項15] 前記樹脂層が、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、およびポリベンゾオキサゾールからなる群より選ばれる少なくとも1つの高分子化合物を含み、該樹脂層における前記の高分子化合物の含有量が、1～45質量%である、請求項14に記載の半導体装置。