

發明專利說明書

PD1084654/yo

(2012 年 5 月 30 日修正)

※ 申請案號： 97145091

※ 申請日期： 97. 11. 21

※IPC 分類： H01L 33/00

一、發明名稱：(中文/英文)

光電半導體本體及製造光電半導體本體之方法

OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR BODY AND METHOD FOR PRODUCTION
OF OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR BODY**二、申請人：**(共 1 人)**姓名或名稱：**(中文/英文)(簽章) **ID：**

歐斯朗奧托半導體股份有限公司

OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH

代表人：(中文/英文)(簽章)

1. 魯迪格穆勒/Ruediger Mueller

2. 約瑟林斯關朵/Josef Ringsgwandl

住居所或營業所地址：(中文/英文)

德國理斯堡 93055 里比尼茲街 4 號

Leibnizstrasse 4, 93055 Regensburg, Germany

國 籍：(中文/英文)

德國

Germany

三、發明人：(共4人)

姓 名：(中文/英文) ID：

- 1.伯索德哈恩/HAHN, BERTHOLD
- 2.安德烈斯韋瑪/WEIMAR, ANDREAS
- 3.古朵韋氏/WEISS, GUIDO
- 4.巫立奇曾德/ZEHNDER, ULRICH

國 籍：(中文/英文)

- 1.~4.德國
Germany

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：

德國 2007/11/30 102007057756.9

☐ 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：

一種光電半導體本體，其具有以氮化物-化合物半導體為主之磊晶半導體層序列。此磊晶半導體層序列中包含緩衝層、活性區、和接觸層。緩衝層通常未摻雜或至少一部分摻雜成 n-導電性。活性區適合用來發出或接收電磁輻射。該接觸層配置在緩衝層和活性區之間且摻雜成 n-導電性。該接觸層中的 n-摻雜物質濃度大於該緩衝層中者。半導體層序列中包含一凹口，此凹口經由該緩衝層而延伸，且凹口中配置著電性接觸材料，其與該接觸層相鄰接。此外，本發明提供一種適合用來製造上述半導體本體的方法。

六、英文發明摘要：

An optoelectronic semiconductor body with an epitaxial semiconductor layer sequence on the basis of nitride-compound semiconductor is provided. The semiconductor layer sequence has a buffer layer, which is nominally un-doped or at least partially n-conductively doped; an active area, which is suitable to emit or receive electromagnetic radiation; and a contact layer which is arranged between the buffer layer and the active area, and is n-conductively doped. In the contact layer, the n-dopant concentration is larger than that in the buffer layer. In the semiconductor layer sequence a recess is contained, which extends through the buffer layer, and an electrical contact material is arranged in the recess and is adjacent to the contact layer. Furthermore, a method suitable to produce such a semiconductor body is provided.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|-----|---------------------|
| 1 | 半 導 體 本 體 |
| 2 | 磊 晶 半 導 體 層 序 列 |
| 21 | 緩 衝 層 |
| 211 | 半 導 體 層 序 列 之 外 表 面 |
| 22 | 接 觸 層 |
| 221 | 凹 口 之 底 面 |
| 23 | n-導 電 之 摻 雜 半 導 體 層 |
| 24 | 活 性 區 |
| 25 | p-導 電 之 摻 雜 半 導 體 層 |
| 3 | 凹 口 |
| 4 | 電 性 接 觸 材 料 |
| 41 | 接 合 墊 |
| 42 | 接 觸 軌 |
| 5 | 緩 衝 層 的 厚 度 |
| 6 | 電 性 接 觸 材 料 |
| 7 | 電 性 絕 緣 層 |

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】

本專利申請案主張德國專利申請案 DE 10 2007 057 756.9 之優先權，其已揭示的整個內容在此一併作為參考。

本發明涉及一種具有磊晶半導體層序列之光電半導體本體，其是以氮化物-化合物半導體為主。該半導體層序列設有電性接觸材料，其鄰接於半導體層序列之 n-導電之摻雜的磊晶半導體層。本發明亦涉及此種光電半導體本體的製造方法。

【先前技術】

US 2007/0012944 A1 中已揭示上述形式的光電半導體本體。上述半導體本體例如具有由 GaN 構成的 n-導電之摻雜磊晶層，其形成半導體本體之外部主面，該外部主面遠離 p-導電之摻雜磊晶層。在 n-導電之摻雜磊晶半導體層之主面上配置一種金屬接合墊形式的電性接觸材料。在磊晶半導體層序列之與該主面相面對的一側上，另一電性接觸材料是與 p-導電之磊晶半導體層相鄰。

【發明內容】

本發明的目的是提供一種光電半導體本體，其中可在電性接觸材料和 n-導電之以氮化物-化合物半導體為主之摻雜磊晶半導體材料之間實現一種特別可靠的導電性接觸區。此接觸區另外具有一種儘可能小的電阻。此外，本發明亦提供此種光電半導體本體之製造方法。

本發明提供一種具有磊晶半導體層序列之光電半導體本體，其以氮化物-化合物半導體為主。半導體層序列具有一種磊晶緩衝層、一活性區和一配置在緩衝層和該活性區之間的磊晶接觸層。在一實施形式中，特別是該緩衝層和接觸層是以氮化物-化合物半導體為主。

以氮化物-化合物半導體為主在意義上是指，半導體層序列之至少一層或較佳是多個層具有氮化物-化合物半導體之一種材料或多種材料。氮化物-化合物半導體是含有氮之化合物半導體-材料，其例如由系統 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ，其中 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ 且 $x+y \leq 1$ 所構成。因此，此材料未必含有上述形式之以數學所表示之準確的組成。反之，此材料可具有一種或多種摻雜物質以及其它成份，這些成份基本上不會改變此材料之物理特性。然而，爲了簡單之故，上述形式只含有晶格 (Al, Ga, In, N) 之主要成份，這些主要成份之一部分亦可由少量的其它物質來取代。

在一實施形式中，緩衝層具有 GaN。此外，該接觸層具有 GaN。這表示：這些層中分別含有 Ga 和 N 以作爲材料的主要成份。然而，這些層的材料未必是二元的半導體材料而是亦可爲三元-或四元之半導體材料。一種具有 GaN 之材料在本發明中特別是亦可爲 AlGaN, InGaN 或 AlInGaN。在一有利的實施形式中，該緩衝層以及該接觸層都包括一種具有 GaN 之二元之半導體材料。

上述之光電半導體本體在半導體層序列中具有一凹口，

其由半導體層序列之一側經由緩衝層而延伸。在半導體本體之一實施形式中，該凹口終止於接觸層的一區域中。

該凹口中配置一種電性接觸材料，其在凹口中鄰接於該接觸層。這樣即不會在該接觸材料和該磊晶半導體層序列之位於外部的層之間形成電性接觸區，而是特別可在電性接觸材料和由該緩衝層所覆蓋的接觸層之間形成一種接觸區，或在該接觸材料和該磊晶半導體層序列之位於外部的層之間形成電性接觸區，該接觸層的一部分經由該凹口而露出。於是，該緩衝層例如就結晶品質而言可最佳化，且該接觸層的可接觸性可藉由電性接觸材料而最佳化。

電性接觸材料不是磊晶之半導體層序列之半導體材料。在一實施形式中，電性接觸材料具有導電的金屬材料。在另一形式中，該接觸材料含有至少一種金屬及/或至少一透明的導電氧化物(TCO, transparent conductive oxide)。

設有另一種實施形式的半導體本體，使該緩衝層所具有的 n-摻雜物質濃度小於該接觸層者。該緩衝層特別是未摻雜或只有一部分受到 n-摻雜。在另一佈置中，緩衝層內部最大的 n-摻雜物質濃度小於 $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 或小於 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。緩衝層內部最大的 n-摻雜物質濃度亦可有利地小於 $7 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 或小於 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 。

接觸層中的 n-摻雜物質濃度在一實施形式中至少是 $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ ， $5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ ， $7 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 或 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 。通常，接觸層中一種儘可能高的 n-摻雜物質濃度是有利的。

在另一實施形式中，該緩衝層所具有的厚度大於或等於 $0.15\ \mu\text{m}$ ，較佳是 $0.5\ \mu\text{m}$ 。此厚度特別是亦可大於 $0.7\ \mu\text{m}$ 或大於 $1\ \mu\text{m}$ 。

在另一實施形式中，該緩衝層的外表面所具有的平均粗糙度大於該凹口之底面之平均粗糙度的 2 倍。該外表面之平均粗糙度可有利地大於該凹口之底面之平均粗糙度的 5 倍。

此外，該緩衝層的外表面具有一種平均粗糙度，其大於電性接觸材料之遠離半導體層序列之一面的平均粗糙度的 2 倍。該外表面的平均粗糙度可有利地大於電性接觸材料之遠離半導體層序列之此面的平均粗糙度的 5 倍。

在另一實施形式中，電性接觸材料導電性地與半導體本體之一接合墊相連接或形成一接合墊。

在另一實施形式中，該凹口向內延伸至接觸層中。

另一實施形式的設計方式是，半導體本體未設置磊晶基板。

在另一實施形式中，在半導體層序列之與該凹口相面對的一側上配置另一接觸材料。

本發明亦提供一種光電半導體本體之製造方法，其中製備一種以氮化物-化合物半導體為主之磊晶半導體層序列。此半導體層序列包括一磊晶緩衝層、一活性區和一磊晶接觸層。緩衝層通常未摻雜或至少一部分是 n-摻雜者。活性區適合用來發出或接收一種電磁輻射。該接觸層配置在該

緩衝層和活性區之間。在下一步驟中，經由緩衝層來形成凹口且凹口至少延伸至該接觸層。電性接觸材料配置在該凹口中，使電性接觸材料與該接觸層相鄰接。

在本方法之一有利的實施形式中，接觸層中的 n-摻雜物質濃度大於緩衝層中者。

在另一實施形式中，該凹口須形成至一種深度，使該凹口向內延伸至該接觸層中。

在另一實施形式中，該緩衝層之外表面須粗糙化。可有利地在將該接觸層配置在凹口中之後使緩衝層之外表面粗糙化。

本發明之光電半導體本體之其它有利的實施形式描述在各圖所示的以下之實施例中。

【實施方式】

各圖式和實施例中相同 - 或作用相同的各組件分別設有相同的參考符號。所示的各元件和各元件之間的比例未必依比例繪出。反之，爲了清楚之故各圖式的一些細節已予以放大地顯示出。

第 1 圖所示的光電半導體本體 1 之俯視圖中，可看到一磊晶半導體層序列之緩衝層 21 和一接觸材料 4。本實施例中，該緩衝層 21 是半導體層堆疊之外層，即其遠離半導體層堆疊之主面在半導體層堆疊的二個主側之一上形成半導體層堆疊的邊界。層的主面可以分別理解爲二個互相面對的面，這些面垂直於層的主延伸平面形成層的邊界。於是，

半導體層堆疊之主側是藉由半導體層堆疊之層的主面來形成邊界的二個側。

然而，緩衝層未必是外層。反之，緩衝層例如可至少一部分由半導體層堆疊之另一磊晶半導體層所覆蓋，該另一磊晶半導體層例如形成該半導體層堆疊之主面上的外表面之主要部分。

電性接觸材料 4 形成框架的形式。第 1 圖中該框架是封閉的，但亦可斷開。同樣，基本上亦可將電性接觸材料 4 以其它的任意形式而施加在半導體層堆疊上。

電性接觸材料 4 之一部分形成一種接合墊 41 或導電性地與該接合墊 41 相連接。該接合墊 41 具有一種外表面，其適合以機械方式且可導電地以形成該接合墊之外表面的材料來將一種結合線固定在該接合墊上。

電性接觸軌 42 由該接合墊 41 伸出，這樣可使該光電半導體本體在操作時電流可儘可能均勻地分佈在整個半導體層序列上而注入至半導體層序列中。各接觸軌 42 例如沿著半導體層序列的側面邊緣而延伸。然而，至少一接觸軌亦可經由半導體層序列之中央而延伸。

第 2 至 9 圖中分別顯示不同實施例中光電半導體本體或磊晶半導體層序列之切面圖，其中各切面圖大致上是對應於沿著第 1 圖之虛線 AB 的切面上的俯視圖。

第 2 圖所示的實施例中，電性接觸材料 4 配置在至少一凹口 3 中。此凹口 3 由半導體層序列 2 之外部主面開始經

由該緩衝層 21 而延伸且至少延伸至該接觸層 22。在本例子中，該緩衝層直接與該接觸層 22 相鄰接。然而，基本上亦可在該緩衝層和接觸層之間配置至少另一個半導體層。

凹口 3 例如延伸至接觸層 22 的內部。就該接觸層 22 之總厚度而言，該凹口例如可在接觸層 22 中由厚度之 20%(含)向內延伸至厚度之 80%(含)。例如，該凹口 3 大約終止於該接觸層 22 之厚度的一半之處。該厚度是垂直於接觸層之主延伸面而測得。

凹口 3 中配置著電性接觸材料 4，其在凹口內部中是與該接觸層 22 相鄰接。接觸材料 4 特別是與凹口 3 之底面 221 相鄰接，該底面 221 的至少一部分是由接觸層 22 的材料來形成。在底面 221 和電性接觸材料 4 之間的界面上，在該接觸材料 4 和接觸層 22 之間形成一種導電性良好的接觸區。此種電性接觸區近似地具有一種歐姆接觸區之特性，此行的專家因此通常將其簡稱為歐姆接觸區。

電性接觸材料 4 的一部分由該凹口 3 突出，即，電性接觸材料 4 之一部分由磊晶半導體層堆疊 2 突出。於是，可容易地由外部來與該電性接觸材料 4 達成電性接觸，特別是可與該接合墊 41 之區域中的電性接觸材料達成電性接觸。

凹口 3 具有一種深度，其至少須像該緩衝層 21 之厚度 5 一樣大。凹口 3 之深度較佳是大於該緩衝層 21 之厚度 5。該緩衝層 21 之厚度 5 例如可大於 $0.15\ \mu\text{m}$ ，其例如亦可小於 $5\ \mu\text{m}$ 。適當的厚度 5 例如是 $0.5\ \mu\text{m}$ 、 $1\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 或 2

μm 。

半導體本體特別是一種以氮化物-化合物半導體為主之發出輻射-及/或偵測輻射的半導體晶片。特別是指以下的半導體晶片：此種半導體晶片中磊晶製成的半導體層序列包含至少一單一層，其具有由氮化物-化合物半導體材料構成的材料。

活性區具有一種 pn-接面、一種雙異質結構、單一量子井結構(SQW)或多重式量子井結構(MQW)以用來產生輻射。此名稱「量子井結構」此處未指出量子化的維度。因此，量子井結構可另外包含量子槽，量子線和量子點以及這些結構的每一種組合。例如，MQW-結構已描述在 WO 01/39282、US 5,831,277、US 6,172,382 B1 和 US 5,684,309 中，其已揭示的內容藉由參考而收納於此處。

例如，緩衝層 21 和接觸層 22 分別是一種 GaN-層

緩衝層 21 之外表面 211 已粗糙化，其具有不平坦性且適合用來使該外表面 211 上的全反射減小，以及使輻射經由該外表面 211 而由半導體層堆疊 2 發出。該外表面 211 特別是已微結構化。具有微結構化的發射面之半導體晶片以及以氮化物-化合物半導體材料為主之發出輻射的半導體層序列之輻射發射面之微結構化的方法例如已揭示在 WO 2005/106972 中，其已揭示的內容收納在本發明中。

凹口 3 之底面 221 不同於緩衝層 21 之外表面 211 而須儘可能平坦，其粗糙度小於該外表面 211 之粗糙度之 5 倍。已

確定的是，一種儘可能平滑的底面 221 對於在該接觸材料 4 和接觸層 22 之間形成一導電性的接觸區而言是有利的。

該接觸材料 4 例如具有一種金屬或多種金屬或由一種或多種金屬所構成。此外，電性接觸材料 4 亦可具有一種透明的導電氧化物，即，所謂 TCO，例如，銦錫氧化物(ITO)。

在一實施例中，該接觸材料 4 具有一種鈦層，其鄰接於底面 221；一配置在鈦層上的鉑層；以及一施加在鉑層上的金層。鈦層例如具有一種介於 50nm(含)和 200nm(含)之間的厚度，例如，100nm。鉑層例如具有一種介於 50nm(含)和 300nm(含)之間的厚度，例如，100nm。金層具有一種介於 $0.5\mu\text{m}$ (含)和 $4\mu\text{m}$ (含)之間的厚度。各層，特別是金層，亦可更厚。各層亦可分別由給定的材料所構成。

緩衝層 21 例如是一種通常未摻雜的 GaN-層。”通常未摻雜”是指，該緩衝層 21 所具有的 n-摻雜物質濃度較磊晶半導體層堆疊 2 之一的 n-導電性摻雜的半導體層小很多。例如，整個緩衝層中的摻雜物質濃度小於 $1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ ，較佳是小於 $7\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ ，特別佳時是小於 $5\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ 。摻雜物質濃度例如最大可為大約是 $3\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ 。

另一方式是，緩衝層 21 亦可至少一部分為 n-摻雜。然而，緩衝層 21 中的摻雜物質濃度小於接觸層 22 中的摻雜物質濃度。例如，緩衝層 21 中的摻雜物質濃度小於 $3\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 。在與緩衝層比較時，該接觸層 22 具有較大的摻雜物質濃度。此接觸層例如是 n-摻雜，其摻雜物質濃度例如大於 $8\times$

10^{18}cm^{-3} 。例如，該接觸層中的 n-摻雜物質濃度大約是 $1 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 或更大。亦可只有使該接觸層 22 的一部分具有高的摻雜物質濃度，且該接觸層 22 之其餘部分中的摻雜物質濃度較小。

已確定的是，當緩衝層 21 中的摻雜物質濃度儘可能小且接觸層 22 中的摻雜物質濃度相較之下儘可能大時，則磊晶半導體層序列 2 之結晶品質和電性上的可接觸性都可有利地實現。一種厚度儘可能小且摻雜度亦儘可能小之緩衝層 21 對該半導體層序列之結晶品質有良好的作用。

第 2 圖所示的半導體本體 1 例如未具有一種磊晶基板。半導體層序列 2 例如開始時以緩衝層 21 生長在磊晶基板上。然後，去除該磊晶基板。因此，該磊晶基板之每一材料都完全去除。然而，亦可將該磊晶基板之材料的一部分保留成半導體本體的一部分而未去除。

通常，光電半導體本體特別是指一種薄膜-發光二極體晶片。

薄膜-發光二極體晶片之特徵是以下特性中之至少一種：

- 在輻射產生用的磊晶層序列之面向載體元件之第一主面上施加或形成一種反射層，其使磊晶半導體層序列中所產生的電磁輻射之至少一部分反射回到磊晶半導體層序列中。

- 此薄膜-半導體晶片含有一載體元件，其不是一種生長基板（其上磊晶生長著半導體層序列）而是一個別的載體元

件，其事後固定在一磊晶半導體層序列上。

-此磊晶半導體層序列之生長基板由該磊晶半導體層序列中去除或被薄化，使此生長基板與磊晶半導體層序列仍具有承載作用。

-此磊晶半導體層序列較佳是具有一種 $20\ \mu\text{m}$ 或更小的厚度，特別好的情況是 $10\ \mu\text{m}$ 。

該載體元件較佳是形成為可使半導體晶片所發出的輻射透過。

此外，此磊晶半導體層序列較佳是含有至少一半導體層，其至少一面包括一混合結構，此混合結構在理想情況下可使磊晶半導體層序列中的光達成一種近似遍歷(ergodic)之分佈，即，該光具有一種儘可能遍歷之隨機雜散特性。

薄膜-半導體晶片之基本原理例如已描述在文件 I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63(16), 18. October 1993, page 2174-2176 中，其已揭示的內容藉由參考而併入此處。

例如，薄膜-半導體晶片已描述在文件 EP 0905797 A2 和 WO 02/13281 A1 中，其已揭示的內容藉由參考而收納於此處。

然而，半導體本體未必是發光二極體晶片，而是亦可以為一種輻射偵測用的晶片，例如，光學感測器用的晶片。

第 2 圖所示的半導體本體中，在半導體層序列 2 之與凹口 3 相面對的一側上例如配置另一電性接觸材料 6，其形成半導體本體 1 之接觸電極。凹口 3 中之此接觸材料 4 形成一種 n-電極或形成 n-電極之一部分。相面對的電極之接觸

材料 6 施加在一種電性絕緣層 7 上。

電性絕緣層 7 例如具有一種像二氧化矽之類的介電材料或由此種材料所構成。此外，該層 7 包含至少一凹口，此凹口垂直地經由該層 7 而延伸。此凹口之區域中可對該半導體層序列 2 達成導電性的接觸。該電性絕緣層 7 較佳是具有多個凹口。由電性絕緣層 7 和電性接觸材料 6 所形成之此種組合可具有高的反射性。

半導體層序列 2 除了緩衝層 21 和接觸層 22 之外另具有一種活性區 24 和摻雜成 p-導電的半導體層 25。在 p-導電之半導體層 25 和電性接觸材料 6 之間例如可選擇性地配置一種摻雜成 n-導電之半導體層，但其未顯示在第 2 圖中。在此種情況下，在 p-導電之半導體層 25 和 n-導電之半導體層之間可形成一種穿隧(tunnel)接觸區。

此外，在該接觸層 22 和活性區 24 之間可配置一個或多個其它的半導體層。例如，在上述位置上可配置一種摻雜成 n-導電之半導體層 23，其與該接觸層 22 相鄰接且以一種大約 $3.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 之摻雜物質濃度而摻雜成具有 n-導電性。例如，矽適合用作 n-摻雜物質。

第 3 圖所示的半導體本體 1 中，與第 2 圖所示的實施例不同之處在於，凹口 3 中該電性接觸材料 4 之至少一部分配置著一種電性絕緣材料 43。例如，該接合墊 41 之一部分或全部都設有絕緣材料 43。一種介電質(例如，二氧化矽)適合用作絕緣材料。此絕緣材料施加在該凹口之底面 221

上且特別是與底面相鄰接。藉由電性絕緣材料 43，則可使半導體本體在操作時在該接合墊 41 下方不會形成一種太高的局部性電流密度，太高的局部性電流密度對該光電半導體本體之功能有不良的影響。

第 4 圖所示的實施例中，該凹口 3 具有一些深度不同的區域。例如，凹口 3 的一些部分(其中配置著電性接觸軌 42)形成時的深度大於該凹口之另外一些部分(其中配置著該接合墊 41)形成時的深度。基本上亦可將該接合墊 41 的一部分或全部配置在該凹口 3 的外部。即，該接合墊之至少一部分配置在該外表面 211 上。

在各接觸軌 42 的區域中，該接觸材料 4 完全配置在該凹口 3 之內部中，即，該接觸材料未由該凹口 3 突出。反之，在該接合墊 41 之區域中，該接觸材料 4 的至少一部分是由半導體層堆疊 2 突出，這就該半導體本體 1 之電性上可由外部來接觸而言是有利的。然而，基本上亦可將形成該接合墊 41 用的電性接觸材料 4 配置在該凹口 3 中的至少一些區域中或完全配置在該凹口 3 中且未由該凹口 3 突出或向內到達該凹口之邊緣。

第 5 至 7 圖中顯示本方法之一實施例。本方法中須製備一種半導體層序列 2，其具有一緩衝層 21、一接觸層 22、一 n-導電之摻雜層 23、一活性區 24 和一 p-導電之摻雜層 25。此半導體層序列例如在 n-導電之摻雜層 23 和活性區 24 之間仍可具有其它的層。

在二個主側上該半導體層序列具有一外表面 211。此一外表面例如藉由緩衝層 21 之二個主面之一來形成。

可製成該磊晶半導體層序列 2，此時各層須生長在一適當的磊晶基板上。此磊晶基板例如具有碳化矽或藍寶石。半導體層序列 2 例如以緩衝層 21 作為開始而生長在該磊晶基板上。然後，磊晶基板例如由該半導體層序列中去除。

在該磊晶基板被去除之前，第 2 至 4 圖中分別形成圖式中所示的接觸結構，其具有電性絕緣層 7 和電性接觸材料 6，但這在第 5 至 7 圖中未顯示。然而，此接觸層的形成基本上亦可在該磊晶基板被去除之後才進行。

然後，在半導體層序列 2 中形成至少一凹口 3。凹口之形成例如是以微影方式而在使用一種能以光學來結構化的光罩層的情況下達成。此種光罩層未顯示在第 6，7 圖中，雖然此光罩層在適當的實施形式中在施加該電性接觸材料 4 時可存在，請參閱第 7 圖。不期望的電性接觸材料然後可有利地在剝離過程中與光學可結構化的光罩層一起被去除。以上的各步驟基本上已為此行的專家所知悉。

凹口之形成例如可使用一種反應式離子-蝕刻及/或例如濕式化學蝕刻來達成。就施加電性接觸材料 4 而言，可使用傳統的方法，例如，蒸鍍及/或濺鍍。

在本方法之實施例中，只有在該電性接觸材料配置在該凹口 3 中之後才進行一種使該外表面 211 粗糙化的步驟。於是，能以簡易的方式來確保：能儘可能平坦或平滑地形成

該凹口之底面 221 且此底面不受粗糙化步驟所影響。使該外表面 211 粗糙化之方法例如已揭示在 WO 2005/106972 中，其已揭示的整個內容藉由參考而收納於此處。由本方法所造成的半導體本體 1 顯示在第 2 圖中。

本方法的另一例子顯示在第 8 和 9 圖中，其不同處在於，使該外表面 211 粗糙化的步驟是在該凹口 3 形成之前進行。該凹口 3 例如藉由蝕刻而向內設定在一種粗糙的表面中，結果，該凹口 3 之底面 221 同樣是粗糙的。底面 221 之粗糙度可較該外表面 211 之粗糙度還小。例如，底面 221 之粗糙度可較該外表面 211 之粗糙度小 5 倍或 2 倍。當然，在一種粗糙的底面 221 中確實可在電性接觸材料 4 和接觸層 22 之間形成一種導電性良好的接觸區。雖然該凹口之儘可能平滑的底面已顯示是有利的，但該底面 221 亦可以粗糙的形式來形成。

上述光電半導體本體及其製造方法不會受到各實施例中之描述所限制。反之，本發明包含每一新的特徵和各特徵的每一種組合，特別是包含各申請專利範圍-或不同實施例之個別特徵之每一種組合，當相關的特徵或相關的組合本身未明顯地顯示在各申請專利範圍中或各實施例中時亦屬本發明。

【圖式簡單說明】

第 1 圖 光電半導體本體之一實施例之俯視圖。

第 2 圖 是第 1 圖所示之光電半導體本體之切面圖。

第 3 圖 光電半導體本體之第二實施例之切面圖。

第 4 圖 光電半導體本體之第三實施例之切面圖。

第 5 至 7 圖 第一實施例中本方法的不同階段中磊晶半導體層序列之切面圖。

第 8，9 圖 第二實施例中本方法的不同階段中磊晶半導體層堆疊之切面圖。

【主要元件符號說明】

1	半導體本體
2	磊晶半導體層序列
21	緩衝層
211	半導體層序列之外表面
22	接觸層
221	凹口之底面
23	n-導電之摻雜半導體層
24	活性區
25	p-導電之摻雜半導體層
3	凹口
4	電性接觸材料
41	接合墊
42	接觸軌
43	電性絕緣層
5	緩衝層的厚度
6	電性接觸材料
7	電性絕緣層

十、申請專利範圍：

1. 一種光電半導體本體，其具有以氮化物-化合物半導體為主之磊晶半導體層序列，在該磊晶半導體層序列中包含磊晶緩衝層、活性區、和磊晶接觸層，其中，

緩衝層在名義上（nominally）未摻雜或至少一部分摻雜成 n-導電性，

緩衝層是半導體本體的外層且具有遠離半導體本體的主面，

半導體本體具有二個主側，及

緩衝層在半導體本體的二個主側之一上形成半導體本體的邊界，

活性區適合用來發出或接收電磁輻射，

該接觸層配置在緩衝層和活性區之間且摻雜成 n-導電性，

該接觸層中的 n-摻雜物質濃度大於該緩衝層中的 n-摻雜物質濃度，以及

在半導體層序列中包含凹口，該凹口經由該緩衝層延伸，且電性接觸材料配置在凹口中且與該接觸層相鄰接，

其中在該凹口中，該電性接觸材料之一部分的下方係以電性絕緣材料墊著且該電性絕緣材料配置在該電性接觸材料和該接觸層之間；及/或

其中該電性接觸材料形成接合墊和電性接觸軌，該凹口具有深度不同的多個區域，以及該凹口之配置有接觸軌的部分比該凹口之配置有接合墊的部分還深；及/或

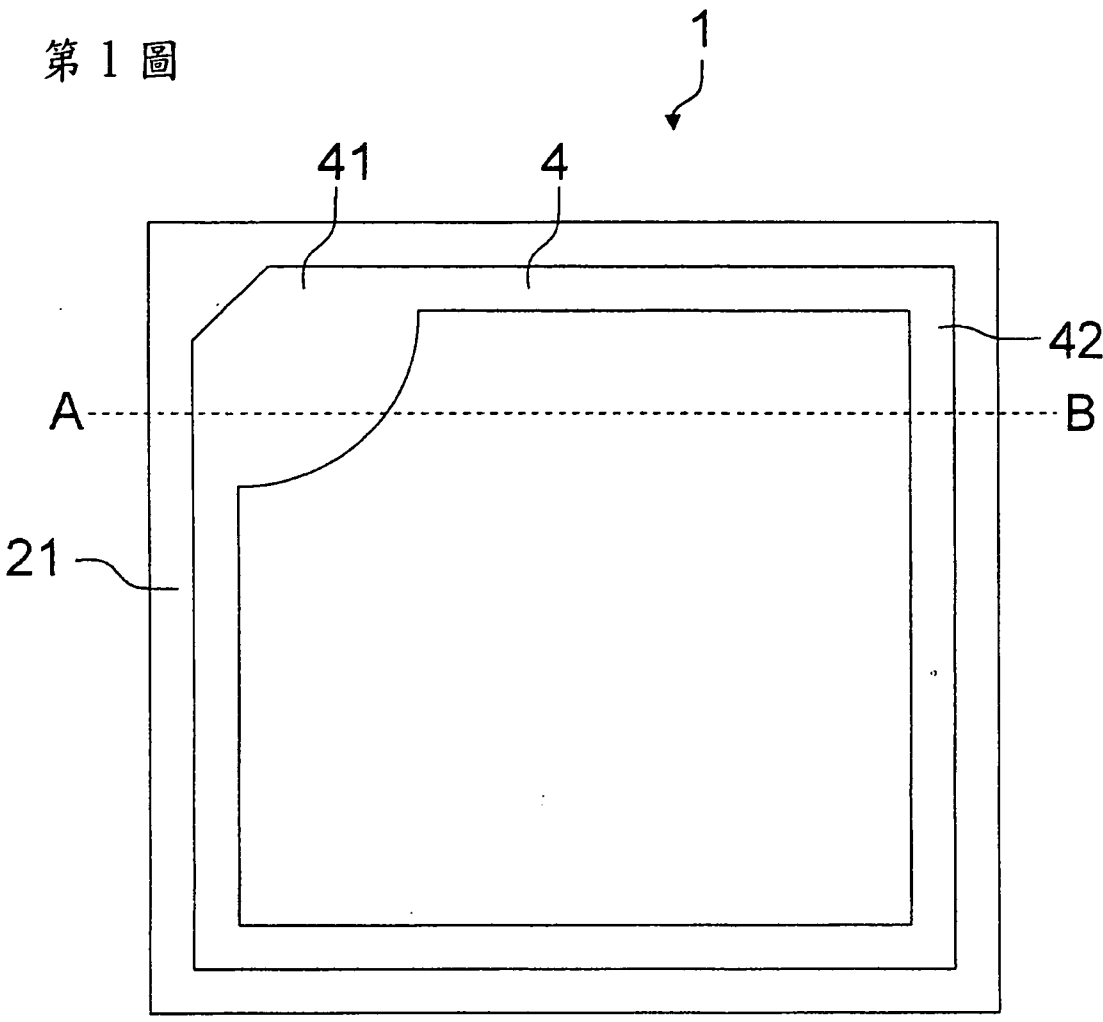
其中該電性接觸材料形成該接合墊及該電性接觸軌二者係與該接觸層相鄰接。

- 2.如申請專利範圍第 1 項之光電半導體本體，其中該緩衝層的厚度大於或等於 $0.15\ \mu\text{m}$ 。
- 3.如申請專利範圍第 1 項之光電半導體本體，其中該緩衝層的厚度大於或等於 $0.5\ \mu\text{m}$ 。
- 4.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中該緩衝層的外表面具有大於該凹口之底面之平均粗糙度 2 倍的平均粗糙度。
- 5.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中該緩衝層的外表面的平均粗糙度是該凹口之底面之平均粗糙度的至少 5 倍。
- 6.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中該電性接觸材料與半導體本體之接合墊導電地相連接或電性接觸材料形成接合墊。
- 7.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中該接觸層之摻雜物質濃度大於或等於 $3 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 。
- 8.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中該接觸層之摻雜物質濃度大於或等於 $7 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 。
- 9.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中該凹口延伸到該接觸層內。
- 10.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中該半導體本體不含有磊晶基板。

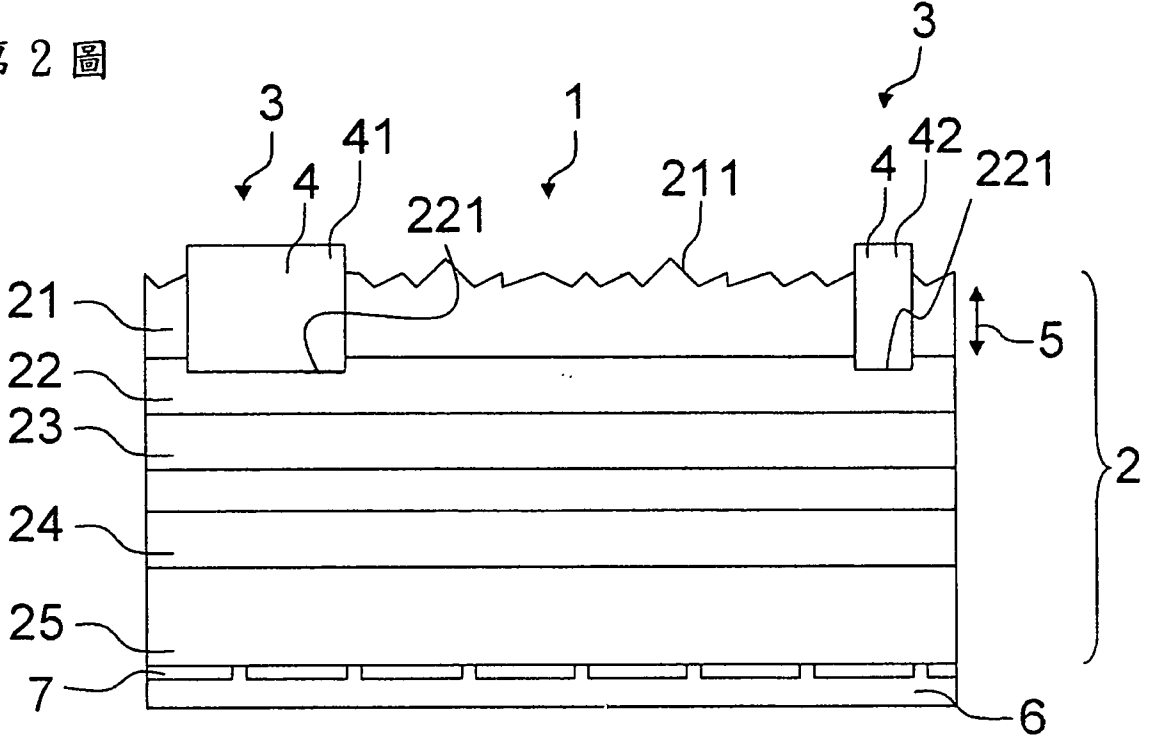
11.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中在半導體層序列之與該凹口相對的側上配置有另一電性接觸材料。

12.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之光電半導體本體，其中該緩衝層的外表面的平均粗糙度是該電性接觸材料之遠離該半導體層序列之面之平均粗糙度的至少 5 倍。

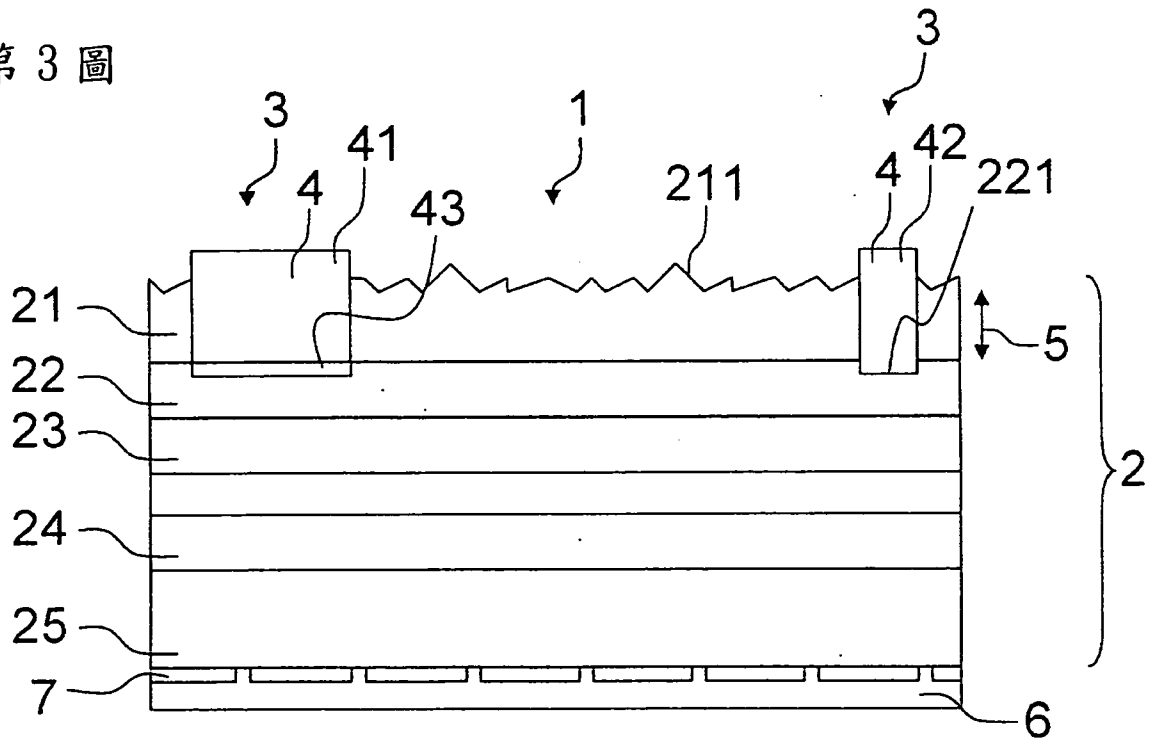
十一、圖式：



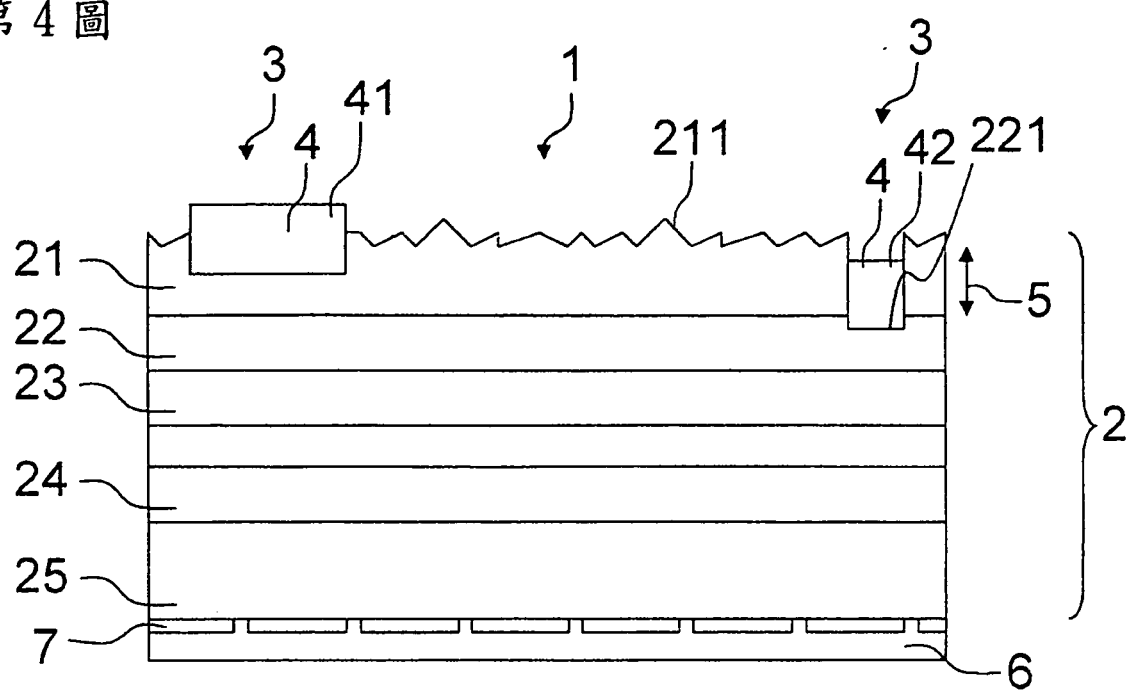
第 2 圖



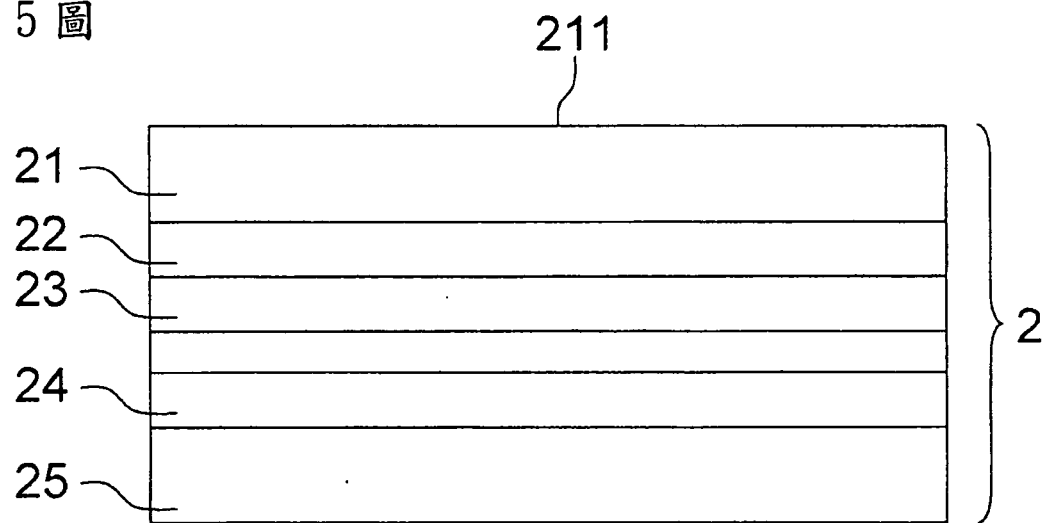
第 3 圖



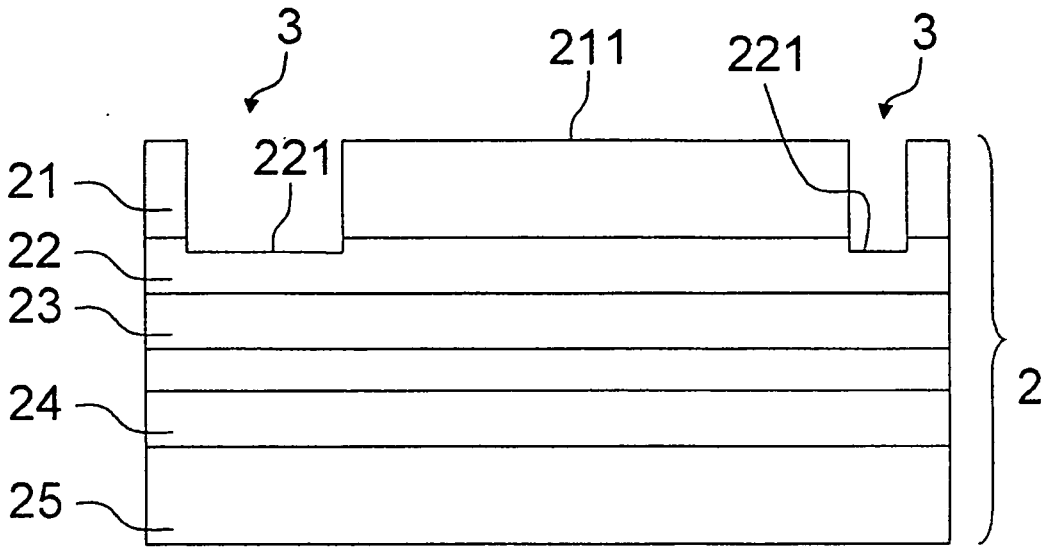
第 4 圖



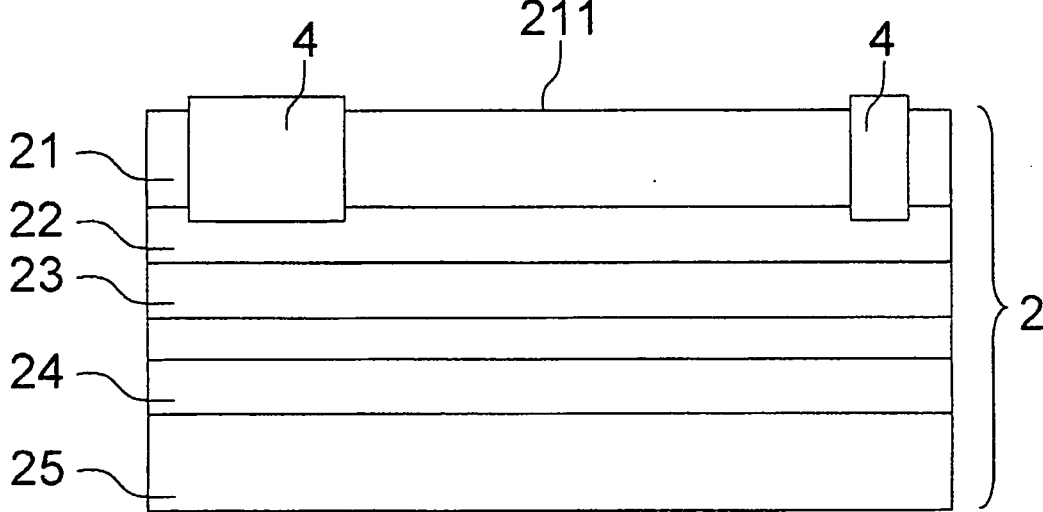
第 5 圖



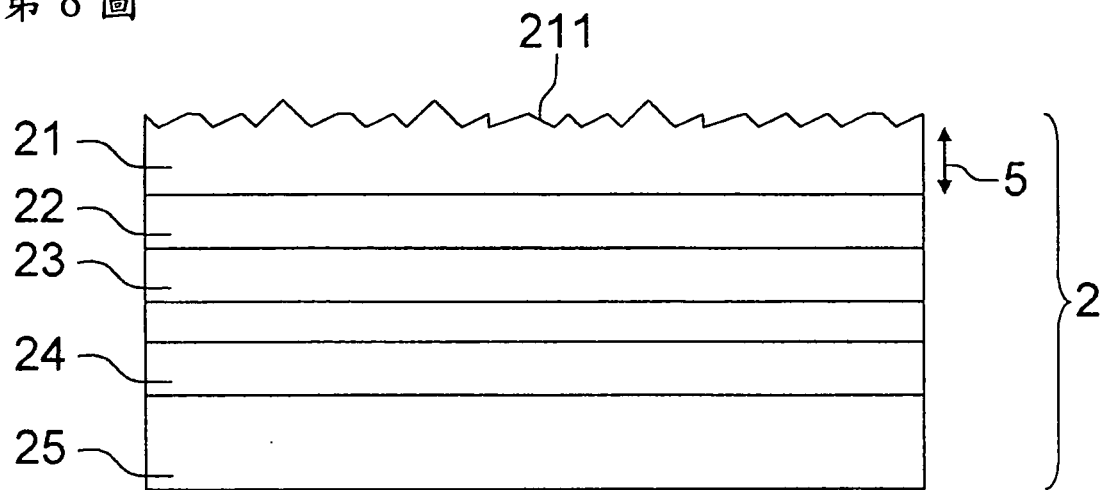
第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖

