388143 388143

申請日期：87，9，2	案號：87114565
類別：H01S 3/18	

（以上各欄由本局填註）

公告本

發明專利說明書

388143

一、發明名稱	中文	氮化物系化合物半導體雷射裝置及具備其之雷射設備
	英文	NITRIDE-TYPE COMPOUND SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND LASER APPARATUS INCORPORATING THE SAME
二、發明人	姓名（中文）	1.近江　晉 2.奧村　敏之 3.猪口　和彥
	姓名（英文）	1.SUSUMU OMI 2.TOSHIYUKI OKUMURA 3.KAZUHIKO INOGUCHI
	國籍	1.日本 2.日本 3.日本
	住、居所	1.日本國奈良縣天理市櫟本町2613-1拉波爾天理956 2.日本國奈良縣天理市吉田町226 3.日本國奈良縣奈良市瓦堂町19-1-505
三、申請人	姓名（名稱）（中文）	1.日商夏普股份有限公司
	姓名（名稱）（英文）	1.SHARP KABUSHIKI KAISHA
	國籍	1.日本
	住、居所（事務所）	1.日本國大阪府大阪市阿倍野區長池町22番22號
	代表人姓名（中文）	1.町田　勝彥
	代表人姓名（英文）	1.KATSUHIKO MACHIDA

本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
日本 JP	1997/09/03	特願平9-237925	有

有關微生物已寄存於　　寄存日期　　寄存號碼



發明背景

1. 發明領域：

本發明係關於一氮化物系化合物半導體雷射裝置，其能夠發射自藍色至UV範圍之光，且還關於一具備其之雷射設備。

2. 相關技術描述：

氮化鎵係一種三五族化合物半導體材料，其能隙大約3.4eV大，且已經被確實地研究作為一種材料，用在能夠發射自藍色至UV範圍之發光裝置中。

參照圖8，此將詳述一般之氮化鎵系之半導體雷射40。

圖8之半導體雷射包含一層狀結構，其中一n型緩衝層22b，一n型AlGaN包敷層23，一含As之GaN光發射層54，一p型AlGaN包敷層28以及一p型GaN接觸層59，以上述順序在3C-SiC基板46上形成；包含一條狀開口之n型GaN電流阻擋層45，於p型AlGaN包敷層上形成；在p型接觸層59之上方表面與3C-SiC基板46之下方表面，個別附有p電極10與n電極11；自p電極10流向n電極11之電流，被n型GaN電流阻擋層45壓縮；此種氮化鎵系化合物半導體雷射係描述於，例如，日本發明出版(Japanese Laid-open Publication)No. 7-249820。

可是，在如圖8所示之一般氮化鎵系化合物半導體雷射40中，於裝置之整個上方與下方表面上形成電極並不實際；因此，在許多情形中，如圖9所示，沿著裝置未被電極所覆蓋之側邊，附上區域52。

圖10係一透視圖，說明圖9中具有區域52之一般氮化鎵系化合物半導體雷射50，當其併入封裝時；在圖10中，標碼51指出一光二極體，而標碼53指出一半導體雷射裝置50之背面，其對應至圖9中在電極10形成之表面；圖11A與11B係示意圖，均說明了在一般氮化鎵系化合物半導體雷射50，與併於圖10中所示同樣封裝之光二極體51間的位置關係；特別是，在圖11A與11B中，光二極體51係個別由圖10中箭頭A與B所指示之方向觀之。

在許多情形中，光二極體51係附在半導體雷射50背面53之一側上，如圖10中所示，來偵測從半導體雷射50之輸出，並根據該輸出控制控制半導體雷射50；構成此種一般氮化鎵系化合物半導體雷射之層狀結構，對其發射波長而言是透明的；因此，如圖11A與11B中所示，在放射層產生之光，可能部份透過未被電極10覆蓋之區域52，而由裝置洩出，並入射至光二極體51上形成雜訊，因而導致錯誤之控制。

再者，因為此種封裝通常包括焊接其上之覆蓋，作為氣密封閉，所以洩出之光射在覆蓋之內壁上而導致多重反射；因此，即使當光二極體51並非如圖10中所示，附在半導體雷射50背面53之一側上，此種洩出光仍可能入射至光二極體51上形成雜訊，因而導致錯誤之控制。

發明概述

本發明之氮化物系化合物半導體雷射裝置，其包括一基板與附在該基板上之一層狀結構；一光吸收層位於包數層

與該層狀結構之一表面之間，該cladding層之能階小於層狀結構中激活層之能隙，且位於相對於該放射層相反側之裝載表面，另外該表面相反與裝載結構。

該光吸收層可包括一條狀開口，而一個不透光之電極可附在該層狀結構之表面上，其與裝載表面相對，而能夠將來自光發射區域，透過條狀開口到層狀結構表面(該表面與裝載表面相對)之光路，完全阻擋。

該雷射裝置還可包括另一個光吸收層，其能隙小於放射層之能隙，且附在相對於放射層，與裝載平面同側。

該光吸收層可用$Ga_sAl_tIn_{1-s-t}N$($0<s<1$，$0<=t<=1$，而$0<s+t<1$)來形成。

本發明之雷射設備包括一個如前所述之氮化物系化合物半導體雷射裝置，以及附在同一封裝中之光接收裝置。

在本發明之氮化物系化合物半導體雷射裝置中，當在電極間加上電壓時，電流便自p電極經該半導體層狀結構流至n電極，而在放射層產生出光；產生之光部份會滲入包敷層；可是，因為光吸收層(其能隙小於放射層之能隙)附在相對於放射層、用來附裝載之類的裝載表面之相反側，所以滲入包敷層之光若不是被光吸收層吸收，就是在通過光吸收層作為電流路徑之開口後，被上方之電極阻擋；因此，即使在與此氮化鎵系化合物半導體雷射同一封裝中，附上一光二極體，光也絕不會射入該二極體，而成為導致錯誤控制之雜訊。

更好的是，另一光吸收層(其能隙亦小於放射層之能隙)

可附在相對於放射層、用來附裝載之類的裝載表面之同側；在此情形中，即使當基板材料對該放射波長係透明的，滲入包敷層之光也絕不會被裝載表面反射，因此不會產生雜訊。

還有更好的是，該光吸收層可以是與相對於放射層、和光吸收層同側之層相反導電態，而可以將光吸收層之一部份移去，而使長條狀開口附於其中；在此情形下，該光吸收層可以展現阻擋電流之功能。

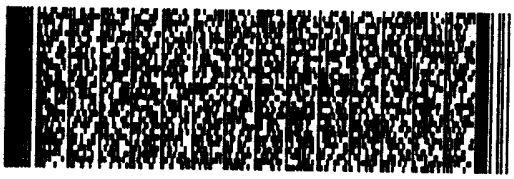
因此，此處所述之本發明可以有下列優點：(1)提供一個不漏光之氮化物系化合物半導體雷射裝置，該漏光可能會導致與該氮化物系化合物半導體雷射裝置同一封裝之，光二極體之錯誤控制；(2)提供一雷射設備，其中前述之氮化物系化合物半導體雷射裝置與光接收裝置，係附於同一封裝中；以及(3)提供一電路，用來將上述氮化物系化合物半導體雷射裝置之輸出，藉由光接收裝置作光電轉換，並根據該光電轉換所得之輸出，控制輸入到該氮化物系化合物半導體雷射裝置之電流。

在參考附圖而閱讀並瞭解以下之細述後，本發明這些與其他優點，對熟於此技術者將會十分明顯。

附圖簡述

圖1係一截面圖，示意地表示根據本例中之例1，氮化物系化合物半導體光放射裝置之結構；

圖2係一截面圖，示意地表示根據本例中之例2，氮化物系化合物半導體光放射裝置之結構；



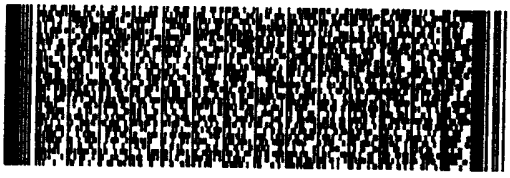


圖3係一截面圖，示意地表示根據本例中之例3，氮化物系化合物半導體光放射裝置之結構；

圖4係一截面圖，示意地表示根據本例中之例4，氮化物系化合物半導體光放射裝置之結構；

圖5A至5F係截面圖，示出生產圖2中氮化物系化合物半導體光放射裝置之方法；

圖6A至6F係截面圖，示出生產圖3中氮化物系化合物半導體光放射裝置之方法；

圖7A至7H係截面圖，示出生產圖4中氮化物系化合物半導體光放射裝置之方法；

圖8係一截面圖，示意地表示一般氮化物系化合物半導體雷射之結構；

圖9係示意地表示另一個一般氮化物系化合物半導體雷射之圖；

圖10係一透視圖，示出圖9之一般氮化物系化合物半導體雷射併入封裝中；以及

圖11A與11B係示意圖，各示出在一般氮化物系化合物半導體雷射裝置，與併於同一封裝中之光二極體(如圖10所示)之位置關係，其中分別自該二極體上方與側邊觀之。

最佳實施例敘述

在此敘述中，「氮化鎵系化合物半導體」一詞意指，其中氮化鎵中之鎵部份地被另一個三族元素所取代者，例如，$Ga_sAl_tIn_{1-s-t}N$($0<s<=1$，$0<=t<1$，而$0<s+t<=1$)，與其中一些構成原子為雜質原子或之類的所取代者，以及於其

中加入一種雜質者。

以下文中，本發明將參照附圖以示例方式敘述。

例1

參照圖1，將敘述根據本發明例1之氮化鎵系化合物半導體雷射裝置1000；圖1係一截面圖，示意地說明本例中半導體雷射裝置1000之結構。

如圖1中所示，半導體雷射裝置1000包含一低電阻n型6H-SiC基板1，附在基板1上之半導體層狀結構100，以及一對電極10與11，用來提供光放射所需之電流(驅動電流)；該半導體雷射裝置1000之裝載表面係在電極11一側。

以下文中，將詳細敘述半導體層狀結構100。

半導體層狀結構100包含，以下列在低電阻n型6H-SiC基板1上之順序，n型GaN緩衝層2(厚度：約0.6微米)、n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3(厚度：約0.7微米)、未摻雜質$In_{0.32}Ga_{0.68}N$放射層14(厚度：約40埃)、摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5(厚度：約0.7微米)、p型$In_{0.36}Ga_{0.64}N$光吸收層17(厚度：約0.2微米)、以及p型GaN接觸層9(厚度：約0.5微米)。

p電極10係附在p型GaN接觸層上方表面之上，而n電極11係附在基板1之底部表面上；當來自電流供應電路(未示出)之電壓加在電極10與11之間時，該電流自p電極10經半導體層狀結構100流至n電極11；雖然光係在放射層14產生，但是所產生之光部份會滲入包敷層；雖然如此，因為

p型$In_{0.36}Ga_{0.64}N$光吸收層17之能隙小於放射層14，且附在p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$遠離未摻雜質$In_{0.32}Ga_{0.68}N$放射層14之另一側，所以滲入p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5之光，會被p型$In_{0.36}Ga_{0.64}N$光吸收層17所吸收；因此，即使光二極體係與此氮化鎵系化合物半導體雷射1000附在同一封裝中，而也絕不會射入該光二極體，而成為導致錯誤控制之雜訊。

在本文中，將描述生產圖1中半導體裝置1000之方法。

在此例中，使用金屬有機物化學氣相沈積(MOCVD)方式來形成該氮化鎵系半導體層；特別是，用阿摩尼亞(NH_3)作為五族材料源，而用trimethylgallium(TMG)、trimethylaluminum(TMA)或trimethylindium(TMI)作為三族材料源；再者，例如，可以用H_2或N_2作為載送氣體；用biscyclopentadienyl magnesium(Cp_2Mg)作為p型雜質，而用矽烷(monosilane(SiH_4))作為n型雜質。

使用上述之MOCVD方式之晶體生長中，係將低電阻n型6H-SiC基板1放置在MOCVD設備(未示出)中之載器上，且將該基板1加熱至大約1200℃，來清潔基板1之表面。

然後，在n型6H-SiC基板1冷卻到大約1000℃之後，n型GaN緩衝層2與n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3生長在n型6H-SiC基板1；之後，再將基板1冷卻到大約800℃至850℃之間，再生長未摻雜質$In_{0.32}Ga_{0.68}N$放射層14；再來，再將基板加熱到大約1000℃，來生長摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5；之後，再冷卻基板1至大約800℃至850℃之間，生長摻鎂之$In_{0.36}Ga_{0.64}N$光吸收層17；然後，將基板1再加熱至大約

1000℃，生長摻鎂之GaN接觸層9。

自MOCVD將基板1取出，並在N_2氣體、大約800℃中，進行熱退火製程，如此將摻鎂層改變成為p型層；然後，在p型GaN接觸層9上形成p電極10，並在低電阻n型6H-SiC基板1之底部表面上，形成n電極11。

雖然在此例中n型GaN緩衝層2大約是0.6微米，但是其也可以是在大約0.5微米至大約4微米之範圍中的任何值；當緩衝層2約較0.5微米薄時，基板1之晶體缺陷，可能會轉化到在此n型GaN緩衝層2上之層狀結構；在另一方面，當緩衝層2約較4微米厚時，n型GaN緩衝層2本身之電阻組成，可能增加到一個不可忽略之值。

再者，雖然在此例中所有包敷層(n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3與摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5)之厚度約0.7微米，但是其也可以是在大約0.7微米到大約1微米之間的任何值；當包敷層3與5之厚度約小於0.7微米時，可能不足以限制在放射層14中產生之光；反過來說，當包敷層3與5之厚度約大於1微米時，在$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3與5中很可能會發生斷裂。

還有，雖然在此例中未摻雜質$In_{0.32}Ga_{0.68}N$放射層14之厚度約40埃，但是其也可以是在大約30埃到大約800埃之間的任何值；當放射層14之厚度約小於30埃時，可能不足以限制光；反過來說，當放射層14之厚度約大於800埃時，起始電流密度可能會增加。

再者，雖然在此例中p型$In_{0.36}Ga_{0.64}N$光吸收層17之厚度約0.2微米，但是其也可以是在大約0.05微米到大約0.5微

米之間的任何值；當光吸收層17之厚度約小於0.05微米時，光吸收效應可能不足；反過來說，當光吸收層17之厚度約大於0.5微米時，電洞注入到放射層14之效率可能會降低至一個無法接受之值。

再者，雖然在此例中p型GaN接觸層9之厚度約0.5微米，但是其也可以是在大約0.1微米到大約1微米之間的任何值；當接觸層9之厚度約小於0.1微米時，可能不足以降低在接觸層9與p電極10間之接觸電阻；反過來說，當接觸層9之厚度約大於1微米時，p型GaN接觸層9本身之電阻組成可能增加到一個不可忽略之值。

例2

在以上所述之例1中，由於具有光吸收層17，其能隙小於放射層14之能隙，載子注入放射層14之效率可能會降低，依組成或光吸收層17之厚度而定；此點可利用一種結構避免之，該結構中在光吸收層中附上一開口，使得透過該開口洩出之光可被電極設計所阻擋；在本文中，將此作為本發明之例2來敘述。

參照圖2，將敘述根據本發明例2之氮化鎵系化合物半導體雷射裝置2000；圖2係一截面圖，示意地說明本例中半導體雷射裝置2000之結構。

如圖2中所示，半導體雷射裝置2000包含一低電阻n型6H-SiC基板1，附在基板1上之半導體層狀結構200，以及一對電極10與11，用來提供光放射所需之電流(驅動電流)；該半導體雷射裝置2000之裝載表面係在電極11一

側。

以下文中，將詳細敘述半導體層狀結構200。

半導體層狀結構200包含，以下列在低電阻n型6H-SiC基板1上之順序，n型GaN緩衝層2(厚度：約0.7微米)、n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層3(厚度：約0.8微米)、未摻雜質$In_{0.31}Ga_{0.69}N$放射層24(厚度：約50埃)、p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層5(厚度：約0.8微米)、n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26(厚度：約0.1微米)、以及p型GaN接觸層9(厚度：約0.8微米)；該n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26包含一長條形開口27，其沿著空腔長度方向延伸。

p電極10係附在摻鎂GaN接觸層9上方表面之上，而n電極11係附在基板1之底部表面上；p電極10係一不透光之電極，並位於使能完全阻擋一光路：自光放射層段行經長條狀開口與p型GaN接觸層9到電極10。

當來自電流供應電路(未示出)之電壓加在電極10與11之間時，該電流自p電極10經半導體層狀結構200流至n電極11；n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26夾在p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層5與p型GaN接觸層9 之間，其具有與p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層5及p型GaN接觸層9相反之導電態，也正因此，大量地阻止了電洞入射至放射層24；可是，當在n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26中附上長條狀開口27時，電洞便會選擇性地透過開口27注入放射層24，因此光產生於放射層24中，位於開口27正下方之處。

所產生之光部份會滲入包數層3與5；雖然如此，因為n

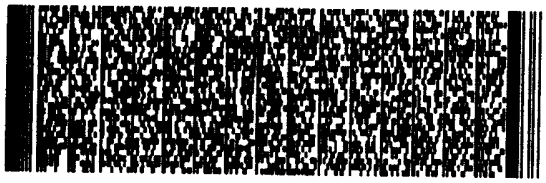
型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26之能隙小於放射層24，且附在p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5遠離未摻雜質$In_{0.31}Ga_{0.69}N$放射層24之另一側，所以滲入摻鎂$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5之光，會被n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26所吸收，或者在通過n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26之開口27提供的光路之後，被電極10所阻擋；因此，在任一情形中，即使光二極體係與此氮化鎵系化合物半導體雷射2000附在同一封裝中，而也絕不會射入該光二極體，而成為導致錯誤控制之雜訊。

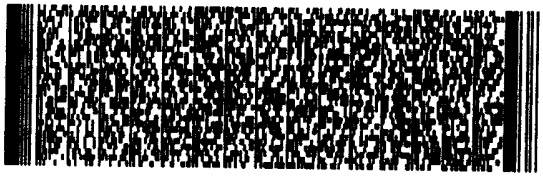
再者，由於n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26之導電態係與p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5及p型GaN接觸層9相反，所以此例尚有其他優點，像是其可以降低起始電流並控制橫向模態。

在本文中，將參照圖5A至5F，描述生產圖2中半導體雷射裝置2000之方法。

使用如例1中之MOCVD方式之進行第一次晶體生長，將低電阻n型6H-SiC基板1放置在MOCVD設備(未示出)中之載器上，且將該基板1加熱至大約1200℃，來清潔基板1之表面。

然後，在n型6H-SiC基板1冷卻到大約1000℃之後，n型GaN緩衝層2與n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3生長在n型6H-SiC基板1上；之後，再將基板1冷卻到大約800℃至850℃之間，生長未摻雜質$In_{0.31}Ga_{0.69}N$放射層24；再來，再將基板加熱到大約1000℃，來生長摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5；之後，再冷卻基板1至大約800℃至850℃之間，生長n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26；然後，便得到如圖5A所示之結構。





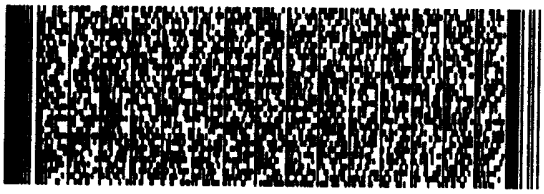
一旦將該基板1(其上已形成上述之半導體層)取出生長室，便在n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層上，利用一般微影技術形成如圖5B中所示之遮罩12；遮罩12可用光阻、或SiO_x、SiN_x(其中x係約為1或2之整數)、或Ni來形成；而該遮罩12包含一長條狀開口13。

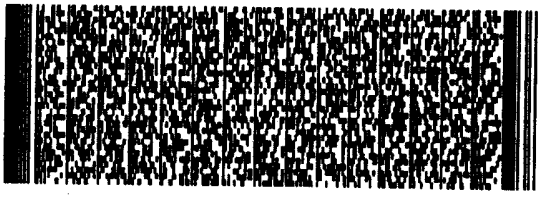
之後，利用乾式蝕刻技術，將n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26中，未被遮罩12覆蓋之部分，選擇性地蝕刻去掉，如圖5C中所示；當摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層5露出時，停止該蝕刻製程；該蝕刻製程可以利用，例如，使用如Cl_2氣體之RIE來進行；之後，利用適當之蝕刻劑(例如，當遮罩12係光阻時，使用有機溶劑)除去遮罩12，如圖5D所示。

然後，為進行第二次晶體生長(再生長)，將基板1再放置於MOCVD設備中之載器上；在基板1加熱至大約1000℃後，生長摻鎂之GaN接觸層9，如圖5E中所示。

自MOCVD將基板1取出，並在N_2氣體、大約800℃中，進行熱退火製程，如此將摻鎂層改變成為p型層；然後，在p型GaN接觸層9上形成p電極10，並在低電阻n型6H-SiC基板1之底部表面上，形成n電極11，如圖5F中所示。

雖然在此例中n型GaN緩衝層2大約是0.7微米，但是其也可以是在大約0.5微米至大約4微米之範圍中的任何值；當緩衝層2約較0.5微米薄時，基板1之晶體缺陷，可能會轉化到在此n型GaN緩衝層2上之層狀結構；在另一方面，當緩衝層2約較4微米厚時，n型GaN緩衝層2本身之電阻組成，可能增加到一個不可忽略之值。





再者，雖然在此例中所有包數層(n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層3與摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層5)之厚度約0.8微米，但是其也可以是在大約0.7微米到大約1微米之間的任何值；當包數層3與5之厚度約小於0.7微米時，可能不足以限制在放射層24中產生之光；反過來說，當包數層3與5之厚度約大於1微米時，在$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層3與5中很可能會發生斷裂。

還有，雖然在此例中未摻雜質$In_{0.31}Ga_{0.69}N$放射層24之厚度約50埃，但是其也可以是在大約30埃到大約800埃之間的任何值；當放射層24之厚度約小於30埃時，可能不足以限制光；反過來說，當放射層24之厚度約大於800埃時，起始電流密度可能會增加。

再者，雖然在此例中n型$In_{0.35}Ga_{0.65}N$光吸收層26之厚度約0.1微米，但是其也可以是在大約0.05微米到大約0.5微米之間的任何值；當光吸收層26之厚度約小於0.05微米時，光吸收效應可能不足；反過來說，當光吸收層26之厚度約大於0.5微米時，電洞注入到放射層24之效率可能會降低至一個無法接受之值。

再者，雖然在此例中p型GaN接觸層9之厚度約0.8微米，但是其也可以是在大約0.1微米到大約1微米之間的任何值；當接觸層9之厚度約小於0.1微米時，可能不足以降低在接觸層9與p電極10間之接觸電阻；反過來說，當接觸層9之厚度約大於1微米時，p型GaN接觸層9本身之電阻組成可能增加到一個不可忽略之值。

應該注意的是，在上述之例1與例2中，光吸收層17或26

係附在放射層14或24，遠離後續裝載之類用裝載表面的另一側；在如此結構中，當所選之基板對放射波長而言係透明的，向該裝載表面洩出之光，可能會被裝載表面反射而洩出該裝置；此種問題可以藉由，在裝置中裝載表面之一側，附上另一光吸收層而類似地解決；本文中，此點將以本發明之例3與4來敘述。

例3

參照圖3，將敘述根據本發明例3之氮化鎵系化合物半導體雷射裝置3000。

如圖3中所示，本例之半導體雷射裝置3000包含一低電阻n型GaN基板21，附在基板21上之半導體層狀結構300，以及一對電極10與11，用來提供光放射所需之電流；該半導體雷射裝置3000之裝載表面係在電極11一側。

以下文中，將詳細敘述半導體層狀結構300；半導體層狀結構300包含，以下列在低電阻n型GaN基板21上之順序，n型GaN緩衝層2(厚度：約0.9微米)、n型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層36(厚度：約0.1微米)、n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3(厚度：約0.9微米)、未摻雜質$In_{0.30}Ga_{0.70}N$放射層34(厚度：約150埃)、p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5(厚度：約0.9微米)、p型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37(厚度：約0.1微米)、以及p型GaN接觸層9(厚度：約0.9微米)；該p型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37包含一長條形開口38，其沿著空腔長度方向延伸。

p電極10係附在摻鎂GaN接觸層9上方表面之上，而n電極

11係附在基板之底部表面上；p電極10係一不透光之電極，並位於使能完全阻擋一光路：自光放射層段行經長條狀開口38與p型GaN接觸層9到電極10。

當來自電流供應電路(未示出)之電壓加在電極10與11之間時，該電流自p電極10經半導體層狀結構300流至n電極11；p型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37夾在p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層5與p型GaN接觸層9 之間，其具有較放射層34為小之能隙，因此阻止了電洞入射至放射層34；可是，當在p型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37中附上長條狀開口38時(如此例中)，電洞便會選擇性地透過開口38注入放射層34，因此光產生於放射層34中，位於開口38正下方之處。

所產生之光部份會滲入包數層3與5；雖然如此，因為p型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37與n型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層36，個別附在放射層34之上側與下側，所以滲入包數層3與5之光，會被光吸收層36與37之一所吸收，或者在通過p型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37之開口38提供的光路之後，被p電極10所阻擋；因此，在任一情形中，即使光二極體係與此氮化鎵系化合物半導體雷射3000附在同一封裝中，而也絕不會射入該光二極體，而成為導致錯誤控制之雜訊。

在本文中，將參照圖6A至6F，描述生產圖3中半導體雷射裝置3000之方法。

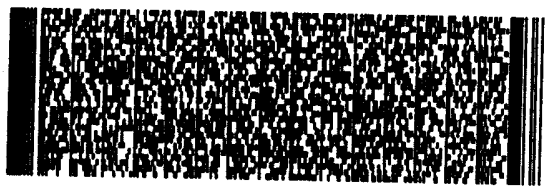
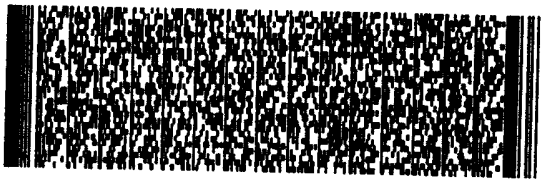
使用如例1中之MOCVD方式之進行第一次晶體生長，將低電阻n型GaN基板21放置在MOCVD設備(未示出)中之載器上；將基板21加熱到大約1000℃之後，n型GaN緩衝層2生

長在n型GaN基板21上；之後，將基板21冷卻到大約800℃至850℃之間，生長n型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層36；然後，將基板21加熱至1000℃，生長n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3；之後，將基板21冷卻到大約800℃至850℃之間，生長未摻雜質$In_{0.30}Ga_{0.70}N$放射層34；再來，再將基板加熱到大約1000℃，來生長摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5；之後，再冷卻基板21至大約800℃至850℃之間，生長摻鎂之$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37；然後，便得到如圖6A所示之結構。

一旦將該基板21(其上已形成上述之半導體層)取出生長室，便在摻鎂之$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37上，利用一般微影技術形成如圖6B中所示之遮罩12；遮罩12可用光阻、或SiO_x、SiN_x(其中x係約為1或2之整數)、或Ni來形成；而該遮罩12包含一長條狀開口13。

之後，利用乾式蝕刻技術，將摻鎂之$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37中，未被遮罩12覆蓋之部分，選擇性地蝕刻去掉，如圖6C中所示；當摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5露出時，停止該蝕刻製程；該蝕刻製程可以利用，例如，使用如Cl_2氣體之RIE來進行；之後，利用適當之蝕刻劑(例如，當遮罩12係光阻時，使用有機溶劑)除去遮罩12，如圖6D所示。

然後，為進行第二次晶體生長(再生長)，將基板21再放置於MOCVD設備中之載器上；在基板21加熱至大約1000℃後，生長p型GaN接觸層9，如圖6E中所示；之後，自MOCVD將基板1取出，並在N_2氣體、大約800℃中，進行熱退火製程，如此將摻鎂層改變成為p型層；然後，在p型GaN接觸

層9上形成p電極10，並在低電阻n型GaN基板21之底部表面上，形成n電極11，如圖6F中所示。

雖然在此例中n型GaN緩衝層2大約是0.9微米，但是其也可以是在大約0.5微米至大約4微米之範圍中的任何值；當緩衝層2約較0.5微米薄時，基板21之晶體缺陷，可能會轉化到在此n型GaN緩衝層2上之層狀結構；在另一方面，當緩衝層2約較4微米厚時，n型GaN緩衝層2本身之電阻組成，可能增加到一個不可忽略之值。

再者，雖然在此例中所有包敷層(n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3與摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5)之厚度約0.9微米，但是其也可以是在大約0.7微米到大約1微米之間的任何值；當包敷層3與5之厚度約小於0.7微米時，可能不足以限制在放射層24中產生之光；反過來說，當包敷層3與5之厚度約大於1微米時，在$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3與5中很可能會發生斷裂。

再者，雖然在此例中所有光吸收層(n型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層36與p型$In_{0.34}Ga_{0.66}N$光吸收層37)之厚度約0.1微米，但是其也可以是在大約0.05微米到大約0.5微米之間的任何值；當光吸收層26之厚度約小於0.05微米時，光吸收效應可能不足；反過來說，當光吸收層26之厚度約大於0.5微米時，電洞注入到放射層24之效率可能會降低至一個無法接受之值。

還有，雖然在此例中未摻雜質$In_{0.30}Ga_{0.70}N$放射層34之厚度約150埃，但是其也可以是在大約30埃到大約800埃之間的任何值；當放射層34之厚度約小於30埃時，可能不足以

限制光；反過來說，當放射層34之厚度約大於800埃時，起始電流密度可能會增加。

再者，雖然在此例中p型GaN接觸層9之厚度約0.9微米，但是其也可以是在大約0.1微米到大約1微米之間的任何值；當接觸層9之厚度約小於0.1微米時，可能不足以降低在接觸層9與p電極10間之接觸電阻；反過來說，當接觸層9之厚度約大於1微米時，p型GaN接觸層9本身之電阻組成可能增加到一個不可忽略之值。

例4

在上述例3中，光吸收層36與37係附在放射層34之兩側；在某些情形中，在裝載表面側之光吸收層，也可以附加開口，如以下之例4。

參照圖4，將敘述根據本發明例4之氮化鎵系化合物半導體雷射裝置4000。

如圖4中所示，本例之半導體雷射裝置4000包含一低電阻n型GaN基板21，附在基板21上之半導體層狀結構400，以及一對電極10與11，用來提供光放射所需之電流；該半導體雷射裝置4000之裝載表面係在電極11一側。

以下文中，將詳細敘述半導體層狀結構400。

半導體層狀結構400包含，以下列在低電阻n型GaN基板21上之順序，n型GaN緩衝層2(厚度：約1.0微米)、n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46(厚度：約0.2微米)、n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層3(厚度：約1微米)、未摻雜質$In_{0.29}Ga_{0.71}N$放射層44(厚度：約250埃)、p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數

層5(厚度：約1微米)、p型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層47(厚度：約0.2微米)、以及p型GaN接觸層9(厚度：約1.0微米)。

該p型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層47與n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46，個別包含一個或多個長條形開口48與49，其沿著空腔長度方向延伸。

p電極10係附在p型GaN接觸層9上方表面之上，而n電極11係附在基板之底部表面上；p電極10係一不透光之電極，並位於使能完全阻擋一光路：自光放射層段行經長條狀開口49(其附在p型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層47上)與p型GaN接觸層9到電極10；另一方面，配置在n型GaAlInN光吸收層46中之開口48，使能夠完全地阻擋該光(藉由n型GaAlInN光吸收層46之剩餘部份)，其從光放射段行經長條狀開口48、n型GaN緩衝層2與n型GaN基板21、且在裝載表面反射，而能夠通過n型GaN基板21與n型GaN緩衝層2、並回到n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46。

當來自電流供應電路(未示出)之電壓加在電極10與11之間時，該電流自p電極10經半導體層狀結構400流至n電極11；p型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層47夾在p型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層5與p型GaN接觸層9 之間，其具有較放射層44為小之能隙，因此阻止了電洞入射至放射層44；可是，當在p型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層47中附上長條狀開口49時(如此例中)，電洞便會選擇性地透過開口49注入放射層44；類似地，n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46夾在n型GaN緩衝層

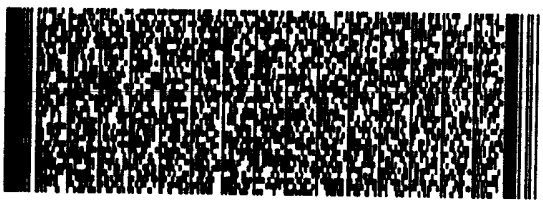
2與n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包敷層3與之間，其具有較放射層44為小之能隙，因此阻止了電子入射至放射層44；可是，當在n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46中附上長條狀開口48時(如此例中)，電子便透過開口48注入到放射層。

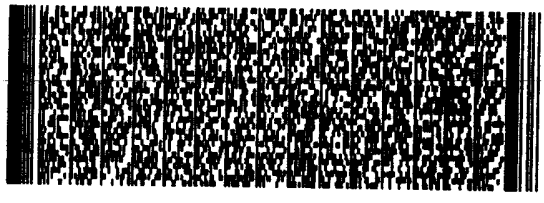
所產生之光部份會滲入上方 與/或 下方之包敷層3與5；雖然如此，因為p型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層47與n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46，個別附在放射層44之上側與下側，所以滲入包敷層3與5之光，會直接或在被裝載表面反射之後，被光吸收層46與47之一所吸收，否則，便被p電極10所阻擋；因此，在任一情形中，即使光二極體係與此氮化鎵系化合物半導體雷射4000附在同一封裝中，而也絕不會射入該光二極體，而成為導致錯誤控制之雜訊。

在本文中，將參照圖7A至7H，描述生產圖4中半導體雷射裝置4000之方法。

使用如例1中之MOCVD方式之進行第一次晶體生長，將低電阻n型GaN基板21放置在MOCVD設備(未示出)中之載器上；將基板21加熱到大約1000℃之後，n型GaN緩衝層2生長在n型GaN基板21上；之後，將基板21冷卻到大約800℃至850℃之間，生長n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46；因此，便得到如圖7A所示之結構。

一旦將該基板21(其上已形成上述之半導體層)取出生長室，便在n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46上，利用一般微影技術(與蝕刻技術)形成如圖7B中所示之SiO_x遮罩12(其中x係約為1或2之整數)；如圖所示，該遮罩12呈長條狀；





之後，利用乾式蝕刻技術，將n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46中，未被遮罩12覆蓋之部分，選擇性地蝕刻去掉，如圖7C中所示，以得到開口48；當n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層部份移除後，而n型GaN緩衝層2露出時，停止該蝕刻製程；該蝕刻製程可以利用，例如，使用如Cl2氣體之RIE來進行；之後，利用適當之蝕刻劑(例如，當遮罩12係光阻時，使用有機溶劑)除去遮罩12，如圖7D所示。

然後，為進行第二次晶體生長(再生長)，將基板21再放置於MOCVD設備中之載器上；在基板21加熱至約1000℃之後，生長n型$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層3；之後，將基板21再冷卻到大約800℃至850℃之間，生長未摻雜質$In_{0.29}Ga_{0.71}N$放射層44；再將基板21加熱到大約1000℃之後，生長摻鎂之$Al_{0.1}Ga_{0.9}N$包數層5；之後，再冷卻基板21至大約800℃至850℃之間，生長p型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層47；然後，便得到如圖7E所示之結構。

再將該基板21(其上已形成上述之半導體層)取出生長室；然後，用來在n型$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層46上，提供開口48之一般微影技術與蝕刻技術，再度用來於摻鎂之$Ga_{0.615}Al_{0.038}In_{0.347}N$光吸收層47中，提供一開口49，如圖7F所示。

然後，為進行第三次晶體生長(再生長)，將基板21再放置於MOCVD設備中之載器上；在基板21加熱至大約1000℃後，生長摻鎂之GaN接觸層9，如圖7G中所示；之後，自MOCVD將基板1取出，並在N_2氣體、大約800℃中，進行熱

退火製程，如此將摻鎂層改變成為p型層；然後，在p型GaN接觸層9上形成p電極10，並在低電阻n型GaN基板21之底部表面上，形成n電極11，如圖7H中所示。

在此例中所述之各層，不必非得具有如上所述之個別厚度，而可以具有在上述例3中所述之個別範圍中之任何值。

雖然在例1至4中，使用GaAlInN作為該光吸收層，但是也可以變換使用n型三五族半導體，如GaInAsP或AlGaInAs、二六族半導體，如CdZeSSe、或Si或Ge，只要其具有小於放射層之能隙。

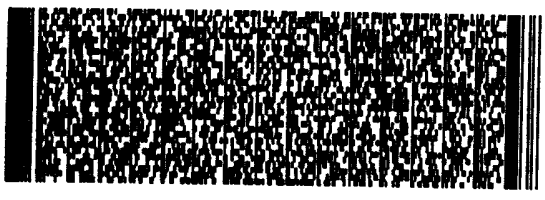
雖然在例1、3與4中所使用之光吸收層17、37、46與47具有與其鄰層相同之導電態，但是在例3與4中所用之所有光吸收層37、46與47，其包含開口38、48與49，可變換地具有相反之導電態。

該光吸收層可位於任何位置，只要能夠可靠地吸收自包敷層洩出之光，而不洩出該裝置；因此，光吸收層之位置不受限於例中所述。

本發明中氮化鎵係化合物半導體雷射裝置所用之基板材料，不限於以上所述；例如，可以使用石墨(sapphire)、ZnO、$MgAl_2O_4$、GaAs、$LiAlO_2$、$LiGaO_2$，或之類的來取代6H-SiC或GaN。

雖然在上述例中，使用金屬有機化學氣相沈積(MOCVD)來形成該層狀結構，但是也可以使用其他原子級控制生長方式，如MBE方法與HVPE方法。

如上所述，本發明提供：一不洩光之氮化物系化合物半導體雷射裝置，該洩出之光可能導致光二極體之錯誤控制，其中該光二極體係與氮化鎵系化合物半導體雷射裝置在同一封裝中；一雷射設備，其中上述氮化物系化合物半導體雷射裝置與光接收裝置，係提供於同一封裝中；以及一電路，藉由光接收裝置，將上述氮化物系化合物半導體雷射裝置之輸出作光電轉換，並根據該光電轉換所得之輸出，控制輸入至該氮化鎵系化合物半導體雷射裝置之電流。各種其餘變體對熟於此技術者，是顯而易見且可以達成的，而未偏離本發明之範圍及精神；所以，此處所附之申請專利範圍不受限於本文之前所述，而及於廣泛解釋之申請專利範圍。

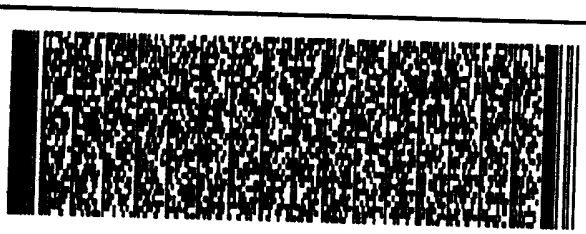


四、中文發明摘要 （發明之名稱：氮化物系化合物半導體雷射裝置及具備其之雷射設備）

一氮化物系化合物半導體雷射裝置，其包括一基板與附在該基板上之一層狀結構；一光吸收層，其能隙小於層狀結構中放射層之能隙，而位於包敷層與該層狀結構之一表面之間，其中該包敷層位於相對於該放射層相反側之裝載表面，而該表面相對於裝載表面。

英文發明摘要 （發明之名稱：NITRIDE-TYPE COMPOUND SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND LASER APPARATUS INCORPORATING THE SAME）

A nitride-type compound semiconductor laser device includes a substrate and a layered structure provided on the substrate. A light absorption layer having a bandgap smaller than a bandgap of an active layer in the layered structure is provided in a position between the cladding layer, which is provided on a side opposite to a mount surface with respect to the active layer, and a surface of the layered structure which is opposite to the mount surface.



六、申請專利範圍

1. 一氮化物系化合物半導體雷射裝置，其由一基板與附在該基板上之一層狀結構構成，其中：

一光吸收層，其能隙小於該層狀結構中放射層之能隙，係附在一包數層，其附於相對於該放射層與裝載表面相反之一側，與該層狀結構中相反於該裝載表面之一表面之間。

2. 如申請專利範圍第1項之氮化物系化合物半導體雷射裝置，其中：

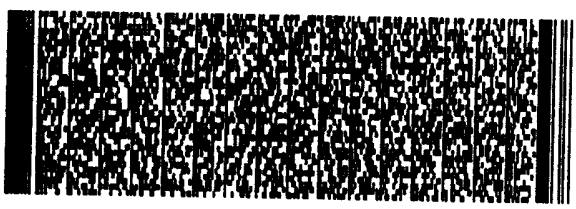
該光吸收層包含一長條狀開口；以及

一不透光電極係附在該層狀結構相反於裝載表面之表面上，而能夠完全地阻擋一光路，其自光放射段行經長條狀開口，至該層狀結構中相反於裝載表面之表面。

3. 如申請專利範圍第1項之氮化物系化合物半導體雷射裝置，其還包括另一光吸收層，其能隙小於放射層之能隙，並附在相對於放射層與裝載表面之同側。

4. 如申請專利範圍第1項之氮化物系化合物半導體雷射裝置，其中該光吸收層係以$Ga_sAl_tIn_{1-s-t}N$($0<s<1$，$0<=t<1$，$0<s+t<1$)形成。

5. 一雷射裝置，由如申請專利範圍第1項之氮化物系化合物半導體雷射裝置，與一附於同一封裝之光接收裝置構成。



圖式

圖 1

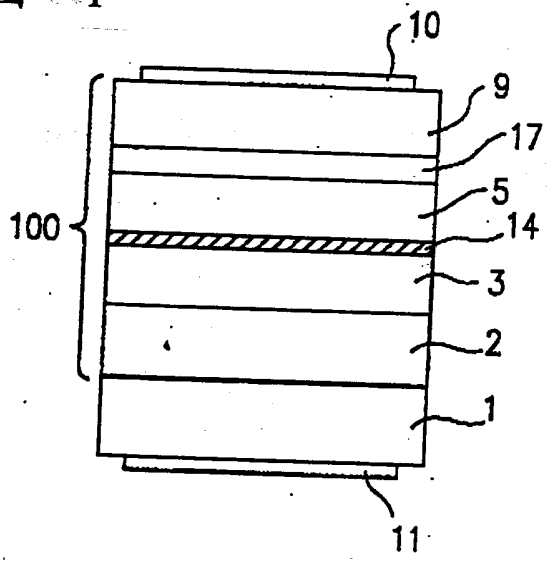
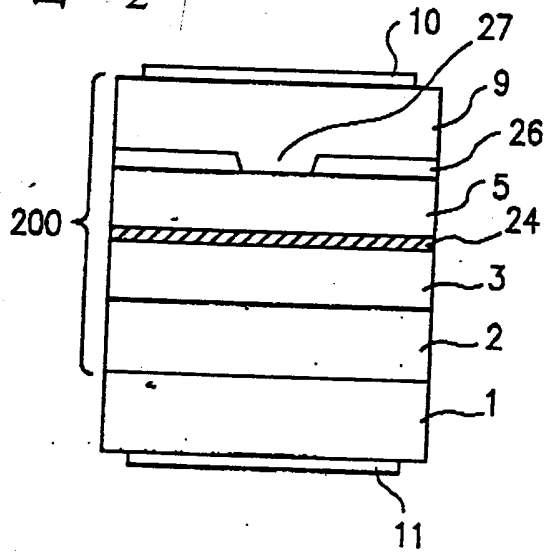


圖 2



圖式

圖 3

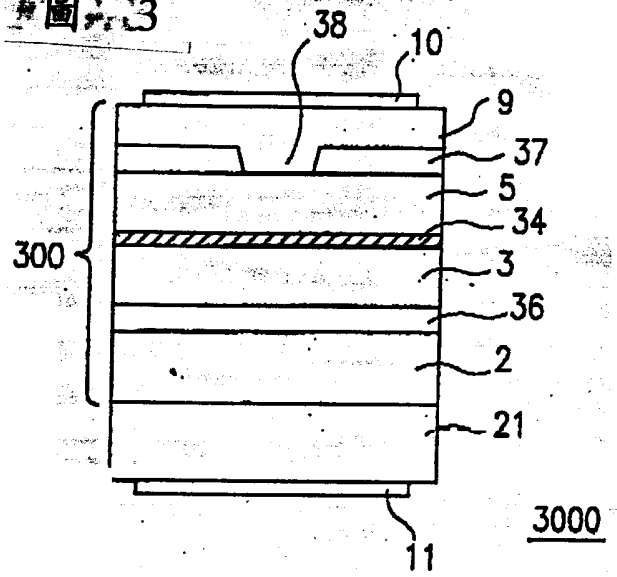

38
10
9
37
5
34
300
3
36
2
21
3000
11

圖 4

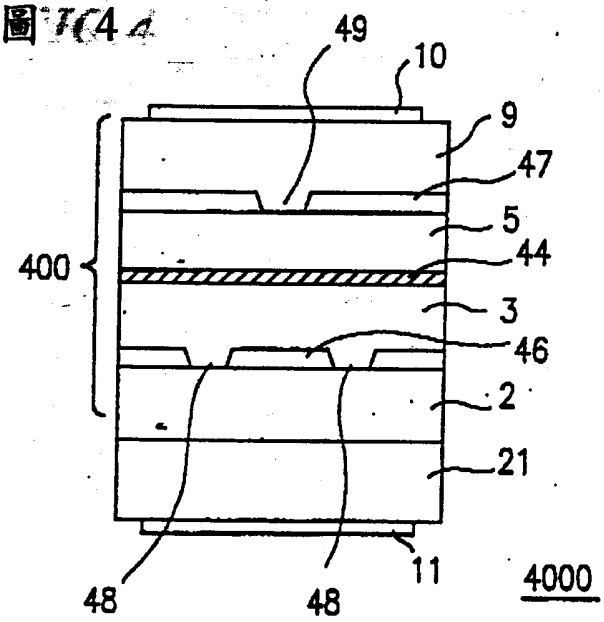

49
10
9
47
5
400
44
3
46
2
21
11
4000
48
48

圖 5A

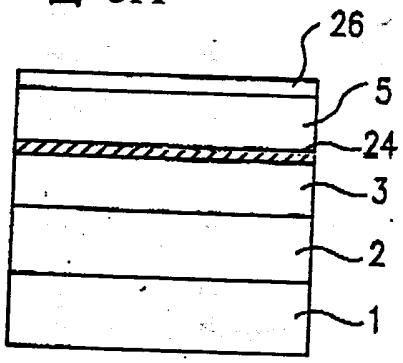


圖 5B

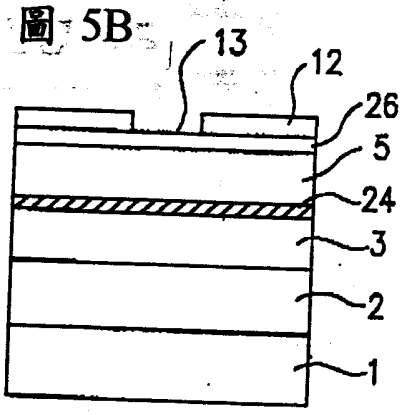


圖 5C

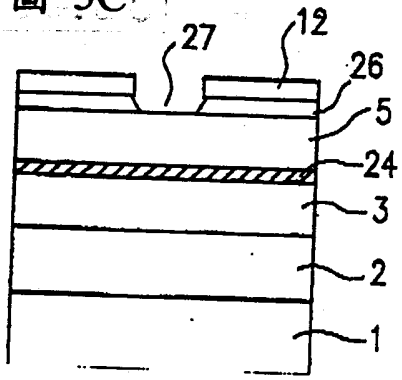


圖 5D

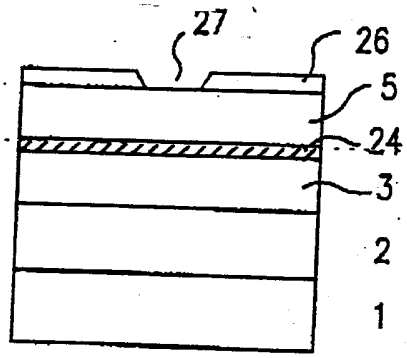


圖 5E

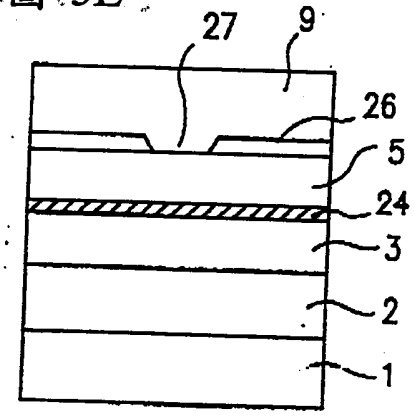
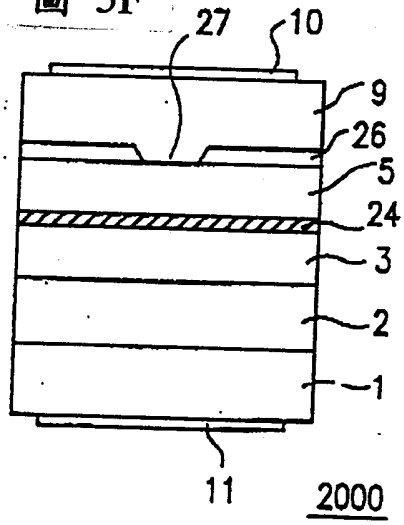


圖 5F



圖式

圖 6A

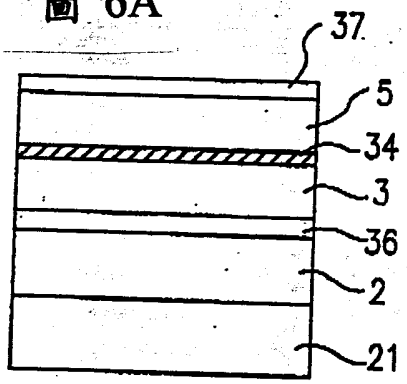


圖 6B

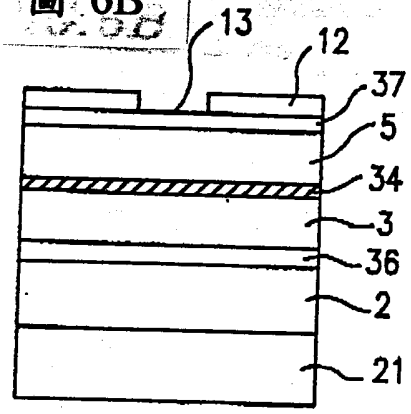


圖 6C

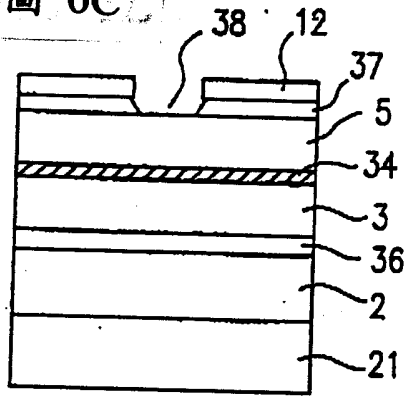


圖 6D

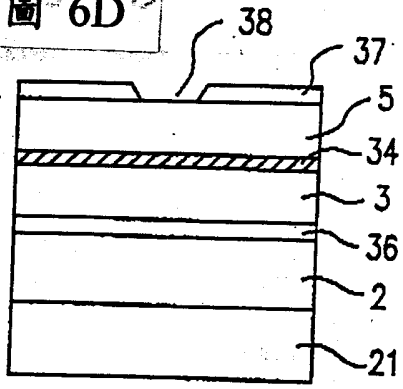


圖 6E

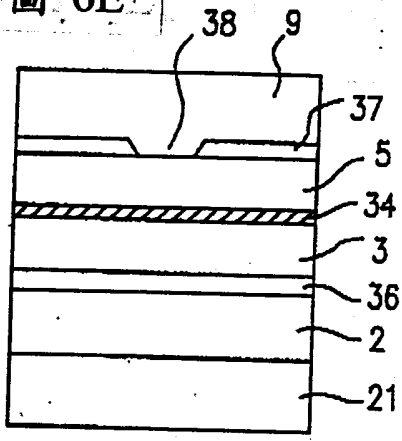


圖 6F

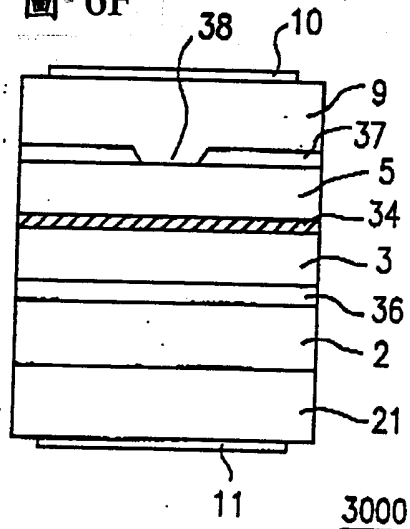


圖 7A

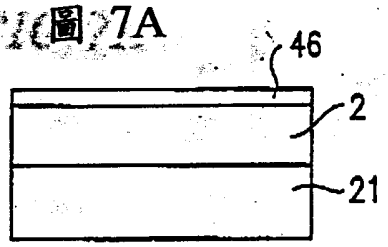


圖 7B

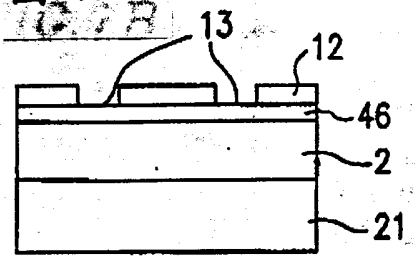


圖 7C

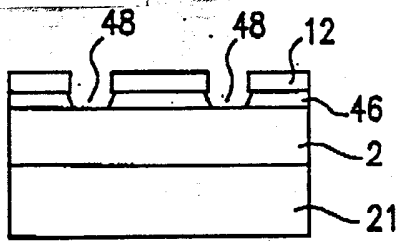


圖 7D

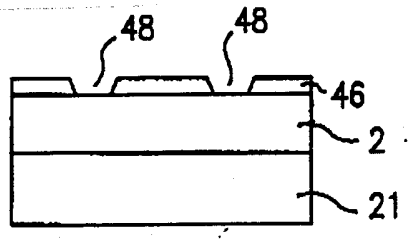


圖 7E

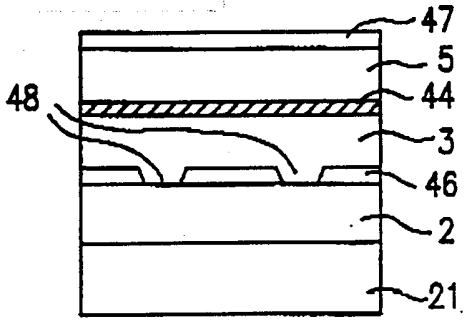


圖 7F

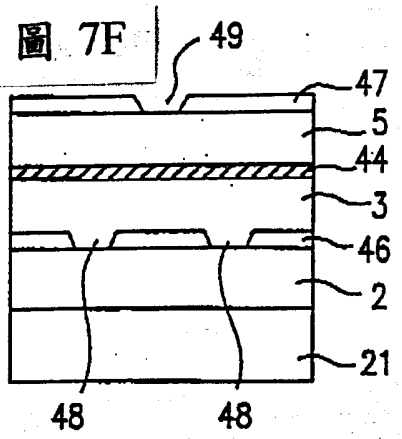


圖 7G

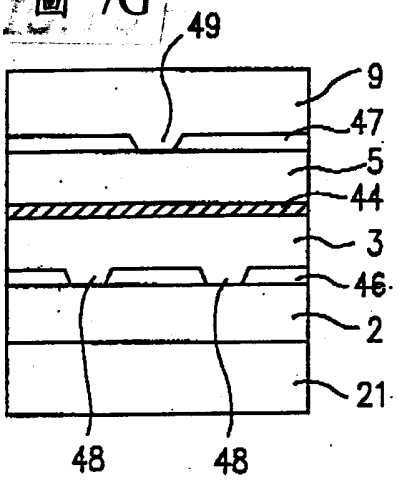


圖 7H

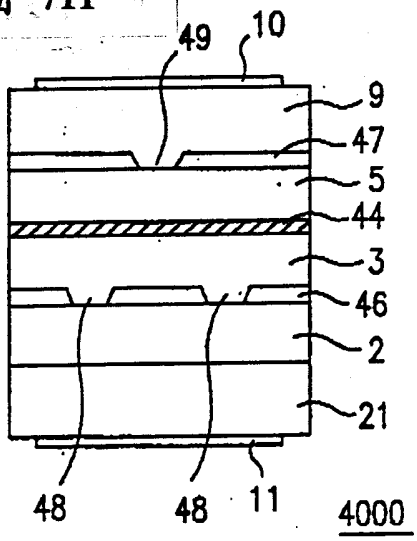


圖6.8

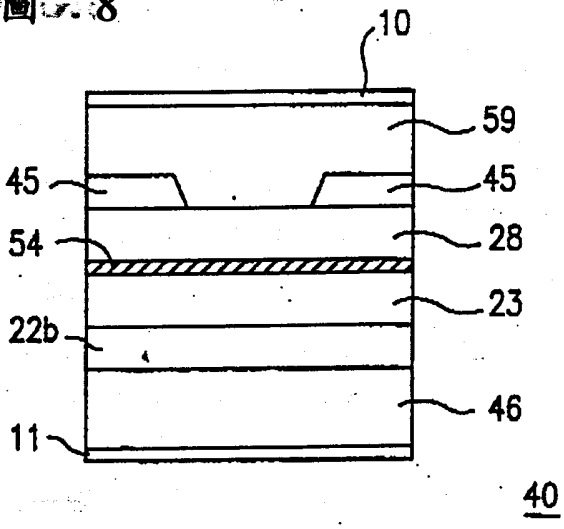
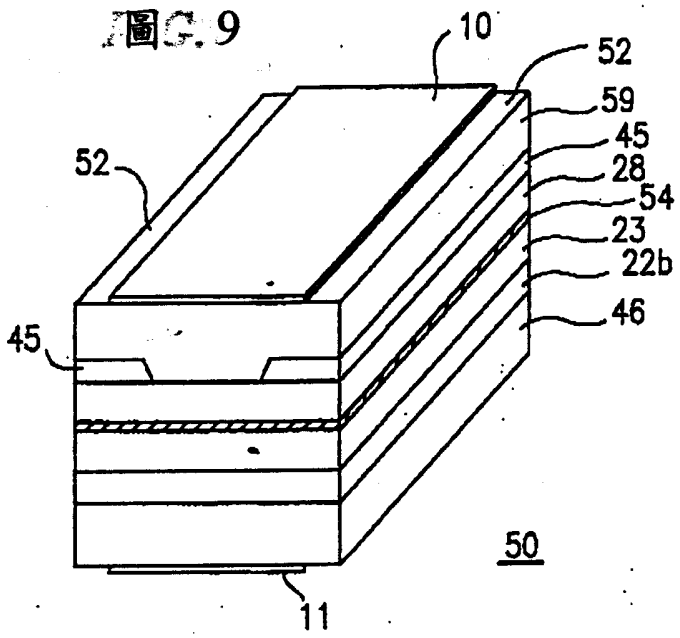
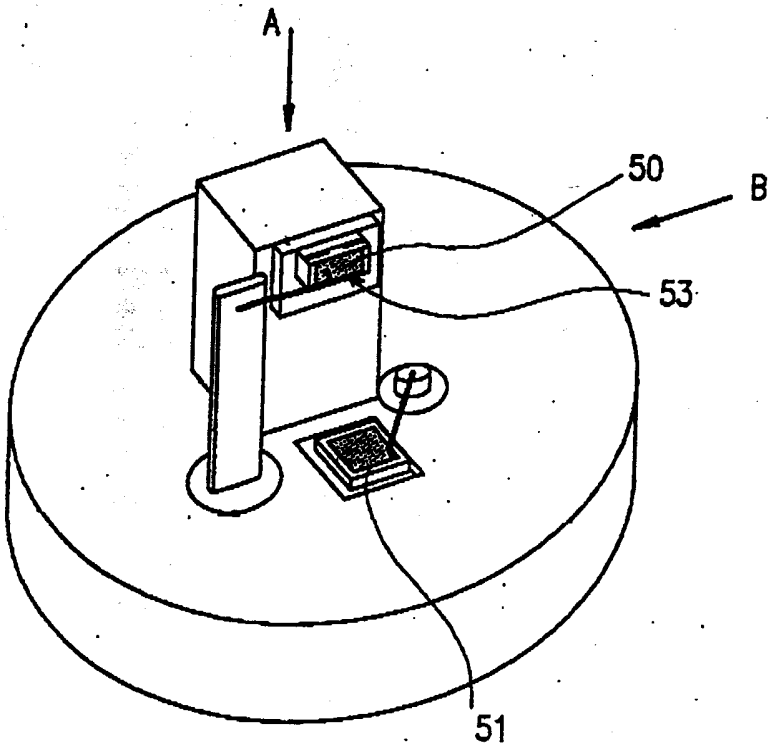

10
59
45
45
54
28
23
22b
46
11
40

圖6.9


10
52
59
45
28
54
23
22b
46
52
45
50
11

圖式

圖10



圖式

圖 11A

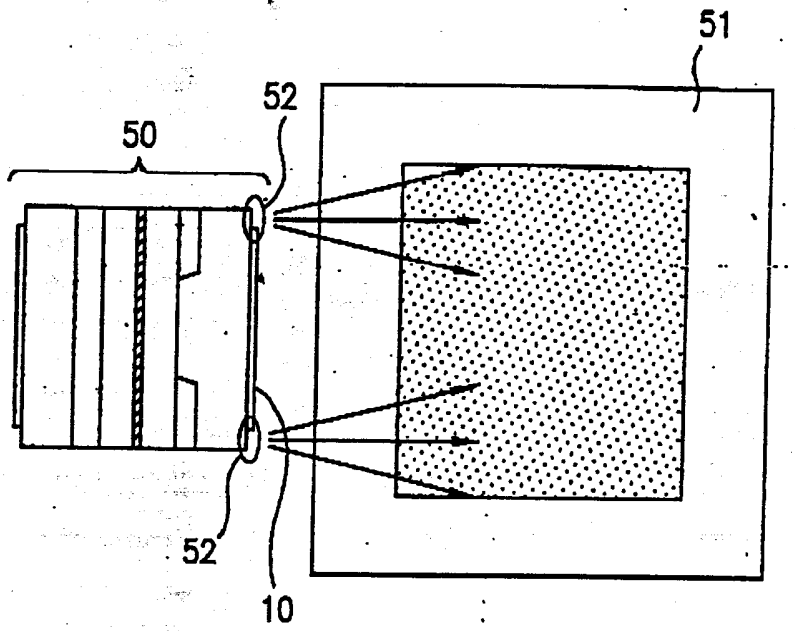


圖 11B

