(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
2024年10月3日(03.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/203435 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/50 (2006.01) *H01L 21/60* (2006.01)
B23K 26/57 (2014.01) *H01L 21/677* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/010173

(22) 国際出願日： 2024年3月15日(15.03.2024)

(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 2023-053075 2023年3月29日(29.03.2023) JP

(71) 出願人: 東レ株式会社 (**TORAY INDUSTRIES, INC.**) [JP/JP]; 〒1038666 東京都中央区日本橋室町２丁目１番１号 Tokyo (JP).

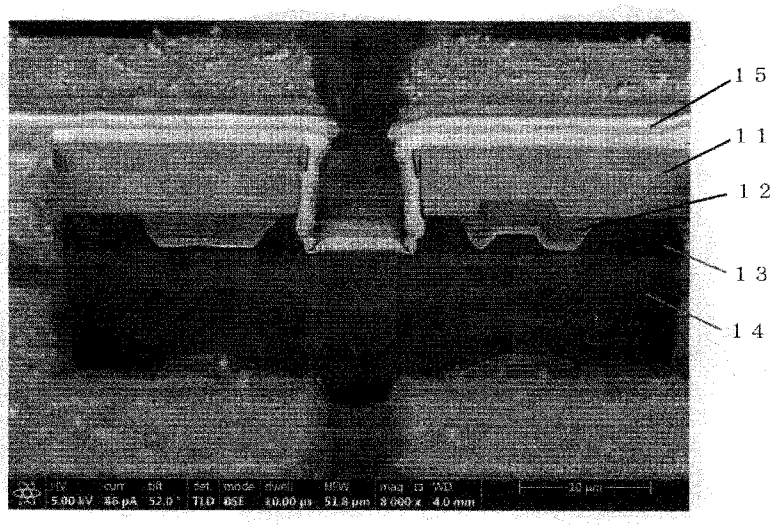
(72) 発明者: 中嶋 里沙乃 (**NAKAJIMA Risano**); 〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (JP). 青島 健太(**AOSHIMA Kenta**); 〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (JP). 有本 由香里(**ARIMOTO Yukari**); 〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (JP). 宮崎 大地(**MIYAZAKI Daichi**); 〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING TRANSFER LAMINATE, TRANSFER LAMINATE, AND SEMICONDUCTOR DEVICE PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称： 転写用積層体の製造方法、転写用積層体および半導体装置の製造方法

【図２】



(57) **Abstract:** The present invention provides a transfer laminate, which is useful for laser transfer without requiring an etching process. With the present invention, a transfer laminate is produced by: (1) preparing a first laminate in which a film of a resin composition containing a curable resin is layered, in an uncured state, on a light-transmissive first substrate, and a second laminate in which a plurality of semiconductor elements, each having a protruding electrode part, are arranged on a ultraviolet-transmissive second substrate so that the protruding electrode parts protrude toward the reverse side from the front surface side of the second substrate; (2) obtaining a third laminate by bonding the first laminate and the second laminate to each other so that the surface on which the film of the resin composition containing a curable resin is formed

WO 2024/203435 A1

［続葉有］

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一　国際調査報告(条約第21条(3))

and the surface on which the semiconductor elements are arranged face each other; (3) obtaining a cured resin film by curing the resin composition containing a curable resin, the resin composition being contained in the third laminate; and (4) irradiating the third laminate with an ultraviolet laser from the second substrate side so as to separate the second substrate from the third laminate at the interface between the second substrate and the semiconductor elements, while removing at least part of the cured resin film that is present between the semiconductor elements.

(57) 要約:エッチング工程なしにレーザー転写に有用な転写用積層体を提供する。(1)光透過性を有する第一の基板上に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物が、膜状に未硬化の状態で積層された第一の積層体と、紫外光透過性を有する第二の基板上に、突起状電極部を有する半導体素子が複数個、突起状電極部が第二の基板の表面の側とは反対の側に向かって突出するよう配置された第二の積層体を準備し;(2)第一の積層体と第二の積層体とを、硬化性樹脂を含む樹脂組成物が膜状に形成された側の面と、半導体素子が配置された側の面とを対向させて貼り合わせ、第三の積層体を得;(3)第三の積層体に含まれた硬化性樹脂を含む樹脂組成物を硬化して、硬化された樹脂膜とし;(4)第三の積層体の第二の基板の側から紫外光レーザーを照射して、第二の基板と半導体素子との界面で、第三の積層体から第二の基板を分離すると共に、半導体素子の間に存在する硬化された樹脂膜の少なくとも一部を除去する;ことで転写用積層体を製造する。

明　細　書

発明の名称 ：

転写用積層体の製造方法、転写用積層体および半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、転写用積層体の製造方法、転写用積層体および半導体装置の製造方法に関する。より詳しくは、レーザー転写技術を用いて半導体素子を実装する際に好適に用いられる転写用積層体の製造方法および転写用積層体、さらに当該転写用積層体を用いた半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 一般的に半導体装置に組み込まれる半導体素子は、回路基板などにフリップチップボンダーなどを使用したピックアンドプレース法で移載・実装される。近年では半導体装置の高性能化、小型化が進んでおり、それに伴い、半導体装置内に組み込まれる素子も、小型化、薄型化され、また、実装される数も増えてきている。近年、半導体素子の一種である発光ダイオード（ＬＥＤ）、中でも特に１辺が数百～十数μｍほどの小さいＬＥＤであるマイクロＬＥＤを各画素に配列したディスプレイが、高輝度、低消費電力、高画質であるため注目されている。このマイクロＬＥＤディスプレイを製造するにあたり、上記の実装方式では時間がかかりすぎるため、新たな手法が検討されている。

[0003] 小型半導体素子を多数実装する手法として、支持基板上に粘着層を有する積層体に、粘着層の支持基板側とは反対の面に半導体素子を搭載して転写用積層体を準備したのち、転写用積層体の支持基板側からレーザーを照射することで、半導体素子の接着力を低下させ、目的の半導体素子を回路基板等の別の基板に転写・実装する、レーザー転写技術が提案されている。この手法は、半導体素子を位置精度よく、高速に転写できる利点を持つ。なお、「転写」とは、半導体素子が、元の基板から別の基板に移載されることを表す。

[0004] 該レーザー転写技術に用いられる転写用積層体として、レーザー照射によ

り粘着層がアブレーションされ、転写用積層体から粘着層が消失することで目的の半導体素子の転写を可能とする積層体が用いられる（例えば、特許文献１～３）。

[0005] 特許文献１は、支持基板と半導体素子を、レーザー光の波長に対して吸収性を有するレーザー光吸収成分を１０質量％以上で含有する粘着層で接着した転写用積層体である。該転写用積層体の支持基板側からレーザーを照射することで半導体素子を転写する方法が示されており、この時、レーザー光吸収成分を含有する粘着層を用いているため、粘着層を効果的にアブレーションさせることができ、半導体素子を転写することができる。なお、「アブレーション」とは、材料が分解し、ガス化して蒸発する現象をいう。

[0006] 特許文献２は、支持基板と半導体素子を、膜厚が０．１μｍ以上、０．５μｍ以下の粘着層で接着した転写用積層体を用いた、ディスプレイの製造方法である。該転写用積層体の支持基板側からレーザーを照射することで半導体素子を転写する方法が示されており、この時、薄膜の粘着層を用いているため、粘着層をすべてアブレーションで消失させることができ、それに伴い転写後の素子表面に粘着層の残膜が残ることを防ぐことができる。

[0007] 特許文献３は、支持基板と半導体素子を、支持基板と接触する面の粘着層の幅が、粘着層と接触する面の半導体素子の幅より狭いことを特徴とする転写用積層体である。このように粘着層の幅を設定することで、目的の素子が固定された粘着層の下面と、隣接する発光素子が固定された粘着層の下面との間の距離を長くすることができ、レーザー転写の際にレーザースポットの位置ずれにより隣接素子が誤って転写されてしまうことを防ぐことができる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開第２０２２／２０１７６７号

特許文献2：特開２０２０－１８８０３７号公報

特許文献3：特許第６１１９３３５号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献１では、転写用積層体において、隣接する半導体素子間の粘着層が除去されていないために、レーザースポットの位置ずれにより、転写対象の素子と隣接する、転写対象ではない素子が固定された粘着層周辺にレーザーが照射された場合、該隣接する素子周辺の粘着層がアブレーションされ、該隣接する素子が誤転写されてしまうおそれがあった。特許文献２および特許文献３では、隣接する半導体素子間の粘着層は除去されているが、粘着層の除去方法として、支持基板上に粘着層を有する積層体に、粘着層の支持基板側とは反対の面に半導体素子を搭載したのち、ドライエッチングやウェットエッチングといったエッチング工程が必要であり、転写用積層体の作製に時間を要していた。

課題を解決するための手段

[0010] 上記の課題は以下の手段により達成される。すなわち、

［１］（１）光透過性を有する第一の基板上に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物が、膜状に未硬化の状態で積層された第一の積層体と、

紫外光透過性を有する第二の基板上に、突起状電極部を少なくとも１つ有する半導体素子が複数個、前記突起状電極部が前記第二の基板の表面の側とは反対の側に向かって突出するよう配置された第二の積層体を準備する工程；

（２）前記第一の積層体と前記第二の積層体とを、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が膜状に形成された側の面と、前記半導体素子が配置された側の面とを対向させて貼り合わせ、第三の積層体を得る工程；

（３）前記第三の積層体に含まれた前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物を硬化して、硬化された樹脂膜とする工程；

（４）前記第三の積層体の前記第二の基板の側から紫外光レーザーを照射して、前記第二の基板と前記半導体素子との界面で、前記第三の積層体から前記第二の基板を分離すると共に、前記半導体素子の間に存在する前記硬化された樹脂膜の少なくとも一部を除去する工程；

を有する、転写用積層体の製造方法。

［２］前記工程（４）において、隣接する半導体素子間に存在する前記硬化された樹脂膜を紫外光レーザーによって除去して、個々の半導体素子と硬化された樹脂膜との接合体のセル（区画）に分割する、上記［１］に記載の転写用積層体の製造方法。

［３］前記第一の積層体は、該硬化性樹脂が硬化されたときの樹脂膜側からの２５℃での、樹脂膜表面から深さ２０～４０ｎｍでの押し込み弾性率が、１．０ＧＰａ以上、７．０ＧＰａ以下である、上記［１］または［２］に記載の転写用積層体の製造方法。

［４］前記工程（３）の後において前記突起状電極部の全面に前記硬化した樹脂組成物が接する状態となるように、前記工程（２）を実施する上記［１］～［３］のいずれかに記載の転写用積層体の製造方法。

［５］前記硬化した樹脂膜の２００～３８０ｎｍのいずれかの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度が０．４以上、５．０以下である、上記［１］～［４］のいずれかに記載の転写用積層体の製造方法。

［６］前記第一の積層体における前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物の厚みが、０．３μｍ以上、３．０μｍ以下である、上記［１］～［５］のいずれかに記載の転写用積層体の製造方法。

［７］前記工程（３）において、前記第一の基板の側から、または、前記第二の基板の側から、圧力を印加しつつ前記第三の積層体内での樹脂組成物の硬化を行うことを特徴とする、上記［１］～［６］のいずれかに記載の転写用積層体の製造方法。

［８］前記工程（４）において、前記硬化された樹脂膜の、前記紫外光レーザーの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度をＸ、前記紫外光レーザーのエネルギー密度をＹｍＪ／ｃｍ^{2}としたとき、ＸとＹの積の値が４００以上、７，０００以下である、上記［１］～［７］のいずれかに記載の転写用積層体の製造方法。

［９］半導体素子を他の基板に転写するための転写用積層体であって、

（Ａ）光透過性を有する基板（第一の基板）、

（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜、

が積層された硬化膜付基板に、

（Ｃ）突起状電極部を有する複数の半導体素子、

が、該突起状電極部の該硬化膜への埋まりこみ深さが該突起状電極部高さと一致した状態で、接合されており、

かつ、前記複数の半導体素子は、隣接する半導体素子とは硬化膜を介して繋がってはおらず、かつ、前記突起状電極部と第一の基板との最短距離は０．１μｍ以上、１．０μｍ以下である、転写用積層体。

［１０］前記半導体素子と（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜との接着強度が５ｍＮ以上、３０ｍＮ以下である、上記［９］に記載の転写用積層体。

［１１］（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜の２５℃での、樹脂膜表面から深さ２０～４０ｎｍにおける押し込み弾性率が１．０ＧＰａ以上、７．０ＧＰａ以下である、上記［９］または［１０］に記載の転写用積層体。

［１２］（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜は、ポリイミドシロキサンを含む、上記［９］～［１１］のいずれかに記載の転写用積層体。

［１３］上記［１］～［８］のいずれかに記載の転写用積層体の製造方法で製造された転写用積層体を用いて半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記転写用積層体の半導体素子が設けられた側の面と、該半導体素子を実装に用いるための第三の基板を対向させる工程、次いで前記転写用積層体の第一の基板の側からレーザー光を照射して、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化された硬化膜を除去し、前記半導体素子を前記第三の基板へ転写する工程を有する、半導体装置の製造方法。

［１４］上記［９］～［１２］のいずれかに記載の転写用積層体を用いて半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記転写用積層体の半

導体素子が設けられた側の面と、該半導体素子を実装に用いるための第三の基板を対向させる工程、次いで前記転写用積層体の第一の基板の側からレーザー光を照射して、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜を除去し、前記半導体素子を前記第三の基板へ転写する工程を有する、半導体装置の製造方法。

発明の効果

[0011] 本発明の転写用積層体の製造方法によれば、ドライエッチングやウェットエッチングといったエッチング工程を用いることなく、レーザー転写の際にレーザースポットが位置ずれしたとしても、隣接する素子への影響なく、目的の半導体素子のみを精度高く転写することができる、レーザー転写に有利な積層体を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第三の積層体における突起状電極部と硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した膜との接触の程度を確認する方法を示した図である。

[図2]表面がプラチナ膜で保護された、転写用積層体における、隣接する半導体素子間の樹脂膜が除去された状態を示した断面図である。

[図3]転写用積層体を用いたレーザー転写の方法の例を示した図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明の転写用積層体の製造方法は、

（１）光透過性を有する第一の基板上に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物が、膜状に未硬化の状態で積層された第一の積層体と、

紫外光透過性を有する第二の基板上に、突起状電極部を少なくとも１つ有する半導体素子が複数個、前記突起状電極部が前記第二の基板の表面の側とは反対の側に向かって突出するよう配置された第二の積層体を準備する工程；

（２）前記第一の積層体と前記第二の積層体とを、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が膜状に形成された側の面と、前記半導体素子が配置された側の面とを対向させて貼り合わせ、第三の積層体を得る工程；

（３）前記第三の積層体に含まれた、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物を硬

化して、硬化された樹脂膜とする工程；

（４）前記第三の積層体の前記第二の基板の側から紫外光レーザーを照射して、前記第二の基板と前記半導体素子との界面で、前記第三の積層体から前記第二の基板を分離すると共に、前記半導体素子の間に存在する前記硬化された樹脂膜の少なくとも一部を除去する工程；

を有する、転写用積層体の製造方法である。

[0014] 以下に本発明の転写用積層体の製造方法の各工程について説明する。

[0015] ＜工程（１）＞

工程（１）では、光透過性を有する第一の基板上に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物が、膜状に未硬化の状態で積層された第一の積層体と、紫外光透過性を有する第二の基板上に、突起状電極部を少なくとも１つ有する半導体素子が複数個、前記突起状電極部が前記第二の基板の表面の側とは反対の側に向かって突出するよう配置された第二の積層体を準備する。

[0016] 第一の積層体は、光透過性を有する第一の基板上に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物を、膜状に未硬化の状態で形成することで作製できる。

[0017] 光透過性を有する基板とは、少なくとも２００～１１００ｎｍのいずれかにおける吸光度が０．１以下である基板のことをいう。このような吸光度を有する基板としては、石英、サファイア、アルカリガラス、無アルカリガラス、ほうケイ酸ガラス等の無機基板が挙げられる。基板の厚みは上記の吸光度を損なわない範囲で選択することができ、０．１ｍｍ～５．０ｍｍが好ましい。基板の取り扱いの観点からから基板の厚みは０．３ｍｍ以上が好ましく、入手汎用性の観点から基板の厚みは２．０ｍｍ以下がより好ましい。なお、第一の基板は、後述する第一の基板の側からのレーザー光の照射に用いるレーザー光が透過する基板であることが望ましい。

[0018] 第一の基板は、前記の吸光度を有する限りにおいて、ＰＥＴやアラミド、ポリエステル、ポリプロピレン、シクロオレフィンなどの有機基板を用いることも可能である。有機基板を用いる場合の基板の厚みは、上記の吸光度を損なわない範囲で選択することができ、０．０５ｍｍ～３．０ｍｍが好まし

い。基板の取り扱いの観点から基板の厚みは０．１ｍｍ以上が好ましく、レーザー照射時の光散乱を抑制できることから基板の厚みは１．０ｍｍ以下がより好ましい。

[0019] 次に、第一の積層体に用いられる硬化性樹脂を含む樹脂組成物について説明する。なお、ここでいう「樹脂組成物」の用語の意味は硬化性樹脂のみを成分とする場合を含む。該樹脂組成物に用いられる硬化性樹脂とは、加熱や活性エネルギー線の照射といった外部刺激を与えることで、樹脂に含まれる構造が架橋していき、未硬化の状態から硬化した状態となることができる樹脂のことを指す。硬化性樹脂を含む樹脂組成物が未硬化の状態とは、該樹脂組成物の硬化が完了していない状態をいい、少なくとも加熱または活性エネルギー線の照射により、樹脂組成物の硬化が後述する程度にまで更に進行する状態をいう。樹脂組成物が未硬化状態であるか否かは、例えば、前記第一の基板上に該樹脂組成物を膜状に形成した第一の積層体を溶剤に浸漬し、第一の積層体から前記樹脂組成物が除去され、膜厚が浸漬前の膜厚の８０％以下になるか否かで確認できる。樹脂組成物が硬化した状態にあっては、溶剤に浸漬しても第一の積層体中の樹脂膜の膜厚は浸漬前の膜厚の８０％以下に減少することはない。なお、第一の積層体を溶剤に浸漬する方法としては、第一の積層体が平置き可能な大きさのビーカーに第一の積層体を入れ、第一の積層体が全面浸漬可能な量の溶剤（前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が全く未硬化である状態において、８０℃で５分間浸漬したときに、膜状に形成された領域の少なくとも一部で１μｍ以上膜厚を減少させることができる溶剤）をいれ、８０℃に加熱して５分間静置し、その後、別で準備した浸漬に用いた溶剤と同じ溶剤が入ったビーカーに第一の積層体を投入し、室温で１分間リンスする。その後、イソプロパノールが入ったビーカーに第一の積層体を投入し、同じく室温で１分間リンスし、さらに純水が入ったビーカーに第一の積層体を投入して、室温で１分間リンスする。最後に、第一の積層体を１２０℃のホットプレートに置いて５分間乾燥し、第一の積層体の、前記樹脂組成物が膜状に塗布されていた面の膜厚を接触式段差計で測定し、膜厚

が浸漬前の膜厚の８０％以下であるか判断することができる。未硬化の樹脂膜を溶解させる溶剤としては、γ－ブチロラクトン、Ｎ－メチル－２－ピロリドン等の非プロトン性の極性溶剤が例示されるが、樹脂組成物に含有された溶媒と同じものを用いることも好ましい。

[0020] 第一の積層体の樹脂組成物が未硬化状態であることで、後述の工程（２）において、第二の積層体の半導体素子の突起状電極部全面を未硬化の樹脂組成物が被覆することが容易となり、その状態で後述の工程（３）において前記未硬化の樹脂組成物を硬化することで得られる硬化された樹脂膜と半導体素子との接着強度を高めることができる。これにより、後述の工程（４）における紫外光レーザーの照射で隣接する半導体素子間に存在する硬化された樹脂膜の少なくとも一部を除去する際に発生する分解ガスの内圧で半導体素子が硬化された樹脂膜から剥離することが防止され、その後の工程における半導体素子の搭載収率を向上することができる。

[0021] 前記樹脂組成物を、第一の基板上に膜状に形成する方法としては、第一の基板上に、前記樹脂組成物を塗布する方法が例示される。塗布する方法としては、任意の塗布方法を選択することができ、スピンナーを用いた回転塗布、スプレー塗布、ロールコーティング、スリットダイコーティングなどの方法が挙げられる。塗布後の該樹脂組成物は、ホットプレート、乾燥オーブンなどを使用し、５０℃以上１５０℃未満の範囲で１分間～数１０分乾燥させることが好ましい。

[0022] 第一の基板に付与される樹脂組成物は、硬化された樹脂膜の状態で、２００～３８０ｎｍのいずれかの波長、好ましくは後述する紫外光レーザーの波長、における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度が０．４以上、５．０以下であることが好ましい。硬化された樹脂膜が上記吸光度を満たすことにより、後述する工程（４）で、第三の積層体に紫外光レーザーを照射する際に、硬化された樹脂膜がレーザーエネルギーを効率よく吸収し、隣接する半導体素子間に位置する硬化された樹脂膜の少なくとも一部がアブレーションされ、効率よく除去される。なお、硬化された樹脂膜の状態で上記吸光度を満たせば

、膜状に形成された未硬化の樹脂組成物の状態では上記吸光度を満たさなくてもよい。

[0023] 第一の基板に付与される樹脂組成物に含有される硬化性樹脂としては、加熱や活性エネルギー線の照射といった外部刺激を与えることで、樹脂に含まれる構造が架橋していき、未硬化の状態から硬化した状態となることができれば種類は問わないが、例えば、ポリイミド、ポリイミド前駆体、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾオキサゾール前駆体、ウレタン樹脂、ノボラック樹脂、ポリヒドロキシスチレン、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、アラミド樹脂、ポリシロキサン、ポリイミドシロキサンが挙げられる。

[0024] 第一の基板に付与される樹脂組成物に含有される硬化性樹脂は、構造中に共役構造を有していることが好ましい。構造中に共役構造を有することで、硬化した樹脂膜の状態で２００～３８０ｎｍのいずれかの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度が０．４以上、５．０以下の範囲に調整することができる。共役構造を有する構造としては、芳香族構造が挙げられ、中でも、ビフェニル、イミド、ベンゾオキサゾール、ベンゾフェノンなどの構造を有していることが好ましい。上記の吸光度は、樹脂を構成する全てのモノマー残基を１００モル％としたとき、モノマー残基の６０モル％以上を、共役構造を有するモノマー残基とすることで達成できる。これらの樹脂は、樹脂膜中に単独で含有されていてもよいし、複数含有されていてもよい。

[0025] 第一の基板に付与される樹脂組成物は、紫外線吸収剤や色素、染料、顔料などの添加剤を含むことができる。上記の吸光度は、紫外線吸収剤や色素、染料、顔料などの添加剤を含むことで達成することも可能である。用いうる添加剤の例としては、ＴｉｎｕｖｉｎＰＳ、Ｔｉｎｕｖｉｎ９９－２、Ｔｉｎｕｖｉｎ３２６、Ｔｉｎｕｖｉｎ３２８、Ｔｉｎｕｖｉｎ３８４－２、Ｔｉｎｕｖｉｎ４００、Ｔｉｎｕｖｉｎ４０５、Ｔｉｎｕｖｉｎ４６０、Ｔｉｎｕｖｉｎ４７７、Ｔｉｎｕｖｉｎ４７９、Ｔｉｎｕｖｉｎ９００、Ｔｉｎｕｖｉｎ９２８、Ｔｉｎｕｖｉｎ１１３０（以上商品名、ＢＡＳＦ製）、ＤＡＩＮＳＯＲＢ　Ｔ－０、ＤＡＩＮＳＯＲＢ　Ｔ－７、ＤＡＩＮＳＯＲＢ

Ｔ－３１、ＤＡＩＮＳＯＲＢ　Ｔ－５２、ＤＡＩＮＳＯＲＢ　Ｔ－５３、ＤＡＩＮＳＯＲＢ　Ｔ－８４、ＤＡＩＮＳＯＲＢ　Ｐ－６、ＤＡＩＮＳＯＲＢ　Ｐ－７（以上商品名、大和化学工業株式会社製）などの紫外線吸収剤、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｙｅｌｌｏｗ９３、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｙｅｌｌｏｗ３３、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｏｒａｎｇｅ６０、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｒｅｄ１１１、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｒｅｄ１３５、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｒｅｄ１６８、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｒｅｄ２０７、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｒｅｄ５２、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｒｅｄ１７９、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｂｌｕｅ３６、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｂｌｕｅ９４、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｂｌｕｅ６３、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｂｌｕｅ１０４、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｂｌｕｅ９７、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｇｒｅｅｎ２０、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｖｉｏｌｅｔ１３、Ｓｏｌｖｅｎｔ　Ｖｉｏｌｅｔ３６（以上商品名、東京化成工業株式会社製）、カーボンブラック、ペリレンブラック、シアニンブラック、アニリンブラックなどの色素、染料および顔料が挙げられる。これらは、樹脂組成物中に一種のみで含有されていてもよく、複数種が含有されていてもよい。

[0026] なかでも、ベンゾトリアゾール系化合物、トリアジン系化合物、ベンゾフェノン系化合物、および、ベンゾエート系化合物からなる群より選択される一種類以上を含有することが好ましい。これらの化合物は耐熱性が高いことから、未硬化の樹脂組成物を加熱硬化させる際に与える熱、または活性エネルギー線照射による架橋反応時に発生する熱によって分解しにくい。また、２００～３８０ｎｍの範囲の波長に対して吸収を持つため、後述の工程（４）における紫外光レーザー照射による半導体素子間の樹脂膜の除去を効率的に行うことができる。

[0027] 第一の基板に付与される樹脂組成物は、該硬化性樹脂が硬化されたときの２５℃での、樹脂膜表面から深さ２０～４０ｎｍにおける樹脂膜の押し込み弾性率が、１．０ＧＰａ以上、７．０ＧＰａ以下であることが好ましい。押し込み弾性率は、半導体素子を樹脂膜に保持する上で指標となる物性である。なお、樹脂が硬化されているか否かの確認手段は先述のとおりであるが、

通常、硬化性樹脂として熱硬化性樹脂が用いられる場合、２５０℃で３０分間の熱処理によって硬化は完了できる。押し込み弾性率が、１．０ＧＰａ以上であることにより、後述の工程（４）におけるレーザー照射中に、半導体素子間に存在する硬化された樹脂膜をアブレーションで除去する際に発生するガスの圧力によって半導体素子が樹脂膜上で位置ずれすることを防ぐことができる。半導体素子が樹脂膜上で位置ずれすると、隣接する半導体素子との距離が短くなり、レーザー転写時に転写対象の半導体素子だけでなく、隣接する半導体素子にもレーザーが当たってしまい、目的としない転写が発生するおそれがある。押し込み弾性率が、７．０ＧＰａ以下であることにより、後述の工程（３）における硬化後の第三の積層体から、半導体素子と硬化された樹脂膜との界面での剥離をより効果的に防ぐことができる。

[0028] 押し込み弾性率の測定は、ナノインデンターで測定することで実施できる。押し込み弾性率の測定は、工程（１）における第一の積層体を２５０℃で加熱硬化し、Ｂｅｒｋｏｖｉｃｈ圧子（三角錐ダイヤモンド圧子）を用い、２５℃±２℃、大気下において、該樹脂膜の表面から第一の基板側へ垂直に押し込んだのち、除荷をする押し込み負荷／除荷試験で実施する。この際、連続剛性測定法を用いて、測定周波数１００Ｈｚで測定する。得られる荷重―押し込み深さ線図から、樹脂膜表面から深さ２０～４０ｎｍの値を用いて押し込み弾性率を算出した。

[0029] 硬化後の樹脂膜（硬化膜）の弾性率を上記の範囲とするには、樹脂膜に柔軟な成分や屈曲した成分が含有されることが好ましい。柔軟成分や屈曲成分を導入することで、弾性率を好ましい範囲に調整することができる。柔軟性や屈曲性を上げる成分としては、アルキレン基、シロキサンなどの脂肪族やシランに由来する柔軟構造、アルキレングリコールや、ビフェニルエーテルなどのエーテル基に由来する柔軟構造、脂環式構造、オレフィンなどの屈曲構造などが挙げられる。樹脂膜に含有される樹脂を構成する全てのモノマー残基を１００モル％としたとき、これらの柔軟性を付与する構造を有するモノマー残基を２０モル％以上含有していることで弾性率を７．０ＧＰａ以下

とすることができる。また、７０モル％以下とすることで弾性率を１．０ＧＰａ以上とすることができる。

[0030] 第一の基板に付与される樹脂組成物は、架橋剤を含有することが好ましい。架橋剤の添加によって、樹脂組成物に含まれる構造を一部架橋させて、未硬化の樹脂組成物を硬化状態とすることができる。架橋剤の種類としては、１００℃以上、３００℃以下で加熱して架橋反応が起きる化合物、または活性エネルギー線を照射することで架橋反応が起きる化合物であれば種類は問わないが、エポキシ基、オキセタニル基、アルコキシメチル基またはメチロール基などの官能基を有する化合物が例示される。該官能基を１分子当たり２つ以上有する化合物が好ましく、３つ以上有することがより好ましく、５つ以上有することがさらに好ましい。該官能基を１分子当たり２つ以上有することで、加熱時の架橋反応を効率よく発生させることができる。

[0031] 架橋剤の例としては、アルコキシメチル基またはメチロール基を有する化合物として、例えば、ＤＭＬ－ＰＣ、ＤＭＬ－ＰＥＰ、ＤＭＬ－ＯＣ、ＤＭＬ－ＯＥＰ、ＤＭＬ－３４Ｘ、ＤＭＬ－ＰＴＢＰ、ＤＭＬ－ＰＣＨＰ、ＤＭＬ－ＯＣＨＰ、ＤＭＬ－ＰＦＰ、ＤＭＬ－ＰＳＢＰ、ＤＭＬ－ＰＯＰ、ＤＭＬ－ＭＢＯＣ、ＤＭＬ－ＭＢＰＣ、ＤＭＬ－ＭＴｒｉｓＰＣ、ＤＭＬ－ＢｉｓＯＣ－Ｚ、ＤＭＬＢｉｓＯＣＨＰ－Ｚ、ＤＭＬ－ＢＰＣ、ＤＭＬ－ＢｉｓＯＣ－Ｐ、ＤＭＯＭ－ＰＣ、ＤＭＯＭ－ＰＴＢＰ、ＤＭＯＭ－ＭＢＰＣ、ＴｒｉＭＬ－Ｐ、ＴｒｉＭＬ－３５ＸＬ、ＴＭＬ－ＨＱ、ＴＭＬ－ＢＰ、ＴＭＬ－ｐｐ－ＢＰＦ、ＴＭＬ－ＢＰＥ、ＴＭＬ－ＢＰＡ、ＴＭＬ－ＢＰＡＦ、ＴＭＬ－ＢＰＡＰ、ＴＭＯＭ－ＢＰ、ＴＭＯＭ－ＢＰＥ、ＴＭＯＭ－ＢＰＡ、ＴＭＯＭ－ＢＰＡＦ、ＴＭＯＭ－ＢＰＡＰ、ＨＭＬ－ＴＰＰＨＢＡ、ＨＭＬ－ＴＰＨＡＰ、ＨＭＯＭ－ＴＰＰＨＢＡ、ＨＭＯＭ－ＴＰＨＡＰ（以上、商品名、本州化学工業（株）製）、“ＮＩＫＡＬＡＣ（登録商標）”ＭＸ－２９０、ＮＩＫＡＬＡＣ　ＭＸ－２８０、ＮＩＫＡＬＡＣ　ＭＸ－２７０、ＮＩＫＡＬＡＣ　ＭＸ－２７９、ＮＩＫＡＬＡＣ　ＭＷ－１００ＬＭ、ＮＩＫＡＬＡＣ　ＭＸ－７５０ＬＭ（以上商品名、（株）三和ケミカル製）が挙

げられる。

[0032] また、エポキシ基を有する架橋剤を用いることも好ましい。エポキシ基を有する化合物しては、例えば、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、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ポリメチル（グリシジロキシプロピル）シロキサン等のエポキシ基含有シリコーン、ダイマー酸変性エポキシ樹脂などを挙げることができるが、本発明はこれらに限定されない。具体的には、エピクロン８５０－Ｓ、エピクロンＨＰ－４０３２、エピクロンＨＰ－７２００、エピクロンＨＰ－８２０、エピクロンＨＰ－４７００、エピクロンＥＸＡ－４７１０、エピクロンＨＰ－４７７０、エピクロンＥＸＡ－８５９ＣＲＰ、エピクロンＥＸＡ－１５１４、エピクロンＥＸＡ－４８８０、エピクロンＥＸＡ－４８５０－１５０、エピクロンＥＸＡ－４８５０－１０００、エピクロンＥＸＡ－４８１６、エピクロンＥＸＡ－４８２２（以上商品名、ＤＩＣ（株）製）、リカレジン　ＢＥＯ－６０Ｅ（以下商品名、新日本理化（株）製）、ＥＰ－４００３Ｓ、ＥＰ－４０００Ｓ（以上商品名（株）アデカ製）、ＪＥＲ８７１、ＪＥＲ８７２、ＹＸ－４０００、ＹＸ－４０００Ｈ（以上商品名、三菱ケミカル（株）製）、セロキサイド２０２１Ｐ（以上商品名、ダイセル（株）製）、ショウフリーＰＥＴＧ、ショウフリーＣＤＭＧＢ、ショウフリーＢＡＴＧ（以上商品名、（株）レゾナック製）、デナコールＥＸ－２０１－ＩＭ（以上商品名、ナガセケムテックス（株）製）、ＴＥＰＩＣ－ＶＬ（以上商品名、日産化学（株）製）などが挙げられる。

[0033] また、オキセタニル基を有する架橋剤を用いることも好ましく、具体例としては、ＯＸＴ－１２１、ＯＸＴ－２２１、ＯＸ－ＳＱ－Ｈ、ＯＸＴ－１９１、ＰＮＯＸ－１００９、ＲＳＯＸ（以上商品名、東亞合成（株）製）、“エタナコール（登録商標）”ＯＸＢＰ、“エタナコール”ＯＸＴＰ（以上商品名、ＵＢＥ（株）製）などが挙げられる。

[0034] 架橋剤は、硬化性樹脂を含む樹脂組成物中に２種以上含有されていてもよ

く、樹脂組成物の全固形成分１００重量部中に、好ましくは０．１重量部以上含有されることで、十分な硬化性を付与することができる。また、架橋剤は、樹脂組成物の全固形成分１００重量部中に、好ましくは３０重量部以下で含有される。この範囲であれば、硬化後の樹脂膜が好ましい範囲の弾性率を有する。

[0035] 第一の基板に付与される樹脂組成物は、光重合開始剤を含有してもよい。光重合開始剤を含有することにより、活性エネルギー線の照射による樹脂組成物の硬化を効率よく実施することができる。光重合開始剤としては、ジエトキシアセトフェノン、２－ヒドロキシ－２－メチル－１－フェニルプロパン－１－オン、ベンジルジメチルケタール、１－（４－イソプロピルフェニル）－２－ヒドロキシ－２－メチルプロパン－１－オン、４－（２－ヒドロキシエトキシ）フェニル－（２－ヒドロキシ－２－プロピル）ケトン、１－ヒドロキシシクロヘキシル－フェニルケトン、１－フェニル－１，２－プロパンジオン－２－（ｏ－エトキシカルボニル）オキシム、２－メチル－［４－（メチルチオ）フェニル］－２－モルフォリノプロパン－１－オン、２－ベンジル－２－ジメチルアミノ－１－（４－モルフォリノフェニル）－ブタノン－１、ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾインイソブチルエーテル、ベンゾフェノン、ｏ－ベンゾイル安息香酸メチル、４－フェニルベンゾフェノン、４，４－ジクロロベンゾフェノン、ヒドロキシベンゾフェノン、４－ベンゾイル－４’－メチル－ジフェニルサルファイド、アルキル化ベンゾフェノン、３，３’，４，４’－テトラ（ｔ－ブチルパーオキシカルボニル）ベンゾフェノン、４－ベンゾイル－Ｎ，Ｎ－ジメチル－Ｎ－［２－（１－オキソ－２－プロペニルオキシ）エチル］ベンゼンメタナミニウムブロミド、（４－ベンゾイルベンジル）トリメチルアンモニウムクロリド、２－ヒドロキシ－３－（４－ベンゾイルフェノキシ）－Ｎ，Ｎ，Ｎ－トリメチル－１－プロペンアミニウムクロリド一水塩、２－イソプロピルチオキサントン、２，４－ジメチルチオキサントン、２，４－ジエチルチオキサントン、２，４

－ジクロロチオキサントン、２－ヒドロキシ－３－（３，４－ジメチル－９－オキソ－９Ｈ－チオキサンテン－２－イロキシ）－Ｎ，Ｎ，Ｎ－トリメチル－１－プロパナミニウムクロリド、２，４，６－トリメチルベンゾイルフェニルホスフィンオキサイド、１，２－オクタンジオン－１－［４－（フェニルチオ）－２－（ｏ－ベンゾイルオキシム）］、エタノン，１－［９－エチル－６－（２－メチルベンゾイル）－９Ｈ－カルバゾール－３－イル］－，１－ｏ－アセチルオキシム）、２，２’－ビス（ｏ－クロロフェニル）－４，５，４’，５’－テトラフェニル－１，２－ビイミダゾール、１０－ブチル－２－クロロアクリドン、２－エチルアントラキノン、ベンジル、９，１０－フェナントレンキノン、カンファーキノン、メチルフェニルグリオキシエステル、η５－シクロペンタジエニル－η６－クメニル－アイアン（１＋）－ヘキサフルオロフォスフェイト（１－）、ジフェニルスルフィド誘導体、ビス（η５－２，４－シクロペンタジエン－１－イル）－ビス（２，６－ジフルオロ－３－（１Ｈ－ピロール－１－イル）－フェニル）チタニウム、４，４－ビス（ジメチルアミノ）ベンゾフェノン、４，４－ビス（ジエチルアミノ）ベンゾフェノン、チオキサントン、２－メチルチオキサントン、２－クロロチオキサントン、４－ベンゾイル－４－メチルフェニルケトン、ジベンジルケトン、フルオレノン、２，３－ジエトキシアセトフェノン、２，２－ジメトキシ－２－フェニル－２－フェニルアセトフェノン、２－ヒドロキシ－２－メチルプロピオフェノン、ｐ－ｔ－ブチルジクロロアセトフェノン、ベンジルメトキシエチルアセタール、アントラキノン、２－ｔ－ブチルアントラキノン、２－アミノアントラキノン、β－クロルアントラキノン、アントロン、ベンズアントロン、ジベンゾスベロン、メチレンアントロン、４－アジドベンザルアセトフェノン、２，６－ビス（ｐ－アジドベンジリデン）シクロヘキサン、２，６－ビス（ｐ－アジドベンジリデン）－４－メチルシクロヘキサノン、２－フェニル－１，２－ブタジオン－２－（ｏ－メトキシカルボニル）オキシム、１，３－ジフェニルプロパントリオン－２－（ｏ－エトキシカルボニル）オキシム、ナフタレンスルフォニルクロライド

、キノリンスルホニルクロライド、Ｎ－フェニルチオアクリドン、４，４－アゾビスイソブチロニトリル、ベンズチアゾールジスルフィド、トリフェニルホスフィン、四臭素化炭素、トリブロモフェニルスルホン、過酸化ベンゾイルなど、エオシン、メチレンブルーなどの光還元性の色素とアスコルビン酸、トリエタノールアミンなどの還元剤との組み合わせなどが挙げられる。

[0036] 光重合開始剤は、樹脂組成物中に２種以上含有されていてもよく、樹脂組成物の全固形成分１００重量部中に、好ましくは０．１重量部以上含有されることで、未硬化の樹脂組成物を硬化状態とすることができる。また、架橋剤は、樹脂組成物の全固形成分１００重量部中に、好ましくは３０重量部以下で含有される。この範囲であれば、十分な硬化性を付与することができ、また、硬化後の樹脂膜が好ましい範囲の弾性率を有する。

[0037] 第一の積層体に形成された硬化性樹脂を含む樹脂組成物の膜の厚みは、未硬化の状態で、好ましく０．１μｍ以上、１０μｍ以下の範囲から選択される。下限としては、０．３μｍ以上が好ましく、０．５μｍ以上がより好ましく、０．７μｍ以上がさらに好ましい。厚みが０．３μｍ以上であることで、未硬化の樹脂組成物が半導体素子の突起状電極部を一部被覆し、後述の工程（３）での膜の硬化によって、硬化された樹脂膜と半導体素子の接合強度が高くなり、後述の工程（４）における紫外光レーザーの照射中に、半導体素子間の硬化された樹脂膜がアブレーションによって除去される際に発生するガスの圧力によって、半導体素子が樹脂膜上で位置ずれすることを防ぐことができる。また、第一の積層体に形成された硬化性樹脂を含む樹脂組成物の厚みの上限としては、３．０μｍ以下が好ましく、２．０μｍ以下がより好ましく、１．５μｍ以下がさらに好ましい。厚みが３．０μｍ以下であることで、後述する第三の積層体の状態とした時に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物が、突起状電極部が存在している部分を超えて半導体素子の半導体層の側面まで被覆されることを抑制でき、後述の工程（４）における紫外光レーザーの照射中に、半導体素子間に存在する硬化された樹脂膜の除去と、第二の基板からの半導体素子の分離が効率よく行われ、樹脂膜上の半導体素子

の搭載収率を向上させることができる。

[0038] 第一の基板において付与される樹脂組成物に含まれる硬化性樹脂が硬化されたときの１％重量減少温度は、３００℃以上であることが好ましい。１％重量減少温度が３００℃以上であることで、硬化された樹脂膜（硬化膜）が高い耐熱性を有するために、後述する工程（４）におけるレーザー照射中に、半導体素子間に存在する硬化された樹脂膜をアブレーションで除去する際に、半導体素子と第一の基板の間に存在する硬化された樹脂膜が過剰に除去されて、半導体素子が第一の基板から剥離することを防ぐことができる。また、工程（４）におけるレーザー照射中に半導体素子間に存在する硬化された樹脂膜の除去が効率よく行われることから、第一の基板において付与される樹脂組成物に含まれる硬化性樹脂が硬化されたときの１％重量減少温度は、５００℃以下であることが好ましい。

[0039] 次に、本発明に用いる第二の積層体について説明する。

[0040] 本発明に用いる第二の積層体は、紫外光透過性を有する第二の基板上に、突起状電極部を少なくとも１つ有する半導体素子が複数個、前記突起状電極部が前記第二の基板の表面の側とは反対の側に向かって突出するよう配置された積層体である。

[0041] 紫外光透過性を有する基板とは、少なくとも２００～３８０ｎｍのいずれかにおける吸光度が０．１以下である基板のことをいう。このような吸光度を有する基板としては、石英、サファイア、アルカリガラス、無アルカリガラス、ほうケイ酸ガラス等の無機基板が挙げられる。基板の厚みは上記の吸光度を損なわない範囲で選択することができ、０．１ｍｍ～５．０ｍｍが好ましい。基板の取り扱いの観点からから基板の厚みは０．３ｍｍ以上が好ましく、入手汎用性の観点から基板の厚みは２．０ｍｍ以下がより好ましい。なお、第二の基板は、後述する第二の基板の側からの紫外光レーザーの照射に用いるレーザー光が透過する基板であることが望ましい。

[0042] 第二の基板は、前記の吸光度を有する限りにおいて、ＰＥＴやアラミド、ポリエステル、ポリプロピレン、シクロオレフィンなどの有機基板を用いる

ことも可能である。有機基板を用いる場合の基板の厚みは、上記の吸光度を損なわない範囲で選択することができ、０．０５ｍｍ～３．０ｍｍが好ましい。基板の取り扱いの観点から基板の厚みは０．１ｍｍ以上が好ましく、レーザー照射時の光散乱を抑制できることから基板の厚みは１．０ｍｍ以下がより好ましい。

[0043] 本発明に用いられる半導体素子としては、ＧａＮ、ＡｌＮ、ＩｎＮ、ＩｎＰ、ＧａＡｓ、Ｓｉ、ＳｉＣなどの半導体を個片化して得られた半導体層の、一方の面に直接または他の層を介して突起状電極部を少なくとも１つ有することで素子化したものが挙げられる。これらの半導体素子は、さらに異なる種類の半導体層が積層されているものや、サファイア基板やガラス基板、配線などが積層されているものも含まれる。中でも、本発明においては発光ダイオード（ＬＥＤ）が好ましく、マイクロＬＥＤがより好ましい。マイクロＬＥＤの大きさは、例えば、一辺が０．５μｍ以上、２００μｍ以下である。マイクロＬＥＤの高さは、例えば、突起状電極部の高さを含め、０．５μｍ以上、２００μｍ以下である。

[0044] 突起状電極部は、Ａｕ、Ｉｎ、Ｓｂ、Ａｇ、Ｓｎ、Ｐｂなどの金属で構成される、半導体素子を回路基板等に接続するための電極である。突起状電極部は、半導体素子の一方の面に少なくとも１つあればよく、同一面に２つ以上あってもよい。突起状電極部の大きさは、通常、半導体素子の大きさよりも小さい。マイクロＬＥＤの突起状電極部の大きさは、例えば、一辺が０．２μｍ以上、１００μｍ以下である。マイクロＬＥＤの突起状電極部の高さは、例えば、０．１μｍ以上、５０μｍ以下である。

[0045] 本発明に用いる第二の積層体において、複数個の半導体素子は、紫外光透過性を有する第二の基板上に２次元状に配置され、例えば、格子状に配置される。また、各半導体素子は紫外光レーザーが照射された時に半導体素子と第二の基板との界面で剥離可能な手段で固定されている。複数個の半導体素子は、互いにＸ軸方向、Ｙ軸方向に一定の間隔をもって格子状に並んでいる状態が例示できる。該第二の基板上に配置される複数の半導体素子の数は、

単位面積当たり、５個／ｃｍ^{2}以上とすることが好ましく、さらに好ましくは５０個／ｃｍ^{2}以上である。半導体素子の数を５個／ｃｍ^{2}以上にすることで、レーザー転写を利用することによるスループット向上の効果が大きくなる。また、該第二の基板上に配置される複数の半導体素子の数は、単位面積当たり、５０万個／ｃｍ^{2}以下とすることが好ましく、さらに好ましくは１０万個／ｃｍ^{2}以下である。半導体素子の数を５０万個／ｃｍ^{2}以下にすることで、レーザー転写の際にレーザースポットの位置ずれによって該隣接する半導体素子が誤転写されることを防ぐことができる。隣接する半導体素子間の間隔は、０．１μｍ以上、２００μｍ以下が例示される。

[0046] 第二の積層体としては、サファイア等の結晶成長用基板上に直接半導体素子が形成されたものを用いることもできる。この時、結晶成長用基板と半導体素子との界面にバッファ層が設けられていることもある。該第二の積層体に、第二の基板側から紫外光レーザーを照射すると、結晶成長用基板と半導体素子との界面に位置するバッファ層が優先的に分解され、半導体素子の分解を低減しながら半導体素子を分離することができる。

[0047] 第二の積層体は、紫外光透過性を有する第二の基板と半導体素子との間に他の層を有していても構わない。ただし、前記突起状電極部が前記第二の基板の表面の側とは反対の側に向かって突出するよう複数の半導体素子が配置される。前記の他の層としては、粘着層が例示される。該粘着層は、後述の工程（４）において、紫外光レーザー照射によって、隣接する半導体素子間の樹脂膜の除去を阻害しないよう、２００～３８０ｎｍのいずれかの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度が０．１以下であることが好ましい。後述する第三の積層体に、第二の基板側から紫外光レーザーを照射したときには第二の基板と半導体素子との界面、または、紫外光透過性を有する第二の基板と半導体素子との間に他の層を有している場合は、半導体素子と他の層との界面での剥離（分離）が生じるが、この現象は、他の層（例えば、粘着層）自体をガス化して分離する場合や半導体素子本体（半導体層）の第二の基板側界面に存在する窒化物膜などを分解して分離する場合が考えられる

。

[0048] ＜工程（２）＞

工程（２）では、前記第一の積層体と前記第二の積層体とを、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が膜状に形成された側の面と、前記半導体素子が配置された側の面とを対向させて貼り合わせ、第三の積層体を得る。

[0049] 工程（２）においては、前記第一の積層体と前記第二の積層体とを、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が膜状に形成された側の面と、前記半導体素子が配置された側の面とを対向させて貼り合わされる。貼り合わせの方法は、貼り合わせができれば方法は問わないが、例えば、真空ラミネーターやウエハボンダー、プレス機といった圧着時の圧力を制御可能な圧着装置を用いて、第一の積層体と第二の積層体とを圧着する方法が挙げられ、かかる方法によれば、第一の積層体と第二の積層体を均一に貼り合わせることができる。圧着条件は、未硬化の硬化性樹脂を含む樹脂組成物の膜と突起状電極部が接すれば任意の条件を選択できるが、該樹脂組成物の膜と接触している突起状電極部の全面が未硬化の樹脂組成物に埋まりこんだ状態とすることで、後述の工程（３）で第三の積層体に含まれる樹脂組成物を硬化させた際に、硬化された樹脂膜と半導体素子の接着強度が高くなり、工程（３）の硬化後、または後述の工程（４）における紫外光レーザー照射中に、硬化された樹脂膜と半導体素子との界面での剥離を防ぐことができる。

[0050] 圧着時の圧力は、未硬化の樹脂膜と接触している突起状電極部の全面が未硬化の樹脂組成物に埋まりこんだ状態とするため、０．０５ＭＰａ以上であることが好ましい。また、圧着時に半導体素子の破損を防ぐため、１０．０ＭＰａ以下であることが好ましい。

[0051] また、圧着時の温度は、任意の温度を選択できるが、圧着時は樹脂膜が未硬化の状態を維持するため、２０℃以上１００℃未満であることが好ましい。圧着時間は、任意の時間を選択できるが、十分に接着させるため、設定の圧力になってから５秒以上であることが好ましい。また、処理時間短縮のため、３０分以下であることが好ましい。圧着時の雰囲気は、真空、大気また

は不活性雰囲気でもよい。

[0052] 工程（２）において、突起状電極部が未硬化の樹脂組成物の膜に埋まりこむため、突起状電極部に押し出された分の未硬化の樹脂組成物が、隣接する半導体素子間に移動し、半導体素子間に位置する樹脂組成物の膜の厚みは第一の積層体の状態よりも厚くなる。

[0053] ＜工程（３）＞

工程（３）では、前記第三の積層体に含まれた、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物を硬化して、硬化された樹脂膜とする。

[0054] 第三の積層体での樹脂組成物の硬化は、加熱または活性エネルギー線の照射により、未硬化の樹脂組成物を硬化状態とする。加熱により硬化させる場合は、ホットプレート、乾燥オーブン、赤外線などを使用し、半導体素子を毀損せず未硬化の樹脂組成物が硬化状態となる温度であれば、任意の温度で実施できる。例えば、１００℃以上であることで、未硬化の樹脂組成物の膜を硬化状態とすることができ、３００℃以下であることで、樹脂組成物の膜の硬化と共に発生する熱分解を防ぐことができる。加熱時間は、未硬化の樹脂組成物の膜が硬化状態となるのに十分な時間であれば任意の時間を選択でき、樹脂組成物の種類や膜厚によって適切な時間が変動するが、１分～数時間程度が好ましい。加熱時の雰囲気は、真空、大気または不活性雰囲気でもよい。

[0055] また、加熱時に、前記第一の基板と前記第二の基板との間を圧するように第三の積層体を加圧することは好ましい態様である。また、加圧がされた状態、すなわち第一の基板と前記第二の基板間に圧力が印加された状態、で前記第三の積層体内で樹脂組成物の硬化を行うことが好ましい。加圧しながら加熱することで、基板の反りによる第三の積層体の剥がれ、すなわち第三の積層体内での樹脂組成物の膜と半導体素子の界面の剥離が発生することを抑制できる。加圧の方法は、例えば、真空ラミネーターやウエハボンダー、プレス機といった圧着時の圧力制御が可能な圧着装置を用いて加熱しながら加圧することが好ましい。加圧を行うにあっては、前記第一の基板の側から、

または、前記第二の基板の側から（なお、両方の基板に対しての加圧操作を含む）、前記第一の積層体における半導体素子と前記第二の積層体における樹脂膜とが接する面の全面に対して加圧可能な加圧面を有する加圧装置を用いて、前記第一の積層体における半導体素子と前記第二の積層体における樹脂膜とが接する面の全体を加圧することが好ましい。加圧の圧力は任意であるが、基板の反りの影響を打ち消すため、０．０５ＭＰａ以上であることが好ましい。また、加圧時に半導体素子の破損を防ぐため、１０．０ＭＰａ以下であることが好ましい。加圧の時間は、樹脂膜の種類や膜厚によって適切な時間が変動するが、１分～数時間程度が好ましい。また、加圧時の雰囲気は、真空、大気または不活性雰囲気でもよい。

[0056] また、工程（２）と工程（３）とで同じ装置を用いて、工程（２）の後に第三の積層体への加圧を解除せず、そのまま工程（３）の硬化の処理を行うこともできる。この場合、工程（２）と工程（３）の間で加圧を解除しないことにより、基板の反りによる第三の積層体内での樹脂組成物の膜と半導体素子の界面の剥離が発生することを抑制できる。

[0057] また、活性エネルギー線の照射により未硬化の樹脂組成物を硬化させる場合は、露光機等を使って、活性エネルギー線を第三の積層体に照射する方法が挙げられる。この時、用いられる活性エネルギー線としては紫外線、可視光線、電子線、Ｘ線などが挙げられる。この場合においても、加圧がされた状態で前記第三の積層体内で樹脂組成物の硬化を行うことが好ましく、また、加圧の方法や条件としては、上の加熱での硬化において説明した方法や条件を適用可能である。

[0058] 工程（３）の終了後において、前記突起状電極部の全面に前記硬化した樹脂組成物は接した状態にあることが好ましい。突起状電極部に硬化した樹脂組成物が接している程度は、突起状電極部の、硬化した樹脂膜への埋まりこみ深さによって評価が可能である。埋まりこみ深さは、半導体素子の樹脂膜と接している電極部側を下、半導体層側を上としたとき、電極部と樹脂膜が接している最上部と最下部の間の高さに相当する。前記突起状電極部の全面

に前記硬化した樹脂が接した状態では、硬化した樹脂膜への埋まり込み深さは、突起状電極部高さと一致することとなる。硬化した樹脂膜への埋まり込み深さは、より詳しくは、図１に示すように、突起状電極部と樹脂膜が接している最上部（H_a）と最下部（H_b）の間の高さ（H_{ab}）に相当する。埋まりこみ深さが突起状電極部高さと一致することで、硬化後の第三の積層体における半導体素子と樹脂膜の接着面積が増えて接着強度が上がり、後述の工程（４）における紫外光レーザーの照射時に、硬化された樹脂組成物の膜のアブレーションにより発生する分解ガスの圧力による、第三の積層体での、半導体素子と樹脂膜との界面の剥離を防ぐことができる。埋まりこみ深さについては、第三の積層体の断面を集束イオンビーム（ＦＩＢ）加工で切り出し、走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）による観察で得られた像から測定することができる。

[0059] 突起状電極部の、前記硬化した樹脂膜への埋まりこみ深さを、突起状電極部の高さと一致させるため、未硬化状態から硬化状態となる際の樹脂組成物の膜の収縮率は０％以上、１０％以下であることが好ましい。収縮率が好ましい範囲であることで、未硬化の状態で突起状電極部の全面を覆っていた樹脂膜が、硬化後も突起状電極部の全面を被覆する状態を維持することができ、埋まりこみ深さを突起状電極部高さと一致させることができる。未硬化状態から硬化状態となる際の樹脂組成物の膜の収縮率は、より好ましくは０％以上、５％以下、さらに好ましくは０％以上、３％以下である。未硬化状態から硬化状態となる際の樹脂組成物の膜の収縮率については、加熱硬化の場合は、例えば、工程（１）における第一の積層体の未硬化の樹脂組成物の膜厚と、第一の積層体を２５０℃、３０分間加熱した加熱硬化後の硬化された樹脂膜の膜厚を測定し、膜厚の減少量から算出することができる。活性エネルギー線硬化の場合は、例えば、工程（１）における第一の積層体の未硬化の樹脂組成物の膜厚と、第一の積層体を、ＵＶ露光機を用いて１０００ｍＪ／ｃｍ^{2}の露光量で１０分間照射した後の硬化された樹脂膜の膜厚を測定し、膜厚の減少量から算出することができる。

[0060] ＜工程（４）＞

工程（４）では、前記第三の積層体の前記第二の基板の側から紫外光レーザーを照射して、前記第二の基板と前記半導体素子との界面で、前記第三の積層体から前記第二の基板を分離すると共に、前記半導体素子の間に存在する前記硬化された樹脂膜の少なくとも一部を除去する。なおここで、少なくとも一部を除去するとは、半導体素子の間に存在する硬化された樹脂膜において、第一の基板と第二の基板との間に硬化された樹脂膜が存在しない部分が現れた状態とすることをいう。

[0061] 工程（４）において、第三の積層体の第二の基板側から紫外光レーザーを照射して、第二の基板と半導体素子の界面で第三の積層体から第二の基板を分離する際に用いる紫外光レーザーは、他の層（例えば、粘着層）自体をガス化したり、半導体素子本体（半導体層）の第二の基板側界面に存在する窒化物膜などを分解するなどして、第二の基板と半導体素子とを分離できれば、レーザー種類、照射条件を問わない。レーザー波長は、紫外域（例えば、２００～３８０ｎｍ）の波長であれば波長は限定されず、波長としては、例えば、２４８ｎｍ、２６６ｎｍ、３０８ｎｍ、３５５ｎｍが挙げられる。レーザーの種類としては、ＹＡＧレーザー、YVO_4レーザー、ファイバーレーザー、半導体レーザーといった固体レーザー、炭酸レーザー、エキシマレーザー、アルゴンレーザーといったガスレーザーなどが挙げられ、目的とする波長によって選択することができる。照射する紫外光レーザーのビーム形状は限定されず、また、紫外光レーザーのスポットサイズは半導体素子の大きさより大きくても小さくても構わない。なお、スポットサイズが半導体素子の大きさよりも小さい場合は、スポットを移動させながら第三の積層体における半導体素子が貼り合わされた領域全面に紫外光レーザーを照射することができる。

[0062] また、紫外光レーザーのエネルギー密度は、半導体素子の第二の基板からの分離に十分なエネルギーであれば、任意のエネルギー密度を選択できる。紫外光レーザーのエネルギー密度は、第二の基板と半導体素子の界面の接着

力を十分に低下させるため、１００ｍＪ／ｃｍ^{2}以上が好ましく、半導体素子へのダメージを防止する観点から、２０００ｍＪ／ｃｍ^{2}以下が好ましい。さらに、レーザー照射の走査回数は、第二の基板と半導体素子の界面で半導体素子の一部が分解し、第三の積層体から第二の基板を分離可能となれば、１回でも複数回でも構わない。レーザー照射の走査回数は、第二の基板と半導体素子の界面の接着力を十分に低下させる観点から１回以上が好ましく、処理時間短縮の観点から５回以下が好ましい。３回以下がより好ましく、２回以下がさらに好ましく、１回が特に好ましい。複数回走査する場合は、各回で波長、エネルギー密度、スポットサイズをそれぞれ変更してもよい。

[0063] さらに、工程（４）においては、第三の積層体の第二の基板側から紫外光レーザーを照射して、隣接する半導体素子間に位置する前記硬化した樹脂膜の少なくとも一部を除去する。隣接する半導体素子間に位置する前記硬化した樹脂膜の少なくとも一部を除去することで、その後の転写用積層体を用いたレーザー転写の際に、転写対象の半導体素子が固定された樹脂膜がアブレーションにより破断または消失しやすくなり、レーザー転写に必要なレーザーのエネルギー密度を低減することができる。また、レーザー転写の際に、レーザースポットの位置ずれによって該隣接する半導体素子が転写されたり、隣接する素子の一部が樹脂膜から剥がれたりすることを防ぐことができる。

[0064] さらに、工程（４）においては、紫外光レーザーの照射によって、隣接する半導体素子間に存在する前記硬化された樹脂膜を紫外光レーザーによって除去して、個々の半導体素子と硬化された樹脂膜との接合体のセル（区画）に分割することが好ましい。すなわち、個々の半導体素子の全周において第一の基板と第二の基板との間に硬化された樹脂膜が存在しないように樹脂膜を除去することが好ましい。個々の半導体素子が、硬化された樹脂膜と接合したセルの状態で分割されていることで、その後の転写用積層体を用いたレーザー転写の際に、転写対象の半導体素子が固定された樹脂膜と、隣接する半導体素子が固定された樹脂膜とが接していないので、レーザースポットの

位置がずれても、転写対象ではない隣接する半導体素子が固定された樹脂膜にレーザーが当たるのを防ぐことができ、目的の半導体素子のみが転写され、隣接する半導体素子が転写されることを防ぐことができる。さらに、個々の半導体素子が、硬化された樹脂膜と接合したセルの状態で分割されていることで、素子間に硬化された樹脂膜が残存していた場合に、レーザー転写時に素子間に存在する樹脂膜を破断する際の抵抗で半導体素子が傾いて状態で転写され、精度が低下することを防ぐことができる。

[0065] ここで、前記硬化された樹脂膜の、前記紫外光レーザーの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度をＸ、前記紫外光レーザーのエネルギー密度をＹｍＪ／ｃｍ^{2}としたとき、ＸとＹの積の値が４００以上、７，０００以下である吸光度およびエネルギー密度とすることが好ましい。ＸとＹの積の値が４００以上であることで、隣接する半導体素子間に位置する前記硬化した樹脂膜を除去しやすくなり、より少ないレーザー照射の走査回数で個々の半導体素子と硬化された樹脂膜との接合体のセル（区画）に分割することができる。ＸとＹの積の値は、より好ましくは４５０以上である。また、ＸとＹの積の値が７，０００以下であることで、前記硬化された樹脂膜上の半導体素子の位置ずれや剥離を抑制することができる。ＸとＹの積の値は、より好ましくは６，５００以下であり、さらに好ましくは５，５００以下である。なお、前記紫外光レーザーとして複数の波長を利用する場合、各波長で求まるＸおよびＹの積の値の総和として４００以上、７，０００以下であることが好ましい。

[0066] 硬化された樹脂膜が除去されて現れた硬化された樹脂膜の存在しない部分の幅（該樹脂膜の存在しない部分上の半導体素子の重心間を結ぶ直線に平行な線分の長さ）は、１．０μｍ以上であることが好ましい。１．０μｍ以上であることで、個々のセルの樹脂膜が半導体素子の大きさよりも大きい場合に、レーザースポットの中心が半導体素子の中心からずれた際に、転写対象ではない隣接する半導体素子が固定された樹脂膜にレーザーが当たることを防ぐことができる。また、前記樹脂膜の存在しない部分の幅は、隣接する半

導体素子の突起状電極部間の幅以下となる。樹脂膜の存在しない部分の幅は、転写用積層体上の測定対象の半導体素子と、該素子に隣接する半導体素子を含む範囲にかけてＦＩＢで断面を切り出し、ＳＥＭで観察することで求めることができる。

[0067] また、硬化された樹脂膜の存在しない部分によって区画された半導体素子と硬化された樹脂膜との接合体のセル（区画）の、第二の基板に接する部分の面積は、半導体素子の下面の面積より大きくても小さくてもよく、第二の基板に接する部分の面積は特に限定されないが、半導体素子の下面の面積の５０％以上が好ましい。５０％以上であることで、半導体素子を硬化された樹脂膜上に堅固に保持することができる。また、半導体素子の下面の面積の１２０％以下が好ましい。１２０％以下であることで、隣接する半導体素子と硬化された樹脂膜との接合体のセルの間の距離を長くとることができる。

[0068] 次に、本発明の転写用積層体について説明する。

[0069] なお、本発明の転写用積層体は、前記の転写用積層体の製造方法によって得ることができるが、その製造方法が前記転写用積層体の製造方法に限定されるわけではない。

[0070] 本発明の転写用積層体は、（Ａ）光透過性を有する基板（第一の基板）と（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜とが積層された硬化膜付基板に、（Ｃ）突起状電極部を有する複数の半導体素子が、該突起状電極部の、該硬化膜への埋まりこみ深さが該突起状電極部高さと一致した状態で、接合されており、かつ、前記複数の半導体素子は、隣接する半導体素子とは硬化膜を介して繋がってはおらず、かつ、前記突起状電極部と第一の基板との最短距離は０．１μｍ以上、１．０μｍ以下である、転写用積層体である。

[0071] （Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜に用いられる硬化性樹脂としては、上に説明した第一の基板に付与される樹脂組成物に用いられる硬化性樹脂が挙げられる。

[0072] （Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜は、２００～１１０

０ｎｍのいずれかの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度が０．４以上、５．０以下であることが好ましい。前記吸光度が０．４以上であることで、光透過性を有する第一の基板側から前記の硬化膜にレーザー光を照射して半導体素子を対向して配置された基板に転写する際に、照射したレーザー光を硬化膜で効率的に吸収することができる。前記の吸光度の下限としてはさらに好ましくは０．６以上であり、前記硬化膜と光透過性を有する第一の基板と界面付近でのレーザー光の吸収が特に効率的に行うことができるため、さらに低エネルギーでの転写が可能となる。また、材料設計の観点から、前記吸光度の上限としてはさらに好ましくは５．０以下であることが好ましく、汎用性のある樹脂を使用できることから、さらに好ましくは４．０以下である。

[0073] （Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜に用いられる硬化性樹脂は、構造中に共役構造を有していることが好ましい。硬化性樹脂が共役構造を有することで、硬化した樹脂膜の状態で２００～１１００ｎｍのいずれかの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度が０．４以上、５．０以下の範囲に調整することができる。共役構造を有する構造としては、芳香族構造が挙げられ、中でも、ビフェニル、イミド、ベンゾオキサゾール、ベンゾフェノンの構造であることが好ましい。上記の吸光度は、樹脂を構成する全てのモノマー残基を１００モル％としたとき、モノマー残基の６０モル％以上を、共役構造を有するモノマー残基とすることで達成できる。かかる共役構造を有する構造を有した硬化性樹脂は、樹脂膜中に単独で含有されていてもよいし、他の樹脂と混合して含有されていてもよい。所望の物性が得られやすいため、ポリイミドシロキサンを用いることが好ましい。

[0074] 本発明に用いられる（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜は、樹脂膜中に紫外線吸収剤や色素、染料、顔料などの添加剤を含有させることでも、上記の吸光度を達成することが可能である。硬化膜に含有される添加剤の例としては、上に説明した第一の基板に付与される樹脂組成物に含みうるものとして説明したものが挙げられる。これらは、硬化膜中に単独で

含有されていてもよく、複数含有されていてもよい。吸光度を上記範囲にするための前記添加剤の硬化膜中における含有量は、（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した樹脂膜１００重量部に対して０．１重量部以上が好ましく、また、積層体を形成する前の樹脂組成物の状態における安定性の観点から、５０重量部以下が好ましい。

[0075] 本発明の転写用積層体は、（Ｃ）突起状電極部を有する複数の半導体素子が、該突起状電極部の該硬化膜への埋まりこみ深さが該突起状電極部高さと一致した状態で、接合されており、かつ、前記複数の半導体素子は、図２に示すように、隣接する半導体素子とは硬化膜を介して繋がっていない。半導体素子が隣接する半導体素子と硬化膜を介して繋がっていない、すなわち個々の半導体素子の全周において隣接する半導体素子との間に硬化膜が存在しないことで、その後の転写用積層体を用いたレーザー転写の際に、転写対象の半導体素子が固定された硬化膜と、隣接する半導体素子が固定された硬化膜とが接していないので、レーザースポットの位置がどの方向にずれても、転写対象ではない隣接する半導体素子が固定された硬化膜にレーザーが当たるのを防ぐことができ、目的の半導体素子のみが転写され、隣接する半導体素子が転写されることを防ぐことができる。さらに、個々の半導体素子が、硬化膜と接合したセルの状態で分割されていることで、素子間に硬化された樹脂膜が残存していた場合に、レーザー転写時に素子間に存在する樹脂膜を破断する際の抵抗で半導体素子が傾いて状態で転写され、精度が低下することを防ぐことができる。

[0076] 本発明の転写用積層体は、半導体素子に設けられた突起状電極部の該硬化膜への埋まりこみ深さが、該突起状電極部高さと一致した状態で接合されている。突起状電極部の該硬化膜への埋まりこみ深さが、該突起状電極部高さと一致した状態で接合されていることで、（Ｃ）突起状電極部を有する複数の半導体素子が（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜に強固に保持され、転写用積層体のハンドリング性が向上する。

[0077] 本発明の転写用積層体は、半導体素子に設けられた突起状電極部と基板と

の最短距離は、０．１μｍ以上、１．０μｍ以下である。０．１μｍ以上であることにより、レーザー転写の際に半導体素子へのダメージが低減される。一方で、１．０μｍ以下であることで、レーザー転写の際の、（Ａ）光透過性を有する基板（第一の基板）と（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜の界面のアブレーションにより発生するガスの圧力が、効率よく半導体素子に伝達され、レーザー転写時の位置精度が向上する。前記突起状電極部の最下部と基板（Ａ）の間に位置する該硬化膜（Ｂ）の厚みについては、転写用積層体の断面をＦＩＢ加工で切り出し、ＳＥＭ観察で得られた像から測定することができる。

[0078] 本発明の転写用積層体は、前記半導体素子と（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜との接着強度が５ｍＮ以上、３０ｍＮ以下であることが好ましい。接着強度が５ｍＮ以上であることにより、半導体素子が硬化膜に十分に保持され、ハンドリング性が向上する。接着強度が３０ｍＮ以下であることにより、レーザー転写時に転写用積層体から半導体素子を効率よく分離することができる。かかる半導体素子と硬化膜の接着強度は、ダイシェアテスターにより測定することができる。

[0079] 本発明の転写用積層体は、（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜の２５℃での、樹脂膜表面から深さ２０～４０ｎｍにおける押し込み弾性率が１．０ＧＰａ以上、７．０ＧＰａ以下であることが好ましい。弾性率が１．０ＧＰａ以上であることにより、半導体素子が硬化した樹脂膜に十分に保持され、ハンドリング性が向上する。弾性率が７．０ＧＰａ以下であることで、レーザー転写時に第一の基板と硬化膜との界面で生じたアブレーションによるガスの圧力を、半導体素子に効率よく伝搬し、位置精度高く半導体素子を転写することができる。

[0080] 本発明の転写用積層体は、前述の工程（１）～工程（４）とは別の方法で作製してもよい。具体的には、工程（３）の第三の積層体に対して、第二の基板側から紫外光レーザーを照射して、第二の基板と半導体素子の界面で第三の積層体から第二の基板を分離し、その後半導体素子間の樹脂膜をウェッ

トエッチングまたはドライエッチングにかけて除去する方法が例示される。さらには、第二の基板にＧａＡｓ等のエッチングにより除去可能な基板を適用して作製した第二の積層体を用いる場合は、工程（３）の硬化した第三の積層体に対し、エッチングで第二の基板を除去、その後半導体素子間の樹脂膜をウェットエッチングまたはドライエッチングにかけて除去する方法が例示される。

[0081] 次に、本発明の転写用積層体を用いた半導体装置の製造方法について説明する。

[0082] 本発明の転写用積層体を用いる半導体装置の製造方法は、前記転写用積層体の半導体素子が設けられた側の面と、該半導体装置を実装する第三の基板を対向させる工程、次いで前記転写用積層体の第一の基板の側からレーザー光を照射して、第一の基板の硬化された樹脂膜を除去し、前記半導体素子を前記第三の基板へ転写する工程を有する。

[0083] 第三の基板には、ガラス基板や樹脂基板、金属基板、すでに配線が形成されている回路基板など任意の基板を使用することができる。また転写後の半導体素子を保持するために、第三の基板は粘着層を有していてもよい。粘着層には、ポリシロキサン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂など、粘着性を有する材料を選択することができる。粘着層の厚みは、０．５μｍ～１００μｍの範囲で、半導体素子の大きさや半導体素子と第三の基板との間隔によって選択される。

[0084] 第三の基板に回路基板を使用する場合、配線上に異方性導電膜（ＡＣＦ）や導電性銀ペースト、はんだ等の導電性接合材が形成されていてもよい。

[0085] また、転写位置合わせのために、第三の基板側にアライメントマークがあってもよい。

[0086] 次に、続いて転写用積層体の光透過性を有する第一の基板の側からレーザー光を照射して、半導体素子を第三の基板へ転写する工程について図面を用いて説明する。図３に転写工程の一例を示す。

[0087] 前述の方法で作製した転写用積層体１２０と第三の基板２１において、転

写用積層体１２０の第一の基板側から第一の基板１４を介して、半導体素子の方に向かってレーザー光照射装置３１からのレーザー光を照射する。レーザー光の種類としては、ＹＡＧレーザー、YVO_4レーザー、ファイバーレーザー、半導体レーザーといった固体レーザー、炭酸レーザー、エキシマレーザー、アルゴンレーザーといったガスレーザーなどが挙げられ、使用する波長によって選択することができる。

[0088] 硬化された樹脂膜を除去することができれば、レーザー光は任意のエネルギー密度を選択できる。レーザー光のエネルギー密度は、レーザー光のエネルギー密度の安定性の観点から、１ｍＪ／ｃｍ^{2}以上が好ましく、半導体素子へのダメージを防止する観点から２０００ｍＪ／ｃｍ^{2}以下が好ましい。さらに好ましくは、レーザー光のエネルギー密度は、１０ｍＪ／ｃｍ^{2}以上、１０００ｍＪ／ｃｍ^{2}以下である。

[0089] 本発明の転写用積層体を用いることで、レーザーのスポットの中央が、半導体素子の中央からずれた場合でも、目的の半導体素子を精度高く転写することができ、転写対象ではない隣接する半導体素子の転写を防ぐことができる。レーザースポットのマージンとしては、隣接する半導体素子との間の距離にもよるが、半導体素子の中央から１μｍ以上、５μｍ以下の範囲でずれた場合でも精度高く転写できることが好ましい。このとき、照射するレーザー光のスポット形状は限定されず、また、スポットサイズは転写対象の半導体素子に接する硬化膜の全体に照射できる大きさで、かつ隣接する半導体素子に接する硬化膜には及ばない大きさとすることが好適である。

[0090] また、半導体素子を転写する際、第三の基板２１を加熱することも可能である。特に、第三の基板に粘着層が形成されている場合、転写した半導体素子の保持性が上がる。第三の基板を加熱する場合は、第三の基板の熱による反りを防ぎ、位置精度よく転写できることから、第三の基板の温度は１００℃以下とすることが好ましい。

[0091] 半導体素子の転写は、作製する半導体装置における半導体素子の実際の実装箇所に合わせて位置を調整しながら行う。例えば、ＬＥＤディスプレイ用

の基板を作製する場合は、ＬＥＤの画素サイズおよび、ＲＧＢの配置に合わせて、ＬＥＤ素子の間隔を広げるように転写を行う。このとき、転写用積層体と第三の基板を、半導体素子と第三の基板が接触しない程度に間隔を開けて対向させることが好ましい。ＬＥＤ素子の間隔を広げるために転写用積層体または第三の基板の位置を移動させながらレーザー転写を実施する場合、半導体素子と第三の基板が接触しない程度に間隔を開けて対向させることで、接触による意図しない半導体素子の転写や剥離を防ぐことができる。間隔としては、半導体素子と第三の基板表面との最短距離が２０μｍ以上であることが好ましい。レーザー転写時の位置精度の低下を防ぐため、半導体素子と第三の基板表面との最短距離が５００μｍ以下であることが好ましい。

[0092] 次に、ＬＥＤ素子を転写した第三の基板と回路基板を向かい合わせて、回路基板へ圧着することでＬＥＤ素子を実装した回路基板を作製することができる。本発明の積層体を用いて転写を行う場合は、高い位置精度で転写できるため、最終的に実装する基板の回路からのずれがなく半導体素子を転写でき、位置ずれに起因する実装不良を低減することができる。

[0093] 前記レーザー光が、２４８ｎｍ、２６６ｎｍ、３０８ｎｍ、３５５ｎｍ、５３２ｎｍ、１０６４ｎｍのいずれかの波長のレーザー光を有することが好ましく、特に樹脂膜の膜厚１．０μｍ換算時の吸光度が０．４以上ある波長を使用することが好ましい。これらのレーザー光を用いることで半導体素子を精度高く転写することができる。

[0094] 本発明の半導体装置の製造方法において、第一の基板の側から照射するレーザー光は、２４８ｎｍ、２６６ｎｍ、３５５ｎｍのいずれかの波長のレーザー光によって行うことがより好ましく、マイクロＬＥＤのような微小な半導体素子も正確に転写ができる。２４８ｎｍ、２６６ｎｍ、３５５ｎｍの波長を有するレーザー光としては、エキシマレーザー、ＹＡＧレーザーを用いること特に好ましい。

[0095] また、本発明の半導体装置の製造方法は、前記第三の基板が回路基板であることが好ましい。第三の基板が回路基板であれば、上記の方法で転写した

基板を、そのまま半導体装置とすることができる。また、後工程で第三の基板から回路基板への転写工程を設ける必要がなくなるので当該後工程における位置ずれの懸念がなくなり、位置精度をさらに高くすることができる。回路基板としてはＴＦＴ基板やプリント配線基板などを使用することができる。

[0096] 以下に、本発明について、実施例を用いてより具体的に説明する。

実施例

[0097] 以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるものではない。

[0098] 転写用積層体（以下では、「積層体４」と称される）は、下記の第一の実施態様に記載の方法（実施例１～２４、比較例１～３）、第二の実施態様に記載の方法（実施例２５）、または、第三の実施態様に記載の方法（実施例２６、２７）で調製した。

[0099] ＜第一の実施態様＞

＜工程（１）＞

（１）－１　第一の積層体の準備

厚み０．７ｍｍの４インチ石英ガラス基板（コーニング製、３５５ｎｍにおける厚み０．７ｍｍの吸光度が０．０１。第一の基板）に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物の膜形成用の樹脂組成物のワニスを、スピンナーを用いて塗布し、ホットプレートで１２０℃、３分間乾燥させ、未硬化の硬化性樹脂を含む樹脂組成物による膜が積層された第一の積層体を準備した。

[0100] 未硬化の樹脂膜の膜厚は、光学式膜厚計（大日本スクリーン製、ラムダエース、屈折率＝１．５４３）にて測定した。なお、用いる屈折率は、測定の正確性を高める目的で樹脂種にあわせて選択できる。

[0101] （１）－２　第二の積層体の準備

第二の積層体として、４インチＬＥＤ基板（アライメントマークあり）を準備し、ダイサーで２０ｍｍ角にカットした。搭載されているＬＥＤは下記の通りである。なお、半導体素子のサイズ、突起状電極部のサイズおよび隣

接素子との間の距離は、走査型電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ製、Ｓ－４８００）を用いて測定した。

[0102] 紫外光透過性を有する基板（第二の基板）：サファイア基板（厚み０．８ｍｍ）

半導体素子の種類：ＧａＮ

半導体素子のサイズ：幅２０．２μｍ×長さ３０．３μｍ×高さ９．４μｍ（突起状電極部含む高さ）

突起状電極部の数：一つの面に２つ

突起状電極部のサイズ：１７．５μｍ×１１．０μｍ×３．４μｍ

突起状電極部の金属種：Ａｕ

隣接する素子との間の距離：幅方向、長さ方向のそれぞれ、１０．０μｍ

＜工程（２）＞　第三の積層体の形成

前述の＜工程（１）＞（１）－１の方法で準備した第一の積層体を、未硬化樹脂組成物の膜が表面に出るようにフリップチップボンダー（東レエンジニアリング製、ＦＣ－３０００ＷＳ）のステージに設置し、その上から前述の＜工程（１）＞（１）－２で準備した第二の積層体を、第二の積層体の突起状電極部が第一の積層体に設けられた未硬化の樹脂組成物の膜に接するように重ね合わせた。０．５ＭＰａ、２分間加圧したのち、圧力を解除し、第三の積層体を形成した。

[0103] ＜工程（３）＞　第三の積層体の硬化

前述の＜工程（２）＞で得られた第三の積層体を、イナートオーブン（光洋製）にて、大気雰囲気下で加熱硬化させた。

[0104] ＜工程（４）＞　レーザー照射

前述の＜工程（３）＞の方法で樹脂膜を加熱硬化させた第三の積層体の第二の基板の側から、レーザー装置（東レエンジニアリング製）で紫外光レーザーを照射した。第二の基板の全面にレーザーを照射後、第三の積層体から第二の基板を分離し、目的とする積層体（積層体４）を得た。

[0105] ＜第二の実施態様＞

＜工程（１）’＞

（１）’－１　第一の積層体の準備

厚み０．７ｍｍの６インチ石英ガラス基板（コーニング製、３５５ｎｍにおける厚み０．７ｍｍの吸光度が０．０１。第一の基板）に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物の膜形成用の樹脂組成物のワニスを、スピンナーを用いて塗布し、ホットプレートで１２０℃、３分間乾燥させ、未硬化の硬化性樹脂を含む樹脂組成物による膜が積層された第一の積層体を準備した。

[0106] 未硬化の樹脂膜の膜厚は、光学式膜厚計（大日本スクリーン製、ラムダエース、屈折率＝１．５４３）にて測定した。なお、用いる屈折率は、測定の正確性を高める目的で樹脂種にあわせて選択できる。

（１）’－２　第二の積層体の準備

第二の積層体として、４インチＬＥＤ基板（アライメントマークあり）を準備した。搭載されているＬＥＤは下記の通りである。なお、半導体素子のサイズ、突起状電極部のサイズおよび隣接素子との間の距離は、走査型電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ製、Ｓ－４８００）を用いて測定した。

[0107] 紫外光透過性を有する基板（第二の基板）：サファイア基板（厚み０．８ｍｍ）

半導体素子の種類：ＧａＮ

半導体素子のサイズ：幅２０．２μｍ×長さ３０．３μｍ×高さ９．４μｍ（突起状電極部含む高さ）

突起状電極部の数：一つの面に２つ

突起状電極部のサイズ：１７．５μｍ×１１．０μｍ×３．４μｍ

突起状電極部の金属種：Ａｕ

隣接する素子との間の距離：幅方向、長さ方向のそれぞれ、１０．０μｍ

＜工程（２）’＞　第三の積層体の形成

真空加圧装置（ミカドテクノス製、ＶＳ０８－φ３００）のステージプレートおよび上面加圧プレートの温度を８０℃に設定し、前述の＜工程（１）’＞（１）－１の方法で準備した第一の積層体を、未硬化樹脂組成物の膜が

表面に出るように前記真空加圧装置のステージプレート上に設置し、その上から前述の＜工程（１）’＞（１）－２で準備した第二の積層体を、第二の積層体の突起状電極部が第一の積層体に設けられた未硬化の樹脂組成物の膜に接するように重ね合わせた。この時、対向する第一の積層体の面の中心と第二の積層体の面の中心とが一致するよう位置あわせを行った。その後、第一の基板および第二の基板の全面に対して１．５ｋＮ、２分間加圧し、圧力を解除したのち、圧力を解除し、第三の積層体を形成した。

[0108] ＜工程（３）’＞ 第三の積層体の硬化

前述の＜工程（２）’＞で得られた第三の積層体を、イナートオーブン（光洋製）にて、大気雰囲気下で加熱硬化させた。

[0109] ＜工程（４）’＞ レーザー照射

前述の＜工程（３）’＞の方法で作製した第三の積層体の第二の基板の側から、レーザー装置（東レエンジニアリング製）で紫外光レーザーを照射した。第二の基板の全面にレーザーを照射後、第三の積層体から第二の基板を分離し、目的とする積層体（積層体４）を得た。

[0110] ＜第三の実施態様＞

＜工程（１）”＞

（１）”－１ 第一の積層体の準備

厚み０．７ｍｍの６インチ石英ガラス基板（コーニング製、３５５ｎｍにおける厚み０．７ｍｍの吸光度が０．０１。第一の基板）に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物の膜形成用の樹脂組成物のワニスを、スピンナーを用いて塗布し、ホットプレートで１２０℃、３分間乾燥させ、未硬化の硬化性樹脂を含む樹脂組成物による膜が積層された第一の積層体を準備した。

[0111] 未硬化の樹脂膜の膜厚は、光学式膜厚計（大日本スクリーン製、ラムダエース、屈折率＝１．５４３）にて測定した。なお、用いる屈折率は、測定の正確性を高める目的で樹脂種にあわせて選択できる。

[0112] （１）”－２ 第二の積層体の準備

第二の積層体として、４インチＬＥＤ基板（アライメントマークあり）を

準備した。搭載されているＬＥＤは下記の通りである。なお、半導体素子のサイズ、突起状電極部のサイズおよび隣接素子との間の距離は、走査型電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ製、Ｓ－４８００）を用いて測定した。

[0113] 紫外光透過性を有する基板（第二の基板）：サファイア基板（厚み０．８ｍｍ）

半導体素子の種類：ＧａＮ

半導体素子のサイズ：幅２０．２μｍ×長さ３０．３μｍ×高さ９．４μｍ（突起状電極部含む高さ）

突起状電極部の数：一つの面に２つ

突起状電極部のサイズ：１７．５μｍ×１１．０μｍ×３．４μｍ

突起状電極部の金属種：Ａｕ

隣接する素子との間の距離：幅方向、長さ方向のそれぞれ、１０．０μｍ

＜工程（２）”＞　第三の積層体の形成および硬化

真空加圧装置（ミカドテクノス製、ＶＳ０８－φ３００）のステージプレートおよび上面加圧プレートの温度を８０℃に設定し、前述の＜工程（１）”＞（１）－１の方法で準備した第一の積層体を、未硬化樹脂組成物の膜が表面に出るように前記真空加圧装置のステージプレート上に設置し、その上から前述の＜工程（１）”＞（１）－２で準備した第二の積層体を、第二の積層体の突起状電極部が第一の積層体に設けられた未硬化の樹脂組成物の膜に接するように重ね合わせた。この時、対向する第一の積層体の面の中心と第二の積層体の面の中心とが一致するよう位置あわせを行った。その後、第一の基板および第二の基板の全面に対して１．５ｋＮ、２分間加圧し、その圧力を保持したままステージプレートおよび上面加圧プレートの温度を２５０℃に上昇させ、２５０℃到達後１０分間保持し、その後圧力を解除することで樹脂組成物の膜を加熱硬化させた。

[0114] ＜工程（４）”＞　レーザー照射

前述の＜工程（２）”＞の方法で作製した第三の積層体の第二の基板の側から、レーザー装置（東レエンジニアリング製）で紫外光レーザーを照射し

た。第二の基板の全面にレーザーを照射後、第三の積層体から第二の基板を分離し、目的とする積層体（積層体４）を得た。

[0115] （５）硬化した樹脂膜の吸光度の測定

前述＜工程（１）＞（１）－１の方法と同様の方法で、未硬化の硬化性樹脂を含む樹脂組成物による膜が０．５～１．５μｍの厚みになるように塗布された、吸光度測定用の第一の積層体を準備した。作製した吸光度測定用の第一の積層体を、イナートオーブン（光洋製）で２５０℃、３０分間、大気雰囲気下で加熱硬化した。加熱硬化後の樹脂膜の膜厚を、光学式膜厚計（大日本スクリーン製、ラムダエース、屈折率＝１．５４３）で測定した。さらに、加熱硬化後の樹脂膜に対して、紫外可視分光光度計（日立製作所製、Ｕ－２９１０）を用いて２００ｎｍから４００ｎｍまでの吸光度を連続測定した。その中から、２４８ｎｍ、２６６ｎｍ、３０８ｎｍ、３５５ｎｍの各波長における吸光度を読み取り、下記式により各波長での膜厚１．０μｍ当たりの吸光度をそれぞれ求めた。

[0116] １．０μｍ当たりの吸光度＝吸光度（―）／試料の膜厚（μｍ）。

[0117] なお、光学式膜厚計を用いての加熱硬化後の樹脂膜の膜厚の測定において、用いる屈折率は、測定の正確性を高める目的で樹脂種にあわせて選択できる。

[0118] （６）搭載収率の評価

＜第一の実施態様＞によって得られた積層体４上に搭載された半導体素子の搭載収率は、デジタルマイクロスコープ（キーエンス社製、ＶＨＳ－６０００）で積層体４の半導体素子が搭載された面において、半導体素子の大きさおよび間隔から算出される半導体素子が５０００個含まれるべき領域を観察、撮像し、そのうち実際に半導体素子が搭載されている数をカウントして、５０００個に対する比率を計算することで求めた。

[0119] また、＜第二の実施態様＞および＜第三の実施態様＞で得られた積層体４上に搭載された半導体素子の搭載収率は、積層体４の中心および該中心から４．８ｃｍ離れた二カ所の計三カ所のそれぞれにおいて、半導体素子の大き

さおよび間隔から算出される半導体素子が５０００個含まれるべき領域をデジタルマイクロスコープ（キーエンス社製、ＶＨＳ－６０００）で観察、撮像し、各観察域について実際に半導体素子が搭載されている数をカウントして、５０００個に対する比率を計算し、３か所で得られた計算結果の平均値として求めた。

[0120] （７）樹脂膜と半導体素子のセル形成有無の評価

積層体４上に搭載された半導体素子とそれを固定する樹脂膜がセルに分割されているか否かについては、積層体４上に搭載された半導体素子のうち、任意の半導体素子を基準として、該素子と隣接するすべての素子を含む範囲でレーザー顕微鏡により表面の高さ方向のプロファイルを取得し、そのうち、基準の素子との高さの差分が最も小さかった半導体素子間の領域について、集束イオンビーム（ＦＩＢ）加工により断面を切り出し、電界放出型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ、ＦＥＩ製、Ｈｅｌｉｏｓ　Ｇ４－ＣＸ）を用いて得られた観察像から半導体素子間に硬化された樹脂膜が存在するか否かを判断した。なお、断面を切り出す時には、断面の形状を保全する目的で、図２に示すように積層体４の表面にプラチナ膜を蒸着法で形成した。前記評価を積層体４上に搭載された任意の１０個に対して実施し、硬化された樹脂膜が残存し、基準の半導体素子が固定された樹脂膜と、隣接する半導体素子が固定された樹脂膜とが繋がっている部分がある素子が１つ以上存在する場合はセル形成「×」、１０個すべてにおいて硬化された樹脂膜が残存せず、基準の半導体素子が固定された樹脂膜と、隣接する半導体素子が固定された樹脂膜とが繋がっていない場合はセル形成「〇」とした。

[0121] （８）押し込み弾性率測定

弾性率はナノインデンター（Ｈｙｓｉｔｒｏｎ社製、Ｔｒｉｂｏｉｎｄｅｎｔｅｒ　ＴＩ９５０）を用いて測定した。

[0122] 積層体４に、半導体素子の側にダイシングテープ（デンカ製、ＵＤＴ－１０２５ＭＣ）を貼り付けて半導体素子を剥がし取り、硬化後の樹脂膜を露出させたサンプルを作製し、さらに約１０ｍｍ×１０ｍｍの大きさにカットし

た。

[0123] 作製したサンプルを、接着剤（東亞合成製、アロンアルファ　速効多用途）を介して専用のサンプル固定台に固定し、Ｂｅｒｋｏｖｉｃｈ圧子（三角錐ダイヤモンド圧子）を用いて、樹脂膜の表面から第一の基板側に押し込んだのち、除荷をする押し込み負荷／除荷試験で押し込み弾性率を測定した。測定箇所は、半導体素子が剥がし取られ、残った樹脂膜の中で最も膜厚が厚い部分とした。膜厚については、レーザー顕微鏡や段差計により測定した。弾性率の測定条件を以下に示す。

[0124] ［測定条件］

測定時の環境：２５±２℃、大気圧

測定周波数：１００Ｈｚ

測定方法：連続剛性測定法

得られた荷重ー押し込み深さ線図から、樹脂膜表面から深さ２０～４０ｎｍでの値の平均値から弾性率を算出した。

[0125] （９）加熱硬化後の第三の積層体における突起状電極部の樹脂膜への埋まりこみ深さの測定

集束イオンビーム（ＦＩＢ）加工で、第三の積層体の半導体素子搭載部分の断面を切り出し、電界放出型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ、ＦＥＩ製、Ｈｅｌｉｏｓ　Ｇ４－ＣＸ）を用いて得られた観察像から、突起状電極部の樹脂膜への埋まりこみ深さを測定した。

[0126] （１０）半導体素子と硬化された樹脂膜の接着強度の測定

半導体素子と樹脂膜の接着強度は、ダイシェアテスター（Ｎｏｒｄｓｏｎ　ＤＡＧＥ製、Ｄａｇｅ　４０００）で測定した。なお、積層体４から半導体素子を除去して間引き、測定対象の半導体素子の周囲２００μｍ以内に半導体素子がない状態のサンプルを準備し、１０個の半導体素子に対して測定を実施し、平均値を算出した。測定条件を以下に示す。

[0127] ［測定条件］

測定時の環境：２５±２℃、大気圧

カートリッジ：ＢＳ２５０

テストスピード：１５μｍ／ｓ

シェア高さ：４μｍ

テストロード：２３５ｍＮ

シェアツール幅：１００μｍ

（１１）突起状電極部と第一の基板との最短距離

集束イオンビーム（ＦＩＢ）加工で、積層体４の半導体素子搭載部分の断面を切り出し、電界放出型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ、ＦＥＩ製、Ｈｅｌｉｏｓ　Ｇ４－ＣＸ）を用いて得られた観察像から、突起状電極部の最下部と第一の基板の間に位置する樹脂膜の厚みを測定した。なお、断面を切り出す時には、断面の形状を保全する目的で、図２に示すように積層体４の表面にプラチナ膜を蒸着法で形成した。

[0128] （１２）積層体４上の位置ずれした半導体素子の割合算出

光学顕微鏡により積層体４全面の観察像を取得し、ランダムに選択した１０×１０個の半導体素子の領域５箇所分について、隣接する半導体素子間の距離が、第二の積層体の状態での隣接する半導体素子間の距離よりも短い状態となっている半導体素子の個数を数え、平均値を算出し、積層体４上の位置ずれした半導体素子の割合を算出した。

[0129] （１３）突起状電極部の樹脂膜への埋まりこみ深さの測定

集束イオンビーム（ＦＩＢ）加工で、積層体４の半導体素子搭載部分の断面を切り出し、電界放出型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ、ＦＥＩ製、Ｈｅｌｉｏｓ　Ｇ４－ＣＸ）を用いて得られた観察像から、突起状電極部の樹脂膜への埋まりこみ深さを測定した。なお、断面を切り出す時には、断面の形状を保全する目的で、図２に示すように積層体４の表面にプラチナ膜を蒸着法で形成した。

[0130] （１４）半導体素子のレーザー転写試験

（１４）－１　半導体素子が転写される基板（第三の基板）の作製

厚み０．５ｍｍのアライメントマーク付き４インチ無アルカリガラス基板

（コーニング製イーグルＸＧ）に、ポリジメチルシロキサンをトルエンで希釈して、ポリジメチルシロキサンとトルエンの重量比が１：３になるように調整した希釈液を、スピンナーを用いて塗布し、ホットプレートで１２０℃、３分間加熱硬化させ、該ガラス基板上に粘着層を形成した。熱硬化後の粘着層の膜厚は光学式膜厚計（大日本スクリーン製、ラムダエース、屈折率＝１．５４３）にて測定し、粘着層の膜厚が５．０μｍの基板（以下、「基板３」）を作製した。

[0131] （１４）－２　半導体素子のレーザー転写

レーザー光源（ＨＯＹＡ製、ＨＳＬ－５５００ＩＩＩＳＴ）、積層体４、基板３をこの順に配置した。この際、積層体４の突起状電極部の面と、基板３の粘着層が形成させている面を、積層体４の樹脂膜表面と粘着層表面の間隔が５０μｍになるよう向かい合わせて保持した。レーザー光のスポットサイズは、３０μｍ×４０μｍの角型であり、レーザー光のスポットの中央に１個の半導体素子の中央が配置されるようにレーザー光源と積層体４の位置を調整し、隣接する半導体素子にはレーザー光が当たらないようにした。

[0132] 所定のエネルギー密度でレーザー転写を行った。各エネルギー密度において、１０個の半導体素子の転写試験を実施した。

[0133] （１４）－３　転写性能の評価

レーザー光照射後の基板３を観察し、反転や横転することなく基板３への転写を確認できた半導体素子の個数を計測した。１０個中、１０個転写できた場合は「５」、７～９個転写できた場合は「４」、４～６個転写できた場合は「３」、１～３個転写できた場合は「２」、１つも転写できなかった場合は「１」とした。

[0134] （１４）－４　位置精度の評価

レーザー光源と同軸に設置されたＣＣＤカメラを用いて、転写前の積層体４上の半導体素子の画像と、転写後の基板３上の半導体素子の画像を取得し、各取得画像における半導体素子の中心座標から、転写前後での半導体素子の中心の位置ずれ量を算出した。基板３に転写できた各素子に対して、前述

の方法で位置ずれ量を算出し、その平均値から位置精度を以下のように判断した。位置ずれ量が０μｍ以上、２μｍ未満は「５」、２μｍ以上、３μｍ未満は「４」、３μｍ以上、４μｍ未満は「３」、４μｍ以上、５μｍ未満は「２」、５μｍ以上は「１」とした。

[0135] （１４）－５　スポット位置マージンの評価

レーザー光のスポットの中央を半導体素子の中央からＸ軸方向、Ｙ軸方向ともに３μｍずらしてレーザー光を照射した以外は、（１４）－２と同様の方法でレーザー転写を実施した。隣接する素子も転写されてしまった数をカウントし、１０個中、１つも転写されなかった場合は「５」、１～３個転写された場合は「４」、４～６個転写された場合は「３」、７～９個転写された場合は「２」、１０個転写された場合は「１」とした。　以下の製造例に示してある酸二無水物、ジアミン、添加剤および溶媒の略記号の名称は下記の通りである。

[0136] ＰＭＤＡ：ピロメリット酸無水物（ダイセル（株）製）

ＢＰＤＡ：３，３’，４，４’－ビフェニルテトラカルボン酸無水物（三菱ケミカル（株）製）

ＢＴＤＡ：３，３’，４，４’－ベンゾフェノンテトラカルボン酸無水物（富士フィルム和光純薬（株）製）

ＤＩＢＯＣ：二炭酸ジ－ｔｅｒｔ－ブチル（東京化成工業（株）製）

ＰＡ：無水フタル酸（東京化成工業（株）製）

ＰＤＡ：ｐ－フェニレンジアミン（東京化成工業（株）製）

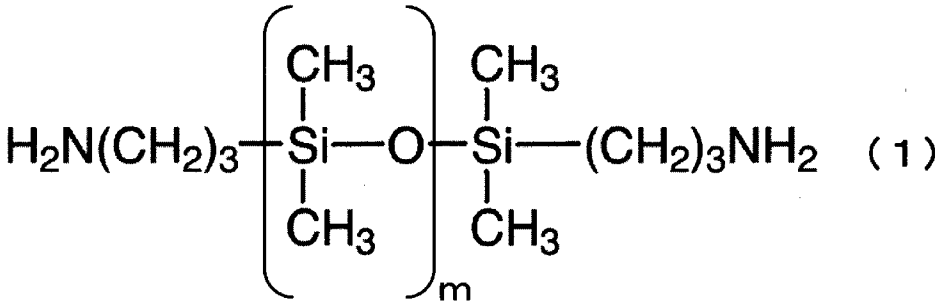
ＢＡＨＦ：４，４’－ジヒドロキシ－３，３’－ジアミノフェニルヘキサフルオロプロパン（メルク（株）製）

ＡＰＰＳ１：式（１）の構造であらわされるα，ω－ビス（３－アミノプロピル）ポリジメチルシロキサン（アミン当量：４３０ｇ／ｍｏｌ）（信越化学工業（株）製）

（式（１））

[0137]

[化1]



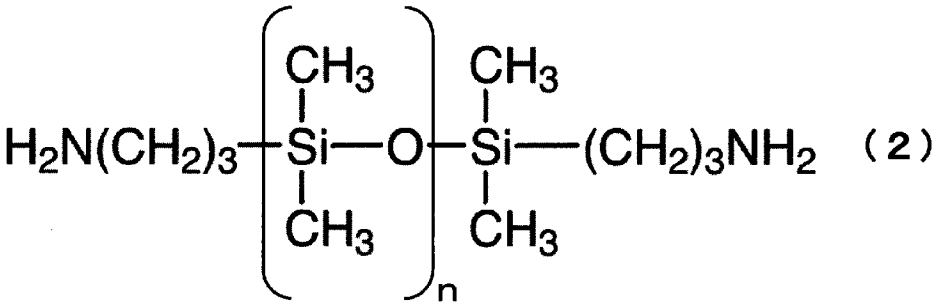
（1）

[0138] （式（１）中、ｍは繰り返し数を表す）

ＡＰＰＳ２：式（２）の構造で表されるα，ω－ビス（３－アミノプロピル）ポリジメチルシロキサン（アミン当量：８００ｇ／ｍｏｌ）（信越化学工業（株）製）

（式２）

[0139] [化2]



（2）

[0140] （式（２）中、ｎは繰り返し数を表す。）

ＮＭＰ：２－メチル－１－ピロリドン（三菱ケミカル（株）製）

ＣＨＮ：シクロヘキサノン（東洋合成工業（株）製）

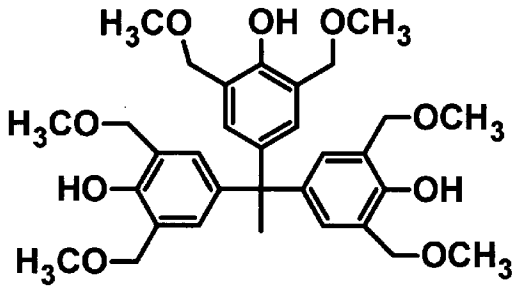
ＤＭＩＢ：Ｎ，Ｎ－ジメチルイソブチルアミド

Ｔｉｎｕｖｉｎ４７７：ヒドロキシフェニルトリアジン系紫外線吸収剤（ＢＡＳＦ（株）製）

ＴＧ－１２９：式（３）の構造であらわされるアルコキシメチル基を有する架橋剤を１９．９重量％含有するγ－ブチロラクトン溶液（（株）三和ケミカル製）

[0141]

[化3]



（３）

[0142] 製造例１（硬化性樹脂：Ｐ－１）

温度計、乾燥窒素導入口、温水・冷却水による加熱・冷却装置、および、撹拌装置を付した反応釜に、ＡＰＰＳ１　２３３．９２ｇ（０．２７ｍｏｌ）、ＡＰＰＳ２　２６．３５ｇ（０．０１７ｍｏｌ）、ＢＡＨＦ　１８．６８ｇ（０．０５１ｍｏｌ）をＣＨＮ　１８９．５ｇと共に仕込み、５０℃で１５分撹拌して溶解させた後、ＰＡ　１０．０７ｇ（０．０６８ｍｏｌ）とＣＨＮ　２３．６９ｇを添加し、６０℃で１５分撹拌した。続いて、ＰＭＤＡ　６６．３７ｇ（０．３０ｍｏｌ）とＣＨＮ　２３．６９ｇを添加し、９５℃で１時間撹拌し、続いて１５０℃に昇温して４時間反応させて、固形分６５．０重量％のポリイミドシロキサンＰ－１の溶液を得た。

[0143] 製造例２（硬化性樹脂：Ｐ－２）

温度計、乾燥窒素導入口、温水・冷却水による加熱・冷却装置、および、撹拌装置を付した反応釜に、ＡＰＰＳ１　２３３．９２ｇ（０．２７ｍｏｌ）、ＡＰＰＳ２　２６．３５ｇ（０．０１７ｍｏｌ）、ＢＡＨＦ　１８．６８ｇ（０．０５１ｍｏｌ）をＣＨＮ　２０４．１５ｇと共に仕込み、５０℃で１５分撹拌して溶解させた後、ＰＡ　１０．０７ｇ（０．０６８ｍｏｌ）とＣＨＮ　２５．５２ｇを添加し、６０℃で１５分撹拌した。続いて、ＢＴＤＡ　４８．７５ｇ（０．１５ｍｏｌ）、ＢＰＤＡ　４５．０１ｇ（０．１５ｍｏｌ）とＣＨＮ　２５．５２ｇを添加し、９５℃で１時間撹拌し、続いて１５０℃に昇温して４時間反応させて、固形分６１．９重量％のポリイミドシロキサンＰ－２の溶液を得た。

[0144] 製造例３（硬化性樹脂：Ｐ－３）

温度計、乾燥窒素導入口、温水・冷却水による加熱・冷却装置、および、撹拌装置を付した反応釜に、ＡＰＰＳ１　２３３．９２ｇ（０．２７ｍｏｌ）、ＡＰＰＳ２　２６．３５ｇ（０．０１７ｍｏｌ）、ＢＡＨＦ　１８．６８ｇ（０．０５１ｍｏｌ）をＣＨＮ　２０４．３３ｇと共に仕込み、５０℃で１５分撹拌して溶解させた後、ＰＡ　２．０１ｇ（０．０１４ｍｏｌ）とＣＨＮ　２５．５４ｇを添加し、６０℃で１５分撹拌した。続いて、ＢＴＤＡ　５３．１４ｇ（０．１７ｍｏｌ）、ＢＰＤＡ　４９．０１ｇと（０．１７ｍｏｌ）とＣＨＮ　２５．５４ｇを添加し、９５℃で１時間撹拌し、続いて１５０℃に昇温して４時間反応させて、固形分６２．９重量％のポリイミドシロキサンＰ－３の溶液を得た。

[0145]　製造例４（硬化性樹脂：Ｐ－４）

温度計、乾燥窒素導入口、温水・冷却水による加熱・冷却装置、および、撹拌装置を付した反応釜に、ＡＰＰＳ１　２０４．６８ｇ（０．２４ｍｏｌ）、ＡＰＰＳ２　２６．３５ｇ（０．０１７ｍｏｌ）、ＢＡＨＦ　３１．１３ｇ（０．０８５ｍｏｌ）をＣＨＮ　１９５．３７ｇと共に仕込み、５０℃で１５分撹拌して溶解させた後、ＰＡ　２．０１ｇ（０．０１４ｍｏｌ）とＣＨＮ　２４．４２ｇを添加し、６０℃で１５分撹拌した。続いて、ＢＴＤＡ　５３．１４ｇ（０．１７ｍｏｌ）、ＢＰＤＡ　４９．０１ｇと（０．１７ｍｏｌ）とＣＨＮ　２４．４２ｇを添加し、９５℃で１時間撹拌し、続いて１５０℃に昇温して４時間反応させて、固形分６２．５重量％のポリイミドシロキサンＰ－４の溶液を得た。

[0146]　製造例５（硬化性樹脂：Ｐ－５）

温度計、乾燥窒素導入口、温水・冷却水による加熱・冷却装置、および、撹拌装置を付した反応釜に、ＡＰＰＳ１　２３３．９２ｇ（０．２７ｍｏｌ）、ＡＰＰＳ２　２６．３５ｇ（０．０１７ｍｏｌ）、ＢＡＨＦ　１８．６８ｇ（０．０５１ｍｏｌ）をＣＨＮ　２０３．２６ｇと共に仕込み、５０℃で１５分撹拌して溶解させた後、ＰＡ　２．０１ｇ（０．０１４ｍｏｌ）とＣＨＮ　２５．４１ｇを添加し、６０℃で１５分撹拌した。続いて、ＢＴＤ

Ａ　３０．１３ｇ（０．０９４ｍｏｌ）、ＢＰＤＡ　７０．０２ｇ（０．２４ｍｏｌ）とＣＨＮ　２５．４１ｇを添加し、９５℃で１時間撹拌し、続いて１５０℃に昇温して４時間反応させて、固形分６３．０重量％のポリイミドシロキサンＰ－５の溶液を得た。

[0147] 製造例６（硬化性樹脂：Ｐ－６）

温度計、乾燥窒素導入口、温水・冷却水による加熱・冷却装置、および、撹拌装置を付した反応釜に、ＰＤＡ　１１．７９ｇ（０．１０９ｍｏｌ）、ＤＭＩＢ　１９５．８ｇをともに仕込み、溶解させた。ここに、撹拌しながらＤＩＢＯＣ　０．４８ｇ（２．１９ｍｍｏｌ）、ＤＭＩＢ　２６．１ｇを混合した溶液を滴下し、４０℃で１時間撹拌した。次にＢＰＤＡ　１２．８７ｇ（０．４３７ｍｏｌ）、ＤＭＩＢ　１３．０５ｇを添加し、６０℃で３０分撹拌した。続いて、ＰＭＤＡ　１３．８３ｇ（０．０６３ｍｏｌ）と、ＤＭＩＢ　１３．０５ｇを添加し、６０℃で４時間撹拌し、固形分１３．０重量％のポリイミド前駆体Ｐ－６の溶液を得た。

[0148] 実施例１～２４、比較例１～３

製造例１～６で得られた樹脂溶液に、表１に記載の添加剤および溶剤を混合・撹拌し、樹脂膜用のワニスを作製した。ワニスは孔径０．１μｍのＰＴＦＥフィルターでろ過を行った。これらのワニスを用い、先述の＜工程（１）＞（１）－１に記載の方法で第一の積層体を作製した。また、＜工程（１）＞（１）－２ないし＜工程（４）＞に記載のとおり各工程を実施した。各工程における詳細な条件、および、評価結果を表２～表４にまとめた。なお、比較例１は、＜工程（３）＞での加熱硬化を行わず、比較例２は先述の＜工程（１）＞（１）－１において２５０℃、３０分で加熱硬化を行い、＜工程（３）＞での加熱硬化を行わなかった。

[0149] 実施例２５

表１に記載のワニス７を調製し、孔径０．１μｍのＰＴＦＥフィルターでろ過を行った。このワニスを用い、＜工程（１）’＞（１）－１に記載の方法で第一の積層体を作製した。さらに、＜工程（１）’＞（１）－２に記載

の方法で第二の積層体を作製した。また、＜工程（２）’＞ないし＜工程（４）’＞のとおり各工程を実施した。各工程における詳細な条件、および、評価結果を表５～表７にまとめた。

[0150] 実施例２６、２７

表１に記載のワニス７を調製し、孔径０．１μｍのＰＴＦＥフィルターでろ過を行った。このワニスを用い、＜工程（１）”＞（１）－１に記載の方法で第一の積層体を作製した。さらに、＜工程（１）”＞（１）－２に記載の方法で第二の積層体を作製した。また、＜工程（２）”＞および＜工程（４）”＞のとおり各工程を実施した。各工程における詳細な条件、および、評価結果を表５～表７にまとめた。圧力を印加しつつ前記第三の積層体内での樹脂膜の硬化を行うことにより、加圧と硬化を段階的に実施した実施例２５よりも、基板の反りに起因する硬化中の樹脂膜と半導体素子の界面における剥離を抑制することができ、半導体素子の搭載収率が向上する結果となった。

[0151]

[表1-1]

表1

ワニス名		ワニス1	ワニス2	ワニス3	ワニス4	ワニス5
硬化性樹脂	種類 重量	P－1 2．54重量部	P－1 5．72重量部	P－1 2．37重量部	P－2 2．37重量部	P－2 6．01重量部
添加剤	種類 重量	TG－129 0．08重量部	TG－129 0．19重量部	TG－129 0．77重量部	TG－129 0．08重量部	TG－129 0．19重量部
	種類 重量	Tinuvin477 0．41重量部	Tinuvin477 0．93重量部	Tinuvin477 0．39重量部	Tinuvin477 0．41重量部	Tinuvin477 0．93重量部
溶剤	種類 重量	CHN 6．96重量部	CHN 3．16重量部	CHN 6．48重量部	CHN 6．83重量部	CHN 2．88重量部

[0152]

[表1-2]

表1（つづき）

ワニス名		ワニス6	ワニス7	ワニス8	ワニス9	ワニス10
硬化性樹脂	種類 重量	P－2 6．01重量部	P－3 2．59重量部	P－4 2．60重量部	P－5 2．58重量部	P－6 6．67重量部
添加剤	種類 重量	TG－129 0．55重量部	TG－129 0．24重量部	TG－129 0．24重量部	TG－129 0．24重量部	—
	種類 重量	Tinuvin477 0．92重量部	Tinuvin477 0．41重量部	Tinuvin477 0．41重量部	Tinuvin477 0．41重量部	—
溶剤	種類 重量	CHN 2．62重量部	CHN 6．77重量部	CHN 6．75重量部	CHN 6．77重量部	NMP 3．33重量部

[0153]

[表2-1]

表2

			単位	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9
第一の積層体	未硬化の樹脂膜	ワニス	—	ワニス1	ワニス2	ワニス2	ワニス1	ワニス2	ワニス2	ワニス3	ワニス4	ワニス5
		膜厚	μm	0.26	5.12	5.08	0.41	2.62	2.65	2.70	0.27	5.05
	硬化した樹脂膜	1.0μm換算時の248nmの吸光度	—	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.74	2.74
		1.0μm換算時の266nmの吸光度	—	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	1.78	1.78
		1.0μm換算時の308nmの吸光度	—	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	1.05	1.05
		1.0μm換算時の355nmの吸光度	—	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
		弾性率	GPa	0.55	0.54	0.54	0.52	0.53	0.55	0.56	0.88	1.08

[0154]

[表2-2]

表２（つづき）

			単位	実施例１０	実施例１１	実施例１２	実施例１３	実施例１４	実施例１５	実施例１６	実施例１７	実施例１８
第一の積層体	未硬化の樹脂膜	ワニス	—	ワニス５	ワニス４	ワニス５	ワニス５	ワニス４	ワニス６	ワニス７	ワニス８	ワニス７
		膜厚	μｍ	5.06	2.55	2.61	2.66	0.98	1.08	1.15	1.17	1.56
	硬化した樹脂膜	１．０μｍ換算時の２４８ｎｍの吸光度	—	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.36	2.45	2.74
		１．０μｍ換算時の２６６ｎｍの吸光度	—	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.72	1.79	1.78
		１．０μｍ換算時の３０８ｎｍの吸光度	—	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.07	1.05
		１．０μｍ換算時の３５５ｎｍの吸光度	—	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.83	0.83
		弾性率	ＧＰａ	1.08	1.06	1.05	1.05	1.08	3.21	4.20	6.50	4.15

[0155]

[表2-3]

表２（つづき）

			単位	実施例１９	実施例２０	実施例２１	実施例２２	実施例２３	実施例２４	比較例１	比較例２	比較例３
第一の積層体	未硬化の樹脂膜	ワニス	—	ワニス７	ワニス７	ワニス９	ワニス９	ワニス９	ワニス９	ワニス１	ワニス１	ワニス１０
		膜厚	μｍ	１．５１	１．５９	１．５８	１．５１	１．５０	１．４８	１．０２	１．１１	１．００
	硬化した樹脂膜	１．０μｍ換算時の２４８ｎｍの吸光度	—	２．７４	２．７４	３．５７	３．５７	３．５７	３．５７	２．４５	２．４６	２．８５
		１．０μｍ換算時の２６６ｎｍの吸光度	—	１．７８	１．７８	２．４１	２．４１	２．４１	２．４１	０．５３	０．５４	３．１２
		１．０μｍ換算時の３０８ｎｍの吸光度	—	１．０５	１．０５	１．０９	１．０９	１．０９	１．０９	０．７８	０．７８	３．３３
		１．０μｍ換算時の３５５ｎｍの吸光度	—	０．８３	０．８３	０．８５	０．８５	０．８５	０．８５	０．８３	０．８３	１．６１
		弾性率	ＧＰａ	４．１９	４．２８	５．３２	５．３９	５．２９	５．３０	０．５２	０．５１	７．４０

[0156]

[表3-1]

表3

			単位	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10
第三の積層体	工程（3）加熱条件	加熱温度	℃	180	180	180	180	180	180	250	250	250	250
		加熱時間	min	60	60	60	60	60	60	30	30	30	30
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μm	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
積層体4	紫外光レーザー条件	波長	nm	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248
		エネルギー密度	mJ／cm^2	850	850	1,200	850	850	950	850	850	850	1,200
		走査回数	回	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2
	XとYの積の値		mJ／cm^2	2,083	2,083	2,940	2,083	2,083	2,328	2,083	2,329	2,329	3,288
	半導体素子の搭載収率		%	85	71	78	99	99	99	99	89	74	77
	位置ずれした半導体素子の割合		%	35	68	72	15	20	24	9	6	43	48
	セル形成		—	○	×	○	○	×	○	○	○	×	○
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μm	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
	半導体素子と樹脂膜の接着強度		mN	1.8	4.2	2.1	2.2	4.6	2.7	4.5	5.6	10.7	6.5
	突起状電極部の裏下部と第一の基板の間に位置する樹脂膜の厚み		μm	0.11	0.25	0.33	0.19	0.31	0.30	0.28	0.15	0.28	0.26

[0157]

[表3-2]

表３（つづき）

			単位	実施例１１	実施例１２	実施例１３	実施例１４	実施例１５	実施例１６	実施例１７	実施例１８	実施例１９	実施例２０
第三の薄層体	工程（３）加熱条件	加熱温度	℃	２５０	２５０	２５０	２５０	２５０	２５０	２５０	２５０	２５０	２５０
		加熱時間	ｍｉｎ	３０	３０	３０	３０	３０	３０	３０	３０	３０	３０
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μｍ	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０
積層体４	紫外光レーザー条件	波長	ｎｍ	２４８	２４８	２４８	２４８	２４８	２４８	２４８	３５５	３５５	３５５
		エネルギー密度	ｍＪ／ｃｍ^2	８５０	８５０	９５０	８５０	８５０	８５０	８５０	４００	５００	６００
		走査回数	回	１	１	２	１	１	１	１	２	２	１
	ＸとＹの積の値		ｍＪ／ｃｍ^2	２．３２９	２．３２９	２．６０３	２．３２９	２．３２９	２．００６	２．０８３	３３２	４１５	４９８
	半導体素子の搭載収率		%	９９	９９	９９	９９	９９	９９	９９	８７	９５	９９
	位置ずれした半導体素子の割合		%	３	２	１	１	０	０	１	０	１	０
	セル形成		—	○	×	○	○	○	○	○	×	○	○
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μｍ	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０	３．４０
	半導体素子と樹脂膜の接着強度		ｍＮ	７．１	２２．６	９．６	８．９	１０．５	１１．６	１５．６	１０．２	９．８０	１１．０
	突起状電極部の最下部と第一の基板の間に位置する樹脂膜の厚み		μｍ	０．３１	０．２８	０．３２	０．３０	０．３２	０．２９	０．３０	０．２６	０．２４	０．２８

[0158]

[表3-3]

表3（つづき）

			単位	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24	比較例1	比較例2	比較例3
第三の積層体	工程（3）加熱条件	加熱温度	℃	250	250	250	250	—	—	250
		加熱時間	min	30	30	30	30	—	—	30
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μm	3.40	3.40	3.40	3.40	未硬化のため測定不可	1.51	剥離のため測定不可
積層体4	紫外光レーザー条件	波長	nm	248	248	248	248	248	248	加熱硬化時に第二の積層体が剥離してしまったため評価できず
		エネルギー密度	mJ／cm^2	2,000	1,800	1,500	850	850	850	
		走査回数	回	1	1	1	1	1	1	
	XとYの積の値		mJ／cm^2	7,140	6,426	5,355	3,035	2,083	2,091	
	半導体素子の搭載収率		%	63	70	79	99	レーザー照射時に第二の積層体が剥離してしまったため測定不可	レーザー照射時に第二の積層体が剥離してしまったため測定不可	
	位置ずれした半導体素子の割合		%	21	12	11	0			
	セル形成		—	○	○	○	○			
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μm	3.40	3.40	3.40	3.40			
	半導体素子と樹脂膜の接着強度		mN	14.2	14.8	14.8	15.2			
	突起状電極部の最下部と第一の基板の間に位置する樹脂膜の厚み		μm	0.31	0.32	0.29	0.35			

[0159]

[表4-1]

表4

			実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12
レーザー転写結果	レーザー光の波長（nm）		355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
	レーザー光の照射エネルギー密度	300（mJ／cm^2）	転写性能	5	3	5	5	4	5	5	5	3	5	5	4
			位置精度	4	2	4	4	2	4	5	5	3	5	5	3
			スポット位置マージン	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		500（mJ／cm^2）	転写性能	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4
			位置精度	4	3	5	5	3	5	5	5	3	5	5	3
			スポット位置マージン	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		700（mJ／cm^2）	転写性能	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5
			位置精度	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4
			スポット位置マージン	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

[0160]

[表4-2]

表4（つづき）

				実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24
レーザー転写結果	レーザー光の照射エネルギー密度	レーザー光の波長（nm）		355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
		300（mJ／cm^2）	転写性能	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
			位置精度	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5
			スポット位置マージン	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		500（mJ／cm^2）	転写性能	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
			位置精度	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5
			スポット位置マージン	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		700（mJ／cm^2）	転写性能	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
			位置精度	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
			スポット位置マージン	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

[0161]

[表5]

表5

			単位	実施例２５	実施例２６	実施例２７
第一の積層体	未硬化の樹脂膜	ワニス	—	ワニス７	ワニス７	ワニス７
		膜厚	μｍ	１．５１	１．５３	１．９６
	硬化した樹脂膜	１．０μｍ換算時の２４８ｎｍの吸光度	—	２．７４	２．７４	２．７４
		１．０μｍ換算時の２６６ｎｍの吸光度	—	１．７８	１．７８	１．７８
		１．０μｍ換算時の３０８ｎｍの吸光度	—	１．０５	１．０５	１．０５
		１．０μｍ換算時の３５５ｎｍの吸光度	—	０．８３	０．８３	０．８３
		弾性率	ＧＰａ	４．１６	４．２２	４．１８

[0162]

[表6-1]

表６

			単位	実施例２５
第三の積層体	工程（３）' 加熱条件	加熱温度	℃	２５０
		加熱時間	ｍｉｎ	１０
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μｍ	３．４０
積層体４	紫外光レーザー条件	波長	ｎｍ	２６６
		エネルギー密度	ｍＪ／ｃｍ^2	６５０
		走査回数	回	１
	ＸとＹの積の値		ｍＪ／ｃｍ^2	１．１５７
	半導体素子の搭載収率		%	７５
	位置ずれした半導体素子の割合		%	１８
	セル形成		—	○
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μｍ	３．４０
	半導体素子と樹脂膜の接着強度		ｍＮ	１０．８
	突起状電極部の最下部と第一の基板の間に位置する樹脂膜の厚み		μｍ	０．１１

[0163]

[表6-2]

表６（つづき）

			単位	実施例２６	実施例２７
第三の積層体	工程（２）”加熱条件	加熱温度	℃	２５０	２５０
		加熱時間	ｍｉｎ	１０	１０
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μｍ	３．４０	３．４０
積層体４	紫外光レーザー条件	波長	ｎｍ	２６６	２６６
		エネルギー密度	ｍＪ／ｃｍ^2	６５０	６５０
		走査回数	回	１	１
	ＸとＹの積の値		ｍＪ／ｃｍ^2	１，１５７	１，１５７
	半導体素子の搭載収率		%	９３	９９
	位置ずれした半導体素子の割合		%	５	０
	セル形成		—	○	○
	突起状電極部の埋まりこみ深さ		μｍ	３．４０	３．４０
	半導体素子と樹脂膜の接着強度		ｍＮ	１１．１	１５．３
	突起状電極部の最下部と第一の基板の間に位置する樹脂膜の厚み		μｍ	０．２５	０．２６

[0164]

[表7]

表7

				実施例25	実施例26	実施例27
レーザー転写結果	レーザー光の照射エネルギー密度	レーザー光の波長（nm）		355	355	355
	300（mJ／cm^2）		転写性能	5	5	5
			位置精度	5	5	5
			スポット位置マージン	5	5	5
	500（mJ／cm^2）		転写性能	5	5	5
			位置精度	5	5	5
			スポット位置マージン	5	5	5
	700（mJ／cm^2）		転写性能	5	5	5
			位置精度	5	5	5
			スポット位置マージン	5	5	5

符号の説明

[0165] １１　半導体素子の半導体層

１２　半導体素子の突起状電極部

１３　硬化性樹脂を含む樹脂組成物の硬化膜

１４　第一の基板

１５　プラチナ蒸着膜

２１　第三の基板

３１　レーザー光照射装置

１２０　積層体４

H_a　突起状電極部と樹脂膜が接している最上部

H_b　突起状電極部と樹脂膜が接している最下部

H_{ab}　H_aとH_bとの間の高さ

請求の範囲

[請求項1] （１）光透過性を有する第一の基板上に、硬化性樹脂を含む樹脂組成物が、膜状に未硬化の状態で積層された第一の積層体と、
紫外光透過性を有する第二の基板上に、突起状電極部を少なくとも１つ有する半導体素子が複数個、前記突起状電極部が前記第二の基板の表面の側とは反対の側に向かって突出するよう配置された第二の積層体を準備する工程；
（２）前記第一の積層体と前記第二の積層体とを、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が膜状に形成された側の面と、前記半導体素子が配置された側の面とを対向させて貼り合わせ、第三の積層体を得る工程；
（３）前記第三の積層体に含まれた前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物を硬化して、硬化された樹脂膜とする工程；
（４）前記第三の積層体の前記第二の基板の側から紫外光レーザーを照射して、前記第二の基板と前記半導体素子との界面で、前記第三の積層体から前記第二の基板を分離すると共に、前記半導体素子の間に存在する前記硬化された樹脂膜の少なくとも一部を除去する工程；
を有する、転写用積層体の製造方法。

[請求項2] 前記工程（４）において、隣接する半導体素子間に存在する前記硬化された樹脂膜を紫外光レーザーによって除去して、個々の半導体素子と硬化された樹脂膜との接合体のセル（区画）に分割する、請求項１に記載の転写用積層体の製造方法。

[請求項3] 前記第一の積層体は、該硬化性樹脂が硬化されたときの樹脂膜側からの２５℃での、樹脂膜表面から深さ２０～４０ｎｍでの押し込み弾性率が、１．０ＧＰａ以上、７．０ＧＰａ以下である、請求項１または２に記載の転写用積層体の製造方法。

[請求項4] 前記工程（３）の後において前記突起状電極部の全面に前記硬化した樹脂組成物が接する状態となるように、前記工程（２）を実施する請求項１または２に記載の転写用積層体の製造方法。

[請求項5] 前記硬化した樹脂膜の２００～３８０ｎｍのいずれかの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度が０．４以上、５．０以下である、請求項１または２に記載の転写用積層体の製造方法。

[請求項6] 前記第一の積層体における前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物の厚みが、０．３μｍ以上、３．０μｍ以下である、請求項１または２に記載の転写用積層体の製造方法。

[請求項7] 前記工程（３）において、前記第一の基板の側から、または、前記第二の基板の側から、圧力を印加しつつ前記第三の積層体内での樹脂組成物の硬化を行うことを特徴とする、請求項１または２に記載の転写用積層体の製造方法。

[請求項8] 前記工程（４）において、前記硬化された樹脂膜の前記紫外光レーザーの波長における膜厚１．０μｍ換算時の吸光度をＸ、前記紫外光レーザーのエネルギー密度をＹｍＪ／ｃｍ^{2}としたとき、ＸとＹの積の値が４００以上７，０００以下である、請求項１または２に記載の転写用積層体の製造方法。

[請求項9] 半導体素子を他の基板に転写するための転写用積層体であって、

（Ａ）光透過性を有する基板（第一の基板）、

（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜、

が積層された硬化膜付基板に、

（Ｃ）突起状電極部を有する複数の半導体素子、

が、該突起状電極部の、該硬化膜への埋まりこみ深さが該突起状電極部高さと一致した状態で、接合されており、

かつ、前記複数の半導体素子は、隣接する半導体素子とは硬化膜を介して繋がってはおらず、かつ、前記突起状電極部と第一の基板との最短距離は０．１μｍ以上、１．０μｍ以下である、転写用積層体。

[請求項10] 前記半導体素子と（Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜との接着強度が５ｍＮ以上、３０ｍＮ以下である、請求項９に記載の転写用積層体。

[請求項11] （Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜の２５℃での、樹脂膜表面から深さ２０～４０ｎｍにおける押し込み弾性率が１．０ＧＰａ以上、７．０ＧＰａ以下である、請求項９または１０に記載の転写用積層体。

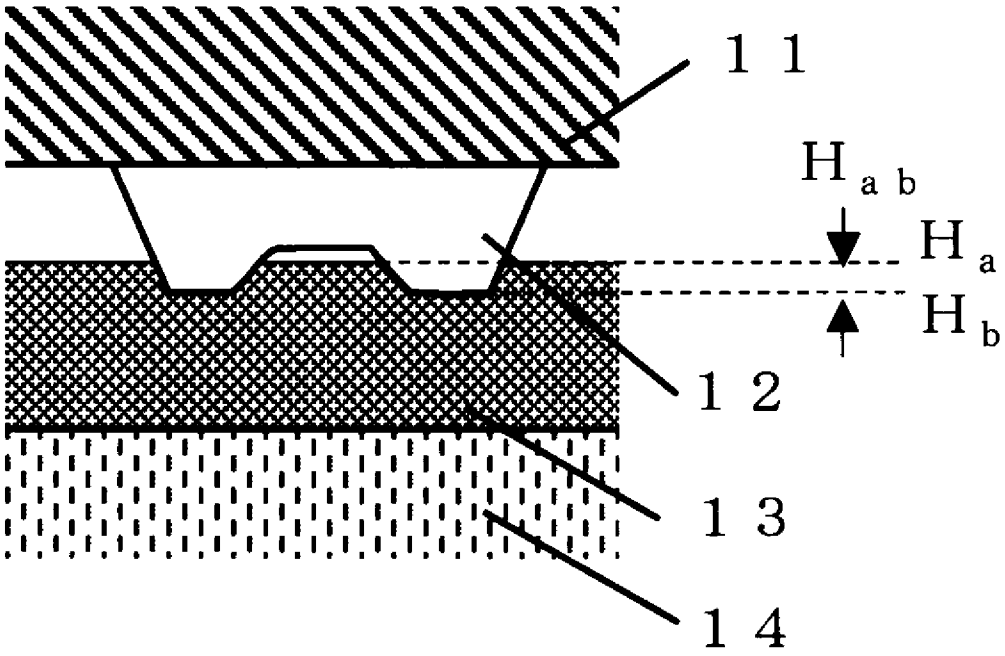
[請求項12] （Ｂ）硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜は、ポリイミドシロキサンを含む、請求項９または１０に記載の転写用積層体。

[請求項13] 請求項１または２に記載の転写用積層体の製造方法で製造された転写用積層体を用いて半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記転写用積層体の半導体素子が設けられた側の面と、該半導体素子を実装に用いるための第三の基板を対向させる工程、次いで前記転写用積層体の第一の基板の側からレーザー光を照射して、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化された樹脂膜を除去し、前記半導体素子を前記第三の基板へ転写する工程を有する、半導体装置の製造方法。

[請求項14] 請求項９または１０に記載の転写用積層体を用いて半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記転写用積層体の半導体素子が設けられた側の面と、該半導体素子を実装に用いるための第三の基板を対向させる工程、次いで前記転写用積層体の第一の基板の側からレーザー光を照射して、前記硬化性樹脂を含む樹脂組成物が硬化した硬化膜を除去し、前記半導体素子を前記第三の基板へ転写する工程を有する、半導体装置の製造方法。

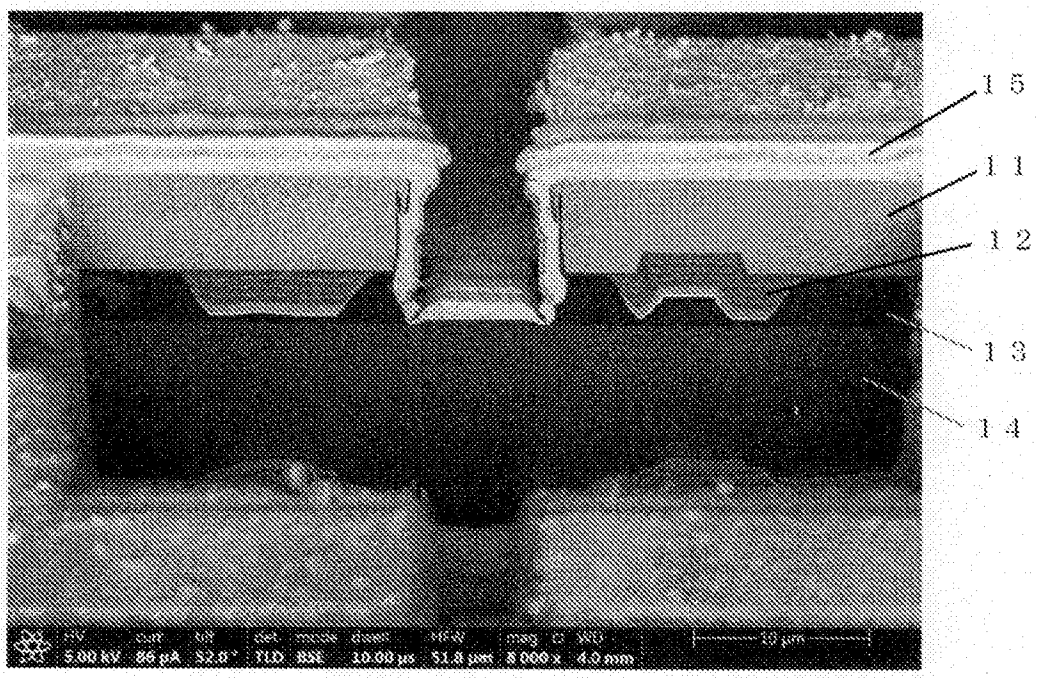
[図1]

【図１】



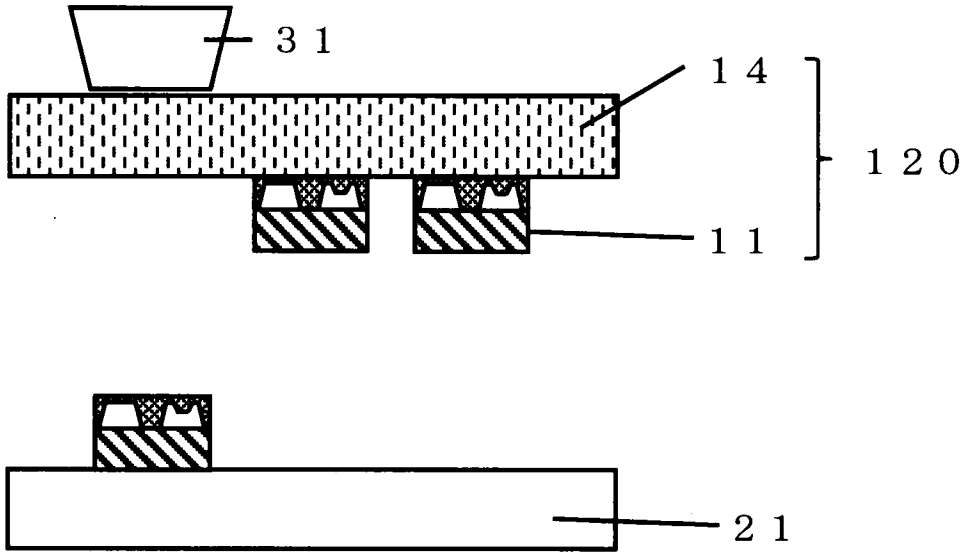
[図2]

【図２】



[図3]

【図3】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/010173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/50(2006.01)i; ***B23K 26/57***(2014.01)i; ***H01L 21/60***(2006.01)i; ***H01L 21/677***(2006.01)i
FI: H01L21/50 C; B23K26/57; H01L21/60 311Q; H01L21/68 A

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)

H01L21/50-21/52; H01L21/58; H01L21/60-21/607; H01L21/67-21/687; H01L33/00-33/64; H01L21/02; B23K26/50-26/57; G09F9/00-9/37; H05K3/30-3/34

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	JP 2022-41533 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 March 2022 (2022-03-11)	1-14
A	US 2019/0181122 A1 (INNOLUX CORPORATION) 13 June 2019 (2019-06-13)	1-14
A	JP 2019-176154 A (TORAY ENGINEERING CO., LTD.) 10 October 2019 (2019-10-10)	1-14
A	JP 2021-110875 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 02 August 2021 (2021-08-02)	1-14
A	CN 115425122 A (HKC CO., LTD.) 02 December 2022 (2022-12-02)	1-14
A	JP 2023-507820 A (SEOUL VIOSYS CO., LTD.) 27 February 2023 (2023-02-27)	1-14
A	JP 2014-225569 A (SONY CORPORATION) 04 December 2014 (2014-12-04)	1-14

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 May 2024	**21 May 2024**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/010173

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2022-41533 A	11 March 2022	US 2022/0069159 A1	
		WO 2022/050621 A1	
		KR 10-2022-0029333 A	
US 2019/0181122 A1	13 June 2019	EP 3499570 A1	
		CN 109920812 A	
		KR 10-2019-0070851 A	
JP 2019-176154 A	10 October 2019	(Family: none)	
JP 2021-110875 A	02 August 2021	US 2021/0217804 A1	
		WO 2021/145522 A1	
		KR 10-2021-0091640 A	
CN 115425122 A	02 December 2022	(Family: none)	
JP 2023-507820 A	27 February 2023	US 2021/0193497 A1	
		WO 2021/125775 A1	
		EP 4080550 A1	
		KR 10-2022-0116182 A	
		CN 114902387 A	
JP 2014-225569 A	04 December 2014	US 2014/0339289 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/010173

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/50(2006.01)i; B23K 26/57(2014.01)i; H01L 21/60(2006.01)i; H01L 21/677(2006.01)i
FI: H01L21/50 C; B23K26/57; H01L21/60 311Q; H01L21/68 A

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））

H01L21/50-21/52; H01L21/58; H01L21/60-21/607; H01L21/67-21/687; H01L33/00-33/64; H01L21/02; B23K26/50-26/57; G09F9/00-9/37; H05K3/30-3/34

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
A	JP 2022-41533 A (三星電子株式会社) 11.03.2022 (2022-03-11)	1-14
A	US 2019/0181122 A1 (INNOLUX CORPORATION) 13.06.2019 (2019-06-13)	1-14
A	JP 2019-176154 A (東レエンジニアリング株式会社) 10.10.2019 (2019-10-10)	1-14
A	JP 2021-110875 A (三星電子株式会社) 02.08.2021 (2021-08-02)	1-14
A	CN 115425122 A (HKC CO., LTD.) 02.12.2022 (2022-12-02)	1-14
A	JP 2023-507820 A (ソウル バイオシス カンパニー リミテッド) 27.02.2023 (2023-02-27)	1-14
A	JP 2014-225569 A (ソニー株式会社) 04.12.2014 (2014-12-04)	1-14

☐ 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
“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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
“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）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“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
“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
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
10.05.2024	21.05.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

安田　雅彦 5F 9447

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/010173

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2022-41533 A	11.03.2022	US 2022/0069159 A1	
		WO 2022/050621 A1	
		KR 10-2022-0029333 A	
US 2019/0181122 A1	13.06.2019	EP 3499570 A1	
		CN 109920812 A	
		KR 10-2019-0070851 A	
JP 2019-176154 A	10.10.2019	（ファミリーなし）	
JP 2021-110875 A	02.08.2021	US 2021/0217804 A1	
		WO 2021/145522 A1	
		KR 10-2021-0091640 A	
CN 115425122 A	02.12.2022	（ファミリーなし）	
JP 2023-507820 A	27.02.2023	US 2021/0193497 A1	
		WO 2021/125775 A1	
		EP 4080550 A1	
		KR 10-2022-0116182 A	
		CN 114902387 A	
JP 2014-225569 A	04.12.2014	US 2014/0339289 A1	