

明 細 書

発明の名称： 離型フィルム及び半導体パッケージの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、離型フィルム及び半導体パッケージの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体パッケージは、半導体素子を保護する樹脂封止部を有する。樹脂封止部の形成には、熱硬化性エポキシ樹脂等の硬化性樹脂が広く用いられている。

半導体素子の封止法としては、半導体素子が実装された基板を金型のキャビティ内に配置し、キャビティ内に硬化性樹脂を充填して樹脂封止部を形成する、いわゆる圧縮成形法及びトランスファ成形法が知られている。これらの封止法においては、通常、樹脂封止部と金型との固着を防ぐために、金型のキャビティ面に離型フィルムが配置される。かかる場合、樹脂封止部の表面には離型フィルム表面形状が転写される。

[0003] また、封止された半導体パッケージ表面にはその後の追跡担保のためレーザーマーキングによりメーカー名、製品名、ロット番号などの識別情報がマーキングされる。マーキング部の視認性が悪いと、メーカー及びユーザーにおいて製品が識別できないなどの不具合を生じることがある。

[0004] このような状況で、例えば、特許文献1では、表面平滑性（ R_a ）が $0.1 \sim 0.5 \mu m$ 、凹凸平均間隔（ R_{Sm} ）が $90 \sim 125 \mu m$ の表面状態を備える離型フィルムが提案されている。この離型フィルムを用いると、非マーキング部とマーキング部とのコントラストが大きくなり、マーキング部の視認性に優れるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2014-179593号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、半導体パッケージの表面にキズ、汚れ等があると外観品質の点で問題となることがある。このような小さなキズ等を目立たなくする観点から、半導体パッケージの表面を鏡面ではなく若干荒らして梨地にすることが行われている。特許文献1のように非マーキング部とマーキング部とのコントラストを高めると、非マーキング部のキズ等が目立ちやすくなって外観品質が低下する傾向にある。また、そのキズ等によって識別情報を誤って読み取る場合もある。

[0007] また近年、半導体素子の狭線幅化が進み、これまで問題とならなかったわずかな静電気が原因のESD (Electro-Static Discharge) によって半導体素子の絶縁破壊が起こりやすくなっている。離型フィルムを用いて半導体素子を封止して半導体パッケージを製造する場合、硬化性樹脂を硬化させて樹脂封止部を形成した後、樹脂封止部から離型フィルムを剥離する。この剥離の際にもESDを抑制することが求められている。

[0008] 本開示では、帯電防止性及び半導体パッケージからの離型性に優れ、レーザーマーキング視認性に優れる半導体パッケージ表面を形成可能な離型フィルム、及びこの離型フィルムを用いる半導体パッケージの製造方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を達成するための具体的手段は以下の通りである。

<1> 離型層、帯電防止層、及び基材をこの順に備える離型フィルムであり、

前記離型層の平均厚さが0.1 μm 超であり、

前記離型フィルムにおける前記離型層側の表面の凹凸をレーザー顕微鏡により測定し、前記凹凸の法線ベクトルと前記離型フィルムの主面の法線とのなす角度(θ)の表面角度分布を求めたときに、10~35°の範囲の存在分率(Φ)が0.12以上である、離型フィルム。

<2> 前記基材の少なくとも一方の面の算術平均高さ S_a が $0.9 \mu m$ 以上である、<1>に記載の離型フィルム。

<3> 前記帯電防止層側の前記基材の表面の算術平均高さ S_a が $1.2 \mu m$ 以上である、<2>に記載の離型フィルム。

<4> 前記離型層における粒子の含有率が25体積%以下である、<1>～<3>のいずれか1項に記載の離型フィルム。

<5> 前記基材は、フッ素樹脂を含む、<1>～<4>のいずれか1項に記載の離型フィルム。

<6> 前記フッ素樹脂は、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体を含む、<5>に記載の離型フィルム。

<7> 前記離型層側の表面の表面抵抗率が、 $1 \times 10^7 \sim 1 \times 10^{11} \Omega / \square$ である、<1>～<6>のいずれか1項に記載の離型フィルム。

<8> 半導体パッケージの製造において硬化性樹脂と金型の面との間に配置される、<1>～<7>のいずれか1項に記載の離型フィルム。

<9> 前記離型フィルムにおける前記離型層側の表面が、前記硬化性樹脂と接する、<8>に記載の離型フィルム。

<10> 半導体素子と、前記半導体素子を封止し硬化性樹脂から形成される樹脂封止部と、を有する半導体パッケージの製造方法であり、

金型のキャビティ内に前記半導体素子を備える基板を配置し、

前記金型の前記基板を配置していないキャビティ面に、離型層、帯電防止層、及び基材を備える<1>～<9>のいずれか1項の離型フィルムを、前記離型層側の表面が前記キャビティ内の空間に向くように配置し、

前記キャビティ内に前記硬化性樹脂を充填し、前記硬化性樹脂を前記離型フィルムに接した状態で硬化させて前記半導体素子を封止する樹脂封止部を形成する、半導体パッケージの製造方法。

発明の効果

[0010] 本開示によれば、帯電防止性及び半導体パッケージからの離型性に優れ、レーザーマーキング視認性に優れる半導体パッケージ表面を形成可能な離型

フィルム、及びこの離型フィルムを用いる半導体パッケージの製造方法が提供できる。

図面の簡単な説明

[図1] 図1は、表面角度分布、及び $10 \sim 35^\circ$ の範囲の存在分率（ Φ ）を説明する図である。

[図2] 図2は、離型フィルムの表面における凹凸の法線ベクトルと離型フィルムの主面の法線とのなす角度（ θ ）について説明する図である。

[図3] 図3は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例として圧縮成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

[図4] 図4は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例として圧縮成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

[図5] 図5は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例として圧縮成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

[図6] 図6は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例としてトランスファ成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

[図7] 図7は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例としてトランスファ成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

[図8] 図8は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例としてトランスファ成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

[図9] 図9は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例としてトランスファ成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

[図10] 図10は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例としてトランスファ成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

[図11] 図11は、本開示の半導体パッケージの製造方法の一例としてトランスファ成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示に係る実施形態について詳細に説明する。但し、本開示は以下の実施形態に限定されるものではない。以下の実施形態において、その構

成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合を除き、必須ではない。数値及びその範囲についても同様であり、本開示を制限するものではない。

本開示において「工程」との語には、他の工程から独立した工程に加え、他の工程と明確に区別できない場合であってもその工程の目的が達成されれば、当該工程も含まれる。

本開示において「～」を用いて示された数値範囲には、「～」の前後に記載される数値がそれぞれ最小値及び最大値として含まれる。

本開示中に段階的に記載されている数値範囲において、一つの数値範囲で記載された上限値又は下限値は、他の段階的な記載の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。また、本開示中に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、実施例に示されている値に置き換えてもよい。

本開示において、各成分には、該当する物質が複数種含まれていてもよい。組成物中に各成分に該当する物質が複数種存在する場合、各成分の含有率又は含有量は、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数種の物質の合計の含有率又は含有量を意味する。

本開示において、各成分に該当する粒子には、複数種の粒子が含まれていてもよい。組成物中に各成分に該当する粒子が複数種存在する場合、各成分の粒子径は、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数種の粒子の混合物についての値を意味する。

本開示において「層」との語には、当該層が存在する領域を観察したときに、当該領域の全体に形成されている場合に加え、当該領域の一部にのみ形成されている場合も含まれる。

図面を参照しながら説明する場合、本開示は図面に限定されるものではない。図面における部材の大きさは概念的なものであり、部材間の大きさの相対的な関係はこれに限定されない。

[0013] 「（メタ）アクリレート」とは、アクリレートとメタクリレートの総称で

ある。

「アクリル系重合体」とは、(メタ)アクリレートに基づく単位を有する重合体である。アクリル系重合体に含まれる(メタ)アクリレートに基づく単位は1種でもよく2種以上でもよい。アクリル系重合体は、(メタ)アクリレートに基づく単位以外の他の単量体に基づく単位をさらに有していてもよい。

本開示において、単量体に基づく単位を単量体名に単位を付して、例えば、エチレン単位などと表すことがある。

[0014] 本開示において、「レーザーマーキング視認性」とは、自動可視化検査(Automatic Visualization Inspection (AVI))での認識性をいう。AVIでは、半導体パッケージ表面の水平面に対して特定の角度で入射した光を90°に位置する検出器で輝度として検出する。

[0015] 本開示において、算術平均高さSaはISO-25178-2:2012に準拠して測定される。測定にはレーザー顕微鏡を用い、環境温度は23〜25℃とする。

[0016] <離型フィルム>

本開示の離型フィルムは、離型層、帯電防止層、及び基材をこの順に備える離型フィルムであり、前記離型層の平均厚さが0.1 μm 超であり、前記離型フィルムにおける前記離型層側の表面の凹凸をレーザー顕微鏡により測定し、前記凹凸の法線ベクトルと前記離型フィルムの主面の法線とのなす角度(θ)の表面角度分布を求めたときに、10〜35°の範囲の存在分率(Φ)が0.12以上である。

[0017] 上記の構成とすることにより、帯電防止性及び半導体パッケージからの離型性に優れ、レーザーマーキング視認性に優れる半導体パッケージ表面を形成可能となる理由は以下のように推察されるが、本発明は下記推察に限定されない。

[0018] ESDの抑制の観点から離型フィルムに帯電防止層を設けた場合、封止樹

脂との離型性向上のため帯電防止層上にさらに離型層を付与することが多い。この離型層が薄すぎると樹脂封止部に対する離型性が不十分となりやすい。

本開示の離型フィルムは、硬化性樹脂に接する側から順に、離型層、帯電防止層、及び基材を備えることで帯電防止性に優れ、前記離型層の平均厚さが0.1 μm 超であることから離型性が確保される。

[0019] また、本開示の離型フィルムは、離型層側の表面（基材に対し離型層が存在する側の、離型フィルムの表面。以下、「第1面」とも記す。）の凹凸をレーザー顕微鏡により測定し、凹凸の法線ベクトルと離型フィルムの主面の法線とのなす角度（ θ ）の表面角度分布を求めたときに、10～35°の範囲の存在分率（ Φ ）が0.12以上である。

なお、凹凸表面を有する基材に対して帯電防止層及び離型層を塗工により形成し離型フィルムを作製した場合、表面の凹凸の角度の性状が塗工前後で変化する。塗工液は基板の凹部に溜まりやすいことから、塗工により基材上に各層を形成すると、塗工前後での変化として、凸部に比べ凹部において表面の角度がより緩やかになる傾向がある。視認性は凹凸表面全体の表面形状に影響を受けるため、この製造方法で作製される本開示の離型フィルムは、基材の表面粗さと帯電防止層及び離型層の平均厚さとを制御して、凹部及び凸部の全体の表面形状を最適化し、結果として、10～35°の範囲の存在分率（ Φ ）を0.12以上とすることで、レーザーマーキング視認性を向上させることが好ましい。

[0020] まず、存在分率（ Φ ）の求め方について説明する。

離型フィルムの表面形状を、レーザー顕微鏡を用いてISO-25178-2:2012に準拠して、環境温度23～25℃において、X座標、Y座標共に0.25 μm 刻みで測定する。得られたX座標、Y座標、Z座標（高さ）のデータについて、MATLAB（登録商標）R2022b surfnorm関数を用いて、各点での凹凸の法線ベクトルを求める。各点の凹凸の法線ベクトルと離型フィルムの主面の法線とのなす角度（ θ ）を求め、

0. 1° 刻みでヒストグラム化し、表面角度分布を求める。図 1 に表面角度分布の例を示す。図 1 の表面角度分布のグラフにおいて、全角度 0° ~ 90° の全面積に対して、角度 (θ) が 10° ~ 35° の範囲の占める面積割合を、10° ~ 35° の範囲の存在分率 (Φ) として求める。

[0021] ここで、図 2 を用いて、離型フィルムの第 1 面の表面における凹凸の法線ベクトルと離型フィルムの主面の法線とのなす角度 (θ) について説明する。図 2 に示すように、離型フィルム 30 において、凹凸 32 を有する主面 S の法線 N と凹凸 32 の法線ベクトル L とのなす角度が θ である。主面 S は、離型フィルムの厚み方向に対して垂直方向に延在する面であり、主面 S の法線 N は離型フィルムの厚み方向ともいえる。

[0022] したがって、10° ~ 35° の範囲の存在分率 (Φ) は、離型フィルムの表面の凹凸の法線ベクトルが離型フィルムの主面の法線に対し有する角度のうち、10° ~ 35° の角度の占める割合を意味する。

例えば、離型フィルムの上部、すなわち離型フィルム主面の法線方向から光を観測するとき、離型フィルム主面の法線に対し 20° の角度で入射した光については、角度 (θ) が 10° の面で反射されたものを観測することとなる。また、離型フィルム主面の法線方向に対し 70° の角度で入射した光については、角度 (θ) が 35° の面で反射されたものを観測することとなる。

そのため、角度 (θ) が 10° ~ 35° のとき、離型フィルム主面の法線方向に対し 20° ~ 70° の角度で入射した光が離型フィルム主面の法線方向に反射されることとなり、離型フィルムの上部から、かかる光が視認しやすくなる。

離型フィルムの表面の凹凸形状は半導体パッケージの表面に転写される。半導体パッケージの表面には、離型フィルムの表面の凹凸形状を反転した形が形成されるが、半導体パッケージの表面における凹凸の法線ベクトルと半導体パッケージ表面の水平面の法線とのなす角度は、離型フィルム表面の、対応する箇所の角度 (θ) と同じである。よって、半導体パッケージ表面の

光の視認しやすさは、離型フィルム表面の光の視認しやすさと一致すると考えられる。

そして、本発明者らは離型フィルムにおいて角度 (θ) $10 \sim 35^\circ$ の範囲の存在分率 (Φ) が 0.12 以上であると、半導体パッケージ表面の水平面に対して 90° に位置する検出器を備える AVI で検査したとき、半導体パッケージ表面にレーザーマーキングした印字の視認性に優れることを実験的に見出している。

[0023] $10 \sim 35^\circ$ の範囲の存在分率 (Φ) は、 0.12 以上であり、レーザーマーキング視認性を維持しつつ、半導体パッケージ表面の樹脂流れ跡（フローマーク）やパッケージ表面のキズを目立たなくする外観品質の向上の観点から、 0.14 以上が好ましく、 0.15 以上がより好ましい。

また、 $10 \sim 35^\circ$ の範囲の存在分率 (Φ) は、レーザーマーキング視認性をより高める観点から、 0.66 以下が好ましく、 0.65 以下がより好ましく、 0.64 以下がさらに好ましい。

[0024] 本開示の離型フィルムは、半導体パッケージの製造において硬化性樹脂と金型の面との間に配置して用いる例が挙げられる。離型フィルムにおける離型層側の面（第1面）が硬化性樹脂と接するように配置することが好ましい。半導体パッケージの製造では、半導体素子を金型内に配置し、半導体素子を硬化性樹脂で封止して樹脂封止部を形成する。

[0025] （基材）

基材を構成する材質（含む組成）は特に制限されず、離型フィルムに用いられる樹脂など公知のものを適用できる。基材に用いる樹脂としては、封止後の金型からの離型フィルムの離型性に優れる点から、離型性を有する樹脂を含むことが好ましい。離型性を有する樹脂とは、当該樹脂のみからなる層が離型性を有する樹脂を意味する。

離型性を有する樹脂としては、フッ素樹脂、ポリメチルペンテン、シンジオタクチックポリスチレン、ポリシクロオレフィン、シリコーンゴム、ポリエステルエラストマー、ポリエレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタ

レート、無延伸ナイロン等が挙げられる。金型からの離型性、封止時の金型の温度（例えば、180℃）における耐熱性、硬化性樹脂の流動及び加圧力に耐え得る強度、高温における伸び等の点から、フッ素樹脂、ポリメチルペンテン、シンジオタクチックポリスチレン、ポリシクロオレフィン等が好ましく、離型性に優れる点で、フッ素樹脂が特に好ましい。すなわち、基材は、フッ素樹脂を含むことが好ましい。これらの樹脂は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0026] 基材に含まれる全樹脂中のフッ素樹脂の含有率は、80質量%以上が好ましく、90質量%以上がより好ましく、95質量%以上がさらに好ましく、99質量%以上が特に好ましく、100質量%であってもよい。

フッ素樹脂としては、離型性および耐熱性に優れる点から、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系重合体は、フルオロオレフィンに基づく単位以外の他の単位をさらに有してもよい。

[0027] フルオロオレフィンとしては、テトラフルオロエチレン（以下、「TFE」ともいう。）、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、エチレンーテトラフルオロエチレン共重合体（ETFE）、テトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）、テトラフルオロエチレンーペルフルオロ（アルキルビニルエーテル）共重合体（PFA）、テトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレンービニリデンフルオリド共重合体（THV）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。

フルオロオレフィン系重合体としては、高温での伸びが大きい点から、ETFEが特に好ましい。ETFEは、TFE単位と、エチレン単位（以下、

「E単位」ともいう。)と、を有する共重合体である。すなわち、基材に含まれるフッ素樹脂としては、E T F Eが好ましい。

[0028] E T F Eは、T F E単位及びE単位の他に、第3の単量体に基づく単位を有してもよい。第3の単量体は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。第3の単量体としては、フッ素原子を有する単量体と、フッ素原子を有しない単量体とが挙げられる。

[0029] フッ素原子を有する単量体としては、下記の単量体(a 1)～(a 5)が挙げられる。

単量体(a 1)：炭素数2または3のフルオロオレフィン類。

単量体(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。)で表されるフルオロアルキルエチレン類。

単量体(a 3)：フルオロビニルエーテル類。

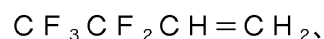
単量体(a 4)：官能基含有フルオロビニルエーテル類。

単量体(a 5)：脂肪族環構造を有する含フッ素単量体。

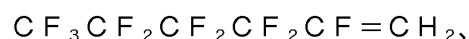
[0030] 単量体(a 1)としては、フルオロエチレン類(トリフルオロエチレン、フッ化ビニリデン、フッ化ビニル、クロロトリフルオロエチレン等)、フルオロプロピレン類(ヘキサフルオロプロピレン(以下、「HFP」ともいう。))、2-ヒドロペンタフルオロプロピレン等)等が挙げられる。

[0031] 単量体(a 2)としては、nが2～6の単量体が好ましく、nが2～4の単量体が特に好ましい。また、Xがフッ素原子、Yが水素原子である単量体、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。

単量体(a 2)の具体例としては、下記の化合物が挙げられる。



$CF_3CF_2CF_2CF_2CH=CH_2$ ((ペルフルオロブチル)エチレン。以下、「PFBE」ともいう。)、



$\text{CF}_2\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}=\text{CH}_2$ 等。

[0032] 単量体 (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単量体は環化重合し得る単量体である。

$\text{CF}_2=\text{CFOCF}_3$ 、

$\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}_3$ 、

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

$\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、

$\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_3\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、

$\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O})_2(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、

$\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{CF}_3$ 、

$\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}=\text{CF}_2$ 、

$\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_2\text{CF}=\text{CF}_2$ 等。

[0033] 単量体 (a 4) の具体例としては、下記の化合物が挙げられる。

$\text{CF}_2=\text{CFO}(\text{CF}_2)_3\text{CO}_2\text{CH}_3$ 、

$\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_3\text{CO}_2\text{CH}_3$ 、

$\text{CF}_2=\text{CFOCF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}(\text{CF}_2)_2\text{SO}_2\text{F}$ 等。

[0034] 単量体 (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。

[0035] フッ素原子を有しない単量体としては、下記の単量体 (b 1) ~ (b 4) が挙げられる。

単量体 (b 1) : オレフィン類、

単量体 (b 2) : ビニルエステル類、

単量体 (b 3) : ビニルエーテル類、

単量体 (b 4) : 不飽和酸無水物。

単量体 (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。

単量体 (b 2) の具体例としては、酢酸ビニル等が挙げられる。

単量体 (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。

[0036] 単量体 (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、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。

[0037] 第3の単量体としては、結晶化度を調整しやすい点、高温（特に180℃前後）における引張強伸度に優れる点から、単量体 (a 2)、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がさらに好ましい。

[0038] ETFEにおいて、TFE単位と、E単位とのモル比（TFE単位/E単位）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単位/E単位が前記範囲内の場合、ETFEの耐熱性および機械的強度に優れる。

ETFE中の第3の単量体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の単量体に基づく単位の割合が前記範囲内の場合、ETFEの耐熱性および機械的強度に優れる。

[0039] 第3の単量体に基づく単位がPFBE単位を含む場合、PFBE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単位の割合が前記範囲内の場合、離高温（特に180℃前後）における引張強伸度が向上する。

[0040] ETFEの融点は、190℃以上が好ましく、200℃以上がより好ましく、210℃以上がさらに好ましく、220℃以上が特に好ましい。

E T F Eの融点の上限は、特に限定されないが、例えば270℃である。

E T F Eの融点がかかる範囲である場合、離型フィルムが、高温（特に180℃前後）における引張強伸度に優れやすい。

「融点」とは、示差走査熱量測定（D S C）法で測定した融解ピークの最大値に対応する温度を意味する。

E T F Eの溶融流れ速度（M F R）は、2～40g／10分が好ましく、3～30g／10分がより好ましく、5～20g／10分が特に好ましい。

E T F EのM F Rがかかる範囲である場合、離型フィルムの高温での伸びが大きくなり、金型への追従性に優れやすい。

E T F EのM F Rは、A S T M D 3 1 5 9に準拠して、荷重49N、297℃にて測定される値である。

[0041] 基材は、樹脂以外の他の成分をさらに含有してもよい。

他の成分としては、例えば、滑剤、酸化防止剤、帯電防止剤、可塑剤、離型剤等が挙げられる。金型を汚しにくい点では、基材における他の成分の含有率は5質量%以下が好ましく、1質量%以下がより好ましく、0.5質量%がさらに好ましく、0質量%（含まないこと）が特に好ましい。

[0042] 基材の表面は、離型フィルムを用いて得られる半導体パッケージ表面のキズを目立たなくする外観品質の向上及び半導体パッケージの封止工程での金型表面でのフィルムのシワ抑制の観点から、少なくとも一方の面の算術平均高さS aは0.9μm以上が好ましく、1.1μm以上がより好ましく、1.2μm以上がさらに好ましい。半導体パッケージ表面のレーザーマーキング視認性の観点から、基材の少なくとも一方の面の算術平均高さS aは、2.7μm以下が好ましく、2.6μm以下がより好ましく、2.5μm以下がさらに好ましい。

レーザーマーキング視認性および半導体パッケージ表面の樹脂流れ跡（フローマーク）、及びパッケージ表面のキズを目立たなくする外観品質の向上の観点から、第1面側（帯電防止層側）の基材表面の算術平均高さS aは0.05μm以上が好ましく、0.9μm以上がより好ましく、1.2μm以

上がさらに好ましく、 $1.4\text{ }\mu\text{m}$ 以上が特に好ましく、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上が極めて好ましい。

レーザーマーキング視認性の観点から、第1面側の基材表面の算術平均高さ S_a は、 $2.7\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $2.6\text{ }\mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下がさらに好ましい。

[0043] また、半導体パッケージの封止工程での金型表面でのフィルムのシワ抑制及び金型からの離型性の観点から、離型フィルムにおける離型層側の表面（離型層に対し基材が存在する側の、離型フィルムの表面。以下、「第2面」とも記す。）側の基材表面の算術平均高さ S_a は $0.03\text{ }\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上がさらに好ましい。

第2面側の基材表面の算術平均高さ S_a は、半導体パッケージの封止工程での金型表面でのフィルムのシワ抑制の観点から、 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $1.2\text{ }\mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上がさらに好ましく、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上が特に好ましい。第2面側の基材表面の算術平均高さ S_a は、半導体パッケージ表面のレーザーマーキング視認性の観点から、 $2.7\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $2.6\text{ }\mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下がさらに好ましい。第2面側の基材表面の算術平均高さ S_a が、前記上限値以下であると、第2面側の基材表面の形状が半導体パッケージ表面へ影響しにくい。

なお、第2面側の基材表面は、算術平均高さ S_a が $0.03\text{ }\mu\text{m}$ 未満であってもよく、 $0.02\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、鏡面であってもよい。

[0044] 基材の表面の算術平均高さ S_a は、メチルエチルケトンを用いて離型フィルムから離型層、帯電防止層、その他の層をそれぞれ除去した後に、測定してもよい。

[0045] 基材において、算術平均高さ S_a が $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 以上の表面形状は、複数の凸部および凹部の少なくとも一方がランダムに分布した形状でもよく、複数の凸部および凹部の少なくとも一方が規則的に配列した形状でもよい。複数の凸部の形状は、同じでもよく異なってもよい。また、複数の凸部の大きさは、同じでもよく異なってもよい。複数の凹部の大きさは、同じでもよく異

なってもよい。

- [0046] 凸部としては、離型フィルムの表面に延在する長尺の凸状、点在する突起等が挙げられ、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。

凸状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、複数の凸状または溝が平行に存在して縞状をなしていてもよい。凸状または溝の、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。

- [0047] 算術平均高さ S_a が $0.9 \mu m$ 以上の表面を有する基材の製造方法としては、特に限定されず、公知の製造方法を利用できる。例えば、熱加工で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）等が好ましく、方法（ii）が特に好ましい。

- [0048] （i）樹脂フィルムを2本のロールの間に通し、ロールの表面に形成された凹凸を樹脂フィルムに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樹脂を2本のロールの間に通し、該樹脂をフィルム状に成形すると共に、ロールの表面に形成された凹凸を該フィルム状の樹脂の表面に連続的に転写する方法。

- [0049] 2本のロールのうち1本を、表面に凹凸を有するロール（以下、型ロールともいう。）とし、他方を凹凸を有しないロールとすることにより、片面に凹凸を有する基材が製造される。2本のロールをいずれも型ロールとすることにより、両面に凹凸を有する基材が製造される。なお、2本のロールうちの一方は、通常樹脂フィルムを加圧する機能を有し、押し当てロールと呼ばれている。表面に凹凸を有しないロールが使用される場合、凹凸を有しないロールが通常冷却ロールとされ、2本のロールがいずれも型ロールである場合は、そのうちの一方が冷却ロールとされる。なお、表面に凹凸を有しないロールとは、実質的に平滑な面を形成しうる表面を有するロールも意味する。

。

[0050] 型ロールの表面の凹凸は、基材の特定の凹凸を反転した形状であり、半導体パッケージの樹脂封止部の表面に形成される凹凸と同じ形状である。

型ロールの表面に凹凸を形成する方法としては、切削、エッチング、等の方法が挙げられる。

また、ゴム巻きロールの場合、表面に巻かれるゴムシートに粒子を配合することで、表面に凹凸を有する型ロールが得られる。この場合、ゴムシートに配合する粒子の大きさによって、粗さの深さ方向、すなわち S_a を調整できる。樹脂巻きロールの場合も同様の方法で S_a を調整できる。

[0051] 方法 (i)、(ii) では、ロールの表面の凹凸のほか、加工速度、基材用樹脂のメルトフローレート (MFR)、ロールの押圧、ダイスとロールの距離等を調整することによって、基材表面の算術平均高さ S_a を調整できる。

。

[0052] 基材の平均厚さは、 $35 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましく、 $35 \sim 75 \mu\text{m}$ がより好ましい。基材の厚さが $35 \mu\text{m}$ 以上の場合、離型フィルムが離型性に優れやすい。基材の厚さが $75 \mu\text{m}$ 以下の場合、離型フィルムが容易に変形可能で、金型追従性に優れる。基材の厚さが $100 \mu\text{m}$ 以下の場合、離型フィルムの取り扱い（例えば、ロール・トゥ・ロールでの取り扱い）が容易であり、離型フィルムを引っ張りながら金型のキャビティを覆うように配置する際に、しわが発生しにくい。

[0053] 基材の平均厚さは、ISO 4591:1992 (JIS K7130:1999) の B1 法、プラスチックフィルムまたはシートから採った試料の質量法による厚さの測定方法) に準拠して測定する。その際、メチルエチルケトンを用いて離型フィルムから離型層、帯電防止層、その他の層をそれぞれ除去した後に、基材の平均厚さを測定してもよい。

[0054] (帯電防止層)

帯電防止層は帯電防止機能を有すれば材質は特に制限されない。帯電防止層は帯電防止剤を含むのが好ましい。帯電防止剤としては、イオン液体、導

電性重合体、金属イオン伝導型塩、導電性金属酸化物等が挙げられる。

導電性重合体とは、重合体の骨格（ポリマー骨格）を伝って、電子が移動し、拡散する重合体である。導電性重合体としては、例えば、ポリアニリン系重合体、ポリアセチレン系重合体、ポリパラフェニレン系重合体、ポリピロール系重合体、ポリチオフェン系重合体、ポリビニルカルバゾール系重合体等が挙げられる。

金属イオン伝導型塩としては、例えば、リチウム塩化合物等が挙げられる。

導電性金属酸化物としては、例えば、酸化錫、スズドープ酸化インジウム、アンチモンドープ酸化錫、リンドープ酸化錫、アンチモン酸亜鉛、酸化アンチモン等が挙げられる。

[0055] 帯電防止層は樹脂バインダーを含むことが好ましい。帯電防止層が樹脂バインダーと帯電防止剤とを含む場合、樹脂バインダー中に帯電防止剤が分散していることが好ましい。

樹脂バインダーとしては、封止工程での熱（例えば、180℃）に耐えられる耐熱性を有するものが好ましく、例えば、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、酢酸ビニル樹脂、エチレンー酢酸ビニル共重合体、エチレンービニルアルコール共重合体、クロロトリフロロエチレンービニルアルコール共重合体、テトラフロロエチレンービニルアルコール共重合体等が挙げられる。

[0056] 樹脂バインダーは、架橋されていてもよい。樹脂バインダーが架橋されていると、架橋されていない場合に比べて、耐熱性に優れる。

かかる樹脂バインダーとしてはカルボキシ基含有（メタ）アクリル重合体、ヒドロキシ基含有アクリル重合体等が挙げられる。架橋剤としては、カルボキシ基含有のアクリル重合体の場合には多官能アジリジン化合物、多官能エポキシ化合物等が挙げられ、ヒドロキシ基含有アクリル重合体の場合には多官能イソシアネート化合物等が挙げられる。

[0057] 帯電防止層の表面抵抗率は、 $1 \times 10^{10} \Omega / \square$ 以下が好ましく、 1×10^9

$\Omega/\square$ 以下がより好ましい。帯電防止層の表面抵抗率の下限值は特に制限されないが、 $1 \times 10^7 \Omega/\square$ 以上であってもよい。

帯電防止層中の帯電防止剤の含有量は、帯電防止層の表面抵抗率が上記の範囲となるよう適宜設定される。

[0058] 帯電防止層の平均厚さは、離型性を保ちつつ、離型フィルムの第1面の表面抵抗率を低くする観点から、 $0.05 \sim 3 \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.05 \sim 2 \mu\text{m}$ がより好ましい。

帯電防止層の平均厚さ及び後述の離型層の平均厚さの測定方法は特に限定されない。

例えば、帯電防止層の平均厚さ及び後述の離型層の平均厚さは、メチルエチルケトンを用いて離型フィルムから離型層、及び帯電防止層をそれぞれ除去し、各層の除去前後での質量を測定し、減少した質量とそれぞれの層の密度を用いて求めてもよい。

また、帯電防止層の平均厚さ及び後述の離型層の平均厚さは、集束イオンビーム走査電子顕微鏡（FIB-SEM）を用い離型フィルムの断面観察をして求めてもよい。FIB-SEMにおいては、層間のコントラストの違いから層の境界を判断でき、各層の厚さを測定できる。かかる測定を、ランダムに選んだ30箇所、表面凹凸が認められる場合には少なくとも凹部から凸部までの間を30箇所にて行い、測定結果を平均することで、各層の平均厚さを求めることができる。

なお、FIB-SEMによる断面観察時に帯電防止層と離型層とのコントラストに違いがなく、層の境界の判別がしにくい場合は、走査透過型電子顕微鏡（STEM-EDX）を用い、帯電防止層（特に、帯電防止層中に含まれる帯電防止剤）及び離型層に特徴的な元素の有無により層の境界を判別できる。

[0059] 帯電防止層の形成方法としては特に限定されず、帯電防止層用組成物を基材の一方の面上に塗工し、乾燥する方法が好ましい。塗工法は、公知の各種ウェットコート法を用いることができ、例えば、グラビアコート法、ダイコ

ート法、バーコート法等が挙げられる。乾燥の温度及び時間は、液状媒体の種類、含有量等によって適宜調整する。

[0060] 帯電防止層用組成物は、帯電防止剤に加えて他の成分を含んでもよい。他の成分としては溶剤、水等の液状媒体が挙げられる。帯電防止層用組成物の固形分量は、塗工性を鑑みて適宜調整される。

帯電防止層用組成物を塗工する前に、濡れ性を高める観点から、基材の表面をコロナ処理することが好ましい。コロナ処理は、ISO 8296 : 1987 (JIS K 6768 : 1999) に基づく濡れ張力が 40 mN/m 以上となるように実施することが好ましい。

[0061] (離型層)

離型層は離型性を有する層であれば、材質は限定されない。離型層は粘着性を有してもよく、粘着性を有しなくてもよい。

離型層は、ヒドロキシ基含有アクリル系重合体と、多官能イソシアネート化合物との反応硬化物を含むのが好ましい。

[0062] ヒドロキシ基含有アクリル系重合体が有するヒドロキシ基は、多官能イソシアネート化合物中のイソシアネート基と反応する架橋官能基である。

ヒドロキシ基含有アクリル系重合体の水酸基価は、 $1 \sim 100 \text{ mg KOH/g}$ が好ましく、 $29 \sim 100 \text{ mg KOH/g}$ が特に好ましい。

水酸基価は、JIS K 0070 : 1992 に規定される方法より測定される。

[0063] ヒドロキシ基含有アクリル系重合体は、カルボキシ基を有していてもよく、有していなくてもよい。カルボキシ基は、ヒドロキシ基と同様に、多官能イソシアネート化合物中のイソシアネート基と反応する架橋官能基である。

ヒドロキシ基含有アクリル系重合体の酸価は、 $0 \sim 100 \text{ mg KOH/g}$ が好ましく、 $0 \sim 30 \text{ mg KOH/g}$ が特に好ましい。

酸価は、水酸基価と同様に JIS K 0070 : 1992 に規定される方法により測定される。

[0064] ヒドロキシ基含有アクリル系重合体の架橋官能基当量 (ヒドロキシ基とカ

ルボキシ基との合計当量)は、2,000g/モル以下であり、500~2,000g/モルが好ましく、600~1,000g/モルが特に好ましい。

「ヒドロキシ基とカルボキシ基との合計当量」は、ヒドロキシ基含有アクリル系重合体の、ヒドロキシ基とカルボキシ基との合計1モルあたりの質量を意味する。

[0065] 架橋官能基当量は、架橋点間分子量に相当し、架橋後の弾性率(反応硬化物の弾性率)を支配する物性値である。架橋官能基当量が2,000g/モル以下の場合、反応硬化物の弾性率が十分に高くなり、離型層の樹脂封止部に対する離型性、半導体チップ、ソース電極またはシールガラスに対する剥離性に優れる。また、架橋官能基当量が2,000g/モル以下の場合、樹脂封止部への移行(糊残り)が抑制される。

[0066] ヒドロキシ基含有アクリル系重合体の質量平均分子量(M_w)は、10万~120万が好ましく、20万~100万がより好ましく、20万~70万が特に好ましい。質量平均分子量が10万以上の場合、樹脂封止部に対する離型性、半導体チップ、ソース電極またはシールガラスに対する再剥離性がより優れる。質量平均分子量が120万以下の場合、半導体チップ、ソース電極またはシールガラスに対する密着性がより優れる。

ヒドロキシ基含有アクリル系重合体の質量平均分子量は、分子量既知の標準ポリスチレン試料を用いて作成した検量線を用い、ゲルパーミエーションクロマトグラフィで測定することによって得られるポリスチレン換算の値である。

[0067] ヒドロキシ基含有アクリル系重合体のガラス転移温度(T_g)は、20℃以下が好ましく、0℃以下が特に好ましい。T_gが前記範囲の下限值以上であれば、低温になっても離型層が十分な可とう性を発現し、基材と剥離しやすい。

T_gの下限値は特に制限されないが、前述の分子量範囲では-60℃以上が好ましい。

本開示において、 T_g とは、示差走査熱量測定（DSC）法で測定した中間点ガラス転移温度を意味する。

[0068] 多官能イソシアネート化合物は、2以上のイソシアナート基を有する化合物であり、3～10個のイソシアナート基を有する化合物が好ましい。

多官能イソシアネート化合物としては、例えば、ヘキサメチレンジイソシアネート（HDI）、トリレンジイソシアネート（TDI）、ジフェニルメタンジイソシアネート（MDI）、ナフタレンジイソシアネート（NDI）、トリジンジイソシアネート（TODI）、イソホロンジイソシアネート（IPDI）、キシシレンジイソシアネート（XDI）、トリフェニルメタントリイソシアネート、トリス（イソシアネートフェニル）チオホスフェート等が挙げられる。また、それらの多官能イソシアネート化合物のイソシアヌレート体（3量体）やピュレット体、それらの多官能イソシアネート化合物とポリオール化合物とのアダクト体等が挙げられる。

多官能イソシアネート化合物は、イソシアヌレート環を有することが、該環構造の平面性によって反応硬化物（離型層）が高い弾性率を示す点で好ましい。

イソシアヌレート環を有する多官能イソシアネート化合物としては、HDIのイソシアヌレート体（イソシアヌレート型HDI）、TDIのイソシアヌレート体（イソシアヌレート型TDI）、MDIのイソシアヌレート体（イソシアヌレート型MDI）等が挙げられる。

[0069] 離型層は他の成分を含んでもよい。他の成分としては、例えば、架橋触媒（例えば、アミン類、金属化合物、酸等）、補強性フィラー、着色性染料、顔料、帯電防止剤等が挙げられる。

帯電防止剤としては、帯電防止層で挙げたものを用いてもよい。

[0070] 架橋触媒は、多官能イソシアネート化合物を架橋剤とする場合に、ヒドロキシ基含有アクリル系共重合体と架橋剤との反応（ウレタン化反応）に対して触媒として機能する物質であればよく、一般的なウレタン化反応触媒が使用可能であり、例えば、第三級アミン等のアミン系化合物、有機錫化合物、

有機鉛化合物、有機亜鉛化合物等の有機金属化合物等が挙げられる。第三級アミンとしては、トリアルキルアミン、N, N, N', N' -テトラアルキルジアミン、N, N -ジアルキルアミノアルコール、トリエチレンジアミン、モルホリン誘導体、ピペラジン誘導体等が挙げられる。有機錫化合物としては、ジアルキル錫オキシド、ジアルキル錫の脂肪酸塩、第1錫の脂肪酸塩等が挙げられる。

[0071] 架橋触媒としては、有機錫化合物が好ましく、ジオクチル錫オキシド、ジオクチル錫ジラウレート、ジブチル錫ラウリレート、ジブチル錫ジラウリレートが特に好ましい。また、ジアルキル錫エステルとアセチルアセトンとを溶媒中で反応させることによって合成され、ジアルキル錫1原子に対してアセチルアセトン2分子が配位した構造を持つ、ジアルキルアセチルアセトン錫錯体触媒が使用できる。

架橋触媒の使用量は、ヒドロキシ基含有アクリル系重合体の100質量部に対して、0.01～0.5質量部が好ましい。

[0072] 離型層は粒子を含有してもよい。この粒子によって、離型フィルムの第1面における10～35°の範囲の存在分率(Φ)を調整してもよい。また、表面に凹凸構造を有する基材を用いたうえで、さらに離型層に粒子を含有させて、離型フィルムの第1面における10～35°の範囲の存在分率(Φ)を調整してもよい。なお、表面に凹凸構造を有する基材を用いる場合、離型層は粒子を含有しなくてもよい。

[0073] 離型層に含有される粒子の材質は特に制限されず、例えば、有機粒子であっても、無機粒子であってもよい。

有機粒子としては、アクリル樹脂粒子、ポリオレフィン樹脂粒子、ポリスチレン樹脂粒子、ポリアクリロニトリル樹脂粒子、シリコーン樹脂粒子等が挙げられる。

無機粒子としては、シリカ粒子、アルミナ粒子等が挙げられる。

[0074] 粒子の平均粒子径は2.0μm以上が好ましく、2.5μm以上がより好ましく、3.0μm以上がさらに好ましい。かかる場合、形成される樹脂封

止部の樹脂流れ跡（フローマーク）を目立たなくできる。

また、粒子の平均粒子径は $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $7.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下がさらに好ましい。かかる場合、離型層からの粒子の脱離を抑えやすい。

[0075] 離型層が粒子を含む場合、離型層中の粒子の含有率は、形成される樹脂封止部の樹脂流れ跡（フローマーク）を目立たなくする観点から、 3.0 体積%以上が好ましく、 3.9 体積%以上がより好ましく、 5.0 体積%以上がさらに好ましい。離型層中の粒子の含有率は、離型層からの粒子の脱離を抑えやすくする観点から、 25 体積%以下が好ましく、 20 体積%以下がより好ましく、 16.5 体積%以下がさらに好ましい。

また、表面に凹凸構造を有する基材を用いる場合には、離型層中の粒子の含有率は、離型層からの粒子の脱離を抑えやすくする観点から、 16.5 体積%以下が好ましく、 10 体積%以下がより好ましく、 4.9 体積%以下がさらに好ましく、 0 体積%、つまり粒子を含有しなくともよい。

[0076] 粒子の含有率は、例えば、離型層の断面を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察することにより、単位体積当たりの樹脂粒子の割合として算出することができる。詳細には、以下の方法により算出することができる。

まず、対象離型層の断面をSEMで観察し、この断面における任意の面積（以下、「対象面積」とも称する）に含まれる樹脂粒子の数及び粒子径を測定する。更に、上記対象面積に基づいて任意の体積（以下、「対象体積」とも称する）を設定し、この対象体積中に含まれる樹脂粒子の数を算出する。更に、樹脂粒子の粒子径に基づいて、樹脂粒子1つ当たりの体積を算出する。そして、算出された樹脂粒子の数及び樹脂粒子1つ当たりの体積から、対象体積中に含まれる樹脂粒子の総体積を算出し、この樹脂粒子の層体積を対象体積で除することにより、対象離型層中に含まれる樹脂粒子の体積含有率を算出できる。

[0077] 離型層の平均厚さは、離型フィルムの離型性の観点から、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 超であり、 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $0.17\text{ }\mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 0

． 2 μm 以上がさらに好ましい。離型層の厚さが0． 1 μm 超であるため、離型性が確保される。

また、離型層の厚さは、離型フィルムの帯電防止性の観点から、2． 3 μm 以下が好ましく、2． 2 μm 以下がより好ましく、2． 1 μm 以下がさらに好ましい。離型層の厚さが2． 3 μm 以下の場合、帯電防止性により優れる。

[0078] 離型層の形成方法としては、離型層の各成分と液状媒体とを含む離型層用組成物を帯電防止層の上に塗工し、乾燥する方法が好ましい。塗工法は、公知の各種ウェットコート法を用いることができ、例えば、グラビアコート法、ダイコート法、バーコート法等が挙げられる。乾燥の温度及び時間は、液状媒体の種類、含有量等によって適宜調整する。

[0079] (他の層)

離型フィルムは、他の層を有してもよい。他の層は、基材層と帯電防止層との間や、帯電防止層と離型層との間に設けられていてもよく、基材層の、帯電防止層と反対の側に設けられていてもよく、離型層の、帯電防止層と反対の側に設けられていてもよい。例えば、他の層が離型フィルムの第1面であってもよい。

他の層としては、例えば、ガスバリア層、着色層等が挙げられる。これらの層はいずれか1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。他の層の平均厚さは、それぞれ0． 05～3 μm が好ましく、0． 05～2 μm がより好ましい。

[0080] (離型フィルムの諸物性)

離型フィルムの第1面の算術平均高さ S_a は1． 0 μm 以上が好ましく、1． 1 μm 以上がより好ましい。かかる場合、形成される樹脂封止部の樹脂流れ跡（フローマーク）が目立たないため好ましい。

また、離型層中に粒子を含まない場合、離型フィルムの第1面の算術平均高さ S_a は2． 3 μm 以下が好ましく、2． 2 μm 以下がより好ましく、2． 1 μm 以下がさらに好ましい。かかる場合、離型フィルムを用いて形成さ

れる半導体パッケージ表面のレーザーマーキング視認性がより優れる。

離型層中に粒子を含む場合、離型フィルムの第1面の算術平均高さ S_a は $3.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $2.9\text{ }\mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $2.7\text{ }\mu\text{m}$ 以下がさらに好ましい。かかる場合、レーザーマーキング視認性がより優れる。

[0081] 離型フィルムの第1面の表面抵抗率は、 $1 \times 10^{11} \Omega/\square$ 以下が好ましく、 $2 \times 10^{10} \Omega/\square$ 以下がより好ましい。かかる場合、剥離時の放電による半導体チップの破壊を効果的に防げる。離型フィルムの第1面の表面抵抗率の下限値は特に制限されないが、 $1 \times 10^7 \Omega/\square$ 以上であってもよい。

表面抵抗率は、IEC 60093、二重リング電極法に準拠して測定する。

[0082] 離型フィルムの第1面の帯電圧は、 $|0 \sim 50| \text{ V}$ が好ましく、 $|0 \sim 30| \text{ V}$ がより好ましく、 $|0 \sim 25| \text{ V}$ がさらに好ましい。帯電圧は表面電位計により測定する。

[0083] <半導体パッケージの製造方法>

本開示の半導体パッケージの製造方法は、半導体素子と、前記半導体素子を封止し硬化性樹脂から形成される樹脂封止部と、を有する半導体パッケージの製造方法であり、金型のキャビティ内に前記半導体素子を備える基板を配置し、前記金型の前記基板を配置していないキャビティ面に、離型層、帯電防止層、及び基材を備える本開示の離型フィルムを、前記離型層側の面が金型のキャビティ内の空間に向くように配置し、前記キャビティ内に前記硬化性樹脂を充填し、前記硬化性樹脂を前記離型フィルムに接した状態で硬化させて前記半導体素子を封止する樹脂封止部を形成する。

[0084] 本開示の半導体パッケージの製造方法は、本開示の離型フィルムを用いること以外は、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、圧縮成形法及び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又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

と同じ条件とできる。

以下では、代表例として、圧縮成形法及びトランスファ成形法について図を参照しながら説明するが、本開示の半導体パッケージの製造方法は、これらの図に限定されない。また、以下の説明では、半導体パッケージの一例として、いわゆるMAP-BGA形状の半導体パッケージを示すが、半導体パッケージの形状はこれに限定されない。

[0085] 図3～4は、圧縮成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

図3に示す圧縮成形法では、固定上型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下型24とを有する金型を用いる。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30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30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。

[0086] 可動下型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30は、第1面を上側（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30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30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、可動下型24上に配置される。

[0087] 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30との間の空間を減圧し、離型フィルム30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下型24を締め、離型フィルム30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30の強度、厚さ、キャビティ底面部材22の上面と可動下型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30は、キャビティ面に密着するとは限らない。真空吸着の段階では、図3に示すように、離型フィルム30とキャビティ面との間に空隙が少し残っていてもよい。

[0088] 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、キャビティ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、複数の半導体チップ12が実装された基板10を真空吸着させる。

硬化性樹脂40としては、半導体パッケージの製造に用いられている各種の硬化性樹脂を用いてよい。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。

[0089] 次に、図4に示すように、キャビティ26内の離型フィルム30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および可動下型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、半導体チップ12を封止する。

[0090] 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26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30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、キャビティ26の形状に対応した形状の樹脂封止部が形成される。このとき、離型フィルム30の第1面の凹凸が、樹脂封止部の表面に転写される。

[0091] そして、固定上型20とキャビティ底面部材22と可動下型24とを型開きし、一括封止体を取り出す。

一括封止体を離型し、そして離型フィルム30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 30 の未使用部分を巻出口ロール（図示略）から送り出す。

[0092] 金型内から取り出した一括封止体の基板 10 および樹脂封止部を、複数の半導体チップ 12 が分離するように切断（個片化）して、基板 10 と少なくとも 1 つの半導体チップ 12 と半導体チップ 12 を封止する樹脂封止部とを有する個片化封止体を得る。個片化は、公知の方法により行うことができ、例えば、ダイシング法が挙げられる。

[0093] 得られた個片化封止体の樹脂封止部の上面（離型フィルム 30 の第 1 面と接していた面）に、レーザーマーキングにより任意の情報を印字して、半導体パッケージを得る。

本開示の離型フィルムを用いて製造される半導体パッケージは、レーザーマーキングにより文字を印字した際に、その文字の視認性に優れる。

[0094] 図 6 ～ 11 は、トランスファ成形法の概略を模式的に説明する断面図である。

図 6 に示すトランスファ成形法では、上型 50 と下型 52 とを有する金型を用いる。上型 50 には、樹脂封止部 14 の形状に対応する形状のキャビティ 54 と、キャビティ 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。下型 52 には、半導体チップ 12 を搭載した基板 10 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。

[0095] 図 7 に示すように、上型 50 のキャビティ 54 を覆うように離型フィルム 30 を配置する。離型フィルム 30 は、キャビティ 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 30 は、巻出口ロール（図示略）および巻取ロール（図示略）によって引っ張られるため、引き伸ばされた状態にて上型 50 のキャビティ 54 を覆うように配置される。

[0096] そして、図 8 に示すように、上型 50 のキャビティ 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30とキャビティ面56との間の空間、および離型フィルム30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30を引き伸ばして変形させて、上型50のキャビティ面56に真空吸着させる。

[0097] 次いで、図9に示すように、複数の半導体チップ12を実装した基板10を、基板設置部58に設置して上型50と下型52とを型締めし、複数の半導体チップ12をキャビティ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、圧縮成形法で挙げた硬化性樹脂40と同様のものが挙げられる。

[0098] それから、図10に示すように、下型52のプランジャ64を押し上げ、樹脂導入部60を通じてキャビティ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、複数の半導体チップ12を封止する樹脂封止部14を形成する。

キャビティ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30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、キャビティ54の形状に対応した形状の樹脂封止部14が形成される。

[0099] 図11に示すように、一括封止体1A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19が、一括封止体1Aの樹脂封止部14に付着した状態で一括封止体1Aとともに金型から取り出される。そのため、取り出された一括封止体1Aに付着している硬化物19を切除して、一括封止体1Aを得る。

[0100] 得られた一括封止体1Aの基板10および樹脂封止部14を、半導体チップ12が分離するように切断（個片化）して、基板10と少なくとも1つの半導体チップ12と半導体チップ12を封止する樹脂封止部とを有する個片化封止体を得る。以降は、圧縮成形法と同様である。

本開示の離型フィルムを用いる半導体パッケージの製造方法では、レーザ

ーマーキング視認性に優れる半導体パッケージ表面を形成可能である。

[0101] <半導体パッケージ>

本開示の離型フィルムを用いて、本開示の半導体パッケージの製造方法により製造される半導体パッケージは、一括封止およびシングュレーションを経て製造されるものであればよく、例えば、封止方式がMAP (Molded Array Packaging) 方式、またはWL (Wafer Level packaging) 方式である半導体パッケージ等が挙げられる。

本開示の離型フィルムを用いて製造される半導体パッケージは、レーザーマーキング視認性に優れる表面を有する。

実施例

[0102] 以下に実施例及び比較例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

例1～27のうち、例1～13、23～27が実施例であり、例14～22が比較例である。

各例で使用した評価方法および材料を以下に示す。

[0103] [評価方法]

(厚さ)

基材の平均厚さ (μm) は、ISO 4591:1992 (JIS K 7130:1999) のB1法、プラスチックフィルムまたはシートから採った試料の質量法による厚さの測定方法) に準拠して測定した。

帯電防止層及び離型層の平均厚さ (μm) は、メチルエチルケトンを用いて離型フィルムから各層の除去を行い、各層の除去前後で質量を測定し、質量減少と各層の密度を用い求めた。

[0104] (算術平均高さ S_a)

基材の両面及び離型フィルムの第1面 (硬化性樹脂に接する面) の算術平均高さ S_a を、JIS B0601:2013 (ISO 4287:1997, Amd. 1:2009) に基づき測定した。測定にはオリンパス社製レ

ーザー顕微鏡（LEX T O L S 4 0 0 0）を用い、環境温度は23～25℃とした。測定サンプルは金属基板に貼りつけて測定サンプル自体の大きな傾きの影響を排除した。レーザー顕微鏡における主要な設定条件は下記の通りとした。

[0105] 対物レンズ：MPLAPON50LEX T（倍率：50倍、開口数：0.95、液浸タイプ：空気、機械的鏡筒長： ∞ 、カバーガラス厚：0、視野数：FN18）

光学ズーム倍率：1倍

走査モード：XYZ高精度

取込み画像サイズ〔画素数〕：横259 μm ×縦259 μm 〔1024×1024〕

DIC：オフ

マルチレイヤー：オフ

レーザー強度：100

オフセット：0

コンフォーカルレベル：0

ビーム径絞り：オフ

画像平均：1回

ノイズリダクション：オン

輝度むら補正：オン

光学的ノイズフィルタ：オン

カットオフ：無し（ λ_c 、 λ_s 、 λ_f 全て無し）

フィルタ：ガウシアンフィルタ

ノイズ除去：測定前処理

傾き補正：非実施

[0106]（表面角度分布）

算術平均高さS_aの測定と同様の条件で、ISO-25178-2：2012に準拠して、オリンパス社製レーザー顕微鏡（LEX T O L S 4 0

00)を用いて離型フィルムの第1面の表面形状を測定した。測定箇所を変え、測定した回数は12回とした。

X座標、Y座標共に0.25 μ m刻みで得られた各点でのX座標、Y座標、Z座標(高さ)のデータについて、MATLAB(登録商標) R2022b surfnorm関数を用いて、各点での凹凸の法線ベクトルを求めた。各点の凹凸の法線ベクトルと離型フィルムの主面の法線とのなす角(θ)を求め、0.1°刻みでヒストグラム化し、表面角度分布を求めた。表面角度分布において、全角度0~90°の全面積に対して、角度(θ)が10~35°の範囲の占める面積割合を、10~35°の範囲の存在分率(Φ)として求めた。

[0107] (表面抵抗率)

離型フィルムの第1面(硬化性樹脂に接する面)の表面抵抗率($\Omega/\square$)は、IEC 60093、二重リング電極法に準拠して測定した。測定機器は超高抵抗計R8340(Advantec社製)、電極としてレジスティビティ・チェンバ12704Aを使用し、印加電圧500V、印加時間1分間で測定を行った。

[0108] (離型性)

13cm×13cmの第一のステンレス板上に、13cm×13cm×厚さ100 μ mのアルミニウム箔(JIS H4000:2006のAlN30P)を重ねた。その上に、10cm×12cmから8cm×10cmを割り貫いた厚さ125 μ mのポリイミドフィルム(ユープレックス125S、宇部興産社製)をスペーサとして重ねた。さらに前記ポリイミドフィルムの上記割り貫いた部分に、硬化性樹脂として半導体封止用エポキシ樹脂(スミコンEME G770H type F ver. GR(住友ベークライト社製))を適量播いた。その上に、13cm×13cmに切り出した離型フィルムを、事前に除電してから、第1面が硬化性樹脂に接触するように載置した。最後に13cm×13cmの第二のステンレス板を重ねた。

[0109] 以上の手順で作製したサンプルを、プレス機にて、温度180℃、圧力1

MP a、時間3分間でプレスした。プレス機から取り出したのち、全体を180℃のホットプレートに乗せ、第二のステンレス板を取り除いた後、離型フィルムを5秒かけて人手により剥離した。剥離性の評価基準は以下の通りである。

A（良好）：容易に剥離できた。

B（不良）：全面の剥離ができなかった。

[0110]（帯電性）

離型性の評価がAのサンプルについては、剥離した後、速やかに離型フィルムの第1面の帯電圧を測定した。帯電圧の測定機器として表面電位計MP-520-1（ミドリ安全社製）を使用し、離型フィルムと測定端子の距離を3cmに固定した。測定値は1Vの桁を四捨五入して求めた（装置の測定上限は2,000Vである）。帯電性の評価基準は以下の通りである。

A（良好）：|0~30|V

B（可）：|30|V超、|50|V以下

C（不良）：|50|V超

[0111]（糊残り）

離型性の評価がAのサンプルについては、剥離した後、硬化樹脂の硬化物表面に離型フィルム由来の転写物がないかを光学顕微鏡（倍率100倍）で観察した。糊残りの評価基準は以下の通りである。

A（良好）：硬化物表面に転写物が確認されなかった。

B（不良）：硬化物表面に転写物が確認された。

[0112]（レーザーマーキング視認性評価）

<封止体の作製>

レーザーマーキング視認性評価に使用する封止体は、離型フィルムとして各例のフィルムを用い、硬化性樹脂として半導体封止用エポキシ樹脂（スミコンEME G770H type F ver. GR（住友ベークライト社製））を用い、封止装置としてトランスファ成形装置（G-LINE Manual System、アピックヤマダ株式会社）を用いて、以下の手順

で作製した。

- [0113] 金型温度を175℃に設定し、70mm×230mmの銅製のリードフレーム、190mm幅の離型フィルムロールをロール・トゥ・ロールでセットした。リードフレームを下型に配置した後、上型に離型フィルムを真空吸着し、型締めしてから硬化性樹脂を注入した。5分間加圧後、型を開き、封止されたパッケージを取り出した。

なお、上述の離型性の評価でBのフィルムについては型開きの際に封止樹脂の硬化物と離型フィルムの一部が離型せず分離異常を起こし、離型性の評価がAのフィルムは分離異常が発生しなかった。

- [0114] <レーザーマーキング>

レーザーマーキング層への変色パターン（印字文字）の形成は、キーエンス社製の波長1064nmのレーザーマーカ（製品名：MD-X1000）を用いて行った。レーザーマーキング条件は、印字回数：1回、スキャンスピード：1000mm/s、周波数：100kHz、レーザーパワー：20%、印字太さ：0.3mm、線数：5、スポット可変：-20とした。印字文字は、10文字のアルファベット（ABCDEFGHIJ）とし、1文字の高さ2.0mmと幅1.5mm、文字間隔0.5mmで印字した。このようにして作製されたレーザーマーキング部（印字された文字）に対して視認性の評価を行った。

- [0115] <マーキング部の視認性>

レーザーマーキングで10文字のアルファベット（ABCDEFGHIJ）が印字されたパッケージの50個を評価し、すべてのパッケージに対して、つまり、500文字に対して読み取り試験を実施した。視認性の評価基準は以下の通りである。

A（良好）：500個すべての文字が読み取れ、読み取り率が100%であった。

B（可）：1個又は2個の文字の読み取りができず、読み取り率が99.8又は99.6%であった。

C（不良）：3個以上の文字の読み取りができず、読み取り率が99.4%以下であった。

[0116] なお、読み取れるとは、読み取りスコアが80～99の場合をいい、80未満を読み取りができないとした。読み取りスコアのための評価では、KEYENCE社製の高速・高容量フレキシブル画像処理システムを用いた。なお、赤色LEDの入射角度をパッケージ表面の水平面に対して20°から70°に設定し、検出カメラがパッケージ水平面に対して直角という条件で実施できれば、評価に使用する装置は限定されない。下記の基本的な条件は、代表的なレーザー視認性評価装置、例えば、KLA社製ICOSコンポーネント検査装置C1-9X50およびC1-G10で採用されている条件を再現した。

[0117] ・測定機材

高容量コントローラー：XG-X2700

16倍速2100万画素白黒カメラ：CA-H2100M

4／3インチ50mmレンズ：CA-LHE50（焦点深度±2.5mm）

赤色照明ドームΦ152：CA-DDR15

アプリケーション：XG-X2000Series Ver. 2.2

[0118] ・測定条件

1データあたりの測定面積：6.48μm×6.48μm（42μm²）

サンプルとレンズ間の距離：仮距離170mmで非マーキング部の輝度をモニターしながら最大輝度を示す位置を求め、その位置から1.0mm短くした。

パッケージ表面への入射角度が20°から70°になるように赤色LED照明ドームを設置し、パッケージ表面の垂直方向にカメラをセットした。カメラ感度は3.0、シャッタースピードは20msec、照明明ろさは511、濃淡レベルは14とした。なお、レンズの絞りは2.8とした。

[0119] ・読み取りスコア

アプリケーションXG-X2000Series Ver. 2.2内のOCR2により視認性の読み取りスコアを求めた。事前に、視認性に問題のない良品の10文字A、B、C、D、E、F、G、H、I、J（文字のサイズ：縦2.0mm、横1.5mm、文字間隔0.5mm）を文字が過不足なく入る四角形領域で登録し、その後、各パッケージサンプルにレーザーマーキングした文字について読み取りを行った。

登録した良品の文字と、パッケージ表面の文字との比較から、読み取りスコア（読み取りスコア99が最良）を求めた。

[0120]（非マーキング部の輝度）

レーザーマーキング視認性評価と同様の方法で封止体を作製し、その封止体の輝度を上述のKEYENCE社製の高速・高容量フレキシブル画像処理システムを用いて実施した。測定面積を $1.5\text{ mm} \times 16\text{ mm} = 24\text{ mm}^2$ とした以外は、視認性評価と同様の条件で行った。輝度は0から255の範囲の数値で表され、0が暗い側、255が明るい側に対応する。測定面積を1区分： $6.48\text{ }\mu\text{ m} \times 6.48\text{ }\mu\text{ m}$ に分割し、それぞれの区分についての輝度を測定する。このため、輝度は測定面積内の輝度分布として求められる。得られた測定面積内の輝度分布から平均値を求め平均輝度とした。なお、レーザーマーキング部の平均輝度は160であった。

[0121]〔使用材料〕

（基材）

・ETFEフィルム：下記のETFE（1）又はETFE（2）を用いて、ETFEフィルムを作製した。ETFEフィルムの作製方法は、各例で記載する。

ETFE（1）：Fluon（登録商標） ETFE C-88AXP（AGC社製）

ETFE（2）：Fluon（登録商標） LM-ETFE LM-72 OAP（AGC社製）

[0122]・PMP（ポリメチルペンテン）フィルム：三井化学東セロ（株）製：X-

88BMT4、厚さ50 μ mの両面エンボスタイプ（それぞれの表面の算術平均高さS_aは、2.5 μ m、1.4 μ m）

・PET（ポリエチレンテレフタレート）フィルム：ユニチカ（株）製：S-38（LS）、厚さ38 μ mの2軸延伸ポリエチレンテレフタレートフィルムを用い、フィルムの片面に凸凹を形成するため、砂を吹き付けるいわゆるサンドマット処理を行った。それぞれの表面の算術平均高さS_aは1.6 μ m、及び0.1 μ mであった。

[0123] ・SPS（シンジオタクチックポリスチレン）フィルム：ザレック（登録商標）142ZE（出光興産社製）を、Tダイを備えた押出機にフィードし、鏡面の金属ロールの間に引き取り、フィルムの流れ方向、および流れ方向に直交する方向に同時に延伸を行い、厚さ50 μ mのフィルムを製膜した。押出機、およびTダイの温度は270℃、冷却ロールの温度は100℃、延伸温度は115℃、延伸倍率は流れ方向、流れ方向に直交する方向、ともに3.3倍、延伸速度は500%/分とした。また、延伸工程ののち、215℃で熱処理を行った。さらにフィルムの片面に凸凹を形成するため、砂を吹き付けるいわゆるサンドマット処理を行った。それぞれの表面の算術平均高さS_aは、1.9 μ m、及び0.1 μ mであった。

[0124] それぞれのフィルムにおいて、算術平均高さS_aが高い面側には、ISO 8296：1987（JIS K 6768：1999）に基づく濡れ張力が40mN/m以上となるように、コロナ処理を施した。両表面の算術平均高さS_aが同じ場合は、片表面にコロナ処理を施した。

[0125] （帯電防止層液）

アクリル樹脂含有のポリチオフェン系導電性重合体分散液（アラコート（登録商標）AS601D（固形分4質量%、荒川化学工業社製））10質量部と、多官能アジリジン化合物硬化剤（アラコート（登録商標）CL910（固形分10質量%、荒川化学工業社製））1質量部を混合した。各例の固形分濃度となるように、得られた混合物をイソプロパノール／トルエン／水＝50／40／10（質量比）の混合溶剤で希釈して、帯電防止層液を得た。

。なお、後述の帯電防止層形成後における帯電防止層自体の表面抵抗率は $7 \times 10^7 \Omega/\square$ であった。

[0126] (離型層液)

・離型層液(1) : ニッセツ(登録商標) KP2562 [日本カーバイド工業社製、固形分35質量%、水酸基含有(メタ)アクリル重合体(水酸基価70mg KOH/g、架橋官能基当量801g/モル)] 100質量部と、ニッセツ(登録商標) CK157 [(日本カーバイド工業社製、固形分100質量%、3官能イソシアネート化合物(イソシアヌレート型ヘキサメンチレンジイソシアネート)] 6質量部と、ニッセツ(登録商標) CK-939 (日本カーバイド工業社製、固形分0.5質量%、ジオクチルスズジラウレートのアセチルアセトン溶液) 21質量部を混合した。各例の固形分濃度となるように、得られた混合物を酢酸エチルで希釈して離型層液を得た。

[0127] ・離型層液(2-1) : 離型層液(1)の酢酸エチルの溶剤で希釈する前の混合物にさらに、樹脂粒子としてタフチックFH-S005 (東洋紡社製、商品名、アクリル粒子、平均粒子径5 μm) を10質量部追加し混合し、固形分濃度が26質量%となるように酢酸エチルで希釈して離型層液を得た。なお、かかる離型層液から形成される離型層に含まれるアクリル粒子の含有率は16.9体積%に相当する。

・離型層液(2-2) : タフチックFH-S005の量を2質量部に変更した以外は離型層液(2-1)と同様の手順で離型層液を得た。なお、かかる離型層液から形成される離型層に含まれるアクリル粒子の含有率は3.9体積%に相当する。

[0128] ・離型層液(3-1) : 離型層液(1)の酢酸エチルの溶剤で希釈する前の混合物にさらに、樹脂粒子としてサンスフェアH-31 (AGCエスアイテック社製、シリカ粒子、平均粒子径3 μm) を10質量部追加し混合し、固形分濃度が20質量%となるように酢酸エチルで希釈して離型層液を得た。なお、かかる離型層液から形成される離型層に含まれるシリカ粒子の含有率は11.9体積%に相当する。

・離型層液（３－２）：サンスフェアＨ－３１（ＡＧＣエスアイテック（株））、商品名、シリカ粒子、平均粒子径 $3\mu\text{m}$ ）の量を３．５質量部に変更した点以外は離型層液（３－１）と同様の手順で離型層液を得た。なお、かかる離型層液から形成される離型層に含まれるシリカ粒子の含有率は４．５体積％に相当する。

[0129] 〔例１〕

ＥＴＦＥ（１）を押出機にフィードし、フィルムの厚さが $50\mu\text{m}$ となるようにリップ開度を調整した押出機により 320°C で溶融押出し、表面に凹凸が形成された２つの元型ロールを用いて製膜速度を調整して引き取り、凹凸構造を両表面に有するＥＴＦＥフィルムを製造した。両表面の算術平均高さ S_a は、それぞれ $2.5\mu\text{m}$ 、 $2.5\mu\text{m}$ であった。さらに、ＥＴＦＥフィルムの片表面にコロナ処理を施した。

ＥＴＦＥフィルムの、コロナ処理を施した面に、固形分濃度４．０質量％の帯電防止層液を、グラビアコーターを用いて塗工し、乾燥して厚さ $0.25\mu\text{m}$ の帯電防止層を形成した。塗工は、グラビア版として、 $\Phi 100\text{mm} \times 250\text{mm}$ 幅の格子 $150\#$ －深度 $40\mu\text{m}$ ロールを使用し、ダイレクトグラビア方式で行い、塗工速度は $4\text{m}/\text{分}$ とした。乾燥は、 100°C で１分間、ロールサポート乾燥炉を通過させ、風量 $15\text{m}/\text{秒}$ で行った。

帯電防止層上に、固形分濃度１３質量％の離型層液（１）をグラビアコーターで塗工し、乾燥して厚さ $1.0\mu\text{m}$ の離型層を形成した。塗工は、ダイレクトグラビア方式で、グラビア版として $\Phi 100\text{mm} \times 250\text{mm}$ 幅の格子 $150\#$ －深度 $40\mu\text{m}$ ロールを用いて行った。乾燥は、 100°C で１分間、ロールサポート乾燥炉を通過させ、風量は $19\text{m}/\text{秒}$ で行った。その後、 40°C 、１２０時間の条件で養生をして離型フィルムを得た。

[0130] 〔例２〕

例１と同様にして、但し、元型ロールの一方を変えて製膜速度を調整し、両表面の算術平均高さ S_a がそれぞれ $1.9\mu\text{m}$ 、 $1.3\mu\text{m}$ のＥＴＦＥフィルムを製造し、算術平均高さ S_a が高い側の表面に、コロナ処理を施し、

さらに固形分濃度 3.2 質量%の帯電防止層液を用いて帯電防止層を形成し離型フィルムを得た。

[0131] 〔例 3〕

例 2 と同様に、但し、E T F E (2) を樹脂として用い、製膜速度を調整し、厚さが 60 μm 、両表面の算術平均高さ S a がそれぞれ 2.0 μm 、1.4 μm の E T F E フィルムを製造し、フィルムの算術平均高さ S a が高い側の表面に、コロナ処理を施し、さらに固形分濃度 4.0 質量%の帯電防止層液を用いて帯電防止層を形成し、続いて固形分濃度 16 質量%の離型層液 (1) を用いて離型層を形成して離型フィルムを得た。

[0132] 〔例 4〕

例 2 と同様に、但し、製膜速度を調整し、両表面の算術平均高さ S a がそれぞれ 1.7 μm 、1.7 μm の E T F E フィルムを製造し、コロナ処理を施した面に固形分濃度 2.4 質量%の帯電防止層液を用いて帯電防止層を形成し、続いて固形分濃度 29 質量%の離型層液 (1) を用いて離型層を形成して離型フィルムを得た。

[0133] 〔例 5〕

例 1 と同様に、但し、元型ロールの一方を用いず、製膜速度を調整し、両表面の算術平均高さ S a でそれぞれ 1.6 μm 、0.05 μm 未満の E T F E フィルムを製造し、算術平均高さ S a が高い側の表面に、コロナ処理を施し、さらに帯電防止層及び離型層を形成して離型フィルムを得た。

[0134] 〔例 6〕

例 3 と同様に、但し、固形分濃度 6.9 質量%の帯電防止層液、及び固形分濃度 10 質量%の離型層液 (1) を用いて離型フィルムを得た。

[0135] 〔例 7〕

例 6 と同様に、但し、固形分濃度 2.6 質量%の離型層液 (1) を用いて離型フィルムを得た。

[0136] 〔例 8〕

例 3 と同様に、但し、製膜速度を調整し、フィルムの厚さが 70 μm

、両表面の算術平均高さ S_a でそれぞれ $1.4\ \mu\text{m}$ 、 $1.0\ \mu\text{m}$ の ETFE フィルムを製造し、算術平均高さ S_a が高い側の表面に、コロナ処理を施し、さらに固形分濃度 5.0 質量%の帯電防止層液を用いて帯電防止層を形成し、続いて固形分濃度 2.5 質量%の離型層液 (1) を用いて離型層を形成して離型フィルムを得た。

[0137] 〔例 9〕

例 8 と同様にして、但し、固形分濃度 5.6 質量%の離型層液 (1) を用いて離型フィルムを得た。

[0138] 〔例 10〕

例 8 と同様にして、但し、固形分濃度 7.2 質量%の離型層液 (1) を用いて離型フィルムを得た。

[0139] 〔例 11〕

例 1 と同様にして、但し、ETFE フィルムの代わりに PMP フィルムを用いて離型フィルムを得た。

[0140] 〔例 12〕

例 1 と同様にして、但し、ETFE フィルムの代わりに PET フィルムを用い、固形分濃度 7.8 質量%の離型層液 (1) を用いて離型フィルムを得た。

[0141] 〔例 13〕

例 12 と同様にして、但し、ETFE フィルムの代わりに SPS フィルムを用いて離型フィルムを得た。

[0142] 〔例 14〕

例 8 と同様にして、但し、固形分濃度 4.2 質量%の帯電防止層液、及び固形分濃度 1.3 質量%の離型層液 (1) を用いて離型フィルムを得た。

[0143] 〔例 15〕

例 1 と同様にして、但し、製膜速度を調整して両表面の算術平均高さ S_a がそれぞれ $1.6\ \mu\text{m}$ 、 $1.6\ \mu\text{m}$ の ETFE フィルムを製造し、固形分濃度 31 質量%の離型層液 (1) を用いて離型フィルムを得た。

[0144] 〔例 1 6〕

例 3 と同様にして、但し、固形分濃度 6.9 質量%の帯電防止層液、及び固形分濃度 3.6 質量%の離型層液（1）を用いて離型フィルムを得た。

[0145] 〔例 1 7〕

例 8 と同様にして、但し、固形分濃度 3.1 質量%の離型層液（1）を用いて離型フィルムを得た。

[0146] 〔例 1 8〕

例 5 と同様にして、但し、固形分濃度 1.6 質量%の帯電防止層液を用いて帯電防止層を形成し、続いて固形分濃度 2.0 質量%の離型層液（1）を用いて離型層を形成して離型フィルムを得た。

[0147] 〔例 1 9〕

例 8 と同様にして、但し、帯電防止層及び離型層を形成せずに、離型フィルムを得た。

[0148] 〔例 2 0〕

例 1 と同様にして、但し、離型層を形成せずに離型フィルムを得た。

[0149] 〔例 2 1〕

例 3 と同様にして、但し、離型層を形成せずに離型フィルムを得た。

[0150] 〔例 2 2〕

例 8 と同様にして、但し、離型層を形成せずに離型フィルムを得た。

[0151] 〔例 2 3〕

例 5 と同様にして、但し、離型層液（1）の代わりに離型層液（2-1）を用いて、算術平均高さ S_a が低い表面側にコロナ処理を施し、さらに帯電防止層及び離型層を形成して離型フィルムを得た。

[0152] 〔例 2 4〕

例 1 と同様にして、但し、離型層液（1）の代わりに離型層液（2-1）を用いて離型フィルムを得た。

[0153] 〔例 2 5〕

例 1 と同様にして、但し、離型層液（1）の代わりに離型層液（2-2）

を用いて離型フィルムを得た。

[0154] 〔例 2 6〕

例 1 と同様にして、但し、離型層液（1）の代わりに離型層液（3－1）を用いて離型フィルムを得た。

[0155] 〔例 2 7〕

例 1 と同様にして、但し、離型層液（1）の代わりに離型層液（3－2）を用いて離型フィルムを得た。

[0156] 例 1 ～ 2 7 の離型フィルム、これらの離型フィルムを用いて作製した封止体、及びレーザーマーキングした封止体ついて、上記の評価を行った。結果を表 1 ～ 3 に示す。

[0157]

[表1]

表1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
樹脂	ETFE1	ETFE1	ETFE2	ETFE1	ETFE1	ETFE2	ETFE2	ETFE2	ETFE2	ETFE2
基材										
平均厚さ(μm)	50	50	60	50	50	60	60	70	70	70
第1面側のSa(μm)	2.5	1.9	2.0	1.7	1.6	2.0	2.0	1.4	1.4	1.4
第2面側のSa(μm)	2.5	1.3	1.4	1.7	<0.05	1.4	1.4	1.0	1.0	1.0
帯電防止層の平均厚さ(μm)	0.25	0.20	0.25	0.15	0.25	0.43	0.43	0.31	0.31	0.31
離型層										
平均厚さ(μm)	1.0	1.0	1.2	2.2	1.0	0.8	0.2	0.2	0.4	0.6
粒子の有無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
第1面のSa(μm)	2.1	1.3	1.4	1.3	1.2	1.4	1.7	1.2	1.1	1.1
離型性	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
第1面の表面抵抗率(Ω/□)	1.4×10 ¹⁰	3.6×10 ⁹	3.9×10 ⁹	3.3×10 ⁹	1.4×10 ⁹	2.3×10 ⁸	4.2×10 ⁸	1.2×10 ⁸	1.4×10 ⁸	9.1×10 ⁷
第1面の帯電圧(V)	24	11	10	12	10	10	8	10	12	11
帯電圧評価	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
存在分率(φ)(10~35°)	0.48	0.16	0.26	0.14	0.38	0.17	0.37	0.65	0.53	0.41
非マーキング部の輝度	84	63	73	58	79	65	68	98	92	81
レーザーマーキングの視認性	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A
糊残り	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[表2]

表2

例	11	12	13	14	15	16	17	18
樹脂	PMP	PET	SPS	ETFE2	ETFE1	ETFE2	ETFE2	ETFE1
平均厚さ(μm)	50	38	50	70	50	60	70	50
第1面側のSa(μm)	2.5	1.6	1.9	1.4	1.6	2.0	1.4	1.6
第2面側のSa(μm)	1.4	0.1	0.1	1.0	1.6	1.4	1.0	<0.05
帯電防止層の平均厚さ(μm)	0.25	0.25	0.25	0.26	0.25	0.43	0.31	0.10
平均厚さ(μm)	1.0	0.6	0.6	0.1	2.4	2.8	2.4	1.5
粒子の有無	無	無	無	無	無	無	無	無
第1面のSa(μm)	1.5	1.3	1.5	1.2	1.2	0.6	0.7	0.06
離型性	A	A	A	B	A	A	A	A
第1面の表面抵抗率(Ω/□)	6.8×10 ⁸	5.2×10 ⁸	7.9×10 ⁸	1.1×10 ⁸	3.3×10 ⁹	8.2×10 ⁸	2.5×10 ⁸	7.8×10 ⁸
第1面の帯電圧(V)	12	12	16	10	12	27	24	12
帯電圧評価	A	A	A	A	A	A	A	A
存在分率(Φ)(10〜35°)	0.40	0.29	0.32	0.67	0.11	0.03	0.07	0.04
非マーキング部の輝度	80	67	72	103	54	45	54	47
レーザーマーキングの視認性	A	A	A	C	C	C	C	C
糊残り	A	A	A	—	B	B	B	A

[表3]

表3

例		19	20	21	22	23	24	25	26	27
基 材	樹脂	ETFE2	ETFE1	ETFE2	ETFE2	ETFE1	ETFE1	ETFE1	ETFE1	ETFE1
	平均厚さ (μm)	70	50	60	70	50	50	50	50	50
	第1面側のSa(μm)	1.4	2.5	2.0	1.4	<0.0 5	2.5	2.5	2.5	2.5
	第2面側のSa(μm)	1.0	2.5	1.4	1.0	1.60	2.5	2.5	2.5	2.5
	帯電防止層の平均厚さ(μm)	—	0.25	0.25	0.31	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
離 型 層	平均厚さ (μm)	—	—	—	—	2.0	2.0	2.1	1.5	1.7
	粒子の有無	—	—	—	—	有	有	有	有	有
	第1面のSa (μm)	1.3	2.4	1.7	1.2	3.1	2.7	2.6	2.0	1.9
	離型性	A	B	B	B	A	A	A	A	A
	第1面の表面抵抗率(Ω/□)	9.9 ×10 ¹⁵	5.9 ×10 ⁹	2.9 ×10 ⁹	1.1 ×10 ⁸	3.2 ×10 ¹²	1.2 ×10 ¹⁰	9.7 ×10 ⁹	4.2 ×10 ¹⁰	1.7 ×10 ¹⁰
フ ィ ル ム	第1面の帯電圧 (V)	-1011	—	—	—	46	25	23	29	25
	帯電圧評価	C	—	—	—	B	A	A	A	A
	存在分率 (Φ) (10~35°)	0.72	0.59	0.59	0.69	0.27	0.57	0.35	0.64	0.42
	非マーキング部の輝度	114	92	89	107	67	89	75	95	79
	レーザーマーキングの視認性	C	A	A	C	A	A	A	A	A
封 止 体	糊残り	A	—	—	—	A	A	A	A	A

- [0160] 上記結果に示すとおり、離型層、帯電防止層及び基材を備え、離型層の平均厚さが0.1 μm 超であり、第1面の表面における10～35°の範囲の存在分率(Φ)が0.12以上である、例1～13及び23～27の離型フィルムは、離型性及び帯電防止性に優れていた。また、例1～13及び23～27の離型フィルムを用いて製造された封止体は、半導体パッケージ表面の樹脂流れ跡(フローマーク)やパッケージ表面のキズによる輝度異常を抑えた上でレーザーマーキング視認性に優れる表面を有していた。
- [0161] 視認性の一つの特徴としてレーザーマーキング部と非マーキング部の平均輝度の差が大きいとコントラストがつき視認性が良化する。上記の評価結果から、コントラストが大きくなるという観点では、非マーキング部の平均輝度は100以下が好ましく、95以下がさらに好ましいことがわかった。一方、非マーキング部でパッケージ表面の樹脂流れ跡(フローマーク)又はパッケージ表面のキズにより一部の表面で輝度が高くなる現象が発生して読み取り率が下がってしまうため、非マーキング部の平均輝度は55以上が好ましく、60以上がさらに好ましいことがわかった。
- [0162] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。本出願は2023年2月3日出願の日本特許出願(特願2023-015583)に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

- [0163] 本開示の離型フィルムは、半帯電防止性及び半導体パッケージからの離型性に優れ、レーザーマーキング視認性に優れる半導体パッケージ表面を形成可能である。本開示の離型フィルムを用いて、レーザーマーキング視認性に優れる表面を有する半導体パッケージを製造できる。

符号の説明

- [0164] 1A 一括封止体、10 基板、12 半導体チップ(半導体素子)、19 硬化物、20 固定上型、22 キャビティ底面部材、24 可動下型、

２６ キャビティ、３０ 離型フィルム、３２ 離型フィルムの表面における凹凸、４０ 硬化性樹脂、５０ 上型、５２ 下型、５４ キャビティ、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

請求の範囲

- [請求項1] 離型層、帯電防止層、及び基材をこの順に備える離型フィルムであり、
前記離型層の平均厚さが $0.1\mu\text{m}$ 超であり、
前記離型フィルムにおける前記離型層側の表面の凹凸をレーザー顕微鏡により測定し、前記凹凸の法線ベクトルと前記離型フィルムの主面の法線とのなす角度（ θ ）の表面角度分布を求めたときに、 $10\sim 35^\circ$ の範囲の存在分率（ Φ ）が 0.12 以上である、離型フィルム。
- [請求項2] 前記基材の少なくとも一方の面の算術平均高さ S_a が $0.9\mu\text{m}$ 以上である、請求項1に記載の離型フィルム。
- [請求項3] 前記帯電防止層側の前記基材の表面の算術平均高さ S_a が $1.2\mu\text{m}$ 以上である、請求項2に記載の離型フィルム。
- [請求項4] 前記離型層における粒子の含有率が 25 体積％以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載の離型フィルム。
- [請求項5] 前記基材は、フッ素樹脂を含む、請求項1又は2に記載の離型フィルム。
- [請求項6] 前記フッ素樹脂は、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体を含む、請求項5に記載の離型フィルム。
- [請求項7] 前記離型層側の表面の表面抵抗率が、 $1\times 10^7\sim 1\times 10^{11}\Omega/\square$ である、請求項1又は2に記載の離型フィルム。
- [請求項8] 半導体パッケージの製造において硬化性樹脂と金型の面との間に配置される、請求項1又は2に記載の離型フィルム。
- [請求項9] 前記離型フィルムにおける前記離型層側の表面が、前記硬化性樹脂と接する、請求項8に記載の離型フィルム。
- [請求項10] 半導体素子と、前記半導体素子を封止し硬化性樹脂から形成される樹脂封止部と、を有する半導体パッケージの製造方法であり、
金型のキャビティ内に前記半導体素子を備える基板を配置し、

前記金型の前記基板を配置していないキャビティ面に、離型層、帯電防止層、及び基材を備える請求項 1 又は 2 に記載の離型フィルムを、前記離型層側の表面が前記キャビティ内の空間に向くように配置し、

前記キャビティ内に前記硬化性樹脂を充填し、前記硬化性樹脂を前記離型フィルムに接した状態で硬化させて前記半導体素子を封止する樹脂封止部を形成する、半導体パッケージの製造方法。