

公告本

申請日期	88. 2. 1
案 號	88101496
類 別	H01S 3/18, H01L 33/00

A4
C4

472421

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	提供發光之摻雜稀土族之矽的電泵
	英 文	ELECTRIC PUMPING OF RARE-EARTH-DOPED SILICON FOR OPTICAL EMISSION
二、發明 創作人	姓 名	約翰 J. 皮克瑞
	國 籍	美國
	住、居所	美國維蒙特州昂格西爾市普克希爾路
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商萬國商業機器公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國紐約州阿蒙市新果園路
	代 表 人 姓 名	費羅普

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝 訂 線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，有 無主張優先權
 美國 1998年02月25日 09/030,455 有 無 主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀下面之注意事項再填寫本頁各欄)

五、發明說明(1)

技術範疇

本發明係關於一種尤其可有效用於光學裝置諸如發光二極體(LED)、雷射及光放大器之半導體結構。尤其，本發明係關於一種包含稀土族摻雜劑之半導體結構。

背景技藝

光電裝置將光信號轉變為電信號，及相反地，將電信號轉變為發射光之光子形態的光信號。近年來，有大範圍的光電裝置係依靠微電子裝置運作。對雷射、發光二極體等等有更大範圍的光電組件使用所謂的III/V半導體元件。III-V族半導體具有週期表之IIIA族(例如，Al、Ga、In、Tl)之至少一者為一元件，及週期表之VA族(例如，P、As、Sb及Bi)之至少一者為第二元件。有鑑於製造在商業上感興趣之在約1.3至2.5微米波長下操作之矽基雷射、LED或放大器所遭遇到之困難，因而矽基裝置有較小程度供此種用途用。然而，仍希望能有矽基光電裝置，由於此等裝置之可供用性將可大大地減輕將光學及電子功能整合於單一半導體晶片上之困難性。此外，矽之高導熱性可提供某些操作利益。

近來發現將矽摻雜稀土族元素諸如鉕，將可在光及電刺激下在約1.5微米之波長下產生發光。經由激態稀土族元素原子之在4f能階內轉移所發生之在此波長下之發光係令人期望的，由於其與氧化矽基纖維之吸收最小值一致。

此外，已有人展示在摻雜鉕-氧之矽中形成之順向及逆向偏壓p-n接面兩者中之電激發光，如論述於Stimmer等人

五、發明說明(2)

，應用物理函件(Applied Physics Letters)，68卷，No. 23，1996年6月，3290頁。在逆向偏壓下，稀土族原子被歐格(Auger)機構或衝擊離子化程序激發。另一方面，在順向偏壓下，稀土族原子被由稀土族原子與矽電子結構之交互作用所促成之自電子-電洞再結合事件所轉移之能量激發。此種裝置由於電激發光在逆向偏壓中受到低電流密度限制，及在順向偏壓中由於相競爭的再結合機構受到強的(逆向)溫度依存關係限制，因而其用途有限。因此，將希望能克服存在於先前技術中之此等問題。

發明總結

本發明提供論述於上之問題的解決之道。尤其，本發明提供裝置一種載子來源，以替代依賴由衝擊離子化所產生之漏電流。更特別地，本發明係關於在具有第一p型區域及第一n型區域之半導體中包含p-n接面之雙極性結構。在p-n接面附近設有一摻雜稀土族元素之區域。除此之外，設有用於激發稀土族元素之原子的帶電載子裝置。

本發明亦關於此一裝置之製造方法。尤其，本發明之方法包括提供一雙極性接面電晶體；將電晶體之集極中的區域摻雜稀土族元素；及使電晶體偏壓，以自摻雜稀土族元素之區域產生發光。

熟悉技術人士由以下之詳細說明當可容易明瞭本發明之再其他的目的及優點，其中僅展示及說明發明之較佳具體實例，其僅作為被視為係實行發明之最佳方式之說明用。如所明瞭，本發明可有其他及不同的具體實例，及其數項

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

細節可不脫離本發明而在各個明顯方面作修改。因此，應將圖示及說明視為說明性而非限制性。

圖示簡要說明

圖1係根據本發明之雙極性電晶體結構之示意圖。

圖2係根據本發明之LED結構之示意圖。

圖3係根據本發明之雷射或光放大器之示意圖。

圖4係對帶電載子使用另一種注入裝置之根據本發明之結構之示意圖。

實施發明之最佳及多種方式

為有助於對本發明之瞭解，將參照附圖作說明。

根據本發明，半導體基材1(見圖1)諸如矽、鍺、鑽石、其合金包括矽鍺及碳化矽、及化合物半導體包括II-VI族諸如硒化鋅及相關材料、及III-V族諸如砷化鎵及相關材料。較佳的半導體為矽。半導體基材包括第一p型或n型區域2及與區域2相反類型導電性之第一區域3。換言之，當區域2為p型時，則區域3為n型，及反之亦然。關於矽p型摻雜劑，包括鋁、鎵及銦。典型上，p型區域經摻雜約 10^{15} 至約 10^{20} 原子/立方公分濃度，及自約 10^{17} 至約 10^{19} 原子/立方公分濃度更為典型。矽之N型摻雜劑包括磷及砷。n型摻雜劑之典型的摻雜劑濃度為約 10^{15} 至約 10^{20} 原子/立方公分，及約 10^{17} 至約 10^{19} 原子/立方公分更為典型。

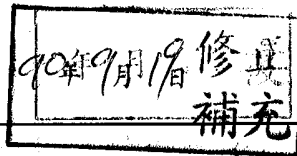
此外，本發明之雙極性裝置包括p-n接面4。在p-n接面附近之區域中設有摻雜稀土族元素之區域5。適當的稀土族元素包括鉕、鐳及釷，以鉕為較佳。典型上，可在磊晶成

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

裝

訂

線



五、發明說明 (4)

長過程中加入至結構中，或利用其他技術諸如離子植入引入之稀土族元素的濃度為約 10^{15} 至約 10^{20} 原子/立方公分。

含稀土族元素之區域為逆向偏壓接面，且為雙極性電晶體之集極較佳。

設有用於將帶電載子注入至p型及n型區域之其中一者，p型區域為較佳，以激發稀土族元素之原子的裝置6。此裝置可為耦合至p型及n型區域之其中一者的p-n接面(見圖1)。在雙極性裝置中，將提供電荷之pn接面稱為射極。或者，可使用電子束或光供此種用途用(見圖4)。

經由將發光稀土族摻雜層置於逆向偏壓集極接面內，可消除發生於順向偏壓接面內之相競爭的再結合。此外，藉由存在射極基接面，可達到電流密度及電場的獨立控制，因而提供具有足夠能量之載子來源，而可經由衝擊離子化程序激發稀土族元素。

圖2說明一依據本發明之發光二極體，其包括半導體基材1、第一p型或n型區域2及與區域2相反類型導電性之第一區域3、p-n接面4及摻雜稀土族元素之區域5。電荷源6電耦合至區域3。區域2、3及6分別設有導電體7、8及9。

圖3說明一依據本發明之雷射或光放大器，其包括半導體基材1、第一p型或n型區域2及與區域2相反類型導電性之第一區域3、p-n接面4及摻雜稀土族元素之區域5。電荷源6電耦合至區域3。區域2、3及6分別設有導電體7、8及9。

圖4說明依據本發明，對帶電載子使用另一種注入裝置之結構，其包括半導體基材1、第一p型或n型區域2及與區域

五、發明說明(5)

2相反類型導電性之第一區域3、p-n接面4及摻雜稀土族元素之區域5。其設有電子束或光源之電荷源10，以將帶電載子注入至摻雜區域2或3之其中一者。區域2及3分別設有導電體7及8。

前述之發明說明描述並說明本發明。另外，此揭示內容僅顯示並說明本發明之較佳具體實例，但如前所述，應瞭解本發明可以各種其他組合、修改及環境使用，且可在如文中所表現之發明概念之範圍內，與以上之教授及/或相關技術或知識相稱地作變化或修改。說明於前文之具體實例更打算用來解釋實行發明之已知的最佳方式，並使其他熟悉技術人士可將本發明應用於此等或其他具體實例，並作特殊應用或發明用途所需之各種修改。因此，本說明並非要將本發明限制於文中所揭示之形態。並且，應將隨附之申請專利範圍解釋為包括替代的具體實例。

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：提供發光之摻雜稀土族之矽的電泵)

一種結構，位在 p-n 接面附近之區域在具有第一 p 型區域及第一 n 型區域之半導體中具有 p-n 接面，摻雜稀土族元素。此外，此結構包括偶合至 p 型區域及 n 型區域之其中一者之電荷源，用以提供帶電載子，而使稀土族元素之原子激發。亦提供一種製造此結構之方法，其包括提供一雙極性接面電晶體；將電晶體之集極中的區域摻雜稀土族元素；以及使電晶體偏壓，以自摻雜稀土族元素之區域產生發光。

英文發明摘要(發明之名稱：ELECTRIC PUMPING OF RARE-EARTH-DOPED SILICON FOR OPTICAL EMISSION)

A structure having a p-n junction in a semiconductor having a first p-type region and a first n-type region along with a region located in the vicinity of the p-n junction that is doped with a rare-earth element. In addition, the structure includes a charge source coupled to one of the p-type region and n-type region for providing charge carriers to excite atoms of the rare-earth element. Also provided is a method for producing the structure that includes providing a bipolar junction transistor; doping a region in a collector of the transistor with a rare-earth element; and biasing the transistor to generate light emission from the rare-earth element doped region.

90年9月9日 修正

六、申請專利範圍

1. 一種半導體結構，包括在具有一第一p型區域及一第一n型區域之一半導體中之p-n接面；
 摻雜稀土族元素之區域，其係位在該p-n接面附近；以及
 使該稀土族元素之原子激發之帶電載子裝置。
2. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該帶電載子之來源為與第一p型區域接觸，且不與第一n型區域接觸之第二n型區域。
3. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該帶電載子之來源為與第一n型區域接觸，且不與第一p型區域接觸之第二p型區域。
4. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該帶電載子裝置包括耦合至該p型區域及該n型區域之其中一者之電荷源。
5. 如申請專利範圍第1項之結構，其更包括使電荷源提供該帶電載子之活化裝置。
6. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該稀土族元素係選自由鉕、鐳及釷所組成之群。
7. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該稀土族元素為鉕。
8. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該半導體為矽。
9. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該帶電載子裝置包括一電子束或光。
10. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該稀土族元素係存在於該結構之集極區域中。
11. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該結構係為一LED。

六、申請專利範圍

12. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該結構係為一雷射。
13. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該結構係為一光放大器。
14. 一種製造一半導體結構之方法，包括提供一雙極性接面電晶體；將該電晶體之集極中的區域摻雜稀土族元素；以及使電晶體偏壓，以自摻雜稀土族元素之區域產生發光。
15. 如申請專利範圍第14項之方法，其中該稀土族元素係選自由鉕、鐳及釹所組成之群。
16. 如申請專利範圍第14項之方法，其中該稀土族元素為鉕。
17. 如申請專利範圍第1項之結構，其中該稀土族元素之濃度約為 10^{15} 至約 10^{20} 原子/立方公分。
18. 如申請專利範圍第17項之結構，其中該第一p型區域之摻雜劑濃度約 10^{15} 至約 10^{20} 原子/立方公分及其中該第一n型區域之摻雜劑濃度約 10^{15} 至約 10^{20} 原子/立方公分。
19. 如申請專利範圍第17項之結構，其中該第一p型區域之摻雜劑之濃度為約 10^{17} 至約 10^{19} 原子/立方公分及該第一n型區域摻雜劑之濃度為約 10^{17} 至約 10^{19} 原子/立方公分。
20. 如申請專利範圍第8項之結構，其中該p型摻雜劑由包含鋁，鎵及銦之族群中選出且該n型摻雜劑由包含磷及砷之族群中選出。

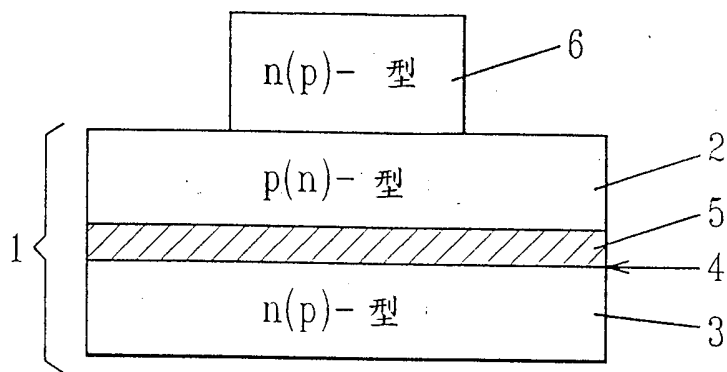


圖 1

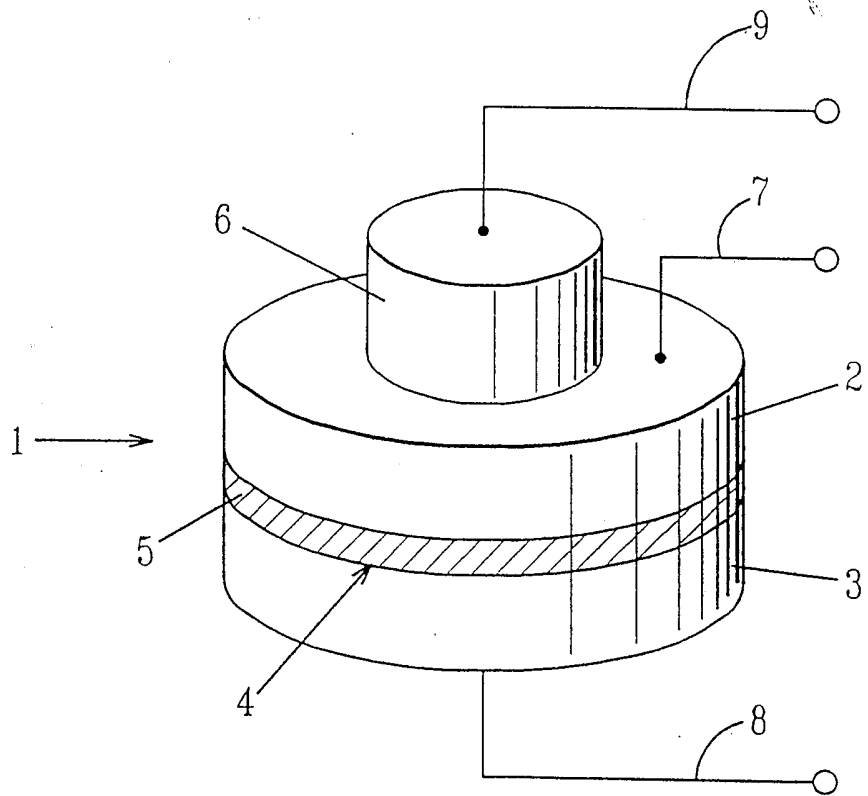


圖 2

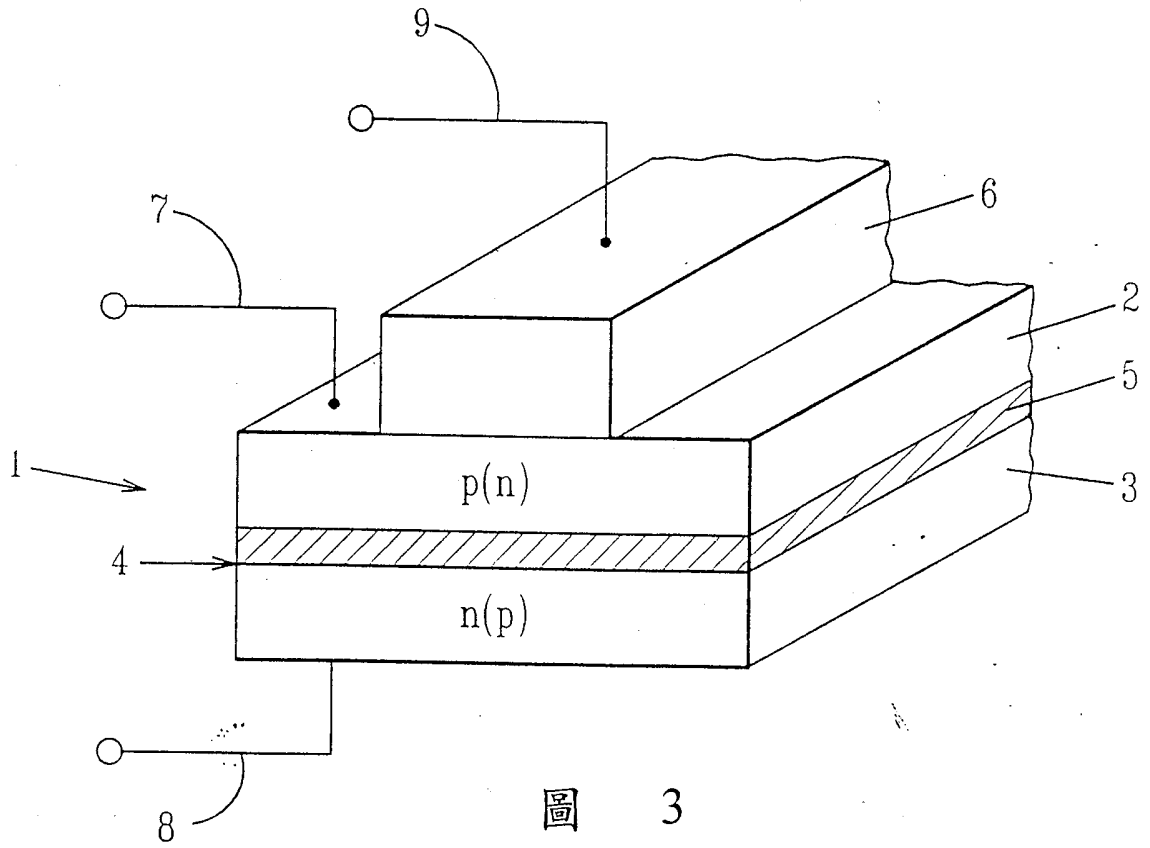


圖 3

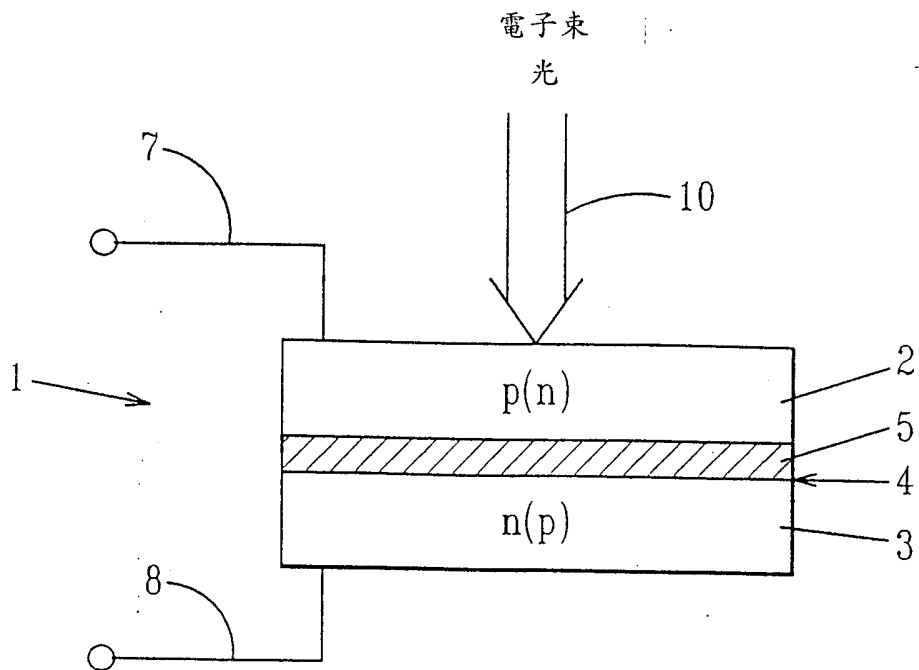


圖 4