

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：97140249

※ 申請日期：97.10.20

※IPC 分類：H01L 31/04

一、發明名稱：(中文/英文)

用於製造半導體裝置之無鉛導體組合物及方法：含鎂添加物

LEAD-FREE CONDUCTIVE COMPOSITIONS AND PROCESSES FOR
USE IN THE MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICES: Mg-
CONTAINING ADDITIVE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商杜邦股份有限公司

E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY

代表人：(中文/英文)

馬瑞安 迪 麥克奈海

MECONNAHEY, MIRIAM D.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德來懷州威明頓市馬卡第街1007號

1007 MARKET STREET, WILMINGTON, DELAWARE 19898, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 6 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 理查 約翰 旭菲得 楊
YOUNG, RICHARD JOHN SHEFFIELD
2. 麥可 羅斯
ROSE, MICHAEL
3. 科特 里察 米克斯卡
MIKESKA, KURT RICHARD
4. 艾倫 弗瑞德瑞克 卡羅
CARROLL, ALAN FREDERICK
5. 肯尼士 瓦倫 漢
HANG, KENNETH WARREN
6. 艾利斯泰爾 葛瑞 普林斯
PRINCE, ALISTAIR GRAEME

國 籍：(中文/英文)

1. 英國 U.K.
2. 英國 U.K.
3. 美國 U.S.A.
4. 美國 U.S.A.
5. 美國 U.S.A.
6. 英國 U.K.

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. 美國；2007年10月18日；60/980,924

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】

本發明之實施例係關於一種矽半導體裝置，及一種用於太陽能電池裝置之正面的導體銀膏。

【先前技術】

具有p型基底之習知太陽能電池結構具有一通常位於電池之正面或太陽面的負極及一位於背面之正極。眾所周知，落在半導體本體之p-n接合上之適當波長的輻射用作在該本體中產生電洞-電子對之外部能量來源。由於p-n接合處存在電位差，故電洞及電子以相反方向移動穿過該接合且藉此引起能夠將電力傳遞至外部電路之電流流動。大多數太陽能電池係呈矽晶圓之形式，其已經金屬化，亦即具備導電之金屬接觸點。

儘管存在用於形成太陽能電池之各種方法及組合物，但需要具有改良之電效能的組合物、結構及裝置及製造方法。

【發明內容】

本發明之一實施例係關於一種結構，其包含：

(a)厚膜組合物，其包含：

a)導電銀；

b)一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉無鉛；

c)含鎂添加物，其中該含鎂添加物係選自(a)Mg、

(b)Mg之金屬氧化物、(c)在燒製時可產生Mg之金屬

氧化物的任何化合物及(d)其混合物，分散於

d)有機介質中；

(b)一或多個絕緣膜；

其中該厚膜組合物係形成於一或多個絕緣膜上，且其中在燒製時該一或多個絕緣膜由厚膜組合物之組份滲透並移除該有機介質。

在該實施例之一態樣中，含鎂添加物為MgO。在該實施例之一態樣中，含鎂添加物為整體組合物之0.1至10重量百分比。

在該實施例之一態樣中，該結構進一步包含一或多個半導體基板。在另一態樣中，該一或多個絕緣膜係形成於該一或多個半導體基板上。本發明之一態樣係關於包含該結構之半導體裝置。另一態樣係關於一種包含該結構之半導體裝置，其中該組合物已經燒製，其中該燒製移除有機媒劑且燒結銀及玻璃粉，且其中導體銀及玻璃料混合物滲透絕緣膜。在一態樣中，該滲透形成導體銀與一或多個半導體基板之間的電接觸。另一態樣係關於一種包含該結構之太陽能電池。

在該實施例之一態樣中，該厚膜組合物進一步包含另一添加物。在另一態樣中，該另一添加物係選自：(a)金屬，其中該金屬係選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr；(b)選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr之金屬中之一或多者的金屬氧化物；(c)在燒製時可產生(b)之金屬氧化物的任何化合物；及(d)其混合物。在一實施例中，該添加物為

ZnO或MgO。

在該實施例之一態樣中，該玻璃粉包含： Bi_2O_3 、 B_2O_3 ，玻璃粉之8-25重量百分比，且進一步包含一或多種選自由下列各物組成之群的組份： SiO_2 、 P_2O_5 、 GeO_2 及 V_2O_5 。

在該實施例之一態樣中，絕緣膜包含一或多種選自下列各物之組份：氧化鈦、氮化矽、 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 、氧化矽及氧化矽/氧化鈦。

在該實施例之一態樣中，該結構適用於製造光電裝置。

在該實施例之一態樣中，該玻璃粉包含選自下列各物之組份：(a)金屬，其中該金屬係選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr；(b)選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr之金屬中之一或多者的金屬氧化物；(c)在燒製時可產生(b)之金屬氧化物的任何化合物；及(d)其混合物。

本發明之一實施例係關於一種製造半導體裝置之方法。該方法包含以下步驟：

(a)提供一或多個半導體基板、一或多個絕緣膜及厚膜組合物，其中該厚膜組合物包含：a)導電銀，b)一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉無鉛，c)含鎂添加物，分散於d)有機介質中，

(b)將該絕緣膜塗覆於該半導體基板上，

(c)將厚膜組合物塗覆於半導體基板上之絕緣膜上，及

(d)燒製該半導體、絕緣膜及厚膜組合物，

其中在燒製時移除該有機媒劑，燒結該銀及玻璃粉，且絕緣膜由厚膜組合物之組份滲透。

本發明之一實施例係關於一種製造半導體裝置之方法。該方法包含以下步驟：

- (a)提供一或多個半導體基板，及厚膜組合物，其中該厚膜組合物包含：a)導電銀，b)一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉無鉛，c)含鎂添加物，分散於d)有機介質中，
- (b)將該厚膜組合物塗覆於該一或多個半導體基板上，及
- (c)燒製該半導體及厚膜組合物，

其中在燒製時移除該有機媒劑，燒結該銀及玻璃粉。

本發明之一實施例係關於一種厚膜組合物，其包含：

- a)導電銀；
- b)一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉無鉛；
- c)含鎂添加物，其中該含鎂添加物係選自(a)Mg、(b)Mg之金屬氧化物、(c)在燒製時可產生Mg之金屬氧化物的任何化合物及(d)其混合物，分散於
- d)有機介質中。

【實施方式】

本發明解決對具有改良之電效能的半導體組合物、半導體裝置、製造該等半導體裝置之方法及其類似物的需要。

本發明之一實施例係關於厚膜導體組合物。在該實施例之一態樣中，該厚膜導體組合物可包括：導體粉末、助熔劑材料及有機介質。該助熔劑材料可為玻璃粉或玻璃粉之混合物。該等厚膜導體組合物亦可包括添加物。厚膜導體

組合物可包括其他添加物或組份。

本發明之一實施例係關於結構，其中該等結構包括厚膜導體組合物。在一態樣中，該結構亦包括一或多個絕緣膜。在一態樣中，該結構不包括一絕緣膜。在一態樣中，該結構包括一半導體基板。在一態樣中，厚膜導體組合物可形成於該一或多個絕緣膜上。在一態樣中，厚膜導體組合物可形成於該半導體基板上。在厚膜導體組合物可形成於半導體基板上之態樣中，該結構可能不含有一經塗覆之絕緣膜。

在一實施例中，厚膜導體組合物可印刷於基板上以形成匯流排。該等匯流排可為兩個以上匯流排。舉例而言，該等匯流排可為三個或三個以上匯流排。除匯流排外，厚膜導體組合物可印刷於基板上以形成連接線。該等連接線可接觸一匯流排。接觸一匯流排之連接線可在接觸第二匯流排之連接線之間交錯。

在一例示性實施例中，三個匯流排可於一基板上互相平行。該等匯流排可呈矩形形狀。中間匯流排之兩側皆可與連接線接觸。於側匯流排之每一者上，僅矩形之一側可與連接線接觸。接觸側匯流排之連接線可與接觸中間匯流排之連接線交錯。舉例而言，接觸一個側匯流排之連接線可與在一側接觸中間匯流排之連接線交錯，且接觸另一個側匯流排之連接線可與在中間匯流排之另一側接觸中間匯流排之連接線交錯。

圖2A提供存在兩個匯流排之一實施例的例示性圖。第一

匯流排201與第一組連接線203接觸。第二匯流排205與第二組連接線207接觸。該第一組連接線203與該第二組連接線207交錯。

圖2B提供存在三個匯流排之一實施例的例示性圖。第一匯流排209與第一組連接線211接觸。第二匯流排213與第二組連接線215及第三組連接線217接觸。該第二組連接線215接觸該第二匯流排213之一側；該第三組連接線217接觸該第二匯流排213之相反側。第三匯流排219與第四組連接線221接觸。第一組連接線211與第二組連接線215交錯。該第三組連接線217與該第四組連接線221交錯。

在一實施例中，形成於基板上之匯流排可由兩個以平行配置排列之匯流排組成，導線垂直於匯流排而形成且以交錯平行線模式排列。或者，該等匯流排可為三個或三個以上匯流排。在三個匯流排之情況下，中心匯流排可用作匯流排之間的至平行配置中之各側的共同連接。在此實施例中，可將三個匯流排之覆蓋區域調整至大約與使用兩個匯流排之情況相同。在三個匯流排之情況下，將垂直線調整至適合於匯流排對之間的間距之較短尺寸。

在一實施例中，厚膜導體組合物之組份為分散於有機介質中之電功能銀粉、含鋅添加物及無鉛玻璃粉。其他添加物可包括金屬、金屬氧化物或在燒製期間可產生此等金屬氧化物之任何化合物。該等組份在下文論述。

I. 無機組份

本發明之一實施例係關於厚膜導體組合物。在該實施例

之一態樣中，該厚膜導體組合物可包括：導體材料、助熔劑材料及有機介質。該導體材料可包括銀。在一實施例中，導體材料可為導體粉末。該助熔劑材料可包括一或多種玻璃粉。該玻璃粉可無鉛的。厚膜導體組合物亦可包括添加物。該添加物可為選自下列各物之金屬/金屬氧化物添加物：(a)金屬，其中該金屬係選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr；(b)選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr之金屬中之一或多者的金屬氧化物；(c)在燒製時可產生(b)之金屬氧化物的任何化合物；及(d)其混合物。厚膜導體組合物可包括其他組份。

如本文所使用，"匯流排"意謂用於收集電流之共同連接。在一實施例中，該等匯流排可呈矩形形狀。在一實施例中，匯流排可平行。

如本文所使用，"助熔劑材料"意謂用於促進熔化之物質，或熔化之物質。在一實施例中，該熔化可在所需加工溫度或低於該溫度下進行以形成液相。

在一實施例中，本發明之無機組份包含：(1)電功能銀粉；(2)含鋅添加物；(3)無鉛玻璃粉；及視情況(4)選自下列各物之其他金屬/金屬氧化物添加物：(a)金屬，其中該金屬係選自Zn、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr；(b)選自Zn、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr之金屬中之一或多者的金屬氧化物；(c)在燒製時可產生(b)之金屬氧化物的任何化合物；

及(d)其混合物。

A. 導電功能材料

導電材料可包括 Ag、Cu、Pd 及其混合物。在一實施例中，該導電顆粒為 Ag。然而，此等實施例意欲為非限制性的。預期且涵蓋利用其他導體材料之實施例。

該銀可呈提供於膠態懸浮液中之顆粒形式、粉末形式、薄片形式、球體形式、其混合物等。銀可為例如銀金屬、銀合金或其混合物。銀可包括氧化銀 (Ag_2O) 或銀鹽，諸如 AgCl 、 AgNO_3 或 AgOOCCH_3 (乙酸銀)、磷酸銀 (Ag_3PO_4) 或其混合物。可使用與其他厚膜組份相容之任何形式的銀，且將由熟習此項技術者瞭解。

銀可為厚膜組合物之組成之各種百分比中的任一者。在一非限制性實施例中，銀可為厚膜組合物之固體組份的約 70% 至約 99%。在另一實施例中，銀可為厚膜組合物之固體組份的約 70 wt % 至約 85 wt %。在另一實施例中，銀可為厚膜組合物之固體組份的約 90 wt % 至約 99 wt %。

在一實施例中，厚膜組合物之固體部分可包括約 80 wt % 至約 90 wt % 銀顆粒及約 1 wt % 至約 10 wt % 銀薄片。在一實施例中，厚膜組合物之固體部分可包括約 75 wt % 至約 90 wt % 銀顆粒及約 1 wt % 至約 10 wt % 銀薄片。在另一實施例中，厚膜組合物之固體部分可包括約 75 wt % 至約 90 wt % 銀薄片及約 1 wt % 至約 10 wt % 膠態銀。在另一實施例中，厚膜組合物之固體部分可包括約 60 wt % 至約 90 wt % 之銀粉或銀薄片及約 0.1 wt % 至約 20 wt % 之膠態銀。

在一實施例中，厚膜組合物包括賦予該組合物適當電功能性質之功能相。該功能相可包括分散於充當形成組合物之功能相之載劑的有機介質中之電功能粉末。在一實施例中，組合物可塗覆於一基板上。在另一實施例中，可燒製組合物及基板以燒盡有機相，活化無機黏結相且賦予電功能性質。

在一實施例中，組合物之功能相可為導電之經塗佈或未經塗佈的銀顆粒。在一實施例中，該等銀顆粒可經塗佈。在一實施例中，銀可塗有諸如磷之各種材料。在一實施例中，銀顆粒可至少部分塗有界面活性劑。該界面活性劑可選自(但不限於)硬脂酸、棕櫚酸、硬脂酸鹽、棕櫚酸鹽及其混合物。可利用其他界面活性劑，包括月桂酸、棕櫚酸、油酸、硬脂酸、癸酸、肉豆蔻酸及亞油酸。抗衡離子可為(但不限於)氫、銨、鈉、鉀及其混合物。

銀之粒徑不受任何特定限制。在一實施例中，平均粒徑小於10微米；在另一實施例中，平均粒徑小於5微米。

在一實施例中，氧化銀可在玻璃熔化/製造過程期間溶解於玻璃中。

B. 添加物

本發明之一實施例係關於可含有添加物之厚膜組合物。在此實施例之一態樣中，該添加物可為選自下列各物之金屬/金屬氧化物添加物：(a)金屬，其中該金屬係選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr；(b)選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、

Fe、Cu及Cr之金屬中之一或多者的金屬氧化物；(c)在燒製時可產生(b)之金屬氧化物的任何化合物；及(d)其混合物。

在一實施例中，添加物之粒徑不受任何特定限制。在一實施例中，平均粒徑可小於10微米；在一實施例中，平均粒徑可小於5微米。在一實施例中，平均粒徑可為0.1微米至1.7微米。在另一實施例中，平均粒徑可為0.6微米至1.3微米。在一實施例中，平均粒徑可為7 nm至100 nm。

在一實施例中，金屬/金屬氧化物添加物之粒徑可在7奈米(nm)至125 nm之範圍內。在一實施例中，金屬/金屬氧化物添加物之粒徑可在7奈米(nm)至100 nm之範圍內。在一實施例中， MnO_2 及 TiO_2 可用於本發明中，其平均粒徑範圍(d_{50})為7奈米(nm)至125 nm。

在一實施例中，添加物可為含鋅添加物。含鋅添加物可例如選自(a)Zn、(b)Zn之金屬氧化物、(c)在燒製時可產生Zn之金屬氧化物的任何化合物及(d)其混合物。

在一實施例中，含鋅添加物為ZnO，其中ZnO可具有在10奈米至10微米之範圍內的平均粒徑。在另一實施例中，ZnO可具有40奈米至5微米之平均粒徑。在另一實施例中，ZnO可具有60奈米至3微米之平均粒徑。在另一實施例中，含鋅添加物可具有小於0.1 μm 之平均粒徑。詳言之，含鋅添加物可具有在7奈米至100奈米以下之範圍內的平均粒徑。

在另一實施例中，含鋅添加物(例如Zn、樹脂酸鋅等)可

以2至16重量百分比之範圍存在於總厚膜組合物中。在另一實施例中，含鋅添加物可以整體組合物之4至12重量百分比的範圍存在。在一實施例中，ZnO可以整體組合物之2至10重量百分比的範圍存在於組合物中。在一實施例中，ZnO可以整體組合物之4至8重量百分比的範圍存在。在另一實施例中，ZnO可以整體組合物之5至7重量百分比的範圍存在。

在一實施例中，添加物可為含鎂添加物。該含鎂添加物可例如選自(a)Mg、(b)Mg之金屬氧化物、(c)在燒製時可產生Mg之金屬氧化物的任何化合物及(d)其混合物。

在一實施例中，含鎂添加物為MgO，其中MgO可具有在10奈米至10微米之範圍內的平均粒徑。在另一實施例中，MgO可具有40奈米至5微米之平均粒徑。在另一實施例中，MgO可具有60奈米至3微米之平均粒徑。在另一實施例中，MgO可具有0.1微米至1.7微米之平均粒徑。在另一實施例中，MgO可具有0.3微米至1.3微米之平均粒徑。在另一實施例中，含鎂添加物可具有小於0.1 μm 之平均粒徑。詳言之，含鎂添加物可具有在7奈米至100奈米以下之範圍內的平均粒徑。

MgO可以整體組合物之0.1至10重量百分比的範圍存在於組合物中。在一實施例中，MgO可以整體組合物之0.5至5重量百分比的範圍存在。在另一實施例中，MgO可以整體組合物之0.75至3重量百分比的範圍存在。

在另一實施例中，含鎂添加物(例如Mg、樹脂酸鎂等)可

以0.1至10重量百分比之範圍存在於總厚膜組合物中。在另一實施例中，含鎂添加物可以整體組合物之0.5至5重量百分比的範圍存在。在另一實施例中，MgO可以整體組合物之0.75至3重量百分比的範圍存在。

在另一實施例中，含鎂添加物可具有小於0.1 μm 之平均粒徑。詳言之，含鎂添加物可具有在7奈米至100奈米以下之範圍內的平均粒徑。

在一實施例中，添加物可含有添加物之混合物。添加物可為選自下列各物之金屬/金屬氧化物添加物的混合物：
(a)金屬，其中該金屬係選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr；(b)選自Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr之金屬中之一或多者的金屬氧化物；(c)在燒製時可產生(b)之金屬氧化物的任何化合物；及(d)其混合物。

在燒製時可產生Zn、Mg、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu或Cr之金屬氧化物的化合物包括(但不限於)樹脂酸鹽、辛酸鹽、有機官能單元及其類似物。

在一實施例中，添加物可含有ZnO與MgO之混合物。

C. 玻璃粉

如本文所使用，"無鉛"意謂未添加鉛。在一實施例中，微量鉛可存在於組合物中，且若未添加鉛則該組合物仍可視為無鉛。在一實施例中，無鉛組合物可含有小於1000 ppm之鉛。在一實施例中，無鉛組合物可含有小於300 ppm之鉛。熟習此項技術者將認識到，術語無鉛涵蓋含有較少

量之鉛的組合物。在一實施例中，無鉛組合物可能不僅不含鉛，且亦可能不含其他有毒材料，包括例如Cd、Ni及致癌有毒材料。在一實施例中，無鉛組合物可含有小於1000 ppm之鉛、小於1000 ppm之Cd及小於1000 ppm之Ni。在一實施例中，無鉛組合物可含有微量Cd及/或Ni；在一實施例中，不將Cd、Ni或致癌有毒材料添加至無鉛組合物中。

在本發明之一實施例中，厚膜組合物可包括玻璃材料。在一實施例中，玻璃材料可包括三組組份中之一或多者：玻璃形成材料、兩性氧化物及改質劑。例示性玻璃形成材料可具有高鍵結配位及較小離子尺寸；玻璃形成材料在加熱且自熔體淬火時可形成橋接共價鍵。例示性玻璃形成材料包括(但不限於)： SiO_2 、 B_2O_3 、 P_2O_5 、 V_2O_5 、 GeO_2 等。例示性兩性氧化物包括(但不限於)： TiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 CeO_2 、 SnO_2 、 Al_2O_3 、 HfO_2 及其類似物。如熟習此項技術者所瞭解，兩性氧化物可用於取代玻璃形成材料。例示性改質劑可具有較大離子性質，且可處於鍵末端。改質劑可能影響特定性質；舉例而言，改質劑可能導致例如玻璃黏度降低及/或玻璃潤濕性質改變。例示性改質劑包括(但不限於)：氧化物，諸如鹼金屬氧化物、鹼土金屬氧化物、 PbO 、 CuO 、 CdO 、 ZnO 、 Bi_2O_3 、 Ag_2O 、 MoO_3 、 WO_3 及其類似物。

在一實施例中，可由熟習此項技術者選擇玻璃材料以輔助對氧化物或氮化物絕緣層之至少部分滲透。如本文所述，此至少部分滲透可導致形成與光電裝置結構之矽表面

的有效電接觸。調配物組份不限於玻璃形成材料。

在本發明之一實施例中，提供玻璃粉組合物(玻璃組合物)。玻璃粉組合物之非限制性實例列於以下表1中且在本文中描述。涵蓋其他玻璃粉組合物。

重要的是應注意，表1中所列之組合物並非限制性的，因為預期熟習玻璃化學者可進行其他成份之次要取代而不實質上改變本發明之玻璃組合物的性質。以此方式，諸如以重量%計 P_2O_5 0-3、 GeO_2 0-3、 V_2O_5 0-3之玻璃形成材料的取代可被個別地使用或組合使用以達成類似效能。亦有可能用諸如 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 CeO_2 、 SnO_2 之一或多種兩性氧化物取代本發明之玻璃組合物中所存在的其他兩性氧化物(亦即， Al_2O_3 、 CeO_2 、 SnO_2)。自資料可看出，通常玻璃之較高 SiO_2 含量使效能降級。認為 SiO_2 增加玻璃黏度且降低玻璃潤濕。儘管未在表1組合物中表示，但預期具有零 SiO_2 之玻璃效能良好，因為諸如 P_2O_5 、 GeO_2 等之其他玻璃形成材料可用於替代低含量之 SiO_2 的功能。 CaO ，鹼土金屬含量，亦可部分或全部由諸如 SrO 、 BaO 及 MgO 之其他鹼土金屬組份替代。

以總玻璃組合物之重量百分比計的例示性玻璃組成展示在表1中。在一實施例中，實例中所見之玻璃組合物包括在下列組成範圍內之下列氧化物組份：以整體玻璃組合物之重量百分比計 SiO_2 0.1-8、 Al_2O_3 0-4、 B_2O_3 8-25、 CaO 0-1、 ZnO 0-42、 Na_2O 0-4、 Li_2O 0-3.5、 Bi_2O_3 28-85、 Ag_2O 0-3、 CeO_2 0-4.5、 SnO_2 0-3.5、 BiF_3 0-15。在另一實

施例中，玻璃組合物包括：以整體玻璃組合物之重量百分比計 SiO_2 4-4.5、 Al_2O_3 0.5-0.7、 B_2O_3 9-11、 CaO 0.4-0.6、 ZnO 11-14、 Na_2O 0.7-1.1、 Bi_2O_3 56-67、 BiF_3 4-13。在一實施例中，玻璃粉可能含有少量 B_2O_3 或無 B_2O_3 。

表1中所列之組合物包括作為氟化物組份之 BiF_3 。 BiF_3 意欲為例示性、非限制性氟化物組份。舉例而言，可使用其他氟化物化合物作為替代或部分替代。非限制性實例包括： ZnF_2 、 AlF_3 及其類似物。舉例而言，可使用氧化物加氟組合物。

表1：以整體玻璃組合物之重量百分比計之玻璃組成

玻璃ID編號	玻璃組份(wt%整體玻璃組合物)											
	SiO_2	Al_2O_3	B_2O_3	CaO	ZnO	Na_2O	Li_2O	Bi_2O_3	Ag_2O	CeO_2	SnO_2	BiF_3
玻璃I	4.00	2.50	21.00		40.00			30.00			2.50	
玻璃II	4.00	3.00	24.00		31.00			35.00			3.00	
玻璃III	4.30	0.67	10.21	0.55	13.35	0.94		57.85				12.12
玻璃IV	4.16	0.65	9.87	0.53	12.90	0.91		66.29				4.69
玻璃V	7.11	2.13	8.38	0.53	12.03			69.82				
玻璃VI	5.00	2.00	15.00	0.50		2.00	3.00	70.00		2.50		
玻璃VII	4.00		13.00			3.00	1.00	75.00		4.00		
玻璃VIII	2.00		18.00			0.50		75.00	2.50	2.00		
玻璃IX	1.50		14.90			1.00	1.00	81.50		0.10		
玻璃X	1.30	0.11	13.76			0.54	1.03	82.52		0.74		

適用於本發明之玻璃粉包括ASF1100及ASF1100B，其可購自Asahi Glass Company。

在本發明之一實施例中，玻璃粉(玻璃組合物)之平均粒徑可在0.5-1.5 μm 之範圍內。在另一實施例中，平均粒徑可在0.8-1.2 μm 之範圍內。在一實施例中，玻璃粉之軟化點(T_s ：DTA之第二轉變點)在300-600°C之範圍內。在一實施例中，整體組合物中玻璃粉之量可在整體組合物之0.5

至4 wt. %的範圍內。在一實施例中，玻璃組合物以整體組合物之1至3重量百分比的量存在。在另一實施例中，玻璃組合物以整體組合物之1.5至2.5重量百分比的範圍存在。

本文所述之玻璃係藉由習知玻璃製造技術製造。製備500-1000公克量之玻璃。可對成份稱重且以所需比例混合並於底部裝載爐中加熱以在鉑合金坩堝中形成熔體。如此項技術中所熟知，進行加熱至峰值溫度(1000°C-1200°C)且歷時使得熔體完全變為液體且均質之時間。使熔融玻璃在相反旋轉不鏽鋼輥之間淬火以形成10-20 mil厚之玻璃小板。接著研磨所得玻璃小板以形成50%體積分布設定介於1-3微米之間的粉末。

在一實施例中，玻璃中可含有一或多種本文所述之添加物，諸如ZnO、MgO等。含有一或多種添加物之玻璃粉適用於本文所述之實施例。

在一實施例中，玻璃粉可包括Bi₂O₃、B₂O₃，整體玻璃組合物之8-25重量百分比，且進一步包含一或多種選自由下列各物組成之群的組份：SiO₂、P₂O₅、GeO₂及V₂O₅。

在一實施例中，玻璃粉可包括Al₂O₃、CeO₂、SnO₂及CaO中之一或多者。在此實施例之一態樣中，以整體玻璃組合物之重量百分比計，Al₂O₃、CeO₂、SnO₂及CaO之量可小於6。在此實施例之一態樣中，以整體玻璃組合物之重量百分比計，Al₂O₃、CeO₂、SnO₂及CaO之量可小於1.5。

在一實施例中，玻璃粉可包括BiF₃及Bi₂O₃中之一或多

者。在此實施例之一態樣中，以整體玻璃組合物之重量百分比計， BiF_3 及 Bi_2O_3 之量可小於83。在此實施例之一態樣中，以整體玻璃組合物之重量百分比計， BiF_3 及 Bi_2O_3 之量可小於72。

在一實施例中，玻璃粉可包括 Na_2O 、 Li_2O 及 Ag_2O 中之一或多者。在此實施例之一態樣中，以整體玻璃組合物之重量百分比計， Na_2O 、 Li_2O 及 Ag_2O 之量可小於5。在此實施例之一態樣中，以整體玻璃組合物之重量百分比計， Na_2O 、 Li_2O 及 Ag_2O 之量可小於2.0。

在一實施例中，玻璃粉可包括 Al_2O_3 、 Si_2O_2 及 B_2O_3 中之一或多者。在此實施例之一態樣中，以整體玻璃組合物之重量百分比計， Si_2O_2 、 Al_2O_3 及 B_2O_3 之量可小於31。

在一實施例中，玻璃粉可包括 Bi_2O_3 、 BiF_3 、 Na_2O 、 Li_2O 及 Ag_2O 中之一或多者。在一實施例中，以整體玻璃組合物之重量百分比計， $(\text{Bi}_2\text{O}_3+\text{BiF}_3)/(\text{Na}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Ag}_2\text{O})$ 之量可大於14。

助熔劑材料

本發明之一實施例係關於一種厚膜組合物，包括該組合物之結構及裝置，及製造該等結構及裝置之方法，其中該厚膜包括助熔劑材料。在一實施例中，該助熔劑材料可具有類似於玻璃材料之性質，諸如具有較低軟化特徵。舉例而言，可使用諸如氧化物或鹵素化合物之化合物。該等化合物可輔助滲透本文所述之結構中的絕緣層。該等化合物之非限制性實例包括已塗有有機或無機障壁塗層或包裹在

該塗層中以防止與膏介質之有機黏合劑組份的不良反應的材料。該等助熔劑材料之非限制性實例可包括 PbF_2 、 BiF_3 、 V_2O_5 、鹼金屬氧化物及其類似物。

玻璃摻合

在一實施例中，一或多種玻璃粉材料可以混雜物形式存在於厚膜組合物中。在一實施例中，第一玻璃粉材料可由熟習此項技術者針對其快速消化絕緣層之能力來選擇；此外，玻璃粉材料可具有強腐蝕力及低黏度。

在一實施例中，第二玻璃粉材料可設計成緩慢與第一玻璃粉材料摻合，同時延緩化學活性。可導致的會影響絕緣層之部分移除，但不侵蝕下層發射極擴散區域(可能使裝置分流)的中止條件為未經抑制地進行之腐蝕作用。該玻璃粉材料可表徵為具有足以提供穩定製造窗之較高黏度以移除絕緣層而不破壞半導體基板之擴散p-n接合區域。

在一非限制性例示性混雜物中，第一玻璃粉材料可為 SiO_2 1.7 wt%、 ZrO_2 0.5 wt%、 B_2O_3 12 wt%、 Na_2O 0.4 wt%、 Li_2O 0.8 wt%及 Bi_2O_3 84.6 wt%且第二玻璃粉材料可為 SiO_2 27 wt%、 ZrO_2 4.1 wt%、 Bi_2O_3 68.9 wt%。摻合物之比例可用於在熟習此項技術者所瞭解之條件下調整摻合物比率以滿足厚膜導體膏之最佳效能。

分析玻璃測試

若干種測試方法可用於將玻璃材料表徵為應用於光電Ag導體調配物之候選物，且為熟習此項技術者所瞭解。此等量測為用於測定 T_g 及玻璃流動動力學之差示熱分析

(Differential Thermal Analysis, DTA) 及熱-機械分析 (Thermo-mechanical Analysis, TMA)。按需要，可利用許多其他表徵方法，諸如膨脹測定法、熱解重量分析、XRD、XRF及ICP。

惰性氣體燒製

在一實施例中，光電裝置單元之加工利用對所製備單元之氮或其他惰性氣體燒製。通常設定燒製溫度分布以便使得可自乾燥厚膜膏燒盡有機黏合劑材料或存在之其他有機材料。在一實施例中，該溫度可介於攝氏300-525度之間。燒製可於帶式爐中使用高傳輸速率(例如介於40-200吋/分鐘之間)來進行。多種溫度區可用於控制所需熱分布。區之數目可在例如3至9個區之間變化。光電電池可於介於例如650°C與1000°C之間的設定溫度下進行燒製。燒製不限於此類型之燒製，且涵蓋熟習此項技術者已知之其他快速燒製爐設計。

D. 有機介質

可藉由機械混合將無機組份與有機介質混合以形成具有適合於印刷之稠度及流變能力之稱為"膏"的黏性組合物。各種惰性黏性材料可用作有機介質。有機介質可為無機組份可以足夠穩定度分散於其中之介質。介質之流變性質必須使得向組合物提供良好塗覆性質，包括：固體之穩定分散、用於絲網印刷之適當黏度及觸變性、基板及膏固體之適當可濕性、良好乾燥速率及良好燒製性質。在本發明之一實施例中，用於本發明之厚膜組合物的有機媒劑可為非

水性惰性液體。可使用各種有機媒劑之任一者，其可能或可能不含有增稠劑、穩定劑及/或其他常見添加物。有機介質可為聚合物於溶劑中之溶液。另外，諸如界面活性劑之少量添加物可為有機介質之一部分。出於此目的，最常使用之聚合物為乙基纖維素。聚合物之其他實例包括乙基羥基乙基纖維素、木松香、乙基纖維素與酚系樹脂之混合物、低級醇之聚甲基丙烯酸酯及乙二醇單乙酸酯之單丁醚，亦可使用此等聚合物。厚膜組合物中所見之最廣泛使用的溶劑為酯醇及萜(諸如 α -松香醇或 β -松香醇)或其與諸如煤油、鄰苯二甲酸二丁酯、丁基卡必醇、丁基卡必醇乙酸酯、己二醇及高沸點醇及醇酯之其他溶劑的混合物。另外，用於在塗覆於基板上後促進快速硬化之揮發性液體可包括在媒劑中。調配此等溶劑與其他溶劑之各種組合以獲得所需之黏度及揮發性要求。

存在於有機介質中之聚合物在整體組合物之8 wt. %至11 wt. %之範圍內。可藉由有機介質將本發明之厚膜銀組合物調整至預定、可絲網印刷之黏度。

厚膜組合物中之有機介質與分散液中之無機組份的比率視塗覆膏之方法及所用之有機介質種類而定，且其可變化。通常，分散液將含有70-95 wt %之無機組份及5-30 wt %之有機介質(媒劑)以便獲得良好潤濕。

本發明之一實施例係關於一種厚膜組合物，其中該厚膜組合物包括：

(a)導電銀粉；

(b)一或多種玻璃粉；分散於

(c)有機介質中；

其中該玻璃粉包括： Bi_2O_3 、 B_2O_3 ，總玻璃粉之8-25重量百分比，且進一步包括一或多種選自由下列各物組成之群的組份： SiO_2 、 P_2O_5 、 GeO_2 及 V_2O_5 。在此實施例之一態樣中，玻璃粉可無鉛。在此實施例之一態樣中，玻璃粉包括： Bi_2O_3 28-85、 B_2O_3 8-25及下列各物中之一或多者： SiO_2 0-8、 P_2O_5 0-3、 GeO_2 0-3、 V_2O_5 0-3。在此實施例之一態樣中，玻璃粉包括 SiO_2 0.1-8。在此實施例之一態樣中，玻璃粉可包括一或多種兩性氧化物。例示性兩性氧化物包括(但不限於)： Al_2O_3 、 CeO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 及 ZrO_2 。在此實施例之一態樣中，玻璃粉可包括一或多種鹼土金屬組份。例示性鹼土金屬組份包括(但不限於)： CaO 、 SrO 、 BaO 、 MgO 。在一實施例中，玻璃粉可包括一或多種選自由下列各物組成之群的組份： ZnO 、 Na_2O 、 Li_2O 、 AgO_2 及 BiF_3 。

在此實施例之一態樣中，組合物亦可包括添加物。例示性添加物包括：金屬添加物或含金屬添加物，且其中該金屬添加物或含金屬添加物於加工條件下形成氧化物。添加物可為金屬氧化物添加物。舉例而言，添加物可為選自Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr之金屬中之一或多者的金屬氧化物。

本發明之一實施例係關於一種包括組合物之半導體裝置，該組合物包括：

(a)導電銀粉；

(b)一或多種玻璃粉；分散於

(c)有機介質中；

其中該玻璃粉包括： Bi_2O_3 、 B_2O_3 ，總玻璃粉之8-25重量百分比，且進一步包括一或多種選自由下列各物組成之群的組份： SiO_2 、 P_2O_5 、 GeO_2 及 V_2O_5 。此實施例之一態樣係關於一種包括該半導體裝置之太陽能電池。

本發明之一實施例係關於一種結構，其包括：

(a)厚膜組合物，其包括：

(a)導電銀粉；

(b)一或多種玻璃粉；分散於

(c)有機介質中；

其中該玻璃粉包括： Bi_2O_3 、 B_2O_3 ，總玻璃粉之8-25重量百分比，且進一步包括一或多種選自由下列各物組成之群的組份： SiO_2 、 P_2O_5 、 GeO_2 及 V_2O_5 ；及

(b)一絕緣膜，

其中該厚膜組合物係形成於該絕緣膜上，且其中在燒製時厚膜組合物之組份滲透該絕緣膜且移除該有機介質。

結構

本發明之一實施例係關於一種結構，其包括厚膜組合物及一基板。在一實施例中，該基板可為一或多個絕緣膜。在一實施例中，該基板可為一半導體基板。在一實施例中，本文所述之結構可適用於製造光電裝置。本發明之一實施例係關於一種半導體裝置，其含有一或多個本文所述

之結構；本發明之一實施例係關於一種光電裝置，其含有一或多個本文所述之結構；本發明之一實施例係關於一種太陽能電池，其含有一或多個本文所述之結構；本發明之一實施例係關於一種太陽能電池板，其含有一或多個本文所述之結構。

本發明之一實施例係關於一種由厚膜組合物形成之電極。在一實施例中，厚膜組合物已經燒製以移除有機媒劑且燒結銀及玻璃顆粒。本發明之一實施例係關於一種半導體裝置，其含有一由厚膜組合物形成之電極。在一實施例中，該電極為正面電極。

本發明之一實施例係關於本文所述之結構，其中該等結構亦包括一背面電極。

本發明之一實施例係關於結構，其中該等結構包括厚膜導體組合物。在一態樣中，該結構亦包括一或多個絕緣膜。在一態樣中，該結構不包括一絕緣膜。在一態樣中，該結構包括一半導體基板。在一態樣中，該厚膜導體組合物可形成於該一或多個絕緣膜上。在一態樣中，該厚膜導體組合物可形成於該半導體基板上。在厚膜導體組合物可形成於半導體基板上之態樣中，該結構可能不含有一絕緣膜。

厚膜導體及絕緣膜結構：

本發明之一態樣係關於一種結構，其包括厚膜導體組合物及一或多個絕緣膜。該厚膜組合物可包括：(a)導電銀粉；(b)一或多種玻璃粉；分散於c)有機介質中。在一實施

例中，該等玻璃粉可無鉛。在一實施例中，厚膜組合物亦可包括如本文所述之添加物。該結構亦可包括一半導體基板。在本發明之一實施例中，在燒製時可移除有機媒劑且可燒結銀及玻璃粉。在此實施例之另一態樣中，在燒製時導體銀及玻璃料混合物可滲透該絕緣膜。

在燒製時厚膜導體組合物可滲透絕緣膜。該滲透可為部分滲透。絕緣膜由厚膜導體組合物滲透可導致厚膜組合物之導體與半導體基板之間的電接觸。

厚膜導體組合物可以一圖案印刷於絕緣膜上。該印刷可導致例如如本文所述之匯流排與連接線的形成。

厚膜之印刷可藉由例如電鍍、擠壓、噴墨、成形或多路印刷或帶來進行。

一層氮化矽可存在於絕緣膜上。可用化學方法沈積氮化矽。沈積方法可為CVD、PCVD或熟習此項技術者已知之其他方法。

絕緣膜

在本發明之一實施例中，絕緣膜可包括一或多種選自下列各物之組份：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，絕緣膜可為抗反射塗層(anti-reflection coating, ARC)。在本發明之一實施例中，絕緣膜可經塗覆；絕緣膜可塗覆於半導體基板上。在本發明之一實施例中，絕緣膜可天然形成，諸如在氧化矽之情況下。在一實施例中，結構可能不包括一已經塗覆之絕緣膜，但可能含有諸如氧化矽之天然形成物質，其可起

絕緣膜之作用。

厚膜導體及半導體基板結構：

本發明之一態樣係關於一種結構，其包括厚膜導體組合物及一半導體基板。在一實施例中，該結構可能不包括一絕緣膜。在一實施例中，該結構可能不包括一已塗覆於該半導體基板上之絕緣膜。在一實施例中，半導體基板之表面可包括天然產生物質，諸如 SiO_2 。在此實施例之一態樣中，該天然產生物質(諸如 SiO_2)可具有絕緣性質。

厚膜導體組合物可以一圖案印刷於半導體基板上。該印刷可導致例如如本文所述之匯流排與連接線的形成。電接觸可在厚膜組合物之導體與半導體基板之間形成。

一層氮化矽可存在於半導體基板上。可用化學方法沈積氮化矽。沈積方法可為CVD、PCVD或熟習此項技術者已知之其他方法。

可用化學方法處理氮化矽之結構

本發明之一實施例係關於一種結構，其中絕緣層之氮化矽可經處理，導致移除氮化矽之至少一部分。該處理可為化學處理。移除氮化矽之至少一部分可導致厚膜組合物之導體與半導體基板之間改良的電接觸。該結構可具有改良之效率。

在此實施例之一態樣中，絕緣膜之氮化矽可為抗反射塗層(ARC)之部分。氮化矽可天然形成，或例如用化學方法沈積。該化學沈積可藉由例如CVD或PCVD來進行。

厚膜組合物包括不為玻璃粉之助熔劑材料的結構

本發明之一實施例係關於一種結構，其包括厚膜組合物及一或多個絕緣膜，其中該厚膜組合物包括導電銀粉、一或多種助熔劑材料及有機介質，且其中該結構進一步包含一或多個絕緣膜。在此實施例之一態樣中，該等助熔劑材料無鉛。在一態樣中，助熔劑材料不為玻璃粉。在一實施例中，結構可進一步包括一半導體基板。

在燒製時厚膜導體組合物可滲透絕緣膜。該滲透可為部分滲透。舉例而言，絕緣膜之表面的x%、y%、z%可由厚膜導體組合物滲透。絕緣膜由厚膜導體組合物滲透可導致厚膜組合物之導體與半導體基板之間的電接觸。

在本發明之一實施例中，提供一種方法及結構，其中已將一導體直接塗覆於半導體基板上。在此實施例之一態樣中，可將一遮罩以與導體之圖案有關的圖案施用於半導體基板上。接著可塗覆一絕緣層，隨後移除該遮罩。接著可將導體組合物以與移除遮罩之區域有關的圖案塗覆於半導體基板上。

本發明之一實施例係關於一種包括組合物之半導體裝置，其中在燒製之前該組合物包括：

導電銀粉；

一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉無鉛；分散於有機介質中。

在此實施例之一態樣中，組合物可包括添加物。例示性添加物在本文中描述。此實施例之一態樣係關於一種包括該半導體裝置之太陽能電池。此實施例之一態樣係關於一

種包括該太陽能電池之太陽能電池板。

匯流排

在一實施例中，厚膜導體組合物可印刷於基板上以形成匯流排。該等匯流排可為兩個以上匯流排。舉例而言，該等匯流排可為三個或三個以上匯流排。除匯流排外，厚膜導體組合物可印刷於基板上以形成連接線。該等連接線可接觸一匯流排。接觸一匯流排之連接線可在接觸第二匯流排之連接線之間交錯。

在一例示性實施例中，三個匯流排可於一基板上互相平行。該等匯流排可呈矩形形狀。中間匯流排之較長兩側皆可與連接線接觸。於側匯流排之每一者上，僅較長矩形之一側可與連接線接觸。接觸側匯流排之連接線可與接觸中間匯流排之連接線交錯。舉例而言，接觸一個側匯流排之連接線可與在一側接觸中間匯流排之連接線交錯，且接觸另一個側匯流排之連接線可與在中間匯流排之另一側接觸中間匯流排之連接線交錯。

圖2A提供存在兩個匯流排之實施例的例示性圖。第一匯流排201與第一組連接線203接觸。第二匯流排205與第二組連接線207接觸。該第一組連接線203與該第二組連接線207交錯。

圖2B提供存在三個匯流排之實施例的例示性圖。第一匯流排209與第一組連接線211接觸。第二匯流排213與第二組連接線215及第三組連接線217接觸。該第二組連接線215接觸該第二匯流排213之一側；該第三組連接線217接

觸該第二匯流排213之相反側。第三匯流排219與第四組連接線221接觸。第一組連接線211與第二組連接線215交錯。該第三組連接線217與該第四組連接線221交錯。

製造半導體裝置之方法的描述

本發明之一實施例係關於一種製造半導體裝置之方法。此實施例之一態樣包括以下步驟：

- (a)提供一半導體基板、一或多個絕緣膜及厚膜組合物，其中該厚膜組合物包含：a)導電銀粉、b)一或多種玻璃粉、分散於c)有機介質中，
 - (b)將一或多個絕緣膜塗覆於該半導體基板上，
 - (c)將厚膜組合物塗覆於半導體基板上之該一或多個絕緣膜上，及
 - (d)燒製該半導體、一或多層絕緣膜及厚膜組合物，
- 其中在燒製時移除該有機媒劑，燒結該銀及玻璃粉，且絕緣膜由厚膜組合物之組份滲透。

在此實施例之一態樣中，該玻璃粉可無鉛。在此實施例之一態樣中，該一或多層絕緣膜可選自由包括下列各物之群：氮化矽膜、氧化鈦膜、 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 膜、氧化矽膜及氧化矽/氧化鈦膜。

本發明之一實施例係關於藉由本文所述之方法形成的半導體裝置。本發明之一實施例係關於一種太陽能電池，其包括一藉由本文所述之方法形成的半導體裝置。本發明之一實施例係關於一種太陽能電池，其包括一電極，該電極包括銀粉及一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉無鉛。

本發明之一實施例提供可用於製造半導體裝置之新穎組合物。該半導體裝置可藉由以下方法自一結構元件製造，該結構元件由一帶有接合之半導體基板及一形成於其一主要表面上之氮化矽絕緣膜組成。製造半導體裝置之方法包括以下步驟：以預定形狀且於預定位置處將具有滲透絕緣膜之能力的本發明之厚膜導體組合物塗覆(例如，塗佈及印刷)於絕緣膜上，接著燒製以致導電厚膜組合物熔化且穿過絕緣膜，實現與矽基板之電接觸。在一實施例中，該導電厚膜組合物可為一種厚膜膏組合物，如本文所述，其由銀粉、含鋅添加物、具有300°C至600°C之軟化點的玻璃或玻璃粉末混合物(分散於有機媒劑中)及視情況其他金屬/金屬氧化物添加物製成。

在一實施例中，該組合物可包括小於整體組合物之5重量%的玻璃粉末含量及至多整體組合物之6重量%的與可選的其他金屬/金屬氧化物添加物組合之含鋅添加物含量。本發明之一實施例亦提供一種由該方法製造之半導體裝置。

在本發明之一實施例中，氮化矽膜或氧化矽膜可用作絕緣膜。該氮化矽膜可藉由電漿化學氣相沈積(chemical vapor deposition, CVD)或熱CVD方法來形成。在一實施例中，該氧化矽膜可藉由熱氧化、熱CFD或電漿CFD來形成。

在一實施例中，製造半導體裝置之方法的特徵亦可為自一結構元件製造一半導體裝置，該結構元件由一帶有接合

之半導體基板及一形成於其一主要表面上之絕緣膜組成，其中該絕緣層係選自由氧化鈦、氮化矽、 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 、氧化矽及氧化矽/氧化鈦膜，該方法包括以下步驟：使具有與絕緣膜反應且滲透絕緣膜之能力的金屬膏材料以預定形狀且於預定位置處形成於絕緣膜上，從而形成與矽基板之電接觸。該氧化鈦膜可藉由將含鈦有機液體材料塗佈於該半導體基板上並燒製，或藉由熱CVD來形成。在一實施例中，該氮化矽膜可藉由PECVD(電漿增強化學氣相沈積)來形成。本發明之一實施例亦提供一種由此相同方法製造之半導體裝置。

在本發明之一實施例中，由本發明之導體厚膜組合物形成的電極可在由氧與氮之混合氣體組成的氣氛下燒製。此燒製方法移除有機介質且燒結導體厚膜組合物中之玻璃粉與Ag粉。該半導體基板可例如為單晶或多晶矽。

圖1(a)展示提供一具有減少光反射之刻花表面之基板的步驟。在一實施例中，提供一單晶矽或多晶矽之半導體基板。在太陽能電池之情況下，可從由牽拉或澆鑄方法形成之鑄錠切下基板。可藉由使用諸如氫氧化鉀水溶液或氫氧化鈉水溶液之鹼水溶液或使用氫氟酸與硝酸之混合物蝕刻掉基板表面之約 $10\text{ }\mu\text{m}$ 至 $20\text{ }\mu\text{m}$ 來移除由諸如用於切割之鋼絲鋸之工具引起的基板表面損傷及受晶圓切割步驟之污染。另外，可添加用鹽酸與過氧化氫之混合物洗滌基板的步驟以移除黏著於基板表面之重金屬(諸如鐵)。之後有時使用例如鹼水溶液(諸如氫氧化鉀水溶液或氫氧化鈉水溶

液)形成抗反射刻花表面。此產生基板10。

接著，參看圖1(b)，當所用之基板為一p型基板時，形成一n型層以產生一p-n接合。用於形成該n型層之方法可為使用磷醯氯(POCl_3)之磷(P)擴散。在此情況下擴散層之深度可藉由控制擴散溫度及時間來控制，且通常在約0.3 μm 至0.5 μm 之厚度範圍內形成。以此方式形成之n型層在圖中由參考數字20表示。接著，正面及背面上之p-n分離可藉由本發明之背景中所述的方法來進行。當藉由諸如旋塗之方法將諸如磷矽酸鹽玻璃(PSG)之含磷液體塗佈材料塗覆於基板之僅一個表面上，且藉由合適之條件下的退火來實現擴散時，此等步驟並不總是必需的。當然，當存在亦於基板之背面上形成n型層的危險時，可藉由利用本發明之背景中所詳述的步驟來增加完成程度。

接著，在圖1(d)中，一氮化矽膜或其他絕緣膜包括 $\text{SiN}_x\text{:H}$ (亦即，絕緣膜包含用於在隨後燒製加工期間鈍化之氫)膜、氧化鈦膜及氧化矽膜30，其起一形成於上述n型擴散層20上之抗反射塗層之作用。此氮化矽膜30降低太陽能電池對入射光之表面反射率，從而使大大增加所產生之電流成為可能。氮化矽膜30之厚度視其折射率而定，儘管約700 Å至900 Å之厚度適合於約1.9至2.0之折射率。此氮化矽膜可藉由諸如低壓CVD、電漿CVD或熱CVD之方法來形成。當使用熱CVD時，起始物質常常為二氯矽烷(SiCl_2H_2)及氨(NH_3)氣，且膜形成在至少700°C之溫度下進行。當使用熱CVD時，起始氣體於高溫下之熱裂解導致氮

化矽膜中大體上不存在氮，產生矽與氮之間的 Si_3N_4 之組成比率，其大體上為化學計量的。該折射率屬於大體上1.96至1.98之範圍。因此，此類型之氮化矽膜為極緻密膜，其特徵(諸如厚度及折射率)甚至在經受隨後步驟中之熱處理時仍保持不變。當藉由電漿CVD進行膜形成時，所用之起始氣體通常為 SiH_4 與 NH_3 之氣體混合物。該起始氣體由電漿分解，且膜形成在 300°C 至 550°C 之溫度下進行。因為藉由該電漿CVD方法之膜形成在比熱CVD低的溫度下進行，所以起始氣體中之氮亦存在於所得氮化矽膜中。又，因為氣體分解藉由電漿實現，所以此方法之另一區別性特點為大大改變矽與氮之間的組成比率之能力。具體而言，藉由改變諸如起始氣體之流動速率比率及膜形成期間之壓力與溫度的條件，可形成矽、氮及氮之間的組成比率不同且折射率在1.8至2.5之範圍內的氮化矽膜。當在後續步驟中熱處理具有該等性質之膜時，折射率可由於諸如電極燒製步驟中之氮消除的效應而在膜形成前後發生改變。在該等情況下，可藉由在首先考慮將由於後續步驟中之熱處理而發生之膜品質的變化後選擇成膜條件來獲得太陽能電池所需之氮化矽膜。

在圖1(d)中，氧化鈦膜可形成於n型擴散層20上以替代氮化矽膜30，其起抗反射塗層之作用。藉由將含鈦有機液體材料塗佈於n型擴散層20上並燒製，或藉由熱CVD來形成該氧化鈦膜。在圖1(d)中，亦有可能於n型擴散層20上形成氧化矽膜以替代氮化矽膜30，其起抗反射層之作用。藉

由熱氧化、熱CVD或電漿CVD來形成該氧化矽膜。

接著，藉由類似於圖1(e)及(f)中所示之步驟來形成電極。亦即，如圖1(e)中所示，將鋁膏60及背面銀膏70如圖1(e)中所示絲網印刷於基板10之背面上且隨後乾燥。另外，以與基板10之背面相同的方式，將正面電極形成銀膏絲網印刷於氮化矽膜30上，隨後在紅外線爐中進行乾燥及燒製；設定點溫度範圍可為700°C至975°C，歷時一分鐘至十分鐘以上之時期，同時使氧與氮之混合氣流穿過該爐。

如圖1(f)中所示，在燒製期間，鋁以雜質形式自鋁膏擴散至矽基板10中，藉此於背面上形成一含有高鋁摻雜劑濃度之p+層40。燒製將乾燥鋁膏60轉化為一鋁背面電極61。同時燒製背面銀膏70，使其變成一銀背面電極71。在燒製期間，背面鋁與背面銀之間的邊界採取合金狀態，藉此達成電連接。背面電極之大多數區域由鋁電極佔據，部分由於形成一p+層40之需要。同時，因為不可能焊接至鋁電極，所以使銀或銀/鋁背面電極作為用於經由銅帶或其類似物使太陽能電池互連之電極形成於背面之有限區域上。

於正面上，本發明之正面電極銀膏500由銀、含鋅添加物、玻璃粉、有機介質及視情況金屬氧化物組成，且能夠在燒製期間與氮化矽膜30反應且透過氮化矽膜30，以達成與n型層20之電接觸(燒通)。此燒通狀態，亦即正面電極銀膏熔化且穿過氮化矽膜30之程度視氮化矽膜30之品質及厚度、正面電極銀膏之組成及燒製條件而定。太陽能電池之轉化效率及防潮可靠性明顯地在極大程度上視此燒通狀態

而定。

實例

本發明之厚膜組合物在本文以下表2-6中展示。

膏製備

一般而言，膏製備用以下程序來完成：對適量溶劑、介質及界面活性劑稱重，接著在混合罐中混合15分鐘，接著添加玻璃粉及金屬添加物並再混合15分鐘。因為Ag為本發明之固體的主要部分，所以遞增地添加其以確保較好潤濕。當充分混合時，於0 psi至400 psi之逐漸增加的壓力下使膏反覆地通過3輥研磨機。將該等輥之間隙調整至1 mil。藉由磨料細度(fineness of grind, FOG)量測分散程度。對於導體而言FOG值可等於或小於20/10。

用於下列實例中之ASF1100玻璃粉(可得自Asahi Glass Company)並不按供應原樣使用。在使用之前將其研磨至在0.5-0.7微米之範圍內的 D_{50} 。

測試程序-效率

將根據上文所述之方法構造的太陽能電池置於商業IV測試器中以量測效率(ST-1000)。該IV測試器中之Xe弧光燈模擬具有已知強度之太陽光且照射電池之正面。測試器使用四接觸點方法來量測約400負載電阻設定下之電流(I)及電壓(V)以確定電池之I-V曲線。填充因數(FF)及效率(Eff)皆自I-V曲線計算。

將膏效率及填充因數值正規化為用與工業標準PV145(E. I. du Pont de Nemours and Company)有關之電池所獲得的

對應值。

測試程序-黏著力

燒製時，將焊帶(塗佈有 96.5 Sn/3.5 Ag 之銅)焊接至印刷於電池正面上之匯流排。在一實施例中，於 365°C 下達成回流焊歷時 5 秒鐘。所用之助熔劑為未活化之 Alpha-100。焊接面積為約 2 mm×2 mm。藉由以 90° 之角度將該帶牽拉至電池表面來獲得黏著強度。計算正規化黏著強度以與 300 g 之最小黏著力值作比較。

表 2：玻璃組成對厚膜銀膏之影響

玻璃ID編號	玻璃料%	ZnO %	填充因數(%)	正規化填充因數	效率(%)	正規化效率
玻璃I	1.8	6	54.7	74.7	9.8	74.8
玻璃II	1.8	6	59	80.6	10.3	78.6
玻璃III	1.8	6	73.6	100.5	13.3	101.5
玻璃IV	1.8	6	71.8	98.1	13.1	100.0
玻璃V	1.8	6	63.1	86.2	11.2	85.5
玻璃VI	1.8	6	50.7	69.3	8.0	61.1
玻璃VII	1.8	6	56.7	77.5	9.3	71.0
玻璃VIII	1.8	6	67.2	91.8	12.0	91.6
玻璃IX	1.8	6	70.0	100.0	12.8	97.7
玻璃X	1.8	6	65.7	93.9	11.8	90.1
對照組I (PV145)*			73.2	100.0	13.1	100.0
對照組II (PV145)*			70.0	100.0	13.1	100.0

*對照組 I 及對照組 II 表示 PV145，包含帶有 Pb 之玻璃粉之高效能厚膜組合物，可購自 E. I. du Pont de Nemours and Company。

表 2 中所給出之玻璃粉及 ZnO 的百分比係以總厚膜組合物的百分比給出。

含有玻璃 III、IV、VIII 及 IX 之厚膜達成與太陽能電池尤其良好之接觸，如由類似於對照組 I 及對照組 II 厚膜膏組合物之良好電池效能所證明。

表 3：ZnO 添加對厚膜銀膏之影響

添加	ASF 1100*		填充因數(%)	正 規 化 為 PV145 之填充因數		正 規 化 為 PV145 之效率	
	添加%	玻璃料%		效率(%)			
無	0	1.8	29.6	38.8	3.3	23.9	
ZnO	4	1.2	72.6	95.3	13.0	94.2	
ZnO	4	2.4	71.2	93.4	13.3	96.4	
ZnO	6	1.8	76.3	100.1	14.1	102.2	
ZnO	8	1.2	76.4	100.3	13.7	99.3	
ZnO	8	2.4	75.8	99.5	13.9	100.7	
PV145 對照組			76.2	100.0	13.8	100.0	

*ASF1100 玻璃粉可購自 Asahi Glass Company

表 3 中所給出之玻璃粉及添加物的百分比係以總厚膜組合物百分比給出。

含有 ZnO 之厚膜銀膏組合物與無 ZnO 之銀膏相比具有優良電效能。在添加 ZnO 之情況下，銀膏達到類似於或優於可購自 E. I. du Pont de Nemours and Company 之高效能對照組膏 PV145 的電效能。

表 4：各種 Zn 添加對厚膜銀膏之影響

添加	ASF 1100		填充因數(%)	正 規 化 為 PV145 之填充因數		正 規 化 為 PV145 之效率	
	添加%	玻璃料%		效率(%)			
無	0	1.8	29.6	40.4	3.3	25.6	
Zn	6	1.8	74	101.0	13.2	102.3	
ZnO 粉末	5.4	1.8	74.3	101.4	12.5	96.9	
ZnO 粉末	6	1.8	72.4	98.8	12.7	98.4	
樹脂酸鋅	12	1.2	67.9	92.6	12.1	93.8	
樹脂酸鋅	16	1	69.3	94.5	11.8	91.5	
PV145 對照組			73.3	100.0	12.9	100.0	

表4中所給出之玻璃粉及添加物的百分比係以總厚膜組合物百分比給出。

表4中所進行及詳述之實驗說明使用各種類型之含鋅添加物及其對厚膜組合物之影響。含有其他形式及顆粒尺寸之Zn及ZnO的厚膜銀膏組合物亦達成與Si太陽能電池之優良電接觸。所用之樹脂酸鋅為22% Zinc Hex-Cem，其獲得自OMG(Cleveland, OH)。

表5：混合氧化物添加對厚膜銀膏之影響

添加	添加%	ASF 1100 玻璃料%	填充因數(%)	正 規 化 為 PV145 之 填 充 因 數	正 規 化 為 PV145 之 效 率	效率(%)
無	0	1.8	29.6	42.3	3.3	25.2
ZnO+FeO	4/1.5	1.8	63.4	90.6	11.4	87.0
ZnO+SnO ₂	4.5/2.3	1.8	70.8	101.1	13.2	100.8
ZnO+GdO	4.5/1.5	1.8	69.6	99.4	12.7	96.9
PV145對照組			70.0	100.0	13.1	100.0

表5中所給出之玻璃粉及添加物的百分比係以總厚膜組合物百分比給出。

包含氧化物玻璃料之混合物的厚膜銀膏組合物亦顯示大大改良之效能。

表6：其他氧化物添加對厚膜銀膏之影響

添加	添加%	ASF 1100* 玻璃料%	填充因數(%)	正 規 化 為 PV145 之 填 充 因 數	正 規 化 為 PV145 之 效 率	效率(%)
無	0	1.8	29.6	41.6	3.3	26.0
TiO ₂	6	1.8	53.4	75.1	9.2	72.4
Cr ₂ O ₃	6	1.8	55.5	78.1	10.1	79.5
MnO	6	1.8	26.8	37.7	1.6	12.6
MnO	3	1.8	33.3	46.8	5.1	40.2
MnO ₂	6	1.8	28.7	40.4	2.3	18.1
FeO	6	1.8	59.4	83.5	10.5	82.7

CoO	6	1.8	50.6	71.2	8.9	70.1
Cu ₂ O	6	1.8	44.4	62.4	7.6	59.8
ZnO	6	1.8	72	101.3	12.8	100.8
ZrO ₂	6	1.8	30.5	42.9	4.4	34.6
MoO ₃	4	1.8	25.8	36.3	1.4	11.0
RuO ₂	6	1.8	34	47.8	5.8	45.7
SnO ₂	6	1.8	58.4	82.1	9.7	76.4
SnO ₂	9	1.8	58.9	82.8	10.1	79.5
WO ₃	4	1.8	52.3	73.6	9.0	70.9
CeO ₂	6	1.8	54	75.9	9.4	74.0
GdO	6	1.8	62	87.2	11.2	88.2
FeCoCrOx	6	1.8	61.2	86.1	10.7	84.3
CoCrOx	6	1.8	38.2	53.7	5.7	44.9
CuCrOx	6	1.8	59	83.0	10.6	83.5
CuRuO ₃	6	1.8	54	75.9	9.5	74.8
PV145對照組			71.1	100.0	12.7	100.0

*ASF1100玻璃粉可購自 Asahi Glass Company

表6中所給出之玻璃粉及添加物的百分比係以總厚膜組合物百分比給出。

以上表6中所詳述之對厚膜銀膏的所有氧化物添加均導致太陽能電池效能改良。

表7：ZnO添加物含量對厚膜銀膏與Si之黏著力的影響

ASF 1100玻璃料%	ZnO%	黏著力(g)	正規化黏著力(%)
	1.2	4	558
	2.4	4	466
	1.8	6	441
	1.2	8	332
	2.4	8	282
			186
			155
			147
			111
			94

*ASF1100玻璃粉可購自 Asahi Glass Company

表7中所給出之玻璃粉及添加物的百分比係以總厚膜組合物之重量百分比給出。

實例

含鎂添加物

使用來自 Q-Cells 之 6 吋 200 μm 晶圓，在一範圍之加工溫度內評估 MgO 之影響。Ag 含量為整體組合物之 82 wt%。表

8及9中之MgO%、玻璃料%、[MgO]及[ZnO]係以整體組合物計的wt%表示。

表8：添加MgO %之電池的效率

	MgO %	加工設定溫度		
		900℃	925℃	950℃
樣品1	0	6.51	5.53	6.53
樣品2	0.25	5.12	7.72	7.78
樣品3	0.5	10.09	13.45	10.06
樣品4	0.75	11.57	13.08	11.95
樣品5	1	14.64	15.86	14.78
樣品6	1.5	15.52	15.62	15.40
樣品7	3	14.61	13.82	13.08
樣品8	4	14.68	13.50	10.64

表9：經燒製電池之電效果

玻璃料	玻璃料%	[MgO]	[ZnO]	第4區	Voc	效率%	填充因數%	Isc
玻璃A	1.5	1.0		925	595.8	14.24	70.49	8.25
玻璃A	2.0	1.0		925	598.4	15.25	74.67	8.30
玻璃B	1.0	0.75	1.25	925	596.6	15.68	77.88	8.21
玻璃B	1.0	1.0	1.0	925	597.8	15.44	75.00	8.38
玻璃B	1.0	1.25	0.75	925	598.1	13.95	69.28	8.10

【圖式簡單說明】

圖1為說明半導體裝置之製造的加工流程圖。

圖1中所示之參考數字在下文解釋。

10：p型矽基板

20：n型擴散層

30：氮化矽膜、氧化鈦膜或氧化矽膜

40：p+層(背面場，BSF)

50：形成於正面上之銀膏

51：銀正面電極(藉由燒製正面銀膏而獲得)

60：形成於背面上之鋁膏

61：鋁背面電極(藉由燒製背面鋁膏而獲得)

70：形成於背面上之銀或銀/鋁膏

71：銀或銀/鋁背面電極(藉由燒製背面銀膏而獲得)

80：焊接層

500：根據本發明形成於正面上之銀膏

501：根據本發明之銀正面電極(藉由燒製正面銀膏而形成)

圖2A提供一例示性半導體之頂部側視圖，其中厚膜導體組合物已印刷於基板上以形成兩個匯流排。圖2B提供一例示性半導體之頂部側視圖，其中厚膜導體組合物已印刷於基板上以形成三個匯流排。

【主要元件符號說明】

10	p型矽基板
20	n型擴散層
30	氮化矽膜、氧化鈦膜或氧化矽膜
40	p+層(背面場，BSF)
50	形成於正面上之銀膏
51	銀正面電極(藉由燒製正面銀膏而獲得)
60	形成於背面上之鋁膏
61	鋁背面電極(藉由燒製背面鋁膏而獲得)
70	形成於背面上之銀或銀/鋁膏

71	銀或銀/鋁背面電極(藉由燒製背面銀膏而獲得)
80	焊接層
201	第一匯流排
203	第一組連接線
205	第二匯流排
207	第二組連接線
209	第一匯流排
211	第一組連接線
213	第二匯流排
215	第二組連接線
217	第三組連接線
219	第三匯流排
221	第四組連接線
500	根據本發明形成於正面上之銀膏
501	根據本發明之銀正面電極(藉由燒製正面銀膏而形成)

五、中文發明摘要：

本文描述一種矽半導體裝置及一種用於太陽能電池裝置之正面的導體無鉛銀膏。

六、英文發明摘要：

Described herein are a silicon semiconductor device and a conductive lead-free silver paste for use in the front side of a solar cell device.

十、申請專利範圍：

1. 一種結構，其包含：

(a)厚膜組合物，其包含：

a)導電銀粉末；

b)一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉中之至少一者無鉛；

c)含鎂添加物，其中該含鎂添加物係選自(a)Mg、(b)Mg之金屬氧化物、(c)在燒製時可產生Mg之金屬氧化物的任何化合物及(d)其混合物，分散於

d)有機介質中；

(b)一或多個基板；

其中在燒製時移除該有機介質且燒結該玻璃粉及銀粉末。

2. 如請求項1之結構，其中該含鎂添加物為MgO。

3. 如請求項2之結構，其中該含鎂添加物為整體組合物之0.1至10重量百分比。

4. 如請求項1之結構，其中該結構為一半導體裝置。

5. 如請求項4之結構，其中該半導體裝置進一步包含一或多層絕緣膜。

6. 如請求項5之結構，其中在燒製時該一或多層絕緣膜由該厚膜組合物之組份滲透。

7. 如請求項4之結構，其中該半導體裝置為一太陽能電池。

8. 如請求項1之結構，其中該厚膜組合物進一步包含另一

選自由下列各物組成之群的添加物：(a)金屬，其中該金屬係選自 Zn、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu 及 Cr；(b)選自 Zn、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu 及 Cr 之金屬中之一或多者的金屬氧化物；(c)在燒製時可產生(b)之金屬氧化物的任何化合物；及(d)其混合物。

9. 如請求項 1 之結構，其中該玻璃粉包含： Bi_2O_3 、 B_2O_3 ，該玻璃粉之 8-25 重量百分比，且進一步包含一或多種選自由下列各物組成之群的組份： SiO_2 、 P_2O_5 、 GeO_2 及 V_2O_5 。

10. 如請求項 5 之結構，其中該絕緣膜包含一或多種選自下列各物之組份：氧化鈦、氮化矽、 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 、氧化矽及氧化矽/氧化鈦。

11. 一種製造一半導體裝置之方法，其包含以下步驟：

(a)提供一或多個半導體基板、一或多層絕緣膜，及厚膜組合物，其中該厚膜組合物包含：a)導電銀，b)一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉中之至少一者無鉛，c)含鎂添加物，分散於d)有機介質中，

(b)將該絕緣膜塗覆於該半導體基板上，

(c)將該厚膜組合物塗覆於該半導體基板上之該絕緣膜上，及

(d)燒製該半導體、絕緣膜及厚膜組合物，

其中在燒製時移除該有機媒劑，且燒結該銀及玻璃粉。

12. 一種厚膜組合物，其包含：

a)導電銀；

b)一或多種玻璃粉，其中該等玻璃粉中之至少一者無鉛；

c)含鎂添加物，其中該含鎂添加物係選自(a)Mg、(b)Mg之金屬氧化物、(c)在燒製時可產生Mg之金屬氧化物的任何化合物及(d)其混合物，分散於

d)有機介質中。

13. 如請求項12之組合物，其中該含鎂添加物為MgO。

14. 如請求項13之組合物，其中該含鎂添加物為整體組合物之0.1至10重量百分比。

15. 如請求項12之組合物，其中該厚膜組合物進一步包含另一選自由下列各物組成之群的添加物：(a)金屬，其中該金屬係選自Zn、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr；(b)選自Zn、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、Cu及Cr之金屬中之一或多者的金屬氧化物；(c)在燒製時可產生(b)之金屬氧化物的任何化合物；及(d)其混合物。

16. 如請求項12之組合物，其中該玻璃粉包含： Bi_2O_3 、 B_2O_3 ，該玻璃粉之8-25重量百分比，且進一步包含一或多種選自由下列各物組成之群的組份： SiO_2 、 P_2O_5 、 GeO_2 及 V_2O_5 。

十一、圖式：

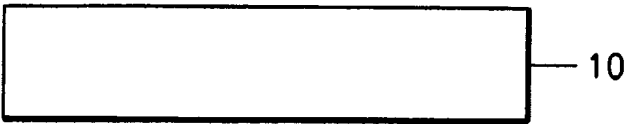


圖 1A



圖 1B



圖 1C

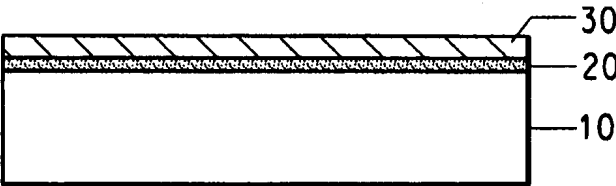


圖 1D

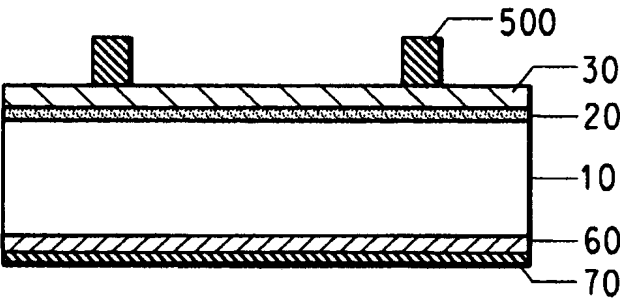


圖 1E

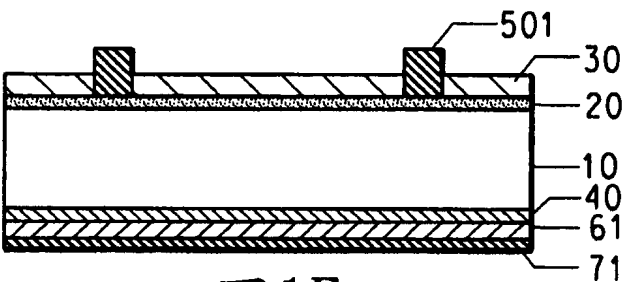


圖 1F

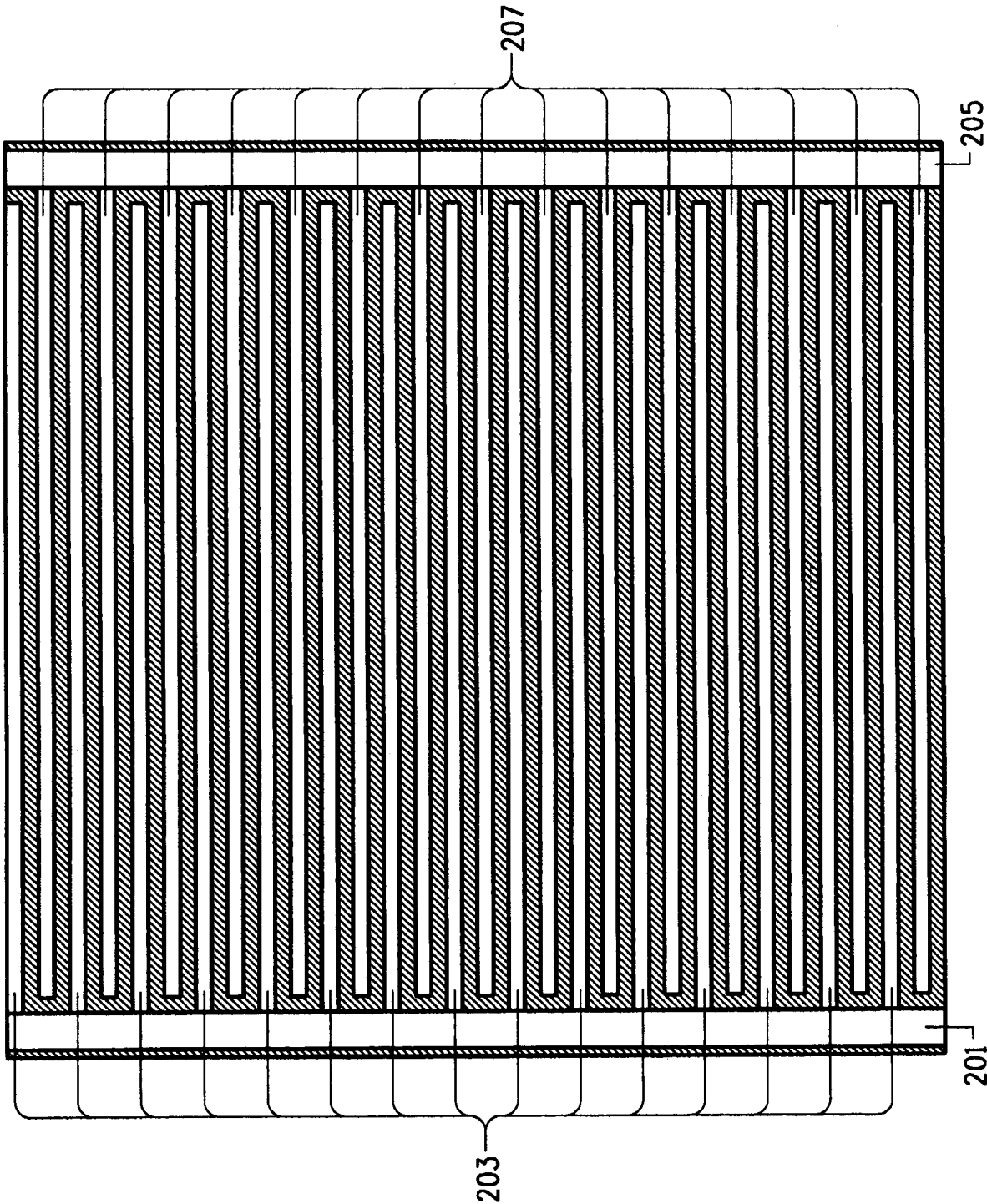


圖2A

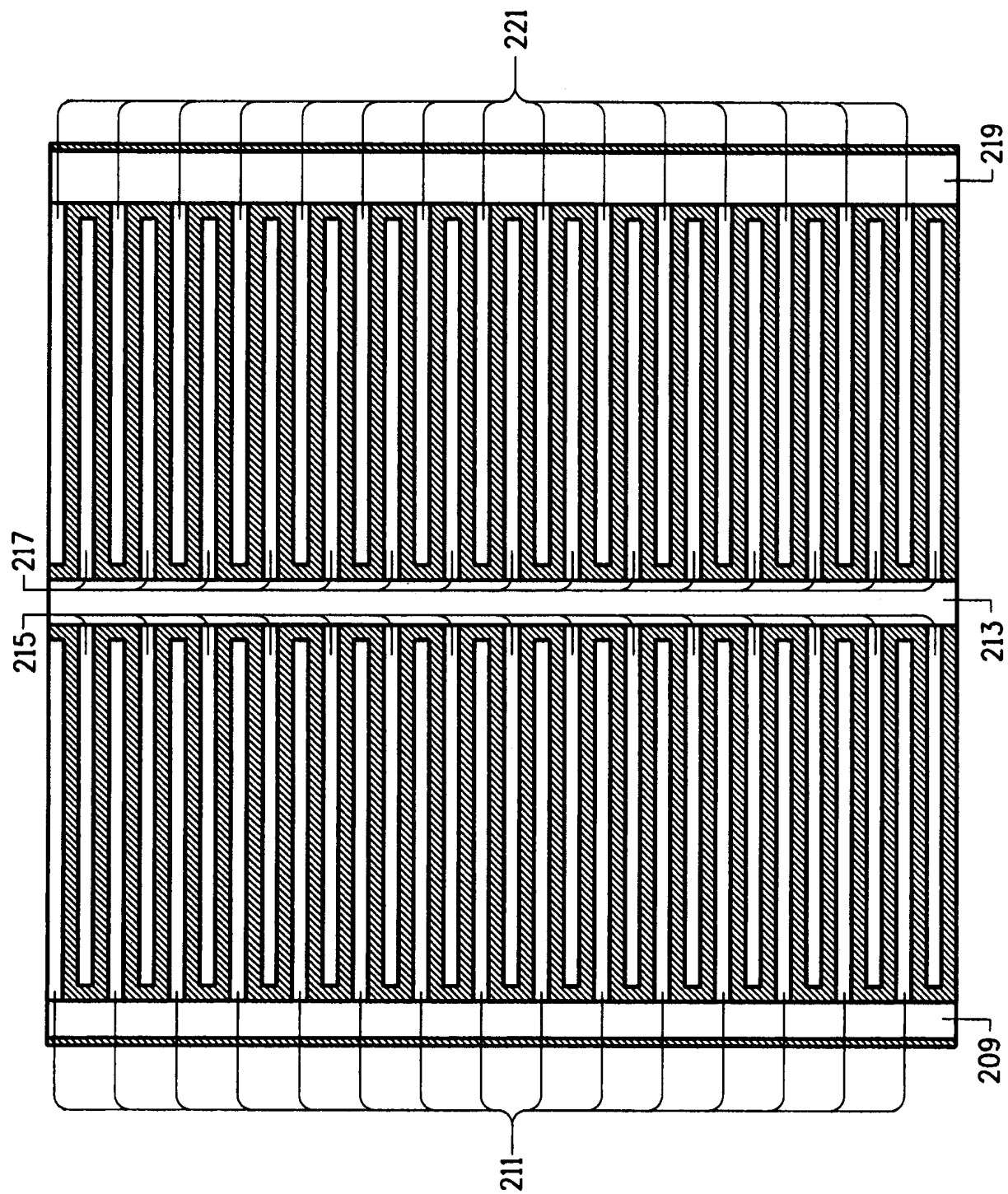


圖2B

七、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型矽基板
20	n型擴散層
30	氮化矽膜、氧化鈦膜或氧化矽膜
40	p+層(背面場，BSF)
61	鋁背面電極(藉由燒製背面鋁膏而獲得)
71	銀或銀/鋁背面電極(藉由燒製背面銀膏而獲得)
501	根據本發明之銀正面電極(藉由燒製正面銀膏而形成)

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)