

(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 2000年12月29日 09/751,422 ☒有☐無 主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝  
訂  
線

## 五、發明說明(1)

發明背景

本發明關於光電裝置，特別是用於光電裝置之共振反射器。

目前已發展出多種型式之光電裝置且廣泛使用，其包括半導體光二極體、半導體光探測器等。半導體雷射已廣泛使用於現代技術中做為不同裝置之選擇性光源，例如通訊系統、光碟播放器等。對這些許多應用而言，半導體雷射藉由光纖連結件或甚至是自由空間而接合至半導體探測器，即光二極體。此構造對許多應用而言提供一高速傳輸之路徑，其效益顯著。

典型之邊緣放射半導體層為具有狹小波段間隙之雙異構造(double heterostructure)，其中相對主要表面上之高折射率層為寬波段間隙之低折射率層所包圍，該寬波段間隙之低折射率層通常稱為包覆層。低波段間隙層之術語為“活性層”，包覆層用以界定活性層或區域中充電載波及光學能量。活性層之相對端具有鏡面效果，其形成雷射孔。當電流通過構造時，活性層中電子及電洞結合產生光線。

另一種型式之半導體雷射為表面放射雷射，數種已揭示之表面放射雷射包含垂直空腔表面放射雷射(VCSEL)，參見“Surface-emitting microlasers for photonic switching and interchip connections”，Optical Engineering，29，pp.210-214，1990年3月，其說明此項雷射。其他範例參見Lee Yong H.等於1992年5月19日發表之U.S.第5,115,442號專利，名稱為“頂端放射之表面放射構造”，其為本案說明書所參考列舉

## 五、發明說明(2)

者，以及 Mary K.Hibbs-Brenner 於 1995 年 12 月 12 日發表之 U.S. 第 5,475,701 號專利，名稱為“整合式雷射能量探測器”，其為本案說明書所參考列舉者。另外亦可參見“Top-surface-emitting GaAs four-quantum-well lasers emitting at 0.85  $\mu\text{m}$ ”，Electronic Letters，26，pp.710-711，1990 年 5 月 24 日。

垂直空腔表面放射雷射提供了多項性能及製造優點，其優於傳統之邊緣放射雷射，這些優點與其輪廓有關，包括符合一維或二維陣列，晶圓水平需求及所需光束特性，一般為圓形對稱之低散射光束。

VCSEL 通常具有一活性區域，活性區域包含全部或一或多個量子井層 (quantum well layers)。鏡疊 (mirror stacks) 位於活性區域相對側邊處，且由錯置之半導體層所形成，該半導體層在介質中所需操作波長之厚度皆為 1/4 波長。活性區域不同側邊處之鏡疊具有相反之傳導型式，且藉由改變經過鏡疊及活性區域之電流可開啟及關閉雷射。

高產量及高性能之 VCSELs 已發展並商業化。頂面放射 AlGaAs 為基礎之 VCSELs 製造方式類似半導體積體電路，其適合低成本大量製造，並能夠與暨存之電子技術平臺整合。此外，VCSEL 之均一性及重複製造性可利用一標準未改良之商業化金屬有機蒸氣相晶體定向生長 (MOVPE) 室及分子光束晶體定向生長 (MBE)，其提供相當大之產量。吾人希望 VCSELs 在快速 (Gbits/s) 傳輸距離 (最大約 1000 米) 之單一或多管道資訊鏈應用中以及各種光學及/或映射應用中具有

### 五、發明說明(3)

較佳性能及較低成本，此優點係源自於其輪廓，其提供低成本高性能且具有彈性及所需特徵之傳輸器。

吾人已知相關之光探測器做為共振空腔光探測器(RCPD)，共振空腔光探測器之構造類似VCSELs，惟其在反向偏流模式下操作。共振空腔光探測器之效率優於標準之光二極體，其原因為經過一鏡子進入光學空腔之光線係有效的反射經過活性區域許多次。故光線在鏡疊之間反射，直到光線為活性區域所吸收或藉由一鏡子離開為止。由於鏡疊通常係高度反射接近共振，進入空腔之大部份光線為活性區域所吸收。

對許多具有共振空腔之光電裝置而言，頂端及/或底端鏡疊為分散型布拉格反射鏡(DBR)，其通常包括複數個交錯之半導體材料層，例如AlGaAs及AlAs。頂端及底端鏡疊具有多個DBR反射鏡周距，以達成所需之反射比。減少所需DBR反射鏡周距數目之方式為利用共振反射器取代部分之DBR反射鏡周距，此一構造揭示於U.S.第08/872,534號專利申請案，名稱為“用於改良光電裝置性能及加強應用性之共振反射器”，其為本案說明書所參考列舉者。典型之共振反射器主要包含導波管及光柵。

雖然共振反射器配合DBR鏡疊使用有其優點，若共振反射器未適當的與相鄰導電層絕緣，其反射率將受到限制，且導波管中受到導引之過多能量係重疊進入光電裝置易耗損之導電DBR薄膜中。因此，吾人所需之光電裝置可在共振反射器與光電裝置相鄰導電層之間產生絕緣。

## 五、發明說明(4)

發明概要

本發明藉由提供一光電裝置克服了先前技藝之缺點，該光電裝置可在共振反射器與光電裝置相鄰導電層之間產生絕緣，絕緣之產生宜藉由在共振反射器與光電裝置相鄰導電層之間提供電介質緩衝或包覆層，緩衝或包覆層宜具有足夠之厚度，及/或相對於共振反射器導波管折射率而言其折射率夠低，以便有效防止導波管中受到導引且將消失之殘餘能量進入光電裝置之相鄰導電層中。

在本發明一具體實施例中，光電裝置包含頂端鏡子及底端鏡子，且活性區域位於其間。頂端鏡子及底端鏡子為DBR反射鏡，由複數個交錯之半導體材料層所組成，該材料層經過摻雜具有部分電導性，電流可經過活性區域及DBR反射鏡以啟動裝置。

共振反射器與所選定之光電裝置一頂端或底端鏡子相鄰，且具有一導波管及光柵。導波管及光柵之構造使光柵第一繞射序列波向量與導波管傳輸模式相匹配。緩衝或包覆層宜具有足夠之厚度，及/或相對於導波管折射率而言其折射率夠低，以有效防止導波管中受到導引且將消失之殘餘能量進入該頂端或底端鏡子。

一種製造此光電裝置之方法包含在基版上提供一底端鏡子，該底端鏡子較佳係為一DBR鏡疊，且經過摻雜具有部分電導性。接著在頂端鏡子後，在底端鏡子上形成一活性區域。類似於底端鏡子，頂端鏡子宜為DBR鏡疊，且經過摻雜具有與底端鏡子相反之導電性。必要時活性區域在相

## 五、發明說明(5)

對側邊處可包含包覆層，以協助光線及電流集中在活性區域內。接著，如先前技藝已熟知，一H<sup>+</sup>離子之深植入以提供一增益導引孔，雖然其僅為說明之用，吾人瞭解任一型式之電流及電場限制皆可加以運用，例如增益導引，氧化物限制或任何其他機構。最後，基版頂端鏡子及底端鏡子上具有觸點，以便與光電裝置產生電子接觸。

緩衝或包覆層位於頂端鏡子上方，之後配置相鄰之共振反射器。共振反射器包括導波管及光柵，其構造使光柵第一繞射序列波向量與導波管傳輸模式相匹配。為使共振反射器與光電裝置絕緣，特別是電導性之頂端鏡子，緩衝或包覆層宜具有足夠之厚度，以防止導波管中受到導引且將消失之殘餘能量進入頂端鏡子。此外，緩衝或包覆層之材質具有相對於導波管折射率而言較低之折射率，以有效防止導波管中受到導引且將消失之殘餘能量進入該頂端鏡子。緩衝或包覆層之材質宜為非電導性。

在另一方法中，共振反射器位於第一基版上，至少一部分之光電裝置位於第二基版上，之後將第一基版接合至第二基版以完成該裝置。特別是，第一基版具有前側邊及後方側邊，共振反射器位於第二基版之前方側邊，之後第二基版具有前側邊及後方側邊，且至少一部分之光電裝置位於第二基版之前方側邊。光電裝置包含前述之底端鏡子，頂端鏡子及活性區域。因此，第一基版之前方側邊接合至第二基版之前方側邊以完成光電裝置。

第一基版利用光學環氧樹脂接合至第二基版，其具有足

## 五、發明說明(6)

夠之厚度，且相對於共振反射器導波管折射率而言折射率夠低，故能夠在第一基版上有效防止來自消逝波向量之能量進入光電裝置。對頂端放射裝置而言，一視準微透鏡可位於第一基版背面，對背面放射裝置而言，一視準微透鏡可位於第二基版背面，此時視準微透鏡能夠與光電裝置之輸出對準。

本發明亦希望在一共同基版上形成複數個光電裝置，此一構造運用於完整之無線電收發器，其包含一或多個光線發射裝置及一或多個光線接收裝置，且光線發射及接收裝置宜位於共同基版上。在一範例中，底端鏡子先在共同基版上形成，且做為多個光電裝置之底端鏡子，DBR鏡疊經過摻雜具有部分電導性。接著在頂端鏡子後，在底端鏡子上形成一活性區域。類似於底端鏡子，頂端鏡子宜為DBR鏡疊，且經過摻雜具有與底端鏡子相反之導電性。基版頂端鏡子及底端鏡子上具有觸點，以便與光電裝置產生電子接觸。

之後緩衝或包覆層位於頂端鏡子上方，共振反射器配置於緩衝或包覆層上，且共振反射器包含包含導波管及光柵薄膜。對部分光電裝置而言，例如頂端放射裝置，光柵薄膜經過蝕刻形成一光柵。對其他光電裝置而言，例如頂端接收裝置，光柵薄膜經過蝕刻具有不同之光柵構造(較大之光譜頻寬)，或仍就是未蝕刻而降低共振反射器之反射率，故光線能夠較輕易的進入光學空腔。對其他光電裝置而言，例如金屬-半導體-金屬(MSM)接收裝置而言，光柵薄膜可

## 五、發明說明(7)

一起移開，並將一金屬柵配置於緩衝或包覆層上。

在本發明另一具體實施例中，其提供較佳之共振反射器及其製造方法，且具有導波管及光柵薄膜，光柵薄膜經過蝕刻形成兩或多個間隔開之光柵區域，其為一或多個間隔開之蝕刻區域所隔開。此具體實施例預控制間隔開蝕刻區域之深度，而非該藉由改變光柵之填充率來達到所需共振反射器之光學特徵。吾人發現這點可增加共振反射器之製造性及產量。

圖示簡單說明

藉由參見後述詳細說明以及附圖可對本發明其他目的及其優點進一步的瞭解，圖式中類似之參數表示類似之零件且其中：

圖1為根據先前技藝之平坦，電流導引，GaAs/AlGaAs頂面放射垂直空腔雷射之概要視圖；

圖2為備有共振反射器之平坦，電流導引，GaAs/AlGaAs頂面放射垂直空腔雷射之側邊概要剖視圖；

圖3為圖2共振反射器反射率對波長之圖形，其皆具有非導電性( $k=0$ )之導波管層及導電性極低( $k=10^{-5}$ )之導波管層；

圖4為反射比對非導電性( $k=0$ )共振反射器波長之圖形，其中共振反射器與非導電性( $k=0$ )之頂端鏡子相鄰；

圖5為反射比對非導電性( $k=0$ )共振反射器波長之圖形，其中共振反射器與導電性極低( $k=10^{-5}$ )之頂端鏡子相鄰；

圖6為備有緩衝或包覆層之平坦，電流導引，GaAs/AlGaAs頂面放射垂直空腔雷射之側邊概要剖視圖，

## 五、發明說明(8)

且緩衝或包覆層位於共振反射器導波管層與頂端DBR鏡子之間；

圖7為頂端DBR鏡子86頂層為非導電性( $k=0$ )時，反射比對圖6共振反射器波長之圖形；

圖8為頂端DBR鏡子86頂層為導電性極低( $k=10^{-5}$ )時，反射比對圖6共振反射器波長之圖形；

圖9為類似圖6之頂面放射垂直空腔雷射之側邊概要剖視圖，其具有改良之光柵填充率；

圖10為類似圖6之頂面放射垂直空腔雷射之側邊概要剖視圖，其光柵薄膜之蝕刻厚度受到控制；

圖11為垂直空腔表面放射雷射之側邊概要剖視圖，其係接合共振反射器至垂直空腔表面放射雷射之頂端鏡子加以製造，且共振反射器位於第一基版上，頂端鏡子位於第二基版上；

圖12為圖11垂直空腔表面放射雷射之側邊概要剖視圖，其微透鏡位於基版之背面，且共振反射器位於該基版上；與

圖13為具有RCPD、VCSEL及MSM之完整基版側邊概要剖視圖。

### 較佳實例詳述

圖1顯示根據本發明之平坦，電流導引，GaAs/AlGaAs頂面放射垂直空腔雷射10。n-接觸層12位於n-摻雜之鎵砷化物(GaAs)基版14上，基版14以第一類型(即n類型)之雜質加以摻雜，且n-類型之鏡疊16位於基版14上。隔板18位於鏡疊16上。隔板18且具有環繞著活性區域22之底端限制層20及

## 五、發明說明 ( 9 )

頂端限制層24。p-類型鏡疊26位於頂端限制層24上，p-金屬層28位於鏡疊26，放射區域可具有鈍化層30。

絕緣區域29使電流27無法流經活性區域，且絕緣區域29可藉由H<sup>+</sup>離子之深植加以製造。雖然H<sup>+</sup>離子深植僅係範例，吾人瞭解其可運用任一形式之電流及電場限制，包含增益導引，氧化物限制或任何其他機構。直徑“g”可代表所需之活性區域，以及VCSEL 10之增益孔。此外，直徑“g”亦可由p-類型鏡疊26所需之電阻加以設定，特別是經過非導電性區域29，故非導電性區域29產生增益導引功能。直徑“g”受到製造的限制，例如植入步驟中側向擴散。

隔板18包含位於鏡疊16及26之間的量子井層活性區域22，量子井層活性區域22具有鋁鎵砷化物(AlGaAs)障礙層及GaAs量子井層之交錯配置層。GaAs量子井可運用於活性區域中，特別是GaAs為透明且需要放射波長( $\lambda = 980 \text{ nm}$ )之區域。鏡疊16及26為分散型布拉格反射鏡(DBR)疊，且包含摻雜AlGaAs及鋁砷化物(AlAs)之周距配置層。鏡疊16之AlGaAs以基版14相同之雜質(n-類型)加以摻雜，鏡疊26之AlGaAs以其他類型之雜質(p-類型)加以摻雜。

金屬接觸層12及28為歐姆觸點，其允許雷射二極體10適當之電氣偏置，當雷射二極體10在接觸層28以大於接觸層12之正電壓向前偏置時，活性區域22放射之光線31可通過鏡疊26。

典型之近紅外線VCSEL需較高之反射率(> 99%)，故所有的半導體DBR通常需要20至40鏡子周距，其厚度為2至4  $\mu$

## 五、發明說明(10)

m。因此，包含環繞著活性隔板區域之頂端及底端DBR鏡子且配合完整VCSEL之外部構造通常超過200層，其厚度大於7至8  $\mu\text{m}$ 。

如名稱為“用於改良後光電裝置性能及應用性之共振反射器”之U.S.第08/872,534號專利申請案所述，一混合之鏡子構造可用以降低鏡子之厚度。圖2為備有混合式頂端鏡子之平坦，電流導引，GaAs/AlGaAs頂面放射垂直空腔雷射之側邊概要剖視圖，其包含共振反射器52及分散型布拉格反射鏡56。此裝置將電介質導波管光柵中導引模式共振之不規則過濾特徵與傳統DBR鏡子之反射特徵結合。

混合鏡子構造包含共振反射器52及DBR鏡子56，雖然未明確的顯示，必要時底端鏡子亦包含一共振反射器構造。吾人瞭解電介質共振反射器52具有高度之共振反射性，且在相同之波長時其反射性優於對應之DBR型式鏡子。因此，藉由混合之方法可降低已知反射比所需之DBR鏡子周距數。

經由DBR鏡子在增益導引區域62離子植入過程之側向擴散效應經常限制了活性區域之側向尺寸64大於10  $\mu\text{m}$ ，這點直接影響可完成之最小電流單一操作模式及VCSEL速度。由於頂端鏡子具有共振反射器，厚度僅為二分之一至十分之一的構造可具有相同或較佳之反射比特性，這點使離子植入更易於控制且減少活性區域之尺寸。較小之活性區域可降低裝置之操作電流及功率，改良平坦性及VCSEL之完整性，以及提供可控制之單一模式及具有較佳控制性之

## 五、發明說明( 11 )

單一極化放射，且該VCSEL含有電子及較佳之圖像。

吾人知悉圖2之混合方法亦適合其他現存之導引增益技術，其包含蝕刻柱(具有或無極化及/或再次增長)、側向氧化、選擇性增長等。藉由縮小VCSEL鏡子之整體厚度，共振反射器可改良交流導引方法之處理性及性能。當離子植入時，其可利用任一型式之電流及電場限制，包括增益導引、氧化物限制或任何其他機構。

圖2之共振反射器52包含三層導波管光柵構造，其適用於近紅外線VCSEL。三層鏡疊之功能可做為配合VCSEL構造基版放射波長附近之抗反射(AR)被覆層，以及獨立做為受導引模式共振反射器之導波管光柵。三層之共振反射器52成為一抗反射區域，其提供至少一預先設定波長範圍之較小反射比，且該範圍包含共振波長。共振反射器52處之光柵多層導波管構造至少使共振波長之反射性較佳。

三層鏡疊52之功能可做為配合VCSEL構造基版之高反射性被覆層，以及獨立做為受導引模式共振反射器之導波管光柵。在此範例中，參層構造52成為高度反射之鏡子區域，其提供至少一預先設定波長範圍之反射比，且該範圍包含共振波長(即接近980 nm)。包含層66及68之頂端鏡子整體反射比小於發出雷射所需之反射比，這點可藉由減少頂端DBR鏡子56中鏡子周其數目而加以完成。光柵層58使受導引模式之共振反射器52至少在共振波長附近之反射性較佳。無論是哪一種情況，共振反射器52下方之DBR鏡子層數目可相對於圖1傳統之VCSEL構造而降低。

## 五、發明說明(12)

共振反射器52內之共振係藉由光柵58之第一繞射序列波向量與導波管66之傳導模式匹配，由於導波管66之傳導模式取決於極化，故反射比亦端賴於所選擇之極化。共振波長主要由光柵周距60加以決定，頻寬主要由折射率之調頻及光柵58之填充率加以決定。

圖3為共振反射器之反射比曲線，其假設導波管光柵構造任一層中兩折射係數虛部( $k=0$ 及 $10^{-5}$ )，另兩層中 $k=0$ 。此範例中之頂層，中間層及底層之材質分別由銦錫氧化物(ITO)，GaAs及AlGaAs，且其折射率分別為1.96，3.5及3.24，厚度分別為 $\lambda/4$ ， $3\lambda/4$ 及 $\lambda/4$ 。對此量測值而言，基版上層之有效反射率為3.2。此構造設定具有一橫波電氣(TE)模式共振(其極化平行於光柵)，無垂直共振以及近乎 $10^{-6}$ 之低共振反射比。

虛設元件之折射率“ $k$ ”與共振反射器之光學吸收及導電率有關，若 $k=10^{-5}$ 時，其概略對應至電流需經過共振反射器之最小導電率，吸收率約為5%。 $k=0$ 電介質共振反射器之相同三層構造理論上產生100%反射。

此圖形顯示共振反射器52對吸收率或任何種類之損失相當的敏感，故共振反射器產生最大之反射比，層58、66及68之吸收率(即 $k=0$ )應接近0，這表示共振反射器之導電率亦為0(即非電導性)。

不論共振反射器配合DBR鏡疊使用之優點為何，若未適當的與DBR鏡疊絕緣，共振反射器之反射率將受到限制。圖4顯示反射比對非導電性( $k=0$ )共振反射器波長之圖形，其

## 五、發明說明(13)

中共振反射器與非導電性( $k=0$ )之頂端鏡子相鄰。反射比曲線具有狹窄之頻寬，且在共振波長之反射率約為100%。相反的，圖5顯示反射比對非導電性共振反射器波長之圖形，其中共振反射器與導電性極低( $k=10^{-5}$ )之頂端鏡子相鄰。如圖所示，導電性極低之相鄰頂端鏡子使共振反射器之性能降低。導波管受導引模式中過多的能量重疊進入光電裝置之損耗導電性DBR薄膜中。

為克服此項及其他缺點，本發明欲將共振反射器與相鄰導電層絕緣，其宜在共振反射器與光電裝置相鄰導電層之間提供非電導性(即電介質)緩衝或包覆層而完成絕緣。非電導性緩衝或包覆層宜具有足夠之厚度，及/或相對於共振反射器導波管之折射率而言其折射率夠低，以便有效防止導波管中受到導引且將消失之殘餘能量進入光電裝置之相鄰導電層中。再一較佳具體實施例中，導波管之材質為電介質，其折射率大於緩衝或包覆層之折射率，以及大於光柵之平均折射率。導波管之厚度取決於導波管與緩衝或包覆層之間的折射率差異值。

圖6為備有緩衝或包覆層80之平坦，電流導引，GaAs/AlGaAs頂面放射垂直空腔雷射之側邊概要剖視圖，且緩衝或包覆層80位於共振反射器84導波管層82與頂端DBR鏡子86之間。如前文所述，緩衝或包覆層80宜具有足夠之厚度，及/或相對於共振反射器導波管之折射率而言其折射率夠低，以便有效防止導波管中受到導引且將消失之殘餘能量進入光電裝置之相鄰導電層中。

## 五、發明說明 ( 14 )

再所示之具體實施例中，光柵層90為 $\text{SiO}_2$ ，其折射率約為1.484，厚度約為 $0.340\ \mu\text{m}$ 。導波管層82可為GaAs，其折射率約為3.523，厚度約為 $0.280\ \mu\text{m}$ 。導波管為三重化合物，例如 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ，其中x接近1，且具有高折射率之電介質，例如 $\text{TiO}_2$ ， $\text{ZrO}_2$ ， $\text{HfO}_2$ 或 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 。導波管與緩衝或包覆層之間的折射率差異可決定導波管之厚度，所示具體實施例中緩衝或包覆層80可為AlO，其折射率約為1.6，厚度約為 $0.766\ \mu\text{m}$ 。最後，DBR鏡子層92為AlGaAs，其折射率約為3.418，厚度約為 $0.072\ \mu\text{m}$ 。相對於圖2所示具體實施例具體實施例，此具體實施例中緩衝或包覆層80之厚度較大且折射率較小，其有利於防止導波管層82中受到導引且將消失之殘餘能量進入DBR鏡子層92中。然而，必要時吾人欲藉由增加緩衝或包覆層80之厚度或降低其折射率而達到類似之結果。

如前文所述，緩衝或包覆層80可為AlO，其折射率相當的低。在一方法中，這點可藉由AlGaAs來製造緩衝或包覆層80，其具有相當高含量的鋁(>95%)，且AlGaAs之折射率相當的高，故可提供導波管層82及光柵層90。之後在必要之光學空腔周邊處將緩衝或包覆層80、導波管層82及光柵層90移開，且接觸點93位於外露之頂端鏡子86上，以便與頂端鏡子電氣接觸。該裝置可配置於氧化之環境中，使緩衝或包覆層80之AlGaAs材料氧化，折射率相當低之AlO亦產生氧化，且AlGaAs材料宜從緩衝或包覆層80之外露邊緣開始側邊氧化。

## 五、發明說明 (15)

圖7為頂端DBR鏡子86頂層為非導電性( $k=0$ )時，反射比對圖6共振反射器波長之圖形，反射比曲線具有狹窄之頻寬(0.00975 nm)，理論上在共振波長之反射率可達100%。圖8為頂端DBR鏡子86頂層為導電性極低( $k=10^{-5}$ )時，反射比對圖6共振反射器波長之圖形，如圖所示，反射比曲線仍具有狹窄之頻寬(0.0097 nm)，且理論上在共振波長之反射率可達100%。因此，不同於圖5，既使與一導電層相鄰接時，共振反射器之反射比僅略微降低或保持不變。

圖9為類似圖6之頂面放射垂直空腔雷射之側邊概要剖視圖，其具有改良之光柵填充率，其中光柵填充率之定義為光柵空間102除以光柵周距100。共振反射器之共振波長通常由光柵周距100加以決定，光譜頻寬通常由折射率之調頻及光柵填充率加以決定。

當光柵之材質為氧化物時，例如 $\text{SiO}_2$ ，折射率之調頻與光柵電介質常數差異以及光柵元件之間填充材料有關，其除以光柵之平均電介質常數。光柵之填充率可改變光柵之平均電介質常數，例如若光柵之周距為常數，光柵元件寬之度降低可提昇光柵填充率。藉由改變光柵填充率而產生所需共振反射器光譜頻寬之限制係許多製程之設計規則限制了光柵元件之最小寬度，故為達到部分光譜頻寬，設計規則需加以改進，其降低裝置之製造產量。

圖10為類似圖6之頂面放射垂直空腔雷射之側邊概要剖視圖，其光柵薄膜之蝕刻厚度受到控制，以便控制共振反射器之光譜頻寬。類似前文所述，光柵薄膜120係蝕刻形成

## 五、發明說明( 16 )

兩或多個間隔開之光柵區域122a至122c，其以一或多個間隔開之蝕刻區域124a至124b加以分離。然而，其並非蝕刻貫穿光柵薄膜120以達到所需之光柵填充率，故可控制所需之光譜頻寬及蝕刻深度。藉由控制蝕刻深度可產生所需之光柵平均電介質常數，此方法之優點在於光柵寬度及光柵間隙能夠配合製成之設計規則，且蝕刻深度受到控制而產生所需之頻寬，例如填充率約為50%，其可增加共振反射器之製造性及產量。

圖11為垂直空腔表面放射雷射之側邊概要剖視圖，其係接合共振反射器132至垂直空腔表面放射雷射之頂端鏡子134加以製造，且共振反射器位於第一基版130上，頂端鏡子134位於第二基版上。根據此具體實施例，共振反射器位於第一基版130之前側邊131，如圖所示，其包含形成至少一導波管136及光柵138。之後，光電裝置至少一部位，例如垂直空腔表面放射雷射或共振空腔光偵測器，配置於第二基版之前側邊。圖11中包括底端DBR鏡子134，活性區域，頂端DBR鏡子及一或多個接觸區140。

之後，第一基版130之前側邊接合至第二基版之前端側形成光電裝置。第一基版130利用光學環氧樹脂144接合至第二基版，光學環氧樹脂144為非導電性，且具有足夠之厚度，或相對於共振反射器132導波管136之折射率而言其折射率夠低，以便有效防止來自導波管136內殘餘波向量之能量進入第一基版上之光電裝置中。如圖所示，抗反射被覆層148施加至第一基版130之背面。

## 五、發明說明 ( 17 )

導波管136與光柵138之相對位置可加以改變，如圖11所示，與導波管相比較，光柵能夠更靠近第一基版之前側邊。然而，必要時導波管能夠比光柵更靠近第一基版之前側邊。

圖12為圖11垂直空腔表面放射雷射之側邊概要剖視圖，其微透鏡150位於第一基版130之背面。對頂端放射裝置而言，例如視準微透鏡之微透鏡可位於第一基版130之後側邊上。對後側邊放射裝置而言，視準微透鏡可位於基版背面，且基版承載著光電裝置之底端鏡子，活性區域及頂端鏡子。在上述任一情況中，視準微透鏡150位於與光電裝置輸出對準之位置。

如圖13所示，複數個光電裝置配置於一共同基版上，此構造之一應用為無線電收發器，其包含一或多個光線發射裝置190及一或多個光線接收裝置192或194。在此具體實施例中，光線發射及接收裝置配置於一共同基版上(圖中未顯示)。在一範例中，底端鏡子先配置於共同基版上做為複數個光電裝置190，192及194之底端鏡子，以及經過摻雜而至少具有部分導電性，且係一DBR鏡疊。之後，活性區域200配置於底端鏡子上，其位於頂端鏡子202前方。頂端鏡子202類似於底端鏡子為一DBR鏡疊，且經過與底端鏡子相反之導電類型摻雜。活性區域200包括位於兩側邊之包覆層204，以便集中活性區域之光線能量及電流。

如206a至206c處所示，H<sup>+</sup>離子深植提供用以選擇光電裝置之增益導孔，且進一步將相鄰裝置加以絕緣。雖然H<sup>+</sup>離

## 五、發明說明 ( 18 )

子深植僅係範例，惟其可利用任一型式之電流及電場限制，例如增益導引，氧化物限制或任何其他裝置。接觸點208a至208d配置於共同基版之頂端鏡子202及底端鏡子上，以便光電裝置能夠相互接觸。

緩衝或包覆層210可位於頂端鏡子202上方，之後將共振反射器配置於緩衝或包覆層210之頂端。共振反射器包含導波管212及光柵薄膜214，對部分光電裝置而言，例如頂端放射裝置190，光柵薄膜214可蝕刻形成一圖示之光柵，且光柵能夠有效的增加這些區域中共振反射器之反射率。對其他光電裝置而言，例如頂端接收裝置192，光柵薄膜包含不同之光柵構造(即較大之光譜頻寬)，或仍為圖示未經蝕刻，這點使共振反射器之反射率降低，故光線易於進入光學空腔。仍舊是對其他光電裝置而言，例如金屬-半導體-金屬(MSM)接收裝置194而言，光柵薄膜係全部移除，且必要時金屬光柵214a至214c可配置於導波管212或緩衝或包覆層210上。

為了將共振反射器自光電裝置處絕緣，特別是在導電性頂端鏡子202中，緩衝或包覆層210具有足夠之厚度，以便有效防止導波管212中受到導引且將消失之殘餘能量進入頂端鏡子202中。此外，緩衝或包覆層210之材質相對於導波管212之折射率而言其折射率夠低，以便有效防止導波管212中受到導引且將消失之殘餘能量進入頂端鏡子202中。

本文所揭示之共振反射器光電構造允許極化，放射波長及模式控制，這些構造及特徵可利用微影術或雷射攝影術

## 五、發明說明 ( 19 )

加以設計及製造，其不會僅改變厚度。上述技術可用以製造VCSELs，其自直徑僅數個微米之凹孔處產生高功率單一模式/極化放射。此外，跨過晶片陣列或晶圓之波長及/或極化變化可用於空間變化之波長/極化切分多波發訊，多波攝譜儀等。

由於本發明所示之較佳具體實施例，熟習此項技藝者深知本文所述可運用於所附申請專利範圍之其他具體實施例。

## 主要元件符號說明

|    |                 |
|----|-----------------|
| 10 | 頂面放射垂直空腔雷射      |
| 12 | n-接觸層           |
| 14 | 鎵砷化合物基板         |
| 16 | n-類型鏡疊          |
| 18 | 隔板              |
| 20 | 底端限制層           |
| 22 | 活性區域            |
| 24 | 頂端限制層           |
| 26 | n-類型鏡疊          |
| 27 | 電流              |
| 28 | p-金屬層           |
| 29 | 絕緣區域            |
| 30 | 鈍化層             |
| 31 | 光線              |
| 34 | 出口孔             |
| 52 | 共振反射器           |
| 56 | 分散型布拉格反射鏡 (DBR) |

## 五、發明說明(20)

|      |           |
|------|-----------|
| 58   | 光柵層       |
| 60   | 光柵周距      |
| 62   | 增益導引區域    |
| 64   | 側向尺寸      |
| 66   | 頂端鏡子層     |
| 68   | 頂端鏡子層     |
| 80   | 包覆層       |
| 82   | 導波管層      |
| 84   | 共振反射層     |
| 86   | 頂端 DBR 鏡子 |
| 90   | 光柵層       |
| 92   | 頂端鏡子層     |
| 93   | 接觸點       |
| 100  | 光柵周距      |
| 102  | 光柵空間      |
| 120  | 光柵薄膜      |
| 122a | 光柵區域      |
| 122b | 光柵區域      |
| 122c | 光柵區域      |
| 124a | 蝕刻區域      |
| 124b | 蝕刻區域      |
| 130  | 第一基版      |
| 131  | 前側邊       |
| 132  | 共振反射器     |
| 134  | 頂端 DBR 鏡子 |
| 136  | 導波管       |
| 138  | 光柵        |
| 140  | 接觸區       |

## 五、發明說明(21)

- 144 光學環氧樹脂
- 148 抗反射被覆層
- 150 微透鏡
- 190 光線發射裝置
- 192 光線接收裝置
- 194 光線接收裝置
- 200 活性區域
- 202 頂端鏡子
- 204 包覆層
- 206a 離子深植
- 206b 離子深植
- 206c 離子深植
- 208a 接觸點
- 208b 接觸點
- 208d 接觸點
- 210 包覆層
- 212 導波管
- 214 光柵薄膜
- 214a 金屬光柵
- 214b 金屬光柵
- 214c 金屬光柵

## 四、中文發明摘要(發明之名稱： 用於光電裝置之共振反射器 )

一種光電裝置，其在共振反射器與光電裝置相鄰導電層之間產生絕緣，該絕緣係在共振反射器與光電裝置相鄰導電層之間藉由提供緩衝或包覆層而完成。緩衝或包覆層宜具有足夠之厚度，或相對於共振反射器導波管之折射率而言其折射率夠低，以便有效防止導波管中受到導引且將消失之殘餘能量進入光電裝置之相鄰導電層中。

英文發明摘要(發明之名稱： RESONANT REFLECTOR FOR USE )  
WITH OPTOELECTRONIC  
DEVICES

An optoelectronic device that provides isolation between a resonant reflector and an adjacent conducting layer of the optoelectronic device. Isolation may be accomplished by providing a buffer or cladding layer between the resonant reflector and the adjacent conducting layer of the optoelectronic device. The cladding or buffer layer is preferably sufficiently thick, or has a sufficiently low refractive index relative to the refractive index of the waveguide of the resonant reflector, to substantially prevent energy in the evanescent tail of the guided mode in the waveguide from entering the adjacent conductive layer of the optoelectronic device.

## 六、申請專利範圍

1. 一種光電裝置，其頂端鏡子及底端鏡子具有至少部分導電性，且改良處包括：  
一共振反射器，其與選定之頂端鏡子或底端鏡子相鄰接，且其導波管及光柵構造使光柵之第一繞射序列波向量與導波管之傳導模式相匹配；與  
一包覆或緩衝層，其位於共振反射器與所選定之頂端或底端鏡子之間，且具有足夠之厚度或相對於導波管之折射率而言其折射率夠低，以便有效防止導波管內受到導引且將消失之殘餘能量進入所選定之頂端或底端鏡子中。
2. 根據申請專利範圍第1項之光電裝置，其中該包覆或緩衝層為非導電性。
3. 根據申請專利範圍第1項之光電裝置，其中該包覆或緩衝層及導波管皆具有之折射率，且包覆或緩衝層之折射率小於導波管之折射率。
4. 根據申請專利範圍第3項之光電裝置，其中該所選定之頂端或底端鏡子包含一層與包覆或緩衝層相鄰接，且包覆或緩衝層之折射率小於該鄰接層之折射率。
5. 根據申請專利範圍第4項之光電裝置，其中該包覆或緩衝層之厚度大於鄰接層之厚度。
6. 根據申請專利範圍第5項之光電裝置，其中該包覆或緩衝層之厚度取決於包覆或緩衝層與導波管之間折射率之差異。
7. 根據申請專利範圍第2項之光電裝置，其中該包覆或緩

## 六、申請專利範圍

衝層為電介質薄膜。

8. 根據申請專利範圍第7項之光電裝置，其中該包覆或緩衝層為鋁氧化物薄膜。
9. 根據申請專利範圍第7項之光電裝置，其中該導波管區域包含AlGaAs。
10. 根據申請專利範圍第7項之光電裝置，其中該導波管區域包含高折射率之電介質。
11. 根據申請專利範圍第7項之光電裝置，其中該光柵為電介質薄膜。
12. 根據申請專利範圍第7項之光電裝置，其中該光柵為矽氧化物薄膜。
13. 根據申請專利範圍第7項之光電裝置，其中該包覆或緩衝層做為共振反射器之一部分。
14. 一種用於光電裝置之共振反射器，其包括：
  - 一導波管；與
  - 一光柵薄膜，其藉由一或多個間隔開之區域產生兩或多個間隔開之光柵區域，光柵薄膜間隔開區域之光柵薄膜厚度小於光柵區域之光柵薄膜厚度，但大於零。
15. 根據申請專利範圍第14項之共振反射器，其中該共振反射器所選定之光學特徵藉由間隔開區域及光柵區域之光柵薄膜厚度加以控制。
16. 根據申請專利範圍第15項之共振反射器，其中該共振反射器之光譜頻寬藉由間隔開區域及光柵區域之光柵薄膜厚度加以控制。

## 六、申請專利範圍

17.根據申請專利範圍第15項之共振反射器，其中該光柵區域皆具有側向寬度及光柵周距，光柵周距減去光柵寬度界定了相鄰光柵區域之間的光柵間隙，光柵間隙除以光柵周距界定了光柵填充率，光柵填充率約為50%。

18.一種完整之無線電收發器，其具有光線發射裝置及光線接收裝置，且包括：

一底端鏡子，其位於一基版上且至少部分導電；

一活性區域，其位於底端鏡子上；

一頂端鏡子，其位於活性區域上且至少部分導電；

一包覆或緩衝層，其位於頂端鏡子上且為非導電性；

一導波管，其位於包覆或緩衝層上；

一光柵層，其位於導波管上方，且導波管及光柵之構造使光柵之第一繞射序列波向量與導波管之傳導模式相匹配；

該包覆或緩衝層具有足夠之厚度，或相對於導波管之折射率而言其折射率夠低，故導波管內受到導引且將消失之殘餘能量無法進入頂端鏡子中；與

該光柵層之第一蝕刻光柵構造位於光線發射裝置上方。

19.根據申請專利範圍第18項之完整之無線電收發器，其另包括一位於光線接收裝置上方之第二蝕刻光柵構造。

20.根據申請專利範圍第18項之完整之無線電收發器，其中該光柵層無位於光線接收裝置上方之蝕刻光柵構造。

21.根據申請專利範圍第18項之完整之無線電收發器，其中

## 六、申請專利範圍

該光柵層在光線接收裝置上方移開。

### 22.一種光電裝置，其包括：

第一基版，其具有前側邊及後側邊，且光電裝置至少一部分位於前側邊上；

第二基版，其具有前側邊及後側邊，且共振反射器位於前側邊上；與

該第一基版之前側邊接合至第二基版之前側邊。

### 23.根據申請專利範圍第22項之裝置，其中該共振反射器包含一導波管及光柵。

### 24.根據申請專利範圍第23項之裝置，其中該光柵與導波管相比較係較朝向第二基版之前側邊。

### 25.根據申請專利範圍第23項之裝置，其中該導波管與光柵相比較係較朝向第二基版之前側邊。

### 26.根據申請專利範圍第22項之裝置，其中該第一基版之前側邊藉由光學環氧樹脂接合至第二基版之前側邊。

### 27.根據申請專利範圍第26項之裝置，其中該光學環氧樹脂為非導電性。

### 28.根據申請專利範圍第27項之裝置，其中該導波管及光柵之構造使光柵之第一繞射序列波向量與導波管之傳導模式相匹配。

### 29.根據申請專利範圍第28項之裝置，其中該光學環氧樹脂具有足夠之厚度，且相對於導波管之折射率而言其折射率夠低，以便有效防止導波管內受到導引且將消失之殘餘能量進入第一基版中。

## 六、申請專利範圍

30. 根據申請專利範圍第22項之裝置，其另包括一位於第二基版後側邊之視準微透鏡。
31. 根據申請專利範圍第30項之裝置，其中該視準微透鏡與共振反射器及光電裝置對準。
32. 一種製造光電裝置之方法，其步驟包括：
- 提供一底端鏡子，其位於一基版上且至少部分導電；
  - 提供一活性區域，其位於底端鏡子上方；
  - 提供一頂端鏡子，其位於活性區域上方且至少部分導電；
  - 提供一包覆或緩衝層，其位於頂端鏡子上方且為非導電性；與
  - 提供一導波管及光柵，其位於包覆或緩衝層上方，且導波管及光柵之構造使光柵之第一繞射序列波向量與導波管之傳導模式相匹配；與
  - 該包覆或緩衝層具有足夠之厚度，或相對於導波管之折射率而言其折射率夠低，以便有效防止導波管內受到導引且將消失之殘餘能量進入頂端鏡子中。
33. 根據申請專利範圍第32項之方法，其中該導波管之折射率大於光柵之平均折射率。
34. 根據申請專利範圍第33項之方法，其中該導波管包含第一電介質層，該包覆或緩衝層包含第二電介質層，且第一電介質層之折射率大於第二電介質層之折射率。
35. 根據申請專利範圍第32項之方法，其中該包覆或緩衝層最初為AlGaAs，之後氧化為AlO。
36. 根據申請專利範圍第35項之方法，其中該包覆或緩衝層

## 六、申請專利範圍

為側向氧化。

- 37.根據申請專利範圍第32項之方法，其中該導波管之材質為GaAs。
- 38.根據申請專利範圍第32項之方法，其中該光柵係藉由蝕刻SiO<sub>2</sub>薄膜而形成光柵。
- 39.根據申請專利範圍第32項之方法，其中該頂端及底端鏡子為分散型布拉格反射鏡。
- 40.根據申請專利範圍第39項之方法，其中該分散型布拉格反射鏡包含AlGaAs與AlAs交錯層。
- 41.根據申請專利範圍第40項之方法，其中該頂端鏡子之一頂端層為AlGaAs。
- 42.一種製造共振反射器之方法，該共振反射器係用於光電裝置，其步驟包括：
  - 提供一導波管；
  - 提供一光柵薄膜，其與導波管相鄰接；與
  - 蝕刻光柵薄膜而形成兩或多個間隔開之光柵區域，其藉由一或多個間隔開之蝕刻區域加以分離，且蝕刻區域之伸展深度可產生共振反射器所需之光學特徵，惟該伸展並未貫穿光柵薄膜。
- 43.根據申請專利範圍第42項之方法，其中該蝕刻區域之深度經選定而產生共振反射器所需之頻寬。
- 44.根據申請專利範圍第42項之方法，其中該兩或多個間隔開之光柵區域具有一光柵周距，且光柵周距經選定而產生共振反射器所需之共振波長。

# 公 告 本

|      |           |
|------|-----------|
| 申請日期 | 90.12.28  |
| 案 號  | 090132816 |
| 類 別  | H01S 3/05 |

A4

C4

中文說明書替換本(92年5月)

(以上各欄由本局填註)

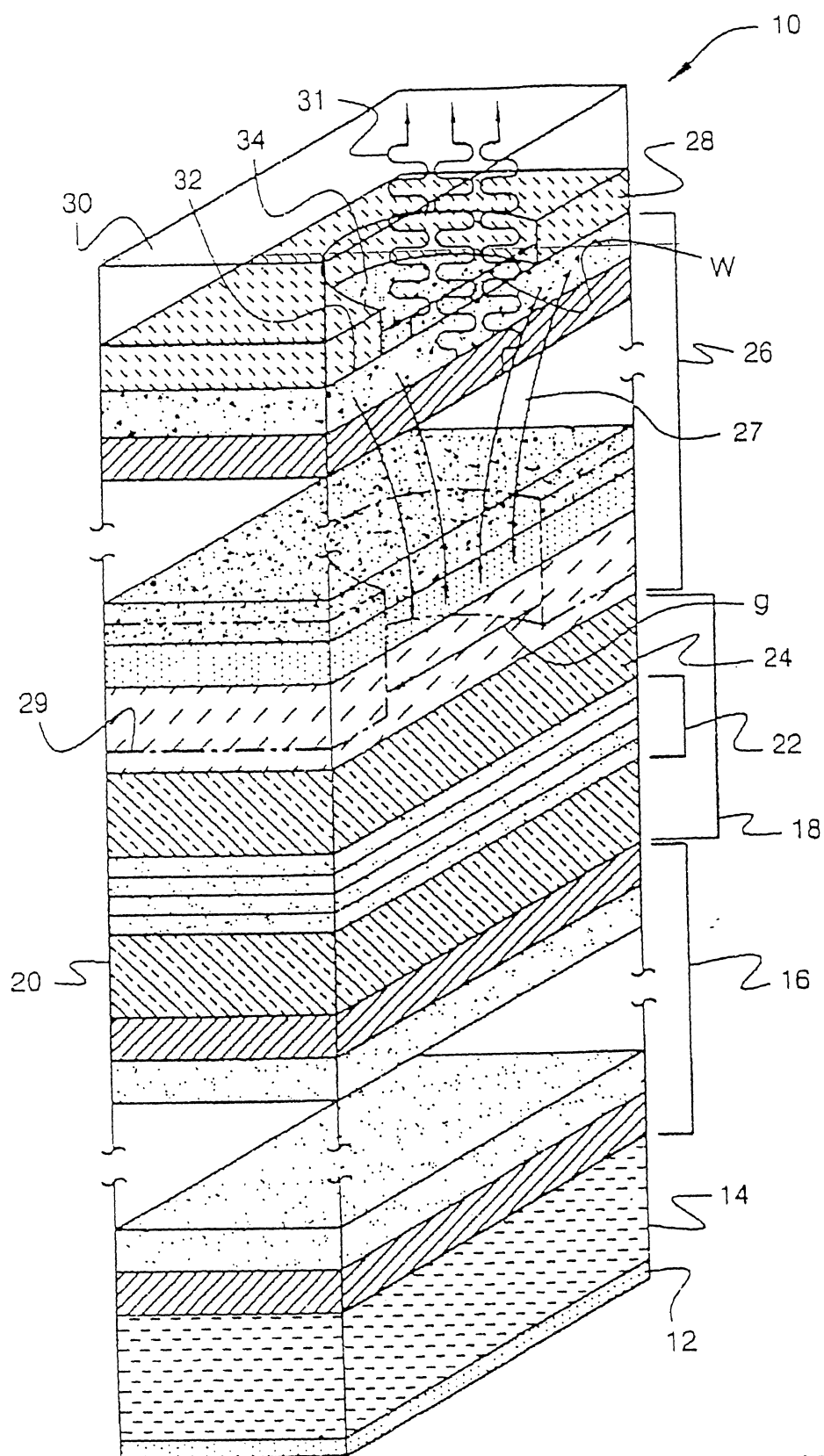
92.5.30

552750

## 發 明 專 利 說 明 書

|            |               |                                                                     |
|------------|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| 一、發明<br>名稱 | 中 文           | 用於光電裝置之共振反射器                                                        |
|            | 英 文           | RESONANT REFLECTOR FOR USE WITH OPTOELECTRONIC DEVICES              |
| 二、發明<br>人  | 姓 名           | 1. 詹姆士 亞倫 寇斯<br>JAMES ALLEN COX<br>2. 羅伯特 A. 摩根<br>ROBERT A. MORGON |
|            | 國 籍           | 1.2.均美國                                                             |
| 三、申請人      | 住、居所          | 1. 美國明尼蘇達州新布林頓市西北第26大道1842號<br>2. 美國明尼蘇達州普雷茅斯市北雷許維路2210號131室        |
|            | 姓 名<br>(名 稱)  | 美商哈尼威爾國際公司<br>HONEYWELL INTERNATIONAL INC.                          |
| 三、申請人      | 國 籍           | 美國                                                                  |
|            | 住、居所<br>(事務所) | 美國紐澤西州摩里斯鎮哥倫比亞路101號                                                 |
| 三、申請人      | 代 表 人<br>姓 名  | 羅傑 H. 克里斯<br>ROGER H. CRISS                                         |

第 090132816 號專利申請案  
中文專利圖式替換本(92 年 5 月)



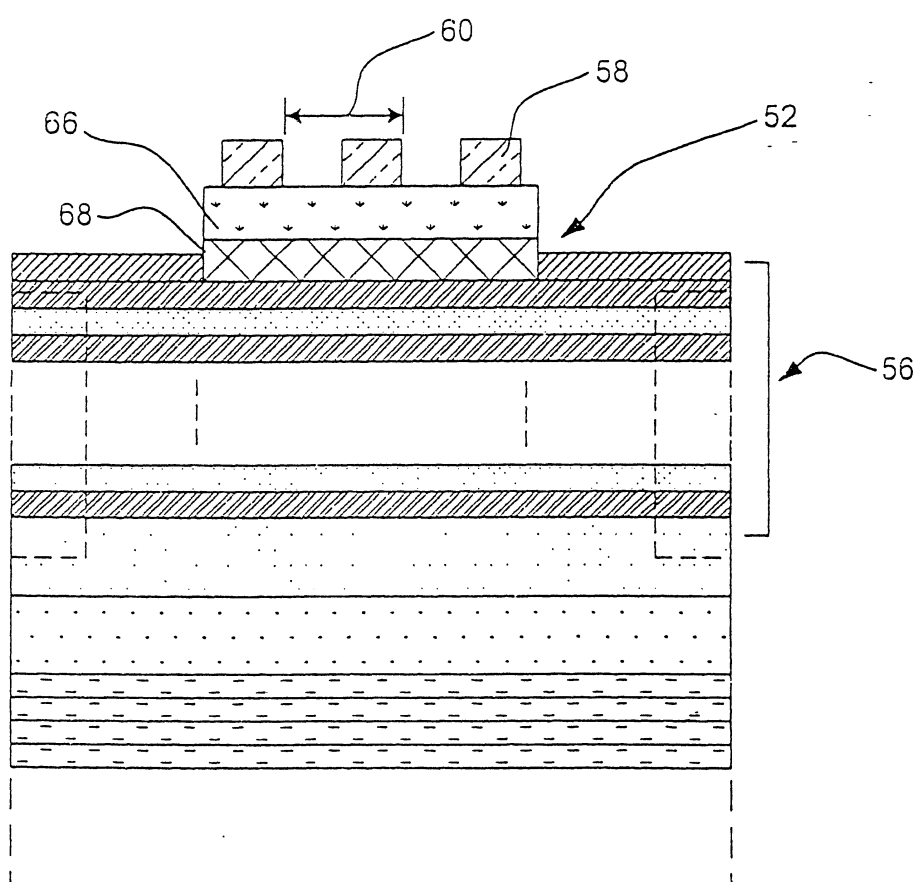


圖 2

980 nm VCSEL之預測共振過濾器反射比  
導波管層中最小k值

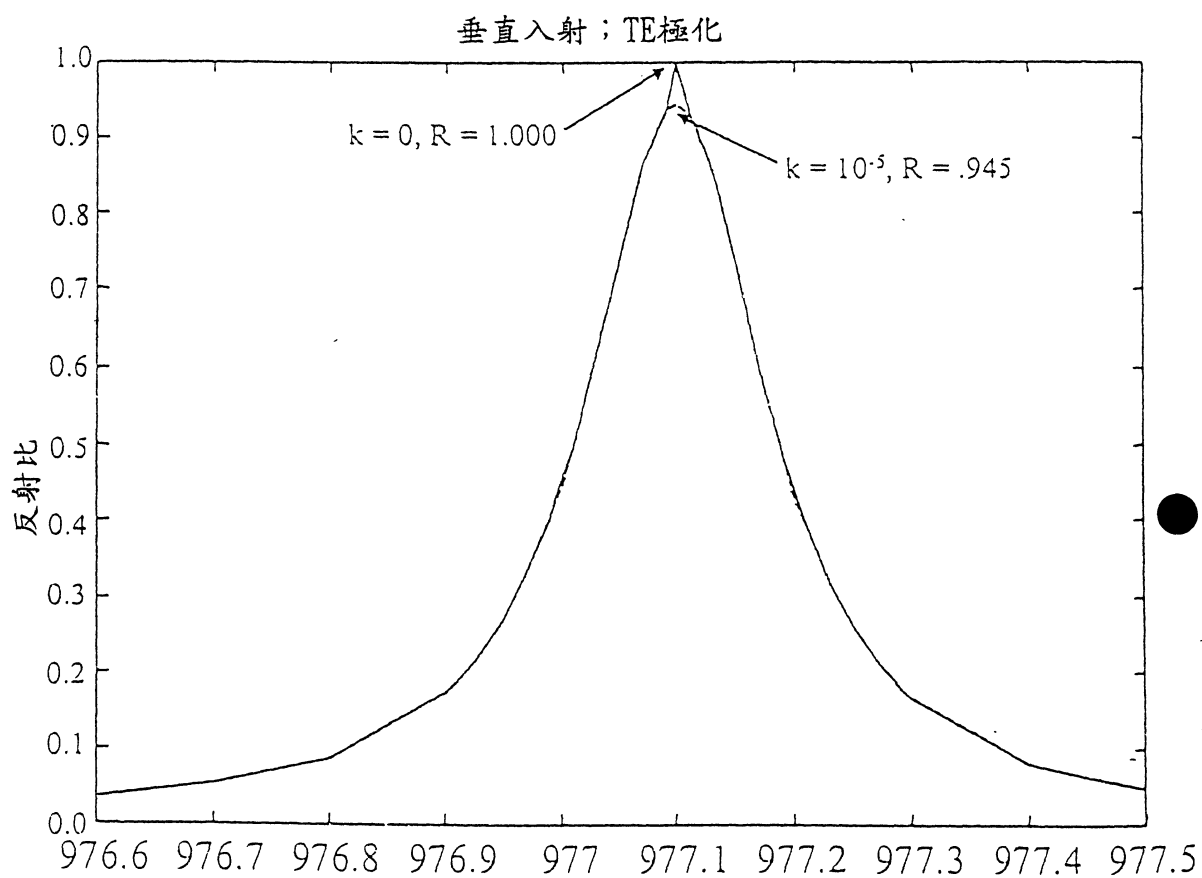


圖 3

980 nm VCSEL之預測共振過濾器反射比  
共振細節

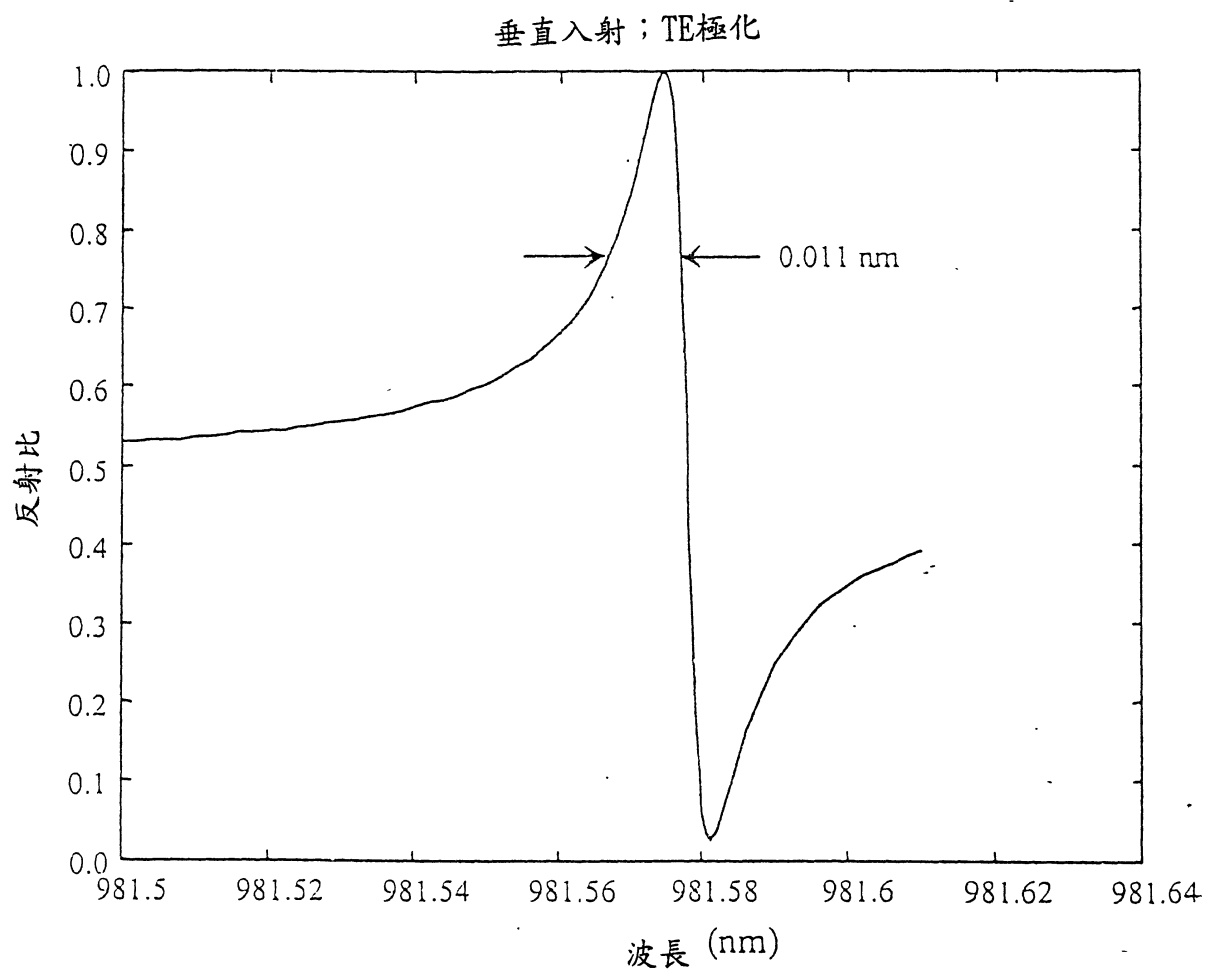


圖 4

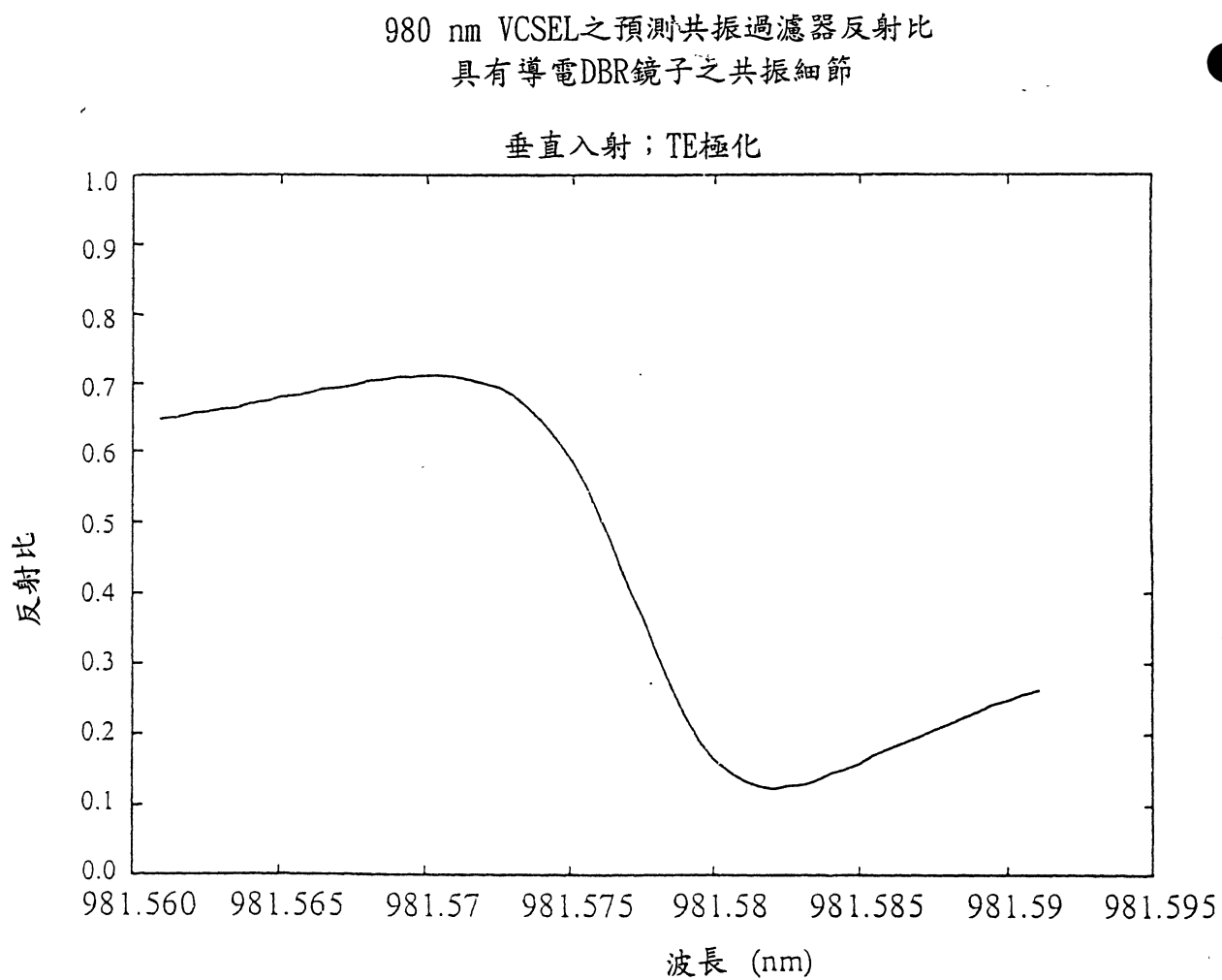


圖 5

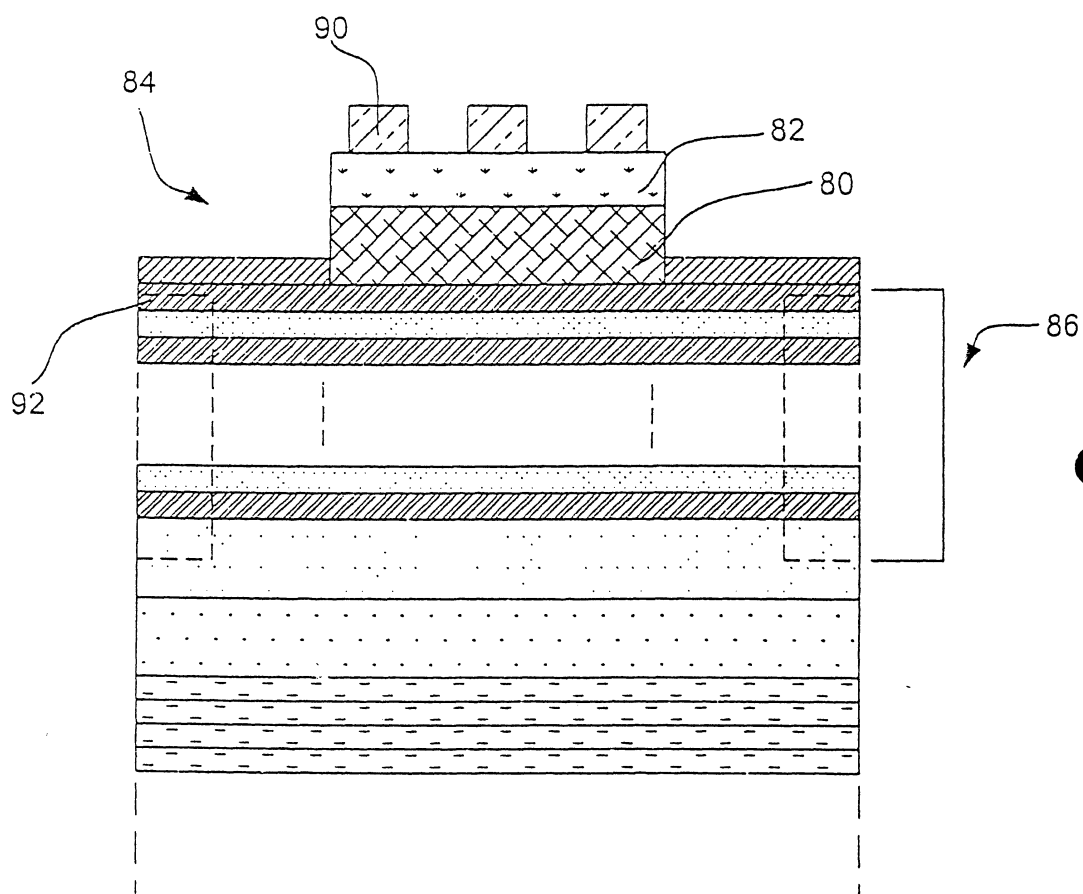


圖 6

980 nm VCSEL之預測共振過濾器反射比  
共振細節

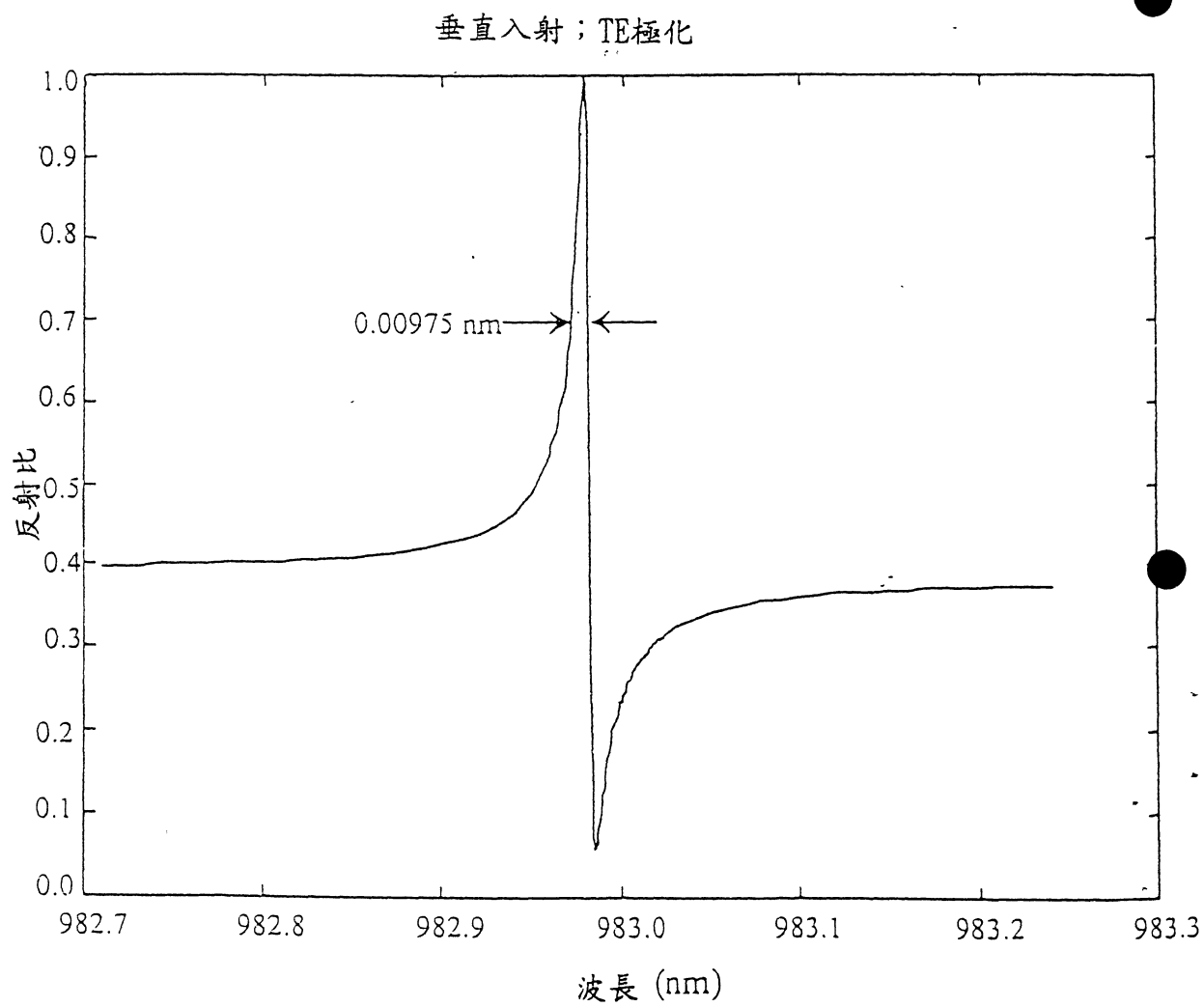


圖 7

980 nm VCSEL之預測共振過濾器反射比  
具有導電DBR鏡子之共振細節

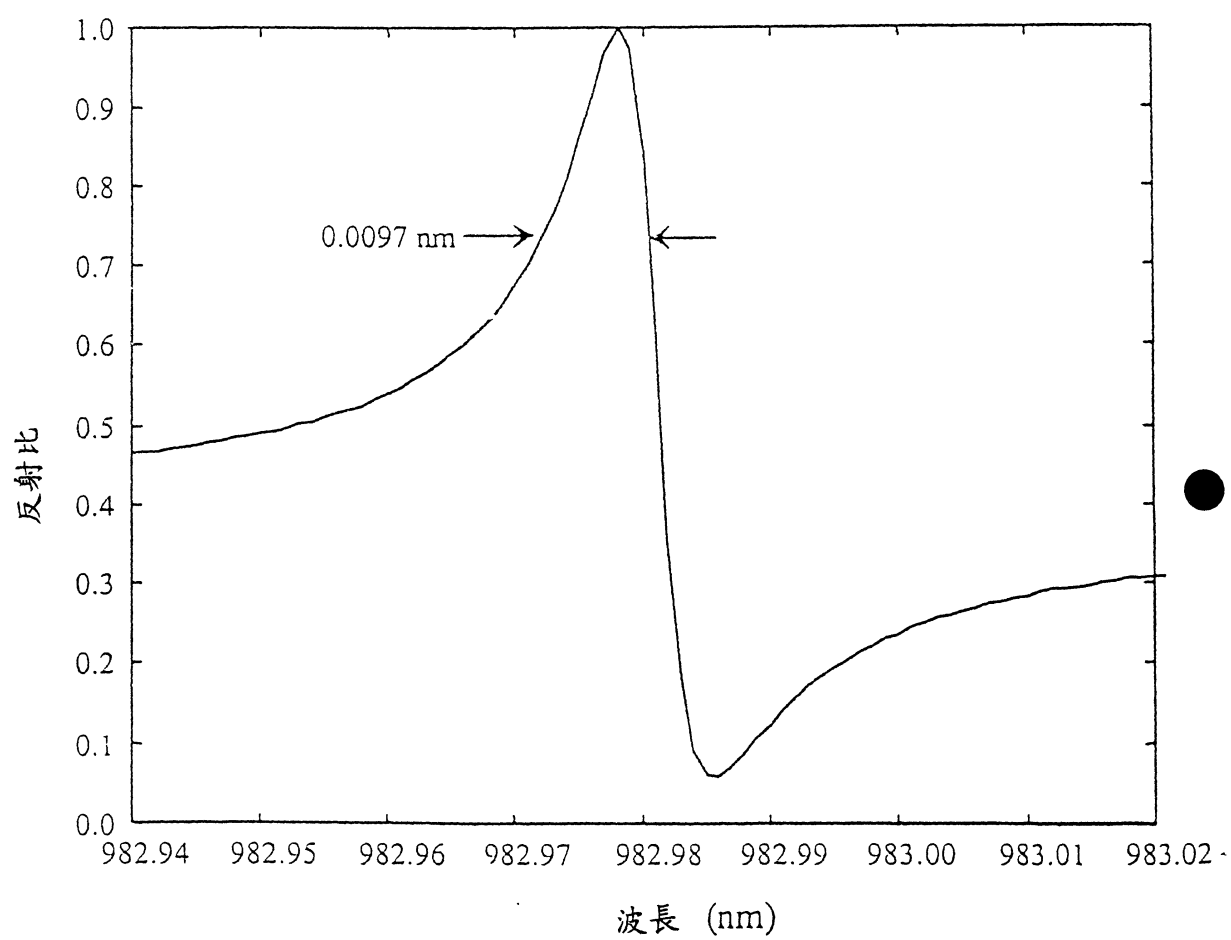


圖 8

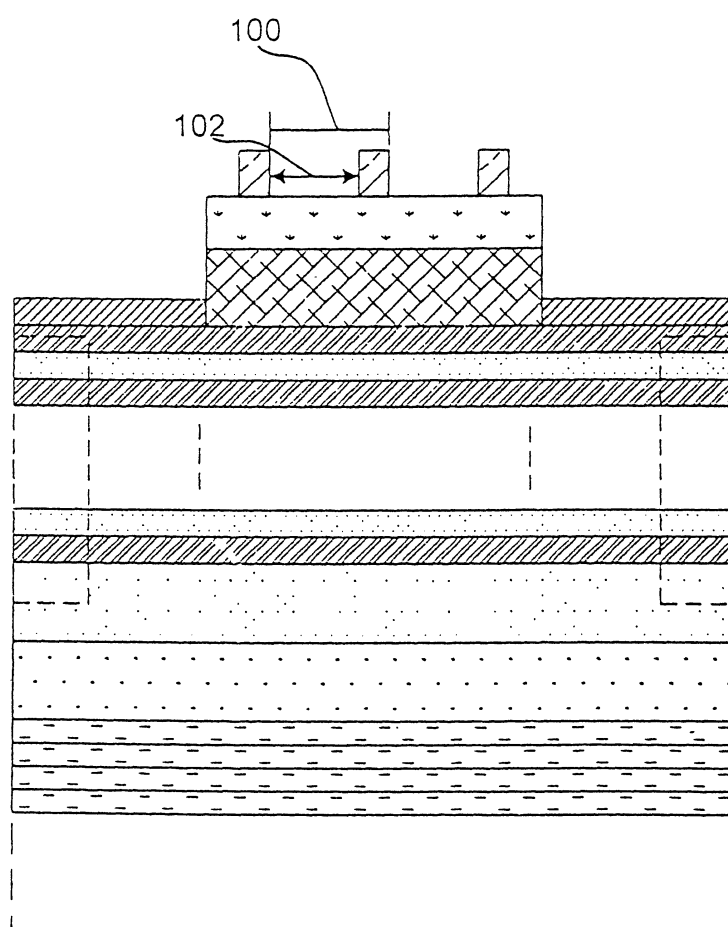


圖 9

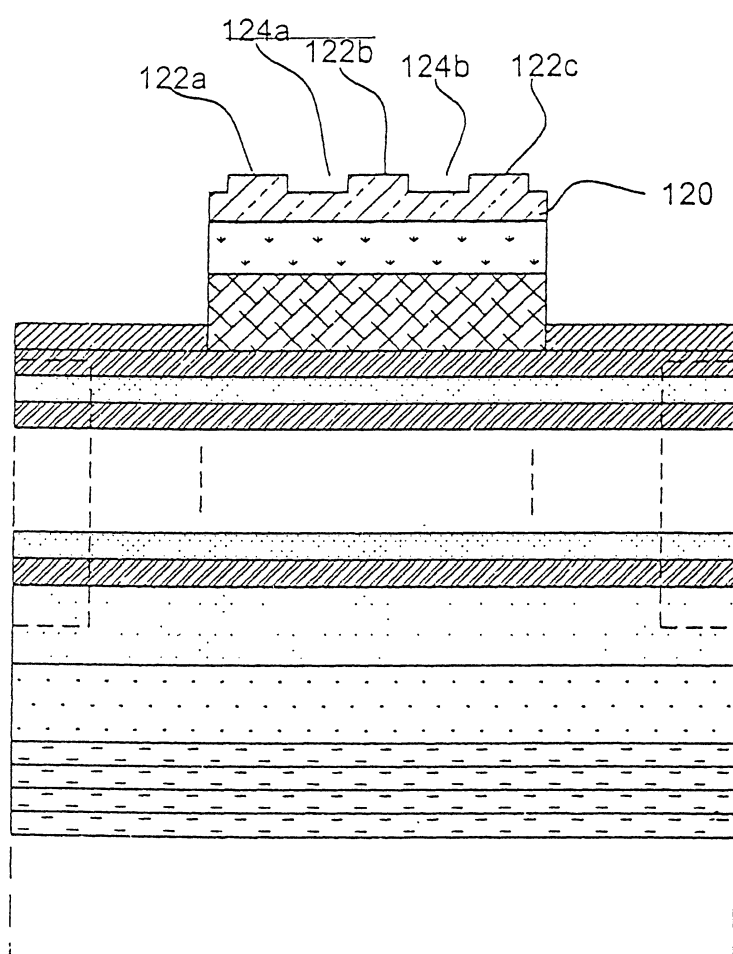


圖 10

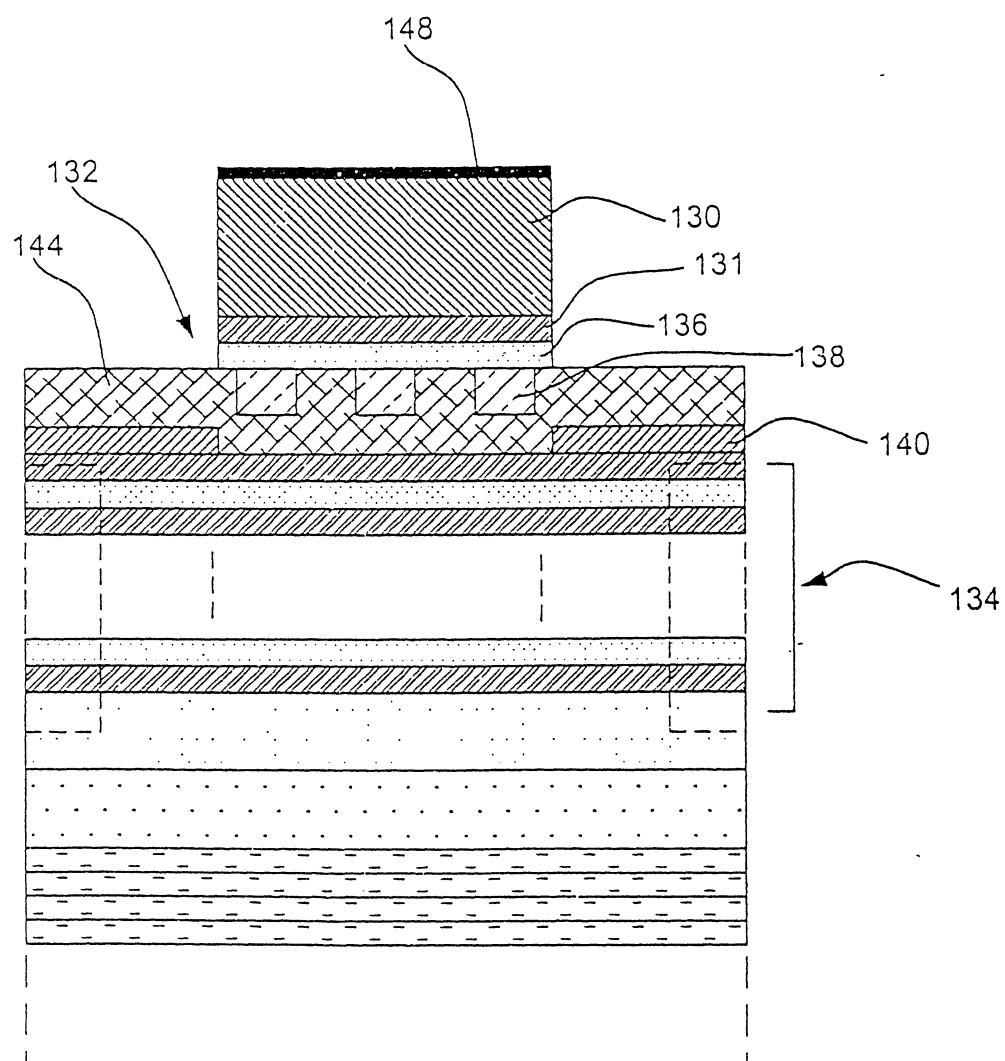


圖 11

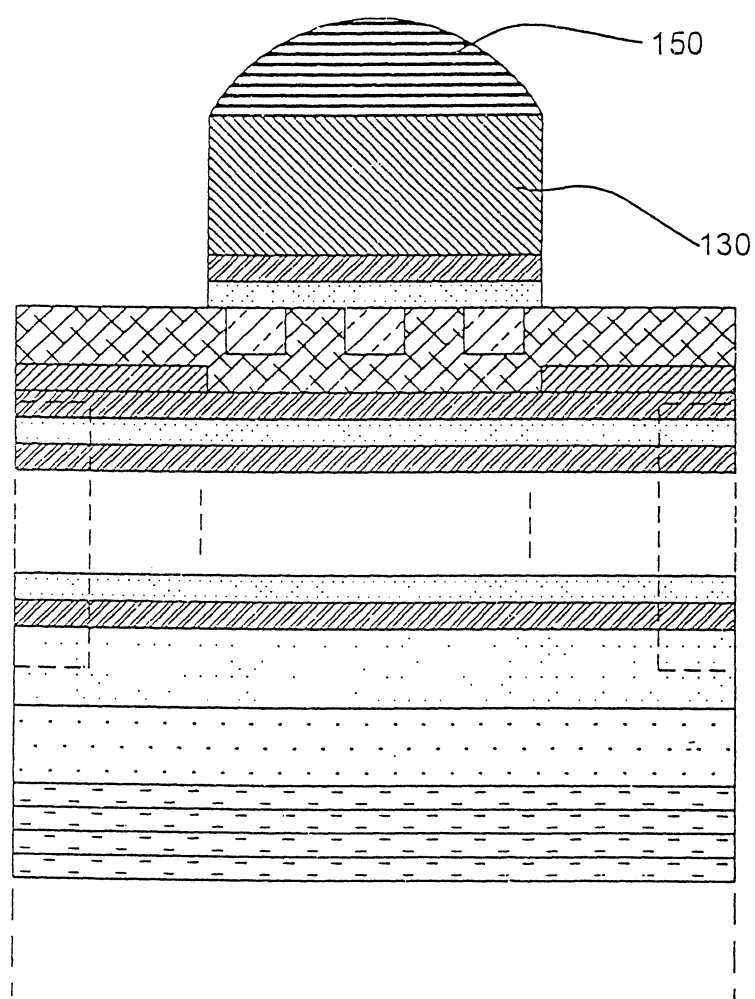


圖 12

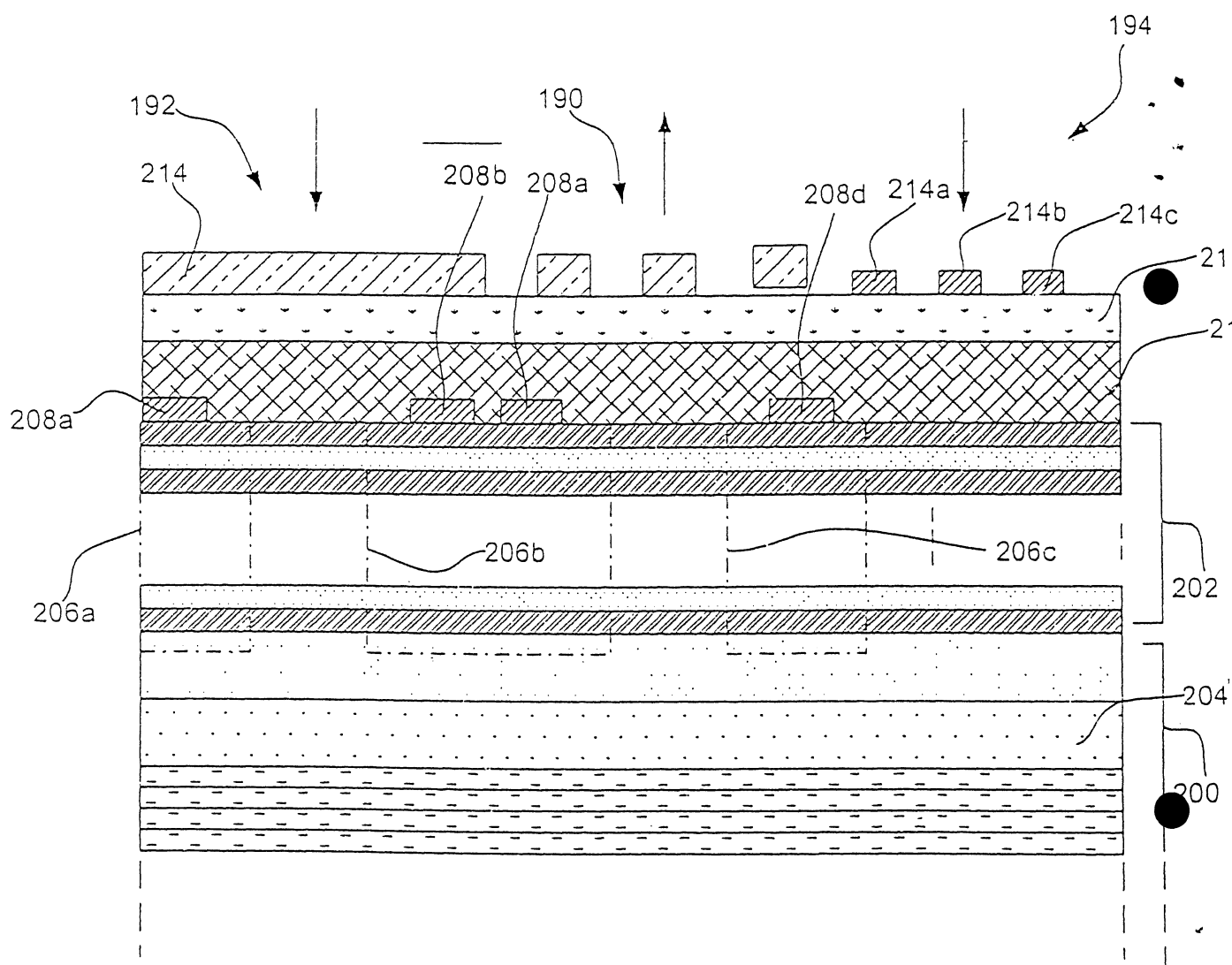


圖 13