



(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 I404217B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：098105555

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 20 日

(51) Int. Cl. : **H01L31/042 (2006.01)****H01L31/18 (2006.01)****H01L31/0224(2006.01)**

(30) 優先權：2008/02/20 南韓

10-2008-0015124

(71) 申請人：周星工程有限公司 (南韓) JUSUNG ENGINEERING CO., LTD. (KR)

南韓

(72) 發明人：金宰湖 KIM, JAE HO (KR)

(74) 代理人：許世正

(56) 參考文獻：

US 5620530

審查人員：施元丁

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：17 共 0 頁

(54) 名稱

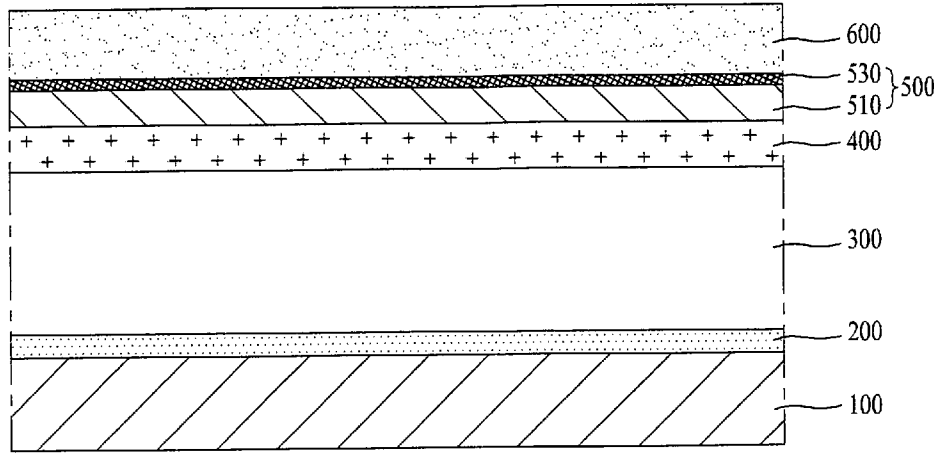
薄膜型太陽能電池及其製造方法

THIN FILM TYPE SOLAR CELL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57) 摘要

本發明係關於一種薄膜型太陽能電池及其製造方法，此薄膜型太陽能電池包含：前電極，形成於基板之上；半導體層，形成於前電極之上；透明導電層，形成於半導體層之上；後電極，形成於透明導電層上方；以及緩衝層，形成於透明導電層和後電極之間，用於降低後電極之電阻，並且增強透明導電層和後電極之間的黏著強度。

A thin film type solar cell and a method for manufacturing the same is disclosed, the thin film type solar cell comprising a front electrode formed on a substrate; a semiconductor layer formed on the front electrode; a transparent conductive layer formed on the semiconductor layer; a rear electrode formed over the transparent conductive layer; and a buffer layer, formed between the transparent conductive layer and the rear electrode, for reducing an electric resistance of the rear electrode and enhancing an adhesive strength between the transparent conductive layer and the rear electrode.



- 100 . . . 基板
- 200 . . . 前電極
- 300 . . . 半導體層
- 400 . . . 透明導電層
- 500 . . . 緩衝層
- 510 . . . 金屬層
- 530 . . . 氧化層
- 600 . . . 後電極

第2圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 98105535

H01L 31/06 2006.01

※申請日： 98.2.20

※IPC 分類：

H01L 31/18 2006.01

H01L 31/0224

2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

薄膜型太陽能電池及其製造方法/THIN FILM TYPE SOLAR
CELL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種薄膜型太陽能電池及其製造方法，此薄膜型太陽能電池包含：前電極，形成於基板之上；半導體層，形成於前電極之上；透明導電層，形成於半導體層之上；後電極，形成於透明導電層上方；以及緩衝層，形成於透明導電層和後電極之間，用於降低後電極之電阻，並且增強透明導電層和後電極之間的黏著強度。

三、英文發明摘要：

A thin film type solar cell and a method for manufacturing the same is disclosed, the thin film type solar cell comprising a front electrode formed on a substrate; a semiconductor layer formed on the front electrode; a transparent conductive layer formed on the semiconductor layer; a rear electrode formed over the transparent conductive layer; and a buffer layer, formed between the transparent conductive layer and the rear electrode, for reducing an electric resistance of the rear electrode and enhancing an

adhesive strength between the transparent conductive layer and the rear electrode.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 2 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	.....	基板
200	.....	前電極
300	.....	半導體層
400	.....	透明導電層
500	.....	緩衝層
510	.....	金屬層
530	.....	氧化層
600	.....	後電極

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種太陽能電池，特別是關於一種薄膜型太陽能電池。

【先前技術】

具有半導體特性之太陽能電池轉換光能為電能。

以下簡單解釋習知技術之太陽能電池之結構和原理。太陽能電池形成於PN-接面結構中，其中正(P)-型半導體與負(N)-型半導體形成接面。當太陽射線入射到具有PN-接面結構的太陽能電池上時，太陽射線的能量導致在半導體中產生電洞(+)和電子(-)。藉由PN-接面區域產生的電場，電洞(+)向P-型半導體方向漂移，電子(-)向N-型半導體方向漂移，其中隨著電位的出現產生電能。

太陽能電池可主要被分為晶元型(wafer type)太陽能電池和薄膜型(thin film type)太陽能電池。

晶元型太陽能電池使用晶元，其中晶元由例如矽之半導體材料製成。同時，透過在玻璃基板上形成薄膜型的半導體，可製造薄膜型太陽能電池。

考慮到效率問題，晶元型太陽能電池優於薄膜型太陽能電池。但是，在晶元型太陽能電池的實例中，由於製造製程之性能之難度，難以實現較薄之厚度。此外，晶元型太陽能電池使用高價的半導體基板，從而增加其製造成本。

雖然薄膜型太陽能電池在效率方面劣於晶元型太陽能電池，但是薄膜型太陽能電池具有可實現薄外形以及可使用低價材料之優點。因此，薄膜型太陽能電池適合批量生產。

薄膜型太陽能電池係依照以下步驟順序地被製造：形成前電極於玻璃基板上；形成半導體層於前電極上；以及形成後電極於半導體層上。

以下參考附圖描述習知技術之薄膜型太陽能電池之製造方法。

「第 1A 圖」、「第 1B 圖」、「第 1C 圖」以及「第 1D 圖」所示係為習知技術之薄膜型太陽能電池之製造方法之剖視圖。

首先，如「第 1A 圖」所示，前電極 20 形成於基板 10 之上。

接下來，如「第 1B 圖」所示，半導體層 30 形成於前電極 20 上。

然後，如「第 1C 圖」所示，透明導電層 40 形成於半導體層 30 之上。

然後，如「第 1D 圖」所示，後電極 60 形成於透明導電層 40 上。

此時，後電極 60 透過在透明導電層 40 上噴塗 (printing) 例如鋁或銀等金屬材料而形成，並且在預定溫度執行烘烤 (baking process) 製程。在烘烤製程期間，用於後電極 60 之例如鋁或銀等金屬材料被氧化，這樣後電極氧化物 65 形成於後電極 60 和透明導電層 40 之間。

後電極氧化物 65 包含氧化鋁或者氧化銀。然而，氧化鋁或者氧化銀之高電阻值導致後電極 60 的電阻增加，從而降低太陽能電池的效率。

【發明內容】

因此，本發明係針對上述問題，本發明之目的在於提供一種薄膜型太陽能電池及其製造方法，能夠避免習知技術之一或多個問題。

本發明之目的在於提供一種薄膜型太陽能電池及其製造方法，其中緩衝層形成於後電極和透明導電層之間，從而防止後電極之氧化物之形成，以改善太陽能電池的效率。

為了獲得本發明的這些目的和其他優點，現對本發明作具體化和概括性的描述，本發明的一種薄膜型太陽能電池包含：前電極，形成於基板之上；半導體層，形成於前電極之上；透明導電層，形成於半導體層之上；後電極，形成於透明導電層上方；以及緩衝層，形成於透明導電層和後電極之間，用於降低後電極之電阻，並且增強透明導電層和後電極之間的黏著強度。

本發明之另一方面，一種薄膜型太陽能電池之製造方法包含：形成前電極於基板上；形成半導體層於前電極上；形成透明導電層於半導體層上；形成緩衝層於透明導電層上；以及形成後電極於緩衝層上。

本發明之薄膜型太陽能電池及其製造方法具有以下優點。

首先，緩衝層形成於透明導電層和後電極之間，從而降低後電極的電阻，並且增強透明導電層和後電極之間的黏著強度。

詳細地，緩衝層係由金屬材料形成，這種金屬材料的氧化度高於後電極之材料之氧化度。因此，在用於形成後電極之烘烤製程期間，具有低電阻之金屬材料之氧化物被形成以取代後電極之材料之氧化

物，從而降低後電極的電阻，以改善太陽能電池的效率。此外，透明導電層和後電極之間的黏著強度可透過緩衝層所包含的金屬材料的氧化物被增強。

此外，透明導電層和緩衝層中包含的金屬材料的氧化物均由相同材料形成，形成這兩者的步驟係透過相同裝置之連續製程而完成。

另外，緩衝層的金屬材料透過使用透明導電層之材料而形成，從而簡化製造製程。

【實施方式】

以下，將結合圖式部份對本發明的較佳實施方式作詳細說明。其中在這些圖式部份中所使用的相同的參考標號代表相同或同類部件。

以下參考附圖描述本發明之薄膜型太陽能電池及其製造方法。

<薄膜型太陽能電池>

「第 2 圖」所示係為本發明實施例之薄膜型太陽能電池之剖視圖。

如「第 2 圖」所示，本發明實施例之薄膜型太陽能電池包含基板 100、前電極 200、半導體層 300、透明導電層 400、緩衝層 500 以及後電極 600。

基板 100 係由玻璃或透明塑膠形成。

前電極 200 係由透明導電材料形成，例如氧化鋅、摻硼氧化鋅 (ZnO:B)、摻鋁氧化鋅 (ZnO:Al)、摻氫氧化鋅 (ZnO:H)、二氧化錫 (SnO₂)、摻氟二氧化錫 (SnO₂:F) 或氧化銦錫 (Indium Tin Oxide; ITO)。

前電極 200 透過締鬚製程 (texturing process) 具有不均勻表面較佳。透過締鬚製程，藉由使用光刻術之蝕刻製程、使用化學溶液之各向異性蝕刻製程或者機械雕繪製程，材料層的表面具有不均勻的表面即締鬚結構。因為對前電極 200 完成締鬚製程，由於太陽射線的射散，太陽能電池上的太陽射線反射比被降低，太陽能電池上的太陽射線吸收比被增加，從而改善太陽能電池的效率。

半導體層 300 係由矽基的半導體材料形成。

半導體層 300 形成於 PIN 結構中，其中 PIN 結構係為 P-型半導體層、I-型半導體層以及 N-型半導體層依照順序沈積。在具有 PIN 結構之半導體層 300 中，P-型半導體層與 N-型半導體層在 I-型半導體層中產生乏區，其中出現電場。因此，太陽射線產生的電子和電洞透過此電場而漂移，漂移的電子和電洞被收集在 N-型半導體層與 P-型半導體層中。

為了在 PIN 結構中形成半導體層 300，首先形成 P-型半導體層，然後在其上形成 I-型半導體層與 N-型半導體層較佳。這是因為電洞的漂移移動性低於電子的漂移移動性。為了最大化收集入射光的效率，P-型半導體層鄰接入射光面而放置。

透明導電層 400 係由例如氧化鋅 (ZnO) 之透明導電材料而形成。

透明導電層 400 使得太陽射線在所有角度散射，其中太陽射線被反射在待描述之後電極上，導致半導體層 300 上再次入射的太陽射線增加。

緩衝層 500 形成於透明導電層 400 和後電極 600 之間，其中緩衝層 500 可降低後電極 600 之電阻，並且還可增強透明導電層 400 和後電極 600 之間的黏著強度。

緩衝層 500 係由氧化度比後電極 600 的材料的氧化度高的材料形成。緩衝層 500 包含例如鋅之透明金屬層 510 較佳。因此，在形成後電極 600 之烘烤製程期間，氧化鋅的氧化層 530 被形成作為透明金屬層 510 之氧化物。與習知技術薄膜型太陽能電池中具有大電阻的氧化鋁或氧化銀比較，氧化鋅的氧化層 530 之電阻相當小。

因為緩衝層 500 包含順序的鋅之金屬層 510 和氧化鋅之氧化層 530，後電極 600 之電阻降低，這樣太陽能電池的效率提高。此外，緩衝層 500 中包含的氧化層 530 可增強透明導電層 400 和後電極 600 之間的黏著強度。

透明導電層 400 係由氧化鋅形成，緩衝層 500 之金屬層 510 係由鋅形成，緩衝層 500 的氧化層 530 係由氧化鋅形成。因為緩衝層 500 中包含的氧化層 530 和透明導電層 400 係由相同材料形成，在相同裝置中完成連續的製程（請參考「第 3A 圖」、「第 3B 圖」、「第 3C 圖」、「第 3D 圖」、「第 3E 圖」與「第 3F 圖」），或者緩衝層 500 中包含的金屬層 510 透過使用透明導電層 400 而形成（請參考「第 4A 圖」、「第 4B 圖」、「第 4C 圖」、「第 4D 圖」、「第 4E 圖」與「第 4F 圖」），從而方便且簡單地控制製程。這點可透過以下的本發明之薄膜型太陽能電池之製造方法得以理解。

後電極 600 係由金屬材料形成，例如銀、鋁、銀+鉬、銀+鎳 (Ag+Ni) 或銀+銅。

<薄膜型太陽能電池之製造方法>

「第 3A 圖」、「第 3B 圖」、「第 3C 圖」、「第 3D 圖」、「第 3E 圖」與「第 3F 圖」所示係為本發明實施例之薄膜型太陽能電池之製造方法之剖視圖。

首先，如「第 3A 圖」所示，前電極 200 係形成於基板 100 之上。

前電極 200 係由透明導電材料透過濺射或有機金屬化學氣相沈積 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD) 形成，透明導電材料的例子為氧化鋅、摻硼氧化鋅 (ZnO:B)、摻鋁氧化鋅 (ZnO:Al)、摻氫氧化鋅 (ZnO:H)、二氧化錫 (SnO₂)、摻氟二氧化錫 (SnO₂:F) 或氧化銦錫 (Indium Tin Oxide; ITO)。

為了最大化太陽射線的吸收效率，前電極 200 透過締捲製程具有非均勻之表面。

接下來，如「第 3B 圖」所示，半導體層 300 形成於前電極 200 上。

半導體層 300 透過電漿化學氣相沈積方法由矽基半導體材料形成，其中半導體層 300 形成於 PIN 結構中，在 PIN 結構處 P-型半導體層、I-型半導體層與 N-型半導體層依照順序沈積。

如「第 3C 圖」所示，透明導電層 400 形成於半導體層 300 之上。

透明導電層 400 係透過濺射或有機金屬化學氣相沈積法由例如氧

化鋅之透明導電材料形成。

如「第 3D 圖」所示，金屬層 510 形成於透明導電層 400 之上。金屬層 510 係由金屬材料形成，此金屬材料的氧化度比待描述的用於後電極的材料的氧化度高。因此，在用於形成後電極的烘烤製程期間，金屬層 510 之氧化層被形成以代替後電極之氧化物。

金屬層 510 係透過在透明導電層 400 上沈積一額外層而形成，可透過濺射、化學氣相沈積或原子層沈積（Atomic Layer Deposition；ALD）而形成。

首先，金屬層 510 透過濺射形成於透明導電層 400 之上。這使得能夠在用於執行「第 3C 圖」之製程之相同濺射裝置中完成連續製程。就是說，在「第 3C 圖」所示之氧氣條件下，氧化鋅的透明導電層 400 透過濺射製程目標鋅而形成，而金屬層 510 透過在「第 3D 圖」所示的例如氬等惰性氣體之條件下透過濺射製程目標鋅（targeting Zn）而形成。因此，僅僅改變供應至此相同濺射裝置的氣體種類，可連續執行「第 3C 圖」與「第 3D 圖」所示的製程。

其次，金屬層 510 透過化學氣相沈積或原子層沈積形成於透明導電層 400 之上。詳細地，在氬氣的條件下，鋅的金屬層 510 透過使用二甲鋅（ $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$ ）或二乙基鋅（ $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ ）的化學氣相沈積或原子層沈積而形成。這種情況下，鋅的金屬層 510 透過 ' $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Zn} + 2(\text{CH}_4)$ ' or ' $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Zn} + 2(\text{C}_2\text{H}_6)$ ' 之反應而形成。

接下來，如「第 3E 圖」所示，後電極材料層 600a 形成於金屬層

510 上。

後電極材料層 600a 透過網印 (screen printing) 方法、噴墨列印 (inkjet printing) 方法、凹印方法或微接觸 (micro-contact) 印刷方法由金屬材料形成，金屬材料的例子為銀、鋁、銀+鋁、銀+鎂、銀+錳、銀+銻、銀+鋅、銀+鉬、銀+鎳、銀+銅或銀+鋁+鋅。

如「第 3F 圖」所示，後電極 600 透過烘烤後電極材料層 600a 而形成。

當烘烤後電極材料層 600a 時，金屬層 510 的上部被氧化，從而金屬層 510 的氧化層 530 形成於其中。因此，緩衝層 500 被完成，其中包含金屬層 510 和氧化層 530。

就是說，金屬層 510 的氧化度高於後電極材料層 600a 的氧化度。為此，在烘烤製程期間，金屬層 510 的氧化層 530 被形成，以代替後電極材料層 600a 的氧化物。如果金屬層 510 由鋅形成，則金屬層 510 的氧化層由氧化鋅形成。與習知技術薄膜型太陽能電池中的後電極之氧化物之電阻比較，本發明之薄膜型太陽能電池中的金屬層 510 的氧化層 530 的電阻則相當低，從而避免後電極 600 的電阻增加。此外，後電極 600 和透明導電層 400 之間的黏著強度透過烘烤製程期間產生的氧化層 530 極大地被增強。

「第 4A 圖」、「第 4B 圖」、「第 4C 圖」、「第 4D 圖」、「第 4E 圖」與「第 4F 圖」所示係為本發明另一實施例之薄膜型太陽能電池之製造方法之剖視圖。

金屬層 510 透過去氧透明導電層 400 之上部而形成，以代替於透明導電層 400 之上沈積一額外層，除此之外，「第 4A 圖」、「第 4B 圖」、「第 4C 圖」、「第 4D 圖」、「第 4E 圖」與「第 4F 圖」所示之方法與「第 3A 圖」、「第 3B 圖」、「第 3C 圖」、「第 3D 圖」、「第 3E 圖」與「第 3F 圖」所示之方法相同。因此，則省略相同或類似部分的詳細解釋。

首先，如「第 4A 圖」所示，前電極 200 形成於基板 100 上。

接下來，如「第 4B 圖」所示，半導體層 300 形成於前電極 200 上。

如「第 4C 圖」所示，透明導電層 400 形成於半導體層 300 上。

透明導電層 400 透過濺射或有機金屬化學氣相沈積法由例如氧化鋅等透明導電材料而形成。

接下來，如「第 4D 圖」所示，金屬層 510 透過去氧透明導電層 400 的上部而形成。

就是說，如果氫電漿處理 (hydrogen plasma treatment) 被應用至透明導電層 400，透明導電層 400 中包含的氧氣在透明導電層 400 的上部與用於氫電漿處理的氫氣反應。當氧氣從透明導電層 400 中逸出時，透明導電層 400 的上部透過去氧變成金屬層 510。例如，如果氫電漿處理被完成成為透明導電層 400 中包含的氧化鋅時，鋅的金屬層 510 透過 ' $\text{ZnO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Zn} + \text{H}_2\text{O}$ ' 的反應形成在透明導電層 400 的上部。

如「第 4E 圖」所示，後電極材料層 600a 形成於金屬層 510 之上。

如「第 4F 圖」所示，後電極 600 透過同時烘烤後電極材料層 600a 和包含金屬層 510 的緩衝層 500 而形成，金屬層 510 的氧化層 530 透過氧化金屬層 510 的上部而形成。

雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖至第 1D 圖所示為習知技術之薄膜型太陽能電池之製造方法之剖視圖；

第 2 圖所示係為本發明實施例之薄膜型太陽能電池之製造方法之剖視圖；

第 3A 圖至第 3F 圖所示為本發明實施例之薄膜型太陽能電池之製造方法之剖視圖；以及

第 4A 圖至第 4F 圖所示為本發明另一實施例之薄膜型太陽能電池之製造方法之剖視圖。

【主要元件符號說明】

10	.....	基板
20	.....	前電極
30	.....	半導體層
40	.....	透明導電層

101年10月26日 替換頁
年 月 日 補充

- 60 後電極
- 65 氧化物
- 100 基板
- 200 前電極
- 300 半導體層
- 400 透明導電層
- 500 緩衝層
- 510 金屬層
- 530 氧化層
- 600 後電極
- 600a 後電極材料層

七、申請專利範圍：

1. 一種薄膜型太陽能電池，包含：

一前電極，形成於一基板之上；

一半導體層，形成於該前電極之上；

一透明導電層，形成於該半導體層之上；

一後電極，形成於該透明導電層上方；以及

一緩衝層，形成於該透明導電層和該後電極之間，用於降低該後電極之電阻，並且增強該透明導電層和該後電極之間的黏著強度，

其中該緩衝層包含順序沈積的一金屬層和一氧化層，其中該金屬層包含比該後電極之材料之氧化度更高的氧化度，該氧化層係由該金屬層之一氧化物形成，

其中該氧化層係形成於該金屬層與該後電極之間。

2. 如請求項第 1 項所述之薄膜型太陽能電池，其中該緩衝層中包含的該氧化層具有比該後電極之氧化物之電阻更小的電阻。

3. 如請求項第 1 項所述之薄膜型太陽能電池，其中該透明導電層和該緩衝層包含的該氧化層均由相同材料形成。

4. 如請求項第 3 項所述之薄膜型太陽能電池，其中該透明導電層和該緩衝層包含的該氧化層均由氧化鋅形成。

5. 一種薄膜型太陽能電池之製造方法，包含：

形成一前電極於一基板上；

形成一半導體層於該前電極上；

形成一透明導電層於該半導體層上；

於該透明導電層上形成一金屬層；

於該金屬層上形成一後電極材料層；以及

烘烤該後電極材料層以形成一後電極，其中在烘烤期間該金屬層之上部被氧化，這樣於其中形成該金屬層之一氧化層，以及該金屬層與該氧化層形成一緩衝層，

其中該金屬層包含比該後電極之材料之氧化度更高的氧化度，該氧化層係由該金屬層之一氧化物形成，以及

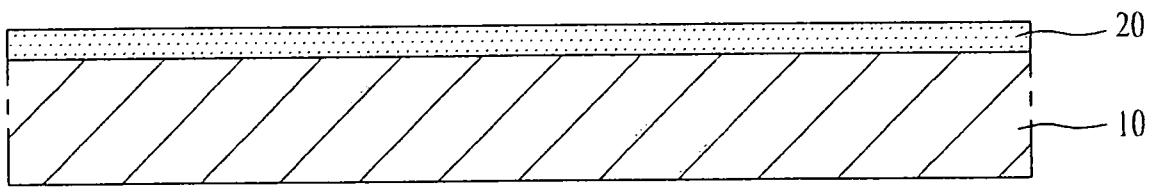
其中該氧化層係形成於該金屬層與該後電極之間。

6. 如請求項第 5 項所述之薄膜型太陽能電池之製造方法，其中用於形成該後電極的製程包含用於噴塗一後電極材料和烘烤該噴塗後電極材料之步驟。
7. 如請求項第 5 項所述之薄膜型太陽能電池之製造方法，其中該緩衝層中包含的該金屬層透過在該透明導電層上沈積一額外層而形成。
8. 如請求項第 7 項所述之薄膜型太陽能電池之製造方法，其中在該緩衝層中形成該金屬層之製程包含在惰性氣體條件下透過濺射製程目標鋅而形成鋅的步驟。
9. 如請求項第 8 項所述之薄膜型太陽能電池之製造方法，其中形成該透明導電層之製程包含在氧氣條件下透過濺射目標鋅而形成氧化鋅之步驟，

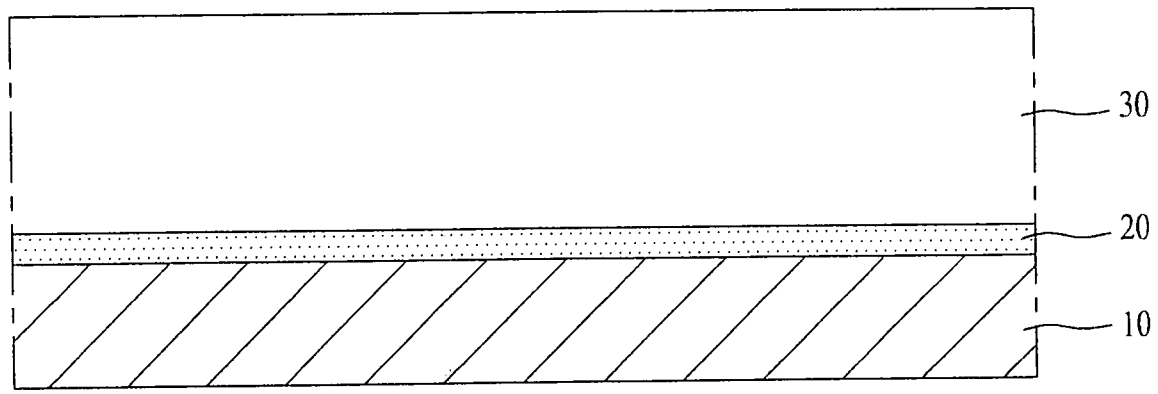
其中形成該透明導電層和該緩衝層中包含的該金屬層之製程

在相同濺射裝置中連續完成。

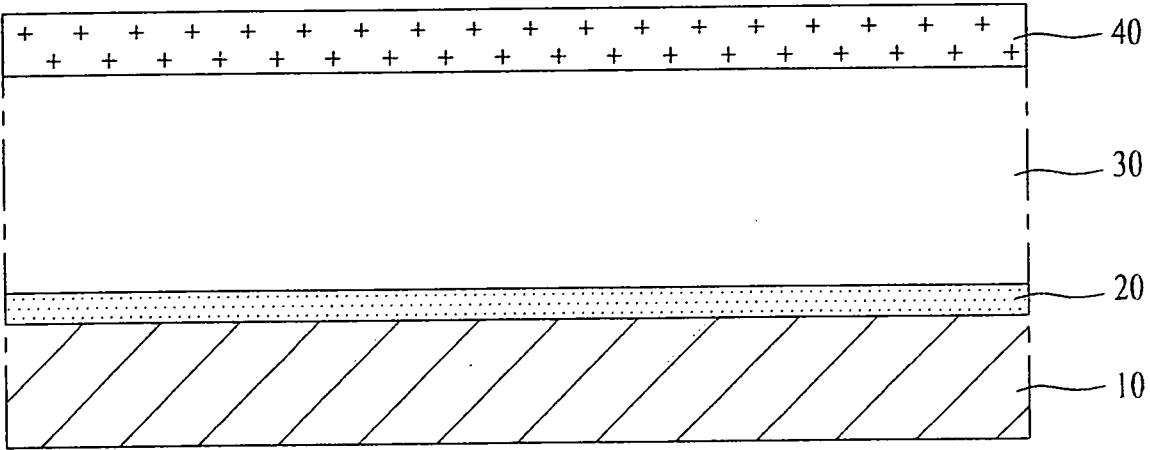
10. 如請求項第 7 項所述之薄膜型太陽能電池之製造方法，其中形成該緩衝層中包含的該金屬層的製程包含在氫氣條件下使用包含鋅的氣體材料透過化學氣相沈積或原子層沈積形成鋅。
11. 如請求項第 5 項所述之薄膜型太陽能電池之製造方法，其中形成該緩衝層中包含的該金屬層之製程包含去氧該透明導電層之上部。
12. 如請求項第 11 項所述之薄膜型太陽能電池之製造方法，其中去氧該透明導電層之上部之製程包含完成氫電漿處理，從而用供應氫電漿處理的氫氣與該透明導電層中包含的氧氣反應。
13. 如請求項第 5 項所述之薄膜型太陽能電池之製造方法，其中該緩衝層中包含的該金屬層之該氧化層包含比該後電極之該氧化物之電阻更小的電阻。



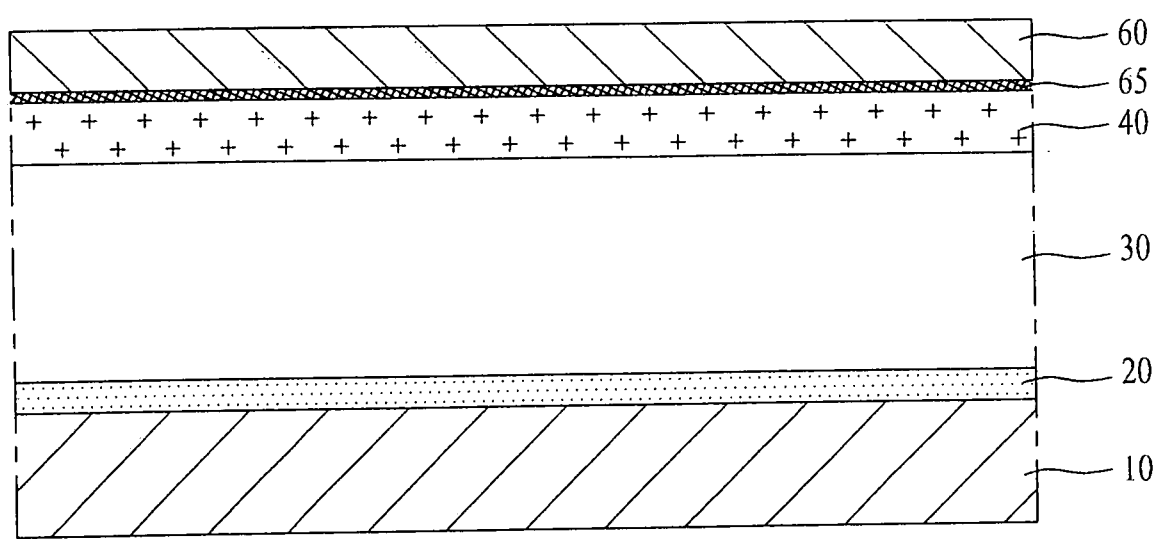
第1A圖
(習知技術)



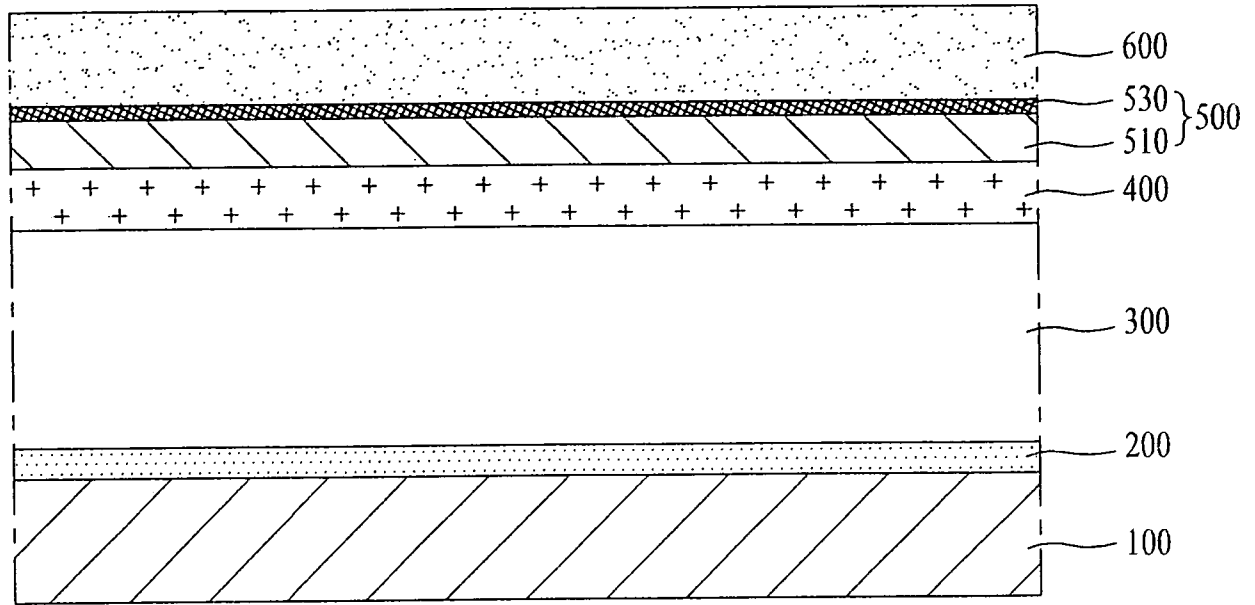
第1B圖
(習知技術)



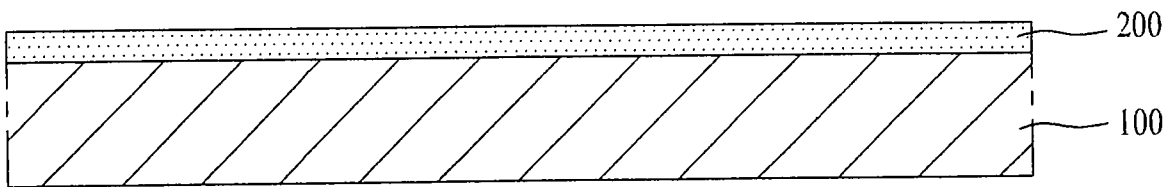
第1C圖
(習知技術)



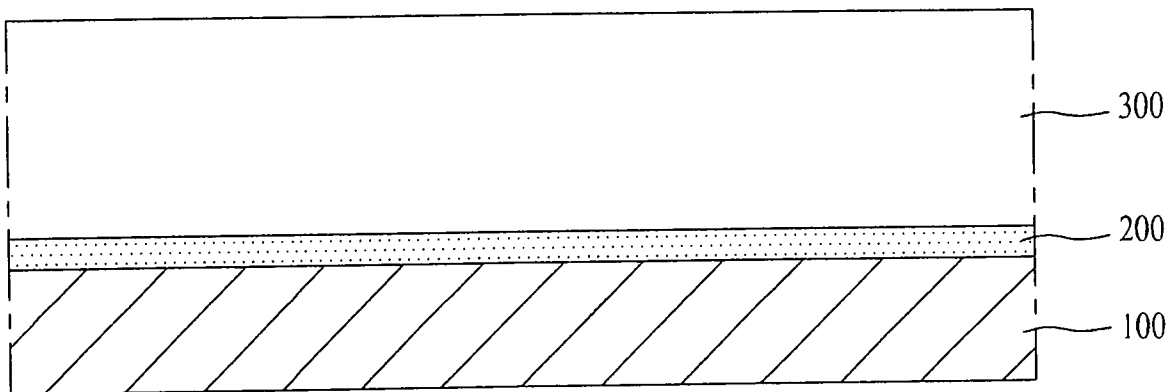
第1D圖
(習知技術)



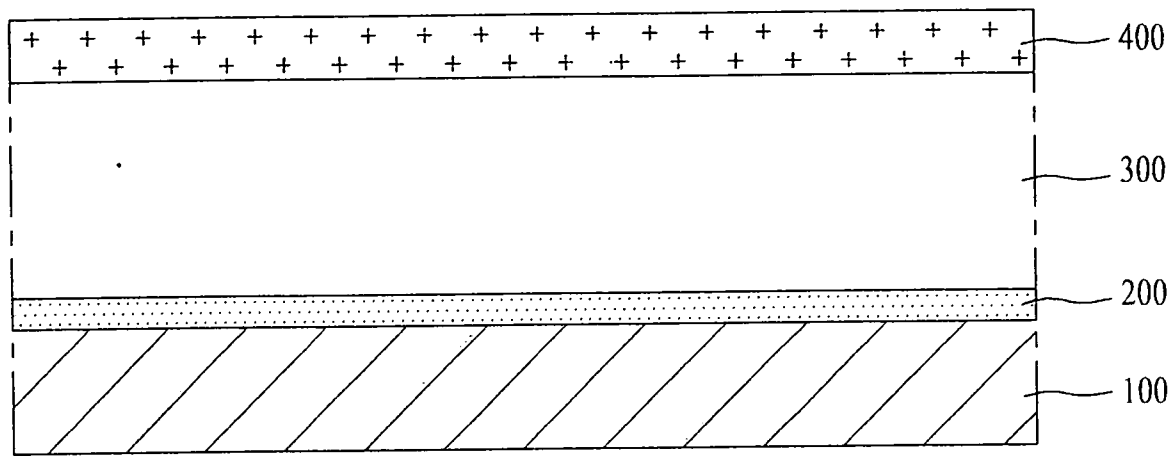
第2圖



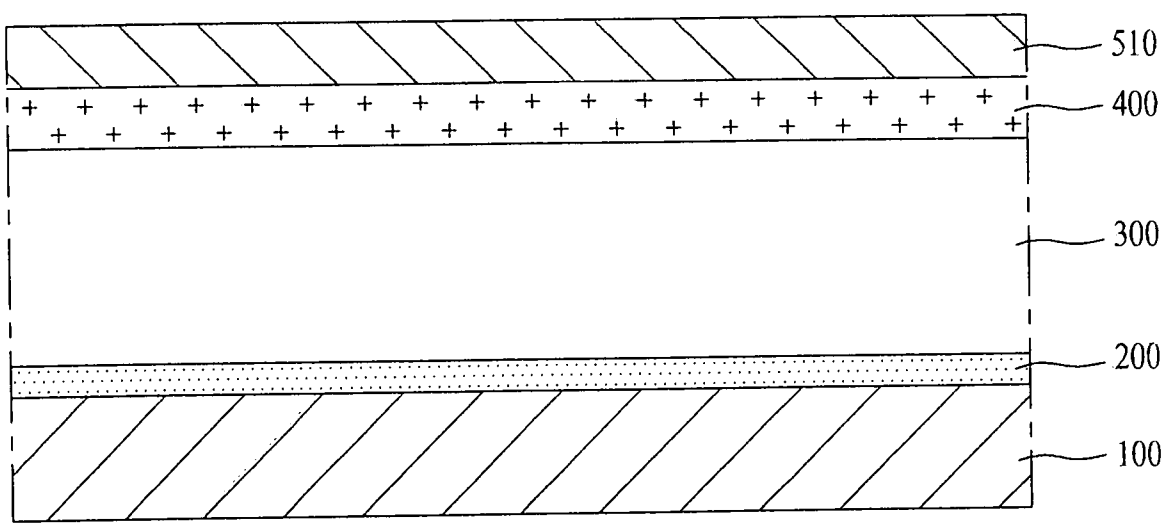
第3A圖



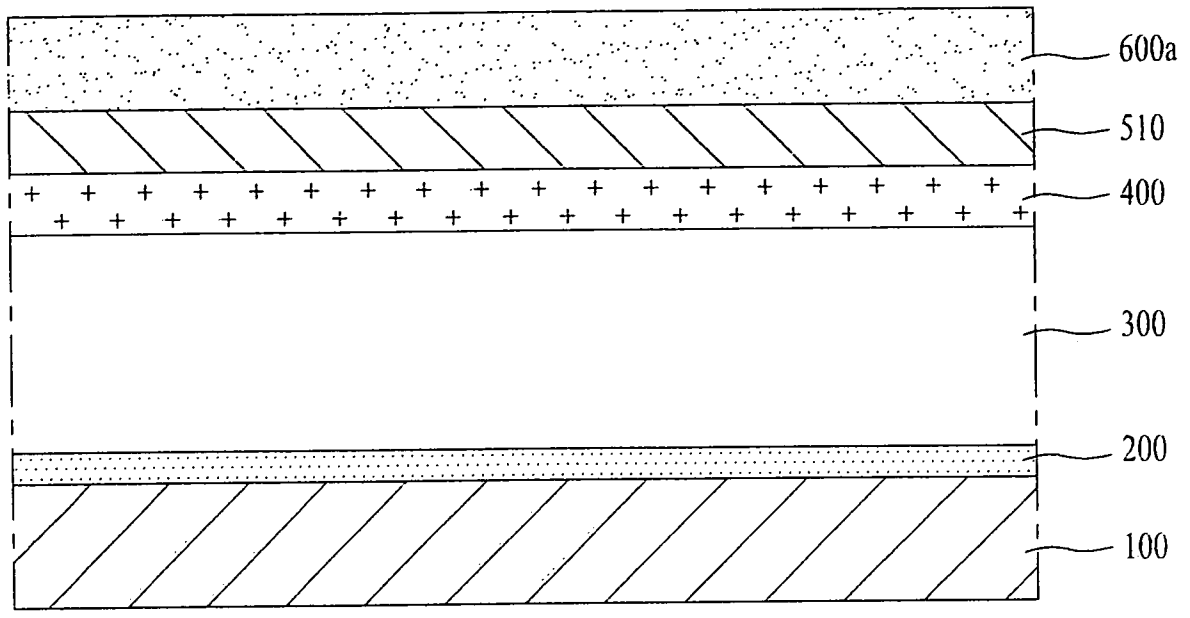
第3B圖



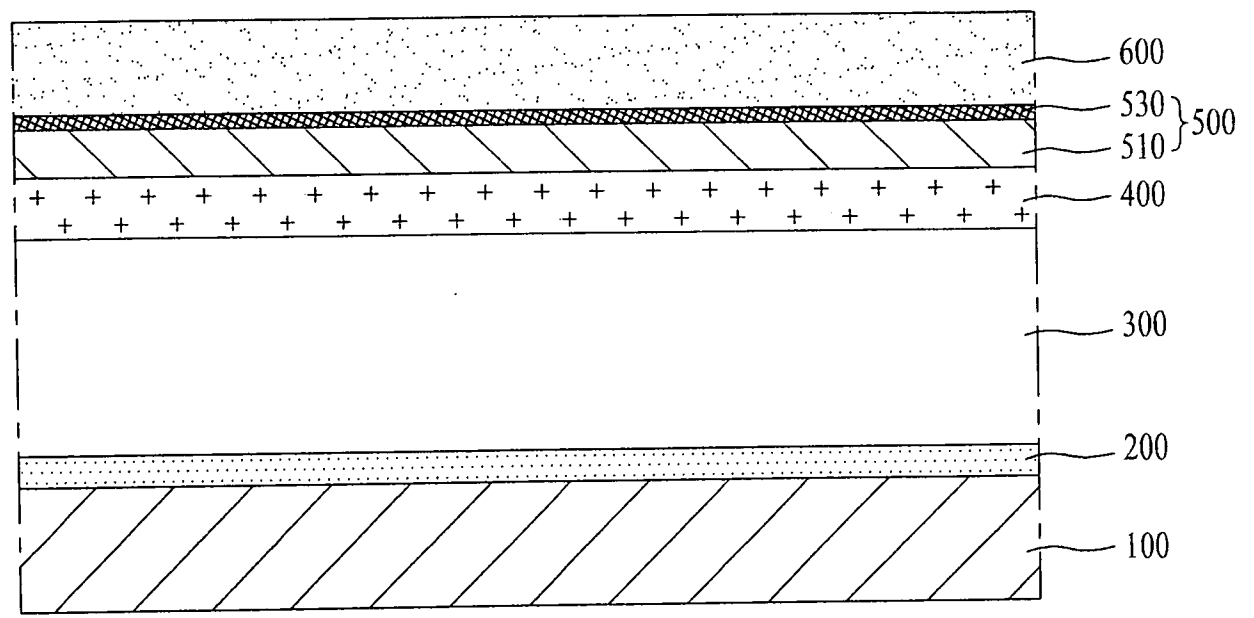
第3C圖



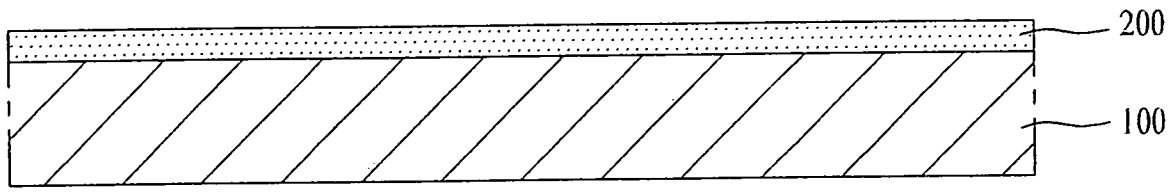
第3D圖



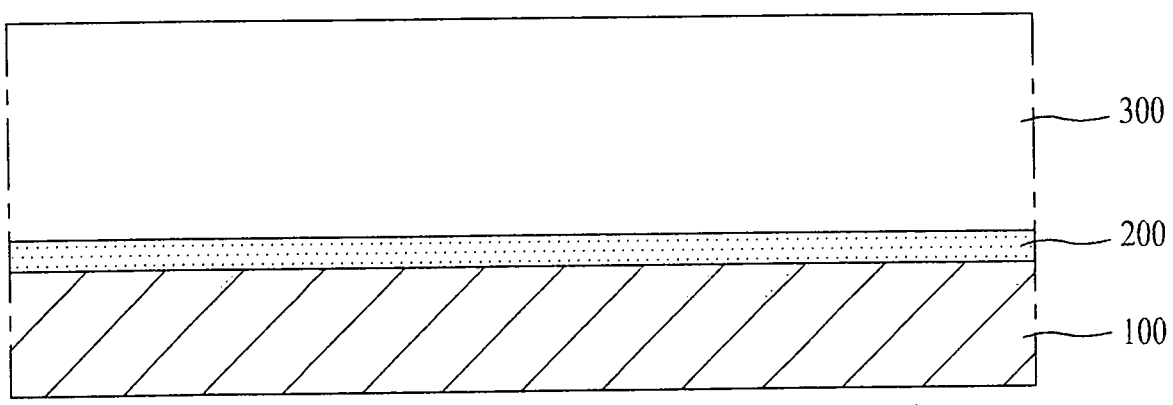
第3E圖



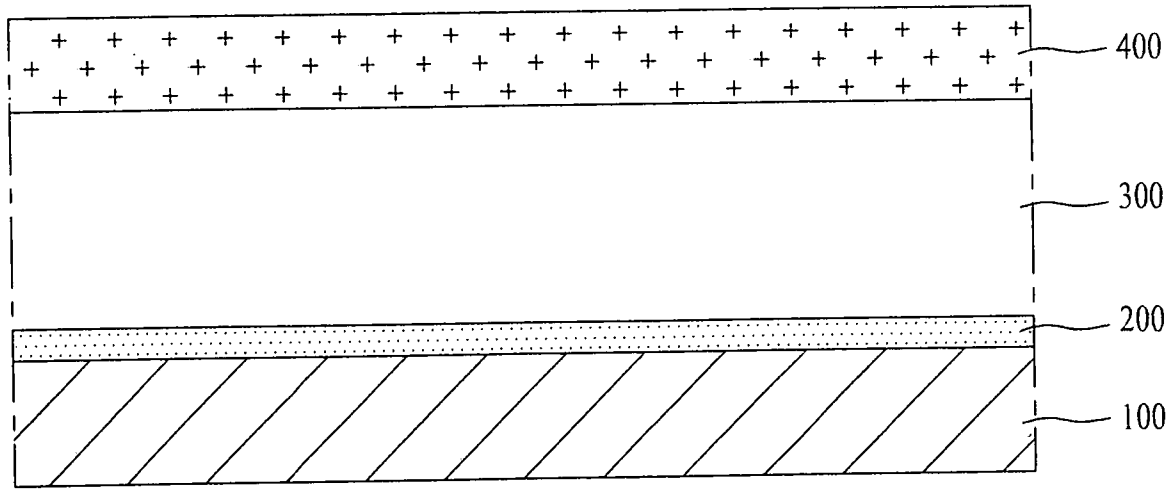
第3F圖



第4A圖

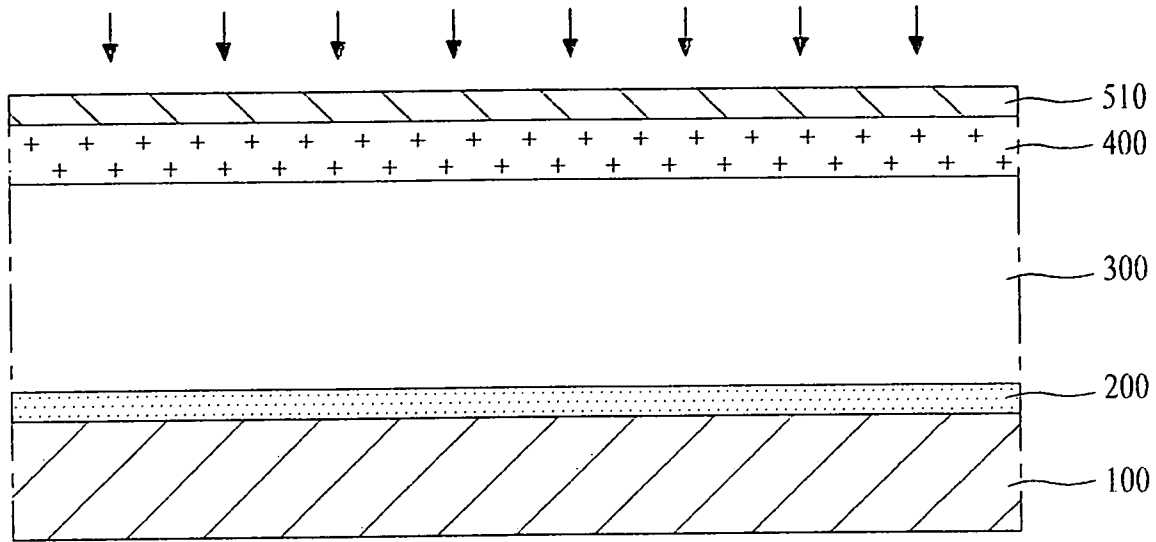


第4B圖

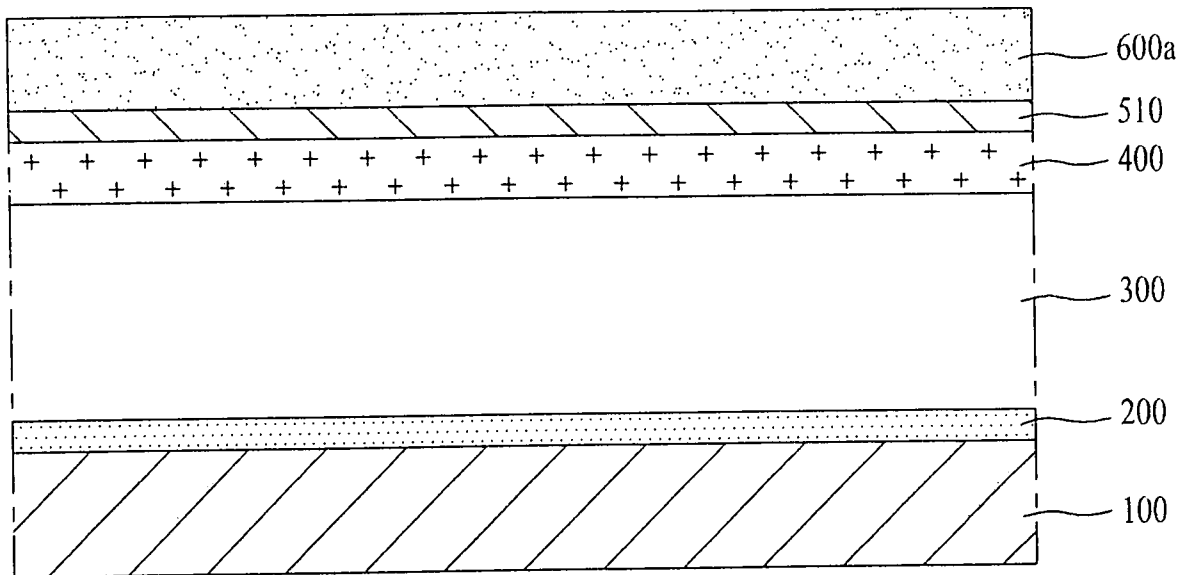


第4C圖

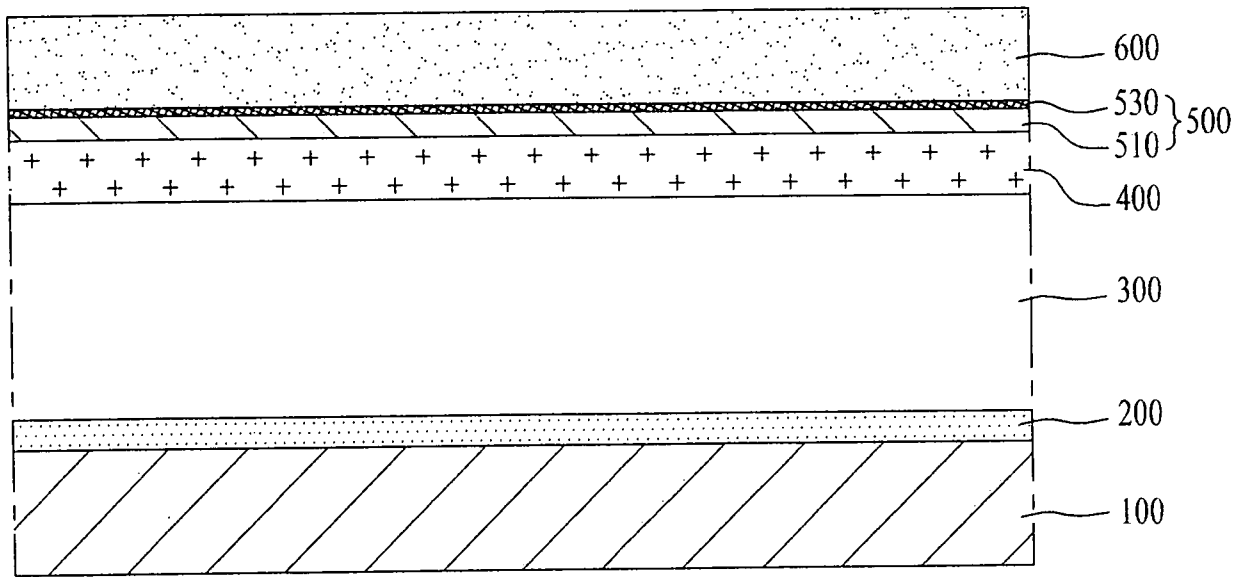
氫電漿處理



第4D圖



第4E圖



第4F圖