

# 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：9214113

※申請日期：92.8.11

※IPC 分類：H01L 33/00

## 一、發明名稱：(中文/英文)

可見光發光二極體之透明電極的製作方法

FABRICATION METHOD OF TRANSPARENT ELECTRODE ON VISIBLE LIGHT-  
EMITTING DIODE

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

聯銓科技股份有限公司/EPITECH CORPORATION, LTD.

代表人：(中文/英文) 曾子章 TSENG, TZYYJANG

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台南縣台南科學工業園區大順9路10號

NO.10, DA-SHUEN 9TH RD., TAINAN SCIENCE-BASED INDUSTRIAL PARK,

HSIN-SHI, TAINAN COUNTY, TAIWAN, R.O.C.

國籍：(中文/英文) 中華民國 R.O.C.

## 三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 應澤亮 YING, TSELIANG

2. 陳錫銘 CHEN, SHIMING

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國 R.O.C.

2. 中華民國 R.O.C.

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：

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。

## 九、發明說明

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種發光二極體 (Light-Emitting Diode; LED) 之製造方法，特別是有關於一種改良式可見光發光二極體之透明電極的製造方法。

### 【先前技術】

發光二極體為一種能自然放射出紫外光、可見光，及紅外光區波長的 p-n 接面二極體。可見光發光二極體最常用來做為家電、音響及儀表之指示燈；照相機的自動對焦光源；傳真機、條碼閱讀機及光學滑鼠之光源；以及使用者與電子儀器間的訊息工具。

對於可見光發光二極體而言，波長區域為  $0.4-0.7 \mu\text{m}$ ，即所使用之半導體材料的能帶間隙，大約從  $1.63\text{eV}$  到  $3.26\text{eV}$  之間。這些半導體材料例如為磷化鎵 (GaP)、砷化鋁鎵 ( $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ )、氮化鎵 (GaN) 以及磷砷化鎵 ( $\text{GaAs}_{1-y}\text{P}_y$ ) 等由 III-V 族所組成之系列。

為了因應高亮度發光二極體元件應用之需求，在形成金屬電極之前，會先在發光二極體元件之上形成一透明電極層 (亦稱為透明導電層)，適當材料有氧化銦 (Indium Oxide)、氧化錫 (Tin Oxide)、氧化鋅 (Zinc Oxide) 以及氧化銦錫 (Indium Tin Oxide)。透明電極層除了可提供與發光二極體結構之間的歐姆接觸 (Ohmic Contact) 外，更具有分散電

流之作用，而使電流分布更為均勻，進而可增加發光二極體之發光效率。傳統形成透明電極層的製程，係直接沉積透明電極層在發光二極體元件之上，然而，此一製程不易形成良好的歐姆接觸。

為解決此一問題，習知技術利用等晶格常數相差不大，且窄能隙的材料，例如砷化鎵(GaAs)、磷化鎵、或是磷砷化鎵(GaAsP)，來形成一層高摻雜(Heavy Doping With Dopant)的 p 型歐姆接觸層，以改善透明電極與發光二極體元件之半導體材料之間的歐姆接觸。若以砷化鎵材料在磷化鋁鎵銻(AlGaInP-Based)之發光二極體元件上形成高摻雜的砷化鎵歐姆接觸層時，由於砷化鎵化合物的能隙(1.35eV)小於可見光的能隙範圍(1.63eV~3.26eV)，由發光二極體元件所產生的大部分可見光會被砷化鎵化合物所吸收。另外，若採用磷化鎵或是磷砷化鎵做為 p 型歐姆接觸層的材料時，雖然此二項材料的能隙較砷化鎵大，被吸收的光子量較少，但其雜質活化不易，會使得透明電極與發光二極體元件不易形成良好的歐姆接觸，而使得元件的順向電壓提高，因而限制了元件的應用。

另一種改善歐姆接觸之方法，係利用接觸層之混合超晶格(Hybrid Superlattice)結構(由數對交互堆疊之寬能隙半導體材料層以及窄能隙半導體材料層所構成，其中，寬能隙半導體材料層與窄能隙半導體材料層之材質可為 p 型摻雜之氮化物半導體，例如氮化鋁鎵/氮化鎵(AlGaIn/GaN)或氮化

銦鎵/氮化鎵(InGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub>)來降低透明電極與發光二極體元件之間的接觸電阻。然而，此一混合超晶格結構依然有光吸收的缺點，故而使發光二極體發光強度明顯減弱。

根據以上所述，習知形成透明電極之製程方法至少包含下列缺點：首先，直接沉積透明電極不易形成良好的歐姆接觸。其次，使用砷化鎵材料作為歐姆接觸層來改善歐姆接觸時，大部分可見光會遭到摻質吸收。再者，使用磷化鎵或是磷砷化鎵材料作為 p 型歐姆接觸層來改善歐姆接觸時，雜質活化不易，會使得元件的順向電壓提高，因而限制了元件的應用。而且，利用 InGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> 或 AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> 之混合超晶格結構改善歐姆接觸時，可見光會遭到吸收，使發光二極體放光強度減弱。

因此有需要提供一種可以降低歐姆電阻，又不會導致光吸收之形成透明電極的方法。

### 【發明內容】

本發明之目的係提供一種可以降低歐姆電阻，又不會導致光吸收之形成發光二極體結構之透明電極的方法。藉由此方法可以克服習知透明電極製程方法所衍生之接觸電阻過大、以及光吸收的問題。本發明適用以製造高亮度之發光二極體元件，可達到改善上述傳統製程方法缺失之功效，以因應未來高亮度發光二極體元件應用之殷切需求。

本發明所提供之可見光發光二極體之透明電極的製作方法，至少包括以下步驟：首先以習知技術形成發光二極體元件；然後，先在發光二極體元件上沉積歐姆金屬層；接下

來，進行高溫退火處理，使歐姆金屬層因高溫而擴散，並與半導體材料反應；再以蝕刻製程移除可見光發光二極體元件上方之歐姆金屬層；接著，在可見光發光二極體元件上沉積透明電極層，最後在透明電極層之上形成金屬墊。

本發明係使用歐姆金屬以熱擴散之方法，使歐姆金屬與發光二極體元件表面發生作用，取代習知技術之歐姆接觸層，以及超晶格結構的方法，能在改善透明電極與發光二極體元件半導體材料之歐姆接觸的同時，又可避免大部分可見光會被吸收。

#### 【實施方式】

本發明係提供一種形成可見光發光二極體之透明電極之製作方法。

本發明所揭露之技術特點在於：沉積歐姆金屬於可見光發光二極體元件表面，經退火處理後，再蝕刻移除金屬。不僅可降低發光二極體元件與透明電極之間的歐姆電阻，又可避免因為改善接觸電阻所導致的光吸收問題。

首先以一般技術形成發光二極體元件。然後，先在發光二極體元件上沉積歐姆金屬層。之後，進行高溫退火處理，使歐姆金屬層因高溫擴散，並與半導體材料反應。再以蝕刻製程移除可見光發光二極體元件上方之歐姆金屬層。接著，在可見光發光二極體元件上沉積透明電極。最後在透明電極之上形成金屬墊，以完成發光二極體之建構。

發光二極體元件係以一般技術所形成，例如以有機金

屬化學氣相沉積 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD) 的方式磊晶生成於基板之上。構成此發光二極體元件之材質，係為位於可見光能隙範圍 (1.63eV~3.26 eV) 之半導體材料，例如磷化鎵、砷化鋁鎵 ( $Ga_{1-x}Al_xAs$ ) 氮化鎵以及磷砷化鎵 ( $GaAs_{1-y}P_y$ )、硫硒化鋅 ( $ZnS_{1-z}Se_z$ )、磷化鋁鎵銻 (AlGaInP)、氮化鋁鎵銻 (AlInGaN)、硫硒化鎂鋅 (MgZnSSe) 或其他由 III-V 族所組成之半導體材質，而較佳為磷化鋁鎵銻 (AlGaInP)、氮化鋁鎵銻 (AlInGaN) 以及硫硒化鎂鋅 (MgZnSSe)。

請參照第 1 圖至第 1c 圖，第 1 圖至第 1c 圖係繪示根據本發明之第一個實施例之一種磷化鋁鎵銻 (AlGaInP) 發光二極體元件，包括基板 102，以及磊晶結構 100 位於該基板 102 上，其中基板 102 之材質較佳為 n 型砷化鎵。在此一實施例之中，磊晶結構 100 包括依序堆疊之緩衝層、n 型侷限層主動層、以及 p 型侷限層。緩衝層之材質較佳可例如為 n 型砷化鎵，n 型侷限層之材質較佳為寬能隙 n 型磷化鋁鎵銻，主動層之材質較佳為窄能隙單層或多重量子井磷化鋁鎵銻，而 p 型侷限層之材質較佳為寬能隙 p 型磷化鋁鎵銻。

發光二極體元件更包括金屬電極 112，其中金屬電極 112 之材質較佳為鈦、鋁或鍍金合金。在此實施例之中，金屬電極 112 與磊晶結構 100 分別位於基板 102 之相異兩側。

接下來，請參照第 1a 圖，第 1a 圖係繪示在發光二極體元件上形成歐姆金屬層之後的剖面示意圖。利用例如熱蒸鍍 (Thermal Evaporation)、電子蒸鍍 (Electron Enhanced

Evaporation) 或濺鍍沉積 (Sputtering Deposition) 製程在磊晶結構 100 之表面沉積歐姆金屬層 114，其中歐姆金屬層 114 之材質較佳為鈮鈮、鋅、鎳、金或鈹金合金。歐姆金屬之厚度較佳為大於  $10\text{\AA}$ 。在此實施例之中，歐姆金屬層 114 與金屬電極 112 分別位於磊晶結構 100 之兩相異側。

之後，進行高溫退火步驟，使歐姆金屬層 114 與半導體因為熱擴散而反應。在本發明之較佳實施例之中，退火步溫度較佳是控制在介於  $200^{\circ}\text{C}$  至  $700^{\circ}\text{C}$  之間，更佳則係控制在介於  $300^{\circ}\text{C}$  至  $500^{\circ}\text{C}$  之間。再使用蝕刻技術移除歐姆金屬層 114，較佳係利用金屬蝕刻液之濕式蝕刻製程移除歐姆金屬層 114，而形成如第 1b 圖所示之結構。

接著，請參照第 1c 圖，第 1c 圖所繪示在發光二極體元件上形成透明電極之後的剖面示意圖。利用例如沉積的方式於磊晶結構 100 表面形成透明電極層 116，其中透明電極層 116 係為導電材質，例如氧化鈮錫、氧化鋅、氧化鎳錫、氮化鈦鎢、氧化鈮、氧化錫、以及氧化鎂等，較佳為氧化鈮錫、或氧化鋅。

最後，利用例如沉積的方式在透明電極層 116 上形成金屬墊 118，以形成發光二極體之透明電極結構。

請參照第 2 圖至第 2c 圖，第 2 圖至第 2c 圖係繪示根據本發明之第二實施例之一種發光二極體元件。發光二極體元件包括基板 202 以及磊晶結構 200。發光二極體元件更包括金屬電極 212，金屬電極 212 與磊晶結構 200 分別位於基板 202 之相同一側，且金屬電極 212 至少位於磊晶結構 200 之



第一表面的一部分上。

在此一實施例之中，構成發光二極體元件之材質大致與第一實施例相似。然而，第 2 圖所繪示之磊晶結構所採用之基板 202 材質較佳係為不導電之藍寶石(Sapphire)材質，與第一實施例所採用之 n 型砷化鎵材質有所不同。再者，第一實施例與第二實施例兩者具有不同之結構。在此二個實施例之中，金屬電極與磊晶結構之之相對位置分別有所不同。在第一實施例中，金屬電極 112 與磊晶結構 100 係分別位於基板之兩相異側，而第二實施例中，金屬電極 112 與磊晶結構 200 均位於該基板之同一側，且金屬電極 112 至少位於磊晶結構 200 之第一表面的一部分上。

請參照第 2 圖，在此一實施例之中，磊晶結構 200 包括依序堆疊之：緩衝層、n 型侷限層、主動層、以及 p 型侷限層。緩衝層之材質較佳可例如為 n 型砷化鎵，n 型侷限層之材質較佳為寬能隙 n 型磷化鋁鎵銻，主動層之材質較佳為為窄能隙單層或多重量子井磷化鋁鎵銻，而 p 型侷限層之材質較佳為寬能隙 p 型磷化鋁鎵銻。

請參照第 2a 圖，第 2a 圖係繪示在發光二極體元件上形成一歐姆金屬層後之剖面示意圖。利用例如熱蒸鍍、電子蒸鍍或濺鍍沉積製程，在磊晶結構 200 之第二表面沉積一歐姆金屬層 214，其中歐姆金屬層 214 之材質可為能與磊晶結構 200 形成歐姆接觸之金屬，較佳可例如為銻鈮、鋅、鎳、金或鈹金合金。歐姆金屬之厚度較佳為大於  $10\text{\AA}$ 。在本發明較佳的實施例之中，歐姆金屬層 214 與金屬電極 212 分別位於

基板 202 之相同一側。

之後，進行高溫退火步驟，使歐姆金屬 214 與半導體因為熱擴散而反應。在本發明之較佳實施例之中，退火步溫度較佳是控制在介於 200°C 至 700°C 之間，更佳則係控制在介於 300°C 至 500°C 之間。再以蝕刻技術移除歐姆金屬層 214，較佳係利用金屬蝕刻液之濕式蝕刻製程移除歐姆金屬層 214，而形成如第 2b 圖所示之結構。

接著，請參照第 2c 圖，第 2c 圖所繪示在發光二極體元件上形成透明電極之後的剖面示意圖。利用例如沉積的方式於在磊晶結構 200 之第二表面形成透明電極層 216，其中透明電極層 216 係為導電材質，例如氧化銦錫、氧化鋅、氧化鎘錫、氮化鈦鎢、氧化銦、氧化錫、以及氧化鎂等，較佳為氧化銦錫、或氧化鋅。

最後，利用例如沉積的方式在透明電極層 216 之上形成金屬墊 218，以形成發光二極體之透明電極結構。

請參照第 3 圖至第 3c 圖，第 3 圖至第 3c 圖係根據本發明之第三實施例所繪示之一種氮化鋁鎵銦 (AlInGa<sub>N</sub>) 發光二極體元件，包括基板 302 以及磊晶結構 300 位於該基板 302 上，其中基板 302 之材質較佳為 n 型砷化鎵。在本實施例之中，發光二極體元件之結構大致與第一實施例相同，僅磊晶結構 300 所採用之材質與第一實施例有所不同。在第一實施例之中，磊晶結構 100 係以磷化鋁鎵銦為基底 (AlInGaP based) 之半導體材質，而本實施例之磊晶結構 300 係採用氮化鋁鎵銦為基底 (AlInGa<sub>N</sub> based) 之半導體材質。

在此一實施例之中，磊晶結構 300 包括依序堆疊之緩衝層、n 型侷限層、主動層、以及 p 型侷限層。其中緩衝層之材質較佳為 n 型砷化鎵，n 型侷限層之材質較佳為寬能隙 n 型氮化鋁鎵銻，主動層之材質較佳為窄能隙單層或多重量子井氮化鋁鎵銻，而 p 型侷限層之材質為寬能隙 p 型氮化鋁鎵銻。

發光二極體元件更包括金屬電極 312，其中金屬電極之材質較佳為鈦、鋁或鍍金合金。在此實施例之中，金屬電極 312 與磊晶結構 300 分別位於基板 302 之相異兩側。

接下來，請參照第 3a 圖，第 3a 圖係繪示在發光二極體元件上形成歐姆金屬層之後的剖面示意圖。利用例如熱蒸鍍、電子蒸鍍或濺鍍沉積製程在磊晶結構 300 之表面沉積歐姆金屬層 314，其中歐姆金屬層 314 之材質較佳為銻鈹、鋅、鎳、金或鍍金合金。歐姆金屬之厚度較佳為大於  $10\text{\AA}$ 。在此實施例之中，歐姆金屬層 314 與金屬電極 312 分別位於磊晶結構 300 之相異兩側。

之後，進行高溫退火步驟，使歐姆金屬層 314 與半導體因為熱擴散而反應。在本發明之較佳實施例之中，退火步溫度較佳是控制在介於  $200^{\circ}\text{C}$  至  $700^{\circ}\text{C}$  之間，更佳則係控制在介於  $300^{\circ}\text{C}$  至  $500^{\circ}\text{C}$  之間。再使用蝕刻技術移除歐姆金屬層 314，較佳係利用金屬蝕刻液之濕式蝕刻製程移除歐姆金屬層 314，而形成如第 3b 圖所示之結構。

接著，請參照第 3c 圖，第 3c 圖所繪示在發光二極體元件上形成透明電極之後的剖面示意圖。利用例如沉積的方式

於磊晶結構 300 表面形成透明電極層 316 其中，透明電極層 316 係為導電材質，例如氧化銦錫、氧化鋅、氧化鎘錫、氮化鈦鎢、氧化銦、氧化錫以及氧化鎂等，較佳為氧化銦錫、氧化鋅。

最後在透明電極層 316 之上形成金屬墊 318，以形成發光二極體之透明電極結構。

請參照第 4 圖至第 4c 圖，第 4 圖至第 4c 圖係根據本發明之第四實施例所繪示之氮化鋁鎵銦 (AlInGa<sub>N</sub>) 發光二極體 LED 元件，包括基板 402 以及磊晶結構位於該基板 402 上，其中基板 402 之材質為不導電之藍寶石基板。

在本實施例之中，發光二極體元件之結構大致與第二實施例相同，僅磊晶結構 400 所採用之材質與第二實施例有所不同。在第二實施例之中，磊晶結構 200 係以磷化鋁鎵銦為基底 (AlInGaP based) 之半導體材質，而本實施例之磊晶結構 300 係採用氮化鋁鎵銦為基底 (AlInGa<sub>N</sub> based) 之半導體材質。

在本實施例之中，磊晶結構 400 包括依序堆疊之緩衝層、n 型侷限層、主動層、以及 p 型侷限層。其中緩衝層之材質較佳為 n 型砷化鎵，n 型侷限層之材質較佳為寬能隙 n 型氮化鋁鎵銦，主動層之材質較佳為窄能隙單層或多重量子井氮化鋁鎵銦，p 型侷限層之材質為寬能隙 p 型氮化鋁鎵銦。

發光二極體元件更包括金屬電極 412 其中金屬電極之材質較佳為鈦、鋁或鍺金合金。在此實施例之中，金屬電極 412 與磊晶結構 400 分別位於基板 402 之相同一側，且至少

位於磊晶結構 400 之第一表面的一部分上。

接下來，請參照第 4a 圖，第 4a 圖係繪示在發光二極體 LED 元件上形成歐姆金屬層之後的剖面示意圖。利用例如熱蒸鍍、電子蒸鍍或濺鍍沉積製程，在磊晶結構 400 之第二表面沉積歐姆金屬層 414，其中歐姆金屬層 414 之材質較佳為銻鈮、鋅、鎳、金或鈹金合金。歐姆金屬之厚度較佳為大於  $10\text{\AA}$ 。在本發明較佳的實施例之中，歐姆金屬層 414 與金屬電極 412 分別位於基板 402 之相同一側。

之後，進行高溫退火步驟，使歐姆金屬層 414 與半導體因為熱擴散而反應。在本發明之較佳實施例之中，退火步溫度較佳是控制在介於  $200^{\circ}\text{C}$  至  $700^{\circ}\text{C}$  之間，更佳則係控制在介於  $300^{\circ}\text{C}$  至  $500^{\circ}\text{C}$  之間。再以習知之蝕刻技術移除歐姆金屬層 414，較佳係利用金屬蝕刻液之濕式蝕刻製程，而形成如第 4b 圖所示之結構。

接著，請參照第 4c 圖，第 4c 圖所繪示在發光二極體元件上形成透明電極之後的剖面示意圖。利用例如沉積的方式於在磊晶結構 400 之第二表面形成透明電極層 416，其中透明電極層 416 係為導電材質，例如氧化銻錫、氧化鋅、氧化鎘錫、氮化鈦鎢、氧化銻、氧化錫以及氧化鎂等，較佳為氧化銻錫、或氧化鋅。

最後在透明電極層 416 之上形成金屬墊 418，以形成發光二極體之透明電極結構。

請參照第 5 圖至第 5c 圖，第 5 圖至第 5c 圖係根據本發明之第五實施例所繪示之硫硒化鎂鋅 ( $\text{MgZnSSe}$ ) 發光二極

體元件，包括基板 502 以及磊晶結構 500 位於該基板 502 上，其中基板 502 之材質較佳為 n 型砷化鎵。在本實施例之中，發光二極體元件之結構大致與第一實施例相同，僅磊晶結構 500 所採用之材質與第一實施例有所不同。在第一實施例之中，磊晶結構 100 係以磷化鋁鎵銻為基底 (AlInGaP based) 之半導體材質，而本實施例之磊晶結構 500 係採用氮化鋁鎵銻為基底 (MgZnSSe based) 之半導體材質。

在本實施例之中，磊晶結構 500 包括依序堆疊之緩衝層、n 型侷限層、主動層、以及 p 型侷限層。其中緩衝層之材質較佳為 n 型砷化鎵，n 型侷限層之材質較佳為寬能隙 n 型碲化鎂鋅，主動層之材質較佳為窄能隙單層或多重量子井碲化鎂鋅，p 型侷限層之材質為寬能隙 p 型碲化鎂鋅。

發光二極體元件還包括金屬電極 512，其中金屬電極之材質較佳為鈦、鋁或鍍金合金。在此實施例之中，金屬電極 512 與磊晶結構 500 分別位於基板 502 之相異兩側。

接下來，請參照第 5a 圖，第 5a 圖係繪示在發光二極體 LED 元件上形成歐姆金屬層之後的剖面示意圖。利用例如熱蒸鍍、電子蒸鍍或濺鍍沉積製程在磊晶結構 500 之表面沉積歐姆金屬層 514，其中歐姆金屬層 514 之材質較佳為銻、鈹、鋅、鎳、金或鍍金合金。歐姆金屬之厚度較佳為大於  $10\text{\AA}$ 。在此實施例之中，歐姆金屬層 514 與金屬電極 512 分別位於磊晶結構 500 之相異兩側。

之後，進行高溫退火步驟，使歐姆金屬層 514 與半導體因為熱擴散而反應。在本發明之較佳實施例之中，退火步溫

度較佳是控制在介於 200°C 至 700°C 之間，更佳則係控制在介於 300°C 至 500°C 之間。再使用蝕刻技術移除歐姆金屬層 514，較佳係利用金屬蝕刻液之濕式蝕刻製程移除歐姆金屬層 514，而形成如第 5b 圖所示之結構。

接著，請參照第 5c 圖，第 5c 圖所繪示在發光二極體元件上形成透明電極之後的剖面示意圖。利用例如沉積的方式於磊晶結構 500 表面形成透明電極層 516，其中透明電極層 516 係為導電材質，例如氧化銦錫、氧化鋅、氧化鎘錫、氮化鈦鎢、氧化銦、氧化錫以及氧化鎂等，較佳為氧化銦錫、或氧化鋅。

最後在透明電極層 516 之上形成金屬墊 518，以形成發光二極體之透明電極結構。

請參照第 6 圖至第 6c 圖，第 6 圖至第 6c 圖係根據本發明之第六個實施例所繪示之硫硒化鎂鋅 (MgZnSSe) 發光二極體元件，包括基板 602 以及磊晶結構位於基板 602 之上，其中基板 60 之材質為不導電之藍寶石基板。

在本實施例之中，發光二極體元件之結構大致與第二實施例相同，僅磊晶結構 600 所採用之材質與第二實施例有所不同。在第二實施例之中，磊晶結構 200 係以磷化鋁鎵銦為基底 (AlInGaP based) 之半導體材質，而本實施例之磊晶結構 600 係採用氮化鋁鎵銦為基底 (MgZnSSe based) 之半導體材質。

在本實施例之中，磊晶結構 600 包括依序堆疊之緩衝層、n 型侷限層、主動層、以及 p 型侷限層。其中緩衝層之

材質較佳為 n 型砷化鎵，n 型侷限層之材質較佳為寬能隙 n 型硫硒化鎂鋅，主動層之材質較佳為窄能隙單層或多重量子井硫硒化鎂鋅，p 型侷限層之材質為寬能隙 p 型硫硒化鎂鋅。

發光二極體 LED 元件還包括金屬電極 612，其中金屬電極之材質較佳為鈦、鋁或鍍金合金。在此實施例之中，金屬電極 612 與磊晶結構 600 分別位於基板 602 之相同一側，且至少位於磊晶結構 600 之第一表面的一部分上。

接下來，請參照第 6a 圖，第 6a 圖係繪示在發光二極體 LED 元件上形成歐姆金屬層之後的剖面示意圖。利用例如熱蒸鍍、電子蒸鍍或濺鍍沉積製程，在磊晶結構 600 之第二表面沉積歐姆金屬層 614，其中歐姆金屬層 614 之材質較佳為鈳鈹、鋅、鎳、金或鍍金合金。歐姆金屬之厚度範圍較佳為大於  $10\text{\AA}$ 。在本發明較佳的實施例之中，歐姆金屬層 614 與金屬電極 612 分別位於基板 602 之相同一側。

之後，進行高溫退火步驟，使歐姆金屬層 614 與半導體因為熱擴散而反應。在本發明之較佳實施例之中，退火步溫較佳是控制在介於  $200^{\circ}\text{C}$  至  $700^{\circ}\text{C}$  之間，更佳則係控制在介於  $300^{\circ}\text{C}$  至  $500^{\circ}\text{C}$  之間。再以蝕刻技術移除歐姆金屬層 614，較佳係利用金屬蝕刻液之濕式蝕刻製程，而形成如第 6b 圖所示之結構。

接著，請參照第 6c 圖，第 6c 圖所繪示在發光二極體 LED 元件上形成透明電極之後的剖面示意圖。利用例如沉積的方式於在磊晶結構 600 之第二表面形成透明電極層 616，其中透明電極層 616 係為導電材質，例如氧化鈳錫、



氧化鋅、氧化鎘錫、氮化鈦鎢、氧化銦、氧化錫、以及氧化鎂等，較佳為氧化銦錫、或氧化鋅。

最後在透明電極層 616 之上形成金屬墊(未繪示)以形成發光二極體之透明電極結構。

由於本發明係使用熱退火方法，使歐姆金屬擴散進入發光二極體元件表面，不僅降低透明電極與發光二極體元件之間的歐姆電阻。並且可迴避採用習知技術，運用歐姆接觸層以及超晶格結構以改善歐姆接觸所附帶引起之光吸收的問題。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其實施例所揭露之內容係作為描述本發明之用，並非用以限定本發明。例如，本發明所提供之發光二極體元件結構，包括習知技術所形成之任何形式之發光二極體元件結構；本發明所提供生成晶磊結構之材質，包含任何位於可見光能隙範圍(1.63eV~3.26eV)之半導體材料。

任何熟習此技藝者，當可在不脫離本發明之精神和範圍內作之各種更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

### 【圖式簡單說明】

由以上詳細的細節描述配合相關的圖示可以清楚理解本發明所揭露的內容。必須強調的是，所有圖示都未依照比例繪示。事實上為了描述方便，不同圖示都有可能被任意放大或縮小。

第 1 圖至第 1c 圖係根據本發明之第一個實施例所繪示之形成可見光發光二極體透明電極之製程結構剖面圖；

第 2 圖至第 2c 圖係根據本發明之第二個實施例所繪示之形成可見光發光二極體透明電極之製程結構剖面圖；

第 3 圖至第 3c 圖係根據本發明之第三個實施例所繪示之形成可見光發光二極體透明電極之製程結構剖面圖；

第 4 圖至第 4c 圖係根據本發明之第四個實施例所繪示之形成可見光發光二極體透明電極之製程結構剖面圖；

第 5 圖至第 5c 圖係根據本發明之第五個實施例所繪示之形成可見光發光二極體透明電極之製程結構剖面圖；以及

第 6 圖至第 6c 圖係根據本發明之第六個實施例所繪示之形成可見光發光二極體透明電極之製程結構剖面圖。

## 【主要元件符號說明】

100、200、300、400、500、600：磊晶結構

102、202、302、402、502、602：基板

112、212、312、412、512、612：金屬電極

114、214、314、414、514、614：歐姆金屬層

116、216、316、416、516、616：透明電極層

118、218、318、418、518、618：金屬墊

## 五、中文發明摘要

### 可見光發光二極體之透明電極的製作方法

一種可見光發光二極體(LED)之透明電極之製作方法，至少包括：提供一可見光發光二極體元件，包括一基板、一磊晶結構以及一金屬電極，其中金屬電極與磊晶結構分別位於基板的相異兩側，或相同一側。於磊晶結構之一表面上形成歐姆金屬層。之後，對歐姆金屬層進行一高溫退火處理。移除歐姆金屬層，以暴露出磊晶結構之表面。接著，於磊晶結構所暴露出之表面上形成一透明電極層。最後於透明電極層之上形成一金屬墊。

## 六、英文發明摘要

### FABRICATION METHOD OF TRANSPARAENT ELECTRODE ON VISIBLE LIGHT- EMITTING DIODE

A method for forming a transparent electrode on a visible light-emitting diode is provided, comprising several steps of: providing a visible light-emitting diode element, and the visible light-emitting diode element comprises a substrate, an epitaxy structure and a metal electrode, wherein the metal electrode and the epitaxy structure are located on the same side of the substrate, or located respectively on the different sides of the substrate; forming an ohmic metal layer on a surface of the epitaxy structure; performing an annealing treatment on the ohmic metal layer; removing the ohmic metal layer to expose the surface of the epitaxy structure; forming a transparent electrode layer on the exposed surface; and, forming a metal pad on the transparent electrode layer.

七、(一)、本案指定代表圖為：第 1c 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100：磊晶結構

102：基板

112：金屬電極

116：透明電極層

118：金屬墊

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 十、申請專利範圍

1. 一種可見光發光二極體之透明電極之製作方法，至少包含：

提供一可見光發光二極體元件，該可見光發光二極體元件包括一基板、一磊晶結構以及一金屬電極，其中該金屬電極與該磊晶結構分別位於該基板的相異兩側；

形成一歐姆金屬層位於該磊晶結構之一表面上；

對該歐姆金屬層進行一高溫退火處理；

移除該歐姆金屬層，以暴露出該磊晶結構之該表面；

形成一透明電極層於該磊晶結構之該表面上；以及

形成一金屬墊於該透明電極層上。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該磊晶結構之材質係選自於由位於可見光能隙範圍(1.63eV~3.26 eV)之 III - V 族半導體材質所組成之一族群。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該磊晶結構之材質係選自於由磷化鋁鎵銦(AlGaInP)、氮化鋁鎵銦(AlInGaN)以及硫硒化鎂鋅(MgZnSSe)所組成之一族群。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之可見光發光二極體之

透明電極之製作方法，其中該歐姆金屬層之厚度係大於 10Å。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該退火處理之退火溫度係控制在介於 200°C 至 700°C 之間。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該退火處理之退火溫度係控制在介於 300°C 至 500°C 之間。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中移除該歐姆金屬層之步驟係採用濕式蝕刻法。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該透明電極層係由一導電材質所組成，且該導電材質係選自於由氧化銻錫、氧化鋅、氧化鎘錫、氮化鈦鎢、氧化銻、氧化錫、氧化鎂及其組合所組成之一族群。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該導電材質係選自於由氧化銻錫以及氧化鋅所組成之一族群。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該金屬電極包括鈦、鋁或鍺合金。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該歐姆金屬包括銦鈹、鋅、鎳、金或鈹合金。

12. 一種形成可見光發光二極體之透明電極之製作方法，至少包含：

提供一可見光發光二極體元件，該可見光發光二極體元件至少包括一基板、一磊晶結構以及一金屬電極，其中該金屬電極與該磊晶結構均位於該基板之同一側，且該金屬電極至少位於該磊晶結構之第一表面的一部分上；

形成一歐姆金屬層位於該磊晶結構之第二表面上；

對該歐姆金屬層進行一高溫退火處理；

移除該歐姆金屬層；

形成一透明電極層於該磊晶結構之該第二表面上；以及  
形成一金屬墊於該透明電極層之上。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中形該磊晶結構之材質，係為位於可見光能隙範圍 (1.63eV~3.26 eV) 之 III - V 族之半導體材

質。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中形成該磊晶結構之材質為磷化鋁鎵銦 (AlGaInP)、氮化鋁鎵銦 (AlInGaN) 或硫硒化鎂鋅 (MgZnSSe)。

15. 如申請專利範圍第 12 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該歐姆金屬層之厚度係大於 10Å。

16. 如申請專利範圍第 12 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該退火處理之退火溫度係控制在介於 200°C 至 700°C 之間。

17. 如申請專利範圍第 12 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該退火處理之退火溫度係控制在介於 300°C 至 500°C 之間。

18. 如申請專利範圍第 12 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中移除該歐姆金屬層之步驟係採用濕式蝕刻法。

19. 如申請專利範圍第 12 項所述之可見光發光二極體



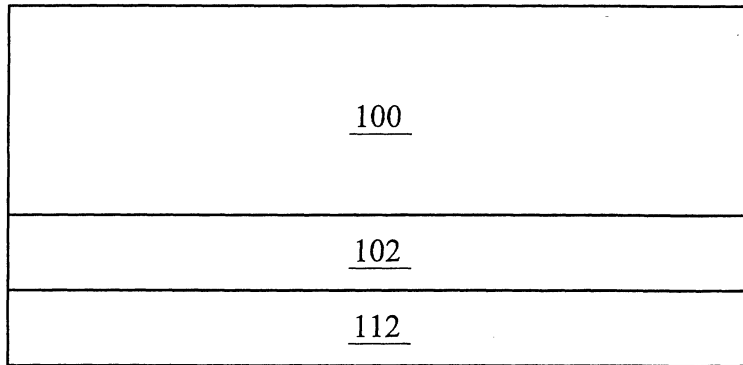
之透明電極之製作方法，其中該透明電極層係由一導電材質所組成，且該導電材質係選自於由氧化銦錫、氧化鋅、氧化錒錫、氮化鈦鎢、氧化銦、氧化錫、氧化鎂及其組合所組成之一族群。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該導電材質係選自於由氧化銦錫以及氧化鋅所組成之一族群。

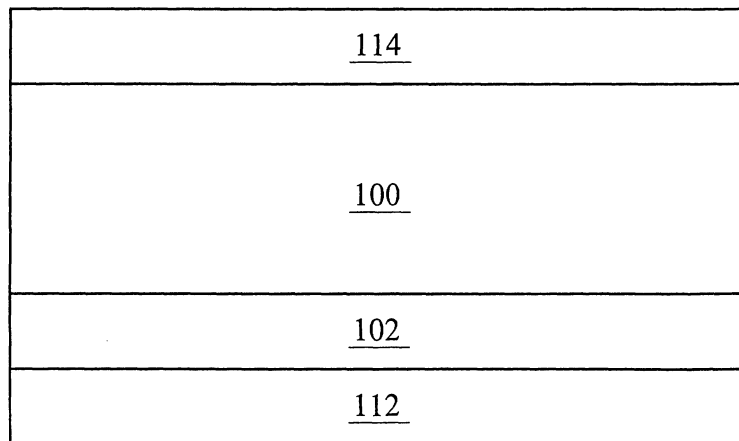
21. 如申請專利範圍第 12 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該金屬電極包括鈦、鋁或鍍金合金。

22. 如申請專利範圍第 12 項所述之可見光發光二極體之透明電極之製作方法，其中該歐姆金屬包括銦鈮、鋅、鎳、金或鈹金合金。

93124113



第 1 圖



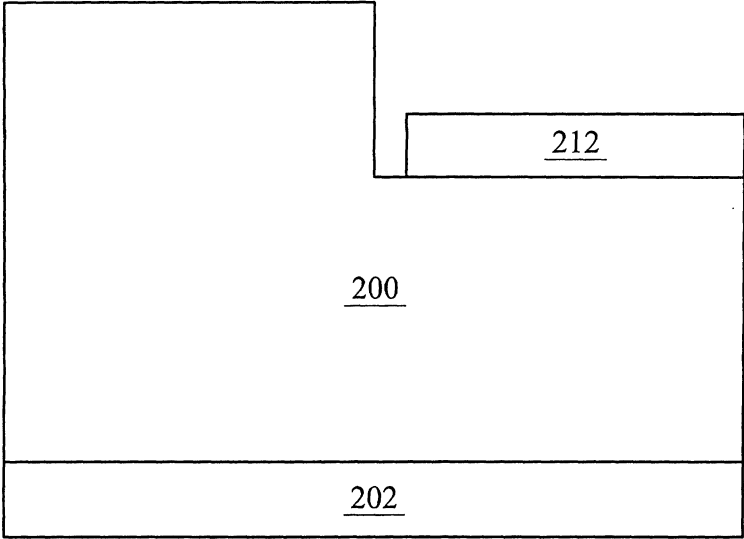
第 1a 圖

<u>100</u>
<u>102</u>
<u>112</u>

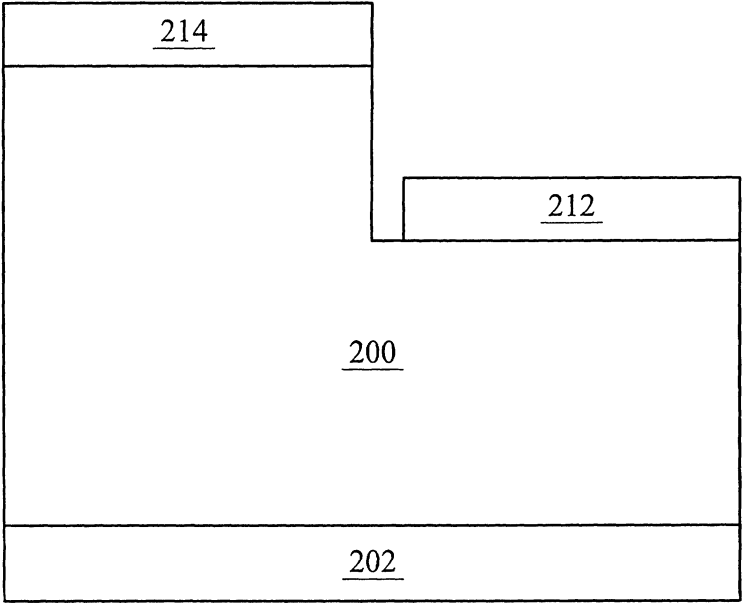
第 1b 圖

<u>118</u>
<u>116</u>
<u>100</u>
<u>102</u>
<u>112</u>

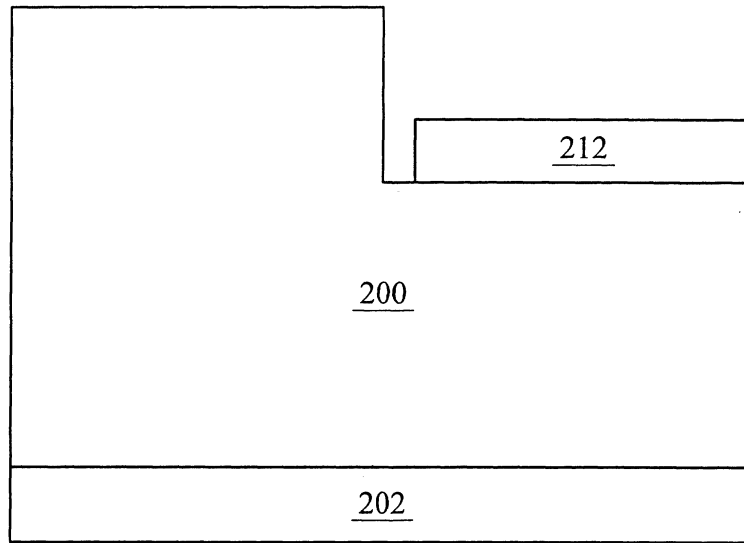
第 1c 圖



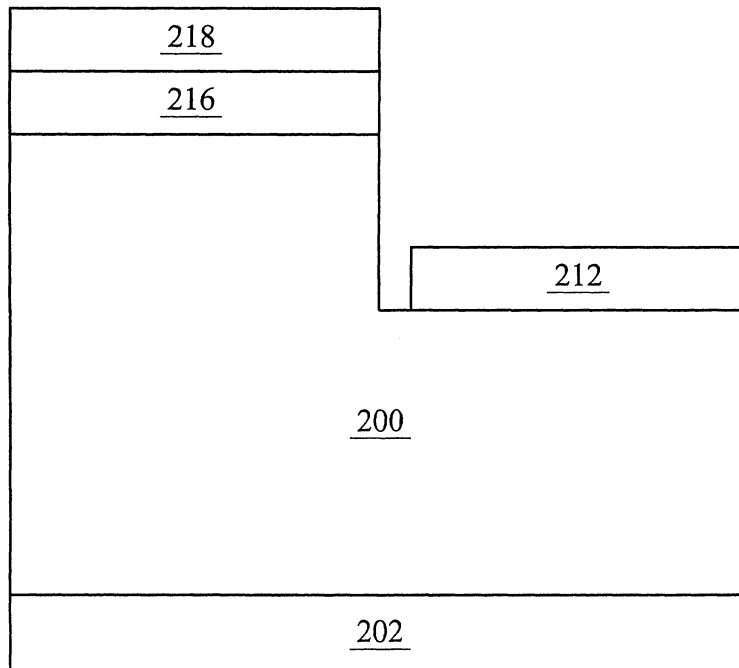
第 2 圖



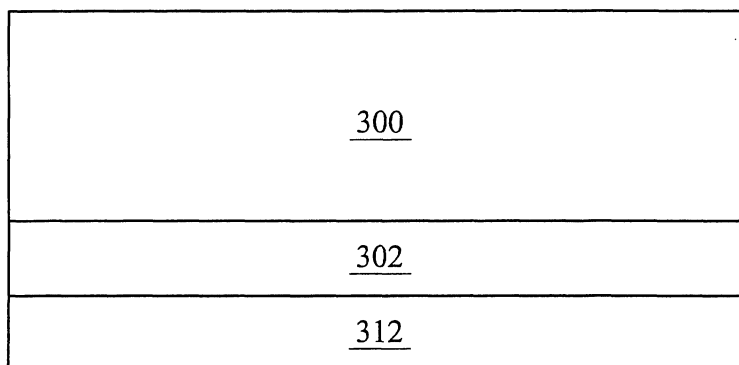
第 2a 圖



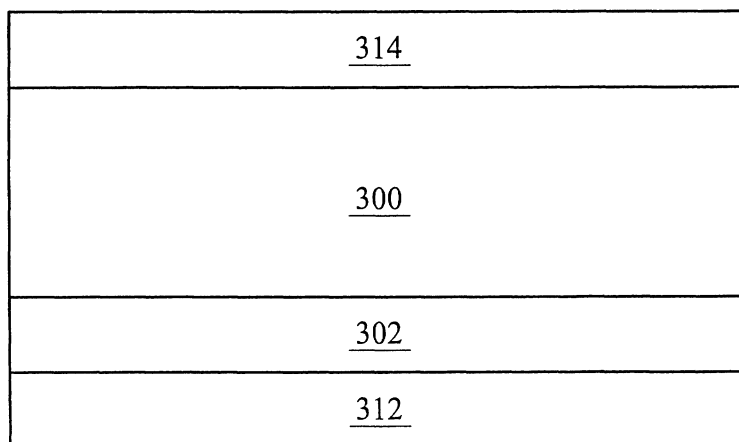
第 2b 圖



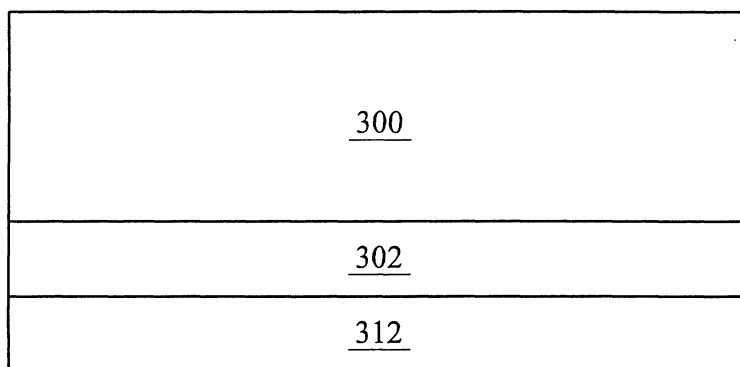
第 2c 圖



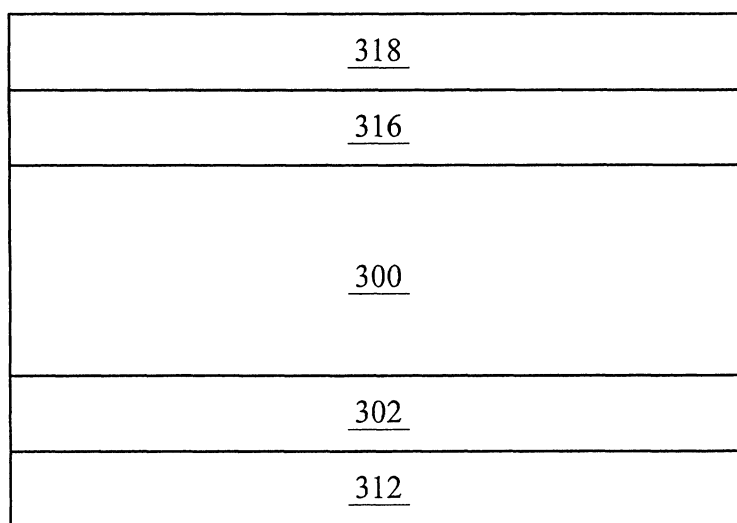
第 3 圖



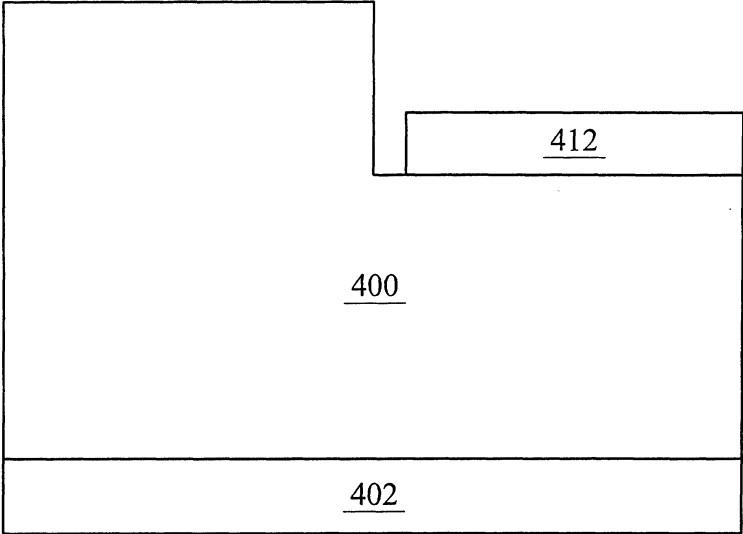
第 3a 圖



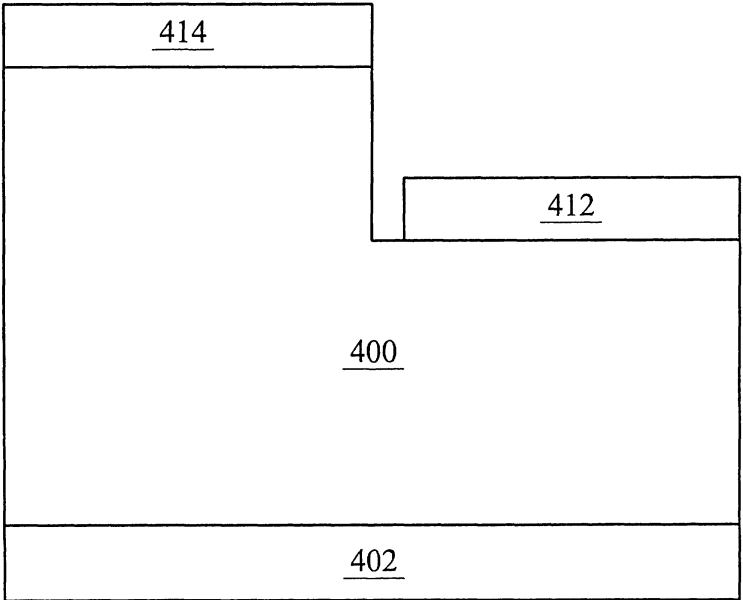
第 3b 圖



第 3c 圖

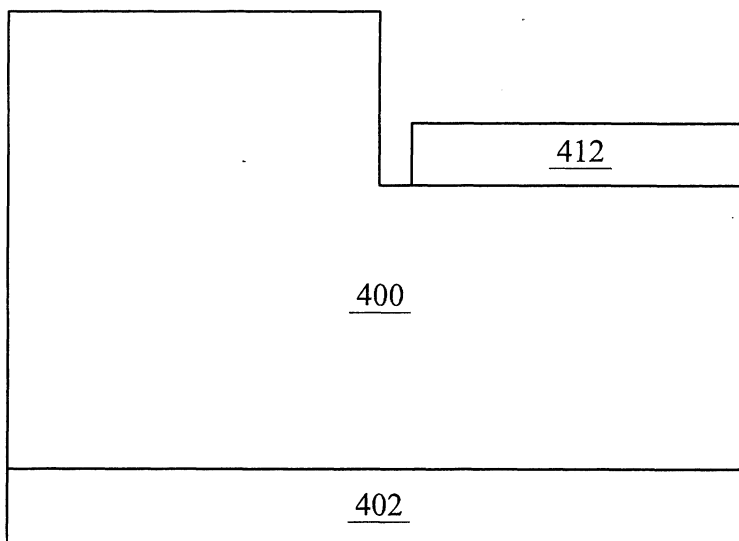


第 4 圖

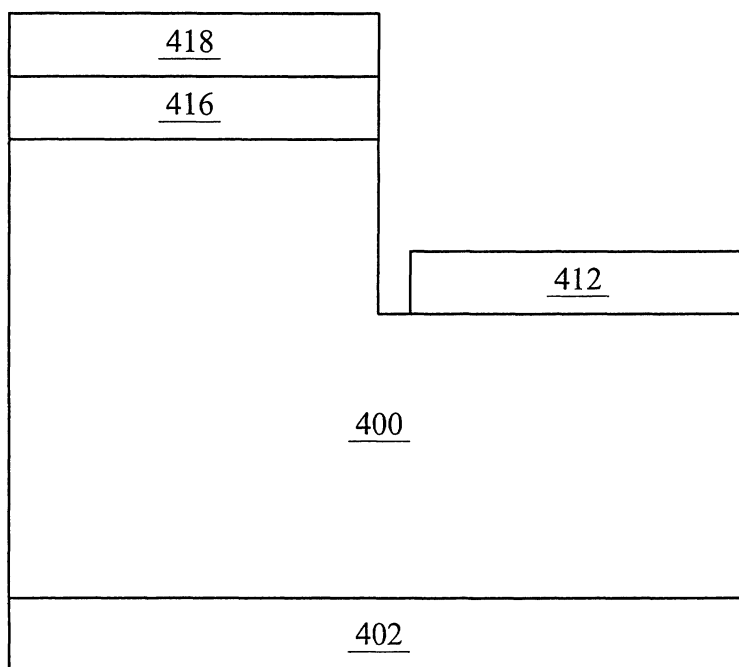


第 4a 圖





第 4b 圖



第 4c 圖

<u>500</u>
<u>502</u>
<u>512</u>

第 5 圖

<u>514</u>
<u>500</u>
<u>502</u>
<u>512</u>

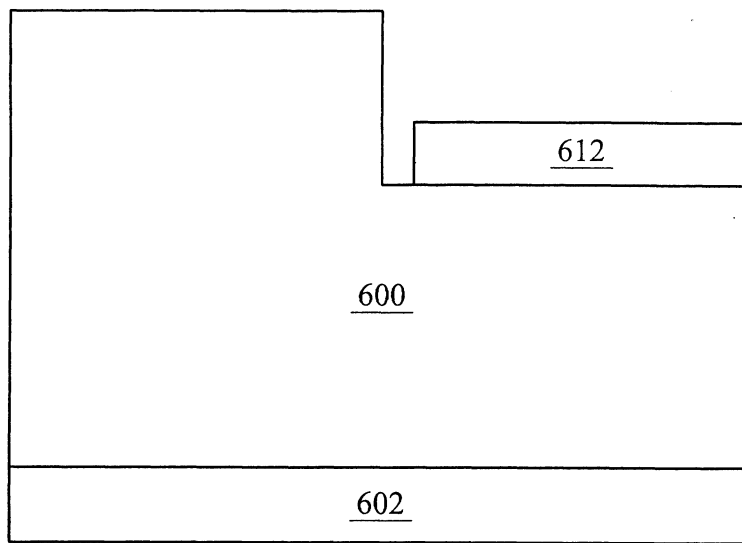
第 5a 圖

<u>500</u>
<u>502</u>
<u>512</u>

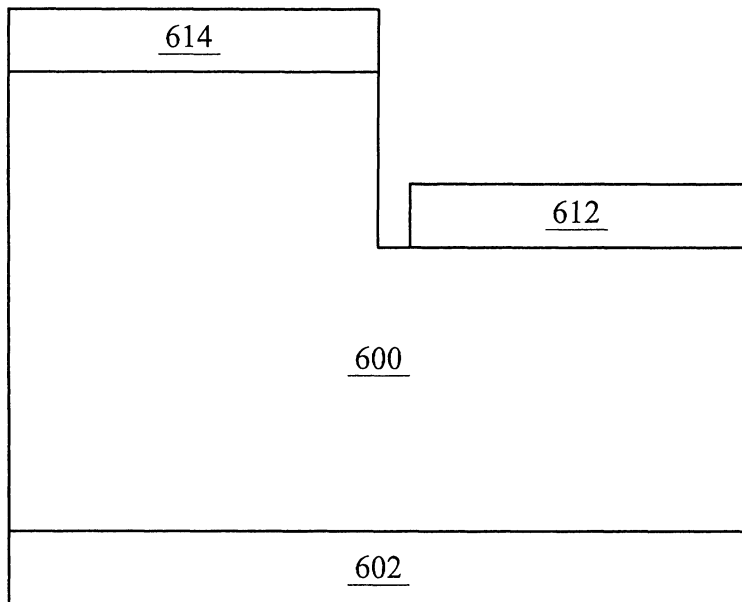
第 5b 圖

<u>518</u>
<u>516</u>
<u>500</u>
<u>502</u>
<u>512</u>

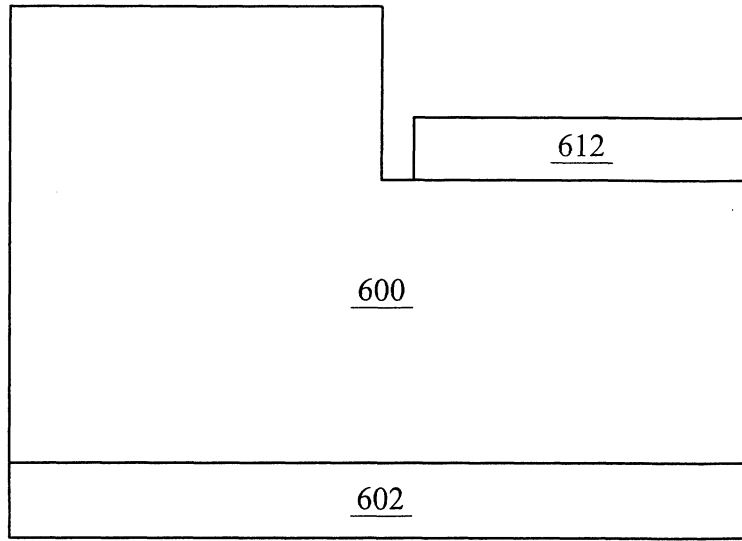
第 5c 圖



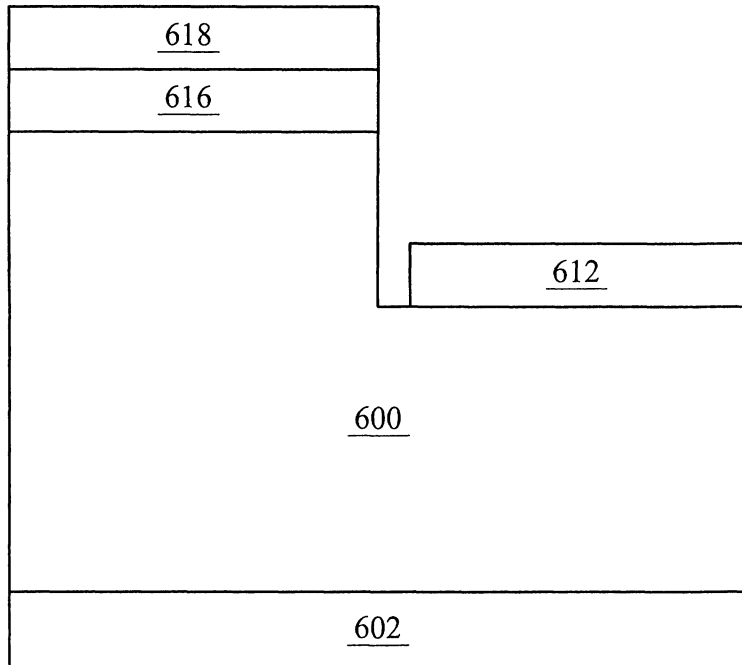
第 6 圖



第 6a 圖



第 6b 圖



第 6c 圖