

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：P1108757

※ 申請日期：P.T. 3. 8

※IPC 分類：H01L 31/0392(2006.01)
H01L 21/28 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

一種大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法 / A processing method of large-grain low temperature poly silicon based thin film

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

安得立科技有限公司/ADVANCE DESIGN TECHNOLOGY INC.

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文)

李美枝/Li, Mei-Chih

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台南縣永康市復興路 33 巷 60 號 1 樓 /1F., NO 60, LANE 33, FUSING RD., YONGKANG CITY, TAINAN COUNTY 710, TAIWAN

國 籍：(中文/英文)

中華民國 (Republic of China)

三、發明人：(共 6 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 楊茹媛/Yang, Ru-Yuan

2. 翁敏航/Weng, Min-Hang

3. 張育綺/Chang, Yu-Chi
4. 朱孝業/Chu, Hsiao-Yeh
5. 吳信賢/ Wu, Hsin-Hsien
6. 黃建瑋/ Chien-Wei Huang

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國 (Republic of China)
2. 中華民國 (Republic of China)
3. 中華民國 (Republic of China)
4. 中華民國 (Republic of China)
5. 中華民國 (Republic of China)
6. 中華民國 (Republic of China)

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其特別有關於一種利用奈米鋁金屬薄膜使非晶矽質薄膜誘發形成大晶粒多晶矽質薄膜之製程方法。

【先前技術】

低溫多晶矽(Low temperature poly silicon，以下簡稱 LTPS)最大突破係大幅提升了傳統非晶矽薄膜電晶體(Amorphous Silicon TFT，a-Si TFT)或薄膜太陽能電池(thin film solar cells，TFSC)的低載子移動率($<1 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)的限制。LTPS 之研發技術已成為目前最迫切的重要技術。多晶矽(Poly silicon)是一種尺寸大小約為 0.1 至數個微米(μm)、以矽為基底的材料，由許多矽結晶粒子組合而成。在半導體製造產業中，多晶矽通常經由低壓化學氣相沉積(Low Pressure Chemical Vapor Deposition，簡稱 LPCVD)處理後，再以高於 900°C 的退火程序予以製成，此方法即為俗稱之固相結晶(Solid Phase Crystallization，SPC)。然而此法需要極高的退火溫度才能得到適當的晶粒。

目前製作低溫多晶矽質薄膜的習知技術可分類為下列三大類：

1. 觸媒式化學氣相沉積法(Catalytic CVD，以下簡稱 Cat-CVD)：這是一種無須經由氣相沉積，而可直接沉積多晶矽質

薄膜(poly-Si film)的方法。

2. 準分子雷射再結晶法(Excimer Laser Annealing, 以下簡稱 ELA): 以準分子雷射加熱及融化非晶矽, 含有低量氫成分之非晶矽薄膜將會再結晶為多晶矽薄膜。

3. 金屬誘發再結晶法 (Metal Induced Crystallization, 以下簡稱 MIC): 相較於傳統的 SPC, 此方法能在較低溫之下 (約 500~600°C) 製造出多晶矽薄膜。此係由於薄層金屬在結晶形成前即先被包覆, 而此薄層金屬扮演著降低結晶化的活性之功能。MIC 法是將非晶矽薄膜與某些特定金屬膜接觸時, 在約 600°C 或是更低的溫度下退火後, 會產生共晶或矽化物, 並以此為晶核誘發非晶矽的再結晶化以得到多晶矽。

如習知審定之中華民國專利 I226660 號, 標題為一種鎳/銅金屬誘導橫向成長多晶矽薄膜的方法, 其揭示使用一種鎳/銅合金誘導橫向成長多晶矽薄膜, 可有效降低多晶矽膜的製程溫度。然而該專利揭示之多晶粒之尺寸仍小於 5 微米, 無法廣泛用於 TFT 或 TFSC。

參見習知審定之中華民國專利 579556 號, 標題為低溫多晶矽薄膜的製程方法, 其揭示一種控制晶種層並配合雷射退火的方法, 可有效降低多晶矽膜的製程溫度。該發明雖揭示以晶種層能降低多晶矽薄膜反應所需之活化能, 但其仍使用 ELA, 對於製作大面積或較厚的多晶矽薄膜而言, 仍需較多功率與較長的製程時間。

見於由 C. Li 等人發表於 Electrochemical and Solid-State

Letters，第 8 卷、第 7 期、第 G179 –G181 頁、2005，“利用奈米金屬誘發使非晶矽薄膜成長為大晶粒之多晶矽薄膜 (Large Grain Polycrystalline Silicon Film Produced by Nano-Aluminum-Enhanced Crystallization of Amorphous Silicon)” 其揭示利用奈米金屬薄膜使非晶矽薄膜誘發形成大晶粒多晶矽薄膜之製程方法。然而該篇文獻中並未完整揭示其實現步驟，其他可能之相關實驗參數。因此，吾人利用該技術進行更進一步的明確揭示該實現方法與步驟。

為了解決上述問題，有需要提供一種新的低溫多晶矽的製程方法以克服先前技術的缺點。職是之故，申請人乃細心試驗與研究，並一本鍥而不捨的精神，終於研究出使用奈米鋁金屬薄膜誘發大晶粒低溫多晶矽質薄膜之製程技術，更可降低多晶矽質薄膜成長所需之溫度並可達到大面積與不同厚度之多晶矽質薄膜。

【發明內容】

本發明之主要目的在提供一種大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其可應用於薄膜電晶體與太陽能電池元件。

為達上述目的，本發明提供一種金屬誘發低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其步驟主要包含：沉積一厚度之非晶矽質薄膜在一基板上；沈積一 1 至 60 奈米之鋁金屬薄膜在該具一厚度之非晶矽質薄膜之上；以及以一溫度持溫一時間加熱該基板，使得該非晶矽質薄膜形成具有一厚度之多晶矽質薄膜。

根據本發明之一特徵，其中該基板係選自玻璃、塑膠基板、

透明可撓性基板、半導體基板與絕緣基板之一。

根據本發明之一特徵，其中該具有厚度之非晶矽質薄膜之沈積係選自電漿增強型化學式氣相沈積法、熱絲化學氣相沉積法、電子迴旋共振化學氣相沉積法、特高頻電漿增強型化學式氣相沈積法、低壓化學氣相沉積法與常壓化學氣相沉積法之一。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉數個較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

雖然本發明可表現為不同形式之實施例，但附圖所示者及於下文中說明者係為本發明可之較佳實施例，並請了解本文所揭示者係考量為本發明之一範例，且並非意圖用以將本發明限制於圖示及/或所描述之特定實施例中。

根據本發明之實施例中，將揭示一種低溫多晶矽質薄膜 230 之製程方法。現請參考第 1 圖，其為根據本發明實施例之奈米鋁金屬薄膜 210 誘發低溫多晶矽質薄膜 230 之步驟流程圖，並配合第 2 圖，其顯示為本發明之該奈米鋁金屬薄膜 210 與該非晶矽質薄膜 220 之堆疊剖面圖以及該奈米鋁金屬薄膜 210 與該多晶矽質薄膜 230 之堆疊剖面圖。

根據本發明之一種低溫多晶矽質薄膜 230 之製程方法之實施例，其包含概念係使用奈米鋁金屬薄膜 210 作為誘發金屬並結合加熱退火的方式達到降低多晶矽質薄膜 230 之形成溫度，並可製

作大面積之多晶矽質薄膜 230。其步驟主要包含：沉積一厚度之非晶矽質薄膜 110、220 在一基板 200 上；沈積一 1 至 60 奈米之鋁金屬薄膜在該具一厚度之非晶矽質薄膜 120、220 之上；以及以一溫度持溫一時間加熱該基板 130、200，使得該非晶矽質薄膜 220 形成具有一厚度之多晶矽質薄膜 230。

首先，需沈積該具有一厚度之非晶矽質薄膜 220 在該基板 200 上，且該具有一厚度之非晶矽質薄膜 220 係選自矽與矽鍍之一，並將其製作於該基板 200 之上。在製作該具有一厚度之非晶矽質薄膜 220 前，需有一清洗基板 200 過程，因基板 200 表面容易殘留微粒子、有機物、金屬殘留物、化合物...等污染所以必須先將基板 200 經過清洗以得乾淨之表面。該基板 200 係選自玻璃、塑膠基板 200、透明可撓性基板 200、半導體性基板 200 與絕緣基板 200 之一。

在沉積該具有一厚度之非晶矽質薄膜 220 係選自電漿增強型化學式氣相沈積法、熱絲化學氣相沉積法、電子迴旋共振化學氣相沉積法、特高頻電漿增強型化學式氣相沈積法、低壓化學氣相沉積法、電漿輔助式化學氣相沉積與常壓化學氣相沉積法之一。該較佳之一厚度係介於 50 至 500 奈米。在一實施例中，該具有一厚度之非晶矽質薄膜 220 係以電漿輔助式化學氣相沉積來沉積一厚度在 100 奈米的非晶矽質薄膜 220 於該基板 200 時，其製成參數為：功率 100W，腔體壓力 (Chamber pressure) 10^{-3} 托耳 (Torr)，基板 200 溫度 300°C ，氣體流量 600 sccm (SiH_4)，因此其沉積速率約每分鐘 770 \AA 。

其中，該基板 200 更包含一透明導電膜 201 配置於該基板 200 之上，且該透明導電膜 201 可選用常見之蒸鍍法、濺鍍法、電鍍法、印刷法製程之一作為主要製程方式。其材料可選用銦錫氧化物 (Indium tin oxide, ITO)、二氧化錫 (Stannum dioxide, SnO_2)、氧化鋅 (Zinc oxide, ZnO) 與含雜質的氧化鋅之一，作為該透明導電膜 201 之材料。該基板 200 與該透明導電膜 201 之配置方式如圖 3 所示。

接下來，該奈米金屬薄膜係利用常見之蒸鍍法 (Evaporation)、濺鍍法 (Sputter)、電鍍法與印刷法製程之一作為主要製程方式，該奈米金屬薄膜係為可與矽質材料產生低溫共晶之金屬，如鎳、銀、金、鈷、銅、鋁、鈦及其合金之一。其中矽與鋁的共晶溫度在 577°C ，而矽與金的共晶溫度在 376°C 。在製備以奈米鋁金屬薄膜 210 作為誘發金屬源方面，可以有：蒸鍍與濺鍍法，其係利用電極加熱金屬源，使得蒸鍍金屬蒸發出的金屬原子使沈積在基板 200 上稱為蒸鍍；若是以氬離子轟擊金屬靶使表面發生發光放電現象 (glow discharge)，而表面金屬原子彈出後沈積於基板 200 上稱為濺鍍。在本發明之較佳實施例中，奈米鋁金屬薄膜 210 係使用於該發明之實施例，且以 $0.8\sim 1.0 \text{ \AA}/\text{sec}$ 之沉積率沉積 30 奈米之奈米鋁金屬薄膜 210。

其中，為使得該非晶矽質薄膜 220 形成一具有厚度之多晶矽質薄膜 230，需持溫該時間且以該溫度加熱該基板 200。較佳之該時間係介於 10 至 300 分鐘之間，而較佳之該溫度係介於 300 至 550 度之間。

由於該奈米鋁金屬薄膜 210 係與矽質材料產生低溫共晶之金屬，因此在整個加熱過程當中，該奈米鋁金屬薄膜 210 會逐漸與非晶矽質薄膜 220 形成交換(exchange)的反應機制，亦即是該非晶矽質薄膜 220 在與該奈米鋁金屬薄膜 210 的介面上開始形成多晶矽質薄膜 230 的結構。隨著加熱（亦即退火）溫度與持溫時間的增加，多晶矽質薄膜 230 的結晶特性也會增強。需注意到，在本步驟之退火並不限於以爐管或快速退火爐來退火，亦可以使用準分子雷射或連續波之 YAG 雷射來退火。

在另一實施例中，該具有一厚度之非晶矽質薄膜 220 係使用電漿輔助化學氣相沉積系統來沉積該非晶矽質薄膜於該基板 200 上，且其係以 770 Å/min 之沉積速率沈積具有 100 奈米厚度之非晶矽質薄膜 220。接著，將該非晶矽質薄膜置於蒸鍍機台內，以 0.8~1.0 Å/sec 之沉積率分別沉積 30 奈米及 200 奈米厚之奈米鋁金屬薄膜 210，形成一奈米鋁金屬薄膜 210/非晶矽質薄膜 220/基材之結構，並將該結構置於石英爐管內，以不同的升溫速度升溫至 350°C 之後，持溫 30 分鐘熱處理。於退火完後，將上層之奈米鋁金屬薄膜 210 以鋁蝕刻液蝕刻。其中，在該實施例中，其升溫速度分別為 1、5、10、20 小時。請參照第 4 圖，該圖顯示為多晶矽質薄膜 230 之光學顯微鏡圖，該多晶矽質薄膜 230 之平均粒徑在 18 到 26 微米範圍內，且其顆粒之大小隨著升溫時間的增長而有明顯的變大。值得注意的是，當升溫時間係從 5 到 10 小時時，該多晶矽質薄膜 230 的粒徑呈現快速增長。然而，升溫時間從 10 小時增加至

20 小時的時候，其平均粒徑只有稍微增加。

在蝕刻該奈米鋁金屬薄膜 210、140 的過程中，若以奈米金 (Au) 金屬薄膜作為誘發金屬時，則可以使用磷酸將奈米金 (Au) 金屬薄膜蝕刻出來，該具有一厚度之多晶矽質薄膜 230 即可形成！

第 5 圖顯示為奈米鋁金屬薄膜 210 誘發多晶矽質薄膜 230 之 X 光繞射分析圖。由 JCPDS 得知 Si 在 $2\theta = 28^\circ$ 、 47° 、 56° 會出現三個峰值，分別對應到 (111)、(220) 和 (311) 的結晶方向，而這三個結晶方向剛好是一鑽石結構的方向。請參照第 6 圖，該圖顯示為該多晶矽質薄膜 230 之微拉曼光譜分析圖。利用微拉曼光譜分析儀 (micro Raman spectra) 的實作量測結果揭示，其微拉曼光譜圖之峰值出現在 514cm^{-1} ，其為一高結晶度之多晶矽質薄膜 230。

綜上所述，根據本發明之一種低溫多晶矽質薄膜 230 之製程方法，其利用奈米鋁金屬薄膜 210 與矽質薄膜之共晶溫度使非晶矽質薄膜 220 誘發形成多晶矽質薄膜 230，具有下列優點：降低多晶矽質薄膜 230 之形成溫度，並可製作大面積之多晶矽質薄膜 230。因此本發明之方法可應用於薄膜電晶體與薄膜太陽能電池元件。

雖然本發明已以前述較佳實施例揭示，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與修改。如上述的解釋，都可以作各型式的修正與變化，而不會破壞此發明的精神。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】

為了讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯，下文特舉本發明較佳實施例，並配合所附圖示，作詳細說明如下：

圖 1 顯示為本發明之金屬誘發低溫多晶矽質薄膜的製程方法。

圖 2a 顯示為本發明之該奈米鋁金屬薄膜與該非晶矽質薄膜之堆疊剖面圖。

圖 2b 顯示為本發明之該奈米鋁金屬薄膜與該多晶矽質薄膜之堆疊剖面圖。

圖 3 顯示為本發明之該透明導電膜與該基板之堆疊剖面圖。

圖 4 顯示為本發明之多晶矽質薄膜光學顯微鏡圖。

圖 5 顯示為本發明之該多晶矽質薄膜之 X 光繞射分析圖。

圖 6 顯示為本發明之該多晶矽質薄膜之微拉曼光譜分析圖。

【主要元件符號說明】

100 金屬誘發低溫多晶矽質薄膜的製程方法

110 沉積一厚度之非晶矽質薄膜

120 沈積一 1 至 60 奈米之鋁金屬薄膜

130 以一溫度持溫一時間加熱該基板

140 蝕刻該奈米鋁金屬薄膜

200 基板 201 透明導電膜

210 奈米鋁金屬薄膜 220 非晶矽質薄膜

200939488

230 多晶矽質薄膜

五、中文發明摘要：

本發明提供一種大晶粒低溫多晶矽質薄膜之製程方法，可應用於薄膜電晶體與薄膜太陽能電池元件。根據本發明之低溫多晶矽質薄膜之製程方法，其係利用奈米鋁金屬薄膜誘發非晶矽質薄膜，使其在較低製程溫度下達到不同厚度與大面積之多晶矽質薄膜，因此可有效地降低製程所需之熱預算。

六、英文發明摘要：

The present invention discloses a processing method of large-grain low temperature poly silicon based thin film, used for the thin film transistors (TFTs) and thin film solar cells. In the processing method according to the present invention, poly silicon based thin films are transformed from amorphous silicon based thin films induced by nano-metallic thin film to reduce the processing temperature of forming the poly silicon based thin film with larger areas and different thickness, thus reducing the thermal budget of the process.

十、申請專利範圍：

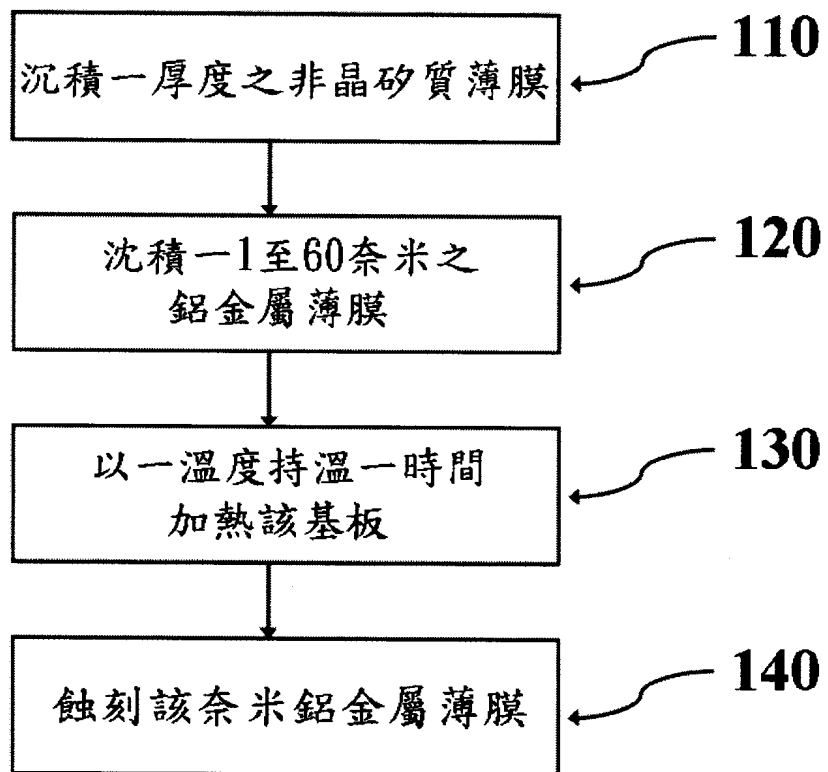
1. 一種大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其步驟包含：
沉積一厚度之非晶矽質薄膜在一基板上；
沈積一 1 至 60 奈米之鋁金屬薄膜在該具有一厚度之非晶矽質薄膜之上；以及
以一溫度持溫一時間加熱該基板，使得該非晶矽質薄膜形成具有一厚度之多晶矽質薄膜。
2. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中該基板係選自玻璃、塑膠基板、透明可撓性基板、半導體基板與絕緣基板之一。
3. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中該基板更包含：
一透明導電膜配置於該基板之上。
4. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中該非晶矽質薄膜係選自矽與矽鍺之一。
5. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中在沉積該非晶矽質薄膜係選自電漿增強型化學式氣相沈積法、熱絲化學氣相沉積法、電子迴旋共振化學氣相沉積法、特高頻電漿增強型化學式氣相沈積法、低壓化學氣相沉積

法、電漿輔助式化學氣相沉積與常壓化學氣相沉積法之一。

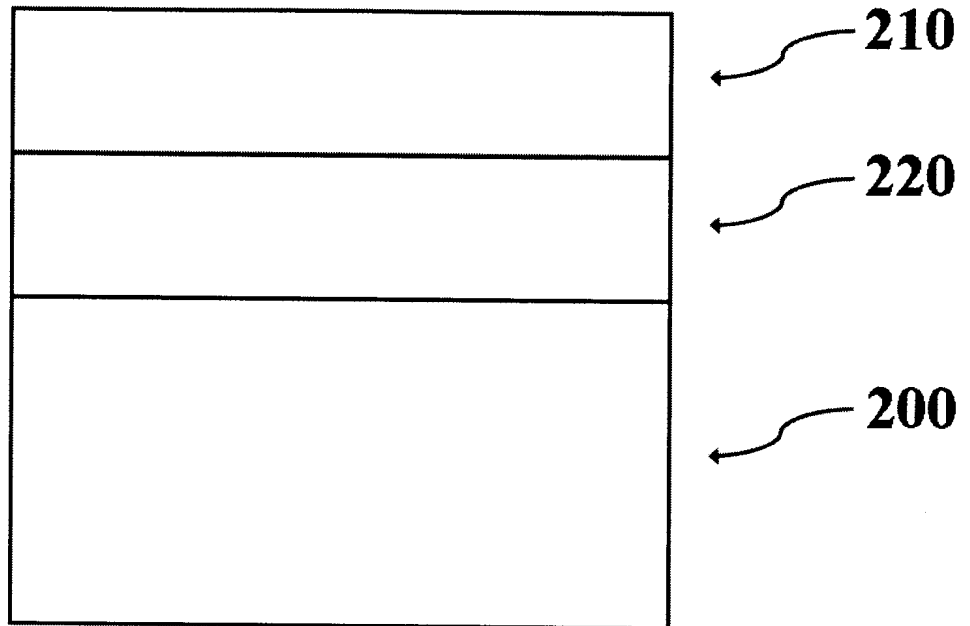
6. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中該非晶矽薄膜之厚度在 50 至 500 奈米之間。
7. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中該時間係在 5 至 150 分鐘之間。
8. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中該溫度係在 300 至 550 度之間。
9. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中沈積 1 至 60 奈米之鋁金屬薄膜係使用濺鍍法。
10. 如專利申請範圍第 1 項之大晶粒低溫多晶矽質薄膜的製程方法，其中沈積鋁金屬薄膜之厚度係在 10 至 30 奈米之間。

十一、圖式：

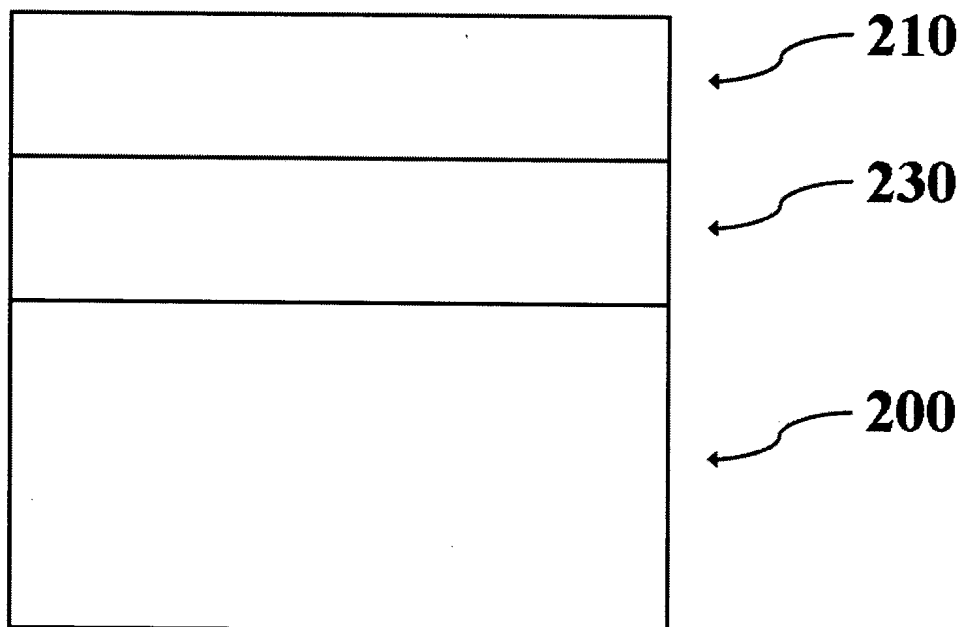
100



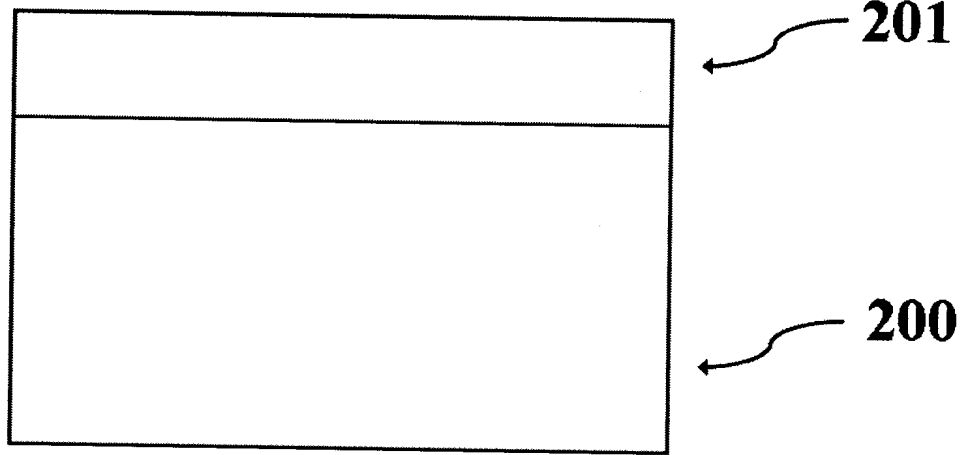
第 1 圖



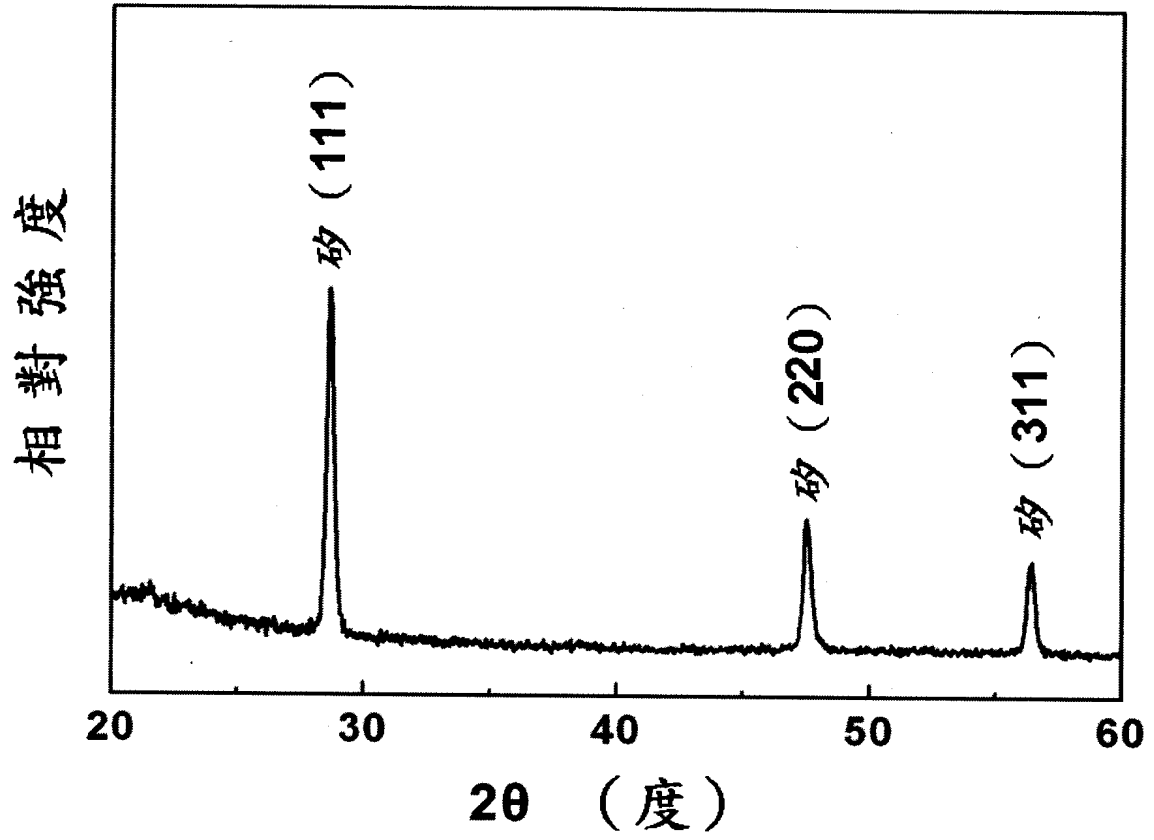
第 2a 圖



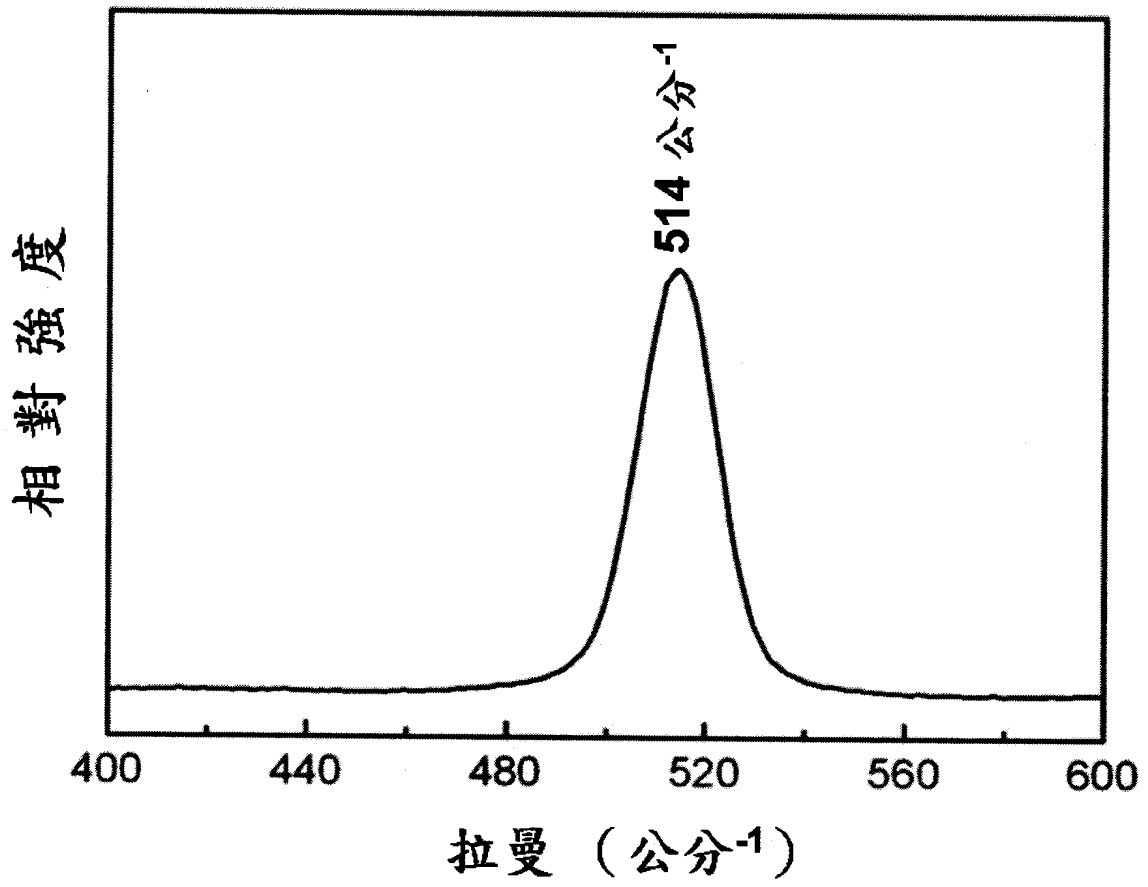
第 2b 圖



第 3 圖



第 5 圖



第 6 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100 金屬誘發低溫多晶矽質薄膜的製程方法

110 沉積一厚度之非晶矽質薄膜

120 沈積一 1 至 60 奈米之鋁金屬薄膜

130 以一溫度持溫一時間加熱該基板

140 蝕刻該奈米鋁金屬薄膜

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

3. 張育綺/Chang, Yu-Chi
4. 朱孝業/Chu, Hsiao-Yeh
5. 吳信賢/Wu, Hsin-Hsien
6. 黃健瑋/Chien-Wei Huang

● **國 籍：**(中文/英文)

1. 中華民國 (Republic of China)
2. 中華民國 (Republic of China)
3. 中華民國 (Republic of China)
4. 中華民國 (Republic of China)
5. 中華民國 (Republic of China)
6. 中華民國 (Republic of China)