

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 96111265

※ 申請日期： 96.3.30

※IPC 分類：

H01L 21/205 (2006.01)

H01L 33/00 (2010.01)

H01S 5/34 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體層之成膜方法

METHOD FOR DEPOSITING SEMICONDUCTOR LAYER

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日亞化學工業股份有限公司(日亜化学工業株式会社)

NICHIA CORPORATION

代表人：(中文/英文)

小川英治 / OGAWA, EIJI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國德島縣阿南市上中町岡 491 番地 100

491-100, Oka, Kaminaka-cho, Anan-shi, Tokushima, Japan

國 籍：(中文/英文)

日本/Japan

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

淺野英樹(淺野英樹)/ASANO, HIDEKI

國 籍：(中文/英文)

日本/Japan

99年7月7日修正
補充 p. ~ 46

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本 2006/3/31 特願 2006-096879

2. 日本 2007/2/22 特願 2007-042239

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種含有 III-V 族半導體化合物作為主要構成之半導體層，其可由一般式子表示： $Al_xGa_yIn_zN$ ，其中在 $x+y+z=1$ 的條件下， x 代表滿足情況 $0 \leq x < 1$ 之數字， y 代表滿足情況 $0 < y < 1$ 之數字， z 代表滿足情況 $0 < z < 1$ 之數字。此半導體層利用雷射輔助有機金屬氣相磊晶技術形成。一種半導體發光裝置，包含半導體層並可被構成作為半導體雷射或發光二極體。

六、英文發明摘要：

A semiconductor layer contains, as a principal constituent, a Group III-V semiconductor compound, which may be represented by the general formula: $Al_xGa_yIn_zN$, wherein x represents a number satisfying the condition $0 \leq x < 1$, y represents a number satisfying the condition $0 < y < 1$, and z represents a number satisfying the condition $0 < z < 1$, with the proviso that $x+y+z=1$. The semiconductor layer is formed with a laser assisted metalorganic vapor phase epitaxy technique. A semiconductor light emitting device comprises the semiconductor layer and may be constituted as a semiconductor laser or a light emitting diode.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 2A、2B 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	半 導 體 雷 射
11	半 導 體 基 板
12	N 型 披 覆 層
13	無 摻 雜 下 部 光 導 層
14	半 導 體 主 動 層
14 A	量 子 井 層
14 B	障 壁 層
15	無 摻 雜 上 部 光 導 層
16	P 型 披 覆 層
17	P 型 接 觸 層
20	絕 緣 薄 膜
20 A	小 孔
21	P 型 電 極
22	N 型 電 極

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種含有 III-V 族半導體化合物作為主要構件之半導體層，其可由一般式子 $Al_xGa_yIn_zN$ 表示，其中在條件為 $x+y+z=1$ 時， x 代表滿足情況 $0 \leq x < 1$ 的數字， y 代表滿足情況 $0 < y < 1$ 的數字，並且 z 代表滿足情況 $0 < z < 1$ 的數字。本發明也關於一種用以形成半導體層之製程。本發明還關於一種包含半導體層之半導體發光裝置，以及一種包含半導體發光裝置之半導體發光裝置。

【先前技術】

在發光二極體領域中，氮化鎵 (GaN) 類材料已經發展成熟，並且高效率藍光與綠光發光二極體也已實際上被使用。針對紅、綠與藍色三原色之發光二極體因而變得可用的，並且用在顯示應用以及類似物之發光二極體之運用，已開始存在。

同樣地，近年來，白光發光二極體已實際上被使用。白光發光二極體包含藍光發光二極體以及設置於藍光發光二極體附近之螢光物質，其中螢光物質可被藍光發光二極體產生之光所激發，並因而可產生具有波長的光，該波長係落入不同於藍光波長區之波長區中。作為白光發光二極體，由藍光發光二極體所產生的光與由螢光物質所產生的光係結合在一起，並藉以獲得白光。

在半導體雷射之領域中，半導體雷射可產生具有落入實際上已被使用之 375nm (接近紫外光波長區的波長) 到

450nm(藍光波長區之波長)範圍中之波長的雷射光束。然而，在現存情況下，實際上可產生具有較長波長而落入綠光到黃光波長區中之雷射光束之半導體雷射的使用是難以預期的。

利用氧化鋅(ZnO)基板作為基板之AlGaInN類半導體雷射已被提出。例如，日本未審查專利公開號第1(1989)-017484號。將目前使用之半導體雷射所產生之雷射光束之可能波長限制於450nm之藍光波長區的原因之一，係使用GaN基板作為基板。其考量到，若使用具有晶格常數大於GaN基板晶格常數之ZnO基板，則與ZnO基板晶格匹配之AlGaInN類材料之帶隙能量可被設定為小的，並且半導體雷射所產生之具有較長波長之雷射光束可因而被獲得。

然而，例如，日本未審查專利公開號第1(1989)-017484號提出之利用氧化鋅(ZnO)基板作為基板之AlGaInN類半導體雷射，遇到關於生產的問題。特別是，若AlGaInN材料藉由有機金屬氣相磊晶技術(以下稱為MOVPE技術)導致於ZnO基板上成長時，ZnO基板之氧原子會被消除、在結晶成長以前基板本身惡化(deterioration)以及不能導致具有良好品質結晶的成長。其中該MOVPE技術係廣泛地用在半導體雷射的生產。同樣地，例如，日本未審查專利公開號第1(1989)-017484號提出之半導體雷射，半導體主動層具有一巨大結構(bulk structure)。例如，日本未審查專利公開號第1(1989)-017484號中提出之半導體雷射，具有此一元件結

構，使得高效特性總是不能被獲得。

如上所述，例如，日本未審查專利公開號第 1(1989)-017484 號中提出之半導體雷射，具有關於基板惡化與 AlGaInN 材料之低結晶特性之生產問題，以及關於裝置結構之問題，其中半導體主動層具有巨大結構。因此，例如，日本未審查專利公開號第 1(1989)-017484 號中提出之半導體雷射，其總是不可能獲得一具有高效率以及良好發光特性之半導體雷射。同樣地，在已說明之實例中，例如，日本未審查專利公開號第 1(1989)-017484 號中，其只有說明藍色到紫色的雷射光束之生產。因此，在例如日本未審查專利公開號第 1(1989)-017484 號中，並沒有描述到關於具有落入綠光波長區或較長的波長區中之長波長的雷射光束生產。

再者，根據傳統發光二極體，單單只有發光二極體並不可直接產生白光。特別地是，直到目前為止，藉由藍光發光二極體激發之螢光物質，結合由藍光發光二極體產生的光以及由螢光物質產生的光在一起，並可因而間接地獲得白光。若發光效率被考量到時，令人期待的是，可直接地產生白光之白光發光二極體可被獲得。

【發明內容】

本發明之主要目的係提供一薄膜形成製程，以導致一 AlGaInN 層或一 GaInN 層成長於如 ZnO 基板之基板上，使得可抑制基板之惡化，並使得已形成的層可具有良好的結晶特性。

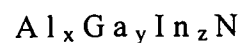
本發明之另一目的係提供利用薄膜形成製程形成之半導體層。

本發明之再一目的係提供一種半導體發光二極體，藉由薄膜形成技術，具有高效率與良好發光特性。

本發明之另一目的係提供一種可產生雷射光束之半導體雷射，其中該雷射光束具有波長落入綠光到黃光波長區中。

本發明之特定目的係提供一種白光發光二極體，其具有高效率並可直接產生白光。

本發明提供一種含有 III-V 族半導體化合物作為主要構成之半導體層，其可由一般式子表示：



其中在條件為 $x+y+z=1$ 時， x 代表滿足情況 $0 \leq x < 1$ 的數字， y 代表滿足情況 $0 < y < 1$ 的數字，並且 z 代表滿足情況 $0 < z < 1$ 的數字。

以雷射輔助有機金屬氣相磊晶技術（亦即，雷射輔助 MOVPE 技術）形成半導體層。

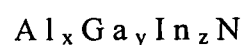
對由雷射輔助 MOVPE 技術，當雷射光束照射至基板時，至少一種包含有機金屬化合物之薄膜形成原料，在氣相中供應至基板上。至少一部分薄膜形成原料因而分解，並且導致含有薄膜形成原料之構成元素之薄膜在氣相中成長至基板上。

在此所使用的名詞“主要構成 (principal constituent)”意指該構成之包含比例為至少 99 莫耳 %。

依據本發明，可修改半導體層使得有機金屬化合物可用以作為 III 族原料，並且氮用以作為 V 族原料。同樣地，依據本發明，可修改半導體層使得半導體層形成於 ZnO 基板上。再者，依據本發明，可修改半導體層使得半導體層在最多 800°C 的薄膜形成溫度下形成。

本發明也提供一種用以形成半導體層之製程，其包含下列步驟：

藉由使用雷射輔助有機金屬氣相磊晶技術，於基板上形成半導體層，該半導體層含有 III-V 族半導體化合物作為主要構成，其中可以一般式子表示：



其中在條件為 $x+y+z=1$ 時， x 代表滿足情況 $0 \leq x < 1$ 的數字， y 代表滿足情況 $0 < y < 1$ 的數字，並且 z 代表滿足情況 $0 < z < 1$ 的數字。

依據本發明用以形成半導體層之製程，應較佳地被修改，使得雷射光束從至少一個方向照射至基板，致使雷射光束僅通過基板上方，以及在約平行基板之基板表面的方向；

相對於基板，執行薄膜形成原料之供應，同時雷射光束因而照射至基板；以及

藉以形成半導體層。

在此所使用的名詞“約平行基板表面的方向”意指雷射光束照射的方向，相對於與基板之基板表面垂直的方向，該方向產生一個落入 90 ± 2 度範圍中的角度。

在此情況下，依據本發明用以形成半導體層之製程，應更佳地被修改，使得照到基板之雷射光束的照射，可利用雷射光束外形(profile)執行，使得雷射光束強度的分佈約為均勻的，其中該分佈係於平行基板表面之方向中得到，並使得雷射光束強度的分佈為約由高斯(Gaussian)分佈所代表的分佈，其中該分佈係於垂直基板表面之方向中得到；以及

照射雷射光束至基板，使得雷射光束強度之分佈峰值，落入從基板表面最多 2mm 的範圍中，其中該範圍係於垂直基板表面之方向中得到。

本發明再提供第一半導體發光裝置，其包含依據本發明之半導體層。

本發明另再提供第二半導體發光裝置，包含：

- i) 第一電傳導型半導體基板；
- ii) 第一電傳導型電極；
- iii) 第一電傳導型披覆(cladding)層；
- iv) 半導體主動層；
- v) 第二電傳導型披覆層；以及
- vi) 第二電傳導型電極。

該第一電傳導型半導體基板為 ZnO 基板；

第一電傳導型披覆層與第二電傳導型披覆層之每一層為 AlGaInN 層；

半導體主動層為多重量子井主動層，其係由包含 GaInN 量子井層之積層結構以及從由 GaInN 障壁層與 AlGaInN 障

壁層組成群中選擇至少一個障壁層所構成。

第一電傳導型披覆層、半導體主動層以及第二電傳導型披覆層之每一層係藉由使用雷射輔助有機金屬氣相磊晶技術而形成。

在此所使用之名詞”第一電傳導型”意指 p 型與 n 型之其中之一，而在此所使用之名詞”第二電傳導型”意指另一型。因此，在此所使用之名詞”第一電傳導型”與名詞”第二電傳導型”意指不同的電傳導型。

依據本發明構成第二半導體發光裝置，使得第一電傳導型電極與第二電傳導型電極在半導體基板之不同表面上形成。或者，依據本發明構成第二半導體發光裝置，使得第一電傳導型電極與第二電傳導型電極在半導體基板之相同表面上形成。同理，可使用電傳導 ZnO 基板，作為第一電傳導型半導體基板。在此情況下，電傳導 ZnO 基板也可作為第一電傳導型電極。

依據本發明之第二半導體發光裝置，應可較佳地被修改，使得第一電傳導型半導體基板為 ZnO(0001)基板，並且

第一電傳導型披覆層與第二電傳導型披覆層約與第一電傳導型半導體基板晶格匹配。

同樣地，在此情況下，依據本發明之第二半導體發光裝置應可較佳地被修改，使得構成半導體主動層之 GaInN 量子井層之每一層之晶格常數，大於第一電傳導型半導體基板之晶格常數，並且

構成半導體主動層之至少一障壁層係約與第一電傳導

型半導體基板晶格匹配，其中障壁層係由 GaInN 障壁層與 AlGaInN 障壁層組成群中選出。

在此所使用之名詞”約晶格匹配”意指該二層滿足 $(a_1 - a_2)/a_1 < 3\%$ 的情況，其中 a_1 代表二層之其中一層之晶格常數，而 a_2 代表另一層之晶格常數。

依據本發明，可配備一半導體雷射，其具有由依據本發明之第二半導體發光裝置所構成之元件，並其可產生一種具有波長落入 480nm 到 630nm(綠光到紅光波長區)範圍中的雷射光束。

同樣地，依據本發明，可配置一發光二極體，其具有由依據本發明之第二半導體發光裝置所構成之裝置，並且其具有一種構造，使得構成半導體主動層之複數 GaInN 量子井層之過渡波長(transition wavelength)為互相不同。

具有上述構造之發光二極體，應可更佳地被修改，使得構成半導體主動層之複數 GaInN 量子井層之過渡波長可被設定，致使 GaInN 量子井層之過渡波長是最短的，其中該 GaInN 量子井層係最接近第一電傳導型半導體基板，並且當 GaInN 量子井層的位置變得遠離基板時，GaInN 量子井層之過渡波長可被設為連續長的。

同理，具有上述構造之發光二極體，應可更佳地被修改，使得構成半導體主動層之複數 GaInN 量子井層具有不同的構成成分及/或不同的厚度，並且複數 GaInN 量子井層之過渡波長可藉此改變。

再者，具有上述構造之發光二極體，應可更佳地被修

改，使得第一電傳導型電極在備有孔洞(aperture)的圖案中形成，並且經由孔洞將光帶至外部。

依據本發明，可得到一發光二極體，其中白光直接從半導體主動層射出。

在此所使用之名詞”白光”意指廣泛含有具有波長落入藍光至紅光波長範圍中的光，亦即波長範圍在 470nm 到 640nm 的光。

依據本發明，可得到一發光二極體，其具有一種依據本發明之第二半導體發光裝置之裝置構造，並且其具有可在中央發射波長中變化之複數發光部。如上述構造，可得到一種可產生白光的發光二極體。

如具有上述構造之發光二極體，至少於下述特性中選擇一種特性：面積，厚度，以及可針對每一發光部變化之半導體主動層之構成成分，以及可藉以改變的複數發光部之中央發射波長。

再者，具有上述構造之發光二極體，應可更佳地被修改，使得複數發光部之第一電傳導型電極彼此電性隔離，及/或複數發光部之第二電傳導型電極彼此電性隔離。

本發明也提供一種半導體發光裝置，包含：

i) 依據本發明之半導體發光裝置，其係構成作為具有已形成之複數發光部之發光二極體，使得複數發光部之第一電傳導型電極彼此電性隔離，及/或複數發光部之第二電傳導型電極彼此電性隔離；以及

ii) 一電流控制部，用以控制電流流過半導體發光裝置

之複數發光部之每一部分；

該半導體發光裝置與電流控制部係整合嵌至基板上。

依據本發明之構造，藉由雷射輔助有機金屬氣相磊晶技術的輔助下（亦即，雷射輔助 MOVPE 技術），導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長於基板（如 ZnO 基板）上。依據本發明之構造，可導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長於如 ZnO 基板之基板上，致使可抑制基板的惡化，並使得形成層可具有良好的結晶特性。若應用如上述之薄膜形成技術，可得到半導體發光裝置，其具有高效率以及良好的發光特性。

同理，依據本發明之技術，可得到半導體雷射，其具有高效率並可產生具有波長落入綠光至黃光波長區中之雷射光束。依據本發明之技術，在半導體雷射的領域中，半導體雷射變得可用在紅色、綠色與藍色之三原色中。可預期的是，此半導體雷射可被用在全色 (full color) 雷射顯示裝置與類似物上。

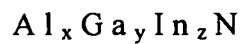
再者，依據本發明之技術，可得到白光發光二極體，其具有高效率並可直接產生白光。依據本發明之白光發光二極體，可得到一顯著地高發光效率，並且電力消耗可保持明顯低於傳統白光發光二極體：其中螢光物質係由藍光發光二極體所激發，其中將藍光發光二極體產生的光與螢光物質所產生的光結合在一起並因而間接得到的白光。

【實施方式】

本發明將隨附圖式在以下做詳細說明。

[半導體層與薄膜形成製程]

依據本發明之半導體層，其特徵為含有以 III-V 族半導體化合物為主要構成，其可以一般式子表示：



其中在條件為 $x+y+z=1$ 時， x 代表滿足情況 $0 \leq x < 1$ 的數字， y 代表滿足情況 $0 < y < 1$ 的數字，並且 z 代表滿足情況 $0 < z < 1$ 的數字。

使用雷射輔助有機金屬氣相磊晶技術(亦即，雷射輔助 MOVPE 技術)形成半導體層。

依據本發明之半導體層可為一種摻雜半導體層，其具有摻雜 p 型摻雜物或 n 型摻雜物。或者，依據本發明之半導體層可為一種無摻雜半導體層。

依據本發明之半導體層可形成於任意基板上。依據本發明之半導體層可形成於 ZnO 基板上，其在利用普通之 MOVPE 技術情況下會發生惡化。ZnO 基板應可較佳地為 n 型 ZnO(0001)基板。

依據本發明之半導體層可以一種製程來形成，其中使用有機金屬化合物作為 III 族原料，並使用氮作為 V 族原料。在此情況下，該 III 族原料應可較佳地為 TMA(三甲鋁(trimethylaluminum))/TMG(三甲鎵(trimethylgallium))或 TEG(三乙鎵(triethylgallium))/TMI(三甲銦(trimethylindium))。

若藉由普通 MOVPE 技術之使用而導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長時，則供應上述原料至具有用來作為載氣(carrier gas)之氫氣或氮氣之基板上，並在基板溫度在 800°C 至 1100°C 範圍中的情形下，執行薄膜形成。為了分

解上述只在基板上方之原料，需要約 1000°C 的溫度。特別是，針對氮的分解，需要約 1000°C 的溫度。

若藉由普通 MOVPE 技術之使用而導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長於 ZnO 基板上時，則消除基板中的含氧，而在基板表面上形成起因於喪失氧 (oxygen loss) 的空隙缺陷 (Empty defect)。因而惡化基板，以及不能成長具有良好品質的結晶。

本發明發現上述缺失，若運用雷射輔助 MOVPE 技術，當雷射光束照射至基板時，執行有機金屬氣相成長，如氮氣原料之分解，可提升雷射光束的光子能量，並且可導致 AlGaInN 層或 GaInN 層在低溫成長。

特別是，依據本發明之半導體層，可在最多 800°C 之薄膜形成溫度 (一種基板溫度) 形成。本發明者已證實有機金屬氣相成長可在最多 500°C 之溫度執行。然而，若薄膜形成溫度相當高或相當低時，則結晶品質傾向變得不穩定。本發明者發現，薄膜形成溫度應可較佳地落入 500°C 到 800°C 的範圍中，並且可在約 700°C 的薄膜形成溫度下得到最好的結晶品質。

如上所述，依據本發明，可執行低溫度成長。因此，依據本發明，若使用 ZnO 基板作為基板，則可抑制基板之惡化，並可導致成長具有良好品質的結晶。

一個雷射輔助 MOVPE 技術的實例，其依據本發明適合用在半導體層之薄膜形成，並將參照第 1A 與 1B 圖說明如下。第 1A 圖係顯示薄膜形成裝置之平面示意圖，其適合使

用在依據本發明之半導體層的薄膜形成。第 1B 圖係顯示第 1A 圖之薄膜形成裝置之側視示意圖。

參照第 1A 與 1B 圖，一薄膜形成裝置 100 包含反應管 110，其係被構成使得至少一部分雷射光束 L 之通道容許光傳輸。此薄膜形成裝置 100 也包含雷射光束照射光學系統 120，用以將雷射光束 L 照射至反應管 110 中。此雷射光束 L 可為一連續的雷射光束，其典型地可為二氧化碳雷射光束。或者，雷射光束 L 可為一脈衝雷射光束，其典型地可為準分子(excimer)雷射光束。

一由碳或類似物製成之接收器 111，並且於其上被一如 ZnO 基板之基板 200 支撐而設置於反應管 110 中。在第 1A 與 1B 圖所說明之實例中，接收器 111 與基板 200 具有環形盤狀形狀。接收器 111 可藉由加熱器(沒有顯示)被加熱至預期溫度，並且基板 200 因而可被加熱至預期溫度。如上所述，依據本發明，薄膜形成可在最多 800°C 之薄膜形成溫度(一種基板溫度)下執行。

一種引入反應管 110 之原料氣體 G，其包含 III 族原料(例如，TMA/TEG/TMI)，V 族原料(例如，氮)，以及，當必須時，包含一如氫氣之載氣。

此雷射光束照射光學系統 120 包含雷射光束源 121。此雷射光束照射光學系統 120 也包含用以放大從雷射光束源 121 照射出之雷射光束之光束直徑的放大鏡 122。雷射光束照射光學系統 120 更包含瞄準鏡頭 123，用以瞄準已從放大鏡 122 照射出之雷射光束。雷射光束照射光學系統 120 另

包含反射鏡 124，用以朝基板 200 之側端反射從瞄準鏡頭 123 照射出之雷射光束。雷射光束照射光學系統 120 照射雷射光束 L 至基板 200 是充足的，並且此光學系統可以各種不同的方式設計。

並未施加限制於該雷射光束源 121。然而，雷射光束源 121 應可較佳地為一可產生具有波長落入 150nm 到 310nm 範圍中之雷射光束之紫外線雷射。紫外線雷射之優點為光子能量高，並且以鍵能 (bond energy) 之觀點預期原料分解提升效果大。紫外線雷射之例包括準分子雷射 (如 ArF、KrF、XeCl、XeF 或 F₂) 以及紫外線固態雷射。

可設計雷射光束照射光學系統 120 的位置使得雷射光束 L 只通過基板 200 的上方，並從一個方向至約平行基板 200 之基板表面方向。同樣地，可設計雷射光束照射光學系統 120 之放大光學系統或類似物，使得雷射光束 L 可照射至基板 200 之表面的整個區域。

雷射光束 L 之照射方向可被任意地設計。雷射光束 L 可從垂直基板表面方向或從相對於基板表面的傾斜方向照射。然而，若雷射光束 L 從垂直基板表面方向或從相對於基板表面的傾斜方向照射時，則在某些照射的情況下將有風險，此雷射光束 L 將強烈地照射至基板表面上並將損害基板 200 或正在成長的結晶。

因此，在第 1A 與 1B 圖說明之實例中，雷射光束 L 應更可較佳地照射至基板 200，使得雷射光束 L 可僅通過基板 200 上方，並且在約平行基板 200 之基板表面的方向中。若

此雷射光束 L 於上述方向中照射時，則可抑制基板 200 受到損害，並可抑制雷射光束 L 分解與消除成長中的結晶。

雷射光束 L 到基板 200 之照射可利用雷射光束外形執行，使得雷射光束強度的分佈近乎是均勻的，其中該分佈係考量平行於基板表面的方向。並使得雷射光束強度的分佈近乎可為以高斯分佈表示的分佈，其中此分佈係考量垂直基板表面的方向。若雷射光束 L 到基板 200 的照射以上述雷射光束外形執行時，則約基板 200 之表面之整個區域可被大約均勻地處理，並且可導致具有均勻品質的薄膜成長。

第 1C 圖係雷射光束 L 之雷射光束強度之分佈的實例曲線圖，其中該分佈係考量垂直於基板表面的方向。

雷射光束 L 應可較佳地照射至基板 200，使得雷射光束強度之分佈之峰值出現於自基板表面最多 2mm 的範圍內，其中該分佈係考量垂直於基板表面之方向，並且其中上述範圍係考量垂直於基板表面之方向。若雷射光束 L 之照射利用上述雷射光束外形執行時，則通過基板 200 上方之雷射光束 L 之雷射光束強度可保持高的，並且基板 200 上氣相成長之反應可被有效地執行。

可只使用一種雷射光束源 121。或者，可利用複數個雷射光束源 121、121，...。若雷射光束源 121、121，...之數量係設定為大的時，則可預期的是，照射至基板 200 的總雷射光束量可被設定為大的，並且，關於特定種類的原料來說，可更進一步提升原料的分解。

若利用複數雷射光束源 121, 121, ..., 則藉此複數雷射光束源 121, 121, ...產生雷射光束 L, L, ..., 而相對於基板 200 可自不同方向以獨立方式照射至基板 200。或者, 藉此複數雷射光束源 121, 121, ...所產生之雷射光束 L, L, ..., 可結合在一起並以結合之雷射光束照射至基板 200。

同樣地, 若利用複數雷射光束源 121, 121, ..., 則藉此複數雷射光束源 121, 121, ...所產生之雷射光束 L, L, ...可具有相同的波長。或者, 藉此複數雷射光束源 121, 121, ...所產生之雷射光束 L, L, ..., 可具有不同波長。

例如, 若使用多重種類的薄膜形成原料時, 則複數雷射光束源 121, 121, ...可產生具有不同波長之雷射光束 L, L, ..., 而此雷射光束 L, L, ...應可較佳被使用。同樣地, 在此情況下, 具有不同波長之雷射光束 L, L, ...應較佳地以獨立方式照射至基板 200。或者, 在此情況下, 具有不同波長之雷射光束 L, L, ...應較佳地結合在一起並以結合之雷射光束照射至基板 200。若使用多種鍵能不同的薄膜形成原料時, 由複數雷射光束源 121, 121, ...所產生之雷射光束 L, L, ...之波長應較佳地依照此多種薄膜形成原料之鍵能而變化。在此情況下, 此多種薄膜形成原料可被有效地分解。

若使用具有上述構成之薄膜形成裝置 100 時, 則可執行有機金屬氣相成長, 同時雷射光束 L(較佳為紫外線雷射光束)被照射至基板 200, 並且可導致 AlGaInN 層或 GaInN 層在低溫下成長。

如上所述，依據本發明之構造，藉由雷射輔助 MOVPE 技術，導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長於如 ZnO 基板之基板上。依據本發明之構造，可實現在低溫下成長。同樣地，可導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長於基板上，使得可抑制基板之惡化，並使已形成之層可具有良好的結晶特性。

[半導體發光裝置(半導體雷射)之第一實施例]

半導體雷射，其依據本發明作為半導體發光裝置之第一實施例，將參照第 2A 與 2B 圖而於下述說明。第 2A 圖係顯示半導體雷射之剖面圖，其依據本發明作為半導體發光裝置之第一實施例。第 2B 圖係顯示構成第 2A 圖之半導體雷射之半導體主動層之放大剖面圖。

參照第 2A 圖，此半導體雷射之實施例(半導體發光裝置)1 包含一 n 型(亦即第一電傳導型)半導體基板 11。此半導體雷射 1 也包含 n 型披覆層 12，無摻雜下部光導層 13，半導體主動層 14，無摻雜上部光導層 15，p 型(亦即第二電傳導型)披覆層 16，p 型接觸層 17，絕緣薄膜 20，以及 p 型電極 21，其係在 n 型半導體基板 11 之上表面上，並從 n 型半導體基板 11 之側端依序覆蓋。再者，n 型電極 22 係形成於 n 型半導體基板 11 之下表面上。

在此實施例中，如第 2B 圖中所示，半導體主動層 14 為具有積層結構之多重量子井主動層，其中該積層結構包含間隔覆蓋之量子井層 14A、14A、14A 以及障壁層 14B、14B。

在此半導體雷射 1 之實施例中，絕緣薄膜 20 係形成為

具有小孔 20A 之圖案。同樣地，其它每一層係形成於 n 型半導體基板 11 之表面的整個區域上方。特別地是，在此具有條紋結構之半導體雷射 1 之實施例，其中電流選擇性地只流過此絕緣薄膜 20 之小孔 20A 之開部區域。

將於下述說明 n 型半導體基板 11 之構成、每層之構成、以及每層之厚度之範例。

n 型半導體基板 11：

n-ZnO(0001)基板

n 型披覆層 12：

n-Al_{0.34}Ga_{0.41}In_{0.25}N 層(厚度：1.2μm)

無摻雜下部光導層 13：

Al_{0.1}Ga_{0.7}In_{0.2}N 層(厚度：0.1μm)

半導體主動層 14：

包含 Ga_{0.82}In_{0.18}N 量子井層(每層之厚度：3nm，三層之總數)以及 Al_{0.1}Ga_{0.7}In_{0.2}N 障壁層(每層之厚度：5nm，二層之總數)之積層結構，其係間隔地覆蓋。

無摻雜上部光導層 15：

Al_{0.1}Ga_{0.7}In_{0.2}N 層(厚度：0.1μm)

p 型披覆層 16：

p-Al_{0.34}Ga_{0.41}In_{0.25}N 層(厚度：1.2μm)

p 型接觸層 17：

p-Ga_{0.82}In_{0.18}N 層(厚度：0.2μm)

在此實施例中，調整該層構成使得 n 型披覆層 12、無摻雜下部光導層 13、無摻雜上部光導層 15、p 型披覆層 16

以及 p 型接觸層 17 係約與 n 型半導體基板 11 晶格匹配。

同樣地，調整該層構成使得構成半導體主動層 14 之每一量子井層 14A、14A、14A 之晶格接觸係大於 n 型半導體基板 11 之晶格接觸，並使得構成半導體主動層 14 之障壁層 14B、14B 約與 n 型半導體基板 11 晶格匹配。

若晶格常數之關係以上述方式設定，則產生雷射光束之波長可移動至較長的波長端，並且使得雷射光束之產生具有一落入 630nm 之紅光波長區之波長範圍中之波長變得可能。同樣地，由於可得到因應變(strain)而降低門檻電流(threshold current)之效果，故可將驅動電流(actuation current)設定為低的，並且可得到增強效率與抑制電力消耗之效果。

在此實施例中，從 n 型披覆層 12 至 p 型接觸層 17 之每一半導體層為依據本發明之半導體層，其利用雷射輔助 MOVPE 技術形成。

此半導體雷射 1 之實施例係以上述方式構成。

此半導體雷射 1 之實施例係以一製程產生，其中使用 ZnO 基板作為 n 型半導體基板 11，並且其中半導體層 12 到 17，每一層為 AlGaInN 層或 GaInN 層，藉由雷射輔助 MOVPE 技術之使用而在 n 型半導體基板 11 上形成。在此實施例中，可導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長於 n 型半導體基板 11 上，使得 n 型半導體基板 11 之惡化在產生時可被抑制，並使得已形成的層可具有良好的結晶特性。同樣地，在此半導體雷射 1 之實施例中，相對於在例如日本未審查專利

公告第 1(1989)-017484 號所提出之半導體雷射，半導體主動層 14 具有多重量子井結構。

在此半導體雷射 1 之實施例中，其中 n 型半導體基板 11 之惡化可被抑制，其中半導體層 12 到 17 具有良好的結晶特性，並且其中半導體主動層 14 具有多重量子井結構，由於上述所說明特徵之效果，可得到此具有高效率與良好發光特性之半導體雷射。

在此實施例之構造中，可提供半導體雷射 1，其可產生具有波長落入 480nm 到 630nm 之範圍內的雷射光束。在此實施例中，其可得到半導體雷射 1，其具有高效率並可產生具有波長落入綠光到黃光波長區內的雷射光束，並且其在過去實際上係不可被使用(可參照範例 1，其將於稍後說明)。

在上述實施例中，可使用電傳導 ZnO 基板作為 n 型半導體基板 11。在此情況中，此 n 型半導體基板 11 也可作為 n 型電極 22。

[半導體發光裝置之第二實施例(半導體雷射)]

單一橫向模式半導體雷射，其依據本發明，作為半導體發光裝置之第二實施例，參照第 3 圖將於下列說明。第 3 圖係顯示單一橫向模式半導體雷射，其依據本發明作為半導體發光裝置之第二實施例。在第 3 圖中，將類似的元件編號為與第 2A 圖相關之相同的元件符號。

參照第 3 圖，半導體雷射(半導體發光裝置)2 之實施例包含 n 型(亦即第一電傳導型)半導體基板 11。此半導體雷射 2 也包含 n 型披覆層 12、無摻雜下部光導層 13、半導體

主動層 14、無摻雜上部光導層 15、p 型 (亦即第二電傳導型) 第一披覆層 16、n 型電流阻擋層 18、p 型第二披覆層 19、p 型接觸層 17，以及 p 型電極 21，其係於 n 型半導體基板 11 之上表面上覆蓋，並以此順序從 n 型半導體基板 11 之側端覆蓋。再者，n 型電極 22 係形成於 n 型半導體基板 11 之下表面上。

此半導體雷射 2 之實施例係利用下列說明之製程產生。特別地是，在形成 p 型第一披覆層 16 之整個區域後，p 型第一披覆層 16 之部分區域可藉由蝕刻製程選擇性地移除，並且藉以形成脊狀條紋區 16A。之後，導致 n 型電流阻擋層 18 選擇性地成長於 p 型第一披覆層 16 上之區域中，在其區域中並沒有形成脊狀條紋區 16A，使得 n 型電流阻擋層 18 可夾於脊狀條紋區 16A 中間。之後，p 型第二披覆層 19、p 型接觸層 17，以及 p 型電極 21 係在脊狀條紋區 16A 與 n 型電流阻擋層 18 之上表面之整個區域上形成。此半導體雷射 2 之實施例具有條紋結構，其中電流僅選擇性地流過其中形成 p 型第一披覆層 16 之脊狀條紋區 16A 之區域。

在此實施例中，雖然沒有顯示，但半導體主動層 14 為具有積層結構之多重量子井主動層，其中此積層結構包含量子井層 14A、14A、14A、14A 以及障壁層 14B、14B、14B，其間隔地覆蓋 (可參照第 2B 圖)。

n 型半導體基板 11 之構成、每一層之構成以及每一層之厚度之設計範例將於下述說明：

n 型半導體基板 11：

n-ZnO(0001)基板

n 型披覆層 12 :

n-Al_{0.34}Ga_{0.41}In_{0.25}N 層 (厚度 : 2.0 μm)

無摻雜下部光導層 13 :

Al_{0.1}Ga_{0.7}In_{0.2}N 層 (厚度 : 0.1 μm)

半導體主動層 14 :

包含 Ga_{0.75}In_{0.25}N 經應變之量子井層 (每層之厚度 : 2.4 nm , 四層之總數) 以及 Ga_{0.82}In_{0.18}N 障壁層 (每層之厚度 : 4 nm , 三層之總數) 之積層結構 , 其係間隔地覆蓋。

無摻雜上部光導層 15 :

Al_{0.1}Ga_{0.7}In_{0.2}N 層 (厚度 : 0.1 μm)

p 型第一披覆層 16 :

p-Al_{0.34}Ga_{0.41}In_{0.25}N 層 (整個厚度 : 約 1.0 μm , 脊狀條紋區 16A 之寬度 : 2 μm , 脊狀條紋區 16A 之高度 : 0.5 μm)

n 型電流阻擋層 18 :

n-Al_{0.68}In_{0.32}N 層 (厚度 : 0.5 μm)

p 型第二披覆層 19 :

p-Al_{0.34}Ga_{0.41}In_{0.25}N 層 (厚度 : 2.5 μm)

p 型接觸層 17 :

p-Ga_{0.82}In_{0.18}N 層 (厚度 : 0.2 μm)

在此實施例中 , 調整該層構成使得半導體層 12 到 19 從 n 型披覆層到 p 型接觸層約與 n 型半導體基板 11 晶格匹配。半導體層 12 到 19 之每一層為依據本發明之半導體層 , 其利用雷射輔助 MOVPE 技術形成。

此半導體雷射 2 之實施例利用上述方法而組成。

此半導體雷射 2 之實施例係利用一製程而製造，其中使用 ZnO 基板作為 n 型半導體基板 11，並且其中半導體層 12 到 19，每一層為 AlGaInN 層或 GaInN 層，其係藉由雷射輔助 MOVPE 技術於 n 型半導體基板 11 上形成。在此實施例中，可導致 AlGaInN 層或 GaInN 層於 n 型半導體基板 11 上成長，使得 n 型半導體基板 11 之惡化在產生時可被抑制，並使得已形成之層可具有良好的結晶特性。同樣地，在此半導體雷射 2 之實施例中，與已提出於例如日本未審查專利公告第 1(1989)-017484 號中之半導體雷射相比，此半導體主動層 14 具有多重量子井結構。

此半導體雷射 2 之實施例，其中可抑制 n 型半導體基板 11 之惡化，其中半導體層 12 到 19 具有良好的結晶特性，以及其中半導體主動層 14 具有多重量子井結構，藉由上述之特徵效果，可得到具有高效率及良好發光特性之半導體雷射。

在此實施例之構成，可提供半導體雷射 2，其可產生具有波長落入 480nm 到 630nm 範圍中之雷射光束。在此實施例中，可得到半導體雷射 2，其具有高效率並可產生具有波長落入綠光到黃光波長區中之雷射光束，並且其在過去實際上不可被使用(可參照範例 2，其將於稍後說明)。

在上述實施例中，可使用電傳導 ZnO 基板作為 n 型半導體基板 11，在此情況下，此 n 型半導體基板 11 也可作為 n 型電極 22。

[半導體發光裝置之第三實施例(發光二極體)]

一發光二極體，其依據本發明作為半導體發光裝置之第三實施例，參照第 4A 與 4B 圖將於下列說明。第 4A 圖係顯示發光二極體之剖面圖，其依據本發明作為半導體發光裝置之第三實施例。第 4B 圖係顯示第 4A 圖之構成發光二極體之基板與主要層之能帶圖。

參照第 4A 圖，如同上述第一實施例，發光二極體(半導體發光裝置)3 之實施例包含 n 型(亦即第一電傳導型)半導體基板 11。此發光二極體 3 也包含 n 型披覆層 12、無摻雜下部光導層 13、半導體主動層 14、無摻雜上部光導層 15、p 型(亦即第二電傳導型)披覆層 16、p 型接觸層 17，絕緣薄膜 20，以及 p 型電極 21，其係於 n 型半導體基板 11 之上表面上覆蓋，並以此順序從 n 型半導體基板 11 之側端覆蓋。再者，n 型電極 22 係形成於 n 型半導體基板 11 之下表面上。

在此實施例中，如第 4B 圖中所示，半導體主動層 14 為具有積層結構之多重量子井主動層，其中此積層結構包含量子井層 14A、14A、14A、14A 以及障壁層 14B、14B、14B，其間隔地覆蓋(也可參照第 2B 圖)。

此發光二極體 3 之實施例中，絕緣薄膜 20 係形成為具有小孔 20A 之圖案。同樣地，n 型電極 22 係形成於具有小孔 22A 之圖案中。再者，其它層之每一層係形成於 n 型半導體基板 11 之表面之整個區域上方。絕緣薄膜 20 之小孔 20A 與 n 型電極 22 之小孔 22A 係於約等同位置打開，並具

約相同的寬度。特別地是，此發光二極體 3 之實施例具有條紋結構，其中電流僅選擇性地流過絕緣薄膜 20 之小孔 20A 之開口區域。同樣地，光可透過該 n 型電極 22 之小孔 22A 取出至外部。

n 型半導體基板 11 之構成、每一層之構成以及每一層之厚度之設計範例將於下述說明：

n 型半導體基板 11：

n-ZnO(0001)基板

n 型披覆層 12：

n-Al_{0.34}Ga_{0.41}In_{0.25}N 層(厚度：3 μm)

無摻雜下部光導層 13：

Al_{0.1}Ga_{0.7}In_{0.2}N 層(厚度：0.2 μm)

半導體主動層 14：

包含 Ga_{0.82}In_{0.18}N 量子井層(四層之總數)以及 Al_{0.1}Ga_{0.7}In_{0.2}N 障壁層(三層之總數)之積層結構，其係間隔地覆蓋。

無摻雜上部光導層 15：

Al_{0.1}Ga_{0.7}In_{0.2}N 層(厚度：0.2 μm)

p 型披覆層 16：

p-Al_{0.34}Ga_{0.41}In_{0.25}N 層(厚度：3.0 μm)

p 型接觸層 17：

p-Ga_{0.82}In_{0.18}N 層(厚度：0.2 μm)

在此實施例中，設計構成半導體主動層 14 之複數量子井層 14A、14A...(在此情況下，四個量子井層 14A、14A、

14A、14A)，以於過渡波長中變化。在此實施例中，構成半導體主動層 14 之複數量子井層 14A、14A，...具有相同構成並具有不同厚度。量子井層 14A、14A，...之過渡波長藉以設定為互相不同，並且由量子井層 14A、14A...產生之光束波長係設計為互相不同。

可任意地設計構成半導體主動層 14 之量子井層 14A、14A...之層數，使得發光光譜可設定為寬頻帶，或使得發光光譜可設定為平滑光譜形狀，量子井層 14A、14A...之層數可設定為至少五個。相反地，量子井層 14A、14A...之層數可設定為至多三個。

如上所述，在此實施例中，構成半導體主動層 14 之複數量子井層 14A、14A...具有相同構成並具有不同厚度。若設定構成半導體主動層 14 之複數量子井層 14A、14A...以變化構成及/或厚度時，量子井層 14A、14A...之過渡波長可被設定為互相不同。

為了從 n 型電極 22 之側端取出光，可較佳地設計構成半導體主動層 14 之複數量子井層 14A、14A...，使得最接近 n 型半導體基板 11 之量子井層 14A 之過渡波長為最短的，並且當量子井層 14A、14A...之位置變得遠離 n 型半導體基板 11 時，設定量子井層 14A、14A...之過渡波長為連續長的。

在此實施例中，如上述第一實施例，調整該等層之構成，使得 n 型披覆層 12、無摻雜下部光導層 13、無摻雜上部光導層 15、p 型披覆層 16，以及 p 型接觸層 17 係約與 n 型半導體基板 11 晶格匹配。

同樣地，調整該等層之構成，使得構成半導體主動層 14 之量子井層 14A、14A...之每一層晶格常數大於 n 型半導體基板 11 之晶格常數，並使得構成半導體主動層 14 之障壁層 14B、14B...約與 n 型半導體基板 11 晶格匹配。

在此實施例中，從 n 型披覆層 12 到 p 型接觸層 17 之半導體層之每一層為依據本發明之半導體層，其係利用雷射輔助 MOVPE 技術形成。

此發光二極體 3 之實施例係以上述方式構成。

此發光二極體 3 之實施例係利用一製程產生，其中該製程係使用 ZnO 基板作為 n 型半導體基板 11，並且其中半導體層 12 到 17，其中每一層為 AlGaInN 層或 GaInN 層，藉由雷射輔助 MOVPE 技術之使用在 n 型半導體基板 11 上形成。此實施例，可導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長於 n 型半導體基板 11 上，使得 n 型半導體基板 11 上之惡化在生產時可被抑制，並使得已形成之層可具有良好結晶特性。同樣地，在此發光二極體 3 之實施例中，相對於在例如日本未審查專利公告第 1(1989)-017484 號所提出之技術中，此半導體主動層 14 具有多重量子井結構。

此發光二極體 3 之實施例，其中 n 型半導體基板 11 之惡化可被抑制，其中半導體層 12 到 17 具有良好結晶特性，並且其中半導體主動層 14 具有多重量子井結構，由於上述特徵之效果，可得到具有高效率與良好發光特性之發光二極體。

在此實施例之構成下，其可提供白光發光二極體，其

可直接從半導體主動層 14 產生白光(可參照範例 3，其將於稍後說明)。依據本發明之白光發光二極體，可明顯地得到較高的發光效率，並且電力消耗可保持明顯低於傳統白光發光二極體，其中螢光物質可藉由藍光發光二極體激發，其中由藍光發光二極體產生的光與由螢光物質產生之光結合在一起，而因此間接得到白光。

在上述實施例中，可使用電傳導 ZnO 基板作為 n 型半導體基板 11。在此情況下，此 n 型半導體基板 11 也可作為 n 型電極 22。

[半導體發光裝置之第四實施例(發光二極體)與具有該半導體發光裝置之半導體發光裝置]

一發光二極體，其依據本發明作為半導體發光裝置之第四實施例，參照第 5A 與 6 圖將於下列說明。同樣地，具有已安裝於安裝基板上之發光二極體半導體發光裝置參照第 5B 與 5C 圖將於下述說明。第 5A 圖係顯示發光二極體之透視圖，其作為依據本發明之半導體發光裝置之第四實施例。第 5B 圖係顯示半導體發光裝置之透視圖，其備有第 5A 圖之發光二極體，且為清楚起見，省略密封樹脂部分。第 5C 圖係顯示第 5B 圖之半導體發光裝置之透視圖，並說明密封樹脂部分。第 6 圖係沿著第 5A 圖之 X-X' 線所切下之剖面圖。在第 5A 與 6 圖中，將類似的元件編號為與第 4A 圖相關之相同的元件符號。

參照第 5A 圖，此發光二極體之實施例(半導體發光裝置)4 包含一 n 型(亦即第一電傳導型)半導體基板 11'。此發

光二極體 4 也包含 n 型披覆層 12、無摻雜下部光導層 13(沒有顯示)、半導體主動層 14、無摻雜上部光導層 15(沒有顯示)、p 型(亦即第二電傳導型)披覆層 16、p 型接觸層 17(沒有顯示)，以及 p 型電極 21，其係於 n 型半導體基板 11' 之上表面上覆蓋，並以此順序從 n 型半導體基板 11' 之側端覆蓋(至於無摻雜下部光導層 13、無摻雜上部光導層 15，以及 p 型接觸層 17，可參照第 4A 圖)。

在此實施例中，半導體主動層 14 為具有積層結構之多重量子井主動層，其中此積層結構包含量子井層 14A、14A，... 以及障壁層 14B、14B，...，其間隔地覆蓋(可參照第 2B 圖)。在此實施例中，該 n 型半導體基板 11' 係由電傳導 ZnO 基板所構成，並也可作為 n 型(亦即第一電傳導型)電極。

如上所述，在發光二極體 3 之第三實施例中，設定構成半導體主動層 14 之複數量子井層 14A、14A... 之過渡波長為互相不同的，並藉以完成白光發光射出。在發光二極體 4 之第四實施例中，相較於第三實施例來說，此發光二極體 4 包含複數發光部 4A、4B、4C 以及 4D，此發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之中心射出波長係設定為互相不同的，並藉以完成白光發光射出。在此實施例中，發光部之數量係設定為四個，然而，發光部之數量可任意地設計。發光二極體本身的構造為新穎的構造，其中可提供複數個中心發射波長不同的發光部，並且其中可藉由發光部產生的光得到混合光。

如第 6 圖中所示，在此實施例中，n 型披覆層 12 與無摻雜下部光導層 13(沒有顯示)，係形成於 n 型半導體基板 11' 之表面之整個區域上方。同樣地，半導體主動層 14、無摻雜上部光導層 15(沒有顯示)、p 型第一披覆層 16、p 型接觸層 17(沒有顯示)，以及 p 型電極 21 係於預定圖案中形成於無摻雜下部光導層 13 上(沒有顯示)。

n 型電極(在此情況下，n 型半導體層基板 11')之側端與 p 型電極 21 之側端在複數發光部 4A、4B、4C 與 4D，發光部 4A、4B、4C 與 4D 之 p 型電極 21、21、21、21 係互相電性隔離。

在此實施例中，半導體主動層 14 與從半導體主動層 14 向上設置於側端之層，係利用絕緣薄膜遮罩 23、23，... 以選擇成長技術形成。至於發光部 4A、4B、4C 與 4D 之每一部，改變絕緣薄膜遮罩 23、23，... 之開口率，則因而改變半導體主動層 14 之區域。

特別地是，在發光部 4A，沒有形成絕緣薄膜遮罩 23、23，...，並且發光部 4A 之區域與半導體主動層 14 之區域係互相一致。發光部 4A、4B、4C 與 4D 之每一部，形成絕緣薄膜遮罩 23、23，...。在此實施例中，形成絕緣薄膜遮罩 23、23，... 使得在發光部 4B、發光部 4C 以及發光部 4D 之順序中，絕緣薄膜遮罩 23、23，... 之形成面積變得大的(亦即，絕緣薄膜遮罩 23、23，... 之開口率變得小的)。因此，在發光部 4A、發光部 4B、發光部 4C 以及發光部 4D 之順序中，半導體主動層 14 面積變小。絕緣薄膜遮罩 23、23，...

之開口率與開口圖案並不拘限於第 5A 圖中所說明之實例並可被任意設計。

半導體主動層 14 之結晶成長區域以及從半導體主動層 14 向上設置於側端之層，係藉由絕緣薄膜遮罩 23、23，... 之開口率決定。同樣地，依據結晶成長區域改變結晶成長率。因此，半導體主動層 14 以及從半導體主動層 14 向上設置於側端之層的厚度與構成，可針對發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之每一部改變。

在此實施例中，絕緣薄膜遮罩 23、23，... 之開口率針對發光部 4A、4B、4C 以及 4D 改變。在此方式中，改變半導體主動層 14 之面積、厚度以及構成，並設定發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之中心射出波長為不同值。若針對發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之每一部從半導體主動層 14 之面積、厚度以及構成中，選擇至少一個特性來改變，則發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之中心射出波長可被改變。

n 型半導體基板 11' 之構成、該等層之每一層之構成，以及絕緣薄膜遮罩 23、23，... 之開口率之設計範例將於下述說明。

n 型半導體基板 11'：

電傳導 n-ZnO(0001) 基板

n 型披覆層 12：

$n\text{-Al}_{0.34}\text{Ga}_{0.41}\text{In}_{0.25}\text{N}$ 層

無摻雜下部光導層 13：

$\text{Ga}_{0.82}\text{In}_{0.18}\text{N}$ 層

半導體主動層 14：

包含 $\text{Ga}_{0.75}\text{In}_{0.25}\text{N}$ 經應變的量子井層(四層之總數)以及 $\text{Ga}_{0.82}\text{In}_{0.18}\text{N}$ 障壁層(三層之總數)之積層結構，其係間隔地覆蓋。

無摻雜上部光導層 15：

$\text{Ga}_{0.82}\text{In}_{0.18}\text{N}$ 層

p 型披覆層 16：

p- $\text{Al}_{0.34}\text{Ga}_{0.41}\text{In}_{0.25}\text{N}$ 層

p 型接觸層 17：

p- $\text{Ga}_{0.82}\text{In}_{0.18}\text{N}$ 層

絕緣薄膜遮罩 23、23，...：

SiO_2

絕緣薄膜遮罩 23、23，...之開口率：

100%(發光部 4A)/

90%(發光部 4B)/

75%(發光部 4C)/

50%(發光部 4D)

在上述之設計範例，發明者已可具體實現，例如，450nm 之中心射出波長(在發光部 4A)/520nm 之中心射出波長(在發光部 4B)/580nm 之中心射出波長(在發光部 4C)/630nm 之中心射出波長(在發光部 4D)。同樣地，發明者已可具體藉由發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之射出光之色彩混合而實現白色光射出。

在此實施例中，每一半導體層從 n 型披覆層 12 至 p 型

接觸層 17 為依據本發明之半導體層，其可藉由利用雷射輔助 MOVPE 技術形成。

此發光二極體 4 之實施例係以上述方式構成。

此發光二極體 4 之實施例係利用製程產生，其中使用 ZnO 基板作為 n 型半導體基板 11'，並且其中半導體層 12 到 17 之每一層為 AlGaInN 層或 GaInN 層，藉由雷射輔助 MOVPE 技術之使用於 n 型半導體基板 11 上形成。在此實施例，可導致 AlGaInN 層或 GaInN 層成長於 n 型半導體基板 11' 上，使得此 n 型半導體基板 11' 之惡化在生產時可被抑制，並使得已形成之層可具有良好的結晶特性。同樣地，在此發光二極體 4 之實施例中，相對於在例如日本未審查專利公告第 1(1989)-017484 號所提出之技術中，半導體主動層 14 具有多重量子井結構。

此發光二極體 4 之實施例，其中 n 型半導體基板 11' 之惡化可被抑制，並且其中半導體層 12 到 17 具有良好結晶特性，且其中半導體主動層 14 具有多重量子井結構，由於上述特徵之效果，可得到具有高效率與良好發光特性之發光二極體。

此實施例之構成，其可實現白光發光二極體。依據本發明之白光發光二極體，可得到一明顯較高的發光效率，並且可明顯保持比傳統白光發光二極體還低的電力消耗，其中螢光物質係藉由藍光發光二極體激發，其中藉由藍光發光二極體產生的光與藉由螢光物質所產生的光係結合在一起，並且其中因而間接得到白光。

發光二極體 4 之實施例也具有比傳統白光發光二極體還長的發光壽命之優點，其中該螢光物質係藉由藍光發光二極體激發，其中藉由藍光發光二極體所產生的光與藉由螢光物質所產生的光係結合在一起，並且其中間接得到白光。

一可在商業上使用之 ZnO 基板，其相對於可見光來說為透明的，並且其具有高的電傳導係數。在此發光二極體 4 之實施例中，使用此電傳導 ZnO 基板作為 n 型半導體基板 11'，並且此 n 型半導體基板 11' 也作為 n 型電極。

在傳統白光發光二極體中，一般使用 n 型 SiC 基板或 n 型 GaN 基板。在此情況下，必需使用 n 型電極。n 型電極之範例包括氧化銦錫 (ITO)，一非常薄之金屬薄膜，以及一類網孔狀金屬薄膜。上述之 n 型電極係伴隨少量的損失並構成用以降低光取出效率之因子。在此實施例中，其中 n 型半導體基板 11' 也作為 n 型電極，可保持高於傳統備有 n 型電極之發光二極體之光取出效率。

在此實施例中，ZnO 基板具有平坦表面，為了提升光取出效率，可較佳地於 ZnO 基板之表面上形成凹槽與突出物。藉由範例，於 ZnO 基板之表面上之凹槽與突出物形狀可較佳地為蛾眼 (moth-eye) 結構，其為小圓錐狀或小金字塔狀以並排方式站立於陣列圖案中。ZnO 基板之表面上之凹槽與突出物形狀之尺寸可較佳地約與波長相等或小於波長。

參照第 5B 圖，半導體發光裝置 5 包含具有一表面之安裝基板 30，於其上以預定圖案形成電極 31、31、配線，以

及類似物。此半導體發光裝置 5 也包含如上述之發光二極體 4，其安裝於該安裝基板 30 之散熱座(heat sink)上。

此半導體發光裝置 5 之實施例應用所謂接合技術，其中發光二極體 4 之 p 型電極 21 之側端係熔接至安裝基板 30。同樣地，發光二極體 4 之 n 型半導體基板 11' 之基板也可作為 n 型電極，並且安裝基板 30 係藉由接合線 33、33 互相電性連接，其中該接合線可為黃金線或類似物。

如上所述，發光二極體 4 之發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之中心射出波長係不同。因此，針對發光部 4A、4B、4C 以及 4D 平均地輕微改變適當啟動電壓。因此，此半導體發光裝置 5 之實施例係具有電流控制部 32，以控制並最佳化流過發光部 4A、4B、4C 以及 4D 所導致之電流。在此半導體發光裝置 5 之實施例中，該電流控制部 32 包含電阻器 32A、32B、32C 以及 32D 以改變電阻值。此電阻器 32A、32B、32C 以及 32D 之每一電阻器係以串聯方式插入電極 31、31 與發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之每一部之間。

由流過發光部 4A、4B、4C 以及 4D 之每一部所導致之電流可被電流控制部 32 最佳化。因此，可執行色溫之調整。依據設計情況，通常會發生由流過發光部 4A、4B、4C 以及 4D 所導致之電流可較佳地為互相相等。在此情況下，藉由電流控制部 32 之使用，由流過發光部 4A、4B、4C 以及 4D 所導致之電流可被設定為互相相等。

此半導體發光裝置 5 之實施例具有該構成，使得由流過發光部 4A、4B、4C 以及 4D 所導致之電流可被形成於半

導體發光裝置 5 上之電流控制部 32 控制及最佳化。上述構成係方便於準備商品配置。例如，若將準備不同色溫的商品配置，則半導體發光裝置 5 之產品種類不需增加，而可僅改變承載於半導體發光裝置 5 上之電阻器，以處理不同種類的產品。上述特徵係有益於保持低成本。

如第 5C 圖中所示，半導體發光裝置 5 之區域除了電極 31、31 以外，係以具有透光性之密封樹脂密封。

此半導體發光裝置 5 之實施例係以上述方式構成。

傳統白光發光二極體之壽命被拘限於密封樹脂之惡化。所考量密封樹脂之惡化係由具有高光子能量之藍光導致發生。近年來，上述問題針對發光二極體之輸出的增強來說成為有害的問題。基於上述問題，總是無法針對照明或類似情況之應用而使用傳統白光發光二極體。然而，此半導體發光裝置 5 之實施例，由於藍光射出的比例係低於傳統白光發光二極體，故半導體發光裝置 5 之壽命可保持較長的。因此，此半導體發光裝置 5 之實施例從運轉成本的觀點來看也是有助益的。

(設計修正的範例)

本發明並不拘限於上述實施例，並且裝置結構可以各種其它方式改變。

範例

本發明將更進一步藉由下列非限定的範例作說明。

範例 1

半導體層 12 至 17 之每一層為 AlGaInN 層或 GaInN 層，

其藉由如第 1A 與 1B 圖中所示之薄膜形成裝置 100 之使用而於 ZnO 基板 11 上形成。依此方式，產生作為依據本發明之半導體發光裝置之第一實施例之半導體雷射 1。該層構成與層厚度係以上述半導體雷射 1 之實施例設定。

使用一 ArF 準分子雷射作為雷射光束源 121，設定雷射光束之輸出為 200mJ，並設定脈衝週期為 100Hz。此雷射光束係從雷射光束源 121 射出而藉由放大鏡 122 放大並接著藉由瞄準儀(collimator)鏡頭 123 準直為具有 2 吋光束直徑之準直雷射光束。此雷射光束 L 因而射出至基板，使得雷射光束 L 可僅通過基板上方與平行基板表面之方向。雷射光束 L 至基板之照射，從基板之升溫開始至基板之降溫結束之時間週期期間是連續的。基板之溫度係設定在 500°C。

使用 TMA/TEG/TMI 作為 III 族原料。同樣地，使用氨作為 V 族原料。將氫氣導入反應管 110 作為載氣。使用 SiH₄(矽甲烷)作為 n 型摻雜源。使用 Cp₂Mg(二(環戊二烯)錳(bicyclopentadienylmagnesium))作為 p 型摻雜源。反應管 110 中之壓力係設定為 20kPa。

在形成 P 型接觸層 17 之後，於預定圖案中形成 SiO₂ 絕緣薄膜 20。P 型電極 21 接著以真空蒸鍍製程及加熱處理而形成。接著研磨基板 11 直到元件之整個厚度變得約等於 100μm 為止。之後，n 型電極 22 以真空蒸鍍製程及加熱處理而形成。在此方式下，可得到半導體雷射 1。

半導體雷射 1 之條紋寬度係設定為 50μm，並且共振器長度係設定為 500μm。一具有 10% 反射率之介電性多層塗覆

薄膜係於元件之前末端面形成。同樣地，一具有 90%反射率之介電性多層塗覆薄膜係於元件之後末端面形成。

將如此獲得之元件以向下接合技術 (junction down technique) 安裝於安裝基板之銅散熱座上。已得到之元件係呈現一 10% 的外部量子效率並因而具有高效率。在室溫下，產生的雷射光束波長為 520nm，並得到綠光。

範例 2

半導體層 12 到 19 之每一層為 AlGaInN 層或 GaInN 層，其係以相同於範例 1 之方式，於 ZnO 基板 11 上形成。在此方式下，產生作為依據本發明半導體發光裝置之第二實施例之半導體雷射 2。該層構成與層厚度係以上述半導體雷射 2 之實施例設定。

共振器長度係設定為 300 μ m。半導體雷射 2 之條紋寬度對應脊狀條紋區 16A 之寬度 (=2 μ m)。一具有 30%反射率之介電性多層塗覆薄膜係於元件之前末端面形成。同樣地，一具有 60%反射率之介電性多層塗覆薄膜係於元件之後末端面形成。

將如此獲得之元件以向上接合技術 (junction up technique) 安裝於安裝基板之鐵散熱座上。在室溫下，產生的雷射光束波長為 600nm，並得到黃光。

範例 3

半導體層 12 到 17 之每一層為 AlGaInN 層或 GaInN 層，其係以相同於範例 1 之方式，於 ZnO 基板 11 上形成。依此方式，產生作為依據本發明半導體發光裝置之第三實施例之

發光二極體 3。該層構成與層厚度係以上述發光二極體 3 之實施例設定。

構成半導體主動層 14 之四個 GaInN 量子井層 14A、14A、14A、14A 具有相等構成，並具有不同厚度。量子井層 14A、14A、14A、14A 之過渡波長係從基板之側端依序設定為 440nm/510nm/580nm/640nm。

已得到元件之 p 型電極 21 之側端，係安裝於安裝基板之鐵散熱座上，使得從 n 型電極 22 之側端可取出光。得到一種發光二極體，其中白光係直接從半導體主動層 14 射出。已得到之發光二極體之發光效率係等於 120lm/W。已得到之發光二極體之發光效率約為傳統白光發光二極體之發光效率的三倍高，其中螢光物質係藉由藍光發光二極體激發，其中將藍光發光二極體產生的光與螢光物質所產生的光結合在一起並因而間接得到白光。

工業應用

依據本發明之技術可適當地應用至半導體發光裝置，如半導體雷射與發光二極體。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖係顯示薄膜形成裝置之平面示意圖，其適合使用在依據本發明之半導體層的薄膜形成；

第 1B 圖係顯示第 1A 圖之薄膜形成裝置之側視示意圖；

第 1C 圖係雷射光束外形之實例曲線圖；

第 2A 圖係顯示依據本發明作為半導體發光裝置之第一實施例之半導體雷射之剖面圖；

第 2B 圖係顯示含有第 2A 圖之半導體雷射之半導體主動層之放大剖面圖；

第 3 圖係顯示依據本發明作為半導體發光裝置之第二實施例之半導體雷射之剖面圖；

第 4A 圖係顯示依據本發明作為半導體發光裝置之第三實施例之發光二極體之剖面圖；

第 4B 圖係顯示第 4A 圖之構成發光二極體之基板與主要層之能帶圖；

第 5A 圖係顯示依據本發明作為半導體發光裝置之第四實施例之發光二極體之透視圖；

第 5B 圖係顯示備有第 5A 圖之發光二極體之半導體發光裝置之透視圖，且為明確起見，省略密封樹脂部分；

第 5C 圖係顯示第 5B 圖之半導體發光裝置之透視圖，並說明密封樹脂部分；以及

第 6 圖係呈現沿著第 5A 圖之 X-X'線所切下之剖面圖。

【主要元件符號說明】

1、2	半導體雷射
3、4	發光二極體
5	發光裝置
4A、4B、4C、4D	發光部
11、11'	半導體基板
12	N 型披覆層
13	無摻雜下部光導層
14	半導體主動層

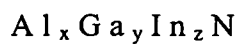
14 A	量 子 井 層
14 B	障 壁 層
15	無 摻 雜 上 部 光 導 層
16	P 型 披 覆 層
16 A	脊 狀 條 紋 區
17	P 型 接 觸 層
18	N 型 電 流 阻 擋 層
19	P 型 第 二 披 覆 層
20	絕 緣 薄 膜
20 A	小 孔
21	P 型 電 極
22	N 型 電 極
22 A	小 孔
23	絕 緣 薄 膜 遮 罩
30	安 裝 基 板
31	電 極
32	電 流 控 制 部
32 A 、 32 B 、 32 C 、 32 D	電 阻
33	黏 接 線
34	密 封 樹 脂
100	薄 膜 形 成 裝 置
110	反 應 管
111	接 收 器
120	光 學 系 統

121	雷射光束源
122	放大鏡
123	瞄準鏡頭
124	反射鏡
200	基板
L	雷射光束
G	原料氣體

第 096111265 號「半導體層之成膜方法」專利案

十、申請專利範圍：

1. 一種半導體層之成膜方法，其係藉由雷射輔助有機金屬氣相磊晶技術將半導體層成膜於 ZnO 基板上，該半導體層係以 III-V 族半導體化合物作為主成分，該 III-V 族半導體化合物係由下列通式表示：



其中 $0 \leq x < 1$ ， $0 < y < 1$ ， $0 < z < 1$ ，且 $x + y + z = 1$ ，其特徵在於，一邊從至少一個方向對該基板照射雷射光束，使得該雷射光束在相對於該基板之基板表面約平行方向通過該基板的上方，一邊執行成膜原料之供應，而進行成膜。

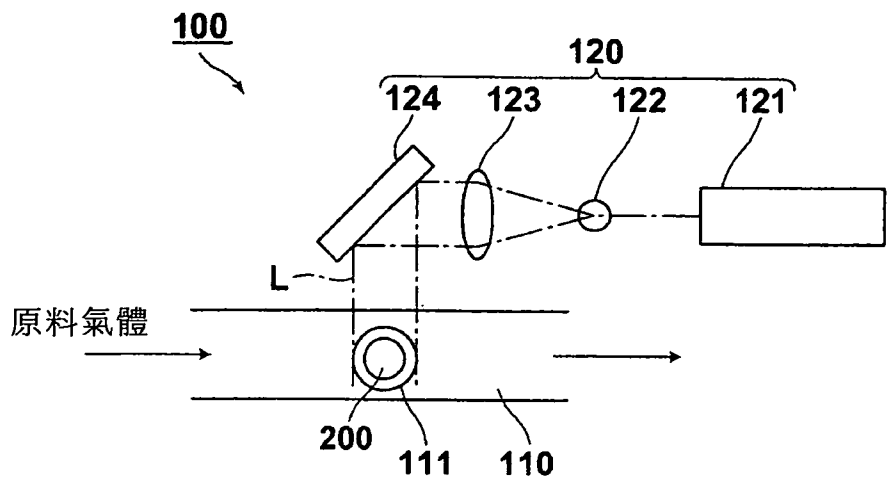
2. 如申請專利範圍第 1 項之半導體層之成膜方法，其中以相對於該基板表面平行方向之雷射光束強度的分佈約為均勻 (uniform) 且相對於該基板表面垂直方向之雷射光束強度的分佈是近似高斯 (Gaussian) 分佈的雷射光束外形 (profile)，進行該雷射光束之照射，並

照射該雷射光束，使得該垂直方向的雷射光束強度之分佈的峰值存在於在垂直方向上距該基板表面 2mm 以內之範圍。

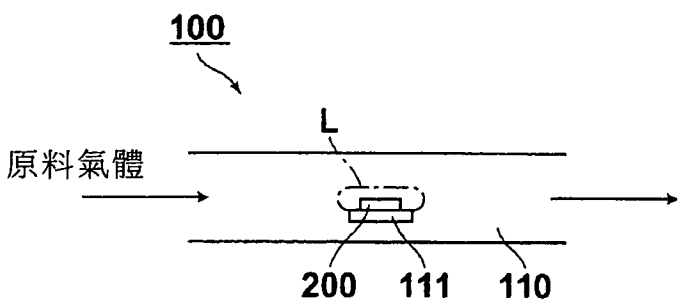
十一、圖式：

1/4

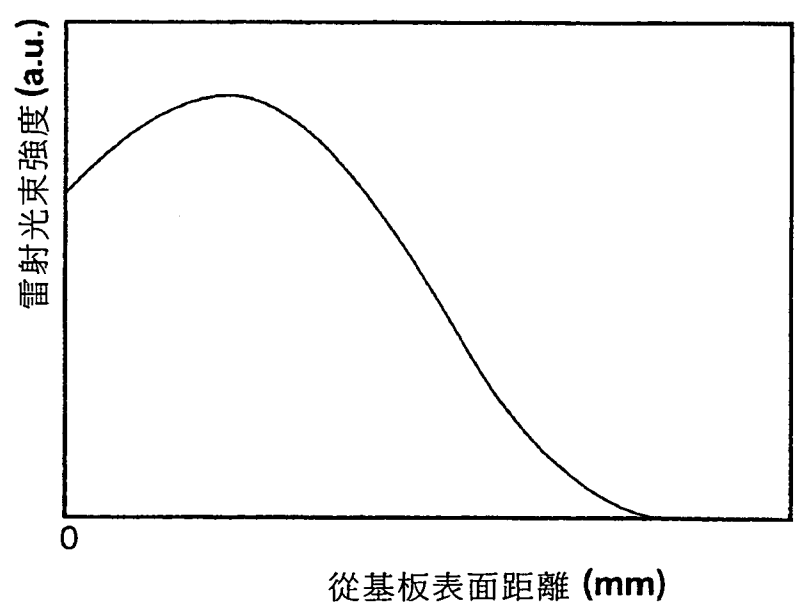
第 1A 圖



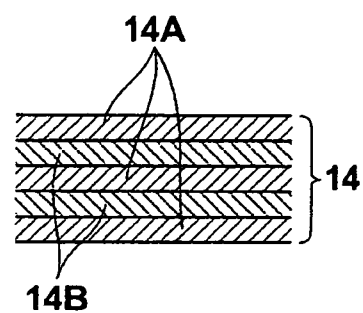
第 1B 圖



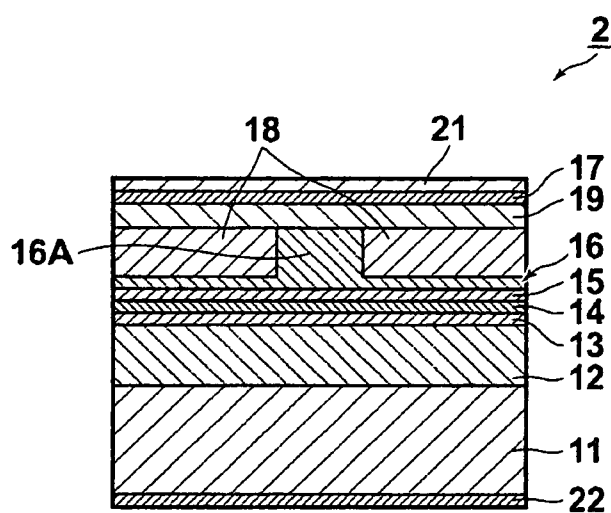
第 1C 圖



第 2B 圖

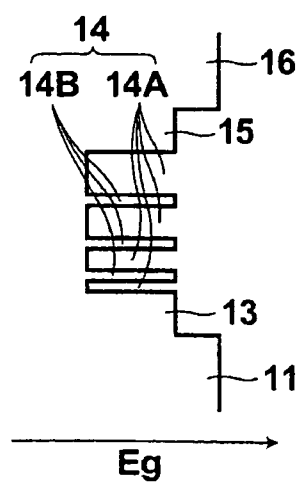
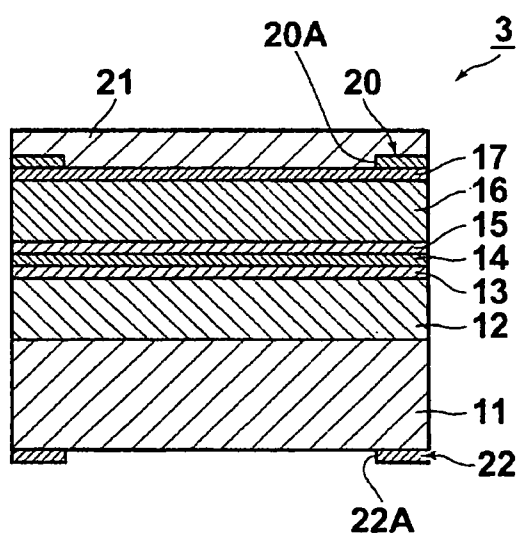


第 3 圖



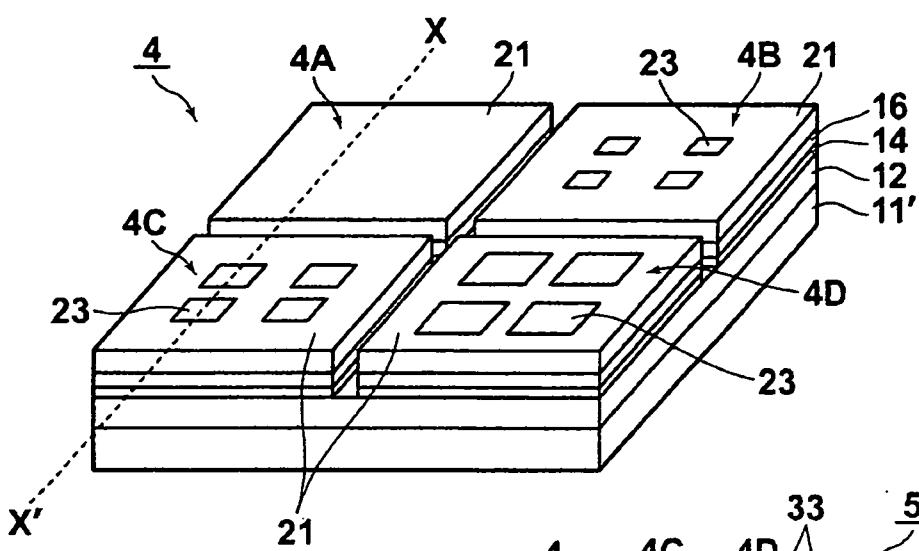
第 4A 圖

第 4B 圖

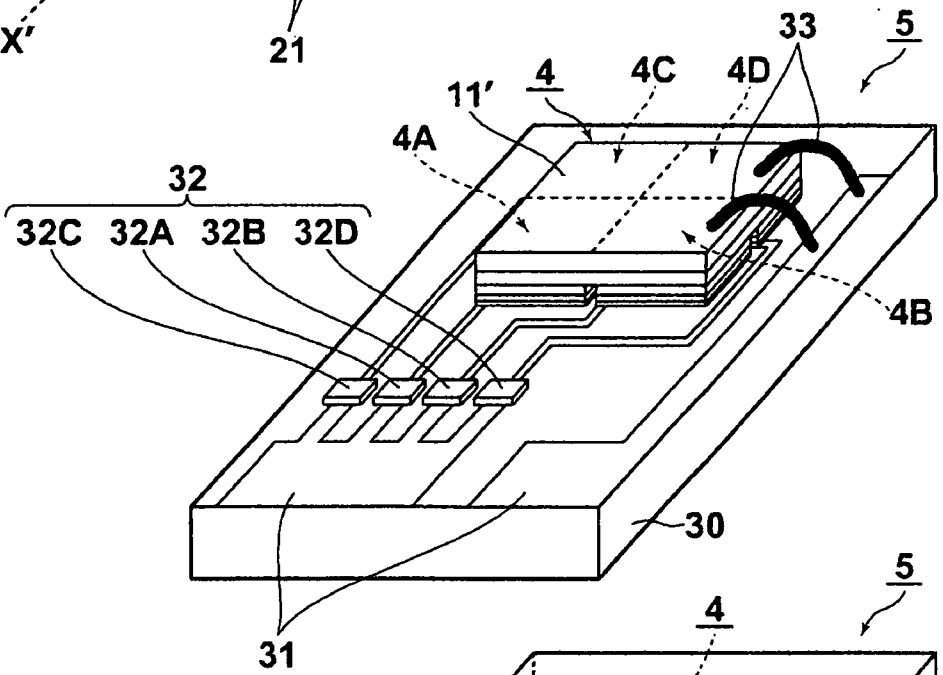


3/4

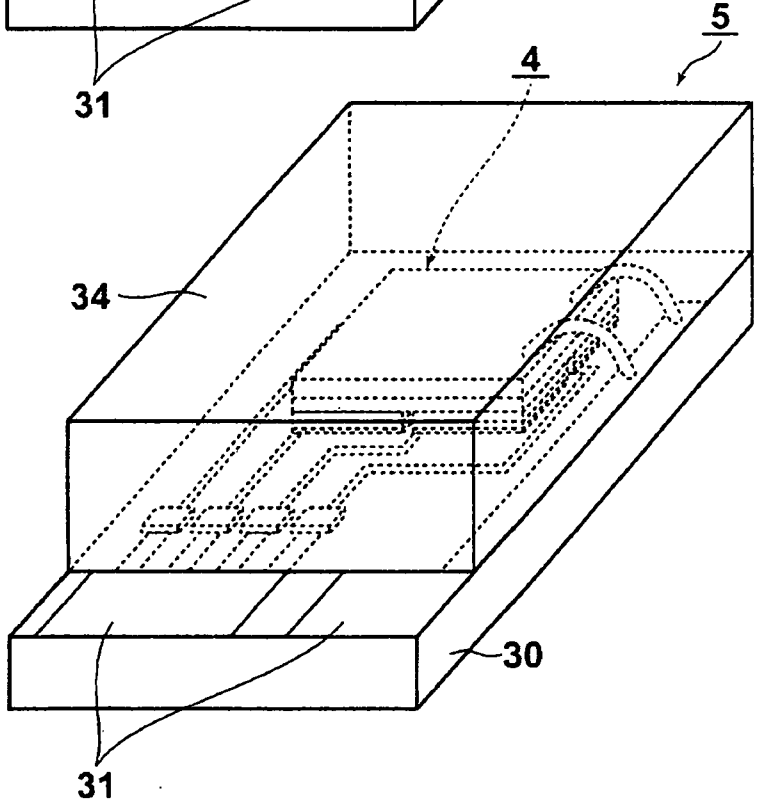
第 5A 圖



第 5B 圖



第 5C 圖



第 6 圖

