



(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 201015589 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：098129909

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 04 日

(51)Int. Cl.：

H01B1/22 (2006.01)

H01L31/18 (2006.01)

H01L31/0224(2006.01)

(30)優先權：2008/09/05

美國

61/094,458

(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：伯瑞納 彼得 BRENNER, PETER (GB)；普林斯 艾利斯泰爾 葛瑞 PRINCE,
ALISTAIR GRAEME (GB)；楊 理查 約翰 旭菲得 YOUNG, RICHARD JOHN
SHEFFIELD (GB)

(74)代理人：黃章典

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：2 共 26 頁

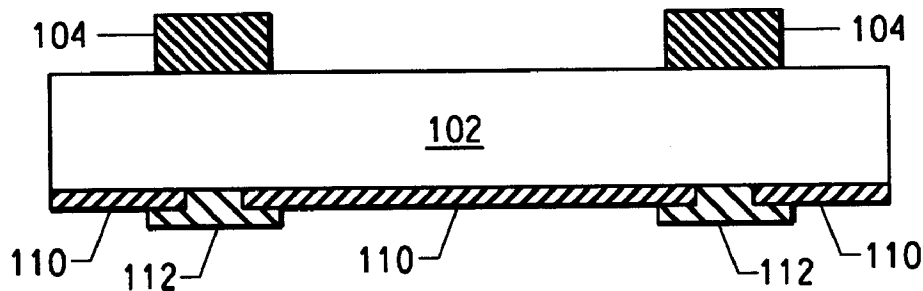
(54)名稱

鋁糊狀物及其於矽太陽能電池之製造中之用途

ALUMINUM PASTES AND USE THEREOF IN THE PRODUCTION OF SILICON SOLAR CELLS

(57)摘要

揭露包括有球狀和結狀顆粒鋁及有機載體的鋁膏以及它們在矽太陽能電池的 p 型鋁背面電極之形成中的應用。



102：矽基底

104：受光表面側電極

110：第一電極

112：第二電極



(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 201015589 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：098129909

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 04 日

(51)Int. Cl.：

H01B1/22 (2006.01)

H01L31/18 (2006.01)

H01L31/0224(2006.01)

(30)優先權：2008/09/05

美國

61/094,458

(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：伯瑞納 彼得 BRENNER, PETER (GB)；普林斯 艾利斯泰爾 葛瑞 PRINCE,
ALISTAIR GRAEME (GB)；楊 理查 約翰 旭菲得 YOUNG, RICHARD JOHN
SHEFFIELD (GB)

(74)代理人：黃章典

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：2 共 26 頁

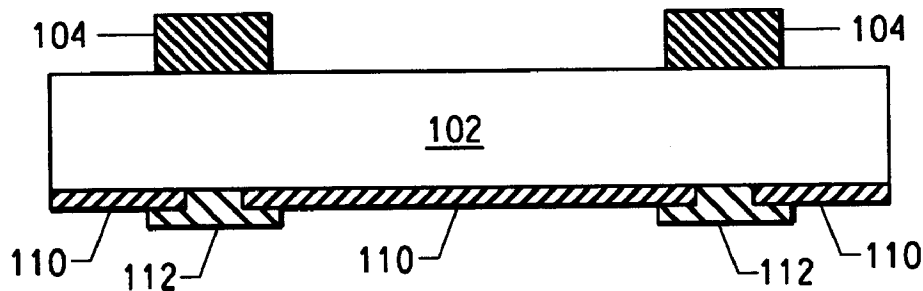
(54)名稱

鋁糊狀物及其於矽太陽能電池之製造中之用途

ALUMINUM PASTES AND USE THEREOF IN THE PRODUCTION OF SILICON SOLAR CELLS

(57)摘要

揭露包括有球狀和結狀顆粒鋁及有機載體的鋁膏以及它們在矽太陽能電池的 p 型鋁背面電極之形成中的應用。



102：矽基底

104：受光表面側電極

110：第一電極

112：第二電極

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於鋁膏及其在矽太陽能電池生產中的應用，亦即，其在矽太陽能電池的鋁背面電極以及該等個別矽太陽能電池生產中的應用。

【先前技術】

一種具有p型基材的傳統太陽能電池結構具有一通常位於該電池的正面或向陽面之負電極及一位於背面之正電極。眾所周知，在一半導體本體之p-n接面上所照射之具有適當波長的輻射用以作為一外部能源，以在本體中產生電子電洞對。在p-n接面處所存在的電位差使電洞和電子朝相反方向越過該接面，藉此造成能向一外部電路傳遞電力的電流流動。大多數太陽能電池是經過金屬化(亦即，具有導電金屬接點)的矽晶圓之形式。

在一矽太陽能電池之形成期間，通常在該矽晶圓之背面上網版印刷及乾化鋁膏。然後，在高於鋁熔點的溫度下燒製該晶圓，以形成一鋁-矽熔融物，隨後在冷卻階段期間，形成一摻雜有鋁的磊晶成長矽層。該層通常被稱為背面電場(back surface field, BSF)層，並且有助於改善太陽能電池的能量轉換效率。

目前使用的大多數發電太陽能電池為矽太陽能電池。大量生產的流程通常致力於最大簡化之達成及製造成本之最小化。特別是藉由使用像網版印刷之方法由金屬膏來製成電極。

下面將配合圖1來描述此生產方法的範例。圖1A顯示一p型矽基底10。

在圖1B中，以磷(P)等物質的熱擴散形成一具有相反導電型態的n型擴散層20。通常使用三氯氧磷(POCl_3)做為氣態磷擴散源，其他液體源是磷酸等物質。在沒有特別修飾的情況下，該擴散層20形成於該矽基底10的整個表面上方。在p型摻雜的濃度等於n型摻雜的濃度之情況中，形成該p-n接面；p-n接面靠近向陽面的傳統電池具有介於0.05 μm 和0.5 μm 之間的接面深度。

在該擴散層形成後，透過諸如氫氟酸之酸的蝕刻從剩餘表面移除過量表面玻璃。

接著，透過諸如電漿化學氣相沉積(CVD)之製程以圖1D所示之方式在該n型擴散層20上形成一具有0.05 μm 至0.1 μm 厚之抗反射塗層(ARC)30。

如圖1E所示，在該抗反射塗層30上方網版印刷及乾化一用於上電極的正面銀膏（上電極形成用的銀膏）500。此外，在該基底的背面上接著網版印刷及依序乾化一背面銀或銀/鋁膏70及一鋁膏60(可使用一些其它施加方法來達成)。通常，先將該背面銀或銀/鋁膏網版印刷至矽上，以成為兩條平行帶（匯流條(busbars)）或成為複數長形條（垂片(tab)），以準備用做焊接互連線條（預焊的銅帶），然後，將該鋁膏印刷在裸露區域中，並與該背面銀或銀/鋁膏稍微重疊。在一些情況下，在印刷該鋁膏之後，再印刷該銀或銀/鋁膏。然後，通常在一帶式爐中燒製1至5分

鐘的時間，使該晶圓達到一在700至900℃範圍內的峰值溫度。可依序燒製或共燒該上及下電極。

因此，如圖1F所示，在該燒製期間來自該膏的熔融鋁融化了矽，接著在冷卻時形成了一從該矽基材10磊晶成長的共晶層，從而形成一包含高濃度鋁摻雜的p+層40。該層通常被稱為背面電場(BSF)層，並且有助於改善該太陽能電池的能量轉換效率。一薄鋁層通常存在於該磊晶層的表面。

透過燒製，該鋁膏從一乾燥狀態60轉變成為一鋁背面電極61。同時，將該背面銀或銀/鋁膏70燒製成一銀或銀/鋁背面電極71。在燒製期間，該背面鋁和該背面銀或銀/鋁之間的界面呈現一合金狀態，並且還電性連接。該鋁電極佔該背面電極的大部分區域，部分歸因於需要形成p+層40。銀或銀/鋁背面電極形成於該背面的數個部分上（通常為複數條2至6 mm寬的匯流條），以作為一用以透過預焊的銅帶等來互連太陽能電池之電極。此外，該正面銀膏500在燒製時燒結並穿透該抗反射塗層30，從而能夠與該n型層20發生電接觸。此類方法通常稱為「燒穿(firing through)」。該燒穿狀態在圖1F的層501中清晰可見。

上述這樣的鋁膏已揭露於許多專利申請案中，例如，在US-A-2007/0079868中。在後者中，揭示在該等鋁膏中所包含的鋁粉可包括霧化鋁。鋁可以在空氣或惰性環境中被霧化。

由矽晶圓所製成且具有鋁背面電極的矽太陽能電池為

矽/鋁雙金屬帶，並且會呈現一所謂翹曲特性(bowing behavior)。因為翹曲可能會導致該等太陽能電池的斷裂和碎裂，所以它是不受期望的。翹曲亦會造成有關矽晶圓處理的問題。在處理期間，一般利用帶有吸盤的自動抓握裝置將矽晶圓提起，而在過度翹曲的情況下吸盤可能無法可靠的工作。光電產業中的翹曲通常要求該等太陽能電池的撓曲(deflection)小於1.5 mm。特別對於由大片或薄型矽晶圓(例如，具有小於180 μm (特別在120 μm 至小於180 μm 間範圍)厚度及250以上至400 cm^2 面積之矽晶圓)所製成的矽太陽能電池而言，翹曲現象之克服是一項挑戰。

【發明內容】

本發明係有關於用於形成矽太陽能電池的p型鋁背面電極的鋁膏(鋁厚膜組成物)。本發明進一步有關於在矽太陽能電池生產中該等鋁膏的形成及使用的方法以及該等矽太陽能電池本身。

本發明係有關於鋁膏，其包括：粒狀鋁、一有機載體，以及任選的一種或多種玻璃料組成物，其中該粒狀鋁包括30至90 wt%(重量百分比)的球狀鋁粉和10至70 wt%的結狀(不規則狀)鋁粉，wt%是以該球狀鋁粉和該結狀鋁粉的總和為基礎。

本發明並有關於一種形成一矽太陽能電池的方法以及該矽太陽能電池本身，其中該矽太陽能電池利用一具有一p型和n型區域及一p-n接面的矽晶圓，該方法包括施加(特別是網版印刷)本發明的鋁膏於該矽晶圓之背面上，以及燒

製該印刷表面，從而該晶圓達到一在700至900℃範圍內的峰值溫度。

【實施方式】

現已發現到關於以鋁厚膜組成物(包含上述特定重量比率的球狀鋁粉和結狀鋁粉)所製造的矽太陽能電池的翹曲和電氣性能，該鋁厚薄膜組成物呈現出良好及相當均衡的總體特性。在矽太陽能電池的鋁背面電極之生產中使用該等新型鋁厚膜組成物，不僅使該等矽太陽能電池具有低翹曲特性和良好的電氣性能，而且還可降低或甚至去除該鋁背面電極與該矽晶圓基底間的黏附損失傾向。該鋁背面電極與該矽晶圓基底間的良好黏附可以使該等矽太陽能電池具有延長的耐久性或使用壽命。另一益處在於，使用本發明的鋁膏所獲得的鋁-矽共晶層和背面電場的厚度非常均勻。

本發明的鋁膏包括粒狀鋁及一有機載體(有機介質)，其中該粒狀鋁包括30至90 wt%的球狀鋁粉和10至70 wt%的結狀鋁粉，wt%是以該球狀鋁粉和該結狀鋁粉的總和為基礎。在某一實施例中，球狀鋁粉加上結狀鋁粉的總和佔該粒狀鋁的90 wt%以上。在另一實施例中，其總和佔該粒狀鋁的100 wt%。

該粒狀鋁可以由鋁或含一種或多種其他金屬(例如，鋅、錫、銀或鎂)的鋁合金所構成。在鋁合金之情況中，鋁的含量為例如99.7至小於100 wt%。

如先前所述，該粒狀鋁包括30至90 wt%的球狀鋁粉和10

至 70 wt% 的結狀鋁粉，wt% 是以該球狀鋁粉和該結狀鋁粉的總和為基礎。在某一實施例中，該粒狀鋁係由 30 至 90 wt% 的球狀鋁粉和 10 至 70 wt% 的結狀鋁粉所組成，其中 wt% 的總和為 100 wt%。

在另一實施例中，該粒狀鋁包括 50 至 75 wt% 的球狀鋁粉和 25 至 50 wt% 的結狀鋁粉，wt% 是以該球狀鋁粉和該結狀鋁粉的總和為基礎。在另一實施例中，該粒狀鋁係由 50 至 75 wt% 的球狀鋁粉和 25 至 50 wt% 的結狀鋁粉所組成，其中 wt% 的總和為 100 wt%。

在又另一實施例中，該粒狀鋁包括 60 至 70 wt% 的球狀鋁粉和 30 至 40 wt% 的結狀鋁粉，wt% 是以該球狀鋁粉和該結狀鋁粉的總和為基礎。在某一實施例中，該粒狀鋁係由 60 至 70 wt% 的球狀鋁粉和 30 至 40 wt% 的結狀鋁粉所組成，其中 wt% 的總和為 100 wt%。

在此使用術語「球狀鋁粉」。它是指在顯微鏡下所觀察到的個別鋁粒子具有像球或近似球的形狀，亦即，它們可以是完美的圓形或略帶橢圓形。球狀鋁粉通常以液態鋁在一具有低氧氣含量(例如，少於 5 至 0 體積百分比)的惰性氣體環境(例如，一氮氣或氬氣環境)中的霧化所製成。可用於本發明的鋁膏之市場上可買到的球狀鋁粉之範例是 Poudres-Hermillon 的產品 ULT-0665。

在此使用術語「結狀鋁粉」，它是指在顯微鏡下所觀察到的個別鋁粒子不具有球形形狀。它們具有不規則但緊密的形狀，亦即，具有低的縱橫比(aspect ratio)，並且不會

與鋁薄片或鋁薄板混淆。結狀鋁粉通常以液態鋁在空氣中的霧化所製成。可用於本發明的鋁膏之市場上可買到的結狀鋁粉之實例是Alcoa的產品1401/S2。

該球狀鋁粉和該結狀鋁粉兩者呈現以雷射散射法所測定之例如4至12 μm 的平均粒度(平均粒徑, d50)。該粒狀鋁以總鋁膏組成物為基礎可以以50至80 wt%之比例存在於本發明的鋁膏中, 或者在某一實施例中, 以70至75 wt%之比例存在於本發明的鋁膏中。

本說明和申請專利範圍中所有有關平均粒度的陳述係有關於在該鋁膏組成物中所存在的相關材料的平均粒度。

在該等鋁膏中所存在之粒狀鋁可以附帶有其他粒狀金屬(例如, 銀或銀合金粉末)。此類其他粒狀金屬的比例以粒狀鋁加上粒狀金屬的總量為基礎為例如0至10 wt%。

在某一實施例中, 本發明的鋁膏還包括用作無機黏合劑的一種或多種玻璃料。該等玻璃料組成物可以包含PbO; 在某一實施例中, 該等玻璃料組成物可以不含鉛。該等玻璃料組成物可以包括在燒製時經歷再結晶或相分離, 並釋放出具有低於初始軟化點之軟化點的分離相之玻璃料的那些物質。

該等玻璃料組成物的(初始)軟化點(玻璃轉移溫度, 在10 K/min的加熱速率下以差熱分析DTA所測定)可以在325至600°C的範圍內。

該等玻璃料呈現以雷射散射法所測定之例如2至20 μm 的平均粒度(平均粒徑)。在該等鋁膏包括玻璃料的情況中,

玻璃料的含量以總鋁膏組成物為基礎可以為 0.01 至 5 wt%，或在某一實施例中，為 0.1 至 2 wt%，或在另一實施例中，為 0.2 至 1.25 wt%。

該等鋁膏中有一些玻璃料在該項技藝中是常見的。一些範例包括硼矽酸鹽玻璃和矽鋁酸鹽玻璃。範例還包括氧化物的組合，例如： B_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CdO 、 CaO 、 BaO 、 ZnO 、 Na_2O 、 Li_2O 、 PbO 、以及 ZrO_2 ，它們可以單獨使用或組合使用，以形成玻璃黏合劑。

傳統的玻璃料可以為硼矽酸鹽玻璃料(例如，硼矽酸鉛、硼矽酸鈹、硼矽酸鎘、硼矽酸鋇、硼矽酸鈣玻璃料，或者其他鹼土金屬硼矽酸鹽玻璃料)。此類玻璃料的製備係眾所周知的，以及例如在於將氧化物形式的玻璃成分熔融在一起，再將熔化的組成物倒入水中，以形成玻璃料。當然，該等批料成分可以是在玻璃料生產的一般條件下能獲得到所需氧化物的任何化合物。例如，用硼酸製備氧化硼，用火石製備二氧化矽，用碳酸鋇製備氧化鋇等等。

可以將玻璃置於球磨機中用水或惰性低黏度、低沸點的有機液體來研磨，以縮小玻璃料的粒度，並得到粒度實質均勻的玻璃料。接著，使其在水中或該有機液體中沉澱，以分離細粉，並將包含細粉的上層液移除。還可以使用其他分類方法。

該等玻璃係藉由以所需比例混合該等期望成分及加熱該混合物來形成熔融物的傳統玻璃製造技術所製備。如該項技藝中所熟知，加熱至一峰值溫度有一段時間，以便使該

熔融物完全變成液體並且均勻。

本發明的鋁膏包括一有機載體。可將各式各種惰性黏稠材料用作有機載體。該有機載體可以是一種使得粒狀成分(如果有的話，是指粒狀鋁、玻璃料)能夠以足夠的穩定性分散於其中的有機載體。該有機載體的特性(特別是流變特性)可以對該鋁膏組成物提供良好的施加特性，其包括：不溶固體的穩定分散性、針對施加(特別是針對網版印刷)的適當黏度和觸變性、矽晶圓基底和膏固體的適當潤濕性、良好的乾化速率及良好的燒製特性。本發明的鋁膏中所用的有機載體可以是非水惰性液體。該有機載體可以是一有機溶劑或一有機溶劑混合物；在某一實施例中，該有機載體可以是一在有機溶劑中含有機聚合物的溶液。在某一實施例中，用於此用途的聚合物可以為乙基纖維素。其他可單獨使用或組合使用的聚合物的範例包括乙基羥乙基纖維素、木松香、酚醛樹脂以及低級醇的聚(甲基)丙烯酸酯。合適的有機溶劑的範例包括醇酯和萆烯(例如， α -或 β -萆品醇或其與他種溶劑例如煤油、鄰苯二甲酸二丁酯、二乙二醇丁醚、二乙二醇丁醚醋酸酯、己二醇以及高沸點醇的混合物)。此外，在該有機載體中還可包括用以在該鋁膏施加於該矽晶圓背面之後促進快速硬化的揮發性有機溶劑。這些溶劑和其他溶劑可配製成各種組合，以獲得所需的黏度和揮發性要求。

在本發明的鋁膏中的有機溶劑含量可以以總鋁膏組成物為基礎在5至25 wt%範圍內，或在某一實施例中，是在10

至 20 wt% 範圍內。

該(等)有機聚合物可以以總鋁膏組成物為基礎以在 0 至 20 wt% 範圍內的比例存在於該有機載體中，或在某一實施例中，以在 5 至 10 wt% 範圍內的比例存在於該有機載體中。

本發明的鋁膏可以包括耐熱無機化合物和/或金屬有機化合物。「耐熱無機化合物」是指能夠耐受燒製過程中的熱條件的無機化合物。例如，它們具有高於燒製過程中所經歷之溫度的熔點。範例包括無機氧化物(例如，無定形二氧化矽)。金屬有機化合物的範例包括錫有機化合物和鋅有機化合物(例如，新癸酸鋅和 2-乙基己酸亞錫)。

本發明的鋁膏可以包括一種或多種有機添加劑(例如，表面活性劑、增稠劑、流變改質劑和穩定劑)。該(等)有機添加劑可是該有機載體的一部分。然而，在製備該等鋁膏時，也可個別添加該(等)有機添加劑。該(等)有機添加劑可以以總鋁膏組成物為基礎以例如 0 至 10 wt% 之總比例存在於本發明的鋁膏中。

在本發明的鋁膏中之有機載體含量可以取決於該膏之施加方法及所使用之有機載體的種類，因此該含量可以是變動的。以總鋁膏組成物為基礎，在某一實施例中，該含量可以是 20 至 45 wt%，或在某一實施例中，該含量可以是在 22 至 35 wt% 範圍內。20 至 45 wt% 的數量包括有機溶劑、可能的有機聚合物和可能的有機添加劑。

本發明的鋁膏為黏稠組成物，其可以由該粒狀鋁和該

(等)任選玻璃料組成物與該有機載體透過機械混合而成。在某一實施例中，可以使用動力混合製造方法(一種等同於傳統輾壓的分散技術)；還可使用輾壓或其他混合技術。

本發明的鋁膏可以直接使用或可以藉由例如添加額外的有機溶劑來進行稀釋；因此，可以減少該鋁膏之所有其他成分的重量百分比。

本發明的鋁膏可以用於矽太陽能電池的鋁背面電極之製造中，或個別用於矽太陽能電池之製造中。該製造可以透過以下方式實施：將該等鋁膏施加至矽晶圓的背面，亦即，其他背面金屬膏(例別是像背面銀或銀/鋁膏)所覆蓋或未覆蓋的那些矽晶圓表面部分。該等矽晶圓可以包括單晶矽或多晶矽。在某一實施例中，該等矽晶圓可以具有100至250 cm²的面積，以及180至300 μm的厚度。然而，本發明的鋁膏甚至可以成功地使用在較大和/或較薄矽晶圓(例如，具有小於180 μm(特別是在140 μm至低於180 μm範圍內)的厚度和/或在大於250至400 cm²範圍內之面積的矽晶圓)之背面上的鋁背面電極之生產中。

將該等鋁膏施加成為具有例如15至60 μm之乾膜厚度。通常，將它們施加成為一單層於該等矽晶圓的背面上。鋁膏的施加方法可以為印刷(例如，矽膠片印刷(silicone pad printing))，或在某一實施例中，為網版印刷。本發明的鋁膏的施加黏度為20至200 Pa.s，所述黏度係採用Brookfield HBT黏度計和14號心軸，透過一實用杯狀物(utility cup)在

10 rpm軸轉速以及25°C條件下所測得。

在將該等鋁膏施加於該等矽晶圓的背面後，可以使該等晶圓達到一在100至300°C範圍內的峰值溫度，以對它們進行乾化有例如1至100分鐘的時間。可使用以下設備進行乾化，例如，帶式乾燥機、旋轉式乾燥機或固定式乾燥機，特別是IR(紅外線)帶式乾燥機。

在施加鋁膏之後，或在某一實施例中，在施加並乾化鋁膏之後，對本發明的鋁膏進行燒製，以形成鋁背面電極。例如，可以使該等矽晶圓達到一在700至900°C範圍內的峰值溫度，以實施燒製有1至5分鐘的時間。例如，可採用單段帶式爐或多段帶式爐(特別是多段IR帶式爐)來實施燒製。燒製係在氧氣存在的情況下(特別是在空氣存在之情況下)進行。在燒製期間，可以移除(亦即，燃燒移除和/或碳化移除，特別是燃燒移除)有機物質(包括非揮發性材料和在可能的乾化步驟中不被蒸發的有機部分)。在燒製期間所移除的有機物質包括有機溶劑、可能的有機聚合物和可能的有機添加劑。在該等鋁膏包括玻璃料的實施例中，燒製期間可以發生另一個製程，亦即，玻璃料的燒結。可以將燒製實施成為所謂的與在該矽晶圓上所已施加之另外金屬膏(亦即，用以在燒製期間在該晶圓之表面上形成正面和/或背面電極所施加的正面和/或背面金屬膏)一起進行的共燒。一實施例包括正面銀膏和背面銀或背面銀/鋁膏。

接下來，參考圖2來說明一非限定範例，其中使用本發

明的鋁膏製備一矽太陽能電池。

首先，製備一矽晶圓基底102。在該矽晶圓的受光面(正面表面，通常p-n接面靠近該表面)上安裝正面電極(例如，主要由銀組成的電極)104(圖2A)。在該矽晶圓的背面上，塗抹銀或銀/鋁導電膏(例如，PV202或PV502或PV583或PV581，可在市場上從E.I. Du Pont de Nemours and Company購得)，以形成匯流條或垂片，進而能與其他成並聯電配置的太陽能電池組互連。在該矽晶圓的背面上，藉由使用能與上述銀或銀/鋁膏等稍微重疊之圖案的網版印刷，塗抹用以作為一太陽能電池的一背面(或p型接點)電極的本發明之新型鋁膏106，然後，對該新型鋁膏106進行乾化(圖2B)。例如，在一IR帶式乾燥機中，使該晶圓達到100至300°C的峰值溫度，以對該等膏實施乾化有1至10分鐘的時間。又，該鋁膏可以具有15至60 μm 的乾膜厚度，以及該銀或銀/鋁膏的厚度可以是15至30 μm 。並且，該鋁膏與該銀或銀/鋁膏的重疊部分可以是約0.5至2.5 mm。

接著，例如在一帶式爐中，使該晶圓達到700至900°C的峰值溫度，以對該所獲得之基底進行燒製有1至5分鐘的時間，以便獲得該期望矽太陽能電池(圖2D)。以該鋁膏形成一電極110，其中已對該鋁膏進行燒製，以除去該有機物質，以及如果該鋁膏包括玻璃料，則同時燒結該玻璃料。

使用本發明的鋁膏所獲得之矽太陽能電池(如圖2D所示)在該矽基底102的受光面(表面)上具有電極104，而在背面上具有主要由鋁構成的鋁電極110和主要由銀或銀/鋁所構

成的銀或銀/鋁電極112(透過燒製銀或銀/鋁膏108所形成)。

範例

(1) 太陽能電池的製造

太陽能電池之形成如下：

(i)在正面具有20 μm 厚的銀電極(PV145銀組成物，可在市場上從E. I. Du Pont de Nemours and Company購得)的矽基底(面積243 cm^2 及p型(硼)塊狀矽的160 μm 厚多晶矽晶圓，其具有一n型擴散 POCl_3 發射器，表面以酸來進行組織化，透過CVD在該矽晶圓的發射器上施加 SiN_x 抗反射塗層(ARC))的背面上印刷一銀/鋁膏(PV202，一可在市場上從E. I. Du Pont de Nemours and Company購得之銀/鋁組成物)，並將其乾化成5 mm寬的匯流條。接著，以一30 μm 乾膜厚度網版印刷一用於太陽能電池的背面電極的鋁膏，以在兩邊緣處提供該鋁膜與該銀/鋁匯流條有1 mm之重疊，以確保電性連接。在燒結前，乾化該網版印刷鋁膏。

該實例鋁膏包括72.5 wt%的鋁粉(每一情況的平均粒度為6 μm)及27.5 wt%的聚合樹脂和有機溶劑所組成的有機載體。對照膏A中的鋁粉完全由空氣霧化的(結狀)粉末所構成。膏B至膏E(根據本發明)中的鋁粉包括空氣和氮氣霧化的(結狀和球狀)粉末之混合物，其中球狀粉末的含量為10至90 wt%。對照膏F中的鋁粉完全由氮氣霧化的(球狀)粉末所構成。

(ii)然後，在Centrotherm爐中以數個區域溫度(該等區域溫

度被界定成為：區域1=450℃、區域2=520℃、區域3=570℃及最後區域=950℃)在3000 mm/min帶速下燒製該等印刷矽晶圓，從而該等晶圓達到850℃的峰值溫度。在燒製後，該等金屬化晶圓變成功能性光電元件。

進行電氣性能和翹曲的測量。

(2) 測試程序

效率

將根據上述方法所製成的太陽能電池置於一商用I-V測試器(由EETS Ltd.所提供)中，以便測量光轉換效率。在該I-V測試器中的燈泡模擬已知強度(大約1000 W/m²)的太陽光並照射該電池的發射器。隨後，以4個電探針接觸在該等被燒製電池上的敷金屬。透過電阻之調整來測量該等太陽能電池所產生的光電流(Voc，開路電壓；Isc，短路電流)，以便計算I-V響應曲線。隨後，從該I-V響應曲線可推算出填充因子(FF)和效率(Eff)值。

翹曲的測量

將翹曲(電池彎曲)定義為：當在一平坦表面上進行測量時，該被燒製電池的中心在室溫下的最大撓曲高度。翹曲測量透過以下方法進行：將該等電池放在一金屬平坦基座上，並且使用一具有微米解析度的度盤規(dial gauge)，以測量每一電池的最大撓曲，亦即，測定該晶圓中心離該平坦基座表面的距離。

表1中所引用的範例A至F描述該等鋁膏的電氣特性和翹曲特性成為該球狀鋁粉的含量之函數。表1中的數據證

實，相對於使用對照膏A和F所製成的太陽能電池，使用根據範例B至E的鋁膏所製成的太陽能電池顯示出在電氣性能與該等電池之翹曲間具有更好的平衡。

表 1

範例	球狀鋁粉含量 (wt%)	Voc (mV)	Isc (A)	Eff (%)	FF (%)	翹曲 (μm)
A	0	591.9	8.83	15.45	71.69	1902
B	30	597.1	8.89	15.88	72.53	2026
C	50	598.0	8.86	15.82	72.86	1703
D	70	600.2	8.98	15.99	72.27	1651
E	90	600.4	8.97	16.14	72.96	1659
F	100	599.9	8.79	15.73	72.63	1707

【圖式簡單說明】

圖 1A 至 1F 係描述一矽太陽能電池之示範製造的製程流程圖。

圖 1 所示的元件符號之說明如下。

10：p 型矽晶圓

20：n 型擴散層

30：抗反射塗層，例如 SiN_x 、 TiO_x 、 SiO_x

40：p⁺層(背面電場，BSF)

60：背面上所形成的鋁膏

61：鋁背面電極(透過燒製背面鋁膏所獲得)

70：背面上所形成的銀或銀/鋁膏

71：銀或銀/鋁背面電極(透過燒製背面銀或銀/鋁膏所獲得)

500：正面上所形成的銀膏

501：銀上電極(透過燒製正面銀膏所獲得)

圖2A至2D說明用以使用本發明的導電鋁膏製造一矽太陽能電池的製造方法。圖2所示的元件符號的說明如下。

102 矽基底(矽晶圓)

104 受光表面側電極

106 第一電極的膏組成物

108 第二電極的導電膏

110 第一電極

112 第二電極

【主要元件符號說明】

10 p型矽晶圓

20 n型擴散層

30 抗反射塗層，例如 SiN_x 、 TiO_x 、 SiO_x

40 p+層(背面電場，BSF)

60 背面上所形成的鋁膏

61 鋁背面電極(透過燒製背面鋁膏所獲得)

70 背面上所形成的銀或銀/鋁膏

71 銀或銀/鋁背面電極(透過燒製背面銀或銀/鋁膏所獲得)

102 矽基底(矽晶圓)

104 受光表面側電極

106 第一電極的膏組成物

108 第二電極的導電膏

110	第一電極
112	第二電極
500	正面上所形成的銀膏
501	銀上電極(透過燒製正面銀膏所獲得)

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：98129909

※申請日：98.9.4

※IPC 分類：H01B 1/22 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

鋁膏及其在矽太陽能電池生產中的應用

ALUMINUM PASTES AND USE THEREOF IN THE PRODUCTION OF
SILICON SOLAR CELLS

二、中文發明摘要：

揭露包括有球狀和結狀顆粒鋁及有機載體的鋁膏以及它們在矽太陽能電池的p型鋁背面電極之形成中的應用。

三、英文發明摘要：

Described are aluminum pastes comprising spherical-shaped and nodular-shaped particulate aluminum and an organic vehicle and their use in forming p-type aluminum back electrodes of silicon solar cells.

七、申請專利範圍：

1. 一種鋁膏，其包括粒狀鋁以及一包括有機溶劑的有機載體，其中該粒狀鋁包括30至90 wt%的球狀鋁粉和10至70 wt%的結狀鋁粉，wt%係以該球狀鋁粉和該結狀鋁粉的總和為基礎。
2. 如申請專利範圍第1項的鋁膏，其中該粒狀鋁包括50至75 wt%的球狀鋁粉和25至50 wt%的結狀鋁粉，wt%係以該球狀鋁粉和該結狀鋁粉的總和為基礎。
3. 如申請專利範圍第2項的鋁膏，其中該粒狀鋁包括60至70 wt%的球狀鋁粉和30至40 wt%的結狀鋁粉，wt%係以該球狀鋁粉和該結狀鋁粉的總和為基礎。
4. 如申請專利範圍第1至3項中任何一項的鋁膏，其中該球狀鋁粉加上該結狀鋁粉的總和佔該粒狀鋁的90 wt%以上。
5. 如申請專利範圍第4項的鋁膏，其中該球狀鋁粉加上該結狀鋁粉的總和佔該粒狀鋁的100 wt%。
6. 如申請專利範圍第1至3項中任何一項的鋁膏，其中該粒狀鋁以總鋁膏組成物為基礎具有50至80 wt%之比例。
7. 如申請專利範圍第1至3項中任何一項的鋁膏，另外包括以總鋁膏組成物為基礎具有0.01至5 wt%之總比例的一種或多種玻璃料。
8. 如申請專利範圍第1至3項中任何一項的鋁膏，其中該有機載體進一步包括有機聚合物和/或有機添加劑。
9. 一種形成矽太陽能電池的方法，包括下列步驟：

- (i) 將如申請專利範圍第1至8項中任何一項的鋁膏施加於一具有一p型區域、一n型區域和一p-n接面的矽晶圓的背面上；以及
 - (ii) 燒製具有該鋁膏的表面，藉此該晶圓達到700至900°C的峰值溫度。
10. 如申請專利範圍第9項的方法，其中該鋁膏的施加係透過印刷來實施。
11. 如申請專利範圍第9或10項的方法，其中將該燒製實施成為與被施加至該矽晶圓的其他正面和/或背面金屬膏一起進行的共燒，以在燒製期間形成在該矽晶圓上形成正面和/或背面電極。
12. 一種透過申請專利範圍第9至11項中任一項的方法所製成的矽太陽能電池。
13. 一種矽太陽能電池，包括一鋁背面電極，其中該鋁背面電極使用如申請專利範圍第1至8項中任一項的鋁膏所製成。
14. 如申請專利範圍第13項的矽太陽能電池，進一步包括一矽晶圓。

八、圖式：



圖 1A

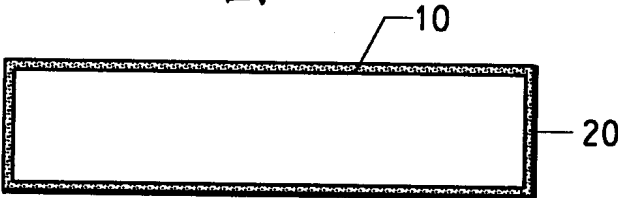


圖 1B



圖 1C

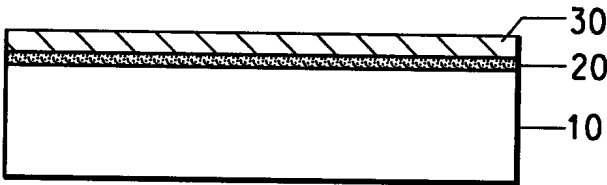


圖 1D

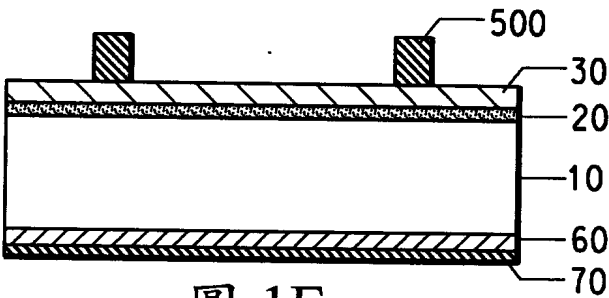


圖 1E

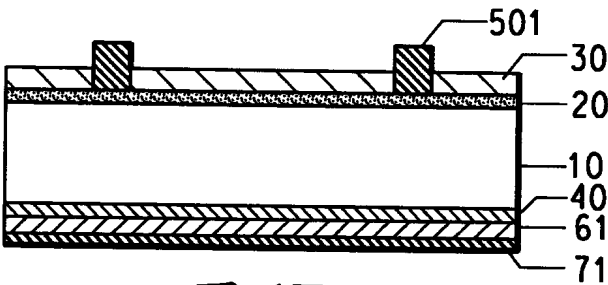


圖 1F

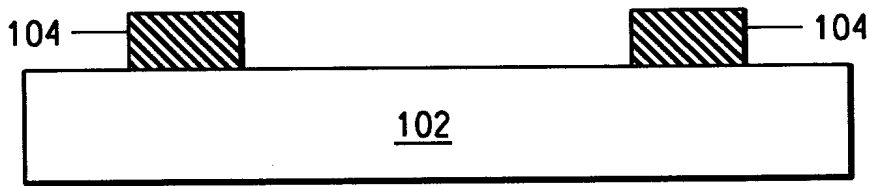


圖 2A

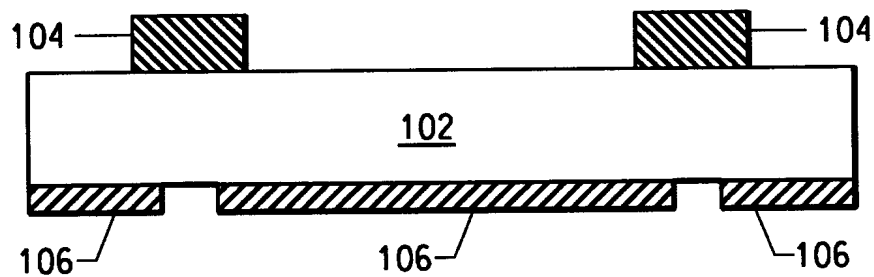


圖 2B

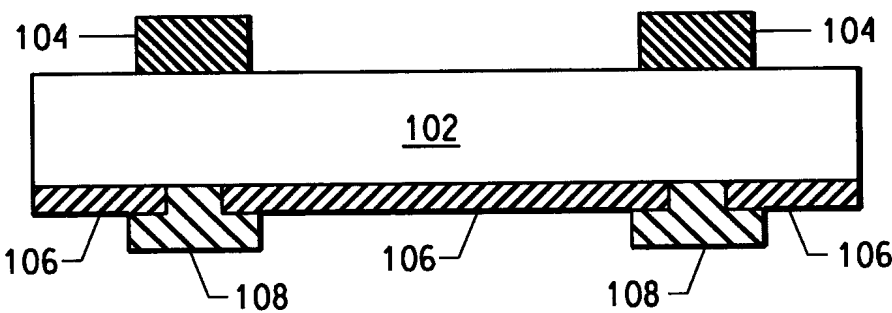


圖 2C

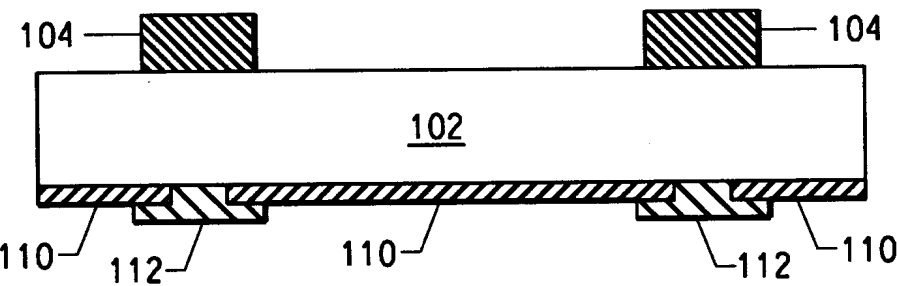


圖 2D

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2D)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

102	矽基底
104	受光表面側電極
110	第一電極
112	第二電極

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)