

明 細 書

発明の名称：

半導体装置製造用接着シート及びそれを用いた半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、QFN (Quad Flat Non-lead) 方式により半導体装置を組み立てる際にマスクテープとして好適に使用される接着シートと、それを用いた半導体装置の製造方法に関する。

本願は、2018年2月12日に、日本に出願された特願2018-022641号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話を始めとするIT機器の小型化、薄型化、多機能化の要求に対し、半導体装置（半導体パッケージ）におけるさらなる高密度実装技術の必要性が高まっている。

この要求に応えるCSP (Chip Size Package) 技術として、QFN方式が注目され（特許文献1および特許文献2参照。）、特に100ピン以下の少ピンタイプにおいては広く採用されている。

[0003] ここで、QFN方式による一般的なQFNパッケージの組立方法として、概略下記の方法が知られている。まず、貼着工程において、リードフレームの一方の面に接着シートを貼着し、次いで、ダイアタッチ工程において、リードフレームに複数形成された半導体素子搭載部（ダイパッド部）に、ICチップ等の半導体素子を各々搭載する。次に、ワイヤボンディング工程において、リードフレームの各半導体素子搭載部の外周に沿って配設された複数のリードと半導体素子とをボンディングワイヤにより電氣的に接続する。次に、封止工程において、リードフレームに搭載された半導体素子を封止樹脂により封止する。その後、剥離工程において、接着シートをリードフレームから剥離することにより、複数のQFNパッケージが配列されたQFNユニットを形成することができる。最後に、ダイシング工程において、このQF

Nユニットを各QFNパッケージの外周に沿ってダイシングすることにより、複数のQFNパッケージを製造できる。

[0004] このような用途に使用される接着シートには、剥離工程の前まではリードフレームの裏面および封止樹脂の裏面から剥がれることなく十分かつ安定に貼着し、かつ、剥離工程では容易に剥離でき、リードフレームの裏面や封止樹脂の裏面に接着剤が残留する糊残りや、接着シートの破断などの不都合がないものであることが要求される。

特に近年は、半導体装置のコスト低減のために銅合金からなるリードフレームが使用されるようになっている。このような銅合金からなるリードフレームは、遷移金属である銅の高分子材料に対する酸化劣化の触媒作用もあり、テーピング工程後のQFNパッケージ組み立てに伴う熱履歴により、接着剤が酸化劣化されやすく、シート剥離時に重剥離及び糊残りしやすくなる。

[0005] しかしながら、従来使用されていた接着シートは、銅合金からなるリードフレームに使用できる実用レベルを十分に満足するものではなかった。

例えば、従来の接着シートには、耐熱性フィルムからなる基材に、アクリロニトリル-ブタジエン共重合体とビスマレイミド樹脂とを含有する接着剤層が積層した形態のものがあるが（特許文献3参照。）、これを使用した場合、テーピング工程後のダイアタッチキュア処理、ワイヤボンディング工程、樹脂封止工程で加えられる熱により、アクリロニトリル-ブタジエン共重合体が劣化しやすく、剥離工程において、剥離困難となったり、接着シートが破断したり、糊残りが生じる、という問題を有していた。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2003-165961号公報

特許文献2：特開2005-142401号公報

特許文献3：特開2008-095014号公報

発明の概要

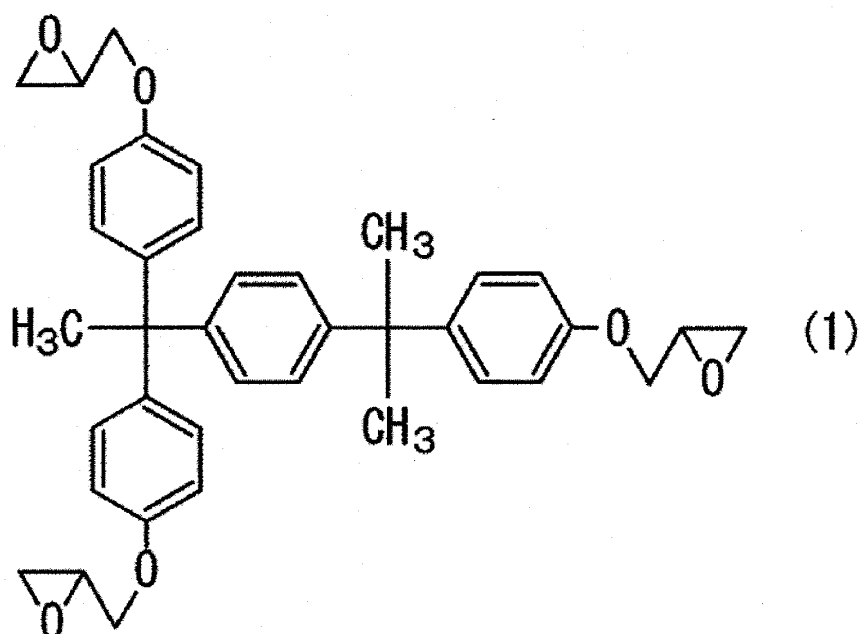
発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、剥離工程の前までは、QFN組み立てに伴う熱履歴を受けても、リードフレームの裏面および封止樹脂の裏面から剥がれることなくこれらに十分かつ安定に貼着し、封止樹脂の漏れもなく、しかも、剥離工程では容易に剥離でき、接着剤が残留する糊残りが生じたり破断したりしない接着シートと、これを用いた半導体装置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

[0008] 本発明の半導体装置製造用接着シートは、基材と、該基材の一方の面に設けられた熱硬化型の接着剤層とを備え、半導体装置のリードフレーム又は配線基板に剥離可能に貼着される半導体装置製造用接着シートにおいて、前記接着剤層は、カルボキシル基含有アクリロニトリルブタジエン共重合体（a）と、下記構造式（1）を有するエポキシ樹脂（b）と、マレイミド基を2個以上含有する化合物（c）とを含有し、未反応のマレイミド残留量が0.02～0.13であることを特徴とする。

[0009] [化1]



[0010] また、前記（a）成分は、アクリロニトリル含有量が5～50質量%で、かつ、数平均分子量から算出されるカルボキシル基当量が100～2000のカルボキシル基含有アクリロニトリル-ブタジエン共重合体であることが好ましい。

[0011] 前記（a）成分100質量部に対し、前記（b）成分と前記（c）成分との合計が20～300質量部であることが好ましい。

また、本発明の半導体装置の製造方法は、前記記載の半導体装置製造用接着シートを用いた半導体装置の製造方法であって、

リードフレーム又は配線基板に半導体装置製造用接着シートを貼着する貼着工程と、

前記リードフレーム又は配線基板に半導体素子を搭載するダイアタッチ工程と、

前記半導体素子と外部接続端子とを導通させるワイヤボンディング工程と、

前記半導体素子を封止樹脂で封止する封止工程と、

前記封止工程の後、半導体装置製造用接着シートをリードフレーム又は配線基板から剥離する剥離工程と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、剥離工程の前までは、QFN組み立てに伴う熱履歴を受けても、リードフレームの裏面および封止樹脂の裏面から剥がれることなくこれらに十分かつ安定に貼着し、封止樹脂の漏れもなく、しかも、剥離工程では容易に剥離でき、接着剤が残留する糊残りが生じたり破断したりしない接着シートと、これに用いた半導体装置の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の半導体装置の製造方法に用いられるリードフレームの一例を示す平面図である。

[図2]本発明の半導体装置の製造方法を説明する工程図である。

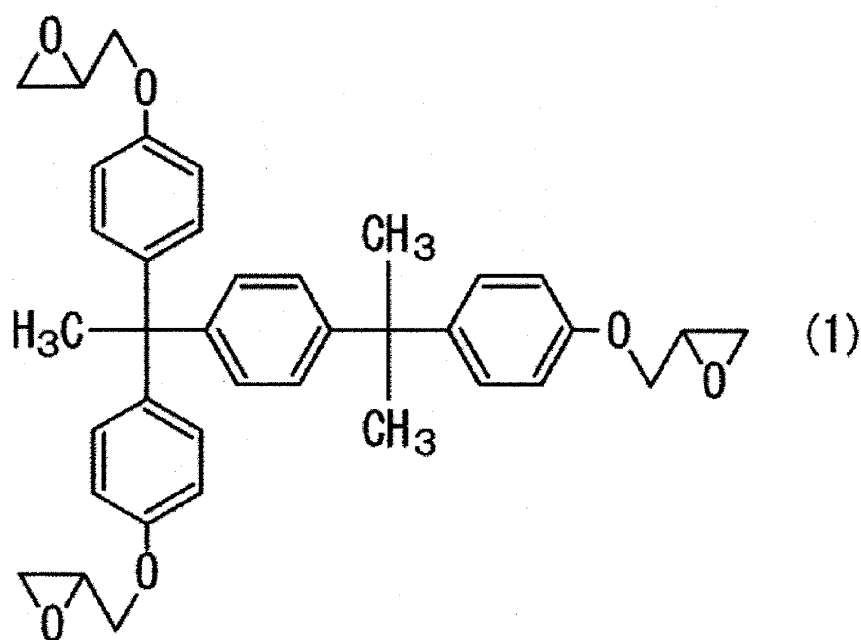
発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明について詳細に説明する。

[半導体装置製造用接着シート]

本発明の半導体装置製造用接着シート（以下、接着シートという）は、基材と、該基材の一方の面に設けられた熱硬化型の接着剤層とを備え、半導体装置のリードフレーム又は配線基板に剥離可能に貼着される接着シートにおいて、前記接着剤層は、カルボキシル基含有アクリロニトリル－ブタジエン共重合体（a）と、下記構造式（1）を有するエポキシ樹脂（b）と、マレイミド基を2個以上含有する化合物（c）とを含有し、未反応のマレイミド残留量が0.02～0.13であるものであって、QFN方式により半導体装置を組み立てる際にマスクテープとして使用される。

[0015] [化2]



[0016] カルボキシル基含有アクリロニトリル－ブタジエン共重合体（a）は、加熱初期における接着剤層の熔融粘度を適度に維持する役割などを果たすとともに、硬化した接着剤層に対して良好な柔軟性、接着性を付与するものであ

って、これを含有することによって、耐熱性フィルムなどからなる基材への密着性がよく、割れのない接着剤層を形成することができる。カルボキシル基含有アクリロニトリル-ブタジエン共重合体（a）としては、公知のものを制限なく使用できるが、アクリロニトリル含有量が5～50質量%のものが好ましく、10～40質量%のものがより好ましい。アクリロニトリル含有量が上記範囲未満であると、溶媒への溶解性や他の成分との相溶性が低下するため、得られる接着剤層の均一性が低下する傾向がある。一方、アクリロニトリル含有量が上記範囲を超えると、得られる接着剤層はリードフレームや封止樹脂への接着性が過度となり、これを接着シートに使用した場合、剥離工程での剥離が困難となったり、接着シートが破断したりする可能性がある。

[0017] カルボキシル基含有アクリロニトリル-ブタジエン共重合体における数平均分子量から算出されるカルボキシル基当量は100～20000の範囲のものが好ましく、200～10000のものがより好適である。カルボキシル基当量が上記範囲未満であると、他の成分との反応性が高くなりすぎ、得られる接着剤層の保存安定性が低下する傾向にある。一方、カルボキシル基当量が上記範囲を超えると、他の成分との反応性が不足するため、得られる接着剤層は、低Bステージとなりやすい。その結果、これを接着シートに使用した場合、加熱初期、すなわち接着シートの貼着工程や、ダイアタッチキュア処理などにおいて、接着シートが加熱された際に、接着剤層が低粘度化し、接着剤層で発泡を起こしたり、流れ出したりしやすく、熱安定性が低下する傾向にある。

なお、数平均分子量から算出されるカルボキシル基当量とは、数平均分子量（ M_n ）を1分子当たりのカルボキシル基数（官能基数）で除したものであって、下記式で示される。

$$\text{カルボキシル基当量} = M_n / \text{官能基数}$$

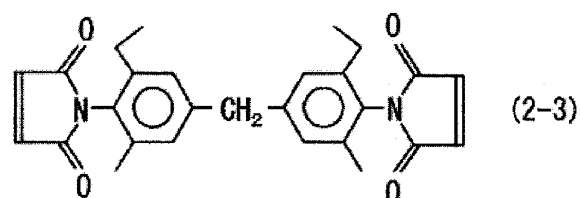
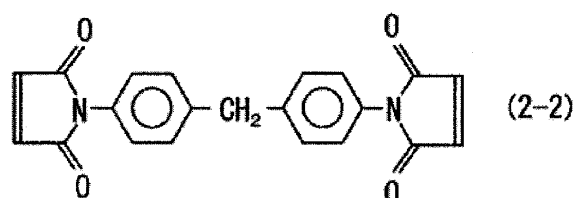
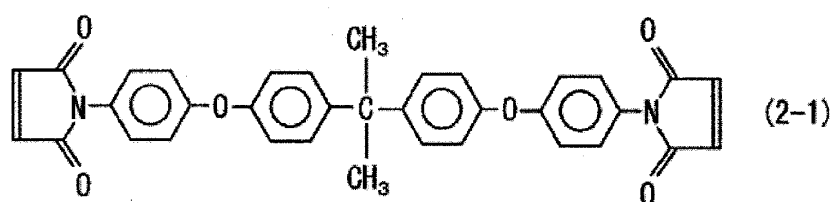
[0018] エポキシ樹脂（b）とマレイミド基を2個以上含有する化合物（c）は、接着剤層の熱硬化性を担うものであって、これらを併用することにより、熱

安定性に優れ、しかも、剥離工程では容易に剥離でき、糊残りや破断が生じない接着剤層を形成することができる。特にエポキシ樹脂（b）は、接着剤層に対して靱性を付与するものであって、これを含有することによって、剥離工程で接着剤層が割れることによる糊残りを抑えることができる。

[0019] マレイミド基を2個以上含有する化合物（c）は、接着剤層に対して熱安定性を付与するとともに、接着剤層の接着性を調整する作用を奏し、これを含有することによって、接着性が適度に制御され、剥離工程で容易に剥離できる接着剤層を形成することができる。

マレイミド基を2個以上含有する化合物（c）の具体例としては、ビスマレイミド樹脂を構成する化合物が好ましく使用され、下記式（2-1）～（2-3）のものが挙げられるが、中でも特に下記式（2-1）または（2-3）で示される化合物が溶媒に対する溶解性の点で有用である。

[0020] [化3]



[0021] なお、上述の（a）～（c）の各成分としては、いずれも、1種の化合物

から構成されたものを使用してもよいし、2種以上の化合物の混合物を使用してもよい。

[0022] 本発明の半導体装置製造用接着シートにおける接着剤層は、未反応のマレイミド残留量が0.02～0.13でなければならない。特に未反応のマレイミド残留量は0.02～0.10が好ましい。未反応のマレイミド残留量が0.02より低い場合は、リードフレームへの初期接着強度が低く、ラミネート加工時に未着部分が発生するなどの、不具合が生じる。一方、0.13より高いと、リードフレームへの初期接着強度が高くなり、その結果、パッケージ組立後のディテーパーピング性が悪くなる（高剥離強度、糊残り・テープ破断が生じやすくなる）。未反応のマレイミド残留量を0.02～0.13にするためには、接着剤層の製造時における乾燥過程で硬化を適切にコントロールすることで得ることができる。

未反応のマレイミド残留量は、接着剤層をFT-IR分光法（フーリエ変換赤外分光法）によって測定した結果を分析することによって得ることができる。未反応のマレイミド残留量は、FT-IRにおけるマレイミドのピーク（ 1148 cm^{-1} ）の積分値と、マレイミドの芳香環のピーク（ 1500 cm^{-1} ）の積分値の比（ S_{1148}/S_{1500} ）より、算出される。未反応のマレイミド残留量の分析方法について詳細には実施例の評価結果に記載する。

[0023] 前記各成分の比率は、（a）成分100質量部に対し、（b）成分と（c）成分との合計が20～300質量部であることが好ましく、20～200質量部がより好ましい。（b）成分と（c）成分との合計が上記範囲未満であると、接着剤層の反応性が低下し、加熱によっても不溶不融化が進行しにくくなり、熱安定性が低下することにより接着力が強くなる傾向がある。一方、上記範囲を超えると、加熱初期における接着剤層の溶融粘度が不足し、この接着剤層を使用した接着シートでは、テーピング工程後のダイアタッチキュア処理などで、接着剤層が流れ出したり発泡したりするおそれがある。

[0024] さらに、（b）成分に対する（c）成分の質量比（ $(c)/(b)$ ）は、

0.1～1.0の範囲が好ましい。上記範囲未満では、得られる接着剤層は常温での硬化反応が進行し易くなり保存安定性が乏しくなる場合や、接着力が強くなりすぎて、これを使用した接着シートは剥離工程で剥離不能となったり、破断したりするおそれがある。一方、上記範囲を超えると、接着シートの製造時において、この接着剤層と耐熱性フィルムからなる基材との接着性が低下する場合や、接着剤層が発泡したり、得られた接着シートが糊残りしやすいものとなる傾向がある。

[0025] 本発明の半導体装置製造用接着シートにおける接着剤層には、反応性シロキサン化合物を含有させてもよい。反応性シロキサン化合物は、接着剤層を構成する各成分の相溶性を高めるとともに、接着剤層の封止樹脂からの剥離性を向上させるためのものであって、これを含有することによって、各成分が良好に相溶し、成分の分離、析出などの不都合のない均一な接着剤層を形成できる。その結果、接着剤層は接着強度が均一なものとなり、部分的に接着強度が高いことに起因する剥離性の低下、糊残りなどの不都合を抑制することができる。

反応性シロキサン化合物としては、アミノ変性、エポキシ変性、カルボキシル変性、メルカプト変性等の反応基により反応性が付与されたシロキサン化合物が制限なく使用できる。これらのなかでも、1,3-ビス(3-アミノプロピル)テトラメチルジシロキサン、アミノプロピル末端のジメチルシロキサン4量体または8量体、ビス(3-アミノフェノキシメチル)テトラメチルジシロキサンが(b)成分および(c)成分との反応が速やかに進行する点で好適である。反応性シロキサン化合物としては、このようにシロキサン構造の両末端に反応基が結合したものを使用することが反応性の点から好ましいが、片末端のものや、末端の一方が反応性で他方が非反応性であるシランカップリング剤も使用できる。

[0026] 本発明の半導体装置製造用接着シートにおける接着剤層は、(b)成分のエポキシ基数と(c)成分のマレイミド基数との合計に対する反応性シロキサン化合物の反応基数の比が0.05～1.2であることが好ましく、より

好ましくは0.1～0.8である。上記範囲未満では、接着剤層全体としての反応性が低下して、ダイアタッチキュア処理などで硬化反応が進行し難くなり、その結果、接着力が強くなりすぎる場合がある。一方、上記範囲を超えると、反応が過剰に進行しすぎて、接着剤層の調製時にゲル化などの問題が起こりやすく、接着力が弱くなりやすい。

[0027] 接着剤層には、(a)～(c)の各必須成分の他に、有機過酸化物、イミダゾール類、トリフェニルホスフィン等の反応促進剤を添加してもよい。これらの添加により、接着剤層の常温での状態を良好なBステージにコントロールすることも可能である。

さらに、溶融粘度のコントロール、熱伝導性向上、難燃性付与などの目的のために、平均粒径1 μm 以下のフィラーを添加してもよい。フィラーとしては、シリカ、アルミナ、マグネシア、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化チタン、炭酸カルシウム、水酸化アルミニウム等の無機フィラー、シリコン樹脂、フッ素樹脂等の有機フィラーなどが挙げられる。フィラーを使用する場合には、その含有量は、接着剤層中、1～40質量%とすることが好ましい。

[0028] 本発明の接着シートは、基材である耐熱性フィルムの片面に、上述の接着剤層が形成されたものである。

このような接着シートを製造する場合には、まず、少なくとも上述のカルボキシル基含有アクリロニトリル-ブタジエン共重合体(a)、前記構造式(1)を有するエポキシ樹脂(b)、マレイミド基を2個以上含有する化合物(c)、必要に応じて反応性シロキサン化合物と溶媒とからなる接着剤塗料を調製する。ついで、この塗料を耐熱性フィルムの片面に、乾燥後の接着剤層の厚さが好ましくは1～50 μm 、より好ましくは3～20 μm になるように塗布し、乾燥すればよい。また、接着剤層の保護のために、形成された接着剤層上には、さらに剥離性の保護フィルムを設けることが好ましく、その場合には、保護フィルム上に塗料を塗布、乾燥して接着剤層を形成し、その上に耐熱性フィルムを設ける方法で接着シートを製造してもよい。なお

、保護フィルムは、接着シートの使用時には剥離されるものである。

[0029] 耐熱性フィルムとしては、ポリイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、液晶ポリマー、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等からなる耐熱性プラスチックフィルム、エポキシ樹脂－ガラスクロス等の複合耐熱フィルム等が挙げられるが、特にポリイミドフィルムが好ましい。

ポリイミドフィルムの厚さは、12.5～125 μm が好ましく、より好ましくは25～50 μm である。上記範囲未満であると、接着シートのコシが不充分になって扱い難くなる傾向があり、上記範囲を超えると、QFN組み立て時のテーピング工程や剥離工程での作業が困難になる傾向がある。

[0030] 接着剤塗料に使用される溶媒としては、炭化水素類、アルコール類、ケトン類、エーテル類（テトラヒドロフランなど）等の有機溶剤、水等のうち1種以上を好ましく使用でき、その使用量は、塗料として適切な粘度となるように適宜調整すればよい。また、塗料の性状は、溶液、エマルジョン、サスペンションのいずれでもよく、使用する塗布装置および環境条件などに応じて適宜選択すればよい。

[0031] 剥離性の保護フィルムとしては、ポリエチレン、ポリプロピレン、塩化ビニル、フッ素系樹脂、シリコーン等のプラスチックフィルムや、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、紙等にシリコーン被覆等で剥離性を付与したものが挙げられる。

[0032] [半導体装置の製造方法]

本発明の接着シートを用いた半導体装置の製造方法は、リードフレーム又は配線基板に接着シートを貼着する貼着工程と、リードフレーム又は配線基板に半導体素子を搭載するダイアタッチ工程と、半導体素子と外部接続端子とを導通させるワイヤボンディング工程と、半導体素子を封止樹脂で封止する封止工程と、封止工程の後、接着シートをリードフレーム又は配線基板から剥離する剥離工程とを備えるものである。

[0033] 以下、本発明の接着シートを用いた半導体装置の製造方法の一例について

、図１～２を参照して説明する。図１は、半導体素子を搭載する側から見たリードフレームの平面図であり、図２（ａ）～（ｆ）は、図１に示すリードフレームを用いてＱＦＮパッケージを製造する方法を示す工程図であって、図１のリードフレームのＡ－Ａ’断面図である。

[0034] まず、図１に示す概略構成のリードフレーム２０を用意する。リードフレーム２０は、ＩＣチップ等の半導体素子を搭載する複数の半導体素子搭載部（ダイパッド部）２１がマトリックス状に形成され、各半導体素子搭載部２１の外周に沿って多数のリード２２（外部接続端子）が形成されたものである。

リードフレーム２０の材質としては、従来公知のものが挙げられ、例えば、銅板及び銅合金板、またはこれらにストライクメッキを設けたものや、銅合金板の表面に、ニッケルメッキ層とパラジウムメッキ層と金メッキ層とがこの順に設けられたものが挙げられる。

[0035] 図２（ａ）に示すように、リードフレーム２０の一方の面（下面）に、接着シート１０を接着剤層（図示略）がリードフレーム２０に当接するように貼着する（貼着工程）。接着シート１０をリードフレーム２０に貼着する方法としては、ラミネート法・プレス法等があるが、生産性の観点で、テーピング工程を連続的に行うことができるラミネート法が好適である。本工程における接着シート１０の温度は、例えば、常温（５～３５℃）から１５０℃とされ、６０～１２０℃がより好ましい。１５０℃より高い温度で貼着するとリードフレームに反りが生じやすくなる。

本工程でリードフレーム２０に反りが生じると、ダイアタッチ工程やワイヤボンディング工程での位置決めが困難になることや、加熱炉への搬送が困難になり、ＱＦＮパッケージの生産性を低下させるおそれがある。

[0036] 図２（ｂ）に示すように、リードフレーム２０の半導体素子搭載部２１における接着シート１０が貼着されていない側に、ダイアタッチ剤（図示略）を介してＩＣチップ等の半導体素子３０を載置する。この際、リードフレーム２０は、反りが抑制されているため、容易に位置決めされる。そして、半

導体素子 30 が所定の位置に正確に載置される。その後、100～200℃程度に加熱して、ダイアタッチ剤を硬化し、半導体素子 30 を半導体素子搭載部 21 に固定して搭載する（ダイアタッチ剤硬化処理。以上、ダイアタッチ工程。）。この際、接着シート 10 は、接着剤層が硬化して、リードフレームに接着される。

[0037] 接着シート 10 やダイアタッチ剤等から発生するアウトガス成分がリードフレーム 20 や半導体素子 30 に付着していると、ワイヤボンディング工程においてワイヤの接合不良による歩留低下を生じやすい。そこで、ダイアタッチ工程の後、ワイヤボンディング工程の前に、リードフレーム 20 や半導体素子 30 にプラズマ処理を施す（プラズマクリーニング工程）。プラズマ処理としては、例えば、接着シート 10 が貼着され半導体素子 30 が搭載されたリードフレーム 20（以下、仕掛品ということがある）をアルゴンガス、又はアルゴンガスと水素ガスとの混合ガス等の雰囲気中でプラズマ照射する方法が挙げられる。プラズマ処理におけるプラズマの照射出力は、例えば、150～600Wとされる。また、プラズマ処理の時間は、例えば、0.1～15分間とされる。

[0038] 図 2（c）に示すように、半導体素子 30 とリードフレーム 20 のリード 22（外部接続端子）とを金ワイヤ、銅ワイヤ、パラジウムで被覆された銅ワイヤ等のボンディングワイヤ 31 で電氣的に導通する（ワイヤボンディング工程）。本工程は、仕掛品をヒーターブロック上で 150～250℃程度に加熱しながら行われる。本工程における加熱時間は、例えば、5～60分間とされる。

ワイヤボンディング工程で仕掛品が加熱されると、接着剤層中にフッ素添加剤が含有されている場合は、フッ素添加剤が接着剤層の表面に移行するため、後述の剥離工程において接着シート 10 は、リードフレーム 20 及び封止樹脂 40 から剥離しやすくなる。

[0039] 図 2（d）に示すように、図 2（c）に示す仕掛品を金型内に載置し、封止樹脂（モールド材）を用いて金型内に射出して充填する。任意の量を金型

内に充填した後、金型内を任意の圧力で維持することにより、半導体素子 30 を封止樹脂 40 により封止する（封止工程）。封止樹脂としては、従来公知のものが用いられ、例えば、エポキシ樹脂及び無機フィラー等の混合物が挙げられる。

図 2（e）に示すように、接着シート 10 を封止樹脂 40 及びリードフレーム 20 から剥離することにより、複数の QFN パッケージ 50 が配列された QFN ユニット 60 を得る（剥離工程）。

[0040] 図 2（f）に示すように、QFN ユニット 60 を各 QFN パッケージ 50 の外周に沿ってダイシングすることにより、複数の QFN パッケージ 50 を得る（ダイシング工程）。

[0041] なお、上述の実施形態では、リードフレームを用いた QFN パッケージの製造方法を例にして説明したが、本発明はこれに限定されず、リードフレームを用いた QFN パッケージ以外の半導体装置の製造方法、配線基板を用いた半導体装置の製造方法にも適用できる。

[0042] 本発明の接着シートにおける接着剤層は、カルボキシル基含有アクリロニトリル-ブタジエン共重合体（a）のカルボキシル基とエポキシ樹脂（b）のグリシジル基とを架橋して B ステージ状態（半硬化状態）をとることにより、低いガラス転移温度（ $-30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ）とすることができる。低いガラス転移温度の接着剤層を有する接着シートは、比較的低温の加熱条件、具体的には常温（ $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ） $\sim 150^{\circ}\text{C}$ でロールラミネータなどによりテーピング工程を連続的に行うことができ生産性に優れる。

[0043] また、本発明の接着シートにおける低いガラス転移温度（ $-30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ）の接着剤層は、加熱されたときに高弾性率の特性が得られる。近年、ワイヤボンディング工程でのコストダウンを目的として、従来の金ワイヤに換わり低コストな銅ワイヤまたは、パラジウム被覆された銅ワイヤによるボンディングをした製品が普及し始めている。銅ワイヤまたは、パラジウム被覆された銅ワイヤは、金より高弾性の金属のため、安定した形状を作るためには従来の金ワイヤより高荷重での加工が必要となる。

このような大きな荷重をリードフレームに加えると、リードフレーム下部に貼着されている接着シートにおける接着剤層が低弾性率であると、該接着剤層が変形しその変形された接着剤層の状態では樹脂封止される。そうすると、変形された接着剤層部分から封止樹脂の漏れが発生する。また、リードフレームから接着シートを剥離する際には、該変形された接着剤層部分から接着剤層が破断してリードフレーム表面上に接着剤が残留するという問題も生じる。加えて、ワイヤボンディング時に、接着剤が低弾性率であると、接着剤が変形してしまうことで、ワイヤ荷重が伝わりにくく、ワイヤボンディング不良も起こりやすくなる。本発明の接着シートにおける接着剤層は、上記のように高弾性率の特性を有するため、銅ワイヤまたは、パラジウム被覆された銅ワイヤを用いて、ワイヤボンディングしても、ワイヤボンディング不良や、封止樹脂の漏れや接着剤層の残留の問題が生じにくい。

[0044] また、本発明の接着シートにおける接着剤層には、マレイミド基を2個以上含有する化合物(c)を含有し、未反応のマレイミド樹脂残留量を特定の範囲にしているので、接着剤層を高Bステージ状態とすることができる、そのため、リードフレームへの接着強度が高くなることを抑え、その結果、封止樹脂の漏れ、接着剤のリードフレームへの残留及び剥離時の接着剤層の破断を抑制することができる。

実施例

[0045] 以下、本発明について、実施例を示して具体的に説明する。

[実施例1～4および比較例1～3]

(接着剤塗料の組成)

表1に示す質量比率で、(a)～(c)成分及びその他の成分と溶媒であるテトラヒドロフラン(THF)とを混合して、接着剤塗料を調製した。

ついで、この接着剤塗料を厚さ25 μ mのポリイミドフィルム(東レ・デュポン社製、商品名カプトン100EN)の片面に、乾燥後の接着剤層厚さが5 μ mとなるよう塗布後、表1に示す乾燥条件に基づいて熱風循環型オーブン中で乾燥し、接着シートを得た。

なお、使用した各成分の詳細は以下の通りである。

[0046] ・カルボキシル基含有アクリロニトリル－ブタジエン共重合体：数平均分子量より算出されるカルボキシル基当量1500、アクリロニトリル含有量27質量%

・構造式(1)を有するエポキシ樹脂：分子量630、官能基当量210 g/e q

・ビスフェノールAジフェニルエーテルビスマレイミド：分子量570、官能基当量285 g/e q

・1,3-ビス(3-アミノプロピル)テトラメチルジシロキサン：分子量248、官能基当量62 g/e q

[0047]

[表1]

表 1

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3
(a)成分	カルボキシル基含有アクリロニトリル-ブタジエン共重合体	100	100	100	100	100	100
(b)成分	構造式(1)を有するエポキシ樹脂	12	12	12	12	12	12
(c)成分	ビスフェノールAジエーテルビスマレイン酸	24	24	72	24	72	72
	1. 3-ビス(3-アミノプロピル)テトラメチルジシロキサン	1	1	3	1	3	3
	2-エチル-4-メチルイミダゾール	1	1	1	1	1	1
	ヒンダードフェノール系酸化防止剤 (BASF社製 商品名:IRGANOX1010)	5	5	5	5	5	5
	アッセル系添加剤 (DIC社製 商品名:メガアックF-553)	—	2.5	2.5	—	2.5	2.5
	乾燥条件 (加熱温度/加熱時間)	180°C/3min	180°C/3min	180°C/3min	260°C/6min	220°C/3min	100°C/3min

[0048] 上述のようにして得られた各例の接着シートについて、次の測定及び評価を行い、その結果を表2に示した。

(1) 未反応のマレイミド残留量

接着シートのマレイミド残留量は、FT-IR (パーキンエルマー社製S

pectrum100)を用いて、ATR (Attenuated Total Reflection) 法によって測定した。接着シートのマレイミド残留量の算出方法を以下に示す。

(i)測定：ATR補正と吸光度変換後、以下の波数S1、S2におけるピーク面積を算出する。

S1 = マレイミドのピーク (1148 cm^{-1}) の積分値

S2 = マレイミドの芳香環のピーク (1500 cm^{-1}) の積分値

(ii) S1 / S2 の比を、未反応のマレイミド残留量とした。

[0049] (2) Cu板に対する剥離強度

被着体：銅板(古河製 $125\text{ }\mu\text{m}$ 7025タイプ)

接着シートサイズ：幅 10 mm × 長さ 50 mm

加工：ロールラミネータを使用し、各例で得られた接着シートを被着体へ貼り付けたものを、試験体とした。その際のラミネート条件は、温度 80°C 、圧力 4 N/cm 、圧着速度 1 m/分 とした。

測定：万能引張試験機を使用して、試験体の 90° ピール強度を常温で測定した。銅板を固定し、接着シートを垂直方向に引っ張って測定した。引張速度は 50 mm/分 とした。

評価：剥離強度は、実用上 5 g f/cm 以上が問題ない接着強度である。
 5 g f/cm 以上を○とし、 5 g f/cm 未満を×とした。

[0050] (3) ダイアタッチ工程後の熱特性

加工：各例で得られる接着シートにおいて、厚さ $25\text{ }\mu\text{m}$ のポリイミドフィルムを、厚さ $38\text{ }\mu\text{m}$ の離型処理を施したポリエチレンテレフタレートフィルム (PETフィルム) としたものを作製し、ダイアタッチキュア処理を想定し、通風オープンを使用して 175°C で1時間加熱した。

測定：加熱後の接着シートにおける接着剤層をPETフィルムから取り出し、引張貯蔵弾性率をDMA (Dynamic Mechanical Analyzer) を用いて測定した。

DMAとしてバイブロン測定器 (オリエンテック社製、RHEOVIBR

ON DDV-11-EP) を用いて、周波数 11 Hz、昇温速度 10℃/min、荷重 1.0 gf にて測定を行った。

評価：ワイヤボンディング工程時を想定した際にかかる温度、200℃における引張貯蔵弾性率が 10 MPa 以上のものを○とした。

[0051] (4) 樹脂封止工程後の試験体に対する剥離強度、テープ剥離後の接着剤残留物の有無

加工・測定方法：

(i) 試験体の作製と熱処理

各例で得られた接着シートを幅 50 mm×長さ 60 mm に裁断した後、実際の QFN の組み立てに伴う熱履歴などを想定して、まず、下記の (a) ～ (d) を順次実施した。

(a) 各例で得られた接着シートを幅 50 mm×長さ 60 mm に裁断し、これを 50 mm×100 mm の外寸 57.5 mm×53.5 mm 銅合金製のテスト用リードフレーム（表面ストライクメッキ、8×8 個のマトリクス配列、パッケージサイズ 5 mm×5 mm、32 ピン）に、ロールラミネータを使用して貼り付けた。その際のラミネート条件は、温度 80℃、圧力 4 N/cm、圧着速度 1 m/分とした。

(b) 接着シートが貼着された銅合金製のテスト用リードフレームを通風オーブンで 175℃/1 時間加熱した。これは、ダイアタッチキュア処理を想定した処理である。

(c) プラズマ照射処理：Yield エンジニアリング社製 1000 P より、ガス種に Ar を使用して、450 W/60 秒間処理した。

(d) 200℃/30 分加熱：ワイヤボンディング工程を想定した処理であって、ホットプレートを使用して加熱した。

ついで、(a) ～ (d) の熱処理が済んだ被着体の接着シートが貼り合わされた面とは逆の銅材露出面に、モールドプレス機を用いて、175℃/3 分の条件で封止樹脂を積層した（樹脂封止工程）。封止樹脂としては住友ベークライト社製のエポキシモールド樹脂（EME-G631BQ）を使用し

た。

[0052] (i i) 剥離強度の測定、テープ剥離後の接着剤残留物の有無

上述の樹脂封止工程後の試験体について、万能引張試験機を使用して、90°ピール強度を常温で測定した。なお、試験体を固定し、接着シートのコーナー部分を垂直方向に引っ張って測定した。引張速度は300mm/分とした。また、テープ剥離後の接着剤残留物の有無を、光学顕微鏡（キーエンス社製 デジタルマイクロ스코プ VHX-500）を用いて、倍率100倍で確認した。

評価：

○：剥離強度が1000gf/50mm未満であって、剥離した接着シートが破断しておらず、リードフレーム材表面および封止樹脂表面に接着剤が残留していない。

△：剥離強度が1000gf/50mm以上であって、剥離した接着シートが破断しておらず、リードフレーム材表面および封止樹脂表面に接着剤が残留していない。

×：接着シートの破断が認められるか、リードフレーム材表面および封止樹脂表面に接着剤の残留が認められるかのいずれか少なくとも1つに該当する。

[0053] (5) 樹脂漏れの有無

上述の樹脂封止工程後の試験体について、封止樹脂漏れの有無を、光学顕微鏡（キーエンス社製 デジタルマイクロ스코プ VHX-500）を用いて、倍率100倍で確認した。

○：接着シート剥離後の、樹脂封止済のテスト用リードフレーム材表面に、封止樹脂が漏れ出していない。

[0054]

[表2]

表 2

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3
未反応のマレイミド残量	0.029	0.026	0.10	0.068	0	0.017	0.14
Cu板に対する剥離強度 (gf/cm)	20	15	400	6	2	2	450
	○	○	○	○	×	×	○
ダイアタッチ工程後の熱特性 (MPa)	10	10	10	20	10	20	20
	○	○	○	○	○	○	○
樹脂封止工程後の試験体に対する剥離強度 (gf/50mm)	530	400	830	1060	接着テープ が貼れない	接着テープ が貼れない	接着テープ が剥けた
テープ剥離後の接着剤残留物の有無	○	○	○	△	—	—	—
樹脂漏れの有無	○	○	○	○	—	—	—

[0055] 上記の表2から明らかなように、実施例1～4の接着シートは、Cu板に対する剥離強度、ダイアタッチ工程後の熱特性、樹脂封止工程後の試験体に対する剥離強度、テープ剥離後の接着剤残留物の有無、樹脂漏れの有無における全ての評価において、実用上問題ない結果であった。

これに対して、比較例1及び比較例2の接着シートは、樹脂封止工程後の試験体に対する剥離強度の評価において、銅合金製のテスト用リードフレー

ムに貼り付けができないという問題を有していた。また、比較例3の接着シートは、樹脂封止工程後の試験体に対する剥離強度の評価において、銅合金製のテスト用リードフレームに強固に接着されており、接着シートが裂けるという問題を有していた。

符号の説明

- [0056] 1 0 半導体装置製造用接着シート
 2 0 リードフレーム
 3 0 半導体素子
 3 1 ボンディングワイヤ
 4 0 封止樹脂
 5 0 QFNパッケージ