

公告本

申請日期	90.9.3
案 號	90121749
類 別	H01K 33/00

A4
C4

515112

(以上各欄由本局填註)

發明 專利 說明 書

一、發明 名稱	中 文	發光二極體
	英 文	LIGHT EMITTING DIODE
二、發明人 創作	姓 名	1.村上 哲朗 TETSUROU MURAKAMI 2.倉橋 孝尚 TAKAHISA KURAHASHI 3.大山 尚一 SHOUICHI OHYAMA 4.中津 弘志 HIROSHI NAKATSU
	國 籍	均日本
三、申請人	住、居所	1.日本國奈良縣天理市櫛本町2613-1-1001 2.日本國奈良縣香芝市真美丘丁目12-13 3.日本國奈良縣生駒郡安堵町東安堵189-1 4.日本國奈良縣天理市荒蒔町139-1-413
	姓 名 (名稱)	日商夏普股份有限公司 SHARP KABUSHIKI KAISHA
	國 籍	日本
	住、居所 (事務所)	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	町田 勝彦 KATSUHIKO MACHIDA

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC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

日本	2000年09月04日	特願2000-267086	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無主張優先權
日本	2001年04月24日	特願2001-126110	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 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()

發明背景

1. 發明範疇

本發明與改善發光二極體(LED)之輸出有關；此發光二極體包括一個多重量子井層；以及位於多重量子井層下方的一個反射層。特別是相關於包括由鋁鎵銦磷(AlGaInP)型材質製成的多重量子井層之發光二極體；與作為反射層的一個分配型布拉格反射層(distribution type Bragg reflection, DBR)。

2. 相關技藝之說明：

已採用由鋁鎵銦磷型半導體材質製成的半導體元件用作可見光之發射元件；因為此格子化的材質能結合一個鎵化砷基板，且在第三族與第五族混合半導體中，能顯露出最大的直接轉移帶隙(bandgap)。用作發光二極體，在550毫微米至690毫微米的範圍內，此半導體元件能進行直接轉換光之輻射；其具有高光發射效率。

將此元件用作主動層時，多重量子井層能顯示出較高於巨型(bulk)主動層之光發射效率。增加包括多重量子井層在內的井層數能獲得較高的輸出。欲使井層數達到10個或以上的數目(參考日本未檢視專利出版號碼HEI 6(1994)-112528)。

圖3(a)顯示使用鋁鎵銦磷製成的傳統發光二極體之實例。於圖3(a)中，參考數字11代表一個n型鎵化砷基板；一個n型鋁鎵銦磷被覆(clad)層13、鋁鎵銦磷型材質之多重量子井層(主動層)34、一個p型鋁鎵銦磷被覆層15、一個

五、發明說明(2)

p型鎵銦磷電流擴散層16等係形成於n型鎵化砷基板上。此外，電極17與18係個別形成於p邊與n邊上，以完成此發光二極體。如圖3(b)所示，多重量子井主動層包括10個或以上數目的鋁鎵銦磷型井層34a，與10個或以上數目的交互堆疊的障壁層(barrier layer)34b。

為改良傳統發光二極體之輸出，形成位於主動層下方能反射的反射層，並取出射向此基板的光，可能係一種可能的改良方式。根據此結構，能篩選已被吸收於基板內的光線。因此，若反射層之反射率係百分之百時，則將加倍其輸出。

實際上，分配型布拉格反射結構的鋁鎵砷型反射層，能顯露出95%的自身(by itself)反射率。然而，甚至若施加此反射層於發光二極體時，輸出之改善係少於95%；因為，當光線穿透主動層時，主動層能吸收反射於反射層上的光線。主動層之光線吸收愈顯著，則反射層將變成愈沒效率。

發明概要

本發明之目的即在於使多重量子井主動層之分層構造最佳化，改良輸出，以抑制吸收反射自主動層的反射光。

根據本發明，一個發光二極體中(包括一個多重量子井層與位於多重量子井層下方的反射層)，使此多重量子井層之構造最佳化，可獲得較高輸出，以抑制吸收反射光。

因此，本發明能提供一個發光二極體；其包括用作主動層之多重量子井層，與位於多重量子井層下方的反射層；

五、發明說明(3)

其中，判定在多重量子井層內的井層數目，使得此多重量子井層能顯露出外部量子效率，係較高於包括一個單一井層的多重量子井層之效率。

本發明又能提供一個發光二極體；其包括作為一個主動層之多重量子井層，與位於主動層下方的一個反射層；其中，判定在多重量子井層內的此等井層的總厚度，使得多重量子井層能展現出最佳的外部量子效率。

由下文之詳細說明能更立即了解本發明的此等與其他目的。然而，應了解的是當指出本發明之較佳具體實施例時，係僅使用說明方式作詳細說明與一些特定實例；因為熟諳於本技藝者，經此詳細說明後，將了解符合本發明範疇與精神所作的各種改變與修改。

附圖之簡述

圖1係根據本發明之實例1，用以說明一個發光二極體的簡單剖面圖；

圖2係根據本發明之實例2，用以說明一個發光二極體的簡單剖面圖；

圖3(a)與3(b)係用以說明一個傳統發光二極體的簡單剖面圖；

圖4係用以說明此井層數與內部量子效率間之關係的圖形；

圖5係用以說明此井層數與主動層之光透射率間之關係的圖形；

圖6係用以說明此井層數與外部量子效率間之關係的圖

五、發明說明(4)

形；

圖7係用以說明此井層數與實例1之發光二極體的光線輸出間之關係的圖形；

圖8係根據實例3，用以說明一個發光二極體的簡單剖面圖；

較佳具體實施例之說明

本發明的其中之一特性，即在於判定多重量子井層內之井層數，使得此多重量子井層能顯現出外部量子效率，係較高於包括一個單一井層之多重量子井層之效率。設定大於1之井層數能改善主動層之發光效率。此外，限制此等井層數不致過量，能有效地篩選出反射光；此舉能改良外部量子之效率。

例如，欲形成一個具有厚度80埃之鎵銦化磷井層的紅色發光二極體時，最好使其井層數係2至30層，以獲得外部量子效率係較高於具有單一井層情形下的效率。其數目大於30時係較不佳，因為外部量子效率會變得低於具有單一井層情況下的效率。甚至若主動層的光發射效率獲得改善時，隨著增加的井層數幾乎能將反射光吸收在主動層內。

僅考慮對此主動層之發射光效率作改善時，最好此井層數係10個或以上之數目。然而，若存在一個反射層時，必須注意吸收反射自反射層的光線之主動層。因為此發光二極體的發光層亦能充作發射光的吸收層；光線的吸收率會隨著此井層數目的增加而增加。據此，增加主動層的發射光效率至某程度，並降低主動層的吸收光速率至某程度，

五、發明說明(5)

能強化此發光二極體的外部量子效率。

圖4中說明井層數目與發射光效率間的關係。根據圖4，此發射光效率隨井層數目的增加而上升。此外，圖5說明此井層數目與反射光的透射率間的關係。圖5透露出此透射率會隨著井層數目的減少而增加。根據此井層與障壁層的厚度與組合，能改變此等值；但能觀察到相似的傾向。

將向上的發射光與向下的發射光的和，乘上反射率與透射率能計算出輸出值；且因此能畫出如圖6所示的圖形。隨著不同反射層的反射率可能有不同的輸出；但是，具有大約3至7個井層數的主動層能擁有高輸出。因為井層數係3至7時，發射光之效率與主動層的透射率係相當平均，且能改善此外部量子效率；是以能製造高效能的發光二極體。

特別是此井層數最好係4。因為當有4個井層時，發射光之效率與主動層的透射率係最為平均，且更加改良此外部量子之效率；是以能製造高效能的發光二極體。

本發明的另一種特性，係能判定此等井層的總厚度，使得多重量子井層能展現出最佳的外部量子效率。調整井層的總厚度能改良主動層發射光的效率，且因此能適度配合於反射光的透射率，進而能改善此外部量子之效率。

吾人認為甚至當以此等井層的總厚度為橫軸時，將能獲得類似如圖4至圖6所示的一些結果。更特定的是此總厚度最好係200至600埃。於此範圍內之厚度，能獲得相當平衡的發射光效率與主動層之透射率；並能改善此外部量子之

五、發明說明(6)

效率；是以能製造高效能的發光二極體。

特別是此井層的總厚度係最佳為320埃。於此厚度下，發射光的效率與透射率係最為均衡，且更能改善此外部量子效率；是以能製造高效能的發光二極體。

較佳係此多重量子井層能滿足此情形下的井層數與總厚度。

根據本發明不特別限定此多重量子井層與其由任意已知材質所製成。最好特別是使用鋁鎵銦磷型材質製造此多重量子井層。另項選擇為，當形成於矽基板上時，可由第三族與第五族之混合半導體材質製成此多重量子井層；此混合半導體材質包括氮。此鋁鎵銦磷型材質，能呈現出第三族與第五族混合半導體內的最大直接轉移帶隙，使得亦可將其用作可見光之發射元件。此外，當施加於發光二極體時，其將進行500至690毫微米範圍內的直接轉移之發射光。其能呈現出高發射光效率。採用包括含氮之第三族與第五族混合半導體材質，是以能得到紫外線至藍光範圍內的發射光。

更特定的是，最好使用係交互層疊的鋁鎵銦磷障壁層與鎵銦磷井層，製成此多重量子井層。

根據本發明，係不特別地限定此反射層與任意已知結構與可施加的材質。

更特定的是，此反射層係最佳係由鋁鎵銦磷型材質所製成的分配型布拉格反射層。因為分配型布拉格反射層係相

五、發明說明 ()

同於多重量子井層的材質型式。易於調整材質氣體的流動率或切換在汽相生長 (vapor phase growth) 中的氣體，能輕而易舉地形成分配型布拉格反射層。舉例來說，此分配型布拉格反射層可能係鋁鎵銦磷層與鋁銦磷層之分層結構。

本發明之反射層可為包括多層鋁鎵砷型材質之分配型布拉格反射層；此鋁鎵砷型材質具有殊異於一般的折射係數 (refractive index)。據此，能獲得較高反射率的反射層，並能改進此外部量子之效率。例如，此分配型布拉格反射層，可能係分層結構之鋁鎵砷層與一個鋁砷層。

另項選擇為，此反射層可為分配型布拉格反射層；此層包括分層結構之鋁鎵銦磷型材質層與鋁鎵砷型材質層；此等層具有殊異於一般的折射係數。據此，能獲得較高反射率的反射層，並能改善外部量子之效率。

除了多重量子井層與此反射層外，此等發光二極體之成分包括一個基板、一個被覆層、一個電流擴散層與一些電極。並不特別限制此成分，且能適度地選擇任意材質與結構。

實例

實例 1

將說明根據本發明實例 1 之發光二極體。圖 1 顯示實例 1 之發光二極體的剖面圖。此分層之發光二極體包括：

一個 n 型鎵化砷基板 11；

一個包括 20 層 n 型 (鋁鎵化砷或鋁化砷) 層的分配型布拉格反射層 12；

五、發明說明(8)

一個1微米厚度的n型鋁銦化磷被覆層13；

一個包括多重鎵銦化磷井層與多重 $(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P$ 之障壁層之多重量子井層(主動層)14；此多重鎵銦化磷井層之各層具有80埃的厚度；此多重 $(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P$ 之障壁層的各層具有120埃之厚度；

一個1微米厚度的P型鋁銦化磷被覆層15；與

一個7微米厚度的P型 $Ga_{0.9}In_{0.1}P$ 電流擴散層16。

電極17與18係各形成於一個P邊與一個n邊上。

製成的各發光二極體之多重量子井層內的井層數係不相同；且因而能測得其輸出。圖7所示為其結果。當此井層數為3至7，且其總厚度為200至600埃時，能獲得較佳的輸出。特別是當此井層數係4時，能顯現最大的輸出。

實例2

將說明根據本發明實例2之發光二極體。圖2顯示出實例2之發光二極體的剖面圖。此分層結構的發光二極體包括：

一個n型鎵化砷基板11；

一個包括10層n型(鋁鎵銦磷或鋁銦磷)層的分配型布拉格反射層22；

一個1微米厚度的n型鋁銦磷被覆層13；

一個包括多重 $(Al_{0.1}Ga_{0.9})_{0.5}In_{0.5}P$ 井層與多重 $(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P$ 之障壁層24；前者之各層具有50埃之厚度；而後者之各層厚度為120埃；

一個1微米厚度的P型鋁銦化磷被覆層15；與

五、發明說明(9)

一個7微米厚度的P型 $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{P}$ 電流擴散層16；

各形成於一個p邊與一個n邊上的電極17與18。

實例2的發光二極體，採用鋁鎵銻磷材質製成的分配型布拉格反射層，是與實例1不同的地方。由此形成的分配型布拉格反射層也顯現出高反射率，使得能獲得相同的效應。甚至在改變此多重量子井層的厚度與成分的情況下，能發射較短波長的光線；具有4個井層的多重量子井層能獲得多於具有10個井層的多重量子井層之輸出。

本發明並不限定於上述的兩個例子。可改變此多重量子井層之鋁鎵銻磷的成分，以發射各波長的光。

此外，此分配型布拉格之反射層可能係一個鋁鎵化砷型材質層與一個鋁鎵銻磷型材質層的分層結構。

實例3

將說明根據本發明之實例3之發光二極體。圖8顯示出實例3之發光二極體的剖面圖。此分層結構的發光二極體包括：

一個n型矽基板41；

一個分配型布拉格反射層42；其包括20層n型(鎵化氮或鋁鎵化氮)層；

一個厚度係2微米的n型鎵化氮外覆層43；

一個多重量子井層(主動層)44；其包括多重銻鎵化氮井層與多重銻鎵化氮障壁層；前後者之各層厚度係100埃；

一個厚度係0.02微米的p型鋁鎵化氮被覆層45；與

五、發明說明 (10)

一個厚度係0.2微米的p型鎵化氮接觸層46。

在p型鎵化氮接觸層46上方，形成一個光透射電極471與鍵結墊位(bonding pad)472；而一個電極48係形成於n型矽基板上。

此多重量子井層係使用包含氮材質，是與實例1與2不同的地方。據此，能獲得紫外線至藍色光範圍內的發射光。

因此，根據本發明，此發光二極體內包括多重量子井主動層與位於主動層下方的反射層；此多重量子井主動層之構造係最佳化，以抑制吸收反射自反射層的光線，以獲得較高之輸出。

四、中文發明摘要(發明之名稱:發光二極體)

一種發光二極體，包括作為主動層之多重量子井(multiple quantum well, MQW)層；以及位於主動層下方的反射層；其中，多重量子井層內的井層數目與/或井層之總厚度係被決定，俾使多重量子井層能展現出，其外部量子效率係高於包括單一井層之多重量子井層之效率。

英文發明摘要(發明之名稱: LIGHT EMITTING DIODE)

A light emitting diode comprising a multiple quantum well (MQW) layer as an active layer and a reflecting layer below the active layer, wherein the number and/or total thickness of well layers in the MQW layer is determined such that the MQW layer shows an external quantum efficiency higher than that of an MQW layer including a single well layer.

六、申請專利範圍

1. 一種發光二極體，包括作為主動層的多重量子井(MQW)與位於主動層下方的反射層；其中，多重量子井層內的井層數係被決定，俾使多重量子井層能展現，較高於包括單一井層在內的多重量子井層之外部量子效率。
2. 如申請專利範圍第1項之發光二極體，其中判定此等井層數，俾使能展現最佳的外部量子效率。
3. 如申請專利範圍第2項之發光二極體，其中此等井層數係3至7。
4. 如申請專利範圍第3項之發光二極體，其中此等井層數係4。
5. 如申請專利範圍第1項之發光二極體，其中此多重量子井層包括鋁鎵銦磷型材質層。
6. 如申請專利範圍第1項之發光二極體，其中此多重量子井層係形成於矽基板上，且包括含括氮在內的第三族與第五族之混合半導體層。
7. 如申請專利範圍第5項之發光二極體，其中此反射層係一個分佈型布拉格反射(DBR)層；此分佈型布拉格反射(DBR)層包含一個鋁鎵銦磷型材質層、一個鋁鎵砷型材質層或一個此等類型之分層結構。
8. 一種發光二極體，包括作為主動層的多重量子井(MQW)層與位於主動層下方的反射層；其中，多重量子井層內的井層總厚度係被決定，俾使多重量子井層能展現最佳的外部量子效率。
9. 如申請專利範圍第8項之發光二極體，其中此等井層的

六、申請專利範圍

總厚度係200至600埃。

- 10.如申請專利範圍第9項之發光二極體，其中此等井層的總厚度係320埃。
- 11.如申請專利範圍第8項之發光二極體，其中此多重量子井層包括一個鋁鎵銦磷型材質層。
- 12.如申請專利範圍第8項之發光二極體，其中此多重量子井層係形成於矽基板上，且包括含括氮在內的第三族與第五族之混合半導體層。
- 13.如申請專利範圍第8項之發光二極體，其中此反射層係一個分佈型布拉格反射(DBR)層；此分佈型布拉格反射層包含一個鋁鎵銦磷型材質層、一個鋁鎵砷型材質層或一個此等類型之分層結構。

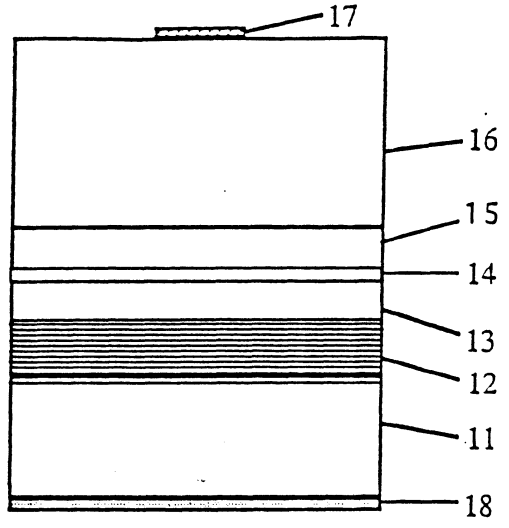


圖 1

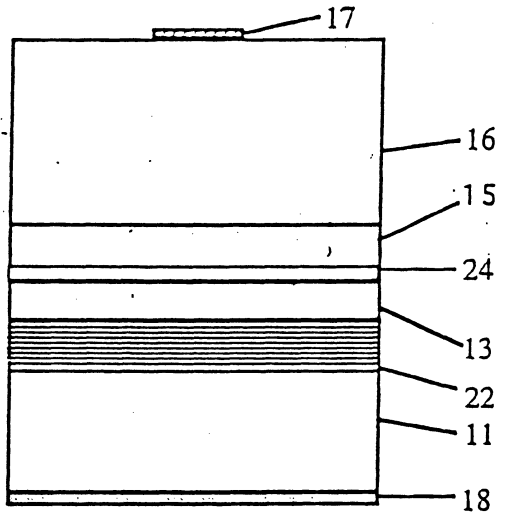


圖 2

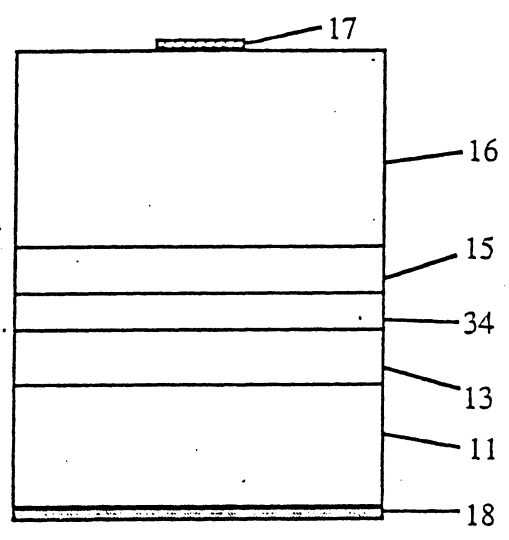


圖 3(a)
先前技藝

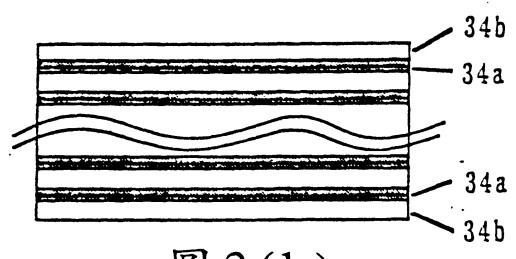


圖 3(b)
先前技藝

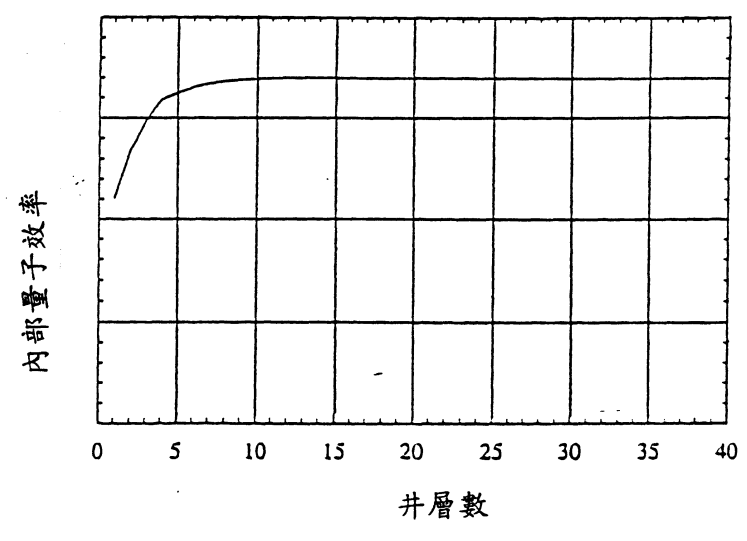


圖 4

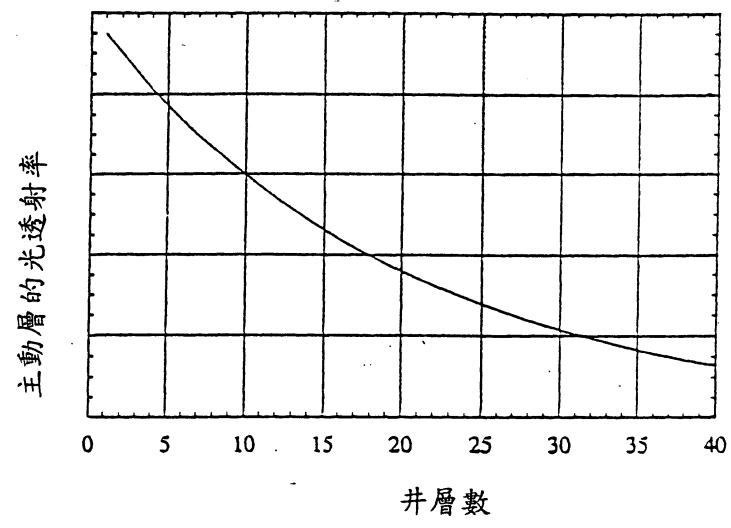


圖 5

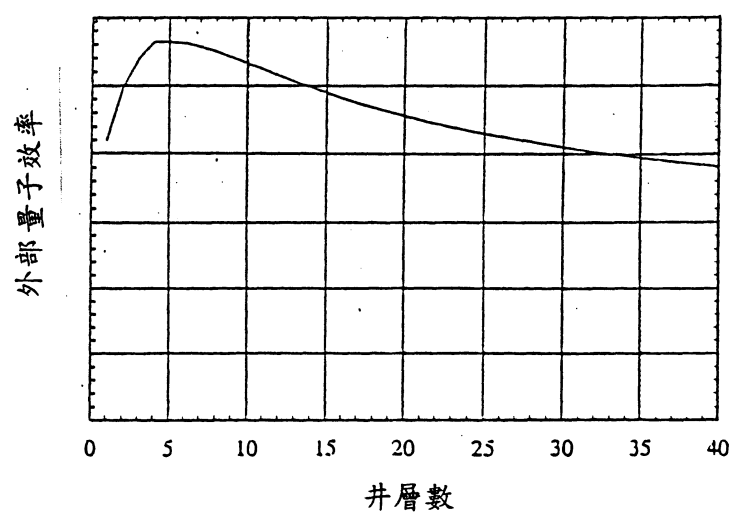


圖 6

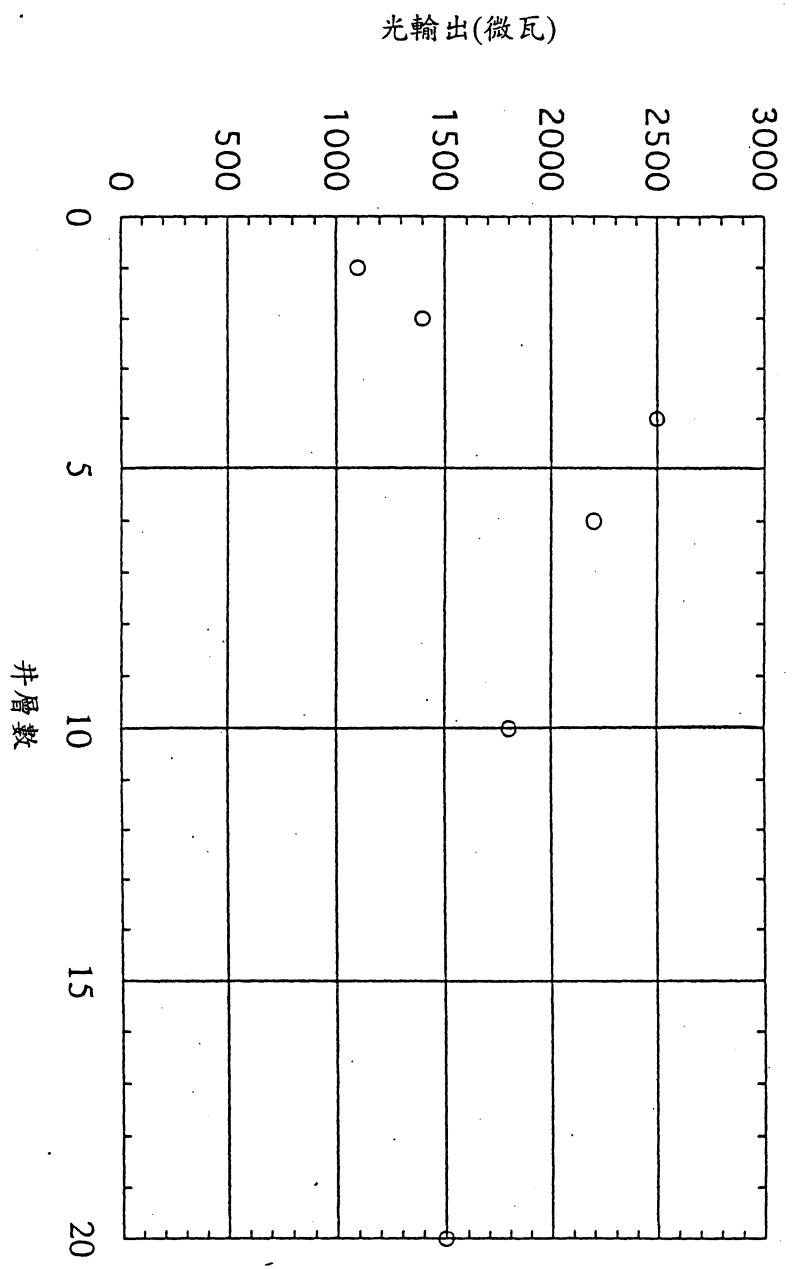


圖 7

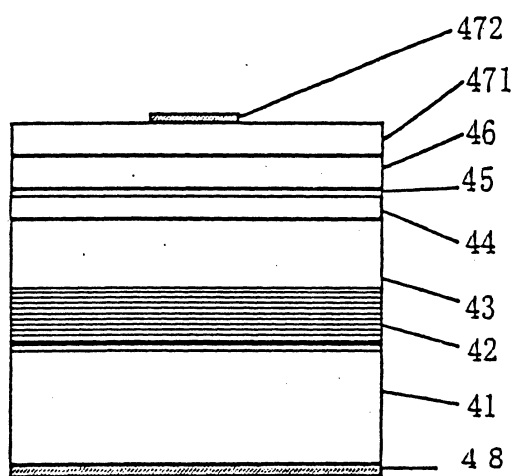


圖 8