

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：92119525

※ 申請日期：92-07-17

※IPC 分類：H01L 21/265、21/324

壹、發明名稱：(中文/英文)

用以轉移電氣主動薄膜之方法

METHOD FOR TRANSFERRING AN ELECTRICALLY ACTIVE THIN FILM

貳、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 法商·原子能委員會/ COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

2. 法商·蘇泰克公司/SOITEC

代表人：(中文/英文) 1.R. 納吉爾/R. NAGEL 2.修吉 艾瑪紐爾/HUYGHE, EMMANUEL

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 法國巴黎聯邦路 31-33 號/31-33, rue de la Fédération, 75752 PARIS 15ème, FRANCE

2. 法國卡羅里斯席迪克斯·伯尼泉科技公園/Parc Technologique des Fontaines Bernin,
38926 CROLLES CEDEX, FRANCE

國籍：(中文/英文) 1、2. 法國/France

參、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 李·迪西歐西歐/DI CIOCCIO Léa 2. 法伯萊斯·里特里/LETERTRE Fabrice

3. 艾爾薩·修葛納德-伯魯依爾/HUGONNARD-BRUYERE Elsa

住居所地址：(中文/英文)

1. 法國聖依斯莫·奇明迪拉比斯 418 號

418, chemin de Labis, 38330 SAINT ISMER, FRANCE

2. 法國格里諾里·奎強金 33 號/33, quai Jongking, 38000 GRENOBLE, FRANCE

3. 法國福維憂·奇明杜瓦隆/Chmin du Vallon, 13710 FUYEAU, FRANCE

國籍：(中文/英文) 1-3. 法國/ France

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☒ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 法國；2002,07,18；02 09118

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係關於一種移轉電性主動薄膜由一初始基材至
5 一目標基材之方法。

本發明特別可應用於移轉半導體材料薄膜，特別係移
轉碳化矽薄膜。

【先前技術】

發明背景

10 文件FR-A-2 681 472(對應於美國專利第5 374 564號)
教示一種製造半導體材料薄膜之方法。該薄膜首先藉離子
植入而被定界於初始基材。該基材之一面根據預定劑量及
能量使用離子(通常為氫離子)撞擊，來相對於被撞擊面，於
接著基材離子平均穿透深度之深度，形成嵌置之脆變薄膜
15 。基材之被撞擊面隨後調整為與接收基材或加勁件之一表
面作正向連結。然後進行退火，獲得該薄膜與初始基材之
其餘部分分離。如此獲得薄膜黏著於加勁件。此項技術為
眾所周知且已經良好操控。此項技術可獲得電子品質之SOI
基材。

20 該方法經過數次調整之後已經應用於碳化矽半導體，
俾獲得稱作SiCOI之薄膜堆疊，SiCOI係由矽基材連續以氧
化矽薄膜及碳化矽薄膜覆蓋所組成。此項主題可參考文章「
藉智慧型切割法而形成絕緣體上碳化矽」，作者L. Di Cioccio
等人，材料科學與工程，B 46 (1997)，第349至356頁。

於對SiCOI基材進行此等發展之範圍內，曾經研究被移轉之碳化矽薄膜之電阻問題。

被移轉至氧化矽之第一碳化矽薄膜完全喪失其導電性質，初步係由適當劑量所誘導，而變成完全隔離。顯示出
5 導入被移轉薄膜且負責獲得隔離性質之電性補償係關聯至藉由用來進行植入之質子通過材料所形成的植入缺陷。此項主題可參考下列文章：

-「磊晶碳化矽缺陷研究-絕緣體上6H層(SiCOI)」，作者E. Hugonnard-Bruyere等人，微電子工程48(1999)，277至280
10 頁；

-「藉氬離子植入n型4K碳化矽高電阻層」，作者R. K. Nadella等人，應用物理函件70(7)，1997年2月17日，886至888頁；

-「藉離子植入損傷之氮化鎵之電性隔離：實驗與模式
15 」，作者C. Uzan-Saguy等人，應用物理函件，第74卷，第17期，1999年4月26日，2441至2443頁。

獲得碳化矽薄膜移轉所需之高劑量質子，於植入面與平均植入深度間之整個離子路徑，形成植入缺陷的濃度，該植入缺陷由電性觀點視之係作為受體中心。

20 所研究之碳化矽薄膜藉氮摻雜劑所得之n型初始摻雜、或藉鋁摻雜劑所得之例如p型初始摻雜介於 10^{19} 原子/立方厘米至 10^{15} 原子/立方厘米。被摻雜之薄膜係來自於磊晶或來自於基材的本身。單純理由顯示若藉使用之方法導入於被移轉薄膜殘餘補償中心之濃度係高於初始摻雜濃度(施

體中心濃度)，則被移轉的薄膜具有極高阻抗行為(參考E. Hugonnard-Bruyere之文章，引述如前)。

- 此種受體缺陷濃度首先係依據由質子植入形成之植入缺陷濃度決定；其次係依據應用於被移轉薄膜之技術步驟
- 5 去除此項缺陷因而儘可能降低其濃度之能力決定。

由電子觀點視之，包含補償體缺陷之薄導電膜不具有適合製造電子裝置之傳送性質(載子濃度)。此外，迫切要求於藉文件FR-A-2 681 472教示之方法形成SiCOI結構後，被移轉的薄膜可用來製造電子裝置。

- 10 許多團隊已經研究過植入缺陷的產生以及消滅植入缺陷所需條件。由此等研究瞭解用於對碳化矽，某些藉輕質離子如氫形成的植入缺陷即使於高達1500°C之退火溫度仍然穩定，用於高於 2×10^{18} 原子/立方厘米，於約1300°C退火及足以回復其原先之電阻性(參考前文引述E.
- 15 Hugonnard-Bruyere一文)。雖言如此，於此等製造條件下，殘餘電性補償維持高補償。「由龐大碳化矽誘導薄膜分離對氫植體之損傷效應」，作者R. B. Gregory等人，材料研究學會研討會議事錄，第572期，1999年，材料研究學會，第33至38頁，教示於高溫植入可癒合部分缺陷，但無法完全消
- 20 滅缺陷。

顯然藉此項技術移轉之事實，矽基材上之碳化矽薄膜無法應用至目前為止達到的加熱處理，因矽的熔點係於1413°C。

最後以一般方式，即使連結薄膜(或甚至不存在有連結

薄膜)、以及使用矽以外之基材(例如複晶碳化矽)允許進行此項加熱處理假設導入高缺陷濃度及其熱穩定性,如此也不足以回復正確電阻,故不合所需,該種溫度極少用於微電子產業。

- 5 最後,高溫植入難以以產業方式執行,無法完全回復對應於初始摻雜之導電性。

【發明內容】

發明概要

- 為了克服先前技術之缺點,此處提出一種製造方法,
10 其可於支承體上獲得半導體性材料薄膜,因離子植入造成之殘餘電性補償可忽略。

因此本發明之目的為一種移轉一電性主動薄膜由一初始基材至一目標基材之方法,包含下列步驟:

- 經由初始基材之一面進行離子植入,俾相對於該初始
15 基材之被植入面於預定深度,形成一嵌置脆變層,如此一薄膜被定界於該被植入面與該被嵌置面間,

-將該初始基材之被植入面調整為與目標基材之一面作正向連結,

- 於嵌置薄膜高度,分開該薄膜與初始基材其餘部分;
20 -減薄移轉至目標基材之薄膜,

其特徵在於離子植入階段,植入劑量、能量及電流經選擇,讓植入缺陷之連結係低於預定臨限值,結果於減薄之薄膜內部獲得多數受體缺陷,該缺陷可與薄膜之預定電氣性質相容。

離子植入步驟包含植入選自氫及稀有氣體離子。

進行正向連結步驟涉及一種選自透過中間薄膜或不含中間薄膜藉分子黏著連結、藉反應連結、金屬連結、銅焊或藉物種擴散連結之連結。

- 5 另外對薄膜進行植入缺陷之癒合退火。該癒合退火可於薄膜減薄之前或之後進行。

根據本發明方法特別適用於目標基材上獲得SiC、GaAs、GaN、鑽石或InP薄膜。

圖式簡單說明

- 10 經由研讀前文供指示而絕非限制性之說明，以及經由參照附圖，更完整明瞭本發明以及更清楚瞭解本發明之其它優點及特色，附圖中：

-第1圖為略圖表示於被植入之初始基材之受體缺陷之側繪圖，

- 15 -第2圖為略圖表示形成之空位濃度呈初始被植入基材深度之函數。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

- 根據本發明經過移轉且經過減薄之薄膜中之受體缺陷
20 數目係依據被移轉薄膜形成之缺陷側繪圖決定(根據薄膜厚度之缺陷分佈)。該缺陷側繪圖係依據植入能量決定。植入條件(植入能量、植入罩厚度)之選擇有關鍵重要性，因此可界定未來主動薄膜厚度。

發明人獲得結論為，電性補償體缺陷之側繪係與植入

缺陷之側繪成正比。因此透過植入條件的選擇，需要產生一種薄膜，該薄膜於植入後含有至少一區段，該區段之缺陷側繪足夠平坦，讓最終缺陷殘餘濃度係以均勻方式分佈於留下的薄膜。被移轉薄膜之其餘部分，其中缺陷側繪不再平坦，藉減薄而被消除。

根據本發明之經過移轉且經過減薄之薄膜之受體缺陷數目也依據藉質子照射形成之植入缺陷濃度決定。影響缺陷濃度之參數為植入劑量及植入電流。本發明發明人觀察到植入電流可有效形成缺陷。如此於低電流密度植入，允許降低缺陷密度。另一項參數為植入離子劑量。可以顯著方式經由高溫進行植入、或經由執行穿位障效應，而降低初始基材之植入離子劑量。

根據本發明之經過移轉且經過減薄薄膜之受體缺陷數目最終係依據後退火形式(或癒合)處理決定。特別對於碳化矽，某些藉輕質離子如氫形成的植入缺陷可於高達 1500°C 之退火溫度而維持穩定。

根據此項辦法，關鍵重點顯然係在於未來主動膜之界定(換言之於減薄後所得薄膜)。該薄膜完全係由植入離子通道形成之缺陷側繪圖界定，以及由於初始基材斷裂後進行之技術步驟之癒合能力決定。

第1圖為略圖表示於初始植入基材之受體缺陷之側繪圖。y軸表示受體缺陷數目N。x軸表示距植入面(橫座標0)之基材深度z。橫座標 z_1 表示薄膜減薄後厚度，因此獲得具有預定電氣性質之薄膜。

可建立薄膜殘餘電性缺陷側繪與植入期間形成的缺陷側繪間之關聯之實驗法則。植入後側繪藉TRIM軟體以高準確度獲得，因此可模擬離子植入步驟期間元素結晶缺陷的形成(以碳化矽為例，碳及矽之空位)。

5 第2圖為略圖表示形成之空位濃度(以原子/立方厘米表示)呈距離植入面(橫座標0)之基材深度 z 之函數之代表圖。此圖係經由使用TRIM軟體對以 H^+ 離子植入之碳化矽作模擬獲得(植入能180 keV，植入劑量 6.5×10^{16} 離子·立方厘米)。對植入能180 keV而言，平均植入深度 R_p 大於1100奈米。

10 對碳化矽之初始基材以及植入條件進行赫爾效應測定。獲得厚0.5微米碳化矽薄膜之平均受體缺陷殘餘濃度為 4×10^{16} 原子/立方厘米。TRIM模擬指示存在於植入薄膜前0.5微米之缺陷濃度經常性低於 9×10^{20} 原子/立方厘米。該薄膜全部各點之缺陷濃度係低於最高濃度 9×10^{20} 原子/立方厘米。
15 如此表示根據本發明方法結束時，殘餘缺陷終濃度經常性低於 9×10^{20} K。經由電性測量獲得全部薄膜之平均濃度，可估計所形成之物理缺陷與殘餘電性缺陷間之關聯係數 K ：

$$K = 4 \times 10^{16} / 9 \times 10^{20} = 4.5 \times 10^{-5}$$

20 具有關係式 $C_f = K \times C_i$

C_i 為一次植入缺陷之平均濃度係依據對材料進行植入之方式決定(換言之植入側繪決定)。 C_f 為於移轉及退火後，薄膜之最終電性缺陷平均濃度。 K 為退火步驟(缺陷癒合)關聯之比例係數。

用於經由厚度小於50奈米之氧化矽層於碳化矽進行氫植入而未蓄意加熱，對能量180 keV，劑量 6.5×10^{16} 原子/立方厘米以及移轉後薄膜之最大加熱處理為1350°C經歷48小時而言，係數K約等於 4.5×10^{-5} 。如此表示採用之方法可
5 減少形成之缺陷濃度達 2.25×10^4 因數。

發明人現在說明根據本發明方法之具體實施例，可獲得移轉後之碳化矽薄膜，終厚度係小於或等於0.5微米。

單晶碳化矽初始基材之平坦面以機械方式及化學方式拋光。於基材之拋光面上於預定摻雜濃度(例如 10^{17} 雜質原子/立方厘米)藉磊晶生長碳化矽薄膜。該步驟唯有於希望移轉摻雜低於基材之最終摻雜且有較佳結晶品質之薄膜時才需要。磊晶生長薄膜可接受機械拋光或機械/化學拋光，俾獲得允許分子黏著之表面。然後進行加熱氧化，俾獲得厚
10 50奈米之氧化物薄膜。變化方法包含沉積氧化物不超過50
15 奈米厚度。

初始基材之氧化面於180 keV能量以及 6.5×10^{16} 原子/立方厘米劑量接受氫植入，俾形成脆變薄膜定界欲被移轉的薄膜。經由於高溫植入氫，可以顯著方式降低此定界劑量。例如於植入溫度約650°C，臨界劑量由 6.5×10^{16} 降至約
20 4.5×10^{16} 原子/立方厘米。進行該植入，俾於碳化矽薄膜之前500奈米產生低於 9×10^{20} 原子/立方厘米之模擬濃度。

如同存在於目標基材之氧化物表面，被植入之氧化物表面經過清潔。然後該等表面例如藉機械/化學拋光而特異性活化。如此處理後之表面藉分子黏著而連結。

然後經由脆變區段層面，激發初始基材內部的斷裂，而進行經過定界薄膜的移轉。斷裂可藉適當加熱處理獲得。

移轉至目標基材上之薄膜於極高溫度(1350°C)退火。氧化退火可以控制方式藉氧化耗用碳化矽薄膜，外滲存在於
5 薄膜上之氫，以及癒合植入缺陷。退火時間例如可癒合植入缺陷。退火時間可為48小時。

然後進行碳化矽薄膜之解除氧化。

然後藉離子束蝕刻或藉熱氧化將薄膜減薄，俾調整薄膜至(小於0.5微米)之預定厚度。該步驟可於於極高溫之退
10 火步驟之前進行。

根據本發明方法可應用至任一種希望藉智慧型切割法移轉之材料，但該材料後來造成電子問題(例如SiC、GaAs、InP、GaN、鑽石)。

除了透過中間氧化物膜之分子黏著以外之其它連結方法也可使用：不含中間薄膜之分子黏著、藉反應連結、金屬連結、銅焊或藉物種擴散連結。離子植入可使用氫以外之物種，例如使用氮進行。
15

【圖式簡單說明】

-第1圖為略圖表示於被植入之初始基材之受體缺陷之
20 側繪圖，

-第2圖為略圖表示形成之空位濃度呈初始被植入基材深度之函數。

【圖式之主要元件代表符號表】

(無)

伍、中文發明摘要：

本發明係有關一種移轉一電性主動薄膜由一初始基材至一目標基材之方法，包含下列步驟：

-經由初始基材之一面進行離子植入，俾相對於該初始基材之被植入面於預定深度，形成一嵌置脆變層，如此一薄膜被定界於該被植入面與該被嵌置面間；

-將該初始基材之被植入面調整為與目標基材之一面作正向連結；

-於嵌置薄膜高度，分開該薄膜與初始基材其餘部分；

-減薄移轉至目標基材之薄膜。

於離子植入階段，植入劑量、能量及電流經選擇，讓植入缺陷之連結係低於預定臨限值，結果於減薄之薄膜內部獲得多數受體缺陷，該缺陷可與薄膜之預定電氣性質相容。

無圖。

陸、英文發明摘要：

The invention concerns a method for transferring an electrically active thin film from an initial substrate to a target substrate, comprising the following steps:

- ion implantation through one face of said initial substrate in order to create a buried, embrittled film at a determined depth in relation to the implanted face of the initial substrate, a thin film thus being delimited between the implanted face and the buried face;

- bringing the implanted face of the initial substrate into positive connection with a face of the target substrate;

- separating the thin film from the remainder of the initial substrate at the level of the buried film;

- thinning down the thin film transferred on the target substrate.

The implantation dosage, energy and current are chosen, during the ion implantation stage, so that the concentration in implantation defects is less than a determined threshold, resulting in, within the thinned down thin film, a number of acceptor defects that is compatible with the desired electrical properties of the thin film.

No figure.

柒、指定代表圖：

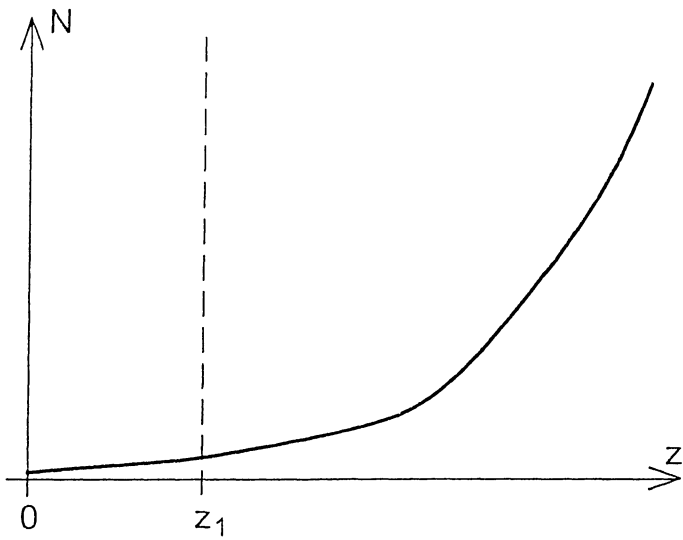
(一)本案指定代表圖為：第 () 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

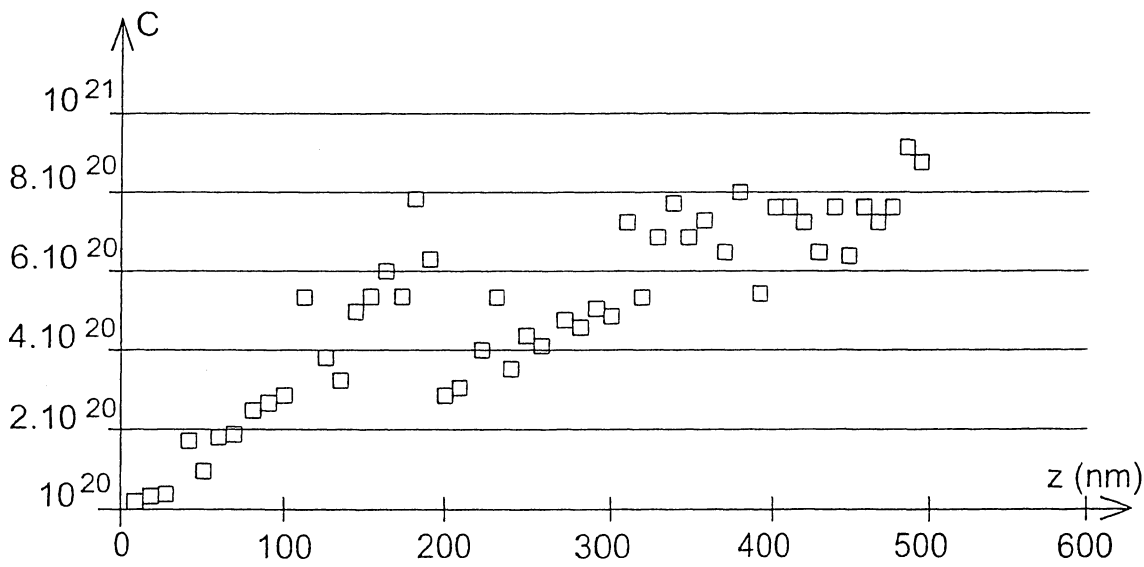
(無)

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)



第 1 圖



第 2 圖

第92119525號 專利申請案 申請專利範圍修正本94年5月20日

拾、申請專利範圍：

1. 一種移轉一電性主動薄膜由一初始基材至一目標基材之方法，包含下列步驟：
 - 5 -經由初始基材之一面進行離子植入，俾相對於該初始基材之被植入面於預定深度，形成一嵌置脆變層，如此一薄膜被定界於該被植入面與該被嵌置面間，
 -將該初始基材之被植入面調整為與目標基材之一面作正向連結，
 - 10 -於嵌置薄膜高度，分開該薄膜與初始基材其餘部分；
 -減薄移轉至目標基材之薄膜，
 其特徵在於離子植入階段，植入劑量、能量及電流經選擇，讓植入缺陷之連結係低於預定臨限值，結果於
15 減薄之薄膜內部獲得多數受體缺陷，該缺陷可與薄膜之預定電氣性質相容。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其特徵在於該離子植入步驟包含植入選自下列物種之離子：氫及稀有氣體。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其特徵在於該進行正向
20 連結步驟涉及一種選自透過中間薄膜或不合中間薄膜藉分子黏著連結、藉反應連結、金屬連結、銅焊或藉物種擴散連結之連結。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其特徵在於對薄膜進行植入缺陷之癒合退火。

5. 如申請專利範圍第4項之方法，其特徵在於該癒合退火係於薄膜減薄步驟之前進行。
6. 如申請專利範圍第4項之方法，其特徵在於該癒合退火係於薄膜減薄步驟之後進行。