(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 201131799 A1
(43)公開日： 中華民國 100 (2011) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：099140863 (22)申請日： 中華民國 99 (2010) 年 11 月 25 日
(51)Int. Cl.： *H01L31/18 (2006.01)* *H01L31/0224(2006.01)*
H01L31/042 (2006.01)
(30)優先權：2009/11/25 美國 61/264,331
(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：普林斯 艾利斯泰爾 葛瑞 PRINCE, ALISTAIR GRAEME (GB)；楊 理查 約翰 薛費爾德 YOUNG, RICHARD JOHN SHEFFIELD (GB)；羅迪席歐 喬凡納 LAUDISIO, GIOVANNA (IT)；寇塔特 蓋瑞 COULTART, GARY (GB)；漢 肯尼士 瓦倫 HANG, KENNETH WARREN (US)；惠特爾 班 WHITTLE, BEN (GB)
(74)代理人：黃章典
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：0 共 23 頁

(54)名稱

形成鈍化發射器及背接觸式矽太陽能電池之銀背電極之方法

PROCESS FOR THE FORMATION OF A SILVER BACK ELECTRODE OF A PASSIVATED EMITTER AND REAR CONTACT SILICON SOLAR CELL

(57)摘要

一種形成 PERC 矽太陽能電池之導電銀背電極的方法，包含下列步驟：(1)提供具有一 ARC 層在其前側上及一穿孔介電質鈍化層在其背側上之一矽晶圓；(2)塗敷並乾燥一銀膏以在該矽晶圓的該背側上的該穿孔介電質鈍化層上形成一銀背電極圖案；(3)燒製該經乾燥的銀膏，藉此該晶圓到達 700 至 900℃之一峰值溫度，其中該銀膏沒有或僅有很差的燒穿能力並包含粒狀銀及一有機媒劑。

(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 201131799 A1
(43)公開日： 中華民國 100 (2011) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：099140863 (22)申請日： 中華民國 99 (2010) 年 11 月 25 日
(51)Int. Cl.： *H01L31/18 (2006.01)* *H01L31/0224(2006.01)*
H01L31/042 (2006.01)
(30)優先權：2009/11/25 美國 61/264,331
(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：普林斯 艾利斯泰爾 葛瑞 PRINCE, ALISTAIR GRAEME (GB)；楊 理查 約翰 薛費爾德 YOUNG, RICHARD JOHN SHEFFIELD (GB)；羅迪席歐 喬凡納 LAUDISIO, GIOVANNA (IT)；寇塔特 蓋瑞 COULTART, GARY (GB)；漢 肯尼士 瓦倫 HANG, KENNETH WARREN (US)；惠特爾 班 WHITTLE, BEN (GB)
(74)代理人：黃章典
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：0 共 23 頁

(54)名稱

形成鈍化發射器及背接觸式矽太陽能電池之銀背電極之方法

PROCESS FOR THE FORMATION OF A SILVER BACK ELECTRODE OF A PASSIVATED EMITTER AND REAR CONTACT SILICON SOLAR CELL

(57)摘要

一種形成 PERC 矽太陽能電池之導電銀背電極的方法，包含下列步驟：(1)提供具有一 ARC 層在其前側上及一穿孔介電質鈍化層在其背側上之一矽晶圓；(2)塗敷並乾燥一銀膏以在該矽晶圓的該背側上的該穿孔介電質鈍化層上形成一銀背電極圖案；(3)燒製該經乾燥的銀膏，藉此該晶圓到達 700 至 900℃之一峰值溫度，其中該銀膏沒有或僅有很差的燒穿能力並包含粒狀銀及一有機媒劑。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明有關於形成鈍化發射器和後方接觸式(PERC)矽太陽能電池之銀背電極之方法，以及個別地關於製造包含該銀背電極之PERC矽太陽能電池之方法。本發明亦有關於個別的PERC矽太陽能電池。

【先前技術】

典型地，矽太陽能電池具有前側和背側金屬化物(前電極和背電極)。具有p型基座的習知矽太陽能電池結構使用負電極來接觸電池之前側或向陽側，以及在背側上之正電極。眾所周知，落在一半導體主體的p-n接面上並具有適當波長的輻射係作為一外部能量來源，以便在該主體中產生電子-電洞對。存在於p-n接面的電位差導致電洞和電子以相反方向橫跨該接面移動，從而引發能夠輸送電力至外部電路的電流流動。大部分的太陽能電池具有已經金屬化的矽晶圓之形式，亦即，其設有導電的金屬接點。

目前製造的大部分太陽能電池係以結晶矽為主。沉積電極的一種普遍的方法為金屬膏之網板印刷。

PERC矽太陽能電池為熟悉此技藝人士所熟知；參見，例如，P. Choulat等人於2007年9月3日至7日在義大利米蘭召開的第二十二屆歐洲太陽能會議中所提及的「在薄多晶矽基底上大於17%的工業型PERC太陽能電池」，Above 17% industrial type PERC Solar Cell on thin Multi-Crystalline Silicon Substrate, 22nd European Photovoltaic

Solar Energy Conference, 3-7 September 2007, Milan, Italy。PERC矽太陽能電池代表一種特殊類型的習知矽太陽能電池；其特徵為在其前側和背側上具有介電質鈍化層。於前側上的鈍化層充當抗反射塗覆(ARC)層，這一點對於矽太陽能電池來說早為習知。在背側上的介電質鈍化層有穿孔；其作為延長電荷載子的壽命並因而改善光轉換效率。希望能盡可能地避免穿孔介電質背側鈍化層之損壞。

與習知矽太陽能電池的製造類似，PERC矽太陽能電池的製造典型地以p型矽基板為開始，該基板具有其上藉由磷(P)或之類的熱擴散而形成相反導電類型之n型擴散層(n型發射器)的矽晶圓之形式。氧氯化磷($POCl_3$)一般是用作氣態的磷擴散源，其他液體源則是磷酸之類。在沒有任何特別修改的情況下，n型擴散層係形成於矽基板的整個表面上。p-n接面形成在p型摻質濃度等於n型摻質濃度之處。有接近向陽側之p-n接面的電池具有在0.05至0.05 μm之接面深度。

在形成此擴散層之後，藉由諸如氫氟酸之酸液蝕刻而從其餘的表面移除過量的表面玻璃。

接著，在前側n型擴散層上形成一介電質層，例如，TiO_x、SiO_x、TiO_x/SiO_x、SiN_x或尤其SiN_x/SiO_x之介電質堆疊。作為PERC矽太陽能電池之一特定特點，該介電質亦沉積在矽晶圓的背側上至例如0.05及0.1 μm之間的厚度。可例如使用諸如在有氫存在下之電漿化學蒸氣沉積(CVD)

或濺鍍的方法來執行介電質的沉積。這一類層充當PERC矽太陽能電池的前側之ARC和鈍化層並充當背側之介電質鈍化層。接著穿孔PERC矽太陽能電池之背側上的鈍化層。典型藉由酸蝕刻或雷射鑽孔來產生穿孔，且如此產生的洞之直徑例如為50至300 μm。它們的深度對應至鈍化層之厚度或甚至稍微超過它。穿孔數量落在例如每平方公分100至500的範圍中。

就如同具有p型基座及前側n型發射器的習知太陽能電池結構，PERC矽太陽能電池典型在其前側上具有負電極且在其背側上具有正電極。典型藉由網板印刷並乾燥電池前側上的ARC層上之前側銀膏(形成前電極的銀膏)來應用負電極為柵格。前側柵格電極典型地網板印刷成所謂的H圖案，其包括薄平行指狀線(集極線)與以直角與該指狀線相交之兩個匯流條。此外，塗敷一背側銀或銀/鋁膏及一鋁膏，典型地以網板印刷，並接著於p型矽基板的背側上之穿孔鈍化層上乾燥化。在正常情形中，首先塗敷背側銀或銀/鋁膏至背側穿孔鈍化層上以形成陽極背接點，例如，為用於焊接互連線(預焊的銅帶)的兩個平行匯流條或為矩形或突片。接著，將背側鋁膏塗敷在裸區中，使之稍微重疊在該背側銀或銀/鋁上方。在一些情況中，在已經塗敷背側鋁膏之後才塗敷背側銀或銀/鋁膏。然後，典型地在一帶爐中實行1至5分鐘週期的燒製，而使該晶圓達到位於700至900℃之範圍內的峰值溫度。可循序燒製或共同燒製該前極電極與該背電極。

一般在矽晶圓的背側上之穿孔介電質鈍化層上網板印刷並乾燥化該背側鋁膏。在高於鋁之熔點的溫度燒製晶圓以在鋁和矽之間的局部接點，亦即，在未被介電質鈍化層覆蓋之矽晶圓的背表面的那些部分，或換言之，在穿孔處形成鋁-矽融熔。如此形成之局部p+接點一般稱為局部背表面電場(BSF)接點。藉由從乾燥狀態燒製而將背側鋁膏轉變成鋁背電極，而背側銀或銀/鋁膏在燒製後變成銀或銀/鋁背電極。典型上，共同燒製背側鋁膏及背側銀或銀/鋁膏，雖然循序燒製亦可行。在燒製期間，背側鋁和背側銀或銀/鋁之間的邊界呈現一合金狀態，且亦電連接。鋁電極佔背電極的大部分面積。銀或銀/鋁背電極是形成在部分的背側上方，以作為用於藉由預焊的銅帶或類似物互連太陽能電池的陽極。此外，在燒製期間，印刷成為前側陰極的該前側銀膏蝕刻並穿透該ARC層，從而能夠電接觸該n型層。此類型的方法通常稱為「燒穿」。

【發明內容】

本發明有關於形成PERC矽太陽能電池之導電銀背電極的方法。依此，本發明亦有關於產生包含該導電銀背電極之PERC矽太陽能電池及PERC矽太陽能電池本身之方法。

形成PERC矽太陽能電池之導電銀背電極的該方法，包含下列步驟：

(1)提供在其前側上具有一ARC層及在其背側上具有一穿孔介電質鈍化層之一矽晶圓；

(2)塗敷並乾燥一銀膏以在該矽晶圓的該背側上的該穿孔介

電質鈍化層上形成一銀背電極圖案；

(3)燒製該經乾燥的銀膏，藉此該晶圓到達700至900℃之一峰值溫度，

其中該銀膏沒有或僅有很差的燒穿能力並包含粒狀銀及一有機媒劑。

在說明書及申請專利範圍中使用「銀膏」一詞。其應意指厚膜導電銀組成物，包含粒狀銀作為唯一或主要的導電粒狀金屬。

在說明書及申請專利範圍中使用「銀背電極圖案」一詞。其應意指在PERC矽太陽能電池矽晶圓的背側上之銀背陽極的配置。該配置的特徵在於僅覆蓋晶圓之背表面的部份，亦即，留下裸區域，可以和銀背電極稍微重疊地塗敷用來形成鋁背電極之鋁膏。此稍微的重疊允許藉由於燒製後在鋁及銀間的邊界形成合金而在鋁背電極和銀背電極之間進行電性連結。典型上，銀背電極僅覆蓋背側穿孔鈍化層之小百分比，例如2至5的面積%。銀背電極可配置成，例如，具有多個，典型為兩個，平行且窄(例如，3至6 mm寬)的匯流條之形式或為矩形或突片形以供焊接用於互連太陽能電池之線。

在本說明書與申請專利範圍中，使用「燒穿能力」一詞。其應意指一金屬膏在燒製期間蝕刻並穿透(燒穿)一鈍化或ARC層之能力。換言之，具有燒穿能力之金屬膏為燒穿一鈍化或ARC層而與矽基板的表面進行電接觸者。相應地，具有很差的燒穿能力或甚至沒有燒穿能力的金屬膏，

一旦經過燒製之後，與矽基板沒有進行電性接觸。欲了避免誤解；在此前後文中，「沒有電接觸」一詞不應解釋為絕對的；更確切地，其應意指經燒製的金屬膏和矽表面之間的接觸電阻率超過1 $\Omega \cdot cm^2$，而在電接觸的情況中，經燒製的金屬膏和矽表面之間的接觸電阻率在1至10 $m\Omega \cdot cm^2$之範圍中。

可由傳輸長度法(Transfer Length Method; TLM)來測量接觸電阻率。為此，可使用下列樣品備置及測量之程序：將具有背側鈍化層之矽晶圓以將被測試的銀膏網板印刷在該鈍化層上，該銀膏具有平行100 μm寬及20 μm厚的線且線之間有2.05 mm之間距的圖案，並接著加以燒製，使晶圓到達730℃的峰值溫度。針對樣品備置較佳使用具有和本發明之方法中所使用的相同種類但無穿孔的背側鈍化層之矽晶圓。將經燒製的晶圓雷射切割成8 mm乘以42 mm的長帶，其中平行線不互相碰觸且包括至少6條線。接著這些帶在黑暗中施以20℃之習知TLM測量。使用來自GP Solar之GP 4-Test Pro裝置來進行TLM測量。

【實施方式】

已發現到本發明之方法允許以改善的電性效率來產生PERC矽太陽能電池。經過燒製的銀膏妥善地黏貼至背側穿孔的鈍化層，因而使得本發明之方法所產生的PERC矽太陽能電池能夠具有長耐久性或服務壽命。

並未被理論限制，據信在用於製造銀背電極之本發明的方法中所使用之銀膏在燒製期間不會或不明顯地破壞矽晶

圓的背側上之穿孔介電質鈍化層。

在本發明之方法的步驟(1)中，設置具有一ARC層在其前側上及一穿孔介電質鈍化層在其背側上之一矽晶圓。矽晶圓是單晶或多晶矽晶圓，誠如習知用於產生矽太陽能電池的矽晶圓；其具有一p型區域、一n型區域和一p-n接面。矽晶圓具有一ARC層在其前側上及一穿孔介電質鈍化層在其背側上，這兩層例如為TiO_x、SiO_x、TiO_x/SiO_x、SiN_x或尤其，SiN_x/SiO_x之介電質堆疊。這類矽晶圓已為熟悉此項技術者所熟知；為求簡潔，請參考「先前技術」一節。矽晶圓可已設有習知的前側金屬化物，亦即，如上文在「先前技術」一節中所述般設有前側銀膏。塗敷前側金屬化物可在銀背電極完成之前或之後實行。為了避免誤解，前側銀膏和用來形成銀背電極之銀膏不同；前側銀膏具有燒穿之能力。

在本發明之方法的步驟(2)中，塗敷一銀膏以在矽晶圓的背側上之穿孔介電質鈍化層上形成銀背電極圖案。該銀膏沒有或僅有很差的燒穿能力並包含粒狀銀及有機媒劑。

在本發明之方法的一特定實施例中，銀膏包含選自由下列組成之群組的至少一玻璃熔塊：(i)無鉛玻璃熔塊，具有在550至611℃之範圍中的軟化點溫度且含有11至33 wt%(重量百分比)的SiO_2、>0至7 wt%，尤其5至6 wt%的Al_2O_3及2至10 wt%的B_2O_3以及(ii)含鉛玻璃熔塊，具有在571至636℃的範圍中之軟化點溫度且含有53至57 wt%的PbO、25至29 wt%的SiO_2、2至6 wt%的Al_2O_3及6至9 wt%的

B_2O_3。

在說明書及申請專利範圍中使用「軟化點溫度」一詞。這應意指玻璃轉變溫度，其係由在10 K/min之加熱速率的熱差分析DTA所判斷。

粒狀銀可由銀或具有一或更多其他金屬(例如銅)的銀合金所組成。在銀合金的情況中，銀含量例如為99.7至100 wt%以下。在一實施例中，粒狀銀為銀粉末。銀粉末可未經塗佈或至少部分以一界面活性劑塗佈。該界面活性劑可選自下列，但不受限於此：硬脂酸、軟酯酸、月桂酸、油酸、癸酸、肉豆蔻酸和亞麻油酸與其鹽類(舉例來說，銨、鈉或鉀鹽)。銀粉末呈現出例如0.5至5 μm的平均粒度。依據總銀膏組成物，粒狀銀可以50至92 wt%，或，在一實施例中，65至84 wt%的比例出現在銀膏中。

在本說明書與申請專利範圍中，使用「平均粒度」一詞。這應意指由雷射散射所判斷之平均粒度(均值粒子直徑，d50)。

在本說明書與申請專利範圍中針對平均粒度所作的所有陳述皆是關於存在銀膏中之相關材料的平均粒度。

銀膏中所存在之粒狀銀可伴隨著小量的一或更多其他粒狀金屬或粒狀矽。其他粒狀金屬的實例包括銅粉末、鈀粉末、鎳粉末、鉻粉末及，尤其，鋁粉末。在一實施例中，銀膏無其他粒狀金屬及粒狀矽。在另一實施例中，銀膏的粒狀金屬含量包含95至99 wt%的粒狀銀及1至5 wt%的粒狀鋁。

銀膏包含有機媒劑。多種惰性黏性材料可用作有機媒劑。該有機媒劑可為其中粒狀組分(粒狀銀，隨意存在的其他粒狀金屬、隨意存在的粒狀矽、玻璃熔塊、進一步隨意存在的無機粒狀組分)可以足夠穩定性分散者。該有機媒劑的性質，尤其是流變性質，可致使其提供良好的塗敷性質給該銀膏組成物，這些性質包括：不溶固體的穩定分散、針對塗敷(尤其針對網板印刷)之適當的黏度和觸變性、矽晶圓的背側穿孔鈍化層及膏固體的可濕性、良好的乾燥速率及良好的燒製性質。用在銀膏中的該有機媒劑可為一非水的惰性液體。該有機媒劑可為一有機溶劑或一有機溶劑的混合物；在一實施例中，該有機媒劑可為一或多種有機聚合物在一或多種有機溶劑中的溶液。在一實施例中，針對此目的之聚合物可為乙基纖維素。其他可單獨或結合使用的聚合物之實例包括：乙基羥乙基纖維素、木松香、酚醛樹脂和低級醇的聚(甲基)丙烯酸酯。適當的有機溶劑的實例包括：酯醇與萜烯(例如，α-或β-松脂醇或其與其他溶劑(例如，煤油、鄰苯二甲酸二丁酯、二乙二醇丁基醚、二乙二醇丁基醚醋酸酯、己二醇和高沸點醇)的混合物。此外，可將用於在塗敷銀膏於背側穿孔鈍化層上之後促進迅速硬化的揮發性有機溶劑包括在有機媒劑中。可配製這些和其他溶劑的不同組合，以獲得所需的黏度和揮發性需求。

銀膏中之有機媒劑含量可取決於塗敷膏之方法及所使用之有機媒劑的種類，且其可有所變化。在一實施例中，依

據總銀膏組成物，其可在從20至45 wt%，或者，在一實施例中，其可在22至35 wt%的範圍中。20至45 wt%之數值包括有機溶劑、可能的有機聚合物及可能的有機添加劑。

依據總銀膏組成物，銀膏中之有機溶劑含量可在從5至25 wt%的範圍中，或者，在一實施例中，10至20 wt%的範圍中。

依據總銀膏組成物，有機聚合物可以在0至20 wt%，或者，在一實施例中，5至10 wt%的範圍之比例存在於有機媒劑中。

在本發明之方法的特定實施例中，銀膏包含選自由下列組成之群組的至少一玻璃熔塊：(i)無鉛玻璃熔塊，具有在550至611℃之範圍中的軟化點溫度且含有11至33 wt%的SiO_2、>0至7 wt%，尤其5至6 wt%的Al_2O_3及2至10 wt%的B_2O_3以及(ii)含鉛玻璃熔塊，具有在571至636℃的範圍中之軟化點溫度且含有53至57 wt%的PbO、25至29 wt%的SiO_2、2至6 wt%的Al_2O_3及6至9 wt%的B_2O_3。

在類型(i)的無鉛玻璃熔塊之情況中，SiO_2、Al_2O_3及B_2O_3之重量百分比不加總為100 wt%且缺少的重量百分比尤其是由一或多個的其他氧化物所貢獻，例如鹼金屬氧化物(像是Na_2O)、鹼土金屬氧化物(像是MgO)和金屬氧化物(像是Bi_2O_3、TiO_2及ZnO)。

類型(i)的無鉛玻璃熔塊可含有40至73 wt%，尤其48至73 wt%的Bi_2O_3。Bi_2O_3、SiO_2、Al_2O_3及B_2O_3的重量百分比可或可不加總成100重量百分比。不加總成100重量百分比的

情況中，缺少的重量百分比可尤其係由一或更多其他氧化物所貢獻，例如，鹼金屬氧化物(像是Na_2O)、鹼土金屬氧化物(像是MgO)和金屬氧化物(像是TiO_2及ZnO)。

在類型(ii)的含鉛玻璃熔塊之情況中，PbO、SiO_2、Al_2O_3及B_2O_3之的重量百分比可或可不加總成100重量百分比。不加總成100重量百分比的情況中，缺少的重量百分比可尤其係由一或更多其他氧化物所貢獻，例如，鹼金屬氧化物(像是Na_2O)、鹼土金屬氧化物(像是MgO)和金屬氧化物(像是TiO_2及ZnO)。

在本發明之方法的特定實施例中所使用之銀膏包含類型(i)的無鉛玻璃熔塊及類型(ii)之含鉛玻璃熔塊的情況中，這兩種玻璃熔塊類型之間的比率可為任何或，換言之，在>0至無限的範圍中。一般而言，用於本發明之方法的特定實施例中的銀膏不包含除了選自由類型(i)及(ii)所組成之群組外的玻璃熔塊。

選自由類型(i)及(ii)所組成之群組的一或更多玻璃熔塊充當無機黏結劑。玻璃熔塊之平均粒子尺寸在例如0.5至4 μm的範圍中。在本發明之方法的特定實施例中所使用的銀膏中之選自由類型(i)及(ii)所組成之群組的玻璃熔塊之總含量為例如0.25至8 wt%，或者，在一實施例中，0.8至3.5 wt%。

玻璃熔塊之備置為眾所皆知，且具有例如將尤其具有組分的氧化物形式之玻璃的組分一起熔化，並將此熔化的組成物倒入水中以形成熔塊。如此技藝中眾所週知，可進行

加熱至在例如1050至1250℃的範圍中之峰值溫度，且維持一段時間使得融熔變成完全液態且均質，典型其為0.5至1.5小時。

玻璃可在一球磨機中與水或惰性低黏度、低沸點的有機液體一起碾磨，以縮小該玻璃熔塊的粒度，並獲得具有本質上均勻尺寸的玻璃熔塊。接著，其可在水或該有機液體中沉降以分離細料，並可移除含有該細料的上清流體。亦可使用其他的類析法。

針對背側穿孔鈍化層之經燒製銀膏的黏合，銀膏含有小量的至少一氧化銻為有利的。因此，在一實施例中，在本發明之方法中所使用的銀膏可包含至少一氧化銻。依據總銀膏組成物，該至少一氧化銻可以例如0.05至1.5 wt%之總比例包含在銀膏中，其中至少一氧化銻可以個別的粒狀組分及/或以玻璃熔塊組分的方式存在。適合的氧化銻之實例包括Sb_2O_3及Sb_2O_5，其中Sb_2O_3為較佳的氧化銻。

銀膏可包含一或更多有機添加劑，例如，界面活性劑、增稠劑、流變性調節劑及穩定劑。有機添加劑可為有機媒劑的部份。然而，亦可在備置銀膏時個別地添加有機添加劑。依據總銀膏組成物，有機添加劑可以例如0至10 wt%的總比例存在於銀膏中。

本發明之銀膏為黏性組成物，其可藉由機械式混合粒狀銀及玻璃熔塊與有機媒劑來加以備置。在一實施例中，可使用粉末混合的製造方法，其為一等效於習知輥磨的分散技術；亦可使用輥磨或其他混合技術。

可就這樣地使用該銀膏，或者可藉由例如添加額外的有機溶劑來進行稀釋；因此，該銀膏的所有其他組分之重量百分比可因而減少。

如前述，將銀膏塗敷在晶圓的背側穿孔介電質鈍化層上的銀背電極圖案中。塗敷銀膏至例如5至30 μm的乾燥薄膜厚度。銀膏塗敷之方法可為印刷，例如，聚矽氧墊印刷，或者，在一實施例中，網板印刷。銀膏之塗敷黏度可為20至200 Pa•s，當其係藉由使用Brookfield HBT黏度計及14號轉軸的實用杯在10 rpm的轉軸速度及25℃加以測量時。

在塗敷之後，對銀膏進行1至100分鐘時期的乾燥，其中該矽晶圓達到在100至300℃範圍中的峰值溫度。舉例來說，乾燥可使用帶式、旋轉式或固定式乾燥器，尤其是IR(紅外線)帶式乾燥器來實行。

在本發明之方法的步驟(3)中，燒製乾燥過的銀膏以形成銀背電極。舉例來說，步驟(3)的燒製可執行1至5分鐘的週期，而使該矽晶圓達到位於700至900℃之範圍內的一峰值溫度。燒製可使用例如單區或多區式帶爐，尤其是多區式紅外線帶爐來實行。燒製可在一惰性氣體大氣中或存在氧氣(舉例來說，存在空氣)的環境中發生。在燒製期間，可移除，亦即燃燒及/或碳化(尤其是燃燒)包括非揮發性有機材料的有機物質以及不會在乾燥期間蒸發掉的有機部分。於燒製期間移除的有機物質包括有機溶劑、隨意存在的有機聚合物及隨意存在的有機添加劑。在燒製期間發生另外一方法，亦即玻璃熔塊與粒狀銀之燒結。在燒製期

間，銀膏不燒穿背側穿孔鈍化層，但其與矽基板背表面在鈍化層中之穿孔處進行局部接觸，亦即，鈍化層至少實質存留在經燒製的銀膏與矽基板之間。

該局部接觸為實體接觸且不應與在「先前技術」一節中所述之局部p+接點或局部BSF接點搞混。

可將燒製執行成所謂的和已經塗敷至PERC太能陽矽電池的背側鋁膏及/或前側金屬膏一起的共同燒製。一實施例包括前側銀膏及用於形成鋁背電極之背側鋁膏。

實例

(1)測試樣品之製造：

(i)實例銀膏1及2

實例銀膏1包含85 wt%的銀粉末(d50=2 μm)、14.5 wt%的聚合樹脂和有機溶劑之有機媒劑及0.5 wt%的玻璃熔塊(d50=8 μm)。

實例銀膏2包含81 wt%的銀粉末(d50=2 μm)、17 wt%的聚合樹脂和有機溶劑之有機媒劑及2 wt%的玻璃熔塊(d50=8 μm)。在這兩種情況中，玻璃熔塊組成物為：28 wt% SiO_2、4.7 wt%的Al_2O_3、8.1 wt%的B_2O_3、55.9 wt%的PbO及3.3 wt%的TiO_2；玻璃具有573℃之軟化點溫度。

(ii) TLM樣品之形成

在一p型多晶矽晶圓的背表面上網板印刷平行的實例銀膏線，該矽晶圓之面積為80 cm^2且厚度為160 μm，具有一n型擴散$POCl_3$發射器，並具有一SiN_x ARC在前側上及一無穿孔的100 nm厚之SiO_2/SiN_x的後表面介電質堆疊。以2.05

mm之間距(節距)在100 μm之標稱線寬圖案化銀膏；銀膏之乾燥薄膜厚度為20 μm。

接著在由Despatch所供應之6區域紅外線爐中燒製經印刷的晶圓。使用580 cm/min之帶速，其中區域溫度界定為區域1=500℃、區域2=525℃、區域3=550℃、區域4=600℃、區域5=900℃且最後一區域設定在865℃。使用DataPaq的熱資料記錄器發現峰值溫度到達730℃。

接著雷射劃割經燒製的晶圓並折成8 mm×42 mm的TLM樣品，其中平行的銀金屬化線不互相碰觸。使用由Optek所供應之1064 nm紅外線雷射來執行雷射劃割。

(iii)黏性測試樣品之形成

提供具有243 cm^2的面積及160 μm的厚度之一p型多晶矽晶圓，其具有一n型擴散$POCl_3$發射器，並具有一SiN_xARC在前側上及一無穿孔的SiO_2/SiN_x後表面介電質堆疊。使用1064 nm波長的雷射器來處理在每一情況中之該介電質堆疊以實現多個100 μm直徑的環形開口，具有600 μm之間距(節距)。在雷射剝蝕之後，接著以實例銀膏整個平面式地網板印刷晶圓並接著加以乾燥。該銀膏具有30 μm之乾燥層厚度。

接著在由Despatch所供應之6區域紅外線爐中燒製經印刷及乾燥的晶圓。使用580 cm/min之帶速，其中區域溫度界定為區域1=500℃、區域2=525℃、區域3=550℃、區域4=600℃、區域5=900℃且最後一區域設定在865℃。使用DataPaq的熱資料記錄器發現峰值溫度到達730℃。

(2)測試方法

(i) TLM測量

藉由將TLM樣品放置在由GP Solar提供的用來測量接觸電阻率之GP 4-Test Pro儀器中來測量它們。對黑暗中的樣品在20℃執行測量。該設備之測試探針與TLM樣品的6條相鄰細線銀電極接觸，且記錄接觸電阻率(ρc)。

(ii)經燒製的黏著性

為了測量銀金屬化物的黏著力，使用剝離測試來判斷從經燒製的晶圓之背表面移除的材料量。為此，牢固地塗敷一透明膠帶層(3M Scotch Magic tape等級810)並接著藉由在45度的角度之剝除來予以移除。藉由得出在膠帶上之殘留物的面積與留在晶圓上之材料的面積之比率，可進行黏著性之質量評估。

這兩種實例銀膏呈現出下列結果：

黏著性(無黏著性損失之面積%)=100%，剝離測試之後膠帶上沒有殘留物。

接觸電阻率超過GP 4-Test Pro器材之可測量上限(>364 $\Omega \cdot cm^2$)。

201131799

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：99140863

※ 申請日：99.11.25 ※IPC 分類：H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/042 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

形成鈍化發射器和後方接觸式矽太陽能電池之銀背電極之方法

PROCESS FOR THE FORMATION OF A SILVER BACK ELECTRODE OF A PASSIVATED EMITTER AND REAR CONTACT SILICON SOLAR CELL

二、中文發明摘要：

一種形成PERC矽太陽能電池之導電銀背電極的方法，包含下列步驟：

(1)提供具有一ARC層在其前側上及一穿孔介電質鈍化層在其背側上之一矽晶圓；

(2)塗敷並乾燥一銀膏以在該矽晶圓的該背側上的該穿孔介電質鈍化層上形成一銀背電極圖案；

(3)燒製該經乾燥的銀膏，藉此該晶圓到達700至900℃之一峰值溫度，

其中該銀膏沒有或僅有很差的燒穿能力並包含粒狀銀及一有機媒劑。

三、英文發明摘要：

A process for the formation of an electrically conductive silver back electrode of a PERC silicon solar cell comprising the steps:

(1) providing a silicon wafer having an ARC layer on its front-side and a perforated dielectric passivation layer on its back-side,

(2) applying and drying a silver paste to form a silver back electrode pattern on the perforated dielectric passivation layer on the back-side of the silicon wafer, and

(3) firing the dried silver paste, whereby the wafer reaches a peak temperature of 700 to 900℃,

wherein the silver paste has no or only poor fire-through capability and comprises particulate silver and an organic vehicle.

七、申請專利範圍：

1. 一種形成PERC矽太陽能電池之導電銀背電極的方法，包含下列步驟：

(1) 提供具有一ARC層在其前側上及一穿孔介電質鈍化層在其背側上之一矽晶圓；

(2) 塗敷並乾燥一銀膏以在該矽晶圓的該背側上的該穿孔介電質鈍化層上形成一銀背電極圖案；

(3) 燒製該經乾燥的銀膏，藉此該晶圓到達700至900℃之一峰值溫度，

其中該銀膏沒有或僅有很差的燒穿能力並包含粒狀銀及一有機媒劑。

2. 如請求項1所述之方法，其中該銀膏包含選自由(i)無鉛玻璃熔塊，具有在550至611℃之範圍中的一軟化點溫度且含有11至33 wt%的SiO_2、>0至7 wt%的Al_2O_3及2至10 wt%的B_2O_3以及(ii)含鉛玻璃熔塊，具有在571至636℃的範圍中之一軟化點溫度且含有53至57 wt%的PbO、25至29 wt%的SiO_2、25至29%的Al_2O_3及6至9 wt%的B_2O_3所組成之群組的至少一玻璃熔塊。

3. 如請求項2所述之方法，其中該無鉛玻璃熔塊之一或更多包含40至73 wt%的Bi_2O_3。

4. 如請求項2所述之方法，其中在該銀膏中之選自由種類(i)及(ii)所組成之該群組的玻璃熔塊的總含量為0.25至8 wt%。

5. 如請求項1至4中任一項所述之方法，其中，依據總銀膏

組成物，該粒狀銀以50至92 wt%的比例存在。

6. 如請求項1至4中任一項所述之方法，其中，依據總銀膏組成物，該有機媒劑含量為從20至45 wt%。

7. 如請求項1至4中任一項所述之方法，其中，依據總銀膏組成物，該銀膏包含0.05至1.5 wt%之至少一氧化銻，其中該至少一氧化銻存在(i)為個別粒狀組分、(ii)為玻璃熔塊組分或(iii)為個別粒狀組分及玻璃熔塊組分。

8. 如請求項1至4中任一項所述之方法，其中藉由印刷塗敷該銀膏。

9. 如請求項1至4中任一項所述之方法，其中將燒製執行成和已經塗敷至該矽晶圓的一背側鋁膏及/或前側金屬膏一起的共同燒製以形成一鋁背電極及/或一前側金屬電極。

10. 一種藉由請求項1至9中任一項所述之方法所製造的PERC矽太陽能電池之導電銀背電極。

11. 一種包含如請求項10所述之導電銀背電極之PERC矽太陽能電池。

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：(無)

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

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)