公告本

申請日期	90.11.30
案號	90126806
類別	H01L 33/00

（以上各欄由本局填註）

A4
C4

515115

發明 新型 專利說明書

一、發明 新型 名稱	中文	發光元件及其製造方法、可視光發光裝置
	英文	
二、發明 創作 人	姓名	(1)石崎 順也 (2)山田 雅人
	國籍	日本
	住、居所	(1)(2)日本群馬縣安中市磯部2丁目13番1號 信越半導體股份有限公司 磯部工場內
三、申請人	姓名（名稱）	信越半導體股份有限公司
	國籍	日本
	住、居所（事務所）	日本東京都千代田區丸之內1-4-2
	代表人 姓名	小柳俊一

裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

（由本局填寫）

承辦人代碼：	A6 B6
大　　類：	
ＩＰＣ分類：	

本案已向：

國（地區）	申請專利，申請日期：	案號：	
日本	2000.11.30.	2000-366118	☑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

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ ）

[發明所屬之技術領域]

本發明係關於一種使用半導體之發光元件，尤其是適合於藍色光或紫外光之發光的發光元件及其製造方法，以及使用紫外線發光元件之可視光發光裝置。

[背景技術]

可進行藍色光區域之短波長發光之高亮度發光元件的要求不曾停止，最近係藉由使用 AlGaInN 系材料來實現此種發光元件。又，藉由與紅色乃至綠色之高亮度發光元件之組合，來謀求應用於全彩發光裝置與顯示裝置等也快速地進展著。

惟，由於 AlGaInN 系材料係以較爲稀少的金屬之 Ga 與 In 做爲主成分，價格上的昂貴乃是不可避免。又，其生長溫度高達 700~1000℃，於製造時耗用相當多的能量也是一大問題。

此不僅在成本降低之觀點來看不敷所需，即便關於省能源與地球溫室效應之抑制上議論甚囂塵上之最近，也是與時代潮流相左，故非所希望者。

本發明之課題在於提供一種於構成發光層部之際稀有金屬之使用量少、且能在較爲低溫之環境下生長、並且能在藍色光區域乃至紫外線區域進行高亮度發光之發光元件及其製造方法、以及使用半導體紫外線發光元件之可視光發光裝置。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

五、發明說明（2）

[發明之揭示]

爲了解決上述課題，本發明之發光元件，其特徵在於，具有由 n 型被覆層、活性層以及 p 型被覆層所依序積層而得之發光層部，且 p 型被覆層係由 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$(其中，$0<x\leqq 1$)層所構成者。

又，本發明之發光元件之製造方法，爲了製造上述發光元件，其特徵在於，以有機金屬氣相生長法來形成 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層。

於藍色或紫外線區域之發光材料中，做爲 AlGaInN 的替代性材料候補係考慮到 ZnO。惟 ZnO 系氧化物半導體材料容易產生氧缺陷，所以本質上易成爲 n 型導電性，要製造可展現構成發光元件上所不可或缺之 p 型導電性者有其困難。又，即使假定可得到 p 型 ZnO，由於 ZnO 之價電子帶上端之能階相對較高，而難以與活性層之間形成相對於 p 型載體爲足夠高之障壁，有可能導致發光效率之降低。

是以，在本發明中，乃將以 Mg 取代 ZnO 中 Zn 的一部分所得之複合氧化物、亦即 $Mg_xZn_{1-x}O$($0<x\leqq 1$：以下，有時將該複合氧化物簡記作 MgZnO，惟並非意味著 Mg：Zn：O=1：1：1)當作 p 型被覆層之構成材料來使用。於 MgZnO 中，藉由含有 Mg，則氧化物之能帶隙能 Eg 得以使得價電子帶上端之能階 Ev 降低的方式來增加。藉此，與活性層之間之對於 p 型載體的障壁高度可變高，從而能提昇發光效率。

爲了確實地達成上述效果，將 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層中之

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明（ 3 ）

氧缺陷濃度控制在 10 個/cm^3 以下乃爲所希望者。基於此，做爲形成 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之氣相生長法，採用有機金屬氣相生長法(MOVPE(Metal Organic Vapour Phase Epitaxy))法爲有效的。其他之氣相生長法之諸如高頻濺鍍與分子束磊晶(MBE(Molecular Beam Epitaxy))由於生長環境氣氛之壓力低達 1.33×10^{-2}~1.33Pa(10^{-4}~10^{-2}torr)，要抑制氧缺陷之發生是非常困難的，p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之形成事實上是不可能的。惟，使用 MOVPE 法之氣相生長法，由於可自由地變化生長中之氧分壓，藉由將環境氣氛壓力上升到某個程度即可有效地抑制氧脫離乃至氧缺陷之發生。於是，可實現以往所不可能獲得之 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層、尤其是氧缺陷濃度控制在 10 個/cm^3 以下之 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層。氧缺陷濃度以愈低愈佳(亦即，成爲 0 個/cm^3 亦無妨)。

又，於日本專利特開平 11-168262 號公報中，揭示有一種二維陣列面型發光裝置，其使用著由上述 AlGaInN 系材料所構成之發光層部、或是由 Zn 與 Mg 之氧化物或其混晶所構成之發光層部。於該公報中，除了揭示了將上述發光層部當作可視光發光源來使用之態樣，另外也揭示了將發光層部構成爲紫外線發光部，藉紫外線來讓各色之螢光體層發生激光之全彩顯示器。惟，在特開平 11-168262 號公報中，僅記載著藉由磊晶生長來對基板上形成由 Zn 與 Mg 之氧化物或其混晶所構成之發光層部，而並未對含有 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之發光層部之構成、以及 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之具體的形成方法有任何之記載或暗示。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

五、發明說明（4）

藉 MOVPE 法來形成 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層時，若在具有 1.33×10^3Pa(10Torr)以上之壓力的環境氣氛中進行層形成，可有效地抑制成膜中之氧缺陷發生，可得到良好特性之 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層。此時，更佳的做法係將氧分壓(亦將 O_2 以外之含氧分子所含之氧換算爲 O_2 而併入)設定在 1.33×10^3Pa(10Torr)以上。

將此種 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層做爲 p 型被覆層來使用，則可輕易地形成可於藍色光區域或紫外線區域進行高亮度發光之發光元件。又，p 型被覆層因並未以 Ga 或 In 等之稀有金屬做爲主成分，發光層部全體之稀有金屬之使用量變少，進一步可製造廉價之發光元件。又，$Mg_xZn_{1-x}O$ 層由於在相對低溫下進行氣相生長，即使在謀求省能源化上也爲有效的。

爲讓 $Mg_xZn_{1-x}O$ 成爲 p 型，必須添加適當之 p 型摻雜物。做爲此種 p 型摻雜物，可使用 N、Ga、Al、In、Li、Si、C、Se 之 1 種或至少 2 種。當中，尤以使用 N 在獲得良好之 p 型特性上爲有效的。又，做爲金屬元素摻雜物以使用 Ga、Al、In、Li 之 1 種或至少 2 種，尤其是使用 Ga 爲有效的。若將該等摻雜物與 N 共同添加，可更加確實地得到良好的 p 型特性。又，即便使用 Ga 或 In 等情況，由於該等之使用量極微，不致造成成本增加之問題。

又，爲了確保充分之發光特性，讓 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層中之 p 型載體濃度成爲 1×10^{16} 個/cm^3~8×10^{18} 個/cm^3 爲佳。若 p 型載體濃度未滿 1×10^{16} 個/cm^3，有時難以得到充分

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明（ 5 ）

之發光亮度。另一方面，若 p 型載體濃度超過 8×10^{18} 個 $/cm^3$，注入活性層之 p 型載體之量會過剩，或出現往 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之逆擴散、或超過障壁流入 n 型被覆層造成無法供做發光之 p 型載體增加，有時導致發光效率的降低。

其次，本發明之可視光發光裝置，其特徵在於，係具有：

半導體紫外線發光元件，係具有由 n 型被覆層、活性層以及 p 型被覆層所依序積層而得之發光層部，且前述 p 型被覆層係由 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$(其中，$0<x\leq1$)層所構成；以及

螢光體，其可接收來自前述半導體紫外線發光元件之紫外線照射而發出可視光。

做爲可視光發光裝置，以往係廣泛使用螢光燈。惟螢光燈具有以下之缺點：

・由於利用陰極放電來產生紫外線，會隨著電極之蒸發消耗而在較早之階段即結束其使用壽命。

・不僅需要高電壓，且消耗電力也大。

・需要安定器與啓動器等之多餘的週邊電路。

・伴隨燈管之廢棄，做爲紫外線放射源而密封於玻璃管內之水銀會溢出，在環保觀點上可料想到今後會引起很大的爭議。

惟，依據本發明之可視光發光裝置，由於使用半導體發光元件做爲紫外線光源，所以經時性惡化小而壽命長，

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明（6）

又，基本上只要具備針對發光元件之通電電路即可進行連續發光，所以電路構成也可簡單化。再者，無須高電壓、電阻損失也少故僅需少量之消耗電力。又，由於並未使用水銀等之環保上所不希望的物質，所以可實現環境清淨之發光裝置。再者，做爲半導體紫外線發光元件只要使用本發明之發光元件即可廉價化且紫外線發光效率也高，所以可進一步謀求省能源化。

[圖式之簡單說明]

圖 1 所示係本發明之發光元件之示意圖。

圖 2 所示係 MgZnO 之結晶構造之示意圖。

圖 3 所示係 MgZnO 層之金屬離子與氧離子之配置形態之示意圖。

圖 4 所示係藉由環境氣氛壓力來將形成 MgZnO 層之際所產生之氧脫離加以抑制之狀態說明圖。

圖 5A 所示係令 MgZnO 層以單結晶層的方式來形成之例子之示意圖。

圖 5B 所示係令 MgZnO 層以 c 軸配向多結晶層的方式來形成之例子的示意圖。

圖 6 所示係有關本發明之發光元件之第一實施形態之截面示意圖。

圖 7 所示係有關本發明之發光元件之第二實施形態之截面示意圖。

圖 8A 係使用類型 I 與類型 II 之帶線增之接合構造之

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

五、發明說明（ 7 ）

發光元件的能帶示意圖。

圖 8B 係使用類型 I 與類型 II 之帶線增之接合構造之其他的發光元件的能帶示意圖。

圖 9A 所示係圖 6 之發光元件之製程之一例的說明圖。

圖 9B 係圖 9A 之後續製程圖。

圖 9C 係圖 9B 之後續製程圖。

圖 9D 係圖 9C 之後續製程圖。

圖 10A 所示係圖 11 之發光元件之製程之一例之說明圖。

圖 10B 係圖 10A 之後續製程圖。

圖 10C 係圖 10B 之後續製程圖。

圖 10D 係圖 10C 之後續製程圖。

圖 11 所示係有關本發明之發光元件之第三實施形態之截面示意圖。

圖 12 所示係圖 11 之發光元件之第一變形例之截面示意圖。

圖 13 所示係圖 11 之發光元件之第二變形例之截面示意圖。

圖 14 所示係有關於本發明之發光元件之第四實施形態之截面示意圖。

圖 15 所示係有關於本發明之發光元件之第五實施形態之截面示意圖。

圖 16 所示係有關於本發明之發光元件之第六實施形態

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

五、發明說明（ 8）

之截面示意圖。

圖 17 係使用類型 I 之帶線增之接合構造之發光元件的能帶示意圖。

圖 18A 所示係圖 16 之發光元件之製程之一例的說明圖。

圖 18B 係圖 18A 之後續製程圖。

圖 18C 係圖 18B 之後續製程圖。

圖 18D 係圖 18C 之後續製程圖。

圖 19A 所示係以黏合方式來製造本發明之發光元件之方法的一例之製程說明圖。

圖 19B 係圖 19A 之後續製程圖。

圖 20A 係本發明之發光元件之作用說明圖。

圖 20B 係本發明之發光元件之其他作用說明圖。

圖 21 係本發明之可視光發光裝置之原理說明圖。

圖 22 所示係將本發明之可視光發光裝置構成爲照明裝置之第一例的截面示意圖。

圖 23 所示係將本發明之可視光發光裝置構成爲照明裝置之第二例的截面示意圖。

圖 24 所示係將本發明之可視光發光裝置構成爲照明裝置之第三例的截面示意圖。

圖 25 所示係將本發明之可視光發光裝置構成爲照明裝置之第四例的截面示意圖。

圖 26A 係使用本發明之可視光發光裝置之顯示裝置的原理說明圖。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

五、發明說明（9）

圖 26B 係圖 26A 後續之原理說明圖。

圖 27 所示係有關於本發明之發光元件之第七實施形態之截面示意圖。

圖 28A 所示係圖 27 之發光元件之製程之一例的說明圖。

圖 28B 係圖 28A 之後續製程圖。

圖 29 所示係將本發明之可視光發光裝置構成爲照明裝置之第二例的截面示意圖。

圖 30 所示係將本發明之可視光發光裝置構成爲照明裝置之第三例的截面示意圖。

圖 31 所示係將本發明之可視光發光裝置構成爲顯示裝置之第二例之示意圖。

圖 32 係以概略地表示藉 MOVPE 法來形成 MgZnO 層之裝置之一例之圖。

[用以實施發明之最佳形態]

以下，參照圖式說明本發明之實施形態。

圖 1 係示意地顯示本發明之相關發光元件之要部積層構造，其具有依序積層 n 型被覆(cladding)層 34、活性層 33 以及 p 型被覆層 2 所得之發光層部。再者，p 型被覆層 2 係以 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層($0<x\leqq 1$：以下，有時略記爲 p 型 MgZnO 層 2)的形態來形成。該 p 型 MgZnO 層 2 係含有微量之例如 N、Ga、Al、In、Li 之 1 種或至少 2 種作爲 p 型摻雜物。又，p 型載體濃度係如前述般調整在 1×10^{16} 個

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS)A4 規格 (210 × 297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明（16）

/cm^3~8×10^{18} 個/cm^3 (例如 10^{17} 個/cm^3~10^{18} 個/cm^3 左右)之範圍。

圖 2 係顯示 MgZnO 之結晶構造，具有所謂的纖鋅(wurtzite)礦型構造。該構造中，鋅離子充填面與金屬離子(Zn 離子或 Mg 離子)充填面在 c 軸方向成爲交互積層之形態，如圖 3 所示，p 型 MgZnO 層 2 係以 c 軸沿著層厚方向的方式來形成。當氧離子欠缺而產生空洞的情況會成爲氧缺陷，發生 n 型載體之電子。是以，一旦此種氧缺陷多量形成時，n 型載體會增加而不復展現 p 型導電性。是以，在形成 p 型 MgZnO 層之際，如何抑制氧缺陷的發生是相當重要的。

如前面所說明過般，p 型 MgZnO 層 2 係利用 MOVPE 法所形成的。MOVPE 法之生長原理本身已爲週知。在此氣相生長之際係進行前述 P 型摻雜物之添加。於是，使得該氣相生長在 1.33×10^3Pa(10Torr)以上之環境氣氛壓力下進行，藉此，如圖 4 所示般，氧離子之脫離受到抑制，可得到氧缺陷少之良好的 p 型 MgZnO 層 2。

又，p 型 MgZnO 層 2 藉由磊晶生長而如圖 5A 所示般做爲單結晶層來形成乃爲理想者，不過只要可得到 c 軸在層厚方向配向之構造，亦可成爲圖 5B 所示般之多結晶層而可得到較爲良好之發光效率。當爲 MgZnO 的情形，例如對進行層生長之基板厚度方向賦予熱梯度等，可較爲容易獲得此種構造，故可說是一種可行之方法。

回到圖 1，活性層 33 係使用對應於所需之發光波長具

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明(11)

有適宜之帶寬者。例如，在可視光發光方面所使用者係選擇具有在波長 400~570nm 可進行發光之能帶隙能 Eg(3.10~2.18eV 左右)者。此爲可涵蓋紫~綠色的發光波長帶；特別是使用於藍色發光之情形，係選擇具有在波長 450~500nm 可進行發光之能帶隙能 Eg(2.76~2.48eV 左右)者。又，使用於紫外線發光者，係選擇具有在波長 280~400nm 可進行發光之能帶隙能 Eg(4.43~3.10eV 左右)者。

活性層 33 可藉由半導體(例如與 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2 間形成類型Ⅱ之帶線增(band linear-up)者)來形成。做爲此種活性層，可爲例如圖 6 所示之發光元件 1 或是圖 7 所示之發光元件 100 中之 InGaN(以下稱爲 InGaN 活性層)層 3。此處，所謂「於活性層與 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之間形成類型Ⅱ之帶線增」，如圖 8A 與圖 8B 所示般，意指 p 型被覆層(p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2)之傳導體底與價電子帶上端之各能階 Ecp,Evp、活性層之傳導體底與價電子帶上端之各能階 Eci,Evi 間成立著以下之大小關係的接合構造：

$$Eci>Ecp \quad ...(1)$$

$$Evi>Evp \quad ...(2)$$

於該構造中，自活性層往 p 型被覆層之電子(n 型載體)之順擴散並未出現特別之障壁，但自活性層往 p 型被覆層之電洞(p 型載體)之逆擴散則形成有相對上較高之位能障壁，所以可促進在活性層之載體再結合，可實現高發光效率。又，當 InN 之混晶比定爲 α 而表示成爲 $In_\alpha Ga_{1-\alpha}N$ 之時

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明（12）

，基於藍色可視光發光之情形以 $0.34 \leqq \alpha \leqq 0.47$ 爲佳，基於紫外線發光之情形以 $0 \leqq \alpha \leqq 0.19$ 爲佳。

此時，做爲 n 型被覆層，以使用與活性層間形成類型 I 之帶線增之半導體爲佳。做爲此種活性層，可爲例如圖 6 所示之發光元件 1 或是圖 7 所示之發光元件 100 中之 n 型 AlGaN($Al_\beta Ga_{1-\beta} N$)層 4。此處，所謂「n 型被覆層與活性層之間形成類型 I 之帶線增」，如圖 8A 與圖 8B 所示般，意指活性層之傳導體底與價電子帶上端之各能階 Eci,Evi、n 型被覆層(n 型 AlGaN 層 4)之傳導體底與價電子帶上端之各能階 Ecn,Evn 間成立著以下之大小關係的接合構造：

$Eci<Ecn$ ...(3)

$Evi>Evn$ ...(4)

藉此，對於自 n 型被覆層往活性層之電子的逆擴散會產生較高之障壁，且在價電子帶上端，於活性層之位置形成量子井(quantum well)，所以對於電洞之封閉效果可提高。不論何者皆可對活性層中之載體再結合促進以及發光效率提昇上做出貢獻。

於圖 8A 與圖 8B 之構造中，自活性層往 p 型被覆層之電洞逆擴散的抑制效果係隨著價電子帶上端之能量障壁高度(Evi-Evp)之增大而獲得提昇。爲了達成此目的，增加構成 p 型被覆層之 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2 之 MgO 混晶比(亦即 x 值)乃爲有效的做法。混晶比 x 係依據所需之電流密度而以不致發生載體對 p 型被覆層過多的溢流來決定。例如將活性層定爲 InGaN 層 3 的情況，就發光二極體而言混晶比 x

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明（13）

以 0.05~0.2 左右爲佳，以半導體雷射光源而言混晶比 x 以 0.1~0.4 左右爲佳。

另一方面，傳導帶底由於係自活性層往 p 型被覆層呈階梯狀下降，所以在活性層中之無法供做發光再結合之電子會流入載體濃度高之 p 型被覆層，從而已無法供做藉由奧格(Auger)再結合等之發光。是以，爲了提高發光效率，在流入 p 型被覆層前儘可能讓較多的電子與電洞再結合乃爲必要者。爲了達成此目的，將活性層之厚度 t 增加至一定以上(例如 30nm 以上)乃爲有效的。如圖 8B 所示般，當活性層之厚度 t 過小，流入 p 型被覆層而無法供做發光之電子會增加，此會導致發光效率之降低。另一方面，當活性層之厚度 t 超過所需以上，會導致在活性層內之載體密度的降低，發光效率反而降低，所以該厚度係定於例如 2 μm 以下之值。

又，於圖 8A 與圖 8B 中，如使用 InGaN 活性層的情況般，讓 Ecp>Evi、亦即在 p 型被覆層與活性層之間讓禁帶疊合之事，對於將接合界面處之非發光再結合加以抑制上爲有利的。

其次，如圖 1 所示般，p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2 之與活性層(InGaN 層)3 相接側之相反側的表面可由導電性材料或是半導體材料所構成之保護層 35 所覆蓋。由於 MgZnO 具有易與水分反應而轉變爲氫氧化物從而性能惡化之性質，所以對於 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2 設置上述般之保護層 35 在防止此種不佳情況上極具有效果。

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS)A4 規格（210 × 297 公釐）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明（14）

p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層，如圖 3 所示般，具有 c 軸面向層厚方向之構造，亦即具有氧離子充填層與金屬離子充填層在層厚方向交互積層之構造。此時，若考慮電中性條件，當層之單側爲金屬離子充填層之露出面(以下稱爲金屬離子充填面)的情況，則另一側必然爲氧離子充填層之露出面(以下稱爲氧離子充填面)。再者，因水分吸附而易於發生反應者係此氧離子充填層之露出面側。

例如，如圖 1 所示般，若與活性層 33 之接觸側成爲金屬離子充填面，由於相反側成爲氧離子充填面之故，所以將此氧離子充填面以前述之保護層 35 來覆蓋乃爲有效的。此時，保護層 35 係成爲以氧離子充填面與 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2 做接觸的形態。另一方面，若與活性層 33 之接觸側成爲氧離子充填面，則相反側成爲對水分之反應較不具活性之金屬離子充填面。此時，雖亦可省略掉保護層 35，惟只要設置保護層 35 即可得到在耐候性優異之元件構造。

於圖 6 之發光元件 1 中，保護層係設定爲透明導電材料層 12。若設置透明導電材料層 12、也就是設置材質透明之保護層，則將 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2 側當作取光面的情形下，可對取光效率之提昇做出貢獻。此時，透明導電材料層 12 亦可兼做爲發光通電用之電極。藉此，有別於設置金屬電極之情況，由於電極本身即可透過光線，乃無須於電極之周圍積極地設置取光用之電極非形成區域，可在不致降低取光效率之前提下謀求電極之大面積化。又，由於也無須形成電流擴散層，可謀求元件之簡單化。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

五、發明說明（15）

做爲透明導電材料層 12 之具體的材質，可適切地使用 In_2O_3：Sn(錫摻雜之氧化銦：通稱爲 ITO)、SnO_2：Sb(銻摻雜之氧化錫：通稱爲臭沙(Nesa))。ITO 在導電性方面優異，對於元件驅動電壓之減低也可做出貢獻。另一方面，臭沙之導電性雖較 ITO 爲差，但具有廉價之優點。又，由於耐熱性高，所以在形成透明導電材料層 12 之後需要高溫之處理製程的情況等也爲有效的。ITO 膜可由濺鍍或真空蒸鍍所製造，又，臭沙膜可由 CVD 法所製造。又，該等透明導電材料層 12 亦可由凝膠溶膠法來形成。

圖 6 之發光元件 1 具體上具有以下之構造。亦即，於藍寶石(單結晶氧化鋁)基板 10 上形成有由 GaN 所構成之緩衝層 11，於該緩衝層 11 上依序磊晶生長出做爲 n 型被覆層之 n 型 AlGaN 層 4、做爲活性層之 InGaN 層(以下稱爲 InGaN 活性層)3、以及做爲 p 型被覆層之 p 型 MgZnO 層 2，藉此形成出呈雙異構造(double hetero-structure)之發光層部。又，p 型 MgZnO 層 2 之表面係由例如 ITO 所構成之透明導電材料層 12 所覆蓋；另一方面 n 型 AlGaN 層 4 與 InGaN 活性層 3 之一部分被去除，於所露出之 n 型 AlGaN 層 4 之表面係形成有金屬電極 13。再者，以透明導電材料層 12 側爲正而與金屬電極 13 之間進行通電，藉此，來自發光層部之光(藍色光或紫外線)可從透明導電材料層 12 側或藍寶石基板 10 側取出。又，金屬電極 13(或是後述之金屬反射層 22 或者金屬電極 21)可由含有 Au、Ni、Ti 或是 Be 之 1 種或至少 2 種的金屬，例如可由 Au—Be 合金等所

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明 (16)

構成。

於圖 7 之發光元件 100 中，保護層係設定爲 p 型化合物半導體層 20。p 型化合物半導體層 20 可兼做爲電流擴散層。此時，藉由形成較該 p 型化合物半導體層 20 之面積爲小之金屬電極 21，可自其周圍取光且同時讓電流自該電極 21 往 p 型 MgZnO 層 2 之全面擴散，以改善取光效率。此時，p 型化合物半導體層 20 除了進行取光外尙必須具有充分之透光性。於本實施形態中，p 型化合物半導體層 20 係 p 型 AlGaN 層，於其上形成有金屬電極 21。其他之部分由於與圖 6 之發光元件 1 相同，對於共通之要件係賦予同一符號而省略其詳細說明。又，當 p 型化合物半導體層 20 具有充分之導電性的情況，亦可省去金屬電極 21。

關於圖 6 之發光元件 1，其製造方法之一例係藉由圖 9A~圖 9D 來說明。

首先，如圖 9A 所示般，於藍寶石基板 10 之一側的主表面上形成 GaN 緩衝層 11，接著以磊晶法生長出層厚爲例如 50nm 之 n 型 AlGaN 層(n 型被覆層)4、進一步生長出層厚爲例如 30nm 之 InGaN(無摻雜)活性層 3。該等層之形成能以週知之 MOVPE 法或是 MBE 法來進行。又，在本說明書中 MBE 除了將金屬元素成分源與非金屬元素成分源這兩者定爲固體之狹義的 MBE，在概念上尙包含有：將金屬元素成分源定爲有機金屬且將非金屬元素成分源定爲固體之 MOMBE(Metal Organic Molecular Beam Epitaxy)、將金屬元素成分源定爲固體且將非金屬元素成分源定爲氣體之

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS)A4 規格 (210 × 297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明(17)

氣相源 MBE、將金屬元素成分源定爲有機金屬且將非金屬元素成分源定爲氣體之化學束磊晶(CBE(Chemical Beam Epitaxy))。

其次，如圖 9B 所示般，讓 p 型 MgZnO 層(p 型被覆層)2 以例如層厚 100nm 的方式來磊晶生長。使用金屬元素摻雜物做爲 p 型摻雜物之情況，可將金屬元素摻雜物以至少含有一個烷基之有機金屬的形態來供給。

以 MOVPE 法來形成 p 型 MgZnO 層 2 之情形，做爲主原料可使用以下的物質：

- 氧源：NO_2 等；
- Zn 源：二甲鋅(DMZn)、二乙鋅(DEZn)等；
- Mg 源：雙環戊二烯鎂(Cp_2Mg)等。

又，做爲 p 型摻雜源可使用以下之物質：

- Li 源：正丁鋰等；
- Si 源：單矽烷等之矽氫化物等；
- C 源：烴類(例如至少含一個 C 之烷類等)；
- Se 源：鈰化氫等。

又，Al、Ga 以及 In 之 1 種或至少 2 種可藉由 N 之共添加而做爲良好之 p 型摻雜物來作用。做爲原料可使用以下之物質：

- Al 源：三甲鋁(TMAl)、三乙鋁(TEAl)等；
- Ga 源：三甲鎵(TMGa)、三乙鎵(TEGa)等；
- In 源：三甲銦(TMIn)、三乙銦(TEIn)等。

做爲 P 型摻雜物讓金屬元素(Ga)與 N 一同使用之情況

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210 × 297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線

五、發明說明（18）

，於進行 p 型 MgZnO 層之氣相生長之際，係將 N 源之氣體與 Ga 源之有機金屬一同供給。例如，在本實施形態，做爲氧源使用之 NO_2 亦具有 N 源之機能。

MOVPE 法所進行之 p 型 MgZnO 層 2 之氣相生長，係將配置有基板之生長爐內昇溫到例如 300~700℃，對爐內送入上述原料(在氣體狀態下與載氣一同進入)來實施者。做爲載氣可使用例如氮氣或氬氣。

於圖 32 所示之例子中，於生長容器 115 之內部空間 115a 所配置之基板 110 之主表面 111 上，藉 MOVPE 法形成 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2。基板 110 係圖 9A 所示之狀態者，主表面 111 係圖 9A 之活性層 3 之表面。此時，對於內部空間 115a，自氧源氣體噴出口 116a 供給氧源氣體 OQ，又，自有機金屬噴出口 117a(到主表面 111 之距離較氧源氣體噴出口 116a 爲近)供給做爲 Mg 源以及/或是 Zn 源之有機金屬 MO，可有效地獲得氧缺陷少(具體上爲 10 個/cm^3 以下)之 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2。此時，讓供給到生長容器 115 之氧源(VI族)氣體 OQ 之莫爾濃度高出有機金屬(II族)MO 之莫爾濃度的 2000~3000 倍左右(亦即供給 II/VI 比定爲 2000~3000)會更具效果。

於圖 32 之實施形態，基板 110 係藉由內藏於承受器(susceptor)119 之加熱器 118 所加熱。又，連接於生長容器 115 之氧源氣體供給配管 116 之開口部係形成爲氧源氣體噴出口 116a。再者，進入生長容器 115 內之有機金屬供給配管 117 之前端部係位於待形成 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2 之主

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

五、發明說明（19）

表面 111 之上方附近，於該前端部形成有機金屬噴出口 117a，將有機金屬朝向主表面 111 噴附。

又，將反應容器內之壓力保持在 1.33×10^3Pa(10Torr)以上來進行氣相生長爲有效的做法。藉此，氧之脫離可受到抑制，可合成出氧缺陷少之具有良好之 p 型特性的 MgZnO 層。特別是使用 NO_2 做爲氧源的情況，藉由上述之壓力設定可防止 NO_2 解離急速地進行，可更有效地抑制氧缺陷的發生。

環境氣氛壓力愈高則氧脫離抑制效果愈高，惟即使是 1.013×10^5Pa(760Torr，1 大氣壓)左右的壓力在效果上亦十分顯著。例如，當壓力在 1.013×10^5Pa(760Torr)以下，由於反應容器內處於常壓或減壓狀態，具有容器密閉構造上以簡略的構造即可進行反應之優點。另一方面，若採用壓力超過 1.013×10^5Pa(760Torr)之情況，由於容器內處在加壓狀態，所以必須考慮使用可避免內部之氣體漏出之較爲強固的密閉構造，又當壓力相當高的情況，則必須考慮使用耐壓構造等，不過此種方式在氧脫離抑制效果上會更加顯著。此時，壓力之上限係同時考量裝置成本與可達成之氧脫離抑制效果之兩者來決定適當的值(例如 1.013×10^6Pa(7600Torr，10 大氣壓))。

以上述方式形成了 p 型 MgZnO 層 2 後，將基板自反應容器中取出，如圖 9C 所示般，形成透明導電材料層 12。使用 ITO 膜之情況下，可藉由高頻濺鍍或真空蒸鍍等來形成。再者，如圖 9D 所示般，將 p 型 MgZnO 層 2 以及

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明 (20)

InGaN 活性層 3 之一部分以氣體蝕刻等去除而讓 n 型 AlGaN 層 4 露出，接著對其進行真空蒸鍍等來形成金屬電極 13，藉此，可完成圖 6 所示之發光元件 1。又，爲了讓元件具有適當的大小，在圖 9C 之製程後，將基板予以切割，之後對所切割之個別的基板實施圖 9D 之製程。又，在成爲最終製品之途中，係後續進行著通電用導線之接合或樹脂模鑄等之製程，不過由於這些爲一般週知的事項，此處乃省略其說明(於以下之其他的實施形態亦同)。又，圖 7 所示之發光元件 100 的情況，除了於 p 型 MgZnO 層 2 之後進一步藉 MOVPE 法等來氣相生長出 p 型 AlGaN 層、並於其上形成金屬電極 21 以外，其餘以同於圖 9A~圖 9D 之製程來製造。

其次，p 型 MgZnO 層 2 之保護層，如圖 11 所示之發光元件 101 般，亦可能成爲金屬層 22。此時，金屬層 22 亦可兼用於自 n 型被覆層 4 側取光之際之光反射層(以下稱爲金屬反射層 22)。若採用如此之構成，藉由讓自發光層部往 p 型被覆層 2 側之光在 n 型被覆層(n 型 AlGaN 層)4 側受到反射，則可進一步提昇取光效率。此時，例如對 n 型被覆層 4 側安裝電極，將金屬反射層(金屬層)22 兼用做發光通電用之電極一事自是不用多說。在圖 11 所示之發光元件中，金屬電極 23 係以與 n 型被覆層 4 直接接觸的形態覆於 n 型被覆層 4 之表面的一部分。光可自此金屬電極 23 之周圍取出。又，此處與圖 6 或圖 7 之發光元件 1,100 之形態相異，藍寶石基板 10 係被去除。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS)A4 規格 (210 × 297 公釐)

五、發明說明（）

圖 10A~圖 10D 係顯示上述發光元件 101 之製程的一例。於藍寶石基板 10 上形成緩衝層 11 以及做爲發光層部之各層 4,3,2 之圖 10A 的製程係與圖 9A 相同，又圖 10B 之製程係與圖 9B 相同。再者，於圖 10C 中，並不形成 ITO 膜而是改以真空蒸鍍等來形成 Au 層等之金屬反射層 22。又，在圖 10D 中係進行藍寶石基板 10 之去除。例如採用 GaN 緩衝層 11 之情況下，可藉由自藍寶石基板 10 之裏面側照射準分子雷射來熔解 GaN 緩衝層 11，而將藍寶石基板 10 輕易地剝離去除。又，圖 10C 之製程與圖 10D 之製程可調換。接著，如圖 11 所示，對已去除藍寶石基板 10 之 n 型被覆層 4 之裏面側以真空蒸鍍等來形成金屬電極 23，進一步進行切割來得到發光元件 101。又，亦可將緩衝層以及有別於緩衝層所設之剝離層以化學蝕刻等溶解以進行藍寶石基板 10 之去除。

又，如圖 12 所示之發光元件 99 般，亦可於金屬電極 23 與 n 型 AlGaN 層之間夾入電流擴散層 24(例如 n 型 AlGaN 層)。又，如圖 13 所示之發光元件 98 般，亦可取代金屬電極 23 而改爲形成 ITO 膜般之透明導電材料層 25。

其次，活性層可藉由半導體(與 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之間形成類型 I 之帶線增者)來形成。做爲此種活性層，能以例如 $Mg_yZn_{1-y}O$ 層(其中，$0 \leqq y<1$，$x>y$)的方式來形成。所謂「於活性層與 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之間形成類型 I 之帶線增」，係如圖 17 所示般，意指 p 型被覆層(p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2)之傳導體底與價電子帶上端之各能階 Ecp,Evp、活性層之

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明 (22)

傳導體底與價電子帶上端之各能階 Eci,Evi 間成立著以下之大小關係的接合構造：

Eci<Ecp ...(5)

Evi>Evp ...(6)

於該構造中，與圖 8A 以及圖 8B 所示之類型Ⅱ的帶線增不同，關於自活性層往 p 型被覆層之電子(n 型載體)之順擴散也出現位能障壁。又，以於活性層與 n 型被覆層之間形成與圖 8A、圖 8B 同樣之類型 I 的帶線增的方式進行 n 型被覆層之材質的選擇，則於活性層之位置上，於傳導帶底以及價電子帶上端之兩處形成量子井，提高對電子與電洞兩者之封閉效果。於是，載體再結合促進乃至發光效率提昇更加顯著。n 型被覆層之材質可爲圖 6 所示之 AlGaN 等，惟若使用 n 型 $Mg_zZn_{1-z}O$ 層(其中，$0 \leq z<1$)，則構成發光層部之所有的層皆由 MgZnO 系之氧化物材料所構成之故，乃不再需要前述般之 Ga 或 In 等之稀有金屬(除了摻雜物以外)，可大幅降低成本。此處，若讓 x=y，則量子井之兩側的位能障壁高度會相等。

又，活性層之厚度 t 的選定，係以避免活性層內之載體密度的過度降低、因穿隧效應而通過活性層之載體的過度增加爲前提，而採用例如 30~1000nm 之值。

於 $Mg_yZn_{1-y}O$ 層所構成之活性層(以下稱爲 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層，其中，包含 y=0 之情況)中，y 值也成爲決定能帶隙能 Eg 之因子。例如，進行波長 280nm~400nm 之紫外線發光的情況係在 $0 \leq y<0.5$ 的範圍做選擇。又，所形成之井

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS)A4 規格 (210 × 297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明（7）

障壁之高度，在發光二極體爲 0.1~0.3eV 左右，在半導體雷射光源爲 0.25~0.5eV 左右即可。該值係由 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層、$Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層以及 n 型 $Mg_zZn_{1-z}O$ 之組成，也就是 x,y,z 數值之選擇來決定。再者，若以量子井構造之形成爲前提下考慮，則在活性層未必需要 Mg(亦即可使用 ZnO)，但在 p 型與 n 型被覆層則必須含有 Mg。

圖 14 係顯示上述發光元件之具體例之一。於該發光元件 102 中，依序磊晶生長出做爲 n 型被覆層之 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54、$Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53、以及做爲 p 型被覆層之 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 52，藉此形成出呈雙異構造之發光層部。其他之部分由於與圖 6 之發光元件 1 相同，對於共通之要件係賦予同一符號而省略其詳細說明。又，圖 15 之發光元件 103 係相當於將圖 12 之發光元件 99 中之發光層部更換爲上述之雙異構造者。再者，圖 16 之發光元件 104 係相當於將圖 13 之發光元件 98 中之發光層部更換爲上述之雙異構造者。

又，讓 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53 與 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54 僅在 n 型載體濃度上相異而成爲同一組成(亦即 y=z)，於圖 17 中使得兩層之接合成爲同質接合之發光元件的構造也屬可能。此時，會成爲位能障壁僅在 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 52 與 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53(z>y)之間發生之單異構造。

以下，參照圖 18A~圖 18D，舉出圖 16 之發光元件 104 之情況爲例來說明上述具有全氧化物型發光層部之發光元件的製程。首先，如圖 18A 所示般，在藍寶石基板 10

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS)A4 規格 (210 × 297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明（24）

上磊晶生長 GaN 緩衝層 11，接著依序形成 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54(層厚例如爲 50nm)、$Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53(層厚例如爲 30nm)、以及 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 52(層厚例如爲 50nm)(形成順序亦可相反)。該等各層之磊晶生長可與圖 6 或圖 7 之發光元件 1,100 同樣以 MOVPE 法來形成。使用 MOVPE 法的情況下，原料也採用相同者，其中 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54、$Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53 以及 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 52 可全部使用相同的原料在同一反應容器內連續地形成，此爲優點所在。另一方面，在本構成中，爲了降低與 GaN 緩衝層 11 之反應性、提高晶格整合性，以略爲低溫、例如 300~400℃進行生長乃爲所希望者。

此時，隨著混晶比 x,y,z 的差異，以流量控制器等來控制各層之作爲 Mg 源與 Zn 源之有機金屬的流量比。又，在形成 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53 與 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 52 之際，爲了抑制氧缺陷發生，以採用於圖 32 所說明過之相同的方法爲佳。另一方面，在 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54 之形成之際，可採用積極地產生氧缺陷而成爲 n 型之方法。以較形成 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53 與 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 52 之情況進一步降低環境氣氛壓力(例如成爲 1.33×10^3Pa(10Torr)未滿)爲有效的做法。又，亦可採其他方式導入 n 型摻雜物來進行層形成。或者，亦可增大供給原料之Ⅱ族與Ⅵ族之比(供給Ⅱ/Ⅵ比)。

例如，作爲一例，可進行下述之製程。首先，藉由採 NO_2、DEZn 以及 Cp_2Mg 之 MOVPE 法，在環境氣氛壓力

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線

五、發明說明（15）

6.67×10^{2}Pa(5Torr)、溫度約 300℃下形成厚度 50nm 之 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54。其次，在環境氣氛壓力 1.013×10^{5}~1.013×10^{6}Pa(760~7600Torr)、溫度約 300℃下形成 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53。最後，導入正丁鋰作爲摻雜物，在溫度 300~400℃形成厚度 50nm 之 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 52。

如上述般結束發光層部之形成後，如圖 18B 所示般在 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 52 上形成金屬反射層 22 作爲保護層，然後如圖 18C 般剝離藍寶石基板 10 後，於 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54 側形成透明導電材料層 25(例如 ITO 膜)作爲保護層。這些製程與先前所說明者相同。之後，如圖 18D 所示般，進行切割來得到發光元件 104。由此例可知，由於 p 型被覆層與 n 型被覆層兩者皆以 MgZnO 所構成，所以將此兩層之未與活性層相接之側以保護膜覆蓋乃爲所希望者。又，如圖 14 所示之發光元件 102 般，當不將藍寶石基板等之生長基板加以剝離而直接當作元件的一部分來使用的情況，該生長基板亦兼具有保護層之功用。

於以上所說明之方法中，係藉由 MOVPE 法以異磊晶生長來生長出屬 MgZnO 單結晶層之各層 52~54，惟僅由 MgZnO 層所構成之發光層部，如圖 5B 所示般，即使爲 c 軸配向於層厚方向之多結晶體層也能展現良好之發光特性，所以多結晶基板亦可如圖 27 所示之發光元件 105 般在玻璃基板 9 上生長各層 52~54(在此實施形態，係先於玻璃基板 9 上形成薄的 ZnO 緩衝層 8 後在生長做爲發光層部之各層 52~54)。例如，如圖 28A 所示般，以例如雷射束濺鍍等

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

五、發明說明 (16)

之低溫型氣相生長方法在玻璃基板 9 上形成 ZnO 緩衝層 8、做爲發光層部之各層 52~54 後，進一步形成金屬反射層 22，然後進行元件分離用之切割。接著，如圖 28B 所示般，讓 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54 之一部分露出形成金屬電極 13，即可得到發光元件 105。該發光元件 105 之來自發光層部的光(包含來自金屬反射層 22 之反射光)可經由玻璃基板 9 取出。又，雖以 c 軸配向層的形態來形成各層 52~54，惟另外亦可採用凝膠溶膠法來形成。

又，在以上所說明之實施形態，係讓做爲發光層部之 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層、活性層以及 n 型被覆層在基板上依序積層形成來製造，惟採用所謂的貼合技術也可得到同樣的積層構造。例如，p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層、活性層以及 n 型被覆層之積層構造可藉由讓相當於以活性層之單側所二分之第一部份與第二部分分別在基板上個別形成，然後將該第一部份與第二部分相互貼合來得到。於圖 19A 與圖 19B 係顯示該具體的例子。如圖 19A 所示般，第一部份 PP 係含有 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2。在本實施形態，係在藍寶石基板 10 上隔著 GaN 緩衝層 11 來磊晶生長 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2。另一方面，第二部分 SP 係包含 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53 與 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54。係在藍寶石基板 10 上隔著 GaN 緩衝層 11 來磊晶生長 n 型 $Mg_ZZn_{1-Z}O$ 層 54 與 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53。如圖 19B 所示般，將該等之第一部份 PP 與第二部分 SP 在 $Mg_yZn_{1-y}O$ 活性層 53 與 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層 2 之間作疊合，藉由適當之溫度(例如 300~500℃左右)之熱處理

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS)A4 規格 (210 × 297 公釐)

五、發明說明（71）

來進行貼合。

以下，針對本發明之發光元件之應用例做說明。

如同先前所說明過般，本發明之發光元件隨著活性層之能帶隙的選擇而可成爲圖 20A 所示之可視光發光元件 200 亦可成爲圖 20B 所示之紫外線發光元件 201。於圖 20A 與圖 20B 中，在活性層 203、203′所產生之光雖受到形成於 n 型被覆層 204 側之金屬反射層 22 的反射而自 p 型被覆層 202 側所形成透明導電材料層 25 取出，惟電極等之形成以及取光形態並不侷限於此，可採用圖 6、圖 7、圖 11、圖 12、圖 27 等各種之形態是毋庸置言的。

做爲可視光發光元件 200 使用之情況，當然可使用在一般顯示用途上。尤其，藉由實現高亮度之藍色發光，能實現高性能、低消耗電力以及小型化之全彩顯示器或全彩 LED 顯示器。又，也包含當作紫外線發光元件 201 使用之情況，可做爲光纖通訊用發光源以及光耦合器(photocoupler)用點光源等來使用。於前者中，由於高亮度之短波長發光成爲可能，具有資訊傳送密度可大幅提昇之優點。又，本發明之發光元件亦可做爲雷射光源來使用，構成小型・輕質之短波長雷射射出單元成爲可能，例如，做爲光記錄用之雷射光源來使用，則可大幅地提昇記錄密度。

又，藉由實現使用半導體之紫外線發光元件，則相較於利用電極放電之以往的紫外線光源可謀求壓倒性之輕質・小型化、省能量化以及長壽命化。

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明（28）

又，如圖 21 所示般，藉由讓具有發光層部 201m(呈依序積層著 p 型被覆層 202、活性層 203'以及 n 型被覆層 204 之構造)之半導體紫外線發光元件與螢光體 210 做組合，可實現新類型之可視光發光裝置。具體而言，螢光體 210 係接收來自半導體紫外線發光元件之紫外線照射被光激發而放射可視光。在原理上，此與螢光燈或 CRT (Cathode Ray Tube)等基本上相同，惟使用半導體發光元件做爲紫外線光源這方面則出現的決定性的差異。此種方式所能獲致之效果已於「發明之揭示」一欄中提及。以下，就其具體的實施形態進一步詳細地說明。

首先，如圖 22 所示般，可讓來自半導體紫外線發光元件(以下亦單稱爲「發光元件」)201 之紫外線照射到形成於基體 209 上之螢光體層 210 來構成。藉由使用此種基體 209，可對應於基體 209 之形狀而自由地選擇裝置之發光部分的形狀，可依據各種目的彈性地設計裝置外觀形態，此爲優點所在。例如，在圖 22 之發光裝置 250 中，基體 209 與螢光體層 210 皆以平面的方式來形成。此可對於省空間化方面做出極大貢獻。例如，若以薄板狀形成基體 209，並對其形成螢光體層 210，則由於發光層部原本即可做成極薄，則如圖 24 所示般可實現極薄型(例如厚度 td 在 10mm 以下或是 5mm 以下者；依情況甚至可薄型化成爲 1mm 左右)之光亮度的發光裝置 251。又，依據用途，亦可如圖 25 所示般使用曲面狀之基體 210。

圖 22、圖 24 以及圖 25 所示之發光元件 250、251、

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

五、發明說明（7）

以及 252 在個別之構成要素上除了形狀不同以外其餘則是共通，所以以下對於更爲詳細的構造，僅以圖 22 之發光元件 250 做爲代表來說明。首先，發光元件 201 係設置複數個，藉由來自各發光元件 201 之紫外線讓對應之螢光體層 210 發光。藉此，具有可輕易地增加裝置之發光面積的優點。本發光裝置 250 係做爲藉由複數之發光元件 210 讓所對應之螢光體層同時發光之照明裝置來構成，可實現大面積、薄型化且長使用壽命之照明裝置。

又，螢光體層 210，與複數之發光元件 210 對應之部分 210a 係在橫向相連一體形成，藉此可讓螢光體層部分 210a 做爲單一之螢光體層 210 而同時形成，所以製造容易。此時，若考慮到螢光體層部分 210a 由發光元件 210 所被覆之部分時，隨著發光元件 210 與螢光體層部分 210a 之距離關係，來自發光元件 210 之紫外線向外側擴展溢出螢光體層部分 210a 之外側，結果可在較螢光體層部分 210a 爲更廣的區域產生發光。是以，藉由適當地調整螢光體層 210 與發光元件 201 之距離，則即使鄰接之發光元件 201,201 之間出現些許的間隙，來自各個之發光元件 201,201 的紫外線所致之螢光體層 210 之可視光發光區域也會相互連接，可遍及螢光體層 210 全面進行色斑少之均一的發光。

於發光裝置 250 中，基體係以透明基盤 209 的方式來構成，該透明基盤 209 之單面形成有螢光體層 210。與所形成之螢光體層 210 相反側之面係對向配置(此處爲密接配

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明（30）

置)著發光元件 201 之取光面，來自發光元件 201(半導體紫外線發光元件)之紫外線係經過透明基盤 209 而照射於螢光體層 210。依據此構成，可利用透明基盤 209 之兩面將發光元件 201(半導體紫外線發光元件)與螢光體層 210 區隔配置，在謀求裝置之小型化與構成之簡略化上更具效果。

又，透明基盤 209 可使用玻璃板或透明塑膠(例如丙烯酸樹脂等)。發光元件 201 之取光面側可以接著劑等黏合於透明基盤 209 上來配置；又例如使用玻璃板之情形，亦可讓發光元件 201 之發光層部在該玻璃板上生長。又，若想讓各個之發光元件 201 所產生之螢光體層 210 之可視光發光區域相互連接的情況，只要以能產生此種連接程度來擴散紫外線的方式，調整透明基盤 209 之厚度即可。相反地，發光元件 201 愈接近螢光體層 210，紫外線之擴散會變得愈少，而此在後述之顯示裝置等之用途中，對於畫素之鮮明化等是有利的。

於圖 22 之發光裝置 250 中，螢光體層 210 之表面係由透明塑膠等所構成之透明保護層 211 所覆蓋。又，透明基盤 209 之發光元件 201 配置側係由外殼 212 所覆蓋。又，做爲可產生色斑少之均一發光的其他方法，亦可採用圖 23 所示之經由光分散板 212 來取出光的構成。在本實施形態中，係於螢光體層 210 與光分散板 212 之間設置著透明保護層 211。

又，做爲發光體之材質，只要能產生紫外線激光則無特別限制，可使用各種材料。例如，欲發出白色光的情況

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210 × 297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

五、發明說明(21)

下，可使用在螢光燈等所使用之週知之螢光體材料，例如可使用鹵磷酸鈣($3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaFCl/Sb,Mn$)，藉由調整例如 F 與 Cl、以及 Sb 與 Mn 之個別的量，可得到各種色溫度之白色光。又，只要將在紅・綠・藍(RGB)之 3 波長區域之寬度狹窄之發光加以組合，即可實現顯色性更優異之照明。此時，係將各色之螢光體加以混合使用，其中代表性的例子，係例如 Y_2O_3：Eu^{3+}(R：中心波長 611nm)、$CeMgAl_{11}O_{19}$：Tb^{3+}(G：中心波長 543nm)、$BaMg_2Al_{16}O_{27}$：Eu^{2+}(B：中心波長 452nm)之組合。

其次，如圖 26A 與圖 26B 所示般，螢光體層亦可讓對應於各發光元件 201 者(210R,210G,210B)個別分離設置。此種構成在照明裝置中也可採用，又在謀求做爲顯示裝置之應用上更爲重要。此時，發光元件 201 可個別地控制紫外線發光狀態，以對應於各發光元件 201 之螢光體層的組(201/210R,201/210G,201/210B)爲顯示單位，沿著顯示面 DP(以透明基盤 209 之板面所形成)使該等複數配置。圖 26B 係表示全彩顯示之情況，RGB 之螢光體層 210R,210G,210B 係以同一色者不相鄰之方式來配置。再者，能以各顯示單位之螢光體層 210R,210G,210B 做爲畫素，依據該等之發光狀態之組合來進行畫像顯示。

此種方式之顯示裝置有各種相當大的優點。

・與 CRT 以及電漿顯示器等不同，做爲紫外線源並未使用燈絲、電極或是電子槍所以使用壽命長，又驅動電壓低所以消耗電力小。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4 規格(210×297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線

五、發明說明（32）

・可獲致與液晶顯示器相同程度之薄型化，且屬發光型所以無須背光源等。再者，幾乎不會發生視讀方向性之問題。

・使用全氧化物型發光層部(圖 16 等)之構成中，由於 MgZnO 能以稀酸或鹼類簡單地溶解，所以能藉由化學蝕刻簡單地進行與畫素對應之發光層部之圖案化。是以，可輕易地實現具有細微畫素之高解析度之顯示器。又，雖亦可不使用螢光體而是構成一直接將圖 20A 所示之可視光發光元件 200 當作畫素來使用之 LED 顯示器，惟藉由使用全氧化物型發光層部，可實現遠較習知者小型化之高解析度的 LED 顯示器。

以上所說明之照明裝置與顯示裝置，包括對所使用之發光元件 201 之通電配線，可得到各種之構成形態，以下舉出幾個例子。圖 29 係構成有薄型之照明裝置 260 者，在丙烯酸板等之透明板 74 之裏面側形成有螢光體層 10，於螢光體層 10 上以接著劑黏合複數之圖 27 所示之發光元件 105(使用玻璃基板 9 者：製造方法已利用圖 28A 與圖 28B 說明過)(發光層部之厚度係描繪的較爲誇張，實際上更薄)。再者，對於各元件 105 之電極 13 以及 22 疊合配線板(形成有通電配線 71,72 以及電極端子 13a,22a)並使得全體藉由外殼 73 所模組化(在本實施形態中，配線板兼做爲模組用之外殼 73 的一部分)。再者，於外殼 73 係以取出通電配線 71,72 的末端之形式形成有連接器 75。對連接器 75 連接電源 76，使得各元件 105 被通電。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

五、發明說明 (37)

又，做爲電源 76 可使用直流電源，亦可僅藉由將交流電源加以整流之脈流來驅動，再者，只要半波波形之出現不致造成問題，亦能以交流電源來直接驅動。

又，以往之螢光燈的情況，爲了附加調光機能，則必須同時進行電極保溫與交流相位控制，所以不可避免地電路構成會複雜化，且有難以搭載於高級之照明設備以外之情事(又，雖可藉由串聯電感切換來進行調光，但非常的不經濟)。惟，依據本發明之照明裝置 260，藉由改變對發光元件 105 之供給電壓方式、或是藉由作用比(duty ratio)控制來變化平均電流之方式等，則即使不使用複雜之電路構成亦能簡單地進行調光，此爲優點所在。

其次，圖 30 係顯示在做爲透明基盤之玻璃基盤 209 上生長發光元件 106 之發光層部 53,54,52 之類型的照明裝置 261 者。於玻璃基盤 209 之單面形成有螢光體層 210 與透明保護膜 211，在相反側則是以與各發光元件 106 之形成區域相對應之形式利用光微影等來形成由 ITO 等之透明導電材料所構成之電極層 220 的圖案。接著，例如透過適當的緩衝層 221 於電極層 220 之上依序形成全氧化物型之發光層部 54,53,52，然後以讓各電極層 220 之一部分露出的方式藉化學蝕刻來圖案化，分離成各個之元件 106 的發光層部。最後，於個別之發光層部形成金屬反射層 22，並設置必要之配線部 71,72，藉此完成照明裝置 262。

圖 31 係顯示顯示裝置 262 之構成例。於玻璃基板 209 之單面形成有構成畫素之 RGB 之螢光體層

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS)A4 規格 (210 × 297 公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明 (34)

210R,210G,210B，並藉透明保護層 211 所被覆著。另一方面，於玻璃基板 209 之相反側的面之與各螢光體層 210R,210G,210B 對應之位置，係形成有與圖 30 之照明裝置 261 爲同樣的發光元件 106(與圖 30 共通部分係賦予同一符號)。各發光元件係利用個別之畫像控制訊號藉控制電路 75 來進行通電控制。在本實施形態中，做爲最簡單的例子，係採取以電晶體 75a 來進行各發光元件 106 之切換的形態，惟當以階段式方式調整畫素之發光亮度的情況下，做爲個別控制各發光元件 106 之通電電壓只要構成控制電路 75 即可。

[符號說明]

1,98,99,100,101,102,103, 104,105,106,200,201	發光元件
2	MgZnO 層(p 型被覆層)
3	InGaN 活性層
4,20	AlGaN 層
10	藍寶石基板
11	GaN 緩衝層
12,25	透明導電材料層
13a,22a	電極端子
21,23	金屬電極
22	金屬反射層
24	電流擴散層

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS)A4 規格 (210 × 297 公釐)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)
裝
訂
線

五、發明說明（35）

33,203,203′	活性層
34,204,204	n 型被覆層
35	保護層
52	p 型 MgZnO 層
53	MgZnO 活性層
54	n 型 MgZnO 層
71,72	通電配線
73	外殼
74	透明板
75	連接器
76	電源
110	基板
111	主表面
116	氧源氣體供給配管
116a	氧源氣體噴出口
117	有機金屬供給配管
117a	有機金屬噴出口
118	加熱器
119	承受器
201m	發光層部
202	p 型被覆層
209	透明基盤
210	螢光體層
211	透明保護層

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

五、發明說明（36）

212	光分散板
250,251,252	發光裝置
260,261,262	照明裝置

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

A5
B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：　　）

發光元件及其製造方法、可視光發光裝置

發光元件 1，係具有由 p 型被覆層 2、活性層 33 以及 n 型被覆層 34 所依序積層而得之發光層部，且 p 型被覆層 2 係由 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ (其中，$0<x\leqq 1$)層所構成。再者，藉由 MOVPE 法來形成該層，則可有效地抑制成膜中之氧缺陷的發生，得到具有良好之特性的 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層。

英文發明摘要（發明之名稱：　　）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

1.一種發光元件，其特徵在於，具有由 n 型被覆層、活性層以及 p 型被覆層所依序積層而得之發光層部，且前述 p 型被覆層係由 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$(其中，$0<x\leq 1$)層所構成者。

2.如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層係含有 N、Ga、Al 以及 In 之 1 種或至少 2 種作爲 p 型摻雜物。

3.如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，前述活性層係由：在與前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之間形成類型Ⅱ之帶線增(band linear-up)之半導體所形成者。

4.如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，前述活性層係 InGaN 層。

5.如申請專利範圍第 3 項之發光元件，其中，前述活性層係 InGaN 層。

6.如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，前述活性層係由：在與前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之間形成類型 I 之帶線增之半導體所形成者。

7.如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，前述活性層係 $Mg_yZn_{1-y}O$ 層(其中，$0\leq y<1$、$x>y$)。

8.如申請專利範圍第 6 項之發光元件，其中，前述活性層係 $Mg_yZn_{1-y}O$ 層(其中，$0\leq y<1$、$x>y$)。

9.如申請專利範圍第 7 項之發光元件，其中，前述 n 型被覆層係 n 型 $Mg_zZn_{1-z}O$ 層(其中，$0\leq z<1$)。

10.如申請專利範圍第 8 項之發光元件，其中，前述 n

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

六、申請專利範圍

型被覆層係 n 型 $Mg_zZn_{1-z}O$ 層(其中，$0 \leq z < 1$)。

11.如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之與前述活性層相接之相反側的表面係由導電性材料或半導體材料所構成之保護層被覆著。

12.如申請專利範圍第 11 項之發光元件，其中，前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層具有：在層厚方向由氧離子充填層與金屬離子充填層所交互積層之構造，且前述保護層係藉前述氧離子充填層作接觸。

13.如申請專利範圍第 11 項之發光元件，其中，前述保護層係透明導電材料層。

14.如申請專利範圍第 13 項之發光元件，其中，前述透明導電材料層係兼做爲發光通電用之電極。

15.如申請專利範圍第 11 項之發光元件，其中，前述保護層係 p 型化合物半導體層。

16.如申請專利範圍第 15 項之發光元件，其中，前述 p 型化合物半導體層係兼做爲電流擴散層。

17.如申請專利範圍第 11 項之發光元件，其中，前述保護層係金屬層。

18.如申請專利範圍第 17 項之發光元件，其中，前述金屬層係兼做爲自前述 n 型被覆層側取光之際之光反射層。

19.如申請專利範圍第 17 項之發光元件，其中，前述金屬層係兼做爲發光通電用之電極。

20.如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，做爲構

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)
裝
訂
線

六、申請專利範圍

成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 400~570nm 之可視光進行發光之能帶隙能(band-gap energy)者。

21.如申請專利範圍第 4 項之發光元件，其中，做爲構成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 400~570nm 之可視光進行發光之能帶隙能者。

22.如申請專利範圍第 5 項之發光元件，其中，做爲構成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 400~570nm 之可視光進行發光之能帶隙能者。

23.如申請專利範圍第 7 項之發光元件，其中，做爲構成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 400~570nm 之可視光進行發光之能帶隙能者。

24.如申請專利範圍第 8 項之發光元件，其中，做爲構成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 400~570nm 之可視光進行發光之能帶隙能者。

25.如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，做爲構成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 280~400nm 之紫外線進行發光之能帶隙能者。

26.如申請專利範圍第 4 項之發光元件，其中，做爲構成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 280~400nm 之紫外線進行發光之能帶隙能者。

27.如申請專利範圍第 5 項之發光元件，其中，做爲構成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 280~400nm 之紫外線進行發光之能帶隙能者。

28.如申請專利範圍第 7 項之發光元件，其中，做爲構

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210 × 297公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

六、申請專利範圍

成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 280~400nm 之紫外線進行發光之能帶隙能者。

29.如申請專利範圍第 8 項之發光元件，其中，做爲構成前述活性層之半導體，係選擇具有可於波長 280~400nm 之紫外線進行發光之能帶隙能者。

30.一種發光元件之製造方法，係用以製造申請專利範圍第 1~29 項中任一項之發光元件；其特徵在於，以有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層。

31.如申請專利範圍第 30 項之發光元件之製造方法，其中，前述有機金屬氣相生長法係在具有 1.33×10^3Pa 以上之壓力的環境氣氛中進行著。

32.如申請專利範圍第 30 項之發光元件之製造方法，其中，做爲 p 型摻雜物係使用金屬元素摻雜物，於進行前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之氣相生長之際，以含有至少一個烷基之有機金屬的形式來供給前述金屬元素摻雜物。

33.如申請專利範圍第 32 項之發光元件之製造方法，其中，前述金屬元素摻雜物係 Ga、Al、In 以及 Li 之 1 種或至少 2 種。

34.如申請專利範圍第 33 項之發光元件之製造方法，其中，做爲 p 型摻雜物係讓 N 連同 Ga、Al、In 以及 Li 之 1 種或至少 2 種所構成之金屬元素摻雜物一起使用，於進行前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之氣相生長之際，供給做爲 N 源之氣體與做爲金屬元素摻雜源之有機金屬。

35.如申請專利範圍第 30 項之發光元件之製造方法，

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

六、申請專利範圍

其中，前述 n 型被覆層、前述活性層以及前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層係於基板上依序形成。

36.如申請專利範圍第 31~34 項中任一項之發光元件之製造方法，其中，前述 n 型被覆層、前述活性層以及前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層係於基板上依序形成。

37.如申請專利範圍第 30 項之發光元件之製造方法，其中，前述 n 型被覆層、前述活性層以及前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之積層構造，係讓與前述活性層之單側所二分者相當之第一部份以及第二部分個別於基板上形成，然後將該等第一部份與第二部分互相貼合。

38.如申請專利範圍第 31~34 項中任一項之發光元件之製造方法，其中，前述 n 型被覆層、前述活性層以及前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之積層構造，係讓與前述活性層之單側所二分者相當之第一部份以及第二部分個別於基板上形成，然後將該等第一部份與第二部分互相貼合。

39.如申請專利範圍第 37 項之發光元件之製造方法，其中，前述第一部份係含有 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層，前述第二部分係含有前述 n 型被覆層與前述活性層所成之積層體。

40.如申請專利範圍第 38 項之發光元件之製造方法，其中，前述第一部份係含有 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層，前述第二部分係含有前述 n 型被覆層與前述活性層所成之積層體。

41.如申請專利範圍第 30 項之發光元件之製造方法，其中，於生長容器之內部空間所配置之基板的主表面上藉有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之際，

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

六、申請專利範圍

係對於前述內部空間，自氧源氣體噴出口供給氧源氣體，又，自有機金屬噴出口(以到前述主表面之距離較前述氧源氣體噴出口爲近的方式所形成)供給做爲 Mg 源以及/或是 Zn 源之有機金屬。

42.如申請專利範圍第 31~34 項中任一項之發光元件之製造方法，其中，於生長容器之內部空間所配置之基板的主表面上藉有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之際，係對於前述內部空間，自氧源氣體噴出口供給氧源氣體，又，自有機金屬噴出口(以到前述主表面之距離較前述氧源氣體噴出口爲近的方式所形成)供給做爲 Mg 源以及/或是 Zn 源之有機金屬。

43.如申請專利範圍第 35 項之發光元件之製造方法，其中，於生長容器之內部空間所配置之基板的主表面上藉有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之際，係對於前述內部空間，自氧源氣體噴出口供給氧源氣體，又，自有機金屬噴出口(以到前述主表面之距離較前述氧源氣體噴出口爲近的方式所形成)供給做爲 Mg 源以及/或是 Zn 源之有機金屬。

44.如申請專利範圍第 36 項之發光元件之製造方法，其中，於生長容器之內部空間所配置之基板的主表面上藉有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之際，係對於前述內部空間，自氧源氣體噴出口供給氧源氣體，又，自有機金屬噴出口(以到前述主表面之距離較前述氧源氣體噴出口爲近的方式所形成)供給做爲 Mg 源以及/或是

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)
裝
訂
線

六、申請專利範圍

Zn 源之有機金屬。

45.如申請專利範圍第 37 項之發光元件之製造方法，其中，於生長容器之內部空間所配置之基板的主表面上藉有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之際，係對於前述內部空間，自氧源氣體噴出口供給氧源氣體，又，自有機金屬噴出口(以到前述主表面之距離較前述氧源氣體噴出口爲近的方式所形成)供給做爲 Mg 源以及/或是 Zn 源之有機金屬。

46.如申請專利範圍第 38 項之發光元件之製造方法，其中，於生長容器之內部空間所配置之基板的主表面上藉有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之際，係對於前述內部空間，自氧源氣體噴出口供給氧源氣體，又，自有機金屬噴出口(以到前述主表面之距離較前述氧源氣體噴出口爲近的方式所形成)供給做爲 Mg 源以及/或是 Zn 源之有機金屬。

47.如申請專利範圍第 39 項之發光元件之製造方法，其中，於生長容器之內部空間所配置之基板的主表面上藉有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之際，係對於前述內部空間，自氧源氣體噴出口供給氧源氣體，又，自有機金屬噴出口(以到前述主表面之距離較前述氧源氣體噴出口爲近的方式所形成)供給做爲 Mg 源以及/或是 Zn 源之有機金屬。

48.如申請專利範圍第 40 項之發光元件之製造方法，其中，於生長容器之內部空間所配置之基板的主表面上藉

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

有機金屬氣相生長法來形成前述 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$ 層之際，係對於前述內部空間，自氧源氣體噴出口供給氧源氣體，又，自有機金屬噴出口(以到前述主表面之距離較前述氧源氣體噴出口爲近的方式所形成)供給做爲 Mg 源以及/或是 Zn 源之有機金屬。

49.一種可視光發光裝置，其特徵在於，具有：

半導體紫外線發光元件，係具有由 n 型被覆層、活性層以及 p 型被覆層所依序積層而得之發光層部，且前述 p 型被覆層係由 p 型 $Mg_xZn_{1-x}O$(其中，$0<x\leq 1$)層所構成；以及

螢光體，其可接收來自前述半導體紫外線發光元件之紫外線照射而發出可視光。

50.如申請專利範圍第 49 項之可視光發光裝置，係對在基體上所形成之螢光體層照射來自前述半導體紫外線發光元件之紫外線。

51.如申請專利範圍第 50 項之可視光發光裝置，其中，前述半導體紫外線發光元件係設置複數個，藉由來自各半導體紫外線發光元件之紫外線讓對應之螢光體層發光。

52.如申請專利範圍第 51 項之可視光發光裝置，係做爲藉由複數之前述半導體紫外線發光元件讓對應之螢光體層同時發光之照明裝置來構成之。

53.如申請專利範圍第 52 項之可視光發光裝置，其中，與前述複數之半導體紫外線發光元件對應之螢光體層係在橫向連接一體形成。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)
裝
訂
線

六、申請專利範圍

54.如申請專利範圍第 51 項之可視光發光裝置，其中，在構成顯示裝置時，係使得由前述半導體紫外線發光元件(紫外線發光狀態可個別控制)與對應之螢光體層之組所構成之顯示單位沿著顯示面來複數配置，以各顯示單位之螢光體層做爲畫素，基於該等畫素之發光狀態的組合來進行畫像顯示。

55.如申請專利範圍第 50~54 項中任一項之可視光發光裝置，其中，前述基體與前述螢光體層係以平面方式來形成。

56.如申請專利範圍第 50~54 項中任一項之可視光發光裝置，其中，前述基體係以透明基板來構成，於該透明基板之單面形成有前述螢光體層，又在此面之相反面係以對向的方式配置著前述半導體紫外線發光元件之取光面，來自前述半導體紫外線發光元件之紫外線係透過前述透明基盤而照射於前述螢光體層。

57.如申請專利範圍第 55 項之可視光發光裝置，其中，前述基體係以透明基板來構成，於該透明基板之單面形成有前述螢光體層，又在此面之相反面係以對向的方式配置著前述半導體紫外線發光元件之取光面，來自前述半導體紫外線發光元件之紫外線係透過前述透明基盤而照射於前述螢光體層。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

9012P606

圖 1

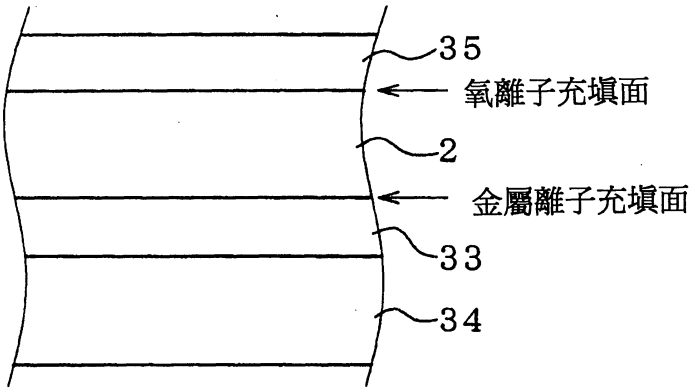


圖 2

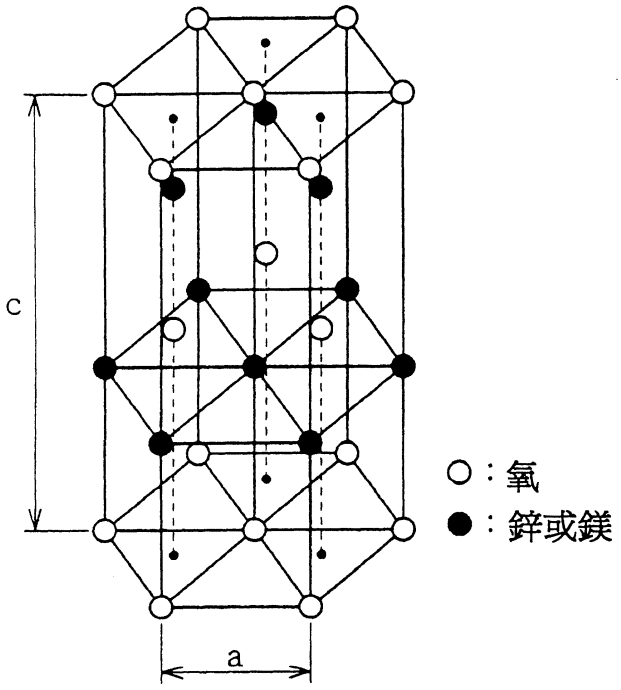


圖 3

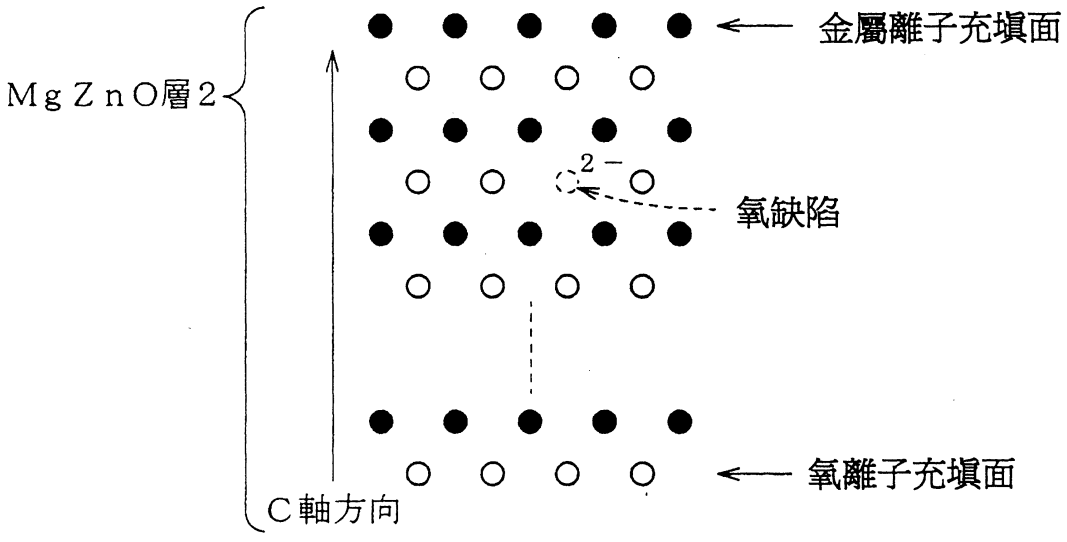


圖 4

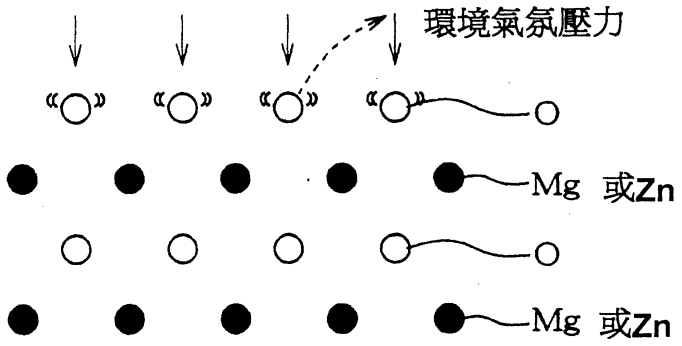


圖 5 A

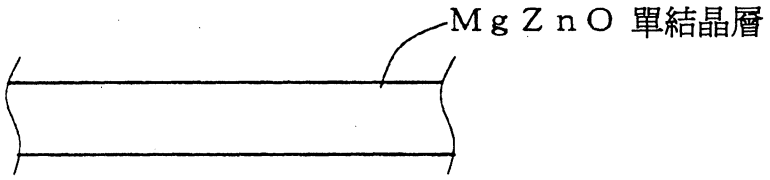


圖 5 B

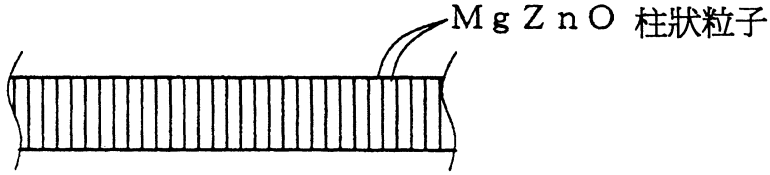


圖 6

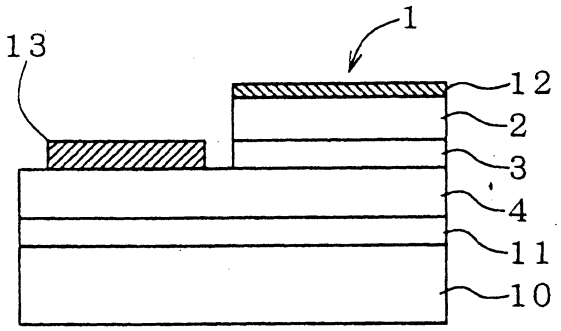


圖 7

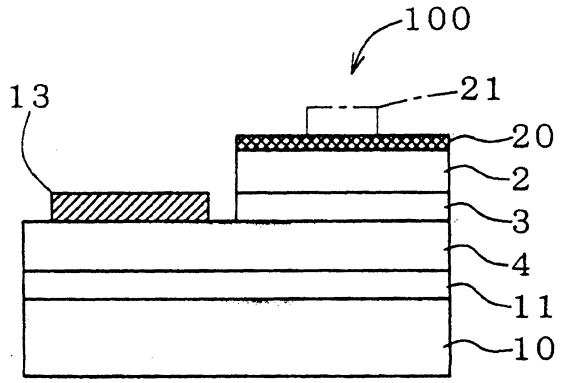


圖 8A

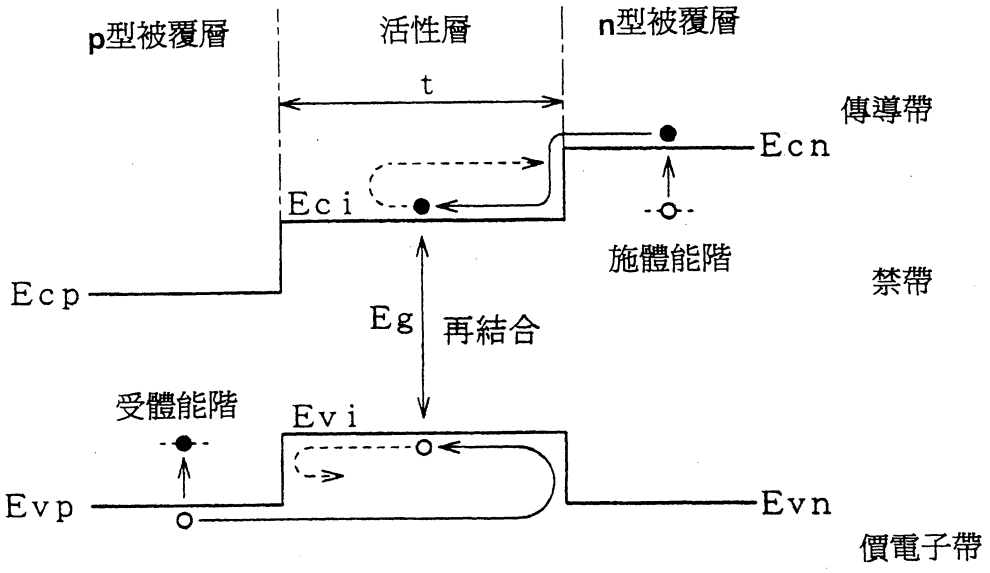

p型被覆層
活性層
n型被覆層
t
傳導帶
Ecn
Eci
施體能階
禁帶
Ecp
Eg
再結合
受體能階
Evi
Evp
Evn
價電子帶

圖 8B

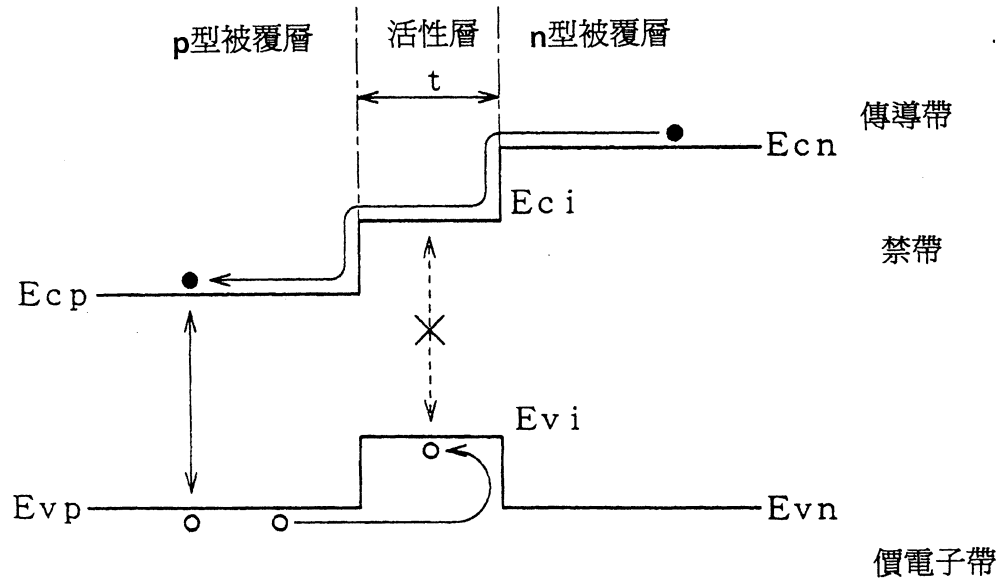

p型被覆層
活性層
n型被覆層
t
傳導帶
Ecn
Eci
禁帶
Ecp
Evi
Evp
Evn
價電子帶

圖 9 A

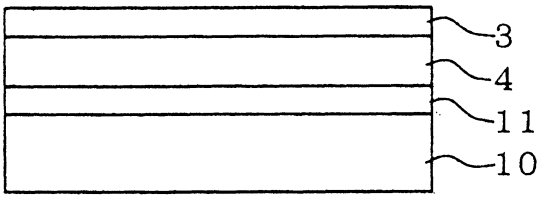


圖 9 B

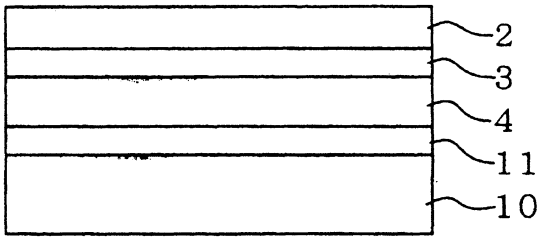


圖 9 C

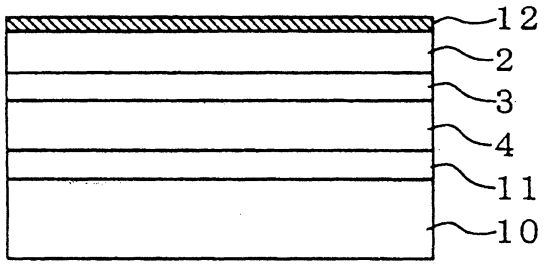


圖 9 D

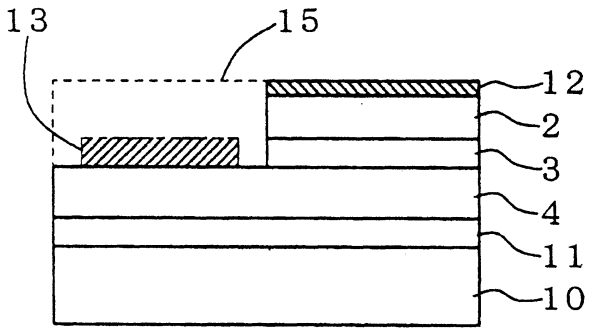


圖１０Ａ

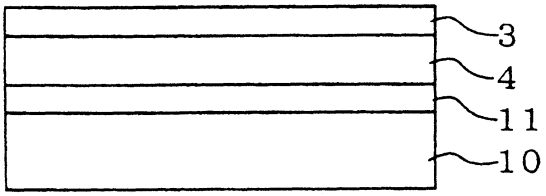


圖１０Ｂ

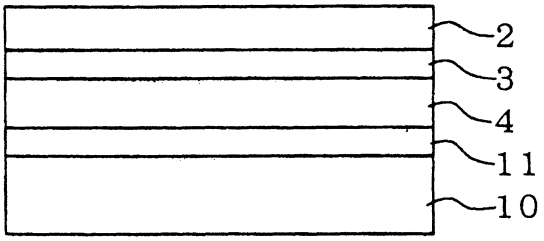


圖１０Ｃ

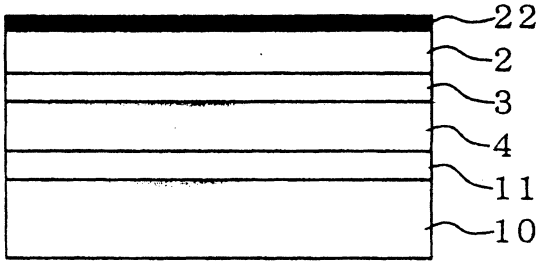
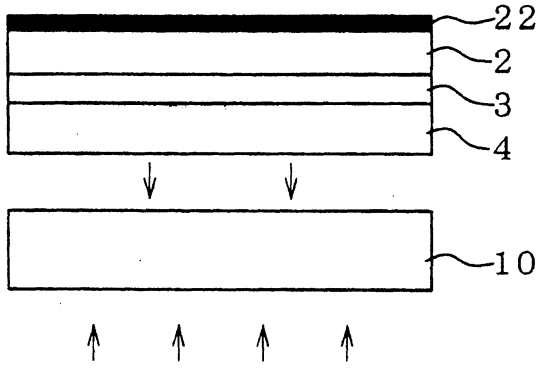


圖１０Ｄ



準分子雷射照射

圖 1 1

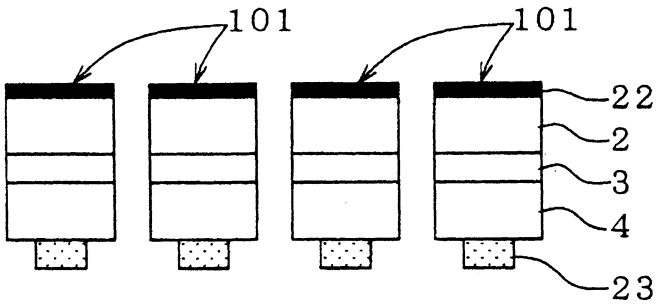


圖 1 2

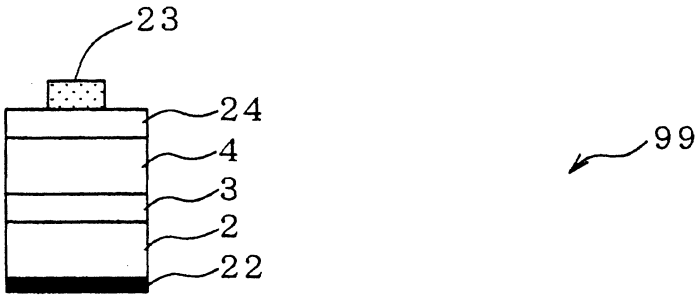


圖 1 3

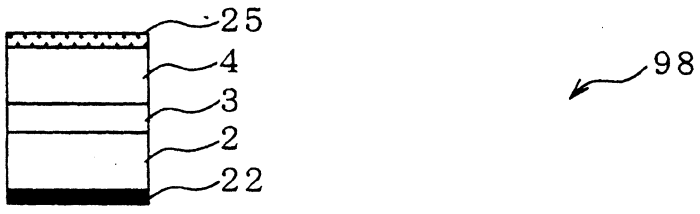


圖 1 4

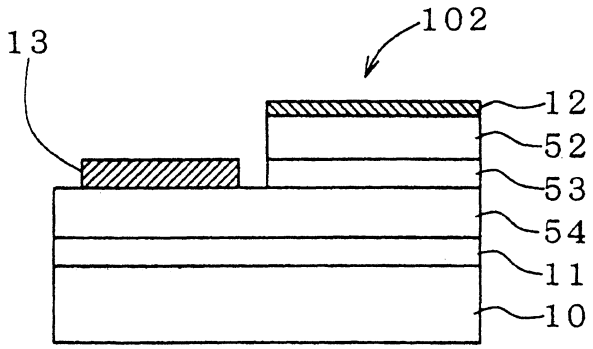


圖 1 5

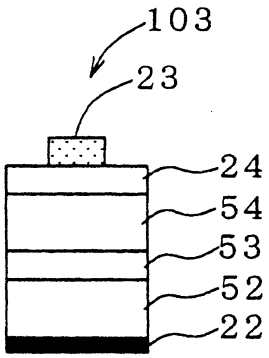


圖 1 6

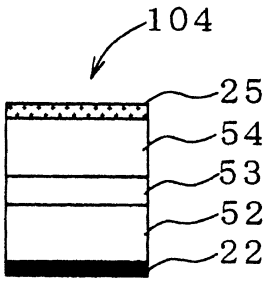


圖 1 7

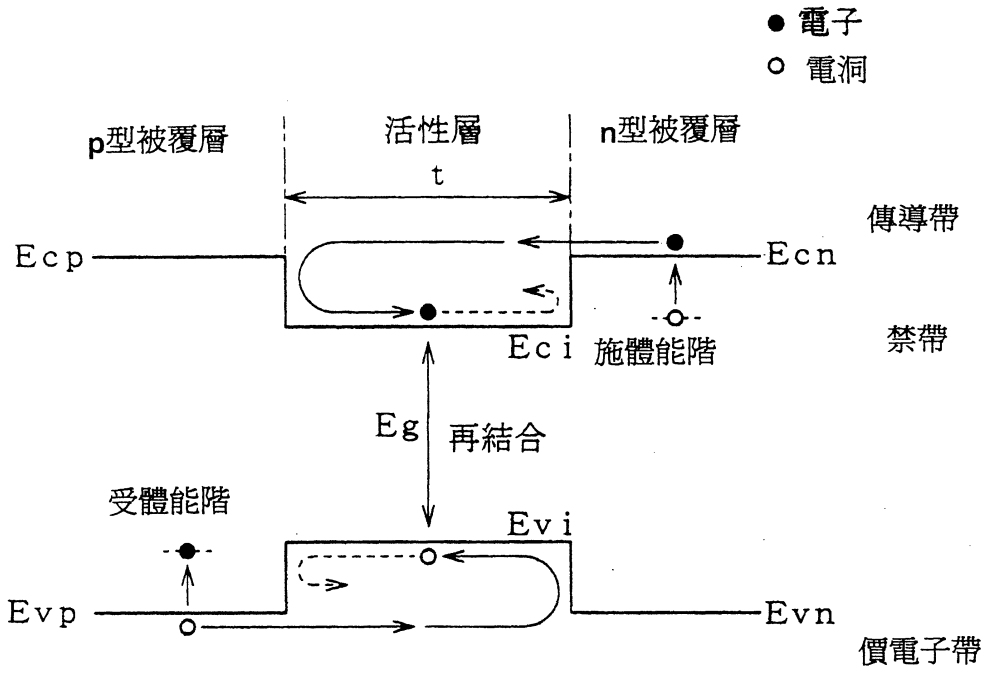

● 電子
○ 電洞
p型被覆層
活性層
t
n型被覆層
傳導帶
Ecp
Ecn
Eci
施體能階
禁帶
Eg
再結合
受體能階
Evi
Evp
Evn
價電子帶

圖 18A

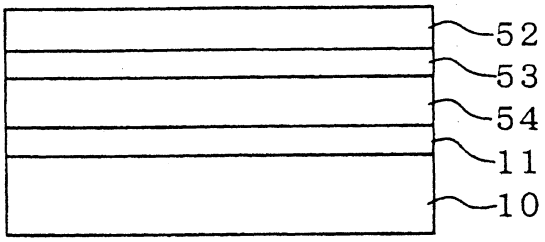


圖 18B

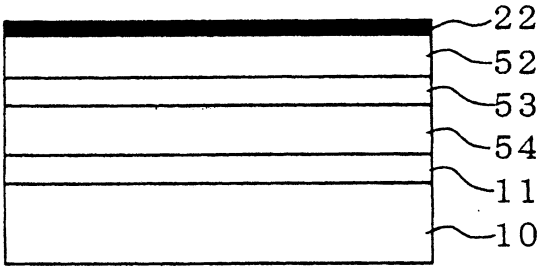


圖 18C

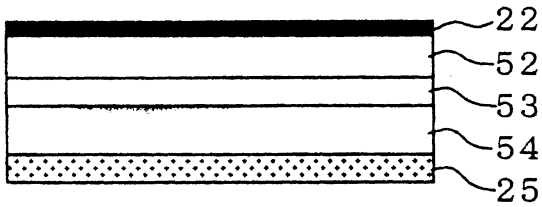


圖 18D

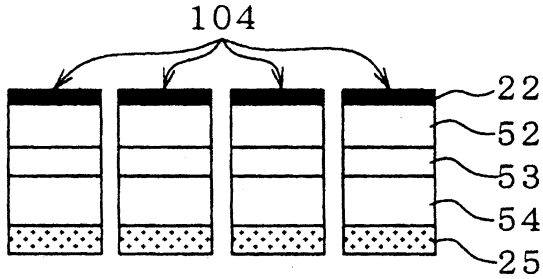


圖１９Ａ

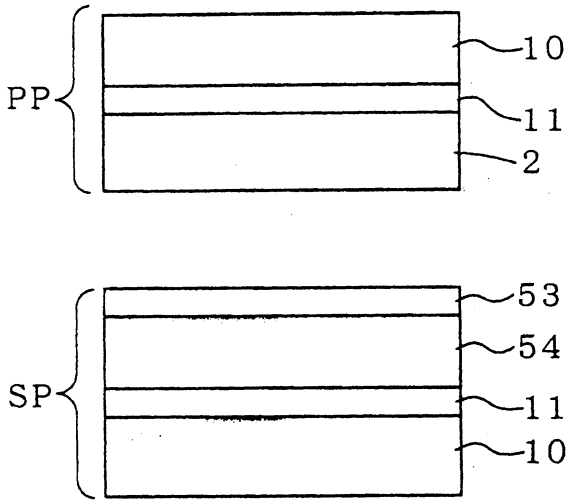


圖１９Ｂ

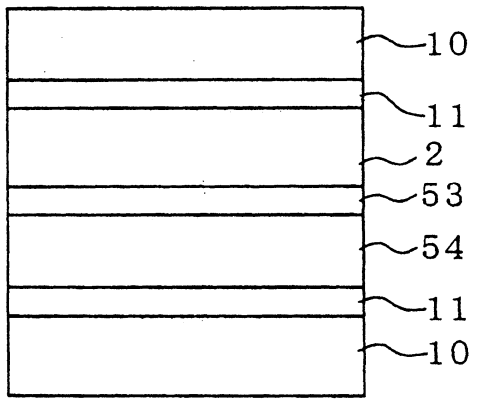


圖２０Ａ

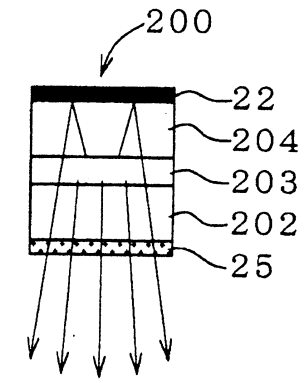


圖２０Ｂ

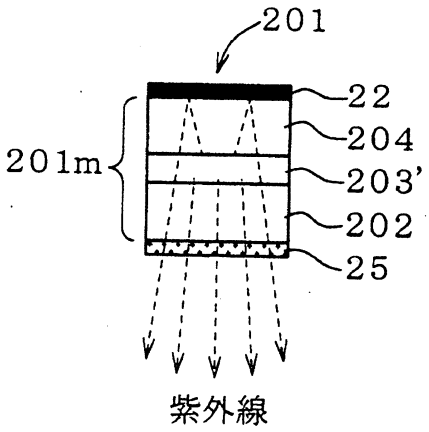


圖２１

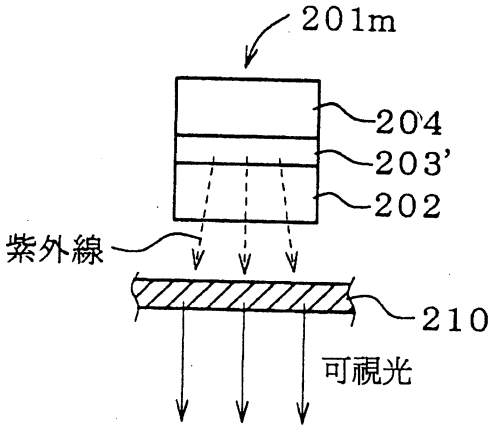


圖 2 2

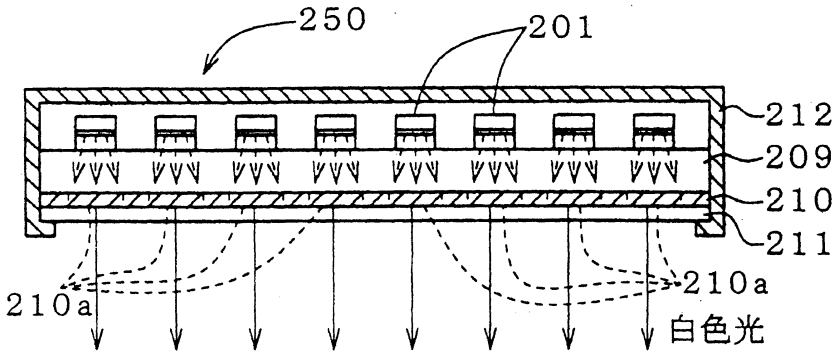


圖 2 3

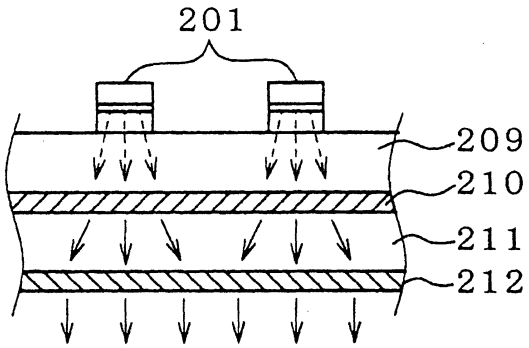


圖 2 4

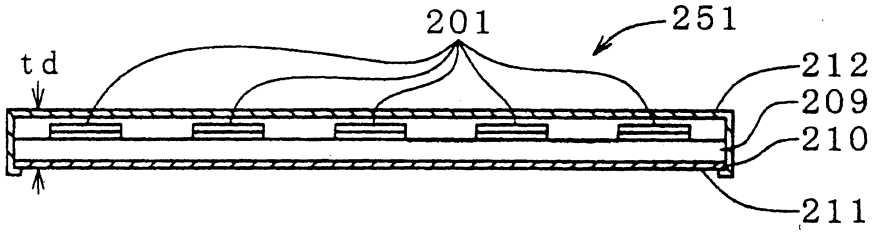


圖 2 5

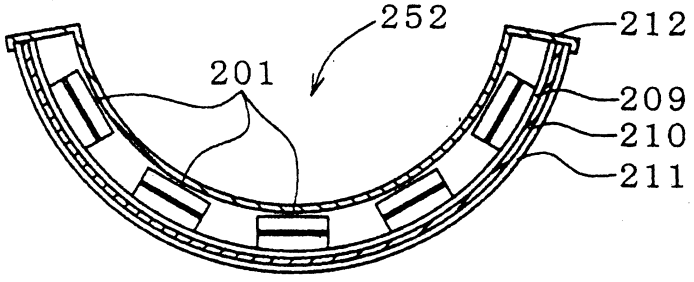


圖 2 6 A

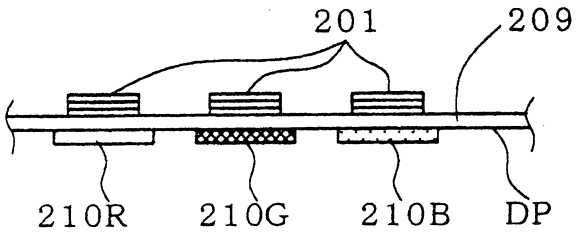


圖 2 6 B

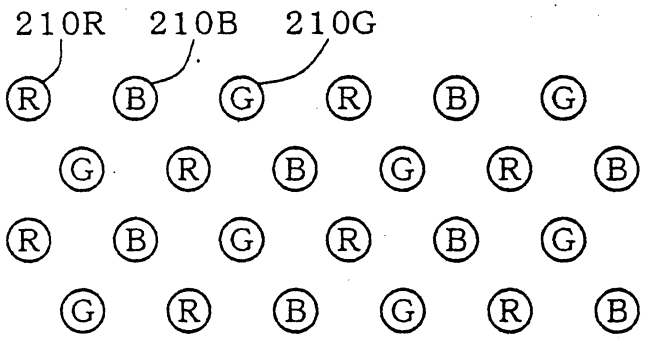


圖 2 7

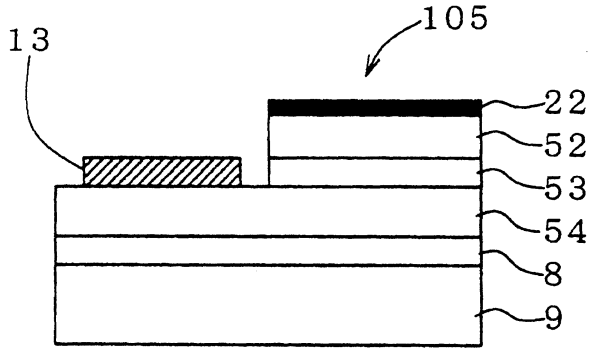


圖 2 8 A

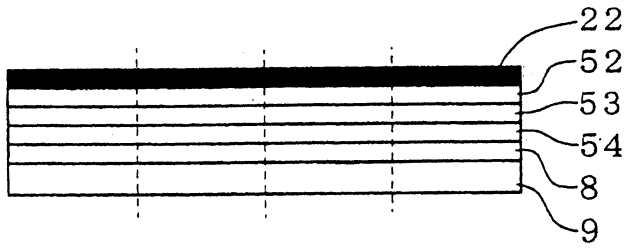


圖 2 8 B

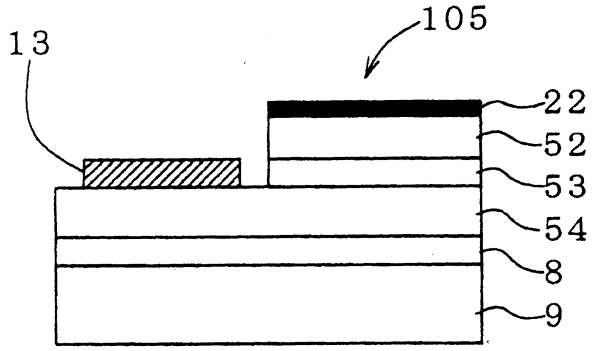


圖 2 9

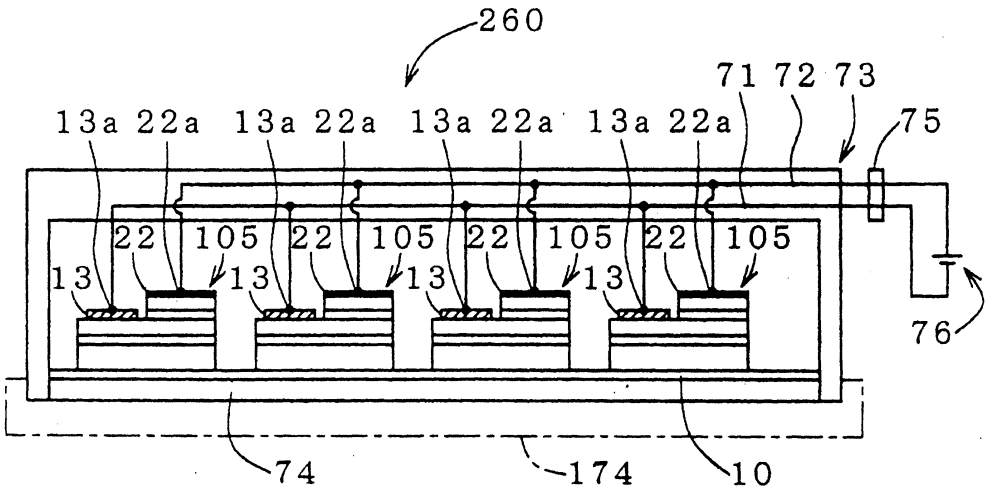


圖３０

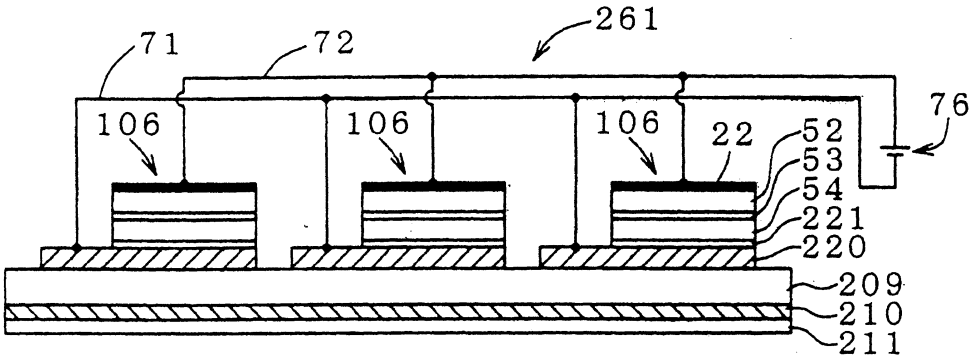
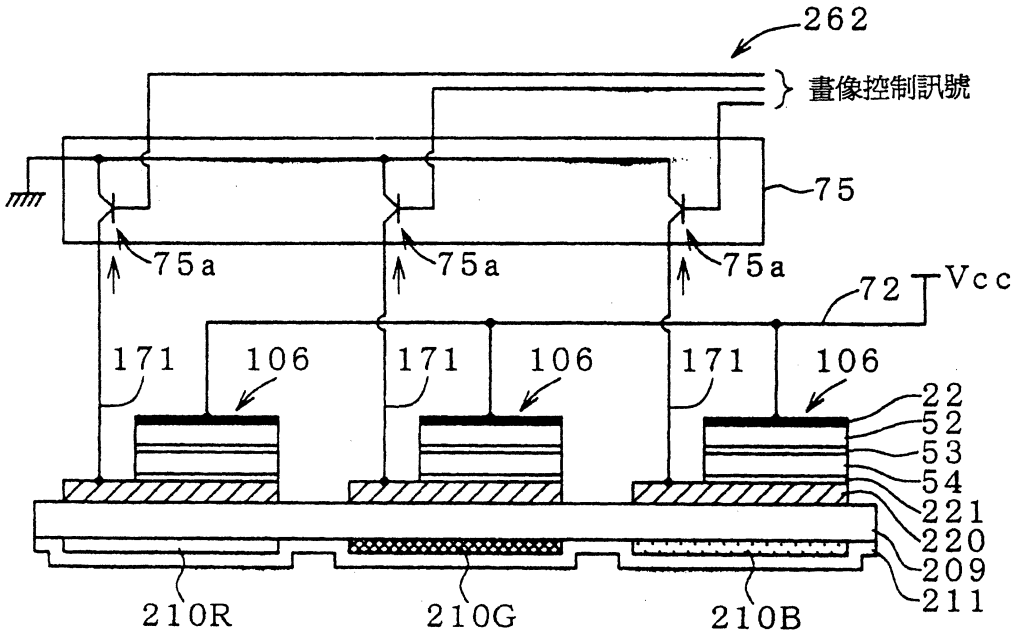

71
72
261
106
106
106
22
52
53
54
221
220
76
209
210
211

圖３１


262
畫像控制訊號
75
75a
75a
75a
72
Vcc
171
106
171
106
171
106
22
52
53
54
221
220
209
211
210R
210G
210B

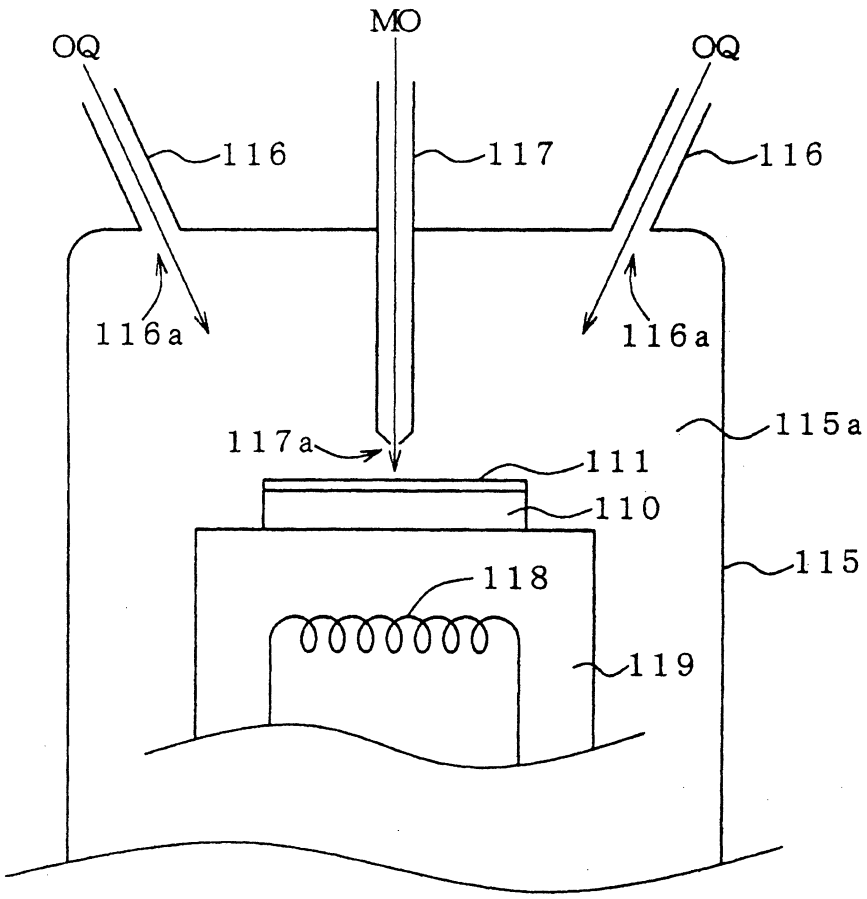



図３２