



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I701844 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 11 日

(21) 申請案號：108101581

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 01 月 16 日

(51) Int. Cl. : *H01L31/18 (2006.01)*

(30) 優先權：2018/02/07 德國 102018001057.1

(71) 申請人：德商賀利氏德國有限責任兩合公司 (德國) HERAEUS DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG (DE)

德國

(72) 發明人：趙宏明 ZHAO, HONGMING (CN)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

CN 103238220A

CN 104011874A

EP 2164114A1

US 4166918A

US 7170001B2

US 2009/0266401A1

US 2010/0233840A1

審查人員：陳伯宜

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：0 共 10 頁

(54) 名稱

用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法

(57) 摘要

本發明係關於一種用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法。本發明之目標係提出一種用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法，其中由向陽側之照射對材料所引起之影響被進一步最小化。另外，該方法亦應適用於發射層具有高薄片電阻之矽太陽能電池。此目標如下達成：首先對該矽太陽能電池提供該發射層、該觸點格柵及後端觸點，且將該觸點格柵電連接至電壓源之一極，接著將電連接至該電壓源之另一極之接觸裝置連接至該後端觸點，且利用該電壓源，施加與矽太陽能電池的正向方向反向導向且低於矽太陽能電池的擊穿電壓的電壓，及當施加此電壓時，在該矽太陽能電池之該向陽側上方導引點光源，且藉此照亮該向陽側之分段之一部分，且因此在該分段中感應產生電流，其中與該部分相關之電流具有 200 A/cm² 至 20,000 A/cm² 之電流密度且對該分段作用 10 ns 至 10 ms。

The invention relates to a method for improving the ohmic-contact behaviour between a contact grid and an emitter layer of a silicon solar cell. The object of the invention is to propose a method for improving the ohmic-contact behaviour between a contact grid and an emitter layer of a silicon solar cell, in which the effects on materials caused by irradiation of the sun-facing side are further minimized. In addition, the method should also be applicable to silicon solar cells in which the emitter layer has a high sheet resistance. This object is achieved by first providing the silicon solar cell with the emitter layer, the contact grid and a rear contact, and electrically connecting the contact grid to one pole of a voltage source, then a contacting device that is electrically connected to the other pole of the voltage source is connected to the rear contact, and with the voltage source, a voltage is applied directed contrary to the forward direction of the silicon solar cell that is less than the breakdown voltage of the silicon solar cell and, when applying this voltage, a

point light source is guided over the sun-facing side of the silicon solar cell and thereby a section of a subsection of the sun-facing side is illuminated and thus a current flow is induced in the subsection where the current flow relative to the section has a current density of 200 A/cm^2 to $20,000 \text{ A/cm}^2$ and acts on the subsection for 10 ns to 10 ms.



I701844

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR IMPROVING THE OHMIC-CONTACT

BEHAVIOUR BETWEEN A CONTACT GRID AND AN EMITTER

LAYER OF A SILICON SOLAR CELL

【中文】

本發明係關於一種用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法。本發明之目標係提出一種用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法，其中由向陽側之照射對材料所引起之影響被進一步最小化。另外，該方法亦應適用於發射層具有高薄片電阻之矽太陽能電池。此目標如下達成：首先對該矽太陽能電池提供該發射層、該觸點格柵及後端觸點，且將該觸點格柵電連接至電壓源之一極，接著將電連接至該電壓源之另一極之接觸裝置連接至該後端觸點，且利用該電壓源，施加與矽太陽能電池的正向方向反向導向且低於矽太陽能電池的擊穿電壓的電壓，及當施加此電壓時，在該矽太陽能電池之該向陽側上方導引點光源，且藉此照亮該向陽側之分段之一部分，且因此在該分段中感應產生電流，其中與該部分相關之電流具有 200 A/cm^2 至 $20,000 \text{ A/cm}^2$ 之電流密度且對該分段作用 10 ns 至 10 ms 。

【英文】

The invention relates to a method for improving the ohmic-contact behaviour between a contact grid and an emitter layer of a silicon solar cell. The object of the

invention is to propose a method for improving the ohmic-contact behaviour between a contact grid and an emitter layer of a silicon solar cell, in which the effects on materials caused by irradiation of the sun-facing side are further minimized. In addition, the method should also be applicable to silicon solar cells in which the emitter layer has a high sheet resistance. This object is achieved by first providing the silicon solar cell with the emitter layer, the contact grid and a rear contact, and electrically connecting the contact grid to one pole of a voltage source, then a contacting device that is electrically connected to the other pole of the voltage source is connected to the rear contact, and with the voltage source, a voltage is applied directed contrary to the forward direction of the silicon solar cell that is less than the breakdown voltage of the silicon solar cell and, when applying this voltage, a point light source is guided over the sun-facing side of the silicon solar cell and thereby a section of a subsection of the sun-facing side is illuminated and thus a current flow is induced in the subsection where the current flow relative to the section has a current density of 200 A/cm^2 to $20,000 \text{ A/cm}^2$ and acts on the subsection for 10 ns to 10 ms.

【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR IMPROVING THE OHMIC-CONTACT
BEHAVIOUR BETWEEN A CONTACT GRID AND AN EMITTER
LAYER OF A SILICON SOLAR CELL

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法。

【先前技術】

【0002】 當在晶體太陽能電池中產生觸點時，使用網板印刷技術將呈觸點格柵形式之金屬漿料塗覆至電池正面，該電池正面塗有介電氮化矽。在塗覆之後，金屬漿料在800°C-900°C焙燒至氮化矽中，且因此形成與發射層之電接觸。在金屬漿料之焙燒期間之製程控制對所形成之觸點具有決定性影響，由此錯誤的製程控制會導致矽太陽能電池之金屬漿料與發射層之間的過渡段產生較高接觸電阻。高接觸電阻可隨之導致矽太陽能電池之效率降低。

【0003】 在現有技術內，已知允許太陽能電池之效率穩定或效能增進之方法。舉例而言，DE 10 2011 056 843 A1描述了一種「穩定矽太陽能電池效率」之方法。就此而言，在層壓製程期間，將電流之連續流施加至太陽能電池總成上，這基本上導致硼氧錯合物在矽材料中被分解。

【0004】 US 4 166 918 A提出一種用於增進太陽能電池之效能的方

法，其中太陽能電池經受與其正向方向反向施加之電壓。在此情況下，電流沿太陽能電池內之短路經刺激，從而導致該等短路「燃燒」，從而被消除。

【0005】 此等已知方法對矽太陽能電池之觸點格柵與發射層之間的過渡段無已知影響。

【0006】 為了對發射層產生低電阻電接觸，在發射層中需要低薄膜電阻(小於100 Ω/sq)。然而，這導致短波光轉化為電能的效果很差。介於110-150 Ω/sq 之範圍內之薄片電阻可獲得較好轉化。然而，此處，經由常用的焙燒製程僅可產生觸點格柵與發射層之間的相對高的阻抗轉變。為了解決此問題，已提出選擇性發射體之概念(例如EP 2 583 315 B1)。在這裏，將隨後用金屬漿料印刷之發射層之區域局部摻雜到更高程度從而使得薄片電阻局部降低。然而，這在生產矽太陽能電池之方法中需要昂貴的額外步驟。

【0007】 在電子組件領域，自DD 250 247 A3可知，施加電壓脈衝可以增進對於已經藉助於導電黏合劑接觸之半導體主體的歐姆接觸行為。接觸增進之作用模式並未進一步詳細地描述於該文獻中。用於接觸之導電黏合劑基本上由被聚合物基質圍繞之導電粒子(通常為銀球或銀片)組成。

【0008】 尚未公開的德國專利申請案DE 10 2016 009 560.1提出一種用於增進矽太陽能電池中的觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法。在此情況下，使矽太陽能電池之觸點格柵與觸針基質接觸，且藉助於電壓脈衝在觸針基質與此太陽能電池之後端觸點之間產生電流。在脈衝持續時間介於1 ms與100 ms之間且感應電流介於矽太陽能電池之短路電流的10-30倍之範圍內的情況下，觸點格柵與發射層間之高接觸電阻可降

低，且因此例如可校正在金屬漿料中焙燒時的錯誤製程控制。或者，還描述了一種方法，其中用點光源掃描電偏壓矽太陽能電池，由此在照明分段中產生短路電流密度為矽太陽能電池之短路電流密度之10-30倍的電流。視矽太陽能電池之類型及品質而定，在某些組態中，對矽太陽能電池之向陽側之照射可對材料造成不想要之影響或甚至損害材料。

【發明內容】

【0009】 本發明之目標係研發一種用於增進矽太陽能電池之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法，該方法使得由向陽側的照射對材料所引起之影響進一步最小化。另外，該方法亦應適用於發射層有高薄片電阻之矽太陽能電池。

【0010】 此目標係藉由首先對矽太陽能電池提供發射層、觸點格柵及後端觸點且將觸點格柵電連接至電壓源之一極來達成。該電壓源之另一極電連接至接觸裝置，該接觸裝置置放於該後端觸點上。該電壓源接著施加與該矽太陽能電池之正向方向反向導向且量值低於該矽太陽能電池之擊穿電壓的電壓。當施加此電壓時，接著在該矽太陽能電池之向陽側上方導引點光源，且在該製程中照明該向陽側之分段之一部分。因此，在該分段中感應產生電流，與該部分相關之電流具有 200 A/cm^2 至 $20,000 \text{ A/cm}^2$ 之電流密度且對該分段作用 10 ns 至 10 ms 。

【0011】 利用根據本發明之方法，在焙燒金屬漿料期間之錯誤製程控制得到補償，使得太陽能電池仍然獲得其最佳串聯電阻。另外，利用根據本發明之方法，達成觸點格柵與發射層間之極好歐姆接觸行為，甚至在發射層具有高薄膜電阻之情況下，這意謂可省略形成選擇性發射體所必需之製程步驟。此外，藉由使用根據本發明之方法，可在較低溫度下進行焙

燒製程，因此可在用於製造矽太陽能電池之方法中節省能量。

【0012】 提議該點光源為雷射、發光二極體或閃光燈。

【0013】 在一個實施例中，該點光源在該部分上具有 500 W/cm^2 至 $200,000 \text{ W/cm}^2$ 之功率密度。

【0014】 一個版本設想該點光源發射波長介於 400 nm 至 1500 nm 之範圍內的輻射。

【0015】 在另一實施例中，該部分具有介於 $10^3 \mu\text{m}^2$ 至 $10^4 \mu\text{m}^2$ 之範圍內的面積。

【0016】 提議與該矽太陽能電池之正向方向反向導向的電壓介於 1 V 至 20 V 之範圍內。

【0017】 進一步提議緊靠該矽太陽能電池之向陽側上的觸點格柵之接觸指導引該點光源。

【0018】 在一個版本中，矽太陽能電池具有單面或雙面形式。

【0019】 在另一版本中，矽太陽能電池具有n型或p型摻雜矽基板。

【0020】 一個實施例設想該發射層具有大於 $100 \Omega/\text{sq}$ 之薄片電阻。

【實施方式】

【0021】 下文解釋本發明之實施例。

【0022】 首先，製備晶體矽太陽能電池。其在其向陽側上具有氮化矽抗反射層。矽太陽能電池之發射層設置在此抗反射層下方。在向陽側上，正面金屬化物以觸點格柵的形式印刷，該觸點格柵由接觸指及由市售金屬漿料(例如，銀漿料)製成之收集觸點(匯流排)組成，該正面金屬化物已根據製造商的說明進行固化且焙燒至氮化矽層中。在背陽側上，矽太陽能電池配備有後端觸點。該後端觸點由金屬層組成，該金屬層可經設計成

有或沒有鈍化(PERC概念)。

【0023】 觸點格柵電連接至電壓源之一極。電壓源之另一極連接至接觸裝置，該接觸裝置連接至後端觸點。電壓源接著施加與矽太陽能電池之正向方向反向導向且量值低於矽太陽能電池之擊穿電壓的電壓。當施加該電壓時，在矽太陽能電池之向陽側上方導引點光源。舉例而言，該點光源可為雷射、發光二極體或閃光燈之聚焦光束。然而，本發明不限於此等輻射源。點光源發射波長介於400 nm至1500 nm之範圍內之輻射。藉由此點光源照亮矽太陽能電池之向陽側之分段之一部分，由此在該分段中感應產生電流。與該部分相關之電流具有200 A/cm²至20,000 A/cm²之電流密度且對該分段作用10 ns至10 ms。

【0024】 增進觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為所需的高電流密度可藉由變動經照射電池區域之操作點來達成，而不會造成輻射引起之材料損害。在該部分上之輻射源之輻射密度、接觸時間及施加電壓之間的相互作用中，達成所需電流密度而無需損害材料之照射。在具有大約60 μm之表面直徑的照射部分之情況下，通常在10 V之施加電壓下產生具有50 mA至600 mA之量值的電流，以使得基於照射部分之面積，約200 A/cm²至20,000 A/cm²之電流密度起作用。完全流動之電流尤其由接收射線之相對較小面積之部分保持在較低程度。

【0025】 實質上，當掃描矽太陽能電池之向陽側時，點光源直接移動至接觸指之左側及右側便已足夠。因此，用根據本發明之方法處理一6"電池之處理時間為約1秒。

【0026】 在另一實施例中，將根據本發明之方法應用於矽太陽能電池，其中觸點格柵已在低於金屬漿料製造商所推薦之溫度的溫度下焙燒。

通常，焙燒在大約800°C之溫度下進行。若金屬漿料在例如僅700°C之溫度下焙燒，則矽太陽能電池在觸點格柵與發射層之間的過渡段具有高接觸電阻。此類型之矽太陽能電池亦展現根據本發明之方法對觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的增進。若將根據本發明之方法與在較低溫度下進行之焙燒製程組合，則在節省能量的同時，可在觸點格柵與發射層之間的過渡段獲得相同的接觸電阻。

【0027】 根據本發明之方法適用於單面太陽能電池及雙面矽太陽能電池兩者。對於後者，單側處理足以使兩側上之接觸最優化。

【0028】 在另一實施例中，將該處理應用於其中未選擇性地形成發射層且因此在整個表面上具有高薄片電阻(超過100 Ω/sq)之矽太陽能電池。如上文所描述，此等矽太陽能電池亦用金屬漿料印刷且隨後經受焙燒製程，其中該焙燒製程亦可根據製造商之指示或在較低溫度下進行。在焙燒製程之後，矽太陽能電池在觸點格柵與發射層之間的過渡段僅具有相對較高值的接觸電阻。在應用根據本發明之方法之情況下，接觸電阻藉由在該部分上之輻射源之輻射密度、接觸時間及施加電壓之相互作用在此等矽太陽能電池中被同樣地降低，且降低矽太陽能電池之最佳操作所必要的值。因此，選擇性發射體並非必需的，因此可省略用於生產其之高成本步驟。

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於增進矽太陽能電池中之觸點格柵與發射層間之歐姆接觸行為的方法，其特徵在於首先對該矽太陽能電池提供該發射層、該觸點格柵及後端觸點，且將該觸點格柵電連接至電壓源之一極，接著將電連接至該電壓源之另一極之接觸裝置連接至該後端觸點，且利用該電壓源，施加與該矽太陽能電池的正向方向反向導向且低於該矽太陽能電池的擊穿電壓的電壓，及當施加此電壓時，在該矽太陽能電池之該向陽側上方導引點光源，且藉此照亮該向陽側之分段之一部分，且因此在該分段中感應產生電流，其中與該部分相關之電流具有 200 A/cm^2 至 $20,000 \text{ A/cm}^2$ 之電流密度且對該分段作用 10 ns 至 10 ms 。

【第2項】

如請求項1之方法，其中該點光源為雷射、發光二極體或閃光燈。

【第3項】

如請求項1之方法，其中該點光源在該部分上展現 500 W/cm^2 至 $200,000 \text{ W/cm}^2$ 之功率密度。

【第4項】

如請求項1之方法，其中該點光源發射波長介於 400 nm 至 1500 nm 之範圍內的輻射。

【第5項】

如請求項1之方法，其中該部分具有介於 $10^3 \text{ }\mu\text{m}^2$ 至 $10^4 \text{ }\mu\text{m}^2$ 之範圍內的面積。

【第6項】

如請求項1之方法，其中針對該矽太陽能電池之正向方向導向的該電壓介於1 V至20 V之範圍內。

【第7項】

如請求項1之方法，其中
緊靠該矽太陽能電池之該向陽側上的該觸點格柵之接觸指導引該點光源。

【第8項】

如請求項1之方法，其中該矽太陽能電池為單面或雙面。

【第9項】

如請求項1之方法，其中該矽太陽能電池包含n型或p型摻雜矽基板。

【第10項】

如請求項1之方法，其中該發射層具有大於100 Ω/sq 之薄片電阻。