



(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 I607612 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：105137637

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 17 日

(51)Int. Cl. : **H01S5/22 (2006.01)**

(71)申請人：銓創科技股份有限公司(開曼群島) PLAYNITRIDE INC. (KY)

臺南市東區大同路二段 615 號 7F

(72)發明人：賴彥霖 LAI, YEN-LIN (TW)；吳俊德 WU, JYUN-DE (TW)

(74)代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

(56)參考文獻：

TW 521448

CN 103119808A

CN 104300364A

審查人員：陳英豪

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：5 共 33 頁

(54)名稱

半導體雷射元件

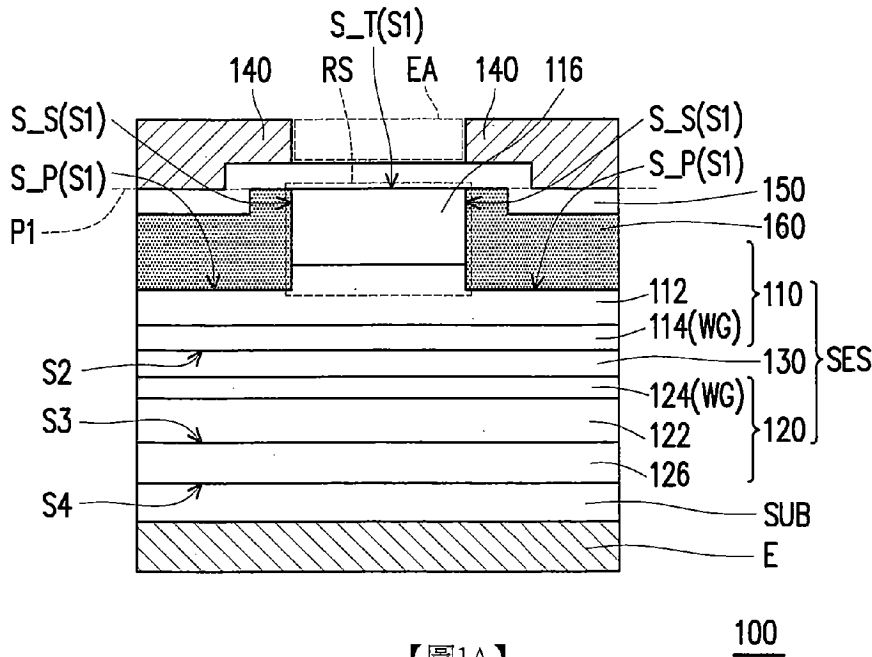
SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)摘要

一種半導體雷射元件，包括半導體磊晶結構、電極墊層以及透明導電層。半導體磊晶結構包括第一半導體層、第二半導體層以及發光層。發光層配置於第一半導體層與第二半導體層之間，且第一半導體層配置於電極墊層與發光層之間。透明導電層配置於電極墊層與第一半導體層之間。第一半導體層具有位於遠離發光層的一側的脊狀結構。電極墊層具有至少一空區，且至少一空區垂直於發光層的一方向上的垂直投影與脊狀結構在該方向上的垂直投影至少一部分重疊。

A semiconductor laser device including a semiconductor epitaxial structure, an electrode pad layer and a transparent conductive layer is provided. The semiconductor epitaxial structure includes a first semiconductor layer, a second semiconductor layer and a light emitting layer. The light emitting layer is disposed between the first semiconductor layer and the second semiconductor layer, and the first semiconductor layer is disposed between the electrode pad layer and the light emitting layer. The transparent conductive layer is disposed between the electrode pad layer and the first semiconductor layer. The first semiconductor layer has a ridged structure located on a side away from the light emitting layer. The electrode pad layer has at least one empty area, and an orthographic projected image of the at least one empty area along a direction perpendicular to the light emitting layer is overlapped with at least a portion of the orthographic projected image of the ridged structure along the direction.

指定代表圖：



【圖1A】

符號簡單說明：

- 100 . . . 半導體雷射元件
- 110 . . . 第一半導體層
- 112 . . . 第一半導體披覆層
- 114 . . . 第一波導層
- 116 . . . 半導體接觸層
- 120 . . . 第二半導體層
- 122 . . . 第二半導體披覆層
- 124 . . . 第二波導層
- 126 . . . 半導體材料層
- 130 . . . 發光層
- 140 . . . 電極墊層
- 150 . . . 透明導電層
- 160 . . . 絕緣層
- E . . . 電極
- EA . . . 空區
- P1 . . . 水平面
- RS . . . 脊狀結構
- S1 . . . 第一側
- S2 . . . 第二側
- S3 . . . 第三側
- S4 . . . 第四側
- S\_P . . . 周圍表面
- S\_S . . . 側表面
- S\_T . . . 頂表面
- SES . . . 半導體磊晶結構
- SUB . . . 基板
- WG . . . 波導層

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 半導體雷射元件

【英文發明名稱】 SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

### 【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種半導體發光元件，且特別是有關於一種半導體雷射元件。

### 【先前技術】

【0002】 隨著半導體技術的蓬勃發展，半導體雷射技術的問世大大地改變了人們的生活。有鑑於雷射二極體（Laser diode, LD）具有能量效率高、體積小、重量輕等優點，其目前已使用於光纖通信、光碟、雷射印表機、雷射掃描器、雷射指示器等多個領域。一般而言，半導體雷射依據雷射共振腔相對於發光層平面方向的構造差異，分為邊射型雷射（Edge emitting laser, EEL）以及垂直共振腔面射型雷射（Vertical cavity surface emitting laser, VCSEL）。

【0003】 在邊射型雷射的元件中，發光層兩側會設置適當折射率與能隙（Band-gap）設計的半導體層，透過半導體層與發光層適當的折射率與能隙搭配，半導體層與發光層會形成雙異質接面的結構以侷限載子。通常，發光層兩側的半導體層上會設置成電極或電極墊的形式。當半導體雷射元件與電路基板電性連接後，電子與電洞可以藉由電極或電極墊而被提供至半導體雷射元件中，

並且在發光層發生復合 (Recombination) 而放光。接著，來自發光層的光在半導體雷射元件結構所形成具有光侷限 (Optical confinement) 效果的共振腔結構中形成具有較窄半高寬的雷射光線。一般而言，電極墊會設計以整面覆蓋半導體層的形式，藉以提供均勻的電流進入半導體雷射元件。然而，當來自發光層的光行經電極墊時，會有一部分的光被金屬材質的電極墊所吸收，進而造成半導體雷射元件一定程度的光損失 (Optical loss)。因此，半導體雷射元件不易同時兼顧電性與光學表現，而使其發光效率不易提升。

#### 【發明內容】

【0004】 本發明提供一種半導體雷射元件，其可以在保有良好電性與光學表現的情況下，具有較小的光損失，而具有較佳的發光效率。

【0005】 本發明實施例的半導體雷射元件包括半導體磊晶結構、電極墊層以及透明導電層。半導體磊晶結構包括第一半導體層、第二半導體層以及發光層。發光層配置於第一半導體層與第二半導體層之間，且第一半導體層配置於電極墊層與發光層之間。透明導電層配置於電極墊層與第一半導體層之間。第一半導體層具有位於遠離發光層的一側的脊狀結構。電極墊層具有至少一空區，且至少一空區在垂直於發光層的一方向上的垂直投影與脊狀結構在該方向上的垂直投影至少一部分重疊。

【0006】 在本發明的一實施例中，上述的脊狀結構具有遠離發光層的頂表面，且至少一空區在頂表面上的垂直投影與頂表面的至少一部分重疊。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述的頂表面的形狀相同於至少一空區的形狀，且頂表面重合於至少一空區在頂表面上的垂直投影。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的至少一空區為多個空區，且這些空區在頂表面上的垂直投影分別與頂表面的一部分重疊。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的電極墊層包括第一部分以及連接於第一部分的多個第二部分。電極墊層的這些第二部分配置於頂表面上，且電極墊層的這些第二部分呈週期性間隔排列。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的第一半導體層遠離發光層的一側具有周圍表面。脊狀結構包括側表面以及頂表面，且側表面連接頂表面與周圍表面。半導體雷射元件更包括絕緣層，配置於第一半導體層與透明導電層之間，且絕緣層覆蓋周圍表面的至少一部分。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的絕緣層覆蓋側表面以及頂表面的一部分。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的絕緣層覆蓋側表面，且絕緣層與頂表面切齊於一水平面。

【0013】 在本發明的一實施例中，上述的透明導電層覆蓋絕緣層

的至少一部分。透明導電層覆蓋頂表面。

【0014】 在本發明的一實施例中，上述的透明導電層在垂直於發光層的方向上的垂直投影與頂表面在此方向上的垂直投影重合。

【0015】 在本發明的一實施例中，上述的第一半導體層更包括具有第一型摻雜的第一半導體披覆層以及具有第一型摻雜的第一波導層，且第二半導體層更包括具有第二型摻雜的第二半導體披覆層以及具有第二型摻雜的第二波導層。第一波導層配置於第一半導體披覆層與發光層之間，且第二波導層配置於第二半導體披覆層與發光層之間。第一型摻雜與第二型摻雜的其中一者為 P 型摻雜，且第一型摻雜與第二型摻雜的其中另一者為 N 型摻雜。

【0016】 在本發明的一實施例中，上述的第一半導體層更包括具有第一型摻雜的半導體接觸層，且半導體接觸層配置於透明導電層與第一半導體披覆層之間。半導體接觸層與透明導電層接觸。

【0017】 在本發明的一實施例中，上述的半導體雷射元件為邊射型雷射。

【0018】 在本發明的一實施例中，上述的電極墊層為同一電性。

【0019】 基於上述，本發明實施例的半導體雷射元件中，半導體磊晶結構包括第一半導體層、第二半導體層以及發光層。發光層配置於第一半導體層與第二半導體層之間，且第一半導體層具有位於遠離發光層的一側的脊狀結構。第一半導體層配置於電極墊層與發光層之間，且透明導電層配置於電極墊層與第一半導體層之間。另外，電極墊層具有至少一空區，且至少一空區在垂直於

發光層的一方向上的垂直投影與脊狀結構在該方向上的垂直投影至少一部分重疊。也就是說，電極墊層並不會完全覆蓋第一半導體層的脊狀結構，而使得電極墊層對於發光層發出的光線的吸收量較少，進而使得半導體雷射元件的光損失較少。此外，透明導電層可以分散外界提供至電極墊層的電流，使其較為均勻地進入半導體磊晶結構。因此，半導體雷射元件可以在保有良好電性與光學表現的情況下，具有較小的光損失，而具有較佳的發光效率。

【0020】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

#### 【圖式簡單說明】

#### 【0021】

圖 1A 繪示本發明一實施例的半導體雷射元件的剖面示意圖。

圖 1B 繪示圖 1A 實施例的半導體雷射元件的俯視示意圖。

圖 2 繪示本發明另一實施例的半導體雷射元件的剖面示意圖。

圖 3 繪示本發明又一實施例的半導體雷射元件的剖面示意圖。

圖 4 繪示本發明再一實施例的半導體雷射元件的剖面示意圖。

圖 5A 至圖 5G 繪示本發明一些實施例的半導體雷射元件的俯視示意圖。

**【實施方式】**

【0022】圖 1A 繪示本發明一實施例的半導體雷射元件的剖面示意圖，請參考圖 1A。需注意的是，為了能清楚說明半導體雷射元件 100 各層結構，圖 1A 的各層結構予以繪示適當的大小、厚度。本發明並不設限於圖 A 所繪示之半導體雷射元件 100 其各層結構的大小以及厚度關係。在本實施例中，半導體雷射元件 100 包括半導體磊晶結構 SES。半導體磊晶結構 SES 包括第一半導體層 110、第二半導體層 120 以及發光層 130。發光層 130 配置於第一半導體層 110 與第二半導體層 120 之間。

【0023】具體而言，半導體雷射元件 100 例如是雷射二極體(Laser diode, LD)，且例如是邊射型雷射 (Edge emitting laser, EEL)。半導體雷射元件 100 的第一半導體層 110 包括具有第一型摻雜的第一半導體披覆層 112，且第二半導體層 120 更包括具有第二型摻雜的第二半導體披覆層 122。另外，第一半導體層 110 以及第二半導體層 120 各自包括波導層 WG。詳細而言，第一半導體層 110 的波導層 WG 包括具有第一型摻雜的第一波導層 114，且第二半導體層 120 的波導層 WG 包括具有第二型摻雜的第二波導層 124。第一波導層 114 配置於第一半導體披覆層 112 與發光層 130 之間，且第二波導層 124 配置於第二半導體披覆層 122 與發光層 130 之間。此外，第一半導體層 110 更包括具有第一型摻雜的半導體接觸層 116，且第二半導體層 120 更包括具有第二型摻雜的半導體材料層

126。第一半導體披覆層 112 配置於半導體接觸層 116 與第一波導層 114 之間，且第二半導體披覆層 122 配置於第二波導層 124 與半導體材料層 126 之間。

【0024】 在本實施例中，第一半導體層 110 與第二半導體層 120 具有不同的導電形態。上述的第一型摻雜與上述的第二型摻雜的其中一者為 P 型摻雜，且上述的第一型摻雜與上述的第二型摻雜的其中另一者為 N 型摻雜。此處，上述的第一型摻雜為 P 型摻雜，且上述的第二型摻雜為 N 型摻雜。也就是說，第一半導體層 110 的半導體披覆層 112、第一波導層 114 以及半導體接觸層 116 例如為 P 型摻雜，且第二半導體層 120 的半導體披覆層 122、第二波導層 124 以及半導體材料層 126 例如為 N 型摻雜。然而，本發明並不限於此。另外，上述的 N 型摻雜可以例如是透過摻雜元素矽 (Si) 而實現，而上述的 P 型摻雜可以例如是透過摻雜元素鎂 (Mg) 而實現，本發明亦不以此為限。

【0025】 在本實施例中，第一半導體披覆層 112 以及第二半導體披覆層 122 的材料例如是氮化鎵 (GaN)、氮化鋁銦鎵 (AlInGaN) 或是其他 III-V 族半導體化合物。另外，第一波導層 114 以及第二波導層 124 的材料例如是包括氮化銦鎵 (InGaN) 或氮化鎵。實際而言，可以依據發光需求而設置其他波導層 WG 於第一半導體層 110 及/或第二半導體層 120 之間，例如是設置未刻意摻雜的波導層 WG 於第一半導體層 110 及/或第二半導體層 120 之間，本發明並不以此為限。此外，在本實施例中，半導體接觸層 116 以及半

導體材料層 126 的材料例如是氮化鎵或是其他 III-V 族半導體化合物。另外，在一些實施例中，第一半導體層 110 可以更包括一半導體材料層，設置於半導體接觸層 116 以及第一半導體披覆層 112 之間，且此半導體材料層的材料可相同或不相同於半導體接觸層 116 的材料，本發明並不以此為限。

【0026】 在本實施例中，至少上述第一半導體披覆層 112、半導體接觸層 116、第二半導體披覆層 122 以及半導體材料層 126 可以是單層結構 (Single layer structure)、多層結構 (Multi-layered structures)、超晶格結構 (Super lattice, SL) 或者是其他形式的結構。舉例而言，第一半導體披覆層 112 以及第二半導體披覆層 122 可以例如是包括由多個氮化鋁銦鎵層以及多個氮化鎵層交替堆疊而構成的超晶格結構。此外，至少上述第一半導體披覆層 112、半導體接觸層 116、第二半導體披覆層 122 以及半導體材料層 126 的材料以及結構可以彼此相同或者是不相同，本發明不以此為限。另外，在本實施例中，發光層 130 可以包括多重量子井結構 (multiple quantum well, MQW) 或量子井結構 (quantum well, QW)。舉例而言，發光層 130 可以包括多個氮化鎵層與多個氮化銦鎵層交替堆疊而成的多重量子井結構，且發光層 130 的多重量子井結構例如是超晶格結構，本發明並不以此為限。

【0027】 請繼續參考圖 1A。在本實施例中，半導體雷射元件 100 更包括電極墊層 140 以及透明導電層 150。第一半導體層 110 配置於電極墊層 140 與發光層 130 之間，且透明導電層 150 配置於電

極墊層 140 與第一半導體層 110 之間。透明導電層 150 的材料可以例如是氧化銦錫 (Indium Tin Oxide, ITO) 或是其他類型的透明導電材料，而電極墊層 140 的材料可以例如是金屬或其他類型的導電材料，本發明並不以此為限。此處，電極墊層 140 具有同一電性。另外，第一半導體層 110 具有位於遠離發光層 130 的一側的脊狀結構 RS。具體而言，第一半導體層 110 具有遠離發光層 130 的第一側 S1，且具有面對發光層 130 的第二側 S2，而脊狀結構 RS 位於第一側 S1。此處，脊狀結構 RS 包括第一半導體層 110 的半導體接觸層 116 以及部分第一半導體披覆層 112，並不以此兩層為限。

【0028】 在本實施例中，第一半導體層 110 遠離發光層 130 的一側，即第一側 S1，具有周圍表面 S<sub>P</sub>。另外，位於第一側 S1 的脊狀結構 RS 包括側表面 S<sub>S</sub> 以及頂表面 S<sub>T</sub>，且側表面 S<sub>S</sub> 連接頂表面 S<sub>T</sub> 與周圍表面 S<sub>P</sub>。具體而言，半導體雷射元件 100 更包括絕緣層 160，配置於第一半導體層 110 與透明導電層 150 之間，且絕緣層 160 覆蓋周圍表面 S<sub>P</sub> 的至少一部分。詳細而言，絕緣層 160 覆蓋脊狀結構 RS 的側表面 S<sub>S</sub>，且絕緣層 160 與脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 切齊於水平面 P1，可使後續做為導電用的透明導電層 150 能與半導體接觸層 116 能有最大的接觸面積以增加導電效率。另外，透明導電層 150 覆蓋絕緣層 160 的至少一部分，且透明導電層 150 覆蓋脊狀結構 RS 的 S<sub>T</sub> 頂表面。特別說明的是，透明導電層 150 亦可只配置於頂面 S<sub>T</sub> 上，在維持導電效率

下可以減少製程成本，只要能使電極墊層 140、透明導電層 150 以及半導體接觸層 116 具有電性連結即可。絕緣層 160 的材料可以例如是包括二氧化矽 (Silicon dioxide) 或是其他類型的絕緣材料。另外，在一些實施例中，可以依據實際發光需求，設計絕緣層 160 完全覆蓋周圍表面 S<sub>P</sub>，或是覆蓋周圍表面 S<sub>P</sub> 的一部分。絕緣層 160 可以完全覆蓋側表面 S<sub>S</sub> 或是覆蓋側表面 S<sub>S</sub> 的一部分。此外，絕緣層 160 也可以覆蓋頂表面 S<sub>T</sub> 的一部分，本發明並不以此為限。

【0029】 在本實施例中，半導體接觸層 116 配置於透明導電層 150 與第一半導體披覆層 112 之間，且半導體接觸層 116 與透明導電層 150 接觸。詳細而言，半導體接觸層 116 用以使得半導體接觸層 116 與透明導電層 150 之間形成良好的歐姆電性接觸 (Ohmic contact)。另外，透明導電層 150 與電極墊層 140 電性連接，且透明導電層 150 透過脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 與第一半導體層 110 電性連接。

【0030】 另外，在本實施例中，半導體雷射元件 100 更包括基板 SUB 以及電極 E，且基板 SUB 以及電極 E 配置於半導體材料層 126 遠離發光層 130 的一側。具體而言，半導體材料層 126 具有面對發光層 130 的第三側 S<sub>3</sub>，且具有遠離發光層 130 的第四側 S<sub>4</sub>，而基板 SUB 位於第四側 S<sub>4</sub>，且電極 E 也位於第四側 S<sub>4</sub>。在本實施例中，半導體材料層 126 配置於第二半導體披覆層 122 與電極 E 之間，且基板 SUB 配置於半導體材料層 126 與電極 E 之間。另外，

電極 E 電性連接於半導體材料層 126。詳細而言，半導體雷射元件 100 藉由位於第一側 S1 的電極墊層 140 以及位於第四側 S4 的電極 E 與外界對應之電極電性連接，而發光層 130 藉由外界對應之電極所傳導的電流而發光。

【0031】 在本實施例中，基板 SUB 的材質例如是氮化鎵或是其他可導電的材質。在一些實施例中，基板 SUB 的材質採用晶格常數 (Lattice constant) 接近於半導體材料層 126 的單晶化合物。此外，在一些實施例中，半導體雷射元件 100 可以更包括一未刻意摻雜半導體層，配置於半導體材料層 126 與基板 SUB 之間。未刻意摻雜半導體層的材料例如包括未刻意摻雜氮化鎵 (Unintentionally doped GaN, u-GaN) 或是其他半導體化合物。除此之外，在一些實施例中，半導體雷射元件 100 更可以包括一半導體緩衝層，配置於未刻意摻雜半導體層與基板 SUB 之間。半導體緩衝層用以提供適當應力釋放，使得半導體雷射元件 100 的磊晶品質得以改善。

【0032】 圖 1B 繪示圖 1A 實施例的半導體雷射元件的俯視示意圖，請繼續參考圖 1A 以及同時參考圖 1B。在本實施例中，半導體雷射元件 100 的電極墊層 140 具有至少一空區 EA，且上述的至少一空區 EA 在垂直於發光層 130 的一方向上的垂直投影與脊狀結構 RS 在該方向上的垂直投影至少一部分重疊。具體而言，上述的至少一空區 EA 在頂表面 S<sub>T</sub> 上的垂直投影與脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 的至少一部分重疊。也就是說，電極墊層 140 並未完全覆蓋脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub>。另外，在一些實施例中，電極墊層

140 也可以具有多個空區 EA，且這些空區 EA 在頂表面 S<sub>T</sub> 上的垂直投影分別與頂表面 S<sub>T</sub> 的一部分重疊。舉例而言，電極墊層 140 可以具有多個開口，且這些開口的位置分別對應於頂表面 S<sub>T</sub> 的一部分，本發明並不以此為限。

【0033】 在本實施例中，由於半導體雷射元件 100 的電極墊層 140 具有至少一空區 EA，且上述的至少一空區 EA 在垂直於發光層 130 的一方向上的垂直投影與脊狀結構 RS 在該方向上的垂直投影至少一部分重疊。也就是說，電極墊層 140 並不會完全覆蓋半導體磊晶結構 SES 的第一半導體層 110 的脊狀結構 RS，而使得電極墊層 140 對於發光層 130 發出的光線的吸收量較少，進而使得半導體雷射元件 100 的光損失 (Optical loss) 較少。此外，半導體雷射元件 100 的透明導電層 150 可以分散外界提供至電極墊層 140 的電流，使其較為均勻地進入半導體磊晶結構 SES。因此，半導體雷射元件 100 可以在保有良好電性與光學表現的情況下，具有較小的光損失，而具有較佳的發光效率。

【0034】 圖 2 繪示本發明另一實施例的半導體雷射元件的剖面示意圖，請參考圖 2。圖 2 實施例的半導體雷射元件 200 類似於圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100，其構件以及相關敘述可以參考圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100，在此不再贅述。半導體雷射元件 200 與半導體雷射元件 100 的差異如下所述。在本實施例中，半導體雷射元件 200 的絕緣層 260 覆蓋脊狀結構 RS 的側表面 S<sub>S</sub> 以及頂表面 S<sub>T</sub> 的一部分。另外，透明

導電層 250 位於電極墊層 240 與絕緣層 260 之間。透明導電層 250 覆蓋絕緣層 260，且透明導電層 250 覆蓋脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub>。具體而言，本實施例的半導體雷射元件 200 至少可以獲致如圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100 所述的功效，半導體雷射元件 200 可以在保有良好電性與光學表現的情況下，具有較小的光損失，而具有較佳的發光效率。

【0035】圖 3 繪示本發明又一實施例的半導體雷射元件的剖面示意圖，請參考圖 3。圖 3 實施例的半導體雷射元件 300 類似於圖 2 實施例的半導體雷射元件 200，其構件以及相關敘述可以參考圖 2 實施例的半導體雷射元件 200，在此不再贅述。半導體雷射元件 300 與半導體雷射元件 200 的差異如下所述。在本實施例中，半導體雷射元件 300 的透明導電層 350 位於電極墊層 340 與絕緣層 260 之間。透明導電層 350 覆蓋絕緣層 260 的一部分，而未覆蓋絕緣層 260 的另一部分。另外，未覆蓋透明導電層 350 的絕緣層 260 的另一部分上並未配置電極墊層 340。在本實施例中，半導體雷射元件 300 更包括填墊物 370，配置於上述未覆蓋透明導電層 350 的絕緣層 260 的另一部分上。具體而言，填墊物 370 與電極墊層 340 例如是切齊於水平面 P<sub>2</sub>。在本實施例中，半導體雷射元件 300 可以透過填墊物 370 以及電極墊層 340 來接合於包含電路結構的承載基板上。填墊物 370 除了可以用以支撐半導體雷射元件 300 而使其可以穩定接合於承載基板之外，填墊物 370 還可以包括利於散熱的材料，以提供半導體雷射元件 300 較佳的散熱。具體而

言，本實施例的半導體雷射元件 300 至少可以獲致如圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100 所述的功效，半導體雷射元件 300 可以在保有良好電性與光學表現的情況下，具有較小的光損失，而具有較佳的發光效率。

【0036】圖 4 繪示本發明再一實施例的半導體雷射元件的剖面示意圖，請參考圖 4。圖 4 實施例的半導體雷射元件 400 類似於圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100，其構件以及相關敘述可以參考圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100，在此不再贅述。半導體雷射元件 400 與半導體雷射元件 100 的差異如下所述。在本實施例中，半導體雷射元件 400 的第二半導體層 420 的第二半導體披覆層 422 面對發光層 130 的一側（即第三側 S3）具有表面，且此表面包括第一部分以及第二部分。第二波導層 124 配置於此表面的第一部分上，且電極 E 配置於此表面的第二部分上。換言之，第二半導體披覆層 122 與電極 E 配置於第二半導體披覆層 422 同一側的表面上，且基板 SUB 與半導體材料層 126 配置於第二半導體披覆層 422 另外一側（即第四側 S4）的表面上。

【0037】在本實施例中，半導體雷射元件 400 的基板 SUB 例如是藍寶石基板（Sapphire substrate），或是其他不導電或導電的材質。詳細而言，半導體雷射元件 400 例如是水平式結構的雷射二極體，而圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100、圖 2 實施例的半導體雷射元件 200 以及圖 3 實施例的半導體雷射元件 300 例如是垂直式結構的雷射二極體。然而，本發明實施例的半導體雷射

元件亦可以是其他結構形式的雷射二極體，或是不同結構形式的其他類型的發光元件，本發明並不以上述結構形式為限。具體而言，本實施例的半導體雷射元件 400 至少可以獲致如圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100 所述的功效，半導體雷射元件 400 可以在保有良好電性與光學表現的情況下，具有較小的光損失，而具有較佳的發光效率。

【0038】 圖 5A 至圖 5G 繪示本發明一些實施例的半導體雷射元件的俯視示意圖。圖 5A 至圖 5G 實施例的這些半導體雷射元件類似於圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100，其構件以及相關敘述可以參考圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100，在此不再贅述。這些半導體雷射元件與半導體雷射元件 100 的差異如下所述。請先參考圖 5A，在本實施例中，半導體雷射元件 500A 的電極墊層 540A 的空區 EA 暴露出透明導電層 150，且脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 的形狀相同於空區 EA 的形狀。詳細而言，為了清楚標示出電極墊層 540A 的邊界、空區 EA 以及頂表面 S<sub>T</sub>，在圖 5A 中，電極墊層 540A 的邊界、空區 EA 以及頂表面 S<sub>T</sub> 的原應彼此相重疊的線段繪示得略為分開。然而，實際而言，頂表面 S<sub>T</sub> 在垂直於發光層的方向上的垂直投影重合於空區 EA 在此方向上的垂直投影。此外，在其他圖式（如圖 1 至圖 4 以及圖 5B 至圖 5G）中，為了清楚繪示出原應彼此相重疊的線段，這些線段也會以類似於圖 5A 的方式繪示得略為分開。

【0039】 請參考圖 5B，在本實施例中，半導體雷射元件 500B 例

如是類似於圖 3 實施例的半導體雷射元件 300。半導體雷射元件 500B 的透明導電層 550 覆蓋絕緣層 160 的一部分，而未覆蓋絕緣層 160 的另一部分。另外，未覆蓋透明導電層 550 的絕緣層 160 的另一部分上也未配置電極墊層 340。具體而言，透明導電層 550 的開口 EA 例如是與透明導電層 550 的一部分以及絕緣層 160 的一部分相重疊。另外，未覆蓋透明導電層 550 的絕緣層 160 的另一部分上可以選擇性地設置填墊物（如填墊物 370），本發明並不以此為限。

【0040】請參考圖 5C，在本實施例中，半導體雷射元件 500C 的電極墊層 540C 的至少一空區 EA 為多個空區 EA，且這些空區 EA 分別與脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 的一部分重疊。另外，請參考圖 5D 至圖 5F。在圖 5D 的實施例中，半導體雷射元件 500D 的電極墊層 540D 的空區 EA 的面積例如是大於脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 的面積。在本實施例中，電極墊層 540D 例如是不與脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 重疊。此外，在圖 5E 的實施例中，半導體雷射元件 500E 的電極墊層 540E 的空區 EA 的面積例如是小於脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 的面積。另外，在圖 5F 的實施例中，半導體雷射元件 500F 的電極墊層 540F 的空區 EA 的面積例如也是小於脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 的面積。

【0041】另外，請參考圖 5G，在本實施例中，半導體雷射元件 500G 的電極墊層 540G 包括第一部分（電極墊層的第一部分 540G1）以及連接於第一部分的多個第二部分（電極墊層的第二部分

540G2)。這些電極墊層的第二部分 540G2 配置於頂表面 S<sub>T</sub> 上，且這些電極墊層的第二部分 540G2 呈週期性間隔排列。此處，電極墊層的第一部分 540G1 與這些電極墊層的第二部分 540G2 的交界對齊於脊狀結構 RS 的頂表面 S<sub>T</sub> 的邊緣。具體而言，可以依據實際發光需求而設計電極墊層 540G 的形狀。透過至少透明導電層 150、絕緣層 160、脊狀結構 RS 以及電極墊層 540G 之間的結構搭配設計，均勻的電流得以進入半導體雷射元件 500G 的半導體磊晶結構 SES 中，且半導體雷射元件 500G 可以實現良好的光侷限 (optical confinement) 效果，而形成所需的光形。詳細而言，上述圖 5A 至圖 5G 的這些實施例的半導體雷射元件 500A、半導體雷射元件 500B、半導體雷射元件 500C、半導體雷射元件 500D、半導體雷射元件 500E、半導體雷射元件 500F 以及半導體雷射元件 500G 至少可以獲致如圖 1A 以及圖 1B 實施例的半導體雷射元件 100 所述的功效，這些半導體雷射元件可以在保有良好電性與光學表現的情況下，具有較小的光損失，而具有較佳的發光效率。

【0042】 綜上所述，本發明實施例的半導體雷射元件中，半導體磊晶結構包括第一半導體層、第二半導體層以及發光層。發光層配置於第一半導體層與第二半導體層之間，且第一半導體層具有位於遠離發光層的一側的脊狀結構。第一半導體層配置於電極墊層與發光層之間，且透明導電層配置於電極墊層與第一半導體層之間。另外，電極墊層具有至少一空區，且至少一空區在垂直於發光層的一方向上的垂直投影與脊狀結構在該方向上的垂直投影

至少一部分重疊。也就是說，電極墊層並不會完全覆蓋第一半導體層的脊狀結構，而使得電極墊層對於發光層發出的光線的吸收量較少，進而使得半導體雷射元件的光損失較少。此外，透明導電層可以分散外界提供至電極墊層的電流，使其較為均勻地進入半導體磊晶結構。因此，半導體雷射元件可以在保有良好電性與光學表現的情況下，具有較小的光損失，而具有較佳的發光效率。

【0043】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

#### 【符號說明】

#### 【0044】

100、200、300、400、500A、500B、500C、500D、500E、  
500F、500G：半導體雷射元件

110：第一半導體層

112：第一半導體披覆層

114：第一波導層

116：半導體接觸層

120、420：第二半導體層

122、422：第二半導體披覆層

124：第二波導層

126：半導體材料層

130：發光層

140、240、340、540A、540B、540C、540D、540E、540F、

540G：電極墊層

150、250、350、550：透明導電層

160、260：絕緣層

370：填墊物

540G1：電極墊層的第一部分

540G2：電極墊層的第二部分

E：電極

EA：空區

P1、P2：水平面

RS：脊狀結構

S1：第一側

S2：第二側

S3：第三側

S4：第四側

S\_P：周圍表面

S\_S：側表面

S\_T：頂表面

SES：半導體磊晶結構

SUB：基板

WG：波導層



申請日: 105.11.17

IPC分類:

H01S 5/22 (2006.01)

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】半導體雷射元件

【英文發明名稱】SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

## 【中文】

一種半導體雷射元件，包括半導體磊晶結構、電極墊層以及透明導電層。半導體磊晶結構包括第一半導體層、第二半導體層以及發光層。發光層配置於第一半導體層與第二半導體層之間，且第一半導體層配置於電極墊層與發光層之間。透明導電層配置於電極墊層與第一半導體層之間。第一半導體層具有位於遠離發光層的一側的脊狀結構。電極墊層具有至少一空區，且至少一空區垂直於發光層的一方向上的垂直投影與脊狀結構在該方向上的垂直投影至少一部分重疊。

## 【英文】

A semiconductor laser device including a semiconductor epitaxial structure, an electrode pad layer and a transparent conductive layer is provided. The semiconductor epitaxial structure includes a first semiconductor layer, a second semiconductor layer and a light emitting layer. The light emitting layer is disposed between the first semiconductor layer and the second semiconductor layer, and the first semiconductor layer is disposed between the electrode pad

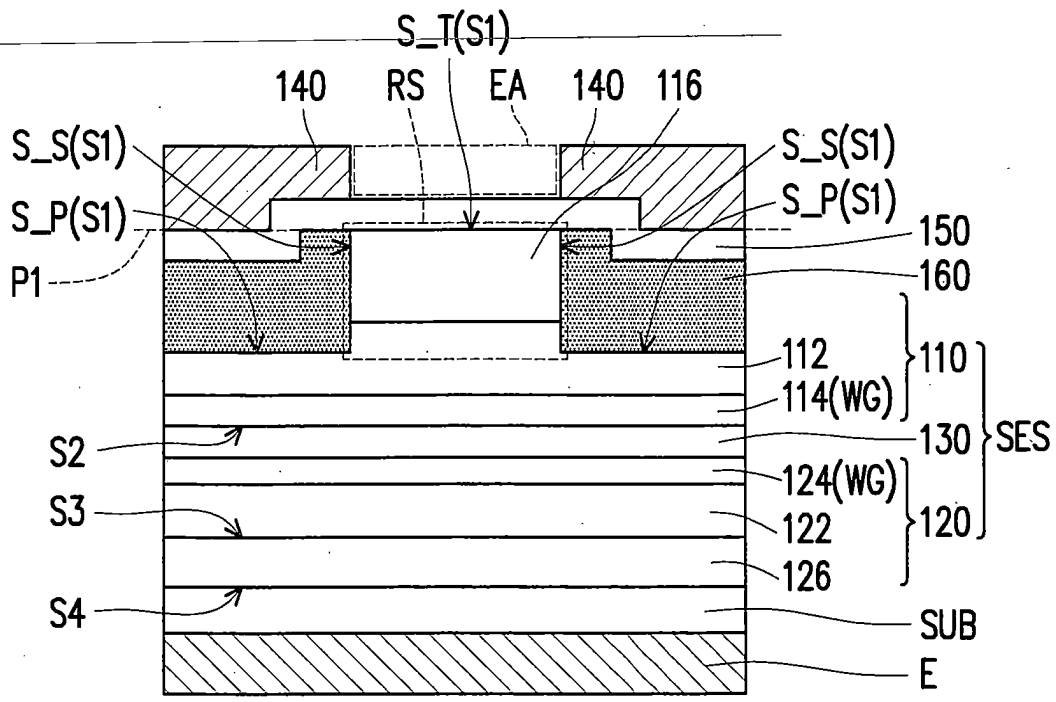
layer and the light emitting layer. The transparent conductive layer is disposed between the electrode pad layer and the first semiconductor layer. The first semiconductor layer has a ridged structure located on a side away from the light emitting layer. The electrode pad layer has at least one empty area, and an orthographic projected image of the at least one empty area along a direction perpendicular to the light emitting layer is overlapped with at least a portion of the orthographic projected image of the ridged structure along the direction.

【指定代表圖】圖1A。

【代表圖之符號簡單說明】

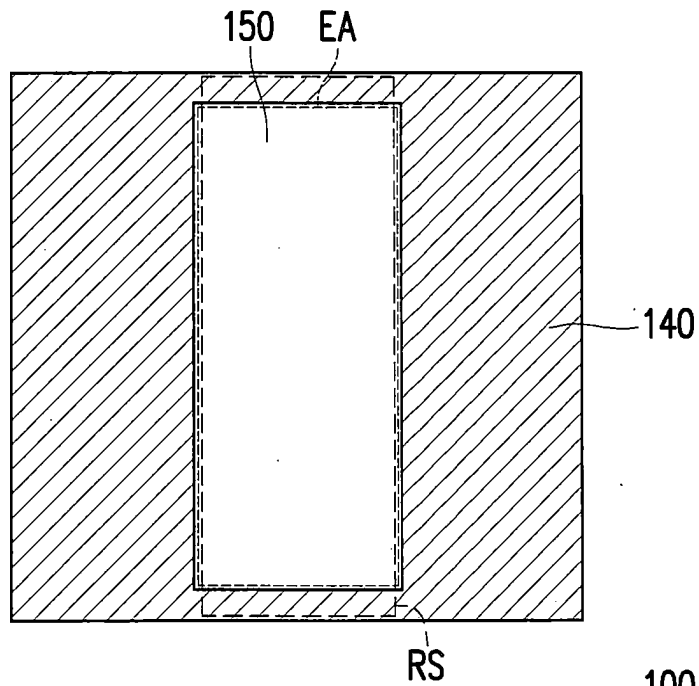
- 100：半導體雷射元件
- 110：第一半導體層
- 112：第一半導體披覆層
- 114：第一波導層
- 116：半導體接觸層
- 120：第二半導體層
- 122：第二半導體披覆層
- 124：第二波導層
- 126：半導體材料層
- 130：發光層
- 140：電極墊層
- 150：透明導電層

【發明圖式】



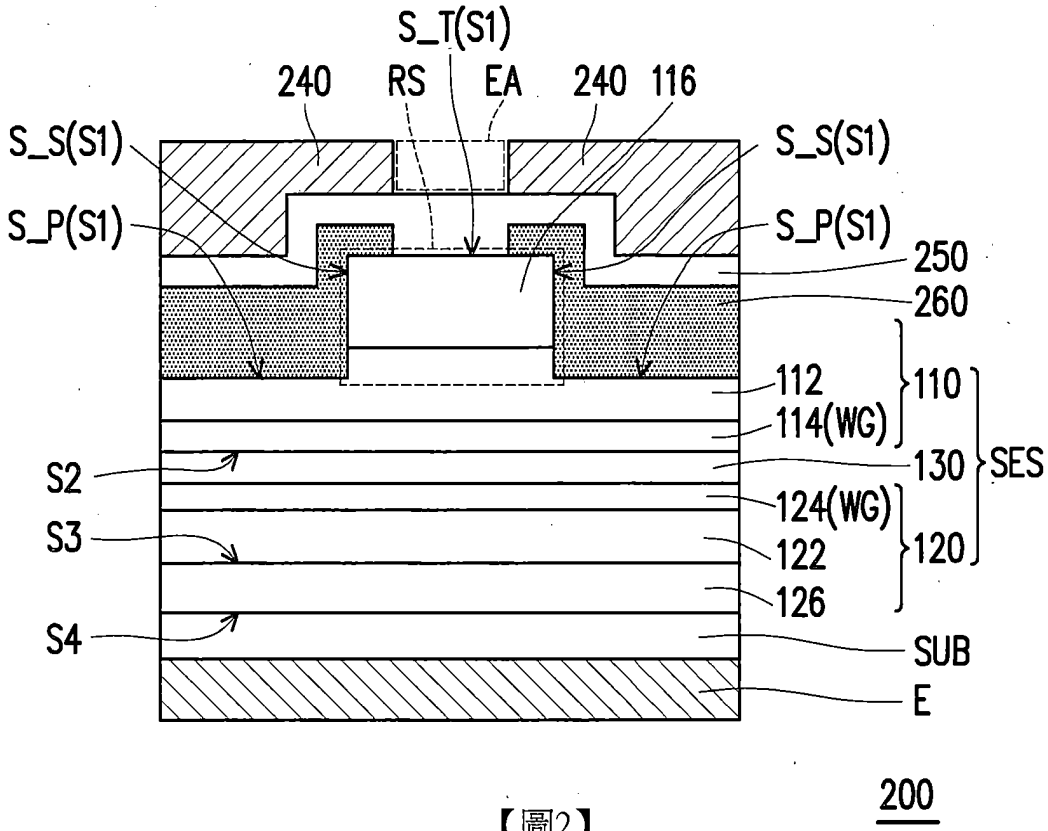
【圖1A】

100

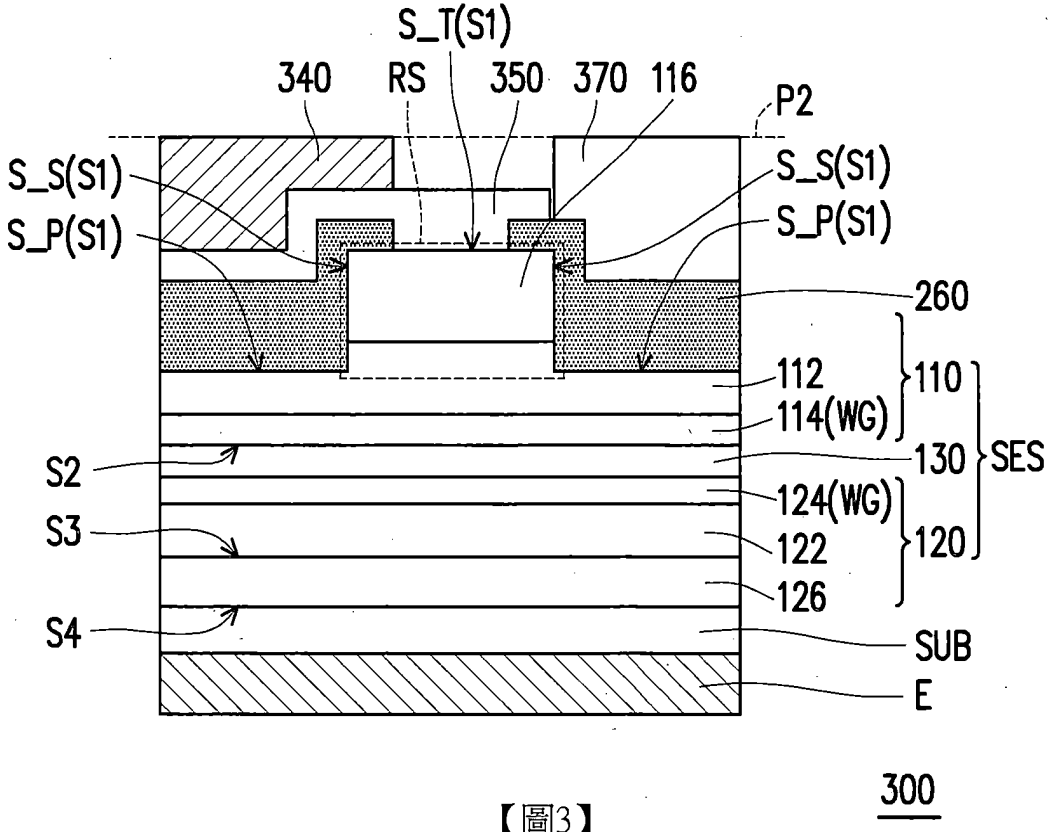


【圖1B】

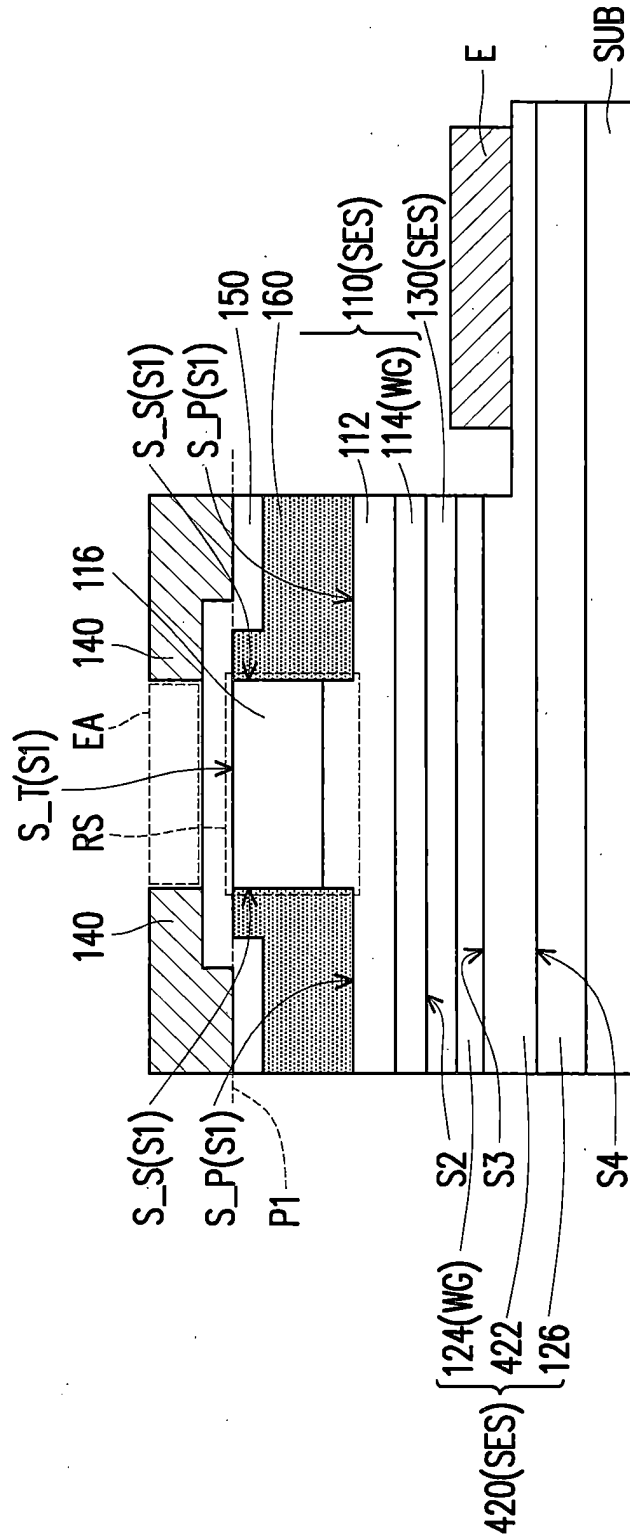
100



【圖2】

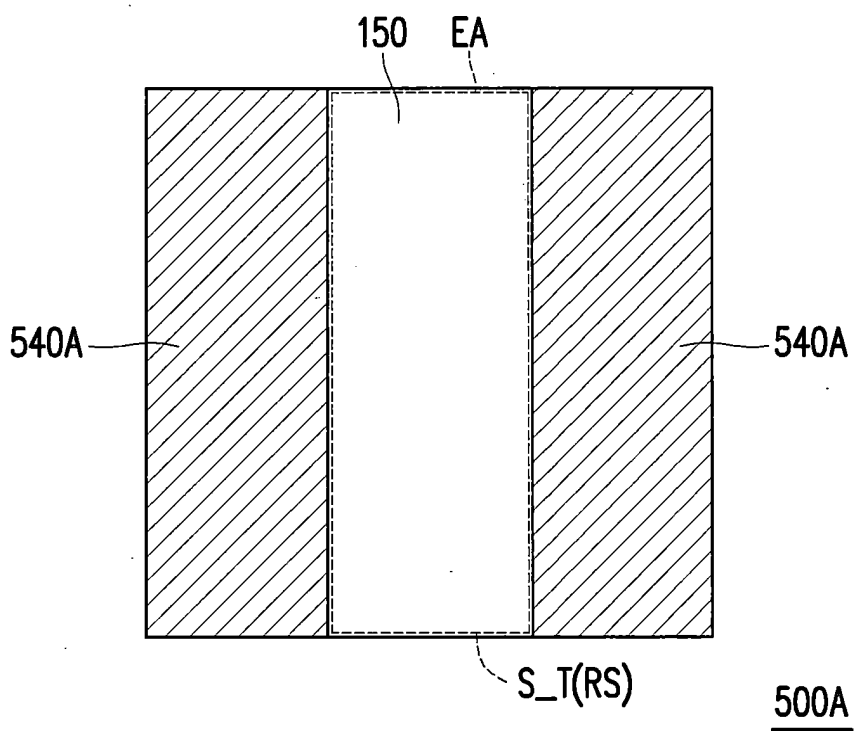


【圖3】

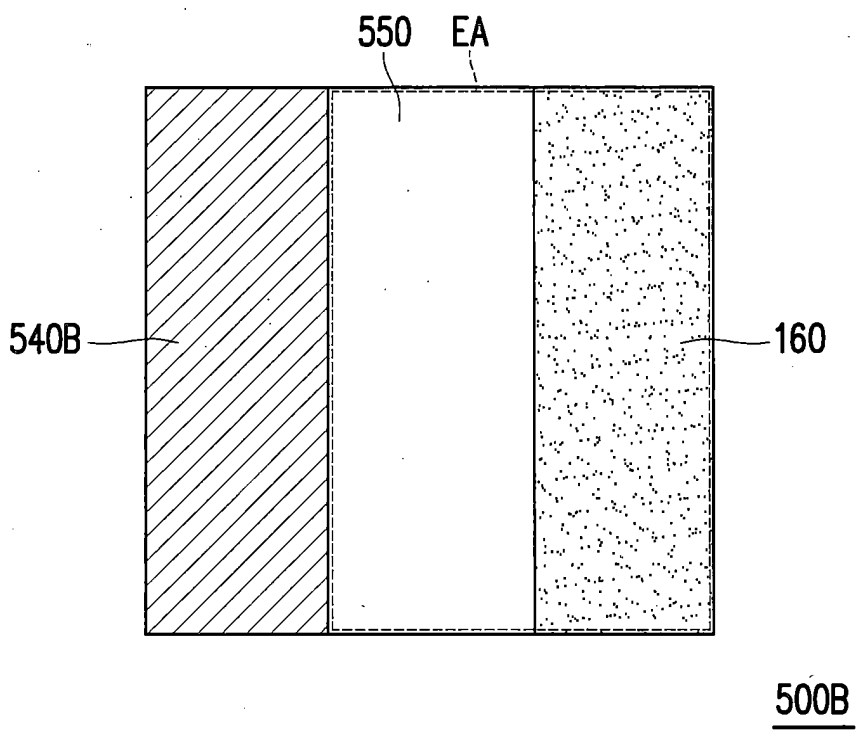


400

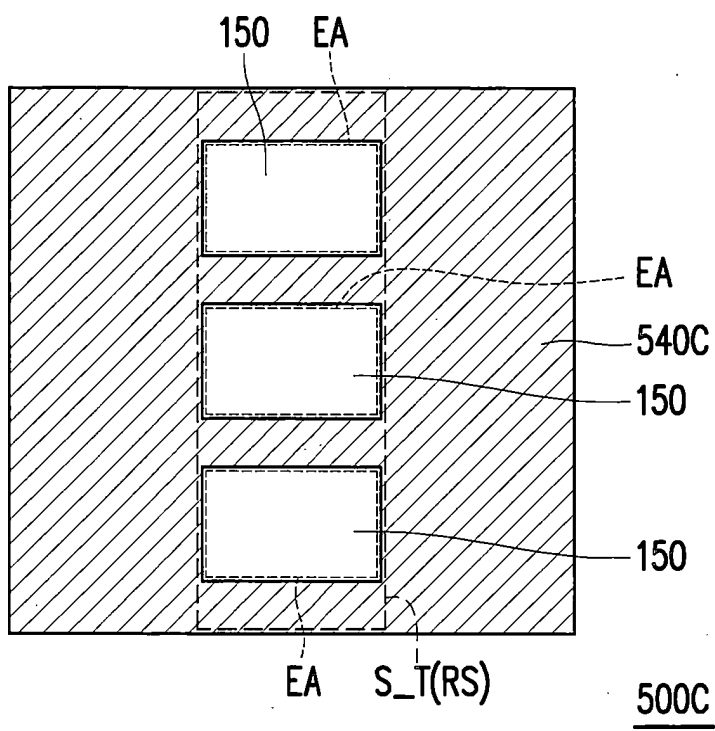
【圖4】



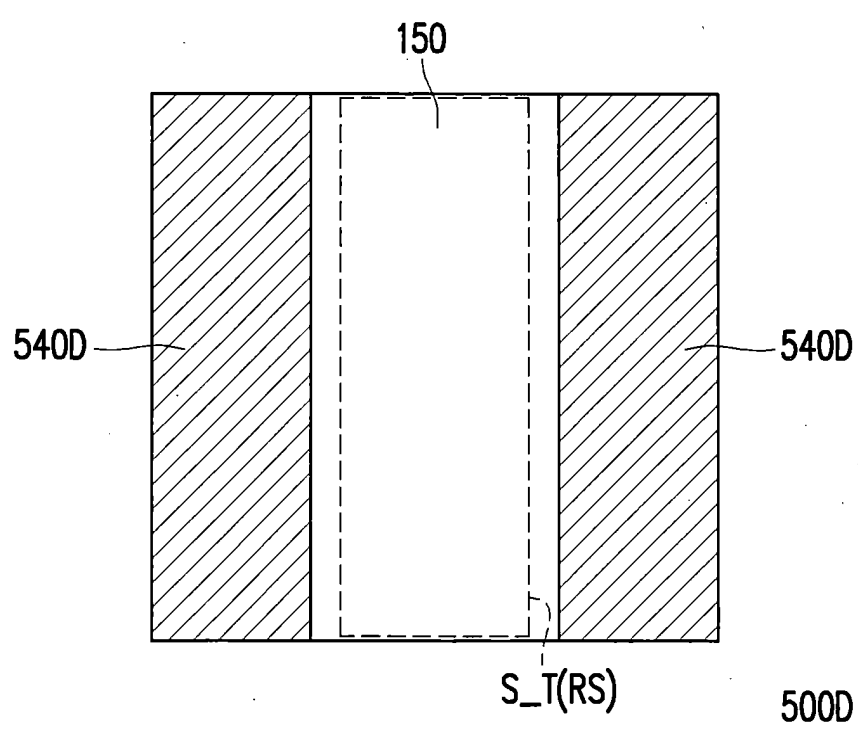
【圖5A】



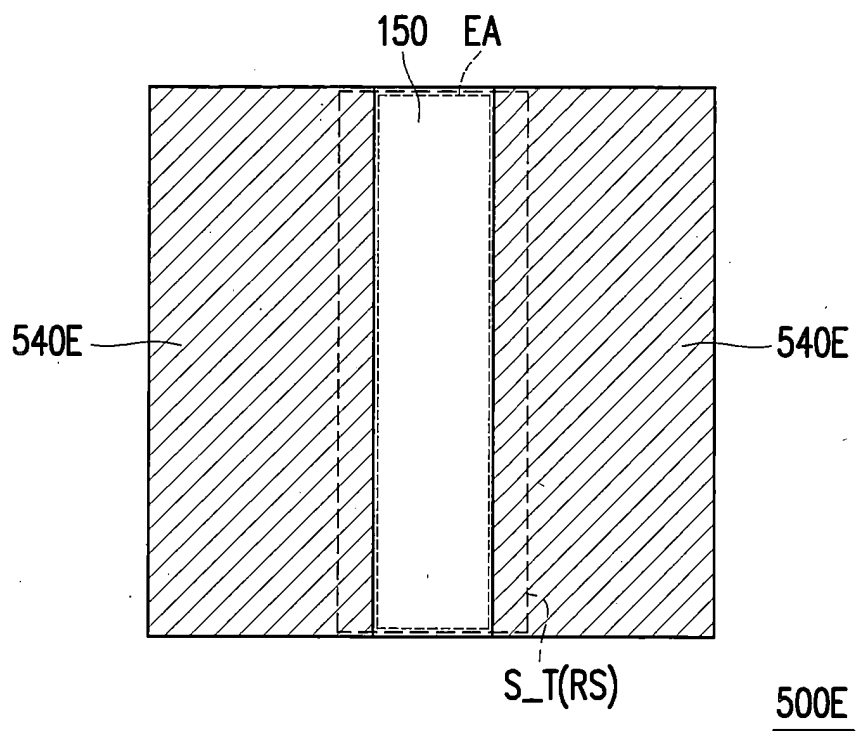
【圖5B】



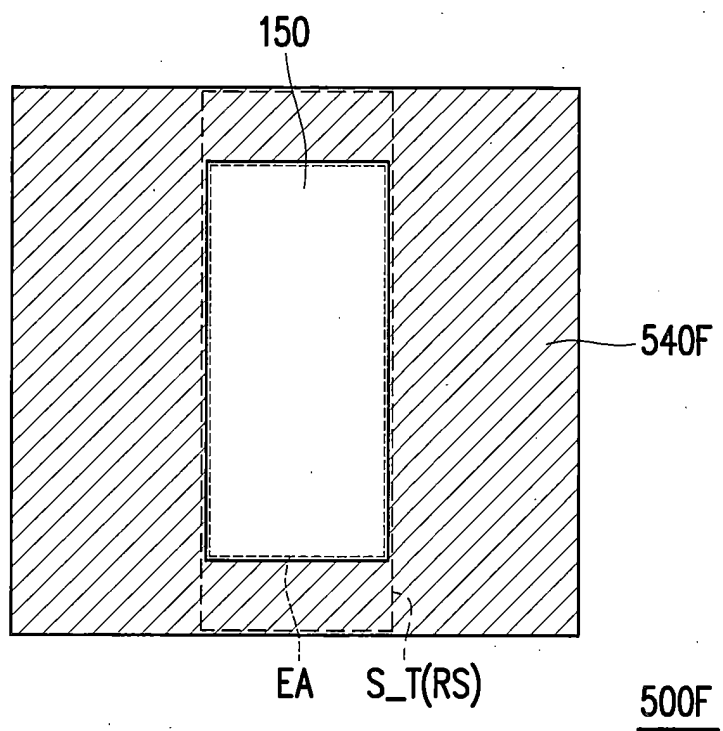
【圖5C】



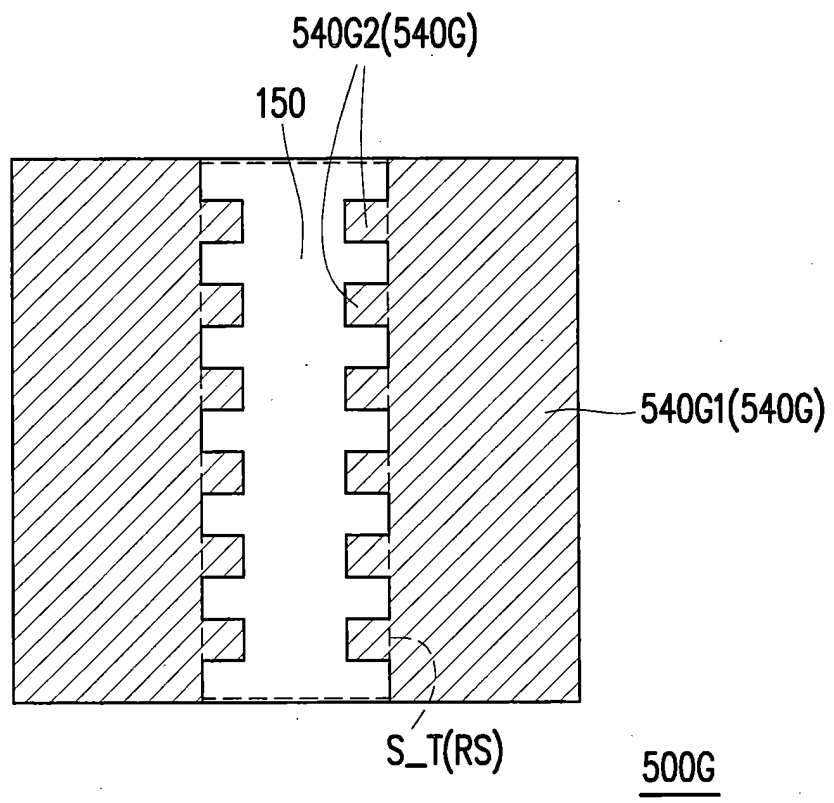
【圖5D】



【圖5E】



【圖5F】



【圖5G】

layer and the light emitting layer. The transparent conductive layer is disposed between the electrode pad layer and the first semiconductor layer. The first semiconductor layer has a ridged structure located on a side away from the light emitting layer. The electrode pad layer has at least one empty area, and an orthographic projected image of the at least one empty area along a direction perpendicular to the light emitting layer is overlapped with at least a portion of the orthographic projected image of the ridged structure along the direction.

【指定代表圖】圖1A。

【代表圖之符號簡單說明】

- 100：半導體雷射元件
- 110：第一半導體層
- 112：第一半導體披覆層
- 114：第一波導層
- 116：半導體接觸層
- 120：第二半導體層
- 122：第二半導體披覆層
- 124：第二波導層
- 126：半導體材料層
- 130：發光層
- 140：電極墊層
- 150：透明導電層

160：絕緣層

E：電極

EA：空區

P1：水平面

RS：脊狀結構

S1：第一側

S2：第二側

S3：第三側

S4：第四側

S\_P：周圍表面

S\_S：側表面

S\_T：頂表面

SES：半導體磊晶結構

SUB：基板

WG：波導層

【特徵化學式】

無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種半導體雷射元件，包括：

一半導體磊晶結構，包括：

一第一半導體層；

一第二半導體層；以及

一發光層，配置於該第一半導體層與該第二半導體層之間；

一電極墊層，該第一半導體層配置於該電極墊層與該發光層之間；以及

一透明導電層，配置於該電極墊層與該第一半導體層之間，其中位於遠離該發光層的一側的部分的該第一半導體層為一脊狀結構，該電極墊層具有至少一空區，且該至少一空區在垂直於該發光層的一方向上的垂直投影與該脊狀結構在該方向上的垂直投影至少一部分重疊。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述的半導體雷射元件，其中該脊狀結構具有遠離該發光層的一頂表面，且該至少一空區在該頂表面上的垂直投影與該頂表面的至少一部分重疊。

【第3項】 如申請專利範圍第2項所述的半導體雷射元件，其中該頂表面的形狀相同於該至少一空區的形狀，且該頂表面重合於該至少一空區在該頂表面上的垂直投影。

【第4項】如申請專利範圍第2項所述的半導體雷射元件，其中該至少一空區為多個空區，且該些空區在該頂表面上的垂直投影分別與該頂表面的一部分重疊。

【第5項】如申請專利範圍第2項所述的半導體雷射元件，其中該電極墊層包括一第一部分以及連接於該第一部分的多個第二部分，其中該電極墊層的該些第二部分配置於該頂表面上，且該電極墊層的該些第二部分呈週期性間隔排列。

【第6項】如申請專利範圍第1項所述的半導體雷射元件，該第一半導體層遠離該發光層的一側具有一周圍表面，該脊狀結構包括一側表面以及一頂表面，且該側表面連接該頂表面與該周圍表面，其中該半導體雷射元件更包括一絕緣層，配置於該第一半導體層與該透明導電層之間，且該絕緣層覆蓋該周圍表面的至少一部分。

【第7項】如申請專利範圍第6項所述的半導體雷射元件，其中該絕緣層覆蓋該側表面以及該頂表面的一部分。

【第8項】如申請專利範圍第6項所述的半導體雷射元件，其中該絕緣層覆蓋該側表面，且該絕緣層與該頂表面切齊於一水平面。

【第9項】如申請專利範圍第6項所述的半導體雷射元件，其中該透明導電層覆蓋該絕緣層的至少一部分，且該透明導電層覆蓋該頂表面。

【第10項】如申請專利範圍第8項所述的半導體雷射元件，其中該透明導電層在垂直於該發光層的一方向上的垂直投影與該頂表面在該方向上的垂直投影重合。

【第11項】如申請專利範圍第1項所述的半導體雷射元件，其中該第一半導體層更包括具有一第一型摻雜的一第一半導體披覆層以及具有該第一型摻雜的一第一波導層，且該第二半導體層更包括具有一第二型摻雜的一第二半導體披覆層以及具有該第二型摻雜的一第二波導層，其中該第一波導層配置於該第一半導體披覆層與該發光層之間，且該第二波導層配置於該第二半導體披覆層與該發光層之間，其中該第一型摻雜與該第二型摻雜的其中一者為P型摻雜，且該第一型摻雜與該第二型摻雜的其中另一者為N型摻雜。

【第12項】如申請專利範圍第11項所述的半導體雷射元件，其中該第一半導體層更包括具有該第一型摻雜的一半導體接觸層，該半導體接觸層配置於該透明導電層與該第一半導體披覆層之間，其中該半導體接觸層與該透明導電層接觸。

【第13項】如申請專利範圍第1項所述的半導體雷射元件，其中該半導體雷射元件為一邊射型雷射。

【第14項】如申請專利範圍第1項所述的半導體雷射元件，其中該電極墊層為同一電性。