201711372

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201711372 A

(43)公開日： 中華民國 106 (2017) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：105123689 (22)申請日： 中華民國 105 (2016) 年 07 月 27 日

(51)Int. Cl.： *H02S40/30 (2014.01)*

(30)優先權：2015/07/27 美國 62/197,470

(71)申請人：內華達山脈公司 (美國) SIERRA NEVADA CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：安東尼 布萊恩 ANTHONY, BRIAN (US)；道伯森 羅尼 DOBSON, RODNEY (US)；強森 馬修 JOHNSON, MATTHEW (US)；克里斯提安森 史考特 CHRISTIANSEN, SCOTT (US)；盧爾 L 艾瑞克 RUHL, L. ERIC (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：9 共 34 頁

(54)名稱

太陽能陣列系統及製造方法

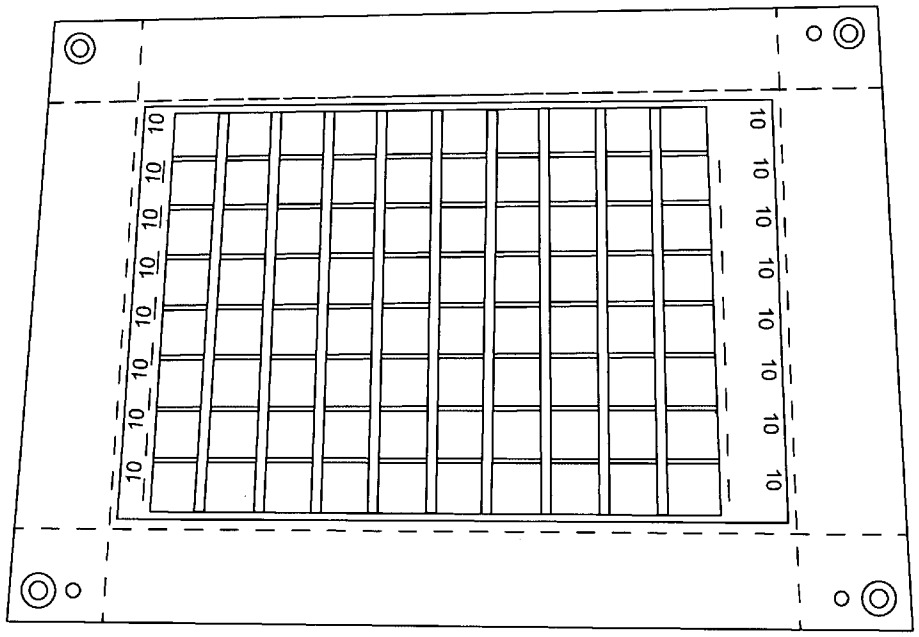
SOLAR ARRAY SYSTEM AND METHOD OF MANUFACTURING

(57)摘要

一種太空等級太陽能陣列，包含相對小型的電池單元，具有嵌入或直接併入印刷電路板上的整合佈線。整合佈線對具有背面電接點的太陽能電池單元提供介面。單面接點致能在製造太空等級太陽能陣列的過程中使用取放（pick and place; PnP）技術。太陽能電池單元被輕易且有效率地封裝，並與太陽能面板上的其他太陽能電池單元電性互連（諸如藉由使用 PnP 製程）。背面接點從尺寸與定位駐點匹配至印刷電路板上的對應接點。

A space-grade solar array includes relatively small cells with integrated wiring embedded into or incorporated directly onto a printed circuit board. The integrated wiring provides an interface for solar cells having back side electrical contacts. The single side contacts enable the use of pick and place (PnP) technology in manufacturing the space-grade solar array. The solar cell is easily and efficiently packaged and electrically interconnected with other solar cells on a solar panel such as by using PnP process. The back side contacts are matched from a size and positioning standpoint to corresponding contacts on the printed circuit board.

指定代表圖：



第 4 圖

符號簡單說明：

405・・・示例性印刷電路板

201711372
專利案號：105123689

申請日：105 07月27日
IPC分類：
H01S 40/30 (2014.01)

201711372

【發明摘要】

【中文發明名稱】太陽能陣列系統及製造方法

【英文發明名稱】SOLAR ARRAY SYSTEM AND METHOD OF MANUFACTURING

【中文】

一種太空等級太陽能陣列，包含相對小型的電池單元，具有嵌入或直接併入印刷電路板上的整合佈線。整合佈線對具有背面電接點的太陽能電池單元提供介面。單面接點致能在製造太空等級太陽能陣列的過程中使用取放（pick and place; PnP）技術。太陽能電池單元被輕易且有效率地封裝，並與太陽能面板上的其他太陽能電池單元電性互連（諸如藉由使用PnP製程）。背面接點從尺寸與定位駐點匹配至印刷電路板上的對應接點。

【英文】

A space-grade solar array includes relatively small cells with integrated wiring embedded into or incorporated directly onto a printed circuit board. The integrated wiring provides an interface for solar cells having back side electrical contacts. The single side contacts enable the use of pick and place (PnP) technology in manufacturing the space-grade solar array. The solar cell is easily and efficiently packaged and electrically interconnected with other solar cells on a solar panel such as by using PnP process. The back side contacts are matched from a size and positioning standpoint to corresponding contacts on the printed circuit board.

【指定代表圖】第（ 4 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

申請案號：105123689　　申請日：2016年07月27日
IPC分類：

405 示例性印刷電路板

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】太陽能陣列系統及製造方法

【英文發明名稱】SOLAR ARRAY SYSTEM AND METHOD OF MANUFACTURING

【技術領域】

【0001】 對於優先權文件的參照：本申請案主張對於共同申請的標題名稱為「Solar Array System and Method of Manufacturing」、申請於2015年7月27日的美國臨時專利申請案第62/197,470號的優先權。在此併入前述臨時專利申請案以作為參考，並主張對其申請日的優先權。

【0002】 本揭示案係關於太空等級的太陽能陣列系統（亦簡稱為「太陽能陣列」），以及製造此種系統的方法。

【先前技術】

【0003】 針對製造製程中的自動化與模組化而言，製造太空等級太陽能陣列的當前方法極度地受限。在存在自動化製造系統的情形下，此種系統需要為高度自訂化的，且此種系統無法隨著各種太陽能陣列電力需求與尺寸良好地縮放。再者，當前系統並未處理相關聯於利用束線在太陽能面板正面與背面中串聯及並聯連接太陽能電池單元的高勞力成本與金錢成本。

【0004】 有鑒於此，需要使用現代工業等級的自動化機械與方法的製造太空等級太陽能陣列的改良方法。

【發明內容】

【0005】 本文揭示一種太空等級太陽能陣列以及相關聯的製造太空等級太陽能陣列的方法，其中製造方法為高度自動化且模組化的。自動化且模組化的製造製程可消除或減少人類錯誤與製程品質造成缺陷的可能性（此可為太空等級太陽能陣列的太陽能陣列失效的主因）。

【0006】 在一態樣中，揭示一種製造太空等級太陽能陣列的方法，包含以下步驟：提供具有複數個太陽能電池單元的太陽能晶圓；由保護性玻璃蓋覆蓋太陽能電池單元晶圓；將太陽能電池單元晶圓與玻璃蓋兩者切割成複數個太陽能電池單元，其中每一太陽能電池單元具有正電接點與負電接點，且正電接點與負電接點兩者皆位於太陽能電池單元的共同的背面上；以及將太陽能電池單元放置在印刷電路板上，且每一太陽能電池單元的背面接觸印刷電路板的正面，使得每一太陽能電池單元的正電接點與負電接點電性耦合至印刷電路板的對應電接點，且其中印刷電路板具有電性跡線，電性跡線包含太陽能電池單元間互連佈線以及旁通與阻隔二極體。可在將太陽能電池單元晶圓切割成複數個太陽能電池單元之前，將保護性玻璃蓋放置在太陽能電池單元晶圓上。在替代性具體實施例中，可在將太陽能電池單元晶圓切割成複數個太陽能電池單元之後，且在複數個太陽能電池單元放置在印刷電路板上的同時，將保護性玻璃蓋放置在複數個太陽能電池單元上。

【0007】 本文所述標的之一或更多個變異型的細節，闡述於附加的圖式中以及下文的說明中。在參照說明書、圖式以及申請專利範圍之後，將可顯然明瞭本文所述標的之其他特徵與優點。

【圖式簡單說明】

【0008】 圖式並非必須以絕對性的關係或相對地依尺寸繪製，而是意欲為示例性的。再者，特徵與元件的相對位置可為了清楚說明而被修改。

【0009】 第1圖圖示太空載具，太空載具具有包含一或更多個太陽能面板的結構。

【0010】 第2圖圖示印刷電路板（printed circuit board; PCB）的示意性表示，PCB作為基板，此基板上裝設複數個太陽能電池單元。

【0011】 第3圖圖示太陽能電池單元的電接點的示例性外形因素。

【0012】 第4圖圖示具有放置於印刷電路板正面上的複數個太陽能電池單元。

【0013】 第5圖圖示用於製造使用太空飛行應用的太陽能陣列的習知製程的流程圖。

【0014】 第6圖圖示用於製造太陽能陣列的改良製程的流程圖，此製程併入了自動化取放工業機械與製程。

【0015】 第7圖圖示太陽能電池單元晶圓的實例。

【0016】第8圖圖示具有整合式玻璃蓋（coverglass）的太陽能電池單元，太陽能電池單元放置為鄰接於PCB且將被裝設於PCB。

【0017】第9圖圖示具有附加式太陽能電池單元的PCB，PCB具有整合式玻璃蓋，PCB被直接裝設至太空載具結構的表面上。

【實施方式】

【0018】揭示一種太空等級太陽能陣列以及相關聯的製造太空等級太陽能陣列的方法，其中製造方法為高度自動化且模組化的。自動化且模組化的製造製程可消除或減少人類錯誤與製程品質造成缺陷的可能性（此可為太空等級太陽能陣列的太陽能陣列失效的主因）。

【0019】所揭示的太空等級太陽能陣列包含相對小的電池單元，其中整合式佈線嵌入印刷電路板中（或直接併至印刷電路板上）。整合式佈線提供對於具有背面（亦即單面）電接點的太陽能電池單元的介面。單面接點致能在製造太空等級太陽能陣列時使用取放（pick and place; PnP）技術。亦即，正電接點與負電接點兩者皆位於太陽能電池單元的同一面上（諸如背面）。因為太陽能電池單元全包含背面電接點，太陽能電池單元被輕易地且有效率地封裝並與太陽能面板上的其他太陽能電池單元電性互連（諸如藉由使用PnP製程）。背面接點被從一尺寸與定位駐點（standpoint）匹配至印刷電路板上的對應接點。

【0020】 此外，根據一製程製造太陽能陣列，在此製程中在切割晶圓以形成太陽能電池單元之前，在晶圓層級將玻璃蓋整合至太陽能電池單元上。在電池單元製造製程中，將單一玻璃蓋片放置在太陽能電池單元晶圓或整體太陽能電池單元晶圓的區段上。隨後，將玻璃蓋與複數個太陽能電池單元結合切割，以形成複數個太陽能電池單元，太陽能電池單元的每一者被玻璃蓋覆蓋。此舉使得製造製程更為有效率。

【0021】 第1圖圖示太空載具100（諸如衛星），太空載具100具有包含一或更多個太陽能面板105的結構。太陽能面板可併入根據本文所述製程所製造的太陽能陣列系統。太陽能面板可在收合（或裝載）狀態與展開（或部署）狀態之間以習知的方式轉變。太陽能陣列115包含一或更多個太陽能面板105，太陽能面板105可包含任何數量的結合至每一太陽能面板105的太陽能電池單元120。太陽能電池單元被機械地裝設至對應的太陽能面板或其他基板，並被使用電性傳導互連器與彼此電性連接，以形成太陽能電力供應網路。太陽能電池單元包含將陽光轉換成電能的附加電路系統。以此方式，太陽能電池單元120提供電力，諸如（例如）用以對電池單元充電及/或驅動一或更多個太空載具系統。

【0022】 第2圖圖示印刷電路板（PCB）205的示意性表示，PCB 205作為基板，複數個太陽能電池單元210裝設於此基板上。PCB為具有正面、背面與厚度的

平板結構。在一具體實施例中，PCB具有複數個電接點在正面上，且至少一些電接點的尺寸、形狀與位置被設定為符合太陽能電池單元210的至少一者的背面上的對應電接點，以在太陽能電池單元裝設在PCB上時在太陽能電池單元210與PCB之間建立電性耦合。太陽能電池單元的數量可變化，且不限於第2圖所圖示者。此外，太陽能電池單元210可被設置為各種圖樣，不限於第2圖所圖示者。印刷電路板有時亦被稱為印刷佈線板。

【0023】 所揭示的太陽能電池單元的小型尺寸，允許將PCB上的可用空間利用率最佳化，以最大化可耦接至PCB的太陽能電池單元數量。在非限制性的實例中，「小型尺寸」太陽能電池單元小於20平方公分。「大型」電池單元尺寸位於約60平方公分的範圍內或更大，而太陽能電池單元尺寸通常位於26平方公分至31平方公分的範圍內。在一具體實施例中，所使用的太陽能電池單元的總和有效區域大於1平方公分且小於20平方公分。

【0024】 在一具體實施例中，在太陽能電池單元210裝設在PCB上時，PCB 205作為太陽能面板自身，其中太陽能面板包含支撐結構與電性部件（例如佈線電池單元、電阻器、二極體、熱阻器等等）。在另一具體實施例中，PCB 205作為支撐結構或背襯結構。在此具體實施例中太陽能面板包含PCB 205、太陽能電池單元210以及提供結構性支撐的個別支撐結構。PCB可為剛性結構或可為撓性結構。

【0025】 每一太陽能電池單元210(光伏打電池單元)具有正面與背面。每一太陽能電池單元為藉由光伏打效應將光能量直接轉換成電力的電性裝置。每一太陽能電池單元可具有在暴露於光時變化的電性特徵，諸如電流、電壓、或電阻。此外，每一太陽能電池單元210具有一或多個正電端(或接點)與一或多個負電端，正電端與負電端位於太陽能電池單元的共同的背面，此背面被並列為接觸PCB 205正面。太陽能電池單元210可被設置於PCB 205上的共平面平行列的陣列中。PCB上形成了複數個傳導跡線或路徑，該等跡線或路徑將太陽能電池單元連接至彼此以及PCB 205的其他電子部件。在一具體實施例中，PCB 205由兩或更多個層形成，每一層具有印刷在其上的至少一個傳導路徑。

【0026】 如所提及的，太陽能電池單元的電接點被設置為預定圖樣或外形因素，此預定圖樣或外形因素匹配PCB上的電接點的對應且互補的圖樣。此致能太陽能電池單元能夠被使用自動化裝置與方法(包含機器人裝置與PnP技術)耦接至PCB。第3圖圖示具有設置為預定圖樣的正電接點305與負電接點310的太陽能電池單元210的背面。如所提及的，PCB具有設置為互補圖樣的對應的正電接點與負電接點，此互補圖樣匹配太陽能電池單元210上的接點的圖樣。應理解到，第3圖圖示的圖樣僅為實例而不構成對於本揭示案的限制。

【0027】 藉由將給定列中的所有太陽能電池單元205電性串聯或並聯連接，而形成太陽能電力分配網路。太陽能電池單元210被實體且電性地連接至PCB 205，以及電性連接至電力供應網路。第4圖圖示具有複數個太陽能電池單元的示例性PCB 405，該等太陽能電池單元位於PCB的正面上，使得每一太陽能電池單元背面上的電接點被電性耦合接觸PCB 210正面上的對應電接點組。太陽能電池單元被設置為網格或陣列圖樣，儘管應理解到，在PCB上設置太陽能電池單元的方式會改變。

【0028】 如所提及的，太陽能電池單元205的類型中，正端與負端兩者皆位於太陽能電池單元的一面（諸如背面）並可由此面存取。在PCB 205的背面上（或相對於太陽能電池單元210的表面上），放置一或更多個電性傳導裝設墊，以致能附加與電性連接其他電路元件及/或太陽能面板的支撐結構或背襯結構，以形成太陽能陣列。太陽能電池單元210的正端與負端（位於太陽能電池單元的共同背面上）可被使用PnP技術連接至PCB 205正表面上的對應電性墊。

【0029】 第5圖圖示製造太陽能陣列的習知方法的流程圖。方法的步驟通常全由人類手動執行，或由人類結合自訂製的機械及/或機器人來執行。在第一步驟中，產生或以其他方式獲得太陽能電池單元晶圓（諸如矽晶圓）。典型的太陽能電池單元晶圓在晶圓兩面上具有電接點，其中太陽能電池單元晶圓的每一太陽能電池單元

的正接點位於第一面上而負接點位於相對的第二面上。接著下一步驟，由習知方式（諸如使用鋸）將太陽能電池單元晶圓切割為個別的太陽能電池單元，以獲得單一大型太陽能電池單元或複數個小型太陽能電池單元。太陽能電池單元隨後被根據習知的玻璃蓋互連電池單元（Coverglass Interconnected Cell; CIC）製程來處理。根據此製程，將每一太陽能電池單元與適當的電子部件個別組裝，而部件位於每一太陽能電池單元的正面與背面上，因為正端與負端位於太陽能電池單元的相對面上。在電子部件適當耦合至太陽能電池單元之後，每一太陽能電池單元被手動地且個別地由保護電子部件的玻璃蓋材料覆蓋。

【0030】 隨後由佈線製程將太陽能電池單元焊接或電阻熔接成電池單元鏈（稱為串接）。使用自訂製的機械及/或機器人將電池單元放置成串聯佈線串接設置。串接隨後被由人類手動地擺放或放置到準備好的複合基板上以產生太陽能面板。所組裝的串接隨後被利用束線在太陽能面板正面與背面中串聯及並聯連接。由於許多步驟必須由人類手動執行或由自訂製機械執行，前述方法非常冗長且耗時。

【0031】 第6圖根據本揭示案圖示製造太陽能陣列的改良方法的流程圖。注意到，所揭示的方法消除了CIC步驟與排串步驟，而減少了相關聯於整體製程的時間與勞力。如下文詳細說明的，方法亦消除了背面佈線步驟，

而進一步減少了相關於整體製程的時間與勞力。此外，使用了自動化PnP技術以消除相關聯於習知製程的手動步驟。

【0032】 參考第6圖，在第一步驟中，提供或製造太陽能電池單元晶圓。第7圖圖示太陽能電池單元晶圓505的實例，太陽能電池單元晶圓505包含設置為網格圖樣的複數個太陽能電池單元。如所提及的，晶圓505的每一太陽能電池單元經配置而使得正電接點與負電接點位於太陽能電池單元的共同的背面上。太陽能電池單元可使用晶圓貫穿通孔技術將正端與負端併入在太陽能電池單元的背面上，晶圓貫穿通孔技術已被發展且在許多地面空間相關的應用上獲得證實。接點亦可位於背面上且仍為相容的。此致能了對於最先進的高效率太陽能電池單元的表面裝置技術（surface mount technology; SMT）作法，且允許經由標準且熟知的PnP技術完成陣列的組裝。

【0033】 隨後在切割製程之前將玻璃蓋放置在整體晶圓上（且因此放置在複數個太陽能電池單元上）。在一具體實施例中，設定單一玻璃蓋的尺寸，使得此玻璃蓋可被放置在複數個太陽能電池單元上。單一玻璃蓋的面積可至少如太陽能電池單元晶圓般大小，使得單一玻璃蓋的大小足以覆蓋晶圓上的每一太陽能電池單元。在另一具體實施例中，玻璃蓋小於晶圓，使得單一玻璃蓋覆蓋複數個太陽能電池單元但未覆蓋所有晶圓上的太陽能

電池單元。在此種具體實施例中，可使用複數個玻璃蓋元件，以協同地覆蓋全部或某些晶圓的太陽能電池單元。

【0034】 隨後，將晶圓與玻璃蓋一起切割（或切）成個別的太陽能電池單元，使得在切割製程期間內太陽能電池單元與玻璃蓋被協同地切割。亦即，啟用切割工具，使切割工具切穿玻璃蓋並亦切穿玻璃蓋正下方的太陽能電池單元（諸如由切割工具的單一行程）。此產生複數個太陽能電池單元，且每一太陽能電池單元具有覆蓋此太陽能電池單元的專屬玻璃蓋。因為太陽能電池單元的連結佈線被整合至PCB上（太陽能電池單元將被放置在此PCB上），所以不需要個別放置電子部件在太陽能電池單元的正面上。此致能了在晶圓層級的單一玻璃蓋覆蓋於複數個太陽能電池單元上。輻射保護式玻璃蓋提升了個別太陽能電池單元的剛性，以及最佳化在組裝層級的製造。

【0035】 在下一步驟中，太陽能電池單元（具有已放置在太陽能電池單元上的玻璃蓋）被放置至PCB上且結構性地且電性地耦合至PCB，而針對PCB與太陽能電池單元之間的熱膨脹匹配電接點。亦即，太陽能電池單元的每一電接點的熱膨脹係數（coefficient of thermal expansion; CTE）可與PCB的對應電接點的CTE匹配。如所提及的，每一太陽能電池單元具有在太陽能電池單元背面上的正與負電接點，使得電接點與PCB正面上的對應接點接觸且耦合。PCB包含整體電池

單元互連件且背面佈線被整合入一次輕易製造且自動化的組裝。此作法消除了對於高成本的以人力電性且實體地連接太陽能電池單元的需求。PCB的電性跡線包含所有電池單元間互連佈線，以及旁通或阻隔二極體、串接以及並聯電路配置。在一具體實施例中，使用雙面PCB以將太陽能電池單元併入一面，且將旁通與阻隔二極體併入PCB的相對面。

【0036】 此致能太陽能電池單元被放置在印刷電路板上，印刷電路板形成基板，且電性佈線被併入PCB中。此亦消除了相關聯於習知製造製程的背面佈線步驟。附接了具有整合式玻璃蓋的太陽能電池單元的PCB，隨後可被裝設至背襯結構。第8圖圖示具有整合式玻璃蓋的太陽能電池單元805，太陽能電池單元805放置為鄰接PCB 810且將裝設至PCB 810。隨後，將PCB裝設至背襯結構815上。如所提及的，PCB的背面可具有PnP阻隔二極體以及一或更多個束線連接器。在另一具體實施例中，如第9圖圖示，附接了具有整合式玻璃蓋的太陽能電池單元的PCB 805，被單純地裝設至太空載具結構905的示意性表示的表面上。PCB 805亦可被整合入太空載具可部署式多面板太陽能陣列中。

【0037】 因此，在晶圓層級整合玻璃蓋，同時使正接點與負接點可從背面存取，消除了習知作法所需要的CIC製程。整合式玻璃蓋亦促進修復與再加工（rework），因為每一電池單元具有獨立且專屬的玻璃

蓋，且每一電池單元可被相當容易地移除或替換。所揭示的方法亦可包含從PCB移除及替換太陽能電池單元陣列的單一太陽能電池單元的步驟，而不須移除所有太陽能電池單元。

【0038】 在一替代性的具體實施例中，在太陽能電池單元被放置在PCB上之後，將單一或複數個大片玻璃蓋或其他保護性塗層放置在PCB的大區段上，而使玻璃蓋覆蓋PCB上的複數個太陽能電池單元。可能的玻璃蓋材料包含在組裝層級被噴塗或層疊在電池單元上的樹脂或聚合物。

【0039】 改良的太空等級太陽能陣列製造製程，亦利用非常小的電池單元，相對於使用非常大面積的電池單元以製造太空級太陽能陣列的習知作法。利用小型太陽能電池單元有數個優點，包含（例如）允許在製造製程期間內使用PnP與SMT。另一優點為，使用小型電池單元將太陽能電池單元與PCB之間熱膨脹係數（CTE）應力的問題最小化，亦將熱傳導問題最小化。

【0040】 在太陽能陣列使用於外太空時，使用小型電池單元亦准許較高的對於微型隕石衝擊與遮蔽的容忍度，因為損失單一小型電池單元通常僅為整體陣列電力的非常小的比例。亦即，大量的個別的「小型」電池單元協同形成整體陣列電力，而每一個別電池單元僅形成小比例（諸如小於5%）的整體供電能力。因此，損失單一電池單元將不會負面地影響整體陣列的供電能力。使

用小型電池單元可最大化封裝因素，產生提升的單位面積瓦特數，且亦致能在非常小面積中的高電壓匯流排。自動化的製程提升了可靠性並消除或顯著減少了人類錯誤。所揭示的製程亦消除了對於電池單元與基板間的額外熱黏著劑的需求，但此不對本揭示案構成限制。

【0041】 藉由以上述的PCB製造電壓/電力模組，減少了一次性工程（non-recurring engineering; NRE）費用。可由太陽能電池單元填充預定尺寸及形狀的PCB，而製造電力模組。多個電力模組可經設置以填充大面積的各種形狀與留置區（stay-in zone），以產生對於任何電力類別的太空等級陣列。電力模組的尺寸取決於應用，以及可由電子製造領域中的大部分供應者製造的大面積PCB。

【0042】 再者，太陽能陣列包含旁通與阻隔二極體，該等旁通與阻隔二極體全被放置在PCB的背面上。對於旁通與阻隔二極體的此作法，將面板正面上的有效區域（active area）最大化，同時仍併入見於習知陣列中的必要的電池單元與串接保護。面板背面上的二極體大量地提升了面板正面上的封裝因素，並產生從電力密度（例如每平方公尺瓦特數）觀點看來更有效率的陣列。

【0043】 亦改良了太陽能電池單元的正端與負端的背面接點的配置。裝設墊的配置被最佳化，以最大化熱傳導，同時最小化熱膨脹係數（CTE）應力。經由熱與熱機械分析與材料選擇的多次遞迴，以得出最終配置。

【0044】 若為某些配置所需，則PCB的材料與建置可產生高硬度的PCB，且對應的太陽能電池單元、玻璃蓋以及PCB從CTE的駐點彼此匹配。

【0045】 所揭示的製程的數個態樣，解決了產生太空等級太陽能陣列生產過程中的數個當前的挑戰。習知作法受到手工人力成本以及人類錯誤所引發的製造缺陷的限制。所揭示的製程實際上消除了手工人力以及人類錯誤，而減少了成本並產生要可靠得多的且良率較高的最終產品。

【0046】 下文現使用一些非限制性的實例來描述太空等級太陽能陣列系統與製造製程的各種態樣。應理解到，所揭示的裝置與製程並非特定於電池單元子集，並可應用至具有相容外形因素的任何電池單元類型。

【0047】 **太陽能電池單元配置**

【0048】 如所提及的，系統利用小型（諸如（例如）小於15至20平方公分）的單一且多接點太陽能電池單元，其中正端與負端被提供或者以其他方式放置在太陽能電池單元的背面上。實例包含單晶矽與多晶矽電池單元、量子電池單元、碲化鎘（CdTe）電池單元、硒化銅銦鎵（CIGS）電池單元以及三五族（III-V）電池單元。

【0049】 如所提及的，在晶圓層級在切割/切之前整合玻璃蓋。此步驟涉及於特定的接合操作以及材料選擇。隨後，將電池單元傳遞至工業標準PnP相容夾具（例如

彈性帶（flex tape）、捲軸（reels）等等）上。電池單元覆蓋區（footprint）是標準化的，使得可相互交換多種電池單元類型而不需修改配置。亦即，作為非限制性實例，PCB上的電池單元可被分組成共同尺寸與形狀的電池單元。其他類型的電池單元包含單接點III-V電池單元、多接點III-V電池單元、以及單接點CdTe電池單元。

【0050】 **面板配置**

【0051】 在非限制性的實例中，面板利用經修改的PCB配置，此配置併入碳纖維補強材料於PCB的層內，以最小化CTE效應並最大化面板剛性。

【0052】 如所提及的，對於電池單元互連、旁通與阻隔二極體、串接、以及並聯電路配置的所有佈線，被併入在PCB的電性跡線內。利用雙面PCB以在一面上併入太陽能電池單元，且在另一面上併入旁通與阻隔二極體。此外，將設計模組化概念併入製造製程，以減少設計工作量並最小化成本。對於各種匯流排電壓的標準化電壓模組，包含從6V至300V的大範圍。

【0053】 此外，亦將模組概念利用在太陽能電池單元中，使得任何尺寸的電池單元（例如從0.5至20平方公分）可在最少改變的情況下利用於板設計概念。PCB可經設計以利用標準化工業最佳實作經驗以進行PCB製造與檢查，並可被快速重配置以最佳化當前應用。

【0054】 **電池單元互連**

【0055】 電池單元建造製程經配置以相容於標準電子工業PnP設備。焊膏及/或預製件（preform）被利用以完成太陽能電池單元與PCB之間的電性連結。互連物質的配方，包含（例如）為膏形式以及預製件的Sn96、SN63以及AuSn。

【0056】 **面板組裝**

【0057】 組裝製程利用標準電子製造與檢查製程。PCB上的電池單元的封裝因素已被最佳化，此係藉由減少電池單元之間在X與Y方向兩者中的間隔至小如0.003吋（相對於習知作法的0.030吋）。

【0058】 **模組化配置**

【0059】 藉由利用對於PCB尺寸的工業最佳實作經驗以及最大可允許組裝製程，來產生個別的電力模組。電力模組內的電壓模組的設計，係可基於標準配置，以最小化NRE與設計成本。隨著陣列電力提升，電力模組被設置成較大的面板組件。將該等電力模組一起連接，以形成整體電力陣列，且連接器/連結被整合入每一電力模組內。

【0060】 **支撐結構**

【0061】 由耦合至PCB的複數個太陽能電池單元所形成的電力模組，被設置在剛性背襯結構上以形成較大的陣列。背襯結構提供對於電力模組的支撐、對於壓制機制的分配、以及對於鉸鏈附接的特徵。在另一具體實施例中，可使用撓性結構或面板以將複數個剛性支撐結

構彼此附接。此准許一個剛性結構相對於另一剛性結構移動或連結，而撓性結構提供移動範圍。

【0062】 本文所描述的技術主題可被實施於系統、裝置、方法及/或物品中，取決於所需的配置。前述描述所闡述的實施例並非代表與本文所述技術主題一致的所有實施例。相反的，其僅為與相關於所述技術主題的態樣一致的一些實例。儘管上文已詳細描述了一些變異，但可能存在其他修改或附加。特定言之，可提供進一步的特徵及/或變異，除了本文所闡述者之外。例如，上文所描述的實施例可針對所揭示特徵的各種組合與子組合，及/或上文所揭示的數種進一步特徵的組合與子組合。此外，附加圖式所繪製的邏輯流程及/或本文所描述的邏輯流程，並不必須要求所圖示的特定次序或循序次序即能達成所需要的結果。其他實施例可位於下列申請專利範圍的範圍中。

【符號說明】

【0063】

100 太空載具

105 太陽能面板

115 太陽能陣列

120 太陽能電池單元

205 印刷電路板

210 太陽能電池單元

305 正電接點

310 負電接點

405 示例性印刷電路板

505 太陽能電池單元晶圓

805 太陽能電池單元

810 印刷電路板

815 背襯結構

905 太空載具結構

【生物材料寄存】

【0064】 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【0065】 國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種製造一太空等級太陽能陣列的方法，包含以下步驟：

提供具有複數個太陽能電池單元的一太陽能晶圓；

由一保護性玻璃蓋覆蓋該太陽能電池單元晶圓；

將該太陽能電池單元晶圓與該玻璃蓋兩者切割成複數個太陽能電池單元，其中每一太陽能電池單元具有一正電接點與一負電接點，且該正電接點與該負電接點兩者皆位於該太陽能電池單元的一共同的背面上；以及

將該等太陽能電池單元放置在一印刷電路板上，且每一太陽能電池單元的該背面接觸該印刷電路板的該正面，使得每一太陽能電池單元的該正電接點與該負電接點電性耦合至該印刷電路板的一對應電接點，且其中該印刷電路板具有電性跡線，該等電性跡線包含太陽能電池單元間互連佈線以及旁通與阻隔二極體。

【第2項】 如請求項1所述之方法，其中在將該太陽能電池單元晶圓切割成複數個太陽能電池單元之前，將該保護性玻璃蓋放置在該太陽能電池單元晶圓上。

【第3項】 如請求項1所述之方法，其中在將該太陽能電池單元晶圓切割成複數個太陽能電池單元之後，且

在該複數個太陽能電池單元放置在該印刷電路板上的同時，將該保護性玻璃蓋放置在該複數個太陽能電池單元上。

【第4項】 如請求項1所述之方法，其中該印刷電路板為剛性的。

【第5項】 如請求項1所述之方法，其中該印刷電路板為撓性的。

【第6項】 如請求項1所述之方法，其中該印刷電路板作為一太陽能陣列面板。

【第7項】 如請求項1所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：將該印刷電路板與該等太陽能電池單元放置在一太陽能陣列面板上。

【第8項】 如請求項1所述之方法，其中該太陽能電池單元晶圓被切割成不大於20平方公分的太陽能電池單元。

【第9項】 如請求項1所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：將旁通與阻隔二極體放置在該印刷電路板的一背面上。

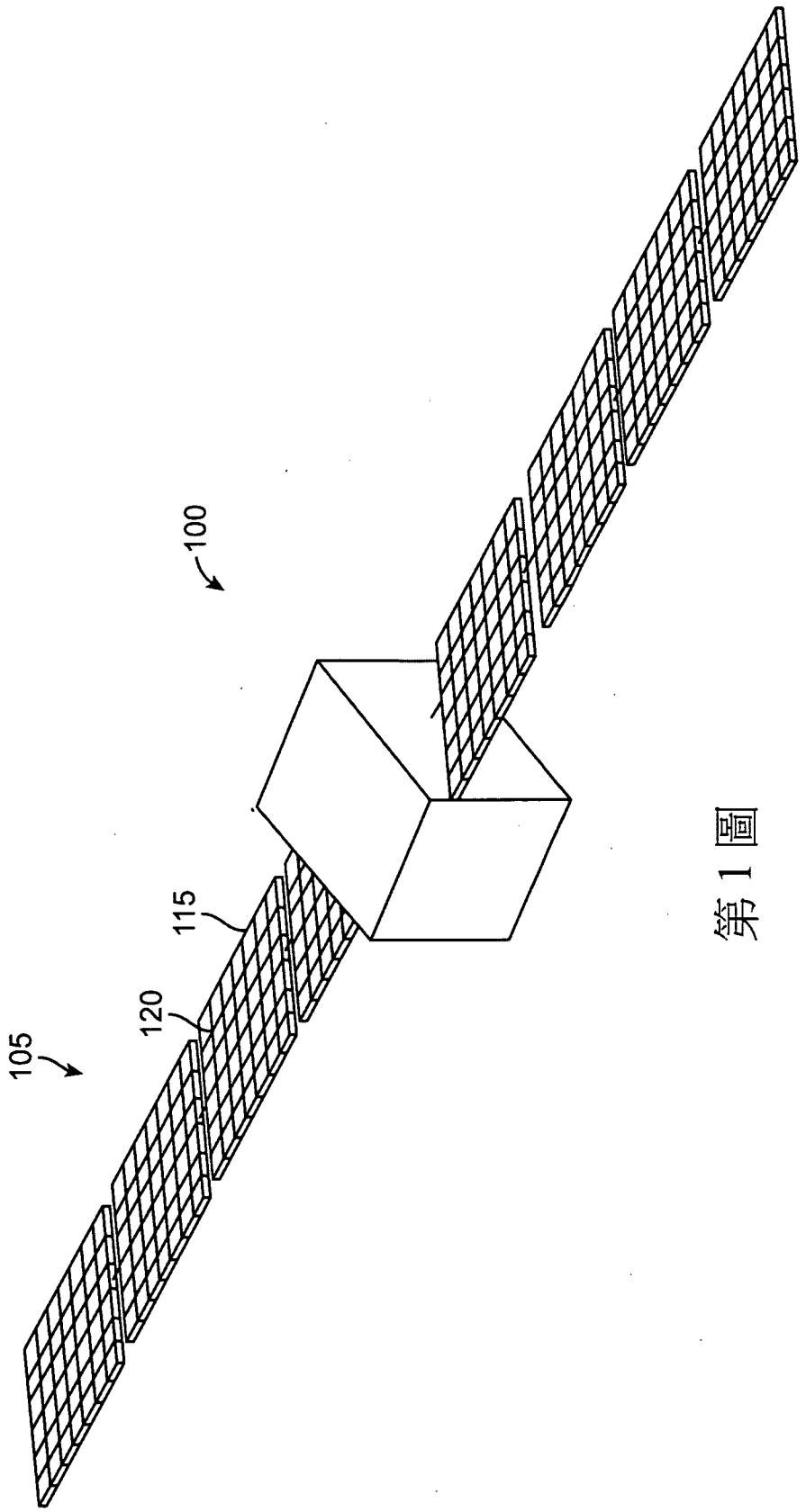
【第10項】 如請求項1所述之方法，其中使用一取放（pick and place）機器人以將該等太陽能電池單元放置在該印刷電路板上。

【第11項】 如請求項1所述之方法，其中自動地使用

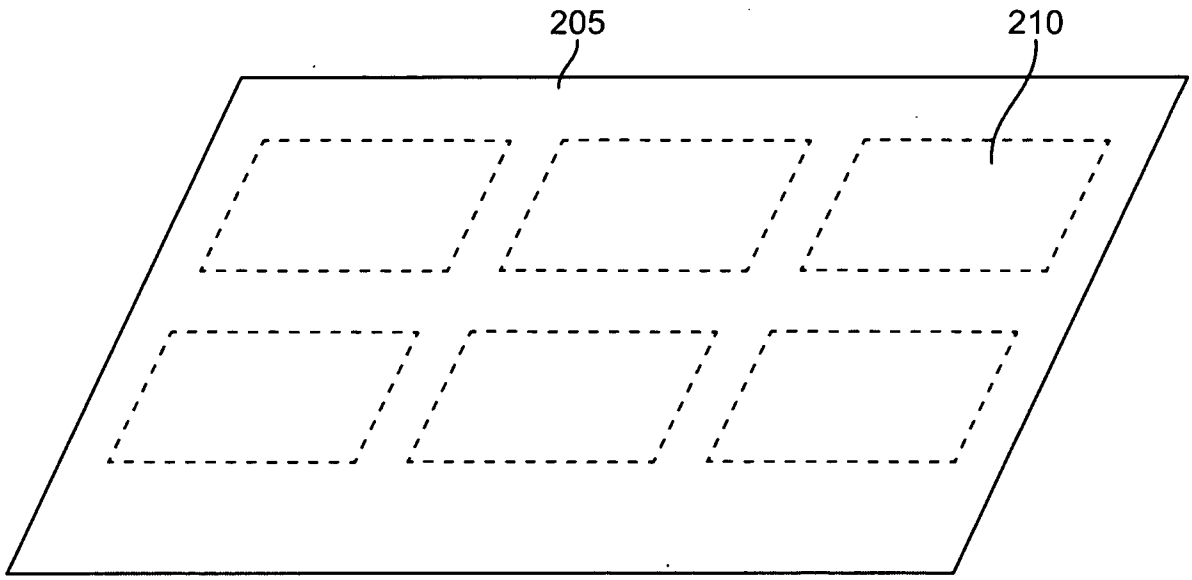
一取放機器人以將該等太陽能電池單元放置在該印刷電路板上，而無須人類介入。

【第12項】 如請求項1所述之方法，將該太陽能電池單元晶圓與該玻璃蓋兩者切割成複數個太陽能電池單元的步驟，包含以下步驟：使用一切割工具，在該切割工具的一單一行程中，切割穿過該太陽能晶圓與該玻璃蓋兩者。

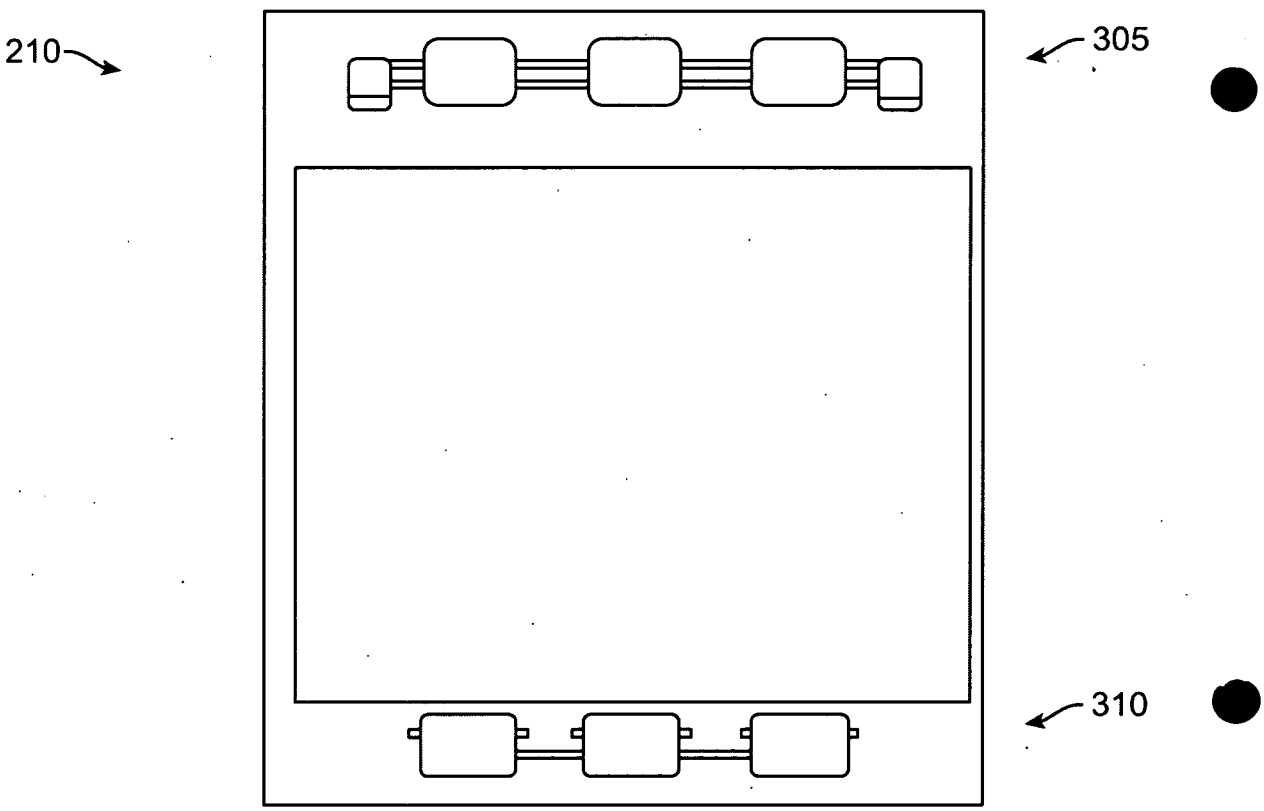
【發明圖式】



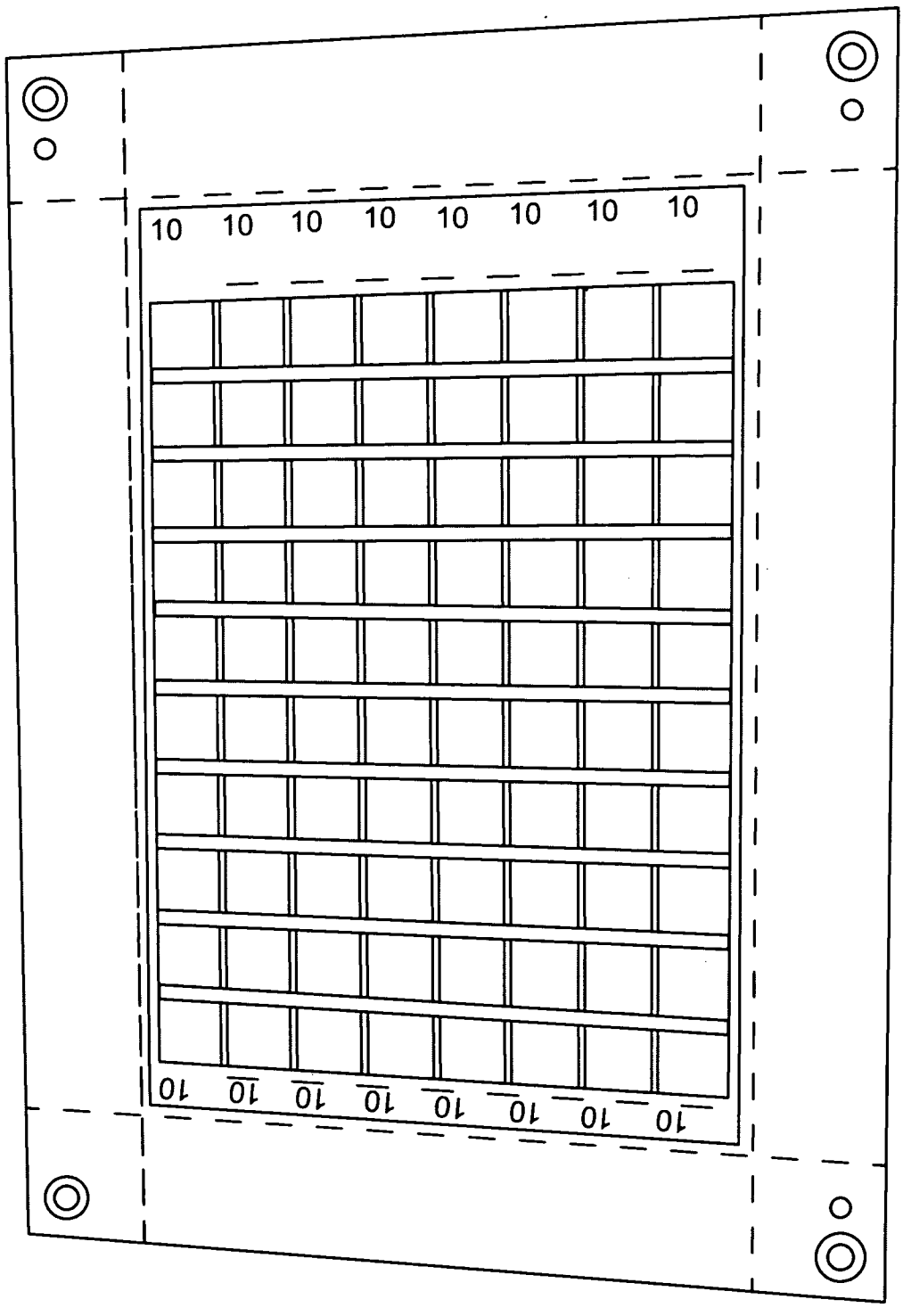
第 1 圖



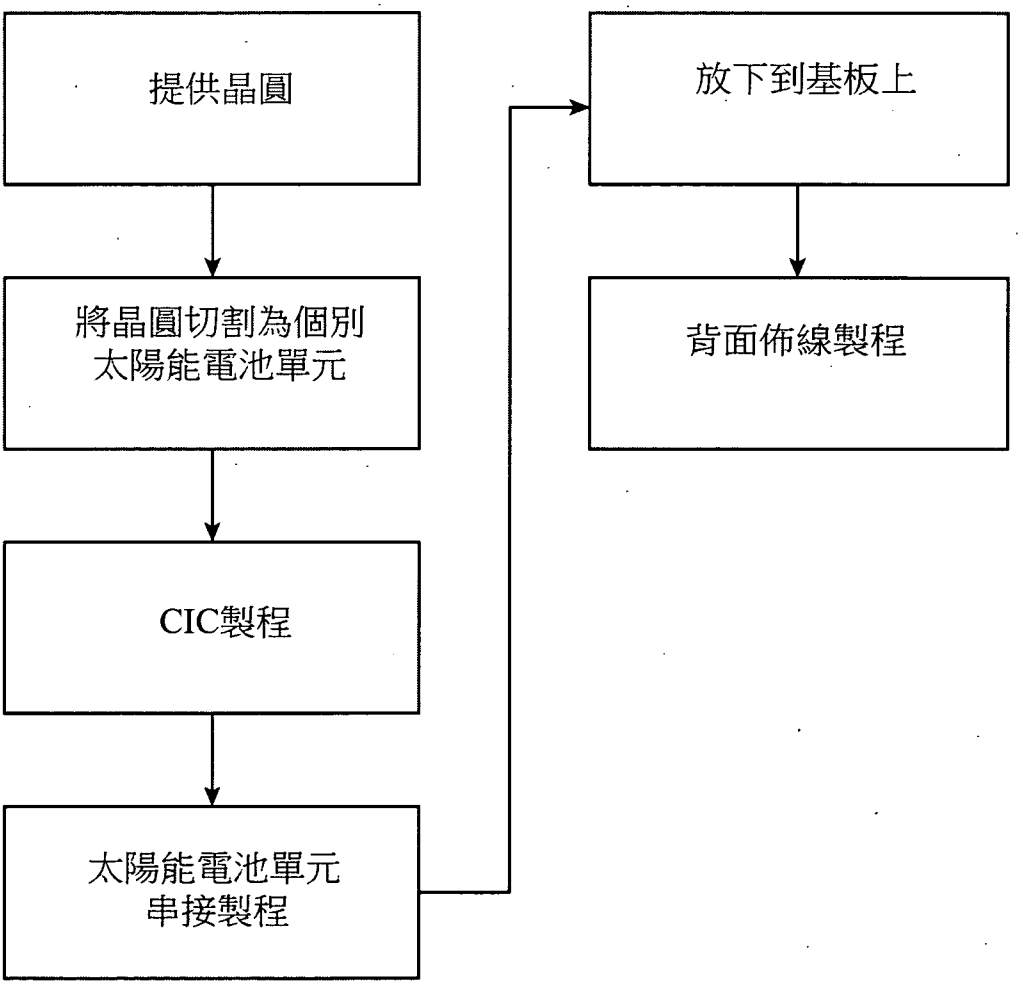
第 2 圖



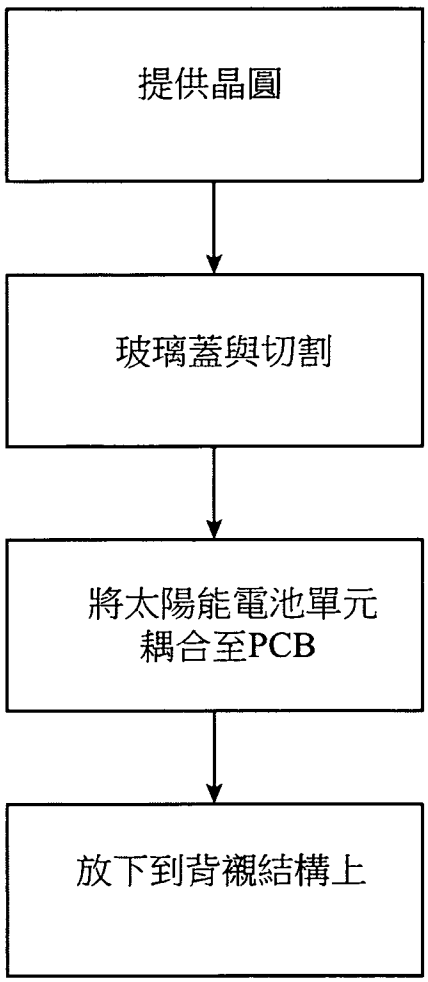
第 3 圖



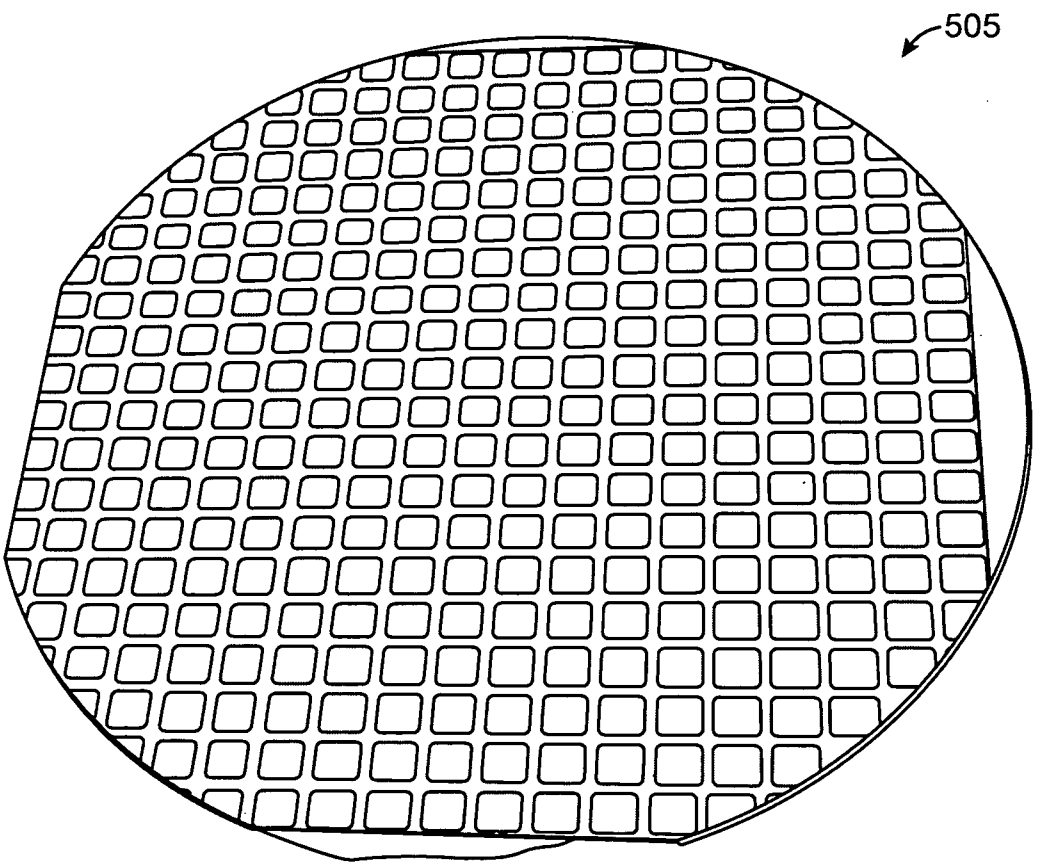
第 4 圖



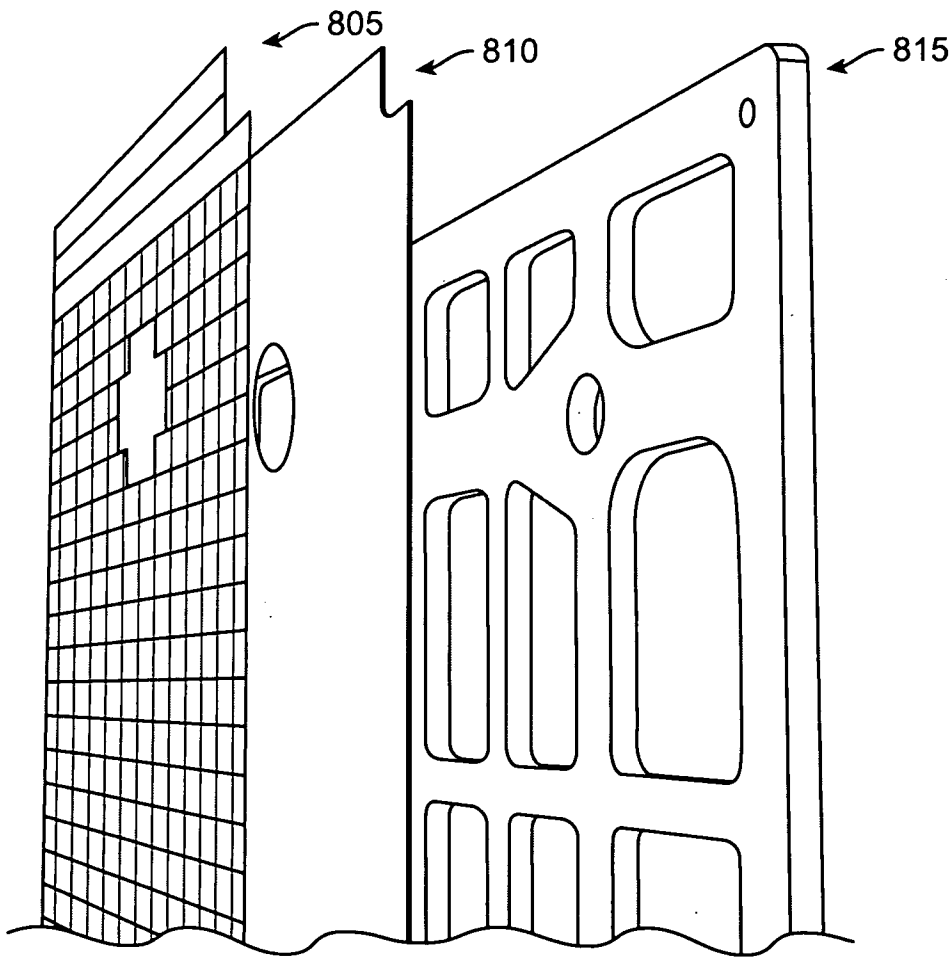
第 5 圖



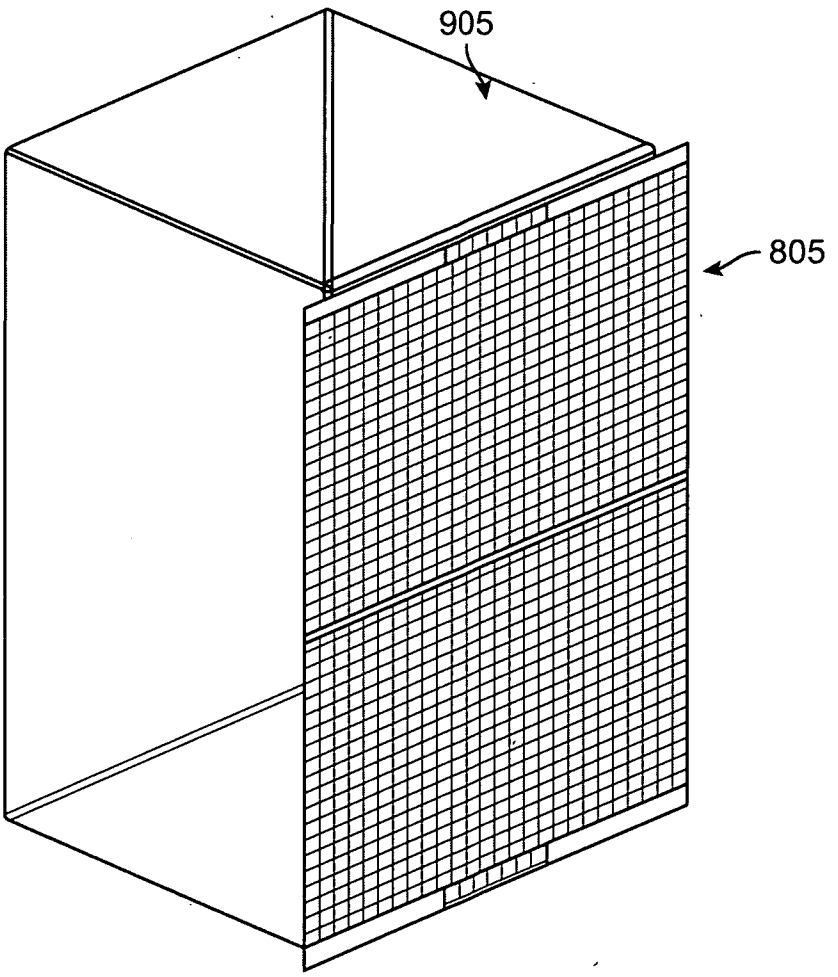
第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖