

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-145334

(P2017-145334A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 8 L 35/00 (2006.01)	C O 8 L 35/00	4 J 0 0 2
C O 8 L 101/00 (2006.01)	C O 8 L 101/00	4 J 0 3 6
C O 8 L 63/00 (2006.01)	C O 8 L 63/00 A	4 M 1 0 9
H O 1 L 25/07 (2006.01)	H O 1 L 25/04 C	
H O 1 L 25/18 (2006.01)	H O 1 L 23/30 R	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-28703 (P2016-28703)
 (22) 出願日 平成28年2月18日 (2016.2.18)

(71) 出願人 000005234
 富士電機株式会社
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 (74) 代理人 100104190
 弁理士 酒井 昭徳
 (72) 発明者 仲俣 祐子
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 富士電機株式会社内
 (72) 発明者 市村 裕司
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 富士電機株式会社内
 Fターム(参考) 4J002 AA00X AA01X AA02X BH02W CC03X
 CC16X CC18X CD00X CD02X CD05X
 CD06X CF21X FD010 FD140 FD150
 GF00 GQ05

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 樹脂組成物、半導体装置および半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】エポキシ樹脂と同程度の硬化温度で、かつ、エポキシ樹脂よりも耐熱性を向上させた樹脂組成物を提供する。

【解決手段】樹脂組成物は、マレイミド樹脂の粉末と、マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点を有する樹脂とを含む。マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点を有する樹脂は、エポキシ樹脂である。また、樹脂組成物は、エポキシ樹脂の硬化温度で硬化させた樹脂である。また、マレイミド樹脂の粉末は、エポキシ樹脂に対して50重量%～80重量%で混合されている。

【選択図】図1

実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例
樹脂中のM1成分 wt%	50	65	80	5	97	0
樹脂組成物	なし	なし	なし	なし	なし	あり (エポキシ樹脂)
T _g (°C)	198	208	230	188	269	182
耐熱性 (V-0)	良好	良好	良好	不発	良好	良好
作業性 (粘度/ρ・s)	良好 (11)	良好 (16)	良好 (20)	良好 (9)	不発 (80)	良好 (8)
ヒートサイクル T<500°C	良好	良好	良好	良好	良好	不発

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マレイミド樹脂の粉末と、前記マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点を有する樹脂と、
を含むことを特徴とする樹脂組成物。

【請求項 2】

前記樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする請求項 1 に記載の樹脂組成物。

【請求項 3】

前記エポキシ樹脂の硬化温度で硬化させることを特徴とする請求項 2 に記載の樹脂組成物。

【請求項 4】

前記マレイミド樹脂の粉末は、前記エポキシ樹脂に対して 50 重量% ~ 80 重量% で混合されていることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の樹脂組成物。

【請求項 5】

前記マレイミド樹脂は、ヒドロキシ基を有するマレイミド樹脂であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の樹脂組成物。

【請求項 6】

半導体チップを搭載した積層基板と、
前記積層基板を囲み、マレイミド樹脂の粉末と、前記マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点を有する樹脂とを含む樹脂組成物からなる熱硬化性樹脂と、
を備えることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】

前記樹脂は、エポキシ樹脂であり、
前記熱硬化性樹脂は、前記樹脂組成物を前記エポキシ樹脂の硬化温度で硬化させたことを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 8】

マレイミド樹脂の粉末を、前記マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点を有する樹脂に混合する工程と、
前記マレイミド樹脂の粉末が混合された前記樹脂で、半導体チップを搭載した積層基板を囲む工程と、
前記積層基板を囲んだ前記マレイミド樹脂の粉末が混合された前記樹脂を、前記マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点の温度で硬化させる工程と、
を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 9】

前記樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、樹脂組成物、半導体装置および半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を中心として、パワーモジュールが電力変換装置に広く用いられるようになっていいる。パワーモジュールは 1 つまたは複数のパワー半導体チップを内蔵して変換接続の一部または全体を構成し、かつ、パワー半導体チップとベースプレートまたは冷却面との間が電氣的に絶縁された構造を持つパワー半導体デバイスである。

【0003】

図 3 は、半導体装置のパッケージの断面構造を示す図である。図 3 に示すように、半導体装置のパッケージは、パワー半導体チップ 1 と、積層基板 2 と、金属基板 3 と、端子ケ

10

20

30

40

50

ース4と、金属端子5と、金属ワイヤー6と、蓋7と、熱硬化性樹脂8と、を備える。パワー半導体チップ1は、IGBTまたはダイオード等のパワー半導体チップであり、積層基板2上に搭載される。なお、積層基板2は、セラミック基板等の絶縁基板21のおもて面および裏面に銅などの導電性板22が備えられたものである。積層基板2は、金属基板3にはんだ接合されている。金属基板3には、端子ケース4が接着されている。端子ケース4は、ポリフェニレンサルファイド（PPS：Poly Phenylene Sulfide）等の熱可塑性樹脂で、外部に信号を取り出す金属端子5を固定するためインサート成形されている。金属端子5は、積層基板2上にはんだ付けで固定され、蓋7を貫通して外部に突き出ている。金属ワイヤー6は、パワー半導体チップ1と金属端子5とを電氣的に接続している。蓋7は、端子ケース4と同一の熱可塑性樹脂で構成されている。熱硬化性樹脂8は、積層基板2の沿面およびパワーチップを搭載した基板上のパワー半導体チップ1を絶縁保護する封止材として、端子ケース4内に充填されている。

10

【0004】

熱硬化性樹脂8として、通常エポキシ樹脂が用いられている。エポキシ樹脂は、寸法安定性や、耐水性・耐薬品性および電気絶縁性が高く、封止材に適している。

【0005】

しかしながら、炭化珪素（SiC）などの次世代半導体が実用化されるに伴って、より高耐圧のパワー半導体チップが出現している。例えば、従来のシリコン（Si）では、耐電圧は1200V程度であるが、炭化珪素では、耐電圧は3300V、13kVに達する。耐電圧が高くなるため、チップや部材を封止する封止材の高温化が進んでいる。このため、封止材は高耐熱化が要求され、従来のエポキシ樹脂では高耐熱化が困難になってきている。高耐熱化を実現するため、高耐熱樹脂であるマレイミド樹脂とエポキシ樹脂とを混合した樹脂を封止材にする技術がある（例えば、特許文献1、2参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特表2014-521754号公報

【特許文献2】特願2013-127022号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

しかしながら、マレイミド樹脂は溶剤等への溶解性が低いことから、有毒な含窒素極性溶媒を使用しなければならないという欠点がある。つまり、液状で用いるには、使用しにくい材料である。また、マレイミド樹脂などの高耐熱樹脂は耐熱性が高いが、ガラス転位点T_gも高い。このため、熔融混合する場合や、硬化させるための硬化温度も、高温になる。例えば、エポキシ樹脂の硬化温度は170程度であるが、マレイミド樹脂などの硬化温度は、200程度になる。マレイミド樹脂とエポキシ樹脂とを混合した樹脂も、マレイミド樹脂が含まれるため、硬化温度は、マレイミド樹脂と同様に200程度になる。

40

【0008】

高温で硬化処理すると、硬化剤として封止材に入っている酸無水物などがボイドの発生を助長するため、ボイドを多数含んだ封止材となってしまう。また、封止材と接触しているはんだや金属基板の銅（Cu）導電板の表面に酸化膜が形成されやすくなる。このボイドや酸化膜により、封止材とはんだや基板の銅導電板との密着性が悪くなり、半導体装置の信頼性が低下するおそれがある。

【0009】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、エポキシ樹脂と同程度の硬化温度で、かつ、エポキシ樹脂よりも耐熱性を向上させた樹脂組成物、半導体装置および半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 0 】

上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる樹脂組成物は、次の特徴を有する。樹脂組成物は、マレイミド樹脂の粉末と、前記マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点を有する樹脂と、を含む。

【 0 0 1 1 】

また、この発明にかかる樹脂組成物は、上述した発明において、前記樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、この発明にかかる樹脂組成物は、上述した発明において、前記エポキシ樹脂の硬化温度で硬化させたことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、この発明にかかる樹脂組成物は、上述した発明において、前記マレイミド樹脂の粉末は、前記エポキシ樹脂に対して 5 0 重量 % ~ 8 0 重量 % で混合されていることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、この発明にかかる樹脂組成物は、上述した発明において、前記マレイミド樹脂は、ヒドロキシ基を有するマレイミド樹脂であることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる半導体装置は、次の特徴を有する。半導体装置は、半導体チップを搭載した積層基板と、前記積層基板を囲み、マレイミド樹脂の粉末と、前記マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点を有する樹脂とを含む樹脂組成物からなる熱硬化性樹脂と、を備える。

【 0 0 1 6 】

また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記樹脂は、エポキシ樹脂であり、前記熱硬化性樹脂は、前記樹脂組成物を前記エポキシ樹脂の硬化温度で硬化させたことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる半導体装置の製造方法は、次の特徴を有する。まず、マレイミド樹脂の粉末を、前記マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点を有する樹脂に混合する。次に、前記マレイミド樹脂の粉末が混合された前記樹脂で、半導体チップを搭載した積層基板を囲む。最後に、前記積層基板を囲んだ前記マレイミド樹脂の粉末が混合された前記樹脂を、前記マレイミド樹脂のガラス転移点より低いガラス転移点の温度で硬化させる。

【 0 0 1 8 】

また、この発明にかかる半導体装置の製造方法は、上述した発明において、前記樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

上述した発明によれば、マレイミド樹脂の粉末を、マレイミド樹脂よりガラス転移点が高い樹脂に混合することで、樹脂のガラス転移点が上昇し、耐熱性が上昇する。また、マレイミド樹脂の粉末は、すでに固体であるため、硬化させる必要はない。このため、マレイミド樹脂の粉末を混合した樹脂は、マレイミド樹脂の硬化温度で硬化処理を行う必要がなく、より低い温度で硬化可能である。低い温度で硬化させるため、樹脂中にボイドが発生することや、はんだや基板の銅導電板に酸化膜が形成されることを抑えることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明にかかる樹脂組成物によれば、エポキシ樹脂と同程度の硬化温度で、かつ、エポキシ樹脂よりも耐熱性を向上させることができるという効果を奏する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【図 1】実施例および比較例の樹脂組成比と評価結果を示す表である。

【図 2】マレイミド樹脂の粉末の比率とガラス転移温度との関連を示す図である。

【図 3】半導体装置のパッケージの断面構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

(実施の形態)

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる樹脂組成物、半導体装置および半導体装置の製造方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。発明者らは、鋭意研究の結果、マレイミド樹脂の粉末（固体）を、エポキシ樹脂（液体）に混合した硬化前樹脂組成物により、エポキシ樹脂と同程度の硬化温度で、かつ、エポキシ樹脂よりも耐熱性を向上させることを見いだした。

10

【0023】

マレイミド樹脂の粉末を、マレイミド樹脂よりガラス転移点の低い樹脂に、例えば、エポキシ樹脂に混合した場合、マレイミド樹脂の粉末は固体であるため、硬化させる必要がない。このため、マレイミド樹脂の粉末を、よりガラス転移点の低い樹脂に混合した樹脂組成物は、ガラス転移点の低い樹脂の硬化温度で硬化させることができる。なお、マレイミド樹脂の粉末を混合する樹脂をマトリックス樹脂と呼ぶ。そして、マレイミド樹脂の粉末を、エポキシ樹脂に混合して、混合した樹脂組成物をガラス転移点の低い樹脂の硬化温度で硬化させると、混合した樹脂組成物のガラス転移点が上がることが判明した。ガラス転移点が上がると、樹脂組成物の耐熱性が向上する。なお、混合し、硬化した前記樹脂組成物は、マレイミド樹脂粒子が、マトリックス樹脂中に分散する構造となっている。混合した樹脂組成物を半導体装置のパッケージの封止材に用いることにより、耐熱性を向上させることができる。また、ガラス転移点の低い樹脂の硬化温度で硬化させることができるため、硬化温度を高温にしない。このため、封止材にボイドや酸化膜が発生することを抑えることができる。

20

【0024】

ガラス転移点上がる機構は、必ずしも明らかではないが、分散したマレイミド樹脂の粒子の表面にエポキシ樹脂が反応して固化することにより、ガラス転移点が上がると考えられる。

【0025】

30

[樹脂組成物]

樹脂組成物は、半導体装置の金属部材と接触し、金属部材上に積層される。樹脂組成物は、熱硬化性樹脂であることが好ましい。封止材料としての樹脂組成物には、マレイミド樹脂粉末、マトリックス樹脂、無機充填剤、硬化剤を含み、硬化促進剤、キレート剤を含んでも良い。

【0026】

マトリックス樹脂としては、マレイミド樹脂よりガラス転移点の低い、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、メラミン樹脂などを用いることができる。中でも、マトリックス樹脂とし、エポキシ樹脂を用いることが好ましい。エポキシ樹脂としては、1分子中に少なくとも2個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂を用いることが好ましく、例えば、ビスフェノールA型、ビスフェノールF型、アリル基を導入したビスフェノールA型樹脂、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、多官能エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂等が挙げられるが、エポキシ樹脂はこれらに限定されない。エポキシ樹脂は、単独であるいは二種類以上を混合して使用することができる。これらの樹脂のガラス転移温度は、100 から 190 であり、ビスフェノールA型樹脂と脂環式エポキシ樹脂の混合樹脂のガラス転移温度は、185 である。

40

【0027】

マレイミド樹脂の末端は、水素（H）原子で終端されるか、芳香族残基を介して水素原子またはヒドロキシ基で終端されている。この芳香族残基は、炭素原子数6以上20以下

50

の二価の芳香族炭化水素基（アリール基（ $Ar-$ ））であり、無置換（官能基）であってもよいし、置換されていてもよい。アリール置換基とは、例えば、炭素原子数1以上6以下の直鎖状または分岐状のアルキル基（好ましくはメチル基（ $-CH_3$ ）、エチル基（ $-CH_2CH_3$ ））で置換されたフェニレン基（ $-C_6H_4$ ）などである。また、マレイミドの五員環を1つ有するモノマレイミドと2つ有するビスマレイミドがある。ヒドロキシ基を有していないモノマレイミド樹脂として、例えば、 N -フェニルマレイミド（ MPi ）や N -（2メチルフェニル）マレイミドなどが挙げられる。ヒドロキシ基を有するモノマレイミド樹脂として、例えば、 N -フェニル（4-ヒドロキシ）-マレイミドや N -（2メチル-4ヒドロキシフェニル）-マレイミドなどが挙げられる。また、ビスマレイミドとしては、 N,N' -フェニレンビスマレイミド、 N,N' -ヘキサメチレンビスマレイミド等が挙げられる。これらの樹脂のガラス転移温度は、200 から300 であり、 N -フェニルマレイミド樹脂のガラス転移温度は、270 である。

10

20

30

40

50

【0028】

硬化剤としては、アミン系硬化剤、例えば脂肪族ジアミン、脂肪族ポリアミン、芳香族アミン、環状アミンや、イミダゾール系硬化剤や、酸無水物系硬化剤、例えば脂肪族酸無水物、脂環式酸無水物、芳香族酸無水物や、ポリメルカプタン系硬化剤、例えば液状ポリメルカプタン、ポリスルフィド樹脂、などがあり、単独または二種類以上混合して使用できるが、硬化剤はこれらに限定されない。また、硬化剤として酸無水物を用いる場合には硬化剤単独では硬化反応が起こりにくいため、硬化促進剤としてアミン類を添加することができる。硬化促進剤の例としては、三級アミン（ベンジルジメチルアミン、トリエチレンジアミン）、イミダゾール（2-メチルイミダゾール、2-エチル4-メチルイミダゾール）が挙げられるが、これらには限定されない。

【0029】

キレート剤は、アルミニウム系キレート、チタン系キレート、ジルコニウム系キレートのいずれか一種類または二種類以上を混合して用いることができる。したがって、例えば、アルミニウム系キレートのうち、異なる二種以上を併用してもよいし、アルミニウム系キレートとチタン系キレートを併用してもよい。アルミニウム系キレートとしては、例えば、アルミニウムエチルアセトアセテート・ジイソプロピレート（ $ALCH$ ）、アルミニウムトリスエチルアセトアセテート（ $ALCH-TR$ ）、アルミニウムアルキルアセトアセテート・ジイソプロピレート、アルミニウムビスエチルアセトアセテート・モノアセチルアセトネート、アルミニウムトリスアセチルアセトネート等を用いることができるが、これらには限定されない。このようなアルミニウム系キレートは、川研ファインケミカルより市販されており、これらを適宜用いることができる。チタン系キレートとしては、例えば、チタンアセチルアセトネート（ $TC-100$ ）、チタンテトラアセチルアセトネート（ $TC-401$ ）、チタンエチルアセトアセテート（ $TC-710$ ）等を用いることができるが、これらには限定されない。ジルコニウム系キレートとしては、例えば、ジルコニウムテトラアセチルアセトネート（ $ZC-150$ ）、ジルコニウムモノアセチルアセトネート（ $ZC-540$ ）等を用いることができるが、これらには限定されない。列挙したチタン系キレート、ジルコニウム系キレートは、マツモトファインケミカルより市販されておりこれらを適宜用いることができる。キレート剤は、金属部材を構成する元素によらず、アルミニウム系キレート、チタン系キレート、ジルコニウム系キレートから適宜選択することができる。

【0030】

無機充填剤として、例えば、シリカ、アルミナ、窒化ボロン、窒化アルミニウムなどの無機粒子からなるマイクロフィラーやナノフィラーを含んでいても良い。無機充填剤がマイクロフィラーの場合は、主剤の熱硬化性樹脂と、硬化剤との総質量を100質量部としたときに、無機充填剤が、100～600質量部となるように含有されていることが好ましく、200～400質量部となるように含有されていることがさらに好ましい。なお、マイクロフィラーの粒径は数 μm から数百 μm である。また、無機充填剤がナノフィラーの場合は、主剤の熱硬化性樹脂と、硬化剤との総質量を100質量部としたときに、無機

充填剤が、10～300質量部となるように含有されていることが好ましく、20～200質量部となるように含有されていることがさらに好ましい。なお、前記主剤の熱硬化性樹脂とは、マトリックス樹脂とマレイミド粉末の総質量である。

【0031】

前記半導体の金属部材としては、ボンディングワイヤー、積層基板の導電基板、金属端子などである。

【0032】

[半導体装置]

本発明は、ある実施の形態によれば、先に説明した熱硬化性樹脂成形体を構成要素の一部として含む、熱硬化性樹脂により封止された半導体装置に関する。図3に、本実施の形態に係る半導体装置の概念的な断面図を示す。当該半導体装置は、大電流を通電させる用途に用いられるパワーモジュールなどであってよいが、特に限定されない。

10

【0033】

図3は、半導体装置のパッケージの断面構造を示す図である。半導体装置のパッケージにおいては、絶縁基板21の一方の面である下面に銅などの導電性板22、他方の面である上面にも銅などの導電性板22が配置されて積層基板2を構成する。積層基板2の導電性板22には、図示しない導電接合層を介して、パワー半導体チップ1が搭載され取り付けられている。さらにパワー半導体チップ1の上面には、金属ワイヤー6が配線されている。また、前記金属ワイヤー6の代わりに図示しない導電接合層を介して、金属端子を接続してもよい。また、図示しない導電接合層により金属端子（インプラントピン）を備えたインプラント方式プリント基板が取り付けられていてもよい。そして、これらの部材の表面は、熱硬化性樹脂8で被覆されている。なお、本明細書において、上面、下面とは、説明の目的で、図中の上下を指す相対的な用語であって、半導体装置のパッケージの使用態様等との関係で上下を限定するものではない。

20

【0034】

このような半導体装置のパッケージの製造方法は、従来技術に従って、積層基板2にパワー半導体チップ1を実装し、金属ワイヤー6、金属端子5を取り付ける。また、前記金属ワイヤー6の代わりに、金属端子を接合してもよい。その後、これらを、マレイミド樹脂粉末を配合した硬化前樹脂組成物を注入する。あるいは、所望の金属部材の表面にのみ、刷毛やスポイトを用いて、マレイミド樹脂粉末を配合した硬化前樹脂組成物を塗布することもできる。これを、所定の条件で硬化させて、本発明の実施の形態による半導体装置のパッケージを製造することができる。そのほかの態様として、例えば、金属製のリードフレームを備える半導体装置においては、リードフレームの表面に、熱硬化性樹脂層を積層することが好ましい。

30

【0035】

(実施例)

以下、実施例について説明する。図1は、実施例および比較例の樹脂組成比と評価結果を示す表である。実施例および比較例では、エポキシ樹脂として、ビスフェノールA型エポキシ樹脂と脂環式エポキシ樹脂の混合物のペルノックス社製ME272を、硬化剤として、ヘキサヒドロフタル酸無水物シクロヘキサン-1、2ジカルボン酸無水物のペルノックス社製HV136を用いて樹脂の基本組成とした。また、マレイミド樹脂は、ヒドロキシ基を有するN-フェニル(4ヒドロキシ)-マレイミド樹脂とした。平均粒径を20μmとなるように粉末化したマレイミド樹脂とエポキシ樹脂を図1の混合比で混合した。また、硬化剤として、酸無水物を前記熱可塑性樹脂100質量部に対して100質量部となるように用いた。さらに、無機充填剤として、平均粒径5μmの溶融シリカ粒子（瀧森社製、商品名「ZA-30」）を用いた。添加量は、熱可塑性樹脂と硬化剤の総質量を100質量部としたときに、250質量部となるように調合した。なお、前記熱可塑性樹脂とは、エポキシ樹脂にマレイミド粉末を混合したものである。これらを混合し、100で1時間保持した後、180で1時間保持する条件で加熱し硬化させて、樹脂組成物を作成した。この時の硬化温度は、エポキシ樹脂のみの場合と同じ180である。そして、

40

50

ガラス転移点、難燃性、作業性、ヒートサイクルを評価した。なお、マレイミド樹脂の粉末の粒径はマトリックス樹脂への分散性の点から $10 \sim 200 \mu\text{m}$ が好ましい。また、 $10 \mu\text{m}$ より小さいと飛散するなど取り扱いが困難で、分散性も悪化する。

【0036】

また、マレイミド粉末の配合割合を図1の樹脂中のMI濃度として示す。前記樹脂中のMI濃度は、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合させた樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度として、重量%で示す。なお、これは前記エポキシ樹脂と前記マレイミド樹脂の粉末の総量を100重量%とした場合である。また、図1の難燃剤添加は、難燃剤を添加したか否かを示す。また、Tgは、ガラス転移点であり、単位は である。

【0037】

ここで、難燃性は、半導体装置のパッケージを高温で使用するために必要な性質である。従来は、エポキシ樹脂等の半導体用封止樹脂に難燃剤を添付することが行われている。一般的に、難燃剤組成として、臭素(Br)系、水酸化アルミニウム($\text{Al}(\text{OH})_3$)系、水酸化マグネシウム($\text{Mg}(\text{OH})_2$)系、リン(P)系、シリコン系、窒素(N)系難燃物などを封止樹脂に配合している。しかし、これら難燃剤の配合により、封止樹脂そのものの耐熱性を低下させるといった問題がある。

【0038】

一方、難燃剤を添加せずに封止樹脂に難燃性を持たせる、難燃骨格を有した樹脂が存在するが、そのような樹脂は現状大変高価である。さらに、このような樹脂は高分子であり、注型成形が困難なため、トランスファー成形が用いられている。しかし、トランスファー成形は、成形可能なサイズに制限がある。このため、難燃剤を添加せず、さらに難燃骨格を有した樹脂を用いることがない、難燃性を有する樹脂が求められている。このため、実施例および比較例において、難燃性も評価した。

【0039】

具体的に、難燃性は、プラスチック材料燃焼性試験で、材料の燃えにくさの度合いを表す規格であるUL(Underwriters Laboratories)94規格に基づいて評価した。図1では、UL94規格の中でV-0判定基準を満たす場合に「良好」を、満たさない場合を「不良」とした。

【0040】

また、作業性は、半導体装置のパッケージを作成する際に、端子ケースに樹脂を流し込みやすいか否かを示す。樹脂の粘度が高いと、端子ケースに流し込みにくくなり、作業の手間が増え、半導体装置のパッケージを作成するための工数が増えるため、好ましくない。このため、実施例および比較例において、作業性も評価した。

【0041】

具体的に、作業性は、樹脂の粘度により評価した。例えば、25 での樹脂の粘度が $40 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下である場合、作業性が良好になるため、作業性を「良好」に、 $40 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ を超える場合、作業性が悪化するため、作業性を「不良」とした。なお、前記粘度は、JIS Z 8803に基づき、単一円筒回転型粘度計により測定した。

【0042】

また、耐熱性は、図1に示す樹脂組成物を用いた半導体装置パッケージをヒートサイクル試験して、評価した。具体的には、ヒートサイクルは、-40 で30分間保持し、その後175 で30分間保持することを500回繰り返し、チップと封止樹脂の乖離がない場合を「良好」とし、500回に達成する前にチップと封止樹脂が乖離した場合を「不良」とした。なお、乖離は、目視および倍率500倍の光学顕微鏡により確認した。

【0043】

実施例1は、エポキシ樹脂を50重量%、マレイミド樹脂の粉末を50重量%と、つまり、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合させた樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を50重量%にし、難燃剤を添加しない例である。実施例1では、ガラス転移点が198 であり、難燃性はV-0判定基準を満たし、作業性は樹脂の粘度が低く良好で、ヒートサイクルは500回を達成した。このように、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度

10

20

30

40

50

を50重量%にすると、ガラス転移点が高くなることにより、耐熱性が上がった。また、樹脂の粘度が低く、作業性に問題がなく、難燃剤を添加しなくても、難燃性を実現できた。

【0044】

実施例2は、エポキシ樹脂を25重量%、マレイミド樹脂の粉末を75重量%と、つまり、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合させた樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を75重量%にし、難燃剤を添加しない例である。実施例2では、ガラス転移点が220であり、難燃性はV-0判定基準を満たし、作業性は樹脂の粘度が低く良好で、ヒートサイクルは500回を達成した。実施例2は、実施例1より、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度が高いため、ガラス転移点が高くなった。このように、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を75重量%にすると、ガラス転移点が高くなることにより、耐熱性が上がった。また、樹脂の粘度は、実施例1よりは高くなったが、作業性に問題がなく、難燃剤を添加しなくても、必要な難燃性を実現できた。

10

【0045】

実施例3は、エポキシ樹脂を35重量%、マレイミド樹脂の粉末を65重量%と、つまり、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合させた樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を65重量%にし、難燃剤を添加しない例である。実施例3では、ガラス転移点が208であり、難燃性はV-0判定基準を満たし、作業性は樹脂の粘度が低く良好で、ヒートサイクルは500回を達成した。実施例3は、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度が実施例1と実施例2の間にあるため、ガラス転移点および粘度も実施例1と実施例2の間になった。このように、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を65重量%にすると、ガラス転移点が高くなることにより、耐熱性が上がった。また、樹脂の粘度が低く、作業性に問題がなく、難燃剤を添加しなくても、必要な難燃性を実現できた。

20

【0046】

実施例4は、エポキシ樹脂を20重量%、マレイミド樹脂の粉末を80重量%と、つまり、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合させた樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を80重量%にし、難燃剤を添加しない例である。実施例4では、ガラス転移点が230であり、難燃性はV-0判定基準を満たし、作業性は樹脂の粘度が低く良好で、ヒートサイクルは500回を達成した。実施例4は、実施例2より、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度が高いため、ガラス転移点が高くなり、粘度も高くなった。このように、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を80重量%にすると、ガラス転移点が高くなることにより、耐熱性が上がった。また、樹脂の粘度が低く、作業性に問題がなく、難燃剤を添加しなくても、必要な難燃性を実現できた。

30

【0047】

実施例5は、エポキシ樹脂を95重量%、マレイミド樹脂の粉末を5重量%と、つまり、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合させた樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を5重量%にし、難燃剤を添加しない例である。実施例5では、ガラス転移点が188であり、難燃性はV-0判定基準を満たさず、作業性は樹脂の粘度が低く良好で、ヒートサイクルは500回を達成した。実施例5は、実施例1より、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度が低いため、実施例4に比べてガラス転移点が低くなったが、ヒートサイクルを500回達成した。このように、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を5重量%にすると、ガラス転移点が高くなることにより、耐熱性が上がった。また、樹脂の粘度が低く、作業性に問題がなかった。しかしながら、実施例5は、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度が低いため、必要な難燃性を実現できなかった。

40

【0048】

実施例6は、エポキシ樹脂を3重量%、マレイミド樹脂の粉末を97重量%と、つまり、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合させた樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を97重量%にし、難燃剤を添加しない例である。実施例6では、ガラス転移点が269であり、難燃性はV-0判定基準を満たし、作業性は樹脂の粘度が高いため悪く、ヒートサイクルは500回を達成した。実施例6は、実施例4より、樹脂中のマレイミド樹脂

50

脂の粉末の濃度が高いため、ガラス転移点がより高く、ヒートサイクルを500回達成した。しかしながら、実施例6は、樹脂の粘度が高くなるため、作業性に問題があった。

【0049】

比較例は、エポキシ樹脂を100重量%、マレイミド樹脂の粉末を0重量%と、つまり、マレイミド樹脂の粉末を入れず、難燃剤として、水酸化アルミニウムを添加した例である。比較例では、ガラス転移点が182であり、難燃性はV-0判定基準を満たし、作業性は樹脂の粘度が低く良好であったが、ヒートサイクルは500回を達成しなかった。比較例では、難燃剤を添加したため、難燃性を満たす。しかしながら、比較例は、マレイミド樹脂の粉末を入れないため、ガラス転移点が低く、耐熱性が足りなかった。

【0050】

以上のように、図1の実施例1～6から、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合した樹脂は、耐熱性を有することが判明した。

【0051】

図2は、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度とガラス転移温度との関連を示す図である。なお、前記樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度とは、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合させた樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度である。図2は、図1の実施例1～6、および比較例の樹脂中のマレイミドの濃度とガラス転移点をグラフにしたものである。図2のグラフから、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度が増えると、ガラス転移点が上昇することが分かる。さらに、図2のグラフからは、マレイミド樹脂の粉末の濃度が低い間、例えば、0～50重量%では、ガラス転移点は、緩やかに上昇し、マレイミド樹脂の粉末の濃度が高くなると、例えば、50重量%以上では、ガラス転移点は、急激に上昇することが分かる。

【0052】

ここで、ヒートサイクルは、175で実施するため、175よりも高いガラス転移点が必要となる。エポキシ樹脂のガラス転移点は、175よりも高いがぎりぎりである。このため、エポキシ樹脂の封止材では、長い時間持たず、ヒートサイクルを500回達成することはできない。従って、ヒートサイクルを500回達成するためには、余裕を持たせる必要がある。図2に示すように、マレイミド樹脂の粉末を配合することで、ガラス転移点は上昇する。このため、ヒートサイクル特性を満足することができる。また、その他の効果として、マレイミド粉末が金属基板などの金属部材との密着性にも寄与したためであると考えられる。また、マレイミド樹脂の粉末の濃度が0～50重量%では、ガラス転移点は緩やかに上昇する。そして、マレイミド樹脂の粉末の濃度が0～50重量%以上になると、ガラス転移点が急激に上昇し、198以上になり、175よりも余裕を持ったガラス転移点になる。このため、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度は、5重量%以上がより好ましい。5重量%から50重量%まではガラス転移点の上昇は緩やかではあるが、ヒートサイクル特性を満足することができる。また、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度は50重量%以上がより好ましい。これは、ガラス転移点が急激に上昇し、198以上になり、175よりも余裕を持ったガラス転移点になるからである。

【0053】

また、半導体用封止樹脂は、難燃性を有し、良好な作業性を有することが好ましい。図1の実施例1～4、6から、樹脂中のマレイミド樹脂の粉末の濃度を50重量%以上にするこ

【0054】

また、本発明に用いられるマレイミド樹脂に、制限はない。ただし、樹脂の濡れ性がよいと、樹脂は、半導体装置のパッケージ内の各部材の表面に均一に濡れ広がってゆき、各部材間に隙間なく充填される。このため、封止材の中に混合するマレイミド樹脂として、

濡れ性が高くかつ密着性がよいモノマレイミド樹脂を用いることがよく、より好ましくはヒドロキシ基（水酸基（-OH））を有するモノマレイミド樹脂を用いることがよい。ヒドロキシ基を有すると、エポキシ樹脂などの樹脂との密着性もよく、また、半導体装置のパッケージ内の金属部材との密着性も良化する。

【0055】

以上、説明したように、実施の形態によれば、マレイミド樹脂の粉末を、マレイミド樹脂よりガラス転移点が高い樹脂に混合することで、樹脂のガラス転移点が上昇し、耐熱性が上昇する。また、マレイミド樹脂の粉末は、すでに固体であるため、硬化させる必要はない。このため、マレイミド樹脂の粉末を混合した樹脂は、マレイミド樹脂の硬化温度で硬化処理を行う必要がなく、より低い温度で硬化可能である。低い温度で硬化させるため、樹脂中にボイドが発生することや、はんだや基板の銅導電板に酸化膜が形成されることを抑えることができる。このように硬化した樹脂組成物は、マレイミド樹脂粒子が、マトリックス樹脂中に分散する構造となっている。

10

【0056】

また、エポキシ樹脂は、マレイミド樹脂よりガラス転移点が高い樹脂であるため、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合することで、エポキシ樹脂と同程度の硬化温度で、かつ、エポキシ樹脂よりも耐熱性を向上させた樹脂組成物を実現することができる。また、マレイミド樹脂の粉末をエポキシ樹脂に混合した樹脂は、注型成形が可能であり、成形サイズに制限がない。

20

【0057】

また、マレイミド樹脂の粉末が、エポキシ樹脂に対して50重量%以上混合されていると、樹脂は難燃性を有することができる。難燃性のため高価な難燃剤を用いる必要がないため、安価に製造可能である。さらに、マレイミド樹脂の粉末が、エポキシ樹脂に対して80重量%以下混合されていると、作業性が良好になる。

【0058】

また、ヒドロキシ基を有するマレイミド樹脂を用いることで、樹脂組成物は、濡れ性が高くかつ密着性がよい。このため、樹脂組成物が各部材の表面に均一に濡れ広がっていき、各部材間に隙間なく充填させることができる。

【0059】

また、本発明の樹脂組成物を半導体装置の熱硬化性樹脂に用いることで、高耐熱性と難燃性を有し、成形サイズに制限がなく、低コストの半導体装置が実現できる。また、本発明の樹脂組成物を半導体装置の製造方法に用いることで、成形サイズに制限がなく、低コストで半導体装置を製造できる。また、本発明の樹脂組成物は、粘性が低いため、半導体装置の製造における作業性が向上する。

30

【0060】

以上において本発明は、上述した実施の形態に限らず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。例えば、本発明は、金属ワイヤーが半導体チップと金属端子とを電氣的に接続し、熱硬化性樹脂がケース内に充填される半導体装置のパッケージを例に説明したが、ケースの内側に互いに離して配置される半導体チップおよび回路基板の導体層同士を端子ピンにより電氣的に接続したピン構造の半導体装置のパッケージにも適用可能である。

40

【産業上の利用可能性】

【0061】

以上のように、本発明にかかる樹脂組成物、半導体装置および半導体装置の製造方法は、インバータなどの電力変換装置や種々の産業用機械などの電源装置や自動車のイグナイタなどに使用されるパワー半導体装置に有用である。

【符号の説明】

【0062】

- 1 パワー半導体チップ
- 2 積層基板

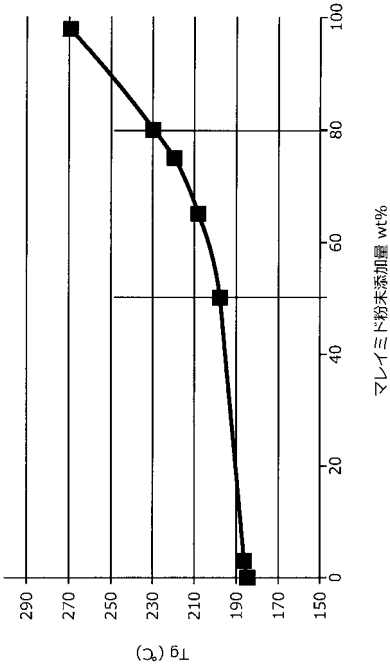
50

- 2 1 絶縁基板
- 2 2 導電性板
- 3 金属基板
- 4 端子ケース
- 5 金属端子
- 6 金属ワイヤー
- 7 蓋
- 8 熱硬化性樹脂

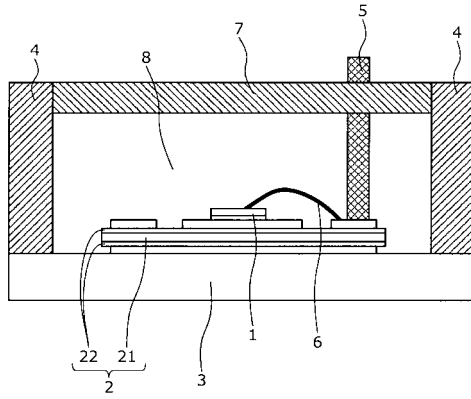
【 図 1 】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例
樹脂中のMI濃度 wt%	50	75	65	80	5	97	0
難燃剤添加	なし	なし	なし	なし	なし	なし	あり (多量化 アルミニウム)
Tg (℃)	198	220	208	230	188	269	182
難燃性 (V-0)	良好	良好	良好	良好	不良	良好	良好
作業性 (粘度/Pa・s)	良好 (11)	良好 (18)	良好 (16)	良好 (20)	良好 (9)	不良 (80)	良好 (8)
ヒートサイクル >500℃	良好	良好	良好	良好	良好	良好	不良

【 図 2 】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード(参考)
<i>H 0 1 L 23/29 (2006.01)</i>		C 0 8 G 59/40	
<i>H 0 1 L 23/31 (2006.01)</i>			
<i>C 0 8 G 59/40 (2006.01)</i>			

F ターム(参考) 4J036 AD08 AJ08 DB15 FB04 FB14 JA07
4M109 AA01 BA04 CA02 DB10 EA02 EB13 EC09