

- 16 . . . 電流侷限結構
- 161 . . . 第一孔徑
- 162 . . . 第二孔徑
- 163 . . . 阻電溝槽
- 17 . . . 透明導電層
- 18 . . . 第一電極金屬
- 181 . . . 金屬孔
- 19 . . . 第二電極金屬
- 20 . . . 檢光結構
- 201 . . . 第三電極金屬
- 202 . . . 第四電極金屬
- A₁ . . . 第一預定區域
- A₂ . . . 第二預定區域
- I . . . 引光通道
- W . . . 磊晶結構
- a . . . 週期

【新型說明書】

【中文新型名稱】 具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件

【技術領域】

【0001】 本創作係有關一種具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其在光子晶體結構製作引光通道至檢光結構，並以檢光結構可偵測雷射在引光通道之引光比例，亦可得知光子晶體結構所面射出雷射之功率比例。

【先前技術】

【0002】 按，如圖1A、圖1B所示，一般自動功率控制(Automatic Power Control,APC)雷射模組40，係於一雷射二極體元件41前傾斜設置一反射鏡42，該反射鏡42可供雷射光通過並可反射部分雷射光，而於雷射光之反射路徑中設置一光二極體(Photodiode)43，該光二極體43回饋光功率至控制該雷射二極體元件41的自動功率控制電路44，俾以維持雷射光輸出功率之穩定；然而，因該雷射二極體元件41、該反射鏡42及該光二極體43係利用一前端設置一透鏡451之封裝外殼45予以封裝，該封裝外殼45之長度會因該反射鏡42之設置而必須增長，且設置該反射鏡42之傾斜角(反射路徑)可能需要耗費長時間的調整。

【0003】 次按，如圖2所示，其揭示在台灣專利案第I303505號，為一種面射型雷射50，包含：一 n^- 摻雜之砷化鎵(GaAs)基材51，一 n^- 摻雜之第一鏡面結構52係形成在GaAs基材51上；一下披覆層53係沈積在該第一鏡面結構52上；一主動層54係形成在下披覆層53上；一上披覆層55係形成在主動層54上；一第二鏡面結構56係形成在上披覆層55上，該第二鏡面結構56上形成一p型電極57，而基材51底面則形成

一n型電極58；然而，該面射型雷射50直接面射出雷射光，並無法自動控制雷射光之功率比例。

【0004】 惟查，由於自動功率控制雷射模組與面射型雷射無法相互整合。是以，本創作人有鑑於上揭問題點，乃構思以光子晶體(Photonic crystal,PC)來解決面射型雷射與自動功率控制雷射模組無法相互整合之問題，為本創作所欲解決的課題。

【新型內容】

【0005】 本創作之主要目的，提供一種具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其直接從磊晶結構最上方往內部蝕刻來製作光子晶體，並在光子晶體結構製作引光通道至檢光結構，該檢光結構可偵測雷射在引光通道之引光比例，而形成一可讀取之檢光訊號，進而具有檢光訊號之強弱可得知光子晶體結構所面射出雷射之功率比例之功效增進。

【0006】 本創作之又一目的，提供一種具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其自動功率控制電路利用檢光結構之檢光訊號之強弱，而可回授控制光子晶體結構所面射出雷射之功率比例，進而具有自動功率控制面射型雷射之功效增進。

【0007】 為達上述目的，本創作所採用之技術手段，其包含：一基板，其具備一第一表面及相反側之第二表面；一下披覆層，係位在該基板之第一表面上；一主動層，係位在該下披覆層上，並具有一量子結構；一上披覆層，係位在該主動層上；一接觸層，係位在該上披覆層上，並以該上披覆層及該接觸層呈高台型，且在該上披覆層及該接觸層之預定處設有複數空氣孔洞，各該空氣孔洞藉由大小比例及位置變化，形成一具有主結構與次結構之光子晶體結構，且該主結構之上

表面係設定一第一預定區域及該次結構係設定為一引光通道；一電流侷限結構，係位在該光子晶體結構及該主動層上，並具有一第一孔徑，且該第一孔徑係對應該主結構之第一預定區域，使電流流向侷限在該主結構之第一預定區域；一透明導電層，係位在該電流侷限結構上，並覆蓋該主結構之第一預定區域上，且該透明導電層之上表面係設定一第二預定區域，該第二預定區域之位置與該主結構之第一預定區域之位置呈現上下對應關係；一第一電極金屬，係位在該透明導電層上，並具有一金屬孔，且該金屬孔係對應該透明導電層之第二預定區域，使該金屬孔不遮蔽該主結構之第一預定區域；一第二電極金屬，係位在該基板之第二表面上；以及一檢光結構，係位在該次結構之引光通道之側邊；藉此，該第一電極金屬、該透明導電層、該電流侷限結構及該第二電極金屬相互配合，進而電激發該量子結構，再藉由該光子晶體結構可面射出雷射於該主結構之第一預定區域、該電流侷限結構之第一孔徑、該透明導電層之第二預定區域至該第一電極金屬之金屬孔外，且該雷射沿著該次結構之引光通道在該主動層進行非面射至該檢光結構，使該檢光結構可偵測該雷射在該次結構之引光通道之引光比例，而形成一可讀取之檢光訊號。

【0008】 在一較佳實施例中，更包括一自動功率控制電路，係電性連接該檢光結構、該第一電極金屬及該第二電極金屬，並以該自動功率控制電路利用該檢光結構之檢光訊號之強弱，而可回授控制該光子晶體結構所面射出雷射之功率比例。

【0009】 在一較佳實施例中，該檢光結構包括該基板、該下披覆層、該主動層、該上披覆層、該接觸層、該電流侷限結構、一第三電極金屬及一第四電極金屬，且該上披覆層及該接觸層之另一預定處係無設

有各該空氣孔洞與該電流侷限結構具有一第二孔徑，使該第二孔徑係對應無各該空氣孔洞，且該第三電極金屬係位在該電流侷限結構之第二孔徑上，並覆蓋該接觸層上，及該第四電極金屬係位在該基板之第二表面上。

【0010】 在一較佳實施例中，該上披覆層之厚度範圍為10~500nm。

【0011】 在一較佳實施例中，該電流侷限結構之材料係可包括選自氮化矽、氧化矽、聚醯亞胺其中任一所構成。

【0012】 在一較佳實施例中，該透明導電層之材料係可包括選自氧化銦錫、氧化銻錫、氟摻雜氧化錫、氧化鋁鋅、氧化鎵鋅、氧化銦鋅、氧化鋅其中任一所構成。

【0013】 在一較佳實施例中，該量子結構係可包括至少一量子點層。

【0014】 在一較佳實施例中，該量子點層之材料係可包括選自砷化銦、氮化鎵、砷化銦鎵、氮化銦鎵、磷化銦鎵、砷化鋁鎵銦、磷化鋁鎵銦、砷磷化鎵銦其中任一所構成。

【0015】 在一較佳實施例中，該量子結構係可包括至少一量子井層。

【0016】 在一較佳實施例中，該量子井層之材料係可包括選自砷化銦、氮化鎵、砷化銦鎵、氮化銦鎵、磷化銦鎵、砷化鋁鎵銦、磷化鋁鎵銦、砷磷化鎵銦其中任一所構成。

【0017】 在一較佳實施例中，該基板與該下披覆層之間係可包括設有一緩衝層。

【0018】 在一較佳實施例中，該緩衝層與該下披覆層之間係可包括設有一第一漸變層。

【0019】 在一較佳實施例中，該下披覆層與該主動層之間係可包括設有一第一分開侷限層異質；該主動層與該上披覆層之間係可包括設有一

第二分開侷限層異質。

【0020】 在一較佳實施例中，該上披覆層與該接觸層之間係可包括設有一第二漸變層。

【0021】 藉助上揭技術手段，其該次結構之引光通道之引光比例至該檢光結構，而形成該可讀取之檢光訊號，該檢光訊號之強弱可得知該光子晶體結構所面射出雷射之功率比例，因此可整合該自動功率控制電路利用該檢光結構之檢光訊號之強弱，而可回授控制該光子晶體結構所面射出雷射之功率比例。

【圖式簡單說明】

【0022】

圖1A係習用自動功率控制雷射模組之示意圖。

圖1B係習用自動功率控制雷射模組之剖視圖。

圖2係習用面射型雷射之示意圖。

圖3A係本創作磊晶結構之示意圖。

圖3B係本創作製作硬式罩幕之示意圖。

圖3C係本創作定義光子晶體圖形之示意圖。

圖3D係本創作轉移光子晶體圖形之示意圖。

圖3E係本創作去除硬式罩幕之示意圖。

圖3F係本創作蝕刻出高台之示意圖。

圖3G係本創作製作電流侷限結構之示意圖。

圖3H係本創作製作透明導電層之示意圖。

圖3I係本創作溝槽作為隔離邊界之示意圖。

圖3J係本創作基板磨薄之示意圖。

圖3K係本創作第一電極金屬沉積之示意圖。

圖3L係本創作第二電極金屬沉積之示意圖。

圖3M係圖3L中3M-3M斷面剖視圖。

圖4A係本創作位在主結構的各空氣孔洞俯視之電子顯微鏡圖。

圖4B係本創作位在主結構的各空氣孔洞側視之電子顯微鏡圖。

圖5A係本創作之另一較佳實施例示意圖。

圖5B係圖5A中5B-5B斷面剖視圖。

圖6A係本創作量子結構之示意圖。

圖6B係本創作量子結構另一較佳實施例之示意圖。

圖7係本創作之俯視示意圖。

圖8係本創作主結構之第一預定區域上製作電流侷限結構及透明導電層之電子顯微鏡側視圖。

圖9係本創作結合自動功率控制電路之側視示意圖。

圖10係本創作結合自動功率控制電路之俯視示意圖。

【實施方式】

【0023】 首先，請參閱圖3A~圖3M所示，本創作之一種具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件(Electrically Pumped Photonic-Crystal Surface-Emitting Lasers)10A較佳實施例，其延伸本申請人以電激發光子晶體面射型雷射元件在美國專利商標局所提出之申請案號為16/008,223，且該電激發光子晶體面射型雷射元件已通知核准並尚未公開及公告，包含：一基板(substrate)11，其具備一第一表面111及相反側之第二表面112，本實施例中，該基板11之材料係可包括選自氮化鎵(GaN)、砷化鎵(GaAs)、磷化銦(InP)其中任一所構成，但不限定於此。

【0024】 一下披覆層(Cladding layer)12，係位在該基板11之第一表

面111上，本實施例中，該下披覆層12之材料係可包括選自砷化鋁鎵(AlGaAs)、砷化鎵(GaAs)、氮化鋁鎵(AlGaIn)、砷化鋁鎵銻(AlGaInAs)、磷化鋁鎵銻(AlGaInP)其中任一所構成，但不限定於此。

【0025】 一主動層13，係位在該下披覆層12上，並具有一量子結構(Quantum Structure)131。

【0026】 一上披覆層(Cladding layer)14，係位在該主動層(active region)13上，本實施例中，該上披覆層14之厚度範圍為10~500nm，配合該上披覆層14之材料係可包括選自砷化鋁鎵(AlGaAs)、砷化鎵(GaAs)、氮化鋁鎵(AlGaIn)、砷化鋁鎵銻(AlGaInAs)、磷化鋁鎵銻(AlGaInP)其中任一所構成，但不限定於此。

【0027】 一接觸層(Contact layer)(C)，係位在該上披覆層14上，本實施例中，該接觸層(C)之材料係可包括選自氮化鎵(GaN)、砷化鎵(GaAs)、磷砷化銻鎵(InGaAsP)其中任一所構成，但不限定於此。

【0028】 圖3A所示，其該基板11、該下披覆層12、該主動層13、該上披覆層14及該接觸層(C)形成一磊晶結構(W)，並不限定磊晶成長之層數。

【0029】 圖3B所示，其製作一硬式罩幕(Hard mask)(M)，在該磊晶結構(W)上沉積氮化矽(Silicon Nitride, SiN_x)，但不限定於此。

【0030】 圖3C所示，其定義一光子晶體圖形(F)，在該磊晶結構(W)上旋塗一正光阻(R)，之後將該光子晶體圖形(F)定義於該正光阻(R)上，其光子晶體區域為290 μm的正方形，但不限定於此。

【0031】 圖3D所示，其轉移該光子晶體圖形(F)，先將該光子晶體圖形(F)轉移進該硬式罩幕(M)中，並移除該正光阻(R)後，再將該光子晶

體圖形(F)轉移進該磊晶結構(W)中，由於該量子結構131將波導模態的大部分光場侷限於該主動層13的區域，故蝕刻深度需要更深才能獲得更強的耦合強度，當蝕刻深度大於500nm時，則光子晶體才會有較好的耦合效率，但不限定於此。圖3E所示，其去除該硬式罩幕(M)，但不限定於此。

【0032】 圖3F及圖3M所示，其利用黃光製程定義出 $310\mu\text{m}$ 的正方形高台，並蝕刻深度約為450nm，令該上披覆層14及該接觸層(C)呈高台(Mesa)型，在該上披覆層14及該接觸層(C)之預定處設有複數空氣孔洞(air hole)141，各該空氣孔洞141藉由大小比例及位置變化，形成一具有主結構151與次結構152之光子晶體結構15，且該主結構151之上表面153係設定一第一預定區域(A_1)及該次結構152係設定為一引光通道(I)，而蝕刻出高台的目的為幫助光侷限在光子晶體中與減少漏電流，本實施例中，位在該主結構151的各該空氣孔洞141之週期(a)為385nm、388nm、390nm、393nm、395nm其中任一所構成，但不限定於此。此外，圖4A及圖4B所示，位在該主結構151的各該空氣孔洞141之形狀為圓柱形、位在該主結構151的各該空氣孔洞141之深度為520nm~540nm及其直徑為130~140nm、位在該主結構151的各該空氣孔洞141係可排列成二維陣列，但不限定於此。

【0033】 圖3G及圖3M所示，其製作一電流侷限結構16，乃因具有無限週期的光子晶體理論上不會有邊界(Boundary)效應，然而實際應用上的光子晶體是有限週期的，所以在晶體的邊界會有能量損耗，但若光子晶體的面積比元件具有增益的面積大，則能減緩邊界效應所造成的損耗，且光子晶體面積為增益面積的二到三倍是可以成功產生雷射現象，故利用黃光製程在該主結構151之第一預定區域(A_1)的正中間定義

出圓形的孔徑(Aperture)圖案，其直徑為 $150\mu\text{m}$ ，再沉積氮化矽 120nm ，並利用舉離(Lift off)將多餘的氮化矽去除，令該電流侷限結構16，係位在該主結構151及該主動層13上，並具有一第一孔徑161，且該第一孔徑161係對應該主結構151之第一預定區域(A_1)，使電流流向侷限在該主結構151之第一預定區域(A_1)，讓雷射模態存在於類似無限大的光子晶體中，本實施例中，該電流侷限結構16之材料係可包括選自氮化矽(SiN_x)、氧化矽(SiO_x)、聚醯亞胺(polyimide)其中任一所構成，但不限定於此。

【0034】 圖3H及圖3M所示，其製作一透明導電層17，乃由於能帶邊緣型雷射具有面射出光性質，若在出光區域覆蓋大面積金屬會影響雷射出光，故利用氧化銦錫(Indium Tin Oxide,ITO)作為該透明導電層17，同時具有傳輸載子與透光的特性。利用電子槍蒸鍍(E-gun evaporator)方式成長 225nm 的氧化銦錫薄膜，令該透明導電層17，係位在該電流侷限結構16上，並覆蓋該主結構151之第一預定區域(A_1)上，且該透明導電層17之上表面171係設定一第二預定區域(A_2)，該第二預定區域(A_2)之位置與該主結構151之第一預定區域(A_1)之位置呈現上下對應關係，本實施例中，該透明導電層17之材料係可包括選自氧化銦錫(ITO)、氧化銻錫(ATO)、氟摻雜氧化錫(FTO)、氧化鋁鋅(AZO)、氧化鎳鋅(GZO)、氧化銦鋅(IZO)、氧化鋅(ZnO)其中任一所構成，但不限定於此。

【0035】 圖3I所示，其在鍍完該透明導電層17之後，乃利用黃光製程定義一溝槽(Trench)(T)作為隔離(Isolation)邊界，並利用氧化銦錫蝕刻液將該溝槽(T)內的氧化銦錫去除，但不限定於此。

【0036】 圖3J及圖3M所示，其一第一電極金屬18沉積，乃使用黃光製程定義完電極圖形後，並沉積鈦(Ti)、金(Au)兩種金屬，再用舉離將多餘金屬去除，令該第一電極金屬18，係位在該透明導電層17上，並具有一金屬孔181，且該金屬孔181係對應該透明導電層17之第二預定區域(A₂)，使該金屬孔181不遮蔽該主結構151之第一預定區域(A₁)，但不限定於此。

【0037】 圖3K所示，其將該基板11厚度磨薄，使該基板11之第二表面112形成類鏡面(Mirror-like)的表面，但不限定於此。

【0038】 圖3L所示，其一第二電極金屬19沉積，並沉積鎳(Ni)、鍺(Ge)、金(Au)三種金屬，令該第二電極金屬19，係位在該基板11之第二表面112上。最後，快速熱退火(Rapid thermal annealing,RTA)。

【0039】 圖3M所示，其一檢光結構20，係位在該次結構15之引光通道(I)之側邊，本實施例中，該檢光結構20包括該基板11、該下披覆層12、該主動層13、該上披覆層14、該接觸層(C)、該電流侷限結構16、一第三電極金屬201及一第四電極金屬202，且該上披覆層14及該接觸層(C)之另一預定處係無設有各該空氣孔洞141與該電流侷限結構16具有一第二孔徑162，使該第二孔徑162係對應無各該空氣孔洞141，且該第三電極金屬201係位在該電流侷限結構16之第二孔徑162上，並覆蓋該接觸層(C)上，及該第四電極金屬202係位在該基板11之第二表面112上，但不限定於此。

【0040】 另一較佳實施例中，圖5A及圖5B所示，一種具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件10B，包含:該基板11與該下披覆層12之間係可包括設有一緩衝層(Buffer layer)(B)，本實施例中，該緩衝層(B)之材料係可包括選自氮化鎵(GaN)、砷化鎵(GaAs)、磷化

銻(InP)其中任一所構成；該緩衝區(B)之厚度為200nm，但不限定於此。

【0041】 該緩衝層(B)與該下披覆層12之間係可包括設有一第一漸變層(Graded-index,GRIN)(G₁)，本實施例中，該下披覆層12之砷化鋁鎵的組成式為Al_{0.4}Ga_{0.6}As，鋁的比例由0.4漸變到0.1，其目的是緩和在砷化鎵與砷化鋁鎵介面的陡峭能障；該下披覆層12之厚度為1.3 μm；該第一漸變層(G₁)之材料係可包括選自砷化鋁鎵(AlGaAs)、砷化鎵(GaAs)、氮化鋁鎵(AlGaN)、砷化鋁鎵銻(AlGaInAs)、磷化鋁鎵銻(AlGaInP)其中任一所構成；該第一漸變層(G₁)之厚度為150nm，但不限定於此。

【0042】 該下披覆層12與該主動層13之間係可包括設有一第一分開侷限層異質(Separate Confinement Heterostructure,SCH)(S₁)；該主動層13與該上披覆層14之間係可包括設有一第二分開侷限層異質(Separate Confinement Heterostructure,SCH)(S₂)，本實施例中，該第一分開侷限層異質結構(S₁)與該第二分開侷限層異質(S₂)之材料係可包括選自砷化鋁鎵(AlGaAs)、砷化鎵(GaAs)、氮化鋁鎵(AlGaN)、砷化鋁鎵銻(AlGaInAs)、磷化鋁鎵銻(AlGaInP)其中任一所構成，其功用可以分別達成載子與光場的侷限；該第一分開侷限層異質結構(S₁)之厚度為130nm；該第二分開侷限層異質結構(S₂)之厚度為105nm，但不限定於此。

【0043】 該上披覆層14與該接觸層(C)之間係可包括設有一第二漸變層(Graded-index,GRIN)(G₂)，而該上披覆層14、該第二漸變層(G₂)及

該接觸層(C)呈高台型且設有複數空氣孔洞141，在該上披覆層14及該接觸層(C)之預定處設有複數空氣孔洞(air hole)141，各該空氣孔洞141藉由大小比例及位置變化，形成一具有主結構151與次結構152之光子晶體結構15，且該主結構151之上表面153係設定一第一預定區域(A₁)及該次結構152係設定為一引光通道(I)，本實施例中，該上披覆層14之砷化鋁鎵的組成式為Al_{0.4}Ga_{0.6}As，鋁的比例由0.4漸變到0.1，其目的是緩和在砷化鎵與砷化鋁鎵介面的陡峭能障；該上披覆層14之厚度為200nm；該接觸層(C)之厚度為100nm；該第二漸變層(G₂)之材料係可包括選自砷化鋁鎵(AlGaAs)、砷化鎵(GaAs)、氮化鋁鎵(AlGaIn)、砷化鋁鎵銻(AlGaInAs)、磷化鋁鎵銻(AlGaInP)其中任一所構成；該第二漸變層(G₂)之厚度為150nm，但不限定於此。

【0044】 承上，一檢光結構20，係位在該次結構15之引光通道(I)之側邊，本實施例中，該檢光結構20包括該基板11、該緩衝層(B)、該第一漸變層(G₁)、該下披覆層12、該第一分開侷限層(S₁)、該主動層13、該第二分開侷限層(S₂)、該上披覆層14、該第二漸變層(G₂)、該接觸層(C)、該電流侷限結構16、一第三電極金屬201及一第四電極金屬202，且該上披覆層14及該接觸層(C)之另一預定處係無設有各該空氣孔洞141與該電流侷限結構16具有一第二孔徑162，使該第二孔徑162係對應無各該空氣孔洞141，且該第三電極金屬201係位在該電流侷限結構16之第二孔徑162上，並覆蓋該接觸層(C)上，及該第四電極金屬202係位在該基板11之第二表面112上，但不限定於此。

【0045】 承上，該基板11、該緩衝層(B)、該第一漸變層(G₁)、該下披覆層12、該第一分開侷限層異質結構(S₁)、該主動層13、該第二分開侷

限層異質結構(S₂)、該上披覆層14、該第二漸變層(G₂)及該接觸層(C)形成該磊晶結構(W)，並不限定磊晶成長之層數。此外，該主動層13上方的結構為P型半導體，摻雜物(dopant)為鉍原子(Be)，其中最上方的該接觸層(C)為重摻雜(Heavily doped)，目的是要和氧化銦錫形成良好的歐姆接觸，而主動層下方的結構為N型半導體，摻雜物為矽原子(Si)，兩種摻雜物的濃度為 10^{18}cm^{-3} ，重摻雜的區域為 10^{19}cm^{-3} 。上述所揭露該基板11、該緩衝層(B)、該第一漸變層(G₁)、該下披覆層12、該第一分開侷限層(S₁)、該第二分開侷限層(S₂)、該上披覆層14、該第二漸變層(G₂)及該接觸層(C)之材料範圍，亦使波長範圍能包含藍光至紅外光。

【0046】 圖6A所示，其該量子結構131係可包括至少一量子點層131A，本實施例中，該量子點層131A之材料係可包括選自砷化銦(InAs)、氮化鎵(GaN)、砷化銦鎵(InGaAs)、氮化銦鎵(InGaN)、磷化銦鎵(InGaP)、砷化鋁鎵銦(AlGaInAs)、磷化鋁鎵銦(AlGaInP)、砷磷化鎵銦(GaInAsP)其中任一所構成，但不限定於此。此外，該量子結構131具有7層該量子點層131A，該量子點層131A更包括一量子點1311、一覆蓋層1312及一間隔層1313，該量子點1311上係覆蓋該覆蓋層1312，該覆蓋層1312上係設有該間隔層1313，且該量子點1311之材料為砷化銦及其厚度為2.2ML(Mono layer)，配合該覆蓋層1312之材料為砷化銦鎵、其組成式為 $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 及其厚度為5nm與該間隔層1313之材料為砷化鎵及其厚度為45nm，但不限定於此。

【0047】 圖6B所示，其該量子結構131係可包括至少一量子井層131B，本實施例中，該量子井層131B之材料係可包括選自砷化銦(InAs)、氮化

鎵(GaN)、砷化銦鎵(InGaAs)、氮化銦鎵(InGaN)、磷化銦鎵(InGaP)、砷化鋁鎵銦(AlGaInAs)、磷化鋁鎵銦(AlGaInP)、砷磷化鎵銦(GaInAsP)其中任一所構成，但不限定於此。

【0048】 承上，其利用該量子結構131作為增益介質，成功製作出室溫操作的電激發光子晶體能帶邊緣型雷射，配合位在該主結構151的各該空氣孔洞141之週期(a)為385nm、388nm、390nm、393nm或395nm，使雷射發光波長在 $1.3\mu\text{m}$ 附近，該雷射波長會隨著位在該主結構151的各該空氣孔洞141之週期(a)變大而變長，並不侷限於位在該主結構151的各該空氣孔洞141之週期(a)為385nm、388nm、390nm、393nm或395nm，故雷射發光波長不限於 $1.3\mu\text{m}$ ，而在製程上無需晶圓熔合或磊晶再成長的複雜技術，選擇直接從該磊晶結構(W)最上方往內部蝕刻來製作位在該主結構151的各該空氣孔洞141，並位在該主結構151的各該空氣孔洞141上方覆蓋氧化銦錫作為該透明導電層17，使光能從該磊晶結構(W)的正面出光，且光子晶體能帶邊緣型雷射具有面射出光、遠場發散角小等優異特性，故光纖的耦合效率優於邊射型雷射(Edge-emitting laser)，操作於此波段的雷射在光纖通訊領域有很高的應用潛力，但不限定於此。

【0049】 上述兩種具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件10A、10B之實施例態樣，其差異僅在於磊晶成長之材料不同，並皆可達到由該第一電極金屬18、該透明導電層17、該電流侷限結構16及該第二電極金屬19相互配合，進而電激發該量子結構131，再藉由該光子晶體結構15可面射出雷射於該主結構151之第一預定區域(A₁)、該電流侷限結構16之第一孔徑161、該透明導電層17之第二預定區域(A₂)至該第一電極金屬18之金屬孔181外，並配合圖7所示，其該金屬孔181之

外側長度(L_1)為 $650\mu\text{m}$ 與內側長度(L_2)為 $300\mu\text{m}$ ，且該金屬孔181內呈現該透明導電層17之第二預定區域(A_2)，且位在該主結構151內的各該空氣孔洞141之週期(a)與位在該次結構152內的各該空氣孔洞141之週期(a)可相同或不同，或位在該主結構151內的各該空氣孔洞141之大小與位在該次結構152內的各該空氣孔洞141之大小可相同或不同，或位在該主結構151的各該空氣孔洞141之形狀與該次結構152的各該空氣孔洞141之形狀可相同或不同，或位在該主結構151的各該空氣孔洞141之深度及其直徑與位在該次結構152的各該空氣孔洞141之深度及其直徑可相同或不同，或位在該主結構151的各該空氣孔洞141之排列與位在該次結構152的各該空氣孔洞141之排列可相同或不同，甚至該次結構152內可有各該空氣孔洞141或無各該空氣孔洞141，換言之，該引光通道(I)可有各該空氣孔洞141或無各該空氣孔洞141。

【0050】 圖8所示，其該主結構151之第一預定區域(A_1)上係依序製作該電流侷限結構16及該透明導電層17，與圖4A、圖4B所示，其該主結構151之第一預定區域(A_1)上尚未製作該電流侷限結構16及該透明導電層17之比較後，即可得知該電流侷限結構16及該透明導電層17製作於該具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件10A、10B之何處。此外，請再參閱圖3M及圖5B所示，其在該電流侷限結構16係設有一阻電溝槽163，該阻電溝槽163係位於該第一孔徑161與該第二孔徑162間，亦避免該光子晶體結構15以該第一電極金屬18與該第二電極金屬19所產生的電流至該檢光結構20，但不限定於此。

【0051】 基於如此之構成，如圖9~10所示，其利用該檢光結構20可整合一自動功率控制(Automatic Power Control, APC)電路30，係電性連接該

檢光結構20、該第一電極金屬18及該第二電極金屬19，且該雷射沿著該次結構152之引光通道(I)在該主動層13進行非面射至該檢光結構20，使該檢光結構20可偵測該雷射在該次結構151之引光通道(I)之引光比例(P_1)，而形成一可讀取之檢光訊號21，並以該自動功率控制電路30利用該檢光結構20之檢光訊號21之強弱，而可回授控制該光子晶體結構15所面射出雷射之功率比例(P_2)，本實施例中，該檢光訊號21可為偏壓電流，並以該第三電極金屬201與該第四電極金屬202將該檢光訊號21至該自動功率控制電路30，但不限定於此。

【0052】 綜上所述，本創作所揭示之技術手段，確具「新穎性」、「進步性」及「可供產業利用」等新型專利要件，祈請 鈞局惠賜專利，以勵創新，無任德感。

【0053】 惟，上述所揭露之圖式、說明，僅為本創作之較佳實施例，大凡熟悉此項技藝人士，依本案精神範疇所作之修飾或等效變化，仍應包括在本案申請專利範圍內。

【符號說明】

【0054】

10A、10B具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件

11基板

111第一表面

112第二表面

12下披覆層

13主動層

131量子結構

131A量子點層

- 131B量子井層
- 1311量子點
- 1312覆蓋層
- 1313間隔層
- 14上披覆層
- 141空氣孔洞
- 15光子晶體結構
- 151主結構
- 152次結構
- 153主結構之上表面
- 16電流侷限結構
- 161第一孔徑
- 162第二孔徑
- 163阻電溝槽
- 17透明導電層
- 171透明導電層之上表面
- 18第一電極金屬
- 181金屬孔
- 19第二電極金屬
- 20檢光結構
- 201第三電極金屬
- 202第四電極金屬
- 21檢光訊號
- 30自動功率控制電路

A₁第一預定區域

A₂第二預定區域

B緩衝層

C接觸層

F光子晶體圖形

G₁第一漸變層

G₂第二漸變層

I引光通道

L₁外側長度

L₂內側長度

M硬式罩幕

P₁引光比例

P₂功率比例

R正光阻

S₁第一分開侷限層異質結構

S₂第二分開侷限層異質結構

T溝槽

W磊晶結構

a週期



M588387

【新型摘要】

【中文新型名稱】具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件

【中文】

一種具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，包含：複數空氣孔洞，各空氣孔洞藉由大小比例及位置變化，形成一具有主結構與次結構之光子晶體結構，並以次結構之引光通道之引光比例至檢光結構後，形成一可讀取之檢光訊號，進而具有檢光訊號之強弱可得知光子晶體結構所面射出雷射之功率比例，因此自動功率控制電路利用檢光結構之檢光訊號之強弱，而可回授控制光子晶體結構所面射出雷射之功率比例，進而具有自動功率控制面射型雷射。

【指定代表圖】 圖3M

【代表圖之符號簡單說明】

10A具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件

11基板

111第一表面

112第二表面

12下披覆層

13主動層

131量子結構

14上披覆層

141空氣孔洞

15光子晶體結構

151主結構

152次結構

16電流侷限結構

161第一孔徑

162第二孔徑

163阻電溝槽

17透明導電層

18第一電極金屬

181金屬孔

19第二電極金屬

20檢光結構

201第三電極金屬

202第四電極金屬

A₁第一預定區域

A₂第二預定區域

I引光通道

W磊晶結構

a週期

【新型申請專利範圍】

【第1項】一種具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其包含：

一基板，其具備一第一表面及相反側之第二表面；

一下披覆層，係位在該基板之第一表面上；

一主動層，係位在該下披覆層上，並具有一量子結構；

一上披覆層，係位在該主動層上；

一接觸層，係位在該上披覆層上，並以該上披覆層及該接觸層呈高台型，且在該上披覆層及該接觸層之預定處設有複數空氣孔洞，各該空氣孔洞藉由大小比例及位置變化，形成一具有主結構與次結構之光子晶體結構，且該主結構之上表面係設定一第一預定區域及該次結構係設定為一引光通道；

一電流侷限結構，係位在該光子晶體結構及該主動層上，並具有一第一孔徑，且該第一孔徑係對應該主結構之第一預定區域，使電流流向侷限在該主結構之第一預定區域；

一透明導電層，係位在該電流侷限結構上，並覆蓋該主結構之第一預定區域上，且該透明導電層之上表面係設定一第二預定區域，該第二預定區域之位置與該主結構之第一預定區域之位置呈現上下對應關係；

一第一電極金屬，係位在該透明導電層上，並具有一金屬孔，且該金屬孔係對應該透明導電層之第二預定區域，使該金屬孔不遮蔽該主結構之第一預定區域；

一第二電極金屬，係位在該基板之第二表面上；以及

一檢光結構，係位在該次結構之引光通道之側邊；藉此，該第一電極金屬、該透明導電層、該電流侷限結構及該第二電極金屬相互配合，進而

電激發該量子結構，再藉由該光子晶體結構可面射出雷射於該主結構之第一預定區域、該電流侷限結構之第一孔徑、該透明導電層之第二預定區域至該第一電極金屬之金屬孔外，且該雷射沿著該次結構之引光通道在該主動層進行非面射至該檢光結構，使該檢光結構可偵測該雷射在該次結構之引光通道之引光比例，而形成一可讀取之檢光訊號。

【第2項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，更包括一自動功率控制電路，係電性連接該檢光結構、該第一電極金屬及該第二電極金屬，並以該自動功率控制電路利用該檢光結構之檢光訊號之強弱，而可回授控制該光子晶體結構所面射出雷射之功率比例。

【第3項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該檢光結構包括該基板、該下披覆層、該主動層、該上披覆層、該接觸層、該電流侷限結構、一第三電極金屬及一第四電極金屬，且該上披覆層及該接觸層之另一預定處係無設有各該空氣孔洞與該電流侷限結構具有一第二孔徑，使該第二孔徑係對應無各該空氣孔洞，且該第三電極金屬係位在該電流侷限結構之第二孔徑上，並覆蓋該接觸層上，及該第四電極金屬係位在該基板之第二表面上。

【第4項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該上披覆層之厚度範圍為10~500nm。

【第5項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該電流侷限結構之材料係可包括選自氮化矽、氧化矽、聚醯亞胺其中任一所構成。

【第6項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該透明導電層之材料係可包括選自氧化銻錫、氧化銻錫、

氟摻雜氧化錫、氧化鋁鋅、氧化鎵鋅、氧化銦鋅、氧化鋅其中任一所構成。

【第7項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該量子結構係可包括至少一量子點層。

【第8項】如請求項7所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該量子點層之材料係可包括選自砷化銦、氮化鎵、砷化銦鎵、氮化銦鎵、磷化銦鎵、砷化鋁鎵銦、磷化鋁鎵銦、砷磷化鎵銦其中任一所構成。

【第9項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該量子結構係可包括至少一量子井層。

【第10項】如請求項9所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該量子井層之材料係可包括選自砷化銦、氮化鎵、砷化銦鎵、氮化銦鎵、磷化銦鎵、砷化鋁鎵銦、磷化鋁鎵銦、砷磷化鎵銦其中任一所構成。

【第11項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該基板與該下披覆層之間係可包括設有一緩衝層。

【第12項】如請求項11所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該緩衝層與該下披覆層之間係可包括設有一第一漸變層。

【第13項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該下披覆層與該主動層之間係可包括設有一第一分開侷限層異質；該主動層與該上披覆層之間係可包括設有一第二分開侷限層異質。

【第14項】如請求項1所述之具有檢光結構之電激發光子晶體面射型雷射元件，其中，該上披覆層與該接觸層之間係可包括設有一第二漸變層。