

明 細 書

発明の名称：

接着剤組成物、積層体、及び加工された半導体基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、接着剤組成物、積層体、及び加工された半導体基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来２次元的な平面方向に集積してきた半導体ウエハは、より一層の集積化を目的に平面を更に３次元方向にも集積（積層）する半導体集積技術が求められている。この３次元積層はシリコン貫通電極（TSV：through silicon via）によって結線しながら多層に集積していく技術である。多層に集積する際に、集積されるそれぞれのウエハは形成された回路面とは反対側（即ち、裏面）を研磨によって薄化し、薄化された半導体ウエハを積層する。

[0003] 薄化前の半導体ウエハ（ここでは単にウエハとも呼ぶ）が、研磨装置で研磨するために支持体に接着される。その際の接着は研磨後に容易に剥離されなければならないため、仮接着と呼ばれる。この仮接着は支持体から容易に取り外されなければならない、取り外しに大きな力を加えると薄化された半導体ウエハは、切断されたり変形したりすることがあり、その様なことが生じない様に、容易に取り外される。しかし、半導体ウエハの裏面研磨時に研磨応力によって外れたりずれたりすることは好ましくない。従って、仮接着に求められる性能は研磨時の応力に耐え、研磨後に容易に取り外されることである。

[0004] そのような仮接着に用いられる仮接着剤として、ポリジメチルシロキサンを含有する接着剤（特許文献１）、エポキシ変性ポリシロキサンを含有する仮接着剤（特許文献２）などが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2017/221772号パンフレット

特許文献2：国際公開第2018/216732号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 半導体ウェハーには、表面に電極が形成されている場合があり、その場合、仮接着又は剥離の際に、電極が変形することがある。

[0007] 本発明は、剥離性に優れかつ電極が変形しにくい接着剤層を形成可能な接着剤組成物、該接着剤組成物を用いた積層体、及び当該積層体を用いた、加工された半導体基板又は電子デバイス層の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、前記の課題を解決する為、鋭意検討を行った結果、前記の課題を解決出来ることを見出し、以下の要旨を有する本発明を完成させた。

[0009] すなわち、本発明は以下を包含する。

[1] 半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することにより用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物であって、

前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを前記接着剤層を介して仮接着した後に、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板との間へ前記機材を差し込む力が、10.0kgf以下であり、

前記接着剤層の貯蔵弾性率が、30MPa以上である、接着剤組成物。

[2] 前記接着剤層の貯蔵弾性率が、50MPa～350MPaである、[1]に記載の接着剤組成物。

[3] 前記差し込む力が、1.0kgf～10.0kgfである、[1]又は[2]に記載の接着剤組成物。

〔４〕 接着剤成分と、剥離剤成分とを含有する、〔１〕から〔３〕のいずれかに記載の接着剤組成物。

〔５〕 半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することにより用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物であって、

前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記接着剤層との密着力が、 $0.2\text{ N} \sim 9.0\text{ N}$ である、接着剤組成物。

〔６〕 前記密着力が、 $0.2\text{ N} \sim 3.0\text{ N}$ である、〔５〕に記載の接着剤組成物。

〔７〕 前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを前記接着剤層を介して仮接着した後に、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板との間へ前記機材を差し込む力が、 10.0 kgf 以下である、〔５〕又は〔６〕に記載の接着剤組成物。

〔８〕 接着剤成分と、剥離剤成分とを含有する、〔５〕から〔８〕のいずれかに記載の接着剤組成物。

〔９〕 剥離剤成分を含有する接着剤組成物であって、
前記接着剤組成物から得られる接着剤層の破断強度が、 1.5 MPa 以上である、接着剤組成物。

〔１０〕 前記破断強度が、 $1.5\text{ MPa} \sim 7.0\text{ MPa}$ である、〔９〕に記載の接着剤組成物。

〔１１〕 半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することにより用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物であって、

前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを前記接着剤層を介して仮接着した後に、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板との間へ前記機材を差し込む力が、 10.0 kgf 以下である、〔９〕又は〔１０〕に記載の接着剤組成物。

〔１２〕 接着剤成分を含有する、〔９〕から〔１１〕のいずれかに記載の接着剤組成物。

〔１３〕 前記剥離剤成分が、ポリオルガノシロキサンを含む、〔４〕、〔８〕、及び〔９〕のいずれかに記載の接着剤組成物。

〔１４〕 前記剥離剤成分が、２種以上のポリオルガノシロキサンを含む、〔４〕、〔８〕、及び〔９〕のいずれかに記載の接着剤組成物。

〔１５〕 前記接着剤成分が、ヒドロシリル化反応によって硬化する成分である、〔４〕、〔８〕、及び〔１２〕のいずれかに記載の接着剤組成物。

〔１６〕 前記ヒドロシリル化反応によって硬化する成分が、
ケイ素原子に結合した炭素原子数２～４０のアルケニル基を有する成分（Ａ－１）と、

Ｓｉ－Ｈ基を有する成分（Ａ－２）と、

白金族金属系触媒（Ａ－３）と

を含有する、〔１５〕に記載の接着剤組成物。

〔１７〕 前記成分（Ａ－１）が、ケイ素原子に結合した炭素原子数２～４０のアルケニル基を有するポリオルガノシロキサン（ａ１）を含有する、〔１６〕に記載の接着剤組成物。

〔１８〕 前記成分（Ａ－２）が、Ｓｉ－Ｈ基を有するポリオルガノシロキサンを含有する、〔１６〕又は〔１７〕に記載の接着剤組成物。

〔１９〕 半導体基板又は電子デバイス層と、
支持基板と、

前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板との間に設けられた、接着剤層とを有し、

前記接着剤層が、〔１〕から〔１８〕のいずれかに記載の接着剤組成物から形成された接着剤層である、積層体。

〔２０〕 加工された半導体基板又は電子デバイス層の製造方法であって、

〔１９〕に記載の積層体の前記半導体基板が加工される第５Ａ工程、又は

〔19〕に記載の積層体の前記電子デバイス層が加工される第5 B工程と、
前記第5 A工程によって加工された前記半導体基板と前記支持基板とが分離される第6 A工程、又は前記第5 B工程によって加工された前記電子デバイス層と前記支持基板とが分離される第6 B工程と、
を含む、加工された半導体基板又は電子デバイス層の製造方法。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、剥離性に優れかつ電極が変形しにくい接着剤層を形成可能な接着剤組成物、該接着剤組成物を用いた積層体、及び当該積層体を用いた、加工された半導体基板又は電子デバイス層の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、第1の実施態様における積層体の一例の概略断面図である。
[図2]図2は、第1の実施態様における積層体の他の一例の概略断面図である。
。
[図3A]図3 Aは、第1の実施態様における一例を示す積層体の製造方法を説明するための概略断面図である（その1）。
[図3B]図3 Bは、第1の実施態様における一例を示す積層体の製造方法を説明するための概略断面図である（その2）。
[図4]図4は、第2の実施態様における積層体の一例の概略断面図である。
[図5]図5は、第2の実施態様における積層体の他の一例の概略断面図である。
。
[図6A]図6 Aは、第2の実施態様における一例を示す積層体の製造方法を説明するための概略断面図である（その1）。
[図6B]図6 Bは、第2の実施態様における一例を示す積層体の製造方法を説明するための概略断面図である（その2）。
[図6C]図6 Cは、第2の実施態様における一例を示す積層体の製造方法を説明するための概略断面図である（その3）。
[図7A]図7 Aは、第1の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説

明するための概略断面図である（その１）。

[図7B]図 7 Bは、第 1 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その２）。

[図7C]図 7 Cは、第 1 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その３）。

[図7D]図 7 Dは、第 1 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その４）。

[図8A]図 8 Aは、第 2 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その１）。

[図8B]図 8 Bは、第 2 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その２）。

[図8C]図 8 Cは、第 2 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その３）。

[図8D]図 8 Dは、第 2 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その４）。

[図8E]図 8 Eは、第 2 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その５）。

[図8F]図 8 Fは、第 2 の実施態様における一例を示す積層体の加工方法を説明するための概略断面図である（その６）。

発明を実施するための形態

[0012]（接着剤組成物）

〔第 1 の実施態様〕

本発明の接着剤組成物の第 1 の実施態様は、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することに用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物である。

本発明の接着剤組成物の第 1 の実施態様に関し、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを接着剤層を介して仮接着した後に、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の

、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間へ機材を差し込む力が、
10.0 kg f 以下である。

接着剤層の貯蔵弾性率は、30 MPa 以上である。

[0013] 第1の実施態様における差し込む力が10.0 kg f 以下であり、かつ接着剤層の貯蔵弾性率が30 MPa 以上であることで、剥離性に優れかつ電極が変形しにくい接着剤層が形成可能である。

[0014] 第1の実施態様における差し込む力は、10.0 kg f 以下であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、8.0 kg f 以下が好ましく、7.0 kg f 以下がより好ましく、5.0 kg f 以下が特に好ましい。差し込む力の下限值としては、特に制限されないが、差し込み力は、0.1 kg f 以上であってもよいし、1.0 kg f 以上であってもよいし、2.0 kg f 以上であってもよい。

差し込む力は、例えば、以下の様にして測定される。

半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを接着剤層を介して仮接着して積層体を得た後に、剥離装置を用いて剥離を実施する。剥離の際にはスクレーパー替刃（エスコ社製；刃厚0.2 mm）をニュートン計の先端に取り付け、替刃を半導体基板又は電子デバイス層と支持基板を貼り合わせた接着剤層に基板に対して平行に差し込み、剥離のきっかけを形成する。この際、刃を差し込むのに必要な力の最小値をニュートン計にて測定し、差し込む力とする。

積層体の作製は、例えば、以下の様に行う。

接着剤組成物を、デバイス側の基板として300 mmの電極付きシリコン基板（厚さ775 μ m；電極高さ35 μ m、直径25 μ m、ピッチ55 μ m）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が60 μ mとなるようにスピンコートした後、120℃1分間加熱処理し、半導体基板である電極付きシリコン基板上に接着剤塗布層を形成する。キャリア側の基板として301 mmのガラスウエハー（EAGLE-XG、コーニング社製、厚さ700 μ m）を用いる。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーと電極付きシリコン基板を、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、 200°C 10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製する。なお、貼り合せは、温度 23°C 、減圧度 $1,500\text{Pa}$ で行う。

差し込み力を制御する方法としては、特に制限されないが、例えば、接着剤組成物における接着剤成分、剥離剤成分の種類、配合量などを適宜選択することが挙げられる。

[0015] 第1の実施態様における接着剤層の貯蔵弾性率は、 30MPa 以上であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、 50MPa 以上が好ましく、 70MPa 以上がより好ましい。貯蔵弾性率の上限値としては、特に制限されないが、貯蔵弾性率は、 400MPa 以下が好ましく、 350MPa 以下がより好ましい。

接着剤層の貯蔵弾性率は、例えば、以下の様にして測定される。

接着剤組成物を、 300mm のシリコンウエハー（厚さ $775\mu\text{m}$ ）に、膜厚が $100\mu\text{m}$ となるようにスピンコートし、 120°C 1分間、続けて 200°C 10分間の加熱処理を行い、接着剤層を形成する。接着剤層をロータリーカッターで幅 0.5cm 、長さ 10cm に切り出し、動的粘弾性測定装置を用いて接着剤層の弾性率を測定する。測定にはマルチ周波数モードを用い、ひずみ率 0.1% として、 25°C での貯蔵弾性率を測定する。

貯蔵弾性率を制御する方法としては、特に制限されないが、例えば、接着剤組成物における接着剤成分、剥離剤成分の種類、配合量などを適宜選択することが挙げられる。

[0016] [第2の実施態様]

本発明の接着剤組成物の第2の実施態様は、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することに用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物である。

本発明の接着剤組成物第2の実施態様に関し、半導体基板又は電子デバイス層と接着剤層との密着力は、 $0.2\text{N}\sim 9.0\text{N}$ である。

[0017] 第2の実施態様における密着力が0.2N～9.0Nであることで、剥離性に優れかつ電極が変形しにくい接着剤層が形成可能である。

[0018] 第二の実施態様における密着力は、0.2N以上であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、0.3N以上が好ましく、0.5N以上がより好ましい。また、密着力は、9.0N以下であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、5.0N以下が好ましく、4.0N以下がより好ましく、3.0N以下が特に好ましい。

密着力は、例えば、以下の様にして測定される。

接着剤組成物を、半導体基板又は電子デバイス層に、最終的に得られる積層体中の膜厚が60 μ mとなるようにスピンコートし、120℃1分間、続けて200℃10分間の加熱処理を行い、接着剤層を形成する。接着剤層が形成された半導体基板又は電子デバイス層を3cm幅にカットし、ポリエステル粘着テープNO.336（日東電工社製）を接着剤層上に貼り付け、剥離解析装置を用いて、300mm/minで90°剥離試験を行い、その際の密着力を測定する。

密着力を制御する方法としては、特に制限されないが、例えば、接着剤組成物における接着剤成分、剥離剤成分の種類、配合量などを適宜選択することが挙げられる。

[0019] 本発明の接着剤組成物の第2の実施態様に関し、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを接着剤層を介して仮接着した後に、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間へ機材を差し込む力が、10.0kgf以下であることが好ましい。

[0020] 第2の実施態様における差し込む力は、10.0kgf以下が好ましく、本発明の効果をより好適に得る観点から、8.0kgf以下がより好ましく、7.0kgf以下が更により好ましく、5.0kgf以下が特に好ましい。差し込む力の下限值としては、特に制限されないが、差し込み力は、0.1kgf以上であってもよいし、1.0kgf以上であってもよいし、2.

0 k g f 以上であってもよい。

差し込む力は、例えば、以下の様にして測定される。

半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを接着剤層を介して仮接着して積層体を得た後に、剥離装置を用いて剥離を実施する。剥離の際にはスクレーパー替刃（エスコ社製；刃厚0.2 mm）をニュートン計の先端に取り付け、替刃を半導体基板又は電子デバイス層と支持基板を貼り合わせた接着剤層に基板に対して平行に差し込み、剥離のきっかけを形成する。この際、刃を差し込むのに必要な力の最小値をニュートン計にて測定し、差し込む力とする。

積層体の作製は、例えば、以下の様に行う。

接着剤組成物を、デバイス側の基板として300 mmのシリコンウエハー（厚さ775 μ m）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が60 μ mとなるようにスピコートした後に120℃1分間加熱処理し、半導体基板であるシリコンウエハー上に接着剤塗布層を形成する。キャリア側の基板として301 mmのガラスウエハー（EAGLE-XG、コーニング社製、厚さ700 μ m）を用いる。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーとシリコンウエハーを、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、200℃10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製する。なお、貼り合せは、温度23℃、減圧度1,500 Paで行う。

差し込み力を制御する方法としては、特に制限されないが、例えば、接着剤組成物における接着剤成分、剥離剤成分の種類、配合量などを適宜選択することが挙げられる。

[0021] [第3の実施態様]

本発明の接着剤組成物の第3の実施態様は、剥離剤成分を含有する。

接着剤組成物から得られる接着剤層の破断強度は、1.5 MPa以上である。

[0022] 接着剤組成物の第3の実施態様が剥離剤成分を含有し、かつ接着剤組成物

から得られる接着剤層の破断強度が1.5 MPa以上であることで、剥離性に優れかつ電極が変形しにくい接着剤層が形成可能である。

[0023] 第3の実施態様における破断強度は、1.5 MPa以上であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、3.0 MPa以上が好ましく、5.0 MPa以上がより好ましい。破断強度の上限値としては、特に制限されないが、破断強度は、7.0 MPa以下であってもよいし、6.5 MPa以下であってもよいし、6.0 MPa以下であってもよい。

破断強度は、例えば、以下の様にして測定される。

接着剤組成物を、デバイス側の基板として300 mmのシリコンウエハー（厚さ775 μm ）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が100 μm となるようにスピコートし、120℃1分間、続けて200℃10分間の加熱処理を行い、接着剤層を形成する。接着剤層をロータリーカッターで幅0.5 cm、長さ10 cmに切り出し、動的粘弾性測定装置を用いて接着剤層の破断強度を測定する。測定には引っ張り試験モード（チャック間距離：5 cm、引っ張り速度：3 N/min）を用い、30℃下にて接着剤層に破断が生じる強度（N）を測定する。その強度（N）を接着剤層の断面積で割って、破断強度（MPa）を求める。

破断強度を制御する方法としては、特に制限されないが、例えば、接着剤組成物における接着剤成分、剥離剤成分の種類、配合量などを適宜選択することが挙げられる。

[0024] 本発明の接着剤組成物の第3の実施態様は、例えば、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することに用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物である。

本発明の接着剤組成物の第3の実施態様に関し、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを接着剤層を介して仮接着した後に、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間へ機材を差し込む力が、10.0 kgf以下であることが好ましい。

[0025] 第3の実施態様における差し込む力は、10.0 kg f 以下が好ましく、本発明の効果をより好適に得る観点から、8.0 kg f 以下がより好ましく、7.0 kg f 以下が更により好ましく、5.0 kg f 以下が特に好ましい。差し込む力の下限值としては、特に制限されないが、差し込み力は、0.1 kg f 以上であってもよいし、1.0 kg f 以上であってもよいし、2.0 kg f 以上であってもよい。

差し込む力は、例えば、以下の様にして測定される。

半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを接着剤層を介して仮接着して積層体を得た後に、剥離装置を用いて剥離を実施する。剥離の際にはスクレーパー替刃（エスコ社製；刃厚0.2 mm）をニュートン計の先端に取り付け、替刃を半導体基板又は電子デバイス層と支持基板を貼り合わせた接着剤層に基板に対して平行に差し込み、剥離のきっかけを形成する。この際、刃を差し込むのに必要な力の最小値をニュートン計にて測定し、差し込む力とする。

積層体の作製は、例えば、以下の様にして行う。

接着剤組成物を、デバイス側の基板として300 mmの電極付きシリコン基板（厚さ775 μ m；電極高さ35 μ m、直径25 μ m、ピッチ55 μ m）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が60 μ mとなるようにスピンコートした後に120℃1分間加熱処理し、半導体基板である電極付きシリコン基板上に接着剤塗布層を形成する。キャリア側の基板として301 mmのガラスウエハー（EAGLE-XG、コーニング社製、厚さ700 μ m）を用いる。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーと電極付きシリコン基板を、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、200℃10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製する。なお、貼り合せは、温度23℃、減圧度1,500 Paで行う。

差し込み力を制御する方法としては、特に制限されないが、例えば、接着剤組成物における接着剤成分、剥離剤成分の種類、配合量などを適宜選択す

ることが挙げられる。

- [0026] 本発明の接着剤組成物としては、例えば、ポリシロキサン系接着剤、アクリル樹脂系接着剤、エポキシ樹脂系接着剤、ポリアミド系接着剤、ポリスチレン系接着剤、ポリイミド接着剤、フェノール樹脂系接着剤等が挙げられるが、これらに限定されない。

これらの中でも、半導体基板等の加工時は好適な接着能を示し、加工の後には好適に剥離可能であり、更に耐熱性にも優れるとともに、洗浄剤組成物によって好適に除去できるため、接着剤組成物としては、ポリシロキサン系接着剤が好ましい。

- [0027] 接着剤組成物は、例えば、接着剤成分を含有する。

接着剤組成物は、例えば、剥離剤成分を含有する。

- [0028] <接着剤成分>

接着剤成分としては、特に制限されないが、硬化する成分であることが好ましく、ヒドロシリル化反応によって硬化する成分であることがより好ましい。

ヒドロシリル化反応によって硬化する成分としては、特に制限されないが、ケイ素原子に結合した炭素原子数2～40のアルケニル基を有する成分（以下、「成分（A-1）」と称することがある。）と、Si-H基を有する成分（以下、「成分（A-2）」と称することがある。）と、白金族金属系触媒（A-3）とを含有することが好ましい。

接着剤成分は、ポリイミド樹脂を含有しないことが好ましい。

接着剤成分は、イミド結合を有しないことが好ましい。

- [0029] <<成分（A-1）及び成分（A-2）>>

接着剤組成物は、成分（A-1）を含有することが好ましい。

接着剤組成物は、成分（A-2）を含有することが好ましい。

以下、成分（A-1）、成分（A-2）、及び白金族金属系触媒（A-3）の組み合わせを、「硬化する成分（A）」又は「成分（A）」と称することがある。

[0030] 成分(A-1)は、本発明の効果を好適に得る観点から、ケイ素原子に結合した炭素原子数2~40のアルケニル基を有するポリオルガノシロキサン(a1)を含有することが好ましい。

成分(A-2)は、本発明の効果を好適に得る観点から、Si-H基を有するポリオルガノシロキサン(a2)を含有することが好ましい。

ここで、炭素原子数2~40のアルケニル基は置換されていてもよい。置換基としては、例えば、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシル基、アリール基、ヘテロアリール基等が挙げられる。

[0031] 他の好ましい態様においては、ヒドロシリル化反応によって硬化する接着剤組成物は、 SiO_2 で表されるシロキサン単位(Q単位)、 $\text{R}^1\text{R}^2\text{R}^3\text{SiO}_{1/2}$ で表されるシロキサン単位(M単位)、 $\text{R}^4\text{R}^5\text{SiO}_{2/2}$ で表されるシロキサン単位(D単位)及び $\text{R}^6\text{SiO}_{3/2}$ で表されるシロキサン単位(T単位)からなる群より選ばれる1種又は2種以上の単位を含むポリシロキサン(A1)と、白金族金属系触媒(A-3)とを含み、ポリシロキサン(A1)は、 SiO_2 で表されるシロキサン単位(Q'単位)、 $\text{R}^{1'}\text{R}^{2'}\text{R}^{3'}\text{SiO}_{1/2}$ で表されるシロキサン単位(M'単位)、 $\text{R}^{4'}\text{R}^{5'}\text{SiO}_{2/2}$ で表されるシロキサン単位(D'単位)及び $\text{R}^{6'}\text{SiO}_{3/2}$ で表されるシロキサン単位(T'単位)からなる群より選ばれる1種又は2種以上の単位を含むとともに、M'単位、D'単位及びT'単位からなる群より選ばれる少なくとも1種を含むポリオルガノシロキサン(a1')と、 SiO_2 で表されるシロキサン単位(Q''単位)、 $\text{R}^{1''}\text{R}^{2''}\text{R}^{3''}\text{SiO}_{1/2}$ で表されるシロキサン単位(M''単位)、 $\text{R}^{4''}\text{R}^{5''}\text{SiO}_{2/2}$ で表されるシロキサン単位(D''単位)及び $\text{R}^{6''}\text{SiO}_{3/2}$ で表されるシロキサン単位(T''単位)からなる群より選ばれる1種又は2種以上の単位を含むとともに、M''単位、D''単位及びT''単位からなる群より選ばれる少なくとも1種を含むポリオルガノシロキサン(a2')とを含む。

なお、(a1')は、(a1)の一例であり、(a2')は、(a2)の

一例である。

[0032] $R^1 \sim R^6$ は、ケイ素原子に結合する基又は原子であり、それぞれ独立して、置換されていてもよいアルキル基、置換されていてもよいアルケニル基又は水素原子を表す。置換基としては、例えば、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシ基、アリール基、ヘテロアリール基等が挙げられる。

[0033] $R^{1'} \sim R^{6'}$ は、ケイ素原子に結合する基であり、それぞれ独立して、置換されていてもよいアルキル基又は置換されていてもよいアルケニル基を表すが、 $R^{1'} \sim R^{6'}$ の少なくとも1つは、置換されていてもよいアルケニル基である。置換基としては、例えば、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシ基、アリール基、ヘテロアリール基等が挙げられる。

[0034] $R^{1''} \sim R^{6''}$ は、ケイ素原子に結合する基又は原子であり、それぞれ独立して、置換されていてもよいアルキル基又は水素原子を表すが、 $R^{1''} \sim R^{6''}$ の少なくとも1つは、水素原子である。置換基としては、例えば、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシ基、アリール基、ヘテロアリール基等が挙げられる。

[0035] アルキル基は、直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれでもよいが、直鎖状又は分岐鎖状アルキル基が好ましく、その炭素原子数は、特に限定されるものではないが、通常1～40であり、好ましくは30以下、より好ましくは20以下、より一層好ましくは10以下である。

[0036] 置換されていてもよい直鎖状又は分岐鎖状アルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*i*-プロピル基、*n*-ブチル基、*i*-ブチル基、*s*-ブチル基、ターシャリーブチル基、*n*-ペンチル基、1-メチル-*n*-ブチル基、2-メチル-*n*-ブチル基、3-メチル-*n*-ブチル基、1, 1-ジメチル-*n*-プロピル基、1, 2-ジメチル-*n*-プロピル基、2, 2-ジメチル-*n*-プロピル基、1-エチル-*n*-プロピル基、*n*-ヘキシル基、1-メチル-*n*-ペンチル基、2-メチル-*n*-ペンチル

基、3-メチル-n-ペンチル基、4-メチル-n-ペンチル基、1, 1-ジメチル-n-ブチル基、1, 2-ジメチル-n-ブチル基、1, 3-ジメチル-n-ブチル基、2, 2-ジメチル-n-ブチル基、2, 3-ジメチル-n-ブチル基、3, 3-ジメチル-n-ブチル基、1-エチル-n-ブチル基、2-エチル-n-ブチル基、1, 1, 2-トリメチル-n-プロピル基、1, 2, 2-トリメチル-n-プロピル基、1-エチル-1-メチル-n-プロピル基、1-エチル-2-メチル-n-プロピル基等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素原子数は、通常1~14であり、好ましくは1~10、より好ましくは1~6である。中でもメチル基が特に好ましい。

[0037] 置換されていてもよい環状アルキル基の具体例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、1-メチル-シクロプロピル基、2-メチル-シクロプロピル基、シクロペンチル基、1-メチル-シクロブチル基、2-メチル-シクロブチル基、3-メチル-シクロブチル基、1, 2-ジメチル-シクロプロピル基、2, 3-ジメチル-シクロプロピル基、1-エチル-シクロプロピル基、2-エチル-シクロプロピル基、シクロヘキシル基、1-メチル-シクロペンチル基、2-メチル-シクロペンチル基、3-メチル-シクロペンチル基、1-エチル-シクロブチル基、2-エチル-シクロブチル基、3-エチル-シクロブチル基、1, 2-ジメチル-シクロブチル基、1, 3-ジメチル-シクロブチル基、2, 2-ジメチル-シクロブチル基、2, 3-ジメチル-シクロブチル基、2, 4-ジメチル-シクロブチル基、3, 3-ジメチル-シクロブチル基、1-n-プロピル-シクロプロピル基、2-n-プロピル-シクロプロピル基、1-i-プロピル-シクロプロピル基、2-i-プロピル-シクロプロピル基、1, 2, 2-トリメチル-シクロプロピル基、1, 2, 3-トリメチル-シクロプロピル基、2, 2, 3-トリメチル-シクロプロピル基、1-エチル-2-メチル-シクロプロピル基、2-エチル-1-メチル-シクロプロピル基、2-エチル-2-メチル-シクロプロピル基、2-エチル-3-メチル-シクロプロピル基等のシクロ

アルキル基、ビスクロブチル基、ビスクロペンチル基、ビスクロヘキシル基、ビスクロヘプチル基、ビスクロオクチル基、ビスクロノニル基、ビスクロデシル基等のビスクロアルキル基等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素原子数は、通常3～14であり、好ましくは4～10、より好ましくは5～6である。

[0038] アルケニル基は、直鎖状、分岐鎖状のいずれでもよく、その炭素原子数は、特に限定されるものではないが、通常2～40であり、好ましくは30以下、より好ましくは20以下、より一層好ましくは10以下である。

[0039] 置換されていてもよい直鎖状又は分岐鎖状アルケニル基の具体例としては、ビニル基、アリル基、ブテニル基、ペンテニル基等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素原子数は、通常2～14であり、好ましくは2～10、より好ましくは1～6である。中でも、エテニル基、2-プロペニル基が特に好ましい。

置換されていてもよい環状アルケニル基の具体例としては、シクロペンテニル、シクロヘキセニル等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素原子数は、通常4～14であり、好ましくは5～10、より好ましくは5～6である。

[0040] 上述の通り、ポリシロキサン(A1)は、ポリオルガノシロキサン(a1')とポリオルガノシロキサン(a2')を含むが、ポリオルガノシロキサン(a1')に含まれるアルケニル基と、ポリオルガノシロキサン(a2')に含まれる水素原子(Si-H基)とが白金族金属系触媒(A-3)によるヒドロシリル化反応によって架橋構造を形成し硬化する。その結果、硬化膜が形成される。

[0041] ポリオルガノシロキサン(a1')は、Q'単位、M'単位、D'単位及びT'単位からなる群から選ばれる1種又は2種以上の単位を含むとともに、M'単位、D'単位及びT'単位からなる群より選ばれる少なくとも1種を含むものである。ポリオルガノシロキサン(a1')としては、このような条件を満たすポリオルガノシロキサンを2種以上組み合わせて用いてもよ

い。

[0042] Q' 単位、M' 単位、D' 単位及びT' 単位からなる群から選ばれる2種以上の好ましい組み合わせとしては、(Q' 単位とM' 単位)、(D' 単位とM' 単位)、(T' 単位とM' 単位)、(Q' 単位とT' 単位とM' 単位)、が挙げられるが、これらに限定されない。

[0043] また、ポリオルガノシロキサン(a 1') に包含されるポリオルガノシロキサンが2種以上含まれる場合、(Q' 単位とM' 単位)と(D' 単位とM' 単位)との組み合わせ、(T' 単位とM' 単位)と(D' 単位とM' 単位)との組み合わせ、(Q' 単位とT' 単位とM' 単位)と(T' 単位とM' 単位)との組み合わせが好ましいが、これらに限定されない。

[0044] ポリオルガノシロキサン(a 2') は、Q'' 単位、M'' 単位、D'' 単位及びT'' 単位からなる群から選ばれる1種又は2種以上の単位を含むとともに、M'' 単位、D'' 単位及びT'' 単位からなる群より選ばれる少なくとも1種を含むものである。ポリオルガノシロキサン(a 2') としては、このような条件を満たすポリオルガノシロキサンを2種以上組み合わせて用いてもよい。

[0045] Q'' 単位、M'' 単位、D'' 単位及びT'' 単位からなる群から選ばれる2種以上の好ましい組み合わせとしては、(M'' 単位とD'' 単位)、(Q'' 単位とM'' 単位)、(Q'' 単位とT'' 単位とM'' 単位)が挙げられるが、これらに限定されない。

[0046] ポリオルガノシロキサン(a 1') は、そのケイ素原子にアルキル基及び／又はアルケニル基が結合したシロキサン単位で構成されるものであるが、R^{1'} ~ R^{6'} で表される全置換基中におけるアルケニル基の割合は、好ましくは0.1 ~ 50.0モル%、より好ましくは0.5 ~ 30.0モル%であり、残りのR^{1'} ~ R^{6'} はアルキル基とすることができる。

[0047] ポリオルガノシロキサン(a 2') は、そのケイ素原子にアルキル基及び／又は水素原子が結合したシロキサン単位で構成されるものであるが、R^{1''} ~ R^{6''} で表される全ての置換基及び置換原子中における水素原子の割合は、

好ましくは0.1～50.0モル%、より好ましくは10.0～40.0モル%であり、残りのR^{1''}～R^{6''}はアルキル基とすることができる。

[0048] 接着剤組成物が(a1)と(a2)とを含む場合、本発明の好ましい態様においては、ポリオルガノシロキサン(a1)に含まれるアルケニル基とポリオルガノシロキサン(a2)に含まれるSi-H結合を構成する水素原子とのモル比は、1.0:0.5～1.0:0.66の範囲である。

[0049] ポリオルガノシロキサン(a1)、ポリオルガノシロキサン(a2)等のポリシロキサンの重量平均分子量は、特に限定されないが、それぞれ、通常500～1,000,000であり、本発明の効果を再現性よく実現する観点から、好ましくは5,000～50,000である。

なお、本発明において、ポリオルガノシロキサンの重量平均分子量及び数平均分子量並びに分散度は、例えば、GPC装置(東ソー(株)製EcoSEC, HLC-8320GPC)及びGPCカラム(東ソー(株)TSK gel SuperMultiporeHZ-N, TSK gel SuperMultiporeHZ-H)を用い、カラム温度を40℃とし、溶離液(溶出溶媒)としてテトラヒドロフランを用い、流量(流速)を0.35 mL/分とし、標準試料としてポリスチレン(昭和電工(株)製、Shodex)を用いて、測定することができる。

[0050] ポリオルガノシロキサン(a1)及びポリオルガノシロキサン(a2)の粘度は、特に限定されないが、それぞれ、通常10～1,000,000(mPa·s)であり、本発明の効果を再現性よく実現する観点から、好ましくは50～100,000(mPa·s)である。なお、ポリオルガノシロキサン(a1)及びポリオルガノシロキサン(a2)の粘度は、25℃においてE型回転粘度計で測定した値である。

[0051] ポリオルガノシロキサン(a1)とポリオルガノシロキサン(a2)は、ヒドロシリル化反応によって、互いに反応する。従って、その硬化のメカニズムは、例えばシラノール基を介したそれとは異なり、それ故、いずれのシロキサンも、シラノール基や、アルキルオキシ基のような加水分解によって

シラノール基を形成する官能基を含む必要は無い。

[0052] <<白金族金属系触媒 (A-3)>>

白金族金属系触媒は、白金系の金属触媒である。

このような白金系の金属触媒は、アルケニル基とSi-H基とのヒドロシリル化反応を促進するための触媒である。

[0053] 白金系の金属触媒の具体例としては、白金系化合物（白金または白金を含む化合物）として公知のものを使用することができる。

その具体例としては、白金微粉末、白金黒、塩化白金酸、塩化白金酸のアルコール変性物、塩化白金酸とジオレフィンとの錯体、白金-オレフィン錯体、白金-カルボニル錯体〔白金ビス（アセトアセテート）、白金ビス（アセチルアセトネート）等〕、塩化白金酸-アルケニルシロキサン錯体（塩化白金酸-ジビニルテトラメチルジシロキサン錯体、塩化白金酸-テトラビニルテトラメチルシクロテトラシロキサン錯体等）、白金-アルケニルシロキサン錯体（白金-ジビニルテトラメチルジシロキサン錯体、白金-テトラビニルテトラメチルシクロテトラシロキサン錯体等）、塩化白金酸とアセチレンアルコール類との錯体等が挙げられる。これらの中でも、ヒドロシリル化反応の促進効果が高いことから、白金-アルケニルシロキサン錯体が特に好ましい。

これらのヒドロシリル化反応用触媒は、一種単独で用いてもよいし、二種以上を併用してもよい。

[0054] 白金-アルケニルシロキサン錯体に用いられるアルケニルシロキサンは、特に限定されないが、例えば、1, 3-ジビニル-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 3, 5, 7-テトラビニルシクロテトラシロキサン、これらのアルケニルシロキサンのメチル基の一部をエチル基、フェニル基等で置換したアルケニルシロキサンオリゴマー、およびこれらのアルケニルシロキサンのビニル基をアリル基、ヘキセニル基等で置換したアルケニルシロキサンオリゴマー等が挙げられる。特に、生成する白金-アルケニルシロキサン錯体の安定性が良好であることか

ら、1, 3-ジビニル-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサンが好ましい。

[0055] 接着剤組成物における白金族金属系触媒（A-3）の含有量は、特に限定されないが、例えば、成分（A-1）と成分（A-2）との合計質量に対して、0.1～50.0 ppmの範囲である。

[0056] <<重合抑制剤>>

接着剤成分は、ヒドロシリル化反応の進行を抑制する目的で、重合抑制剤を含んでもよい。

重合抑制剤は、ヒドロシリル化反応の進行を抑制できる限り特に限定されるものではなく、その具体例としては、1-エチニル-1-シクロヘキサノール、1, 1-ジフェニル-2-プロピン-1-オール等のアルキニルアルコール等が挙げられる。

重合抑制剤の量は、特に限定されないが、例えば、ポリオルガノシロキサン（a1）及びポリオルガノシロキサン（a2）の合計量に対して、通常、その効果を得る観点から1000.0 ppm以上であり、ヒドロシリル化反応の過度な抑制を防止する観点から10000.0 ppm以下である。

[0057] <剥離剤成分>

剥離剤成分としては、特に限定されないが、本発明の効果をより好適に得る観点から、ポリオルガノシロキサンが好ましい。

剥離剤成分としてのポリオルガノシロキサンは、通常、接着剤成分とは反応しない。

例えば、剥離剤成分としてのポリオルガノシロキサンは、ヒドロシリル化反応を起こさない成分である。

剥離成分としてはフッ素原子を含有しないものが好ましい。

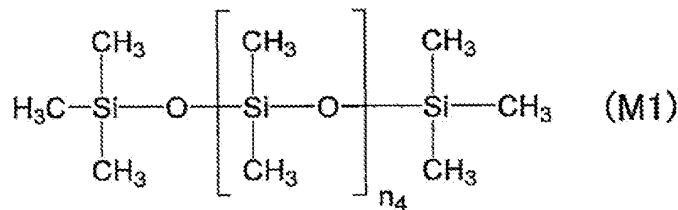
[0058] ポリオルガノシロキサンとしては、特に限定されず、例えば、ポリジメチルシロキサン、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン、フェニル基含有ポリオルガノシロキサン、カルビノール変性ポリオルガノシロキサンなどが挙げられる。

[0059] <<ポリジメチルシロキサン>>

本発明における「ポリジメチルシロキサン」は、エポキシ基含有ポリジメチルシロキサン、フェニル基含有ポリジメチルシロキサン、カルビノール変性ポリオルガノシロキサン等と異なり、無変性のポリオルガノシロキサンであって、ケイ素原子に結合する有機基としてメチル基を有するポリオルガノシロキサンである。

[0060] ポリジメチルシロキサンの具体例としては、式 (M1) で表されるものが挙げられるが、これに限定されない。

[0061] [化1]



(n_4 は、繰り返し単位の数を示し、正の整数である。)

[0062] ポリジメチルシロキサンの重量平均分子量は、特に限定されないものの、通常 100,000～2,000,000 であり、本発明の効果を再現性よく実現する観点から、好ましくは 200,000～1,200,000、より好ましくは 300,000～900,000 である。また、その分散度は、特に限定されないものの、通常 1.0～10.0 であり、好適な剥離を再現性よく実現する観点等から、好ましくは 1.5～5.0、より好ましくは 2.0～3.0 である。なお、重量平均分子量及び分散度は、ポリオルガノシロキサンに関する上述の方法で測定することができる。

ポリジメチルシロキサンの粘度は、特に限定されないが、通常 1,000～2,000,000 mm^2/s である。なお、ポリジメチルシロキサンの粘度の値は、動粘度で示され、センチストークス (cSt) = mm^2/s である。粘度 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$) を密度 (g/cm^3) で割って求めることもできる。す

なわち、その値は、25℃で測定したE型回転粘度計で測定した粘度と密度から求めることができ、動粘度 (mm^2/s) = 粘度 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$) / 密度 (g/cm^3) という式から算出することができる。

[0063] <<エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン>>

エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンとしては、末端にエポキシ基を有さないものが好ましい。

エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンとしては、側鎖にエポキシ基を有するものが好ましい。

エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンとしては、例えば、 $\text{R}^{11}\text{R}^{12}\text{SiO}_{2/2}$ で表されるシロキサン単位 (D^{10} 単位) を含むものが挙げられる。

[0064] R^{11} は、ケイ素原子に結合する基であり、アルキル基を表し、 R^{12} は、ケイ素原子に結合する基であり、エポキシ基又はエポキシ基を含む有機基を表し、アルキル基の具体例としては、上述の例示を挙げることができる。

エポキシ基を含む有機基におけるエポキシ基は、その他の環と縮合せずに、独立したエポキシ基であってもよく、1, 2-エポキシシクロヘキシル基のように、その他の環と縮合環を形成しているエポキシ基であってもよい。

エポキシ基を含む有機基の具体例としては、3-グリシドキシプロピル、2-(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エチルが挙げられるが、これらに限定されない。

本発明において、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンの好ましい一例としては、エポキシ基含有ポリジメチルシロキサンを挙げることができるが、これに限定されない。

[0065] エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンは、上述のシロキサン単位 (D^{10} 単位) を含むものであるが、 D^{10} 単位以外に、Q単位、M単位及び/又はT単位を含んでもよい。

本発明の好ましい態様においては、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンの具体例としては、 D^{10} 単位のみからなるポリオルガノシロキサン、 D^{10} 単位とQ単位とを含むポリオルガノシロキサン、 D^{10} 単位とM単位とを含む

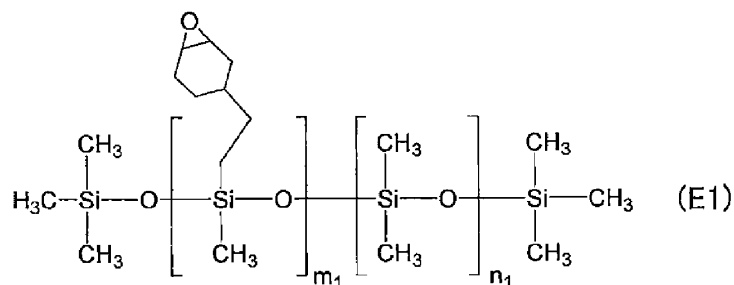
ポリオルガノシロキサン、D¹⁰単位とT単位とを含むポリオルガノシロキサン、D¹⁰単位とQ単位とM単位とを含むポリオルガノシロキサン、D¹⁰単位とM単位とT単位とを含むポリオルガノシロキサン、D¹⁰単位とQ単位とM単位とT単位とを含むポリオルガノシロキサン等が挙げられる。

[0066] エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンは、側鎖にエポキシ基を有していてもよいし、片末端にエポキシ基を有していてもよいし、両末端にエポキシ基を有していてもよい。

[0067] エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンは、エポキシ価が0.1～5であるエポキシ基含有ポリジメチルシロキサンが好ましい。また、その重量平均分子量は、特に限定されないものの、通常1,500～500,000であり、組成物中での析出抑制の観点から、好ましくは100,000以下である。

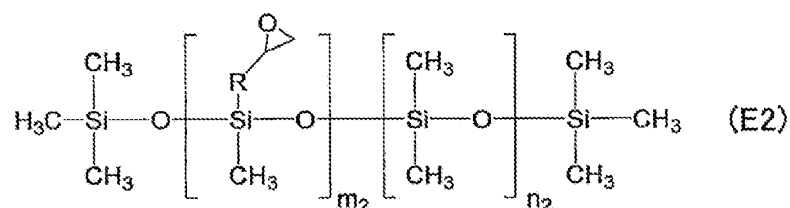
[0068] エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンの具体例としては、式(E1)～(E3)で表されるものが挙げられるが、これらに限定されない。

[0069] [化2]



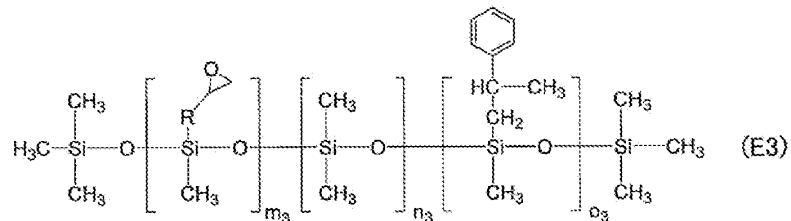
(m_1 及び n_1 は、各繰返し単位の数を示し、正の整数である。)

[0070] [化3]



(m_2 及び n_2 は、各繰返し単位の数を示し、正の整数であり、Rは、酸素原子及び不飽和結合(例えば、炭素-炭素二重結合、炭素-炭素三重結合、 $-N=N-$)の少なくともいずれかで中断されていてもよい炭素原子数1~10のアルキレン基である。)

[0071] [化4]



(m_3 、 n_3 及び o_3 は、各繰返し単位の数を示し、正の整数であり、Rは、酸素原子及び不飽和結合(例えば、炭素-炭素二重結合、炭素-炭素三重結合、 $-N=N-$)の少なくともいずれかで中断されていてもよい炭素原子数1~10のアルキレン基である。)

[0072] 上記一般式において、 m_1 、 m_2 、 m_3 、及び o_3 が2以上の場合、それらの繰返し単位は、隣接して並んでブロックを形成していてもよいし、ランダムに並んでいてもよい。

[0073] なお、式(E3)で表されるポリオルガノシロキサンは、エポキシ基とフェニル基とを有することから、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンであり、かつフェニル基含有ポリオルガノシロキサンでもある。なお、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンは、フェニル基を有していてもよいし、フェニル基を有していなくてもよい。

[0074] エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンの重量平均分子量は、特に限定されないものの、通常100,000~2,000,000であり、本発明の効果を再現性よく実現する観点から、好ましくは200,000~1,200,000、より好ましくは300,000~900,000である。また、その分散度は、特に限定されないものの、通常1.0~10.0であり、好適な剥離を再現性よく実現する観点等から、好ましくは1.5~5.0、

より好ましくは2.0～3.0である。なお、重量平均分子量及び分散度は、ポリオルガノシロキサンに関する上述の方法で測定することができる。

エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンの粘度は、特に限定されないが、通常1,000～2,000,000 mm²/sである。なお、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサンの粘度の値は、動粘度で示され、センチストークス(cSt)=mm²/sである。粘度(mPa・s)を密度(g/cm³)で割って求めることもできる。すなわち、その値は、25℃で測定したE型回転粘度計で測定した粘度と密度から求めることができ、動粘度(mm²/s)=粘度(mPa・s)/密度(g/cm³)という式から算出することができる。

[0075] <<フェニル基含有ポリオルガノシロキサン>>

フェニル基含有ポリオルガノシロキサンとしては、例えば、R³¹R³²SiO_{2/2}で表されるシロキサン単位(D³⁰単位)を含むものが挙げられる。

[0076] R³¹は、ケイ素原子に結合する基であり、フェニル基又はアルキル基を表し、R³²は、ケイ素原子に結合する基であり、フェニル基を表し、アルキル基の具体例としては、上述の例示を挙げることができるが、メチル基が好ましい。

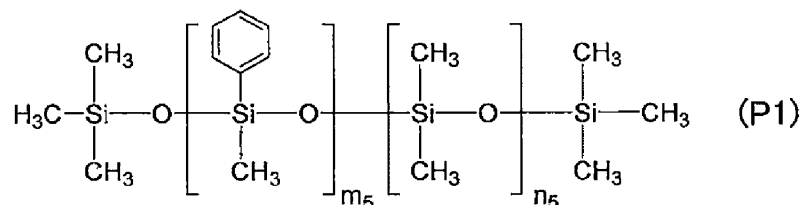
[0077] フェニル基含有ポリオルガノシロキサンは、上述のシロキサン単位(D³⁰単位)を含むものであるが、D³⁰単位以外に、Q単位、M単位及び／又はT単位を含んでもよい。

[0078] 好ましい態様においては、フェニル基含有ポリオルガノシロキサンの具体例としては、D³⁰単位のみからなるポリオルガノシロキサン、D³⁰単位とQ単位とを含むポリオルガノシロキサン、D³⁰単位とM単位とを含むポリオルガノシロキサン、D³⁰単位とT単位とを含むポリオルガノシロキサン、D³⁰単位とQ単位とM単位とを含むポリオルガノシロキサン、D³⁰単位とM単位とT単位とを含むポリオルガノシロキサン、D³⁰単位とQ単位とM単位とT単位とを含むポリオルガノシロキサンが挙げられる。

[0079] フェニル基含有ポリオルガノシロキサンの具体例としては、式(P1)又

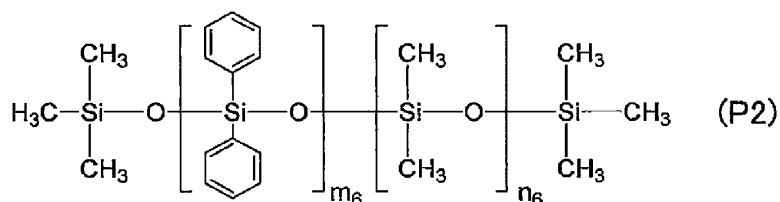
は（P2）で表されるものが挙げられるが、これらに限定されない。

[0080] [化5]



（ m_5 及び n_5 は、各繰り返し単位の数を示し、正の整数である。）

[0081] [化6]



（ m_6 及び n_6 は、各繰り返し単位の数を示し、正の整数である。）

[0082] 上記一般式において、 m_5 、及び m_6 が2 以上の場合、それらの繰り返し単位は、隣接して並んでブロックを形成していてもよいし、ランダムに並んでいてもよい。

[0083] <<カルビノール変性ポリオルガノシロキサン>>

カルビノール変性ポリオルガノシロキサンとしては、特に制限されない。

カルビノール変性ポリオルガノシロキサンは、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基を有するポリオルガノシロキサンである。このように、「カルビノール変性ポリオルガノシロキサン」におけるカルビノールとは、狭義の意味でのメタノールに限定されず、メタノール誘導体を含む。

[0084] カルビノール変性ポリオルガノシロキサンは、例えば、カルビノール変性ポリジメチルシロキサンである。

[0085] カルビノール変性ポリオルガノシロキサンが有する、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基の数としては、特に限定されず、1 つであってもよいし、

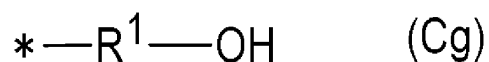
2つ以上であってもよい。

[0086] カルビノール変性ポリオルガノシロキサンは、側鎖に、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基を有していてもよいし、片末端に、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基を有していてもよいし、両末端に、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基を有していてもよい。

カルビノール変性ポリオルガノシロキサンは、側鎖に、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基を有することが好ましい。この場合、カルビノール変性ポリオルガノシロキサンの含有量が少量でも、接着剤組成物から形成される接着剤層に良好な剥離性を付与させることができる。

[0087] カルビノール変性ポリオルガノシロキサンは、例えば、ケイ素原子に直接結合した基として、下記式 (C g) で表される基を有する。

[0088] [化7]



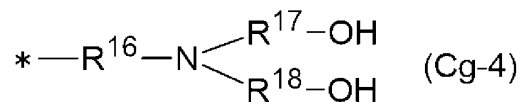
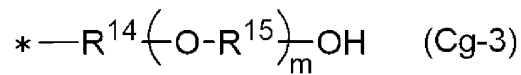
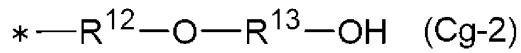
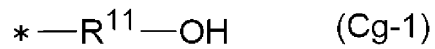
(式 (C g) 中、R¹は、炭素原子数 1 以上の基を表す。*は、ケイ素原子に結合する結合手を表す。ただし、式 (C g) 中のヒドロキシ基は、炭素原子に直接結合している。)

[0089] 式 (C g) で表される基が有する、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基の数としては、1つであってもよいし、2つ以上であってもよい。2つ以上としては、例えば、2つ、3つ、4つなどが挙げられる。

[0090] R¹の炭素原子数としては、特に限定されず、例えば、1～30であってもよいし、1～20であってもよいし、1～10であってもよい。

[0091] 式 (C g) で表される基としては、例えば、下記式 (C g-1)～式 (C g-4)) で表される基が挙げられる。

[化8]



(式 (C g - 1) 中、 R^{11} は、炭素原子数 1 ～ 3 のアルコキシ基で置換されていてもよい炭素原子数 1 ～ 6 のアルキレン基を表す。

式 (C g - 2) 中、 R^{12} は、炭素原子数 1 ～ 6 のアルキレン基を表す。 R^{13} は、炭素原子数 1 ～ 3 のアルコキシ基又はヒドロキシ基で置換されていてもよい炭素原子数 1 ～ 6 のアルキレン基を表す。

式 (C g - 3) 中、 R^{14} は、炭素原子数 1 ～ 6 のアルキレン基を表す。 R^{15} は、炭素原子数 1 ～ 3 のアルキレン基を表す。 m は、1 ～ 10 の整数を表す。

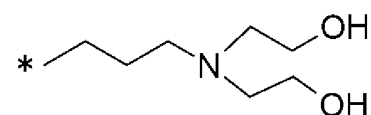
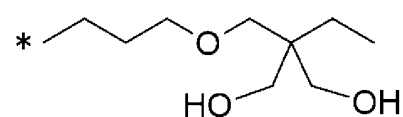
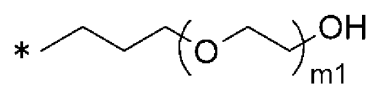
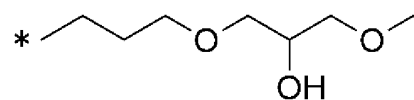
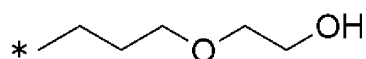
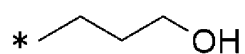
式 (C g - 4) 中、 $R^{16} \sim R^{18}$ は、それぞれ独立して、炭素原子数 1 ～ 6 のアルキレン基を表す。

式 (C g - 1) ～ 式 (C g - 4) 中、 $*$ は、ケイ素原子に結合する結合手を表す。)

[0092] $R^{11} \sim R^{18}$ のアルキレン基は、直鎖状であってもよいし、分岐状であってもよいし、環状であってもよい。

[0093] 式 (C g) で表される基としては、例えば、以下の基が挙げられる。

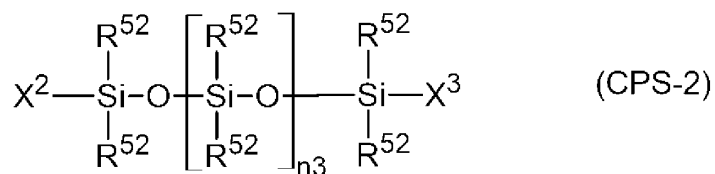
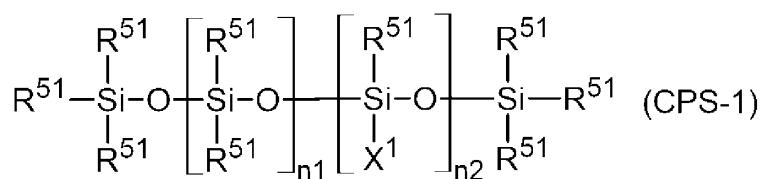
[化9]



(式中、 $m1$ は、2～10の整数を表す。＊は、ケイ素原子に結合する結合手を表す。)

[0094] カルビノール変性ポリオルガノシロキサンは、例えば、下記式(CPS-1)又は式(CPS-2)で表される。

[化10]



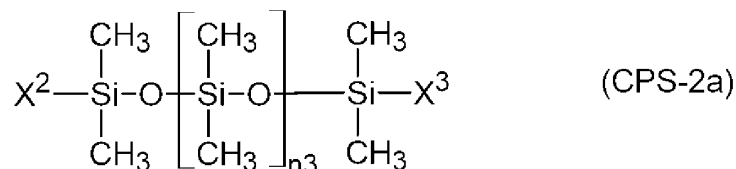
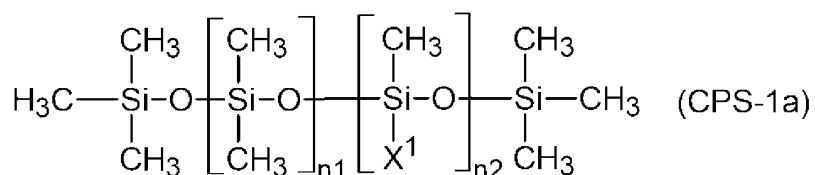
(式(CPS-1)中、 R^{51} は、それぞれ独立して、炭化水素基を表す。 X^1

は、上記式 (C g) で表される基を表す。n¹ は、0 以上の整数を表す。n² は、1 以上の整数を表す。

式 (C P S - 2) 中、R⁵² は、それぞれ独立して、炭化水素基を表す。X² は、上記式 (C g) で表される基を表す。X³ は、炭化水素基、又は上記式 (C g) で表される基を表す。n³ は、0 以上の整数を表す。)

[0095] R⁵¹、R⁵²、及び X³ における炭化水素基としては、例えば、炭素原子数 1 ～ 8 のアルキル基が挙げられる。炭素原子数 1 ～ 8 のアルキル基としては、メチル基が好ましい。即ち、カルピノール変性ポリオルガノシロキサンは、下記式 (C P S - 1 a) 又は式 (C P S - 2 a) で表されるポリジメチルシロキサンが好ましい。

[化11]



(式 (C P S - 1 a) 中、X¹ は、上記式 (C g) で表される基を表す。n¹ は、0 以上の整数を表す。n² は、1 以上の整数を表す。

式 (C P S - 2 a) 中、X² は、上記式 (C g) で表される基を表す。X³ は、メチル基、又は上記式 (C g) で表される基を表す。n³ は、0 以上の整数を表す。)

[0096] なお、式 (C P S - 1) で表されるカルピノール変性ポリオルガノシロキサン、及び式 (C P S - 1 a) で表されるカルピノール変性ポリジメチルシロキサンは、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基を、側鎖に有する。

式 (C P S - 2) で表されるカルピノール変性ポリオルガノシロキサン、

及び式(CPS-2a)で表されるカルビノール変性ポリジメチルシロキサンは、炭素原子に直接結合したヒドロキシ基を、片末端又は両末端に有する。

[0097] なお、式(CPS-1)で表されるカルビノール変性ポリオルガノシロキサンにおいて、 n_2 が2以上の場合、 $-Si(R^{51})(X^1)-O-$ で表されるシロキサンユニットは、隣接して並んでブロックを形成していてもよいし、ランダムに並んでいてもよい。

また、式(CPS-1a)で表されるカルビノール変性ポリジメチルシロキサンにおいて、 n_2 が2以上の場合、 $-Si(CH_3)(X^1)-O-$ で表されるシロキサンユニットは、隣接して並んでブロックを形成していてもよいし、ランダムに並んでいてもよい。

[0098] カルビノール変性ポリオルガノシロキサンの重量平均分子量は、特に限定されないものの、通常500～1,000,000であり、本発明の効果を再現性よく実現する観点から、好ましくは5,000～50,000である。また、その分散度は、特に限定されないものの、通常1.0～10.0であり、好適な剥離を再現性よく実現する観点等から、好ましくは1.5～5.0、より好ましくは2.0～3.0である。

カルビノール変性ポリオルガノシロキサンの粘度は、特に限定されないが、通常100～200,000 mm^2/s である。なお、ポリジメチルシロキサンの粘度の値は、動粘度で示され、センチストークス(cSt)= mm^2/s である。粘度(mPa·s)を密度(g/cm^3)で割って求めることもできる。すなわち、その値は、25℃で測定したE型回転粘度計で測定した粘度と密度から求めることができ、動粘度(mm^2/s)=粘度(mPa·s)/密度(g/cm^3)という式から算出することができる。

[0099] 剥離剤成分としてのポリオルガノシロキサンは1種を単独で又は2種以上を組み合わせ使用することができるが、本発明の効果をより好適に得る観点から、2種以上であることが好ましい。ここで、2種以上のポリオルガノシロキサンにおける2種とは、例えば、ポリジメチルシロキサンとエポキシ

基含有ポリオルガノシロキサンとの組み合わせ、ポリジメチルシロキサンとフェニル基含有ポリオルガノシロキサンとの組み合わせなどを意味し、例えば、分子量、粘度、エポキシ基の種類などが異なる2つのエポキシ基含有ポリオルガノシロキサンの組み合わせを指すものではない。

[0100] 剥離剤成分(B)であるポリオルガノシロキサンは、市販品であってもよいし、合成したものであってもよい。

ポリオルガノシロキサンの市販品としては、例えば、ワッカーケミ社製の製品であるWACKERSILICONE FLUID AK シリーズ(AK50、AK 350、AK 1000、AK 10000、AK 100000)やGENIOPLAST GUM、信越化学工業(株)製 ジメチルシリコンオイル(KF-96L、KF-96A、KF-96、KF-96H、KF-69、KF-965、KF-968)、環状ジメチルシリコンオイル(KF-995)；ゲレスト社製 エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン(商品名CMS-227、ECMS-327、EMS-622)、信越化学工業(株)製 エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン(KF-101、KF-1001、KF-1005、X-22-343)、ダウ・東レ社製 エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン(DOWSIL BY16-839、DOWSIL 8413、DOWSIL 8411)；ゲレスト社製 フェニル基含有ポリオルガノシロキサン(PMM-1043、PMM-1025、PDM-0421、PDM-0821)、信越化学工業(株)製 フェニル基含有ポリオルガノシロキサン(KF50-3000CS)、MOMENTIVE社製 フェニル基含有ポリオルガノシロキサン(TSF431、TSF433)等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0101] また、カルピノール変性ポリオルガノシロキサンの市販品としては、例えば、信越シリコン社製のKF6000、KF6001、KF6002、KF6003、X-22-4039、X-22-4015；Gelest社製のDMS-C15、DMS-C16、DMS-C21、DMS-C23、DBE-C25、DBE-C22、DMS-CA21、DMS-CS26、C

MS-221、CMS-222、CMS-832、CMS-626、MCR-C12、MCR-C18、MCR-C22、MCS-C11、MCS-C13、MCR-C61、MCR-C62、MCR-C63；ダウ・東レ社製のDOWSIL BY 16-201、DOWSIL SF 8427 Fluid、DOWSIL SF 8428 Fluidなどが挙げられる。

[0102] 接着剤組成物における剥離剤成分の含有量としては、特に制限されないが、本発明の効果を好適に得る観点から、接着剤組成物の不揮発分に対して、0.01質量%以上が好ましく、0.05質量%以上がより好ましく、0.10質量%以上が特に好ましい。上限値としては、特に限定されないが、例えば、30質量%以下が好ましく、25質量%以下がより好ましく、20質量%以下が特に好ましい。

接着剤組成物の不揮発分とは、接着剤組成物における溶媒以外の成分を指す。

[0103] <溶媒>

接着剤組成物は、粘度の調整等を目的に、溶媒を含んでもよく、その具体例としては、脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、ケトン等が挙げられるが、これらに限定されない。

より具体的には、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、イソノナン、デカン、ウンデカン、ドデカン、イソドデカン、メンタン、リモネン、トルエン、キシレン、メチシレン、クメン、MIBK（メチルイソブチルケトン）、酢酸ブチル、ジイソブチルケトン、2-オクタノン、2-ノナノン、5-ノナノン、シクロヘキサノン、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテル等が挙げられるが、これらに限定されない。このような溶媒は、1種単独で又は2種以上組み合わせる用いることができる。

[0104] 接着剤組成物が溶媒を含む場合、その含有量は、所望の組成物の粘度、採用する塗布方法、作製する薄膜の厚み等を勘案して適宜設定されるものであるが、組成物全体に対して、例えば、10～90質量%程度の範囲である

。

[0105] 本発明で用いる接着剤組成物の粘度は、特に限定されないが、25℃で、通常500～20,000 mPa・sであり、好ましくは1,000～1,0000 mPa・sである。

[0106] 本発明で用いる接着剤組成物の一例は、成分(A)、剥離剤成分(B)及び溶媒を混合することによって製造できる。

その混合順序は特に限定されるものではないが、容易にかつ再現性よく接着剤組成物を製造できる方法の一例としては、例えば、成分(A)と剥離剤成分(B)を溶媒に溶解させる方法や、成分(A)と剥離剤成分(B)の一部を溶媒に溶解させ、残りを溶媒に溶解させ、得られた溶液を混合する方法が挙げられるが、これらに限定されない。なお、接着剤組成物を調製する際、成分が分解したり変質したりしない範囲で、適宜加熱してもよい。

本発明においては、異物を除去する目的で、接着剤組成物を製造する途中で又は全ての成分を混合した後に、用いる溶媒や溶液等をフィルター等を用いてろ過してもよい。

[0107] (積層体)

[第1の実施態様]

本発明に係る積層体の第1の実施態様は、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板と、接着剤層とを有する。

本発明に係る積層体の第1の実施態様は、さらに剥離剤層を有していてもよく、その場合、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板と、剥離剤層と、接着剤層とを有する構成である。

[0108] 第1の実施態様における接着剤層は、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間に設けられている。

[0109] 本発明の積層体の第1の実施態様は、例えば、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間へ機材を差し込む力が、10,0 kgf以下である。

差し込む力は、例えば、10.0 kg f 以下であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、8.0 kg f 以下が好ましく、7.0 kg f 以下がより好ましく、5.0 kg f 以下が特に好ましい。差し込む力の下限值としては、特に制限されないが、差し込み力は、0.1 kg f 以上であってもよいし、1.0 kg f 以上であってもよいし、2.0 kg f 以上であってもよい。

差し込む力の測定方法は、例えば、前述のとおりである。即ち、接着剤組成物の第1の実施態様で説明したとおりである。

[0110] 第一の実施態様における接着剤層の貯蔵弾性率は、例えば、30 MPa 以上であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、50 MPa 以上が好ましく、70 MPa 以上がより好ましい。貯蔵弾性率の上限値としては、特に制限されないが、貯蔵弾性率は、400 MPa 以下が好ましく、350 MPa 以下がより好ましい。

貯蔵弾性率の測定方法は、例えば、前述のとおりである。即ち、接着剤組成物の第1の実施態様で説明したとおりである。

[0111] 積層体の第1の実施態様における接着剤層は、例えば、接着剤組成物の第1の実施態様を用いて形成することができる。

[0112] [第2の実施態様]

本発明に係る積層体の第2の実施態様は、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板と、接着剤層とを有する。

本発明に係る積層体の第2の実施態様は、さらに剥離剤層を有していてもよく、その場合、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板と、剥離剤層と、接着剤層とを有する構成である。

[0113] 第2の実施態様における接着剤層は、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間に設けられている。

[0114] 本発明の積層体の第2の実施態様に関し、半導体基板又は電子デバイス層と接着剤層との密着力は、例えば、0.2 N 以上9.0 N 以下である。

密着力は、例えば、0.2 N 以上であり、本発明の効果をより好適に得る

観点から、0.3 N以上が好ましく、0.5 N以上がより好ましい。密着力の上限値としては、特に制限されないが、密着力は、例えば、9.0 N以下であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、5.0 N以下が好ましく、4.0 N以下がより好ましく、3.0 N以下が特に好ましい。

密着力の測定方法は、例えば、前述のとおりである。即ち、接着剤組成物の第2の実施態様で説明したとおりである。

[0115] 本発明の積層体第2の実施態様は、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間へ機材を差し込む力が、10.0 kg f以下であることが好ましい。

差し込む力は、10.0 kg f以下が好ましく、本発明の効果をより好適に得る観点から、8.0 kg f以下がより好ましく、7.0 kg f以下が更により好ましく、5.0 kg f以下が特に好ましい。差し込む力の下限值としては、特に制限されないが、差し込み力は、0.1 kg f以上であってもよいし、1.0 kg f以上であってもよいし、2.0 kg f以上であってもよい。

差し込む力の測定方法は、例えば、前述のとおりである。即ち、接着剤組成物の第2の実施態様で説明したとおりである。

[0116] 積層体の第2の実施態様における接着剤層は、例えば、接着剤組成物の第2の実施態様を用いて形成することができる。

[0117] [第3の実施態様]

本発明に係る積層体の第3の実施態様は、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板と、接着剤層とを有する。

本発明に係る積層体の第3の実施態様は、さらに剥離剤層を有していてもよく、その場合、半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板と、剥離剤層と、接着剤層とを有する構成である。

[0118] 第3の実施態様における接着剤層は、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間に設けられている。

[0119] 第3の実施態様における接着剤層の破断強度は、例えば、1.5 MPa以上である。

破断強度は、例えば、1.5 MPa以上であり、本発明の効果をより好適に得る観点から、3.0 MPa以上が好ましく、5.0 MPa以上がより好ましい。破断強度の上限値としては、特に制限されないが、破断強度は、7.0 MPa以下であってもよいし、6.5 MPa以下であってもよいし、6.0 MPa以下であってもよい。

破断強度の測定方法は、例えば、前述のとおりである。即ち、接着剤組成物の第3の実施態様で説明したとおりである。

[0120] 本発明の積層体の第3の実施態様は、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、半導体基板又は電子デバイス層と支持基板との間へ機材を差し込む力が、10.0 kgf以下であることが好ましい。

差し込む力は、10.0 kgf以下が好ましく、本発明の効果をより好適に得る観点から、8.0 kgf以下がより好ましく、7.0 kgf以下が更により好ましく、5.0 kgf以下が特に好ましい。差し込む力の下限值としては、特に制限されないが、差し込み力は、0.1 kgf以上であってもよいし、1.0 kgf以上であってもよいし、2.0 kgf以上であってもよい。

差し込む力の測定方法は、例えば、前述のとおりである。即ち、接着剤組成物の第3の実施態様で説明したとおりである。

[0121] 積層体の第3の実施態様における接着剤層は、例えば、接着剤組成物の第3の実施態様を用いて形成することができる。

[0122] 本発明の積層体は、半導体基板又は電子デバイス層を加工するに際して仮接着するために使用され、半導体基板又は電子デバイス層の薄化等の加工に好適に用いることができる。

半導体基板に薄化等の加工が施されている間は、半導体基板は、支持基板に支持されている。他方、半導体基板の加工後は、支持基板と半導体基板と

が分離される。

また、電子デバイス層に薄化等の加工が施されている間は、電子デバイス層は、支持基板に支持されている。他方、電子デバイス層の加工後は、その後は、支持基板と電子デバイス層とが分離される。

半導体基板又は電子デバイス層と支持基板とが分離がされた後に半導体基板、電子デバイス層、又は支持基板に残る剥離剤層や接着剤層の残渣は、例えば、半導体基板等を洗浄するための洗浄剤組成物によって除去することができる。

[0123] 積層体が、半導体基板を有している場合と、電子デバイス層を有している場合とで、それぞれ場合分けして、以下詳しく説明する。

積層体が半導体基板を有している場合を、下記＜第 1 の実施態様＞で説明し、積層体が電子デバイス層を有している場合を、下記＜第 2 の実施態様＞で説明する。

[0124] ＜第 1 の実施態様＞

半導体基板を有する積層体は、半導体基板の加工に使用される。半導体基板に加工が施されている間は、半導体基板は支持基板に接着されている。半導体基板の加工後は、半導体基板は支持基板から分離される。

[0125] ＜＜半導体基板＞＞

半導体基板全体を構成する主な材質としては、この種の用途に用いられるものであれば特に限定されないが、例えば、シリコン、シリコンカーバイド、化合物半導体、有機樹脂付のガラス基板などが挙げられる。

半導体基板の形状は、特に限定されないが、例えば、円盤状である。なお、円盤状の半導体基板は、その面の形状が完全な円形である必要はなく、例えば、半導体基板の外周は、オリエンテーション・フラットと呼ばれる直線部を有していてもよいし、ノッチと呼ばれる切込みを有していてもよい。

円盤状の半導体基板の厚さとしては、半導体基板の使用目的などに応じて適宜定めればよく、特に限定されないが、例えば、 $500 \sim 1,000 \mu\text{m}$ である。

円盤状の半導体基板の直径としては、半導体基板の使用目的などに応じて適宜定めればよく、特に限定されないが、例えば、100～1,000mmである。

[0126] 半導体基板は、 bumps を有していてもよい。 bumps とは、突起状の端子である。 bumps は、例えば、電極である。

積層体において、半導体基板が bumps を有する場合、半導体基板は、支持基板側に bumps を有する。

半導体基板において、 bumps は、通常、回路が形成された面上に形成されている。回路は、単層であってもよし、多層であってもよい。回路の形状としては特に制限されない。

半導体基板において、 bumps を有する面と反対側の面（裏面）は、加工に供される面である。

半導体基板が有する bumps の材質、大きさ、形状、構造、密度としては、特に限定されない。

bumps としては、例えば、ボール bumps 、印刷 bumps 、スタッド bumps 、めっき bumps などが挙げられる。

通常、 bumps 高さ1～200 μ m程度、 bumps 半径1～200 μ m、 bumps ピッチ1～500 μ mという条件から bumps の高さ、半径及びピッチは適宜決定される。

bumps の材質としては、例えば、低融点はんだ、高融点はんだ、スズ、インジウム、金、銀、銅などが挙げられる。 bumps は、単一の成分のみで構成されていてもよいし、複数の成分から構成されていてもよい。より具体的には、SnAg bumps 、SnBi bumps 、Sn bumps 、AuSn bumps 等のSnを主体とした合金めっき等が挙げられる。

また、 bumps は、これらの成分の少なくともいずれかからなる金属層を含む積層構造を有してもよい。

[0127] 半導体基板の一例は、直径300mm、厚さ770 μ m程度のシリコンウエハーである。

[0128] <<支持基板>>

支持基板としては、半導体基板が加工される際に、半導体基板を支持できる部材であれば、特に限定されないが、例えば、ガラス製支持基板、シリコン製支持基板などが挙げられる。

[0129] 支持基板の形状としては、特に限定されないが、例えば、円盤状が挙げられる。なお、円盤状の支持基板は、その面の形状が完全な円形である必要はなく、例えば、支持基板の外周は、オリエンテーション・フラットと呼ばれる直線部を有していてもよいし、ノッチと呼ばれる切込みを有していてもよい。

円盤状の支持基板の厚さとしては、半導体基板の大きさなどに応じて適宜定めればよく、特に限定されないが、例えば、 $500 \sim 1,000 \mu\text{m}$ である。

円盤状の支持基板の直径としては、半導体基板の大きさなどに応じて適宜定めればよく、特に限定されないが、例えば、 $100 \sim 1,000 \text{mm}$ である。

[0130] 支持基板の一例は、直径 300mm 、厚さ $700 \mu\text{m}$ 程度のガラスウエハーである。

[0131] なお、積層体における剥離が光照射によって行われる場合、支持基板としては、例えば、使用される光に対して光透過性がある基板が使用される。

[0132] <<接着剤層>>

接着剤層は、支持基板と半導体基板との間に設けられる。

接着剤層は、例えば、半導体基板と接している。接着剤層は、例えば、支持基板と接していてもよい。

接着剤層は、接着剤組成物から形成された接着剤層である。

[0133] 本発明の積層体が備える接着剤層の厚さは、特に限定されるものではないが、通常 $5 \sim 500 \mu\text{m}$ であり、膜強度を保つ観点から、好ましくは $10 \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $20 \mu\text{m}$ 以上、より一層好ましくは $30 \mu\text{m}$ 以上であり、厚膜に起因する不均一性を回避する観点から、好ましくは $200 \mu\text{m}$

以下、より好ましくは $150\mu\text{m}$ 以下、より一層好ましくは $120\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは $100\mu\text{m}$ 以下である。

[0134] 接着剤組成物から接着剤層を形成する方法については、以下で記載する<第1の実施態様における積層体の一例の製造方法>の説明箇所で詳しく述べる。

[0135] <<剥離剤層>>

積層体は剥離剤層を有していてもよい。

剥離剤層を有する積層体においては、例えば、剥離剤層に対する光照射によって半導体基板と支持基板との分離が行われる。

剥離剤層は、例えば、剥離剤組成物から形成される。

[0136] <<<剥離剤組成物>>>

剥離剤組成物は、例えば、少なくとも有機樹脂又は多核フェノール誘導体を含有し、更に必要に応じて、その他の成分を含有する。

有機樹脂は、好適な剥離能を発揮できるものが好ましく、剥離剤層に対する光照射によって半導体基板と支持基板との分離を行う場合には、当該有機樹脂は、光を吸収して剥離能向上に必要な変質、例えば分解が好適に生じるものである。

[0137] 剥離剤組成物から形成される剥離剤層を有する積層体は、例えばレーザーを剥離剤層に対して照射することにより、剥離のための過度な荷重をかけることなく剥離可能なものとなる。

積層体が備える剥離剤層は、例えばレーザーの照射により、照射前より接着強度が低下するものである。すなわち、積層体においては、例えば、半導体基板が薄化等の加工が施されている間、当該半導体基板は、レーザーを透過する支持基板に接着剤層及び剥離剤層を介して好適に支持されており、加工が終わった後は、支持基板側からレーザーを照射することで、支持基板を透過したレーザーが剥離剤層に吸収され、剥離剤層と接着剤層との界面で、剥離剤層と支持基板との界面で又は剥離剤層の内部で、剥離剤層の変質（例えば、分離）が生じ、その結果、剥離のための過度な荷重をかけることなく

、好適な剥離（分離）を実現できる。

[0138] 有機樹脂としては、例えば、ノボラック樹脂体などが挙げられる。これらの詳細については後述する。

[0139] 好ましい実施態様として、剥離剤組成物は、少なくともノボラック樹脂を含有し、更に必要に応じて、架橋剤、酸発生剤、酸、界面活性剤、溶媒などのその他の成分を含有する。

他の好ましい実施態様として、剥離剤組成物は、少なくとも多核フェノール誘導体と、架橋剤とを含有し、更に必要に応じて、酸発生剤、酸、界面活性剤、溶媒などのその他の成分を含有する。

他の好ましい実施態様として、剥離剤組成物は、少なくとも有機樹脂と、分岐鎖状ポリシランとを含有し、更に必要に応じて、架橋剤、酸発生剤、酸、界面活性剤、溶媒などのその他の成分を含有する。

[0140] <<<<ノボラック樹脂>>>>

ノボラック樹脂は、例えば、フェノール性化合物、カルバゾール化合物、及び芳香族アミン化合物の少なくともいずれかと、アルデヒド化合物、ケトン化合物、及びジビニル化合物の少なくともいずれかとを酸触媒下で縮合反応させて得られる樹脂である。

[0141] フェノール性化合物としては、例えば、フェノール類、ナフトール類、アントロール類、ヒドロキシピレン類などが挙げられる。フェノール類としては、例えば、フェノール、クレゾール、キシレノール、レゾルシノール、ビスフェノールA、p-tert-ブチルフェノール、p-オクチルフェノール、9,9-ビス(4-ヒドロキシフェニル)フルオレン、1,1,2,2-テトラキス(4-ヒドロキシフェニル)エタンなどが挙げられる。ナフトール類としては、例えば、1-ナフトール、2-ナフトール、1,5-ジヒドロキシナフタレン、2,7-ジヒドロキシナフタレン、9,9-ビス(6-ヒドロキシナフチル)フルオレンなどが挙げられる。アントロール類としては、例えば、9-アントロールなどが挙げられる。ヒドロキシピレン類としては、例えば、1-ヒドロキシピレン、2-ヒドロキシピレンなどが挙げ

られる。

カルバゾール化合物としては、例えば、カルバゾール、1, 3, 6, 8-テトラニトロカルバゾール、3, 6-ジアミノカルバゾール、3, 6-ジブプロモ-9-エチルカルバゾール、3, 6-ジブプロモ-9-フェニルカルバゾール、3, 6-ジブプロモカルバゾール、3, 6-ジクロロカルバゾール、3-アミノ-9-エチルカルバゾール、3-ブプロモ-9-エチルカルバゾール、4, 4' ビス(9H-カルバゾール-9-イル)ビフェニル、4-グリシジルカルバゾール、4-ヒドロキシカルバゾール、9-(1H-ベンゾトリアゾール-1-イルメチル)-9H-カルバゾール、9-アセチル-3, 6-ジヨードカルバゾール、9-ベンゾイルカルバゾール、9-ベンゾイルカルバゾール-6-ジカルボキシアルデヒド、9-ベンジルカルバゾール-3-カルボキシアルデヒド、9-メチルカルバゾール、9-フェニルカルバゾール、9-ビニルカルバゾール、カルバゾールカリウム、カルバゾール-N-カルボニルクロリド、N-エチルカルバゾール-3-カルボキシアルデヒド、N-(9-エチルカルバゾール-3-イル)メチレン)-2-メチル-1-インドリニルアミン等が挙げられる。

芳香族アミン化合物としては、例えば、ジフェニルアミン、N-フェニル-1-ナフチルアミンなどが挙げられる。

これらは、1種単独で又は2種以上組み合わせて用いることができる。

これらは、置換基を有していてもよい。例えば、これらは、芳香族環に置換基を有していてもよい。

[0142] アルデヒド化合物としては、例えば、ホルムアルデヒド、パラホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、プロピルアルデヒド、ブチルアルデヒド、イソブチルアルデヒド、バレルアルデヒド、カプロンアルデヒド、2-メチルブチルアルデヒド、ヘキシルアルデヒド、ウンデカンアルデヒド、7-メトキシ-3, 7-ジメチルオクチルアルデヒド、シクロヘキサンアルデヒド、3-メチル-2-ブチルアルデヒド、グリオキザール、マロンアルデヒド、スクシンアルデヒド、グルタルアルデヒド、アジピンアルデヒド等の飽和脂肪

族アルデヒド類、アクロレイン、メタクロレイン等の不飽和脂肪族アルデヒド類、フルフラール、ピリジンアルデヒド等のヘテロ環式アルデヒド類、ベンズアルデヒド、ナフチルアルデヒド、アントリルアルデヒド、フェナントリルアルデヒド、サリチルアルデヒド、フェニルアセトアルデヒド、3-フェニルプロピオンアルデヒド、トリルアルデヒド、(N, N-ジメチルアミノ)ベンズアルデヒド、アセトキシベンズアルデヒド等の芳香族アルデヒド類等が挙げられる。中でも、芳香族アルデヒドを好ましい。

ケトン化合物としては、例えば、ジフェニルケトン、フェニルナフチルケトン、ジナフチルケトン、フェニルトリルケトン、ジトリルケトン等のジアリールケトン化合物が挙げられる。

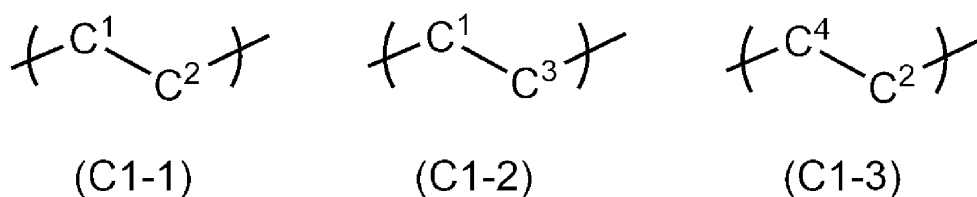
ジビニル化合物としては、例えば、ジビニルベンゼン、ジシクロペンタジエン、テトラヒドロインデン、4-ビニルシクロヘキセン、5-ビニルノボルナ-2-エン、ジビニルピレン、リモネン、5-ビニルノルボルナジエン等が挙げられる。

これらは、1種単独で又は2種以上組み合わせて用いることができる。

[0143] ノボラック樹脂は、例えば、支持基板側から照射された光を吸収し変質するノボラック樹脂である。当該変質は、例えば、光分解である。

[0144] ノボラック樹脂は、例えば、下記式(C1-1)で表される構造単位、下記式(C1-2)で表される構造単位、及び下記式(C1-3)で表される構造単位の少なくともいずれかを含む。

[0145] [化12]



[0146] 式中、C¹は、窒素原子を含む芳香族化合物に由来する基を表し、C²は、第2級炭素原子、第4級炭素原子及び芳香族環からなる群から選ばれる少なくとも1種を側鎖に有する第3級炭素原子を含む基を表し、C³は、脂肪族多

環化合物に由来する基を表し、 C^4 は、フェノールに由来する基、ビスフェノールに由来する基、ナフトールに由来する基、ビフェニルに由来する基又はビフェノールに由来する基を表す。

[0147] すなわち、ノボラック樹脂は、例えば、以下の構造単位の1種又は2種以上を含む。

- ・窒素原子を含む芳香族化合物に由来する基と第2級炭素原子、第4級炭素原子、及び芳香族環からなる群から選ばれる少なくとも1種を側鎖に有する第3級炭素原子を含む基との結合を有する構造単位（式（C1-1））

- ・窒素原子を含む芳香族化合物に由来する基と脂肪族多環化合物に由来する基との結合を有する構造単位（式（C1-2））

- ・フェノールに由来する基、ビスフェノールに由来する基、ナフトールに由来する基、ビフェニルに由来する基又はビフェノールに由来する基と第4級炭素原子、及び芳香族環からなる群から選ばれる少なくとも1種を側鎖に有する第3級炭素原子を含む基との結合を有する構造単位（式（C1-3））

[0148] 好ましい一態様においては、ノボラック樹脂は、窒素原子を含む芳香族化合物に由来する基と第2級炭素原子、第4級炭素原子、及び芳香族環からなる群から選ばれる少なくとも1種を側鎖に有する第3級炭素原子を含む基との結合を有する構造単位（式（C1-1））及び窒素原子を含む芳香族化合物に由来する基と脂肪族多環化合物に由来する基との結合を有する構造単位（式（C1-2））のいずれか一方又は両方を含む。

[0149] C^1 の窒素原子を含む芳香族化合物に由来する基は、例えば、カルバゾールに由来する基、N-フェニル-1-ナフチルアミンに由来する基、N-フェニル-2-ナフチルアミンに由来する基等にすることができるが、これらに限定されない。

C^2 の第2級炭素原子、第4級炭素原子及び芳香族環からなる群から選ばれる少なくとも1種を側鎖に有する第3級炭素原子を含む基は、例えば、1-ナフトアルデヒドに由来する基、1-ピレンカルボキシアルデヒドに由来する

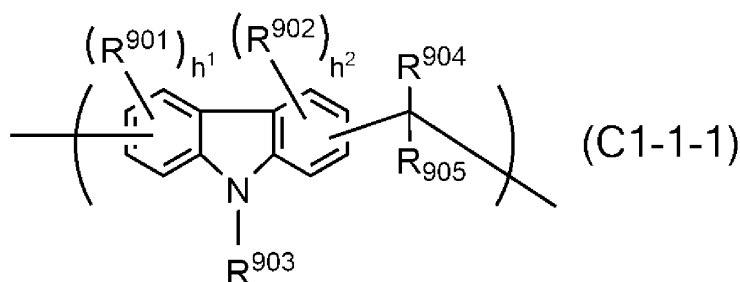
る基、4-(トリフルオロメチル)ベンズアルデヒドに由来する基、アセトアルデヒドに由来する基等とすることができるが、これらに限定されない。

C³の脂肪族多環化合物に由来する基は、ジシクロペンタジエンに由来する基とすることができるが、これに限定されない。

C⁴は、フェノールに由来する基、ビスフェノールに由来する基、ナフトールに由来する基、ビフェニルに由来する基又はビフェノールに由来する基である。

[0150] 好ましい態様においては、ノボラック樹脂は、式(C1-1)で表される構造単位として、例えば、下記式(C1-1-1)で表される構造単位を含む。

[0151] [化13]



[0152] 式(C1-1-1)中、R⁹⁰¹及びR⁹⁰²は、環に置換する置換基を表し、それぞれ独立して、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシ基、置換されていてもよいアルキル基、置換されていてもよいアルケニル基又は置換されていてもよいアリール基を表す。

R⁹⁰³は、水素原子、置換されていてもよいアルキル基、置換されていてもよいアルケニル基又は置換されていてもよいアリール基を表す。

R⁹⁰⁴は、水素原子、置換されていてもよいアリール基又は置換されていてもよいヘテロアリール基を表す。

R⁹⁰⁵は、置換されていてもよいアルキル基、置換されていてもよいアリール基又は置換されていてもよいヘテロアリール基を表す。

R⁹⁰⁴の基とR⁹⁰⁵の基とは、互いに結合して2価の基を形成してもよい。

アルキル基及びアルケニル基の置換基としては、ハロゲン原子、ニトロ基

、シアノ基、アミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシ基、アリール基、ヘテロアリール基等が挙げられる。

アリール基及びヘテロアリール基の置換基としては、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシ基、アルキル基、アルケニル基等が挙げられる。

h^1 及び h^2 は、それぞれ独立して、0～3の整数を表す。

[0153] 置換されていてもよいアルキル基及び置換されていてもよいアルケニル基の炭素数は、通常40以下であり、溶解性の観点から、好ましくは30以下、より好ましくは20以下である。

置換されていてもよいアリール基及びヘテロアリール基の炭素数は、通常40以下であり、溶解性の観点から、好ましくは30以下、より好ましくは20以下である。

[0154] ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子等が挙げられる。

[0155] 置換されていてもよいアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*i*-プロピル基、*n*-ブチル基、*i*-ブチル基、*s*-ブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、1-メチル-*n*-ブチル基、2-メチル-*n*-ブチル基、3-メチル-*n*-ブチル基、1, 1-ジメチル-*n*-プロピル基、1, 2-ジメチル-*n*-プロピル基、2, 2-ジメチル-*n*-プロピル基、1-エチル-*n*-プロピル基、*n*-ヘキシル、1-メチル-*n*-ペンチル基、2-メチル-*n*-ペンチル基、3-メチル-*n*-ペンチル基、4-メチル-*n*-ペンチル基、1, 1-ジメチル-*n*-ブチル基、1, 2-ジメチル-*n*-ブチル基、1, 3-ジメチル-*n*-ブチル基、2, 2-ジメチル-*n*-ブチル基、2, 3-ジメチル-*n*-ブチル基、3, 3-ジメチル-*n*-ブチル基、1-エチル-*n*-ブチル基、2-エチル-*n*-ブチル基、1, 1, 2-トリメチル-*n*-プロピル基、1, 2, 2-トリメチル-*n*-プロピル基、1-エチル-1-メチル-*n*-プロピル基、1-エチル-2-メチル-*n*-プロピル基等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0156] 置換されていてもよいアルケニル基の具体例としては、エテニル基、1-プロペニル基、2-プロペニル基、1-メチル-1-エテニル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、2-メチル-1-プロペニル基、2-メチル-2-プロペニル基、1-エチルエテニル基、1-メチル-1-プロペニル基、1-メチル-2-プロペニル基、1-ペンテニル基、2-ペンテニル基、3-ペンテニル基、4-ペンテニル基、1-n-プロピルエテニル基、1-メチル-1-ブテニル基、1-メチル-2-ブテニル基、1-メチル-3-ブテニル基、2-エチル-2-プロペニル基、2-メチル-1-ブテニル基、2-メチル-2-ブテニル基、2-メチル-3-ブテニル基、3-メチル-1-ブテニル基、3-メチル-2-ブテニル基、3-メチル-3-ブテニル基、1, 1-ジメチル-2-プロペニル基、1-i-プロピルエテニル基、1, 2-ジメチル-1-プロペニル基、1, 2-ジメチル-2-プロペニル基、1-シクロペンテニル基、2-シクロペンテニル基、3-シクロペンテニル基、1-ヘキセニル基、2-ヘキセニル基、3-ヘキセニル基、4-ヘキセニル基、5-ヘキセニル基、1-メチル-1-ペンテニル基、1-メチル-2-ペンテニル基、1-メチル-3-ペンテニル基、1-メチル-4-ペンテニル基、1-n-ブチルエテニル基、2-メチル-1-ペンテニル基、2-メチル-2-ペンテニル基、2-メチル-3-ペンテニル基、2-メチル-4-ペンテニル基、2-n-プロピル-2-プロペニル基、3-メチル-1-ペンテニル基、3-メチル-2-ペンテニル基、3-メチル-3-ペンテニル基、3-メチル-4-ペンテニル基、3-エチル-3-ブテニル基、4-メチル-1-ペンテニル基、4-メチル-2-ペンテニル基、4-メチル-3-ペンテニル基、4-メチル-4-ペンテニル基、1, 1-ジメチル-2-ブテニル基、1, 1-ジメチル-3-ブテニル基、1, 2-ジメチル-1-ブテニル基、1, 2-ジメチル-2-ブテニル基、1, 2-ジメチル-3-ブテニル基、1-メチル-2-エチル-2-プロペニル基、1-s-ブチルエテニル基、1, 3-ジメチル-1-ブテニル基、1, 3-ジメチル-2-ブテニル基、1, 3-ジメチル-3-ブテニル

基、1-*i*-ブチルエテニル基、2, 2-ジメチル-3-ブテニル基、2, 3-ジメチル-1-ブテニル基、2, 3-ジメチル-2-ブテニル基、2, 3-ジメチル-3-ブテニル基、2-*i*-プロピル-2-プロペニル基、3, 3-ジメチル-1-ブテニル基、1-エチル-1-ブテニル基、1-エチル-2-ブテニル基、1-エチル-3-ブテニル基、1-*n*-プロピル-1-プロペニル基、1-*n*-プロピル-2-プロペニル基、2-エチル-1-ブテニル基、2-エチル-2-ブテニル基、2-エチル-3-ブテニル基、1, 1, 2-トリメチル-2-プロペニル基、1-ターシャリーブチルエテニル基、1-メチル-1-エチル-2-プロペニル基、1-エチル-2-メチル-1-プロペニル基、1-エチル-2-メチル-2-プロペニル基、1-*i*-プロピル-1-プロペニル基、1-*i*-プロピル-2-プロペニル基、1-メチル-2-シクロペンテニル基、1-メチル-3-シクロペンテニル基、2-メチル-1-シクロペンテニル基、2-メチル-2-シクロペンテニル基、2-メチル-3-シクロペンテニル基、2-メチル-4-シクロペンテニル基、2-メチル-5-シクロペンテニル基、2-メチレン-シクロペンチル基、3-メチル-1-シクロペンテニル基、3-メチル-2-シクロペンテニル基、3-メチル-3-シクロペンテニル基、3-メチル-4-シクロペンテニル基、3-メチル-5-シクロペンテニル基、3-メチレン-シクロペンチル基、1-シクロヘキセニル基、2-シクロヘキセニル基、3-シクロヘキセニル基等が挙げられるが、これらに限定されない。

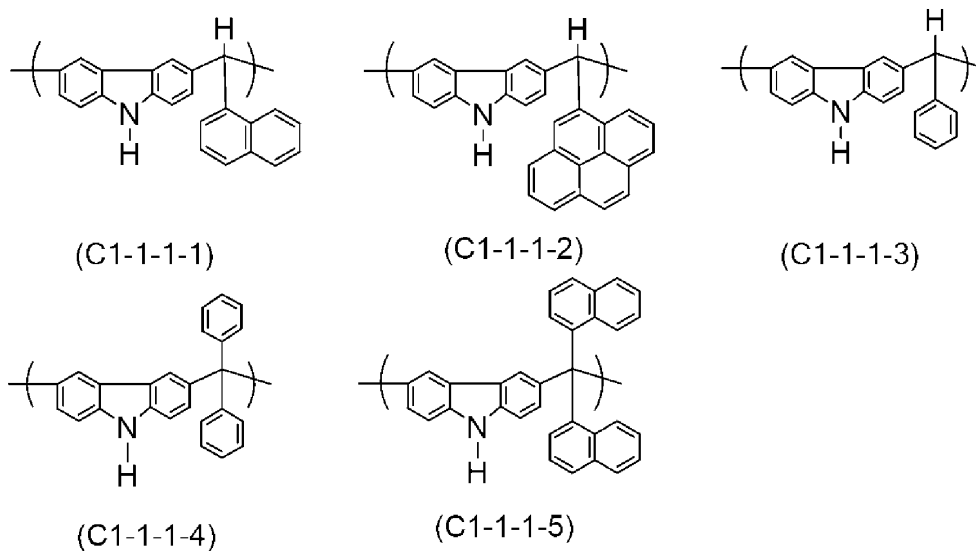
[0157] 置換されていてもよいアリール基の具体例としては、フェニル基、2-メチルフェニル基、3-メチルフェニル基、4-メチルフェニル基、2-クロロフェニル基、3-クロロフェニル基、4-クロロフェニル基、2-フルオロフェニル基、3-フルオロフェニル基、4-フルオロフェニル基、4-メトキシフェニル基、4-エトキシフェニル基、4-ニトロフェニル基、4-シアノフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、ビフェニル-4-イル基、ビフェニル-3-イル基、ビフェニル-2-イル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フ

エナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0158] 置換されていてもよいヘテロアリール基の具体例としては、2-チエニル基、3-チエニル基、2-フラニル基、3-フラニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、3-イソオキサゾリル基、4-イソオキサゾリル基、5-イソオキサゾリル基、2-チアゾリル基、4-チアゾリル基、5-チアゾリル基、3-イソチアゾリル基、4-イソチアゾリル基、5-イソチアゾリル基等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0159] 以下、式(C1-1-1)で表される構造単位の具体例を挙げるが、これらに限定されない。

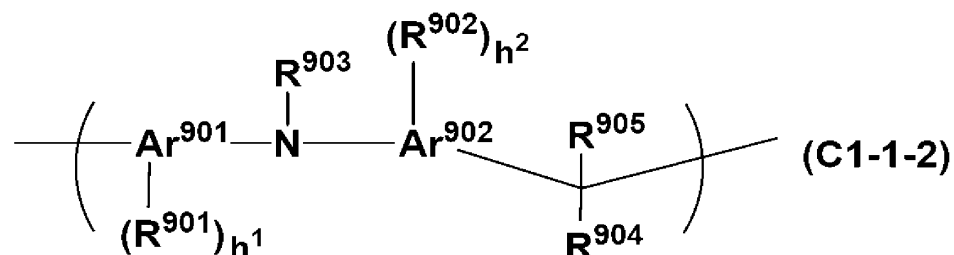
[0160] [化14]



[0161] 好ましい態様においては、ノボラック樹脂は、式(C1-1)で表される構造単位として、例えば、下記式(C1-1-2)で表される構造単位を含む。

[0162]

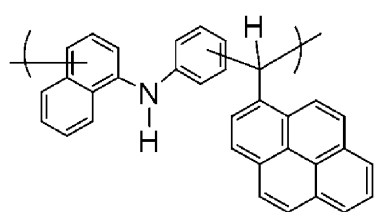
[化15]



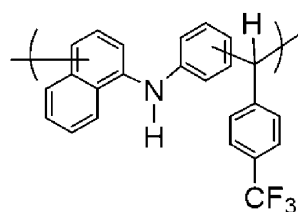
[0163] 式(C1-1-2)中、 Ar^{901} 及び Ar^{902} は、それぞれ独立して、ベンゼン環、ナフタレン環等の芳香環を表し、 $\text{R}^{901} \sim \text{R}^{905}$ 並びに h^1 及び h^2 は、上記と同じ意味を表す。

[0164] 以下、式(C1-1-2)で表される構造単位的具体例を挙げるが、これらに限定されない。

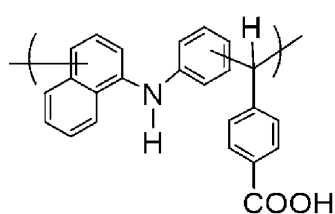
[0165] [化16]



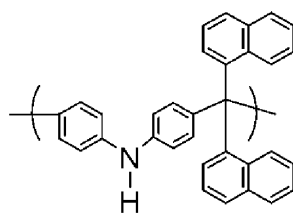
(C1-1-2-1)



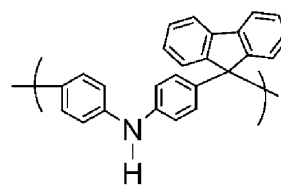
(C1-1-2-2)



(C1-1-2-3)



(C1-1-2-4)

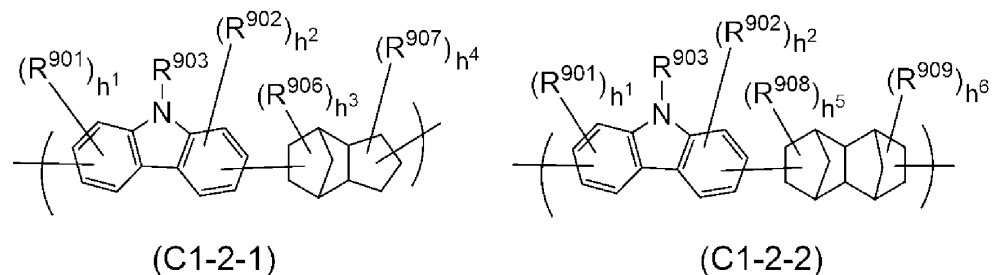


(C1-1-2-5)

[0166] 好ましい態様においては、ノボラック樹脂は、式(C1-2)で表される構造単位として、例えば、下記式(C1-2-1)又は(C1-2-2)で表される構造単位を含む。

[0167]

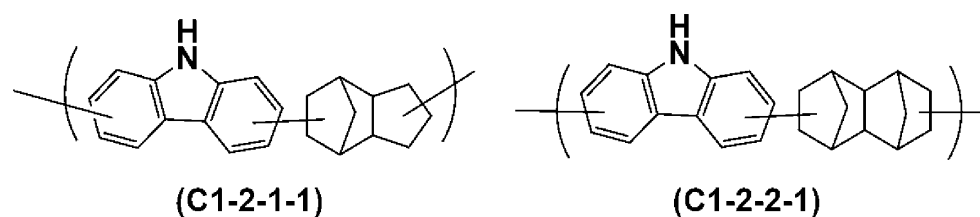
[化17]



[0168] 上記式中、 $R^{906} \sim R^{909}$ は、環に結合する置換基であり、それぞれ独立して、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、ヒドロキシ基、カルボキシ基、置換されていてもよいアルキル基、置換されていてもよいアルケニル基又は置換されていてもよいアリール基を表し、ハロゲン原子、置換されていてもよいアルキル基、置換されていてもよいアルケニル基及び置換されていてもよいアリール基の具体例及び好適な炭素数は、上述のものと同じものが挙げられ、 $h^3 \sim h^6$ は、それぞれ独立して、0～3の整数を表し、 $R^{901} \sim R^{903}$ 並びに h^1 及び h^2 は、上記と同じ意味を表す。

[0169] 以下、式 (C1-2-1) 及び (C1-2-2) で表される構造単位 of 具体例を挙げるが、これらに限定されない。

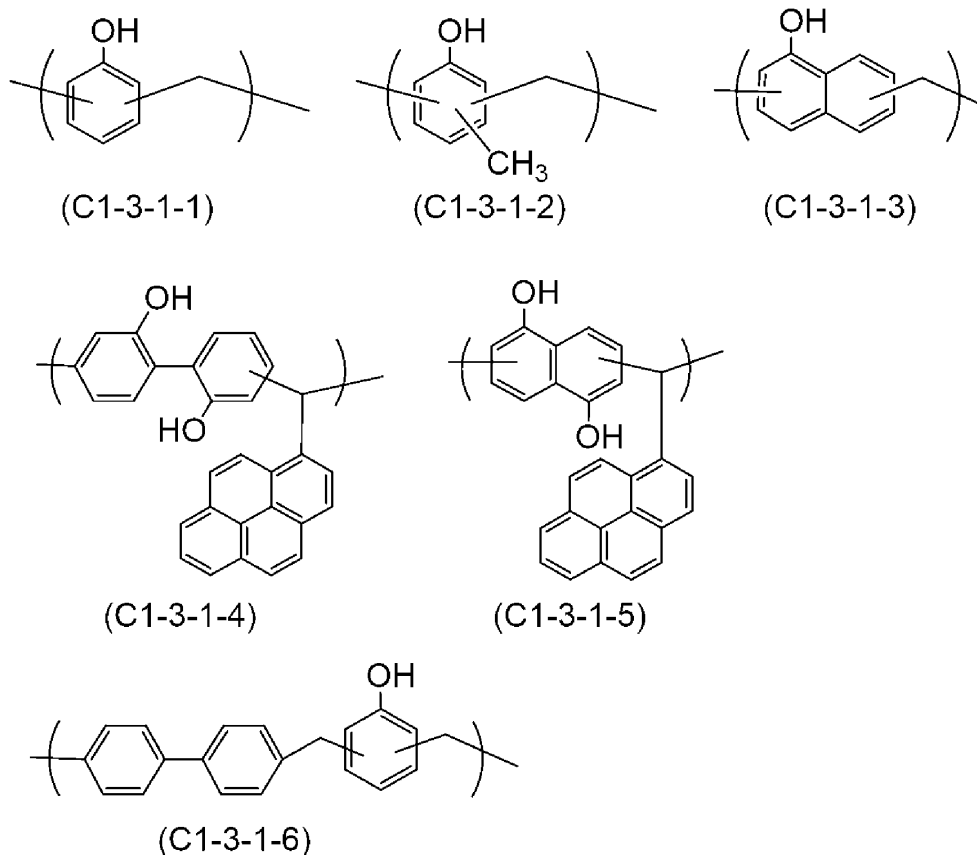
[0170] [化18]



[0171] 以下、式 (C1-3) で表される構造単位 of 具体例を挙げるが、これらに限定されない。

[0172]

[化19]



[0173] 前述の通り、ノボラック樹脂は、例えば、フェノール性化合物、カルバゾール化合物、及び芳香族アミン化合物の少なくともいずれかと、アルデヒド化合物、ケトン化合物、及びジビニル化合物の少なくともいずれかとを酸触媒下で縮合反応させて得られる樹脂である。

この縮合反応においては、例えば、カルバゾール化合物の環を構成するベンゼン環1当量に対して、通常、アルデヒド化合物又はケトン化合物を0.1～1.0当量の割合で用いる。

[0174] 上記縮合反応では、通常、酸触媒を用いる。

酸触媒としては、例えば硫酸、リン酸、過塩素酸等の鉱酸、p-トルエンスルホン酸、p-トルエンスルホン酸一水和物等の有機スルホン酸、蟻酸、シュウ酸等のカルボン酸が挙げられるが、これらに限定されない。

酸触媒の量は、使用する酸の種類等に応じて適宜決定されるため一概に規定できないが、カルバゾール化合物100質量部に対して、通常0.001～10000質量部の範囲から適宜定められる。

[0175] 上記縮合反応は、用いる原料化合物や酸触媒のいずれかが液体である場合には溶媒を用いずに行うことができるときもあるが、通常、溶媒を用いて行われる。

このような溶媒は、反応を阻害しない限り特に限定されるものではないが、典型的には、テトラヒドロフラン、ジオキサン等の環状エーテル化合物等のエーテル化合物が挙げられる。

[0176] 反応温度は、通常40℃～200℃の範囲から適宜定められ、反応時間は、反応温度によって異なるため一概に規定できないが、通常30分～50時間の範囲から適宜定められる。

[0177] 反応終了後は、必要があれば、定法に従って精製及び単離を行って、得られたノボラック樹脂を、剥離剤組成物の調製に用いる。

当業者であれば、上記説明及び技術常識に基づき、過度の負担なく、ノボラック樹脂の製造条件を定めることができ、それ故、ノボラック樹脂を製造することができる。

[0178] ノボラック樹脂等の有機樹脂の重量平均分子量は、通常500～200,000であり、溶媒への溶解性を確保する観点、膜とした際に分岐鎖状ポリシランとの良好に混合し、均一な膜を得る観点等、好ましくは100,000以下、より好ましくは50,000以下、より一層好ましくは10,000以下、更に好ましくは5,000以下、更に一層好ましくは3,000以下であり、膜の強度を向上させる観点等から、好ましくは600以上、より好ましくは700以上、より一層好ましくは800以上、更に好ましくは900以上、更に一層好ましくは1,000以上である。

なお、本発明において、ポリマーであるノボラック樹脂等の有機樹脂の重量平均分子量及び数平均分子量並びに分散度は、例えば、GPC装置（東ソー（株）製EcoSEC, HLC-8320GPC）及びGPCカラム（東

ソー（株）TSK gel SuperMultiporeHZ-N, TSK gel SuperMultiporeHZ-H）を用い、カラム温度を40℃とし、溶離液（溶出溶媒）としてテトラヒドロフランを用い、流量（流速）を0.35 mL／分とし、標準試料としてポリスチレン（シグマアルドリッチ社製）を用いて、測定することができる。

[0179] 上記剥離剤組成物が含む有機樹脂としては、ノボラック樹脂が好ましく、それ故、上記剥離剤組成物は、有機樹脂として、ノボラック樹脂を単独で含むことが好ましいが、膜物性の調整等を目的として、ノボラック樹脂とともに、その他のポリマーを含んでもよい。

このようなその他のポリマーとしては、例えば、ポリアクリル酸エステル化合物、ポリメタクリル酸エステル化合物、ポリアクリルアミド化合物、ポリメタクリルアミド化合物、ポリビニル化合物、ポリスチレン化合物、ポリマレイミド化合物、ポリマレイン酸無水物、ポリアクリロニトリル化合物等が挙げられる

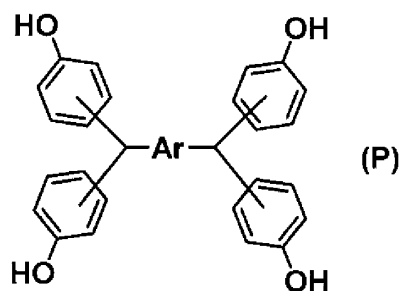
[0180] 剥離剤組成物におけるノボラック樹脂の含有量としては、特に限定されないが、剥離剤組成物に含有される重合体全量に対して、70質量%以上が好ましい。

剥離剤組成物におけるノボラック樹脂の含有量としては、特に限定されないが、膜構成成分に対して、50～100質量%が好ましい。なお、本発明において、膜構成成分とは、組成物に含まれる溶媒以外の成分を意味する。

[0181] <<<<多核フェノール誘導体>>>>

多核フェノール誘導体は、例えば、下記式（P）で表される。

[0182] [化20]



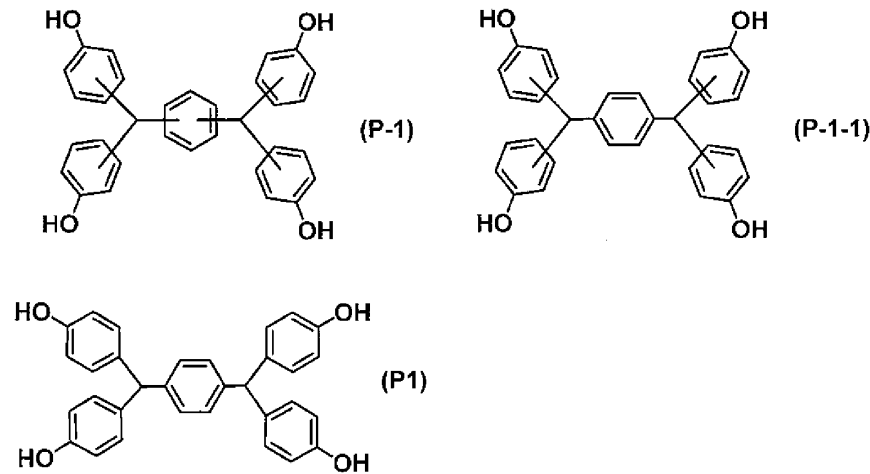
式（P）中、A_rは、アリーレン基を表し、その炭素数は、特に限定されるものではないが、通常6～60であり、均一性に優れる剥離剤組成物を調製し、より平坦性の高い剥離剤層を再現性よく得る観点から、好ましくは30以下、より好ましくは20以下、より一層好ましくは18以下、更に好ましくは12以下である。

[0183] このようなアリーレン基の具体例としては、1，2－フェニレン、1，3－フェニレン、1，4－フェニレン；1，5－ナフタレンジイル、1，8－ナフタレンジイル、2，6－ナフタレンジイル、2，7－ナフタレンジイル、1，2－アントラセンジイル、1，3－アントラセンジイル、1，4－アントラセンジイル、1，5－アントラセンジイル、1，6－アントラセンジイル、1，7－アントラセンジイル、1，8－アントラセンジイル、2，3－アントラセンジイル、2，6－アントラセンジイル、2，7－アントラセンジイル、2，9－アントラセンジイル、2，10－アントラセンジイル、9，10－アントラセンジイル基等の縮合環芳香族炭化水素化合物の芳香環上の水素原子を二つ取り除いて誘導される基；ビフェニル－4，4’－ジイル基、パラテルフェニル－4，4’’－ジイル基等の環連結環芳香族炭化水素化合物の芳香環上の水素原子を二つ取り除いて誘導される基等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0184] 良好な剥離性を示す剥離剤層とし、支持基板が良好に分離可能な積層体を再現性よく得る観点から、式（P）で表される多核フェノール誘導体は、好ましくは式（P－1）で表される多核フェノール誘導体であり、より好ましくは式（P－1－1）で表される多核フェノール誘導体であり、より一層好ましくは式（P1）で表される多核フェノール誘導体である。

[0185]

[化21]



[0186] 剥離剤組成物における多核フェノール誘導体の含有量としては、特に限定されないが、膜構成成分に対して、50～100質量%が好ましい。

[0187] <<<<分岐鎖状ポリシラン>>>>

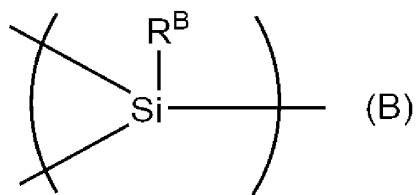
上記剥離剤組成物は、分岐鎖状ポリシランを含有していてもよい。

分岐鎖状ポリシランは、Si-Si結合を有し、且つ、枝分かれ構造を有するものである。上記剥離剤組成物に分岐鎖状ポリシランが含まれることで、得られる膜からなる剥離剤層が、有機溶媒、酸及び半導体素子の製造で用いられる薬液（アルカリ現像液、過酸化水素水等）のいずれによっても好適に除去できないが、洗浄剤組成物によって好適に除去できるものとなり、その結果、積層体の半導体基板と支持基板を分離した後に各基板を洗浄剤組成物で洗浄することによって、基板上的剥離剤層の残渣を好適に除去可能となる。この理由は定かではないが、ポリシランの末端基（末端置換基（原子））の種類によっては、ポリシランは有機樹脂と反応して架橋することができ、また、分岐鎖状ポリシランは、直鎖状ポリシランよりも、より多くの末端基（末端置換基（原子））を有することから、分岐鎖状ポリシランは、直鎖状ポリシランよりも、より多くの架橋点を有すると考えられ、分岐鎖状ポリシラン中のこのようなより多くの架橋点を介した適度且つ好適な硬化によっ

て、有機溶媒、酸及び半導体素子の製造で用いられる薬液（アルカリ現像液、過酸化水素水等）によって好適に除去されないという特性と、洗浄剤組成物によって好適に除去されるという特性の両立が実現できるものと推測される。

[0188] 分岐鎖状ポリシランは、好ましくは、式（B）で表される構造単位を含む。

[0189] [化22]



[0190] 式（B）中、 R^{B} は、水素原子、ヒドロキシ基、シリル基又は有機基を表し、このような有機基の具体例としては、炭化水素基（置換されていてもよいアルキル基、置換されていてもよいアルケニル基、置換されていてもよいアリール基、置換されていてもよいアラルキル基）、これらの炭化水素基に対応するエーテル基（置換されていてもよいアルコキシ基、置換されていてもよいアリールオキシ基、置換されていてもよいアラルキルオキシ基等）等が挙げられるが、当該有機基は、通常、アルキル基、アルケニル基、アリール基、アラルキル基等の炭化水素基である場合が多い。また、水素原子やヒドロキシ基、アルコキシ基、シリル基等は、末端に置換している場合が多い。

[0191] 置換されていてもよいアルキル基は、直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれでもよい。

置換されていてもよい直鎖状又は分岐鎖状アルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*i*-プロピル基、*n*-ブチル基、*i*-ブチル基、*s*-ブチル基、ターシャリーブチル基、*n*-ペンチル基、1-メチル-*n*-ブチル基、2-メチル-*n*-ブチル基、3-メチル-*n*-ブチル基、1, 1-ジメチル-*n*-プロピル基、1, 2-ジメチル-*n*-プロピル基、

ル基、2, 2-ジメチル-n-プロピル基、1-エチル-n-プロピル基、n-ヘキシル基、1-メチル-n-ペンチル基、2-メチル-n-ペンチル基、3-メチル-n-ペンチル基、4-メチル-n-ペンチル基、1, 1-ジメチル-n-ブチル基、1, 2-ジメチル-n-ブチル基、1, 3-ジメチル-n-ブチル基、2, 2-ジメチル-n-ブチル基、2, 3-ジメチル-n-ブチル基、3, 3-ジメチル-n-ブチル基、1-エチル-n-ブチル基、2-エチル-n-ブチル基、1, 1, 2-トリメチル-n-プロピル基、1, 2, 2-トリメチル-n-プロピル基、1-エチル-1-メチル-n-プロピル基、1-エチル-2-メチル-n-プロピル基等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素数は、通常1~14、好ましくは1~10、より好ましくは1~6である。

置換されていてもよい環状アルキル基の具体例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、1-メチル-シクロプロピル基、2-メチル-シクロプロピル基、シクロペンチル基、1-メチル-シクロブチル基、2-メチル-シクロブチル基、3-メチル-シクロブチル基、1, 2-ジメチル-シクロプロピル基、2, 3-ジメチル-シクロプロピル基、1-エチル-シクロプロピル基、2-エチル-シクロプロピル基、シクロヘキシル基、1-メチル-シクロペンチル基、2-メチル-シクロペンチル基、3-メチル-シクロペンチル基、1-エチル-シクロブチル基、2-エチル-シクロブチル基、3-エチル-シクロブチル基、1, 2-ジメチル-シクロブチル基、1, 3-ジメチル-シクロブチル基、2, 2-ジメチル-シクロブチル基、2, 3-ジメチル-シクロブチル基、2, 4-ジメチル-シクロブチル基、3, 3-ジメチル-シクロブチル基、1-n-プロピル-シクロプロピル基、2-n-プロピル-シクロプロピル基、1-i-プロピル-シクロプロピル基、2-i-プロピル-シクロプロピル基、1, 2, 2-トリメチル-シクロプロピル基、1, 2, 3-トリメチル-シクロプロピル基、2, 2, 3-トリメチル-シクロプロピル基、1-エチル-2-メチル-シクロプロピル基、2-エチル-1-メチル-シクロプロピル基、2-エチル-2-メチル-

シクロプロピル基、2-エチル-3-メチルシクロプロピル基等のシクロアルキル基、ビスクロブチル基、ビスクロペンチル基、ビスクロヘキシル基、ビスクロヘプチル基、ビスクロオクチル基、ビスクロノニル基、ビスクロデシル基等のビスクロアルキル基等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素数は、通常3～14、好ましくは4～10、より好ましくは5～6である。

[0192] アルケニル基は、直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれでもよい。

置換されていてもよい直鎖状又は分岐鎖状アルケニル基の具体例としては、ビニル基、アリル基、ブテニル基、ペンテニル基等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素数は、通常2～14、好ましくは2～10、より好ましくは1～6である。

置換されていてもよい環状アルケニル基の具体例としては、シクロペンテニル、シクロヘキセニル等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素数は、通常4～14、好ましくは5～10、より好ましくは5～6である。

[0193] 置換されていてもよいアリール基の具体例としては、フェニル基、4-メチルフェニル基、3-メチルフェニル基、2-メチルフェニル基、3,5-ジメチルフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素数は、通常6～20、好ましくは6～14、より好ましくは6～12である。

[0194] 置換されていてもよいアラルキル基の具体例としては、ベンジル基、フェネチル基、フェニルプロピル基等が挙げられるが、これらに限定されない。置換されていてもよいアラルキル基は、好ましくは炭素数1～4のアルキル基の水素原子の1つが炭素数6～20のアリール基で置換された基である。

[0195] 置換されていてもよいアルコキシ基は、そのアルキル部位が直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれでもよい。

置換されていてもよい直鎖状又は分岐鎖状アルコキシ基の具体例としては、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基、t-ブトキシ基、ペンチルオキシ基等が挙げられるが、これらに限定され

ず、その炭素数は、通常 1～14、好ましくは 1～10、より好ましくは 1～6 である。

置換されていてもよい環状アルコキシ基の具体例としては、シクロペンチルオキシ、シクロヘキシルオキシ等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素数は、通常 3～14、好ましくは 4～10、より好ましくは 5～6 である。

[0196] 置換されていてもよいアリールオキシ基の具体例としては、フェノキシ、1-ナフチルオキシ、2-ナフチルオキシ等が挙げられるが、これらに限定されず、その炭素数は、通常 6～20、好ましくは 6～14、より好ましくは 6～10 である。

[0197] 置換されていてもよいアラルキルオキシ基の具体例としては、ベンジルオキシ、フェネチルオキシ、フェニルプロピルオキシ等が挙げられるが、これらに限定されない。置換されていてもよいアラルキルオキシ基は、好ましくは炭素数 1～4 のアルキルオキシ基の水素原子の 1 つが炭素数 6～20 のアリール基に置換された基である。

[0198] シリル基の具体例としては、シリル基、ジシラニル基、トリシラニル基等が挙げられるが、これらに限定されず、そのケイ素数は、通常 1～10、好ましくは 1～6 である。

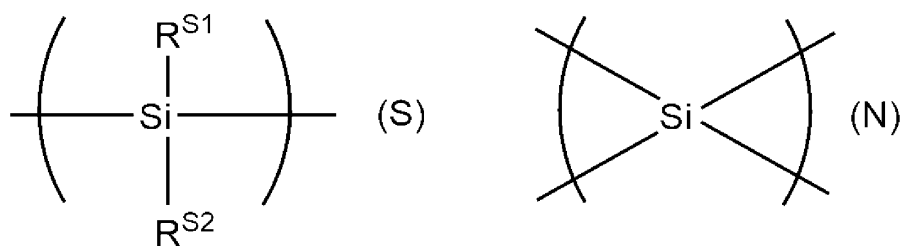
[0199] R^B が、上記有機基又はシリル基である場合、その水素原子の少なくとも 1 つが、置換基により置換されていてもよい。このような置換基の具体例としては、ヒドロキシ基、アルキル基、アリール基、アルコキシ基等が挙げられる。

[0200] 積層体を有機溶媒、酸、半導体素子の製造で用いられる薬液（アルカリ現像液、過酸化水素水等）のいずれかに接触させた際の意図しない剥離を抑制する観点、積層体の半導体基板と支持基板とを分離した後に各基板を洗浄剤組成物で洗浄した場合において、基板上の剥離剤層の残渣を好適に除去する観点等から、 R^B は、好ましくはアルキル基又はアリール基であり、より好ましくはアリール基であり、より一層好ましくはフェニル基、1-ナフチル基

又は2-ナフチル基であり、更に好ましくはフェニル基である。

- [0201] 分岐鎖状ポリシランは、式（B）で表される構造単位とともに、下記式（S）で表される構造単位や下記式（N）で表される構造単位を含んでもよいが、積層体を有機溶媒、酸、半導体素子の製造で用いられる薬液（アルカリ現像液、過酸化水素水等）のいずれかに接触させた際の意図しない剥離を抑制する観点、積層体の半導体基板と支持基板とを分離した後に各基板を洗浄剤組成物で洗浄した場合において、基板上の剥離剤層の残渣を好適に除去する観点等から、分岐鎖状ポリシラン中の式（B）で表される構造単位の含有量は、全構造単位中、通常50モル%以上、好ましくは60モル%以上、より好ましくは70モル%以上、より一層好ましくは80モル%以上、更に好ましくは90モル%以上、更に一層好ましくは95モル%以上である。

[0202] [化23]



（ $\text{R}^{\text{S}1}$ は及び $\text{R}^{\text{S}2}$ は、 R^{B} と同じ意味を表す。）

- [0203] 分岐鎖状ポリシランの末端基（末端置換基（原子））は、通常、水素原子、ヒドロキシ基、ハロゲン原子（塩素原子等）、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、シリル基等であってもよい。中でも、ヒドロキシ基、メチル基、フェニル基である場合が多く、なかでもメチル基が好ましく、末端基はトリメチルシリル基であってもよい。
- [0204] ある態様においては、分岐鎖状ポリシランの平均重合度は、ケイ素原子換算（すなわち、一分子あたりのケイ素原子の平均数）で、通常2～100、好ましくは3～80、より好ましくは5～50、より一層好ましくは10～30である。

ある態様においては、分岐鎖状ポリシランの重量平均分子量の上限値は、

通常30,000、好ましくは20,000、より好ましくは10,000、より一層好ましくは5,000、更に好ましくは2,000、更に一層好ましくは1,500であり、その下限値は、通常50、好ましくは100、より好ましくは150、より一層好ましくは200、更に好ましくは300、更に一層好ましくは500である。

分岐鎖状ポリシランの平均重合度及び重量平均分子量は、例えば、GPC装置（東ソー（株）製EcoSEC, HLC-8220GPC）及びGPCカラム（昭和電気（株）製Shodex KF-803L、KF-802及びKF-801をこの順序で使用）を用い、カラム温度を40℃とし、溶離液（溶出溶媒）としてテトラヒドロフランを用い、流量（流速）を1.00mL／分とし、標準試料としてポリスチレン（シグマアルドリッチ社製）を用いて、測定することができる。

用いる分岐鎖状ポリシランの重合度及び重量平均分子量が小さすぎると、剥離剤層である膜を形成する際や得られた剥離剤層を備える積層体に対する加工が施される際等の加熱によって分岐鎖状ポリシランが気化したり、膜の強度不良による不具合が生じたりする可能性があり、用いる分岐鎖状ポリシランの重合度及び分子量が大きすぎると、剥離剤組成物の調製に用いる溶媒の種類によっては十分な溶解性が確保できずに組成物中で析出が生じたり、樹脂との混合が不十分となって均一性の高い膜を再現性よく得られない可能性がある。

それ故、半導体素子の好適な製造に寄与する剥離剤層を備える積層体をより一層再現性よく得る観点からは、分岐鎖状ポリシランの重合度及び重量平均分子量は上述の範囲を満たすことが望ましい。

[0205] 分岐鎖状ポリシランの5%重量減少温度は、耐熱性に優れる剥離剤層を再現性よく得る観点から、通常300℃以上、好ましくは350℃以上、より好ましくは365℃以上、より一層好ましくは380℃以上、更に好ましくは395℃以上、更に一層好ましくは400℃以上である。

分岐鎖状ポリシランの5%重量減少温度は、例えば、NETZSCH社製

2010SRを用いて、空気下で、常温（25℃）から400℃まで10℃／分で昇温することで、測定することができる。

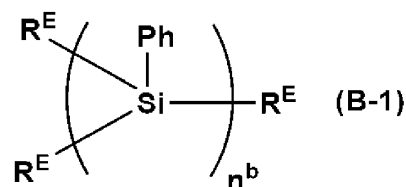
[0206] 積層体の半導体基板と支持基板とを分離した後に各基板を洗浄剤組成物で洗浄した場合において、基板上の剥離剤層の残渣を好適に除去する観点、均一性に優れる剥離剤組成物を再現性よく調製する観点等から、分岐鎖状ポリシランは、テトラヒドロフラン等のエーテル化合物、トルエンの等の芳香族化合物、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート等のグリコールエーテルエステル化合物、シクロヘキサノン、メチルエチルケトン等のケトン化合物及びプロピレングリコールモノメチルエーテル等のグリコールエーテル化合物のいずれかに溶解するものが好ましい。なお、この場合における溶解とは、10質量%の溶液となるように、常温（25℃）下で振とう機を用いて溶解を試みた際に、1時間以内に溶解したことが目視で確認できる場合を意味する。

[0207] 分岐鎖状ポリシランは、常温で、固体状、液体状のいずれであってもよい。

[0208] 分岐鎖状ポリシランは、例えば特開2011-208054公報、特開2007-106894公報、特開2007-145879公報、WO2005/113648公報等に記載の公知の方法を参考に製造することもできるし、また、市販品として入手することもできる。市販品の具体例としては、大阪ガスケミカル（株）製 ケイ素材料 ポリシラン OGSOL SⅠ-20-10、SⅠ-20-14等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0209] 分岐鎖状ポリシランの好適な一例としては以下が挙げられるが、これに限定されない。

[化24]



(Phは、フェニル基を表し、R^Eは、それぞれ独立して、末端置換基を表し、原子又は基を表し、n^bは、繰り返し単位数を示す。)

[0210] 上記剥離剤組成物中の分岐鎖状ポリシランの含有量は、膜構成成分に対して、通常10～90量%であるが、有機溶媒、酸又は半導体素子の製造で用いられる薬液（アルカリ現像液、過酸化水素水等）によっては好適に除去できないが、洗浄剤組成物によって好適に除去できる膜を再現性よく実現する観点等から、好ましくは15～80質量%、より好ましくは20～70質量%、より一層好ましくは25～60質量%、更に好ましく30～50質量%である。

[0211] <<<<架橋剤>>>>

剥離剤組成物は、架橋剤を含んでもよい。

架橋剤は自己縮合による架橋反応を起こすこともあるが、ノボラック樹脂中に架橋性置換基が存在する場合は、それらの架橋性置換基と架橋反応を起こすことができる。

[0212] 架橋剤の具体例としては、特に限定されるものではないが、典型的には、ヒドロキシメチル基、メトキシメチル基、ブトキシメチル基等のアルコキシメチル基等の架橋形成基を分子内に有する、フェノール系架橋剤、メラミン系架橋剤、尿素系架橋剤、チオ尿素系架橋剤等が挙げられ、これらは低分子化合物であっても、高分子化合物であってもよい。

剥離剤組成物が含む架橋剤は、通常、2個以上の架橋形成基を有するが、より好適な硬化を再現性よく実現する観点から、架橋剤である化合物に含まれる架橋形成基の数は、好ましくは2～10、より好ましくは2～6である。

剥離剤組成物が含む架橋剤は、より高い耐熱性を実現する観点からは、好ましくは分子内に芳香族環（例えば、ベンゼン環、ナフタレン環）を有し、そのような架橋剤の典型例としては、これに限定されるものではないが、フェノール系架橋剤が挙げられる。

[0213] 架橋形成基を有するフェノール系架橋剤とは、芳香族環に結合した架橋形

成基を有し、かつ、フェノール性ヒドロキシ基及びフェノール性ヒドロキシ基から誘導されるアルコキシ基の少なくとも一方を有する化合物であり、このようなフェノール性ヒドロキシ基から誘導されるアルコキシ基としては、メトキシ基、ブトキシ基等が挙げられるが、これらに限定されない。

架橋形成基が結合する芳香族環とフェノール性ヒドロキシ基及び／又はフェノール性ヒドロキシ基から誘導されるアルコキシ基が結合する芳香族環は、いずれも、ベンゼン環等の非縮環型芳香族環に限られず、ナフタレン環、アントラセン等の縮環型芳香族環であってもよい。

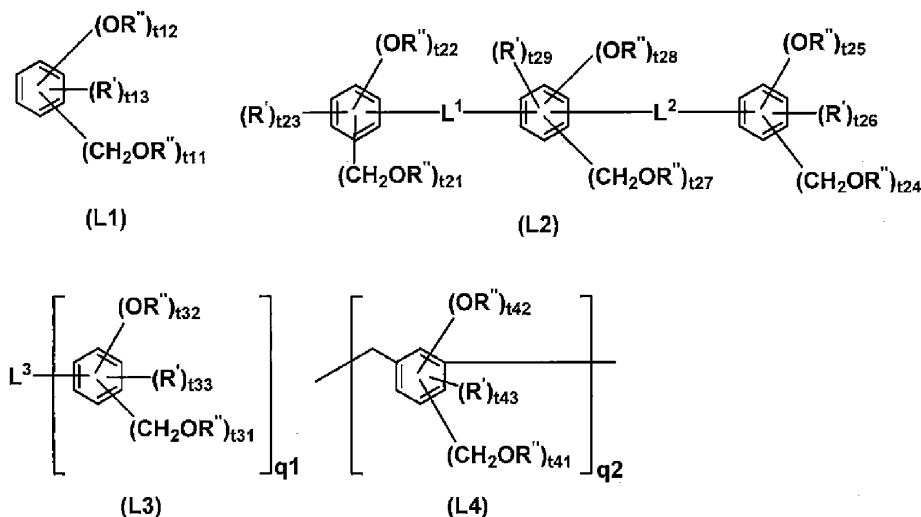
フェノール系架橋剤の分子内に芳香族環が複数存在する場合、架橋形成基とフェノール性ヒドロキシ基及びフェノール性ヒドロキシ基から誘導されるアルコキシ基とは、分子内の同じ芳香族環に結合していてもよく、異なる芳香族環に結合していてもよい。

架橋形成基やフェノール性ヒドロキシ基及びフェノール性ヒドロキシ基から誘導されるアルコキシ基が結合する芳香族環は、メチル基、エチル基、ブチル基等のアルキル基、フェニル基等のアリール基等の炭化水素基、フッ素原子等のハロゲン原子等で更に置換されていてもよい。

[0214] 例えば、架橋形成基を有するフェノール系架橋剤の具体例としては、式（L 1）～（L 4）のいずれかで表される化合物が挙げられる。

[0215]

[化25]

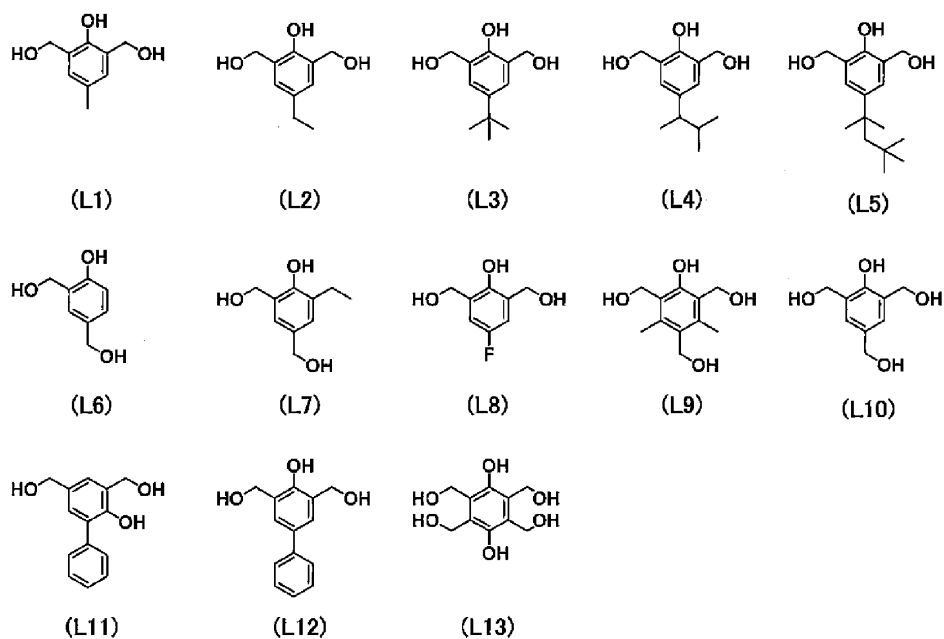


[0216] 各式中、各 R' は、それぞれ独立して、フッ素原子、アリール基又はアルキル基を表し、各 R'' は、それぞれ独立して、水素原子又はアルキル基を表し、 L^1 及び L^2 は、それぞれ独立して、単結合、メチレン基又はプロパン-2, 2-ジイル基を表し、 L^3 は、 q_1 に応じて定まり、単結合、メチレン基、プロパン-2, 2-ジイル基、メタントリイル基又はエタン-1, 1, 1-トリイル基を表し、 t_{11} 、 t_{12} 及び t_{13} は、 $2 \leq t_{11} \leq 5$ 、 $1 \leq t_{12} \leq 4$ 、 $0 \leq t_{13} \leq 3$ 、及び $t_{11} + t_{12} + t_{13} \leq 6$ を満たす整数であり、 t_{21} 、 t_{22} 及び t_{23} は、 $2 \leq t_{21} \leq 4$ 、 $1 \leq t_{22} \leq 3$ 、 $0 \leq t_{23} \leq 2$ 、及び $t_{21} + t_{22} + t_{23} \leq 5$ を満たす整数であり、 t_{24} 、 t_{25} 及び t_{26} は、 $2 \leq t_{24} \leq 4$ 、 $1 \leq t_{25} \leq 3$ 、 $0 \leq t_{26} \leq 2$ 、及び $t_{24} + t_{25} + t_{26} \leq 5$ を満たす整数であり、 t_{27} 、 t_{28} 及び t_{29} は、 $0 \leq t_{27} \leq 4$ 、 $0 \leq t_{28} \leq 4$ 、 $0 \leq t_{29} \leq 4$ 、及び $t_{27} + t_{28} + t_{29} \leq 4$ を満たす整数であり、 t_{31} 、 t_{32} 及び t_{33} は、 $2 \leq t_{31} \leq 4$ 、 $1 \leq t_{32} \leq 3$ 、 $0 \leq t_{33} \leq 2$ 、及び $t_{31} + t_{32} + t_{33} \leq 5$ を満たす整数であり、 t_{41} 、 t_{42} 及び t_{43} は、 $2 \leq t_{41} \leq 3$ 、 $1 \leq t_{42} \leq 2$ 、 $0 \leq t_{43} \leq 1$ 、及び $t_{41} + t_{42} + t_{43} \leq 4$ を満たす整数であり、 q_1 は、2又は3であり、 q_2 は、繰り返

し数を表し、0以上の整数であり、アリール基及びアルキル基の具体例としては、下記の具体例と同じものが挙げられるが、アリール基としてはフェニル基が好ましく、アルキル基としては、メチル基、*t*-ブチル基が好ましい。

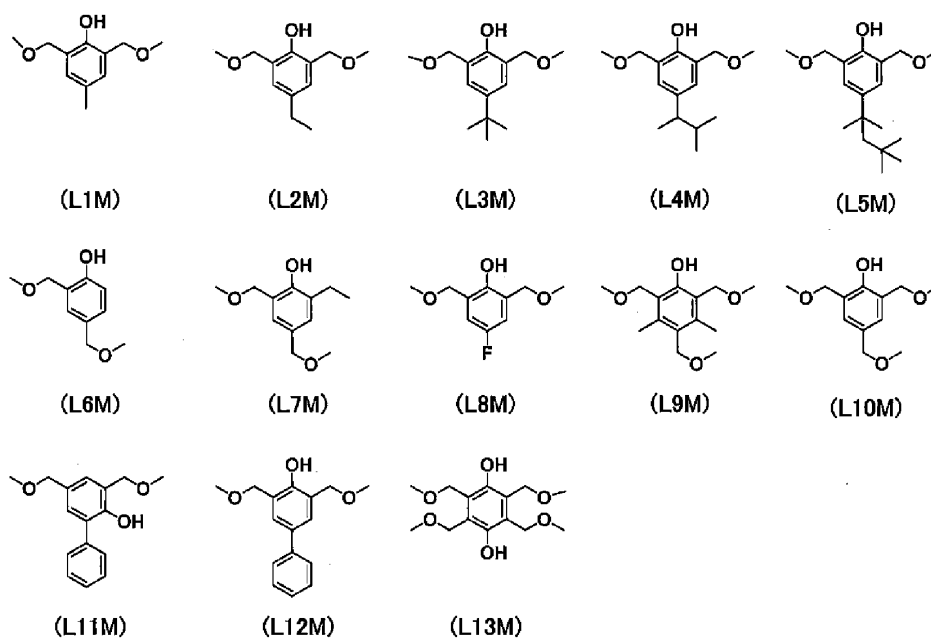
[0217] 以下、式(L1)～(L4)で表される化合物の具体例を挙げるが、これらに限定されない。なお、これらの化合物は、公知の方法で合成してもよく、例えば旭有機材工業(株)や本州化学工業(株)の製品として入手することもできる。

[0218] [化26]

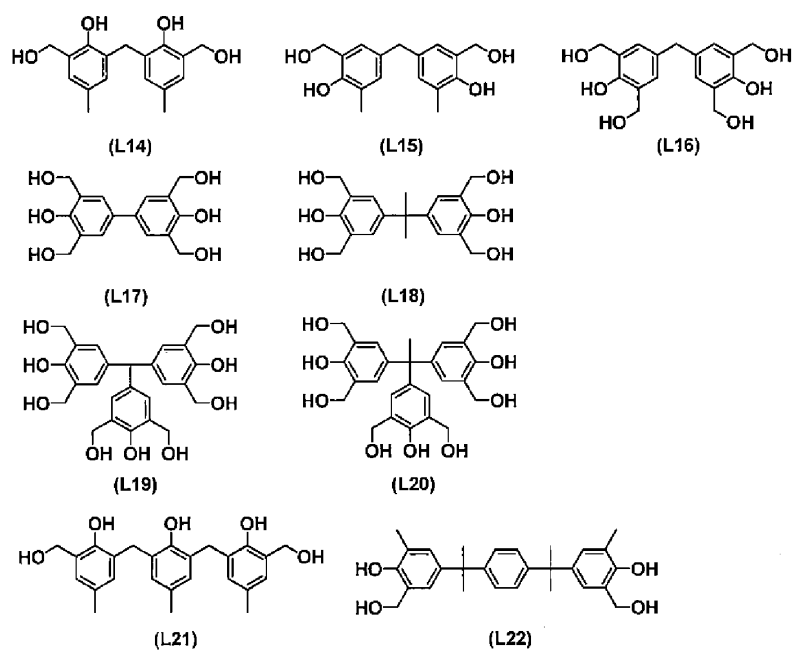


[0219]

[化27]

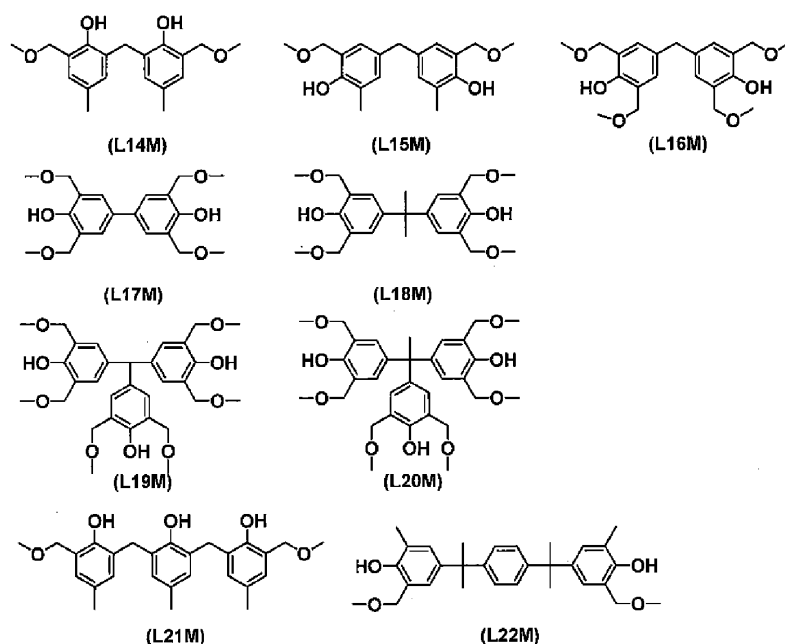


[0220] [化28]



[0221]

[化29]



[0222] 架橋形成基を有するメラミン系架橋剤とは、そのトリアジン環に結合するアミノ基の水素原子の少なくとも1つが架橋形成基で置換された、メラミン誘導体、2, 4-ジアミノ-1, 3, 5-トリアジン誘導体又は2-アミノ-1, 3, 5-トリアジン誘導体であり、当該トリアジン環は、フェニル基等のアリール基等の置換基を更に有していてもよい。

架橋形成基を有するメラミン系架橋剤の具体例としては、N, N, N', N', N'', N''-ヘキサキス(メトキシメチル)メラミン、N, N, N', N', N'', N''-ヘキサキス(ブトキシメチル)メラミン等のモノ、ビス、トリス、テトラキス、ペンタキス又はヘキサキスアルコキシメチルメラミン、N, N, N', N'-テトラキス(メトキシメチル)ベンゾグアナミン、N, N, N', N'-テトラキス(ブトキシメチル)ベンゾグアナミン等のモノ、ビス、トリス又はテトラキスアルコキシメチルベンゾグアナミン等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0223] 架橋形成基を有する尿素系架橋剤とは、尿素結合含有化合物の誘導体であって、尿素結合を構成するNH基の水素原子の少なくとも1つが架橋形成基

で置換された構造を有するものである。

架橋形成基を有する尿素系架橋剤の具体例としては、1, 3, 4, 6-テトラキス(メトキシメチル)グリコールウリル、1, 3, 4, 6-テトラキス(ブトキシメチル)グリコールウリル等のモノ、ビス、トリス又はテトラキスアルコキシメチルグリコールウリル、1, 3-ビス(メトキシメチル)尿素、1, 1, 3, 3-テトラキスメトキシメチル尿素等のモノ、ビス、トリス又はテトラキスアルコキシメチル尿素等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0224] 架橋形成基を有するチオ尿素系架橋剤とは、チオ尿素結合含有化合物の誘導体であって、チオ尿素結合を構成するNH基の水素原子の少なくとも1つが架橋形成基で置換された構造を有するものである。

架橋形成基を有するチオ尿素系架橋剤の具体例としては、1, 3-ビス(メトキシメチル)チオ尿素、1, 1, 3, 3-テトラキスメトキシメチルチオ尿素等のモノ、ビス、トリス又はテトラキスアルコキシメチルチオ尿素等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0225] 剥離剤組成物に含まれる架橋剤の量は、採用する塗布方法、所望の膜厚等に応じて異なるため一概に規定できないが、有機樹脂又は多核フェノール誘導体に対して、通常0.01～50質量%であり、好適な硬化を実現し、半導体基板と支持基板とが良好に分離可能な積層体を再現性よく得る観点から、好ましくは0.1質量%以上、より好ましくは1質量%以上、より一層好ましくは3質量%以上、更に好ましくは5質量%以上であり、好ましくは45質量%以下、より好ましくは40質量%以下、より一層好ましくは35質量%以下、更に好ましくは30質量%以下である。

[0226] <<<<酸発生剤、及び酸>>>>

架橋反応の促進等を目的として、剥離剤組成物は、酸発生剤や酸を含んでもよい。

[0227] 酸発生剤としては、例えば、熱酸発生剤と光酸発生剤が挙げられる。

熱酸発生剤は、熱により酸を発生する限り特に限定されるものではなく、

その具体例としては、2, 4, 4, 6-テトラブロモシクロヘキサジエノン、ベンゾイントシレート、2-ニトロベンジルトシレート、K-PURE〔登録商標〕CXC-1612、同CXC-1614、同TAG-2172、同TAG-2179、同TAG-2678、同TAG2689、同TAG2700（King Industries社製）、及びSI-45、SI-60、SI-80、SI-100、SI-110、SI-150（三新化学工業（株）製）その他有機スルホン酸アルキルエステル等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0228] 光酸発生剤としては、例えば、オニウム塩化合物、スルホンイミド化合物、及びジスルホニルジアゾメタン化合物等が挙げられる。

[0229] オニウム塩化合物の具体例としては、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トリフルオロメタンスルホネート、ジフェニルヨードニウムノナフルオロノルマルブタンスルホネート、ジフェニルヨードニウムパーフルオロノルマルオクタンスルホネート、ジフェニルヨードニウムカンファースルホネート、ビス（4-tert-ブチルフェニル）ヨードニウムカンファースルホネート、ビス（4-tert-ブチルフェニル）ヨードニウムトリフルオロメタンスルホネート等のヨードニウム塩化合物、トリフェニルスルホニウムナイトレート、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート、トリフェニルスルホニウムノナフルオロノルマルブタンスルホネート、トリフェニルスルホニウムカンファースルホネート、トリフェニルスルホニウムトリフルオロメタンスルホネート等のスルホニウム塩化合物等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0230] スルホンイミド化合物の具体例としては、N-（トリフルオロメタンスルホニルオキシ）スクシンイミド、N-（ノナフルオロノルマルブタンスルホニルオキシ）スクシンイミド、N-（カンファースルホニルオキシ）スクシンイミド、N-（トリフルオロメタンスルホニルオキシ）ナフタリイミド等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0231] ジスルホニルジアゾメタン化合物の具体例としては、ビス（トリフルオロ

メチルスルホニル) ジアゾメタン、ビス(シクロヘキシルスルホニル) ジアゾメタン、ビス(フェニルスルホニル) ジアゾメタン、ビス(p-トルエンスルホニル) ジアゾメタン、ビス(2, 4-ジメチルベンゼンスルホニル) ジアゾメタン、メチルスルホニル-p-トルエンスルホニルジアゾメタン等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0232] 酸の具体例としては、p-トルエンスルホン酸、ピリジニウムp-トルエンスルホン酸(ピリジニウムパラトルエンスルホネート)、ピリジニウムトリフルオロメタンスルホネート、ピリジニウムフェノールスルホン酸、5-スルホサリチル酸、4-フェノールスルホン酸、4-クロロベンゼンスルホン酸、ベンゼンジスルホン酸、1-ナフタレンスルホン酸等のアリールスルホン酸やピリジニウム塩等やその塩、サリチル酸、安息香酸、ヒドロキシ安息香酸、ナフタレンカルボン酸等のアリールカルボン酸やその塩、トリフルオロメタンスルホン酸、カンファースルホン酸等の鎖状又は環状アルキルスルホン酸やその塩、クエン酸等の鎖状又は環状アルキルカルボン酸やその塩等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0233] 剥離剤組成物に含まれる酸発生剤及び酸の量は、ともに用いる架橋剤の種類、膜を形成する際の加熱温度等に応じて異なるため一概に規定できないが、膜構成成分に対して、通常0.01~5質量%である。

[0234] <<<<界面活性剤>>>>

剥離剤組成物は、組成物自体の液物性や得られる膜の膜物性を調整することや、均一性の高い剥離剤組成物を再現性よく調製すること等を目的として、界面活性剤を含んでもよい。

界面活性剤としては、例えばポリオキシエチレンラウリルエーテル、ポリオキシエチレンステアリルエーテル、ポリオキシエチレンセチルエーテル、ポリオキシエチレンオレイルエーテル等のポリオキシエチレンアルキルエーテル類、ポリオキシエチレンオクチルフェノールエーテル、ポリオキシエチレンノニルフェノールエーテル等のポリオキシエチレンアルキルアリールエーテル類、ポリオキシエチレン・ポリオキシプロピレンブロックポリマー

類、ソルビタンモノラウレート、ソルビタンモノパルミテート、ソルビタンモノステアレート、ソルビタンモノオレエート、ソルビタントリオレエート、ソルビタントリステアレート等のソルビタン脂肪酸エステル類、ポリオキシエチレンソルビタンモノラウレート、ポリオキシエチレンソルビタンモノパルミテート、ポリオキシエチレンソルビタンモノステアレート、ポリオキシエチレンソルビタントリオレエート、ポリオキシエチレンソルビタントリステアレート等のポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル類等のノニオン系界面活性剤、エフトップEF301、EF303、EF352（（株）トーケムプロダクツ製、商品名）、メガファックF171、F173、R-30、R-30N（DIC（株）製、商品名）、フロラードFC430、FC431（住友スリーエム（株）製、商品名）、アサヒガードAG710、サーフロンS-382、SC101、SC102、SC103、SC104、SC105、SC106（旭硝子（株）製、商品名）等のフッ素系界面活性剤、オルガノシロキサンポリマーKP341（信越化学工業（株）製）等を挙げることができる。

界面活性剤は、一種単独で又は2種以上組み合わせて用いることができる。

界面活性剤の量は、剥離剤組成物の膜構成成分に対して、通常2質量%以下である。

[0235] <<<<溶媒>>>>

剥離剤組成物は、好ましくは溶媒を含む。

このような溶媒としては、例えば、前述の有機樹脂、多核フェノール誘導体、分岐鎖状ポリシラン、架橋剤等の膜構成成分を良好に溶解できる高極性溶媒を用いることができ、必要に応じて、粘度、表面張力等の調整等を目的に、低極性溶媒を用いてもよい。なお、本発明において、低極性溶媒とは周波数100kHzでの比誘電率が7未満のものを、高極性溶媒とは周波数100kHzでの比誘電率が7以上のものと定義する。溶媒は、1種単独で又は2種以上組み合わせて用いることができる。

[0236] また、高極性溶媒としては、例えば、N，N－ジメチルホルムアミド、N，N－ジメチルアセトアミド、N，N－ジメチルイソブチルアミド、N－メチルピロリドン、1，3－ジメチル－2－イミダゾリジノン等のアミド系溶媒；エチルメチルケトン、イソホロン、シクロヘキサノン等のケトン系溶媒；アセトニトリル、3－メトキシプロピオニトリル等のシアノ系溶媒；エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、ジプロピレングリコール、1，3－ブタンジオール、2，3－ブタンジオール等の多価アルコール系溶媒；プロピ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メチルエーテル、ジエチレングリコールモノフェニルエーテル、トリエチレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ベンジルアルコール、2－フェノキシエタノール、2－ベンジルオキシエタノール、3－フェノキシベンジルアルコール、テトラヒドロフルフリルアルコール等の脂肪族アルコール以外の1価アルコール系溶媒；ジメチルスルホキシド等のスルホキシド系溶媒等が挙げられる。

[0237] 低極性溶媒としては、例えば、クロロホルム、クロロベンゼン等の塩素系溶媒；トルエン、キシレン、テトラリン、シクロヘキシルベンゼン、デシルベンゼン等のアルキルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒；1－オクタノール、1－ノナノール、1－デカノール等の脂肪族アルコール系溶媒；テトラヒドロフラン、ジオキサン、アニソール、4－メトキシトルエン、3－フェノキシトルエン、ジベンジルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールブチルメチルエーテル、トリエチレングリコールジメチルエーテル、トリエチレングリコールブチルメチルエーテル等のエーテル系溶媒；安息香酸メチル、安息香酸エチル、安息香酸ブチル、安息香酸イソアミル、フタル酸ビス（2－エチルヘキシル）、マレイン酸ジブチル、シュウ酸ジブチル、酢酸ヘキシル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールモノブチルエーテルアセテート等のエステル系溶媒等が挙げられる。

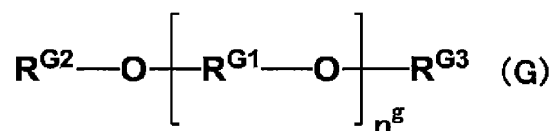
[0238] 溶媒の含有量は、所望の組成物の粘度、採用する塗布方法、作製する膜の厚み等を勘案して適宜決定されるものではあるが、組成物全体の99質量%以下であり、好ましくは、組成物全体に対して70～99質量%、すなわち、その場合における膜構成成分の量は、組成物全体に対して1～30質量%である。

[0239] 剥離剤組成物の粘度及び表面張力は、用いる塗布方法、所望の膜厚等の各種要素を考慮して、用いる溶媒の種類やそれらの比率、膜構成成分濃度等を変更することで適宜調整される。

[0240] 本発明のある態様においては、均一性の高い組成物を再現性よく得る観点、保存安定性の高い組成物を再現性よく得る観点、均一性の高い膜を与える組成物を再現性よく得る観点等から、剥離剤組成物は、グリコール系溶媒を含む。なお、ここでいう「グリコール系溶媒」とは、グリコール類、グリコールモノエーテル類、グリコールジエーテル類、グリコールモノエステル類、グリコールジエステル類及びグリコールエステルエーテル類の総称である。

[0241] 好ましいグリコール系溶媒の一例は、式(G)で表される。

[0242] [化30]



[0243] 式(G)中、 $\text{R}^{\text{G}1}$ は、それぞれ独立して、炭素数2～4の直鎖状又は分岐鎖状アルキレン基を表し、 $\text{R}^{\text{G}2}$ 及び $\text{R}^{\text{G}3}$ は、それぞれ独立し、水素原子、直鎖状若しくは分岐鎖状の炭素数1～8のアルキル基、又はアルキル部が炭素数1～8の直鎖状又は分岐鎖状アルキル基であるアルキルアシル基を表し、 n^{g} は、1～6の整数である。

[0244] 炭素数2～4の直鎖状又は分岐鎖状アルキレン基の具体例としては、エチレン基、トリメチレン基、1-メチルエチレン基、テトラメチレン基、2-メチルプロパン-1, 3-ジイル基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基

、等が挙げられるが、これらに限定されない。

中でも、均一性の高い組成物を再現性よく得る観点、保存安定性の高い組成物を再現性よく得る観点、均一性の高い膜を与える組成物を再現性よく得る観点等から、炭素数2～3の直鎖状又は分岐鎖状アルキレン基が好ましく、炭素数3の直鎖状又は分岐鎖状アルキレン基がより好ましい。

[0245] 直鎖状若しくは分岐鎖状の炭素数1～8のアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*i*-プロピル基、*n*-ブチル基、*i*-ブチル基、*s*-ブチル基、ターシャリーブチル基、*n*-ペンチル基、1-メチル-*n*-ブチル基、2-メチル-*n*-ブチル基、3-メチル-*n*-ブチル基、1, 1-ジメチル-*n*-プロピル基、1, 2-ジメチル-*n*-プロピル基、2, 2-ジメチル-*n*-プロピル基、1-エチル-*n*-プロピル基、*n*-ヘキシル、1-メチル-*n*-ペンチル基、2-メチル-*n*-ペンチル基、3-メチル-*n*-ペンチル基、4-メチル-*n*-ペンチル基、1, 1-ジメチル-*n*-ブチル基、1, 2-ジメチル-*n*-ブチル基、1, 3-ジメチル-*n*-ブチル基、2, 2-ジメチル-*n*-ブチル基、2, 3-ジメチル-*n*-ブチル基、3, 3-ジメチル-*n*-ブチル基、1-エチル-*n*-ブチル基、2-エチル-*n*-ブチル基、1, 1, 2-トリメチル-*n*-プロピル基、1, 2, 2-トリメチル-*n*-プロピル基、1-エチル-1-メチル-*n*-プロピル基、1-エチル-2-メチル-*n*-プロピル基等が挙げられるが、これらに限定されない。

中でも、均一性の高い組成物を再現性よく得る観点、保存安定性の高い組成物を再現性よく得る観点、均一性の高い膜を与える組成物を再現性よく得る観点等から、メチル基、エチル基が好ましく、メチル基がより好ましい。

[0246] アルキル部が炭素数1～8の直鎖状又は分岐鎖状アルキル基であるアルキルアシル基における炭素数1～8の直鎖状又は分岐鎖状アルキル基の具体例としては、上述の具体例と同じものが挙げられる。

中でも、均一性の高い組成物を再現性よく得る観点、保存安定性の高い組成物を再現性よく得る観点、均一性の高い膜を与える組成物を再現性よく得る観点等から、メチル基、エチル基が好ましく、メチル基がより好ましい。

る観点等から、メチルカルボニル基、エチルカルボニル基が好ましく、メチルカルボニル基がより好ましい。

[0247] n° は、均一性の高い組成物を再現性よく得る観点、保存安定性の高い組成物を再現性よく得る観点、均一性の高い膜を与える組成物を再現性よく得る観点等から、好ましくは4以下、より好ましくは3以下、より一層好ましくは2以下であり、最も好ましくは1である。

[0248] 均一性の高い組成物を再現性よく得る観点、保存安定性の高い組成物を再現性よく得る観点、均一性の高い膜を与える組成物を再現性よく得る観点等から、式(G)において、好ましくは、 R^{G2} 及び R^{G3} の少なくともいずれか一方は、直鎖状若しくは分岐鎖状の炭素数1～8のアルキル基であり、より好ましくは、 R^{G2} 及び R^{G3} の一方は、直鎖状若しくは分岐鎖状の炭素数1～8のアルキル基であり、他方は、水素原子又はアルキル部が炭素数1～8の直鎖状又は分岐鎖状アルキル基であるアルキルアシル基である。

[0249] 均一性の高い組成物を再現性よく得る観点、保存安定性の高い組成物を再現性よく得る観点、均一性の高い膜を与える組成物を再現性よく得る観点等から、グリコール系溶媒の含有量は、剥離剤組成物に含まれる溶媒に対して、好ましくは50質量%以上、より好ましくは70質量%以上、より一層好ましくは80質量%以上、更に好ましくは90質量%以上、更に一層好ましくは95質量%以上である。

均一性の高い組成物を再現性よく得る観点、保存安定性の高い組成物を再現性よく得る観点、均一性の高い膜を与える組成物を再現性よく得る観点等から、剥離剤組成物においては、膜構成成分は、溶媒に均一に分散又は溶解しており、好ましくは溶解している。

[0250] 剥離剤組成物は、例えば、有機樹脂又は多核フェノール誘導体と、溶媒と、必要に応じて架橋剤とを混合することによって製造できる。

その混合順序は特に限定されるものではないが、容易にかつ再現性よく剥離剤組成物を製造できる方法の一例としては、有機樹脂又は多核フェノール誘導体と、架橋剤を一度に溶媒に溶解させる方法や、有機樹脂又は多核フェ

ノール誘導体、及び架橋剤の一部を溶媒に溶解させ、残りを溶媒に別途溶解させ、得られた各溶液を混合する方法が挙げられるが、これらに限定されない。また、剥離剤組成物を調製する際、成分が分解したり変質したりしない範囲で、適宜加熱してもよい。

本発明においては、異物を除去する目的で、剥離剤組成物を製造する途中で又は全ての成分を混合した後に、用いる溶媒や溶液等をフィルター等を用いてろ過してもよい。

[0251] 剥離剤層の厚さは、特に限定されないが、通常5 nm～100 μmであり、ある態様においては10 nm～10 μmであり、その他の態様においては50 nm～1 μmであり、更にその他の態様においては100 nm～700 nmである。

[0252] 剥離剤組成物から剥離剤層を形成する方法としては、特に限定されないが、例えば、剥離剤組成物の塗布して剥離剤層を形成する方法が挙げられる。

剥離剤組成物の塗布方法は、特に限定されるものではないが、通常、スピコート法である。

塗布した剥離剤組成物の加熱温度は、剥離剤組成物が含む剥離剤成分の種類や量、所望の剥離剤層の厚さ等に応じて異なるため一概に規定できないが、好適な剥離剤層を再現性よく実現する観点から、80℃以上300℃以下であり、その加熱時間は、加熱温度に応じて、通常10秒～10分の範囲で適宜決定される。加熱温度は好ましくは100℃以上280℃以下であり、より好ましくは150℃以上250℃以下である。加熱時間は好ましくは30秒以上8分以下、より好ましくは1分以上5分以下である。

加熱は、ホットプレート、オーブン等を用いて行うことができる。

[0253] 以下、第1の実施態様の積層体の構成の一例を、図を用いて説明する。

図1は、第1の実施態様の積層体の一例の概略断面図を示す。

図1の積層体は、半導体基板1と、接着剤層2と、支持基板4とをこの順で有する。即ち、接着剤層2は、半導体基板1と支持基板4との間に設けられている。接着剤層2は、半導体基板1及び支持基板4に接する。

[0254] 以下、第1の実施態様の積層体の構成の他の一例を、図を用いて説明する。

図2は、第1の実施態様の積層体の他の一例の概略断面図を示す。

図2の積層体は、半導体基板1と、接着剤層2と、剥離剤層3と、支持基板4とをこの順で有する。

接着剤層2及び剥離剤層3は、半導体基板1と支持基板4との間に設けられている。接着剤層2は、半導体基板1に接する。剥離剤層3は、接着剤層2と支持基板4に接する。

[0255] <<第1の実施態様における積層体の一例の製造方法>>

第1の実施態様における積層体のうち図1で示される積層体を例に、以下積層体の製造方法について説明する。

本発明の積層体の一例は、例えば、以下の第1工程～第2工程を含む方法で製造することができる。

第1工程：半導体基板上に接着剤組成物を塗布し接着剤塗布層を形成する工程

第2工程：接着剤塗布層が加熱され、接着剤層が形成される工程

[0256] 接着剤組成物の塗布方法は、特に限定されるものではないが、通常、スピコート法である。なお、別途スピコート法等で塗布膜を形成し、シート状の塗布膜を形成し、シート状の塗布膜を、接着剤塗布層として貼付する方法を採用し得る。

塗布した接着剤組成物の加熱温度は、接着剤組成物が含む接着剤成分の種類や量、溶媒が含まれるか否か、用いる溶媒の沸点、所望の接着剤層の厚さ等に応じて異なるため一概に規定できないが、通常80～150℃、その加熱時間は、通常30秒～5分である。

接着剤組成物が溶媒を含む場合、通常、塗布した接着剤組成物を加熱する。

接着剤組成物を塗布し、必要があればそれを加熱して得られる接着剤塗布層の膜厚は、通常5～500μm程度であり、最終的に、上述の接着剤層の

厚さの範囲となるように適宜定められる。

[0257] 本発明においては、加熱処理若しくは減圧処理又はこれら両方を実施しながら、半導体基板及び支持基板の厚さ方向の荷重をかけて、その後、後加熱処理を実施することによって、本発明の積層体を得ることができる。なお、加熱処理、減圧処理、両者の併用のいずれの処理条件を採用するかは、接着剤組成物の種類、膜厚、求める接着強度等の各種事情を勘案した上で適宜決定される。

[0258] 加熱処理は、組成物から溶媒を除去する観点等から、通常20～160℃の範囲から適宜決定される。特に、接着剤成分(A)の過度の硬化や不要な変質を抑制又は回避する観点から、好ましくは150℃以下、より好ましくは130℃以下であり、その加熱時間は、加熱温度や接着剤の種類に応じて適宜決定されるものではあるが、好適な接着を確実に発現させる観点から、通常30秒以上であり、好ましくは1分以上であるが、接着剤層やその他の部材の変質を抑制する観点から、通常10分以下、好ましくは5分以下である。

[0259] 減圧処理は、互いに接する接着剤塗布層を10～10,000Paの気圧下にさせればよい。減圧処理の時間は、通常1～30分である。

[0260] 半導体基板及び支持基板の厚さ方向の荷重は、半導体基板及び支持基板とそれらの間の層に悪影響を及ぼさず、かつこれらをしっかりと密着させることができる荷重である限り特に限定されないが、通常10～50000Nの範囲内である。

[0261] 後加熱の温度は、十分な硬化速度を実現する観点等から、好ましくは120℃以上であり、基板や各層の変質を防ぐ観点等から、好ましくは260℃以下である。

後加熱の時間は、積層体を構成する基板及び層の好適な接合を実現する観点から、通常1分以上、好ましくは5分以上であり、過度の加熱による各層への悪影響等を抑制又は回避する観点から、通常180分以下、好ましくは120分以下である。

加熱は、ホットプレート、オーブン等を用いて行うことができる。ホットプレートを用いて後加熱をする場合、積層体の半導体基板と支持基板のいずれを下にして加熱してもよいが、好適な剥離を再現性よく実現する観点から、半導体基板を下にして後加熱することが好ましい。

なお、後加熱処理の一つの目的は、より好適な自立膜である接着剤層を実現することであり、特にヒドロシリル化反応による硬化を好適に実現することである。

[0262] 図3A～図3Cは、積層体の製造を行う一態様を説明するための図である。

まず、半導体基板1上に接着剤塗布層2aが形成された積層体を用意する(図3A)。この積層体は、例えば、半導体基板1上に接着剤組成物を塗布し、加熱することで得ることができる。

次に、図3Aに示す積層体と支持基板4とを、接着剤塗布層2aと支持基板4が接するように貼り合わせる。そして、減圧下で半導体基板1と支持基板4との厚さ方向に荷重を掛けた後、半導体基板1の接着剤塗布層2aが接する面と反対側の面に、加熱装置(不図示;ホットプレート)を配し、加熱装置によって接着剤塗布層2aを加熱して硬化させ接着剤層2に転化する(図3B)。

図3A～図3Bで示した工程によって、図1に示す積層体が得られる。

[0263] <第2の実施態様>

電子デバイス層を有する積層体は、電子デバイス層の加工に使用される。電子デバイス層に加工が施されている間は、電子デバイス層は支持基板に接着されている。電子デバイス層の加工後は、電子デバイス層は支持基板から分離される。

[0264] <<電子デバイス層>>

電子デバイス層とは、電子デバイスを有する層をいい、本発明においては、封止樹脂に複数の半導体チップ基板が埋め込まれた層、つまり複数の半導体チップ基板と該半導体チップ基板間に配された封止樹脂とからなる層をい

う。

ここで、「電子デバイス」とは、電子部品の少なくとも一部を構成する部材を意味する。電子デバイスは、特に制限されず、半導体基板の表面に、各種機械構造や回路が形成されたものであることができる。電子デバイスは、好ましくは、金属又は半導体により構成される部材と、該部材を封止又は絶縁する樹脂と、の複合体である。電子デバイスは、後述する再配線層、及び／又は半導体素子若しくはその他素子が、封止材又は絶縁材で封止又は絶縁されたものであってもよく、単層又は複数層の構造を有してなる。

[0265] <<支持基板>>

支持基板としては、上記<第1の実施態様>の上記<<支持基板>>の欄で説明したものと同様のものが例示される。

[0266] <<剥離剤層>>

剥離剤層は、上述した本発明の光照射剥離用の剥離剤組成物を用いて形成される。

剥離剤層の詳しい説明は、上記<第1の実施態様>の上記<<剥離剤層>>の欄で説明したとおりである。

[0267] <<接着剤層>>

接着剤層は、上述した接着剤組成物を用いて形成される。

接着剤層の詳しい説明は、上記<第1の実施態様>の上記<<接着剤層>>の欄で説明したとおりである。

[0268] 以下、第2の実施態様の積層体の構成の一例を、図を用いて説明する。

図4の積層体は、支持基板24と、接着剤層22と、電子デバイス層26とをこの順で有する。

電子デバイス層26は、複数の半導体チップ基板21と、該半導体チップ基板21間に配された封止材である封止樹脂25とを有してなる。

接着剤層22は、電子デバイス層26と支持基板24との間に設けられている。接着剤層22は、電子デバイス層26と支持基板24に接する。

[0269] 図5は、第2の実施態様の積層体の他の一例の概略断面図を示す。

図5の積層体は、支持基板24と、剥離剤層23と、接着剤層22と、電子デバイス層26とをこの順で有する。

電子デバイス層26は、複数の半導体チップ基板21と、該半導体チップ基板21間に配された封止材である封止樹脂25とを有してなる。

接着剤層22及び剥離剤層23は、電子デバイス層26と支持基板24との間に設けられている。接着剤層22は、電子デバイス層26に接する。剥離剤層23は、接着剤層22と支持基板24に接する。

[0270] <<第2の実施態様における積層体の一例の製造方法>>

第2の実施態様における積層体のうち図4で示される積層体を例に、以下積層体の製造方法について説明する。

本発明の積層体は、例えば、以下の第1の工程～第4の工程を含む方法で製造することができる。

第1の工程：上記支持基板の表面に接着剤組成物を塗布し接着剤塗布層を形成する（必要に応じ、さらに加熱して接着剤層を形成する）工程

第2の工程：半導体チップ基板を接着剤塗布層又は接着剤層上に載置して、加熱処理及び減圧処理の少なくともいずれかを実施しながら、半導体チップ基板を接着剤塗布層又は接着剤層に貼り合わせる工程

第3の工程：接着剤塗布層を後加熱処理することにより硬化させ接着剤層を形成する工程

第4の工程：接着剤層上に固定された半導体チップ基板に対して封止樹脂を用いて封止する工程

第2の工程についてより詳しく説明すると、例えば、下記(i)の実施態様の工程が挙げられる。

(i) 接着剤塗布層又は接着剤層上に半導体チップ基板を載置して、加熱処理及び減圧処理の少なくとも一方を実施しながら、半導体チップ基板及び支持基板の厚さ方向の荷重をかけて密着させ、半導体チップ基板を接着剤塗布層又は接着剤層に貼り合わせる。

[0271] 尚、第3の工程は、第2の工程の半導体チップ基板を接着剤塗布層に貼り

合わせた後に行ってもよいし、あるいは、第2の工程と併せて行うようにしてもよい。例えば、半導体チップ基板を接着剤塗布層上に載置して、半導体チップ基板及び支持基板の厚さ方向の荷重をかけながら、接着剤塗布層を加熱し硬化させることで、半導体チップ基板と接着剤塗布層との密着及び接着剤塗布層から接着剤層への硬化を一緒に行い、接着剤層と半導体チップ基板とを貼り合わせるようにしてもよい。

また、第3の工程は、第2の工程の前に行ってもよく、接着剤層上に半導体チップ基板を載置して、半導体チップ基板及び支持基板の厚さ方向の荷重をかけながら、接着剤層と半導体チップ基板とを貼り合わせてもよい。

[0272] 塗布方法、塗布した接着剤組成物の加熱温度、加熱手段等は、上記<第1の実施態様>の上記<<第1の実施態様における積層体の一例の製造方法>>に記載したとおりである。

[0273] 第2の実施態様の積層体の製造方法について、以下、図を用いてその手順をさらに詳しく説明する。この製造方法では、図4に示す積層体が製造される。

図6Aで示すように、支持基板24上に、接着剤組成物からなる接着剤塗布層22'を形成する。その際、接着剤塗布層22'を加熱し、接着剤層22を形成してもよい。

次に、図6Bで示すように、接着剤層22又は接着剤塗布層22'上に半導体チップ基板21を載置し、加熱処理及び減圧処理の少なくとも一方を実施しながら、半導体チップ基板21及び支持基板24の厚さ方向の荷重をかけて密着させ、半導体チップ基板21を接着剤層22又は接着剤塗布層22'に貼り合わせる。接着剤塗布層22'に半導体チップ基板21が貼り合わされている場合には、接着剤塗布層22'を後加熱処理することにより硬化させ接着剤層22とし、半導体チップ基板21を接着剤層22に固定する。

次に、図6Cで示すように、接着剤層22上に固定された半導体チップ基板21を、封止樹脂25を用いて封止する。図6Cでは、接着剤層22を介して、支持基板24上に仮接着された複数の半導体チップ基板21が、封止

樹脂 25 により封止されている。接着剤層 22 上に、半導体チップ基板 21 と半導体チップ基板 21 間に配された封止樹脂 25 とを有する電子デバイス層 26 が形成されており、このように、電子デバイス層 26 は、封止樹脂に複数の半導体チップ基板が埋め込まれた基材層となっている。

[0274] <<<封止工程>>>

封止材を用いて、半導体チップ基板 21 を封止する。

半導体チップ基板 21 を封止するための封止材としては、金属または半導体により構成される部材を絶縁または封止可能な部材が用いられる。

本発明では、封止材として、例えば、樹脂組成物（封止樹脂）が用いられる。封止樹脂の種類としては、金属または半導体を封止および／または絶縁可能なものであれば、特に限定されないが、例えば、エポキシ系樹脂又はシリコン系樹脂等を用いることが好ましい。

封止材は、樹脂成分のほか、フィラー等の他の成分を含んでいてもよい。フィラーとしては、例えば、球状シリカ粒子等が挙げられる。

封止工程においては、例えば 130～170℃に加熱された封止樹脂が、高粘度の状態を維持しつつ、半導体チップ基板 21 を覆うように、接着剤層 22 上に供給され、圧縮成形されることによって、接着剤層 22 上に封止樹脂 25 からなる層が形成される。その際、温度条件は、例えば 130～170℃である。また、半導体チップ基板 21 に加えられる圧力は、例えば 50～500 N/cm²である。

[0275] （加工された半導体基板又は電子デバイス層の製造方法）

本発明に係る積層体を用いると、加工された半導体基板の製造方法、あるいは加工された電子デバイス層の製造方法を提供することができる。

「加工された半導体基板の製造方法」は、上記（積層体）の上記<第 1 の実施態様>の欄に記載した積層体を用いる。また、「加工された電子デバイス層の製造方法」は、上記（積層体）の上記<第 2 の実施態様>の欄に記載した積層体を用いる。

「加工された半導体基板の製造方法」について、下記<第 3 の実施態様>

で説明し、「加工された電子デバイス層の製造方法」について、下記＜第4の実施態様＞で説明する。

[0276] ＜第3の実施態様＞

本発明の加工された半導体基板の製造方法は、下記第5 A工程と、下記第6 A工程とを含む。加工された電子デバイス層の製造方法は、更に、下記第7 A工程を含んでもよい。

ここで、第5 A工程は、上記＜第1の実施態様＞の欄で記載の積層体における半導体基板を加工する工程である。

また、第6 A工程は、第5 A工程によって加工された半導体基板と、支持基板とを分離する工程である。

また、第7 A工程は、第6 A工程の後に、加工された半導体基板を洗浄する工程である。

[0277] 第5 A工程において半導体基板に施される加工とは、例えば、ウエハの回路面の反対側の加工であり、ウエハ裏面の研磨によるウエハの薄化が挙げられる。その後、例えば、シリコン貫通電極（TSV）等の形成を行い、その後に支持基板から薄化ウエハを剥離してウエハの積層体を形成し、3次元実装化される。また、例えば、それに前後してウエハ裏面電極等の形成も行われる。ウエハの薄化とTSVプロセスには支持基板に接着された状態で250～350℃程度の熱が負荷される。本発明の積層体は、通常、接着剤層を含め、その負荷に対する耐熱性を備えるものである。

なお、加工は、上述したものに限定されず、例えば、半導体部品を実装するための基材をサポートするために支持基板と仮接着した場合の半導体部品の実装プロセスの実施等も含まれる。

[0278] 第6 A工程において、半導体基板と支持基板とを分離（剥離）する方法は、特に限定されない。

例えば、鋭部を有する機材（いわゆるディボンダー）で機械的に剥離する方法が挙げられる。具体的には、例えば、半導体基板と支持基板との間に鋭部を挿入した後、半導体基板と支持基板とを分離する。

また、積層体が剥離剤層を有する場合、第6 A工程において、半導体基板と支持基板とを分離（剥離）する方法は、剥離剤層への光照射の後に、半導体基板と支持基板との間で引きはがす剥離等であってもよい。

支持基板側から剥離剤層に光を照射することによって、上述の通りに剥離剤層の変質（例えば、剥離剤層の分離又は分解）を生じさせ、その後、例えば、いずれか一方の基板を引き上げて、容易に、半導体基板と支持基板とを分離することができる。

[0279] 剥離剤層に対する光の照射は、必ずしも剥離剤層の全領域に対してなされる必要はない。光が照射された領域と照射されていない領域とが混在していても、剥離剤層全体として剥離能が十分に向上していれば、例えば支持基板を引き上げる等のわずかな外力によって半導体基板と支持基板を分離できる。光を照射する領域と照射しない領域との比率及び位置関係は、用いる接着剤の種類やその具体的な組成、接着剤層の厚さ、接着剤層の厚さ、剥離剤層の厚さ照射する光の強度等によって異なるが、当業者であれば、過度の試験を要することなく、適宜条件を設定できる。このような事情のため、本発明の加工された半導体基板の製造方法によれば、例えば、用いる積層体の支持基板が光透過性を有する場合において支持基板側からの光照射によって剥離をする際に光照射時間を短くすることが可能となり、その結果、スループットの改善が期待できるだけでなく、剥離のための物理的な応力等を回避して、光の照射のみによって半導体基板と支持基板とを容易かつ効率的に分離できる。

通常、剥離のための光の照射量は、 $50 \sim 3,000 \text{ mJ/cm}^2$ である。照射時間は、波長及び照射量に応じて適宜決定される。

[0280] 剥離に用いる光の波長は、例えば、 $250 \sim 600 \text{ nm}$ の波長であることが好ましく、 $250 \sim 370 \text{ nm}$ の波長であることがより好ましい。より好適な波長は、 308 nm 、 343 nm 、 355 nm 、 365 nm 、又は 532 nm である。剥離に必要な光の照射量は、特定の化合物及び重合体の好適な変質、例えば分解を引き起こせる照射量である。

剥離に用いる光は、レーザー光でもよく、紫外線ランプ等の光源から発される非レーザー光でもよい。

[0281] 分離した半導体基板及び支持基板の少なくともいずれかの表面に、洗浄剤組成物を吹き付けたり、分離した半導体基板又は支持基板を洗浄剤組成物に浸漬したりして基板を洗浄することができる。

また、除去テープ等を用いて、加工された半導体基板等の表面を洗浄してもよい。

基板の洗浄の一例として、第6 A工程の後に、加工された半導体基板を洗浄する第7 A工程を行ってもよい。

洗浄に用いる洗浄剤組成物は、以下のものが挙げられる。

[0282] 洗浄剤組成物は、通常、溶媒を含む。

溶媒としては、例えば、ラクトン類、ケトン類、多価アルコール類、エステル結合を有する化合物、多価アルコール類の誘導体、環式エーテル類、エステル類、芳香族系有機溶剤などが挙げられる。

ラクトン類としては、例えば、γ-ブチロラクトンなどが挙げられる。

ケトン類としては、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、メチルーn-ペンチルケトン、メチルイソペンチルケトン、2-ヘプタノンなどが挙げられる。

多価アルコール類としては、例えば、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、ジプロピレングリコールなどが挙げられる。

エステル結合を有する化合物としては、例えば、エチレングリコールモノアセテート、ジエチレングリコールモノアセテート、プロピレングリコールモノアセテート、ジプロピレングリコールモノアセテートなどが挙げられる。

多価アルコール類の誘導体としては、例えば、上記多価アルコール類または上記エステル結合を有する化合物のモノメチルエーテル、モノエチルエーテル、モノプロピルエーテル、モノブチルエーテル等のモノアルキルエーテルまたはモノフェニルエーテル等のエーテル結合を有する化合物が挙げられ

る。これらの中では、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）、プロピレングリコールモノメチルエーテル（PGME）が好ましい。

環式エーテル類としては、例えば、ジオキサンなどが挙げられる。

エステル類としては、例えば、乳酸メチル、乳酸エチル（EL）、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチル、ピルビン酸メチル、ピルビン酸エチル、メトキシプロピオン酸メチル、エトキシプロピオン酸エチルなどが挙げられる。

芳香族系有機溶剤としては、例えば、アニソール、エチルベンジルエーテル、クレジルメチルエーテル、ジフェニルエーテル、ジベンジルエーテル、フェネトール、ブチルフェニルエーテル、エチルベンゼン、ジエチルベンゼン、ペンチルベンゼン、イソプロピルベンゼン、トルエン、キシレン、シメン、メシチレンなどが挙げられる。

これらは、1種を単独で又は2種以上を組み合わせ使用することができる。

これらの中でも、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）、プロピレングリコールモノメチルエーテル（PGME）、シクロヘキサノン、乳酸エチル（EL）が好ましい。

[0283] また、PGMEAと極性溶剤とを混合した混合溶媒も好ましい。その配合比（質量比）は、PGMEAと極性溶剤との相溶性等を考慮して適宜決定すればよいが、好ましくは1：9～9：1、より好ましくは2：8～8：2の範囲内とすることが好ましい。

たとえば極性溶剤としてELを配合する場合は、PGMEA：ELの質量比は、好ましくは1：9～9：1、より好ましくは2：8～8：2である。また、極性溶剤としてPGMEを配合する場合は、PGMEA：PGMEの質量比は、好ましくは1：9～9：1、より好ましくは2：8～8：2、さらに好ましくは3：7～7：3である。また、極性溶剤としてPGMEおよびシクロヘキサノンを配合する場合は、PGMEA：（PGME＋シクロヘ

キサノン)の質量比は、好ましくは1:9~9:1、より好ましくは2:8~8:2、さらに好ましくは3:7~7:3である。

[0284] 洗浄剤組成物は、塩を含んでいてもよいし、塩を含んでいなくてもよいが、塩を含んでいないことが、積層体を用いた半導体基板の加工の際の汎用性が高くなる点、及びコストが抑えられる点で好ましい。

[0285] 洗浄剤組成物が塩を含む場合の一例としては、第四級アンモニウム塩と、溶媒とを含む洗浄剤組成物が挙げられる。

第四級アンモニウム塩は、第四級アンモニウムカチオンと、アニオンとから構成されるものであって、この種の用途に用いられるものであれば特に限定されるものではない。

このような第四級アンモニウムカチオンとしては、典型的には、テトラ(炭化水素)アンモニウムカチオンが挙げられる。一方、それと対を成すアニオンとしては、水酸化物イオン(OH^-)；フッ素イオン(F^-)、塩素イオン(Cl^-)、臭素イオン(Br^-)、ヨウ素イオン(I^-)等のハロゲンイオン；テトラフルオロホウ酸イオン(BF_4^-)；ヘキサフルオロリン酸イオン(PF_6^-)等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0286] 第四級アンモニウム塩は、好ましくは含ハロゲン第四級アンモニウム塩であり、より好ましくは含フッ素第四級アンモニウム塩である。

第四級アンモニウム塩中、ハロゲン原子は、カチオンに含まれていても、アニオンに含まれていてもよいが、好ましくはアニオンに含まれる。

[0287] 好ましい一態様においては、含フッ素第四級アンモニウム塩は、フッ化テトラ(炭化水素)アンモニウムである。

フッ化テトラ(炭化水素)アンモニウムにおける炭化水素基の具体例としては、炭素原子数1~20のアルキル基、炭素原子数2~20のアルケニル基、炭素原子数2~20のアルキニル基、炭素原子数6~20のアリール基等が挙げられる。

より好ましい一態様においては、フッ化テトラ(炭化水素)アンモニウムは、フッ化テトラアルキルアンモニウムを含む。

フッ化テトラアルキルアンモニウム具体例としては、フッ化テトラメチルアンモニウム、フッ化テトラエチルアンモニウム、フッ化テトラプロピルアンモニウム、フッ化テトラブチルアンモニウム（テトラブチルアンモニウムフルオリドともいう）等が挙げられるが、これらに限定されない。中でも、フッ化テトラブチルアンモニウムが好ましい。

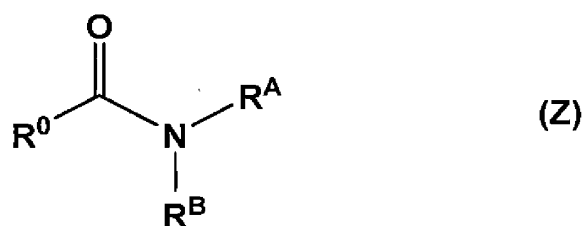
[0288] フッ化テトラ（炭化水素）アンモニウム等の第四級アンモニウム塩は、水和物を用いてもよい。また、フッ化テトラ（炭化水素）アンモニウム等の第四級アンモニウム塩は、1種単独で又は2種以上組み合わせて用いてもよい。

第四級アンモニウム塩の量は、洗浄剤組成物に含まれる溶媒に溶解する限り特に制限されるものではないが、洗浄剤組成物に対して、通常0.1～30質量%である。

[0289] 洗浄剤組成物が塩を含む場合、併用される溶媒としては、この種の用途に用いられ、かつ第四級アンモニウム塩等の塩を溶解するものであれば特に限定されるものではないが、優れた洗浄性を有する洗浄剤組成物を再現性よく得る観点、第四級アンモニウム塩等の塩を良好に溶解させて、均一性に優れた洗浄剤組成物を得る観点等から、好ましくは、洗浄剤組成物は、1種又は2種以上のアミド系溶媒を含む。

[0290] アミド系溶媒の好適な一例としては、式（Z）で表される酸アミド誘導体が挙げられる。

[化31]



[0291] 式中、 R^0 は、エチル基、プロピル基又はイソプロピル基を表し、エチル基、イソプロピル基が好ましく、エチル基がより好ましい。 R^A 及び R^B は、そ

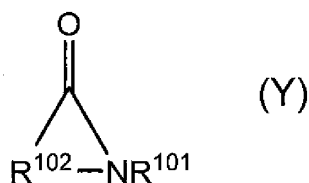
れぞれ独立して、炭素原子数 1～4 のアルキル基を表す。炭素原子数 1～4 のアルキル基は直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれでもよく、具体的にはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、シクロプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*s*-ブチル基、*t*-ブチル基、シクロブチル基等が挙げられる。これらのうち、 R^A 及び R^B としては、メチル基又はエチル基が好ましく、ともにメチル基又はエチル基がより好ましく、ともにメチル基がより一層好ましい。

[0292] 式 (Z) で表される酸アミド誘導体としては、*N*, *N*-ジメチルプロピオンアミド、*N*, *N*-ジエチルプロピオンアミド、*N*-エチル-*N*-メチルプロピオンアミド、*N*, *N*-ジメチル酪酸アミド、*N*, *N*-ジエチル酪酸アミド、*N*-エチル-*N*-メチル酪酸アミド、*N*, *N*-ジメチルイソ酪酸アミド、*N*, *N*-ジエチルイソ酪酸アミド、*N*-エチル-*N*-メチルイソ酪酸アミド等が挙げられる。これらのうち、特に、*N*, *N*-ジメチルプロピオンアミド、*N*, *N*-ジメチルイソブチルアミドが好ましく、*N*, *N*-ジメチルプロピオンアミドがより好ましい。

[0293] 式 (Z) で表される酸アミド誘導体は、対応するカルボン酸エステルとアミンの置換反応によって合成してもよいし、市販品を使用してもよい。

[0294] 好ましいアミド系溶媒の他の一例としては、式 (Y) で表されるラクタム化合物が挙げられる。

[化32]



[0295] 式 (Y) において、 R^{101} は水素原子又は炭素原子数 1～6 のアルキル基を表し、 R^{102} は炭素原子数 1～6 のアルキレン基を表す。炭素原子数 1～6 のアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*n*-ブチル基等が挙げられ、炭素原子数 1～6 のアルキレン基の具体例としては

、メチレン基、エチレン基、トリメチレン基、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基等が挙げられるが、これらに限定されない。

[0296] 式（Y）で表されるラクタム化合物の具体例としては、 α -ラクタム化合物、 β -ラクタム化合物、 γ -ラクタム化合物、 δ -ラクタム化合物等を挙げることができる。

[0297] 好ましい一態様においては、式（Y）で表されるラクタム化合物は、1-アルキル-2-ピロリドン（N-アルキル- γ -ブチロラクタム）を含み、より好ましい一態様においては、N-メチルピロリドン（NMP）又はN-エチルピロリドン（NEP）を含み、より一層好ましい一態様においては、N-メチルピロリドン（NMP）を含む。

[0298] なお、本発明で用いる洗浄剤組成物は、溶媒として、水を含んでもよいが、基板の腐食等を回避する観点等から、通常、有機溶媒のみが、溶媒として意図して用いられる。なお、この場合において、塩の水和水や、有機溶媒に含まれる微量含まれる水が、洗浄剤組成物に含まれてしまうことまでもが、否定される訳ではない。本発明で用いる洗浄剤組成物の含水量は、通常5質量%以下である。

[0299] 本発明の加工された半導体基板の製造方法の上述の工程に関する構成要素及び方法的要素については、本発明の要旨を逸脱しない範囲であれば種々変更しても差し支えない。

本発明の加工された半導体基板の製造方法は、上述の工程以外の工程を含んでもよい。

[0300] 本発明の剥離方法の一例は、本発明の積層体の半導体基板又は支持基板が光透過性を有する場合に、半導体基板側又は支持基板側から剥離剤層に光を照射することで、積層体の半導体基板と支持基板とを分離するものである。

本発明の積層体の一例においては、半導体基板と支持基板とが接着剤層及び剥離剤層によって好適に剥離可能に仮接着されているので、例えば、支持基板が光透過性を有する場合には、積層体の支持基板側から光を剥離剤層に

照射することで、半導体基板と支持基板とを容易に分離できる。通常、剥離は、積層体の半導体基板に加工が行われた後に実施される。

[0301] 第3の実施態様の一例を、図7A～図7Dを用いて、説明する。この一例は、薄化した半導体基板の製造の一例である。

まず、積層体を用意する(図7A)。この積層体は、図1及び図3Bに示す積層体と同じ積層体である。

次に、研磨装置(不図示)を用いて半導体基板1の接着剤層2が接する面と反対側の面を研磨し、半導体基板1を薄化する(図7B)。なお、薄化された半導体基板1に対して貫通電極の形成などが施されてもよい。

次に、剥離装置(不図示)を用いて、薄化した半導体基板1と支持基板4とを離す(図7C)。

そうすると、薄化された半導体基板1が得られる(図7D)。

ここで、薄化された半導体基板1上には、接着剤層2の残渣が残っていることがある。そこで、洗浄剤組成物を用いて薄化した半導体基板1を洗浄し、半導体基板1上から接着剤層2の残渣を取り除くことが好ましい。

[0302] <第4の実施態様>

本発明の加工された電子デバイス層の製造方法は、下記第5B工程と、下記第6B工程とを含む。加工された電子デバイス層の製造方法は、更に、下記第7B工程を含んでいてもよい。

ここで、第5B工程は、上記<第2の実施態様>の欄で記載の積層体における電子デバイス層を加工する工程である。

また、第6B工程は、第5B工程によって加工された電子デバイス層と、支持基板とを分離する工程である。

また、第7B工程は、第6B工程の後に、加工された電子デバイス層を洗浄する工程である。

以下、第4の実施形態の具体例について、図8A～図8Fを用いつつ、説明する。

[0303] 第5B工程において電子デバイス層に施される加工とは、例えば、研削工

程や配線層形成工程等が挙げられる。

[0304] <<研削工程>>

研削工程は、電子デバイス層 2 6 における封止樹脂 2 5 の層の樹脂部分を、半導体チップ基板 2 1 の一部が露出するように研削する工程である。

封止樹脂部分の研削は、例えば図 8 B に示すように、図 8 A に示す積層体の封止樹脂 2 5 の層を、半導体チップ基板 2 1 とほぼ同等の厚さになるまで削ることにより行う。なお、図 8 A に示す積層体は、図 4 及び図 6 C に示す積層体と同じ積層体である。

[0305] <<配線層形成工程>>

配線層形成工程は、上記研削工程の後、露出した半導体チップ基板 2 1 上に配線層を形成する工程である。

図 8 C では、半導体チップ基板 2 1 及び封止樹脂 2 5 の層からなる電子デバイス層 2 6 上に、配線層 2 8 が形成されている。

配線層 2 8 は、RDL (Redistribution Layer: 再配線層) と呼ばれ、基板に接続する配線を構成する薄膜の配線体であり、単層又は複数層の構造を有し得る。配線層は、誘電体 (酸化シリコン (SiO_x)、感光性エポキシ等の感光性樹脂など) の間に導電体 (例えば、アルミニウム、銅、チタン、ニッケル、金及び銀等の金属並びに銀-錫合金等の合金) によって配線が形成されたものであり得るが、これに限定されない。

配線層 2 8 を形成する方法としては、例えば、以下の方法が挙げられる。

まず、封止樹脂 2 5 の層上に、酸化シリコン (SiO_x)、感光性樹脂等の誘電体層を形成する。酸化シリコンからなる誘電体層は、例えばスパッタ法、真空蒸着法等により形成することができる。感光性樹脂からなる誘電体層は、例えばスピコート、ディッピング、ローラーブレード、スプレー塗布、スリット塗布等の方法により、封止樹脂 2 5 の層上に、感光性樹脂を塗布することで形成することができる。

続いて、誘電体層に、金属等の導電体によって配線を形成する。配線を形成する方法としては、例えば、フォトリソグラフィー (レジストリソグラフ

ィー)等のリソグラフィー処理、エッチング処理等の公知の半導体プロセス手法を用いることができる。このような、リソグラフィー処理としては、例えば、ポジ型レジスト材料を用いたリソグラフィー処理、ネガ型レジスト材料を用いたリソグラフィー処理が挙げられる。

第4の実施形態に係る積層体の製造方法においては、さらに、配線層28上にバンプの形成、又は素子の実装を行うことができる。配線層28上への素子の実装は、例えば、チップマウンター等を用いて行うことができる。

第4の実施形態に係る積層体は、半導体チップ基板に設けられた端子がチップエリア外に広がる配線層に実装される、ファンアウト型技術に基づく過程において作製される積層体であってもよい。

[0306] 第6B工程において、電子デバイス層と支持基板とを分離(剥離)する方法は、鋭部を有する機材による機械的な剥離、支持体と電子デバイス層との間で引きはがす剥離等が挙げられるが、これらに限定されない。

積層体が剥離剤層を有する場合、例えば、支持基板側から剥離剤層に光を照射することによって、上述の通りに剥離剤層の変質(例えば、剥離剤層の分離又は分解)を生じさせ、その後、例えば、いずれか一方の基板を引き上げて、容易に、電子デバイス層と支持基板とを分離することができる。

[0307] 図8D~図8Eは、積層体の分離方法を説明するための概略断面図であり、図8Fは、積層体の分離後における洗浄方法を説明するための概略断面図である。図8D~図8Fにより、半導体パッケージ(電子部品)の製造方法の一実施態様を説明することができる。

積層体を分離する工程は、図8D及び図8Eで示すように、剥離装置(不図示)を用いて、電子デバイス層26と支持基板24とを分離する工程である。

[0308] 分離した電子デバイス層及び支持基板の少なくともいずれかの表面に、洗浄剤組成物を吹き付けたり、分離した電子デバイス層又は支持基板を洗浄剤組成物に浸漬したりして基板を洗浄することができる。

また、除去テープ等を用いて、加工された電子デバイス層等の表面を洗浄

してもよい。

例えば、図 8 E では、分離工程の後、電子デバイス層 2 6 に接着剤層 2 2 が付着しているが、酸又はアルカリ等の洗浄剤組成物を用いて、接着剤層 2 2 を分解することにより、接着剤層 2 2 を除去することができる。接着剤層を除去することにより、図 8 F で示すような加工された電子デバイス層（電子部品）を好適に得ることができる。

[0309] 本発明の加工された電子デバイス層の製造方法の上述の工程に関する構成要素及び方法的要素については、本発明の要旨を逸脱しない範囲であれば種々変更しても差し支えない。

本発明の加工された電子デバイス層の製造方法は、上述の工程以外の工程を含んでもよい。

実施例

[0310] 以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に限定されるものではない。なお、使用した装置は以下のとおりである。

[0311] [装置]

(1) 自転公転ミキサー：(株)シンキー製、ARE-500

(2) 動的粘弾性測定装置：TAインスツルメント(株)製、Q-800

(3) 真空貼り合わせ装置：ズースマイクロテック(株)製、XBS-300

(4) 剥離装置：ズースマイクロテック(株)製、マニュアルデボンダー

(5) 剥離解析装置：協和界面科学(株)製、VPA-S

[0312] <第 1 の実施態様>

[1-1] 接着剤組成物の調製

[比較例 1-1]

攪拌機専用 600 mL 攪拌容器に、ポリオルガノシロキサン (a 1) としてポリシロキサンとビニル基とを含有する MQ 樹脂 (ワッカーケミ社製) 50.62 g に対して、ポリオルガノシロキサン (a 2) として粘度 100 m

Pa・sのSiH基含有直鎖状ポリジメチルシロキサン（ワッカーケミ社）8.59g、ポリオルガノシロキサン（a3）として粘度70mPa・sのビニル基含有直鎖状ポリジメチルシロキサン（ワッカーケミ社製）5.35g、重合抑制剤（a4）として1-エチニルシクロヘキサノール（ワッカーケミ社製）0.07g、重合抑制剤（a5）として1,1-ジフェニル-2-プロピン-1-オール（東京化成工業製）0.07g、白金族金属系触媒（a6）として白金触媒（ワッカーケミ社製）0.01g、溶媒としてp-メンタン（東京化成工業製）11.55g、及び成分（B）としてGENIOPLAST GUM（ワッカーケミ社製）23.74gを入れ、攪拌機で5分間攪拌した。最後に、得られた混合物をナイロンフィルター300メッシュでろ過し、接着剤組成物1-1を得た。

[0313] [比較例1-2、及び実施例1-1～1-11]

比較例1-1と同様の手順にて接着剤組成物1-2～1-13を調製した。各接着剤組成物の構成比率を表1に示す。なお成分（B）に関しては組成物によって異なる材料を用いている場合があるため、名称と添加量を記載した。成分（B）を二種類用いている場合はそれぞれ（B）-1、（B）-2として記載した。比較例1-2としては成分（B）を含まないものを調製した。

[0314]

[表1]

	接着剤 組成物	(a1)	(a2)	(a3)	(a4)	(a5)	(a6)	D- メントール	成分(B)-1		成分(B)-2	
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)		名称	(g)	名称	(g)
比較例 1-1	1-1	50.62	8.59	5.35	0.07	0.07	0.01	11.55	GENIOPLAST GUM	23.74	-	0
比較例 1-2	1-2	66.38	11.26	7.02	0.09	0.09	0.01	15.14	-	0	-	0
実施例 1-1	1-3	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL 8413	0.52	-	0
実施例 1-2	1-4	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL-BY 16-839	0.52	-	0
実施例 1-3	1-5	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL 8411	0.52	-	0
実施例 1-4	1-6	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	EMS-622	0.52	-	0
実施例 1-5	1-7	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	X-22-343	0.52	-	0
実施例 1-6	1-8	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL 8413	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 1-7	1-9	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL-BY 16-839	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 1-8	1-10	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL 8411	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 1-9	1-11	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	EMS-622	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 1-10	1-12	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	X-22-343	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 1-11	1-13	61.29	10.40	6.48	0.09	0.09	0.01	13.98	PMM-1043	7.67	-	0

[0315] 表1中の成分(B)-1及び成分(B)-2の詳細は以下の通りである。

※1 GENIOPLAST GUM：ワッカーケミ社製、ポリジメチルシロキサン

※2 DOWSIL 8413：ダウ・東レ社製、粘度15000mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※3 DOWSIL BY 16-839：ダウ・東レ社製、粘度4000mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※4 DOWSIL 8411：ダウ・東レ社製、粘度5000mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※5 EMS-622：ゲレスト社製、粘度200mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※6 X-22-343：信越化学工業社製、粘度25mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※7 PMM-1043：ゲレスト社製、粘度30000mPa・s、フ

エニル基含有ポリオルガノシロキサン

[0316] [1-2] 接着剤組成物膜の製造と弾性率評価

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として300mmのシリコンウエハー（厚さ775 μ m）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が100 μ mとなるようにスピコートし、120℃1分間、続けて200℃10分間の加熱処理を行い、接着剤層を形成した。接着剤層をロータリーカッターで幅0.5cm、長さ10cmに切り出し、動的粘弾性測定装置を用いて接着剤層の弾性率を測定した。測定にはマルチ周波数モードを用い、ひずみ率0.1%として、25℃での貯蔵弾性率を測定した。結果を表2に示した。

[0317] [1-3] 積層体の製造と剥離性確認

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として300mmの電極付きシリコン基板（厚さ775 μ m；電極高さ35 μ m、直径25 μ m、ピッチ55 μ m）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が60 μ mとなるようにスピコートした後に120℃1分間加熱処理し、半導体基板である電極付きシリコン基板上に接着剤塗布層を形成した。キャリア側の基板として301mmのガラスウエハー（EAGLE-XG、コーニング社製、厚さ700 μ m）を用いた。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーと電極付きシリコン基板を、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、200℃10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製した。なお、貼り合せは、温度23℃、減圧度1,500Paで行った。なお、積層体は、必要な数だけ製造した。

その後剥離性確認のため剥離装置を用いて剥離を実施した。剥離の際にはスクレーパー替刃（エスコ社製；刃厚0.2mm）をニュートン計の先端に取り付け、替刃をデバイス基板とキャリア基板を貼り合わせた接着剤層に基板に対して平行に差し込み、剥離のきっかけを形成した。この際、刃を差し込むのに必要な力の最小値をニュートン計にて測定した。結果を表2に示し

た。なお、刃を差し込むのに必要な力の最小値が20.0 kgfを超えた場合、「測定不可」とした。

また、替刃を差し込んだ後に、キャリア側のガラス基板を持ち上げて容易に剥離が可能か確認した。容易に剥離可能かつ差し込み時の力が4.0 kgf以下の場合を「◎」、容易に剥離可能かつ差し込み時の力が4.0 kgf超の場合を「○」、剥離が不可の場合を「×」とした。結果を表2に示した。

[0318] [1-4] 積層体の製造と電極変形の確認

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として300 mmの電極付きシリコン基板（厚さ775 μm ；電極高さ35 μm 、直径25 μm 、ピッチ55 μm ）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が60 μm となるようにスピンコートした後に120℃1分間加熱処理し、半導体基板である電極付きシリコン基板上に接着剤塗布層を形成した。キャリア側の基板として301 mmのガラスウエハー（EAGLE-XG、コーニング社製、厚さ700 μm ）を用いた。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーと電極付きシリコン基板を、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、200℃10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製した。なお、貼り合せは、温度23℃、減圧度1,500 Paで行った。なお、積層体は、必要な数だけ製造した。

その後貼り合わせ後の基板をホットプレートで250℃1時間加熱し、光学顕微鏡を用いて電極の形状を確認した。基板上の電極を無作為に3000個観察し、変形のある電極が300個以下の場合を「○」、300個超の場合を「×」とした。結果を表2に示した。

[0319]

[表2]

	接着剤組成物	貯蔵弾性率(MPa)	差し込み時の力(kgf)	剥離性	電極変形
比較例1-1	1-1	21	3.4	◎	×
比較例1-2	1-2	282	測定不可	×	○
実施例1-1	1-3	262	6.2	○	○
実施例1-2	1-4	248	6.3	○	○
実施例1-3	1-5	266	5.7	○	○
実施例1-4	1-6	258	6.0	○	○
実施例1-5	1-7	255	6.2	○	○
実施例1-6	1-8	235	3.2	◎	○
実施例1-7	1-9	243	3.9	◎	○
実施例1-8	1-10	241	3.0	◎	○
実施例1-9	1-11	232	3.5	◎	○
実施例1-10	1-12	229	3.6	◎	○
実施例1-11	1-13	87	2.8	◎	○

[0320] 剥離剤成分（B）を含まない比較例1－2では、良好な剥離性が得られなかった。接着剤組成物1－1の様に貯蔵弾性率が低い場合は電極変形が生じる結果となった。また、接着剤組成物1－8～1－13の様に差し込み時の力が低く、かつ貯蔵弾性率が高い傾向の場合は良好な剥離性かつ電極変形が抑制される結果となった。

[0321] <第2の実施態様>

[2－1] 接着剤組成物の調製

[比較例2－1]

攪拌機専用600mL攪拌容器に、ポリオルガノシロキサン（a1）としてポリシロキサンとビニル基とを含有するMQ樹脂（ワッカーケミ社製）50.62gに対して、ポリオルガノシロキサン（a2）として粘度100mPa・sのSiH基含有直鎖状ポリジメチルシロキサン（ワッカーケミ社）8.59g、ポリオルガノシロキサン（a3）として粘度70mPa・sのビニル基含有直鎖状ポリジメチルシロキサン（ワッカーケミ社製）5.35g、重合抑制剤（a4）として1－エチニルシクロヘキサノール（ワッカーケミ社製）0.07g、重合抑制剤（a5）として1，1－ジフェニル－2

ープロピンー１オール（東京化成工業製）０．０７ｇ、白金族金属系触媒（a6）として白金触媒（ワッカーケミ社製）０．０１ｇ、溶媒としてｐ－メンタン（東京化成工業製）１１．５５ｇ、及び成分（Ｂ）としてGENIOPLAST GUM（ワッカーケミ社製）２３．７４ｇを入れ、攪拌機で５分間攪拌した。最後に、得られた混合物をナイロンフィルター３００メッシュでろ過し、接着剤組成物２－１を得た。

[0322] [比較例２－２、及び実施例２－１～２－１０]

比較例２－１と同様の手順にて接着剤組成物２－２～２－１２を調製した。各接着剤組成物の構成比率を表３に示す。なお成分（Ｂ）に関しては組成物によって異なる材料を用いている場合があるため、名称と添加量を記載した。成分（Ｂ）を二種類用いている場合はそれぞれ（Ｂ）－１、（Ｂ）－２として記載した。比較例２－２としては成分（Ｂ）を含まないものを調製した。

[0323] [表3]

	接着剤組成物	(a1)	(a2)	(a3)	(a4)	(a5)	(a6)	p-メンタン	成分(B)-1		成分(B)-2	
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)		名称	(g)	名称	(g)
比較例2-1	2-1	50.62	8.59	5.35	0.07	0.07	0.01	11.55	GENIOPLAST GUM	23.74	-	0
比較例2-2	2-2	66.38	11.26	7.02	0.09	0.09	0.01	15.14	-	0	-	0
実施例2-1	2-3	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL 8413	0.52	-	0
実施例2-2	2-4	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL-BY 16-839	0.52	-	0
実施例2-3	2-5	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL 8411	0.52	-	0
実施例2-4	2-6	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	EMS-622	0.52	-	0
実施例2-5	2-7	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	X-22-343	0.52	-	0
実施例2-6	2-8	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL 8413	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例2-7	2-9	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL-BY 16-839	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例2-8	2-10	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL 8411	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例2-9	2-11	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	EMS-622	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例2-10	2-12	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	X-22-343	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91

[0324] 表３中の成分（Ｂ）－１及び成分（Ｂ）－２の詳細は以下の通りである。

※１ GENIOPLAST GUM：ワッカーケミ社製、ポリジメチル

シロキサン

※2 DOWSIL 8413 : ダウ・東レ社製、粘度 15000 mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※3 DOWSIL BY 16-839 : ダウ・東レ社製、粘度 4000 mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※4 DOWSIL 8411 : ダウ・東レ社製、粘度 5000 mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※5 EMS-622 : ゲレスト社製、粘度 200 mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※6 X-22-343 : 信越化学工業社製、粘度 25 mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※7 PMM-1043 : ゲレスト社製、粘度 30000 mPa・s、フェニル基含有ポリオルガノシロキサン

[0325] [2-2] 接着剤組成物膜の製造と密着力評価

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として 300 mm のシリコンウエハー（厚さ 775 μm ）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が 60 μm となるようにスピンコートし、120℃1 分間、続けて 200℃10 分間の加熱処理を行い接着剤層を形成した。接着剤層が形成されたシリコンウエハーを 3 cm 幅にカットし、ポリエステル粘着テープ NO. 336（日東電工社製）を接着剤層上に貼り付け、剥離解析装置を用いて、300 mm/min で 90° 剥離試験を行い、その際の密着力を測定した。結果を表 4 に示した。

[0326] [2-3] 積層体の製造と剥離性確認

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として 300 mm のシリコンウエハー（厚さ 775 μm ）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が 60 μm となるようにスピンコートした後に 120℃1 分間加熱処理し、半導体基板であるシリコンウエハー上に接着剤塗布層を形成した。キャリア側の基板として 301 mm のガラスウエハー（EAGLE-XG、コーニング社製

、厚さ $700\mu\text{m}$)を用いた。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーとシリコンウエハーを、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、 200°C 10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製した。なお、貼り合せは、温度 23°C 、減圧度 $1,500\text{Pa}$ で行った。なお、積層体は、必要な数だけ製造した。

その後剥離性確認のため剥離装置を用いて剥離を実施した。剥離の際にはスクレーパー替刃(エスコ社製;刃厚 0.2mm)をニュートン計の先端に取り付け、替刃をデバイス基板とキャリア基板を貼り合わせた接着剤層に基板に対して平行に差し込み、剥離のきっかけを形成した。この際、刃を差し込むのに必要な力の最小値をニュートン計にて測定した。結果を表4に示した。なお、刃を差し込むのに必要な力の最小値が 20.0kgf を超えた場合、「測定不可」とした。

また、替刃を差し込んだ後に、キャリア側のガラス基板を持ち上げて容易に剥離が可能か確認した。容易に剥離可能かつ差し込み時の力が 4.0kgf 以下の場合を「◎」、容易に剥離可能かつ差し込み時の力が 4.0kgf 超の場合を「○」、剥離が不可の場合を「×」とした。結果を表4に示した。

[0327] [2-4] 積層体の製造と電極変形の確認

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として 300mm の電極付きシリコン基板(厚さ $775\mu\text{m}$;電極高さ $35\mu\text{m}$ 、直径 $25\mu\text{m}$ 、ピッチ $55\mu\text{m}$)に、最終的に得られる積層体中の膜厚が $60\mu\text{m}$ となるようにスピコートした後に 120°C 1分間加熱処理し、半導体基板である電極付きシリコン基板上に接着剤塗布層を形成した。キャリア側の基板として 301mm のガラスウエハー(EAGLE-XG、コーニング社製、厚さ $700\mu\text{m}$)を用いた。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーと電極付きシリコン基板を、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、 200°C 10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製した。なお、貼り合せは、温度 23

℃、減圧度 1，500Paで行った。なお、積層体は、必要な数だけ製造した。

その後貼り合わせ後の基板をホットプレートで250℃1時間加熱し、光学顕微鏡を用いて電極の形状を確認した。基板上の電極を無作為に3000個観察し、変形のある電極が300個以下の場合を「○」、300個超の場合を「×」とした。結果を表4に示した。

[0328] [表4]

	接着剤組成物	密着力(N)	差し込み時の力(kgf)	剥離性	電極変形
比較例2-1	2-1	0.1	3.4	◎	×
比較例2-2	2-2	>9	測定不可	×	○
実施例2-1	2-3	0.8	6.2	○	○
実施例2-2	2-4	1.9	6.3	○	○
実施例2-3	2-5	0.7	5.7	○	○
実施例2-4	2-6	0.8	6.0	○	○
実施例2-5	2-7	0.8	6.2	○	○
実施例2-6	2-8	0.7	3.2	◎	○
実施例2-7	2-9	2.5	3.9	◎	○
実施例2-8	2-10	0.6	3.0	◎	○
実施例2-9	2-11	0.6	3.5	◎	○
実施例2-10	2-12	1.2	3.6	◎	○

[0329] 剥離剤成分（B）を含まない比較例2－2では、良好な剥離性が得られなかった。接着剤組成物2－1の様に密着力が低い場合は電極変形が生じる結果となった。また、接着剤組成物2－8～2－12の様に差し込み時の力が低く、密着力が高い傾向の場合は良好な剥離性かつ電極変形が抑制される結果となった。

[0330] <第3の実施態様>

[3－1] 接着剤組成物の調製

[比較例3－1]

攪拌機専用600mL攪拌容器に、ポリオルガノシロキサン（a1）としてポリシロキサンとビニル基とを含有するMQ樹脂（ワッカーケミ社製）50.62gに対して、ポリオルガノシロキサン（a2）として粘度100m

Pa・sのSiH基含有直鎖状ポリジメチルシロキサン（ワッカーケミ社）8.59g、ポリオルガノシロキサン（a3）として粘度70mPa・sのビニル基含有直鎖状ポリジメチルシロキサン（ワッカーケミ社製）5.35g、重合抑制剤（a4）として1-エチニルシクロヘキサノール（ワッカーケミ社製）0.07g、重合抑制剤（a5）として1,1-ジフェニル-2-プロピン-1-オール（東京化成工業製）0.07g、白金族金属系触媒（a6）として白金触媒（ワッカーケミ社製）0.01g、溶媒としてp-メンタン（東京化成工業製）11.55g、及び成分（B）としてGENIOPLAST GUM（ワッカーケミ社製）23.74gを入れ、攪拌機で5分間攪拌した。最後に、得られた混合物をナイロンフィルター300メッシュでろ過し、接着剤組成物3-1を得た。

[0331] [比較例3-2、及び実施例3-1～3-11]

比較例3-1と同様の手順にて接着剤組成物3-2～3-13を調製した。各接着剤組成物の構成比率を表5に示す。なお成分（B）に関しては組成物によって異なる材料を用いている場合があるため、名称と添加量を記載した。成分（B）を二種類用いている場合はそれぞれ（B）-1、（B）-2として記載した。比較例3-2としては成分（B）を含まないものを調製した。

[0332]

[表5]

	接着剤 組成物	(a1)	(a2)	(a3)	(a4)	(a5)	(a6)	p- メンタン	成分(B)-1		成分(B)-2	
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)		名称	(g)	名称	(g)
比較例 3-1	3-1	50.62	8.59	5.35	0.07	0.07	0.01	11.55	GENIOPLAST GUM	23.74	-	0
比較例 3-2	3-2	66.38	11.26	7.02	0.09	0.09	0.01	15.14	-	0	-	0
実施例 3-1	3-3	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL 8413	0.52	-	0
実施例 3-2	3-4	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL-BY 16-839	0.52	-	0
実施例 3-3	3-5	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	DOWSIL 8411	0.52	-	0
実施例 3-4	3-6	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	EMS-622	0.52	-	0
実施例 3-5	3-7	66.04	11.20	6.98	0.09	0.09	0.01	15.06	X-22-343	0.52	-	0
実施例 3-6	3-8	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL 8413	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 3-7	3-9	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL-BY 16-839	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 3-8	3-10	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	DOWSIL 8411	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 3-9	3-11	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	EMS-622	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 3-10	3-12	62.80	10.65	6.64	0.09	0.09	0.01	14.32	X-22-343	0.49	GENIOPLAST GUM	4.91
実施例 3-11	3-13	61.29	10.40	6.48	0.09	0.09	0.01	13.98	PMM-1043	7.67	-	0

[0333] 表5中の成分(B)-1及び成分(B)-2の詳細は以下の通りである。

※1 GENIOPLAST GUM: ワッカーケミ社製、ポリジメチルシロキサン

※2 DOWSIL 8413: ダウ・東レ社製、粘度15000mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※3 DOWSIL BY 16-839: ダウ・東レ社製、粘度4000mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※4 DOWSIL 8411: ダウ・東レ社製、粘度5000mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※5 EMS-622: ゲレスト社製、粘度200mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※6 X-22-343: 信越化学工業社製、粘度25mPa・s、エポキシ基含有ポリオルガノシロキサン

※7 PMM-1043: ゲレスト社製、粘度30000mPa・s、フ

エニル基含有ポリオルガノシロキサン

[0334] [3-2] 接着剤組成物膜の製造と破断強度評価

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として300mmのシリコンウエハー（厚さ775 μ m）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が100 μ mとなるようにスピコートし、120℃1分間、続けて200℃10分間の加熱処理を行い、接着剤層を形成した。接着剤層をロータリーカッターで幅0.5cm、長さ10cmに切り出し、動的粘弾性測定装置を用いて接着剤層の破断強度を測定した。測定には引っ張り試験モード（チャック間距離：5cm、引っ張り速度3N/min）を用い、30℃下にて接着剤層に破断が生じる強度（N）を測定した。その強度（N）を接着剤層の断面積で割って、破断強度（MPa）を求めた。結果を表6に示した。

[0335] [3-3] 積層体の製造と剥離性確認

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として300mmの電極付きシリコン基板（厚さ775 μ m；電極高さ35 μ m、直径25 μ m、ピッチ55 μ m）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が60 μ mとなるようにスピコートした後に120℃1分間加熱処理し、半導体基板である電極付きシリコン基板上に接着剤塗布層を形成した。キャリア側の基板として301mmのガラスウエハー（EAGLE-XG、コーニング社製、厚さ700 μ m）を用いた。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーと電極付きシリコン基板を、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、200℃10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製した。なお、貼り合せは、温度23℃、減圧度1,500Paで行った。なお、積層体は、必要な数だけ製造した。

その後剥離性確認のため剥離装置を用いて剥離を実施した。剥離の際にはスクレーパー替刃（エスコ社製；刃厚0.2mm）をニュートン計の先端に取り付け、替刃をデバイス基板とキャリア基板を貼り合わせた接着剤層に基板に対して平行に差し込み、剥離のきっかけを形成した。この際、刃を差し

込むのに必要な力の最小値をニュートン計にて測定した。結果を表6に示した。なお、刃を差し込むのに必要な力の最小値が20.0 kgfを超えた場合、「測定不可」とした。

また、替刃を差し込んだ後に、キャリア側のガラス基板を持ち上げて容易に剥離が可能か確認した。容易に剥離可能かつ差し込み時の力が4.0 kgf以下の場合を「◎」、容易に剥離可能かつ差し込み時の力が4.0 kgf超の場合を「○」、剥離が不可の場合を「×」とした。結果を表6に示した。

[0336] [3-4] 積層体の製造と電極変形の確認

得られた各接着剤組成物を、デバイス側の基板として300mmの電極付きシリコン基板（厚さ775 μm ；電極高さ35 μm 、直径25 μm 、ピッチ55 μm ）に、最終的に得られる積層体中の膜厚が60 μm となるようにスピンコートした後に120℃1分間加熱処理し、半導体基板である電極付きシリコン基板上に接着剤塗布層を形成した。キャリア側の基板として301mmのガラスウエハー（EAGLE-XG、コーニング社製、厚さ700 μm ）を用いた。

そして、貼り合せ装置を用いて、ガラスウエハーと電極付きシリコン基板を、接着剤塗布層を挟み込むように貼り合わせた後、200℃10分間の後加熱処理をすることにより積層体を作製した。なお、貼り合せは、温度23℃、減圧度1,500Paで行った。なお、積層体は、必要な数だけ製造した。

その後貼り合わせ後の基板をホットプレートで250℃1時間加熱し、光学顕微鏡を用いて電極の形状を確認した。基板上の電極を無作為に3000個観察し、変形のある電極が300個以下の場合を「○」、300個超の場合を「×」とした。結果を表6に示した。

[0337]

[表6]

	接着剤組成物	破断強度 (MPa)	差し込み時の力 (kgf)	剥離性	電極変形
比較例3-1	3-1	1.0	3.4	◎	×
比較例3-2	3-2	7.2	測定不可	×	○
実施例3-1	3-3	6.0	6.2	○	○
実施例3-2	3-4	5.5	6.3	○	○
実施例3-3	3-5	5.8	5.7	○	○
実施例3-4	3-6	5.3	6.0	○	○
実施例3-5	3-7	5.4	6.2	○	○
実施例3-6	3-8	5.7	3.2	◎	○
実施例3-7	3-9	5.2	3.9	◎	○
実施例3-8	3-10	5.5	3.0	◎	○
実施例3-9	3-11	5.3	3.5	◎	○
実施例3-10	3-12	5.5	3.6	◎	○
実施例3-11	3-13	3.4	2.8	◎	○

[0338] 剥離剤成分（B）を含まない比較例3－2では、良好な剥離性が得られなかった。接着剤組成物3－1の様に破断強度が低い場合は電極変形が生じる結果となった。また、接着剤組成物3－8～3－13の様に差し込み時の力が低く、破断強度が高い傾向の場合は良好な剥離性かつ電極変形が抑制される結果となった。

[0339] 特願2023－188147、特願2023－188281、及び特願2023－188203の内容は、全てが明示されたと同程度に本明細書に組み込まれるものである。

符号の説明

- [0340] 1 半導体基板
- 2 接着剤層
- 2 a 接着剤塗布層
- 3 剥離剤層
- 4 支持基板
- 2 1 半導体チップ基板
- 2 2 接着剤層

- 2 2' 接着剤塗布層
- 2 3 剝離剤層
- 2 4 支持基板
- 2 5 封止樹脂
- 2 6 電子デバイス層
- 2 8 配線層

請求の範囲

- [請求項1] 半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することに用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物であって、
前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを前記接着剤層を介して仮接着した後に、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板との間へ前記機材を差し込む力が、 10.0 kgf 以下であり、
前記接着剤層の貯蔵弾性率が、 30 MPa 以上である、接着剤組成物。
- [請求項2] 前記接着剤層の貯蔵弾性率が、 $50\text{ MPa} \sim 350\text{ MPa}$ である、請求項1に記載の接着剤組成物。
- [請求項3] 前記差し込む力が、 $1.0\text{ kgf} \sim 10.0\text{ kgf}$ である、請求項1に記載の接着剤組成物。
- [請求項4] 接着剤成分と、剥離剤成分とを含有する、請求項1に記載の接着剤組成物。
- [請求項5] 半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することに用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物であって、
前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記接着剤層との密着力が、 $0.2\text{ N} \sim 9.0\text{ N}$ である、接着剤組成物。
- [請求項6] 前記密着力が、 $0.2\text{ N} \sim 3.0\text{ N}$ である、請求項5に記載の接着剤組成物。
- [請求項7] 前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを前記接着剤層を介して仮接着した後に、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板との間へ前記機材を差し込む力が、 10.0 kgf 以下である、請求項5に記載の接着剤組成物。

- [請求項8] 接着剤成分と、剥離剤成分とを含有する、請求項5に記載の接着剤組成物。
- [請求項9] 剥離剤成分を含有する接着剤組成物であって、
前記接着剤組成物から得られる接着剤層の破断強度が、1.5 MPa以上である、接着剤組成物。
- [請求項10] 前記破断強度が、1.5 MPa～7.0 MPaである、請求項9に記載の接着剤組成物。
- [請求項11] 半導体基板又は電子デバイス層と、支持基板とを仮接着することに用いられる接着剤層を形成するための接着剤組成物であって、
前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを前記接着剤層を介して仮接着した後に、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板とを鋭部を有する機材を用いて機械的に剥離する際の、前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板との間へ前記機材を差し込む力が、10.0 kgf以下である、請求項9に記載の接着剤組成物。
- [請求項12] 接着剤成分を含有する、請求項9に記載の接着剤組成物。
- [請求項13] 前記剥離剤成分が、ポリオルガノシロキサンを含む、請求項4、8、及び9のいずれかに記載の接着剤組成物。
- [請求項14] 前記剥離剤成分が、2種以上のポリオルガノシロキサンを含む、請求項4、8、及び9のいずれかに記載の接着剤組成物。
- [請求項15] 前記接着剤成分が、ヒドロシリル化反応によって硬化する成分である、請求項4、8、及び12のいずれかに記載の接着剤組成物。
- [請求項16] 前記ヒドロシリル化反応によって硬化する成分が、
ケイ素原子に結合した炭素原子数2～40のアルケニル基を有する成分（A-1）と、
Si-H基を有する成分（A-2）と、
白金族金属系触媒（A-3）と
を含有する、請求項15に記載の接着剤組成物。

- [請求項17] 前記成分（A-1）が、ケイ素原子に結合した炭素原子数2～40のアルケニル基を有するポリオルガノシロキサン（a1）を含有する、請求項16に記載の接着剤組成物。
- [請求項18] 前記成分（A-2）が、Si-H基を有するポリオルガノシロキサンを含有する、請求項16に記載の接着剤組成物。
- [請求項19] 半導体基板又は電子デバイス層と、
支持基板と、
前記半導体基板又は前記電子デバイス層と前記支持基板との間に設けられた、接着剤層とを有し、
前記接着剤層が、請求項1、5及び9のいずれかに記載の接着剤組成物から形成された接着剤層である、積層体。
- [請求項20] 加工された半導体基板又は電子デバイス層の製造方法であって、
請求項19に記載の積層体の前記半導体基板が加工される第5A工程、又は請求項19に記載の積層体の前記電子デバイス層が加工される第5B工程と、
前記第5A工程によって加工された前記半導体基板と前記支持基板とが分離される第6A工程、又は前記第5B工程によって加工された前記電子デバイス層と前記支持基板とが分離される第6B工程と、
を含む、加工された半導体基板又は電子デバイス層の製造方法。