

公告本

396668

申請日期	87. 4. 21
案 號	87106110
類 別	H01S 3/00

A4
C4

396668

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	長波長之垂直腔表面發射雷射
	英 文	"LONG WAVELENGTH VCSEL"
二、發明 創作人	姓 名	1. 傑默 隆達尼 2. 麥克 S. 賴比 3. 文賓 張
	國 籍	1. 法國 2. 美國 3. 中國大陸
	住、居所	1. 美國亞利桑那州吉爾柏市西迪芬路822號 2. 美國亞利桑那州亞培克樞紐市北拉巴路30號 3. 美國亞利桑那州費尼克斯市東金普皮路4407號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商摩托羅拉公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國伊利諾州史堪伯市東阿崗崑路1303號 摩托羅拉中心
	代 表 人 姓 名	F. 強 莫辛格

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 1997年4月23日 08/839,112 ☒有 ☐無 主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明(1)

先前應用的參考

本應用於1997年4月23日已經在美國提出專利申請，專利應用序號為08/839,112。

發明領域

本發明涉及的是垂直腔表面發射雷射，更明確地說，是有關於發射長波長光束的垂直腔表面發射雷射。

發明背景

垂直腔表面發光雷射(VCSEL)包含一個以半導體製造技術形成在一個基板上的第一分布的布拉格反射器(distributed Bragg reflector)(DBR)；也就是鏡面疊層、一個形成於第一鏡面疊層上的作用區域、以及形成於作用區域上面的第二鏡面疊層。VCSEL是由強制通過作用區域的電流所驅動，通常是藉由基板背面的第一接觸層與第二鏡面疊層上的第二接觸層之間導電形成。

本技藝中在VCSEL內利用鏡面疊層的技術已非常成熟。一般而言，鏡面疊層是由多重的成對鍍層形成的，也就是成對鏡面。這些成對鍍層都是由同一系列的物質形成，通常包含兩種具有不同折射係數的物質，且很容易與VCSEL其它部份的晶格匹配。例如，一個以砷化鎵為基礎的VCSEL通常用一個砷化鋁／砷化鎵或砷化鎵鋁／砷化鋁的材料系列，其每一對中的每一層有不同的折射率，而它的折射率是依照每一層中的含鋁量而改變。傳統的裝置中，每一疊層中的鏡面成對個數可以是20至40而得到很高百分比的反射率，它視鍍層之間的折射率差異而定。愈多的成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (2)

對數會有愈高百分比的折射光。

傳統的 VCSEL 中，傳統的材料系列可以適當地發揮功能。然而，發射長波長光束的 VCSEL 所需要的新產物已發展出來。發射長波長光束的 VCSEL 在光學遠距通訊工業上有很大的用處。例如，一個長波長 VCSEL 可以利用具有磷化銦作用區域的 VCSEL 而得到。當利用磷化銦作用區域時，鏡面疊層必需利用磷化銦／磷砷化鎵銦材料系列以得到晶格匹配。然而這個系統實際上無法得到真正以 DBR 為基礎的鏡面，因為這些材料系列的折射率差異太小了。已經有很多嘗試想解決這種問題，包含一種晶圓結合技術，它是把 DBR 鏡面磊晶生長在一個分開的基板上，再鍵接到作用區域上。這種技術的成功率有限而且晶圓擴散過程中的介面疵點密度會導至潛在的可靠度問題。

因此，能夠補償前述中先前技藝固有的缺陷是有很大的益處。

根據上述，本發明的目地是提供一種新的且改良過的長波長 VCSEL。

本發明的另一個目地是提供一種可靠的長波長 VCSEL。

仍然是本發明的一個目地，它提供一種可以利用於長波長 VCSEL 中的有效作用區域與鏡面疊層。

仍就是本發明的另一個目地，它降低製造一個長波長 VCSEL 的複雜性。

本發明的另一個目地是提供一種可以發射長波長光束的作用區域以及一種可以彼此晶格匹配的鏡面疊層。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(3)

發明概述

簡要地說，根據較佳實例爲了得到本發明的目地，這裡提供的是一個發射長波長光束的VCSEL。這種VCSEL包含一個砷化鎵(111)基板元件、一個配置在基板元件上的第一鏡面疊層、一個包含以氮化物爲基礎之量子井的氮砷化鎵鎵(GaInAsN)作用區域、此作用區域配置在第一鏡面疊層上、以及配置在作用區域上的第二鏡面疊層。

在一個較佳實例中，作用區域與第一、第二鏡面疊層形成之結構可發射的光束波長範圍大約是1.3至1.55微米。量子井形成的結構具有的直接能量鍵隙範圍大約是1.42至0.7電子伏特(eV)。

它也提供一種製造發射長波長之VCSEL的方法。這個方法包含提供一個具有表面的砷化鎵(111)基板、在這個表面上磊晶生長一個第一鏡面疊層、在第一鏡面疊層上磊晶生長一個包含以氮化物爲基礎之量子井的氮砷化鎵鎵作用區域、以及在作用區域上磊晶生長一個第二鏡面疊層。

圖式簡要說明

由下述中較佳實例的詳細說明與附屬的圖示，對於那些熟悉本技藝者，本發明前述、進一步的以及更明確的目地與優點會更加明確，其中：

圖1是根據本發明中一個VCSEL的截視圖；以及

圖2是根據本發明圖1中VCSEL之作用區域的截視圖。

較佳實例之詳細說明

現在經由一些圖示加以說明且相同元件賦予相同指示編

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(4)

號，首先注意圖1的圖示，它說明一個發射長波長光束的垂直腔表面發光雷射(VCSEL)，一般以10表示。VCSEL10形成於一個基板12上，其中在這個特別較佳實例中，基板是砷化鎵(111)。砷化鎵(111)被利用於VCSEL10元件的磊晶生長，其發射的長波長範圍大約是1.3至1.55微米。有一點必需了解的，砷化鎵(111)被應用成一個基板其中(111)表面晶格方向可以在正常操作溫度下產生較長波長的連續波(CW)，此外，利用(111)方向的基板可以延伸發射波長至1.1微米，它是(100)基板表面晶格方向很難達到的波長範圍。

基板12有一個上表面13，它的上面配置一個鏡面疊層14。鏡面疊層14包含一些砷化鎵/砷化鎵鋁材料系列形成的成對鏡面。一個作用區域20配置在鏡面疊層14上面。如圖2會詳細說明的作用區域20，它包含一個夾置於一個相鄰於第一鏡面疊層14的第一鍍層區域24與第二鍍層區域25之間的作用結構23。一個第二鏡面疊層26配置在第二鍍層區域25上且包含砷化鎵/砷化鎵鋁材料系列形成的成對鏡面。

鏡面疊層14是經由磊晶沉積生長成對的鍍層於基板12上。為了鏡面疊層14與基板12之間的晶格匹配，它必需沉積一種適當的半導體材料，本特別實例中，基板12是砷化鎵(111)，因此，應用的材料是砷化鎵/砷化鎵鋁材料系列。依照鍍層之間的折射率差異，沉積在基板12上的這些材料系列大約有20至40個成對鏡面。每一對鏡面中每一個鍍層的折射率差異是經由改變鋁含量而得到。在本特別實例中

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(5)

，較佳的成對鏡面是一個 $\text{GaAl}_{1.7}\text{As}$ 鍍層與一個 GaAs 鍍層。越多的成對個數會增加反射光線的比例。

再次參照圖1與圖2，鍍層區域24包含一層或更多層，如果為了在作用結構23中形成更有效的載子限制，這些鍍層可分層級。在本特別實例中，鍍層區域24是由砷化鎵材料系列形成的。例如，鍍層區域24包含一個砷化鎵形成的第一鍍層30與鏡面疊層14晶格匹配，以及一個第二鍍層31，它的材料具有層級以便在作用結構23中有效的限制載子。

作用結構23在本較佳實例中包含三個以氮化物為基礎之量子井鍍層35、36、與37，而彼此之間以能障鍍層38與39隔開。例如，每一層量子井鍍層35、36、與37以及能障鍍層38與39的厚度約為100埃(Å)，因而作用區域20的總厚度大約是發射光的一個波長或波長的倍數。量子井鍍層35、36、與37是由 $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{As}_{1-x}(\text{N})_x$ 形成的。熟悉本技藝者將會了解更多或更少的量子井鍍層與能障鍍層都可加以利用，但它視所需的應用而定。作用區域20與第一、第二鏡面疊層14、26各別形成的構造所發射的波長範圍約為1.3微米至1.55微米之間。為了得到這種波長範圍，量子井的結構具有的直接能量鍵隙範圍大約是介於 $y=0$ 時的1.42電子伏特至 $y=0.3$ 時的0.7電子伏特之間。鎵的莫耳比例(0至30%)比在(100)方向之基板元件上生長的VCSEL結構所含的量還高。其中在低長晶溫度下是很難結合以氮化物為基礎之量子井作用區域，砷化鎵(111)基板進一步藉著加少部份比例的氮至砷化鎵鎵而促進1.3微米波長的產生。這個比例比砷

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(6)

化鎵(100)所需要的比例更低。

鍍層區域25包含一層或更多層，如果爲了在作用結構23中形成更有效的載子限制，這些鍍層可分層級。在本特別實例中，鍍層區域25是由砷化鎵材料系列形成的。例如，鍍層區域25包含一個砷化鎵形成的第一鍍層40與鏡面疊層26晶格匹配，以及一個第二鍍層41，它的材料具有層級以便在作用結構23中有效的限制載子。

鏡面疊層26是經由磊晶沉積生長成對的鍍層於鍍層區域25上。爲了鏡面疊層26與作用結構23之間的晶格匹配，它必需沉積一種適當的半導體材料，本特別實例中，鍍層區域25是以砷化鎵爲基礎的物質²，因此，應用的材料是砷化鎵/砷化鎵鋁材料系列。依照鍍層之間的折射率差異，沉積在鍍層區域25上的這些材料系列大約有20至40個成對鏡面。每一對鏡面中每一個鍍層的折射率差異是經由改變鋁含量而得到。在本特別實例中，較佳的成對鏡面是一個GaAl_{0.7}As鍍層與一個GaAs鍍層。越多的成對個數會增加反射光線的比例。

爲了完成VCSEL10，一個接觸層45配置在鏡面疊層26上，以及一個接觸層46配置在基板12上，例如在它的背部表面上。就如熟悉本技藝者所了解的，接觸層45的結構是爲了讓VCSEL10發射光束。

因發明目地的說明而對於本較佳實例的各種改變與修正，對那些熟悉本技藝者而言是可能發生的。例如，有一點必需了解的，對於VCSEL所形成的p型與n型摻雜劑的對稱

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(7)

結構，與逆向電性結構設計一樣是可以製造而成的。而且，這種修正與改變不會脫離本發明的精神，並藉著下文中申請專利範圍的詮述，它們都是要包含在本發明的領域之中。

雖然我們已經顯示與說明本發明的特別較佳實例，對那些熟悉本技藝者而言，進一步的修改改善也是可能的。因此，我們希望大家了解一點，本發明並不局限於特別的形式，在隨附的申請專利範圍中所要包含的是所有不會脫離本發明之精神與領域的修改。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱：長波長之垂直腔表面發射雷射)

一種發射長波長光束的垂直腔表面發射雷射，其包含一個砷化鎵(GaAs)(111)基板元件、一個第一鏡面疊層且具有的成對鏡面是砷化鎵/砷化鎵鋁(GaAs/AlGaAs)物質系，其晶格匹配於一個氮砷化銦鎵(GaInAsN)作用區域，而此作用區域具有夾置於鄰近第一鏡面疊層的第一鍍層區域與第二鍍層區域之間的作用結構，該作用結構包含一個以氮化物為基礎的量子井、以及一個晶格匹配於第二鍍層區域的第二鏡面疊層，該第二鏡面疊層具有砷化鎵/砷化鎵鋁物質系形成的成對鏡面。

英文發明摘要(發明之名稱："LONG WAVELENGTH VCSEL")

A VCSEL for emitting long wavelength light including a GaAs (111) substrate element, a first mirror stack with mirror pairs in a GaAs/AlGaAs material system lattice matched to a GaInAsN active region with an active structure sandwiched between a first cladding region adjacent the first mirror stack and a second cladding region, the active structure including a nitride based quantum well, and a second mirror stack lattice matched to the second cladding region and having mirror pairs in a GaAs/AlGaAs material system.

六、申請專利範圍

1. 一種用以發射長波長光束的垂直腔表面發射雷射，該垂直腔表面發射雷射包含：
 - 一砷化鎵(111)基板；
 - 一配置在砷化鎵(111)基板上的第一鏡面疊層；
 - 一個包含以氮化物為基礎之量子井的氮砷化銦鎵作用區域，該作用區域配置在第一鏡面疊層上；以及
 - 一配置在該作用區域上的第二鏡面疊層。
2. 如申請專利範圍第1項的垂直腔表面發射雷射，其中該作用區域與該第一、第二鏡面疊層形成的結構所發射出的光束波長範圍大約是1.3微米至1.55微米之間。
3. 如申請專利範圍第1項的垂直腔表面發射雷射，其中該以氮化物為基礎之量子井結構形成的直接能量鍵隙範圍大約是1.42電子伏特至0.7電子伏特之間。
4. 如申請專利範圍第1項的垂直腔表面發射雷射，其中該以氮化物為基礎之量子井包含 $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{As}_{1-x}(\text{N})_x$ 。
5. 如申請專利範圍第1項的垂直腔表面發射雷射，其中該以氮化物為基礎之量子井包含 $\text{Ga}_{0.7}\text{In}_{0.3}\text{N}_x\text{As}_{x-1}$ 。
6. 如申請專利範圍第5項的垂直腔表面發射雷射，其中該x值的範圍是0.001至0.1之間。
7. 一種製造用以發射長波長光束之垂直腔表面發光雷射的方法，該方法包含下列步驟：
 - 提供一具有一表面之砷化鎵(111)基板；
 - 在這個表面上磊晶生長一第一鏡面疊層；
 - 在第一鏡面疊層上，磊晶生長一包含以氮化物為基礎

六、申請專利範圍

之量子井的氮砷化銦鎵作用區域；以及

在作用區域上磊晶生長一第二鏡面疊層。

8. 如申請專利範圍第7項之製造用以發射長波長光束之垂直腔表面發光雷射的方法，其中該磊晶生長一個砷化銦鎵作用區域的步驟包含磊晶生長以氮化物為基礎之量子井，而此量子井包含 $Ga_{1-y}In_yAs_{1-x}(N)_x$ 。
9. 如申請專利範圍第7項之製造用以發射長波長光束之垂直腔表面發光雷射的方法，其該磊晶生長一個砷化銦鎵作用區域的步驟包含磊晶生長以氮化物為基礎之量子井，而此量子井包含 $Ga_{1-y}In_yN_xAs_{x-1}$ 。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

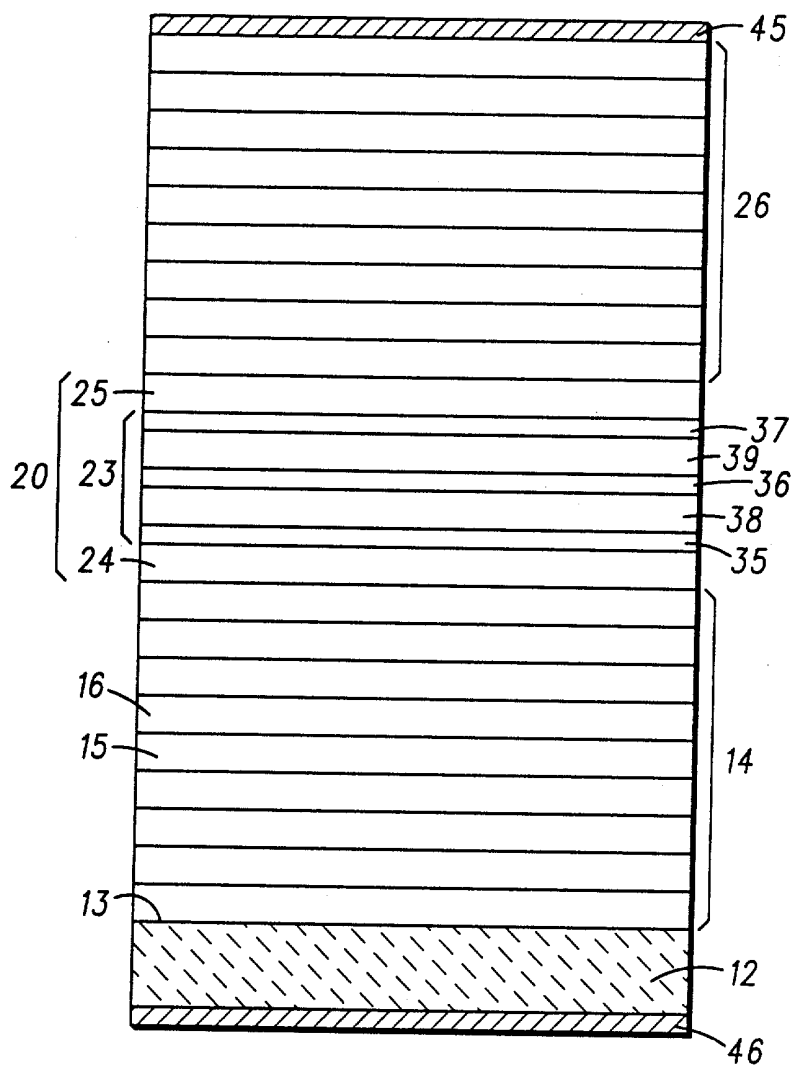
訂

396668

圖

1

10



圖

2

18

