

明 細 書

発明の名称：感光性接着剤組成物および半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、感光性接着剤組成物および半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体装置の集積度は、いわゆるムーアの法則と言われる予測に沿って、これまで年を追うごとに高くなってきた。しかしながら、近年は、半導体素子に形成される構造の微細化が物理的な限界に近づいてきたこともあり、半導体装置の高集積化のペースが鈍化している。そこで、1つの半導体素子について高密度化を図るのではなく、複数の半導体素子を積層することにより、半導体装置の見かけの集積度を高める方法が提案されている。

[0003] 複数の半導体素子の積層は、例えば、フィルム状接着剤を介して半導体素子（シリコン片）同士を接着することにより行われている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] また、最近では、例えばモバイル機器の普及により、半導体装置の高集積化に加え、半導体装置の小型化や薄型化が望まれている。そのため、上記のような複数の半導体素子を積層した構成の半導体装置では、個々の半導体素子の薄肉化が進んでいる。

[0005] 薄肉な半導体素子は、半導体素子となるウエハーをエッチングして薄肉化することにより形成することができる。そして、このエッチングは、ウエハーの破損を防ぐために、ウエハーにフィルム状接着剤を接着した状態で行われる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-051970号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記のようにエッチングする際、エッチング時間が長くなると、ウエハーとフィルム状接着剤との界面に気泡（ボイド）が発生するという問題が本発明者によって見出された。このような問題が起きると、ウエハーを個片化した後に、フィルム状接着剤を介して半導体素子同士を接着すると、前記気泡によって半導体素子同士の接着性（密着性）が低下してしまう。その結果、半導体装置の信頼性が低下することがある。

[0008] 本発明の目的は、半導体素子同士の接着性（密着性）を高めることができる感光性接着剤組成物、および、かかる感光性接着剤組成物の硬化物により半導体素子同士を接着した積層型半導体素子を備えた信頼性の高い半導体装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] このような目的は、下記（１）～（１８）の本発明により達成される。

- （１） （Ａ）アルカリ可溶性樹脂と、
- （Ｂ）光酸発生剤と、
- （Ｃ）エポキシ化合物と、
- （Ｄ）融点が５０～１５０℃であるフェノール化合物と、

を含むことを特徴とする感光性接着剤組成物。

[0010] （２） 前記（Ｄ）フェノール化合物より融点が高い（Ｘ）フェノール化合物を、さらに含む上記（１）に記載の感光性接着剤組成物。

[0011] （３） 前記（Ｘ）フェノール化合物は、その融点が１５１～２５０℃である上記（２）に記載の感光性接着剤組成物。

[0012] （４） 前記（Ｘ）フェノール化合物は、複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物を含む上記（２）または（３）のいずれかに記載の感光性接着剤組成物。

[0013] （５） 前記複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物は、環状構造を含む置換基であって、少なくとも１つの前記フェノール骨格に結合した置換基を有する上記（４）に記載の感光性接着剤組成物。

[0014] （６） 前記（Ｄ）フェノール化合物は、脂肪族炭化水素基を含む置換基

を有するフェノール化合物および複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物のうちの少なくとも一方を含む上記（１）ないし（５）のいずれかに記載の感光性接着剤組成物。

[0015] （７） 前記脂肪族炭化水素基を含む置換基を有するフェノール化合物は、その水酸基当量が $150 \sim 250 \text{ g/eq}$ である上記（６）に記載の感光性接着剤組成物。

[0016] （８） 前記（Ｄ）フェノール化合物の前記複数のフェノール骨格は、連結型の多環構造を形成している上記（６）または（７）に記載の感光性接着剤組成物。

[0017] （９） 前記複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物は、その水酸基当量が $50 \sim 150 \text{ g/eq}$ である上記（６）ないし（８）に記載の感光性接着剤組成物。

[0018] （１０） 前記（Ａ）アルカリ可溶性樹脂は、環状オレフィン系樹脂を含む上記（１）ないし（９）のいずれかに記載の感光性接着剤組成物。

[0019] （１１） 前記環状オレフィン系樹脂は、ノルボルネン系樹脂を含む上記（１０）に記載の感光性接着剤組成物。

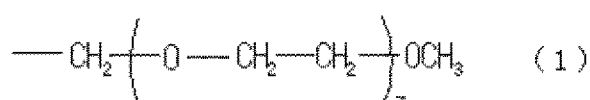
[0020] （１２） 前記（Ａ）アルカリ可溶性樹脂は、酸性基を有する上記（１）ないし（１１）のいずれかに記載の感光性接着剤組成物。

[0021] （１３） 前記（Ａ）アルカリ可溶性樹脂は、炭素数が $2 \sim 30$ の直鎖状の置換基を有する上記（１）ないし（１２）のいずれかに記載の感光性接着剤組成物。

[0022] （１４） 前記直鎖状の置換基は、アルキルエーテル構造を含む上記（１３）に記載の感光性接着剤組成物。

[0023] （１５） 前記直鎖状の置換基は、下記式（１）で示される基である上記（１３）または（１４）に記載の感光性接着剤組成物。

[0024] [化1]



(式(1)中、 z は、1以上10以下の整数である。)

[0025] (16) 前記(A)アルカリ可溶性樹脂は、前記直鎖状の置換基を有する繰り返し単位を20～60mol%で含む上記(13)ないし(15)のいずれかに記載の感光性接着剤組成物。

[0026] (17) 前記(C)エポキシ化合物は、2つ以上のグリシジル基を有する上記(1)ないし(16)のいずれかに記載の感光性接着剤組成物。

[0027] (18) 積層型半導体素子を備える半導体装置であって、

前記積層型半導体素子は、複数の半導体素子と、前記半導体素子同士の間
に設けられ、これらを接合する上記(1)ないし(17)のいずれかに記載
の感光性接着剤組成物の硬化物を有することを特徴とする半導体装置。

発明の効果

[0028] 本発明の感光性接着剤組成物の硬化物を、半導体素子同士を接着する接着層として用いることで、半導体素子と接着層との界面に気泡(ボイド)が発生することを低減することができ、また、界面に気泡が発生してもその発生した気泡を除去することができる。そのため、半導体素子同士の接着性(密着性)を高めることができる。

[0029] また、本発明によれば、半導体素子同士の接着性の高い積層型半導体素子を備えた信頼性の高い半導体装置が得られる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]図1は、本発明の半導体装置の一例を示す断面図である。

[図2]図2は、図1に示す半導体装置を製造する方法を説明するための図である。

[図3]図3は、図1に示す半導体装置を製造する方法を説明するための図である。

[図4]図4は、図1に示す半導体装置を製造する方法を説明するための図である。

[図5]図5は、図1に示す半導体装置を製造する方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、本発明の感光性接着剤組成物および半導体装置について添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

[0032] <半導体装置>

まず、本発明の半導体装置の一例について説明する。

[0033] 図1は、本発明の半導体装置の一例を示す断面図である。

図1に示す半導体装置10は、BGA (Ball Grid Array) 型の半導体パッケージを有する一例である。半導体装置10は、積層された複数の半導体チップ20 (半導体素子) と、半導体チップ20同士を接着する接着層601と、半導体チップ20を支持するパッケージ基板30と、半導体チップ20とパッケージ基板30とを接着する接着層101と、半導体チップ20を封止するモールド部50と、パッケージ基板30の下方に設けられたハンダボール80と、を有している。以下、各部の構成について順次詳述する。

[0034] 半導体チップ20は、いかなる種類の素子であってもよく、例えばNAND (Not AND) フラッシュメモリー、DRAM (Dynamic Random Access Memory) のようなメモリー素子、IC (Integrated Circuit)、LSI (Large Scale Integration) のような集積回路素子等が挙げられる。

[0035] 半導体チップ20の構成材料としては、特に限定されないが、例えばシリコン、炭化ケイ素、化合物半導体等の単結晶材料、多結晶材料、アモルファス材料等が挙げられる。

[0036] 複数の半導体チップ20は、その面内方向において互いに少しずつずれて積層されており、これによりチップ積層体200 (積層型半導体素子) が構成されている。また、半導体チップ20同士は接着層601を介して接着されている。接着層601は、チップ積層体200の上面にも設けられている。また、接着層601は、本発明の感光性接着剤組成物の硬化物 (硬化後の感光性接着剤組成物) で構成されている。なお、感光性接着剤組成物については後に詳述する。

[0037] 図1に示すパッケージ基板30は、コア基板31と、絶縁層32と、ソル

ダーレジスト層 33 と、配線 34 と、導通ビア 35 と、を備えるビルドアップ基板である。

[0038] コア基板 31 は、パッケージ基板 30 を支持する基板であり、例えばガラスクロスに樹脂材料を充填した複合材料で構成されている。

[0039] また、絶縁層 32 は、配線 34 同士や配線 34 と導通ビア 35 とを絶縁する層間絶縁層であり、例えば樹脂材料で構成されている。また、ソルダーレジスト層 33 は、パッケージ基板 30 の最表面に形成された配線を保護する表面保護層であり、例えば樹脂材料で構成されている。

[0040] また、配線 34 および導通ビア 35 は、それぞれ電気信号の伝送路であり、例えば Au、Ag、Cu、Al、Ni の単体または合金といった金属材料で構成されている。

[0041] ハンダボール 80 は、配線 34 と電気的に接続されており、外部の電気回路に融着されることで、配線 34 を他の電気回路と接続するための電極として機能する。

[0042] 複数の半導体チップ 20 を積層してなるチップ積層体 200 は、パッケージ基板 30 の上面に載置されている。チップ積層体 200 とパッケージ基板 30 とは、接着層 101 により接着されている。

[0043] また、パッケージ基板 30 の配線 34 の一部は、パッケージ基板 30 の上面に露出しており露出部を構成している。この露出部と各半導体チップ 20 の電極部とが、ボンディングワイヤー 70 により接続されている。

[0044] 図 1 に示すモールド部 50 は、チップ積層体 200 の側面および上面を覆うとともに、パッケージ基板 30 の上面全体を覆うよう構成されている。これにより、外部環境からチップ積層体 200 を保護することができる。このようなモールド部 50 は、例えば、エポキシ系樹脂、フェノール系樹脂等の各種樹脂材料で構成されている。

[0045] <半導体装置の製造方法>

次に、半導体装置 10 の製造方法について説明する。

[0046] 図 2～5 は、それぞれ図 1 に示す半導体装置の製造方法を説明するための

図である。なお、以下の説明では、説明の便宜上、図2～5の上方を「上」といい、下方を「下」という。

[0047] 半導体装置10の製造方法は、感光性接着剤組成物を含む液体をウエハー（半導体基板）上に塗布し、塗膜を得る塗布工程と、得られた塗膜を露光する露光工程と、現像により塗膜をパターンニングする現像工程と、塗膜が設けられたウエハーにエッチング処理およびアッシング処理を施す処理工程と、ウエハーの裏面を研削するバックグラインド工程と、ウエハーをダイシングして複数の半導体チップに個片化するダイシング工程と、半導体チップをピックアップしてパッケージ基板上にマウントした後、別の半導体チップをピックアップして先にマウントした半導体チップ（被接合部材）上に圧着するマウント工程と、を有する。以下、各工程について順次説明する。

[0048] [1] 塗布工程

まず、半導体チップ20を切り出すためのウエハー201（図2（a）参照）を用意し、その上（一方の面側）に感光性接着剤組成物を含む液体を塗布する。これにより、図2（b）に示すように、ウエハー201上に塗膜601aが形成される。なお、ウエハー201上には、各半導体チップ20に対応して、予め半導体回路や電極パッド等が形成されている。すなわち、ウエハー201は、半導体製造工程のいわゆる前工程に供されている。したがって、ウエハー201を後述する工程にて切断し、個片化することにより、ウエハー201から複数の半導体チップ20を切り出すことができる。

[0049] 塗布方法は、特に限定されないが、スピンコート法、スプレーコート法、インクジェット法、ロールコーティング法、印刷法等が挙げられる。

[0050] 必要に応じて、塗布した感光性接着剤組成物を含む液体（液状被膜）を加熱して乾燥させるようにしてもよい。この場合、加熱温度は、70～160℃であるのが好ましく、80～150℃であるのがより好ましい。また、加熱時間は、加熱温度に応じて適宜設定されるが、5秒～30分であるのが好ましく、10秒～15分であるのがより好ましい。

[0051] 感光性接着剤組成物を含む液体は、本発明の感光性接着剤組成物にこれを

溶解可能な溶媒等を適宜添加することにより調製される。また、用いる溶媒は、後述する工程において加熱された際、揮発により除去可能であるのが好ましい。具体的には、かかる溶媒としては、トルエン、キシレン、ベンゼン、ジメチルホルムアミド、テトラヒドロフラン、エチルセロソルブ、酢酸エチル、N-メチル-2-ピロリドン、 γ -ブチロラクトン、N,N-ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、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ジエチルエーテル、ジエチレングリコールジブチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、乳酸メチル、乳酸エチル、乳酸ブチル、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、テトラヒドロフラン、メチル-1,3-ブチレングリコールアセテート、1,3-ブチレングリコール-3-モノメチルエーテル、ピルビン酸メチル、ピルビン酸エチル、メチル-3-メトキシプロピオネート等が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。これらの中でも、溶解性が高く、かつ揮散により除去し易い点より、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、 γ -ブチロラクトンおよびシクロヘキサノンのいずれかを含む溶媒が特に好ましい。

[0052] [2] 露光工程

次いで、ウエハー201上に形成した塗膜601aに接するようにマスク4を設け、塗膜601aの所望の領域（露光領域）に露光処理を施す（図2（c）参照）。これにより、露光領域の塗膜601aにおいて光反応が生じ、潜在的にパターンニングが施される（潜像が形成される）。

[0053] 露光処理に用いられる光としては、様々な波長の電磁波や粒子線等が用いられ、例えばi線のような紫外線、可視光線、レーザー、X線、電子線等が挙げられる。このうち、波長200～700 μ m程度の紫外線または可視光線が好ましく用いられる。また、露光処理は、例えば空気雰囲気下、不活性ガス雰囲気下、減圧雰囲気下において行うことができる。

[0054] この露光工程では、塗膜 601a に接して設けられたマスク 4 に代えて、塗膜 601a から離して設けられたマスクを用いるようにしてもよい。なお、指向性の高い X 線や電子線を露光処理に用いる場合には、マスクの使用を省略することができる。

[0055] 露光処理における露光量は、塗膜 601a の厚さや感光性接着剤組成物の感度等に応じて適宜設定されるが、一例として $30 \sim 3000 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 程度であるのが好ましい。

[0056] [3] 現像工程

次いで、露光処理を施した塗膜 601a に対し、現像処理を施す。これにより、露光部（塗膜 601a の露光領域）が除去され、図 2（d）に示すように、所望のパターニングが施される。このような現像処理により、例えば半導体チップ 20 にボンディングワイヤー 70 を接続するための電極パッドを露出させることができる。また、後述するダイシング工程において切断しとなるダイシングライン上の塗膜 601a を除去することができる。

[0057] 現像処理では、露光処理を施した塗膜 601a に対して現像液を接触させる。これにより、露光部の塗膜 601a が現像液に溶解し、除去される。これにより、塗膜 601a に開口部 601b が形成される。現像液としては、例えば、アルカリ金属の炭酸塩、アルカリ金属の水酸化物、テトラアンモニウムヒドロキシドのようなアルカリ現像液、ジメチルホルムアミド、N-メチル-2-ピロリドンのような有機系現像液等が挙げられる。これらの中でも現像液としては、アルカリ現像液が特に好ましく用いられる。なお、アルカリ現像液は、環境に対する負荷が小さく、残渣が発生し難いという特徴を有する。

[0058] また、現像液の供給方法としては、例えば、スプレー、パドル、浸漬、超音波等の方式が挙げられる。

[0059] なお、本実施形態では、塗膜 601a がいわゆるポジ型の感光性を有しているが、塗膜 601a はいわゆるネガ型の感光性を有していてもよい。

[0060] [4] 処理工程

次いで、塗膜601aが設けられたウエハー201に対し、エッチング処理を施す。この時、開口部601bを備える塗膜601aがエッチングマスクとして機能する。これにより、開口部601bに対応する領域のウエハー201の表面（上面）に対して選択的にエッチング処理が施される。その結果、ウエハー201の表面にパッシベーション膜が形成されている場合、それを除去し、ボンディングワイヤー70を接続するための電極パッドを露出させることができる。

[0061] エッチング処理としては、例えば、図3（f）に示すようにプラズマのウエハー201への供給によるプラズマエッチング処理（ドライエッチング処理）、各種ウェットエッチング処理等が挙げられる。プラズマエッチング処理は、一般的に知られた条件で行うことができるが、例えば、処理ガスとしてフッ素化合物ガス（ CF_4 、 CHF_3 ）、フッ素化合物ガス（ CF_4 、 CHF_3 ）と酸素ガス（ O_2 ）との混合物ガス、またはフッ素化合物ガス（ CF_4 、 CHF_3 ）とアルゴンガス（ Ar ）との混合物ガスを用い、出力は200～2000W、時間は0.2～15分、ガス流量は50～1000sccmの条件で行うことができる。

[0062] その後、必要に応じて塗膜601aが設けられたウエハー201にアッシング処理を施す。これにより、エッチング処理によって発生した処理残渣等を除去し、塗膜601a表面や電極パッド表面を清浄することができる。その結果、後述する接着層601の接着力を高めたり、電極パッドに対するボンディングワイヤー70の接合力を高めたりすることができる。

[0063] アッシング処理としては、例えば、プラズマ処理、薬剤を用いたウェット処理等が挙げられる。プラズマ処理は、例えば、処理ガスとして酸素ガス（ O_2 ）、酸素ガス（ O_2 ）とアルゴンガス（ Ar ）との混合物ガス等を用い、出力は200～2000W、処理時間は0.2～15分、ガス流量は50～1000sccmといった条件で行うことができる。

[0064] [5] バックグラインド工程

次いで、図3（g）に示すように、塗膜601a上にバックグラインドフ

ィルム 90 を貼り付ける。バックグラインドフィルム 90 は、バックグラインド処理の際にウエハー 201 を支持し、ウエハー 201 に欠けや割れ等の不具合が発生するのを抑制する。

[0065] 次いで、ウエハー 201 の裏面（他方の面側）を研削する（バックグラインド処理）。これにより、図 3（h）の破線部分が除去され、ウエハー 201 の厚さを薄くすることができる。バックグラインド処理により、ウエハー 201 の厚さを、元のウエハー 201 の厚さによって異なるが、20～100 μm 程度にまで薄くできる。

バックグラインド処理には、例えばバックグラインディングホイールと呼ばれる装置が用いられる。

[0066] なお、本発明の感光性接着剤組成物から得られた塗膜 601 a を切断することにより、半導体チップ 20 との間で十分な接着力を発現する接着層 601 を切り出すことができる。それに加えて、本発明の感光性接着剤組成物から得られた塗膜 601 a は、バックグラインドフィルム 90 に対しても十分な接着力を発現する。したがって、塗膜 601 a 上にバックグラインドフィルム 90 を貼り付けることにより、バックグラインドフィルム 90 は、塗膜 601 a およびウエハー 201 を確実に支持することができる。これにより、バックグラインド処理時にバックグラインドフィルム 90 に対するウエハー 201 の位置ずれが生じないため、高精度なバックグラインド処理をウエハー 201 に対して行うことができる。このため、ウエハー 201 の厚さのバラツキを抑制することができる。その結果、積層したときに傾き等が発生し難い半導体チップ 20 を得ることができる。

[0067] また、本実施形態の場合、バックグラインド工程に供されるウエハー 201 に対して塗膜 601 a を成膜し、その状態でバックグラインド処理を行っている。前述したように、塗膜 601 a は、半導体チップ 20 同士を確実に接着し得る機械的特性を備えている。したがって、塗膜 601 a は、ウエハー 201 とバックグラインドフィルム 90 との間に介在して、ウエハー 201 を機械的に支持する機能も併せ持つ。また、塗膜 601 a は、液相状態で

ウエハー 201 に成膜された後、若干硬化されているため、ウエハー 201 との密着性が良好である。よって、塗膜 601a が設けられたウエハー 201 にバックグランド処理を施すことにより、より均一な処理が可能になる。

[0068] バックグランドフィルム 90 には、UV 剥離タイプのバックグランドフィルムを用いることができる。このようなバックグランドフィルム 90 を用いることにより、バックグランド処理後に塗膜 601a からバックグランドフィルム 90 を剥がす際、バックグランドフィルム 90 を介して塗膜 601a に UV 照射処理を施すだけで、バックグランドフィルム 90 と塗膜 601a との間の接着力を大幅に低減することができる。その結果、塗膜 601a に大きな負担を及ぼすことなく、バックグランドフィルム 90 を塗膜 601a から円滑に剥がすことができる。

[0069] [6] ダイシング工程

次いで、ウエハー 201 にダイシング処理を施す。これにより、ウエハー 201 が複数の半導体チップ 20 に個片化される（切り分けられる）。

[0070] ダイシング処理は、ウエハー 201 をダイシング・ダイアタッチフィルムあるいはダイシングフィルムに貼り付けた状態で行う。このダイシング・ダイアタッチフィルムあるいはダイシングフィルムは、ダイシング処理の際にウエハー 201 を固定するために用いられる。

[0071] 図 3 (i1) および図 3 (i2) は、それぞれバックグランド工程において研削されたウエハー 201 の裏面側にダイシングフィルム 100a を貼り付けた例を示す図である。なお、図 3 (i1) は、チップ積層体 200 の最下層（パッケージ基板 30 に最も近い層）に用いられる半導体チップ 20 を切り出すためのウエハー 201 等を図示している。一方、図 3 (i2) は、チップ積層体 200 の最下層以外の層に用いられる半導体チップ 20 を切り出すためのウエハー 201 等を図示している。

[0072] 図 3 (i1) では、ダイシングフィルム 100a とダイアタッチフィルム 100b との積層体であるダイシング・ダイアタッチフィルム 100 がウエ

ハー２０１の裏面に貼り付けられている。一方、図３（ｉ２）では、ウエハー２０１の裏面にダイシングフィルム１００aが貼り付けられている。

[0073] 次いで、図４（ｊ１）および図４（ｊ２）に示すように、塗膜６０１aからバックグラインドフィルム９０を剥がす。

[0074] 次いで、塗膜６０１aが設けられたウエハー２０１に対してダイシング処理を施す。ダイシング処理は、図４（ｋ１）および図４（ｋ２）に示すように、ダイシングブレード１１０がダイシングフィルム１００aに達するように行う。その結果、塗膜６０１a、ウエハー２０１およびダイアタッチフィルム１００bがそれぞれ個片化され、図４（ｋ１）に示すように、接着層６０１、半導体チップ２０（第１半導体素子）および接着層１０１が積層してなる個片２１が切り出される。同様に、塗膜６０１aおよびウエハー２０１がそれぞれ個片化され、図４（ｋ２）に示すように、接着層６０１および半導体チップ２０（第２半導体素子）が積層してなる個片２２が切り出される。

[0075] なお、本実施形態では、１枚のウエハー２０１（複数の半導体チップ２０の接合体）にダイシング処理を施して複数の半導体チップ２０を切り出している。しかしながら、本発明はこれに限定されず、例えば、あらかじめ個片化されている複数の半導体チップ２０を用いてもよい。この場合、ダイシング工程を省略することができる。また、ウエハー２０１や半導体チップ２０が当初から薄い場合には、バックグラインド工程を省略することができる。

[0076] また、バックグラインド工程とダイシング工程の工程順序は、上述した順序に限定されず、それらの順序を入れ替えてもよい。すなわち、ウエハー２０１にダイシング処理を施した後、バックグラインド処理を施すようにしてもよい。

[0077] [７] マウント工程

図４（Ｌ１）および図４（Ｌ２）は、それぞれ切り出された個片２１および個片２２をボンディング装置１２０のコレット１２１でピックアップする例を示す図である。

[0078] まず、個片 21 をボンディング装置 120 のコレット 121 でピックアップし、図 5 (a) に示すように、パッケージ基板 30 上に圧着 (マウント) する。この際、半導体チップ 20 の裏面とパッケージ基板 30 とは、接着層 101 を介して接着される。なお、この接着層 101 は、ダイアタッチフィルム 100b を個片化して形成される。ただし、接着層 101 は、例えば本発明の感光性接着剤組成物の未硬化物または半硬化物 (完全硬化に至っていない感光性接着剤組成物) で形成されてもよい。この場合、パッケージ基板 30 も半導体素子 20 に接合される非接合部材に相当する。すなわち、本発明の感光性接着剤組成物は、半導体素子 20 と半導体素子 (被接合部材) 20 との接合だけでなく、半導体素子 20 とパッケージ基板 (被接合部材) 30 との接合にも用いることができる。なお、被接合部材はこれらに限定されない。

[0079] 続いて、先にマウントした個片 21 上に、個片 22 を圧着する。これにより、図 5 (b) に示すように、接着層 601 を介して 2 枚の半導体チップ 20 を積層することができる。その後、この工程を繰り返すことにより、図 5 (c) に示すように、多数の半導体チップ 20 を積層してなるチップ積層体 200 が得られる。このとき、半導体チップ 20 の位置を相互にずらしながら積層することで、半導体チップ 20 においてボンディングワイヤー 70 を接続する領域 (塗膜 601a の開口部 601b に対応する領域) を確保することができる。すなわち、半導体チップ 20 の位置を相互にずらしながら積層することで、半導体チップ 20 の電極部を露出させることができる。

[0080] また、半導体チップ 20 をマウントする際には、接着層 601 を加熱しながら行うようにする。これにより、接着層 601 が十分な接着力を発現し、半導体チップ 20 同士を強固に接着することができる。この場合の加熱温度は、30~150℃程度であるのが好ましい。また、マウント時の圧着荷重は 0.1~100N 程度、圧着時間は 0.1~10 秒程度であるのが好ましい。

[0081] その後、各半導体チップ 20 の電極部とパッケージ基板 30 の配線 34 の

露出部とを、図5（d）に示すように、ボンディングワイヤー70により接続する。

[0082] そして、チップ積層体200およびパッケージ基板30を覆うようにモールド部50を成形することによって、図1に示す半導体装置10が得られる。

[0083] モールド部50の成形は、例えばトランスファー成形機を用い、封止材料を成形型内に注入することにより行うことができる。その場合、成形型の温度を130～250℃程度、注入圧力を3～10MPa程度、注入後の保持時間を10秒～10分程度とすることが好ましい。

[0084] 離型後、必要に応じて成形体を加熱することにより、モールド部50および接着層601を最終硬化（完全硬化）させることができる。その場合の加熱温度は130～250℃程度であるのが好ましく、加熱時間は10分～10時間程度であるのが好ましい。

[0085] なお、本発明の半導体装置の製造方法は、上記[3]現像工程と[4]処理工程との間に加熱工程を有していてもよい。この加熱工程では、現像処理が施された塗膜601aを、加熱する（図2（e）参照）。これにより、塗膜601aを構成する感光性接着剤組成物において所定の硬化反応（熱硬化反応）が生じる。その結果、感光性接着剤組成物が若干硬化（半硬化）して、塗膜601aの接着性が増大する。

[0086] 塗膜601aの加熱温度は、特に限定されないが、80～170℃であるのが好ましく、120～160℃であるのがより好ましい。また、加熱時間は、加熱温度に応じて適宜設定されるが、35～120分であるのが好ましく、40～100分であるのがより好ましい。これにより、塗膜601aの弾性率等の機械的特性が最適化されるとともに、塗膜601aにエッチング処理やアッシング処理に対する十分な耐性が付与される。

[0087] また、塗膜601aは、本発明の感光性接着剤組成物で形成されており、このような塗膜601aから形成された接着層601は、有機溶剤に対して比較的高い溶解性を示す。このため、例えばウエハー201に塗膜601a

を成膜した後、この塗膜601aを除去する必要がある場合でも、残渣（残留物）の発生を抑制しつつ、塗膜601aを効率よく溶解させ、除去することができる。このため、ウエハー201を無駄にすることなく、改めて接着プロセスに供する（リワークする）ことができる。その結果、半導体装置10の工程歩留まりの改善を図ることができる。

[0088] なお、半導体装置の製造方法は、加熱工程に加えて、または加熱工程に代えて、塗膜の全面に光を照射する工程（光照射工程）を有していてもよい。

[0089] <感光性接着剤組成物>

次に、接着層601を構成する感光性接着剤組成物（本発明の感光性接着剤組成物）について説明する。

[0090] <<組成>>

感光性接着剤組成物は、（A）アルカリ可溶性樹脂と、（B）光酸発生剤と、（C）エポキシ化合物と、（D）フェノール化合物とを含む。

[0091] 以下、感光性接着剤組成物を構成する各材料について詳細に説明する。

<（A）アルカリ可溶性樹脂>

（A）アルカリ可溶性樹脂は、接着層601の基材となる材料である。また、感光性接着剤組成物は、（A）アルカリ可溶性樹脂を含むことにより、接着層601の半導体チップ20に対する接着力（密着力）を高めることができる。そのため、接着層601によりは半導体チップ20同士をより強固に接着することができる。さらに、感光性接着剤組成物が（A）アルカリ可溶性樹脂を含むことにより、塗膜601aにアルカリ現像液に対する可溶性を付与することができる。このため、環境負荷が小さいアルカリ現像液を用いることができ、現像工程における環境負荷の低減を図ることができる。

[0092] （A）アルカリ可溶性樹脂としては、具体的には、例えば、フェノール系樹脂、アクリル系樹脂、環状オレフィン系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリビニルフェノール系樹脂等が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。これらの中でも（A）アルカリ可溶性樹脂としては、環状オレフィン系樹脂であることが特に好ま

しい。環状オレフィン系樹脂としては、例えば、ノルボルネン系樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂等が挙げられる。これらの中でも環状オレフィン系樹脂としては、ノルボルネン系樹脂が好ましい。環状オレフィン系樹脂を含む感光性接着剤組成物を用いることで、半導体チップ20に対する接着力に特に優れた接着層601を得ることができる。特に、ノルボルネン系樹脂を含む感光性接着剤組成物を用いることにより、接着層601の半導体チップ20に対する接着力をさらに高めることができる。また、ノルボルネン系樹脂は、高い疎水性を有するため、ノルボルネン系樹脂を含む感光性接着剤組成物を用いることで吸水による寸法変化等を生じ難い接着層601を形成することができる。

[0093] 以下、(A) アルカリ可溶性樹脂が環状オレフィン系樹脂である場合を代表に説明する。環状オレフィン系樹脂は、酸性基（酸性を示す置換基）を有することが好ましい。具体的に、環状オレフィン系樹脂は酸性基を有する繰り返し単位（第1の繰り返し単位）を少なくとも1つ有することが好ましい。

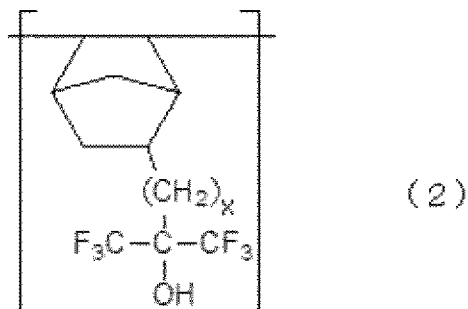
[0094] 第1の繰り返し単位は、主骨格としての環状オレフィン（環状オレフィンモノマー）に由来する構造と、この構造に結合し、酸性基を有する置換基とを備える。

[0095] 環状オレフィンに由来する構造としては、シクロヘキセン、シクロオクテン等の単環体、ノルボルネン、ノルボルナジエン、ジシクロペンタジエン、ジヒドロジシクロペンタジエン、テトラシクロドデセン、トリシクロペンタジエン、ジヒドロトリシクロペンタジエン、テトラシクロペンタジエン、ジヒドロテトラシクロペンタジエン等の多環体などに由来する構造が挙げられる。これらの中でも環状オレフィンに由来する構造としては、ノルボルネンに由来する構造であるのが特に好ましい。ノルボルネンに由来する構造は、接着層601の半導体チップ20に対する接着力の向上に寄与する。また、ノルボルネンに由来する構造は、感光性接着剤組成物の耐熱性、および硬化後の感光性接着剤組成物の柔軟性の向上にも寄与する。

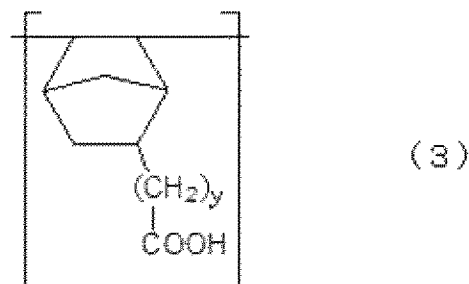
[0096] 酸性基を有する置換基としては、カルボキシル基、フェノール性水酸基、 $-\text{C}(\text{OH})-(\text{CF}_3)_2$ 、 $-\text{N}(\text{H})-\text{S}(\text{O})_2-\text{CF}_3$ 等を有する置換基が挙げられ、これらの中でも、カルボキシル基、 $-\text{C}(\text{OH})-(\text{CF}_3)_2$ のいずれかを有する置換基であるのが特に好ましい。環状オレフィン系樹脂が、このような酸性基を有する置換基を含むことにより、感光性接着剤組成物のアルカリ現像液に対する可溶性を高めることができる。そのため、半導体装置の製造において、現像後の感光性接着剤組成物の溶け残りを低減することができ、現像時のパターンニング性をより高めることができる。

[0097] このようなことから、第1の繰返し単位は、特に、下記式(2)および下記式(3)のうちの少なくとも1種であるのが好ましい。環状オレフィン系樹脂がこのような第1の繰返し単位を含むことにより、接着層601の半導体チップ20に対する接着性、および感光性接着剤組成物のアルカリ現像液に対する可溶性をより向上させることができる。

[0098] [化2]



[0099] [化3]



[0100] 上記式(2)および上記式(3)において、 x 、 y は、それぞれ、0以上10以下の整数であるのが好ましく、1以上5以下の整数であることがより

好ましい。これにより、半導体チップ20同士をより強固に接着することができる接着層601を得ることができる。

[0101] 環状オレフィン系樹脂は、少なくとも1種の第1の繰返し単位を有すればよいが、異なる2種以上の第1の繰返し単位を有することが好ましく、上記式(2)および上記式(3)の双方の第1の繰返し単位を有することがより好ましい。これにより、接着層601の半導体チップ20に対する接着性、および感光性接着剤組成物のアルカリ現像液に対する可溶性をさらに向上させることができる。

[0102] 環状オレフィン系樹脂中における第1の繰返し単位の含有率は、感光性接着剤組成物のアルカリ現像液に対する溶解性を考慮して最適値を決定することができるが、例えば、10～80mol%であるのが好ましく、20～70mol%であるのがより好ましい。第1の繰返し単位の含有率が前記下限値未満であると、感光性接着剤組成物のアルカリ現像液に対する可溶性を十分に発現させることが困難になる場合がある。また、第1の繰返し単位の含有率が前記上限値を超えると、第1の繰返し単位の種類によっては、環状オレフィン系樹脂のうちの第1の繰返し単位以外の構成が備える特性を十分に発現できないおそれがある。

[0103] 環状オレフィン系樹脂中における酸性基は、ポリマー1gあたり0.001～0.01モルであるのが好ましい。0.0015～0.006モルであるのがより好ましい。これにより、感光性接着剤組成物のアルカリ現像液に対する可溶性を特に高めることができる。

[0104] さらに、環状オレフィン系樹脂は、前述した第1の繰返し単位とは異なる第2の繰返し単位も有するのが好ましい。

[0105] 第2の繰返し単位は、主骨格としての環状オレフィンに由来する構造と、この構造に結合し、前記第1の繰返し単位が有する置換基とは異なる置換基とを備える。

[0106] 第2の繰返し単位の主骨格としては、前述した第1の繰返し単位で挙げた構造を用いることができる。これらの中でも第2の繰返し単位の主骨

格としては、感光性接着剤組成物の耐熱性や、硬化後の感光性接着剤組成物の柔軟性等の観点から、ノルボルネンに由来する構造であるのが特に好ましい。また、第1および第2の繰り返し単位の主骨格は、それぞれ互いに異なっているが、同じであるのが好ましい。特に、第1および第2の繰り返し単位の主骨格は、ともにノルボルネンに由来する構造であることが好ましい。これにより、接着層601の半導体チップ20に対する接着力をより高めることができるとともに、接着層601の弾性率を適度に下げることができる。そのため、接着層601によって、半導体チップ20同士をより強固に接着することができるとともに、接着層601の柔軟性を適度に高めることで半導体チップ20同士の接合界面に発生する応力集中を緩和することができる。

[0107] 第2の繰り返し単位が有する置換基は、炭素数が2～30であるのが好ましく、炭素数が4～15であるのがさらに好ましい。炭素数が前記範囲内であると、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率が低下し、接着層601の柔軟性を高めることができる。これにより、半導体チップ20同士の接合界面での応力集中に伴う半導体チップ20や接着層601に生じるクラックや、半導体チップ20と接着層601との剥離をさらに抑制することができる。また、外部からの衝撃による半導体チップ20や接着層601の破損等の発生を抑制することができる。

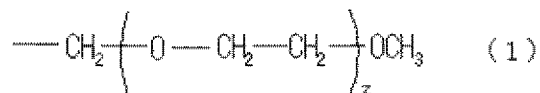
[0108] また、第2の繰り返し単位が有する置換基は、環状構造、分岐状構造等であってもよいが、直鎖状構造であるのが好ましい。これにより、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率をより下げることができ、接着層601の柔軟性をより高めることができる。

[0109] 炭素数が2～30の直鎖状の置換基としては、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アリール基、アラルキル基、アルキルエーテル構造を有する基などが挙げられる。これらの中でも炭素数が2～30の直鎖状の置換基としては、アルキルエーテル構造を有する基であるのが特に好ましい。これにより、硬化後の感光性接着剤組成物が、優れた柔軟性を有することができ

る。

[0110] アルキルエーテル構造を有する基としては、特に、下記式（１）で表される基であるのが好ましい。これにより、接着層６０１の柔軟性をより高めることができる。

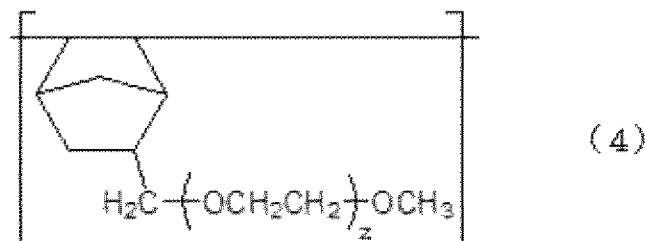
[0111] [化４]



[0112] 上記式（１）において、 z は、１以上１０以下の整数であるのが好ましく、２以上６以下の整数であることがより好ましい。これにより、さらに好適な柔軟性を有する接着層６０１が得られる。

[0113] このようなことから、第２の繰り返し単位は、特に、下記式（４）であるのが好ましい。（Ａ）アルカリ可溶性樹脂が、前述した第１の繰り返し単位に加え、下記式（４）に示す第２の繰り返し単位を有することにより、第１の繰り返し単位によるアルカリ現像液に対する感光性接着剤組成物の溶解性を十分に高めることができるという機能と、第２の繰り返し単位による硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率を適度な値とする機能とを好適に両立させることができる。

[0114] [化５]



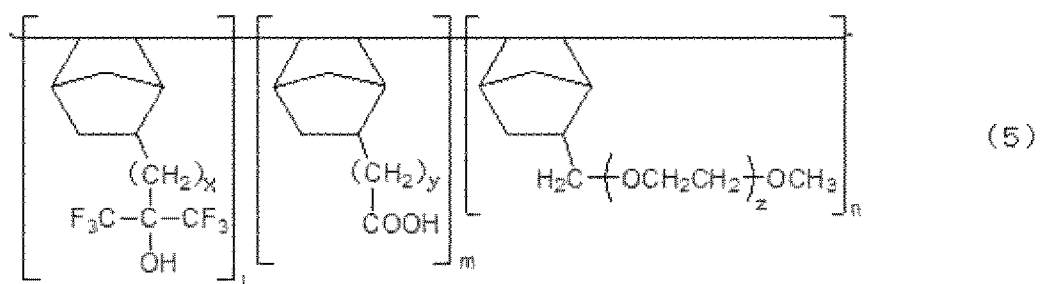
[0115] 特に、上記式（４）において、 z は、１以上１０以下の整数であるのが好ましく、２以上５以下の整数であることがより好ましい。これにより、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率をより好適な値とすることができる。

[0116] また、環状オレフィン系樹脂が第２の繰り返し単位を含む場合、環状オレ

フィン系樹脂中における第2の繰り返し単位の含有率は、例えば、20～60mol%であるのが好ましく、25～50mol%であるのがより好ましい。第2の繰り返し単位の含有率が前記下限値未満であると、第2の繰り返し単位の種類によっては、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率を所望の値に調整することが困難な場合がある。また、第2の繰り返し単位の含有率が前記上限値を超えると、第2の繰り返し単位の種類によっては、環状オレフィン系樹脂のうちの第2の繰り返し単位以外の構成が備える特性を十分に発現できないおそれがある。

[0117] 以上のようなことから、以下の式(5)で表される環状オレフィン系樹脂が好適に用いられる。感光性接着剤組成物は、式(5)で表される環状オレフィン系樹脂を含むことにより、接着層601に必要な機械的強度と、より適度な柔軟性(応力緩和性)とを付与することができる。さらに、感光性接着剤組成物は、アルカリ現像液に対する特に優れた溶解性を発揮することができる。加えて、半導体チップ20に対する接着力に特に優れた接着層601を得ることができる。

[0118] [化6]



[0119] 上記式(5)において l 、 m 、 n は、1以上100以下の整数である。なお、前述したように、 x は、0以上10以下の整数であるのが好ましく、 y は、0以上10以下の整数であるのが好ましく、 z は、1以上10以下の整数であるのが好ましい。

[0120] 式(5)において、第1の繰り返し単位の重合度に対する、第2の繰り返し単位の重合度(すなわち、 $n / (l + m)$)としては、0.3～2.0であるのが好ましく、0.4～1.5であるのがより好ましい。これにより、

半導体チップ20同士の接合界面に発生する応力集中を特に緩和することができるのと同時に、半導体チップ20同士をより強固に接着することができる接着層601を得ることができる。

[0121] また、環状オレフィン系樹脂の重量平均分子量（Mw）は、5,000～500,000であるのが好ましく、7,000～200,000であるのがより好ましく、8,000～100,000であるのがさらに好ましい。これにより、半導体チップ20に対する接着力に特に優れた接着層601を得ることができる。

[0122] なお、環状オレフィン系樹脂の重量平均分子量（Mw）は、ASTM D 3536-91に準拠して、標準とする環状オレフィン系樹脂を用いて、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）を用いて測定することができる。

[0123] また、環状オレフィン系樹脂のガラス転移温度は、100～250℃であることが好ましい。このようなガラス転移温度の環状オレフィン系樹脂を用いることにより、感光性接着剤組成物の耐熱性がより高くなり、高温下での半導体装置10の信頼性をより高めることができる。

[0124] 環状オレフィン系樹脂のガラス転移温度は、例えば示差走査熱量測定法により、常温から昇温速度5℃／分で昇温させたとき、発熱反応が生じる温度として求めることができる。

なお、環状オレフィン系樹脂以外の（A）アルカリ可溶性樹脂も、環状オレフィン系樹脂で説明したのと同様の条件を満足するように合成することにより、上記と同様の効果が得られる。

[0125] <（B）光酸発生剤>

（B）光酸発生剤は、エネルギー線照射による露光時の光反応で酸を生成し、露光部のアルカリ現像液に対する感光性接着剤組成物の溶解性を増加させることができるポジ型の光酸発生剤としての機能を有する。これにより、半導体装置の製造において、感光性接着剤組成物（塗膜601a）のうちの露光された部分である露光部において、現像後の溶け残りが生じることをよ

り低減することができる。このため、現像時のパターンニング性を向上させることができる。なお、感光性接着剤組成物は、(B) 光酸発生剤を含むことにより、半導体装置の製造において、エネルギー線照射によって後述する (C) エポキシ化合物による (A) アルカリ可溶性樹脂を架橋させる反応を促進することができるネガ型の光酸発生剤としての機能を有していてもよい。

[0126] (B) 光酸発生剤としては、具体的には、例えばオニウム塩、ハロゲン化有機化合物、キノンジアジド化合物、 α , α -ビス(スルホニル)ジアゾメタン系化合物、 α -カルボニル- α -スルホニル-ジアゾメタン系化合物、スルホン化合物、有機酸エステル化合物、有機酸アミド化合物、有機酸イミド化合物等が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。これらの中でも(B) 光酸発生剤としては、キノンジアジド化合物を用いることが特に好ましい。キノンジアジド化合物としては、例えば、1, 2-ベンゾキノンジアジドあるいは1, 2-ナフトキノンジアジド構造を有する化合物等が挙げられる。より具体的には、(B) 光酸発生剤は、1, 2-ナフトキノン-2-ジアジド-5-スルホン酸あるいは1, 2-ナフトキノン-2-ジアジド-4-スルホン酸とフェノール化合物とのエステル化合物を含むことが好ましい。これらは、エネルギー線照射(特に、放射線照射)による露光時の光反応でカルボキシル基を生成するため、露光部のアルカリ現像液に対する溶解性をより増加させることができる。このため、感光性接着剤組成物は、特に小さい露光量でもアルカリ現像液に対するより高い溶解性を発揮することができる。その結果、現像時のパターンニング性をより向上させることができる。

[0127] (B) 光酸発生剤の含有量は、特に限定されないが、(A) アルカリ可溶性樹脂100質量部に対し、1~50質量部であるのが好ましく、5~30質量部であるのがより好ましい。(B) 光酸発生剤の含有量が前記下限値未満であると、(B) 光酸発生剤の種類等によっては、感光性接着剤組成物の露光、現像特性が低下する可能性がある。また、(B) 光酸発生剤の含有量

が前記上限値を超えても、それ以上の効果の増大は見込めず、（Ｂ）光酸発生剤の種類によっては、感光性接着剤組成物中における（Ｂ）光酸発生剤以外の材料が備える特性を十分に発現できないおそれがある。

[0128] <（Ｃ）エポキシ化合物>

（Ｃ）エポキシ化合物は、（Ａ）アルカリ可溶性樹脂（特に、環状オレフィン系樹脂）を架橋する機能を有する。

[0129] （Ｃ）エポキシ化合物としては、分子中に芳香環を含む芳香族エポキシ化合物や、分子中に芳香環を含まない脂肪族エポキシ化合物のいずれであってもよい。ただし、（Ｃ）エポキシ化合物としては、脂肪族エポキシ化合物であるのがより好ましい。これにより、感光性接着剤組成物中の（Ａ）アルカリ可溶性樹脂の架橋密度を適度な値とすることができるとともに、接着層 601 の柔軟性を適度に高めることができる。

[0130] また、（Ｃ）エポキシ化合物は、分枝状構造または直鎖状構造であるのが好ましく、分枝状構造であるのがより好ましい。感光性接着剤組成物が分枝状構造をなす（Ｃ）エポキシ化合物を含むことで、感光性接着剤組成物中の（Ａ）アルカリ可溶性樹脂の架橋密度を適度な値とすることができるとともに、接着層 601 の柔軟性を適度に高めることができる。これにより、必要な機械的強度を備えつつ、半導体チップ 20 同士の接合界面に発生する応力集中を緩和する応力緩和性により優れた接着層 601 が得られる。

[0131] また、（Ｃ）エポキシ化合物は、分子内に 2 つ以上のグリシジル基を含有することが好ましく、分子内に 3 つ以上 9 つ以下のグリシジル基を含有することがより好ましい。これにより、感光性接着剤組成物中の（Ａ）アルカリ可溶性樹脂の架橋密度を適度な値とすることができ、必要な機械的強度を備えつつ応力緩和性により優れた接着層 601 を得ることができる。

[0132] このような（Ｃ）エポキシ化合物としては、例えば、エチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、トリ

メチロールエタントリグリシジルエーテル、ソルビトールポリグリシジルエーテル、ペンタエリスリトールポリグリシジルエーテル、EXA-830CRP、EXA-830VLP、EXA-835LV、EXA-850CRP、EPICLON-830-S、EPICLON-840-S、EPICLON-850-S、EPICLON-850-CRP、EPICLON-850-LC、HP-7200、HP-7200L、HP-7200H (DIC株式会社製)、YH-300、YH-301、YD-8125G、YDF-8170G、YD-825GS、YD-825GSH、YD-870GS、ZX-1059、ZX-1542、PG-207GS、ZX-1658GS (新日鉄住金化学株式会社製)、YL980、YL983U、YL6810、YL7410、YX7700、YX8000、YX8034、YED216D、jER152、jER157S70、jER1032H60 (三菱化学株式会社製)、EP-3300S、EP-3950L、EP-4000L、EP-4010L、EP-4088L (株式会社ADEKA)、セロキサイド2021P、セロキサイド2081 (株式会社ダイセル)、EPPN-201-L、EPPN-501H、EPPN-501HY、EPPN-502H、XD-1000 (日本化薬)、LX-01 (ダイソー株式会社)、PG-100、EG-200、EG-280、CG-400、CG-500 (大阪ガスケミカル株式会社)、EX-211L、EX-212L、EX-214L、EX-216L、EX-321L、EX-850L、EX-946L (ナガセケムテック株式会社)、VG3101L (株式会社プリンテック)、SR-14BJ、SR-16H、SR-TMPL、SR-PG、SR-PTMG、SR-8EGS (阪本薬品工業株式会社)、シクロヘキセンオキシド型エポキシ樹脂等が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。これらの中でも (C) エポキシ化合物としては、トリメチロールプロアントリグリシジルエーテル、1,6-ヘキサジオールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリテトラメチレン

グリコールジグリシジルエーテル、水添ビスフェノール A ジグリシジルエーテルであるのが特に好ましい。これにより、感光性接着剤組成物中の (A) アルカリ可溶性樹脂の架橋反応を促進することができ、応力緩和性により優れた接着層 601 をより容易かつより確実に得ることができる。

[0133] (C) エポキシ化合物の含有量は、特に限定されないが、(A) アルカリ可溶性樹脂 100 質量部に対し、1～100 質量部であるのが好ましく、5～50 質量部であるのがより好ましい。(C) エポキシ化合物の含有量が前記下限値未満であると、(C) エポキシ化合物の種類等によっては、接着層 601 の応力緩和性が低下する可能性がある。一方、(C) エポキシ化合物の含有量が前記上限値を超えると、感光性接着剤組成物の粘度が必要以上に高くなりすぎる場合がある。

[0134] <(D) 融点が 50～150℃であるフェノール化合物>

感光性接着剤組成物は、(D) 融点が 50～150℃であるフェノール化合物（以下、単に「(D) フェノール化合物」ということもある。）を含むことにより、例えば、塗膜 601a を備えたウエハー 201 をエッチングする際や、接着層 601 を介して半導体チップ 20 同士を圧着する際に、接着層 601 と半導体チップ 20 との間に気泡が発生するのを抑制することができる。また、接着層 601 と半導体チップ 20 との間に気泡が発生した場合でも、その発生した気泡を除去することができる。このように接着層 601 と半導体チップ 20 との界面に気泡が取り残され難くなることで、接着層 601 の半導体チップ 20 に対する接着力を高めることができ、よって、半導体チップ 20 同士を強固に接着することができる。したがって、最終的に、信頼性の高いチップ積層体 200 を得ることができる。

[0135] さらに、(D) フェノール化合物を含む感光性接着剤組成物を用いることにより、有機溶剤に対して比較的高い溶解性を示す接着層 601 が得られる。このため、例えばウエハー 201 に感光性接着剤組成物を塗布して得られた塗膜 601a を除去する必要が生じた場合でも、残渣（残留物）の発生を抑制しつつ、塗膜 601a を効率よく溶解させ、除去することができる。こ

れにより、ウエハー201を無駄にすることなく、改めて接着プロセスに供する（リワークする）ことができる。よって、半導体装置10の工程歩留まりの改善を図ることができる。

[0136] また、(D)フェノール化合物は、融点が50～150℃であるが、融点が60～130℃であるのが好ましく、融点が70～120℃であるのがより好ましい。これにより、感光性接着剤組成物が(D)フェノール化合物を含むことによる前述した効果をより顕著に発揮することができる。このような(D)フェノール化合物は、脂肪族炭化水素基を含む置換基を有するフェノール化合物および複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物の少なくとも一方を含むことが好ましい。

[0137] また、(D)フェノール化合物（特に、脂肪族炭化水素基を含む置換基を有するフェノール化合物）は、水酸基当量が150～250 g / eqであることが好ましく、水酸基当量が160～240 g / eqであるのがより好ましく、水酸基当量が180～220 g / eqであるのがさらに好ましい。水酸基当量が前記範囲内であると、アルカリ現像液に対する溶解性がより最適な感光性接着剤組成物が得られる。これに対して、水酸基当量が前記下限値未満であると、(D)フェノール化合物の種類や添加量等によっては、感光性接着剤組成物の吸水率が高くなり、その信頼性が低下する可能性がある。また水酸基当量が前記上限値を超えると、感光性接着剤組成物のアルカリ現像液への溶解性が著しく低下し、現像後に感光性接着剤組成物の溶け残りが生じてしまうおそれがある。

[0138] なお、(D)フェノール化合物の水酸基当量は、標準アルカリ溶液中に(D)フェノール化合物を混合した溶液を滴定する方法により測定することができる。

[0139] (D)フェノール化合物が、脂肪族炭化水素基を含む置換基（アルキル鎖（ $-\text{CH}_2-$ ） n を有する置換基）を有するフェノール化合物を含む場合、接着層601の有機溶剤に対する溶解性をより高めることができる。このため、塗膜601aを除去する必要性が生じた場合でも、塗膜601aをより効率

よく溶解させて除去することができるので、リワーク性を高めることができる。

[0140] アルキル鎖 ($-CH_2-$) n は、 n の値が 1～6 が好ましく、2～4 がさらに好ましい。これにより、接着層 601 の有機溶剤に対する溶解性をさらに高めることができる。

[0141] このような脂肪族炭化水素基を含む置換基としては、例えば、メチレン基、エチレン基、トリメチレン基、ブチル基、2, 2-ジメチルブチル基などが挙げられる。

[0142] また、(D) フェノール化合物は、安息香酸に由来する構造を有することが好ましい。具体的には、安息香酸、2-ヒドロキシ安息香酸、3-ヒドロキシ安息香酸等のモノヒドロキシ安息香酸、2, 4-ヒドロキシ安息香酸等のジヒドロキシ安息香酸等に由来する構造を有することが好ましい。

[0143] このような (D) フェノール化合物としては、具体的には、例えば、4-(1, 1-ジメチルプロピル) フェノール、4-シクロヘキシルフェノール、4-(1, 1, 3, 3-テトラメチルブチル) フェノール、4-(4-ヒドロキシフェニル)-2-ブタノン、4'-ヒドロキシブチロフェノン、4'-ヒドロキシバレロフェノン、4'-ヒドロキシヘキサノフェノン、3-(4-ヒドロキシフェニル) プロピオン酸、3-ヒドロキシ安息香酸メチル、3-ヒドロキシ安息香酸エチル、4-ヒドロキシ安息香酸メチル、4-ヒドロキシ安息香酸エチル、4-ヒドロキシ安息香酸プロピル、4-ヒドロキシ安息香酸イソプロピル、4-ヒドロキシ安息香酸ブチル、4-ヒドロキシ安息香酸イソブチル、4-ヒドロキシ安息香酸ヘキシル、4-ヒドロキシ安息香酸ベンジル、1, 3-ビス[2-(4-ヒドロキシフェニル)-2-プロピル] ベンゼン、B i s P - D E D (本州化学工業株式会社製) 等が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。これらの中でも (D) フェノール化合物としては、4-ヒドロキシ安息香酸プロピル、4-ヒドロキシ安息香酸メチル、4-ヒドロキシ安息香酸ブチル、4-ヒドロキシ安息香酸ヘキシルであるのが特に好ましい。これにより

、半導体チップ20に対する接着力が特に高く、有機溶剤に対する溶解性がより優れた接着層601を得ることができる。

[0144] また、(D)フェノール化合物が、複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物を含む場合、その水酸基当量が50～150g/eqであることが好ましく、70～130g/eqであることがより好ましく、90～110g/eqであることが特に好ましい。また、複数のフェノール骨格は、フェノール骨格同士が単結合で連結し、互いに直接結合していない連結型の多環構造、またはフェノール骨格同士が単結合を介さず、互いに直接結合した縮合型（融合型）の多環構造のいずれでもよいが、連結型の多環構造であることが好ましい。これにより、半導体チップ20に対する接着力が特に高く、有機溶剤に対する溶解性がより優れた接着層601を得ることができる。

[0145] (D)フェノール化合物の含有量は、(A)アルカリ可溶性樹脂100質量部に対し、0.5～30質量部であるのが好ましく、1～20質量部であるのがより好ましい。(D)フェノール化合物の含有量が前記下限値未満であると、(D)フェノール化合物の種類等によっては、感光性接着剤組成物の有機溶剤に対する溶解性が低下する可能性がある。(D)フェノール化合物の含有量が前記上限値を超えても、それ以上の効果の増大は見込めない。また、この場合、(D)フェノール化合物の種類によっては、感光性接着剤組成物中における(D)フェノール化合物以外の材料が備える特性が十分に発現されないおそれがある。

[0146] また、感光性接着剤組成物は、上記のような(D)フェノール化合物を2種以上含むことが好ましい。具体的には、互いに異なる融点である(D)フェノール化合物を2種以上含むことが好ましく、互いに異なる融点である(D)フェノール化合物を2種含むことがより好ましい。これにより、感光性接着剤組成物（接着層601）の接着性、応力緩和性、および、有機溶剤に対する溶解性をより高めることができる。

[0147] なお、(D)フェノール化合物を2種以上含む場合、それらの合計含有量は、上述した範囲内であるのが好ましい。

[0148] 以上のような（Ａ）アルカリ可溶性樹脂と、（Ｂ）光酸発生剤と、（Ｃ）エポキシ化合物と、（Ｄ）フェノール化合物とを感光性接着剤組成物が含むことにより、半導体装置の製造において、例えば、塗膜６０１aを備えたウエハー２０１をエッチングする際や、接着層６０１を介して半導体チップ２０同士を圧着する際に、接着層６０１と半導体チップ２０との界面に気泡が取り残され難くなる。このため、接着層６０１により半導体チップ２０同士を強固に接着することができ、よって、信頼性の高いチップ積層体２００を得ることができる。また、接着層６０１は、１層構造であるにもかかわらず、十分な接着性に加え、応力緩和性を備えている。このため、半導体チップ２０同士の間に、接着性に優れた層と、応力緩和性に優れた層との２層を設ける必要がなく、よって、チップ積層体２００の全体の厚さが著しく厚くなるのを防止することができる。その結果、低背で、かつ、接着性および応力緩和性に優れた信頼性の高い半導体装置１０を得ることができる。このような半導体装置１０は、例えばモバイル機器のように内容積が極めて小さく、かつ、持ち運びながら使用される電子機器において特に有用である。すなわち、このような半導体装置１０は、電子機器の小型化、薄型化、軽量化に寄与するとともに、電子機器を落したり振り回したりした場合でも、半導体装置１０の機能が損なわれ難いという点で有用である。

[0149] また、（Ａ）アルカリ可溶性樹脂と、（Ｂ）光酸発生剤と、（Ｃ）エポキシ化合物と、（Ｄ）フェノール化合物とを含む感光性接着剤組成物の硬化物は、有機溶剤に対する溶解性、およびリワーク性に優れている。

[0150] また、このような感光性接着剤組成物は、（Ｄ）フェノール化合物より融点の高い（Ｘ）フェノール化合物をさらに含むことが好ましい。これにより、接着層６０１の接着性を特に向上させることができる。なお、（Ｘ）フェノール化合物の融点は、１５１～２５０℃であることが好ましく、１８１～２３０℃であることがより好ましい。また、（Ｘ）フェノール化合物は、複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物を含むことが好ましい。かかる複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物は、環状構造を含む置換

基であって、少なくとも1つの前記フェノール骨格に結合した置換基を有することが好ましい。これにより、上記効果をより顕著に発揮することができる。

[0151] また、(X) フェノール化合物の含有量は、(A) アルカリ可溶性樹脂 100 質量部に対し、0.2～20 質量部であるのが好ましく、0.5～10 質量部であるのがより好ましい。(X) フェノール化合物の含有量が上記範囲内であることにより、上述した効果をより顕著に発揮することができる。

[0152] また、感光性接着剤組成物は、(D) フェノール化合物を2種含み、さらに、(X) フェノール化合物を含むことが特に好ましい。これにより、接着性、応力緩和性、および、有機溶剤に対する溶解性に特に優れた接着層 601 を得ることができる。

[0153] また、感光性接着剤組成物は、必要に応じて、(D) フェノール化合物および(X) フェノール化合物以外のフェノール化合物、レベリング剤、難燃剤、可塑剤、硬化促進剤、酸化防止剤、密着助剤等をさらに含んでもよい。

[0154] 酸化防止剤としては、例えば、フェノール系酸化防止剤、アミン系酸化防止剤、リン系酸化防止剤およびチオエーテル系酸化防止剤が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。ただし、これらの中でも酸化防止剤としては、フェノール系酸化防止剤とアミン系酸化防止剤とを組み合わせる用いることが好ましい。

[0155] このような酸化防止剤を含むことにより、感光性接着剤組成物の硬化の際の酸化、およびその後のプロセス等における感光性接着剤組成物（塗膜 601 a）の酸化を抑えることができる。

[0156] フェノール系酸化防止剤としては、ペンタエリスリチルーテトラキス〔3-（3，5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシフェニル）プロピオネート〕、3，9-ビス〔2-〔3-（3-*t*-ブチル-4-ヒドロキシ-5-メチルフェニル）プロピオニルオキシ〕-1，1-ジメチルエチル〕2，4，8，10-テトラオキサスピロ〔5，5〕ウンデカン、オクタデシル-3-（

3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート、1, 6-ヘキサンジオール-ビス〔3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート〕、1, 3, 5-トリメチル-2, 4, 6-トリス(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル) ベンゼン、2, 6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール、2, 6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノール、2, 6-ジフェニル-4-オクタデシロキシフェノール、2, 6-ビス〔(2-ヒドロキシ-5-メチルフェニル) メチル〕-4-メチルフェノール、ステアリル(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート、ジステアリル(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル) ホスホネート、チオジエチレングリコールビス〔(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート〕、4, 4'-チオビス(6-tert-ブチル-m-クレゾール)、2-オクチルチオ-4, 6-ジ(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェノキシ)-s-トリアジン、2, 2'-メチレンビス(4-メチル-6-tert-ブチル-6-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-エチル-6-tert-ブチルフェノール)、ビス〔3, 3-ビス(4-ヒドロキシ-3-tert-ブチルフェニル) ブチリックアシッド〕グリコールエステル、4, 4'-ブチリデンビス(6-tert-ブチル-m-クレゾール)、2, 2'-エチリデンビス(4, 6-ジ-tert-ブチルフェノール)、2, 2'-エチリデンビス(4-s-ブチル-6-tert-ブチルフェノール)、1, 1, 3-トリス(2-メチル-4-ヒドロキシ-5-tert-ブチルフェニル) ブタン、ビス〔2-tert-ブチル-4-メチル-6-(2-ヒドロキシ-3-tert-ブチル-5-メチルベンジル) フェニル〕テレフタレート、1, 3, 5-トリス(2, 6-ジメチル-3-ヒドロキシ-4-tert-ブチルベンジル) イソシアヌレート、1, 3, 5-トリス(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)-2, 4, 6-トリメチルベンゼン、1, 3, 5-トリス〔(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオニルオキシエチル〕イソシアヌレート、テトラキス〔メチレン-3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート〕

キシフェニル) プロピオネート] メタン、2-*t*-ブチル-4-メチル-6-(2-アクリロイルオキシ-3-*t*-ブチル-5-メチルベンジル) フェノール、3, 9-ビス(1, 1-ジメチル-2-ヒドロキシエチル)-2, 4-8, 10-テトラオキサスピロ[5, 5]ウンデカン-ビス[β -(3-*t*-ブチル-4-ヒドロキシ-5-メチルフェニル) プロピオネート]、トリエチレングリコールビス[β -(3-*t*-ブチル-4-ヒドロキシ-5-メチルフェニル) プロピオネート]、1, 1'-ビス(4-ヒドロキシフェニル) シクロヘキサン、2, 2'-メチレンビス(4-メチル-6-*t*-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-エチル-6-*t*-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(6-(1-メチルシクロヘキシル)-4-メチルフェノール)、4, 4'-ブチリデンビス(3-メチル-6-*t*-ブチルフェノール)、3, 9-ビス(2-(3-*t*-ブチル-4-ヒドロキシ-5-メチルフェニルプロピオニロキシ) 1, 1-ジメチルエチル)-2, 4, 8, 10-テトラオキサスピロ(5, 5)ウンデカン、4, 4'-チオビス(3-メチル-6-*t*-ブチルフェノール)、4, 4'-ビス(3, 5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシベンジル) サルファイド、4, 4'-チオビス(6-*t*-ブチル-2-メチルフェノール)、2, 5-ジ-*t*-ブチルヒドロキノン、2, 5-ジ-*t*-アミルヒドロキノン、2-*t*-ブチル-6-(3-*t*-ブチル-2-ヒドロキシ-5-メチルベンジル)-4-メチルフェニルアクリレート、2, 4-ジメチル-6-(1-メチルシクロヘキシル、スチレネイティッドフェノール、2, 4-ビス((オクチルチオ)メチル)-5-メチルフェノール、などが挙げられる。これらの中でも、2, 6-ビス[(2-ヒドロキシ-5-メチルフェニル)メチル]-4-メチルフェノール等のフェノール系酸化防止剤が好ましい。

[0157] アミン系酸化防止剤としては、N, N'-ジ-*sec*-ブチル-*p*-フェニレンジアミン、4, 4'-ジメトキシジフェニルアミン、4-イソプロポキシジフェニルアミン、N-イソプロピル-N'-フェニル-*p*-フェニレンジアミン、N-(1, 3-ジメチルブチル)-N'-フェニル-*p*-フェニレン

ジアミン、4, 4'-ジ (α , α -ジメチルベンジル) ジフェニルアミンなどが挙げられる。これらの中でもアミン系酸化防止剤としては、4, 4'-ジメトキシジフェニルアミン、4-イソプロキシジフェニルアミン、4, 4'-ジ (α , α -ジメチルベンジル) ジフェニルアミン等のジフェニルアミン系化合物が好ましい。

[0158] リン系酸化防止剤としては、ビス-(2, 6-ジ-*t*-ブチル-4-メチルフェニル) ペンタペンタエリスリトールジホスファイト、トリス(2, 4-ジ-*t*-ブチルフェニルホスファイト)、テトラキス(2, 4-ジ-*t*-ブチル-5-メチルフェニル)-4, 4'-ビフェニレンジホスホナイト、3, 5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシベンジルホスホネートジエチルエステル、ビス-(2, 6-ジクミルフェニル) ペンタエリスリトールジホスファイト、2, 2-メチレンビス(4, 6-ジ-*t*-ブチルフェニル) オクチルホスファイト、トリス(ミックسدモノ and ジ-*n*ニルフェニルホスファイト)、ビス(2, 4-ジ-*t*-ブチルフェニル) ペンタペンタエリスリトール-ジホスファイト、ビス(2, 6-ジ-*t*-ブチル-4-メトキシカルボニルエチル-フェニル) ペンタエリスリトールジホスファイト、ビス(2, 6-ジ-*t*-ブチル-4-オクタデシルオキシカルボニルエチル-フェニル) ペンタエリスリトールジホスファイトなどが挙げられる。これらの中でもリン系酸化防止剤としては、ホスファイトおよびホスフェートが好ましい。

[0159] チオエーテル系酸化防止剤としては、ジラウリル 3, 3'-チオジプロピオネート、ビス(2-メチル-4-(3-*n*-ドデシル) チオプロピオニルオキシ)-5-*t*-ブチルフェニル) スルフィド、ジステアリル-3, 3'-チオジプロピオネート、ペンタエリスリトール-テトラキス(3-ラウリル) チオプロピオネートなどが挙げられる。

[0160] 感光性接着剤組成物が酸化防止剤を含む場合、酸化防止剤の含有量は、(A) アルカリ可溶性樹脂 100 質量部に対し、0.1~50 質量部であるのが好ましく、0.5~30 質量部であるのがより好ましい。

[0161] また、密着助剤としては、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、5, 6-エポキシヘキシルトリエトキシシラン、p-スチリルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、ビス[3-(トリエトキシシリル)プロピル]テトラスルフィド、ビス[3-(トリエトキシシリル)プロピル]ジスルフィド、3-イソシアネートプロピルトリエトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、フェニルトリエトキシシラン、ベンゾイロキシプロピルトリメトキシシラン、ベンゾイロキシプロピルトリエトキシシラン、1, 6-ビス(トリメトキシシリル)ヘキサン、ノルボルネニルトリメトキシシラン、ノルボルネニルトリエトキシシラン、3-(トリエトキシシリル)プロピルスクシン酸無水物、6-アジドスルフォニルヘキシルトリエトキシシラン、2-(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、2-(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリエトキシシラン、トリス(3-トリメトキシシリルプロピル)イソシアヌレート、[2-(3-シクロヘキセニル)エチル]トリメトキシシラン、[2-(3-シクロヘキセニル)エチル]トリエトキシシラン、(3-シクロペンタジエニルプロピル)トリエトキシシラン、ペンチルトリメトキシシラン、ペンチルトリエトキシシラン、n-ヘキシルトリメトキシシラン、n-ヘキシルトリエトキシシラン、n-オクチルトリメトキシシラン、n-オクチルトリエトキシシラン、デシルトリメトキシシラン、デシルトリエトキシシラン、ドデシルトリメトキシシラン、ドデシルトリエトキシシラン、ビス(トリエトキシシリル)メタン、ビス(トリメトキシシリル)エタン、ビス(トリエトキシシリル)エタン、ビス(トリメトキシシリル)ヘキサン、ビス(トリエトキシシリル)ヘキサン、ビス(トリメトキシシリル)オクタン、ビ

ス（トリエトキシシリル）オクタン、ビス（トリメトキシシリル）ベンゼン、ビス〔（３－メチルジメトキシシリル）プロピル〕ポリプロピレンオキサイド、ポリメタクリル酸トリメトキシシリルエステル、ポリメタクリル酸トリエトキシシリルエステル、トリフルオロプロピルトリメトキシシラン、１，３－ジメチルテトラメトキシジシロキサンなどを挙げることができる。ただし、密着助剤は何らこれらに限定されない。これらは単独でも、２種以上を混合して使用してもよい。このような密着助剤を感光性接着剤組成物に含むことにより、接着層６０１の半導体チップ２０に対する接着力（密着力）をより高めることができる。

[0162] 感光性接着剤組成物が密着助剤を含む場合、密着助剤の含有量は、（Ａ）アルカリ可溶性樹脂１００質量部に対し、０．１～３０質量部であるのが好ましく、０．２～２０質量部であるのがより好ましい。

[0163] ≪物性≫

次に、感光性接着剤組成物の物性（接着層６０１の物性）について詳細に説明する。

[0164] 硬化後の感光性接着剤組成物、すなわち接着層６０１の２５℃での弾性率は、２．０～３．５ＧＰａであるのが好ましい。また、硬化前の感光性接着剤組成物の２５℃での弾性率は、硬化後の感光性接着剤組成物の２５℃での弾性率の７０～１２０％であるのが好ましい。また、エッチング処理およびアッシング処理に供された硬化前の感光性接着剤組成物の半導体チップ２０に対する２５℃での接着力は、２０．０～２００．０Ｎであるのが好ましい。換言すると、感光性接着剤組成物を用いて、平面視でのサイズが４ｍｍ×４ｍｍの半導体チップ２０上に膜を形成し、膜を硬化（完全硬化）させることなく、未硬化あるいは半硬化状態の膜（硬化前の感光性接着剤組成物）を備える半導体チップ２０にエッチング処理およびアッシング処理を施したとき、膜の半導体チップ２０に対する２５℃での接着力が、２０．０～２００．０Ｎであることが好ましい。この粘着力を半導体チップ２０の平面視でのサイズの単位面積あたりに換算すると、１．２５～１２．５ＭＰａ（Ｎ／ｍ

m²) となる。

[0165] このような硬化前の感光性接着剤組成物の25℃での弾性率が硬化後の感光性接着剤組成物の25℃での弾性率に対して所定の範囲内であることにより、例えば硬化前の感光性接着剤組成物が著しく変形したり、ウエハー201から流れ出したりするおそれが小さくなる。このため、半導体チップ20を積層する際の位置合わせの精度を高めることができる。さらに、硬化前後での弾性率の変化量が比較的小さいことから、感光に伴う収縮量も小さくすることができる。その結果、硬化収縮に伴って接着層601と半導体チップ20との界面に発生する応力を低減することができる。かかる観点からも、チップ積層体200の信頼性向上に寄与する。

[0166] その一方、エッチング処理およびアッシング処理に供された硬化前の感光性接着剤組成物は、半導体チップ20に対して、ダイボンディングにおいて必要とされる十分な密着力を有する。このため、接着層601は、半導体チップ20同士をより強固に固定し、チップ積層体200の信頼性向上に寄与している。

[0167] 以上のような条件を満たす感光性接着剤組成物を用いることにより、十分な接着性と応力緩和性とを両立した接着層601を容易に得ることができる。換言すれば、接着層601は、それ1層でもってバッファークोट膜の素子保護機能（バッファークोट機能）とダイボンディングフィルムの接着機能（ダイボンディング機能）とを兼ね備えている。このため、チップ積層体200の信頼性を低下させることなくチップ積層体200を形成可能にするとともに、2層を用いていた従来に比べてチップ積層体200を薄くすることができる。また、チップ積層体200の薄型化に伴い、モールド部50の体積を減らしたり、ボンディングワイヤー70の短縮化を図ったりすることができるため、それによる軽量化、低コスト化にも寄与する。

[0168] また、硬化後の感光性接着剤組成物の25℃での弾性率は、より好ましくは2.2～3.2GPaとされ、さらに好ましくは2.4～3.0GPaとされる。なお、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率が前記下限値を下回る

と、感光性接着剤組成物の組成によっては、接着層 601 の接着力が若干低下するおそれがある。また、モールド部 50 中にフィラーが含まれている場合にはそのフィラーが接着層 601 を貫通して半導体チップ 20 に悪影響を及ぼしたりするおそれもある。一方、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率が前記上限値を上回ると、感光性接着剤組成物の組成によっては、接着層 601 の柔軟性が低下するため、応力緩和性が低下する。このため、例えば半導体チップ 20 の積層に伴って生じた残留応力や半導体チップ 20 と接着層 601 との熱膨張差に伴う熱応力の局所集中を緩和することができず、半導体チップ 20 にクラックを生じさせるおそれがある。

[0169] なお、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率は、例えば、超微小硬度計 EN T-1000（株式会社エリオニクス製）を用いて、測定温度 25℃、荷重 2 mN、保持時間 1 秒とし、バーコヴィッチ圧子（三角錐、対稜角 115°）を用いて、ISO 14577 に準拠して測定することにより求めることができる。

[0170] また、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率は、マウント工程後の塗膜 601a の弾性率として求めることができる。

[0171] また、硬化前の感光性接着剤組成物の 25℃での弾性率は、より好ましくは硬化後の感光性接着剤組成物の 25℃での弾性率に対して、75～115%とされ、さらに好ましくは 80～110%とされる。なお、硬化前の感光性接着剤組成物の弾性率が前記下限値を下回る場合、感光性接着剤組成物の粘着性が大きくなるが、感光性接着剤組成物の被膜が変形し易くなる。その結果、例えばこの被膜を介して半導体チップ 20 を仮配置した際に、その位置がずれ易くなったり、あるいは感光性接着剤組成物がウエハー 201 から流れ出したりするおそれがある。一方、硬化前の感光性接着剤組成物の弾性率が前記上限値を上回る場合、粘着性が低下し、半導体チップ 20 を仮配置し難くなるおそれがある。

なお、硬化前の感光性接着剤組成物の弾性率も、硬化後の感光性接着剤組成物の弾性率と同様に測定することができる。

- [0172] また、硬化前の感光性接着剤組成物の弾性率は、処理工程後でかつマウント工程前の塗膜601aの弾性率として求めることができる。
- [0173] 一方、エッチング処理およびアッシング処理に供された硬化前の感光性接着剤組成物の半導体チップ20に対する25℃での接着力は、より好ましくは30～180N（1.875～11.25MPa）とされ、さらに好ましくは40～160N（2.5～10MPa）とされる。なお、接着力が前記下限値を下回る場合、接着層601と半導体チップ20との界面に気泡が入り込み易くなるおそれがある。一方、接着力が前記上限値を上回る場合、接着層601と半導体チップ20との界面に気泡が入り込んでしまった場合、それが抜け難くなるおそれがある。
- [0174] なお、エッチング処理およびアッシング処理に供された硬化前の感光性接着剤組成物の半導体チップ20に対する接着力は、次のようにして測定することができる。まず、エッチング処理およびアッシング処理に供された硬化前の本発明の感光性接着剤組成物を介して半導体チップ20同士を接着し、半導体チップ接着体を得る。その後、万能型ボンドテスターD a g e 4 0 0 0（デジ・ジャパン株式会社製）を用い、その半導体チップ接着体のダイシェア強度を半導体チップ20に対する接着力として求める。ダイシェア強度は、半導体チップ接着体の横（側面）からシェアツールで一方の半導体チップ20を水平方向（半導体チップ20の面内方向）に押し、半導体チップ20間の接合面が破断されたときの強度として求められる。
- [0175] また、エッチング処理およびアッシング処理に供された硬化前の感光性接着剤組成物の半導体チップ20に対する接着力は、処理工程後でかつマウント工程前の塗膜601aの半導体チップ20に対する接着力として求めることができる。
- [0176] なお、上記エッチング処理とは、例えば、半導体チップ20の表面のパッシベーション膜を除去し、ボンディングワイヤー70を接続するための電極パッドを露出させる処理である。具体的には、ガスとしてフッ素化合物ガス（ CF_4 ）とアルゴンガス（Ar）と酸素ガス（ O_2 ）の混合ガスを用い、出

力は2500W、時間は6分、 CF_4 流量/ Ar 流量/ O_2 流量は200 s c c m / 200 s c c m / 50 s c c mとする条件で行うエッチング処理が挙げられる。

[0177] また、上記アッシング処理とは、例えば、エッチング処理によって発生した処理残渣等を除去し、接着層601表面や電極パッド表面を清浄化する処理である。具体的には、酸素ガス(O_2)を用い、出力は600W、時間は12分、 O_2 流量は200 s c c mとする条件で行うプラズマ処理が挙げられる。

[0178] なお、このようなエッチング処理およびアッシング処理は、有機材料の劣化を促進させることがある。このため、エッチング耐性およびアッシング耐性が低い塗膜（接着層）である場合、半導体チップ20同士を十分に接着することができないおそれがある。これに対し、感光性接着剤組成物を用いて形成された塗膜601a（接着層601）は、十分なエッチング耐性およびアッシング耐性を有している。このため、このようなエッチング処理とアッシング処理とを経た後であっても、塗膜601aの接着力の低下が抑えられ、その結果、前述したような接着力を発現する。したがって、このような感光性接着剤組成物は、接着プロセスでの各種処理において接着性の低下を考慮しなくても済むため、半導体装置10の製造工程の簡略化、低コスト化を容易に図ることができるという点で有用である。

[0179] また、感光性接着剤組成物の弾性率の処理工程の前後での変化率は、一定の範囲内であることが好ましい。そのため、この変化率が一定の範囲内になるように、処理工程に対する耐性（エッチング耐性およびアッシング耐性）に影響を及ぼすと考えられる加熱工程における加熱条件を適宜設定することが好ましい。

[0180] 具体的には、感光性接着剤組成物の加熱工程後でかつ処理工程前における25℃での弾性率をX[GPa]とし、処理工程後における25℃での弾性率をY[GPa]としたとき、XとYとが、 $0.7 \leq X/Y \leq 1.5$ なる関係を満足するのが好ましく、 $0.8 \leq X/Y \leq 1.3$ なる関係を満足するの

がより好ましい。処理工程前後での弾性率の変化率が前記関係を満足することで、感光性接着剤組成物で構成された塗膜601aは、パターニングされた形状を保持するのに十分な機械的特性を有するとともに、半導体チップ20同士を接着するのに十分な接着性を有する。すなわち、エッチング処理およびアッシング処理が行われる処理工程では、塗膜601aの劣化が促進されるが、処理工程の前後における弾性率の変化率が前記関係を満足する場合には、その塗膜601aは、パターニングされた形状を十分に保持しつつ、マウント工程においては接着層601として十分に機能する。このため、処理工程の前後における弾性率の変化率が前記関係を満足するとき、そのような感光性接着剤組成物で構成された塗膜601aは、エッチングマスクとしての機能と接着層601としての機能とを両立し得る。

[0181] なお、上記処理工程では、前述した処理条件を満足するエッチング処理とアッシング処理とが行われる。

[0182] また、硬化前の感光性接着剤組成物の100～200℃での最小溶融粘度は、20～500Pa・sであるのが好ましい。このような感光性接着剤組成物は、半導体チップ20に対する濡れ性に優れているため、接着層601にボイド等が発生し難くなる。したがって、物性のバラツキが少ない均質な接着層601を形成することができる。その結果、接着層601を介して半導体チップ20同士を接着した際、応力の局所集中を招き難く、半導体チップ20におけるクラックの発生や、半導体チップ20と接着層601との間の剥離の発生等をさらに抑制することができる。なお、硬化前の感光性接着剤組成物の最小溶融粘度は、レオメーターにより測定することができ、処理工程後でかつマウント工程前の塗膜601aの最小溶融粘度として求めることができる。

[0183] なお、硬化前の感光性接着剤組成物の最小溶融粘度は、より好ましくは25～400Pa・sとされ、さらに好ましくは30～300Pa・sとされる。

[0184] また、硬化前の感光性接着剤組成物は、一定の粘着性を有している一方、

それに対してUV照射処理を施すことにより、その粘着性を低減させることができる。したがって、UV照射処理の有無によって、硬化前の感光性接着剤組成物の粘着性（粘着力）を制御することができる。

[0185] 具体的に、硬化前の感光性接着剤組成物のバックグラインドフィルム90に対する粘着力について説明する。まず、感光性接着剤組成物を用いて、ウエハー201上に塗膜601aを形成する。次に、塗膜601aを硬化（完全硬化）させることなく、未硬化または半硬化状態の塗膜601a（硬化前の感光性接着剤組成物）を備えるウエハー201に前述したエッチング処理およびアッシング処理を施す。その後、塗膜601a上にUV剥離タイプのバックグラインドフィルム90を貼着し、バックグラインドフィルム90の塗膜601aに対する25℃での粘着力を測定する。かかる粘着力は、好ましくは3.0N/25mm以上である。このような感光性接着剤組成物は、エッチング処理やアッシング処理といった有機材料の劣化を促進させるような処理に供された後でも、バックグラインドフィルム90に対して十分な粘着力を発現し得る。このため、例えば感光性接着剤組成物の塗膜601aが形成されたウエハー201にバックグラインド処理を施すとき、ウエハー201を確実に固定することができ、バックグラインド処理の精度をより高めることができる。

[0186] なお、上記粘着力は、より好ましくは3.5N/25mm以上10.0N/25mm以下とされる。

[0187] また、前記粘着力は、次のようにして測定することができる。まず、感光性接着剤組成物の塗膜601aに対して粘着面が接するようにUV剥離タイプのバックグラインドフィルム90（幅25mm、長さ75mm）を貼り合わせる。次に、測定温度を25℃とし、引き剥がし速度を10.0±0.2mm/sと設定して、剥離角が180°になるようにバックグラインドフィルム90の長手方向の一端を引っ張って、感光性接着剤組成物の塗膜601aからバックグラインドフィルム90を引き剥がす。このときの引き剥がしに要した荷重の平均値（180°引き剥がし粘着力、単位：N/25mm、

J I S Z 0 2 3 7 準拠) を測定することにより前記粘着力を求めることができる。

[0188] 一方、UV照射処理に供された後の硬化前の感光性接着剤組成物のバックグラインドフィルム90に対する50℃での粘着力は、好ましくは0.5 N / 25 mm以下である。これにより、UV照射処理に供された後の硬化前の感光性接着剤組成物のバックグラインドフィルム90に対する粘着力を十分に小さくすることができる。そのため、例えば、バックグラインド処理後、感光性接着剤組成物の塗膜601aからバックグラインドフィルム90を剥がす際、塗膜601aに大きな負荷を及ぼすことなくバックグラインドフィルム90を円滑に剥がすことができる。加えて、塗膜601aと半導体チップ20との密着性を損なうことなく、バックグラインドフィルム90を剥がすことができる。その結果、例えばダイシング処理後、個片21、22をピックアップする際に、半導体チップ20の欠け等の不具合が発生するのを防止することができる。

[0189] また、UV照射処理後の上記粘着力を小さくすることにより、例えばダイシング工程において感光性接着剤組成物がダイシングブレード110に付着したり、マウント工程において感光性接着剤組成物がコレット121に付着したりするのを抑制することができる。その結果、ダイシング不良やピックアップ不良が発生するのを抑えることができる。

[0190] なお、UV照射処理後の上記粘着力は、より好ましくは0.05 N / 25 mm以上0.40 N / 25 mm以下とされる。

[0191] また、UV照射処理では、波長が365 nmの光を、積算光量が600 mJ / cm²となるようにバックグラインドフィルム90を介して塗膜601aに照射する。

[0192] また、上記UV剥離タイプのバックグラインドフィルム90は、アクリル系樹脂製である。

[0193] なお、UV照射処理後の上記粘着力の測定は、エッチング処理およびアッシング処理に供された後の硬化前の感光性接着剤組成物のバックグラインド

フィルム90に対する25℃での粘着力の前述した測定方法と同様の方法で行うことができる。

- [0194] 以上、本発明について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、感光性接着剤組成物には任意の成分が添加されていてもよい。また、半導体装置には任意の構造体が付加されていてもよい。

実施例

- [0195] 次に、本発明の具体的実施例について説明する。

(実施例1)

[1] (A) アルカリ可溶性樹脂(環状オレフィン系樹脂A-1)の合成
複数のガラス機器を用意し、これらを60℃、0.1トル(Torr)下で18時間乾燥した。その後、全てのガラス機器をグローブボックス内に備え付けた。

- [0196] 次に、1つのガラス機器(ガラス機器X)にトルエン(992g)、ジメトキシエタン(116g)、1,1-ビストリフルオロメチル-2-(ビスクロ[2.2.1]ヘプト-2-エン-5-イル)エチルアルコール(以下、HFANB)(148g、0.54mol)、エチル 3-(ビスクロ[2.2.1]ヘプト-2-エン-2-イル)プロパネート(以下、EPEsNB)(20.7g、0.107mol)、5-((2-(2-メトキシエトキシ)エトキシ)メチル)ビスクロ[2.2.1]ヘプト-2-エン(以下、NBTON)(61.9g、0.274mol)を仕込み、各モノマーを含む混合物を得た。その後、この混合物を45℃で加熱しながら30分間窒素を流すことによりパージ(窒素パージ)を行った。

- [0197] また、別のガラス機器(ガラス機器Y)で、EPEsNB(14.2g、0.073mol)とNBTON(46.7g、0.159mol)とを混合し、窒素パージを行った。完全に窒素パージが終わった後、60.5mlのトルエンに溶解させたビス(トルエン)ビス(パーフルオロフェニル)ニッケル(5.82g、0.012mol)をガラス機器Y内に投入した。同時に、前述したガラス機器X内の混合物を、重合反応が一定のレベルで進行

するような速度で、3時間かけて、ガラス機器Y内に添加し、反応溶液を得た。

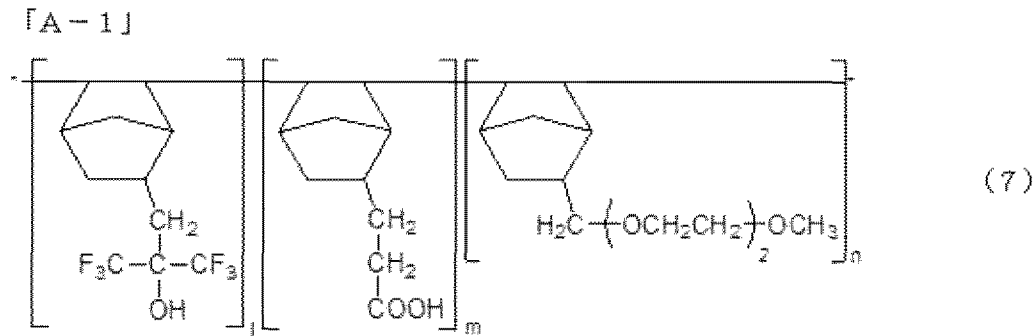
[0198] 次に、反応溶液を約1 Lのメタノール／テトラヒドロフラン（THF）（＝4 モル／5 モル）溶液に溶解させることにより、反応溶液中の未反応モノマーを取り除いた。次に、60℃で4時間、水酸化ナトリウム／酢酸ナトリウム（＝4.8 モル／1 モル）の水酸化ナトリウム溶液によって反応溶液中のエステルを加水分解し、溶液Aを得た。その後、メタノール（405 g）、THF（87 g）、酢酸（67 g）、ギ酸（67 g）、脱イオン水（21 g）を溶液Aに加えて、50℃、15分間攪拌した。攪拌を止めると溶液Aは水層と有機層に分離するため、上の層の水層を取り除き、有機層を60℃、15分間、メタノール／脱イオン水（＝390 g／2376 g）溶液で3回洗浄した。そして、得られたポリマーをプロピレングリコールメチルエーテルアセタート中に希釈し、ポリマーの濃度が40％となるように溶媒置換した。このようにして、式（7）で示す、溶液状態のポリマー（環状オレフィン系樹脂A-1）を得た。

[0199] 環状オレフィン系樹脂A-1の収率は93.1％であった。環状オレフィン系樹脂A-1の重量平均分子量（M_w）は85,900であった。環状オレフィン系樹脂A-1の分子量分散（PD）は2.52であった。

[0200] また、環状オレフィン系樹脂A-1の組成は、¹H-NMRにおいて、HFANBが45.0モル%、2-（ビシクロ[2.2.1]ヘプト-2-エン-5-イル）プロピオン酸（以下、EPENB）が15.0モル%、NBTONが40.0モル%であった。

[0201]

[化7]



(式(7)中、 $l : m : n = 45 : 15 : 40$ である。)

[0202] [2] 感光性接着剤組成物の作製

前記[1]にて得られた(A)アルカリ可溶性樹脂としての環状オレフィン系樹脂A-1(固形分として22.0質量部)と、(B)光酸発生剤としての光酸発生剤B-1(4.0質量部)と、(C)エポキシ化合物としてのエポキシ化合物C-1(5.0質量部)と、(D)フェノール化合物としてのフェノール化合物D-1(3.0質量部)と、酸化防止剤E-1(2.0質量部)と、酸化防止剤E-2(3.0質量部)と、溶媒(溶剤)としてのプロピレングリコールメチルエーテルアセタート(環状オレフィン系樹脂A-1の溶液に含まれているプロピレングリコールメチルエーテルアセタートも含めて61.0質量部)とを混合し、均一な感光性接着剤組成物を得た。

この実施例1の感光性接着剤組成物で用いた材料を以下に示す。

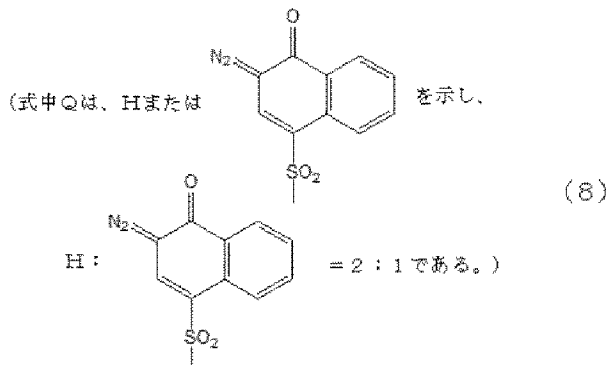
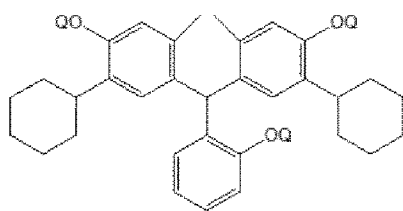
[0203] 〈光酸発生剤B-1〉

光酸発生剤B-1として、下記式(8)で表される化合物を用意した。

[0204]

[化8]

「B-1」

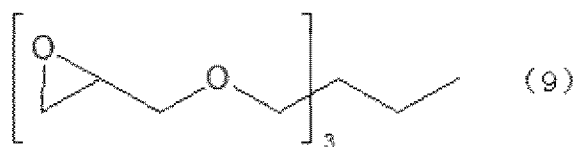


[0205] 〈エポキシ化合物C-1〉

エポキシ化合物C-1として、下記式(9)で表される化合物を用意した。

[0206] [化9]

「C-1」



[0207] 〈フェノール化合物D-1〉

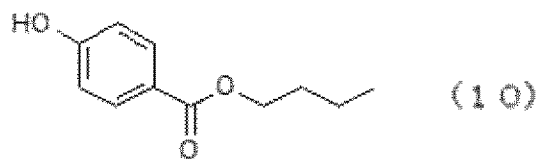
フェノール化合物D-1として、下記式(10)で表される化合物(4-ヒドロキシ安息香酸ブチル)を用意した。

[0208] フェノール化合物D-1の融点は、70℃であった。フェノール化合物D-1の重量平均分子量(Mw)は194であった。フェノール化合物D-1の水酸基当量は194 g/eqであった。

[0209]

[化10]

「D-1」

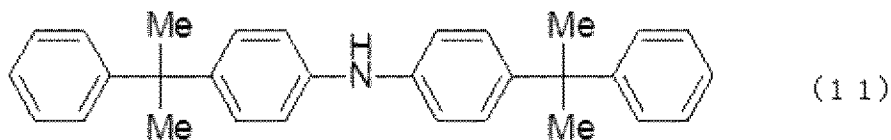


[0210] 〈酸化防止剤E-1〉

酸化防止剤E-1として、下記式(11)で表される化合物(4,4'-ジ(α,α-ジメチルベンジル)ジフェニルアミン)を用意した。

[0211] [化11]

「E-1」

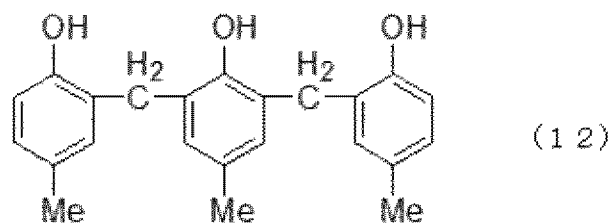


[0212] 〈酸化防止剤E-2〉

酸化防止剤E-2として、下記式(12)で表される化合物(2,6-ビス[(2-ヒドロキシ-5-メチルフェニル)メチル]-4-メチルフェノール)を用意した。

[0213] [化12]

「E-2」



[0214] (実施例2～18、比較例1～4)

感光性接着剤組成物を構成する材料を表1および表2に示すように変更し

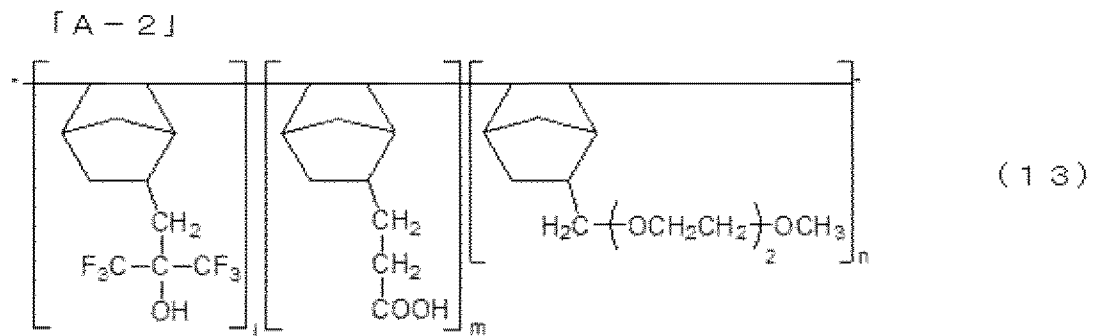
、その各材料の含有量を表 1 および表 2 に示すように設定した以外は、実施例 1 と同様にして感光性接着剤組成物を得た。

なお、各実施例および各比較例の感光性接着剤組成物で用いた材料を以下に示す。

[0215] 〈環状オレフィン系樹脂 A-2〉

環状オレフィン系樹脂 A-2 ((A) アルカリ可溶性樹脂) として、下記式 (13) で表される化合物を用意した。

[0216] [化13]

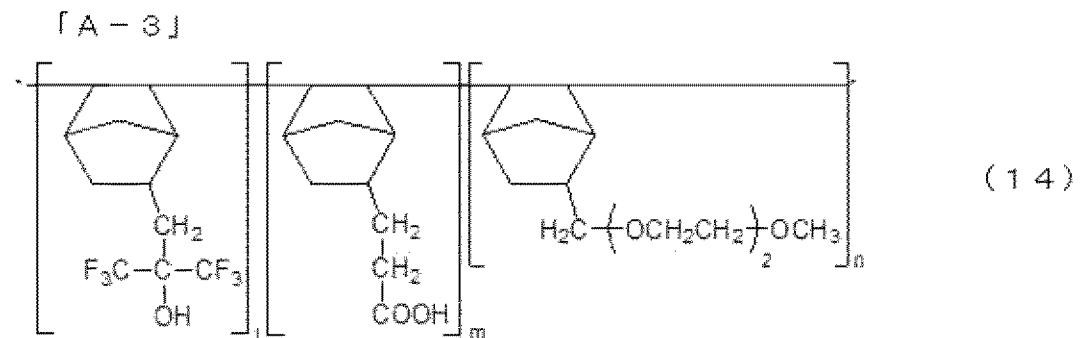


(式 (13) 中、 $l : m : n = 25 : 15 : 60$ である。)

[0217] 〈環状オレフィン系樹脂 A-3〉

環状オレフィン系樹脂 A-3 ((A) アルカリ可溶性樹脂) として、下記式 (14) で表される化合物を用意した。

[0218] [化14]



(式 (14) 中、 $l : m : n = 25 : 35 : 40$ である。)

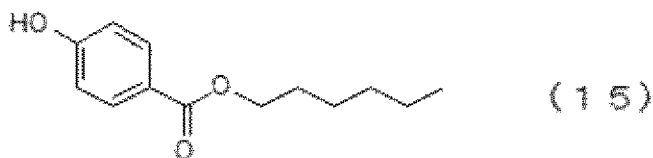
[0219] 〈フェノール化合物 D-2〉

フェノール化合物D-2 ((D) フェノール化合物) として、下記式 (15) で表される化合物 (4-ヒドロキシ安息香酸ヘキシル) を用意した。

[0220] フェノール化合物D-2の融点は、53℃であった。フェノール化合物D-2の重量平均分子量 (Mw) は222であった。フェノール化合物D-2の水酸基当量は222 g / eqであった。

[0221] [化15]

「D-2」



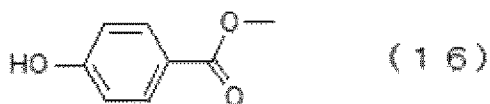
[0222] <フェノール化合物D-3>

フェノール化合物D-3 ((D) フェノール化合物) として、下記式 (16) で表される化合物 (4-ヒドロキシ安息香酸メチル) を用意した。

[0223] フェノール化合物D-3の融点は、127℃であった。フェノール化合物D-3の重量平均分子量 (Mw) は152であった。フェノール化合物D-3の水酸基当量は152 g / eqであった。

[0224] [化16]

「D-3」



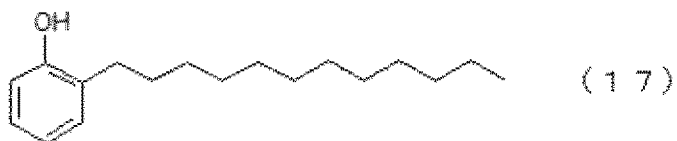
[0225] <フェノール化合物D-4>

フェノール化合物D-4 ((D) フェノール化合物) として、下記式 (17) で表される化合物 (2-ドデシルフェノール) を用意した。

[0226] フェノール化合物D-4の融点は、42℃であった。フェノール化合物D-4の重量平均分子量 (Mw) は262であった。フェノール化合物D-4の水酸基当量は262 g / eqであった。

[0227] [化17]

「D-4」



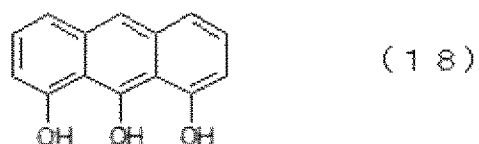
[0228] 〈フェノール化合物D-5〉

フェノール化合物D-5 ((D) フェノール化合物) として、下記式 (18) で表される化合物 (1, 8, 9-トリヒドロキシアントラセン) を用意した。

[0229] フェノール化合物D-5の融点は、181℃であった。フェノール化合物D-5の重量平均分子量 (Mw) は226であった。フェノール化合物D-5の水酸基当量は113 g / eqであった。

[0230] [化18]

「D-5」



[0231] 〈フェノール化合物D-6〉

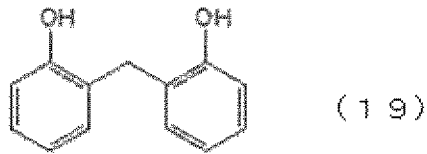
フェノール化合物D-6 ((D) フェノール化合物) として、下記式 (19) で表される化合物 (2, 2'-ジヒドロキシジフェニルメタン) を用意した。

[0232] フェノール化合物D-6の融点は、120℃であった。フェノール化合物D-6の重量平均分子量 (Mw) は200であった。フェノール化合物D-6の水酸基当量は100 g / eqであった。

[0233]

[化19]

「D-6」



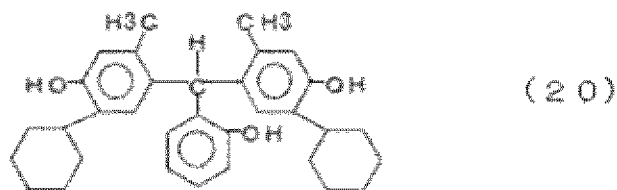
[0234] 〈フェノール化合物X-1〉

フェノール化合物X-1 ((X) フェノール化合物)として、下記式(20)で表される化合物(4, 4'-[(2-ヒドロキシフェニル)メチレン]ビス[2-シクロヘキシル-5-メチルフェノール])を用意した。

[0235] フェノール化合物X-1の融点は、222℃であった。フェノール化合物X-1の重量平均分子量(Mw)は484であった。フェノール化合物X-1の水酸基当量は161 g/eqであった。

[0236] [化20]

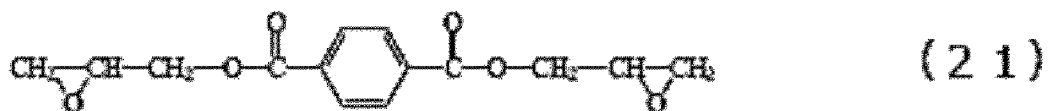
「X-1」



〈エポキシ化合物C-2〉

エポキシ化合物C-2として、下記式(21)で表される芳香族エポキシ化合物を用意した。

「C-2」



[0237] [3] 評価用テストピースの作製

まず、各実施例および各比較例で使用した感光性接着剤組成物をシリコン製の半導体チップ上に塗布し、 120°C 、5分間のプリベークを行った。これにより、塗膜を得た。

[0238] 次いで、得られた塗膜に対し、 150°C 、40分間の加熱処理を行って、半硬化（硬化前）の塗膜を得た。

次いで、塗膜を備える半導体チップに対し、エッチング処理およびアッシング処理を順次施した。エッチング処理は、フッ素化合物ガス（ CF_4 ）とアルゴンガス（ Ar ）と酸素ガス（ O_2 ）の混合ガスを用い、出力は 2500W 、時間は6分、 CF_4 流量/ Ar 流量/ O_2 流量は $200\text{sccm}/200\text{sccm}/50\text{sccm}$ の条件で行った。また、アッシング処理は、 O_2 と Ar の混合ガスを用い、出力は 600W 、時間は12分、 O_2 流量は 200sccm の条件で行った。

[0239] 次いで、塗膜上に別の半導体チップを重ね、温度 150°C で加熱しつつ、5秒間、荷重 10N で圧着した。

[0240] このようにして、2つの半導体チップが接着層を介して接着された評価用テストピースを作製した。

[0241] [4] 感光性接着剤組成物および評価用テストピースの評価

[4.1] 接着性の評価

[4.1.1] 現像時密着性の評価

まず、各実施例および各比較例で使用した感光性接着剤組成物をシリコン製の半導体チップ上に塗布し、 120°C 、5分間のプリベークを行った。これにより、厚さ $10\mu\text{m}$ の塗膜を得た。

[0242] 次いで、得られた塗膜に対し、幅 $100\mu\text{m}$ のライン・アンド・スペースパターンのマスクを介して、露光処理を施した。この露光処理は、波長が 365nm で光強度が $5\text{mW}/\text{cm}^2$ である光を、1枚の塗膜内の部分ごとに異なる時間で空気中で照射することにより行った。

[0243] 次いで、露光処理を施した塗膜に対し、アルカリ現像液（2.38%テトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液）で、 23°C 、40秒現像した後

、純水で20秒リンスした。現像後の幅100 μ mの開口部が形成された塗膜（接着層）を光学顕微鏡にて観察し、塗膜が半導体チップから剥がれた程度（パターン剥がれの有無）を下記評価基準に基づいて評価した。

[0244] <評価基準>

- A : 塗膜の全体が、半導体チップから剥がれなかった。
- B : 塗膜の30%未満が、半導体チップから剥がれた。
- C : 塗膜の30%以上50%未満が、半導体チップから剥がれた。
- D : 塗膜の50%以上が、半導体チップから剥がれた。

[0245] なお、比較例1、2、4については、幅100 μ mのパターンを開口する事ができなかったため、現像時密着性の評価を行うことができなかった。また、比較例3についても、塗膜の50%以上が半導体チップから剥がれており、所望のパターンを開口する事ができなかった。

[0246] [4. 1. 2] 接着強度の評価

得られた評価用テストピースについて、D a g e 4 0 0 0（デジ・ジャパン株式会社製）を用い、半導体チップの横（側面）からシアツールで、一方の半導体チップを水平方向に押し、チップ間の接合面が破断されたときのチップあたりのダイシア強度を測定した。チップサイズは4mm×4mmであった。

そして、測定したダイシア強度を、以下の評価基準に基づいて評価した。

[0247] <評価基準>

- A : ダイシア強度が非常に高い。
- B : ダイシア強度が高い。
- C : ダイシア強度が低い。
- D : ダイシア強度が非常に低い。

[0248] なお、比較例4については、塗膜（接着層）が半導体チップから剥離してしまい、接着強度の評価を行うことができなかった。

[0249] [4. 2] リワーク性の評価

まず、各実施例および各比較例で使用した感光性接着剤組成物をシリコン製の半導体チップ上に塗布し、120℃、5分間のプリベークを行った。これにより、塗膜を得た。

[0250] 次いで、得られた塗膜に対し、150℃、40分間の加熱処理を行った。

次いで、加熱処理後の塗膜が形成された半導体チップを、プロピレングリコール-1-モノメチルエーテル-2-アセタート中に浸漬し、20時間放置した。

[0251] 次いで、半導体チップをプロピレングリコール-1-モノメチルエーテル-2-アセタート中から取り出し、塗膜の残渣の有無を目視にて観察し、以下の評価基準に基づいてリワーク性を評価した。

[0252] <評価基準>

- A : 塗膜の残渣が全く認められない。
- B : 塗膜の残渣がわずかに認められる。
- C : 塗膜の残渣が多く認められる。
- D : 塗膜がほとんど除去されていない。

[0253] [4. 3] 感光性接着剤組成物の感光性の評価

まず、各実施例および各比較例で使用した感光性接着剤組成物をシリコン製の半導体チップ上に塗布し、120℃、5分間のプリベークを行った。これにより、厚さ10μmの塗膜を得た。

[0254] 次いで、得られた塗膜に対し、幅100μmのライン・アンド・スペースパターンのマスクを介して、露光処理を施した。この露光処理は、波長が365nmで光強度が5mW/cm²である光を、塗膜ごとに時間を変えながら空气中で照射することにより行った。

[0255] 次いで、露光処理を施した塗膜に対し、現像処理を施した。そして、以下のようにして定義される未露光部の残膜率が90%以上であって、かつ、露光部の残膜率が0%となるときの最小の露光量（単位：mJ/cm²）を求めた。

未露光部の残膜率 = 100 × 未露光部の現像後の膜厚 / プリベーク後の膜

厚

露光部の残膜率 = $100 \times \text{露光部の現像後の膜厚} / \text{プリベーク後の膜厚}$
求めた露光量を表 1 に示す。

[0256] なお、各比較例の塗膜は、露光の際に光反応せず、現像処理によって塗膜を除去することができなかった。そのため、各比較例の塗膜については、感光性の評価（露光量の測定）を行うことができなかった。

[0257] [4. 5] 感光性接着剤組成物の残膜率（残存率）の評価

まず、[4. 4]と同様にして、各実施例および各比較例について露光処理を施した塗膜を用意した。次いで、露光処理を施した塗膜に対して現像処理を行った後、150℃、40分間の加熱処理を行った。そして、以下のようにして定義される未露光部の残膜率を求めた。

[0258] 残膜率 = $100 \times \text{未露光部の現像後の膜厚} / \text{プリベーク後の膜厚}$
求めた残膜率を表 1 に示す。

[0259] なお、各比較例の塗膜は、露光の際に光反応せず、現像処理によって塗膜を除去することができなかった。そのため、各比較例の塗膜については、残膜率の評価を行うことができなかった。

[0260]

[0261] [表2]

表2

			実施例 6	実施例 14	実施例 15	実施例 16	実施例 17	実施例 18
感光性 接着剤 組成物	環状オレフィン系樹脂A-1	[質量部]	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
	環状オレフィン系樹脂A-2	[質量部]						
	環状オレフィン系樹脂A-3	[質量部]						
	光酸発生剤B-1	[質量部]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	エポキシ化合物C-1	[質量部]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
	エポキシ化合物C-2	[質量部]						5.0
	フェノール化合物D-1	[質量部]						3.0
	フェノール化合物D-2	[質量部]	3.0	2.0				
	フェノール化合物D-3	[質量部]			2.0			
	フェノール化合物D-4	[質量部]						
	フェノール化合物D-5	[質量部]						
	フェノール化合物D-6	[質量部]				2.0	3.0	
	フェノール化合物X-1	[質量部]		1.0	1.0	1.0		
	酸化防止剤E-1	[質量部]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	酸化防止剤E-2	[質量部]	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
溶剤(プロピレングリコールメチルエーテルアセート)			61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
フェノール化合物の特性	融点	[°C]	53	D-253 X-1222	D-3:127 X-1222	D-6:120 X-1222	120	70
	Mw	—	222	D-2222 X-1484	D-3:152 X-1484	D-6:200 X-1484	200	194
	水酸基当量	[g/eq]	222	D-2222 X-1161	D-3:152 X-1161	D-6:100 X-1161	100	194
評価	パターン剥離の有無	—	B	B	B	A	B	B
	接着強度	—	B	A	A	A	B	B
	リワーク性	—	B	B	B	B	B	A
	感光性(露光量)	[mJ/cm ²]	240	225	290	195	220	300
	未露光部の残膜率	[%]	93	92	81	96	91	94

[0262] 表1および表2から明らかなように、各実施例の感光性接着剤組成物および評価用テストピースでは、半導体チップとの界面に気泡が残存するのを抑制しつつ、半導体チップと接着層との間に十分な接着力（密着力）があることが認められた。また、所定の加熱処理後の各実施例で用いた塗膜（接着層）は、有機溶剤に対する十分な溶解性を有しており、いわゆるリワーク性が良好であった。さらに、各実施例の評価用テストピースは、未露光部の残存率が高いことが認められた。なお、各実施例の感光性接着剤組成物の硬化物により半導体素子同士を接着した積層型半導体素子を備えた半導体装置は、高い信頼性を有していた。一方、各比較例の感光性接着剤組成物を用いて形成された塗膜は、上記[4. 3]で述べたように、現像処理によって塗膜を除去することができなかった。そのため、積層型半導体素子を備えた半導体装置を得ることができなかった。

産業上の利用可能性

[0263] 本発明の感光性接着剤組成物の硬化物を、半導素子同士を接着する接着層として用いることで、半導体素子と接着層との界面に気泡（ボイド）が発生することを低減することができ、また、界面に気泡が発生してもその発生した気泡を除去することができる。その結果、半導体素子同士の接着性（密着性）を高めることができる。したがって、本発明は産業上の利用可能性を有する。

請求の範囲

- [請求項1] (A) アルカリ可溶性樹脂と、
(B) 光酸発生剤と、
(C) エポキシ化合物と、
(D) 融点が50～150℃であるフェノール化合物と、
を含むことを特徴とする感光性接着剤組成物。
- [請求項2] 前記(D) フェノール化合物より融点が高い(X) フェノール化合物を、さらに含む請求項1に記載の感光性接着剤組成物。
- [請求項3] 前記(X) フェノール化合物は、その融点が151～250℃である請求項2に記載の感光性接着剤組成物。
- [請求項4] 前記(X) フェノール化合物は、複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物を含む請求項2または3のいずれか1項に記載の感光性接着剤組成物。
- [請求項5] 前記複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物は、環状構造を含む置換基であって、少なくとも1つの前記フェノール骨格に結合した置換基を有する請求項4に記載の感光性接着剤組成物。
- [請求項6] 前記(D) フェノール化合物は、脂肪族炭化水素基を含む置換基を有するフェノール化合物および複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物のうちの少なくとも一方を含む請求項1ないし5のいずれか1項に記載の感光性接着剤組成物。
- [請求項7] 前記脂肪族炭化水素基を含む置換基を有するフェノール化合物は、その水酸基当量が150～250 g/e qである請求項6に記載の感光性接着剤組成物。
- [請求項8] 前記(D) フェノール化合物の前記複数のフェノール骨格は、連結型の多環構造を形成している請求項6または7に記載の感光性接着剤組成物。
- [請求項9] 前記複数のフェノール骨格を有するフェノール化合物は、その水酸基当量が50～150 g/e qである請求項6ないし8のいずれか1

項に記載の感光性接着剤組成物。

[請求項10] 前記（A）アルカリ可溶性樹脂は、環状オレフィン系樹脂を含む請求項1ないし9のいずれか1項に記載の感光性接着剤組成物。

[請求項11] 前記環状オレフィン系樹脂は、ノルボルネン系樹脂を含む請求項10に記載の感光性接着剤組成物。

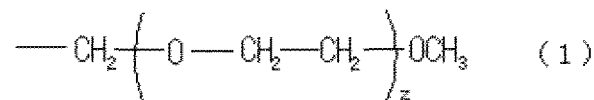
[請求項12] 前記（A）アルカリ可溶性樹脂は、酸性基を有する請求項1ないし11のいずれか1項に記載の感光性接着剤組成物。

[請求項13] 前記（A）アルカリ可溶性樹脂は、炭素数が2～30の直鎖状の置換基を有する請求項1ないし12のいずれか1項に記載の感光性接着剤組成物。

[請求項14] 前記直鎖状の置換基は、アルキルエーテル構造を含む請求項13に記載の感光性接着剤組成物。

[請求項15] 前記直鎖状の置換基は、下記式（1）で示される基である請求項13または14に記載の感光性接着剤組成物。

[化1]



（式（1）中、 z は、1以上10以下の整数である。）

[請求項16] 前記（A）アルカリ可溶性樹脂は、前記直鎖状の置換基を有する繰り返し単位を20～60mol%で含む請求項13ないし15のいずれか1項に記載の感光性接着剤組成物。

[請求項17] 前記（C）エポキシ化合物は、2つ以上のグリシジル基を有する請求項1ないし16のいずれか1項に記載の感光性接着剤組成物。

[請求項18] 積層型半導体素子を備える半導体装置であって、

前記積層型半導体素子は、複数の半導体素子と、前記半導体素子同士の間設けられ、これらを接合する請求項1ないし17のいずれか1項に記載の感光性接着剤組成物の硬化物とを有することを特徴とす

る半導体装置。