明　細　書

発明の名称 ： 半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 電子機器の小型化、軽量化、高性能化の要求からマルチチップ技術が開発された。複数の半導体素子を単一のパッケージ形態の半導体装置とし、電子機器への搭載面積を小さくし、また各半導体素子の配線距離を短くすることにより、性能を向上することができた（例えば、特許文献１、２、３参照）。

[0003] 従来、半導体素子とリードフレームのリード端子の接合は一般に金ワイヤによって接合されている（例えば、特許文献３の段落００１５参照）。

また、従来から集積回路、ダイオード、トランジスタ等の半導体装置は、主に半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物により封止されている。特に集積回路では、エポキシ樹脂、フェノール樹脂系硬化剤、及び無機充填材を配合した、耐熱性、耐湿性に優れた半導体封止用エポキシ樹脂組成物が用いられている。近年、半導体素子の高集積化が年々進み、また半導体装置の表面実装化が促進されるなかで、半導体素子の封止で用いられている半導体封止用エポキシ樹脂組成物への要求は益々厳しいものとなってきている。

[0004] マルチチップ技術を応用した半導体装置への適用もこのような厳しい要求への対応のひとつである。マルチチップタイプで特に半導体素子を積層したものは流路が狭く複雑で、成形時における半導体封止用エポキシ樹脂組成物の流動の制限が大きい。このため、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の未充填が発生する問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００５－３４０７６６号公報

特許文献2：特開２００６－０１９５３１号公報

特許文献3：特開２００７－１３４４８６号公報

特許文献4：特開２００１－１５１８６６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の未充填の発生が少ない信頼性に優れた半導体装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、以下のとおりである。

［１］

リードフレームに２以上の半導体素子が積層して搭載され、前記リードフレームと前記半導体素子とがワイヤで電気的に接合され、前記半導体素子と前記ワイヤと電気的接合部とが半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物で封止されてなる半導体装置であって、

前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物が、（Ａ）エポキシ樹脂、（Ｂ）硬化剤、（Ｃ）無機充填材を含んでおり、

前記（Ｃ）無機充填材が最も薄い充填厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量%以上含む、半導体装置。

［２］

前記半導体素子が積層されることにより空隙部が設けられており、前記空隙部に前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物が充填されて、最も薄い前記充填厚みを有する充填部が構成されている、［１］に記載の半導体装置。

［３］

前記半導体素子と前記半導体素子との間の前記空隙部または、前記半導体素子と前記リードフレームとの間の前記空隙部のうち積層方向に最も薄い厚みが、最も薄い前記充填厚みに相当する、［２］に記載の半導体装置。

［４］

前記ワイヤが銅製ワイヤである、［１］ないし［３］のいずれか１項に記載の半導体装置。

［５］

前記リードフレームに前記半導体素子がスペーサを介して積層して搭載される半導体装置であって、前記（Ｃ）無機充填材が前記スペーサの厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量%以上含む、［１］ないし［４］のいずれか１項に記載の半導体装置。

［６］

前記（Ｃ）無機充填材がシリカを含む、［１］ないし［５］のいずれか１項に記載の半導体装置。

［７］

前記リードフレームと前記半導体素子とが前記ワイヤのリバースボンドで電気的に接合される、［１］ないし［６］のいずれか１項に記載の半導体装置。

［８］

前記銅製ワイヤの銅純度が９９．９９質量%以上である、［４］に記載の半導体装置。

［９］

前記銅製ワイヤがその表面にパラジウムを含む金属材料で構成された被覆層を有している、［４］または［８］に記載の半導体装置。

［１０］

前記被覆層の厚みが、０．００１μｍ以上０．０２μｍ以下である、［９］に記載の半導体装置。

［１１］

前記スペーサの厚みが０．０１ｍｍ以上０．２ｍｍ以下である、［５］に記載の半導体装置。

発明の効果

[0008] 本発明に従うと、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の未充填の発生が少な

い信頼性に優れた半導体装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0009] 上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な実施の形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

[図1]本発明に係る半導体装置の一例について、断面構造を示した図である。

[図2]本発明に係る半導体装置の一例について、断面構造を示した図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の半導体装置について詳細に説明する。本発明の半導体装置は、リードフレームに、２以上の半導体素子が積層して搭載され、リードフレームと半導体素子とがワイヤで電気的に接合され、半導体素子とワイヤと電気的接合部とが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物で封止されてなる半導体装置であって、半導体封止用エポキシ樹脂組成物が、（Ａ）エポキシ樹脂、（Ｂ）硬化剤、（Ｃ）無機充填材を含んでおり、（Ｃ）無機充填材が最も薄い充填厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量%以上含むものであり、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の未充填の発生が少ない信頼性に優れた半導体装置である。

以下、各構成について詳細に説明する。

[0011] 先ず、本発明の半導体装置で用いられるワイヤについて説明を行う。ワイヤは、リードフレームと、リードフレームに搭載された半導体素子とを電気的に接続するために使用される。半導体素子の分野においては、集積度の向上のため狭パッドピッチ、小ワイヤ径が要求され、具体的には、３０μｍ以下、さらに好ましくは２５μｍ以下のワイヤ径が求められている。ワイヤは、特に限定されるものではなく、例えば、金、アルミニウム、銅、銅合金等を含むことが好ましい。また、ワイヤは、電気特性、低コストという観点では、銅を主成分とするものが好ましい。

[0012] 本発明の半導体装置で用いることができる銅製ワイヤは、３０μｍ以下、さらに好ましくは２５μｍ以下のワイヤ径でありかつ１５μｍ以上のワイヤ

径であることが好ましい。この範囲であれば銅製ワイヤ先端のボール形状が安定し、接合部分の接続信頼性を向上させることができる。また、ワイヤとして銅製ワイヤを用いることにより、銅製ワイヤ自身の硬さによりワイヤ流れを低減することが可能となる。

[0013] 本発明に係る銅製ワイヤは特に限定はされないが、銅純度９９．９９質量%以上であることが好ましく、９９．９９９質量%以上であることがより好ましい。一般に銅に対して各種元素（ドーパント）を添加することで接合時における銅製ワイヤ先端のボール側形状の安定化を図ることができるが、０．０１質量%より多い大量のドーパントを添加すると、ワイヤ接合時にボール部分が硬くなることで半導体素子の電極パッド側にダメージを与え、接合不足起因の耐湿信頼性の低下、高温保管特性の低下、電気抵抗値の増大といった不具合を生じることがある。これに対し、銅純度９９．９９質量%以上の銅製ワイヤであれば、ボール部分は充分な柔軟性を有しているため、接合時にパッド側にダメージを与える恐れがない。尚、本発明の半導体装置で用いることができる銅製ワイヤは、芯線である銅にＢａ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂｅ、ＡＩ又は希土類金属等のドーパントを、例えば０．００１～０．００３質量%ドープすることにより、さらにボール形状と接合強度が改善される。

[0014] 本発明に係る銅製ワイヤは特に限定はされないが、その表面にパラジウムを含む金属材料で構成された被覆層を有していることが好ましい。この被覆層は、少なくとも接合部分の銅製ワイヤ先端の全面を覆うことが好ましく、銅製ワイヤ全体の全面を覆うことがより好ましい。これにより、銅製ワイヤ先端のボール形状が安定し、接合部分の接続信頼性を向上させることができる。また、芯線である銅の酸化劣化を防止する効果も得られ、接合部分の高温保管特性を向上させることができる。

[0015] 本発明に係る銅製ワイヤにおけるパラジウムを含む金属材料から構成された被覆層の厚みとしては、０．００１～０．０２μｍであることが好ましく、０．００５～０．０１５μｍであることがより好ましい(以下、「～」は、特に明示しない限り、上限値と下限値を含むことを表す)。上記上限値を超え

ると、ワイヤーボンド時に芯線である銅と被覆材のパラジウムを含む金属材料とが十分に溶けずボール形状が不安定になり、接合部分の耐湿性、高温保管特性が低下する恐れがある。また、上記下限値を下回ると、芯線の銅の酸化劣化を十分に防止できず、同様に接合部分の耐湿性、高温保管特性が低下する恐れがある。

[0016] 本発明に係る銅製ワイヤは、銅合金を溶解炉で鋳造し、その鋳塊をロール圧延し、さらにダイスを用いて伸線加工を行い、連続的にワイヤを掃引しながら加熱する後熱処理を施して得ることができる。また、本発明に係る被覆層は、予め狙いのワイヤ径の線を準備し、これをパラジウムを含む電解溶液又は無電解溶液に浸漬し、連続的に掃引してメッキすることで、形成することができる。この場合、本発明に係る被覆層の厚さは掃引速度で調整することができる。また、狙いよりも太い線を準備して、これを電解溶液又は無電解溶液に浸漬し連続的に掃引して被覆層を形成し、さらに所定の径になるまで伸線する手法も取れる。

[0017] 次に、本発明の半導体装置で用いられる半導体封止用エポキシ樹脂組成物について説明を行う。本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、（Ａ）エポキシ樹脂、（Ｂ）硬化剤、（Ｃ）無機充填材を含んでおり、（Ｃ）無機充填材が最も薄い充填厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量％以上含む半導体封止用エポキシ樹脂組成物である。以下、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の各構成成分について説明を行う。

[0018] 本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、（Ａ）エポキシ樹脂を用いることができる。（Ａ）エポキシ樹脂は、１分子内にエポキシ基を２個以上有するモノマー、オリゴマー、ポリマー全般であり、その分子量、分子構造を特に限定するものではないが、例えば、ビフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノール型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂等の結晶性エポキシ樹脂；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等のノボラック型エポキシ樹脂；トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、アルキル変性トリフェノールメタン型エポキシ樹脂等の多官能

エポキシ樹脂；フェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂等のアラルキル型エポキシ樹脂；ジヒドロキシナフタレン型エポキシ樹脂、ジヒドロキシナフタレンの２量体をグリシジルエーテル化して得られるエポキシ樹脂等のナフトール型エポキシ樹脂；トリグリシジルイソシアヌレート、モノアリルジグリシジルイソシアヌレート等のトリアジン核含有エポキシ樹脂；ジシクロペンタジエン変性フェノール型エポキシ樹脂等の有橋環状炭化水素化合物変性フェノール型エポキシ樹脂が挙げられ、これらは１種類を単独で用いても２種類以上を併用してもよい。

[0019] （Ａ）エポキシ樹脂全体の配合割合の下限値としては特に限定されないが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、３質量%以上であることが好ましく、５質量%以上であることがより好ましい。（Ａ）エポキシ樹脂全体の配合割合が上記範囲内であると、粘度上昇によるワイヤ切れを引き起こす恐れが少ない。また、（Ａ）エポキシ樹脂全体の配合割合の上限値としては特に限定されないが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、２０質量%以下であることが好ましく、１８質量%以下であることがより好ましい。（Ａ）エポキシ樹脂全体の配合割合の上限値が上記範囲内であると、吸水率増加による耐湿信頼性の低下等を引き起こす恐れが少ない。

[0020] 本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、（Ｂ）硬化剤を用いることができる。（Ｂ）硬化剤としては、例えば重付加型の硬化剤、触媒型の硬化剤、縮合型の硬化剤の３タイプに大別することができる。

[0021] 重付加型の（Ｂ）硬化剤としては、例えば、ジエチレントリアミン（ＤＥＴＡ）、トリエチレンテトラミン（ＴＥＴＡ）、メタキシレリレンジアミン（ＭＸＤＡ）などの脂肪族ポリアミン、ジアミノジフェニルメタン（ＤＤＭ）、ｍ－フェニレンジアミン（ＭＰＤＡ）、ジアミノジフェニルスルホン（ＤＤＳ）などの芳香族ポリアミンのほか、ジシアンジアミド（ＤＩＣＹ）、有機酸ジヒドラジドなどを含むポリアミン化合物；ヘキサヒドロ無水フタ

ル酸（ＨＨＰＡ）、メチルテトラヒドロ無水フタル酸（ＭＴＨＰＡ）などの脂環族酸無水物、無水トリメリット酸（ＴＭＡ）、無水ピロメリット酸（ＰＭＤＡ）、ベンゾフェノンテトラカルボン酸（ＢＴＤＡ）などの芳香族酸無水物などを含む酸無水物；ノボラック型フェノール樹脂、フェノールポリマーなどのポリフェノール化合物；ポリサルファイド、チオエステル、チオエーテルなどのポリメルカプタン化合物；イソシアネートプレポリマー、ブロック化イソシアネートなどのイソシアネート化合物；カルボン酸含有ポリエステル樹脂などの有機酸類などが挙げられる。

[0022] 触媒型の（Ｂ）硬化剤としては、例えば、ベンジルジメチルアミン（ＢＤＭＡ）、２，４，６－トリスジメチルアミノメチルフェノール（ＤＭＰ－３０）などの３級アミン化合物；２－メチルイミダゾール、２－エチル－４－メチルイミダゾール（ＥＭＩ２４）などのイミダゾール化合物；ＢＦ３錯体などのルイス酸などが挙げられる。

[0023] 縮合型の（Ｂ）硬化剤としては、例えば、ノボラック型フェノール樹脂、レゾール型フェノール樹脂等のフェノール樹脂系硬化剤；メチロール基含有尿素樹脂のような尿素樹脂；メチロール基含有メラミン樹脂のようなメラミン樹脂などが挙げられる。

[0024] これらの中でも、耐燃性、耐湿性、電気特性、硬化性、保存安定性等のバランスの点からフェノール樹脂系硬化剤が好ましい。フェノール樹脂系硬化剤は、一分子内にフェノール性水酸基を２個以上有するモノマー、オリゴマー、ポリマー全般であり、その分子量、分子構造を特に限定するものではないが、例えば、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂等のノボラック型樹脂；トリフェノールメタン型フェノール樹脂等の多官能型フェノール樹脂；テルペン変性フェノール樹脂、ジシクロペンタジエン変性フェノール樹脂等の変性フェノール樹脂；フェニレン骨格及び／又はビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、フェニレン及び／又はビフェニレン骨格を有するナフトールアラルキル樹脂等のアラルキル型樹脂；ビスフェノールＡ、ビスフェノールＦ等のビスフェノール化合物等が挙げられ、

これらは１種類を単独で用いても２種類以上を併用してもよい。

[0025] （Ｂ）硬化剤全体の配合割合の下限値については、特に限定されないが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、０．８質量%以上であることが好ましく１．５質量%以上であることがより好ましい。配合割合の下限値が上記範囲内であると、充分な流動性を得ることができる。また、硬化剤（Ｂ）全体の配合割合の上限値についても、特に限定されないが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、１６質量%以下であることが好ましく、１４質量%以下であることがより好ましい。配合割合の上限値が上記範囲内であると、吸水率増加による耐湿信頼性の低下等を引き起こす恐れが少ない。

[0026] また、硬化剤（Ｂ）としてフェノール樹脂系硬化剤を用いる場合におけるエポキシ樹脂とフェノール樹脂系硬化剤との配合比率としては、全エポキシ樹脂のエポキシ基数（ＥＰ）と全フェノール樹脂系硬化剤のフェノール性水酸基数（ＯＨ）との当量比（ＥＰ）／（ＯＨ）が０．８以上、１．３以下であることが好ましい。当量比がこの範囲であると、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化性の低下、又は、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物の物性の低下等を引き起こす恐れが少ない。

[0027] 本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、（Ｃ）無機充填材を含んでおり、（Ｃ）無機充填材が最も薄い充填厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量%以上含むものを用いることができる。この範囲のものを用いることで半導体素子が積層された半導体装置、ワイヤーピッチの狭い半導体装置にも適用することができることとなる。この範囲にすることで、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の未充填や粗大粒子がワイヤ間に挟まり押し倒すワイヤ流れを抑制することができるものである。このような無機充填材は、市販されている無機充填材をそのまま、或いは、それらの複数を混合したり、篩分したりすること等により、調整して得ることができる。また、本発明で用いる無機充填材の粒度分布は、市販のレーザー式粒度分布計（例えば、（株）島津製作所製、ＳＡＬＤ－７０００等）などを用いて測定するこ

とができる。ここでは、最も薄い充填厚みは、半導体素子を積層するときにできる空隙部の積層方向の厚みのうち最も薄い厚みに相当し、例えば、スペーサを介して積層している２つの半導体素子の間の空隙部の積層方向の厚みのうち最も薄い厚みや、積層した半導体素子とリードフレームとの間の空隙部の積層方向の厚みのうち最も薄い厚みに相当することが好ましい。

[0028] ここで、特許文献４には、一般的な半導体装置において、無機充填剤が、粒径１００μｍ以上の成分が０．１重量%以下の溶融シリカである、封止用エポキシ樹脂成形材料が記載されている。

これに対して、本発明者が検討した結果、半導体素子を積層するときにできる空隙部（例えば、スペーサを介して積層している２つの半導体素子の間の空隙部や、半導体素子とリードフレームとの間の空隙部においては、上記特許文献４に記載の無機充填剤では充填性が不十分な場合があることが判明した。そこで、この空隙部の積層方向の厚みのうち最も薄い厚み（最も薄い充填厚み）に対して、最も薄い充填厚みの２／３より大きい粒子径の（Ｃ）無機充填材を０．１質量%未満とすることにより、未充填の発生が少ない信頼性に優れた半導体装置が得られることが分かった。

[0029] ここで、特許文献３では、ワイヤとして、銅線より強度が低い金線を用いている。一般的に、無機充填剤の粒子径を小さくすると、封止樹脂の粘度が高くなる。このため、特許文献３において、無機充填剤を含む封止樹脂で封止する際、無機充填剤の粒子径を小さくすると、ワイヤ流れ率が低下する恐れがあった。

これに対して、本発明においては、（Ｃ）無機充填材が最も薄い充填厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量%以上含むものを用いつつ、ワイヤの材料体やワイヤ径を適切に選択することによって、充填性を向上させつつも、ワイヤ流れ率に優れた半導体装置が得られる。また、特に、ワイヤとして、金製ワイヤより強度が高い銅製ワイヤを用いることにより、さらにワイヤ流れ率に優れ、狭ピッチ性に優れた半導体装置が得られる。

[0030] （Ｃ）無機充填材としては、一般の半導体封止用エポキシ樹脂組成物に使

用されているものを用いることができる。例えば、溶融球状シリカ、溶融破砕シリカ、結晶シリカ、タルク、アルミナ、チタンホワイト、窒化珪素等が挙げられ、中でも、溶融球状シリカが特に好ましい。（Ｃ）無機充填材としては、これらの１種を単独で用いても２種以上を併用しても差し支えない。また、（Ｃ）無機充填材の形状としては、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の溶融粘度の上昇を抑え、更に（Ｃ）無機充填材の含有量を高めるためには、できるだけ真球状であり、かつ粒度分布がブロードであることが好ましい。また、（Ｃ）無機充填材がカップリング剤により表面処理されていてもよい。さらに、必要に応じて（Ｃ）無機充填材をエポキシ樹脂又はフェノール樹脂で予め処理して用いてもよい。処理の方法としては、溶媒を用いて混合した後に溶媒を除去する方法や、直接無機充填材に添加し、混合機を用いて混合処理する方法等がある。

[0031] （Ｃ）無機充填材の含有割合は限定されないが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の充填性、本発明の半導体装置の信頼性を考えると、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、６０質量%以上であることが好ましく、６５質量%以上であることがよりに好ましい。上記下限値を下回わらない範囲であれば、低吸湿性、低熱膨張性が得られるため耐湿信頼性が不十分となる恐れが少ない。また、（Ｃ）無機充填材の含有割合の上限値は、成形性を考慮すると、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、９２質量%以下であることが好ましく、８９質量%以下であることがより好ましい。上記上限値を超えない範囲であれば、流動性が低下し成形時に充填不良等が生じたり、高粘度化による半導体装置内のワイヤ流れ等の不都合が生じたりする恐れが少ない。

[0032] 本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、硬化促進剤をさらに用いることができる。硬化促進剤は、エポキシ樹脂のエポキシ基と硬化剤（たとえば、フェノール樹脂系硬化剤のフェノール性水酸基）との架橋反応を促進させるものであればよく、一般の半導体封止用エポキシ樹脂組成物に使用するものを用いることができる。例えば、１、８－ジアザビシクロ（５、

４、０）ウンデセン－７等のジアザビシクロアルケン及びその誘導体；トリフェニルホスフィン、メチルジフェニルホスフィン等の有機ホスフィン類；２－メチルイミダゾール等のイミダゾール化合物；テトラフェニルホスホニウム・テトラフェニルボレート等のテトラ置換ホスホニウム・テトラ置換ボレート；ホスフィン化合物とキノン化合物との付加物等が挙げられ、これらは１種類を単独で用いても２種以上を併用しても差し支えない。

[0033] 硬化促進剤の配合割合の下限値としては特に限定されないが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、０．０５質量%以上であることが好ましく、０．１質量%以上であることがより好ましい。硬化促進剤の配合割合の下限値が上記範囲内であると、硬化性の低下を引き起こす恐れが少ない。また、硬化促進剤の配合割合の上限値としては特に限定されないが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、１質量%以下であることが好ましく、０．５質量%以下であることがより好ましい。硬化促進剤の配合割合の上限値が上記範囲内であると、流動性の低下を引き起こす恐れが少ない。

[0034] 本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、さらに必要に応じて、水酸化ジルコニウム等のアルミニウム腐食防止剤；酸化ビスマス水和物等の無機イオン交換体；γ－グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、３－メルカプトプロピルトリメトキシシラン、３－アミノプロピルトリメトキシシラン等のカップリング剤；カーボンブラック、ベンガラ等の着色剤；シリコーンゴム等の低応力成分；カルナバワックス等の天然ワックス、合成ワックス、ステアリン酸亜鉛等の高級脂肪酸及びその金属塩類もしくはパラフィン等の離型剤；酸化防止剤等の各種添加剤を適宜配合してもよい。

[0035] 本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、前述の各成分を、例えば、ミキサー等を用いて常温混合したもの、さらにその後、ロール、ニーダー、押出機等の混練機で溶融混練し、冷却後粉砕したものなど、必要に応じて適宜分散度や流動性等を調整したものを用いることができる。

[0036] 次に、本発明の半導体装置の構造について説明する。図１および図２には

、本発明に係る半導体封止用樹脂組成物を用いた半導体装置１００の一例を示す断面図である。本発明の半導体装置は、リードフレームに２個以上の半導体素子が積層して搭載され、リードフレームと半導体素子がワイヤで電気的に接合され、半導体素子とワイヤと電気的接合部とが、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物で封止されてなる。つまり、図１に示す本発明の半導体装置１００においては、リードフレーム１０のダイパッド３上に、接着剤層２を介して半導体素子１が固定されている。この半導体素子１上に積層されており、スペーサ７を介して半導体素子１１が固定されている。これらの半導体素子１、１１の電極パッドとリードフレーム１０のリード部５とが、ワイヤ４で電気的に接続されている。半導体素子１、１１は、本発明に係る半導体封止用樹脂組成物の硬化体６によって封止されている。この半導体装置１００では、スペーサ７を介して半導体素子１上に半導体素子１１が積層されることにより、半導体素子１と半導体素子１１との間に、空隙部が設けられており、この空隙部に、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物（硬化体６）が充填されて、最も薄い充填厚みＬを有する充填部が構成されている。また、半導体装置１００においては、最も薄い充填厚みＬは、スペーサ７の積層方向の厚みのうち最も薄い厚みに相当する。

[0037] ここで、スペーサ７の積層方向の厚みは、特に限定されないが、０．０１ｍｍ以上０．２ｍｍ以下が好ましく、０．０５ｍｍ以上０．１５ｍｍ以下がより好ましい。

[0038] また、図２に示す本発明の半導体装置１００においては、リードフレーム８上に、接着剤層２を介して半導体素子１が固定されている。この半導体素子１上にオーバーハングして積層されており、接着剤層１２を介して半導体素子１１が固定されている。これらの半導体素子１、１１の電極パッドとリードフレーム８、９とが、ワイヤ４で電気的に接続されている。半導体素子１、１１は、本発明に係る半導体封止用樹脂組成物の硬化体６によって封止されている。この半導体装置１００では、オーバーハングして半導体素子１

上に半導体素子１１が積層されることにより、半導体素子１１とリードフレーム８との間に、空隙部が設けられており、この空隙部に、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物（硬化体６）が充填されて、最も薄い充填厚みＬを有する充填部が構成されている。また、半導体装置１００においては、最も薄い充填厚みＬは、積層した半導体素子１１とリードフレーム８との空隙部の積層方向の厚みのうちもっとも薄い厚みに相当する。

[0039] このように、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物で封止を行う半導体素子としては、特に限定されるものではなく、例えば、集積回路、大規模集積回路、固体撮像素子等が挙げられる。半導体装置の具体的な形態としては、例えばＴＳＯＰ、ＱＦＰ等が挙げられる。１段目の半導体素子はフィルム接着剤、熱硬化性接着剤等によりリードフレームのアイランドに接着される。２段目以降の半導体素子は絶縁性のフィルム接着剤により順次積層される。ワイヤと半導体素子の干渉、接触を防止するため２段目以降の半導体素子をオーバーハング（半導体素子の一部が接着されていない）して接着してもよく、スペーサを介して接着してもよい。スペーサは応力緩和の点から半導体素子と熱膨張率が近いものが好ましい。上記において、２段目以降の半導体素子をオーバーハング（半導体素子の一部が接着されていない）して接着した場合の接着剤周辺部、ならびに、スペーサを介して接着した場合のスペーサ周辺部が、リードフレームに２個以上の半導体素子が積層して搭載された半導体装置において、最も薄い充填厚み部分に相当することとなる。

[0040] リードフレームのリード部と半導体素子はワイヤのリバースボンドで接合されるのが好ましい。リバースボンドでは、まず半導体素子のパッド部にワイヤの先端に形成されたボールを接合し、ワイヤを切断してステッチ接合用のバンプを形成する。次にリードフレームの金属メッキされたリード部に対してワイヤの先端に形成されたボールを接合し、半導体素子のバンプにステッチ接合する。リバースボンドでは正ボンディングより半導体素子上のワイヤ高さを低くすることができるため、半導体素子の接合高さを低くすること

ができる。

[0041] 本発明の半導体装置は、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、半導体素子等の電子部品を封止し、トランスファーモールド、コンプレッションモールド、インジェクションモールド等の従来からの成形方法で硬化成形して得られる。トランスファーモールドなどの成形方法で封止された半導体装置は、そのまま、或いは８０℃～２００℃程度の温度で、１０分～１０時間程度の時間をかけて完全硬化させた後、電子機器等に搭載されることが好ましい。

[0042] 以上のように、本発明に従うと、本発明に係る半導体封止用エポキシ樹脂組成物の未充填の発生が少ない信頼性に優れた半導体装置を得ることができるため、流路が狭く複雑なマルチチップタイプの半導体装置、とりわけ半導体素子を積層して搭載した半導体装置に好適に用いることができる。

[0043] なお、当然ながら、上述した実施の形態および複数の変形例は、その内容が相反しない範囲で組み合わせることができる。また、上述した実施の形態および変形例では、各部の構造などを具体的に説明したが、その構造などは本願発明を満足する範囲で各種に変更することができる。

実施例

[0044] 以下に本発明の実施例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。配合割合は質量部とする。実施例、比較例で用いた半導体封止用エポキシ樹脂組成物の各成分について、以下に示す。

[0045] 半導体封止用エポキシ樹脂組成物の各成分：

オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂（Ｅ－１：日本化薬（株）製、ＥＯＣＮ１０２０、軟化点５５℃、エポキシ当量１９６）

ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂（Ｅ－２：日本化薬（株）製、ＮＣ３０００、軟化点５８℃、エポキシ当量２７４）

フェノールノボラック樹脂（Ｈ－１：住友ベークライト（株）製、ＰＲ－ＨＦ－３、軟化点８０℃、水酸基当量１０４）

ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂（Ｈ－２：明和化成

（株）製、ＭＥＨ－７８５１ＳＳ、軟化点６５℃、水酸基当量２０３）

溶融球状シリカ－１（電気化学工業（株）製、ＦＢ－１００Ｘ、１００μｍ以下の粒子の割合：＞９９．９質量%、６７μｍ以下の粒子の割合：８７．４質量%）

溶融球状シリカ－２（電気化学工業（株）製、ＦＢ－１００Ｘを３００メッシュの篩で篩分したもの、６７μｍ以下の粒子の割合：＞９９．９質量%、３３μｍ以下の粒子の割合：７３．７%）

溶融球状シリカ－３（電気化学工業（株）製、ＦＢ－５ＳＤＣ、３３μｍ以下の粒子の割合：＞９９．９質量%）

硬化促進剤：トリフェニルホスフィン（ＴＰＰ）

シランカップリング剤：エポキシシラン（γ－グリシドキシプロピルトリメトキシシラン）

着色剤：カーボンブラック

離型剤：カルナバワックス

[0046] 充填性及びワイヤ流れ率の評価に使用した各半導体パッケージ：

ＰＫＧ－１：４４ｐＴＳＯＰ。パッケージサイズ：１８×１０×１．０ｍｍ、４２アロイリードフレーム。アイランドサイズ：５．０×８．５ｍｍ、１段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。スペーササイズ：３×５×０．１５ｍｍ。２段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。銅製ワイヤ：タツタ電線（株）製ＴＣ－Ｅ（銅純度９９．９９質量%、線径２５μｍ）に０．０１μｍのパラジウム被覆を施したもの。チップとリードはリバースボンドで接合した。

ＰＫＧ－２：４４ｐＴＳＯＰ。パッケージサイズ：１８×１０×１．０ｍｍ、４２アロイリードフレーム。アイランドサイズ：５．０×８．５ｍｍ、１段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。スペーササイズ：３×５×０．１０ｍｍ。２段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。銅製ワイヤ：タツタ電線（株）製ＴＣ－Ｅ（銅純度９９．９９質量%、線径２５μｍ）に０．０１μｍのパラジウム被覆を施したもの。チップと

リードはリバースボンドで接合した。

ＰＫＧ－３：４４ｐＴＳＯＰ。パッケージサイズ：１８×１０×１．０ｍｍ、４２アロイリードフレーム。アイランドサイズ：５．０×８．５ｍｍ、１段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。スペーササイズ：３×５×０．０５ｍｍ。２段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。銅製ワイヤ：タツタ電線（株）製ＴＣ－Ｅ（銅純度９９．９９質量%、線径２５μｍ）に０．０１μｍのパラジウム被覆を施したもの。チップとリードはリバースボンドで接合した。

ＰＫＧ－４：４４ｐＴＳＯＰ。パッケージサイズ：１８×１０×１．０ｍｍ、４２アロイリードフレーム。アイランドサイズ：５．０×８．５ｍｍ、１段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。スペーササイズ：３×５×０．１５ｍｍ。２段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。金ワイヤ：Ｋｕｌｉｃｋｅ＆Ｓｏｆｆａ，Ｌｔｄ．製ＡＷ６６（金純度９９．９９質量%、線径２５μｍ）。チップとリードはリバースボンドで接合した。

ＰＫＧ－５：４４ｐＴＳＯＰ。パッケージサイズ：１８×１０×１．０ｍｍ、４２アロイリードフレーム。アイランドサイズ：５．０×８．５ｍｍ、１段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。スペーササイズ：３×５×０．１０ｍｍ。２段目のチップサイズ：４．５×８．０×０．１０ｍｍ。金ワイヤ：Ｋｕｌｉｃｋｅ＆Ｓｏｆｆａ，Ｌｔｄ．製ＡＷ６６（金純度９９．９９質量%、線径２５μｍ）。チップとリードはリバースボンドで接合した。

[0047] 半導体封止用エポキシ樹脂組成物の製造：

（実施例１）

Ｅ－１	１２．４３質量部
Ｈ－１	６．５２質量部
溶融球状シリカ－１	８０質量部
ＴＰＰ	０．１５質量部

エポキシシラン　０．２質量部

カーボンブラック　０．３質量部

カルナバワックス　０．４質量部

を常温でミキサーを用いて混合し、次に７０～１００℃でロール混練し、冷却後粉砕して半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得た。

[0048] （実施例２～５、比較例１～２）

表１に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物配合に従い、実施例１と同様にして半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得た。

[0049] 各実施例及び各比較例で得られた半導体封止用エポキシ樹脂組成物について、以下の評価を行った。得られた結果を表１に示す。

[0050] 評価方法

（半導体封止用エポキシ樹脂組成物の評価）

スパイラルフロー：低圧トランスファー成形機（コータキ精機（株）製、ＫＴＳ－１５）を用いて、ＥＭＭＩ－１－６６に準じたスパイラルフロー測定用の金型に、金型温度１７５℃、注入圧力６．９ＭＰａ、硬化時間１２０秒の条件で半導体封止用エポキシ樹脂組成物を注入し、流動長を測定した。単位はｃｍ。８０ｃｍ以下であるとパッケージ未充填などの成形不良が生じる場合がある。

[0051] （半導体パッケージの評価）

充填性：低圧トランスファー自動成形機（第一精工製、ＧＰ－ＥＬＦ）を用いて、金型温度１７５℃、注入圧力９．８ＭＰａ、硬化時間７０秒の条件で、半導体封止用エポキシ樹脂組成物によりシリコンチップ等を封止して、表１に記載の評価パッケージを得た。半導体封止用エポキシ樹脂組成物の充填性を超音波探傷装置（日立建機ファインテック株式会社製、ｍｉ－ｓｃｏｐｅ　ｈｙｐｅｒ　ＩＩ）により観察した。スペーサ周辺部おける１段目と２段目のチップの間の空隙部（隙間）の積層方向の厚みのうち最も薄い厚みを、最も薄い充填厚みとする。ここでは、最も薄い充填厚みがスペーサ厚みに相当する。スペーサ周辺部における１段目と２段目のチップの間の空隙部

（隙間）に未充填部があるものを不良とした。評価したパッケージの数は２０個。不良パッケージの個数がｎ個であるとき、ｎ／２０と表示した。

[0052] ワイヤ流れ率：充填性評価に使用したパッケージを軟Ｘ線透視装置（ソフテックス（株）製、ＰＲＯ－ＴＥＳＴ１００）で撮影し、２２本のワイヤについてワイヤ長、流れ量（ワイヤ端を結んだ線とワイヤの最大距離）を測定した。ワイヤ流れ率を（流れ量）／（ワイヤ長）の百分率で表し、測定した２２本のうちの最大値を示した。単位は%。この値が５%を超えると、隣接するワイヤ同士が接触する可能性が高い。

[0053] [表1]

表 1

			実施例					比較例	
			1	2	3	4	5	1	2
半導体封止用エポキシ樹脂組成物	配合（質量部）	E－1	12.43			12.43		12.43	
		E－2		16.65	16.65		16.65		16.65
		H－1	6.52			6.52		6.52	
		H－2		12.25	12.25		12.25		12.25
		溶融球状シリカ－1	80			80		80	
		溶融球状シリカ－2		70			70		70
		溶融球状シリカ－3			70				
		TPP	0.15	0.20	0.20	0.15	0.20	0.15	0.20
		エポキシシラン	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		カーボンブラック	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
		カルナバワックス	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	無機充填材の粒子の割合［質量%］	100μm以下の粒子	＞99.9	＞99.9	＞99.9	＞99.9	＞99.9	＞99.9	＞99.9
		67μm以下の粒子	87.4	＞99.9	＞99.9	87.4	＞99.9	87.4	＞99.9
		33μm以下の粒子	－	73.7	＞99.9	－	73.7	－	73.7
	スパイラルフロー［cm］		83	74	68	83	74	83	74
半導体パッケージ	パッケージ名		PKG-1	PKG-2	PKG-3	PKG-4	PKG-5	PKG-2	PKG-3
	最も薄い充填厚み＝スペーサ厚み［mm］		0.15	0.10	0.05	0.15	0.10	0.10	0.05
	ワイヤ	線径［μm］	25	25	25	25	25	25	25
		材質	銅	銅	銅	金	金	銅	銅
		品名	TC-E	TC-E	TC-E	AW66	AW66	TC-E	TC-E
		銅又は金の純度［質量%］	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99
		パラジウム被覆層厚み［μm］	0.01	0.01	0.01	－	－	0.01	0.01
	チップ／リード接合方法		リバース	リバース	リバース	リバース	リバース	リバース	リバース
	充填性（不良パッケージ数：n／20）		0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	18/20	20/20
	ワイヤ流れ率［%］		3.1	2.4	4.0	6.5	7.2	3.4	3.7

[0054] 表１から明らかなように、無機充填材が最も薄い充填厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量%以上含む実施例１～５は、充填性に優れていた。また、銅製ワイヤを用いた実施例１～３は、ワイヤ流れ率にも優れていた。

[0055] この出願は、平成２１年９月８日に出願された日本特許出願特願２００９－２０６５３５を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り

込む。

請求の範囲

[請求項1] リードフレームに２以上の半導体素子が積層して搭載され、前記リードフレームと前記半導体素子とがワイヤで電気的に接合され、前記半導体素子と前記ワイヤと電気的接合部とが半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物で封止されてなる半導体装置であって、

前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物が、（Ａ）エポキシ樹脂、（Ｂ）硬化剤、（Ｃ）無機充填材を含んでおり、

前記（Ｃ）無機充填材が最も薄い充填厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量%以上含む、半導体装置。

[請求項2] 前記半導体素子が積層されることにより空隙部が設けられており、前記空隙部に前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化物が充填されて、最も薄い前記充填厚みを有する充填部が構成されている、請求項１に記載の半導体装置。

[請求項3] 前記半導体素子と前記半導体素子との間の前記空隙部または、前記半導体素子と前記リードフレームとの間の前記空隙部のうち積層方向に最も薄い厚みが、最も薄い前記充填厚みに相当する、請求項２に記載の半導体装置。

[請求項4] 前記ワイヤが銅製ワイヤである、請求項１ないし３のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記リードフレームに前記半導体素子がスペーサを介して積層して搭載される半導体装置であって、前記（Ｃ）無機充填材が前記スペーサの厚みの２／３以下の粒子径の粒子を９９．９質量%以上含む、請求項１ないし４のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記（Ｃ）無機充填材がシリカを含む、請求項１ないし５のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記リードフレームと前記半導体素子とが前記ワイヤのリバースボンドで電気的に接合される、請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項8] 前記銅製ワイヤの銅純度が９９．９９質量%以上である、請求項４に記載の半導体装置。

[請求項9] 前記銅製ワイヤがその表面にパラジウムを含む金属材料で構成された被覆層を有している、請求項４または請求項８に記載の半導体装置。

[請求項10] 前記被覆層の厚みが、０．００１μｍ以上０．０２μｍ以下である、請求項９に記載の半導体装置。

[請求項11] 前記スペーサの厚みが０．０１ｍｍ以上０．２ｍｍ以下である、請求項５に記載の半導体装置。