



(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 I602317 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：102145338

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 10 日

(51)Int. Cl. : H01L31/042 (2014.01)

H01L31/0224(2006.01)

(30)優先權：2012/12/21 美國

13/723,901

(71)申請人：太陽電子公司 (美國) SUNPOWER CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：吳俊伯 WO, JUNBO (US)；強森 麥克 C JOHNSON, MICHAEL C. (US)；庫辛諾維克 麥克 CUDZINOVIC, MICHAEL (US)；貝克 約瑟夫 BEHNKE, JOSEPH (US)；朱希 ZHU, XI (US)；史密斯 大衛 D SMITH, DAVID D. (US)；希沃理察漢莫頓 SEWELL, RICHARD HAMILTON (US)；涂秀文 TU, XIUWEN (US)；林承範 RIM, SEUNG BUM (US)

(74)代理人：楊長峯

(56)參考文獻：

JP 2006-261621A

KR 10-2002-0059189A

審查人員：陳憶緣

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：5 共 34 頁

(54)名稱

用於太陽能電池導電接觸之晶種層之強化黏著劑

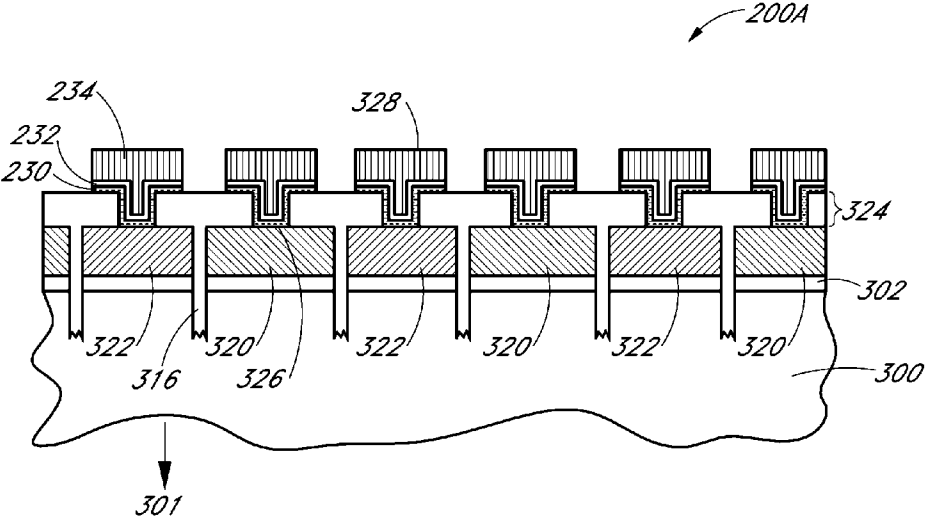
ENHANCED ADHESION OF SEED LAYER FOR SOLAR CELL CONDUCTIVE CONTACT

(57)摘要

用於太陽能電池導電接觸之晶種層之強化黏著劑與形成太陽能電池導電接觸之方法被描述。舉例來說，製造太陽能電池之方法包含形成黏著劑層於於基板之發射區上。金屬晶種糊劑層(metal seed paste later)形成於黏著劑層上。金屬晶種糊劑層與黏著劑層退火以形成接觸基板之發射區之導電層。用於太陽能電池之導電接觸由導電層形成。

Enhanced adhesion of seed layers for solar cell conductive contacts and methods of forming solar cell conductive contacts are described. For example, a method of fabricating a solar cell includes forming an adhesion layer above an emitter region of a substrate. A metal seed paste layer is formed on the adhesion layer. The metal seed paste layer and the adhesion layer are annealed to form a conductive layer in contact with the emitter region of the substrate. A conductive contact for the solar cell is formed from the conductive layer.

指定代表圖：



第 2A 圖

符號簡單說明：

- 200A . . . 太陽能電池
- 230 . . . 導電層
- 232 . . . 鎳層
- 234 . . . 銅層
- 300 . . . 基板
- 301 . . . 方向
- 302 . . . 介電質層
- 316 . . . 溝道
- 320 . . . n 型摻雜多晶矽區
- 322 . . . p 型摻雜多晶矽區
- 324 . . . 絕緣層
- 326 . . . 接觸開口
- 328 . . . 導電接觸

**公告本**

106年06月20日 修正

申請日: 102/12/10

【發明摘要】IPC分類: H01L 31/042 (2014.01)
H01L 31/0224 (2006.01)**【中文發明名稱】**用於太陽能電池導電接觸之晶種層之強化黏著劑**【英文發明名稱】**ENHANCED ADHESION OF SEED LAYER FOR SOLAR CELL

CONDUCTIVE CONTACT

【中文】

用於太陽能電池導電接觸之晶種層之強化黏著劑與形成太陽能電池導電接觸之方法被描述。舉例來說，製造太陽能電池之方法包含形成黏著劑層於基板之發射區上。金屬晶種糊劑層(metal seed paste later)形成於黏著劑層上。金屬晶種糊劑層與黏著劑層退火以形成接觸基板之發射區之導電層。用於太陽能電池之導電接觸由導電層形成。

【英文】

Enhanced adhesion of seed layers for solar cell conductive contacts and methods of forming solar cell conductive contacts are described. For example, a method of fabricating a solar cell includes forming an adhesion layer above an emitter region of a substrate. A metal seed paste layer is formed on the adhesion layer. The metal seed paste layer and the adhesion layer are annealed to form a conductive layer in contact with the emitter region of the substrate. A conductive contact for the solar cell is formed from the conductive layer.

【指定代表圖】第（ 2A ）圖

【代表圖之符號簡單說明】

200A：太陽能電池

230：導電層

232：鎳層

234：銅層

300：基板

301：方向

302：介電質層

316：溝道

320：n 型摻雜多晶矽區

322：p 型摻雜多晶矽區

324：絕緣層

326：接觸開口

328：導電接觸

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於太陽能電池導電接觸之晶種層之強化黏著劑

【英文發明名稱】ENHANCED ADHESION OF SEED LAYER FOR SOLAR CELL
CONDUCTIVE CONTACT

【技術領域】

【0001】本發明之實施例於再生能源之領域中，尤其是用於太陽能電池導電接觸之晶種層之強化黏著劑與形成太陽能電池導電接觸之方法。

【先前技術】

【0002】光伏打電池，一般被稱為太陽能電池，為用於將太陽輻射直接轉換成電能之眾所週知的裝置。大致上，太陽能電池製造於半導體晶片上或使用半導體製程技術以形成靠近基板之表面之p-n接面之基板上。衝擊基板之表面並進入基板之太陽輻射產生電子與電洞對於基板之塊材中。電子與電洞對遷移到基板中之p-摻雜與n-摻雜區，藉此產生電壓差於摻雜區間。摻雜區連接於導電區於太陽能電池上以將電流從電池導向至與其結合之外在電路。

【0003】當其直接地相關於太陽能電池產生能量之能力時，效率為太陽能電池之重要特性。同樣地，於製造太陽電池中之效率直接地與此類太陽能電池之成本效益相關。因此，用於提升太陽能電池之效率之技術，或者是用於提升太陽能電池之製造中之效率之技術，是大致上所希望的。本發明之一些實施例藉由提供用於製造太陽能電池結構之新製程

而允許有提升的太陽能電池製造效率。本發明之一些實施例藉由提供新太陽能電池結構而允許有提升的太陽能電池效率。

【發明內容】

【圖式簡單說明】

【0004】 第1A圖至第1D圖說明根據本發明之實施例，於製造用於太陽能電池之接觸之方法中之各種操作之剖面圖。

【0005】 第2A圖說明根據本發明之實施例，具有形成於形成於基板之發射區上之導電接觸之太陽能電池之部分之剖面圖。

【0006】 第2B圖說明根據本發明之實施例，具有形成於形成於基板之發射區上之導電接觸之太陽能電池之部分之剖面圖。

【0007】 第3A圖至第3C圖說明根據本發明之實施例，於製造具有導電接觸之太陽能電池之方法中之各種製程操作之剖面圖。

【0008】 第4圖說明根據本發明之實施例，用於遭受接觸開口之多層薄膜堆疊之多脈衝雷射研磨之製程。

【0009】 第5A圖至第5E圖說明根據本發明之實施例，於製造具有導電接觸之太陽能電池之方法中之各種製程操作之剖面圖。

【實施方式】

【0010】 用於太陽能電池導電接觸之晶種層之強化黏著劑與形成太陽能電池導電接觸之方法被描述於文中。在以下描述中，多數特定細節被闡明，例如特定流程操作，以提供本發明之實施例之完整了解。其將對本發明之實施例之領域中具有通常知識者顯而易知的是，可不需此類特定細節而實行。在其他例子中，例如微影術及圖樣化技術之眾所周知

的製造技術不會被以細節描述以避免不必要地模糊本發明之實施例。此外，其將被理解的是顯示於圖式中的各種實施例係說明性質的表達而非必須按比例而繪製。

【0011】文中所揭露的為製造用於太陽能電池之導電接觸之方法。在實施例中，製造太陽能電池之方法包含形成黏著劑層於基板之發射區上。金屬晶種糊劑層形成於黏著劑層上。金屬晶種糊劑層與黏著劑層退火以形成接觸基板之發射區之導電層。用於太陽能電池之導電接觸從導電層形成。在另一個實施例中，製造太陽能電池之方法包含形成金屬晶種糊劑層於基板之發射區上。金屬晶種糊劑層被處理以提升金屬晶種糊劑層於基板之發射區上之黏著。接著，用於太陽能電池之導電接觸從金屬晶種糊劑層形成。

【0012】文中同時所描述的為具有導電接觸之太陽能電池。在實施例中，太陽能電池包含基板。發射區設置於基板上。導電接觸設置於發射區上並包含接觸發射區之導電層。導電層包含與黏著劑層部分混合之金屬糊部分。在另一個實施例中，太陽能電池包含具有位於或靠近基板之表面之擴散區之基板。導電接觸設置於擴散區上並包含接觸擴散區之導電層。導電層包含與黏著劑層混合之金屬糊部分。

【0013】如所述於文中之實施例之應用之大致概述，第1A圖至第1D圖說明根據本發明之實施例，於製造用於太陽能電池之接觸之方法中之各種操作之剖面圖。

【0014】參閱第1A圖，製造太陽能電池之方法包含形成黏著劑層104於基板102上。在一實施例中，黏著劑層104形成於設置於基板上之

發射區上，如相關於第2A圖與第3A圖至第3C圖於以下以更詳細細節被描述。發射區能包含例如摻雜多晶矽(polycrystalline silicon)層。然而，在另一實施例中，黏著劑層104形成於塊材結晶矽(bulk crystalline silicon)基板之N型或P型摻雜區之表面上，如相關於第2B圖於以下以更詳細被描述。塊材結晶矽基板能為例如N型塊材結晶矽基板。

【0015】在實施例中，黏著劑層104從底部抗反射塗膜(bottom anti-reflective coating, BARC)層形成。在一此類實施例中，黏著劑層104包含例如，但不受限於，非晶矽(amorphous silicon, a-Si)、摻雜矽、富矽氮化矽(silicon-rich silicon nitride)、二氧化矽(silicon dioxide, SiO₂)或氮氧化矽(silicon oxynitride, SiON)之材料之層。在特定此類實施例中，基板102之發射區為N型發射區，且形成黏著劑層包含形成P型矽之層。

【0016】在另一未顯示之實施例中，在形成黏著劑層104之前，鈍化層先形成於基板102之發射區上，且黏著劑層104形成於鈍化層上。在另一此類實施例中，黏著劑層為包含非晶矽之底部抗反射塗膜層，而鈍化層包含氮化矽。

【0017】在另一也未顯示之實施例中，在形成黏著劑層104於例如基板102之發射區上前，介電質堆疊形成於發射層上。開口形成於介電質堆疊中以藉由使用多脈衝雷射研磨暴露發射區之部分，如與第4圖相關之詳盡地說明於以下。在一此類實施例中，介電質堆疊藉由形成介電質層(例如，氧化矽或氮化矽)於發射區上而形成，並形成吸收層於介電質層上。在特定此類實施例中，吸收層包含非晶矽或富矽氮化矽。

【0018】參閱第1B圖，金屬晶種糊劑層106形成於黏著劑層104上。在實施例中，金屬晶種糊劑層106包含鋁/矽(aluminum/silicon, Al/Si)粒子、黏合劑、熔塊及溶劑。在一此類實施例中，鋁/矽(Al/Si)粒子包含少於約25%之矽，組合物之剩餘部分由鋁(Al)組成。在一實施例中，如果有包含的話，黏合劑能包含氧化鋅(zinc oxide, ZnO)、氧化錫(tin oxide, SnO)或兩者，且熔塊能包含玻璃粒子。

【0019】黏著劑層104與金屬晶種糊劑層106之一或兩者能形成於整體沉積中或為形成圖樣化沉積，如同第1A圖與第1B圖中所描述。舉例來說，在實施例中，金屬晶種糊劑層106藉由使用如，但不受限於，網版印刷(screen printing)或噴墨印刷(ink-jet printing)之技術而印刷形成於黏著劑層104上(on)或之上(above)。

【0020】參閱第1C圖，金屬晶種糊劑層106與黏著劑層104退火108以形成接觸基板102之發射區之導電層110。在實施例中，退火108金屬晶種糊劑層106與黏著劑層104包含混合金屬晶種糊劑層106與黏著劑層104以形成導電層110，如第1C圖中所述。

【0021】在實施例中，退火108金屬晶種糊劑層106與黏著劑層104包含燃燒於低於約攝氏600度之溫度。在另一實施例中，黏著劑層104從非晶矽(a-Si)之層形成，金屬晶種糊劑層106從鋁(Al)之層形成，以及退火108包含形成鋁-矽(Al-Si)合金。在一此類實施例中，退火108鋁層與非晶矽層包含燃燒於高於約攝氏300度之溫度，但低於對鋁及矽之混合物之共熔溫度(eutectic temperature)。在特定實施例中，黏著劑層104形成

於基板之發射區之矽部分上，以及形成鋁-矽合金包含緩和對發射區之矽部分之矽層之損傷。

【0022】在實施例中，在形成金屬晶種糊劑層106層於黏著劑層上(on)或之上(above)後且在退火108金屬晶種糊劑層106前，金屬晶種糊劑層106藉由從金屬晶種糊劑層106移除溶劑而乾燥。然而，在另一實施例中，存在於金屬晶種糊劑層中之任何溶劑於退火108時藉由例如揮發而被移除。

【0023】參閱第1D圖，用於太陽能電池之導電接觸116從導電層110形成。在實施例中，導電背側接觸形成用於設置於太陽能電池之基板如多晶矽區上之發射區，如與第2A圖及第3A涂至第3C圖相關之詳盡細節被描述於以下。在另一實施例中，導電背側接觸形成用於基板102之N型或P型摻雜區域，如與第2B圖相關之詳盡細節被描述於以下。在例示性實施例中，再參閱第1D圖，形成導電接觸116包含無電式電鍍鎳(nickel, NI)層112於導電層110上，並電鍍銅(copper, Cu)層114於鎳層112上。

【0024】在另一態樣中，如前簡要地所提到的，非晶矽層用為用於太陽能電池之底部抗反射塗膜(bARC)層。舉例來說，非晶矽層能用為底部抗反射塗膜層以提供鈍化與溼氣屏障給基板，以及也強化對濺射之金屬或印刷之金屬薄膜之黏著。目前，氮化矽(SiN)層用作提供用於基板之良好溼氣屏障與潛在地鈍化之底部抗反射塗膜層。然而，在一些情況下，氮化矽與金屬晶種層間之黏著並非很高，尤其是因為對印刷金屬晶種之黏著於低燃燒溫度是有問題的。

【0025】在實施例中，取代使用氮化矽，非晶矽層能用為底部抗反射塗膜層。非晶矽能藉由電漿加強化學蒸氣沉積(PECVD)而沉積，且優點包含但不限於(a)非晶矽層為提供用於太陽能電池之保護之良好溼氣屏障、(b)非晶矽層為用於矽基板之良好鈍化層，且進一步藉由於沉積時重摻雜而提供電場鈍化、(c)非晶矽層藉由形成矽-金屬合金而強化濺射之金屬或印刷之金屬對晶片之黏著，舉例來說，矽-鋁合金。此類合金能用於交指背接觸(IBC)電池之背側，以及具有背點接觸之前接觸電池之背側。

【0026】在另一態樣中，如前簡要地所提到的，鋁被知悉為相較於與n型矽會與p型矽形成更好的接觸。以相似摻雜濃度來說鋁與n型矽之接觸電阻高於鋁與n型矽之接觸電阻約10。薄p+矽層能形成於n+擴散層之頂部上，以及之後鋁接觸形成於p+層之頂部上而非直接地於n+擴散層之頂部上。鋁與p+矽層間之接觸為歐姆的(ohmic)，遠好於鋁與n+擴散。當摻雜濃度高時，p+矽層與n+擴散層間之接面能進一步地用於形成表現為類似歐姆接觸之穿隧接面。結果，鋁/P+層/n+擴散之總接觸電阻能相較於鋁/n+擴散(無p+層)為較佳的。

【0027】在一實施例中，薄p+矽層係形成於n+擴散層之頂部上，依序地，鋁接觸係形成在p+層之頂部上，而非直接地形成於n+擴散層上。鋁及p+矽層之接觸為歐姆的，相較於鋁與n+擴散之接觸。當摻雜濃度高時，P+矽層與n+擴散層之間之接面可形成表現為類似歐姆接觸之穿隧接面。結果，鋁/P+層/n+擴散之總接觸電阻能相較於鋁/n+擴散(無p+層)為較佳的。在一實施例中，鋁接觸層藉由物理蒸氣沉積(physical vapor deposition, PVD)、可印刷糊劑或其他適合方法而形成。於矽基板上之

n+擴散層能為單晶或多晶矽。p+層之厚度能為5~100奈米，以及摻雜濃度為 $>10^{19}\text{cm}^{-3}$ 。p+層能為非晶矽或多晶矽。舉例來說，p+非晶矽層能藉由電漿加強化學蒸氣沉積(plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD)而沉積。當鋁與n+擴散層間之接觸為限制因素，例如如果n+擴散層之摻雜濃度為低時，或者是由於其他限制不能再被提升時，實施例可被實現。當鋁藉由網版印刷後之糊劑而形成時，接觸品質可相較於相對應之物理蒸氣沉積(PVD)薄膜為較差的。因此，在一實施例中，上述方法能應用於所印刷之晶種金屬化製程。如果p+層不能用於一些情況中，額外重摻雜n+層也將協助提升鋁/n型矽間之接觸。

【0028】在另一態樣中，如前簡要地所提到的，非晶矽層用為犧牲層以緩和矽凹痕(silicon pitting)。更具體地，為了避免凹痕形成於矽基板上，在鋁沉積前非晶矽之層能沉積於矽基板上。在一實施例中，非晶矽較佳地藉由鋁於高溫被消耗，以及下面的矽基板被保護。在一此類實施例中，非晶矽比起單晶矽與多晶矽較輕易地藉由鋁被消耗。穿隧屏障(例如10~15埃厚之二氧化矽層)也能形成於矽基板與非晶矽層間。在特定實施例中，非晶矽層接著接觸開口而沉積以及之後鋁系糊劑(aluminum-based paste)被印刷並燃燒。非晶矽之單層也能被考慮為用於所產生之裝置之底部抗反射塗膜層。

【0029】更廣泛地，眾所周知的內擴散(inter-diffusion)藉由形成於矽基板上之凹痕而非常快速地於高溫發生於矽-鋁接面。當此類凹痕形成於開口我們的太陽能電池之接觸中時，晶片生命週期劣化並因此所產生之裝置劣化以及甚至可能地短路。凹痕形成典型地藉由包含一些矽於鋁

薄膜中而被去除，典型地~1%。舉例來說，在實施例中，鋁濺射靶材具有1%矽且用於避免於退火時凹痕形成。然而，在特定實施例中，矽之顯著地更大量(約25%)與鋁粒子一起被需要以降低來自更高燃燒溫度之凹痕。因此，在一實施例中，為了避免當鋁層沉積或鋁糊劑被印刷於高溫時凹痕形成於矽基板(單晶或多晶)上，在鋁糊劑沉積前非晶矽之層先沉積於矽基板上。

【0030】如上簡要地所述，在第一方法中，具有強化黏著之金屬晶種糊劑能用於最終地製造用於具有形成於太陽能電池之基板上之發射區之太陽能電池之例如背側接觸之接觸。舉例來說，第2A圖說明根據本發明之實施例之具有形成於形成於基板上之發射區上之導電接觸之太陽能電池之部分之剖面圖。

【0031】參閱第2A圖，太陽能電池200A之部份包含設置於複數個n型摻雜多晶矽區320、複數個p型摻雜多晶矽區322上以及藉由溝道316而暴露之基板300之部分上之圖樣化的絕緣層324。導電接觸328設置於設置於絕緣層324中並結合於複數個n型摻雜多晶矽區320與複數個p型摻雜多晶矽區322之複數個接觸開口中。形成圖案後之介電質層、複數個n型摻雜多晶矽區320、複數個p型摻雜多晶矽區322、基板300及溝道316之材料及製造之方法可相關於第3A圖至第3C圖為如下所述。更進一步，在一實施例中，複數個n型摻雜多晶矽區320與複數個p型摻雜多晶矽區322能提供用於太陽能電池200A之發射區。因此，在實施例中，導電接觸328設置於發射區上。在實施例中，導電接觸328為用於背接觸太陽能電池之背接觸並置於相對於太陽能電池200A之光接收面(於第2A圖中所

提供為301之方向)之太陽能電池之表面。更進一步，在一實施例中，發射區形成於薄或隧道介電質層302上，相關於第3A圖以詳盡細節被描述。

【0032】再參閱第2A圖，各導電接觸328包含接觸太陽能電池200A之發射區之導電層230。在實施例中，接觸328之導電層230包含與黏著劑層部分混合之金屬糊劑部分。在一此類實施例中，黏著劑層部分包含底部抗反射塗膜(bottom anti-reflective coating, BARC)部分。在特定此類實施例中，黏著劑層部分進一步包含鈍化層部分，例如於特定實施例中，底部抗反射塗膜部分包含非晶矽，鈍化層部分包含氮化矽。在另一實施例中，黏著劑層部分包含例如但不受限於非晶矽(a-Si)、摻雜矽、富矽氮化矽、二氧化矽(SiO₂)或氮氧化矽(SiON)之材料。在實施例中，金屬糊部分包含鋁(Al)且黏著劑層部分包含矽(Si)，以及所產生之導電層包含鋁-矽(Al-Si)合金。在又一實施例中，黏著劑層部分包含聚合物膠。在另一實施例中，發射層為N型發射區，以及黏著劑層部分包含P型矽。

【0033】在實施例中，金屬糊部分具有包含約10~30%黏合劑與熔塊且剩餘為鋁/矽粒子之總成分。在一此類實施例中，黏合劑包含氧化鋅(zinc oxide, ZnO)、氧化錫(tin oxide, SnO)或兩者，以及熔塊包含玻璃粒子。其會被了解的是，當最初地施加時，金屬糊部分能進一步包含溶劑。然而，當退火金屬糊部分時溶劑能被移除，實質上留下與黏著劑層部分混合且設置於複數個n型摻雜多晶矽區320與複數個p型摻雜多晶矽區322上之黏合劑、熔塊及鋁/矽粒子。在實施例中，無電式電鍍鎳(Ni)層232設置於導電層230上，以及電鍍銅(Cu)層234設置於鎳層上，如第2A圖中所述。

【0034】如也於前簡要地所述的，在第二方法中，具有強化黏著之金屬晶種糊劑能用於最終地製造接觸，例如用於具有形成於太陽能電池之基板中之發射區之太陽能電池之背側接觸。舉例來說，第2B圖說明根據本發明之另一實施例之具有形成於形成於基板中之發射區上之導電接觸之太陽能電池之部分之剖面圖。

【0035】參閱第2B圖，太陽能電池200B之部份包含設置於複數個n型摻雜擴散區220、複數個p型摻雜擴散區222上、以及例如塊材結晶矽基板之基板200之部份上之圖樣化之絕緣層224。導電接觸228設置於設置於絕緣層224中之複數個接觸開口中並結合於複數個n型摻雜擴散區220與複數個p型摻雜擴散區222。在實施例中，擴散區220及222分別地藉由具有n型摻雜物與p型摻雜物之矽基板之摻雜區而形成。更進一步，在一實施例中，複數個n型摻雜擴散區220與p型摻雜擴散區222能提供用於太陽能電池200B之發射區。因此，在實施例中，導電接觸228設置於發射區上。在實施例中，導電接觸228為用於背接觸太陽能電池之背接觸並置於相對於光接收面之太陽能電池之表面上，例如相對於形成紋理後之光接收表面201，如第2B圖中所述。

【0036】再參閱第2B圖，各導電接觸228包含接觸太陽能電池200B之發射區之導電層230。在實施例中，接觸228之導電層230包含與黏著劑層部分混合之金屬糊部分。在一此類實施例中，黏著劑層部份包含底部抗反射塗膜(bottom anti-reflective coating, BARC)部分。在特定此實施例中，黏著劑層部分進一步包含鈍化層部分，例如在特定實施例中，底部抗反射塗膜部分包含非晶矽，以及鈍化層部分包含氮化矽。在另一

實施例中，黏著劑層部分包含例如但不受限於非晶矽(a-Si)、摻雜矽、富矽氮化矽、二氧化矽(SiO₂)或氮氧化矽(SiON)之材料。在實施例中，金屬糊部分包含鋁(Al)且黏著劑層部分包含矽(Si)，以及所產生之導電層包含鋁-矽(Al-Si)合金。在又一實施例中，黏著劑層部分包含聚合物膠。在另一實施例中，發射層為N型發射區，以及黏著劑層部分包含P型矽。

【0037】在實施例中，金屬糊部分具有包含約10~30%黏合劑與熔塊且剩餘為鋁/矽粒子之總成分。在一此類實施例中，黏合劑包含氧化鋅(zinc oxide, ZnO)、氧化錫(tin oxide, SnO)或兩者，以及熔塊包含玻璃粒子。其會被了解的是，當最初地施加時，金屬糊部分能進一步包含溶劑。然而，當退火金屬糊部分時溶劑能被移除，實質上留下與黏著劑層部分混合且設置於複數個擴散區220及222上之黏合劑、熔塊及鋁/矽粒子。在實施例中，無電式電鍍鎳(Ni)層232設置於導電層230上，以及電鍍銅(Cu)層234設置於鎳層上，如第2B圖中所述。

【0038】雖然確定材料被特定地描述於前，一些材料可輕易地取代其他材料隨其他此類實施例於本發明之精神與範疇其中。舉例來說，在實施例中，不同材料基板，例如III-V族(group III-V)材料基板，能替代矽基板使用。在另一實施例中，銀(Ag)粒子等等能替代或增加於鋁(Al)粒子而使用於金屬糊劑中。在另一實施例中，所鍍或類似方法所沉積之鈷(cobalt, Co)或鎢(tungsten, W)能替代或增加於前述之鎳(Ni)。

【0039】更進一步，所形成之接觸不需直接地形成於塊材基板上，如第2B圖中所述。舉例來說，在一實施例中，例如那些所述於以上之導電接觸形成於形成於塊材基板上(例如於背側上)之半導體區上，如第2A

圖中所述。作為範例，第3A圖~第3C圖說明根據本發明之實施例，於製造具有導電接觸之太陽能電池之方法中之各種製程操作之剖面圖。

【0040】參閱第3A圖，形成用於背接觸太陽能電池之接觸之方法包含形成薄介電質層302於基板300上。

【0041】在實施例中，薄介電質層302包含二氧化矽並具有約於5~50埃之範圍中之厚度。在一實施例中，薄介電質層302最終地表現為於運作中之太陽能電池中之穿隧氧化層。在實施例中，基板300為塊材單晶基板，例如n型摻雜單晶矽基板。然而，在替代實施例中，基板300包含設置於全體太陽能電池基板上之多晶矽層。

【0042】再參閱第3A圖，溝道316形成於n型摻雜多晶矽區320與p型摻雜多晶矽區322間。溝道316之部分能形成紋理以具有紋理特徵318，也如第3A圖中所述。

【0043】再參閱第3A圖，絕緣層324形成於複數個n型摻雜多晶矽區320、複數個p型摻雜多晶矽區322及藉由溝道316所暴露之基板300之部份上。在一實施例中，絕緣層324之較低表面與複數個n型摻雜多晶矽區320、複數個p型摻雜多晶矽區322及基板300之所暴露部份共形的形成，雖然絕緣層324之上表面實質上為平坦的，如第3A圖中所示。

【0044】參閱第3B圖，複數個接觸開口326形成於絕緣層324中。複數個接觸開口326提供對複數個n型摻雜多晶矽區320及對複數個p型摻雜多晶矽區320之暴露。在一實施例中，複數個接觸開口326藉由雷射研磨而形成。在一實施例中，對n型摻雜多晶矽區320之接觸開口326實質

地具有與對p型摻雜多晶矽區322之接觸開口326相同之高度，如第3B圖中所繪。

【0045】參閱第3C圖，形成用於背接觸太陽能電池之接觸之方法進一步包含形成導電接觸328於複數個接觸開口326中並結合於複數個n型摻雜多晶矽區320與複數個p型摻雜多晶矽區322。在實施例中，導電接觸328包含金屬並藉由沉積(沉積係以更詳盡細節描述於下)、微影術及蝕刻方法而形成。

【0046】因此，在實施例中，導電接觸328形成於相對於塊材N型矽基板300之光接收面301之塊材N型矽基板300之表面上(on)或之上(above)。在特定實施例中，導電接觸形成於基板300之表面上之區域(322/320)上，如第3C圖中所述。導電接觸之製造能包含藉由提供糊層/黏著劑層堆疊與退火製程而形成之黏著劑層與金屬晶種糊層之混合物之使用。形成導電接觸能進一步包含形成無電式電鍍鎳(Ni)層與金屬晶種層上。此外，銅(Cu)層能藉由電鍍形成於鎳(Ni)層上。

【0047】在實施例中，形成導電層包含先形成黏著劑層於基板上(on)或之上(above)。黏著劑層能從底部抗反射塗膜(BARC)層形成。在一此類實施例中，黏著劑層包含例如但不受限於非晶矽(a-Si)、摻雜矽、富矽氮化矽、二氧化矽(SiO₂)或氮氧化矽(SiON)之材料之層。在特定此類實施例中，黏著劑層從P型矽之層形成。形成導電層接著包含形成金屬晶種糊層於黏著劑層上。金屬晶種糊層能包含鋁/矽(Al/Si)粒子、黏合劑、熔塊及溶劑。在一此類實施例中，鋁/矽(Al/Si)粒子包含少於約25%之矽，且剩餘部份由鋁組成。在一實施例中，如果被包含的話，黏合劑

能包含氧化鋅(ZnO)、氧化錫(SnO)或兩者，以及熔塊能包含玻璃粒子。形成導電層最終地包含退火金屬晶種糊層與黏著劑層以形成接觸基板之發射區之導電層。退火金屬晶種糊層與黏著劑層能包含混合金屬晶種糊層與黏著劑層。在一此類實施例中，退火包含燃燒於低於約攝氏600度之溫度。

【0048】在另一態樣中，實施例係針對提升鋁粒子與矽間之歐姆接觸於低燃燒溫度。在一此類實施例中，鈣(calcium, Ca)、鈾(cerium, Ce)或鎂(magnesium, Mg)之至少其中一元素被添加於鋁粒子。藉由添加一或多種此類種類，形成原生氧化鋁屏障之位能降低，而確保為了較低接觸電阻之鋁粒子與矽間之直接接觸。更廣泛地，來自裝置基板或發射之矽能於燃燒時急速地散入到鋁中除非鋁已容納足夠的矽。為了避免矽(Si)於基板起凹痕，部分百分比之矽也與鋁粒子形成合金。鋁粒子中確切之矽(Si)濃度取決於燃燒溫度、合金均勻度與燃燒動態。舉例來說，1%至25%之矽能被添加到鋁粒子用於300C~600C之燃燒溫度。額外地，或替代地，0%~10%之鎂(Mg)及/或0%~20%之鈣(Ca)及/或0%~20%之鈾(Ce)能被添加到鋁粒子。在特定此類實施例中，0.5%~2%之添加典型地足以與原生氧化鋁反應並確保歐姆接觸。

【0049】實施例中，低溫燃燒鋁糊劑能包含除前面所提到之鋁粒子外，還有額外基質材料。基質材料能包含先軟化以流動於燃燒溫度之玻璃系或氧化物系化合物。此外，此類基質材料能提供與例如氮化矽、氧化矽或氮氧化矽之基板表面之良好黏著。所提到之糊劑能應用於金屬化以用於包含前接觸之太陽能電池及背接觸太陽能電池，以及燃燒於低溫

(例如約於攝氏300~600度之範圍中)。所設計之糊劑能提供直接的毆母接觸、對基板接面/生命週期之低損傷以及良好黏著。

【0050】在另一態樣中，多脈衝雷射研磨用於多層薄膜堆疊。舉例來說，為了研磨介電質堆疊與外加於頂部之吸收層，不同種類之多脈衝雷射能被使用。在一此類實施例中，較低功率之第一脈衝但較高功率之第二脈衝被使用。第一脈衝大部分被頂部吸收層吸收且層中之開口形成。然後，第二脈衝被在下面的於相同位置的矽基板吸收，以及上覆之介電質堆疊被研磨。在特定實施例中，第三或更多脈衝能被使用於第二脈衝之後以提升開口之品質與最小化矽基板之損傷。

【0051】更具體地，當具有多層薄膜底部抗反射塗膜(bARC)層與於頂部上之吸收層，例如非晶矽(a-Si)或富矽氮化矽(Si-rich SiN)層時，上述方法能應用於太陽能電池。脈衝雷射已成功地應用於打開穿過孔洞於在吸收基板上方之介電質薄膜中。舉例來說，接觸開口能隨著對在下方之基板晶片之最小傷害而形成於薄膜底部抗反射塗膜(bARC)層中。在特定實施例中，氧化矽及/或氮化矽之介電質薄膜形成為在矽基板頂部之薄膜底部抗反射塗膜(bARC)層。雷射波長能被選擇以致雷射功率能被矽基板之表面吸收。來自表面之矽之隨後蒸發研磨在上之介電質層。為了比較，單脈衝雷射與多脈衝雷射兩者已使用於此類製程。通常地，多脈衝雷射使用包含為最高功率脈衝之第一脈衝，跟著減弱功率之脈衝。然而，當額外吸收層形成於介電質層之頂部上，例如上覆之無晶矽層或富矽氮化矽層時，此類多脈衝方法並無法良好地作用。因為頂部吸收層吸收大

量功率，單或多重脈衝雷射兩者要不是對一路開到矽基板之孔洞有困難，就是對矽基板產生太多損傷。

【0052】在實施例中，為了克服上述問題，不同種類之多脈衝雷射被使用。具體地，代替使用具有最高功率之第一功率之多脈衝雷射，較低功率之第一脈衝但較高功率之第二脈衝能被使用。第一脈衝將主要地被頂部吸收層吸收且此層中之開口由於蒸發而形成，以及接著第二脈衝將被於相同位置之矽基板吸收且在上之介電質堆疊被研磨。額外脈衝能被使用於在第二脈衝後以提升開口之品質與最小化對基板之損傷。作為範例，第4圖說明根據本發明之實施例之用於在接觸開口下之多層薄膜堆疊之多脈衝雷射研磨之製程。

【0053】參閱第4圖，(A)部分，用於形成接觸開口於其中之材料堆疊包含設置於設置於矽基板上(或，替代地，於位於矽基板上之多晶矽層上)之介電質層402(例如二氧化矽或氮化矽)上之吸收層404(例如非晶矽或富矽氮化矽)。參閱第4圖之(B)部份，較低功率之第一脈衝被使用於研磨頂部吸收層404，形成初始開口406。參閱第4圖之(C)部份，更高功率之第二脈衝與可能地額外隨後脈衝被使用於研磨介電質層402於相同位置，形成完整開口410。在實施例中，導電接觸能接著形成於完整開口410中。

【0054】在另一態樣中，多層底部抗反射塗膜(bARC)使用於提升金屬糊劑黏著於低燃燒溫度。多層底部抗反射塗膜(bARC)結構能包含鈍化層(氮化矽(SiN))與用於金屬糊劑之於裝置側面上之於氮化矽之頂部上之另一黏著劑層。黏著劑層能為能藉由電漿加強化學蒸氣沉積(PECVD)與

氮化矽(SiN)層一起沉積之非晶矽(a-Si)、富矽氮化矽(Si-rich SiN(高n))、二氧化矽(SiO₂)、氮氧化矽(SiON)等等。在實施例中，多層底部抗反射塗膜(bARC)之優點為分離鈍化層與黏著劑層，以及允許用於不同功能之不同層之最佳化。底部抗反射塗膜(bARC)層也能於沉積時逐漸地從一成份變為另一成分。處理表面之一些層級能在金屬糊印刷前被施以例如單層處理、加熱或粗糙化。本發明之實施例也能應用於濺射金屬晶種與前接觸太陽能電池。單層非晶矽(a-Si)底部抗反射塗膜(bARC)也能被考慮為能同時提供用於電池之鈍化與對鋁糊劑之黏著另一選擇。在實施例中，鋁糊劑顯示當燃燒於約580C~600C時黏著之明顯改良(從<1N到>10N)於非晶矽(a-Si)表面上。連續鋁層能藉由形成合金於鋁粒子與非晶矽(a-Si)層間而形成於整體印刷區下。同時，富矽氮化矽(Si-rich SiN)也顯示黏著之可觀改良，但相較於非晶矽(a-Si)層較不有效。

【0055】在另一態樣中，用於提升金屬糊劑於用於太陽能應用之矽基板上之黏著之方法包含聚合物膠之使用。聚合物膠能在金屬糊晶種層之燃燒後應用於晶片之背側上，以致聚合物膠填充糊劑其中之多孔結構並也接觸於基板晶片或其他發射區。在實施例中，聚合物膠在固化製程後協助保持粒子在一起並也保持糊劑於基板晶片上。聚合物膠之頂部層能藉由浸潤晶片於溶劑中而被移除以暴露金屬表面，使所暴露印刷金屬線能接續電鍍。在一實施例中，聚合物膠層提供對於溼氣之充足足夠屏障以致底部抗反射塗膜(bARC)氮化矽(SiN)之使用能從電池製造製程中被移除。

【0056】做為比較，對於習知用於太陽能電池之鋁(Al)糊劑而言，鋁(Al)糊劑印刷於矽表面上並燃燒於高溫(例如約於攝氏700~800度之範圍中)。然而，此類糊劑之製程當燃燒於高溫時能損傷鈍化並產生矽(Si)凹痕。為了取代濺射晶種之所印刷之鋁糊劑之使用能包含印刷鋁糊劑於除了接觸開口存在處外之氮化矽(SiN)鈍化層上。糊劑能燃燒於低燃燒溫度(例如少於約攝氏600度)以緩和對晶片生命週期與裝置結構之損傷。然而，在此種狀況下良好黏著能為困難的去達到。

【0057】相反地，根據本發明之實施例，金屬糊層(例如鋁糊劑)印刷並燃燒於低溫(例如約於攝氏300~600度之範圍中)以致歐姆接觸形成於發射區之接觸開口其中之糊劑與矽間。聚合物膠接著被施加於晶片之背側上。聚合物膠用於流入並佔據糊劑之多孔結構並也接觸發射區。金屬糊劑自身也能被不同地制訂以提升接觸電阻與控制孔隙度以進一步使聚合物能流動並填充。施加聚合物膠於晶片上之製程能取決於聚合物材料性質。在一實施例中，聚合物膠施加於高溫以強化流動並隨時間經過固化。然而，聚合物能改為施加於室溫以佔據多孔糊劑並在之後固化於高溫。晶片能接著以所控制之時間浸潤於溶劑中以移除聚合物膠之頂部層並暴露用於所印刷金屬線上之隨後電鍍之糊劑之金屬表面。

【0058】做為實施例，第5A圖~第5E圖說明根據本發明之實施例製造具有導電接觸之太陽能電池之方法中之各種製程操作之剖面圖。

【0059】參閱第5A圖，太陽能電池500製造為具有接觸開口502於其上(例如，於介電質或鈍化層中)。金屬糊劑504接著被印刷並燃燒以與矽(例如，來自基板500)形成歐姆接觸，如同第5B圖中所述。參閱第5C

圖，聚合物膠506塗抹於金屬糊劑504上。聚合物膠能接著被固化。聚合物膠506之頂部層或部分接著被溶解以露出印刷金屬晶種504，如第5D圖中所述。參閱第5E圖，金屬層508或複數金屬層接著形成於所暴露印刷金屬晶種504。

【0060】因此，於實施例中，製造太陽能電池之方法包含形成金屬晶種糊層於基板之發射區上。金屬晶種糊層被處理以提升於基板之發射區上之金屬晶種糊層之黏著。隨後，用於太陽能電池之導電接觸從金屬晶種糊層形成。在一實施例中，處理金屬晶種糊層包含形成聚合物膠層於金屬晶種糊層上。在特定此類實施例中，方法進一步包含在形成導電接觸前移除過量之聚合物膠層。在一實施例中，方法進一步包含在形成金屬晶種糊層於發射區上前，形成介電質堆疊於發射區上，且形成開口於介電質堆疊中以暴露發射區之部份。在特定此類實施例中，形成開口包含使用多脈衝雷射研磨製程。在特定實施例中，形成介電質堆疊包含形成介電質層於發射區上。介電質層包含氧化矽或氮化矽。吸收層接著形成於介電質層上。吸收層包含非晶矽或富矽氮化矽。在實施例中，形成導電接觸進一步包含無電式電鍍鎳(Ni)層於金屬晶種糊層上，以及電鍍銅(Cu)層於鎳層上。

【0061】再參閱第5A圖~第5E圖，所說明製程分離用於歐姆接觸與黏著之需求。歐姆接觸藉由金屬糊劑與燃燒製程決定，而黏著藉由聚合物膠與固化製程提供。固化溫度能遠低於燃燒溫度。聚合物膠之使用協助保持粒子於一起並也保持糊劑於基板晶片上。

【0062】因此，用於太陽能電池導電接觸之晶種層之強化黏著劑及形成太陽能電池導電接觸之方法已被揭露。根據本發明之實施例，製造太陽能電池之方法包含形成黏著劑層於基板之發射區上。金屬晶種糊層形成於黏著劑層上。金屬晶種糊層及黏著劑層退火以形成接觸基板之發射區的導電層。用於太陽能電池之導電接觸係由導電層所形成。在一實施例中，退火金屬晶種糊層與黏著劑層包含混合金屬晶種糊層與黏著劑層以形成導電層。

【符號說明】

【0063】

102、200、300、400、500：基板

104：黏著劑層

106、504：金屬晶種糊劑層

108：退火

110、230：導電層

112、232：鎳層

114、234：銅層

116、228、328：導電接觸

200A、200B、500：太陽能電池

201：光接收表面

220：n 型摻雜擴散區

222：p 型摻雜擴散區

301：方向

302、402：介電質層

316：溝道

318：紋理

320：n 型摻雜多晶矽區

322：p 型摻雜多晶矽區

224、324：絕緣層

326、502：接觸開口

404：吸收層

406：初始開口

410：完整開口

506：聚合物膠

508：金屬層

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種太陽能電池，其包含：

一基板；

一發射區，其設置於該基板上；以及

一導電接觸，其設置於該發射區上，並包含接觸該發射區之一導電層，該導電層包含與一黏著劑層部分混合之一金屬糊部分；

其中該黏著劑層部分包含一底部抗反射層塗膜部分。

【第2項】如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中該黏著劑層部分進一步包含一鈍化層部分。

【第3項】如申請專利範圍第 2 項所述之太陽能電池，其中該底部抗反射層塗膜部分包含非晶矽，且該鈍化層部分包含氮化矽。

【第4項】如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中該黏著劑層部分包含選自由非晶矽、摻雜矽、富含矽之氮化矽、二氧化矽及氮氧化矽所組成之群組之材料。

【第5項】如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中該金屬糊部分包含鋁，且該黏著劑層部分包含矽以及該導電層包含一鋁矽合金。

【第6項】如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中該黏著劑層部分包含一聚合物膠。

【第7項】如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中該發射區為一 N-型發射區，且該黏著劑層部分包含 P-型矽。

【第8項】 如申請專利範圍第 1 項所述之太陽能電池，其中該導電層具有約 2~10 微米之厚度，以及其中該導電接觸為包含該導電層、設置於該導電層上之一無電式電鍍鎳層、及設置於該無電式電鍍鎳層上之一電鍍銅層之該太陽能電池之一背側接觸。

【第9項】 一種太陽能電池，其包含：

一基板，其具有位於或靠近該基板之一表面之一擴散區；以及
一導電接觸，其設置於該擴散區上且包含接觸該擴散區之一導電層，該導電層包含與一黏著劑層部分混合之一金屬糊部分；
其中該黏著劑層部分包含一底部抗反射層塗膜部分。

【第10項】 如申請專利範圍第 9 項所述之太陽能電池，其中該黏著劑層部分進一步包含一鈍化層部分。

【第11項】 如申請專利範圍第 10 項所述之太陽能電池，其中該底部抗反射層塗膜部分包含非晶矽，且該鈍化層部分包含氮化矽。

【第12項】 如申請專利範圍第 9 項所述之太陽能電池，其中該黏著劑層部分包含選自由非晶矽、摻雜矽、富含矽之氮化矽、二氧化矽及氮氧化矽所組成之群組之材料。

【第13項】 如申請專利範圍第 9 項所述之太陽能電池，其中該金屬糊部分包含鋁，且該黏著劑層部分包含矽以及該導電層包含一鋁矽合金。

【第14項】 如申請專利範圍第 9 項所述之太陽能電池，其中該黏著劑層部分包含一聚合物膠。

【第15項】 如申請專利範圍第 9 項所述之太陽能電池，其中該擴散區為一 N-型擴散區，且該黏著劑層部分包含 P-型矽。

【第16項】 如申請專利範圍第 9 項所述之太陽能電池，其中該導電層具有約 2~10 微米之厚度，以及其中該導電接觸為包含該導電層、設置於該導電層上之一無電式電鍍鎳層、及設置於該無電式電鍍鎳層上之一電鍍銅層之該太陽能電池之一背側接觸。

【第17項】 一種製造太陽能電池之方法，其包含：

形成一黏著劑層於一基板之一發射區上；

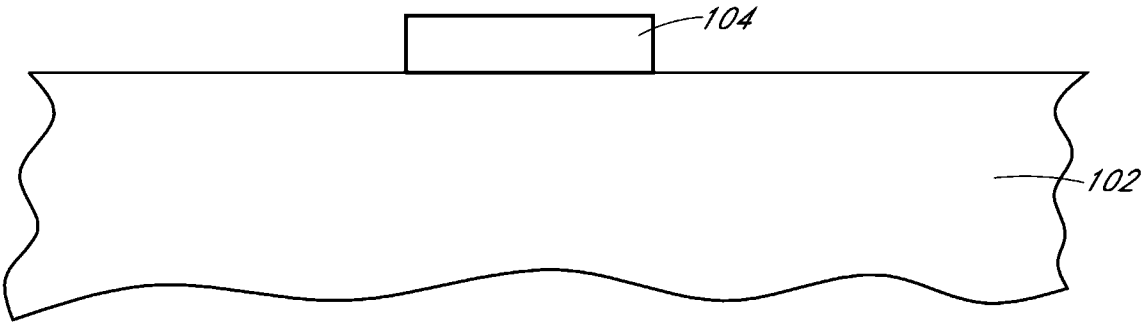
形成一金屬晶種糊劑層於該黏著劑層上；

退火該金屬晶種糊劑層與該黏著劑層以形成接觸該基板之該發射區之一導電層；以及

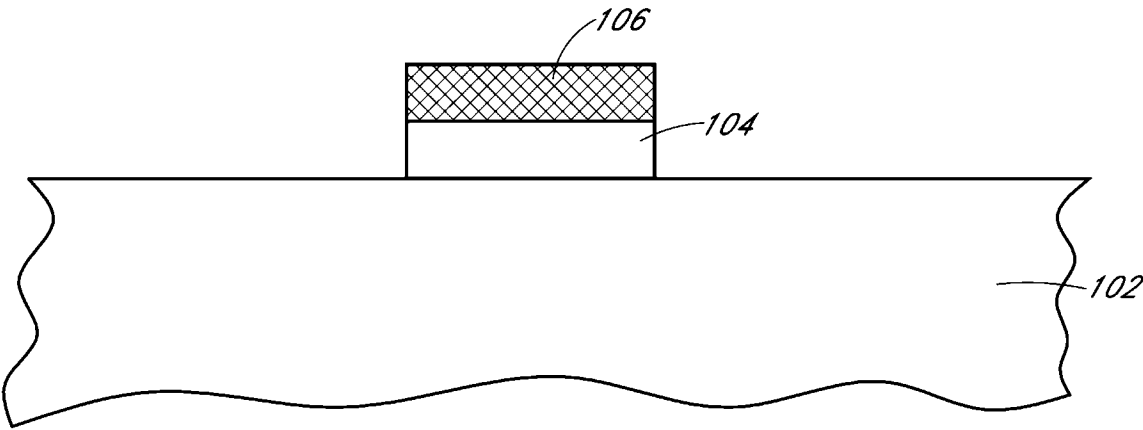
從該導電層形成用於該太陽能電池之一導電接觸；

其中該黏著劑層部分包含一底部抗反射層塗膜部分。

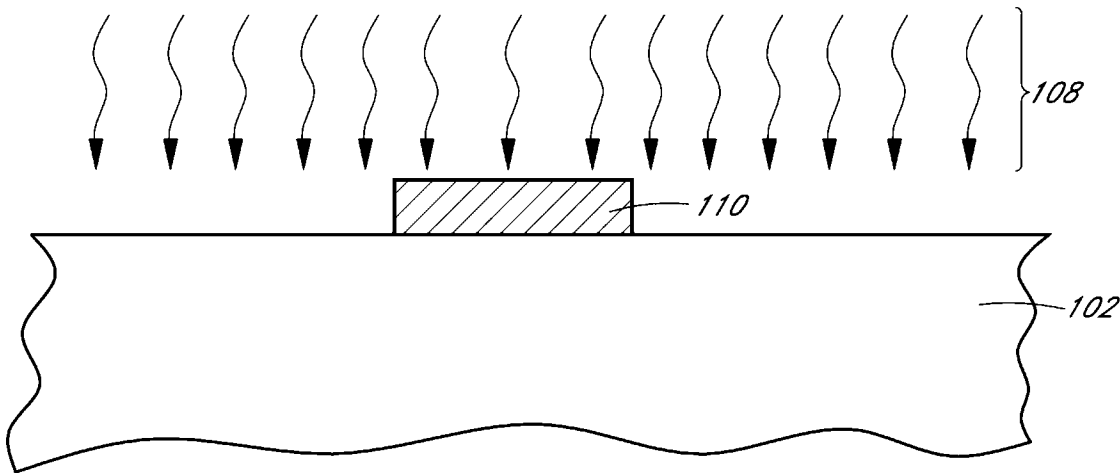
【第18項】 如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中退火該金屬晶種糊劑層與該黏著劑層包含混合該金屬晶種糊劑層與該黏著劑層以形成該導電層。



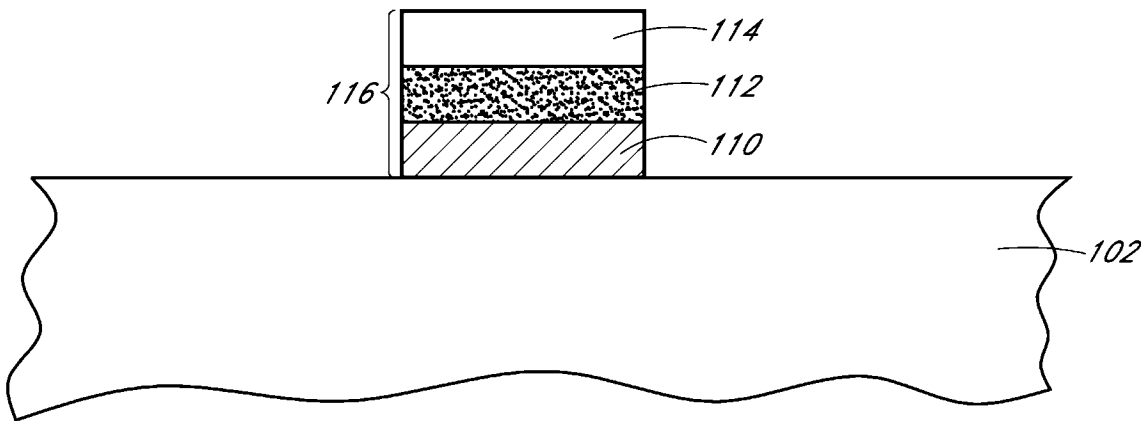
第 1A 圖



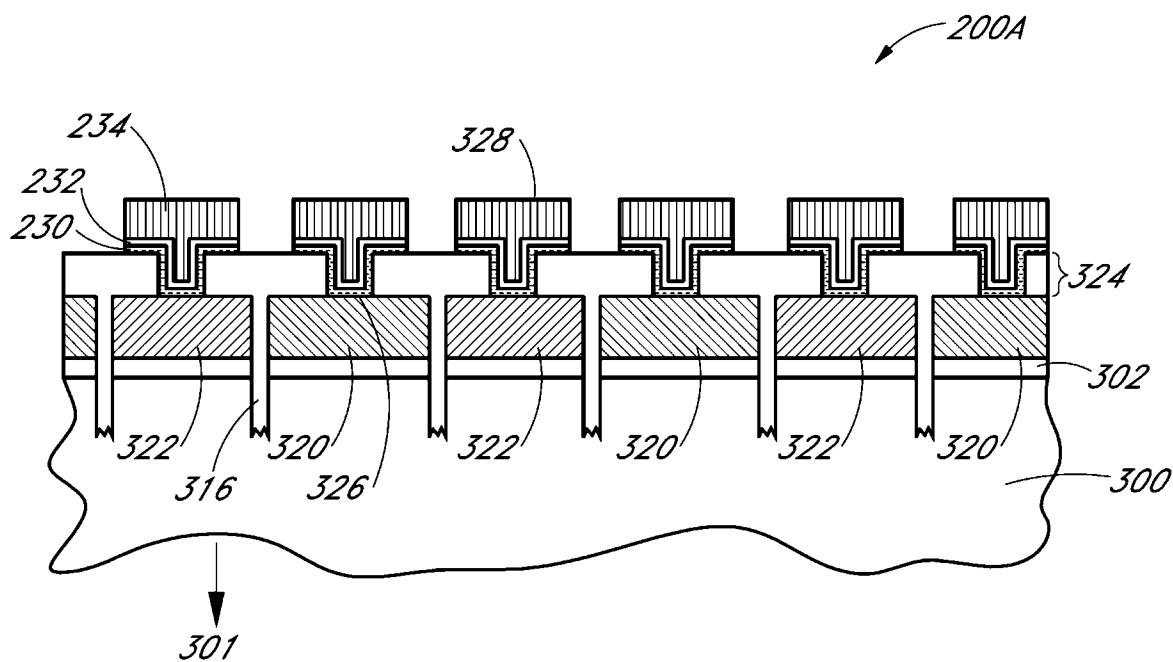
第 1B 圖



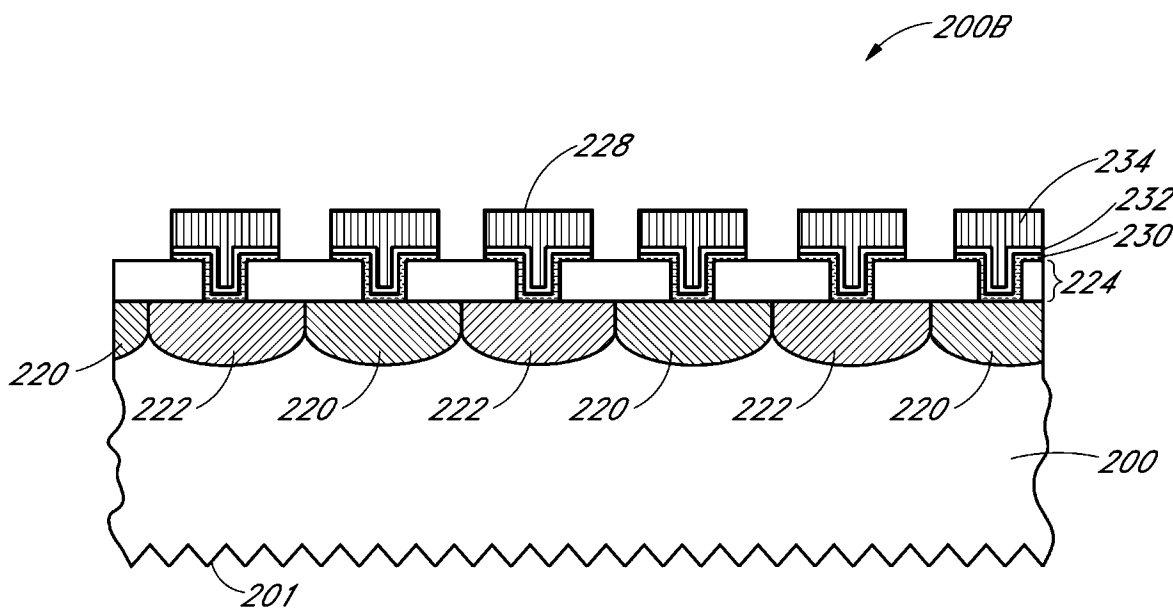
第 1C 圖



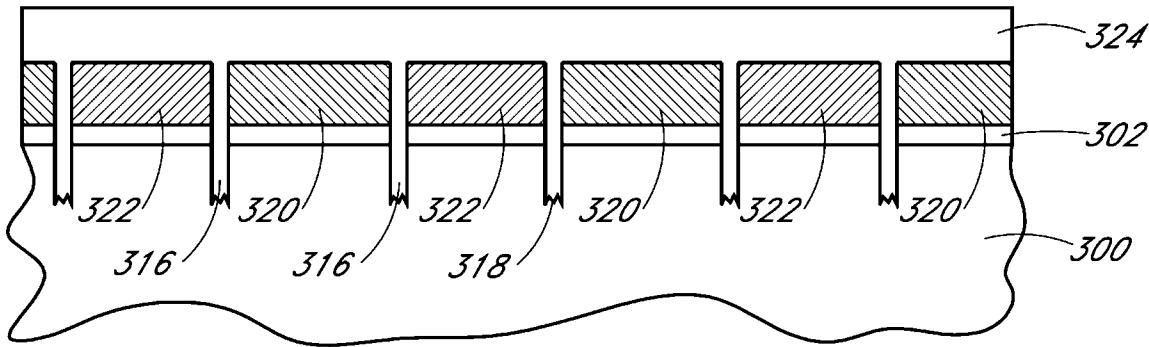
第 1D 圖



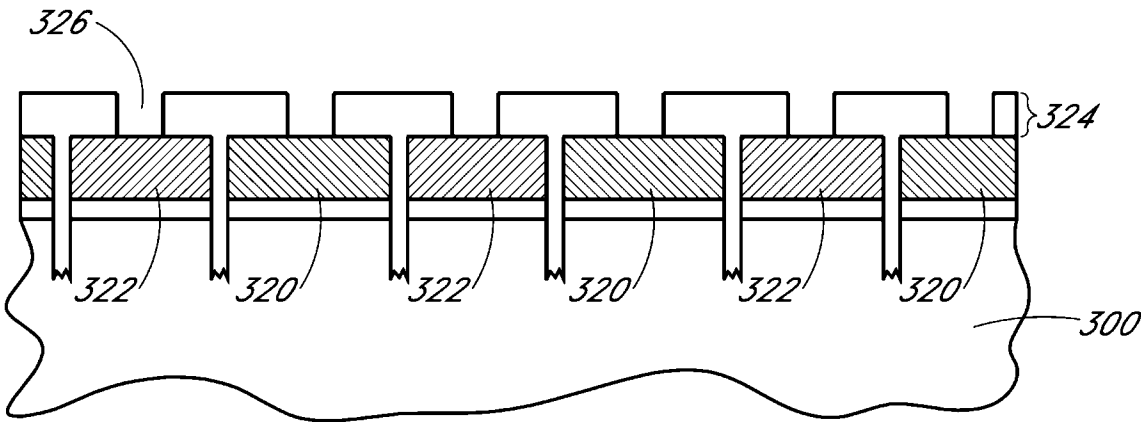
第 2A 圖



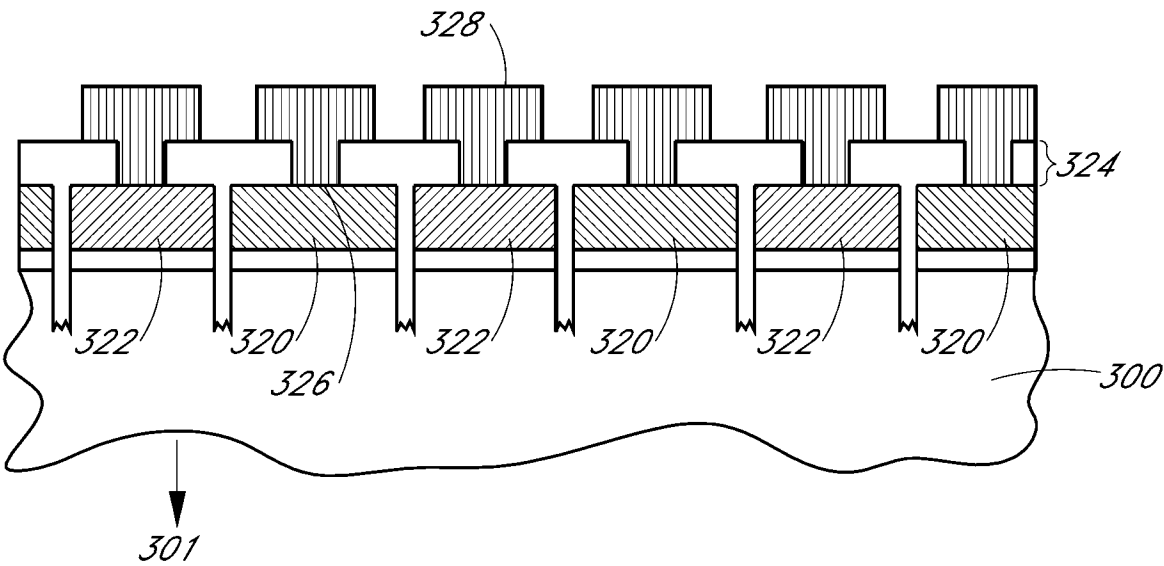
第 2B 圖



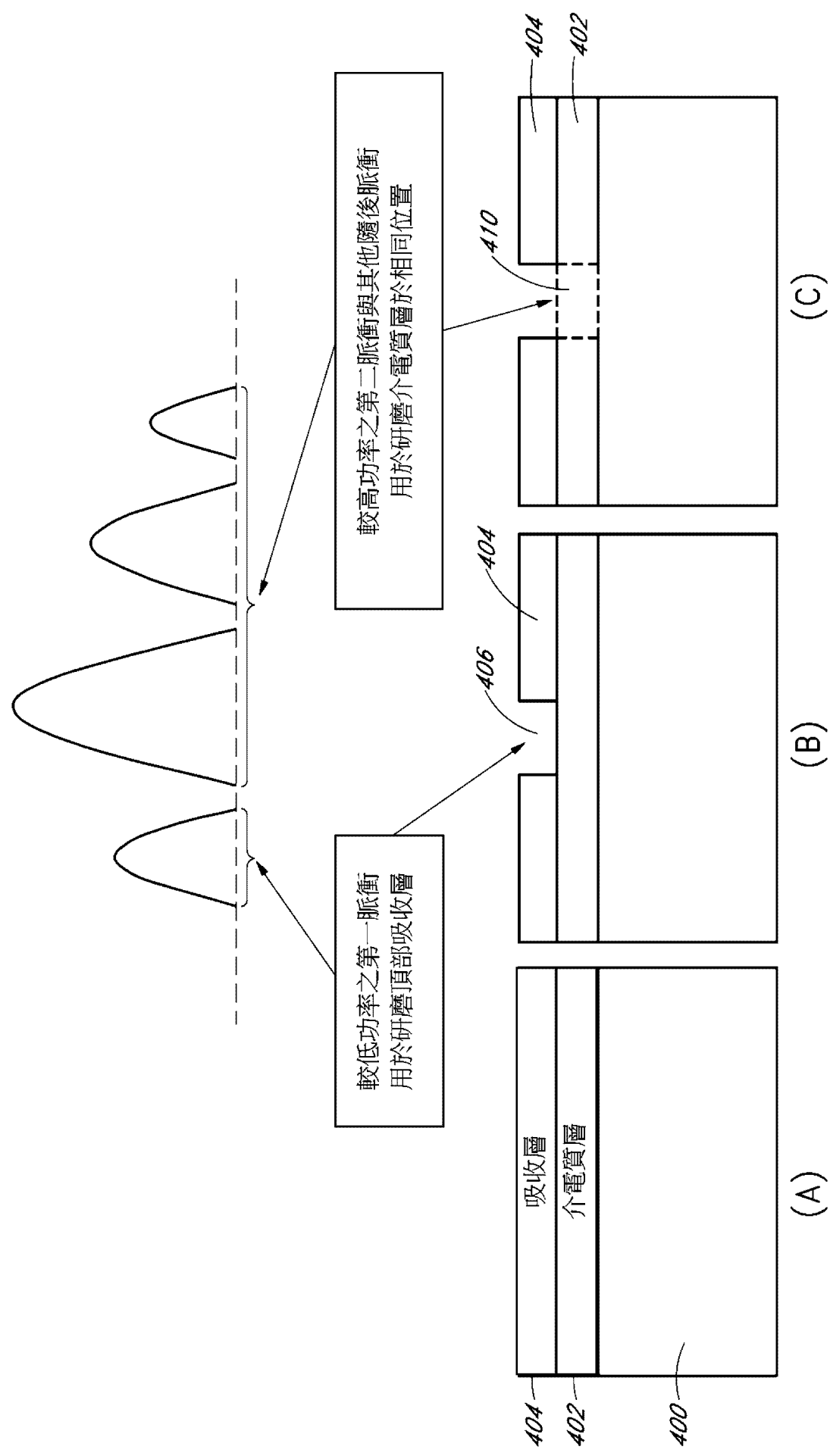
第 3A 圖



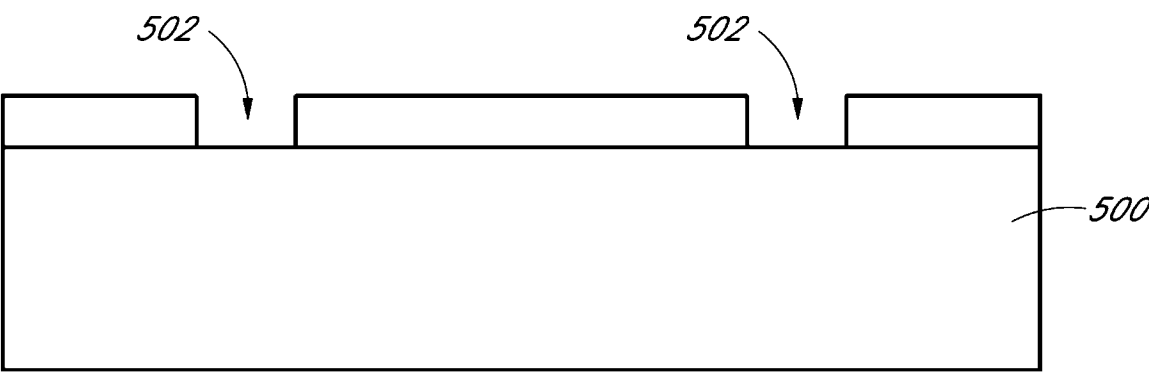
第 3B 圖



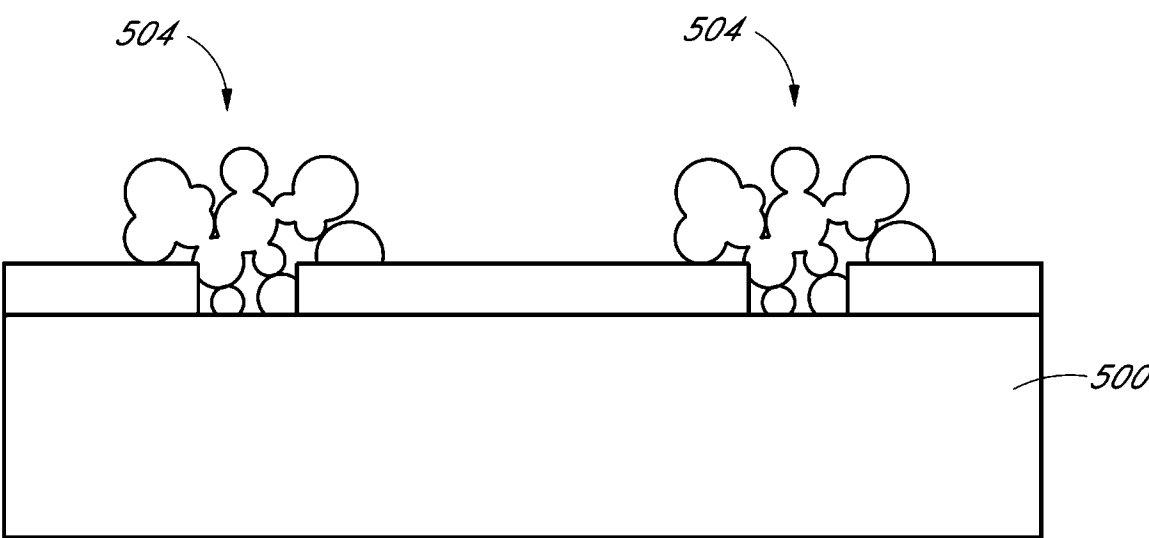
第 3C 圖



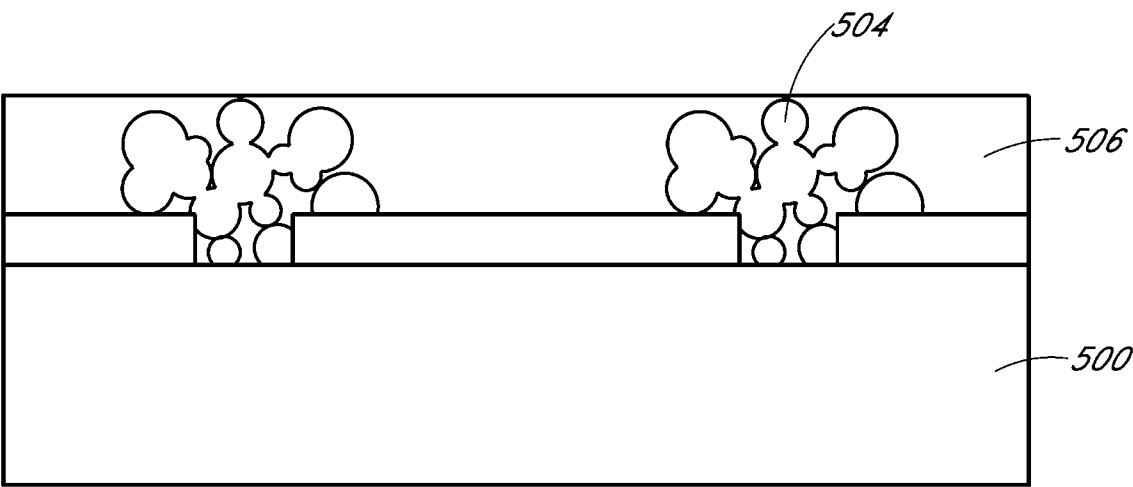
第 4 圖



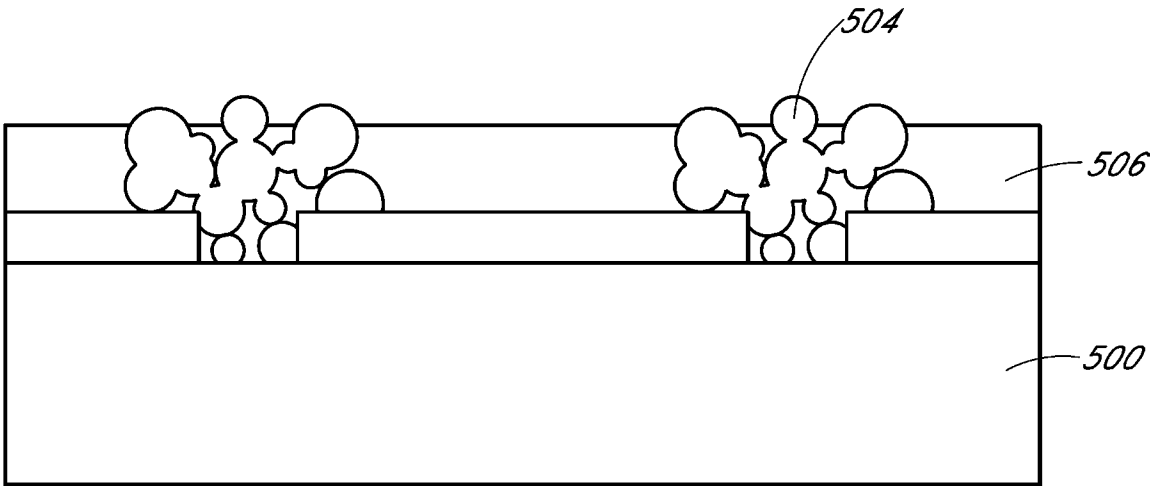
第 5A 圖



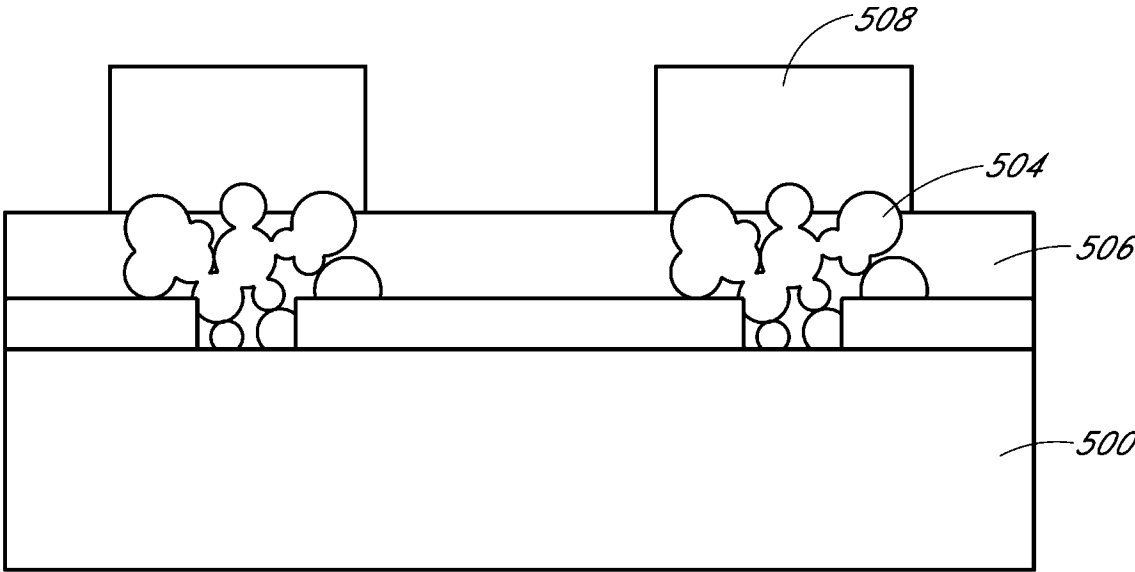
第 5B 圖



第 5C 圖



第 5D 圖



第 5E 圖