



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I498308 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：100115705

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 04 日

(51)Int. Cl. : C03C8/12 (2006.01)

H01B1/02 (2006.01)

H01B1/22 (2006.01)

H01B5/14 (2006.01)

H01L31/0224(2006.01)

(30)優先權：2010/05/04 美國 61/331,006

2011/02/07 美國 61/440,117

2011/02/22 美國 61/445,508

2011/03/24 美國 61/467,003

(71)申請人：杜邦股份有限公司(美國) E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY (US)
美國

(72)發明人：卡洛 艾倫 費瑞德瑞克 CARROLL, ALAN FREDERICK (US)；韓 肯尼斯 華倫 HANG, KENNETH WARREN (US)；勞林 布莱恩 J LAUGHLIN, BRIAN J. (US)；米克斯卡 科特 里察 MIKESKA, KURT RICHARD (US)；托拉狄 卡曼 TORARDI, CARMINE (US)；凡諾依 保羅 道格拉斯 VERNOOY, PAUL DOUGLAS (US)

(74)代理人：陳傳岳；郭雨嵐

(56)參考文獻：

US 7545094B2

審查人員：鐘文宏

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：1 共 38 頁

(54)名稱

含有鉛-碲-鋰-鈦-氧化物之厚膜膏及其在半導體裝置之製造中的用途

THICK-FILM PASTES CONTAINING LEAD-TELLURIUM-LITHIUM-TITANIUM-OXIDES, AND THEIR USE IN THE MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICES

(57)摘要

本發明提供一厚膜膏，其用於印刷具有一或多個絕緣層之一太陽能電池裝置的前側。該厚膜膏包括一導電金屬及分散在一有機介質中的一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物。

The present invention provides a thick-film paste for printing the front side of a solar cell device having one or more insulating layers. The thick-film paste comprises an electrically conductive metal, and a lead-tellurium-lithium-titanium-oxide dispersed in an organic medium.

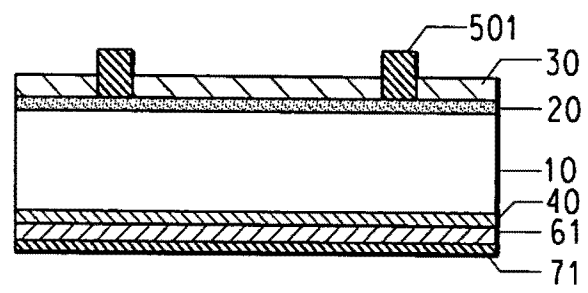


圖 1F

- 10 . . . p 型矽基材
- 20 . . . n 型擴散層
- 30 . . . 絕緣薄膜
- 40 . . . p+層(背面電場, BSF)
- 61 . . . 鋁背電極(由燒製背側鋁膏所獲得)
- 71 . . . 銀或銀/鋁背電極(由燒製背側銀膏所獲得)
- 501 . . . 前電極(由燒製該厚膜膏所獲得)

公告本

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： 100115705

C05C 8/12 (2006.01)

※ 申請日： 100.5.4

※IPC 分類：H01L

H01B1/02 (2006.01)

H01B1/22 (2006.01)

H01B 5/14 (2006.01)

H01L 31/022K (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

含有鉛-碲-鋰-鈦-氧化物之厚膜膏及其在半導體裝置之製造中的用途

THICK-FILM PASTES CONTAINING LEAD-TELLURIUM-LITHIUM-

TITANIUM-OXIDES, AND THEIR USE IN THE MANUFACTURE OF

SEMICONDUCTOR DEVICES

二、中文發明摘要：

本發明提供一厚膜膏，其用於印刷具有一或多個絕緣層之一太陽能電池裝置的前側。該厚膜膏包括一導電金屬及分散在一有機介質中的一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a thick-film paste for printing the front side of a solar cell device having one or more insulating layers. The thick-film paste comprises an electrically conductive metal, and a lead-tellurium-lithium-titanium-oxide dispersed in an organic medium.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1F) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	p型矽基材
20	n型擴散層
30	絕緣薄膜
40	p+層(背面電場，BSF)
61	鋁背電極(由燒製背側鋁膏所獲得)
71	銀或銀/鋁背電極(由燒製背側銀膏所獲得)
501	前電極(由燒製該厚膜膏所獲得)

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】

本發明提供一厚膜膏，其用於印刷具有一或多個絕緣層之一太陽能電池裝置的前側。該厚膜膏包括一導電金屬或其衍生物的來源及分散在一有機介質中的一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物。

【先前技術】

具有p型基底的一習知太陽能電池結構具有典型位於該電池前側(受照側)上的一負電極及位於背側上的一正電極。落在一半導體主體之p-n接面上並具有適當波長的輻射係作為一外部能量來源，以便產生電子-電洞對電荷載體。這些電子-電洞對電荷載體在p-n半導體接面所產生的電場中遷移，並藉由施加至半導體表面的導電柵極或金屬接點收集。所產生的電流流向外部電路。

典型使用導電膏(亦稱為墨水)來形成該導電柵極或金屬接點。導電膏典型包括一玻璃熔塊、一導電物種(例如，銀粒子)及一有機介質。為了形成該金屬接點，在一基材上將導電膏印刷為柵線或其他圖案，之後進行燒製，在這期間達成該柵線及該半導體基材間之的電性接觸。

然而，結晶矽PV電池典型係塗覆有一抗反射塗膜(例如，氮化矽、氧化鈦或氧化矽)，以促進增加電池效率的光吸附作用。這類抗反射塗膜亦作為一絕緣體，其減少從基材至金屬接點的電子流動。為了克服此問題，該導電膏必須在燒製期間穿透該抗反射塗膜，以形成與該半導體基

材電性接觸的金屬接點。亦希望在該金屬接點及該基材之間形成強力接合(亦即，黏附力)及可焊性。

穿透該抗反射塗膜並在燒製後便與該基材形成強力接合之能力，係高度取決於該導電膏的組成物及燒製條件。效率(PV電池性能之一關鍵判斷基準)亦受到在該經燒製的導電膏及該基材之間所達成的電性接觸品質之影響。

為了提供具有良好效率之用於製造PV電池的一經濟程序，需要能夠用低溫燒製以穿透抗反射塗膜並提供與該半導體基材之良好電性接觸的一厚膜膏組成物。

【發明內容】

本發明之一實施態樣為一厚膜膏組成物，其包括：

- a) 以該組成物中之總固體為基礎，85至99.5重量百分比之一導電金屬或其衍生物；
- b) 以固體為基礎，0.5至15重量百分比之一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物；以及
- c) 一有機介質。

本發明之另一實施態樣為一程序，其包含以下步驟：

- (a) 提供一半導體基材，其包括沉積至該半導體基材之至少一表面上之一或多個絕緣薄膜；
- (b) 將一厚膜膏組成物塗敷至該一或多個絕緣薄膜上，以形成一成層結構，其中該厚膜膏組成物包括：
 - i) 以固體為基礎，85至99.5重量百分比之一導電金屬來源；
 - ii) 以固體為基礎，0.5至15重量百分比之一鉛-碲-鋰-

鈦-氧化物；以及

iii) 一有機介質；以及

(c) 燒製該半導體基材、一或多個絕緣薄膜及厚膜膏，同時形成與該一或多個絕緣層接觸並與該半導體基材電性接觸的一電極。

此發明之另一實施態樣為一物件，其包括：

- a) 一半導體基材；
- b) 一或多個絕緣層，其位於該半導體基材上；以及
- c) 一電極，其與該一或多個絕緣層接觸並與該半導體基材電性接觸，該電極包括一導電金屬及一鉛-碲-硼-氧化物。

【實施方式】

由於降低了對化石燃料的需求，太陽能動力光伏系統被視為符合環保。

本發明提供可用於製造具有改善電性能之光伏裝置的組成物。該厚膜膏組成物包括：

- a) 以該組成物中之總固體為基礎，85至99.5重量百分比之一導電金屬或其衍生物；
- b) 以固體為基礎，0.5至15重量百分比之一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物；以及
- c) 一有機介質。

如本文所定義，並未將該有機介質視為包括該厚膜膏組成物之固體的一部分。

導電金屬

導電金屬係選自由銀、銅及鈮所構成的群組。導電金屬可為片形、球形、顆粒形、晶形、粉末或其他不規則形狀及其混合物。導電金屬可在一膠態懸浮液中提供。

當該金屬為銀時，其形式可為銀金屬、銀衍生物或其混合物。範例性衍生物包括：例如銀合金、氧化銀(Ag_2O)、銀鹽類(例如， AgCl 、 AgNO_3 、 AgOOCCH_3 (醋酸銀)、 AgOOCF_3 (三氟醋酸銀)、正磷酸銀(Ag_3PO_4))。亦可使用與其他厚膜膏成分相容之其他形式的銀。

在一實施例中，導電金屬或其衍生物係為該厚膜膏組成物之固體成分的約85至約99.5重量百分比。在另一實施例中，導電金屬或其衍生物的來源係為該厚膜膏組成物之固體成分的約90至約95重量百分比。

在一實施例中，該厚膜膏組成物的固體部分包括約85至約99.5重量百分比的球形銀粒子。在一實施例中，該厚膜膏組成物的固體部分包括約85至約90重量百分比的銀粒子及約1至約9.5重量百分比的銀片。

在一實施例中，該厚膜膏組成物包括經塗覆的導電銀粒子。適用的塗膜包括磷酸鹽及界面活性劑。適用的界面活性劑包括聚環氧乙烷、聚乙烯乙二醇、苯并三唑、聚乙烯乙二醇醋酸、月桂酸、油酸、癸酸、肉豆蔻酸、亞麻油酸、硬脂酸、軟脂酸、硬脂酸鹽類、軟脂酸鹽類及其混合物。鹽類反離子可為銨、鈉、鉀及其混合物。

銀的粒度並未受到任何特別限制。在一實施例中，平均粒度為0.5至10微米；在另一實施例中，平均粒度為1至5

微米。如本文所運用方式，「粒度」或「D50」意指「平均粒度」；「平均粒度」意謂著50重量百分比的體積分佈大小。體積分佈大小可藉由使用Microtrac之粒度分析儀(Largo, FL)的雷射繞射與分散方法來測定。

鉛-碲-鋰-鈦-氧化物組成物

本發明之一實施態樣係關於鉛-碲-鋰-鈦-氧化物(Pb-Te-Li-Ti-O)組成物。在一實施例中，這些組成物可為玻璃組成物。在另一實施例中，這些組成物可為結晶、部分結晶、非晶質、部分非晶質或其組合。在一實施例中，Pb-Te-Li-Ti-O組成物可包括多於一種的玻璃組成物。在一實施例中，Pb-Te-Li-Ti-O組成物可包括一玻璃組成物及一附加組成物(例如，一結晶組成物)。在本文中將使用「玻璃」或「玻璃組成物」這些詞來代表上述之非晶質及結晶材料的任何組合。

在一實施例中，本文所述的玻璃組成物包括鉛-碲-鋰-鈦-氧化物。該玻璃組成物亦可包括附加成分(例如，矽、硼、銀、錫、鋅、銱、銻、釩、鋁之類)。

鉛-碲-鋰-鈦-氧化物(Pb-Te-Li-Ti-O)可藉由使用在此項技術中具有普通技能者所了解的技術將PbO、TeO₂、Li₂O及TiO₂(或在加熱時會分解為所需氧化物的其他材料)混合來進行製備。這類製備技術可包括在空氣或含氧大氣中加熱該混合物，以形成一熔體；將該熔體淬火；及磨碎、輾磨及/或篩選該經淬火的材料，以提供具有所需粒度的一粉末。典型地，以800至1200°C的峰值溫度實施鉛、碲、鋰

及鈦氧化物之混合物的熔化。例如，可在不鏽鋼壓板上或在反方向旋轉的不鏽鋼輥之間進行該熔化混合物的淬火，以形成一薄板。可碾磨所產生的薄板，以形成粉末。典型地，經碾磨的粉末所具有的 D_{50} 為0.1至3.0微米。熟悉製造玻璃熔塊這項技術者可利用替代的合成技術，例如，但不限於水淬火、溶膠-凝膠、噴霧熱解、藉由在一金屬壓板上的急冷來淬火或其他適用於製造粉末形式之玻璃的技術。

在一實施例中，用來製造Pb-Te-Li-Ti-O的起始混合物可包括(以總起始混合物的重量為基礎)：PbO，其可為25至65重量百分比、30至60重量百分比或30至50重量百分比； TeO_2 ，其可為25至70重量百分比、30至65重量百分比或50至65重量百分比； Li_2O ，其可為0.1至5重量百分比、0.25至3重量百分比或0.5至2.5重量百分比； TiO_2 ，其可為0.1至5重量百分比、0.25至5重量百分比或0.5至3重量百分比。

在一實施例中，PbO、 TeO_2 、 Li_2O_3 及 TiO_2 可為Pb-Te-Li-Ti-O組成物的80至100重量百分比。在另一實施例中，PbO、 TeO_2 、 Li_2O_3 及 TiO_2 可為Pb-Te-Li-Ti-O組成物的85至100重量百分比或90至100重量百分比。

在另一實施例中，除了上述的PbO、 TeO_2 、 Li_2O 及 TiO_2 之外，用來製造Pb-Te-Li-Ti-O的起始混合物可包括 SiO_2 、 SnO_2 、 B_2O_3 、ZnO、 Nb_2O_5 、 CeO_2 、 V_2O_5 、 Al_2O_3 或 Ag_2O 的一或多個。在此實施例之實施態樣中(以總起始混合物的

重量為基礎)：

SiO_2 可為0至10重量百分比、0至9重量百分比或2至9重量百分比；

SnO_2 可為0至5重量百分比、0至4重量百分比或0.5至1.5重量百分比；

B_2O_3 可為0至10重量百分比、0至5重量百分比或1至5重量百分比；及

Ag_2O 可為0至30重量百分比、0至20重量百分比或3至15重量百分比。

在一實施例中， Pb-Te-Li-Ti-O 可為均質粉末。在另一實施例中， Pb-Te-Li-Ti-O 可為多於一種的粉末之組合，其中每一粉末分別可為均質族群。兩種粉末之總體組合的組成物係位於上述範圍內。例如， Pb-Te-Li-Ti-O 可包括二或多種不同粉末的組合；這些粉末分別可具有不同組成物，且可或可不位於上述範圍內；不過，這些粉末的組合係位於上述範圍內。

在一實施例中， Pb-Te-Li-Ti-O 組成物可包括一粉末，其包括含有 Pb 、 Te 、 Li 、 Ti 及 O 之群組之一些而非全部元素的均質粉末；及一第二粉末，其包括 Pb 、 Te 、 Li 、 Ti 及 O 之群組的一或多個元素。例如， Pb-Te-Li-Ti-O 組成物可包括含有 Pb 、 Te 、 Li 及 O 的一第一粉末及含有 TiO_2 的一第二粉末。在此實施例之一實施態樣中，可將該些粉末熔化在一起，以形成均勻的一組成物。在此實施例之一進一步的實施態樣中，可將該些粉末分別添加至一厚膜組成物。

在一實施例中，一些或全部的 Li_2O 可以被 Na_2O 、 K_2O 、 Cs_2O 或 Rb_2O 取代，導致玻璃組成物具有類似於上文所列之組成物的性質。在此實施例中，總鹼金屬氧化物的含量可為0至5重量百分比、0.1至3重量百分比或0.25至3重量百分比。

在另一實施例中，本文中之一或多個玻璃熔塊組成物可包括一第三組成分之一或多個： GeO_2 、 Ga_2O_3 、 In_2O_3 、 NiO 、 ZnO 、 CaO 、 MgO 、 SrO 、 BaO 、 SeO_2 、 MoO_3 、 WO_3 、 Y_2O_3 、 As_2O_3 、 La_2O_3 、 Nd_2O_3 、 Bi_2O_3 、 Ta_2O_5 、 V_2O_5 、 FeO 、 HfO_2 、 Cr_2O_3 、 CdO 、 Sb_2O_3 、 PbF_2 、 ZrO_2 、 Mn_2O_3 、 P_2O_5 、 CuO 、 CeO_2 、 Nb_2O_5 、 Rb_2O 、 SiO_2 、 Na_2O 、 K_2O 、 Cs_2O 、 Lu_2O_3 、 SnO_2 及金屬鹵化物(例如， NaCl 、 KBr 、 NaI 、 LiF 、 ZnF_2)。

因此，如本文所用之「Pb-Te-Li-Ti-O」一詞亦可包括含有選自由下列所構成之群組之一或多個元素之氧化物的金屬氧化物： Si 、 Sn 、 B 、 Ag 、 Na 、 K 、 Rb 、 Cs 、 Ge 、 Ga 、 In 、 Ni 、 Zn 、 Ca 、 Mg 、 Sr 、 Ba 、 Se 、 Mo 、 W 、 Y 、 As 、 La 、 Nd 、 Bi 、 Ta 、 V 、 Fe 、 Hf 、 Cr 、 Cd 、 Sb 、 Bi 、 F 、 Zr 、 Mn 、 P 、 Cu 、 Ce 及 Nb

表1、2及3列出含有 PbO 、 TeO_2 、 Li_2O 、 TiO_2 及可用來製造鉛-碲-鋰-鈦-氧化物之其他選用化合物之粉末混合物的一些實例。此列表意欲作為說明而非限制之用。在表1、2及3中，以總玻璃組成物的重量為基礎，將化合物的量表示為重量百分比。在表1a中，以總玻璃組成物為基礎，將

化合物的量表示為莫耳百分比。

典型地，以組合粉末為基礎，PbO及TeO₂粉末的混合物包括5至95莫耳百分比的氧化鉛及5至95莫耳百分比的氧化碲。在一實施例中，以組合粉末為基礎，PbO及TeO₂粉末的混合物包括30至85莫耳百分比的氧化鉛及15至70莫耳百分比的氧化碲。

在一實施例中，Pb-Te-Li-Ti-O組成物可包括一粉末，其包括含有Pb、Te、Li、Ti及O之群組之一些而非全部元素的均質粉末；及一第二粉末，其包括Pb、Te、Li、Ti及O之群組的一或多個元素。例如，Pb-Te-Li-Ti-O組成物可包括含有Pb、Te、Li及O的一第一粉末及含有TiO₂的一第二粉末。在此實施例之一實施態樣中，可將該些粉末熔化在一起，以形成均勻的組成物。在此實施例之一進一步的實施態樣中，可將該些粉末分別添加至一厚膜組成物。

在本文中所敘述的玻璃組成物(亦稱為玻璃熔塊)係包括特定的成分百分比。具體而言，該百分比為用在如本文所述的後續處理以形成一玻璃組成物之起始材料中的成分百分比。這類命名法對於熟悉此項技術者來說早為已知。換言之，該組成物含有某些成分，且那些成分的百分比以對應之氧化物形式的百分比加以呈現。如一在玻璃化學這項技術中具有普通技能者所了解的，某一部分的揮發性物種可在玻璃的製造程序期間釋放。揮發物種之一實例為氧。

若始於經燒製的玻璃，在此項技術中具有普通技能者可使用熟悉此項技術者已知的方法計算本文所述之起始成分

的百分比，該些方法包括，但不限於：感應耦合電漿放射光譜儀(ICP-ES)、感應耦合電漿原子放射光譜儀(ICP-AES)及類似者。此外，可使用下列的例示性技術：X射線螢光光譜學(XRF)；核磁共振光譜學(NMR)；電子順磁共振光譜學(EPR)；穆斯堡爾(Mössbauer)光譜學；電子微探針能量散佈光譜學(EDS)；電子微探針波長散佈光譜學(WDS)；陰極發光(CL)。

在此項技術中具有普通技能者將了解原料的選擇可在非故意的情況下包括可在處理期間併入玻璃中的雜質。例如：雜質可以數百至數千ppm的範圍存在。

雜質的存在將不會改變玻璃、厚膜組成物或經燒製之裝置的性質。例如，即使該厚膜組成物包括雜質，含有該厚膜組成物的一太陽能電池仍可具有本文所述的效率。

有機介質

將該厚膜膏組成物的無機成分與一有機介質混合，以形成具有適於印刷之稠度及流變性的粘稠膏。多種惰性粘稠材料可當做有機介質使用。有機介質可為無機成分在膏之製造、運送及儲存期間以及在網版印刷程序期間於印刷篩網上可以適當穩定度分散在其中者。

適用的有機介質具有提供固體之穩定分散、用於網版印刷之適當黏度及搖變性、適當的基材及膏固體之可濕性、良好的乾燥速率及良好燒製性質的流變性質。有機介質可含有增稠劑、穩定劑、界面活性劑及/或其他常見的添加劑。有機介質可為一或多個溶劑中之一或多個聚合物的溶

液。適用的聚合物包括乙基纖維素、乙基羥乙基纖維素、木松香、乙基纖維素及酚醛樹脂的混合物、低級醇的聚甲基丙烯酸鹽及乙二醇一乙酸酯的單丁基醚。適用的溶劑包括萜烯，例如， α -或 β -松脂醇或其與其他溶劑(例如，煤油、鄰苯二甲酸二丁酯、丁基卡必醇、丁基卡必醇醋酸鹽、己二醇及沸點高於 150°C 的醇)的混合物以及醇酯。其他適用的有機介質成分包括：雙(2-(2-丁氧乙氧)乙基己二酸酯、二元酯(例如，DBE、DBE-2、DBE-3、DBE-4、DBE-5、DBE-6、DBE-9及DBE 1B)、辛基環氧樹脂酸鹽、異十四醇及氫化松香的季戊四醇酯。有機介質亦可包括揮發性液體，以在基材上塗敷該厚膜膏組成物後促進快速硬化。

該厚膜膏組成物中之有機介質的最佳量取決於塗敷該膏的方法及所用的特定有機介質。典型地，該厚膜膏組成物含有70至95重量百分比的無機成分及5至30重量百分比的有機介質。

若該有機介質包括一聚合物，則該有機組成物可包括8至15重量百分比的聚合物。

製備厚膜膏組成物

在一實施例中，可藉由以任何順序混合導電金屬粉末、Pb-Te-Li-Ti-O粉末及有機介質來製備厚膜膏組成物。在一些實施例中，首先混合無機材料，接著再將之加入有機介質。若有需要，可藉由添加溶劑來調整黏度。可使用提供高切力的混合方法。

本發明之另一實施態樣為一程序，其包含以下步驟：

- (a) 提供一半導體基材，其包括沉積至該半導體基材之至少一表面上之一或多個絕緣薄膜；
- (b) 將一厚膜膏組成物塗敷至該一或多個絕緣薄膜的至少一部分上，以形成一成層結構，其中該厚膜膏組成物包括：
 - i) 以該組成物中之總固體為基礎，85至99.5重量百分比之一導電金屬或其衍生物；
 - ii) 以固體為基礎，0.5至15重量百分比之一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物；以及
 - iii) 一有機介質；以及
- (c) 燒製該半導體基材、一或多個絕緣薄膜及厚膜膏，同時形成與該一或多個絕緣層接觸並與該半導體基材電性接觸的一電極。

在一實施例中，以固體為基礎，該厚膜膏可按重量包括0.5至15重量百分比、0.5至7重量百分比或1至3重量百分比之量的鉛-碲-鋰-鈦-氧化物。

在一實施例中，一半導體裝置係以一包括帶有接面的半導體基材及形成在其主表面上之一氮化矽絕緣薄膜的一物件製成。該程序包含以下步驟：將具有穿透絕緣層能力的厚膜膏組成物以預定形狀及厚度而在在預定位置塗敷(例如，塗覆或網版印刷)至絕緣薄膜上，之後進行燒製，以便厚膜膏組成物與絕緣薄膜產生反應並穿透絕緣薄膜，從而與矽基材產生電性接觸。

此程序之一實施例繪示於圖1。

圖1(a)顯示單晶矽或多晶矽p型基材10。

在圖1(b)中，形成具有相反極性的n型擴散層20，已產生p-n接面。n型擴散層20可藉由磷(P)的熱擴散來形成，其係使用氧氯化磷(POCl_3)作為磷來源。在沒有任何特別修改的情況下，n型擴散層20係形成於矽p型基材的整個表面上。擴散層的深度可藉由控制擴散溫度及時間來使之變化，且通常形成約0.3至0.5微米的厚度範圍。n型擴散層可具有每平方數十歐姆上至每平方約120歐姆的薄片電阻率。

在以一光阻劑之類保護n型擴散層20的一表面之後，如圖1(c)所示，藉由蝕刻從大部分的表面移除n型擴散層20，以便n型擴散層20僅餘留在一主表面上。接著，使用一有機溶劑或類似物而移除該光阻劑。

接下來，在圖1(d)中，於n型擴散層20上形成亦作用如抗反射塗膜的絕緣層30。絕緣層通常為氮化矽，但亦可為 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 薄膜(亦即，絕緣薄膜包括在後續燒製處理期間用於鈍化的氫)、氧化鈦薄膜、氧化矽薄膜、氮氧化矽碳、含碳的氮化矽薄膜、含碳的氧化矽薄膜或氧化矽/氧化鈦薄膜。厚度約700至900 Å的氮化矽薄膜因其具有約1.9至2.0的折射率而適用。可藉由濺射、化學氣相沉積或其他方法來沉積絕緣層30。

接下來形成電極。如圖1(e)所示，將本發明的厚膜膏組成物網版印刷在絕緣薄膜30上，然後乾燥。此外，將鋁膏

60及背側銀膏70網版印刷至基材的背側上，並相繼乾燥。以750至850°C的溫度實行燒製，並持續從數秒至數十分鐘的週期。

結果，如圖1(f)所示，在燒製期間，鋁在背側上從鋁膏擴散進入矽基材，從而形成含有高濃度鋁摻雜物的p+層40。此層通常被稱為背面電場(back surface field, BSF)層，且它有助於改善該太陽能電池之能量轉換效率。燒製將經乾燥的鋁膏60轉換為鋁背電極61。同時燒製背側銀膏70，使之變為銀或銀/鋁背電極71。在燒製期間，背側鋁及背側銀間的邊界線呈現合金狀態，從而達成電連接。鋁電極佔據背電極的大部分區域，部分是因為需要形成p+層40之故。在此同時，由於不可能對鋁電極進行焊接，在背側的有限區域上便形成銀或銀/鋁背電極，以作為用於經由銅條之類互連太陽能電池的電極。

在前側上，燒結本發明之厚膜膏組成物500，並在燒製期間使之穿透絕緣薄膜30，從而達成與n型擴散層20的電性接觸。此類型的程序通常稱為「燒穿」。此燒穿狀態(亦即，膏熔化並穿透絕緣薄膜30的程度)取決於絕緣薄膜30的品質與厚度、膏的組成物及燒製條件。當進行燒製時，膏500變為電極501，如圖1(f)所示。

在一實施例中，該絕緣薄膜係選自氧化鈦、氧化鋁、氮化矽、 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 、氧化矽及氧化矽/氧化鈦薄膜。可藉由濺射、電漿增強化學氣相沉積(PECVD)或熱CVD程序來形成氮化矽薄膜。在一實施例中，藉由熱氧化、濺射或熱CVD

或電漿CVD來形成氧化矽薄膜。可藉由塗覆含鈦有機液體材料至半導體基底上並燒製或藉由熱CVD來形成氧化鈦薄膜。

在此程序之一實施例中，半導體基材可為單晶或多晶矽。

適用的絕緣薄膜包括一或多個成分，其係選自：鋁氧、氧化鈦、氮化矽、 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 、氧化矽及氧化矽/氧化鈦。在本發明之一實施例中，絕緣薄膜為一防反射塗膜(ARC)。絕緣薄膜可施加至一半導體基材或其可自然成形(例如，在氧化矽的情況中)。

在一實施例中，絕緣薄膜包括一氮化矽層。可藉由CVD(化學氣相沉積)、PECVD(電漿增強化學氣相沉積)、濺射或其他方法來沉積氮化矽。

在一實施例中，對絕緣層的氮化矽進行處理，以移除至少一部分的氮化矽。前述處理可為化學處理。至少一部分之氮化矽的移除可導致厚膜組成物之導體與半導體基材間之改善的電性接觸。此可導致半導體裝置之效率改善。

在一實施例中，絕緣薄膜的氮化矽為一抗反射塗膜的一部分。

可將厚膜膏組成物以一圖案(例如，具有連接線的匯流排棒)印刷在絕緣薄膜上。上述印刷可憑藉網版印刷、電鍍、擠出成形、噴墨、成形、多重印刷或色帶來實行。

在此電極成形程序中，將厚膜膏組成物加熱，以移除有機介質及燒結金屬粉末。加熱可在空氣或含氧大氣中實

行。此步驟通常稱為「燒製」。燒製溫度輪廓典型經過設定，以便致能燒盡來自乾燥厚膜膏組成物的有機黏合劑材料與任何其他存在的有機材料。在一實施例中，燒製溫度為750至950°C。可使用高傳輸速率(例如，100至500厘米/分)、以0.05至5分鐘的結果滯留時間在帶爐中實施燒製。可使用多個溫度區(例如，3至11個溫度區)來控制所需的熱曲線。

一經燒製，導電金屬及Pb-Te-Li-Ti-O混合物便穿透絕緣薄膜。穿透絕緣薄膜的結果是電極與半導體基材間的電性接觸。在燒製之後，可在半導體基材及電極之間形成一中間層，其中該中間層包括碲、碲化合物、鉛、鉛化合物、硼化合物及矽化合物的一或多個，其中矽可來自矽基材及/或一或多個絕緣層。在燒製之後，電極包括經燒結的金屬，其接觸一或多個絕緣層，且亦可接觸下方的半導體基材。

本發明之另一實施態樣為藉由一程序所形成的一物件，該程序包含以下步驟：

- (a) 提供一半導體基材，其包括沉積至該半導體基材之至少一表面上的一或多個絕緣薄膜；
- (b) 將一厚膜膏組成物塗敷至該一或多個絕緣薄膜的至少一部分上，以形成一成層結構，其中該厚膜膏組成物包括：
 - i) 以該組成物中之總固體為基礎，85至99.5重量百分比之一導電金屬或其衍生物；

- ii) 以固體為基礎，0.5至15重量百分比之一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物；以及
- iii) 一有機介質；及
- (c) 燒製該半導體基材、一或多個絕緣薄膜及厚膜膏，同時形成與該一或多個絕緣層接觸並與該半導體基材電性接觸的一電極。

這類物件可用於製造光伏裝置。在一實施例中，該物件為一半導體裝置，其包括由該厚膜膏組成物所形成的一電極。在一實施例中，該電極為一前側電極，其位於一矽太陽能電池之上。在一實施例中，該物件進一步包括一背電極。

實例

下文敘述厚膜膏組成物之說明性的製備及評估。

實例 I

鉛-碲-鋰-鈦-氧化物的製備

製備表 1 及 2 的 Pb-Te-Li-Ti-O 玻璃

表 1 的鉛-碲-鋰-鈦-氧化物 (Pb-Te-Li-Ti-O) 組成物係藉由混合及摻合 Pb_3O_4 、 TeO_2 、 Li_2CO_3 及 TiO_2 粉末，與可選擇地，如表 1 所示， SiO_2 、 B_2O_3 、 Ag_2O 及 / 或 SnO_2 來製備。表 1b 顯示與表 1 相同的組成物，但以莫耳百分比表示。表 2 的鉛-碲-鋰-鈦-氧化物 (Pb-Te-Li-Ti-O) 組成物係藉由混合及摻合 Pb_3O_4 、 TeO_2 、 Li_2CO_3 及 TiO_2 粉末，與可選擇地，如表 2 所示， B_2O_3 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ag_2O 、 CeO_2 及 / 或 V_2O_5 來製備。將摻合粉末批料裝載至鉑合金坩鍋中，接著將之插入

900至1000°C之使用空氣或含O₂大氣的爐中。在組分達到完全溶解後的熱處理期間為20分鐘。接著將由組分熔解所得之結果的低黏度液體以金屬輓淬火。接著碾磨並過篩經淬火的玻璃，以提供具有D₅₀為0.1至3.0微米的粉末。

表1：以重量百分比表示的熔塊組成物

玻璃熔塊ID	SiO ₂	PbO	B ₂ O ₃	Li ₂ O	TiO ₂	Ag ₂ O	SnO ₂	TeO ₂
1	8.40	60.90		1.47	0.93		0.70	27.60
2		46.04		0.40	4.18			49.38
3		46.78		0.83	2.22			50.17
4		47.43		0.85	0.84			50.88
5		33.77		2.39	2.13			61.71
6		45.35		0.48	0.43			53.74
7		36.19		1.99	1.77			60.05
8		37.35		2.39	2.13			58.13
9		36.19		1.82	3.06			58.94
10		40.81		2.39	2.13			54.67
11		44.28		0.16	0.42	12.29		42.84
12		40.81		0.59	1.57	9.08		47.95
13		40.81		1.90	1.12			56.16
14		45.77	1.09	0.80	0.71			51.64
15		41.20		0.34	2.30			56.16
16		44.31	0.52	0.46	0.96	3.57		50.17
17		42.92	0.54	0.78	1.31			54.44
18		42.22		0.91	1.53			55.35
19		48.25						51.75
20		48.04		0.42				51.54

注意：表中的組成物係以總玻璃組成物的重量為基礎而表

示為重量百分比。

表 1a：以莫耳百分比表示的熔塊組成物

玻璃熔塊ID	SiO ₂	PbO	B ₂ O ₃	Li ₂ O	TiO ₂	Ag ₂ O	SnO ₂	TeO ₂	TeO ₂ /PbO 莫耳比
1	21.47	41.91		7.54	1.79		0.71	26.56	39/61
2		35.47		2.32	9			53.21	60/40
3		36.18		4.79	4.79			54.25	60/40
4		37.27		4.99	1.84			55.91	60/40
5		23.48		12.39	4.13			60	72/28
6		36.21		2.85	0.95			60	62/38
7		25.85		10.61	3.54			60	70/30
8		26.23		12.51	4.17			57.09	69/31
9		25.71		9.64	6.07			58.57	69/31
10		28.94		12.64	4.21			54.21	65/35
11		37.40		1	1	10		50.60	58/43
12		32.56		3.49	3.49	6.98		53.49	62/38
13		29.86		10.39	2.30			57.45	66/34
14		35.37	2.70	4.59	1.53			55.81	61/39
15		32		2	5			61	66/34
16		35.25	1.34	2.74	2.14	2.74		55.81	61/39
17		32.95	1.32	4.47	2.82			58.44	64/36
18		32.31		5.19	3.27			59.23	65/35
19		40						60	60/40
20		38.98		2.55				58.47	60/40

注意：表中的組成物係以總玻璃組成物的重量為基礎而表示為經計算的莫耳百分比。TeO₂/PbO的比為僅存在於組成物中之TeO₂與PbO之間的莫耳比。

表 2：以重量百分比表示的玻璃熔塊組成物

玻璃編號	PbO	B2O3	ZnO	Nb2O5	Li2O	TiO2	Ag2O	CeO2	V2O5	TeO2
21	42.27				0.94	1.51			2.87	52.40
22	42.57			4.13	0.92	1.54				50.85
23	33.77				2.39	2.13				61.71
24	45.26	0.86	2.25		0.55	0.49		1.06		49.53
25	34.51				2.44					63.06
26							59.22			40.78

注意：表中的組成物係以總玻璃組成物的重量為基礎而表示為重量百分比。

製備表 3 的 Pb-Te-Li-Ti-O 玻璃

表 3 的鉛-碲-鋰-鈦-氧化物 (Pb-Te-Li-Ti-O) 組成物係藉由 TeO_2 (純度 99+%)、 PbO 、 Li_2CO_3 (ACS 試劑級，純度 99+%)、 Al_2O_3 及 TiO_2 的混合物來製備，將其在適用的容器中持續滾磨 15 至 30 分鐘，以混合起始粉末。將起始粉末的混合物放入鉑坩堝中，並在空氣中以 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ 的加熱速率加熱至 900°C ，接著持續保持 900°C 一小時，以使該混合物熔化。藉由從爐中移除鉑坩堝及將該熔體澆注至不銹鋼壓板上而使該熔體從 900°C 淬火。將所得的材料在研鉢與研杵中研磨至小於 100 篩目。接著在聚乙烯容器中以氧化鋯球及異丙醇球磨經研磨的材料，直到 D_{50} 為 0.5 至 0.7 微米為止。接著將經球磨的材料與碾磨球分離、進行乾燥並使之穿過 230 篩目的篩網，以提供用在厚膜膏製備中的熔塊粉末。

表3：以重量百分比表示的玻璃熔塊組成物

玻璃編號	TeO ₂ /PbO (莫耳比)	重量百分比--->	PbO	TeO ₂	Li ₂ O	Al ₂ O ₃	TiO ₂
27	1.48		47.14	49.98	0.55	1.85	0.48

注意：表中的組成物係以總玻璃組成物的重量為基礎而表示為重量百分比。TeO₂/PbO的比為僅存在於組成物之TeO₂與PbO之間的莫耳比。

實例II

膏之製備

表5至12中之實例的膏之製備

一般而言，膏的製備是使用下列程序進行製備：秤重來自表4之適量的溶劑、黏合劑、樹脂及界面活性劑，並在混合壺中持續混合15分鐘，以形成有機介質。

表4

成分	重量百分比
2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇單異丁酸酯	5.57
乙基纖維素(50至52%的乙氧基)	0.14
乙基纖維素(48至50%的乙氧基)	0.04
N-牛脂-1,3-二胺丙烷二油酸酯	1.00
氫化蓖麻油	0.50
全氫化松脂酸的季戊四醇四酯	1.25
己二酸二甲酯	3.15
戊二酸二甲酯	0.35

由於Ag為主要的固體部分，故將其逐漸加入介質，以確保較佳的濕潤性。當完全混合後，以從0至300磅每平方呎

(psi)的漸增壓力，使該膏重覆地通過一個三輓磨機(3-roll mill)。將輓的間隙設定為2密耳。使用Brookfield黏度計測量膏的黏度；加入適量的溶劑及樹脂，以將膏的黏度朝230及280 Pa-sec間的目標值進行調整。以磨料細度(FOG)測量分散程度。對第四最長的連續刮痕而言，典型用於膏的FOG值小於20微米，而對50%的膏皆產生刮痕的點而言，FOG值小於10微米。

為了製造用於產生表5及7中之數據的最終的膏，將2重量百分比之來自表1的一或多個熔塊混入一部分的銀膏中，並在熟悉此項技術者已知為研磨器之旋轉玻璃板間藉由剪切力來使之分散。

表6顯示表7之實例之結合的熔塊組成物。使用表1之熔塊組成物以表7的摻合比來計算表6所示之結合的熔塊組成物。

使用上述用於製造表中所列之膏組成物的程序並根據下列細節來製造表5、7、8、9、11及12之膏的實例。所測試的膏含有85至88%的銀粉末。以[†]標示的實例(表5的實例2及8及表7的實例9、10及11)含有一第一類型之 $D_{50}=2.0\ \mu\text{m}$ 的球形銀及一 $D_{50}=1.8\ \mu\text{m}$ 的第二球形銀的50/50摻合物；所有其他實例使用 $D_{50}=2.0\ \mu\text{m}$ 的單一球形銀。

使用上述用於製造表中所列之膏組成物的程序並根據下列細節來製造表11及12的膏實例31。表2所述之兩種組成物的熔塊係按表11及12中所述之銀粉末及介質的比例相結合。使用上述用於製造表中所列之膏組成物的程序並根據

下列細節來製造表 11 及 12 的膏實例 32。表 2 所述之一組成物的熔塊係按表 11 及 12 中所述之銀粉末及介質的比例與 TiO_2 粉末添加劑(具有 $9.3 \text{ m}^2/\text{g}$ 表面積的 100 重量百分比銳錐石 TiO_2) 結合。

表 10 顯示表 11 及 12 之實例之結合的熔塊組成物。使用表 2 的熔塊組成物以表 11 及 12 所述的摻合比來計算表 10 所示之結合的熔塊組成物。

表 13 及 14 中之實例之膏的製備

將表 4 所述的有機成分(總計 $\sim 4.6 \text{ g}$) 放入 Thinky 混合罐中 (Thinky USA, Inc.)，並以 2000 RPM 持續進行 2 至 4 分鐘以 Thinky 混合罐進行混合，直到完成良好摻合為止。在玻璃罐中持續滾磨混合無機成分(具有表 3 之 Al_2O_3 粉末及銀導電粉末的 Pb-Te-Li-Ti-O) 15 分鐘。無機成分的總重量為 44 g，其中的 42.5 至 43.5 g 為具有 $2 \mu\text{m}$ 之 D_{50} 的球形銀粉末，而其中的 2.5 g 則是表 3 所述之 PbO 、 TeO_2 、 Li_2O 、 TiO_2 及 Al_2O_3 粉末的混合物。接著將三分之一的無機成分加入含有有機成分的 Thinky 混合罐中，並以 2000 RPM 持續混合 1 分鐘。重複進行直到加入並混合所有無機成分為止。將膏冷卻，並藉由添加溶劑以及以 2000 RPM 持續混合 1 分鐘來將黏度調整至 200 及 500 Pa's 之間。重複此步驟直到達到所需黏度為止。接著以 1 mil 的間隙進行膏的靱磨，於 0 psi 下三次，在 75 psi 下三次。以磨料細度(FOG)測量分散程度。對厚膜膏而言，FOG 值典型等於或小於 20/10。在室溫下經過 24 小時之後，將膏的黏度調整為介於 200 及 320 Pa's 之

間。在三分鐘之後，以10 RPM在黏度計中測量黏度。每種膏的黏度均在Brookfield黏度計(Brookfield, Inc., Middleboro, MA)上以#14的心軸及#6的杯進行測量。

實例 III

太陽能電池的製備

表5至12中之實例的太陽能電池之製備

從台灣(Taiwan)的Gintech Energy Corporation取得具有65歐姆/sq.磷摻雜射極層的多晶矽晶圓。以切割機將156 mm (6.14")的晶圓削減為28 mm (1.1")。藉由各向同性的酸蝕刻紋理化所用的太陽能電池，該太陽能電池並具有SiN_x:H的抗反射塗膜(ARC)。針對每一試樣測量效率及填充因子。每一試樣係藉由使用ETP型號L555的印刷機網版印刷而製成，該印刷機係設定為膠刮速度250 mm/秒。所用之篩網所具有的圖案為在具有325篩目及23 μm金屬線之篩網中之20 μm乳膠上具有100 μm開口的11指狀線及具有1.5 mm開口的1匯流排棒。將一商業上可購得的鋁膏，杜邦(DuPont) PV381，印刷在該裝置的非受照(背)側上。

兩側具有印刷圖案的該裝置接著在一乾燥箱中以150°C的峰值溫度進行10分鐘的乾燥。該基材接著以CF7214 Despatch 6段式紅外線爐使用560公分/分鐘的帶速度和550-600-650-700-800-940或945°C的溫度設定點以及日光側向上的方式燒製。該部分的實際溫度是在處理期間量測。每一部分的預估峰值溫度為770至780°C，且每一部分均高於650°C達總計4秒的時間。接著，使用一經校準的

ST-1000測試儀，針對PV性能測試已完全處理過的試樣。

表13及14中之實例之太陽能電池的製備

用於測試厚膜膏性能之太陽能電池係由具有65 ohm/sq.之磷摻雜射極層之200微米的DeutscheCell多晶矽晶圓所製成，其具有經酸蝕刻紋理化的表面及70 nm厚的PECVD SiN_x抗反射塗膜。使用鑽石多刃鋸將該晶圓切割為28 mm×28 mm的晶圓。在削減之後，使用AMI-Presco MSP-485網版印刷機進行晶圓的網版印刷，以提供一匯流排棒、0.254公分間距的十一個導體線及完全接地平面之經網版印刷的鋁背側導體。在印刷及乾燥之後，於BTU國際快速熱處理帶爐中燒製電池。表4中所示的燒製溫度為最終、峰值區的爐設定點溫度，其約比實際晶圓溫度高出125°C。經燒製之導體線的中線寬度為120微米，且平均線高度為15微米。中線的電阻係數為 3.0×10^{-6} 歐姆·cm。預期28 mm×28 mm之電池的性能受邊緣效應的影響而使總體太陽能電池的填充因子(FF)減少約百分之5。

實例IV

太陽能電池性能：效率與填充因子

用於表5至12中之實例的測試程序

根據本文所述之方法建立的太陽能電池會針對轉換效率進行測試。以下提供一測試效率的例示性方法。

在一實施例中，為了測量效率，將根據本文所述之方法所建構的太陽能電池放入商用的I-V測試器(Telecom STV，型號ST-1000)中。該I-V測試器中的氬弧光燈以一已

知強度 (AM 1.5) 模擬日光，並照射該電池的正面。該測試器使用一多點接觸法，以(在接近400負載電阻設定下測量電池的電流(I)及電壓(V)，以測定電池的I-V曲線。填充因子(FF)和效率(Eff重量百分比)兩者是從I-V曲線計算得到的。

如表5至12所示，針對每一試樣測量效率及填充因子。針對每種膏，在每一溫度下顯示5至12個試樣之效率及填充因子之平均值及中值的值。

用於表13及14中之實例的測試程序

使用ST-1000(Telecom STV Co.) IV測試器以 $25^{\circ}\text{C} \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 來測量表8、9及10之實例的太陽能電池性能。該IV測試器中的氬弧光燈以一已知強度模擬日光，並照射該電池的正面。測試器使用一種四接觸方法來在約400負載電阻設定下測量電流(I)及電壓(V)，以決定電池的I-V曲線。從I-V曲線計算得出太陽能電池的效率(Eff)、填充因子(FF)及串聯電阻(R_s) (未顯示針對 R_s 的數據)。

針對這些實例之用於效率與填充因子的中值及平均值示於表13及14中。

表5：使用經挑選之表2熔塊之膏的Eff重量百分比及FF結果

實例編號	玻璃熔塊ID	總熔塊重量百分比	峰值燒製溫度	Eff重量百分比平均值	FF平均值
1	1	2	945	14.54	71.1
2 [†]	5 [†]	2	945	15.00	74.0
3	6	2	940	14.46	72.3
4	9	2	945	14.46	71.6
5	9	2	945	14.65	71.9
6	10	2	945	14.23	71.3
7	20	2	945	14.33	73.4
8 [†]	20 [†]	2	945	14.75	73.1

[†]表示含有兩種不同銀類型的膏(其他所有僅含有一種銀類型)。

表6：得自表7之摻合熔塊實驗的結合熔塊組成物

彎曲的熔塊組成物ID	PbO	TeO ₂	TiO ₂	Li ₂ O
A	40.91	56.62	1.06	1.40
B	44.48	54.08	0.53	0.91
C	37.34	59.17	1.59	1.89
D	44.23	54.15	1.02	0.61
E	42.22	55.35	1.53	0.91
F	40.21	56.54	2.04	1.21
G	45.77	52.73	0.71	0.80

注意：表中的組成物係以總玻璃組成物的重量為基礎而表示為重量百分比。

表 7：使用兩種不同熔塊之一摻合物之膏的 Eff 重量百分比及 FF 結果(結合熔塊組成物在表 4 中給定)

實例編號	熔塊 A ID	熔塊 A 重量百分比	熔塊 B ID	熔塊 B 重量百分比	總熔塊重量百分比	峰值燒製溫度	Eff 重量百分比平均值	FF 平均值
9 [†]	5 [†]	1	20	1	2	945	14.41	72.8
10 [†]	5 [†]	0.5	20	1.5	2	945	14.83	73.7
11 [†]	5 [†]	1.5	20	0.5	2	945	15.04	74.3
12	9	0.67	19	1.33	2	945	14.94	73.0
13	9	1.33	19	0.67	2	945	14.68	71.5
14	9	1	19	1	2	945	15.50	72.7
15	10	0.67	19	1.33	2	945	15.38	74.0

[†]表示含有兩種不同銀類型的膏(其他所有僅含有一種銀類型)。

表 8：來自單一熔塊之實驗的 Eff 重量百分比數據

實例編號	玻璃編號	熔塊量位 (重量百分比)	效率(Eff 重量百分比)					
			905C		920C		945C	
			平均值	中值	平均值	中值	平均值	中值
16	21	2	14.12	14.23			15.11	15.03
17	22	2	13.33	13.61			14.82	14.81
18	2	2	14.35	14.49			15.01	15.08
19	3	2	13.97	13.95			15.37	15.41
20	4	2	13.88	13.75			15.42	15.43
21	7	2	14.80	14.71			15.03	15.00
22	8	2	14.80	14.79			15.02	15.12
23	11	2	12.04	12.17			14.09	14.38
24	12	2	14.38	14.43			15.11	15.09
25	13	2	14.29	14.65			14.76	14.95
26	15	2	13.82	14.01			14.82	14.93
27	18	2	14.29	14.37			15.10	15.16
28	18	2	14.57	14.65			15.40	15.42
29	18	2			13.64	13.42	14.45	14.48
30	24	2	12.97	12.62			13.77	13.84

表 9：來自單一熔塊之實驗的FF數據

實例編號	玻璃編號	熔塊量位 (重量百分比)	填充因子(FF)					
			905C		920C		945C	
			平均值	中值	平均值	中值	平均值	中值
16	21	2	70.81	71.03			75.49	75.58
17	22	2	67.59	68.37			75.39	75.48
18	2	2	73.99	74.33			75.88	76.50
19	3	2	69.86	70.27			76.01	76.30
20	4	2	69.06	68.58			75.35	75.52
21	7	2	74.67	74.60			75.93	75.78
22	8	2	75.20	75.18			76.24	76.00
23	11	2	60.29	60.13			71.05	72.22
24	12	2	71.89	72.03			75.22	75.58
25	13	2	71.79	72.97			74.08	74.78
26	15	2	69.82	70.27			73.96	74.67
27	18	2	72.75	73.80			75.79	76.13
28	18	2	72.43	73.53			76.37	76.37
29	18	2			70.62	69.88	74.76	74.75
30	24	2	66.14	64.77			69.90	70.07

表 10：用於表 11 及 12 中之雙熔塊膏實驗的摻合玻璃組成物
(以重量百分比表示)

摻合玻璃組成物編號	PbO	Li ₂ O	TiO ₂	Ag ₂ O	TeO ₂
H	25.33	1.79	1.59	14.80	56.48
I*	17.25	1.22	50.00		31.53

*組成物「I」使用玻璃 25 及 TiO₂ 添加劑粉末(其為具有 9.3 m²/g 表面積的 100 重量百分比銳錐石)的 50/50 摻合物

表 11：來自雙熔塊之實驗的 Eff 重量百分比數據

實例 編號	第1玻 璃編號	第2玻璃或添 加劑編號	摻合玻 璃組成 物編號	第1熔塊 量位 (重量百 分比)	第2熔塊 或添加劑 量位 (重量百 分比)	總熔塊 & 添加劑 量位 (重量百 分比)	905C		915C		925C		945C	
							平均值	中值	平均值	中值	平均值	中值	平均值	中值
31	5	26	H	1.3	0.4	1.3	15.19	15.25	15.09	15.17	15.08	15.08		
32	25	TiO ₂ 粉末*	I	2	2	4	13.57	13.35					14.79	14.96

* TiO₂粉末添加劑為具有 9.3 m²/g 表面積的 100 重量百分比銳錐石

表 12：來自雙熔塊之實驗的 FF 數據

實例 編號	玻璃 編號	玻璃 編號	摻合玻 璃組成 物編號	第1熔塊量 位 (重量百 分比)	第2熔塊量 位 (重量百 分比)	總熔塊量 位 (重量百 分比)	905C		915C		925C		945C	
							平均值	中值	平均值	中值	平均值	中值	平均值	中值
31	5	25	H	1.3	0.4	1.3	74.74	75.33	75.38	75.62	75.54	75.72		
32	25	TiO ₂ 粉末*	I	2	2	4	69.27	68.93					75.61	75.83

* TiO₂粉末添加劑為具有 9.3 m²/g 表面積的 100 重量百分比銳錐石

表 13：來自單一熔塊之實驗的 Eff 重量百分比數據

實例 編號	玻璃 編號	熔塊量位 (重量百分比)	910 C		920 C		930 C		940 C		950 C	
			Eff.(重量 百分比) 平均值	Eff.(重量 百分比) 中值	Eff.(重量 百分比) 平均值	Eff.(重量 百分比) 中值	Eff.(重量 百分比) 平均值	Eff.(重量 百分比) 中值	Eff.(重量 百分比) 平均值	Eff.(重量 百分比) 中值	Eff.(重量 百分比) 平均值	Eff.(重量 百分比) 中值
33	27	2.5	14.40	14.43	14.56	14.63	14.38	14.39	13.65	14.37	12.35	11.81

表 14：來自單一熔塊之實驗的 FF 數據

實例 編號	玻璃 編號	熔塊量位 (重量百分比)	910 C		920 C		930 C		940 C		950 C	
			FF 平均值	FF 中值	FF 平均值	FF 中值	FF 平均值	FF 中值	FF 平均值	FF 中值	FF 平均值	FF 中值
33	27	2.5	75.64	75.50	76.68	76.30	75.62	75.90	71.60	75.00	63.90	61.36

【圖式簡單說明】

圖 1A 至 1F 為製造流程圖，其繪示一半導體裝置的製造。圖 1A 至 1F 中所示的參考數字說明如下。

10：p 型矽基材

20：n 型擴散層

30：絕緣薄膜

40：p+層(背面電場，BSF)

60：沉積在背側上的鋁膏

61：鋁背電極(由燒製背側鋁膏所獲得)

70：沉積在背側上的銀或銀/鋁膏

71：銀或銀/鋁背電極(由燒製背側銀膏所獲得)

500：沉積在前側上的厚膜膏

501：前電極(由燒製該厚膜膏所獲得)

【主要元件符號說明】

10 p 型矽基材

20 n 型擴散層

30 絕緣薄膜

40 p+層(背面電場，BSF)

60 沉積在背側上的鋁膏

61 鋁背電極(由燒製背側鋁膏所獲得)

70 沉積在背側上的銀或銀/鋁膏

71 銀或銀/鋁背電極(由燒製背側銀膏所獲得)

500 沉積在前側上的厚膜膏

501 前電極(由燒製該厚膜膏所獲得)

七、申請專利範圍：

1. 一種厚膜膏組成物，其包括：
 - a) 以該組成物中之總固體為基礎，85至99.5重量百分比之一導電金屬或其衍生物；
 - b) 以固體為基礎，0.5至15重量百分比之一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物；以及
 - c) 一有機介質。
2. 如請求項1所述之厚膜膏組成物，其中該導電金屬包括銀。
3. 如請求項1所述之厚膜膏組成物，其中該鉛-碲-鋰-鈦-氧化物之鉛對碲的莫耳比介於5/95及95/5之間。
4. 如請求項1所述之厚膜膏組成物，其中該鉛-碲-鋰-鈦-氧化物包括：
 - 25至65重量百分比的PbO；
 - 25至70重量百分比的TeO₂；
 - 0.1至5重量百分比的Li₂O；及
 - 0.1至5重量百分比的TiO₂。
5. 如請求項1所述之厚膜膏組成物，其中該有機介質包括一聚合物。
6. 如請求項5所述之厚膜膏組成物，其中該有機介質進一步包括一或多個添加劑，其係選自由溶劑、穩定劑、界面活性劑及增稠劑所構成的群組。
7. 如請求項1所述之厚膜膏組成物，其中該導電金屬為該固體的90至95重量百分比。

8. 如請求項1所述之厚膜膏組成物，其中該鉛-碲-鋰-鈦-氧化物至少部分結晶。
9. 如請求項4所述之厚膜膏組成物，其進一步包括一添加劑，其係選自由下列所構成的群組： PbF_2 、 SiO_2 、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb_2O 、 Cs_2O 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 V_2O_5 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 BiF_3 、 MoO_3 、 Mn_2O_3 、 Ag_2O 、 ZnO 、 Ga_2O_3 、 GeO_2 、 In_2O_3 、 SnO_2 、 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 、 P_2O_5 、 CuO 、 NiO 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CoO 、 Co_2O_3 及 CeO_2 。
10. 如請求項1所述之厚膜膏組成物，其中該鉛-碲-鋰-鈦-氧化物進一步包括一或多個選自由下列所構成之群組之元素的氧化物： Si 、 Na 、 K 、 Rb 、 Cs 、 Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba 、 V 、 Zr 、 Mo 、 Mn 、 Zn 、 B 、 P 、 Se 、 Sn 、 Ga 、 Ge 、 In 、 Al 、 Sb 、 Bi 、 Ce 、 Cu 、 Ni 、 Cr 、 Fe 、 Co 及 Ag 。
11. 一種程序，其包含以下步驟：
 - (a) 提供一半導體基材，其包括沉積至該半導體基材之至少一表面上之一或多個絕緣薄膜；
 - (b) 將一厚膜膏組成物塗敷至該絕緣薄膜的至少一部分上，以形成一成層結構，其中該厚膜膏組成物包括：
 - i) 以該組成物中之總固體為基礎，85至99.5重量百分比之一導電金屬或其衍生物；
 - ii) 以固體為基礎，0.5至15重量百分比之一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物；以及

- iii) 一有機介質；以及
 - (c) 燒製該半導體基材、一或多個絕緣薄膜及厚膜膏，其中使該厚膜膏的該有機介質揮發，同時形成與該一或多個絕緣層接觸並與該半導體基材電性接觸的一電極。
12. 如請求項11所述之程序，其中該厚膜膏組成物係以圖案化的方式塗敷至該絕緣薄膜上。
 13. 如請求項11所述之程序，其中該燒製係在空氣或一含氧大氣中實行。
 14. 一種物件，其包括：
 - (a) 一半導體基材；
 - (b) 一或多個絕緣層，其位於該半導體基材上；以及
 - (c) 一電極，其與該一或多個絕緣層接觸並與該半導體基材電性接觸，該電極包括一導電金屬及一鉛-碲-鋰-鈦-氧化物。
 15. 如請求項14所述之物件，其中該物件為一半導體裝置。
 16. 如請求項15所述之物件，其中該半導體裝置為一太陽能電池。

八、圖式：



圖 1A

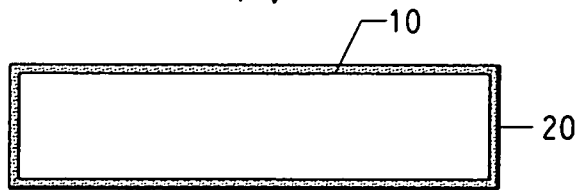


圖 1B

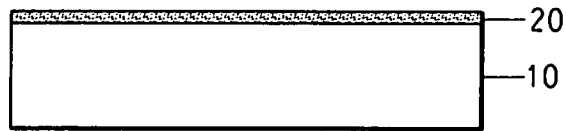


圖 1C

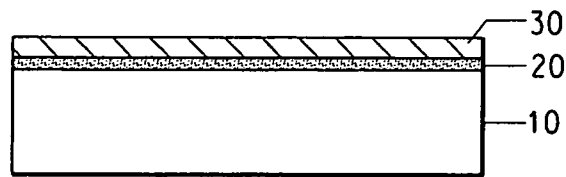


圖 1D

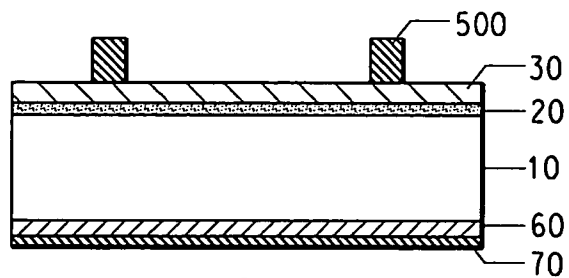


圖 1E

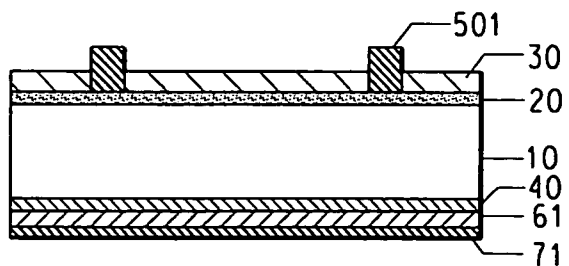


圖 1F