



(21)申請案號：102131821

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 04 日

(51)Int. Cl. : H01B1/22 (2006.01)

H01L31/0224(2006.01)

(71)申請人：友晁能源材料股份有限公司(中華民國)TERASOLAR ENERGY MATERIALS CORP. LTD. (TW)

苗栗縣竹南鎮科研路 50 之 6 號 3 樓

(72)發明人：鄭丞良 CHENG, CHENG LIANG (TW)；陳龍賓 CHEN, LUNG PIN (TW)；王品勝 WANG, PIN SHENG (TW)；吳邦豪 WU, BANG HAO (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

(56)參考文獻：

CN 101047213A

CN 102254584A

CN 102592704A

審查人員：李明達

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：6 共 36 頁

(54)名稱

矽晶太陽能電池用的鋁漿以及矽晶太陽能電池的製作方法

ALUMINUM PASTE FOR SILICON SOLAR CELL AND METHOD FOR MANUFACTURING SILICON SOLAR CELL

(57)摘要

本發明提出一種矽晶太陽能電池用的鋁漿以及矽晶太陽能電池的製作方法。所述的矽晶太陽能電池用的鋁漿包含鋁粉、玻璃粉、有機載體以及有機含矽添加劑，其中所述有機含矽添加劑具有至少一矽烷醇官能基。

An aluminum paste for silicon solar cell and a method for manufacturing silicon solar cell is provided by this invention. The aluminum paste for silicon solar cell contains an aluminum powder, a glass powder, an organic vehicle and an organic silicon-containing additive, wherein the organic silicon-containing additive has at least one silanol group.

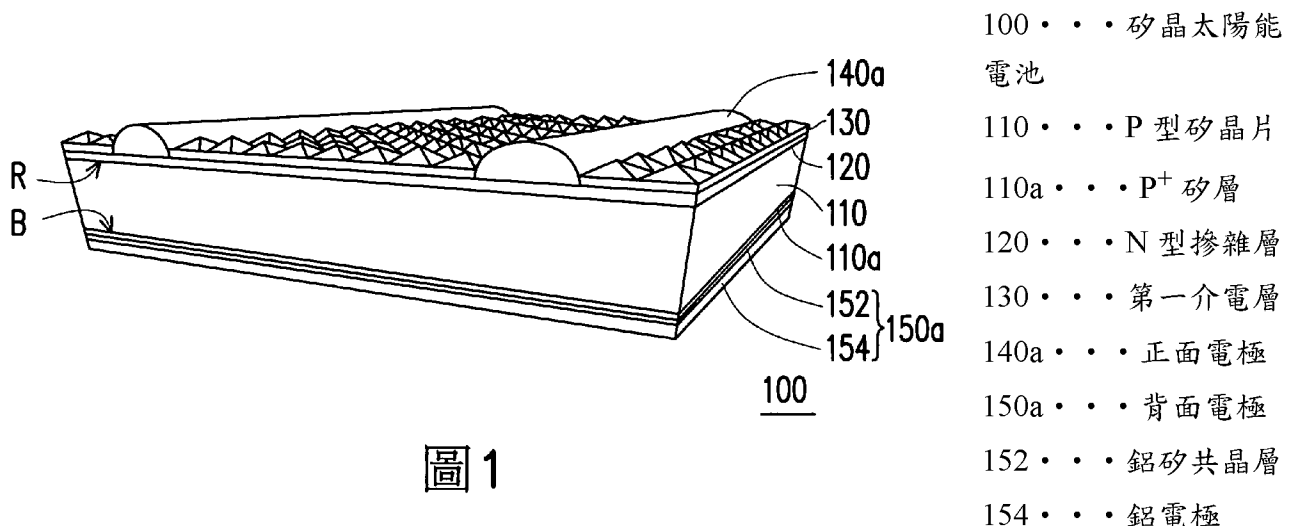


圖 1

I494950

TW I494950 B

B . . . 背面

R . . . 受光面

公告本

發明摘要

※ 申請案號：102131821

※ 申請日：102. 9. 04

※IPC 分類：

H01B1/52 (2005.01)

H01L31/024 (2005.01)

【發明名稱】

矽晶太陽能電池用的鋁漿以及矽晶太陽能電池的製作方法

ALUMINUM PASTE FOR SILICON SOLAR CELL AND METHOD
FOR MANUFACTURING SILICON SOLAR CELL

【中文】

本發明提出一種矽晶太陽能電池用的鋁漿以及矽晶太陽能電池的製作方法。所述的矽晶太陽能電池用的鋁漿包含鋁粉、玻璃粉、有機載體以及有機含矽添加劑，其中所述有機含矽添加劑具有至少一矽烷醇官能基。

【英文】

An aluminum paste for silicon solar cell and a method for manufacturing silicon solar cell is provided by this invention. The aluminum paste for silicon solar cell contains an aluminum powder, a glass powder, an organic vehicle and an organic silicon-containing additive, wherein the organic silicon-containing additive has at least one silanol group.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100：矽晶太陽能電池

110：P 型矽晶片

110a：P⁺矽層

120：N 型摻雜層

130：第一介電層

140a：正面電極

150a：背面電極

152：鋁矽共晶層

154：鋁電極

B：背面

R：受光面

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

矽晶太陽能電池用的鋁漿以及矽晶太陽能電池的製作方法

ALUMINUM PASTE FOR SILICON SOLAR CELL AND METHOD
FOR MANUFACTURING SILICON SOLAR CELL

【技術領域】

● 【0001】 本發明是有關於一種鋁漿，且特別是有關於一種矽晶太陽能電池用的鋁漿。

【先前技術】

● 【0002】 太陽能電池是一種能量轉換的光電元件 (photovoltaic device)。典型的太陽能電池基本的結構可分為基板、P-N 二極體、抗反射層以及金屬電極四個主要部分。簡單來說，太陽能電池的工作原理是 P-N 二極體將太陽光能轉換成電子電洞對，再經正、負電極傳導出電能。

● 【0003】 在習知技術中，提出一種具有高效率的鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池(passivated emitter and rear contact solar cell, PERC)，其主要是在基板背面形成鈍化層，且經圖案化之區域形成鋁矽共晶(Al/Si alloy)。然而，鋁矽共晶中卻存在不易填滿而造成孔洞問題。具體而言，太陽能電池的轉換效率(η)為開路電壓(open circuit voltage, Voc)、短路電流(short circuit current, Isc)以及填充

因子(fill factor, FF)之乘積，並且填充因子與孔洞填充率呈現正相關。若鋁矽共晶中存在孔洞，則孔洞填充率較低，將使太陽能電池的轉換效率降低。

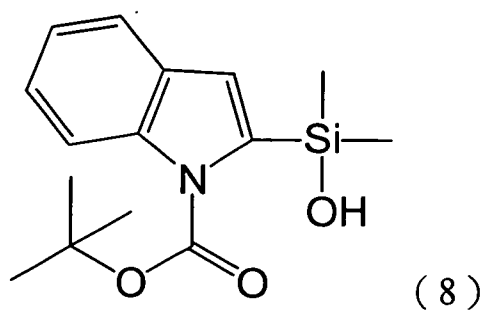
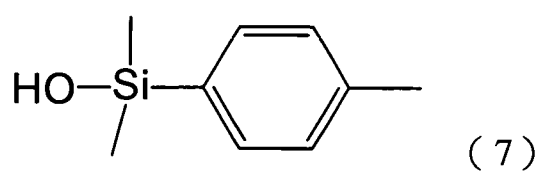
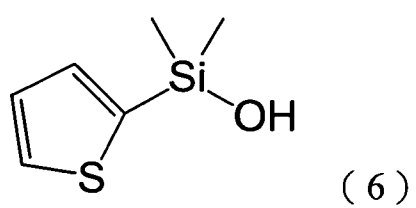
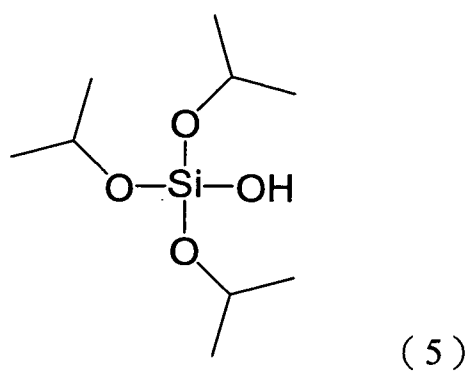
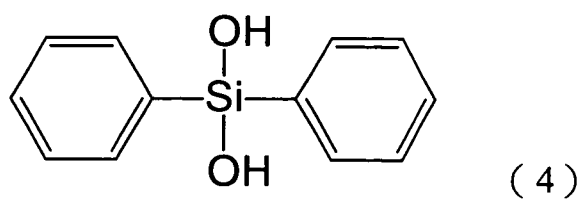
【0004】 此外，太陽能電池隨著技術的發展而有薄形化的趨勢。但在薄形化的過程中，導電電極的製造常因其會造成電池翹曲，而影響電池及電池模組的製造良率。一般應用傳統網版印刷製程製造電極時，會使用高溫共燒 (co-firing) 製程，將導電漿燒製成固化的電極。然而，在共燒後的冷卻過程中，由於矽基材與電極熱膨脹係數的差異，會使電池發生翹曲 (warpage)。翹曲量超過 2mm 的太陽能電池容易於後續封裝製程中破裂，影響生產良率。

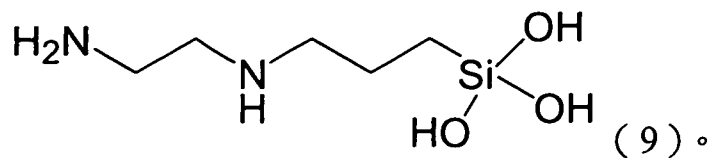
【發明內容】

【0005】 本發明提供一種矽晶太陽能電池用的鋁漿，其可以有效提高鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池之鋁矽共晶的孔洞填充率，並可降低薄化矽晶太陽能電池的翹曲。

【0006】 本發明提供一種鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的製作方法，藉此所形成之矽晶太陽能電池中的鋁矽共晶結構的孔洞填充率可以有效被提高，並且可減輕燒結後矽晶太陽能電池翹曲的問題。

【0007】 本發明提出一種矽晶太陽能電池用的鋁漿，其包含鋁粉、玻璃粉、有機載體 (organic vehicle) 以及有機含矽添加劑 (organic silicon-containing additive)，其中有機含矽添加劑具有至少一矽烷





【0010】 在本發明的一實施例中，上述的有機含矽添加劑的添加量為 0.001%~40%。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的玻璃粉為無鉛材料，且包含氧化鈹。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的玻璃粉為有鉛材料，且包含氧化鉛。

【0013】 本發明另提出一種鈍化發射極背電極(PERC)矽晶太陽能電池的製作方法，其包含下列步驟。於 P 型矽晶片的受光面進行 N 型摻雜，以於受光面上形成 N 型摻雜層；於受光面的 N 型摻雜層上形成第一介電層；於 P 型矽晶片的背面形成第二介電層；圖案化背面上的第二介電層，以暴露出 P 型矽晶片的背面；於受光面上形成第一電極組成物；於第二介電層以及 P 型矽晶片的背面上形成第二電極組成物與第三電極組成物，其中第二電極組成物包含鋁粉、玻璃粉、有機載體以及有機含矽添加劑，且有機含矽添加劑包括至少一矽烷醇官能基；以及進行高溫共燒製程，以使受光面上的第一電極組成物形成正面電極，並使背面的第二電極組成物與第三電極組成物形成背面電極。

【0014】 在本發明的一實施例中，上述的鈍化發射極背電極(PERC)矽晶太陽能電池的製作方法中的第一電極組成物與第三電極組成

物為銀漿。

【0015】 在本發明的一實施例中，在上述的鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的製作方法中進行高溫共燒製程後所形成的背面電極包括銀電極、鋁電極、鋁矽共晶層以及 P⁺矽層，其中鋁矽共晶層位於 P⁺矽層與鋁電極之間，且背面的銀電極與鋁電極電性連接。

【0016】 基於上述，藉由在鋁漿中添加具有至少一矽烷醇官能基的有機含矽添加劑，利用矽烷醇官能基可以使有機含矽添加劑充分地發揮作為密著劑的功能，並可抑制有機含矽添加劑在矽晶太陽能電池製程中與有機載體過度反應，而導致黏度升高等不穩定現象，因此本發明的矽晶太陽能電池用鋁漿可以有效提高鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池之鋁矽共晶的孔洞填充率。此外，本發明的矽晶太陽能電池用鋁漿可以有效降低熱膨脹係數，從而減輕高溫燒結後矽晶太陽能電池翹曲的問題。

【0017】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖 1 是依照本發明的一實施例的一種傳統矽晶太陽能電池的結構剖面示意圖。

圖 2A 與圖 2B 是分別依照本發明的一實施例的一種鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池在不同位置處的結構示意圖。

圖 3 是依照本發明的一實施例的一種鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的背面上視圖。

圖 4 是沿著圖 3 中的 A-A'剖面的示意圖。

圖 5 是沿著圖 3 中的 B-B'剖面的示意圖。

圖 6A 至圖 6C 是依照本發明的一實施例的一種鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的製作方法的示意圖。

● 【實施方式】

【0019】 在本發明的下述實施例中，是將本發明之鋁漿應用於傳統矽晶太陽能電池為例來進行說明，然而本發明的應用並不限定於此，本發明之鋁漿亦可以用於不同型態的太陽能電池(例如：鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池)中。當然，本發明之鋁漿除了可使用在太陽能電池外，亦可應用於各式元件中，本發明於此不做特別之限定。

● 【0020】 本發明的鋁漿可應用於各種型態的矽晶太陽能電池中。舉例來說，圖 1 是一種傳統矽晶太陽能電池(鋁背面電場 (Al-BSF(back surface field)) 太陽能電池)，利用本發明之鋁漿來形成所述結構中的電極可降低薄化矽晶太陽能電池的翹曲。下文詳述所述矽晶太陽能電池的各部結構以及鋁漿的組成。

【0021】 圖 1 是依照本發明的一實施例的一種傳統矽晶太陽能電池的立體示意圖。請參照圖 1，本實施例之傳統矽晶太陽能電池 100 包含矽晶片 110、N 型摻雜層 120、第一介電層 130 以及正面

電極 140a 以及背面電極 150a，其中矽晶片 110 例如是 P 型矽晶片 110。詳言之，P 型矽晶片 110 具有彼此相對的受光面 R 及背面 B，在受光面 R（以下亦稱為正面）上自 P 型矽晶片 110 起依序包含 N 型摻雜層 120、第一介電層 130 與正面電極 140a，而背面電極 150a 位於在背面 B 上。

【0022】 在本實施例中，背面電極 150a 包括鋁矽共晶層 152 以及鋁電極 154，且第二電極組成物 250 在經燒結製程後可進一步形成背面電極 150a 以及於背面電極 150a 與矽晶片 110 之間形成 P⁺矽層 110a，以增加載子的收集，提高轉換效率。此外，如圖 1 所示，兩條正面電極 140a 互相地平行，且設置於 N 型摻雜層 120 上。

【0023】 如圖 1 所示，在本實施例的結構中，P 型矽晶片 110 的受光面 R 上具有例如粗糙表面、金字塔型(pyramid texturing)或倒金字塔型(inverted-pyramid texturing)的結構，以降低太陽光或光線進入矽晶太陽能電池 100 時的反射率，可增加太陽光的利用率。N 型摻雜層 120 可藉由在 P 型矽晶片 110 中摻雜 V 族元素(例如：磷(P)、砷(As))來形成。第一介電層 130 可以是 SiO₂、Si_xN_y、Si_xN_yH_z、Si_xO_yN_z、SiC 或其組合的單層或多層結構。

【0024】 值得注意的是，背面電極 150a 與 P⁺矽層 110a 是利用本發明之鋁漿經高溫共燒製程所形成的，藉此可使轉換效率更加提升。以下進一步說明本發明之鋁漿。

<鋁漿>

【0025】 具體而言，矽晶太陽能電池 100 用的鋁漿包含鋁粉、玻璃粉、有機載體以及有機含矽添加劑，其中有機含矽添加劑具有至少一矽烷醇官能基。將各個成份分別詳述於下。

[1] 鋁粉

【0026】 鋁漿中之鋁粉的材質選自鋁，其可為單一金屬所構成之鋁粒子的集合，或是使鋁與其他元素(如鎳、鋅、鎂、矽…等)形成鋁合金後所構成之鋁合金粒子的集合，或是更進一步與其他金屬粒子相組合，本發明並不以此為限。對鋁漿燒結後，鋁粒子彼此相接以構成電極中主要傳輸電能的部分。一般金屬粒子粒徑大小為 0.1~20um。

[2] 玻璃粉

【0027】 鋁漿中之玻璃粉包括含鉛、含鉍或其組合之無機玻璃材料。具體而言，上述的玻璃粉可以是包括含有硼(B)、鋁(Al)、Ga(鎵)、In(銻)及 Tl(鉍)中的至少其中之一的無機玻璃，也可以是包括含有 N(氮)、P(磷)、As(砷)、Sb(銻)及 Bi(鉍)中的至少其中之一的無機玻璃。在本實施例中，玻璃粉可為不含鉛的無鉛材料，其材質例如是氧化鉍。當然，玻璃粉也可是含鉛的有鉛材料，其材質例如是氧化鉛。玻璃粉會在高溫燒結的過程中軟化，提供電極中的鋁與矽晶片的矽維持良好的附著力。

[3] 有機載體

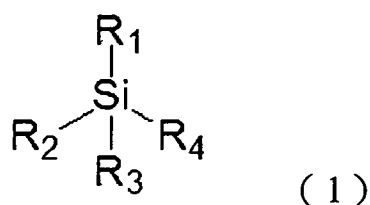
【0028】 鋁漿中之有機載體可以包括溶劑、黏著劑 (binder) 或有機添加劑，其中有機添加劑例如是搖變助劑 (觸變劑)、增稠劑、

抗沉降劑等。有機載體之作用在於可以均勻混合鋁粉、玻璃粉、以及有機含矽添加劑。此外，有機載體可幫助網版印刷（screen printing）較為順利地進行，並且有機載體可在燒結後揮發或燒除。換言之，有機載體可在常溫下作為鋁漿中各成份的黏著劑，並在高溫燒結後被移除。

[4] 有機含矽添加劑

【0029】 本發明的有機含矽添加劑與一般無機矽的添加劑不同，使用有機含矽添加劑相較於無機矽添加劑具有可進一步增加鋁、矽之間密著性的效果。另外，本發明的有機含矽添加劑具有至少一矽烷醇官能基，而與一般的矽氧烷（siloxane）或未經水解的矽烷（silane）或其衍生物並不同。具有至少一矽烷醇官能的有機含矽添加劑相較於未經水解的矽烷（silane）具有可防止鋁漿在後續矽晶太陽能電池製程中黏度升高導致網印性不佳等問題。

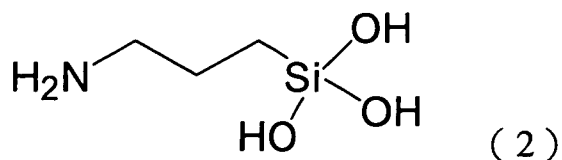
【0030】 具體而言，本發明的有機含矽添加劑的結構式是以式（1）表示：



式（1）中， R_1 、 R_2 、 R_3 中的至少一者表示羥基， R_4 表示特定取代基團，例如噻吩(thiophene)、乙烯基(vinyl)、苯基(phenyl)、異丙氧基(isopropoxy)、甲苯基(tolyl)、第三級丁基引朵羧酸酯(tert-butyl-indole-1-carboxylate)、丙基胺(propyl amine)或 N-(2-胺

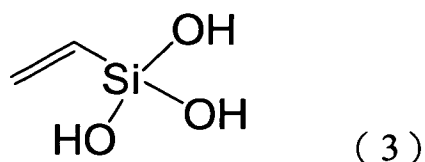
乙基)-3-胺丙基(N-(2-aminoethyl)-3-aminopropyl)。具體而言，有機含矽添加劑可以是選自式(2)至式(9)中的至少一種：

【0031】 以式(2)表示的有機含矽添加劑：



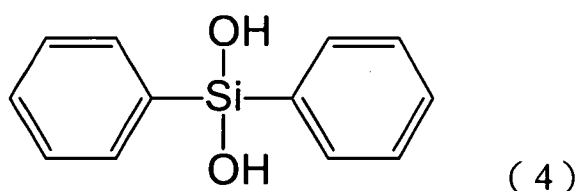
式(2)中， R_1 、 R_2 以及 R_3 均表示羥基， R_4 表示丙基胺(propyl amine)。換言之，以式(2)表示的有機含矽添加劑中具有三個矽烷醇官能基。

【0032】 以式(3)表示的有機含矽添加劑：



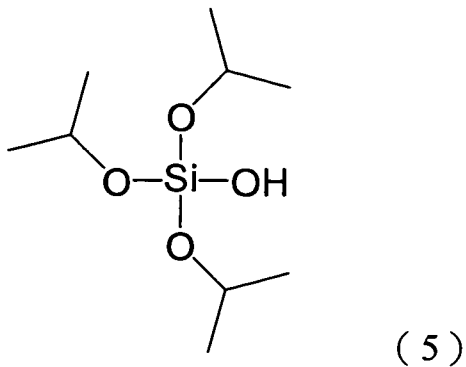
式(3)中， R_1 、 R_2 以及 R_3 表示羥基， R_4 表示乙烯基(vinyl)。換言之，以式(3)表示的有機含矽添加劑中具有三個矽烷醇官能基。

【0033】 以式(4)表示的有機含矽添加劑：



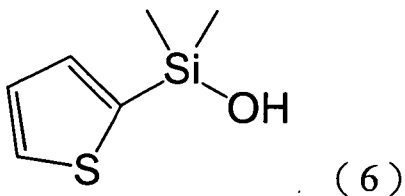
式(4)中， R_1 以及 R_2 表示羥基， R_3 、 R_4 表示苯基(phenyl)。換言之，以式(4)表示的有機含矽添加劑中具有二個矽烷醇官能基。

【0034】 以式(5)表示的有機含矽添加劑：



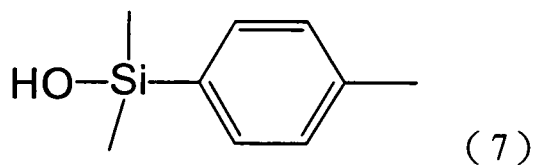
式(5)中， R_1 表示羥基， R_2 、 R_3 、 R_4 表示異丙氧基(isopropoxy)。換言之，以式(5)表示的有機含矽添加劑中具有一個矽烷醇官能基。

【0035】 以式(6)表示的有機含矽添加劑：



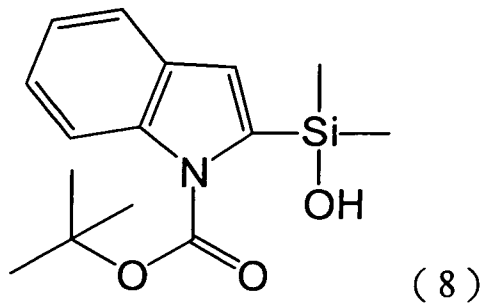
式(6)中， R_1 表示羥基， R_2 、 R_3 表示甲基， R_4 表示噻吩(thiophene)。換言之，以式(6)表示的有機含矽添加劑中具有一個矽烷醇官能基。

【0036】 以式(7)表示的有機含矽添加劑：



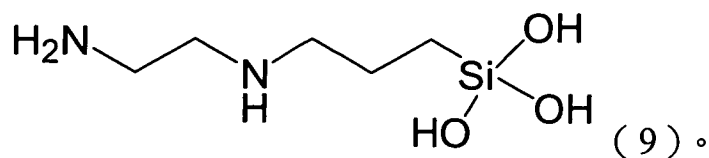
式(7)中， R_1 表示羥基， R_2 、 R_3 表示甲基， R_4 表示甲苯基(tolyl)。換言之，以式(7)表示的有機含矽添加劑中具有一個矽烷醇官能基。

【0037】 以式(8)表示的有機含矽添加劑：



式(8)中， R_1 表示羥基， R_2 、 R_3 表示甲基， R_4 表示第三級丁基引朵羧酸酯(*tert*-butyl-indole-1-carboxylate)。換言之，以式(8)表示的有機含矽添加劑中具有一個矽烷醇官能基。

【0038】 以式(9)表示的有機含矽添加劑：



式(9)中， R_1 、 R_2 以及 R_3 表示羥基， R_4 表示 N-(2-胺乙基)-3-胺丙基(N-(2-aminoethyl)-3-aminopropyl)。換言之，以式(9)表示的有機含矽添加劑中具有三個矽烷醇官能基。

【0039】 在本實施例之鋁漿的組成物中，以鋁漿中的組成的總量為 100% 的基準，有機含矽添加劑在鋁漿中的添加量為 0.001%~40%。

【0040】 值得說明的是，藉由在鋁漿中添加具有至少一矽烷醇官能基的有機含矽添加劑，可以將有機含矽添加劑與鋁粉、玻璃粉以及有機載體充分地且均勻地混合，藉此充分地發揮作為密著劑的功能。此外，有機含矽添加劑乃在添加入鋁漿前已預先經水解，以產生具有至少一矽烷醇官能基。藉由使有機含矽添加劑具有至少一矽烷醇官能基，可抑制有機含矽添加劑在矽晶太陽能電池製

程中與有機載體過度反應，而導致黏度升高等不穩定現象。具體而言，若使用未經水解的具有甲氧基或乙氧基的矽氧烷或矽烷來做為有機含矽添加劑，則會使未經水解的有機含矽添加劑與例如是乙基纖維素(ethyl cellulose)的有機載體過度地聚合，導致鋁漿黏度增加與不穩定的情形。因此，本發明之鋁漿中因使用了具有至少一矽烷醇官能基的有機含矽添加劑，因此可以避免上述黏度上升的問題。

【0041】 基於上述，本發明的矽晶太陽能電池用鋁漿可以有效增加電極與基板附著力與降低熱膨脹係數，從而減輕高溫燒結後矽晶太陽能電池翹曲的問題。

【0042】 當然，本發明的鋁漿不僅可應用於如前述圖 1 的傳統矽晶太陽能電池 100，也可將其應用於圖 2A 與圖 2B 所示之鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池 200(以下稱為矽晶太陽能電池 200)，本發明並不以此為限。

【0043】 圖 2A 與圖 2B 是分別依照本發明的一實施例的一種鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池在不同位置處的的結構示意圖，其中圖 2A 是沿著正面電極之匯流電極 (bus bar) 的剖面示意圖，而圖 2B 是未通過匯流電極的剖面示意圖。圖 3 為圖 2A 與圖 2B 之矽晶太陽能電池背面的俯視圖。請參照圖 2A、圖 2B 以及圖 3。矽晶太陽能電池 200 的構成與傳統矽晶太陽能電池 100 類似。詳言之，在受光面 R (以下亦稱為正面) 上自 P 型矽晶片 210 起依序包含 N 型摻雜層 220、第一介電層 230 與正面電極 240a，而在背

面 B 上自 P 型矽晶片 210 起依序包含圖案化第二介電層 260a、背面電極 250a 與 P⁺矽層 210a。其中背面電極 250a 包括鋁矽共晶層 252、鋁電極 254 以及銀電極 256，而圖 2B 的背面電極 250a 僅有鋁矽共晶層 252 以及鋁電極 254。

【0044】 具體而言，如圖 2A 及圖 2B 所示，P 型矽晶片 210 的背面 B 包括背面電極 250a 以及位於 P 型矽晶片 210 與背面電極 250a 之間的圖案化第二介電層 260a。如圖 2A 與圖 2B 所示，圖案化第二介電層 260a 具有開口 Op，背面電極 250a 的一部份在圖案化第二介電層 260a 的開口 Op 內與 P 型矽晶片 210 形成鋁矽共晶層 252 以與 P 型矽晶片 210 連接，並且於鋁矽共晶層 252 與 P 型矽晶片 210 之間形成 P⁺矽層 210a。

【0045】 銀電極 256 與鋁電極 254 的相對位置關係如圖 3 所示，在本實施例中，銀電極 256 與一部分的鋁電極 254 電性連接。銀電極 256 被形成為多條線段 L。

【0046】 值得注意的是，銀電極 256 所構成的線段 L 之間具有一定間距，藉此避免在高溫共燒後的冷卻過程中，由於矽基板與電極熱膨脹係數的差異而使電池發生翹曲。

【0047】 以下將詳細說明有關於矽晶太陽能電池 200 的剖面結構。

【0048】 更詳細而言，請參照圖 4 及圖 5，圖 4 是沿著圖 3 中的 A-A'剖面的示意圖。圖 5 是沿著圖 3 中的 B-B'剖面的示意圖。

【0049】 在矽晶太陽能電池 200 的受光面 R 上，經高溫燒結後的正面電極 240a 會因燒結而穿過第一介電層 230(以虛線表示)與 N

型摻雜層 220 接觸。

【0050】 鋁電極 254 覆蓋在圖案化第二介電層 260a 上覆蓋有銀電極 256 以外的其他部份。具體而言，鋁電極 254 覆蓋在圖案化第二介電層 260a 暴露出的部份，並且鄰接於鋁矽共晶層 252。

【0051】 鋁矽共晶層 252 位於 P⁺矽層 210a 與鋁電極 254 之間，並且鋁矽共晶層 252 與鋁電極 254 一同沿著對應於圖案化第二介電層 260a 的暴露部分的位置來分佈。

【0052】 特別的是，鋁電極 254、鋁矽共晶層 252 以及 P⁺矽層 210a 皆是由本發明之第二電極組成物 250 經由高溫燒結後所形成。

<太陽能電池的製作方法>

【0053】 圖 6A 至圖 6C 是依照本發明的上述實施例的一種矽晶太陽能電池 200 的製作方法的示意圖。請參照圖 6A，首先，提供一 P 型矽晶片 210，其中 P 型矽晶片 210 例如是硼摻雜或銻摻雜的晶片。接著，以例如熱擴散(thermal diffusion)或離子植入法(ion implantation)於 P 型矽晶片 210 的受光面 R 進行摻雜(例如磷摻雜或砷摻雜)，藉此於受光面 R 上形成 N 型摻雜層 220。

【0054】 然後，於受光面 R 的 N 型摻雜層 220 上形成第一介電層 230，並於 P 型矽晶片 210 相對於受光面 R 的背面 B 上形成第二介電層 260。具體而言，第一介電層 230 可以是 SiO₂、Si_xN_y、Si_xN_yH_z、Si_xO_yN_z、SiC 或其組合的單層或多層結構，而第二介電層 260 可以是 Al_xO_y、SiO₂、Si_xN_y、Si_xN_yH_z、Si_xO_yN_z、SiC 組合的單層或

多層結構。此外，用來形成第一介電層 230 以及第二介電層 260 的方法例如是化學氣相沉積法(Cheical Vapor Deposition, CVD)或電漿增強式化學氣相沉積法(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD)或高溫氧化法(Thermal oxidation)或原子層沉積法 (Atomic Layer Deposition, ALD)。

● 【0055】 接下來，請參照圖 6B，對第二介電層 260 進行圖案化步驟，以暴露出 P 型矽晶片 210 的背面 B 來形成圖案化第二介電層 260a。圖案化步驟可藉由黃光顯影蝕刻 (photolithography)、直接使用蝕刻膠 (etching paste) 或以雷射蝕刻 (laser etch) 等移除方法來形成。

● 【0056】 然後，請參照圖 6C，於 P 型矽晶片 210 的受光面 R 上形成第一電極組成物 240，舉例而言，例如是網印一第一電極組成物 240，其中第一電極組成物 240 例如是銀漿，當然亦可以使用上述本發明之鋁漿或將鋁漿與銀漿組合來製作正面電極，本發明並不以此為限。

● 【0057】 接著，於圖案化第二介電層 260a 以及 P 型矽晶片 210 的背面 B 上形成第二電極組成物 250 與第三電極組成物 270，特別的是，第二電極組成物 250 使用了本發明之上述的鋁漿，藉此可以提供轉換效率並降低薄化矽晶太陽能電池翹曲的現象。此外，第三電極組成物 270 例如是藉由網印方式來形成銀漿。

● 【0058】 具體而言，將上述的第二電極組成物 250 以及第三電極組成物 270 網印於圖案化第二介電層 260a 以及 P 型矽晶片 210 的

背面 B，藉此第二電極組成物 250 可覆蓋在圖案化第二介電層 260a 以及 P 型矽晶片 210 的暴露部分。

【0059】 再接著，對已形成有第一電極組成物 240、第二電極組成物 250 以及第三電極組成物 270 的上述結構進行高溫共燒製程，形成正面電極 240a、背面電極 250a 與 P⁺矽層 210a，構成前述圖 2-5 所示的矽晶太陽能電池 200 的整體結構。值得注意的是，高溫製程的最高溫度例如是大於 600°C，藉此，第一電極組成物 240 經高溫燒結後形成正面電極 240a，並且正面電極 240a 因高溫燒結而穿越第一介電層 230(以虛線表示)與 N 型摻雜層 220 接觸。此外，由於鋁-矽共晶溫度 (eutectic temperature) 約為 577°C，因此在 P 型矽晶片 210 與鋁電極 254 之間會形成一層鋁矽共晶層 252。此外，III 族元素的鋁很容易擴散進入 IV 族元素的矽。因此，在高溫燒結後冷卻至室溫過程中，在 P 型矽晶片 210 的背面 B 可以產生一層 P⁺矽層 210a(如圖 4 所示)，此 P⁺矽層 210a 可與 P 型矽晶片 210 形成高低濃度差 P⁺-P 接面 (junction)，而產生局部背面電場 (local back surface field, LBSF)，增加 P 型矽晶片 210 內載子的收集，減少了載子在背表面再結合的機會，提升矽晶太陽能電池 200 的轉換效率。並且，由於第二電極組成物 250 之鋁漿中含有具有至少一矽烷醇官能基的有機含矽添加劑，因此可以使鋁矽共晶的孔洞填充率維持高水準，有效提升轉換效率，並避免翹曲等問題。

<太陽能電池評價方式>

[效率與填充因子]

【0060】 使用太陽電池效率量測機台，針對不同實施例之矽晶太陽能電池進行電池效率與填充因子量測。太陽電池效率量測機台為 endeaas 所製造之 QuickSun-120CA 型太陽電池效率量測機。

[翹曲量]

【0061】 將燒結後不同實施例的矽晶太陽電池，以受光面朝上方式放置於平台上，然後使用不同厚度之厚薄規，量測矽晶太陽電池邊緣中間翹曲最高處與平台間的縫隙大小。

[填充率]

【0062】 將高溫燒結後不同實施例的鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池，利用掃描式電子顯微鏡(SEM)，觀察鋁矽共晶層有完全填滿，即無孔洞的鋁矽共晶層所佔的比例。

<太陽能電池評價結果>

【0063】 在以下實例中，本發明的鋁漿可分別應用於前述圖 1 的傳統矽晶太陽能電池以及前述圖 2A 與 2B 的鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池中。並且，鋁漿的成份比例以及評價結果分別如表 1 及表 2 所示。值得注意的是，表 1 與表 2 的實驗數值已經分別對比較例 1 及比較例 2 進行正規化，亦即將比較例 1、2 中的各項評價數值設為 1，來換算各實施例中的各項目的數值。

【0064】 詳言之，表 1 繪示改變有機含矽添加劑的種類以及在鋁漿中的含量，對矽晶太陽能電池之效率、以及翹曲量的影響。值

得注意的是，在實施例 1 至實施例 13 中，均於鋁漿中添加矽烷醇作為有機含矽添加劑，因此可有效地減少矽晶太陽能電池的翹曲量，並且增加矽晶太陽能電池的效率。並且，當有機含矽添加劑為三(異丙氧基)矽烷醇時，翹曲量隨著有機含矽添加劑的含量越高而降低，尤以含量為 30% 時，矽晶太陽能電池的翹曲量降低為未添加有機含矽添加劑的比較例 1 的六成左右；此外，矽晶太陽能電池的轉換效率可藉由改變有機含矽添加劑的含量來有效地控制，其中尤以含量為 1% 時，矽晶太陽能電池的轉換效率可以有效被提升。

【0065】 表 2 繪示為改變有機含矽添加劑在鋁漿中的含量，對鋁矽共晶的孔洞填充率、鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池之填充因子、以及轉換效率的影響。值得注意的是，在實施例 1 至實施例 4 中，由於鋁漿中含有三(異丙氧基)矽烷醇作為有機含矽添加劑，因此可增加鋁矽共晶的孔洞填充率，其中填充因子亦隨之增加，進而增加鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的效率。

表 1

	鋁粉含量 (%)	玻璃粉含 量(%)	有機載體含 量(%)	有機矽添加劑		正規化 效率	正規化翹 曲量
				成份	含量(%)		
實施例 1	65	5	30	三(異丙氧基)矽烷醇		1.010	0.99
實施例 2	65	5	30	三(異丙氧基)矽烷醇		1.015	0.95
實施例 3	65	5	29	三(異丙氧基)矽烷醇		1.022	0.85
實施例 4	65	5	20	三(異丙氧基)矽烷醇		1.011	0.68
實施例 5	65	5	1	三(異丙氧基)矽烷醇		1.005	0.66
實施例 6	65	5	29	N-(2-胺乙基)-3-胺丙基矽烷三醇		1.020	0.85
實施例 7	65	5	20	N-(2-胺乙基)-3-胺丙基矽烷三醇		1.014	0.72
實施例 8	65	5	29	3-胺丙基矽烷三醇 (3-Aminopropylsilanetriol)		1.015	0.88
實施例 9	65	5	29	乙烯基矽烷三醇 (Vinylsilanetriol)		1.008	0.80

實施例 10	65	5	29	二苯基矽烷二醇 (Diphenylsilanediol)	1.00	1.011	0.82
實施例 11	65	5	29	二甲基(2-噻吩基)矽烷醇 (Dimethyl(2-thienyl)silanol)	1.00	1.012	0.85
實施例 12	65	5	29	二甲基-(對-甲基)矽烷醇 (Dimethyl-(p-tolyl)silanol)	1.00	1.014	0.95
實施例 13	65	5	29	1-第三級丁氧基羰基二甲基矽烷醇 (1-Boc-2-indolyl dimethylsilanol)	1.00	1.009	0.96
比較例 1	65	5	30	未添加	0	1.000	1.00

表 2

	鋁粉含量 (%)	玻璃粉含量 (%)	有機載體含量 (%)	有機矽添加劑		正規化填 充率	正規化填 充因子	正規化 效率
				成份	含量(%)			
實施例 1	65	5	30	三(異丙氧基)矽烷醇	0.01	2.2	1.01	1.010
實施例 2	65	5	30	三(異丙氧基)矽烷醇	0.10	2.5	1.02	1.020
實施例 3	65	5	29	三(異丙氧基)矽烷醇	1.00	3.3	1.03	1.030
實施例 4	65	5	20	三(異丙氧基)矽烷醇	10.0	4.0	1.05	1.033
比較例 2	65	5	30	未添加	0	1.0	1.0	1.000

【0066】 綜上所述，本發明的鋁漿以及使用此鋁漿的鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的製造方法具有以下優點：

【0067】 (一) 藉由在鋁漿中添加具有至少一矽烷醇官能基的有機含矽添加劑，可以使有機含矽添加劑與玻璃粉、鋁粉以及有機載體充分地且均勻地混合，藉此發揮作為密著劑的功能，因此本發明的矽晶太陽能電池用鋁漿可以有效提高矽晶太陽能電池之鋁矽共晶的孔洞填充率，以致提升電池效率。

【0068】 (二) 藉由在鋁漿中添加具有至少一矽烷醇官能基的有機含矽添加劑，還可抑制有機含矽添加劑在矽晶太陽能電池製程中與有機載體過度反應，而導致黏度升高等不穩定現象。

【0069】 (三) 藉由本發明的矽晶太陽能電池用鋁漿可以有效增加電極與基板附著力，從而減輕高溫燒結後矽晶太陽能電池翹曲的問題。

【0070】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0071】

100：矽晶太陽能電池

200：鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池

110、210：P型矽晶片

110a、210a：P⁺矽層

120、220：N型摻雜層

130、230：第一介電層

240：第一電極組成物

140a、240a：正面電極

250：第二電極組成物

150a、250a：背面電極

152、252：鋁矽共晶層

154、254：鋁電極

256：銀電極

260：第二介電層

260a：圖案化第二介電層

270：第三電極組成物

L：線段

Op：開口

B：背面

R：受光面

申請專利範圍

1. 一種矽晶太陽能電池用的鋁漿，其包含：

鋁粉；

玻璃粉；

有機載體；以及

有機含矽添加劑，其中所述有機含矽添加劑具有至少一矽烷醇官能基。

2. 一種鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池用的鋁漿，包含：

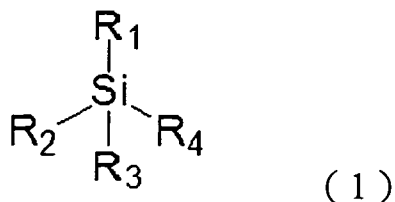
鋁粉；

玻璃粉；

有機載體；以及

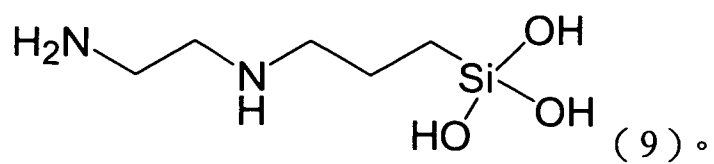
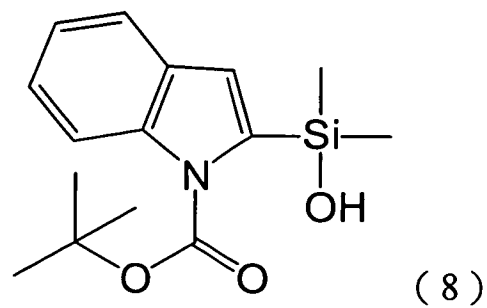
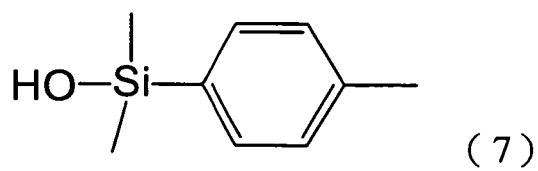
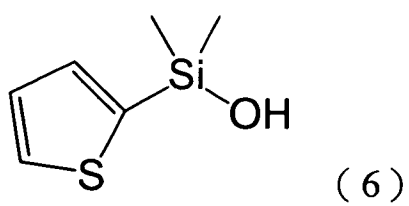
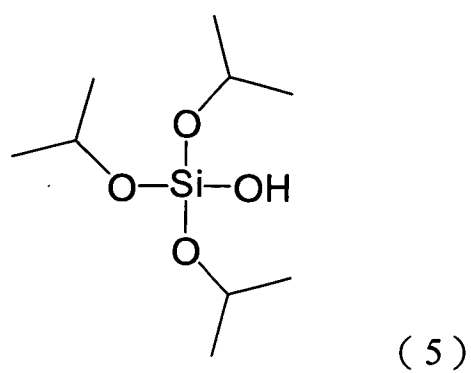
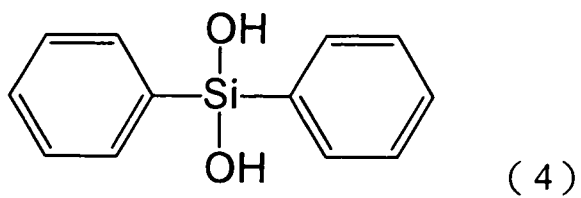
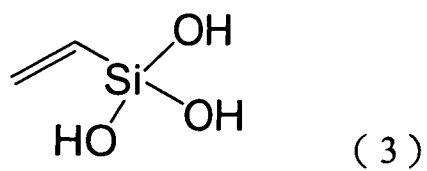
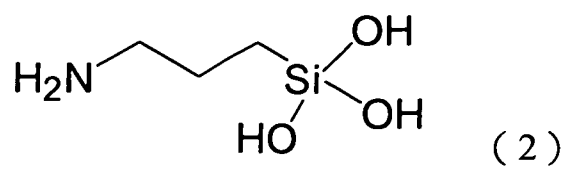
有機含矽添加劑，其中所述有機含矽添加劑具有至少一矽烷醇官能基。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的鋁漿，其中所述有機含矽添加劑的結構式是以式 (1) 表示：



式 (1) 中， R_1 、 R_2 、 R_3 中的至少一者表示羥基， R_4 表示噻吩、乙烯基、苯基、異丙氧基、甲苯基、第三級丁基引朵羧酸酯、丙基胺或 N-(2-胺乙基)-3-胺丙基。

4. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的鋁漿，其中所述有機含矽添加劑選自式 (2) 至式 (9) 中的至少一種：



5. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的鋁漿，其中所述有機含矽添加劑的添加量為 0.001%~40%。

6. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的鋁漿，其中所述玻璃粉為無鉛材料，且包含氧化鈹。

7. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的鋁漿，其中所述玻璃粉為有鉛材料，且包含氧化鉛。

8. 一種鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的製作方法，包含：

於 P 型矽晶片的所述受光面進行 N 型摻雜，以於所述受光面上形成 N 型摻雜層；

於所述受光面的所述 N 型摻雜層上形成第一介電層；

於所述 P 型矽晶片的背面形成第二介電層；

圖案化所述背面上的所述第二介電層，以暴露出所述 P 型矽晶片的所述背面；

於所述受光面上形成第一電極組成物；

於所述第二介電層以及所述 P 型矽晶片的背面上形成第二電極組成物與第三電極組成物，其中所述第二電極組成物包含鋁粉、玻璃粉、有機載體以及有機含矽添加劑，且所述有機含矽添加劑包括至少一矽烷醇官能基；以及

進行高溫共燒製程，以使所述受光面上的所述第一電極組成物形成正面電極，並使所述背面的所述第二電極組成物與所述第三電極組成物形成背面電極。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述的鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的製作方法，其中所述第一電極組成物與所述第三電極組成物為銀漿。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的鈍化發射極背電極矽晶太陽能電池的製作方法，其中進行高溫共燒製程後，所述背面電極包括銀電極、鋁電極、鋁矽共晶層以及 P^+ 矽層，其中所述鋁矽共晶層位於所述 P^+ 矽層與所述鋁電極之間，所述銀電極與所述鋁電極電性連接。

圖式

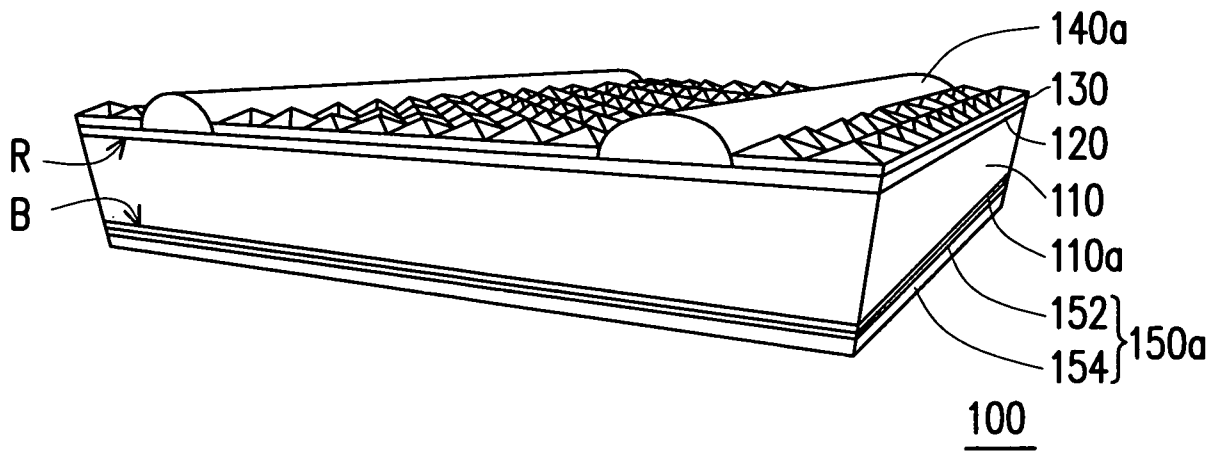


圖 1

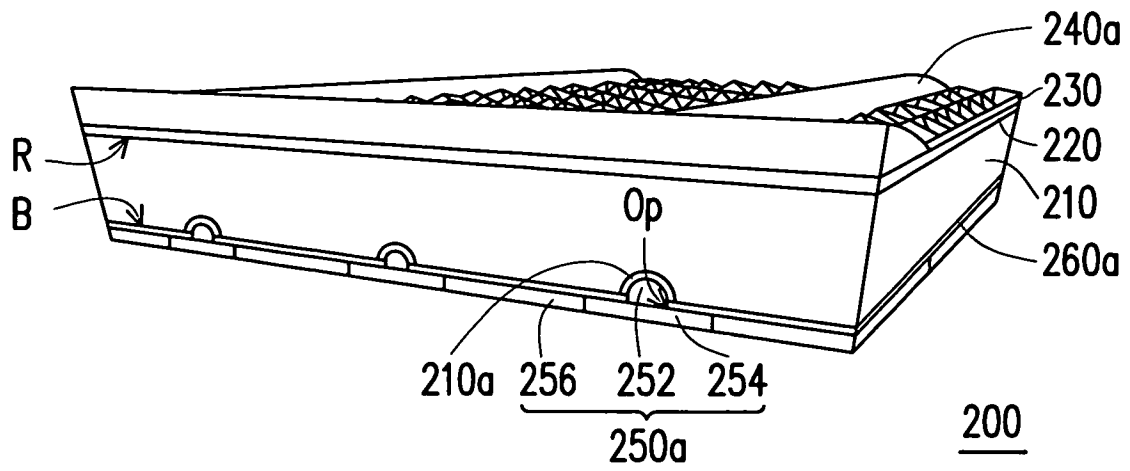


圖 2A

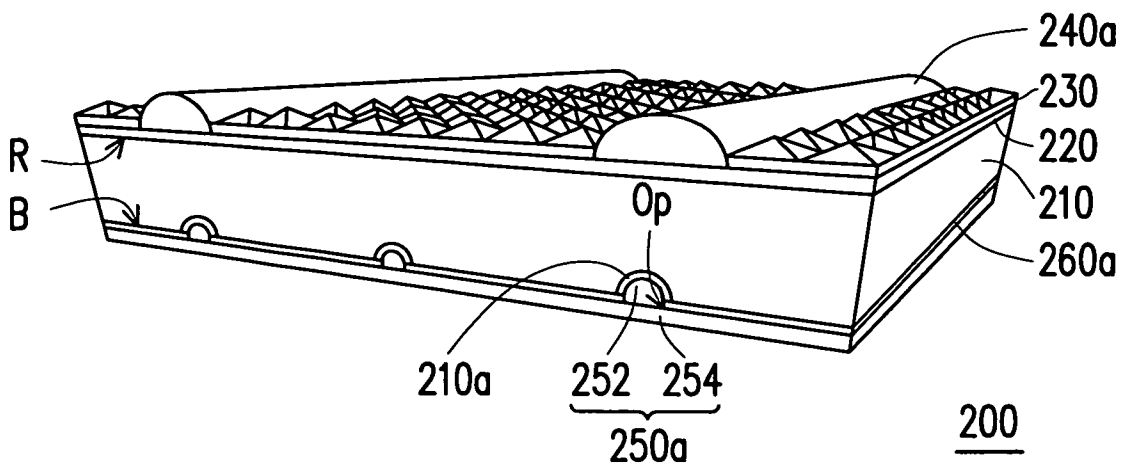


圖 2B

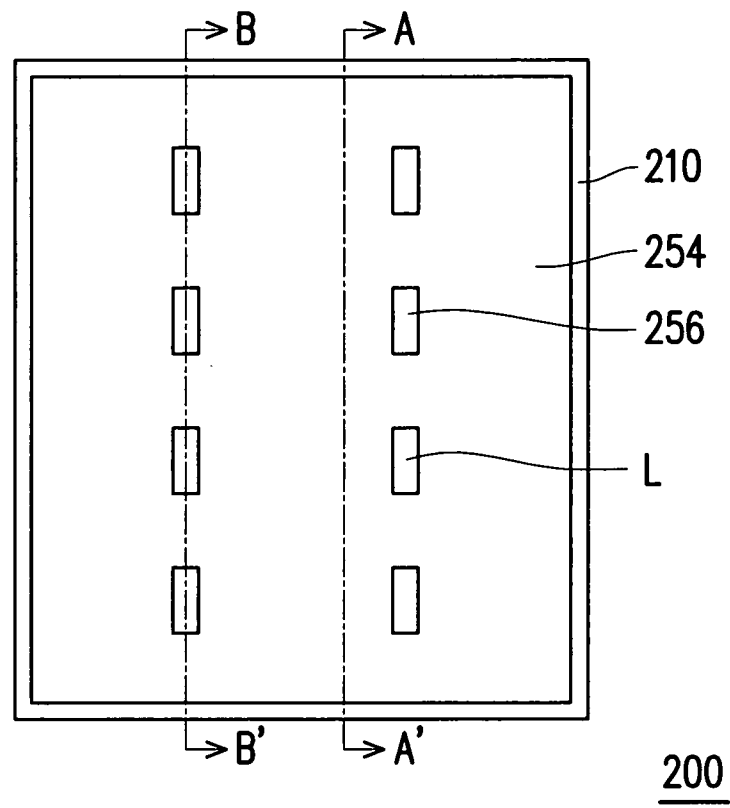


圖 3

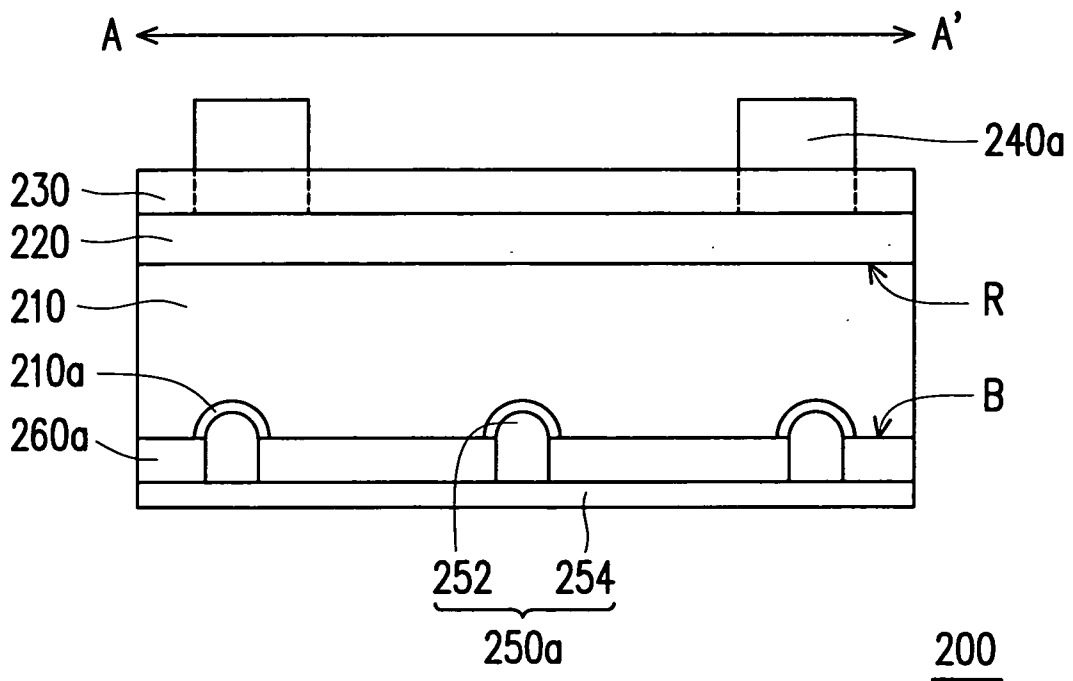


圖 4

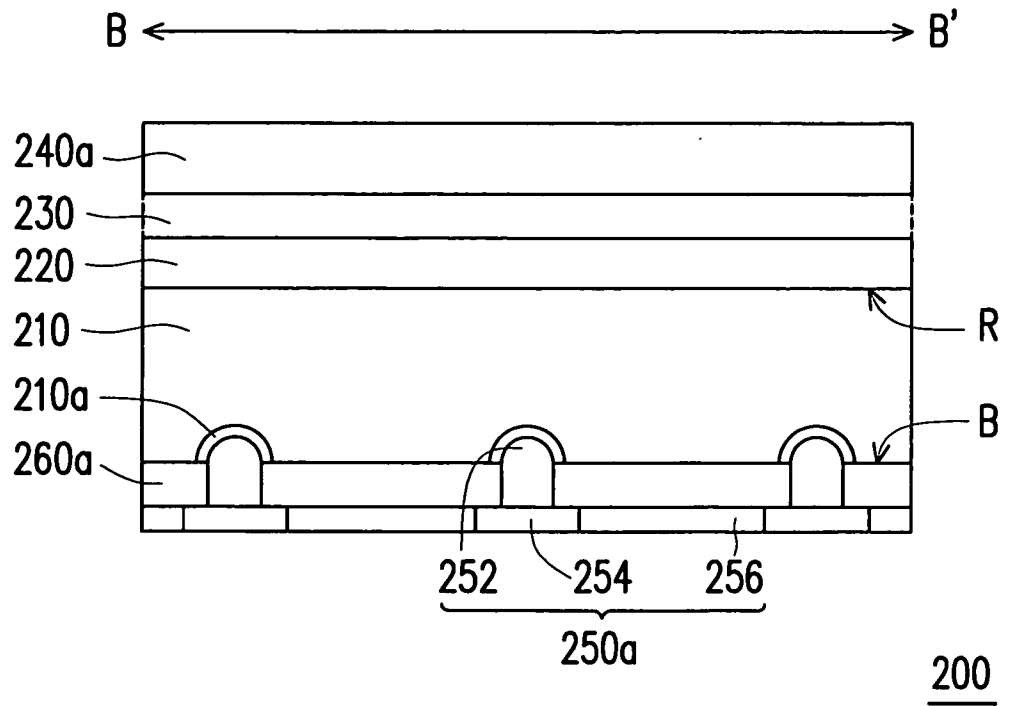


圖 5

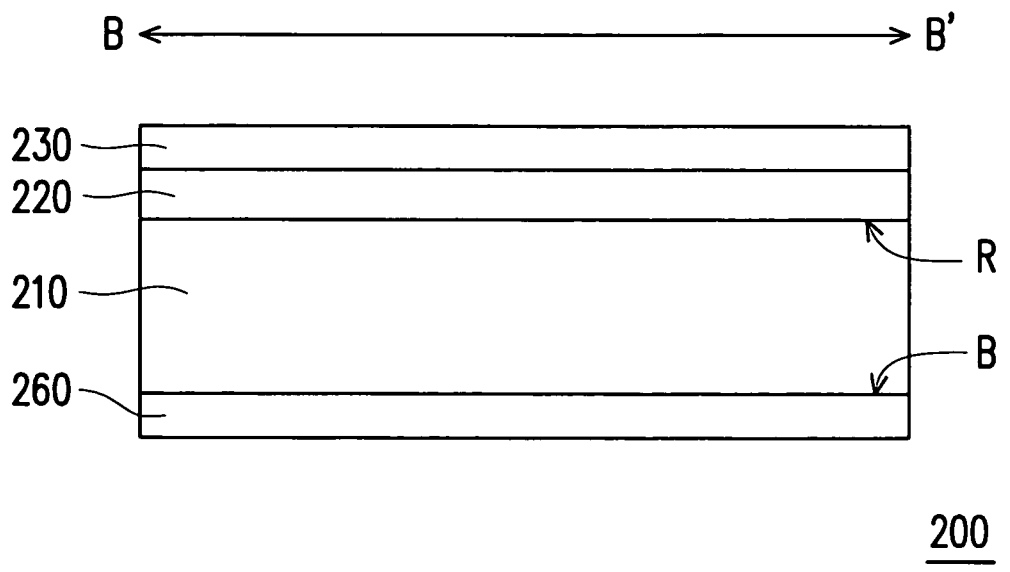


圖 6A

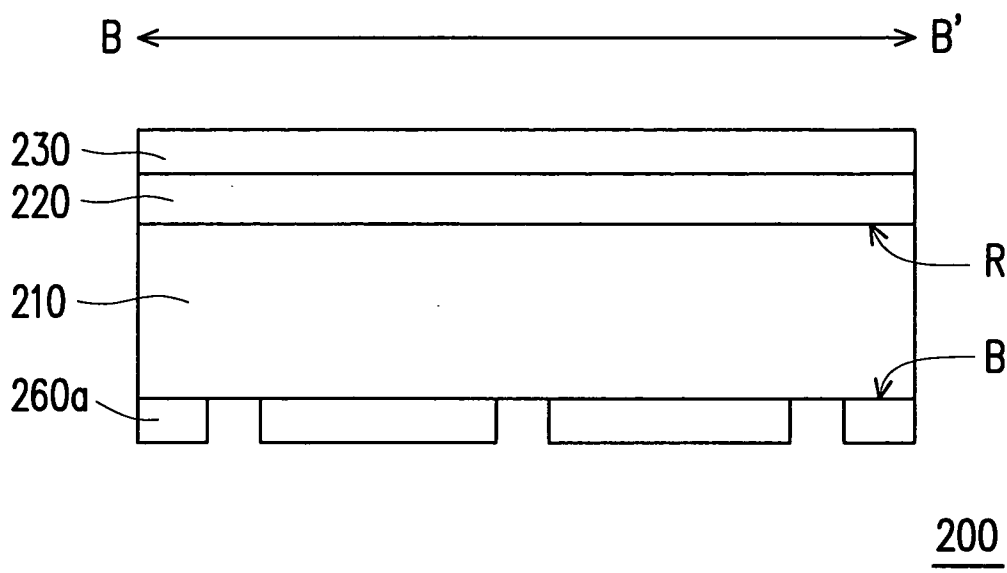


圖 6B

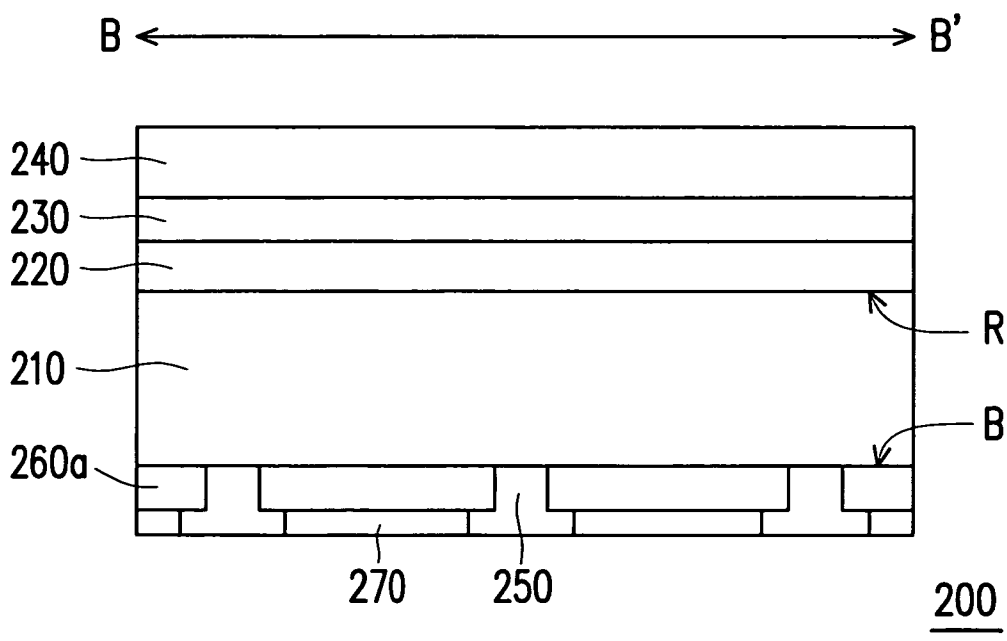


圖 6C