

發明專利說明書

(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：96151039

※申請日期：96.12.28

※IPC分類：H01S 5/183 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射及其製作方法

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文) 吳重雨

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國籍：(中文/英文) 中華民國 TW

三、發明人：(共6人)

姓名：(中文/英文)

1. 鄭柏孝

2. 陳士偉

3. 邱清華

4. 盧廷昌

5. 郭浩中

6. 王興宗

國籍：(中文/英文)

中華民國 TW (皆同)

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：

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：

一種具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射及其製作方法，係利用金屬有機氣相沈積法 (MOCVD)，將超晶格結構穿插使用於下層的氮化鎵/氮化鋁的布拉格反射鏡(DBR)結構，以達到無裂縫及獲得最佳的反射率與反射區段，並藉由電流阻絕層來提高電流集中性及減少漏電流的產生，且在形成上層的布拉格反射鏡結構之前，更加入透明電極做為電流擴散層，除了可以有效的提升透明度，亦可以減少吸收並增加發光效率，從而改善元件特性。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1H)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 基板

11 緩衝層

12 氮化鎵層

40 穿插使用超晶格結構的第一布拉格反射鏡結構

50 n型氮化鎵層

60 電流阻絕層

70 透明電極

80 n型歐姆接觸電極

81 p型歐姆接觸電極

90 第二布拉格反射鏡結構

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種可電激發面射型雷射 (VCSEL) 及其製作方法，特別是指一種具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射及其製作方法。

【先前技術】

為了實現高反射率、高品質的可電激發面射型雷射，有學者藉由設計不同大小(aperature size)的電流阻絕層來達到雷射所需的臨界電流密度，或是使用不同的材料交互堆疊沈積形成的布拉格反射鏡 (DBR)，如氮化鋁及氮化鎵 (AlN/GaN) 或氮化鋁鎵及氮化鎵 (AlGaIn/GaN) 等材料，或是使用不同的結構減少因電流耗損產生熱效應。

如美國專利第 6233267 號所揭露之一種垂直共振腔面射型雷射，主要是利用黃光微影技術將下層的布拉格反射鏡的沈積區域定義出來再鍍上介電值布拉格反射鏡，然後以金屬有機氣相沈積法 (MOCVD) 成長 n 型氮化鎵 (GaN)，並在此區域中加入氮化矽 (Si_3N_4) 或氧化矽 (SiO_2) 形成電流阻絕層，使電流密度可以大幅的提升而達到雷射所需的電流密度，之後，再繼續成長主動發光層 (MQW) 及 p 型氮化鎵，最後，再將上層介電值布拉格反射鏡沈積在元件上形成雷射共振腔，達到可電激發的藍光面射型雷射。此方法由於上、下層介電質布拉格反射鏡均需外界支援，加上再成長 (regrowth) 的技術，以及外部的電流注入方式均使製程及磊晶的困難度相對提高許多，而此結構缺少電流擴散層的效果，如何獲得預期的元件特性亦有一定的困難度，在未來的應用上勢必會存在著技術移轉上的問題。

【發明內容】

鑒於以上的問題，本發明的主要目的在於提供一種具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射及其製作方法，乃利用超晶格結構釋放張應力，達到消除裂縫，並藉由電流阻絕層有效控制電流集中，以及利用透明電極增加電流擴散效率，其具有高透光性與高電導率，因此能提升整體效率。

本發明所揭露之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，利用金屬有機化學氣相沈積法(MOCVD)製作出下層布拉格反射鏡結構，並經由外部形成上層介電值布拉格反射鏡結構而構成藍光面射型雷射。由於下層布拉格反射鏡結構使用氮化鋁/氮化鎵的多層結構穿插使用氮化鋁/氮化鎵的超晶格結構，可達到無裂縫並且使用最少的層數而達到最佳的反射率及反射區段 (stop band)，因此有效的降低磊晶的困難度。再者，本發明利用黃光微影技術或離子佈值方式形成電流阻絕層，可以有效的減少漏電流的產生，增加發光效率。另外，本發明在形成上層布拉格反射鏡結構之前，以透明導電玻璃取代傳統使用鎳金(Ni/Au)合金做為電流擴散層，此方法可以有效的提升透明度，更可以減少吸收並且增加發光效率，在未來的藍光面射型雷射的應用上具有相當大的潛力。

為使對本發明的目的、特徵及其功能有進一步的了解，茲配合圖式詳細說明如下：

【實施方式】

請參見第 1A 圖~第 1H 圖，為本發明之實施例所提供之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作流程。以下

詳細說明各個步驟。

首先，如第 1A 圖所示，將藍寶石基板 10 置入金屬有機化學氣相沈積設備，先在 1100°C 之高溫與氫氣氣氛下去除基板 10 表面的雜質 5 分鐘。然後，降溫到 500°C，成長 30 奈米 (nm) 的緩衝層 11，再於緩衝層 11 上成長 2 微米 (μm) 的氮化鎵層 12。成長壓力為 300 托耳 (Torr)，底座旋轉速度為每分鐘 900 轉。

如第 1B 圖所示，再於氫氣與氫氣氣氛下成長氮化鎵/氮化鋁之第一布拉格反射鏡結構 20 與超晶格結構 30。其載氣氣體流量為氫氣/氫氣 = 4200/200 sccm，成長壓力為 100 托耳，成長溫度為 1100°C，且根據成長速率來控制成長時間，成長速率是以雷射相移干涉方式量測，確保每一層厚度為光學厚度 1/4 波長。第一布拉格反射鏡結構 20 是由交錯成長的氮化鎵反射層與氮化鋁反射層所構成，而本實施例每成長一組第一布拉格反射鏡結構 20，會再接著成長一組超晶格結構 30。每一組超晶格結構 30 是由一超晶格層 31 和一氮化鎵層 32 構成，超晶格層 31 可包含氮化鋁、氮化鎵或氮化鋁鎵系列材料之超晶格層，本實施例之超晶格層 31 則是由 5.5 週期的氮化鋁超晶格層和氮化鎵超晶格層構成，且兩邊為薄的氮化鋁超晶格層，確保邊界是由氮化鋁向氮化鎵過渡。

至於每一組第一布拉格反射鏡結構 20 是由多少對的氮化鋁反射層和氮化鎵反射層所構成，主要看裂縫出現的情況而確定。本實施例在成長五對的氮化鋁反射層和氮化鎵反射層沒有裂縫，但是在成長十對的氮化鋁反射層和氮化鎵反射層出現了裂縫，所以本實施例以每五對的氮化鋁反射層和

氮化鎵反射層構成一組第一布拉格反射鏡結構 20。

如第 1C 圖所示，整個結構 40 係利用金屬有機氣相沈積法沈積出氮化鋁與氮化鎵交互疊加 25 對的布拉格反射鏡（也就是五組第一布拉格反射鏡結構 20），並穿插使用了四組的氮化鋁跟氮化鎵的超晶格結構 30。

接著，如第 1D 圖所示，再成長 380 奈米的 n 型氮化鎵層 50、10 奈米的多層量子井結構之主動發光層 51，量子井結構包含 10 對的氮化銦鎵/氮化鎵 ($\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}$) (厚度為 2.5 奈米/7.5 奈米)，以及成長 100 奈米的 p 型氮化鎵層 52 以形成 3λ 厚的共振腔。

如第 1E 圖所示，利用電漿輔助化學氣相沈積 (PECVD) 成長 0.6 微米的二氧化矽 (SiO_2) 層，並且利用黃光微影技術定義出蝕刻區域與未蝕刻區域，放至電感耦合電漿式反應性離子蝕刻系統中進行蝕刻，通入氯氣/氬氣 (Cl_2/Ar)，施加的電漿與偏壓功率為 13.56 MHz。將 p 型氮化鎵層 52、主動發光層 51 及部分 n 型氮化鎵層 50 之一側蝕刻去除，並露出 n 型氮化鎵層 50。

如第 1F 圖所示，在定義電流注入區域 61 部分，可以使用沉積 0.3 微米氮化矽 (SiN_x) 或二氧化矽 (SiO_2) 作為電流阻絕層 60，並且用黃光微影技術定義或者使用摻雜鎂離子定義此區域，用以集中電流。

如第 1G 圖所示，利用電子束微影定義出金屬電極區域，於電流注入區域 61 與露出的 n 型氮化鎵層 50 上分別鍍上透明電極 70 與 n 型歐姆接觸電極 80，再於電流阻絕層 60 與透明電極 70 之鄰接處上鍍上 p 型歐姆接觸電極 81。而透明電極 70 使用氧化銦錫 (ITO) 或二氧化錫 (SnO_2)，n 型歐姆接

觸電極 80 使用鈦/鋁/鎳/金 (Ti/Al/Ni/Au) (20/150/20/200 奈米)，p 型歐姆接觸金屬 81 使用鎳/金 (Ni/Au) (20/150 奈米)。

最後，如第 1H 圖所示，使用電子槍 (E-GUN) 鍍上六對交疊的二氧化矽 (SiO_2) 反射層與二氧化鈦 (TiO_2) 反射層構成高反射率的第二布拉格反射鏡結構 90。

根據本發明所揭露之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎳系列反射鏡之可電激發面射型雷射及其製作方法，利用沈積於無裂縫的氮化鋁及氮化鎳的布拉格反射鏡上插入氮化鋁/氮化鎳超晶格結構來釋放張應力，從而有效消除張應力引起的裂縫，而這些超晶格結構與反射鏡的成長方式是一樣的，僅需藉由控制成長時間來得到所需的超晶格結構，而每組超晶格結構對於被反射的光來說相當於一層低折射率的氮化鋁鎳薄膜，可用較少的層數獲得高反射率及反射區段的反射鏡。而加入電流阻絕層可以有效阻絕電流，造成只有局部區域有電流通過，可以有效控制電流集中，達到有效共振。另外，本發明利用透明電極增加電流擴散效率，由於透明電極具有高透光性以及高電導率，因此能提升整體效率。

本發明乃適用於所有成長自藍寶石基板 (Sapphire)、碳化矽 (SiC)、氧化鋅 (ZnO) 或矽 (Si) 基板之反射鏡，並適用於所有以金屬有機化學氣相磊晶 (MOCVD)、氮化物氣相磊晶 (HVPE)、分子束磊晶 (MBE) 或熱壁磊晶 (hot wall epitaxy) 方法成長氮化鎳系列之反射鏡及可電激發面射型雷射。

雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保

護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖~第 1H 圖係為本發明之實施例所提供之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作流程。

【主要元件符號說明】

- 10 基板
- 11 緩衝層
- 12 氮化鎵層
- 20 第一布拉格反射鏡結構
- 30 超晶格結構
- 31 超晶格層
- 32 氮化鎵層
- 40 穿插使用超晶格結構的第一布拉格反射鏡結構
- 50 n 型氮化鎵層
- 51 主動發光層
- 52 p 型氮化鎵層
- 60 電流阻絕層
- 61 電流注入區域
- 70 透明電極
- 80 n 型歐姆接觸電極
- 81 p 型歐姆接觸電極
- 90 第二布拉格反射鏡結構

十、申請專利範圍：

1. 一種具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其包含：

一基板；

複數第一布拉格反射鏡 (DBR) 結構，形成於該基板上，每一第一布拉格反射鏡結構包含複數對交疊的氮化鎵 (GaN) 反射層與氮化鋁 (AlN) 反射層；

複數超晶格結構，間隔形成於該些第一布拉格反射鏡結構之間；

一 n 型氮化鎵層，形成於該些第一布拉格反射鏡結構上，表面具有一蝕刻區域與一未蝕刻區域；

一主動發光層，具有量子井結構，並形成於該 n 型氮化鎵層之該未蝕刻區域上；

一 p 型氮化鎵層，形成於該主動發光層上，表面定義一電流注入區域；

一透明電極，形成於該 p 型氮化鎵層之該電流注入區域上；

一電流阻絕層，形成於該 p 型氮化鎵層之該電流注入區域周緣；

一 n 型歐姆接觸電極，形成於該 n 型氮化鎵層之該蝕刻區域上；

一 p 型歐姆接觸電極，形成於該電流阻絕層與該透明電極之鄰接處上；及

一第二布拉格反射鏡結構，形成於該透明電極與該 p 型歐姆接觸電極上。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該基板係為藍寶石基板 (Sapphire)、碳化矽(SiC)、氧化鋅(ZnO)或矽 (Si) 基板。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，更包含一緩衝層，形成於該基板與該些第一布拉格反射鏡結構之間。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，更包含另一氮化鎵層，形成於該緩衝層與該些第一布拉格反射鏡結構之間。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中每一第一布拉格反射鏡結構係包含五對氮化鎵反射層與氮化鋁反射層。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該些第一布拉格反射鏡結構之數量係五個。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中每一超晶格結構包含一超晶格層與一氮化鎵層，且該氮化鎵層形成於該超晶格層上。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該超晶格層係包含氮化鋁、氮化鎵或氮化鋁鎵系列材料之超晶格層，且每一層材料的光學厚度為發光波

長的四分之一波長。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該超晶格層包含複數交疊的氮化鋁超晶格層與氮化鎵超晶格層，且該超晶格層兩側為氮化鋁超晶格層。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該超晶格層包含 5.5 週期的氮化鋁超晶格層與氮化鎵超晶格層。
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該量子井結構係為氮化銦鎵/氮化鎵 (InGaN/GaN) 的多層量子井結構。
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該量子井結構包含 10 對的 $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}$ 。
13. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該透明電極係為氧化銦錫 (ITO) 或二氧化錫 (SnO_2)。
14. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該電阻絕層係為氮化矽 (SiN_x) 或二氧化矽 (SiO_2)。
15. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該 n 型歐姆接觸電極係為鈦/鋁/

鎳/金 (Ti/Al/Ni/Au)。

16. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該 p 型歐姆接觸電極係為鎳/金 (Ni/Au)。

17. 如申請專利範圍第 1 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該第二布拉格反射鏡結構包含複數對交疊的二氧化矽 (SiO_2) 反射層與二氧化鈦 (TiO_2) 反射層。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射，其中該第二布拉格反射鏡結構包含六對二氧化矽反射層與二氧化鈦反射層。

19. 一種具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其步驟包含：

提供一基板；

藉由金屬有機化學氣相沈積法(MOCVD)，形成複數第一布拉格反射鏡 (DBR) 結構與複數超晶格結構於該基板上，每一第一布拉格反射鏡結構包含複數對交疊的氮化鎵 (GaN) 反射層與氮化鋁 (AlN) 反射層，且該些超晶格結構係間隔形成於該些第一布拉格反射鏡結構之間；

依序形成一 n 型氮化鎵層、一量子井結構之主動發光層及一 p 型氮化鎵層於該些第一布拉格反射鏡結構上；

將該 p 型氮化鎵層、該主動發光層及部分該 n 型氮化鎵層之一側蝕刻去除，並露出該 n 型氮化鎵層；

形成一電流阻絕層於該 p 型氮化鎵層表面，並定義一電流注入區域；

分別形成一透明電極與一 n 型歐姆接觸電極於該電流注入區域與該露出的 n 型氮化鎵層上；

形成一 p 型歐姆接觸電極於該電流阻絕層與該透明電極之鄰接處上；及

形成一第二布拉格反射鏡結構於該透明電極與該 p 型歐姆接觸電極上。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該基板係為藍寶石基板(Sapphire)、碳化矽(SiC)、氧化鋅(ZnO)或矽(Si)基板。
21. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該些第一布拉格反射鏡結構與該些超晶格結構係於氮氣或氮氫氣氛下形成。
22. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中形成該些第一布拉格反射鏡結構與該些超晶格結構之前，更包含形成一緩衝層於該基板上之步驟。
23. 如申請專利範圍第 22 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中形成該緩衝層之後，更包含形成另一氮化鎵層於該緩衝層上之步驟。
24. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵

系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中形成該些第一布拉格反射鏡結構與該些超晶格結構之步驟，係形成五對氮化鎵反射層與氮化鋁反射層構成每一第一布拉格反射鏡結構，並形成五個間隔插入有一個超晶格結構之第一布拉格反射鏡結構。

25. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中形成每一超晶格結構之步驟，係依序形成一超晶格層與一氮化鎵層。

26. 如申請專利範圍第 25 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該些超晶格層係由氮化鋁、氮化鎵或氮化鋁鎵系列材料之超晶格層所製成，且每一層材料的光學厚度為發光波長的四分之一波長。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中形成該超晶格層之步驟，係交錯形成複數交疊的氮化鋁超晶格層與氮化鎵超晶格層，並使每一超晶格結構兩側為氮化鋁超晶格層。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該超晶格層包含 5.5 週期的氮化鋁超晶格層與氮化鎵超晶格層。

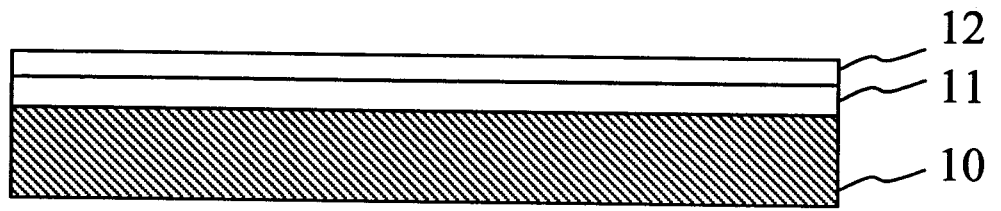
29. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該量子井結構係為氮化銦鎵/氮化鎵 (InGa_nGaN/GaN) 的多層量子井結構。

30. 如申請專利範圍第 29 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該量子井結構包含 10 對的 $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}$ 。
31. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中蝕刻該 p 型氮化鎵層、該主動發光層及部分該 n 型氮化鎵層之步驟，係利用電漿輔助化學氣相沈積 (PECVD) 成長一二氧化矽 (SiO_2) 層，並利用黃光微影技術定義出該蝕刻區域，於電感耦合電漿式反應性離子蝕刻系統中進行蝕刻。
32. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中定義該電流注入區域之步驟，係利用黃光微影技術或摻雜鎂離子方式。
33. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該透明電極係為氧化銦錫 (ITO) 或二氧化錫 (SnO_2)。
34. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該電流阻絕層係為氮化矽 (SiN_x) 或二氧化矽 (SiO_2)。
35. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該 n 型歐姆接觸電極係為鈦/鋁/鎳/金 (Ti/Al/Ni/Au)。
36. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵

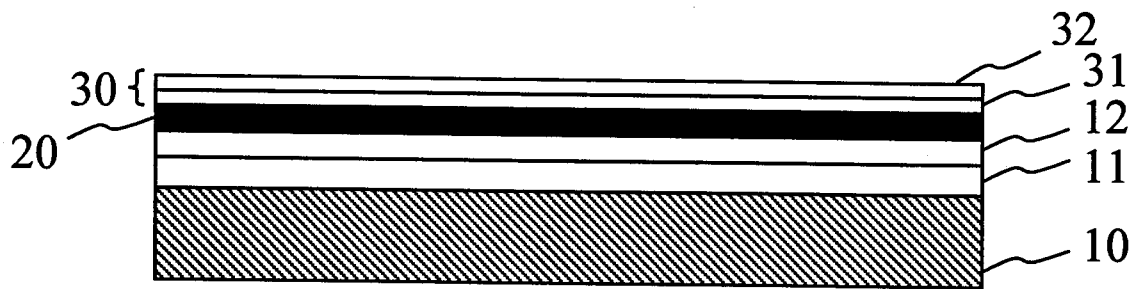
系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該 p 型歐姆接觸電極係為鎳/金 (Ni/Au)。

37. 如申請專利範圍第 19 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該第二布拉格反射鏡結構包含複數對交疊的二氧化矽 (SiO_2) 反射層與二氧化鈦 (TiO_2) 反射層。

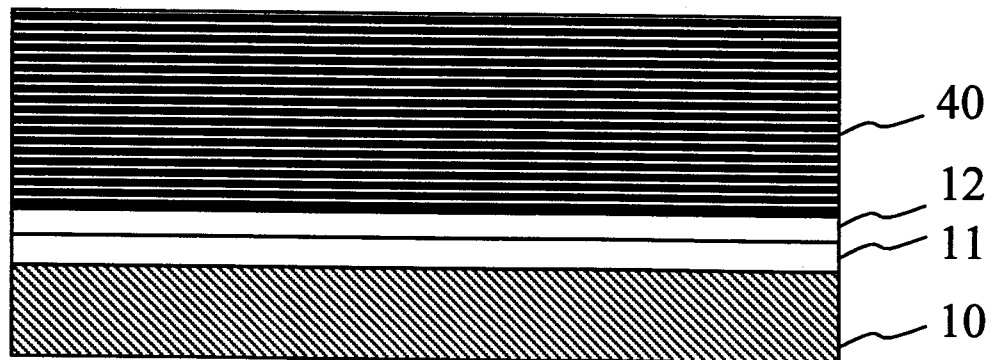
38. 如申請專利範圍第 37 項所述之具備透明電極及無裂縫氮化鋁/氮化鎵系列反射鏡之可電激發面射型雷射的製作方法，其中該第二布拉格反射鏡結構包含六對二氧化矽反射層與二氧化鈦反射層。



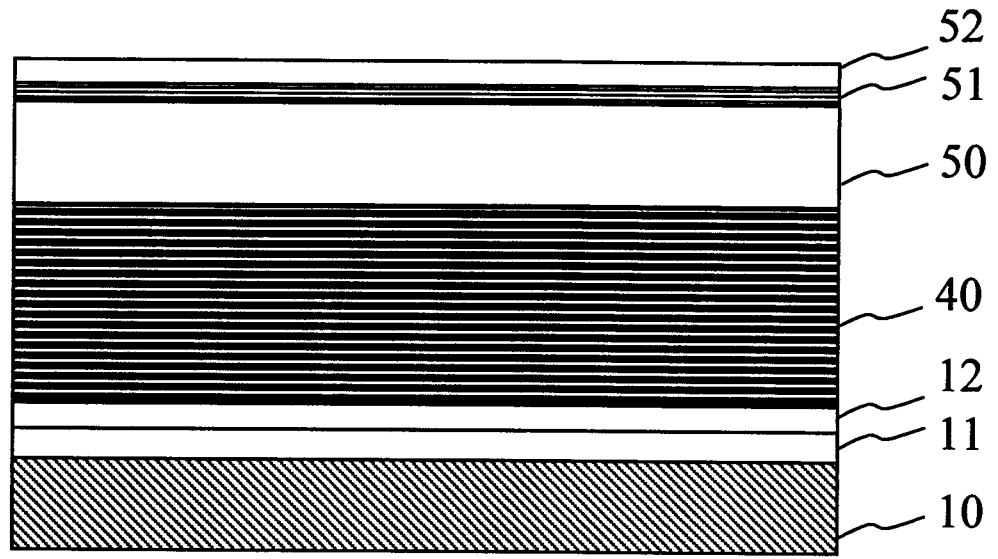
第1A圖



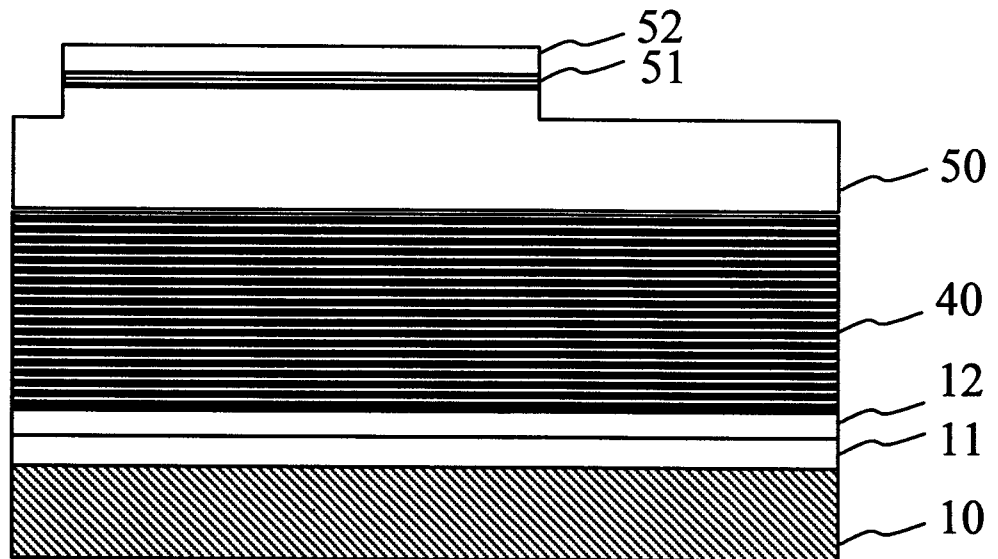
第1B圖



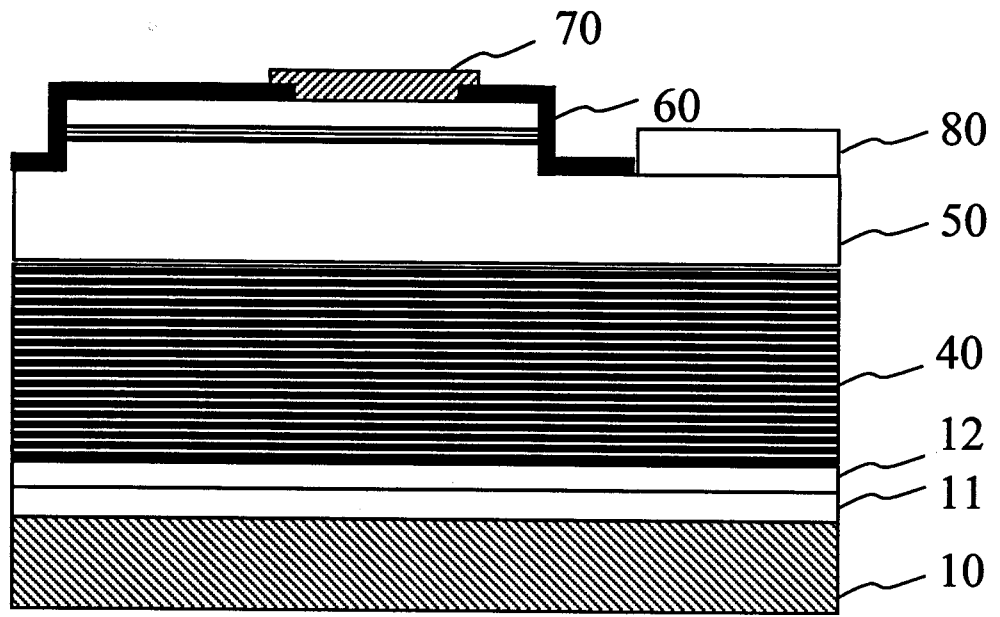
第1C圖



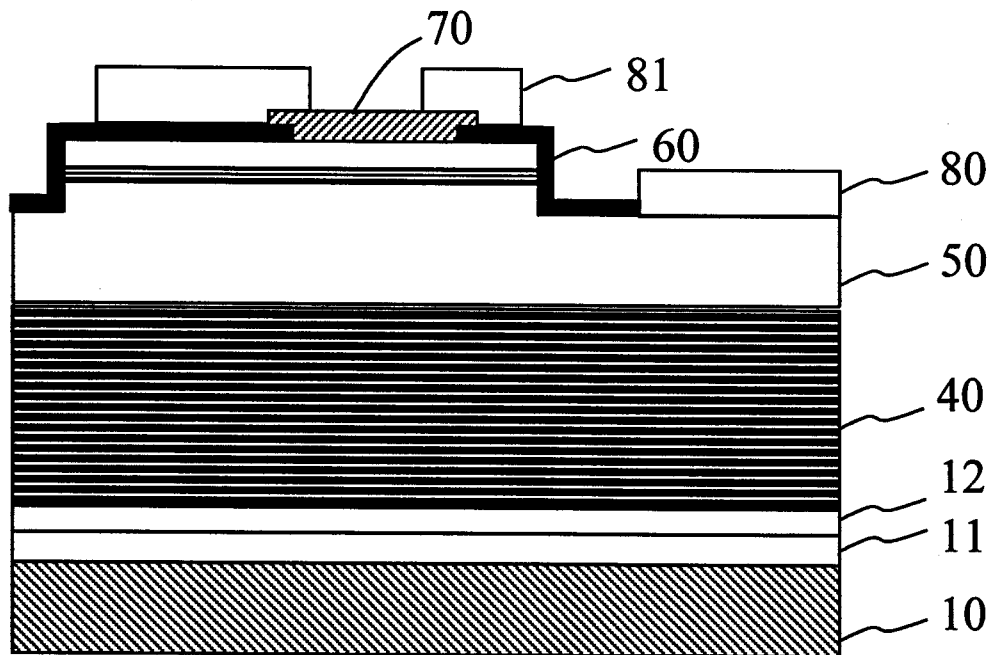
第1D圖



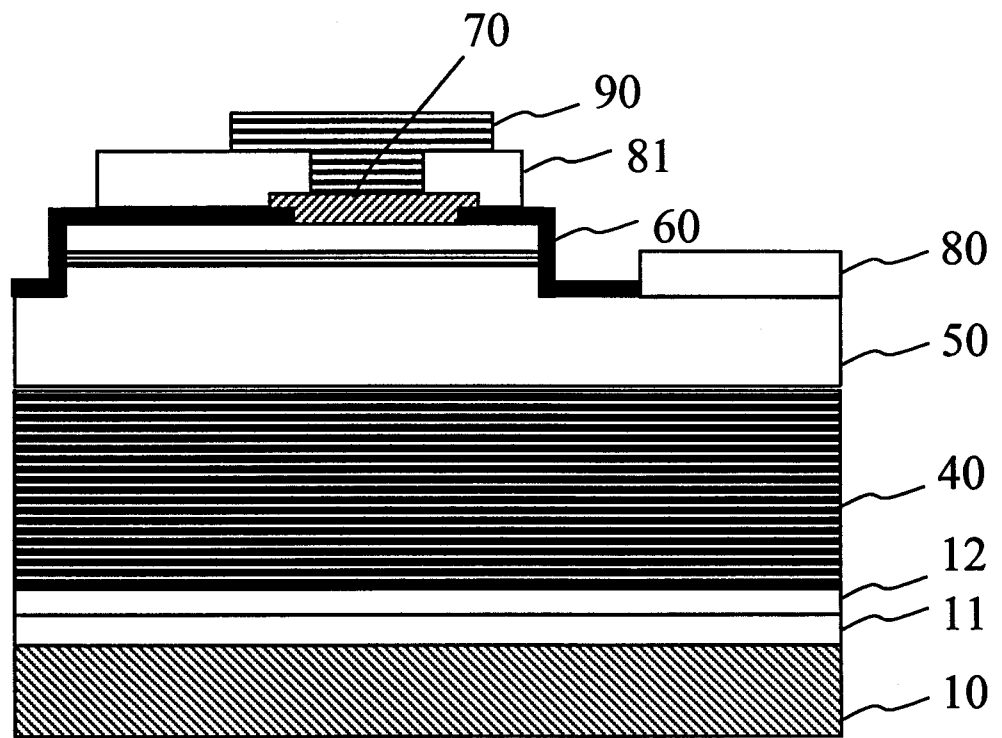
第1E圖



第1F圖



第1G圖



第1H圖