

明 細 書

発明の名称： 離型フィルム、および封止体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を変形を要する金型内に配置し、硬化性樹脂で封止して厚さ 3 mm 以上の樹脂封止部を形成する封止体の製造方法に用いられる離型フィルム、および前記離型フィルムを用いた封止体の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体モジュールの 1 つであるパワー半導体モジュールや自動車の ECU（エンジンコントロールユニット）は、実装後の基板に耐熱性や信頼性が必要とされるため、その製造工程では、樹脂（封止樹脂）で基板自体を封止する工程が行われる。封止は一般に、液状ないしゲル状のシリコンを基板上にポッティングし、硬化させることにより行われる。しかし、ポッティングによる封止では、シリコンを注入するためにケースが必要になること、硬化に時間がかかること、ポッティング面が必ず平坦になる等構造の制約があること等の問題があり、近年は、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を用い、トランスファ成形によって封止する方法が採用されている。

トランスファ成形による半導体モジュールの製造は一般に、半導体素子や受動部品が実装された基板やその他放熱板等の部品を金型内に配置し、熱硬化性樹脂を注入し、硬化することにより行われる。その後に金型との離型が必要となるため、熱硬化性樹脂には、離型性を確保するために、離型剤が配合されている（たとえば特許文献 1）。

しかし、離型剤を配合することは、封止樹脂と基板との密着性を損ない、半導体モジュールの信頼性を低下させる問題がある。

[0003] 離型剤を使用しない金型との離型方法として、硬化性樹脂と金型との固着を防ぐために、金型の硬化性樹脂と接する面に、フッ素樹脂等の樹脂から構成される離型フィルムを配置する場合がある。離型フィルムは一般に、真空

吸引によって金型の表面に沿って引き延ばされ、金型に密着した状態とされる。この方法は、1つの半導体素子を封止する半導体パッケージ等、厚さ1 mm以下程度の薄型のパッケージの製造に適用されている。

しかし、このような用途に従来用いられている離型フィルムを、半導体パッケージに比べて厚く、形状も複雑な半導体モジュールの製造に使用すると、離型フィルムが大きく変形し、金型に追従しきる前に離型フィルムが破れる問題がある。たとえば角のあるキャビティの場合、角の部分で離型フィルムが大きく引き伸ばされ、ピンホールが発生しやすい。離型フィルムの破れは、金型が大型化、複雑化するほど生じやすくなる。離型フィルムが破れると、その部分から熱硬化性樹脂が漏れ出して金型に付着する。金型に付着した硬化性樹脂は、その後、別の構造体を封止する際に外観不良を引き起こすため、金型のクリーニングが必要となり、半導体モジュールの生産性が低下する。

なお、特許文献2では、半導体モジュールの部品としての放熱板を露出させるために、リードフレームの放熱面と金型との間に柔軟性離型シートを配置し、前記放熱面を前記柔軟性離型シートに沈み込ませた状態でトランスファ成形を行っている。柔軟性離型シートの役割はあくまで放熱板を露出させることであり、半導体モジュールの金型からの離型には寄与していない。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-245188号公報

特許文献2：特開2012-28595号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を、大変形を要する金型内に配置し、硬化性樹脂で封止して厚さ3 mm以上の樹脂封止部を形成する封止体の製造方法において、封止体の金型からの優れた離型性と、

大変形を要する金型への優れた追従性とを備える離型フィルム、および該離型フィルムを用いた封止体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

[0006] 本発明は、以下の〔１〕～〔１０〕の構成を有する離型フィルムを用いた封止体の製造方法を提供する。

〔１〕基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を、少なくとも一方の深さが３ｍｍ以上である上金型と下金型とを備える金型内に配置し、硬化性樹脂で封止して厚さ３ｍｍ以上の樹脂封止部を形成する封止体の製造方法において、前記上金型および下金型のうち深さが３ｍｍ以上であるものの前記硬化性樹脂が接する面に配置される離型フィルムであって、

前記樹脂封止部の形成時に硬化性樹脂と接する第１の層と、第２の層とを有し、

前記第１の層が、厚さ５～３０μｍであり、かつ、フッ素樹脂および融点２００℃以上のポリオレフィンからなる群から選択される少なくとも１種から構成され、

前記第２の層が、厚さが３８～１００μｍであり、１８０℃における引張貯蔵弾性率（ＭＰａ）と厚さ（μｍ）との積が１８，０００（ＭＰａ・μｍ）以下であり、かつ、１８０℃における引張破断応力（ＭＰａ）と厚さ（μｍ）との積が２，０００（ＭＰａ・μｍ）以上であることを特徴とする離型フィルム。

〔２〕前記第２の層が、無延伸ポリアミド、ポリブチレンテレフタレートおよび易成形ポリエチレンテレフタレートからなる群から選択される少なくとも１種から構成される、〔１〕の離型フィルム。

〔３〕前記第１の層が、テトラフルオロオレフィンに基づく単位と、エチレンに基づく単位とを有する共重合体から構成される、〔１〕の離型フィルム。

〔４〕前記第２の層は第２の層用樹脂から構成され、前記第２の層用樹脂のガラス転移温度が４０～１０５℃である、〔１〕～〔３〕のいずれかの離

型フィルム。

〔５〕前記第２の層が、無延伸ポリアミド、ポリブチレンテレフタレートおよび易成形ポリエチレンテレフタレートからなる群から選択される少なくとも１種から構成される、〔１〕～〔４〕のいずれかの離型フィルム。

〔６〕前記第２の層の金型面側の表面の算術平均粗さ（ R_a ）が、 $1.5 \sim 2.1 \mu m$ である、〔１〕～〔５〕のいずれかの離型フィルム。

〔７〕第２の層の、 $(180^\circ C \text{の引張貯蔵弾性率 (MPa)} \times \text{厚さ} (\mu m)) / (180^\circ C \text{の引張破断応力 (MPa)} \times \text{厚さ} (\mu m))$ が、 3.8 未満である、〔１〕～〔６〕のいずれかの離型フィルム。

〔８〕基板と、半導体素子と、接続端子と、硬化性樹脂から形成される厚さ $3 mm$ 以上の樹脂封止部とを有する封止体を、少なくとも一方の深さが $3 mm$ 以上である上金型と下金型とを備える金型を用いて製造する方法であって、

前記上金型および下金型のうち深さが $3 mm$ 以上であるものの前記硬化性樹脂が接する面に、〔１〕～〔４〕のいずれかの離型フィルムを配置する工程と、

基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を前記金型内に配置し、前記金型内の空間を硬化性樹脂で満たして硬化させ、厚さ $3 mm$ 以上の樹脂封止部を形成する工程と、

前記樹脂封止部を前記構造体とともに前記金型から離型する工程と、を有することを特徴とする封止体の製造方法。

〔９〕下記の工程（ $\alpha 1$ ）～（ $\alpha 5$ ）を有する、〔８〕の封止体の製造方法。

（ $\alpha 1$ ）深さ $3 mm$ 以上の凹部を有する下金型と、深さ $3 mm$ 以上の凹部を有しない上金型とを備える金型の前記下金型に、離型フィルムを、離型フィルムが下金型の凹部を覆うように配置する工程。

（ $\alpha 2$ ）離型フィルムを下金型のキャビティ面の側に真空吸引する工程。

（ $\alpha 3$ ）下金型の凹部内に硬化性樹脂を充填する工程。

(α 4) 基板と積層構造とシリコン貫通ビアとを備える構造体を上金型と下金型との間に配置し、上金型と下金型とを型締めし、前記上金型と下金型との間に形成されたキャビティを硬化性樹脂で満たして硬化させて樹脂封止部 19 を形成することにより封止体を得る工程。

[10] 下記の工程 (β 1) ~ (β 5) を有する、[8] の封止体の製造方法。

(β 1) 深さ 3 mm 以上の凹部を有する上金型と、深さ 3 mm 以上の凹部を有しない下金型とを備える金型の上金型に、離型フィルムを、離型フィルムが上金型の凹部の開口を覆うように配置する工程。

(β 2) 離型フィルムを上金型のキャビティ面の側に真空吸引する工程。

(β 3) 基板と積層構造とシリコン貫通ビアとを備える構造体を下金型の所定の位置に配置し、上金型と下金型とを型締めする工程。

(β 4) 上金型と下金型との間に形成されたキャビティ内に硬化性樹脂を充填し、硬化させることによって樹脂封止部を形成することにより封止体を得る工程。

(β 5) 金型内から封止体を取り出す工程。

発明の効果

[0007] 本発明の離型フィルムは、封止体の金型からの優れた離型性と、大変形を要する金型への優れた追従性とを備える。また、本発明の離型フィルムは、封止体の金型からの優れた離型性を有するため、

本発明の封止体の製造方法によれば、大変形を要する金型に離型フィルムを優れた追従性で追従させることができる。また、前記金型から封止体を、優れた離型性で離型できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の離型フィルムの第1実施形態を示す概略断面図。

[図2]本発明の封止体の製造方法により製造する封止体の一例の概略断面図。

[図3]本発明の封止体の製造方法の第1実施形態の工程 (α 3) を示す模式断面図。

[図4]本発明の封止体の製造方法の第1実施形態の工程(α 4)を示す模式断面図。

[図5]本発明の封止体の製造方法の第1実施形態の工程(α 4)を示す模式断面図。

[図6]本発明の封止体の製造方法の第2実施形態に用いる金型の一例の断面図。

[図7]本発明の封止体の製造方法の第2実施形態の工程(β 1)を示す模式断面図。

[図8]本発明の封止体の製造方法の第2実施形態の工程(β 2)を示す模式断面図。

[図9]本発明の封止体の製造方法の第2実施形態の工程(β 3)を示す模式断面図。

[図10]本発明の封止体の製造方法の第2実施形態の工程(β 4)を示す模式断面図。

[図11]本発明の封止体の製造方法の第2実施形態の工程(β 5)を示す模式断面図。

[図12]本発明の封止体の製造方法で得られる封止体の他の例の概略断面図。

[図13]実施例における180℃追従性試験の試験方法の説明図。

発明を実施するための形態

[0009] 本明細書において、以下の用語は、それぞれ、次の意味で使用される。

樹脂の「単位」は、当該樹脂を構成する構成単位(モノマー単位)を示す。「フッ素樹脂」とは、構造中にフッ素原子を含む樹脂を示す。

上金型または下金型の深さは、上金型と下金型とを型締めしたときにキャビティを形成する、上金型または下金型の凹部の深さを示す。凹部の深さは、上金型と下金型との界面に対して垂直方向における最大深さを示す。

上金型および下金型のうち、深さ3mm以上の凹部を有するのは、いずれか一方でもよく、両方でもよい。いずれか一方が深さ3mm以上の凹部を有する場合、他方は、深さ3mm以上の凹部を有してもよく、深さ0超3mm

未満の凹部を有してもよく、凹部を有しなくてもよい。

樹脂封止部の厚さは樹脂封止部の、基板面に対して垂直方向における最大厚さを示す。

離型フィルムの厚さ、多層構造の離型フィルムを構成する層（第2の層、第1の層等）の厚さ、180℃における引張貯蔵弾性率、180℃における引張破断応力はそれぞれ、実施例に記載の方法により測定される。

算術平均粗さ（ R_a ）は、JIS B0601:2013（ISO4287:1997, Amd. 1:2009）に基づき測定される算術平均粗さである。粗さ曲線用の基準長さ l_r （カットオフ値 λ_c ）は0.8mmとした。

[0010] 〔離型フィルム〕

本発明の離型フィルムは、基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を、少なくとも一方の深さが3mm以上である上金型と下金型とを備える金型内に配置し、硬化性樹脂で封止して厚さ3mm以上の樹脂封止部を形成する封止体の製造方法において、前記上金型および下金型のうち深さが3mm以上であるもの（以下、深さ3mm以上の金型ともいう。）の前記硬化性樹脂が接する面に配置される離型フィルムであって、

前記樹脂封止部の形成時に硬化性樹脂と接する第1の層と、第2の層とを有し、

前記第1の層が、厚さ5～30 μm であり、かつ、フッ素樹脂および融点200℃以上のポリオレフィンからなる群から選択される少なくとも1種から構成され、

前記第2の層が、厚さが38～100 μm であり、180℃における引張貯蔵弾性率（MPa）と厚さ（ μm ）との積が18,000（MPa・ μm ）以下であり、かつ、180℃における引張破断応力（MPa）と厚さ（ μm ）との積が2,000（MPa・ μm ）以上であることを特徴とする。

[0011] 本発明の離型フィルムは、深さ3mm以上の金型の前記硬化性樹脂が接する面に、第1の層側の表面がキャビティに向くように配置される。離型フィ

ルムが第1の層を有するため、硬化性樹脂の硬化後、金型からの封止体の離型性に優れる。

また、第1の層の厚さが一定以下であり、かつ離型フィルムが第2の層を有することにより、大きく引き伸ばされても破れにくく、深さ3 mm以上の金型への追従性に優れる。

[0012] (第1実施形態の離型フィルム)

図1は、本発明の離型フィルムの第1実施形態を示す概略断面図である。第1実施形態の離型フィルム1は、第1の層2と第2の層3とがこの順に積層したものである。離型フィルム1は、第1の層2が硬化性樹脂と接し、第2の層3が金型に接する。

[0013] <第1の層>

第1の層2の厚さは5～30 μm であり、12～30 μm が好ましい。第1の層2の厚さが前記範囲の下限値以上であると、金型からの封止体の離型性に優れる。上限値以下であると、深さ3 mm以上の金型に、離型フィルム1が破れることなく追従する。

[0014] 第1の層2は、フッ素樹脂および融点200℃以上のポリオレフィンからなる群から選択される少なくとも1種（以下、第1の層用樹脂ともいう。）から構成される。第1の層用樹脂は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

硬化性樹脂と直接接する第1の層2が前記第1の層用樹脂から構成されることにより、金型からの封止体の離型性に優れる。また、前記第1の層用樹脂から構成されることにより、第1の層2は、成形時の金型の温度（典型的には150～180℃）に耐え得る耐熱性を有し、熱分解に由来する樹脂低分子物の封止体表面への転写が少なく好ましい。

[0015] フッ素樹脂としては、離型性および耐熱性の点から、フルオロオレフィン系重合体が好ましい。フルオロオレフィン系重合体は、フルオロオレフィンに基づく単位を有する重合体である。フルオロオレフィンとしては、テトラフルオロエチレン、フッ化ビニル、フッ化ビニリデン、トリフルオロエチレ

ン、ヘキサフルオロプロピレン、クロロトリフルオロエチレン等が挙げられる。フルオロオレフィンは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

フルオロオレフィン系重合体としては、エチレン／テトラフルオロエチレン共重合体（以下、E T F Eともいう。）、ポリテトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（アルキルビニルエーテル）／テトラフルオロエチレン共重合体等が挙げられる。フルオロオレフィン系重合体は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0016] フルオロオレフィン系重合体の中でも、高温での伸びが大きい点から、E T F Eが特に好ましい。

E T F Eは、テトラフルオロエチレン（以下、T F Eともいう。）に基づく単位と、エチレン（以下、Eともいう。）に基づく単位とを有する共重合体である。

E T F Eとしては、T F Eに基づく単位と、Eに基づく単位と、T F EおよびE以外の第3のモノマーに基づく単位とを有するものが好ましい。第3のモノマーに基づく単位の種類や含有量によってE T F Eの結晶化度、すなわち第1の層2の引張貯蔵弾性率を調整しやすい。また、第3のモノマー（特にフッ素原子を有するモノマー）に基づく単位を有することで、高温（特に180℃前後）における引張強伸度が向上する。

第3のモノマーとしては、フッ素原子を有するモノマーと、フッ素原子を有しないモノマーとが挙げられる。

[0017] フッ素原子を有するモノマーとしては、下記のモノマー（a 1）～（a 5）が挙げられる。

モノマー（a 1）：炭素数3以下のフルオロオレフィン類。

モノマー（a 2）： $X(CF_2)_nCY=CH_2$ （ただし、X、Yは、それぞれ独立に水素原子またはフッ素原子であり、nは2～8の整数である。）で表されるペルフルオロアルキルエチレン。

モノマー（a 3）：フルオロビニルエーテル類。

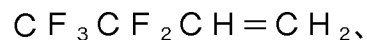
モノマー (a 4) : 官能基含有フルオロビニルエーテル類。

モノマー (a 5) : 脂肪族環構造を有する含フッ素モノマー。

[0018] モノマー (a 1) としては、フルオロエチレン類 (トリフルオロエチレン、フッ化ビニリデン、フッ化ビニル、クロロトリフルオロエチレン等)、フルオロプロピレン類 (ヘキサフルオロプロピレン (以下、HF Pともいう。))、2-ヒドロペンタフルオロプロピレン等) 等が挙げられる。

[0019] モノマー (a 2) としては、n が 2~6 のモノマーが好ましく、n が 2~4 のモノマーが特に好ましい。また、X がフッ素原子、Y が水素原子であるモノマー、すなわち (ペルフルオロアルキル) エチレンが特に好ましい。

モノマー (a 2) の具体例としては、下記の化合物が挙げられる。



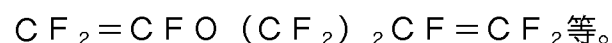
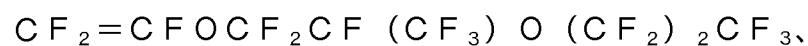
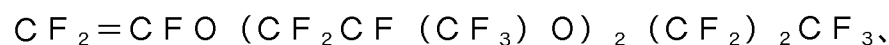
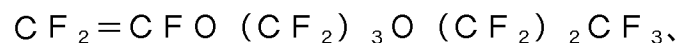
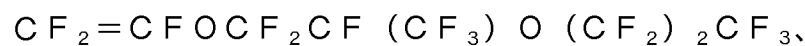
$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ((ペルフルオロブチル) エチレン。以下、PFBEともいう。)、



[0020] モノマー (a 3) の具体例としては、下記の化合物が挙げられる。なお、下記のうちジエンであるモノマーは環化重合し得るモノマーである。



$\text{CF}_2=\text{CF}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ (ペルフルオロ (プロピルビニルエーテル)。以下、PPVEともいう。)、



[0021] モノマー (a 4) の具体例としては、下記の化合物が挙げられる。



[0022] モノマー (a 5) の具体例としては、ペルフルオロ (2, 2-ジメチルー1, 3-ジオキソール)、2, 2, 4-トリフルオロ-5-トリフルオロメトキシ-1, 3-ジオキソール、ペルフルオロ (2-メチレン-4-メチルー1, 3-ジオキソラン) 等が挙げられる。

[0023] フッ素原子を有しないモノマーとしては、下記のモノマー (b 1) ~ (b 4) が挙げられる。

モノマー (b 1) : オレフィン類。

モノマー (b 2) : ビニルエステル類。

モノマー (b 3) : ビニルエーテル類。

モノマー (b 4) : 不飽和酸無水物。

[0024] モノマー (b 1) の具体例としては、プロピレン、イソブテン等が挙げられる。

モノマー (b 2) の具体例としては、酢酸ビニル等が挙げられる。

モノマー (b 3) の具体例としては、エチルビニルエーテル、ブチルビニルエーテル、シクロヘキシルビニルエーテル、ヒドロキシブチルビニルエーテル等が挙げられる。

モノマー (b 4) の具体例としては、無水マレイン酸、無水イタコン酸、無水シトラコン酸、無水ハイミック酸 (5-ノルボルネン-2, 3-ジカルボン酸無水物) 等が挙げられる。

[0025] 第3のモノマーは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

第3のモノマーとしては、結晶化度の調整すなわち引張貯蔵弾性率の調整がしやすい点、第3のモノマー (特にフッ素原子を有するモノマー) に基づく単位を有することで高温 (特に180℃前後) における引張強伸度に優れ

る点から、モノマー（a2）、HFP、PPVE、酢酸ビニルが好ましく、HFP、PPVE、 $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ 、PFBEがより好ましく、PFBEが特に好ましい。

すなわち、ETFEとしては、TFEに基づく単位と、Eに基づく単位と、PFBEに基づく単位とを有する共重合体が特に好ましい。

[0026] ETFEにおいて、TFEに基づく単位と、Eに基づく単位とのモル比（TFE/E）は、80/20～40/60が好ましく、70/30～45/55がより好ましく、65/35～50/50が特に好ましい。TFE/Eが前記範囲内であれば、ETFEの耐熱性および機械的物性に優れる。

[0027] ETFE中の第3のモノマーに基づく単位の割合は、ETFEを構成する全単位の合計（100モル%）に対して0.01～20モル%が好ましく、0.10～15モル%がより好ましく、0.20～10モル%が特に好ましい。第3のモノマーに基づく単位の割合が前記範囲内であれば、ETFEの耐熱性および機械的物性に優れる。

[0028] 第3のモノマーに基づく単位がPFBEに基づく単位を含む場合、PFBEに基づく単位の割合は、ETFEを構成する全単位の合計（100モル%）に対して0.5～4.0モル%が好ましく、0.7～3.6モル%がより好ましく、1.0～3.6モル%が特に好ましい。PFBEに基づく単位の割合が前記範囲内であれば、第1の層2は耐熱性に優れる。また、高温（特に180℃前後）における引張強伸度が向上する。

[0029] ETFEの溶融流量（MFR）は、2～40g/10分が好ましく、5～30g/10分がより好ましく、10～20g/10分が特に好ましい。MFRが前記範囲内であれば、ETFEの成形性が向上し、第1の層2の機械特性が優れる。

ETFEのMFRは、ASTM D3159に準拠して、荷重49N、297℃にて測定される値である。

[0030] 融点200℃以上のポリオレフィンの融点は、200℃以上300℃以下が好ましい。

融点200℃以上のポリオレフィンとしては、離型性および金型追従性に優れる点から、ポリメチルペンテンが好ましい。ポリオレフィンは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0031] 第1の層用樹脂としては、前記の中でも、フルオロオレフィン系重合体が好ましく、ETFEが特に好ましい。ETFEは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0032] 第1の層2は、第1の層用樹脂のみからなるものでもよく、無機系添加剤、有機系添加剤等の添加物が配合されていてもよい。無機系添加剤としては、カーボンブラック、シリカ、ガラスファイバー、カーボンファイバー、酸化チタン等の無機フィラー等が挙げられる。有機系添加剤としては、シリコーンオイル、金属石鹸等が挙げられる。

[0033] <第2の層>

第2の層3の厚さは38～100 μm であり、50～100 μm が好ましい。第2の層3の厚さが前記範囲の下限值以上であると、深さ3mm以上の金型に離型フィルム1を追従させる際に、金型の形状が複雑な場合でも、離型フィルム1が破れにくい。前記範囲の上限値以下であると、離型フィルム1が容易に変形でき、金型の形状が複雑な場合でも、離型フィルム1がしっかりと金型に密着し、高品質な樹脂封止部を安定して形成できる。

[0034] 第2の層3の180℃における引張貯蔵弾性率(MPa)と厚さ(μm)との積は18,000(MPa $\cdot\mu\text{m}$)以下であり、14,000(MPa $\cdot\mu\text{m}$)以下が好ましい。第2の層3の厚さが前記の範囲内であり、この厚さ(μm)と180℃における引張貯蔵弾性率(MPa)との積が前記の上限値以下であると、深さ3mm以上の深い金型であっても金型追従性に優れる。前記積の下限值は3,000が好ましく、4,000が特に好ましい。前記積が前記の下限值以上であると、ロール・トゥ・ロールにおけるハンドリング性に優れる。

[0035] 第2の層3の180℃における引張貯蔵弾性率は、第2の層を構成する樹脂(以下、第2の層用樹脂ともいう。)の結晶化度によって調整できる。具

体的には、樹脂の結晶化度が低いほど、該樹脂から構成される層の引張貯蔵弾性率は低くなる。樹脂の結晶化度は、公知の方法によって調整できる。たとえば、エチレン／テトラフルオロエチレン共重合体の場合、テトラフルオロエチレンおよびエチレン以外の他のモノマーに基づく単位の種類や割合によって調整できる。第2の層3の180℃における引張貯蔵弾性率は、50～400MPaが好ましく、50～300MPaが特に好ましい。

第2の層3の、(180℃の引張貯蔵弾性率(MPa)×厚さ(μm))／(180℃の引張破断応力(MPa)×厚さ(μm))は、3.8未満が好ましく、3.5未満が特に好ましい。3.8以上であると、金型への真空吸着時の金型追従性が不十分になりやすく、深い金型では破裂しやすい。下限は、特に設定されない。

[0036] 第2の層3の180℃における引張破断応力(MPa)と厚さ(μm)との積は2,000(MPa・μm)以上であり、3,000(MPa・μm)以上が好ましい。180℃における引張破断応力(MPa)と厚さ(μm)との積が前記の下限值以上であると、離型フィルムにピンホールが形成されにくい。前記積の上限値は7,000が好ましく、6,000が特に好ましい。前記積が前記の上限値以下であると、金型追従性に優れる。

第2の層3の180℃における引張破断応力は、第2の層用樹脂の分子量、すなわちMFRによって調整できる。第2の層3の180℃における引張破断応力は、20～100MPaが好ましく、30～90MPaが特に好ましい。

[0037] 第2の層用樹脂としては、前述の引張貯蔵弾性率と厚さとの積、および引張破断応力が前記の範囲内となるものであればよく、公知の熱可塑性樹脂、ゴム等の樹脂の中から適宜選択し得る。

第2の層3は、封止体の製造に際し、離型フィルム1を金型からスムーズに剥離可能とする程度の離型性を有することが好ましい。また、成形時の金型の温度(典型的には150～180℃)に耐え得る耐熱性を有することが好ましい。

第2層の層用樹脂のガラス転移温度（ T_g ）は、 $40 \sim 105^\circ\text{C}$ が好ましく、 $40 \sim 80^\circ\text{C}$ が特に好ましい。前記範囲の下限值以上であると離型フィルムが適度な柔らかさになり、ロール・トゥ・ロールでのハンドリングが容易である。前記範囲の上限値以下であると、離型フィルムを金型に真空吸着する際にフィルムの弾性率が十分に下がり、追従性に優れる。

これらの観点から、第2の層用樹脂としては、無延伸ポリアミド、ポリブチレンテレフタレート（以下、PBTともいう。）、易成形ポリエチレンテレフタレート（以下、PETともいう。）からなる群から選択される少なくとも1種が好ましい。

ポリアミドとしては、耐熱性、強度、ガスバリア性の点から、ナイロン6、ナイロンMXD6が好ましい。

PBTは、さらにポリアルキレングリコールが共重合されていてもよい。その場合、ポリアルキレングリコール単位は全単位中10モル%以下であることが好ましい。ポリアルキレングリコール単位を前記範囲含むことで、適切に弾性率を下げることができる。ポリアルキレングリコールの具体例としては、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ポリトリメチレンエーテルグリコール、ポリテトラメチレンエーテルグリコール、ポリヘキサメチレンエーテルグリコール等が挙げられる。

PBTの質量平均分子量（ M_w ）は50,000～100,000が好ましく、60,000～90,000が特に好ましい。前記範囲の下限值以上であれば、引張破断応力が高くなり、破れにくくなる。前記範囲の上限値以下であれば、熔融粘度が低く、厚さ100 μm 以下の薄いフィルムを製膜しやすい。なお、 M_w は上記PBTの1gをフェノールとテトラクロロエタンとが質量比1対1の溶液100mLに室温で溶解し、オストワルド粘度計を用いて30 $^\circ\text{C}$ にて固有粘度（ η ）を測定し、下式（1）を用いて算出した。

$$M_w = 4.3 \times 10^4 \times [\eta]^{0.76} \quad (1)$$

易成形PETとは、エチレングリコールおよびテレフタル酸（あるいはジメチルテレフタレート）に加え、その他のモノマーを共重合して成形性を改

良したものである。具体的には、以下の方法で測定されるガラス転移温度 T_g が 105°C 以下の PET である。

T_g は、ISO 6721-4:1994 (JIS K 7244-4:1999) に基づき測定される貯蔵弾性率 E' および損失弾性率 E'' の比である $\tan \delta (E''/E')$ が最大値を取る際の温度である。 T_g は、周波数は 10Hz 、静的力は 0.98N 、動的変位は 0.035% とし、温度を 20°C から 180°C まで、 $2^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で昇温させて測定する。これらの第2の層用樹脂は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0038] 第2の層3は、第2の層用樹脂のみからなるものでもよく、無機系添加剤、有機系添加剤等の添加物が配合されていてもよい。無機系添加剤、有機系添加剤としてはそれぞれ前記と同様のものが挙げられる。

[0039] 離型フィルム1において、第1の層2と第2の層3とは、直接積層してもよく、図示しない接着層を介して積層してもよい。

[0040] <離型フィルムの表面形状>

離型フィルム1の、樹脂封止部の形成時に硬化性樹脂と接する面、すなわち第1の層2側の表面2aは、平滑でもよく、凹凸が形成されていてもよい。また、離型フィルム1の、樹脂封止部の形成時に金型の上金型と接する面、すなわち第2の層3側の表面3aは、平滑でもよく、凹凸が形成されていてもよい。表面2aに凹凸が形成されていると、平滑である場合に比べて、封止体の金型からの離型性が向上する。表面3aに凹凸が形成されていると、平滑である場合に比べて、離型フィルム1の金型からの離型性が向上する。

平滑である場合の表面の算術平均粗さ (R_a) は、 $0.01 \sim 0.2\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.05 \sim 0.1\ \mu\text{m}$ が特に好ましい。凹凸が形成されている場合の表面の R_a は、 $1.5 \sim 2.1\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $1.6 \sim 1.9\ \mu\text{m}$ が特に好ましい。

[0041] 凹凸が形成されている場合の表面形状は、複数の凸部および／または凹部がランダムに分布した形状でもよく、複数の凸部および／または凹部が規則

的に配列した形状でもよい。また、複数の凸部および／または凹部の形状や大きさは、同じでもよく異なってもよい。

凸部としては、離型フィルムの表面に延在する長尺の凸条、点在する突起等が挙げられる。凹部としては、離型フィルムの表面に延在する長尺の溝、点在する穴等が挙げられる。

凸条または溝の形状としては、直線、曲線、折れ曲がり形状等が挙げられる。離型フィルム表面においては、複数の凸条または溝が平行に存在して縞状をなしていてもよい。凸条または溝の、長手方向に直交する方向の断面形状としては、三角形（V字形）等の多角形、半円形等が挙げられる。

突起または穴の形状としては、三角錐形、四角錐形、六角錐形等の多角錐形、円錐形、半球形、多面体形、その他各種不定形等が挙げられる。

[0042] 離型フィルム1においては、表面2 aおよび表面3 aの両方が平滑でもよく、表面2 aおよび表面3 aの両方に凹凸が形成されていてもよく、表面2 aおよび表面3 aのうちの一方が平滑で他方に凹凸が形成されていてもよい。表面2 aおよび表面3 aの両方に凹凸が形成されている場合、各表面のR aや表面形状は同じでも異なってもよい。

[0043] <離型フィルムの厚さ>

離型フィルム1の厚さは、43～130 μm が好ましく、50～130 μm が特に好ましい。厚さが前記範囲の下限值以上であれば、離型フィルム1の取り扱いが容易であり、離型フィルム1を金型に追従させる際に破れやしわが発生しにくい。厚さが前記範囲の上限値以下であれば、離型フィルム1が容易に変形でき、金型の形状が複雑な場合でも、離型フィルム1がしっかりと金型に密着し、金型の形状がきれいに製品に転写される。

[0044] <離型フィルム1の製造方法>

離型フィルム1の製造方法は特に限定されず、公知の多層フィルムの製造方法を利用できる。具体例としては、以下の（１）、（２）等が挙げられ、各層の材質、厚さ等を考慮して適宜選択し得る。

（１）第１の層用樹脂からなる樹脂フィルムと、第２の層用樹脂からなる

樹脂フィルムとを積層する方法。

(2) 第1の層用樹脂と第2の層用樹脂とを共押出成形する方法。

[0045] 離型フィルム1の製造方法としては、経済性に優れる点で、(1)の方法が好ましい。

(1)の方法において、各樹脂フィルムを積層する方法としては、公知の種々のラミネート方法が採用でき、たとえば押出ラミネート法、ドライラミネート法、熱ラミネート法等が挙げられる。

ドライラミネート法では、接着剤を用いて各樹脂フィルムを積層する。接着剤としては、ドライラミネート用の接着剤として公知のものを使用できる。たとえばポリ酢酸ビニル系接着剤；アクリル酸エステル（アクリル酸エチル、アクリル酸ブチル、アクリル酸2-エチルヘキシルエステル等）の単体重合体もしくは共重合体、またはアクリル酸エステルと他の単量体（メタクリル酸メチル、アクリロニトリル、スチレン等）との共重合体等からなるポリアクリル酸エステル系接着剤；シアノアクリレート系接着剤；エチレンと他の単量体（酢酸ビニル、アクリル酸エチル、アクリル酸、メタクリル酸等）との共重合体等からなるエチレン共重合体系接着剤；セルロース系接着剤；ポリエステル系接着剤；ポリアミド系接着剤；ポリイミド系接着剤；尿素樹脂またはメラミン樹脂等からなるアミノ樹脂系接着剤；フェノール樹脂系接着剤；エポキシ系接着剤；ポリオール（ポリエーテルポリオール、ポリエステルポリオール等）とイソシアネートおよび／またはイソシアヌレートと架橋させるポリウレタン系接着剤；反応型（メタ）アクリル系接着剤；クロロプレンゴム、ニトリルゴム、スチレン-ブタジエンゴム等からなるゴム系接着剤；シリコン系接着剤；アルカリ金属シリケート、低融点ガラス等からなる無機系接着剤；その他等の接着剤を使用することができる。

[0046] (1)の方法で積層する樹脂フィルムは、市販のものを用いてもよく、公知の製造方法により製造したものを用いてもよい。樹脂フィルムには、コロナ処理、プラズマ処理、プライマー塗工処理等の表面処理が施されてもよい。

樹脂フィルムの製造方法としては、特に限定されず、公知の製造方法を使用できる。

両面が平滑である熱可塑性樹脂フィルムの製造方法としては、たとえば、所定のリップ幅を有するＴダイを具備する押出機で熔融成形する方法等が挙げられる。

片面または両面に凹凸が形成されている熱可塑性樹脂フィルムの製造方法としては、たとえば、熱加工で熱可塑性樹脂フィルムの表面に元型の凹凸を転写する方法が挙げられ、生産性の点から、下記の方法（ｉ）、（ｉｉ）等が好ましい。方法（ｉ）、（ｉｉ）では、ロール状の元型を用いることによって、連続した加工が可能となり、凹凸が形成された熱可塑性樹脂フィルムの生産性が著しく向上する。

（ｉ）熱可塑性樹脂フィルムを元型ロールと圧胴ロールとの間に通し、熱可塑性樹脂フィルムの表面に元型ロールの表面に形成された凹凸を連続的に転写する方法。

（ｉｉ）押出機のダイスから押し出された熱可塑性樹脂を元型ロールと圧胴ロールとの間に通し、該熱可塑性樹脂をフィルム状に成形すると同時に、該フィルム状の熱可塑性樹脂の表面に元型ロールの表面に形成された凹凸を連続的に転写する方法。

方法（ｉ）、（ｉｉ）において、圧胴ロールとして表面に凹凸が形成されたものを用いると、両面に凹凸が形成されている熱可塑性樹脂フィルムが得られる。

[0047] 以上、本発明の離型フィルムについて、第１実施形態を示して説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。上記実施形態における各構成及びそれらの組み合わせ等は一例であり、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。

たとえば、第１実施形態の離型フィルム１の第１の層２と第２の層３との間に、必要に応じて設けられる接着層以外の他の層をさらに有してもよい。他の層としては、たとえば、ガスバリア層、帯電防止層等が挙げられる。ガ

スバリア層としては、たとえば、金属層、金属蒸着層、金属酸化物蒸着層等が挙げられる。帯電防止層としては、導電性高分子から形成される層や、導電性高分子、導電性金属酸化物、金属イオン塩等を有する熱硬化性樹脂から形成される層等が挙げられる。

第1実施形態の離型フィルム1の第2の層3の、第1の層2側とは反対側に、樹脂封止部の形成時に金型と接する第3の層をさらに有してもよい。この場合、必要に応じて、第2の層3と第3の層との間に、接着層や他の層をさらに有してもよい。

本発明の離型フィルムは、本発明の効果の点では、樹脂封止部の形成時に硬化性樹脂と接する第1の層と、第2の層とが、直接または接着層を介して積層したものであることが好ましい。

[0048] <作用効果>

基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を、少なくとも一方の深さが3mm以上である上金型と下金型とを備える金型内に配置し、硬化性樹脂で封止して厚さ3mm以上の樹脂封止部を形成する封止体の製造方法において、樹脂封止部を形成するために使用される金型は、1つの半導体素子を封止する半導体パッケージ等の製造に使用される金型に比べて深い。また、基板上にそれぞれ高さの異なる複数の部品が実装されている場合等には、硬化性樹脂が接する面が複雑な形状を有する場合がある。そのため、封止体を良好に離型するための対策が重要となり、従来は、硬化性樹脂に離型剤を添加する、特殊な構造の金型を用いる等の対策が採られている。

また、放熱板等の部品を露出しながら封止を行う場合、金型と露出したい部品を直接接触させた状態で封止を行うといわゆる樹脂バリが発生しやすい。そのため、従来は樹脂バリを取り除く工程を追加する対策が採られている。

本発明の離型フィルムは、封止体の金型からの優れた離型性と、大変形を要する金型への優れた追従性とを備える。

本発明の離型フィルムは、封止体の金型からの優れた離型性を有するため

、本発明の離型フィルムを前記金型の硬化性樹脂が接する面に配置することで、硬化性樹脂に離型剤を添加したり特殊な構造の金型を用いたりしなくても、封止体の金型からの良好な離型を実現できる。

また、本発明の離型フィルムは、大変形を要する金型への優れた追従性を備えており、前記のように深く、場合によっては複雑な形状の金型に、破れることなく追従する。そのため、構造体の封止を行う際に、離型フィルムが破れ、その部分から硬化性樹脂が漏れる問題が生じにくい。

また、本発明の離型フィルムは、構造体表面の露出したい部品への密着に優れる。そのため、封止時に発生する樹脂バリを効果的に予防できる。

[0049] 〔封止体の製造方法〕

本発明の封止体の製造方法は、基板と、半導体素子と、接続端子と、硬化性樹脂から形成される厚さ 3 mm 以上の樹脂封止部とを有する封止体を、少なくとも一方の深さが 3 mm 以上である上金型と下金型とを備える金型を用いて製造する方法であって、

前記上金型および下金型のうち、深さが 3 mm 以上であるものの前記硬化性樹脂が接する面に、前述の本発明の離型フィルムを配置する工程と、

基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を前記金型内に配置し、前記金型内の空間を硬化性樹脂で満たして硬化させ、厚さ 3 mm 以上の樹脂封止部を形成する工程と、

前記樹脂封止部を前記構造体とともに前記金型から離型する工程と、を有することを特徴とする。

[0050] 本発明の封止体の製造方法は、封止体の製造に際し、金型の前記硬化性樹脂が接する面に配置すること以外は、公知の製造方法を採用できる。

例えば樹脂封止部の形成方法としては、圧縮成形法またはトランスファ成形法が挙げられ、この際に使用する装置としては、公知の圧縮成形装置またはトランスファ成形装置を用いることができる。製造条件も、公知の半導体パッケージの製造方法における条件と同じ条件とすればよい。

[0051] 本発明の封止体の製造方法により製造する封止体としては、基板と半導体

素子と接続端子と厚さ 3 mm 以上の樹脂封止部とを備えるものであれば特に限定されない。

封止体としては、たとえば、パワー半導体モジュール、ハイブリッドメモリキューブ (hybrid memory cube) 等が挙げられる。樹脂封止部の厚さは、3 ~ 10 mm が好ましく、3 ~ 7 mm が特に好ましい。

[0052] (第 1 実施形態)

封止体の製造方法の一実施形態として、図 1 に示した離型フィルム 1 を用い、図 3 に示す封止体 110 を圧縮成形法により製造する場合について説明する。本実施形態の封止体の製造方法は、下記の工程 ($\alpha 1$) ~ ($\alpha 5$) を有する。

($\alpha 1$) 深さ 3 mm 以上の凹部を有する下金型と、深さ 3 mm 以上の凹部を有しない上金型とを備える金型の前記下金型に、離型フィルム 1 を、離型フィルム 1 が下金型の凹部を覆うように配置する工程。

($\alpha 2$) 離型フィルム 1 を下金型のキャビティ面の側に真空吸引する工程。

($\alpha 3$) 下金型の凹部内に硬化性樹脂を充填する工程。

($\alpha 4$) 基板 16 と積層構造 17 とシリコン貫通ビア 18 とを備える構造体 (以下、構造体 130 ともいう。) を上金型と下金型との間に配置し、上金型と下金型とを型締めし、前記上金型と下金型との間に形成されたキャビティを硬化性樹脂で満たして硬化させて樹脂封止部 19 を形成することにより封止体 110 を得る工程。

($\alpha 5$) 金型から封止体 110 を取り出す工程。

[0053] 封止体：

図 2 は、第 1 実施形態の封止体の製造方法により製造する封止体 110 の概略断面図である。

封止体 110 は、ハイブリッドメモリキューブであり、基板 16 と、複数の半導体チップ 17a が積層してなる積層構造 17 と、複数のシリコン貫通ビア (接続端子) 18 と、樹脂封止部 19 とを備える。

シリコン貫通ビア 18 は、積層構造 17 を貫通し、複数の半導体チップ 17 a を接続している。樹脂封止部 19 は、基板 16 上に形成され、半導体チップ 17 a およびシリコン貫通ビア 18 を封止している。樹脂封止部 19 の厚さ D1 は 3 mm 以上である。

[0054] 金型：

第 1 実施形態における金型としては、圧縮成形法に用いる金型として公知のものを使用できる。たとえば、図 3 に示すように、固定上型（上金型）20 と、キャビティ底面部材 22 と、キャビティ底面部材 22 の周縁に配置された枠状の可動部材 24 とを有する金型が挙げられる。

固定上型 20 には、基板 10 と固定上型 20 との間の空気を吸引することによって基板 10 を固定上型 20 に吸着するための真空ベント（図示略）が形成されている。また、キャビティ底面部材 22 には、離型フィルム 1 とキャビティ底面部材 22 との間の空気を吸引することによって離型フィルム 1 をキャビティ底面部材 22 に吸着するための真空ベント（図示略）が形成されている。

この金型においては、キャビティ底面部材 22 と可動部材 24 とによって下金型が構成される。可動部材 24 を上下方向に移動させることで、下金型の深さを変えることができる。キャビティ底面部材 22 の上面および可動部材 24 の内側側面によって、工程（ $\alpha 4$ ）で形成する樹脂封止部 19 の形状に対応する形状の凹部 26 が形成される。

以下、キャビティ底面部材 22 の上面および可動部材 24 の内側側面を総称してキャビティ面ともいう。

[0055] 工程（ $\alpha 1$ ）：

可動部材 24 上に、キャビティ底面部材 22 の上面を覆うように離型フィルム 30 を配置する。このとき離型フィルム 1 は、第 1 の層 2 側の表面 2 a を上側（キャビティ底面部材 22 方向とは反対方向）に向けて配置される。

離型フィルム 1 は、典型的には、巻出ロール（図示略）から送られ、巻取ロール（図示略）で巻き取られる。離型フィルム 1 は、巻出ロールおよび巻

取ロールによって引っ張られるため、引き伸ばされた状態にて、可動部材 24 上に配置される。

[0056] 工程 ($\alpha 2$) :

別途、キャビティ底面部材 22 の真空ベント (図示略) を通じて真空吸引し、キャビティ底面部材 22 の上面と離型フィルム 1 との間の空間を減圧し、離型フィルム 1 を引き伸ばして変形させて、キャビティ底面部材 22 の上面に真空吸着させる。さらに、キャビティ底面部材 22 の周縁に配置された枠状の可動部材 24 を締め、離型フィルム 1 を全方向から引っ張り、緊張状態にさせる。

なお、高温環境下での離型フィルム 1 の強度、厚さ、キャビティ底面部材 22 の上面と可動部材 24 の内側側面によって形成された凹部の形状によって、離型フィルム 1 は、キャビティ面に密着するとは限らない。工程 ($\alpha 2$) の真空吸着の段階では、図 3 に示すように、離型フィルム 1 とキャビティ面との間に空隙が少し残っていてもよい。

[0057] 工程 ($\alpha 3$) :

図 3 に示すように、硬化性樹脂 40 を、アプリケーション (図示略) によって、凹部 26 内の離型フィルム 30 の上に適量充填する。

また、別途、固定上型 20 の真空ベント (図示略) を通じて真空吸引し、固定上型 20 の下面に、構造体 130 の基板 10 を真空吸着させる。

[0058] 硬化性樹脂 40 としては、半導体モジュール等の製造に用いられている各種の硬化性の樹脂を用いてよい。エポキシ樹脂、シリコン樹脂等の熱硬化性樹脂が好ましく、エポキシ樹脂が特に好ましい。

エポキシ樹脂としては、たとえば住友ベークライト社製のスミコン EME G770H type F ver. GR、ナガセケムテックス社製の T693/R4719-SP10 等が挙げられる。

シリコン樹脂の市販品としては、信越化学工業社製の LPS-3412 AJ、LPS-3412 B 等が挙げられる。

[0059] 硬化性樹脂 40 には、カーボンブラック、熔融シリカ、結晶シリカ、アル

ミナ、窒化ケイ素、窒化アルミニウム等が含まれてもよい。

なお、ここでは、硬化性樹脂 40 として固体のものを充填する例を示したが、本発明はこれに限定されず、液状の硬化性樹脂を充填してもよい。

[0060] 工程 ($\alpha 4$) :

図 4 に示すように、凹部 26 内の離型フィルム 1 の上に硬化性樹脂 40 を充填した状態で、キャビティ底面部材 22 および可動部材 24 を上昇させ、固定上型 20 と型締めする。

次いで、図 5 に示すように、キャビティ底面部材 22 のみ上昇させるとともに金型を加熱して硬化性樹脂 40 を硬化させ、構造体 130 を封止する樹脂封止部 19 を形成する。これにより、封止体 110 が形成される。

工程 ($\alpha 4$) においては、キャビティ底面部材 22 を上昇させたときの圧力によって、キャビティ内に充填された硬化性樹脂 40 がさらにキャビティ面に押し込まれる。これによって離型フィルム 1 が引き伸ばされて変形し、キャビティ面に密着する。そのため、凹部 26 の形状に対応した形状の樹脂封止部 19 が形成される。樹脂封止部 19 の厚さは、キャビティ底面部材 22 を上昇させた後のキャビティ底面部材 22 の上面から可動部材 24 の上端までの高さ（下金型の深さ）と同じである。

[0061] 金型の加熱温度、すなわち硬化性樹脂 40 の加熱温度は、100～185℃が好ましく、150～180℃が特に好ましい。加熱温度が前記範囲の下限値以上であれば、半導体パッケージ 1 の生産性に優れる。加熱温度が前記範囲の上限値以下であれば、硬化性樹脂 40 の劣化が抑えられる。

硬化性樹脂 40 の熱膨張率に起因する樹脂封止部 19 の形状変化を抑制する点から、封止体 110 の保護が特に求められる場合には、前記範囲内においてできるだけ低い温度で加熱することが好ましい。

[0062] 工程 ($\alpha 5$) :

固定上型 20 とキャビティ底面部材 22 と可動部材 24 とを型開きし、封止体 110 を取り出す。

封止体 110 を離型すると同時に、離型フィルム 1 の使用済み部分を巻取

ロール（図示略）に送り、離型フィルム 1 の未使用部分を巻出ロール（図示略）から送り出す。

巻出ロールから巻取ロールへ搬送する際の離型フィルム 1 の厚さは $43\ \mu\text{m}$ 以上が好ましい。厚さが $43\ \mu\text{m}$ 未満では、離型フィルム 1 の搬送時にシワが生じやすい。離型フィルム 1 にシワが入ると、シワが樹脂封止部 19 に転写されて製品不良となるおそれがある。厚さが $43\ \mu\text{m}$ 以上であれば、離型フィルム 1 に張力を充分にかけることによって、シワの発生を抑えることができる。

[0063] （第 2 実施形態）

封止体の製造方法の他の実施形態として、図 1 に示した離型フィルム 1 を用い、図 2 に示した封止体 110 をトランスファ成形法により製造する場合について説明する。

本実施形態の半導体パッケージの製造方法は、下記の工程（ $\beta 1$ ）～（ $\beta 5$ ）を有する。

（ $\beta 1$ ）深さ $3\ \text{mm}$ 以上の凹部を有する上金型と、深さ $3\ \text{mm}$ 以上の凹部を有しない下金型とを備える金型の上金型に、離型フィルム 1 を、離型フィルム 1 が上金型の凹部の開口を覆うように配置する工程。

（ $\beta 2$ ）離型フィルム 1 を上金型のキャビティ面の側に真空吸引する工程。

（ $\beta 3$ ）基板 16 と積層構造 17 とシリコン貫通ビア 18 とを備える構造体 130 を下金型の所定の位置に配置し、上金型と下金型とを型締めする工程。

（ $\beta 4$ ）上金型と下金型との間に形成されたキャビティ内に硬化性樹脂を充填し、硬化させることによって樹脂封止部 19 を形成することにより封止体 110 を得る工程。

（ $\beta 5$ ）金型内から封止体 110 を取り出す工程。

[0064] 金型：

第 2 実施形態における金型としては、トランスファ成形法に用いる金型と

して公知のものを使用できる。たとえば、図6に示すように、上金型50と下金型52とを有する金型が挙げられる。上金型50には、工程(β4)で形成する樹脂封止部19の形状に対応する形状の凹部54と、凹部54に硬化性樹脂40を導く凹状の樹脂導入部60とが形成されている。下金型52には、構造体130の基板16を設置する基板設置部58と、硬化性樹脂40を配置する樹脂配置部62とが形成されている。また、樹脂配置部62内には、硬化性樹脂40を上金型50の樹脂導入部60へと押し出すプランジャ64が設置されている。

[0065] 工程(β1) :

図7に示すように、上金型50の凹部54を覆うように離型フィルム1を配置する。離型フィルム1は、凹部54および樹脂導入部60の全体を覆うように配置することが好ましい。離型フィルム1は、典型的には、巻出ロール(図示略)および巻取ロール(図示略)によって引っ張られ、引き伸ばされた状態にて上金型50の凹部54を覆うように配置される。

[0066] 工程(β2) :

図8に示すように、上金型50の凹部54の外部に形成した溝(図示略)を通じて真空吸引し、離型フィルム1とキャビティ面56との間の空間、および離型フィルム1と樹脂導入部60の内壁との間の空間を減圧し、離型フィルム1を引き伸ばして変形させて、上金型50のキャビティ面56に真空吸着させる。

なお、高温環境下での離型フィルム1の強度、厚さ、また凹部54の形状によって、離型フィルム1は、キャビティ面56に密着するとは限らない。図8に示すように、工程(β2)の真空吸着の段階では、離型フィルム1とキャビティ面56との間には、空隙が少し残る。

[0067] 工程(β3) :

図9に示すように、構造体130の基板16を、基板設置部58に設置して上金型50と下金型52とを型締めし、構造体130を凹部54内の所定の位置に配置する。また、樹脂配置部62のプランジャ64上には、硬化性

樹脂 40 をあらかじめ配置しておく。

硬化性樹脂 40 としては、方法 (α) で挙げた硬化性樹脂 40 と同様のものが挙げられる。

[0068] 工程 (β 4) :

図 10 に示すように、下金型 52 のプランジャ 64 を押し上げ、樹脂導入部 60 を通じて凹部 54 内に硬化性樹脂 40 を充填する。次いで、金型を加熱し、硬化性樹脂 40 を硬化させ、構造体 130 を封止する樹脂封止部 19 を形成する。これにより、封止体 110 が形成される。樹脂封止部 19 の厚さは、上金型 50 の凹部 54 の深さと同じである。

工程 (β 4) においては、凹部 54 内に硬化性樹脂 40 が充填されることによって、樹脂圧力によって離型フィルム 1 がさらにキャビティ面 56 側に押し込まれ、引き延ばされて変形することによってキャビティ面 56 に密着する。そのため、凹部 54 の形状に対応した形状の樹脂封止部 19 が形成される。

[0069] 硬化性樹脂 40 を硬化させる際の金型の加熱温度、すなわち硬化性樹脂 40 の加熱温度は、方法 (α) における温度範囲と同じ範囲とすることが好ましい。

硬化性樹脂 40 の充填時の樹脂圧は、2 ~ 30 MPa が好ましく、3 ~ 10 MPa が特に好ましい。樹脂圧が前記範囲の下限值以上であれば、硬化性樹脂 40 の充填不足等の欠点が生じにくい。樹脂圧が前記範囲の上限値以下であれば、優れた品質の封止体 110 が得られやすい。硬化性樹脂 40 の樹脂圧は、プランジャ 64 によって調整できる。

[0070] 工程 (β 5) :

図 11 に示すように、封止体 110 を金型から取り出す。このとき、樹脂導入部 60 内で硬化性樹脂 40 が硬化した硬化物 42 が、封止体 110 の樹脂封止部 19 に付着した状態で封止体 110 とともに金型から取り出される。そのため、取り出された封止体 110 に付着している硬化物 42 を切除して、封止体 110 を得る。

[0071] 以上、本発明の半導体素子実装用パッケージの製造方法について、第1～第2実施形態を示して説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。上記実施形態における各構成及びそれらの組み合わせ等は一例であり、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。

たとえば、離型フィルム1から封止体110を剥離するタイミングは、金型から封止体110を取り出す時に限定されず、金型から離型フィルム1とともに封止体110を取り出し、その後、封止体110から離型フィルム1を剥離してもよい。

[0072] 工程(α 4)または工程(β 3)において、構造体130の代わりに、基板上に積層構造17およびシリコン貫通ビア18からなる構造物が複数形成された構造体を配置し、工程(α 5)または工程(β 5)の後、取り出した封止体の基板および樹脂封止部を、前記複数の構造体が分離するように切断(個片化)して封止体110を得てもよい。

個片化は、公知の方法により行うことができ、たとえばダイシング法が挙げられる。ダイシング法は、ダイシングブレードを回転させながら対象物を切断する方法である。ダイシングブレードとしては、典型的には、ダイヤモンド粉を円盤の外周に焼結した回転刃(ダイヤモンドカッター)が用いられる。ダイシング法による個片化は、たとえば、切断対象物(封止体)を、治具を介して処理台上に固定し、切断対象物の切断領域と前記治具の間にダイシングブレードを挿入する空間がある状態で前記ダイシングブレードを走行させる方法により行うことができる。

個片化を行う場合、前記のように切断対象物を切断する工程(切断工程)の後、前記ダイシングブレードを覆うケースから離れた位置に配置されるノズルから切断対象物に向かって液体を供給しながら前記処理台を移動させる異物除去工程が含まれてもよい。

[0073] 工程(α 5)または工程(β 5)の後、任意の情報を表示するために、樹脂封止部の表面にインクを塗布し、インク層を形成する工程を行ってもよい。

。

インク層によって表示される情報としては、特に限定されず、シリアルナンバー、製造メーカーに関する情報、部品の種別等が挙げられる。シクの塗布方法は、特に限定されず、たとえばインクジェット法、スクリーン印刷、ゴム版からの転写等の各種印刷法が適用できる。インクとしては、特に限定されず、公知のインクのなかから適宜選択できる。

インク層の形成方法としては、硬化速度が速くパッケージ上での滲みが少ない、また熱風を当てないのでパッケージの位置ずれが少ない等の点で、光硬化型のインクを使用し、該インクをインクジェット法により樹脂封止部の表面に付着させ、該インクを光の照射により硬化させる方法が好ましい。

[0074] 光硬化型のインクとしては、典型的には、重合性化合物（モノマー、オリゴマー等）を含むものが用いられる。インクには、必要に応じて、顔料、染料等の色材、液体媒体（溶媒または分散媒）、重合禁止剤、光重合開始剤、その他各種添加剤等が添加される。その他の添加剤としては、たとえば、スリップ剤、重合促進剤、浸透促進剤、湿潤剤（保湿剤）、定着剤、防黴剤、防腐剤、酸化防止剤、放射線吸収剤、キレート剤、pH調整剤、増粘剤等が挙げられる。

光硬化型のインクを硬化する光としては、紫外線、可視光線、赤外線、電子線、放射線等が挙げられる。紫外線の光源としては、殺菌灯、紫外線用蛍光灯、カーボンアーク、キセノンランプ、複写用高圧水銀灯、中圧または高圧水銀灯、超高圧水銀灯、無電極ランプ、メタルハライドランプ、紫外線発光ダイオード、紫外線レーザーダイオード、自然光等が挙げられる。

光の照射は、常圧下で行ってもよく、減圧下で行ってもよい。また、空気中で行ってもよく、窒素雰囲気、二酸化炭素雰囲気等の不活性ガス雰囲気で行ってもよい。

[0075] 本発明の封止体の製造方法により製造する封止体は、封止体110に限定されない。

図12に、本発明の封止体の製造方法により製造する封止体の他の例の概

略断面図を示す。この例の封止体 120 は、パワー半導体モジュールであり、基板 10 と、半導体チップ（半導体素子） 11 と、複数の接続端子 12 と、複数のワイヤ 13 と、放熱板 14 と、樹脂封止部 15 とを備える。

複数の接続端子 12 はそれぞれ、一端が基板 10 上の半導体チップ 11 の近傍に配置され、その位置から基板 10 の縁方向に延び、基板 10 の縁部で基板 10 側とは反対方向に屈曲し、さらに基板 10 から離れる方向に屈曲し、樹脂封止部 15 の外側に突出している。複数のワイヤ 13 はそれぞれ複数の接続端子 12 の一端と半導体チップ 11 とを接続している。放熱板 14 は基板 10 の下側に配置され、放熱板 14 の上面は基板 10 に接している。樹脂封止部 15 は、接続端子 12 の一部および放熱板 14 の底面以外の部分を封止し、放熱板 14 の底面は露出している。

[0076] 封止体 120 は、構造体 130 の代わりに、基板 10 と半導体チップ 11 と接続端子 12 とワイヤ 13 と放熱板 14 とを備える構造体を用い、樹脂封止部 15 に対応するキャビティを有する金型を用いる以外は第 1、第 2 実施形態と同様にして製造できる。

たとえば、上金型として、樹脂封止部 12 の接続端子 12 が突出する位置より上側に対応する形状の凹部を有するものを用い、下金型として、樹脂封止部 12 の接続端子 12 が突出する位置より下側に対応する形状の凹部を有するものを使用する。これらの上金型と下金型とを型締めすると、樹脂封止部 15 に対応するキャビティが形成される。

上金型の凹部の深さ D2 と下金型の凹部の深さ D3 との合計が、樹脂封止部 15 の厚さ D1 となる。この例では、D2 が 3 mm 未満で、D3 が 3 mm 以上であるものとする。

封止体 120 の製造においては、下金型のキャビティ面に本発明の離型フィルムを配置し、その上に前記構造体を、放熱板 14 側を下金型側に向けて配置し、接続端子 12 の封止しない部分を上金型と下金型との間に挟んだ状態で型締めし、前記と同様にトランスファ成形する。これにより、封止体 120 を形成できる。このとき、上金型のキャビティ面に既存の離型フィルム

を配置してもよい。

[0077] 樹脂封止部の形状は、図2、図12に示すものに限定されない。たとえば樹脂封止部の上面や側面は平らではなく、段差があってもよい。

樹脂封止部を形成する際、半導体チップやその他部品が離型フィルムに直接接していてもよい。この場合、離型フィルムに直接した部分は樹脂封止部から露出する。

実施例

[0078] 以下、実施例を示して本発明を詳細に説明する。ただし、本発明は以下の記載によっては限定されない。後述する例1～15のうち、例1～10は実施例であり、例11～15は比較例である。各例で使用了材料および測定・評価方法を以下に示す。

[0079] 〔使用材料〕

<熱可塑性樹脂フィルム>

ETFEフィルム：後述の製造例1で得たETFE(1)を、リップ開度を調整したTダイを設置した押出機により、320℃で熔融押出をし、元型ロール、製膜速度、ニップ圧力を調整して、厚さ12μm、25μm、100μm、200μmのETFEフィルムを得た。

ポリメチルペンテンフィルム：ポリメチルペンテン「TPX MX004」（三井化学社製）を、リップ開度を調整したTダイを設置した押出機により、280℃で熔融押出をし、元型ロール、製膜速度、ニップ圧力を調整して、厚さ25μmのポリメチルペンテンフィルムを得た。

[0080] PBTフィルム(1)：「ノバデュラン5020」（三菱エンジニアリングプラスチック社製、Mw：70,000、ブタンジオール由来の単位／テレフタル酸由来の単位＝53／47（モル比））を、リップ開度を調整したTダイを設置した押出機により、280℃で熔融押出をし、元型ロール、製膜速度、ニップ圧力を調整して、厚さ38、50、100、150μmのPBTフィルムを得た。なお、T_gは63℃であった。

PBTフィルム(2)：「ノバデュラン5505S」（三菱エンジニアリ

ングプラスチック社製、 M_w : 60,000、ブタンジオール由来の単位／テレフタル酸由来の単位／＝53／47（モル比）、ポリエチレングリコール由来の単位を全単位中5モル%有する共重合）を、リップ開度を調整したTダイを設置した押出機により、280℃で溶融押出をし、元型ロール、製膜速度、ニップ圧力を調整して、厚さ50 μ mのPBTフィルムを得た。なお、 T_g は62℃であった。

PBTフィルム（3）：「ノバデュラン5026」（三菱エンジニアリングプラスチック社製、 M_w : 110,000、ブタンジオール由来の単位／テレフタル酸由来の単位／＝53／47（モル比））を、リップ開度を調整したTダイを設置した押出機により、280℃で溶融押出をし、元型ロール、製膜速度、ニップ圧力を調整して、厚さ100 μ mのPBTフィルムを得た。なお、 T_g は63℃であった。

PBTフィルム（4）：「ノバデュラン5510S」（三菱エンジニアリングプラスチック社製、 M_w : 60,000、ブタンジオール由来の単位／テレフタル酸由来の単位／＝53／47（モル比）、ポリエチレングリコール由来の単位を全単位中11モル%有する共重合）を、リップ開度を調整したTダイを設置した押出機により、280℃で溶融押出をし、元型ロール、製膜速度、ニップ圧力を調整して、厚さ50 μ mのPBTフィルムを得た。なお、 T_g は60℃であった。

[0081] 無延伸ナイロンフィルム：ダイアミロンC-Z 50 μ m（三菱樹脂社製）、 T_g : 47℃。

易成形PETフィルム：テフレックスFT 50 μ m（帝人デュポンフィルム社製）、 T_g : 101℃。

PETフィルム：テイジンテترون G2 50 μ m（帝人デュポンフィルム社製）、 T_g : 118℃。

なお、実施例で使用するフィルムの T_g は、ISO6721-4 : 1994（JIS K7244-4 : 1999）に基づき測定される貯蔵弾性率 E' および損失弾性率 E'' の比である $\tan \delta$ （ E'' / E' ）が最大値を取る際

の温度である。T_gは、周波数は10Hz、静的力は0.98N、動的変位は0.035%とし、温度を20℃から180℃まで、2℃/分で昇温させて測定した。

[0082] 各フィルムにおいて、R_aが小さい面をドライラミネートにおける貼り合わせ面とした。また、各フィルムのドライラミネートにおける貼り合わせ面の、ISO8296:1987 (JIS K6768:1999)に基づく濡れ張力が40mN/m以下の場合、40mN/m以上となるように、コロナ処理を施した。

[0083] <製造例1: ETFE (1) の製造>

内容積が1.3Lの攪拌機付き重合槽を脱気して、1-ヒドロトリデカフルオロヘキサンの881.9g、1,3-ジクロロ-1,1,2,2,3-ペンタフルオロプロパン（商品名「AK225cb」旭硝子社製、以下、AK225cbという。）の335.5g、CH₂=CHCF₂CF₂CF₂CF₃（PFBE）の7.0gを仕込み、TFEの165.2g、エチレン（以下、Eという。）の9.8gを圧入し、重合槽内を66℃に昇温し、重合開始剤溶液としてターシャリーブチルパーオキシピバレート（以下、PBPVという。）の1質量%のAK225cb溶液の7.7mLを仕込み、重合を開始させた。

重合中圧力が一定になるようにTFE/E=54/46のモル比のモノマー混合ガスを連続的に仕込んだ。また、モノマー混合ガスの仕込みに合わせて、TFEとEの合計モル数に対して1.4モル%に相当する量のPFBEを連続的に仕込んだ。重合開始から2.9時間後、モノマー混合ガスの100gを仕込んだ時点で、重合槽内温を室温まで降温するとともに重合槽の圧力を常圧までパージした。

その後、得られたスラリをガラスフィルタで吸引ろ過し、固形分を回収して150℃で15時間乾燥することにより、ETFE (1) の105gを得た。

ETFE (1) は、テトラフルオロエチレン/エチレン/PFBE=52.

5 / 4 6 . 3 / 1 . 2 (モル比) の共重合体であり、MFRが12 g / 10分であった。

[0084] <接着層>

各フィルムを貼り合わせるドライラミネート工程で使用する接着剤としては、以下のウレタン系接着剤Aを用いた。

[ウレタン系接着剤A]

主剤：クリスボンNT-258 (DIC社製)。

硬化剤：コロネート2096 (日本ポリウレタン工業社製)。

主剤と硬化剤とを、固形分での質量比 (主剤：硬化剤) が10 : 1となるように混合し、希釈剤として酢酸エチルを用いた。

[0085] [測定・評価方法]

<厚さ>

例1～8および例12～13で第1の層または第2の層に用いたフィルム (あるいは例9～11で離型フィルムとして用いたフィルム) の厚さを以下の手順で測定した。

接触式厚み計DG-525H (小野測器社製) にて、測定子AA-026 (Φ10mm

SR7) を使用して、フィルムの厚さを、幅方向に距離が等しくなるように10点測定し、その平均値を厚さとした。

[0086] <180℃引張破断応力>

例1～8および例12～13で第2の層に用いたフィルム (あるいは例11で離型フィルムとして用いたフィルム) の引張破断応力 (単位：MPa) を、ASTM D638に準拠して測定した。具体的には、フィルムを試験片タイプVで打ち抜き、試験フィルムを作製し、該試験フィルムについて、温度180℃、引張速度50mm / 分の条件で引張試験を行い、引張破断応力を測定した。

[0087] <180℃引張貯蔵弾性率>

例1～8、例12～13で第2の層に用いたフィルム (あるいは例11で

離型フィルムとして用いたフィルム）の引張貯蔵弾性率（単位：MPa）は以下の手順で測定した。

動的粘弾性測定装置 ソリッドレー１（東洋精機製）を用い、ISO 6721-4：1994（JIS K 7244-4：1999）に基づき貯蔵弾性率 E' を測定した。サンプル測定サイズは幅8mm×長さ20mm、周波数は10Hz、静的力は0.98N、動的変位は0.035%とし、温度を20℃から180℃まで、2℃/分の速度で上昇させて、180℃の値において測定した E' を、180℃引張貯蔵弾性率とした。

[0088] <180℃追従試験>

図13を参照して本試験方法を説明する。

本試験に用いた装置は、図13に示すように、中央にΦ10mmの円柱状の穴があるドーナツ型の枠材（ステンレス製、厚さ9mm）70と、下金型72と、上金型74と、コマ76とを備える。

下金型72には、枠材70を収容可能な凹部が形成されている。凹部の底面にはステンレス製のメッシュ78が配置されている。下金型72には配管L1が接続され、配管L1には真空ポンプ（図示略）が接続されており、凹部内の空気を減圧できるようになっている。

上金型74の中央には穴があり、上側（下金型72側とは反対側）の開口はガラス製の天窓80によって塞がれている。上金型72には配管L2が接続されており、配管L2を介して、上金型74の穴の中に圧縮空気を供給できるようになっている。

[0089] 試験に際しては、まず、メッシュ78上に枠材70を載せ、枠材70の穴の中にコマ76を入れ、下金型72と上金型74とを、パッキン82および評価対象の離型フィルム30を挟んだ状態で、ネジ（図示略）を用いて型締めする。これにより、離型フィルム30が固定される。また、離型フィルム30と下金型72のキャビティ面との間、および離型フィルム30と上金型74の穴の内周面と天窓76との間にそれぞれ、気密な空間が形成される。

このとき、下金型72の凹部の側面と枠材70の外周面との間、離型フィ

ルム30と枠材70の天面との間にわずかな隙間がある。また、メッシュ78によって、下金型72の凹部の底面と枠材70とが密着しないようになっている。

そのため、離型フィルム30の固定後、下金型72の凹部内を、配管L1を介して減圧し、必要に応じて配管L2から圧縮空気を上金型74の穴の中に供給することで、離型フィルム30を、枠材70側に吸引し、枠材70の穴の内周面およびコマ76の上面に密着するように引き伸ばすことができる。

また、枠材70の穴の中に入れるコマ76の厚さを変えることで、追従深さ、すなわち枠材70の上面とコマ78の上面との間の距離を変えることができる。

[0090] 試験においては、まず、コマ76として追従深さが3mmまたは7mmになるものを使用し、前記の手順で離型フィルム30を固定した。このとき、離型フィルム30が第2の層と第1の層とが積層した積層フィルムである場合は、第2の層側の表面を枠材70側に向けて配置した。次に、下金型72の下側に配置したホットプレート（図示略）で装置全体を180℃まで熱したのち、真空ポンプを作動させてコマ76と離型フィルム30との間の空気を抜いた。さらに配管L2から圧縮空気（0.5MPa）を空間S内に供給して、離型フィルム30を枠材70とコマ76に追従させた。その状態を3分間維持し、真空ポンプの真空度でピンホールの有無を確認した。具体的には真空度が-90kPa以上になっていた場合、ピンホールが開いているとした。結果を以下の基準で評価した。

○（良好）：ピンホールは無かった。

×（不良）：ピンホールが開いた。

また、天窓80よりフィルムを観察し、枠材70の穴の中の角部（コマ76の上面と枠材70の穴の内周面とが交差する部分）に離型フィルム30が接触しているか目視で確認し、以下の基準で金型への追従性を評価した。

○（良好）：接触している。

×（不良）：接触していない。

[0091] ＜エポキシ樹脂剥離性＞

15 cm×15 cmの正形状の金属板（厚さ3 mm）の上に、大きさ15 cm×15 cmの正形状のポリイミドフィルム（商品名：ユーピレックス 125 S、宇部興産社製、厚さ125 μm）を乗せた。該ポリイミドの上にさらに、スペーサーとして、15 cm×15 cmの正形状で、中央に10 cm×8 cmの長形状の穴が開いたポリイミドフィルム（厚さ3 mm）を乗せた。その穴の中心付近に半導体封止用エポキシ顆粒樹脂（商品名：スミコンEME G770H type F ver. GR、住友ベークライト社製）を2 g乗せた。さらにその上に、15 cm×15 cmの正形状の離型フィルムを、第1面を下側（エポキシ樹脂側）に向けて乗せ、最後にその上に15 cm×15 cmの正形状の金属板（厚さ3 mm）を乗せ、積層サンプルとした。

該積層サンプルを、180℃で熱したプレス機（50 t プレス機、プレス面積45 cm×50 cm）に入れ、100 kg/cm²の圧力で5分間プレスして、エポキシ樹脂を硬化させた。積層サンプルを取り出して金属板とポリイミドフィルムを取り除き、常温に戻した。このときの離型フィルムの挙動を目視で確認し、かつ手で離型フィルムを剥離した際の挙動を確認し、以下の基準でエポキシ樹脂剥離性を評価した。

○（良好）：冷却時に自発的に剥離する。手で容易に剥離できる。

×（不良）：冷却時に自発的に剥離しない。手で容易に剥離できない。

[0092] [例1]

100 μm PBTフィルム（1）の片面にグラビアコートでウレタン系接着剤Aを0.5 g/m²で塗工し、25 μm ETFEフィルムのコロナ処理面をドライラミネートにて貼り合わせて離型フィルムを得た。ドライラミネート条件は、基材幅1,000 mm、搬送速度20 m/分、乾燥温度80～100℃、ラミネートロール温度25℃、ロール圧力3.5 MPaとした。

[0093] [例2～10、例14～15]

第1の層、第2の層を表1および2に記載の通りに選択して、例1と同様にして離型フィルムを得た。

[0094] [例1 1～1 3]

表1および2に記載の第1の層または第2の層に対応するフィルムをそのまま離型フィルムとした。

[0095] 例1～1 5の離型フィルムのフィルム構成、第2の層の引張破断応力 (MPa)、第2の層の180℃における引張貯蔵弾性率 (MPa)、第2の層の180℃における引張破断応力 (MPa) と厚さ (μm) との積 (180℃引張破断応力×厚さ)、第2の層の180℃における引張貯蔵弾性率 (MPa) と厚さ (μm) との積 (180℃引張貯蔵弾性率×厚さ)、評価結果 (エポキシ樹脂剥離性、180℃追従試験) を表1および2に示す。

フィルム構成には、第1の層および第2の層それぞれに対応するフィルムの種類、厚さ (μm)、および両面のRaを示した。なお、表1および2中の第1の層および第2の層のフィルムの各Ra値は上下2段に表示されているが、その小さい方がドライラミネート面であり、大きい方がドライラミネートしない面である。

[0096]

[表1]

例		1	2	3	4	5	6	7	8	
フィルム 構成	第1の層	フィルム	ETFE フィルム	ETFE フィルム	ETFE フィルム	ETFE フィルム	ETFE フィルム	ポリメチル ペンテン フィルム	ETFE フィルム	
		厚さ (μm)	25	12	25	12	25	25	25	
		Ra	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	第2の層	フィルム	PBT フィルム (1)	PBT フィルム (1)	PBT フィルム (1)	PBT フィルム (1)	無延伸 ナイロン フィルム	易成形 PET フィルム	PBT フィルム (2)	
		厚さ (μm)	100	100	50	38	50	50	100	50
		Ra	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	離型フィルムの厚さ (μm)	125	112	75	50	75	75	75	125	75
		第2の層の180℃引張破断応力 (MPa)	60	60	60	60	85	65	60	40
		第2の層の180℃引張貯蔵弾性率 (MPa)	120	120	120	120	280	70	120	160
	第2の層の180℃引張破断応力×厚 さ (MPa・μm)	6,000	6,000	3,000	2,280	4,250	3,250	6,000	2,000	
	第2の層の180℃引張貯蔵弾性率× 厚さ (MPa・μm)	12,000	12,000	6,000	4,560	14,000	3,500	12,000	8,000	
	エポキシ樹脂剥離性	○	○	○	○	○	○	○	○	○
180℃追従試験3mm (ピンホール/追従性)	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	
180℃追従試験7mm (ピンホール/追従性)	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	○/○	×/ー	
[第2の層の180℃引張貯蔵弾性率 ×厚さ (MPa・μm)] / [第2の 層の180℃引張破断応力×厚さ (MPa・μm)]		2	2	2	2	3.3	1.1	2	4	

[表2]

例		9	10	11	12	13	14	15	
フィルム 構成	第1の層	フィルム	ETFE フィルム	ETFE フィルム	ETFE フィルム	—	ETFE フィルム	ETFE フィルム	
		厚さ (μm)	12	12	100	200	—	25	25
		Ra	0.1	0.1	0.1	0.1	—	0.1	0.1
			0.1	0.1	0.1	0.1	—	0.1	0.1
	第2の層	フィルム	PBT フィルム (3)	PBT フィルム (4)	—	—	PBT フィルム (1)	PBT フィルム (1)	PET フィルム
		厚さ (μm)	100	100	—	—	100	150	50
		Ra	0.1	0.1	—	—	0.1	0.1	0.1
			1.5	1.5	—	—	1.8	2.0	0.2
	離型フィルムの厚さ (μm)		112	112	100	200	100	175	75
	第2の層の180°C引張破断応力 (MPa)		70	25	—	—	60	60	150
	第2の層の180°C引張貯蔵弾性率 (MPa)		120	100	—	—	120	120	500
	第2の層の180°C引張破断応力×厚 さ (MPa・μm)		7,000	2,500	—	—	6,000	9,000	7,500
	第2の層の180°C引張貯蔵弾性率× 厚さ (MPa・μm)		12,000	10,000	—	—	12,000	18,000	25,000
	エポキシ樹脂剥離性		○	○	○	○	×	○	○
180°C追従試験3mm (ピンホール/追従性)		○/○	○/○	×/—	○/×	○/○	○/×	○/×	
180°C追従試験7mm (ピンホール/追従性)		○/×	×/—	×/—	○/×	○/○	○/×	○/×	
[第2の層の180°C引張貯蔵弾性率 ×厚さ (MPa・μm)] / [第2の 層の180°C引張破断応力×厚さ (MPa・μm)]		1.7	4	—	—	2	2	3.3	

[0097] 上記結果に示すとおり、例1～10の離型フィルムは、エポキシ樹脂剥離性の評価結果が○であり、金型からの封止体の離型性に優れることが確認で

きた。

また、例 1 ～ 7 の離型フィルムは、180℃追従試験の評価結果が○であり、成形時の温度条件下で深さ 3 mm および 7 mm の金型に、破れることなく追従できる追従性を有することが確認できた。例 8 と例 10 の離型フィルムは、深さ 7 mm の金型ではピンホールが発生したが、深さ 3 mm の金型には、破れることなく追従できる追従性を有していた。これは、例 8 の離型フィルムが（第 2 の層の 180℃の引張貯蔵弾性率×厚さ）／（第 2 の層の 180℃の引張破断強度×厚さ）の値が 3.8 以上であるため、深さ 7 mm の金型に追従しにくく、次の圧縮空気によって急激に金型に追従し、ピンホールが発生したと考える。また、10 の離型フィルムは、第 2 の層を形成する PBT において、ポリアルキレングリコール単位が全単位中 10 モル%超であるため、引張破断応力が低すぎて深い金型でのピンホールが発生したと考える。

例 9 の離型フィルムは、深さ 7 mm の金型では金型に追従しなかったが、深さ 3 mm の金型には、破れることなく追従できる追従性を有していた。これは、例 9 の離型フィルムは、第 2 の層を形成する PBT において、 M_w が 100,000 超であり、引張破断応力が高すぎて、深い金型での追従性が不十分であるためと考える。

一方、ETFE の単層フィルムで厚さが 100 μm である例 11 の離型フィルムは、180℃追従試験の際に深さ 3 mm の金型で破れが見られた。

ETFE の単層フィルムで厚さが 200 μm である例 12 の離型フィルムは、ピンホールは見られなかったが、追従性が良くなかった。

PBT の単層フィルムである例 13 の離型フィルムは、離型性が不十分であった。

第 2 の層の厚さが 100 μm 超である例 14 の離型フィルムは、180℃追従試験の際に深さ 3 mm 以上の金型に追従しなかった。

第 2 の層の 180℃引張貯蔵弾性率×厚さの値が 18,000 超である例 15 の離型フィルムは、180℃追従試験の際に深さ 3 mm 以上の金型に追

従しなかった。

産業上の利用可能性

[0098] 本発明の離型フィルム、およびそれを使用する封止体の製造方法は、形状が複雑な半導体モジュール等の製造において広く使用される。

なお、2014年3月7日に出願された日本特許出願2014-045467号の明細書、特許請求の範囲、図面および要約書の全内容をここに引用し、本発明の明細書の開示として、取り入れるものである。

符号の説明

[0099] 1 離型フィルム、2 第1の層、3 第2の層、10 基板、11 半導体チップ（半導体素子）、12 接続端子、13 ワイヤ、14 放熱板、15 樹脂封止部、16 基板、17 積層構造、17a 半導体チップ（半導体素子）、18 シリコン貫通ビア（接続端子）、19 樹脂封止部、20 固定上型（上金型）、22 キャビティ底面部材、24 可動部材、26 凹部、30 離型フィルム、40 硬化性樹脂、50 上金型、52 下金型、54 凹部、56 キャビティ面、58 基板設置部、60 樹脂導入部、62 樹脂配置部、64 プランジャ、70 枠材、72 下金型、74 上金型、76 コマ、78 メッシュ、L1 配管、L2 配管、80 天窓、82 パッキン、110 封止体、120 封止体、130 構造体

請求の範囲

- [請求項1] 基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を、少なくとも一方の深さが3 mm以上である上金型と下金型とを備える金型内に配置し、硬化性樹脂で封止して厚さ3 mm以上の樹脂封止部を形成する封止体の製造方法において、前記上金型および下金型のうち深さが3 mm以上であるものの前記硬化性樹脂が接する面に配置される離型フィルムであって、
- 前記樹脂封止部の形成時に硬化性樹脂と接する第1の層と、第2の層とを有し、
- 前記第1の層が、厚さ5～30 μm であり、かつ、フッ素樹脂および融点200℃以上のポリオレフィンからなる群から選択される少なくとも1種から構成され、
- 前記第2の層が、厚さが38～100 μm であり、180℃における引張貯蔵弾性率(MPa)と厚さ(μm)との積が18,000(MPa $\cdot\mu\text{m}$)以下であり、かつ、180℃における引張破断応力(MPa)と厚さ(μm)との積が2,000(MPa $\cdot\mu\text{m}$)以上であることを特徴とする離型フィルム。
- [請求項2] 前記第1の層が、フルオロオレフィン系重合体またはポリメチルペンテンから構成される、請求項1に記載の離型フィルム。
- [請求項3] 前記第1の層が、テトラフルオロオレフィンに基づく単位と、エチレンに基づく単位とを有する共重合体から構成される、請求項1に記載の離型フィルム。
- [請求項4] 前記第2の層は第2の層用樹脂から構成され、前記第2の層用樹脂のガラス転移温度が40～105℃である、請求項1～3のいずれか一項に記載の離型フィルム。
- [請求項5] 前記第2の層が、無延伸ポリアミド、ポリブチレンテレフタレートおよび易成形ポリエチレンテレフタレートからなる群から選択される少なくとも1種から構成される、請求項1～4のいずれか一項に記載

の離型フィルム。

[請求項6] 前記第2の層の金型面側の表面の算術平均粗さ (R_a) が、 $1.5 \sim 2.1 \mu m$ である、請求項1～5のいずれか一項に記載の離型フィルム。

[請求項7] 第2の層の、 $(180^\circ C$ の引張貯蔵弾性率 (MPa) $\times$ 厚さ (μm)) $\div$ ($180^\circ C$ の引張破断応力 (MPa) $\times$ 厚さ (μm)) が、3.8未満である、請求項1～6のいずれか一項に記載の離型フィルム。

[請求項8] 基板と、半導体素子と、接続端子と、硬化性樹脂から形成される厚さ3mm以上の樹脂封止部とを有する封止体を、少なくとも一方の深さが3mm以上である上金型と下金型とを備える金型を用いて製造する方法であって、

前記上金型および下金型のうち深さが3mm以上であるものの前記硬化性樹脂が接する面に、請求項1～4のいずれか一項に記載の離型フィルムを配置する工程と、

基板と半導体素子と接続端子とを備える構造体を前記金型内に配置し、前記金型内の空間を硬化性樹脂で満たして硬化させ、厚さ3mm以上の樹脂封止部を形成する工程と、

前記樹脂封止部を前記構造体とともに前記金型から離型する工程と、を有することを特徴とする封止体の製造方法。

[請求項9] 下記の工程 ($\alpha 1$) $\sim$ ($\alpha 5$) を有する、請求項8に記載の封止体の製造方法。

($\alpha 1$) 深さ3mm以上の凹部を有する下金型と、深さ3mm以上の凹部を有しない上金型とを備える金型の前記下金型に、離型フィルムを、離型フィルムが下金型の凹部を覆うように配置する工程。

($\alpha 2$) 離型フィルムを下金型のキャビティ面の側に真空吸引する工程。

($\alpha 3$) 下金型の凹部内に硬化性樹脂を充填する工程。

(α 4) 基板と積層構造とシリコン貫通ビアとを備える構造体を上金型と下金型との間に配置し、上金型と下金型とを型締めし、前記上金型と下金型との間に形成されたキャビティを硬化性樹脂で満たして硬化させて樹脂封止部 19 を形成することにより封止体を得る工程。

[請求項10]

下記の工程 (β 1) ~ (β 5) を有する、請求項 8 に記載の封止体の製造方法。

(β 1) 深さ 3 mm 以上の凹部を有する上金型と、深さ 3 mm 以上の凹部を有しない下金型とを備える金型の上金型に、離型フィルムを、離型フィルムが上金型の凹部の開口を覆うように配置する工程。

(β 2) 離型フィルムを上金型のキャビティ面の側に真空吸引する工程。

(β 3) 基板と積層構造とシリコン貫通ビアとを備える構造体を下金型の所定の位置に配置し、上金型と下金型とを型締めする工程。

(β 4) 上金型と下金型との間に形成されたキャビティ内に硬化性樹脂を充填し、硬化させることによって樹脂封止部を形成することにより封止体を得る工程。

(β 5) 金型内から封止体を取り出す工程。