

## 八、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是關於一種根據申請專利範圍第 1 項之前言(preamble)以製作複合材料晶圓的方法，且關於一種再循環由製作複合材料晶圓之方法所獲得之使用過施體底材之方法。

### 【先前技術】

作為半導體裝置製程之初始材料的複合材料晶圓，尤其是絕緣體上矽(SOI)形式的晶圓，其地位已經變得越來越重要。一種在合理價格下獲得具良好晶格品質之此類型晶圓的方法，便是將具有良好晶格品質之施體底材，轉移至處理底材(handle substrate)上。這可以藉由鍵結兩個底材並在預設的分離區域上分離該施體底材的方式而達成，該分離區域則是事先在原始的施體底材上形成。在SmartCut™形式的方法中，則是藉由植入原子物種至施體底材內而形成預設的分離區域，尤其是植入氫或是稀有氣體離子。此方法的優點在於，在轉移該層至受體底層之後，施體底材的剩餘部份可在其後的元件材料晶圓製程中重複利用而繼續作為施體底材。因此，一個施體底材便可供數個諸如SOI形式晶圓的複合材料晶圓使用。

然而，施體底材似乎只能重複使用三至四次，因為施體底材的晶格品質會隨著一次又一次的使用而惡化。結論就是，最後的SOI底材之晶格品質亦會因此惡化。

大體而言，在重複利用使用過的施體底材方面，已有許多努力。舉例來說，JP 10114176 便提出，首先對施體底材進行拋光步驟，以移除在該層轉移至該處理底材上之後所出現的晶圓邊緣上的表面，接著在重新使用該施體底材之剩餘部份作為新的施體底材之前，再次執行最後的拋光步驟。US 6,211,041則不針對再循環步驟，其揭露一種完全不同的方式，該方法包含在一開始便提供一個具有適當氧含量的矽底材，以防止晶格缺陷的產生，根據作者的說法，這與在SOI製程中之晶圓接受熱處理期間，SOI裝置層中所產生的氧凝結物有關。

不過，可以重複使用施體底材的次數似乎還是不甚令人滿意。尤其是控制

初始的氧含量，並無法防止在多次重複使用後，在最終的SOI層中有晶格缺陷的現象發生。

因此，本發明的目的便是提供一種製作複合材料晶圓之方法，及/或提供一種再循環在複合材料晶圓之製程所使用過之施體底材之方法，其可增加重複利用使用過之施體底材之次數，且同時可在合理的價格下製作良好品質的複合材料晶圓。

此目的可根據申請專利範圍第1項之製作複合材料晶圓之方法，以及申請專利範圍第3項之再循環過之施體底材之方法而達成。

### 【發明內容】

本發明之特徵在於，其包含至少一更進一步的處理步驟，其可使氧凝結物及/或初始施體底材之晶核及/或剩餘的施體底材，至少部份會被排除，尤其是以排解的方式進行排除。由於凝結物及/或晶核的出現與底材中晶格缺陷的產生有關，因此在額外的熱處理期間將其排解，便可重複使用施體底材。並且，重複使用的次數會比目前的方式還要多，這是因為在重複使用期間，晶格缺陷的產生會受到額外熱處理步驟的限制。

在晶圓中出現氧晶核，可把原因歸咎於晶圓製程。在拉錠(ingot pulling)期間，錠內會納入不純物，其中之一便是有空隙的氧，其在拉錠和冷卻期間便會聚集而形成晶核。在其後的熱處理步驟中，典型地溫度範圍為900°C至1100°C，晶核便會因有空隙的氧擴散而逐漸成為凝結物。

根據製作複合材料晶圓之方法的較佳實施例，剩餘的施體底材可重新使用作為原始的施體底材，其中，步驟b)至e)會在執行一第一次或更進一步之熱處理之後重複執行至少一次。根據氧凝結物及/或晶核的產生速率，當需要時便會執行該更進一步的熱處理步驟，以將程序的步驟數維持少量，並同時確保在施體底材或剩餘的施體底材上，以及其後最終的SOI成品上有足夠高的晶格品質。

較佳者為，至少一熱處理步驟之至少其中之一可為一快速熱氧化步驟。出乎意料地，氧的出現會使施體底材上氧凝結物及/或晶核之排除有所改善。

「快速」一詞在此是表示溫度上升速度至少20 °C/s，最好是30 °C/s，以便排解凝結物及/或晶核。根據本發明之較佳實施例，快速熱氧化步驟是在

1150°C及1300°C的溫度範圍內執行，特別是在1200°C和1250°C之間。在此溫度範圍中，在施體底材上之氧凝結物及/或晶核便可藉由排解而有所減少(至少部份地減少)。

較佳者為，快速熱氧化步驟可執行15秒至5分鐘，較佳者是執行30秒至2分鐘。如果使用批次退火形式的爐具進行快速熱氧化步驟，則執行時間為1分鐘至5小時。為了達到所需之氧減少效果，可以使用單一晶圓爐具及批次形式爐具，以便在適當的製作程序上能輕易地配合該程序。

有利的是，快速熱氧化步驟可在具有至少5%至100%之氧濃度，及/或每分鐘5至20升之氧流率的空氣中進行，尤其是在每分鐘10升的氧流率中進行。由於這些濃度，在移除氧方面便可有最佳的成效。

根據本發明之較佳實施例，快速熱氧化步驟可在步驟a)和b)之間，及/或在步驟e)之後執行。快速熱氧化步驟的其中一個優點便是，其並不會改變表面的表面粗糙度性質，因此在開始製作程序之前，便可在初始的施體底材上先做快速熱氧化處理。因此，已經在底材上出現之氧凝結物及/或晶核，便可至少部份地排除。在步驟e)之後使用快速熱氧化步驟的好處在於，在製作複合材料晶圓之後，可排解在製程之熱處理步驟期間所產生的氧凝結物及/或晶核，也因此使其數量減少。在多次重新使用施體晶圓之後，在此已經產生之氧凝結物及/或晶圓便會被排除，以防止在最終的SOI層中有晶格缺陷的產生。

較佳者為，在快速熱氧化處理期間，在初始施體底材或剩餘施體底材上，會生成一層厚度範圍在50 Å至500 Å之間的氧化物。因此，快速熱氧化步驟並不僅是以排解來移除氧，同時還提供一個高品質的薄氧化物層，其在後續的步驟中可作為形成絕緣層的初始層，該絕緣層通常會是同形式的氧化物且通常是熱生成。由於薄氧化物層的品質很高，因此該絕緣層亦會具有良好的晶格性質。

根據本發明之較佳實施例，用以製作複合材料晶圓之方法，在步驟e)之後更包含一步驟f)，其包含：拋光施體底材之分離發生區，以及其中，快速熱氧化步驟在步驟f)之前及/或之後進行。由於快速熱氧化並不會改變表面的品質，因此可在拋光步驟之前及/或之後進行。最後，亦可在拋光步驟之

前及/或之後執行一快速熱氧化步驟，以便使底材維持高品質的晶格。

根據本發明之另一個實施例，熱處理步驟之至少其中之一，可為在無氧空氣中執行的快速熱退火步驟。此種處理亦可藉由排解而至少部份排除凝結物及/或晶核，而不需要產生一個氧化物層。其結果是亦可使用無氧之熱處理步驟，來達成更多次重新使用施體底材之目標。

有利的是，熱退火步驟可於氫氣及/或氫氣中進行。在這種空氣中可觀察到最理想的排解效果。

較佳者為，熱退火步驟可在步驟a)和b)之間，及/或在步驟e)之後執行，且其後是一拋光步驟。因此，即便熱退火步驟使施體底材表面的品質惡化，由於拋光步驟的緣故，仍可使其維持足夠高的表面品質。

較佳者為，用以製作複合材料晶圓之方法可如下執行，當使用批次爐具時，快速熱氧化或退火步驟是以至少 $20^{\circ}\text{C/s}$ 的溫度上升執行，最好是至少 $25^{\circ}\text{C/s}$ ，而當使用單一晶圓爐具時，是以至少 $30^{\circ}\text{C/s}$ 的溫度上升執行，最好是至少 $50^{\circ}\text{C/s}$ 。對此溫度上升而言，不管是使用單一晶圓爐具或是批次形式爐具，都可達到較佳的氧排解效應。

## 【實施方式】

圖1顯示本發明製作複合材料晶圓方法的第一實施例。此方法將針對絕緣體上矽(SOI, silicon on insulator)形式的複合材料晶圓而進行描述。然而，其在此僅作為一實施例，本發明之方法亦適用於其他形式的複合材料晶圓。

首先，步驟 I，其對應於申請專利範圍第1項之步驟a)，包括了供一初始施體底材1，在此即為Si晶圓。接著，在步驟 II中便執行本發明之熱處理步驟。在此實施例中，熱處理步驟係對應於一快速熱氧化步驟，其導致在施體底材1之頂部形成一層薄矽氧化物層3。

為了進行快速熱氧化步驟，施體底材1被放置在氧的空氣中，其氧流率為每分鐘5至20升，且最好是每分鐘10升的氧供應率，且其溫度被提升至 $1000^{\circ}\text{C}$ 和 $1300^{\circ}\text{C}$ 範圍中持續15秒至5分鐘，最好是30秒至2分鐘的期間。若使用批次退火形式的爐具時，可以處理複數個施體底材，且其必要的熱處理執行1分鐘至5小時。在此些狀態之下，其空氣會包含5%以上的氧，甚至可高達100%的氧。

二氧化矽層3典型地會增長至50 Å至500 Å的厚度，且會展現良好的晶格性質和表面粗糙度。

除了生成薄的氧化物層3之外，可能在該施體底材1中出現的氧凝結物及/或晶核，至少會因排解而部份地減少，使得因氧的出現而在施體底材1中產生的晶格缺陷便可至少相當地被抑制。在快速熱氧化步驟期間，可能在該施體底材之部份出現，而稍後會轉移至處理底材的晶格缺陷亦得以排除。在快速熱氧化步驟期間，氧凝結物和晶核會排解而實質地形成了有空隙的氧。

在步驟 II之後，一絕緣層5，較佳者為二氧化矽，被熱生長於薄二氧化矽層3之上(步驟 III)。此層將在稍後作為該絕緣體上矽結構的絕緣層。此步驟即對應於申請專利範圍第1項之步驟b)，且其為熟習此技藝者所公知。

在步驟 IV中，其對應於申請專利範圍第1項之步驟c)，係將原子物種穿過絕緣層5而植入，以在施體底材1之內部產生一個預定的分離區域7。典型地，該植入的原子物種為氫及/或諸如氮的稀有氣體離子，這些物種可藉由植入或共同植入(co implantation)方式而引入。共同植入的方式可利用將至少兩種不同物種依序植入，例如，使用氫和氮離子，其較佳者是令氮在氫之前植入。

其後的步驟 V，其對應於申請專利範圍第1項之步驟d)，包含了將在此為一矽晶圓之一處理底材9，與在施體底材1上之絕緣層5鍵結起來。

接著，在該預定之分離區域7處發生分離的期間執行一次熱處理，以便產生一絕緣體上矽晶圓11。

施體底材1之剩餘部份13，其不具有轉移至該處理底材9以產生SOI晶圓11之層15者，接著便會在步驟 VI中再循環以準備進行再利用。在此，該再循環步驟 VI可包含拋光及/或清潔步驟，如熟習此技藝者所熟知者。

接著，再循環之施體底材1之剩餘部份13，便可再循環利用作為初始的施體底材1，其在圖1中係以連結步驟 VI 和 I 的箭號表示。

根據本發明之第一實施例之一種變化，其可能不會在每次的製程中執行步驟 II，而僅在每個第二、第三或第四次等進行之後才執行。這端視氧凝結物及/或晶核的產生預定量而定，其係在製程中底材所接收的不同熱處理期間產生，例如熱氧化生長或分離步驟。

除了矽處理底材9之外，亦可使用諸如石英的其他材料。

圖2為依據本發明製作複合材料晶圓之方法的第二實施例。其不同於第一實施例方法之處在於，快速熱氧化步驟 II在此將於製程結束時執行，而不是一開始之後即執行。除了步驟 III在此是將熱氧化物直接形成在初始施體底材1上，其係為一新底材且尚未用於製程中，而非如第一實施例一

般生成於薄氧化物層3之上之外，第二實施例的其餘步驟 IV、V、和 VI，皆與第一實施例之步驟 IV、V、和 VI相同。其說明因此將不再重複，而是列入參考。當然，除了新底材之外，亦可使用再生底材，如下文中將所提及者。

因此在分離之後，如同第一實施例一樣，便可獲得施體底材1之剩餘部份13。接著便執行拋光及/或清潔步驟等之再生步驟，及其後的快速熱氧化步驟，步驟 II。氧化步驟是在與第一實施例所揭露之相同條件下執行，因此其敘述將以參考文件的方式併入此實施例中。

藉由在製作SOI晶圓11之後進行氧化步驟，在熱處理期間所產生之氧凝結物及/或晶核，便可在步驟 II中至少部份地排解掉，使得在其後重新使用施體底材1之剩餘部份13以作為新的初始施體底材1時，便可令下一個形成的SOI層15具有高的晶格品質。

事實上，清潔及/或拋光的再生步驟，可在快速熱氧化處理之後進行，或根據另一種變化，一快速熱氧化步驟可在拋光及/或清潔步驟之前和之後執行。

如同實施例1，快速熱氧化步驟並不需要在每次的製程中執行，這端視氧凝結物及/或晶核之產生而定，其僅需在每隔二、三或四次等製程間執行，以達製程最佳化。

根據本發明，第二實施例之步驟 VI和 II 亦可視為使用過施體底材之獨立的再循環方法，其可用於產出複合材料晶圓之製作方法之中，其中，此製作方法包含了步驟I、II、III 和 IV。

根據本發明之第三和第四實施例，其係在不包含氧的空氣中執行一快速熱退火步驟，而非執行一快速熱氧化步驟 II。典型地，此種方法是在氫及/或氫空氣中執行，除了氧濃度這部份外，其參數皆與快速熱氧化步驟所使用的參數相同。此外，此熱處理亦適用於以排解方式而至少部份地減少氧凝結物及/或晶核。然而，此種處理方式會對表面品質有不良影響，退火熱處理步驟之後，最好進行一拋光步驟，以確保施體底材1表面之足夠的粗糙度。在無氧的空氣中不會形成薄氧化物層3。

根據本發明之第五實施例，實施例1至4可以任意方式組合。

在此已顯示出，進行額外的熱處理可減少氧凝結物及/或晶核，亦即最終成品SOI晶圓11之晶格缺陷數量可以至少降低6的因子。此結果已經由在兩個矽晶圓上生長厚度為5000 Å之一矽氧化層而獲證實。此厚度等同於4 x 1500 Å，而其為絕緣體上矽晶圓之絕緣層的典型厚度，且其模擬四層轉移的熱處理。對一晶圓而言，其並不進行額外的熱處理，尤其是氧化處理，而對第二晶圓則會進行本發明之額外熱處理，且缺陷分析結果亦顯示了晶格缺陷的減少。

與習知技術不一樣的是，在依據本發明之方法中，凝結物及/或晶核並不是被阻止產生，而是在製程中被移除了，這是因為其產生並無法防止，因在熱處理期間總是會產生，而熱處理則是製程的一部份。

其結果，施體底材可更頻繁地被重複使用，因而此製程更為便宜，同時亦可確保轉移至SOI晶圓11上之層15仍具有高品質。

### 【圖式簡單說明】

本發明之特定實施例將藉由以下參考所附圖式所作說明而更為明顯，其中：

圖1所示為本發明製作複合材料晶圓之方法的第一實施例；以及

圖2所示為本發明製作複合材料晶圓之方法的第二實施例。

### 【主要元件符號說明】

- 1 施體底材
- 3 氧化物層
- 5 絕緣層
- 7 預設分離區域
- 9 處理底材
- 11 晶圓
- 13 剩餘部份
- 15 層

## 五、中文發明摘要：

本發明是關於一種製作複合材料晶圓之方法，以及一種再循環在複合材料晶圓之製程所使用過之施體底材之方法，其中，為了改良施體底材之再循環率，便進行至少一熱處理步驟，以至少部份地減少氧凝結物及/或晶核。

## 六、英文發明摘要：

The invention relates to a method for manufacturing compound material wafers comprising the steps and a method for recycling donor substrates obtained in a method for manufacturing compound material wafers, wherein in order to improve the recycling rate of the donor substrate, at least one thermal treatment step configured to at least partially reduce oxygen precipitates and/or nuclei is carried out.



十、圖式：

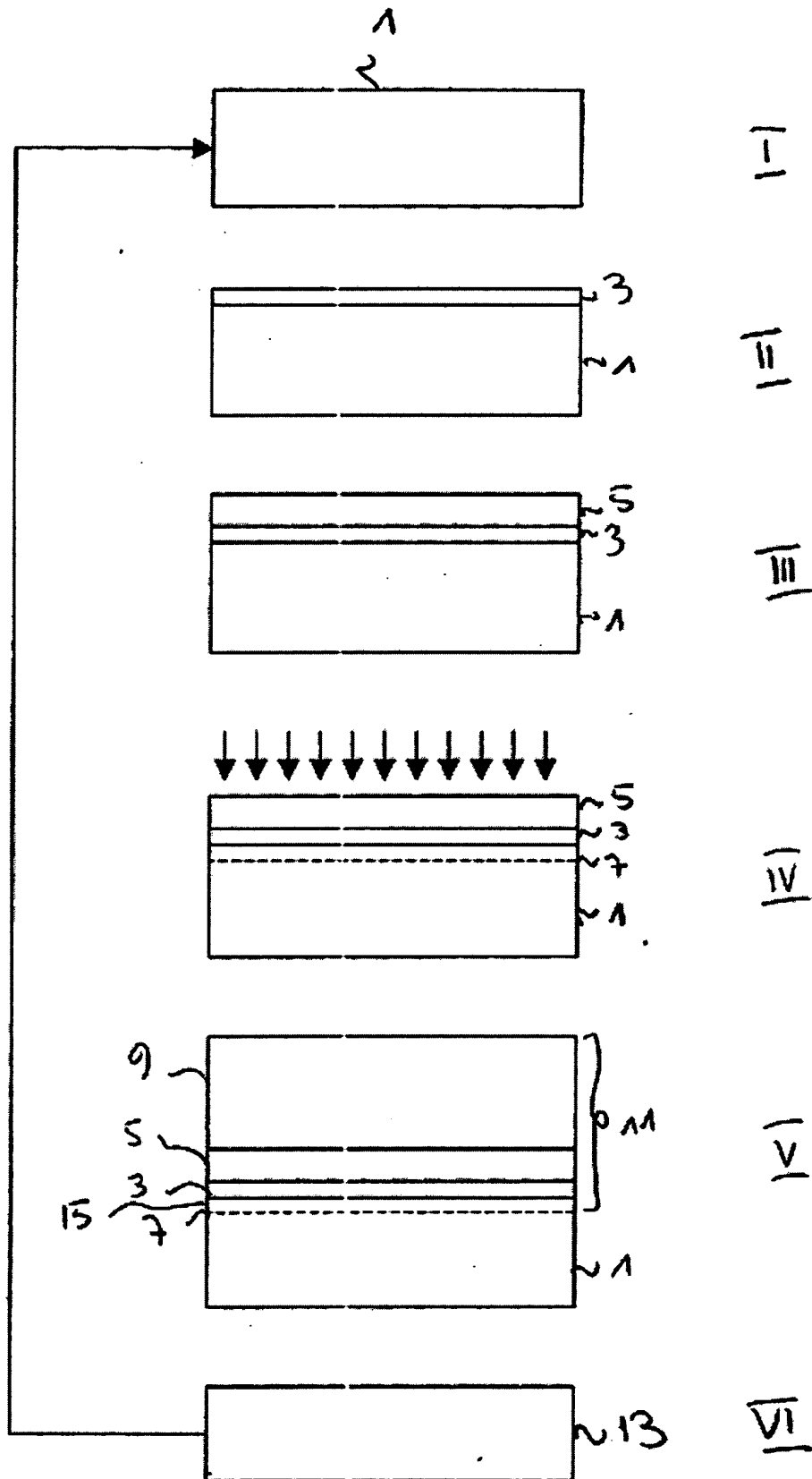


圖 1

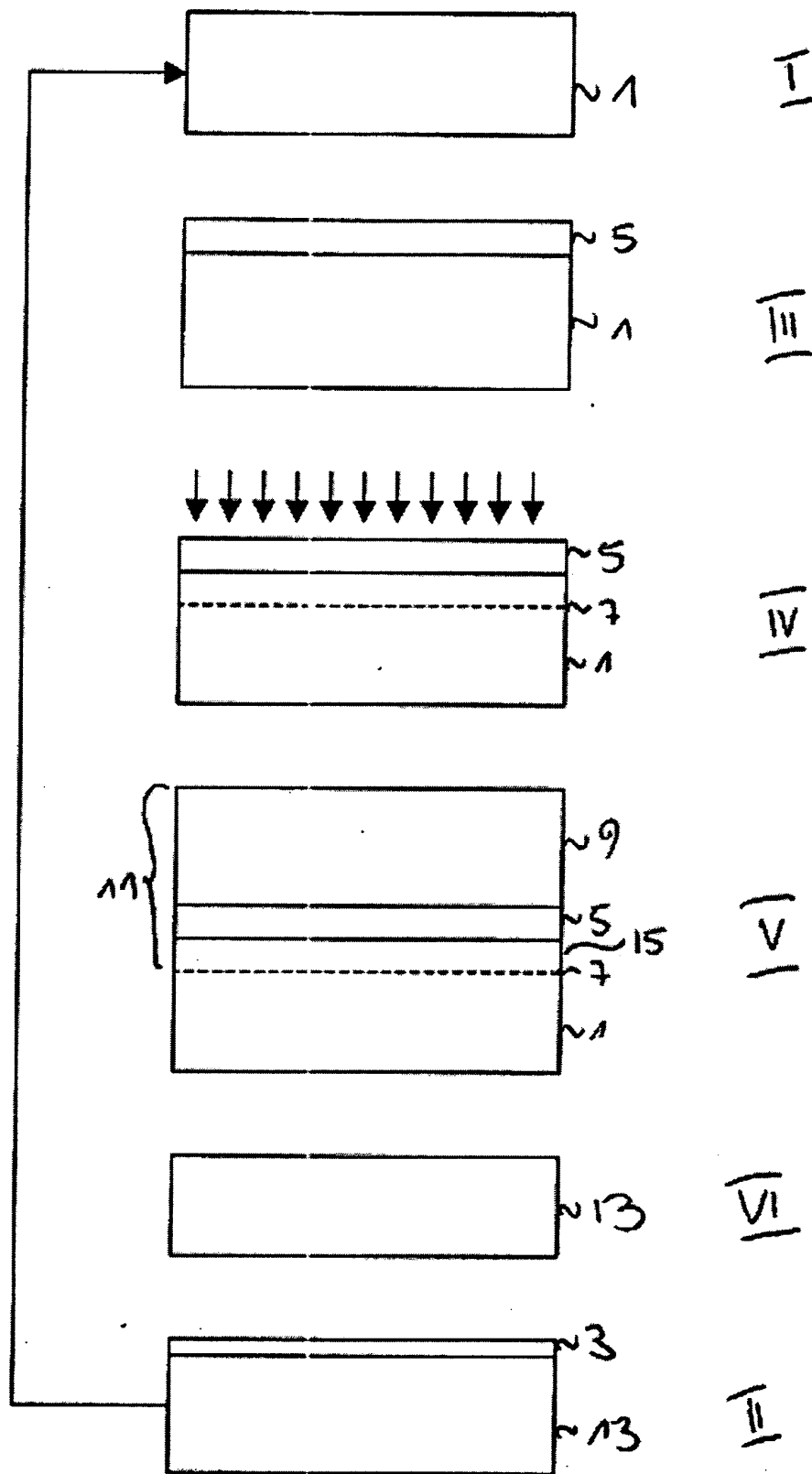


圖 2

七、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：

- 1 施體底材
- 3 氧化物層
- 5 絕緣層
- 7 預設分離區域
- 9 處理底材
- 11 晶圓
- 13 剩餘部份
- 15 層

# 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：95148607

※申請日期：95.12.22

※IPC 分類：H01L 21/20 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

製作複合材料晶圓之方法及再循環已用過施體底材之方法

Method for Manufacturing Compound Material Wafers and Method for Recycling  
a Used Donor Substrate

## 二、申請人：(共 一 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

S.O.I.科技矽公司/S.O.I. Tec Silicon on Insulator Technologies

代表人：(中文/英文)

伊曼紐休葛 Emmanuel Huyghe

住居所或營業所地址：(中文/英文)

法國 38190 貝尼市佛頓路科技中心凡可斯道/Chemin des Franques, Parc  
Technologique des Fontaines, 38190 Bernin, France

國 籍：(中文/英文)

法國/France

## 三、發明人：(共 五 人)

姓 名：(中文/英文) ID :

派翠克雷納德/Patrick REYNAUD

國 籍：(中文/英文)

法國/Franch

姓 名：(中文/英文) ID :

艾瑞克尼瑞/Eric NEYRET

國 籍：(中文/英文)

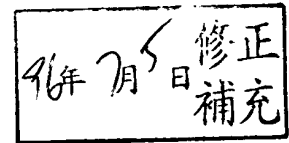
法國/Franch

姓 名：(中文/英文) ID :

丹尼爾迪波瑞/Daniel DELPRAT

國 籍：(中文/英文)

法國/Franch



姓 名：(中文/英文) ID :

奧雷格肯納求克 /Oleg KONONCHUK

國 籍：(中文/英文)

法國/Franch

姓 名：(中文/英文) ID :

麥克史汀可/ Michael STINCO

國 籍：(中文/英文)

法國/Franch

#### 四、聲明事項：

☐ 主張專利法第九十四條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 主張專利法第一百零八條準用第二十七條第一項國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

1. 歐州專利局，2006年3月14日，申請案號：EP06290421

2.

☐ 無主張專利法第一百零八條準用第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第一百零八條準用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】

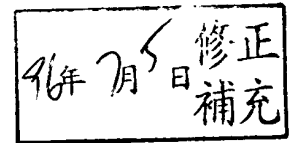
法國/Franch

姓 名：(中文/英文) ID :

丹尼爾迪波瑞/Daniel DELPRAT

國 籍：(中文/英文)

法國/Franch



姓 名：(中文/英文) ID :

奧雷格肯納求克 /Oleg KONONCHUK

國 籍：(中文/英文)

法國/Franch

姓 名：(中文/英文) ID :

麥克史汀可/ Michael STINCO

國 籍：(中文/英文)

法國/Franch

#### 四、聲明事項：

☐ 主張專利法第九十四條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 主張專利法第一百零八條準用第二十七條第一項國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

1. 歐州專利局，2006年3月14日，申請案號：EP06290421

2.

☐ 無主張專利法第一百零八條準用第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第一百零八條準用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】

## 九、申請專利範圍

1. 一種製作複合材料晶圓之方法，尤其是製作絕緣體上矽形式的晶圓，其步驟包含：

- a) 提供一初始施體底材(1)；
- b) 在初始施體底材(1)上形成一絕緣層(5)；
- c) 在初始施體底材(1)中形成一預設分離區域(7)；
- d) 將初始施體底材(1)附接至一處理底材(9)上；
- e) 在預設分離區域(7)之處分離施體底材(1)，因此將初始施體底材(1)之一層(15)轉移至處理底材(9)上，以形成一複合材料晶圓(11)；且

其特徵在於

其更包含至少一快速熱處理步驟，用以在初始施體底材(1)及/或施體底材(1)之其餘部份(13)之中，尤其是利用排解方式而至少局部地減少氧凝結物及/或晶核。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中施體底材(1)之其餘部份(13)係作為初始施體底材(1)而重新使用，且其中在第一次或更進一步的熱處理步驟執行之前，步驟 b)至e) 會重複至少一次。

3. 一種再循環一使用過之施體底材的方法，該施體底材係依申請專利範圍第1項之前言中之複合材料晶圓(11) 之製作方法而獲得，其特徵在於

其包含一快速熱處理步驟，用以在初始施體底材(1)及/或施體底材(1)之其餘部份(13)之中，尤其是利用排解方式而至少局部地減少氧凝結物及/或晶核。

4. 如申請專利範圍第1或3項中任一項之至複合材料晶圓之方法，其中該至少一快速熱處理步驟之至少其中之一係為快速熱氧化步驟。

5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中該熱處理是在1150°C和1300°C之溫度範圍內進行，尤其是在1200°C和1250°C之溫度範圍內進行。

6. 如申請專利範圍第5項之方法，其中熱處理係進行15秒至5分鐘，尤其是進行30秒至2分鐘，或是在使用批次回火形式爐具以進行

快速熱氧化步驟的情況下進行1分鐘至5小時。

7. 如申請專利範圍第4項之方法，其中快速熱氧化步驟是在具有5%至100%之氧濃度，及/或5至20 l/min，尤其是10 l/min供氧率的空氣中進行。

8. 如申請專利範圍第4項之製作複合材料晶圓之方法，其中快速熱氧化步驟是在步驟 a)和b) 之間及/或在步驟 e)之後執行。

9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中，在快速熱氧化處理期間，在初始施體底材(1)或該施體底材(1)之其餘部份(13)上形成厚度為50 Å 至 500 Å 範圍之一層氧化物層(3)。

10. 如申請專利範圍第4項之製作複合材料晶圓之方法，其在步驟e)和步驟f) 之後更包含在施體底材(1)表面的分離發生處之拋光，且其中該快速熱氧化步驟是在步驟f)之前及/或之後執行。

11. 如申請專利範圍第1或3項中其中一項之製作複合材料晶圓之方法，其中至少一快速熱處理步驟之至少其中之一係為一快速熱回火步驟，其係於無氧空氣中執行。

12. 如申請專利範圍第11項之方法，其中快速熱回火步驟是在氫及/或氬的空氣中進行。

13. 如申請專利範圍第12項之製作複合材料晶圓之方法，其中快速熱回火步驟是在步驟a)和b)之間及/或在步驟e)之後執行，且在其後再進行一拋光步驟。

14. 如申請專利範圍第4項之製作複合材料晶圓之方法，其中，當使用一批次爐具時，快速熱氧化或回火步驟是以至少20°C/s的溫度上升速度進行，尤其是以至少25°C/s的溫度上升速度進行，或是當使用一單一晶圓爐具時，其是以至少30°C/s的溫度上升速度進行，尤其是以至少50°C/s的溫度上升速度進行。