



(21)申請案號：100131095

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 30 日

(51)Int. Cl. : C09J9/02 (2006.01)
C09D11/00 (2006.01)

B22F1/02 (2006.01)
H01L31/18 (2006.01)

(30)優先權：2010/10/05 美國
2011/08/16 美國

61/390,080
13/211,180

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：吉詹姆斯M GEE, JAMES M. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：6 共 43 頁

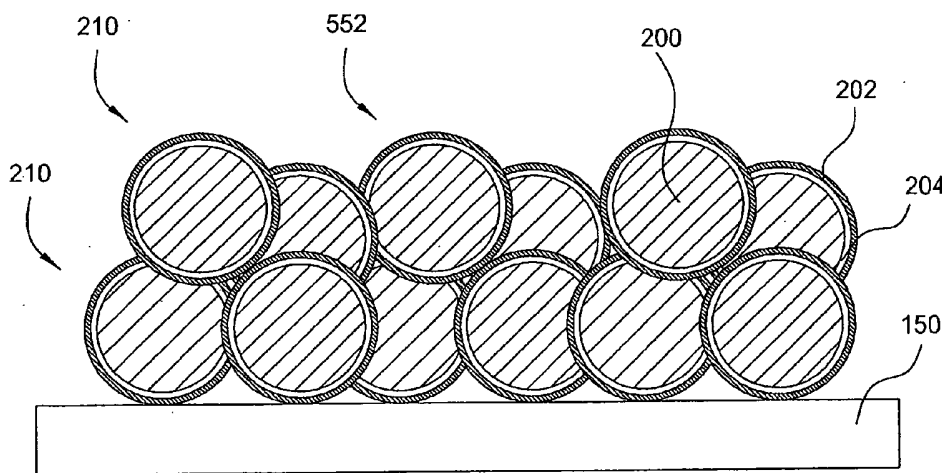
(54)名稱

用於矽太陽能電池的銅膠金屬塗敷

CU PASTE METALLIZATION FOR SILICON SOLAR CELLS

(57)摘要

本發明之實施例茲提供太陽能電池上之銅觸點結構，該等銅觸點結構係使用銅金屬塗敷膠(copper metallization paste)及/或銅墨(copper ink)形成。在一個實施例中，該銅金屬塗敷膠包括有機基質、有機基質內的玻璃料(glass frit)及有機基質內的金屬粉末，該金屬粉末包含封膠含銅粒子(encapsulated copper-containing particle)。該等封膠含銅粒子進一步包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。在另一實施例中，太陽能電池包括基板上之前觸點結構，該基板包含摻雜半導體材料。該前觸點結構包括銅層，該銅層包含燒結的封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子中之至少一些包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。



- 150：基板
- 200：含銅粒子
- 202：氧化阻障層
- 204：金屬塗敷阻障層
- 210：封膠含銅粒子
- 552：銅層



(21)申請案號：100131095

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 30 日

(51)Int. Cl. : C09J9/02 (2006.01)
C09D11/00 (2006.01)

B22F1/02 (2006.01)
H01L31/18 (2006.01)

(30)優先權：2010/10/05 美國
2011/08/16 美國

61/390,080
13/211,180

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：吉詹姆斯M GEE, JAMES M. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：6 共 43 頁

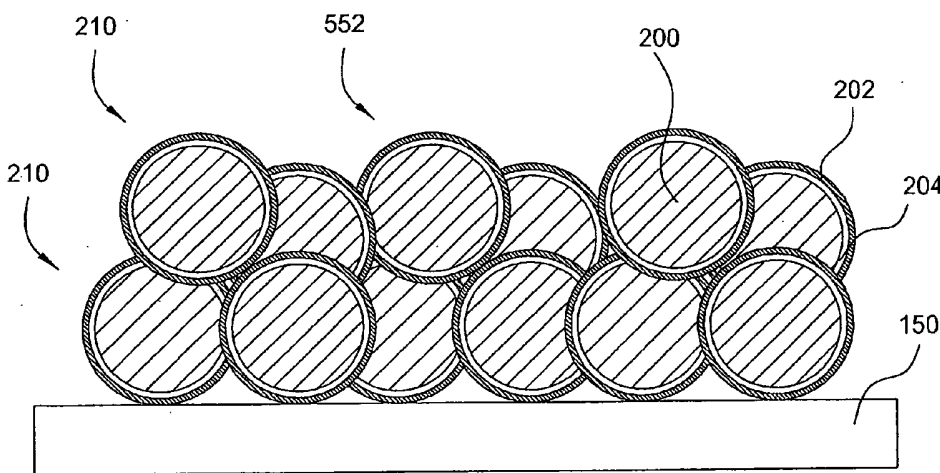
(54)名稱

用於矽太陽能電池的銅膠金屬塗敷

CU PASTE METALLIZATION FOR SILICON SOLAR CELLS

(57)摘要

本發明之實施例茲提供太陽能電池上之銅觸點結構，該等銅觸點結構係使用銅金屬塗敷膠(copper metallization paste)及/或銅墨(copper ink)形成。在一個實施例中，該銅金屬塗敷膠包括有機基質、有機基質內的玻璃料(glass frit)及有機基質內的金屬粉末，該金屬粉末包含封膠含銅粒子(encapsulated copper-containing particle)。該等封膠含銅粒子進一步包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。在另一實施例中，太陽能電池包括基板上之前觸點結構，該基板包含摻雜半導體材料。該前觸點結構包括銅層，該銅層包含燒結的封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子中之至少一些包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。



- 150：基板
- 200：含銅粒子
- 202：氧化阻障層
- 204：金屬塗敷阻障層
- 210：封膠含銅粒子
- 552：銅層

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例係關於一種太陽能電池元件之觸點結構。特定言之，本發明之實施例係關於銅觸點結構，該等銅觸點結構係使用銅金屬塗敷膠及墨形成。

【先前技術】

習知的矽太陽能電池（諸如，晶態矽太陽能電池）主要使用銀基金屬塗敷，以用於前表面集電柵格及後表面接觸區域。藉由絲網印刷以膠之形式來塗敷銀。習知的銀膠可由銀粒子及玻璃料粒子混合有機樹脂組成。需要有機樹脂作為印刷製程之載體。可添加其他有機化學品以調節膠之黏度，並幫助保持無機粒子處於懸浮狀態。玻璃料粒子在加熱期間軟化，諸如在「燃燒」步驟（較短時間的高溫退火）期間軟化，以使銀粒子基質固持在一起且固持至矽基板，並促進低接觸電阻金屬觸點形成於矽太陽能電池之表面上。有機樹脂通常在燃燒步驟期間燒掉。所得金屬塗敷為銀、玻璃及空隙之非均相混合物。

用於矽太陽能電池之可印刷的銀基金屬塗敷具有以下優點：低成本製造之直接圖案化技術；在低成本之氧化環境中燃燒的能力及允許有機載體氧化的能力；以及優良的導電性。此外，銀在矽中是相當良性的金屬雜質。然而，銀基金屬塗敷之顯著的缺點為銀之成本。極為有

利的是用亦具導電性的較為低廉的金屬來替代銀。此外，非貴金屬膠的退火大氣可能需要使用昂貴的惰性及非反應性的化合物，且燒結製程可能需要較長時間及高溫，此等要求亦增加製造費用，且可能降低太陽能電池之效率。

雖然已建議用銅來替代銀，但是使用電化學製程之當前銅沈積製程很難整合至當前的太陽能電池製造程序中，且可能產生其他問題。舉例而言，電化學製程需要侵蝕性較強的化學品、昂貴的廢料處理及圖案化之額外步驟。因為基板相當脆弱，所以在電化學沈積製程期間與通常十分薄的太陽能電池基板進行電接觸是有問題的。此外，由於金屬傾向沈積於各處而非沈積於期望的基板表面位置，薄膜沈積技術之良率較低。此等銅沈積技術常常比絲網印刷及使沈積銅圖案化所需要的額外步驟更昂貴。因為此等製程亦完全不同於當前生產實踐，所以此等製程不易整合至當前生產線中。

因此，需要改良的銅觸點結構、銅金屬塗敷及形成用於太陽能電池元件之銅觸點結構的方法。

【發明內容】

在本發明之一個實施例中，銅金屬塗敷膠包括有機基質、有機基質內的玻璃料及有機基質內的金屬粉末，該金屬粉末包含封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子各自進一步包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗

層圍繞該含銅粒子。

在另一實施例中，銅金屬塗敷墨包括溶劑、添加劑及金屬粉末，該金屬粉末包含封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子各自進一步包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。

在另一實施例中，太陽能電池包括基板及基板之前表面之一部分上的前觸點結構，該基板包含摻雜半導體材料，其中該前觸點結構包括銅層，該銅層包含燒結的封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子中之至少一些進一步包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。

在另一實施例中，一種用於在太陽能電池上形成觸點結構之方法包括以下步驟：將銅金屬塗敷膠沈積於基板上，該基板包含摻雜半導體材料；以及對該銅金屬塗敷膠加熱，以形成銅層。該銅金屬塗敷膠包括有機基質、有機基質內的玻璃料及有機基質內的金屬粉末，該金屬粉末包含封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子中之至少一些進一步包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。

在另一實施例中，一種用於在太陽能電池上形成觸點結構之方法包含以下步驟：將接觸層沈積於基板之表面上，該基板包含摻雜半導體材料；將金屬塗敷阻障層沈積於該接觸層上；將銅層沈積於該金屬塗敷阻障層上，該銅層包含封膠含銅粒子；將氧化阻障層沈積於該銅層

上；以及對該接觸層、金屬塗敷阻障層、銅層及氧化阻障層加熱，以燒結該等層且與基板形成歐姆接觸，其中使用噴墨沈積製程來執行該等沈積製程。

在一些實施例中，圍繞該含銅粒子之至少一個塗層可選自由以下組成之群組：鎳(Ni)；鋅(Zn)；鎳(Ni)，及鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；鋅(Zn)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物及過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；以及銀(Ag)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；以及介電材料。

在本發明之另一實施例中，銅金屬塗敷膠包括有機基質、有機基質內的玻璃料及有機基質內的金屬粉末，該金屬粉末包含封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子各自進一步包括含銅粒子及含不同材料之至少兩個塗層，該至少兩個塗層圍繞該含銅粒子，其中每一塗層包含材料，該材料選自由以下組成之群組：銀(Ag)、鎳(Ni)、鋅(Zn)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻

鎢鈷 (Co:W)、鈷 (Co)、鉻 (Cr)、鉬 (Mo)、鉭 (Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物。

【實施方式】

本發明茲提供用於在太陽能電池元件之表面上形成觸點結構（有時稱為柵格或柵格線）之方法。特定言之，本發明之實施例提供使用印刷方法（諸如，絲網印刷及噴墨印刷）形成含銅觸點結構之方法、結構及材料。在一些實施例中，絲網印刷及/或噴墨印刷製程用以在太陽能電池元件之前側或後側上形成觸點結構。大多數具有觸點結構之晶態矽太陽能電池元件可受益於本文所描述的實施例中之一或更多實施例，該等觸點結構（諸如，用於背接觸太陽能電池元件或發射極環繞穿通 (emitter wrap through; EWT) 太陽能電池元件之觸點結構）形成於太陽能電池元件之一或更多表面上。本發明之實施例可用以在背接觸型太陽能電池上形成觸點結構，但僅圖示了前側觸點結構來說明本發明之實施例。

第 1 圖為太陽能電池基板 150 之前表面 155 或光接收表面之平面圖。太陽能電池基板 150 可包含摻雜半導體材料。舉例而言，太陽能電池基板 150 可為 p 型摻雜體矽基板，該 p 型摻雜體矽基板具有一或多個 n 型摻雜層，以在太陽能電池基板 150 中形成 p-n 接合面。在太陽能電池照光時，由形成於太陽能電池中之接合面產生之電

流流經前觸點結構 156 及後觸點結構 (未圖示)，前觸點結構 156 設置於太陽能電池基板 150 之前表面 155 上，且後觸點結構設置於太陽能電池基板 150 之後表面 (未圖示) 上。如第 1 圖所示，前觸點結構 156 可配置為寬間隔薄金屬接線 (或指狀物) 152，供應至匯流排 151 的電流大於供應至指狀物 152 的電流。通常，前表面 155 塗佈有介電材料 (諸如，氮化矽 (SiN_x)) 之薄層，該介電材料之薄層可作為防反射塗層 (antireflection coating; ARC)，以最小化光反射，同時該介電材料之薄層可作為鈍化層，以減少重組損失。該介電材料設置於前觸點結構 156 之間距部分，使得介電材料與觸點結構 156 兩者皆處於太陽能電池基板 150 之前表面 155 上。

絲網印刷裝置可用以在太陽能電池基板 150 之前表面 155 上形成匯流排 151 及指狀物 152。絲網印刷方法通常提供用於形成觸點結構之特定的圖案及厚度之簡單製程，且絲網印刷方法通常允許使用各種層及/或各種材料以形成觸點結構。該絲網印刷裝置通常為絲網印刷室中所含之板或平板，該板或平板中形成有複數個孔、狹槽或其他特徵結構，以界定太陽能電池基板 150 之前表面 155 上的絲網印刷墨或膠之圖案及佈置。可將多個層「印刷」於前表面 155 上，以形成前觸點結構 156。亦可藉由類似方法形成後觸點結構。

習知的前觸點結構 156 通常藉由印刷銀膠於太陽能電池基板 150 之前表面 155 上而形成。然而，在本發明之

一個實施例中，銅金屬塗敷膠用以形成前觸點結構 156。儘管銀金屬塗敷膠之成本隨著銀之價格波動，但銀傾向於為昂貴的貴金屬，從而導致銀金屬塗敷膠亦十分昂貴。對使用銀作為用於觸點結構之導電材料的一個替代性方法為使用銅。

雖然銅為類似銀之良導體，但銅亦具有許多缺陷。當銅與矽基板接觸時，銅可毒化矽，藉此使得由矽基板製得的太陽能電池元件無效。銅在光電模組之典型的操作溫度下，迅速擴散於矽內，其中，銅為反應性重組中心，該反應性重組中心可影響太陽能電池的效率。一旦銅擴散至聚合物材料及太陽能電池結構中，則產生問題。此外，銅容易氧化，此性質可影響銅與其他連接至太陽能電池之載流部件進行電接觸的能力。由於必須防止氧化及/或必須控制氧化之量，因此太陽能電池元件處理更為困難。若未排除潮濕，則銅將在該模組中氧化，此氧化可引起可靠度及美觀性問題。此外，最常見的太陽能電池元件封膠材料為乙基乙酸乙烯酯(ethyl vinyl acetate; EVA)，若 EVA 與銅接觸，則 EVA 將發生光降解。

本發明之實施例提供一種與當前的印刷技術（諸如，絲網印刷、噴墨印刷，等等）相容的銅金屬塗敷系統。本發明之實施例包括銅金屬塗敷膠及墨，該等銅金屬塗敷膠及墨克服與在太陽能電池元件中使用銅金屬觸點相關的一些問題，且該等銅金屬塗敷膠及墨實現絲網印刷及噴墨的銅基觸點結構。可使用含銅粒子形成銅金屬塗

敷膠，用一或多種材料包覆密封該等含銅粒子，以在該等含銅粒子上形成塗層。如本文所使用的，層代表塗層，且塗層可包括單一塗層或多個塗層，單一塗層及多個塗層中之任一者可包括單一材料或多種材料。該等塗層可圍繞含銅粒子形成層狀結構，此粒子因此形成核心，該核心由一或更多塗層或層圍繞。

視上下文而定，用語「塗層」可包括單一塗層、多個塗層及各種圍繞核心之層。層或塗層圍繞或塗佈核心。可由材料之各種特徵、性質及/或品質來選擇用於該等塗層或層之材料。舉例而言，可將材料選擇並應用為具有所需阻障性質之各種類型的阻障層。一些阻障層可包括：氧化阻障層，以防止及/或降低核心材料之氧化；金屬塗敷阻障層，以防止及/或降低材料與核心材料之不當的合金化；以及擴散阻障層，以防止及/或降低銅基核心材料擴散至相鄰基板及基板上的結構中。因此，塗覆不同阻障層作為塗層，且該塗層作用如一或多種類型之阻障層。第 2A 圖至第 2C 圖為所使用之一些不同類型的封膠含銅粒子 210 的剖面圖，該等封膠含銅粒子 210 形成銅金屬塗敷膠及墨之部分，該等銅金屬塗敷膠及墨用以形成太陽能電池元件及模組中之觸點結構。

含銅粒子可包括銅、摻雜銅或銅合金。可在銅中使用各種類型之摻雜劑，諸如，鋁、鎂或使摻雜銅相比於純銅而氧化較慢的其他元素。取決於製造之簡便、所需物理性質（例如，硬度）及降低的氧化傾向，可將各種銅

合金用於含銅粒子。舉例而言，一些銅合金可包括 Cu:Sn、Cu:Ag、Cu:Ni、Cu:Zn，或上述銅合金之組合物。含銅粒子之尺寸可在 0.001 微米與 1,000 微米之間變化，諸如，自約 0.01 微米至 50 微米或約 1 微米至 20 微米。該等含銅粒子之所需尺寸可視將銅金屬塗敷膠塗敷至基板的方法而定。

在太陽能電池元件及/或太陽能電池模組製造程序期間，通常將太陽能電池元件及模組中之觸點結構及其他類型之金屬連接暴露於加熱製程，諸如，燒結及燃燒製程。封膠含銅粒子 210 之最外層可包含氧化阻障層 202，使得銅金屬塗敷膠可在氧化環境中燃燒。因此，在燃燒該銅金屬塗敷膠時，不需要惰性環境（諸如，氮氣或氫氣），該惰性環境傾向於比氧化環境更昂貴。舉例而言，如第 2A 圖中所示氧化阻障層 202 包覆密封含銅粒子 200。氧化阻障層 202 可為任何能形成穩定氧化物薄層的金屬，該氧化物溶於玻璃料。氧化阻障層 202 可包括銀 (Ag)、鎳 (Ni) 及鋅 (Zn)、上述材料的合金，或上述材料之組合物。氧化阻障層 202 之厚度可介於 0.01 微米與 10 微米之間，諸如，0.1 微米至 2 微米之間，例如，大於 1.0 微米。

該氧化阻障層簡化太陽能電池元件處理程序，且該氧化阻障層防止太陽能電池及太陽能模組之成品降解。在使用銀作為氧化阻障層之實施例中，在使用單一阻障層時，薄的銀層可用以在用於形成觸點結構之銅金屬塗敷

膠中形成封膠含銅粒子 210。因此，使用塗佈銀的含銅粒子之膠可在化學及冶金上類似於當前所使用的銀金屬塗敷膠，藉此在膠與矽表面之間提供與習知金屬塗敷結構類似的金屬觸點，但是藉由使用具有少量銀之銅使成本更低。

第 2B 圖圖示本發明之另一實施例，其中用金屬塗敷阻障層 204 包覆密封含銅粒子 200。金屬塗敷阻障層 204 提供可在燃燒溫度下保持穩定的層，以防止含銅粒子 200 中之任何銅與氧化阻障層 202 發生合金化。舉例而言，若氧化阻障層 202 為銀，而 Ag-Cu 合金之共熔點溫度約 790°C，此情況意謂當燃燒溫度升高至 Ag-Cu 之共熔點以上時，部份銀層及來自含銅粒子之銅將成為熔融狀態，且該銅材料將與該銀材料形成合金。金屬塗敷阻障層 204 因此提供介於銀基氧化阻障層 202 與含銅粒子 200 中的銅之間的穩定層，以防止銅與銀沿著該兩種材料之間的介面發生部分合金化。

金屬塗敷阻障層 204 包括金屬及合金，該等金屬及合金具有比銅更高的液相點，以維持含銅粒子 200 與氧化阻障層 202 之間的分隔。該金屬塗敷阻障層可包括鎳 (Ni)、鈦 (Ti)、氮化鈦 (TiN)、鎢 (W)、鈦鎢 (TiW)、摻鎢鈷 (Co:W)、鈷 (Co)、鉻 (Cr)、鉬 (Mo)、鉭 (Ta)、上述材料的合金或上述材料之組合物。在一些實施例中，介電材料（諸如，玻璃）可用作金屬塗敷阻障層。金屬塗敷阻障層 204 之厚度可介於 0.01 微米與 10 微米之間，諸如，

0.1 微米至 2 微米之間，例如，大於 1.0 微米。

第 2C 圖圖示本發明之另一實施例，其中用氧化阻障層 202、金屬塗敷阻障層 204 及擴散阻障層 206 包覆密封含銅粒子 200。雖然量可能相對較低，但微量銅仍可藉由固態擴散穿過各種阻障層且進入鄰近矽基板中。擴散阻障層 206 提供額外的保護層，以防止（或至少大大地限制）任何銅擴散穿過阻障層 202、204 且進入太陽能電池元件及太陽能電池模組封裝之其他部分。如第 2C 圖中所示，擴散阻障層 206 可直接圍繞含銅粒子 200，且金屬塗敷阻障層 204 可直接圍繞擴散阻障層 206。或者，金屬塗敷阻障層 204 可直接圍繞含銅粒子 200，且擴散阻障層 206 可直接圍繞金屬塗敷阻障層 204。該擴散阻障層可包括鎳 (Ni)、鈦 (Ti)、氮化鈦 (TiN)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、鎢 (W)、鈦鎢 (TiW)、摻鎢鈷 (Co:W)、鈷 (Co)、鉬 (Mo)、鉭 (Ta) 及鉻 (Cr)、上述材料的合金或上述材料之組合物。擴散阻障層 206 之厚度可介於 0.01 微米與 10 微米之間，諸如，0.1 微米至 2 微米之間，例如，大於 1.0 微米。

在一些實施例中，金屬塗敷阻障層 204 及擴散阻障層 206 可組合成單一層，該單一層顯示兩個層之性質。舉例而言，鎳基金屬塗敷阻障層 204 亦可顯示充分的擴散阻障性質，以使得該金屬塗敷阻障層亦作為擴散阻障層。在一些配置中，視所需類型之銅封膠粒子而定，用多個阻障層個別地塗佈該等含銅粒子。因此，可用第一

阻障層、第二阻障層、第三阻障層或更多阻障層按需要塗佈該等含銅粒子。在一些實施例中，含銅粒子 200 可由至少一個阻障層（例如，氧化阻障層 202）圍繞。在其他實施例中，含銅粒子 200 可由至少兩個阻障層（例如，氧化阻障層 202 及金屬塗敷阻障層 204 或擴散阻障層 206）圍繞。可藉由使用無電電鍍、電鍍、化學氣相沈積、化學溶液沈積或該等技術之組合來形成氧化阻障層 202、金屬塗敷阻障層 204 及擴散阻障層 206。

銅金屬塗敷膠配方可類似標準的可絲網印刷膠，且該銅金屬塗敷膠配方可包括各種組成成分，以調配該銅金屬塗敷膠之期望的性質。該等組成成分可包括金屬粉末、玻璃料及有機包材或基質。可由合金成分、粒徑分佈及形狀（例如，球形、片狀，等等）之類型來選擇金屬粉末，該金屬粉末將包括本文所描述的封膠含銅粒子。

該銅金屬塗敷膠可包括除銅金屬粉末材料之外的其他金屬粉末。相比於封膠銅粒子，此等金屬可提供更好的流動及接合性質，以促進加熱（諸如，燃燒或燒結）期間金屬粒子之熔合。舉例而言，銅膠可包括 Ag 粒子，該等 Ag 粒子具有已知與矽太陽能電池製造相容的燃燒特徵。

亦可向該銅金屬塗敷膠添加玻璃料。玻璃料在燃燒期間液化且流動，以促進含銅粒子之燒結及與基板之黏接，藉此有助於促進降低接觸電阻且增強金屬粒子之內聚力。玻璃料亦能使膠燃燒或穿越位於銅金屬塗敷膠之

下及基板表面上的鈍化層，諸如，氮化矽(SiN_x)鈍化層。因此，玻璃料使銅金屬塗敷膠能在燃燒製程期間將該鈍化層圖案化，從而省去使該鈍化層圖案化之單獨步驟，且隨後將銅金屬塗敷膠印刷至鈍化層內的空隙中，該等空隙為圖案化製程所造成。玻璃料的玻璃轉化溫度可介於 300°C 與 900°C 之間，使銅金屬塗敷膠之燒結溫度得以調節。具有不同金屬氧化物成分之各種類型的玻璃料可用於銅金屬塗敷膠，諸如，氧化鉛(PbO_x)、氧化矽(SiO_2)、三氧化二硼(B_2O_3)、三氧化二鋁(Al_2O_3)、氧化鋯(ZrO_2)、氧化鋅(ZnO)、三氧化二鉍(Bi_2O_3)、氧化鋇(SrO)、氧化鈦(TiO_2)及氧化鏷(La_2O_3)，或上述金屬氧化物之組合物。

金屬粉末可分散於有機基質中，以形成可絲網印刷膠。該有機基質包括聚合樹脂（諸如，乙基纖維素）、各種化學品（諸如，調節黏度特徵之溶劑（稀釋劑）），及介面活性劑、分散劑及幫助玻璃料及金屬粉末在溶液中保持懸浮狀態的其他添加劑。該等添加劑亦改良印刷特徵，且添加劑之類型將取決於最終的銅金屬塗敷膠之其他所需性質。該聚合樹脂可作為黏合劑，以幫助實現封膠含銅粒子 210 之印刷。通常，在印刷之後及在燃燒製程期間，藉由氧化作用自金屬塗敷膠移除聚合樹脂及其他有機物。對於前側金屬膠而言，金屬負載通常為 65 重量%至 95 重量%，且氧化物料通常介於約 0.5 重量%與 10 重量%之間。該金屬塗敷膠之其餘部份可為有機包材。

儘管不希望受限於理論，主要參與燒結製程的將是最外層（諸如，氧化阻障層 202）。因此，最外層最好具有足夠可動性，以在燃燒及/或燒結期間幫助密化粒子基質，以產生高度導電層。第 3 圖圖示燒結期間或燒結之後（某些情況下）含銅導電層基質之剖面示意圖。在一些情況下，傾向消除空隙或孔隙 315 以改良金屬觸點結構之導電性，空隙或孔隙 315 形成於燒結含銅粒子 200 之間。燃燒製程可包括第一製程，該第一製程燒掉有機物且（在某些情況下）使金屬塗敷膠中的玻璃料開始流動，該第一製程繼之以第二溫度峰值製程。燃燒製程中之每一部分皆可在氧化環境（諸如，空氣）中進行。第一製程溫度可處於自 400°C 至 600°C 長達約 30 秒，且第二製程溫度峰值可處於約 800°C 達較短時段，諸如，介於約 8 秒至 12 秒之間，例如，10 秒。

在太陽能電池形成製程之一些實施例中，觸點「燃燒」步驟亦可包括燒結該金屬塗敷膠，以形成觸點結構 156。燃燒製程通常為使金屬觸點與太陽能電池基板之矽及（在某些情況下）摻雜部分進行電接觸，以形成理想的接合面。該燃燒製程通常產生金屬觸點結構與太陽能電池元件之矽基板之間的歐姆接觸。燒結為可用以密化金屬塗敷粉末的製程，該製程之實例為與粒子基或粉末基冶金術相關的液相增強燒結。燒結有時可作為與燃燒分離的製程來執行，但是在形成太陽能電池元件時，亦可在燃燒步驟期間執行燒結。

液相增強燒結涉及多成分系統，該系統中兩個相中之一個相液化或處於該相之玻璃轉化溫度以上，因此使原子具有足夠可動性，以密化粉末結構。粒子之最外層（例如，氧化阻障層 202）可於相鄰粒子間互相傳遞，以形成基質 302，基質 302 包括含銅粒子 200 及橋接物 310。基質 302 亦可具有孔隙 315。一旦發生液相增強燒結，則基質 302 具有很強的毛細管力，該等毛細管力將粒子吸引在一起。類液體材料可增強金屬離子的移動性，以在金屬粒子（諸如，含銅粒子 200）之間形成橋接物 310，藉此增強該燒結製程。孔隙體積可幾乎為零，且可向銅金屬塗敷膠添加額外的粒子（諸如，純銀粒子），以在燒結製程期間促進回流來進一步減小該孔隙體積。含銅粒子 200 充分地接合在一起，使燒結觸點結構具有優良的導電性。用於各種阻障層之其他類型的金屬（諸如，具有比銀更高熔點的耐火金屬（例如，鈷基金屬））在燒結製程期間無法大幅移動。因此，大部分產生於含銅粒子之間的「橋接物」將歸因於外部氧化阻障層 202 之移動。通常，該等阻障層應在整個燃燒製程期間保持穩定，但是仍允許在燒結期間密化。

本發明之實施例實現各種使用銅金屬塗敷膠及墨而形成觸點結構之方法。一種方法可包括在雙印刷製程中使用銅金屬塗敷膠。另一種方法可包括將銅金屬塗敷膠用作銀金屬塗敷膠之偶入(drop-in)替代物。另一種方法可使用噴墨導電堆疊，該噴墨導電堆疊將具有封膠含銅粒

子之銅墨用作導電層。將由如第 4A 圖至第 4B 圖中所示之雙印刷製程開始解釋各種製程、方法及結構。

第 4A 圖為太陽能電池基板之一部分的剖面示意圖，該太陽能電池基板具有包含含銅材料的第二層 152B，第二層 152B 印刷於第一層 152A 上。第一層 152A 提供接觸層，該接觸層用以形成與太陽能電池基板 150 理想的接觸。在一個實例中，可使用銀膠形成第一層 152A。銀金屬塗敷膠可用於第一印刷層，該第一印刷層鄰近該太陽能電池，以形成接觸層。第二印刷層或第二層 152B 可包含銅金屬塗敷膠，以形成具有高導電性的載流層。該銅金屬塗敷膠可包含本文所描述的封膠含銅粒子 210 中之任一者。

為了在不降低太陽能電池之效率的前提下增加前觸點結構 156 之載流容量，可藉由將匯流排 151 及指狀物 152 之圖案絲網印刷於兩個或兩個以上連續層中，來增加匯流排 151 及指狀物 152 之高度，而不會增加匯流排 151 及指狀物 152 之寬度。增加高度而不增加寬度之舉降低該觸點結構之電阻，而不會增加光損耗。然而，由於匯流排 151 將在後處理階段期間與銅互連帶接觸，故增加匯流排 151 之高度是可選的。第 4B 圖為太陽能電池基板 150 之一部分的剖面側視示意圖，太陽能電池基板 150 具有匯流排 151 之第二層 151B 及指狀物 152 之第二層 152B，匯流排 151 之第二層 151B 印刷於匯流排 151 之第一層 151A 上，指狀物 152 之第二層 152B 印刷於指狀

物 152 之第一層 152A 上。

用於前觸點結構 156 之雙印刷製程包括：在用於形成如第 1 圖中所示之前側觸點結構 156 的圖案中沈積兩個層，例如，兩個印刷層。該雙印刷製程實現了使用較窄柵格線寬度，同時藉由使用垂直觸點結構之較高的深寬比來維持期望的剖面，以維持及/或改良太陽能電池之效率。第一印刷製程步驟及第二印刷製程步驟可使用不同的膠及絲網（圖案）。在一個實例中，用以形成第一層 152A 之第一印刷製程的膠因該膠之優良的電接觸性質而被選擇，且用以形成第二層 152B 之膠因該膠之較高電導率及隨後與其他外部裝置（例如，其他太陽能電池、外部負載，等等）連接的能力而被選擇。

第一層 152A 可含有銀，且第一層 152A 可形成與下層太陽能電池基板 150 接觸的接觸層，第一層 152A 通常亦提供第二層 152B（諸如，含銅層）與太陽能電池基板 150 之間的另一保護層，以防止銅遷移、擴散及隨後毒化太陽能電池基板 150，太陽能電池基板 150 可為矽基太陽能電池基板。第一層 152A 可具有介於約 5-15 微米之間的高度或厚度，而第二層 152B 可具有介於約 10-30 微米之間的高度或厚度。可建立第二層 152B，以提供所需的導電性，諸如，0.05 ohms/cm 至 0.3 ohms/cm。第一層 152A 亦提供與矽基板之歐姆接觸，該歐姆接觸亦在矽基板與第一層 152A 之間形成理想的接合。因此，可達到與基於銀金屬塗敷膠的觸點結構相同之導電性，同

時減少所使用銀之總量。可將其他金屬與銅金屬塗敷膠組合用於柵格線上，以降低電阻，而不增加成本。類似的方法可用以形成匯流排接線 151 之第一層 151A 及第二層 151B。

在一些配置中，第一層 152A 可包含含銅膠。在另一配置中，第一層 152A 可包含含銅膠，該含銅膠具有與第二層 152B 之阻障層厚度不同的阻障層厚度，及/或該含銅膠包含與第二層 152B 之阻障層材料不同的阻障層材料。在此配置中，第一層 152A 中之含銅膠與基板的電接觸優於習知銀膠，同時亦降低第一層 152A 之成本；且相對於在兩個層中皆使用與第二層 152B 相同之材料成分，第一層 152A 中之含銅膠亦可最小化銅擴散進入矽基板之機會。因此，第一層 151A、152A 及第二層 151B、152B 可包含銅金屬塗敷膠，該等銅金屬塗敷膠在每一層中使用不同類型之含銅粒子。舉例而言，第一層可使用由第一及第二阻障層圍繞之含銅粒子，且第二層可使用由第一、第二及第三阻障層（諸如，先前所描述的彼等類型）圍繞之含銅粒子。

第 5A 圖至第 5B 圖圖示結構及方法，該等結構及方法可包括作為銀金屬塗敷膠之偶入替代物的銅金屬塗敷膠。第 5A 圖為太陽能電池之一部分的剖面示意圖，該太陽能電池具有印刷於矽基板上的銅層。所用之銅金屬塗敷膠具有與銀金屬塗敷膠類似的能力。以單一印刷製程使用本文所描述的任何銅金屬塗敷膠來圖案化並形成

銅觸點結構。封膠含銅粒子 210 具有金屬塗敷阻障塗層及氧化阻障塗層，以承受高溫燃燒製程。在燃燒製程期間，銅層 552 與矽表面形成歐姆接觸。可將玻璃料用於銅金屬塗敷膠，以燃燒穿越太陽能電池基板 150 之表面上的鈍化/ARC 層（諸如，氮化矽層 510）。在一些實施例中，銀粒子可包括於銅金屬塗敷膠中，以幫助抑制氧化阻障層（諸如，含銅粒子上之銀塗層）之溶解；促進金屬粒子之燒結；且為矽電池提供更優良的接觸層。本文所描述的任何實施例之典型的印刷層（作為個別層或層之堆疊）厚度可自約 1 微米至約 50 微米，諸如，自約 10 微米至約 30 微米。

第 5B 圖為印刷於如第 5A 圖所示之太陽能電池基板 150 上的銅層的詳圖。所圖示的銅封膠粒子與第 2B 圖中所示的銅封膠粒子相同，其中，封膠層包括氧化阻障層 202 及金屬塗敷阻障層 204，金屬塗敷阻障層 204 圍繞含銅粒子 200。將封膠含銅粒子 210 燒結在一起，並為前側觸點結構提供導電層。可堆疊並燒結銅層 552，至某一厚度，諸如，10-40 微米，以提供 $1 \mu\text{ohm-cm}$ 至 $200 \mu\text{ohm-cm}$ 之所需塊體電阻率，諸如，自約 $2 \mu\text{ohm-cm}$ 至 $5 \mu\text{ohm-cm}$ 。塊體電阻率為金屬粒子燒結之程度的指標，亦即，當粒子達到更高程度的燒結及更高密度時，燃燒後金屬塗敷之電阻率會接近體金屬之電阻率。柵格線可具有自 50 微米至 150 微米之寬度。

封膠含銅粒子 210 與基板 150 形成歐姆接觸。因為含

銅粒子 200 如此接近於矽表面，所以可如本文所描述，將金屬塗敷阻障層 204 與擴散阻障層之性質組合使用。舉例而言，氧化阻障層 202 可為銀，且金屬塗敷阻障層 204 可為鎳，而鎳亦提供所需之擴散阻障層性質。可調整層之厚度，以使銅金屬塗敷膠達成所需性質及作用。舉例而言，在此特定的實施例中，銅十分接近於基板表面，因此通往矽的擴散路徑較短。可增加金屬塗敷阻障層 204 之厚度以提供進一步保護，且防止銅向外擴散進入矽基板 150。

第 6 圖圖示用於噴墨製程之銅金屬塗敷結構的剖面示意圖。可將具有不同塗層的奈米級極小含銅粒子用於噴墨印刷。該小尺寸噴墨含銅粒子上可包括金屬塗敷阻障層及氧化阻障層。或者，阻障層可為單獨的薄介電材料，而非金屬材料。舉例而言，可用介電材料（諸如，矽酸鹽玻璃）塗佈含銅粒子，作為阻障層。

銅金屬塗敷墨配方可類似標準的墨，且該銅金屬塗敷墨配方可包括各種組成成分，以調配該銅金屬塗敷墨至所需性質。該等組成成分可包括金屬粉末、玻璃料（諸如，本文所描述的彼等類型）、改性添加劑，及有機溶劑、無機溶劑或水溶劑。示例性有機溶劑包括 α -萜品醇、甲苯、乙醇，等等。溶劑可使用具有所需性質之多種化學品；例如，二甘醇及水、乙二醇及乙醇，等等。示例性添加劑包括聚乙炔吡咯啉酮 (polyvinylpyrrolidone; PVP)，以防止奈米粒子之凝集。金屬粉末可包括本文所

描述的封膠含銅粒子，諸如使用介電材料阻障層密封包覆之含銅粒子。

噴墨印刷可使用多個具有不同材料之印刷頭，以順序堆疊方式沉積具有不同功能的多層。因此，噴墨印刷可將具有不同性質之金屬以堆疊方式印刷，亦即，金屬堆疊可按其個別功能依序沉積並最佳化。因此，噴墨印刷製程可包括使接觸層 610、金屬塗敷阻障層 612、用於導電之含銅層 614，及氧化阻障層 616 全部形成於基板 150 上。

或者，噴墨印刷結構可包含所沈積之層與含銅層 614 之各種組合。舉例而言，僅接觸層 610 與含銅層 614、接觸層 610 及氧化阻障層 616 與含銅層 614，或接觸層 610 及金屬塗敷阻障層 612 與含銅層 614。層之精確組合可視封膠含銅粒子 210 之類型而定，封膠含銅粒子 210 用於含銅墨，以形成含銅層 614。噴墨觸點結構形成製程可包括形成所需圖案的柵格線，該等柵格線可包括彼此頂部上之堆疊層。在一些實施例中，可在金屬觸點結構形成之後沈積單獨的圖案化層及鈍化層。

用於印刷製程之銅金屬塗敷膠的含銅粒子與用於噴墨製程之銅墨的含銅粒子之間的一些差異可為粒徑及用以形成觸點結構之處理溫度。用於銅金屬塗敷膠之含銅粒子可具有微米尺寸的含銅粒子，而用於銅墨之含銅粒子具有奈米尺寸的含銅粒子。用於噴墨製程之銅基墨的含銅粒子之尺寸可在 1 nm 與 100 nm 之間變化。因此，可

能有必要使用各種塗層使銅奈米粒子穩定於銅基墨中。

銅墨中之含銅粒子將在燒結製程期間密化成緻密金屬。因此，可在該堆疊中之他處提供銅之阻障層，諸如，金屬塗敷阻障層 612 及氧化阻障層 616。介電質可用以密封包覆奈米尺寸的含銅粒子，以將該奈米粒子穩定於墨配方中。換言之，該介電塗層可為銅奈米粒子提供保護層，使銅奈米粒子得以在墨配方中保全，該墨調配用以在噴墨印刷製程期間分配銅。在燒結製程期間該介電層將較佳地分解。

歸因於噴墨製程中之含銅粒子的小得多的粒徑，燒結溫度可低得多。相比於本文所描述的銅金屬塗敷膠之燒結溫度（例如， 800°C ），矽基板之燒結溫度可低至 150°C 且可高達 400°C （諸如， 300°C ）。因此，使用具有封膠含銅粒子的銅墨之噴墨製程可使燒結溫度實質上降低 50% 以上。

可使用 Ag、Ni、Ti、W、Al 或其他金屬之墨來形成接觸層 610，該等其他金屬具有已知的對矽之接觸電阻值。其他接觸層 610 之材料可包括過渡金屬矽化物。玻璃料可包括於接觸層 610 之墨中，以圖案化先前沈積的鈍化層。金屬塗敷阻障層 612 可包括鎳 (Ni)、鈦 (Ti)、鎢 (W)、鈦鎢 (TiW)、摻鎢鈷 (Co:W)、鈷 (Co) 及鉻 (Cr)、上述材料的合金或上述材料之組合物。金屬塗敷阻障層 612 亦可充當黏接層，以提供含銅層 614 與接觸層 610 之間的良好黏接。多層觸點結構中之各層所選用的金屬

經常具有差距很大氧化電位，因此在濕熱環境中，介面處可能發生電流腐蝕而造成分層。因此，亦充當黏接層的金屬塗敷阻障層 612 可提供在濕熱環境中得以保全的方式。或者，單獨的黏接層亦可包括於金屬層 610-616 之堆疊中，從而自該單獨的黏接層產生至少五個可能的層，以形成觸點結構。氧化阻障層 616 可包括銀 (Ag) 及錫 (Sn)。可能錫較佳，因錫提供優良的可焊連接點。各層之深度可為自 0.01 微米至 10 微米，諸如，0.1 微米。使用銅金屬塗敷膠及墨之觸點結構將需要通過與太陽能電池元件之品管及分級相同的耐熱測試及耐濕熱測試。

雖然已主要使用矽太陽能電池之負極性金屬 (N 型) 前觸點描述了本發明之實施例，該等矽太陽能電池使用 p 型基板，該等 p 型基板具有 n+ 摻雜的前表面，但是對於一般技術者將顯而易見的是：在後側傳統式太陽能電池、後側接觸式太陽能電池及 EWT 電池之後側觸點結構中任何銀的使用皆可藉由使用以上方法、製程及材料用銅來替代。替代銀觸點之後側上的銅觸點可能需要是可焊的，因此用於後匯流排的下層 Ag 接觸底層不是必需的。類似地，對於一般技術者亦將顯而易見的是：本發明之實施例可用於矽太陽能電池中之正極性金屬前觸點，該等矽太陽能電池使用 n 型基板，該等 n 型基板具有 p+ 摻雜前表面。所有類型之銅觸點結構將需要通過熱循環測試、耐濕熱測試及隨時間降解測試等一般品管測試。根據本發明之實施例以調配銅金屬塗敷膠及墨並形

成觸點結構可降低製造成本，同時可維持相同程度（若無改良時）之太陽能電池元件壽命。

雖然上文係針對本發明之實施例，但可在不脫離本發明之基本範疇的情況下，設計本發明之其他及更多實施例。

【圖式簡單說明】

因此，可詳細理解本發明之上述特徵結構之方式，即上文簡要概述之本發明之更特定描述，可參照實施例進行，一些實施例圖示於附加圖式中。然而，應注意，該等附加圖式僅圖示本發明之典型實施例，且因此不欲視為本發明之範疇之限制，因為本發明可允許其他同等有效之實施例。

第 1 圖為太陽能電池基板之前表面或光接收表面之平面圖。

第 2A 圖至第 2C 圖為用於形成銅金屬塗敷材料之封膠含銅粒子的剖面圖。

第 3 圖圖示燒結之後的銅導電層基質之剖面示意圖。

第 4A 圖為太陽能電池基板之一部分的剖面示意圖，該太陽能電池基板具有銅第二層，該銅第二層印刷於第一層上。

第 4B 圖為太陽能電池基板之一部分的剖面示意圖，該太陽能電池基板具有銅第二層，該銅第二層印刷於第一層上，該第一層包括匯流排接線。

第 5A 圖為太陽能電池之一部分的剖面示意圖，該太陽能電池具有印刷於該太陽能電池基板上的銅層。

第 5B 圖為印刷於如第 5A 圖所示之太陽能電池基板上的銅層的詳圖。

第 6 圖圖示用噴墨製程形成之銅金屬塗敷結構的剖面示意圖。

為了促進理解，在可能情況下，使用相同元件符號以指定為諸圖所共有之相同元件。已考量在一個實施例中所揭示的元件可被利用於其他實施例中，而無需特定詳述。

【主要元件符號說明】

150	基板	151	匯流排
151A	第一層	151B	第二層
152	指狀物	152A	第一層
152B	第二層	155	前表面
156	前觸點結構	200	含銅粒子
202	氧化阻障層	204	金屬塗敷阻障層
206	擴散阻障層	210	封膠含銅粒子
302	基質	310	橋接物
315	孔隙	510	氮化矽層
552	銅層	610	接觸層
612	金屬塗敷阻障層	614	含銅層
616	氧化阻障層		

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：100131095

C09J 9/02 (2006.01)

※ 申請日期：2011年8月30日

※IPC 分類：

B22F 1/02 (2006.01)

C09D 11/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 31/18 (2006.01)

用於矽太陽能電池的銅膠金屬塗敷

CU PASTE METALLIZATION FOR SILICON SOLAR CELLS

二、中文發明摘要：

本發明之實施例茲提供太陽能電池上之銅觸點結構，該等銅觸點結構係使用銅金屬塗敷膠 (copper metallization paste) 及/或銅墨 (copper ink) 形成。在一個實施例中，該銅金屬塗敷膠包括有機基質、有機基質內的玻璃料 (glass frit) 及有機基質內的金屬粉末，該金屬粉末包含封膠含銅粒子 (encapsulated copper-containing particle)。該等封膠含銅粒子進一步包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。在另一實施例中，太陽能電池包括基板上之前觸點結構，該基板包含摻雜半導體材料。該前觸點結構包括銅層，該銅層包含燒結的封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子中之至少一些包括含銅粒子及至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the invention generally provide copper contact structures on a solar cell formed using copper metallization pastes and/or copper inks. In one embodiment, the copper metallization paste includes an

organic matrix, glass frits within the organic matrix, and a metal powder within the organic matrix, the metal powder comprising encapsulated copper-containing particles. The encapsulated copper-containing particles further include a copper-containing particle and at least one coating surrounding the copper-containing particle. In another embodiment, a solar cell includes a front contact structure on a substrate comprising a doped semiconductor material. The front contact structure includes a copper layer comprising sintered encapsulated copper-containing particles, wherein at least some of the encapsulated copper-containing particles include a copper-containing particle and at least one coating surrounding the copper-containing particle.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於在一太陽能電池上形成一觸點結構之方法，該方法包含以下步驟：

將一銅金屬塗敷膠沈積於一基板上，該基板包含一摻雜半導體材料；以及

對該銅金屬塗敷膠加熱，以形成一銅層，其中該銅金屬塗敷膠包含：

一有機基質；

玻璃料，該等玻璃料在該有機基質內；以及

一金屬粉末，該金屬粉末在該有機基質內，該金屬粉末包含封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子中之至少一些進一步包含：

一含銅粒子；以及

至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子，

其中該塗層選自由以下組成之群組：

鎳(Ni)；

鋅(Zn)；

鎳(Ni)，及鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；

鋅(Zn)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、

鈦鎢 (TiW)、摻鎢鈷 (Co:W)、鈷 (Co)、鉻 (Cr)、鉬 (Mo)、鉭 (Ta)、過渡金屬氮化物及過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；以及

銀 (Ag)，及鎳 (Ni)、鈦 (Ti)、氮化鈦 (TiN)、鎢 (W)、鈦鎢 (TiW)、摻鎢鈷 (Co:W)、鈷 (Co)、鉻 (Cr)、鉬 (Mo)、鉭 (Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者。

2. 如請求項 1 所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：
將一接觸層膠沈積於該基板之一表面上；
將該銅金屬塗敷膠沈積於該接觸層膠上；以及
對該接觸層膠及該銅金屬塗敷膠加熱，以將一銅層形成於一接觸層上，其中該接觸層提供與該基板之一歐姆接觸。
3. 如請求項 2 所述之方法，其中該接觸層膠包含一銀金屬塗敷膠。
4. 如請求項 2 所述之方法，其中該接觸層膠包含一銅金屬塗敷膠，該銅金屬塗敷膠不同於用以形成該銅層之銅金屬塗敷膠。
5. 一種用於在一太陽能電池上形成一觸點結構之方法，該

方法包含以下步驟：

將一接觸層沈積於一基板之一表面上，該基板包含一摻雜半導體材料；

將一金屬塗敷阻障層沈積於該接觸層上；

將一銅層沈積於該金屬塗敷阻障層上，該銅層包含封膠含銅粒子；

將一氧化阻障層沈積於該銅層上；以及

對該接觸層、金屬塗敷阻障層、銅層及氧化阻障層加熱，以燒結上述各層且形成與該基板之一歐姆接觸，其中使用一噴墨沈積製程來執行上述沈積步驟。

6. 一種太陽能電池，該太陽能電池包含：

一基板，該基板包含一摻雜半導體材料；以及

一前觸點結構，該前觸點結構在該基板之一前表面之一部分上，其中該前觸點結構包含：

一銅層，該銅層包含燒結的封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子中之至少一些進一步包含：

一含銅粒子；以及

至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子，

其中該塗層選自由以下組成之群組：

鎳 (Ni)；

鋅 (Zn)；

鎳 (Ni)，及鈦 (Ti)、氮化鈦 (TiN)、鎢 (W)、鈦鎢

(TiW)、摻鎢鈷 (Co:W)、鈷 (Co)、鉻 (Cr)、鉬

(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；

鋅(Zn)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物及過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；以及

銀(Ag)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者。

7. 如請求項 6 所述之太陽能電池，其中該至少一個塗層進一步包含：

一第一阻障層；以及

一第二阻障層，其中該第一阻障層為一最外層，且該第二阻障層位於該第一阻障層與該含銅粒子之間。

8. 一種銅金屬塗敷膠，該銅金屬塗敷膠包含：

一有機基質；

玻璃料，該等玻璃料在該有機基質內；以及

一金屬粉末，該金屬粉末在該有機基質內，該金屬粉末包

含封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子各自進一步包含：

一含銅粒子；以及

至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子，其中

該塗層選自由以下組成之群組：

鎳(Ni)；

鋅(Zn)；

鎳(Ni)，及鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、
 摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、
 過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材
 料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；

鋅(Zn)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、
 鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬
 (Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物及過渡金屬矽化
 物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中
 之至少一者；以及

銀(Ag)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、
 鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬
 (Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化
 物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中
 之至少一者。

9. 如請求項 8 所述之銅金屬塗敷膠，其中該含銅粒子包含
 銅、摻雜銅、一銅合金或上述材料之組合物。

10. 如請求項 9 所述之銅金屬塗敷膠，其中該銅合金包含 Cu:Sn、Cu:Ag、Cu:Ni、Cu:Zn 或上述銅合金之組合物。

11. 如請求項 8 所述之銅金屬塗敷膠，其中該摻雜銅包含摻雜有鋁或鎂之銅。

12. 如請求項 8 所述之銅金屬塗敷膠，其中該至少一個塗層進一步包含：

一第一阻障層；以及

一第二阻障層，其中該第一阻障層為一最外層，且該第二阻障層位於該第一阻障層與該含銅粒子之間。

13. 如請求項 12 所述之銅金屬塗敷膠，其中該第一阻障層為一氧化阻障層，且該第二阻障層為一金屬塗敷阻障層及一擴散阻障層中之至少一者。

14. 如請求項 13 所述之銅金屬塗敷膠，其中該第二阻障層包含該金屬塗敷阻障層與該擴散阻障層兩者。

15. 如請求項 13 所述之銅金屬塗敷膠，該銅金屬塗敷膠進一步包含：

一第三阻障層，該第三阻障層直接圍繞該含銅粒子，其中該第二阻障層為該金屬塗敷阻障層，且該第三阻障層為

S

該擴散阻障層。

16.如請求項 13 所述之銅金屬塗敷膠，其中該氧化阻障層包含銀(Ag)、鎳(Ni)及鋅(Zn)，上述材料的合金或上述材料之組合物；

其中該金屬塗敷阻障層包含鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、上述材料的合金或上述材料之組合物；以及

其中該擴散阻障層包含鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉬(Mo)、鉭(Ta)及鉻(Cr)、上述材料的合金或上述材料之組合物。

17.如請求項 8 所述之銅金屬塗敷膠，其中該銅金屬塗敷膠具有 600°C 至 800°C 之一燒結溫度。

18.一種銅金屬塗敷膠，該銅金屬塗敷膠包含：

一有機基質；

玻璃料，該等玻璃料在該有機基質內；以及

一金屬粉末，該金屬粉末在該有機基質內，該金屬粉末包含封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子各自進一步包含：

一含銅粒子；以及

至少兩個塗層，該至少兩個塗層含不同材料，該至少兩個塗層圍繞該含銅粒子，其中每一塗層包含一材料，該材料選自由以下組成之群組：銀(Ag)、鎳(Ni)、鋅(Zn)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物。

19. 一種銅金屬塗敷墨，該銅金屬塗敷墨包含：

一溶劑；

添加劑；以及

一金屬粉末，該金屬粉末包含封膠含銅粒子，其中該等封膠含銅粒子各自進一步包含：

一含銅粒子；以及

至少一個塗層，該至少一個塗層圍繞該含銅粒子，其中該塗層選自由以下組成之群組：

鎳(Ni)；

鋅(Zn)；

鎳(Ni)，及鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；

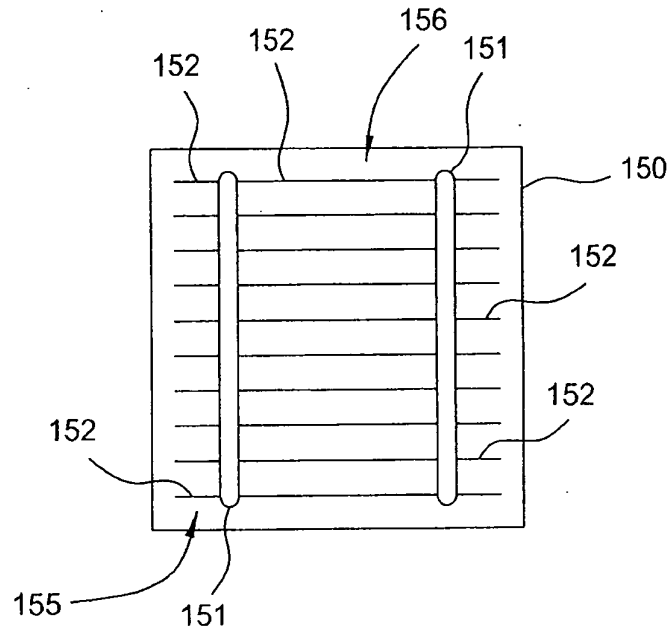
鋅(Zn)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬

(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物及過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；

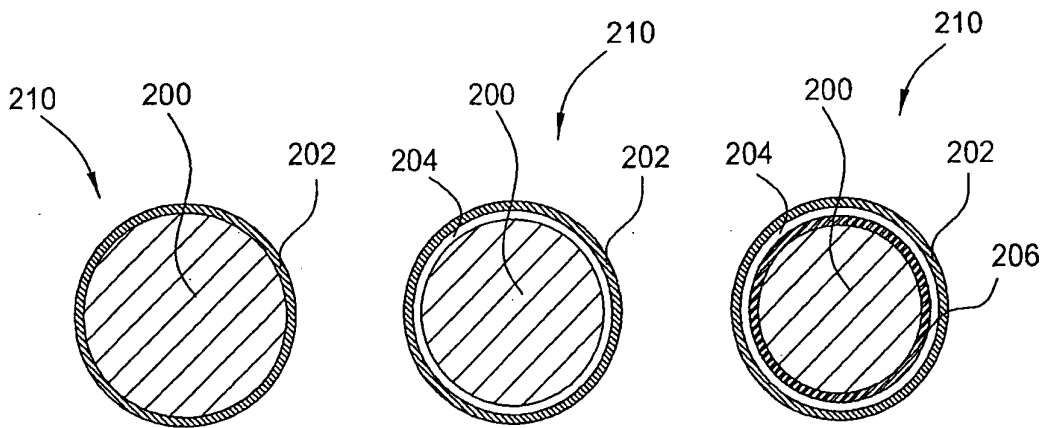
銀(Ag)，及鎳(Ni)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鎢(W)、鈦鎢(TiW)、摻鎢鈷(Co:W)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、過渡金屬氮化物、過渡金屬矽化物合金、上述材料的合金或上述材料之組合物中之至少一者；以及
一介電材料。

20.如請求項 19 所述之銅金屬塗敷墨，其中該至少一個塗層進一步包含：

- 一第一阻障層；以及
- 一第二阻障層，其中該第一阻障層為一最外層，且該第二阻障層位於該第一阻障層與該含銅粒子之間。



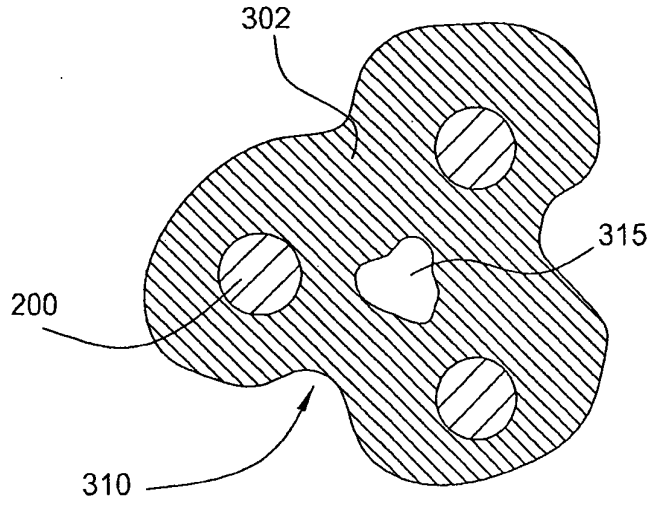
第1圖



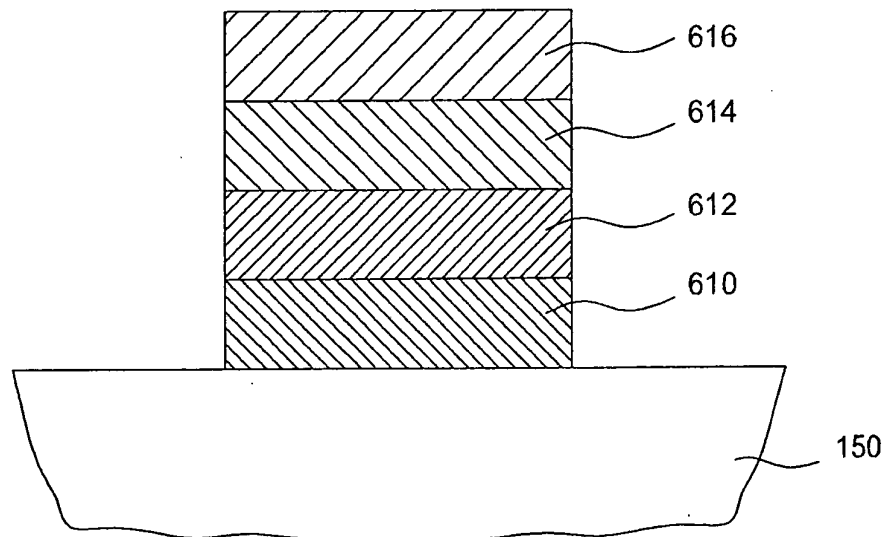
第2A圖

第2B圖

第2C圖

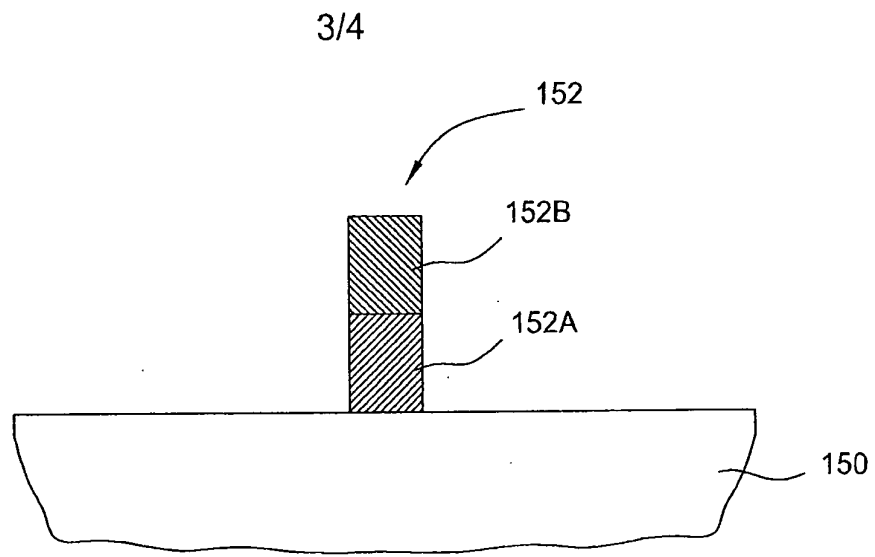


第3圖

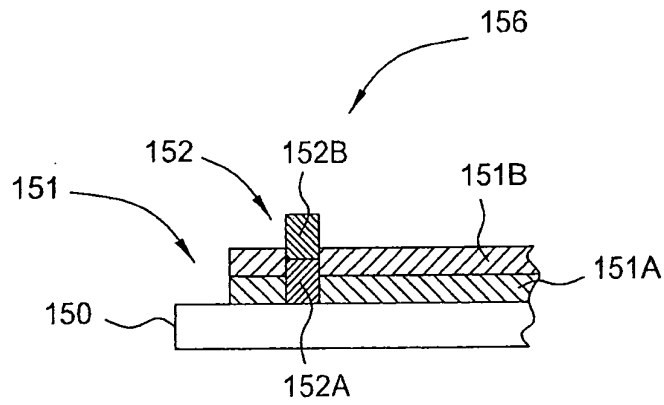


第6圖

┌

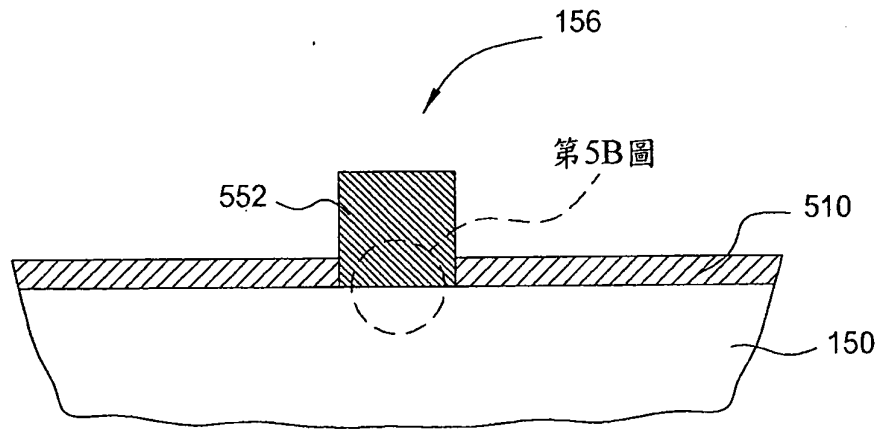


第4A圖

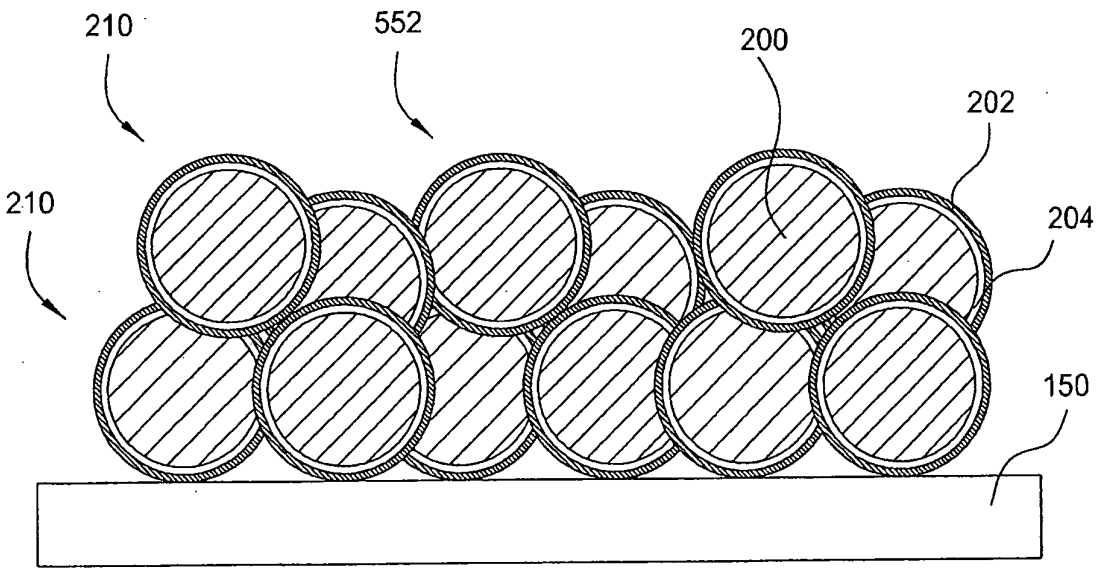


第4B圖

4/4



第5A圖



第5B圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 150 基板
- 200 含銅粒子
- 202 氧化阻障層
- 204 金屬塗敷阻障層
- 210 封膠含銅粒子
- 552 銅層

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