

公告本

A4
C4

申請日期	85.12.05
案 號	85115035
類 別	74015 3/105

(以上各欄由本局填註)

447181

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	具有混合鏡面之可見垂直共振腔表面發射雷射
	英 文	"VISIBLE VCSEL WITH HYBRID MIRRORS"
二、發明 創作人	姓 名	1. 文彬 張 2. 麥克 S. 賴比
	國 籍	1. 中國大陸 2. 美國
	住、居所	1. 美國亞利桑那州費尼克斯市東金普皮路4407號 2. 美國亞利桑那州亞培克樞紐市北拉巴路30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	安索尼·J·沙利二世

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝
訂
線

447181

(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 1996.01.16 08/586,391

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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

參閱先前申請案

這項申請案已於1996年1月16日，在美國以專利申請案第08/586.391號歸檔。

發明範圍

本發明關於垂直共振腔表面發射雷射，尤其是關於高效率垂直共振腔表面發射雷射，用於發射可見光。

發明背景

垂直共振腔表面發射雷射(VCSEL)包括一第一分佈之布拉格反射器，也被視為一鏡面堆疊，經由半導體製造技術，將其形成於一基座上，一有效區域形成於第一鏡面堆疊上，及一第二鏡面堆疊形成於該有效區域上。透過有效區域供給之電流驅動著VCSEL，典型地是在基座之相反側上提供一第一接觸，及在第二鏡面堆疊上提供一第二接觸來達成。

將鏡面堆疊應用於VCSELs中的情形，於本項技術中已建立妥善完備。典型地，鏡面堆疊是由許多薄層對所形成，常被稱為鏡面對。這些薄層對由一材料系統形成，通常含有兩種具不同折射率的材料，且其晶格易於與VCSEL的其他部分匹配。例如，一種以GaAs為VCSEL，典型地使用一AlAs\GaAs或AlGaAs\AlAs材料系統，其中，一對之每一層的不同折射率是因改變這些薄層內鋁含量而達成。傳統元件中，每堆疊之鏡面對的數量範圍可為20-40，以完成高百分

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(2)

比的反射率，端視薄層之折射率之間的差異而定。大量之薄層對增加反射光的百分比。

企圖增加效率，並減少所需之薄層對數，利用介電層來改善鏡面堆疊。可利用較半導體材料更大之折射率差異之材質來製造介電層。結果，需要較少層即可形成一有效的鏡面堆疊。然而，由於介電層不導電及所使用之製造技術，而使其在利用上受到限制，因為一VCSEL是由第一與第二接觸間所通過之電流驅動，通常透過整個裝置，利用介電層，需要修正該裝置，諸如藉由移除該等接點，使電流避開這些介電層。這樣常限制了將介電層用於頂部之鏡面堆疊。

傳統之VCSELs中，傳統之材料系統性能適當。然而，經過改良之新產品需要VCSELs，它發射出可見光波長範圍內的光。為了達到高效率，該等鏡面堆疊必須反射一極高百分比的光，往往高於99%。這需要許多鏡面對在每一鏡面堆疊中。當該VCSEL操作於可見光波長範圍內時，利用許多由AlAs\GaAs材料系統組成之鏡面對，大幅地減少因由材料系統中之砷化物吸收光子所致之光量子效率。

其他材料系統，不吸收可見光，可加以利用，但往往造成一晶格失配，將會對VCSEL之操作及壽命成負面影響。

因此，將前述的及先前技術中固有之缺陷加以矯正，是極為有利的。

所以，本發明的一項目標是提供一種嶄新且經改良的VCSEL。

五、發明說明(3)

本發明的另一目標是提供高效率可見光之VCSEL。

本發明的另一目標是提供一種嶄新且經改良的鏡面堆疊，用於一VCSEL中。

本發明又有一目標是提供一有效之鏡面堆疊，應用於一可見光上VCSEL。

本發明還有一項目標，減少在一可見光VCSEL中鏡面成長的複雜度。

本發明尚有一項目標，是提供一鏡面堆疊，其晶格得以匹配。

發明概述

簡單地說，為完成本發明所需之各項目標，根據其中一項較佳實施例，所提供的是用來發射可見光的VCSEL。這種VCSEL含有一第一鏡面堆疊，包括一第一外延生長材料系統之第一部分，及一第二外延生長材料系統之第二部分，一有效區域放置在第一鏡面堆疊上，及一第二鏡面堆疊放置在有效區域上。

在一更特殊之實施例中，該VCSEL含有一基座，一第一鏡面堆疊放置在此基座上，第一鏡面堆疊包括一第一外延生長材料系統之第一部分，及一第二外延生長材料系統之第二部分，一有效區域放置在第一鏡面堆疊上，以及一第二鏡面堆疊放置在該有效區域上。

一項更特別的實施例包含一漸次匹配的薄層，位於第一鏡面堆疊之第一與第二部分中間。

五、發明說明(4)

在另一項非常特殊之實施例中，該 VCSEL 含有一有效層，夾置於鄰接第一鏡面堆疊之第一鍍層與鄰接第二鏡面堆疊之第二鍍層之間。第一及第二鍍層漸次將有效層分別晶格耦合至第一鏡面堆疊與第二鏡面堆疊。

在另一實施例中，VCSEL 包含第一鏡面堆疊之一第三部分，位於第一與第二部分之間，並由一第三材料系統所形成。

附圖簡介

目前本發明之前述及其他，和更特殊之目標與優點，從其中一較佳實施例之詳述，連同以下各附圖看來，對那些熟悉該技術的人而言，將變得顯而易見了，其中：

圖 1 為根據本發明之一 VCSEL 之一第一實施例的截面圖；

圖 2 為根據本發明之一 VCSEL 之另一實施例的立方圖；
以及

圖 3 為一混合式鏡面堆疊之另一項實施例的部分截面圖。

較佳實施例詳述

現在轉往附圖，其中類似之參考字元，於所有附圖中均表示相關之元件，首先注意到圖 1，說明一可見光垂直共振腔表面發射雷射 (VCSEL)，常標示為 10。VCSEL 10 形成於一基座 12 上，在這個特殊之實施例中，為 GaAs。儘可能

五、發明說明(5)

使用GaAs，以促進VCSEL 10中各元件之外延生長，它所發出的光在可見光之波長範圍內，約為590 nm-700 nm。應了解GaAs僅是一實例，可利用其他半導體材料做為基座12。

基座12有一上表面13，其中放置了一鏡面堆疊14。鏡面堆疊14含有一第一外延生長材料系統之一部分15，及一第二外延生長材料系統的部分16。一有效區域20放置在鏡面堆疊14上，一第二鏡面堆疊22則放置在有效區域20。

鏡面堆疊14是利用在基座12上外延沈澱薄層而生成。為將鏡面堆疊14晶格匹配至基座12，則必得放置一適合的半導體材料系統。在這項特殊實例中，基座12為GaAs因此，部分15即使用一AlAs/AlGaAs材料系統。這個材料系統之約20-30組鏡面對則被放置在基座12上。部分16放置在部分15上，含有取自一材料系統的鏡面對，對反射之可見光是有效率的。在本例中，一AlInP/AlGaInP材料系統連同大約5-10組鏡面對共同使用。

鏡面堆疊14為一混合式鏡面，應用超過一個材料系統為增加內含一較小堆疊之鏡面的反射光百分率，藉減少可見光之光子吸收率，以增加光量子效率，並於鏡面堆疊14與VCSEL 10內達成一晶格匹配。將部分16放置於鄰近有效區域20處，以反射由有效區域20所發射之高百分率的光子。由於所使用之材料系統的本性，沒有明顯的光子吸收情形，以增加光效率。如果單獨使用，該材料系統(本例為AlInP/AlGaInP)需要大量之鏡面對，以完成所需要之高額反射百分率。大量使用這些鏡面對，會急遽地降低效率，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(6)

並對該裝置功能發揮造成負面影響，乃因這些材料很難均勻地生成。藉利用大約5-10組鏡面對，均勻度之問題仍無改善，而此光之主要部分，約85%則受到反射。因為部分16並不吸收光，其光效率是高的。

為增加已反射光達到所需要之準位的百分率，部分15內含於鄰接基座12之鏡面堆疊14中。由於所使用之材料系統的本質，而易於在各薄層間及基座12完成晶格匹配。因為程序相當簡單，又易於晶格匹配，而容許形成大量的鏡面對，因此使反射光達到所需準位之百分率增加。

為了確保在部分15與部分16之間適當的晶格匹配，減少變形，並為簡化製程，一漸次匹配之薄層24形成於鏡面堆疊14的部分15與部分16之間。為了繼續以上所用到之實例，漸次之匹配層24由一材料系統，包括AlGaInP/GaInP/GaAsP所形成，通常少於一鏡面對的厚度。漸次匹配之薄層24從GaAsP材料鄰接部分15，漸次變化至AlGaInP鄰接部分16。

有效區域20儘可能地包括一有效層25，夾置於包覆層26與27之間。有效層25可為一單一或多量子的井狀結構，具有多量子之井狀結構，包括量子井層，由障壁層以一著名之形式分隔開來。為了產生可見光，應使用合適的材料。在這項特殊實施例中，該量子井層是由GaInP所形成，而障壁層則由GaAlInP所形成。包覆層26漸次以鏡面堆疊14晶格匹配有效層25。為繼續這項特定實例，包覆層26是由AlInP/GaAlInP材料系統所形成，具有AlInP鄰接部分16及

五、發明說明(7)

GaAlInP鄰接有效層25。

鏡面堆疊22實際上可由上述用於鏡面堆疊14之材料形成，具有一部分30及一部分31，以一漸次匹配之薄層32區隔。部分30放置在最靠近有效區域20之處，而部分31則遠離有效區域20。部分30及31可由與先前曾述及，用於鏡面堆疊14相同之材料系統所構成，並以相似之方式操作之。

那些熟悉本技術的人將易於了解到，鏡面堆疊14及22中之一或另一個，可以像是前述般，為一混合式鏡面堆疊，而另一個是傳統的鏡面堆疊，諸如包括許多薄層對，使用AlAs/AlGaAs材料系統。在此例中，希望維持鋁含量低於0.6，乃是為了減少在可見波長操作中光子的吸收量，可見光波長約590 nm-700 nm。

現在轉往圖2，一可見光垂直共振腔表面發射雷射(VCSEL)的另一實施例，以110標示，VCSEL 110又說明於一VCSEL中使用混合式鏡面可能的改變情形。VCSEL 110形成於一基座112上，此基座如同前項實施例，是GaAs。GaAs儘可能用來促進VCSEL 110之元件的外延生長，其所發射之可見光波長約為590 nm-700 nm的範圍內。應了解，可使用其他的半導體材料做為基座112，其中之其他材料，是熟悉本技術者所了解的。

基座112具有一上表面113，其上放置了一鏡面堆疊114。鏡面堆疊114大致上同等於前述之鏡面堆疊14，並包括由一第一外延生長材料系統組成之一部分115，及由一第二外延生長材料系統組成之一部分116。一有效區域120放置

五、發明說明(8)

在鏡面堆疊114上，而一鏡面堆疊122則置於有效區域120上。

鏡面堆疊114外延地生長，以一種對那些熟悉此技術的人而言為時興的方式，將薄層放置於基座112上。為確保適度地與部分115及116晶格匹配，一漸次匹配層124形成於部分115及部分116中間。因為鏡面堆疊114同等於鏡面堆疊14，在此將不再詳述。

鏡面堆疊114為一混合式鏡面，使用超過一個材料系統，是為了一小(或實用)量之鏡面對，增加反射光之百分比，藉減少可見光之光子吸收量來提升光量子效率，並達到於鏡面堆疊114與VCSEL 110內的晶格匹配。

有效區域120儘可能包括一有效層125，夾置於包覆層126與127之間。有效區域120可包括一單一或多量子井，並等同於前述之有效區域20，因此亦將不再詳述。

鏡面堆疊122包括一部分130，由一第一外延生長之材料系統形成，鄰近放置於有效區域120，及一由一第二材料系統形成之部分131。在這個特殊實施例中，鏡面堆疊122之第一材料系統之部分130包括一InAlGaP層133，緊鄰有效區域120，及一GaInP電接觸層134。包覆層127如同前述，使晶格匹配部分130漸次至有效層120。第二材料系統之部分131包括一介電材料之交替層。介電鏡面之堆疊著名於本技術中，但在此將不詳述。因為一介電材料用於部分131，部分130必須具有接觸層134，其間通過一般電流。部分131形成一臺面式結構，以便於進出接觸層134的表面。

四、中文發明摘要(發明之名稱： 具有混合鏡面之可見垂直共振腔
表面發射雷射)

一用於發射可見光之垂直共振腔表面發射雷射，包括一第一鏡面堆疊，具有一第一外延生長材料系統之一第一部分及一第二外延生長材料系統之一第二部分，一有效區域位於第一鏡面堆疊上，且一第二鏡面堆疊位於該有效區域上。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

英文發明摘要(發明之名稱： "VISIBLE VCSEL WITH HYBRID MIRRORS")

A vertical cavity surface emitting laser for emitting visible light, including a first mirror stack having a first portion of a first epitaxially grown material system and a second portion of a second epitaxially grown material system, an active region disposed on the first mirror stack, and a second mirror stack disposed on the active region.

線

六、申請專利範圍

1. 一種用以發射可見光之垂直共振腔表面發射雷射

(10)，該垂直共振腔表面發射雷射(10)包含：

一第一鏡面堆疊(14)，包括由一包括 AlAs 及 AlGaAs 交替層之第一外延生長之材料系統形成之第一部分(15)，以及由一第二外延生長之材料系統所形成之第二部分(16)，該第二磊晶生長之材料系統係位於鄰接有效區域且包括 InAlP 及 InAlGaP，以及由位於第一部份及第二部份之間之第一鏡面堆疊所形成之第三材料系統形成之第三部份，該第三材料系統包括由 Alx_1GaInP 及 Alx_2GaInP 構成之交替層，其中 x_1 及 x_2 係表示不同之鋁含量以提供成對之具不同折射率層，該第一鏡面堆疊係增加反射光且與該垂直共振腔表面發射雷射成晶格匹配；

一有效區域(20)位於該第一鏡面堆疊(14)上；以及

一第二鏡面堆疊(22)位於該有效區域(20)上。

2. 一種用以發射可見光之垂直共振腔表面發射雷射

(10)，該垂直共振腔表面發射雷射(10)包含：

一基座；

一第一鏡面堆疊(14)放置在該基座上，該第一鏡面堆疊包括由一位於鄰接該基座且包括 AlAs 及 AlGaAs 交替層之第一外延生長之材料系統形成之第一部分(15)及由一位於鄰接有效區域且包括 InAlP 及 InAlGaP 之第二外延生長之材料系統所形成的第二部分，以及一位於第一部份及第二部份之間且由第三材料系統形成之

六、申請專利範圍

第三部份，該第三材料系統包括由 Alx_1GaInP 及 Alx_2GaInP 構成之交替層，其中 x_1 及 x_2 係表示不同之鋁含量以提供成對之具不同折射率層，該第一鏡面堆疊係增加反射光且與該垂直共振腔表面發射雷射成晶格匹配；

一有效區域(20)位於該第一鏡面堆疊(14)上；及

一第二鏡面堆疊(22)位於該有效區域(20)上。

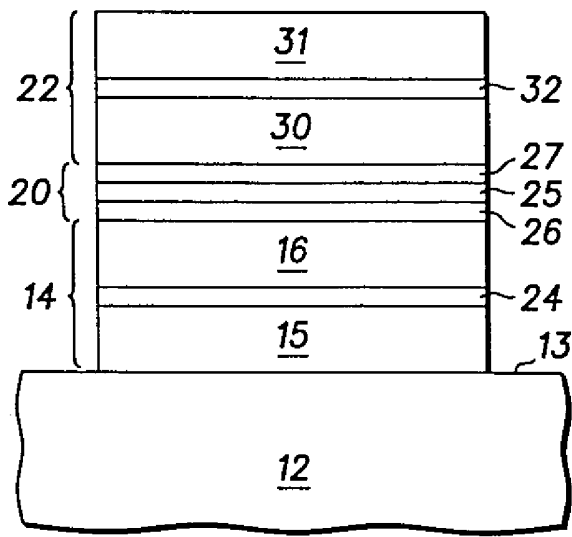
3. 一用以發射可見光之垂直共振腔表面發射雷射(10)，該垂直共振腔表面發射雷射(10)包含：

一GaAs基座；

一第一鏡面堆疊(14)，包含複數個位於該基座上之由AlAs及AlGaAs構成之交替層，及位於AlAs及AlGaAs所構成的交替層上之由AlInP及AlGaInP構成之交替層，以及位於AlAs/AlGaAs交替層及第一鏡面堆疊之AlInP/AlGaInP交替層之間之漸次匹配層；

一有效區域(20)，包含一於GaAlInP障壁層內之GaInP量子井，該障壁層係位於包覆層之間且該等包覆層係由鄰接各別鏡面堆疊之AlInP漸次變化至鄰接有效層之GaAlInP；及

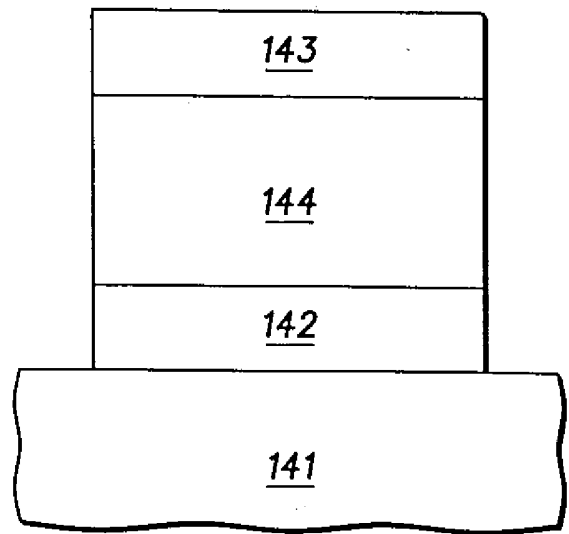
一第二鏡面堆疊(22)，包含位於該有效區域上之AlInP及AlGaInP之交錯層，以及位於AlInP及AlGaInP層上之複數個AlAs及AlGaAs之交錯層。



10

圖

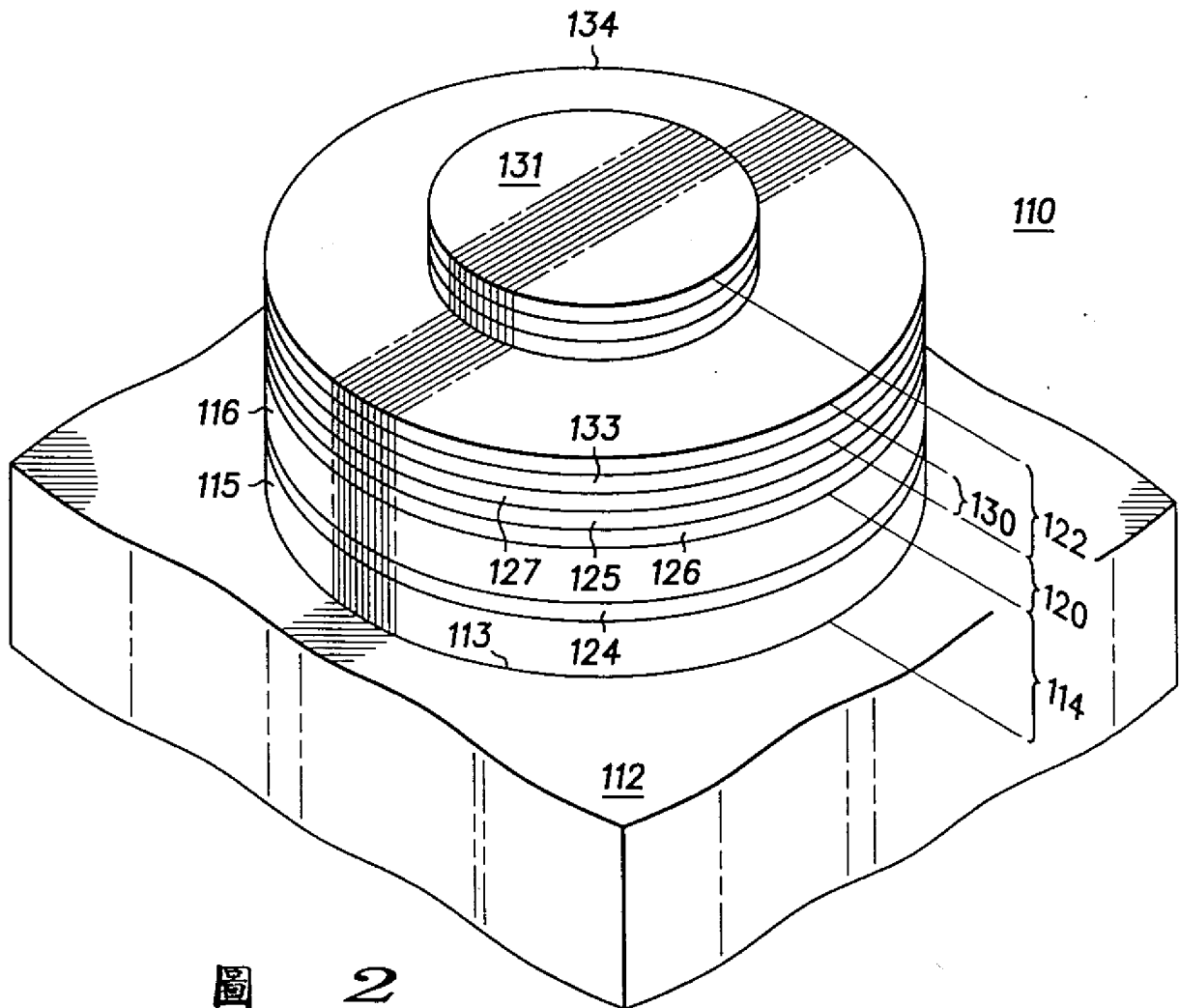
1



140

圖

3



圖

2

六、申請專利範圍

1. 一種用以發射可見光之垂直共振腔表面發射雷射

(10)，該垂直共振腔表面發射雷射(10)包含：

一第一鏡面堆疊(14)，包括由一包括 AlAs 及 AlGaAs 交替層之第一外延生長之材料系統形成之第一部分(15)，以及由一第二外延生長之材料系統所形成之第二部分(16)，該第二磊晶生長之材料系統係位於鄰接有效區域且包括 InAlP 及 InAlGaP，以及由位於第一部份及第二部份之間之第一鏡面堆疊所形成之第三材料系統形成之第三部份，該第三材料系統包括由 Alx_1GaInP 及 Alx_2GaInP 構成之交替層，其中 x_1 及 x_2 係表示不同之鋁含量以提供成對之具不同折射率層，該第一鏡面堆疊係增加反射光且與該垂直共振腔表面發射雷射成晶格匹配；

一有效區域(20)位於該第一鏡面堆疊(14)上；以及

一第二鏡面堆疊(22)位於該有效區域(20)上。

2. 一種用以發射可見光之垂直共振腔表面發射雷射

(10)，該垂直共振腔表面發射雷射(10)包含：

一基座；

一第一鏡面堆疊(14)放置在該基座上，該第一鏡面堆疊包括由一位於鄰接該基座且包括 AlAs 及 AlGaAs 交替層之第一外延生長之材料系統形成之第一部分(15)及由一位於鄰接有效區域且包括 InAlP 及 InAlGaP 之第二外延生長之材料系統所形成的第二部分，以及一位於第一部份及第二部份之間且由第三材料系統形成之