

明 細 書

発明の名称：

半導体装置の製造方法、フィルム状接着剤及びダイシング・ダイボンディングー体型フィルム

技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置の製造方法、フィルム状接着剤及びダイシング・ダイボンディングー体型フィルムに関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体装置の製造プロセスにおいて、半導体素子と支持部材との接合に、銀ペーストが主に使用されていた。しかし、近年の半導体素子の小型化及び集積化に伴い、銀ペーストのはみ出し又は半導体素子の傾きに起因してワイヤボンディングに不具合が発生しやすい傾向にある。銀ペーストの代わりに接着剤組成物を使用した場合、接着剤層の厚さを十分に均一にすることが困難であったり、接着剤層にボイド（空隙）が発生するなどの課題がある。

[0003] 近年、半導体素子と支持部材との接合にフィルム状の接着材が使用されるようになってきた。例えば、特許文献1は、基材と、ワイヤ埋込層と、絶縁層とからなるダイシング・ダイボンディング兼用シートを開示する。このシートの絶縁層とウェハを貼り合わせた状態でダイシングを実施することで、半導体ウェハ及びワイヤ埋込層が個片化される。ワイヤ埋込層を介して半導体素子を支持部材に熱圧着することにより、半導体素子と支持部材が接合される。

[0004] ところで、半導体装置の形態として、半導体素子が多段に積層された構成のスタックドMCP（Multi Chip Package）が普及している。スタックドMCPの例として、ワイヤ埋込型の半導体パッケージ及びチップ埋込型の半導体パッケージが挙げられる（特許文献2参照）。ワイヤ埋込型の半導体パッケージの製造に使用される接着フィルムはFOW（Fi

Im Over Wire) と称される。チップ埋込型の半導体パッケージの製造に使用される接着フィルムとしてFOD (Film Over Die) と称される。これらの接着フィルムは、ワイヤ又は半導体素子に対する優れた埋込性を有することが求められる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-53240号公報

特許文献2：特開2014-175459号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 半導体素子（チップ）の小サイズ化が進展するに伴い、半導体パッケージの製造過程の圧着工程において、単位面積当たりの押圧力が過度に大きくなる傾向にある。これにより、接着フィルムを構成する接着剤組成物が半導体素子からはみ出す現象（以下、「ブリード」という。）が生じたり、接着フィルムが過度に潰れて電気不良を招来したりする恐れがある。特に、チップ埋込型の半導体パッケージの製造に使用される接着フィルム（FOD）の埋込性の向上のため、FOD組成を変更して圧着工程での流動性を高めると、ブリードが顕著となる。例えば、はみ出した接着剤組成物が半導体素子の上面にまではい上がることもあり、それが電気不良又はワイヤボンディング不良の原因になり得る。

[0007] 本開示は、圧着工程におけるブリードを十分に抑制できる半導体装置の製造方法を提供する。また、本開示は、この製造方法に適用可能なフィルム状接着剤及びダイシング・ダイボンディング一体型フィルムを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示に係る半導体装置の製造方法は、半導体素子と当該半導体素子がマウントされる部材とを接着するためのフィルム状接着剤を準備する工程と、上記部材の表面上に、フィルム状接着剤及び半導体素子を積層した状態で上

記部材の表面に対して半導体素子を圧着する工程とを含み、フィルム状接着剤の表面自由エネルギーの値 E_1 (mJ/m^2) と部材の表面自由エネルギーの値 E_2 (mJ/m^2) の差の絶対値が $6.0 \sim 10.0$ の範囲である。

[0009] 上記製造方法によれば、 E_1 と E_2 の差の絶対値が 6.0 以上であることで、圧着工程において、フィルム状接着剤が上記部材に対して過度にぬれ広がることを抑制でき、これにより、ブリードを十分に抑制できる。他方、 E_1 と E_2 の差の絶対値が 10.0 以下であることで、埋め込むべきチップ及び／又はワイヤを上記部材が有していても、優れた埋込性を達成できる。

[0010] 本開示の方法によって、チップ埋込型半導体パッケージを製造してもよいし、ワイヤ埋込型半導体パッケージを製造してもよい。チップ埋込型半導体パッケージを製造する場合、上記部材として、基板と、基板の表面上にマウントされたチップとを備える構造体を準備し、フィルム状接着剤にチップが埋め込まれるように、基板の表面に対して半導体素子を圧着すればよい。ワイヤ埋込型半導体パッケージを製造する場合、上記部材として、基板と、基板の表面上に設けられたワイヤとを備える構造体を準備し、フィルム状接着剤にワイヤが埋め込まれるように、基板の表面に対して半導体素子を圧着すればよい。

[0011] 本開示の製造方法において、フィルム状接着剤と、粘着剤層と、基材フィルムとを含み、これらがこの順序で積層されているダイシング・ダイボンディングー体型フィルムを使用してもよい。すなわち、本開示の製造方法は、ダイシング・ダイボンディングー体型フィルムを準備する工程と、ダイシング・ダイボンディングー体型フィルムのフィルム状接着剤とウェハとを貼り合わせる工程と、フィルム状接着剤に貼り合わされた状態のウェハを複数の半導体素子に個片化する工程と、フィルム状接着剤が個片化されることによって形成された接着剤片と半導体素子とを含む積層体を粘着剤層からピックアップする工程と、上記部材に対して積層体を圧着する工程と、加熱処理によって接着剤片を硬化させる工程とを含むものであってもよい。

[0012] 本開示に係るフィルム状接着剤は、熱硬化性樹脂組成物からなり、表面自

由エネルギーの値 E_1 が $3.8 \sim 4.1 \text{ mJ/m}^2$ である。 E_1 がこの範囲であることで、 E_1 と E_2 の差の絶対値を $6.0 \sim 10.0$ の範囲内としやすい。なお、上記部材の表面自由エネルギーの値 E_2 は、例えば、 $4.6 \sim 4.8 \text{ mJ/m}^2$ である。

[0013] 上記範囲の表面自由エネルギーの値 E_1 を有するフィルム状接着剤を調製するには、例えば、フィルム状接着剤を構成する熱硬化性樹脂組成物の組成に関する以下の複数の事項のうち、一つ又は複数の事項を採用すればよい。

- ・ 25°C において液状であるエポキシ樹脂の含有率（熱硬化性樹脂組成物に含まれるエポキシ樹脂の全質量基準）を $5 \sim 10$ 質量%とする。
- ・ 熱硬化性樹脂組成物が脂環式構造を有するエポキシ樹脂と、硬化剤（例えば、フェノール樹脂）と、エラストマ（例えば、アクリル樹脂）とを含む。
- ・ 脂環式構造を有するエポキシ樹脂の含有率（熱硬化性樹脂組成物に含まれるエポキシ樹脂の全質量基準）を $5 \sim 30$ 質量%とする。
- ・ 熱硬化性樹脂組成物が無機フィラーを含む。
- ・ 熱硬化性樹脂組成物が硬化促進剤を含む。

[0014] 上記フィルム状接着剤は、基材フィルムとともに接着フィルムを構成してもよい。すなわち、本開示の他の側面は、フィルム状接着剤と、当該フィルム状接着剤の一方の表面上に設けられた基材フィルムとを備える接着フィルムを提供する。上記フィルム状接着剤は、粘着剤層及び基材フィルムとともにダイシング・ダイボンディングー体型フィルムを構成してもよい。すなわち、本開示の他の側面は、フィルム状接着剤と、粘着剤層と、基材フィルムとを備え、これらがこの順序で積層されたダイシング・ダイボンディングー体型フィルムを提供する。このダイシング・ダイボンディングー体型フィルムは、フィルム状接着剤を覆うように設けられた保護フィルムを更に備えてもよい。

発明の効果

[0015] 本開示によれば、圧着工程におけるブリードを十分に抑制できる半導体装置の製造方法が提供される。また、本開示によれば、この製造方法に適用可

能なフィルム状接着剤及びダイシング・ダイボンディングー体型フィルムが提供される。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は半導体パッケージの一例を模式的に示す断面図である。

[図2]図2は接着剤片と第2の半導体素子とからなる積層体の一例を模式的に示す断面図である。

[図3]図3は図1に示す半導体パッケージを製造する過程を模式的に示す断面図である。

[図4]図4は図1に示す半導体パッケージを製造する過程を模式的に示す断面図である。

[図5]図5は図1に示す半導体パッケージを製造する過程を模式的に示す断面図である。

[図6]図6は図1に示す半導体パッケージを製造する過程を模式的に示す断面図である。

[図7]図7(a)～図7(e)は、接着剤片と第2の半導体素子とからなる積層体を製造する過程を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照しながら本開示の実施形態について詳細に説明する。以下の説明では、同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する。また、上下左右等の位置関係は、特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づくものとする。更に、図面の寸法比率は図示の比率に限られるものではない。なお、本明細書における「(メタ)アクリル」の記載は、「アクリル」及びそれに対応する「メタクリル」を意味する。

[0018] <半導体パッケージ>

図1は本実施形態に係るチップ埋込型半導体パッケージを模式的に示す断面図である。この図に示す半導体パッケージ100(半導体装置)は、基板10と、基板10の表面上にマウントされた第1の半導体素子Wa(チップ)と、第1の半導体素子Waを封止している第1の封止層20と、第1の半

導体素子W aの上方に配置された第2の半導体素子W bと、第2の半導体素子W bを封止している第2の封止層40とを備える。

[0019] 基板10は、表面に回路パターン10a, 10bを有する。半導体パッケージ100の反りを抑制する観点から、基板10の厚さは、例えば、90～180 μ mであり、90～140 μ mであってもよい。なお、基板10は有機基板であっても、リードフレーム等の金属基板であってもよい。

[0020] 本実施形態において、第1の半導体素子W aは半導体パッケージ100を駆動するためのコントローラチップである。第1の半導体素子W aは、回路パターン10a上に接着剤15を介して接着されており、また、kを介して回路パターン10bに接続されている。平面視における第1の半導体素子W aの形状は、例えば矩形（正方形又は長方形）である。第1の半導体素子W aの一辺の長さは、例えば、6mm以下であり、2～5mm又は1～4mmであってもよい。第1の半導体素子W aの厚さは、例えば、10～150 μ mであり、20～100 μ mであってもよい。

[0021] 第2の半導体素子W bは、第1の半導体素子W aよりも大きい面積を有する。第2の半導体素子W bは、第1の半導体素子W aの全体と回路パターン10bの一部とが覆われるように第1の封止層20を介して基板10上に搭載されている。平面視における第2の半導体素子W bの形状は、例えば矩形（正方形又は長方形）である。第2の半導体素子W bの一辺の長さは、例えば、20mm以下であり、4～20mm又は4～12mmであってもよい。第2の半導体素子W bの厚さは、例えば、10～170 μ mであり、20～120 μ mであってもよい。第2の半導体素子W bは、第2のワイヤ12を介して回路パターン10bに接続されるとともに第2の封止層40により封止されている。

[0022] 第1の封止層20は接着剤片20P（図2参照）の硬化物からなる。なお、図2に示すとおり、接着剤片20Pと第2の半導体素子W bは実質的に同じサイズである。図2に示す積層体30は、接着剤片20Pと第2の半導体素子W bとからなり、接着剤付き半導体素子とも称される。積層体30は、

後述のとおり、ダイシング工程及びピックアップ工程を経て作製される（図7参照）。

[0023] <半導体パッケージの製造方法>

半導体パッケージ100の製造方法について説明する。まず、図3に示すように、基板10と、これにマウントされた第1の半導体素子Waとを備える構造体50を作製する。すなわち、基板10の表面上に接着剤15を介して第1の半導体素子Waを配置する。その後、第1の半導体素子Waと回路パターン10bとを第1のワイヤ11で電氣的に接続する。

[0024] 次に、図4に示すように、別途準備した積層体30の接着剤片20Pを基板10に対して圧着する。これによって、第1の半導体素子Wa及び第1のワイヤ11を接着剤片20Pに埋め込む。圧着工程において、ブリードを抑制し且つ優れた埋込性を達成する観点から、接着剤片20Pの表面自由エネルギーの値 E_1 (mJ/m^2)と基板10の表面自由エネルギーの値 E_2 (mJ/m^2)の差の絶対値は6.0～10.0の範囲である。 E_1 と E_2 の差の絶対値が6.0以上であることで、圧着工程において、接着剤片20Pが基板10に対して過度にぬれ広がることを抑制でき、これにより、ブリードを十分に抑制できる。他方、 E_1 と E_2 の差の絶対値が10.0以下であることで、優れた埋込性を達成できる。 E_1 と E_2 の差の絶対値の下限値は、6.6であってもよく、7.0又は7.6であってもよい。 E_1 と E_2 の差の絶対値の上限値は、9.6であってもよく、9.0又は8.6であってもよい。なお、 E_1 と E_2 の差の絶対値が上記範囲であればよく、 E_1 が E_2 よりも大きくてもよいし、 E_2 が E_1 よりも大きくてもよい。

[0025] 接着剤片20Pの表面自由エネルギーの値 E_1 は、例えば、37～41 mJ/m^2 であり、38～40 mJ/m^2 であってもよい。 E_1 がこの範囲であることで、 E_1 と E_2 の差の絶対値を6.0～10.0の範囲内としやすい。

[0026] 基板10の表面自由エネルギーの値 E_2 は、例えば、30～50 mJ/m^2 であり、32～49 mJ/m^2 又は34～48 mJ/m^2 であってもよい。 E_2 がこの範囲であることで、 E_1 と E_2 の差の絶対値を6.0～10.0の範囲

内としやすい。 E_2 の値は、基板10の表面であって接着剤片20Pが接する領域及びその近傍に対して必要に応じて改質処理を施すことによって調整できる。より具体的には、プラズマ処理を施したり、極性付与するソルダーレジストを用いることによって E_2 の値を調整することができる。

[0027] 接着剤片20Pの厚さは、第1の半導体素子Waの厚さ等に応じて適宜設定すればよく、例えば、20～200 μm であればよく、30～200 μm 又は40～150 μm であってもよい。接着剤片20Pの厚さを上記範囲とすることで、第1の半導体素子Waと第2の半導体素子Wbの間隔（図5における距離G）を十分に確保することができる。距離Gは、例えば50 μm 以上であることが好ましく、50～75 μm 又は50～80 μm であってもよい。

[0028] 接着剤片20Pの基板10に対する圧着は、例えば、80～180℃、0.01～0.50MPaの条件で、0.5～3.0秒間にわたって実施することが好ましい。次に、加熱によって接着剤片20Pを硬化させる。この硬化処理は、例えば、60～175℃、0.01～1.0MPaの条件で、5分間以上にわたって実施することが好ましい。これにより、接着剤片20Pの硬化物（第1の封止層20）で第1の半導体素子Waが封止される（図6参照）。接着剤片20Pの硬化処理は、ボイドの低減の観点から、加圧雰囲気下で実施してもよい。第2の半導体素子Wbと回路パターン10bとを第2のワイヤ12で電氣的に接続した後、第2の封止層40によって第2の半導体素子Wbを封止することによって半導体パッケージ100が完成する（図1参照）。

[0029] <接着剤付き半導体素子の作製方法>

図7（a）～図7（e）を参照しながら、図2に示す積層体30（接着剤付き半導体素子）の作製方法の一例について説明する。まず、ダイシング・ダイボンディングー体型フィルム8（以下、場合により「フィルム8」という。）を所定の装置（不図示）に配置する。フィルム8は、基材フィルム1と粘着剤層2と接着剤層20A（フィルム状接着剤）とをこの順序で備える

。基材フィルム1は、例えば、ポリエチレンテレフタレートフィルム（PETフィルム）である。半導体ウェハWは、例えば、厚さ10～100 μ mの薄型半導体ウェハである。半導体ウェハWは、単結晶シリコンであってもよいし、多結晶シリコン、各種セラミック、ガリウム砒素等の化合物半導体であってもよい。なお、フィルム8は、接着剤層20Aを覆うように設けられた保護フィルム（不図示）を更に備えたものであってもよい。

[0030] 図7（a）及び図7（b）に示すように、半導体ウェハWの一方の面に接着剤層20Aが接するようにフィルム8を貼り付ける。この工程は、好ましくは50～120℃、より好ましくは60～100℃の温度条件下で実施する。温度が50℃以上であると、半導体ウェハWを接着剤層20Aとの良好な密着性を得ることができ、120℃以下であると、この工程において接着剤層20Aが過度に流動することが抑制される。

[0031] 図7（c）に示すように、半導体ウェハW、粘着剤層2及び接着剤層20Aをダイシングする。これにより、半導体ウェハWが個片化されて半導体素子Wbとなる。接着剤層20Aも個片化されて接着剤片20Pとなる。ダイシング方法としては、回転刃又はレーザを用いる方法が挙げられる。なお、半導体ウェハWのダイシングに先立って半導体ウェハWを研削することによって薄膜化してもよい。

[0032] 次に、粘着剤層2が例えばUV硬化型である場合、図7（d）に示すように、粘着剤層2に対して紫外線を照射することにより粘着剤層2を硬化させ、粘着剤層2と接着剤片20Pとの間の粘着力を低下させる。紫外線照射後、図7（e）に示されるように、常温又は冷却条件下において基材フィルム1をエキスパンドすることによって半導体素子Waを互いに離間させつつ、ニードル42で突き上げることによって粘着剤層2から積層体30の接着剤片20Pを剥離させるとともに、積層体30を吸引コレット44で吸引してピックアップする。このようにして得られた積層体30は、図4に示すように、半導体パッケージ100の製造に供される。

[0033] ＜ダイシング・ダイボンディングー体型フィルム及びその製造方法＞

図7(a)に示すダイシング・ダイボンディングー体型フィルム8及びその製造方法について説明する。上述のとおり、フィルム8は、基材フィルム1(例えばPETフィルム)と粘着剤層2と接着剤層20A(接着フィルム)とをこの順序で備える。フィルム8の製造方法は、エポキシ樹脂等を含む熱硬化性樹脂組成物のワニスフィルム(不図示)上に塗布する工程と、塗布されたワニスを50～150℃で加熱乾燥することによって接着剤層20Aを形成する工程と、接着剤層20Aと粘着剤層2とを貼り合わせる工程とを含む。

[0034] 接着剤層20Aは、例えば、エポキシ樹脂と、硬化剤と、エラストマとを含むワニスをフィルム上に塗工する工程と、フィルム上に形成された塗膜を乾燥させる工程を経て形成される。ワニスは、必要に応じて、無機フィラー及び硬化促進剤等を更に含んでもよい。ワニスは、エポキシ樹脂等の材料を、溶剤中で混合又は混練することによって調製することができる。混合又は混練は、通常の攪拌機、らいかい機、三本ロール、ボールミル等の分散機を用い、これらを適宜組み合わせで行うことができる。なお、ワニスの詳細については後述する。

[0035] ワニス塗布されるフィルムとしては、特に制限はなく、例えば、ポリエステルフィルム、ポリプロピレンフィルム(OPPフィルム等)、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリイミドフィルム、ポリエーテルイミドフィルム、ポリエーテルナフタレートフィルム、メチルペンテンフィルムが挙げられる。

[0036] フィルムにワニスを塗布する方法としては、公知の方法を用いることができ、例えば、ナイフコート法、ロールコート法、スプレーコート法、グラビアコート法、バーコート法、カーテンコート法が挙げられる。加熱乾燥の条件は、使用した溶剤が十分に揮散する条件であればよく、例えば、50～150℃で、1～30分間加熱して行うことができる。加熱乾燥は、50～150℃の範囲内の温度で段階的に昇温させて行ってもよい。ワニスに含まれる溶剤を加熱乾燥によって揮発させることによって、フィルムと接着剤層2

O Aとの積層フィルムを得ることができる。

- [0037] 上記のようにして得た積層フィルムと、ダイシングフィルム（基材フィルム1と粘着剤層2の積層体）とを貼り合わせることによってフィルム8を得ることができる。基材フィルム1としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレンフィルム、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリエチレンフィルム、ポリプロピレンフィルム、ポリメチルペンテンフィルム、ポリイミドフィルム等のプラスチックフィルムが挙げられる。また、基材フィルム1は、必要に応じて、プライマー塗布、UV処理、コロナ放電処理、研磨処理、エッチング処理等の表面処理が行われていてもよい。粘着剤層2は、UV硬化型であってもよいし、感圧型であってもよい。粘着剤層2を構成する粘着剤として、従来、ダイシングフィルムに使用されている粘着剤を使用すればよい。粘着剤層2の厚さは、経済性及びフィルムの取扱い性の観点から、例えば、60～200 μm であり、70～170 μm であってもよい。

- [0038] <接着剤層形成用のワニス>

接着剤層2 O Aを形成するためのワニスについて詳細に説明する。なお、接着剤片2 O Pは接着剤層2 O Aを個片化したものであり、両者は同じ熱硬化性樹脂組成物からなる。接着剤層2 O A及び接着剤片2 O Pは、溶剤を揮散させるための加熱処理を経ているため半硬化（Bステージ）の状態であり、その後の硬化処理によって完全硬化物（Cステージ）状態となる。

- [0039] 接着剤層形成用のワニスは、上述のとおり、エポキシ樹脂と、硬化剤と、エラストマとを含み、必要に応じて、無機フィラー及び硬化促進剤等を更に含む。ワニスを調製するための溶剤は、上記各成分を均一に溶解、混練又は分散できるものであれば制限はなく、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン系溶媒、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、Nメチルピロリドン、トルエン、キシレンを使用できる。乾燥速度が速く、価格が安い点でメチルエチルケトン又はシクロヘキサノンを使用することが好ましい。

- [0040] （エポキシ樹脂）

エポキシ樹脂としては、構造に特に制限はないが、相溶性の観点から、脂環式構造を有するものが好ましい。接着剤層20Aの表面自由エネルギーの値 E_1 を $38 \sim 41 \text{ mJ/m}^2$ の範囲とする観点から、脂環式構造を有するエポキシ樹脂の含有率は接着剤層20Aに含まれるエポキシ樹脂の全質量基準で、例えば、 $5 \sim 40$ 質量%であり、 $6 \sim 35$ 質量%又は $7 \sim 34$ 質量%であってもよい。同様の観点から、 25°C において液状であるエポキシ樹脂の含有率は接着剤層20Aに含まれるエポキシ樹脂の全質量基準で、例えば、 $5 \sim 30$ 質量%であり、 $7 \sim 25$ 質量%又は $8 \sim 23$ 質量%であってもよい。

[0041] エポキシ樹脂の市販品として、例えば、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂HP-7200L (DIC (株) 製)、HP-7200 (DIC (株) 製)、XD-1000 (日本化薬(株)製)、セロキサイド2021P (ダイセル (株) 製)、セロキサイド20281 (ダイセル (株) 製)、Syna-Epoxy 28 (SYNANASIA社製)、ビスA型エポキシ樹脂YD-128 (三菱ケミカル (株) 製)、ビスF型エポキシ樹脂EXA-830-CRP (DIC (株) 社製) が挙げられる。これらは一種を単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。

[0042] 芳香族エポキシ樹脂を熱硬化性樹脂として使用してもよい。芳香族エポキシ樹脂として、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールAノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールFノボラック型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂、トリアジン骨格含有エポキシ樹脂、フルオレン骨格含有エポキシ樹脂、トリフェノールフェノールメタン型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、キシリレン型エポキシ樹脂、ビフェニルアラキル型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、多官能フェノール類及びアントラセン等の多環芳香族類のジグリシジルエーテル化合物が挙げられる。これらは一種を単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。

[0043] (硬化剤)

硬化剤として、例えば、フェノール樹脂、エステル化合物、芳香族アミン、脂肪族アミン及び酸無水物が挙げられる。これらのうち、反応性及び経時安定性の観点から、フェノール樹脂が好ましく特に制限はない。

[0044] フェノール樹脂の市販品として、例えば、DIC (株) 製のフェノライト KA 及び TD シリーズ、三井化学 (株) 製のミレックス XLC シリーズと XL シリーズ (例えば、ミレックス XLC-LL)、エア・ウォーター (株) 製の HE シリーズ (例えば、HE100C-30)、明和化成 (株) 製の MEHC-7800 シリーズ (例えば MEHC-7800-4S) が挙げられる。これらは一種を単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。耐熱性の観点から、85℃、85%RH の恒温恒湿槽に 48 時間投入後の吸水率が 2 質量%以下で、熱重量分析計 (TGA) で測定した 350℃での加熱質量減少率 (昇温速度: 5℃/分、雰囲気: 窒素) が 5 質量%未満のものが好ましい。

[0045] エポキシ樹脂とフェノール樹脂の配合量は、硬化性の観点から、それぞれエポキシ当量と水酸基当量の当量比が、好ましくは 0.30/0.70~0.70/0.30、より好ましくは 0.35/0.65~0.65/0.35、更に好ましくは 0.40/0.60~0.60/0.40、特に好ましくは 0.45/0.55~0.55/0.45 である。配合比が上記範囲内であることで、硬化性及び流動性の両方を十分に高水準に達成しやすい。

[0046] (エラストマ)

エラストマとして、例えば、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、シリコーン樹脂、ポリブタジエン、アクリロニトリル、エポキシ変性ポリブタジエン、無水マレイン酸変性ポリブタジエン、フェノール変性ポリブタジエン及びカルボキシ変性アクリロニトリルが挙げられる。

[0047] 溶剤への溶解性及び流動性の観点から、エラストマとしてアクリル系樹脂が好ましく、更に、グリシジルアクリレート又はグリシジルメタクリレート

等のエポキシ基又はグリシジル基を架橋性官能基として有する官能性モノマーを重合して得たエポキシ基含有（メタ）アクリル共重合体等のアクリル系樹脂がより好ましい。アクリル系樹脂のなかでもエポキシ基含有（メタ）アクリル酸エステル共重合体及びエポキシ基含有アクリルゴムが好ましく、エポキシ基含有アクリルゴムがより好ましい。エポキシ基含有アクリルゴムは、アクリル酸エステルを主成分とし、主として、ブチルアクリレートとアクリロニトリル等の共重合体、エチルアクリレートとアクリロニトリル等の共重合体などからなる、エポキシ基を有するゴムである。なお、アクリル系樹脂は、エポキシ基だけでなく、アルコール性又はフェノール性水酸基、カルボキシル基等の架橋性官能基を有していてもよい。

[0048] アクリル樹脂の市販品としては、ナガセケムテック（株）製のSG-70L、SG-708-6、WS-023 EK30、SG-280 EK23、SG-P3溶剤変更品（商品名、アクリルゴム、重量平均分子量：80万、 T_g ：12℃、溶剤はシクロヘキサノン）等が挙げられる。

[0049] アクリル樹脂のガラス転移温度（ T_g ）は-50～50℃であることが好ましく、-30～30℃であることがより好ましい。アクリル樹脂の重量平均分子量（ M_w ）は、10万～300万であることが好ましく、50万～200万であることがより好ましい。 M_w がこの範囲のアクリル樹脂を熱硬化性樹脂組成物に配合することで、熱硬化性樹脂組成物をフィルム状に形成しやすく、フィルム状での強度、可撓性、タック性を適切に制御しやすい。これに加え、リフロー性及び埋込性の両方が向上する傾向にある。ここで、 M_w は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）で測定し、標準ポリスチレンによる検量線を用いて換算した値を意味する。なお、分子量分布の狭いアクリル樹脂を用いることにより、埋込性に優れ且つ高弾性の接着剤層を形成できる傾向にある。

[0050] 接着剤層20Aに含まれるアクリル樹脂の量は、エポキシ樹脂及びエポキシ樹脂硬化剤の合計100質量部に対して20～200質量部であることが好ましく、30～100質量部であることがより好ましい。この範囲にある

と、成形時の流動性の制御、高温での取り扱い性及び埋込性をより一層良好にすることができる。

[0051] (無機フィラー)

無機フィラーとして、例えば、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ケイ酸カルシウム、ケイ酸マグネシウム、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、ホウ酸アルミウイスカ、窒化ホウ素及び結晶性シリカ、非晶性シリカが挙げられる。これらは一種を単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。接着剤層20Aの熱伝導性を向上する観点から、無機フィラーとして、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、結晶性シリカ又は非晶性シリカを含有することが好ましい。接着剤層20Aの熔融粘度の調整及び接着剤組成物にチキソトロピック性を付与する観点からは、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ケイ酸カルシウム、ケイ酸マグネシウム、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、結晶性シリカ又は非晶性シリカを使用することが好ましい。

[0052] 無機フィラーの平均粒径は、接着性を向上する観点から、 $0.005\mu\text{m}$ ～ $0.5\mu\text{m}$ が好ましく、 $0.05\sim0.3\mu\text{m}$ がより好ましい。無機フィラーの表面は、溶剤及び樹脂成分との相溶性、並びに接着強度の観点から化学修飾されていることが好ましい。表面を化学修飾する材料として適したものにシランカップリング剤が挙げられる。シランカップリング剤の官能基の種類として、例えば、ビニル基、アクリロイル基、エポキシ基、メルカプト基、アミノ基、ジアミノ基、アルコキシ基、エトキシ基が挙げられる。

[0053] 接着剤層20Aの流動性及び破断性、並びに硬化後の引張弾性率及び接着力を制御する観点から、接着剤層20Aの樹脂成分100質量部に対して、無機フィラーの含有量は10～90質量部であることが好ましく、10～50質量部であることがより好ましい。無機フィラーの含有量が10質量部以上であることで、接着剤層20Aのダイシング性が向上しやすく、硬化後に

において十分な接着力を発揮しやすい。他方、無機フィラーの含有量が90質量部以下であることで、接着剤層20Aの流動性を十分に確保しやすく、硬化後において弾性率が過度に高くなることを抑制できる。

[0054] (硬化促進剤)

硬化促進剤として、例えば、イミダゾール類及びその誘導体、有機リン系化合物、第二級アミン類、第三級アミン類、及び第四級アンモニウム塩が挙げられる。適度な反応性の観点からイミダゾール系の化合物が好ましい。イミダゾール類としては、2-メチルイミダゾール、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール、1-シアノエチル-2-メチルイミダゾール等が挙げられる。これらは一種を単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。

[0055] 接着剤層20Aにおける硬化促進剤の含有量は、エポキシ樹脂及びエポキシ樹脂硬化剤の合計100質量部に対して0.04～3質量部が好ましく、0.04～0.2質量部がより好ましい。硬化促進剤の添加量がこの範囲にあると、硬化性と信頼性を両立することができる。

[0056] 以上、本開示に実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態においては、チップ埋込型半導体パッケージについて例示したが、本開示はワイヤ埋込型半導体パッケージ及びその他の半導体装置の製造に適用してもよい。

実施例

[0057] 以下、実施例により本開示について更に詳しく説明するが、これらの実施例は本発明を制限するものではない。

[0058] (実施例1～7及び比較例1～2)

以下の材料を表1～3に示した配合割合(質量部)で混合してワニスを調製した。溶媒としてシクロヘキサノンを使用し、ワニスの固形分割合は40質量%とした。100メッシュのフィルターでワニスをろ過するとともに真空脱泡した。ワニスを塗布するフィルムとして、離型処理が施されたポリエチレンテレフタレート(PET)フィルム(厚さ38 μ m)を準備した。真

空脱泡後のワニスを、PETフィルムの離型処理が施された面上に塗布した。塗布したワニスを、90℃で5分間、続いて140℃で5分間の二段階で加熱乾燥した。こうして、実施例及び比較例に係る接着フィルムとして、PETフィルムと、その表面上に形成されたBステージ状態（半硬化状態）のフィルム状接着剤（厚さ110μm）とを備える積層フィルムをそれぞれ作製した。

[0059] [材料]

<エポキシ樹脂>

- ・ (A1) …XD-1000 : (商品名、日本化薬(株)製、シクロペンタジエン型エポキシ樹脂、脂環式構造、25℃において固体)
- ・ (A2) …セロキサイド2021P : (商品名、ダイセル(株)製、脂環式構造、25℃において固体)
- ・ (A3) …HP-7200L : (商品名、DIC(株)製、シクロペンタジエン型エポキシ樹脂、脂環式構造、25℃において固体)
- ・ (A4) …EHPE3150 (商品名、ダイセル(株)製、脂環式構造、25℃において固体)
- ・ (A5) …VG3101L (商品名、(株)プリンテック製、多官能エポキシ樹脂、25℃において固体)
- ・ (A6) …YDCN-700-10 : (商品名、新日鉄住金化学(株)製、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、25℃において固体)
- ・ (A7) …EXA-830CRP : (商品名、DIC(株)製、液状ビスフェノールF型エポキシ樹脂、25℃において液状)

<硬化剤>

- ・ (B1) …XLC-LL : (商品名、三井化学(株)製、フェニルアラルキル型フェノール樹脂)
- ・ (B2) …LF-4871 : (商品名、DIC(株)製、BPAノボラック型フェノール樹脂)
- ・ (B3) …HE-100C-30 : (商品名、エア・ウォーター(株)製

、フェニルアラキル型フェノール樹脂)

<エラストマ>

・(C1) …SG-P3 溶剤変更品 (商品名、ナガセケムテックス (株) 製、アクリルゴム、重量平均分子量: 80 万、 T_g : 12 °C、溶剤はシクロヘキサノン)

・(C2) …SG-70L: (商品名、ナガセケムテックス (株) 製、アクリルゴム、重量平均分子量 90 万、酸価 5 mg KOH/g、 T_g : -13 °C)

<無機フィラー>

・SC2050-HLG: (商品名、(株) アドマテックス製、シリカフィラー分散液、平均粒径 0.50 μ m)

<硬化促進剤>

・キュアゾール 2PZ-CN: (商品名、四国化成工業 (株) 製、1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール)

[0060] [フィルム状接着剤の評価]

実施例及び比較例に係るフィルム状接着剤について、表面自由エネルギー及びブリードの評価を行った。

[0061] <表面自由エネルギーの測定>

接触角計 (協和界面科学 (株) 製: 商品名 DM-701) を使用して実施例及び比較例に係るフィルム状接着剤の表面自由エネルギーを測定した。溶媒として、水、ヨウ化メチレン及び α -ブロモナフタレンを使用し、各溶媒とフィルム状接着剤の接触角を測定した。液適量は 0.5 μ L とし、接触角は $\theta/2$ 法により求めた。得られた接触角の値を用いて、表面自由エネルギー解析ソフト FAMA S (商品名、協和界面科学 (株) 製) により表面自由エネルギーを算出した。表面自由エネルギーは北崎畑の式より算出した。また、以下のブリードの評価に使用した基材の表面自由エネルギーも同様にして測定した。表 1 ~ 3 に結果を示す。

[0062] <ブリードの評価>

まず、ブリードの評価に使用する構造体であって、基板と、その表面にマ

ウントされたチップとを備える構造体を以下のようにして準備した。すなわち、フィルム状接着剤HR9004-10（商品名、日立化成（株）製、厚さ $10\mu\text{m}$ ）を半導体ウェハ（直径：8インチ、厚さ： $50\mu\text{m}$ ）に 70°C で貼り付けた。半導体ウェハ及びフィルム状接着剤を $2.1\times 4.8\text{mm}$ 角にダイシングすることによって、接着剤付きチップを得た。この接着剤付きチップを評価用基板に 120°C 、 0.20MPa 、2秒間の条件で圧着した。なお、評価用基板として、表面にソルダーレジストAUS308（商品名、大陽日酸（株）製）が塗布された基板（総厚： $260\mu\text{m}$ ）を使用した。

[0063] 他方、実施例及び比較例に係るフィルム状接着剤（厚さ $110\mu\text{m}$ ）を半導体ウェハ（直径：8インチ、厚さ $100\mu\text{m}$ ）に 70°C でそれぞれ貼り付けた。半導体ウェハ及びフィルム状接着剤を $6\times 12.7\text{mm}$ 角にダイシングすることによって、接着剤片付き半導体素子を得た。

[0064] 上記構造体におけるチップがマウントされている位置に、接着剤片付き半導体素子を圧着した。圧着条件は 120°C 、 0.20MPa 、1.5秒間とした。なお、フィルム状接着剤の中央の位置にチップが埋め込まれるように位置合わせをした。このようにして作製した評価用試料を顕微鏡で観察し、半導体素子の端部からはみ出している樹脂組成物の最大距離（ブリード量）を測定した。表1～3に結果を示す。

[0065]

[表1]

			実 施 例 1	実 施 例 2	実 施 例 3	実 施 例 4
配 合 割 合 (質 量 部)	エポキシ 樹 脂	A1	40	—	—	—
		A2	—	5	—	10
		A3	—	—	20	20
		A4	—	—	—	—
		A5	—	—	—	—
		A6	—	25	—	—
		A7	—	—	10	—
	硬 化 剤	B1	15	—	—	20
		B2	—	15	—	—
		B3	—	—	20	—
	エラストマ	C1	15	25	20	—
		C2	—	—	—	20
無 機 フィラー		30	30	30	30	
硬 化 促 進 剤		0.05	0.1	0.05	0.1	
表 面 自 由 エ ネ ル ギ ー (mJ/m ²)	フイルム状 接 着 剤 E ₁	38.84	40.14	38.74	38.54	
	基 板 E ₂	47.0	47.0	47.0	47.0	
E ₁ -E ₂ の 絶 対 値 (mJ/m ²)			8.2	6.9	8.3	8.5
フ リ ー ト 量 (μm)			60.5	61.5	59.3	56.4

[0066] [表2]

			実 施 例 5	実 施 例 6	実 施 例 7
配 合 割 合 (質 量 部)	エポキシ 樹 脂	A1	10	—	—
		A2	—	—	—
		A3	—	10	—
		A4	10	—	—
		A5	—	15	—
		A6	—	—	35
		A7	5	10	—
	硬 化 剤	B1	—	—	15
		B2	—	20	—
		B3	25	—	—
	エラストマ	C1	—	20	20
		C2	20	—	—
無 機 フィラー		30	35	30	
硬 化 促 進 剤		0.05	0.05	0.05	
表 面 自 由 エ ネ ル ギ ー (mJ/m ²)	フ ィ ル ム 状 接 着 剤 E ₁	40.74	40.14	38.04	
	基 板 E ₂	47.0	47.0	47.0	
E ₁ -E ₂ の 絶 対 値 (mJ/m ²)			6.3	6.9	9.0
フ リ ッ ト 量 (μm)			63.9	62.6	43.0

[0067]

[表3]

			比較例 1	比較例 2
配合割合(質量部)	エポキシ 樹脂	A1	—	—
		A2	—	—
		A3	—	—
		A4	—	—
		A5	20	30
		A6	—	—
		A7	15	—
	硬化剤	B1	—	—
		B2	15	—
		B3	—	25
	エラストマ	C1	20	—
		C2	—	15
無機フィラー		30	30	
硬化促進剤		0.05	0.05	
表面自由エネルギー (mJ/m ²)	フィルム状接着剤 E ₁	42.94	41.54	
	基板 E ₂	47.0	47.0	
E ₁ -E ₂ の絶対値(mJ/m ²)			4.1	5.5
フリート量(μm)			100.4	75.8

産業上の利用可能性

[0068] 本開示によれば、圧着工程におけるブリードを十分に抑制できる半導体装置の製造方法が提供される。また、本開示によれば、この製造方法に適用可能なフィルム状接着剤及びダイシング・ダイボンディングー体型フィルムが提供される。

符号の説明

[0069] 1…基材フィルム、2…粘着剤層、8…ダイシング・ダイボンディングー体型フィルム、10…基板、20…第1の封止層（接着剤片の硬化物）、20A…接着剤層（フィルム状接着剤）、20P…接着剤片、30…積層体、50…構造体、100…半導体パッケージ（半導体装置）、W…ウェハ、Wa…第1の半導体素子（チップ）、Wb…第2の半導体素子

請求の範囲

- [請求項1] 半導体素子と、前記半導体素子がマウントされる部材とを接着するためのフィルム状接着剤を準備する工程と、
- 前記部材の表面上に、前記フィルム状接着剤及び前記半導体素子を積層した状態で前記表面に対して前記半導体素子を圧着する工程と、
- を含み、
- 前記フィルム状接着剤の表面自由エネルギーの値 E_1 (mJ/m^2) と前記部材の表面自由エネルギーの値 E_2 (mJ/m^2) の差の絶対値が6.0～10.0の範囲である、半導体装置の製造方法。
- [請求項2] 前記半導体装置がチップ埋込型半導体パッケージであり、
- 前記部材が、基板と、前記基板の表面上にマウントされたチップとを備える構造体であり、
- 前記フィルム状接着剤に前記チップが埋め込まれるように、前記基板の表面に対して前記半導体素子を圧着する、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項3] 前記半導体装置がワイヤ埋込型半導体パッケージであり、
- 前記部材が、基板と、前記基板の表面上に設けられたワイヤとを備える構造体であり、
- 前記フィルム状接着剤に前記ワイヤが埋め込まれるように、前記基板の表面に対して前記半導体素子を圧着する、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項4] 前記フィルム状接着剤と、粘着剤層と、基材フィルムとを含み、これらがこの順序で積層されているダイシング・ダイボンディングー一体型フィルムを準備する工程と、
- 前記ダイシング・ダイボンディングー一体型フィルムの前記フィルム状接着剤とウェハとを貼り合わせる工程と、
- 前記フィルム状接着剤に貼り合わされた状態の前記ウェハを複数の半導体素子に個片化する工程と、

前記フィルム状接着剤が個片化されることによって形成された接着剤片と前記半導体素子と含む積層体を前記粘着剤層からピックアップする工程と、

前記部材に対して前記積層体を圧着する工程と、

加熱処理によって前記接着剤片を硬化させる工程と、

を含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の製造方法。

- [請求項5] 熱硬化性樹脂組成物からなるフィルム状接着剤であって、
表面自由エネルギーの値 E_1 が $38 \sim 41 \text{ mJ/m}^2$ である、フィルム状接着剤。
- [請求項6] 25°C において液状であるエポキシ樹脂の含有率が前記熱硬化性樹脂組成物に含まれるエポキシ樹脂の全質量基準で $5 \sim 40$ 質量%である、請求項 5 に記載のフィルム状接着剤。
- [請求項7] 前記熱硬化性樹脂組成物が脂環式構造を有するエポキシ樹脂と、硬化剤と、エラストマとを含む、請求項 5 又は 6 に記載のフィルム状接着剤。
- [請求項8] 脂環式構造を有するエポキシ樹脂の含有率が前記熱硬化性樹脂組成物に含まれるエポキシ樹脂の全質量基準で $5 \sim 30$ 質量%である、請求項 7 に記載のフィルム状接着剤。
- [請求項9] 前記硬化剤がフェノール樹脂である、請求項 7 又は 8 に記載のフィルム状接着剤。
- [請求項10] 前記エラストマがアクリル樹脂である、請求項 7 ～ 9 のいずれか一項に記載のフィルム状接着剤。
- [請求項11] 前記熱硬化性樹脂組成物が無機フィラーを含む、請求項 5 ～ 10 のいずれか一項に記載のフィルム状接着剤。
- [請求項12] 前記熱硬化性樹脂組成物が硬化促進剤を含む、請求項 5 ～ 11 のいずれか一項に記載のフィルム状接着剤。
- [請求項13] 請求項 5 ～ 12 のいずれか一項に記載のフィルム状接着剤と、
前記フィルム状接着剤の一方の表面上に設けられた基材フィルムと

、
を備える接着フィルム。

[請求項14] 請求項5～12のいずれか一項に記載のフィルム状接着剤と、粘着剤層と、基材フィルムとを備え、これらがこの順序で積層されている、ダイシング・ダイボンディングー体型フィルム。

[請求項15] 前記フィルム状接着剤を覆うように設けられた保護フィルムを更に備える、請求項14に記載のダイシング・ダイボンディングー体型フィルム。