



(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 201519465 A

(43) 公開日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 16 日

(21) 申請案號：103133666 (22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 26 日
 (51) Int. Cl. : *H01L31/18 (2006.01)* *H01L31/04 (2014.01)*
 (30) 優先權：2013/09/27 美國 14/040,289
 (71) 申請人：太陽電子公司 (美國) SUNPOWER CORPORATION (US)
 美國
 (72) 發明人：希沃 理察漢莫頓 SEWELL, RICHARD HAMILTON (AU)；庫辛諾維克 麥克
 CUDZINOVIC, MICHAEL (US)
 (74) 代理人：楊長峯；李國光；張仲謙
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 30 頁

(54) 名稱

由金屬膏所形成之太陽能電池接觸結構

SOLAR CELL CONTACT STRUCTURES FORMED FROM METAL PASTE

(57) 摘要

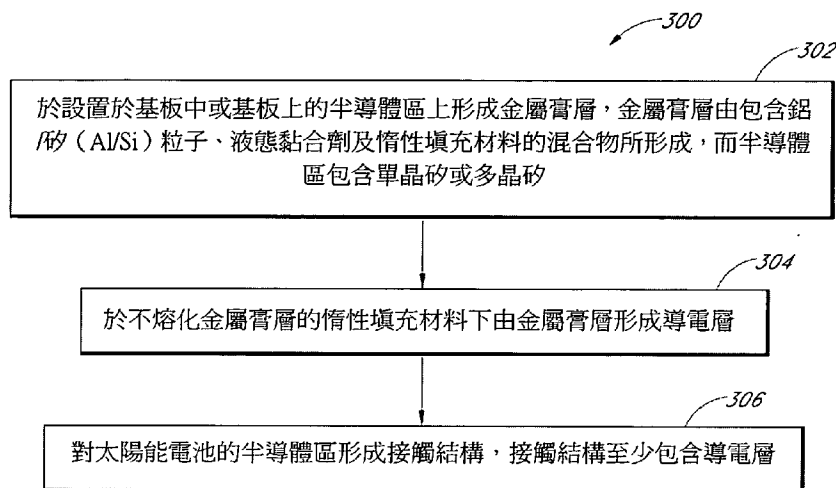
本文描述了由金屬膏所形成的太陽能電池接觸結構及由金屬膏形成太陽能電池接觸結構的方法。於第一例子中，太陽能電池包含基板。半導體區設置於基板中或基板上。接觸結構設置於半導體區上並包含與半導體區接觸的導電層。導電層包含具有鋁/矽 (Al/Si) 粒子的基質黏合劑及分散於其中的惰性填充材料。於第二例子中，太陽能電池包含基板。半導體區設置於基板中或基板上。接觸結構設置於半導體區上並包含與半導體區接觸的導電層。導電層包含用於提高導電層的疏水性特徵的介質。

Solar cell contact structures formed from metal paste and methods of forming solar cell contact structures from metal paste are described. In a first example, a solar cell includes a substrate. A semiconductor region is disposed in or above the substrate. A contact structure is disposed on the semiconductor region and includes a conductive layer in contact with the semiconductor region. The conductive layer includes a matrix binder having aluminum/silicon (Al/Si) particles and an inert filler material dispersed therein. In a second example, a solar cell includes a substrate. A semiconductor region is disposed in or above the substrate. A contact structure is disposed on the semiconductor region and includes a conductive layer in contact with the semiconductor region. The conductive layer includes an agent for increasing a hydrophobic characteristic of the conductive layer.

300 . . . 流程圖

302、304、

306 . . . 操作



第 3 圖



201519465

【發明摘要】

申請日: 103.9.16

IPC分類: H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/04 (2014.01)

【中文發明名稱】由金屬膏所形成之太陽能電池接觸結構

【英文發明名稱】SOLAR CELL CONTACT STRUCTURES FORMED FROM METAL PASTE

【中文】

本文描述了由金屬膏所形成的太陽能電池接觸結構及由金屬膏形成太陽能電池接觸結構的方法。於第一例子中，太陽能電池包含基板。半導體區設置於基板中或基板上。接觸結構設置於半導體區上並包含與半導體區接觸的導電層。導電層包含具有鋁/矽 (Al/Si) 粒子的基質黏合劑及分散於其中的惰性填充材料。於第二例子中，太陽能電池包含基板。半導體區設置於基板中或基板上。接觸結構設置於半導體區上並包含與半導體區接觸的導電層。導電層包含用於提高導電層的疏水性特徵的介質。

【英文】

Solar cell contact structures formed from metal paste and methods of forming solar cell contact structures from metal paste are described. In a first example, a solar cell includes a substrate. A semiconductor region is disposed in or above the substrate. A contact structure is disposed on the semiconductor region and includes a conductive layer in contact with the semiconductor region. The conductive layer includes a matrix binder having aluminum/silicon (Al/Si) particles and an inert filler material

dispersed therein. In a second example, a solar cell includes a substrate. A semiconductor region is disposed in or above the substrate. A contact structure is disposed on the semiconductor region and includes a conductive layer in contact with the semiconductor region. The conductive layer includes an agent for increasing a hydrophobic characteristic of the conductive layer.

【指定代表圖】：第(3)圖。

【代表圖之符號簡單說明】：

300：流程圖

302、304、306：操作

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】由金屬膏所形成之太陽能電池接觸結構

【英文發明名稱】SOLAR CELL CONTACT STRUCTURES FORMED FROM METAL PASTE

【技術領域】

【0001】 本公開內容的實施例係屬於可再生能源的領域，並且，特別是，為由金屬膏所形成的太陽能電池接觸結構以及由金屬膏形成太陽能電池接觸結構之方法。

【先前技術】

【0002】 光伏電池，一般被稱為太陽能電池，為用於將太陽輻射直接轉換到電能的習知裝置。一般來說，太陽能電池利用半導體處理技術於基板的表面附近形成 p-n 接面而於半導體晶圓或基板上製造。衝射於基板表面上並進入基板的太陽輻射於基板塊中產生電子及電洞對。電子及電洞對於基板中遷移至 p 摻雜區及 n 摻雜區，從而於摻雜區之間產生電壓差動。摻雜區連接到太陽能電池上的導電區以將電流從電池導向其所耦接的外部電路。

【0003】 由於直接地關係到太陽能電池產生電力的能力，效率為太陽能電池的重要特徵。同樣地，生產太陽能電池的效率直接地關係到這些太陽能電池的成本效益。因此，提升太陽能電池效率的技術，或提升製造太陽能電池效率的技術一般為期許的。本公開內容的一些實施例容許藉由提供製造太陽能電池結構的新穎

處理方法以增加太陽能電池的製造效率。本公開內容的一些實施例容許藉由提供新穎的太陽能電池結構以增加太陽能電池的效率。

【發明內容】

【0004】 於實施例中，製造太陽能電池的方法包括於設置於基板中或基板上的半導體區上形成金屬膏層，金屬膏層由包含鋁/矽 (Al/Si) 粒子、液態黏合劑及惰性填充材料的混合物所形成，而半導體區包含單晶矽或多晶矽。該方法也包括由金屬膏層形成導電層，於不熔化金屬膏層的惰性填充材料下進行形成過程。該方法也包括對太陽能電池的半導體區形成接觸結構，接觸結構至少包含導電層。

【0005】 於一個實施例中，金屬膏層由包含以矽氧烷所組成的液態黏合劑，以及以發煙二氧化矽粒子所組成的惰性填充材料的混合物來形成。

【0006】 於一個實施例中，形成金屬膏層包括將具有惰性填充材料及分散於其中的鋁/矽 (Al/Si) 粒子的液態黏合劑固化。

【0007】 於一個實施例中，將具有惰性填充材料及分散於其中的鋁/矽 (Al/Si) 粒子的液態黏合劑固化係包括形成基本上無裂紋的導電層。

【0008】 於一個實施例中，該方法進一步包括，於固化期間，於鋁/矽 (Al/Si) 粒子之間的空間中分散惰性填充材料。

【0009】 於一個實施例中，金屬膏層由進一步包含玻璃料材料的混合物所形成，而形成金屬膏層包括熔化玻璃料材料。

【0010】 於一個實施例中，金屬膏層由包含以發煙次微米二氧化矽粒子所組成的惰性填充材料以及以微米尺度玻璃粒子所組成的玻璃料材料的混合物所形成。

【0011】 於一個實施例中，金屬膏層由包含具有大約 25%-75%的範圍內的混合物的總成分體積的鋁/矽 (Al/Si)粒子的混合物所形成。

【0012】 於一個實施例中，於半導體區上形成金屬膏層包括將金屬膏層網版印刷。

【0013】 於一個實施例中，形成接觸結構進一步包括於導電層上電鍍第一金屬層、以及於第一金屬層上電鍍第二金屬層。

【0014】 於實施例中，一種太陽能電池包含基板。半導體區設置於基板中或基板上。接觸結構設置於半導體區上並包含與半導體區接觸的導電層，導電層包含具有鋁/矽 (Al/Si)粒子及分散於其中的惰性填充材料的基質黏合劑。

【0015】 於一個實施例中，導電層為基本上無裂紋的導電層。

【0016】 於一個實施例中，惰性填充材料分散於鋁/矽 (Al/Si)粒子之間的空間中。

【0017】 於一個實施例中，惰性填充材料包含發煙次微米二氧化矽粒子。

【0018】 於一個實施例中，半導體區為設置於基板上面的射極區的多晶矽層。

【0019】 於一個實施例中，半導體區為設置於基板中的擴散區，而基板為單晶矽基板。

【0020】 於一個實施例中，接觸結構進一步包含設置於導電層上的鎳(Ni)層、以及設置於鎳(Ni)層上的銅(Cu)層。

【0021】 於一個實施例中，太陽能電池為背面接觸太陽能電池。

【0022】 於實施例中，製造太陽能電池的方法包括於設置於基板中或基板上面的半導體區上形成金屬膏層，半導體區包含單晶矽或多晶矽。該方法也包括由金屬膏層形成導電層。該方法也包括提高導電層的疏水性。該方法也包括，於提高疏水性之後，對太陽能電池的半導體區形成接觸結構，接觸結構至少包含導電層。

【0023】 於一個實施例中，提高導電層的疏水性為於形成接觸結構期間預防水分困於導電層中。

【0024】 於一個實施例中，提高導電層的疏水性包括藉由於導電層的至少一部分形成疏水性自組裝單層(SAM)而減低導電層的親水性。

【0025】 於一個實施例中，提高導電層的疏水性包括以孔隙填充材料減低導電層的多孔性。

【0026】 於一個實施例中，提高導電層的疏水性包括藉由緻密化減低導電層的多孔性。

【0027】 於一個實施例中，藉由緻密化提高導電層的疏水性包括利用熔化材料。

【0028】 於一個實施例中，藉由緻密化提高導電層的疏水性包括利用改進的封裝形狀。

【0029】 於一個實施例中，形成金屬膏層包括由包含鋁/矽(Al/Si)粒子及液態黏合劑的混合物形成金屬膏層。

【0030】於一個實施例中，於半導體區上形成金屬膏層包括將金屬膏層網版印刷。

【0031】於一個實施例中，形成接觸結構進一步包括於導電層上電鍍第一金屬層，以及於第一金屬層上電鍍第二金屬層。

【0032】於實施例中，太陽能電池包含基板。半導體區設置於基板中或基板上。接觸結構設置於半導體區上並且包含與半導體區接觸的導電層，導電層包含提高導電層的疏水性特徵的介質。

【0033】於一個實施例中，介質為設置於導電層的至少一部分的疏水性自組裝單層(SAM)。

【0034】於一個實施例中，介質為孔隙填充材料。

【0035】於一個實施例中，半導體區為設置於基板上面的射極區的多晶矽層。

【0036】於一個實施例中，半導體區為設置於基板中的擴散區，而其中基板為單晶矽基板。

【0037】於一個實施例中，接觸結構進一步包含設置於導電層上的鎳(Ni)層、以及設置於鎳(Ni)層上的銅(Cu)層。

【0038】於一個實施例中，太陽能電池為背面接觸太陽能電池。

【圖式簡單說明】

【0039】第 1A 圖係為根據本公開內容的實施例說明具有形成於基板上所形成之射極區上的接觸結構的太陽能電池部分的橫截面圖。

【0040】第 1B 圖係為根據本公開內容的實施例說明具有形成於

基板中所形成之射極區上的接觸結構的太陽能電池部分的橫截面圖。

【0041】 第 2A 圖至第 2C 圖係為根據本公開內容的實施例說明製造具有接觸結構的太陽能電池的方法中的不同處理操作的橫截面圖。

【0042】 第 3 圖係為根據本公開內容的實施例說明製造太陽能電池的方法中的操作的流程圖。

● 【0043】 第 4 圖係為根據本公開內容的實施例說明製造太陽能電池的方法中的操作的流程圖。

【實施方式】

● 【0044】 以下詳細描述性質上僅為說明性而並非旨在限制本專利標的之實施例或此種實施例的應用及使用。如本文中所使用，字詞「例示性」表示「用作示例、舉例或說明」。任何本文中所描述作為例示性的實施方式並不必然被解釋為優於或有利於其他實施方式。此外，並不意圖受限於之前技術領域、先前技術、發明內容或以下的實施方式中所表達的任何明示或暗示的理論。

【0045】 本說明書包括引用「一個實施例(one embodiment)」或「一個實施例(an embodiment)」。「於一個實施例中(in one embodiment)」或「於一個實施例中(in an embodiment)」的表達片語並不必然表示相同的實施例。特定的特點、結構或特徵可以以任何與本公開內容相符之合適方式結合。

【0046】 於本文中描述了由金屬膏所形成的太陽能電池接觸結構

以及由金屬膏形成太陽能電池接觸結構的方法。於以下的描述中，大量具體的細節會被闡述，如特定的處理流程操作，以對本公開內容的實施例提供全面的理解。對本發明所屬技術領域具有通常知識者而言將顯而易見的是，本公開內容之實施例可於沒有這些具體細節下實踐。於其他例子中，習知的製造技術，如微影技術及圖樣化技術，並不會詳細地描述以免不必要地模糊本公開內容的實施例。此外，應當理解的是，於圖式中所表示的各種實施例為說明性表示而並不必要按比例繪製。

【0047】 本文中所公開的為具有接觸結構的太陽能電池。於實施例中，太陽能電池包含基板。半導體區設置於基板中或基板上。接觸結構設置於半導體區上並包含與半導體區接觸的導電層。導電層包含具有鋁/矽(Al/Si)粒子的基質黏合劑以及分散於其中的惰性填充材料。

【0048】 於另一個實施例中，太陽能電池包含基板。半導體區設置於基板中或基板上。接觸結構設置於半導體區上並包含與半導體區接觸的導電層。導電層包含用於提高導電層的疏水性特徵的介質。

【0049】 本文中也公開為製造具有接觸結構的太陽能電池的方法。於一個實施例中，製造太陽能電池的方法包括於設置於基板中或基板上的半導體區上形成金屬膏層。金屬膏層由包含鋁/矽(Al/Si)粒子、液態黏合劑及惰性填充材料的混合物所形成。半導體區由單晶矽或多晶矽所組成。該方法也包括由金屬膏層形成導電層，於不熔化金屬膏層的惰性填充材料下進行形成過程。該方法也包括對太陽能電池的半導體區形成接觸結構，接觸結構至少包含導電層。

【0050】於另一個實施例中，製造太陽能電池的方法包括在設置於基板中或基板上的半導體區上形成金屬膏層。半導體區為單晶矽或多晶矽。該方法也包括由金屬膏層形成導電層。該方法也包括提高導電層的疏水性。該方法也包括於提高疏水性之後，對太陽能電池的半導體區形成接觸結構，接觸結構至少包含導電層。

【0051】於第一態樣中，本文中所描述的一個或多個實施例係導向太陽能電池接觸結構的製造中所使用的金屬膏之惰性填充材料的包含。例如，於實施例中，利用惰性填充材料以提高金屬印刷膏對基板的附著力。於一個這樣的實施例中，將非常微小的粒子加入膏狀基質以填補較大膏狀粒子之間的空隙。粒子之間的黏合劑會變成於糊膏燒製(paste firing)期間不太容易收縮及裂化的黏合劑/填充材料的複合材料。

【0052】為了提供內容，印刷金屬膏可以用作將太陽能電池金屬化的後續金屬電鍍操作的低成本晶種。液相黏合劑已被用於作為將金屬粒子互相附著並附著到接收基板的主要方法的傳統玻璃料類黏合劑的替代物或互補物。當液相黏合劑使用於金屬膏中時，於糊膏燒製期間黏合劑的體積收縮可能會導致黏合劑內的破裂並減低膏狀基質的凝聚及附著強度。

【0053】為解決以上的問題，於本文中所描述的一個或多個實施例包括以黏合劑-填充材料混合物取代金屬膏的液態黏合劑成分。藉由這種做法，金屬膏的附著力可以改善。黏合劑-填充材料複合材料的淨收縮率相對地小於單純黏合劑的淨收縮率。於一個這樣的實施例中，由於矽氧烷類黏合劑所通常經歷的熱轉換過程期間填充材料不會收縮，所以淨收縮較少。於特定的實施例中，因為其微小的粒子尺寸(例如，大約 5-50 奈米的範圍內)、具高溫

燒製的相容性以及具矽氧烷類黏合劑中的 Si-O 結合的相容性，所以合適的填充材料為發煙二氧化矽粉末。填充材料如發煙二氧化矽粉末也可以作為提高糊膏的黏度，並因此減低額外的有機流變改質劑的需求，如通常添加到金屬膏的乙基纖維素。

【0054】於第一例示性電池中，晶種層用於對具有在太陽能電池的基板上面所形成的射極區的太陽能電池來製造接觸，如背面接觸。例如，第 1A 圖根據本公開內容的實施例說明了具有於基板上所形成的射極區上所形成的接觸結構的太陽能電池部分的橫截面圖。

【0055】參照於第 1A 圖，太陽能電池 100A 的部分包含設置於複數個 n 型摻雜多晶矽區 220、複數個 p 型摻雜多晶矽區 222 上面，並且位於由溝槽 216 所暴露的基板 200 的部分上的圖樣化介電層 224。接觸結構 228 設置於設置於介電層 224 中的複數個接觸開口中並耦接到複數個 n 型摻雜多晶矽區 220 及複數個 p 型摻雜多晶矽區 222。圖樣化介電層、複數個 n 型摻雜多晶矽區 220、複數個 p 型摻雜多晶矽區 222、基板 200 及溝槽 216 的材料及製造方法可以結合第 2A 圖至第 2C 圖如以下所描述。此外，於一個實施例中，複數個 n 型摻雜多晶矽區 220 及複數個 p 型摻雜多晶矽區 222 可以提供太陽能電池 100A 的射極區。因此，於實施例中，接觸結構 228 設置於射極區上。於實施例中，接觸結構 228 為背面接觸太陽能電池的背面接觸並位於背對太陽能電池 100A 的受光表面(方向如第 1A 圖中的 201 所提供)的太陽能電池表面上。此外，於一個實施例中，結合第 2A 圖更詳細地所描述，射極區形成於纖薄或穿隧介電層 202 上。

【0056】再次參照第 1A 圖，每個接觸結構 228 包含與太陽能電

池 100A 的射極區相接觸的導電層 130(於本文中也被稱作品種層)。於實施例中，導電層 130 包含具有鋁/矽(Al/Si)粒子及分散於其中的惰性填充材料的基質黏合劑。於一個這樣的實施例中，導電層 130 具有少量或沒有裂紋形成於其中，並因此，為基本上無裂紋的導電層。於另一個這樣的實施例中，惰性填充材料分散於 Al/Si 粒子之間的空間中。於另一個這樣的實施例中，惰性填充材料由發煙次微米二氧化矽粒子所組成。

【0057】於實施例中，晶種層 130 具有大於大約 100 微米的厚度，而由此所製造的接觸結構 228 為基本上僅由導電層 130 所組成的太陽能電池背面接觸。然而，於另一實施例中，導電層 130 具有大約 2-10 微米的厚度。於該實施例中，接觸結構 228 為太陽能電池的背面接觸，並且如第 1A 圖中所描繪，由導電層 130、設置於導電層 130 上的鎳(Ni)層 132 及設置於鎳(Ni)層 132 上的銅(Cu)層 134 所組成。

【0058】於第二例示性電池中，晶種層用於針對具有於太陽能電池的基板中所形成的射極區的太陽能電池來製造接觸，如背面接觸。例如，第 1B 圖根據本公開內容的實施例說明了具有於基板中所形成的射極區上所形成的接觸結構的太陽能電池部分的橫截面圖。

【0059】參照於第 1B 圖，太陽能電池 100B 的部分包含設置於複數個 n 型摻雜擴散區 120、複數個 p 型摻雜擴散區 122 上面，並且位於基板 100，如塊狀結晶矽基板的部分上的圖樣化介電層 124。接觸結構 128 設置於置於介電層 124 中的複數個接觸開口中，並耦接到複數個 n 型摻雜擴散區 120 及複數個 p 型摻雜擴散區 122。於實施例中，擴散區 120 及 122 分別地由具 n 型摻雜劑

及 p 型摻雜劑的矽基板的摻雜區所形成。此外，於一個實施例中，複數個 n 型摻雜擴散區 120 及複數個 p 型摻雜擴散區 122 可提供太陽能電池 100B 的射極區。因此，於實施例中，接觸結構 128 設置於射極區上。於實施例中，接觸結構 128 為背面接觸太陽能電池的背面接觸並如第 1B 圖中所描述，位於背對受光表面的太陽能電池表面上，如背對紋理化受光表面 101。於實施例中，再次參照第 1B 圖，每個接觸結構 128 包含與太陽能電池 100B 的射極區相接觸的晶種層 130。晶種層 130 可以類似於或相同於結合第 1A 圖所描述的晶種層 130。此外，於一些實施例中，晶種層 130 被用作接觸結構，而於其他的實施例中，額外的金屬層 132 及 134，如鎳(Ni)及銅(Cu)，係包含於接觸 128 中(後者描述於第 1B 圖中)。

【0060】 雖然以上參照第 1A 圖及第 1B 圖特別地描述某些材料，然而一些材料可容易地以本公開內容的實施例之精神及範圍內餘下之其他這樣的實施例的其他材料取代。例如，於實施例中，不同的材料基板，如第 III 族至第 V 族材料基板，可以取代矽基板使用。於另一個實施例中，除了鋁(Al)粒子外，銀(Ag)粒子等可以使用於晶種膏中。於另一個實施例中，電鍍或類似沉積的鈷(Co)或鎢(W)可以用以取代或附加於以上所描述的鎳(Ni)層。

【0061】 此外，如第 1B 圖中所描述，所形成的接觸不需要直接地形成於塊狀基板上。例如，於一個實施例中，如對第 1A 圖所描述，接觸結構如以上所描述的那些係形成於如塊狀基板上(例如，於塊狀基板的背面上)所形成的半導體區上。作為例子，第 2A 圖至第 2C 圖根據本公開內容的實施例說明了製造具有接觸結構的太陽能電池的方法中的不同處理操作的橫截面圖。

【0062】 參照於第 2A 圖，對背面接觸太陽能電池形成接觸的方法包括於基板 200 上形成纖薄介電層 202。

【0063】 於實施例中，纖薄介電層 202 由二氧化矽所組成並具有大約 5-50 埃範圍內的厚度。於一個實施例中，纖薄介電層 202 作為穿隧氧化層。於實施例中，基板 200 為塊狀單晶矽基板，如 n 型摻雜單晶矽基板。然而，於替代的實施例中，基板 200 包含設置於全球太陽能電池基板上的多晶矽層。

【0064】 再次參照於第 2A 圖，溝槽 216 係形成於 n 型摻雜多晶矽區 220 與 p 型摻雜多晶矽區 222 之間。如也於第 2A 圖中所描述，溝槽 216 的部分可以紋理化以具有紋理化特徵 218。介電層 224 形成於複數個 n 型摻雜多晶矽區 220、複數個 p 型摻雜多晶矽區 222 以及由溝槽 216 所暴露的基板 200 的部分上。於一個實施例中，如第 2A 圖中所描述，介電層 224 的下表面與複數個 n 型摻雜多晶矽區 220、複數個 p 型摻雜多晶矽區 222 以及基板 200 的暴露部分共形地形成，而介電層 224 的上表面基本上為平坦的。於特定的實施例中，介電層 224 為抗反射塗佈(ARC)層。

【0065】 參照於第 2B 圖，複數個接觸開口 226 形成於介電層 224 中。複數個接觸開口 226 為複數個 n 型摻雜多晶矽區 220 及複數個 p 型摻雜多晶矽區 222 提供暴露。於一個實施例中，複數個接觸開口 226 藉由雷射剝蝕而形成。於一個實施例中，如第 2B 圖中所描述，對於 n 型摻雜多晶矽區 220 的接觸開口 226 與對於 p 型摻雜多晶矽區 222 的接觸開口係具有基本上相同的高度。

【0066】 參照於第 2C 圖，對背面接觸太陽能電池形成接觸的方法進一步包括於複數個接觸開口 226 中形成接觸結構 228 並耦接

到複數個 n 型摻雜多晶矽區 220 及複數個 p 型摻雜多晶矽區 222。因此，於實施例中，接觸結構 228 形成於背對塊狀 N 型矽基板 200 的受光表面 201 的塊狀 N 型矽基板 200 的表面上或上面。於特定的實施例中，如第 2C 圖中所描述，接觸結構形成於基板 200 的表面上面的區域上(222/220)。

【0067】 根據本公開內容的實施例，第 3 圖為說明了製造太陽能電池的方法中的操作的流程圖 300。於實施例中，參照於流程圖 300 的操作 302 並再次參照於第 2C 圖，接觸結構 228 藉由首先形成金屬膏層而製造。參照於流程圖 300 的操作 304，金屬膏層由包含鋁/矽 (Al/Si) 粒子、液態黏合劑及惰性填充材料的混合物所形成。參照於流程圖 300 的操作 306，導電層由金屬膏層所形成，例如，藉由通過於熔爐中加熱或通過雷射退火燒製金屬膏層。導電層於不熔化金屬膏層的惰性填充材料下而形成。半導體區 220 及 222 的接觸結構接著形成，接觸結構至少包含導電層。

【0068】 於實施例中，金屬膏層由混合物所形成，其中液態黏合劑包含矽氧烷，而惰性填充材料包含發煙二氧化矽粒子。於另一個實施例中，形成金屬膏層包括將具有惰性填充材料及分散於其中的鋁/矽 (Al/Si) 粒子的液態黏合劑固化。於一個這樣的實施例中，一旦將具有惰性填充材料及分散於其中的鋁/矽 (Al/Si) 粒子的液態黏合劑固化，基本上無裂紋的導電層會形成。於一個其它這樣的實施例中，該方法進一步包括，於固化期間，分散惰性填充材料於鋁/矽 (Al/Si) 粒子之間的空間中。

【0069】 於實施例中，混合物進一步包含玻璃料材料，而形成金屬膏層包括將玻璃料材料熔化。於一個這樣的實施例中，惰性填充材料由發煙次微米二氧化矽粒子所組成或包含發煙次微米二

氧化矽粒子，而玻璃料材料由微米尺度的玻璃粒子所組成或包含微米尺度的玻璃粒子。於實施例中，於混合物中的鋁/矽(Al/Si)粒子具有混合物的總成分體積的大約 25%-75%範圍內的體積。

【0070】 應當理解的是，燒製的晶種層(例如，產生的導電層可以使用於其自身上以形成接觸結構)；於此等情況下，導電層於本文中仍然被稱為晶種層。可選地，形成接觸結構進一步包括將鎳(Ni)層電鍍於金屬晶種層上，並且將銅(Cu)層電鍍於鎳(Ni)層上，例如，以形成如那些搭配第 1A 圖及第 1B 圖所描述的結構。再於另一個替代實施例中，形成接觸結構進一步包括將銅(Cu)層直接地電鍍於金屬晶種層上。

【0071】 於第二態樣中，於本文中所描述的一個或多個實施例針對預防水分滲入多孔糊膏的方法。以下描述了不同的方法，以預防水分於溶液類電鍍操作期間受困於印刷金屬晶種層的孔隙中，不然便是旨在提高晶種層的導電性。根據本公開內容的實施例，以下所描述的每個方法使印刷晶種層的多孔性能夠減低，或使多孔性充分地不利於水分滲入，以預防水分受困於孔隙中。於一些實施例中，在不需要印刷晶種層退火到其熔點之上來減輕或預防水分滲透。當傳統的退火條件可能包括會損壞有晶種層應用於其上的接收太陽能電池的溫度時，這可能尤其重要。

【0072】 提供背景內容，由於其低成本、高產出量，以及不需要後續的遮罩及蝕刻操作下沉積為任何期望圖樣的能力，印刷金屬晶種層可能優於濺鍍晶種層。然而，由於晶種層通常導電性不足以裝載矽類太陽能電池中所產生的大電流密度，其通常鍍有其他金屬，例如鎳及銅，以加強其導電性。於多孔晶種層上利用溶液類電鍍可能會導致顯著的被困水分(trapped moisture)，其可能引

致可靠性的問題(例如，尤其是當高酸性或鹼性的化學物被困於孔隙中時)以及附著性的問題(例如，當試圖焊接於下面困有水分的金屬層上時)。以下描述了幾種方法以預防水分於隨後的溶液類金屬電鍍操作期間困於此種印刷金屬膜的多孔性中。

【0073】 要解決以上的問題，本文中所描述的實施例針對預防水分困於印刷金屬晶種層的孔隙中。於第一例示性實施例中，利用自組裝單層(self-assembled monolayer, SAM)使印刷金屬的內表面為疏水性，使得於後續的電鍍處理期間得以抑制水分進入孔隙中，但仍然於電鍍處理中提供將薄膜的頂部潤濕的能力。於一個這樣的實施例中，整個金屬晶種表面係塗佈有可以藉由 UV 曝光而移除的疏水性烷硫醇(alkanethiols)。將印刷的晶種層曝光於 UV 光中可以容許外面的 SAM 被 UV 降解並移除，而讓印刷的晶種層的內部孔隙中的 SAM 完整。於第二例示性實施例中，於印刷晶種層之後沉積孔隙填充材料。於一個這樣的實施例中，孔隙填充材料填充晶種層中的多孔性，對電鍍化學具抵抗性，並可以有助於印刷晶種層對接收基板或晶圓的附著性。於特定這樣的實施例中，孔隙填充材料為一種如，但並不限於，矽氧烷或旋塗玻璃。為了能夠電鍍於印刷晶種層的頂部上，填入層具有特徵並以這樣的一種方式沉積，其中於印刷晶種層的頂部上以最小量塗層填充多孔性。任何殘留的塗層(over-coated layer)可以藉由化學或物理蝕刻操作來移除，以容許電鍍於晶種層的頂部上。於第三例示性實施例中，低熔點金屬包含於印刷晶種層中，使得於高溫退火期間於層中的部分或全部金屬粒子熔化並流動。其結果為具有最小多孔性的相對地密集薄膜。於第四例示性實施例中，減小的粒子尺寸與以均勻的厚度塗佈印刷晶種粒子的黏合劑材料使用。於一

個這樣的實施例中，藉由減小粒子尺寸至粒子直徑點，並因此粒子之間的空間，為塗佈粒子的黏合劑材料之厚度之量級，印刷晶種層的整個體積由粒子或由黏合劑的其中一者所佔據。

【0074】 作為示例，再次參照第 1A 圖及第 1B 圖，每個接觸結構 228 或 128 分別地包含與太陽能電池 100A 或 100B 的射極區接觸的導電層 130(於本文中也被稱為晶種層)。於實施例中，導電層 130 包含提高導電層的疏水性特徵的介質。於一個這樣的實施例中，介質為設置於導電層的至少一部分的疏水性自組裝單層(SAM)。於另一個這樣的實施例中，介質為孔隙填充材料。

【0075】 於實施例中，以上所描述的晶種層 130 可以具有大於大約 100 微米的厚度，而由此所製造的接觸結構 128 或 228 基本上僅由導電層 130 所組成。然而，於另一個實施例中，導電層 130 具有大約 2-10 微米的厚度。於該實施例中，如第 1A 圖及第 1B 圖中所描述，接觸結構 128 或 228 由導電層 130、設置於導電層 130 上的鎳(Ni)層 132 以及設置於鎳(Ni)層 132 上的銅(Cu)層 134 所組成。

【0076】 第 4 圖為根據本公開內容的實施例說明了製造太陽能電池的方法中的操作的流程圖 400。參照於流程圖 400 的操作 402 並再次參照於第 2C 圖，於實施例中，接觸結構 228 係藉由首先形成金屬膏層而製造。參照於流程圖 400 的操作 404，導電層由金屬膏層所形成，例如，藉由通過於熔爐中加熱或通過雷射退火燒製金屬膏層。參照於流程圖 400 的操作 406，導電層的疏水性隨後提高了以預防水分滲入。參照於流程圖 400 的操作 408，於提高疏水性之後，半導體區 220 及 222 的接觸結構隨即形成，接觸結構至少包含導電層。

【0077】於實施例中，藉由預先提高導電層的疏水性，於形成接觸結構期間困於導電層中的水分得以減低或預防。於一個這樣的實施例中，提高導電層的疏水性包括藉由於導電層的至少一部分中形成疏水性自組裝單層(SAM)而減低導電層的親水性。於另一個這樣的實施例中，提高導電層的疏水性包括以孔隙填充材料減低導電層的多孔性。再於另一個這樣的實施例中，提高導電層的疏水性包括藉由緻密化減低導電層的多孔性。於特定這樣的實施例中，藉由緻密化，熔化材料係用於提高導電層的疏水性。於另一個特定這樣的實施例中，藉由緻密化，改進的封裝形狀(packaging geometry)係用於提高導電層的疏水性。

【0078】於特定的實施例中，PPSQ(矽氧烷聚合物)溶解於甲苯中並藉由滴鑄(drop-casting)及旋塗(spin-coating)沉積於(及進入)印刷晶種層上。所產生的印刷晶種層明顯地比所沉積的印刷晶種薄膜更稠密。PPSQ的塗層接著可以藉由酸性暴露及藉由電漿蝕刻及/或由氫濺鍍而移除。

【0079】於實施例中，金屬膏層由包含鋁/矽(Al/Si)粒子及液態黏合劑的混合物所形成。於實施例中，金屬膏層藉由將金屬膏層網版印刷而形成。應當理解的是，燒製的晶種層可以使用於其自身上以形成接觸結構；於此等情況下，導電層於本文中仍然被稱為晶種層。可選地，形成接觸結構進一步包括將鎳(Ni)層電鍍於金屬晶種層上，並且將銅(Cu)層電鍍於鎳(Ni)層上，例如，以形成如那些搭配第1A圖及第1B圖所描述的結構。再於另一個替代實施例中，形成接觸結構進一步包括將銅(Cu)層直接地電鍍於金屬晶種層上。

【0080】一般來說，如所有實施例中所使用，為易於輸送，所形

成的糊膏層(例如，藉由印刷所形成的沉積糊膏)可以進一步包含溶劑。印刷可以包括利用技術如，但並不受限於，網版印刷或噴墨印刷。另外，於本文中所描述的實施例的精神及範圍內，於本文中所描述的糊膏可以包含其他成分如黏合劑或玻璃料。

【0081】 因此，由金屬膏所形成的太陽能電池接觸結構及由金屬膏形成太陽能電池接觸結構的方法已經公開。

【0082】 雖然以上已經描述了具體的實施例，但是即使其中相對於特定特徵僅描述單一的實施例，這些實施例並不旨在限制本公開內容的範圍。除非另有陳述，於本公開內容中所提供的特徵的示例旨在為說明性的而非限制性的。對具有本揭露優勢之本技術領域中具有通常知識者而言將顯而易見的是，以上的描述係旨在涵蓋其替代物、修改物以及等效物。

【0083】 本公開內容的範圍包括本文中所公開的特徵(明示地或暗示地)的任何特徵或組合，或者其任何概括，無論其是否減輕本文中所指出的任何或所有問題。因此，於本申請的實施(或其主張優先權的申請)期間，對於特徵的任何此種組合，可以制定新的專利申請範圍。特別的是，參照於所附的專利申請範圍，附屬項的特徵可以與獨立項的特徵結合，而各個獨立項的特徵可以以任何合適的方式結合而不僅僅為所附的專利申請範圍中所列舉的特定組合。

【符號說明】

【0084】

100A、100B：太陽能電池

100、200：基板

101、201：受光表面

120：n 型摻雜擴散區

122：p 型摻雜擴散區

124、202、224：介電層

128、228：接觸結構

130：導電層

132：鎳層

134：銅層

216：溝槽

218：紋理化特徵

220：n 型摻雜多晶矽區

222：p 型摻雜多晶矽區

226：接觸開口

300、400：流程圖

302、304、306、402、404、406、408：操作

【發明申請專利範圍】

- 【第1項】 一種製造太陽能電池之方法，該方法包括：
- 於設置於一基板中或該基板上的一半導體區上形成一金屬膏層，該金屬膏層由包含鋁/矽(Al/Si)粒子、一液態黏合劑及一惰性填充材料的一混合物所形成，而該半導體區包含單晶矽或多晶矽；
- 由該金屬膏層形成一導電層，於不熔化該金屬膏層的該惰性填充材料下進行形成過程；以及
- 對於該太陽能電池的該半導體區形成一接觸結構，該接觸結構至少包含該導電層。
- 【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該金屬膏層由包含含有矽氧烷的該液態黏合劑以及含有發煙二氧化矽粒子的該惰性填充材料之該混合物所形成。
- 【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中形成該金屬膏層包括將具有該惰性填充材料及分散於其中的該鋁/矽粒子的該液態黏合劑固化。
- 【第4項】 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中將具有該惰性填充材料及分散於其中的該鋁/矽粒子的該液態黏合劑固化係包括形成一基本上無裂紋導電層。
- 【第5項】 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其進一步包括：
- 於固化期間，於該鋁/矽粒子之間的空間中分散該惰性填充材料。
- 【第6項】 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該金屬膏層

由進一步包含一玻璃料材料的該混合物所形成，且其中形成該金屬膏層包括熔化該玻璃料材料。

【第7項】如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該金屬膏層由包含具發煙次微米二氧化矽粒子的該惰性填充材料以及具微米尺度玻璃粒子的該玻璃料材料的該混合物所形成。

【第8項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該金屬膏層由包含具有大約 25%-75%的範圍內的該混合物的總成分體積的該鋁/矽粒子的該混合物所形成。

【第9項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中於該半導體區上形成該金屬膏層包括將該金屬膏層網版印刷。

【第10項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中形成該接觸結構進一步包括：

於該導電層上電鍍一第一金屬層；以及

於該第一金屬層上電鍍一第二金屬層。

【第11項】一種太陽能電池，其包含：

一基板；

一半導體區，設置於該基板中或該基板上；以及

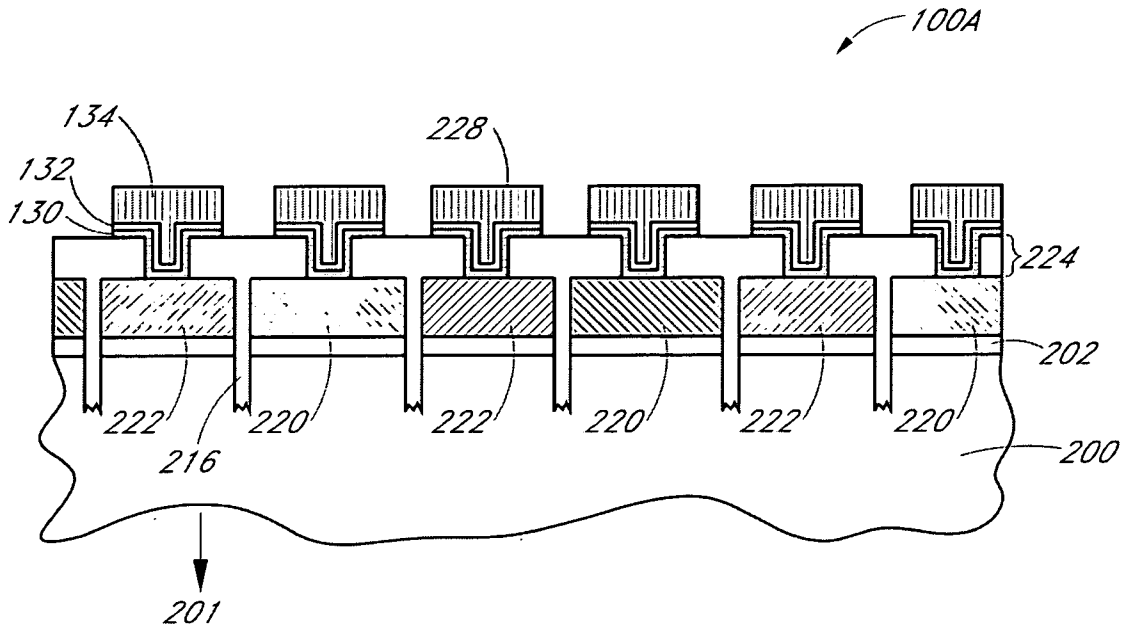
一接觸結構，設置於該半導體區上並包含與該半導體區接觸的一導電層，該導電層包含具有一鋁/矽 (Al/Si) 粒子及分散於其中的一惰性填充材料的一基質黏合劑。

- 【第12項】 如申請專利範圍第 11 項所述之太陽能電池，其中該導電層為一基本上無裂紋導電層。
- 【第13項】 如申請專利範圍第 11 項所述之太陽能電池，其中該惰性填充材料分散於該鋁/矽粒子之間的空間中。
- 【第14項】 如申請專利範圍第 11 項所述之太陽能電池，其中該惰性填充材料包含一發煙次微米二氧化矽粒子。
- 【第15項】 如申請專利範圍第 11 項所述之太陽能電池，其中該半導體區為設置於該基板上面的一射極區的一多晶矽層。
- 【第16項】 如申請專利範圍第 11 項所述之太陽能電池，其中該半導體區為設置於該基板中的一擴散區，且其中該基板為一單晶矽基板。
- 【第17項】 如申請專利範圍第 11 項所述之太陽能電池，該接觸結構進一步包含：
- 一鎳(Ni)層，設置於該導電層上；以及
 - 一銅(Cu)層，設置於該鎳層上。
- 【第18項】 如申請專利範圍第 11 項所述之太陽能電池，其中該太陽能電池為一背面接觸太陽能電池。
- 【第19項】 一種背面接觸太陽能電池，其包含：
- 一基板；
 - 一半導體區，設置於該基板中或該基板上；以及

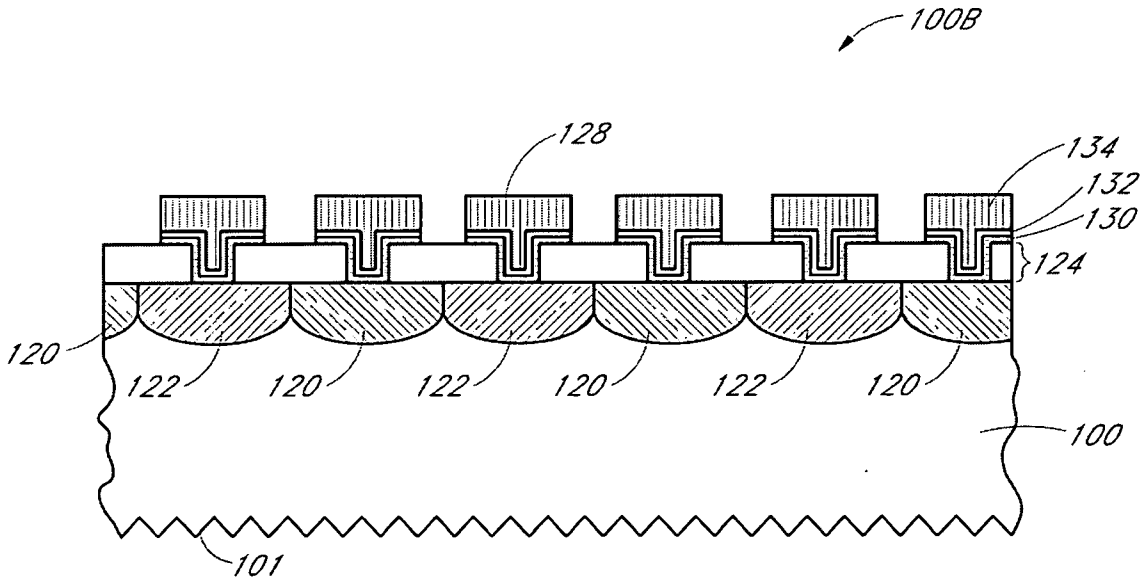
一接觸結構，設置於該半導體區上並包含與該半導體區接觸的一導電層，該導電層包含具有一鋁/矽 (Al/Si) 粒子及分散於該鋁/矽粒子之間的空間中的一惰性填充材料的一基質黏合劑，該惰性填充材料包含一發煙次微米二氧化矽粒子，其中該接觸結構進一步包含設置於該導電層上的一第一金屬層及設置於該第一金屬層上的一第二金屬層。

【第20項】 如申請專利範圍第 19 項所述之背面接觸太陽能電池，其中該導電層為一基本上無裂紋導電層。

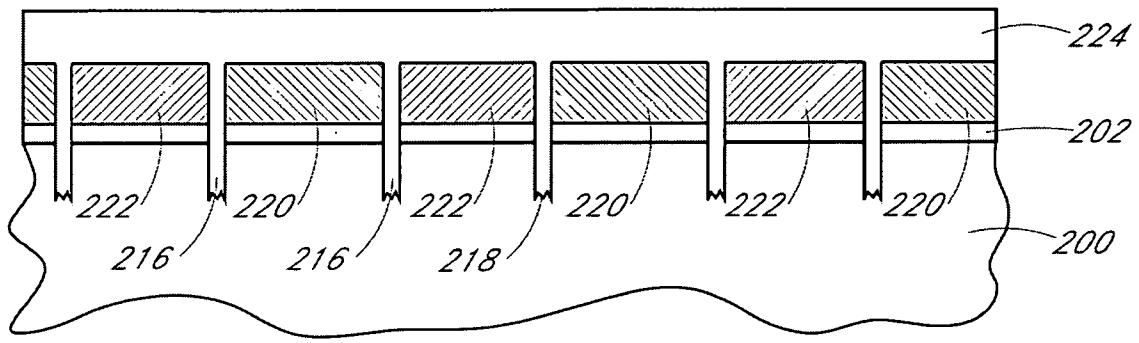
【發明圖式】



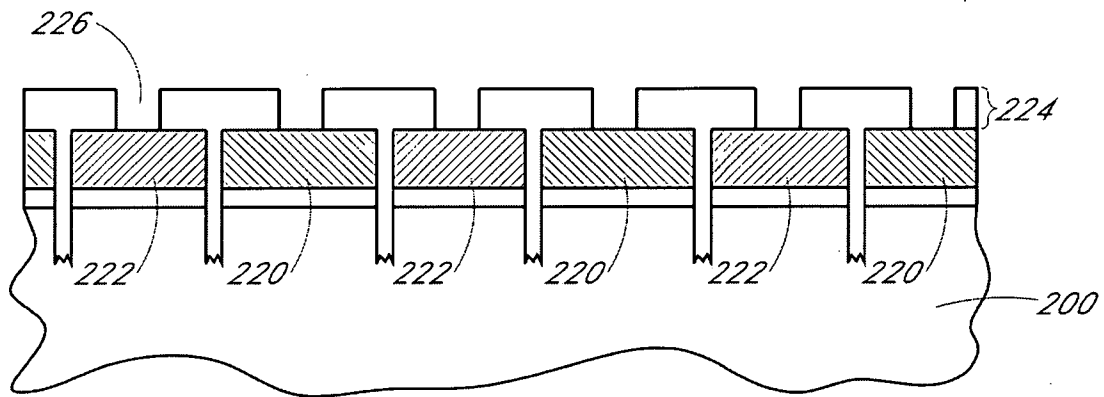
第 1A 圖



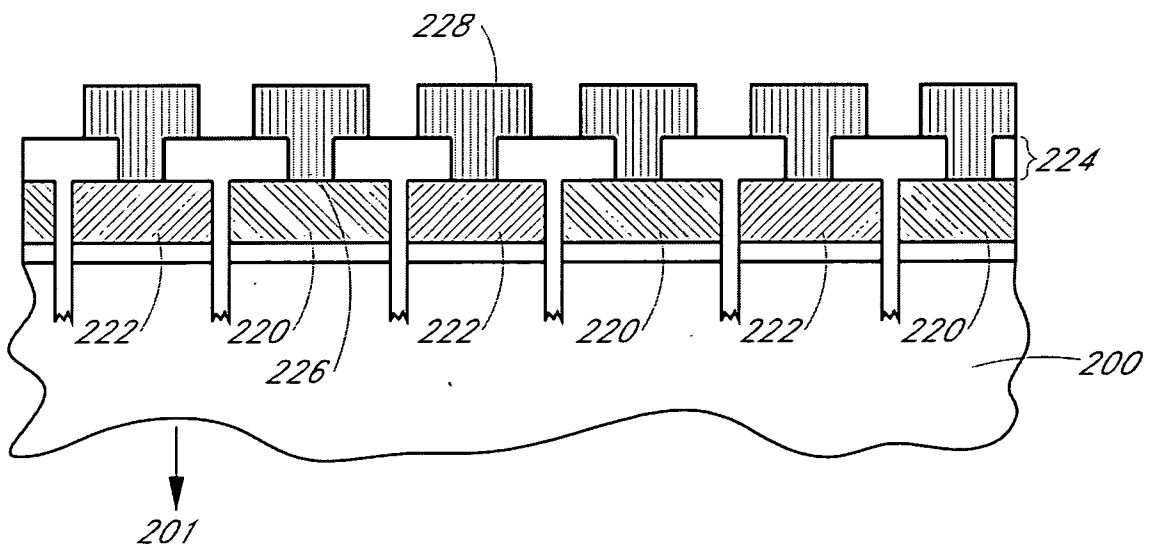
第 1B 圖



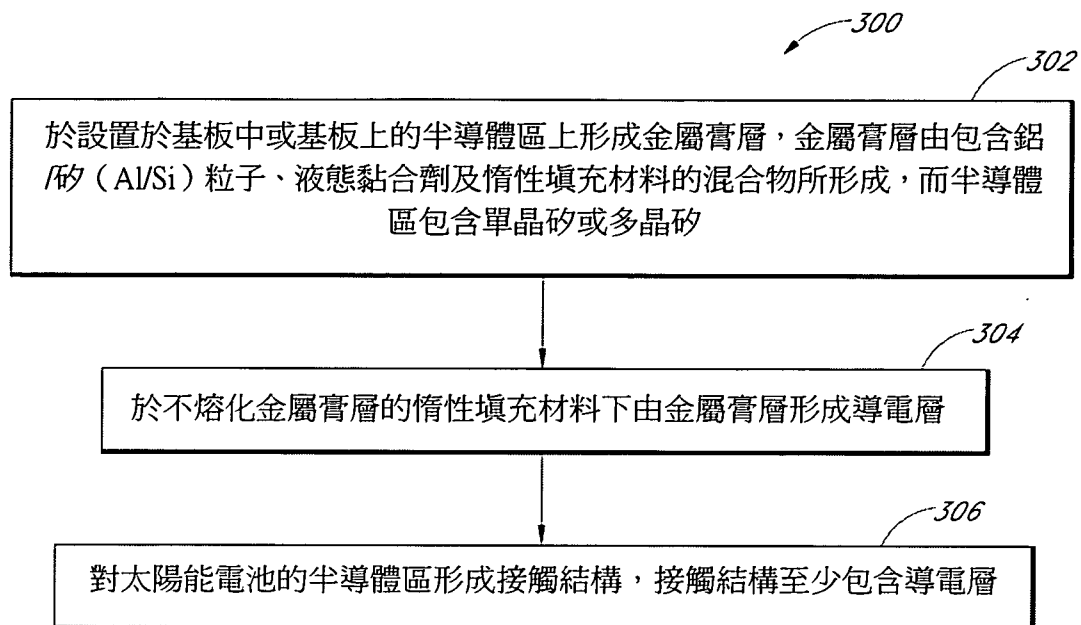
第 2A 圖



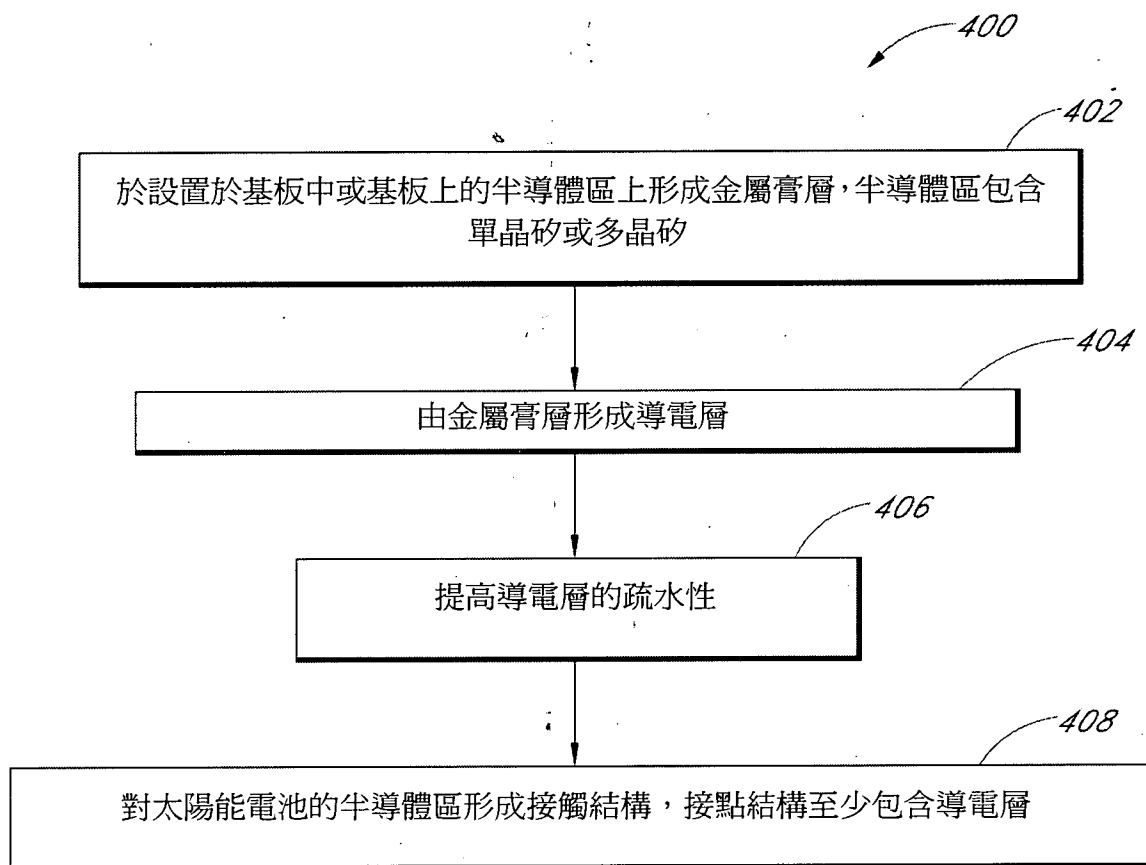
第 2B 圖



第 2C 圖



第 3 圖



第 4 圖