



(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 201324539 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：101142290

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 13 日

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

H01L31/0224(2006.01)

H01L31/04 (2006.01)

(30)優先權：2011/11/14 日本

2011-249120

(71)申請人：日立化成工業股份有限公司 (日本) HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD. (JP)
日本

(72)發明人：足立修一郎 ADACHI, SHUICHIRO (JP) ; 吉田誠人 YOSHIDA, MASATO (JP) ; 野尻剛 NOJIRI, TAKESHI (JP) ; 栗原祥晃 KURIHARA, YOSHIAKI (JP) ; 加藤隆彦 KATO, TAKAHIKO (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 71 頁

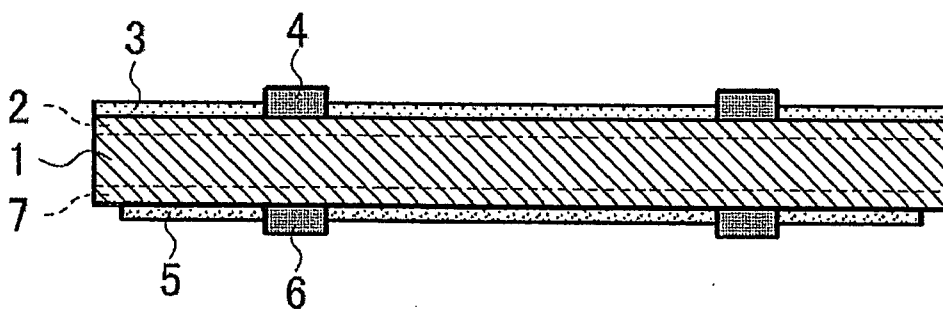
(54)名稱

電極用漿料組成物、太陽電池元件及太陽電池

PASTE COMPOSITION FOR ELECTRODE, PHOTOVOLTAIC CELL ELEMENT, AND PHOTOVOLTAIC CELL

(57)摘要

本發明提供一種電極用漿料組成物，其包含：含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子、玻璃粒子、溶劑、樹脂。



1：半導體基板

2：n⁺型擴散層

3：抗反射膜

4：輸出取出電極

5：背面集電用電極

6：背面輸出取出電極

7：p⁺型擴散層



(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 201324539 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：101142290

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 13 日

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

H01L31/0224(2006.01)

H01L31/04 (2006.01)

(30)優先權：2011/11/14 日本

2011-249120

(71)申請人：日立化成工業股份有限公司 (日本) HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD. (JP)
日本

(72)發明人：足立修一郎 ADACHI, SHUICHIRO (JP) ; 吉田誠人 YOSHIDA, MASATO (JP) ; 野尻剛 NOJIRI, TAKESHI (JP) ; 栗原祥晃 KURIHARA, YOSHIAKI (JP) ; 加藤隆彦 KATO, TAKAHIKO (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 71 頁

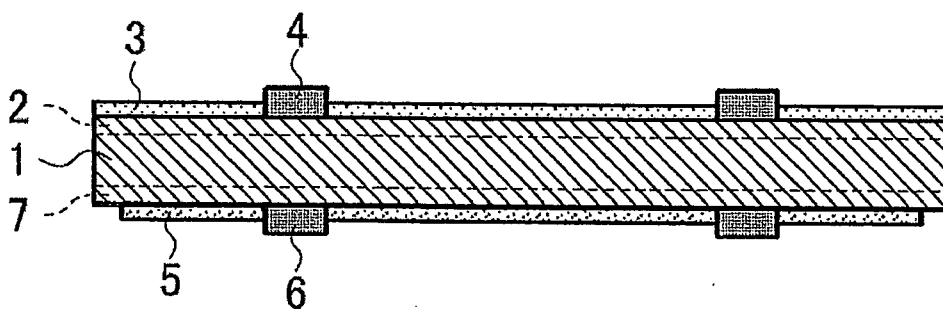
(54)名稱

電極用漿料組成物、太陽電池元件及太陽電池

PASTE COMPOSITION FOR ELECTRODE, PHOTOVOLTAIC CELL ELEMENT, AND PHOTOVOLTAIC CELL

(57)摘要

本發明提供一種電極用漿料組成物，其包含：含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子、玻璃粒子、溶劑、樹脂。



1：半導體基板

2：n⁺型擴散層

3：抗反射膜

4：輸出取出電極

5：背面集電用電極

6：背面輸出取出電極

7：p⁺型擴散層

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：101142290

H01B 1/22 (2006.01)

※申請日期：101.11.13

※IPC 分類：H01L 31/0224 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

31/04 (2006.01)

電極用漿組成物、太陽電池元件及太陽電池

PASTE COMPOSITION FOR ELECTRODE,
PHOTOVOLTAIC CELL ELEMENT, AND
PHOTOVOLTAIC CELL

二、中文發明摘要：

本發明提供一種電極用漿料組成物，其包含：含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子、玻璃粒子、溶劑、樹脂。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a paste composition for an electrode includes phosphorus-including copper alloy particles, tin-including particles, nickel-including particles, glass particles, a solvent, and a resin.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1：半導體基板
- 2： n^+ 型擴散層
- 3：抗反射膜
- 4：輸出取出電極
- 5：背面集電用電極
- 6：背面輸出取出電極
- 7： p^+ 型擴散層

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。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種電極用漿料組成物、太陽電池元件及太陽電池。

【先前技術】

一般情況下，於矽系太陽電池之受光面及背面形成有電極。為了將藉由光之入射而於太陽電池內所轉換的電能效率良好地取出至外部，必須所述電極之體積電阻率充分低、與矽基板形成良好之歐姆接觸（Ohmic contact）。特別是受光面之電極，為了將太陽光之入射量損失抑制為最低限度，存在電極寬度變窄、且電極之縱橫比變高之傾向。

太陽電池之受光面所使用之電極通常如下所述地形成。亦即，於 p 型矽基板之受光面側實施紋理（凹凸）形成，其次於藉由使磷等以高溫進行熱擴散而形成的 n 型矽層上，藉由網版印刷等而賦予導電性組成物，將其於大氣中、800°C~900°C 下進行煅燒，藉此而形成受光面電極。於該形成受光面電極之導電性組成物中包含導電性金屬粉末、玻璃粒子及各種添加劑等。

所述導電性金屬粉末通常使用銀粉末。其可列舉如下之理由：銀粒子之體積電阻率低至 $1.6 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ ；於上述煅燒條件下，銀粒子自身還原而燒結；可與矽基板形成良好之歐姆接觸；焊料材料對於包含銀粒子之電極的濕潤性優異，於藉由玻璃基板等對太陽電池元件進行密封的所謂的模組化中，可適宜地接著對太陽電池元件間進行電性連

接之引板線等配線材料。

如上所述，包含銀粒子之導電性組成物可製成太陽電池之電極而表現出優異之特性。另一方面，由於銀是貴金屬且原料金屬自身價格昂貴，而且自資源之問題考慮，亦期望提出代替含銀導電性組成物之導電性組成物。作為有望代替銀之材料，可列舉於半導體配線材料中適用之銅。銅之資源豐富，且原料金屬成本亦廉價，是銀的約一百分之一。然而，銅是容易於大氣中、 200°C 以上之高溫下氧化之材料，難以於上述步驟中形成電極。

為了解決銅所具有之上述課題，使用各種手法對銅賦予耐氧化性，報告了即使於高溫煅燒下亦難以氧化之銅粒子（例如參照日本專利特開 2005-314755 號公報及日本專利特開 2004-217952 號公報）。

【發明內容】

然而，即使於上述文獻中所記載之銅粒子中亦存在如下課題：所具有之耐氧化性最高至 300°C ，於 $800^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ 之高溫下幾乎被氧化，因此尚不能夠實用為太陽電池用電極。另外，為了賦予耐氧化性而應用之添加劑等阻礙煅燒中之銅粒子之燒結，其結果無法獲得如銀這樣的低體積電阻率之電極。

而且，作為抑制銅氧化之其他手法，可列舉將在導電性金屬粉末中使用了銅之導電性組成物於氮等環境下進行煅燒之特殊的步驟。

然而，於使用上述手法之情形時，為了完全抑制銅粒

子之氧化而變得必需藉由上述環境氣體而完全密封之環境，於步驟成本之方面而言不適合太陽電池元件之量產。

作為將銅應用於太陽電池電極中之另一個課題，可列舉與矽基板之歐姆接觸性。亦即，即使於高溫煅燒中並不氧化地形成包含銅之電極，亦存在如下現象：由於金屬銅與矽基板直接接觸而產生銅與矽之相互擴散，於電極與矽基板之界面形成包含銅與矽之反應物相（ Cu_3Si ）。

該 Cu_3Si 之形成自矽基板之界面直至數 μm ，且存在於矽基板側產生龜裂之情形。而且，存在如下之情形：貫通矽基板上所預先形成的 n 型矽層，使太陽電池所具有之半導體性能（pn 接合特性）劣化。另外，存在如下之虞：所形成之 Cu_3Si 使包含銅之電極提昇等，阻礙電極與矽基板之密接性，從而導致電極之機械強度降低。

本發明是鑒於上述課題而成者，其目的在於提供可形成電阻率低之電極、另外可形成具有與矽基板良好之歐姆接觸之含銅電極的電極用漿料組成物，以及具有使用該電極用漿料組成物而形成的電極的太陽電池元件及太陽電池。

本發明者等為了解決上述課題而進行了銳意研究，結果完成本發明。亦即，本發明包含以下之態樣。

<1> 一種電極用漿料組成物，其包含：含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子、玻璃粒子、溶劑、樹脂。

<2> 如 <1> 所述之電極用漿料組成物，其中，所述含磷銅合金粒子之磷含有率為 6 質量%以上 8 質量%以

下。

<3> 如<1>或<2>所述之電極用漿料組成物，其中，所述含錫粒子是選自由錫粒子及錫含有率為1質量%以上之錫合金粒子所構成之群組的至少1種。

<4> 如<1>~<3>中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，所述含鎳粒子是選自由鎳粒子及鎳含有率為1質量%以上之鎳合金粒子所構成之群組的至少1種。

<5> 如<1>~<4>中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，所述玻璃粒子之玻璃軟化點為650°C以下，所述玻璃粒子之結晶化開始溫度超過650°C。

<6> 如<1>~<5>中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，於將所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子及所述含鎳粒子之總含有率設為100質量%之情形時，所述含錫粒子之含有率為5質量%以上70質量%以下。

<7> 如<1>~<6>中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，於將所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子及所述含鎳粒子之總含有率設為100質量%之情形時，所述含鎳粒子之含有率為10質量%以上60質量%以下。

<8> 如<1>~<7>中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，所述含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子之總含有率為70質量%以上94質量%以下，所述玻璃粒子之含有率為0.1質量%以上10質量%以下，所述溶劑及所述樹脂之總含有率為3質量%以上29.9質量%以下。

<9> 如<1>~<8>中任一項所述之電極用漿料

組成物，其更包含銀粒子。

<10> 如<9>所述之電極用漿料組成物，其中，於將所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子、所述含鎳粒子及所述銀粒子之總含有率設為 100 質量%之情形時，所述銀粒子之含有率為 0.1 質量%以上 10 質量%以下。

<11> 如<9>或<10>所述之電極用漿料組成物，其中，所述含磷銅合金粒子、含錫粒子、所述含鎳粒子及銀粒子之總含有率為 70 質量%以上 94 質量%以下，所述玻璃粒子之含有率為 0.1 質量%以上 10 質量%以下，所述溶劑及所述樹脂之總含有率為 3 質量%以上 29.9 質量%以下。

<12> 一種太陽電池元件，其包含：具有 pn 接合之矽基板；以及電極，所述電極是賦予至所述矽基板上之如<1>~<11>中任一項所述之電極用漿料組成物之煅燒物。

<13> 如<12>所述之太陽電池元件，其中，所述電極包含 Cu-Sn-Ni 合金相及 Sn-P-O 玻璃相。

<14> 如<13>所述之太陽電池元件，其中，所述 Sn-P-O 玻璃相配置於所述 Cu-Sn-Ni 合金相與所述矽基板之間。

<15> 一種太陽電池，其包含：如<12>~<14>中任一項所述之太陽電池元件、以及配置於所述太陽電池元件之電極上之配線材料。

[發明的效果]

藉由本發明可提供：可形成電阻率低之電極、另外可形成具有與矽基板良好之歐姆接觸之含銅電極的電極用漿料組成物，以及具有使用該電極用漿料組成物而形成的電極的太陽電池元件及太陽電池。

【實施方式】

本說明書中「步驟」之用語不僅僅是獨立之步驟，即使於無法與其他步驟明確地區別之情形時，若達成該步驟所期望之目的，則包含於本用語中。而且，於本說明書中使用「～」而進行表示之數值範圍表示分別包含「～」之前後所記載之數值作為最小值及最大值。另外，於本說明書中，作為組成物中之各成分之量，於組成物中存在多個相當於各成分之物質之情形時，若無特別限定，則表示於組成物中所存在之該多個物質之合計量。

<電極用漿料組成物>

本發明之電極用漿料組成物包含：含磷銅合金粒子之至少 1 種、含錫粒子之至少 1 種、含鎳粒子之至少 1 種、玻璃粒子之至少 1 種、溶劑之至少 1 種、樹脂之至少 1 種。藉由使其為該構成，可抑制於大氣中煅燒時銅之氧化，形成電阻率低之電極。進而，抑制銅與矽基板之反應物相之形成，所形成之電極與矽基板可形成良好之歐姆接觸。其理由例如可如下所述地考慮。

首先，若對所述電極用漿料組成物進行煅燒處理，則藉由所述含磷銅合金粒子與含錫粒子之反應而形成 Cu-Sn 合金相及 Sn-P-O 玻璃相。藉由形成 Cu-Sn 合金相，可形

成體積電阻率低之電極。此處，Cu-Sn 合金相由所謂 500°C 左右之比較低之溫度而生成，因此可進行電極之低溫煅燒，從而可期待能夠削減製程成本之效果。而且，所述電極用漿料組成物進一步包含含鎳粒子。由此而使 Cu-Sn 合金相與含鎳粒子進一步反應，從而形成 Cu-Sn-Ni 合金相。該 Cu-Sn-Ni 合金相即使於所謂 800°C 之比較高的溫度下亦可形成，因此即使於更高溫之煅燒步驟中，亦可於保持耐氧化性之狀態下形成體積電阻率低之電極。亦即，藉由使用所述電極用漿料組成物，變得可對應電極之低溫煅燒至高溫煅燒之各種條件。因此，所述電極用漿料組成物可範圍廣泛地用作後述之各種結構的太陽電池之電極材料。

上述 Cu-Sn-Ni 合金相以 Cu-Sn-Ni 合金相彼此，或者與根據煅燒條件而進一步形成的 Cu-Sn 合金相一同於電極內形成緻密之塊狀體，作為導電層而發揮功能，藉此形成電阻率低之電極。另外，即使 Cu-Sn 合金相與 Cu-Sn-Ni 合金相於電極內混合存在，亦不使功能（例如低體積電阻率）降低。而且，此處所謂緻密之塊狀體是表示塊狀之 Cu-Sn 合金相及 Cu-Sn-Ni 合金相互相緊密地接觸，形成三維地連續之結構。

而且，於使用所述電極用漿料組成物於包含矽之基板（以下亦簡稱為「矽基板」）上形成電極之情形時，可形成對矽基板之密接性高的電極，進而可達成電極與矽基板之良好之歐姆接觸。

其理由例如可如下所述地考慮。含磷銅合金粒子與含

錫粒子與含鎳粒子於煅燒步驟中互相反應，形成包含 Cu-Sn-Ni 合金相、Sn-P-O 玻璃相、以及根據煅燒條件而形成的 Cu-Sn 合金相的電極。上述 Cu-Sn-Ni 合金相及根據煅燒條件而形成之 Cu-Sn 合金相是緻密的塊狀體，因此該 Sn-P-O 玻璃相於 Cu-Sn-Ni 合金相與矽基板之間、或 Cu-Sn-Ni 合金相及 Cu-Sn 合金相與矽基板之間形成。藉此而使 Cu-Sn 合金相及 Cu-Sn-Ni 合金對矽基板之密接性提高。而且，Sn-P-O 玻璃相作為用以防止銅與矽之相互擴散之阻障層而發揮功能，藉此可達成進行煅燒而形成之電極與矽基板之良好的歐姆接觸。亦即，可抑制於包含銅之電極與矽直接接觸而進行加熱時所形成的反應物相 (Cu_3Si) 之形成，並且不使半導體性能（例如 pn 接合特性）劣化而保持與矽基板之密接性，且可實現良好之歐姆接觸。

亦即，於所述電極用漿料組成物中，藉由於含磷銅合金粒子中組合含錫粒子與含鎳粒子，首先利用含磷銅合金粒子中之磷原子對銅氧化物之還原性，形成耐氧化性優異、體積電阻率低之電極。其次，藉由含磷銅合金粒子與含錫粒子及含鎳粒子之反應，於將體積電阻率保持為較低之狀態下形成包含 Cu-Sn-Ni 合金相及根據煅燒條件而形成之 Cu-Sn 合金相的導電層、以及 Sn-P-O 玻璃相。而且，例如可於一系列之煅燒步驟中實現如下 2 個特徵性機能：Sn-P-O 玻璃相作為用以防止銅與矽之相互擴散的阻障層而發揮功能，由此抑制於電極與矽基板之間形成反應物相；形成與銅電極之良好的歐姆接觸。

此種效果只要是在使用本發明之電極用漿料組成物而於包含矽之基板上形成電極之情形下，通常會顯現出來，而且包含矽之基板之種類並無特別限制。包含矽之基板可列舉太陽電池形成用矽基板、太陽電池以外之半導體元件之製造中所使用之矽基板等。

(含磷銅合金粒子)

所述電極漿料組成物包含含磷銅合金粒子之至少 1 種。含磷銅合金已知有被稱為磷銅鍍料（磷濃度為 7 質量%左右以下）之鍍接材料。磷銅鍍料亦作為銅與銅之接合劑而使用，但藉由於本發明之電極用漿料組成物中使用含磷銅合金粒子，可利用磷對銅氧化物之還原性，形成耐氧化性優異、體積電阻率低之電極。進而變得可進行電極之低溫煅燒，從而可獲得能夠削減製程成本的效果。

作為本發明中之含磷銅合金粒子中所含之磷含有率，自耐氧化性與低體積電阻率之觀點考慮，磷含有率較佳的是 6 質量%以上 8 質量%以下，更佳的是 6.3 質量%以上 7.8 質量%以下，更佳的是 6.5 質量%以上 7.5 質量%以下。藉由使含磷銅合金粒子中所含之磷含有率為 8 質量%以下，可達成更低之電阻率，而且含磷銅合金粒子之生產性優異。另外，藉由使磷含有率為 6 質量%以上，可達成更優異之耐氧化性。

所述含磷銅合金粒子中之磷之含有率可使用高頻感應耦合電漿發射光譜分析（Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES）裝置而

測定。

所述含磷銅合金粒子是包含銅與磷之合金，但亦可進一步包含其他原子。其他原子可列舉 Ag、Mn、Sb、Si、K、Na、Li、Ba、Sr、Ca、Mg、Be、Zn、Pb、Cd、Tl、V、Sn、Al、Zr、W、Mo、Ti、Co、Ni、Au 等。

而且，作為所述含磷銅合金粒子中所含之其他原子之含有率，例如可設為於所述含磷銅合金粒子中為 3 質量%以下，自耐氧化性與低體積電阻率之觀點考慮，較佳的是 1 質量%以下。

而且，於本發明中，所述含磷銅合金粒子可單獨使用 1 種或者亦可將 2 種以上組合使用。

所述含磷銅合金粒子之平均粒徑並無特別限制，作為累計重量為 50% 之情形時之平均粒徑（以下有時略記為「D50%」），較佳的是 0.4 μm ~10 μm ，更佳的是 1 μm ~7 μm 。藉由使 D50% 為 0.4 μm 以上，則耐氧化性更有效地提高。另外，藉由使 D50% 為 10 μm 以下，則含磷銅合金粒子彼此、或者與後述之含錫粒子及含鎳粒子之接觸面積變大，所形成之電極的體積電阻率更有效地降低。另外，含磷銅合金粒子之平均粒徑是利用麥奇克（Microtrac）粒度分布測定裝置（日機裝公司製造、MT3300 型）而測定。

所述含磷銅合金粒子之形狀並無特別限制，可為大致球狀、扁平狀、塊狀、板狀、鱗片狀等之任意者，自耐氧化性與低體積電阻率之觀點考慮，較佳的是大致球狀、扁平狀或板狀。

電極用漿料組成物中之含磷銅合金粒子之含有率並無特別限制。自低體積電阻率之觀點考慮，較佳的是於電極用漿料組成物中為 15 質量%以上 75 質量%以下，更佳的是 18 質量%以上 70 質量%以下，進一步更佳的是 20 質量%以上 65 質量%以下。

電極用漿料組成物中之含磷銅合金粒子之含有率可使用高頻感應耦合電漿發射光譜分析 (ICP-AES) 裝置或高頻感應耦合電漿質量分析 (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, ICP-MS) 裝置而測定。另外，使用這些裝置而測定含磷銅合金粒子之含有率時，於自電極用漿料組成物中除去溶劑之狀態下進行測定。

含磷銅合金可藉由通常所使用之方法而製造。而且，含磷銅合金粒子可使用以成為所期望之磷含有率之方式而製備的含磷銅合金，且使用製備金屬粉末之通常方法而進行製備，例如可使用水霧化法藉由常法而製造。另外，關於水霧化法之詳細，可參照金屬便覽 (丸善股份有限公司出版事業部) 等之記載。

具體而言，將含磷銅合金熔解，藉由噴嘴噴霧使其粉末化後，對所得之粉末進行乾燥、分級，藉此可製造所期望之含磷銅合金粒子。而且，藉由適宜選擇分級條件，可製造具有所期望之平均粒徑的含磷銅合金粒子。

(含錫粒子)

所述電極用漿料組成物包含含錫粒子之至少 1 種。藉由包含含錫粒子，可於後述之煅燒步驟中形成體積電阻率

低之電極。

作為所述含錫粒子，若為包含錫之粒子則並無特別限制。其中，較佳的是選自由錫粒子及錫合金粒子所構成之群組的至少 1 種，更佳的是選自由錫粒子及錫含有率為 1 質量%以上之錫合金粒子所構成之群組的至少 1 種。

錫粒子中之錫的純度並無特別限制。例如錫粒子之純度可設為 95 質量%以上，較佳的是 97 質量%以上，更佳的是 99 質量%以上。

而且，錫合金粒子若為包含錫之合金粒子，則合金之種類並無特別限制。其中，自錫合金粒子之熔點、以及與含磷銅合金粒子及含鎳粒子之反應性之觀點考慮，較佳的是錫之含有率為 1 質量%以上的錫合金粒子，更佳的是錫之含有率為 3 質量%以上的錫合金粒子，進一步更佳的是錫之含有率為 5 質量%以上的錫合金粒子，特佳的是錫之含有率為 10 質量%以上的錫合金粒子。

含錫粒子中之錫之含有率可使用螢光 X 射線分析 (X-ray fluorescence, XRF) 裝置 (例如堀場製作所股份有限公司製造之 MESA-500W 型) 而測定。

錫合金粒子可列舉 Sn-Ag 系合金、Sn-Cu 系合金、Sn-Ag-Cu 系合金、Sn-Ag-Sb 系合金、Sn-Ag-Sb-Zn 系合金、Sn-Ag-Cu-Zn 系合金、Sn-Ag-Cu-Sb 系合金、Sn-Ag-Bi 系合金、Sn-Bi 系合金、Sn-Ag-Cu-Bi 系合金、Sn-Ag-In-Bi 系合金、Sn-Sb 系合金、Sn-Bi-Cu 系合金、Sn-Bi-Cu-Zn 系合金、Sn-Bi-Zn 系合金、Sn-Bi-Sb-Zn 系合金、Sn-Zn 系合

金、Sn-In 系合金、Sn-Zn-In 系合金、Sn-Pb 系合金等。

於所述錫合金粒子中，特別是 Sn-3.5Ag、Sn-0.7Cu、Sn-3.2Ag-0.5Cu、Sn-4Ag-0.5Cu、Sn-2.5Ag-0.8Cu-0.5Sb、Sn-2Ag-7.5Bi、Sn-3Ag-5Bi、Sn-58Bi、Sn-3.5Ag-3In-0.5Bi、Sn-3Bi-8Zn、Sn-9Zn、Sn-52In、Sn-40Pb 等錫合金粒子與 Sn 所具有之熔點（232°C）相同或者具有更低之熔點。因此，這些錫合金粒子於煅燒之初期階段熔融，藉此覆蓋含磷銅合金粒子之表面，而可與含磷銅合金粒子均一地反應，於此方面而言可適宜地使用。另外，作為錫合金粒子之表述，例如於 Sn-AX-BY-CZ 之情形時，表示於錫合金粒子中，包含 A 質量%之元素 X、B 質量%之元素 Y、C 質量%之元素 Z。

於本發明中，這些含錫粒子可單獨使用 1 種，且亦可將 2 種以上組合使用。

所述含錫粒子亦可進一步包含不可避免地混入之其他原子。不可避免地混入之其他原子可列舉 Ag、Mn、Sb、Si、K、Na、Li、Ba、Sr、Ca、Mg、Be、Zn、Pb、Cd、Tl、V、Al、Zr、W、Mo、Ti、Co、Ni、Au 等。

作為所述含錫粒子中所含之其他原子之含有率，例如可設為於所述含錫粒子中為 3 質量%以下，自熔點及與含磷銅合金粒子之反應性之觀點考慮，較佳的是 1 質量%以下。

所述含錫粒子之平均粒徑並無特別限制，D50%較佳的是 0.5 μm ~20 μm ，更佳的是 1 μm ~15 μm ，進一步更佳

的是 $5\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ 。藉由使 D50% 為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上，則含錫粒子自身之耐氧化性提高。另外，藉由使 D50% 為 $20\ \mu\text{m}$ 以下，則與電極中之含磷銅合金粒子及含鎳粒子之接觸面積變大，從而更有效地進行煅燒中之反應。

而且，所述含錫粒子之形狀並無特別限制，可為大致球狀、扁平狀、塊狀、板狀、鱗片狀等之任意者，自耐氧化性與低體積電阻率之觀點考慮，較佳的是大致球狀、扁平狀或板狀。

而且，所述電極用漿料組成物中之含錫粒子之含有率並無特別限制。其中，於將所述含磷銅合金粒子與所述含錫粒子及所述含鎳粒子之總含有率設為 100 質量% 時，含錫粒子之含有率較佳的是 5 質量% 以上 70 質量% 以下，更佳的是 7 質量% 以上 65 質量% 以下，進一步更佳的是 9 質量% 以上 60 質量% 以下，特佳的是 9 質量% 以上 45 質量% 以下。

藉由使含錫粒子之含有率為 5 質量% 以上，則可使與含磷銅合金粒子及含鎳粒子之反應更均一地產生。另外，藉由使含錫粒子為 70 質量% 以下，則可形成充分之體積的 Cu-Sn 合金相及 Cu-Sn-Ni 合金相，電極之體積電阻率進一步降低。

作為電極用漿料組成物中之含錫粒子之含有率，可使用高頻感應耦合電漿發射光譜分析 (ICP-AES) 裝置或高頻感應耦合電漿質量分析 (ICP-MS) 裝置而測定。另外，於使用這些裝置測定含錫粒子之含有率時，於自電極用漿

料組成物中除去溶劑之狀態下進行測定。

(含鎳粒子)

本發明之電極用漿料組成物包含含鎳粒子之至少 1 種。除了含磷銅合金粒子及含錫粒子以外，亦包含含鎳粒子，藉此而於煅燒步驟中可表現出於更高溫下之耐氧化性。

作為所述含鎳粒子，若為包含鎳之粒子則並無特別限制。其中，較佳的是選自由鎳粒子及鎳合金粒子所構成之群組的至少 1 種，較佳的是選自由鎳粒子及鎳含有率為 1 質量%以上之鎳合金粒子所構成之群組的至少 1 種。

鎳粒子中之鎳之純度並無特別限制。例如鎳粒子之純度可設為 95 質量%以上，較佳的是 97 質量%以上，更佳的是 99 質量%以上。

而且，鎳合金粒子若為包含鎳之合金粒子則合金之種類並無限制。其中，自鎳合金粒子之熔點以及與含磷銅合金粒子、含錫粒子及 Cu-Sn 合金相之反應性之觀點考慮，較佳的是鎳之含有率為 1 質量%以上之鎳合金粒子，更佳的是鎳之含有率為 3 質量%以上之鎳合金粒子，進一步更佳的是鎳之含有率為 5 質量%以上之鎳合金粒子，特佳的是鎳之含有率為 10 質量%以上之鎳合金粒子。

含鎳粒子中之鎳之含有率可使用螢光 X 射線分析 (XRF) 裝置 (例如堀場製作所製造之 MESA-500W 型) 而測定。

鎳合金粒子可列舉 Ni-Fe 系合金、Ni-Cu 系合金、Ni-Cu-Zn 系合金、Ni-Cr 系合金、Ni-Cr-Ag 系合金等。特

別是於可與含磷銅合金粒子及含錫粒子均一地反應之方面而言，可適宜地使用 Ni-58Fe、Ni-75Cu、Ni-6Cu-20Zn 等鎳合金粒子。另外，作為鎳合金粒子中之表述，例如於 Ni-AX-BY-CZ 之情形時，表示於鎳合金粒子中包含 A 質量%之元素 X、B 質量%之元素 Y、C 質量%之元素 Z。

於本發明中，這些含鎳粒子可單獨使用 1 種，或亦可將 2 種以上組合使用。

所述含鎳粒子亦可進一步包含不可避免地混入之其他原子。作為不可避免地混入之其他原子，可列舉 Ag、Mn、Sb、Si、K、Na、Li、Ba、Sr、Ca、Mg、Be、Zn、Pb、Cd、Tl、V、Al、Zr、W、Mo、Ti、Co、Sn、Au 等。

作為所述含鎳粒子中所含之其他原子之含有率，例如可設為於所述含鎳粒子中為 3 質量%以下，自熔點以及與含磷銅合金粒子及含錫粒子之反應性之觀點考慮，較佳的是 1 質量%以下。

所述含鎳粒子之平均粒徑並無特別限制，D50%較佳的是 0.5 μm ~20 μm ，更佳的是 1 μm ~15 μm ，進一步更佳的是 5 μm ~15 μm 。藉由使 D50%為 0.5 μm 以上，則含鎳粒子自身之耐氧化性提高。另外，藉由使 D50%為 20 μm 以下，則與電極中之含磷銅合金粒子及含錫粒子之接觸面積變大，更有效地進行與含磷銅合金粒子及含錫粒子之反應。

作為所述含鎳粒子之形狀，並無特別限制，可為大致球狀、扁平狀、塊狀、板狀、鱗片狀等之任意者，自耐氧

化性與低體積電阻率之觀點考慮，較佳的是大致球狀、扁平狀或板狀。

而且，所述電極用漿料組成物中之含鎳粒子之含有率並無特別限制。其中，於將所述含磷銅合金粒子與所述含錫粒子及含鎳粒子之總含有率設為 100 質量%時，含鎳粒子之含有率較佳的是 10 質量%以上 60 質量%以下，更佳的是 12 質量%以上 55 質量%以下，進一步更佳的是 15 質量%以上 50 質量%以下，特佳的是 15 質量%以上 35 質量%以下。

藉由使含鎳粒子之含有率為 10 質量%以上，可更均一地產生 Cu-Sn-Ni 合金相之形成。而且，藉由使含鎳粒子為 70 質量%以下，可形成充分體積之 Cu-Sn-Ni 合金相，電極之體積電阻率更進一步降低。

電極用漿料組成物中之含鎳粒子之含有率可使用高頻感應耦合電漿發射光譜分析 (ICP-AES) 裝置或高頻感應耦合電漿質量分析 (ICP-MS) 裝置而測定。另外，使用這些裝置而測定含鎳粒子之含有率時，於自電極用漿料組成物中除去溶劑之狀態下進行測定。

所述電極用漿料組成物中之含錫粒子與含鎳粒子之含有比並無特別限制。自與矽基板之密接性之觀點考慮，含鎳粒子相對於含錫粒子之質量比 (含鎳粒子/含錫粒子) 較佳的是 0.3~4.0，更佳的是 0.4~3.0。

而且，所述電極用漿料組成物中之含磷銅合金粒子與含錫粒子及含鎳粒子之含有比並無特別限制。自於高溫煅

燒條件下所形成之電極之低體積電阻率以及與矽基板之密接性之觀點考慮，含錫粒子與含鎳粒子之總量相對於含磷銅合金粒子之質量比（(含鎳粒子+含錫粒子)/含磷銅合金粒子）較佳的是 0.4~1.8，更佳的是 0.6~1.4。

另外，所述電極用漿料組成物中之含錫粒子之平均粒徑（D50%）與含鎳粒子之平均粒徑（D50%）之比並無特別限制。自所形成之 Sn-P-O 玻璃相之均一性以及與矽基板之密接性之觀點考慮，含鎳粒子之平均粒徑（D50%）相對於含錫粒子之平均粒徑（D50%）之比（含鎳粒子/含錫粒子）較佳的是 0.05~20，更佳的是 0.5~10。

而且，所述電極用漿料組成物中之含磷銅合金之平均粒徑（D50%）與含錫粒子之平均粒徑（D50%）之比並無特別限制。自於高溫煅燒條件下所形成之電極之低的體積電阻率以及與矽基板之密接性之觀點考慮，含錫粒子之平均粒徑（D50%）相對於含磷銅合金粒子之平均粒徑（D50%）之比（含錫粒子/含磷銅合金粒子）較佳的是 0.03~30，更佳的是 0.1~10。

而且，所述電極用漿料組成物中之含磷銅合金之平均粒徑（D50%）與含鎳粒子之平均粒徑（D50%）之比並無特別限制。自於高溫煅燒條件下所形成之電極之低的體積電阻率之觀點考慮，含鎳粒子之平均粒徑（D50%）相對於含磷銅合金粒子之平均粒徑（D50%）之比（含鎳粒子/含磷銅合金粒子）較佳的是 0.02~20，更佳的是 0.1~10。

（玻璃粒子）

所述電極用漿料組成物包含玻璃粒子之至少 1 種。電極用漿料組成物包含玻璃粒子，因此於煅燒時，電極部與基板之密接性提高。而且，特別是於太陽電池受光面側之電極形成中，於煅燒時藉由所謂之燒穿（fire through）而除掉作為抗反射膜之氮化矽膜，形成電極與矽基板之歐姆接觸。

所述玻璃粒子，自使與矽基板之密接性及電極之體積電阻率降低之觀點考慮，較佳的是包含玻璃軟化點為 650°C 以下、結晶化開始溫度超過 650°C 之玻璃的玻璃粒子。另外，所述玻璃軟化點可使用熱機械分析裝置（thermal mechanical analyzer, TMA）（例如島津製作所股份有限公司製造之 TMA-60 型）並藉由通常之方法進行測定。而且，所述結晶化開始溫度可使用示差熱-熱重量分析裝置（TG-DTA）（例如島津製作所股份有限公司製造之 DTG-60H 型）並藉由通常之方法進行測定。

具體而言，例如可於藉由 TMA 而測定之熱膨脹曲線中求出 2 個不同之接點之切線之交點，將其交點所對應之溫度作為玻璃軟化點。而且，可根據 TG-DTA 之分析曲線確認放熱峰，求出開始放熱前、與自放熱開始後至放熱峰之間的 2 點之接點的切線之交點，將與該交點對應之溫度作為結晶化開始溫度。

於將所述電極用漿料組成物製成太陽電池受光面側之電極而使用之情形時，所述玻璃粒子若為於電極形成溫度下軟化或熔融，將所接觸之氮化矽膜氧化，帶入氧化而成

之二氧化矽，由此而除去抗反射膜者，則可並無特別限制地使用於該技術領域中所通常使用之玻璃粒子。

作為一般情況下於電極用漿料組成物中所含之玻璃粒子，自可效率良好地帶入二氧化矽之方面考慮，由含鉛之玻璃而構成。此種含鉛之玻璃可列舉日本專利第 03050064 號公報等中所記載者，於本發明中亦可適宜使用這些含鉛之玻璃。

而且，於本發明中，若考慮對環境之影響，則較佳的是使用實質上不含鉛之無鉛玻璃。無鉛玻璃可列舉日本專利特開 2006-313744 號公報之段落編號 0024～段落編號 0025 中所記載之無鉛玻璃及日本專利特開 2009-188281 號公報等中所記載之無鉛玻璃，亦較佳的是自這些無鉛玻璃中適宜選擇而適用於本發明中。

而且，將所述電極用漿料組成物用作除了太陽電池受光面側電極而使用以外的例如漿料背面取出電極、背接觸 (back contact) 型太陽電池元件中之通孔電極及背面電極而使用之情形時，可使用不含如上述鉛這樣的燒穿所必須之成分的玻璃粒子。

構成所述電極用漿料組成物中所使用之玻璃粒子的玻璃成分可列舉二氧化矽 (SiO_2)、氧化磷 (P_2O_5)、氧化鋁 (Al_2O_3)、氧化硼 (B_2O_3)、氧化釩 (V_2O_5)、氧化鉀 (K_2O)、氧化鉍 (Bi_2O_3)、氧化鈉 (Na_2O)、氧化鋰 (Li_2O)、氧化鋇 (BaO)、氧化鋇 (SrO)、氧化鈣 (CaO)、氧化鎂 (MgO)、氧化鈹 (BeO)、氧化鋅 (ZnO)、氧化鉛 (PbO)、氧化錳

(CdO)、氧化錫 (SnO)、氧化鋯 (ZrO_2)、氧化鎢 (WO_3)、氧化鉬 (MoO_3)、氧化釷 (La_2O_3)、氧化鈮 (Nb_2O_5)、氧化鉭 (Ta_2O_5)、氧化釔 (Y_2O_3)、氧化鈦 (TiO_2)、氧化鍺 (GeO_2)、氧化碲 (TeO_2)、氧化鎳 (Lu_2O_3)、氧化銻 (Sb_2O_3)、氧化銅 (CuO)、氧化亞鐵 (FeO)、氧化銀 (Ag_2O) 及氧化錳 (MnO)。

其中，較佳的是使用包含選自由 SiO_2 、 P_2O_5 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 V_2O_5 、 Bi_2O_3 、ZnO 及 PbO 所構成之群組之至少 1 種玻璃成分的玻璃粒子，更佳的是使用包含選自由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 及 PbO 所構成之群組之至少 1 種玻璃成分的玻璃粒子。於此種玻璃粒子中，軟化點更有效地降低。另外，與含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子及視需要包含之銀粒子之濕潤性提高，因此於煅燒過程中，進行各粒子間之燒結，可形成體積電阻率更低之電極。

另一方面，自低接觸電阻率之觀點考慮，較佳的是包含五氧化二磷之玻璃粒子（磷酸玻璃、 P_2O_5 系玻璃粒子），更佳的是除了五氧化二磷以外亦進一步包含五氧化二釩之玻璃粒子（ P_2O_5 - V_2O_5 系玻璃粒子）。藉由進一步包含五氧化二釩，而使耐氧化性進一步提高，電極之電阻率進一步降低。可認為其原因在於：例如藉由進一步包含五氧化二釩而使玻璃之軟化點降低。於使用五氧化二磷-五氧化二釩系玻璃粒子（ P_2O_5 - V_2O_5 系玻璃粒子）之情形時，作為五氧化二釩之含有率，較佳的是於玻璃之總質量中為 1 質量%以上，更佳的是 1 質量%~70 質量%。

本發明中之玻璃粒子之平均粒徑並無特別限制，於累計之重量為 50% 之情形時的平均粒徑 (D50%) 較佳的是 0.5 μm 以上 10 μm 以下，更佳的是 0.8 μm 以上 8 μm 以下。藉由使 D50% 為 0.5 μm 以上，則製作電極用漿料組成物時之作業性提高。另外，藉由使 D50% 為 10 μm 以下，則可均一地分散於電極用漿料組成物中，於煅燒步驟中效率良好地產生燒穿，另外與矽基板之密接性亦提高。

而且，所述玻璃粒子之形狀並無特別限制，可為大致球狀、扁平狀、塊狀、板狀、及鱗片狀等之任意者，自耐氧化性與低體積電阻率之觀點考慮，較佳的是大致球狀、扁平狀、或板狀。

作為所述玻璃粒子之含有率，較佳的是於電極用漿料組成物之總質量中為 0.1 質量%~10 質量%，更佳的是 0.5 質量%~8 質量%，進一步更佳的是 1 質量%~8 質量%。藉由以該範圍之含有率包含玻璃粒子，可更有效地達成耐氧化性、電極之低體積電阻率、及低接觸電阻率，且促進所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子及含鎳粒子間之反應。

電極用漿料組成物中之玻璃粒子之含有率可使用高頻感應耦合電漿發射光譜分析 (ICP-AES) 裝置或高頻感應耦合電漿質量分析 (ICP-MS) 裝置而進行測定。另外，於使用這些裝置而測定玻璃粒子之含有率時，於自電極用漿料組成物中除去溶劑之狀態下進行測定。

而且，電極用漿料組成物的玻璃粒子之含量相對於含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子及視需要而包含之銀

粒子之總含量的比較佳的是 0.01~0.15，更佳的是 0.03~0.12。若以該範圍之含有率包含玻璃粒子，則可更有效地達成耐氧化性、電極之低體積電阻率、及低接觸電阻率，而且可促進所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子及含鎳粒子間之反應。

另外，電極用漿料組成物的玻璃粒子之平均粒徑 (D50%) 相對於含磷銅合金粒子之平均粒徑 (D50%) 之比較佳的是 0.05~100，更佳的是 0.1~20。藉由包含該範圍之玻璃粒子，則可更有效地達成耐氧化性、電極之低體積電阻率、及低接觸電阻率，而且可促進所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子及含鎳粒子間之反應。

(溶劑及樹脂)

本發明之電極用漿料組成物包含溶劑之至少 1 種與樹脂之至少 1 種。藉此可將所述電極用漿料組成物之液體物性 (黏度、表面張力等) 調整為根據將其賦予至矽基板等上時的賦予方法而必需的液體物性。

所述溶劑並無特別限制。溶劑可列舉：己烷、環己烷、甲苯等烴系溶劑；二氯乙烯、二氯乙烷、二氯苯等鹵代烴系溶劑；四氫呋喃、呋喃、四氫吡喃、吡喃、二噁烷、1,3-二氧戊環 (1,3-dioxolane)、三噁烷等環狀醚系溶劑；N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺等醯胺系溶劑；二甲基亞砷、二乙基亞砷等亞砷系溶劑；丙酮、甲基乙基酮、二乙基酮、環己酮等酮系溶劑；乙醇、2-丙醇、1-丁醇、二丙酮醇等醇系化合物；2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇單乙酸酯、

2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇單丙酸酯、2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇單丁酸酯、2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇單異丁酸酯、2,2,4-三乙基-1,3-戊二醇單乙酸酯、乙二醇單丁醚乙酸酯、二乙二醇單丁醚乙酸酯等多元醇之酯系溶劑；丁基溶纖劑 (butyl cellosolve)、二乙二醇單丁醚、二乙二醇二乙醚等多元醇之醚系溶劑； α -松油醇等松油醇 (terpineol)、 α -松油烯等松油烯 (terpinene)、 α -蒎烯、 β -蒎烯等蒎烯 (pinene)、月桂烯 (myrcene)、別羅勒烯 (allo-ocimene)、檸檬烯 (limonene)、雙戊烯 (dipentene)、香茅芹酮 (carvone)、羅勒烯 (ocimene)、水芹烯 (phellandrene) 等萜烯 (terpene) 系溶劑及這些溶劑之混合物。

作為所述溶劑，自將電極用漿料組成物形成於矽基板上時之塗佈性、印刷性之觀點考慮，較佳的是選自由多元醇之酯系溶劑、萜烯系溶劑及多元醇之醚系溶劑所構成之群組的至少 1 種，更佳的是選自由多元醇之酯系溶劑及萜烯系溶劑所構成之群組的至少 1 種。於本發明中，所述溶劑可單獨使用 1 種，亦可將 2 種以上組合使用。

而且，所述樹脂若為可藉由煅燒處理而熱分解之樹脂，則可無特別限制地使用於該技術領域中所通常使用之樹脂，可為天然高分子化合物，亦可為合成高分子化合物。樹脂具體而言可列舉甲基纖維素、乙基纖維素、羧甲基纖維素、硝化纖維素等纖維素系樹脂；聚乙烯醇類；聚乙烯吡咯啉酮類；丙烯酸樹脂；乙酸乙烯酯-丙烯酸酯共聚物；聚乙烯丁醛 (polyvinyl butyral) 等丁醛樹脂；苯酚改性醇

酸樹脂、蓖麻油脂肪酸改性醇酸樹脂等醇酸樹脂；環氧樹脂；酚樹脂；松香酯樹脂等。

作為本發明中之所述樹脂，自煅燒時之消失性之觀點考慮，較佳的是選自由纖維素系樹脂及丙烯酸樹脂所構成之群組的至少 1 種。於本發明中，所述樹脂可單獨使用 1 種，亦可將 2 種以上組合使用。

而且，本發明中之所述樹脂之重量平均分子量並無特別限制。其中，重量平均分子量較佳的是 5000 以上 500000 以下，更佳的是 10000 以上 300000 以下。若所述樹脂之重量平均分子量為 5000 以上，則可抑制電極用漿料組成物之黏度增加。可認為其原因在於：例如使其吸附於含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子上時之立體的斥力作用不足，而粒子彼此之間凝聚。另一方面，若樹脂之重量平均分子量為 500000 以下，則可抑制樹脂彼此於溶劑中凝聚，且可抑制電極用漿料組成物之黏度增加。

而且，除此以外若樹脂之重量平均分子量為 500000 以下，則可抑制樹脂之燃燒溫度變高，且可抑制於對電極用漿料組成物進行煅燒時樹脂並不完全燃燒而以異物之形式殘存，且可以更低之體積電阻率而形成電極。

於本發明之電極用漿料組成物中，所述溶劑與所述樹脂之含有率可根據所期望之液體物性與所使用之溶劑及樹脂之種類而適宜選擇。例如，溶劑與樹脂之總含有率較佳的是於電極用漿料組成物之總質量中為 3 質量%以上 29.9 質量%以下，更佳的是 5 質量%以上 25 質量%以下，進一

步更佳的是 7 質量%以上 20 質量%以下。

藉由使溶劑與樹脂之總含有率為所述範圍內，則使於將電極用漿料組成物賦予至矽基板上時之賦予適合性變良好，可更容易地形成具有所期望之寬度及高度的電極。

另外，於本發明之電極用漿料組成物中，自耐氧化性與電極之低體積電阻率之觀點考慮，較佳的是含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子之總含有率為 70 質量%以上 94 質量%以下、玻璃粒子之含有率為 0.1 質量%以上 10 質量%以下、溶劑及樹脂之總含有率為 3 質量%以上 29.9 質量%以下，更佳的是含磷銅合金粒子、含錫粒子及鎳粒子之總含有率為 74 質量%以上 88 質量%以下、玻璃粒子之含有率為 0.5 質量%以上 8 質量%以下、溶劑及樹脂之總含有率為 7 質量%以上 20 質量%以下，進一步更佳的是含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子之總含有率為 74 質量%以上 88 質量%以下、玻璃粒子之含有率為 1 質量%以上 8 質量%以下、溶劑及樹脂之總含有率為 7 質量%以上 20 質量%以下。

(銀粒子)

所述電極用漿料組成物較佳為進一步包含銀粒子。藉由包含銀粒子，耐氧化性進一步提高，所形成之電極的體積電阻率進一步降低。而且，於利用所述含磷銅合金粒子與所述含錫粒子之反應而生成之 Sn-P-O 系玻璃相中析出 Ag 粒子，藉此電極層之中之 Cu-Sn-Ni 合金相及 Cu-Sn 合金相與矽基板之間的歐姆接觸性進一步提高。另外，亦獲

得於製成太陽電池模組之情形時的焊料連接性提高的效果。

構成所述銀粒子之銀亦可包含不可避免地混入之其他原子。所不可避免地混入之其他原子可列舉 Sb、Si、K、Na、Li、Ba、Sr、Ca、Mg、Be、Zn、Pb、Cd、Tl、V、Sn、Al、Zr、W、Mo、Ti、Co、Ni、Au 等。

所述銀粒子中所含之其他原子之含有率例如可設為於銀粒子中為 3 質量%以下，自熔點及電極之低體積電阻率化之觀點考慮，較佳的是 1 質量%以下。

本發明中之銀粒子之平均粒徑並無特別限制，於累計之重量為 50% 之情形時的平均粒徑 (D50%) 較佳的是 0.4 μm 以上 10 μm 以下，更佳的是 1 μm 以上 7 μm 以下。藉由將 D50% 設為 0.4 μm 以上，則更有效地使耐氧化性提高。另外，藉由使 D50% 為 10 μm 以下，則電極中之銀粒子與含磷銅合金粒子、含錫粒子及鎳粒子之接觸面積變大，且電阻率更有效地降低。

所述銀粒子之形狀並無特別之限制，可為大致球狀、扁平狀、塊狀、板狀、及鱗片狀等之任意者，自耐氧化性與低電阻率之觀點考慮，較佳的是大致球狀、扁平狀、或板狀。

於所述電極用漿料組成物包含銀粒子之情形時，作為銀粒子之含有率，於將所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子、所述鎳粒子及所述銀粒子之總含有率設為 100 質量%時，銀粒子之含有率較佳的是 0.1 質量%以上 10 質量%以

下，更佳的是 0.5 質量%以上 8 質量%以下。

電極用漿料組成物中之銀粒子之含有率可使用螢光 X 射線分析 (XRF) 裝置 (例如堀場製作所股份有限公司製造之 MESA-500W 型) 而測定。

而且，於本發明之電極用漿料組成物中，自耐氧化性、電極之低體積電阻率化、於矽基板上之塗佈性之觀點考慮，電極用漿料組成物中之含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子及銀粒子之總含有率較佳的是 70 質量%以上 94 質量%以下，更佳的是 74 質量%以上 88 質量%以下。由於含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子及銀粒子之總含有率為 70 質量%以上，故可於賦予電極用漿料組成物時容易地達成適宜之黏度。而且，由於含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子及銀粒子之總含有率為 94 質量%以下，故可更有效地抑制於賦予電極用漿料組成物時之模糊 (blur) 之產生。

另外，於本發明之電極用漿料組成物進一步包含銀粒子之情形時，自耐氧化性與電極之低體積電阻率之觀點考慮，較佳的是含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子及銀粒子之總含有率為 70 質量%以上 94 質量%以下、玻璃粒子之含有率為 0.1 質量%以上 10 質量%以下、溶劑及樹脂之總含有率為 3 質量%以上 29.9 質量%以下，更佳的是含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子及銀粒子之總含有率為 74 質量%以上 88 質量%以下、玻璃粒子之含有率為 0.5 質量%以上 8 質量%以下、溶劑及樹脂之總含有率為 7 質

量%以上 20 質量%以下，進一步更佳的是含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子及銀粒子之總含有率為 74 質量%以上 88 質量%以下、玻璃粒子之含有率為 1 質量%以上 8 質量%以下、溶劑及樹脂之總含有率為 7 質量%以上 20 質量%以下。

(助熔劑 (flux))

所述電極用漿料組成物可進一步包含助熔劑之至少 1 種。藉由包含助熔劑，可除去含磷銅合金粒子之表面所形成之氧化膜，促進煅燒中之含磷銅合金粒子之還原反應。而且，由於亦促進了煅燒中之含錫粒子之熔融，因此促進了與含磷銅合金粒子之反應，其結果耐氧化性進一步提高，所形成之電極的電阻率進一步降低。另外，亦可獲得電極材與矽基板之密接性提高的效果。

作為助熔劑，若為可除去含磷銅合金粒子之表面所形成的氧化膜、且促進含錫粒子之熔融者，則並無特別限制。助熔劑具體而言可列舉脂肪酸、硼酸化合物、氟化合物、硼氟化合物等作為較佳之助熔劑。

助熔劑更具體而言可列舉十二烷酸、肉豆蔻酸、棕櫚酸、硬脂酸、己二烯酸、硬炔酸、丙酸、氧化硼、硼酸鉀、硼酸鈉、硼酸鋰、氟硼酸鉀、氟硼酸鈉、氟硼酸鋰、酸性氟化鉀、酸性氟化鈉、酸性氟化鋰、氟化鉀、氟化鈉、氟化鋰等。

其中，自電極材煅燒時之耐熱性（助熔劑於煅燒之低溫時並不揮發之特性）及補充含磷銅合金粒子之耐氧化性

之觀點考慮，可列舉硼酸鉀及氟硼酸鉀作為特佳之助熔劑。

於本發明中，這些助熔劑可分別單獨使用 1 種，亦可將 2 種以上組合使用。

於所述電極用漿料組成物包含助熔劑之情形時，作為電極用漿料組成物中之助熔劑之含有率，自有效地表現出含磷銅合金粒子之耐氧化性、促進含錫粒子之熔融之觀點及於電極材之煅燒完成時減低助熔劑所去除之部分的空隙率之觀點考慮，較佳的是於電極用漿料組成物之總質量中為 0.1 質量%~5 質量%，更佳的是 0.3 質量%~4 質量%，進一步更佳的是 0.5 質量%~3.5 質量%，特佳的是 0.7 質量%~3 質量%，極佳的是 1 質量%~2.5 質量%。

（其他成分）

本發明之電極用漿料組成物除了上述之成分以外，亦可視需要進一步包含於該技術領域中所通常使用之其他成分。其他成分可列舉塑化劑、分散劑、界面活性劑、無機接合劑、金屬氧化物、陶瓷、有機金屬化合物等。

本發明之電極用漿料組成物之製造方法並無特別限制。可藉由如下方式而製造：使用通常所使用之分散方法或混合方法，對含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子、玻璃粒子、溶劑、樹脂、視需要所含之銀粒子等進行分散或混合。分散方法及混合方法並無特別限制，可自通常所使用之分散方法及混合方法中適宜選擇而應用。

（使用電極用漿料組成物之電極的製造方法）

作為使用所述電極用漿料組成物製造電極之方法，可

將所述電極用漿料組成物賦予至形成電極之區域，加以乾燥後，進行煅燒而於所期望之區域形成電極。藉由使用所述電極用漿料組成物，即使於氧之存在下（例如大氣中）進行煅燒處理，亦可形成體積電阻率低之電極。

具體而言，例如於使用所述電極用漿料組成物而形成太陽電池用電極之情形時，可將電極用漿料組成物以成為所期望之形狀之方式而賦予至矽基板上，加以乾燥後進行煅燒，藉此將電阻率低之太陽電池電極形成為所期望之形狀。而且，藉由使用所述電極用漿料組成物，即使於氧之存在下（例如大氣中）進行煅燒處理，亦可形成體積電阻率低之電極。進一步於矽基板上所形成之電極與矽基板之密接性優異，且可達成良好之歐姆接觸。

作為賦予電極用漿料組成物之方法，可列舉網版印刷、噴墨法、分配器法等，自生產性之觀點考慮，較佳的是利用網版印刷之塗佈。

於藉由網版印刷而塗佈電極用漿料組成物之情形時，較佳的是電極用漿料組成物具有 $20 \text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 1000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 之範圍的黏度。另外，電極用漿料組成物之黏度是使用布魯克菲爾德（Brookfield）HBT 黏度計而於 25°C 下測定。

電極用漿料組成物之賦予量可根據所形成之電極之大小等而適宜選擇。例如，電極用漿料組成物賦予量可設為 $2 \text{ g}/\text{m}^2 \sim 10 \text{ g}/\text{m}^2$ ，較佳的是 $4 \text{ g}/\text{m}^2 \sim 8 \text{ g}/\text{m}^2$ 。

而且，作為使用本發明之電極用漿料組成物而形成電極時之熱處理條件（煅燒條件），可適用該技術領域中所通

常使用之熱處理條件。一般情況下，熱處理溫度（煅燒溫度）為 $800^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ ，於使用本發明之電極用漿料組成物之情形時，可適用於更低溫下之熱處理條件至一般的熱處理條件之廣泛之範圍中。例如可於 $450^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ 之廣泛之熱處理溫度下形成具有良好之特性的電極。

而且，熱處理時間可根據熱處理溫度等而適宜選擇，例如可設為 1 秒～20 秒。

熱處理裝置若為可加熱至上述溫度者，則可適宜採用，可列舉紅外線加熱爐、隧道爐等。紅外線加熱爐是將電能以電磁波之形式直接投入至加熱材料中，轉換為熱能，因此效率高，且可以短時間進行急速加熱。而且，並無燃燒之生成物，且是非接觸加熱，因此可抑制所生成之電極之污染。隧道爐將試樣自動且連續地自入口搬送至出口而進行煅燒，因此藉由爐體之劃分與搬送速度之控制而可進行均一地煅燒。自太陽電池元件之發電性能之觀點考慮，適宜的是藉由隧道爐而進行熱處理。

< 太陽電池元件及其製造方法 >

本發明之太陽電池元件至少包含：具有 pn 接合之矽基板以及電極，所述電極是於所述矽基板上所賦予之所述電極用漿料組成物之煅燒物。藉此可獲得具有良好特性之太陽電池元件，該太陽電池元件之生產性優異。

另外，於本說明書中，所謂太陽電池元件是表示包含如下之太陽電池元件：形成有 pn 接合之矽基板、於矽基板上所形成之電極。而且，所謂太陽電池是表示於太陽電池

元件之電極上設有配線材料，視需要將多個太陽電池元件通過配線材料連接而構成，以密封樹脂等進行密封之狀態的太陽電池。

以下，參照圖式對本發明之太陽電池元件之具體例加以說明，但本發明並不限定於此。將表示代表性之太陽電池元件之一例的剖面圖、受光面及背面之概要示於圖 1、圖 2 及圖 3 中。

如圖 1 中表示概略剖面圖那樣，於半導體基板 1 之其中一個面之表面附近形成有 n^+ 型擴散層 2，於 n^+ 型擴散層 2 上形成有輸出取出電極 4 及抗反射膜 3。而且，於另一個面之表面附近形成有 p^+ 型擴散層 7，於 p^+ 型擴散層 7 上形成有背面輸出取出電極 6 及背面集電用電極 5。通常情況下，太陽電池元件之半導體基板 1 中使用單晶或多晶矽等。於該半導體基板 1 中含有硼等，構成 p 型半導體。受光面側為了抑制太陽光之反射，藉由包含 NaOH 與 IPA(異丙醇)之蝕刻溶液而形成凹凸(亦稱為紋理，未圖示)。於其受光面側摻雜有磷等，以次微米級之厚度設置 n^+ 擴散層 2，且於與 p 型塊狀部分之邊界形成有 pn 接合部。另外，於受光面側，藉由 PECVD 等而於 n^+ 擴散層 2 上以膜厚為 90 nm 左右設有氮化矽等抗反射膜 3。

其次，對圖 2 中概略表示之於受光面側所設之受光面電極 4、與圖 3 中概略表示之於背面所形成之集電用電極 5 及輸出取出電極 6 之形成方法加以說明。

受光面電極 4 與背面輸出取出電極 6 由所述電極用漿

料組成物而形成。而且，背面集電用電極 5 由包含玻璃粉末之鋁電極漿料組成物而形成。形成受光面電極 4 與背面集電用電極 5 及背面輸出取出電極 6 之第一方法可列舉：藉由網版印刷等將所述漿料組成物塗佈為所期望之圖案後，加以乾燥，然後於大氣中、 $450^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ 左右下同時進行煅燒而形成。於本發明中，藉由使用所述電極用漿料組成物，即使於比較低之溫度下進行煅燒，亦可形成電阻率及接觸電阻率優異之電極。

此時，於受光面側，形成受光面電極 4 之所述電極用漿料組成物中所含的玻璃粒子與抗反射層 3 反應（燒穿），受光面電極 4 與 n^{+} 擴散層 2 進行電性連接（歐姆接觸）。

於本發明中，藉由使用所述電極用漿料組成物而形成受光面電極 4，雖然包含銅作為導電性金屬，但銅之氧化得到抑制，可以良好之生產性形成低電阻率之受光面電極 4。

另外，於本發明中，所形成之電極較佳的是包含 Cu-Sn-Ni 合金相及視需要的 Cu-Sn 合金相與 Sn-P-O 玻璃相而構成，更佳的是 Sn-P-O 玻璃相配置於 Cu-Sn 合金相或 Cu-Sn-Ni 合金相與矽基板之間（未圖示）。藉此可抑制銅與矽基板之反應，形成具有低體積電阻率且密接性優異之電極。

而且，於背面側，於煅燒時，形成背面集電用電極 5 之鋁電極漿料組成物中的鋁向半導體基板 1 之背面擴散，形成 p^{+} 擴散層 7，藉此可於半導體基板 1 與背面集電用電

極 5、背面輸出取出電極 6 之間獲得歐姆接觸。

形成受光面電極 4 與背面集電用電極 5 及背面輸出取出電極 6 之第二方法可列舉如下之方法：首先印刷形成背面集電用電極 5 之鋁電極漿料組成物，乾燥後於大氣中、 $750^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ 左右下進行煅燒而形成背面集電用電極 5，然後將本發明之電極用漿料組成物印刷於受光面側及背面側，乾燥後於大氣中、 $450^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ 左右下進行煅燒而形成受光面電極 4 與背面輸出取出電極 6。

該方法例如於以下之情形時有效。亦即，於對形成背面集電用電極 5 之鋁電極漿料進行煅燒時，於 650°C 以下之煅燒溫度下，由於鋁漿料之組成而造成鋁粒子之燒結及於半導體基板 1 上之鋁擴散量不足，從而存在無法充分地形成 p^{+} 擴散層之情形。於該狀態下，存在如下之情形：背面之半導體基板 1 與背面集電用電極 5、背面輸出取出電極 6 之間變得無法充分地形成歐姆接觸，作為太陽電池元件之發電性能降低。因此，較佳的是於鋁電極漿料組成物最適合之煅燒溫度（例如 $750^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ ）下形成背面集電用電極 5 後，印刷所述電極用漿料組成物，於乾燥後藉由比較低之溫度（ $450^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ ）進行煅燒，形成受光面電極 4 與背面輸出取出電極 6。

而且，將作為本發明之其他態樣的所謂背接觸型太陽電池元件中所通用之背面側電極結構之概略平面圖示於圖 4，且將分別表示作為其他態樣之背接觸型太陽電池元件的太陽電池元件之概略結構的透視圖分別示於圖 5、圖 6 及

圖 7 中。另外，圖 5、圖 6 及圖 7 分別為圖 4 中之 AA 截面之透視圖。

具有圖 5 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件中，藉由雷射鑽孔或蝕刻等而於半導體基板 1 中形成有貫通受光面側及背面側之兩個面的通孔。而且，於受光面側形成有用以使光入射效率提高的紋理（未圖示）。另外，於受光面側形成有由 n 型化擴散處理所造成的 n^+ 擴散層 2、及於 n^+ 擴散層 2 上之抗反射膜（未圖示）。這些可藉由與先前之結晶矽型太陽電池元件相同之步驟而製造。

其次於先前所形成之通孔內部，藉由印刷法或噴墨法而填充本發明之電極用漿料組成物，進一步於受光面側同樣地將本發明之電極用漿料組成物印刷為柵格狀，形成組成物層，所述組成物層是形成通孔電極 9 及受光面集電用電極 8 者。

此處，於用於填充用途與印刷用途之漿料中，理想的是使用以黏度為代表、最適合各個製程之組成的漿料，亦可藉由相同組成之漿料而總括地進行填充、印刷。

另一方面，於背面側形成用以防止載子再結合之 n^+ 擴散層 2 及 p^+ 擴散層 7。此處，作為形成 p^+ 擴散層 7 之雜質元素，使用硼（B）或鋁（Al）。該 p^+ 擴散層 7 例如可藉由於所述抗反射膜形成前之太陽電池元件製造步驟中實施以硼為擴散源之熱擴散處理而形成，或者於使用鋁之情形時，亦可於所述印刷步驟中，於相反面側漿料印刷、煅燒鋁漿料而形成。

於背面側，如圖 4 之平面圖所示那樣，將本發明之電極用漿料組成物分別於 n^+ 擴散層 2 上及 p^+ 擴散層 7 上印刷為條紋狀，由此而形成背面電極 10 及背面電極 11。此處，於使用鋁漿料而形成 p^+ 擴散層 7 之情形時，僅僅對 n^+ 擴散層 2 側使用所述電極用漿料組成物而形成背面電極即可。

其後，加以乾燥而於大氣中、 $450^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ 左右下進行煅燒，形成受光面集電用電極 8 與通孔電極 9、及背面電極 10、背面電極 11。而且，如前文所述那樣，於背面電極之其中一方中使用鋁電極之情形時，自鋁之燒結性及背面電極與 p^+ 擴散層 7 之歐姆接觸性之觀點考慮，亦可首先印刷漿料、煅燒鋁漿料而形成背面電極之其中一方，其後印刷、填充所述電極用漿料組成物，藉由進行煅燒而形成受光面集電用電極 8 與通孔電極 9、及背面電極之另一方。

而且，具有圖 6 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件除了未形成受光面集電用電極以外，可與具有圖 5 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件同樣地進行而製造。亦即，於具有圖 6 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件中，本發明之電極用漿料組成物可用於通孔電極 9 與背面電極 10、背面電極 11 漿料。

而且，具有圖 7 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件除了於成為基底之半導體基板中使用 n 型矽基板、且並不形成通孔以外，可與具有圖 5 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件同樣地進行而製造。亦即，於具有圖 7 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件中，本發明之電極用漿

料組成物可用於背面電極 10、背面電極 11 漿料。

另外，所述電極用漿料組成物並不限定於如上所述之太陽電池電極之用途，亦可於電漿顯示器之電極配線及遮蔽配線、陶瓷電容器、天線電路、各種感測器電路、半導體元件之放熱材料等用途中適宜地使用。於這些用途中，特別是可於在包含矽之基板上形成電極之情形時適宜地使用。

< 太陽電池 >

本發明之太陽電池包含至少 1 個所述太陽電池元件，且於太陽電池元件之電極上配置配線材料而構成。太陽電池亦可進一步視需要通過配線材料而將多個太陽電池元件連結，進一步以密封材加以密封而構成。所述配線材料及密封材並無特別限制，可自本領域中所通常使用的材料中適宜選擇。

[實例]

以下，藉由實例對本發明加以具體的說明，但本發明並不限定於這些實例。另外，只要無特別說明，則「份」及「%」為質量基準。

< 實例 1 >

(a) 電極用漿料組成物之製備

藉由常法而製備包含 7 質量%之磷的含磷銅合金，將其熔解而藉由水霧化法進行粉末化，然後進行乾燥、分級。對所分級之粉末進行摻合，並且進行脫氧及脫水處理，而製作出包含 7 質量%之磷的含磷銅合金粒子。另外，含磷

銅合金粒子之平均粒徑 (D50%) 為 5.0 μm ，其形狀為大致球狀。

含磷銅合金粒子之形狀可使用日立高新技術股份有限公司 (Hitachi High-Technologies Corporation) 製造之 TM-1000 型掃描式電子顯微鏡進行觀察而判定。含磷銅合金粒子之平均粒徑可使用貝克曼庫爾特股份有限公司 (Beckman Coulter, Inc.) 製造之 LS 13 320 型雷射散射繞射法粒度分布測定裝置 (測定波長為 632 nm) 而算出。

製備包含二氧化矽 (SiO_2) 3 份、氧化鉛 (PbO) 60 份、氧化硼 (B_2O_3) 18 份、氧化鉍 (Bi_2O_3) 5 份、氧化鋁 (Al_2O_3) 5 份、氧化鋅 (ZnO) 9 份的玻璃 (以下有時略記為「G01」)。所得之玻璃 G01 的軟化點為 420°C ，結晶化溫度超過 650°C 。

使用所得之玻璃 G01，獲得平均粒徑 (D50%) 為 2.5 μm 之玻璃 G01 粒子。且其形狀為大致球狀。

另外，玻璃粒子形狀可使用日立高新技術股份有限公司製造之 TM-1000 型掃描式電子顯微鏡進行觀察而判定。玻璃粒子之平均粒徑可使用貝克曼庫爾特股份有限公司製造之 LS 13 320 型雷射散射繞射法粒度分布測定裝置 (測定波長為 632 nm) 而算出。玻璃粒子之軟化點可使用島津製作所股份有限公司製造之 DTG-60H 型示差熱-熱重量同時測定裝置，藉由示差熱 (DTA) 曲線而求出。

將上述所得之含磷銅合金粒子 33.3 份、錫粒子 (Sn；平均粒徑 (D50%) 為 5.0 μm ；純度為 99.9%) 22.8 份、鎳

粒子 (Ni; 平均粒徑 (D50%) 為 5.0 μm ; 純度為 99.9%) 22.2 份、玻璃 G01 粒子 7.8 份、二乙二醇單丁醚 (BC) 11.7 份、聚丙烯酸乙酯 (EPA) 2.2 份加以混合，使用自動研鉢混練裝置加以混合並進行漿料化，而調製電極用漿料組成物 1。

(b) 太陽電池元件之製作

準備於受光面形成有 n^+ 擴散層、紋理及抗反射膜 (氮化矽膜) 之膜厚為 190 μm 之 p 型半導體基板，切出 125 mm \times 125 mm 之大小。使用網版印刷法，以成為如圖 2 所示之電極圖案之方式將上述所得之電極用漿料組成物 1 印刷於其受光面上。電極之圖案包含 150 μm 寬之指狀線與 1.5 mm 寬之匯流排，以煅燒後之膜厚成為 20 μm 之方式適宜地調整印刷條件 (篩版之網目、印刷速度、印壓)。將其於加熱為 150 $^{\circ}\text{C}$ 之烘箱中放置 15 分鐘，藉由蒸發而將溶劑除掉。

繼而，於與受光面為相反側之面 (以下亦稱為「背面」) 上，與上述同樣地藉由網版印刷，以成為圖 3 所示之電極圖案之方式印刷電極用漿料組成物 1 與鋁電極漿料。

包含電極用漿料組成物 1 之背面輸出取出電極之圖案以 123 mm \times 5 mm 而構成，共計印刷 2 處。另外，背面輸出取出電極以煅燒後之膜厚成為 20 μm 之方式適宜調整印刷條件 (篩版之網目、印刷速度、印壓)。而且，將鋁電極漿料印刷於除背面輸出取出電極以外之整個面上而形成背面集電用電極圖案。而且，以煅燒後之背面集電用電極之

膜厚成為 30 μm 之方式適宜調整鋁電極漿料之印刷條件。將其於加熱為 150°C 之烘箱中放置 15 分鐘，藉由蒸發而將溶劑除掉。

繼而，使用隧道爐（則武（Noritake）公司製造、1 列搬送 W/B 隧道爐）而於大氣環境下、煅燒最高溫度為 800°C 下進行滯留時間為 10 秒之加熱處理（煅燒），製作形成有所期望之電極的太陽電池元件 1。

< 實例 2 >

於實例 1 中，將電極形成時之煅燒條件自最高溫度 800°C 下 10 秒變更為最高溫度 850°C 下 8 秒，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製作太陽電池元件 2。

< 實例 3 >

於實例 1 中，將含磷銅合金粒子之磷含量自 7 質量% 變更為 6 質量%，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 3，製作太陽電池元件 3。

< 實例 4 >

於實例 1 中，將含磷銅合金粒子之磷含量自 7 質量% 變更為 8 質量%，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 4，製作太陽電池元件 4。

< 實例 5 >

於實例 4 中，將電極形成時之煅燒條件自最高溫度 800°C 下 10 秒變更為最高溫度 850°C 下 8 秒，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 5，製作太陽電池元件 5。

< 實例 6 >

於實例 1 中，將含磷銅合金粒子之平均粒徑 (D50%) 自 5.0 μm 變更為 1.5 μm ，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 6，製作太陽電池元件 6。

< 實例 7 >

於實例 1 中，變更含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子之含量，將含磷銅合金粒子之含量設為 36.5 份、將含錫粒子之含量設為 25.4 份、將含鎳粒子設為 16.4 份，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 7，製作太陽電池元件 7。

< 實例 8 >

於實例 1 中，變更含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子之含量，將含磷銅合金粒子之含量設為 46.5 份、將含錫粒子之含量設為 9.4 份、將含鎳粒子設為 22.4 份，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 8，製作太陽電池元件 8。

< 實例 9 >

於實例 1 中，使用包含 Sn-4Ag-0.5Cu (於 Sn 中包含 4 質量%之 Ag 與 0.5 質量%之 Cu 的合金) 之錫合金粒子作為含錫粒子而代替錫粒子 (Sn)，使其平均粒徑 (D50%) 為 8.0 μm ，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 9，製作太陽電池元件 9。

< 實例 10 >

於實例 1 中，使用包含 Ni-60Cu (於 Ni 中包含 60 質

量%之 Cu 的合金)之鎳合金粒子作為含鎳粒子而代替鎳粒子 (Ni)，使其平均粒徑 (D50%) 為 7.0 μm ，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 10，製作太陽電池元件 10。

<實例 11>

於實例 1 中，將含鎳粒子 (Ni) 之平均粒徑 (D50%) 自 5.0 μm 變更為 10.0 μm ，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 11，製作太陽電池元件 11。

<實例 12>

於實例 1 中，於電極用漿料組成物中加入銀粒子 (Ag；平均粒徑 (D50%) 為 3.0 μm ；純度為 99.5%)。具體而言，將各成分之含量變更為含磷銅合金粒子為 32.3 份、錫粒子為 21.8 份、鎳粒子為 20.2 份、銀粒子為 4.0 份、玻璃 G01 粒子為 7.8 份、二乙二醇單丁醚 (BC) 為 11.7 份、聚丙烯酸乙酯 (EPA) 為 2.2 份，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 12，製作太陽電池元件 12。

<實例 13>

於實例 1 中，變更玻璃 G01 粒子之含量。具體而言，將各成分之含量變更為含磷銅合金粒子為 34.3 份、錫粒子為 23.7 份、鎳粒子為 23.2 份、玻璃 G01 粒子為 4.9 份、二乙二醇單丁醚 (BC) 為 11.7 份、聚丙烯酸乙酯 (EPA) 為 2.2 份，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 13，製作太陽電池元件 13。

<實例 14>

於實例 1 中，將玻璃粒子之組成由玻璃 G01 變更為以下所示之玻璃 G02，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 14，製作太陽電池元件 14。

以包含氧化釩 (V_2O_5) 45 份、氧化磷 (P_2O_5) 24.2 份、氧化鋇 (BaO) 20.8 份、氧化銻 (Sb_2O_3) 5 份、氧化鎢 (WO_3) 5 份之方式製備玻璃 G02。而且，該玻璃 G02 之軟化點為 492°C ，結晶化開始溫度超過 650°C 。

使用所得之玻璃 G02，獲得粒徑 (D50%) 為 $2.5\ \mu\text{m}$ 之玻璃 G02 粒子。而且，其形狀為大致球狀。

<實例 15>

於實例 1 中，將溶劑由二乙二醇單丁醚變更為松油醇 (Ter)，且將樹脂由聚丙烯酸乙酯變更為乙基纖維素 (EC)。具體而言，將各成分之含量變更為含磷銅合金粒子為 33.3 份、錫粒子為 22.8 份、鎳粒子為 22.2 份、玻璃 G01 粒子為 7.8 份、松油醇 (Ter) 為 13.5 份、乙基纖維素 (EC) 為 0.4 份，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 15，製作太陽電池元件 15。

<實例 16~實例 20>

於實例 1 中，如表 1 所示那樣變更含磷銅合金粒子之磷含量、平均粒徑 (D50%) 及其含量，含錫粒子之組成、平均粒徑 (D50%) 及其含量，含鎳粒子之組成、平均粒徑 (D50%) 及其含量，銀粒子之含量，玻璃粒子之種類及其含量，溶劑之種類及其含量，樹脂之種類及其含量，除此以外，與實例 1 同樣地進行而分別製備電極用漿料組

成物 16～電極用漿料組成物 20。

其次，分別使用所得之電極用漿料組成物 16～電極用漿料組成物 20，如表 1 所示那樣變更加熱處理之溫度及處理時間，除此以外，與實例 1 同樣地進行而分別製作形成有所期望之電極的太陽電池元件 16～太陽電池元件 20。

<實例 21>

準備於受光面形成有 n^+ 擴散層、紋理及抗反射膜（氮化矽膜）之膜厚為 190 μm 之 p 型半導體基板，切出 125 mm×125 mm 之大小。其後，於背面印刷鋁電極漿料而形成背面集電用電極圖案。背面集電用電極圖案如圖 3 所示那樣印刷於背面輸出取出電極以外之整個面上。而且，以煅燒後之背面集電用電極之膜厚成為 30 μm 之方式適宜調整鋁電極漿料之印刷條件。將其於加熱為 150°C 之烘箱中放置 15 分鐘，藉由蒸發而將溶劑除掉。

繼而，使用隧道爐（則武公司製造、1 列搬送 W/B 隧道爐）而於大氣環境下、煅燒最高溫度為 800°C 下進行滯留時間為 10 秒之加熱處理（煅燒），形成背面之集電用電極及 p^+ 擴散層。

其後，以成為圖 2 及圖 3 中所示之電極圖案之方式印刷上述所得之電極用漿料組成物 1。受光面之電極之圖案包含 150 μm 寬之指狀線與 1.5 mm 寬之匯流排，以煅燒後之膜厚成為 20 μm 之方式適宜地調整印刷條件（篩版之網目、印刷速度、印壓）。而且，以 123 mm×5 mm 構成背面電極之圖案，以煅燒後之膜厚成為 20 μm 之方式共計印刷

2 處。將其於加熱為 150°C 之烘箱中放置 15 分鐘，藉由蒸發而將溶劑除掉。

其次，使用隧道爐（則武公司製造、1 列搬送 W/B 隧道爐）而於大氣環境下、煅燒最高溫度為 650°C 下進行滯留時間為 10 秒之加熱處理（煅燒），製作形成有所期望之電極的太陽電池元件 21。

< 實例 22 >

於實例 21 中，於受光面之電極及背面輸出取出電極之製作中使用上述所得之電極用漿料組成物 3，除此以外，與實例 21 同樣地進行而製作太陽電池元件 22。

< 實例 23 >

於實例 21 中，於受光面之電極及背面輸出取出電極之製作中使用上述所得之電極用漿料組成物 9，且將電極形成時之煅燒條件自最高溫度 650°C 下 10 秒變更為最高溫度 620°C 下 10 秒，除此以外，與實例 21 同樣地進行而製作太陽電池元件 23。

< 實例 24 >

使用上述所得之電極用漿料組成物 1，製作具有圖 5 中所示之結構的太陽電池元件 24。具體的製作方法如下所示。首先，對 p 型矽基板，藉由雷射鑽孔而形成貫通受光面側及背面側之兩個面的直徑為 $100\ \mu\text{m}$ 之通孔。而且，於受光面側依序形成紋理、 n^+ 擴散層、抗反射膜。另外， n^+ 擴散層亦分別形成於通孔內部、及背面之一部分。其次，藉由噴墨法將電極用漿料組成物 1 填充於先前所形成之通

孔內部，另外於受光面側亦印刷為柵格狀。

另一方面，於背面側，使用電極用漿料組成物 1，以如圖 4 所示之圖案而印刷為條紋狀，於通孔之下印刷而形成電極用漿料組成物層。而且，將鋁電極漿料印刷於電極用漿料組成物層以外之區域而形成鋁電極漿料層。使用隧道爐（則武公司製造、1 列搬送 W/B 隧道爐）而於大氣環境下、煅燒最高溫度為 800°C 下對其進行滯留時間為 10 秒之加熱處理，製作形成有所期望之電極的太陽電池元件 24。

此時，對於形成有鋁電極漿料層之部分，藉由煅燒而使鋁擴散至 p 型矽基板內，由此而形成 p⁺擴散層。

< 實例 25 >

於實例 24 中，由電極用漿料組成物 1 變更為上述所得之電極用漿料組成物 16，形成受光面集電用電極、通孔電極、背面電極，除此以外，與實例 24 同樣地進行而製作太陽電池元件 25。

< 實例 26 >

於實例 24 中，將電極形成時之煅燒條件由最高溫度 800°C 下 10 秒變更為最高溫度 850°C 下 8 秒，除此以外，與實例 24 同樣地進行而製作太陽電池元件 26。

< 實例 27 >

於實例 24 中，由電極用漿料組成物 1 變更為上述所得之電極用漿料組成物 9，形成受光面集電用電極、通孔電極、背面電極，除此以外，與實例 24 同樣地進行而製作太

陽電池元件 27。

< 實例 28 >

於實例 1 中，將玻璃粒子由玻璃 G01 粒子變更為玻璃 G03 粒子，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 28。

另外，以包含二氧化矽 (SiO_2) 13 份、氧化硼 (B_2O_3) 58 份、氧化鋅 (ZnO) 38 份、氧化鋁 (Al_2O_3) 12 份、氧化鋇 (BaO) 12 份之方式製備玻璃 G03。所得之玻璃 G03 之軟化點為 583°C ，結晶化溫度超過 650°C 。

使用所得之玻璃 G03，獲得平均粒徑 ($D50\%$) 為 $2.5\ \mu\text{m}$ 之玻璃 G03 粒子。而且，其形狀為大致球狀。

其次，使用上述所得之電極用漿料組成物 28，製作具有圖 6 中所示之結構的太陽電池元件 28。製作方法除了並不形成受光面電極以外，其他與實例 24~實例 27 相同。另外，煅燒條件是於最高溫度 800°C 下將滯留時間設為 10 秒。

< 實例 29 >

於實例 28 中，將電極形成時之煅燒條件自最高溫度 800°C 下 10 秒變更為最高溫度 850°C 下 8 秒，除此以外，與實例 28 同樣地進行而製作太陽電池元件 29。

< 實例 30 >

使用上述所得之電極用漿料組成物 28，製作具有圖 7 中所示之結構的太陽電池元件 30。製作方法除了於成為基底之基板中使用 n 型矽基板、且不形成受光面電極、通孔

及通孔電極以外，與實例 24 相同。另外，煅燒條件是於最高溫度 800°C 下將滯留時間設為 10 秒。

< 實例 31 >

於實例 9 中，將玻璃粒子自玻璃 G01 粒子變更為玻璃 G03 粒子，除此以外，與實例 5 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 31。使用該電極用漿料組成物 31，與實例 30 同樣地進行而製作具有圖 7 中所示之結構的太陽電池元件 31。

< 實例 32 >

於實例 16 中，將玻璃粒子由玻璃 G01 粒子變更為玻璃 G03 粒子，除此以外，與實例 12 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 32。使用該電極用漿料組成物 32，與實例 30 同樣地進行而製作具有圖 7 中所示之結構的太陽電池元件 32。

< 比較例 1 >

於實例 1 之電極用漿料組成物之製備中，並不使用含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子，以成為表 1 中所示之組成之方式變更各成分，除此以外，與實例 1 同樣地進行而調製電極用漿料組成物 C1。

使用不含含磷銅合金粒子、含錫粒子及鎳粒子之電極用漿料組成物 C1，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製作太陽電池元件 C1。

< 比較例 2~比較例 4 >

於實例 1 中之電極用漿料組成物之製備中，使用磷之

含量不同的含磷銅合金粒子，且並未使用含錫粒子及鎳粒子地分別製備表 1 中所示之組成的電極用漿料組成物 C2～電極用漿料組成物 C4。

分別使用電極用漿料組成物 C2～電極用漿料組成物 C4，除此以外，與比較例 1 同樣地進行而分別製作太陽電池元件 C2～太陽電池元件 C4。

<比較例 5>

於實例 1 中之電極用漿料組成物之製備中，使用銅粒子（純度為 99.5%、平均粒徑（D50%）為 5.0 μm 、含量為 33.3 份）代替含磷銅合金粒子，以成為表 1 中所示之組成的方式變更各成分，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 C5。

使用電極用漿料組成物 C5，除此以外，與比較例 1 同樣地進行而製作太陽電池元件 C5。

<比較例 6>

於實例 24 中，變更為上述所得之電極用漿料組成物 C1 而代替電極用漿料組成物 1，形成受光面集電用電極、通孔電極、背面電極，除此以外，與實例 24 同樣地進行而製作太陽電池元件 C6。

<比較例 7>

於實例 28 中，變更為上述所得之電極用漿料組成物 C1 而代替電極用漿料組成物 28，除此以外，與實例 28 同樣地進行而製作太陽電池元件 C7。

<比較例 8>

於實例 30 中，變更為上述所得之電極用漿料組成物 C1 而代替電極用漿料組成物 28，除此以外，與實例 30 同樣地進行而製作太陽電池元件 C8。

[表 1]

實例	含磷銅合金粒子			含錫粒子		含銀粒子		玻璃粒子			溶劑		樹脂		太陽電池單元結構	適用之電極				僅AI電極	僅AI漿料之煅燒條件		所製作之電極用漿料組成份				
	磷含量 (wt%)	粒徑 (D50) (μm)	含量 (份)	組成	粒徑 (D50) (μm)	含量 (份)	粒徑 (D50) (%)	含量 (份)	種類	含量 (份)	種類	含量 (份)	種類	含量 (份)		種類	受光面電極	受光面輸出電極	背面輸出電極		通孔電極	背面電極	最高溫度 [°C]	滯留時間 [sec]	最高溫度 [°C]	滯留時間 [sec]	
實例 1	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	800	10	800	10		
實例 2	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	850	8	850	8		
實例 3	6	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	800	10	800	10		
實例 4	8	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	800	10	800	10		
實例 5	8	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	850	8	850	8		
實例 6	7	1.5	33.3	Sn	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	800	10	800	10		
實例 7	7	5.0	36.5	Sn	5.0	16.4	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	800	10	800	10		
實例 8	7	5.0	46.5	Sn	5.0	22.4	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	800	10	800	10		
實例 9	7	5.0	33.3	Sn-4Ag-0.5Cu	8.0	22.8	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	-	-	800	10	800	10		
實例 10	7	5.0	33.3	Sn	8.0	22.8	Ni-60 Cu	7.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 11	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.8	Ni	10.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 12	7	5.0	32.3	Sn	5.0	21.8	Ni	10.0	20.2	3.0	4.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 13	7	5.0	34.3	Sn	5.0	23.7	Ni	5.0	23.2	-	0.0	G01	2.5	4.9	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 14	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.8	Ni	5.0	22.2	-	0.0	G02	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 15	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.8	Ni	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	Ter	13.5	EC	0.4	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10
實例 16	8	5.0	37.7	Sn	5.0	25.7	Ni-6C u-20Zn	5.0	14.9	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 17	7	10.0	32.1	Sn-58Bi	5.0	29.8	Ni	5.0	13.6	3.0	2.8	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 18	6	5.0	37.4	Sn	7.0	19.8	Ni	5.0	23.4	-	0.0	G02	1.7	5.5	Ter	13.5	EC	0.4	雙面電極	○	○	-	-	750	12	750	12
實例 19	7	5.0	30.5	Sn-4Ag-0.5Cu	8.0	16.8	Ni	5.0	24.3	3.0	5.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.6	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 20	7	1.5	40.5	Sn	3.0	20.9	Ni	5.0	20.8	-	0.0	G01	1.7	3.9	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	850	8	850	8	
實例 21	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.8	Ni	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 22	6	5.0	33.3	Sn	5.0	22.8	Ni	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	
實例 23	7	5.0	33.3	Sn-4Ag-0.5Cu	8.0	22.8	Ni	5.0	22.2	-	0.0	G01	2.5	7.8	BC	EPA	2.2	雙面電極	○	○	-	-	800	10	800	10	



[續表 1]

實例	含磷銅合金粒子			含錫粒子			含銀粒子			玻璃粒子			溶劑		樹脂		太陽電池單元結構		適用之電極				僅 AI 電極		僅 AI 漿料之煅燒條件		所製作之電極用漿料組件			
	磷含量 (wt%)	粒徑 (D50) (%) (μm)	含量 (份)	組成	粒徑 (D50) (%) (μm)	含量 (份)	組成	粒徑 (D50) (%) (μm)	含量 (份)	種類	含量 (份)	種類	含量 (份)	種類	種類	含量 (份)	種類	背接觸	背接觸	受光面輸出電極	背面輸出電極	通孔電極	背面電極	最高溫度 [°C]	滯留時間 [sec]	最高溫度 [°C]	滯留時間 [sec]	最高溫度 [°C]	滯留時間 [sec]	
實例 24	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	Ni	5.0	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	○	○	-	-	800	10	800	10	800	10
實例 25	8	5.0	37.7	Sn	5.0	14.9	Ni-6Cu-20Zn	-	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	○	○	-	-	800	10	800	10	800	10
實例 26	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	Ni	-	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	○	○	-	-	850	8	850	8	850	8
實例 27	7	5.0	33.3	Sn-4Ag-0.5Cu	8.0	22.2	Ni	5.0	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	○	○	-	-	800	10	800	10	800	10
實例 28	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	Ni	-	G03	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	-	-	○	○	800	10	800	10	800	10
實例 29	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	Ni	-	G03	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	-	-	○	○	850	8	850	8	850	8
實例 30	7	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	Ni	-	G03	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	-	-	○	○	800	10	800	10	800	10
實例 31	7	5.0	33.3	Sn-4Ag-0.5Cu	8.0	22.2	Ni	-	G03	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	-	-	○	○	800	10	800	10	800	10
實例 32	8	5.0	37.7	Sn	5.0	14.9	Ni-6Cu-20Zn	5.0	G03	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	-	-	-	-	○	○	800	10	800	10	800	10
比較例 1	-	-	0	-	-	0.0	-	3.0	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	雙面電極	雙面電極	○	○	○	○	-	-	800	10	800	10	800	10
比較例 2	0	5.0	78.3	-	-	0.0	-	-	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	雙面電極	雙面電極	○	○	○	○	-	-	800	10	800	10	800	10
比較例 3	1	5.0	78.3	-	-	0.0	-	-	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	雙面電極	雙面電極	○	○	○	○	-	-	800	10	800	10	800	10
比較例 4	7	5.0	78.3	-	-	0.0	-	-	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	雙面電極	雙面電極	○	○	○	○	-	-	800	10	800	10	800	10
比較例 5	0	5.0	33.3	Sn	5.0	22.2	Ni	5.0	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	雙面電極	雙面電極	○	○	○	○	-	-	800	10	800	10	800	10
比較例 6	-	-	0.0	-	-	0.0	-	3.0	G01	7.8	BC	11.7	EPA	2.2	EPA	2.2	背接觸	背接觸	○	○	-	-	○	○	800	10	800	10	800	10
比較例 7	-	-	0.0	-	-	0.0	-	3.0	G01	7.8	Ter	14.1	EC	0.4	EC	0.4	背接觸	背接觸	-	-	-	-	○	○	800	10	800	10	800	10
比較例 8	-	-	0.0	-	-	0.0	-	3.0	G01	7.8	Ter	14.1	EC	0.4	EC	0.4	背接觸	背接觸	-	-	-	-	○	○	800	10	800	10	800	10

< 評價 >

所製作之太陽電池元件之評價是將作為模擬太陽光之 WACOM 電創股份有限公司 (WACOM ELECTRIC CO., LTD.) 製造之 WXS-155S-10、作為電流-電壓 (I-V) 評價測定器之 I-V CURVE TRACER MP-160 (英弘精機 (EKO INSTRUMENT) 公司製造) 之測定裝置加以組合而進行。表示作為太陽電池之發電性能的 J_{sc} (短路電流)、 V_{oc} (開路電壓)、FF (填充因數)、Eff (轉換效率) 是分別依據 JIS-C-8912、JIS-C-8913 及 JIS-C-8914 進行測定所得者。於雙面電極結構之太陽電池元件中，將所得之各測定值換算為將比較例 1 (太陽電池元件 C1) 之測定值作為 100.0 之相對值而示於表 2 中。另外，於比較例 2 中，由於銅粒子之氧化而造成所形成之電極之電阻率變大，不能評價。

進一步使用掃描式電子顯微鏡 Miniscope TM-1000 (日立製作所股份有限公司製造)，於加速電壓為 15 kV 下觀察將所製備之電極用漿料組成物進行煅燒而形成的受光面電極之截面，調查電極內之 Cu-Sn 合金相、Cu-Sn-Ni 合金相、Sn-P-O 玻璃相之有無及 Sn-P-O 玻璃相之形成部位。將其結果亦一併示於表 2 中。

[表 2]

實例	作為太陽電池之發電性能				電極截面組織觀察結果			
	Jsc(相對值) 短路電流	Voc(相對值) 開路電壓	F.F.(相對值) 填充因數	Eff(相對值) 轉換效率	Cu-Sn 合金相 之有無	Cu-Sn-Ni 合金相之 有無	Sn-P-O 玻璃相	
							有 無	形成部位
實例 1	100.8	100.3	99.8	100.2	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 2	100.3	100.8	100.2	100.5	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 3	99.8	98.9	99.2	98.4	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 4	100.2	100.1	99.3	98.9	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 5	100.7	100.3	101.5	101.7	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 6	99.5	99.9	100.3	100.2	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 7	99.3	98.4	98.1	97.9	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 8	100.3	101.6	100.2	100.0	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 9	102.3	100.3	100.9	100.5	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 10	99.4	98.0	97.2	97.2	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 11	99.0	98.7	100.0	99.2	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 12	103.4	100.2	101.5	102.4	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 13	99.9	100.4	101.0	100.4	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 14	101.3	100.6	100.4	100.7	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 15	100.2	99.8	99.8	99.7	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 16	98.7	99.0	99.5	99.2	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 17	98.7	97.9	98.0	97.1	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 18	100.1	100.0	101.2	101.5	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 19	102.4	100.0	101.9	101.6	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 20	100.9	99.4	99.8	99.2	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 21	100.2	100.3	100.1	99.8	有	有	有	Cu-Sn 合金相/Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 22	99.8	99.4	100.0	99.5	有	有	有	Cu-Sn 合金相/Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 23	101.9	100.9	100.5	100.9	有	有	有	Cu-Sn 合金相/Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
比較例 1	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	-
比較例 2	-	-	-	-	無	無	無	-
比較例 3	35.6	45.2	40.4	7.2	無	無	無	-
比較例 4	39.9	38.2	37.7	18.5	無	無	無	-
比較例 5	12.3	18.5	22.4	19.6	無	無	無	-

根據表 2 可知：於比較例 3~比較例 5 中，發電性能比比較例 1 差。這可被認為是例如如下原因：於比較例 4 中，不含含錫粒子，因此於煅燒中產生矽基板與銅之相互擴散，基板內之 pn 接合特性劣化。而且，於比較例 5 中，未使用含磷銅合金粒子而使用銅粒子（磷含量為 0 質量 %），因此於煅燒中，銅粒子於與含錫粒子反應之前氧化，並未形成 Cu-Sn 合金相而造成電極之電阻增加。

另一方面，實例 1~實例 23 中所製作之太陽電池元件之發電性能與比較例 1 之太陽電池元件之測定值相比而言大致同等。特別是太陽電池元件 21~太陽電池元件 23，即使於比較低之溫度（ 620°C ~ 650°C ）下對電極用漿料組成物進行煅燒，亦顯示出高的發電性能。而且，組織觀察之結果是：於受光面電極內存在 Cu-Sn-Ni 合金相或 Cu-Sn-Ni 合金相與 Cu-Sn 之雙方以及 Sn-P-O 玻璃相，Sn-P-O 玻璃相形成於 Cu-Sn 合金相及 Cu-Sn-Ni 合金相與矽基板之間。

繼而，關於背接觸型太陽電池元件中之具有圖 5 之結構者，將所得之各測定值換算為將比較例 6 之測定值作為 100.0 的相對值而示於表 3 中。進一步觀察受光面電極之截面，並將結果亦一併示於表 3 中。

[表 3]

	作為太陽電池之發電性能				電極截面組織觀察結果			
	Jsc (相對值) 短路電流	Voc (相對值) 開路電壓	F.F. (相對值) 填充因數	Eff (相對值) 轉換效率	Cu-Sn 合金相之 有無	Cu-Sn-Ni 合金相之 有無	Sn-P-O 玻璃相	
							有 無	形成位置
實例 24	100.2	100.1	100.3	100.7	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽 基板之間
實例 25	99.8	100.2	99.5	99.4	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽 基板之間
實例 26	100.3	101.0	100.4	100.4	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽 基板之間
實例 27	100.1	99.5	100.5	99.8	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽 基板之間
比較 例 6	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	-

根據表 3 可知：實例 24～實例 27 中所製作之太陽電池元件顯示出與比較例 6 之太陽電池元件大致同等之發電性能。而且，組織觀察之結構是於受光面電極內存在 Cu-Sn-Ni 合金相與 Sn-P-O 玻璃相，Sn-P-O 玻璃相形成於 Cu-Sn-Ni 合金相與矽基板之間。

繼而，關於背接觸型太陽電池元件中之具有圖 6 之結構者，將所得之各測定值換算為將比較例 7 之測定值作為 100.0 的相對值而示於表 4 中。進一步觀察背面電極中之對所製備的電極用漿料組成物進行煅燒而形成之電極的截面，並將結果亦一併示於表 4 中。

[表 4]

	作為太陽電池之發電性能				電極截面組織觀察結果			
	Jsc (相對值) 短路電流	Voc (相對值) 開路電壓	F.F. (相對值) 填充因數	Eff (相對值) 轉換效率	Cu-Sn 合金相之 有無	Cu-Sn-Ni 合金相之 有無	Sn-P-O 玻璃相	
							有無	形成位置
實例 28	100.8	100.2	100.9	100.5	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽 基板之間
實例 29	99.4	98.7	98.2	99.0	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽 基板之間
比較 例 7	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	-

根據表 4 可知：於實例 28～實例 29 中所製作之太陽電池元件顯示出與比較例 7 之太陽電池元件基本同等之發電性能。而且，組織觀察之結果是：於背面電極中的對所製作之電極用漿料組成物進行煅燒而形成的電極內存在 Cu-Sn-Ni 合金相與 Sn-P-O 玻璃相，Sn-P-O 玻璃相形成於 Cu-Sn-Ni 合金相與矽基板之間。

繼而，關於背接觸型太陽電池元件中之具有圖 7 之結構者，將所得之各測定值換算為將比較例 8 之測定值作為 100.0 的相對值而示於表 5 中。進一步觀察背面電極中的對所製備的電極用漿料組成物進行煅燒而形成的電極之截面，並將結果亦一併示於表 5 中。

[表 5]

	作為太陽電池之發電性能				電極截面組織觀察結果			
	Jsc (相對值) 短路電流	Voc (相對值) 開路電壓	F.F. (相對值) 填充因數	Eff (相對值) 轉換效率	Cu-Sn 合金相之有無	Cu-Sn-Ni 合金相之有無	Sn-P-O 玻璃相	
							有 無	形成位置
實例 30	100.2	100.4	100.8	100.4	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 31	103.1	100.4	101.3	100.9	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 32	99.2	98.9	98.7	98.9	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
比較例 8	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	-

可知實例 30~實例 32 中所製作的太陽電池元件顯示出與比較例 8 之太陽電池元件基本同等之發電性能。而且，組織觀察之結果是：於背面電極中的對所製作之電極用漿料組成物進行煅燒而形成的電極內存在 Cu-Sn-Ni 合金相與 Sn-P-O 玻璃相，Sn-P-O 玻璃相形成於 Cu-Sn-Ni 合金相與矽基板之間。

作為日本專利申請 2011-249120 號之揭示，藉由參照而將其全體併入至本說明書中。

作為本說明書中所記載之所有文獻、專利申請及技術規格，與具體且各個地記載藉由參照而併入各個文獻、專利申請及技術規格之情形同等程度地，藉由參照而併入至本說明書中。

【圖式簡單說明】

圖 1 是表示本發明之矽系太陽電池元件之一例的概略剖面圖。

圖 2 是表示本發明之矽系太陽電池元件之受光面之一例的概略平面圖。

圖 3 是表示本發明之矽系太陽電池元件之背面之一例的概略平面圖。

圖 4 是表示本發明之背接觸型太陽電池元件之背面側電極結構之一例的概略平面圖。

圖 5 是表示本發明之背接觸型太陽電池元件之 AA 截面構成之一例的概略立體圖。

圖 6 是表示本發明之背接觸型太陽電池元件之 AA 截面構成之一例的概略立體圖。

圖 7 是表示本發明之背接觸型太陽電池元件之 AA 截面構成之一例的概略立體圖。

【主要元件符號說明】

- 1：半導體基板
- 2：n⁺型擴散層
- 3：抗反射膜
- 4：輸出取出電極
- 5：背面集電用電極
- 6：背面輸出取出電極
- 7：p⁺型擴散層
- 8：受光面集電用電極
- 9：通孔電極
- 10、11：背面電極
- AA：截面

七、申請專利範圍：

1. 一種電極用漿料組成物，包含：含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子、玻璃粒子、溶劑以及樹脂。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之電極用漿料組成物，其中，所述含磷銅合金粒子之磷含有率為 6 質量%以上 8 質量%以下。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之電極用漿料組成物，其中，所述含錫粒子是選自由錫粒子及錫含有率為 1 質量%以上之錫合金粒子所構成之群組的至少 1 種。

4. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，所述含鎳粒子是選自由鎳粒子及鎳含有率為 1 質量%以上之鎳合金粒子所構成之群組的至少 1 種。

5. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，所述玻璃粒子之玻璃軟化點為 650°C 以下，且所述玻璃粒子之結晶化開始溫度超過 650°C。

6. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，於將所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子及所述含鎳粒子之總含有率設為 100 質量%時，所述含錫粒子之含有率為 5 質量%以上 70 質量%以下。

7. 如申請專利範圍第 1 項至第 6 項中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，於將所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子及所述含鎳粒子之總含有率設為 100 質量%時，所述含鎳粒子之含有率為 10 質量%以上 60 質量%以下。

8. 如申請專利範圍第 1 項至第 7 項中任一項所述之電極用漿料組成物，其中，所述含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子之總含有率為 70 質量%以上 94 質量%以下，所述玻璃粒子之含有率為 0.1 質量%以上 10 質量%以下，且所述溶劑及所述樹脂之總含有率為 3 質量%以上 29.9 質量%以下。

9. 如申請專利範圍第 1 項至第 8 項中任一項所述之電極用漿料組成物，其中更包含銀粒子。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之電極用漿料組成物，其中，於將所述含磷銅合金粒子、所述含錫粒子、所述含鎳粒子及所述銀粒子之總含有率設為 100 質量%之情形時，所述銀粒子之含有率為 0.1 質量%以上 10 質量%以下。

11. 如申請專利範圍第 9 項或第 10 項所述之電極用漿料組成物，其中，所述含磷銅合金粒子、含錫粒子、所述含鎳粒子及銀粒子之總含有率為 70 質量%以上 94 質量%以下，所述玻璃粒子之含有率為 0.1 質量%以上 10 質量%以下，所述溶劑及所述樹脂之總含有率為 3 質量%以上 29.9 質量%以下。

12. 一種太陽電池元件，包含：具有 pn 接合之矽基板；以及電極，所述電極是賦予至所述矽基板上之如申請專利範圍第 1 項至第 11 項中任一項所述之電極用漿料組成物之煅燒物。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之太陽電池元件，其中，所述電極包含 Cu-Sn-Ni 合金相及 Sn-P-O 玻璃相。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之太陽電池元件，其中，所述 Sn-P-O 玻璃相配置於所述 Cu-Sn-Ni 合金相與所述矽基板之間。

15. 一種太陽電池，包含：如申請專利範圍第 12 項至第 14 項中任一項所述之太陽電池元件、以及配置於所述太陽電池元件之電極上之配線材料。

八、圖式：

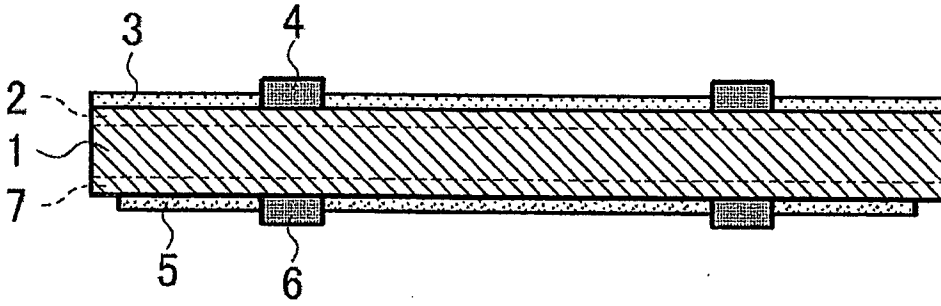


圖 1

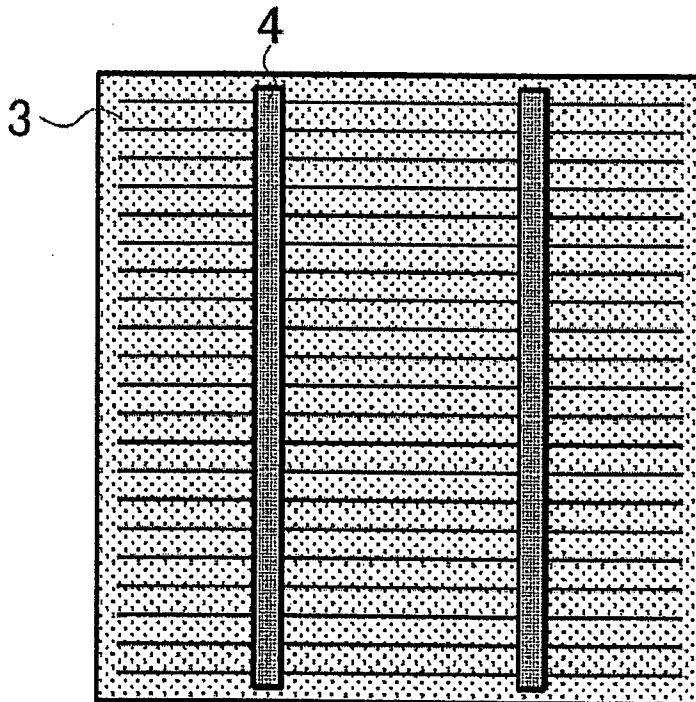


圖 2

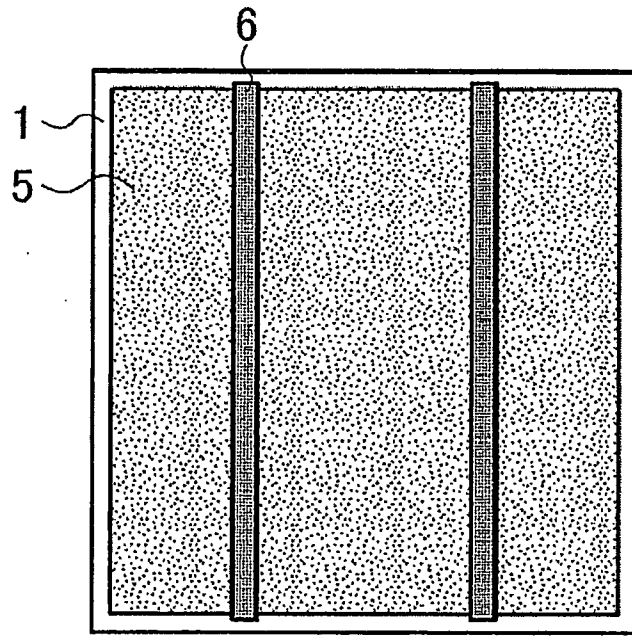


圖 3

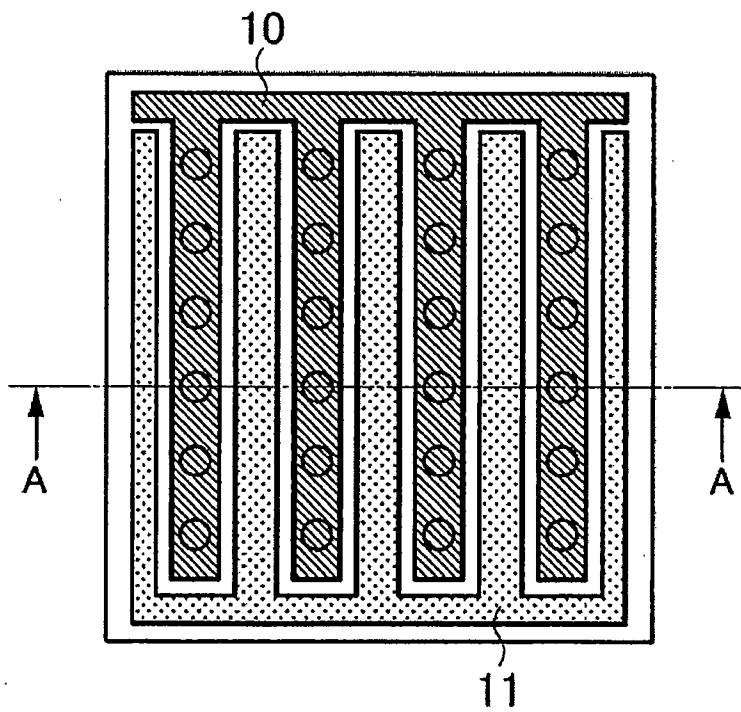


圖 4

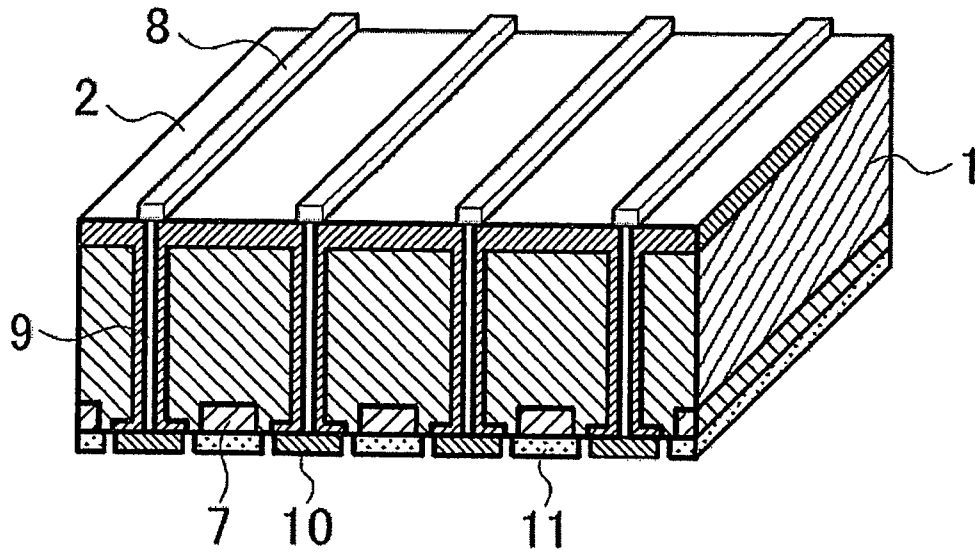


圖 5

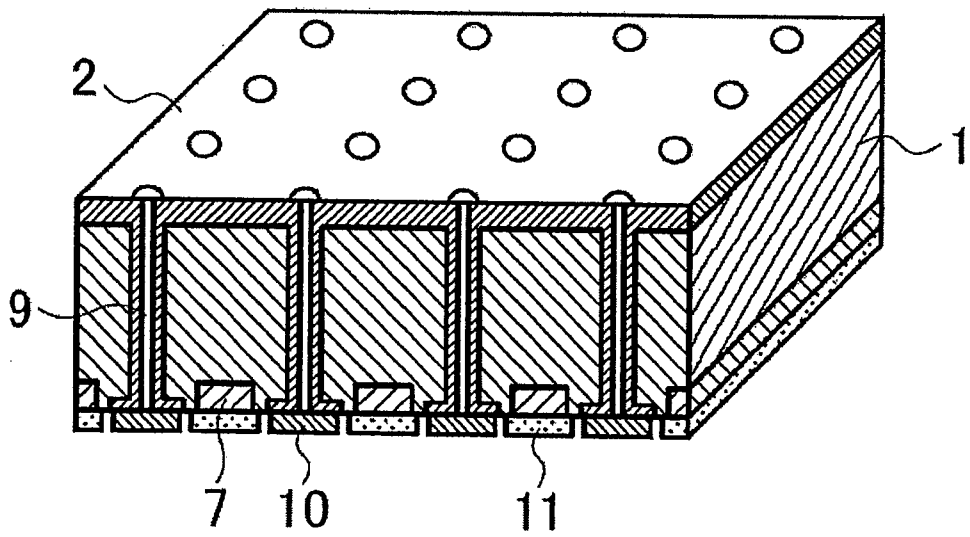


圖 6

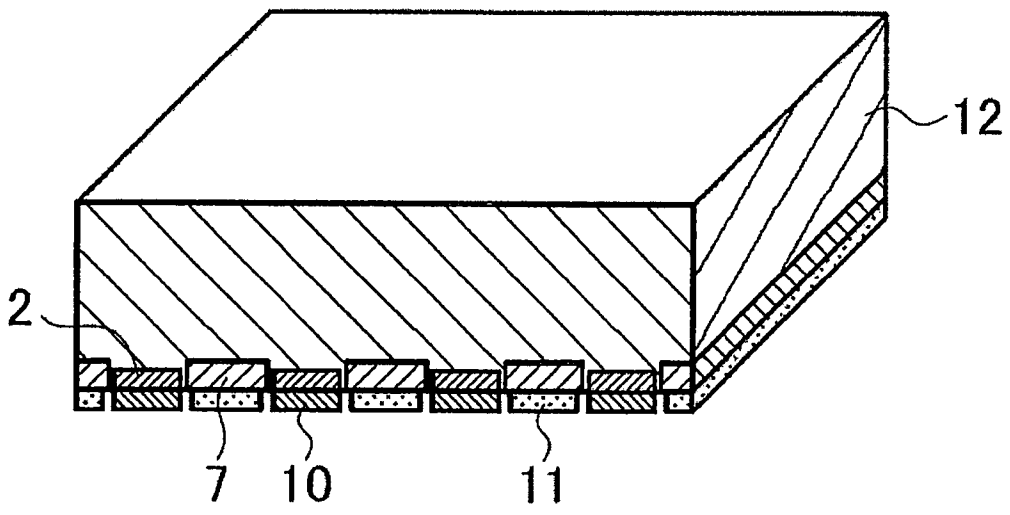


圖 7

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：

H01B 1/52 (2006.01)

※申請日期：

※IPC 分類：

H01L 31/0224 (2006.01)

31/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電極用漿料組成物、太陽電池元件及太陽電池

PASTE COMPOSITION FOR ELECTRODE,
PHOTOVOLTAIC CELL ELEMENT, AND
PHOTOVOLTAIC CELL

二、中文發明摘要：

本發明提供一種電極用漿料組成物，其包含：含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子、玻璃粒子、溶劑、樹脂。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a paste composition for an electrode includes phosphorus-including copper alloy particles, tin-including particles, nickel-including particles, glass particles, a solvent, and a resin.

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：

H01B 1/52 (2006.01)

※ 申請日期：

※IPC 分類：

H01L 31/0224 (2006.01)

31/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電極用漿料組成物、太陽電池元件及太陽電池

PASTE COMPOSITION FOR ELECTRODE,
PHOTOVOLTAIC CELL ELEMENT, AND
PHOTOVOLTAIC CELL

二、中文發明摘要：

本發明提供一種電極用漿料組成物，其包含：含磷銅合金粒子、含錫粒子、含鎳粒子、玻璃粒子、溶劑、樹脂。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a paste composition for an electrode includes phosphorus-including copper alloy particles, tin-including particles, nickel-including particles, glass particles, a solvent, and a resin.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1：半導體基板
- 2：n⁺型擴散層
- 3：抗反射膜
- 4：輸出取出電極
- 5：背面集電用電極
- 6：背面輸出取出電極
- 7：p⁺型擴散層

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。

於背面側，如圖 4 之平面圖所示那樣，將本發明之電極用漿料組成物分別於 n^+ 擴散層 2 上及 p^+ 擴散層 7 上印刷為條紋狀，由此而形成背面電極 10 及背面電極 11。此處，於使用鋁漿料而形成 p^+ 擴散層 7 之情形時，僅僅對 n^+ 擴散層 2 側使用所述電極用漿料組成物而形成背面電極即可。

其後，加以乾燥而於大氣中、 $450^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ 左右下進行煅燒，形成受光面集電用電極 8 與通孔電極 9、及背面電極 10、背面電極 11。而且，如前文所述那樣，於背面電極之其中一方中使用鋁電極之情形時，自鋁之燒結性及背面電極與 p^+ 擴散層 7 之歐姆接觸性之觀點考慮，亦可首先印刷漿料、煅燒鋁漿料而形成背面電極之其中一方，其後印刷、填充所述電極用漿料組成物，藉由進行煅燒而形成受光面集電用電極 8 與通孔電極 9、及背面電極之另一方。

而且，具有圖 6 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件除了未形成受光面集電用電極以外，可與具有圖 5 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件同樣地進行而製造。亦即，於具有圖 6 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件中，本發明之電極用漿料組成物可用於通孔電極 9 與背面電極 10、背面電極 11 漿料。

而且，具有圖 7 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件除了於成為基底之半導體基板中使用 n 型矽基板 12、且並不形成通孔以外，可與具有圖 5 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件同樣地進行而製造。亦即，於具有圖 7 之透視圖中所示之結構的太陽電池元件中，本發明之電極用

漿料組成物可用於背面電極 10、背面電極 11 漿料。

另外，所述電極用漿料組成物並不限定於如上所述之太陽電池電極之用途，亦可於電漿顯示器之電極配線及遮蔽配線、陶瓷電容器、天線電路、各種感測器電路、半導體元件之放熱材料等用途中適宜地使用。於這些用途中，特別是可於在包含矽之基板上形成電極之情形時適宜地使用。

< 太陽電池 >

本發明之太陽電池包含至少 1 個所述太陽電池元件，且於太陽電池元件之電極上配置配線材料而構成。太陽電池亦可進一步視需要通過配線材料而將多個太陽電池元件連結，進一步以密封材加以密封而構成。所述配線材料及密封材並無特別限制，可自本領域中所通常使用的材料中適宜選擇。

[實例]

以下，藉由實例對本發明加以具體的說明，但本發明並不限定於這些實例。另外，只要無特別說明，則「份」及「%」為質量基準。

< 實例 1 >

(a) 電極用漿料組成物之製備

藉由常法而製備包含 7 質量%之磷的含磷銅合金，將其熔解而藉由水霧化法進行粉末化，然後進行乾燥、分級。對所分級之粉末進行摻合，並且進行脫氧及脫水處理，而製作出包含 7 質量%之磷的含磷銅合金粒子。另外，含磷

膜厚成為 30 μm 之方式適宜調整鋁電極漿料之印刷條件。將其於加熱為 150°C 之烘箱中放置 15 分鐘，藉由蒸發而將溶劑除掉。

繼而，使用隧道爐（則武（Noritake）公司製造、1 列搬送 W/B 隧道爐）而於大氣環境下、煅燒最高溫度為 800°C 下進行滯留時間為 10 秒之加熱處理（煅燒），製作形成有所期望之電極的太陽電池元件 1。

< 實例 2 >

於實例 1 中，將電極形成時之煅燒條件自最高溫度 800°C 下 10 秒變更為最高溫度 850°C 下 8 秒，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製作太陽電池元件 2。

< 實例 3 >

於實例 1 中，將含磷銅合金粒子之磷含量自 7 質量% 變更為 6 質量%，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 3，製作太陽電池元件 3。

< 實例 4 >

於實例 1 中，將含磷銅合金粒子之磷含量自 7 質量% 變更為 8 質量%，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 4，製作太陽電池元件 4。

< 實例 5 >

於實例 4 中，將電極形成時之煅燒條件自最高溫度 800°C 下 10 秒變更為最高溫度 850°C 下 8 秒，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 5，製作太陽電池元件 5。

< 實例 6 >

於實例 1 中，將含磷銅合金粒子之平均粒徑 (D50%) 自 5.0 μm 變更為 1.5 μm ，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 6，製作太陽電池元件 6。

< 實例 7 >

於實例 1 中，變更含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子之含量，將含磷銅合金粒子之含量設為 36.5 份、將含錫粒子之含量設為 25.4 份、將含鎳粒子之含量設為 16.4 份，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 7，製作太陽電池元件 7。

< 實例 8 >

於實例 1 中，變更含磷銅合金粒子、含錫粒子及含鎳粒子之含量，將含磷銅合金粒子之含量設為 46.5 份、將含錫粒子之含量設為 9.4 份、將含鎳粒子之含量設為 22.4 份，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 8，製作太陽電池元件 8。

< 實例 9 >

於實例 1 中，使用包含 Sn-4Ag-0.5Cu (於 Sn 中包含 4 質量%之 Ag 與 0.5 質量%之 Cu 的合金) 之錫合金粒子作為含錫粒子而代替錫粒子 (Sn)，使其平均粒徑 (D50%) 為 8.0 μm ，除此以外，與實例 1 同樣地進行而製備電極用漿料組成物 9，製作太陽電池元件 9。

< 實例 10 >

於實例 1 中，使用包含 Ni-60Cu (於 Ni 中包含 60 質

[表 5]

	作為太陽電池之發電性能				電極截面組織觀察結果			
	Jsc (相對值) 短路電流	Voc (相對值) 開路電壓	F.F. (相對值) 填充因數	Eff (相對值) 轉換效率	Cu-Sn 合金相之有無	Cu-Sn-Ni 合金相之有無	Sn-P-O 玻璃相	
							有無	形成位置
實例 30	100.2	100.4	100.8	100.4	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 31	103.1	100.4	101.3	100.9	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
實例 32	99.2	98.9	98.7	98.9	無	有	有	Cu-Sn-Ni 合金相-矽基板之間
比較例 8	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	-

可知實例 30~實例 32 中所製作的太陽電池元件顯示出與比較例 8 之太陽電池元件基本同等之發電性能。而且，組織觀察之結果是：於背面電極中的對所製作之電極用漿料組成物進行煅燒而形成的電極內存在 Cu-Sn-Ni 合金相與 Sn-P-O 玻璃相，Sn-P-O 玻璃相形成於 Cu-Sn-Ni 合金相與矽基板之間。

作為日本專利申請 2011-249120 號之揭示，藉由參照而將其全體併入至本說明書中。

作為本說明書中所記載之所有文獻、專利申請及技術規格，與具體且各個地記載藉由參照而併入各個文獻、專利申請及技術規格之情形同等程度地，藉由參照而併入至本說明書中。

【圖式簡單說明】

圖 1 是表示本發明之矽系太陽電池元件之一例的概略剖面圖。

圖 2 是表示本發明之矽系太陽電池元件之受光面之一例的概略平面圖。

圖 3 是表示本發明之矽系太陽電池元件之背面之一例的概略平面圖。

圖 4 是表示本發明之背接觸型太陽電池元件之背面側電極結構之一例的概略平面圖。

圖 5 是表示本發明之背接觸型太陽電池元件之 AA 截面構成之一例的概略立體圖。

圖 6 是表示本發明之背接觸型太陽電池元件之 AA 截面構成之一例的概略立體圖。

圖 7 是表示本發明之背接觸型太陽電池元件之 AA 截面構成之一例的概略立體圖。

【主要元件符號說明】

- 1：半導體基板
- 2：n⁺型擴散層
- 3：抗反射膜
- 4：輸出取出電極
- 5：背面集電用電極
- 6：背面輸出取出電極
- 7：p⁺型擴散層
- 8：受光面集電用電極
- 9：通孔電極
- 10、11：背面電極
- 12：n 型矽基板
- AA：截面