



(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 I474342 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：103118834

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 29 日

(51)Int. Cl. : *H01B1/22 (2006.01)**H01L31/0224(2006.01)**H01L31/042 (2014.01)*

(71)申請人：中國鋼鐵股份有限公司 (中華民國) CHINA STEEL CORPORATION (TW)

高雄市小港區中鋼路 1 號

(72)發明人：鐘宏碩 CHUNG, HONSHO (TW)；吳坤陽 WU, KUNYANG (TW)；黃欽麟 HUANG, CHINLIN (TW)；廖志崙 LIAO, CHIHLUN (TW)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 201128657A1

TW 201414002A

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：5 共 43 頁

(54)名稱

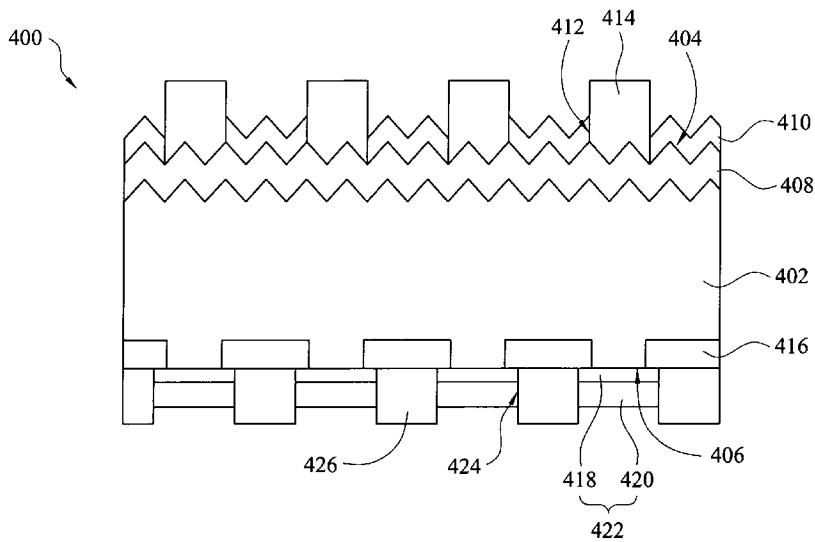
鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池

ALUMINUM PASTE, METHOD FOR MANUFACTURING BACK ELECTRODE OF SOLAR CELL AND SOLAR CELL

(57)摘要

一種鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池。鋁膠適用以製作矽晶太陽能電池之背面電極。以鋁膠之總重量為 100wt%計，鋁膠包含 1wt%至 5wt%之玻璃粉、0.5wt%至 5wt%之無機添加劑、20wt%至 30wt%之有機媒劑、以及具平衡量之鋁粉。玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300°C。鋁粉之純度為 99.8%以上。

An aluminum paste, a method for manufacturing a back electrode of a solar cell and a solar cell are described. The aluminum paste is suitable to manufacture a back electrode of a crystalline silicon solar cell. With a total weight percentage of the aluminum paste being 100wt%, the aluminum paste includes a glass powder with a weight percentage from 1% to 5%, an inorganic additive with a weight percentage from 0.5% to 5%, an organic agent with a weight percentage from 20% to 30%, and an aluminum powder with balanced quantity. A glass transition temperature of the glass powder is smaller than 300°C. Purity of the aluminum powder is greater than 99.8%.



第 4 圖

- 400 . . . 太陽能電池
- 402 . . . P 型基板
- 404 . . . 正面
- 406 . . . 背面
- 408 . . . N⁺ 射極層
- 410 . . . 鈍化層
- 412 . . . 孔洞
- 414 . . . 正面電極
- 416 . . . P⁺ 型背面電場層
- 418 . . . 第一層
- 420 . . . 第二層
- 422 . . . 鈍化層
- 424 . . . 孔洞
- 426 . . . 背面電極

發明摘要

※申請案號：103118834

※申請日：103.5.29

※IPC 分類：

H01B 1/22 (2006.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/042 (2014.01)

【發明名稱】

鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池
ALUMINUM PASTE, METHOD FOR MANUFACTURING
BACK ELECTRODE OF SOLAR CELL AND SOLAR CELL

【中文】

一種鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池。鋁膠適用以製作矽晶太陽能電池之背面電極。以鋁膠之總重量為 100wt% 計，鋁膠包含 1wt% 至 5wt% 之玻璃粉、0.5wt% 至 5wt% 之無機添加劑、20wt% 至 30wt% 之有機媒劑、以及具平衡量之鋁粉。玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300℃。鋁粉之純度為 99.8% 以上。

【英文】

An aluminum paste, a method for manufacturing a back electrode of a solar cell and a solar cell are described. The aluminum paste is suitable to manufacture a back electrode of a crystalline silicon solar cell. With a total weight percentage of the aluminum paste being 100wt%, the aluminum paste includes a glass powder with a weight percentage from 1% to 5%, an inorganic additive with a

weight percentage from 0.5% to 5%, an organic agent with a weight percentage from 20% to 30%, and an aluminum powder with balanced quantity. A glass transition temperature of the glass powder is smaller than 300°C. Purity of the aluminum powder is greater than 99.8%.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 4 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

400 太陽能電池

402 P 型基板

404 正面

406 背面

408 N^+ 射極層

410 鈍化層

412 孔洞

414 正面電極

416 P^+ 型背面電場層

418 第一層

420 第二層

422 鈍化層

424 孔洞

426 背面電極

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

【發明名稱】

鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池
ALUMINUM PASTE, METHOD FOR MANUFACTURING
BACK ELECTRODE OF SOLAR CELL AND SOLAR CELL

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種金屬膠，且特別是有關於一種適用以製作太陽能電池之背電極的鋁膠。

【先前技術】

【0002】 近幾年，受到歐美信債與全球經衰退的影響，同時太陽能之主要市場國家加速市電同價(Grid Parity)的推動，使得提高太陽能電池之光電轉換效率並降低生產成本已成主流共識，也是太陽能產業的獲利關鍵。目前，高效率之矽晶太陽能電池技術包含具本徵薄層之異質接面型(Hetero-junction with Intrinsic Thin layer, HIT)太陽能電池、背接觸電極型(Back Contact)太陽能電池、射極與背電極鈍化型太陽能電池(Passivated Emitter and Rear Cell)、擇區射極型(Selective Emitter)太陽能電池、及兩面電池(Bifacial Cell)等等。其中，背接觸電極型太陽能電池可例如包含交指式背接觸電極(Interdigitated Back Contact, IBC)太陽能電池、射極穿透式(Emitter Wrap Through, EWT)背電極太陽能電池、與金屬穿透式(Metallization Wrap Through, MWT)背電極太陽能電池等。射極與背電極鈍化太陽能電池(Passivated Emitter and Rear Cell, PERC)或為射

極與背電極鈍化局部擴散太陽能電池(Passivated Emitter and Rear Locally Diffused, PERL)。

【0003】在習知高效率矽晶太陽能電池之製造技術中，爲了避免太陽能電池於照光後所產生的電子電洞對在基板之表面累積與複合，因此通常會對基板表面進行鈍化。對於兩面電池而言，除了正面受光的表面需鈍化之外，也需對背面進行鈍化處理。

【0004】舉例而言，請參照第 1 圖，其係繪示一種射極與背電極鈍化之太陽能電池的剖面示意圖。射極鈍化背電極型之太陽能電池 100 主要包含 P 型矽基板 102、 N^+ 射極層 108、鈍化層 110、正面電極 114、 P^+ 型背面電場層 116、鈍化層 118、覆蓋層 120 與背面電極 124。P 型矽基板 102 具有正面 104 與背面 106。 N^+ 射極層 108 設於 P 型矽基板 102 之正面 104 上。鈍化層 110 覆蓋在 N^+ 射極層 108 上，以鈍化 P 型矽基板 102 之正面 104。鈍化層 110 設有數個開孔 112，這些開孔 112 貫穿鈍化層 110，而暴露出部分之 N^+ 射極層 108，或以具反應性正面電極材料，在共燒過程中穿透鈍化層 110 形成開孔 112。正面電極 114 分別經由這些開孔 112 而穿設在鈍化層 110 中，並與 N^+ 射極層 108 接觸，進而形成金/半(metal/semiconductor)連接。

【0005】另一方面， P^+ 型背面電場層 116 以摻雜方式形成於 P 型矽基板 102 之背面 106。鈍化層 118 覆蓋在 P 型矽基板 102 之背面 106 上，以鈍化 P 型矽基板 102 之背面 106。鈍化層 118 同時蓋住 P^+ 型背面電場層 116。覆蓋層 120 覆蓋

在鈍化層 118 上，覆蓋層 120 可具有提高反射特性。數個開孔 122 依序貫穿覆蓋層 120 與鈍化層 118，而暴露出部分之 P⁺型背面電場層 116。背面電極 124 分別經由這些開孔 122 而穿設在覆蓋層 120 與鈍化層 118 中，並與 P⁺型背面電場層 116 接觸，進而形成金/半連接，或由背面電極材料，在共燒過程中與 P 型矽基板 102 反應形成 P⁺型背面電場層 116。

● 【0006】藉由鈍化層 110 與 118 的設置，可分別鈍化 P 型矽基板 102 之正面 104 與背面 106 之懸浮鍵(Dangling bond)外，更可利用鈍化層 110 具有累積正電荷而可排斥電洞能力，與鈍化層 118 具有累積負電荷而可排斥電子能力，來降低複合作用在 P 型矽基板 102 之正面 104 與背面 106 發生。

● 【0007】雖然鈍化層可以降低電子電洞於基板之表面複合的機會，而藉此達到鈍化背面表面的目的，但是鈍化層無法提供太陽能電池良好的電性接觸。因此，針對電極與射極層和背面電場層之間的良好接觸，目前有許多建構方法，例如濕式蝕刻、黃光蝕刻、研磨、雷射處理等等。然，這些習知技術各有特色，但也容易產生負作用。以下舉數例說明這些習知技術及其問題。

【0008】在美國專利公告第 6147297 號所公開之「具表面結構之射極的太陽能電池及其製造方法(Solar cell having an emitter provided with a surface texture and a process for the fabrication thereof)」中，其即利用黃光蝕刻製程來進行鈍

化層的開孔，藉以使電極與基板之間形成良好接觸。但黃光蝕刻製程在矽晶太陽能電池的製造中，難以有效量產。

【0009】在美國專利公告第 5011565 號所公開之「點接觸之太陽能電池及其製造方法(Dotted contact solar cell and method of making same)」中，其係先利用雷射處理手法來燒穿鈍化層，藉以在鈍化層中形成微細孔洞。並以鎳電鍍來形成鎳層，藉此與基板間構成良好的電極接觸。再以銅電鍍方式覆蓋於鎳層之上方，來完成電極之製作。然，由於雷射製程設備及加工費用偏高，再加上電鍍電極的方式會導致製程複雜度提高，因此這樣的技術在矽晶太陽能電池製造中，不易放大量產。

【0010】在美國專利公告第 4395583 號所公開之「太陽能電池之優化背接觸(Optimized Back Contact for Solar Cells)」中，揭露先利用濕式蝕刻鈍化層，以在鈍化層中形成小孔。再以真空濺鍍方式進行金屬化處理，以形成電極來與基板之間形成良好接觸。另外，在美國專利公告第 6333457 號所公開之「邊角鈍化之太陽能/光感電池及其製造方法(Edge Passivation Solar/Photo Cell and Method of Manufacture)」中，則係以精密研磨方式將基板之表面的金字塔結構頂端的鈍化層磨除，再進行金屬化處理，藉以形成電極來與基板之間形成良好接觸。然而，此二技術均屬製程複雜及難度偏高之技術，不易在矽晶太陽能電池製造中量產。

【0011】而為了避開複雜製程，工業技術研究院在已公告的中華民國專利第 I371111 號所揭露之「矽太陽能電池與矽太

陽能電池之背面電極的製作方法(Silicon Solar Cell and Method for Forming Back Electrode of Silicon Solar Cell)」

中，提出利用玻璃系統與鋁金屬膠，在 700℃至 1000℃的高溫及 300℃至 500℃的退火(annealing)熱處理下，使玻璃系統與矽晶基板形成隨機的鈍化層，並使其中的鋁形成鋁電極而自然與基板之間形成良好接觸。此技術可以簡單製作，但是 10 分鐘至 30 分鐘的高溫退火熱處理，很難應用在矽晶太陽能電池的生產製程中。而且，在此技術中，隨機所形成的鈍化層會使得電極面積很難控制。此外，依據德國弗勞恩霍夫太陽能系統研究所(Fraunhofer ISE)的 Christoph Mader 等人於 2013 年在《太陽能材料與太陽能電池(Solar Energy Material & Solar Cells)》期刊中所發表「利用鋁的線上高速蒸鍍所形成之矽太陽能電池的局部背面接觸(Local rear contacts to silicon solar cells by in-line high-rate evaporation of Aluminum)」的文章，其明確指出金屬化比例(metallization fraction)在 2%至 6%左右的太陽能電池晶片有較佳的效率。由此可知，此專利技術雖然具有製程方便性，但很難在矽晶太陽能電池製造中真正落實量產。

【0012】請參照第 2 圖，其係繪示一種具兩面結構之太陽能電池的剖面示意圖。具兩面結構之太陽能電池 200 主要包含 N 型矽基板 202、P⁺射極層 208、鈍化層 210、抗反射層 212、正面電極 216、N⁺型背面擴散摻雜(Doping)層 218、鈍化層 220 與背面電極 224。N 型矽基板 202 具有正面 204 與

背面 206。P⁺射極層 208 設於 N 型矽基板 202 之正面 204 上。鈍化層 210 覆蓋在 P⁺射極層 208 上，以鈍化 N 型矽基板 202 之正面 204。抗反射層 212 覆蓋在鈍化層 210 上，以提升入光量。數個開孔 214 依序貫穿抗反射層 212 與鈍化層 210，而暴露出部分之 P⁺射極層 208。正面電極 216 分別經由這些開孔 214 而穿設在抗反射層 212 與鈍化層 210 中，並與 P⁺射極層 208 接觸，進而形成金/半連接。或以具反應性正面電極材料，在共燒過程中穿透抗反射層 212 與鈍化層 210 形成開孔 214，並與 P⁺射極層 208 接觸，進而形成金/半連接。

【0013】一般，爲了提高正面 204 的受光面積，正面電極 216 通常選擇指狀(Finger)的電極結構。此外，採用銀膠(Ag-paste)來作爲正面電極 216 的材料，其中銀膠的成份中可摻雜有與 P⁺型具較佳匹配性的鋁(Al)與硼(B)等第三族元素，以形成兼具穿透鈍化層 210，並與 P⁺射極層 208 有良好接觸及匹配性的正面電極 216。

●【0014】另一方面，N⁺型擴散摻雜層 218 以摻雜方式形成於 N 型矽基板 202 之背面 206。鈍化層 220 覆蓋在 N 型矽基板 202 之背面 206 上，以鈍化 N 型矽基板 202 之背面 206。鈍化層 220 同時蓋住 N⁺型背面擴散摻雜(Doping)層 218。鈍化層 220 設有數個開孔 222，這些開孔 222 貫穿鈍化層 220，而暴露出部分之 N⁺型背面擴散摻雜層 218。背面電極 224 分別經由這些開孔 222 而穿設在鈍化層 220 中，並與 N⁺型背面擴散摻雜層 218 接觸，進而形成金/半連接。或以具反

應性背面電極材料，在共燒過程中穿鈍化層 220 形成開孔 222，並與 N^+ 型背面擴散摻雜層 218 接觸，進而形成金/半連接。

【0015】同樣地，背面電極 224 也選擇指狀結構，以提高背面 206 的受光面積(透過反射及漫射)，使太陽能電池 200 及其所應用之模組的光電轉換效率增加。在此技術中，背面電極 224 也須兼具可穿透鈍化層 220，以及與 N^+ 型背面擴散摻雜層 218 形成良好接觸的特性，因此背面電極 224 多半選用傳統適合 P 型太陽能電池之正面電極的純銀電極材料。

【0016】舉例而言，德國太陽能系統研究所的 Andreas Hübner 等人於 1997 年在《應用物理學快報(Applied Physics Letters)》期刊中所發表的「具正面 19.4%與背面 18.1%效率之新款兩面矽太陽能電池(Novel cost-effective bifacial silicon solar cells with 19.4% front and 18.1% rear efficiency)」文章中公開，該實驗室完成面積 4cm^2 的晶片($N^+/P/P^+$ 結構)的兩面電池，其為正面 19.4%及背面 18.1%的高效電池。根據該文獻所述，電池的電極層乃利用氫氟酸(HF)先蝕穿鈍化層，再以真空蒸鍍方式，鍍上鈦(Ti)、鈀(Pd)與銀成分的正電極層、以及鋁成分的后電極層。其中，鋁背面電極需要以 850°C 的溫度進行 30 分鐘的退火處理，藉以在基板背面形成背面電場層，來提高背面電場之 P^+ 型摻雜效果與排斥電子，並使背面電極與 P 型矽基板有較佳的匹配性。然而，此文獻所使用的製程方法，包括以氫氟

酸蝕穿鈍化層、利用真空蒸鍍方式製作電極層、以及在 850℃ 的溫度下進行 30 分鐘的退火處理等，都是屬於難度偏高製程複雜的手法，無法在太陽能電池之量產化中落實。

【0017】樂金(LG)股份有限公司於 2013 年之歐洲專利第 2618386A8 號中所公開之《兩面太陽能電池(Bifacial solar cell)》，即典型的具 $P^+/N/N^+$ 結構之兩面矽晶太陽能電池。此太陽能電池之正面電極的材料為包含第三族元素之銀膠，背面電極的材料則為純銀膠。此專利技術所公開之太陽能電池為目前常見的具兩面結構的太陽能電池，在量產上沒問題，但是 N 型矽基板的取得成本偏高，且適用於 N 型矽基板之正面電極的銀膠材料取得不易且成本偏高，再加上背面電極之材料也使用純銀膠，這樣會使太陽能電池之整體製作成本偏高。

【發明內容】

【0018】因此，本發明之一目的就是在提供一種鋁膠，其對鈍化層具有穿透能力，且可根據產品特性與功能需求而調整對於鈍化層之穿透比例。

【0019】本發明之另一目的是在提供一種鋁膠，其適用於 P 型之兩面結構的矽晶太陽能電池，由於 P 型晶片較一般 N 型晶片容易取得，因此太陽能電池之成本相對較低。

【0020】本發明之又一目的是在提供一種鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池，其中鋁膠可穿透鈍化層，因此在製作太陽能電池之背面電極時，可省下蝕刻、研磨或雷射開孔製程，進而可省下蝕刻、研磨或雷射設備，

以及蝕刻、研磨或雷射開孔之製程成本。

【0021】本發明之再一目的是在提供一種鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池，其中鋁膠共燒(co-firing)過程中，可在矽晶基板中形成鋁離子摻雜效果的局部背面電場(BSF)層。由於此局部背面電場層可提升背面電場之 P^+ 型摻雜效果，因此可提升太陽能電池之光電轉換效率。

【0022】本發明之再一目的是在提供一種鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池，其鋁膠所形成之背面電極與 P 型基板的介面匹配性更優於銀膠，因此不僅可有效降低背面電極與 P 型基板之間的接觸阻抗(contact resistance, R_c)，更可降低成本。

【0023】本發明之再一目的是在提供一種鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池，其利用鋁膠製作太陽能電池之背面電極時，係為局部塗佈在基板之背面，因此可有效改善習知鋁膠於共燒製程中所產生之晶片彎曲(bowing)現象。

【0024】本發明之再一目的是在提供一種鋁膠、太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池，其可依不同開孔率需求，來調整鋁膠之穿透能力，再搭配背面電極之構圖設計，可大幅節省電極材料的用量。

【0025】本發明之再一目的是在提供一種太陽能電池之背面電極的製作方法與太陽能電池，其背面電極係採局部覆蓋的電極設計，因此可增加兩面結構之太陽能電池的背面

受光面積，進而可提高太陽能電池之光電轉換效率。

【0026】根據本發明之上述目的，提出一種鋁膠，適用以製作矽晶太陽能電池之背面電極。以鋁膠之總重量為 100wt% 計，鋁膠包含 1wt%至 5wt%之玻璃粉、0.5wt%至 5wt%之無機添加劑、20wt%至 30wt%之有機媒劑、以及具平衡量之鋁粉。玻璃粉之玻璃轉換溫度(T_g)低於 300℃。鋁粉之純度為 99.8%以上。

【0027】依據本發明之一實施例，上述玻璃粉之組成包含鉛。

【0028】依據本發明之另一實施例，上述玻璃粉係由單一種玻璃粉組成。

【0029】依據本發明之又一實施例，上述玻璃粉包含至少二種玻璃粉。

【0030】依據本發明之再一實施例，上述之無機添加劑包含奈米鋅金屬(Zn)、次微米氧化釩(V_2O_5)、次微米硼(B)粉、次微米矽(Si)粉及/或次微米銀(Ag)粉。

【0031】依據本發明之再一實施例，上述之無機添加劑包含 0.02wt%至 0.12wt%之奈米鋅金屬、0.04wt%至 0.20wt%之次微米氧化釩、0.02wt%至 0.12wt%之次微米硼粉、0.05wt%至 1.0wt%之次微米矽粉、以及 0.1wt%至 0.6wt%之次微米銀粉。前述次微米氧化釩之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm 。次微米硼粉之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm 。次微米矽粉之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm 。次微米銀粉之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm 。

【0032】根據本發明之上述目的，另提出一種太陽能電池之背面電極的製作方法，包含下列步驟。提供 P 型基板，其中 P 型基板具有正面與背面且經粗糙化(texture)，且一鈍化層覆蓋在背面上。設置鋁膠，以使鋁膠局部覆蓋在背面上。以鋁膠之總重量為 100wt%計，鋁膠包含 1wt%至 5wt%之玻璃粉、0.5wt%至 5wt%之無機添加劑、20wt%至 30wt%之有機媒劑以及具平衡量之鋁粉，其中玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300℃，鋁粉之純度為 99.8%以上。進行共燒製程，以使鋁膠形成穿透鈍化層之背面電極。

【0033】依據本發明之一實施例，上述鈍化層之厚度為 70nm 至 230nm。

【0034】依據本發明之另一實施例，上述之鈍化層包含依序堆疊在 P 型基板之背面的氧化矽層與氮化矽層、依序堆疊在 P 型基板之背面的氮氧化矽層與氮化矽層、或依序堆疊在 P 型基板之背面的氧化鋁層與氮化矽層。

【0035】依據本發明之又一實施例，上述玻璃粉之組成包含鉛。

【0036】依據本發明之再一實施例，上述之無機添加劑包含 0.02wt%至 0.12wt%之奈米鋅金屬、0.04wt%至 0.20wt%之次微米氧化釩、0.02wt%至 0.12wt%之次微米硼粉、0.05wt%至 1.0wt%之次微米矽粉、以及 0.1wt%至 0.6wt%之次微米銀粉。次微米氧化釩之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm 。次微米硼粉之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm 。次微米矽粉之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm 。次微米銀粉之平均粒徑為

0.05 μm 至 1.0 μm 。

【0037】依據本發明之再一實施例，上述設置鋁膠之步驟係利用網印技術。

【0038】依據本發明之再一實施例，上述共燒製程之峰值溫度(peak temperature)為 750°C 至 850°C。

【0039】依據本發明之再一實施例，進行上述之共燒製程時，更包含使鋁膠中之鋁離子植入背面，而在背面之局部區域中形成 P^+ 型背面電場層。

● 【0040】根據本發明之上述目的，更提出一種太陽能電池。此太陽能電池包含 P 型基板、 N^+ 型射極層、第一鈍化層、正面電極、第二鈍化層、背面電極以及背面電場層。P 型基板具有正面與背面。 N^+ 型射極層設於正面上。第一鈍化層設於 N^+ 型射極層上。正面電極位於部分之正面上，且穿過部分之第一鈍化層，而與 N^+ 型射極層金/半連接。第二鈍化層設於背面上。背面電極位於部分之背面上，且穿過部分之第二鈍化層，其中背面電極包含鋁。 P^+ 型背面電場層設於背面之局部區域中，並與背面電極對應且接合。

● 【0041】依據本發明之一實施例，上述之 P 型基板包含 P 型矽基板。

【0042】依據本發明之另一實施例，上述之第二鈍化層之厚度為 70nm 至 230nm。

【0043】依據本發明之又一實施例，上述之第二鈍化層包含依序堆疊在 P 型基板之背面上的氧化矽層與氮化矽層、依序堆疊在 P 型基板之背面上的氮氧化矽層與氮化矽層、或

依序堆疊在 P 型基板之背面上的氧化鋁層與氮化矽層。

【0044】依據本發明之再一實施例，上述之背面電極係利用鋁膠而製成。以鋁膠之總重量為 100wt%計，此鋁膠包含 1wt%至 5wt%之玻璃粉、0.5wt%至 5wt%之無機添加劑、20wt%至 30wt%之有機媒劑、以及具平衡量之鋁粉。其中，玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300℃，鋁粉之純度為 99.8%以上。

【0045】依據本發明之再一實施例，上述之 P⁺型背面電場層包含鋁離子。

【圖式簡單說明】

【0046】

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、優點與實施例能更明顯易懂，所附圖式之說明如下：

第 1 圖係繪示一種射極與背電極鈍化之太陽能電池的剖面示意圖。

第 2 圖係繪示一種具兩面結構之太陽能電池的剖面示意圖。

第 3 圖係繪示依照本發明之一實施方式的一種太陽能電池之背面電極的製作流程圖。

第 4 圖係繪示依照本發明之一實施方式的一種太陽能電池的剖面示意圖。

第 5 圖係依照本發明之一實施方式的一種太陽能電池之背面之局部剖面的掃描式電子顯微影像。

【實施方式】

【0047】有鑑於目前太陽能電池在製作與效率上的種種問題，本案在此針對高效率太陽能電池，例如射極與背電極鈍化及射極與背電極鈍化局部擴散等具兩面結構之太陽能電池所需之導電材料，開發出具有穿透鈍化層功能的鋁膠。並且，將此鋁膠應用在太陽能電池之背面電極及其製作上，藉此簡化太陽能電池的製程、降低太陽能電池之製作成本、以及提高太陽能電池之光電轉換效率。

【0048】在一實施方式中，鋁膠適用以製作太陽能電池之電極，例如矽晶太陽能電池之背面電極。以鋁膠之總重量為 100wt% 計，鋁膠之成分可包含含量為 1wt% 至 5wt% 之玻璃粉、含量為 0.5wt% 至 5wt% 之無機添加劑、含量為 20wt% 至 30wt% 之有機媒劑、以及具平衡量之鋁粉，即這些成分的含量加起來為 100wt%。

【0049】在本實施方式中，玻璃粉為高反應性玻璃粉，即玻璃粉對常見鈍化層之成分具有高反應性，例如對鈍化層之成分中的矽或鋁具有高反應性。在一示範例子中，玻璃粉之組成中包含鉛，例如氧化鉛(PbO)。在一些實施例中，玻璃粉係由單一種類的玻璃粉所組成，且此種玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300℃。在另一些實施例中，玻璃粉係由二種或二種以上的玻璃粉所組成，其中至少一種玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300℃。玻璃粉之平均粒徑(D50)可例如為 0.5 μm 至 5.0 μm 。

【0050】在一些實施例中，無機添加劑包含奈米鋅金屬、次微米氧化釩、次微米硼粉、次微米矽粉及/或次微米銀粉。

奈米鋅金屬可例如為固態的粉體、液態含鋅有機化合物、或膠態含鋅有機化合物等型態。次微米氧化釩之平均粒徑可例如為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 。次微米硼粉之平均粒徑可例如為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 。次微米矽粉之平均粒徑可例如為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 。次微米銀粉之平均粒徑可例如為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 。這幾種無機添加劑的添加方式，可為各無機添加劑分別以固態粉體添加、或是預先溶於有機溶劑系統、或是預溶於有機溶劑系統並配製成膠狀物添加。

● 【0051】 在這些實施例中，可依鋁膠之特性需求來調整這些無機添加劑的添加量，但無機添加劑之總和的重量百分比為 0.5wt%至 1.5wt%。在一示範實施例中，無機添加劑包含 0.02wt%至 0.12wt%之奈米鋅金屬、0.04wt%至 0.20wt%之次微米氧化釩、0.02wt%至 0.12wt%之次微米硼粉、0.05wt%至 1.0wt%之次微米矽粉、以及 0.1wt%至 0.6wt%之次微米銀粉。

● 【0052】 有機媒劑可例如包括有機溶劑、有機黏結劑及有機添加劑。鋁粉之純度可例如為 99.8%以上。在一些實施例中，鋁粉的型態是球形，且鋁粉之平均粒徑為 $0.5\ \mu\text{m}$ 至 $15\ \mu\text{m}$ 。在一示範例子中，鋁粉占鋁膠總重的約 70wt%至 80wt%。

【0053】 本實施方式之鋁膠可適用以製作矽晶太陽能電池晶片之背面電極。在本實施方式之鋁膠中，藉由採用低玻璃轉換溫度之高反應性玻璃粉，並添加奈米鋅金屬、次微米氧化釩、次微米硼粉、次微米銀粉、及/或次微米矽粉，

而使得鋁膠具有穿透矽晶太陽能電池背面之鈍化層的蝕刻功能。因此，在矽晶太陽能電池晶片之背面電極的製作過程中，鋁膠可在極短的反應時間內穿透太陽能電池晶片背面的鈍化層，藉此可使所形成之鋁電極可與基板之間形成良好接觸。

【0054】請同時參照第 3 圖與第 4 圖，其中第 3 圖係繪示依照本發明之一實施方式的一種太陽能電池之背面電極的製作流程圖，第 4 圖係繪示依照本發明之一實施方式的一種太陽能電池的剖面示意圖。在本實施方式中，製作太陽能電池 400，例如矽晶太陽能電池之背面電極時，可先進行步驟 302，以提供 P 型基板 402，如第 4 圖所示。此 P 型基板 402 可為 P 型矽基板。P 型基板 402 具有正面 404 與背面 406。在一些實施例中，P 型基板 402 之正面 404 可經粗糙化而為粗糙表面，以提升光的入射量。P 型基板 402 之正面 404 設有 N^+ 射極層 408。鈍化層 410 覆蓋在 N^+ 射極層 408 上，以鈍化 P 型基板 402 之正面 404。鈍化層 410 更可兼具抗反射特性，以提高正面 404 之入光量。正面電極 414 設在 P 型基板 402 之正面 404 上，且經由鈍化層 410 之孔洞 412 而與 N^+ 射極層 408 接觸，進而與 N^+ 射極層 408 形成金/半連接。

【0055】另一方面，P 型基板 402 之背面 406 覆蓋有鈍化層 422，以鈍化背面 406。鈍化層 422 之材料可例如為氧化矽 (SiO_x)、氧化鋁 (Al_2O_3) 或氮化矽 (SiN_x)。在一些示範例子中，鈍化層 422 之厚度為 70nm 至 230nm。在一些實施例中，

鈍化層 422 包含依序堆疊在背面 406 之第一層 418 與第二層 420，其中第一層 418 可提供鈍化功能，第二層 420 可提高長波的反射與及背面光源的抗反射功能。在一些示範例子中，第一層 418 為氧化矽層，第二層 420 為氮化矽層；或者第一層 418 為氮氧化矽層，第二層 420 為氮化矽層；或者第一層 418 為氧化鋁層，第二層 420 為氮化矽層。

● 【0056】 接著，進行步驟 304，提供鋁膠，並利用例如網印技術，將鋁膠設置在 P 型基板 402 之背面 406 上。在一示範例子中，鋁膠係局部覆蓋背面 406。在此方法 300 中，用來製作背面電極 426 之鋁膠係為上述實施例之鋁膠，故於此不再贅述。由於本實施方式之方法 300 所設置在背面 406 上的鋁膠具有穿透背面 406 之鈍化層 422 的蝕刻功能，因此應用本方法 300，可直接將鋁膠直接印刷在鈍化層 422 上，而省略濕式蝕刻、黃光蝕刻、研磨或雷射等開孔製程，進而可省下濕式蝕刻、黃光蝕刻、研磨或雷射設備與製程的成本。

● 【0057】 完成鋁膠的設置後，進行步驟 306 之共燒製程，以至少將鋁膠中的有機物質燒除，而形成背面電極 426，進而完成太陽能電池 400 之背面電極 426 的製作。至此，亦大致完成太陽能電池 400 的製作。由於背面電極 426 係鋁膠經共燒製程後所形成，因此背面電極 426 包含鋁。在共燒製程中，鋁膠可蝕穿鈍化層 422，而在鈍化層 422 中形成孔洞 424，進而使得所形成之背面電極 426 穿透鈍化層 422 而與 P 型基板 402 之背面 406 接觸。在一些實施例中，由

於鋁膠係局部覆蓋在背面 406 之鈍化層 422 上，因此所形成之背面電極 426 係穿過部分之鈍化層 422，而位於部分之背面 406 上。在一些示範例子中，共燒製程之峰值溫度控制為 750°C 至 850°C 。此外，共燒時，P 型基板 402 連同其上各層的傳送速度可例如控制為 215 吋/分鐘。經共燒製程後所形成背面電極 426 的厚度可例如為 $15\ \mu\text{m}$ 至 $40\ \mu\text{m}$ 。

【0058】 在一些實施例中，共燒製程進行時，鋁膠穿過鈍化層 422 而與背面 406 接觸後，鋁膠中之鋁離子會接觸區域而植入背面 406 中，而在背面 406 之局部區域中形成 P^+ 型背面電場層 416。因此，在所形成之太陽能電池 400 中， P^+ 型背面電場層 416 會與背面電極 426 對應且接合。故，太陽能電池 400 具有 $\text{N}^+/\text{P}/\text{P}^+$ 之兩面結構。由於鋁膠在共燒製程中可自然且局部形成 P^+ 型背面電場層 416，而此 P^+ 型背面電場層 416 層可提升背面電場之 P^+ 型摻雜效果，因此可提升太陽能電池 400 之光電轉換效率。

【0059】 下列以數個示範實施例來說明利用本案之鋁膠來製作太陽能電池之背面電極的情況、以及所製作出之背面電極的特性。在第一示範實施例中，利用一般網印方式將鋁膠塗覆於已經設有鈍化層之 P 型太陽能晶片(具有 P 型基板)的背面上。此鈍化層之厚度可約為 150nm。接著，對此 P 型太陽能晶片進行共燒製程，其中共燒製程之峰值溫度控制在 790°C 至 810°C ，晶片傳送速度控制在 215 吋/分鐘。完成共燒製程後，先利用氯化氫(HCl)將晶片背面的鋁及鋁矽合金層去除，再利用掃描式電子顯微鏡(Scanning

Electron Microscope，SEM)來進行觀察，並藉此判斷鈍化層被鋁膠吃穿的情形。在此同時，可透過量測鈍化層被吃穿的面積，來計算不同配方設計之鋁膠的相對開孔率。

【0060】 在本案中，可藉由調整鋁膠中玻璃粉與無機添加劑的量，來調控鋁膠對鈍化層的穿透能力。下表一為本案之二種鋁膠 A 與 B 的配方設計表。

表一

鋁膠	玻璃粉 (wt%)	無機添加劑(wt%)					有機 媒劑 (wt%)	鋁粉 (wt%)
		奈米鋅	氧化鈮	硼粉	銀粉	矽粉		
A	1.0~1.2	0.03	0.06	0.03	0.2	0.1	20~30	平衡 量
		~0.06	~0.1	~0.06	~0.3	~0.2		
B	2.0~3.0	0.06	0.09	0.06	0.3	0.2	20~30	平衡 量
		~0.09	~0.15	~0.09	~0.4	~0.3		

【0061】 利用掃描式電子顯微鏡觀察此二種鋁膠 A 及 B 吃穿鈍化層的情況。經觀察量測後，鋁膠 A 對鈍化層之穿透率約為 2.86%，而鋁膠 B 對鈍化層之穿透率約為 34.5%。由第一示範實施例可知，本案之鋁膠對鈍化層，例如氧化矽+氮化矽、氧化鋁+氮化矽等鈍化層具有穿透能力，且藉由調整鋁膠之配方設計，確實可調控對鈍化層的穿透率。

【0062】 在第二示範實施例中，利用一般網印方式將鋁膠塗覆於已經設有鈍化層之 P 型太陽能晶片的背面上。此鈍化層之厚度可約為 150nm。對此 P 型太陽能晶片進行共燒製程，以形成背面電極。而後利用線性傳輸方法(Transmission

Line Method，TLM)的技術，進行接觸阻抗的量測，量測結果如下表二所示。

表二

導電膠	接觸阻抗(Ω)	線性傳輸方法所量測到之阻抗(Ω)					備註
		0.5mm	1.0mm	2.0mm	3.0mm	4.0mm	
一般鋁膠 A	N.A.	0.680M	0.630M	0.890M	0.871M	0.815M	無線性關係
一般鋁膠 B	N.A.	1.822K	1.154K	1.808K	2.534K	2.429K	無線性關係
市售銀膠 A	N.A.	52.671K	77.337K	60.275K	141.432K	60.801K	無線性關係
市售銀膠 B	9.141	20.838	22.421	26.932	31.807	37.273	
本案鋁膠 A	5.896	12.785	15.082	18.346	21.613	23.548	
本案鋁膠 B	0.808	4.452	7.486	12.745	18.013	24.533	

【0063】由上表二可知，一般鋁膠 A 與 B、及適用於 P 型太陽能電池晶片正面之市售銀膠 A，皆呈現非線性電阻，無法計算接觸阻抗值，此顯示一般鋁膠 A 和 B、及適用於 P 型晶片正面之市售銀膠 A 均與 P 型太陽能電池晶片之背面的介面匹配性不佳。而適用於 N 型太陽能電池晶片正面且添加鋁元素之市售銀膠 B，根據 TLM 方法的接觸阻抗量測結果可知，電阻呈線性關係，且接觸阻抗為 9.141 Ω 。但，

本案之鋁膠 A 及 B 的接觸阻抗分別為 $5.896\ \Omega$ 及 $0.808\ \Omega$ 。這樣的結果顯示，本案之鋁膠 A 及 B 與 P 型晶片之介面匹配性優於適用於 N 型晶片正面之市售正銀膠 B。由第二示範實施例之量測結果可知，本案之鋁膠應用在 P 型之兩面結構的矽晶太陽能電池結構上，在晶片背面與 P 型晶片的介面匹配性更優於市售銀膠，因此可有效降低背面電極與晶片之接觸電阻。

【0064】在第三示範實施例中，利用一般網印方式將鋁膠塗覆於已經設有鈍化層之 P 型太陽能晶片的背面上。此鈍化層之厚度可約為 150nm 。接著，對此 P 型太陽能晶片進行共燒製程，其中共燒製程之峰值溫度控制在 790°C 至 810°C ，晶片傳送速度控制在 215吋/分鐘 。共燒製程完成後，先將晶片作剖面切割，再利用氫氟酸(HF)：硝酸(HNO_3)：醋酸(CH_3COOH)=1：3：9 的蝕刻液，進行 10 秒的差異侵蝕。接著，利用掃描式電子顯微鏡來進行觀察。

【0065】請參照第 5 圖，其係依照本發明之一實施方式的一種太陽能電池之背面之局部剖面的掃描式電子顯微影像。由第 5 圖可看出，在太陽能電池 500 中，背面電極 506 穿過鈍化層，並從 P 型基板 502 的背面 504 侵入 P 型基板 502，且在背面電極 506 周圍之 P 型基板 502 中局部形成 P^+ 型背面電場層 508。局部形成之 P^+ 型背面電場層 508 代表鋁膠中的鋁離子在冷卻過程中植入矽晶介面區。鋁膠中之鋁離子所形成的 P^+ 型背面電場層 508 亦為提升背面電場之 P^+ 型摻雜效果的主要因素。這說明本示範實施例之鋁膠應用於 P

型之兩面結構的矽晶太陽能電池中可獲得 N 型兩面結構之太陽能電池的正面銀膠所無法形成之局部背面電場層，也就是說無法得到 P⁺型摻雜提升效果，並有排斥電子的作用，因此可降低電子電洞於 P 型基板 502 之背面 504 複合的機會。故，由第三示範實施例之觀測結果可知，本案之鋁膠應用於 P 型兩面之矽晶太陽能電池時，於共燒過程中可形成局部背面電場層。

【0066】 在第四示範實施例中，利用一般網印方式，且以不同覆蓋率的印刷圖案，將鋁膠塗覆於已經設有鈍化層之 P 型太陽能晶片的背面上。此鈍化層之厚度可約為 150nm。接著，對此 P 型太陽能晶片進行共燒製程，其中共燒製程之峰值溫度控制在 790℃ 至 810℃，晶片傳送速度控制在 215 吋/分鐘。共燒製程完成，再靜置一小時後，量測晶片之彎曲度，並將量測結果與傳統型鋁膠塗覆的晶片燒附結果比較，其結果如下表三所示。

表 三

導電膠	覆蓋率	彎曲	備註
一般鋁膠 A	全面	1.52mm	一般 P 型晶片
一般鋁膠 B	全面	1.81mm	一般 P 型晶片
本案鋁膠 A	50%	0.56mm	PERC 晶片
本案鋁膠 A	30%	0.38mm	PERC 晶片
本案鋁膠 A	20%	0.25mm	PERC 晶片
本案鋁膠 B	50%	0.69mm	PERC 晶片
本案鋁膠 B	30%	0.42mm	PERC 晶片

本案鋁膠 B	20%	0.37mm	PERC 晶片
--------	-----	--------	---------

【0067】 本案第四示範實施例之鋁膠在共燒製程後，其晶片的彎曲程度明顯小於塗佈傳統型鋁膠的晶片。由此結果可知，本案鋁膠在太陽能電池晶片之背面電極的應用上，為局部面積塗覆，因此可有效改善一般鋁膠在共燒製程中，因鋁背面電極與矽晶基板之間的熱膨脹係數差異，所導致之晶片彎曲問題。

● 【0068】 本案之鋁膠對鈍化層具有穿透能力，因此在兩面結構之太陽能電池晶片上可設計成局部覆蓋的電極圖案，例如指狀電極圖案，以獲得所需之晶片效率。由德國太陽能系統研究所的 Cristoph Mader 等人於 2013 年在《太陽能材料與太陽能電池》期刊中所發表「利用鋁的線上高速蒸鍍所形成之矽太陽能電池的局部背面接觸」的文章可知，金屬化比例(metallization fraction)在 2%至 6%左右的太陽能電池晶片有較佳的效率。因此，在本案第五示範實施例中，利用一般網印方式，且以分別 20%、50%及 100%的塗覆面積，● 將鋁膠塗覆於已經設有鈍化層之 P 型太陽能晶片的背面上。此鋁膠之穿透率約為 30%，且鈍化層之厚度可約為 150nm。接著，對此 P 型太陽能晶片進行共燒製程，其中共燒製程之峰值溫度控制在 790℃至 810℃，晶片傳送速度控制在 215 吋/分鐘。接著，利用氯化氫去除這些晶片的鋁電極。再利用微波光電導衰減儀(microwave photoconductivity decay, μ -PCD)對晶片背面進行壽命(life time)量測，結果列示於下表四。

表四

導電膠	覆蓋率	平均壽命	鈍化層厚度
本案鋁膠 B	20%	34.204us	150nm
本案鋁膠 B	50%	15.193us	150nm
本案鋁膠 B	全面	12.472us	150nm

【0069】 由上表四可知，塗覆面積 50%及 100%的晶片的壽命偏低，僅 15.193us 及 12.472us，而塗覆面積 20%的晶片壽命為 34.204us，在可接受的範圍內($\geq 30\text{us}$)。由上述試驗結果推論，根據本案鋁膠的穿透率與塗覆面積所做的計算，塗覆面積 50%與 100%的晶片，由於鈍化層之開孔率過高，因此晶片壽命明顯偏低。而塗覆面積 20%的晶片的開孔率在合理的容許範圍(約 6%)，因此晶片的壽命可落在容許範圍內。

【0070】 由此可知，兩面結構之太陽能電池晶片在鈍化層之開孔率的控制上相當重要。在一示範例子中，本案鋁膠在 PERC 或 PERL 之 P 型晶片之背面鈍化層的開孔率，可依以下公式設計：開孔率=穿透率 $\times$ 覆蓋率。下表五列示出根據不同開孔率目標，鋁膠穿透率與覆蓋率之間的搭配設計。

表五

	開孔率目標	穿透率	覆蓋率
範例 1	4%	32%	12.5%
範例 2	2%	32%	6.25%
範例 3	8%	32%	25%
範例 4	4%	16%	25%

【0071】 如上表五所示，若開孔率目標為 4%，可採範例 1 的設計，以 32%的穿透率，搭配 12.5%的覆蓋率，藉此得到 4%開孔率的鈍化層。或著，可採範例 4 之設計，以 16%的穿透率，搭配 25%的覆蓋率，藉此得到 4%開孔率的鈍化層，依此可推。

【0072】 另一方面，穿透率除了與導電膠的配方直接相關外，也與鈍化層的材料結構與厚度等因素有關，如下表六實驗結果所示。在使用本案相同的鋁膠下，當鈍化層厚度愈高，則穿透率相對愈低；反之，當鈍化層厚度愈低，則穿透率也相對愈高。

表六

導電膠	鈍化層厚度	穿透率	備註
本案鋁膠 B	130nm	30.1%~34.5%	SiO _x +SiN _y
本案鋁膠 B	150nm	28.8%~34.2%	SiO _x +SiN _y
本案鋁膠 B	200nm	19.6%~21.7%	SiO _x +SiN _y

【0073】 在第六示範實施例中，利用一般網印方式，以不同覆蓋率而分別將鋁膠塗覆於已經設有鈍化層之 P 型太陽能晶片的背面上。接著，對此 P 型太陽能晶片進行共燒製程，其中共燒製程之峰值溫度控制在 790℃ 至 810℃，晶片傳送速度控制在 215 吋/分鐘。共燒製程完成，以 I-V 測試儀量測這些太陽能電池晶片的轉換效率，結果列示於下表七[包含表七(1)與表七(2)]。不同鋁膠、覆蓋率、印刷圖案(包含間距長度、指狀圖案寬度等)之晶片，其轉換效率也不同。根據表七所列，正面的轉換效率最佳值為 18.02%，背面為

12.88%。若以背面轉換效率最佳值之範例，取背面以 20% 及 30%來計算整個晶片的轉換效率，所得結果分別為 20.499%與 21.787%。

表七(1)

導電膠	覆蓋率(%)	間距(mm)	指寬(mm)	正面效率(%)	Rsh(Ω)	Rs(m Ω)	Isc(A)
D	15	1.5	0.225	17.46	16.90	2.8	8.814
C	15	1.5	0.225	17.47	20.24	4.0	8.824
D	20	1	0.2	17.56	6.96	3.4	8.810
C	20	1	0.2	18.00	100	3.0	8.860
D	20	1.5	0.3	17.87	100	2.4	8.807
C	20	1.5	0.3	17.92	14.85	4.9	8.886
C	30	1.5	0.45	18.02	10.48	4.1	8.840

表七(2)(接續表七(1))

導電膠	Voc(V)	Pmax(W)	FF(%)	背面效率(%)	F+0.2R	F+0.3R
D	0.6200	4.16	76.1	11.19	19.702	20.821
C	0.6312	4.16	74.6	11.67	19.803	20.97
D	0.6210	4.18	76.4	10.57	19.673	20.73
C	0.6324	4.28	76.4	11.46	20.291	21.438
D	0.6222	4.25	77.6	12.10	20.289	21.498
C	0.6414	4.27	74.8	12.88	20.499	21.787
C	0.6339	4.29	76.5	11.35	20.286	21.421

【0074】由上結果證實，本案之鋁膠可用於未經濕式蝕刻、黃光蝕刻、研磨或雷射等方式開孔的兩面結構(例如 PERC 或 PERL)P 型矽晶太陽能電池。而且，利用鋁膠的穿透能力，依不同開孔率需求，來設計局部覆蓋之背面電極的圖案的技術手段，也確實可行。

【0075】由上述之實施方式可知，本發明之一優點為本發明之鋁膠對鈍化層具有穿透能力，且可根據產品特性與功能需求而調整對於鈍化層之穿透比例。

● 【0076】由上述之實施方式可知，本發明之另一優點就是因為本發明之鋁膠適用於 P 型之兩面結構的矽晶太陽能電池，而由於 P 型晶片較一般 N 型晶片容易取得，且可減少正面銀膠的材料成本，因此太陽能電池之成本相對較低。

● 【0077】由上述之實施方式可知，本發明之又一優點就是因為本發明之鋁膠可穿透鈍化層，因此在製作太陽能電池之背面電極時，可省下蝕刻、研磨或雷射開孔製程，進而可省下蝕刻、研磨或雷射設備，以及蝕刻、研磨或雷射開孔之製程成本。

【0078】由上述之實施方式可知，本發明之再一優點就是因為本發明之鋁膠在共燒過程中，可在矽晶基板中形成鋁離子摻雜效果的局部背面電場層。由於此局部背面電場層可提升背面電場之 P^+ 型摻雜效果，因此可提升太陽能電池之光電轉換效率。

【0079】由上述之實施方式可知，本發明之再一優點就是因為本發明之鋁膠所形成之背面電極與 P 型基板的介面匹配

性更優於銀膠，因此不僅可有效降低背面電極與 P 型基板之間的接觸阻抗，更可降低成本。

【0080】由上述之實施方式可知，本發明之再一優點就是因為利用本發明之鋁膠製作太陽能電池之背面電極時，鋁膠係局部塗佈在基板之背面，因此可有效改善習知鋁膠於共燒製程中所產生之晶片彎曲現象。

【0081】由上述之實施方式可知，本發明之再一優點就是因為本發明可依不同開孔率需求，來調整鋁膠之穿透能力，再搭配背面電極之構圖設計，可大幅節省電極材料的用量。

【0082】由上述之實施方式可知，本發明之再一優點就是因為本發明之背面電極係採局部覆蓋的電極設計，因此可增加兩面結構之太陽能電池的背面受光(包含散射光與漫射光)面積，進而可提高太陽能電池之光電轉換效率。

【0083】雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何在此技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0084】

- 100 太陽能電池
- 102 P 型矽基板
- 104 正面
- 106 背面

- 108 N⁺射極層
- 110 鈍化層
- 112 開孔
- 114 正面電極
- 116 P⁺型背面電場層
- 118 鈍化層
- 120 覆蓋層
- 122 開孔
- 124 背面電極
- 200 太陽能電池
- 202 N型矽基板
- 204 正面
- 206 背面
- 208 P⁺射極層
- 210 鈍化層
- 212 抗反射層
- 214 開孔
- 216 正面電極
- 218 N⁺型背面電場層
- 220 鈍化層
- 222 開孔
- 224 背面電極
- 300 方法
- 302 步驟

- 304 步驟
- 306 步驟
- 400 太陽能電池
- 402 P 型基板
- 404 正面
- 406 背面
- 408 N^+ 射極層
- 410 鈍化層
- 412 孔洞
- 414 正面電極
- 416 P^+ 型背面電場層
- 418 第一層
- 420 第二層
- 422 鈍化層
- 424 孔洞
- 426 背面電極
- 500 太陽能電池
- 502 P 型基板
- 504 背面
- 506 背面電極
- 508 P^+ 型背面電場層

申請專利範圍

1. 一種鋁膠，適用以製作一矽晶太陽能電池之一背面電極，以該鋁膠之總重量為 100wt% 計，該鋁膠包含：

1wt% 至 5wt% 之一玻璃粉，該玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300℃；

0.5wt% 至 5wt% 之一無機添加劑，其中該無機添加劑包含一奈米鋅金屬、一次微米氧化釩、一次微米硼粉、一次微米矽粉及/或一次微米銀粉；

20wt% 至 30wt% 之一有機媒劑；以及

具平衡量之一鋁粉，該鋁粉之純度為 99.8% 以上。

2. 如請求項 1 所述之鋁膠，其中該玻璃粉之組成包含鉛。

3. 如請求項 1 所述之鋁膠，其中該玻璃粉係由單一種玻璃粉組成。

4. 如請求項 1 所述之鋁膠，其中該玻璃粉包含至少二種玻璃粉。

5. 如請求項 1 所述之鋁膠，其中該無機添加劑包含：

0.02wt% 至 0.12wt% 之該奈米鋅金屬；

0.04wt% 至 0.20wt% 之該次微米氧化釩，該次微米氧化釩之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm ；

0.02wt% 至 0.12wt% 之該次微米硼粉，該次微米硼粉之平均粒徑為 0.05 μm 至 1.0 μm ；

0.05wt%至 1.0wt%之該次微米矽粉，該次微米矽粉之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ ；以及

0.1wt%至 0.6wt%之該次微米銀粉，該次微米銀粉之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 。

6. 一種太陽能電池之背面電極的製作方法，包含：

提供一 P 型基板，其中該 P 型基板具有一正面與一背面，且一鈍化層覆蓋在該背面上；

設置一鋁膠，以使該鋁膠局部覆蓋在該背面上，其中以該鋁膠之總重量為 100wt%計，該鋁膠包含：

1wt%至 5wt%之一玻璃粉，該玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300°C ；

0.5wt%至 5wt%之一無機添加劑，其中該無機添加劑包含一奈米鋅金屬、一次微米氧化釩、一次微米硼粉、一次微米矽粉及/或一次微米銀粉；

20wt%至 30wt%之一有機媒劑；以及

具平衡量之一鋁粉，該鋁粉之純度為 99.8%以上；

以及

進行一共燒製程，以使該鋁膠形成穿透該鈍化層之一背面電極。

7. 如請求項 6 所述之太陽能電池之背面電極的製作方法，其中該鈍化層之厚度為 70nm 至 230nm。

8. 如請求項 6 所述之太陽能電池之背面電極的製作方法，其中該鈍化層包含依序堆疊在該背面之一氧化矽層與一

氮化矽層、依序堆疊在該背面之一氮氧化矽層與一氮化矽層、或依序堆疊在該背面之一氧化鋁層與一氮化矽層。

9. 如請求項 8 所述之太陽能電池之背面電極的製作方法，其中該玻璃粉之組成包含鉛。

10. 如請求項 6 所述之太陽能電池之背面電極的製作方法，其中該無機添加劑包含：

0.02wt%至 0.12wt%之該奈米鋅金屬；

0.04wt%至 0.20wt%之該次微米氧化釩，該次微米氧化釩之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ ；

0.02wt%至 0.12wt%之該次微米硼粉，該次微米硼粉之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ ；

0.05wt%至 1.0wt%之該次微米矽粉，該次微米矽粉之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ ；以及

0.1wt%至 0.6wt%之該次微米銀粉，該次微米銀粉之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 。

11. 如請求項 6 所述之太陽能電池之背面電極的製作方法，其中設置該鋁膠之步驟係利用一網印技術。

12. 如請求項 6 所述之太陽能電池之背面電極的製作方法，其中該共燒製程之峰值溫度為 750°C 至 850°C 。

13. 如請求項 6 所述之太陽能電池之背面電極的製作方法，其中進行該共燒製程時，更包含使該鋁膠中之鋁離子

植入該背面，而在該背面之局部區域中形成一 P^+ 型背面電場層。

14. 一種太陽能電池，包含：

- 一 P 型基板，具有一正面與一背面；
- 一 N^+ 型射極層，設於該正面上；
- 一第一鈍化層，設於該 N^+ 型射極層上；
- 一正面電極，位於部分之該正面上，且穿過部分之該第一鈍化層，而與該 N^+ 型射極層金/半連接；
- 一第二鈍化層，設於該背面上；
- 一背面電極，位於部分之該背面上，且穿過部分之該第二鈍化層，其中該背面電極係利用一鋁膠而製成，以該鋁膠之總重量為 100wt% 計，該鋁膠包含：

1wt% 至 5wt% 之一玻璃粉，該玻璃粉之玻璃轉換溫度低於 300°C；

0.5wt% 至 5wt% 之一無機添加劑，其中該無機添加劑包含一奈米鋅金屬、一次微米氧化釩、一次微米硼粉、一次微米矽粉及/或一次微米銀粉；

20wt% 至 30wt% 之一有機媒劑；以及

具平衡量之一鋁粉，該鋁粉之純度為 99.8% 以上；
以及

- 一 P^+ 型背面電場層，設於該背面之局部區域中，並與該背面電極對應且接合。

15. 如請求項 14 所述之太陽能電池，其中該 P 型基板包含一 P 型矽基板。

16. 如請求項 14 所述之太陽能電池，其中該第二鈍化層之厚度為 70nm 至 230nm。

17. 如請求項 14 所述之太陽能電池，其中該第二鈍化層包含依序堆疊在該背面上之一氧化矽層與一氮化矽層、依序堆疊在該背面上之一氮氧化矽層與一氮化矽層、或依序堆疊在該背面上之一氧化鋁層與一氮化矽層。

18. 如請求項 14 所述之太陽能電池，其中該無機添加劑包含：

0.02wt%至 0.12wt%之該奈米鋅金屬；

0.04wt%至 0.20wt%之該次微米氧化釩，該次微米氧化釩之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ ；

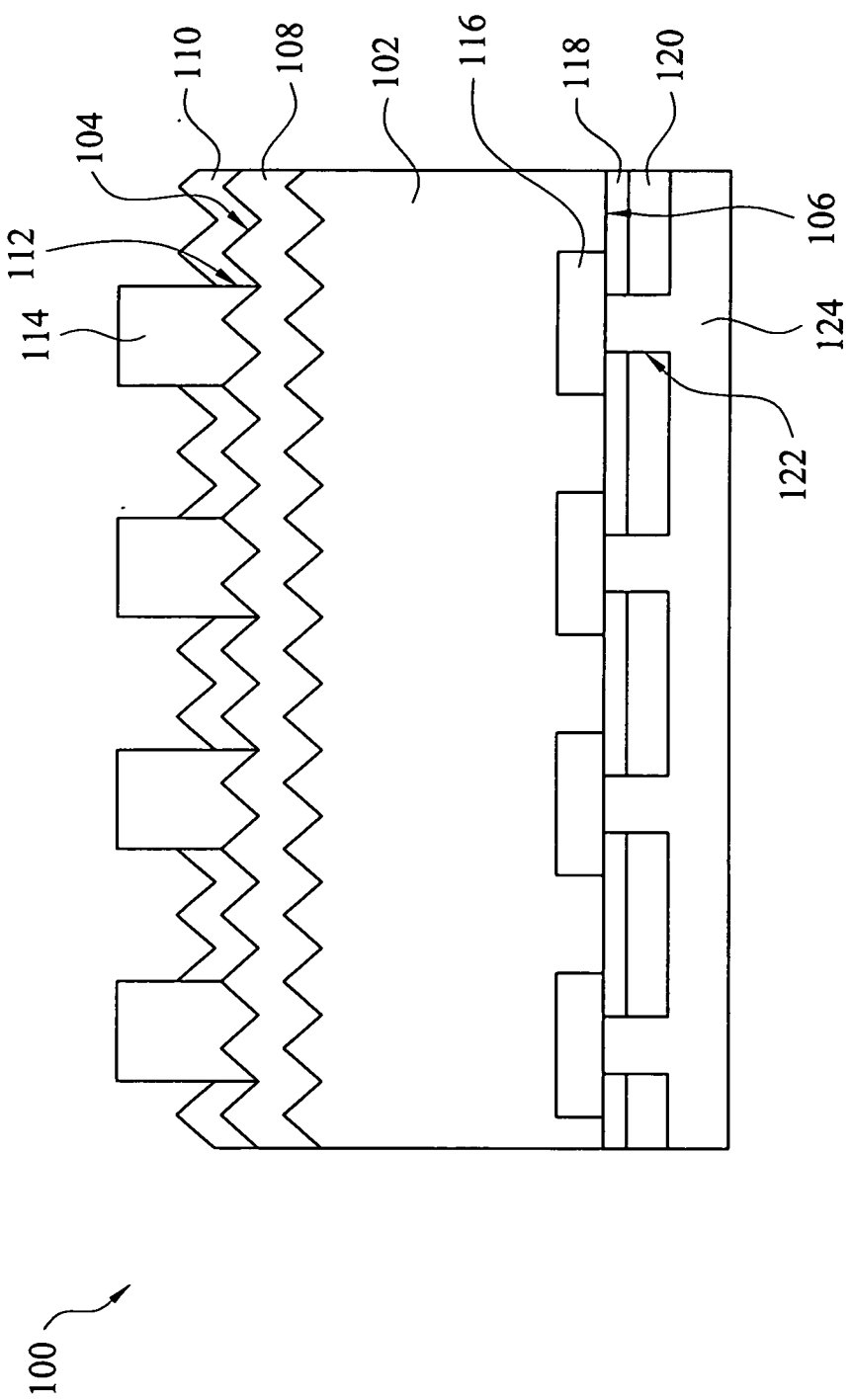
0.02wt%至 0.12wt%之該次微米硼粉，該次微米硼粉之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ ；

0.05wt%至 1.0wt%之該次微米矽粉，該次微米矽粉之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ ；以及

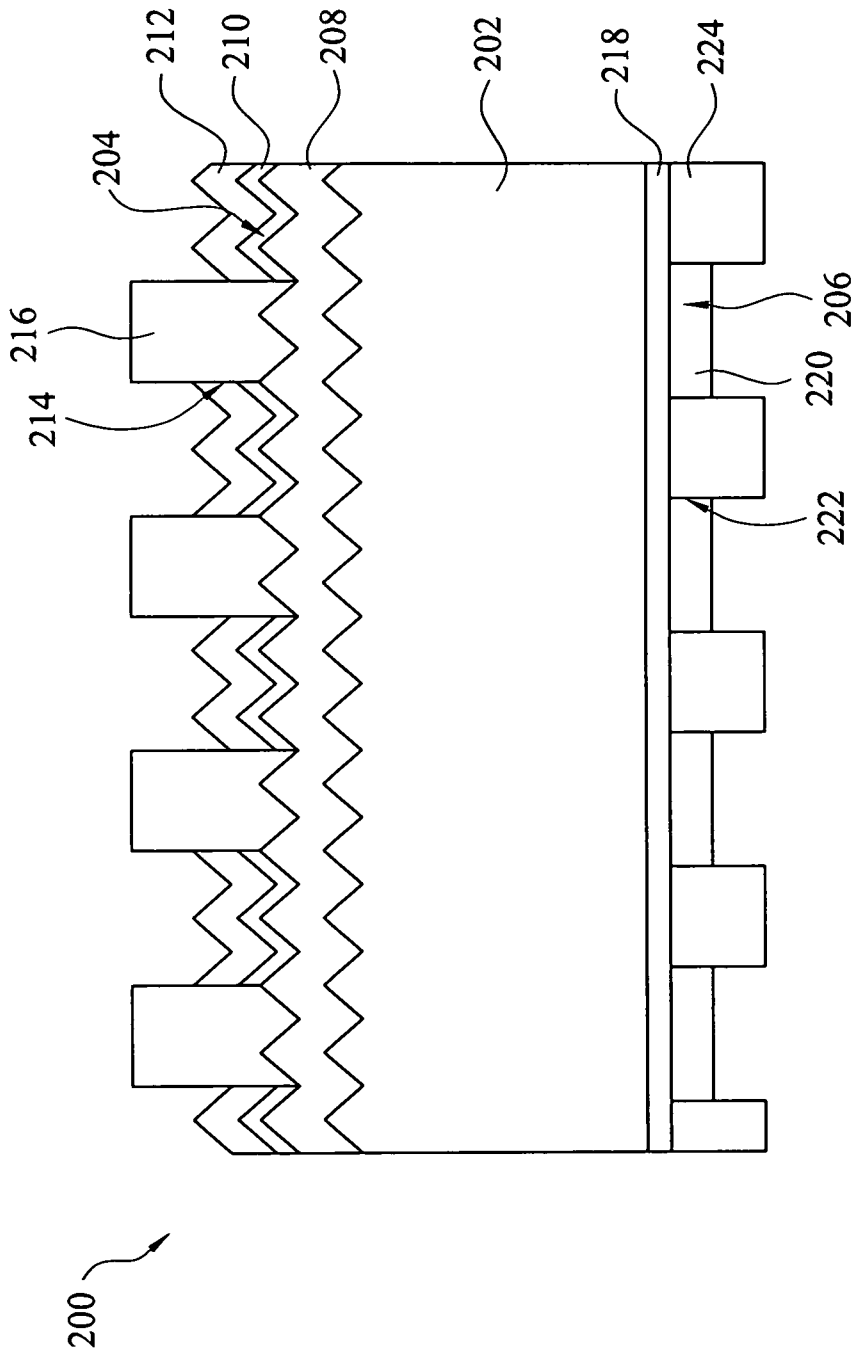
0.1wt%至 0.6wt%之該次微米銀粉，該次微米銀粉之平均粒徑為 $0.05\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 。

19. 如請求項 14 所述之太陽能電池，其中該 P^+ 型背面電場層包含鋁離子。

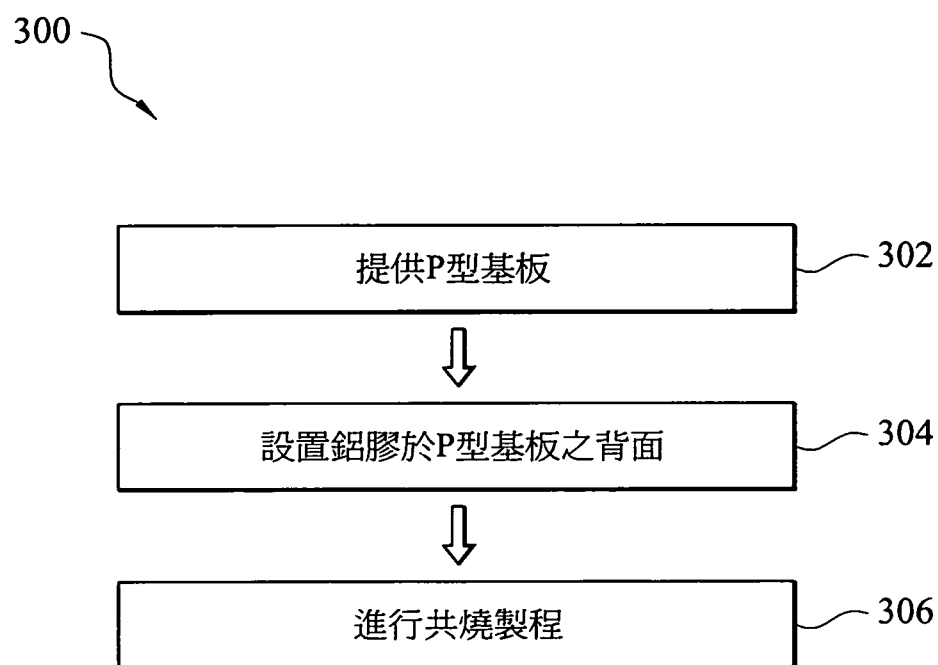
圖式



第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖

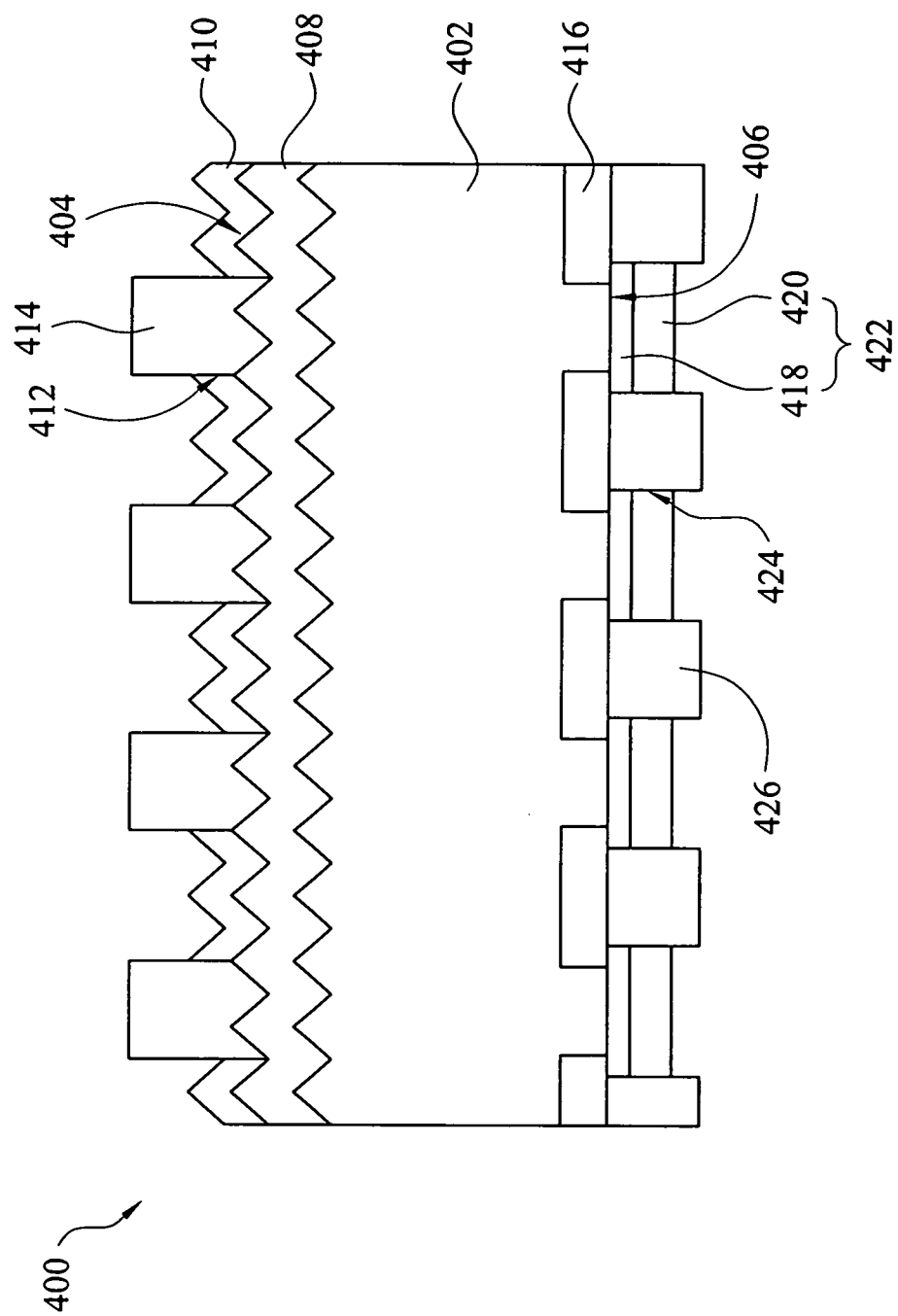
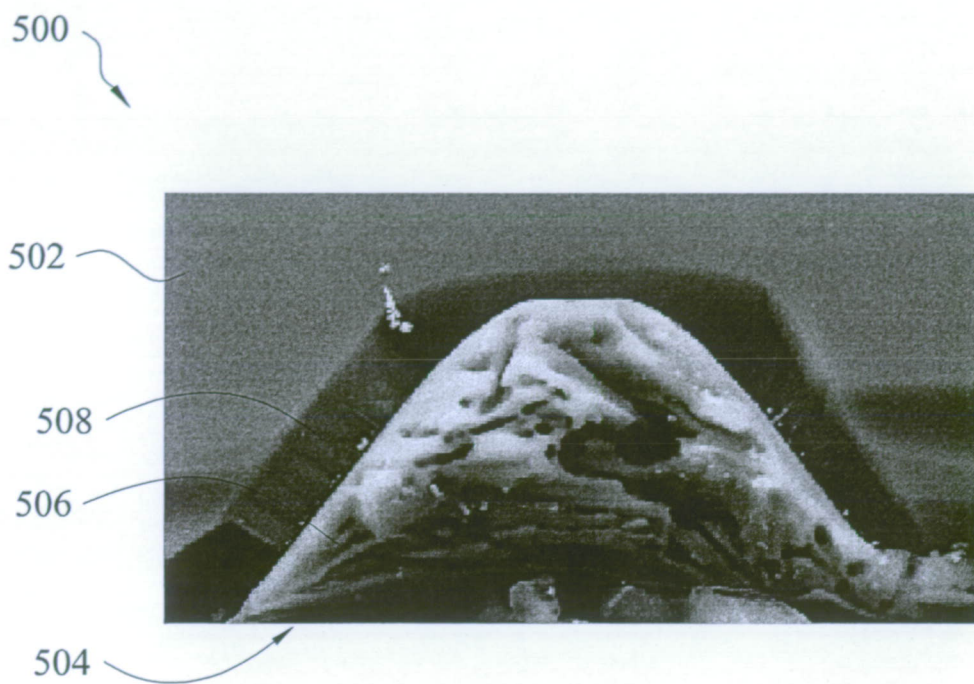


圖 4 採



第 5 圖