

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5485112号  
(P5485112)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int.Cl.	F 1
H01L 33/48	(2010.01)
H01L 21/52	(2006.01)
H01S 5/022	(2006.01)
C09J 183/04	(2006.01)
C09J 7/02	(2006.01)
	HO1L 33/00 400
	HO1L 21/52 E
	HO1S 5/022
	C09J 183/04
	C09J 7/02 Z

請求項の数 1 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-246631 (P2010-246631)
(22) 出願日	平成22年11月2日 (2010.11.2)
(65) 公開番号	特開2012-99664 (P2012-99664A)
(43) 公開日	平成24年5月24日 (2012.5.24)
審査請求日	平成24年11月28日 (2012.11.28)

前置審査

(73) 特許権者	000002060 信越化学工業株式会社 東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(74) 代理人	100102532 弁理士 好宮 幹夫
(72) 発明者	塙野 嘉幸 群馬県安中市松井田町人見1番地10 信 越化学工業株式会社 シリコーン電子材料 技術研究所内
(72) 発明者	市六 信広 群馬県安中市松井田町人見1番地10 信 越化学工業株式会社 シリコーン電子材料 技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光半導体装置の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を光半導体装置内の素子取付部に硬化接着させて光半導体装置を製造する方法であって、

前記ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を基材シート上に配置されたフィルム状の光半導体装置用接着剤に層ごとに貼り付ける貼り付け工程、

前記貼り付けられた光半導体素子を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤と共に前記基材シート上から剥離してピックアップするピックアップ工程、及び

前記ピックアップされた光半導体素子を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤が前記素子取付部と接着するように搭載し、該フィルム状の光半導体装置用接着剤を硬化させ該光半導体素子を前記光半導体装置に硬化接着するダイボンド工程を有することを特徴とする光半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体装置用接着剤に関し、特に光半導体装置用接着剤及びそれを用いた光半導体装置の製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

光半導体装置の製造においては、光半導体素子を素子取付部に接着するための液状、ペ

ースト状の硬化性接着剤（ダイボンド剤ともいう）と、光半導体素子を上から封止等する硬化性接着剤とが用いられてきた。青色LED（ライトエミッションダイオード）素子や、青色波長以下の発光波長を有するLED素子からの発光により波長変換を行うことで白色光を発するLED素子を有する光半導体装置の製造においては、光半導体素子を上から封止等する硬化性接着剤として液状、ペースト状のシリコーン系接着剤が用いられてきた。

### 【0003】

また、ダイボンド剤にも液状、ペースト状のシリコーン系のものが用いられており、シリコーン系ダイボンド剤は一般に内部応力が小さく、接着性に優れ、しかも光透過性に優れている（特許文献1、特許文献2）。具体的には、特許文献1ではエポキシ・シリコーン混成樹脂組成物をポッティングし、180°で1時間硬化することで発光半導体装置を作製しており、また、特許文献2ではエポキシ・シリコーン混成樹脂組成物を底部に発光素子を配置させたカップ、キャビティ、パッケージ凹部等にディスペンサーその他の方法にて注入して加熱等により硬化させることで接着、封止している。10

### 【0004】

このような、液状、ペースト状のシリコーン系ダイボンド剤の塗布方法としては、一般的にはスタンピングにより塗布する方法が用いられている。以下、ダイボンド剤をスタンピングすることにより光半導体装置を製造する方法について図3（B）を用いて説明する。まず、LED素子等の光半導体素子13'は1枚のウエーハ12'からダイサー11'により大量に切り出され（工程1'）、採取されるが、発光波長のばらつきが大きいため光半導体素子13'の1つ1つの発光波長を測定し、発光波長ごとに層別するソーティングという作業が行われる（工程2'）。次に、各層にソーティングされた光半導体素子13'は層ごとに1枚の粘着テープ21にまとめて貼り付けられる（工程3'）。その後、選択した発光波長層を有する光半導体素子13'が貼り付けられた粘着テープ21から光半導体素子13'を1個ずつ取り出すピックアップという作業を行う（工程4-1'）と同時に、別に配置された光半導体装置14'内の素子取付部15'に液状、ペースト状のダイボンド剤22をスタンピングにより塗布し（工程4-2'）、ピックアップした光半導体素子13'を素子取付部15'に置くという作業が行われ、加熱などによりダイボンド剤22が硬化され、光半導体素子13'と光半導体装置14'内の素子取付部15'が硬化接着させられる（工程5'）。2030

### 【0005】

しかし、上記光半導体装置の製造方法では、光半導体装置の素子取付部の一つ一つにダイボンド剤をスタンピングする必要があるため、時間がかかるという問題があった。この問題は液状、ペースト状のダイボンド剤を塗布等して使用する以上回避できない問題となっていた。その為、高効率生産性、生産コストダウンの観点から液状、ペースト状のダイボンド剤に代わる光半導体装置用接着剤及びそれを用いた光半導体装置の製造方法が望まれていた。

### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0006】

【特許文献1】特許第4479883号公報

【特許文献2】特開平2004-266134号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、光半導体装置を効率よく製造でき、特にライトエミッションダイオード（以下LEDという）、レーザーダイオード（以下LDという）をはじめとした光半導体素子（ダイ、ダイスまたはチップともいう）を光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、光半導体装置の製造の生産性を高めることができる光半導体装置用接着剤、光半導体装置用接着剤4050

シート、その製造方法及び光半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明では、ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を基材シート上からピックアップし、前記光半導体素子を光半導体装置内の素子取付部に搭載した後、前記光半導体素子を前記素子取付部に硬化接着するために用いる光半導体装置用接着剤であって、フィルム状に成形されており、前記基材シート上に配置されており、前記基材シートから剥離できるものであることを特徴とする光半導体装置用接着剤を提供する。

【0009】

10

このように、上記光半導体装置用接着剤であれば、フィルム状に成形されているものであり、基材シート上に配置されているものであるためソーティングされた光半導体素子に光半導体装置用接着剤を貼り付けることができ、さらに基材シートから剥離できるためピックアップ時に光半導体素子と光半導体装置用接着剤は共に一体となって剥離しピックアップされ、そのまま素子取付部に搭載され、光半導体装置用接着剤を介して硬化接着することができる。そのため、前記素子取付部へのダイボンド剤のスタンピングが不要となり、光半導体装置を効率よく製造でき、特に、光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができる光半導体装置用接着剤となる。

【0010】

20

また、前記光半導体素子の前記素子取付部に対する接着面の51%以上225%以下の面積を有する光半導体装置用接着剤であることが好ましい。

【0011】

このように、前記光半導体素子の前記素子取付部に対する接着面の51%以上225%以下の面積を有する光半導体装置用接着剤であれば、硬化後に充分な接着強度を得ることができ、また素子取付部を不必要に覆うことを回避できるため好ましい。

【0012】

さらに、被接着物に対する粘着力が $20\text{ kN/m}^2$ 以上 $300\text{ kN/m}^2$ 以下の光半導体装置用接着剤であることが好ましい。

【0013】

30

このように、被接着物に対する粘着力が $20\text{ kN/m}^2$ 以上 $300\text{ kN/m}^2$ 以下の光半導体装置用接着剤であれば、光半導体素子を基材シート上からピックアップする際に、光半導体素子と光半導体装置用接着剤とが剥がれにくいため共に一体となってピックアップしやすく、また、ピックアップの際に光半導体装置用接着剤が基材シートから剥離しやすいため、光半導体素子と光半導体装置用接着剤とが共に一体となってピックアップされやすいため好ましい。

【0014】

また、シリコーン組成物を51質量%以上含有する光半導体装置用接着剤であることが好ましい。

【0015】

40

このように、光透過性に優れるシリコーン組成物を51質量%以上含有する光半導体装置用接着剤であれば、該光半導体装置用接着剤を用いて製造された光半導体装置が、光半導体素子からの光の取り出し効率の良好な光半導体装置となるため好ましい。

【0016】

さらに、半硬化状態の光半導体装置用接着剤であることが好ましい。

【0017】

このように、半硬化状態の光半導体装置用接着剤であれば、光半導体素子が良好に圧着、貼り付けでき、また光半導体素子とフィルム状の光半導体装置用接着剤とが共に一体となってピックアップしやすくなるため好ましい。

【0018】

また、本発明では、前記基材シート上に、複数個の前記光半導体装置用接着剤を配置し

50

たものであることを特徴とする光半導体装置用接着剤シートを提供する。

【0019】

このように、上記光半導体装置用接着剤シートであれば、基材シート上に複数個の光半導体装置用接着剤が配置したものであるため、一枚の光半導体装置用接着剤シート上に複数の光半導体素子が貼り付けられることができる。さらに、ピックアップ時に光半導体素子と光半導体装置用接着剤は共に一体となって剥離しピックアップされ、そのまま素子取付部に搭載され、光半導体装置用接着剤を介して硬化接着されることがあるものとなる。そのため、前記素子取付部へのダイボンド剤のスタンピングが不要となり、光半導体装置を効率よく製造でき、特に、光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができる光半導体装置用接着剤シートとなる。

10

【0020】

さらに、本発明では、前記基材シート上に、スクリーン印刷により前記複数個の光半導体装置用接着剤を配置することを特徴とする光半導体装置用接着剤シートの製造方法を提供する。

【0021】

このように、上記光半導体装置用接着剤シートの製造方法であれば、該光半導体装置用接着剤シートの製造のハイスループット化が可能となり、また素子取付部に硬化接着される光半導体素子の接着面積に合わせて適当なパターンのスクリーン版を用いることで均一な形状、面積及び厚さを有するフィルム状の光半導体装置用接着剤を成形、配置することができる。

20

【0022】

また、本発明では、ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を光半導体装置内の素子取付部に硬化接着させて光半導体装置を製造する方法であって、前記ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を基材シート上に配置されたフィルム状の光半導体装置用接着剤に貼り付ける貼り付け工程、前記貼り付けられた光半導体素子を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤と共に前記基材シート上から剥離してピックアップするピックアップ工程、及び前記ピックアップされた光半導体素子を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤が前記素子取付部と接着するように搭載し、該フィルム状の光半導体装置用接着剤を硬化させ該光半導体素子を前記光半導体装置に硬化接着するダイボンド工程を有することを特徴とする光半導体装置の製造方法を提供する。

30

【0023】

このように、上記光半導体装置の製造方法であれば、貼り付け工程において光半導体素子の素子取付部に接着される面にフィルム状の光半導体装置用接着剤が貼り付けられることができ、ピックアップ工程において光半導体素子と光半導体装置用接着剤は共に一体となって剥離してピックアップことができ、ダイボンド工程においてピックアップされた光半導体素子がそのまま素子取付部に搭載され、光半導体装置用接着剤を介して硬化接着することができる。そのため、前記素子取付部へのダイボンド剤のスタンピング工程が不要となり、光半導体装置を効率よく製造でき、特に、光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができる光半導体装置の製造方法となる。

【発明の効果】

40

【0024】

以上説明したように、本発明によれば、光半導体装置を効率よく製造でき、特に光半導体素子を光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、ダイボンド剤を素子取付部にスタンピングする時間を削減することができる光半導体装置用接着剤、光半導体装置用接着剤シート、その製造方法及び光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】

【0025】

【図1】本発明の光半導体装置用接着剤シートの上面図である。

【図2】本発明の光半導体装置用接着剤シートの側面図である。

50

【図3】(A)本発明の光半導体装置用接着剤を用いた光半導体装置の製造フローと、(B)従来の光半導体装置の製造フローを並べて示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の光半導体装置用接着剤、光半導体装置用接着剤シート、光半導体装置用接着剤シートの製造方法、及び光半導体装置の製造方法について詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

前述のように、高効率生産性、生産コストダウンの観点から液状、ペースト状のダイボンド剤に代わる光半導体装置用接着剤及びそれを用いた光半導体装置の製造方法が望まれていた。

10

【0027】

本発明者らは、上記課題を達成するため鋭意検討を重ねた結果、ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を基材シート上からピックアップし、前記光半導体素子を光半導体装置内の素子取付部に搭載した後、前記光半導体素子を前記素子取付部に硬化接着するために用いる光半導体装置用接着剤であって、フィルム状に成形されており、前記基材シート上に配置されており、前記基材シートから剥離できるものであることを特徴とする光半導体装置用接着剤であれば、LED装置をはじめとした光半導体素子を有する光半導体装置の製造を効率よく行うことができ、特に光半導体素子を光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、ダイボンド剤を素子取付部にスタンピングする時間を削減することができる光半導体装置用接着剤となることを見出し、本発明を完成させた。

20

【0028】

また、本発明者らは、ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を光半導体装置内の素子取付部に硬化接着させて光半導体装置を製造する方法であって、前記ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を基材シート上に配置されたフィルム状の光半導体装置用接着剤に貼り付ける貼り付け工程、前記貼り付けられた光半導体素子を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤と共に一体として前記基材シート上から剥離してピックアップするピックアップ工程、及び前記ピックアップされた光半導体素子を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤が前記素子取付部と接着するように搭載し、該フィルム状の光半導体装置用接着剤を硬化させ該光半導体素子を前記光半導体装置に硬化接着するダイボンド工程を有することを特徴とする光半導体装置の製造方法であれば、LED装置をはじめとした光半導体素子を有する光半導体装置の製造を効率よく行うことができ、特に光半導体素子を光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、ダイボンド剤を素子取付部にスタンピングする時間を削減することができる光半導体装置の製造方法となることを見出し、本発明を完成させた。

30

【0029】

本発明は、ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を基材シート上からピックアップし、前記光半導体素子を光半導体装置内の素子取付部に搭載した後、前記光半導体素子を前記素子取付部に硬化接着するために用いる光半導体装置用接着剤であって、フィルム状に成形されており、前記基材シート上に配置されており、前記基材シートから剥離できるものであることを特徴とする光半導体装置用接着剤を提供する。

40

【0030】

[光半導体素子]

本発明に係る光半導体素子は、ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子であり、一般的に光半導体素子として扱われているものであれば特に制限されず、LED、LDを例示することができる。このような光半導体素子は、特有の問題として、一般に光量や発光波長等のばらつきが大きい。そのため、光半導体装置に固着される前に発光波長等ごとに層別するソーティング作業が行われる。ソーティングは一つ一つの光半導体素子の発光波長を測定して行うため、ソーティングされた後の光半導体素子は、通常、粘着シートなどに層ごとに貼り付けておく必要がある。その点、本発明にかかる光半導体素

50

子は、ウエーハから切り出されソーティングされた後、素子取付部に接着される面に本発明の光半導体装置用接着剤が貼り付けられるものであり、光半導体装置内の素子取付部に搭載された後、本発明の光半導体装置用接着剤により前記素子取付部に硬化接着されるものである。従って、ソーティングされた光半導体素子が基材シート上の光半導体装置用接着剤に貼り付けられる工程において、ソーティングされた光半導体素子を層ごとに貼り付けておくことと、光半導体装置用接着剤を圧着し貼り付けることが同時に達せられることとなる。

#### 【 0 0 3 1 】

##### [ 基材シート ]

本発明に係る基材シートは、その上に本発明の光半導体装置用接着剤が配置されるものであり、かつ本発明の光半導体装置用接着剤がその上から剥離できるものであれば特に制限はされない。このような基材シートとしては、例えばP E T フィルム上に離型剤がコートされたP E T セパレーターを使用することができる。前記ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子は、前記基材シート上に配置された光半導体装置用接着剤に貼り付けられ、前記基材シート上からピックアップされ、光半導体装置内の素子取付部に搭載される。この際に、前記基材シートは、本発明の光半導体装置用接着剤が剥離できるものであるため、光半導体装置用接着剤はピックアップされた光半導体素子と共に一体となって基材シート上から剥離してピックアップされる。

10

#### 【 0 0 3 2 】

##### [ 光半導体装置内の素子取付部 ]

20

本発明の光半導体装置内の素子取付部は、前記光半導体素子が搭載される部分である。

#### 【 0 0 3 3 】

##### [ 光半導体装置用接着剤 ]

本発明の光半導体装置用接着剤は、前記光半導体素子を前記光半導体装置内の素子取付部に硬化接着するために用いる光半導体装置用接着剤であって、フィルム状に成形されており、前記基材シート上に配置されており、前記基材シートから剥離できるものである。そのため、まず、前記ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子は、前記基材シート上に配置されフィルム状に成形された光半導体装置用接着剤に貼り付けられる（貼り付け工程）。さらに、光半導体装置用接着剤はピックアップされた光半導体素子と共に一体となって基材シート上から剥離してピックアップされる（ピックアップ工程）。その後、光半導体素子が素子取付部に搭載され、硬化接着される工程において、本発明の光半導体装置用接着剤を介して前記光半導体素子が素子取付部に搭載され、硬化接着される（ダイボンド工程）。これにより、本発明の光半導体装置用接着剤によれば、前記素子取付部にダイボンド剤をスタンピングせずに前記光半導体素子を硬化接着でき、光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、光半導体装置の製造の生産性を高めることができる。

30

#### 【 0 0 3 4 】

##### ・ フィルム状の光半導体装置用接着剤

本発明の光半導体装置用接着剤は、フィルム状に成形されているものである。そのため、基材シート上に成形しやすく、また剥離しやすい。その上、前記光半導体素子には均一な形状、面積及び厚みの光半導体装置用接着剤のフィルムが貼り付けられることが可能ため、硬化接着後の光半導体装置の品質は一定のものに保たれる。

40

#### 【 0 0 3 5 】

本発明の光半導体装置用接着剤は、フィルム状に成形されており、その面積は前記光半導体素子の前記素子取付部に対する接着面の5 1 %以上2 2 5 %以下の面積であることが好ましく、より好ましくは7 1 %以上2 0 0 %以下の面積である。フィルム面積が5 1 %以上であれば、硬化後に充分な接着強度を得ることができるとため好ましく、2 2 5 %以下であれば、素子取付部を必要に覆うこと回避できるため好ましい。

#### 【 0 0 3 6 】

また、本発明の光半導体装置用接着剤は、フィルム状に成形されており、その厚さは1

50

$\mu\text{m}$ 以上150 $\mu\text{m}$ 以下の範囲が好ましく、特に3 $\mu\text{m}$ 以上100 $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。厚さが1 $\mu\text{m}$ 以上であれば、硬化後に充分な接着強度を得ることができるために好ましく、150 $\mu\text{m}$ 以下であれば、光半導体素子が硬化接着された光半導体装置が厚くなりすぎること等を回避できるため好ましい。

#### 【0037】

##### ・前記基材シート上に配置された光半導体装置用接着剤

本発明の光半導体装置用接着剤は、前記基材シート上に配置されているものである。そのため、ウエーハから切り出された後、光量や発光波長等に応じてソーティングされた光半導体素子は、層ごとに基材シート上に配置された光半導体装置用接着剤に個々貼り付けられることができる。

10

#### 【0038】

##### ・前記基材シートから剥離できる光半導体装置用接着剤

本発明の光半導体装置用接着剤は、前記基材シートから剥離できるものである。そのため、光半導体装置用接着剤はピックアップされた光半導体素子と共に一体となって基材シート上から剥離してピックアップされる。その後、ダイボンド工程において、本発明の光半導体装置用接着剤を介して前記光半導体素子が素子取付部に搭載され、硬化接着される。以上により、本発明の光半導体装置用接着剤によれば、前記素子取付部にダイボンド剤をスタンピングせずに前記光半導体素子を硬化接着でき、光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、光半導体装置の製造の生産性を高めることができる。

20

#### 【0039】

本発明の光半導体装置用接着剤は、前記基材シートから剥離できるものであり、被接着物に対する粘着力が20kN/m<sup>2</sup>以上300kN/m<sup>2</sup>以下であることが好ましく、30kN/m<sup>2</sup>以上200kN/m<sup>2</sup>以下であることがより好ましい。この粘着力はJIS Z 3284「ソルダーペースト」の粘着性試験における粘着力である。20kN/m<sup>2</sup>以上であれば、基材シート上からのピックアップの際に光半導体素子とフィルム状の光半導体装置用接着剤と共に一體となってピックアップされやすいため好ましく、また、300kN/m<sup>2</sup>以下であれば、ピックアップの際に光半導体装置用接着剤が基材シートから剥離しやすいため好ましい。

#### 【0040】

30

その他、本発明の光半導体装置用接着剤はシリコーン組成物を51質量%以上含有するものであることが好ましい。シリコーン組成物を51質量%以上含有することで、光半導体装置用接着剤を用いて光半導体素子が硬化接着された光半導体装置は、光の取り出し効率の良好な光半導体装置となる。また、本発明の光半導体装置用接着剤に含有されるその他成分としては接着助剤、制御剤、硬化触媒、フィラーを適当量配合することができる。

#### 【0041】

また、本発明の光半導体装置用接着剤の光吸收係数は1.0×10<sup>-4</sup>/m以下であることが好ましい。

#### 【0042】

さらに、本発明の光半導体装置用接着剤は半硬化状態のものであることが好ましい。この半硬化状態とは、JIS K 6800「接着剤・接着用語」に定義されているようなB-ステージ（熱硬化性樹脂の硬化中間体、この状態での樹脂は加熱すると軟化し、ある種の溶剤に触れると膨潤するが、完全に溶融、溶解することはない）状態をいうものである。フィルム状の光半導体装置用接着剤が半硬化状態であれば、光半導体素子が良好に貼り付け（圧着）でき、また光半導体素子とフィルム状の光半導体装置用接着剤と共に一體となってピックアップしやすくなるため好ましい。

40

#### 【0043】

##### [光半導体装置用接着剤シート]

また、本発明は前記基材シート上に、複数個の前記光半導体装置用接着剤を配置したものであることを特徴とする光半導体装置用接着剤シートを提供する。図1に、本発明の光

50

半導体装置用接着剤シートの上面図を例示し、図2に側面図を例示する。このように、本発明の光半導体装置用接着剤シート3は基材シート2上に、複数個のフィルム状の前記光半導体装置用接着剤1を配置したものである。

#### 【0044】

ウエーハから切り出されソーティングされた前記光半導体素子は、光半導体装置用接着剤シートの複数個の光半導体装置用接着剤に個々貼り付けられる（貼り付け工程）。よって、一枚の光半導体装置用接着剤シート上に複数の光半導体素子が貼り付けられることとなる。さらに、光半導体素子のピックアップ時において、光半導体装置用接着剤は光半導体素子と共に一体となって基材シート上から剥離してピックアップされる（ピックアップ工程）。その後、光半導体素子が素子取付部に搭載され、硬化接着される工程において、本発明の光半導体装置用接着剤を介して前記光半導体素子が素子取付部に搭載され、硬化接着される（ダイボンド工程）。これにより、本発明の光半導体装置用接着剤シートによれば、前記素子取付部にダイボンド剤をスタンピングせずに前記光半導体素子を硬化接着でき、光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、光半導体装置の製造の生産性を高めることができる。10

#### 【0045】

また、この際、ウエーハから切り出された後、光半導体素子を光量や発光波長等に応じてソーティング（層別）したときに、特定の層を有する光半導体素子を同一の光半導体装置用接着剤シートに貼り付け、特定の層と異なる層を有する光半導体素子を異なる光半導体装置用接着剤シートに貼り付ける使用形態とすることもできる。結果、層ごとの光半導体素子が貼り付けられた光半導体装置用接着剤シートができる。これにより、特定の層の光半導体素子が接着された光半導体装置用接着剤シートをそのままダイボンダーに設置して、特定の層を有する光半導体素子をまとめて素子取付部にダイボンドすることができる。このような使用形態であれば、生産性の観点から好ましい。20

#### 【0046】

##### [光半導体装置用接着剤シートの製造方法]

さらに、本発明は前記基材シート上に、スクリーン印刷により前記複数個の光半導体装置用接着剤を配置することを特徴とする前記光半導体装置用接着剤シートの製造方法を提供する。これにより、光半導体装置用接着剤シートの製造のハイスクループット化が可能となり、また素子取付部に硬化接着される光半導体素子の接着面積に合わせて適当なパターンのスクリーン版を用いることで均一な形状、面積及び厚さを有するフィルム状の光半導体装置用接着剤を成形することができる。30

#### 【0047】

##### [光半導体装置の製造方法]

また、本発明は、ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を光半導体装置内の素子取付部に硬化接着させて光半導体装置を製造する方法であって、前記ウエーハから切り出されソーティングされた光半導体素子を基材シート上に配置されたフィルム状の光半導体装置用接着剤に貼り付ける貼り付け工程、前記貼り付けられた光半導体素子を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤と共に前記基材シート上から剥離してピックアップするピックアップ工程、及び前記ピックアップされた光半導体素子を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤が前記素子取付部と接着するように搭載し、該フィルム状の光半導体装置用接着剤を硬化させ該光半導体素子を前記光半導体装置に硬化接着するダイボンド工程を有することを特徴とする光半導体装置の製造方法を提供する。40

#### 【0048】

はじめに、液状、ペースト状のダイボンド剤を使用する従来の光半導体装置の製造方法について、図3(B)を用いて説明する。図3(B)には従来の光半導体装置の製造方法のフロー図が示してある。まず、LED素子等の光半導体素子13'がダイサー11'によりウエーハ12'から切り出される(工程1')。切り出された光半導体素子13'は光量や発光波長等のばらつきが大きいため発光波長などを測定し、ソーティング(層別)され(工程2')、各層にソーティングされた光半導体素子13'は、層ごとに粘着シート50

ト 2 1 上に貼り付けられる貼り付け工程（工程 3'）がされる。続いて、選択した発光波長層の粘着シート 2 1 上から、前記貼り付けられた光半導体素子 1 3' をピックアップするピックアップ工程（工程 4 - 1'）をすると同時に、別に配置された光半導体装置 1 4' 内の素子取付部 1 5' にダイボンド剤 2 2 をスタンピングにより塗布し（工程 4 - 2'）、ピックアップした光半導体素子 1 3' をダイボンド剤 2 2 を介して素子取付部 1 5' に搭載し、ダイボンド剤 2 2 を硬化させて接着するダイボンド工程（工程 5'）を行う。しかし、前述のように、上記光半導体装置の製造方法ではダイボンド剤のスタンピング（工程 4 - 2'）に時間がかかるという問題を有しており、この問題は液状、ペースト状のダイボンド剤を使用する以上回避できない問題となっていた。その為、液状、ペースト状のダイボンド剤に代わる光半導体装置用接着剤及びそれを用いた光半導体装置の製造方法が望まれていた。

10

#### 【 0 0 4 9 】

次に、上記本発明の光半導体装置の製造方法の一実施態様について、図 3 (A) を用いて説明する。図 3 (A) には、本発明の光半導体装置の製造方法のフロー図が示してある。まず、LED 素子等の光半導体素子 1 3 がダイサー 1 1 によりウエーハ 1 2 から切り出される（工程 1）。切り出された光半導体素子 1 3 は光量や発光波長等のばらつきが大きいため発光波長などを測定し、ソーティングされる（工程 2）。この際、ソーティング（層別）したときに、特定の層を有する光半導体素子を同一の光半導体装置用接着剤シートに貼り付け、特定の層と異なる層を有する光半導体素子を異なる光半導体装置用接着剤シートに貼り付けることもできる。その場合は続く工程において、特定の層の光半導体素子が接着された光半導体装置用接着剤シートをそのままダイボンダーに設置して、特定の層を有する光半導体素子をまとめて素子取付部にダイボンドすることができるため好ましい。

20

#### 【 0 0 5 0 】

##### (貼り付け工程)

各層にソーティングされた光半導体素子 1 3 は、層ごとに基材シート 2 上に配置されたフィルム状の光半導体装置用接着剤 1 に貼り付けられる貼り付け工程（工程 3）がされる。この貼り付け工程により、ソーティングされた光半導体素子を一時貼り付けておくことと、光半導体素子に本発明の光半導体装置用接着剤を圧着し貼り付けることが同時に達せられることとなる。

30

#### 【 0 0 5 1 】

この貼り付け工程の前に、フィルム状の光半導体装置用接着剤を半硬化状態にすることもできる。半硬化状態にする方法は特に限定されないが、熱風循環式オーブンを用いて行うことが例示される。熱風循環式オーブンを用いて乾燥させる温度としては特に限定されないが 40 以上 150 未満が好ましく 40 以上 140 以下がより好ましい。温度が 40 以上であれば、硬化に要する時間が長くなることを抑制でき、また温度が 150 度未満であれば硬化速度が速すぎて完全に硬化してしまうことを抑制できるため好ましい。また、熱風循環式オーブンを用いて乾燥させる時間としては、10 秒以上 2 時間未満が好ましく、10 秒以上 1 時間半以下がより好ましい。時間が 10 秒以上であれば、光半導体素子が良好に貼り付け（圧着）でき、また光半導体素子とフィルム状の光半導体装置用接着剤とが共に一体となってピックアップしやすくなるため好ましく、また時間が 2 時間未満であれば完全に硬化してしまうことを抑制できるため好ましい。

40

#### 【 0 0 5 2 】

##### (ピックアップ工程)

続いて、選択した発光波長層の光半導体装置用接着剤シート 3 において、前記貼り付けられた光半導体素子 1 3 を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤 1 と共に前記基材シート 2 上から剥離してピックアップするピックアップ工程（工程 4）をし、これによりフィルム状の光半導体装置用接着剤 1 が接着した光半導体素子 1 3 がピックアップされる。

#### 【 0 0 5 3 】

##### (ダイボンド工程)

50

前記ピックアップされた光半導体素子13を前記フィルム状の光半導体装置用接着剤1が光半導体装置14の素子取付部15と接着するように搭載し、該フィルム状の光半導体装置用接着剤1を硬化させ該光半導体素子13を前記光半導体装置14に硬化接着するダイボンド工程(工程5)を行う。これにより、ダイボンド剤をスタンピングすることなく、光半導体素子を光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、光半導体装置の製造の生産性を高めることができる光半導体装置の製造方法となる。

#### 【実施例】

##### 【0054】

以下、本発明の光半導体装置用接着剤、光半導体装置用接着剤シート及び光半導体装置の製造方法の実施例及び比較例を示して本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。はじめに本発明の光半導体装置用接着剤シートの実施例1及び実施例2について説明する。

##### 【0055】

[光半導体装置用接着剤、光半導体装置用接着剤シート及びその製造方法]

###### (実施例1)

光半導体装置用接着剤として硬化性シリコーン組成物であるK E R - 3 0 0 0 - M 4(信越化学工業株式会社製)、基材シートとしてP E Tセパレーター、P E T # 3 8 x - 4 1 - 3 0 3 5、3 8 μm(株式会社タカラインコーポレーション製)、スクリーン版として1 mm × 1 mmの四角開口部が10個並んだ行を10行、合計100個の開口部を間隔0.5 mmで規則的に配列したスクリーン版、スクリーン印刷機としてミノグループ製のスクリーン印刷機を用いた。

##### 【0056】

これらを用い、スキージ角度70°、スキージ速度300 mm / sec、クリアランス量1 mmにて、基材シート上にスクリーン印刷により100個の光半導体装置用接着剤を配置した。その後、120の熱風循環式オーブン中でP E Tセパレーターごと印刷された光半導体装置用接着剤を120秒間乾燥することにより、P E Tセパレーター上に半硬化状態のフィルム状の光半導体装置用接着剤が配置された光半導体装置用接着剤シートを得た。この光半導体装置用接着剤は1 mm × 1 mm(実施例において接着される光半導体素子との面積割合100%)の四角形状で厚さ10 μmであった。

##### 【0057】

上記実施例1のようにして製造された光半導体装置用接着剤シートは、複数個の光半導体装置用接着剤を配置したものとなる。また、基材シート上の光半導体装置用接着剤は、フィルム状に成形されており、前記基材シート上に配置されており、前記基材シートから剥離できるものとなる。以下、詳細に説明していく。

##### 【0058】

[接着強度の評価]

実施例1で得られた光半導体装置用接着剤シートのフィルム状の光半導体装置用接着剤を用いて、光半導体素子の接着強度を評価した。このフィルム状の光半導体装置用接着剤に1 mm × 1 mmの接着面積を有する青色L E D素子を圧着した後、ピンセットで素子をつかみながら持ち上げたところ、P E Tセパレーターから光半導体装置用接着剤を容易に剥すことができた。このときにはフィルム状の光半導体装置用接着剤は素子の一面(素子取付部に接着される面)にきれいに貼り付いたまま光半導体素子と共に一体となってピックアップされた。その後、このフィルム状の光半導体装置用接着剤付き光半導体素子を、銀メッキを施した銅板(素子取付部に相当)にフィルム状の光半導体装置用接着剤を介して接着するように圧着した後、150の熱風循環式オーブン中で2時間加熱して硬化接着させた。硬化接着後のせん断接着強度は4 M P aであった。せん断接着強度は強度テスター(デイジ社製)を用いて測定した。

##### 【0059】

###### (実施例2)

10

20

30

40

50

また、使用するスクリーン版の四角開口部を  $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ とした以外は実施例 1 と同様にして、厚さ  $10\text{ }\mu\text{m}$ の半硬化状態のフィルム状の光半導体装置用接着剤が配置された光半導体装置用接着剤シートを得た。続いて、以下の方法で基材シート上の光半導体装置用接着剤の粘着力の評価、光透過性の評価を行った。

## 【0060】

## [ 粘着力の評価 ]

実施例 2 で得られた光半導体装置用接着剤シートのフィルム状の光半導体装置用接着剤を用いて、粘着力タッキネステスター（株式会社マルコム製）にて評価した。評価方法は定圧浸入方式（JIS 規格準拠）にて行った。結果、粘着力は  $30\text{ kN/m}^2$  であった。

## 【0061】

## [ 光透過性（光吸收係数）の評価 ]

実施例 2 で得られた光半導体装置用接着剤シートのフィルム状の光半導体装置用接着剤を用いて、光透過性（光吸收係数）を、分光光度計（株式会社日立ハイテクノロジーズ製）にて評価した。厚さ  $1\text{ mm}$  の石英ガラスに実施例 2 の光半導体装置用接着剤シートの光半導体装置用接着剤を貼り付けて測定サンプルとした。空気のみ（測定サンプルなし）の時を光透過率 1 とし、波長  $400\text{ nm}$  から  $800\text{ nm}$  での測定平均値を光透過率とした。光吸收係数は次の式（1）により定義し、式（2）により算出した。

$$T_{exp} = -\frac{1}{t} \ln \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad (1)$$

## 【0062】

ここで  $T$  は光透過率、 $R$  は境界面での反射率、 $t$  は光半導体装置用接着剤の厚さ、そして  $\alpha$  が光吸收係数である。式（1）から光吸收係数  $\alpha$  は厚さの異なる測定サンプルの光透過率  $T$  を測定し、この光透過率の対数  $\ln(T)$  と厚さ  $t$  のグラフの傾きから求めることができる。すなわち

$$\alpha = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) / (t_2 - t_1) \quad (2)$$

## 【0063】

厚さ  $t_1$ 、 $t_2$  と光透過率  $T_1$ 、 $T_2$  の添字の 1、2 は異なる厚さの光半導体装置用接着剤サンプル番号を示す。本光透過性の評価では、添字の  $t_1$  を  $10\text{ }\mu\text{m}$  とし、 $t_2$  を  $t_1$  を 2 枚重ね合わせた  $20\text{ }\mu\text{m}$  とし、それぞれの光透過率  $T_1$ 、 $T_2$  を測定した。その結果、光半導体装置用接着剤の光吸收係数は  $3.5 \times 10^{-3}/\text{m}$  であった。

## 【0064】

以下、前記実施例 1 と同様にして、スクリーン版の四角開口部の大きさ（光半導体素子との面積割合）だけを変化させて、フィルム状の光半導体装置用接着剤が配置された光半導体装置用接着剤シートを得、それを用いた光半導体装置の製造方法の実施例 3 ~ 9 について説明する。なお、各実施例中のスクリーン版の四角開口部の大きさ（接着剤面積）、素子との面積割合（光半導体装置の素子取付部に対する接着面積）、粘着力、硬化接着後のせん断接着強度、光半導体装置の製造効率、光吸収係数についてまとめた結果を表 1 に示す。なお、粘着力、硬化接着後のせん断接着強度、光吸収係数は上記の評価と同様にして求めた。

## 【0065】

## （実施例 3）

使用するスクリーン版の四角開口部を  $0.7\text{ mm} \times 0.7\text{ mm}$ （光半導体素子との面積割合  $49\%$ ）とした以外は実施例 1 と同様に行い光半導体装置用接着剤シートを得た。その後、ウエーハから切り出されソーティングされた  $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$  の青色 LED 素子 100 個を基材シート上に配置されたフィルム状の光半導体装置用接着剤に貼り付けて、貼り付けられた青色 LED 素子をフィルム状の光半導体装置用接着剤と共に基材シート上から剥離してピックアップし、ピックアップされた青色 LED 素子をフィルム状の光半導体装置用接着剤が素子取付部と接着するように搭載し、フィルム状の光半導体装置用接着剤を硬化させ青色 LED 素子を光半導体装置に硬化接着して、青色 LED 素子を有する光半導体装置を製造した。硬化接着後のせん断接着強度は  $3.5\text{ MPa}$  であった。また、フィルム状の光半導体装置用接着剤の粘着力は  $30\text{ kN/m}^2$  であり、光吸収係数は  $3.5 \times 10^{-3}/\text{m}$

10

20

30

40

50

$0^3 / m$  であった。製造効率は下記の比較例 1 に要した時間を製造効率 1 としたとき、 $1 / 5$  であった。

【0066】

(実施例 4)

使用するスクリーン版の四角開口部を  $1.5 \text{ mm} \times 1.5 \text{ mm}$  (光半導体素子との面積割合 225%) とした以外は実施例 1 と同様に行い光半導体装置用接着剤シートを得た。また、実施例 3 と同様にして青色 LED 素子を有する光半導体装置を製造した。硬化接着後のせん断接着強度は  $4.5 \text{ MPa}$  であった。また、フィルム状の光半導体装置用接着剤の粘着力は  $30 \text{ kN/m}^2$  であり、光吸収係数は  $3.5 \times 10^3 / m$  であった。製造効率は  $1 / 5$  であった。

10

【0067】

(実施例 5)

使用するスクリーン版の四角開口部を  $0.6 \text{ mm} \times 0.6 \text{ mm}$  (光半導体素子との面積割合 36%) とした以外は実施例 1 と同様に行い光半導体装置用接着剤シートを得た。また、実施例 3 と同様にして青色 LED 素子を有する光半導体装置を製造した。硬化接着後のせん断接着強度は  $1.5 \text{ MPa}$  であった。また、フィルム状の光半導体装置用接着剤の粘着力は  $30 \text{ kN/m}^2$  であり、光吸収係数は  $3.5 \times 10^3 / m$  であった。製造効率は  $1 / 5$  であった。

【0068】

(実施例 6)

使用するスクリーン版の四角開口部を  $1.6 \text{ mm} \times 1.6 \text{ mm}$  (光半導体素子との面積割合 256%) とした以外は実施例 1 と同様に行い光半導体装置用接着剤シートを得た。また、実施例 3 と同様にして青色 LED 素子を有する光半導体装置を製造した。この際に、 $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$  の青色 LED 素子を圧着した後にピンセットで素子をつかみながら持ち上げたところ、PET セパレーターから光半導体装置用接着剤を剥す際に外周部分が折れ曲がり、きれいに剥離できないものが 10% あった。硬化接着後のせん断接着強度は  $4.7 \text{ MPa}$  であった。また、フィルム状の光半導体装置用接着剤の粘着力は  $30 \text{ kN/m}^2$  であり、光吸収係数は  $3.5 \times 10^3 / m$  であった。製造効率は  $1 / 5$  であった。

20

【0069】

(実施例 7)

120 の熱風循環式オーブン中で PET セパレーターごと印刷された光半導体装置用接着剤を 90 秒間乾燥とした以外は実施例 1 (四角開口部  $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ 、光半導体素子との面積割合 100%) と同様に行い光半導体装置用接着剤シートを得た。また、実施例 3 と同様にして青色 LED 素子を有する光半導体装置を製造した。硬化接着後のせん断接着強度は  $3.5 \text{ MPa}$  であった。また、フィルム状の光半導体装置用接着剤の粘着力は  $35 \text{ kN/m}^2$  であり、光吸収係数は  $3.5 \times 10^3 / m$  であった。製造効率は  $1 / 5$  であった。

30

【0070】

(実施例 8)

80 の熱風循環式オーブン中で PET セパレーターごと印刷された光半導体装置用接着剤を 20 分間乾燥とした以外は実施例 1 (四角開口部  $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ 、光半導体素子との面積割合 100%) と同様に行い光半導体装置用接着剤シートを得た。また、実施例 3 と同様にして青色 LED 素子を有する光半導体装置を製造した。硬化接着後のせん断接着強度は  $5 \text{ MPa}$  であった。また、フィルム状の光半導体装置用接着剤の粘着力は  $50 \text{ kN/m}^2$  であり、光吸収係数は  $3.5 \times 10^3 / m$  であった。製造効率は  $1 / 5$  であった。

40

【0071】

(実施例 9)

80 の熱風循環式オーブン中で PET セパレーターごと印刷された光半導体装置用接着剤を 15 分間乾燥したこと以外は実施例 1 (四角開口部  $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ 、光半導体素子との面積割合 100%) と同様に行い光半導体装置用接着剤シートを得た。また、実施例

50

3と同様にして青色LED素子を有する光半導体装置を製造した。硬化接着後のせん断接着強度は4.2 MPaであった。また、フィルム状の光半導体装置用接着剤の粘着力は300 kN/m<sup>2</sup>であり、光吸収係数は3.5×10<sup>-3</sup>/mであった。製造効率は1/5であった。

#### 【0072】

##### (比較例1)

ペースト状のダイボンド剤を用いた従来の光半導体装置の製造方法の製造効率を実施例と同じダイボンダー(エーエスエム・アッセンブリー・テクノロジー株式会社製)にて評価した。1mm×1mmの青色LED素子100個を粘着フィルムELP-V-8S(日東电工株式会社製)の上に圧着固定してダイボンダーに設置してダイボンドを行った。ダイボンド剤のスタンピングに時間がかかり、光半導体装置用接着剤シートを使用する時間よりも5倍の製造時間(製造効率1)がかかった。硬化接着後のせん断接着強度は4.0 MPaであった。光吸収係数は3.5×10<sup>-3</sup>/mであった。

#### 【0073】

##### (比較例2)

実施例1で作製した厚さ10μmの半硬化状態の光半導体装置用接着剤を150、2時間で完全硬化させ硬化物とした。1mm×1mm(素子との面積割合100%)の四角形状の完全硬化フィルムに、1mm×1mmの青色LED素子を貼り付けた(圧着)後にピンセットで素子をつかみながら持ち上げたところ、光半導体装置用接着剤は青色LED素子の一面にまったく貼り付かず、基材シートから剥離できなかった。そのため、製造効率は算出できなかった。なお、比較例2では、硬化接着後のせん断接着強度は測れず、粘着力は1kN/m<sup>2</sup>であった。基材シートから剥離できなかったため、光吸収係数は測定できなかった。

#### 【0074】

##### (表1)

	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	比較例1	比較例2
接着剤面積	0.7×0.7	1.5×1.5	0.6×0.6	1.6×1.6	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1
素子との面積割合	49%	225%	36%	256%	100%	100%	100%	100%	-
粘着力	30kN/m <sup>2</sup>	30kN/m <sup>2</sup>	30kN/m <sup>2</sup>	30kN/m <sup>2</sup>	35kN/m <sup>2</sup>	50kN/m <sup>2</sup>	300kN/m <sup>2</sup>	-	1kN/m <sup>2</sup>
せん断接着強度	3.5MPa	4.5MPa	1.5MPa	4.7MPa	3.5MPa	5.0MPa	4.2MPa	4.0MPa	-
製造効率	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	-
光吸収係数	3.5×10 <sup>-3</sup>	-							

#### 【0075】

以上、本発明の光半導体装置用接着剤を用い、従来法により光半導体装置を製造した比較例1は、ダイボンド剤のスタンピングが必要であり、本発明の光半導体装置用接着剤を使用した光半導体装置の製造時間よりも5倍の製造時間(製造効率1)がかかった。また、光半導体素子の貼り付け前に接着剤を完全硬化して硬化物とした比較例2では、光半導体装置を製造することができなかった。一方で、本発明の光半導体装置用接着剤を用いて光半導体装置を製造した実施例3～9によれば、ダイボンド剤のスタンピングを省略することができ、比較例1に比べて1/5の製造時間(製造効率1/5)で光半導体装置を製造できることが明らかとなった。これにより、本発明の光半導体装置用接着剤、光半導体装置用接着剤シート及び光半導体装置の製造方法により、光半導体素子を光半導体装置の素子取付部に固定するまでの作業を効率よく行うことができ、光半導体装置の製造の生産性を高めることができることが明らかとなった。

#### 【0076】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

10

20

30

40

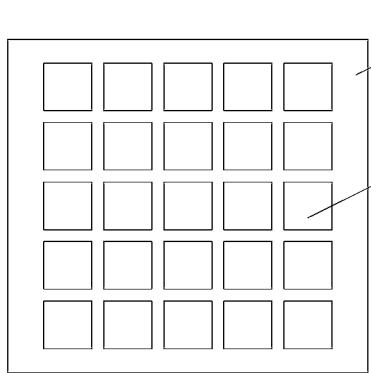
50

## 【符号の説明】

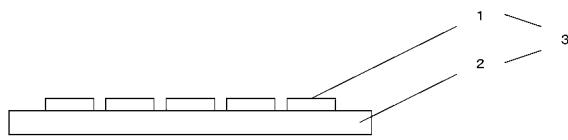
## 【0077】

1 ... 光半導体装置用接着剤、 2 ... 基材シート、 3 ... 光半導体装置用接着剤シート、  
 11、11' ... ダイサー、 12、12' ... ウエーハ、 13、13' ... 光半導体素子、  
 14、14' ... 光半導体装置、 15、15' ... 素子取付部、 21 ... 粘着シート、  
 22 ... ダイボンド剤

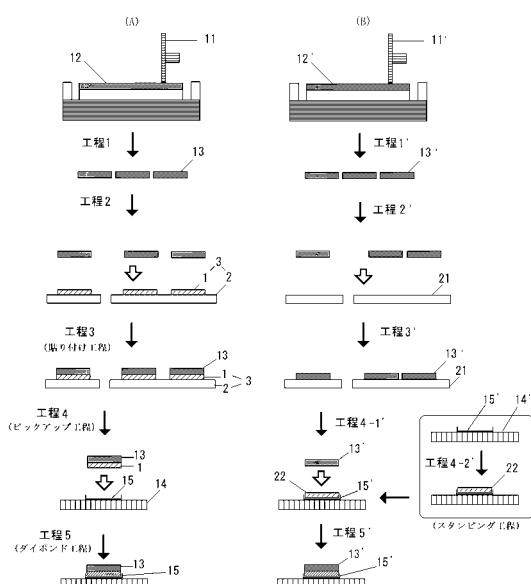
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 岩田 充弘

群馬県安中市松井田町人見1番地10 信越化学工業株式会社 シリコーン電子材料技術研究所内

(72)発明者 小材 利之

群馬県安中市松井田町人見1番地10 信越化学工業株式会社 シリコーン電子材料技術研究所内

審査官 下村 一石

(56)参考文献 特開2008-098215(JP,A)

特開2004-026953(JP,A)

特開2002-173652(JP,A)

特開平07-131076(JP,A)

特開2010-219562(JP,A)

特開2008-091855(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L33/00 - 33/64