

(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2010-62404

(P2010-62404A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.
H01L 21/56 (2006.01)F I
H01L 21/56テーマコード (参考)
5 F061

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-227884 (P2008-227884)
(22) 出願日 平成20年9月5日 (2008.9.5)(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100077849
弁理士 須山 佐一
(74) 代理人 100113871
弁理士 川原 行雄
(74) 代理人 100124073
弁理士 山下 聡
(74) 代理人 100134223
弁理士 須山 英明
(72) 発明者 黒 勇旗
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝内

最終頁に続く

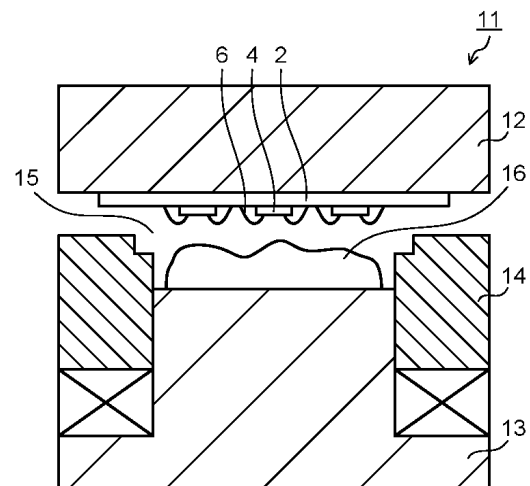
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】熱硬化性の封止樹脂材料で半導体素子を樹脂封止するにあたって、封止樹脂材料中に含まれる熱硬化性樹脂の硬化物等に起因する半導体素子へのダメージや金属ワイヤによる内部配線の変形等を抑制する。

【解決手段】配線基板2上に搭載されると共に、配線基板2と電気的に接続された半導体素子4を、樹脂封止装置11に配置する。樹脂封止装置11内に熱硬化性の封止樹脂材料15を供給する。封止樹脂材料15は熱硬化性樹脂の硬化物を有する固形状異物を含んでいるが、予め樹脂封止時に半導体素子4や金属ワイヤ6に悪影響を及ぼさない粒径まで微粉化されている。微粉化した封止樹脂材料15を用いて、半導体素子4を樹脂封止する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱硬化性樹脂の硬化物を有する固形状異物を含有し、かつ前記固形状異物を含めて微粉化された熱硬化性の封止樹脂材料を用意する工程と、

回路基材上に搭載されると共に、前記回路基材と電気的に接続された半導体素子を、前記微粉化された封止樹脂材料を用いて封止する工程と

を具備することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の半導体装置の製造方法において、

前記樹脂封止工程は、前記半導体素子の近傍に前記封止樹脂材料を供給する工程と、前記封止樹脂材料を加圧しつつ加熱し、流動化させた前記封止樹脂材料で前記半導体素子を覆う工程と、前記封止樹脂材料を熱硬化させ、前記封止樹脂材料の硬化物で前記半導体素子を封止する工程とを備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

10

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の半導体装置の製造方法において、

前記半導体素子上における前記封止樹脂材料の硬化物の厚さを T としたとき、前記封止樹脂材料は前記固形状異物の最大径が T 未満となるように微粉化されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項記載の半導体装置の製造方法において、

前記半導体素子と前記回路基材とを接続する金属ワイヤの配置ピッチを P 、前記金属ワイヤの直径を D としたとき、前記封止樹脂材料は前記固形状異物の最大径が $3P - 3D$ 未満となるように微粉化されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

20

【請求項 5】

請求項 3 または請求項 4 記載の半導体装置の製造方法において、

前記封止樹脂材料は造粒されており、前記封止樹脂材料の造粒粉は前記固形状異物の最大径を超える一次粒子を含まないことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体装置の製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

半導体装置は、半導体素子の多段積層化、内部配線の高密度化、パッケージの薄型化の傾向にあり、半導体素子上の封止樹脂の厚さが $100 \sim 150 \mu m$ 程度の半導体パッケージが要求されている。半導体素子の樹脂封止において、トランスファ成形では半導体素子上の封止樹脂の厚さが薄いパッケージの場合に樹脂を半導体素子上に十分充填できないという問題や、金属ワイヤによる内部配線が高密度の場合にワイヤの変形により配線間が短絡するという問題が生じる。これらの問題を解決するため、半導体素子の樹脂封止に圧縮成形を適用することが検討されている（特許文献 1，2 参照）。

40

【0003】

圧縮成形では、例えばトランスファ成形で使用される熱硬化性樹脂組成物（封止樹脂材料）のタブレットを製造する過程で生じる粉粒状の熱硬化性樹脂組成物が使用される。従来の粉粒状の熱硬化性樹脂組成物（封止樹脂材料）は、例えば以下のようにして作製される。まず、未硬化の熱硬化性樹脂、硬化剤、充填剤等の各材料を計量して混合し、この混合物を混練する。混練工程は一般的に $100^\circ C$ 程度に加熱しながら各材料が均一に混ざり合うように実施する。この際、混練工程に長時間滞留する樹脂があり、硬化反応が進んで硬化物が生成されるおそれがある。この硬化物をアセトン不溶分と呼ぶ。

【0004】

次いで、各材料の混練物を板状に延ばし、それを冷却した後に粉碎することによって、

50

粉粒状の封止樹脂材料（未硬化の熱硬化性樹脂組成物）を作製する。混練物の粉碎工程において、樹脂組成物の粒径は一般的に数10 μ m～2mm程度とされる。このため、封止樹脂材料が熱硬化性樹脂の硬化物（アセトン不溶分）を含む場合には、その粒径も数10 μ m～2mm程度と様々になる。一般的に使用されている封止樹脂材料には、熱硬化性樹脂の硬化物（アセトン不溶分）が数10ppm程度の割合で含まれている。

【0005】

上述したような粉粒状の封止樹脂材料を用いて、圧縮成形による半導体素子の樹脂封止を実施した場合、封止樹脂材料中に含まれる熱硬化性樹脂の硬化物（アセトン不溶分）が半導体素子にダメージを与えたり、金属ワイヤによる内部配線を変形させる等の問題が生じる場合がある。すなわち、圧縮成形方法では樹脂封止装置のキャビティ内に半導体素子を配置し、その上に封止樹脂材料を供給する。熱硬化性の封止樹脂材料は加圧されながら加熱される。加圧・加熱処理により流動化した封止樹脂材料をキャビティ内に充填する。

10

【0006】

この際、封止樹脂材料が粒径の大きいアセトン不溶分を含んでいると、半導体素子と加圧型とに挟まれたアセトン不溶分を介して、半導体素子に対して局所的に大きな圧力が付加される。これは半導体素子に傷やクラック等を生じさせる要因となる。また、金属ワイヤによる内部配線と加圧型との間に粒径の大きいアセトン不溶分が存在すると、加圧型がアセトン不溶分を内部配線に押し付け、内部配線を変形させるおそれがある。半導体装置は薄型化の傾向にあり、半導体素子上の封止樹脂の厚さは薄肉化される傾向にある。このような場合、特にアセトン不溶分が半導体素子や内部配線に悪影響を及ぼしやすい。

20

【0007】

さらに、半導体素子の高密度化や高機能化に基づいても、半導体素子と配線基板等とを電氣的に接続する内部配線（金属ワイヤ）は配置ピッチが微細化される傾向にある。封止樹脂材料が粒径の大きいアセトン不溶分を含んでいると、隣接する金属ワイヤ間に挟まれたアセトン不溶分が金属ワイヤを変形させ、金属ワイヤ間をショートさせるおそれがある。また、ショート不良が生じないまでも、隣接する金属ワイヤ間にリークが生じるおそれがある。アセトン不溶分に起因する金属ワイヤ間のショート不良等は圧縮成形に限らず、トランスファ成形を適用した樹脂封止においても発生するおそれがある。

【特許文献1】特開2004-056141号公報

【特許文献2】特開2006-088619号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、熱硬化性の封止樹脂材料中に含まれる熱硬化性樹脂の硬化物等に起因する半導体素子へのダメージや金属ワイヤによる内部配線の変形等を抑制することを可能にした半導体装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の態様に係る半導体装置の製造方法は、熱硬化性樹脂の硬化物を有する固形状異物を含むし、かつ前記固形状異物を含めて微粉化された熱硬化性の封止樹脂材料を用意する工程と、回路基材上に搭載されると共に、前記回路基材と電氣的に接続された半導体素子を、前記微粉化された封止樹脂材料を用いて封止する工程とを具備することを特徴としている。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明の態様に係る半導体装置の製造方法では封止樹脂材料を微粉化することで、熱硬化性の封止樹脂材料中に含まれる熱硬化性樹脂の硬化物等に起因する半導体素子へのダメージや金属ワイヤによる内部配線の変形等を抑制することができる。従って、健全で信頼性の高い半導体装置を高歩留りで作製することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について説明する。まず図1を参照して、本発明の実施形態による半導体装置の製造方法が適用される半導体装置の構成について述べる。なお、図1は半導体装置の構成例を示すものであり、この実施形態の製造方法は図1に示す半導体装置の構成に限定されるものではない。この実施形態の製造方法は配線基板やリードフレーム等の回路基材上に搭載されると共に、回路基材と金属ワイヤ等の内部配線を介して電氣的に接続された各種半導体素子の樹脂封止に適用することができる。

【0012】

図1に示す半導体装置1は、回路基材として配線基板2を示している。配線基板2はワイヤボンディング時における接続部となる接続パッド3を有している。配線基板2の第1の面（上面）には、複数の半導体素子4A、4Bが積層されて搭載されている。複数の半導体素子4A、4Bの電極パッド5a、5bは、それぞれ配線基板2の接続パッド3と金属ワイヤ（内部配線）6A、6Bを介して電氣的に接続されている。

10

【0013】

配線基板2の第1の面には、例えばエポキシ樹脂のような熱硬化性樹脂の硬化物からなる封止樹脂層7が形成されている。半導体素子4A、4Bは金属ワイヤ6A、6Bと共に封止樹脂層7で一体的に封止されている。配線基板2の第2の面（下面）には、必要に応じて外部接続端子（図示せず）が形成される。半導体装置1を半導体パッケージ等として用いる場合、外部接続端子には半田ボール等による突起電極が適用される。半導体装置1を半導体メモリカード等として用いる場合、外部接続端子はメッキ電極等で構成される。

20

【0014】

図1に示す半導体装置（半導体パッケージ）1は薄型化を図る上で、例えば半導体素子4B上における封止樹脂層7の厚さ（素子上樹脂厚）Tが100～150 μm の範囲とされている。素子上樹脂厚Tが150 μm 未満であると、封止樹脂層7の形成材料となる封止樹脂材料中に含まれる固形状異物が半導体素子4や金属ワイヤ6に悪影響を及ぼしやすい。このため、実施形態の製造方法は素子上樹脂厚Tが150 μm 以下の半導体装置（半導体パッケージ）1の作製に好適である。

【0015】

図1では配線基板2上に2個の半導体素子4A、4Bを積層して搭載した構成を示しているが、半導体素子4の搭載数は1個もしくは3個以上であってもよく、特に限定されるものではない。樹脂封止型の半導体装置1の具体的な構造としては、例えば1個もしくは複数個のメモリ素子を配線基板2上に積層して搭載した構造、さらにはその最上段にコントローラ素子を積層した構造、あるいは配線基板2にメモリ素子やロジック素子等を積層して搭載した構造が挙げられる。半導体素子4と配線基板2との接続構造はワイヤ接続に限らず、フリップチップ接続を適用してもよい。

30

【0016】

第1の実施形態による半導体装置の製造方法について、図1に示す半導体装置1を例として図2および図3を参照して説明する。まず、配線基板2上に半導体素子4A、4Bを積層すると共に、半導体素子4A、4Bの電極パッド5a、5bをそれぞれ配線基板2の接続パッド3と金属ワイヤ6A、6Bを介して電氣的に接続する。このような半導体素子4A、4Bが搭載された配線基板2を、図2に示すように樹脂封止装置11にセットする。樹脂封止装置11は半導体素子4の樹脂封止に圧縮成形を適用した封止装置である。

40

【0017】

圧縮成形を適用した樹脂封止装置11は、上下一対の型12、13を備えている。上型12には半導体素子4が搭載された配線基板2がセットされる。下型13の周囲にはキャビティブロック14が配置されている。キャビティ15は上型12と下型13とキャビティブロック14とで形成される。下型13はキャビティブロック14と共に上下動が可能とされており、さらに下型13のみで上下動が可能とされている。下型13は予めキャビティブロック14より下方に位置しており、その上に封止樹脂層7の形成材料となる熱硬化性の封止樹脂材料16が供給される。

50

【0018】

封止樹脂材料16は未硬化の熱硬化性樹脂組成物からなり、圧縮成形に適用する上で粉粒体形状を有している。封止樹脂材料16の具体例としては、熱硬化性のエポキシ樹脂組成物、シリコン樹脂組成物、ポリイミド樹脂組成物等が挙げられる。エポキシ樹脂組成物を例として説明すると、封止樹脂材料16はエポキシ樹脂、硬化剤（フェノール樹脂硬化剤等）、無機質充填剤（シリカ、アルミナ、石英粉末、酸化チタン、炭酸カルシウム等）、また必要に応じて硬化促進剤、低応力化剤（シリコン樹脂やシリコンオイル等）、シランカップリング剤等を含んでおり、これからが均一に混練されたものである。

【0019】

粉粒状の封止樹脂材料16を用意する工程について図4を参照して説明する。まず、エポキシ樹脂組成物等の封止樹脂材料16を構成する各材料（未硬化の熱硬化性樹脂、硬化剤、充填剤等）を計量（101）して混合（102）する。次いで、各材料の混合物を混練（103）する。混練工程103は一般的に100℃程度で加熱しながら各材料が均一に混ざり合うように実施される。この際、混練工程に長時間滞留する樹脂があり、硬化反応が進んで硬化物が生成される。この硬化物はアセトン不溶分と呼ばれる。

【0020】

混練工程103で生成される各材料の混練物は、上述した熱硬化性樹脂の硬化物（アセトン不溶分）を含んでいる。アセトン不溶分はその粒径に基づいて樹脂封止工程に悪影響を及ぼすため、後述するように微粉碎する。ここで、アセトン不溶分は熱硬化性樹脂の硬化物（既硬化物）に限られるものではなく、例えば充填剤（シリカ等）の凝集物、金属不純物等も含まれる。このように、混練物は熱硬化性樹脂の硬化物を始めとして、充填剤の凝集物や金属不純物等を含む固形状異物を含有するものである。

【0021】

次いで、各材料の混練物を板状に延ばし（104）、それを冷却（105）した後に粉碎（106）する。混練物（樹脂組成物）の粉碎工程106は、一般的に粉碎後の粒径が数10μm～2mm程度となるように実施される。このような粉碎工程106を実施しただけでは、混練工程103で生じた熱硬化性樹脂の硬化物の粒径も数10μm～2mmの範囲となり、特に粒径の大きい熱硬化性樹脂の硬化物を含むアセトン不溶分が樹脂封止工程で半導体素子4や金属ワイヤ6に悪影響を及ぼす。

【0022】

そこで、熱硬化性樹脂の硬化物が生成される混練工程103、延伸工程104、冷却工程105、粉碎工程106を経た後、樹脂組成物を微粉碎する工程107を実施する。微粉碎工程107は、例えば粉碎装置を用いて樹脂組成物を碎き、熱硬化性樹脂の硬化物を有する固形状異物（アセトン不溶分）を含めて樹脂組成物を微粉化する工程である。すなわち、微粉碎工程107を経ることによって、固形状異物（アセトン不溶分）を含めて樹脂全体が微粉化された封止樹脂材料（熱硬化性樹脂組成物）16を得ることができる。微粉碎工程107は、図5に示すように粉碎工程106を経ることなく、冷却工程105後に直接実施してもよい。

【0023】

ここで、粒径の大きいアセトン不溶分をなくす他の方法としては、例えば樹脂封止工程で半導体素子4や金属ワイヤ6に悪影響を及ぼす粒径以上の粒子を篩い分けして取り除くことが考えられる。しかし、篩い分けを適用した場合には、粒径の大きいアセトン不溶分のみならず、粒径の大きい封止樹脂材料までも除去されてしまうため、封止樹脂材料の使用率が極端に低くなり、半導体装置1の製造コストを増加させてしまう。これに対し、固形状異物（アセトン不溶分）を含めて封止樹脂材料16を微粉化することによって、材料コストの増加を抑制することができる。また、熱硬化性樹脂の硬化物は粒径が大きいことによる影響を除いて、それ自体が樹脂封止に悪影響を及ぼすことはない。

【0024】

上述した微粉碎工程107において、固形状異物（アセトン不溶分）を含む封止樹脂材料（熱硬化性樹脂組成物）16は、固形状異物が樹脂封止工程で半導体素子4や金属ワイ

10

20

30

40

50

ヤ6に悪影響を及ぼさない粒径まで微粉化される。具体的には、固形状異物を含む封止樹脂材料16の粉粒体の最大径が半導体素子4を樹脂封止した後の素子上樹脂厚T未満となるように微粉化される。固形状異物の最大径を素子上樹脂厚T未満とすることによって、後述する樹脂封止工程で固形状異物が半導体素子4にダメージを与えるおそれがない。

【0025】

例えば、半導体装置1の素子上樹脂厚Tが $120\mu\text{m}$ である場合、固形状異物の最大径が $120\mu\text{m}$ 未満、さらには $100\mu\text{m}$ 以下となるように、封止樹脂材料16を微粉化する。樹脂封止工程における半導体素子4のクラック等をより確実に抑制する上で、固形状異物の最大径は素子上樹脂厚Tの85%以下($0.85T$ 以下)とすることがより好ましい。ただし、封止樹脂材料16を微粉化しすぎると、それに含まれる充填剤の粒度分布も

10

【0026】

また、熱硬化性樹脂の硬化物を含むアセトン不溶分による金属ワイヤ6間の接触やそれによるショートを抑止するためには、隣接する金属ワイヤ6間にアセトン不溶分が挟まれた場合においても、金属ワイヤ6間の接触が生じないような粒径以下とすることが好ましい。図6に示すように、金属ワイヤ6の配置ピッチをP、金属ワイヤ6の直径をDとしたとき、隣接する金属ワイヤ6間に挟まれた固形状異物(アセトン不溶分)Fの粒径が $[3P - 3D]$ の場合に金属ワイヤ6間のショート不良等が生じる。

【0027】

そこで、封止樹脂材料16は固形状異物Fの最大径が $[3P - 3D]$ 未満となるように微粉化することが好ましい。例えば、金属ワイヤ6の配置ピッチPが $60\mu\text{m}$ 、金属ワイヤ6の直径Dが $25\mu\text{m}$ の場合、固形状異物Fの最大径が $105\mu\text{m}$ 未満であれば、金属ワイヤ6間のショートを抑止することができる。このような点からも、固形状異物の最大径が $100\mu\text{m}$ 以下となるように微粉化することが好ましい。固形状異物Fによる金属ワイヤ6間のショートやリークをより確実に抑制する上で、固形状異物Fの最大径は $[3P - 3D]$ の80%以下($0.8 \times [3P - 3D]$ 以下)とすることが好ましい。封止樹脂材料16の粒径は充填剤の最大粒径以上となるように微粉化することが好ましい。

20

【0028】

このようにして、熱硬化性樹脂の硬化物を有する固形状異物を含有し、かつ固形状異物を含めて微粉化された熱硬化性の封止樹脂材料16を用意する。微粉化された封止樹脂材料16は、上述したように樹脂封止装置11に供給される。具体的には、配線基板2に搭載された半導体素子4がセットされた上型12と対向する下型13上に供給される。上型12と下型13は予め加熱されている。供給された粉粒状の封止樹脂材料16が溶融するのを待って、図3に示すように下型13およびキャビティブロック14を上昇させる。

30

【0029】

下型13とキャビティブロック14とを上昇させ、キャビティブロック14を上型12に突き当ててキャビティ15の側壁を形成する。下型13をさらに上昇させ、溶融(流動化)された封止樹脂材料16をキャビティ15内に押し広げ、半導体素子4を封止樹脂材料16で覆う。キャビティ15内に充填された封止樹脂材料16をさらに加熱して熱硬化させる。このようにして、半導体素子4を封止樹脂材料16の硬化物で封止する。熱硬化工程が終了した後下型13を下げて成形品(封止樹脂材料16の硬化物からなる封止樹脂層7で封止された半導体素子4を有する配線基板2)を取り出す。

40

【0030】

上述したように、封止樹脂材料16中に含まれる固形状異物(熱硬化性樹脂の硬化物等)は、その最大径が素子上樹脂厚T、さらには素子上樹脂厚Tの85%以下($0.85T$ 以下)とされている。このため、半導体素子4Bと下型13との間に固形状異物(熱硬化性樹脂の硬化物等)が介在したとしても、下型13の圧力が半導体素子4Bに対して局所的に加わることはない。従って、固形状異物(熱硬化性樹脂の硬化物等)に起因する半導体素子4のクラック等を抑制することが可能となる。

50

【0031】

さらに、固形状異物（熱硬化性樹脂の硬化物等）は、隣接する金属ワイヤ6間に固形状異物が挟まれた場合においても、金属ワイヤ6間の接触が生じない粒径以下（固形状異物の最大径が金属ワイヤ6の配置ピッチPと直径Dに対して $[3P-3D]$ 未満、さらには $[3P-3D]$ の80%以下とされている。従って、固形状異物（熱硬化性樹脂の硬化物等）に起因する金属ワイヤ6間のショートやリークを抑制することができる。これらによって、信頼性の高い半導体装置1を高歩留りで作製することが可能となる。

【0032】

次に、第2の実施形態による半導体装置の製造方法について説明する。まず、第1の実施形態と同様に、半導体素子4が搭載された配線基板2を樹脂封止装置11にセットする。次いで、熱硬化性の封止樹脂材料16を用意する。封止樹脂材料16の構成材料は第1の実施形態と同様である。粉粒状の封止樹脂材料16は以下のようにして用意される。封止樹脂材料16を用意する工程について図7を参照して説明する。第1の実施形態と同様に、材料計量工程101、混合工程102、混練工程103、延伸工程104、冷却工程105、粉碎工程106、微粉碎工程107を実施する。

【0033】

微粉碎工程107は第1の実施形態と同様にして実施し、固形状異物が樹脂封止工程で半導体素子4や金属ワイヤ6に悪影響を及ぼさない粒径まで封止樹脂材料16を微粉化する。固形状異物の最大径は第1の実施形態と同様とされる。具体的には、固形状異物の最大径を素子上樹脂厚T未満、さらには素子上樹脂厚Tの85%以下とすることが好ましい。金属ワイヤ6の配置ピッチPおよび直径Dに対して、固形状異物の最大径を $[3P-3D]$ 未満、さらには $[3P-3D]$ の80%以下とすることが好ましい。封止樹脂材料16は充填剤の最大粒径以上となるように微粉化することが好ましい。

【0034】

次に、微粉化した封止樹脂材料16を造粒する（108）。一旦微粉化した封止樹脂材料16を造粒することによって、固形状異物の粒径に起因する半導体素子4や金属ワイヤ6への悪影響を取り除いた上で、封止樹脂材料16の取扱い性や充填性等を高めることが可能となる。封止樹脂材料16の造粒粉の粒径はおおよそ一定でもよいし、また所望の粒度分布を持たせてもよい。特に、後述するような粒度分布を有することが好ましい。

【0035】

例えば、従来の粉粒状樹脂は粒度分布が不規則で、樹脂搬送部で微粉が付着・堆積したり、粉粒体が詰まる等の問題を有していた。また、粉粒状樹脂を下型に供給した後、粉粒状樹脂が溶融するのを待って金型を閉じるため、樹脂の溶融時間が製品の生産性に影響を及ぼす。従来の封止樹脂材料は粒度分布が不規則であるため、粒子間の間隙が多くて熱伝導性が低く、樹脂の昇温や溶融に時間を要し、生産性が低いという問題を有していた。

【0036】

このような点に対して、微粉化した封止樹脂材料16を造粒して用いることによって、微粉の付着・堆積や詰まり等を解消することができる。さらに、一般に粒子の大きさが均一の場合に比べて、大きさが異なる多分散系の方が充填率が大きくなり、高密度に充填できることが知られている。微粉化した封止樹脂材料16を造粒して所望の粒度分布を持たせることによって、粉粒状の封止樹脂材料16の充填率を高めることができる。

【0037】

Horsfieldの充填模型の場合、等大球形粒子を六方最密充填した場合の充填率は約74%である。6つの球で囲まれた四角孔と4つの球で囲まれた三角孔に入る最大球を順次充填した場合、最初の等大球を1次球、四角孔に入る最大球を2次球、三角孔に入る最大球を3次球、1次球と2次球の間隙に入る最大球を4次球、1次球と3次球の間隙に入る最大球を5次球、最後に残った間隙に微細な等大球を最密充填していった場合の充填率は約96%である。均一な等大球や不規則な大きさに造粒するよりも、規則性のある粒径に造粒する方がより高密度な充填が可能となる。1次球から5次球の粒径と個数比は1次球の粒径をA、1次球の個数を1とした場合、表1に示す粒径と個数比になる。

【0038】

【表1】

粒子	粒径	個数比
1次球	A	1
2次球	0.414A	1
3次球	0.225A	2
4次球	0.177A	8
5次球	0.116A	8

10

【0039】

例えば、樹脂組成物の粒径を1次球は1mm、2次球は0.414mm、3次球は0.225mm、4次球は0.177mm、5次球は0.116mmとし、粒子の個数比を1次球：2次球：3次球：4次球：5次球＝1：1：2：8：8に極力近くなるよう造粒すれば高密度充填が可能な粉粒状樹脂（粉粒状の封止樹脂材料16）が得られる。粒子の個数比は上記に限定されるものではない。少なくとも、1次球乃至2次球のそれぞれの個数よりも3次球の個数が多く、3次球の個数よりも4次球乃至5次球のそれぞれの個数が多ければよい。また、上記粒径は各球の粒径の典型例であり、粒径の大小順序を保った範囲で変動させることが可能である。

【0040】

20

粉粒状の封止樹脂材料16を全て一旦微粉化した後、規則性のある粒度分布に造粒した粉粒体（造粒粉）を用いて、半導体素子4を樹脂封止する。樹脂封止工程は第1の実施形態と同様にして実施される。第2の実施形態では以下に示すような効果を得ることができる。すなわち、第1の実施形態の効果に加えて、樹脂搬送部で樹脂が付着・堆積したり、樹脂が詰まったりする等の悪影響を防止できる。また、粒子間の間隙が狭くなり、粒子同士の接触面積が増し、樹脂の受熱効率が向上する。これによって、樹脂の溶融時間が早くなり、製品の生産性を向上させることができる。さらに、粉粒状樹脂全てを一旦微粉化してから造粒するため、樹脂の使用率が高く、製品のコストを低減することができる。

【0041】

前述した第1および第2の実施形態では、半導体素子の樹脂封止に圧縮成形を適用した例について説いたが、樹脂封止工程は圧縮成形に限定されるものではない。微粉化した封止樹脂材料や造粒した封止樹脂材料はトランスファ成形を適用した樹脂封止工程に対しても有効に利用することができる。特に、金属ワイヤの配置ピッチPおよび直径Dに対して、固形状異物の最大径を $[3P-3D]$ 未満、さらには $[3P-3D]$ の80%以下とした封止樹脂材料は、トランスファ成形を適用する場合においても有効に作用する。すなわち、トランスファ成形を適用した樹脂封止工程において、金属ワイヤ間の接触によるショートが発生等を有効に抑制することが可能となる。

30

【0042】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、配線基板等の回路基材に搭載された半導体素子を樹脂封止する各種の半導体装置の製造工程（樹脂封止工程）に適用可能である。そのような半導体装置の製造方法も本発明に含まれるものである。また、本発明の実施形態は本発明の技術的思想の範囲内で拡張もしくは変更することができ、この拡張、変更した実施形態も本発明の技術的範囲に含まれるものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の実施形態による製造方法を適用して製造される半導体装置の構成例を示す断面図である。

【図2】本発明の実施形態の半導体装置の製造工程における封止樹脂材料の供給過程を示す図である。

【図3】本発明の実施形態の半導体装置の製造工程における封止樹脂材料の圧縮成形過程

50

を示す図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に用いられる封止樹脂材料の製造工程を示す図である。

【図 5】図 4 に示す封止樹脂材料の製造工程の変形例を示す図である。

【図 6】金属ワイヤの配置ピッチおよび直径と固形状異物の径とに基づき金属ワイヤの接触状態を示す図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態に用いられる封止樹脂材料の製造工程を示す図である。

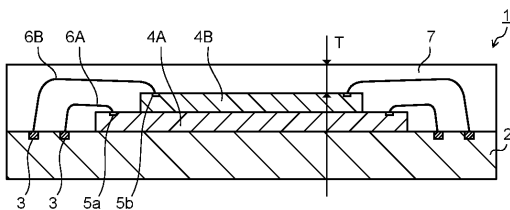
【図 8】図 6 に示す封止樹脂材料の製造工程の変形例を示す図である。

【符号の説明】

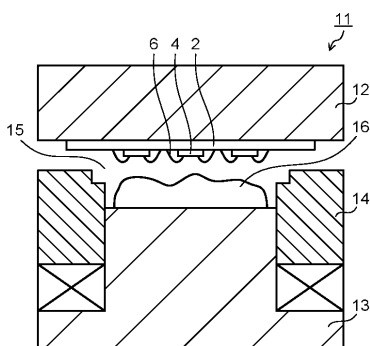
【0044】

1…半導体装置、2…配線基板、3…接続パッド、4、4A、4B…半導体素子、5a、5b…電極パッド、6、6A、6B…金属ワイヤ、7…封止樹脂層、11…樹脂封止装置、12…上型、13…下型、14…キャビティブロック、15…キャビティ、16…封止樹脂材料。

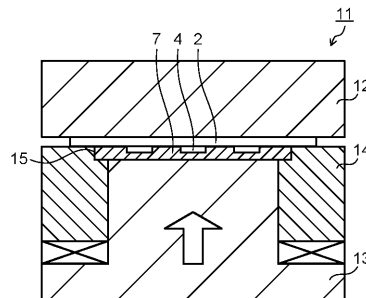
【図 1】



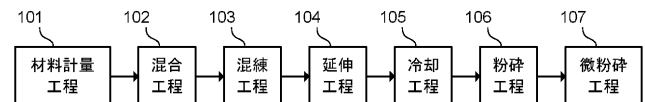
【図 2】



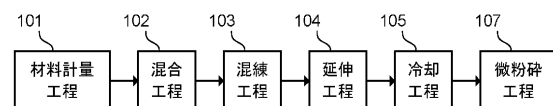
【図 3】



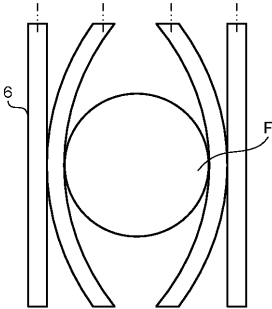
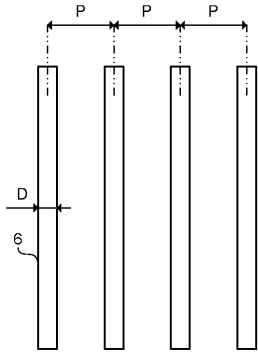
【図 4】



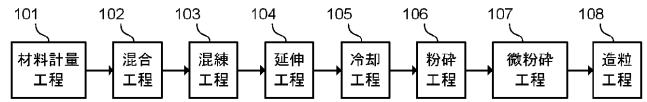
【図 5】



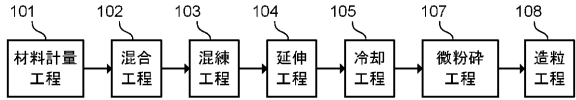
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 南中 理

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5F061 AA01 CA22 CB02 CB03 DE03 DE04