



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I409959B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：098141861

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 07 日

(51) Int. Cl. : *H01L31/036 (2006.01)**H01L31/0232(2006.01)*

(71) 申請人：晶元光電股份有限公司 (中華民國) EPISTAR CORPORATION (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行五路 5 號

(72) 發明人：林義傑 LIN, YI CHIEH (TW)；李世昌 LEE, SHIH CHANG (TW)

(56) 參考文獻：

TW 200834940A

US 6340788B1

US 6399874B1

US 2004/0166681A1

審查人員：吳戴仰

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：7 共 0 頁

(54) 名稱

太陽能電池元件及其裝置

SOLAR CELLS AND APPARATUS COMPRISING THE SAME

(57) 摘要

本發明關於一多接面太陽能電池元件，包括一具有一第一晶格常數之基板、一具有一第二晶格常數之第一光電轉換層、以及一具有一第三晶格常數之第二光電轉換層。其中，第一晶格常數介於第二晶格常數與第三晶格常數之間。

A multi-junction solar cell device includes a substrate having a first lattice constant, a first optoelectronic conversion layer having a second lattice constant, and a second optoelectronic conversion layer having a third lattice constant wherein the value of the first lattice constant is between that of the second lattice constant and the third lattice constant.

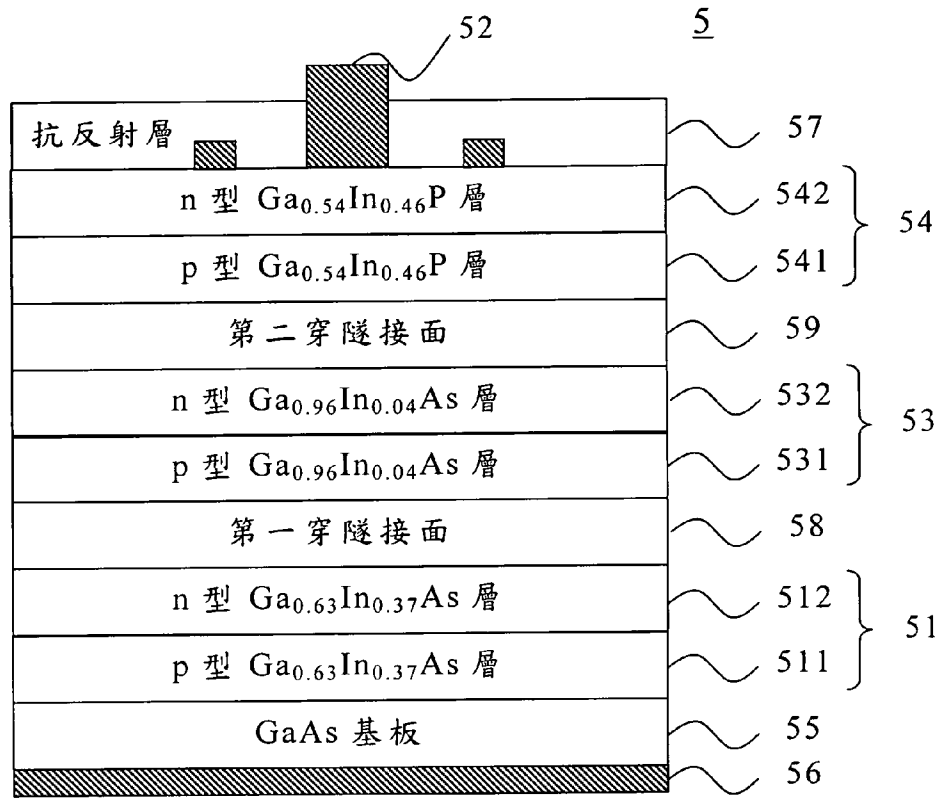


圖 5

- 5 . . . 多界面太陽能電池元件
- 51 . . . 第一光電轉換層
- 52 . . . 第一電極
- 53 . . . 第二光電轉換層
- 54 . . . 第三光電轉換層
- 55 . . . 基板
- 56 . . . 第二電極
- 57 . . . 抗反射層
- 58 . . . 第一穿隧界面
- 59 . . . 第二穿隧界面
- 511、531 . . . p型砷化鎵層
- 512、532 . . . n型砷化鎵層
- 541 . . . p型磷化鎵層
- 542 . . . n型磷化鎵層

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 98141861  
 ※申請日： 98.12.7  
 ※IPC 分類： H01L 31/036 (2006.01)  
 H01L 31/0232 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

太陽能電池元件及其裝置 / SOLAR CELLS AND APPARATUS  
 COMPRISING THE SAME

## 二、中文發明摘要：

本發明關於一多接面太陽能電池元件，包括一具有一第一晶格常數之基板、一具有一第二晶格常數之第一光電轉換層、以及一具有一第三晶格常數之第二光電轉換層。其中，第一晶格常數介於第二晶格常數與第三晶格常數之間。

## 三、英文發明摘要：

A multi-junction solar cell device includes a substrate having a first lattice constant, a first optoelectronic conversion layer having a second lattice constant, and a second optoelectronic conversion layer having a third lattice constant wherein the value of the first lattice constant is between that of the second lattice constant and the third lattice constant.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 5 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

5：多接面太陽能電池元件

51：第一光電轉換層；

52：第一電極；

53：第二光電轉換層；

54：第三光電轉換層；

55：基板；

56：第二電極；

57：抗反射層；

58：第一穿隧接面；

59：第二穿隧接面；

511、531：p型砷化鎵銦層；

512、532：n型砷化鎵銦層；

541：p型磷化鎵銦層；

542：n型磷化鎵銦層。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種多接面太陽能電池元件，尤其是關於一種具有良好應力平衡之多接面太陽能電池元件。

### 【先前技術】

伴隨著經濟發展的腳步，為了提高商品的產量及獲得更高的利潤，舊有以人力為主的生產工序逐漸被機器所取代。在工業革命後，電力逐漸成為主要動力，而電力的來源，亦即能源的取得，也因此被視為國際間主要的研究課題。相對於石油、煤、核能等污染性能源，太陽能是一種無污染的能源，可提供地表平均每平方公尺約 180 瓦特的能量，且沒有能源被壟斷的問題，已成為未來最有發展潛力的能源之一。

自從第一個太陽能電池於 1954 年誕生於美國的貝爾實驗室後，各種不同太陽能電池的結構紛紛被揭露。其中，依據不同的材料主要可分為矽基太陽能電池、多接面半導體太陽能電池、色素敏化染料太陽能電池、及有機導電高分子太陽能電池等。請參照圖 1，以目前較普及的一種矽基太陽能電池元件 1 為例，其

結構包括一第一電極 12、一矽基板 17、一 p 型矽半導體層 14、一 n 型矽半導體層 15、以及一第二電極 16。太陽光 10 照射太陽能電池元件 1 並提供 p 型矽半導體層 14 及 n 型矽半導體層 15 一大於矽半導體層能隙 (band gap) 之能量，矽半導體層內原子吸收能量後，產生自由的載子(電子/電洞)，其中，產生的電子往 n 型矽半導體層 15 移動，產生的電洞往 p 型矽半導體層 14 移動，p 型矽半導體層 14 及 n 型矽半導體層 15 交接的 p-n 接面處因正負不同電性的電荷堆積而產生電位差。因電位差之趨使，累積於 n 型矽半導體層 15 的電子透過第一電極 12 流出外部線路(圖未示)進入第二電極 16，即可於外部線路產生電流。此時，如果在外部線路接上一個負載(圖未示)，即可收集產生的電流，儲存電能。在此，p 型矽半導體層 14 及 n 型矽半導體層 15 之組合可吸收一特定波長範圍之光線並產生一電流，稱之為一光電轉換層 11。

圖 2 為地球表面太陽能輻射的光譜。根據光譜顯示，太陽光於地表的分佈波長除了可見光之外，在紅外光及紫外光區域也有分佈。然而，根據上述的太陽能電池原理，在傳統單一半導體結構的太陽能電池中，只有相等或大於半導體層材料能隙的太陽光能量才可被吸收轉換。以矽為例，其能隙約為 1.12eV，僅能吸收太陽光譜部份紅外線範圍之波長。此外，再考

量電池內部結構的損耗，會產生電池轉換效率過低的問題。

為了改善上述的問題，一種多接面串疊的太陽能電池結構(multi-junction tandem solar cell)已經研究開發並且成為目前轉換效率最高的太陽能電池結構之一。

請參照圖 3, 3 為一種多接面串疊的太陽能電池元件，內部包含有鍺 / 砷化鎵銻 / 磷化鎵銻系列 (Ge/Ga<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>As/Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>P) 三個光電轉換層 p-n 接面的結構。多接面太陽能電池元件 3 係由包括一第一電極 32、一鍺基板 35、一鍺系列組成之第一光電轉換層 31、一砷化鎵銻系列組成之第二光電轉換層 33、一磷化鎵銻系列組成之第三光電轉換層 34、以及一第二電極 36 串疊而成。其中，每一個光電轉換層分別係由一 p 型半導體層及一 n 型半導體層組合構成一 p-n 接面，即：第一鍺光電轉換層 31 係由一 p 型鍺層 311(p-Ge) 及一 n 型鍺層 312(n-Ge) 組合構成第一 p-n 接面；第二砷化鎵銻光電轉換層 33 係由一 p 型砷化鎵銻層 331(p-Ga<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>As) 及一 n 型砷化鎵銻層 332(n-Ga<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>As) 組合構成第二 p-n 接面；第三磷化鎵銻光電轉換層 34 係由一 p 型磷化鎵銻層 341(p-Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>P) 及一 n 型磷化鎵銻層 342(n-Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>P)

組合構成第三 p-n 接面。當太陽光 30 照射時，為了使太陽光的能量可以被上述多層的光電轉換層重複吸收利用，最靠近太陽光位置的光電轉換層較佳地為一具有較大半導體能隙的光電轉換層，接著再逐漸遞減所配置的光電轉換層能隙。即，磷化鎵銦光電轉換層 34 的能隙大於砷化鎵銦光電轉換層 33 的能隙，而砷化鎵銦光電轉換層 33 的能隙又大於鍺光電轉換層 31 的能隙。

此外，第一光電轉換層 31 與第二光電轉換層 33 之間具有一第一穿隧接面(Tunnel junction)38，第二光電轉換層 33 與第三光電轉換層 34 之間亦具有一第二穿隧接面 39。穿隧接面存在於光電轉換層之間，用以調整二相鄰光電轉換層結構之間的阻值，減少電荷聚集於二光電轉換層的任一側，使光電轉換層之間具有較一致的電流。

當太陽光 30 先通過上部具有較高能隙的磷化鎵銦光電轉換層 34 後，具有較高能量的光子部分被吸收 ( $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{P}(1.85\text{eV}; x\sim 0.5)$ ，約為紫外光至可見光的範圍);接著，位於中央的砷化鎵銦光電轉換層 33 ( $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{As}(y\sim 0.01)$ ) 因具有小於磷化鎵銦光電轉換層 34 的能隙，可吸收可見光至紅外光部分以上能量之光線，當然，亦可吸收包含在第一層磷化鎵銦光電轉



換層 34 未被轉換利用而穿透至此層的高能量光線，達到重複利用光能的效果。最後，鍺光電轉換層 31 因具有較低的能隙，可重複吸收通過前兩個光電轉換層後未被吸收且大於紅外光能量範圍的光能。請參照圖 4，圖 4 為多接面太陽能電池元件 3 材料的光頻譜響應圖，橫軸表示光電轉換層可吸收太陽光的波長，縱軸表示量子效率的百分比。當量子效率越高，選擇的材料越可以有效吸收相對應波段的光源並轉換為太陽能電池中的電子/電洞對。圖 4 顯示，自基板向上由鍺/砷化鎵/磷化鎵系列組成具有漸大能隙之多接面串疊太陽能電池因具有較廣泛且相互重疊吸收波長範圍的特性，能量可以被不斷重複的吸收利用，並且在不同的波長範圍皆可獲得極高的量子效率。因此，利用此種串疊結構的太陽能電池具有較高的轉換效率。

然而，一個多接面串疊太陽能電池的設計，不僅僅取決於材料能隙間的相互搭配，更必須調整不同光電轉換層材料間的厚度，藉以達成電流之平衡。此外，光電轉換層材料間的晶格常數更需要相互匹配，才能降低太陽能電池製程時產生的晶格缺陷，提高元件的品質及轉換效率。

參考圖 3，太陽能電池元件 3 其主要結構由下自上分別為鍺基板 35，鍺光電轉換層 31，砷化鎵光

電轉換層 33 及磷化鎵銦光電轉換層 34。鍺基板 35 及鍺光電轉換層 31 的晶格常數為 5.66Å，砷化鎵銦光電轉換層 33 的晶格常數約為 5.64Å，而磷化鎵銦光電轉換層 34 的晶格常數亦約為 5.64Å。也就是說，相較於鍺基板 35 而言，砷化鎵銦光電轉換層 33 及磷化鎵銦光電轉換層 34 的晶格常數是比較小的，即鍺基板 35 對於砷化鎵銦光電轉換層 33 及磷化鎵銦光電轉換層 34 皆施予拉伸應力(tensile stress)。整體而言，在太陽能電池元件 3 中，鍺基板 35 上方的光電轉換層皆具有等於或小於鍺基板 35 的晶格常數值，也就是說，上層疊層受到了來自鍺基板 35 相同效果的應力，皆為拉伸應力，此疊加的作用力將可能於後續元件製程時產生撓曲或是龜裂的情況，進而影響元件的品質及良率。

#### 【發明內容】

本發明在提供一種多接面太陽能電池元件，包括一具有第一晶格常數之基板、一具有第一能隙及第二晶格常數之第一光電轉換層，設置於基板上、以及一具有第二能隙及第三晶格常數之第二光電轉換層，設置於第一光電轉換層上；其中，第一晶格常數介於第二晶格常數與第三晶格常數之間。

於本發明之實施例中，其中，上述之基板包括至

少一種材料選自於砷化鎵、鍺、碳化矽、矽、磷化銦、矽化鍺、氧化鋅、氮化鎵、玻璃、金屬、及藍寶石所構成之材料群組；上述之光電轉換層包括至少一種材料選自於 III 族氮化物、III 族磷化物、以及 III 族砷化物所構成之材料群組。

於本發明之另一實施例中，其中，上述之第一能隙係小於第二能隙；第一光電轉換層結構之材料包含  $Ga_{1-x}In_xAs$ ，且  $0.35 < x < 0.45$ 。

於本發明之另一實施例中，其中，上述之第一能隙係大於第二能隙；第一光電轉換層結構之材料包含  $Ga_{1-x}In_xP$ ，且  $0.52 < x < 0.57$ 。

於本發明之另一實施例中，其中，上述第一晶格常數與第二晶格常數之差值不大於第一晶格常數之 6%。

於本發明之另一實施例中，其中，上述第一晶格常數與第二晶格常數之差值不大於第一晶格常數之 3%。

本發明之另一方面在提供一種多接面太陽能電池元件，包括一第一電極、一具有第一晶格常數之基板，設置於第一電極之一側、一具有第二晶格常數之第一光電轉換層設置於基板上，用以吸收第一波長範圍之光線並產生第一電流、一

具有一第三晶格常數之第二光電轉換層設置於第一光電轉換層上，用以吸收第二波長範圍之光線並產生第二電流、以及一第二電極，設置於第二光電轉換層上；其中，第一晶格常數介於第二晶格常數與第三晶格常數之間。

於本發明之一實施例中，上述之多接面太陽能電池元件更包括一第三光電轉換層，設置於第一電極與第二電極之間，用以吸收第三波長範圍之光線並產生第三電流。

於本發明之另一實施例中，其中，上述第一晶格常數與第二晶格常數之差值不大於第一晶格常數之6%。

於本發明之另一實施例中，其中，上述第一晶格常數與第二晶格常數之差值不大於第一晶格常數之3%。

於本發明之另一實施例中，其中，上述之基板結構係包括至少一種材料選自於砷化鎵、鍺、碳化矽、矽、磷化銦、矽化鍺、氧化鋅、氮化鎵、玻璃、金屬、及藍寶石所構成之材料群組；上述之光電轉換層包括至少一種材料選自於 III 族氮化物、III 族磷化物、以及 III 族砷化物所構成之材料群組。

於本發明之另一實施例中，其中，元件之第一波

長範圍係大於第二波長範圍；第一光電轉換層結構之材料包含  $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ ，且  $0.35 < x < 0.45$ 。

本發明之另一方面在提供一種多接面太陽能電池裝置，包括上述之多接面太陽能電池元件以及一光線聚集裝置，設置於上述多接面太陽能電池元件之上；於本發明之一實施例中，其中，光線聚集裝置係為一菲涅爾透鏡(Fresnel Lens)；上述之多接面太陽能電池裝置更包括一散熱基座，且上述之多接面太陽能電池元件設置於散熱基座之上。

#### 【實施方式】

圖 5 為依本發明之一實施例，多接面太陽能電池元件 5 係由包括一第一電極 52、一砷化鎵基板 55、一砷化鎵銦( $\text{Ga}_{0.63}\text{In}_{0.37}\text{As}$ )系列組成之第一光電轉換層 51、一砷化鎵銦( $\text{Ga}_{0.96}\text{In}_{0.04}\text{As}$ )系列組成之第二光電轉換層 53、一磷化鎵銦( $\text{Ga}_{0.54}\text{In}_{0.46}\text{P}$ )系列組成之第三光電轉換層 54、以及一第二電極 56 串疊而成。其中，每一光電轉換層分別係由一 p 型半導體層及一 n 型半導體層所形成之 p-n 接面，即第一砷化鎵銦光電轉換層 51 係由一 p 型砷化鎵銦層 511(p- $\text{Ga}_{0.63}\text{In}_{0.37}\text{As}$ )及一 n 型砷化鎵銦層 512(n- $\text{Ga}_{0.63}\text{In}_{0.37}\text{As}$ ) 所形成之第一 p-n 接面；第二砷化鎵銦光電轉換層 53 係由一 p 型砷

化鎵銦層 531( $p\text{-Ga}_{0.96}\text{In}_{0.04}\text{As}$ )及一 n 型砷化鎵銦層 532( $n\text{-Ga}_{0.96}\text{In}_{0.04}\text{As}$ ) 所形成之第二 p-n 接面；第三磷化鎵銦光電轉換層 54 係由一 p 型磷化鎵銦層 541( $p\text{-Ga}_{0.54}\text{In}_{0.46}\text{P}$ ) 及一 n 型磷化鎵銦層 542( $n\text{-Ga}_{0.54}\text{In}_{0.46}\text{P}$ ) 所形成之第三 p-n 接面。

此外，第一光電轉換層 51 與第二光電轉換層 53 之間可選擇性形成第一穿隧接面(Tunnel junction)58，第二光電轉換層 53 與第三光電轉換層 54 之間可選擇性形成第二穿隧接面 59。穿隧接面可選擇性形成於光電轉換層之間，用以調整二相鄰光電轉換層結構之間的阻值，減少電荷聚集於二光電轉換層的任一側，使光電轉換層之間具有較一致的電流。其中，穿隧接面的結構一般係為高摻雜之 p 型或 n 型半導體層，穿隧接面材料之能隙為不小於其兩側光電轉換層中能隙較小之光電轉換層之能隙，較佳為不小於其兩側光電轉換層中能隙較大之光電轉換層之能隙，使穿隧接面相對於穿透光電轉換層之剩餘太陽光譜為透明結構而可以被其他光電轉換層吸收利用。在本實施例中，為達成較高的光電轉換效率，亦可選擇性的在電極 52 與光電轉換層 54 之間形成抗反射層 57 來降低結構表面對光線之反射。

接著，將詳細敘述光電轉換層與基板間生長及結

構的相對關係。在本實施例中，砷化鎵基板之晶格常數為 5.65Å，為了使材料能更有效率的吸收長波長的部份，在砷化鎵成分中加入可降低材料能隙的銦作為光電轉換層的結構。如本實施例所述，第一砷化鎵銦光電轉換層 51 之材質包含  $\text{Ga}_{0.63}\text{In}_{0.37}\text{As}$ ，而第二砷化鎵銦光電轉換層 53 之材質包含  $\text{Ga}_{0.96}\text{In}_{0.04}\text{As}$ 。然而，當材料中銦的比例上升時，除降低材料能隙之外，晶格常數也相對增大。因此，相較於砷化鎵基板 55，摻混銦的第一光電轉換層 51 與第二光電轉換層 53 具有較大的晶格常數。因此，上方第一光電轉換層 51 與第二光電轉換層 53 疊層受到來自基板 55 相同效果的應力，皆為壓縮應力 (compressive stress)。如先前技術所提及的問題，此疊加的作用力可能於後續元件製程時產生撓曲或是龜裂的情況，進而影響元件的品質及良率。因此，在本實施例中，於此多接面太陽能電池元件 5 中另外選擇一個相對於砷化鎵基板 55 而言具有較小晶格常數的材料，以達成元件內部之應力平衡。一般而言，內部應力平衡的元件，不論在元件的品質及結構的穩定度上都具有較優越的性質。換句話說，為達成應力之平衡，於本實施例係適當地選擇受到基板壓縮應力的第一光電轉換層 51 及第二光電轉換層 53 以及受到基板拉伸應力的第三光電轉換層 54 材料組合，亦即選擇晶格常數大於基板的第一光電轉換層

51 及第二光電轉換層 53 以及晶格常數小於基板的第三光電轉換層 54 材料組合。當然，本發明之精神應不以此實施例為限，對於此領域中具有通常技藝之人士，應可合理推測太陽能電池結構應可由三層光電轉換層轉換為二層、四層或多層結構；而光電轉換層結構的組合，僅需在元件內部同時具有相對應於基板為拉伸應力或壓縮應力的兩種光電轉換層以達到應力平衡的效果即可，具有不同作用之應力的光電轉換層層數的多寡亦可任意相互搭配。

此外，除了於基板上同時設置受到基板壓縮應力及拉伸應力(即於基板上同時設置具有晶格常數值小於及大於基板)的光電轉換層外，為避免基板 55 與形成於其上之第一砷化鎵銻光電轉換層 51 間應力過於不均衡，造成元件品質下降，砷化鎵基板 55 與第一砷化鎵銻光電轉換層 51 間晶格常數的差異以不超過砷化鎵基板 55 之晶格常數的正負 6% 為佳，較佳的情況為小於正負 3%。以本實施例而言，第一砷化鎵銻光電轉換層 51 之晶格常數為 5.80Å，與砷化鎵基板 55 之晶格常數 5.65Å 的差異為  $(5.80\text{Å}-5.65\text{Å})/5.65\text{Å}\times 100\% = +2.65\%$ ；第二砷化鎵銻光電轉換層 53 之晶格常數為 5.66Å，與砷化鎵基板 55 之晶格常數 5.65Å 的差異為  $(5.66\text{Å}-5.65\text{Å})/5.65\text{Å}\times 100\% = +0.18\%$ ；而第三磷化鎵銻光電轉換層 54 之晶格常數為 5.64Å，與砷化鎵基板



55 之 晶 格 常 數 5.65A 的 差 異 為  $(5.64A-5.65A)/5.65A*100\% = -0.18\%$ 。

圖 6 為根據本實施例所提出之一太陽能電池元件 5 製程流程圖。第一步驟為提供一元件之成長基板，此實施例中之成長基板材料為砷化鎵基板，然而，在材料搭配上的考量，所述之成長基板亦可包括選自於鍺、碳化矽、矽、磷化銦、矽化鍺、氧化鋅、氮化鎵、玻璃、金屬、及藍寶石等材料。接著，第二步驟為於所提供之成長基板上成長磊晶結構。在此實施例中，於成長基板上依序成長第一磷化鎵銦光電轉換層 54、第二穿隧接面 59、第二砷化鎵銦光電轉換層 53、第一穿隧接面 58、以及第一砷化鎵銦光電轉換層 51 之太陽能電池磊晶結構。為了維持此太陽能電池磊晶結構的品質，在成長上述磊晶結構時，較佳為選擇晶格常數與成長基板之晶格常數較為相近之光電轉換層材料作為第一生長層，以避免成長基板上先成長晶格常數與基板差異較大的光電轉換層後，因成長基板與光電轉換層間晶格常數之差異，於磊晶生長時產生差排 (dislocation) 之磊晶缺陷，進而影響光電轉換層之成長品質，進而使其後成長的光電轉換層由於前面光電轉換層之成長品質不好而受到連帶影響。在此實施例中，係以第一磷化鎵銦光電轉換層 54 作為第一生長層。接著，依序形成第二穿隧接面 59、第二砷化鎵銦

光電轉換層 53、第一穿隧接面 58、以及具有與砷化鎵基板較大晶格常數差異之第一砷化鎵銻光電轉換層 51。所形成之磊晶結構為一光電轉換層能隙大小由基板向上漸減的多接面太陽能電池磊晶結構，應用於太陽能電池光電能轉換時，其能隙大小之設置順序為上下顛倒。因此，第三個製程步驟為將此能隙大小設置順序上下顛倒的磊晶結構透過一貼合步驟(bonding)貼合於一承載基板之上，以完成一具有光電轉換層能隙大小設置順序適當的多接面太陽能電池磊晶結構，此基板轉換之結構一般稱為反向變質多接面太陽能電池磊晶結構 ( Inverted Metamorphic Multijunction ， IMM ) 。接著，第四步驟為移除元件之原成長基板，可使用方式包含習知的乾式蝕刻或濕式蝕刻等...在此，依據材料搭配的考量，所述之承載基板亦可選自包括砷化鎵、銻、碳化矽、矽、磷化銻、矽化銻、氧化鋅、氮化鎵、玻璃、金屬、及藍寶石等材料。最後，第五步驟為形成一第一電極 52 以及一第二電極 56，用以將太陽能電池磊晶結構產生之電流導至外部之電力供應、轉換或儲存裝置，即完成一多接面太陽能電池元件 5。當然，本發明之精神應不以此流程圖為限，對於此領域中具有通常技藝之人士，應可合理添加形成緩衝層(buffer layer)之製程、形成包覆層(cladding layer)之製程、或形成透明導電層(transparent layer)等

之製程於此流程中以達到元件修飾之效果，在此則不多做贅述。

圖 7 為採用本發明所製作的太陽能電池裝置 7 的示意圖。依據圖 7 所示，太陽能電池裝置 7 更包括一散熱基座 71，而如實施例中所述之多接面太陽能電池元件 73 則設置於散熱基座 71 之上，透過散熱基座 71 將成長之多餘熱能逸散至外部環境中；此外，此多接面太陽電池元件 73 上方更設置有一光線聚集裝置 72，一般為可聚光的菲涅爾透鏡(Fresnel Lens)，用以將大面積的太陽光透過透鏡聚集至狹小的多接面太陽能電池元件 73 上，藉此提高發電效率。

本發明所列舉之各實施例僅用以說明本發明，並非用以限制本發明之範圍。任何人對本發明所作之任何顯而易知之修飾或變更皆不脫離本發明之精神與範圍。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1 為一示意圖，顯示習知一矽基太陽能電池元件；  
圖 2 為一光譜圖，顯示地球表面太陽能輻射的光譜；  
圖 3 為一示意圖，顯示習知另一多接面太陽能電池元件；  
圖 4 為一光譜圖，顯示依圖 2 所示多接面太陽能電池

元件的光頻譜響應圖；

圖 5 為一示意圖，顯示依本發明實施例所示之一多接面太陽能電池元件；

圖 6 為一流程圖，顯示依本發明實施例所示之一多接面太陽能電池元件之製作流程。

圖 7 為一示意圖，顯示依本發明實施例所示之一多接面太陽能電池裝置。

**【主要元件符號說明】**

1、3、5、73：多接面太陽能電池元件；

10、30、70：太陽光；

11：光電轉換層；

12、32、52：第一電極；

14：p 型矽半導體層；

15：n 型矽半導體層；

16、36、56：第二電極；

17、35、55：基板；

31、51：第一光電轉換層；

33、53：第二光電轉換層；

34、54：第三光電轉換層；

37、57：抗反射層；

38、58：第一穿隧接面；

- 39、59：第二穿隧接面；
- 311：p 型鍺層；
- 312：n 型鍺層；
- 331、511、531：p 型砷化鎵銦層；
- 332、512、532：n 型砷化鎵銦層；
- 341、541：p 型磷化鎵銦層；
- 342、542：n 型磷化鎵銦層；
- 7：多接面太陽能電池裝置；
- 71：散熱基座；
- 72：光線聚集裝置。

### 七、申請專利範圍：

1. 一種多接面太陽能電池元件，其包含：

一具有一第一晶格常數之基板；

一具有一第一能隙及一第二晶格常數之第一光電轉換層，設置於該基板上；

一具有一第二能隙及一第三晶格常數之第二光電轉換層，設置於該第一光電轉換層上；其中，該第一晶格常數介於該第二晶格常數與該第三晶格常數之間；以及

一第三光電轉換層設置於該第二光電轉換層上且材料包含

$Ga_{1-b}In_bP$ ；其中  $b$  在一具有 0.46 之第一區間的範圍內，而  $1-b$  在一具有 0.54 之第二區間的範圍內。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池元件，其中該基板包括至少一種材料選自於砷化鎵、鍺、碳化矽、矽、磷化銦、矽化鍺、氧化鋅、氮化鎵、玻璃、金屬、及藍寶石所構成之材料群組。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池元件，其中該些光電轉換層包括至少一種材料選自於 III 族氮化物、III 族磷化物、以及 III 族砷化物所構成之材料群組。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池元件，其中該第一能隙係小於該第二能隙。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之太陽能電池元件，其中該第一光電轉換層之材料包含  $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ ，且  $0.35 < X < 0.45$ 。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池元件，其中該第一能隙係大於該第二能隙。

● 7. 如申請專利範圍第 6 項所述之太陽能電池元件，其中該第一光電轉換層結構之材料包含  $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{P}$ ，且  $0.52 < X < 0.57$ 。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池元件，其中該第一晶格常數與該第二晶格常數之差值係不大於該第一晶格常數之 6%。

● 9. 如申請專利範圍第 8 項所述之太陽能電池元件，其中該第一晶格常數與該第二晶格常數之差值係不大於該第一晶格常數之 3%。

10. 一種多接面太陽能電池元件，其包含：

一第一電極；

一具有一第一晶格常數之基板，設置於該第一電極之一側；

一具有一第二晶格常數之第一光電轉換層，設置於該基板上，用以吸收一第一波長範圍之光線並產生一第一電流；

一具有一第三晶格常數之第二光電轉換層，設置於該第一光電轉

換層上，用以吸收一第二波長範圍之光線並產生一第二電流；  
一第三光電轉換層設置於該第二光電轉換層上，用以吸收一第三波長範圍之光線並產生一第三電流，該第三光電轉換層之材料包含  $Ga_{1-b}In_b$ ；其中  $b$  在一具有 0.46 之第一區間的範圍內，而  $1-b$  在一具有 0.54 之第二區間的範圍內；以及  
一第二電極，設置於該第三光電轉換層上；其中，該第一晶格常數介於該第二晶格常數與該第三晶格常數之間。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之太陽能電池元件，其中該基板係包括至少一種材料選自於砷化鎵、鍺、碳化矽、矽、磷化銦、矽化鍺、氧化鋅、氮化鎵、玻璃、金屬、及藍寶石所構成之材料群組。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述之太陽能電池元件，其中該些光電轉換層包括至少一種材料選自於 III 族氮化物、III 族磷化物、以及 III 族砷化物所構成之材料群組。

13. 如申請專利範圍第 10 項所述之太陽能電池元件，其中該第一波長範圍係大於該第二波長範圍。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之太陽能電池元件，其中該第一光電轉換層結構之材料包含  $Ga_xIn_{1-x}As$ ，且  $0.35 < X < 0.45$ 。



15. 如申請專利範圍第 10 項所述之太陽能電池元件，其中該第一晶格常數與該第二晶格常數之差值係不大於該第一晶格常數之 6%。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之太陽能電池元件，其中該第一晶格常數與該第二晶格常數之差值係不大於該第一晶格常數之 3%。

17. 一種多接面太陽能電池裝置，其包含：

一多接面太陽能電池元件，包含：

一第一電極；

一具有一第一晶格常數之基板，設置於該第一電極之一側；

一具有一第二晶格常數之第一光電轉換層設置於該基板上，用以吸收一第一波長範圍之光線並產生一第一電流；

一具有一第三晶格常數之第二光電轉換層設置於該第一光電轉換層上，用以吸收一第二波長範圍之光線並產生一第二電流；

一第三光電轉換層設置於該第二光電轉換層上，用以吸收一第三波長範圍之光線並產生一第三電流，該第三光電轉換層之材料包含  $\text{Ga}_{1-b}\text{In}_b$ ；其中  $b$  在一具有 0.46 之第一區間的範圍內，而  $1-b$  在一具有 0.54 之第二區間的範圍內；

一第二電極，設置於該第三光電轉換層上；以及

一光線聚集裝置，設置於該多接面太陽能電池元件之上；其中，該第一晶格常數介於該第二晶格常數與該第三晶格常數之間。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之裝置，其中該光線聚集裝置係為一菲涅爾透鏡(Fresnel Lens)。

19. 如申請專利範圍第 17 項所述之裝置，該裝置更包含一散熱基座，且該多接面太陽能電池元件設置於該散熱基座之上。

20. 如申請專利範圍第 17 項所述之裝置，其中該多接面太陽能電池元件之該基板係包括至少一種材料選自於砷化鎵、鍺、碳化矽、矽、磷化銦、矽化鍺、氧化鋅、氮化鎵、玻璃、金屬、及藍寶石所構成之材料群組。

21. 如申請專利範圍第 17 項所述之裝置，其中該多接面太陽能電池元件之該些光電轉換層包括至少一種材料選自於 III 族氮化物、III 族磷化物、以及 III 族砷化物所構成之材料群組。

22. 如申請專利範圍第 17 項所述之裝置，其中該多接面太陽能電池元件之該第一波長範圍係大於該第二波長範圍。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之裝置，其中該多接面太陽能電

池元件之該第一光電轉換層結構之材料包含  $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ ，且  $0.35 < X < 0.45$ 。

八、圖式：

P28-31

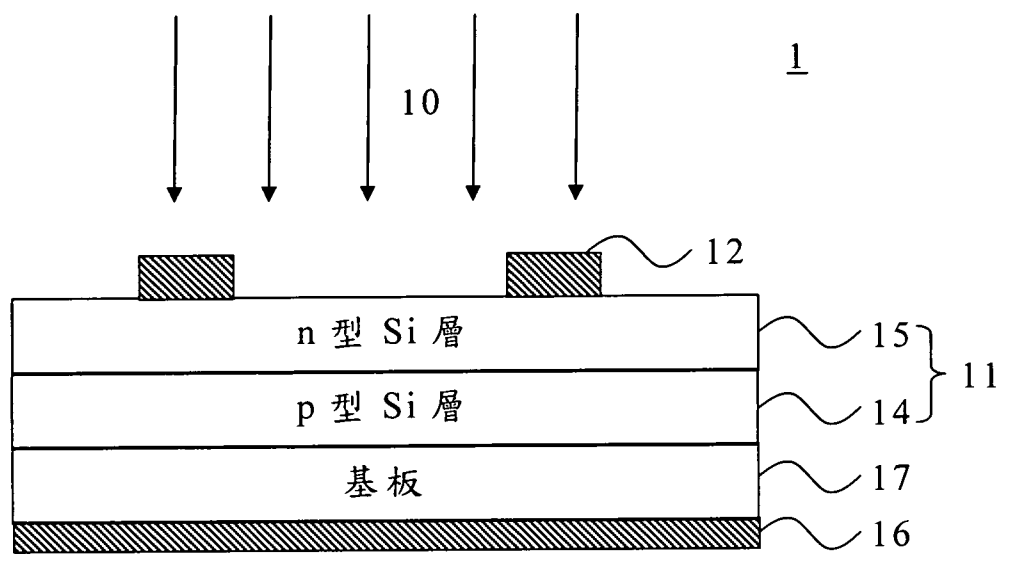


圖 1

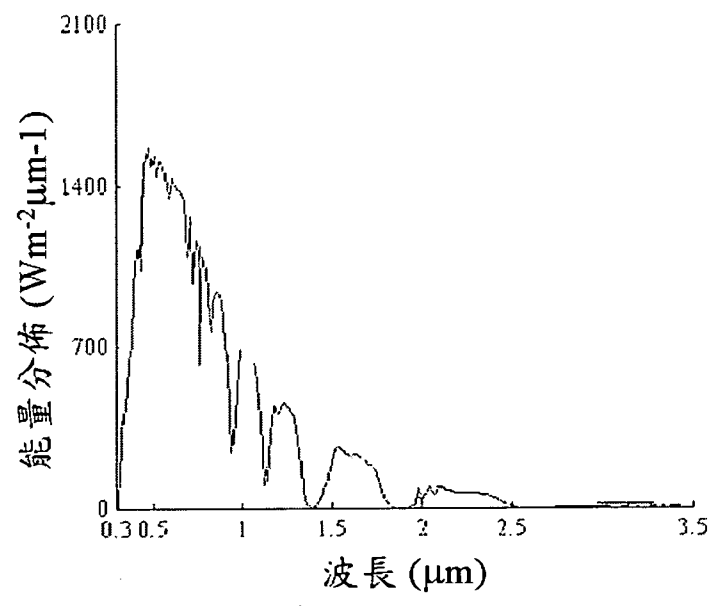


圖 2

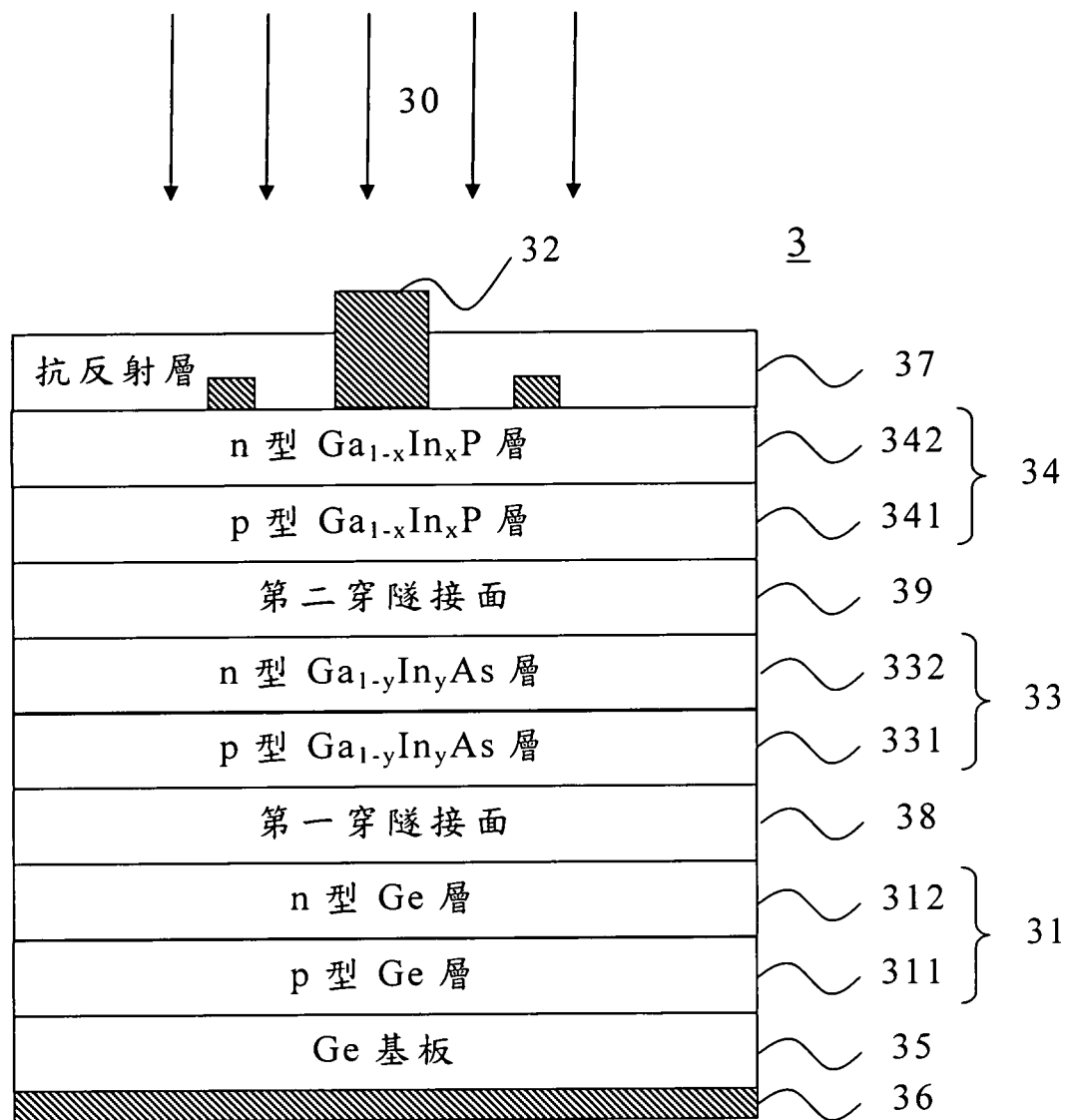


圖 3

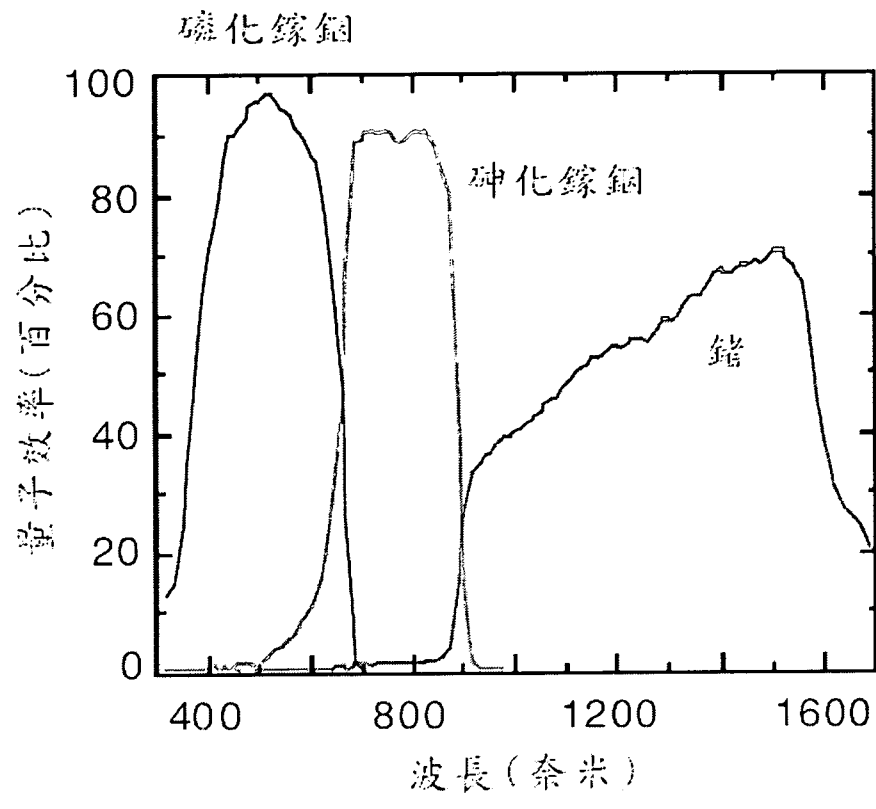


圖 4

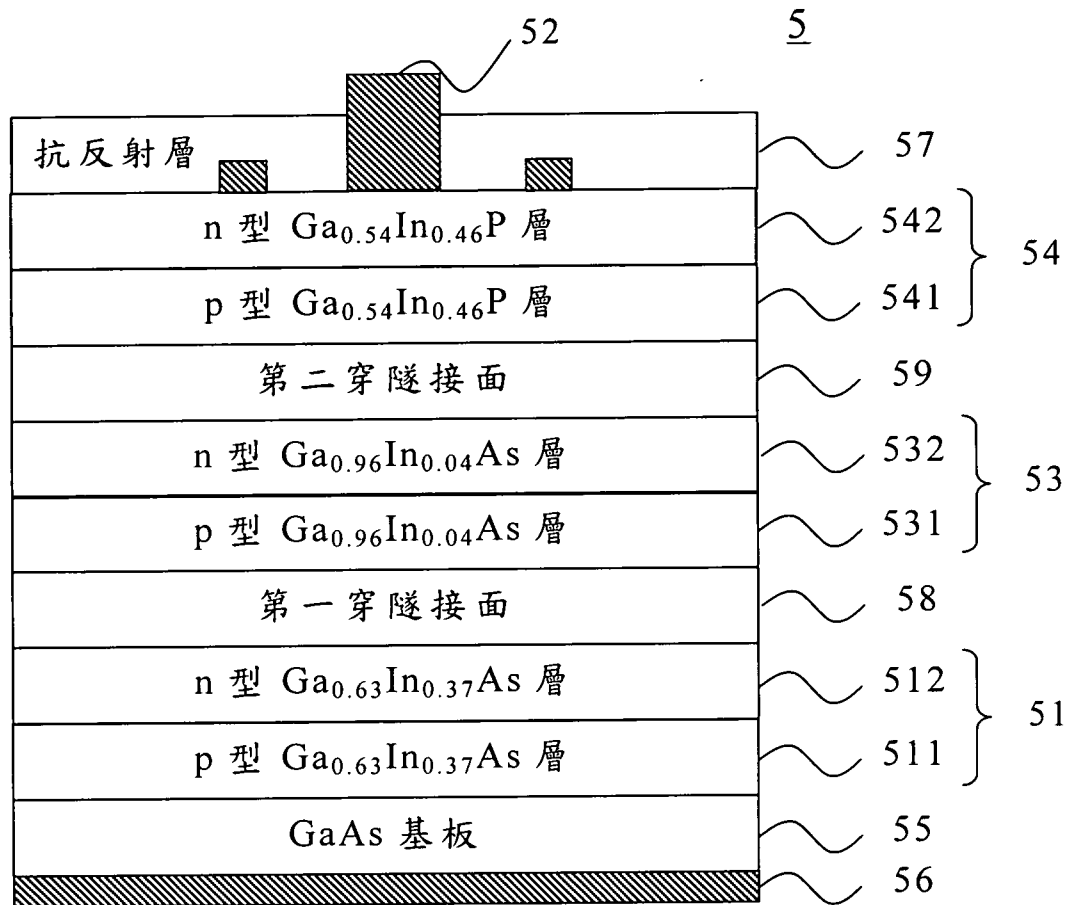


圖 5

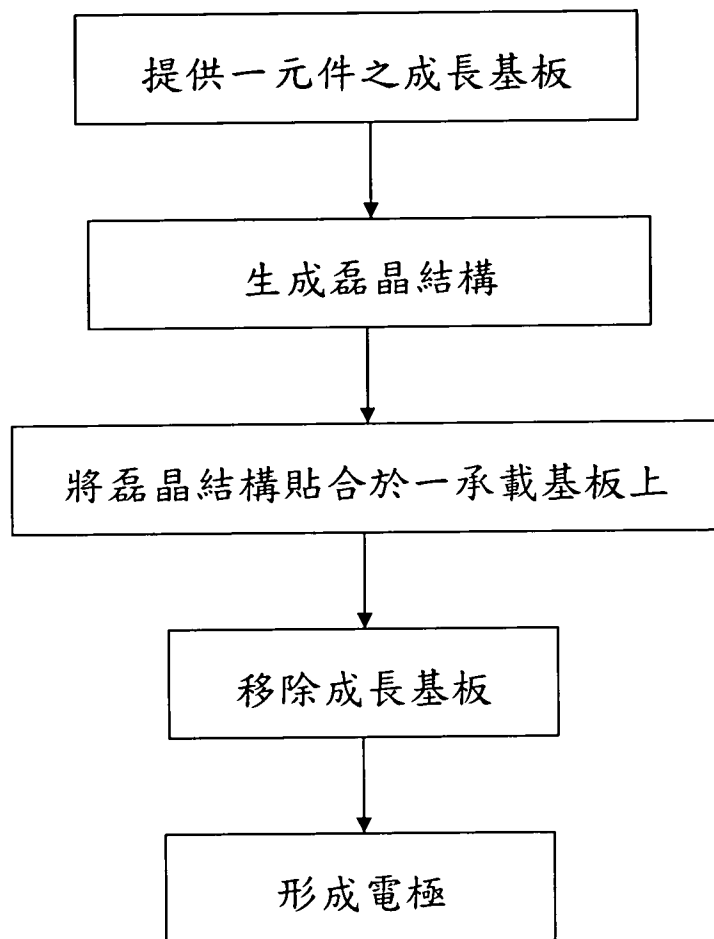


圖 6



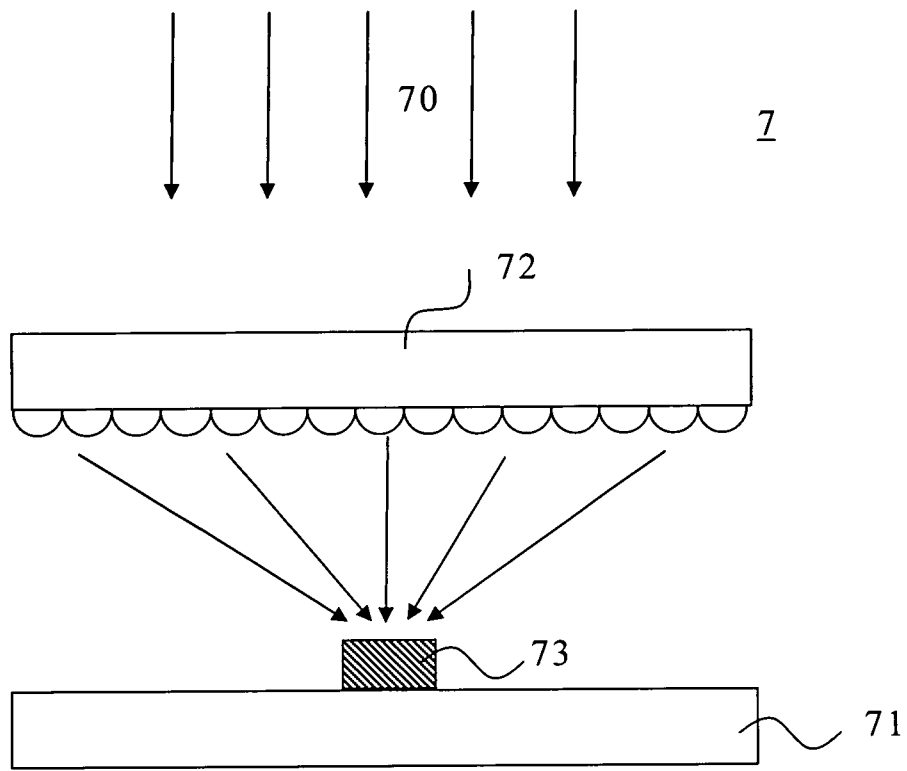


圖 7