

發明專利說明書

年 月 日修正替換頁

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97119839

※ 申請日期：97. 5. 29

※ IPC 分類：H01L 33/00 (2010.01)

H01L 21/86 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

垂直發光二極體之製造方法 / METHOD OF MANUFACTURING VERTICAL LIGHT
EMITTING DIODE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

三星電子股份有限公司 / SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

代表人：(中文/英文) 崔志成 / CHOI, GEE-SUNG

住居所或營業所地址：(中文/英文)

大韓民國 443-742 京畿道 水原市 靈通區 三星路 129
129, SAMSUNG-RO, YEONGTONG-GU, SUWON-SI, GYEONGGI-DO, 443-742,
REPUBLIC OF KOREA

國 籍：(中文/英文) 大韓民國 / Republic of Korea

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 梁鍾隣 YANG, JONG-IN

2. 李相範 LEE, SANG-BUM

3. 李時赫 LEE, SI-HYUK

4. 金泰亨 KIM, TAE-HYUNG

國 籍：(中文/英文)

1. 大韓民國 / Republic of Korea

2. 大韓民國 / Republic of Korea

3. 大韓民國 / Republic of Korea

4. 大韓民國 / Republic of Korea

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 大韓民國 / Republic of Korea、2007 年 11 月 23 日、10-2007-0120260

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：(中文案件名稱：垂直發光二極體之製造方法)

一種垂直發光二極體之製造方法，包括以下步驟。準備一藍寶石基板；形成一光發射結構於藍寶石基板上，光發射結構係由一 n 型氮化物半導體層、一主動層及一 p 型氮化物半導體層連續地疊置於藍寶石基板上所形成；形成一 p 型電極於 p 型氮化物半導體層上；形成一結構支撐層於 p 型電極上；藉由一 LLO 製程，移除藍寶石基板；藉由一 ISO 製程，分隔光發射結構成為數個單位 LED 元件；以及形成一 n 型電極於被分隔之光發射結構中之每一 n 型氮化物半導體層上。

六、英文發明摘要：(英文案件名稱：METHOD OF MANUFACTURING VERTICAL LIGHT EMITTING DIODE)

Provided is a method of manufacturing a vertical LED, the method including the steps of: preparing a sapphire substrate; forming a light emitting structure in which an n-type nitride semiconductor layer, an active layer, and a p-type nitride semiconductor layer are sequentially laminated on the sapphire substrate; forming a p-electrode on the p-type nitride semiconductor layer; forming a structure support layer on the p-electrode; removing the sapphire substrate through an LLO (laser

lift-off) process; isolating the light emitting structure into unit LED elements through an ISO (isolation) process; and forming an n-electrode on each of the n-type nitride semiconductor layers of the isolated light emitting structures.

年 月 日修正替換頁

七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 3F 圖

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

110：光發射結構

112：n 型氮化物半導體層

114：主動層

115：p 型氮化物半導體層

140：p 型電極

160：結構支撐層

170：n 型電極

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

本案主張韓國專利申請案號 10-2007-0120260 的優先權，其在韓國專利局的申請日為 2007/11/23，其內容在此一併做為參考

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種垂直發光二極體（LED）之製造方法，藉由一用以移除一藍寶石基板之雷射剝離（laser lift-off）製程，來避免一光發射結構之損壞。

【先前技術】

一般來說，一氮化物基的 LED 半導體係形成於一藍寶石基板，藍寶石基板係具有不導電性與低導熱性。因此，想要藉由縮小氮化物基的 LED 半導體之尺寸來降低成本，係有所侷限的。特別地，高功率之 LED 必須使用高電流，所以解決 LED 之熱沉（heat-sink）問題係重要的。為了解決此問題，提出一垂直 LED，係藉由一雷射剝離技術來移除藍寶石基板。

一傳統的垂直 LED 之製造方法係揭露於第 1A~1F 圖。

第 1A~1F 圖係連續地繪示一傳統垂直 LED 之製造方法。

首先，如第 1A 圖所示，一光發射結構 110 形成於一透明基板 100，例如是藍寶石，光發射結構 110 包括一 n 型氮化物半導體層 112、一具有多量子井結構

（multi-quantum well structure）之氮化鎵/氮化銦鎵

(GaN/InGaN) 主動層 114 及一 p 型氮化物半導體層 115，其係連續地疊置於藍寶石基板上。

如第 1B 圖所示，用以定義單位 LED 元件之尺寸之光阻圖案 PR 係形成於 p 型氮化物半導體層 115 上。

接著，如第 1C 圖所示，藉由一應用乾蝕刻 (dry etching) 製程，例如是電感耦合電漿 (Inductive Coupled Plasma, ICP)，或一具有預定光阻圖案之光罩之 ISO 製程，光發射結構被分隔成數個單位 LED 元件。然後，再移除光阻圖案。

雖然沒有繪示，在分隔光發射結構 110 成為單位 LED 元件之後，一絕緣薄膜 (insulating film) 或一反射薄膜 (reflecting film) 係形成於被分隔之光發射結構 110 之側面。此外，視 LED 之特性及製程條件來決定絕緣薄膜或反射薄膜是否可以被省去。

接著，如第 1D 圖所示，一 p 型電極 140 係形成於每一被分隔之光發射結構 110 上。然後，如第 1E 圖所示，形成一結構支撐層 160 於 p 型電極 140。

再來，如第 1F 圖所示，藉由 LLO 製程，移除基板 100。於 LLO 製程中，當一約 $700\text{mJ}/\text{cm}^2$ 之能量在常溫下作用至一箭頭方向處時，此能量係被基板 100 與光發射結構 110 間之介面所吸收，使得光發射結構 110 之連結表面產生熱不安定性，導致基板 100 與光發射結構 110 彼此分離。

然後，雖然沒有繪示，移除基板後，形成一 n 型電極於暴露之每一 n 型氮化物半導體層 112 上，以形成垂直

LED。

在傳統的垂直 LED 之製造方法中，當 LLO 製程被執行後，光發射結構 110 之邊緣常會發生裂縫，如第 2 圖中之局部 A 所示。於是，此裂縫成為 LED 元件之缺陷。第 2 圖係為一照片，顯示依照傳統製造方法所製造之垂直 LED 的問題。

此外，形成於被分隔之光發射結構之側面的絕緣薄膜或反射薄膜也可能會產生裂縫，或者，絕緣薄膜或反射薄膜之間的黏結度也可能降低。

因此，當依照傳統製造方法製作一垂直 LED 時，由於上述所描述之問題，垂直 LED 之特性及可靠度係降低。

【發明內容】

有鑑於此，本發明就是在提出一種垂直 LED 之製造方法，藉由一用以移除一藍寶石基板之 LLO 製程，來避免了一光發射結構之損壞。

此外，其餘的觀點及廣義發明概念之優點將於下文中提出，且部分之觀點及廣義發明概念之優點將顯見於下文中，或可藉由廣義發明概念之實施方式瞭解。

根據本發明之一方面，提出一種垂直 LED 之製造方法，包括以下步驟。準備一藍寶石基板；形成一光發射結構於藍寶石基板上，光發射結構係由一 n 型氮化物半導體層、一主動層及一 p 型氮化物半導體層連續地疊置於藍寶石基板上所形成；形成一 p 型電極於 p 型氮化物半導體層

上；形成一結構支撐層於 p 型電極上；藉由一 LLO 製程，移除藍寶石基板；藉由一 ISO 製程，分隔光發射結構成為數個單位 LED 元件；以及形成一 n 型電極於被分隔之光發射結構中之每一 n 型氮化物半導體層上。

較佳地，製造方法更包括以下步驟。分隔光發射結構之後，形成一絕緣薄膜或一反射薄膜於被分隔之光發射結構之側面。

根據本發明之另一方面，提出一種垂直 LED 之製造方法，包括以下步驟。準備一藍寶石基板；形成一光發射結構於藍寶石基板上，光發射結構係由一 n 型氮化物半導體層、一主動層及一 p 型氮化物半導體層連續地疊置於藍寶石基板上所形成；形成數個緩衝薄膜 (buffer film) 於 p 型氮化物半導體層上對應於元件分隔區之部分表面；形成一 p 型電極於形成有此些緩衝薄膜之結構上；形成一結構支撐層於形成有 p 型電極之結構上；藉由一 LLO 製程，移除藍寶石基板；藉由一 ISO 製程，分隔光發射結構成為數個單位 LED 元件；以及形成一 n 型電極於被分隔之光發射結構中之每一 n 型氮化物半導體層上。

較佳地，p 型電極係形成於 p 型氮化物半導體層中不包含形成有此些緩衝薄膜之表面上。

較佳地，緩衝薄膜係由一非導體材料所組成。此非導體材料係可以使用光阻劑、聚亞醯胺 (polyimide)、環氧類樹脂 (epoxy) 及介電質 (dielectric)。

根據本發明之再一方面，提出一種垂直 LED 之製造方

法，包括以下步驟。準備一藍寶石基板；形成一光發射結構於藍寶石基板上，光發射結構係由一 n 型氮化物半導體層、一主動層及一 p 型氮化物半導體層連續地疊置於藍寶石基板上所形成；進行一用以分隔光發射結構成為數個單位 LED 元件之第一 ISO 製程，以使光發射結構中對應於元件分隔區之部位產生一預定厚度；形成一 p 型電極於 p 型氮化物半導體層上對應於單位 LED 元件區之表面；形成一結構支撐層於 p 型電極；藉由一 LLO 製程，移除藍寶石基板；進行一用以完整地分隔光發射結構成為單位 LED 元件之第二 ISO 製程，以移除光發射結構上對應於元件分隔區之殘留部分；以及形成一 n 型電極於被分隔之光發射結構中之每一 n 型氮化物半導體層上。

較佳地，在執行第一 ISO 製程之後，形成一第一絕緣薄膜或一第一反射薄膜於被分隔之光發射結構之側面。

較佳地，在執行第二 ISO 製程之後，形成一第二絕緣薄膜或一第二反射薄膜於被分隔之光發射結構之側面。

為讓本發明之上述內容能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

以下將利用廣義發明概念之實施例配合相關圖式詳盡地說明本發明，圖式中相同的編號用以代表相同之元件。於圖式中，為了清楚地闡述各層之特性，各層之厚度及範圍是以較為誇大的方式繪製。

本發明之實施例將參照圖式詳盡地描述於下文中。

第一實施例

請參照第 3A 圖及第 3F 圖，依照本發明第一實施例之垂直 LED 之製造方法係於此被描述。

第 3A 圖及第 3F 圖連續地繪示依照本發明之第一實施例之垂直 LED 之製造方法之示意圖。

首先，如第 3A 圖所示，一由一氮化物半導體 (nitride-based semiconductor) 層組成之光發射結構 110 係形成於一透明基板 100，例如藍寶石基板上。光發射結構 110 包括一 n 型氮化物半導體層 112、一具有多量子井結構之 GaN/InGaN 主動層 114 及一 p 型氮化物半導體層 115，係連續地疊置於藍寶石基板上。

n 型氮化物半導體層 112、p 型氮化物半導體層 115 及主動層 114 可以由一具有分子式 $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$ 之氮化物半導體材料所組成，其中， $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ，及 $0 \leq x+y \leq 1$ 。並且，也可以藉由一已知之氮化物沉積製程，例如有機金屬化學澱積法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD) 所形成。

主動層 114 可以由一量子井層 (quantum-well layer) 或雙異質接面結構 (double hetero structure) 所組成。

接著，如第 3B 圖所示，一 p 型電極 140 形成於光發射結構 110 之 p 型氮化物半導體層 115 上。較佳地，p 型電極之形成係作為一電極與一反射薄膜。

然後，如第 3C 圖所示，藉由一共晶鍵合 (eutectic bonding) 方式，一用以結合結構支撐層之一結合層 (未繪示) 形成於 p 型電極 140 上。施以一高溫與一高壓於結合層以進行一鍵合製程，使得結構支撐層 160 結合於 p 型電極 140 上。因為結構支撐層 160 作為一完成之 LED 之一支撐層及電極，所以結構支撐層 160 係由一具有良熱導性與良導電性之一矽基板 (silicon substrate) 所組成。

結合層可以由金 (Au) 或一金合金，例如是金錫 (AuSn) 所組成。

接著，如第 3D 圖所示，藉由 LL0 製程，基板 100 係被移除。當一約 $700\text{mJ}/\text{cm}^2$ 之能量在常溫下作用至一箭頭方向處時，此能量係被基板 100 與光發射結構 110 間之介面所吸收，使得光發射結構 110 之連結表面產生熱不穩定性，導致基板 100 與光發射結構 110 彼此分離。

接著，一用以定義單位 LED 之需求尺寸之光阻圖案 (未繪示) 形成於 n 型氮化物半導體層 112 上。

接著，如第 3E 圖所示，藉由一應用電感耦合電漿之乾蝕刻製程或一應用雷射之 ISO 製程，光阻圖案係由一蝕刻光罩定義出。然後，再移除光阻圖案。

接著，如第 3F 圖所示，一 n 型電極 170 形成於被分隔之光發射結構 110 之每一 n 型氮化物半導體層 112，如此形成了垂直 LED。

在本實施例中，用以分隔光發射結構成為數個 LED 元件之 ISO 製程，係於用以剝離藍寶石基板之 LL0 製程之後

才被執行。因此，避免了光發射結構之損壞，例如在先前技術中，於 LLO 製程裡因雷射之衝擊所發生之裂縫。

此外，如第 4 圖所示，在光發射結構 110 被分隔成數個 LED 元件之後，亦即第 3E 圖被執行之後，一絕緣薄膜 200 可以形成於被分隔之光發射結構 110 之側面。視 LED 之特性及依處理方案而定，也可以省去絕緣薄膜 200。在本實施例中，視 LED 之特性而定，一反射薄膜可以被絕緣薄膜 200 取代。第 4 圖繪示依照本發明第一實施例之垂直 LED 之另一種製造方法之示意圖。

第二實施例

依照本發明第二實施例之垂直 LED 之製造方法係被描述於如第 5 圖中。與第一實施例之相同結構之描述係於此被省略。

第 5 圖繪示依照本發明第二實施例之垂直 LED 之製造方法之示意圖。

本發明第二實施例之垂直 LED 之製造方法係幾乎與第一實施例相同。然而，如第 5 圖所示，依照本發明第二實施例之垂直 LED 之製造方法更包括以下步驟。於 p 型電極 140 形成於 p 型氮化物半導體層 115 之前，形成數個緩衝薄膜 (buffer film) 300 於 p 型氮化物半導體層 115 上對應於元件分隔區之部份表面。

在本實施例中，如第一實施例一樣，用以分隔光發射結構成為數個單位 LED 元件之 ISO 製程係於用以剝離基板

之 LL0 製程之後才被執行。因此，可以獲得如同第一實施例一樣的效果。

較佳地，緩衝薄膜 300 係由一非導體材料所組成。特別一提的是，緩衝薄膜 300 係由光阻劑、聚亞醯胺、環氧類樹脂或介電質所組成。

因為依照第二實施例之方法更包括形成緩衝薄膜 300，相較於第一實施例，p 型電極可以更確實地避免 ISO 製程中之雷射衝擊。

第三實施例

依照本發明第二實施例之垂直 LED 之製造方法係被描述於第 6E~6E 圖中。與第一實施例之相同結構之描述係於此被省略。

如第 6E~6E 圖繪示依照本發明第三實施例之垂直 LED 之製造方法之示意圖。

本發明第三實施例之垂直 LED 之製造方法係幾乎與第一實施例相同。然而，依照本發明第三實施例之垂直 LED 之製造方法不同於第一實施例之處在於，分隔光發射結構 110 成為單位 LED 元件之製程係分割為兩個步驟，用以從光發射結構 110 移除基板 100 之 LL0 製程係執行於此兩個步驟之前。

依照本發明第三實施例之垂直 LED 之製造方法之步驟如下陳述。首先，如第一實施例之第 3A 圖所示，光發射結構 110 形成於基板 100 上。

接著，如第 6A 圖所示，用以定義 LED 元件之需求尺寸之光阻圖案 PR 係形成於光發射結構 110 之 p 型氮化物半導體層 115 上。

然後，如第 6B 圖所示，用以分隔光發射結構 110 成為 LED 元件之第一 ISO 製程係應用雷射或一應用 ICP 之乾蝕刻係被執行，然後光阻圖案係由一蝕刻光罩定義出，使得光發射結構 110 上對應於元件分隔區之部位產生一預定厚度。

然後，移除光阻圖案 PR。

然後，如第 6C 圖所示，p 型電極 140 係形成於每一單位 LED 元件之 p 型氮化物半導體層 115 之表面，並且，一結構支撐層 160 係形成於 p 型電極上。

然後，如第 6D 圖所示，基板 100 係於 LLO 製程中被移除。

然後，如第 6E 圖所示，藉由一第二 ISO 製程，光發射結構 110 上對應於元件分隔區之殘留部分係被移除，使得光發射結構 110 被分隔成數個 LED 元件。

然後，如第一實施例之第 3F 圖所示，一 n 型電極 170 係形成於被分隔之光發射結構 110 之每一 n 型氮化物半導體層 112 上。

在本實施例中，於用以移除基板之 LLO 製程之後，如同第一實施例一樣，第二 ISO 製程係完全地分隔光發射結構成為 LED 元件。

雖然未繪示，視 LED 之特性及一製程方案而定，依照

本發明第三實施例之垂直 LED 之製造方法更包括以下步驟。於第一 ISO 製程之後，形成一第一絕緣薄膜或一第一反射薄膜於被分隔之光發射結構之側面之步驟，以及，於第二 ISO 製程之後，形成一第二絕緣薄膜或一第二反射薄膜於被分隔之光發射結構之側面。

根據本發明，在用以分隔光發射結構成為數個 LED 元件之 ISO 製程之前，用以從光發射結構剝離藍寶石基板之 LLO 製程被執行。因此，可以更確實地避免光發射結構之損壞，例如是 LLO 製程中之雷射衝擊所造成之裂縫。

根據本發明之方法，不只提昇垂直 LED 之特性及可靠度，還提升了垂直 LED 之生產率。

綜上所述，雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。本發明所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾。因此，本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

年 月 日修正替換頁

【圖式簡單說明】

第 1A~1F 圖繪示垂直 LED 之傳統製造方法之示意圖。

第 2 圖繪示傳統製造方法所製造之垂直 LED 之問題之示意圖。

第 3A~3F 圖繪示依照本發明第一實施例之垂直 LED 之製造方法之示意圖。

第 4 圖繪示依照本發明第一實施例之垂直 LED 之另一種製造方法之示意圖。

第 5 圖繪示依照本發明第二實施例之垂直 LED 之製造方法之示意圖。

第 6A~6E 圖繪示依照本發明第三實施例之垂直 LED 之製造方法之示意圖。

【主要元件符號說明】

100：基板

110：光發射結構

112：n 型氮化物半導體層

114：主動層

115：p 型氮化物半導體層

140：p 型電極

160：結構支撐層

170：n 型電極

200：絕緣薄膜

300：緩衝薄膜

年 月 日修正替換頁

十、申請專利範圍：

1. 一種垂直發光二極體 (LED) 之製造方法，包括：
準備一藍寶石基板 (sapphire substrate)；
形成一光發射結構於該藍寶石基板上，該光發射結構係由一 n 型氮化物半導體層 (n-type nitride semiconductor layer)、一主動層及一 p 型氮化物半導體層 (p-type nitride semiconductor layer) 連續地疊置於該藍寶石基板上所形成；
形成一 p 型電極於該 p 型氮化物半導體層上；
形成一結構支撐層於該 p 型電極上；
藉由一雷射剝離 (Laser lift-off, LLO) 製程，移除該藍寶石基板；
藉由一分隔 (isolation, ISO) 製程，在移除該藍寶石基板後，分隔該光發射結構成為複數個單位 LED 元件；
以及
形成一 n 型電極於被分隔之該光發射結構中之各該些 n 型氮化物半導體層上。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之製造方法，更包括：
在分隔該光發射結構之後，形成一絕緣薄膜 (insulating film) 於被分隔之該光發射結構之側面。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之製造方法，更包括：
在分隔該光發射結構之後，形成一反射薄膜 (reflecting film) 於被分隔之該光發射結構之側面。
4. 一種垂直 LED 之製造方法，包括：

準備一藍寶石基板；

形成一光發射結構於該藍寶石基板上，該光發射結構係由一 n 型氮化物半導體層、一主動層及一 p 型氮化物半導體層連續地疊置於該藍寶石基板上所形成；

形成複數個緩衝薄膜 (buffer film) 於該 p 型氮化物半導體層上之部分表面；

形成一 p 型電極於形成有該些緩衝薄膜之結構上；

形成一結構支撐層於形成有該 p 型電極之結構上；

藉由一 LLO 製程，移除該藍寶石基板；

藉由一 ISO 製程，在移除該藍寶石基板後，分隔該光發射結構成為複數個單位 LED 元件；以及

形成一 n 型電極於被分隔之該光發射結構中之各該些 n 型氮化物半導體層上。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之製造方法，其中該 p 型電極係形成於該 p 型氮化物半導體層中不包含形成有該些緩衝薄膜之表面上。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之製造方法，其中該些緩衝薄膜係由一非導體材料所組成。

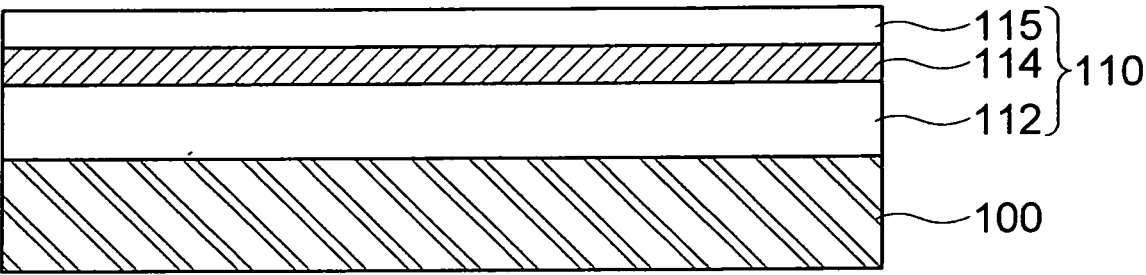
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之製造方法，其中該非導體材料係由光阻劑、聚亞醯胺 (polyimide)、環氧類樹脂 (epoxy) 及介電質 (dielectric) 中至少一者所組成。

8. 如申請專利範圍第 4 項所述之製造方法，更包括：在分隔該光發射結構之後，形成一絕緣薄膜於被分隔

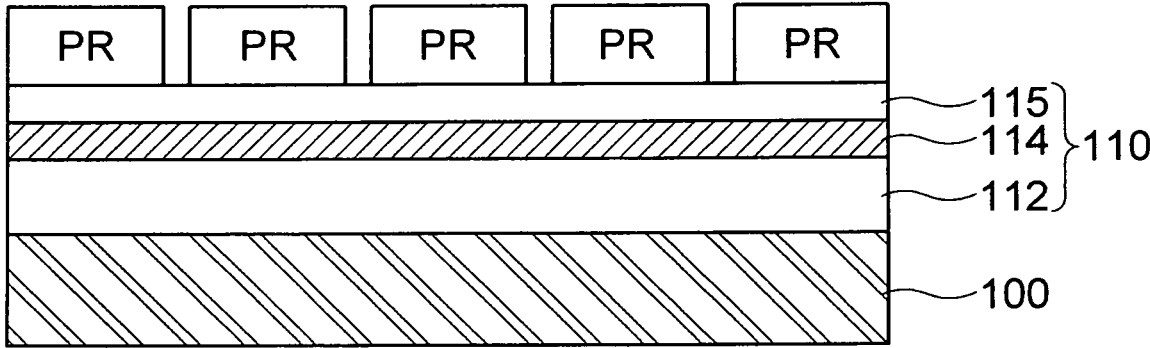
年 月 日修正替換頁

之該光發射結構之側面。

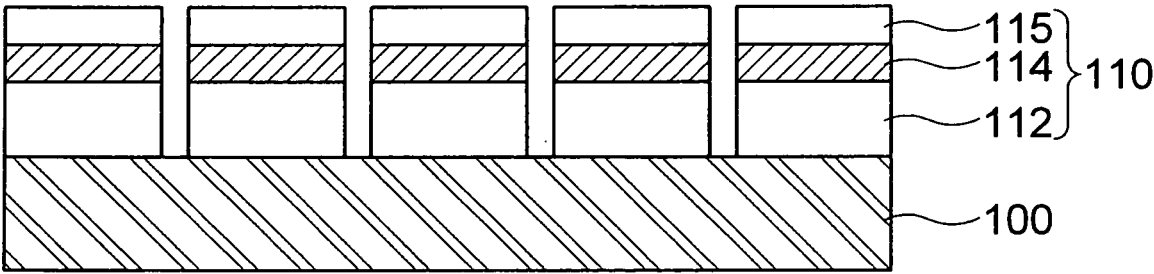
9. 如申請專利範圍第 4 項所述之製造方法，更包括：
在分隔該光發射結構之後，形成一反射薄膜於被分隔
之該光發射結構之側面。



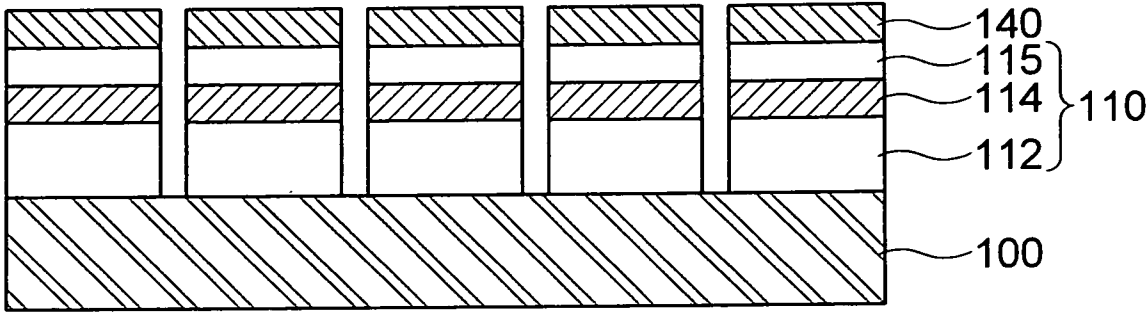
第 1A 圖(習知技藝)



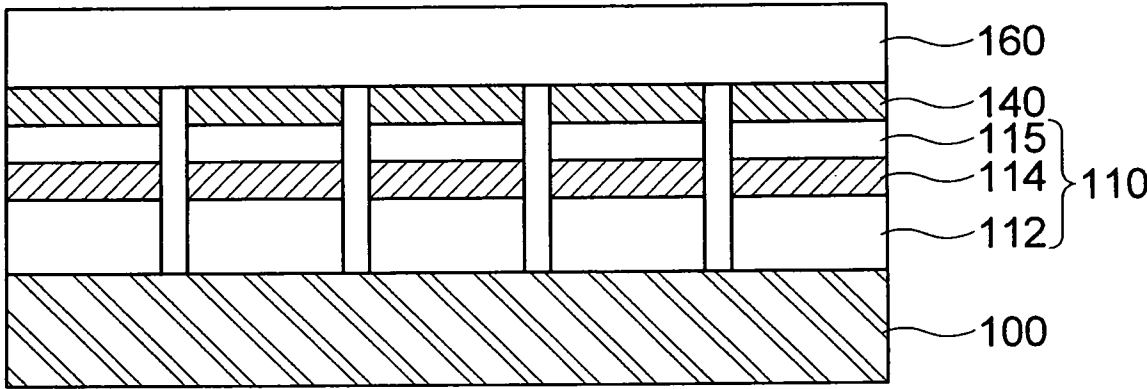
第 1B 圖(習知技藝)



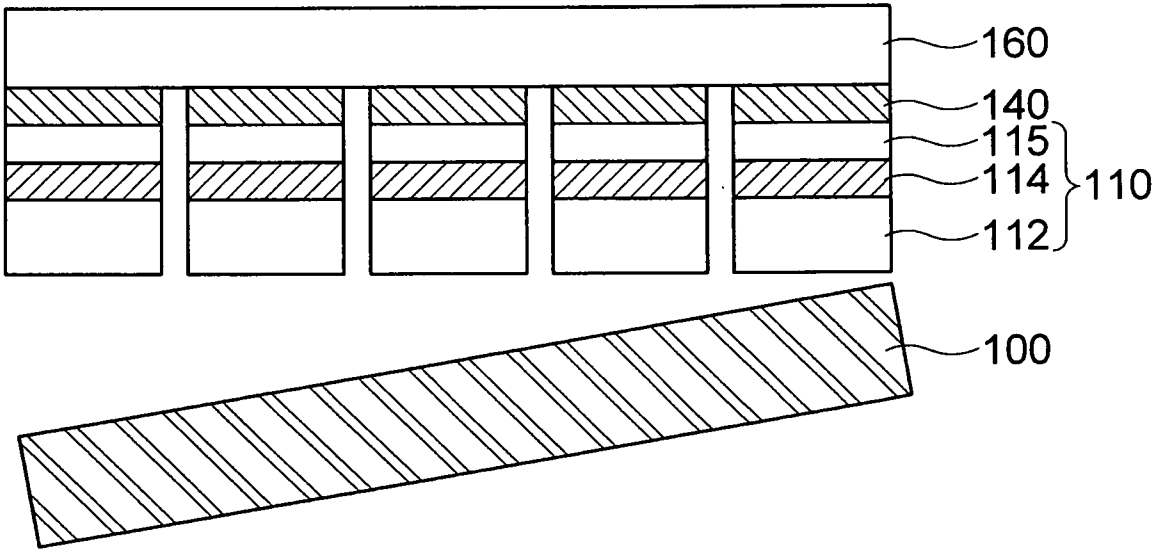
第 1C 圖(習知技藝)



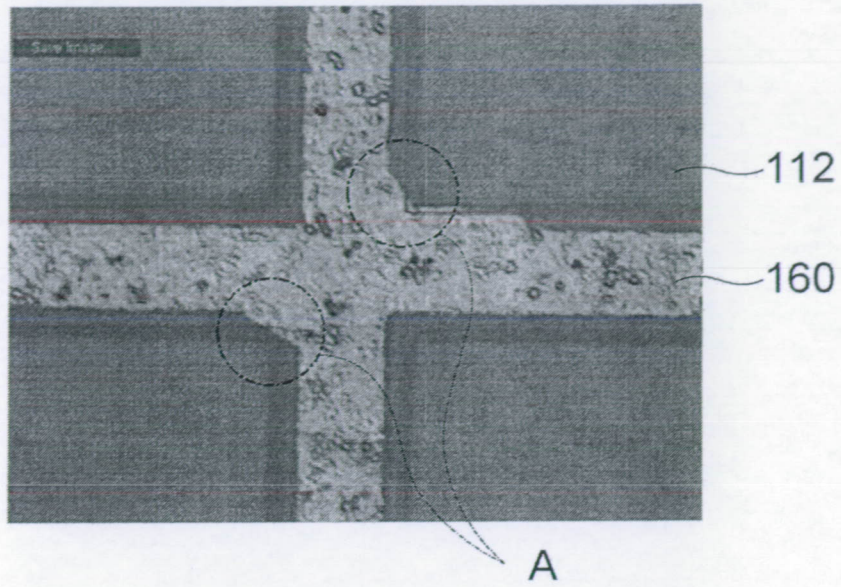
第 1D 圖(習知技藝)



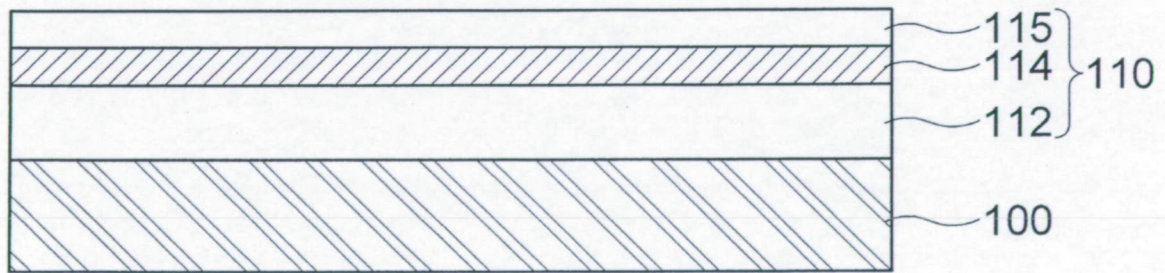
第 1E 圖(習知技藝)



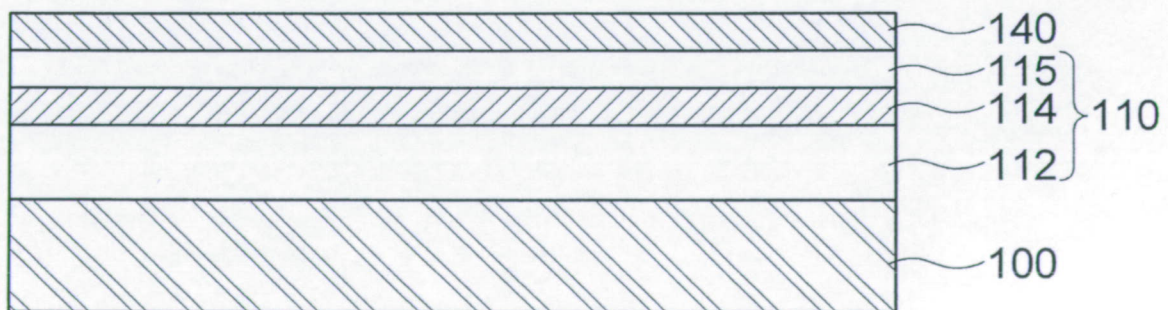
第 1F 圖(習知技藝)



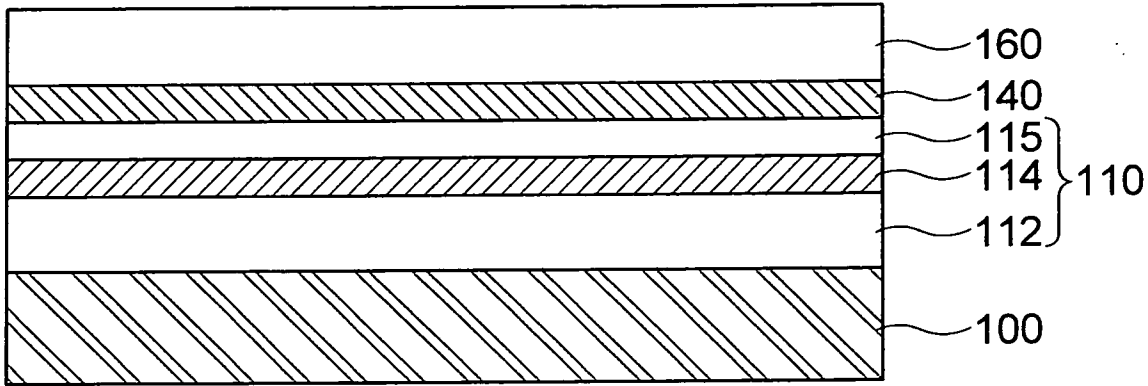
第 2 圖(習知技藝)



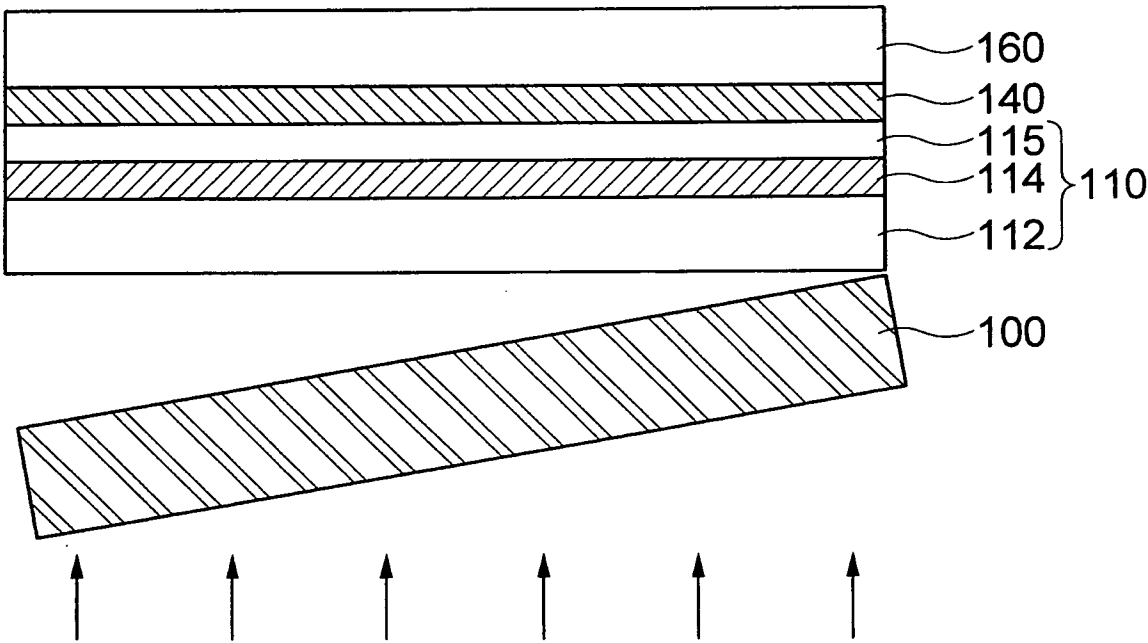
第 3A 圖



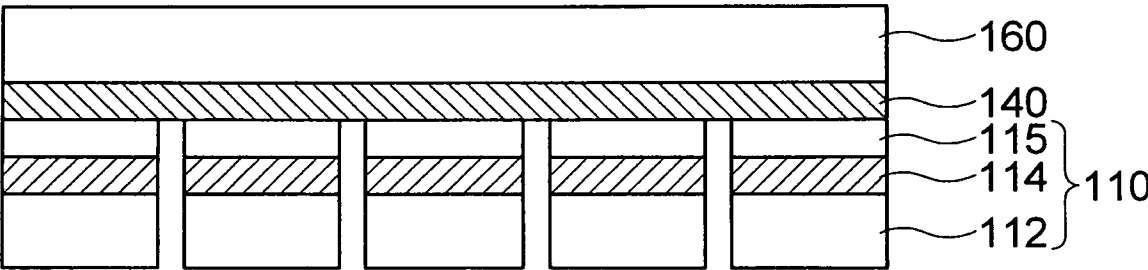
第 3B 圖



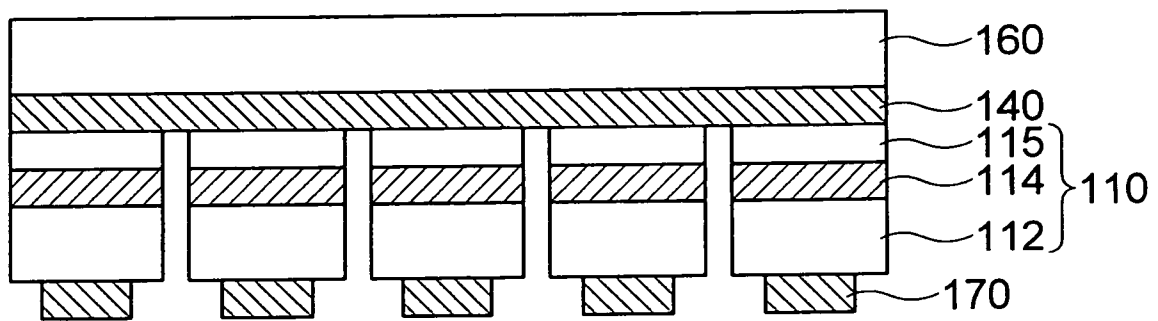
第 3C 圖



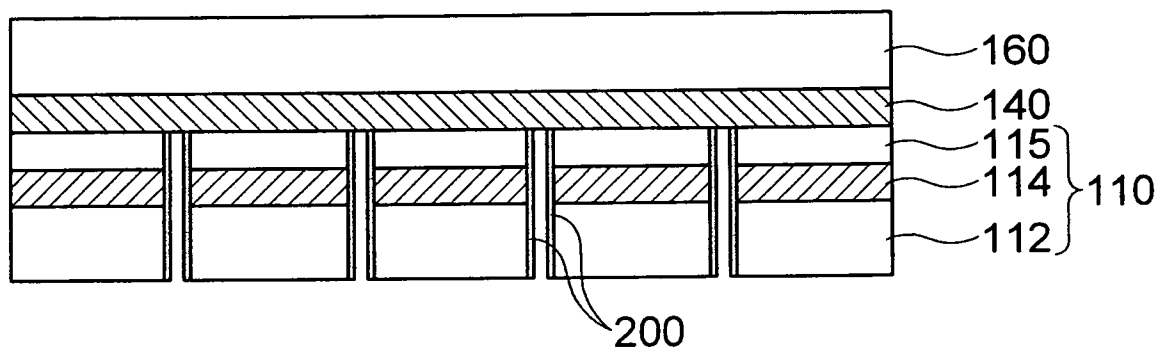
第 3D 圖



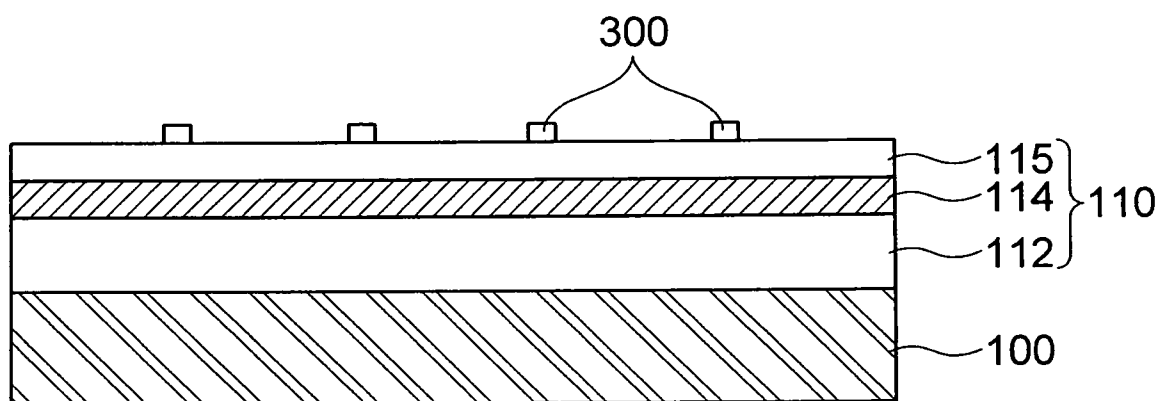
第 3E 圖



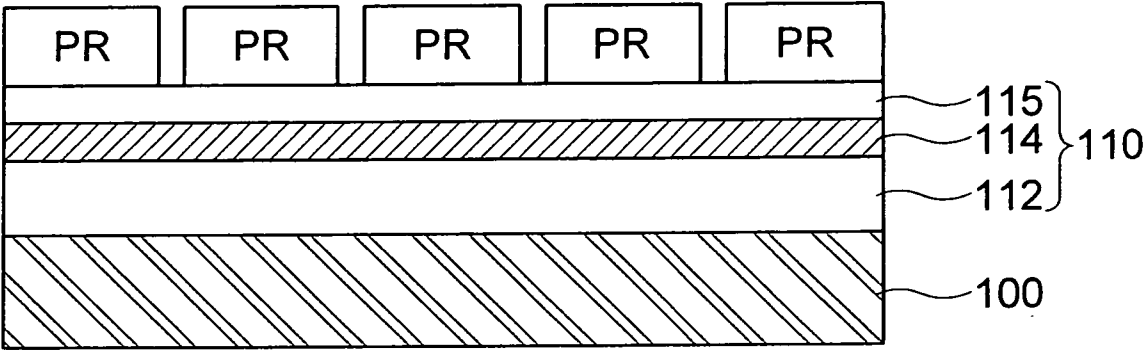
第 3F 圖



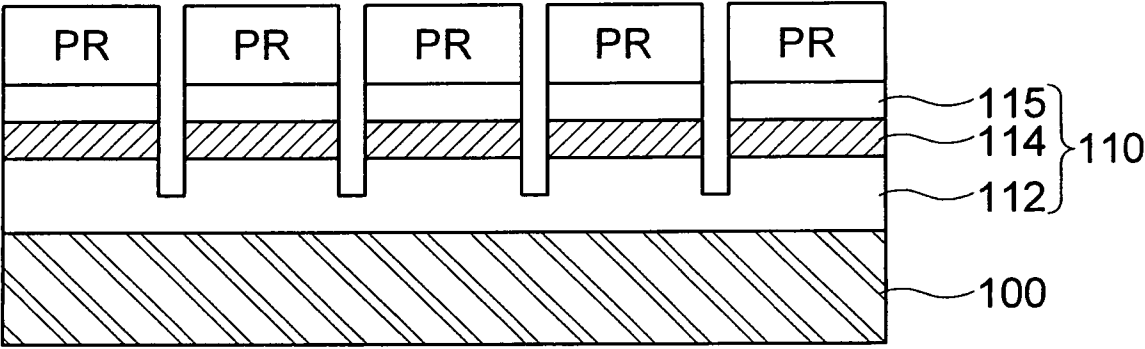
第 4 圖



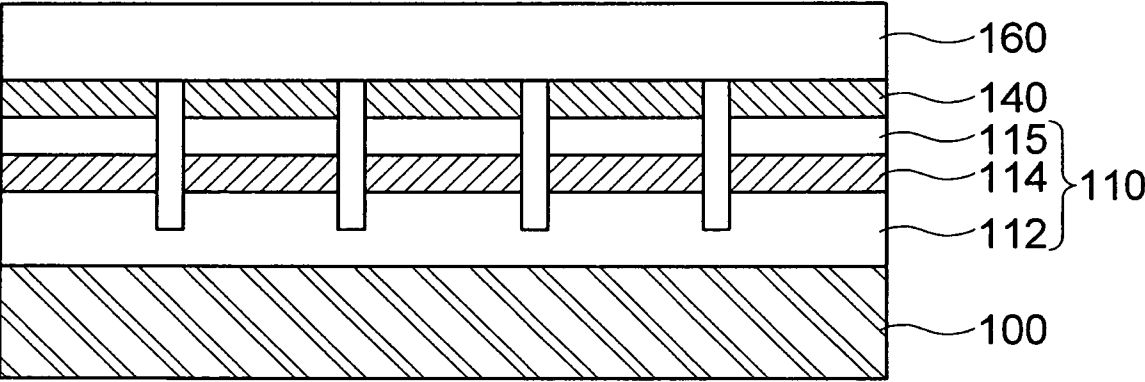
第 5 圖



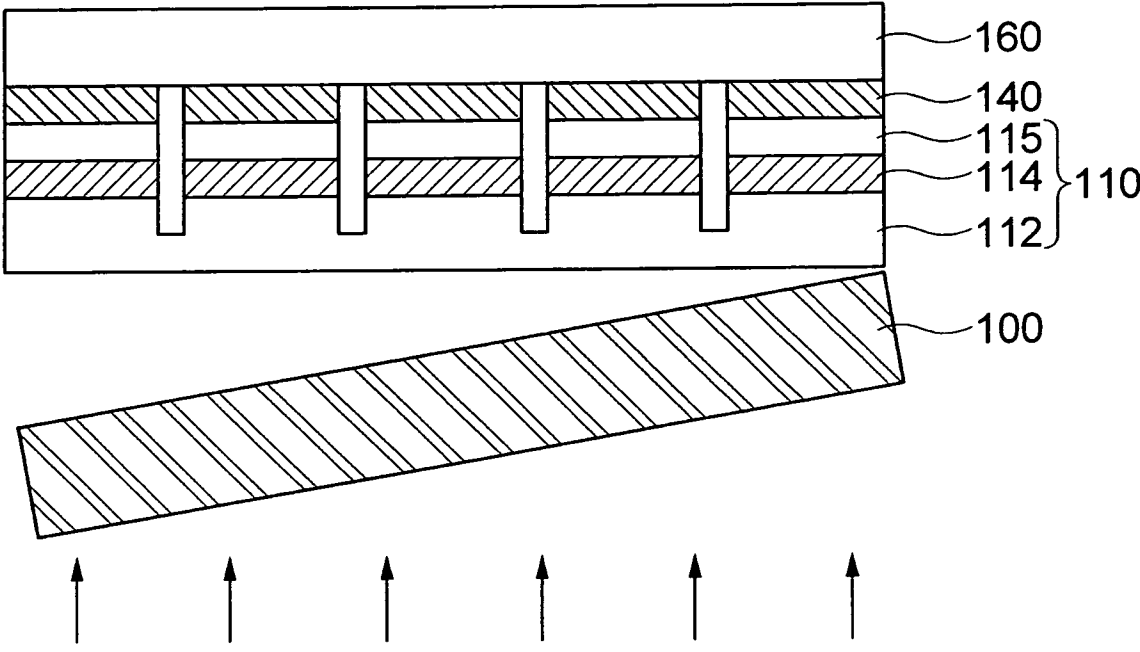
第 6A 圖



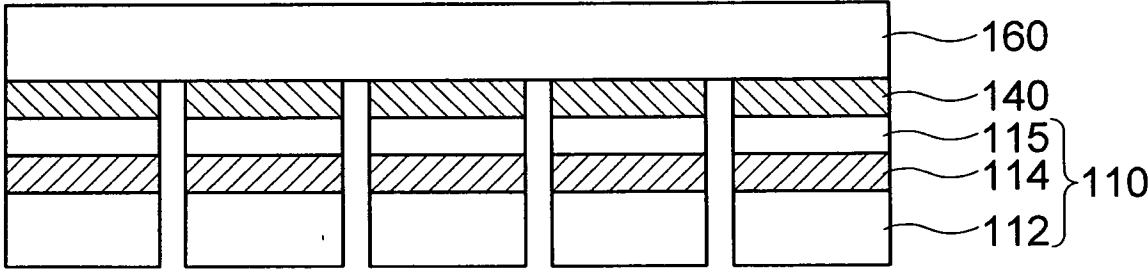
第 6B 圖



第 6C 圖



第 6D 圖



第 6E 圖