



(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 202425369 A

(43)公開日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：112129762

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 08 日

(51)Int. Cl.：

*H01L31/18 (2006.01)**H01L31/02 (2006.01)**H01L31/041 (2014.01)**H01L31/049 (2014.01)**H02S30/20 (2014.01)*

(30)優先權：2022/08/10

美國

63/396,725

(71)申請人：美商太空山脈公司 (美國) SIERRA SPACE CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：安東尼 布萊恩 ANTHONY, BRIAN (US)；詹森 馬修 JOHNSON, MATTHEW

(US)；克里斯蒂安森 斯科特 CHRISTIANSEN, SCOTT (US)；多布森 羅德尼

DOBSON, RODNEY (US)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 27 頁

(54)名稱

具有導電黏合劑的太陽能陣列系統及其製造方法

(57)摘要

本發明係關於一種太空級太陽能陣列具有複數個太陽能電池，其中在各經切割太陽能電池的一背側與一印刷電路板之間具有一導電黏合劑。一種製造此類太空級太陽能陣列的方法包括：切割具有複數個太陽能電池之一多接面太陽能晶圓以形成複數個經切割多接面太陽能電池；以及將一導電黏合劑定位於各經切割太陽能電池的一背側與一印刷電路板之間；以及經由該黏合劑將這些經切割太陽能電池黏合緊固至該印刷電路板上。

A space-grade solar array has a plurality of solar cells with an electrically conductive adhesive between a back side of each diced solar cell and a printed circuit board. A method of manufacturing such a space grade solar array includes dicing a multi-junction solar wafer having a plurality of solar cells to form a plurality of diced multi-junction solar cells, and positioning an electrically conductive adhesive between a back side of each diced solar cell and a printed circuit board; and adhesively securing the diced solar cells onto the printed circuit board via the adhesive.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100:太空船

105:太陽能面板

115:太陽能陣列

120:太陽能電池

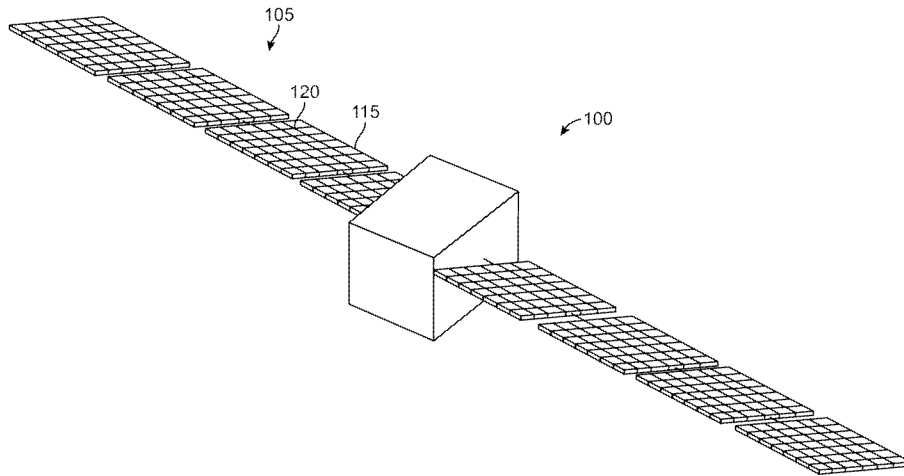


圖1



【發明摘要】

【中文發明名稱】 具有導電黏合劑的太陽能陣列系統及其製造方法

【英文發明名稱】 SOLAR ARRAY SYSTEM WITH ELECTRICALLY
CONDUCTIVE ADHESIVE AND METHOD OF
MANUFACTURING

【中文】

本發明係關於一種太空級太陽能陣列具有複數個太陽能電池，其中在各經切割太陽能電池的一背側與一印刷電路板之間具有一導電黏合劑。一種製造此類太空級太陽能陣列的方法包括：切割具有複數個太陽能電池之一多接面太陽能晶圓以形成複數個經切割多接面太陽能電池；以及將一導電黏合劑定位於各經切割太陽能電池的一背側與一印刷電路板之間；以及經由該黏合劑將這些經切割太陽能電池黏合緊固至該印刷電路板上。

【英文】

A space-grade solar array has a plurality of solar cells with an electrically conductive adhesive between a back side of each diced solar cell and a printed circuit board. A method of manufacturing such a space grade solar array includes dicing a multi-junction solar wafer having a plurality of solar cells to form a plurality of diced multi-junction solar cells, and positioning an electrically conductive adhesive between a back side of each diced solar cell and a printed circuit board; and adhesively securing the diced solar cells onto the printed circuit board via the adhesive.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 100:太空船
- 105:太陽能面板
- 115:太陽能陣列
- 120:太陽能電池

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有導電黏合劑的太陽能陣列系統及其製造方法

【英文發明名稱】 SOLAR ARRAY SYSTEM WITH ELECTRICALLY
CONDUCTIVE ADHESIVE AND METHOD OF
MANUFACTURING

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種太空級太陽能陣列系統（亦簡稱為「太陽能陣列（solar array）」）及一種製造此類系統的方法。

相關申請案之交互參考

【0002】 本申請案主張標題為「具有導電黏合劑的太陽能陣列系統及其製造方法（SOLAR ARRAY SYSTEM WITH ELECTRICALLY CONDUCTIVE ADHESIVE AND METHOD OF MANUFACTURING）」，且於2022年8月10日申請之美國臨時申請案第63/396,725號的優先權，其揭示內容以全文引用的方式併入本文中。

【先前技術】

【0003】 當前製造太空級太陽能陣列方法至少部分地涉及將一或多個太陽能電池安裝至印刷電路板。需要尤其關於自熱及電耦接角度兩者而言，將太陽能電池恰當地耦接至印刷電路板的製造太空級太陽能陣列的改良方法。

【發明內容】

【0004】 揭示一種太空級太陽能陣列及一種製造太空級太陽能陣列的相關方法，其中至少一個太陽能電池使用經配置以傳導電流之黏合劑附接、緊固

至、黏附於或以其他方式耦接至印刷電路板。在一具體實例中，黏合劑具有在太陽能電池與印刷電路板之間充當熱緩衝及/或機械順應性（mechanically compliant）緩衝之熱膨脹係數（coefficient of thermal expansion；CTE）。舉例而言，太陽能電池可具有第一CTE，且電路板（或其部分，諸如電路板之電觸點部分）具有第二CTE。在一具體實例中，電耦接至太陽能電池之印刷電路板之部分由銅製成，且其具有高於太陽能電池之CTE的CTE。黏合劑具有之CTE小於印刷電路板之CTE但大於太陽能電池之CTE。黏合劑用以限制或消除太陽能電池中由於太陽能電池與印刷電路板之間的CTE差而誘導之熱應力。黏合劑亦具有大於焊料之機械順應性。該黏合劑因此係機械順應性的，以便使由於該太陽能電池耦接至該印刷電路板而在該太陽能電池中誘導之應力最小化。

【0005】 一種太空級太陽能陣列具有複數個太陽能電池，其中在各經切割太陽能電池的背側與印刷電路板之間具有導電黏合劑。一種製造此類太空級太陽能陣列的方法包括：切割具有複數個太陽能電池之多接面太陽能晶圓以形成複數個經切割多接面太陽能電池；以及將導電黏合劑定位於各經切割太陽能電池的背側與印刷電路板之間；以及經由該黏合劑將這些經切割太陽能電池黏合緊固至該印刷電路板上。

【0006】 其他態樣、特徵及優勢應自各種具體實例之以下描述顯而易見，這些具體實例藉助於實例說明本發明之原理。

【圖式簡單說明】

【0007】 圖式未必在絕對意義上或相對而言按比例，而係意欲為說明性的。又，特徵及元件之相對佈局可出於說明清楚之目的而被修改。

【0008】 [圖1]展示具有包括一或多個太陽能面板之結構之太空船。

【0009】 [圖2]展示充當上面安裝複數個太陽能電池之基板的印刷電路板

(printed circuit board ; PCB) 之示意性圖示。

【0010】 [圖3]展示太陽能電池之電觸點之範例形狀因子 (form factor)。

【0011】 [圖4]展示定位於印刷電路板之前側上的複數個太陽能電池。

【0012】 [圖5]展示用於製造使用太空飛行應用之太陽能陣列之習知製程的流程圖。

【0013】 [圖6]展示併入自動化取放工業機械及製程之用於製造太陽能陣列之改良製程的流程圖。

【0014】 [圖7]展示太陽能電池晶圓之實例。

【0015】 [圖8]展示定位於PCB附近，該PCB將安裝至其上之具有經整合防護玻璃的太陽能電池。

【0016】 [圖9]展示直接安裝至太空船結構之表面上的附接有具有經整合防護玻璃之太陽能電池的PCB。

【實施方式】

【0017】 揭示一種太空級太陽能陣列及一種製造太空級太陽能陣列的相關方法，其中至少一個太陽能電池使用經配置以傳導電流之黏合劑附接、緊固至、黏附於或以其他方式耦接至印刷電路板。在一具體實例中，黏合劑具有在太陽能電池與印刷電路板之間充當熱緩衝及/或機械順應性緩衝之熱膨脹係數 (CTE)。舉例而言，太陽能電池可具有第一CTE，且電路板 (或其部分，諸如電路板之電觸點部分) 具有第二CTE。在一具體實例中，電耦接至太陽能電池之印刷電路板之部分由銅製成，且其具有高於太陽能電池之CTE的CTE。黏合劑具有之CTE小於印刷電路板之CTE但大於太陽能電池之CTE。黏合劑用以限制或消除太陽能電池中由於太陽能電池與印刷電路板之間的CTE差而誘導之熱應力。黏合劑亦具有大於焊料之機械順應性。該黏合劑因此係機械順應性的，以便使由於

該太陽能電池耦接至該印刷電路板而在該太陽能電池中誘導之應力最小化。

【0018】 所揭示之太空級太陽能陣列包括相對較小電池，其中之經整合佈線嵌入至印刷電路板中或直接併入至印刷電路板上。經整合佈線為具有背側（亦即，單側）電觸點之太陽能電池提供界面，其中該黏合劑在該太陽能電池與該印刷電路板之間提供電路徑並且在其間提供機械連接。單側觸點使得能夠使用取放（pick and place；PnP）技術來製造太空級太陽能陣列。亦即，正電觸點及負電觸點均存在於太陽能電池之同一側（諸如背側）上。因為太陽能電池包括全背側電觸點，所以太陽能電池可容易地且有效地諸如藉由使用PnP製程，與太陽能面板上之其他太陽能電池一起封裝且與其電互連。背側觸點自尺寸及定位角度而言與印刷電路板上之對應觸點匹配。

【0019】 另外，太陽能陣列係根據如下製程製造，其中在切割晶圓以形成太陽能電池之前，在晶圓層級（wafer level）將防護玻璃整合至太陽能電池上。在電池製造過程期間，單個防護玻璃薄片被定位於太陽能電池晶圓之一個區段或整個太陽能電池晶圓上方。隨後將防護玻璃與複數個太陽能電池組合地進行切割，以形成複數個太陽能電池，其中各者由防護玻璃覆蓋。此使得製造過程更高效。

【0020】 圖1展示具有包括一或多個太陽能面板105之結構之太空船100，諸如衛星。太陽能面板可併入有根據本文中所描述的製程製造的太陽能陣列系統。太陽能面板可以熟知方式在摺疊或收起狀態與擴展或展開(deployed)狀態之間轉變。太陽能陣列115包括一或多個太陽能面板105，這些太陽能面板可包括黏合至各太陽能面板105的任何數量之太陽能電池120，其中黏合可使用導電黏合劑至少部分地達成。太陽能電池機械安裝至對應的太陽能面板或其他基板，且使用導電互連件彼此電連接以產生太陽能供應網路。太陽能電池包括將日光轉化為電能之伴隨電路。以此方式，太陽能電池120提供電力，諸如以對電池組充電

及/或驅動一或多個太空船系統。

【0021】 圖2展示充當基板之印刷電路板（PCB）205的示意性圖示，複數個太陽能電池210經由導電黏合劑安裝於其上。如所提及，黏合劑用於將太陽能電池中之一或多者安裝、附接或耦接至PCB，其中黏合劑為導電介質。以此方式，黏合劑提供太陽能電池與PCB之間的電路徑。在一具體實例中，黏合劑具有之CTE在太陽能電池之至少一部分的CTE與PCB之至少一部分（諸如經由黏合劑電耦接至太陽能電池的PCB的電觸點）的CTE之間。黏合劑亦充當太陽能電池與PCB之間的機械界面。黏合劑為更順應性的界面（諸如相對於焊料），其顯著地降低由PCB與太陽能電池之間的CTE差產生之誘導性應力。不同於黏合劑，焊料為將高應力直接驅使進太陽能電池之極硬性界面。

【0022】 PCB為具有前側、背側及厚度之平面結構。在一具體實例中，PCB具有在前側上的複數個電觸點，其中電觸點中的至少一些之尺寸、形狀及/或位置經過設定以匹配太陽能電池210中的至少一者的背側上的對應電觸點，以在太陽能電池安裝於PCB上時建立太陽能電池210與PCB之間的電耦接（經由黏合劑）。電耦接可經由黏合劑達成。

【0023】 太陽能電池的數量可變化且不受圖2中所展示的內容限制。另外，太陽能電池210可以各種圖案排列，這些圖案不受圖2中所展示的內容限制。印刷電路板有時亦被稱作印刷線路板。

【0024】 所揭示之太陽能電池之小尺寸允許PCB上之可用空間之使用得到最佳化，以便使可耦接至PCB之太陽能電池的數量最大化。在一非限制性實例中，「小尺寸（small size）」太陽能電池小於 20 cm^2 。「大型（large）」電池尺寸在約 60 cm^2 或更大範圍內，太陽能電池尺寸通常在約 26 cm^2 至 31 cm^2 之尺寸範圍內。在一具體實例中，所用之太陽能電池之總有效面積係大於 1 cm^2 至小於 20 cm^2 。

【0025】 在一具體實例中，當太陽能電池210安裝於PCB上時，PCB 205充

當太陽能面板本身，其中太陽能面板包括支撐結構及電組件（例如，佈線單元（wiring cell）、電阻器、二極體、熱敏電阻器等）。在另一具體實例中，PCB 205 充當支撐結構或背襯結構(backing structure)。在此具體實例中，太陽能面板包括 PCB 205、經由黏合劑附接至PCB之太陽能電池210，及提供結構支撐之單獨支撐結構。PCB可為剛性結構或其可為可撓性結構。在一具體實例中，PCB為可撓性電路板。在另一具體實例中，PCB為多層電路板。

【0026】 各太陽能電池210（光伏打電池）具有前側及背側。各太陽能電池為藉由光伏打效應將光能直接轉化成電之電裝置。各太陽能電池可具有在暴露於光時變化之電特徵，諸如電流、電壓或電阻。另外，各太陽能電池210具有位於太陽能電池之共同背側上的正電端子（或觸點）及負電端子兩者，其中背側為與PCB 205之前表面接觸拼接的側。太陽能電池210可排列成PCB 205上之共面平行列的陣列。PCB已在其上形成有使太陽能電池彼此連接並且連接至PCB 205之其他電子組件的複數個導電跡線或路徑。在一具體實例中，PCB 205由兩個或更多個層形成，各層具有列印於其上之至少一個導電路徑。在一具體實例中，PCB具有超過兩個層。

【0027】 如所提及，太陽能電池之電觸點以預定圖案或形狀因子排列，其匹配PCB上之電觸點之對應及互補圖案。此使得太陽能電池能夠使用自動化裝置及方法，包括機器人裝置及PnP技術耦接至PCB。圖3展示具有以預定圖案排列之正電觸點305及負觸點310的太陽能電池210的背側的非限制性實例。如所提及，PCB具有以匹配太陽能電池210上之觸點之圖案的互補圖案排列的對應正電觸點及負電觸點。應瞭解，圖3中所展示之圖案為對本發明非限制性的實例。

【0028】 太陽能分配網路係藉由以電串聯或並聯方式電連接既定列中之所有太陽能電池205而形成。太陽能電池210物理地且電連接至PCB 205，且電連接至電力供應網路。圖4展示例示性PCB 405，其具有定位於PCB之前側上的複數

個太陽能電池，以使得各太陽能電池之背側上的電觸點與PCB 210之前側上的對應一組電觸點電耦接接觸。太陽能電池以網格或陣列圖案排列，但應瞭解，太陽能電池排列於PCB上之方式可變化。

【0029】 如所提及，太陽能電池205為以下類型：其中正端子及負端子兩者位於太陽能電池之一側，諸如背側上，且可由該側觸及（accessible）。在PCB 205之背側上或與太陽能電池210相對之表面上，定位有一或多個導電安裝墊，以實現其他電路元件之附接及電連接及/或與太陽能面板之支撐結構或背襯結構之附接及電連接，以便形成太陽能陣列。太陽能電池210之正端子及負端子（位於太陽能電池之共同背側上）可使用PnP技術連接至PCB 205之前表面上的對應電襯墊。

【0030】 圖5展示製造太陽能陣列之習知方法的流程圖。該方法之步驟典型地全部藉由人工，或藉由人工與訂製機械及/或機器人組合來執行。在第一步驟中，生產或以其他方式獲得太陽能電池晶圓（諸如矽晶圓）。典型太陽能電池晶圓在晶圓兩側上具有電觸點，其中太陽能電池晶圓之各太陽能電池中，正觸點位於第一側上且負觸點位於相對的第二側上。根據下一步驟，以熟知方式，諸如藉由使用鋸子將太陽能電池晶圓切割成個別太陽能電池，以獲得單一大型太陽能電池或複數個較小太陽能電池。隨後根據習知防護玻璃互連電池（Coverglass Interconnected Cell；CIC）製程加工太陽能電池。根據此製程，各太陽能電池個別地組裝有適當電子組件，其中組件歸因於正端子及負端子位於太陽能電池的相對兩側上而定位於各太陽能電池的前側及背側兩者上。在電子組件恰當地耦接至太陽能電池之後，各太陽能電池經手動且個別地覆蓋有保護電子組件之防護玻璃材料。

【0031】 依照佈線製程，太陽能電池可隨後焊接或電阻焊接成稱為串（string）之電池鏈。使用訂製機械及/或機器人將電池置放成串聯佈線串排列。

隨後藉由人工將串手動佈置或置放於製備的複合基板上，以產生太陽能面板。經組裝串隨後在太陽能面板之前側及背側上利用線束串聯及並聯連接。前述方法極繁瑣且耗時，因為許多步驟必須人工手動執行或藉由訂製機械執行。

【0032】 圖6展示製造根據本發明的太陽能陣列的改良方法的流程圖。應注意，所揭示之方法消除CIC步驟及串接（stringing）步驟，其減少與整個製程相關的時間及勞動。如下文詳細描述，該方法亦消除背側佈線步驟，其進一步減少與整個製程相關的時間及勞動。另外，自動化PnP技術用以消除與習知製程相關聯的手動步驟。

【0033】 參考圖6，在第一步驟中，提供或製造太陽能電池晶圓。圖7展示太陽能電池晶圓505的實例，該太陽能電池晶圓包括以網格圖案排列的複數個太陽能電池。如所提及，晶圓505之太陽能電池中之各者經配置以使得正電觸點及負電觸點位於太陽能電池之共同背側上。太陽能電池可使用已關於許多陸地及太空相關應用進行開發及得到驗證的穿透晶圓通孔（through wafer via）技術，將正端子及負端子併入太陽能電池的背側上。觸點亦可位於背側上且仍可為相容的。此使得能夠進行用於最先進之高效率太陽能電池之表面裝置技術（surface mount technology；SMT）方法，且允許經由標準且良好理解之PnP技術完成陣列之組裝。

【0034】 隨後在切割製程之前將防護玻璃定位在整個晶圓上方，且因此在複數個太陽能電池上方。在一具體實例中，單一防護玻璃之尺寸經設定使得其可置放於複數個太陽能電池上方。單一防護玻璃可至少在面積上與太陽能電池晶圓一樣大，使得單一防護玻璃足夠大以覆蓋晶圓上之每一太陽能電池。在另一具體實例中，防護玻璃小於晶圓，使得單一防護玻璃覆蓋複數個太陽能電池，但不覆蓋晶圓上之所有太陽能電池。在此具體實例中，複數個防護玻璃元件可用於一起覆蓋晶圓之所有或一些太陽能電池。

【0035】 晶圓隨後連同防護玻璃一起切割或分割為個別太陽能電池，使得太陽能電池及防護玻璃兩者在切割過程期間一起被分割。亦即，啟動切割工具，以使得諸如用切割工具只劃一下時，切割穿過防護玻璃且亦穿過直接在防護玻璃下方的太陽能電池。此產生複數個太陽能電池，其中各太陽能電池具有覆蓋該太陽能電池之專屬防護玻璃。由於太陽能電池之連接佈線被整合至其上將定位太陽能電池之PCB上，因此不需要單獨地將電子組件定位在太陽能電池之前側上。此實現晶圓層級之複數個太陽能電池上方的單一防護玻璃覆蓋。輻射保護性防護玻璃提供個別太陽能電池的剛度增大以及在組裝層級之最佳化製造。

【0036】 在下一步驟中，使用將太陽能電池緊固或固定至PCB的導電黏合劑將太陽能電池（具有已定位於太陽能電池上之防護玻璃）置放於PCB上且結構及電耦接至PCB，其中黏合劑充當PCB與太陽能電池之電觸點之間的機械及熱緩衝。黏合劑定位於各經切割太陽能電池之背側與印刷電路板之間。

【0037】 如所提及，各太陽能電池具有在太陽能電池之背側上的正電觸點及負電觸點，以使得電觸點接觸PCB之前側上的對應觸點且與其耦接。PCB含有整合成一個容易製造及自動化之總成的全電池互連及背側佈線。此方法消除了電及物理地連接太陽能電池所需之昂貴手工勞動。PCB之電跡線包括所有電池至電池互連佈線，以及旁路或阻斷二極體、串及並聯電路配置。在一具體實例中，雙側PCB用以在PCB之一側上併入太陽能電池且在相對側上併入旁路及阻斷二極體。

【0038】 此使得太陽能電池能夠佈置至印刷電路板上，該印刷電路板形成具有併入至PCB中之電佈線的基板。其亦消除與習知製造過程相關的背側佈線步驟。具有附接的具有經整合防護玻璃之太陽能電池的PCB可隨後安裝至背襯結構。圖8展示定位於PCB 810附近，該PCB將安裝至其上之具有經整合防護玻璃的太陽能電池805。PCB隨後安裝於背襯結構815上。如所提及，PCB之背面可具有

PnP阻斷二極體及一或多個線束連接器。在另一具體實例中，展示於圖9中，附接有具有經整合防護玻璃之太陽能電池之PCB 805簡單地安裝至太空船結構905之示意性圖示的表面上。PCB 805亦可整合至太空船可部署多面板太陽能陣列中。

【0039】 因此，在晶圓層級整合防護玻璃，同時保持背側上可觸及之正觸點及負觸點消除習知方法中所需的CIC製程。經整合防護玻璃亦有助於修復及返工，此係因為每一電池具有獨立及專屬的防護玻璃且各電池可相對容易地移除或替換。所揭示之方法亦可包括在不必移除所有太陽能電池的情況下自PCB移除及替換太陽能電池陣列中的單一太陽能電池的步驟。

【0040】 在一替代性具體實例中，在太陽能電池已定位於PCB上之後，將單一或複數個較大防護玻璃薄片或其他保護塗層定位於PCB之較大區段上方，使得防護玻璃覆蓋PCB上之複數個太陽能電池。可能的防護玻璃材料包括在組裝層級噴塗或層壓於電池上之樹脂或聚合物。

【0041】 針對製造太空級太陽能陣列，相比於使用極大面積電池的習知方法，太空級太陽能陣列的改良製造過程亦利用極小電池。利用小太陽能電池存在若干優勢，包括例如允許在製造過程期間使用PnP及SMT。另一優勢為，使用小電池將關於太陽能電池與PCB之間的熱膨脹係數（CTE）應力之問題最小化，並且將熱傳導問題最小化。

【0042】 使用小電池亦准許對可在外太空使用太陽能陣列時出現的微隕石之撞擊及陰影具有較高耐受性，此係因為損失單個小電池典型地僅占整個陣列功率之極小百分比。亦即，大量個別「小（small）」電池一起形成整個陣列功率，其中各個別電池僅形成整個功率容量之較小百分比（諸如小於5%）。因此，損失單個電池不會不利地影響整個陣列之功率容量。使用小電池可使堆積因子（packing factor）最大化，使得每面積瓦數提高，且亦允許極小面積中之高電壓匯流排。自動化製程提高可靠性且消除或顯著減少人工誤差。所揭示之製程亦消除

對電池與基板之間的額外熱黏合劑之需求，儘管此對本發明不為限制性的。

【0043】 藉由產生具有上文所描述之PCB的電壓/電源模組達成非經常性工程（non-recurring engineering；NRE）成本之減少。電源模組可藉由用太陽能電池填充預定尺寸及形狀之PCB來獲得。多個電源模組可經排列以填充各種形狀之較大區域及留置區（stay-in zone），以產生任何功率等級之太空級陣列。電源模組之尺寸取決於應用及可由電子製造領域中之大部分供應商製造的大面積PCB。

【0044】 此外，太陽能陣列包括全部被置放於PCB之背側上的旁路及阻斷二極體。此旁路及阻斷二極體方案最大化了面板前部有效面積，同時仍併入習知陣列中所見的必要電池及串保護。面板之背側上的二極體顯著增加面板之前側上的堆積因子，且自功率密度（例如，瓦特/m²）角度而言產生更高效的陣列。

【0045】 太陽能電池之正端子及負端子之背側觸點的配置亦得到改良。安裝襯墊之配置經最佳化以最大化熱傳導同時最小化熱膨脹係數（CTE）應力。經由多次反覆進行熱分析及熱機械分析及材料選擇來研發出最終配置。

【0046】 若在某些配置中需要，則PCB之材料及構築可產生高度硬性PCB。PCB在一具體實例中亦可為完全可撓性的或可存在可撓性及高度硬性PCB之組合。

【0047】 所揭示製程之若干態樣解決了太空級太陽能陣列生產中之若干當前挑戰。習知方法受到手工勞動成本及由人工誤差誘導之製造缺陷之支配。所揭示之製程幾乎消除了手工勞動及人工誤差，從而降低成本且產生可靠性大得多及更高產率之最終產物。

【0048】 現使用以下一些非限制性實例描述太空級太陽能陣列系統及製造過程之各種態樣。應瞭解，所揭示之裝置及製程不對一部分電池具有特異性，且適用於具有相容形狀因子之任何電池類型。

太陽能電池配置

【0049】 如所提及，系統利用小型（諸如小於15至20 cm²）單接面及多接面太陽能電池，其中正端子及負端子設置或以其他方式位於太陽能電池的背側上。實例包括單晶及多晶矽電池、量子電池、鈣鈦礦、CdTe電池、CIGS電池及III-V電池。

【0050】 如所提及，防護玻璃在切割/分割之前在晶圓層級整合。此步驟涉及特定黏合操作及材料選擇。電池隨後以工業標準PnP相容固定物（例如，彈性帶（flex tape）、捲軸（reels）等）提供。電池覆蓋區（cell footprint）經標準化以使得多個電池類型可在無配置修改的情況下互換。亦即，PCB上之電池可分組為具有共同尺寸及形狀之電池。作為非限制性實例，其他類型之電池包括單接面III-V電池、多接面III-V電池及單接面CdTe電池。

面板配置

【0051】 在一非限制性實例中，面板利用經修改PCB配置，其在PCB之層內併入碳纖維強化物以將CTE效應最小化且使面板硬度最大化。

【0052】 如所提及，用於電池互連、旁路及阻斷二極體、串及並聯電路配置之所有佈線併入PCB之電跡線內。雙側PCB用以在一側上併入太陽能電池且在另一側上併入旁路及阻斷二極體。另外，將設計模組化概念併入至製造過程中以減少設計工作且使成本最小化。用於各種匯流排電壓的標準化電壓模組包括自6V至300V的較大範圍。

【0053】 另外，模組化概念亦用於太陽能電池中，使得例如0.5 cm²至20 cm²的任何尺寸的電池可在對板設計概念的改變極小的情況下利用。PCB可經設計以利用用於PCB製造及檢驗之標準工業最佳實踐，且可經快速重配置以使當前應用最佳化。

電池互連

【0054】 電池鋪設過程經配置以與標準電子工業PnP設備相容。導電黏合劑用於完成至少一個太陽能電池與PCB之間的電連接。互連物質之調配物包括例如呈糊狀物形式及預製件(preforms)形式之Sn96、Sn63及AuSn。

面板組裝

【0055】 組裝過程利用標準電子製造及檢驗製程。PCB上之電池之堆積因子已藉由在X及Y方向上將電池之間的間距從0.030吋間距之相關習知實踐，減少至小至0.003吋而最佳化。

模組化配置

【0056】 個別電源模組係藉由利用針對PCB尺寸的工業最佳實踐及最大可允許組裝製程而產生。電源模組內之電壓模組的設計可基於標準配置以使NRE及設計成本最小化。當陣列功率增加時，電源模組經排列成較大面板總成。此等電源模組連接在一起以形成具有整合至各電源模組中之連接器/連接件的整個電源陣列。

支撐結構

【0057】 由耦接至PCB的複數個太陽能電池形成的電源模組排列於剛性背襯結構上以形成更大陣列。背襯結構提供對電源模組之支撐、用於壓緊機構(hold down mechanism)之分配，及用於鉸鏈附接之特徵。在另一具體實例中，可撓性結構或面板可用於將複數個剛性支撐結構彼此附接。此允許一個剛性結構相對於另一剛性結構移動或轉動(articular)，其中可撓性結構提供一定範圍的移動。

【0058】 取決於所要配置，本文所述之主題可以具體實現於系統、設備、方法及/或物品中。闡述於前述描述中之實施不表示所有實施與本文中所描述之主題一致。實情為，這些實施僅為與所描述之主題相關之態樣一致的一些實例。儘管上文已經詳細地描述若干變化形式，但其他修改或添加為可能的。特定言

之，除了本文中所闡述的特徵及/或變化形式，亦可提供進一步的特徵及/或變化形式。舉例而言，上文所描述之實施可經導引至所揭示之特徵之各種組合及子組合及/或上文所揭示的若干其他特徵之組合及子組合。此外，隨附圖式中所描繪及/或本文中所描述之邏輯流程未必需要所展示之特定次序或依序次序來達成所期望的結果。其他實施可在以下申請專利範圍之範圍內。

【符號說明】

【0059】

- 100:太空船
- 105:太陽能面板
- 115:太陽能陣列
- 120:太陽能電池
- 205:印刷電路板,PCB,太陽能電池
- 210:太陽能電池,PCB
- 305:正電觸點
- 310:負觸點
- 405:PCB
- 505:晶圓
- 805:太陽能電池,PCB
- 810:PCB
- 815:背襯結構
- 905:太空船結構

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種製造太空級太陽能陣列之方法，其包含：

切割具有複數個太陽能電池之多接面太陽能晶圓以形成複數個經切割多接面太陽能電池，其中各太陽能電池具有位於該太陽能電池之共同背側上的正電觸點及負電觸點；

將導電黏合劑定位於各經切割太陽能電池之背側與印刷電路板之間；

經由該黏合劑將這些經切割太陽能電池黏合緊固至該印刷電路板上，其中各經切割太陽能電池之該背側與該印刷電路板之前側接觸，使得各經切割太陽能電池之該正電觸點及該負電觸點電耦接至該印刷電路板之對應電觸點。

【請求項2】如請求項1之方法，其中該黏合劑之熱膨脹係數值在該太陽能電池之熱膨脹係數與該印刷電路板之熱膨脹係數之間。

【請求項3】如請求項1之方法，其中該黏合劑係機械順應性的，以便使由於該太陽能電池耦接至該印刷電路板而在該太陽能電池中誘導之應力最小化。

【請求項4】如請求項1之方法，其進一步包含：

在將這些複數個經切割太陽能電池緊固至該印刷電路板上之後，在這些經切割太陽能電池定位於該印刷電路板上的同時，使用防護玻璃材料覆蓋這些複數個經切割太陽能電池，且將該防護玻璃材料黏合至這些複數個經切割太陽能電池。

【請求項5】如請求項1之方法，其中在將太陽能電池晶圓切割成複數個太陽能電池之前，將保護性防護玻璃定位於該太陽能電池晶圓上方。

【請求項6】如請求項1之方法，其中在將該太陽能電池晶圓切割成複數個太陽能電池之後，且在這些複數個太陽能電池定位於該印刷電路板上的同時，將該保護性防護玻璃定位於這些複數個太陽能電池上方。

【請求項7】如請求項1之方法，其中該印刷電路板為可撓性的。

【請求項8】如請求項1之方法，其中該印刷電路板充當太陽能陣列面板。

【請求項9】如請求項1之方法，其進一步包含將具有這些太陽能電池的該印刷電路板定位於太陽能陣列面板上。

【請求項10】如請求項1之方法，其進一步包含使用取放機器人以將這些太陽能電池定位於該印刷電路板上。

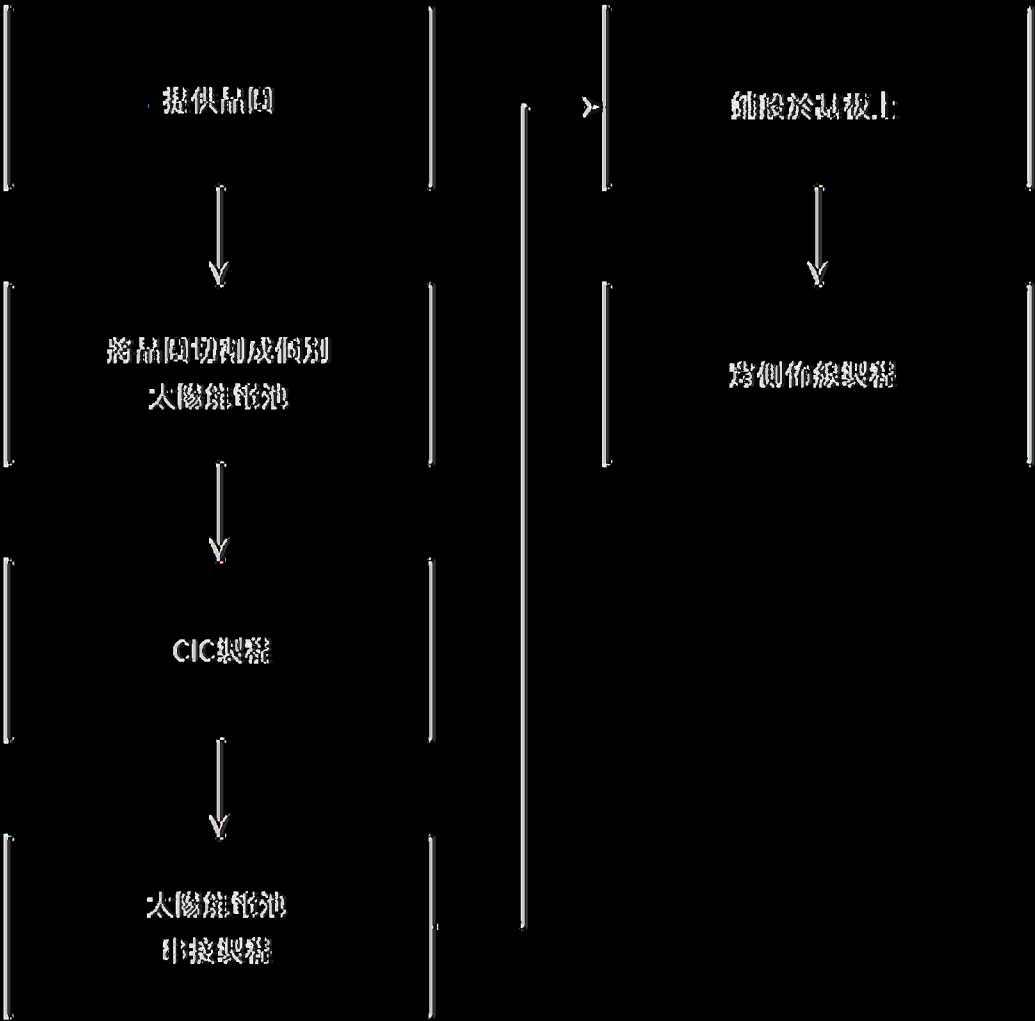


圖5

