



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202142902 A

(43)公開日：中華民國 110 (2021) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：110112685

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 08 日

(51)Int. Cl. : **G02B6/122 (2006.01)****G02B6/13 (2006.01)****H01L33/58 (2010.01)**

(30)優先權：2020/04/08 英國

2005224.7

(71)申請人：英商普利希半導體有限公司 (英國) PLESSEY SEMICONDUCTORS LIMITED

(GB)

英國

(72)發明人：邁茲沃瑞 薩米爾 MEZOUARI, SAMIR (GB)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：13 共 39 頁

(54)名稱

用於微 LED 的微光導

(57)摘要

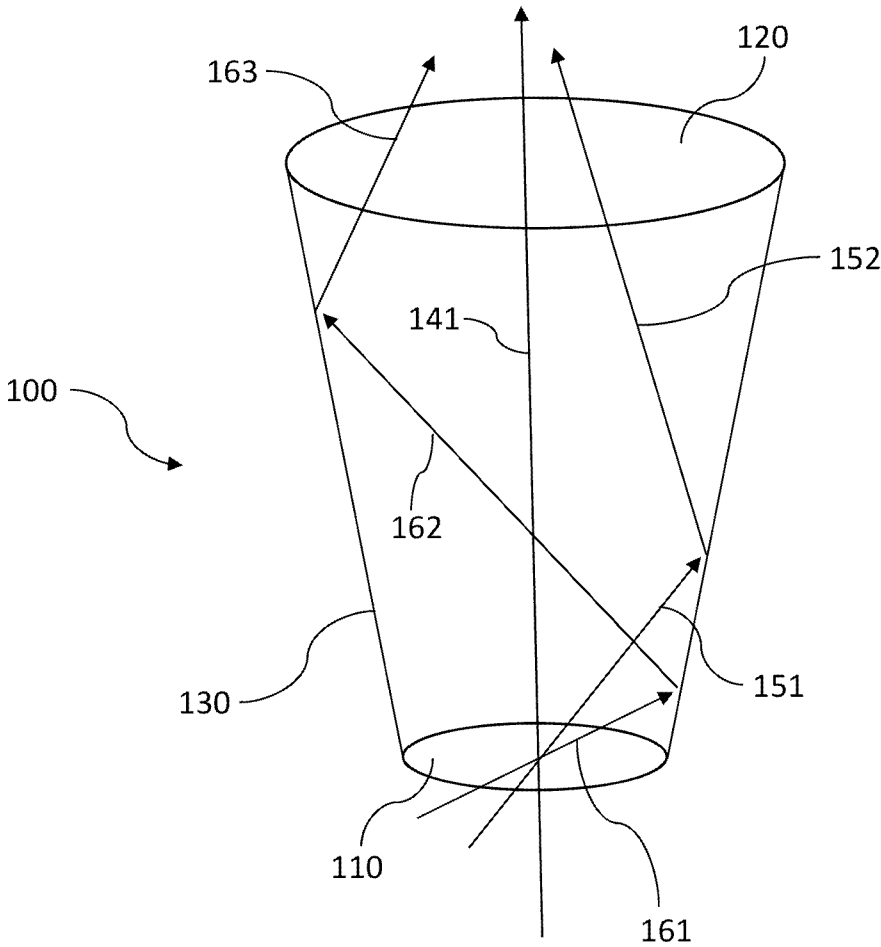
一種用於製造截頭圓錐形微光導的方法，截頭圓錐形微光導用於使從微 LED 發射的光準直。方法包括將一層 UV 可固化材料沉積至基板上。藉由具有圓錐形照射輪廓的 UV 光將層之第一部分選擇性地固化，以界定截頭圓錐形微光導之形狀。將 UV 可固化材料顯影，以移除層之第一部分及層之第二部分中之一者，其中層之第二部分未固化。

A method for fabricating a frusto-conical micro-lightguide for collimation of light emitted from micro-LEDs. The method comprises depositing a layer of UV-curable material onto a substrate. A first part of the layer is selectively cured using UV light having a conical irradiation profile to define a shape of the frusto-conical micro-lightguide. The UV-curable material is developed to remove one of the first part of the layer and a second part of the layer, wherein the second part of the layer is uncured.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100:微光導
- 110:第一平坦表面
- 120:第二平坦表面
- 130:側壁
- 141:第一透射光線
- 151:第二透射光線
- 152:第一反射光線
- 161:第三透射光線
- 162:第二反射光線
- 163:第三反射光線



第1圖



202142902

【發明摘要】**【中文發明名稱】**用於微 LED 的微光導**【英文發明名稱】**MICRO-LIGHTGUIDE FOR MICRO-LED**【中文】**

一種用於製造截頭圓錐形微光導的方法，截頭圓錐形微光導用於使從微 LED 發射的光準直。方法包括將一層 UV 可固化材料沉積至基板上。藉由具有圓錐形照射輪廓的 UV 光將層之第一部分選擇性地固化，以界定截頭圓錐形微光導之形狀。將 UV 可固化材料顯影，以移除層之第一部分及層之第二部分中之一者，其中層之第二部分未固化。

【英文】

A method for fabricating a frusto-conical micro-lightguide for collimation of light emitted from micro-LEDs. The method comprises depositing a layer of UV-curable material onto a substrate. A first part of the layer is selectively cured using UV light having a conical irradiation profile to define a shape of the frusto-conical micro-lightguide. The UV-curable material is developed to remove one of the first part of the layer and a second part of the layer, wherein the second part of the layer is uncured.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。**【代表圖之符號簡單說明】**

1 0 0：微光導

1 1 0：第一平坦表面

1 2 0：第二平坦表面

1 3 0：側壁

1 4 1 : 第 一 透 射 光 線

1 5 1 : 第 二 透 射 光 線

1 5 2 : 第 一 反 射 光 線

1 6 1 : 第 三 透 射 光 線

1 6 2 : 第 二 反 射 光 線

1 6 3 : 第 三 反 射 光 線

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於微 LED 的微光導

【英文發明名稱】MICRO-LIGHTGUIDE FOR MICRO-LED

【技術領域】

【0001】 本揭示案關於發光二極體（LED）之領域。更特定而言，本揭示案關於改善LED之發射效率之方法。

【先前技術】

【0002】 LED將電能轉換成光能。在半導體LED中，這通常經由當來自n摻雜半導體層的電子與來自p摻雜半導體層的電洞發生再結合時的電子-電洞躍遷(electron-hole transition)而發生。進行主光發射的區域可稱為主動區。在LED中量子阱處產生的光可沿所有方向發射，但LED材料之邊界處的折射率的改變意謂僅入射角在臨界角範圍（逃逸範圍）內的發射光線可被發射。甚至逃逸範圍內的一些光也可能由於角度之改變造成的小的菲涅耳損失而損失。若入射角超出逃逸範圍，則可發生全內反射。LED生產中的一項主要挑戰為改善提取效率，並且捕捉儘可能多的發射光。

【0003】 一些LED直接發射至空氣。發射效率可稱為相對於產生的光子總數從LED逃逸至空氣中的光子數。基板材料之折射率通常遠高於空氣之折射率，所以只有以接近出射面之法線的角度入射的光才能逃逸。LED經常與光收集裝置（例如投影透鏡）耦合，而非直接至空氣。在這種情況下，在LED與光收集裝置之間的介面處可能有進一步損

失，這是由於由LED發射的一些光以一定角度發散使得光不會抵達與光收集裝置的介面。發射效率則取決於從LED逃逸的光子之比例與那些逃逸光子被光收集裝置捕捉的比例兩者。

【0004】 捕捉逃逸光子的效率可取決於相較於光收集角（立體角，經由該立體角至少一半的可用光子被光收集裝置捕捉），發散光角（由發射光之半功率光束寬度所形成的立體角）之尺寸。LED以接近具有120度的半高全寬（FWHM）的朗伯（Lambertian）發射的角分佈發射光。透鏡之接收角可由其F值來決定，對於典型的投影透鏡，F值可為 $F/2.5$ 或 $F/3$ ，分別給出 11.3° 及 9.5° 的接收角。由朗伯LED發射的光只有2.7%在 $\pm 9.5^\circ$ 內，所以97.3%的光由於沒有進入透鏡中而損失。因此，需要增加從LED的發射效率並且使發射的光準直。

【0005】 現有解決方案可依賴於LED半導體材料之精確蝕刻或LED元件之晶片平台（chip mesa）的成形。平台之形狀可經設計使得從主動區發射的光以以下的方式反射朝向發射表面：更多的光子具有允許他們被透射的入射角，並且亦可經選擇來聚焦光束。舉例而言，整合透明導電層可在製造期間與LED結構一體形成，並且經蝕刻以形成增強光提取的蓋（cap）（US 2015008392 A1）。亦可藉由雷射燒蝕在基板之與光發射區相反的側上形成凸面光學結構，其使光反射朝向發光表面，使得光被透射並且準直（US 2018083170 A1）。不是對LED材料本身成形，而是可

將晶片平台成形為拋物線結構，其中主動層位於拋物線結構中，使得入射在側壁上的光被反射朝向與平台相反的發光表面（US 2015236201 A1及US 2017271557 A1）。將平台蝕刻可能有損壞主動層的風險，並且可能難以實現用於高度準直的足夠平滑的修整（finish）。

【0006】 微LED用於高解析度顯示器，隨著尺寸不斷減小，以足夠的精度蝕刻特徵以有效地使光線準直可能越來越困難。用於使發射光準直的半導體材料之固有的小尺寸亦可能造成較差水準的亮度均勻性。本發明之目的為提供一種可縮放的設計，此設計提供準確的發射角度以及高水準的角度與亮度均勻性。

【發明內容】

【0007】 在此背景下，提供：

【0008】 一種用於製造截頭圓錐形微光導的方法，截頭圓錐形微光導用於使從微LED發射的光準直，方法包括：

將一層UV可固化材料沉積至基板上；

藉由具有圓錐形照射輪廓的UV光將層之第一部分選擇性地固化，以界定截頭圓錐形微光導之形狀；

將UV可固化材料顯影，以移除層之第一部分及層之第二部分中之一者，其中層之第二部分未固化。

【0009】 如此一來，可以小尺度來製造精確的微光導，用以使從微LED發射的光準直，以便增加提取光之比例。

【0010】 可移除層之第二部分，並且層之第一部分可包括截頭圓錐形微光導。

【0011】 有利地，使用UV可固化材料之第一部分作為截頭圓錐形微光導需要相對較少的處理步驟並且為可縮放的製程。

【0012】 可移除層之第一部分，並且層之第二部分可包括截頭圓錐形凹槽，截頭圓錐形凹槽界定截頭圓錐形微光導之形狀。

【0013】 有利地，可使用負光阻取代正光阻，所以製程為靈活的。

【0014】 方法可進一步包括在截頭圓錐形凹槽中沉積光導材料並且移除層之第二部分，使得光導材料包括截頭圓錐形微光導。

【0015】 如此一來，由於光導材料未必為UV可固化的，更廣泛的材料可用於截頭圓錐形微光導。

【0016】 截頭圓錐形微光導可包括第一平坦表面及第二平坦表面，其中第一平坦表面具有比第二平坦表面小的面積。

【0017】 如此一來，透射穿過第一平坦表面的光可入射在截頭圓錐形微光導之側壁上並且可反射，使得反射光線與截頭圓錐形微光導之中心軸的夾角可小於入射光線與截頭圓錐形微光導之中心軸的夾角。因此，使透射穿過第一平坦表面的光束準直，並且從第二平坦表面發射較窄的光束。

【0018】 方法可進一步包括製造微光導之陣列。

【0019】 如此一來，可使來自微LED之陣列中每個微LED的光準直。

【0020】圓錐形照射輪廓可採用實質上倒圓錐之形式，並且可藉由使UV光透射穿過以圓形軌跡移動的遮罩來實現，使得截頭圓錐形微光導之第一平坦表面緊鄰基板。

【0021】如此一來，可將形狀為截頭圓錐形的UV可固化材料之部分固化。

【0022】基板可為經處理晶圓，包括複數個微LED。

【0023】有利地，截頭圓錐形微光導直接製造在微LED上，所以在製造之後截頭圓錐形微光導不需要與微LED對準。

【0024】遮罩可包括一或更多個圓形孔。

【0025】如此一來，當遮罩沿圓形軌跡移動時，透射穿過遮罩的光之照射輪廓可具有圓錐形輪廓。

【0026】圓錐形照射輪廓可藉由UV光的準直來實現，使得截頭圓錐形微光導之第二平坦表面緊鄰基板。

【0027】如此一來，截頭圓錐形微光導可與微LED分開製造。

【0028】可藉由一或更多個微透鏡來實現準直。

【0029】如此一來，透射穿過微透鏡的UV光具有圓錐形輪廓。

【0030】基板可為透明材料，例如玻璃或藍寶石。

【0031】有利地，然後可將截頭圓錐形微光導耦合至微LED，而不需要移除基板。

【0032】微光導可耦合至微LED之陣列。

【0033】 如此一來，可使來自微LED之陣列中每個微LED的光準直。

【0034】 截頭圓錐形微光導之側壁與截頭圓錐形微光導之中心軸的夾角可較佳地在 10° 與 18° 之間，其中截頭圓錐形微光導之中心軸穿過第一平坦表面之中心點及第二平坦表面之中心點。

【0035】 如此一來，可使透射穿過截頭圓錐形微光導的光準直。

【0036】 截頭圓錐形微光導之中心軸可與微LED之中心軸對準。

【0037】 如此一來，增加了藉由截頭圓錐形微光導的光收集之效率。

【0038】 微光導可進一步包括反射塗層。

【0039】 如此一來，減少相鄰截頭圓錐形微光導之間的光串音(cross-talk)。

【0040】 可藉由旋塗來沉積UV可固化光阻材料。

【0041】 有利地，這製程為可縮放的，並且實現均勻的層。

【0042】 第一平坦表面之特徵尺寸可為第二平坦表面之特徵尺寸的50%。

【0043】 如此一來，實現截頭圓錐形微光導之側壁之適當角度。

【0044】 第二平坦表面之特徵尺寸可等於平行於截頭圓錐形微光導之中心軸的截頭圓錐形微光導之特徵尺寸。

【0045】 如此一來，實現適當水準的光束準直。

【0046】 第一平坦表面之特徵尺寸可比微LED之特徵尺寸大60%。

【0047】 第一平坦表面之特徵尺寸可較佳地比微LED之特徵尺寸大70%。

【0048】 如此一來，增加了藉由截頭圓錐形微光導的光收集之效率。

【圖式簡單說明】

【0049】 現在將參照附圖僅藉由實例的方式來描述本揭示案之具體實施例，其中：

【0050】 第1圖圖示根據本揭示案之實施例的具有示例性光線的截頭圓錐形微光導之示意圖。

【0051】 第2圖圖示根據本揭示案之實施例，具有示例性光線的耦合至光源之陣列的截頭圓錐形微光導之陣列之示意橫截面圖。

【0052】 第3圖圖示根據本揭示案之實施例，耦合至光源之陣列的截頭圓錐形微光導之陣列之透視圖。

【0053】 第4圖圖示根據本揭示案之實施例，具有示例性光線的耦合至微LED的截頭圓錐形微光導之橫截面圖。

【0054】 第5圖圖示根據本揭示案之實施例，耦合至微LED陣列的截頭圓錐形微光導之陣列之橫截面圖。

【0055】 第6圖圖示根據本揭示案之實施例，耦合至微LED之陣列的截頭圓錐形微光導之陣列之平面圖。

【0056】 第7圖圖示根據本揭示案之實施例，從微光導發射的光之角分佈之模擬所獲得的數據。第7A圖圖示強度作為

角度之函數作為極坐標圖，第 7 B 圖圖示在線性標度上強度作為角度之函數。

【0057】 第 8 圖圖示根據本揭示案之實施例，塗佈有反射材料並且耦合至微 LED 之陣列的截頭圓錐形微光導之陣列之橫截面圖。

【0058】 第 9 圖圖示根據本揭示案之實施例，指出在截頭圓錐形微光導之製造過程期間 UV 可固化材料之經固化及未固化部分的簡單示意圖。第 9 A 圖圖示在基板上的一層 UV 可固化材料。第 9 B 圖及第 9 D 圖圖示 UV 可固化材料之經固化及未固化部分。第 9 C 圖及第 9 E 圖圖示在將 UV 可固化材料顯影而移除 UV 可固化材料之未固化部分之後，在基板上的 UV 可固化材料之截頭圓錐形固化部分。

【0059】 第 10 圖圖示根據本揭示案之實施例，藉由移動遮罩來製造截頭圓錐形微光導之陣列之步驟。第 10 A 圖圖示在微 LED 之陣列上的一層 UV 可固化材料。第 10 B 圖圖示移動的遮罩及 UV 可固化材料上的入射 UV 光。第 10 C 圖圖示在 UV 可固化材料之顯影以移除 UV 可固化材料之未固化部分之後留在微 LED 上的截頭圓錐形微光導。

【0060】 第 11 圖圖示根據本揭示案之實施例，藉由經由微透鏡準直的 UV 光來製造截頭圓錐形微光導之步驟。第 11 A 圖圖示藉由微透鏡使 UV 光準直成圓錐形照射輪廓，其中 UV 光入射至基板上的 UV 可固化材料上。第 11 B 圖圖示在 UV 可固化材料之顯影以移除 UV 可固化材料之未固化部分之後留在微 LED 上的截頭圓錐形微光導。

【0061】 第12圖圖示根據本揭示案之實施例，在基板上的截頭圓錐形微光導之陣列之透視圖。

【0062】 第13圖圖示根據本揭示案之實施例，耦合至微LED之陣列的在基板上的截頭圓錐形微光導之陣列之橫截面圖。

【實施方式】

【0063】 根據本揭示案之實施例，提供用於使由微發光二極體（micro-LED）發射的光準直的微光導100。亦提供製造微光導100的方法。

【0064】 參照第1圖，微光導100包括第一平坦表面110及與第一平坦表面110相反的第二平坦表面120，其中第一平坦表面110具有比第二平坦表面120小的面積。第一平坦表面110及第二平坦表面120可皆為圓形的。微光導100可包括在第一平坦表面110與第二平坦表面120之間延伸的側壁130。側壁130可為彎曲的。因此，微光導100可具有截頭圓錐形形狀。微光導100可由對可見光譜中的光透明的材料製成。入射在第一平坦表面110上的入射光線可透射穿過第一平坦表面110。取決於入射光線在第一平坦表面110上的入射角，透射光線可透射穿過微光導以便入射在第二平坦表面120上。穿過微光導100的透射可為直接的而沒有從側壁130之任何部分反射，或可包含藉由全內反射從側壁130的一或更多次反射。

【0065】 第1圖圖示第一、第二及第三示例性透射光線141、151及161。第一透射光線141入射在第二平坦表面

120 上而沒有從側壁 130 反射並且透射穿過第二平坦表面 120，因此離開微光導 100。第二及第三透射光線 151 及 161 經由全內反射從側壁 130 反射。第二透射光線 151 可從側壁 130 反射而作為第一反射光線 152。第一反射光線 152 可入射在第二平坦表面 120 上並且可透射，從而離開微光導 100。第一反射光線 152 與微光導 100 之中心軸的夾角可小於第二入射光線 151 與微光導 100 之中心軸的夾角，其中微光導 100 之中心軸穿過第一平坦表面 110 之中心並且穿過第二平坦表面 120 之中心。第三透射光線 161 可入射在側壁 130 上並且從側壁 130 反射而作為第二反射光線 162。然後第二反射光線 162 可入射在側壁 130 上並且再次反射而作為第三反射光線 163。然後第三反射光線 163 可入射在第二平坦表面 120 上並且透射穿過第二平坦表面 120 以離開微光導 100。第三反射光線 163 與微光導 100 之中心軸的夾角可小於第三入射光線 161 與微光導 100 之中心軸的夾角。

【0066】 參照第 2 圖，微光導 100 可耦合至光源 210。光源 210 可緊鄰第一平坦表面 110，使得由光源發射的光入射在第一平坦表面 110 上。光源可沿任何方向發射光並且可從光源上的任何點發射光，但在第 2 圖中，為了解釋清楚，僅圖示了僅從單一點發射的兩個示例性光線 221。光線 221 透射穿過第一平坦表面 110 並且入射至側壁 130 上。光線 221 經由全內反射從側壁 130 反射並且入射至第二平坦表面 120 上，並且透射穿過第二平坦表面 120 而離開微光導 100。反射光線 222 與微光導 100 之中心軸的夾角可小於入

射光線 221 與微光導 100 之中心軸的夾角。可具有佈置成陣列 200 的複數個微光導 100，使得每個微光導 100 耦合至單獨的光源 210。光源 210 可為微 LED。

【0067】 參照第 3 圖，微光導 100 之陣列 200 可耦合至包括光源 210 之陣列的基板 310。每個微光導 100 之中心軸可與每個光源 210 之中心軸對準。微光導 100 可以恆定的間距佈置。

【0068】 參照第 4 圖，光源 210 可包括像素 400，像素 400 包括微 LED。微 LED 可包括基板 410、提供在基板 410 上的半導體材料 420 及提供在半導體材料 420 上的覆蓋材料 430。半導體 420 經配置以響應於電流而發射光，可藉由電極 440 及 450 來施加電流。在某個實施例中，基板 410 可包括互補式金屬氧化物半導體 (CMOS) 並且半導體材料 420 可包括單片 InGaN LED。單片 InGaN LED 可發射藍光，在這種情況下，覆蓋材料 430 可為用於藍色像素的透明材料，以及用於紅色及綠色像素的色彩轉換材料，例如量子點或磷光粉。亦參照第 5 圖，可提供複數個像素 400 並且以陣列來佈置，並且複數個像素 400 中之每個像素 400 可耦合至微光導 100。每個覆蓋材料 430 之間可具有光阻擋材料 460 以防止像素之間的光串音。光阻擋材料 460 可吸收可見光並且為光可界定的。第 6 圖中以平面圖圖示這種陣列之示例之簡單表示。

【0069】 在某個實施例中，微光導 100 之沿其中心軸的特徵尺寸可為 5 μm ，第一平坦表面 110 之特徵尺寸可為 2.5

μm 並且第二平坦表面 120 之特徵尺寸可為 $5\ \mu\text{m}$ 。側壁 130 與微光導之中心軸的夾角則為 14° 。第一平坦表面 110 及第二平坦表面 120 可為圓形的，所以第一平坦表面及第二平坦表面之特徵尺寸可為直徑。第一平坦表面 110 之特徵尺寸可較佳地比光源 210 之特徵尺寸大 60%。更較佳地，第一平坦表面 110 之特徵尺寸可比光源 210 之特徵尺寸大 70%。微光導 100 之陣列 200 之間距可為 $8\ \mu\text{m}$ ，並且光源 210 之陣列之間距可為 $8\ \mu\text{m}$ 。

【0070】 參照第 7 圖，圖示從微光導 100 之第二平坦表面 120 發射的光之輪廓。第 7 圖中繪製的數據來自微光導 100 的模擬結果，其中沿其中心軸的特徵尺寸為 $5\ \mu\text{m}$ ，圓形第一平坦表面 110 之直徑為 $2.5\ \mu\text{m}$ ，並且圓形第二平坦表面 120 之直徑為 $5\ \mu\text{m}$ 。來自光源 210 的入射在第一平坦表面 110 上的光具有 120° 的半高全寬 (FWHM) 的朗伯分佈，而從第二平坦表面 120 發射的光具有 57° 的半高全寬。第 7A 圖圖示在極坐標圖上以角度繪製的光之強度，及第 7B 圖圖示在線性標度上繪製的強度與角度的關係。

【0071】 參照第 8 圖，微光導 100 可塗佈有反射材料 810 以防止微光導 100 之間的光串音。在某個實施例中，反射材料 810 可為鋁或銀。

【0072】 參照第 9 圖，微光導 100 可藉由將一層 UV 可固化材料 910 沉積至基板 920 上來製造 (第 9A 圖)。具有圓錐形照射輪廓的 UV 光 930 或 940 入射至 UV 可固化材料 910 之第一表面 950 上，使得 UV 光 930、940 選擇性地固化 UV

可固化材料 910 之第一部分 912 或 914。然後將 UV 可固化材料 910 顯影以移除層之第一固化部分（912 或 914）及第二未固化部分（911 或 913）中之一者，使得剩餘部分界定截頭圓錐形微光導之形狀。在第 9 圖所示的實例中，移除 UV 可固化材料 910 之第二未固化部分 911 或 913，使得 UV 可固化材料 910 之第一部分 912 或 914 保留作為截頭圓錐形微光導 100。截頭圓錐形微光導的中心軸可垂直於基板 920 之平面，但可使其第一平坦表面 110 與基板 920 相鄰（由類似於倒圓錐的圓錐形照射輪廓所產生）或使其第二平坦表面 120 與基板 920 相鄰（由類似於圓錐的圓錐形照射輪廓所產生）。第 9B 圖及第 9C 圖圖示製程，其中 UV 光 930 具有圓錐形照射輪廓，使得在基板 920 處的照射輪廓比 UV 可固化材料 910 之第一表面 950 處更窄，所以在製造之後第一平坦表面 110 與基板 920 相鄰。第 9D 圖及第 9E 圖圖示製程，其中 UV 光 940 具有圓錐形照射輪廓，使得在基板 920 處的照射輪廓比 UV 可固化材料 910 之第一表面 950 處更寬，所以在製造之後第二平坦表面 120 與基板 920 相鄰。在某個其他實施例中，可移除 UV 可固化材料 910 之固化部分 912 或 914，使得剩餘未固化部分 911 或 913 包括凹槽，凹槽界定截頭圓錐形微光導之形狀。可將光導材料沉積在凹槽中並且可移除 UV 可固化材料 910 之未固化部分 911 或 913，使得剩餘光導材料包括截頭圓錐形微光導 100。

【0073】 在第一實施例中，基板 920 可包括光源 210 之陣列 310。可將 UV 可固化材料 910 直接沉積在光源 210 之陣

列上。參照第10A圖，光源210圖示為包括微LED的像素400，如第4圖所示。可藉由旋塗來沉積UV可固化材料910。參照第10B圖，UV光1011垂直於遮罩1020之平面入射至遮罩1020上，其中遮罩1020之平面平行於基板920及平行於UV可固化材料910。遮罩可具有複數個孔1021，每個孔1021之中心軸與像素400之中心軸對準。每個孔1021可為圓形的。遮罩1020以在遮罩1020之平面中的圓形軌跡1030移動，使得透射穿過遮罩的UV光1011具有倒圓錐形照射輪廓。UV光1011入射在UV可固化材料910之第一表面950上。倒圓錐形照射輪廓在輪廓之中心處具有最高強度而在輪廓之邊緣處具有最低強度。最高強度在等於第一平坦表面之面積的面積上為恆定的，並且圓錐形照射輪廓之中心軸與像素400之中心軸對準。照射輪廓之最寬部分具有與第二平坦表面120相同的面積。UV可固化材料910之固化之穿透深度為照射輪廓之強度之函數，所以UV可固化材料之固化部分912具有截頭圓錐形形狀。UV可固化材料之固化部分912鄰近基板920的橫截面面積等於第一平坦表面110之面積，而第一表面950處的橫截面面積等於第二平坦表面之面積。在某個實施例中，移除UV可固化材料910之未固化部分911並且UV可固化材料之固化部分912包括留在基板920上的截頭圓錐形微光導，如第10C圖所示。在某個實施例中，移除UV可固化材料910之固化部分912，從而在未固化部分911中留下截頭圓錐形凹槽，並且將光導材料沉積在截頭圓錐形凹槽中。

然後移除UV可固化材料910之未固化部分911並且剩餘光導材料包括截頭圓錐形微光導。

【0074】 在第二實施例中，基板920可包括透明材料，透明材料對具有在可見光譜中的波長的電磁輻射為透明的。在某個實施例中，透明材料可為玻璃或藍寶石。參照第11A圖，藉由微透鏡1110使UV光準直，使得入射在UV可固化材料910之第一表面950上的UV光1120在UV可固化材料910內具有圓錐形輪廓。圓錐形輪廓在UV可固化材料910之第一表面950處具有等於第一平坦表面110的面積，並且在基板920處具有等於第二平坦表面的面積。使在錐形輪廓內的UV可固化材料910固化，並且可移除未固化部分913。固化部分914具有截頭圓錐形形狀並且可留在基板上。在實施例中，可具有微透鏡1110之陣列，使得具有固化部分914之陣列。參照第12圖，圖示在基板920上固化部分914之陣列之示意圖之透視圖，其中固化部分914為微光導100。參照第13圖，基板920可放置在光源210之陣列上，使得每個微光導100耦合至光源210。微光導100之中心軸與光源210之中心軸對準。第一平坦表面110緊鄰光源210。在實施例中，光源210可為包括微LED的像素400。在某個實施例中，第一平坦表面110與光源210之間的距離可小於光源210之發光區域之面積的20%。

【0075】 在某個實施例中，UV可固化材料910可吸收具有在UV區域中的波長的電磁輻射，並且對具有在可見光譜中的波長的電磁輻射為透明的。在某個實施例中，微光導100

之表面之粗糙度輪廓之算術平均值可小於 20 nm。在某個實施例中，UV可固化材料對於具有 589 nm 的波長的光可具有 1.555 的折射率。UV可固化材料可包括 OrmoClear®FX 或由 OrmoClear®FX 組成。

【0076】 可將UV可固化材料910旋塗至基板920上。UV可固化材料910之厚度可取決於旋塗之持續時間。

【0077】 在某個實施例中，其中基板920可包括光源201之陣列310，可將基板920旋塗UV可固化材料910，然後在 80°C 下烘烤2分鐘以改善對基板920的黏合力。UV可固化材料910可暴露於UV光，UV光透射穿過移動遮罩，其中遮罩沿圓形軌跡移動，使得照射輪廓類似於倒圓錐形。為了實現適當的解析度，UV暴露之劑量可低於 1000 mJ cm⁻²。將UV可固化材料910顯影以移除未固化部分911。可將基板920及固化部分912在 120°C 下烘烤10分鐘以便增加微光導100對基板920的黏合力。

【0078】 在某個實施例中，其中基板920可為透明材料，在藉由UV可固化材料910旋塗之前，基板920可藉由丙酮/2-丙醇來旋轉清洗，然後在 200°C 下烘烤5分鐘，並且冷卻至室溫。或者，基板920可經由使用氧氣或臭氧的電漿清潔來清潔。在將UV可固化材料910旋塗至基板920上之後，基板920可在 80°C 下烘烤2分鐘以改善黏合力。然後可將UV可固化材料910暴露於具有圓錐形照射輪廓的UV光。在某個實施例中，藉由微透鏡1110之陣列使UV光準直，使得入射在UV可固化材料上的UV光具有圓錐形照射

輪廓。為了實現適當的解析度，I V 暴露之劑量可低於 1000 mJ cm^{-2} 。在暴露之後，將 UV 可固化材料 910 顯影以移除未固化部分 913。基板 920 及固化部分 914 可在 120°C 下烘烤 10 分鐘用以增加微光導 100 對基板 920 的黏合力。

【符號說明】

【0079】

100：微光導
 110：第一平坦表面
 120：第二平坦表面
 130：側壁
 141：第一透射光線
 151：第二透射光線
 152：第一反射光線
 161：第三透射光線
 162：第二反射光線
 163：第三反射光線
 200：微光導之陣列
 210：光源
 221：光線
 222：反射光線
 310：基板
 400：像素
 410：基板
 420：半導體材料

4 3 0 : 覆 蓋 材 料

4 4 0 : 電 極

4 5 0 : 電 極

4 6 0 : 光 阻 擋 材 料

8 1 0 : 反 射 材 料

9 1 0 : U V 可 固 化 材 料

9 1 1 : 第 二 未 固 化 部 分 / 未 固 化 部 分

9 1 2 : 第 一 部 分 / 第 一 固 化 部 分 / 固 化 部 分

9 1 3 : 第 二 未 固 化 部 分 / 未 固 化 部 分

9 1 4 : 第 一 部 分 / 第 一 固 化 部 分 / 固 化 部 分

9 2 0 : 基 板

9 3 0 : U V 光

9 4 0 : U V 光

9 5 0 : 第 一 表 面

1 0 1 1 : U V 光

1 0 2 0 : 遮 罩

1 0 2 1 : 孔

1 0 3 0 : 圓 形 軌 跡

1 1 1 0 : 微 透 鏡

1 1 2 0 : U V 光

【生物材料寄存】

國 內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種用於製造一截頭圓錐形微光導的方法，該截頭圓錐形微光導用於使從微 LED 發射的光準直，該方法包括以下步驟：

將一層 UV 可固化材料沉積至一基板上；

藉由具有一圓錐形照射輪廓的 UV 光將該層之一第一部分選擇性地固化，以界定該截頭圓錐形微光導之一形狀；

將該 UV 可固化材料顯影，以移除該層之該第一部分及該層之一第二部分中之一者，其中該層之該第二部分未固化。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之方法，其中移除該層之該第二部分，並且該層之該第一部分包括該截頭圓錐形微光導。

【請求項 3】 如請求項 1 所述之方法，其中移除該層之該第一部分，並且該層之該第二部分包括一截頭圓錐形凹槽，該截頭圓錐形凹槽界定該截頭圓錐形微光導之該形狀。

【請求項 4】 如請求項 3 所述之方法，其中該方法進一步包括以下步驟：在該截頭圓錐形凹槽中沉積一光導材料並且移除該層之該第二部分，使得該光導材料包括該截頭圓錐形微光導。

【請求項 5】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該截頭圓錐形微光導包括一第一平坦表面及一第二平坦

表面，其中該第一平坦表面具有比該第二平坦表面小的面積。

【請求項 6】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該方法進一步包括以下步驟：製造微光導之一陣列。

【請求項 7】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該圓錐形照射輪廓採用一實質上倒圓錐之形式，並且藉由使該 UV 光透射穿過以一圓形軌跡移動的一遮罩來實現，使得該截頭圓錐形微光導之該第一平坦表面緊鄰該基板。

【請求項 8】 如請求項 7 所述之方法，其中該基板為一經處理晶圓，該經處理晶圓包括複數個微 LED。

【請求項 9】 如請求項 7 所述之方法，其中該遮罩包括一或更多個圓形孔。

【請求項 10】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該圓錐形照射輪廓藉由該 UV 光的準直來實現，使得該截頭圓錐形微光導之該第二平坦表面緊鄰該基板。

【請求項 11】 如請求項 10 所述之方法，其中藉由一或更多個微透鏡來實現該準直。

【請求項 12】 如請求項 10 所述之方法，其中該基板為一透明材料，例如玻璃或藍寶石。

【請求項 13】 如請求項 10 所述之方法，其中該微光導耦合至微 LED 之一陣列。

【請求項 14】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該截頭圓錐形微光導之一側壁與該截頭圓錐形微光導之

一中心軸的夾角較佳地在 10° 與 18° 之間，其中該截頭圓錐形微光導之該中心軸穿過該第一平坦表面之一中心點及該第二平坦表面之一中心點。

【請求項 15】如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該截頭圓錐形微光導之中心軸與一微 LED 之一中心軸對準。

【請求項 16】如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中該微光導進一步包括一反射塗層。

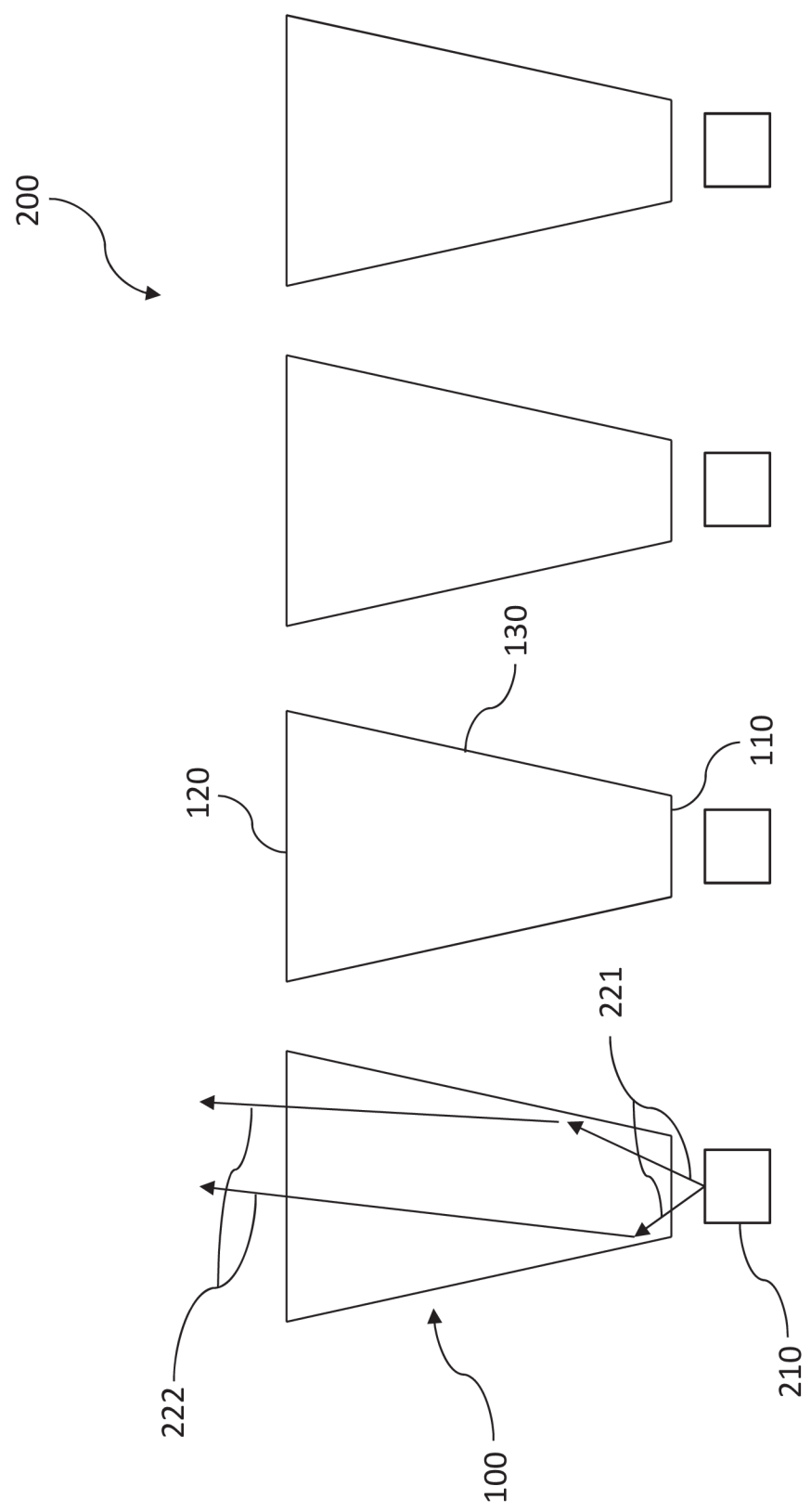
【請求項 17】如請求項 1 至 4 中任一項所述之方法，其中藉由旋塗來沉積該 UV 可固化光阻材料。

【請求項 18】如請求項 5 所述之方法，其中該第一平坦表面的一特徵尺寸為該第二平坦表面的一特徵尺寸的 50%。

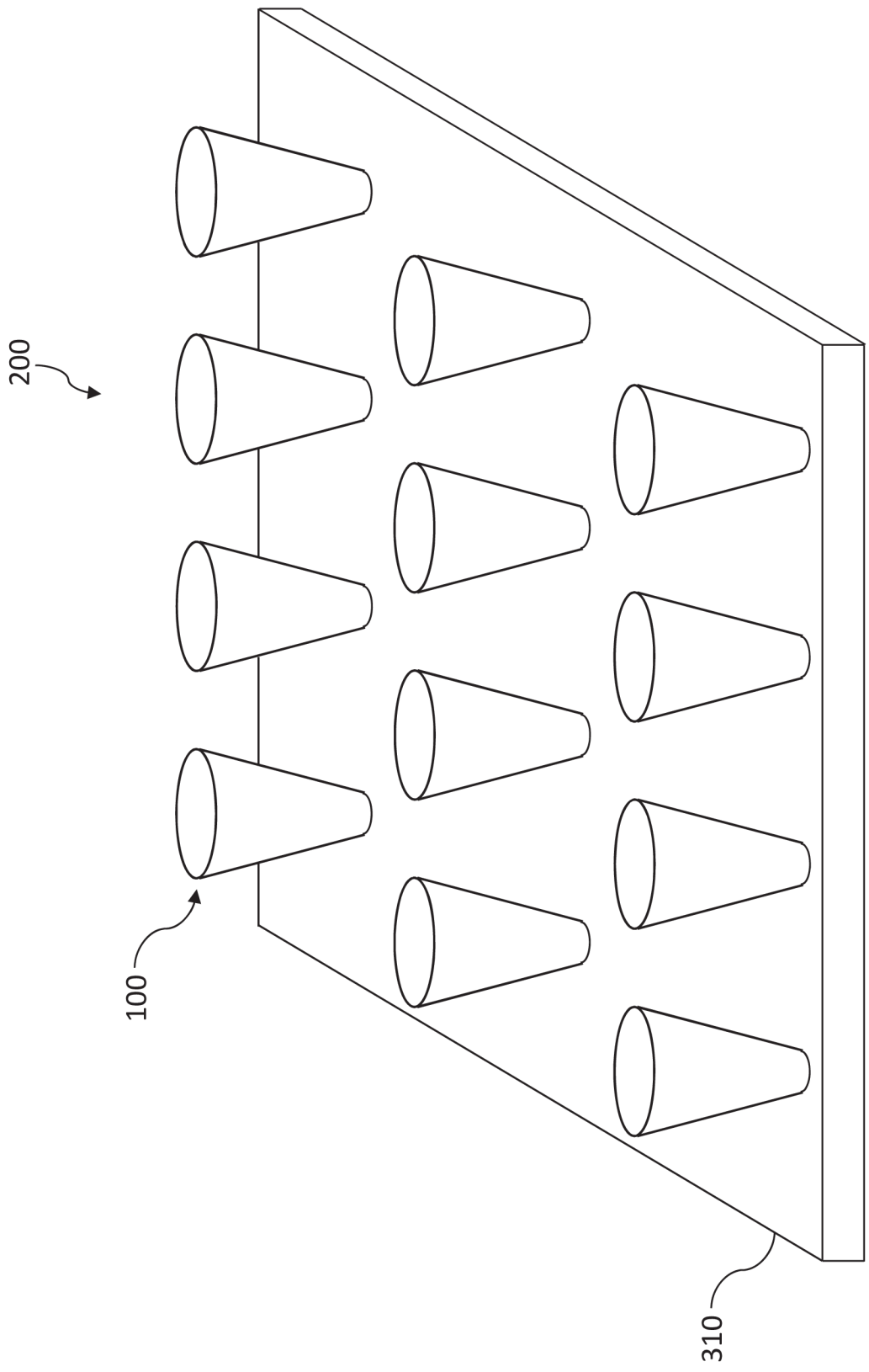
【請求項 19】如請求項 5 所述之方法，其中該第二平坦表面之特徵尺寸等於平行於該截頭圓錐形微光導之中心軸的該截頭圓錐形微光導之一特徵尺寸。

【請求項 20】如請求項 5 所述之方法，其中該第一平坦表面之特徵尺寸比該微 LED 之一特徵尺寸大 60%。

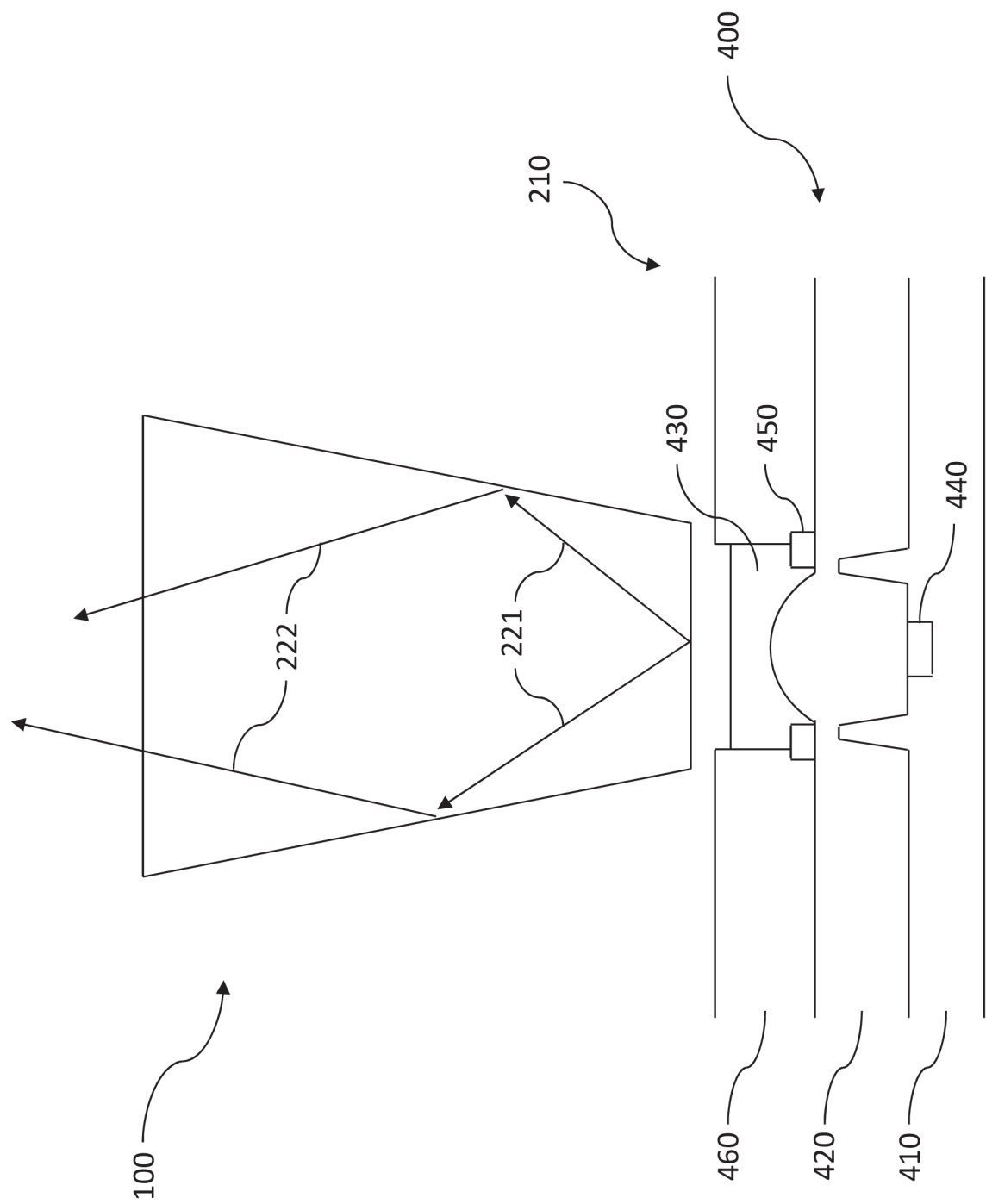
【請求項 21】如請求項 20 所述之方法，其中該第一平坦表面之該特徵尺寸較佳地比該微 LED 之該特徵尺寸大 70%。



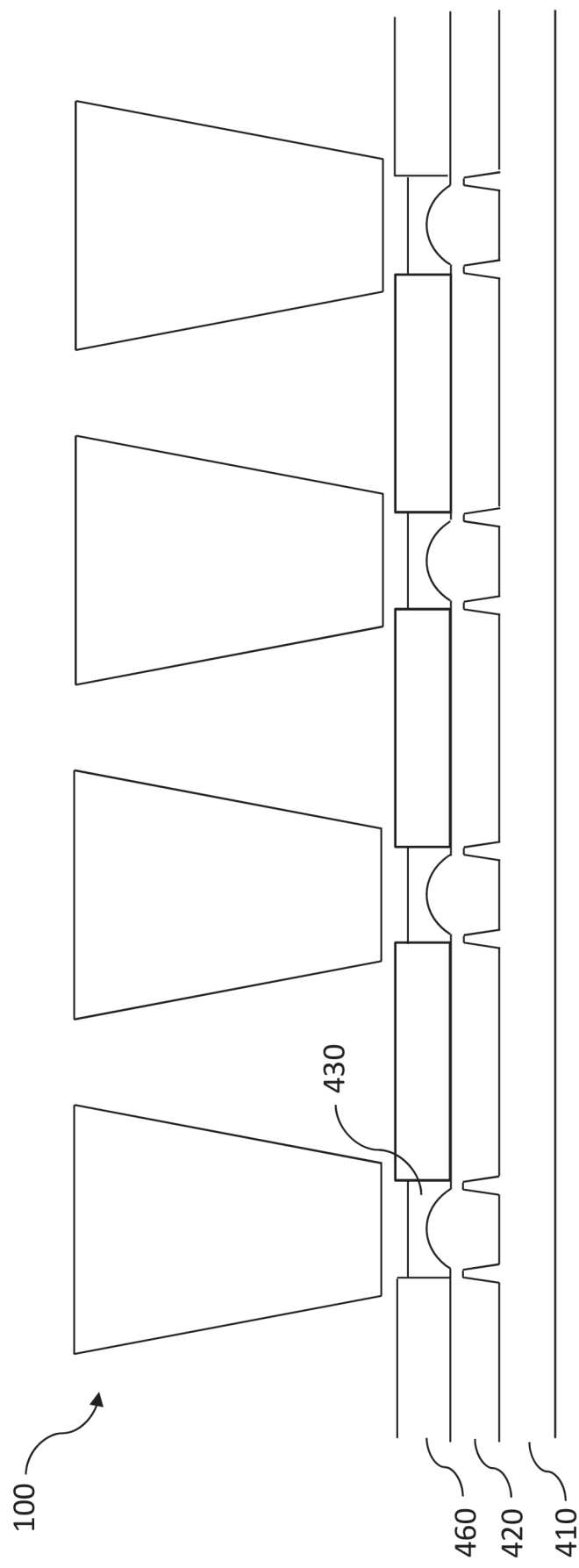
第2圖



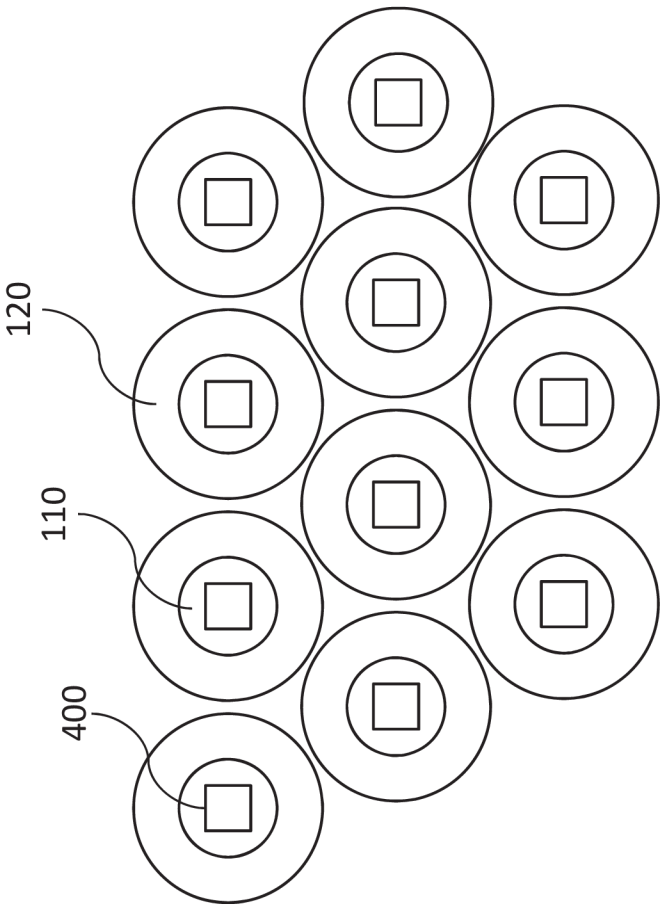
第3圖



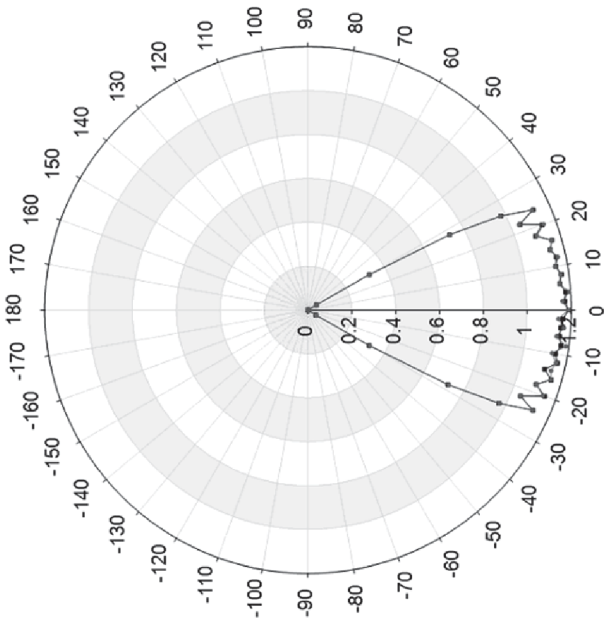
第4圖



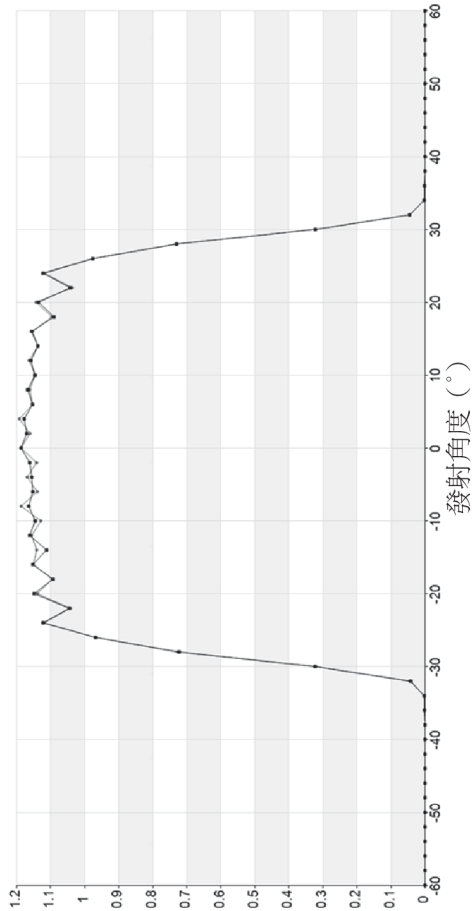
第5圖



第6圖

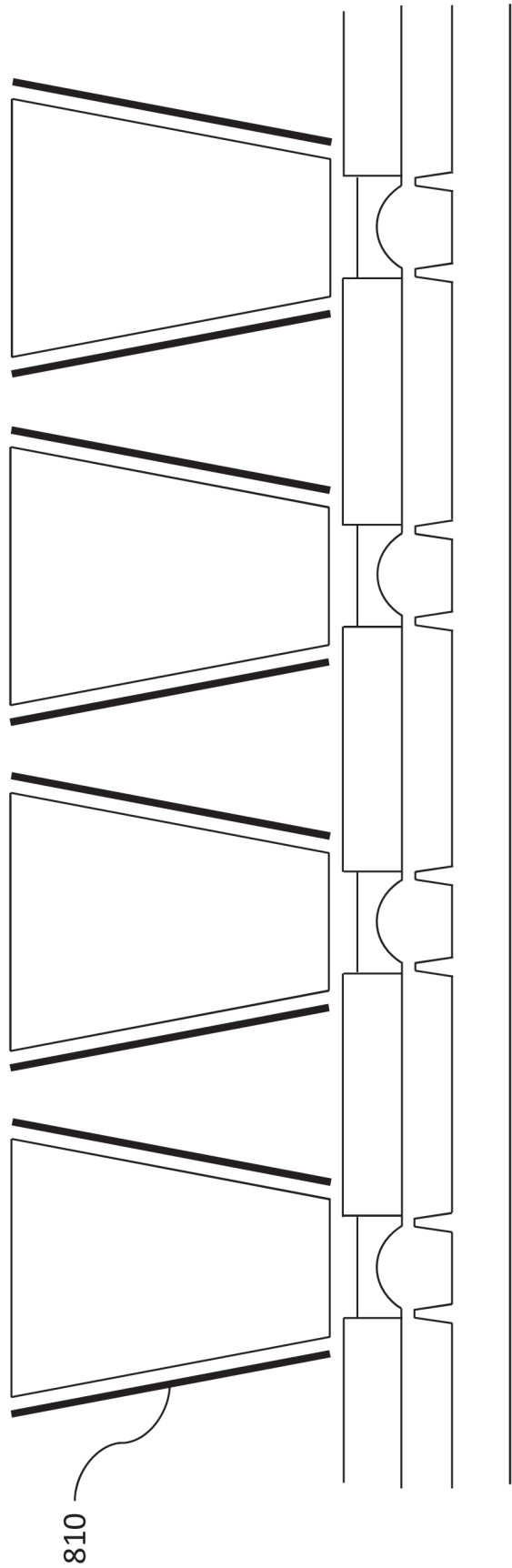


第7A圖

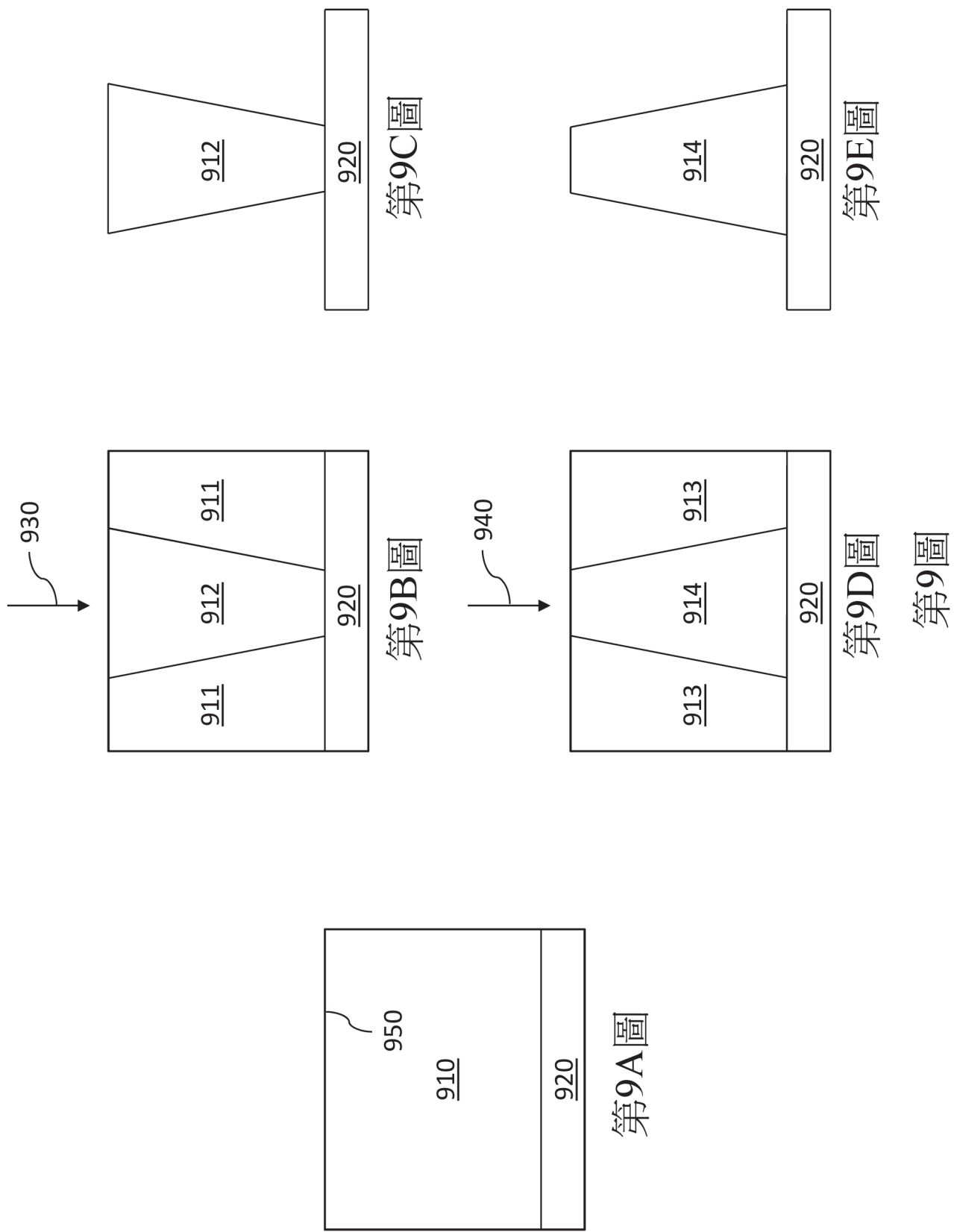


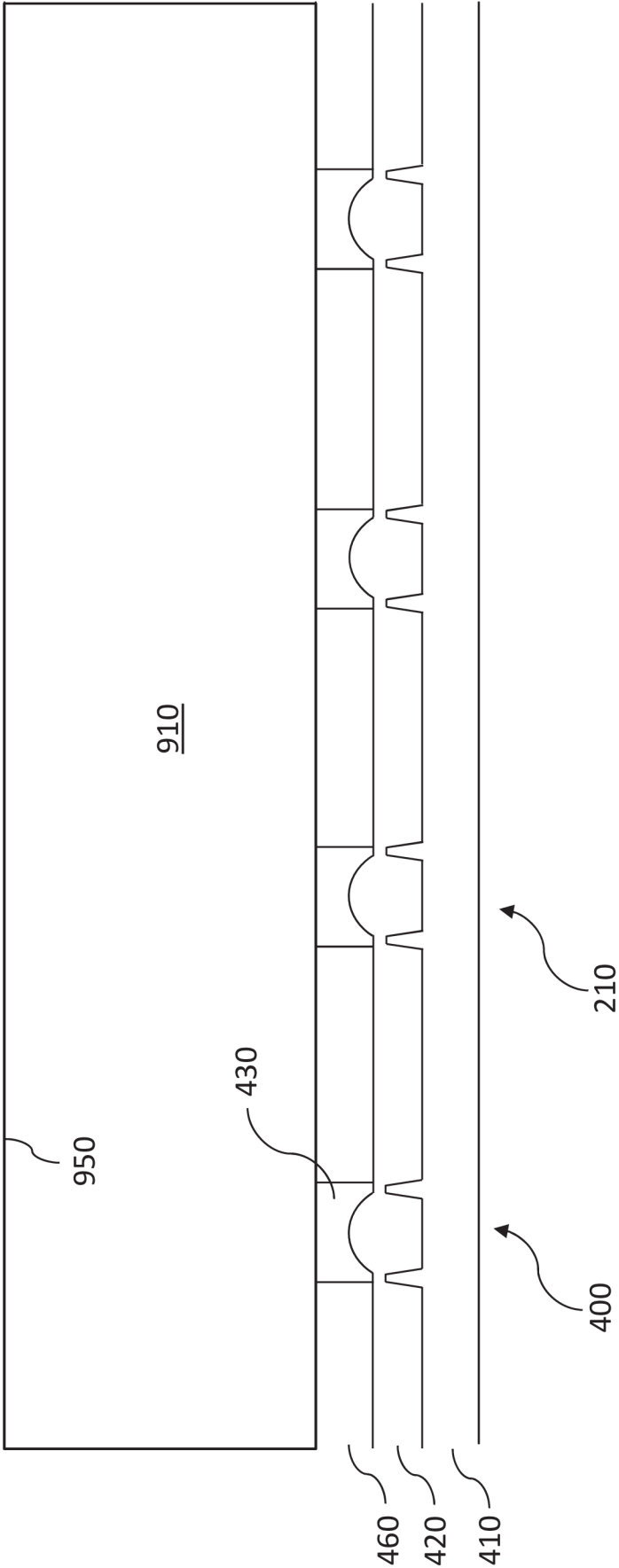
第7B圖

第7圖

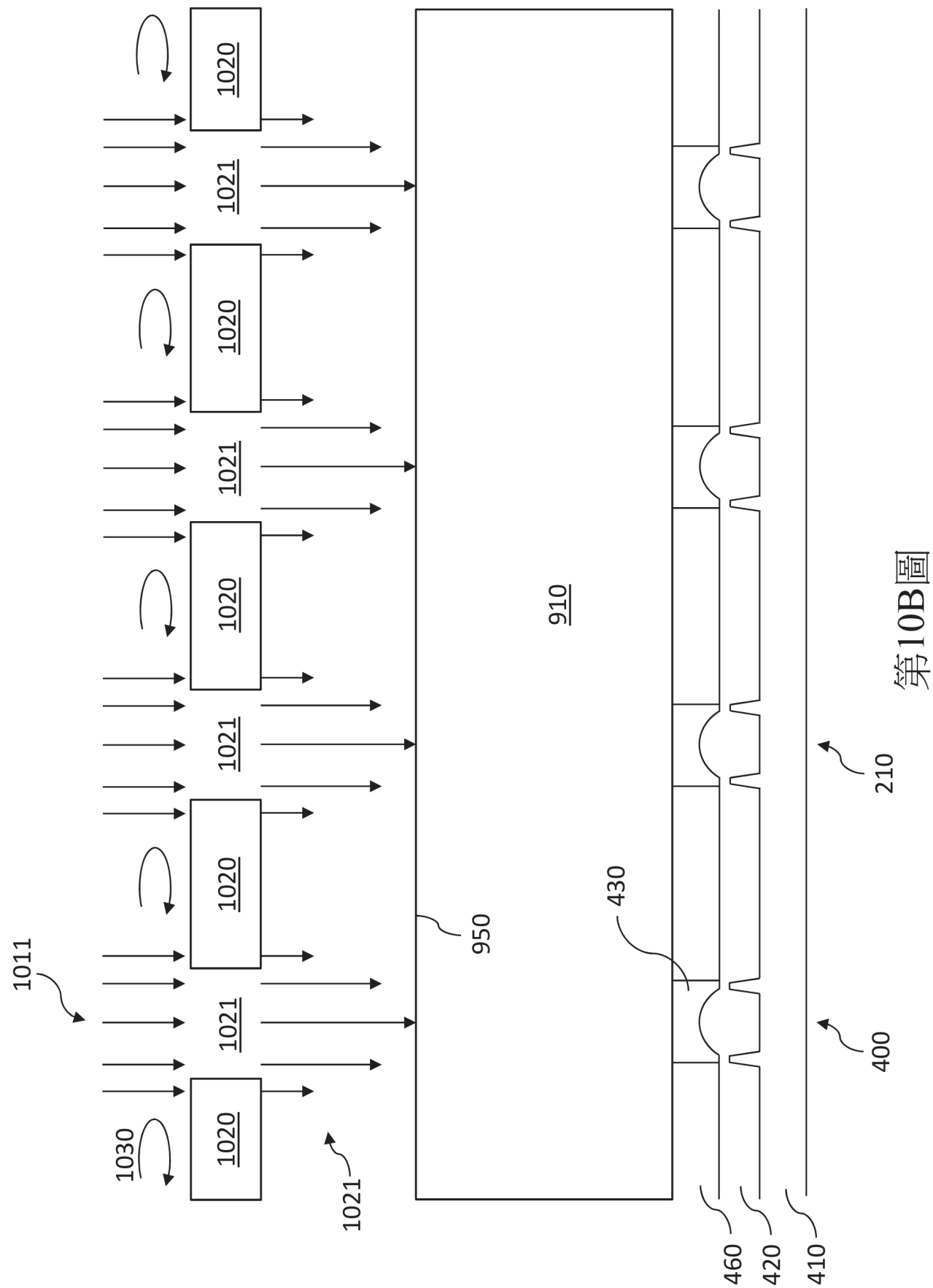


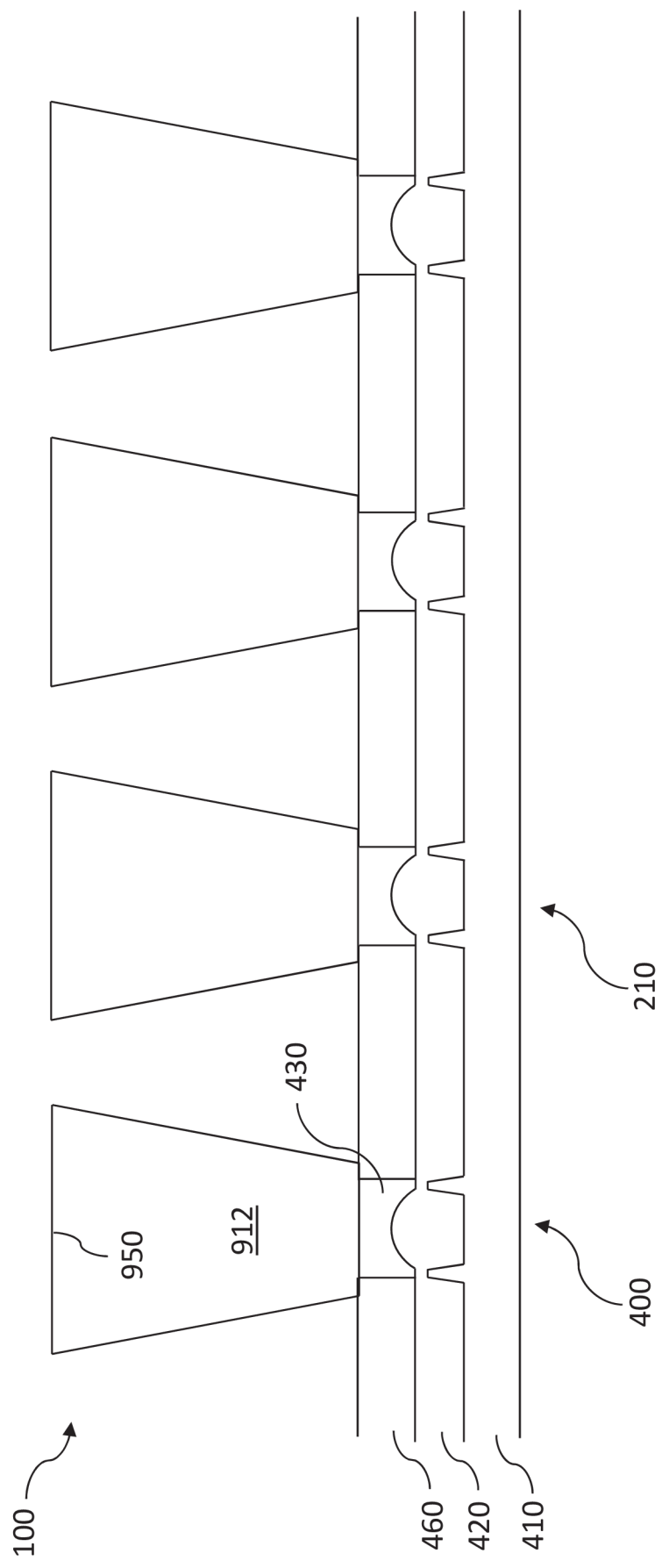
第8圖



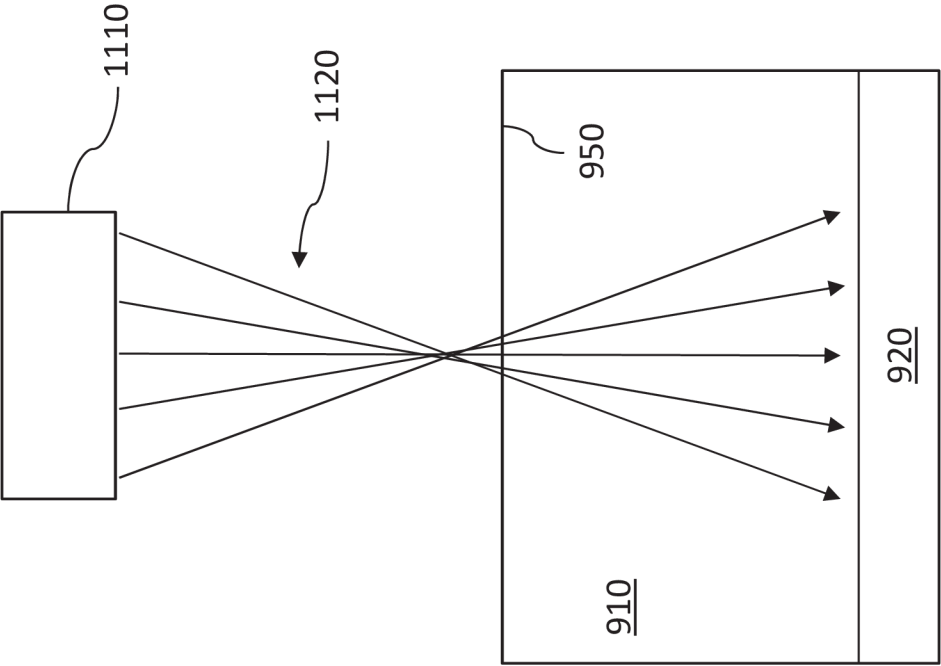


第10A圖

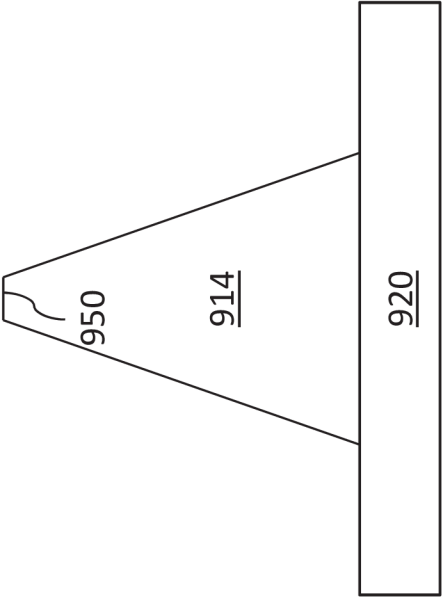




第10C圖

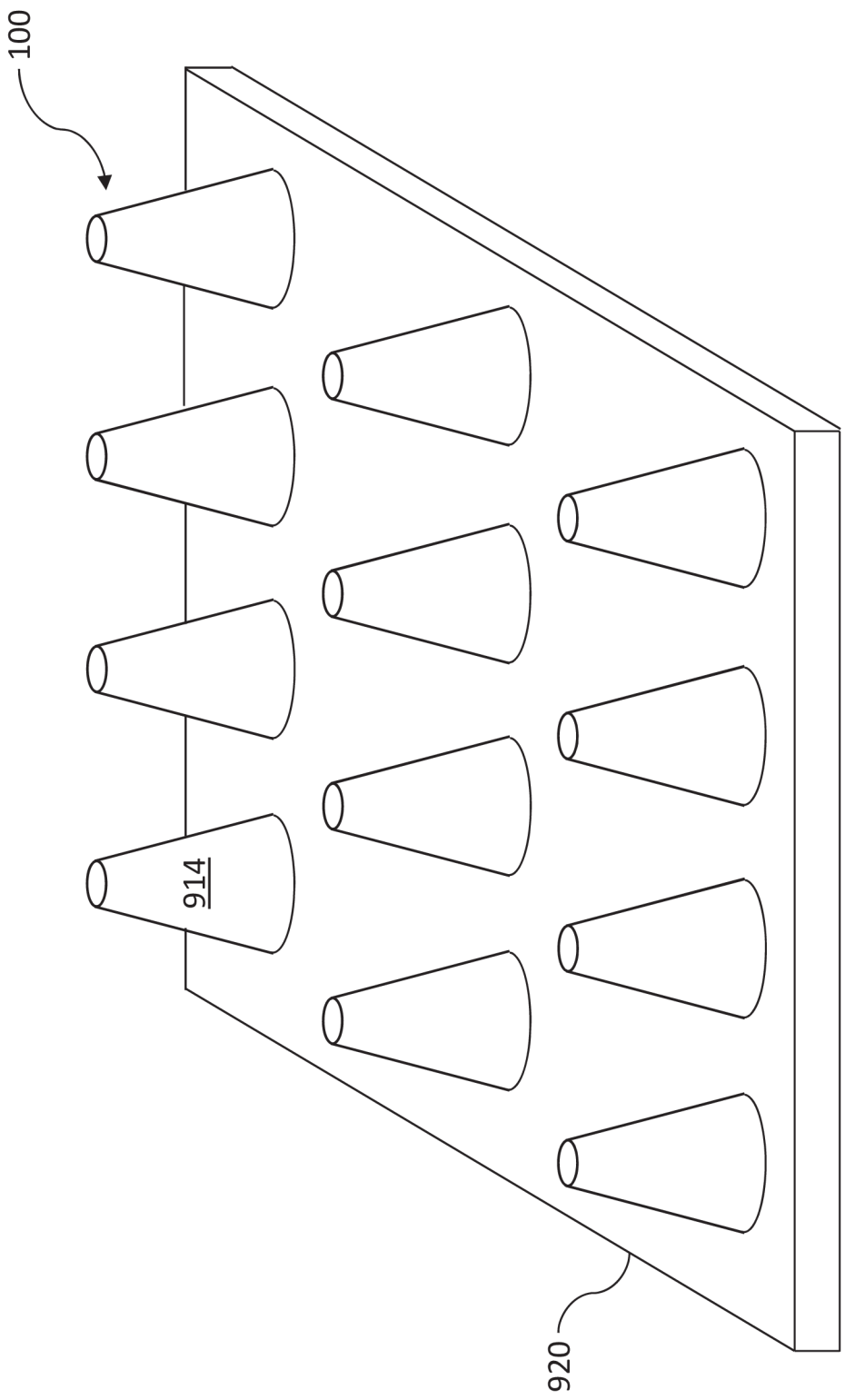


第11A圖

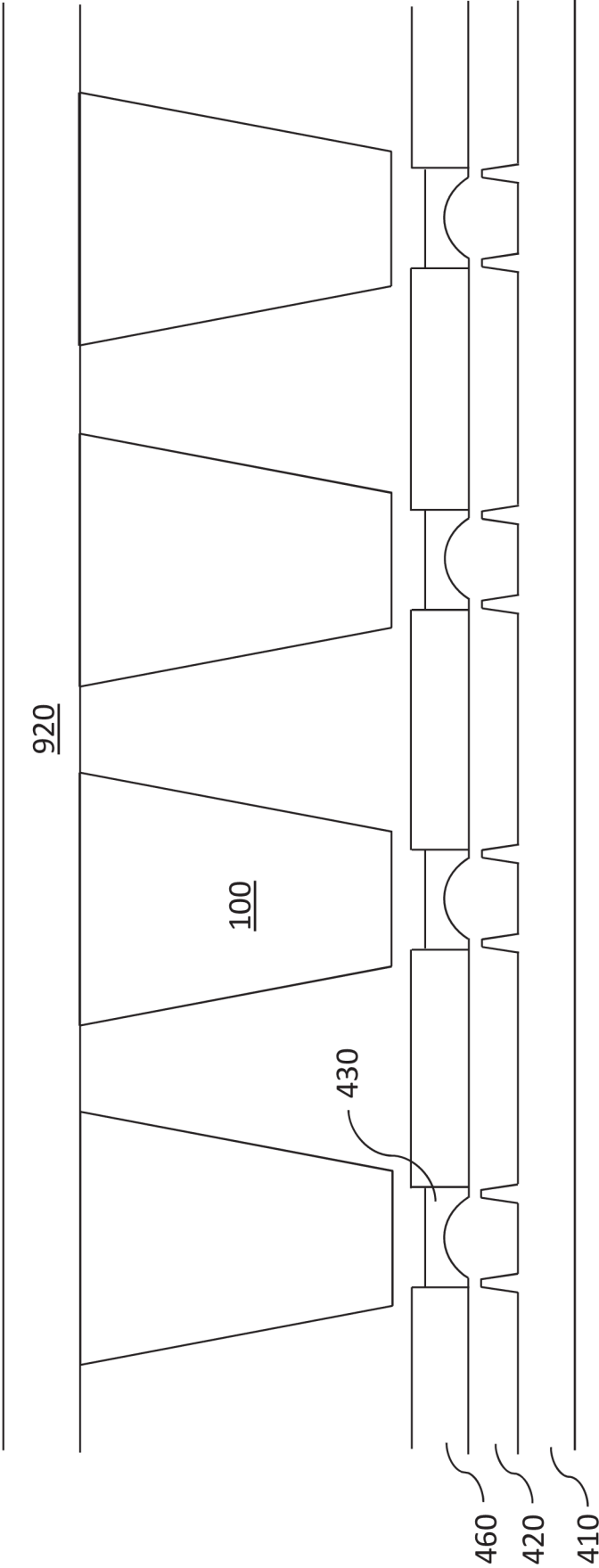


第11B圖

第11圖



第12圖



第13圖