

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：97125760

H01B1/22 (2006.01)

※ 申請日期：97.7.08

※IPC 分類：H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

Ag電極膏、太陽電池單元及其製造方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商村田製作所股份有限公司

MURATA MANUFACTURING CO., LTD.

代表人：(中文/英文)

吉野 幸夫

YOSHINO, YUKIO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國京都府長岡京市東神足一丁目10番1號

10-1, HIGASHIKOTARI 1-CHOME, NAGAOKAKYO-SHI, KYOTO-FU

617-8555, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

川口 義博

KAWAGUCHI, YOSHIHIRO

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2007年09月27日；特願2007-251609

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本申請案之發明係關於一種Ag電極膏、使用該Ag電極膏而形成受光面側電極之太陽電池單元、以及具備使用上述Ag電極膏而形成受光面側電極之步驟之太陽電池單元之製造方法。

【先前技術】

目前已揭示有一種先前之太陽電池單元之製造方法，該製造方法係於半導體基板上形成PN接面之後，於該半導體基板之至少一方之主面上形成梳齒狀之指狀電極、與連接於該指狀電極之匯流排電極，藉由對導電膏進行2次印刷並進行煅燒而形成雙層構造之匯流排電極(參照專利文獻1中之圖1~圖4)。

對於上述太陽電池單元之製造方法而言，利用太陽電池單元表面之雙層構造之匯流排電極(實施例中為Ag電極)中之第一層的匯流排電極來確保Ag電極/Si基板間之歐姆接觸，並利用第二層的匯流排電極來降低電極之線路電阻，藉此提高太陽電池單元之轉換效率。

又，關於晶態矽太陽電池單元之Ag/Al電極膏，已提出有使用以下組成之無鉛玻璃料之電極膏(專利文獻2)。

SiO_2 : 0.5~35 wt%

Al_2O_3 : 0~5 wt%

B_2O_3 : 1~15 wt%

ZnO : 0~15 wt%

Bi_2O_3 : 55~90 wt%

然而，如上述專利文獻1所述，於具有由Ag電極構成之雙層匯流排電極(受光面側電極)之太陽電池單元之情形時，用以形成上層匯流排電極之Ag電極膏所含之玻璃料，於對電極進行煅燒時會流動至上層側之匯流排電極之表面，例如，當將導線等焊接至上層側之匯流排電極時，存在阻礙焊錫潤濕性之問題點。

又，若用以形成上層側之匯流排電極之Ag電極膏所含的玻璃料，過分地流動至下層側之匯流排電極上，則會阻礙下層側之匯流排電極與Si基板之間之歐姆接觸，從而存在使太陽電池單元之轉換效率降低之虞。

進而，於對Ag電極膏進行煅燒時，若在自下層側之匯流排電極(Ag電極)產生之氣體(黏合劑之分解氣體或燃燒氣體等)排空之前，上層側之匯流排電極之燒結已結束，則存在由於上述氣體而產生氣泡之問題點。

又，專利文獻2之電極膏係與Ag/Al電極相關者，實際上，該專利文獻2並未提供與用作本申請案中所使用之Ag電極膏之無鉛玻璃料相關的有用資訊，且並未暗示當形成Ag電極作為太陽電池單元之受光面側電極時，獲得特性更為良好之太陽電池單元之方法。

[專利文獻1] 日本專利特開2006-339342號公報

[專利文獻2] 日本專利特開2006-313744號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

本申請案之發明係鑒於上述實際情況開發而成者，其目的在於提供可獲得具備線路電阻小之受光面側電極且轉換效率高之太陽電池單元的受光面側電極形成用之Ag電極膏、使用該Ag電極膏而製造之特性良好之太陽電池單元及其製造方法，進而，本申請案之發明之目的在於提供如下之Ag電極膏、使用該Ag電極膏而製造之特性良好之太陽電池單元及其製造方法，該Ag電極膏即便於將受光面側電極設為雙層構造時，亦可降低受光面側電極之線路電阻且不會使下層側之Ag電極(第1電極)與半導體基板之界面電阻上升，可獲得轉換效率高之太陽電池單元。

[解決問題之技術手段]

為了解決上述問題，本申請案發明(請求項1)之Ag電極膏之特徵在於，其係用以形成太陽電池單元之受光面側電極者，該太陽電池單元包括：半導體基板；受光面側電極，其配設於上述半導體基板之相互對向之一對主面中作為受光面而發揮功能的一方之主面；以及配設於他方之主面之背面側電極，且

上述Ag電極膏具有：

- (a) Ag粒子；
 - (b) 有機媒劑；以及
 - (c) 無鉛玻璃料，其以
- SiO₂：13~17重量%
- B₂O₃：0~6重量%
- Bi₂O₃：65~75重量%

Al_2O_3 : 1~5 重量 %

TiO_2 : 1~3 重量 %

CuO : 0.5~2 重量 %

之範圍含有 SiO_2 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、以及 CuO 。

又，請求項2之Ag電極膏之特徵在於，當上述受光面側電極具備對第1Ag電極膏進行煅燒而成之第1電極、與形成於第1電極上之對第2Ag電極膏進行煅燒而成之第2電極時，上述Ag電極膏用作上述第2Ag電極膏。

或者，本發明(請求項3)之太陽電池單元之特徵在於，其包括：半導體基板；受光面側電極，其配設於上述半導體基板之相互對向之一對主面中作為受光面而發揮功能的一方之主面；以及配設於他方之主面之背面側電極，且

上述受光面側電極具備對第1Ag電極膏進行煅燒而成之第1電極、與形成於第1電極上之對第2Ag電極膏進行煅燒而成之第2電極，使用如請求項1或2之Ag電極膏作為上述第2Ag電極膏。

進而，本發明(請求項4)之太陽電池單元之製造方法之特徵在於，其具有如下之構造，包括：半導體基板；受光面側電極，其配設於上述半導體基板之相互對向之一對主面中作為受光面而發揮功能的一方之主面；以及配設於他方之主面之背面側電極，上述受光面側電極具備對第1Ag電極膏進行煅燒而成之第1電極、與形成於第1電極上之對第2Ag電極膏進行煅燒而成之第2電極，

上述太陽電池單元之製造方法包括：

以第1Ag電極膏成為特定圖案之方式，將該第1Ag電極膏置於至上述半導體基板上，以形成上述第1電極用之Ag電極膏圖案之步驟；

以如請求項1或2之Ag電極膏成為特定圖案之方式，將該如請求項1或2之Ag電極膏置於至上述第1電極用之Ag電極膏圖案上，以形成上述第2電極用之Ag電極膏圖案之步驟；以及

同時對上述第1電極用之Ag電極膏圖案、與上述第2電極用之Ag電極膏圖案進行煅燒之步驟。

[發明之效果]

本申請案發明(請求項1)之Ag電極膏係含有用以形成太陽電池單元之受光面側電極之Ag粒子、有機媒劑、以及無鉛玻璃料者，且使用有以下述比例含有SiO₂、B₂O₃、Bi₂O₃、Al₂O₃、TiO₂、以及CuO之無鉛玻璃料。

SiO₂：13~17重量%

B₂O₃：0~6重量%

Bi₂O₃：65~75重量%

Al₂O₃：1~5重量%

TiO₂：1~3重量%

CuO：0.5~2重量%

繼而，該無鉛玻璃料由於含有適量之CuO，故而可使電極之燒結開始延遲，並且於玻璃中含有適量之Al₂O₃、TiO₂，因此不易結晶化，從而具有適度之流動性，於煅燒

步驟中，玻璃會適度地流動至半導體基板之界面。因此，可防止於玻璃隆起並停留於Ag電極表面之狀態下進行燒結，從而可確保良好之焊錫潤濕性。又，對於使用有上述無鉛玻璃料之本發明之Ag電極膏而言，藉由煅燒而形成之燒結體之電阻低，可形成線路電阻低之電極作為太陽電池單元之受光面側電極。又，不會於黏合劑分解氣體排空之前進行燒結，從而可防止產生氣泡。

又，如請求項2所述，當受光面側電極具備對第1Ag電極膏進行煅燒而成之第1電極、與形成於第1電極上之對第2Ag電極膏進行煅燒而成之第2電極時，本發明之Ag電極膏用作第2Ag電極膏，於此情形時，即便本發明之Ag電極膏中所使用之無鉛玻璃料，於煅燒步驟中流動至第一層之電極即第1電極中，亦不會阻礙第一層之電極即第1電極與半導體基板之間之歐姆接觸，因此，於第1電極與半導體基板之間，可確保良好之歐姆接觸，從而可獲得轉換效率高之太陽電池單元。

因此，藉由將本發明之Ag電極膏用作第2電極形成用之Ag電極膏，可使電極之線路電阻降低，且不會使第1電極(第一層之電極)與半導體基板之界面電阻上升，因此，可獲得轉換效率高之太陽電池單元。又，可防止由於在第1電極之黏合劑之分解氣體或燃燒氣體等排空之前，第2電極已燒結完畢而產生之氣泡等缺陷。

或者，於本發明之太陽電池單元中，當受光面側電極具備對第1Ag電極膏進行煅燒而成之第1電極、與形成於第1

電極上之對第2Ag電極膏進行煅燒而成之第2電極時，將上述本發明之Ag電極膏用作第2Ag電極膏，因此，可提供電極之線路電阻低，且第1電極(第一層之電極)與半導體基板之界面電阻低，轉換效率高，而且無氣泡等缺陷之可靠性高之太陽電池單元。

進而，本發明(請求項4)之太陽電池單元之製造方法，係以第1Ag電極膏成為特定圖案之方式，將該第1Ag電極膏印刷至半導體基板上，形成第1電極用之Ag電極膏圖案，並且以如請求項1之Ag電極膏成為特定圖案之方式，將該如請求項1之Ag電極膏印刷至第1電極用之Ag電極膏圖案上，形成第2電極用之Ag電極膏圖案，之後同時對第1電極用之Ag電極膏圖案、與第2電極用之Ag電極膏圖案進行煅燒，因此，可高效率地製造電極之線路電阻低，且第1電極與半導體基板之界面電阻低，轉換效率高，而且無氣泡等缺陷之可靠性高之太陽電池單元。

【實施方式】

[本發明之Ag電極膏]

本發明之Ag電極膏係調配有Ag粒子、無鉛玻璃料、以及有機媒劑者。

本發明之Ag電極膏中所使用之Ag粒子(Ag粉末)並無特別之限制，可使用鱗片粉、球狀粉、不定形粉、以及混合上述粉末而成者等各種性狀之粉末。

作為Ag粒子，較好的是可使用平均粒徑(D50)為20 μm 以下者，尤其好的是可使用平均粒徑為0.1~10 μm 者。

再者，若Ag粒子之平均粒徑超過20 μm ，則Ag電極膏之印刷性會產生問題，故而不佳。

再者，作為Ag粒子，可單獨使用上述鱗片粉、球狀粉、不定形粉等各種性狀之粉末、於上述範圍中粒徑不同之粉末等各種粉末，或者可混合使用2種以上之上述粉末。

又，對於Ag粒子之調配比例而言，於膏煅燒前之狀態下，相對於Ag電極膏整體，Ag粒子之比例較好的是處於70~92重量%之範圍。其原因在於，若Ag粒子之比例不足70重量%，則導電性成分之比例過小，電極之煅燒密度降低，而若Ag粒子之比例超過92重量%，則黏度顯著變高，印刷性或塗佈作業性變差。

又，本發明之Ag電極膏中所使用之有機媒劑(例如使黏合劑樹脂溶解於溶劑而成者)並無特別限制，可使用先前用作煅燒型之樹脂組成物之具有熱分解性之各種有機媒劑，例如，可列舉甲基纖維素、乙基纖維素、羧甲基纖維素等之纖維素衍生物，基乙烯醇類、聚乙烯吡咯烷酮類、丙烯酸樹脂、醋酸乙烯-丙烯酸酯共聚合體、聚乙烯丁醛等之丁醛樹脂衍生物，以及如苯酚改質酸醇樹脂及油脂肪酸改質酸醇樹脂之酸醇樹脂等。該等樹脂可單獨使用，亦可混合2種以上而混合使用。

又，作為構成上述有機媒劑(黏合劑樹脂)之溶劑，通常可使用能夠溶解上述黏合劑樹脂之各種溶劑。再者，於本發明之Ag電極膏中，較好的是將有機媒劑與Ag粒子、無鉛玻璃料混合使用，該有機媒劑係將黏合劑樹脂預先溶解

於溶劑而成者。

再者，作為上述溶劑，例如可列舉二氧陸園、己烷、甲苯、乙基溶纖劑、環己酮、丁基溶纖劑、丁基乙酸酯溶纖劑、丁基卡必醇醋酸酯、二乙二醇二乙醚、二丙酮醇、松脂醇、以及苜醇等。

繼而，於本發明之Ag電極膏中，可使用按照以下之比例調配有 SiO_2 粉末、 B_2O_3 粉末、 Bi_2O_3 粉末、 Al_2O_3 粉末、 TiO_2 粉末、 CuO 粉末者作為無鉛玻璃料。

SiO_2 ：13~17重量%

B_2O_3 ：0~6重量%

Bi_2O_3 ：65~75重量%

Al_2O_3 ：1~5重量%

TiO_2 ：1~3重量%

CuO ：0.5~2重量%

再者，於本發明中，無鉛玻璃料之性狀無特別限定，可使用球狀者或破碎粉狀者等各種性狀之無鉛玻璃料。

其中，無鉛玻璃料之平均粒徑(D50)較好的是處於0.1~5 μm 之範圍內。

又，相對於100重量份之作為導電性粉末之Ag粒子，無鉛玻璃料之調配比例較好的是處於0.1~10重量份之範圍。進而，為了不使藉由對Ag電極膏進行煅燒而獲得之電極並表現出界面剝離，且不產生玻璃之隆起或焊接不良，相對於100重量份之Ag粒子，尤其好的是將無鉛玻璃料之調配比例設為1~5重量份之範圍。

又，以上述方式來對無鉛玻璃料之各成分進行限定之理由如下。

將 SiO_2 之比例設為13~17重量%之範圍之原因在於，若 SiO_2 之比例不足13重量%，則玻璃之化學耐久性降低，作為Ag電極之耐濕性亦變差，若 SiO_2 之比例超過17重量%，則玻璃之軟化點變得過高，玻璃容易隆起至Ag電極之表面，焊錫潤濕性會顯著變差。

將 B_2O_3 之比例設為0~6重量%之原因在於，若 B_2O_3 之比例超過6重量%，則玻璃之軟化點變低，且玻璃相對於Ag之潤濕性變得過佳，玻璃容易於作為第一層之電極之第1電極中流動，從而會阻礙第1電極與半導體基板之電性接觸。

再者，若含有 B_2O_3 ，則其作為玻璃之穩定性會提高，但於本發明之Ag電極膏中亦可不含有 B_2O_3 。

將 Bi_2O_3 之比例設為65~75重量%之原因在於，若 Bi_2O_3 之比例不足65重量%，則玻璃之軟化點變高，容易停留於玻璃隆起至Ag電極表面之狀態，焊錫潤濕性會顯著變差，若 Bi_2O_3 之比例超過75重量%，則玻璃之軟化點變低，朝向第一層之第1電極與半導體基板之界面之流動量增加，從而會阻礙Ag電極與半導體基板之電性接觸。

將設為1~5重量%之範圍之原因在於，若 Al_2O_3 之比例不足1重量%，則玻璃容易結晶化，從而玻璃變得無流動性，第二層之第2電極之焊錫潤濕性降低，若 Al_2O_3 之比例超過5重量%，則玻璃之軟化點溫度上升，於此情形時，

上層側之第2電極之焊錫潤濕性亦會降低。

將 TiO_2 之比例設為1~3重量%之原因在於，若 TiO_2 之比例不足1重量%，則玻璃之穩定性變差，若 TiO_2 之比例超過3重量%，則玻璃容易結晶化，從而玻璃之流動性以及穩定性降低。亦即，藉由將 TiO_2 之比例設為1~3重量%，可確保高溫區域中之玻璃之流動性以及玻璃之穩定性。

又， CuO 可發揮如下功能，即，於利用近紅外爐進行加熱時，提高玻璃自身對於熱量之吸收，從而可實現高效率之加熱。繼而，若玻璃自身之熱量之吸收變高，則不定形之玻璃料暫時變為球狀，該玻璃料與 Ag 粉之潤濕性變差，因此， Ag 電極之燒結開始溫度有可能會轉移至高溫側。其結果，可防止由於在自第一層之第1電極產生之黏合劑之分解氣體等排空之前，第2層之第2電極之燒結已結束而產生氣泡等。

將該 CuO 之比例設為0.5~2重量%之原因在於，若 CuO 之比例不足0.5重量%，則玻璃自身之熱量之吸收效率不高，若 CuO 之比例超過2重量%，則玻璃容易結晶化，玻璃之流動性降低，從而焊錫潤濕性容易變差。

能夠以如下方式製造本發明之 Ag 電極膏：例如，充分地混合上述 Ag 粒子、有機媒劑、以及無鉛玻璃料之後，進而，藉由三輥磨機而進行捏合處理，其後，進行減壓消泡。

[本發明之太陽電池單元]

圖1係使用本發明之 Ag 電極膏而形成有受光面側電極之

太陽電池單元之平面圖，圖2係將剖面放大而表示之圖。

於該太陽電池單元中，半導體基板1可使用如下之基板(Si半導體基板)，其係使磷擴散於厚度為500 μm 左右之p型Si半導體基板之一方主面側而形成，且具備深度為0.3~0.5 μm 左右之n型雜質層2。

又，於半導體基板1之作為受光面而發揮功能之一方之主面(形成有n型雜質層2之方之面)上，形成有抗反射膜3。再者，抗反射膜3通常可使用由 SiN_x 、 SiO_2 、 TiO_2 等材料所形成之膜。

繼而，於該半導體基板1之形成有抗反射膜3之方之面(一方之主面)上，形成有用以自n型雜質層2取出負(negative)電位之受光面側電極10。

受光面側電極10具備第1電極11與第2電極12，該第1電極11係塗佈Ag電極膏並經燒接而形成之下層側之電極；該第2電極12係塗佈本發明之Ag電極膏並經燒接而形成之上層側之電極。繼而，第1電極11以貫通抗反射膜3並到達n型雜質層2為止之方式而形成。

再者，構成受光面側電極10之下層側之第1電極11之主要目的在於，確保與半導體基板1之歐姆接觸，亦即，確保構成受光面側電極10之上層側之第2電極與半導體基板1之間的電性接觸。

又，構成受光面側電極10之上層側之第2電極12之主要目的在於，降低受光面側電極10之線路電阻。

又，於半導體基板1之與上述一方之主面對向的面(他

方之主面)上，形成有用以自半導體基板1之他方之主面側取出正(positive)電位之背面側電極20。

背面側電極20係塗佈以Al粉末為導電成分之Al電極膏並經燒接而形成。再者，背面電極20亦可使用將一部分設為Ag電極之由Al與Ag形成之電極。

繼而，構成上述受光面側電極10之第1電極11係使用第1Ag電極膏而形成，該第1Ag電極膏含有Ag粒子、具有以下之組成之無鉛玻璃料、以及有機媒劑。

<第1Ag電極膏中所含之無鉛玻璃料之組成>

SiO₂：21.2重量%

Bi₂O₃：54.7重量%

BaO：18.0重量%

B₂O₃：6.1重量%

能夠以如下方式製造該第1Ag電極膏：例如，充分地混合上述Ag粒子、有機媒劑、無鉛玻璃料、以及具有除去抗反射膜之功能之ZnO、TiO₂、ZrO₂等之氧化物之後，進而，藉由三輥磨機而進行捏合處理，其後進行減壓消泡。

再者，本實施例中之第1Ag電極膏可使用以75~85重量%之比例含有Ag粒子，以10~15重量%之比例含有有機媒劑，以1~4重量%之比例含有上述無鉛玻璃料，以2~6重量%之比例含有上述ZnO、TiO₂、ZrO₂等之氧化物者。

繼而，構成受光面側電極10之第2電極12係使用第2Ag電極膏而形成，該第2Ag電極膏含有Ag粒子、無鉛玻璃料、以及有機媒劑，該第2Ag電極膏可使用以上述方式製得之

本發明之Ag電極膏。

再者，受光面側電極10係藉由絲網印刷法將上述第1Ag電極膏及第2Ag電極膏印刷為特定之圖案之後，於煅燒爐中同時進行煅燒而形成。第1及第2Ag電極膏係直接印刷於抗反射膜3上而經煅燒，但藉由下層側之第1電極11來除去抗反射膜3，確保第1電11與半導體基板1(之n型雜質層2)之接觸。

又，於模組組裝時，將構成受光面側電極10之上層側之第2電極12焊接至受光面側電極10上，因此，要求該第2電極12具有良好之焊錫潤濕性，並且第2電極12中所含之玻璃存在於煅燒時會流動至第1電極11之情形，故而，必需使得上述玻璃不會阻礙第1電極11與半導體基板(之n型雜質層2)之接觸，但藉由使用上述第1及第2Ag電極膏來形成第1電極11及第2電極12，能夠高效率地製造具備可滿足上述要求之第1及第2電極之可靠性高的太陽電池單元。

亦即，由於上述第2Ag電極膏中所含之無鉛玻璃料含有適量之CuO，故而存在使電極之燒結開始延遲之效果，並且於玻璃中含有適量之 Al_2O_3 、 TiO_2 ，因此不易結晶化，從而具有適度之流動性。因此，於煅燒時，玻璃會適度地流動至第1電極側或第1電極與半導體基板之界面側。其結果，玻璃不易隆起至第2電極之表面，可獲得良好之焊錫潤濕性。又，可防止在自第1電極排空黏合劑分解氣體等之前，對第2電極進行燒結而產生之氣泡。

又，即便第2Ag電極膏中所含之無鉛玻璃料流動至第一

層之Ag電極中，亦不會阻礙第一層之Ag電極與半導體基板間之歐姆接觸，因此，不會使晶態矽太陽電池單元之轉換效率降低，又，亦無產生氣泡等之虞。

因此，將本發明之電極膏用作第二層用之Ag電極膏，藉此，可降低電極之線路電阻，並且可防止第一層之第1電極與半導體基板之界面電阻之上升。其結果，可獲得轉換效率高之太陽電池單元。

[實施例1]

以下表示本申請案發明之實施例，對本申請案發明之特徵加以更詳細之說明。

<Ag電極膏之調製>

調配100重量份之Ag粒子、如表1所示之2.5重量份之無鉛玻璃料、以及將乙基纖維素溶解於松脂醇而獲得之20重量份之有機媒劑，充分地加以混合之後，藉由三輥磨機而進行捏合處理，其後，進行減壓消泡，藉此，調製出第2電極形成用之第2Ag電極膏。再者，表1之試料序號1~9之無鉛玻璃料係滿足本發明之要件之無鉛玻璃料，試料序號10~18係不滿足本發明之要件之比較例之無鉛玻璃料。

[表1]

試料序號	無鉛玻璃料組成(重量%)							受光面側電極特性		
	SiO ₂	B ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CuO	總計	焊錫潤濕性	接觸電阻	有無氣泡
1(實施例1)	15.4	4.9	73.6	3.2	2.0	0.9	100.0	○	○	無
2(實施例2)	15.5	4.9	73.9	3.2	2.0	0.5	100.0	○	○	無
3(實施例3)	15.2	4.8	72.8	3.2	2.0	2.0	100.0	○	○	無
4(實施例4)	15.6	5.0	74.4	3.1	1.0	0.9	100.0	○	○	無
5(實施例5)	15.2	4.9	72.8	3.2	3.0	0.9	100.0	○	○	無
6(實施例6)	16.0	5.0	75.0	1.0	2.0	1.0	100.0	○	○	無
7(實施例7)	15.1	4.8	72.2	5.0	2.0	0.9	100.0	○	○	無

8(實施例8)	16.0	5.0	72.6	3.3	2.1	1.0	100.0	○	○	無
9(實施例9)	15.0	6.0	72.6	3.3	2.1	1.0	100.0	○	○	無
10(比較例1)	15.5	5.0	74.3	3.2	2.0	0.0	100.0	○	○	有
11(比較例2)	15.1	4.8	72.0	3.1	2.0	3.0	100.0	×	○	無
12(比較例3)	15.7	5.0	75.0	3.3	0.0	0.9	100.0	×	○	無
13(比較例4)	15.1	4.8	72.0	3.1	4.0	1.0	100.0	×	○	無
14(比較例5)	15.9	5.1	76.0	0.0	2.1	0.9	100.0	×	○	無
15(比較例6)	15.0	4.8	71.4	6.0	1.9	0.9	100.0	×	○	無
16(比較例7)	18.2	5.7	70.0	3.8	2.3	1.0	100.0	×	○	無
17(比較例8)	15.0	7.4	71.0	3.4	2.2	1.0	100.0	○	×	無
18(比較例9)	11.7	3.7	80.0	2.4	1.5	0.7	100.0	○	×	無

再者，作為用以形成構成受光面側電極10之第1電極11之第1Ag電極膏，可使用如下之Ag電極膏，其相對於100重量%之Ag粉，添加有2.5重量%之硼矽酸鋇銀系玻璃料、5.0重量%之ZnO、以及20重量%之將乙基纖維素溶解於松油醇而獲得之有機媒劑。

繼而，於該實施例中，使用以上述方式製得之第1及第2Ag電極膏，製作如圖1以及2所示之具備由第1電極11以及第2電極12構成之雙層構造之受光面側電極10的太陽電池單元。

再者，半導體基板1係使用了具備SiN_x膜作為抗反射膜之矽基板。

再者，形成受光面側電極10時，對於第1電極11以及第2電極12而言，以特定之圖案印刷第1電極形成用之Ag電極膏，於該第1電極形成用之Ag電極膏之上，以特定之圖案印刷第2電極形成用之Ag電極膏之後，以750℃同時進行煅燒，藉此，形成由第1電極11以及第2電極12構成之雙層構造之受光面側電極10。

關於以上述方式製得之太陽電池單元之受光面側電極

10，分析其焊錫潤濕性、與半導體基板1之接觸電阻、以及有無產生氣泡，並對該受光面側電極10之特性進行了評價。其評價結果表示於表1中。

再者，表1中之各試料序號之試料(太陽電池單元)，係使用調配有表1中之相應試料序號之無鉛玻璃料之第2Ag電極膏而形成受光面側電極10的第2電極12者，試料序號1~9之試料(太陽電池單元)係滿足本發明之要件之太陽電池單元，試料序號10~18之試料係不滿足本發明之要件之比較例之太陽電池單元。

再者，對焊錫潤濕性進行評價時，將各試料序號之試料於設定為220℃之焊錫槽中浸漬2秒鐘，其後，對焊錫浸漬面進行目視觀察，將70%以上之區域受到焊錫潤濕之試料視為○(合格)，將受到焊錫潤濕之區域不足70%之試料視為×(不合格)。

又，對與半導體基板1之接觸電阻進行評價時，首先，準備與各試料不同之具有受光面側電極之接觸電阻評價用之半導體基板，該受光面側電極係藉由與各試料序號之試料相同之步驟，將第1電極形成用之Ag電極膏與第2電極形成用之Ag電極膏印刷至半導體基板上，經煅燒而形成者。

圖3係表示該接觸電阻評價用之試料(半導體基板)之構造之圖，基板(半導體基板)1之表面上具有如下構造，即，隔開如圖3所示之特定之間隔(電極間距離L)而配設有複數個受光面側電極10。

其次，藉由TLM(Transmission Line Modeling，傳輸線模

型)法來測定接觸電阻值。具體而言，於電極間距離 L 與測定電阻值 R 之間，下述式(1)之關係成立，因此，於各種條件下對電極間距離 L 與測定電阻值 R 之關係進行評價，藉由 $L \rightarrow 0$ 之外插而對接觸電阻 R_c 進行評價。

$$R = (L/Z) \times R_{SH} + 2R_c \quad \cdots \cdots (1)$$

(此處， R 為測定電阻值， L 為電極間距離， R_{SH} 為 n 型 Si 之薄片電阻， Z 為相鄰之受光面側電極之相互對向之部分的長度(電極長度)， R_c 為接觸電阻。)根據以上之評價，將接觸電阻 R_c 為 3Ω 以下者視為○(合格)，將接觸電阻 R_c 超過 3Ω 者視為×(不合格)。

又，當評價有無產生氣泡時，利用光學顯微鏡來確認各試料序號之試料，觀察受光面側電極10之表面有無氣泡，將未產生氣泡之試料視為○(合格)，將產生有氣泡之試料視為×(不合格)。

如表1所示，於試料序號1~9之試料(亦即，本發明之技術性範圍中所含之實施例1~9之太陽電池單元)之情形時，使用調配有試料序號1~9之無鉛玻璃料之第2Ag電極膏，而形成構成受光面側電極之第2電極，已確認焊錫潤濕性良好，接觸電阻低，且亦未產生氣泡。

相對於此，於使用有不含 CuO 之無鉛玻璃料之試料序號10(比較例1)的試料之情形時，已確認於受光面側電極上產生有氣泡。

又，於使用有含有超過本發明之範圍(0.5~2重量%)之3重量%的 CuO 之玻璃料之試料序號11(比較例2)的試料之情

形時，已確認受光面側電極之焊錫潤濕性變差。

又，於使用有構成無鉛玻璃料之 Al_2O_3 、 TiO_2 均超過本發明之範圍之無鉛玻璃料的試料序號12~15(比較例3~6)之試料之情形時，已確認玻璃均容易結晶化，玻璃停留於第2電極之表面，焊錫潤濕性降低。再者，於試料序號14(比較例5)之試料之情形時， Bi_2O_3 亦已超過本發明之範圍。

又，於使用有 SiO_2 之含量超過本發明之範圍之無鉛玻璃料的試料序號16(比較例7)之試料之情形時，已確認玻璃之軟化點高，玻璃停留於第2電極之表面，焊錫潤濕性降低。

又，於使用有 B_2O_3 之含量超過本發明之範圍之無鉛玻璃料的試料序號17(比較例8)之試料之情形時，以及於使用有 Bi_2O_3 之含量超過本發明之範圍之無鉛玻璃料的試料序號18(比較例9)之試料之情形時，已確認玻璃之軟化點低，玻璃流動至第一層之第1電極與半導體基板之界面，接觸電阻變高。再者，於試料序號18(比較例9)之試料之情形時， SiO_2 亦已超過本發明之範圍。

根據以上之結果，已確認：藉由使用本申請案發明之Ag電極膏，可高效率地製造具備焊錫潤濕性良好，接觸電阻低，且不產生氣泡之受光面側電極的可靠性高之太陽電池單元。

再者，本發明並不限定於上述實施例，關於構成太陽電池單元之半導體基板之材質或構成、Ag電極膏之煅燒條件、以及無鉛玻璃料之組成等，可於發明之範圍內添加各

種應用與變形。

[產業上之可利用性]

如上所述，根據本申請案之發明，可高效率地製造具備焊錫潤濕性良好，接觸電阻低，且不產生氣泡之受光面側電極的可靠性高之太陽電池單元。

因此，本申請案之發明可廣泛地應用於與經過如下步驟而製造之太陽電池相關之技術領域，該步驟係利用塗佈並燒接導電膏之方法來形成受光面側電極之步驟。

【圖式簡單說明】

圖1係使用本發明之Ag電極膏而形成受光面側電極之太陽電池單元的平面圖。

圖2係放大地表示圖1之太陽電池單元之剖面之圖。

圖3係表示於本發明之實施例中製得之用於評價接觸電阻之半導體基板的構造之圖。

【主要元件符號說明】

1	半導體基板
2	n型雜質層
3	抗反射膜
10	受光面側電極
11	第1電極
12	第2電極
20	背面側電極
L	電極間距離
Z	電極長度

五、中文發明摘要：

本發明提供可獲得具備線路電阻小之受光面側電極且轉換效率高之太陽電池單元的受光面側電極形成用之Ag電極膏、使用該Ag電極膏而製造之特性良好之太陽電池單元及其製造方法。

作為用以形成受光面側電極10之Ag電極膏，可使用含有(a)Ag粒子、(b)有機媒劑、以及(c)無鉛玻璃料之Ag電極膏，其中該無鉛玻璃料以 SiO_2 ：13~17重量%、 B_2O_3 ：0~6重量%、 Bi_2O_3 ：65~75重量%、 Al_2O_3 ：1~5重量%、 TiO_2 ：1~3重量%、 CuO ：0.5~2重量%之範圍含有 SiO_2 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、以及 CuO 。

上述Ag電極膏用於形成具備第1電極11、與形成於第1電極上之第2電極12之受光面側電極10的第2電極。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種Ag電極膏，其特徵在於，其係用以形成太陽電池單元之受光面側電極者，該太陽電池單元包括：半導體基板；上述受光面側電極，其配設於上述半導體基板之相互對向之一對主面中作為受光面而發揮功能的一方之主面；以及配設於他方之主面之背面側電極，且

上述Ag電極膏具有：

(a) Ag粒子；

(b) 有機媒劑；以及

(c) 無鉛玻璃料，其以

SiO_2 ：13~17重量%

B_2O_3 ：0~6重量%

Bi_2O_3 ：65~75重量%

Al_2O_3 ：1~5重量%

TiO_2 ：1~3重量%

CuO ：0.5~2重量%

之範圍含有 SiO_2 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、以及 CuO 。

2. 如請求項1之Ag電極膏，其中

當上述受光面側電極具備對第1Ag電極膏進行煅燒而成之第1電極、與形成於第1電極上之對第2Ag電極膏進行煅燒而成之第2電極時，上述Ag電極膏用作上述第2Ag電極膏。

3. 一種太陽電池單元，其特徵在於，其包括：半導體基

板；受光面側電極，其配設於上述半導體基板之相互對向之一對主面中作為受光面而發揮功能的一方之主面；以及配設於他方之主面之背面側電極，且

上述受光面側電極具備對第1Ag電極膏進行煅燒而成之第1電極、與形成於第1電極上之對第2Ag電極膏進行煅燒而成之第2電極，使用如請求項1或2之Ag電極膏作為上述第2Ag電極膏。

4. 一種太陽電池單元之製造方法，其特徵在於，其中太陽電池單元具有如下之構造，包括：半導體基板；受光面側電極，其配設於上述半導體基板之相互對向之一對主面中作為受光面而發揮功能的一方之主面；以及配設於他方之主面之背面側電極，上述受光面側電極具備對第1Ag電極膏進行煅燒而成之第1電極、與形成於第1電極上之對第2Ag電極膏進行煅燒而成之第2電極，

上述太陽電池單元之製造方法包括：

以第1Ag電極膏成為特定圖案之方式，將該第1Ag電極膏置於至上述半導體基板上，以形成上述第1電極用之Ag電極膏圖案之步驟；

以如請求項1或2之Ag電極膏成為特定圖案之方式，將該如請求項1或2之Ag電極膏置於上述第1電極用之Ag電極膏圖案上，以形成上述第2電極用之Ag電極膏圖案之步驟；以及

同時對上述第1電極用之Ag電極膏圖案、與上述第2電極用之Ag電極膏圖案進行煅燒之步驟。

十一、圖式：

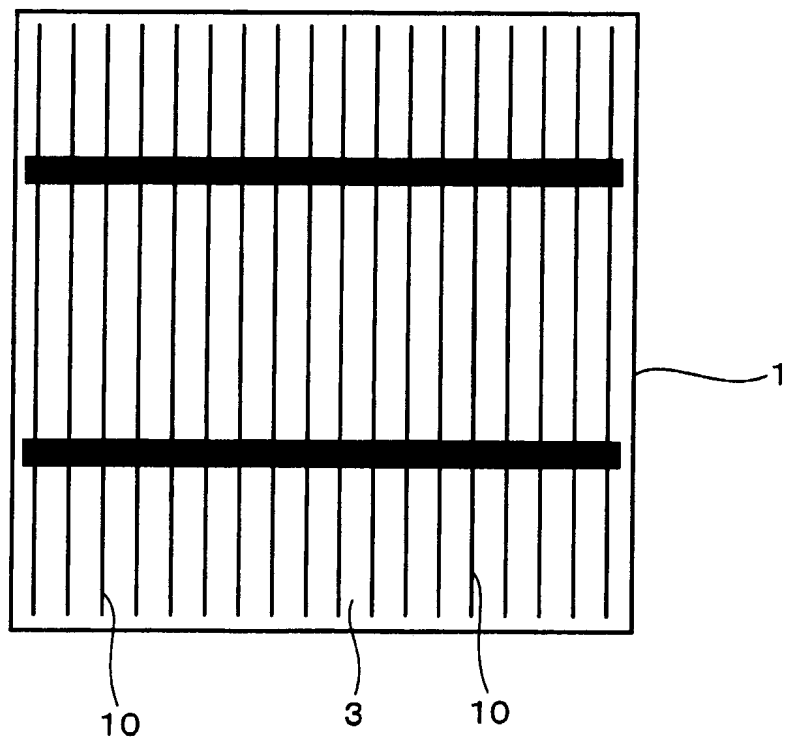


圖1

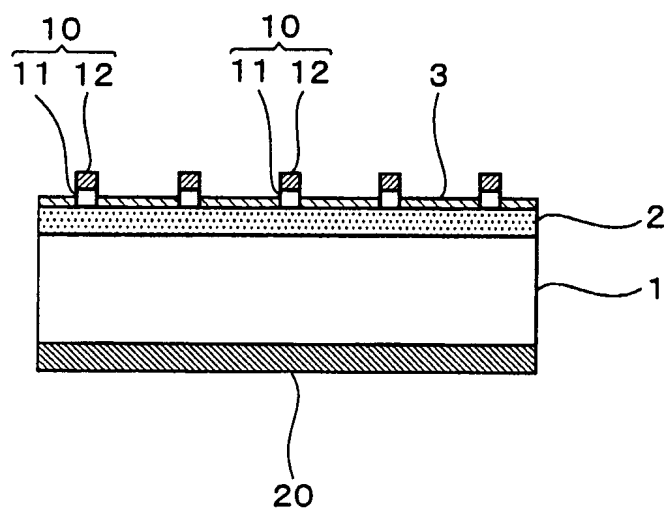


圖2

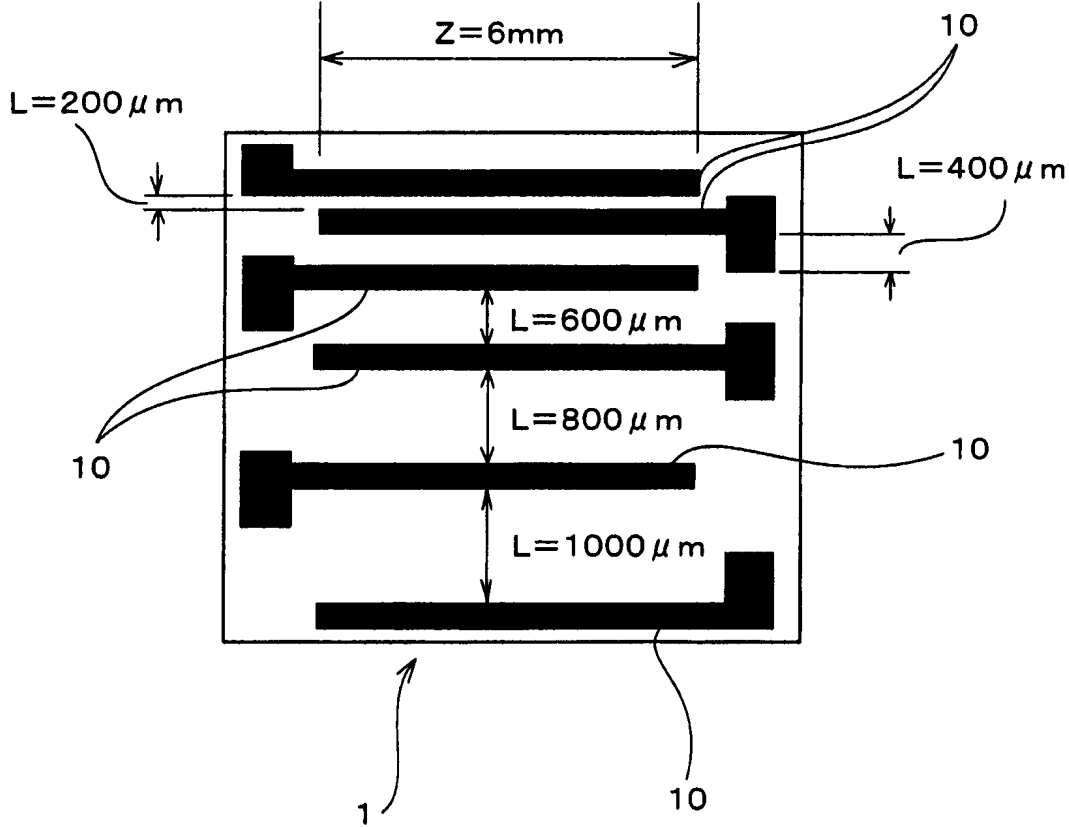


圖3

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|----|--------|
| 1 | 半導體基板 |
| 2 | n型雜質層 |
| 3 | 抗反射膜 |
| 10 | 受光面側電極 |
| 11 | 第1電極 |
| 12 | 第2電極 |
| 20 | 背面側電極 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)