

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年3月3日(03.03.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/031521 A1

- (51) 国際特許分類:
C09K 3/10 (2006.01) H01L 23/29 (2006.01)
H01L 23/12 (2006.01) H01L 23/31 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/072379
- (22) 国際出願日: 2015年8月6日(06.08.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-175772 2014年8月29日(29.08.2014) JP
- (71) 出願人: 日東電工株式会社(NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 飯野 智絵(IINO, Chie); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 志賀 豪士(SHIGA, Goji); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 石井 淳(ISHII, Jun); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 ユニウス国際特許事務所 (UNIUS PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒
- 5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目13-9 新大阪MTビル1号館2階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))



WO 2016/031521 A1

(54) Title: SEALING SHEET, SEALING SHEET WITH SEPARATOR, SEMICONDUCTOR DEVICE, AND PRODUCTION METHOD FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 封止用シート、セパレータ付き封止用シート、半導体装置、及び、半導体装置の製造方法



(57) Abstract: In order to provide a sealing sheet capable of preventing same from falling off a suction collet during conveyancing, etc., and whereby semiconductor chips can be suitably buried, the sum α of a thickness t [mm] and a storage elastic modulus G' [Pa] at 50°C, for this sealing sheet, fulfils $300 \leq \alpha \leq 1.5 \times 10^5$.

(57) 要約: 搬送時等に吸着コレットから落下することを防止でき、且つ、半導体チップを好適に埋め込むことが可能な封止用シートを提供すること。厚み t [mm] と 50°C における貯蔵弾性率 G' [Pa] との積 α が、 $300 \leq \alpha \leq 1.5 \times 10^5$ を満たす封止用シート。

明 細 書

発明の名称：

封止用シート、セパレータ付き封止用シート、半導体装置、及び、半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、封止用シート、セパレータ付き封止用シート、半導体装置、及び、半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、基板などに固定された1又は複数の半導体チップ上に封止用シートを配置し、その後、加熱下で加圧することにより半導体チップを封止用シートに埋め込む半導体装置の製造方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-19714号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したような封止用シートは、使用される際には、吸着コレットにより持ち上げられ、搬送されることがある。しかしながら、持ち上げ時、搬送時等において、吸着コレットから封止用シートが落下するおそれがあった。一方で、封止用シートが硬すぎると半導体チップを好適に埋め込むことができないといった問題が発生する。

[0005] 本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、搬送時等に吸着コレットから落下することを防止でき、且つ、半導体チップを好適に埋め込むことが可能な封止用シート、及び、セパレータ付き封止用シートを提供することにある。また、当該封止用シート、及び、当該セパレータ付

き封止用シートを用いて製造された半導体装置を提供することにある。また、当該セパレータ付き封止用シートを用い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

[0006] 本発明者らは、前記課題について鋭意研究した。その結果、封止用シートの厚みと貯蔵弾性率 G' との積が一定の範囲内であれば、搬送時等に吸着コレットから封止用シートが落下することができ、且つ、半導体チップを封止用シートの好適に埋め込むことができることを見出し、本発明を完成させるに至った。

[0007] すなわち、本発明に係る封止用シートは、
厚み t [mm] と 50°C における貯蔵弾性率 G' [Pa] との積 α が、下記式1を満たすことを特徴とする。

$$\text{式1} \quad : \quad 300 \leq \alpha \leq 1.5 \times 10^5$$

[0008] まず、厚みに関しては、薄いほど撓み易い一方、厚いほど撓み難い。また、貯蔵弾性率に関しては、値が小さいほど軟らかく撓み易い一方、値が大きいほど硬く撓み難い。従って、封止用シートの厚みが薄い場合には、ある程度、貯蔵弾性率を大きくしなければ、撓んでしまう。一方、封止用シートの厚みが厚い場合には、貯蔵弾性率があまり大きくななくても、撓まない。このように、封止用シートの厚みと貯蔵弾性率とは、撓みに関して密接に関連していることを本発明者らは見出した。そして、厚みと貯蔵弾性率との積 α を300以上とすれば、搬送時等に封止用シートが撓んで落下することを防止することが可能であることを本発明者らは見出した。

また、貯蔵弾性率が高すぎると撓みを抑制することはできるものの、半導体チップを埋め込むことができない。そこで、通常、封止用シートとして使用される厚みを考慮して、厚みと貯蔵弾性率との積 α を 1.5×10^5 以下とすれば、好適に半導体チップを封止用シートに埋め込むことができることを本発明者らは見出した。

以上より、本発明の封止用シートによれば、厚み t [mm] と 50°C にお

ける貯蔵弾性率 G' [Pa] との積 α が、上記式1を満たす範囲内にあるため、搬送時等に吸着コレットから封止用シートが落下することができ、且つ、半導体チップを封止用シートの好適に埋め込むことができる。

なお、貯蔵弾性率 G' の測定温度について、搬送時の温度、すなわち、室温（25℃）ではなく、50℃としたのは、25℃では測定誤差が大きくなるため、測定誤差が少なく且つ室温に近い温度を採用したことによる。

[0009] また、本発明に係るセパレータ付き封止用シートは、

前記封止用シートと、前記封止用シートの少なくとも一方の面に積層されたセパレータとを備え、

25℃における曲げ弾性率 E [N/mm²] と前記封止用シートの面積 A [mm²] との積 β が、下記式2を満たすことを特徴とする。

$$\text{式2} \quad : \quad 4.0 \times 10^6 \leq \beta \leq 1.7 \times 10^9$$

[0010] 面積に関しては、面積が大きいほど撓みやすくなり小さくなるほど撓みにくい。曲げ弾性率に関しては、値が小さいほど軟らかく撓み易い一方、値が大きいほど硬く撓み難い。従って、封止用シートの面積が大きい場合には、ある程度、曲げ弾性率を大きくしなければ、撓んでしまう。一方、封止用シートの面積が小さい場合には、曲げ弾性率があまり大きくななくても、撓まない。そして、厚みと曲げ弾性率との積 β を 4.0×10^6 以上とすれば、搬送時等に封止用シートが撓んで落下することを防止することが可能である。また、面積が大きな場合には曲げ弾性率をある程度大きくする必要があるが、適切な範囲を超えた高い曲げ弾性率の時には埋まり込み性に問題が発生する。よって β の範囲を 1.7×10^9 以下にすることによって樹脂シートを変形、撓ませることなく好適に半導体チップを封止用シートに埋め込むことができる。

[0011] また、本発明に係る半導体装置は、前記封止用シートを用いて製造されたことを特徴とする。

[0012] 前記封止用シートは、上記式1を満たすため、搬送時等に吸着コレットから落下することが抑制されている。また、前記封止用シートを用いているた

め、半導体チップが好適に封止用シートに埋め込まれている。そのため、製造される半導体装置は、歩留りが向上している。

[0013] また、本発明に係る半導体装置は、前記セパレータ付き封止用シートを用いて製造されたことを特徴とする。

[0014] 前記セパレータ付き封止用シートは、上記式1を満たすため、搬送時等に吸着コレットから落下することが抑制されている。また、前記セパレータ付き封止用シートを用いているため、半導体チップが好適に封止用シートに埋め込まれている。そのため、製造される半導体装置は、歩留りが向上している。

[0015] 前記構成において、前記封止用シートは、面積Aが40000mm²以上であることが好ましい。

[0016] また、前記構成において、前記セパレータ付き封止用シートは、前記封止用シートの面積Aが40000mm²以上であることが好ましい。

[0017] 前記封止用シートは、上記式1を満たすため、撓みが抑制されている。従って、前記封止用シートの面積Aを40000mm²以上という大面積としても搬送時等に吸着コレットから落下することが抑制できる。

[0018] また、本発明に係る半導体装置の製造方法は、
半導体チップが支持体上に固定された積層体を準備する工程Aと、
前記セパレータ付き封止用シートを準備する工程Bと、
前記セパレータ付き封止用シートを、前記積層体の前記半導体チップ上に配置する工程Cと、

前記半導体チップを前記封止用シートに埋め込み、前記半導体チップが前記封止用シートに埋め込まれた封止体を形成する工程Dとを有することを特徴とする。

[0019] 前記構成によれば、前記封止用シートは、上記式1を満たすため、搬送時等に吸着コレットから落下することが抑制されている。従って、当該セパレータ付き封止用シートを用いて製造される半導体装置の歩留りを向上させることができる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、搬送時等に吸着コレットから落下することを防止でき、且つ、半導体チップを好適に埋め込むことが可能な封止用シート、及び、セパレータ付き封止用シートを提供することができる。また、当該封止用シート、及び、当該セパレータ付き封止用シートを用いて製造された半導体装置を提供することができる。また、当該セパレータ付き封止用シートを用いた半導体装置の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本実施形態に係る両面セパレータ付き封止用シートの断面模式図である。

[図2]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図3]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図4]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図5]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図6]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図7]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図8]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図9]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

[図10]本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。ただし、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

[0023] (セパレータ付き封止用シート)

図1は、本実施形態に係るセパレータ付き封止用シートの断面模式図である。図1に示すように、セパレータ付き封止用シート10は、封止用シート40と、封止用シート40の一方の面に積層されたセパレータ41aと、封止用シート40の他方の面に積層されたセパレータ41bとを備える。セパレータ41a及びセパレータ41bは、本発明のセパレータに相当する。

なお、本実施形態では、本発明のセパレータ付き封止用シートが、封止用シートの両面にセパレータが積層された場合、すなわち、両面セパレータ付き封止用シートについて説明するが、本発明のセパレータ付き封止用シートは、この例に限定されず、封止用シートの一方の面にのみセパレータが積層された場合、すなわち、片面セパレータ付き封止用シートであってもよい。

また、本実施形態では、セパレータ付き封止用シートについて説明するが、本発明は、セパレータが積層されていない封止用シートの単体であってもよい。なお、セパレータが積層されていない封止用シートとしては、例えば、セパレータ付き封止用シート10においてセパレータ41a及びセパレータ41bが積層されていない形態（封止用シート40の単体）を挙げることができる。

[0024] (封止用シート)

封止用シート40は、厚み t [mm] と 50°C における貯蔵弾性率 G' [Pa] との積 α が、下記式1を満たす。

[0025] 式1 : $300 \leq \alpha \leq 1.5 \times 10^5$

[0026] 前記積 α の下限値は、400が好ましく、500がより好ましい。また、前記積 α の上限値は、 1.4×10^5 が好ましく、 1.3×10^5 がより好ましい。前記積 α が、上記式1を満たす範囲内にあるため、搬送時等に吸着コレットから封止用シートが落下することを抑制でき、且つ、半導体チップを

封止用シートの好適に埋め込むことができる。

- [0027] 封止用シート40の前記厚み t は、0.05mm以上1.3mm以下であることが好ましく、0.1mm以上1.0mm以下であることがより好ましい。前記厚み t を0.05mm以上とすることにより半導体チップを好適に埋め込むことができる。一方、前記厚み t を1.3mm以下とすることにより、製造される半導体装置の厚みを薄くすることができる。

なお、封止用シートの厚みとは、25箇所をランダムに測定し、その測定厚さの平均値をいう。

- [0028] 封止用シート40の前記貯蔵弾性率 G' は、400Pa以上180000Pa以下であることが好ましく、600Pa以上170000Pa以下であることがより好ましい。前記貯蔵弾性率 G' を400Pa以上とすることにより、樹脂流れを抑制し、半導体チップの埋め込み時の厚みコントロールを良好とすることができる。一方、前記貯蔵弾性率 G' を180000Pa以下とすることにより、良好に半導体チップを埋め込むことができる。

なお、前記貯蔵弾性率 G' は、封止用シート成型後、且つ、熱硬化前の貯蔵弾性率をいう。前記貯蔵弾性率 G' の測定方法は実施例記載の方法による。前記貯蔵弾性率 G' [Pa]は、無機充填剤（フィラー）の充填量、粒子径を変更するなど、封止用シート40を構成する組成を変えることによりコントロールすることができる。

- [0029] 封止用シート40は、熱硬化前の厚み t [mm]と熱硬化後の25℃における貯蔵弾性率 E' [Pa]との積 γ が、1200000以上であることが好ましく、1500000以上であることがより好ましい。厚みに関して、薄いほど外部からの衝撃に弱い一方、厚いほど外部からの衝撃に強い。また、熱硬化後の貯蔵弾性率に関しては、値が小さいほど軟らかく外部からの衝撃に弱い一方、一方、値が大きいほど硬く外部からの衝撃に強い。従って、封止用シートの厚みが薄い場合には、ある程度、熱硬化後の貯蔵弾性率が小さくても、外部からの衝撃等から好適に半導体チップを保護することができる。一方、封止用シートの厚みが薄い場合には、熱硬化後の貯蔵弾性率をあ

る程度大きくしなければ、外部からの衝撃等から好適に半導体チップを保護することができない。このように、封止用シートの厚みと熱硬化後の貯蔵弾性率とは、封止後の半導体チップ保護性に関して、密接に関連していることを本発明者らは見出した。そして、前記積 γ を1200000以上とすれば、熱硬化後の封止用シート40は良好な硬さを有し、その結果、外部からの衝撃等から好適に半導体チップを保護することができることを本発明者らは見出した。

以上より、前記積 γ を1200000以上とすれば、外部からの衝撃等から好適に半導体チップを保護することができる。

[0030] 封止用シート40の平面視での面積Aは、40000mm²以上であることが好ましい。より好ましくは、70650mm²以上であり、さらに好ましくは、90000mm²以上である。封止用シート40は、上記式1を満たすため、撓みが抑制されている。従って、封止用シート40の面積Aを40000mm²以上という大面積としても搬送時等に吸着コレットから落下することが抑制できる。また、大面積で使用できれば生産効率が向上する点で優れる。また、前記面積Aは、大きいほど好ましいが、搬送時等に吸着コレットから落下し難くできる点で、例えば、562500mm²以下であり、好ましくは、500000mm²以下である。

また、封止用シート40の平面視での形状は、特に限定されないが、矩形や円形とすることができる。なかでも、各辺の長さが200mm以上且つ各辺の長さが750mm以下の矩形が好ましい。なお、全ての辺の長さが200mmの場合、前記面積Aは、40000mm²となり全ての辺の長さが750mmの場合、前記面積Aは、562500mm²となる。

[0031] 封止用シート40の構成材料は、エポキシ樹脂、及び、硬化剤としてのフェノール樹脂を含むことが好ましい。これにより、良好な熱硬化性が得られる。

[0032] 前記エポキシ樹脂としては、特に限定されるものではない。例えば、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビ

フェニル型エポキシ樹脂、変性ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、変性ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂などの各種のエポキシ樹脂を用いることができる。これらエポキシ樹脂は単独で用いてもよいし2種以上併用してもよい。

[0033] エポキシ樹脂の硬化後の靱性及びエポキシ樹脂の反応性を確保する観点からは、エポキシ当量150～250、軟化点もしくは融点が50～130℃の常温で固形のものが好ましく、なかでも、信頼性の観点から、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂がより好ましい。

[0034] 前記フェノール樹脂は、エポキシ樹脂との間で硬化反応を生起するものであれば特に限定されるものではない。例えば、フェノールノボラック樹脂、フェノールアラルキル樹脂、ビフェニルアラルキル樹脂、ジシクロペンタジエン型フェノール樹脂、クレゾールノボラック樹脂、レゾール樹脂などが用いられる。これらフェノール樹脂は単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。

[0035] 前記フェノール樹脂としては、エポキシ樹脂との反応性の観点から、水酸基当量が70～250、軟化点が50～110℃のものを用いることが好ましく、なかでも硬化反応性が高いという観点から、フェノールノボラック樹脂を好適に用いることができる。また、信頼性の観点から、フェノールアラルキル樹脂やビフェニルアラルキル樹脂のような低吸湿性のものも好適に用いることができる。

[0036] エポキシ樹脂とフェノール樹脂の配合割合は、硬化反応性という観点から、エポキシ樹脂中のエポキシ基1当量に対して、フェノール樹脂中の水酸基の合計が0.7～1.5当量となるように配合することが好ましく、より好ましくは0.9～1.2当量である。

[0037] 封止用シート40中のエポキシ樹脂及びフェノール樹脂の合計含有量は、

2.5重量%以上が好ましく、3.0重量%以上がより好ましい。2.5重量%以上であると、半導体チップ23、半導体ウエハ22などに対する接着力が良好に得られる。封止用シート40中のエポキシ樹脂及びフェノール樹脂の合計含有量は、20重量%以下が好ましく、10重量%以下がより好ましい。20重量%以下であると、吸湿性を低減できる。

[0038] 封止用シート40は、熱可塑性樹脂を含んでもよい。これにより、未硬化時のハンドリング性や、硬化物の低応力性が得られる。

[0039] 前記熱可塑性樹脂としては、天然ゴム、ブチルゴム、イソプレンゴム、クロロプレンゴム、エチレン-酢酸ビニル共重合体、エチレン-アクリル酸共重合体、エチレン-アクリル酸エステル共重合体、ポリブタジエン樹脂、ポリカーボネート樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、6-ナイロンや6,6-ナイロンなどのポリアミド樹脂、フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、PETやPBTなどの飽和ポリエステル樹脂、ポリアミドイミド樹脂、フッ素樹脂、スチレン-イソブチレン-スチレンブロック共重合体などが挙げられる。これらの熱可塑性樹脂は単独で、又は2種以上を併用して用いることができる。なかでも、低応力性、低吸水性という観点から、スチレン-イソブチレン-スチレンブロック共重合体が好ましい。

[0040] 封止用シート40中の熱可塑性樹脂の含有量は、1.5重量%以上、2.0重量%以上とすることができる。1.5重量%以上であると、柔軟性、可撓性が得られる。封止用シート40中の熱可塑性樹脂の含有量は、6重量%以下が好ましく、4重量%以下がより好ましい。4重量%以下であると、半導体チップ23や半導体ウエハ22との接着性が良好である。

[0041] 封止用シート40は、無機充填剤を含むことが好ましい。

[0042] 前記無機充填剤は、特に限定されるものではなく、従来公知の各種充填剤を用いることができ、例えば、石英ガラス、タルク、シリカ（溶融シリカや結晶性シリカなど）、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素の粉末が挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、2種以上併用してもよい。なかでも、線膨張係数を良好に低減できるという理由から、シリカ、

アルミナが好ましく、シリカがより好ましい。

[0043] シリカとしては、シリカ粉末が好ましく、溶融シリカ粉末がより好ましい。溶融シリカ粉末としては、球状溶融シリカ粉末、破碎溶融シリカ粉末が挙げられるが、流動性という観点から、球状溶融シリカ粉末が好ましい。なかでも、平均粒径が10～30 μm の範囲のものが好ましく、15～25 μm の範囲のものがより好ましい。

なお、平均粒径は、例えば、母集団から任意に抽出される試料を用い、レーザー回折散乱式粒度分布測定装置を用いて測定することにより導き出すことができる。

[0044] 封止用シート40中の前記無機充填剤の含有量は、封止用シート40全体に対して、75～95重量%であることが好ましく、より好ましくは、78～95重量%である。前記無機充填剤の含有量が封止用シート40全体に対して75重量%以上であると、熱膨張率を低く抑えられることにより、熱衝撃による機械的な破壊を抑制することができる。一方、前記無機充填剤の含有量が封止用シート40全体に対して95重量%以下であると、柔軟性、流動性、接着性がより良好となる。

[0045] 封止用シート40は、硬化促進剤を含むことが好ましい。

[0046] 硬化促進剤としては、エポキシ樹脂とフェノール樹脂の硬化を進行させるものであれば特に限定されず、例えば、トリフェニルホスフィン、テトラフェニルホスホニウムテトラフェニルボレートなどの有機リン系化合物；2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシメチルイミダゾールなどのイミダゾール系化合物；などが挙げられる。なかでも、混練時の温度上昇によっても硬化反応が急激に進まず、封止用シート40を良好に作製できるという理由から、2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾールが好ましい。

[0047] 硬化促進剤の含有量は、エポキシ樹脂及びフェノール樹脂の合計100重量部に対して0.1～5重量部が好ましい。

[0048] 封止用シート40は、難燃剤成分を含むことが好ましい。これにより、部

品ショートや発熱などにより発火した際の、燃焼拡大を低減できる。難燃剤組成分としては、例えば水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化鉄、水酸化カルシウム、水酸化スズ、複合化金属水酸化物などの各種金属水酸化物；ホスファゼン系難燃剤などを用いることができる。

[0049] 少量でも難燃効果を発揮するという観点から、ホスファゼン系難燃剤に含まれるリン元素の含有率は、12重量%以上であることが好ましい。

[0050] 封止用シート40中の難燃剤成分の含有量は、全有機成分（無機フィラーを除く）中、10重量%以上が好ましく、15重量%以上がより好ましい。10重量%以上であると、難燃性が良好に得られる。封止用シート40中の熱可塑性樹脂の含有量は、30重量%以下が好ましく、25重量%以下がより好ましい。30重量%以下であると、硬化物の物性低下（具体的には、ガラス転移温度や高温樹脂強度などの物性の低下）が少ない傾向がある。

[0051] 封止用シート40は、シランカップリング剤を含むことが好ましい。シランカップリング剤としては特に限定されず、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシランなどが挙げられる。

[0052] 封止用シート40中のシランカップリング剤の含有量は、0.1~3重量%が好ましい。0.1重量%以上であると、硬化物の強度が十分得られ吸水率を低くできる。3重量%以下であると、アウトガス量を低くできる。

[0053] 封止用シート40は、着色されていることが好ましい。これにより、優れたマーキング性及び外観性を発揮させることができ、付加価値のある外観の半導体装置とすることが可能になる。着色された封止用シート40は、優れたマーキング性を有しているため、マーキングを施し、文字情報や図形情報などの各種情報を付与させることができる。特に、着色の色をコントロールすることにより、マーキングにより付与された情報（文字情報、図形情報など）を、優れた視認性で視認することが可能になる。更に、封止用シート40は、製品別に色分けすることも可能である。封止用シート40を有色にする場合（無色・透明ではない場合）、着色により呈している色としては特に制限されないが、例えば、黒色、青色、赤色などの濃色であることが好まし

く、特に黒色であることが好適である。

- [0054] 封止用シート40を着色する際には、目的とする色に応じて、色材（着色剤）を用いることができる。このような色材としては、黒系色材、青系色材、赤系色材などの各種濃色系色材を好適に用いることができ、特に黒系色材が好適である。色材としては、顔料、染料などいずれであってもよい。色材は単独で又は2種以上を組み合わせ用いることができる。なお、染料としては、酸性染料、反応染料、直接染料、分散染料、カチオン染料等のいずれの形態の染料であっても用いることが可能である。また、顔料も、その形態は特に制限されず、公知の顔料から適宜選択して用いることができる。
- [0055] なお、封止用シート40には、上記の各成分以外に必要なに応じて、他の添加剤を適宜配合できる。
- [0056] 封止用シート40の製造方法は特に限定されないが、封止用シート40を形成するための樹脂組成物の混練物を調製し、得られた混練物を塗工する方法や、得られた混練物をシート状に塑性加工する方法が好ましい。これにより、溶剤を使用せずに封止用シート40を作製できるので、半導体チップ23が揮発した溶剤により影響を受けることを抑制することができる。
- [0057] 具体的には、後述の各成分をミキシングロール、加圧式ニーダー、押出機などの公知の混練機で熔融混練することにより混練物を調製し、得られた混練物を塗工又は塑性加工によりシート状にする。混練条件として、温度は、上述の各成分の軟化点以上であることが好ましく、例えば30～150℃、エポキシ樹脂の熱硬化性を考慮すると、好ましくは40～140℃、さらに好ましくは60～120℃である。時間は、例えば1～30分間、好ましくは5～15分間である。
- [0058] 混練は、減圧条件下（減圧雰囲気下）で行うことが好ましい。これにより、脱気できるとともに、混練物への気体の侵入を防止できる。減圧条件下の圧力は、好ましくは0.1kg/cm²以下、より好ましくは0.05kg/cm²以下である。減圧下の圧力の下限は特に限定されないが、例えば、 1×10^{-4} kg/cm²以上である。

[0059] 混練物を塗工して封止用シート40を形成する場合、溶融混練後の混練物は、冷却することなく高温状態のままで塗工することが好ましい。塗工方法としては特に制限されず、バーコート法、ナイフコート法、スロットダイ法等を挙げることができる。塗工時の温度としては、上述の各成分の軟化点以上が好ましく、エポキシ樹脂の熱硬化性および成形性を考慮すると、例えば40～150℃、好ましくは50～140℃、さらに好ましくは70～120℃である。

[0060] 混練物を塑性加工して封止用シート40を形成する場合、溶融混練後の混練物は、冷却することなく高温状態のままで塑性加工することが好ましい。塑性加工方法としては特に制限されず、平板プレス法、Tダイ押出法、スクリューダイ押出法、ロール圧延法、ロール混練法、インフレーション押出法、共押出法、カレンダー成形法などが挙げられる。塑性加工温度としては上述の各成分の軟化点以上が好ましく、エポキシ樹脂の熱硬化性および成形性を考慮すると、例えば40～150℃、好ましくは50～140℃、さらに好ましくは70～120℃である。

[0061] なお、封止用シート40は、適当な溶剤に封止用シート40を形成するための樹脂等を溶解、分散させてワニス进行调整し、このワニスを塗工して得ることもできる。

[0062] 両面セパレータ付き封止用シート10においては、両面セパレータ付き封止用シート10の25℃における曲げ弾性率E [N/mm²] と封止用シート40の面積A [mm²] との積βが、下記式2を満たすことが好ましい。

[0063] 式2 : $4.0 \times 10^6 \leq \beta \leq 1.7 \times 10^9$

[0064] 前記積βの下限値は、 1.0×10^7 が好ましく、 5.0×10^7 がより好ましい。また、前記積βの上限値は、 1.5×10^9 が好ましく、 1.0×10^9 がより好ましい。前記積βが、上記式2を満たす範囲内にあると、両面セパレータ付き封止用シート10の撓みを抑制しつつ、半導体チップへの樹脂の埋まり込み性も良好となる。

[0065] 両面セパレータ付き封止用シート10の25℃における曲げ弾性率Eは、

100N/mm²以上3000N/mm²以下であることが好ましく、200N/mm²以上500N/mm²以下であることがより好ましい。前記曲げ弾性率Eを100N/mm²以上とすることにより、樹脂流れを抑制し、半導体チップの埋め込み時の厚みコントロールを良好とすることができる。一方、前記曲げ弾性率Eを3000N/mm²以下とすることにより、良好に半導体チップを埋め込むことができる。

なお、前記曲げ弾性率Eは、封止用シート成型後、且つ、熱硬化前の曲げ弾性率をいう。前記曲げ弾性率の測定方法は実施例記載の方法による。前記曲げ弾性率E [Pa]は、無機充填剤（フィラー）の充填量、粒子径を変更するなど、封止用シート40を構成する組成を変えることによりコントロールすることができる。

[0066] (セパレータ)

セパレータ41a及びセパレータ41bとしては、封止用シート40と一体となり、セパレータ付き封止用シート10として前記積βが前記式2を満たすように選択されることが好ましい。特に、封止用シート40と一体となり、セパレータ付き封止用シート10として25℃における前記曲げ弾性率Eが前記数値範囲内となるように選択されることが好ましい。

なお、本実施形態では、本発明のセパレータ付き封止用シート10が両面セパレータ付き封止用シートである場合について説明している。そのため、本発明の「セパレータ付き封止用シートの25℃における曲げ弾性率E」は、セパレータ41a、セパレータ41b、及び、封止用シート40が一体となったセパレータ付き封止用シート10全体の25℃における曲げ弾性率に相当するものとして説明している。ただし、本発明のセパレータ付き封止用シートが、片面セパレータ付き封止用シートである場合、本発明の「セパレータ付き封止用シートの25℃における曲げ弾性率E」は、封止用シートと、前記封止用シートのいずれか一方の面に積層されたセパレータとが一体となった片面セパレータ付き封止用シート全体の25℃における曲げ弾性率に相当する。

[0067] セパレータ41a及びセパレータ41bを構成する具体的な材料としては、例えば、紙などの紙系基材；布、不織布、フェルト、ネットなどの繊維系基材；金属箔、金属板などの金属系基材；プラスチックシートなどのプラスチック系基材；ゴムシートなどのゴム系基材；発泡シートなどの発泡体や、これらの積層体〔特に、プラスチック系基材と他の基材との積層体や、プラスチックシート同士の積層体など〕等の適宜な薄葉体を用いることができる。本発明では、プラスチック系基材を好適に用いることができる。前記プラスチック系基材の素材としては、例えば、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、エチレン-プロピレン共重合体等のオレフィン系樹脂；エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）、アイオノマー樹脂、エチレン-（メタ）アクリル酸共重合体、エチレン-（メタ）アクリル酸エステル（ランダム、交互）共重合体等のエチレンをモノマー成分とする共重合体；ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等のポリエステル；アクリル系樹脂；ポリ塩化ビニル（PVC）；ポリウレタン；ポリカーボネート；ポリフェニレンスルフィド（PPS）；ポリアミド（ナイロン）、全芳香族ポリアミド（アラミド）等のアミド系樹脂；ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）；ポリイミド；ポリエーテルイミド；ポリ塩化ビニリデン；ABS（アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン共重合体）；セルロース系樹脂；シリコン樹脂；フッ素樹脂などが挙げられる。セパレータ41aは単層であってもよく2種以上の複層でもよい。なお、セパレータ41aの製造方法としては、従来公知の方法により形成することができる。

[0068] セパレータ41a及びセパレータ41bは、剥離処理されてもよく、離型処理されてなくてもよい。

[0069] 前記離型処理に用いられる離型剤としては、フッ素系離型剤、長鎖アルキルアクリレート系離型剤、シリコン系離型剤等を挙げるることができる。なかでも、シリコン系離型剤が好ましい。

[0070] セパレータ41a及びセパレータ41bの厚さは、特に限定されないが、

大面積になった場合に生じやすいと思われる撓み防止の観点から $50\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $75\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。また、セパレータの剥離し易さの観点から、 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0071] セパレータ41bの厚さは、特に限定されないが、セパレータ剥離時のハンドリング性の観点から $10\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $25\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。また、セパレータの剥離し易さの観点から、 $200\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $100\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0072] 次に、両面セパレータ付き封止用シート10を用いた半導体装置の製造方法について説明する。

[0073] (半導体装置の製造方法)

本実施の形態に係る半導体装置の製造方法について、図2～図10を参照しながら以下に説明する。図2～図10は、本実施形態に係る半導体装置の製造方法を説明するための断面模式図である。以下ではまず、いわゆるFan-out（ファンアウト）型ウェハレベルパッケージ（WLP）と称される半導体装置の製造方法について説明する。

[0074] 本実施形態に係る半導体装置の製造方法は、
半導体チップが仮固定材上に仮固定された積層体を準備する工程Aと、
セパレータ付き封止用シートを準備する工程Bと、
前記セパレータ付き封止用シートを前記積層体の前記半導体チップ上に配置する工程Cと、
前記半導体チップを前記封止用シートに埋め込み、前記半導体チップが前記封止用シートに埋め込まれた封止体を形成する工程Dとを少なくとも含む。

[0075] [積層体準備工程]

図2に示すように、本実施形態に係る半導体装置の製造方法では、まず、半導体チップ53が仮固定材60上に仮固定された積層体50を準備する（工程A）。積層体50は、例えば、以下の仮固定材準備工程と半導体チップ

仮固定工程とにより得られる。

[0076] <仮固定材準備工程>

仮固定材準備工程では、支持基材60b上に熱膨張性粘着剤層60aが積層された仮固定材60を準備する(図2参照)。なお、熱膨張性粘着剤層に代えて、放射線硬化型粘着剤層を用いることもできる。本実施形態では、熱膨張性粘着剤層を備える仮固定材60について説明する。ただし、支持基材上に熱膨張性粘着剤層が積層された仮固定材については、特開2014-015490号公報等に詳細に記載されているので、以下では、簡単に説明することとする。

[0077] (熱膨張性粘着剤層)

熱膨張性粘着剤層60aは、ポリマー成分と、発泡剤とを含む粘着剤組成物により形成することができる。ポリマー成分(特にベースポリマー)としては、アクリル系ポリマー(「アクリルポリマーA」と称する場合がある)を好適に用いることができる。アクリルポリマーAとしては、(メタ)アクリル酸エステルを主モノマー成分として用いたものが挙げられる。前記(メタ)アクリル酸エステルとしては、例えば、(メタ)アクリル酸アルキルエステル(例えば、メチルエステル、エチルエステル、プロピルエステル、イソプロピルエステル、ブチルエステル、イソブチルエステル、sec-ブチルエステル、tert-ブチルエステル、ペンチルエステル、イソペンチルエステル、ヘキシルエステル、ヘプチルエステル、オクチルエステル、2-エチルヘキシルエステル、イソオクチルエステル、ノニルエステル、デシルエステル、イソデシルエステル、ウンデシルエステル、ドデシルエステル、トリデシルエステル、テトラデシルエステル、ヘキサデシルエステル、オクタデシルエステル、エイコシルエステル等のアルキル基の炭素数1~30、特に炭素数4~18の直鎖状又は分岐鎖状のアルキルエステル等)及び(メタ)アクリル酸シクロアルキルエステル(例えば、シクロペンチルエステル、シクロヘキシルエステル等)などが挙げられる。これらの(メタ)アクリル酸エステルは単独で又は2種以上を併用してもよい。

[0078] なお、前記アクリルポリマーAは、凝集力、耐熱性、架橋性などの改質を目的として、必要に応じて、前記（メタ）アクリル酸エステルと共重合可能な他の単量体成分に対応する単位を含んでいてもよい。

[0079] アクリルポリマーAの重量平均分子量は、特に制限されないが、好ましくは35万～100万、更に好ましくは45万～80万程度である。

[0080] 熱膨張性粘着剤層60aは、前述のように、熱膨張性を付与するための発泡剤を含有している。そのため、仮固定材60の熱膨張性粘着剤層60a上に封止体58が形成された状態で（図6参照）、任意な時に仮固定材60を少なくとも部分的に加熱して、該加熱された熱膨張性粘着剤層60aの部分に含有されている発泡剤を発泡及び／又は膨張させることにより、熱膨張性粘着剤層60aが少なくとも部分的に膨張し、この熱膨張性粘着剤層60aの少なくとも部分的な膨張により、該膨張した部分に対応した粘着面（封止体58との界面）が凹凸状に変形して、該熱膨張性粘着剤層60aと封止体58との接着面積が減少し、これにより、両者間の接着力が減少し、封止体58を仮固定材60から剥離させることができる（図7参照）。

[0081] （発泡剤）

熱膨張性粘着剤層60aにおいて用いられている発泡剤としては、特に制限されず、公知の発泡剤から適宜選択することができる。発泡剤は単独で又は2種以上組み合わせて使用することができる。発泡剤としては、熱膨張性微小球を好適に用いることができる。

[0082] （熱膨張性微小球）

熱膨張性微小球としては、特に制限されず、公知の熱膨張性微小球（種々の無機系熱膨張性微小球や、有機系熱膨張性微小球など）から適宜選択することができる。熱膨張性微小球としては、混合操作が容易である観点などより、マイクロカプセル化されている発泡剤を好適に用いることができる。このような熱膨張性微小球としては、例えば、イソブタン、プロパン、ペンタンなどの加熱により容易にガス化して膨張する物質を、弾性を有する殻内に内包させた微小球などが挙げられる。前記殻は、熱溶解性物質や熱膨張によ

り破壊する物質で形成される場合が多い。前記殻を形成する物質として、例えば、塩化ビニリデン-アクリロニトリル共重合体、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリロニトリル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスルホンなどが挙げられる。

[0083] 熱膨張性粘着剤層の厚さは、特に制限されず、接着力の低減性などにより適宜に選択することができ、例えば、 $5\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ （好ましくは $20\ \mu\text{m}\sim 150\ \mu\text{m}$ ）程度である。

[0084] なお、熱膨張性粘着剤層は単層、複層の何れであってもよい。

[0085] 本実施形態では、熱膨張性粘着剤層には、各種添加剤（例えば、着色剤、増粘剤、増量剤、充填剤、粘着付与剤、可塑剤、老化防止剤、酸化防止剤、界面活性剤、架橋剤など）が含まれていても良い。

[0086] （支持基材）

支持基材60bは、仮固定材60の強度母体となる薄板状部材である。支持基材60bの材料としては取り扱い性や耐熱性等を考慮して適宜選択すればよく、例えばSUS等の金属材料、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルサルホン等のプラスチック材料、ガラスやシリコンウェハ等を用いることができる。これらの中でも、耐熱性や強度、再利用可能性等の観点から、SUSプレートが好ましい。

[0087] 支持基材60bの厚さは目的とする強度や取り扱い性を考慮して適宜選択することができ、好ましくは $100\sim 5000\ \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $300\sim 2000\ \mu\text{m}$ である。

[0088] （仮固定材の形成方法）

仮固定材60は、支持基材60b上に熱膨張性粘着剤層60aを形成することにより得られる。熱膨張性粘着剤層は、例えば、粘着剤と、発泡剤（熱膨張性微小球など）と、必要に応じて溶媒やその他の添加剤などを混合して、シート状の層に形成する慣用の方法を利用し形成することができる。具体的には、例えば、粘着剤、発泡剤（熱膨張性微小球など）、および必要に応じて溶媒やその他の添加剤を含む混合物を、支持基材60b上に塗布する

方法、適当なセパレータ（剥離紙など）上に前記混合物を塗布して熱膨張性粘着剤層を形成し、これを支持基材60b上に転写（移着）する方法などにより、熱膨張性粘着剤層を形成することができる。

[0089] （熱膨張性粘着剤層の熱膨張方法）

本実施形態では、熱膨張性粘着剤層は、加熱により熱膨張させることができる。加熱処理方法としては、例えば、ホットプレート、熱風乾燥機、近赤外線ランプ、エアードライヤーなどの適当な加熱手段を利用して行うことができる。加熱処理時の加熱温度は、熱膨張性粘着剤層中の発泡剤（熱膨張性微小球など）の発泡開始温度（熱膨張開始温度）以上であればよいが、加熱処理の条件は、発泡剤（熱膨張性微小球など）の種類等による接着面積の減少性、支持基材、半導体チップを含む封止体等の耐熱性、加熱方法（熱容量、加熱手段等）などにより適当設定できる。一般的な加熱処理条件としては、温度100℃～250℃で、1秒間～90秒間（ホットプレートなど）または5分間～15分間（熱風乾燥機など）である。なお、加熱処理は使用目的に応じて適当な段階で行うことができる。また、加熱処理時の熱源としては、赤外線ランプや加熱水を用いることができる場合もある。

[0090] <半導体チップ仮固定工程>

半導体チップ仮固定工程では、準備した仮固定材60上に複数の半導体チップ53をその回路形成面53aが仮固定材60に対向するように配置し、仮固定する（図2参照）。半導体チップ53の仮固定には、フリップチップボンダーやダイボンダーなどの公知の装置を用いることができる。

[0091] 半導体チップ53の配置のレイアウトや配置数は、仮固定材60の形状やサイズ、目的とするパッケージの生産数などに応じて適当設定することができる。例えば、複数行で、かつ複数列のマトリックス状に整列させて配置することができる。積層体50（仮固定材60）の平面視での形状及びサイズとしては、特に限定されないが、セパレータ付き封止用シート10と同じとすることができる。以上、積層体準備工程の一例を示した。

[0092] [両面セパレータ付き封止用シートを準備する工程]

また、本実施形態に係る半導体装置の製造方法では、両面セパレータ付き封止用シート10（図1参照）を準備する（工程B）。

[0093] [両面セパレータ付き封止用シートを持ち上げる工程]

工程Bの後、図3に示すように、両面セパレータ付き封止用シート10を、セパレータ41aを介して吸着コレット19により持ち上げる。なお、両面セパレータ付き封止用シート10のセパレータ41aと封止用シート11との界面、及び、封止用シート11とセパレータ41bとの界面は、自重によって剥離しない程度の剥離力で貼り付いている。

本実施形態において、封止用シート40は、厚み t [mm]と 50°C における貯蔵弾性率 G' [Pa]との積 α が上記式1を満たすため、封止用シート40が撓んで吸着コレット19と両面セパレータ付き封止用シート10との間に隙間ができることが抑制できる。その結果、吸着コレット19から両面セパレータ付き封止用シート10が落下することが抑制されている。

[0094] [両面セパレータ付き封止用シートからセパレータを剥離する工程]

次に、両面セパレータ付き封止用シート10からセパレータ41bを剥離する。なお、両面セパレータ付き封止用シート10のセパレータ41aと封止用シート40との界面での剥離力は、セパレータ41bの剥離の際に剥離しない程度の剥離力で貼り付いている。

[0095] [封止用シートと積層体とを配置する工程]

次に、図4に示すように、下側加熱板62上に積層体50を半導体チップ53が仮固定された面を上にして配置するとともに、積層体50の半導体チップ53が仮固定された面上にセパレータ41a付きの封止用シート40を配置する（工程C）。この工程においては、下側加熱板62上にまず積層体50を配置し、その後、積層体50上にセパレータ41a付きの封止用シート40を配置してもよく、積層体50上にセパレータ41a付きの封止用シート40を先に積層し、その後、積層体50とセパレータ41a付きの封止用シート40とが積層された積層物を下側加熱板62上に配置してもよい。

[0096] [封止体を形成する工程]

次に、図5に示すように、下側加熱板62と上側加熱板64とにより熱プレスして、半導体チップ53を封止用シート40に埋め込み、半導体チップ53が封止用シート40に埋め込まれた封止体58を形成する（工程D）。封止用シート40は、半導体チップ53及びそれに付随する要素を外部環境から保護するための封止樹脂として機能することとなる。これにより、仮固定材60上に仮固定されている半導体チップ53が封止用シート40に埋め込まれた封止体58が得られる。

[0097] 具体的に、半導体チップ53を封止用シート40に埋め込む際の熱プレス条件としては、温度が、好ましくは40～150℃、より好ましくは60～120℃であり、圧力が、例えば、0.1～10MPa、好ましくは0.5～8MPaであり、時間が、例えば0.3～10分間、好ましくは0.5～5分間である。また、熱プレス方法としては、平行平板プレスやロールプレスが挙げられる。なかでも、平行平板プレスが好ましい。

[0098] これにより、半導体チップ53が封止用シート40に埋め込まれた半導体装置を得ることができる。また、封止用シート40の半導体チップ53及び仮固定材60への密着性および追従性の向上を考慮すると、減圧条件下においてプレスすることが好ましい。

前記減圧条件としては、圧力が、例えば、0.1～5kPa、好ましくは、0.1～100Paであり、減圧保持時間（減圧開始からプレス開始までの時間）が、例えば、5～600秒であり、好ましくは、10～300秒である。

[0099] [他のセパレータ剥離工程]

次に、もう一方のセパレータ41aを剥離する（図6参照）。

[0100] [熱硬化工程]

次に、封止用シート40を熱硬化させる。具体的には、例えば、仮固定材60上に仮固定されている半導体チップ53が封止用シート40に埋め込まれた封止体58全体を加熱する。

[0101] 熱硬化処理の条件として、加熱温度が好ましくは100℃以上、より好ま

しくは120℃以上である。一方、加熱温度の上限が、好ましくは200℃以下、より好ましくは180℃以下である。加熱時間が、好ましくは10分以上、より好ましくは30分以上である。一方、加熱時間の上限が、好ましくは180分以下、より好ましくは120分以下である。また、必要に応じて加圧してもよく、好ましくは0.1MPa以上、より好ましくは0.5MPa以上である。一方、上限は好ましくは10MPa以下、より好ましくは5MPa以下である。

[0102] [熱膨張性粘着剤層剥離工程]

次に、図7に示すように、仮固定材60を加熱して熱膨張性粘着剤層60aを熱膨張させることにより、熱膨張性粘着剤層60aと封止体58との間で剥離を行う。あるいは、支持基材60bと熱膨張性粘着剤層60aとの界面で剥離を行い、その後、熱膨張性粘着剤層60aと封止体58との界面で熱膨張による剥離を行うという手順も好適に採用することができる。いずれも場合であっても、熱膨張性粘着剤層60a加熱して熱膨張させその粘着力を低下させることで、熱膨張性粘着剤層60aと封止体58との界面での剥離を容易に行うことができる。熱膨張の条件としては、上述の「熱膨張性粘着剤層の熱膨張方法」の欄の条件を好適に採用することができる。特に、熱膨張性粘着剤層は、前記熱硬化工程における加熱では剥離せず、この熱膨張性粘着剤層剥離工程における加熱において剥離する構成であることが好ましい。

[0103] [封止用シートを研削する工程]

次に、必要に応じて、図8に示すように、封止体58の封止用シート40を研削して半導体チップ53の裏面53cを表出させる。封止用シート40を研削する方法としては、特に限定されず、例えば、高速回転する砥石を用いるグラインディング法を挙げることができる。

[0104] (再配線形成工程)

本実施形態ではさらに、封止体58の半導体チップ53の回路形成面53aに再配線69を形成する再配線形成工程を含むことが好ましい。再配線形

成工程では、上記仮固定材 60 の剥離後、上記露出した半導体チップ 53 と接続する再配線 69 を封止体 58 上に形成する（図 9 参照）。

[0105] 再配線の形成方法としては、例えば、露出している半導体チップ 53 上へ真空成膜法などの公知の方法を利用して金属シード層を形成し、セミアディティブ法などの公知の方法により、再配線 69 を形成することができる。

[0106] かかる後に、再配線 69 及び封止体 58 上へポリイミドや PBO などの絶縁層を形成してもよい。

[0107] （バンプ形成工程）

次いで、形成した再配線 69 上にバンプ 67 を形成するバンピング加工を行ってもよい（図 9 参照）。バンピング加工は、半田ボールや半田メッキなど公知の方法で行うことができる。

[0108] （ダイシング工程）

最後に、半導体チップ 53、封止用シート 40 及び再配線 69 などの要素からなる積層体のダイシングを行う（図 10 参照）。これにより、チップ領域の外側に配線を引き出した半導体装置 59 を得ることができる。

[0109] 上述した実施形態では、本発明の「積層体」が、「半導体チップ 53 が仮固定材 60 上に仮固定された積層体 50」である場合について説明した。しかしながら、本発明における「積層体」は、この例に限定されず、ある程度の強度を有する支持体に半導体チップが固定されたものであればよい。すなわち、「積層体」が、「半導体チップが支持体上に固定された積層体」であればよい。本発明における「積層体」の他の例としては、例えば、「半導体チップが半導体ウエハの回路形成面にフリップチップボンディングされた積層体」（いわゆる、チップオンウエハ）や、「半導体チップが有機基板に搭載された積層体」を挙げることができる。

実施例

[0110] 以下、本発明に関し実施例を用いて詳細に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。また、各例中、部は特記がない限りいずれも重量基準である。

[0111] 実施例で使用した成分について説明する。

エポキシ樹脂：新日鐵化学（株）製のYSLV-80XY（ビスフェノールF型エポキシ樹脂、エポキシ当量200g/ep、軟化点80℃）

フェノール樹脂：明和化成社製のMEH-7851-SS（ビフェニルアラキル骨格を有するフェノール樹脂、水酸基当量203g/eq、軟化点67℃）

シランカップリング剤：信越化学社製のKBM-403（3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン）

硬化促進剤：四国化成工業社製の2PHZ-PW（2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール）

熱可塑性樹脂：三菱レイヨン株式会社製のJ-5800（アクリルゴム系応力緩和剤）

フィラー：電気化学工業社製のFB-9454FC（溶融球状シリカ粉末、平均粒子径17.6μm）

カーボンブラック：三菱化学社製の#20（粒子径50nm）

[0112] [封止用シートの作製]

（実施例1～12、比較例1～8）

表1に記載の配合比に従い、各成分を配合し、ロール混練機により60～120℃、10分間、減圧条件下（0.01kg/cm²）で溶融混練し、製造例1～5に係る混練物（樹脂組成物A～E）を調製した。

次いで、得られた樹脂組成物を、平板プレス法により、シート状に形成した。樹脂組成物の種類、シートの厚さ、及び、面積の組み合わせは、表2の通りとした。以上により、実施例1～12、比較例1～8に係る封止用シートを得た。なお、本実施例では、面積250000mm²は、縦500mm×横500mmとし、面積40000mm²は、縦200mm×横200mmとしている。

[0113] [両面セパレータ付き封止用シートの作製]

上記にて作製した各封止用シートの両面に、三菱樹脂株式会社製のシリコ

ーン離形処理済みMRU-50（本発明のセパレータに相当、厚さ50 μ m）を貼り付けた。これにより、実施例1～12、比較例1～8に係る両面セパレータ付き封止用シートを得た。

[0114] [表1]

		製造例				
		1	2	3	4	5
樹脂組成物		A	B	C	D	E
混練物配 合比 (重量部)	エポキシ樹脂	100	100	100	100	100
	フェノール樹脂	45	105	55	120	120
	シランカップリング剤	1.5	0	0.2	1.35	2.2
	カーボンブラック	3.3	6.6	0.6	1.8	2.8
	硬化促進剤	1.5	2	2.3	3.3	3.3
	熱可塑性樹脂	0	50	0	0	55
	フィラー	1470	1940	470	680	1130

[0115] [封止用シートの50 $^{\circ}$ Cにおける貯蔵弾性率G'の測定]

粘弾性測定装置ARES（レオメトリックス・サイエンティフィック社製）を用い、実施例1～12、比較例1～8に係る封止用シートの50 $^{\circ}$ Cにおける貯蔵弾性率G'を測定した。測定条件は、以下の通りとした。その際の50 $^{\circ}$ Cの値を50 $^{\circ}$ Cにおける貯蔵弾性率G'とした。結果を表2に示す。なお、測定は、実施例1～12、比較例1～8と組成を同じとし、厚さを1mmとした封止用シートを平板プレスにて作成した後、25mm ϕ の形状に加工して行なった。

<貯蔵弾性率G'の測定条件>

測定温度：40～130 $^{\circ}$ C

昇温速度：10 $^{\circ}$ C/min

プレートタイプ：平行プレート、25mm ϕ

周波数：1Hz

ひずみ量：10%

サンプルサイズ：25mm ϕ ×厚さ1mm

[0116] [セパレータ付き封止用シートの25 $^{\circ}$ Cにおける曲げ弾性率Eの測定]

測定オートグラフ（島津製作所製）を用い、実施例1～12、比較例1～

8に係るセパレータ付き封止用シートの25℃における曲げ弾性率Eを測定した。測定条件は、以下の通りとした。結果を表2に示す。なお、測定は、封止用シートに両面にセパレータをつけたままの状態で行なった。

<曲げ弾性率Eの測定条件>

測定温度：25℃

サンプルサイズ：10mm幅×厚み5mm

ストローク：5mm/min

[0117] [封止用シートの熱硬化後の25℃における貯蔵弾性率E'の測定]

実施例、比較例に係る封止用シートを150℃で1時間加熱し、熱硬化させた。次に、フィルム粘弾性測定装置RSA-3（ティー・エイ・インスツルメンツ社製）を用い、実施例1～12、比較例1～8に係る封止用シートの熱硬化後の25℃における貯蔵弾性率E'を測定した。測定条件は、以下の通りとした。結果を表2に示す。

<貯蔵弾性率E'の測定条件>

測定温度：-20～300℃

昇温速度：10℃/min

測定モード：引張

周波数：1Hz

ひずみ量：0.05%

サンプルサイズ：縦20mm×横1mm×厚さ0.05mm

[0118] [ハンドリング性評価]

実施例1～12、比較例1～8の両面セパレータ付き封止用シートを、片側の離型処理フィルムを介して吸着コレットにより持ち上げ、もう片側の離型処理フィルムを剥離した時の封止用シートの落下の有無を確認した。落下せず、且つ、目視にて樹脂の変形や割れが無い場合を○、落下したり、樹脂変形や割れ・ひびが発見された場合を×とした。結果を表2に示す。

なお、吸着コレットとしては、以下のものを用いた。また吸着条件は、以下の通りとした。

<吸着条件>

吸着パッド30mmφ×8個

真空度-60kPa

[0119] [埋め込み性評価]

まず、縦200mm×横200mm×厚さ1.1mmのガラスプレートを準備した。このガラスプレート上に仮固定材（日東電工株式会社製REVALPHA No.3195V）をラミネーターにて貼付た。さらに、その上に縦7mm×横7mm×厚さ0.4mmのチップを縦13個×横13個のマトリックス状に配置した。チップ実装間隔（チップの端とチップの端との間隔）は、16mmとした。このガラスキャリアに厚み0.6mmに予めシート化した封止用シートを積層し真空プレス装置（装置名：VACUUM ACE、ミカドテクノス社製）を用いて熱プレスした。次に、60℃のホットプレート上にて不要樹脂を取り除くトリミングを行った。その後、150℃1時間の加熱処理を行い、樹脂を硬化させた。その後、185℃の熱板上で仮止め材を剥離し封止体を得た。

得られた封止体のチップ露出面のチップと樹脂の境界部分の顕微鏡観察（装置名：VHX-2000、キーエンス社製）を行い、チップ端部に未充填領域もしくは空気の噛み込み痕が観察された場合を埋め込み性×、観察されなかった場合を埋め込み性○として評価した。結果を表2に示す。

[0120]

[表2]

符号の説明

- [0121] 10 両面セパレータ付き封止用シート
40 封止用シート
41 a、41 b セパレータ
50 積層体
53 半導体チップ
58 封止体
59 半導体装置
60 仮固定材

請求の範囲

[請求項1] 厚み t [mm] と 50°C における貯蔵弾性率 G' [Pa] との積 α が、下記式 1 を満たすことを特徴とする封止用シート。

$$\text{式 1} : 300 \leq \alpha \leq 1.5 \times 10^5$$

[請求項2] 請求項 1 に記載の封止用シートと、前記封止用シートの少なくとも一方の面に積層されたセパレータとを備えたセパレータ付き封止用シートであって、

25°C における曲げ弾性率 E [N/mm^2] と前記封止用シートの面積 A [mm^2] との積 β が、下記式 2 を満たすことを特徴とするセパレータ付き封止用シート。

$$\text{式 2} : 4.0 \times 10^6 \leq \beta \leq 1.7 \times 10^9$$

[請求項3] 請求項 1 に記載の封止用シートを用いて製造された半導体装置。

[請求項4] 請求項 2 に記載のセパレータ付き封止用シートを用いて製造された半導体装置。

[請求項5] 前記封止用シートの面積 A が 40000 mm^2 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の封止用シート。

[請求項6] 前記封止用シートの面積 A が 40000 mm^2 以上であることを特徴とする請求項 2 に記載のセパレータ付き封止用シート。

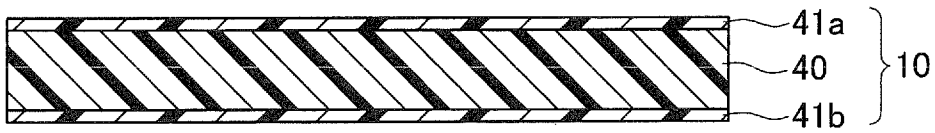
[請求項7] 半導体チップが支持体上に固定された積層体を準備する工程 A と、請求項 2 に記載のセパレータ付き封止用シートを準備する工程 B と、

、

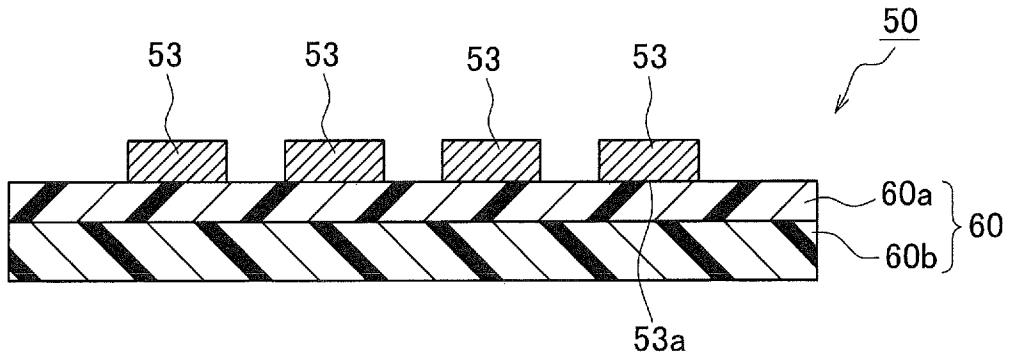
前記セパレータ付き封止用シートを、前記積層体の前記半導体チップ上に配置する工程 C と、

前記半導体チップを前記封止用シートに埋め込み、前記半導体チップが前記封止用シートに埋め込まれた封止体を形成する工程 D とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

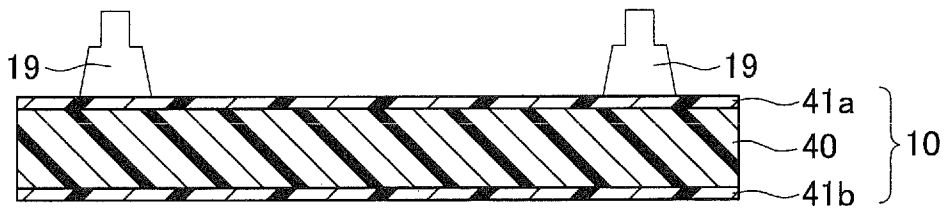
[図1]



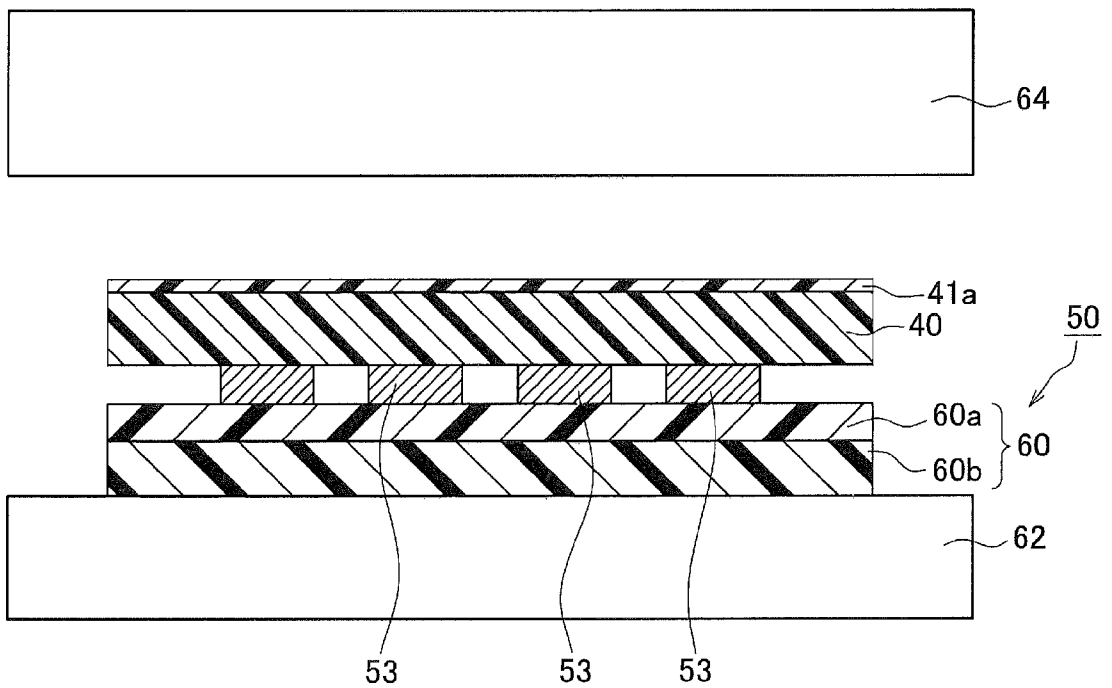
[図2]



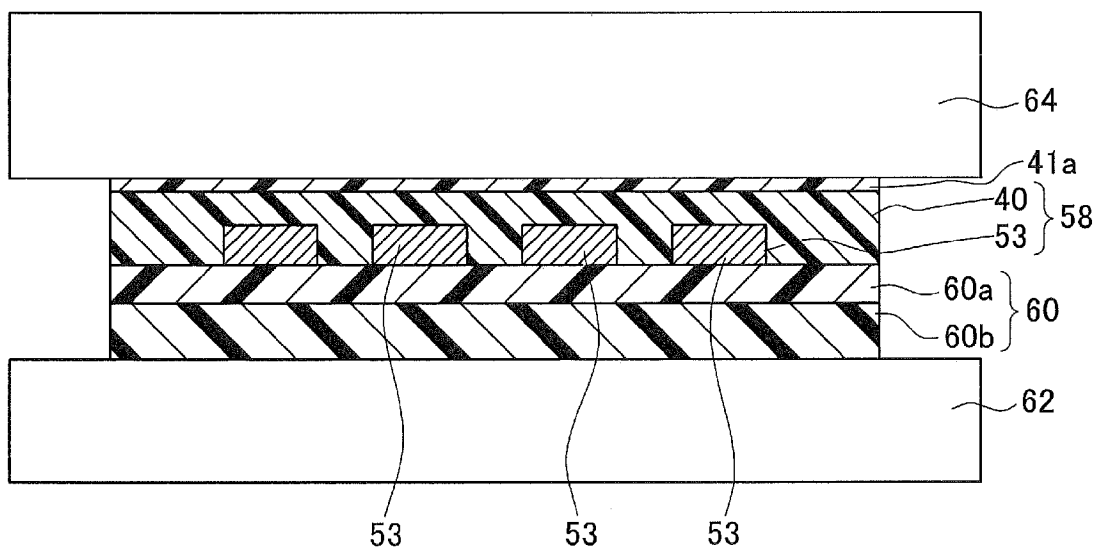
[図3]



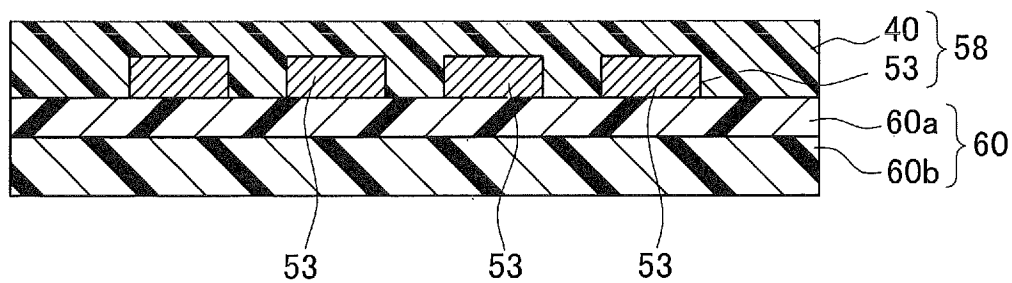
[図4]



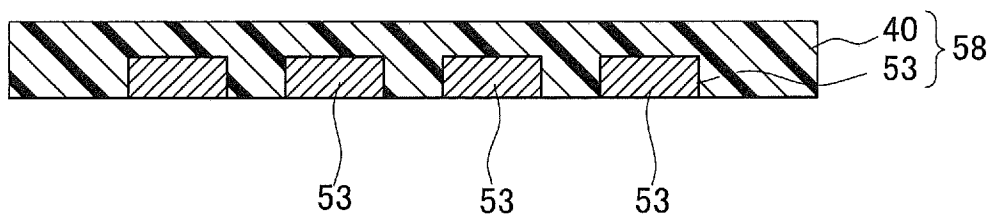
[図5]



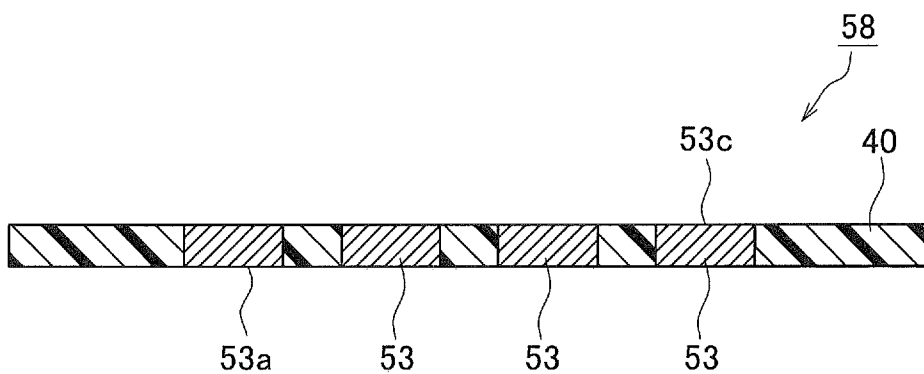
[図6]



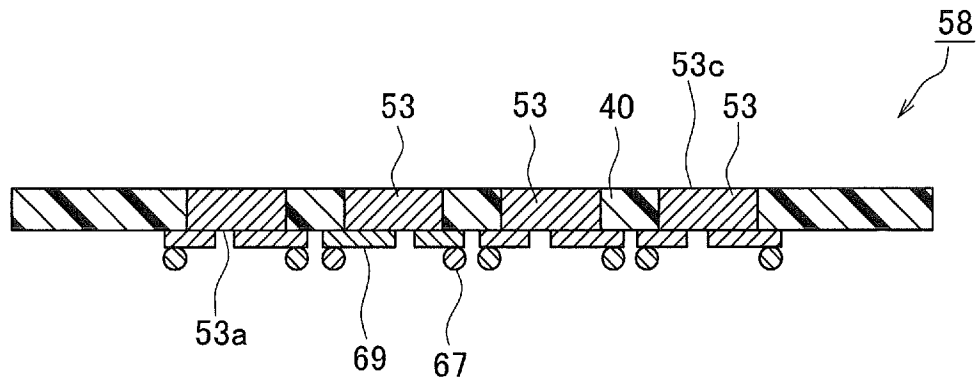
[図7]



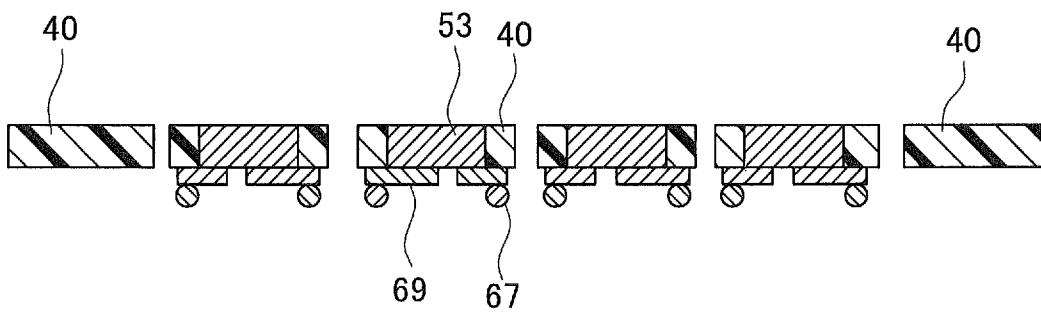
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/072379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C09K3/10(2006.01)i, H01L23/12(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L23/31(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C09K3/10, H01L23/12, H01L23/29, H01L23/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2008-311348 A (Nitto Denko Corp.), 25 December 2008 (25.12.2008), claim 1; paragraphs [0008] to [0009], [0015] to [0016], [0040] to [0042]; examples (particularly, examples 2 to 4) (Family: none)	1, 3 5 2, 4, 6-7
Y A	JP 2014-131016 A (Nitto Denko Corp.), 10 July 2014 (10.07.2014), claims 1, 7 to 8, 10; paragraph [0022] & WO 2014/084175 A1 & TW 201428032 A	5 1-4, 6-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 October 2015 (20.10.15)	Date of mailing of the international search report 27 October 2015 (27.10.15)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. C09K3/10(2006.01)i, H01L23/12(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L23/31(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. C09K3/10, H01L23/12, H01L23/29, H01L23/31

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2008-311348 A（日東電工株式会社）2008. 12. 25, 請求項 1、段落 0008-0009、0015-0016、0040-0042、実施例（特に実 施例 2-4） （ファミリーなし）	1, 3 5 2, 4, 6-7
Y A	JP 2014-131016 A（日東電工株式会社）2014. 07. 10, 請求項 1, 7-8, 10、段落 0022 & WO 2014/084175 A1 & TW 201428032 A	5 1-4, 6-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 20. 10. 2015	国際調査報告の発送日 27. 10. 2015
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 中野 孝一 電話番号 03-3581-1101 内線 3483

4V 9153