



(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 201214716 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：099132127

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 23 日

(51)Int. Cl. : H01L31/0224(2006.01)

H01L31/042 (2006.01)

H01L31/18 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：蔡娟娟 TSAI, CHUANG CHUANG (TW)；徐振航 HSU, CHENG HANG (TW)

(74)代理人：莊世超

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 23 頁

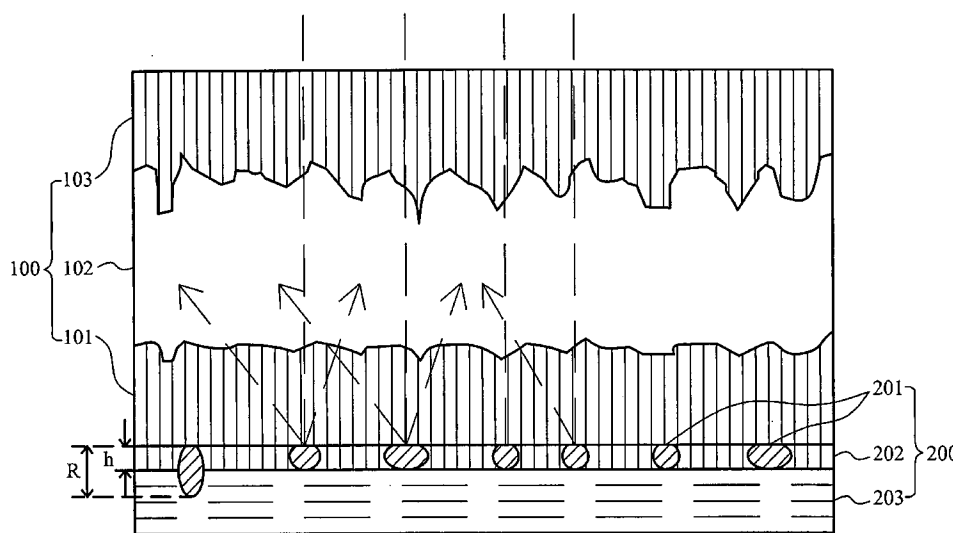
(54)名稱

應用於太陽能電池之背電極結構及其製作方法

BACK CONTACT STRUCTURE FOR SOLAR CELL AND FABRICATION METHOD THEREOF

(57)摘要

一種應用於太陽能電池中背電極結構，其中太陽能電池包括一第一透明導電層、一太陽能電池單元及一背電極結構，第一透明導電層設置於太陽能電池單元之一側，背電極結構設置於第一透明導電層之相對於太陽能電池單元之另一側。背電極結構包括一粒狀結構、一透明導電層及一電極。粒狀結構設置於第一透明導電層之表面上，透明導電層設置於粒狀結構及第一透明導電層上，並且電極設置於粒狀結構及透明導電層上。其特徵為透明導電層之高度等於或小於粒狀結構之直徑，使得粒狀結構係位於透明導電層及電極之界面。



100：太陽能電池

101：第一透明導電層

102：太陽能電池

103：第二透明導電層

200：背電極結構

201：複數粒狀結構

202：第三透明導電層

203：電極

h：(第三透明導電層之)高度

R：(粒狀結構之)直徑

# 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： 99132121 H01L 31/0224 (2006.01)  
 ※ 申請日： 99.9.23 ※IPC 分類： H01L 31/002 (2006.01)  
 一、發明名稱：(中文/英文) H01L 31/18 (2006.01)

應用於太陽能電池之背電極結構及其製作方法/ BACK CONTACT STRUCTURE FOR SOLAR CELL AND FABRICATION METHOD THEREOF

## 二、中文發明摘要：

一種應用於太陽能電池中背電極結構，其中太陽能電池包括一第一透明導電層、一太陽能電池單元及一背電極結構，第一透明導電層設置於太陽能電池單元之一側，背電極結構設置於第一透明導電層之相對於太陽能電池單元之另一側。背電極結構包括一粒狀結構、一透明導電層及一電極。粒狀結構設置於第一透明導電層之表面上，透明導電層設置於粒狀結構及第一透明導電層上，並且電極設置於粒狀結構及透明導電層上。其特徵為透明導電層之高度等於或小於粒狀結構之直徑，使得粒狀結構係位於透明導電層及電極之界面。

## 三、英文發明摘要：

A back contact structure for solar cell applications disclosed. The solar cell device sequentially includes a first transparent conducting oxide (TCO) layer, a solar cell unit and a back contact structure. The first transparent conducting oxide layer is disposed on one side of the solar cell unit, and the back contact structure is disposed on the other

side of the solar cell unit. The back contact structure includes a granular structure, a transparent conductive oxide and an electrode. The granular structure is disposed on the surface of the first TCO layer, and the transparent conductive oxide layer is then disposed on said surface. The electrode is eventually fabricated on the granular structure and the transparent conductive oxide. The feature is that the height of the transparent conductive oxide is equal to or smaller than the diameter of the granular structure, so the granular structure is at the interface between the transparent conductive oxide and the electrode.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

太陽能電池 100

複數粒狀結構 201

第一透明導電層 101

第三透明導電層 202

太陽能電池 102

電極 203

第二透明導電層 103

(第三透明導電層之)高度 h

背電極結構 200

(粒狀結構之)直徑 R

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】

本發明係關於一種背電極結構，特別是一種應用於太陽能電池中背電極結構及其製作方法，藉由改善背電極結構，以增加光學的使用效率，來提昇太陽能電池之光電轉換效率。

### 【先前技術】

目前商業化的太陽能產品，多使用具有織構化(textured)之透明導電層(Transparent Conductive Oxide, TCO)的玻璃作為太陽能電池之光入射面，具有織構化(textured)之透明導電層除了能夠有效增加太陽光的入射效率，亦能增加太陽光在太陽能電池中的光捕捉(light-trapping)效應。

然而，隨著太陽能電池的改善加工，其厚度亦隨之成長，因此，位於太陽能電池之最上層的薄膜表面粗糙度亦隨之下降。根據研究，除了作為光入射面的具有織構化之透明導電層可有效增加太陽光在太陽能電池中的光捕捉效應，背電極部分的光捕捉效果亦可有效的提升太陽能電池的光電轉換效率。因此，藉由增加背電極之表面的粗糙度，亦可增加未被吸收的光的散射效果，進而增加光的路徑以利再吸收，而有效的增加光電轉換效率，甚至可減少吸收層的厚度而降低成本及減少光裂化。

目前所提出之製作背電極的結構包括蝕刻法、壓印法等，蝕刻法除了容易造成缺陷及汙染，在大面積的太陽能電池上也有均勻性的問題，同時，其製造成本相對地較高，壓印法亦然。因此，如何藉由改善背電極結構，達到提升太陽能電池之光吸收效率，以改善目前太陽能電池之光電轉換效

率，是本技術領域亟欲解決之問題。

### 【發明內容】

本發明之一目的係在於提供一製作方法來改善背電極結構，除了可相容原廠商設備之製程，也具有較低生產成本的優勢。

本發明的其他目的和優點可以從本發明所揭露的技術特徵中得到進一步的了解。

為達上述之一或部份或全部目的或是其他目的，本發明之一實施例的一種應用於太陽能電池中背電極結構，其中太陽能電池包括一第一透明導電層、一太陽能電池單元、一第二透明導電層及背電極結構，第一透明導電層設置於太陽能電池單元之一側，第二透明導電層設置於太陽能電池單元之相對於該側之一入射光側，背電極結構設置於第一透明導電層之相對於太陽能電池單元之另一側，背電極結構包括：一粒狀結構設置於第一透明導電層之表面上，其中粒狀結構為不透光材料，一第三透明導電層設置於粒狀結構及第一透明導電層上，一電極設置於粒狀結構及第三透明導電層上；其特徵為第三透明導電層之高度等於或小於粒狀結構之直徑，使得粒狀結構位於第三透明導電層及電極之界面。

在一較佳實施例中，第一透明導電層及第三透明導電層之材料由金屬氧化物、矽氧化物或以上含有摻雜物所構成，其厚度範圍為 0 至 2000 奈米。

在一較佳實施例中，粒狀結構之材料由高分子材料、金屬、金屬合金、金屬氧化物、矽氧化物或以上含有摻雜物之材料所構成，並且粒狀結構之顆粒的直徑範圍為 10 至 1000 [S]

奈米。

在一較佳實施例中，粒狀結構可去除，使得第三透明導電層與電極之界面具有複數空氣泡，電極材料可填補此孔洞形成有粗糙度之結構。

為達上述之一或部份或全部目的或是其他目的，本發明之一實施例的一種應用於太陽能電池中背電極結構之製作方法包括：沉積複數粒狀結構於第一透明導電層上；再沉積一第三透明導電層於粒狀結構及第一透明導電層上，並且第三透明導電層之高度等於或小於粒狀結構之直徑；最後形成一電極於此結構上。

為達上述之一或部份或全部目的或是其他目的，本發明之另一實施例的一種應用於太陽能電池中背電極結構的製作方法，包括：形成一第一金屬層於一第一透明導電層上；執行退火處理，使得第一金屬層聚集成一第一粒狀結構；形成一第二金屬層於第一粒狀結構上；執行退火處理，使得第二金屬層聚集成一第二粒狀結構；形成一第三透明導電層於第一粒狀結構、第二粒狀結構及第一透明導電層上，並且第三透明導電層之高度等於或小於第一粒狀結構之直徑及第二粒狀結構之直徑；以及形成一電極於粒狀結構及第三透明導電層上。

#### 【實施方式】

有關本發明之前述及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式之一較佳實施例的詳細說明中，將可清楚的呈現。以下實施例中所提到的方向用語，例如：上、下、左、右、前或後等，僅是參考附加圖式的方向。因此，使用的方

{S}

向用語是用來說明並非用來限制本發明。

請參照第一圖，係為本發明之第一實施例中一種應用於太陽能電池 100 中背電極結構 200。其中太陽能電池 100 包括一第一透明導電層 101、一太陽能電池單元 102 及一第二透明導電層 103，第一透明導電層 101 設置於太陽能電池單元 102 之一側，第二透明導電層 103 則設置於太陽能電池單元 102 之相對於該側之一入射光側，而背電極結構 200 設置於第一透明導電層 101 之相對於太陽能電池單元 102 之另一側。其中，太陽能電池 100 可以為非晶或微晶太陽能電池之中的矽、矽鍺、碳化矽之單層或多接面太陽能電池，第二透明導電層 103 係為一玻璃基板或一塑膠基板之一部分，並且其總厚度約 3 至 4 釐米。

背電極結構 200 包括複數粒狀結構 201、一第三透明導電層 202 及一電極 203。其中，第一透明導電層 101 及第三透明導電層 202 之材料係由金屬氧化物、矽氧化物或以上含有摻雜物所構成，例如 Al:ZnO 或 F:SnO，並且其厚度範圍為 0 至 2000nm，而電極 203 之材料可為鋅(Zn)、鎂(Mg)、鋁(Al)、銀(Ag)、銅(Cu)、鎳(Ni)或上述之合金等金屬材料。

複數粒狀結構 201 設置於第一透明導電層 101 之表面上，並且複數粒狀結構係為不透光材料，第三透明導電層 202 設置於複數粒狀結構 201 及第一透明導電層 101 上，最後一電極 203 設置於粒狀結構 201 及第三透明導電層 202 上；其特徵為第三透明導電層 202 之高度  $h$  等於或小於粒狀結構 201 之直徑  $R$ ，使得這些粒狀結構 201 位於第三透明導電層 202 及電極 203 之界面。



在一較佳實施例中，粒狀結構 201 之顆粒的直徑範圍為 10nm 至 1000nm，並且其材料由高分子材料、金屬、金屬合金、金屬氧化物、矽氧化物或以上含有摻雜物所構成，例如導電性奈米球或金屬奈米球，使得背電池結構 200 之表面粗糙化。

因此，太陽光之光線如圖中虛線所示，當太陽光進入太陽能電池 100 之背電池結構 200 後，由於這些粒狀結構 201 可以有效將太陽光之光線反射回太陽能電池 100 之太陽能電池單元 102，並且增加未被吸收之太陽光之光線的散射效果，進而增加太陽光之光線的路徑以利再吸收，而能夠提高太陽能電池 100 之光捕捉效果，亦可有效的提升太陽能電池的光電轉換效率。

如第二圖所示，係為本發明之第一實施例中一種應用於太陽能電池 100 中背電極結構 200 之製作流程。首先，提供一製備完成之太陽能電池 100，太陽能電池 100 包括一第一透明導電層 101、一太陽能電池單元 102 及一第二透明導電層 103，第一透明導電層 101 設置於太陽能電池單元 102 上之一側，第二透明導電層 103 則設置於太陽能電池單元 102 之相對於該側之一入射光側，而背電極結構 200 設置於第一透明導電層 101 之另一側。接著，可以不同方法沉積複數粒狀結構 201 於第一透明導電層 101 上，例如塗佈法、旋鍍法、噴墨法等，於第一透明導電層 101 上形成均勻分布的粒狀結構 201，例如導電性奈米球或金屬奈米球；再沉積一第三透明導電層 202 於這些粒狀結構 201 及第一透明導電層 101 上，並且第三透明導電層 202 之高度  $h$  等於或小於粒狀結構

201 之高度  $R$ ，則使得這些粒狀結構 201 位於第三透明導電層 202 及電極 203 之界面。最後，形成一電極 203 於粒狀結構 201 及該第三透明導電層 202 上。上述完成之背電極結構 200 的表面因為經過粗糙化，而可進一步提升太陽能電池 100 的效能。

請參照第三圖，係為本發明之第二實施例中一種應用於太陽能電池 100 中背電極結構 210。其中太陽能電池包括一第一透明導電層 101、一太陽能電池單元 102 及一第二透明導電層 103，第一透明導電層 101 設置於太陽能電池單元 102 上之一側，第二透明導電層 103 則設置於太陽能電池單元 102 之相對於該側之一入射光側，而背電極結構 210 設置於第一透明導電層 101 之另一側。其中，太陽能電池 100 可以為非晶或微晶太陽能電池之中的矽、矽鍺、碳化矽之單層或多接面太陽能電池。

背電極結構 210 包括複數粒狀結構 201a、一第三透明導電層 202 及一電極 203。其中，第一透明導電層 101 及第三透明導電層 202 之材料係選自由金屬氧化物、矽氧化物及以上含有摻雜物所構成的群組，例如  $\text{Al}:\text{ZnO}$  或  $\text{F}:\text{SnO}$ ，並且其厚度範圍為 0 至 2000nm，而電極 203 為鋅(Zn)、鎂(Mg)、鋁(Al)、銀(Ag)、銅(Cu)、鎳(Ni) 或上述之合金等金屬材料。

複數粒狀結構 201a 設置於第一透明導電層 101 之表面上，第三透明導電層 202 設置於粒狀結構 201a 及第一透明導電層 101 上，並且電極 203 設置於上述粒狀結構 201a 及第三透明導電層 202 上；其特徵為第三透明導電層 202 之高度  $h$  等於或小於粒狀結構 201a 之直徑  $R$ ，使得這些粒狀結構 201a

位於第三透明導電層 202 及電極 203 之界面，並且粒狀結構 201a 於第二實施例中可去除，因此電極 203 之金屬材料將會填滿去除之粒狀結構 201a 的空隙。其中，粒狀結構 201a 之顆粒的直徑範圍為 10 至 1000nm。

由於這些粒狀結構 201a 位於第三透明導電層 202 及電極 203 之界面，則太陽光之光線如圖中虛線所示，當太陽光進入太陽能電池 100 之背電池結構 210 前，這些填滿空隙 201a 之金屬材料可以有效將太陽光之光線反射回太陽能電池 100 之太陽能電池單元 102，增加未被吸收之太陽光之光線的散射效果，進而增加太陽光之光線的路徑以利再吸收，而提高太陽能電池 100 之光捕捉效果，因此有效的提升太陽能電池 100 的光電轉換效率。

如第四圖所示，係為本發明之第二實施例中一種應用於太陽能電池 100 中背電極結構 210 之製作流程。首先，提供一製備完成之太陽能電池 100，太陽能電池 100 包括一第一透明導電層 101、一太陽能電池單元 102 及一第二透明導電層 103，第一透明導電層 101 設置於太陽能電池單元 102 上之一側，第二透明導電層 103 則設置於太陽能電池單元 102 之相對於該側之一入射光側，而背電極結構 200 設置於第一透明導電層 101 之另一側。接著，可以不同方法沉積複數粒狀結構 201 於第一透明導電層 101 上，例如塗佈法、旋鍍法、噴墨法等，於第一透明導電層 101 上形成均勻分布的粒狀結構 201，例如高分子奈米球等；再沉積一第三透明導電層 202 於這些粒狀結構 201 及第一透明導電層 101 上，並且第三透明導電層 202 之高度等於或小於粒狀結構 201 之高度(未標

示);然後,以不同方法除去這些粒狀結構 201,例如震盪法、溶解法、黏著法等,則使得第三透明導電層 202 及電極 203 之界面具有複數粒狀結構 201a,而粒狀結構 201a 為空隙。最後,形成一電極 203 於粒狀結構 201a 及第三透明導電層 202 上,並且填滿空隙 201a。上述完成之背電極結構 210 的表面因為經過粗糙化,而可進一步提升太陽能電池 100 的效能。

第五圖,係為本發明之第三實施例中一種應用於太陽能電池中背電極結構之製作流程。首先,提供一製備完成之太陽能電池 100,太陽能電池 100 包括一第一透明導電層 101、一太陽能電池單元 102 及一第二透明導電層 103,太陽能電池單元 102 及第二透明導電層 103 依序設置於第一透明導電層 101 之一側,而背電極結構 220 設置於第一透明導電層 101 之另一側。接著,形成一第一金屬層 M 於第一透明導電層 101 上,並且執行退火處理,使得第一金屬層 M 聚集成島嶼狀或顆粒狀之複數第一粒狀結構 201b;再形成一第二金屬層 M' 於上述第一粒狀結構 201b 上,並且執行退火處理,使得第二金屬層 M' 聚集成島嶼狀或顆粒狀複數第二粒狀結構 201b'。其中,退火處理包括爐管熱處理、快速退火製程或雷射退火製程。

上述步驟中,形成第一金屬層 M 及第二金屬層 M' 於第一透明導電層 101 上後,執行退火處理而形成第一粒狀結構 201b 及第二粒狀結構 201b' 之步驟,可重複執行,則於第一透明導電層 101 上可以形成不同大小的金屬顆粒以對應不同波長的散射效應,則此粗糙化的表面結構可增強太陽光

於太陽能電池 100 中的光捕捉效應。其中，第一金屬層 M 及第二金屬層 M' 皆為低熔點金屬薄膜，第一金屬層 M 及第二金屬層 M' 皆係選自由鋅(Zn)、鎂(Mg)、鋁(Al)、銀(Ag)、銅(Cu)及鎳(Ni)所構成的群組。此外，第一金屬層 M 之厚度範圍為 5 至 1000nm，第二金屬層 M' 之厚度範圍為 5 至 1000nm，並且第二金屬層 M' 之厚度小於第一金屬層 M 之厚度。

接著，沉積一第三透明導電層 202 於第一粒狀結構 201b、第二粒狀結構 201b' 及第一透明導電層 101 上，並且第三透明導電層 202 之高度等於或小於第一粒狀結構 201b 之高度(未標示)及第二粒狀結構 201b' 之高度(未標示)；然後，形成一電極 203 於第一粒狀結構 201b、第二粒狀結構 201b' 及第三透明導電層 202 上。

上述實施例中背電極結構 200、210 及 220，由於這些粒狀結構 201、201a 及 201b 之設置，使得其表面粗糙化，因此可以有效增加未被吸收之太陽光之光線的散射效果，進而增加太陽光之光線的路徑以利再吸收，達到提升太陽能電池 100 之光吸收效率，而可進一步提升太陽能電池 100 的效能。此外，背電極結構 200、210 及 220 可以相容於任何太陽能電池之原本廠商設備的製程，並且具有較低生產成本的優勢。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。另外本發明的任一實施例或申請專利範圍不須達成本發明所揭露之全部目的或優點或特點。此

外，摘要部分和標題僅是用來輔助專利文件搜尋之用，並非用來限制本發明之權利範圍。

### 【圖式簡單說明】

第一圖，係為本發明之第一實施例中一種應用於太陽能電池中背電極結構。

第二圖，係為本發明之第一實施例中一種應用於太陽能電池中背電極結構之製作流程。

第三圖，係為本發明之第二實施例中一種應用於太陽能電池中背電極結構。

第四圖，係為本發明之第二實施例中一種應用於太陽能電池中背電極結構之製作流程。

第五圖，係為本發明之第三實施例中一種應用於太陽能電池中背電極結構之製作流程。

### 【主要元件符號說明】

太陽能電池 100

第一透明導電層 101

太陽能電池單元 102

第二透明導電層 103

背電極結構 200、210、220

粒狀結構 201、201a、201b

第三透明導電層 202

電極 203

(第三透明導電層之)高度 h

{ S }

201214716

(粒狀結構之)直徑 R



## 七、申請專利範圍：

1.一種應用於太陽能電池中背電極結構，其中該太陽能電池包括一第一透明導電層、一太陽能電池單元及一第二透明導電層，該第一透明導電層設置於該太陽能電池單元之一側，該第二透明導電層設置於該太陽能電池單元之相對於該側之一入射光側，該背電極結構設置於該第一透明導電層之相對於該太陽能電池單元之另一側，該背電極結構包括：一粒狀結構設置於該第一透明導電層之表面上，其中該粒狀結構係為不透光材料，一第三透明導電層設置於該粒狀結構及該第一透明導電層上，一電極設置於該粒狀結構及該第三透明導電層上；其特徵為該第三透明導電層之高度等於或小於該粒狀結構之直徑，使得該粒狀結構係位於該第三透明導電層及該電極之界面。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之應用於太陽能電池中背電極結構，其中該第一透明導電層及該第三透明導電層之材料係選自由金屬氧化物、矽氧化物及以上含有摻雜物所構成的群組，其具有透光及導電之特性，並且其厚度範圍為 0 至 2000 奈米。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之應用於太陽能電池中背電極結構，其中該粒狀結構之顆粒的直徑範圍為 10 至 1000 奈米。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之應用於太陽能電池中背電極結構，其中該粒狀結構之材料係選自由高分子材料、金屬、金屬合金、金屬氧化物、矽氧化物及以上含有摻雜物所構成的群組。



5.如申請專利範圍第4項所述之應用於太陽能電池中背電極結構，其中該粒狀結構可去除。

6.一種應用於太陽能電池中背電極結構的製作方法，包括：

提供一第一透明導電層；

沉積複數粒狀結構於該第一透明導電層上；

沉積一第三透明導電層於該些粒狀結構及該第一透明導電層上，並且該第三透明導電層之高度等於或小於該些粒狀結構之直徑；以及

形成一電極於該些粒狀結構及該第三透明導電層上。

7.一種應用於太陽能電池中背電極結構的製作方法，包括：

提供一第一透明導電層；

形成一第一金屬層於該第一透明導電層上；

執行退火處理，使得該第一金屬層聚集成一第一粒狀結構；

形成一第二金屬層於該第一粒狀結構上；

執行退火處理，使得該第二金屬層聚集成一第二粒狀結構；

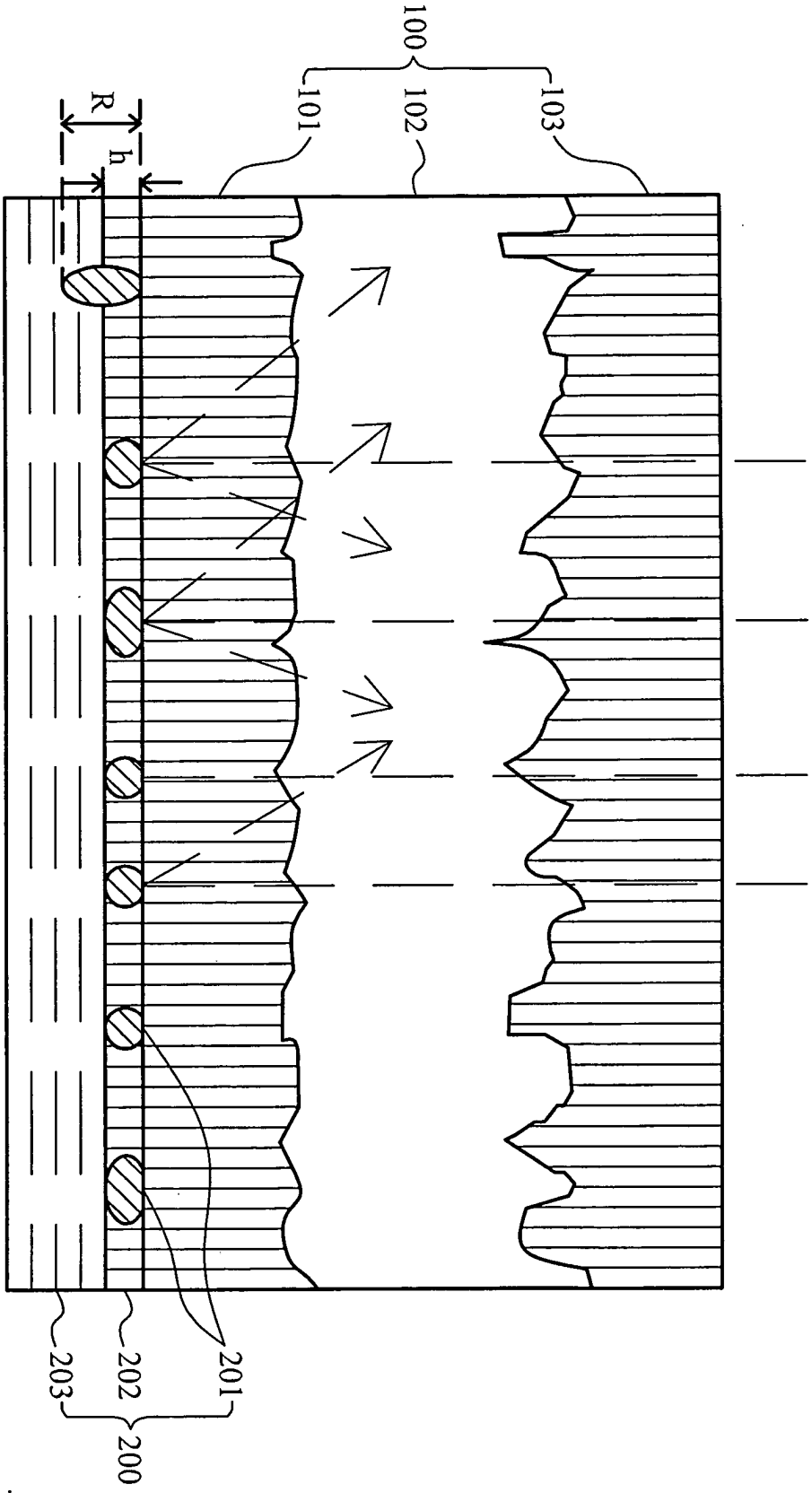
形成一第三透明導電層於該第一粒狀結構、該第二粒狀結構及該第一透明導電層上，並且該第三透明導電層之高度等於或小於該第一粒狀結構之直徑及該第二粒狀結構之直徑；以及形成一電極於該第一粒狀結構、該第二粒狀結構及

該第三透明導電層上。

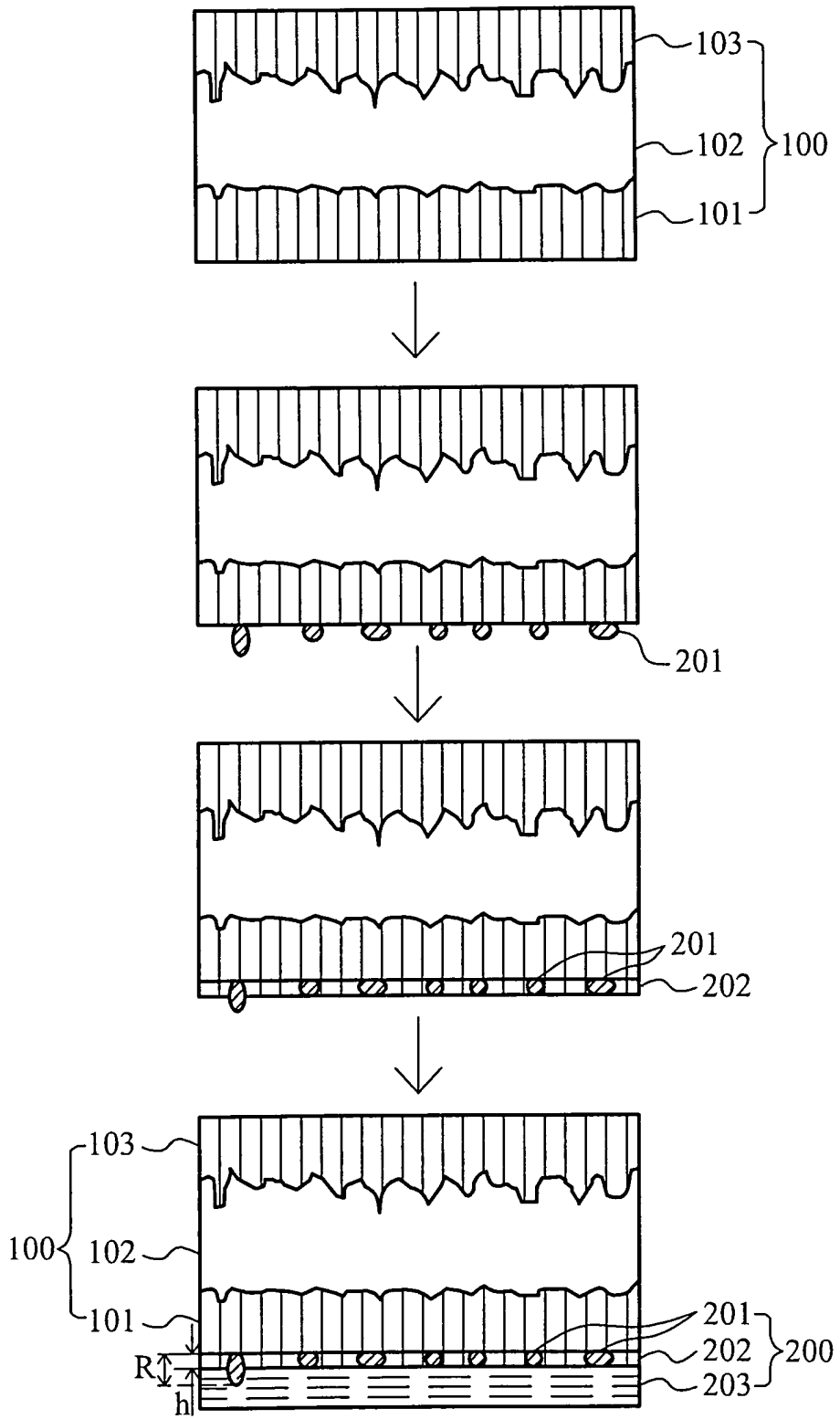
8.如申請專利範圍第 7 項所述之應用於太陽能電池中背電極結構，其中依序地形成該第一金屬層於該第一透明導電層上；執行退火處理，使得該第一金屬層聚集成該第一粒狀結構；形成該第二金屬層於該第一粒狀結構上；執行退火處理，使得該第二金屬層聚集成該第二粒狀結構之步驟，可重複上述步驟。

9.如申請專利範圍第 7 項所述之應用於太陽能電池中背電極結構，其中該第一金屬層之厚度範圍為 5 至 1000 奈米，該第二金屬層之厚度範圍為 5 至 1000 奈米，並且該第二金屬層之厚度小於該第一金屬層之厚度。

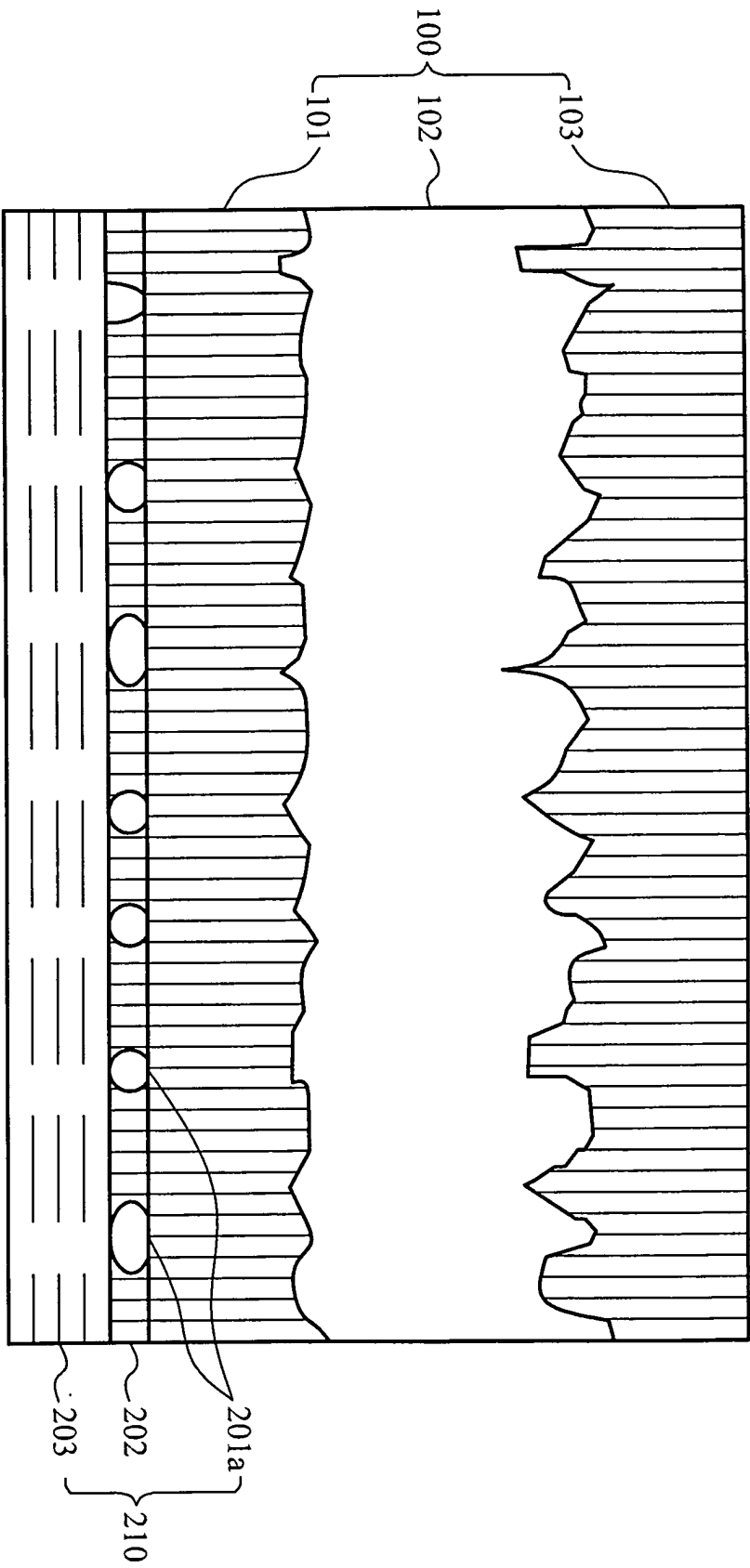
10.如申請專利範圍第 7 項所述之應用於太陽能電池中背電極結構，其中該第一金屬層及該第二金屬層皆係為低熔點材料，並且該第一金屬層及該第二金屬層皆係選自由鋅、鎂、鋁、銀、銅、鎳及上述合金所構成的群組。



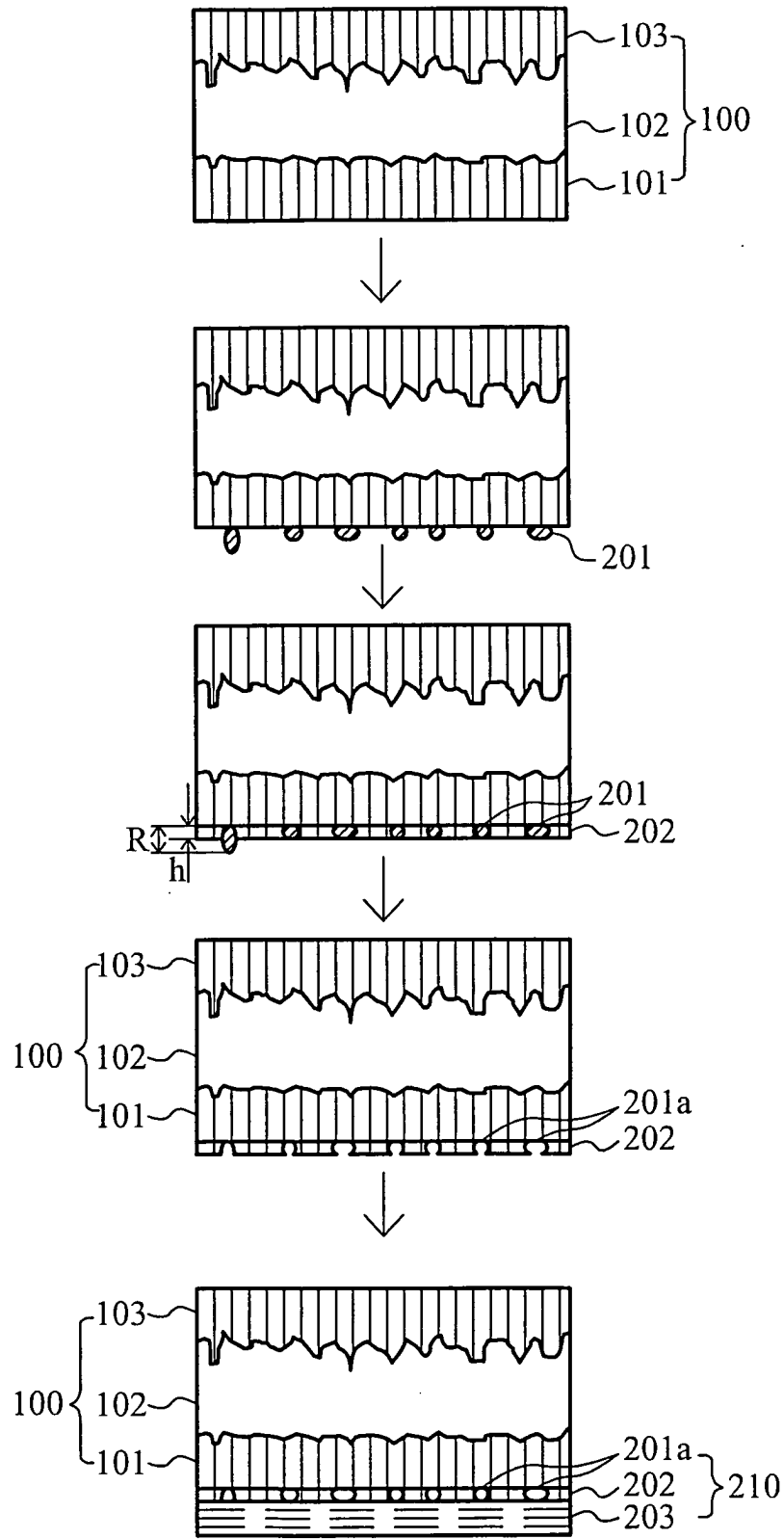
第一圖



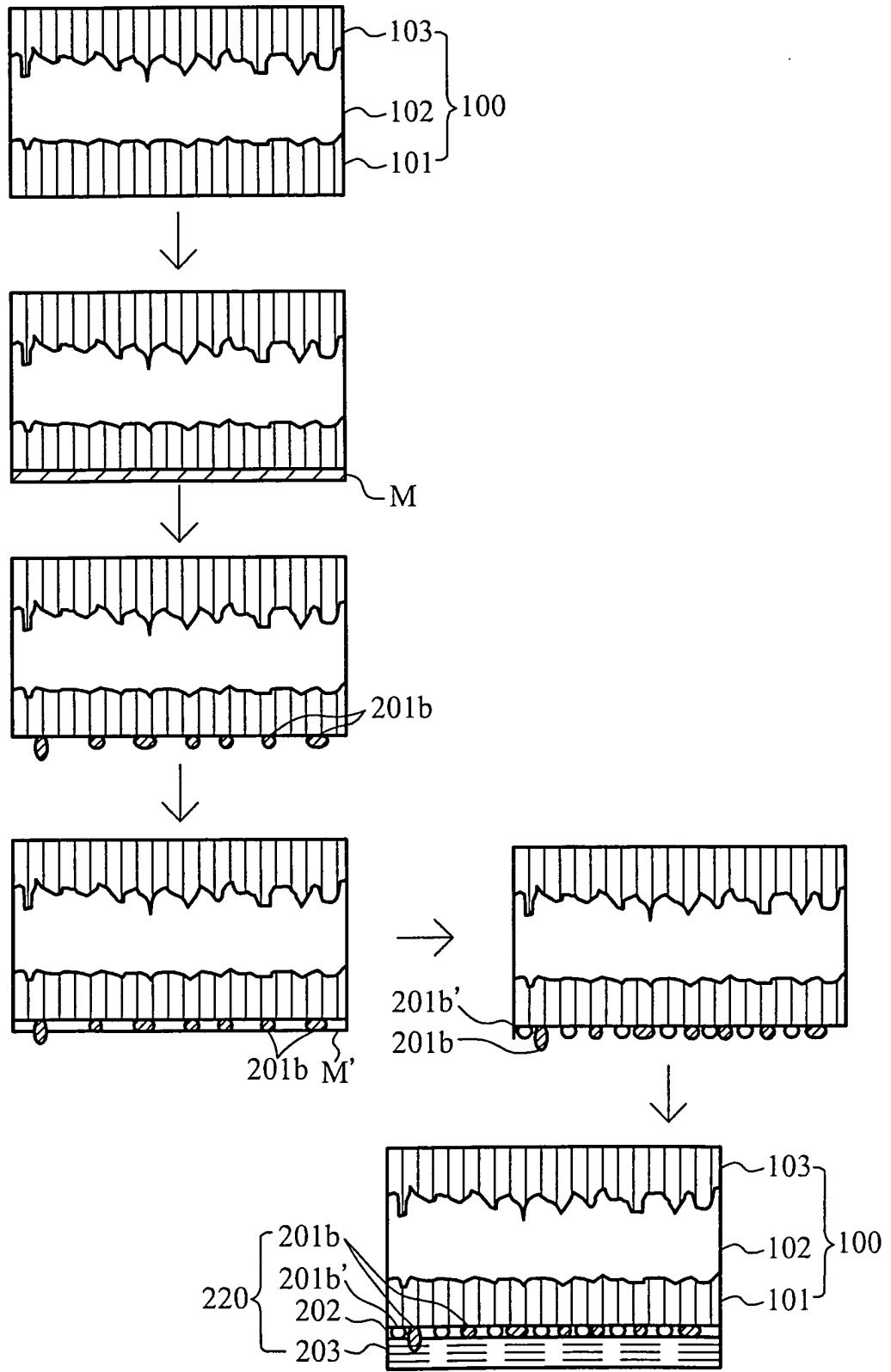
第二圖



第三圖



第四圖



第五圖