



(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 I423462 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：097140504

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 10 月 22 日

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

H01L31/04 (2006.01)

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：杜政勳 DU, CHEN HSUN (TW) ; 許世朋 HSU, SHIH PENG (TW)

(74)代理人：詹銘文；蕭錫清

(56)參考文獻：

US 5543333

US 20070183920

US 20070209697

審查人員：王榮華

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：7 共 0 頁

(54)名稱

矽晶太陽電池之背面電極製造方法

METHOD OF MANUFACTURING BACK ELECTRODE OF SILICON BULK SOLAR CELL

(57)摘要

一種矽晶太陽電池之背面電極製造方法，包括在一矽基板的背面上沉積一鈍化層，然後在鈍化層上塗佈一第一金屬膠料。接著，以高溫進行第一次燒結，使第一金屬膠料能穿過鈍化層與矽基板接合，並擴散入矽基板的背面內。之後，在矽基板的背面上塗佈一第二金屬膠料，再以低溫進行第二次燒結，使第二金屬膠料固化，且不致於穿過鈍化層，以完成背面電極結構。因此，這種方法可減低製造成本以及簡化製造程序。

A method of manufacturing a back electrode of silicon bulk solar cell is provided which includes depositing a passivation layer on a back of a silicon substrate, and then coating a first metal paste on the passivation layer. Thereafter, a first sintering is performed at high temperature, so that the first metal paste penetrates the passivation layer, connects to the silicon substrate, and diffuses into the back of the silicon substrate. Afterward, a second metal paste is coated on the back of the silicon substrate, and then a second sintering is performed at low temperature to cure the second metal paste without penetrating the passivation layer. Therefore, this method can reduce manufacturing cost and simplify manufacturing process.

公告本

97年11月2日 修正
負
補充發明專利說明書

(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：97140504

※申請日：97.11.22

※IPC分類：H01L 31/18.04

(2005.01)

一、發明名稱：

矽晶太陽電池之背面電極製造方法 / METHOD OF
 MANUFACTURING BACK ELECTRODE OF
 SILICON BULK SOLAR CELL

二、中文發明摘要：

一種矽晶太陽電池之背面電極製造方法，包括在一矽基板的背面上沉積一鈍化層，然後在鈍化層上塗佈一第一金屬膠料。接著，以高溫進行第一次燒結，使第一金屬膠料能穿過鈍化層與矽基板接合，並擴散入矽基板的背面內。之後，在矽基板的背面上塗佈一第二金屬膠料，再以低溫進行第二次燒結，使第二金屬膠料固化，且不致於穿過鈍化層，以完成背面電極結構。因此，這種方法可減低製造成本以及簡化製造程序。

三、英文發明摘要：

A method of manufacturing a back electrode of silicon bulk solar cell is provided which includes depositing a passivation layer on a back of a silicon substrate, and then coating a first metal paste on the passivation layer. Thereafter, a first sintering is performed at high temperature, so that the first metal paste penetrates the passivation layer, connects to the silicon substrate, and diffuses into the back of the silicon substrate. Afterward, a second metal paste is coated on the back of the silicon substrate,

and then a second sintering is performed at low temperature to cure the second metal paste without penetrating the passivation layer. Therefore, this method can reduce manufacturing cost and simplify manufacturing process.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：矽基板

102：鈍化層

104：第一金屬膠料

106：p+擴散區

108：第二金屬膠料

110：背面電極結構

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】

本發明是有關於一種矽晶太陽電池之背面電極製造方法，且特別是有關於一種製造成本低、製程簡單的矽晶太陽電池之背面電極製造方法。

【先前技術】

太陽能電池是一種非常有希望的乾淨能源，其可直接從陽光產生電(electricity)。不過，必須要有效地降低太陽能電池的生產成本，以便使其被廣泛接受而變成主要電源。

而目前文獻上所發表常用於矽晶太陽電池之背面點接觸電極配合背面鈍化層技術，一般是利用黃光微影技術在背面鈍化層上進行開孔，再鍍上金屬薄膜，如澳洲新南威爾斯大學所發表之論文 Appl. Phys. Lett. 55 (13), pp.1363~1365 (1989)，其使用黃光微影技術在背面二氧化矽鈍化層上進行開孔，再鍍上金屬薄膜，以提高效率。

但是這種方法始終未能進行量產化，原因是成本太高，而且上述方法無法自然形成背面電場結構，必需另外進行擴散來製作背面電場。

另外，德國 Fraunhofer ISE 提出一種雷射燒結技術，不需使用黃光，即可自然形成局部的背面電場，如美國專利 US 6,982,218 B2，其內容為在矽晶太陽電池背面沉積鈍化膜及電極金屬，其後以雷射進行點接觸燒結。

但是，因為此法為維持背面所需之最低串聯電阻，故必需以蒸鍍或濺鍍的方法，鍍上較厚之金屬層，有成本高、

製程速率慢之缺點。

【發明內容】

本發明提供一種矽晶太陽電池之背面電極製造方法，可以降低製作成本並提高光電轉換效率。

本發明另提供一種矽晶太陽電池之背面電極製造方法，可簡化製程。

本發明提出一種矽晶太陽電池之背面電極製造方法，包括在一矽基板的背面上沉積一鈍化層，然後在鈍化層上塗佈一第一金屬膠料。接著，以高溫進行第一次燒結，使第一金屬膠料能穿過鈍化層與矽基板接合，並擴散入矽基板的背面內。之後，在矽基板的背面上塗佈一第二金屬膠料，再以低溫進行第二次燒結，使第二金屬膠料固化，且不致於穿過鈍化層，以完成背面電極結構。

在本發明之一實施例中，上述第一金屬膠料為鋁膠、銀膠或銀鋁膠。

在本發明之一實施例中，上述第一次燒結的溫度為 $600^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。

在本發明之一實施例中，上述第二金屬膠料為鋁膠、銀膠或銀鋁膠。

在本發明之一實施例中，上述第二次燒結的溫度為 $100^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$ ，且第二次燒結的溫度比第一次燒結的溫度還要低。

在本發明之一實施例中，上述在鈍化層上塗佈第一金屬膠料的方式包括塗佈圖案為點狀、線狀或格子狀的第一

金屬膠料。

在本發明之一實施例中，上述鈍化層的材料包括非晶矽、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 或 TiO_2 。

在本發明之一實施例中，上述鈍化層包括由選自非晶矽、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 與 TiO_2 其中多種材料組合而成的複合層。

本發明另提出一種矽晶太陽電池之背面電極製造方法，包括在一矽基板的背面上沉積一鈍化層，再在鈍化層上塗佈一第一金屬膠料。之後，在矽基板的背面上再塗佈一第二金屬膠料，且第二金屬膠料覆蓋第一金屬膠料。接著，進行一燒結步驟，使第一金屬膠料能穿過鈍化層與矽基板接合，並擴散入矽基板的背面內，並使第二金屬膠料固化，且第二金屬膠料不致於穿過鈍化層，以完成背面電極結構。

在本發明之另一實施例中，上述第一金屬膠料為鋁膠、銀膠或銀鋁膠。

在本發明之另一實施例中，上述燒結步驟的溫度為 $600^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ 。

在本發明之另一實施例中，上述第二金屬膠料為無鉛的金屬膠料，如鋁膠、銀膠或銀鋁膠。

在本發明之另一實施例中，上述第二金屬膠料為不含玻璃的金屬膠料，如鋁膠、銀膠或銀鋁膠。

在本發明之另一實施例中，上述在鈍化層上塗佈第一金屬膠料的方式包括塗佈圖案為點狀、線狀或格子狀的第

一金屬膠料。

在本發明之另一實施例中，上述鈍化層的材料包括 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 或 TiO_2 。

在本發明之另一實施例中，上述鈍化層包括由選自非晶矽、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 與 TiO_2 其中多種材料組合而成的複合層。

本發明因為利用簡單的金屬膠料塗佈方式，就能形成矽晶太陽電池之背面電極，因此可避免成本較高的蒸鍍或濺鍍等真空製程或避免鍍膜速率過慢之問題，能增加製程速率、降低製造成本低。而且，本發明之製程因為不需黃光即可製作點接觸電極，使鈍化膜之鈍化效果可以發揮，並可自然形成矽晶太陽電池之背面電極結構，所以與習知技術相比更為簡單。本發明所揭示之方法可將點接觸電極製作與背面電場同時形成，能提高太陽電池效率。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1A 至圖 1D 為依照本發明之一實施例之矽晶太陽電池之背面電極製造流程剖面圖。

請參照圖 1A，在一矽基板 100 的背面 100a 上沉積一層鈍化層 102，其中鈍化層 102 的材料例如非晶矽、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、或者鈍化層 102 也可以是由選自非晶矽、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 與 TiO_2 其中多種材料組合而成的複合層。而矽基板 100 即為矽晶太陽電池中的基板，且於矽

基板 100 的正面(未繪示)有可能已經形成正面電極結構或者尚未形成正面電極結構。然後，在鈍化層 102 上塗佈第一金屬膠料 104，其中第一金屬膠料 104 例如鋁膠、銀膠或銀鋁膠。而且，在鈍化層 102 上塗佈第一金屬膠料 104 的方式譬如塗佈圖案為點狀、線狀或格子狀的第一金屬膠料 104。

然後，請參照圖 1B，以高溫進行第一次燒結，使第一金屬膠料 104 能穿過鈍化層 102 與矽基板 100 接合，並擴散入矽基板 100 的背面 100a 內。其中，第一次燒結的溫度約為 $600^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。當第一金屬膠料 104 為鋁膠時，因為鋁離子會擴散入矽基板 100，而使矽基板 100 的背面 100a 內形成 p+擴散區 106。

接著，請參照圖 1C，在矽基板 100 的背面 100a 上塗佈第二金屬膠料 108，其中第二金屬膠料 108 例如鋁膠、銀膠或銀鋁膠。而且，從本圖可知第二金屬膠料 108 會與第一金屬膠料 104 相接觸。

之後，請參照圖 1D，以低溫進行第二次燒結，使第二金屬膠料 108 固化，且不致於穿過鈍化層 102，以完成背面電極結構 110。其中第二次燒結的溫度約為 $100^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$ ，且第二次燒結的溫度比第一次燒結的溫度還要低。

為證實上述實施例的效果，以下進行一道實驗來進行驗證。

首先，利用目前技術製作矽晶太陽電池之矽基板，其步驟為：

1. 以氫氧化鉀(KOH)進行鹼蝕刻，在一 p 型矽基板上進行表面結構化。
2. 在三氯氧磷(POCl₃)氣體環境中，將上述 p 型矽基板表面擴散為 n 型，以製作 pn 接面。
3. 以電漿進行邊緣蝕刻。
4. 以 BOE 去除上述第 3 步驟時所形成之矽酸磷玻璃(PSG)層。
5. 以電漿氣相沉積(PECVD)進行抗反射層的鍍膜。

接著，進行本發明的步驟，包括：

1. 以 PECVD 在上述矽基板之背面上沉積一層氮化矽做為鈍化層，其厚度約 100mm。
2. 以網印方法在鈍化層上塗佈一層厚度約 10μm 的鋁膠做為第一金屬膠料。而第一金屬膠料之圖形為 150 μm 的方形開孔，以上下左右皆 400μm 的間隔成陣列狀整面排列。
3. 進行燒結溫度約為 870°C 的第一次燒結，使第一金屬膠料穿過鈍化層與矽基板接合，並擴散入矽基板的背面。
4. 以網印方法在矽基板之背面上製作整面的鋁膠做為第二金屬膠料。
5. 進行燒結溫度約為 200°C 的第二次燒結，使第二金屬膠料固化，且不致穿透鈍化層。

利用上述步驟製作出來的太陽電池，量測結果如下表
一：

表一

背面電極	Jsc (mA/cm ²)	Voc (V)	FF (%)	效率 (%)
網印點接觸電極	34.59	0.611	74.89	15.83
傳統網印電極	33.63	0.601	74.97	15.15

如表一所示，利用網印點接觸電極的電池，其開路電壓已有明顯提升，效率也已高於傳統網印電極。

圖 2A 至圖 2C 為依照本發明之另一實施例之矽晶太陽電池之背面電極製造流程剖面圖。

請參照圖 2A，在一矽基板 200 的背面 200a 上沉積一層鈍化層 202，其中鈍化層 202 的材料例如非晶矽、SiO₂、SiN、Al₂O₃、TiO₂ 等。而矽基板 200 即為矽晶太陽電池中的基板。然後，在鈍化層 202 上塗佈第一金屬膠料 204，其中第一金屬膠料 204 例如鋁膠、銀膠或銀鋁膠。而且，在鈍化層 202 上塗佈第一金屬膠料 204 的方式譬如塗佈圖案為點狀、線狀或格子狀的第一金屬膠料 204。

接著，請參照圖 2B，在矽基板 200 的背面 200a 上塗佈第二金屬膠料 206，其中第二金屬膠料 206 可為無鉛以及/或是不含玻璃的金屬膠料，如鋁膠、銀膠或銀鋁膠。而且，從本圖可知第二金屬膠料 206 會覆蓋第一金屬膠料 204。

之後，請參照圖 2C，進行一道燒結步驟，其溫度約為 600°C~1000°C，使第一金屬膠料 204 能穿過鈍化層 202 與矽基板 200 接合，並擴散入矽基板 200 的背面 200a 內；同時，將第二金屬膠料 206 固化，且不致於穿過鈍化層 202，

以完成背面電極結構 208。其中，第一金屬膠料 204 擴散入矽基板 200 的背面 200a 內可能會形成 p+擴散區 210。

綜上所述，本發明之特點在於不需使用蒸鍍或濺鍍等真空製程，因此製程速率快，所需的製造成本低。此外，本發明的製程不需黃光即可製作點接觸電極，並可自然形成矽晶太陽電池之背面電極結構。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1A 至圖 1D 為依照本發明之一實施例之矽晶太陽電池之背面電極製造流程剖面圖。

圖 2A 至圖 2C 為依照本發明之另一實施例之矽晶太陽電池之背面電極製造流程剖面圖。

【主要元件符號說明】

100、200：矽基板

100a、200a：背面

102、202：鈍化層

104、204：第一金屬膠料

106、210：p+擴散區

108、206：第二金屬膠料

110、208：背面電極結構

102年7月12日修正替換頁
P11-12

102-7-12

七、申請專利範圍：

1. 一種矽晶太陽電池之背面電極製造方法，包括：
 在一矽基板的背面上沉積一鈍化層；
 在該鈍化層上塗佈一第一金屬膠料；
 以高溫進行第一次燒結，使該第一金屬膠料能穿過該鈍化層與該矽基板接合，並擴散入該矽基板的背面內；
 在該矽基板的背面上塗佈一第二金屬膠料；以及
 以低溫進行第二次燒結，使該第二金屬膠料固化，且不致於穿過該鈍化層，以完成背面電極結構。
2. 如申請專利範圍第1項所述之矽晶太陽電池之背面電極製造方法，其中該第一金屬膠料為鋁膠、銀膠或銀鋁膠。
3. 如申請專利範圍第1項所述之矽晶太陽電池之背面電極製造方法，其中該第一次燒結的溫度為 $600^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。
4. 如申請專利範圍第1項所述之矽晶太陽電池之背面電極製造方法，其中該第二金屬膠料為鋁膠、銀膠或銀鋁膠。
5. 如申請專利範圍第1項所述之矽晶太陽電池之背面電極製造方法，其中該第二次燒結的溫度為 $100^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$ ，且該第二次燒結的溫度比該第一次燒結的溫度還要低。
6. 如申請專利範圍第1項所述之矽晶太陽電池之背面電極製造方法，其中在該鈍化層上塗佈該第一金屬膠料的方式包括塗佈圖案為點狀、線狀或格子狀的該第一金屬膠

料。

7. 如申請專利範圍第1項所述之矽晶太陽電池之背面電極製造方法，其中該鈍化層的材料包括非晶矽、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 或 TiO_2 。

8. 如申請專利範圍第1項所述之矽晶太陽電池之背面電極製造方法，其中該鈍化層包括由選自非晶矽、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 與 TiO_2 其中多種材料組合而成的複合層。

I423462

八、圖式：

28875TW_T

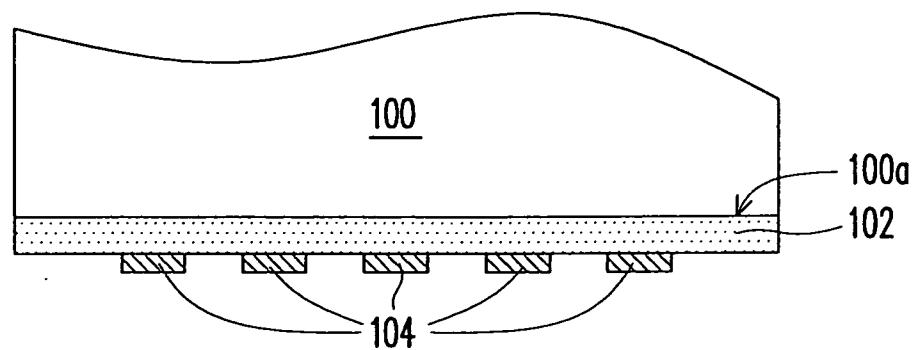


圖 1A

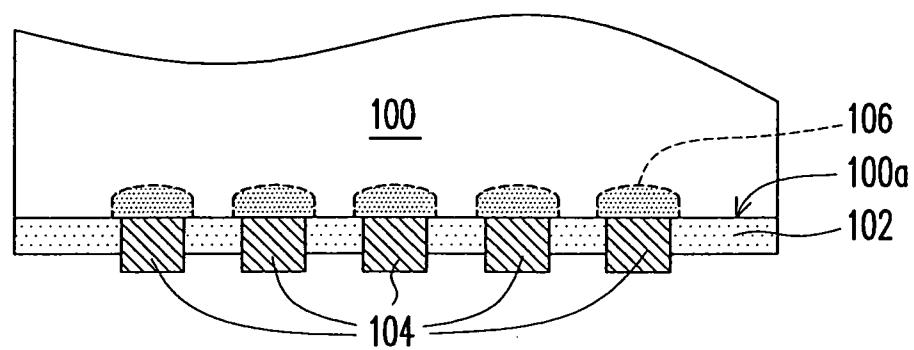


圖 1B

I423462

28875TW_T

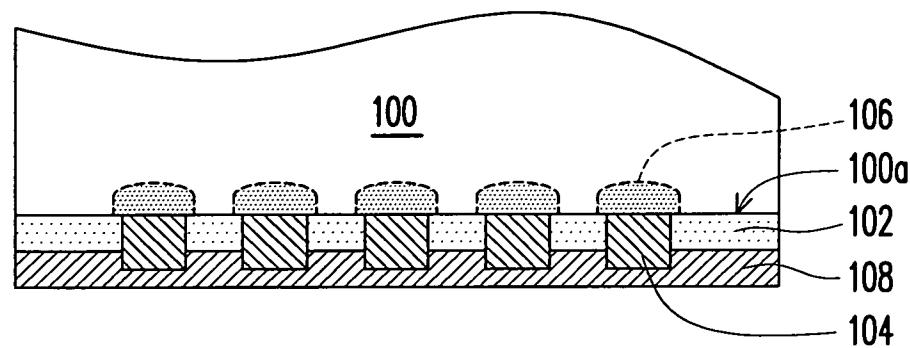


圖 1C

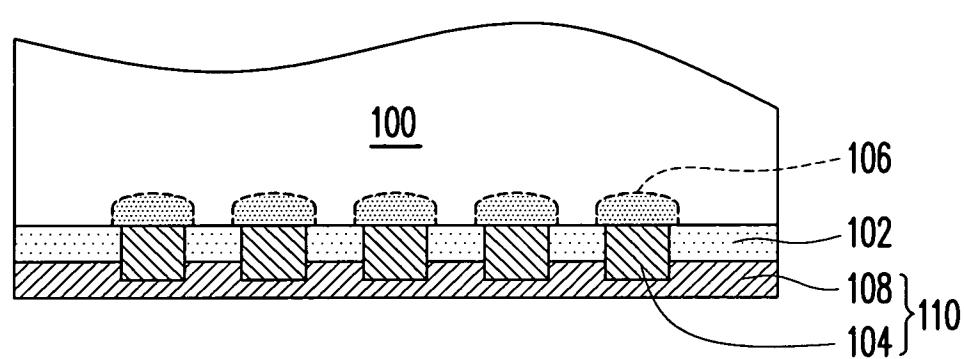


圖 1D

I423462

28875TW_T

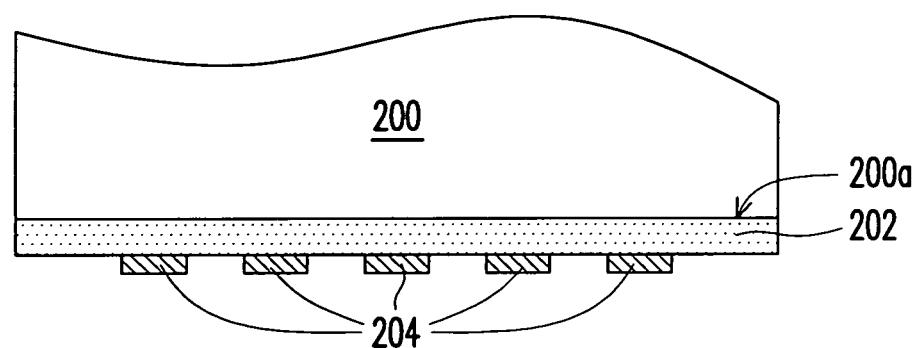


圖 2A

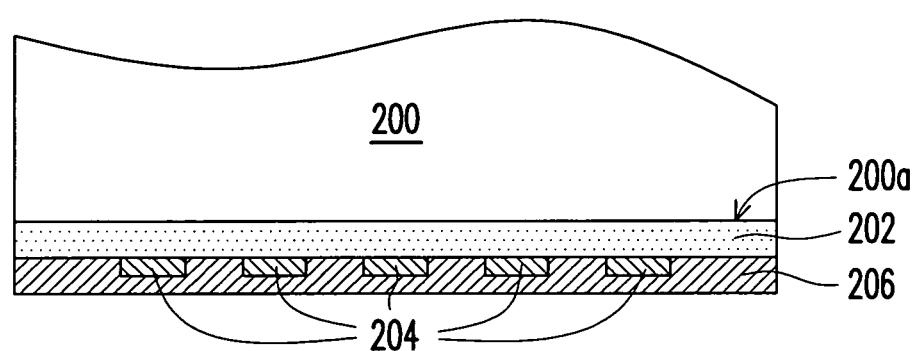


圖 2B

I423462

28875TW_T

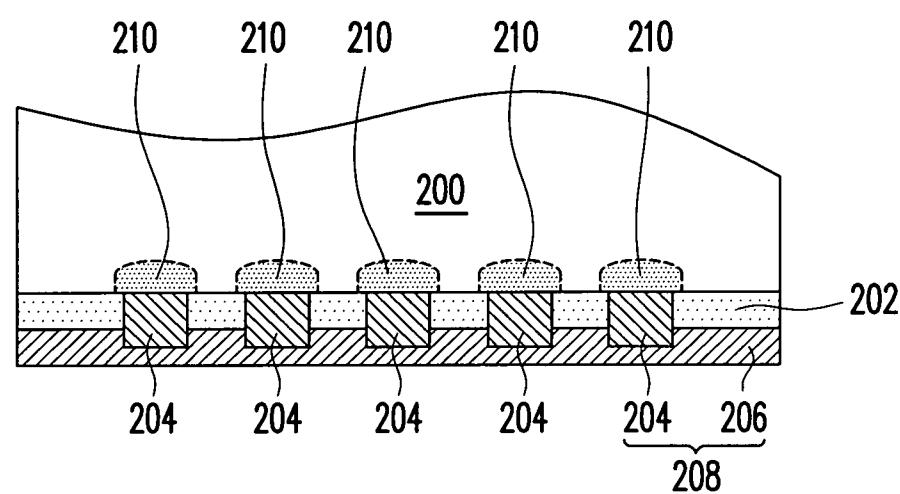


圖 2C