



(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 I724985 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：104100427

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 07 日

(51)Int. Cl. : *H01L33/50 (2010.01)**H01L33/58 (2010.01)**H01L33/60 (2010.01)*

(30)優先權：2014/01/07 美國

61/924,283

(71)申請人：荷蘭商露明控股公司 (荷蘭) LUMILEDS HOLDING B.V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：倍森 葛羅葛瑞 BASIN, GRIGORIY (US)；馬丁 保羅 MARTIN, PAUL (US)；趙漢何 CHOI, HAN HO (US)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

US 2005/0274967A1

US 2008/0121911A1

US 2013/0001605A1

審查人員：于若天

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：5 共 18 頁

(54)名稱

產生發光裝置之方法

(57)摘要

一種多級層壓程序，該程序用以將一波長轉換薄膜層壓至一透明基板，且隨後層壓至一發光元件。該波長轉換薄膜可係一未固化磷光體嵌入式聚矽氧聚合物，且該層壓程序包含加熱該聚合物使其黏著至玻璃基板，但不完全固化。對該經磷光體層壓之玻璃基板進行切片/切粒並將各經切粒基板之磷光體薄膜放置於各發光元件上。接著經由加熱將該半固化磷光體薄膜層壓至該發光元件，因此固化該磷光體薄膜。貫穿該程序，未使用膠且未引入與膠材料相關聯之光學損耗。

A multi-stage lamination process is used to laminate a wavelength conversion film to a transparent substrate, and subsequently to a light emitting element. The wavelength conversion film may be an uncured phosphor-embedded silicone polymer, and the lamination process includes heating the polymer so that it adheres to the glass substrate, but is not fully cured. The phosphor-laminated glass substrate is sliced/diced and the phosphor film of each diced substrate is placed upon each light emitting element. The semi-cured phosphor film is then laminated to the light emitting element via heating, consequently curing the phosphor film. Throughout the process, no glue is used, and the optical losses associated with glue material are not introduced.

指定代表圖：

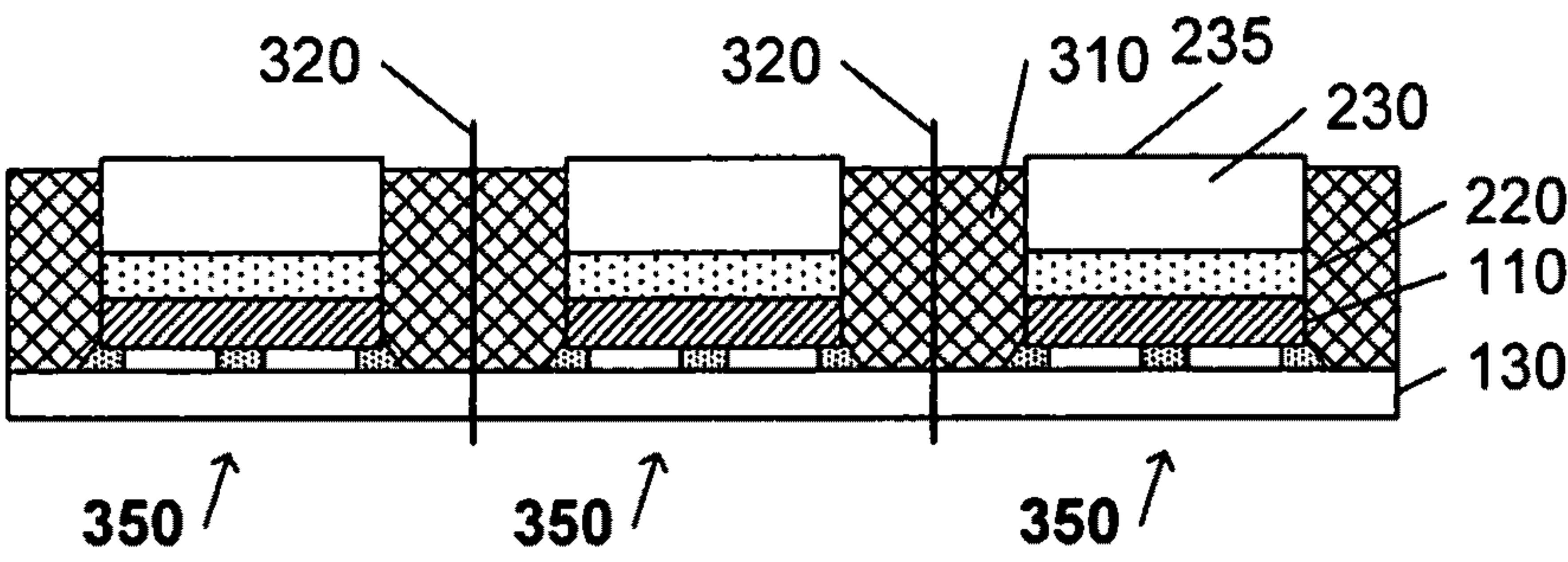


圖 3D

符號簡單說明：

- 110:發光元件
- 130:基板
- 220:波長轉換薄膜/波長轉換材料
- 230:透明基板元件
- 235:發光表面
- 310:包裝材料
- 320:切粒線
- 350:發光裝置



I724985

發明摘要

公告本

※ 申請案號：104100427

※ 申請日：104年1月7日

※IPC 分類：H01L

【發明名稱】

產生發光裝置之方法

METHOD FOR PRODUCING A LIGHT EMITTING DEVICE

【中文】

一種多級層壓程序，該程序用以將一波長轉換薄膜層壓至一透明基板，且隨後層壓至一發光元件。該波長轉換薄膜可係一未固化磷光體嵌入式聚矽氧聚合物，且該層壓程序包含加熱該聚合物使得其黏著至玻璃基板，但不完全固化。對該經磷光體層壓之玻璃基板進行切片/切粒並將各經切粒基板之磷光體薄膜放置於各發光元件上。接著經由加熱將該半固化磷光體薄膜層壓至該發光元件，因此固化該磷光體薄膜。貫穿該程序，未使用膠且未引入與膠材料相關聯之光學損耗。

【英文】

A multi-stage lamination process is used to laminate a wavelength conversion film to a transparent substrate, and subsequently to a light emitting element. The wavelength conversion film may be an uncured phosphor-embedded silicone polymer, and the lamination process includes heating the polymer so that it adheres to the glass substrate, but is not fully cured. The phosphor-laminated glass substrate is sliced/diced and the phosphor film of each diced substrate is placed upon each light emitting element. The semi-cured phosphor film is then laminated to the light emitting element via heating, consequently curing the phosphor film. Throughout the process, no glue is used, and the optical losses associated with glue material are not introduced.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3D ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

110	發光元件
130	基板
220	波長轉換薄膜/波長轉換材料
230	透明基板元件
235	發光表面
310	包裝材料
320	切粒線
350	發光裝置

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

產生發光裝置之方法

METHOD FOR PRODUCING A LIGHT EMITTING DEVICE

【技術領域】

本發明係關於發光裝置之領域，且特定言之係關於包含一具磷光體轉換器且不使用膠將元件黏著在一起之發光裝置

【先前技術】

半導體發光元件之日益擴大使用已產生此等裝置之高度競爭市場。在此市場中，效能及價格對提供供應商之間的產品區別常常很重要。降低的光學損耗及因此增大的光輸出效率隨著提供改良之光學品質提供改良效能。若可使用較小製造成本執行用以降低光學損耗及/或改良光學品質之程序，則效能對價格之比率可顯著增大。

習知發光裝置通常包含用以產生具有一所要光輸出圖案之一所要色彩之光之許多離散元件。在大部分實施例中，一發光元件發射一特定波長之光；一波長轉換元件，通常一磷光體材料將經發射之光之一些或全部轉換成一或多種其他波長使得複合光輸出具有所要色彩及色溫；且一光學元件導引複合光輸出以產生所要光輸出圖案。為了便於參考，術語磷光體在本文中用作為一波長轉換材料之一同義詞，儘管此定義中可包含發射一波長(不同於由發光元件發射之光之波長)之光之任何材料。

在一些實施例中，光學元件包含波長轉換材料，且以提供所要光輸出圖案之一形狀模製在發光元件上。然而，在此等實施例中，難

以保持一一致複合色彩輸出，其係因為光學元件內之磷光體之特定濃度隨批次變化，且由發光元件發射之光之特定波長隨晶圓變化。

在其他實施例中，產生預成形波長轉換薄膜且經由測試判定各薄膜之波長轉換特性。以類似方式，經由測試判定各晶圓之發光元件之波長特性。為實現一所要複合色彩輸出，選擇為應用於一晶圓之發光元件所選擇之薄膜，使得薄膜之特性結合特定晶圓之發光元件之特性導致所要複合色彩輸出。將發光元件定位於一基板上(元件之間具有適當間隔)；將薄膜覆疊於基板上之發光元件上，且接著使用真空及熱量之一組合將該薄膜層壓至發光元件及發光元件之間之空間中之基板以將該薄膜緊貼並黏著至發光元件及基板。使用經層壓之磷光體薄膜在發光元件上形成光學元件。

使用預成形並預特徵化之波長轉換薄膜在藉由匹配各薄膜之特性與各集合之發光元件之特性所產生之發光裝置中提供一一致複合色彩輸出，但其係比將一磷光體嵌入式材料模製在發光元件上更昂貴之一程序。

在另一實施例中，通常藉由將一或多個磷光體嵌入在玻璃中產生預成形波長轉換板。如在上文預成形薄膜實施例中，可測試並特徵化此等板，並使此等板匹配於特定集合之發光元件以提供所要複合色彩輸出。對波長轉換板進行切片/切粒以形成實質上與發光元件之發光表面大小相同之小板，接著膠合至發光元件之各者。在具有附接磷光體小板之發光元件上形成光學元件。

如在使用預特徵化波長轉換薄膜中，使用預特徵化波長轉換小板提供一致色彩光輸出，但可提供一較低生產成本，其係因為僅將相對昂貴的波長轉換材料塗覆在發光表面上，且不在發光元件之間之空間上。然而，在小板與發光元件之間引入膠增大製造複雜度且膠材料引入光學損耗。此外，膠材料通常具有差的熱傳導性，且用以抑制由

發光裝置產生之熱量消散至周圍環境。

【發明內容】

有利地提供一種用於產生具有展現最小光學損耗之一致複合色彩輸出之波長轉換材料的發光裝置之方法。若該方法不引入額外製造複雜度及/或成本，則其將有利。若該方法提供製造複雜度及/或成本之一減小，則其將進一步有利。

為更佳解決此等考量之一或多者，在本發明之一實施例中，使用一多級層壓程序將一波長轉換薄膜層壓至一透明基板，且隨後層壓至一發光元件。波長轉換薄膜可係一未固化磷光體嵌入式聚矽氧聚合物，且層壓程序包含加熱聚合物使得其黏著至玻璃基板，但不完全固化。對經磷光體層壓之玻璃基板進行切片/切粒並將各經切粒基板之磷光體薄膜放置於各發光元件上。接著經由加熱將半固化磷光體薄膜層壓至發光元件，因此固化磷光體薄膜。貫穿該程序，未使用膠且未引入與膠材料相關聯之光學損耗。

【圖式簡單說明】

參考隨附圖式進一步詳細且藉由實例解釋本發明，其中：

圖1A至圖1C圖解說明一基板上之發光元件之一實例製作。

圖2A至圖2D圖解說明一波長轉換薄膜在一透明基板上之一實例層壓，及對基板進行切片/切粒以提供具有波長轉換層壓板之經切粒小板。

圖3A至圖3D圖解說明具有波長轉換層壓板之經切粒小板至一基板上之發光元件之一實例層壓，及反射材料圍繞基板上之各層壓結構之模製。

圖4圖解說明一波長轉換薄膜至一透明基板及至一發光元件之一多級層壓，及反射材料圍繞各層壓結構之後續模製之一實例流程圖。

圖5A至圖5B圖解說明實例替代形狀的透明基板。

貫穿該等圖式，相同元件符號指示相似或對應特徵或功能。該等圖式經包含用於闡釋性目的且並不旨在限制本發明之範疇。

【實施方式】

在以下描述中，為解釋而非限制之目的，闡明諸如特定架構、介面、技術等之具體細節以提供本發明之概念之透徹理解。然而，熟習此項技術者應明白，本發明可在背離此等具體細節之其他實施例中實踐。以類似方式，此描述之正文係關於諸圖所圖解說明之實例實施例，且不旨在限制主張之發明於明確包含在申請專利範圍中之限制之外。為簡潔及清楚起見，省略熟知裝置、電路及方法之詳細描述以免本發明之描述為不必要細節所混淆。

圖1A至圖1C圖解說明一基板130上之發光元件110之一實例製作。發光元件110可係多種習知發光元件之任一者且可包含(例如)夾在一N型半導體層與P型半導體層之間之一主動發光層。接觸襯墊120實現至發光元件110之外部電源連接。儘管發光元件110在「覆晶」組態中之一側上具有兩個接觸件，然而本發明之範疇內包含接觸件之其他合適組態，諸如各側上一個接觸件。

可使用習知取放程序將發光元件110放置於基板130上，其中發光元件之間具有適當空間160，如圖1A至圖1B中所圖解說明。基板130可係發光元件110暫時黏著於其上之一表面；但在許多實施例中，基板130形成對發光元件110之一永久支撐且包含接觸襯墊120通常經由焊料耦合至其之導體(未顯示)。導體可延伸穿過基板130以容許自基板之下部表面至發光元件110之外部接觸。

為將機械支撐提供至基板130上之發光元件110，可將一填充材料140施加在發光元件110下方。此填充材料140可係反射的以重新導引光朝向發光元件110之上部表面(預期發光表面)。

為了便於參考，下文將基板130上之發光結構稱作為結構150。

熟悉此項技術者將認知發光結構150可包含不同於上文詳細描述之元件之元件。

如上提及，可使用多種技術之任一者將一波長轉換材料添加至發光結構150。可將具有嵌入式磷光體之一光學元件模製在結構150上；可將一預成形磷光體嵌入式薄膜層壓至基板130，覆蓋各結構150及此等結構之間之空間160；或可將一磷光體嵌入式小板膠合至結構150之發光表面。

在本發明之一實施例中，將一預成形並預特徵化之磷光體嵌入式薄膜層壓至一透明板，且將此板切片/切粒成與發光結構150之發光表面相同大小之小板。應尤其注意，磷光體嵌入式薄膜係在一半固化(類別B)狀態中之一聚合物且層壓程序係使得薄膜在層壓至玻璃板之後未完全固化。在一後續層壓程序中，將小板上之磷光體嵌入式薄膜層壓至發光結構150之發光表面，且在此程序中，聚合物完全固化。

圖2A至圖2D圖解說明一波長轉換薄膜在一透明基板上之一實例層壓，及對基板進行切片/切粒以提供具有經層壓波長轉換元件之經切粒小板。

在圖2A中，一支撐脫模層210上之一預成形波長轉換薄膜220放置於一透明基板230上。波長轉換薄膜220可使用2008年3月18日頒佈給Haryanto Chandra且以引用方式併入本文中之USP 7,344,952中描述之程序產生：

「可藉由將一聚矽氧磷光體混合物沈積在覆疊一平坦表面之一不沾性脫模層上且接著旋塗該材料以形成一均勻厚度的薄板來形成薄磷光體板狀物。亦可藉由將一預定量之聚矽氧磷光體混合物沈積在一模具中或藉由將一預定量之材料噴塗在一脫模層上來形成一薄板……」

「在一實施例中，藉由施加熱量而部分固化磷光體板狀物，使

得該板狀物可撓且略微黏性。接著自平坦表面與脫模層一起移除該板狀物。」(USP 7,344,952，第3欄第66行至第4欄第24行)

可測試波長轉換薄膜220以判定其波長轉換特性。在此一實施例中，基於此等特性「分區裝入」具有不同光輸出特性(諸如經發射光之不同特定波長)之發光元件，亦如USP 7,344,952中所揭示。例如，若發光元件發射具有一450 nm標稱波長之藍光，則可將經測試之發光元件分組在如下四個分區 (bin)1至4之一者中：1) 440-445 nm；2) 445-450 nm；3) 450-455 nm；及4) 455-460 nm。基於波長轉換薄膜之經測試特性，識別用於匹配波長轉換薄膜之適當分區以實現一所要複合色彩輸出。所要複合色彩輸出可係(例如)一所要色溫之白光。各自經識別分區獲得發光結構150之發光元件110以與特定波長轉換薄膜220成對。或者，可提供具有不同特性之多個波長轉換薄膜，且可選擇特定波長轉換薄膜220以對應於發光結構150之特定發光元件110之特性以產生所要複合色彩輸出。

透明基板230可係任何透明材料，包含玻璃、藍寶石、塑膠等等，為更佳熱消散，玻璃及藍寶石通常比塑膠更佳。為了便於參考，下文將術語「玻璃」及「板」用作為對由發光元件110發射之光及由波長轉換薄膜220發射之任何光為透明之一基板之一同義詞。

在將波長轉換薄膜220定位於透明基板230上之後，藉由施加熱量、壓力、及真空將薄膜220層壓至基板230。控制經施加熱量以限制波長轉換薄膜220之固化，且對具有140 °C至160 °C之一固化溫度之實例聚合物，經施加熱量可在70 °C至100 °C之範圍中。聚合物之黏彈性表現(G' 儲存模數及正切 δ (TanDelta)-損耗與儲存模數之間之比率)定義需要施加至薄膜之熱量。可在將波長轉換薄膜220層壓至透明基板230之後移除支撐脫模板狀物210，如圖2B中所圖解說明。視需要，可將脫模板狀物210保留在波長轉換薄膜220上直至切片/切粒程序(下文)之

後，但此將需要自經切粒小板之各者移除脫模材料。

可將具有經層壓之波長轉換薄膜220之透明基板230放置於一切片表面240上，且如圖2C中所圖解說明般對該透明基板230進行切片/切粒以產生包括層壓至透明基板(「板」)230之波長轉換薄膜220之對應塊的個別「小板」250。可將此等小板250之各者成形為實質上與發光結構150之發光表面實質上相同大小。標稱上，基板可係約50微米至200微米厚，且波長轉換薄膜可在50微米厚與150微米厚之間。

圖3A至圖3D圖解說明具有波長轉換層壓板之經切粒小板250至一基板上之發光結構150之一實例層壓，及反射材料圍繞基板上之各層壓結構之模製。

在圖3A至圖3B中，使用(例如)半導體製造技術中常見之具有加熱台之一習知取放機器將具有層壓波長轉換材料220之個別小板250放置於發光結構150上。加熱台之溫度係約120 °C至150 °C，因此容許波長轉換材料黏著至發光結構150。取決於層壓薄膜中之聚合物之類型，最終固化可花費1小時至4小時。

在圖3C中，一材料310可經施加以反射經轉換光，保護發光元件110及波長轉換材料220免受環境影響，及/或將結構支撐提供至所得裝置。

在圖3D中，包裝材料310經拋光以暴露透明基板元件230之發光表面235。可使用微珠噴砂或其他設計技術實現包裝材料310之此表面拋光。表面拋光亦使基板元件230之表面變粗糙，從而藉由減小表面之全內反射(TIR)而提供透過該表面之光輸出效率之一增大。

包裝材料可反射由發光元件110發射之光及由波長轉換薄膜220發射之任何光。此材料經配置以反射將以其他方式透過小板250及結構150之側部逸出之光使得光可最終經由透明基板230之發光表面235逸出。儘管可使用其他材料，然而聚矽氧及TiO₂之一混合物(其中20%

TiO₂或更大之一濃度)提供一高反射性包裝材料310。

在暴露基板元件230之發光表面之後，可如藉由圖3D中之切粒線320所圖解說明般對基板130及包裝材料310進行切片/切粒以提供個別發光裝置350。

可期望所得發光裝置350歸因於使用匹配於基板130上之發光元件110之特性之一預成形並預特徵化波長轉換薄膜220而在裝置350中展現一致光輸出特性。亦可期望裝置350歸因於無膠合層且歸因於存在反射材料310及140而展現高的光輸出效率。亦可期望裝置350再次歸因於無膠合層且歸因於使用諸如玻璃之具有高的熱傳導率之一透明基板230而展現良好熱消散。

圖4圖解說明一波長轉換薄膜至一透明基板及至一發光元件之一多級層壓，及反射材料圍繞各層壓結構之後續模製之一實例流程圖。為了便於描述及理解，使用玻璃之一透明基板及包括磷光體(諸如嵌入在一聚矽氧聚合物中之磷光體)之一波長轉換薄膜之實例呈現程序。

在410處，將磷光體薄膜層壓至玻璃基板上。可藉由將玻璃加熱至70 °C 至100 °C實現層壓，其將使磷光體薄膜維持在一半固化狀態中。

在420處，若已將磷光體薄膜定位於一支撐脫模板狀物上，則可移除該板狀物。然而，應注意，亦可在施加熱量以將磷光體薄膜層壓至玻璃之前移除支撐板狀物。

在430處，對經磷光體層壓之玻璃進行切片/切粒以提供經定大小以覆蓋在440處提供在一基板上之發光元件之發光表面區域的個別磷光體玻璃小板。

如上提及，提供在基板上之發光元件可經選擇以具有匹配於磷光體薄膜之特性之發光特性以提供一所要複合色彩輸出；或者，特定

磷光體薄膜可經選擇以匹配發光元件之特性以提供所要複合色彩輸出。

在450處，將玻璃磷光體小板放置於基板上之各發光元件上，其中磷光體與發光元件之發光表面直接接觸。

在460處，藉由施加120°C至150°C之熱量將玻璃磷光體小板層壓至發光元件。視需要，可於在450處將玻璃磷光體小板放置於發光元件上之前將具有發光元件之基板預加熱至此溫度。

在470處，施加一反射模製材料以圍繞基板上之經層壓之發光及波長轉換結構之各者，並容許及/或進一步處理反射模製材料以硬化模製材料。特定硬化程序將取決於所使用之特定模製材料。

在480處，若模製材料模糊玻璃磷光體小板之發光表面，則拋光該材料以暴露玻璃磷光體小板之表面。

在490處，對藉由模製材料圍繞之具有發光及波長轉換結構之基板進行切片/切粒以形成個別發光裝置。如上提及，基板通常包含延伸穿過基板之接觸件，從而容許至發光元件之接觸襯墊之外部接觸。或者，若將基板提供為一暫時支撐，則可將其移除以暴露接觸襯墊。此移除可發生在對經包裝發光及波長轉換結構進行切片/切粒之前，藉此容許再使用基板。

在上文呈現之實例實施例中，已將透明基板圖解說明為具有平坦上部及下部表面之一直線結構。在替代實施例中，可成形透明基板以透過其發光表面提供一所要光輸出圖案。

圖5A至圖5B圖解說明實例替代形狀的透明基板。在此等實例之各者中，將波長轉換薄膜220層壓至透明基板530之一實質上平坦表面，該平面與將最終形成經拋光之發光裝置(未顯示)之發光表面的基板530之表面510、520相對。

在圖5A中，透明基板530之發光表面510包含用以容許光在一廣

泛範圍之角度內射出表面510之半球圓頂。

在圖5B中，透明基板530之發光表面520包含用以準直射出表面520之光之經成形輪廓。

熟悉此項技術者將認知可以多種形狀或圖案之任一者形成透明基板530之發光表面以便自裝置提供一所要光輸出圖案。

雖然已在圖式及先前描述中詳細闡釋及描述本發明，但是認為此等闡釋及描述係闡釋性的或例示性的且非限制性的；本發明不限於所揭示的實施例。

例如，可在其中以液體/半液體形式將波長轉換材料沈積在透明基板而非脫模薄膜上，接著旋塗或以其他方式處理該材料以形成一所要厚度之塗層之一實施例中操作本發明。

熟習此項技術者可在自該等圖式、本揭示內容及隨附申請專利範圍之一研究在實踐主張之本發明中理解及實現所揭示實施例之其他變化。在申請專利範圍中，字詞「包括」不排除其他元件或步驟，且不定冠詞「一」或「一個」不排除複數個。某些措施在相互不同的附屬請求項中敘述，但僅就此事實，並不表示此等措施之組合不能利用以獲得好處。不應將申請專利範圍中之參考符號(若存在)理解為限制申請專利範圍之範疇。

【符號說明】

110	發光元件
120	接觸襯墊
130	基板
140	填充材料
150	發光結構
160	空間
210	支撐脫模層/支撐脫模板狀物

220	波長轉換薄膜/波長轉換材料
230	透明基板元件
235	發光表面
240	切片表面
250	小板
310	包裝材料
320	切粒線
350	發光裝置
510	發光表面
520	發光表面
530	透明基板

申請專利範圍

1. 一種產生一發光裝置之方法，其包括：
提供複數個發光元件於一支撐基板上；
層壓(laminating)一波長轉換薄膜至一透明基板；
將具有一半固化波長轉換薄膜之該透明基板切粒(slicing)成複數個小板；
將在具有該波長轉換薄膜之各發光元件上放置該複數個小板之一各別者直接接觸各別發光元件；及
層壓該複數個小板之該各別者至各發光元件。
2. 如請求項1之方法，其進一步包括：
施加一反射模製材料以完全覆蓋於該支撐基板上之具有經層壓之波長轉換層之該複數個發光元件之各者；及
拋光(finishing)該反射模製材料以暴露該透明基板之一表面。
3. 如請求項2之方法，其中拋光包括微珠噴砂(microbead blasting)。
4. 如請求項2之方法，其中拋光使該透明基板之該表面變粗糙，從而減小在該表面處之全內反射(TIR)。
5. 如請求項1之方法，其中層壓該波長轉換薄膜至該透明基板係在一第一溫度下執行，其使得該波長轉換薄膜黏著至該透明基板，但不完全固化該波長轉換薄膜。
6. 如請求項5之方法，其中層壓該複數個小板之之該各別者至各發光元件係在一第二溫度下執行，其使得該波長轉換薄膜黏著至該各別發光元件且完全固化該波長轉換薄膜。
7. 如請求項5之方法，其進一步包括在層壓該波長轉換薄膜至該透明基板之前，形成該波長轉換薄膜。

8. 如請求項1之方法，其中該波長轉換薄膜包括嵌入在一聚合物材料中之一或多個磷光體。
9. 如請求項8之方法，其中該聚合物材料係一聚矽氧(silicone)聚合物。
10. 如請求項2之方法，其中該反射材料包括聚矽氧及TiO₂。
11. 如請求項10之方法，其中該反射材料包括至少20%TiO₂之一濃度。
12. 如請求項1之方法，其中該透明基板係玻璃。
13. 如請求項1之方法，其中該透明基板係藍寶石。
14. 如請求項1之方法，其中層壓該波長轉換薄膜至該透明基板半固化該波長轉換薄膜及黏著該波長轉換薄膜至該透明基板以產生該半固化波長轉換薄膜。
15. 如請求項14之方法，其中該波長轉換薄膜係在一第一溫度下層壓至該透明基板，及該複數個小板係在高於該第一溫度之一第二溫度下層壓至各發光元件。
16. 如請求項1之方法，其進一步包括：
分區裝入(binning)複數個發光元件之各者至具有由該複數個發光元件之各者所發射之光的不同波長範圍之分區(bin)；
測試該波長轉換薄膜之波長轉換特性；及
匹配該波長轉換薄膜至該複數個發光元件之該等分區之一者，其基於該複數個發光元件之至少一些及該波長轉換薄膜之一所要複合色彩輸出。

圖式

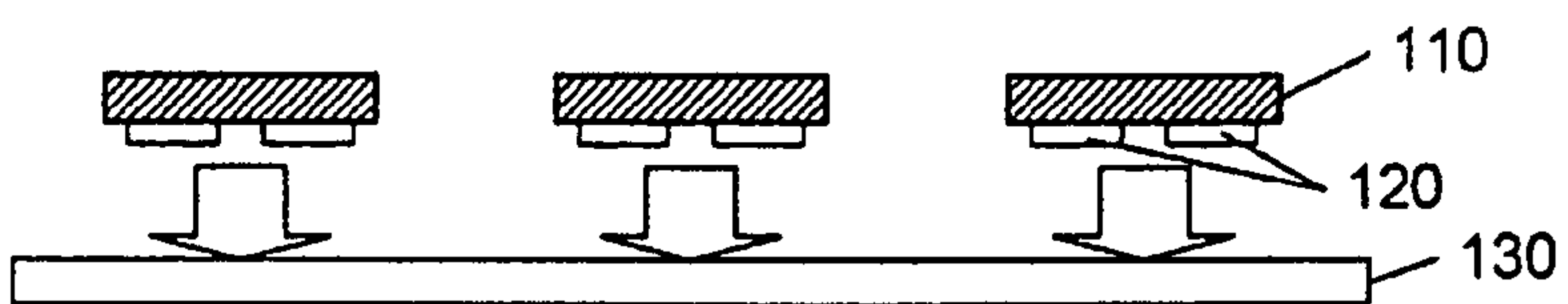


圖 1A

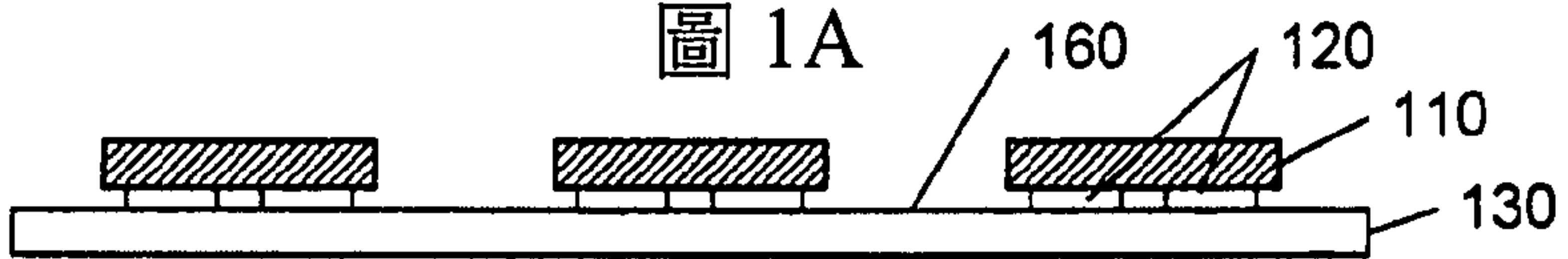


圖 1B

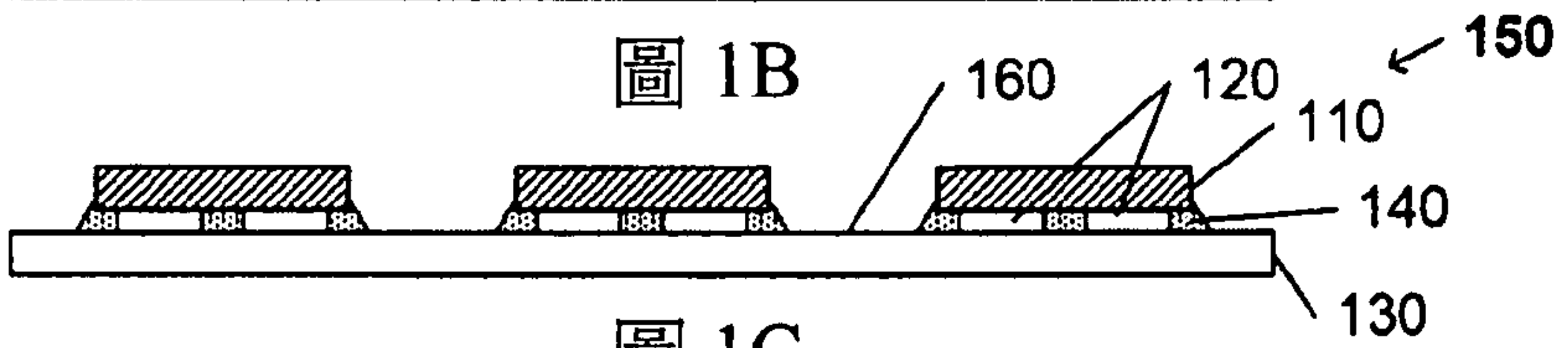


圖 1C

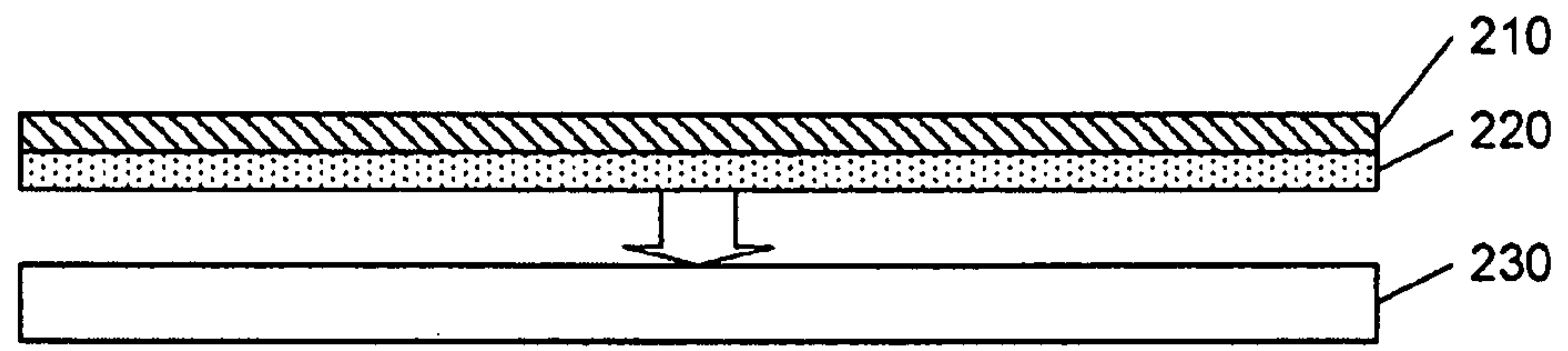


圖 2A

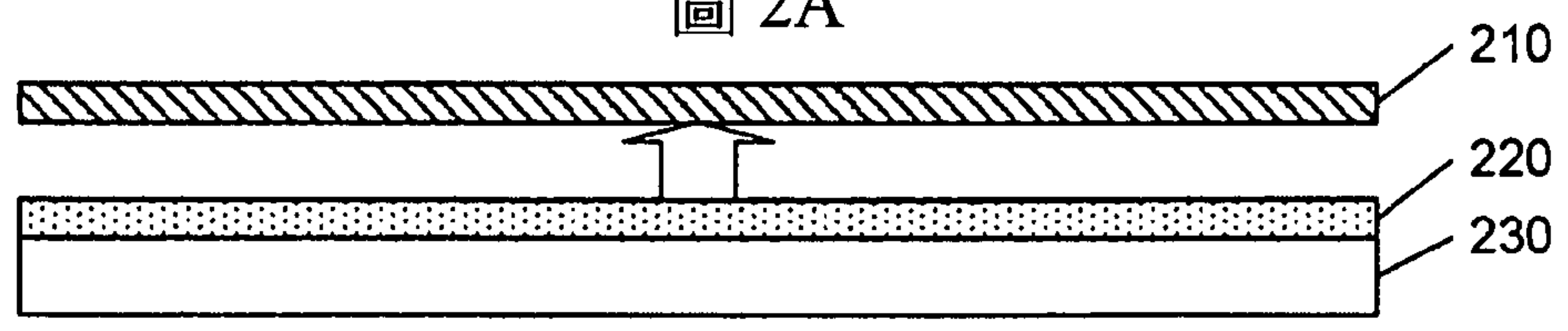


圖 2B

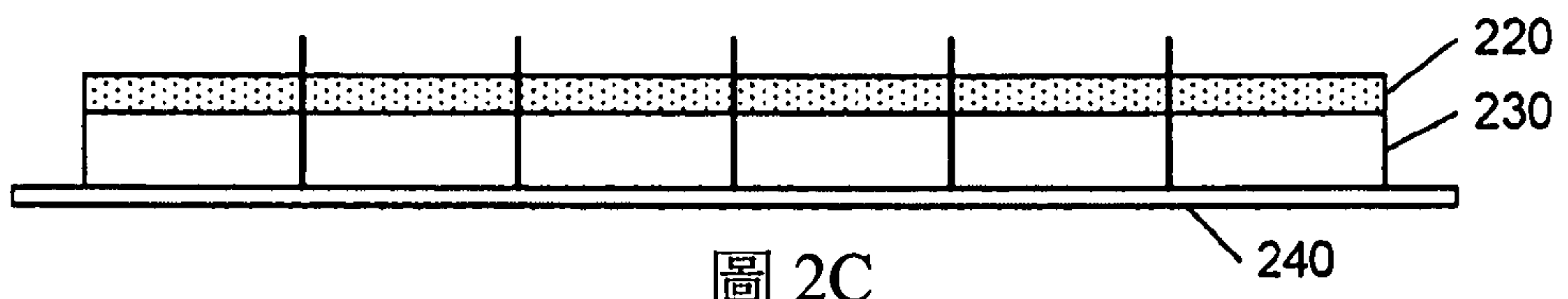


圖 2C

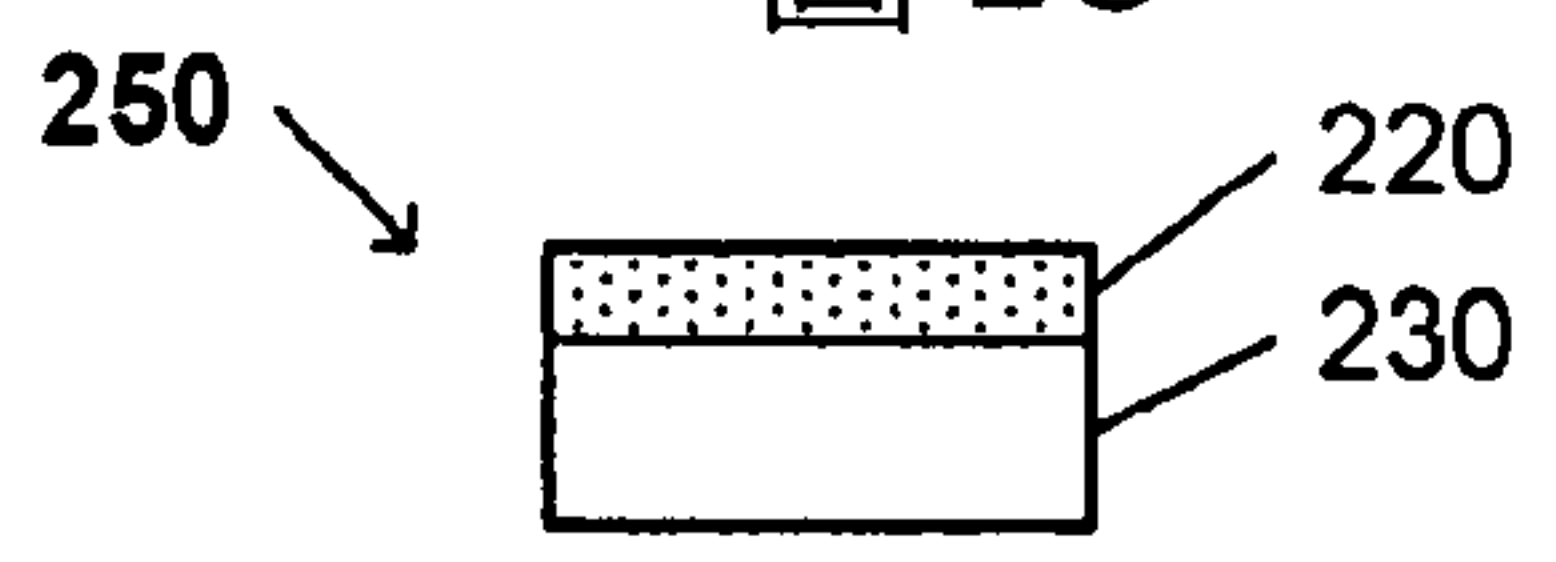


圖 2D

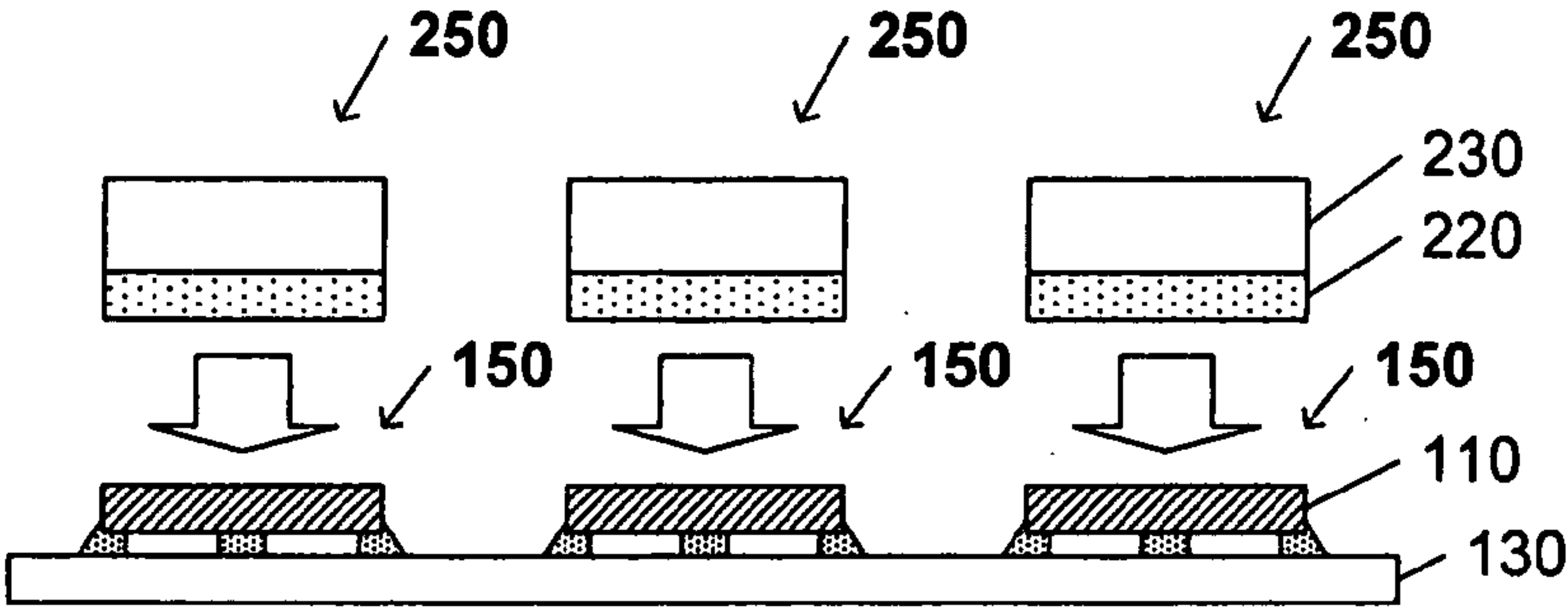


圖 3A

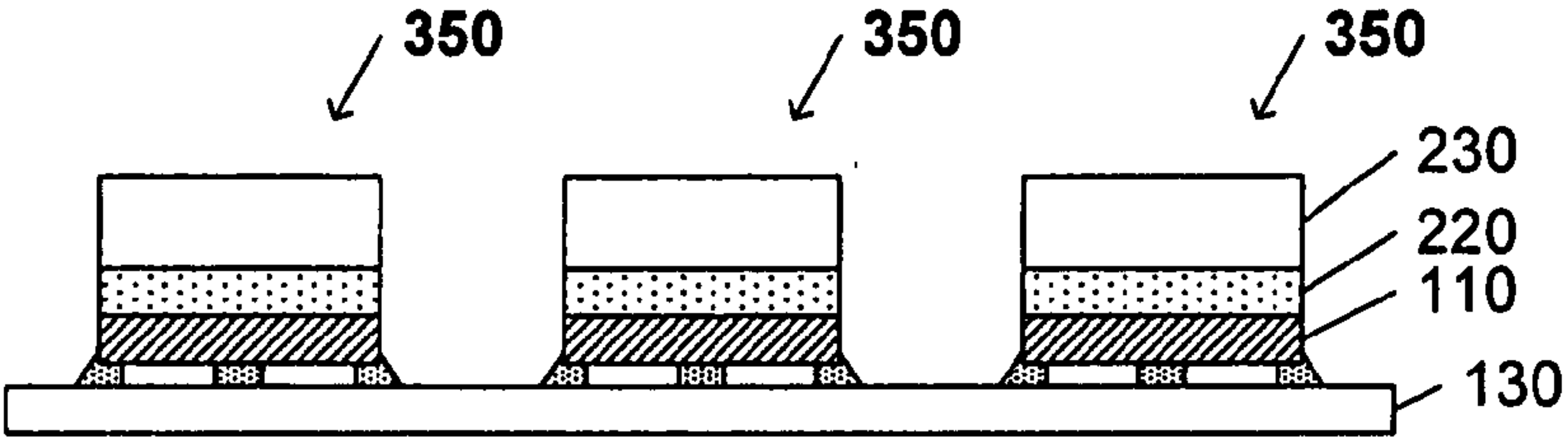


圖 3B

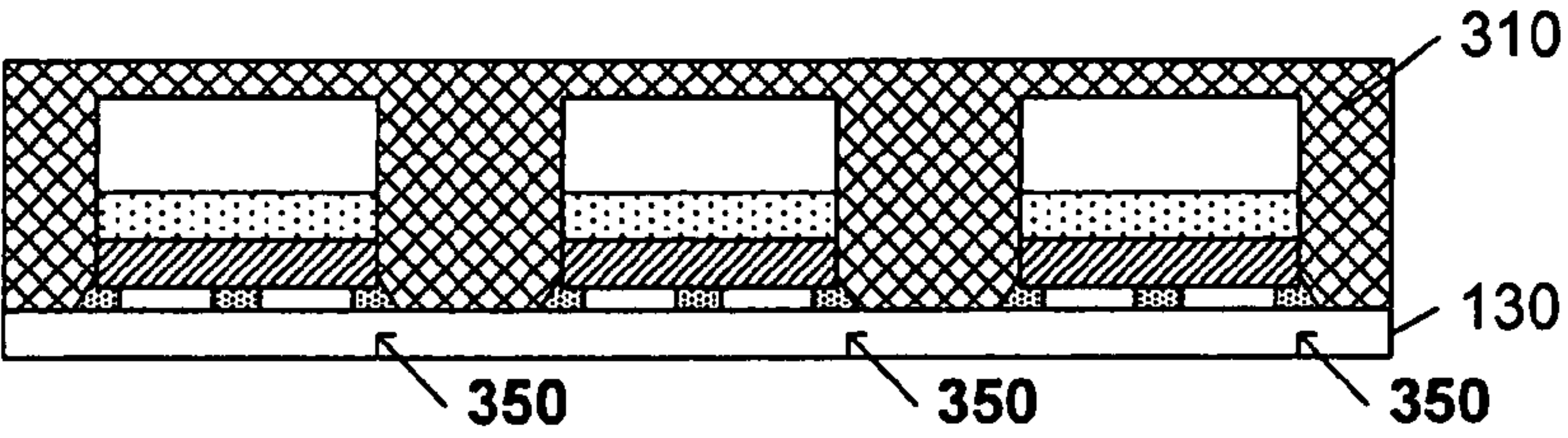


圖 3C

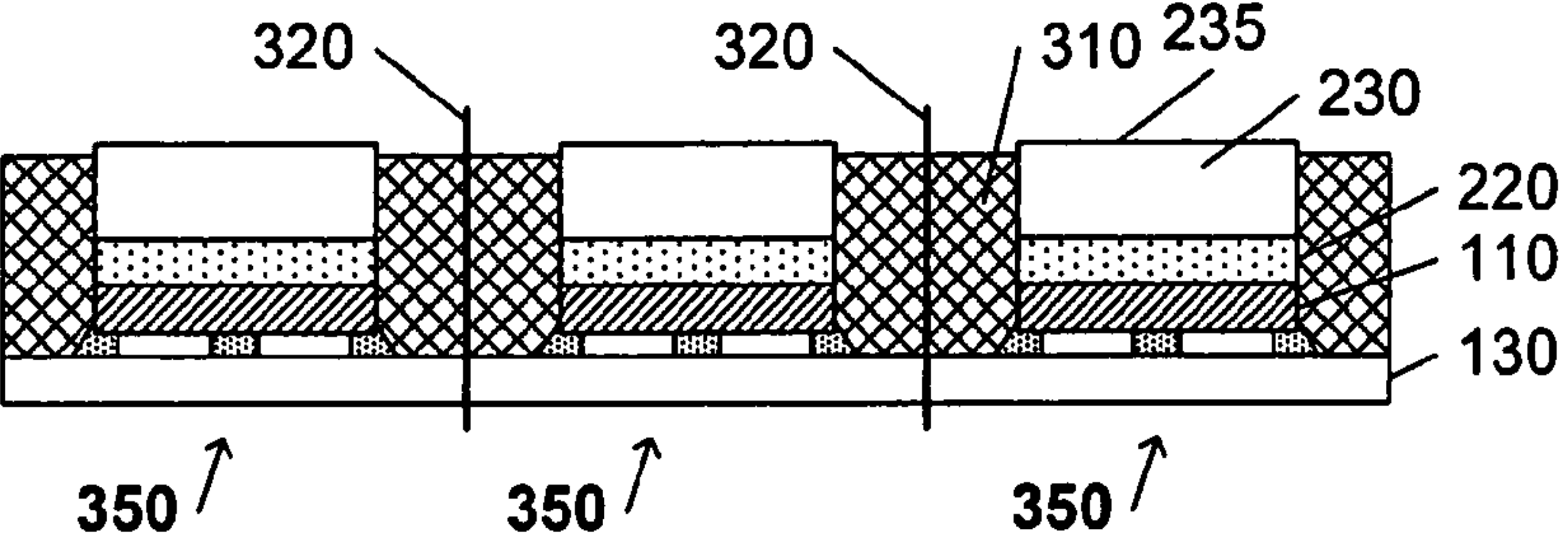


圖 3D

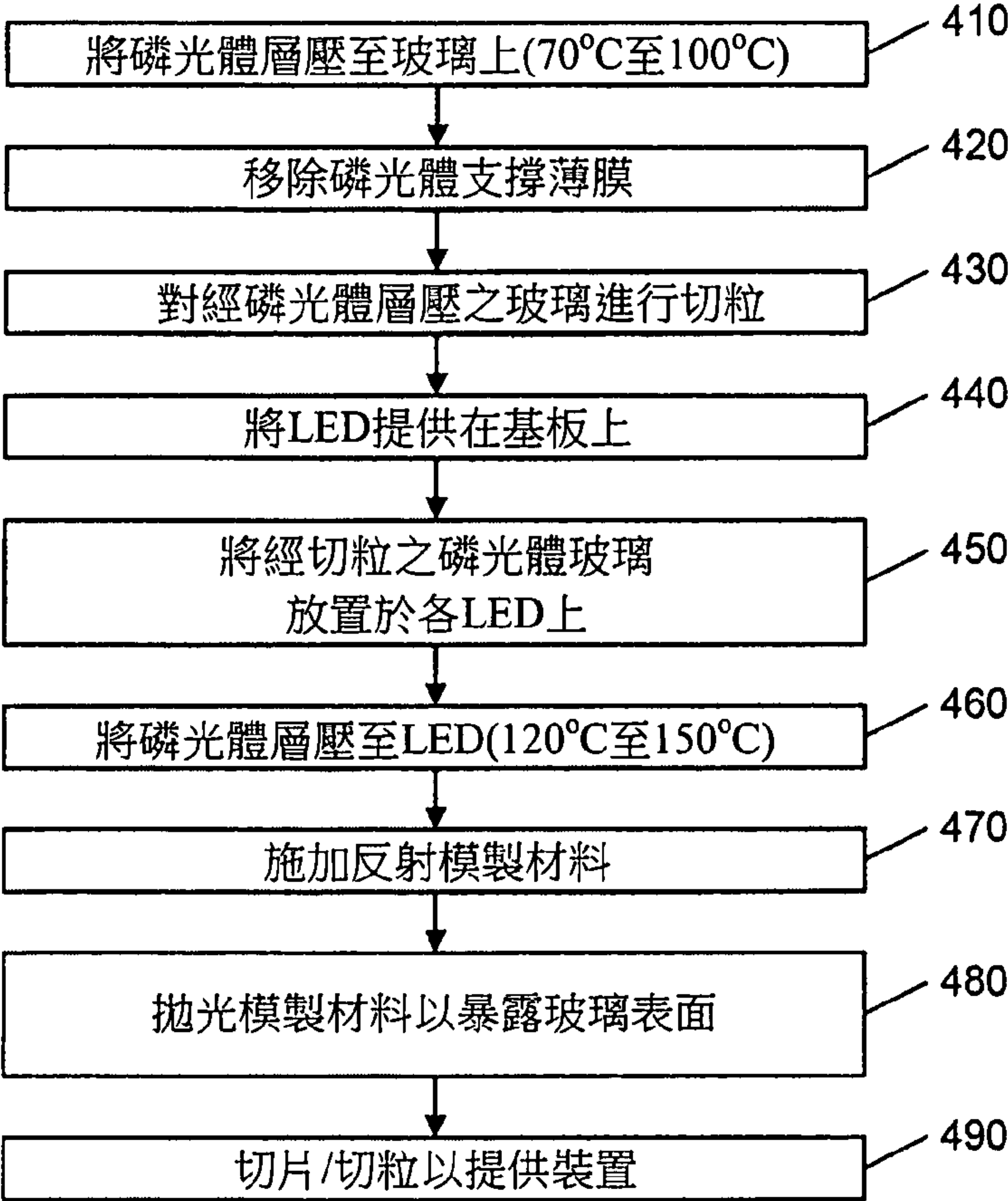


圖 4

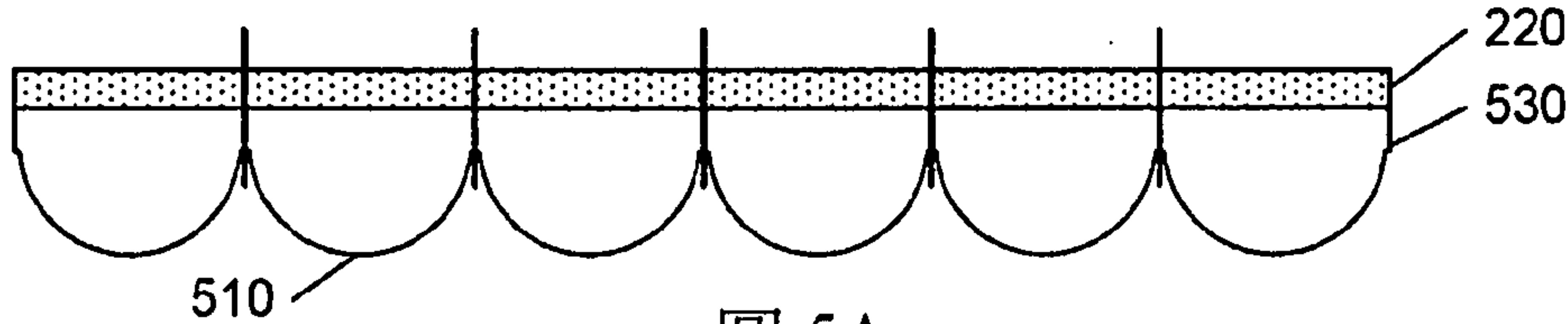


圖 5A

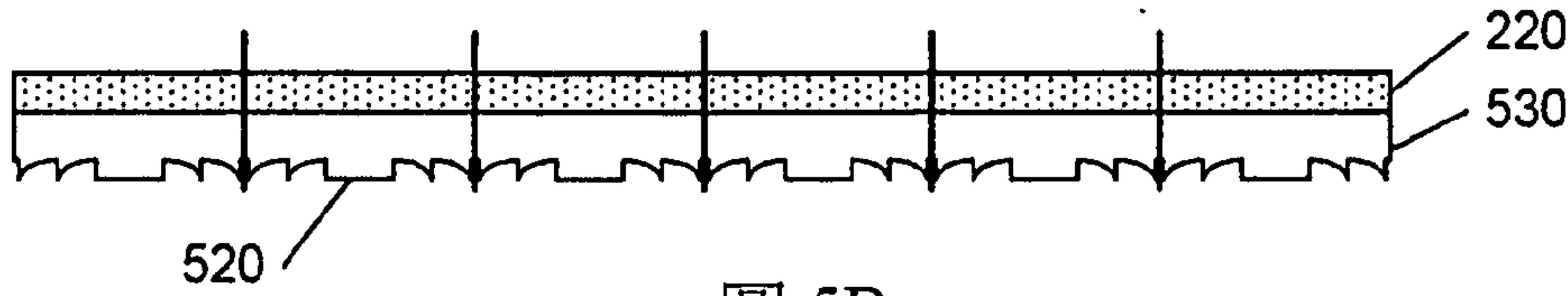


圖 5B