



(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 I450401 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 08 月 21 日

(21) 申請案號：096131912

(22) 申請日：中華民國 96 (2007) 年 08 月 28 日

(51) Int. Cl. : *H01L31/043 (2014.01)**H01L31/18 (2006.01)*

(71) 申請人：台灣茂矽電子股份有限公司 (中華民國) MOSEL VITELIC INC. (TW)

新竹市新竹科學工業園區研新一路 1 號

(72) 發明人：陳錫杰 CHEN, HSI CHIEH (TW) ; 朱志勳 CHU, CHIH HSUN (TW)

(74) 代理人：王麗茹；曾國軒

(56) 參考文獻：

US 2002/0153039A1

US 2005/0159014A1

審查人員：謝志偉

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：11 共 19 頁

(54) 名稱

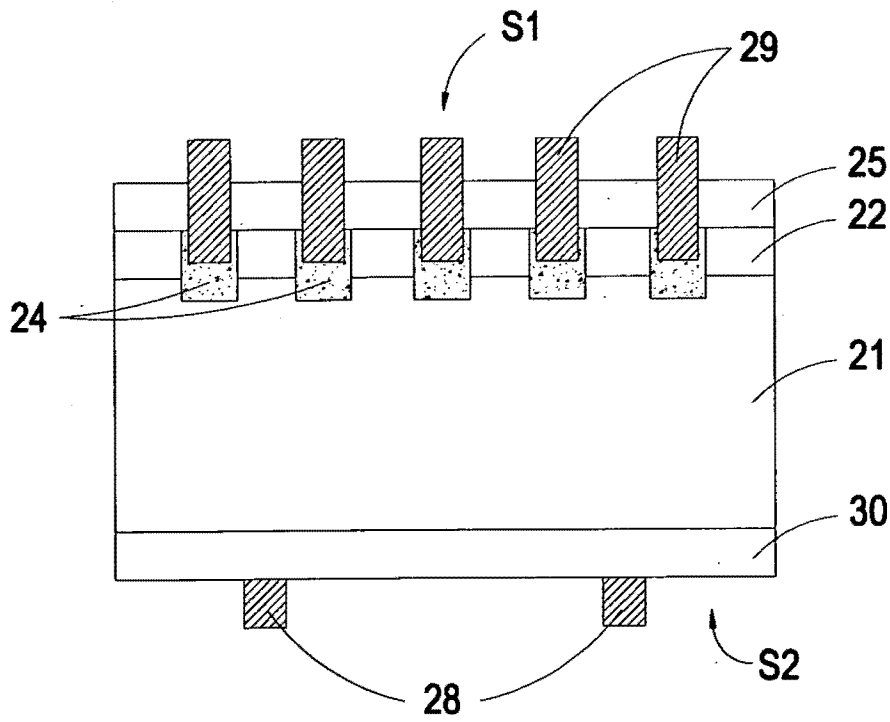
太陽能電池及其製造方法

SOLAR CELL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57) 摘要

一種太陽能電池及其製造方法，太陽能電池至少包含：半導體基板；射極層，形成於半導體基板之至少一表面上，且與半導體基板形成一 pn 接面；至少一射極接觸區域，形成於射極層的部份區域，其中射極接觸區域與射極層具有相同導電型半導體，且射極接觸區域之半導體濃度相對高於射極層之半導體濃度；以及至少一第一電極，與射極接觸區域連接。

A solar cell and method for manufacturing the same is disclosed. The solar cell includes semiconductor substrate, emitter layer, at least one emitter contact area and at least one first electrode. The emitter layer is formed on at least one surface of the semiconductor substrate to form a pn junction therebetween. The emitter contact area is formed on portion of the emitter layer. The emitter contact area and the emitter layer are the same type of semiconductor. The semiconductor concentration of the emitter contact area is relatively higher than that of the emitter layer. The first electrode is connected to the emitter contact area.



- 21 . . . 第一導電型半導體基板
- 22 . . . 射極層
- 24 . . . 射極接觸區域
- 25 . . . 抗反射膜
- 26 . . . 第一導電材料
- 27 . . . 第二導電材料
- 28 . . . 第二電極
- 29 . . . 第一電極
- S1 . . . 受光面
- S2 . . . 背光面
- 30 . . . 背表面電場層

第二圖(f)

公告本

發明摘要

申請日：2013.08.28
IPC分類：
H01L 31/043 (2014.01)
H01L 31/18 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 太陽能電池及其製造方法

【英文發明名稱】 SOLAR CELL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

【中文】

一種太陽能電池及其製造方法，太陽能電池至少包含：半導體基板；射極層，形成於半導體基板之至少一表面上，且與半導體基板形成一pn界面；至少一射極接觸區域，形成於射極層的部份區域，其中射極接觸區域與射極層具有相同導電型半導體，且射極接觸區域之半導體濃度相對高於射極層之半導體濃度；以及至少一第一電極，與射極接觸區域連接。

【英文】

A solar cell and method for manufacturing the same is disclosed. The solar cell includes semiconductor substrate, emitter layer, at least one emitter contact area and at least one first electrode. The emitter layer is formed on at least one surface of the semiconductor substrate to form a pn junction therebetween. The emitter contact area is formed on portion of the emitter layer. The emitter contact area and the emitter layer are the same type of semiconductor. The semiconductor concentration of the emitter contract area is relatively higher than that of the emitter layer. The first electrode is connected to the emitter contract area.

【指定代表圖】 第二圖(f)。

【代表圖之符號簡單說明】

21:第一導電型半導體基板	22:射極層
24:射極接觸區域	25:抗反射膜
26:第一導電材料	27:第二導電材料
28:第二電極	29:第一電極
S1:受光面	S2:背光面
30:背表面電場層	

【特徵化學式】

無

【發明說明書】**【中文發明名稱】** 太陽能電池及其製造方法**【英文發明名稱】** SOLAR CELL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME**【技術領域】****【0001】** 本案係關於一種光電元件及其製造方法，尤指一種太陽能電池(Solar cell)及其製造方法。**【先前技術】****【0002】** 現今，由於全球能源的持續短缺且對於能源的需求與日俱增，因此如何提供環保且乾淨的能源便成為目前最迫切需要研究的議題。在各種替代性能源的研究當中，利用自然的太陽光經由光電能量轉換產生電能的太陽能電池，為目前所廣泛應用且積極研發之技術。**【0003】** 請參閱第一圖(a)~(d)，其係顯示傳統太陽能電池之製造流程結構示意圖。如第一圖(a)所示，首先，提供P型半導體基板11，然後，將P型半導體基板11的表面形成凹凸的紋理(texturing)，以減低光線的反射率，其中由於凹凸的紋理相當細微，因此在第一圖(a)中省略繪示。接著，如第一圖(b)所示，提供摻雜劑以及利用熱擴散的方式在受光面S1形成由N型半導體所構成的射極層12(emitter)(亦稱為擴散層)，且在P型半導體基板11與射極層12之間形成pn界面。此時，在射極層12上亦會形成磷矽玻璃層13(Phosphorous Silicate Glass, PSG)。之後，如第一圖(c)所示，利用蝕刻的方式將表面的磷矽玻璃層13移除，再使用沈積

(deposition)的方式於射極層12上形成一層由氮化矽 (SiN)構成的抗反射膜14 (Anti-Reflective Coating, ARC), 以降低光線的反射率並保護射極層12。接著, 如第一圖(d)所示, 使用網版印刷(Screen Printing)技術將鋁導電材料印刷在背光面S2上。然後, 再以同樣的方式將銀導電材料印刷在受光面S1上。最後, 進行燒結(Firing)步驟, 使受光面S1產生第一電極15, 以及背光面S2產生背表面電場層16(Back surface field, BSF)以及第二電極17, 藉此以完成太陽能電池之製造。

【0004】 然而, 傳統太陽能電池的射極層12為低濃度的N型半導體擴散層, 雖然有較好的光伏效應(PV effect)但導電性卻比較差, 使得第一電極15與射極層12的接觸電阻(contact resistance)較大, 整個太陽能電池的光電轉換效率較差。此外, 若射極層12為高濃度的N型半導體擴散層, 雖然導電性提高使第一電極15與射極層12的接觸電阻降低, 但是太陽能電池表面的電子電洞再結合率(recombination rate)會增加, 更會使得太陽能電池對藍光的吸收變差, 如此仍會使整個太陽能電池的光電轉換效率變差。

【0005】 因此, 如何發展一種可改善上述習知技術缺失之高效率太陽能電池及其製造方法, 實為目前迫切需要解決之問題。

【發明內容】

【0006】 本案之主要目的在於提供一種高效率太陽能電池及其製造方法, 以解決傳統太陽能電池因射極層為低濃度的導電半導體擴散層, 而使射極層與電極間有較大的接觸電阻導致光電轉換效率差的問題。本案之太陽能電池不但有較低的接觸電阻, 太陽能電池

表面的電子電洞再結合率也較低，且太陽能電池對藍光的吸收佳，所以太陽能電池的光電轉換效率有很大的提升。

【0007】 為達上述目的，本案之一較廣義實施態樣為提供一種太陽能電池，該太陽能電池至少包含：半導體基板；射極層，形成於半導體基板之至少一表面上，且與半導體基板形成一pn界面；至少一射極接觸區域，形成於射極層的部份區域，其中射極接觸區域與射極層具有相同導電型半導體，且射極接觸區域之半導體濃度相對高於射極層之半導體濃度；以及至少一第一電極，與射極接觸區域連接。

【0008】 為達上述目的，本案之另一較廣義實施態樣為提供一種太陽能電池之製造方法，該方法至少包含步驟：(a)提供半導體基板；(b)於半導體基板之至少一表面上形成射極層，並於半導體基板與射極層間形成pn界面；(c)於射極層之部份區域形成至少一射極接觸區域，其中射極接觸區域與射極層具有相同導電型半導體，且射極接觸區域之半導體濃度相對高於射極層之半導體濃度；以及(d)形成至少一第一電極於射極層上方，且使第一電極連接於射極接觸區域。

【圖式簡單說明】

【0009】 第一圖(a)~(d)：係為傳統太陽能電池之製造流程結構示意圖。

【0010】 第二圖(a)~(f)：係為本案較佳實施例之太陽能電池之製造流程結構示意圖。

【0011】 第三圖：係為本案較佳實施例之太陽能電池於受光面S1之部份結

構頂視圖。

【實施方式】

【0012】 體現本案特徵與優點的一些典型實施例將在後段的說明中詳細敘述。應理解的是本案能夠在不同的態樣上具有各種的變化，其皆不脫離本案的範圍，且其中的說明及圖示在本質上係當作說明之用，而非用以限制本案。

【0013】 請參閱第二圖(a)~(f)，其係顯示本案較佳實施例之太陽能電池之製造流程結構示意圖。如第二圖(a)所示，首先，提供第一導電型半導體基板21，然後，將第一導電型半導體基板21的表面形成凹凸紋理，以減低光線的反射率，其中由於凹凸紋理相當細微，因此在第二圖(a)中省略繪示。於一些實施例中，第一導電型半導體基板21可為但不限於P型矽基板，且於第一導電型半導體基板21表面形成凹凸紋理的方式可採用但不限於濕蝕刻或反應性離子蝕刻等方式。

【0014】 接著，如第二圖(b)所示，提供摻雜劑以及利用例如熱擴散的方式在第一導電型半導體基板21之受光面S1以及背光面S2上同時形成具低濃度第二導電型半導體的射極層22(亦稱為擴散層)，且在第一導電型半導體基板21與射極層22之間形成pn界面。此時，在射極層22上亦會形成磷矽玻璃層23。於此實施例中，第二導電型半導體與第一導電型半導體為相對之導電型半導體，例如第一導電型半導體為P型半導體，而第二導電型半導體為N型半導體。

【0015】 然後，如第二圖(c)所示，利用例如雷射寫入退火(Laser

writing anneal)的方式在受光面S1之射極層22的部份區域形成複數個射極接觸區域24，此時射極接觸區域24的第二導電型半導體濃度會相對高於射極層22的第二導電型半導體濃度，並且射極接觸區域24將部份延伸連接至第一導電型半導體基板21。

【0016】 隨後，如第二圖(d)所示，利用例如濕蝕刻的方式將整個表面的磷矽玻璃層23移除，再使用例如化學氣相沈積的方式於受光面S1的射極層22上形成抗反射膜25，以降低光線的反射率並保護射極層22。於一些實施例中，抗反射膜25可由氮化矽、氧化矽、二氧化鈦、氧化鋅、氧化錫、二氧化鎂等材質構成，且不以此為限。此外，形成抗反射膜25之方式可為但不限於電漿化學氣相沉積法、真空蒸鍍法等。

【0017】 接著，如第二圖(e)所示，使用網版印刷技術將第一導電材料26形成於背光面S2上。於此實施例中，第一導電材料26可為但不限於鋁。然後，再使用網版印刷技術將第二導電材料27以電極線圖案形成於受光面S1上。於此實施例中，第二導電材料27可為但不限於銀。此外，於將第二導電材料27形成於抗反射膜25上時，可利用對準設備將欲形成之電極線圖案對位形成於複數個射極接觸區域24上方。

【0018】 最後，如第二圖(f)所示，進行燒結(Firing)步驟，使受光面S1之第二導電材料27形成第一電極29，其中該第一電極29穿過抗反射膜25並延伸連接至對應之射極接觸區域24。此外，背光面S2之射極層22以及部份第一導電型半導體基板21因第一導電材料26導熱而形成背表面電場層30，並且背光面S2之部分第一導電材

料26形成第二電極28，藉此以完成太陽能電池之製造。

【0019】 請參閱第三圖，其係顯示本案較佳實施例之太陽能電池於受光面S1之部份結構頂視圖。如第三圖所示，第一電極29(實線顯示部分)係實質上平行延伸於對應之射極接觸區域24(虛線顯示部分)上方，且射極接觸區域24之寬度D實質上大於第一電極29之寬度d。本案之太陽能電池係先利用雷射光束(Laser beam)在射極層22之部分區域形成射極接觸區域24，之後再於射極接觸區域24上方形成與其連接之第一電極29，由於雷射光束所形成之射極接觸區域24的寬度D實質上大於第一電極29的寬度d，因此可以避免誤對準的情況發生。舉例而言，雷射光束所形成之射極接觸區域24的寬度D可為例如150~200 μm ，第一電極29的寬度d可為例如105 μm 左右，因此在第二圖(e)所示之步驟中，當在射極接觸區域24上方的抗反射膜25上形成第二導電材料27時，可以更容易地將第二導電材料27的電極線圖案對準於對應之射極接觸區域24。因此，在經過燒結處理後，第一電極29便可準確地連接至對應之射極接觸區域24。

【0020】 請再參閱第二圖(f)所示之太陽能電池結構，由於射極接觸區域24係由雷射寫入退火方式形成，因此射極接觸區域24的第二導電型半導體濃度相對較高於射極層22之第二導電型半導體濃度而具有相對較佳之導電性，因此第一電極29與射極接觸區域24間具有較佳之歐姆接觸且接觸電阻較小，例如每平方單位接觸電阻(ohm/sq.)約為10歐姆。此外，由於射極層22具有相對較低之第二導電型半導體濃度，因此太陽能電池表面的電子電洞再結合率

會很低，且對藍光的吸收也會提升，整個太陽能電池的光電轉換效率因此可以大幅提升，例如提升約20%。

【0021】 綜上所述，本案所提供之太陽能電池及其製造方法可以解決傳統太陽能電池因射極層使用較低濃度的導電半導體，而有較大的接觸電阻導致光電轉換效率差的問題。另外，本案所提供之太陽能電池及其製造方法亦可以解決傳統太陽能電池因射極層使用較高濃度的導電半導體，使太陽能電池表面的電子電洞再結合率增加，造成太陽能電池對藍光的吸收變差，以及使整個太陽能電池的光電轉換效率變差之問題。本案之太陽能電池不但有較低的接觸電阻，太陽能電池表面的電子電洞再結合率也較低，且太陽能電池對藍光的吸受也很好，所以太陽能電池的光電轉換效率有很大的改善。

【0022】 本案得由熟習此技術之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請專利範圍所欲保護者。

【符號說明】

【0023】

11:p型半導體基板	12:射極層
13:磷矽玻璃層	14:抗反射膜
15:第一電極	16:背表面電場層
17:第二電極	21:第一導電型半導體基板
22:射極層	23:磷矽玻璃層
24:射極接觸區域	25:抗反射膜
26:第一導電材料	27:第二導電材料
28:第二電極	29:第一電極

d:第一電極的寬度	D:射極接觸區域的寬度
S1:受光面	S2:背光面
30:背表面電場層	

【主張利用生物材料】

【0024】

【發明申請專利範圍】

- 【第1項】 一種太陽能電池，至少包含：
- 一半導體基板；
 - 二射極層，同時分別形成於該半導體基板之一受光面及一背光面上，且該受光面之該射極層與該半導體基板形成一pn界面；
 - 至少一射極接觸區域，以雷射寫入退火方式形成於該受光面之該射極層的部份區域，其中該射極接觸區域與該等射極層具有相同導電型半導體，且該射極接觸區域之半導體濃度相對高於該等射極層之半導體濃度；以及
 - 至少一第一電極，與該射極接觸區域連接；
- 其中該射極接觸區域之寬度實質上大於該第一電極之寬度。
- 【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池，更包含至少一第二電極，與該半導體基板之一背光面連接。
- 【第3項】 如申請專利範圍第2項所述之太陽能電池，更包含一背表面電場層，形成於該半導體基板與該第二電極之間，且與該第二電極以及該半導體基板連接。
- 【第4項】 如申請專利範圍第2項所述之太陽能電池，其中該第一電極係由銀構成，且該第二電極係由鋁構成。
- 【第5項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池，更包含一抗反射膜，形成於該第一電極與該射極層之間。
- 【第6項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池，其中該半導體基板為第一導電型半導體基板，以及該射極層為第二導電型半導體擴散

層。

- 【第7項】 如申請專利範圍第6項所述之太陽能電池，其中該第一導電型半導體基板為P型矽基板，該第二導電型半導體擴散層為N型擴散層。
- 【第8項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池，其中該射極接觸區域係實質上平行於該第一電極。
- 【第9項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池，其中該射極接觸區域係部份延伸連接至該半導體基板。
- 【第10項】 如申請專利範圍第1項所述之太陽能電池，其中該半導體基板之表面具有凹凸紋理。
- 【第11項】 一種太陽能電池之製造方法，至少包含步驟：
- (a)提供一半導體基板；
 - (b)於該半導體基板之一受光面及一背光面上同時分別形成二射極層，並於該半導體基板與每一該射極層間形成pn界面；
 - (c)以雷射寫入退火方式於該受光面之該射極層之部份區域形成至少一射極接觸區域，其中該射極接觸區域與該射極層具有相同導電型半導體，且該射極接觸區域之半導體濃度相對高於該射極層之半導體濃度；以及
 - (d)形成至少一第一電極於該射極層上方，且使該第一電極連接於對應之該射極接觸區域，其中該射極接觸區域之寬度實質上大於該第一電極之寬度。
- 【第12項】 如申請專利範圍第11項所述之太陽能電池之製造方法，其中該步驟(a)更包括形成凹凸紋理於該半導體基板表面之步驟。
- 【第13項】 如申請專利範圍第11項所述之太陽能電池之製造方法，其中該步驟(c)包括步驟：

- (c1)於該射極層之部份區域形成至少一射極接觸區域；
- (c2)移除形成於該射極層上方之磷矽玻璃層；以及
- (c3)於該射極層上形成抗反射膜。

【第14項】 如申請專利範圍第13項所述之太陽能電池之製造方法，其中該步驟(d)包括步驟：

- (d1)於該半導體基板之一背光面上形成一第一導電材料，以及於該抗反射膜上形成一第二導電材料；以及
- (d2)利用燒結方式使該第二導電材料形成該第一電極，並於該背光面上形成一背表面電場層以及使部分之該第一導電材料形成一第二電極。

【第15項】 如申請專利範圍第14項所述之太陽能電池之製造方法，其中該第一電極係由銀構成，且該第二電極係由鋁構成。

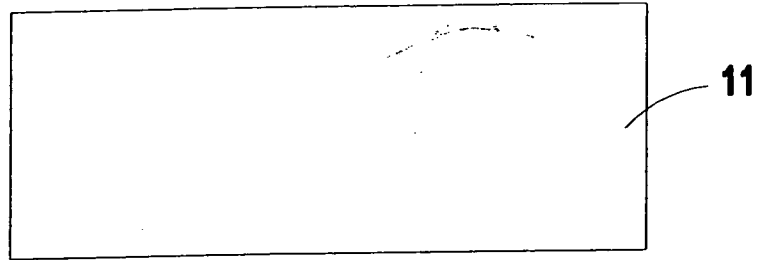
【第16項】 如申請專利範圍第11項所述之太陽能電池之製造方法，其中該半導體基板為第一導電型半導體基板，以及該射極層為第二導電型半導體擴散層。

【第17項】 如申請專利範圍第16項所述之太陽能電池之製造方法，其中該第一導電型半導體基板為P型矽基板，該第二導電型半導體擴散層為N型擴散層。

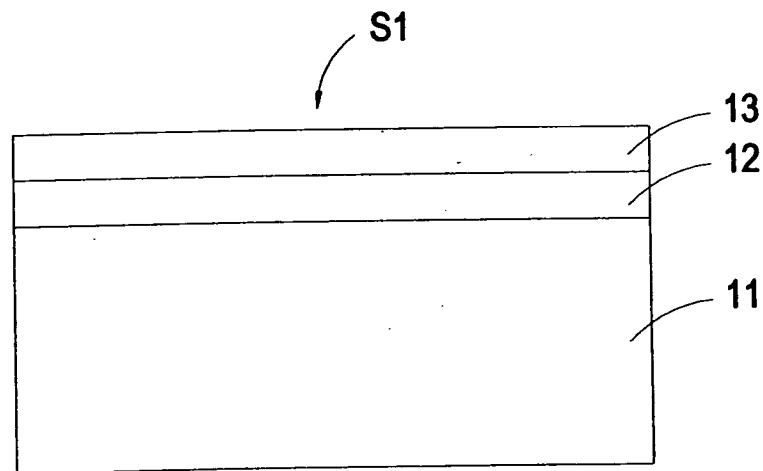
【第18項】 如申請專利範圍第11項所述之太陽能電池之製造方法，其中該射極接觸區域係實質上平行於該第一電極。

【第19項】 如申請專利範圍第11項所述之太陽能電池之製造方法，其中該射極接觸區域係部份延伸連接至該半導體基板。

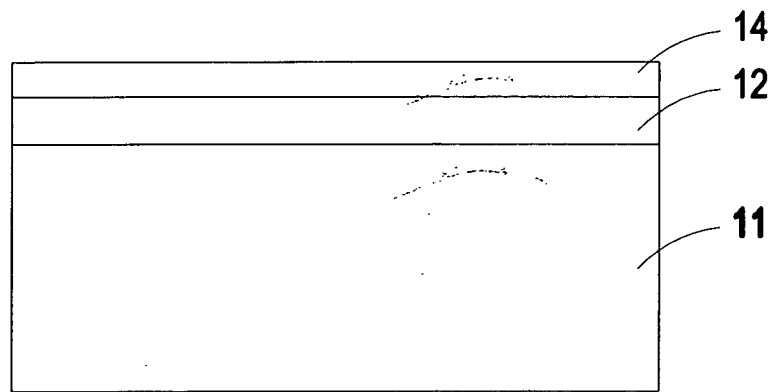
【發明圖式】



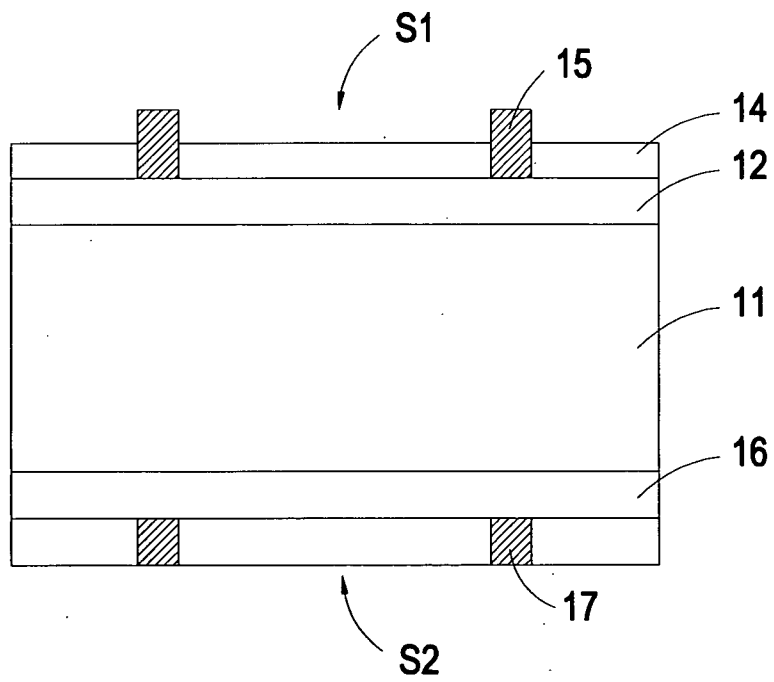
第一圖(a)



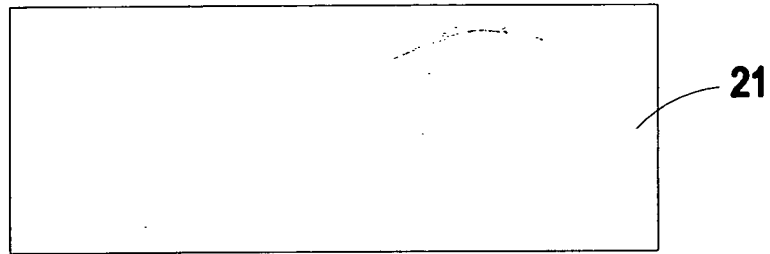
第一圖(b)



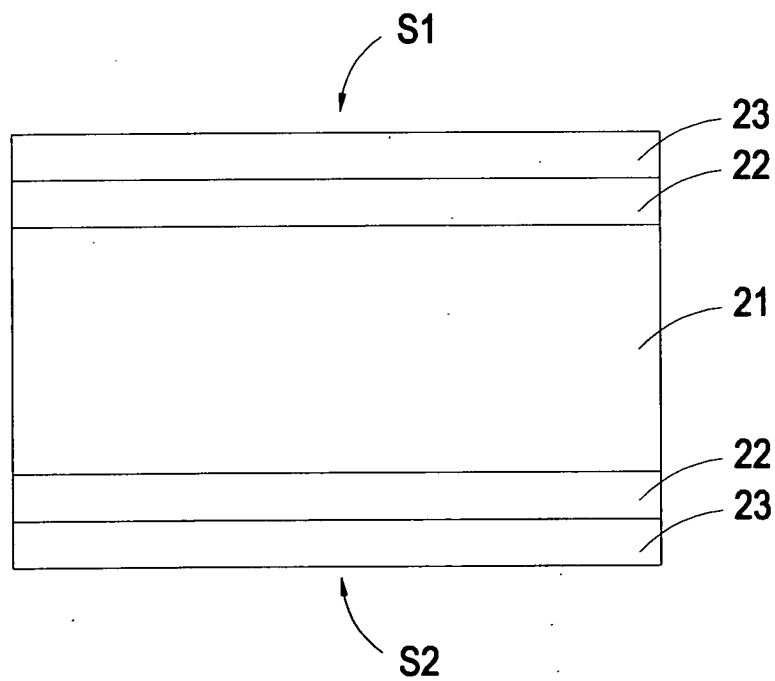
第一圖(c)



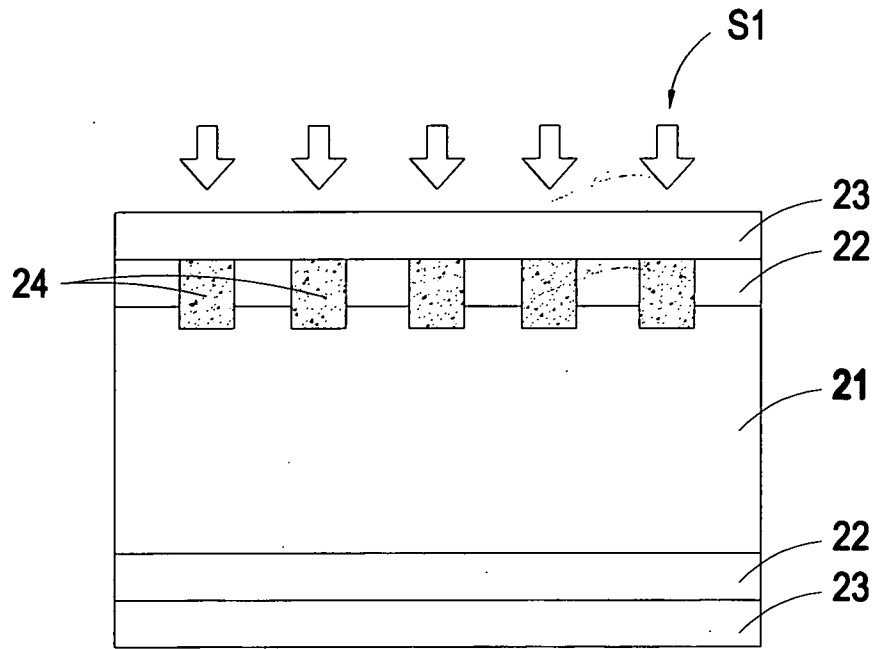
第一圖(d)



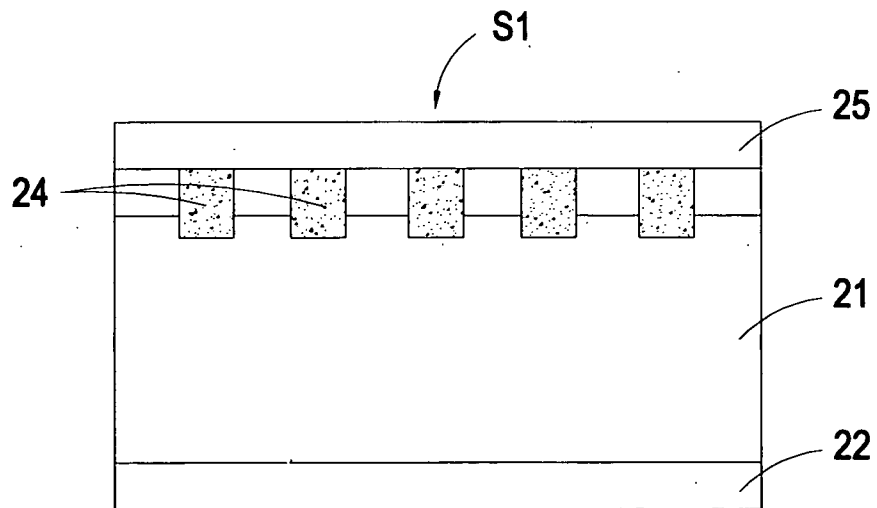
第二圖(a)



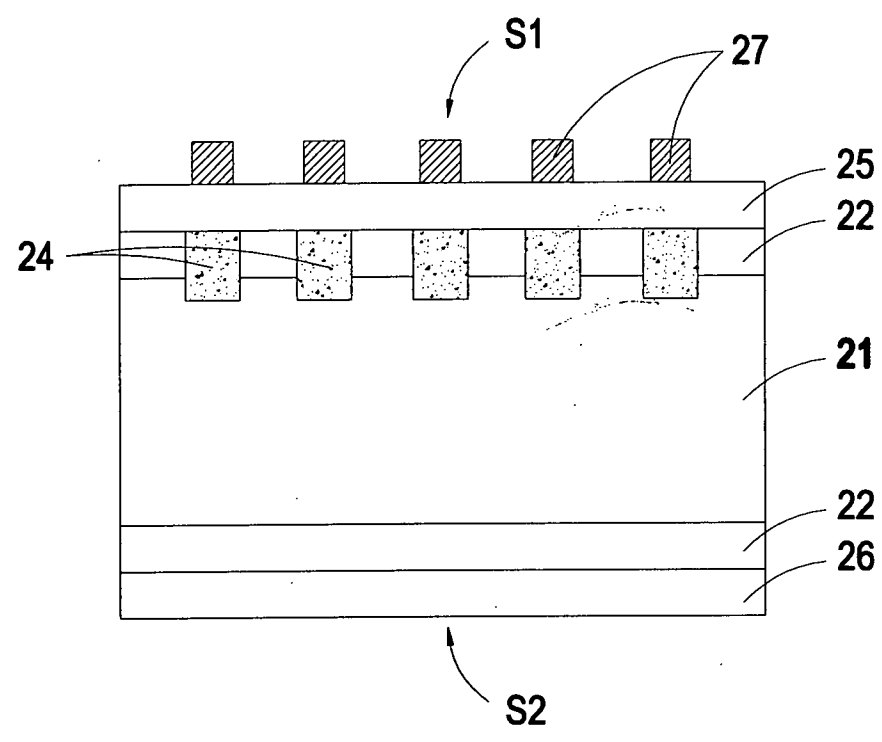
第二圖(b)



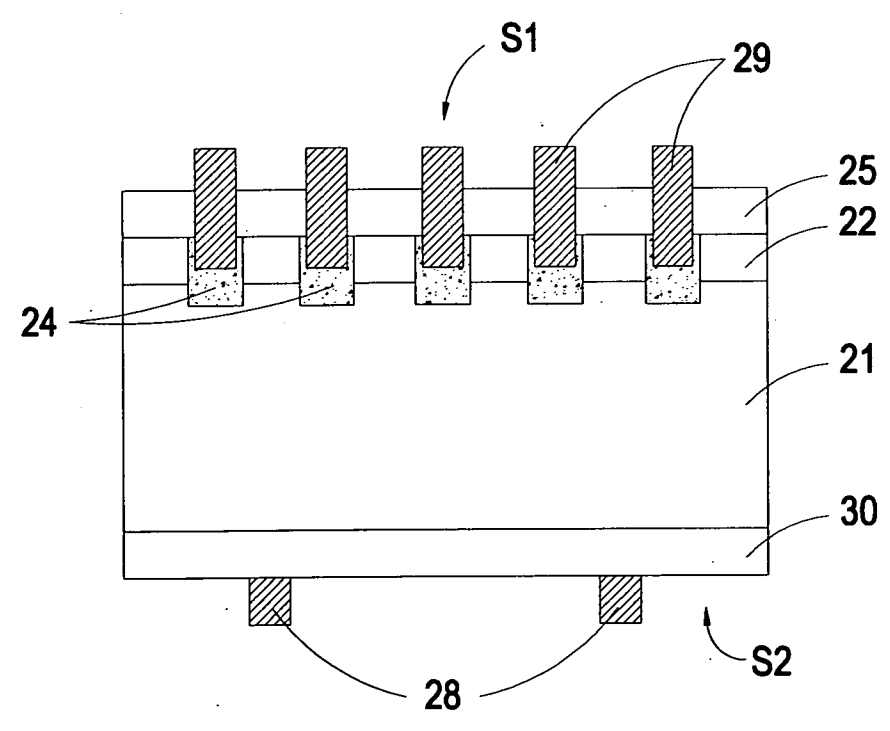
第二圖(c)



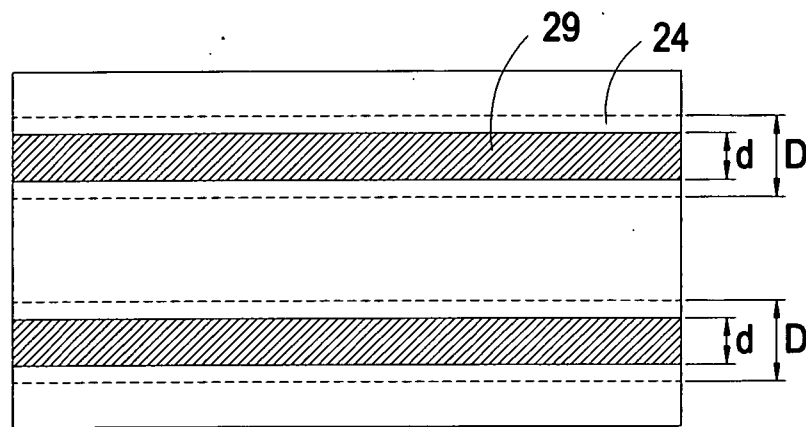
第二圖(d)



第二圖(e)



第二圖(f)



第三圖