

明 細 書

発明の名称：

接着剤用組成物及びフィルム状接着剤、並びに、フィルム状接着剤を用いた半導体パッケージ及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、接着剤用組成物及びフィルム状接着剤、並びに、フィルム状接着剤を用いた半導体パッケージ及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体チップを多段に積層したスタックドMCP（Multi Chip Package）が普及しており、携帯電話、携帯オーディオ機器用のメモリパッケージとして搭載されている。また、携帯電話等の多機能化に伴い、パッケージの高密度化・高集積化も推し進められている。これに伴い、半導体チップの多段積層化が進行している。

[0003] このようなメモリパッケージの製造過程における配線基板と半導体チップとの接着や半導体チップ間の接着には、熱硬化性のフィルム状接着剤（ダイアタッチフィルム、ダイボンドフィルム）が使用されている。チップの多段積層化に伴い、ダイアタッチフィルムはより薄型化してきている。また、ウェハ配線ルールの微細化に伴い、半導体素子表面には熱が発生しやすくなっている。それゆえ、熱をパッケージ外部へ逃がすために、ダイアタッチフィルムには熱伝導性のフィラーが配合され、高熱伝導性を実現している。

[0004] 半導体チップ表面には一般に、回路面を保護するためのポリイミド層からなるパッシベーション膜が設けられている。半導体チップを多段積層する場合には、ダイアタッチフィルム付き半導体チップはパッシベーション膜表面に実装される。従って、ダイアタッチフィルムのポリイミド膜に対する高い接着力は、半導体パッケージの信頼性において重要である。

[0005] いわゆるダイアタッチフィルム用途を意図した熱硬化性のフィルム状接着剤の材料として、例えば、エポキシ樹脂、エポキシ樹脂の硬化剤、高分子化

合物及び無機充填材（無機フィラー）を組み合わせた組成が知られており、高分子化合物としてはポリウレタン樹脂やフェノキシ樹脂を用いることなどが提案されている（例えば特許文献1及び2）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2012/160916号

特許文献2：国際公開第2021/033368号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] フィルム状接着剤をダイアタッチフィルムとして用いる場合、フィルム状接着剤を貼合した半導体ウェハを、ダイシングテープを土台にしてダイシングし、個片化（チップ化）する。その後、個片化した、フィルム状接着剤付きの半導体チップは、ダイシングテープ下部よりニードルやスライダー等の治具によりダイシングテープからピックアップされて、配線基板表面や半導体素子面に熱圧着される。

配線基板表面や半導体素子表面は必ずしも平滑な面状態ではないため、上記の熱圧着時にフィルム状接着剤と被着体との界面に空気を巻き込むことがある。巻き込まれた空気（ボイド）は熱硬化後の接着力を低下させる。それゆえ、半導体パッケージの信頼性試験において、ボイドの発生は接着剤と被着体との界面で剥離を生じる原因となる。

また、ピックアップ工程におけるニードルやスライダー等の治具痕がフィルム状接着剤表面に残る場合がある。このような治具痕も、上記の熱圧着の際にボイドを生じる原因となる。治具痕によるボイドは、フィルム状接着剤の薄膜化（例えば、20 μm 未満）により顕在化する傾向にある。

[0008] 本発明は、フィルム状接着剤を薄膜としてもピックアップ工程における治具痕（ニードル痕）がフィルム状接着剤表面に残りにくく、実装においてボイドの形成を抑制でき、半導体パッケージの厳しい信頼性試験においても十

分な接着力を維持して接着剤と被着体との間の剥離を抑制できるフィルム状接着剤、及びこれを得るのに好適な接着剤用組成物を提供することを課題とする。また本発明は、このフィルム状接着剤を用いた半導体パッケージとその製造方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者は上記課題に鑑み鋭意検討を重ねた結果、フィルム状接着剤を、エポキシ樹脂、エポキシ樹脂硬化剤、ポリウレタン樹脂及び無機充填材を組合せた組成とした上で、このポリウレタン樹脂として特定のガラス転移温度のものを特定量用いることにより、上記課題を解決できることを見出した。

本発明は上記知見に基づきさらに検討を重ねて完成されるに至ったものである。

[0010] 本発明の上記課題は下記的手段により解決される。

[1]

エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）、ポリウレタン樹脂（C）及び無機充填材（D）を含有し、

前記ポリウレタン樹脂（C）が、動的粘弾性測定における $\tan \delta$ のピークトップ温度が 0°C 以上であり、

前記エポキシ樹脂（A）と前記ポリウレタン樹脂（C）の各含有量の合計に占める前記ポリウレタン樹脂（C）の割合が2～50質量％である、接着剤用組成物。

[2]

前記接着剤用組成物を用いて形成した、硬化前のフィルム状接着剤を、 25°C から $5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の昇温速度で昇温したとき、 120°C における溶融粘度が $100 \sim 10000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲にある、[1] に記載の接着剤用組成物。

[3]

[1] 又は [2] に記載の接着剤用組成物により得られてなるフィルム状接着剤。

〔４〕

厚みが１～２０μmである、〔３〕に記載のフィルム状接着剤。

〔５〕

半導体パッケージの製造方法であって、

表面に少なくとも１つの半導体回路が形成された半導体ウェハの裏面に、

〔３〕又は〔４〕に記載のフィルム状接着剤を熱圧着して接着剤層を設け、
前記接着剤層を介してダイシングフィルムを設ける第１の工程と、

前記半導体ウェハと前記接着剤層とを一体にダイシングすることにより、
ダイシングフィルム上に、フィルム状接着剤片と半導体チップとを備える接
着剤層付き半導体チップを得る第２の工程と、

前記接着剤層付き半導体チップを前記ダイシングフィルムから剥離して、
前記接着剤層付き半導体チップと配線基板とを前記接着剤層を介して熱圧着
する第３の工程と、

前記接着剤層を熱硬化する第４の工程と、
を含む、半導体パッケージの製造方法。

〔６〕

半導体チップと配線基板、又は、半導体チップ間が、〔３〕又は〔４〕に
記載のフィルム状接着剤の熱硬化体により接着されてなる、半導体パッケー
ジ。

[0011] 本発明において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」前後に記載さ
れる数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

発明の効果

[0012] 本発明のフィルム状接着剤は、薄膜としてもピックアップ工程における治
具痕がフィルム状接着剤表面に残りにくく、実装においてボイドの形成を抑
制でき、半導体パッケージの厳しい信頼性試験においても十分な接着力を維
持して接着剤と被着体との間の剥離を抑制できる。

本発明の接着剤用組成物は、上記フィルム状接着剤を得るのに好適である
。

本発明の半導体パッケージは、厳しい信頼性試験においても半導体チップと被着体との間の十分な接着力を維持でき、信頼性に優れる。

本発明の半導体パッケージの製造方法によれば、厳しい信頼性試験においても半導体チップと被着体との間の十分な接着力を維持でき、高信頼性の半導体パッケージを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の半導体パッケージの製造方法の第1の工程の好適な一実施形態を示す概略縦断面図である。

[図2]図2は、本発明の半導体パッケージの製造方法の第2の工程の好適な一実施形態を示す概略縦断面図である。

[図3]図3は、本発明の半導体パッケージの製造方法の第3の工程の好適な一実施形態を示す概略縦断面図である。

[図4]図4は、本発明の半導体パッケージの製造方法のボンディングワイヤーを接続する工程の好適な一実施形態を示す概略縦断面図である。

[図5]図5は、本発明の半導体パッケージの製造方法の多段積層実施形態例を示す概略縦断面図である。

[図6]図6は、本発明の半導体パッケージの製造方法の別の多段積層実施形態例を示す概略縦断面図である。

[図7]図7は、本発明の半導体パッケージの製造方法により製造される半導体パッケージの好適な一実施形態を示す概略縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] [接着剤用組成物]

本発明の接着剤用組成物は、本発明のフィルム状接着剤の形成に好適な組成物である。

本発明の接着剤用組成物は、エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）、ポリウレタン樹脂（C）及び無機充填材（D）を含有する。ポリウレタン樹脂（C）は、動的粘弾性測定における $\tan \delta$ のピークトップ温度（すなわちガラス転移温度、 T_g ）が 0°C 以上である。また、エポキシ樹脂（

A)と前記ウレタン樹脂(C)の各含有量の合計に占める前記ポリウレタン樹脂(C)の割合は2～50質量%に制御される。

以下、接着剤用組成物に含まれる各成分について説明する。

[0015] <エポキシ樹脂(A)>

上記エポキシ樹脂(A)は、エポキシ基を持つ熱硬化型の樹脂であり、エポキシ当量は500g/eq以下であることが好ましい。エポキシ樹脂(A)は液体、固体または半固体のいずれであってもよい。本発明において液体とは、軟化点が25℃未満であることをいい、固体とは、軟化点が60℃以上であることをいい、半固体とは、軟化点が上記液体の軟化点と固体の軟化点との間(25℃以上60℃未満)にあることをいう。本発明で使用するエポキシ樹脂(A)としては、好適な温度範囲(例えば60～120℃)で低熔融粘度に到達することができるフィルム状接着剤を得る観点から、軟化点が100℃以下であることが好ましい。なお、本発明において、軟化点とは、軟化点試験(環球式)法(測定条件:JIS-K7234:1986に準拠)により測定した値である。

[0016] 本発明で使用するエポキシ樹脂(A)において、熱硬化体の架橋密度を高める観点から、エポキシ当量は150～450g/eqであることが好ましい。なお、本発明において、エポキシ当量とは、1グラム当量のエポキシ基を含む樹脂のグラム数(g/eq)をいう。

エポキシ樹脂(A)の重量平均分子量は、通常、10000未満が好ましく、5000以下がより好ましい。下限値に特に制限はないが、300以上が实际的である。

重量平均分子量は、GPC(Gel Permeation Chromatography)分析による値である。

[0017] エポキシ樹脂(A)の骨格としては、例えば、フェノールノボラック型、オルソクレゾールノボラック型、クレゾールノボラック型、ジシクロペンタジエン型、ビフェニル型、フルオレンビスフェノール型、トリアジン型、ナフトール型、ナフタレンジオール型、トリフェニルメタン型、テトラフェニ

ル型、ビスフェノールA型、ビスフェノールF型、ビスフェノールAD型、ビスフェノールS型、及びトリメチロールメタン型等が挙げられる。このうち、樹脂の結晶性が低く、良好な外観を有するフィルム状接着剤を得られるという観点から、トリフェニルメタン型、ビスフェノールA型、クレゾールノボラック型、又はオルソクレゾールノボラック型が好ましい。

[0018] エポキシ樹脂（A）の含有量は、本発明の接着剤用組成物のうち、フィルム状接着剤を構成する成分（具体的には溶媒以外の成分、すなわち固形分）の総含有量100質量部中、3～70質量部が好ましく、10～60質量部が好ましく、15～50質量部がより好ましく、20～40質量部とすることも好ましい。含有量を上記好ましい範囲内とすることにより、治具痕の形成を抑制しつつ、ダイアタッチ性を高めることができる。また、上記好ましい上限値以下とすることにより、オリゴマー成分の生成を抑え、少しの温度変化ではフィルム状態（フィルムタック性等）の変化を生じにくくすることができる。

[0019] （エポキシ樹脂硬化剤（B））

上記エポキシ樹脂硬化剤（B）としては、例えば、アミン類、酸無水物類、及び多価フェノール類等の任意の硬化剤を用いることができる。本発明では、低熔融粘度で、かつある温度を超える高温で硬化性を発揮し、速硬化性を有し、さらに、室温での長期保存が可能な保存安定性の高いフィルム状接着剤とする観点から、潜在性硬化剤を用いることが好ましい。

潜在性硬化剤としては、例えば、ジシアンジアミド化合物、イミダゾール化合物、硬化触媒複合系多価フェノール化合物、ヒドラジド化合物、三弗化ホウ素－アミン錯体、アミンイミド化合物、ポリアミン塩、これらの変性物、及びこれらのマイクロカプセル型のものを挙げることができる。これらは1種を単独で用いても、もしくは2種以上を組み合わせ用いてもよい。より優れた潜在性（室温での安定性に優れ、かつ、加熱により硬化性を発揮する性質）を有し、硬化速度がより速い観点から、イミダゾール化合物を用いることがより好ましい。

[0020] 接着剤用組成物中のエポキシ樹脂硬化剤（B）の含有量は、硬化剤の種類、反応形態に応じて適宜に設定すればよい。例えば、エポキシ樹脂（A）100質量部に対して0.5～100質量部とすることができ、1～80質量部としてもよく、2～50質量部としてもよく、4～20質量部とすることも好ましい。また、エポキシ樹脂硬化剤（B）としてイミダゾール化合物を用いる場合には、エポキシ樹脂（A）100質量部に対してイミダゾール化合物を0.5～10質量部とすることが好ましく、1～5質量部とすることも好ましい。エポキシ樹脂硬化剤（B）の含有量を上記好ましい下限値以上とすることにより硬化時間をより短くすることができ、他方、上記好ましい上限値以下とすることにより、過剰の硬化剤のフィルム状接着剤中への残留を抑えることができる。結果、残留硬化剤の水分の吸着が抑えられ、半導体装置の信頼性の向上を図ることができる。

[0021] <ポリウレタン樹脂（C）>

ポリウレタン樹脂（C）は、主鎖中にウレタン（カルバミド酸エステル）結合を持つ重合体である。ポリウレタン樹脂（C）は、ポリオール由来の構成単位と、ポリイソシアネート由来の構成単位とを有し、さらにポリカルボン酸由来の構成単位を有していてもよい。ポリウレタン樹脂は、1種を単独で又は2種以上を組み合わせ用いてもよい。

ポリウレタン樹脂（C）は、動的粘弾性測定における $\tan \delta$ のピークトップ温度（ガラス転移温度と同義、 T_g とも称す。）が 0°C 以上である。ポリウレタン樹脂（C）の T_g は 2°C 以上が好ましく、 3°C 以上がより好ましい。また、ポリウレタン樹脂（C）の T_g は通常は 100°C 以下であり、 60°C 以下が好ましく、 50°C 以下がより好ましく、 45°C 以下であることも好ましい。 T_g が上記範囲内にあることにより、フィルム状接着剤を形成したときに、エポキシ樹脂や無機充填材と一体となってフィルム状接着剤の貯蔵弾性率が高まるなどして、ピックアップ後の治具痕を生じにくく、半導体パッケージの厳しい信頼性試験も十分にクリアする特性を実現することができる。ポリウレタン樹脂（C）の T_g の好ましい上限値と下限値の組み合わせ

せを示すと、当該 T_g は $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ が好ましく、 $2\sim 60^{\circ}\text{C}$ がより好ましく、 $3\sim 50^{\circ}\text{C}$ がさらに好ましく、 $3\sim 45^{\circ}\text{C}$ がさらに好ましい。

T_g は後述する実施例に記載の方法により決定されるものである。すなわち、ポリウレタン樹脂を有機溶媒に溶解してなるワニスを用いて塗膜を形成し、次いで乾燥し、得られたポリウレタン樹脂からなるフィルムを、動的粘弾性測定装置（商品名：Rheogel-E4000F、（株）ユービーエム製）を用いて、測定温度範囲 $20\sim 300^{\circ}\text{C}$ 、昇温速度 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、及び周波数 1 Hz の条件下で測定し、 $\tan\delta$ ピークトップ温度（ $\tan\delta$ が極大を示す温度）をガラス転移温度（ T_g ）とする。

[0022] ポリウレタン樹脂（C）自体の貯蔵弾性率は、 25°C において 50 MPa 以上が好ましく、 80 MPa 以上がより好ましく、 100 MPa 以上がさらに好ましい。ポリウレタン樹脂（C）の貯蔵弾性率は、 25°C において通常は 1000 MPa 以下であり、 700 MPa がより好ましく、 650 MPa 以下であることも好ましい。貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定装置（商品名：Rheogel-E4000F、（株）ユービーエム製）を用いて決定できる。具体的には、ポリウレタン樹脂を有機溶媒に溶解してなるワニスを用いて塗膜を形成し、次いで乾燥し、得られたポリウレタン樹脂からなるフィルムを、測定温度範囲 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 、昇温速度 $5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 、及び周波数 1 Hz の条件下で測定し、 25°C における貯蔵弾性率の値を決定することができる。ポリウレタン樹脂（C）の 25°C における貯蔵弾性率の好ましい上限値と下限値の組み合わせを示すと、当該貯蔵弾性率は $50\sim 1000\text{ MPa}$ が好ましく、 $80\sim 700\text{ MPa}$ がより好ましく、 $100\sim 650\text{ MPa}$ がさらに好ましい。

[0023] ポリウレタン樹脂（C）の重量平均分子量は特に制限されず、通常は $5000\sim 500000$ の範囲内にあるものが用いられる。

[0024] ポリウレタン樹脂（C）の含有量は、エポキシ樹脂（A）とポリウレタン樹脂（C）の各含有量の合計に占めるポリウレタン樹脂（C）の割合として $2\sim 50$ 質量%であり、 $4\sim 40$ 質量%が好ましく、 $6\sim 35$ 質量%がより

好ましく、8～33質量%がさらに好ましく、10～30質量%がさらに好ましく、12～28質量%とすることがさらに好ましく、15～25質量%とすることがさらに好ましい。

[0025] ポリウレタン樹脂(C)は、常法により合成でき、また、市場から入手することもできる。ポリウレタン樹脂(C)として適用できる市販品として、例えば、ダイナレオVA-9320M、ダイナレオVA-9310MF、及びダイナレオVA-9303MF(いずれもトーヨーケム社製)などを挙げることができる。

[0026] <無機充填材(D)>

無機充填材(D)は、通常、接着剤用組成物に使用される無機充填材を特に制限なく用いることができる。

無機充填材(D)としては、例えば、シリカ、クレー、石膏、炭酸カルシウム、硫酸バリウム、アルミナ(酸化アルミニウム)、酸化ベリリウム、酸化マグネシウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、及び窒化ホウ素等のセラミック類；

アルミニウム、銅、銀、金、ニッケル、クロム、鉛、錫、亜鉛、パラジウム、半田等の金属、及び合金類；

並びに、カーボンナノチューブ、及びグラフェン等のカーボン類等の種々の無機粉末が挙げられる。

[0027] 無機充填材(D)の平均粒径(d_{50})は特に限定されないが、治具痕の形成を抑制しつつ、ダイアタッチ性を高める観点から、 $0.01\sim6.0\mu\text{m}$ が好ましく、 $0.01\sim5.0\mu\text{m}$ が好ましく、 $0.1\sim3.5\mu\text{m}$ がより好ましく、 $0.3\sim3.0\mu\text{m}$ がさらに好ましい。平均粒径(d_{50})とは、いわゆるメジアン径であり、レーザー回折・散乱法により粒度分布を測定し、累積分布において粒子の全体積を100%としたときに50%累積となるときの粒径を意味する。

[0028] 無機充填材のモース硬度は特に限定されないが、治具痕の発生を抑制しつつ、ダイアタッチ性を高める観点から、2以上であることが好ましく、2～

9であることがより好ましい。モース硬度は、モース硬度計により測定することができる。

[0029] 上記無機充填材（D）は、熱伝導性を有する無機充填材（熱伝導率が $12\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の無機充填材）を含む態様でもよいし、熱伝導性を有さない無機充填材（熱伝導率が $12\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 未満の無機充填材）を含む態様でもよい。

熱伝導性を有する無機充填材（D）は、熱伝導性材料からなる粒子または熱伝導性材料で表面被覆されてなる粒子であって、これらの熱伝導性材料の熱伝導率が $12\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上であることが好ましく、 $30\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上であることがより好ましい。

上記熱伝導性材料の熱伝導率が上記好ましい下限値以上であると、目的の熱伝導率を得るために配合する無機充填材（D）の量を低減することができ、ダイアタッチフィルムの熔融粘度の上昇が抑制されて、基板に圧着する際に基板の凹凸部への埋め込み性をより向上させることができる。結果、ボイドの発生をより確実に抑制できる。

本発明において、上記熱伝導性材料の熱伝導率は、 25°C における熱伝導率を意味し、各材料の文献値を用いることができる。文献に記載がない場合にも、例えば、セラミックスであればJIS R 1611:2010により測定される値、金属であれば、JIS H 7801:2005により測定される値を代用することができる。

[0030] 熱伝導性を有する無機充填材（D）としては、例えば、熱伝導性のセラミックスがあげられ、アルミナ粒子（熱伝導率： $36\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）、窒化アルミニウム粒子（熱伝導率： $150\sim 290\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）、窒化ホウ素粒子（熱伝導率： $60\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）、酸化亜鉛粒子（熱伝導率： $54\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）、窒化ケイ素粒子（熱伝導率： $27\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）、炭化ケイ素粒子（熱伝導率： $200\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）および酸化マグネシウム粒子（熱伝導率： $59\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）が好ましく挙げられる。

特にアルミナ粒子は高熱伝導率を有し、分散性、入手容易性の点で好まし

い。また、窒化アルミニウム粒子や窒化ホウ素粒子は、アルミナ粒子よりもさらに高い熱伝導率を有する観点で好ましい。本発明では、なかでもアルミナ粒子と窒化アルミニウム粒子が好ましい。

また、セラミックより高い熱伝導性を有する金属粒子、又は金属で表面被覆された粒子も挙げられる。例えば、銀（熱伝導率： $429\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）、ニッケル（熱伝導率： $91\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）及び金（熱伝導率： $329\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）等の単一金属フィラー、並びに、これら金属により表面被覆された、アクリル、及びシリコン樹脂等の高分子粒子が好ましく挙げられる。

本発明では、なかでも高熱伝導率と耐酸化劣化の観点で、金、又は銀粒子等がより好ましい。

[0031] 無機充填材（D）は、表面処理や表面改質されていてもよく、このような表面処理や表面改質としては、例えば、シランカップリング剤、リン酸もしくはリン酸化合物、及び界面活性剤を用いる表面処理や表面改質が挙げられ、本明細書において記載する事項以外は、例えば、国際公開第2018/203527号における熱伝導フィラーの項又は国際公開第2017/158994号の窒化アルミニウム充填材の項における、シランカップリング剤、リン酸もしくはリン酸化合物、及び界面活性剤の記載を適用することができる。

[0032] 無機充填材（D）を、エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）及びポリウレタン樹脂（C）等の樹脂成分に配合する方法としては、粉体状の無機充填材と、必要に応じて、シランカップリング剤、リン酸もしくはリン酸化合物、及び界面活性剤とを直接配合する方法（インテグラルブレンド法）、

あるいは、シランカップリング剤、リン酸もしくはリン酸化合物、又は界面活性剤等の表面処理剤で処理された無機充填材を有機溶剤に分散させたスラリー状無機充填材を配合する方法を使用することができる。

また、シランカップリング剤により無機充填材（D）を処理する方法としては特に限定されず、例えば、溶媒中で無機充填材（D）とシランカップリ

ング剤とを混合する湿式法、気相中で無機充填材（D）とシランカップリング剤とを混合する乾式法、及び上記インテグラルブレンド法などが挙げられる。

[0033] 特に、窒化アルミニウム粒子は、高熱伝導化に貢献するものの、加水分解によりアンモニウムイオンを生成しやすいため、吸湿率が小さいフェノール樹脂と併用することや、表面改質により加水分解が抑制されていることが好ましい。窒化アルミニウムの表面改質方法としては、表面層に酸化アルミニウムの酸化物層を設け耐水性を向上させ、リン酸又はリン酸化合物による表面処理を行い樹脂との親和性を向上させる方法が特に好ましい。

[0034] シランカップリング剤は、ケイ素原子にアルコキシ基、アリアルオキシ基のような加水分解性基が少なくとも1つ結合したものであり、これに加えて、アルキル基、アルケニル基、又はアリアル基が結合してもよい。アルキル基は、アミノ基、アルコキシ基、エポキシ基、又は（メタ）アクリロイルオキシ基が置換したものが好ましく、アミノ基（好ましくはフェニルアミノ基）、アルコキシ基（好ましくはグリシジルオキシ基）、又は（メタ）アクリロイルオキシ基が置換したものがより好ましい。

シランカップリング剤は、例えば、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、3-グリシジルオキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシジルオキシプロピルトリエトキシシラン、3-グリシジルオキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-グリシジルオキシプロピルメチルジエトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、ジメチルジエトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、メチ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、N-フェニル-3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロイルオキプロピルメチルジメトキシシラン、3-メタクリロイルオキプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロイルオキプロピルメチルジエトキシシラン、及び3-メタクリロイルオキプロピルトリエトキシシランなどが挙げられる。

[0035] シランカップリング剤や界面活性剤は、無機充填材（D）100質量部に

対し、0.1～25.0質量部含有させるのが好ましく、0.1～10質量部含有させるのがより好ましく、0.1～2.0質量部含有させるのがさらに好ましい。

シランカップリング剤や界面活性剤の含有量を上記好ましい範囲とすることにより、無機充填材（D）の凝集を抑制しながら、過剰なシランカップリング剤や界面活性剤の半導体組立加熱工程（例えばリフロー工程）における揮発による接着界面での剥離を抑制することができ、ボイドの発生が抑えられ、ダイアタッチ性を向上させることができる。

[0036] 無機充填材（D）の形状は、フレーク状、針状、フィラメント状、球状、又は鱗片状のものが挙げられるが、高充填化及び流動性の観点から球状粒子が好ましい。

[0037] 本発明の接着剤用組成物は、エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）、ポリウレタン樹脂（C）および無機充填材（D）の各含有量の合計に占める無機充填材（D）の割合が、5～70体積％であることが好ましい。上記無機充填材（D）の含有割合が上記下限値以上であると、フィルム状接着剤とした際に治具痕の発生を抑制しつつ、ダイアタッチ性を向上させることができる。さらに、所望とする溶融粘度を付与できる場合がある。また、上記上限値以下であると、フィルム状接着剤に所望とする溶融粘度を付与することができ、ボイドの発生を抑制することができる。また、熱変化時に半導体パッケージに生じる内部応力を緩和することもでき、接着力も向上させることができる場合がある。

エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）、ポリウレタン樹脂（C）および無機充填材（D）の各含有量の合計に占める無機充填材（D）の割合は、30～70体積％が好ましく、20～60体積％がより好ましく、20～50体積％がさらに好ましい。

上記無機充填材（D）の含有量（体積％）は、エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）、ポリウレタン樹脂（C）および無機充填材（D）の含有質量と比重から算出することができる。

[0038] (その他の成分)

本発明の接着剤用組成物は、エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）、ポリウレタン樹脂（C）および無機充填材（D）の他に、本発明の効果を損なわない範囲で、これら以外的高分子化合物を含有してもよい。

上記高分子化合物としては、例えば、天然ゴム、ブチルゴム、イソプレンゴム、クロロプレンゴム、シリコーンゴム、エチレン-酢酸ビニル共重合体、エチレン-（メタ）アクリル酸共重合体、エチレン-（メタ）アクリル酸エステル共重合体、ポリブタジエン樹脂、ポリカーボネート樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、6-ナイロン及び6, 6-ナイロン等のポリアミド樹脂、（メタ）アクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレート及びポリブチレンテレフタレート等のポリエステル樹脂、ポリアミドイミド樹脂、フッ素樹脂、並びにフェノキシ樹脂等が挙げられる。これらの高分子化合物は単独で用いてもよく、また2種以上を組み合わせ用いてもよい。

また、本発明の接着剤用組成物は、例えば、有機溶媒（メチルエチルケトン等）、イオントラップ剤（イオン捕捉剤）、硬化触媒、粘度調整剤、酸化防止剤、難燃剤、又は着色剤等をさらに含有してもよい。例えば、国際公開第2017/158994号のその他の添加物を含むことができる。

[0039] 本発明の接着剤用組成物中に占める、エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）、ポリウレタン樹脂（C）および無機充填材（D）の各含有量の合計の割合は、例えば、60質量%以上とすることができ、70質量%以上が好ましく、80質量%以上がさらに好ましく、90質量%以上とすることもできる。また、上記割合は100質量%でもよく、95質量%以下とすることもできる。

本発明の接着剤用組成物は、本発明のフィルム状接着剤を得るために好適に用いることができる。ただし、フィルム状接着剤に限定されず、液状の接着剤を得るためにも好適に用いることができる。

[0040] 本発明の接着剤用組成物は、上記各成分を、エポキシ樹脂（A）が事実上、硬化しない温度において混合することにより得ることができる。混合の順

は特に限定されない。エポキシ樹脂（Ａ）、及びポリウレタン樹脂（Ｃ）等の樹脂成分を、必要に応じて溶媒と共に混合し、その後、無機充填材（Ｄ）及びエポキシ樹脂硬化剤（Ｂ）を混合してもよい。この場合、エポキシ樹脂硬化剤（Ｂ）の存在下での混合を、エポキシ樹脂（Ａ）が事実上、硬化しない温度で行えばよく、エポキシ樹脂硬化剤（Ｂ）の非存在下での樹脂成分の混合はより高い温度で行ってもよい。

[0041] 本発明の接着剤用組成物は、エポキシ樹脂（Ａ）の硬化を抑制する観点から、使用前（フィルム状接着剤とする前）には１０℃以下の温度条件下で保管されることが好ましい。

[0042] [フィルム状接着剤]

本発明のフィルム状接着剤は、本発明の接着剤用組成物より得られてなるフィルム状の接着剤である。したがって、上述の、エポキシ樹脂（Ａ）、エポキシ樹脂硬化剤（Ｂ）、ポリウレタン樹脂（Ｃ）および無機充填材（Ｄ）を含有してなる。また、ポリウレタン樹脂（Ｃ）は、動的粘弾性測定における $\tan \delta$ のピークトップ温度（ガラス転移温度、 T_g ）が０℃以上であり、エポキシ樹脂（Ａ）と前記ポリウレタン樹脂（Ｃ）の各含有量の合計に占める前記ポリウレタン樹脂（Ｃ）の割合は２～５０質量％である。

有機溶媒を含有する接着剤用組成物を用いて本発明のフィルム状接着剤を形成する場合は、溶媒は通常、乾燥により接着剤用組成物から除去される。したがって、本発明のフィルム状接着剤中の溶媒の含有量は１０００ppm（ppmは質量基準）以下であり、通常は０．１～１０００ppmである。

ここで、本発明において「フィルム」とは、厚み２００μm以下の薄膜を意味する。形状、大きさ等は、特に制限されず、使用態様にあわせて適宜調整することができる。

本発明のフィルム状接着剤は、半導体製造工程においてダイアタッチフィルムとして好適に用いることができる。この場合、本発明のフィルム状接着剤はピックアップ工程において治具痕を生じにくく、ダイアタッチ性にも優れ、半導体パッケージの高度な信頼性も実現することが可能となる。

[0043] 本発明のフィルム状接着剤は、ダイアタッチ性をより高める観点から、硬化前のフィルム状接着剤を25℃から5℃/分の昇温速度で昇温したとき、120℃における溶融粘度が100～10000 Pa・sの範囲にあることが好ましく、200～10000 Pa・sの範囲にあることがより好ましく、230～8000 Pa・sの範囲にあることがより好ましく、300～6000 Pa・sの範囲にあることがより好ましく、500～6000 Pa・sの範囲にあることがより好ましく、700～5500 Pa・sの範囲にあることがさらに好ましい。また、上記の120℃における溶融粘度は700～3000 Pa・sの範囲にあってもよく、700～2500 Pa・sの範囲にあることも好ましい。

溶融粘度は、後述する実施例に記載の方法により決定することができる。

溶融粘度は、無機充填材（D）の含有量、さらには、無機充填材（D）の種類に加え、エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）及びポリウレタン樹脂（C）等の、共存する化合物もしくは樹脂の種類、又はこれらの含有量により適宜に制御できる。

本発明において、硬化前のフィルム状接着剤とは、エポキシ樹脂（A）が熱硬化する前の状態にあるものをいう。熱硬化前のフィルム状接着剤とは、具体的には、フィルム状接着剤を調製後、25℃以上の温度条件下に曝されていないフィルム状接着剤を意味する。一方、硬化後のフィルム状接着剤とは、エポキシ樹脂（A）が熱硬化した状態にあるものをいう。なお、上記の説明は、本発明の接着剤組成物の特性を明確にするためのものであり、本発明のフィルム状接着剤が、25℃以上の温度条件下に曝されていないものに限定されるものではない。

[0044] 本発明のフィルム状接着剤は、厚みが1～60 μmであることが好ましい。この厚みは、3～30 μmがより好ましく、5～20 μmが特に好ましい。フィルム状接着剤を薄膜としても、ピックアップ時の治具痕、及びボイドの発生を抑制できる優れたダイアタッチ性を示すという、本発明の効果をより発揮することができるという観点からは、フィルム状接着剤の厚みは、1

～20 μm が好ましく、5～15 μm がより好ましい。

フィルム状接着剤の厚みは、接触・リニアゲージ方式（卓上型接触式厚み計測装置）により測定することができる。

[0045] 本発明のフィルム状接着剤は、本発明の接着剤用組成物（ワニス）を調製し、この組成物を、離型処理された基材フィルム上に塗布し、必要に応じて乾燥させて形成することができる。接着剤用組成物は、通常は有機溶媒を含有する。

離型処理された基材フィルムとしては、得られるフィルム状接着剤のカバーフィルムとして機能するものであればよく、通常のを適宜採用することができる。例えば、離型処理されたポリプロピレン（PP）、離型処理されたポリエチレン（PE）、及び離型処理されたポリエチレンテレフタレート（PET）が挙げられる。

塗工方法としては、通常の方法を適宜採用することができ、例えば、ロールナイフコーター、グラビアコーター、ダイコーター、及びリバースコーター等を用いた方法が挙げられる。

乾燥は、エポキシ樹脂（A）を硬化せずに、接着剤用組成物から有機溶媒を除去してフィルム状接着剤とできればよく、例えば、80～150℃の温度で1～20分保持することにより行うことができる。

[0046] 本発明のフィルム状接着剤は、本発明のフィルム状接着剤単独で構成されていてもよく、フィルム状接着剤の少なくとも一方の面に上述の離型処理された基材フィルムが貼り合わされてなる形態であってもよい。また、本発明のフィルム状接着剤は、フィルムを適当な大きさに切り出した形態であってもよく、フィルムをロール状に巻いてなる形態であってもよい。

[0047] 本発明のフィルム状接着剤は、少なくとも一方の表面（すなわち、被着体と貼り合わせる少なくとも一方の面）の算術平均粗さ R_a が3.0 μm 以下であることが好ましく、被着体と貼り合わせるいずれの側の表面の算術平均粗さ R_a も3.0 μm 以下であることがより好ましい。

上記の算術平均粗さ R_a は、2.0 μm 以下であることがより好ましく、

1. $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。下限値は特に制限はないが、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが实际的である。

[0048] 本発明のフィルム状接着剤は、エポキシ樹脂（A）の硬化を抑制する観点から、使用前（硬化前）には 10°C 以下の温度条件下で保管されることが好ましい。

[0049] [半導体パッケージおよびその製造方法]

次いで、図面を参照しながら本発明の半導体パッケージおよびその製造方法の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明および図面中、同一または相当する要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。図1～図7は、本発明の半導体パッケージの製造方法の各工程の好適な一実施形態を示す概略縦断面図である。

[0050] 本発明の半導体パッケージの製造方法においては、まず、第1の工程として、図1に示すように、表面に少なくとも1つの半導体回路が形成された半導体ウェハ1の裏面（すなわち、半導体ウェハ1の半導体回路が形成されていない面）に、本発明のフィルム状接着剤2（ダイアタッチフィルム2）を熱圧着し、次いで、このフィルム状接着剤2を介して、ダイシングフィルム3（ダイシングテープ3）を設ける。図1では、フィルム状接着剤2をダイシングフィルム3よりも小さく示しているが、両フィルムの大きさ（面積）は、目的に応じて適宜に設定される。熱圧着の条件は、エポキシ樹脂（A）が事実上熱硬化しない温度で行う。例えば、 70°C 程度で、圧力 0.3 MPa 程度の条件が挙げられる。

半導体ウェハ1としては、表面に少なくとも1つの半導体回路が形成された半導体ウェハを適宜用いることができ、例えば、シリコンウェハ、SiCウェハ、GaAsウェハ、及びGaNウェハが挙げられる。本発明のダイシングダイアタッチフィルムを半導体ウェハ1の裏面に設けるには、例えば、ロールラミネーター、及びマニュアルラミネーターのような通常の装置を適宜用いることができる。

[0051] 次いで、第2の工程として、図2に示すように、半導体ウェハ1とダイア

タッチフィルム2とを一体にダイシングすることにより、ダイシングフィルム3上に、半導体ウェハが個片化された半導体チップ4と、フィルム状接着剤2が個片化されたフィルム状接着剤片2とを備える接着剤層付き半導体チップ5を得る。ダイシング装置は特に制限されず、通常のダイシング装置を適宜に用いることができる。

- [0052] 次いで、第3の工程として、必要によりダイシングフィルムをエネルギー線で硬化して粘着力を低減し、ピックアップによりフィルム状接着剤片2をダイシングフィルム3から剥離する。次いで、図3に示すように、接着剤層付き半導体チップ5と配線基板6とをフィルム状接着剤片2を介して熱圧着し、配線基板6に接着剤層付き半導体チップ5を実装する。配線基板6としては、表面に半導体回路が形成された基板を適宜用いることができ、例えば、プリント回路基板（PCB）、各種リードフレーム、および、基板表面に抵抗素子及びコンデンサー等の電子部品が搭載された基板が挙げられる。

このような配線基板6に接着剤層付き半導体チップ5を実装する方法としては特に制限されず、通常の熱圧着による実装方法を適宜に採用することができる。

- [0053] 次いで、第4の工程として、フィルム状接着剤片2を熱硬化させる。熱硬化の温度としては、フィルム状接着剤片2の熱硬化開始温度以上であれば特に制限がなく、使用するエポキシ樹脂（A）、ポリウレタン樹脂（C）及びエポキシ硬化剤（B）の種類により適宜に調整される。例えば、100～180℃が好ましく、より短時間で硬化させる観点からは140～180℃がより好ましい。温度が高すぎると、硬化過程にフィルム状接着剤片2中の成分が揮発して発泡しやすくなる傾向にある。この熱硬化処理の時間は、加熱温度に応じて適宜に設定すればよく、例えば、10～120分間とすることができる。

- [0054] 本発明の半導体パッケージの製造方法では、図4に示すように、配線基板6と接着剤層付き半導体チップ5とをボンディングワイヤー7を介して接続することが好ましい。このような接続方法としては特に制限されず、通常の

方法、例えば、ワイヤーボンディング方式の方法、及びTAB（Tape Automated Bonding）方式の方法等を適宜採用することができる。

[0055] また、搭載された半導体チップ4の表面に、別の半導体チップ4を熱圧着、熱硬化し、再度ワイヤーボンディング方式により配線基板6と接続することにより、複数個積層することもできる。例えば、図5に示すように半導体チップをずらして積層する方法、または図6に示すように2層目以降のフィルム状接着剤片2を厚くすることで、ボンディングワイヤー7を埋め込みながら積層する方法等がある。

[0056] 本発明の半導体パッケージの製造方法では、図7に示すように、封止樹脂8により配線基板6と接着剤層付き半導体チップ5とを封止することが好ましく、このようにして半導体パッケージ9を得ることができる。封止樹脂8としては特に制限されず、半導体パッケージの製造に用いることができる適宜通常の封止樹脂を用いることができる。また、封止樹脂8による封止方法としても特に制限されず、通常行われている方法を採用することができる。

実施例

[0057] 以下、実施例及び比較例に基づいて本発明をより具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。また、室温とは25℃を意味し、MEKはメチルエチルケトン、IPAはイソプロピルアルコール、PETはポリエチレンテレフタレートである。「%」、「部」は、特に断りのない限り質量基準である。

[0058] [実施例1]

クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（商品名：EON-104S、重量平均分子量：5000、軟化点：92℃、固体、エポキシ当量：218、日本化薬（株）製）56質量部、ビスフェノールA型エポキシ樹脂（商品名：YD-128、重量平均分子量：400、軟化点：25℃以下、液体、エポキシ当量：190、新日化エポキシ製造（株）製）49質量部、及び、ポリウレタン樹脂溶液（商品名：ダイナレオVA-9320M、ポリウレタン

樹脂の重量平均分子量：120000、 T_g ：39℃、25℃における貯蔵弾性率：594MPa、溶媒：MEK/IPA混合溶媒、トーヨーケム（株）製）120質量部（ポリウレタン樹脂として30質量部）を1000mLのセパラブルフラスコ中に入れて、温度110℃で2時間加熱攪拌し、樹脂ワニスを得た。

次いで、この樹脂ワニス225質量部を800mLのプラネタリーミキサーに移し、アルミナフィラー（商品名：AO-502、平均粒径（ d_{50} ）：0.6 μ m（株）アドマテックス製）196質量部を添加して、イミダゾール型硬化剤（商品名：2PHZ-PW、四国化成（株）製）2.0質量部、シランカップリング剤（商品名：S-510、JNC株式会社製）3.0質量部を加えて室温において1時間攪拌後、真空脱泡して混合ワニス（接着剤用組成物）を得た。

次いで、得られた混合ワニスを厚み38 μ mの離型処理されたPETフィルム（剥離フィルム）上に塗布して、130℃で10分間加熱乾燥し、縦300mm、横200mm、厚みが10 μ mのフィルム状接着剤が剥離フィルム上に形成された2層積層フィルム（剥離フィルム付きフィルム状接着剤）を得た。

上記乾燥後にエポキシ樹脂は硬化しておらず、このことは下記の各実施例及び比較例においても同様である。

[0059] [実施例2]

ポリウレタン樹脂として、ポリウレタン樹脂溶液（商品名：ダイナレオVA-9310MF、重量平均分子量：110000、 T_g ：27℃、25℃における貯蔵弾性率：289MPa、溶媒：MEK/IPA混合溶媒、トーヨーケム（株）製）120質量部（ポリウレタン樹脂として30質量部）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0060] [実施例3]

ポリウレタン樹脂として、ポリウレタン樹脂溶液（商品名：ダイナレオV

A-9303MF、重量平均分子量：105000、 T_g ：4℃、25℃における貯蔵弾性率：100MPa、溶媒：MEK/IPA混合溶媒、トーヨーケム（株）製）120質量部（ポリウレタン樹脂として30質量部）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0061] [実施例4]

ポリウレタン樹脂溶液の配合量を200質量部（ポリウレタン樹脂として50質量部）とし、アルミナフィラーの配合量を224質量部としたこと以外は、実施例2と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0062] [実施例5]

ポリウレタン樹脂溶液の配合量を40質量部（ポリウレタン樹脂として10質量部）とし、アルミナフィラーの配合量を168質量部としたこと以外は、実施例2と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0063] [実施例6]

アルミナフィラーの配合量を305質量部としたこと以外は、実施例2と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0064] [比較例1]

ポリウレタン樹脂として、ポリウレタン樹脂（商品名：T-8175N、重量平均分子量：80000、 T_g ：-23℃、25℃における貯蔵弾性率：3.4MPa、ディーアイシーコベストロポリマー（株）製）30質量部を用い、さらにシクロヘキサノン90質量部を配合したこと以外は、実施例1と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0065] [比較例2]

ポリウレタン樹脂として、ポリウレタン樹脂溶液（商品名：ダイナレオVA-9302MF、重量平均分子量：95000、 T_g ：-5℃、25℃における貯蔵弾性率：8.7MPa、溶媒：MEK/IPA混合溶媒、トーヨーケム（株）製）120質量部（ポリウレタン樹脂として30質量部）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

ムを得た。

[0066] [比較例 3]

ポリウレタン樹脂に代えて、アクリル樹脂（商品名：SG-280EK23、重量平均分子量：800000、 T_g ：-29℃、25℃における貯蔵弾性率：6.5MPa、ナガセケムテックス（株）製）30質量部を配合し、さらにシクロヘキサノン90質量部を配合したこと以外は、実施例1と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0067] [比較例 4]

ポリウレタン樹脂に代えて、ビスフェノールA型フェノキシ樹脂（商品名：YP-50、重量平均分子量：70000、 T_g ：85℃、25℃における貯蔵弾性率1700MPa、新日化エポキシ製造（株）製）30質量部を配合し、さらにMEK90質量部を配合したこと以外は、実施例1と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0068] [比較例 5]

ポリウレタン樹脂溶液の配合量を520質量部（ポリウレタン樹脂として130質量部）とし、アルミナフィラーの配合量を337質量部としたこと以外は、実施例2と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0069] [比較例 6]

ポリウレタン樹脂の配合量を8質量部（ポリウレタン樹脂として2質量部）とし、アルミナフィラーの配合量を157質量部としたこと以外は、実施例2と同様にして接着剤用組成物及び2層積層フィルムを得た。

[0070] [試験例]

＜樹脂の動的粘弾性測定における $\tan \delta$ のピークトップ温度（ガラス転移温度（ T_g ））の測定＞

ポリウレタン樹脂、アクリル樹脂及びフェノキシ樹脂の各溶液を、厚み38 μ mの離型処理されたPETフィルム（剥離フィルム）上に塗布して、130℃で10分間の加熱により乾燥し、縦300mm、横200mm、厚み

が $30\mu\text{m}$ の樹脂フィルムが剥離フィルム上に形成された2層積層フィルムを得た。得られた樹脂フィルムを $5\text{mm}\times 17\text{mm}$ のサイズに切り取り、剥離フィルムを剥がして、動的粘弾性測定装置（商品名：Rheogel-E4000F、（株）ユービーエム製）を用いて、測定温度範囲 $20\sim 300^{\circ}\text{C}$ 、昇温速度 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、及び周波数 1Hz の条件下で測定し、 $\tan\delta$ ピークトップ温度（ $\tan\delta$ が極大を示す温度）をガラス転移温度（ T_g ）とした。

[0071] <硬化前溶融粘度の測定>

各実施例及び比較例において得られた剥離フィルム付フィルム状接着剤から縦 $5.0\text{cm}\times$ 横 5.0cm のサイズの正方形を切り取り、剥離フィルムを剥離した状態で切り取ったフィルム状接着剤を積層した。この積層物を、 70°C のステージ上で、ハンドローラーにて貼り合わせて、厚さが約 1.0mm である試験片を得た。この試験片について、レオメーター（RS6000、Hakke社製）を用い、温度範囲 $25\sim 250^{\circ}\text{C}$ 、昇温速度 $5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ での粘性抵抗の変化を測定した。得られた温度－粘性抵抗曲線から、硬化前のフィルム状接着剤の 120°C における溶融粘度（ $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ）を算出した。

[0072] <ニードル痕評価>

各実施例及び比較例において得られた剥離フィルム付フィルム状接着剤を、先ず、マニュアルラミネーター（商品名：FM-114、テクノビジョン社製）を用いて温度 70°C 、圧力 0.3MPa にてダミーシリコンウェハ（ 8inch サイズ、厚さ $100\mu\text{m}$ ）の一方の面に接着させた。その後、フィルム状接着剤から剥離フィルムを剥離した後、同マニュアルラミネーターを用いて室温、圧力 0.3MPa にてフィルム状接着剤の前記ダミーシリコンウェハとは反対側の面上にダイシングテープ（商品名：K-13、古河電気工業（株）製）及びダイシングフレーム（商品名：DTF2-8-1H001、DISCO社製）を接着させた。次いで、2軸のダイシングブレード（Z1：NBC-ZH2050（27HEDD）、DISCO社製／Z2：NBC-ZH127F-SE（BC）、DISCO社製）が設置されたダイ

シング装置（商品名：DFD-6340、DISCO社製）を用いて5mm×5mmのサイズになるようにダミーシリコンウェハ側からダイシングを実施して、フィルム状接着剤付きダミーチップを得た。

次いで、ダイボンダー（商品名：DB-800、（株）日立ハイテクノロジーズ製）にて、前記フィルム状接着剤付きダミーチップをダイシングテープから下記条件にてピックアップし、ピックアップ後のフィルム状接着剤上のニードル痕状態を観察し、下記評価基準に当てはめ評価した。

[0073] （ピックアップ条件）

ニードル本数4本、ニードルR150（ μm ）、ニードルピッチ3.5mm、突き上げ速度5mm/秒、突き上げ高さ200 μm 、及びピックアップ時間100m秒。

[0074] （評価基準）

AA：ピックアップした半導体チップ24個のすべてにおいて、フィルム状接着剤表面にニードル痕が観察されない。

A：ピックアップした半導体チップ24個のうち1～3個においてフィルム状接着剤表面にニードル痕が観察され、かつ、当該ニードル痕が観察されたフィルム状接着剤表面におけるニードル痕の数が1～3である。

B：ピックアップした半導体チップ24個のうち1～3個においてフィルム状接着剤表面にニードル痕が観察され、かつ、当該ニードル痕が観察されたフィルム状接着剤表面におけるニードル痕の数が4つのものがある。

C：ピックアップした半導体チップ24個のうち4個以上においてフィルム状接着剤表面にニードル痕が観察される。

[0075] ＜ダイアタッチ性評価＞

各実施例及び比較例において得られた剥離フィルム付きフィルム状接着剤を、先ず、マニュアルラミネーター（商品名：FM-114、テクノビジョン社製）を用いて温度70℃、圧力0.3MPaにてダミーシリコンウェハ（8inchサイズ、厚さ100 μm ）の一方の面に接着させた。その後、フィルム状接着剤から剥離フィルムを剥離した後、同マニュアルラミネータ

ーを用いて室温、圧力0.3 MPaにてフィルム状接着剤の前記ダミーシリコンウェハとは反対側の面上にダイシングテープ（商品名：K-13、古河電気工業（株）製）及びダイシングフレーム（商品名：DTF2-8-1H001、DISCO社製）を接着させた。次いで、2軸のダイシングブレード（Z1：NBC-ZH2050（27HEDD）、DISCO社製／Z2：NBC-ZH127F-SE（BC）、DISCO社製）が設置されたダイシング装置（商品名：DFD-6340、DISCO社製）を用いて10 mm×10 mmのサイズになるようにダミーシリコンウェハ側からダイシングを実施して、フィルム状接着剤片付きダミーチップを得た。

次いで、ダイボンダー（商品名：DB-800、（株）日立ハイテクノロジーズ製）にて、前記フィルム状接着剤付きダミーチップをダイシングテープからピックアップし、120℃、圧力0.1 MPa（荷重400 gf）、時間1.0秒の条件にて、前記フィルム状接着剤片付きダミーチップのフィルム状接着剤側と、リードフレーム基板（42 Alloy系、凸版印刷（株）製）の実装面側とを貼り合わせるように、熱圧着した。ここで、上記リードフレーム基板の実装面は、僅かな表面粗さを持つ金属面である。

基板上に熱圧着したフィルム状接着剤付きダミーチップについて、超音波探傷装置（SAT）（日立パワーソリューションズ製 FS300111）を用いて、フィルム状接着剤とリードフレーム基板実装面との界面におけるボイドの有無を観察し、下記評価基準に基づいて、ダイアタッチ性を評価した。

[0076] （評価基準）

A：実装した24個のダミーチップの全てにおいてボイドが観察されない。

B：実装した24個のダミーチップのうち1個以上3個以下のダミーチップにおいてボイドが観察される。

C：実装した24個のダミーチップのうち4個以上のダミーチップにおいてボイドが観察される。

[0077] <吸湿後ダイシエ強度>

各実施例及び比較例において得られた剥離フィルム付フィルム状接着剤を、先ず、マニュアルラミネーター（商品名：FM-114、テクノビジョン社製）を用いて温度70℃、圧力0.3MPaにてダミーシリコンウェハ（8inchサイズ、厚さ400μm）の一方の面に接着させた。その後、フィルム状接着剤から剥離フィルムを剥離した後、同マニュアルラミネーターを用いて室温、圧力0.3MPaにてフィルム状接着剤の前記ダミーシリコンウェハとは反対側の面上にダイシングテープ（商品名：K-13、古河電気工業（株）製）及びダイシングフレーム（商品名：DTF2-8-1H001、DISCO社製）を接着させた。次いで、2軸のダイシングブレード（Z1：NBC-ZH2050（27HEDD）、DISCO社製／Z2：NBC-ZH127F-SE（BC）、DISCO社製）が設置されたダイシング装置（商品名：DFD-6340、DISCO社製）を用いて2mm×2mmのサイズになるようにダミーシリコンウェハ側からダイシングを実施して、フィルム状接着剤片付きダミーチップを得た。

次いで、ポリイミド膜付きシリコンウェハ（ポリイミド種；パイメル、旭化成エレクトロニクス（株）製、ポリイミド膜；約8μm、シリコンウェハ700μm厚、ウェハサイズ8インチ）を、マニュアルラミネーターを用いて、室温、圧力0.3MPaにてシリコンウェハ側（ポリイミド膜とは反対側）の面上にダイシングテープ（商品名：K-8、古河電気工業（株）製）及びダイシングフレーム（商品名：DTF2-8-1H001、DISCO社製）を接着させた。次いで、2軸のダイシングブレード（Z1：NBC-ZH2050（27HEDD）、DISCO社製／Z2：NBC-ZH127F-SE（BC）、DISCO社製）が設置されたダイシング装置（商品名：DFD-6340、DISCO社製）を用いて12mm×12mmのサイズになるようにポリイミド膜付きシリコンウェハ側からダイシングを実施して、ポリイミド膜付きシリコンチップを得た。

次いで、ダイボンダー（商品名：DB-800、（株）日立ハイテクノロ

ジーズ製)にて、前記フィルム状接着剤片付きダミーチップをダイシングテープからピックアップし、120℃、圧力0.5MPa(荷重200gf)、時間1.0秒の条件において、前記フィルム状接着剤片付きダミーチップのフィルム状接着剤側と、12×12mmサイズのポリイミド膜付きシリコンチップの実装面側(ポリイミド膜)とを貼り合わせるように、熱圧着した。これを乾燥機中に配置して温度120℃で2時間加熱することによりフィルム状接着剤を熱硬化させた。その後、恒温恒湿器(商品名:PR-1J、エスベック(株)製)を用いて、得られたサンプルを、半導体技術協会JEDECが定める吸湿リフロー試験のMoisture sensitive level(MSL) Lv1の水準(温度85℃、相対湿度85%RH、168時間)にて168時間吸湿させた後、前記フィルム状接着剤片付きダミーチップのポリイミド表面に対するダイシエ強度(MPa)をボンドテスター(商品名:4000万能型ボンドテスター、デージ(株))を用いて測定した。8回の試験回数の平均値を吸湿後ダイシエ強度として算出した。また、上記吸湿前のダイシエ強度(8回の試験回数の平均値)に対する上記吸湿後ダイシエ強度の割合(100×吸湿後/吸湿前)をダイシエ強度維持率(%)とした。

[0078] <信頼性評価>

各実施例及び比較例において得られた剥離フィルム付きフィルム状接着剤を、まず、マニュアルラミネーター(商品名:FM-114、テクノビジョン社製)を用いて温度70℃、圧力0.3MPaにてポリイミド膜付きシリコンウェハ(ポリイミド種;パイメル、旭化成エレクトロニクス(株)製、ポリイミド膜;約8μm、シリコンウェハ100μm厚)のシリコンウェハ側に接着させた。その後、フィルム状接着剤から剥離フィルムを剥離した後、同マニュアルラミネーターを用いて室温、圧力0.3MPaにてフィルム状接着剤面上にダイシングテープ(商品名:K-13、古河電気工業(株)製)及びダイシングフレーム(商品名:DTF2-8-1H001、DISCO社製)を接着させた。次いで、2軸のダイシングブレード(Z1:NB

C-ZH2050 (27HEDD)、DISCO社製/Z2:NBC-ZH127F-SE (BC)、DISCO社製)が設置されたダイシング装置 (商品名:DFD-6340、DISCO社製)を用いて8mm×9mmのサイズになるようにポリイミド付きシリコンウェハ側からダイシングを実施して、フィルム状接着剤片付きのポリイミド膜付きシリコンチップを得た。

次いで、ダイボンダー (商品名:DB-800、(株)日立ハイテクノロジーズ製)にて、前記フィルム状接着剤片付きのポリイミド膜付きシリコンチップをダイシングテープからピックアップし、120℃、圧力0.1MPa (荷重720gf)、時間1.5秒の条件において、前記フィルム状接着剤片付きのポリイミド膜付きシリコンチップのフィルム状接着剤側と、リードフレーム基板 (42Alloy系、凸版印刷(株)製)の実装面側とを貼り合わせるように、熱圧着した。更に、同条件にて別のフィルム状接着剤片付きのポリイミド膜付きシリコンチップのフィルム状接着剤側を、先に搭載したフィルム状接着剤片付きのポリイミド膜付きシリコンチップのポリイミド膜表面に貼り合わせるように、熱圧着した。これを乾燥機中に配置して温度120℃で2時間加熱することによりフィルム状接着剤を熱硬化させて試験片を得た。

次に、モールド装置 (商品名:V1R、TOWA(株)製)を用いて、モールド剤 (京セラ製、KE-3000F5-2)により試験片を封止し、温度180℃において5時間加熱して熱硬化させ、半導体パッケージを得た。恒温恒湿器 (商品名:PR-1J、エスペック(株)製)を用いて、得られた半導体パッケージを半導体技術協会JEDECが定める吸湿リフロー試験のMoisture sensitive level (MSL) Lv1の水準 (温度85℃、相対湿度85%、168時間)、又はLv2の水準 (温度85℃、相対湿度60%、168時間)にて吸湿させた後、IRリフロー炉で温度260℃において10秒間加熱処理した。加熱後の半導体パッケージをダイヤモンドカッターで切断し、光学顕微鏡で観察して、リードフレームとフィルム状接着剤片との界面、及びポリイミド膜とフィルム状接着剤

片との界面に、剥離が発生しているか否かを観察し、信頼性を評価した。半導体パッケージは24個組立て、以下の基準で信頼性を評価した。

[0079] (評価基準)

AA : 温度85℃、相対湿度85%において168時間吸湿させた後、24個全ての半導体パッケージにおいて剥離不良の発生が認められない。

A : 上記AAには該当しないが、温度85℃、相対湿度60%において168時間吸湿させた後、24個全ての半導体パッケージにおいて剥離不良の発生が認められない。

B : 温度85℃、相対湿度60%RHにおいて168時間吸湿させた後、1個以上の半導体パッケージにおいて剥離不良が発生し、剥離箇所が全てフィルム状接着剤とリードフレーム間で発生。

C : 温度85℃、相対湿度60%RHにおいて168時間吸湿させた後、1個以上の半導体パッケージにおいて剥離不良が発生し、フィルム状接着剤とポリイミド膜間で少なくとも1つの剥離不良が発生。

[0080] 上記の各試験結果を下表に示す。

[0081]

[表1]

		実施例					
		1	2	3	4	5	6
フィルム状接着剤組成 (質量部)	エポキシ樹脂	E00N-104S (クレゾールノボラック型エポキシ樹脂)	56	56	56	56	56
		YD-128 (液状BisA型エポキシ樹脂)	49	49	49	49	49
	ポリマー	VA-9320M (ポリウレタン樹脂 Tg39°C 594MPa)	30				
		VA-9310MF (ポリウレタン樹脂 Tg27°C 289MPa)		30		10	30
		VA-9303MF (ポリウレタン樹脂 Tg4°C 100MPa)					
		A0502 (平均粒径0.5μm 7μmシリカファイバー)	196	196	224	168	305
	無機充填材	AG-4-8F (平均粒径2.0μm 銀フィラー)					
		SO-25R (平均粒径: 0.5μm シリカファイバー)					
		S-510 (エポキシ樹脂型シランカップリング剤)	3	3	3	3	3
		2PHZ-PW (ミダゾール型硬化剤)	2	2	2	2	2
全固形分			335	335	383	287	444
無機充填材含有量 (体積%)			30.0%	30.0%	30.0%	30.0%	40.0%
エポキシ樹脂とポリウレタン樹脂の合計に占めるポリウレタン樹脂の割合			22.4%	22.4%	32.5%	8.8%	22.4%
120°Cにおける硬化前溶解粘度 (Pa・s)			1050	940	830	230	1840
ニードル痕評価			AA	AA	AA	A	AA
グイタッチ性評価			A	A	A	A	A
グイエア強度 (対ポリミド面 MPa)			45	40	36	58	35
吸湿後グイエア強度 (対ポリミド面 MPa)			40	35	30	23	30
グイエア強度維持率			89%	88%	83%	82%	86%
信頼性評価			AA	AA	AA	AA	AA

[0082] [表2]

		比較例					
		1	2	3	4	5	6
フィルム状接着剤組成(質量部)	エポキシ樹脂	E0CN-104S (クレゾールノボラック型エポキシ樹脂)	56	56	56	56	56
		YD-128 (液状BisA型エポキシ樹脂)	49	49	49	49	49
	ポリマー	T-8175N (ポリアリレート樹脂 Tg=23℃ 3.4MPa)	30				
		VA-9302MF (ポリアリレート樹脂 Tg=5℃ 8.7MPa)		30			
		SG-280EK23 (アクリル樹脂 Tg=29℃ 6.5MPa)					
		YP-50 (BisA型フェノキシ樹脂 Tg85℃ 1700MPa)			30		
		VA-9310MF (ポリアリレート樹脂 Tg27℃ 289MPa)					
	無機充填材	A0502 (平均粒径0.5μm フッ素ナノ粒子)	196	196	196	196	157
		S-510 (エポキシ型ラジカルリソグレーション)	3	3	3	3	3
		2PHZ-PW (イミダゾール型硬化剤)	2	2	2	2	2
		全固形分	335	335	335	576	268
		無機充填材含有量(体積%)	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%
		エポキシ樹脂とポリマー樹脂の合計に占めるポリマー樹脂の割合	22.4%	22.4%	22.4%	55.6%	1.9%
		120℃における硬化前溶解粘度 (Pa・s)	750	840	2130	650	16500
		ニードル痕評価	C	B	B	AA	AA
		グイェア強度(対ポリミド面 MPa)	B	B	B	A	C
		グイェア強度(対ポリミド面 MPa)	30	35	28	38	12
		吸湿後グイェア強度(対ポリミド面 MPa)	25	29	18	9	4
		グイェア強度維持率	83%	83%	64%	24%	33%
		信頼性評価	A	A	A	B	C
							B

[0083] 上記表 1 及び 2 に示される通り、フィルム状接着剤に使用するポリウレタン樹脂の T_g が本発明で規定するよりも低いと、ピックアップ後にニードル痕が残りやすく、ダイアタッチ後にはボイドを生じやすく、また、信頼性評価においては良好な結果を示すものの、本発明で規定するポリウレタン樹脂を用いた場合に比べると、明らかに劣る結果となった（比較例 1、2）。

また、エポキシ樹脂に組み合わせる樹脂としてポリウレタン樹脂以外の樹脂を適用した場合、ダイシエア強度維持率が低く、信頼性にも劣る結果となった（比較例 3、4）。

また、本発明で規定するポリウレタン樹脂を用いた場合でも、含有量が本発明で規定するよりも多いと、実装においてボイドを生じやすく、また、ダイシエア強度とその維持率がいずれも低く、半導体パッケージの信頼性にも劣る結果となった（比較例 5）。逆にポリウレタン樹脂の含有量が本発明で規定するよりも少ないと、比較例 5 に比べて、さらにニードル痕も残りやすいものとなった（比較例 6）。

これに対し、本発明で規定する成分組成のフィルム状接着剤は、いずれもピックアップ工程においてニードル痕を生じにくく、実装においてはボイドを生じにくく、ダイシエア強度も十分に高く、高温高湿条件下でもダイシエア強度を十分に維持でき、半導体パッケージの信頼性にも優れていた（実施例 1～6）。

[0084] 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は、特に指定しない限り、我々の発明を、説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付の請求の範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであるとする。

[0085] 本願は、2021年9月28日に日本国で特許出願された特願2021-157430に基づく優先権を主張するものであり、これはここに参照してその内容を本明細書の記載の一部として取り込む。

符号の説明

- [0086] 1 半導体ウェハ
- 2 接着剤層（フィルム状接着剤）
- 3 ダイシングフィルム（ダイシングテープ）
- 4 半導体チップ
- 5 フィルム状接着剤片付き半導体チップ
- 6 配線基板
- 7 ボンディングワイヤー
- 8 封止樹脂
- 9 半導体パッケージ

請求の範囲

- [請求項1] エポキシ樹脂（A）、エポキシ樹脂硬化剤（B）、ポリウレタン樹脂（C）及び無機充填材（D）を含有し、
前記ポリウレタン樹脂（C）が、動的粘弾性測定における $\tan \delta$ のピークトップ温度が 0°C 以上であり、
前記エポキシ樹脂（A）と前記ポリウレタン樹脂（C）の各含有量の合計に占める前記ポリウレタン樹脂（C）の割合が2～50質量%である、接着剤用組成物。
- [請求項2] 前記接着剤用組成物を用いて形成した、硬化前のフィルム状接着剤を、 25°C から $5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の昇温速度で昇温したとき、 120°C における溶融粘度が $100 \sim 10000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲にある、請求項1に記載の接着剤用組成物。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の接着剤用組成物により得られてなるフィルム状接着剤。
- [請求項4] 厚みが $1 \sim 20 \mu\text{m}$ である、請求項3に記載のフィルム状接着剤。
- [請求項5] 半導体パッケージの製造方法であって、
表面に少なくとも1つの半導体回路が形成された半導体ウェハの裏面に、請求項3又は4に記載のフィルム状接着剤を熱圧着して接着剤層を設け、前記接着剤層を介してダイシングフィルムを設ける第1の工程と、
前記半導体ウェハと前記接着剤層とを一体にダイシングすることにより、ダイシングフィルム上に、フィルム状接着剤片と半導体チップとを備える接着剤層付き半導体チップを得る第2の工程と、
前記接着剤層付き半導体チップを前記ダイシングフィルムから剥離して、前記接着剤層付き半導体チップと配線基板とを前記接着剤層を介して熱圧着する第3の工程と、
前記接着剤層を熱硬化する第4の工程と、
を含む、半導体パッケージの製造方法。

[請求項6] 半導体チップと配線基板、又は、半導体チップ間が、請求項3又は4に記載のフィルム状接着剤の熱硬化体により接着されてなる、半導体パッケージ。