



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I762428 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：110138757

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 14 日

(51)Int. Cl. : H01L25/13 (2006.01)

H01L21/18 (2006.01)

H01L33/62 (2010.01)

(30)優先權：2016/11/15 美國

62/422,365

(71)申請人：愛爾蘭商艾克斯展示公司技術有限公司 (愛爾蘭) X DISPLAY COMPANY
TECHNOLOGY LIMITED (IE)

愛爾蘭

(72)發明人：鮑爾 克里斯多夫 BOWER, CHRISTOPHER (US)；梅特 馬修 MEITL, MATTHEW
(US)；崔戴德 安東尼歐 裘斯 馬爾奎斯 TRINDADE, ANTONIO JOSE
MARQUES (PT)；庫可 羅那德 S COK, RONALD S. (US)；雷蒙德 布魯克
RAYMOND, BROOK (US)；普利維特 卡爾 PREVATTE, CARL (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201034264A

TW 201513405A

TW 201614860A

US 2006/0071226A1

US 2014/0340900A1

審查人員：何立璋

申請專利範圍項數：48 項 圖式數：19 共 70 頁

(54)名稱

微轉印可印刷覆晶結構及方法

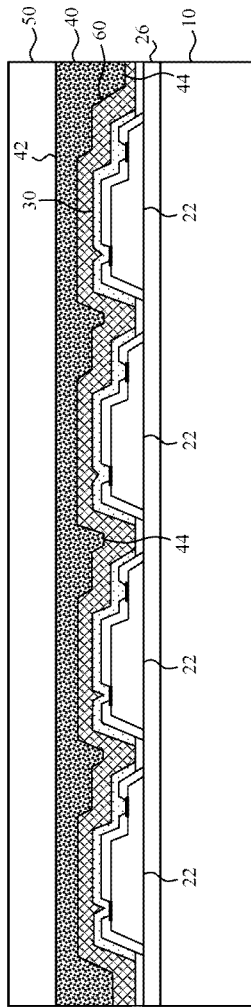
(57)摘要

在某些實施例中，一種製造適於轉印印刷(例如，微轉印印刷)之一半導體結構之方法包含提供一支撐基板及在該支撐基板上安置並處理一或多個半導體層以製造一成品半導體器件。一經圖案化釋放層及視情況一罩蓋層經安置在該成品半導體器件上或上方，且該經圖案化釋放層或罩蓋層若存在則用一接合層接合至一處置基板。該支撐基板經移除以曝露該成品半導體器件及在一些實施例中曝露該經圖案化釋放層之一部分。在一些實施例中，形成一進入路徑以曝露該經圖案化釋放層之一部分。在一些實施例中，該釋放層經蝕刻且該等成品半導體器件從該處置基板轉印印刷(例如，微轉印印刷)至一目的地基板。

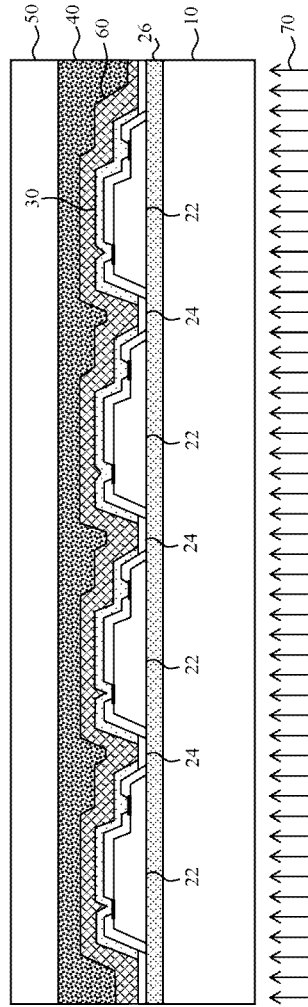
In certain embodiments, a method of making a semiconductor structure suitable for transfer printing (e.g., micro-transfer printing) includes providing a support substrate and disposing and processing one or more semiconductor layers on the support substrate to make a completed semiconductor device. A patterned release layer and, optionally, a capping layer are disposed on or over the completed semiconductor device and the patterned release layer or capping layer, if present, are bonded to a handle substrate with a bonding layer. The support substrate is removed to expose the completed semiconductor device and, in some embodiments, a portion of the patterned release layer. In some embodiments, an entry path is formed to expose a portion of the patterned release layer. In some embodiments, the release layer is etched and the

completed semiconductor devices transfer printed (e.g., micro-transfer printed) from the handle substrate to a destination substrate.

指定代表圖：



【圖2E】



【圖2F】

符號簡單說明：

- 100:提供支撐基板步驟
- 105:安置半導體層步驟
- 110:選用處理半導體層步驟
- 115:形成經圖案化釋放層步驟
- 120:選用提供罩蓋層步驟
- 125:提供處置基板步驟
- 130:安置接合層步驟
- 135:接合處置基板步驟
- 140:移除支撐基板步驟
- 145:選用形成進入路徑步驟
- 150:蝕刻釋放層步驟
- 155:提供目的地基板步驟
- 160:將半導體器件微轉印印刷至目的地基板步驟



I762428

【發明摘要】

【中文發明名稱】

微轉印可印刷覆晶結構及方法

【英文發明名稱】

MICRO-TRANSFER-PRINTABLE FLIP-CHIP STRUCTURES AND METHODS

【中文】

在某些實施例中，一種製造適於轉印印刷(例如，微轉印印刷)之一半導體結構之方法包含提供一支撐基板及在該支撐基板上安置並處理一或多個半導體層以製造一成品半導體器件。一經圖案化釋放層及視情況一罩蓋層經安置在該成品半導體器件上或上方，且該經圖案化釋放層或罩蓋層若存在則用一接合層接合至一處置基板。該支撐基板經移除以曝露該成品半導體器件及在一些實施例中曝露該經圖案化釋放層之一部分。在一些實施例中，形成一進入路徑以曝露該經圖案化釋放層之一部分。在一些實施例中，該釋放層經蝕刻且該等成品半導體器件從該處置基板轉印印刷(例如，微轉印印刷)至一目的地基板。

【英文】

In certain embodiments, a method of making a semiconductor structure suitable for transfer printing (e.g., micro-transfer printing) includes providing a support substrate and disposing and processing one or more semiconductor layers on the support substrate to make a completed semiconductor device. A patterned release layer and, optionally, a capping layer are disposed on or over the completed

semiconductor device and the patterned release layer or capping layer, if present, are bonded to a handle substrate with a bonding layer. The support substrate is removed to expose the completed semiconductor device and, in some embodiments, a portion of the patterned release layer. In some embodiments, an entry path is formed to expose a portion of the patterned release layer. In some embodiments, the release layer is etched and the completed semiconductor devices transfer printed (e.g., micro-transfer printed) from the handle substrate to a destination substrate.

【指定代表圖】

圖9

【代表圖之符號簡單說明】

100:提供支撐基板步驟

105:安置半導體層步驟

110:選用處理半導體層步驟

115:形成經圖案化釋放層步驟

120:選用提供罩蓋層步驟

125:提供處置基板步驟

130:安置接合層步驟

135:接合處置基板步驟

140:移除支撐基板步驟

145:選用形成進入路徑步驟

150:蝕刻釋放層步驟

155:提供目的地基板步驟

160:將半導體器件微轉印印刷至目的地基板步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】

微轉印可印刷覆晶結構及方法

【英文發明名稱】

MICRO-TRANSFER-PRINTABLE FLIP-CHIP STRUCTURES AND METHODS

【技術領域】

本發明係關於用於在可使用大規模平行微轉印印刷方法印刷之覆晶基板上提供微積體電路之結構及方法。

【先前技術】

積體電路(IC)廣泛用於電子器件中。積體電路通常使用光微影程序形成在一半導體晶圓上且接著經封裝舉例而言於一陶瓷或塑膠封裝中，其中封裝上之接腳或凸塊提供至積體電路之外部可接達電連接。一未封裝積體電路通常被稱為一晶粒。各晶粒通常具有積體電路之頂部上之電接觸墊，該等電接觸墊電連接至積體電路中之電子電路。將晶粒放置在封裝中之一腔中，將電接觸墊線接合至封裝接腳或凸塊，且密封封裝。通常，多個相同器件形成在半導體晶圓中且晶圓經切割(舉例而言藉由劃線及分裂或藉由鋸切晶圓)成各個別封裝之分開積體電路晶粒。接著，封裝經安裝且電連接在一印刷電路板上以製造一電子系統。

在一替代覆晶方法中，將小焊球(焊料凸塊)沈積在積體電路接觸墊上且積體電路經翻轉，使得具有焊料凸塊之晶粒之頂側經定位為鄰近封裝或另一目的地基板。此方法對於諸如針柵陣列封裝之封裝特別有用，此係因為相較於一線接合程序，其等可能需要較小空間。然而，翻轉積體電路對

於舉例而言具有小於200微米、小於50微米、小於20微米、小於10微米或小於5微米之一尺寸之極小積體電路而言可能係困難的。使用習知取置或真空工具，此等小積體電路晶粒不容易在無損耗或損壞之情況下進行處置。

在一些應用中，裸積體電路晶粒未經分開封裝，而係經放置於一目的地基板上且舉例而言使用光微影或印刷電路板方法電連接於目的地基板上以形成一電子系統。然而，如同覆晶處置，當積體電路晶粒係小的時，此可能難以完成。然而，將裸晶粒從一相對較小且昂貴源基板(例如，結晶半導體)轉印至一相對較大且便宜目的地基板(例如，非晶玻璃或塑膠)之一有效方法係非常期望的，此係因為相較於形成在大基板上之薄膜半導體結構，積體電路可提供高得多的資料處理效率。

在另一方法中，將一處置基板黏附至積體電路之與晶圓相對之側(頂側)，舉例而言藉由研磨移除晶圓，將積體電路黏附至目的地基板，且移除處置基板。在其另一變化例中，處置基板係目的地基板且未被移除。在此情況中，積體電路經翻轉，使得積體電路之頂側黏附至目的地基板。

在其另一方法中，磊晶半導體層形成在一生長基板(舉例而言一藍寶石基板)上。將一處置基板黏附至半導體層之與生長基板相對之頂側上，且移除生長基板。接著，處理經翻轉半導體層以形成積體電路。舉例而言，美國專利第6,825,559號描述用以製造發光二極體之此一方法。

一個用以處置並放置小積體電路(例如，小晶片)之方法使用微轉印印刷，舉例而言如在美國專利第8,722,458號、美國專利第7,622,367號及美國專利第8,506,867號中描述，該等專利之各者之全部內容據此以引用的方式併入。在用於印刷積體電路之此等方法之例示性實施例中，一積體電

路經安置(例如，形成)在一源晶圓(舉例而言一半導體晶圓)上，且藉由蝕刻積體電路之一底側與晶圓之間之一間隙而經底切。一印模(stamp)接觸積體電路之一頂側以將積體電路黏附至印模，印模及積體電路經運送至一目的地基板(舉例而言一玻璃或塑膠基板)，積體電路經接觸且黏附至目的地基板，且印模經移除以將積體電路從源晶圓「印刷」至目的地基板。可在一共同步驟中用一單一印模「印刷」多個積體電路。接著，可舉例而言使用習知光微影及印刷電路板方法電連接積體電路。此等技術具有實現在一單一印刷步驟中將許多(例如，數萬至數百萬)小積體電路器件定位於一目的地基板上之優勢。舉例而言，美國專利第8,722,458號尤其教示使用一經圖案化彈性體印模將光發射、光感測或光收集半導體元件從一晶圓基板轉印至一目的地基板，該經圖案化彈性體印模之空間圖案匹配半導體元件在晶圓基板上之位置。

前述覆晶方法皆不形成可經微轉印印刷之一翻轉積體電路。此外，Ga_N微型LED通常形成在藍寶石基板上，此係因為相較於諸如矽之其他材料，藍寶石具有與Ga_N之一較小晶格失配。因此，期望使用一藍寶石基板形成可印刷積體電路結構，諸如微型LED。然而，不存在用於底切形成於一藍寶石基板上之一小晶片以實現小晶片之釋放以供微轉印印刷之可用方法。

因此，需要提供翻轉微轉印可印刷積體電路之晶圓及積體電路結構及方法且需要實現形成在可經微轉印印刷之一藍寶石基板上之微型LED小晶片之構造之結構及方法。亦需要實現印刷在目的地基板上之小晶片之電互連之具有一減小面積之簡單且便宜方法及結構。此外，需要實現使用相較於習知方法之較少處理步驟電連接印刷結構(諸如印刷LED)之電接觸件

之方法及結構。

【發明內容】

在某些實施例中，一種製造適於微轉印印刷之一半導體結構之方法包括：提供一支撐基板；將一或多個半導體層安置在支撐基板中、上或上方，且視情況處理該等半導體層以製造一成品半導體器件；形成在成品半導體器件上或上方且視情況至少部分與支撐基板接觸之一經圖案化釋放層；視情況在經圖案化釋放層上提供一罩蓋層；提供一處置基板；將一適型且可固化接合層安置在經圖案化釋放層上、在選用罩蓋層上或在處置基板上；將處置基板定位成與接合層接觸且使接合層固化以將處置基板接合至經圖案化釋放層或接合至罩蓋層；移除支撐基板以曝露成品半導體器件且視情況曝露經圖案化釋放層之一部分；及若經圖案化釋放層之至少一部分未被曝露，則形成一進入路徑以曝露經圖案化釋放層之一部分。在某些實施例中，一種方法包括移除一經圖案化釋放層之至少一部分以在一成品半導體器件之至少一部分與一接合層之至少一部分之間形成一間隙或空間且形成將成品半導體器件實體連接至安置於處置基板上之一錨(例如，其中錨係處置基板之一部分或安置於處置基板上之一層，諸如(舉例而言)一接合層、一罩蓋層或一介電層)之一繫鏈。一繫鏈可與一進入路徑安置於一共同平面中且可在一成品半導體器件經微轉印印刷時斷裂，或繫鏈可經安置於成品半導體器件與處置基板之間，舉例而言作為具有至成品半導體器件之一實體介面之一柱。

一半導體結構可包含複數個成品半導體器件且該複數個成品半導體器件之各者可具有將成品半導體器件實體連接至半導體結構中之其他結構或層(諸如一(若干)接合或罩蓋層)之一個別繫鏈及一個別錨。在一些實施

例中，複數個成品半導體器件之至少兩者具有為各成品半導體器件提供繫鏈之一共同結構或繫鏈實體連接至之一共同錨結構。複數個成品半導體器件之至少兩者可具有一共同錨結構，該共同錨結構係接觸兩個或兩個以上成品半導體器件之材料之一脊狀物。

可在(若干)半導體層與一支撐基板之間提供諸如一消融或蝕刻停止層之一移除層。在一些實施例中，提供一目的地基板且一成品半導體器件從一處置基板微轉印印刷至目的地基板。

在一些實施例中，藉由雷射剝離、消融、雷射消融、蝕刻及研磨之一或多者移除一支撐基板。一支撐基板可透射電磁輻射且移除支撐基板可將一半導體層曝露於穿過支撐基板之電磁輻射以分解(若干)半導體層或成品半導體器件之一部分且在半導體結構中形成一衝擊波。替代地，在一支撐基板與(若干)半導體層之間提供一消融層且藉由將消融層曝露於穿過支撐基板之電磁輻射以分解消融層之一部分且在一成品半導體結構中形成一衝擊波而移除支撐基板。一罩蓋層可具有足以將由一消融層之至少一部分、一半導體層之一部分或一成品半導體器件之一部分之雷射消融產生之一衝擊波驅散、偏轉、反射或吸收之一厚度、層、結構及材料。

在一些實施例中，一支撐基板係一半導體基板且將一或多個半導體層安置在支撐基板中、上或上方包含摻雜(例如，植入)半導體基板之一部分或層。替代地或另外，將一或多個半導體層安置在一支撐基板中、上或上方可包含在支撐基板上生長一或多個半導體層或在支撐基板上之一生長層或半導體晶種層上生長一或多個半導體層。

一種適於微轉印印刷之半導體結構可包含：一處置基板；一適型經固化接合層，其經安置成與處置基板接觸；一選用罩蓋層，其經安置成與

接合層接觸；一經圖案化釋放層，其經安置成與經固化接合層或罩蓋層接觸，其中該經圖案化釋放層具有一進入路徑；及一成品半導體器件，其經安置在經圖案化釋放層上或上方且用至少一個繫鏈附接至安置於處置基板上之一錨。

一支撐基板可係藍寶石、石英、矽、GaAs、GaN、InP、SiC、GaP、GaSb、AlN及MgO之一或多者。一成品半導體器件可包含一半導體材料、一複合半導體材料、GaN、Si、InP、SiGe及GaAs之一或多者。一經圖案化釋放層包含鍍、Si、TiW、Al、Ti、一剝離抗蝕劑及一聚合物之一或多者。一支撐基板可係一生長基板，具有一半導體晶種層，或具有一半導體層。一經固化接合層可係一固化樹脂、SU-8、環氧樹脂、一金屬層、一金屬合金層、一焊料層或一AuSn層。

在一些實施例中，曝露一成品半導體器件及/或曝露一進入路徑。在一些實施例中，一移除層僅係成品半導體器件之一部分。在一些實施例中，一移除層與一成品半導體器件接觸且安置於一支撐基板上或上方，或係一支撐基板之一部分。一支撐基板可與一移除層或與一成品半導體器件接觸。一罩蓋層可包含複數個層。

在一些實施例中，一成品半導體器件包含具有處於不同平面中之至少成品半導體器件之至少兩個電接觸件之一半導體結構。一成品半導體器件可包含電連接至電接觸件之各者之一電分離電極且電極之曝露部分處於一共同平面中。電極之曝露部分用於與外部電導體進行電接觸。

成品半導體器件經微轉印印刷至其上之一目的地基板可具有一非平坦表面，該非平坦表面具有對應於一非平坦半導體結構表面之一形貌以促進成品半導體器件與目的地基板上之電接觸墊之間之電連接。

在一些實施例中，一電接觸件經安置於一成品半導體器件之鄰近一支撐基板之側上或成品半導體器件之鄰近一經圖案化釋放層之側上。各電接觸件可包含或連接至一連接柱。在一些實施例中，一電極電連接至各電接觸件且一連接柱電連接至各電極或電極包含或形成一連接柱。一連接柱可具有鄰近成品半導體器件之一表面之一第一表面及相較於第一表面較遠離成品半導體器件之一第二相對表面。第二相對表面可具有比第一表面更小之一面積。此外，一連接柱可具有大於第一表面之一尺寸之一高度，該連接柱可具有大於第二相對表面之一尺寸之一高度，或該連接柱可具有大於該連接柱之一寬度之一高度。

在一個態樣中，本發明係關於一種製造適於轉印印刷(例如，微轉印印刷)之一半導體結構之方法，其包括：提供一支撐基板；形成安置於支撐基板中、上或上方之一成品半導體器件；在成品半導體器件上或上方形成一經圖案化釋放層；在經圖案化釋放層上提供一罩蓋層；提供一處置基板；將一適型且可固化接合層安置在罩蓋層上或在處置基板上；將處置基板及罩蓋層安置成與接合層接觸；使接合層固化以將處置基板接合至罩蓋層；及移除支撐基板以曝露成品半導體器件(例如，藉此曝露成品半導體器件)。

在某些實施例中，方法包括形成一進入路徑以曝露經圖案化釋放層之一部分。在某些實施例中，方法包括移除經圖案化釋放層之至少一部分以在成品半導體器件之至少一部分與接合層之至少一部分之間形成一間隙；及形成將成品半導體器件實體連接至安置於處置基板上之一錨(例如，其中錨係處置基板之一部分或安置於處置基板上之一層，諸如(舉例而言)接合層、罩蓋層或一介電層)之一繫鏈。

在某些實施例中，方法包括：提供一目的地基板；及將成品半導體器件從處置基板微轉印印刷至目的地基板。

在某些實施例中，支撐基板透射電磁輻射且方法包括：使半導體器件曝露於穿過支撐基板之電磁輻射以分解成品半導體器件之一部分且在半導體結構中形成一衝擊波，其中罩蓋層將衝擊波驅散、反射、偏轉或吸收。在某些實施例中，支撐基板透射電磁能量，且方法包括：在支撐基板與成品半導體器件之間提供一消融層；及使消融層曝露於穿過支撐基板之電磁輻射以分解消融層之一部分且在成品半導體結構中形成一衝擊波，其中罩蓋層將衝擊波驅散、反射、偏轉或吸收。

在某些實施例中，移除支撐基板包括雷射剝離、消融、雷射消融、蝕刻及研磨之一或多者。在某些實施例中，方法包括在成品半導體器件與支撐基板之間提供一消融或蝕刻停止層。在某些實施例中，移除支撐基板以曝露成品半導體器件包括移除一移除層(例如，一消融層或一蝕刻停止層)(例如，藉此曝露完成半導體層)。

在某些實施例中，支撐基板係一半導體基板且形成成品半導體器件包括：摻雜半導體基板之一部分或層。在某些實施例中，形成成品半導體器件包括：將一或多個半導體層安置於支撐基板中、上或上方。在某些實施例中，形成成品半導體器件包括在支撐基板上或在支撐基板上之一生長層上生長一或多個半導體層。在某些實施例中，形成成品半導體器件包括：處理一或多個半導體層。

在另一態樣中，本發明係關於一種製造適於轉印印刷(例如，微轉印印刷)之一半導體結構之方法，其包括：提供一支撐基板；形成安置於支撐基板中、上或上方之一成品半導體器件；在成品半導體器件上或上方形

成一經圖案化釋放層；提供一處置基板；將一適型且可固化接合層安置在經圖案化釋放層上或在處置基板上；將處置基板及經圖案化釋放層安置成與接合層接觸；使接合層固化以將處置基板接合至經圖案化釋放層；及移除支撐基板以曝露成品半導體器件(例如，藉此曝露成品半導體器件)。

在某些實施例中，方法包括將適型且可固化接合層安置於經圖案化釋放層上，其中將適型且可固化接合層安置於經圖案化釋放層上包括將適型且可固化接合層安置於以下之至少一者上：(i)安置在成品半導體結構上之一介電層之一部分及(ii)成品半導體結構之一部分。

在某些實施例中，方法包括移除經圖案化釋放層之至少一部分以在成品半導體器件之至少一部分與接合層之至少一部分之間形成一間隙；及形成將成品半導體器件實體連接至安置於處置基板上之一錨(例如，其中錨係處置基板之一部分或安置於處置基板上之一層，諸如(舉例而言)接合層或一介電層)之一繫鏈。在某些實施例中，方法包括：提供一目的地基板；及將成品半導體器件從處置基板微轉印印刷至目的地基板。

在某些實施例中，移除支撐基板包括雷射剝離、消融、雷射消融、蝕刻及研磨之一或多者。在某些實施例中，方法包括在成品半導體器件與支撐基板之間提供一消融或蝕刻停止層。在某些實施例中，移除支撐基板以曝露成品半導體器件包括移除一移除層(例如，一消融層或一蝕刻停止層)(例如，藉此曝露成品半導體器件)。

在某些實施例中，支撐基板係一半導體基板且形成成品半導體器件包括：摻雜半導體基板之一部分或層。在某些實施例中，形成成品半導體器件包括：將一或多個半導體層安置於支撐基板中、上或上方。在某些實施例中，形成成品半導體器件包括：在支撐基板上或在支撐基板上之一生

長層上生長一或多個半導體層。在某些實施例中，形成成品半導體器件包括：處理一或多個半導體層。

在另一態樣中，本發明係關於一種適於轉印印刷(例如，微轉印印刷)之半導體結構，其包括：一處置基板；一經固化接合層，其經安置成與處置基板接觸；一經圖案化釋放層，其經安置成與經固化接合層接觸；及一成品半導體器件，其經安置於經圖案化釋放層上或上方且用至少一個繫鏈附接至安置於處置基板上之一錨(例如，其中錨係處置基板之一部分或安置於處置基板上之一層，諸如(舉例而言)接合層或一介電層)。

在某些實施例中，曝露成品半導體器件及經圖案化釋放層之一部分之至少一者。

在某些實施例中，成品半導體器件之一部分係一移除層或半導體結構包括與成品半導體器件接觸之一移除層。

在某些實施例中，半導體結構包括與移除層接觸之一支撐基板。在某些實施例中，半導體結構包括與成品半導體器件接觸之一支撐基板。

在某些實施例中，成品半導體器件包括一半導體結構，該半導體結構包括處於不同平面中之至成品半導體器件之至少兩個電接觸件。在某些實施例中，成品半導體器件包括電連接至電接觸件之各者之一電分離電極，其中電極之曝露部分處於一共同平面中。在某些實施例中，半導體結構包括具有對應於成品半導體結構之一非平坦表面之一非平坦表面之一目的地基板。

在某些實施例中，支撐基板包括藍寶石、石英、矽、GaAs、GaN、InP、SiC、GaP、GaSb、AlN及MgO之一或多者。在某些實施例中，成品半導體器件包括一半導體材料、一複合半導體材料、GaN、Si、InP、

SiGe及GaAs之一或多者。在某些實施例中，經圖案化釋放層包括鍍、Si、TiW、Al、Ti、一剝離抗蝕劑及一聚合物之一或多者。

在某些實施例中，半導體結構包括在成品半導體器件之鄰近經圖案化釋放層之一側上之一或多個電接觸件或在與成品半導體器件之鄰近經圖案化釋放層之側相對之成品半導體器件之一側(例如，鄰近半導體結構中之一支撐基板之一側)上之一或多個電接觸件。

在某些實施例中，(i)各電接觸件包括一連接柱，或(ii)半導體結構包括電連接至各電接觸件之一電極及電連接至各電極之一連接柱(例如，其中電極包括或形成一連接柱)。在某些實施例中，各連接柱係錐形(例如，具有鄰近成品半導體器件之一表面之一第一表面及一第二相對表面且第二相對表面具有比第一表面之一面積更小之一面積)。在某些實施例中，各連接柱具有大於1:1之一高寬比(height to width aspect ratio)。

在某些實施例中，將至少一個繫鏈安置在成品半導體器件與處置基板之間。

在某些實施例中，半導體結構包括複數個成品半導體器件，其中複數個成品半導體器件之各者包括連接至一獨特錨之一個別繫鏈。在某些實施例中，半導體結構包括複數個成品半導體器件，其中複數個成品半導體器件之至少兩者藉由各自繫鏈實體連接至一共同錨結構。在某些實施例中，複數個成品半導體器件之至少兩者連接至一共同錨結構，該共同錨結構係接合層材料之一脊狀物。

在某些實施例中，支撐基板係一生長基板。在某些實施例中，支撐基板包括一半導體層或一半導體晶種層。在某些實施例中，經固化接合層包括一固化樹脂、環氧樹脂、一金屬層、一金屬合金層、一焊料層及一

AuSn層之至少一者。

在某些實施例中，成品半導體器件之相對邊緣處之表面處於一共同平面中，其中一第一電接觸件經定位於成品半導體器件中之一井、凹坑或凹部之底部處且電連接至一第一電極，其中與第一電接觸件電分離之一第二電接觸件電連接至一第二電極，且其中第一電極具有比第二電極之高度更大之一高度，使得第一電極及第二電極之曝露部分處於一共同平面中。

在另一態樣中，本發明係關於一種適於轉印印刷(例如，微轉印印刷)之半導體結構，其包括：一處置基板；一經固化接合層，其經安置成與處置基板接觸；一罩蓋層，其經安置成與接合層接觸；一經圖案化釋放層，其經安置成與罩蓋層接觸；及一成品半導體器件，其經安置於經圖案化釋放層上或上方且用至少一個繫鏈附接至安置於處置基板上之一錨(例如，其中錨係處置基板之一部分或安置於處置基板上之一層，諸如(舉例而言)接合層、罩蓋層或一介電層)。

在某些實施例中，曝露成品半導體器件及經圖案化釋放層之一部分之至少一者。在某些實施例中，成品半導體器件之一部分係一移除層或半導體結構包括與成品半導體器件接觸之一移除層。在某些實施例中，半導體結構包括與移除層接觸之一支撐基板。在某些實施例中，一支撐基板與成品半導體器件接觸。

在某些實施例中，罩蓋層具有足以將藉由移除層之至少一部分之雷射消融產生之一衝擊波驅散、偏轉、反射或吸收之一厚度。在某些實施例中，罩蓋層具有足以將藉由成品半導體器件之一部分之雷射消融產生之一衝擊波驅散、偏轉、反射或吸收之一厚度。在某些實施例中，罩蓋層包括複數個層。

在某些實施例中，成品半導體器件包括一半導體結構，該半導體結構包括處於不同平面中之至成品半導體器件之至少兩個電接觸件。在某些實施例中，成品半導體器件包括電連接至電接觸件之各者之一電分離電極，其中電極之曝露部分處於一共同平面中。

在某些實施例中，半導體結構包括具有對應於成品半導體結構之一非平坦表面之一非平坦表面之一目的地基板。

在某些實施例中，支撐基板包括藍寶石、石英、矽、GaAs、GaN、InP、SiC、GaP、GaSb、AlN及MgO之一或多者。在某些實施例中，成品半導體器件包括一半導體材料、一複合半導體材料、GaN、Si、InP、SiGe及GaAs之一或多者。在某些實施例中，經圖案化釋放層包括鍍、Si、TiW、Al、Ti、一剝離抗蝕劑或一聚合物之一或多者。

在某些實施例中，半導體結構包括在成品半導體器件之鄰近經圖案化釋放層之一側上之一或多個電接觸件或在與成品半導體器件之鄰近經圖案化釋放層之側相對之成品半導體器件之一側(例如，鄰近半導體結構中之一支撐基板之一側)上之一或多個電接觸件。

在某些實施例中，各電接觸件包括一連接柱，或(ii)半導體結構包括電連接至各電接觸件之一電極及電連接至各電極之一連接柱(例如，其中電極包括或形成一連接柱)。在某些實施例中，各連接柱係錐形(例如，具有鄰近成品半導體器件之一表面之一第一表面及一第二相對表面且第二相對表面具有比第一表面之一面積更小之一面積)。在某些實施例中，各連接柱具有大於1:1之一高寬比。

在某些實施例中，將至少一個繫鏈之一表面與成品半導體器件之一表面安置於一共同平面中。在某些實施例中，半導體結構包括複數個成品

半導體器件，其中複數個成品半導體器件之各者包括連接至一獨特錨之一個別繫鏈。在某些實施例中，半導體結構包括複數個成品半導體器件，其中複數個成品半導體器件之至少兩者藉由各自繫鏈實體連接至一共同錨結構。

在某些實施例中，支撐基板係一生長基板。在某些實施例中，支撐基板包括一半導體層或一半導體晶種層。在某些實施例中，經固化接合層包括一固化樹脂、環氧樹脂、一金屬層、一金屬合金層、一焊料層及一AuSn層之至少一者。

在某些實施例中，成品半導體器件之相對邊緣處之表面處於一共同平面中，其中一第一電接觸件經定位於成品半導體器件中之一井、凹坑或凹部之底部處且電連接至一第一電極，其中與第一電接觸件電分離之一第二電接觸件電連接至一第二電極，且其中第一電極具有比第二電極之高度更大之一高度，使得第一電極及第二電極之曝露部分處於一共同平面中。

【圖式簡單說明】

藉由參考結合附圖獲取之以下描述將更明白且更佳地理解本發明之前述及其他目標、態樣、特徵及優勢，其中：

圖1A至圖1J係圖解說明根據本發明之闡釋性實施例之(i)一例示性方法中之循序步驟及(ii)一半導體結構之連續橫截面；

圖2A至圖2K係圖解說明根據本發明之闡釋性實施例之另一例示性方法中之循序步驟及(ii)另一半導體結構之連續橫截面；

圖3A至圖3B係圖解說明根據本發明之闡釋性實施例之一例示性方法中之循序步驟之連續橫截面；

圖4係圖解說明根據本發明之闡釋性實施例之具有一消融層之一半導

體器件之一橫截面；

圖5係圖解說明根據本發明之闡釋性實施例之一源基板上之錨、一錨結構及半導體器件之一平面圖；

圖6A至圖6E係圖解說明根據本發明之闡釋性實施例之具有對應各種連接柱結構之各種成品半導體器件之橫截面；

圖7係圖解說明根據本發明之一實施例之具有一連接柱結構及一目的地基板之經微轉印印刷成品半導體器件之一橫截面；

圖8係圖解說明根據本發明之闡釋性實施例之具有一連接柱結構及一目的地基板之一成品半導體器件之一橫截面；及

圖9係圖解說明根據本發明之闡釋性實施例之例示性方法之一流程圖。

將從下文在結合圖式獲取時陳述之詳細描述更明白本發明之特徵及優勢，其中通篇相同元件符號識別對應元件。在圖式中，相同元件符號大體上指示相同、功能上類似及/或結構上類似元件。圖未按比例繪製，此係因為圖中之各種元件之大小之變動過大以至不允許按比例描繪。

【實施方式】

本申請案主張2016年11月15日申請之標題為「Micro-Transfer-Printable Flip-Chip Structure and Method」之美國臨時專利申請案第62/422,365號之權利，該案之全部內容據此以引用的方式併入。參考2016年6月14日發佈之標題為「Printable Inorganic Semiconductor Method」之美國專利第9,368,683號，該案之全部內容以引用的方式併入本文中。

本發明尤其提供用以實現從形成於一藍寶石基板上之器件微轉印印刷之結構及方法。本發明亦尤其提供用以實現黏附至一處置基板之翻轉積

體電路之微轉印印刷之結構及方法。藉由在移除一支撐或生長基板之前形成成品半導體器件，在釋放層之建構之前執行否則將停用或破壞轉印印刷(例如，微轉印印刷)所需之釋放層及結構之光微影處理步驟。因此，一旦移除一支撐或生長基板，便可蝕刻一釋放層且可轉印印刷(例如，微轉印印刷)成品半導體器件，而不將成品半導體器件或釋放層曝露於破壞性光微影程序步驟。成品半導體器件係不一定包含提供電力至成品半導體器件所必需之電導體之另外功能器件。

根據本發明之一些實施例，且參考圖1A至圖1J及圖9，製造適於微轉印印刷之一半導體結構99(圖1E至圖1G)之一例示性方法包含在步驟100中提供一支撐基板10及在步驟105中形成一成品半導體器件22(即，在此例示性方法中藉由將一或多個半導體層20安置於支撐基板10中、上或上方)(如圖1A中展示)。可藉由將一或多個層或子結構安置於一支撐基板10上而形成一成品半導體器件22。可視情況在步驟110中處理一或多個半導體層20以製造成品半導體器件22(如圖1B中展示)。舉例而言，處理可包含圖案化材料、添加其他材料及形成結構。

在一些實施例中，一支撐基板10包括玻璃、塑膠、半導體、複合半導體、藍寶石(例如，氧化鋁或 Al_2O_3)、陶瓷、石英、矽、GaAs、GaN、InP、SiC、GaP、GaSb、AlN、MgO之至少一者。一支撐基板10可係適於光微影處理之另一不同基板。一支撐基板10可係實質上透射，舉例而言50%、70%或90%透射可見、UV及IR電磁輻射之至少一者。一支撐基板10可包含多個層，可包含一或多個半導體層20，可係一生長基板，或可包含一或多個半導體層20形成或安置於其上之一生長或半導體晶種層。一支撐基板10可係結晶或具有一結晶層。

一或多個半導體層20可係有機或無機的，可係結晶，可係一半導體，可係一複合半導體，可舉例而言運用p或n摻雜經摻雜(例如，植入)以提供所要電氣結構及功能，或其等之任何組合。一成品半導體器件22中之一或多個半導體層20中之一半導體層可包含GaN、Si、InP、SiGe及GaAs之一或多者。可在步驟105中使用包含(舉例而言)蒸鍍或濺鍍之光微影程序形成或安置一或多個半導體層20之各者。在一些實施例中，使用一化學氣相沈積、分子/原子層沈積、物理氣相沈積、脈衝雷射沈積或磊晶方法來形成或安置一或多個半導體層20之至少一者。在一些實施例中，一支撐基板10係一半導體基板且將一或多個半導體層20安置於支撐基板10中、上或上方(步驟105)包含摻雜(例如，植入)一半導體基板(例如，支撐基板10)之一部分或層以形成一或多個半導體層20。在一些實施例中，將一或多個半導體層20安置於一支撐基板10中、上或上方(步驟105)包含舉例而言使用磊晶技術在支撐基板10上或在支撐基板10上之一生長層上生長一或多個半導體層20。在此等實施例中，支撐基板10可能但不一定係一結晶半導體基板或藍寶石基板。在一些實施例中，一支撐基板10係一藍寶石基板。在一些實施例中，一支撐基板10係一結晶半導體基板。

可視情況在步驟110中使用包含(舉例而言)蒸鍍、濺鍍、CVD、退火或使用光抗蝕劑之遮罩、曝露於圖案化輻射及蝕刻之光微影方法來處理一或多個半導體層20。一或多個半導體層20可經圖案化且結構化且額外層及結構可形成於一或多個半導體層20上或中，舉例而言，經圖案化介電層24或經圖案化導體，諸如所形成之電接觸件25，如圖1B中展示。電接觸件25可係半導體層20之一或多者之一金屬化部分或半導體層20之一或多者上方之一經圖案化金屬層(例如，具有Ag、Al、Ni、Ti、Au、Pd、W或

金屬合金)或僅半導體層20之一或多者之一指定部分(例如，指定用於形成電連接)且在任何情況中係成品半導體器件22之部分，可製作電連接至該等部分且提供電力及信號至該等部分以操作成品半導體器件22。在一些實施例中，一成品半導體器件22由一或多個半導體層20及如預期起作用所需之任何額外層及結構形成。在一些實施例中，一成品半導體器件22包括一介電層24 (例如，一經圖案化介電層)。複數個成品半導體器件22可經安置於支撐基板10上(舉例而言，如圖1B中展示)。

在一些實施例中，一成品半導體器件22包含起作用所需之全部元件但不一定包含至啓用器件操作之外部電力或信號源之電連接，或必然包含保護層。圖1B圖解說明一水平LED結構，其具有經塑形、結構化且摻雜(例如，植入)半導體層20、界定通孔之一經圖案化介電層24、及可透過其等將電力傳輸至半導體層20以導致成品半導體器件22操作之兩個電接觸件25。在圖1B中，成品半導體器件22導致全部光微影步驟(諸如處理及圖案化步驟)以使成品半導體器件22具功能性。一功能性成品半導體器件22係在提供有電力時提供一期望電子、光學、熱、機械、磁性、電場、光子或光電效應但不包含提供電力或控制信號(諸如(例如，來自一控制器之)電力或控制信號)所需之互連件之一器件。

接著參考圖1C，在步驟115中，一經圖案化釋放層30形成或安置於成品半導體器件22上或上方且視情況至少部分與支撐基板10接觸(如展示)。在一些實施例中，一經圖案化釋放層30不接觸一支撐基板10。一經圖案化釋放層30可使用光微影方法及材料形成或安置且可包含鍍、Si、TiW、Al、Ti、一剝離抗蝕劑或其他聚合物。在一些實施例中，一經圖案化釋放層30材料可在顯影劑中蝕刻，並非光活性的，或可在比光活性材料(諸如

光抗蝕劑)更高之一溫度(例如，高於200°C、300°C或400°C)下蝕刻。在一些實施例中，舉例而言，在蝕刻一經圖案化釋放層30材料之後，經圖案化釋放層30形成一間隙32或空間。舉例而言，在已移除經圖案化釋放層30之後，一間隙可形成於一成品半導體器件22與一接合層40之間。

參考圖1D及圖1E，在步驟125中，提供一處置基板50，舉例而言，一玻璃基板或一塑膠基板。在步驟130中，將一適型且可固化接合層40安置在經圖案化釋放層30上(如圖1D中展示)或在處置基板50上(或在一選用罩蓋層上，隨後關於圖2C進一步論述)。當一適型且可固化接合層40經安置於一經圖案化釋放層30上時，一部分亦可經安置於一支撐基板10上(如圖1D中展示)。一適型且可固化接合層40可具有與較接近一成品半導體器件22之一非平坦側44相對之一實質上平坦側42。一處置基板50可係實質上透射，舉例而言50%、70%或90%透射可見、UV及IR電磁輻射之至少一者。一接合層40可係(舉例而言)一可固化樹脂、環氧樹脂、SU-8、一金屬層、一金屬合金層、一焊料層或AuSn。處置基板50經定位成與接合層40接觸且舉例而言藉由在步驟135中藉由舉例而言透過處置基板50提供熱，冷卻，或提供電磁輻射(例如，UV光)至接合層40使接合層40固化(如圖1E中展示)而接合至成品半導體器件22。使一接合層40固化可包含在接合層40之一材料中形成一化學反應或使接合層40硬化，或藉由促進從液體至固體之一相變(如同焊料)。可藉由下列方式使一接合層40固化：將接合層40材料曝露於光或熱(舉例而言若接合層40係一UV可固化樹脂)或藉由將接合層40曝露於熱以熔化一金屬或金屬合金，將一結構安置成與經熔化金屬或金屬合金接觸且接著冷卻金屬。因此，在本發明之一些實施例中，一金屬或金屬合金接合層40經沈積，加熱以將金屬接合層40熔化成

液體，使一處置基板50、一罩蓋層60或一釋放層30與經熔化液體金屬接合層40接觸，且將經熔化金屬接合層40冷卻成固體以將接合層40黏附至處置基板50、罩蓋層60或釋放層30。

參考圖1F，在步驟140中，將支撐基板10移除以曝露成品半導體器件22且視情況將經圖案化釋放層30之一部分曝露於局部環境(如展示)。在一些實施例中，移除一支撐基板10以曝露一成品半導體器件22包括移除安置於支撐基板10與成品半導體器件22之間之一或多個額外層(例如，介電層、間隔層、黏附層、生長層或移除層)。若未曝露經圖案化釋放層30之至少一部分，則在步驟145中形成一進入路徑34以曝露經圖案化釋放層30之一部分(如圖2H中展示，且隨後進一步論述)。舉例而言，部分覆蓋一經圖案化釋放層30之一層之一部分可經移除以形成一進入路徑34。可舉例而言藉由雷射剝離、消融、雷射消融、蝕刻及研磨之一或多者移除一支撐基板10。在一些實施例中，使用研磨及另一移除技術(諸如蝕刻)兩者。

如圖1G中展示，在步驟150中舉例而言藉由用 H_2O_2 、 XeF_2 、 HCl 、 HF 、三甲基氫氧化銨(TMAH)或氧電漿蝕刻而移除釋放層30。蝕刻劑之選擇可取決於經圖案化釋放層30之材料。舉例而言， H_2O_2 或 XeF_2 可搭配一Ge、W或TiW釋放層30使用， XeF_2 可搭配一Si釋放層30使用， HCl 酸混合物可搭配一Al或Ti釋放層30使用，基於TMAH之顯影劑可搭配一剝離抗蝕劑釋放層30使用，且氧電漿可搭配聚醯亞胺、環氧樹脂、PMMA或其他有機釋放層30使用。在一些實施例中，一蝕刻劑對於見於一成品半導體器件22、一接合層40或該兩者中或曝露於其等之表面上之材料係良性的。在蝕刻之後，一經圖案化釋放層30在一成品半導體器件22與一接合層40之間形成一間隙32或空間。參考圖1G，釋放層30經圖案化使得一繫

鏈36將成品半導體器件22實體連接至接合層40之一錨38部分且將成品半導體器件22固持在適當位置。通常，一錨38可係一處置基板50之一部分或安置於處置基板上(例如，在處置基板50與一成品半導體器件22之間)之一層，諸如(舉例而言)一接合層、一罩蓋層(圖1G中未展示)或一介電層24。在圖1G中圖解說明之闡釋性實施例中，繫鏈36係至形成錨38之一柱之一介面。在此實施例中，錨38係接合層40之一部分。介面可舉例而言提供一弱黏附性(舉例而言由范德華力提供之黏附性)，且可係與安置於成品半導體器件22之一部分上之金屬(諸如金、錫或一焊料)之一介面或由該金屬形成之一介面。

一旦蝕刻釋放層30，如圖1H中圖解說明(以與圖1G倒轉之一定向展示)，便可在步驟160中使用包括抵壓且黏附至成品半導體器件22之印模柱(stamp pillar) 82之一印模80 (例如，舉例而言包括PDMS之一彈性印模)微轉印印刷成品半導體器件22且接著將其與處置基板50分離(如圖1I中展示)。參考圖1J，使成品半導體器件22與一目的地基板90 (在步驟155中提供目的地基板90)對準接觸且黏附至目的地基板90。在一些實施例中，一成品半導體器件22之電接觸件25電連接至形成或安置於一目的地基板90上之接觸墊92。接觸墊92可舉例而言透過目的地基板90上之電導體(未展示)電連接至一電路以提供電力及信號至一成品半導體器件22。

在本發明之一些實施例中，且參考圖2A至圖2K，相較於關於圖1A至圖1J描述之程序及半導體結構99，製造適於微轉印印刷之一半導體結構99(如圖2G至圖2I中展示)之一替代例示性方法包含額外步驟及元件。參考圖2A且再次參考圖9，在步驟100中提供一支撐基板10，其包含一移除層26。一移除層26可係一消融層或一蝕刻停止層且可係一支撐基板10之一

層或安置於支撐基板10上之一層。一移除層26可經圖案化。消融及蝕刻停止層可包含以下之一或多者：(i)藉由舉例而言電漿增強化學氣相沈積(PECVD)沈積之 SiO_x 或 SiN_x 及(ii)具有或不具有微粒之有機層。亦可提供額外層，諸如緩衝層(例如，C-GaN、AlGaN或經摻雜GaN)或一或多個半導體生長層。

在步驟105中，一成品半導體器件22(即，在此例示性方法中藉由將一或多個半導體層20安置於支撐基板10中、上或上方)(如圖2A中展示)。可藉由將一或多個層或子結構安置於一支撐基板10上而形成一成品半導體器件22。可在步驟110中處理一或多個半導體層20以形成在移除層26上方或與移除層26接觸之成品半導體器件22(如圖2B中展示)，如先前描述。在一些實施例中，且如圖2B中展示，一成品半導體器件22之一介電層24經圖案化以延伸超過成品半導體器件22(例如，用於形成錨38及/或繫鏈36)。

接著參考圖2C，在步驟115中，一經圖案化釋放層30形成或安置於成品半導體器件22上或上方。如圖2C中展示，一經圖案化釋放層30可係至少部分與一介電層24而非一支撐基板10接觸(與圖1C中展示之內容對比)。在一些實施例(未展示)中，一經圖案化釋放層30至少部分與一移除層26接觸。參考圖2C，在步驟120中，將一罩蓋層60安置於釋放層30上。一罩蓋層60係選用的且在一些實施例中不存在。一罩蓋層60可使用光微影方法(諸如蒸鍍、濺鍍、鍍覆、原子層沈積(ALD)或塗覆)沈積且可包含有機或無機材料，諸如 SiN_x 、 SiO_x 、銅、鎳或其他材料。一罩蓋層60可係非平坦、經圖案化、經結構化或經塑形，可使半導體結構99變硬，或可包含可經選擇且形成以控制聲音或機械振動之不同材料之多個層。

參考圖2D及圖2E，在步驟125中提供一處置基板50且在步驟130中將一適型且可固化接合層40安置在選用罩蓋層60上(如展示)或在處置基板50上(未展示)。一適型且可固化接合層40可具有與較接近一成品半導體器件22之一非平坦側44相對之一實質上平坦側42。一處置基板50可係實質上透射，舉例而言50%、70%或90%透射可見、UV及IR電磁輻射之至少一者。一接合層40可係(舉例而言)一可固化樹脂、環氧樹脂、SU-8、一金屬層、一金屬合金層、一焊料層或AuSn。

處置基板50經定位成與接合層40接觸且藉由(舉例而言)在步驟135中舉例而言藉由舉例而言透過處置基板50提供時間、熱、冷卻或電磁輻射至接合層40使可固化接合層40固化(如圖2E中展示)而接合至成品半導體器件22。步驟120中提供之罩蓋層60之材料可經選擇以防止蝕刻化學物質之釋放層30與接合層40之間之非所要相互作用。舉例而言，在一些實施例中，適於蝕刻釋放層30之一蝕刻劑亦可能非期望地蝕刻接合層40，導致若不存在選用罩蓋層60，則損及針對成品半導體器件22之一微轉印印刷程序。

參考圖2F，在步驟140中移除支撐基板10。在一些實施例中，且如圖2F中展示，一移除層26曝露於穿過一支撐基板10之電磁輻射70(舉例而言來自一雷射)(即，其中支撐基板10至少部分透射電磁輻射70)以分解移除層26之至少一部分，如用圖2F中之移除層26中之陰影圖解說明。在一些實施例中，一移除層26(舉例而言一消融層)藉由電磁輻射70加熱且蒸發或升華成有力地使一支撐基板10與移除層26分離之一氣體或電漿。消融層可經選擇以與支撐基板10或形成於支撐基板10上或中之層材料互補。一消融層可係與見於半導體層20中相同之材料，舉例而言GaN。

此外，在一些實施例中，GaN可充當藍寶石或AlN支撐基板10之一消融層。GaNAs或InGaNAsSb可包含於GaAs基板上生長之消融層或材料中。InGaAs、InGaAsP、AlInGaAs或AlInGaAsP可包含於InP基板上生長之消融層或材料中。在一些實施例中，黑色鉻可係一消融層。消融層可包含有機材料(諸如可汽化聚合物)或併入光吸收微粒(諸如碳黑或氧化鉻)且可吸收電磁輻射、促進消融層加熱及消融層之材料。

通常，雷射消融將動量轉印至一表面且在本發明之一些實施例中，可形成傳遞至且穿過一成品半導體器件22 (或若干成品半導體器件22，若存在多個)之一衝擊波(高壓聲音或機械脈衝)且可能損壞成品半導體器件22。一罩蓋層60 (且在一些實施例中，在一定程度上，一接合層40及/或一釋放層30)可將衝擊波消散、驅散、偏轉、反射或吸收且防止或減輕對一成品半導體器件22之損害。一罩蓋層60之層、材料及結構可經特別設計以防止或減輕對一成品半導體器件22之損害。在一些實施例中，一釋放層30包括鍺，鍺具有一大的聲阻抗且可因此有效地反射或重新導向一衝擊波之至少一部分。在本發明之一些實施例中，可使用雷射消融來從用於一覆晶微轉印印刷程序中之一半導體結構99移除一支撐基板10，如圖2G中展示。

在一些方法及微轉印可印刷半導體結構99設計中，一支撐基板10之移除曝露釋放層30 (例如，如圖1F中展示)。然而，在一些實施例中，且如圖2G中圖解說明，在步驟140中未曝露一釋放層30。舉例而言，一釋放層可由一介電層24覆蓋。在一些實施例中，一介電層24經圖案化以曝露一釋放層30之一部分，如圖1F中展示。然而，在圖2F及圖2G中展示之闡釋性實施例中，在移除支撐基板10時未曝露經圖案化介電層24。因此，

如圖2H中圖解說明，在步驟145中形成一進入路徑34以曝露經圖案化釋放層30之一部分。舉例而言，可藉由逐個圖案蝕刻一介電層24 (或安置於一經圖案化釋放層30上方之另一層)而形成一進入路徑34。在一些實施例中，形成一進入路徑34之步驟係與移除一支撐基板10相同之步驟。即，在一些實施例中，移除一支撐基板10藉由曝露一釋放層30之一部分而形成一進入路徑34。如本文中使用的，一「曝露」層或元件係曝露於局部環境，可曝露於諸如一化學蝕刻劑之一處理材料，可具有沈積於其上之材料，或其等之任何組合之層或元件。在一些實施例中，一層(例如，一支撐基板10)經移除以曝露一元件(例如，一成品半導體器件22)而一或多個其他層(例如，介電層或一移除層26之一剩餘部分)保留，該一或多個其他層需要被移除以提供一曝露元件。舉例而言，在一些實施例中，一支撐基板10經移除以曝露一成品半導體器件22且隨後移除安置於成品半導體器件22上之一犧牲介電層及/或一移除層26之剩餘部分，藉此提供一曝露成品半導體器件22。

參考圖2I，在步驟150中舉例而言藉由如上文中關於圖1G描述之蝕刻而移除釋放層30。在蝕刻之後，釋放層30在成品半導體器件22與罩蓋層60之間形成一間隙32或空間。一釋放層30及進入路徑34經圖案化，使得一或多個繫鏈36將一成品半導體器件22實體連接至安置於處置基板50上之一錨38 (例如，其中錨38係一介電層24、一罩蓋層60、一處置基板50或安置於處置基板50上之另一層之一部分)，將成品半導體器件22固持在適當位置。參考圖2I，成品半導體器件22實體連接至錨38，該等錨38係介電層24之部分。在一些實施例中，複數個繫鏈36將各成品半導體器件22實體連接至一或多個錨38 (例如，複數個錨38)。在一些實施例中，由一接

合層之部分形成之複數個錨38實體連接至各成品半導體器件22。在圖2I中圖解說明之闡釋性實施例中，各繫鏈36係介電層24之一部分。一繫鏈36可與一進入路徑34安置於一共同平面中或一進入路徑34可延伸穿過一繫鏈36或圍繞一繫鏈36延伸。若將壓力施加於一成品半導體器件22，則可使一繫鏈36分離或破損(例如，斷裂)。在一些實施例中，一繫鏈36在轉印印刷期間分離(例如，藉由克服將一成品半導體器件22黏附至一錨38之范德華力)。在一些實施例中，一繫鏈36在轉印印刷期間斷裂(例如，其中壓力使製成繫鏈36之介電材料斷裂)。

一旦蝕刻釋放層30，如圖2J中圖解說明(以與圖2I倒轉之一定向展示)，便可在步驟160中使用包括抵壓且黏附至成品半導體器件22之印模柱82之一印模80(例如，舉例而言包括PDMS之一彈性印模)微轉印印刷成品半導體器件22且接著將其與處置基板50分離(如圖2K中展示)。使成品半導體器件22與一目的地基板90對準接觸且微轉印印刷至目的地基板90，如關於圖1J展示且描述。

接著參考圖3A，在一些實施例中，(若干)半導體層20形成於一支撐基板10中，舉例而言在步驟105中藉由摻雜(例如，植入)支撐基板10以在支撐基板10之一表面上或處(例如，在表面內)形成一層，即(若干)半導體層20。可在步驟110中處理(若干)半導體層20以形成成品半導體器件22(如圖3B中展示)。因此，在步驟105中形成(若干)半導體層20可包含在支撐基板10上形成一層(如圖1A、圖2A中展示)或在支撐基板10中形成一層(如圖3B中展示)。

在一些實施例中，且如圖4中展示，一移除層26係一成品半導體器件22之一部分及可能一支撐基板10之其他層或一部分(在此情況中移除層26

包含支撐基板10之一部分或層)。舉例而言，在一些實施例中，消融可移除用粗虛線矩形指示之結構之部分。因此，在一些實施例中，移除一支撐基板10 (例如，如在步驟140中)包括將(若干)半導體層20或成品半導體器件22曝露於穿過支撐基板10之電磁輻射70以分解(若干)半導體層20或成品半導體器件22之一部分且在一半導體結構99中形成一衝擊波。一罩蓋層60若存在則可將衝擊波驅散、反射、偏轉或吸收。

參考圖2K，作為微轉印印刷的結果，各成品半導體器件22具有至少一個個別損壞(例如，斷裂)繫鏈36。一損壞繫鏈36可係一斷裂結構，如在圖2K中。一分離繫鏈36可係形成於針對其等移除一個元件之兩個元件之間之一介面，如在圖1I中。然而，在繫鏈36損壞之前(如圖2J中展示)，兩個或兩個以上繫鏈36可係一共同結構之部分且實體連接至一共同錨38。錨38可係一半導體結構99之任何部分，其並非成品半導體器件22，舉例而言一接合層40 (如圖1G中展示)、一介電層24 (如圖2I中展示)或一罩蓋層60。

參考圖5之平面圖且對應於透過處置基板50觀察之圖1G之橫截面且排除接合層40之非錨部分，在一些實施例中，複數個成品半導體器件22之至少兩者經繫至錨38，該等錨38係作為材料之一脊狀物(例如，其在作為一繫鏈36之一介面處實體連接至兩個或兩個以上成品半導體器件22之各者)之一錨結構39之部分。在圖5之闡釋性實施例中，各錨結構39包括實體連接至三個對應成品半導體器件22之繫鏈36之三個錨38。在一些實施例中，一錨結構39包括複數個錨38 (例如，兩個或兩個以上或三個或三個以上錨)。

在本發明之一些實施例(未展示)中，一成品半導體器件22具有一半導

體結構，該半導體結構具有鄰近一經圖案化釋放層30之與一支撐基板10相對之一平坦表面，使得成品半導體器件之電接觸件25處於一共同平面中。此配置促進電接觸件25與一目的地基板90上之接觸墊92之間之電連接。在一些實施例中，接觸墊92同樣在一目的地基板90之一表面上之一共同平面中，使得一共同平面中之電接觸件25可同時接觸各接觸墊92。然而，在一些實施例中且如圖1B至圖1C及圖2C中圖解說明，一成品半導體器件22具有一半導體結構，該半導體結構具有鄰近一經圖案化釋放層30且與一支撐基板10相對之一非平坦表面，使得電接觸件25不在一共同平面中。因此，可能有必要調整成品半導體器件22或目的地基板90之結構或配置以便當成品半導體器件22經轉印印刷(例如，微轉印印刷)至目的地基板90時，在成品半導體器件22與目的地基板90上之接觸墊92之間形成一電連接。

在一些實施例中，且如圖1J中展示，一目的地基板90具有一非平坦表面，該非平坦表面具有對應於一非平坦成品半導體器件22表面之一形貌。相應地，接觸墊92(其等提供一目的地基板90之表面形貌之至少一部分)可具有對應於一非平坦成品半導體器件22表面之不同位置之不同高度，特定言之成品半導體結構22之電接觸件25在目的地基板90上方之不同高度，使得接觸墊92可容易與電接觸件25進行電連接。

在一些實施例中，且參考圖6A至圖6E，將成品半導體器件22之結構調適為具有電極27及/或連接柱29。參考圖6A，成品半導體器件22包含電連接至成品半導體器件22之與一支撐基板10(未展示)相對之一側上之電接觸件25之一非半導體結構(電極27)。電極27之曝露部分一起形成用於成品半導體器件22之一共同平坦表面之至少一部分且提供用於形成電連接之

一表面。電極27電連接至電接觸件25。在翻轉且微轉印印刷至一目的地基板90上時(例如，根據圖1J)，電極27之曝露部分可與目的地基板90上之平坦接觸墊92接觸且可容易地電連接至該等平坦接觸墊92。由於電接觸件25不在一共同平面中，因此如展示，電極27之各者具有一不同厚度 D_L 、 D_S 以提供處於一共同平面中之一表面。電極27可係導電的且由金屬或一導電金屬氧化物製成且可使用習知光微影方法(舉例而言，沈積[例如，藉由化學蒸鍍或物理氣相沈積(例如，濺鍍)]及圖案化(例如，藉由逐個圖案蝕刻))來形成。可藉由多個沈積及圖案化步驟達成不同厚度 D_L 、 D_S 。

在一些實施例中，各電接觸件25包含一連接柱29。在一些實施例中，參考圖6B，各電接觸件25電連接至一電極27且一連接柱29電連接至各電極27。在一些實施例中，一電極27包含或形成一連接柱29。連接柱29可係導電的且舉例而言可由金屬或一導電金屬氧化物製成(如同電極27)且使用光微影方法及材料製造。連接柱29可由與電極27相同之(若干)材料製成且可在共同步驟或程序中製造。一連接柱29及對應電極27可係一共同結構，使得可認為連接柱29包含電極27或電極27包含連接柱29。在一些實施例中，一連接柱29從一成品半導體器件22之一表面突出且在微轉印印刷至一目的地基板90時，可電連接至目的地基板90上之接觸墊92。

在一些實施例中，參考圖6B中之連接柱，為促進將連接柱29電連接至接觸墊92，各連接柱29具有鄰近一成品半導體器件22之一表面之一第一表面及一第二相對表面，其中第二相對表面具有比第一表面之一面積或尺寸 D_L 更小之一面積或尺寸 D_S 。因此，舉例而言，一連接柱29可具有一相對尖點且可形成一尖峰，如圖6B中展示。在一些實施例中，一連接柱

29係圓柱形或具有平行於一成品半導體器件22之一表面之一恆定矩形橫截面。此外，在一些實施例中，一連接柱29可具有一高度，該高度大於垂直於該高度之一橫截面之一尺寸(例如，一第一表面之一尺寸或第二相對表面之一尺寸，如關於圖6B描述)。因此，在一些實施例中，一連接柱29具有一伸長高寬比(例如，大於1:1之一高寬比)、大於一寬度之一高度及視情況一尖點。

參考圖6C，連接柱29可具有不同高度或尺寸 D_s 、 D_L ，故不同連接柱29具有距成品半導體器件22之一共同投影距離。在一些實施例中，連接至一成品半導體器件22之複數個連接柱29終止於一共同平面中。參考圖6D，圖6A及圖6B之結構經組合以提供具有距成品半導體器件22之一共同投影距離之使用不同電極27厚度 D_s 、 D_L 及共同連接柱29大小之連接柱29。參考圖6E，成品半導體器件22之相對邊緣處之表面處於一共同平面中。電接觸件25之一第一者經定位於成品半導體器件22中之一井、凹坑或凹部之底部處且電連接至一第一電極27A。一第二電極27B與一第二電接觸件25電接觸，該第二電接觸件25與第一電接觸件25電分離。第一電極27A具有比第二電極27B之高度 D_s 更大之一高度 D_L ，使得第一電極27A及第二電極27B之曝露部分一起處於一共同平面中。電極27與電接觸件25接觸且電連接至電接觸件25。使用第一電極27A及第二電極27B之曝露部分與外部電導體(諸如一目的地基板90上之接觸墊92)進行電接觸。

可藉由構建三維結構之重複遮罩及沈積程序形成連接柱29。在一些實施例中，連接柱包括多個層[例如，由不同材料製成(例如，其中各層由具有一不同彈性模數之一材料製成)]。在一些實施例中，連接柱29由一或多個高彈性模數金屬(諸如鎢)製成。如本文中使用的，一高彈性模數係足以

使由材料製成之一連接柱29在被按壓至安置於一目的地基板90上之一接觸墊92中時，維持其功能及結構之一彈性模數(例如，導電性並不歸因於變形而劣化)。可藉由蝕刻在半導體層20之與一支撐基板10相對之一側上蒸鍍或濺鍍之導電金屬或金屬氧化物之一或多個層而製造連接柱29。連接柱29可具有各種高寬比且通常具有小於一底面積之一峰面積。連接柱29可具有用於嵌入或刺穿一目的地基板90之接觸墊92之一尖點。大體上在美國專利第8,889,485號中論述從半導體器件突出之連接柱29，該案之全部揭示內容以引用的方式併入本文中。

參考圖7及圖8，在本發明之一些實施例中，根據圖6B至圖6D之至少一者之成品半導體器件22係結合成品半導體器件22經微轉印印刷至其上之一目的地基板90圖解說明。如圖7中展示，連接柱29安置於其上之成品半導體器件22(例如，根據圖6C或圖6D)經微轉印印刷至目的地基板90上，使得連接柱29與目的地基板90之接觸墊92對準且將刺穿接觸墊92或以其他方式與接觸墊92電連接(例如，藉由接觸)。由於連接柱29從成品半導體器件22延伸一共同投影距離，因此成品半導體器件22之頂部或底部表面實質上平行於目的地基板90。相比之下，參考圖8，成品半導體器件22(根據圖6B)具有實質上不平行於目的地基板90之成品半導體器件22之頂部或底部表面，此係因為連接柱29未從成品半導體器件22投影一共同距離。然而，由於相較於連接柱29之突出距離之差異，目的地基板90上方之成品半導體器件22之大小相對較大，因此成品半導體器件22可成功地印刷至目的地基板90上且成功地進行至接觸墊92之一電連接。如圖8中展示，在轉印印刷之後成品半導體器件22僅相對於目的地基板90之一表面稍微傾斜或成角度。

根據本發明之一些實施例，且如圖1F至圖1G及圖2G至圖2I中圖解說明，藉由本文中揭示之一方法製造之適於微轉印印刷之一例示性半導體結構99包含：一處置基板50；一經固化接合層40，其經安置成與處置基板50接觸；一選用罩蓋層60，其經安置成與接合層40接觸；一經圖案化釋放層30，其經安置成與經固化接合層40或罩蓋層60 (若存在)接觸；一進入路徑34，其存在於經圖案化釋放層30與局部環境之間；及一或多個成品半導體器件22，其經安置在經圖案化釋放層30上或上方且用至少一個繫鏈36附接至安置於處置基板50上之一錨38。一繫鏈36可經安置在一成品半導體器件22與一處置基板50之間，舉例而言，將成品半導體器件22連接至一錨38柱(例如，其中繫鏈36係一連接介面)。在一些實施例中，一繫鏈36與一進入路徑34安置於一共同平面中。

一成品半導體器件22可包含一半導體材料、一複合半導體材料、GaN、Si、InP、SiGe及GaAs之一或多者。一經圖案化釋放層30可包含鍺、Si、TiW、Al、Ti、一剝離抗蝕劑及其他聚合物之一或多者且在蝕刻或以其他方式移除時形成一間隙32或空間(例如，在一接合層40或一罩蓋層60與一成品半導體器件22之間)。舉例而言，一可固化接合層40可包括或基本上由以下組成：一可固化樹脂；一可固化環氧樹脂；一金屬層；一金屬合金層；一焊料層；或一AuSn層。舉例而言，一經固化接合層40可包括或基本上由以下組成：一固化樹脂；環氧樹脂；一金屬層；一金屬合金層；一焊料層；或一AuSn層。

在一些實施例中，可曝露一成品半導體器件22或可曝露進入路徑34。在一些實施例中，一移除層26 (例如，一消融或蝕刻停止層)係一成品半導體器件22之一部分，但僅係一部分。在一些實施例中，一半導體結

構99包含一移除層26，該移除層26與一成品半導體器件22接觸且安置於一支撐基板10上或上方，或係一支撐基板10之一部分(例如，可經圖案化)。在一些實施例中，一支撐基板10與一成品半導體器件22或一移除層26接觸(且移除層26與成品半導體器件22接觸)。一支撐基板10可係藍寶石、石英、矽、GaAs、GaN、InP、SiC、GaP、GaSb、AlN及MgO之一或多者。一支撐基板10可係一生長基板，可具有一半導體晶種層，或可係一半導體層20。

可藉由雷射消融安置於其上之一移除層26或一成品半導體器件22之一部分而移除一支撐基板10，從而導致一機械或聲音衝擊波傳播通過成品半導體器件22。為減少或避免來自衝擊波之損害，在一些實施例中，一罩蓋層60具有用以將衝擊波驅散、偏轉、反射或吸收之一厚度及層材料形狀或結構。一罩蓋層60可具有複數個層及不同材料。

在一些實施例中，一成品半導體器件22包含具有鄰近一經圖案化釋放層30之一非平坦表面之一半導體結構。一成品半導體器件22可包含與鄰近一經圖案化釋放層30之非平坦半導體結構表面接觸之一非半導體結構，使得非半導體結構形成成品半導體器件22之一平坦表面之至少一部分。

在一些實施例中，成品半導體器件22可從一處置基板50微轉印印刷至一目的地基板90。一目的地基板90可具有一非平坦表面，該平坦表面具有對應於成品半導體器件22之一非平坦半導體結構表面之一形貌。

在一些實施例中，一成品半導體器件22包含在成品半導體器件22之鄰近一支撐基板10之側上之一電接觸件25或在成品半導體器件22之鄰近一經圖案化釋放層30之側上之一電接觸件25(舉例而言，如圖1B中展

示)。在一些實施例中，各電接觸件25包含一導電連接柱29。在一些實施例中，一電極經安置於一成品半導體器件22中之各電接觸件25上且電連接至各電接觸件25且一連接柱29電連接至各電極27。在一些實施例中，一電極27包含或形成一連接柱29或連接柱29包含或形成一電極27。

連接柱29可具有鄰近成品半導體器件22之一表面之一第一表面及具有比第一表面更小之一面積之一第二相對表面，使得連接柱係錐形。在一些實施例中，一錐形連接柱29具有大於1:1之一高寬比，其中一連接柱29之寬度取自連接柱29之垂直於高度尺寸之一橫截面[例如，被當作連接柱29之一最大寬度(例如，一連接柱29之底部之寬度)]。一連接柱29可具有大於第一表面之一尺寸之一高度或大於第二相對表面之一尺寸之一高度。一連接柱29可具有一尖點。

在一些實施例中，一半導體結構99包含複數個成品半導體器件22，其等之各者具有實體連接至至少一個個別錨38之至少一個個別繫鏈36。在一些實施例中，複數個成品半導體器件22之至少兩者實體連接至包括用於各成品半導體器件22之至少一個繫鏈36之一共同結構。在一些實施例中，一半導體結構99包括至少一個共同錨結構39，複數個成品半導體結構22各自藉由至少一個繫鏈36實體連接至該至少一個共同錨結構39。在一些實施例中，複數個成品半導體器件22之至少兩者實體連接至作為材料之一脊狀物之一共同錨結構39(例如，其在作為一繫鏈36之一介面處實體連接至兩個或兩個以上成品半導體器件22之各者)。

藉由根據本發明之一些實施例之方法製造之微轉印可印刷成品半導體器件22可包含各種半導體結構之一或多者，包含(舉例而言但不限於)一二極體、一發光二極體(LED)、一雷射(例如，一二極體雷射)、一光二極

體(例如，太陽能電池)、一光電晶體、一電晶體、一感測器或一積體電路。

在本發明之一些實施例中，微轉印可印刷成品半導體器件22具有大於一寬度之一長度，舉例而言具有大於或等於2、4、8、10、20或50之一高寬比，及沿著微轉印可印刷成品半導體器件22之長度鄰近成品半導體器件22之末端之電接觸件25。成品半導體器件22可具有各種不同大小。舉例而言，在一些實施例中，成品半導體器件22具有從2 μm 至5 μm 、5 μm 至10 μm 、10 μm 至20 μm 或20 μm 至50 μm 之一寬度，從2 μm 至5 μm 、5 μm 至10 μm 、10 μm 至20 μm 或20 μm 至50 μm 之一長度，及從2 μm 至5 μm 、4 μm 至10 μm 、10 μm 至20 μm 或20 μm 至50 μm 之一高度之至少一者。

舉例而言，形成微轉印可印刷結構之方法描述於文件「AMOLED Displays using Transfer-Printed Integrated Circuits」(Journal of the Society for Information Display，2011年，DOI # 10.1889/JSID19.4.335，1071-0922/11/1904-0335，第335至341頁)及上文中引用之美國專利第8,889,485號。為了論述微轉印印刷技術，參見美國專利第8,722,458號、美國專利第7,622,367號及美國專利第8,506,867號，該等案之各者之全部揭示內容據此以引用的方式併入。使用複合微組裝結構及方法之微轉印印刷亦可搭配本發明之某些實施例使用，舉例而言，如在2015年8月10日申請之標題為「Compound Micro-Assembly Strategies and Devices」之美國專利申請案第14/822,868號中描述，該案之全部揭示內容據此以引用的方式併入。可用於理解並執行本發明之某些實施例之態樣之額外細節描述於2015年6月18日申請之標題為「Micro

Assembled LED Displays and Lighting Elements」之美國專利申請案第 14/743,981 號，該案之全部揭示內容據此以引用的方式併入。

如熟習此項技術者瞭解，術語「上方」及「下方」係相關術語且可關於包含於本發明中之層、元件及基板之不同定向互換。舉例而言，一第一層處於一第二層上在一些實施方案中意謂一第一層直接處於一第二層上且與第二層接觸。在其他實施方案中，一第一層處於一第二層上包含其間具有另一層之一第一層及一第二層。

已描述實施例之某些實施方案，熟習此項技術者現將明白，可使用併入本發明之概念之其他實施方案。因此，本發明不應限於某些實施方案，而應僅藉由以下發明申請專利範圍之精神及範疇限制。

貫穿描述，在裝置及系統被描述為具有、包含或包括特定組件之情況下，或在程序及方法被描述為具有、包含或包括特定步驟之情況下，預期額外地，存在基本上由所敘述組件組成或由所敘述組件組成之所揭示技術之裝置及系統，且存在基本上由所敘述處理步驟組成或由所敘述處理步驟組成之根據所揭示技術之程序及方法。

應瞭解，步驟之順序或執行某一動作之順序係不重要的，只要所揭示技術保持可操作。此外，在一些情境中可同時進行兩個或兩個以上步驟或動作。已特定參考本發明之某些實施例來詳細描述本發明，但將瞭解，可在本發明之精神及範疇內實現變化例及修改。

【符號說明】

D_s:厚度/尺寸

D_L:厚度/尺寸

10:支撐基板

- 20:半導體層
- 22:成品半導體器件
- 24:介電層
- 25:電接觸件
- 26:移除層
- 27:電極
- 27A:電極
- 27B:電極
- 29:連接柱
- 30:釋放層
- 32:間隙
- 34:進入路徑
- 36:繫鏈
- 38:錨
- 39:錨結構
- 40:接合層
- 42:接合層平坦側
- 44:非平坦接合層相對側
- 50:處置基板
- 60:罩蓋層
- 70:電磁輻射
- 80:印模
- 82:印模柱

- 90:目的地基板
- 92:接觸墊
- 99:半導體結構
- 100:提供支撐基板步驟
- 105:安置半導體層步驟
- 110:選用處理半導體層步驟
- 115:形成經圖案化釋放層步驟
- 120:選用提供罩蓋層步驟
- 125:提供處置基板步驟
- 130:安置接合層步驟
- 135:接合處置基板步驟
- 140:移除支撐基板步驟
- 145:選用形成進入路徑步驟
- 150:蝕刻釋放層步驟
- 155:提供目的地基板步驟
- 160:將半導體器件微轉印印刷至目的地基板步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種適於轉印印刷之半導體結構，其包括：

一處置基板；

一經固化接合層，其經安置成與該處置基板接觸；

一罩蓋層(capping layer)，其經安置成與該接合層接觸；

一經圖案化釋放層，其經安置成與該罩蓋層接觸；及

一成品半導體器件，其經安置於該經圖案化釋放層上或上方且以至少一個繫鏈附接至安置於該處置基板上之一錨，

其中該至少一個繫鏈與至該圖案化釋放層之一曝露進入路徑(exposed entry path)在一共同平面(common plane)中。

【請求項2】

如請求項1之半導體結構，其中曝露該成品半導體器件及該經圖案化釋放層之一部分之至少一者。

【請求項3】

如請求項1之半導體結構，其中該成品半導體器件之一部分係一移除層，或該半導體結構包括與該成品半導體器件接觸之一移除層。

【請求項4】

如請求項3之半導體結構，其包括與該移除層接觸之一支撐基板。

【請求項5】

如請求項3之半導體結構，其中該罩蓋層具有足以將藉由該移除層之至少一部分之雷射消融產生之一衝擊波驅散(disperse)、偏轉、反射或吸收之一厚度。

【請求項6】

如請求項1之半導體結構，其包括與該成品半導體器件接觸之一支撐基板。

【請求項7】

如請求項1之半導體結構，其中該罩蓋層具有足以將藉由該成品半導體器件之至少一部分之雷射消融產生之一衝擊波驅散、偏轉、反射或吸收之一厚度。

【請求項8】

如請求項1之半導體結構，其包括該覆蓋層包括複數層。

【請求項9】

如請求項1之半導體結構，其中該成品半導體器件包括一半導體結構，其包括處於不同平面中之至該成品半導體器件之至少兩個電接觸件。

【請求項10】

如請求項9之半導體結構，其中該成品半導體器件包括電連接至該等電接觸件之各者之一電分離電極(electrically separate electrode)，其中該等電極之曝露部分處於一共同平面中。

【請求項11】

如請求項10之半導體結構，其包括一目的地基板(destination substrate)，其具有對應於該成品半導體器件之一非平坦平面(non-planar surface)的一非平坦平面。

【請求項12】

如請求項6之半導體結構，其中該支撐基板包括藍寶石、石英、矽、GaAs、GaN、InP、SiC、GaP、GaSb、AlN及MgO中之一或多者。

【請求項13】

如請求項1之半導體結構，其中該成品半導體器件可包含一半導體材料、一複合半導體材料、GaN、Si、InP、SiGe及GaAs之一或多者。

【請求項14】

如請求項1之半導體結構，其中該經圖案化釋放層包含鍍、Si、TiW、Al、Ti、一剝離抗蝕劑(lift-off resist)及一聚合物之一或多者。

【請求項15】

如請求項1之半導體結構，其包括在該成品半導體器件之鄰近該經圖案化釋放層之一側上之一或多個電接觸件、或在與該成品半導體器件之鄰近該經圖案化釋放層之該側相對之該成品半導體器件之一側上之一或多個電接觸件。

【請求項16】

如請求項15之半導體結構，其中(i)各電接觸件包括一連接柱，或(ii)該半導體結構包括電連接至該等電接觸件之各者之一電極及電連接至該等電極之各者之一連接柱。

【請求項17】

如請求項16之半導體結構，其中各連接柱係錐形(tapered)。

【請求項18】

如請求項17之半導體結構，其中各連接柱具有大於1:1之一高寬比。

【請求項19】

如請求項1之半導體結構，其中該至少一個繫鏈之一平面與該成品半導體器件之一平面經安置於一共同平面中。

【請求項20】

如請求項1之半導體結構，其包括複數個成品半導體器件，其中該複數個成品半導體器件之各者包括連接至一獨特錨(unique anchor)之一個別繫鏈(individual tether)。

【請求項21】

如請求項1之半導體結構，其包括複數個成品半導體器件，其中該複數個成品半導體器件之至少兩者藉由各自繫鏈實體連接至一共同錨結構。

【請求項22】

如請求項6之半導體結構，其中該支撐基板係一成長基板。

【請求項23】

如請求項6之半導體結構，其中該支撐基板包括一半導體層或一半導體晶種層。

【請求項24】

如請求項1之半導體結構，其中該經固化接合層包括一固化樹脂、一環氧樹脂、一金屬層、一金屬合金層、一焊料層及一AuSn層之至少一者。

【請求項25】

如請求項1之半導體結構，其中該成品半導體器件之相對邊緣處之表面處於一共同平面中，其中一第一電接觸件經定位於該成品半導體器件中之一井、凹坑或凹部之底部處且電連接至一第一電極，其中與該第一電接觸件電分離之一第二電接觸件電連接至一第二電極，且其中該第一電極具有比該第二電極之高度更大之一高度，使得該第一電極及該第二電極之曝露部分處於一共同平面中。

【請求項26】

一種製造適於轉印印刷之一半導體結構之方法，其包括：

提供一支撐基板；

形成安置於該支撐基板中、上或上方之一成品半導體器件；

在該成品半導體器件上或上方形成一經圖案化釋放層；

在該經圖案化釋放層上提供一覆蓋層；

提供一處置基板；

在該覆蓋層上或該處置基板上安置一適型且可固化(conformable and curable)接合層；

將該處置基板及該覆蓋層安置以與該接合層接觸；

使該接合層固化以將該處置基板接合至該覆蓋層；

移除該支撐基板以曝露該成品半導體器件；

移除該經圖案化釋放層之至少一部份以在該成品半導體器件之至少一部份與該接合層之至少一部份之間形成一間隙；及

形成將該成品半導體器件實體連接至經安置於該處置基板上之一錨之一繫鏈。

【請求項27】

如請求項26之方法，其包括：

形成一進入路徑以曝露該圖案化釋放層之一部份。

【請求項28】

如請求項26之方法，其包括：

提供一目的地基板；及

將該成品半導體器件自該處置基板微轉印印刷(micro-transfer printing)至該目的地基板。

【請求項29】

如請求項26之方法，其中該支撐基板可透射(transparent to)電磁輻射且該方法包括：

將該半導體層曝露於穿過該支撐基板之電磁輻射以分解該成品半導體器件之一部份及在該半導體設備中形成一衝擊波，其中該覆蓋層驅散(disperse)、反射、偏轉或吸收該衝擊波。

【請求項30】

如請求項26之方法，其中該支撐基板可透射電磁能量且該方法包括：

在該支撐基板與該成品半導體器件之間提供一消融層(ablation layer)；及

使該消融層曝露於穿過該支撐基板之電磁輻射以分解該消融層之一部分且在該成品半導體結構中形成一衝擊波，其中該罩蓋層將該衝擊波驅散、反射、偏轉或吸收。

【請求項31】

如請求項26之方法，其中移除該支撐基板包括雷射剝離、消融、雷射消融、蝕刻及研磨之一或多者。

【請求項32】

如請求項26之方法，其中移除該支撐基板包括在該成品半導體器件與該支撐基板之間提供一消融或蝕刻停止層。

【請求項33】

如請求項26之方法，其中移除該支撐基板以曝露該成品半導體器件包括移除一移除層。

【請求項34】

如請求項26之方法，其中該支撐基板係一半導體基板且形成該成品半導體器件包括：

摻雜該半導體基板之一部分或層。

【請求項35】

如請求項26之方法，其中形成該成品半導體器件包括：

將一或多個半導體層安置於該支撐基板中、上或上方。

【請求項36】

如請求項35之方法，其中形成該成品半導體器件包括在該支撐基板上或在該支撐基板上之一生長層上生長該一或多個半導體層。

【請求項37】

如請求項35之方法，其中形成該成品半導體器件包括：

處理該一或多個半導體層。

【請求項38】

一種製造適於轉印印刷之一半導體結構之方法，其包括：

提供一支撐基板；

形成安置於該支撐基板中、上或上方之一成品半導體器件；

在該成品半導體器件上或上方形成一經圖案化釋放層；

提供一處置基板；

將一適型且可固化接合層安置在該經圖案化釋放層上或在該處置基板上；

將該處置基板及該經圖案化釋放層安置成與該接合層接觸；

使該接合層固化以將該處置基板接合至該經圖案化釋放層；

移除該支撐基板以曝露該成品半導體器件；

移除該經圖案化釋放層之至少一部份以在該成品半導體器件之至少一部份與該接合層之至少一部份之間形成一間隙；及

形成一繫鏈以將該成品半導體器件實體連接至經安置於該處置基板上之一錨。

【請求項39】

如請求項38之方法，其包括：

將該適型且可固化接合層安置於該經圖案化釋放層上，其中將該適型且可固化接合層安置於該經圖案化釋放層上包括將該適型且可固化接合層安置於以下之至少一者上：(i)經安置在該成品半導體結構上之一介電層之一部分及(ii) 該成品半導體器件之一部分。

【請求項40】

如請求項38之方法，其包括：

提供一目的地基板；及

將該成品半導體器件從該處置基板微轉印印刷至該目的地基板。

【請求項41】

如請求項38之方法，其中移除該支撐基板包括雷射剝離、消融、雷射消融、蝕刻及研磨之一或多者。

【請求項42】

如請求項38之方法，其包括在該成品半導體器件與該支撐基板之間提供一消融或蝕刻停止層。

【請求項43】

如請求項38之方法，其中移除該支撐基板以曝露該成品半導體器件

包括移除一移除層。

【請求項44】

如請求項38之方法，其中該支撐基板係一半導體基板且形成該成品半導體器件包括：

摻雜該半導體基板之一部分或層。

【請求項45】

如請求項38之方法，其中形成該成品半導體器件包括：

將一或多個半導體層安置於該支撐基板中、上或上方。

【請求項46】

如請求項45之方法，其中形成該成品半導體器件包括：

在該支撐基板上或在該支撐基板上之一生長層上生長該一或多個半導體層。

【請求項47】

如請求項45之方法，其中形成該成品半導體器件包括：

處理該一或多個半導體層。

【請求項48】

一種製造適於轉印印刷之一半導體結構之方法，其包括：

提供一支撐基板；

形成安置於該支撐基板中、上或上方之一成品半導體器件；

在該成品半導體器件上或上方形成一經圖案化釋放層；

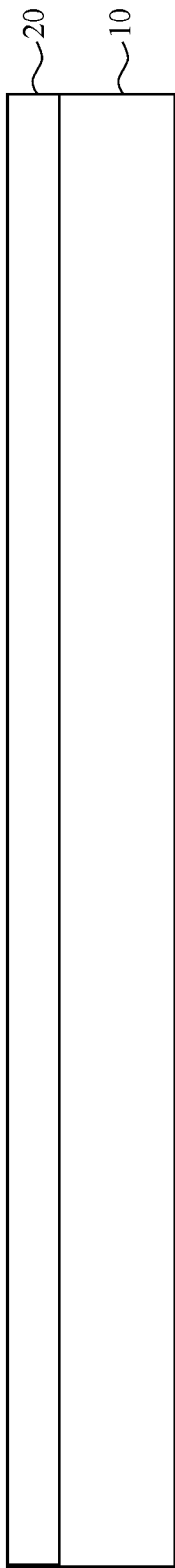
在該經圖案化釋放層上形成一覆蓋層；

提供一處置基板；

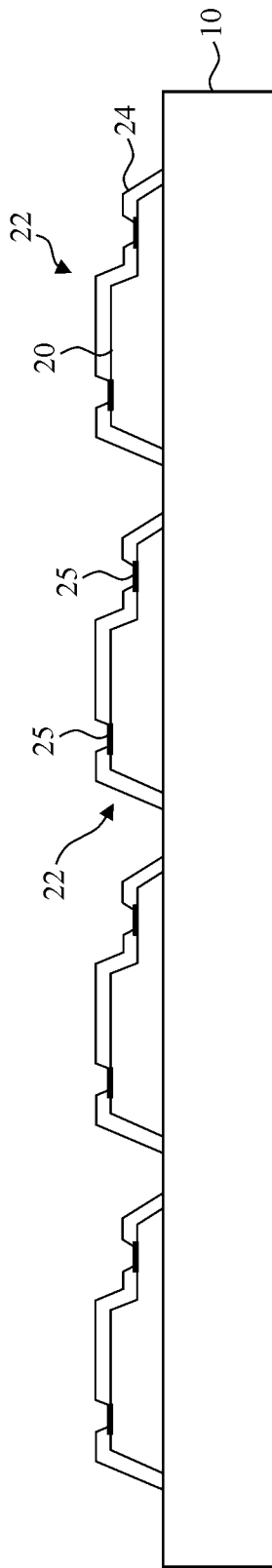
將一適型且可固化接合層安置在該經覆蓋層上或在該處置基板上；

將該處置基板及該覆蓋層安置成與該接合層接觸；
使該接合層固化以將該處置基板接合至該覆蓋層；
移除該支撐基板以曝露該成品半導體器件；
提供一目的地基板；及
將該成品半導體器件從該處置基板微轉印印刷至該目的地基板。

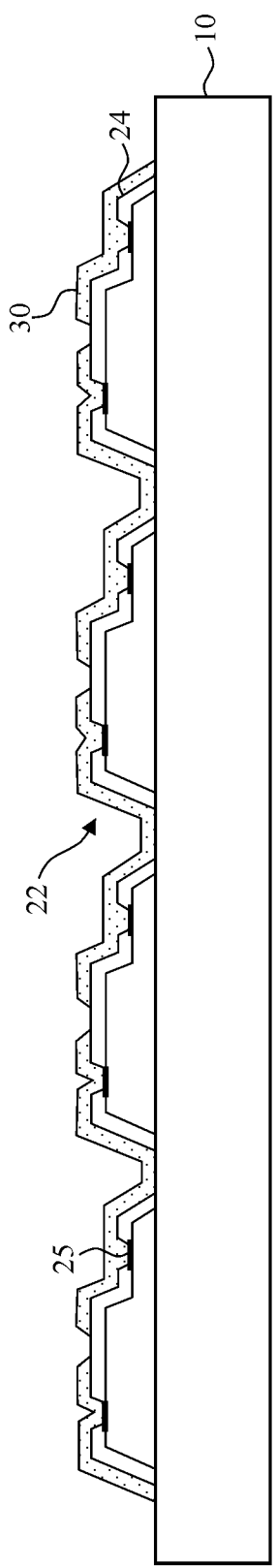
【發明圖式】



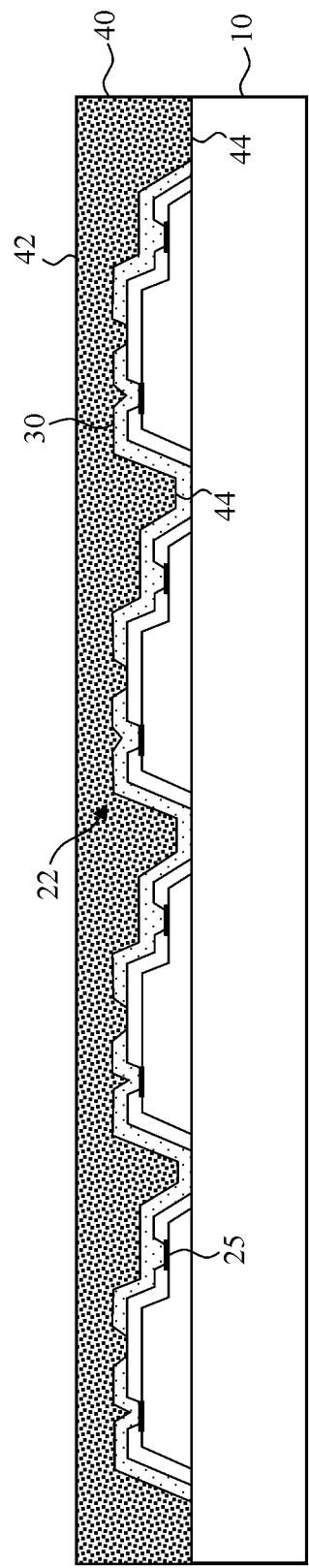
【圖1A】



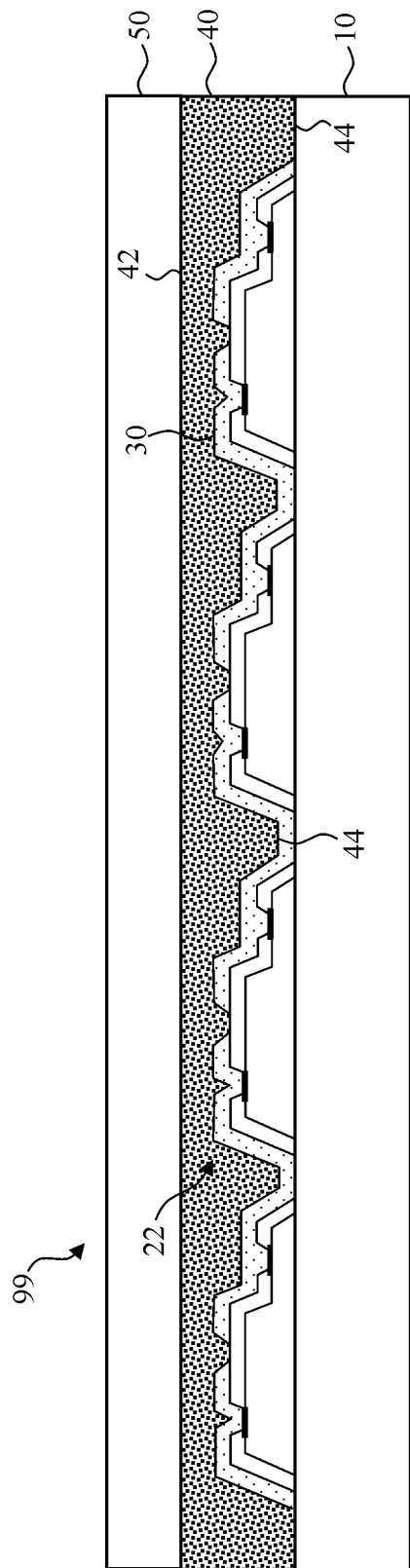
【圖1B】



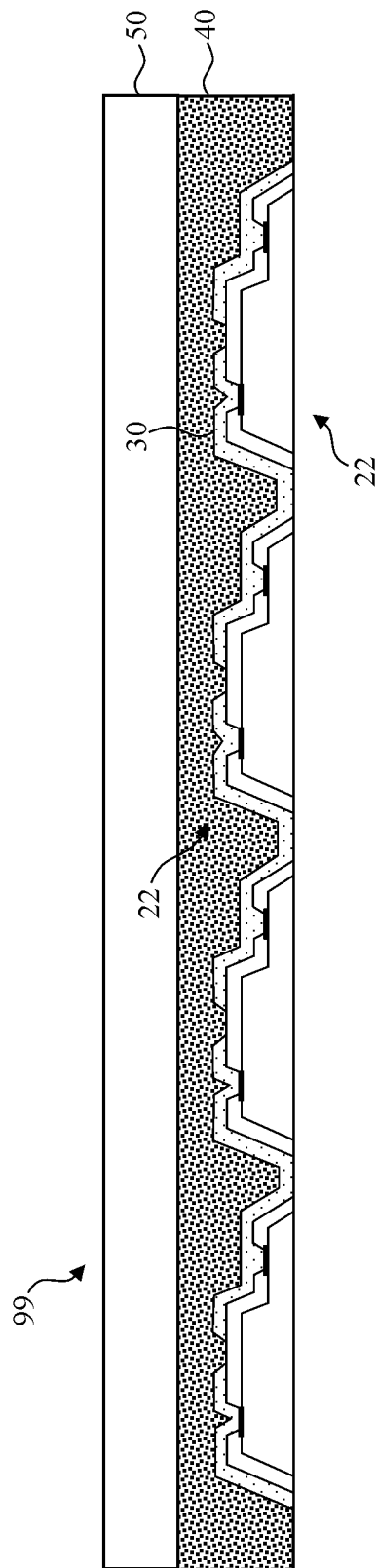
【圖1C】



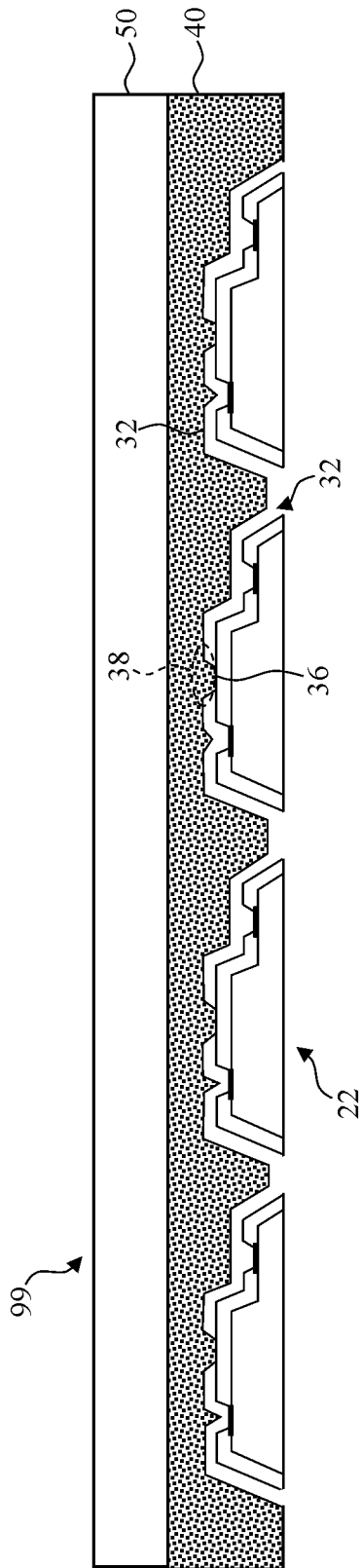
【圖1D】



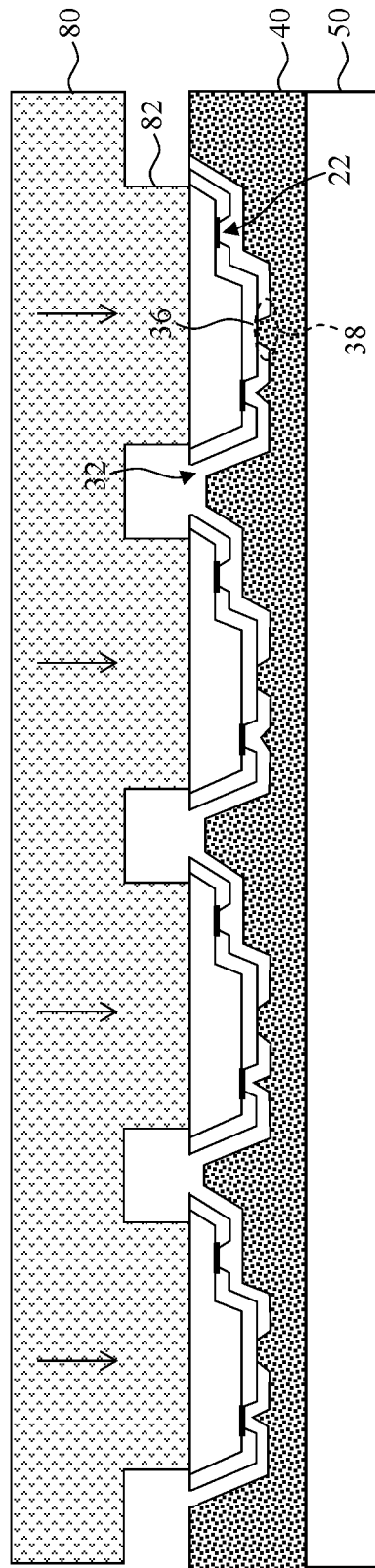
【圖1E】



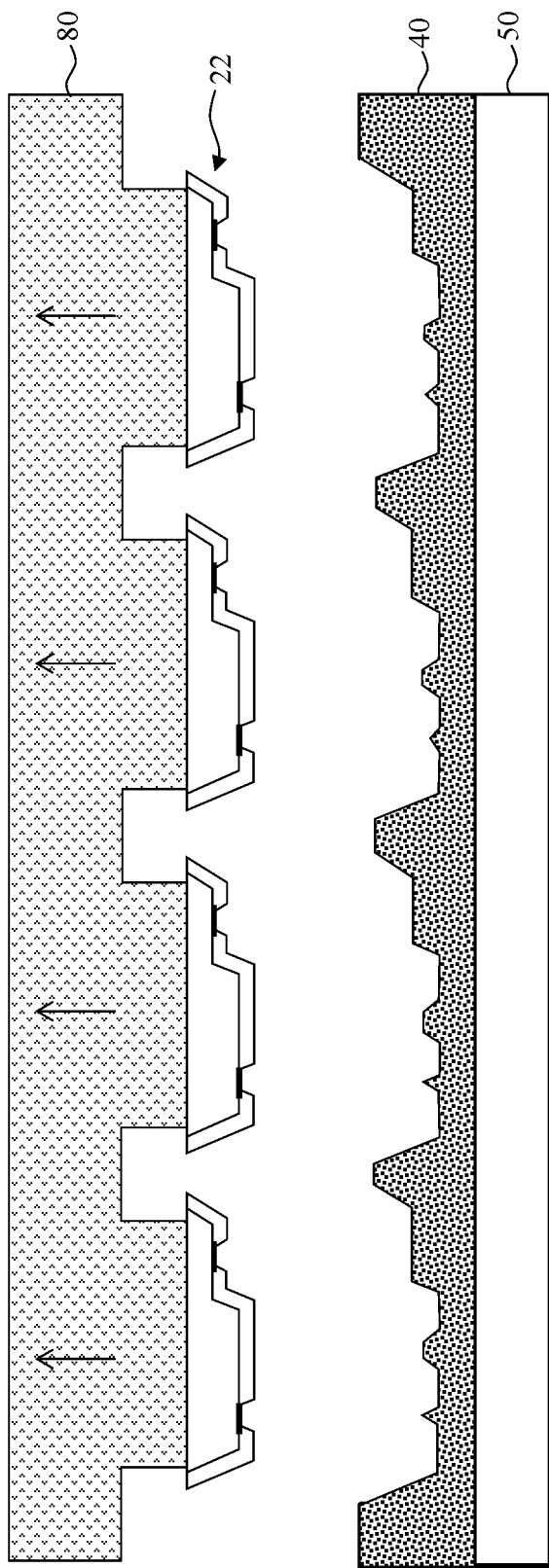
【圖1F】



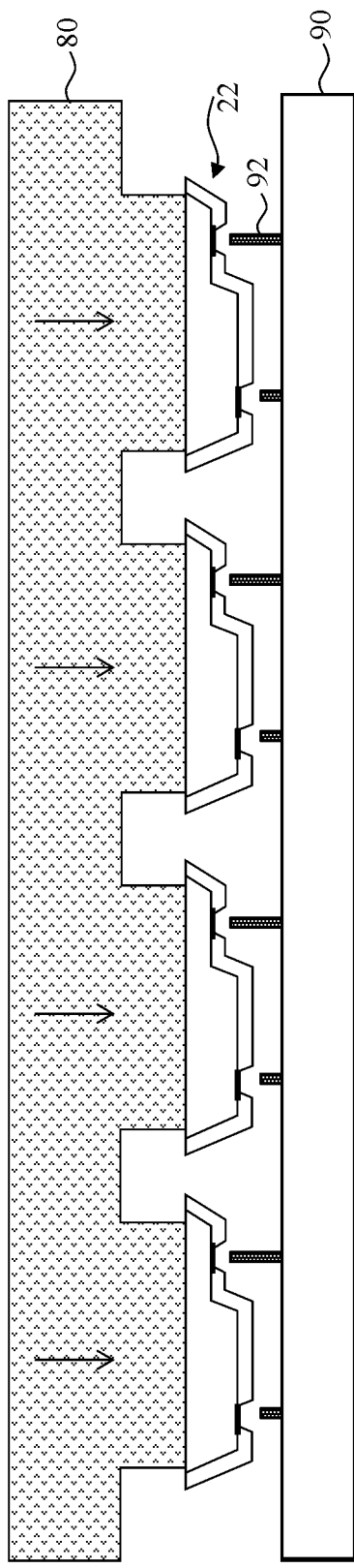
【圖IG】



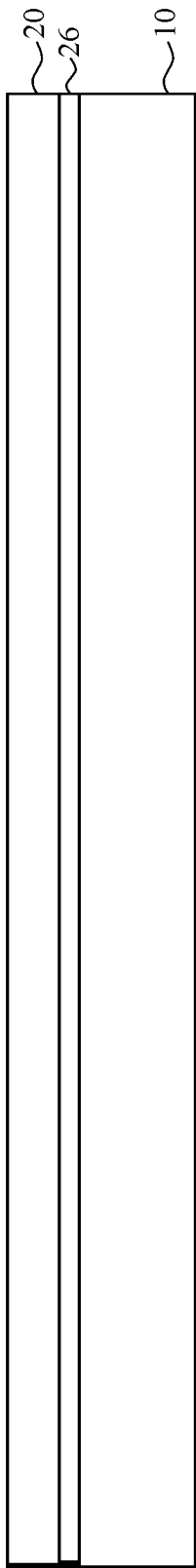
【圖IH】



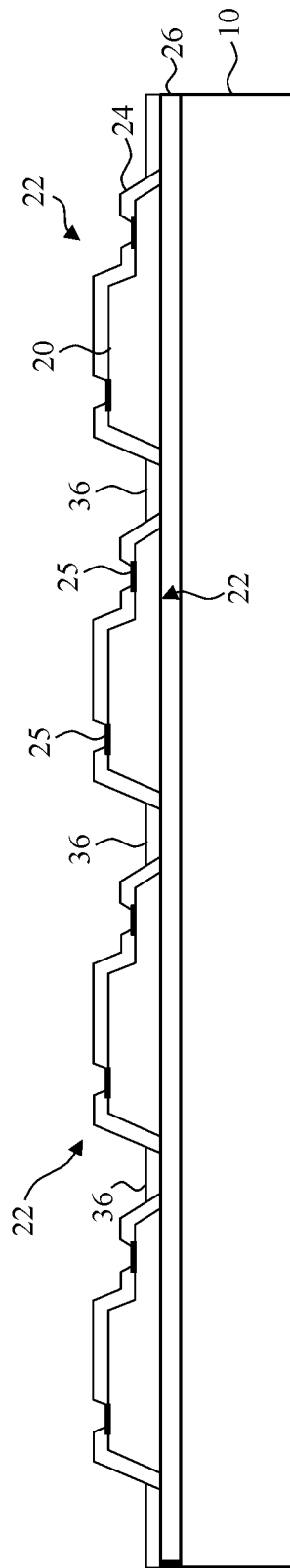
【圖11】



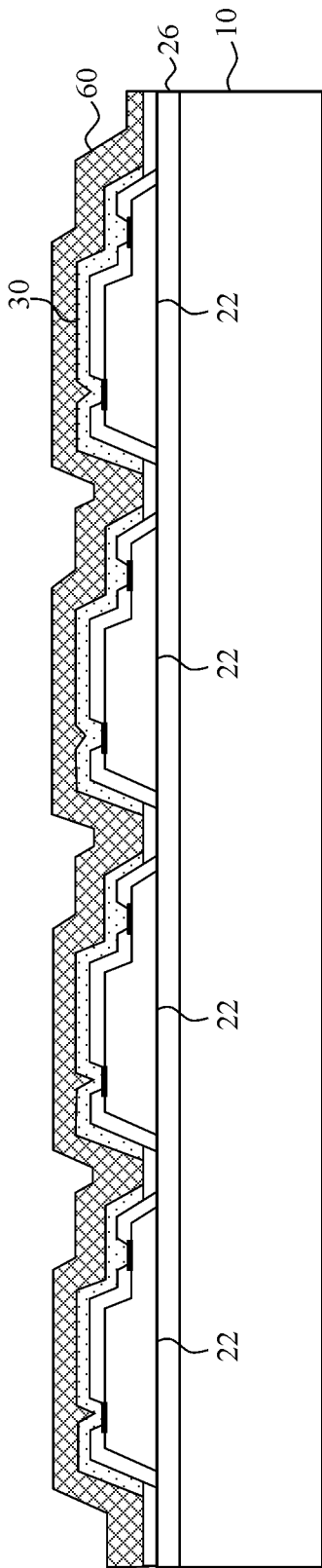
【圖11】



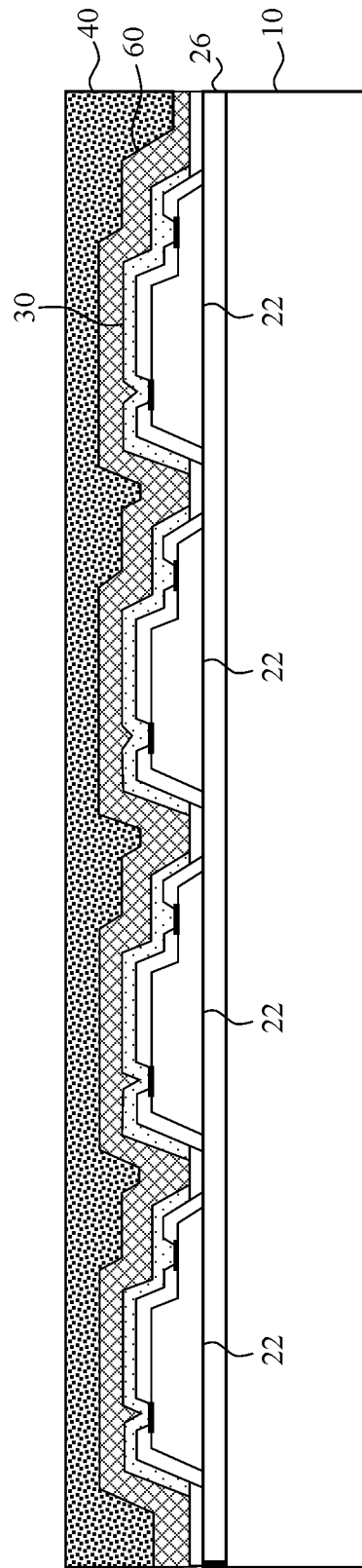
【圖2A】



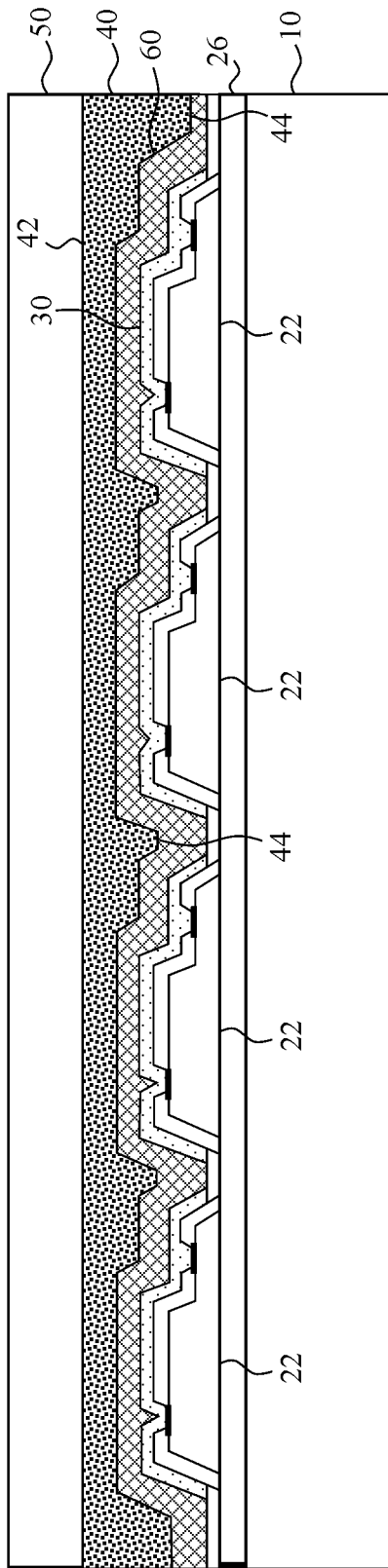
【圖2B】



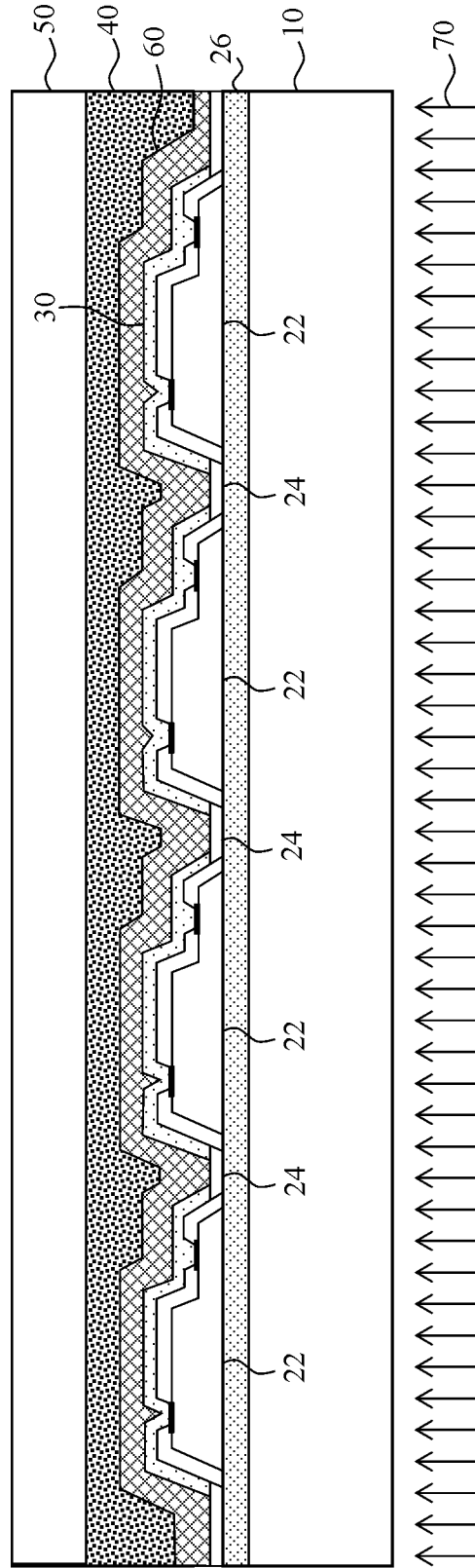
【圖2C】



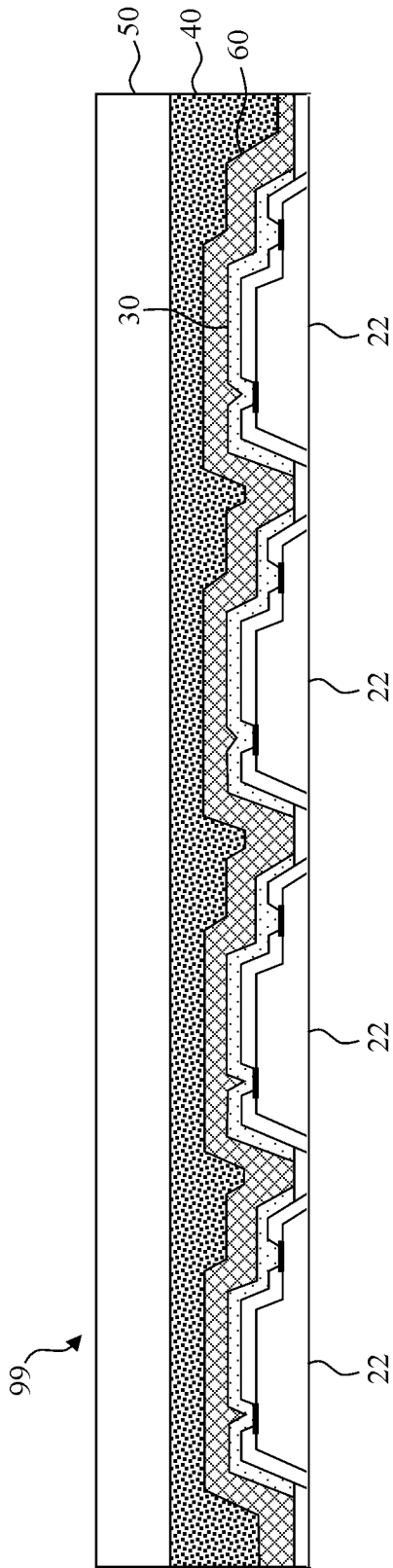
【圖2D】



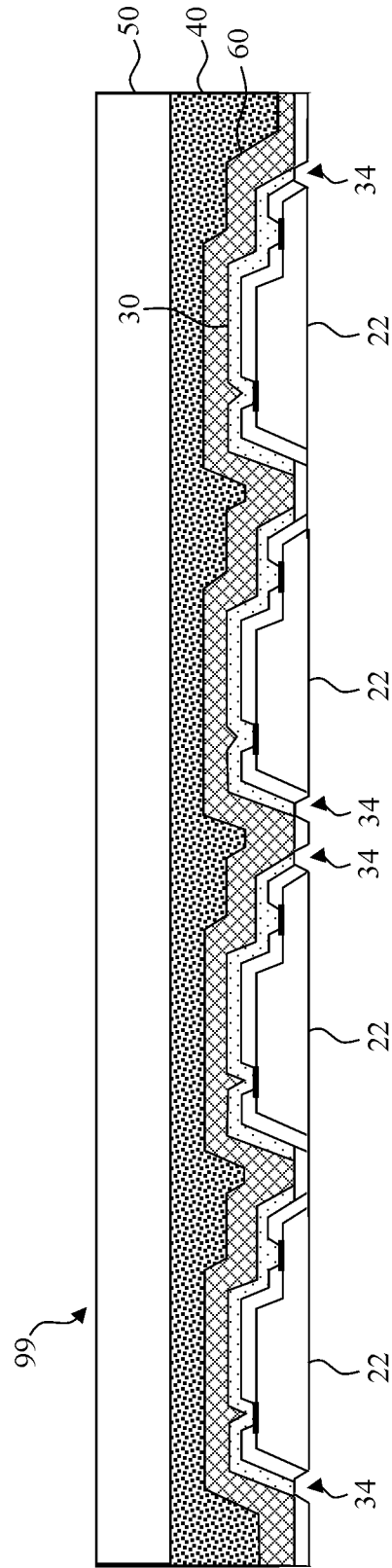
【圖2E】



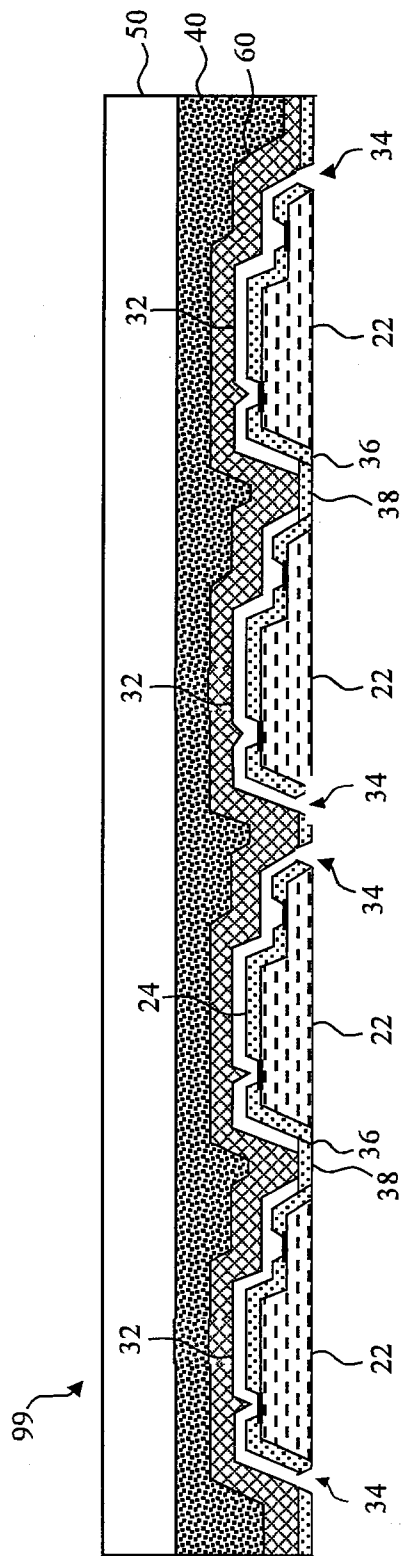
【圖2F】



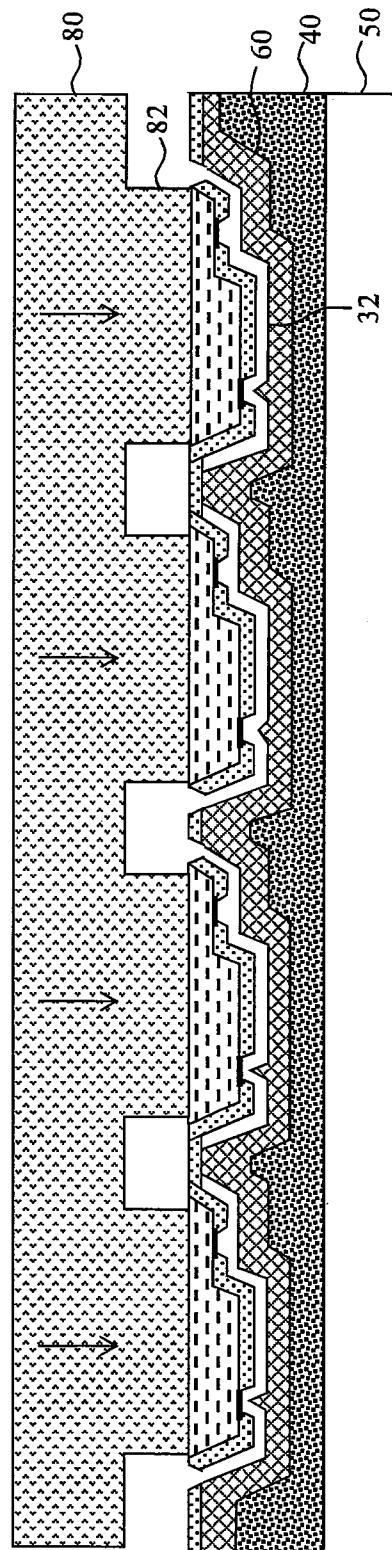
【圖2G】



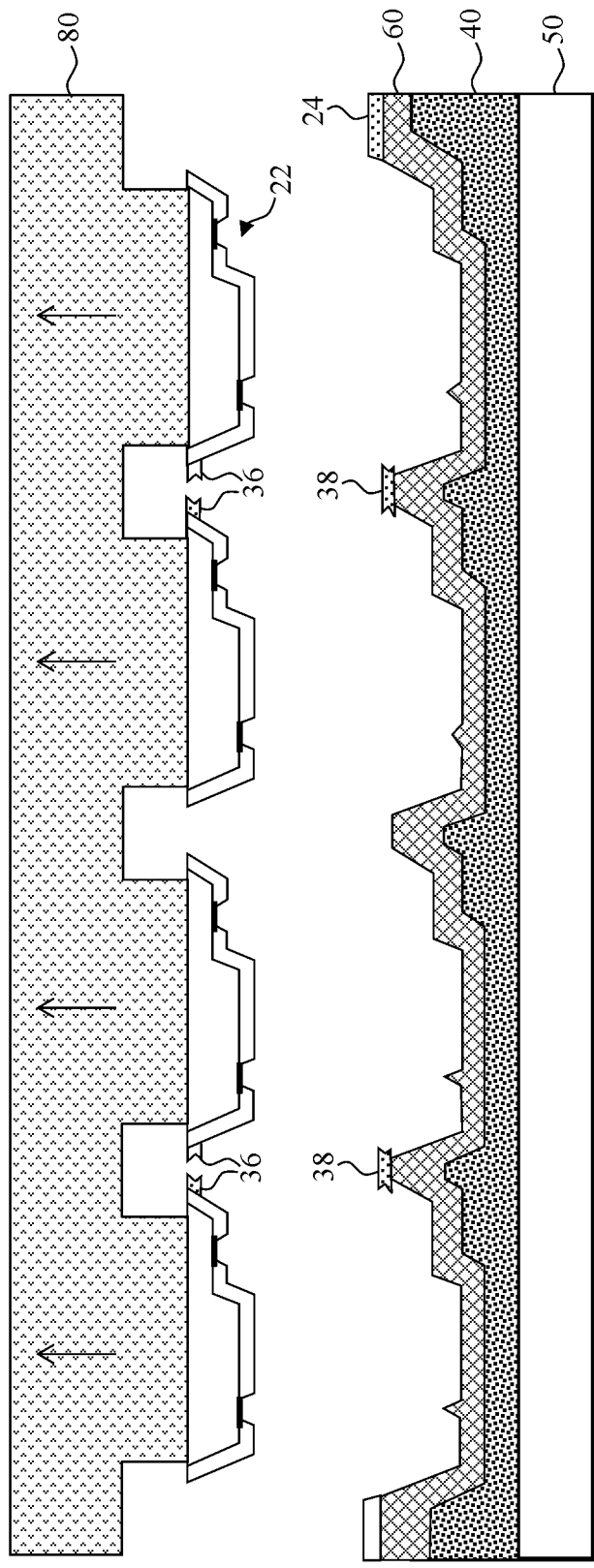
【圖2H】



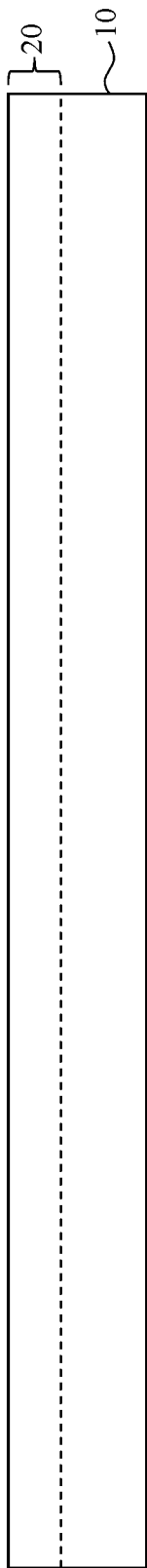
【圖2I】



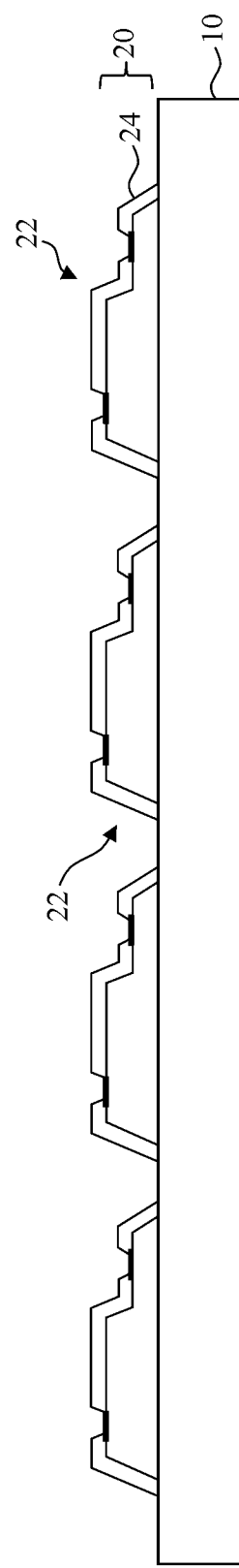
【圖2J】



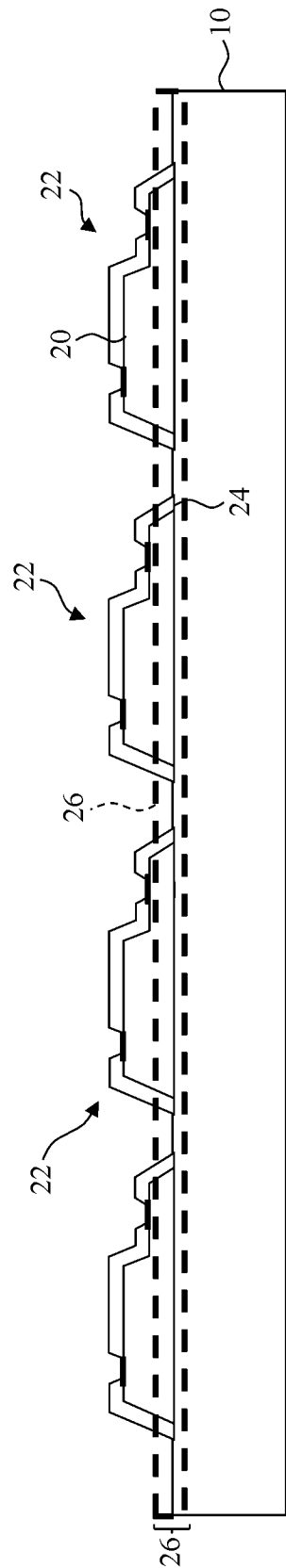
【圖2K】



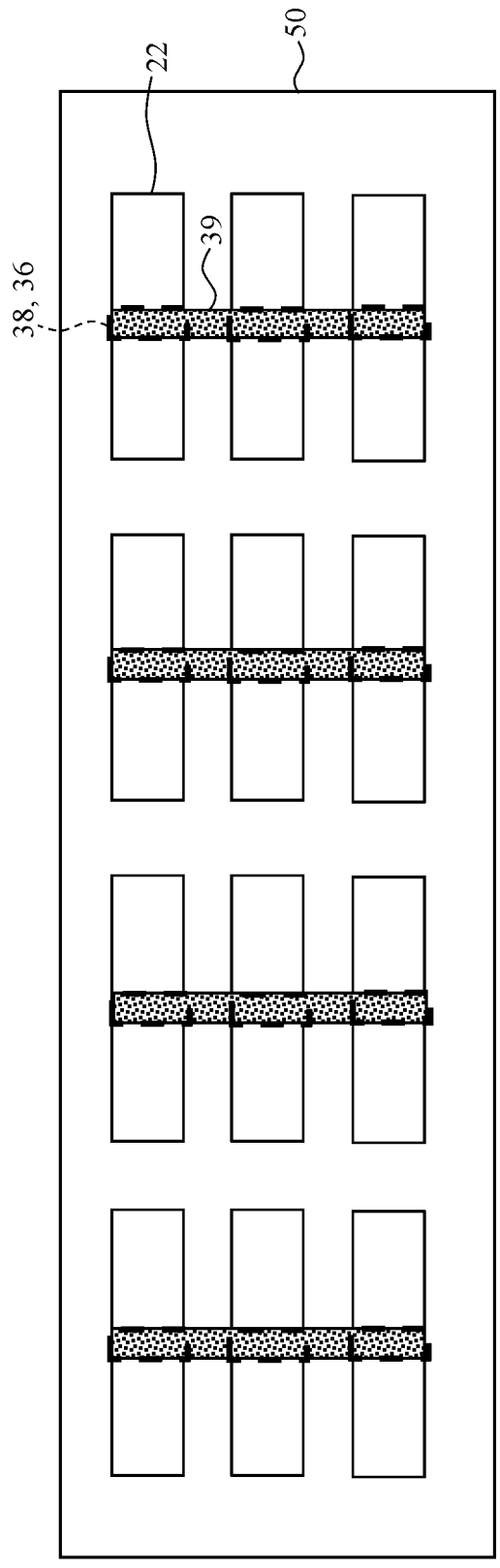
【圖3A】



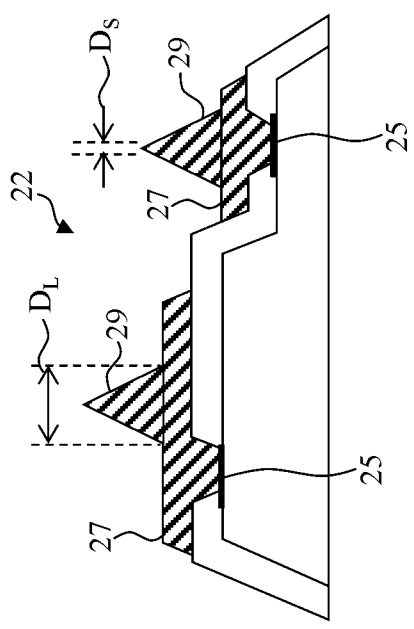
【圖3B】



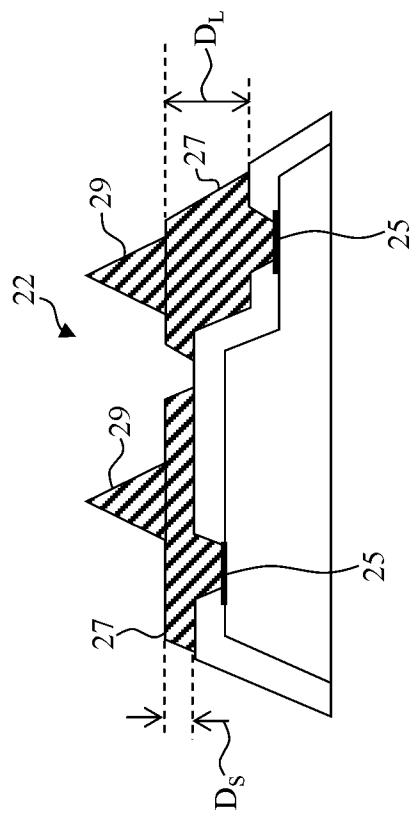
【圖4】



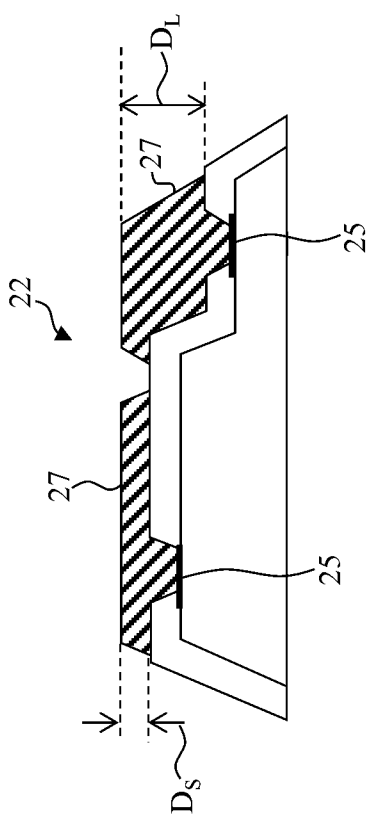
【圖5】



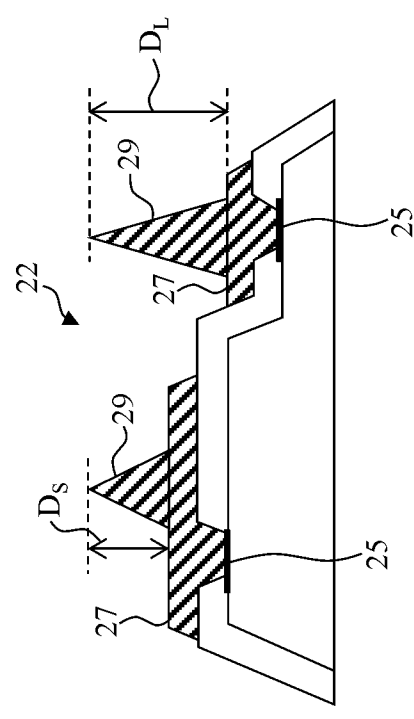
【圖6B】



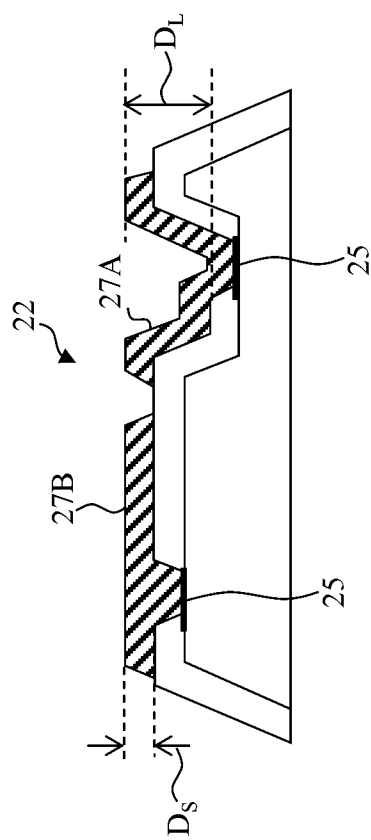
【圖6D】



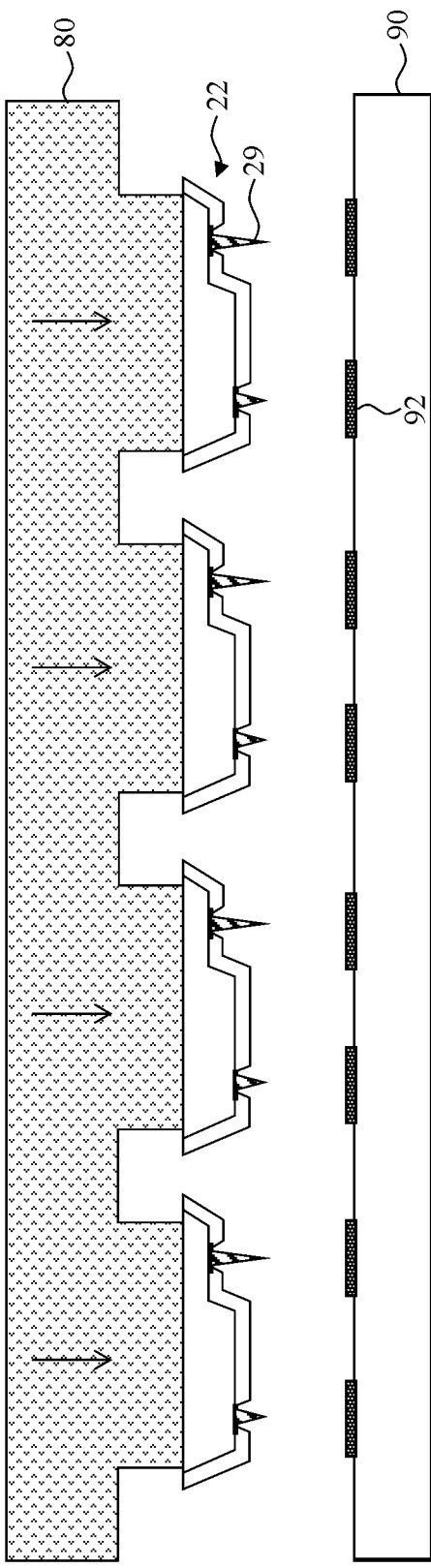
【圖6A】



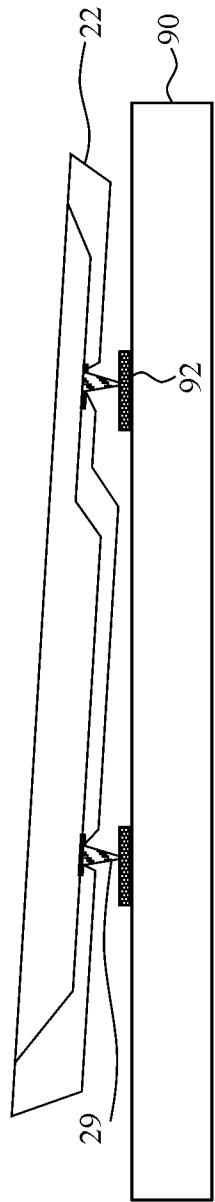
【圖6C】



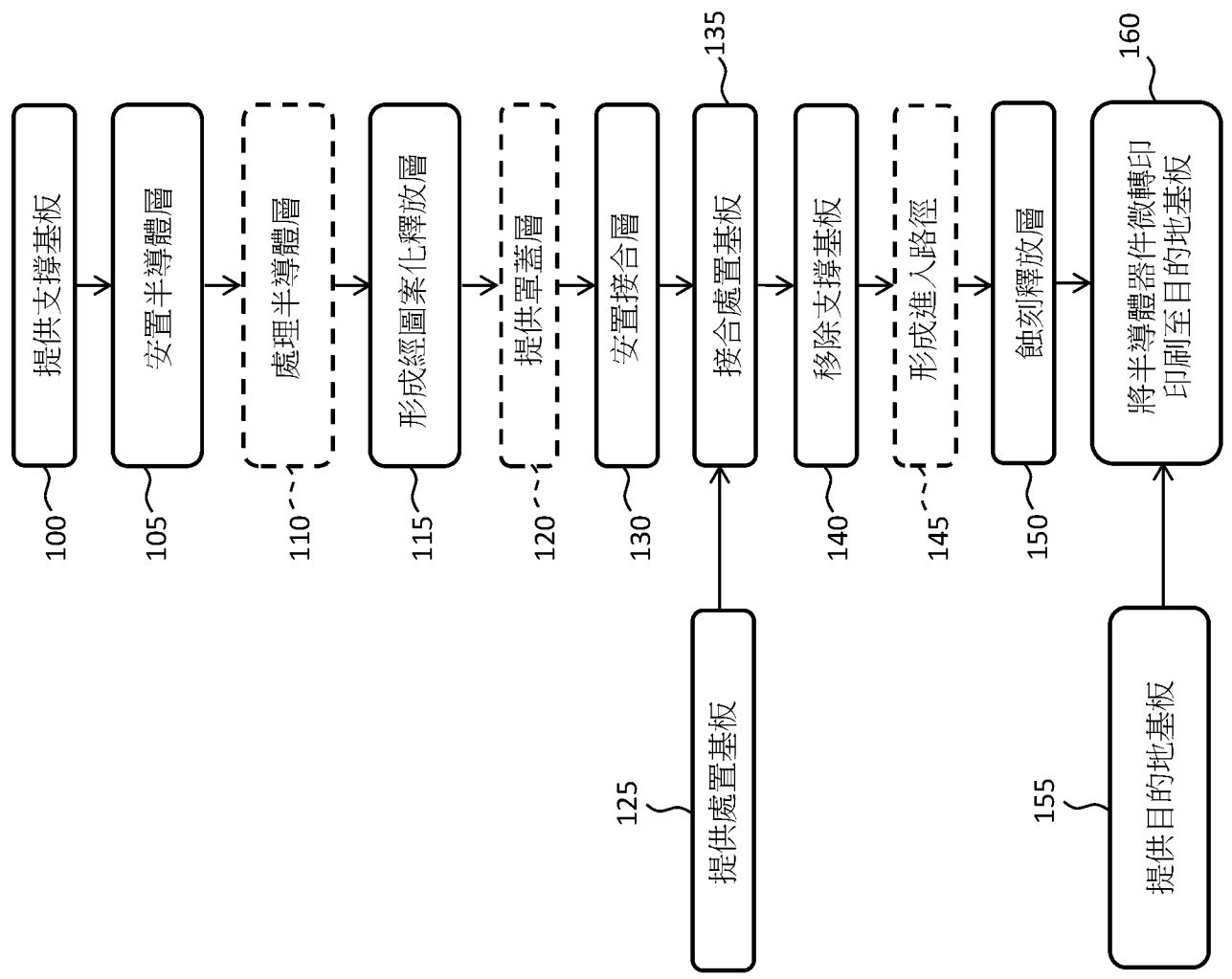
【圖6E】



【圖7】



【圖8】



【圖9】