

(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2017-190425

(P2017-190425A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017. 10. 19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 8 L 63/00 (2006.01)	C O 8 L 63/00 C	4 J 0 0 2
C O 8 G 59/02 (2006.01)	C O 8 G 59/02	4 J 0 3 6
C O 8 K 7/18 (2006.01)	C O 8 K 7/18	4 M 1 0 9
C O 8 K 5/5399 (2006.01)	C O 8 K 5/5399	
H O 1 L 23/29 (2006.01)	H O 1 L 23/30 R	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-81866 (P2016-81866)
 (22) 出願日 平成28年4月15日 (2016. 4. 15)

(71) 出願人 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 (74) 代理人 110001092
 特許業務法人サクラ国際特許事務所
 (72) 発明者 高橋 滋樹
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 京セラ株式会社内
 (72) 発明者 北村 好久
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 京セラ株式会社内
 (72) 発明者 中居 厚志
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 京セラ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粉粒状半導体封止用樹脂組成物及び半導体装置

(57) 【要約】

【課題】熱伝導性、融け性、流動性に優れ、封止時のワイヤの変形および樹脂漏れを低減／防止できる粉粒状半導体封止用樹脂組成物、及びそれを用いた半導体装置を提供する。

【解決手段】(A) エポキシ樹脂、(B) フェノール樹脂硬化剤、(C) 硬化促進剤、及び(D) 球状アルミナを含有する粉粒状半導体封止用樹脂組成物であって、

前記(D) 球状アルミナは、該樹脂組成物中に80質量%以上95質量%未満含まれるとともに、(D1) 粒径2μm未満の球状アルミナを5～25質量%含有する粉粒状半導体封止用樹脂組成物、および該組成物により半導体素子が封止された半導体装置。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

(A) エポキシ樹脂、(B) フェノール樹脂硬化剤、(C) 硬化促進剤、及び(D) 球状アルミナを含有する粉粒状半導体封止用樹脂組成物であって、

前記(D) 球状アルミナは、該樹脂組成物中に80質量%以上95質量%未満含まれるとともに、(D1) 粒径2 μm 未満の球状アルミナを5~25質量%含有することを特徴とする粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

【請求項 2】

前記(D) 球状アルミナは、(D2) 粒径2 μm 以上20 μm 未満の球状アルミナを45~65質量%、(D3) 粒径20 μm 以上の球状アルミナを15~35質量%含有することを特徴とする請求項1に記載の粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

10

【請求項 3】

前記(D) 球状アルミナは、(D31) 粒径20 μm 以上60 μm 未満の球状アルミナを10~30質量%、(D32) 粒径60 μm 以上の球状アルミナを5~25質量%含有することを特徴とする請求項2記載の粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

【請求項 4】

さらに、(E) 可塑剤として、融点が100~170 の有機リン化合物を0.1~1質量%含有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載の粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

【請求項 5】

該粉粒状半導体封止用樹脂組成物を、加熱溶融させた後の溶融表面のデジタル画像から得られる輝度値のヒストグラムにおいて、中央値が50以下であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載の粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

20

【請求項 6】

請求項1乃至5のいずれか1項記載の粉粒状半導体封止用樹脂組成物により、半導体素子が封止されていることを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、粉粒状半導体封止用樹脂組成物、及びこれを用いた半導体装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

近年、電子部品のプリント配線板への高密度実装化に伴い、IC、LSI等の半導体装置は従来の挿入型パッケージから表面実装型パッケージにその主流が変わってきている。表面実装型では、半導体素子のパッケージに対する占有体積も大きくなり、パッケージの肉厚は非常に薄くなっている。また、素子の多機能化、大容量化によって、チップ面積の増大、多ピン化が進み、さらにパッド数の増加によって、パッドピッチおよびパッドサイズの縮小化、いわゆる狭パッドピッチ化も進んでいる。また、それに伴い発熱量も増大している。

【0003】

40

一方、半導体素子を搭載する基板は、半導体素子ほどの電極間隔の狭ピッチ化は困難である。このため、半導体素子から引き出すワイヤ長を長くするか、またはワイヤを細線化することにより上記多ピン化、狭パッドピッチ化に対応している。しかし、ワイヤが細くなると、従来のトランスファー成形による封止方法では、ワイヤが樹脂の注入圧力により流され易くなる。特に、サイドゲート方式では、ワイヤに加わる樹脂の注入圧力が大きいため、この傾向が著しい。

【0004】

そのため、半導体素子等の電子素子の樹脂封止方法として、いわゆる圧縮成形法が用いられるようになってきている(例えば、特許文献1、2参照)。この圧縮成形法においては、金型内に被封止物(例えば、半導体素子等の電子素子が設けられた基板等)を保持し

50

、これに対向させるように粉粒状樹脂組成物を供給し、被封印物と粉粒状樹脂組成物とを圧縮することで樹脂封止が行われる。

【0005】

圧縮成形法によれば、溶融した粉粒状樹脂組成物が被封印物の主面に略平行な方向に流動するため、流動量を少なくすることができ、樹脂の流れによる被封印物の破損、特に、ワイヤボンディングされた配線の破損を低減させることができる。

【0006】

しかし、半導体パッケージの肉厚がより薄くなり、半導体素子を接続するワイヤがより長く、またより細線化されると、ワイヤの変形発生のおそれが高くなる。このため、融け性及び流動性がより良好な粉粒状半導体封止用樹脂組成物が求められている。

10

【0007】

また、粉粒状半導体封止用樹脂組成物の融け性や流動性が向上すると、ワイヤの変形発生は抑制されるが、半導体装置成形時の減圧下において、加熱溶融した樹脂が飛散する、いわゆる「樹脂漏れ」という現象が発生しやすくなる。特に、球状アルミナを含む高熱伝導性の粉粒状半導体封止用樹脂組成物において、この傾向が顕著であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2008-279599号公報

【特許文献2】特開2011-153173号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は上記従来技術の課題に対処してなされたもので、熱伝導性、融け性、流動性に優れ、封止時のワイヤの変形を低減できるとともに、樹脂漏れも防止できる新規な粉粒状半導体封止用樹脂組成物、及びそのような粉粒状半導体封止用樹脂組成物を用いて封止された、高熱伝導性で、かつワイヤの変化や樹脂漏れの無い、高い信頼性を備えた半導体装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

30

本発明者らは、上記の課題を解決するために鋭意研究を重ねた結果、特定の粒度分布を有する球状アルミナを特定量含有させることによって、高熱伝導性を維持しつつ、ワイヤの変形を低減し、かつ樹脂漏れも抑制できることを見出し、本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明は、以下の[1]～[6]の構成を有する、粉粒状半導体封止用樹脂組成物及び半導体装置である。

[1](A)エポキシ樹脂、(B)フェノール樹脂硬化剤、(C)硬化促進剤、及び(D)球状アルミナを含有する粉粒状半導体封止用樹脂組成物であって、

前記(D)球状アルミナは、該樹脂組成物中に80質量%以上95質量%未満含まれるとともに、(D1)粒径2 μ m未満の球状アルミナを5～25質量%含有することとを特徴とする粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

40

[2]前記(D)球状アルミナは、(D2)粒径2 μ m以上20 μ m未満の球状アルミナを45～65質量%、(D3)粒径20 μ m以上の球状アルミナを15～35質量%含有することとを特徴とする[1]の粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

[3]前記(D)球状アルミナは、(D31)粒径20 μ m以上60 μ m未満の球状アルミナを10～30質量%、(D32)粒径60 μ m以上の球状アルミナを5～25質量%含有することとを特徴とする[2]の粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

[4]さらに、(E)可塑剤として、融点が100～170の有機リン化合物を0.1～1質量%含有することとを特徴とする[1]乃至[3]のいずれかの粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

50

[5]該粉粒状半導体封止用樹脂組成物を、加熱溶融させた後の溶融表面のデジタル画

像から得られる輝度値のヒストグラムにおいて、中央値が50以下であることを特徴とする〔1〕乃至〔4〕のいずれかの粉粒状半導体封止用樹脂組成物。

〔6〕〔1〕乃至〔5〕のいずれかの粉粒状半導体封止用樹脂組成物により、半導体素子が封止されていることを特徴とする半導体装置。

【発明の効果】

【0011】

本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物によれば、樹脂組成物の熱伝導性、融け性および流動性を所望の特性とし、ワイヤの変形が抑制され、かつ樹脂漏れも少ない、成形性に優れた封止を行うことができる。

【0012】

また、本発明の半導体装置によれば、上記粉粒状半導体封止用樹脂組成物を用いて封止しているため、高熱伝導性で、ワイヤの変化や樹脂漏れの少ない、高い信頼性を備えた半導体装置を得ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物は、(A)エポキシ樹脂、(B)フェノール樹脂硬化剤、(C)硬化促進剤、及び(D)球状アルミナを含有するものである。

【0014】

本発明で使用する(A)成分のエポキシ樹脂は、1分子中に2個以上のエポキシ基を有するものであれば、分子構造、分子量等に制限されることなく一般に電子部品の封止材料として使用されているものを広く用いることができるが、なかでも、ビフェニル骨格を有するエポキシ樹脂、すなわちビフェニル型エポキシ樹脂が好ましい。なお、本発明におけるビフェニル骨格には、ビフェニル環のうち少なくとも一方の芳香族環が水素添加されているものも含まれる。

【0015】

ビフェニル型エポキシ樹脂の具体例としては、例えば、4,4'-ビス(2,3-エポキシプロポキシ)ビフェニル、4,4'-ビス(2,3-エポキシプロポキシ)-3,3',5,5'-テトラメチルビフェニル、エピクロルヒドリンと4,4'-ビフェノールまたは4,4'-(3,3',5,5'-テトラメチル)ビフェノール等のビフェノール化合物とを反応させて得られるエポキシ樹脂等が挙げられる。なかでも、4,4'-ビス(2,3-エポキシプロポキシ)-3,3',5,5'-テトラメチルビフェニル、4,4'-ジヒドロキシ-3,3',5,5'-テトラメチルビフェニルのグリシジルエーテルが好ましい。

市販品を例示すると、例えば、三菱化学(株)製のYX-4000(エポキシ当量185)、同YX-4000H(エポキシ当量193)、日本化薬(株)製のNC-3000(エポキシ当量273)、同NC-3000H(エポキシ当量288)(以上、いずれも商品名)等が挙げられる。

ビフェニル型エポキシ樹脂の使用によって、(D)成分の球状アルミナを多量に配合しても熔融粘度を最適範囲に維持することができ、また耐熱性に優れる半導体封止用樹脂組成物を得ることができる。なお、エポキシ樹脂は、1種を単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせ使用してもよい。

【0016】

本発明で使用する(B)成分のフェノール樹脂硬化剤は、1分子当たり2個以上のフェノール性水酸基を有し、上記(A)成分のエポキシ樹脂を硬化させることができるものであって、電子部品の封止材料として一般に用いられるものであれば特に制限されることなく使用できる。

【0017】

フェノール樹脂硬化剤の具体例としては、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、アラルキル型フェノール樹脂、ナフタレン型フェノール樹脂、シク

10

20

30

40

50

ロペンタジエン型フェノール樹脂、トリフェノールアルカン型フェノール樹脂等が挙げられる。これらは１種を単独で使用してもよく、２種以上を組み合わせ使用してもよい。

【００１８】

本発明の組成物における（Ａ）成分のエポキシ樹脂と（Ｂ）成分のフェノール樹脂硬化剤の配合比は、（Ａ）成分のエポキシ樹脂中のエポキシ基１個に対して、（Ｂ）成分のフェノール樹脂硬化剤中のフェノール性水酸基が、好ましくは０．５～１．６個、より好ましくは０．６～１．４個となるように選定される。（Ａ）エポキシ樹脂中のエポキシ基１個に対して（Ｂ）フェノール樹脂硬化剤中のフェノール性水酸基が０．５個以上であれば硬化物のガラス転移温度が良好となり、一方１．６個以下であれば、反応性が良好となるとともに、十分な架橋密度を有し、強度の高い硬化物を得ることができる。

10

【００１９】

本発明で使用される（Ｃ）成分の硬化促進剤は、（Ａ）成分のエポキシ樹脂と（Ｂ）成分のフェノール樹脂硬化剤の反応を促進するものであり、かかる作用を有するものであれば特に制限されることなく使用できる。

【００２０】

硬化促進剤の具体例としては、例えば、２－ヘプタデシルイミダゾール、２－メチルイミダゾール、２－エチルイミダゾール、２－フェニルイミダゾール、２－フェニル－４－メチルイミダゾール、４－メチルイミダゾール、４－エチルイミダゾール、２－フェニル－４－ヒドロキシメチルイミダゾール、２－エチル－４－メチルイミダゾール、１－シアノエチル－２－メチルイミダゾール、２－フェニル－４－メチル－５－ヒドロキシメチルイミダゾール、２－フェニル－４，５－ジヒドロキシメチルイミダゾール、２－ウンデシルイミダゾール、１－ベンジル－２－メチルイミダゾール、１－ベンジル－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、１－シアノエチル－２－エチル－４－メチルイミダゾール、１－シアノエチル－２－ウンデシルイミダゾール、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－ウンデシルイミダゾールリウムトリメリテイト、２，４－ジアミノ－６－〔２’－メチルイミダゾリル－（１’）〕－エチル－ｓ－トリアジン、２，４－ジアミノ－６－〔２’－ウンデシルイミダゾリル－（１’）〕－エチル－ｓ－トリアジン、２，４－ジアミノ－６－〔２’－エチル－４’－メチルイミダゾリル－（１’）〕－エチル－ｓ－トリアジン、２，４－ジアミノ－６－〔２’－メチルイミダゾリル－（１’）〕－エチル－ｓ－トリアジン、２－フェニルイミダゾールイソシアヌル酸付加物、２－メチルイミダゾールイソシアヌル酸付加物、２－フェニルイミダゾリン等のイミダゾール類；１，８－ジアザビスクロ〔５，４，０〕ウンデセン－７（ＤＢＵ）、１，５－ジアザビスクロ〔４，３，０〕ノネン、５，６－ジブチルアミノ－１，８－ジアザビスクロ〔５，４，０〕ウンデセン－７等のジアザビスクロ化合物およびこれらの塩；トリエチルアミン、トリエチレンジアミン、ベンジルジメチルアミン、α－メチルベンジルジメチルアミン、トリエタノールアミン、ジメチルアミノエタノール、トリス（ジメチルアミノメチル）フェノール等の三級アミン類；トリメチルホスフィン、トリエチルホスフィン、トリブチルホスフィン、ジフェニルホスフィン、トリフェニルホスフィン、トリ（ｐ－メチルフェニル）ホスフィン、トリ（ノニルフェニル）ホスフィン、メチルジフェニルホスフィン、ジブチルフェニルホスフィン、トリシクロヘキシルホスフィン、ビス（ジフェニルホスフィノ）メタン、１，２－ビス（ジフェニルホスフィノ）エタン等の有機ホスフィン化合物；テトラフェニルホスホニウムテトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィンテトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィントリフェニルボラン等のテトラ－またはトリフェニルボロン塩等が挙げられる。これらは１種を単独で使用してもよく、２種以上を組み合わせ使用してもよい。（Ｃ）硬化促進剤としては、なかでも、流動性、成形性が良好である等の観点から、イミダゾール類が好ましい。

20

30

40

【００２１】

この硬化促進剤の配合量は、（Ａ）成分のエポキシ樹脂と（Ｂ）成分のフェノール樹脂硬化剤の合計量１００質量部に対して、通常３～１０質量部、好ましくは４～９質量部、

50

より好ましくは 5 ~ 8 質量部の範囲で選定される。配合量が (A) 成分と (B) 成分の合計量 100 質量部に対して、3 質量部未満では、硬化性の向上にあまり効果がなく、また 10 質量部を超えると、組成物の流動性、成形性等が低下するおそれがある。

【0022】

本発明で使用する (D) 成分の球状アルミナは、(D 1) 粒径 2 μ m 未満の球状アルミナを球状アルミナ全体の 5 ~ 25 質量%含有するものである。このような微小粒径の球状アルミナを含むことで組成物に良好な融け性を付与することができる。

組成物の融け性と熱伝導性を良好にバランスさせる観点からは、(D) 成分の球状アルミナは、(D 1) 粒径 2 μ m 未満の球状アルミナ 5 ~ 25 質量%、(D 2) 粒径 2 μ m 以上 20 μ m 未満の球状アルミナ 45 ~ 65 質量%、および (D 3) 粒径 20 μ m 以上の球状アルミナ 15 ~ 35 質量%からなることが好ましい。

10

【0023】

さらに、(D) 成分の球状アルミナが、(D 1) 粒径 2 μ m 未満の球状アルミナ 5 ~ 25 質量%、(D 2) 粒径 2 μ m 以上 20 μ m 未満の球状アルミナ 45 ~ 65 質量%、(D 3 1) 粒径 20 μ m 以上 60 μ m 未満の球状アルミナ 10 ~ 30 質量%、(D 3 2) 粒径 60 μ m 以上の球状アルミナ 5 ~ 25 質量%からなると、成形性と熱伝導性を良好にバランスさせることができ、より好ましい。通常、(D 3 2) のような粒径 60 μ m 以上という粒径の大きい粒子が含まれると、熱伝導性が良好になる反面、成形性が低下し、ワイヤ流れも大きくなるが、上記粒度分布とすることで高密度充填が可能になり、成形性と熱伝導性を両立させることができ、また、ワイヤ流れも、特に圧縮成形法を適用した場合に、大きな粒子による影響を低減することができる。

20

【0024】

この (D) 成分の球状アルミナの配合比は、組成物全体の 80 質量%以上 95 質量%未満であり、この範囲を外れると上記効果が得られないうえ、成型品の寸法精度、耐湿性、機械的強度等が低下する。すなわち、球状アルミナの配合比が組成物全体の 80 質量%未満では十分な熱伝導性が得られず、また、線膨張係数が増大して成形品の寸法精度、耐湿性、機械的強度等が低下するおそれがある。逆に、95 質量%以上では、溶融粘度が増大して流動性や成形性が低下する。球状アルミナの配合比は、85 ~ 93 質量%が好ましい。

【0025】

なお、この (D) 成分の球状アルミナの粒度分布は、レーザ回折・散乱法により求めることができ、例えば、(株)堀場製作所製のレーザ回折/散乱式粒度分布測定装置 LA-920 (製品名)により取得できる。

30

【0026】

本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物には、組成物の融け性を高め、ワイヤ流れの発生を抑制するため、さらに (E) 可塑剤を含有させることができる。可塑剤としては、特に、融点が 100 ~ 170 の有機リン化合物が、分散性が良好で、添加による効果が大きいことから好ましく、なかでも、非環状ポリホスファゼン化合物、環状ホスファゼン化合物が好ましい。(E) 可塑剤として、好ましい市販品を例示すると、例えば、大塚化学(株)製の SPS-100、SPB-100、SPB-100L、SPE-100、(株)伏見製薬所製の FP-100 (以上、いずれも商品名)等が挙げられる。

40

【0027】

この (E) 成分の可塑剤の配合比は、組成物全体の 0.1 ~ 1 質量%の範囲が好ましい。可塑剤の配合比が組成物全体の 0.1 質量%未満では添加による効果、特に融け性に対する改善効果が小さく、逆に、1 質量%を超えると、硬化性が低下するおそれがある。

【0028】

また、本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物には、以上の各成分の他、本発明の効果を阻害しない範囲で、この種の組成物に一般に配合される、カップリング剤、充填剤(球状シリカ等)、離型剤(合成ワックス、天然ワックス、高級脂肪酸、高級脂肪酸の金属塩等)、着色剤(カーボンブラック、コバルトブルー等)、改質剤(シリコンオイル、シ

50

リコーンゴム等)、ハイドロタルサイト類、イオン捕捉剤等の添加剤を必要に応じて配合することができる。これらの各添加剤はいずれも1種を単独で使用してもよく、2種以上を混合して使用してもよい。

【0029】

カップリング剤としては、エポキシシラン系、アミノシラン系、ウレイドシラン系、ビニルシラン系、アルキルシラン系、有機チタネート系、アルミニウムアルコレート系等のカップリング剤が使用される。難燃性および硬化性等の観点からは、なかでも、アミノシラン系カップリング剤が好ましく、例えば、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、3-アミノプロピルメチルジメトキシシラン、3-アミノプロピルメチルジエトキシシラン、3-(フェニルアミノ)プロピルトリメトキシシラン等が使用される。

10

【0030】

上記その他の添加剤の配合量は、粉粒状半導体封止用樹脂組成物中、それぞれ0.01~3質量%程度、好ましくは0.05~1質量%程度である。

【0031】

本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物は、前記した(A)~(D)成分、及び必要に応じて配合される(E)成分、カップリング剤等の各種添加成分をミキサー等によって予備混合した後、ディスパース、ニーダー、3本ロールミル等により混練処理を行い、次いで、冷却固化させ、適当な大きさに粉碎することにより、調製することができる。

【0032】

20

上記粉碎方法は特に制限されず、一般的な粉碎機を用いることができる。好ましくは、カッティングミル、ボールミル、サイクロンミル、ハンマーミル、振動ミル、カッターミル、グラインダーミルであり、さらに好ましくは、スピードミルである。

【0033】

上記粉碎工程で得られた粉碎物を、篩い分級、エアー分級等によって所定の粒度分布を持つ粒子集合体に調整する分級工程を行ってもよい。例えば、7~500メッシュ程度の篩を用いて分級すると本発明の半導体装置に良好に適用できる。

【0034】

次に、本発明の粉粒状半導体封止樹脂組成物の融け性の評価方法について記載する。

まず、粉粒状樹脂組成物をアルミカップ等の所定の容器に入れ、オープンにて加熱溶融させる。加熱温度は、粉粒状樹脂組成物が溶融する温度以上であれば特に限定されないが、130~180が好ましく、150~180がより好ましく、170~180がより一層好ましい。また、加熱時間は、粉粒状樹脂組成物が溶融した外観を維持したまま、さらに加熱を続け硬化するまで行うことが好ましい。具体的には、3~10分程度が好ましい。

30

【0035】

次に、加熱溶融した粉粒状樹脂組成物の表面状態から輝度情報を取得する。具体的には、例えば、溶融表面を撮像してデジタル画像を取得し、そのデジタル画像に基づいて輝度情報を取得すればよい。

【0036】

40

すなわち、撮像した画像の測定対象箇所を複数の小区画に区分し、各小区画の輝度情報を取り出し、その輝度情報に基づき輝度のヒストグラムを得る。輝度のヒストグラムは、横軸に輝度を取り、縦軸にその輝度の出現頻度をとる。後述するように、輝度は0から255の256段階の階調に区分する。縦軸の頻度は、測定対象部位を複数の小区画に区分し、該小区画の総数を標本数としたときの、その輝度の出現頻度を表す。後述するように、デジタル処理によって画像処理を行う場合には、前記の小区画の一つ一つは、一つのピクセル(画素)に相当する。

【0037】

ここで、撮像手段は特に限定されないが、撮像素子としてCMOSイメージセンサまたはCCDイメージセンサを搭載した撮像機器が好ましい。撮像機器の種類は、デジタル画

50

像を得られるものであればよく、例えば、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルマイクロスコープ、デジタルスキャナー等が挙げられる。

【0038】

撮像時の照明方法、照明条件は特に限定されないが、得られた輝度データの出現頻度における「最頻値輝度」の値が20～60、より好ましくは30～50の間になるように設定することが好ましい。最頻値輝度の値をこの範囲にすることでより精度の高い歪度や尖度が得られる。また、照明光源からの照射角度が一方向のみであると、凸部の影により誤差が生じるおそれがあるため、落射照明または複数の照明手段を組み合わせ、影の影響を排除することが好ましい。

【0039】

撮像手段と被撮像面との距離は、用いるレンズの焦点距離や精度によっても異なるが、2～50cmが好ましく、5～20cmがより好ましい。

【0040】

また、輝度情報を得るための撮像画像の区画の大きさ（画素サイズ）は、好ましくは100dpi以上、より好ましくは250dpi以上である。画素が粗過ぎると画素間での輝度の平均化が生ずるために、溶融状態の分布、特に尖度および歪度がヒストグラムに反映されにくくなる。但し、画素が細か過ぎると、輝度が細分化されるため、尖度および歪度が大きくなるとともに、計算負荷も大きくなる。したがって、画素サイズは1000dpi以下であることが好ましい。

ヒストグラムを用いて粉粒状樹脂組成物の溶融状態を適正に把握するためには、画素サイズを粉粒状樹脂組成物の粒径の1/5程度に設定することが特に好ましい。

【0041】

一方、観察する面積は、好ましくは5～50cm²、より好ましくは10～30cm²である。観察面積が狭過ぎると、場所による偏差を拾い、再現性の良いデータが得られにくくなる。逆に、観察面積が広過ぎると、データ量が増え、解析に時間を要するようになる。

【0042】

複数の小区画に区分された測定対象箇所の輝度情報から得られたヒストグラムを確率分布とみなすと、その形状特徴は平均まわりの一次から四次モーメントとして記述できる。本発明においては、算出されたモーメントの値は、粉粒状樹脂組成物の溶融状態を反映した画像の特徴量として把握することができる。

【0043】

一次から四次までのモーメントのそれぞれは、「中央値」、「最頻値」および「平均値」、「分散」、「歪度」、ならびに「尖度」である。一般に「最頻値」と「平均値」との差が大きいほど、「分散」、「歪度」および「尖度」の値は大きくなる。

【0044】

一般に、粉粒状半導体封止用樹脂組成物の溶融状態のヒストグラムは、最頻値の左側のシャドー側（輝度が0）は、樹脂表面が溶融し、光沢を帯びた部分であり、黒色で表示される。この領域は輝度の頻度値が大きく、分布の幅が急峻な形状となる。

【0045】

これに対して、最頻値の右側のハイライト側（輝度が255）は溶融または濡れ広がり不十分であり、表面が梨地状に近く、光が乱反射しているため、多段階調の白色系で表示される。この領域は検出される輝度の頻度値が小さく、輝度の幅が広く、右方向に長く裾を引いた形状となっている。

【0046】

例えば、融け性の良好な粉粒状樹脂組成物では、樹脂組成物の表面が溶融し、光沢を帯びた部分であるシャドー側の比率が多くなることによって、分布の形状は最頻値に収束すると同時に、検出される輝度の範囲は広くなり、頻度値の傾きは大きくなり、特に最頻値から中央値にかけての傾きは急峻となる。

【0047】

10

20

30

40

50

これに対して融け性の不良な粉粒状樹脂組成物では、融け性の良好な粉粒状樹脂組成物に比較して、頻度値の傾きが緩やかになり、検出される輝度の範囲も狭くなる。

【 0 0 4 8 】

三次のモーメントである歪度は、頻度分布の非対称性を示す指標であり、次式 (B) で定義される。この歪度は、上記ヒストグラムにおいて、頻度値が平均のまわりに対称に分布していない度合いを示す尺度である。

【 0 0 4 9 】

【 数 1 】

$$\text{歪度} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left(\frac{x_j - \bar{x}}{s} \right)^3 \quad \dots(B) \quad 10$$

(式中、nは各輝度の頻度の総数、 x_j は輝度、 $\bar{x}$ は輝度の平均値、sは標本に基づいた標準偏差を表す)

【 0 0 5 0 】

上記の式 (B) から、頻度値が平均を中心にして対称であれば歪度は 0 となり、右方遠くに裾が長く伸び左に偏った分布では、歪度は正の方向に大きくなり (正の非対称分布) 、逆に、左方遠くに裾が長く伸び右に偏った分布では、歪度は負の方向に大きくなる (負の非対称分布) 。 20

【 0 0 5 1 】

本発明者らの検討の結果、一般に粉粒状樹脂組成物は正の非対称分布を示し、融け性や流動性の良好な粉粒状樹脂組成物では、検出される輝度値は比較的広いレンジを持ち、シャドー側に位置する最頻値に収斂してくることから、歪度は大きい値となる。これに対して、融け性に劣る粉粒状樹脂組成物では、検出される輝度値は比較的狭いレンジを持ち、最頻値も比較的低い値となり、最頻値からハイライト側へかけての傾きは緩やかとなるため、歪度は小さい値となる。ここで、融け性の程度が特に劣る粉粒状樹脂組成物の場合は、上記と同様に最頻値は低く、頻度値の傾きは緩やかであるが、その一方で検出される輝度のレンジが狭くなることから、歪度は大きな値をとる場合もある。 30

【 0 0 5 2 】

本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物は、上記ヒストグラムから得られる中央値が 5 0 以下であることが好ましい。中央値が 5 0 を超えると、融け性が低下し、ワイヤ流れ性が不良となるおそれがある。また、上記ヒストグラムから得られる歪度が、0 ~ 3 . 0 であることが好ましく、1 . 0 ~ 2 . 0 であることがより好ましい。歪度が 0 未満では、粉粒状樹脂組成物の融け性が低く、ワイヤ流れ性が不良となるおそれがある。また、歪度が 3 . 0 を超えると、粉粒状樹脂組成物の融け性が高くなり過ぎて、成型型のキャピティ内に供給する際や、減圧下で加熱溶融した樹脂が飛散する、いわゆる「樹脂漏れ」が発生しやすくなる。 40

【 0 0 5 3 】

四次のモーメントである尖度は、頻度分布の尖り具合を示す指標であり、次式 (C) で定義され、頻度分布が正規分布であれば 0 の値となり、中心への集中度が高く正規分布より尖っている場合には正の値に、裾が広く正規分布より扁平になっている場合には負の値となるものである。

【 0 0 5 4 】

【数 2】

$$\text{尖度} = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_j - \bar{x}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \quad \dots(C)$$

(式中、 n は各輝度の頻度の総数、 x_j は輝度、 $\bar{x}$ は輝度の平均値、 s は標本に基づいた標準偏差を表す)

10

【0055】

本発明者らの検討の結果、融け性の良好な粉粒状樹脂組成物では、検出される輝度値は比較的広いレンジを持ち、最頻値に収斂してくることから、尖度は大きい値となる。これに対して、融け性に劣る粉粒状樹脂組成物では、検出される輝度値は比較的狭いレンジを持ち、最頻値も比較的低い値となるため、尖度は小さい値となる。

【0056】

本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物は、上記ヒストグラムから得られる尖度が、0～3.5であることが好ましく、0.5～3.0であることがより好ましい。尖度が0未満では、粉粒状樹脂組成物の融け性が低く、ワイヤ流れ性が不良となるおそれがある。また、歪度が3.5を超えると、粉粒状樹脂組成物の融け性が高くなり過ぎて、成型型のキャビティ内に供給する際や、減圧下で加熱溶融した樹脂が飛散する、いわゆる「樹脂漏れ」が発生しやすくなる。

20

【0057】

次に、本発明の半導体装置について説明する。

本発明の半導体装置は、本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物を用いて、次のように製造することができる。

まず、成型型の上型に半導体部品を実装した基板を供給するとともに、下型のキャビティ内に本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物を供給する。次いで、上下両型を所要の型締圧力にて型締めすることにより、下型キャビティ内で加熱溶融された樹脂組成物に半導体部品を浸漬する。この後、下型キャビティ内の加熱溶融された樹脂組成物をキャビティ底面部材で押圧し、減圧下、所要の圧力を加え、圧縮成形する。成形条件は、好ましくは、温度120～200、圧力2～20MPaである。このような成形条件で圧縮成形することにより、本発明の半導体装置が得られる。

30

【0058】

なお、本発明の粉粒状半導体封止用樹脂組成物によって封止される半導体部品の種類は、特に限定されるものではないが、樹脂封止後の半導体装置の厚さが0.2～1.5mmとなるようなものが好ましい。

【0059】

このように、本発明の半導体封止用樹脂組成物を用いて圧縮成形法で成形することにより、高熱伝導性で、かつワイヤの変化や樹脂漏れの無い、高い信頼性を備えた半導体装置を得ることができる。

40

【実施例】

【0060】

次に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。なお、以下の実施例及び比較例において使用した材料は表1に示した通りである。また、「部」は特に断らない限り「質量部」を意味する。

【0061】

【表 1】

	商品名(メーカー)	備考
エポキシ樹脂(a)	YX-4000HK(三菱化学(株))	ビフェニル型エポキシ樹脂 (エポキシ当量193)
エポキシ樹脂(b)	NC3000(日本化薬(株))	ビフェニル型アルキル型エポキシ樹脂 (エポキシ当量275)
フェノール樹脂硬化剤	SN485(新日鉄住金化学(株))	α -ナフトールアルキル樹脂 (水酸基当量215)
硬化促進剤	NISSOCURE TIC-118(日本曹達(株))	TEP-2P4MHZ(イミダゾール系)
球状アルミナ(a)	AO-802((株)アドマテックス)	平均粒径0.5 μ m
球状アルミナ(b)	AX3-10R (新日鉄住金マテリアルズ(株)マイクロンカンパニー)	平均粒径3 μ m
球状アルミナ(c)	AX10-32R (新日鉄住金マテリアルズ(株)マイクロンカンパニー)	平均粒径10 μ m
球状アルミナ(d)	AW20-32R (新日鉄住金マテリアルズ(株)マイクロンカンパニー)	平均粒径20 μ m
球状アルミナ(e)	AM50-75R (新日鉄住金マテリアルズ(株)マイクロンカンパニー)	平均粒径50 μ m
可塑剤	ラピトルFP-100((株)伏見製薬所)	環状フオスファゼン化合物
カップリング剤	Z-6883(東レ・ダウコーニング(株))	3-フェニルアミノプロピルトリメトキシシラン
着色剤	MA-100RMJ(三菱化学(株))	カーボンブラック

10

20

30

40

【0062】

(実施例1)

エポキシ樹脂(a) 1.55部;エポキシ樹脂(b) 3.40部;フェノール樹脂 3.19部;硬化促進剤 0.30部;球状アルミナ(a) 5.0部、球状アルミナ(b) 3.4部および球状アルミナ(e) 5.1部の混合物;可塑剤 0.5部;カップリング剤 0.20、ならびに着色剤 0.25質量部を常温で混合し、次いで、120 で加熱混練した。冷却後、スピードミルを用いて粉碎した後、篩を通過させて粒径0.2~2.0mmの粉粒状半導体封止用樹脂組成物を得た。

50

【 0 0 6 3 】

(実施例 2 ~ 4、比較例 1 ~ 3)

組成を表 2 に示すように変えた以外は、実施例 1 と同様にして粉粒状半導体封止用樹脂組成物を得た。

【 0 0 6 4 】

上記各実施例及び各比較例で得られた粉粒状半導体封止用樹脂組成物について、下記に示す方法で各種特性を評価した。

【 0 0 6 5 】

< 粉粒状半導体封止用樹脂組成物 >

(1) スパイラルフロー

10

半導体封止用樹脂組成物を温度 1 7 5 及び圧力 9 . 8 M P a の条件でトランスファー成形し、測定した。

(2) 溶融粘度

高化式フローテスタ ((株) 島津製作所製 C F T - 5 0 0 C) を用い、ノズル長 1 . 0 m m 、ノズル径 0 . 5 m m 、温度 1 7 5 、荷重圧力 1 0 k g f / c m ² (約 0 . 9 8 M P a) の条件で測定した。

(3) 融け性 (中央値輝度、歪度、尖度)

半導体封止用樹脂組成物 5 g を直径 5 0 m m のアルミカップに入れ、1 7 5 のオープンにて 1 0 分間加熱溶融させた後、溶融した樹脂組成物の中央部直径約 4 2 m m (1 + 2 / 3 インチ) を 3 0 0 d p i の解像度でカラー撮像して、直径 5 0 0 p i x e l の円の輝度情報を取得した。

20

さらに、演算処理により、歪度および尖度を求めた。

(4) 成形性

半導体封止用樹脂組成物を用いて、F B G A パッケージ (5 0 m m × 5 0 m m × 0 . 5 4 m m) を、1 7 5 で、2 分間の条件で圧縮成形した後、成形物の表面における外観異常 (「巣」またはボイド) の発生を観察し、下記の基準で評価した。

○ : 外観異常なし (良好)

× : 外観異常あり (不良)

(5) 樹脂漏れ

半導体封止用樹脂組成物を用いて、F B G A パッケージ (5 0 m m × 5 0 m m × 0 . 5 4 m m) を、1 7 5 で、2 分間の条件で圧縮成形した後、金型周辺部への樹脂漏れ (飛散) の有無を観察し、下記の基準で評価した。

30

○ : 樹脂漏れなし (良好)

× : 樹脂漏れあり (不良)

(6) 熱伝導率

半導体封止用樹脂組成物を 1 7 5 、1 0 分間の条件でトランスファー成形して作製した円盤状試験片 (直径 1 0 0 m m 、厚さ 2 6 m m) について、迅速熱伝導率計 (京都電子工業 (株) 製 製品名 K e m t h e r m Q T M - 3) を用いて測定した。

(7) ワイヤ流れ性

半導体封止用樹脂組成物を用いて、1 7 5 、2 分間および 1 7 5 × 8 時間の条件で F B G A パッケージ (5 0 m m × 5 0 m m × 0 . 5 4 m m) を成形した後、X 線検査装置 (ポニー工業 (株) 製) によりワイヤの変形を観察し、最大変形部のワイヤ流れ率を測定し、下記の基準で評価した。

40

○ : ワイヤ流れ率 3 % 未満 (良好)

× : ワイヤ流れ率 3 % 以上 (不良)

【 0 0 6 6 】

< 半導体パッケージ >

(1) 耐半田リフロー性

上記 (7) で作製した F B G A パッケージに、3 0 、6 0 % R H、1 9 2 時間の吸湿処理を施した後、I R リフロー処理 (2 6 0 、1 0 秒) を行い、パッケージの内部クラ

50

ック（剥離）の発生の有無を超音波探傷装置（SAT）で観察し、その発生率（不良数（個）／総数（個））を調べた（ $n = 20$ ）。

【0067】

上記結果を表2下欄に示した。なお、表2には半導体封止用樹脂組成物中の調製に使用した球状アルミナ（複数種の球状アルミナの混合物）の粒度分布を併せ示した。この粒度分布は、レーザ回折式粒度分布測定装置（（株）島津製作所製のSALD-2200）を用いて測定し、（D1）粒径が $2\mu\text{m}$ 未満の粒子、（D2）粒径が $2\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下の粒子、（D3）粒径が $20\mu\text{m}$ を超える粒子の含有割合を質量基準で求めたものである。（D3）粒径が $20\mu\text{m}$ を超える粒子については、さらに（D31）粒径が $20\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 未満の粒子、および（D32）粒径 $60\mu\text{m}$ 以上の粒子の含有割合をそれぞれ求めた。

【0068】

【表 2】

	実施例				比較例		
	1	2	3	4	1	2	3
組成（質量部）	エポキシ樹脂(a)	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
	エポキシ樹脂(b)	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
	フェノール樹脂硬化剤	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
	硬化促進剤	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	球状アルミナ(a)	5.0	10.0	15.0	10.0	2.0	25.0
	球状アルミナ(b)	34.0	32.0	30.0	32.0	35.2	26.0
	球状アルミナ(c)	-	-	-	-	-	4.5
	球状アルミナ(d)	-	-	-	-	-	22.7
	球状アルミナ(e)	51.0	48.0	45.0	48.0	52.8	39.0
	可塑剤	0.5	0.5	0.5	-	0.5	0.5
球粒状アルミナ	カップリング剤	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	着色剤	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	(D1)粒径2μm未満	6%	11%	17%	11%	3%	28%
	(D2)粒径2μm以上20μm未満	59%	56%	52%	56%	62%	45%
特性評価	(D3)粒径20μm以上	35%	33%	31%	33%	35%	27%
	(D31)粒径20μm以上60μm未満	22%	21%	20%	21%	23%	17%
	(D32)粒径60μm以上	12%	11%	10%	11%	12%	19%
	(D33)粒径100μm以上	1%	1%	1%	1%	1%	1%
組成物	スパイラルフロー(cm)	182	186	180	175	185	186
	溶融粘度(Pa・s)	10.4	11.3	17.5	19.5	9.5	30.1
	中央値輝度	49	44	50	44	51	54
	歪度	2.6	1.9	0.4	1.9	-0.2	19.3
	尖度	1.8	1.6	1.1	1.6	0.6	3.7
	成形性	○	○	○	○	○	○
	樹脂漏れ	○	○	○	○	×	○
	熱伝導率(W/m・K)	3	3.05	2.95	3.1	3.2	3.0
	ワイヤ流れ性	○	○	○	△	○	×
	耐半田フロー性	○/20	○/20	○/20	○/20	○/20	○/20
半導体パッケージ	[不良数(個)/総数(個)]	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20	0/20

【0069】

以上より、本発明の粉粒状半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、圧縮成形時の融け性および流動性を適正な範囲とすることができるため、ワイヤ流れや樹脂の漏れの問題がなく、かつ熱伝導性に優れたものとなることがわかった。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 23/31 (2006.01)

F ターム(参考) 4J002 CC02X CC03X CD04W CD07W DE147 EN026 EN036 EN066 EN096 EU006
EU116 EU186 EU196 EW016 EW158 EY016 FA087 FD010 FD017 FD028
FD090 FD14X FD156 FD160 FD200 GJ02 GQ05
4J036 AA01 AC01 DA02 DA09 DC03 DC05 DC06 DC41 DC45 DC46
FA01 FA12 FA14 FB07 GA29 JA07
4M109 AA01 BA04 CA22 EA02 EB03 EB04 EB13 EB16 EC06