



(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 I474507 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 21 日

(21) 申請案號：100137803

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 10 月 18 日

(51) Int. Cl. : **H01L33/02 (2010.01)**(71) 申請人：隆達電子股份有限公司 (中華民國) LEXTAR ELECTRONICS CORPORATION
(TW)

新竹市科學園區工業東三路 3 號

(72) 發明人：余長治 YU, CHING CHIN (TW)；林孟毅 LIN, MONG EA (TW)

(74) 代理人：祁明輝；林素華；涂綺玲

(56) 參考文獻：

TW 200921937A

TW 201103164A

US 2010/0276665A1

審查人員：湯欽全

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：1 共 17 頁

(54) 名稱

固態發光元件之製作方法

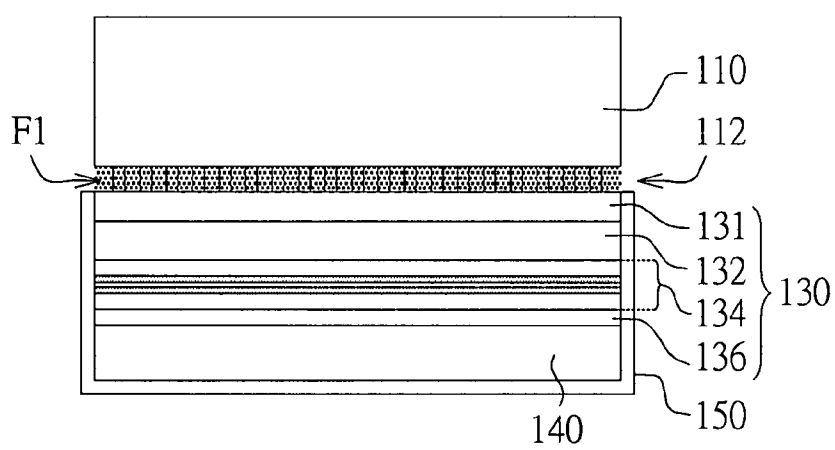
MANUFACTURING METHOD OF SOLID STATE LIGHT EMITTING ELEMENT

(57) 摘要

一種固態發光元件之製作方法。形成多個間隔排列的凸出結構於第一基板上。形成一緩衝層於此些凸出結構上，緩衝層填滿於此些凸出結構之間隙。形成磊晶成長層於緩衝層上，以形成一第一半導體堆疊結構。將第一半導體堆疊結構倒置於一第二基板上，以使第一型半導體磊晶層接合第二基板，形成一第二半導體堆疊結構。以一第一蝕刻液蝕刻緩衝層，形成一第三半導體堆疊結構。以一第二蝕刻液滲入此些凸出結構之間隙中，使得此些凸出結構被蝕刻掉。將第一基板從第三半導體堆疊結構移除，以形成一第四半導體堆疊結構。

A manufacturing method of a solid state light emitting element is provided. A plurality of protrusion structures separated to each other is formed on a first substrate. A buffer layer is formed on the protrusion structures and filled the gaps between protrusion structures. An epitaxy growth layer is formed on the buffer layer to form a first semiconductor stacking structure. The first semiconductor stacking structure is inverted to a second substrate so that the first semiconductor stacking structure and the second substrate are connected to form a second semiconductor stacking structure. The buffer layer is etched by a first etchant solution to form a third semiconductor stacking structure. A second etchant solution is used to permeate through the gaps between the protrusion structures so that the protrusion structures are etched completely. The first substrate is removed from the third semiconductor stacking structure to form a fourth semiconductor stacking structure.

102



- 102 . . . 第三半導體堆疊結構
- 110 . . . 第一基板
- 112 . . . 凸出結構
- 130 . . . 磊晶成長層
- 131 . . . 未摻雜雜質氮化物磊晶層
- 132 . . . 第二型半導體磊晶層
- 134 . . . 主動層
- 136 . . . 第一型半導體磊晶層
- 140 . . . 第二基板
- 150 . . . 保護層
- F1 . . . 第一蝕刻液

第 1E 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100/37803

※ 申請日：100.10.18 ※IPC 分類：H01L 31/02 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

固態發光元件之製作方法 / MANUFACTURING METHOD OF
SOLID STATE LIGHT EMITTING ELEMENT

二、中文發明摘要：

一種固態發光元件之製作方法。形成多個間隔排列的凸出結構於第一基板上。形成一緩衝層於此些凸出結構上，緩衝層填滿於此些凸出結構之間的間隙。形成磊晶成長層於緩衝層上，以形成一第一半導體堆疊結構。將第一半導體堆疊結構倒置於一第二基板上，以使第一型半導體磊晶層接合第二基板，形成一第二半導體堆疊結構。以一第一蝕刻液蝕刻緩衝層，形成一第三半導體堆疊結構。以一第二蝕刻液滲入此些凸出結構之間的間隙中，使得此些凸出結構被蝕刻掉。將第一基板從第三半導體堆疊結構移除，以形成一第四半導體堆疊結構。

三、英文發明摘要：

A manufacturing method of a solid state light emitting element is provided. A plurality of protrusion structures separated to each other is formed on a first substrate. A buffer layer is formed on the protrusion structures and filled the gaps between protrusion structures. An epitaxy growth layer is formed on the buffer layer to form a first semiconductor stacking structure. The first semiconductor stacking

TW8059PA

structure is inverted to a second substrate so that the first semiconductor stacking structure and the second substrate are connected to form a second semiconductor stacking structure. The buffer layer is etched by a first etchant solution to form a third semiconductor stacking structure. A second etchant solution is used to permeate through the gaps between the protrusion structures so that the protrusion structures are etched completely. The first substrate is removed from the third semiconductor stacking structure to form a fourth semiconductor stacking structure.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1E) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

102：第三半導體堆疊結構

110：第一基板

112：凸出結構

130：磊晶成長層

131：未摻雜雜質氮化物磊晶層

132：第二型半導體磊晶層

134：主動層

136：第一型半導體磊晶層

140：第二基板

150：保護層

F1：第一蝕刻液

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種發光元件，且特別是有關於一種固態發光元件之製作方法。

【先前技術】

發光二極體（Light-Emitting Diode，LED）主要是透過電能轉化為光能的方式發光。發光二極體的主要的組成材料是半導體，其中含有帶正電的電洞比率較高的稱為P型半導體，含有帶負電的電子比率較高的稱為N型半導體。P型半導體與N型半導體相接處形成PN接面。在發光二極體晶片的正極及負極兩端施加電壓時，電子將與電洞結合。電子與電洞結合後便以光的形式發出。

以氮化鎵為材料之發光二極體的製作方法，係以藍寶石（sapphire）為磊晶承載基板，先形成緩衝層於基板上，再於緩衝層上生長出氮化鎵，可獲得品質較佳的氮化鎵磊晶成長層。但藍寶石基板具有導電效果差與散熱不佳的問題，所以必須再將氮化鎵磊晶成長層轉移至導電性與導熱性較佳之基板上，才能提高發光二極體的散熱效率。習知的製程係以準分子脈衝雷射光移除氮化鎵磊晶下方之藍寶石基板，也就是廣泛使用之雷射剝蝕法（Laser lift-off）。然而，雷射剝蝕法的製程難度較高，且高能量的雷射容易破壞氮化鎵磊晶，因此如何改善現有的製程，使氮化鎵磊晶能在不被破壞原來性質的前提下成功地移除藍寶石基板，乃業界亟待解決的關鍵因素之一。

【發明內容】

本發明係有關於一種固態發光元件之製作方法，係以蝕刻液與被蝕刻物之間的化學反應，將磊晶成長層下方的基底層蝕刻掉，進而使磊晶成長層在不被破壞的前提下成功地與基板分離。

根據本發明之一方面，提出一種固態發光元件之製作方法，包括下列步驟。提供一第一基板。形成多個間隔排列的凸出結構於第一基板上。形成一緩衝層於此些凸出結構上，緩衝層填滿於此些凸出結構之間的間隙。形成一由第二型半導體磊晶層、一主動層以及一第一型半導體磊晶層依序成長之磊晶成長層於緩衝層上，形成一第一半導體堆疊結構。將第一半導體堆疊結構倒置於一第二基板上，以使第一型半導體磊晶層接合第二基板，形成一第二半導體堆疊結構。以一第一蝕刻液處理第二半導體堆疊結構，使得緩衝層被蝕刻掉，形成一第三半導體堆疊結構。以一第二蝕刻液處理第三半導體堆疊結構，使得第二蝕刻液滲入位在第一基板與第二型半導體磊晶層間之此些凸出結構之間的間隙中，使得此些凸出結構被蝕刻掉。將第一基板從第三半導體堆疊結構移除，形成一包括有第二基板以及一位在其上之磊晶成長層所構成之第四半導體堆疊結構。

為了對本發明之上述及其他方面有更佳的瞭解，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

本實施例之固態發光元件之製作方法，是關於發光二極體之製作方法，係利用第一基板上間隔排列的凸出結構以及形成於凸出結構之間的緩衝層做為磊晶成長層下方之基底層，以形成具有發光特性之半導體磊晶結構。待半導體磊晶結構完成並倒置於第二基板之後，再依序以蝕刻液處理半導體磊晶結構，使得緩衝層與凸出結構分別被蝕刻掉。之後，移除第一基板，得到最終的半導體磊晶結構。

以下係提出實施例進行詳細說明，實施例僅用以作為範例說明，並非用以限縮本發明欲保護之範圍。

第 1A~1H 圖分別繪示依照本發明一實施例之固態發光元件之製作方法的示意圖。

請先參照第 1A~1C 圖。首先，參照第 1A 圖，提供一第一基板 110。參照第 1B 圖，形成多個間隔排列的凸出結構 112 於第一基板 110 上。參照第 1C 圖，形成一緩衝層 120 於凸出結構 112 上，並使緩衝層 120 填滿於此些凸出結構 112 之間的間隙。接著，形成一由第二型半導體磊晶層 132、一主動層 134 以及一第一型半導體磊晶層 136 依序成長之磊晶成長層 130 於緩衝層 120 上，以形成一第一半導體堆疊結構 100。且如第 1C 圖所示，於形成第二型半導體磊晶層 132 之前，更可選擇性地先形成一未摻雜雜質氮化物磊晶層 131 於緩衝層 120 上，再形成第二型半導體磊晶層 132 於未摻雜雜質氮化物磊晶層 131 上。

第一基板 110 例如是藍寶石基板。在第 1B 圖中，第一基板 110 上之凸出結構 112 例如是以微影及蝕刻的方式

TW8059PA

形成之金屬氧化物之奈米柱結構 113。金屬氧化物例如是氧化鎳，其可藉由物理氣相沉積或化學氣相沉積均勻地形成在第一基板 110 上，再以濕式蝕刻或乾式蝕刻的方式移除部分金屬氧化物而形成奈米柱結構 113。

在本實施例中，奈米柱結構 113 之間以適當的間隔週期性地排列在第一基板 110 上。奈米柱結構 113 的高度可介於 10 奈米至 10,000 奈米（10 微米）之間，較佳為 100 至 200 奈米之間。此外，兩相鄰之凸出結構 112 之頂端相距可為 10 奈米至 1000 奈米之間，較佳為 50 至 100 奈米之間。本發明對此不加以限制。

在第 1C 圖中，藉由凸出結構 112 之配置，可使緩衝層 120 均一地填滿於凸出結構 112 彼此間的間隙中。緩衝層 120 可為氮化物，其材質可選自氮化鎵、氮化鋁或氮化鎵鋁所構成之族群。此外，磊晶成長層 130 之材質可由週期表 III A 族元素之氮化物所構成，其依序包括第二型半導體磊晶層 132、主動層 134 以及第一型半導體磊晶層 136，其位於緩衝層 120 以及凸出結構 112 上，以形成一第一半導體堆疊結構 100。III A 族元素包括硼、鋁、鎵、銦、鉍等元素。在一實施例中，第一型半導體磊晶層 136 為 P 型半導體層，例如 P 型氮化鎵，而第二型半導體磊晶層 132 為 N 型半導體層，例如 N 型氮化鎵。但在另一實施例中，第一型半導體磊晶層 136 為 N 型半導體層，而第二型半導體磊晶層 132 為 P 型半導體層。主動層 134 包括有多量子井層。因此，當施加電壓於電性相異之第一型半導體磊晶層 136 與第二型半導體磊晶層 132 時，主動層 134 中的電

子將與電洞結合，再以光的形式發出。

在第 1C 圖中，位於緩衝層 120 與第二型半導體磊晶層 132 之間的未摻雜雜質氮化物磊晶層 131 係由週期表 III A 族元素之氮化物所構成，例如是氮化鋁、氮化鎵或氮化銦鎵等。

緩衝層 120 之形成方法可為化學氣相沉積法 (chemical vapor deposition, CVD)，例如熱絲化學氣相沉積法或微波電漿輔助化學氣相沉積法等；或物理氣相沉積法 (physical vapor deposition, PVD)，例如離子束濺鍍或蒸鍍法等。此外，磊晶成長層 130 之形成方法包括有機化學氣相沉積法 (MOCVD)、分子束磊晶法 (MBE)、液相磊晶法 (LPE) 或氣相磊晶法 (VPE) 等。

接著，請參照第 1D~1G 圖。參照第 1D 圖，將第一半導體堆疊結構 100 倒置於一第二基板 140 上，以使第一型半導體磊晶層 136 接合第二基板 140，形成一第二半導體堆疊結構 101。接著，參照第 1E 圖，以一第一蝕刻液 F1 處理第二半導體堆疊結構 101，使得緩衝層 120 被蝕刻掉而剩下凸出結構 112，形成一第三半導體堆疊結構 102，如第 1F 圖所示。之後，參照第 1G 圖，以一第二蝕刻液 F2 處理第三半導體堆疊結構 102，使得第二蝕刻液 F2 滲入位在第一基板 110 與第二型半導體磊晶層 132 間之此些凸出結構 112 之間間隙中，使得凸出結構 112 被蝕刻掉。

第二基板 140 例如是導電基板，可為矽基板或銅基板。在第 1D 圖中，由於以藍寶石為基材之第一基板 110 導電或散熱不佳，故將第一半導體堆疊結構 100 倒置於導

TW8059PA

電性、導熱性較佳之第二基板 140 上，以避免高溫而導致固態發光元件的發光效率降低。

在第 1E 圖中，第一蝕刻液 F1 係一種鹼性蝕刻液，用以蝕刻緩衝層 120。緩衝層 120 為氮化物，其可溶解在鹼性蝕刻液中。鹼性蝕刻液包括氫氧化鉀 (KOH)、氫氧化鈉 (NaOH) 或其組合。此外，在第 1E 圖中，以第一蝕刻液 F1 蝕刻緩衝層 120 之前，更包括形成一保護層 150 包覆磊晶成長層 130 及第二基板 140 之表面。保護層 150 例如為抗酸鹼反應的高分子光阻材料或無機材料，其材質可為環氧樹脂、氮化矽或氮氧化矽等。

在第 1F 圖中，由於第一蝕刻液 F1 不會蝕刻凸出結構 112，因而凸出結構 112 仍保留在第三半導體堆疊結構 102 中而不會被蝕刻掉，只會顯露出原本被緩衝層 120 填滿之凸出結構 112 彼此間間隙而已。

在第 1G 圖中，第二蝕刻液 F2 係一種酸性蝕刻液，用以蝕刻凸出結構 112。凸出結構 112 為金屬氧化物，其可溶解在酸性蝕刻液中，酸性蝕刻液包括硝酸 (HNO₃)、醋酸 (CH₃COOH)、鹽酸 (HCl) 或氫氟酸 (HF) 或其組合。第二蝕刻液 F2 可藉由毛細現象流至此些凸出結構 112 之間間隙中，使得凸出結構 112 被蝕刻。由於本實施例之固態發光元件係有選擇性形成一未摻雜雜質氮化物磊晶層 131，所以在此實施例下，凸出結構 112 係位於基板 110 與未摻雜雜質氮化物磊晶層 131 之間，所以當凸出結構 112 被第二蝕刻液 F2 蝕刻後，即降低第一基板 110 與未摻雜雜質氮化物磊晶層 131 之間的接合強度，使得基板 110 與

未摻雜雜質氮化物磊晶層 131 係可分離的。若是固態發光元件沒有未摻雜雜質氮化物磊晶層 131，凸出結構 112 係位於基板 110 與第二型半導體磊晶層 132 之間，所以當凸出結構 112 被第二蝕刻液 F2 蝕刻後，即降低第一基板 110 與第二型半導體磊晶層 132 之間的接合強度，使得基板 110 與第二型半導體磊晶層 132 係可分離的。

之後，請參照第 1H 圖，將第一基板 110 從第三半導體堆疊結構 102 移除，形成一包括有第二基板 140 以及一位在其上之磊晶成長層 130 所構成之第四半導體堆疊結構 103。此外，在第 1G 圖中，移除第一基板 110 之後，更包括移除保護層 150。移除保護層 150 之方法可為乾式蝕刻或濕式蝕刻。

本發明上述實施例所揭露之固態發光元件之製作方法，係利用第一基板上間隔排列的凸出結構以及形成於凸出結構之間的緩衝層做為磊晶成長層下方之基底層，並利用蝕刻液依序蝕刻緩衝層與凸出結構，進而使磊晶成長層在不被破壞的前提下成功地與第一基板分離。因此，可獲得品質良好之固態發光元件，以提高產品的可靠度。

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。

【圖式簡單說明】

第 1A~1H 圖分別繪示依照本發明一實施例之固態發光元件之製作方法的示意圖。

【主要元件符號說明】

- 100：第一半導體堆疊結構
- 101：第二半導體堆疊結構
- 102：第三半導體堆疊結構
- 103：第四半導體堆疊結構
- 110：第一基板
- 112：凸出結構
- 113：奈米柱結構
- 120：緩衝層
- 130：磊晶成長層
- 131：未摻雜雜質氮化物磊晶層
- 132：第二型半導體磊晶層
- 134：主動層
- 136：第一型半導體磊晶層
- 140：第二基板
- 150：保護層
- F1：第一蝕刻液
- F2：第二蝕刻液

七、申請專利範圍：

1. 一種固態發光元件之製作方法，該方法包括：

提供一第一基板；

沉積一金屬氧化物層於該第一基板上，並蝕刻移除部分該金屬氧化物而形成複數個間隔排列的凸出結構於該第一基板上；

形成一緩衝層於該些凸出結構上，該緩衝層填滿於該些凸出結構之間的間隙；

形成一由第二型半導體磊晶層、一主動層以及一第一型半導體磊晶層依序成長之磊晶成長層於該緩衝層上，形成一第一半導體堆疊結構；

將該第一半導體堆疊結構倒置於一第二基板上，以使該第一型半導體磊晶層接合該第二基板，形成一第二半導體堆疊結構；

以一第一蝕刻液處理該第二半導體堆疊結構，使得該緩衝層被蝕刻掉而剩下該些凸出結構，並形成一第三半導體堆疊結構；

以一第二蝕刻液處理該第三半導體堆疊結構，使得該第二蝕刻液滲入位在該第一基板與該第二型半導體磊晶層間之該些凸出結構之間的間隙中，使得該些凸出結構被蝕刻掉；以及

將該第一基板從該第三半導體堆疊結構移除，形成一包括有該第二基板以及一位在其上之磊晶成長層所構成之第四半導體堆疊結構。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中以該第

一蝕刻液蝕刻該緩衝層之前，更包括形成一保護層包覆該磊晶成長層及該第二基板之表面。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中移除該第一基板之後，更包括移除該保護層。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該保護層為抗酸鹼反應的高分子光阻材料或無機材料。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該些凸出結構之形成方法包括微影及蝕刻。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該些凸出結構為金屬氧化物之奈米柱結構，每一該奈米柱結構之高度介於 10 奈米至 10,000 奈米之間。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該金屬氧化物包括氧化鎳。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中兩相鄰之該些凸出結構之頂端相距為 10 奈米至 1000 奈米之間。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中蝕刻該緩衝層之該第一蝕刻液為鹼性蝕刻液。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之方法，其中該鹼性蝕刻液包括氫氧化鉀 (KOH) 或氫氧化鈉 (NaOH)。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中蝕刻該些凸出結構之該第二蝕刻液為酸性蝕刻液。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中該酸性蝕刻液包括硝酸 (HNO₃)、醋酸、鹽酸或氫氟酸 (HF) 或其組合。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二

基板為導電基板。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該緩衝層之材質係氮化物。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該緩衝層之材質係選自氮化鎵、氮化鋁或氮化鎵鋁所構成之族群。

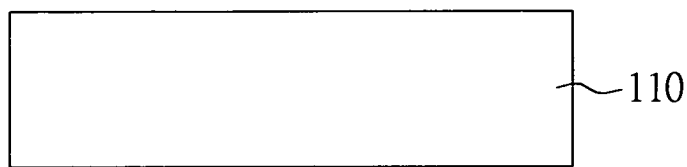
16. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該磊晶成長層之材質係由週期表 III A 族元素之氮化物所構成。

17. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第一型半導體磊晶層為 P 型半導體層，該第二型半導體磊晶層為 N 型半導體層。

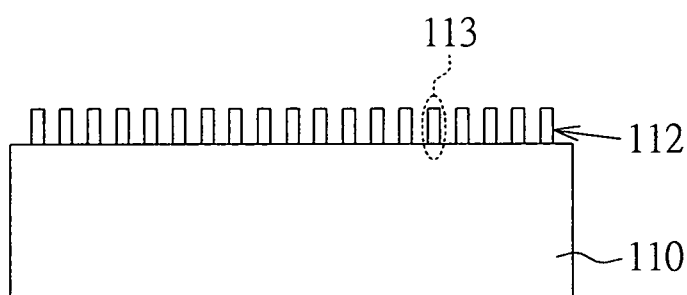
18. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第一型半導體磊晶層為 N 型半導體層，該第二型半導體磊晶層為 P 型半導體層。

19. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該主動層包括有複數量子井層。

20. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包括形成一未摻雜雜質氮化物磊晶層於該緩衝層與該第二型半導體磊晶層之間，且該未摻雜雜質氮化物磊晶層係由週期表 III A 族元素之氮化物所構成。

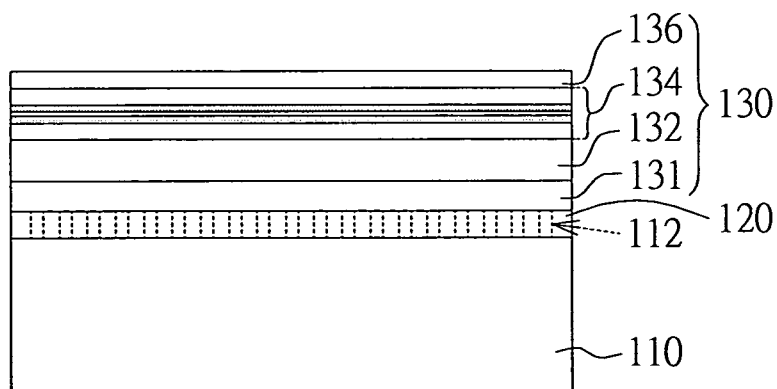


第 1A 圖



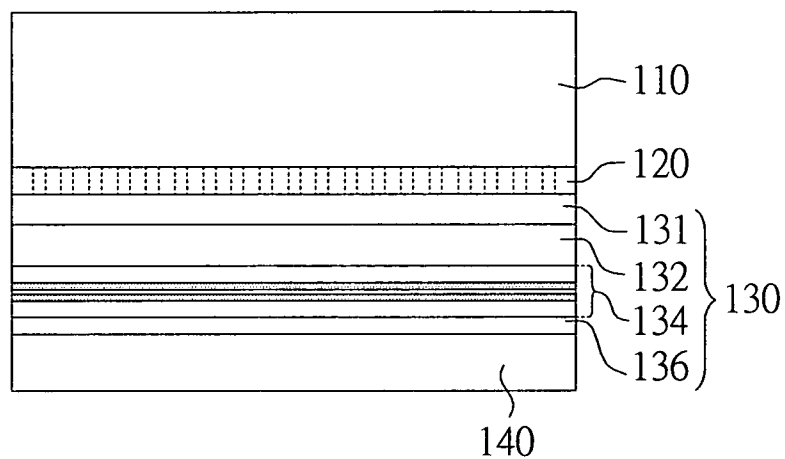
第 1B 圖

100



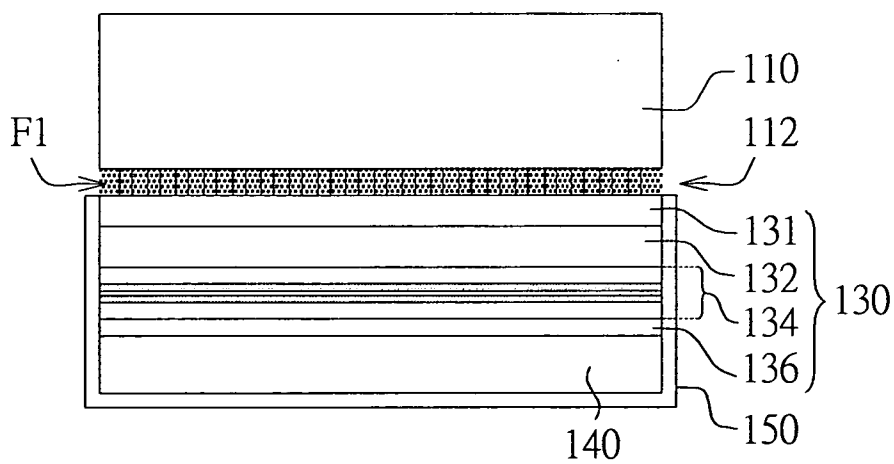
第 1C 圖

101



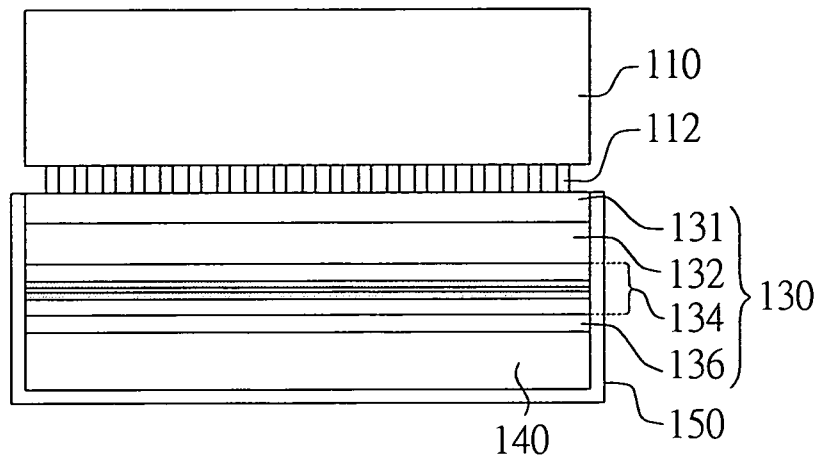
第 1D 圖

102



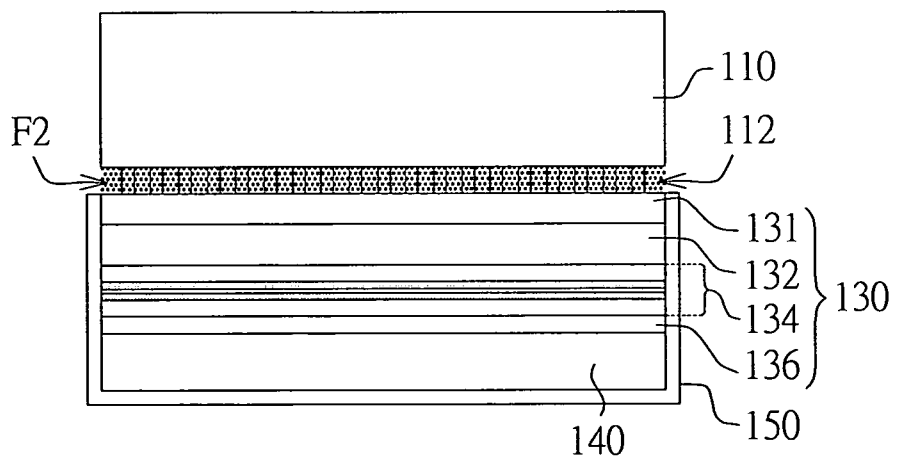
第 1E 圖

102



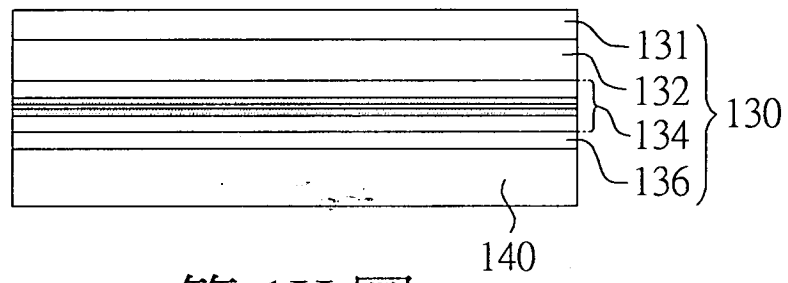
第 1F 圖

102



第 1G 圖

103



第 1H 圖