

(21)申請案號：102112423

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 08 日

(51)Int. Cl. : H01L31/042 (2006.01)

H01L31/0224(2006.01)

(30)優先權：2012/04/06 美國

61/621,277

(71)申請人：太陽光電公司 (美國) SOLAR JUNCTION CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：費丹爾 奧那爾 FIDANER, ONUR (TR)；威梅爾 邁克爾 W WIEMER, MICHAEL W. (US)

(74)代理人：徐貴新

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 42 頁

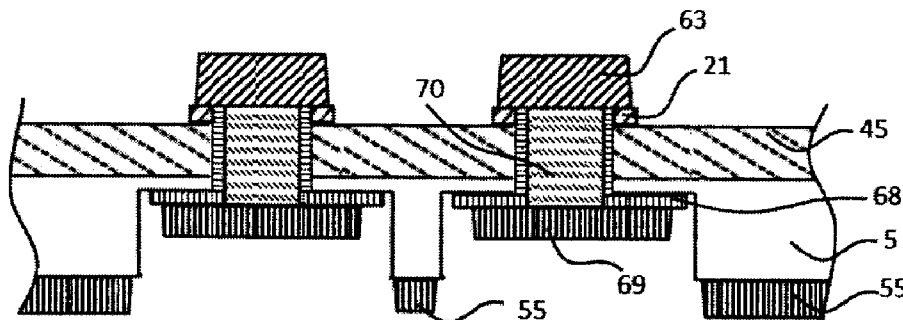
(54)名稱

具有貫穿通孔接觸的多接面太陽能電池

MULTI-JUNCTION SOLAR CELLS WITH THROUGH-VIA CONTACTS

(57)摘要

本發明提供多接面太陽能電池裝置，其中接觸正面的貫穿晶片的通孔消除對柵格線的需求並提高多接面太陽能電池元件磊晶生長的效率。



5：基底

21：帽區

45：磊晶區

55：電極

63：金屬區

68：介電質

69：電極

70：通孔結構

圖 7

(21)申請案號：102112423

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 08 日

(51)Int. Cl. : H01L31/042 (2006.01)

H01L31/0224(2006.01)

(30)優先權：2012/04/06 美國

61/621,277

(71)申請人：太陽光電公司 (美國) SOLAR JUNCTION CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：費丹爾 奧那爾 FIDANER, ONUR (TR)；威梅爾 邁克爾 W WIEMER, MICHAEL W. (US)

(74)代理人：徐貴新

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 42 頁

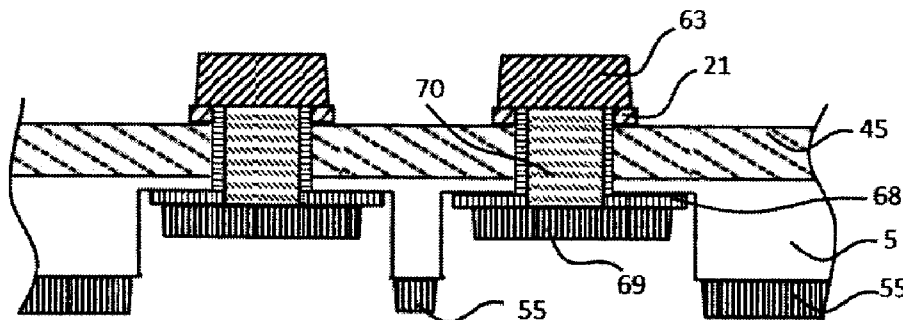
(54)名稱

具有貫穿通孔接觸的多接面太陽能電池

MULTI-JUNCTION SOLAR CELLS WITH THROUGH-VIA CONTACTS

(57)摘要

本發明提供多接面太陽能電池裝置，其中接觸正面的貫穿晶片的通孔消除對柵格線的需求並提高多接面太陽能電池元件磊晶生長的效率。



5：基底

21：帽區

45：磊晶區

55：電極

63：金屬區

68：介電質

69：電極

70：通孔結構

圖 7

發明摘要

申請日: 102. 4. 08
IPC分類:

H01L 31/062 2006.01

H01L 31/024 2006.01

【發明摘要】

【中文發明名稱】 具有貫穿通孔接觸的多接面太陽能電池

【英文發明名稱】 Multi-junction solar cells with through-via contacts

【中文】

本發明提供多接面太陽能電池裝置，其中接觸正面的貫穿晶片的通孔消除對柵格線的需求並提高多接面太陽能電池元件磊晶生長的效率。

【英文】

Multi-junction solar cell devices are provided in which through-wafer vias contacting the top surface eliminate the need for gridlines and enhance efficiency of epitaxially grown multi-junction solar cell elements.

【指定代表圖】 圖7。

【代表圖之符號簡單說明】

- 21：帽區
- 45：磊晶區
- 5：基底
- 55、69：電極
- 63：金屬區
- 68：介電質
- 70：通孔結構

【特徵化學式】

發明專利說明書

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有貫穿通孔接觸的多接面太陽能電池

【英文發明名稱】 Multi-junction solar cells with through-via contacts

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於多接面太陽能電池及其製造方法，且特別是有關於在多接面太陽能電池正面上的金屬電極，其中正面面向太陽。

【先前技術】

【0002】 通常的多接面太陽能電池廣泛用於陸地和太空的應用。多接面太陽能電池，一般被認為是高能的太陽能電池，包含多個串聯的二極體（即接面），通過在半導體基底上按層生長薄的磊晶區來實現。優化層中每個接面以吸收太陽光譜的不同部分，從而改善太陽能轉化的效率。

【0003】 通常的多接面太陽能電池具有降低太陽能-電能轉化效率的特徵。例如，由於金屬電極遮蔽住太陽能電池面向太陽的一部分正面，因此部分入射到太陽能電池正面的太陽能不能被吸收。此外，部分吸收了的太陽能不在電極上作為電能被收集，這是因為其在頂部接面的射極區和金屬柵格線處的橫向傳導過程中作為熱量耗散（例如電阻損耗）。對於高能裝置，諸如集中的光伏裝置或大面積的太陽能電池，耗散的熱量可能導致溫度明顯升高，從而進一步降低所述裝置的性能。一般在所述參數及其他參數之間有個權衡。多接面太陽能電池一般設計為在期望的條件下產生最佳的太陽能-電能轉化性能。期望改善多接面太陽能電池裝置的效率。

【0004】 圖1A示出了一般的（現有技術）多接面太陽能電池裝置100的截面圖。圖1A所示的太陽能電池100由通過穿隧接面167和178連接的三個亞電池（接面）106-108組成。應該理解圖1A僅為一般多接面太陽能電池的一個

實例，這樣的太陽能電池可以包含任意數量的亞電池。圖1B為一般的（現有技術）多接面太陽能電池的簡化示意圖。

【0005】 參照圖1A，正面場（front surface field, FSF）區4為在經過帽蝕刻後面向太陽的視窗區。在FSF區4下面是頂部p-n接面106的射極區102，所述p-n接面106形成一個二極體。相似的接面107和108位於頂部p-n接面下方，從而形成多接面太陽能電池。頂部電極包含通過帽區3與FSF區4接觸的柵格線2，其中所述帽區由根據金屬柵格線2的形狀圖案化的半導體材料組成。底部電極為與基底5接觸的太陽能電池的背面上的金屬區52。

【0006】 在降低多接面太陽能電池效率的因素中，遮蔽損耗、射極損耗和柵損耗與本發明相關。

【0007】 遮蔽損耗：在一般的多接面太陽能電池中，頂部電極由金屬線的規則柵格組成。金屬柵格線2和帽區3阻擋陽光進入太陽能電池。對於帽區寬度稍微大於金屬柵格線寬度的太陽能電池，帽寬度 x 決定每一柵格線阻擋光線的總寬度。柵格線寬度 x' 一般與帽寬度 x 通過一個製程常數 x_c 相關，例如 $x = x' + x_c$ 。因此，當遮蔽寬度 x 作為設計參數增大或減小時，金屬寬度 x' 以相同的量增大或減小。對於間隔一定距離 y 的柵格線，遮蔽損耗約為 x/y 。此後，增大寬度 x 和/或減小間隔 y 增加遮蔽損耗。

【0008】 射極損耗：電池吸收陽光後會產生載子流過電池。參照圖2B，到達射極102的光生載子必須如箭頭28所示朝著柵格線橫向運動。射極102和FSF 4為薄的、摻雜的半導體區並一同形成橫向傳導區132。載子穿過橫向傳導區傳輸導致取決於區域薄層電阻率和載子到達柵格線所必須移動的距離的電阻性電能損耗。因此，對於特定的薄層電阻率，柵格線間隔 y 越小，射極損耗越小。

- 【0009】 柵損耗：柵格線為金屬電阻，當電流如箭頭27所示朝母線22運動時導致電阻損耗。柵損耗由柵格線的橫截面積和長度以及金屬電阻率決定。對於較大的電池來說，與較小的電池相比，柵格線越長，導致[柵損耗]/[總損耗]比越大。
- 【0010】 射極和柵損耗為電阻損耗（即 I^2R 損耗）。因此，當聚光度增加時，從太陽能電池提取的電流增加，因此 I^2R 損耗增加的更多。例如，聚光度從500倍變為1000倍，對於給定電池設計電阻損耗將大約變為原來的四倍。
- 【0011】 柵損耗能通過使用更多柵格線（因此減小 y ）或增加橫截面積（因此增大 x ）來使其更小。因此，減小柵損耗（對於給定製程參數）是以增加遮蔽損耗為代價。在現有技術太陽能電池中，需要減少柵損耗部分而不增加遮蔽損耗部分。
- 【0012】 貫穿晶片的通孔（through-wafer via, TWV）是在半導體晶片的頂面（正面）和底面（背面）之間的電連接體。TWV結構通常在半導體器件領域中用於各種應用。提供TWV結構的製造方法對半導體器件領域的技術人員是已知的。例如，Chen等（Journal of Vacuum Science and Technology B，第27卷，第5期，“Cu-plated through-wafer vias for AlGaIn/GaN high electron mobility transistors on Si”）公開了用於高機動性電子傳輸裝置應用的具有貫穿晶片的通孔的半導體器件。
- 【0013】 貫穿晶片的通孔結構也被應用於太陽能電池裝置。在太陽能電池中使用TWV結構的目的之一是為了包裝要求提供僅背部接觸式太陽能電池。Van Kerschaver等總結了用於背部接觸式太陽能電池的若干方法（Progress in Photovoltaics: Research and Applications 2006; 14:107-123）。

【0014】 Kinoshita等 (US 2008/0276981 A1) 公開了提供貫穿晶片的通孔的結構，其結合金屬與介電襯裏，使頂面上的柵格線連接到太陽能電池的背面。Kinoshita所公開的結構提供一種僅背部接觸式太陽能電池。然而，由於沿著電池長度的柵格線用於電流傳輸，因此所公開的結構基本上沒有減小柵損耗。

【0015】 Dill等 (US 4,838,952 A) 公開了將太陽能電池射極區連接到背面的貫穿晶片的通孔結構。Dill等所公開的結構不適用於多接面太陽能電池。多接面太陽能電池具有大量以各種摻雜模式磊晶的半導體層。此後，對於多接面太陽能電池，不能使用圍繞貫穿晶片金屬區的單一摻雜類型來將其與金屬區穿過的半導體材料電隔離。

【0016】 Guha等 (US 8,115,097 B2) 公開了用於光伏電池的一種無柵格線的接觸。Guha等所公開的結構採用橫向絕緣的貫穿晶片的通孔將光伏電池的表面部分（即射極）連接到背面。貫穿晶片的通孔中金屬的頂面和射極區之間的接觸在基底內部，使得貫穿晶片的通孔頂部和太陽能電池頂面之間具有半導體區。Guha等的公開未教導貫穿晶片的通孔結構如何能被集成到多接面太陽能電池內，所述多接面太陽能電池以不同的目的採用了多種薄半導體磊晶層。例如，多接面太陽能電池中需要在射極102和金屬接觸2之間使用接觸區3和正面場4。

【0017】 此後，需要通過減小柵損耗來提高多接面太陽能電池的效率。

【發明內容】

【0018】 根據本發明，提供採用貫穿晶片的通孔以減小與金屬柵電阻有關的損耗的多接面太陽能電池。具體地，提供與太陽能電池基底和除了帽區之外其上所有磊晶區電隔離的貫穿晶片的通孔。帽區圖案化為使其環繞太陽能電池頂面的通孔結構。在此太陽能電池方案中，最佳設計基於遮蔽損耗、

柵電阻損耗和射極損耗等的權衡。穿過整個太陽能電池長度的柵格線被消除，兩個電極都是從多接面太陽能電池的背面可及的。

【0019】 本發明避開這些設計權衡，導致不同的太陽能電池性能特徵。例如，本發明的一個方面是電池面積不再決定效率達到最大值時的聚光度。小電池和大電池將具有相同的效率-聚光度曲線，使集中的光伏系統設計可以有新的成本權衡。圖2C示出了比較現有技術太陽能電池和根據本發明的太陽能電池的模擬。在現有技術太陽能電池中，隨著電池尺寸增加，由於設計權衡導致太陽能電池效率下降。然而本發明的太陽能電池表現出不取決於電池尺寸的效率特徵。所以，採用本發明的設計和方法可以獲得更高效率的裝置。

【0020】 基底所用半導體材料可以包括但不限於砷化鎵和鍺。磊晶區可以包含一個或更多個晶格匹配的或變質的亞電池，包括例如穿隧接面、正面場（FSF）、射極、空乏區、基極和背面場。在這些亞電池中所用半導體材料可以包括但不限於磷化銦鎵、磷化銦、砷化鎵、砷化鋁鎵、砷化銦鎵、鍺和諸如GaInNAsSb、GaInNAsBi、GaInNAsSbBi、GaAsSb、GaAsBi以及GaAsSbBi的稀釋氮化物化合物。對於三元和四元化合物半導體，可以使用大範圍的合金比例。

【0021】 在第一方面中，提供多接面太陽能電池，其包括：具有形成於磊晶區內的至少一個多接面太陽能電池元件的導電半導體基底，所述磊晶區生長在所述基底上；形成於所述磊晶區頂部的帽區；從所述帽區延伸至所述基底背面的貫穿晶片的通孔；所述帽區根據包含圍繞貫穿晶片的通孔的墊圈的帽圖案而成形；在所述貫穿晶片的通孔內並電連接到所述墊圈的導電金屬；在所述貫穿晶片的通孔內壁上的電絕緣襯裏，其使所述基底和磊晶區與連接帽區的所述貫穿晶片的通孔內的導電金屬絕緣；和與所述基底背面

歐姆接觸的背部金屬，所述背部金屬與所述貫穿晶片的通孔內的導電金屬電連接，其中所述背部金屬按背部金屬圖案來圖案化。

【0022】 在第二方面中，提供多接面太陽能電池，其包括：具有頂面和背面的半絕緣半導體基底；上覆於所述基底頂面的磊晶區；在所述基底頂面和磊晶區之間的導電半導體區；形成於所述磊晶區內的至少一個多接面太陽能電池元件；形成爲上覆在所述磊晶區的帽區；從所述帽區延伸至所述基底背面的貫穿晶片的通孔；所述帽區根據包含圍繞每個所述貫穿晶片的通孔的墊圈的帽圖案成形；在每個所述貫穿晶片的通孔內並電連接到各個墊圈的導電金屬；在每個所述貫穿晶片的通孔內壁上的電絕緣襯裏，其使每個所述貫穿晶片的通孔內的導電金屬至少與所述磊晶區和導電半導體區絕緣；和與每個所述貫穿晶片的通孔內的導電金屬電接觸的背部金屬。

【0023】 在第三方面中，提供提供多接面太陽能電池，其包括：包含下表面和上表面的基底，其中所述上表面面向入射輻照的方向；上覆在所述基底上表面的磊晶區，其中所述磊晶區包含至少一個亞電池和上磊晶表面；位於所述基底下表面的背部金屬接觸；和從上覆在所述上磊晶表面的環形帽區延伸到所述背部金屬接觸的多個貫穿通孔，其中所述多個貫穿通孔中的每一個都包含在所述貫穿通孔壁上的介電襯裏和所述貫穿通孔中心部分內的導電材料；；其中所述環形帽區、貫穿通孔中心部分內的導電材料和背部金屬接觸電連接。

【0024】 在下文中參照附圖進行說明，所述附圖在本文中形成一部分，其中相同的附圖標記自始至終表示相同的部分，並且所述附圖以實例說明的方式展示了可以實現本發明的具體實施方案。

【圖式簡單說明】

【0025】 圖1A爲可以使用本發明的多接面太陽能電池的截面圖。

圖1B為圖1A的簡化版本。

圖2A示出了具有柵格線2和母線22的現有技術太陽能電池。

圖2B示出了柵損耗和射極損耗在何處發生。

圖2C為展示現有技術太陽能電池（實線）和根據本發明某些實施方案的太陽能電池（虛線）的效率的圖。

圖3A為根據本發明形成的貫穿通孔接觸的截面圖。

圖3B為根據本發明形成的貫穿通孔接觸的頂視圖。

圖3C為展示至少部分中心孔的根據本發明形成的貫穿通孔接觸的截面圖。

圖4A為示出電流流動方向的貫穿通孔接觸的截面圖。

圖4B為示出電流流動方向的圖4A的頂視圖。

圖5A-5H示出了用於形成根據本發明實施方案的貫穿通孔的加工步驟。

圖6A為根據本發明另一實施方案的貫穿通孔接觸的截面側視圖。

圖6B為根據一個設計的圖6A的底視圖。

圖6C為根據另一個設計的底視圖。

圖7為根據某些實施方案的截面側視圖。

圖8A-8I示出適用於形成圖7中實施方案的加工步驟。

圖9A為根據本發明某些實施方案的貫穿通孔接觸的截面側視圖。

圖9B為根據一個設計的圖9A的頂視圖。

圖10為根據本發明某些實施方案的貫穿通孔接觸的截面側視圖。

【實施方式】

【0026】 本發明提供一種多接面太陽能電池裝置，其相比於現有技術太陽能電池具有改進的頂部和底部電極結構。改進的頂部電極結構消除電流流動通過長的柵格線和相關的電阻損耗。在本發明的多接面太陽能電池中，在頂部接面的射極區所收集的載子產生通過橫向傳導區朝向環繞通孔位置的帽區的電流。此後，貫穿通孔內的金屬連接體將電流傳輸至太陽能電池背面

。該特徵隨後將結合附圖解釋。

【0027】 圖3A和3B示出了本發明的一個特定實施方案。圖3A所示的太陽能電池200包含在半導體基底5上生長的接面區45。帽區21以圓環形式圖案，而通孔結構59形成在該圓環內。通孔結構59包含絕緣襯裏61和圓柱形金屬填充體62，並且穿過帽區21、接面區45和基底5與背面金屬53。金屬填充體62可以是像“塞子”一樣是固體的，或可以是絕緣襯裏上的覆蓋層，因而形成沿著所述通孔長度或部分通孔長度的中心孔。也就是說，金屬填充體62可以充滿所述通孔，或者簡單的覆蓋所述通孔的側壁而不完全充滿所述通孔，只要沿著所述通孔的長度有導電通路即可，如圖3C所示。絕緣襯裏61在金屬填充體62和所有所述通孔經過的非電絕緣的半導體區之間提供電隔離。金屬區63將金屬通孔62電連接至環繞通孔結構59的帽區21的頂面。帽區21和金屬區63之間的半導體-金屬介面25是以歐姆測定的並為金屬區63和接面區45之間的電流流動提供低電阻通道。在某些實施方案中，金屬區63在帽層21上表面上方的高度為從10納米到100納米，具有從0.1歐姆/平方到5歐姆/平方的薄層電阻，而在某些實施方案中，金屬區63在帽層21上表面上方的高度為從100納米到10000納米，具有從0.001歐姆/平方到0.1歐姆/平方的薄層電阻。在某些實施方案中，所述金屬區在所述帽層上表面上方的高度為從20納米到80納米、從40納米到60納米以及在某些實施方案中從10納米到50納米。在某些實施方案中，金屬區63具有從0.1歐姆/平方到2歐姆/平方、從0.1歐姆/平方到1歐姆/平方和在某些實施方案中從1歐姆/平方到5歐姆/平方的薄層電阻。在某些實施方案中，金屬層63在帽層21上表面上方的高度為從500納米到5000納米、從1000納米到4000納米以及在某些實施方案中從100納米到1000納米。在某些實施方案中，所述金屬區的薄層電阻為從0.01歐姆/平方到0.1歐姆/平方和在某些實施方案中從0.001歐姆/平方到0.01歐姆/平方。

【0028】 圖3B示出了圖3A中太陽能電池的頂視圖並圖示了環形帽區21和環形金屬區63，中心通孔結構59位於接面區45處。在某些實施方案中，相鄰通孔之間的中心到中心距離為從約100微米到約200微米、從約100微米到約150微米、從約150微米到約200微米和在某些實施方案中從約125微米到約175微米。所述通孔可以以適當的構型排布以優化太陽能電池的性能。

【0029】 圖4A和4B示出了裝置正常運行過程中電流流動的方向。電流橫向通過太陽能電池正面上的橫向傳導區132朝向帽區21流動。該電流流動導致射極損耗。此後，電流流過帽區21、半導體-金屬介面25、金屬區63和金屬填充體62到達太陽能電池裝置背面。結構中所用的通孔的直徑和通孔總數決定遮蔽損耗。所述通孔及其圖案的距離決定射極損耗。所述通孔的直徑，或更準確地說，通孔內金屬的橫截面積，還決定電流流過基底時的電阻損耗。採用適當的設計參數，可以使貫穿晶片的通孔結構的電阻損耗相對於現有技術太陽能電池的柵格線損耗更小。另外，也可以通過本發明減小遮蔽損耗和射極損耗。通孔的圓形不應作為限制概念。應該理解通孔的形狀可以為例如正方形、矩形或其他形狀。

【0030】 本發明通過提供僅背部接觸式裝置消除多接面太陽能電池上母線的需求。在現有技術太陽能電池中，母線22覆蓋的面積（圖2A）不能用於太陽能吸收。由於不需要母線，因此本發明的太陽能電池晶片尺寸相對於現有技術的多接面太陽能電池明顯可以更小。所以，本發明可以明顯增加每一半導體晶片上生長的太陽能電池晶片的數量。由於每一晶片製造成本一般是確定的，因此本發明可以降低多接面太陽能電池的製造成本。在某些實施方案中，母線和柵格線不包含銀金屬。

【0031】 在現有技術太陽能電池中，銀，一種高導電性金屬，一般用於形成母線22和柵格線2。此外，金屬柵一般需要足夠厚以提供較大的橫截面積。由

於未採用現有技術的結構，因此本發明明顯減小金屬電阻損耗。而且，由於本發明的多接面太陽能電池可以不使用銀，因此進一步降低製造成本。

【0032】 圖5A-5H示出了根據本發明某些實施方案製造裝置的示範性加工步驟。圖示了展現兩個通孔位點的截面。本文中提供的製造步驟僅為說明而不想限制本發明的範圍。例如，圖5H中所描繪的相同的結構，可以通過實施背面加工獲得，其中通孔從裝置背面刻蝕。本發明所提供用於製造裝置的適當的加工步驟包括，例如：

1、圖5A：提供具有磊晶區45的半導體基底5，以使頂部是半導體形成的金屬帽區3而底部是磊晶區45內受保護的和未污染的窗口區。

2、圖5B：運用常用半導體加工技術刻蝕掉半導體材料以形成通孔位點59。

3、圖5C：沉積介電質31，其共形地覆蓋包含通孔位點59內壁的半導體所有表面。

4、圖5D：使用諸如電鍍的常用半導體加工技術在通孔位元點內提供金屬填充體62。

5、圖5E：移除太陽能電池正面和背面上的介電質31的一部分，使得介電襯裏61保留。

6、圖5F：圖案化帽區3以環繞通孔位點59以墊圈21的形狀產生圖案。

7、圖5G：提供頂部金屬區63以使墊圈21和金屬填充體62接觸。

8、圖5H：為背部電極提供圖案化的背部金屬53。

【0033】 圖6A和圖6B示出了本發明另外的實施方案，其中提供了可選擇的背部金屬化。在太陽能電池背面提供介電質64環繞通孔結構59。此後，提供金屬接觸區65，以使金屬接觸區65與相關的金屬通孔區62電接觸。背部接觸

金屬54圖案化以暴露含有金屬區65和介電區64的區域。金屬通孔區62的橫截面積一般為約 $(50\text{微米})^2$ ，而金屬區65的接觸面積為大約 $(100\text{微米})^2$ （10000平方微米），這對於電接觸來說是更適合的墊尺寸。此後，背部接觸金屬54和金屬區65為太陽能電池裝置的兩個電極。某些實施方案的目標是提供金屬區65限定的電極面積，所述金屬區65基本上大於金屬區62的橫截面積。

【0034】 圖6B示出了圖6A中裝置的頂視圖，其包括中心金屬接觸區65、介電區64、暴露基底57和背部接觸金屬54。

【0035】 圖6C示出了本發明的另一實施方案，其中背面上的通孔區基於具體的背面通過連接圖案電連接。電極66通過圖案化的介電質67與基底電隔離。電極66與55的相互交叉的手指形圖案是爲了說明的目的。應該理解可以使用多種電極圖案，其包括相互交叉手指形圖案或其他圖案，例如從兩側電接觸上水準延伸的平行電極。

【0036】 圖7示出了本發明的另一實施方案，其中所選區域的基底從背面移除以形成圖案化的基底5，其從背面提供通向金屬通孔70的凹口。在一些實施方案中基底可以完全移除或均勻地變薄。金屬電極69提供到通孔結構70的電接觸，而介電區68將電極69與圖案化的基底電隔離。某些實施方案的目標是縮短通孔70的長度（即深度）。在一些實施方案中，通孔帽63的厚度可以是10納米到10微米，而在優選的實施方案中，通孔帽63的厚度介於100納米和1微米之間。在一些實施方案中，通孔結構70的直徑可以是1微米到100微米，而在優選的實施方案中，通孔結構70的直徑介於5微米和50微米之間。在一些實施方案中，介電襯裏的厚度介於10納米和5微米之間，而在優選的實施方案中，介電襯裏的厚度介於20納米和200納米之間。圖7還示出了介電墊圈68、金屬電極層69和金屬基極層55。襯裏可以通過蒸氣或液

相沉積來實現。介電襯裏有足夠的厚度、有足夠的品質（例如無針孔），並且展現出適合於太陽能電池正常運行中提供磊晶層、基底和金屬層之間的電隔離的介電性能。優選地，襯裏形成厚度基本均勻貫穿整個貫穿通孔長度的薄層。

【0037】 圖8A-8I示出了用於製造根據圖7所示實施方案的裝置的加工步驟。本文中提供的製造步驟僅為說明而不想限制本發明的範圍。例如，圖8I中所描繪的相同的結構，可以通過實施背面加工獲得，其中通孔從裝置背面刻蝕。本發明所提供用於製造裝置的適當的加工步驟包含，例如：

1、圖8A：提供具有磊晶區46的半導體基底5，以使頂部是金屬帽區3而底部是磊晶區45內受保護的和未污染的窗口正面場（FSF）區（未示出）。

2、圖8B：運用常用半導體加工技術刻蝕掉半導體材料以形成通孔位點59。

3、圖8C：沉積介電質32，以使其共形地覆蓋所有暴露的半導體表面，包含具有介電壁襯裏71和介電底襯裏72的通孔位點59的內壁。

4、圖8D：使用諸如電鍍的常用半導體加工技術在通孔位元點59內提供金屬填充體70。

5、圖8E：移除太陽能電池正面上的介電質32的一部分，使得在通孔位點59內從介電質32中留下介電襯裏71。

6、圖8F：圖案化帽區3以形成圖案化的環繞每一通孔位點59的墊圈21。

7、圖8G：提供頂部金屬區63以接通金屬填充體70。

8、圖8H：通過根據背部基底圖案有選擇地部分移除圖案化基底5以形成圖案化的基底5。

9、圖8I：在多個步驟中，移除基極72（見圖8H）、添加介電墊

圈68、用金屬電極層69覆蓋填充材料70並提供在基底5底部提供金屬基極層55（與層69不連接）。

【0038】 圖9A和9B示出了本發明的另一實施方案，其中在通孔附近提供金屬線81。圖案化的墊圈區82墊在金屬線81下面。某些實施方案的目標是，對於確定的電池尺寸通過將其彼此更遠地放置減少太陽能電池中通孔的數量，以減少遮蔽損耗。本實施方案通過利用從通孔區延伸出的金屬線保持射極損耗足夠小，使得電流流過橫向傳導區的距離基本不增加。因為金屬線相比一般現有技術柵格線可以做的更短，所以與其相關的電阻損耗將是最小的。金屬線可以根據多接面太陽能電池設計需求採用各種圖案。因為金屬線一般是短的，所以不必使用銀或其他高導電性金屬來製造金屬線。因此本實施方案使多接面太陽能電池不需要鍍銀。

【0039】 圖9A示出了上覆在基底5上的磊晶區45和背面金屬53。貫穿通孔從圖案化的墊圈區82延伸穿過磊晶區46、基底5和背部金屬53。貫穿通孔襯有絕緣材料61和填充導電材料62。金屬線81上覆在圖案化的墊圈區82和貫穿通孔上，並與導電材料62電接觸。圖9B為圖9A所示裝置上表面的平面圖，並包含上覆在圖案化墊圈區82上的金屬線81，所述圖案化墊圈區82位於貫穿通孔59和磊晶區45之上。

【0040】 圖10示出了本發明的另一實施方案，其中基底84由半絕緣半導體材料做成。在基底84和圖案化的多接面磊晶區47之間提供下傳導層83。貫穿通孔59從圖案化的帽區21延伸通過接面區47、下傳導區83和半絕緣基底84。背部金屬85覆蓋基底84的整個背面。在下傳導區83的暴露區域提供金屬接觸86。在優選的實施方案中，絕緣層61的側壁沿著整個通孔位點側壁長度延伸。然而，由於該情況下基底84為半絕緣的，絕緣層61沿著通孔位點59側壁在通孔位點穿過基底處可以省去，或部分省去。某些實施方案的目標

是消除太陽能電池背面的圖案化。在一些實施方案中，通孔帽63的厚度可以是10納米到10微米，而在優選的實施方案中，通孔帽63的厚度介於100納米和1微米之間。在一些實施方案中，通孔結構62的直徑可以是1微米到100微米，而在優選的實施方案中，通孔結構62的直徑介於5微米和50微米之間。在一些實施方案中，介電襯裏61的厚度介於10納米和5微米之間，而在優選的實施方案中，介電襯裏61的厚度介於20納米和200納米之間。最後，在一些實施方案中，下傳導區83的寬度是100納米到10微米，而在優選的實施方案中，該區域寬度是1微米到5微米。

【0041】 本發明提供的設計和方法相比現有技術通過降低遮蔽損耗、射極損耗和柵損耗改善了太陽能電池的性能。例如，在某些實施方案長，本發明提供的太陽能電池展現出低於5%的遮蔽損耗、低於2%的射極損耗和低於0.1%的柵損耗。在某些實施方案中，遮蔽損耗低於4%、低於2%以及在某些實施方案中低於1%。在某些實施方案中，射極損耗低於2%、低於1%以及在某些實施方案中低於0.5%。在某些實施方案中，柵損耗低於0.1%、低於0.05%以及在某些實施方案中低於0.025%。

【0042】 應該理解可以採用其他的實施方案，並可以做出不背離本發明範圍的結構或邏輯改變。因此前述說明不能作為限制觀念。本發明的範圍由所附申請專利範圍及其等價物所限定。

【符號說明】

【0043】 100、200：太陽能電池
 106、107、108：亞電池
 167、178：穿隧界面
 132：橫向傳導區
 4：正面場（FSF）區

102：射極區

103：空乏區

104：基極

105：背面場

1：防反射塗層

2：金屬接觸

3、21：帽區

31、32：介電質

45、46、47：磊晶區

5：基底

52、53、54：金屬接觸

22：母線

25：半導體-金屬介面

27、28：箭頭

55、66、69：電極

57：暴露基底

59：通孔結構

61：絕緣襯裏

62：金屬填充體

63：金屬區

64、67、68：介電質

65：金屬接觸區

70：通孔結構

71：介電壁襯裏

72：介電底襯裏

81：金屬線

82：墊圈區

83：下傳導區

84：半絕緣基底

85：背部金屬

86：金屬接觸

x、x'：寬度

y：間隔

【主張利用生物材料】

【0044】 無

申請專利範圍

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種多接面太陽能電池，包括：

具有形成於磊晶區內的至少一個多接面太陽能電池元件的導電半導體基底，所述磊晶區生長在所述基底上；

形成於所述磊晶區頂部的帽區；

從所述帽區延伸至所述基底的背面的貫穿晶片的通孔；

所述帽區根據包含圍繞所述貫穿晶片的通孔的墊圈的帽圖案而成形

；

在所述貫穿晶片的通孔內並電連接到所述墊圈的導電金屬；

在所述貫穿晶片的通孔內壁上的電絕緣襯裏，其使所述基底和所述磊晶區與連接帽區的所述貫穿晶片的通孔內的所述導電金屬絕緣；和

與所述基底的背面歐姆接觸的背部金屬，所述背部金屬與所述貫穿晶片的通孔內的所述導電金屬電連接，其中所述背部金屬被圖案化而具有背部金屬圖案。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之多接面太陽能電池，還包含：

在所述基底的背面上的經圖案化的介電層；

金屬區，其包含在所述經圖案化的介電層上的接觸墊，其中所述接觸墊與所述貫穿晶片的通孔內的所述導電金屬間接電接觸，所述接觸墊不直接與所述半導體基底或所述背部金屬電連接。

【第3項】 如申請專利範圍第2項所述之多接面太陽能電池，其中，所述接觸墊圖案化為使得多個接觸墊電連接在一起，從而將多個金屬通孔電結合在一起。

【第4項】 如申請專利範圍第2項所述之多接面太陽能電池，其中，所述基底的背面

包含凹口，所述凹口含有電連接到所述貫穿晶片的通孔的金屬電極。

【第5項】 如申請專利範圍第1項所述之多接面太陽能電池，其中，所述基底的背面包含凹口，所述凹口含有電連接到所述貫穿晶片的通孔的金屬電極。

【第6項】 如申請專利範圍第1項所述之多接面太陽能電池，包括使多個帽區互相連接的金屬柵格線。

【第7項】 如申請專利範圍第1項所述之多接面太陽能電池，包括電連接至所述帽區的頂部金屬和柵格線，其中所述頂部金屬和所述柵格線的特徵在於薄層電阻小於5歐姆/平方。

【第8項】 如申請專利範圍第1項所述之多接面太陽能電池，其中，所述多接面太陽能電池的特徵在於遮蔽損耗小於5%、射極損耗小於2%和柵損耗小於0.1%。

【第9項】 一種多接面太陽能電池，包括：

具有正面和背面的半絕緣半導體基底；

上覆在所述基底正面的磊晶區；

在所述基底正面和所述磊晶區之間的導電半導體區；

形成於所述磊晶區內的至少一個多接面太陽能電池元件；

形成爲上覆所述磊晶區的帽區；

從所述帽區延伸至所述基底背面的貫穿晶片的通孔；

所述帽區根據包含圍繞每個所述貫穿晶片的通孔的墊圈的帽圖案而成形；

在每個所述貫穿晶片的通孔內並電連接到各個墊圈的導電金屬；

在每個所述貫穿晶片的通孔的內壁上的電絕緣襯裏，其使每個所述貫穿晶片的通孔內的導電金屬與至少所述磊晶區和所述導電半導體區絕緣；和

與每個所述貫穿晶片的通孔內的導電金屬電接觸的背部金屬。

- 【第10項】 如申請專利範圍第9項所述之多接面太陽能電池，包括使多個帽區互相連接的金屬柵格線。
- 【第11項】 如申請專利範圍第9項所述之多接面太陽能電池，包括電連接至所述帽區的頂部金屬和柵格線，其中所述頂部金屬和所述柵格線的特徵在於薄層電阻為從0.01歐姆/平方到1歐姆/平方。
- 【第12項】 如申請專利範圍第9項所述之多接面太陽能電池，其中，所述多接面太陽能電池的特徵在於遮蔽損耗小於5%、射極損耗小於2%和柵損耗小於0.1%。
- 【第13項】 一種多接面太陽能電池，包括：
- 包含下表面和上表面的基底，其中所述上表面面向入射輻照的方向；
- 上覆在所述基底上表面的磊晶區，其中所述磊晶區包含至少一個亞電池和上磊晶表面；
- 位於所述基底下表面的背部金屬接觸；和
- 從上覆在所述上磊晶表面的環形帽區延伸到所述背部金屬接觸的多個貫穿通孔，其中所述多個貫穿通孔中的每一個都包含在所述貫穿通孔壁上的介電襯裏和所述貫穿通孔中心部分內的導電材料；
- 其中所述環形帽區、所述貫穿通孔中心部分內的導電材料、和所述背部金屬接觸電連接。
- 【第14項】 如申請專利範圍第13項所述之多接面太陽能電池，其中，相鄰貫穿通孔之間的中心到中心距離為100微米到200微米。
- 【第15項】 如申請專利範圍第13項所述之多接面太陽能電池，其中，所述多接面太陽能電池的特徵在於遮蔽損耗小於5%、射極損耗小於2%、和柵損耗小於0.1%。
- 【第16項】 如申請專利範圍第13項所述之多接面太陽能電池，包括位於所述基底下

表面的柵格線。

- 【第17項】 如申請專利範圍第16項所述之多接面太陽能電池，其中，所述柵格線使多個貫穿通孔互相電連接。
- 【第18項】 如申請專利範圍第13項所述之多接面太陽能電池，其中，所述貫穿通孔的特徵在於每個通孔的電阻都小於0.01歐姆。
- 【第19項】 如申請專利範圍第13項所述之多接面太陽能電池，包括電連接至所述帽區的頂部金屬和柵格線，其中所述頂部金屬和所述柵格線的特徵在於薄層電阻小於5歐姆/平方。
- 【第20項】 如申請專利範圍第13項所述之多接面太陽能電池，包括電連接至所述帽區的頂部金屬和柵格線，其中所述頂部金屬和所述柵格線的特徵在於薄層電阻為0.01歐姆/平方到1歐姆/平方。

圖式

【發明圖式】

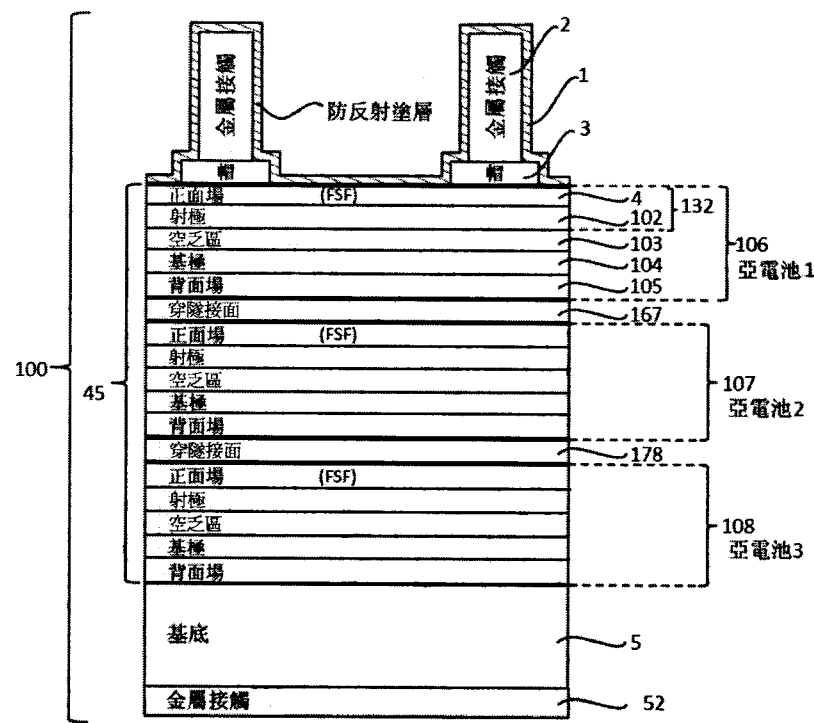


圖 1A

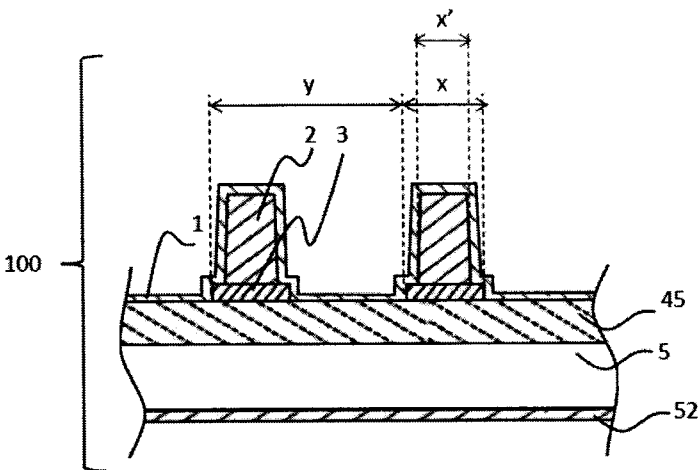


圖 1B

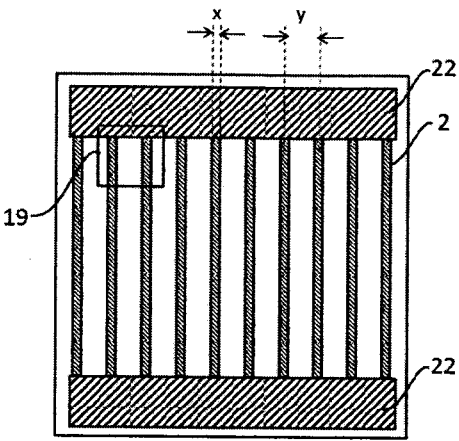


圖 2A

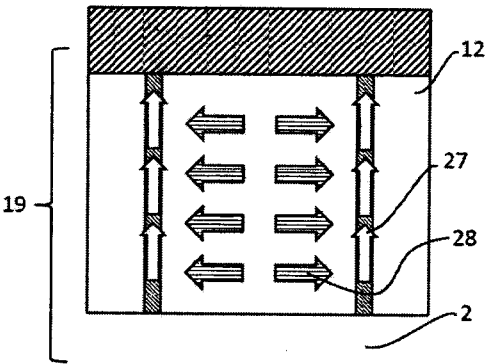


圖 2B

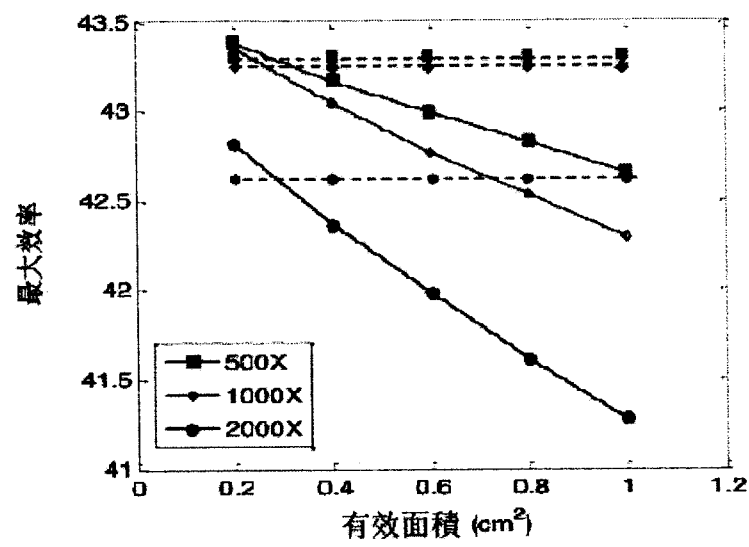
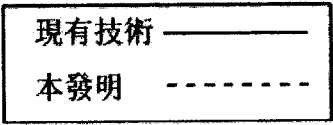
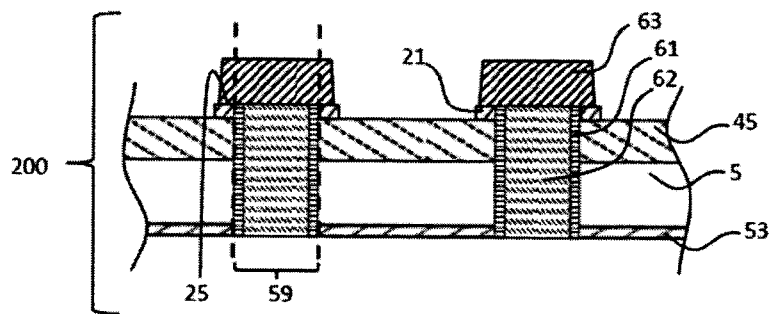


圖 2C





3A

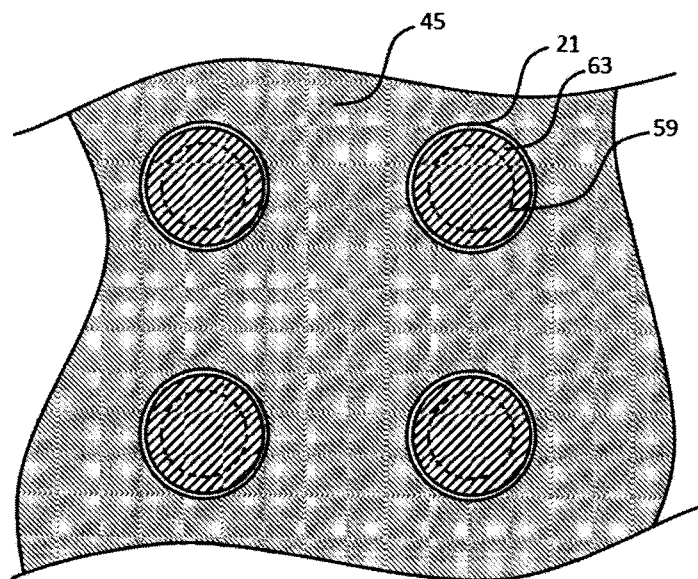


圖 3B

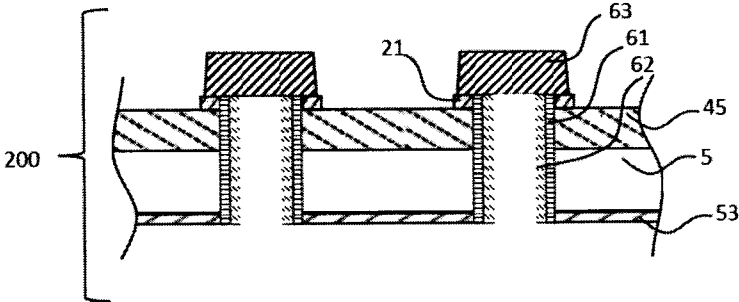


圖 3C

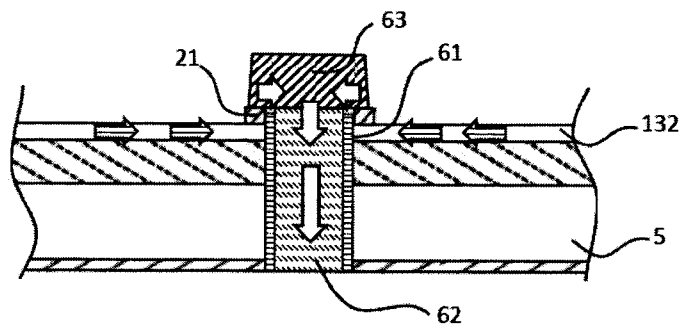


圖 4A

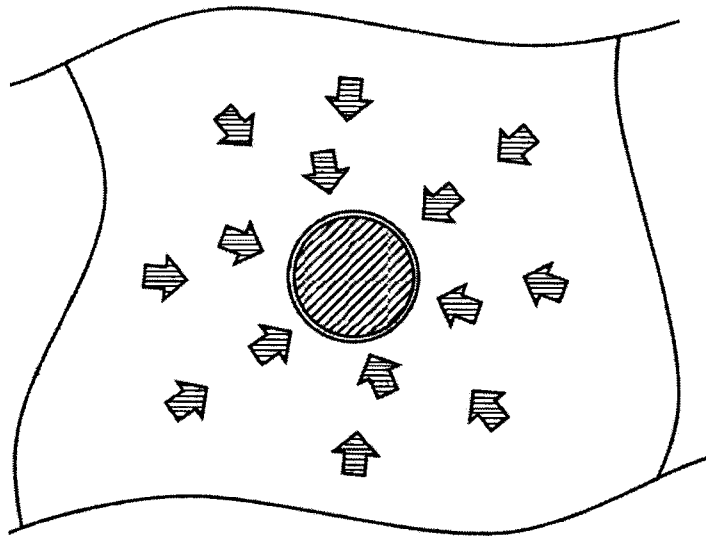


圖 4B

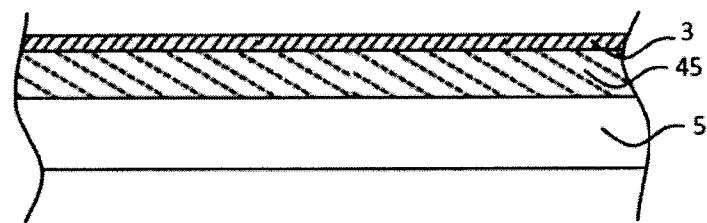


圖 5A

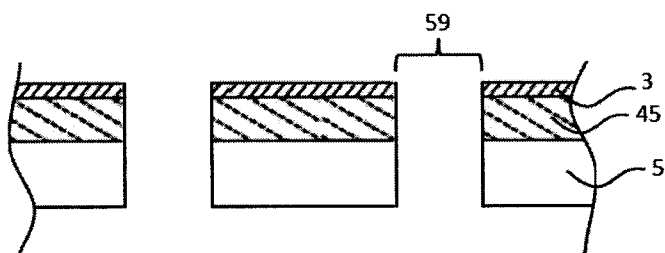


圖 5B

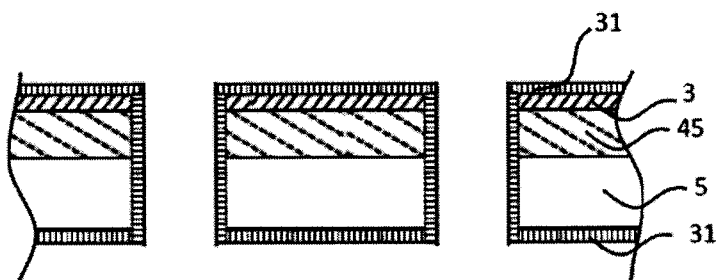


圖 5C

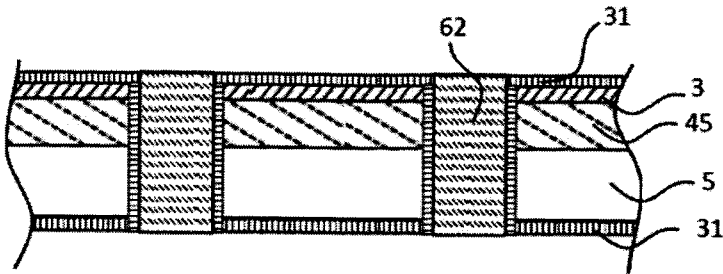


圖 5D

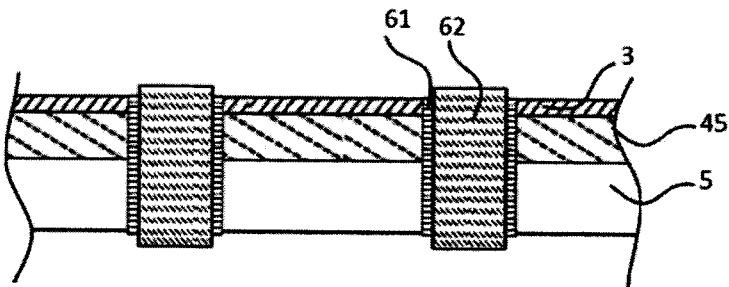


圖 5E

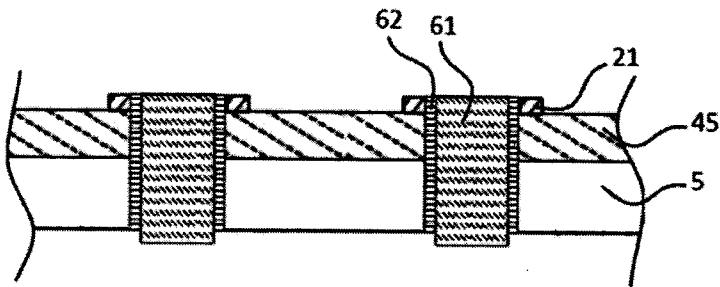


圖 5F

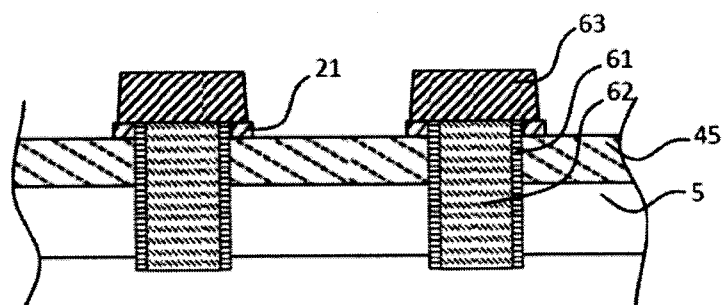


圖 5G

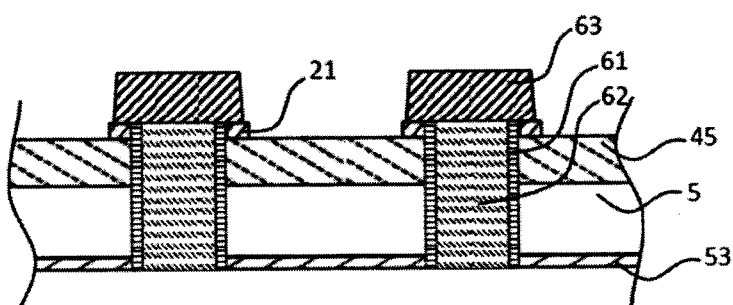


圖 5H

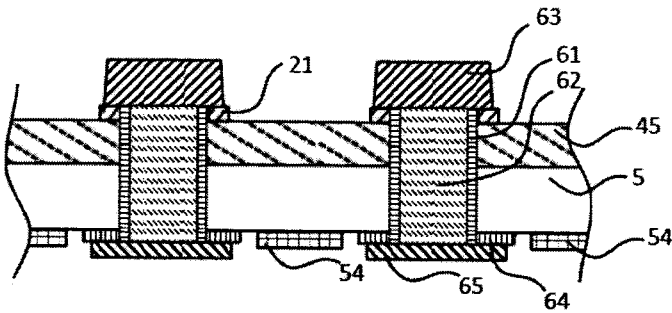


圖 6A

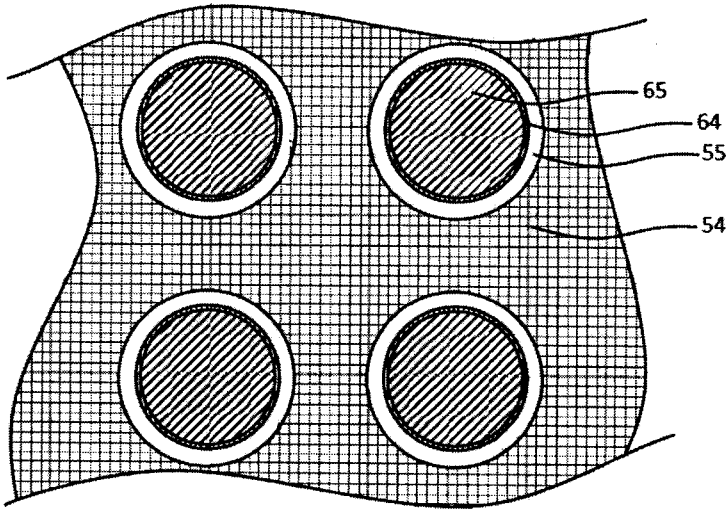


圖 6B

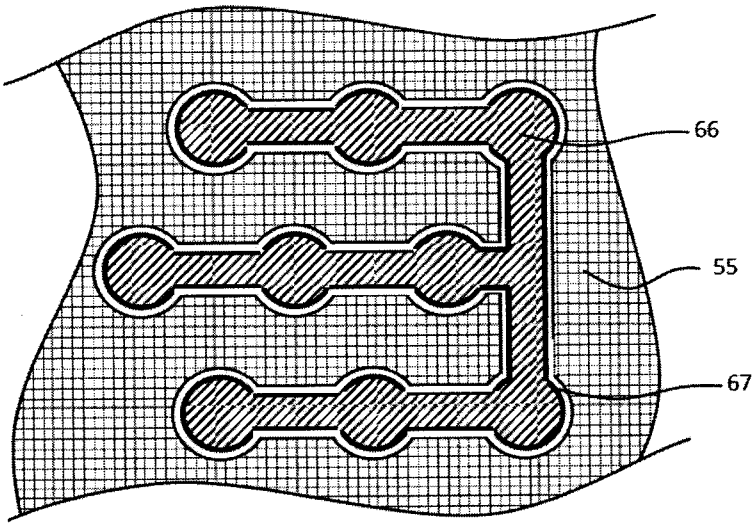


圖 6C

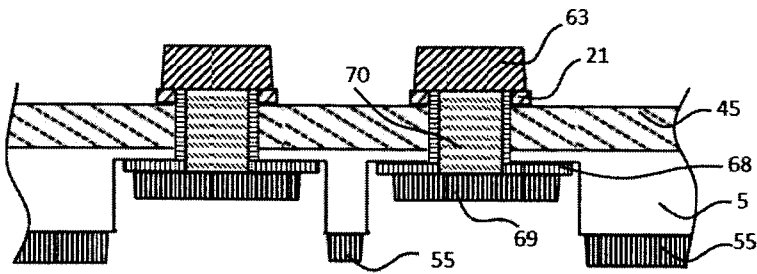


圖 7

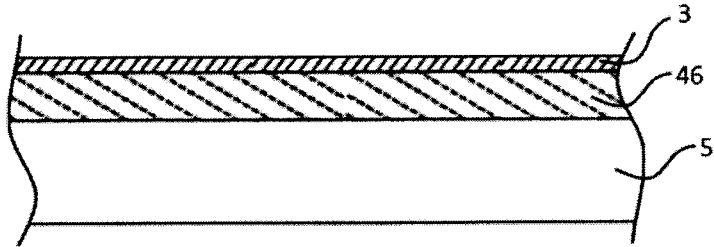


圖 8A

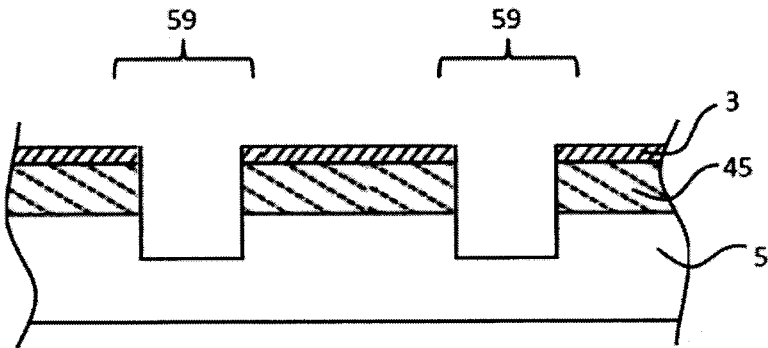


圖 8B

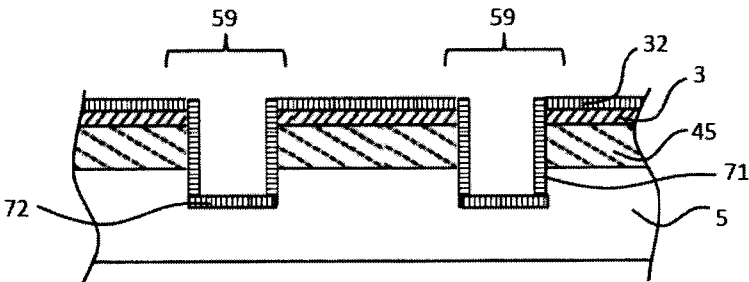


圖 8C

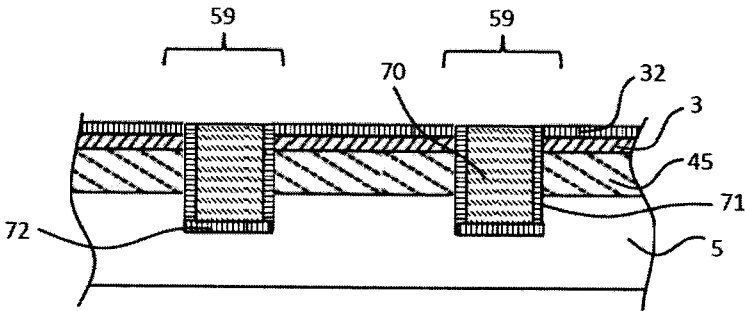


圖 8D

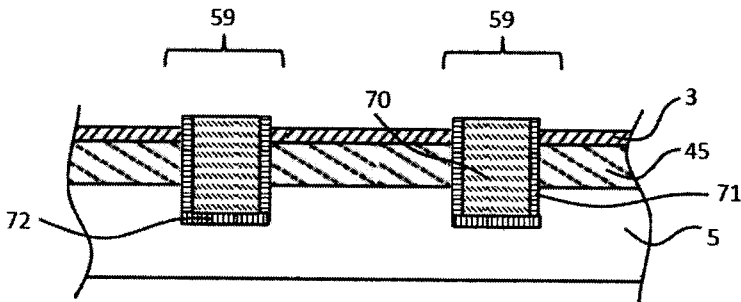


圖 8E

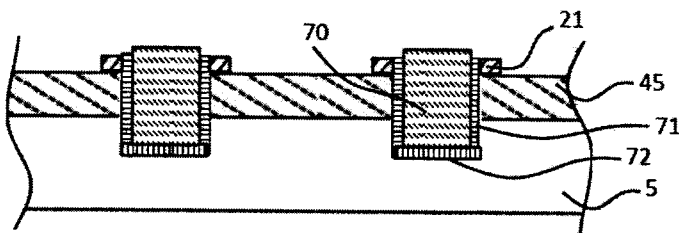


圖 8F

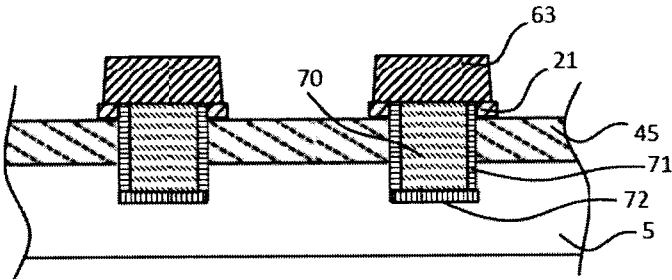


圖 8G

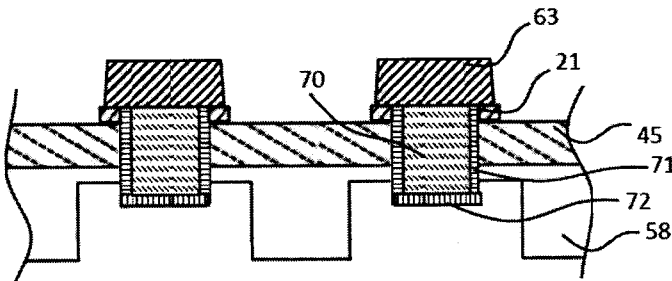


圖 8H

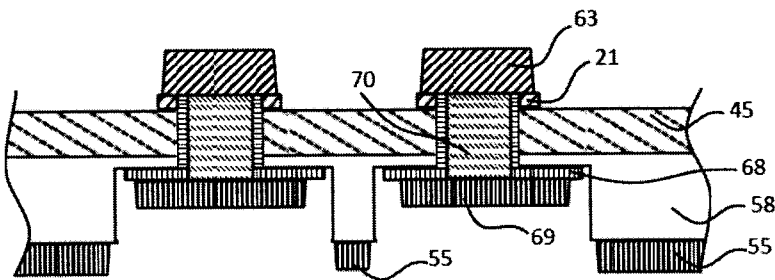


圖 8I

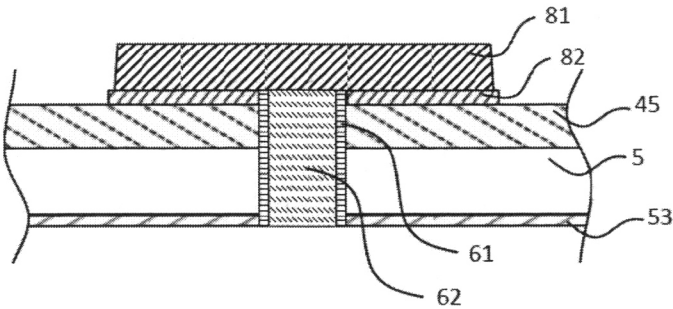


圖 9A

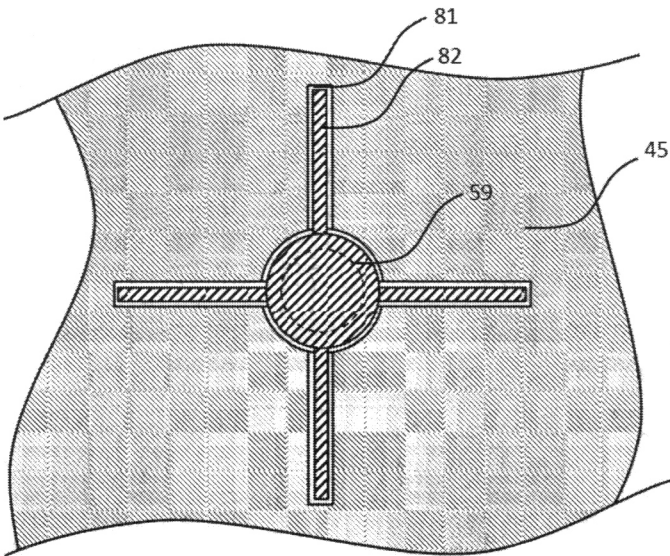


圖 9B

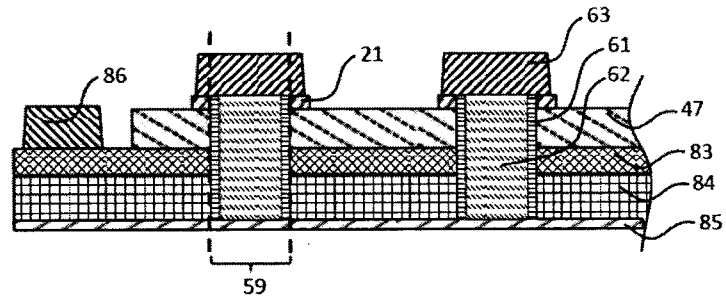


圖 10