



(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 I447926 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：099131562

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 17 日

(51) Int. Cl. : H01L31/18 (2006.01)

H01L31/042 (2014.01)

(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：黃孝惇

(56) 參考文獻：

TW 200905896

TW 200917504

TW 201032347A1

WO 2010/032490A1

審查人員：陳柏雅

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：10 共 0 頁

(54) 名稱

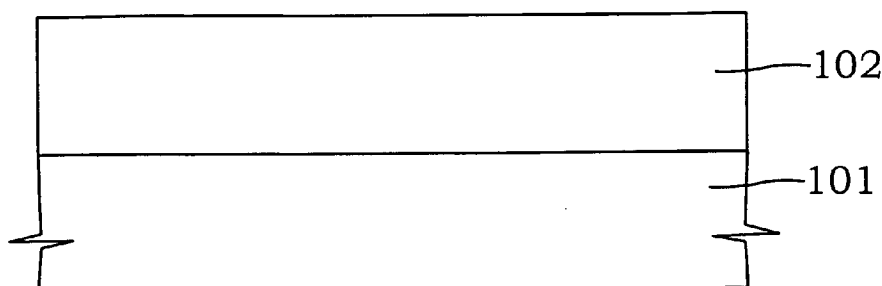
一種於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法

A METHOD FOR FORMING THE TRANSPARENT LIGHT-TRAPPING STRUCTURE INSIDE THE SOLAR CELL

(57) 摘要

本發明揭露一種於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，首先形成一層或多層透明薄膜於透明基板上，並藉由製程方法形成具有光捕捉層結構，接著再形成透明導電氧化物層於該光捕捉層上，續形成薄膜太陽能電池單元及薄透明導電氧化物層，最後形成金屬電極層於薄透明導電氧化物層上，藉以完成該於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法。

The present invention discloses a method for forming the transparent light-trapping structure inside the thin film solar cell. The light-trapping structure is made by depositing transparent film(s) on transparent substrate. Such a film was treated to create certain roughness. The transparent conducting oxide (TCO) was then deposited on the structure and a conformal structure is formed. The thin film solar cell including second transparent conducting oxide and metal contact was then formed on the structure to complete the process.



101 . . . 透明基板

102 . . . 光捕捉層

103 . . . 第一透明導電氧化物層

104 . . . 正型導電層

105 . . . 未摻雜層

106 . . . 負型導電層

107 . . . 第二透明導電氧化物層

108 . . . 金屬電極層

第 1A 圖

I447926

TW I447926 B

301 . . . 薄膜太陽能
電池單元

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： 99131562

※申請日： 99. 9. 17

※IPC分類：

H01L 31/18
H01L 31/02

一、發明名稱：(中文/英文)

一種於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法 / A method for forming the transparent light-trapping structure inside the solar cell

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，首先形成一層或多層透明薄膜於透明基板上，並藉由製程方法形成具有光捕捉層結構，接著再形成透明導電氧化物層於該光捕捉層上，續形成薄膜太陽能電池單元及薄透明導電氧化層，最後形成金屬電極層於薄透明導電氧化層上，藉以完成該於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法。

三、英文發明摘要：

The present invention discloses a method for forming the transparent light-trapping structure inside the thin film solar cell. The light-trapping structure is made by depositing transparent film(s) on transparent substrate. Such a film was treated to create certain roughness. The transparent conducting oxide (TCO) was then deposited on the structure and a conformal

structure is formed. The thin film solar cell including second transparent conducting oxide and metal contact was then formed on the structure to complete the process.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 1A 至 1H 圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 101 透明基板
- 102 光捕捉層
- 103 第一透明導電氧化層
- 104 正型導電層
- 105 未摻雜層
- 106 負型導電層
- 107 第二透明導電氧化層
- 108 金屬電極層
- 301 薄膜太陽能電池單元

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

structure is formed. The thin film solar cell including second transparent conducting oxide and metal contact was then formed on the structure to complete the process.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 1A 至 1H 圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 101 透明基板
- 102 光捕捉層
- 103 第一透明導電氧化層
- 104 正型導電層
- 105 未摻雜層
- 106 負型導電層
- 107 第二透明導電氧化層
- 108 金屬電極層
- 301 薄膜太陽能電池單元

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】

本發明係一種形成透明光捕捉結構的方法，主要係藉由使用透明薄膜材料於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法。

【先前技術】

太陽能是一種可永續使用並且不會產生污染的綠色能源，可望解決部分燃燒石化燃料短缺及其所產生的溫室氣體的問題，其中，太陽能電池可以直接將太陽能轉換為電能，且產品維護費用低廉，是目前能源環境產業中非常重要的研究課題。

目前依所形成的太陽能電池材料可分為矽晶太陽能電池，矽基薄膜太陽能電池、銅銦鎵硒(CIGS)太陽能電池、有機材料電池等領域。其中的矽基薄膜太陽電池目前實驗室的穩定最高轉換效率約在 12% 左右，但因薄膜太陽能電池的矽材料使用量低、製造過程可大幅降低生產成本，及容易大面積化量產的優點，可大幅降低每度電的發電成本而使設置成本回收期縮短，同時部分透光及使用的彈性亦有其不可取代的優勢。

太陽能電池是一種接受到太陽光即可直接進行發電的光電半導體元件，其工作原理主要是透過光伏特效應，即當被光照到時，元件瞬間就可輸出電壓及電流，其基本構造是運用正型(p-type)與負型(n-type)半導體接合而成的，或在兩

者中外加一層中性吸收層(undoped layer, i-layer)，所以當太陽光照射時，光子能激發電子和電洞對，這些電子和電洞受到內建電場的影響，藉由漂移(drift)使電子向 n 型區飄移，電洞向 p 型區漂移，故此極為光電流(photo-current)。此時外部如果用電極連接起來形成一個迴路，即是太陽電池發電的原理。

在光電轉換的過程中，並非所有入射光子皆能被電池吸收並轉換為電能，太陽光為一長波段的能量分佈，過高能量之光波長所導致的損耗被視為是目前效率仍無法達到超高效率的關鍵因素之一，另外其他的損耗機制如 PN 接面的能量損耗、半導體-金屬接面處之能量損耗、載子於傳輸過程再複合之能量損耗及光波長長於材料能隙之能量損耗，皆會降低薄膜太陽能電池的效率，這些損耗大部分以熱的型式逸失。

然而以上所述為光入射進太陽能電池原建後的損耗，在太陽能電池的使用上，因為光在入射進元件前會有因為折射率差異形成反射作用造成光的損失，而矽基薄膜太陽電池的基板通常以玻璃為主，折射率為 1.5 左右，而 TCO 材料的折射率約在 2.0 左右，此折射率差異會造成光的反射而減少光的利用率；同時，一般常見增加光學效率的方法為使用商具有結構的 TCO 透明導電玻璃，以減少光的反射同時使光線產生散射以增加光在太陽能電池中的路徑，以提升光子的利用效率。

在傳統的光折射與光反射的發展技術上，如美國編號第 2009/0231714A1 號專利，該專利技術使用各式方法在與大氣

接觸的基板表面形成具抗反射功能的結構，且使用於顯示器螢幕上，如美國編號第 2006/0065299 號專利，該專利於玻璃表面沉積多層導電氧化物結構，前述專利技術之目的功能與本發明之目的與應用領域盡管完全不同，但仍不失為一種可啟發新發明之不同思考模式。

故而，為了能提高太陽能電池的光捕捉效率，降低太陽能電池的不必要耗損，故需要研發新式太陽能電池之新式結構，藉以提高太陽能電池的發電品質且可降低太陽能電池的製造時間與製造成本。

【發明內容】

本發明為一種於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，主要係使用一層或是複數層透明薄膜於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構。

本發明提出一種於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，首先形成一層或是複數層透明薄膜於透明基板上，以製程方法進行處理而形成具表面起伏之光捕捉層，再形成第一透明導電氧化物層於光捕捉層上，該透明導電氧化物層因該光捕捉層結構產生相仿的結構，後續形成薄膜太陽能電池元件於透明導電氧化物層上，再形成第二薄透明導電氧化物層於薄膜太陽能電池元件上之後，最後形成金屬電極層於第二薄透明導電氧化物層上。

本發明藉由在基板上形成單層或多層光捕捉薄膜結構，以提升太陽能電池的光吸收與捕捉效率，藉以改善目前薄膜

太陽能電池光電轉換效率的低落問題。故而，關於本發明之優點與精神可以藉由以下發明詳述及所附圖式得到進一步的瞭解。

【實施方式】

本發明提供一種於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法。請參考第 1A 圖至第 1H 圖，係為本發明形成方法之實施例連續示意圖，詳細說明如下列：

如第 1A 圖所示，首先提供一透明基板 101，通常透明基板 101 可以選自玻璃基板亦或是塑膠基板。續以化學氣相沉積法 (chemical vapor deposition, CVD)、物理氣相沉積法 (Physical Vapor Deposition, PVD) 或容易分散圖不等方法，形成一薄膜層 102 於該透明基板 101 上。該薄膜層 102 可為氮化物層，如氮化矽 (SiN_x) 層所形成，而亦或為氧化物層，如氧化矽 (SiO_2)、氧化鋁 (Al_2O_3) 層、或為氮氧化物，或為高分子材料所形成。而該 102 層的厚度為 10 奈米 (nm) 至 10000 奈米 (nm) 之間。

繼續如第 1B 圖所示，除可保留原 102 薄膜，隨後亦可以選擇各式的蝕刻法，包括物理性蝕刻法，或是化學性蝕刻法、退火法或是壓印法等方法，以使該薄膜層 102 形成具有凹凸不平的高低差結構的光捕捉層 102。在經過製程處理後，圖中 102 層的表面因其結構凹凸不平且具有高低差而形成高低差結構，而高低差結構的表面之高低落差為 0 奈米至 2000 奈米之間，且具有 2 至 1.5 之間的特定或漸變折射率，並具

有透明且可為非導體的性質。而該光捕捉層 102 具有光捕捉的功能，且可由一層薄膜或是多層薄膜所構成。

如第 1C 圖所示，以物理氣相沉積法，或是化學氣相沉積法以形成第一透明導電氧化(Transparent Conducting Oxide, TCO)層 103 於該光捕捉層 102 上。該第一透明導電氧化層 103 通常使用有參雜之氧化錫(如 $\text{SnO}_2:\text{F}$) 或有參雜之氧化鋅(如 $\text{ZnO}_2:\text{Al}$)，該第一透明導電氧化層 103 因本發明光捕捉層 102 之高低差結構而表面具有相仿的凹凸不平的高低差結構。

再如第 1D 圖所示，經由化學氣相沉積法形成正型(p-type)導電層 104 於該第一透明導電氧化層 103 上。

更如第 1E 圖所示，形成未摻雜層 105 於該正型(p-type)導電層 104 上。

又如第 1F 圖所示，經由化學氣相沉積法以形成負型(n-type)導電層 106 於該未摻雜導電層 105 上。

而如第 1G 圖所示，形成第二透明導電氧化(Back TCO)層 107 於該負型導電層 106 上。

最後如第 1H 圖所示，以物理氣相沉積法，或以網印法等形成一金屬電極(Back electrode)層 108 於該第二透明導電氧化層 107 上，而該金屬電極層 108 通常以銀、鋁、銅、鎳合金金屬所形成。

而猶如第 2 圖所示光捕捉層之多層薄膜示意圖，當使用多層薄膜，如光捕捉層薄膜 102A，光捕捉層薄膜 102B，光捕捉層薄膜 102C 等多層薄膜以累積形成該光捕捉層 102 時，其

目的乃使折射率會產生逐漸的變化以產生漸變折射率。

如第 3 圖所示，其中前述第 1D 圖之正型導電層 104，第 1E 圖之未摻雜層 105 與第 1F 圖之負型導電層 106 可形成薄膜太陽能電池單元 (Solar Cell) 301，故而第 1D 圖正型導電層 104 與第 1F 圖負型導電層 106 之順序可為相反的順序，亦即形成如第 3 圖薄膜太陽能電池單元 301 的排列順序示意圖，其薄膜太陽能電池單元由上至下的組合為負型導電層 106，未摻雜層 105 與正型導電層 104。故由第 1D 圖之正型導電層 104，第 1E 圖之未摻雜層 105 與第 1F 圖之負型導電層 106 所述的組合方式僅為薄膜太陽能電池單元 301 的部份例示表示，並非限定該薄膜太陽能電池單元 301 內的組成成分與組合方式，更應包含未於本發明中所未提及之薄膜太陽能電池單元 301。

本發明藉由光學反射結構之形成以提升太陽能電池裝置的光吸收與捕捉效率，藉以改善目前薄膜太陽能電池光電轉換效率的低落問題。且本發明在基板上形成單層或多層光捕捉薄膜結構，藉以提高太陽能電池的發電品質，且可降低太陽能電池的製造時間與製造成本。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍；凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖至第 1H 圖係為本發明實施例之連續示意圖。

第 2 圖係為本發明光捕捉層之多層薄膜示意圖。

第 3 圖係為本發明薄膜太陽能電池單元的排列示意圖。

【主要元件符號說明】

101 透明基板

102 光捕捉層

102A 光捕捉層薄膜

102B 光捕捉層薄膜

102C 光捕捉層薄膜

103 第一透明導電氧化層

104 正型導電層

105 未摻雜層

106 負型導電層

107 第二透明導電氧化層

108 金屬電極層

301 薄膜太陽能電池單元

七、申請專利範圍：

1. 一種於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，至少包含：

提供一透明基板，該透明基板上具有單數或複數層透明薄膜；

製程處理該透明薄膜以成為一光捕捉層；

形成一第一透明導電氧化層於該光捕捉層上；

形成一薄膜太陽能電池單元於該第一透明導電氧化層上；

形成一第二透明導電氧化層於該薄膜太陽能電池單元上；以及

形成一金屬電極層於該第二透明導電氧化層上，藉以形成於該太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，其中該透明基板係由一玻璃基板，以及一塑膠基板之群組中所選出。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，其中該透明薄膜係由氮化物、氧化物、氮氧化物以及高分子材料之群組中所選出。

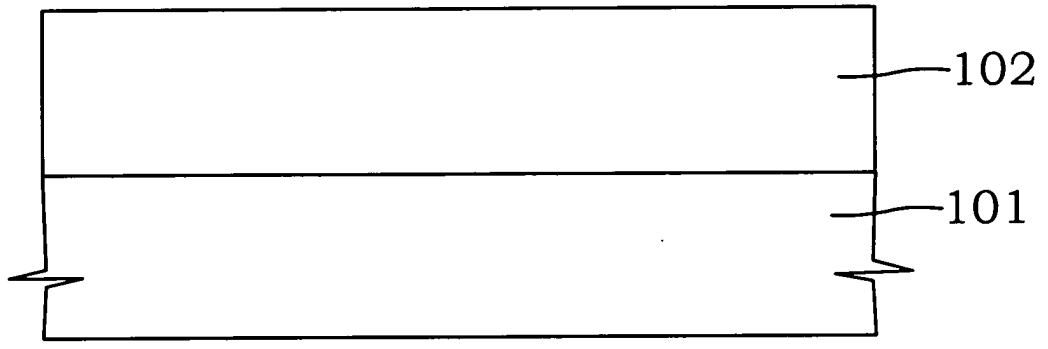
4. 如申請專利範圍第 1 項所述於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，其中製作該透明薄膜的方法係由物理氣相沉積法、化學氣相沉積法以及塗佈法之群組中所選出。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，其中該光捕捉層的厚度包含 10 奈米至

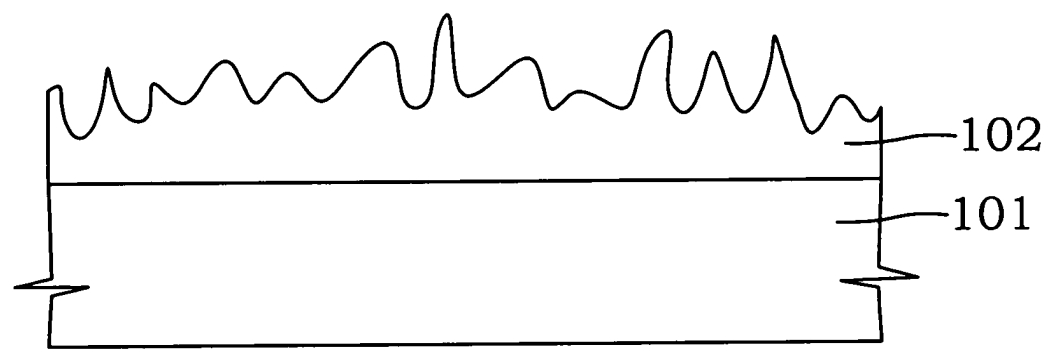
10000 奈米之間。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，其中該光捕捉層的表面包含有凹凸不平的高低差結構，其高低落差約為 0 奈米至 2000 奈米之間。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，其中處理該單數或複數層透明薄膜之技術係由物理性蝕刻法、化學性蝕刻法、退火法以及壓印法之群組中所選出。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，其中形成該金屬電極層之方法係由物理氣相沉積法，以及網印法之群組中所選出。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述於太陽能電池裝置內形成透明光捕捉結構的方法，其中該金屬電極層係由銀、鋁、銅、鎳合金金屬之群組中所選出。

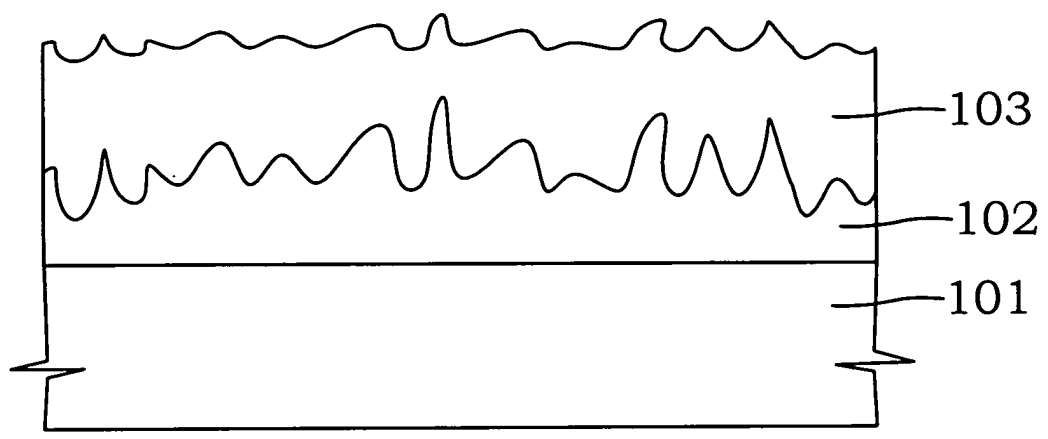
八、圖式：



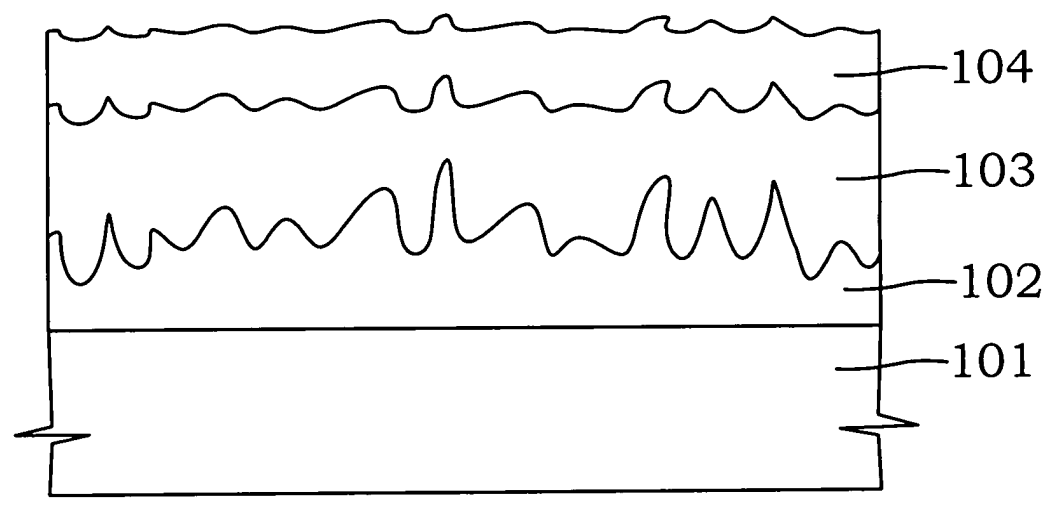
第 1A 圖



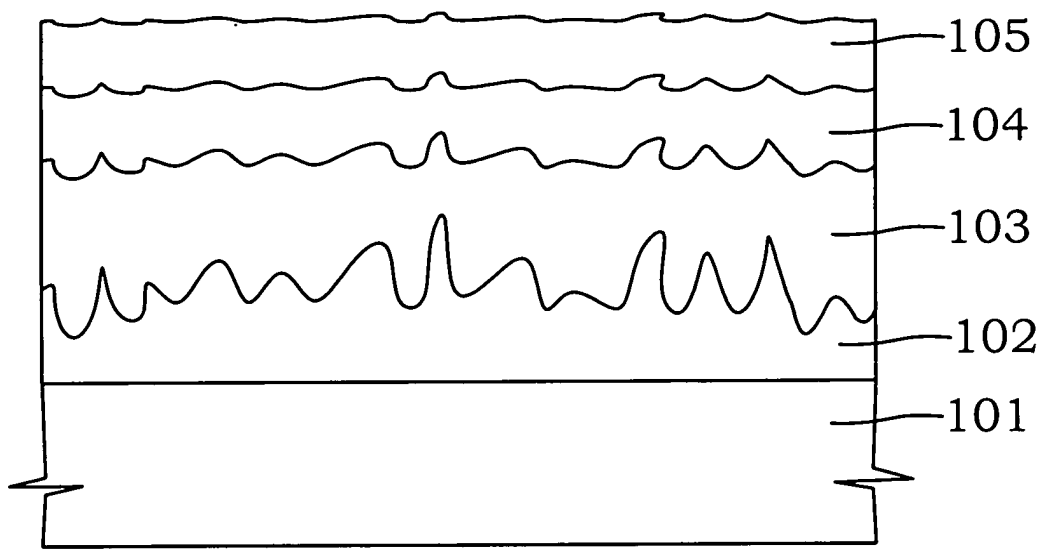
第 1B 圖



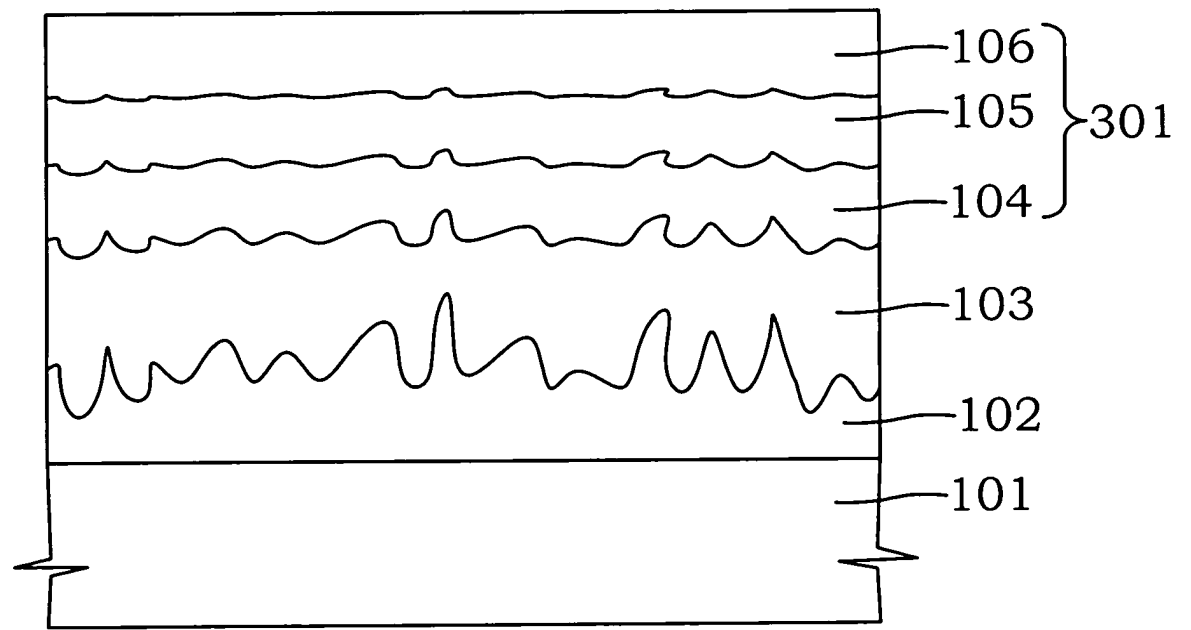
第 1C 圖



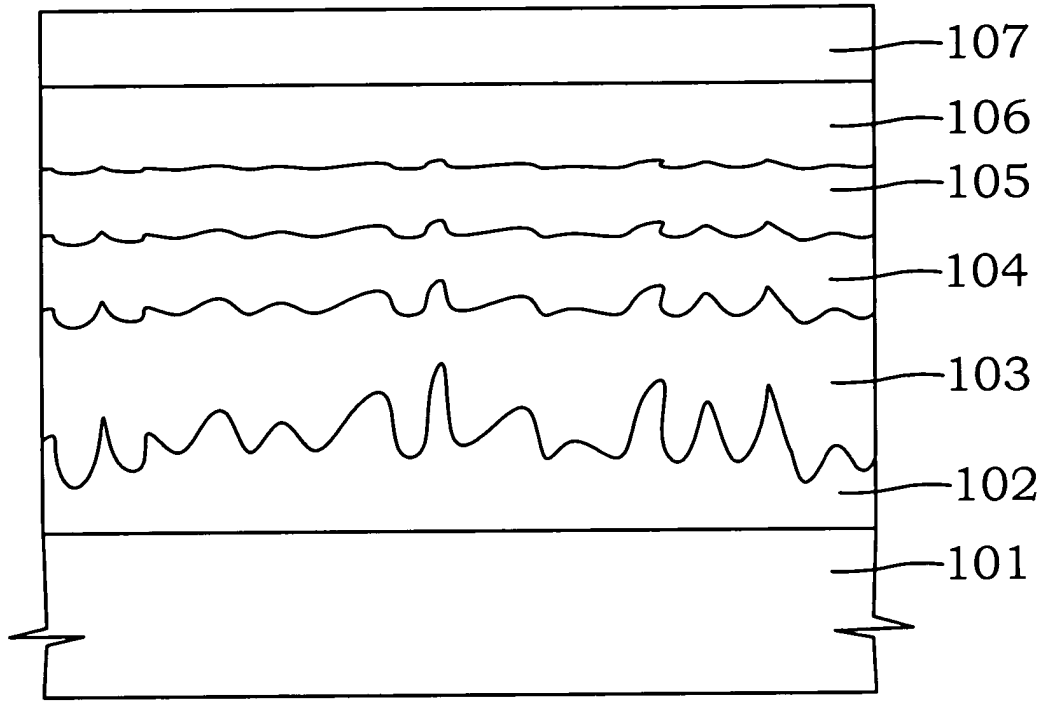
第 1D 圖



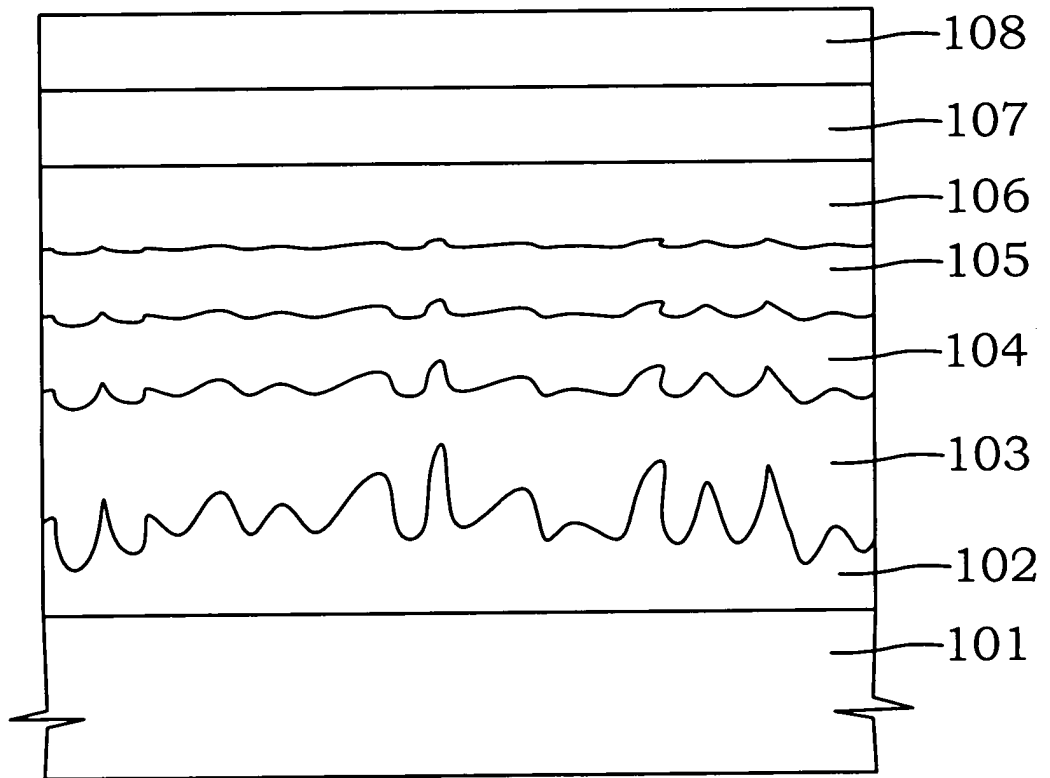
第 1E 圖



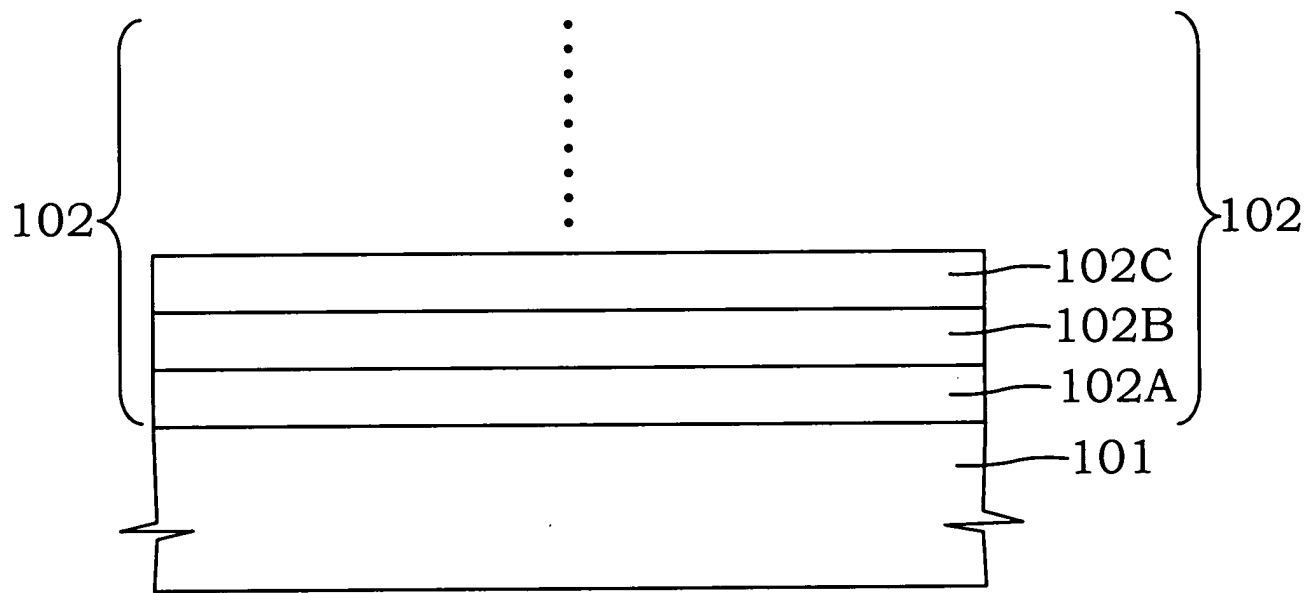
第 1F 圖



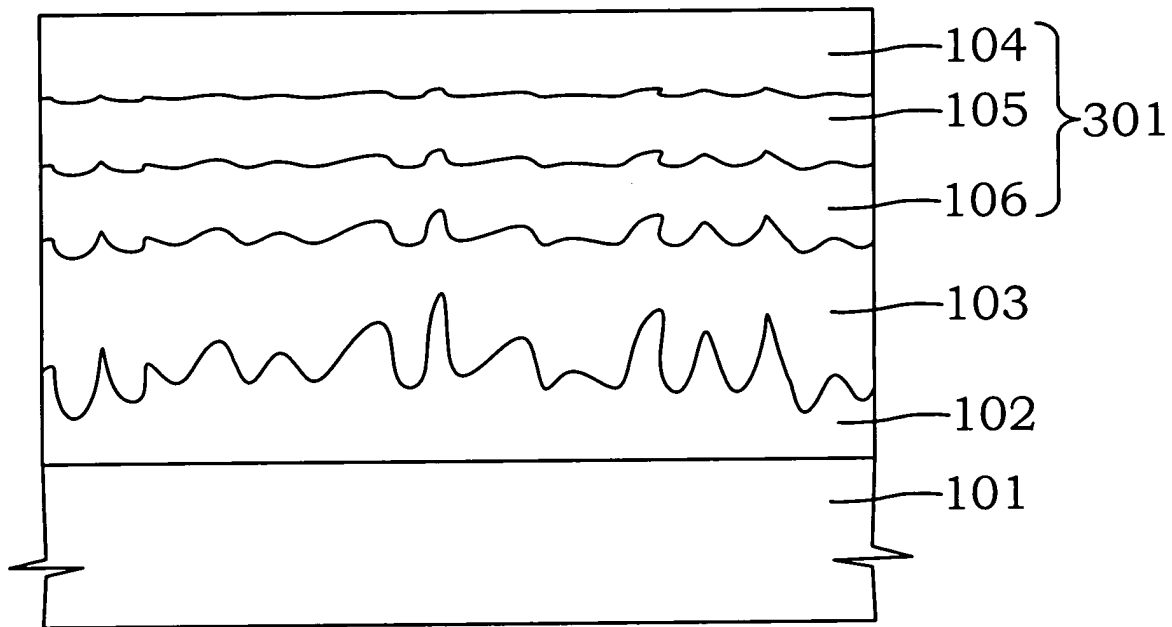
第 1G 圖



第 1H 圖



第 2 圖



第 3 圖