



(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 201015724 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：098130465

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 09 日

(51)Int. Cl.：

H01L31/0224(2006.01)

H01L31/18 (2006.01)

H01L31/042 (2006.01)

(30)優先權：2008/09/10

美國

12/207,652

(71)申請人：杜邦股份有限公司 (美國) E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY (US)

美國

(72)發明人：秋本秀樹 AKIMOTO, HIDEKI (JP)

(74)代理人：黃章典

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：3 共 27 頁

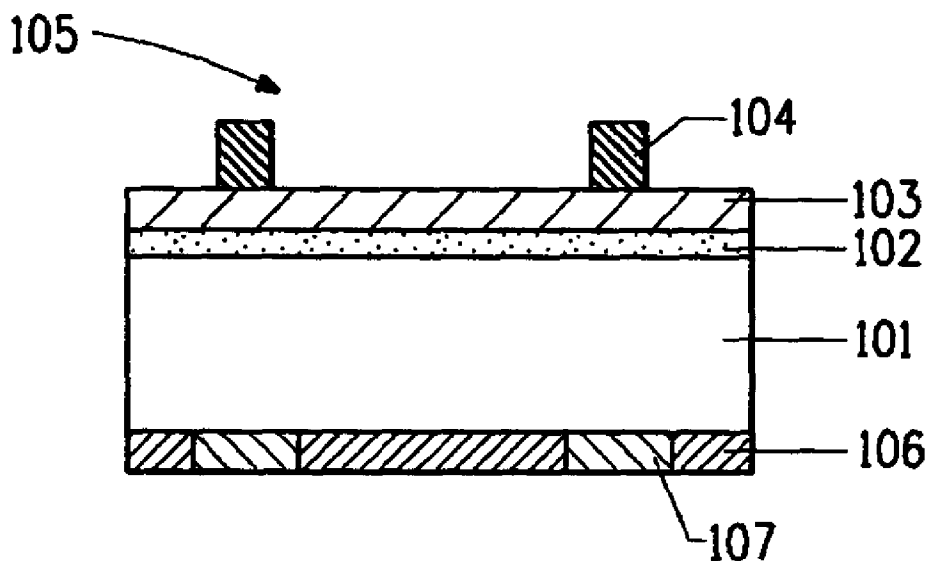
(54)名稱

太陽能電池電極

SOLAR CELL ELECTRODE

(57)摘要

本發明描述了一種可用於生產太陽能電池的 p 型電極。



101：p 型矽基板

102：n 型擴散層(n+層)

103：抗反射塗層(氮化矽膜)

104：n 型電極

105：P 型基太陽能電池(前電極)

106：鋁層

107：銀層



(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 201015724 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：098130465

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 09 日

(51)Int. Cl.：

H01L31/0224(2006.01)

H01L31/18 (2006.01)

H01L31/042 (2006.01)

(30)優先權：2008/09/10

美國

12/207,652

(71)申請人：杜邦股份有限公司 (美國) E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY (US)

美國

(72)發明人：秋本秀樹 AKIMOTO, HIDEKI (JP)

(74)代理人：黃章典

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：3 共 27 頁

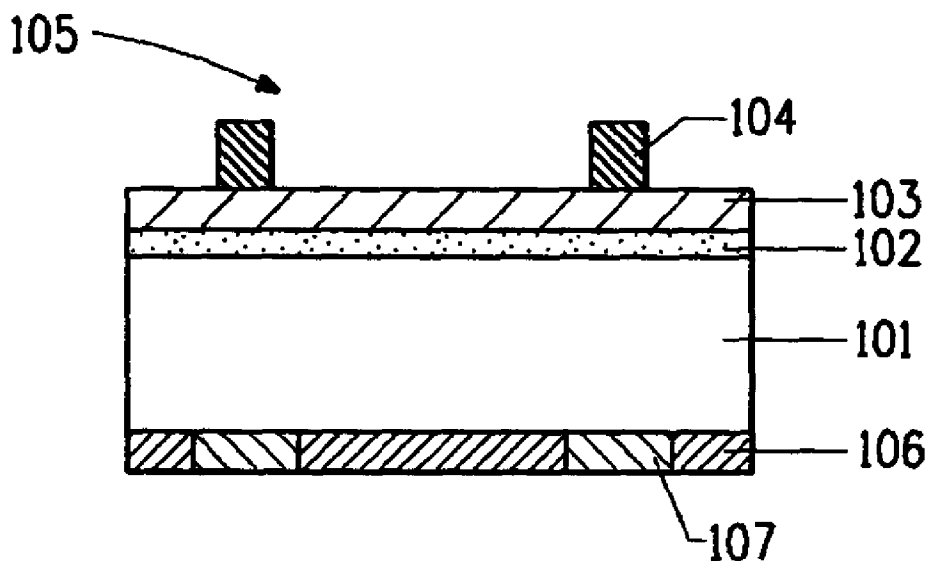
(54)名稱

太陽能電池電極

SOLAR CELL ELECTRODE

(57)摘要

本發明描述了一種可用於生產太陽能電池的 p 型電極。



101：p 型矽基板

102：n 型擴散層(n+層)

103：抗反射塗層(氮

化矽膜)

104：n 型電極

105：P 型基太陽能電池(前電極)

106：鋁層

107：銀層

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及用於太陽能電池的電極。

【先前技術】

用於晶體太陽能電池的電極需要具有低電阻以有利於提高效率。人們知道在此類結構中，在金屬和半導體之間有接觸的情況下，會形成肖特基能障，所述能障會使接觸電阻顯著增大。由於電極的電阻為導體電阻和接觸電阻之和，因此除了降低電極的導體電阻以外，還有必要減小與導體的接觸電阻。

如圖1所示，常規的矽太陽能電池為所謂的P型基太陽能電池105，其具有p型矽基板101上的n型擴散層(n^+ 層)102、抗反射塗層和p型擴散層上的n型電極104。n型電極104是以內嵌方式形成的並且被稱為匯流排電極或指狀電極。在背面中，p型電極由鋁層106和銀層107組成。

圖2顯示了一種已進行過實際使用測試的N型基太陽能電池205。N型基太陽能電池205具有p型矽基板201上的 p^+ 層202、抗反射塗層203和 p^+ 層202上的p型電極204。在背面中，形成n型電極206。

J.E.Cotter等人稱，n型矽晶片比p型矽晶片更耐受化學缺陷和結晶缺陷(P-type versus n-type Silicon Wafers: Prospects for hi-efficiency commercial silicon solar cell; IEEE電子裝置會報，第53卷，第8期，2006年8月)。L. J. Geerligs等人稱，在n型矽晶片中觀測到了高且均勻的載子

生命週期 (N-TYPE SOLAR GRADE SILICON FOR EFFICIENT P+N SOLAR CELLS: OVERVIEW AND MAIN RESULTS OF THE EC NESSI PROJECT; 歐洲光電太陽能會展, 2006年9月4日至8日)。

具有相對低的導體電阻和接觸電阻的鋁糊劑已用於形成N型和P型基太陽能電池中的 p^+ 電極。然而, 現在需要的是更低的導體電阻和接觸電阻。問題在於, 具有更低的導體電阻的銀幾乎從未使用過, 因為其在與 p^+ 層接觸時會產生高接觸電阻。為了解決該問題, JP2006-93433公開了一種藉由使用導電糊劑在p型導電層上形成的電極, 所述糊劑包括銀粉、有機媒劑、玻璃料和至少一種選自由硼粉、無機硼化合物和有機硼化合物所組成之群組的成份。

希望提供一種p型電極, 其具有降低的接觸電阻以及降低的導體電阻。

【發明內容】

在燒結之前, 本發明的太陽能電池的 p^+ 層上的p型電極包括: (a)導電顆粒, 所述顆粒包含銀顆粒和添加的顆粒, 所述添加的顆粒選自由(i)選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt顆粒所組成之群組的金屬顆粒、(ii)包含金屬顆粒的金屬合金和(iii)塗覆有選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt所組成之群組的金屬的銀顆粒、(iv)由碳顆粒支撐的金屬顆粒所組成之群組; (b)玻璃料; 和(c)樹脂黏合劑。

上述金屬顆粒較佳地選自由Ru、Rh、Pd、W和Pt顆粒所

組成之群組。上述金屬顆粒更佳為Ru、Pd或Pt。p型電極較佳由燒結的導電糊劑製成，基於糊劑的重量，所述糊劑由40 wt%至90 wt%的銀顆粒和0.01 wt%至10 wt%的添加顆粒構成。

在本發明的另一方面，一種用於生產p型電極的方法包括下列步驟：(1)施加糊劑，所述糊劑包括(a)包含銀顆粒和添加顆粒的導電顆粒，所述添加顆粒選自由(i)選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt顆粒所組成之群組的金屬顆粒、(ii)包含金屬顆粒的金屬合金和(iii)塗覆有選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt所組成之群組的金屬的銀顆粒、(iv)由碳顆粒支撐到N型基太陽能電池基板的受光面的 p^+ 層上的金屬顆粒所組成之群組、(b)玻璃料和(c)樹脂黏合劑；和(2)燒結所施加的糊劑。用於生產上述p型電極的方法較佳地進一步包括在450°C至900°C下進行燒結的步驟。

本發明的另一方面為用於生產p型電極的方法，所述方法包括下列步驟：(1)施加糊劑，所述糊劑包括(a)包含銀顆粒和添加顆粒的導電顆粒，所述添加顆粒選自由(i)選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt顆粒所組成之群組的金屬顆粒、(ii)包含金屬顆粒的金屬合金、和(iii)塗覆有選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt所組成之群組的金屬的銀顆粒、(iv)由碳顆粒支撐到P型基太陽能電池基板的受光面的 p^+ 層上的(i)的金屬顆粒所組成之群組、(b)玻璃料、和(c)樹脂黏合劑；和(2)燒結所

施加的糊劑。用於生產上述p型電極的方法較佳地進一步包括在450°C至900°C下進行燒結的步驟。

本發明也公開了一種適用於製造太陽能電池的 p^+ 層上的p型電極的組成物，所述組成物在燒結之前包括：

(a)包含銀顆粒和添加顆粒的導電顆粒，所述添加的顆粒選自由(i)選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt顆粒所組成之群組的金屬顆粒、(ii)包含金屬顆粒的金屬合金、和(iii)塗覆有選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt所組成之群組的金屬的銀顆粒、(iv)由碳顆粒支撐的(i)的金屬顆粒所組成之群組；

(b)玻璃料和

(c)樹脂黏合劑。

本發明的電極具有低接觸電阻，其中在矽太陽能電池中有 p^+ 層。本發明的電極可在N型基太陽能電池的正面(受光面)和P型基太陽能電池的背面上形成。

【實施方式】

本發明的第一具體實施例係關於矽太陽能電池，特別是在N型和P型太陽能電池的 p^+ 層上形成的p型電極。

在傳統的晶體太陽能電池使用上，已避免添加其它成分，尤其是添加諸如Pd或Pt的貴金屬，因為它們會增大造價並且會降低導電率。藉由在p型電極中加入適當的金屬粉末，可減小 p^+ 層和p型電極之間的接觸電阻。在背接觸型太陽能電池的情形中，可藉由將預定量的金屬添加到糊劑中以降低接觸電阻來獲得較佳的糊劑。下文詳細說明用以

製造本發明的p型電極的導電糊劑：

1. 銀粉

將銀(Ag)顆粒用作導電金屬。銀顆粒可呈薄片形狀、球體形狀，或它們可為無定形的。在被用作普通導電糊劑的情形中，雖然從技術效果的角度來講，對銀顆粒的粒徑沒有特定的限制，但粒徑對銀的燒結特性有影響，例如，具有大粒徑的銀顆粒比具有小粒徑的銀顆粒燒結起來速率較慢。因此，雖然粒徑(d_{50})較佳在0.1 μm 至10.0 μm 的範圍內，但實際使用的銀顆粒的粒徑要根據燒結溫度特徵圖來確定。此外，銀顆粒還需要具有適合用於施加導電糊劑的方法(例如，網板印刷)的粒徑。在本發明中，可將具有不同粒徑的兩種或多種類型的銀顆粒用作混合物。通常，銀較佳為具有高純度(大於99%)。然而，根據電極圖樣的電需求，也可使用較低純度的物質。雖然對所提供的銀含量沒有特定的限制，但其應為可實現本發明的目的的量；在銀顆粒的情形中，銀含量較佳為糊劑重量的40%至90%。

2. 添加顆粒

在本發明中，除了銀顆粒以外，還使用屬於元素週期表中的6族至11族的3d或4d過渡金屬。即，添加選自由Mo(鉬)、Tc(鎝)、Ru(鈺)、Rh(銻)、Pd(鈀)、W(鎢)、Re(銼)、Os(銱)、Ir(銱)和Pt(鉑)所組成之群組的金屬顆粒。從降低接觸電阻的角度來講，較佳者為鈺、鈀或鉑。在本發明中，也可使用包含上述金屬的合金顆粒或加載有上述金屬顆粒的顆粒。包含金屬顆粒(在本說明書中也稱為添加顆粒)

的合金例子包括Ag/Pd合金和Ni/Mo合金。添加顆粒可呈薄片形狀、球體形狀，或它們可為無定形的。在被用作普通導電糊劑的情形中，雖然從技術效果的角度來講，對添加顆粒的粒徑沒有特定的限制，但粒徑對添加顆粒的燒結特性有影響，例如，具有大粒徑的添加顆粒比具有小粒徑的添加顆粒燒結起來速率較慢。因此，雖然粒徑(d_{50})較佳在0.1至10.0 μm 的範圍內，但實際使用的添加顆粒的粒徑要根據燒結溫度特徵圖來確定。此外，添加顆粒還需要具有適合於用於施加導電糊劑的方法(例如，網板印刷)的粒徑。在本發明中，可將具有不同粒徑的兩種或多種類型的銀顆粒用作混合物。在本發明中，也可較佳地使用上述由碳顆粒支撐的金屬顆粒。由於小直徑的金屬顆粒具有強內聚力，因此金屬顆粒的量可通過由具有相對大直徑的碳顆粒來支撐而減少。用於本發明的碳顆粒為由在惰性氣氛中經過熱處理的有機前驅物所製成的碳，例如凱琴黑、炭黑、活性碳、焦炭、石墨。碳顆粒的粒徑(d_{50})較佳在1.0至10.0 μm 的範圍內。由碳顆粒支撐的金屬顆粒的粒徑(d_{50})較佳在0.01至0.2 μm 的範圍內。基於碳顆粒的總重量，金屬顆粒的含量較佳在1 wt%至10 wt%的範圍內。

基於糊劑的重量，添加顆粒的量在按重量計0.01%至10%的範圍和包含在其中的任何範圍內，並且較佳在按重量計0.1%至5%的範圍內。如果添加顆粒的量過低，則不能獲得積極效果。此外，如果添加顆粒的量過高，則導體電阻會增大、燒結性會減小並且成本會增大。並且導電顆

粒可較佳為塗覆有鈿、鎔、鈦、銻、鈹、鎢、銻、銑、鉍、鉕和鉑的銀顆粒。塗層厚度較佳為大於0.1 μm 。

3. 玻璃料

本發明的導電糊劑較佳包含呈玻璃料形式的無機黏合劑。由於在本發明中玻璃料的化學組成並不重要，因此可使用任何玻璃料，前提條件是其應為電子材料的導電糊劑中所用的玻璃料。例如，較佳為使用硼矽酸鉛玻璃。從軟化點和玻璃黏附性範圍的角度來講，硼硅酸鉛玻璃為本發明中優異的材料。此外，也可使用無鉛玻璃，如矽酸鋇無鉛玻璃。

雖然對所提供的呈玻璃料形式的無機黏合劑的含量沒有特定的限制，但其應為可實現本發明目的的量；基於糊劑的重量，其為按重量計0.5%至15.0%，並且較佳為按重量計1.0%至10.0%。如果無機黏合劑的量按重量計小於0.5%，則黏合強度可能會不足。如果無機黏合劑的量按重量計超過15.0%，則會由於浮動玻璃等原因而在後續的焊接步驟中發生問題。此外，作為導體的電阻值也會增大。

4. 樹脂黏合劑

用以製造本發明的電極的導電糊劑包含樹脂黏合劑。在本發明中，可使用任何選定的樹脂黏合劑。作為一種有機樹脂，可使用例如環氧樹脂、聚酯樹脂、胺基甲酸酯修飾過的聚酯樹脂、環氧基修飾過的聚酯樹脂、各種修飾過的聚酯樹脂、如丙烯酸類修飾過的聚酯樹脂、聚醚胺基甲酸酯樹脂和聚碳酸酯胺基甲酸酯樹脂。也可使用聚烯烴系樹

脂，諸如聚乙烯、聚丙烯、乙酸乙烯酯共聚物、和鼻疽菌素化的聚烯烴、修飾過的纖維素，如聚氯乙烯乙酯共聚物、環氧樹脂、酚樹脂、丙烯酸類樹脂、聚酰胺酰亞胺(polyamidoimide)、乙基纖維素、硝化纖維素、醋酸丁酯纖維素(CAB)和醋酸丙酸纖維素(CAP)。在本發明中，較佳為使用具有良好溶劑溶解度的乙基纖維素。基於糊劑的重量，樹脂黏合劑的含量較佳為按重量計10%至50%。

5. 溶劑

在本發明中，必要時可將溶劑附加地用作黏度調節劑。可使用任何樹脂黏合劑。此類溶劑的實例包括酯溶劑、酮溶劑、醚酯溶劑、氯化溶劑、醇溶劑、醚型溶劑和烴溶劑。在採用網板印刷的情形中，優先使用高沸點溶劑，如乙酸乙基二甘醇酯(ethyl carbitol acetate)、丁基纖維素醋酸鹽、異佛酮、環己酮、 γ -丁內酯、苜醇、Ng-甲基-2-吡咯烷酮、四氫萘。

6. 添加劑

可或可不將增稠劑和/或穩定劑和/或其它典型的添加劑添加到用以製造本發明的電極的導電糊劑中。可添加的其它典型的添加劑包括分散劑和黏度調節劑。添加劑的量是依最終所需導電糊劑的特性來決定。添加劑的量可適宜地由本領域的普通技術人員來確定。此外，也可添加多種類型的添加劑。如下所述，本發明的導電糊劑具有在預定範圍內的黏度。必要時可添加黏度調節劑以給予導電糊劑合適的黏度。雖然添加的黏度調節劑的量會依據最終導電糊

劑的黏度而變化，但其可適宜地由本領域的普通技術人員來決定。

下文提供對製造本發明的p型電極的說明。藉由輥壓混碾機或旋轉式攪拌機等來混合上述成分中的每一種，可按需要生產用以製造本發明的p型電極的導電糊劑。雖然本發明的導電糊劑較佳係藉由網板印刷將其印刷到太陽能電池的 p^+ 層的所需位點上，但在用此類印刷方法進行印刷的情形中，糊劑較佳具有預定的黏度範圍。在使用具有#14轉軸的Brookfield HBT黏度計並且使用多用途杯以10 rpm在25°C下測量的情況下，本發明的導電糊劑的黏度較佳為50 PaS至350 PaS。雖然添加的黏度調節劑的量會依據最終的導電糊劑的黏度而變化，但其可適宜地由本領域的普通技術人員來決定。將網板印刷的糊劑在約150°C下乾燥3分鐘至10分鐘。將乾燥的糊劑在450°C至900°C，較佳為50°C至700°C的溫度下燒結10秒至60秒。在低溫下進行燒結可提供如下優點：減小對P-N接面的損傷、減小因熱損傷而發生破壞的可能性並且降低成本。

下文使用具有圖1所示結構的太陽能電池的實施例，來提供對使用本發明的p型電極的矽型太陽能電池的說明和對該矽型太陽能電池的生產過程的說明。

圖1A顯示p型矽基板101。

在圖1B中，藉由磷(P)等的熱擴散以形成反向導電型的n型擴散層102。通常將三氯一氧化磷(POCl_3)用作磷擴散源。在不作任何特別修飾的情況下，在矽基板101的整個表

面上形成擴散層 102。此擴散層通常具有每平方幾十歐姆 (Ω/m^2) 數量級的薄片電阻率和約 $0.3\ \mu\text{m}$ 至 $0.5\ \mu\text{m}$ 的厚度。

如圖 1C 所示，在用抗蝕劑等保護此擴散層的一個表面之後，藉由蝕刻將 n 型擴散層 102 從多數表面移除，使得其僅保留在一個主表面上。然後使用有機溶劑等將抗蝕劑移除。

接著，以圖 1D 所示的方式，藉由如電漿化學氣相沉積 (CVD) 的程序，將抗反射塗層 103 形成在 n 型擴散層 102 上至通常約 700Å 至 900Å 的厚度。

如圖 1E 所示，將用於前電極 105 的導電糊劑網板印刷在氮化矽膜 103 上，然後使其乾燥。用於前電極的導電糊劑可包括可以從 p 型基板 101 獲電的任何種類金屬，如 Al、Ag、Au、Pt、Cu、Ni、Pd 和它們的合金。然後將本發明的導電糊劑網板印刷在基板 101 的背面上而成為背面電極 106，並且後續地使其乾燥。背面 p 型電極由鋁層 106 和銀層 107 組成。背面導電層可為分別包括不同金屬的兩個層。然後在大約 700°C 至 975°C 溫度範圍內的紅外線加熱爐中進行燒結，持續幾分鐘至幾十分鐘。

圖 2A 顯示 n 型矽基板 201。

在圖 2B 中，藉由硼 (B) 等的熱擴散以形成反向導電型的 p 型擴散層 202。通常將三溴化硼 (BBr_3) 用作硼擴散源。在不作任何特定修飾的情況下，在 n 型矽基板 201 的整個表面上形成 p 型擴散層 202。此擴散層通常具有每平方幾十歐姆 (Ω/m^2) 數量級的薄片電阻率和約 $0.3\ \mu\text{m}$ 至 $0.5\ \mu\text{m}$ 的厚度。

如圖2C所示，在用抗蝕劑等保護此擴散層的一個表面之後，藉由蝕刻將p型擴散層202從多數表面移除，使得其僅保留在一個主表面上。然後使用有機溶劑等將抗蝕劑移除。

接著，以圖2D所示的方式，藉由如電漿化學氣相沉積(CVD)的程序，將抗反射塗層203形成在p型擴散層202上至通常約700Å至900Å的厚度。

如圖2E所示，將本發明的導電糊劑網板印刷在氮化矽膜203上而成為前電極205，然後使其乾燥。此外，還將背面導電糊劑206網板印刷在基板201的背面上，並且後續地使其乾燥。背面導電糊劑可包括可以從n型矽基板201獲電的任何種類金屬，如Ag、Au、Pt、Al、Cu、Ni、Pd和它們的合金。該導電層可為分別包括不同金屬的兩個層。然後在大約700°C至975°C溫度範圍內的紅外線加熱爐中進行燒結，持續幾分鐘至幾十分鐘。

對於n型基和p型基太陽能電池，例如，當半導體被用作光催化劑並且受到能量大於半導體的能帶隙能量的光的照射時，價帶中的電子被光激進導電帶中而在導電帶中產生自由電子，並且與此相反地在價帶中產生正電洞。在被稱為載子的那些自由電子和正電洞重組之前，到達電極的電子越多，則獲得的電流就越大。因此，減少重組可有效地提升太陽能電池的效率。鑒於此原因，在其中可產生所述載子的半導體基板較佳地為具有高電阻的結晶矽型。

實施例

雖然下文通過本發明的實施例來提供對本發明的說明，但本發明並不限於這些實施例。

(I) 銀糊劑的製備

使用下文所示的材料來生產用以製造p型電極的銀糊劑1和2，以具有如表1所示的組成。

(i) 銀顆粒

片狀銀顆粒 d50 2.7 μm (如用雷射散射型粒徑分佈測量裝置來測定)

(ii)玻璃料

加鉛的：硼矽酸鉛玻璃料

成分： $\text{SiO}_2/\text{PbO}/\text{B}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$

軟化點：440°C

無鉛的：無鉛的鈹玻璃料

成分： $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{B}_2\text{O}_3/\text{ZnO}/\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$

軟化點：390°C

(iii)樹脂

乙基纖維素樹脂(阿奎綸、赫克力士 (Aqualon, Hercules))

(iv)溶劑

松脂醇
表 1

(份重)	銀顆粒	玻璃料		樹脂	溶劑	總計
		加鉛的	無鉛的			
糊劑1	70.30	5.25		2.50	21.95	100.00
糊劑2	70.30		5.25	2.50	21.95	100.00

將銀顆粒、玻璃料、樹脂和溶劑每種均稱重、混合並且

用三輥捏合機捏合以獲得銀糊劑。

(II) 添加金屬糊劑的製備

使用表2所示的金屬顆粒和加載每一種所述金屬的金屬加載顆粒(稱為添加顆粒)、樹脂和溶劑來製備糊劑A至I。樹脂和溶劑與用來製備上述銀糊劑的那些相同。

表2

(份重)	添加顆粒種類	添加顆粒 (wt%)	樹脂 (wt%)	溶劑 (wt%)	總計 (wt%)
糊劑A	Ni	10.00	1.30	8.70	20
糊劑B	W	10.00	1.30	8.70	20
糊劑C	Pd	10.00	1.30	8.70	20
糊劑D	Ag/Pd合金	10.00	1.30	8.70	20
糊劑E	Pt	10.00	1.30	8.70	20
糊劑F	Au	10.00	1.30	8.70	20
糊劑G	Ru	10.00	1.30	8.70	20
糊劑H	Rh	10.00	1.30	8.70	20
糊劑I	加載Pt的石墨	5.00	1.95	13.05	20

將金屬顆粒、樹脂和溶劑每種均稱重、混合並且使用旋轉式攪拌機攪拌2分鐘以獲得添加金屬糊劑。

(III) 導電糊劑和樣本的製備

將在上文的(I)部分中製備的銀糊劑和在上文的(II)部分中製備的糊劑A至I混合，並且用旋轉式攪拌機攪拌2分鐘。將糊劑A至I添加到銀糊劑中使得添加顆粒的重量對銀糊劑中銀的重量的混合比為1%(雖然有兩個類型的導電糊劑在製備時使用了具有按重量計1%和按重量計2%的混合比的加載Pt的石墨)。例如，藉由將0.142份重的糊劑C添加到

糊劑 1(10.00 份重)中來製備包含 Pd 金屬的銀糊劑。將導電糊劑網板印刷在可商購獲得的 4 英吋單晶矽晶片(三菱材料公司，晶軸 (1.0.0)，P 型導電性)上，並且在 150°C 下乾燥 5 分鐘並燒結以獲得 p 型電極。

樣本形狀

藉由切割其上具有 p 型電極的結晶矽晶片來製備樣本。在被切割成邊長 20 mm 的正方形形狀的 Si 晶片上，以 1 mm 的間隔形成具有 6 mm 直徑的圓形圖案(見圖 3b)。

燒結條件

使用 IR 帶式加熱爐在下列條件下燒結這些晶片。

最大設定溫度：600°C

帶速：370 cpm

加熱爐溫度特徵圖：

400°C 或更高：18 秒

500°C 或更高：12 秒

(IV) 評估方法

對於藉由上述方法獲得的圖 3A 和 B 所示的 p 型電極樣本，測量每個的電阻值(Ω)。

電阻值測量條件

用得自 Hokuto Denko Corp. 的 HSV-100 循環伏安儀來測量在上述條件下形成的樣本電極間的電流和電壓特性。將在 0.2V 至 0.4V 外加電壓範圍內的電極間電阻的平均值用作電阻值。

如圖 3C 所示，由於所製作的電極的電阻就量值面言足夠

小因而能夠忽略不計，因此將實測電阻值視為Si晶片的電阻值和Si-Ag(電極)界面處的接觸電阻值之和。由於Si晶片的電阻值為恆定的，因此實測電阻的量值代表了接觸電阻的量值。

(V) 結果

每個p型電極的電阻值測量結果顯示於表3(使用糊劑1作為銀糊劑)和表4(使用糊劑2作為銀糊劑)中。

表3

使用糊劑1作為銀糊劑時導電糊劑的電阻值和評估結果

	添加糊劑		電阻值(Ω)	評價*
比較實施例1	未添加		87,000	無效
比較實施例2	糊劑A	Ni	88,500	無效
實施例1	糊劑B	W	6,300	有效
實施例2	糊劑C	Pd	2,200	非常有效
實施例3	糊劑D	Ag/Pd合金	3,900	非常有效
實施例4	糊劑E	Pt	400	非常有效
比較實施例3	糊劑F	Au	82,000	無效
實施例5	糊劑G	Ru	1,200	非常有效
實施例6	糊劑H	Rh	8,400	有效
實施例7	糊劑I	加載Pt的石墨	49,00-	無效
實施例8	糊劑I (2 wt%)	加載Pt的石墨	24,000	有效

* 評價：為比較實施例1的情形中的電阻值的1/20或更小的電阻值被評價為「非常有效」，而為比較實施例1的情形中的電阻值的2/3或更小的值被評價為「有效」。

表4

使用糊劑2作為銀糊劑時p型電極的電阻值和評估結果

	添加糊劑		電阻值(Ω)	評價*
比較實施例4	未添加		75,000	無效
比較實施例5	糊劑A	Ni	85,000	無效
實施例9	糊劑B	W	3,600	非常有效
實施例10	糊劑C	Pd	128	非常有效
實施例11	糊劑D	Ag/Pd合金	4,200	有效
實施例12	糊劑E	Pt	113	非常有效
比較實施例6	糊劑F	Au	84,000	無效
實施例13	糊劑G	Ru	1,100	非常有效
實施例14	糊劑H	Rh	7,300	有效
實施例15	糊劑I	加載Pt的石墨	9,700	有效
實施例16	糊劑I (2 wt%)	加載Pt的石墨	8,600	有效

* 評價：為比較實施例4的情形中的電阻值的1/20或更小的電阻值被評價為「非常有效」，而為比較實施例4的情形中的電阻值的2/3或更小的值被評價為「有效」。

根據以上結果，除了鎳和金以外，以按重量計1%的量將鎢、鈮、銀/鈮合金、鉑、鈦和銻添加到銀糊劑中均能夠降低與 p^+ 層的接觸電阻。尤其是鈮、鉑和鈦極大地有助於減小接觸電阻。

甚至不是由單成分組成的粉末，如銀/鈮合金和由碳顆粒支撐的鉑，也明顯有助於減小與 p^+ 層的接觸電阻。此外，與使用單金屬的情況相比，對減小接觸電阻貢獻程度較低的原因據認為是：由於粉末自身是以按重量計1%的量添加的，因此銀糊劑中的鈮或鉑的含量相應地減小了。

已知具有10埃至15埃厚度，被稱為天然氧化膜的氧化矽

膜通常存在於未處理的矽晶片上。據信各實施例的糊劑已燒結透過了此氧矽膜並與半導體表面直接接觸。

【圖式簡單說明】

圖1A至E為用於說明P型基太陽能電池生產過程的圖片。

圖2A至E為用於說明N型基太陽能電池生產過程的圖片。

圖3A至C為顯示樣本形狀的圖片，所述樣本用於測量實施例中電極的接觸電阻。

【主要元件符號說明】

101	p型矽基板
102	n型擴散層(n^+ 層)
103	抗反射塗層(氮化矽膜)
104	n型電極
105	P型基太陽能電池(前電極)
106	鋁層
107	銀層
201	n型矽基板
202	p^+ 層
203	抗反射塗層(氮化矽膜)
204	p型電極
205	N型基太陽能電池(前電極)
206	n型電極(背面導電糊劑)

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：98130465

※申請日：98.9.09

※IPC 分類：H01L 31/0224 (2006.01)
31/18 (2006.01)
31/042 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

太陽能電池的電極

SOLAR CELL ELECTRODE

二、中文發明摘要：

本發明描述了一種可用於生產太陽能電池的p型電極。

三、英文發明摘要：

This invention describes a p-type electrode useful in producing a solar cell.

七、申請專利範圍：

1. 一種太陽能電池的 p^+ 層上的 p 型電極，該電極在燒結之前包括：

(a) 包含銀顆粒和添加顆粒的導電顆粒，該添加顆粒選自由(i)選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt顆粒所組成之群組的金屬顆粒、(ii)包含該金屬顆粒的金屬合金、和(iii)塗覆有選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt所組成之群組的金屬的銀顆粒、(iv)由碳顆粒支撐的(i)的該金屬顆粒所組成之群組；

(b) 玻璃料；和

(c) 樹脂黏合劑。

2. 根據申請專利範圍第1項的 p 型電極，其中該金屬顆粒選自由Ru、Rh、Pd、W和Pt顆粒所組成之群組。
3. 根據申請專利範圍第2項的 p 型電極，其中該金屬顆粒為Ru、Pd或Pt顆粒。
4. 根據申請專利範圍第1項的 p 型電極，其中該電極由燒結的導電糊劑製成，基於該糊劑的重量，該糊劑由40 wt%至90 wt%的該銀顆粒和0.01 wt%至10 wt%的該添加顆粒構成。
5. 一種用於生產 p 型電極的方法，該方法包括下列步驟：
 - (1) 施加糊劑，該糊劑包括：

(a) 包含銀顆粒和添加顆粒的導電顆粒，該添加顆粒選自由(i)選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt顆粒所組成之群組的金屬顆粒、(ii)包含

該金屬顆粒的金屬合金、和(iii)塗覆有選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt所組成之群組的金屬的銀顆粒、(iv)由碳顆粒支撐到該N型基太陽能電池基板的受光面的 p^+ 層上的(i)的該金屬顆粒所組成之群組、

(b)玻璃料、

(c)樹脂黏合劑；和

(2) 燒結該施加的糊劑。

6. 一種用於生申請專利範圍第5項的p型電極的方法，其中該糊劑在450°C至900°C下進行燒結。

7. 一種用於生產p型電極的方法，該方法包括下列步驟：

(1) 施加糊劑，該糊劑包括：

(a)包含銀顆粒和添加顆粒的導電顆粒，該添加的顆粒選自由(i)選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt顆粒所組成之群組的金屬顆粒、(ii)包含該金屬顆粒的金屬合金和(iii)塗覆有選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt所組成之群組的金屬的銀顆粒、(iv)由碳顆粒支撐到該P型基太陽能電池基板的受光面的 p^+ 層上的(i)的該金屬顆粒所組成之群組、

(b)玻璃料、

(c)樹脂黏合劑；和

(2) 燒結該施加的糊劑。

8. 一種生產根據申請專利範圍第7項的p型電極的方法，其

中該糊劑在450℃至900℃下進行燒結。

9. 一種用於製造太陽能電池的 p^+ 層上的p型電極的組成物，該組成物在燒結之前包括：

(a)包含銀顆粒和添加顆粒的導電顆粒，該添加顆粒選自由(i)選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt顆粒所組成之群組的金屬顆粒、(ii)包含該金屬顆粒的金屬合金和(iii)塗覆有選自由Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、W、Re、Os、Ir和Pt所組成之群組的金屬的銀顆粒、(iv)由碳顆粒支撐的(i)的該金屬顆粒所組成之群組；

(b)玻璃料；和

(c)樹脂黏合劑。

八、圖式：



圖 1A

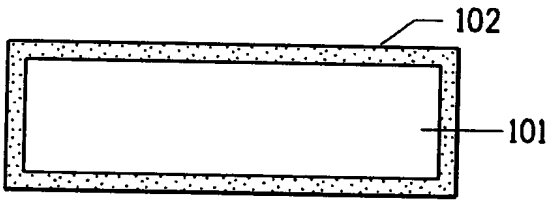


圖 1B

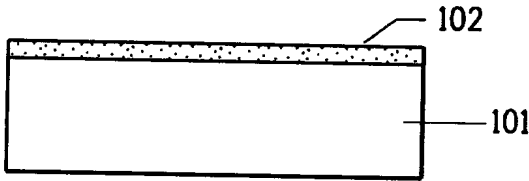


圖 1C

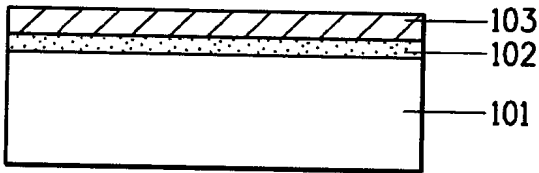


圖 1D

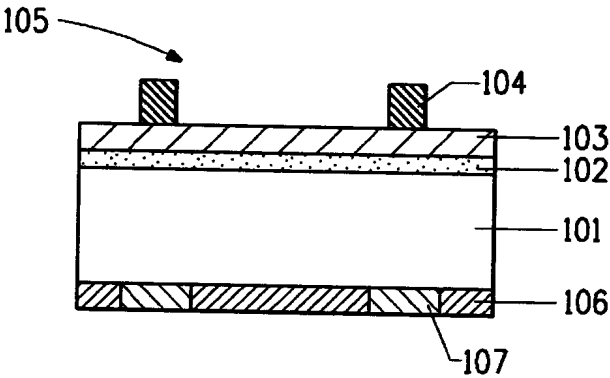


圖 1E



圖2A

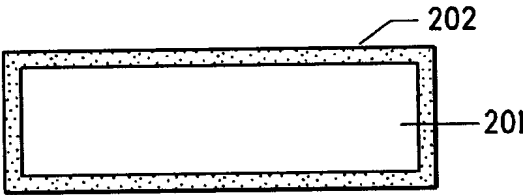


圖2B

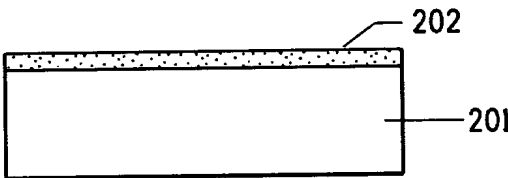


圖2C

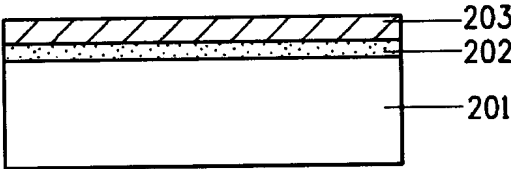


圖2D

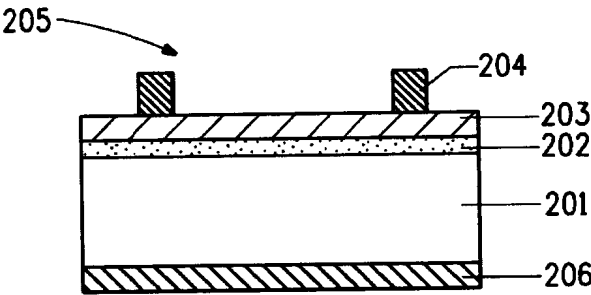


圖2E

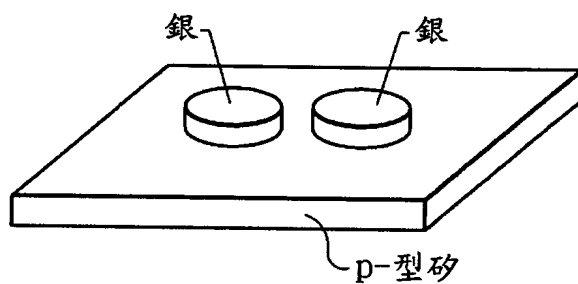
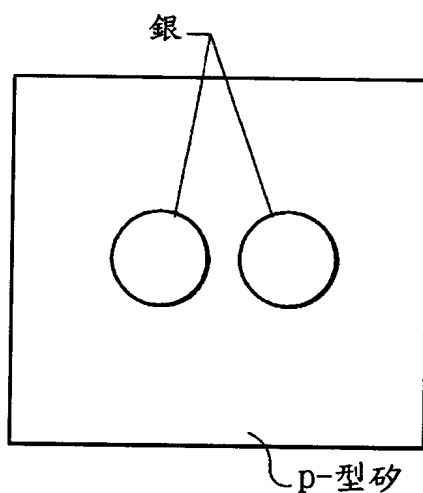


圖3A

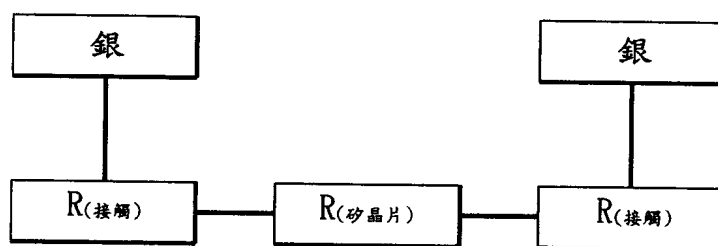


晶片：20 mm平方

電極：6 mm直徑

距離：1mm

圖3B



$$R_{(\text{測量})} = 2 \times R_{(\text{接觸})} + R_{(\text{矽晶片})}$$

$$R_{(\text{矽晶片})} = \text{常數}$$

圖3C

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1E) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

101	p型矽基板
102	n型擴散層(n+層)
103	抗反射塗層(氮化矽膜)
104	n型電極
105	P型基太陽能電池(前電極)
106	鋁層
107	銀層

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)