



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201044625 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：099108399

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 22 日

(51)Int. Cl.：

H01L31/18 (2006.01)

H01L31/0264(2006.01)

H01L31/042 (2006.01)

(30)優先權：2009/05/08

美國

12/463,216

(71)申請人：安科太陽能公司 (美國) EMCORE SOLAR POWER, INC. (US)

美國

(72)發明人：夏普斯 保羅 SHARPS, PAUL (US)；紐曼 弗瑞德 NEWMAN, FRED (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 41 頁

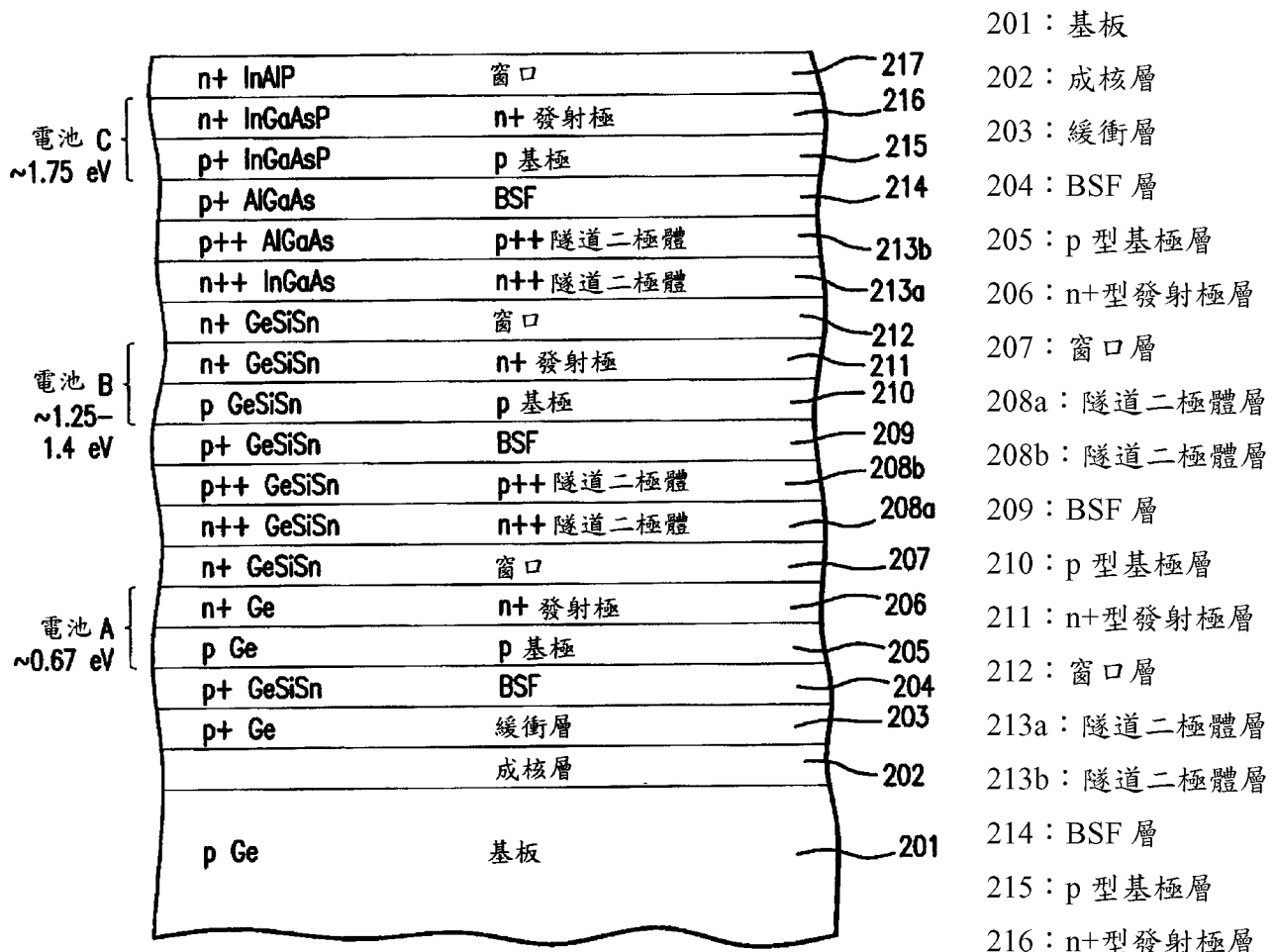
(54)名稱

具有 I V / I I I - V 族混和合金之多接面太陽能電池

MULTIJUNCTION SOLAR CELLS WITH GROUP IV/III-V HYBRID ALLOYS

(57)摘要

本發明揭示一種藉由以下步驟製造一太陽能電池之方法：提供一鍺半導體生長基板；及在該半導體生長基板上沈積形成一太陽能電池之一序列半導體材料層，包含由一 IV/III-V 族混合合金構成之一子電池。





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201044625 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：099108399

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 22 日

(51)Int. Cl.：

H01L31/18 (2006.01)

H01L31/0264(2006.01)

H01L31/042 (2006.01)

(30)優先權：2009/05/08

美國

12/463,216

(71)申請人：安科太陽能公司 (美國) EMCORE SOLAR POWER, INC. (US)

美國

(72)發明人：夏普斯 保羅 SHARPS, PAUL (US)；紐曼 弗瑞德 NEWMAN, FRED (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 41 頁

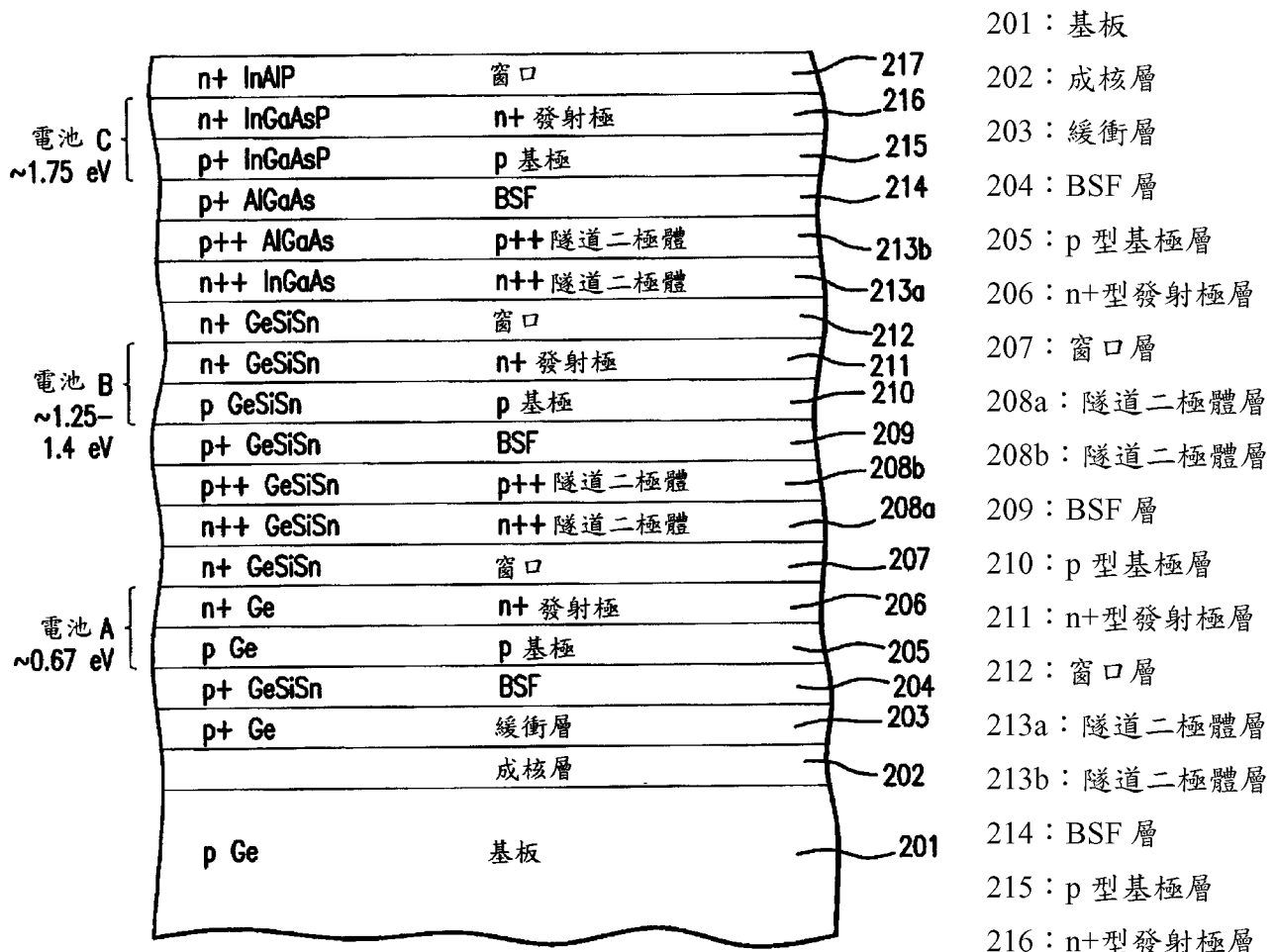
(54)名稱

具有 I V / I I I - V 族混和合金之多接面太陽能電池

MULTIJUNCTION SOLAR CELLS WITH GROUP IV/III-V HYBRID ALLOYS

(57)摘要

本發明揭示一種藉由以下步驟製造一太陽能電池之方法：提供一鍺半導體生長基板；及在該半導體生長基板上沈積形成一太陽能電池之一序列半導體材料層，包含由一 IV/III-V 族混合合金構成之一子電池。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於半導體裝置之領域，且係關於製程及例如基於IV/III-V族混合半導體化合物之多接面太陽能電池之裝置。

【先前技術】

已主要藉由矽半導體技術提供來自光伏電池(亦稱為太陽能電池)之太陽能電力。然而，在過去數年中，大量製造用於太空應用之III-V族化合物半導體多接面太陽能電池已加速此技術不僅用於太空中且亦用於陸地太陽能電力應用之發展。與矽相比，儘管III-V族化合物半導體多接面裝置往往製造起來更複雜，但其具有更高之能量轉換效率且通常更抗輻射。典型之商用III-V族化合物半導體多接面太陽能電池在一個太陽、0氣團(AM0)、照明條件下具有超過27%之能量效率，而即使係最有效之矽技術在相當之條件下通常僅達到約18%之效率。在高太陽能會聚(例如，500X)之情形下，陸地應用(處於AM1.5D)中之市場可購得III-V族化合物半導體多接面太陽能電池具有超過37%之能量效率。與矽太陽能電池相比，III-V族化合物半導體太陽能電池之較高轉換效率部分地基於能夠達成透過使用具有不同帶隙能量之複數個光伏打區域進行對入射輻射之光譜分離且累積來自該等區域中之每一者之電流。

在衛星及其他太空相關應用中，一衛星電力系統之大小、質量及成本相依於所使用之太陽能電池之功率及能量

轉換效率。換言之，有效負載之大小及機載服務之可用性與所提供之功率量成比例。因此，隨著有效負載變得更加複雜，一太陽能電池之功率對重量比變得越來越重要，且越發關注具有高效率及低質量之重量較輕、「薄膜」型太陽能電池。

典型之III-V族化合物半導體太陽能電池以垂直、多接面結構製作於一半導體晶圓上。然後，將個別太陽能電池或晶圓安置成水平陣列，其中個別太陽能電池以一電串聯電路方式連接在一起。一陣列之形狀及結構以及其所含有之電池之數目部分地取決於所需之輸出電壓及電流。

【發明內容】

簡要且概括而言，本發明之一態樣包括一種製造一太陽能電池之方法，該方法包括：提供一鍺半導體生長基板；在該半導體生長基板上沈積形成一太陽能電池之一序列半導體材料層，包含由一IV/III-V族混合合金構成之一子電池。

在另一態樣中，本發明包括一種藉由以下步驟製造一太陽能電池之方法：提供一半導體生長基板；及在該半導體生長基板上沈積形成一太陽能電池之一序列半導體材料層，包含由GeSiSn構成之至少一個層及生長於由Ge構成之GeSiSn層上方之一個層。

在另一態樣中，根據本發明之一態樣之一種太陽能電池包括：由GeSiSn構成且具有一第一帶隙之一第一太陽能子電池；由GaAs、InGaAsP或InGaP構成且安置於該第一太

陽能子電池上方之一第二太陽能子電池，其具有大於該第一帶隙之一第二帶隙且與該第一太陽能子電池晶格匹配；及由GaInP構成且安置於該第二太陽能子電池上方之一第三太陽能子電池，其具有大於該第二帶隙之一第三帶隙且相對於該第二子電池晶格匹配。

本發明之某些實施方案可併入或實施上述發明內容中所述之態樣及特徵中之少數。

依據本揭示內容(包含下文實施方式)以及藉由實踐本發明，熟習此項技術者將明瞭本發明之額外態樣、優點及新穎特徵。雖然下文參照較佳實施例闡述了本發明，但應理解，本發明並不受限於此。熟習此項技術者藉由閱讀本文中之教示內容將會認識到本發明在其他領域中之額外應用、修改及實施例，該等應用、修改及實施例均屬於本文所揭示並申請專利之本發明範疇內且本發明對於該等應用、修改及實施例可具有實用性。

【實施方式】

現在將闡述本發明之細節，包含其例示性態樣及實施例。參照圖式及下文闡述，相同之參考編號用於識別相同或功能上相似之元件，且意欲以一高度簡化之圖示方式圖解說明例示性實施例之主要特徵。此外，該等圖式既不意欲繪示實際實施例之每一特徵，亦不意欲繪示所繪示元件之相對尺寸，且該等圖式並非按比例繪製。

製作一多接面太陽能電池之基本概念係在一基板上以一有序序列生長太陽能電池之子電池。亦即，直接在一半導

體生長基板(例如，GaAs或Ge)上磊晶生長低帶隙子電池(亦即，具有介於0.7至1.2 eV範圍中之帶隙之子電池)，且此等子電池與此基板晶格匹配。然後，可在該低帶隙子電池上生長一個或多個中等帶隙中間子電池(亦即，具有介於1.0至2.4 eV範圍中之帶隙)。

在該中間子電池上方形成一頂部子電池或上部子電池，以使得該頂部子電池相對於該中間子電池大致晶格匹配，且以使得該頂部子電池具有一第三較高帶隙(亦即，介於1.6至2.4 eV範圍中之一帶隙)。

在上述相關申請案中，揭示了多接面太陽能電池之各種不同特徵及態樣。此等特徵中之某些特徵或所有特徵可包含於與本發明之太陽能電池相關聯之結構及製程中。

半導體結構中之層之晶格常數及電特性較佳藉由指定適當反應器生長溫度及時間且藉由使用適當化學組成及摻雜劑來控制。使用一氣相沈積方法(例如，有機金屬氣相磊晶(OMVPE)、金屬有機化學氣相沈積(MOCVD)、或其他氣相沈積方法)或用於反向生長之其他沈積技術(例如，分子束磊晶(MBE))可使單塊半導體結構中形成電池之層能夠生長為具有所需厚度、元素組成、摻雜劑濃度及粒度與導性類型。

圖2A繪示在一鍺生長基板上順序形成三個子電池A、B及C之後的根據本發明之多接面太陽能電池。更特定而言，顯示有一基板201，該基板較佳為鍺(Ge)或其他適合材料。

在一Ge基板之情形下，可在基板201上直接沈積一成核層202。在基板201上，或在成核層202上方(在一Ge基板之情形下)，進一步沈積一緩衝層203。在Ge基板之情形下，緩衝層203較佳為p+型Ge。然後，在層203上沈積一p+型GeSiSn BSF層204。然後，在BSF層204上磊晶沈積由一p型基極層205及一n+型發射極層206組成之子電池A，該基極層及發射極層由鍺構成。子電池A通常與生長基板201晶格匹配。子電池A可具有大約為0.67 eV之一帶隙。

BSF層204自基極/BSF介面表面附近之區域驅動少數載流子，以最小化複合損失效應。換言之，一BSF層204減少太陽能子電池A背側處之複合損失且從而減少基極中之複合。

應注意，多接面太陽能電池結構可由週期表中所列之III至V族元素之滿足晶格常數及帶隙要求之任一適合組合形成，其中III族包含硼(B)、鋁(Al)、鎵(Ga)、銦(In)及鉍(T)。IV族包含碳(C)、矽(Si)、鍺(Ge)及錫(Sn)。V族包含氮(N)、磷(P)、砷(As)、銻(Sb)及鉍(Bi)。

在基極層206之頂部上，沈積一窗口層207，其較佳地為n+型GeSiSn，且該窗口層用於減少複合損失。

在窗口層207之頂部上，沈積形成一隧道二極體(亦即，將子電池A連接至子電池B之一歐姆電路元件)之一序列重摻雜p型及n型層208a及208b。層208 a較佳由n++ GaAs構成，且層208b較佳由p++ AlGaAs構成。

在隧道二極體層208a/208b之頂部上，沈積一BSF層

209，其較佳為p+型InGaAs。更一般而言，子電池B中所使用之BSF層209運作以減少介面複合損失。熟習此項技術者應明瞭，可在不背離本發明之範疇之情形下在該電池結構中添加或刪除一個或多個額外層。

在BSF層209之頂部上，沈積子電池B之層：p型基極層210及n+型發射極層211。此等層較佳係由InGaAs構成，但亦可使用與晶格常數及帶隙要求相一致之任何其他適合材料。因此，子電池B可由一GaAs、GaInP、GaInAs、GaAsSb或GaInAsN發射極區域及一GaAs、GaInAs、GaAsSb或GaInAsN基極區域構成。子電池B之帶隙可係大約1.25至1.4 eV。將結合圖9論述根據本發明之層210及211之摻雜分佈。

在子電池B之頂部上沈積一窗口層212，其執行與窗口層207相同之功能。在窗口層212上方分別沈積類似於層208a及208b之p++/n++隧道二極體層213a及213b，該等隧道二極體層形成將子電池B連接至子電池C之一歐姆電路元件。層213a較佳由n++ GaInP構成，且層213b較佳地由p++ AlGaAs構成。

然後，在隧道二極體層213b上方沈積較佳由p+型InGaAlP構成之一BSF層214。此BSF層運作以減少子電池「C」中之複合損失。熟習此項技術者應明瞭，可在不背離本發明之範疇之情形下在該電池結構中添加或刪除額外層。

在BSF層214之頂部上，沈積子電池C之層：p型基極層

215及n+型發射極層216。此等層較佳分別由p型InGaAs或InGaP及n+型InGaAs或InGaP構成，但亦可使用與晶格常數及帶隙要求相一致之任何其他適合材料。子電池C之帶隙可係大約1.75 eV。將結合圖9論述根據本發明之層215及216之摻雜分佈。

然後，在子電池C之頂部上沈積較佳由n+型InAlP構成之一窗口層217，該窗口層執行與窗口層207及212相同之功能。

將以對圖3及後續圖之闡述為開始來闡述對製作圖2A之實施例中之太陽能電池時之後續處理步驟之闡述。同時，我們將闡述多接面太陽能電池半導體結構之其他實施例。

圖2B繪示在一鍺生長基板上順序形成四個子電池A、B、C及D之後根據本發明之另一實施例中之多接面太陽能電池。更特定而言，顯示有一基板201，該基板較佳為鍺(Ge)或其他適合材料。

圖2B之實施例中之層202至212之組成類似於圖2A之實施例中所闡述之彼等層，但具有達成不同帶隙所必需之不同元素組成或摻雜劑濃度，且因此此處無需重複對此等層之闡述。特定而言，在圖2B之實施例中，子電池A之帶隙可係大約0.73 eV，且子電池B之帶隙可係大約1.05 eV。

在窗口層212之頂部上沈積形成一隧道二極體(亦即，將子電池B連接至子電池C之一歐姆電路元件)之一序列重摻雜p型及n型層213c及213d。層213c較佳由n++ GaAs構成，且層213d較佳由p++ AlGaAs構成。

在隧道二極體層 213c/213d 之頂部上沈積一 BSF 層 214，其較佳為 p+ 型 AlGaAs。更一般而言，子電池 C 中所使用之 BSF 層 214 運作以減少介面複合損失。熟習此項技術者應明瞭，可在不背離本發明之範疇之情形下在該電池結構中添加或刪除一個或多個額外層。

在 BSF 層 214 之頂部上沈積子電池 C 之層：p 型基極層 215 及 n+ 型發射極層 216。此等層較佳分別由 InGaAs 及 InGaAs 或 InGaP 構成，但亦可使用與晶格常數及帶隙要求相一致之任何其他適合材料。因此，子電池 C 可由一 GaAs、GaInP、GaInAs、GaAsSb 或 GaInAsN 發射極區域及一 GaAs、GaInAs、GaAsSb 或 GaInAsN 基極區域構成。子電池 C 之帶隙可係大約 1.25 至 1.4 eV。將結合圖 9 論述根據本發明之層 215 及 216 之摻雜分佈。

在子電池 C 之頂部上沈積由 InAlP 構成之一窗口層 217，該窗口層執行與窗口層 212 相同之功能。在窗口層 217 上方分別沈積類似於層 213c 及 213d 之 p++/n++ 隧道二極體層 218a 及 218b，該等隧道二極體層形成將子電池 C 連接至子電池 D 之一歐姆電路元件。層 218a 較佳由 n++ InGaP 構成，且層 218b 較佳由 p++ AlGaAs 構成。

然後，在隧道二極體層 218b 上方沈積較佳由 p+ 型 AlGaAs 構成之一 BSF 層 219。此 BSF 層運作以減少子電池「D」中之複合損失。熟習此項技術者應明瞭，可在不背離本發明之範疇之情形下在該電池結構中添加或刪除額外層。

在BSF層219之頂部上，沈積子電池D之層：p型基極層220及n+型發射極層221。此等層較佳分別由p型InGaP及n+型InGaP構成，但亦可使用與晶格常數及帶隙要求相一致之任何其他適合材料。子電池D之帶隙可係大約1.85 eV。將結合圖9論述根據本發明之層220及221之摻雜分佈。

然後，在子電池D之頂部上沈積較佳由n+型InAlP構成之一窗口層222，該窗口層執行與窗口層207、212及217相同之功能。

圖2C繪示在一鍺生長基板上順序形成五個子電池A、B、C、D及E之後根據本發明之另一實施例中之多接面太陽能電池。更特定而言，顯示有一基板201，該基板較佳為鍺(Ge)或其他適合材料。

圖2C之實施例中之層201至212之組成類似於圖2A之實施例中所闡述之彼等層，但具有達成不同帶隙所必需之不同元素組成或摻雜劑濃度，且因此此處無需重複對此等層之闡述。特定而言，在圖2C之實施例中，子電池A之帶隙可係大約0.73 eV，子電池B之帶隙可係大約0.95 eV，且子電池C之帶隙可係大約1.24 eV。因此，我們以窗口層212之頂部上之層來繼續對圖2C之實施例之闡述。

在窗口層212之頂部上沈積形成一隧道二極體(亦即，將子電池A連接至子電池B之一歐姆電路元件)之一序列重摻雜p型及n型層213e及213f。層213e較佳由n++ GeSiSn構成，且層213f較佳由p++ GeSiSn構成。

在隧道二極體層213e/213f之頂部上沈積一BSF層214a，

其較佳為p+型GeSiSn。更一般而言，子電池C中所使用之BSF層214a運作以減少介面複合損失。熟習此項技術者應明瞭，可在不背離本發明之範疇之情形下在該電池結構中添加或刪除一個或多個額外層。

在BSF層214a之頂部上沈積子電池C之層：p型基極層215a及n+型發射極層216a。此等層較佳由GeSiSn構成，但亦可使用與晶格常數及帶隙要求相一致之任何其他適合材料。因此，子電池C可由一GaAs、GaInP、GaInAs、GaAsSb或GaInAsN發射極區域及一GaAs、GaInAs、GaAsSb或GaInAsN基極區域構成。子電池C之帶隙可係大約1.24 eV。將結合圖9論述根據本發明之層215a及216a之摻雜分佈。

在子電池C之頂部上沈積由InAlP構成之一窗口層217a，該窗口層執行與窗口層207及212相同之功能。在窗口層217a上方分別沈積類似於層208a及208b以及213e及213f之p++/n++隧道二極體層218e及218d，該等隧道二極體層形成將子電池C連接至子電池D之一歐姆電路元件。層218c較佳由n++ InGaAsP構成，且層218d較佳由p++ AlGaAs構成。

然後，在隧道二極體層218d上方沈積較佳由p+型AlGaAs構成之一BSF層219a。此BSF層運作以減少子電池「D」中之複合損失。熟習此項技術者應明瞭，可在不背離本發明之範疇之情形下在該電池結構中添加或刪除額外層。

在BSF層219a之頂部上沈積子電池D之層：p型基極層220a及n+型發射極層221a。此等層較佳分別由p型InGaAsP或AlGaInAs及n+型InGaAsP或AlGaInAs構成，但亦可使用與晶格常數及帶隙要求相一致之任何其他適合材料。子電池D之帶隙可係大約1.6 eV。將結合圖9論述根據本發明之層220a及221a之摻雜分佈。

然後，在子電池D之頂部上沈積較佳由n+型InAlP、InGaAsP或AlGaInAs構成之一窗口層222a，該窗口層執行與窗口層207、212及217a相同之功能。

在窗口層222a上方分別沈積類似於層218c及218d之p++/n++隧道二極體層223a及223b，該等隧道二極體層形成將子電池D連接至子電池E之一歐姆電路元件。層223a較佳由n++ InGaAsP構成，且層223b較佳由p++ AlGaAs構成。

然後，在隧道二極體層223b上方沈積較佳由p+型AlGaAs或InGaAlP構成之一BSF層224。此BSF層運作以減少子電池「E」中之複合損失。熟習此項技術者應明瞭，可在不背離本發明之範疇之情形下在該電池結構中添加或删除額外層。

在BSF層224之頂部上沈積子電池E之層：p型基極層225及n+型發射極層226。此等層較佳分別由p型AlGaInP及n+型AlGaInP構成，但亦可使用與晶格常數及帶隙要求相一致之任何其他適合材料。子電池E之帶隙可係大約2.0 eV。將結合圖9論述根據本發明之層224及225之摻雜分

佈。

然後，在子電池E之頂部上沈積較佳由n+型InAlP構成之一窗口層227，窗口層227執行與窗口層207、212、217a及222a相同之功能。

圖3係圖2A、2B或2C中之任一者之太陽能電池之一高度簡化橫截面圖，其顯示其中在窗口層249上沈積較佳由n+型InGaAs構成之一高帶隙接觸層250之下一製程步驟，窗口層249可根據情形分別表示圖2A、2B及2C之窗口層217、222或227。後續圖將利用此圖3之高度簡化橫截面圖，應理解，對太陽能電池之後續製作之闡述可涉及所繪示之圖2A、2B或2C之實施例中之任一者或本文上文所闡述之額外或類似實施例中之任一者。

熟習此項技術者應明瞭，除接觸層250以外，可在不背離本發明之範疇之情形下在該電池結構中於子電池結構之頂部上添加或刪除一個或多個額外層。

圖4係圖3之太陽能電池在下一製程步驟序列之後的一橫截面圖，在該下一製程步驟序列中，將一光阻劑層(未顯示)置於半導體接觸層318上方。藉助一遮罩以光微影方式圖案化該光阻劑層以形成柵格線501之位置，移除該光阻劑層之將要形成柵格線之部分，且然後藉由蒸發或類似製程將一金屬接觸層319既沈積於光阻劑層上方亦沈積至該光阻劑層中將形成柵格線之開口中。然後，剝離覆蓋接觸層318之光阻劑層部分以留下完成之金屬柵格線501，如圖中所繪示。柵格線501較佳由層Pd/Ge/Ti/Pd/Au之序列構

成，但亦可使用其他適合序列及材料。

圖5係圖4之太陽能電池在下一製程步驟之後的一橫截面圖，在該下一製程步驟中將該等柵格線用作一遮罩來使用一檸檬酸/過氧化物蝕刻混合物向下蝕刻該表面至窗口層249。

圖6A係在其中實施四個太陽能電池之一100 mm(或4英吋)晶圓之一俯視平面圖。對四個電池之繪示僅出於圖解說明之目的，且本發明並不限於每一晶圓之任何特定電池數目。

在每一電池中，存在柵格線501(更具體地顯示於圖5之橫截面中)、一互連匯流排線502及一接觸墊503。柵格線及匯流排線以及接觸墊之幾何形狀及數目具圖解說明性，且本發明並不限於所圖解說明之實施例。

圖6B係圖6A之晶圓之一仰視平面圖，其概括地顯示四個太陽能電池之位置。

圖6C係在其中實施兩個太陽能電池之一100 mm(或4英吋)晶圓之一俯視平面圖。儘管可利用各種多邊形幾何形狀來界定太陽能電池在該晶圓內之邊界，但在所圖解說明之幾何組態中，每一太陽能電池具有 26.3 cm^2 之一面積。

圖7係圖5之太陽能電池在下一製程步驟之後的一橫截面圖，在該下一製程步驟中，在晶圓之具有柵格線501之頂部側之整個表面上方施加一抗反射(ARC)電介質塗佈層。

圖8係在本發明之一第二實施例中圖7之太陽能電池在下一製程步驟之後的一橫截面圖，在該下一製程步驟中，藉

由一黏合劑513將一覆蓋玻璃514緊固至電池之頂部。覆蓋玻璃514通常係約4密耳厚，且較佳覆蓋整個通道510、在臺面516之一部分上方延伸，但不延伸至通道511。儘管對於諸多環境條件及應用可期望使用一覆蓋玻璃，但其對於所有實施方案並非必要，且亦可利用額外之層或結構來向太陽能電池提供額外之支撐或環境保護。

圖9係本發明之多接面太陽能電池之一個或多個子電池中之發射極層及基極層中之一摻雜分佈之一圖表。在2007年12月13日提出申請之共同待決美國專利申請案序列第11/956,069號(其以引用方式併入本文中)中更具體闡述本發明範疇內之各種摻雜分佈及此等摻雜分佈之優點。本文中所繪示之摻雜分佈僅具圖解說明性，且如熟習此項技術者所明瞭，可在不背離本發明之範疇之情形下利用其他更複雜之分佈。

應理解，上文所闡述元件中之每一者或兩個或兩個以上元件一起，亦可有用地應用於不同於上文所闡述類型之構造的其他類型之構造中。

另外，儘管所圖解說明之實施例組態有頂部及底部電觸點，但另一選擇係可藉助金屬觸點使子電池接觸該等子電池之間的橫向傳導半導體層。此等配置可用於形成3-端子裝置、4-端子裝置且一般而言，n-端子裝置。可使用此等額外端子將該等子電池互連成電路，以使得可有效地使用每一子電池中之大多數可用光生電流密度，從而導致多接面電池之高效率，儘管在各種子電池中光生電流密度通常

不同。

如上文所述，本發明可利用一個或多個或全部為同質接面之電池或子電池(亦即，其中在兩者均具有相同化學組成及相同帶隙而僅在摻雜劑種類及類型上有所不同之一p型半導體與一n型半導體之間形成p-n接面之一電池或子電池)之一配置。具有p型及n型InGaP之一子電池係一同質接面子電池之一個實例。另一選擇為，如在美國專利7,071,407中更具體地闡述，本發明可利用一個或多個或全部為異質接面之電池或子電池，亦即其中在一p型半導體與一n型半導體之間形成p-n接面之一電池或子電池，該p-n接面除了在形成p-n接面之p型及n型區域中利用不同之摻雜劑種類及類型以外，亦在n型區域中具有半導體材料之不同化學組成及/或在p型區域中具有不同之帶隙能量。

在某些電池中，可將一薄的所謂「本質層」置於發射極層與基極層之間，其具有與發射極層或者基極層相同或不同之組成。該本質層可用於抑制空間電荷區域中之少數載流子複合。類似地，基極層或發射極層亦可係本質的或在其厚度之一部分或全部上為非故意摻雜(「NID」)。在2008年10月16日提出申請之共同待決美國專利申請案序列第12/253,051號中更具體地闡述了某些此等組態。

窗口層或BSF層之組成可利用滿足晶格常數及帶隙要求之其他半導體化合物，且可包含AlInP、AlAs、AlP、AlGaInP、AlGaAsP、AlGaInAs、AlGaInPAs、GaInP、GaInAs、GaInPAs、AlGaAs、AlInAs、AlInPAs、

GaAsSb、AlAsSb、GaAlAsSb、AlInSb、GaInSb、AlGaInSb、AlN、GaN、InN、GaInN、AlGaInN、GaInNAs、AlGaInNAs、ZnSSe、CdSSe及類似材料，且此仍歸屬於本發明之精神內。

【圖式簡單說明】

當結合附圖考量並參照以上實施方式時將更好且更全面地瞭解本發明，附圖中：

圖1係表示某些二元材料之帶隙及其晶格常數之一圖表；

圖2A係在根據本發明之一個實施例於生長基板上沈積半導體層之後的本發明之太陽能電池之一橫截面圖；

圖2B係在根據本發明之另一實施例於生長基板上沈積半導體層之後的本發明之太陽能電池之一橫截面圖；

圖2C係在根據本發明之另一實施例於生長基板上沈積半導體層之後的本發明之太陽能電池之一橫截面圖；

圖3係圖2A、2B或2C之太陽能電池在下一製程步驟之後的一高度簡化橫截面圖；

圖4係圖3之太陽能電池在下一製程步驟之後的一橫截面圖；

圖5係圖4之太陽能電池在下一製程步驟之後的一橫截面圖；

圖6A係其中製作有四個太陽能電池之一晶圓之一俯視平面圖；

圖6B係圖6A之晶圓之一仰視平面圖；

圖 6C 係其中製作有兩個太陽能電池之一晶圓之一俯視平面圖；

圖 7 係圖 5 之太陽能電池在下一製程步驟之後的一橫截面圖；

圖 8 係圖 7 之太陽能電池在下一製程步驟之後的一橫截面圖，在該下一製程步驟中附接一覆蓋玻璃；及

圖 9 係根據本發明之太陽能電池中之一子電池之基極層及發射極層中之摻雜分佈之一圖表。

【主要元件符號說明】

- 201 基板
- 202 成核層
- 203 緩衝層
- 204 BSF層
- 205 P型基極層
- 206 N+型發射極層
- 207 窗口層
- 208a 隧道二極體層
- 208b 隧道二極體層
- 209 BSF層
- 210 P型基極層
- 211 N+型發射極層
- 212 窗口層
- 213a 隧道二極體層
- 213b 隧道二極體層

213c	隧道二極體層
213d	隧道二極體層
213e	隧道二極體層
213f	隧道二極體層
214	BSF層
214a	BSF層
215	P型基極層
215a	P型基極層
216	N+型發射極層
216a	N+型發射極層
217	窗口層
217a	窗口層
218a	隧道二極體層
218b	隧道二極體層
218c	隧道二極體層
218d	隧道二極體層
219	BSF層
219a	BSF層
220	P型基極層
220a	P型基極層
221	N+型發射極層
221a	N+型發射極層
222	窗口層
222a	窗口層

223a	隧道二極體層
223b	隧道二極體層
224	BSF層
225	P型基極層
226	N+型發射極層
227	窗口層
249	窗口層
250	高帶隙接觸層
501	柵格線
502	互連匯流排線
503	接觸墊
513	黏合劑
514	覆蓋玻璃

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： 991 003 99

※ 申請日： 99.7.27

※IPC 分類：H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/026 (2006.01)

H01L 71/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有IV/III-V族混合合金之多接面太陽能電池

MULTIJUNCTION SOLAR CELLS WITH GROUP IV/III-V HYBRID ALLOYS

二、中文發明摘要：

本發明揭示一種藉由以下步驟製造一太陽能電池之方法：提供一鍺半導體生長基板；及在該半導體生長基板上沈積形成一太陽能電池之一序列半導體材料層，包含由一IV/III-V族混合合金構成之一子電池。

三、英文發明摘要：

A method of manufacturing a solar cell by providing a germanium semiconductor growth substrate; and depositing on the semiconductor growth substrate a sequence of layers of semiconductor material forming a solar cell, including a subcell composed of a group IV/III-V hybrid alloy.

七、申請專利範圍：

1. 一種製造一太陽能電池之方法，其包括：

提供一鍺半導體生長基板；

在該半導體生長基板上沈積形成一太陽能電池之一序列半導體材料層，包含由一IV/III-V族混合合金構成之一子電池。

2. 如請求項1之方法，其中該IV/III-V族混合合金為GeSiSn。

3. 如請求項2之方法，其中該GeSiSn子電池具有介於0.8 eV至1.2 eV之範圍中之一帶隙。

4. 如請求項3之方法，其進一步包括在該GeSiSn子電池與該鍺基板之間沈積由鍺構成之一子電池。

5. 如請求項1之方法，其中該序列之層包含具有介於0.91 eV至0.95 eV範圍中之一帶隙之一第一GeSiSn子電池及具有介於1.13 eV至1.24 eV範圍中之一帶隙之一第二GeSiSn子電池。

6. 如請求項1之方法，其中該沈積一序列半導體材料層之步驟包含：在該基板上形成由GeSiSn構成且具有一第一帶隙之一第一太陽能子電池；在該第一子電池上方形成由InGaAs構成之一第二太陽能子電池，其具有大於該第一帶隙之一第二帶隙；及在該第二太陽能子電池上方形成由GaInP構成之一第三太陽能子電池，其具有大於該第二帶隙之一第三帶隙。

7. 如請求項1之方法，其中該沈積一序列半導體材料層之

步驟包含：在該基板上形成由Ge構成且具有一第一帶隙之一第一太陽能子電池；在該第一子電池上方形成由GeSiSn構成之一第二太陽能子電池，其具有大於該第一帶隙之一第二帶隙；及在該第二太陽能子電池上方形成由InGaAs構成之一第三太陽能子電池，其具有大於該第二帶隙之一第三帶隙；及形成由GaInP構成之一第四太陽能子電池，其具有大於該第三帶隙之一第四帶隙且與該第三太陽能子電池晶格匹配。

8. 如請求項1之方法，其中該沈積一序列半導體材料層之步驟包含：在該基板上形成由Ge構成且具有一第一帶隙之一第一太陽能子電池；在該第一子電池上方形成由GeSiSn構成之一第二太陽能子電池，其具有大於該第一帶隙之一第二帶隙；及在該第二太陽能子電池上方形成由GeSiSn構成之一第三太陽能子電池，其具有大於該第二帶隙之一第三帶隙；及形成由InGaAs構成之一第四太陽能子電池，其具有大於該第三帶隙之一第四帶隙且與該第三太陽能子電池晶格匹配；形成由GaInP構成之一第五太陽能子電池，其具有大於該第四帶隙之一第五帶隙且與該第四太陽能子電池晶格匹配。
9. 如請求項1之方法，其中藉助金屬有機化學氣相沈積製程在約700°C之一溫度下沈積該等層中之某些層。
10. 如請求項1之方法，其中適合地匹配該生長基板與該等半導體材料層之間的熱膨脹係數以避免破裂。
11. 如請求項7之方法，其進一步包括在由Ge構成之該第一

子電池與由 GeSiSn 構成之該第二子電池之間形成由 GeSiSn 構成之一隧道二極體。

12. 如請求項 1 之方法，其進一步包括在該生長基板上方沈積由 GeSiSn 構成之一 BSF 層。

13. 如請求項 1 之方法，其中藉由化學氣相沈積在約 300°C 之一溫度下沈積該 IV/III-V 族混合合金。

14. 如請求項 1 之方法，其進一步包括在該鍺生長基板上方沈積一 Ge 緩衝層。

15. 如請求項 4 之方法，其進一步包括毗鄰於該鍺子電池形成一 GeSiSn BSF 層及一 GeSiSn 窗口層。

16. 如請求項 4 之方法，其中該鍺子電池具有大約 0.73 eV 之一帶隙。

17. 如請求項 1 之方法，其中藉由將 As 及 / 或 P 擴散至混合合金層中而在該 IV/III-V 族混合合金中形成一接面以形成一光伏打子電池。

18. 如請求項 1 之方法，其進一步包括毗鄰於由該 IV/III-V 族混合合金構成之該子電池形成由該 IV/III-V 族混合合金構成之窗口層及 BSF 層。

19. 一種製造一太陽能電池之方法，其包括：

提供一半導體生長基板；及

在該半導體生長基板上沈積形成一太陽能電池之一序列半導體材料層，包含由 GeSiSn 構成之至少一個層及生長於該 GeSiSn 層上方之由 Ge 構成之一個層。

20. 一種多接面太陽能電池，其包括：

一 第一太陽能子電池，其由GeSiSn構成且具有一第一帶隙；

一 第二太陽能子電池，其由GaAs、InGaAsP或InGaP構成且安置於該第一太陽能子電池上方，該第二太陽能子電池具有大於該第一帶隙之一第二帶隙且與該第一太陽能子電池晶格匹配；及

一 第三太陽能子電池，其由GaInP構成且安置於該第二太陽能子電池上方，該第三太陽能子電池具有大於該第二帶隙之一第三帶隙且相對於該第二子電池晶格匹配。

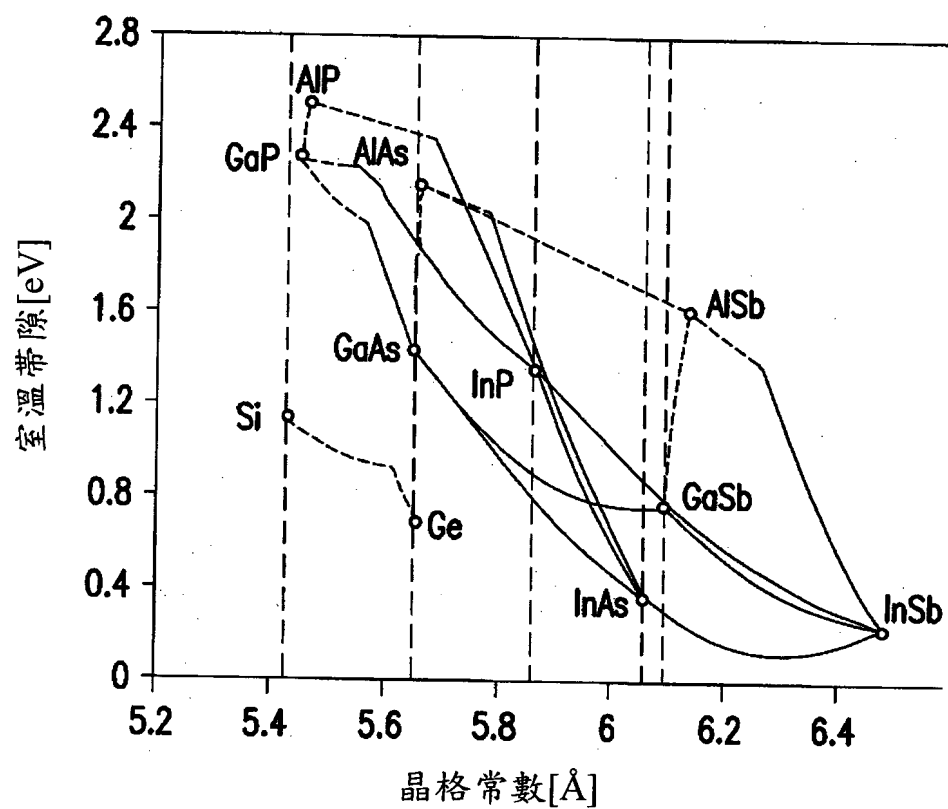


圖 1

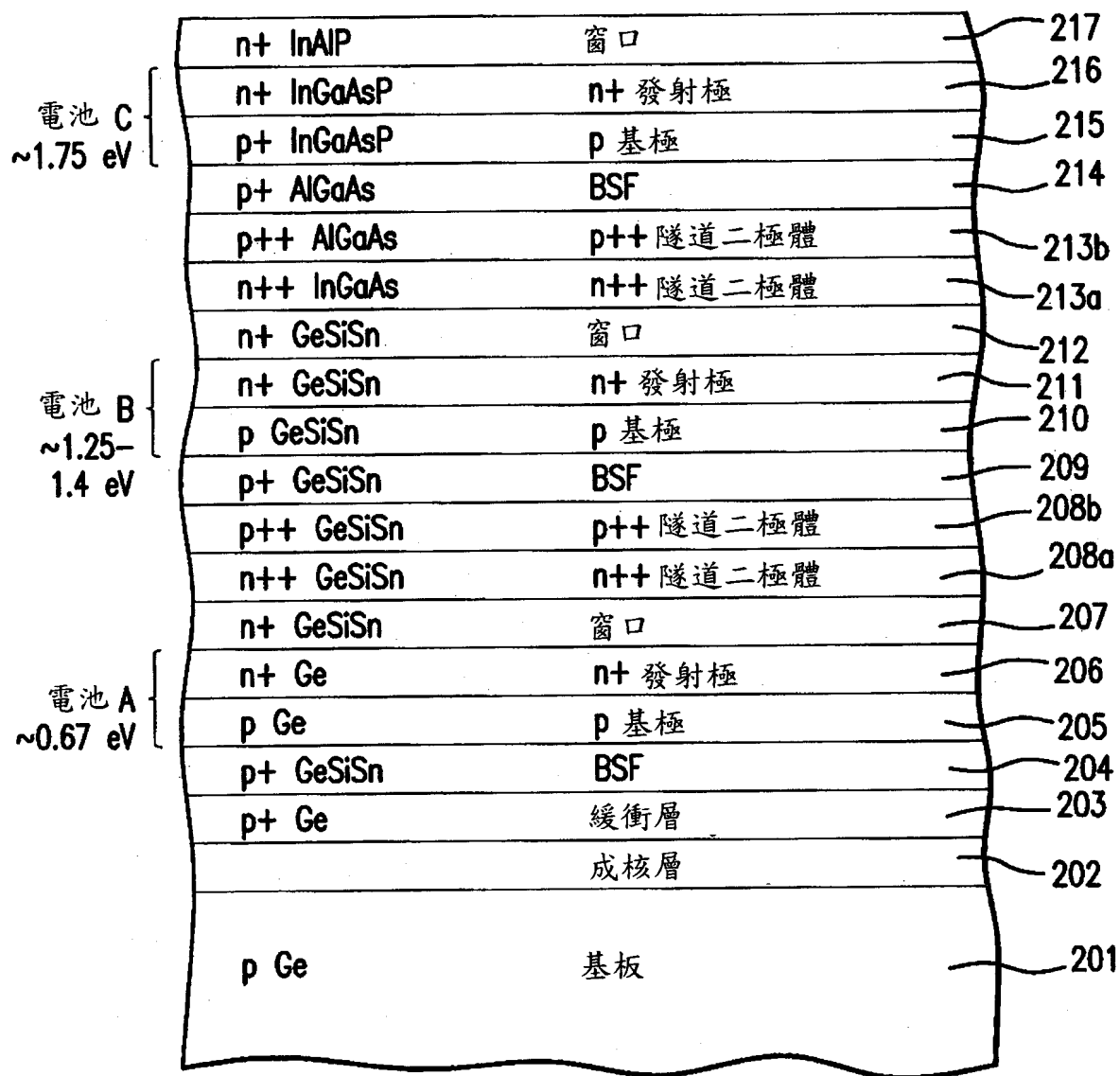


圖 2A

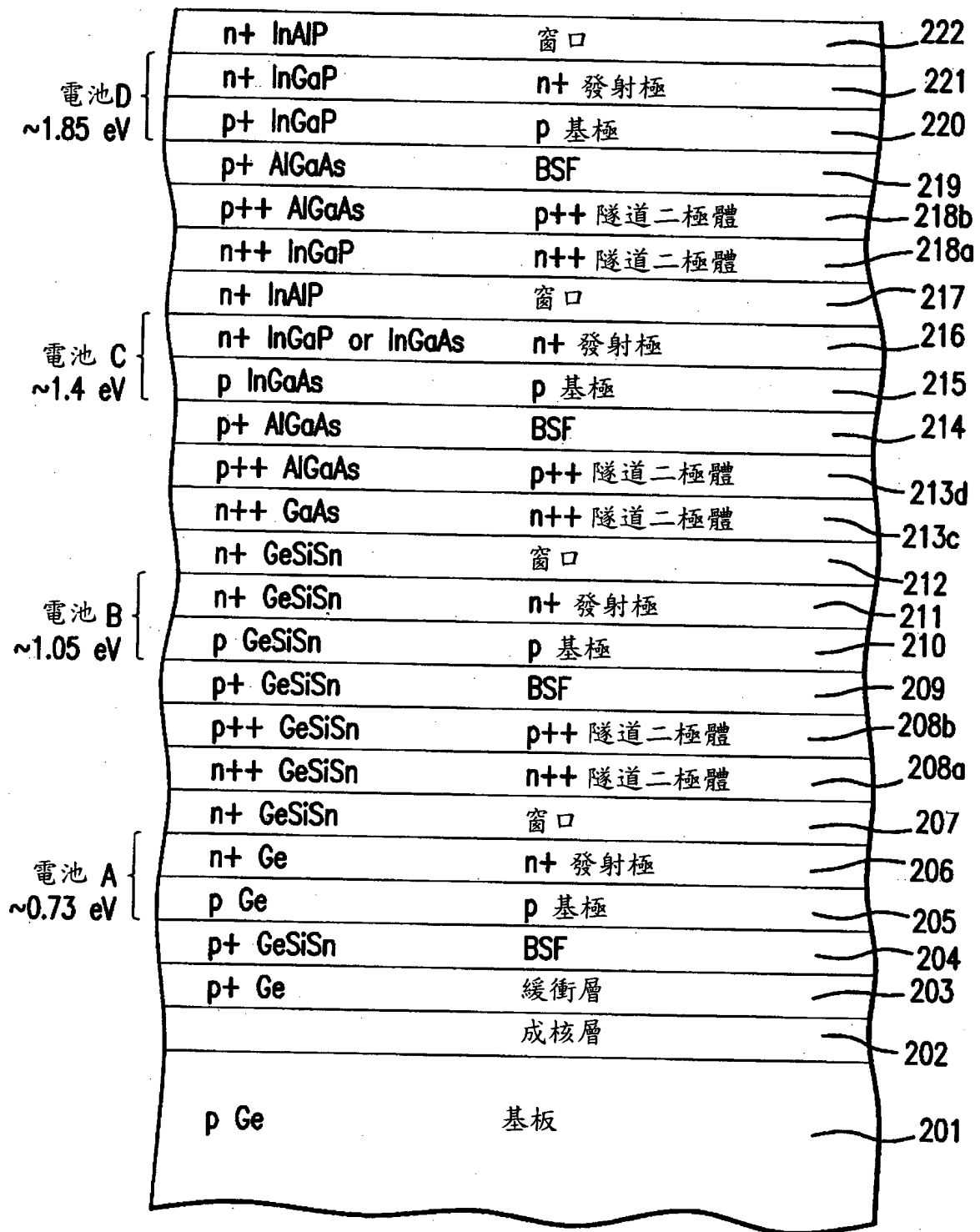


圖 2B

電池 E ~2.0 eV	n+ InAlP	窗口	227
	n+ AlGaInP	n+ 發射極	226
	p+ AlGaInP	p 基極	225
	p+ AlGaAs or AlGaInP	BSF	224
	p++ AlGaAs	p++ 隧道二極體	223b
	n++ InGaAsP	n++ 隧道二極體	223a
	n+ InAlP, InGaAsP or AlGaInAs	窗口	222a
電池 D ~1.6 eV	n+ InGaAsP or AlGaInAs	n+ 發射極	221a
	p InGaAsP or AlGaInAs	p 基極	220a
	p+ AlGaAs	BSF	219a
	p++ AlGaAs	p++ 隧道二極體	218d
	n++ InGaAsP	n++ 隧道二極體	218c
	n+ GeSiSn	窗口	217a
	n+ GeSiSn	n+ 發射極	216a
電池 C ~1.24 eV	p GeSiSn	p 基極	215a
	p+ GeSiSn	BSF	214a
	p++ GeSiSn	p++ 隧道二極體	213f
	n++ GeSiSn	n++ 隧道二極體	213e
	n+ GeSiSn	窗口	212
	n+ GeSiSn	n+ 發射極	211
	p GeSiSn	p 基極	210
電池 B ~0.95 eV	p+ GeSiSn	BSF	209
	p++ GeSiSn	p++ 隧道二極體	208b
	n++ GeSiSn	n++ 隧道二極體	208a
	n+ GeSiSn	窗口	207
	n+ Ge	n+ 發射極	206
	p Ge	p 基極	205
	p+ GeSiSn	BSF	204
電池 A ~0.73 eV	p+ Ge	緩衝層	203
		成核層	202
	p Ge	基板	201

圖 2C

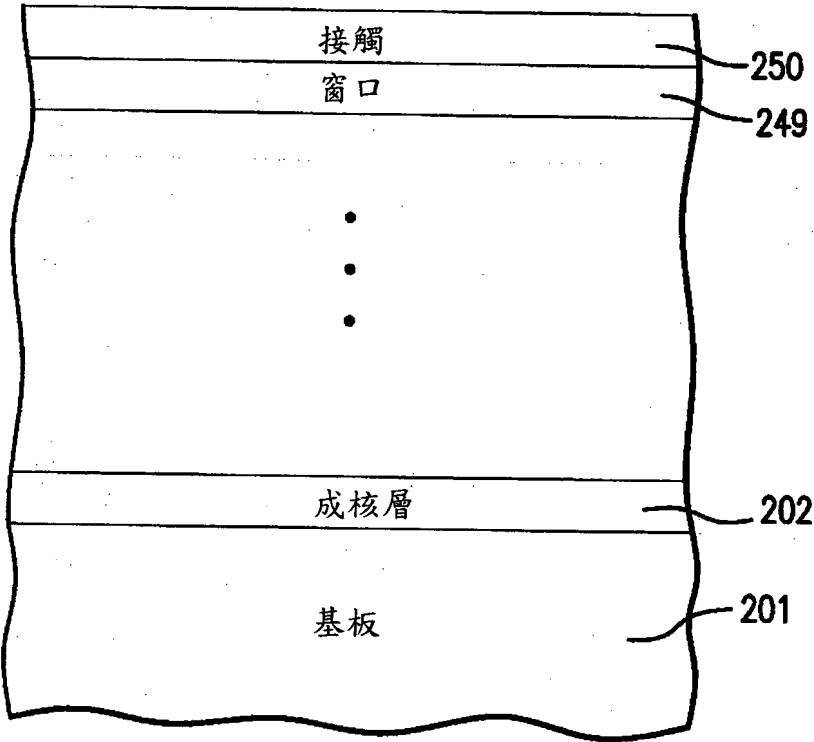


圖 3

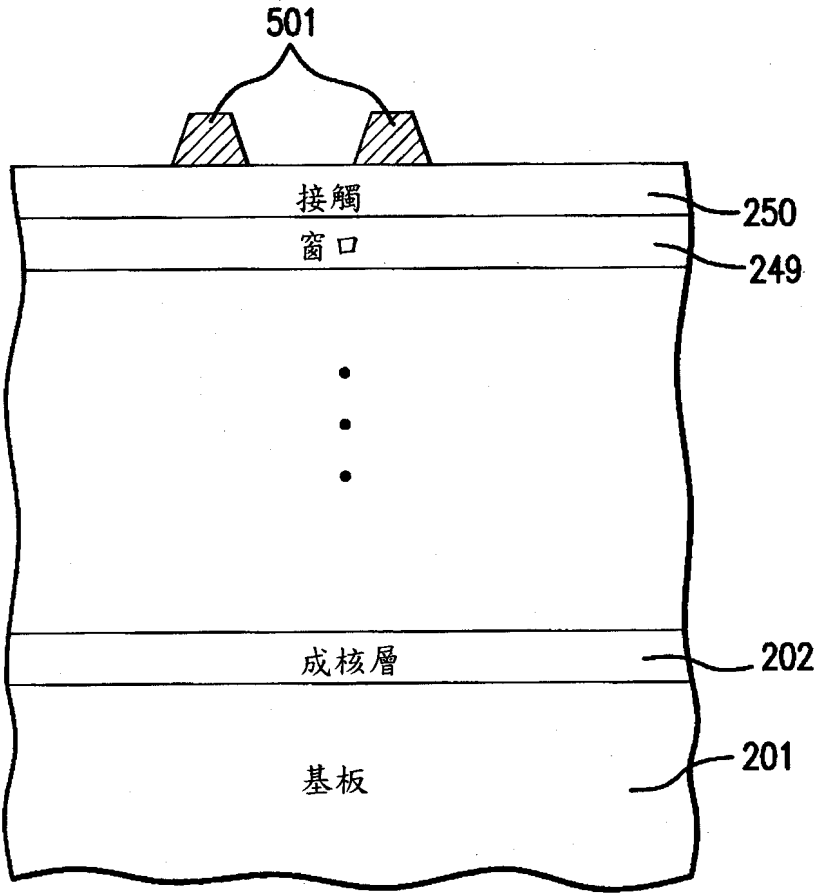


圖 4

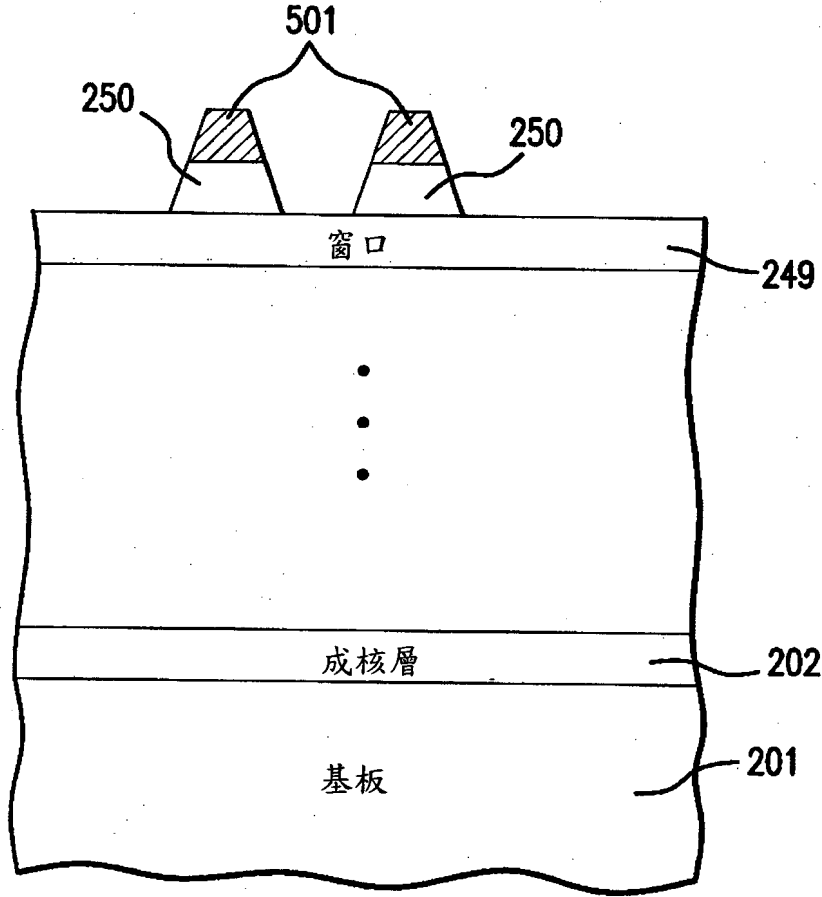


圖 5

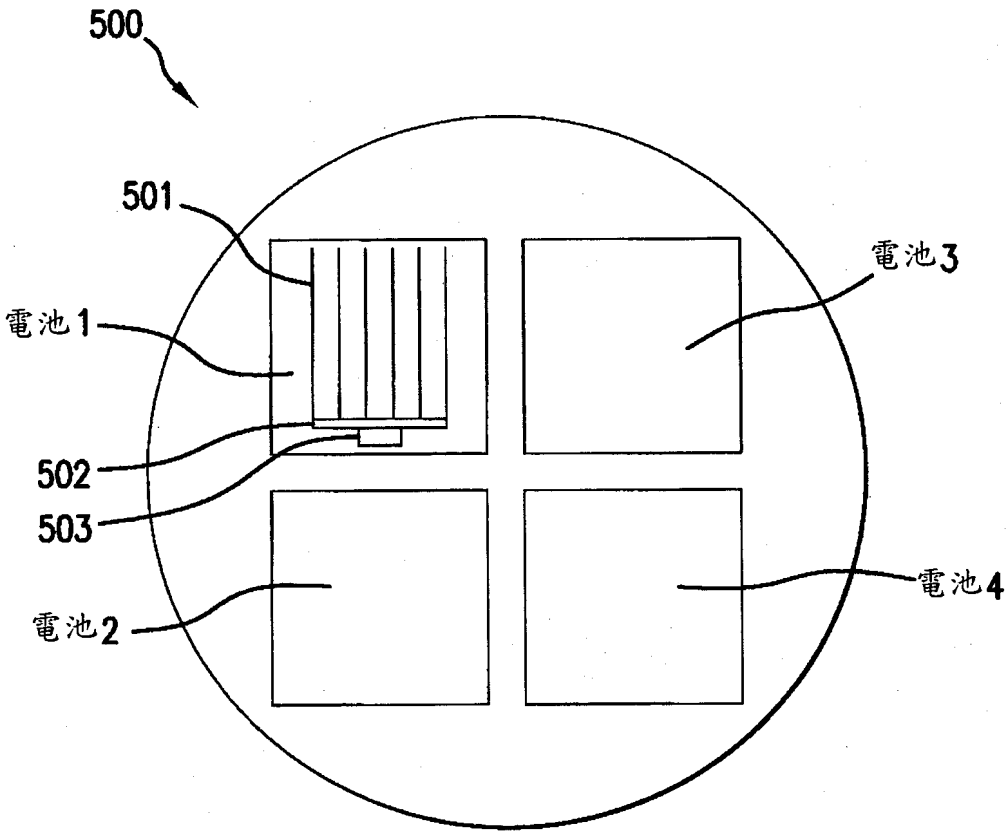


圖 6A

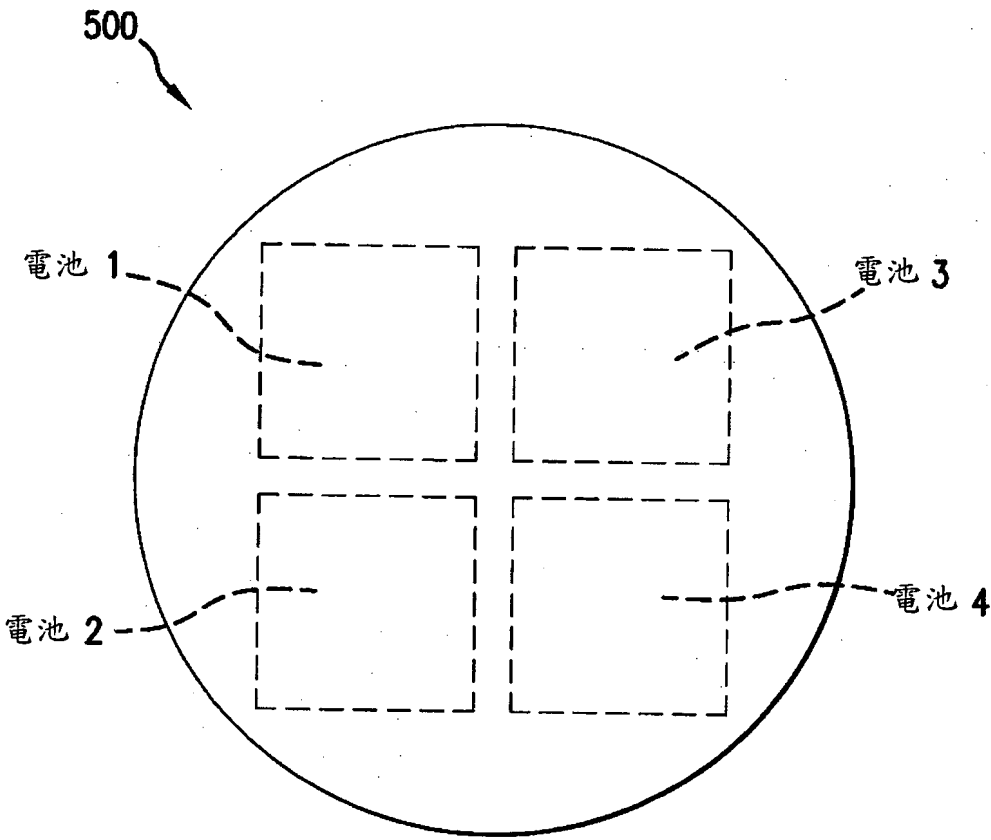


圖 6B

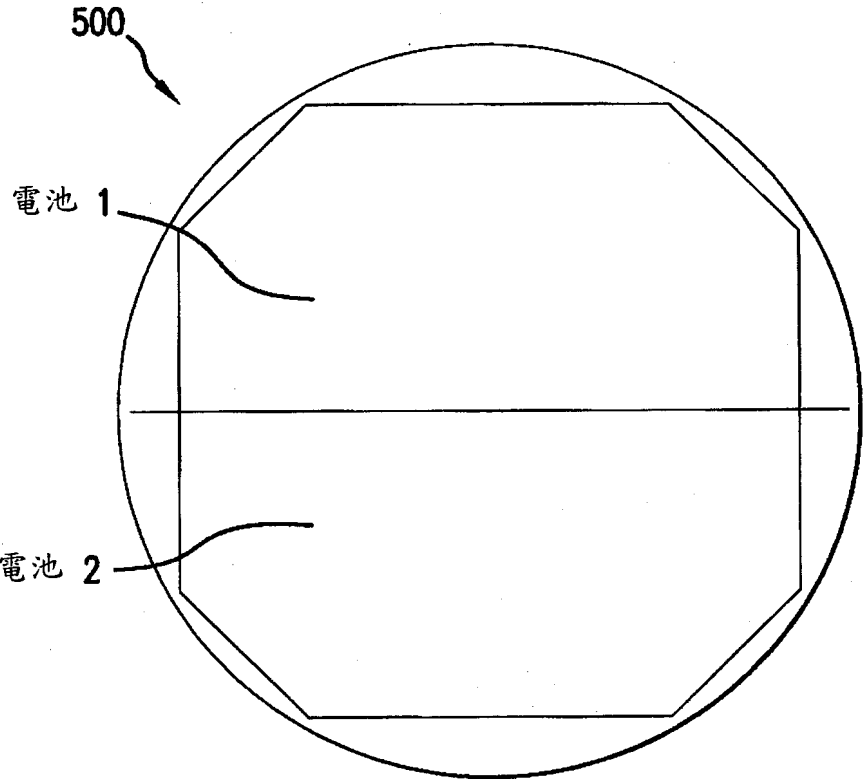


圖 6C

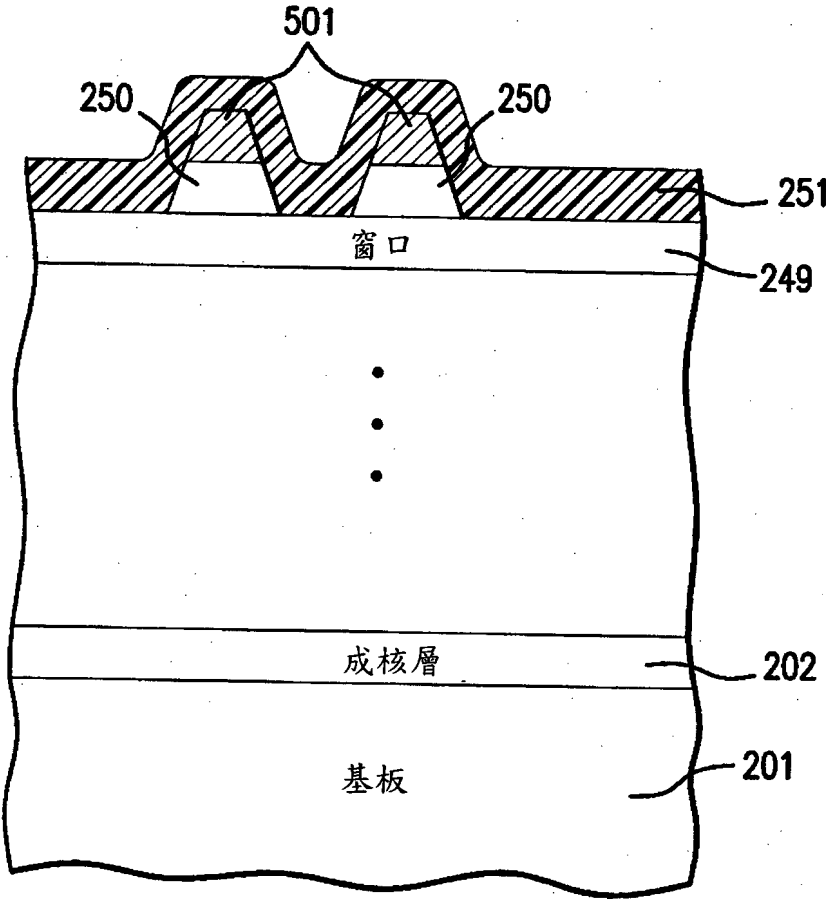


圖 7

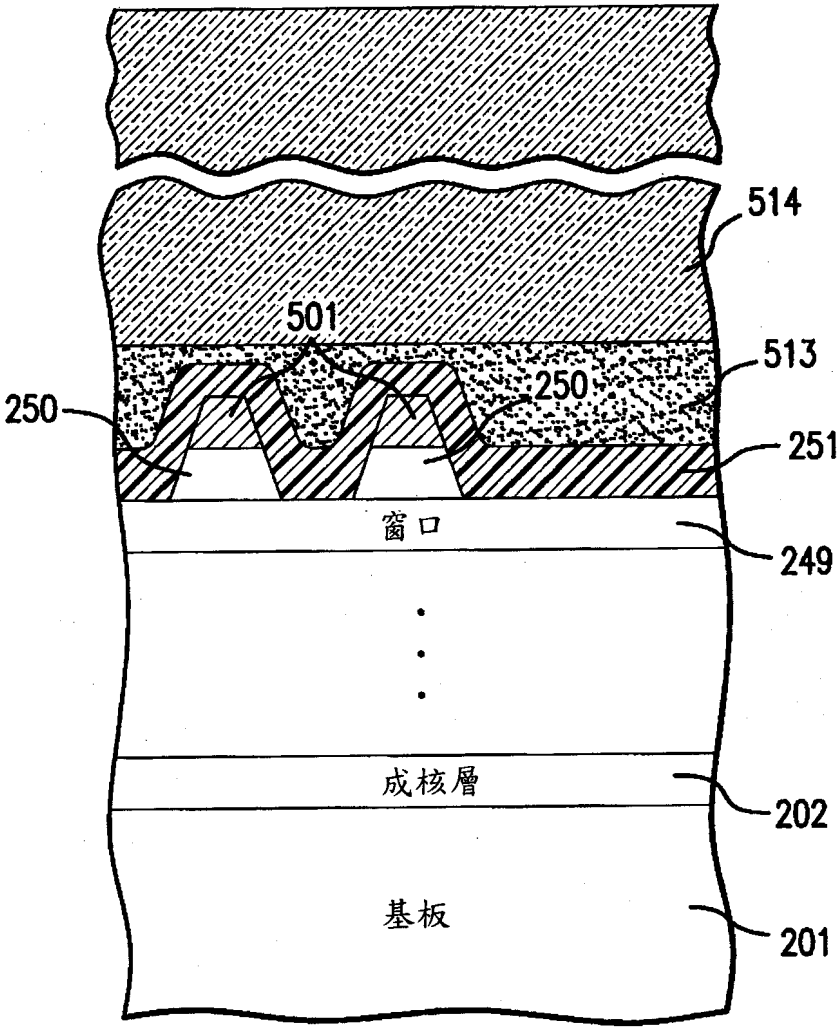


圖 8

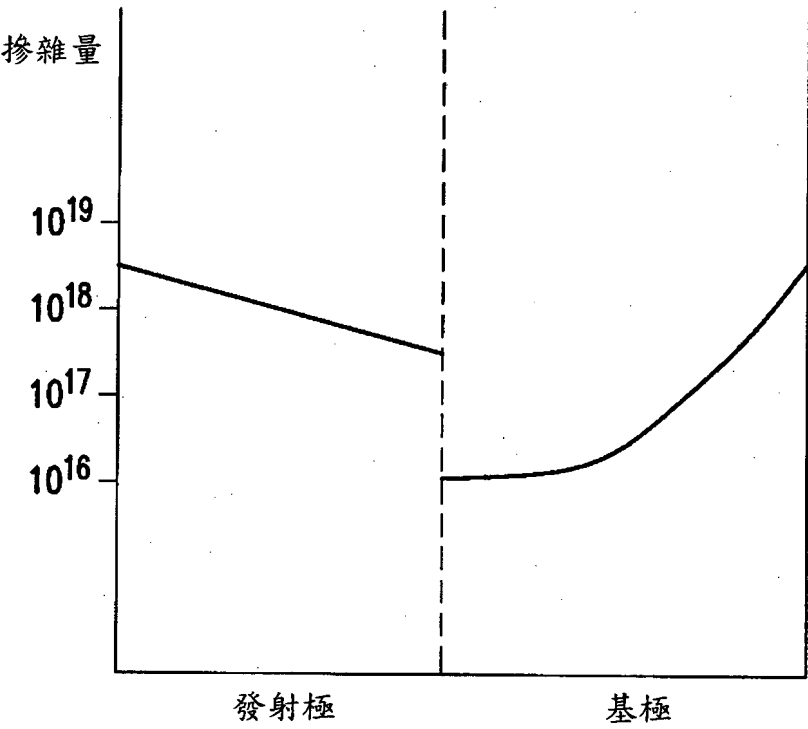


圖 9

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

201	基板
202	成核層
203	緩衝層
204	BSF層
205	p型基極層
206	n+型發射極層
207	窗口層
208a	隧道二極體層
208b	隧道二極體層
209	BSF層
210	p型基極層
211	n+型發射極層
212	窗口層
213a	隧道二極體層
213b	隧道二極體層
214	BSF層
215	p型基極層
216	n+型發射極層
217	窗口層

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)