

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96115470

※申請日期：96年05月01日

※IPC分類：H01L 21/316, 27/12

(2006.01)

一、發明名稱：

(中) 半導體基底之製造方法

(英) Method of producing semiconductor substrate

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 勝高股份有限公司
(英) SUMCO CORPORATION

代表人：(中) 1. 重松健二郎
(英) 1. SHIGEMATSU, KENJIRO

地 址：(中) 日本國東京都港區芝浦一丁目二番一號
(英) 2-1, Shibaura 1-chome, Minato-ku, Tokyo 105-8634 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 4 人)

1. 姓 名：(中) 村上賢史
(英) MURAKAMI, SATOSHI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 森本信之
(英) MORIMOTO, NOBUYUKI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 西畑秀樹
(英) NISHIHATA, HIDEKI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

4. 姓 名：(中) 遠藤昭彥
(英) ENDO, AKIHIKO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：◎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. 日本 ; 2006/05/25 ; 2006-145718 ☒ 有主張優先權

(英) JAPAN

四、聲明事項：◎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. 日本 ; 2006/05/25 ; 2006-145718 ☒ 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明關於經由層壓處理之製造半導體基底的方法，較特別地關於在埋藏式氧化物膜之厚度為薄的狀態下經由層壓處理之半導體基底的製造方法。

【先前技術】

最近，使用具有矽層或所謂 SOI 層形成於氧化物膜上之 SOI 結構的半導體基底做為電子裝置中高性能 LSI 晶圓，因其適於裝置的提速且電力消耗低及耐壓性、環境耐性等卓越。

關於半導體基底的製造方法，存在已知所謂的 SIMOX 方法，其中以高濃度氧離子植入矽晶圓，接著以高溫實施熱處理，以於其中形成氧化物膜，及一種稱為層壓處理的方法。在該層壓處理中，氧化物膜形成於形成 SOI 層之主動層的晶圓及支撐基底的晶圓中至少一項之上，且二晶圓經由氧化物膜而彼此層壓，及之後薄化主動層的晶圓以產生半導體基底，其中 SOI 層形成於做為絕緣膜的埋藏式氧化物膜之上。

此外，層壓處理可區分為研磨拋光法、PACE（電漿輔助化學蝕刻）法、離子植入剝離法（其亦稱為 Smart Cut（註冊商標）法）、ELTRAN 法等。其間，由於主動層之結晶性佳、主動層之厚度均勻性佳、表面之平坦性佳等優點，通常使用離子植入剝離法。

(2)

經由剝離處理之半導體基底的製造程序顯示於圖 1 中。即，事先提供主動層的晶圓 1 及支撐基底的晶圓 2（步驟（a）），且氧化物膜 3 形成於該二晶圓至少之一（所描繪實施例中主動層的晶圓 1）之上（步驟（b）），且接著將氫離子（或惰性氣體離子）植入主動層的晶圓 1，以形成主動層之晶圓 1 內部的離子植入層 4（步驟（c））。之後，主動層之晶圓 1 的離子植入面經由氧化物膜 3 層壓至支撐基底的晶圓 2（步驟（d）），並實施剝離熱處理以於做為分離面（剝離面）之離子植入層部分剝離主動層的該晶圓 1（步驟（e）），且接著實施再氧化處理以移除主動層表面上所形成的損害層（步驟（f）），接著經由移除最後氧化物膜的步驟（g）實施平面化處理以製造半導體基底 7，其中矽層 6 係形成於埋藏式氧化物膜 5 之上。

最近，需要產生具較高品質結合半導體裝置之較高整合的 SOI 晶圓，因而關於層壓晶圓，愈加需要使埋藏式氧化物膜變薄，例如約 20nm 的厚度，或不使用氧化物膜而彼此直接層壓矽晶圓。

當藉薄化埋藏式氧化物膜而製造層壓晶圓或經由離子植入剝離處理而未形成氧化物膜時，主動層的晶圓及支撐基底的晶圓藉薄化將形成於其中任一晶圓上之氧化物膜或不形成氧化物膜而彼此層壓。

然而，在具薄氧化物膜，包括未形成埋藏式氧化物膜之狀況的層壓晶圓的製造中，當層壓後實施剝離熱處理時，便於支撐基底的晶圓與氧化物膜之間產生氣泡，或存在

(3)

自氧化物膜延伸至主動層所產生的空隙。

即，在經由層壓處理之半導體基底的傳統製造中，可於層壓介面上產生例如氣泡或空隙之缺陷。特別是，該些氣泡或空隙缺陷傾向於隨著存在於兩半導體晶圓之間埋藏式氧化物膜的厚度變薄而頻繁產生，其在具薄氧化物膜或不具氧化物膜之層壓半導體基底的製造中成為嚴重的問題。

當存在於兩半導體晶圓之間埋藏式氧化物膜的厚度變薄時，關於氣泡或空隙之頻繁產生的措施，JP-A-2004-259970 提出增加主動層之晶圓的厚度，以增加主動層的厚度藉以提昇主動層的硬度。

然而，當主動層之厚度變厚時，若埋藏式氧化物膜的厚度為薄的，便自然發生氣泡或空隙。而且，當主動層的薄化促進時，為提昇硬度，主動層的厚度便於中間步驟變厚，其需要後續薄化工作中的大量勞動，並引發品質惡化。即，當主動層的厚度於中間步驟為厚的時，為獲得主動層的最後厚度，便需要藉熱氧化 + 氧化物膜的移除的處理，或藉研磨或拋光處理而實施主動層的薄化。在之後的狀況，隨著處理量（氧化量、蝕刻量、研磨或拋光量）增加，便破壞了主動層的厚度均勻性。

【發明內容】

因而，本發明的一個目標是提供一種在具較傳統氧化物膜薄之氧化物膜厚度的層壓晶圓中抑制例如空隙或氣泡

(4)

之缺陷發生的方法。

發明者已針對當氧化物膜之厚度為薄的之層壓晶圓的製造中常產生例如空隙或氣泡之缺陷的原因進行各式研究，並發現下列知識。

即，空隙或氣泡的產生係由於植入主動層的氫離子於剝離熱處理中擴散至層壓介面中以形成氫氣，此使得主動層之晶圓與支撐基底之晶圓之間的鍵結力變弱。若形成於主動層之晶圓中氧化物膜為厚的，由於氫離子之植入中植入能量變大，使得引發一種現象即氫離子自氧化物膜噴濺氧，因而將氧植入主動層中。

當主動層之晶圓被層壓至支撐基底之晶圓並接著實施剝離熱處理時，新近揭露植入主動層的氧阻止氫離子以抑制氫擴散進入層壓介面，因而發生例如空隙或氣泡之缺陷。此外，已揭露當將適當量的氧植入主動層時，主動層的晶圓便變硬並亦用於抑制空隙或氣泡的發生。

相反地，當形成於主動層之晶圓上的氧化物膜變薄以使埋藏式氧化物膜的厚度薄化時時，或當將形成之氧化物膜的厚度於圖 1 之步驟（b）中變薄時，於後續步驟（c）中藉氫離子植入而噴濺並植入主動層之氧的濃度變小，因而無法控制剝離熱處理中氫的擴散，而產生例如空隙或氣泡之缺陷。

依據上述知識，發明者於氧化物膜的厚度變小時針對可將適當氧劑量植入主動層的方法實施各式調查。

首先，發明者於上述藉各項因子氧抑制氫擴散的效果

(5)

檢查中採用下列方程式 (I) :

$$N_D = N_{HO} + N_{IO} + N_{ID} \dots \dots (I)$$

其中 N_D : 產生抑制氫擴散之效果的總因子數 ,

N_{HO} : 經由氫離子植入而導入主動層的氧 ,

N_{IO} : 經由氫以外離子植入而導入主動層的氧 ,

N_{ID} : 經由氫以外離子植入而導入主動層的缺陷。

依據上述方程式 (I) , 發明者實施各式狀況並搜尋避免氧化物膜之厚度薄化的狀況下缺陷的最佳狀況。

首先, 當如傳統方法以下列條件植入氫離子, 植入能量: 50 keV 及劑量: 6×10^{16} 原子 s/cm^2 , 至具通常厚度: 150 nm 之氧化物膜的主動層的晶圓時, 從二次離子質譜 (SIMS) 的資料, 不具缺陷的良好產品為 $N_{HO} = 4.2 \times 10^{14}$ 原子 s/cm^2 。而且, 由於未植入氫以外離子, $N_{IO} = 0$ 及 $N_{ID} = 0$, 使其滿足 $N_D > 4.2 \times 10^{14}$ 原子 s/cm^2 。

接著, 考量在改變氧化物膜之厚度的狀況下, 滿足僅藉氫離子植入而獲得良好產品的狀況。

當該狀況為 $N_{HO} = D_H (\text{氫劑量}) \times t_{box} (\text{氧化物膜厚度}) \times K_{HO} (\text{係數}) \dots (II)$ 時, 由 $N_{HO} = 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$, $D_H = 6 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及 $t_{box} = 150 \text{ nm}$, $K_{HO} = 4.2 \times 10^{14} / \{ (6 \times 10^{16}) \times (150 \times 10^{-7}) \} = 4.67 \times 10^2 (/cm)$ 。

從上述方程式 (II) , $D_H (\text{氫劑量})$ 與 $t_{box} (\text{氧化物膜厚度})$ 之間的關係為 $D_H = A \cdot 1/t_{box} A = N_{HO}/K_{HO}$ 。

D_H 及 t_{box} 所配置之關係的結果顯示於圖 2。在該圖中, 當該關係超過氫劑量的上限時, 發生自我剝離, 同時當

(6)

低於下限時，未經由熱處理引發剝離，使其假定氫劑量設定於上限與下限之間。

鑑於上述關係，若其打算將氧化物膜薄化至不超過 50 nm，便難以如圖 2 中所示僅藉氫離子植入而滿足 N_D 。

因而，已發現為滿足 N_D ，需要經由氫以外離子的植入補充氫離子植入未滿足的部分，結果，本發明業已完成。

即，本發明總結如下。

(1) 一種半導體基底的製造方法，其包含下列步驟：於形成矽層之主動層的晶圓上形成具有不大於 50 nm 之厚度的氧化物膜，將氫離子植入該主動層之該晶圓以形成氫離子植入層，植入氫以外離子至該氫離子植入表面端深度較該氫離子植入層淺的位置，經由該氧化物膜層壓該主動層的該晶圓至支撐基底的晶圓，及接著剝離該氫離子植入層之該主動層的該晶圓（第一發明）。

(2) 一種半導體基底的製造方法，其包含於形成矽層之主動層的晶圓上形成具有不大於 50 nm 之厚度的氧化物膜，將氫以外離子植入主動層之晶圓至較該主動層之該晶圓的剝離區淺的位置，將氫離子植入該剝離區以形成氫離子植入層，經由氧化物膜層壓該主動層的該晶圓至支撐基底的晶圓，及接著於該氫離子植入層剝離該主動層的該晶圓（第二發明）。

(3) 依據 (1) 或 (2) 項之半導體基底的製造方法，其中於層壓該主動層的該晶圓及該支撐基底的該晶圓之

(7)

前實施電漿處理。

依據本發明，可直接由矽晶圓經由具較傳統薄之厚度的氧化物膜或不形成氧化物膜而彼此形成之半導體基底，可以穩定的品質且在不引發例如空隙或氣泡之缺陷下產生。

【實施方式】

本發明呈現當半導體基底係經由具較傳統薄之厚度的氧化物膜或不形成氧化物膜而直接由矽晶圓彼此製造時，除了用於剝離主動層之晶圓的氫離子之外，植入氫離子以外離子以噴濺來自氧化物膜所需的氧量及將氧植入主動層，並分別說明具體方法。

在依據圖 3 中所示第一發明的方法中，事先提供主動層的晶圓 1 及支撐基底的晶圓 2（步驟（a）），且氧化物膜 3 形成於主動層的晶圓 1 之上（步驟（b）），及接著將氫離子植入主動層的晶圓 1，以便於主動層的晶圓 1 的內部形成離子植入層 4（步驟（c））。

之後，植入例如氧離子或氫離子之氫以外離子至該氫離子植入表面端深度較該氫離子植入層 4 淺的位置（步驟（d））。當連同氫離子之植入而實施氧離子或氫離子的植入時，該些離子噴濺來自氧化物膜的氧，以便將抑制空隙或氣泡缺陷所需的氧植入主動層。

接著，主動層的晶圓 1 經由氧化物膜 3 而於離子植入端層壓支撐基底的晶圓 2（步驟（e）），並於離子植入層

(8)

4 實施剝離熱處理以部分剝離主動層的晶圓 1 而做為分離面（剝離面）（步驟（f）），且之後實施再氧化處理（步驟（g））、氧化物膜的移除（步驟（h））及平面化處理（步驟（i）），以製造半導體基底 7，其中矽層 6 形成於埋藏式氧化物膜 5 之上。

關於平面化處理，為適於 Ar 或 H₂ 氣體於 1100℃ 以上高溫的處理。

在上述方法中，除了先前步驟中氫離子的植入外，於步驟（d）中特定植入氫以外離子，使得藉該些步驟中充分噴濺的氧而抑制氫於步驟（f）的剝離熱處理中擴散進入層壓介面，以抑制空隙或氣泡的發生，藉此獲得具氧化物膜之薄厚度的半導體基底。

以下詳細說明除了氫離子之植入而以該些離子噴濺來自氧化物膜的氧外，藉實施氧離子或氫離子之植入用於抑制主動層中空隙或氣泡缺陷所需植入氧的狀況。

為經由氫以外離子之植入而使上述方程式（I）中所定義 N_D 滿足 $N_D > 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ ，必須以 N_{IO} （經由氫以外離子植入而導入主動層的氧）及 N_{ID} （經由氫以外離子植入而導入主動層的缺陷）補充 N_{HO} （經由氫離子植入而導入主動層的氧）的不足。

存在 B、P 及 As 做為通常植入晶圓的元素。表 1 中顯示元素離子植入中反衝現象所引發之氧的劑量。圖 4 中顯示每一元素之原子質量與植入每一元素離子之元素中反衝氧原子的比例（反衝比例）之間的關係。該反衝現象意即

(9)

當元素離子經由氧化物膜而植入時，經由植入離子而自氧化物膜所噴濺的氧原子穿透 Si 晶體。

經由圖 4 的結果，某元素的反衝比例 R_z 可以下列方程式 (III) 表示：

$$R_z = 0.0007 \times q_z^{1.325} \dots\dots\dots (III)$$

其中 q_z 為原子質量。

表 1

氧化物膜的厚度：1nm，離子劑量： 1.00×10^{13}

atoms/cm ²			
元素	原子質量	反衝氧原子/植入元素離子	反衝現象所引發的氧濃度
B	11	0.0150	1.50×10^{18}
P	31	0.0680	6.80×10^{18}
As	75	0.1900	1.90×10^{18}

依據方程式 (III) 判斷氫、氧及氬的每一反衝比例如下：

氫： $R_H = 0.0007 (q_H = 1)$

氧： $R_O = 0.0277 (q_O = 16)$

氬： $R_{Ar} = 0.0934 (q_{Ar} = 40)$

當氬離子於氬劑量： 6×10^{16} atoms/cm² 及植入能量：50 keV 下的氬離子植入後植入時，判斷氬離子的植入劑量與氧化物膜的厚度之間的關係，使得方程式 (I) 中所定義 N_D 滿足 $N_D > 4.2 \times 10^{14}$ atoms/cm²。

首先，氬離子之植入中方程式 (I) 表示如下：

(10)

$$N_D = N_{HO} + N_{ArO} + N_{ArD} \dots\dots (I)$$

其中 N_{HO} 、 N_{ArO} 及 N_{ArD} 為

$$N_{HO} = D_H(\text{氬劑量}) \times t_{box}(\text{氧化物膜厚度}) \times k_{HO}(\text{係數}) \dots\dots(II)$$

(其中 $D_H = 6 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及 $k_{HO} = 4.76 \times 10^2 (/cm)$)) ,

$$N_{ArO} = D_{Ar}(\text{氬劑量}) \times t_{box}(\text{氧化物膜厚度}) \times k_{ArO}(\text{係數})$$

(其中 $k_{ArO} = R_{Ar}/R_H \times k_{HO} = 0.0934/0.0007 \times 4.67 \times 10^2 = 6.23 \times 10^4$) 及 $N_{ArD} = D_{Ar}$, 上述方程式 (I) 為 $N_D = N_{HO} + N_{ArO} + N_{ArD} = D_H \times t_{box} \times k_{HO} + D_{Ar} \times t_{box} \times k_{ArO} + D_{Ar} = 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$, 由此氬離子的植入劑量為 $D_{Ar} = (4.2 \times 10^{14} - 6.0 \times 10^{16} \times t_{box} \times 4.67 \times 10^2) / (t_{box} \times 6.23 \times 10^4 + 1)$ 。

同樣地, 當氧離子於氬劑量: $6 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及植入能量: 50 keV 下的氬離子植入後植入時, 判斷氧離子的植入劑量與氧化物膜的厚度之間的關係, 使得方程式 (I) 中所定義 N_D 滿足 $N_D > 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ 。

首先, 氧離子之植入中方程式 (I) 表示如下:

$$N_D = N_{HO} + N_{OO} + N_{OD} \dots\dots (I)$$

其中 N_{HO} 、 N_{OO} 及 N_{OD} 為

$$N_{HO} = D_H(\text{氬劑量}) \times t_{box}(\text{氧化物膜厚度}) \times k_{HO}(\text{係數}) \dots\dots (II)$$

(其中 $D_H = 6 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及 $k_{HO} = 4.76 \times 10^2 (/cm)$

(11)

)) ,

$N_{OO} = D_O$ (氧劑量) $\times t_{box}$ (氧化物膜厚度) $\times k_{OO}$ (係數)

(其中 $k_{OO} = R_O/R_H \times k_{HO} = 0.0277/0.0007 \times 4.67 \times 10^2 = 1.85 \times 10^4$) 及 $N_{OD} = D_O$, 上述方程式 (1) 為 $N_D = N_{HO} + N_{OO} + N_{OD} = D_H \times t_{box} \times k_{HO} + D_O \times t_{box} \times k_{OO} + D_O = 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$, 由此氧離子的植入劑量為 $D_O = (4.2 \times 10^{14} - 6.0 \times 10^{16} \times t_{box} \times 4.67 \times 10^2) / (t_{box} \times 1.85 \times 10^4 + 1)$ 。

在圖 5 中顯示藉氧化物膜之厚度所配置上述氫離子及氧離子的適當植入劑量而獲得的結果。儘管缺陷係藉植入氫離子及氧離子而引發進入主動層，若植入劑量過大，主動層的結晶度損壞且不獲得良好主動層。由此觀點，設定圖 5 中氫離子及氧離子之植入劑量的上限。該上限在氫離子的狀況及氧離子的狀況下實驗地分別為 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及 $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 。

在依據圖 6 中所示第二發明的方法中，事先提供主動層的晶圓 1 及支撐基底的晶圓 2 (步驟 (a)) 。首先，氧化物膜 3 形成於主動層的晶圓 1 之上 (步驟 (b)) ，並將例如氧離子或氫離子之氫以外離子植入主動層的晶圓 1 中，直至較主動層之晶圓 1 的剝離區淺的位置 (步驟 (c)) 。之後，將氫離子植入剝離區中以形成氫離子植入層 4 (步驟 (d)) 。

由於除了氫離子的植入外，實施氧離子或氫離子的植

(12)

入，藉該些離子自氧化物膜噴濺氧，以便將抑制空隙或氣泡缺陷所需的氧植入主動層中。

接著，主動層的晶圓 1 經由氧化物膜 3 於離子植入端層壓至支撐基底的晶圓 2（步驟（e）），並於離子植入層 4 實施剝離熱處理以部分剝離主動層的晶圓 1 而做為分離面（剝離面）（步驟（f）），且之後實施再氧化處理（步驟（g））、氧化物膜的移除（步驟（h））及平面化處理（步驟（i）），以製造半導體基底 7，其中矽層 6 形成於埋藏式氧化物膜 5 之上。

在上述方法中，除了後續步驟的氫離子植入外，特定於步驟（c）植入氫以外離子，使得藉該些步驟中所充分噴濺的氧而抑制氫於步驟（f）的剝離熱處理中擴散進入層壓介面，以抑制空隙或氣泡的發生，藉此獲得具氧化物膜之薄厚度的半導體基底。

甚至在圖 6 中所示的方法中，較佳地以圖 5 中所示較佳範圍內實施氫離子或氧離子的植入。

在圖 3 及 6 中所示任一方法中，較佳地實施電漿處理以於主動層的晶圓 1 與支撐基底的晶圓 2 之間層壓之前提昇層壓介面的黏著力。由於電漿處理具有活化層壓表面及移除附著該表面之有機物質的效果，提昇層壓介面的黏著力以致使空隙或氣泡的減少。此外，並不特別限制電漿處理的狀況，但可藉於氧、氮、氫等氣體中處理晶圓達數十秒而典型地形成類似效果。

(13)

比較範例 1

依據圖 1 中所示方法，藉於主動層之晶圓的表面上形成厚度 150 nm 的氧化物膜並植入氫離子而準備層壓半導體基底，以便達到主動層之晶圓的表面 500 nm 之深度位置的植入劑量（離子植入層）的峰值，且層壓主動層的晶圓至支撐基底的晶圓，並於氫離子植入峰值區（離子植入層）實施剝離熱處理以剝離主動層的晶圓，及接著實施氧化處理並移除氧化物膜與實施平面化處理。

比較範例 2

依據圖 1 中所示方法，藉於主動層之晶圓的表面上形成厚度 20 nm 的氧化物膜並植入氫離子而準備層壓半導體基底，以便達到主動層之晶圓的表面 500 nm 之深度位置的植入劑量（離子植入層）的峰值，且層壓主動層的晶圓至支撐基底的晶圓，並於氫離子植入峰值區（離子植入層）實施剝離熱處理以剝離主動層的晶圓，及接著實施氧化處理並移除氧化物膜與實施平面化處理。

比較範例 3

依據圖 1 中所示方法，藉於主動層之晶圓的表面上形成厚度 20 nm 的氧化物膜並植入氫離子而準備層壓半導體基底，以便達到主動層之晶圓的表面 500 nm 之深度位置的植入劑量（離子植入層）的峰值，並接著將主動層之晶圓與支撐基底之晶圓的表面實施氧電漿處理，及層壓主動

(14)

層的晶圓至支撐基底的晶圓，且於氫離子植入峰值區（離子植入層）實施剝離熱處理以剝離主動層的晶圓，及接著實施氧化處理並移除氧化物膜與實施平面化處理。

發明範例 1（第一發明）

依據圖 3 中所示方法，藉於主動層之晶圓的表面上形成厚度 20 nm 的氧化物膜並植入氫離子而準備層壓半導體基底，以便達到主動層之晶圓的表面 500 nm 之深度位置的植入劑量（離子植入層）的峰值，及進一步植入氧離子，以便達到主動層之晶圓的表面 50 nm 之深度位置的植入劑量的峰值，並在植入二離子後，於離子植入端層壓主動層的晶圓至支撐基底的晶圓，且於氫離子植入峰值區（離子植入層）實施剝離熱處理以剝離主動層的晶圓，及接著實施氧化處理並移除氧化物膜與實施平面化處理。

發明範例 2（第一發明）

依據圖 3 中所示方法，藉於主動層之晶圓的表面上形成厚度 20 nm 的氧化物膜並植入氫離子而準備層壓半導體基底，以便達到主動層之晶圓的表面 500 nm 之深度位置的植入劑量的峰值，及進一步植入氫離子，以便達到主動層之晶圓的表面 50 nm 之深度位置的植入劑量的峰值，並在植入二離子後，於離子植入端層壓主動層的晶圓至支撐基底的晶圓，且於氫離子植入峰值區（離子植入層）實施剝離熱處理以剝離主動層的晶圓，及接著實施氧化處理並

(15)

移除氧化物膜與實施平面化處理。

發明範例 3（第二發明）

依據圖 6 中所示方法，藉於主動層之晶圓的表面上形成厚度 20 nm 的氧化物膜並植入氧離子而準備層壓半導體基底，以便達到主動層之晶圓的表面 50 nm 之深度位置的植入劑量的峰值，及進一步植入氫離子，以便達到主動層之晶圓的表面 500 nm 之深度位置的植入劑量（離子植入層）的峰值，並在植入二離子後，於離子植入端層壓主動層的晶圓至支撐基底的晶圓，且於氫離子植入峰值區（離子植入層）實施剝離熱處理以剝離主動層的晶圓，及接著實施氧化處理並移除氧化物膜與實施平面化處理。

發明範例 4（第二發明）

依據圖 6 中所示方法，藉於主動層之晶圓的表面上形成厚度 20 nm 的氧化物膜並植入氫離子而準備層壓半導體基底，以便達到主動層之晶圓的表面 50 nm 之深度位置的植入劑量的峰值，及進一步植入氧離子，以便達到主動層之晶圓的表面 500 nm 之深度位置的植入劑量（離子植入層）的峰值，並在植入二離子後，於離子植入端層壓主動層的晶圓至支撐基底的晶圓，且於氧離子植入峰值區（離子植入層）實施剝離熱處理以剝離主動層的晶圓，及接著實施氧化處理並移除氧化物膜與實施平面化處理。

(16)

發明範例 5-8

在該些範例中，除了於主動層之晶圓與支撐基底之晶圓之間層壓之前，主動層之晶圓與支撐基底之晶圓的表面實施氧電漿處理外，分別重複發明範例 1-4 中相同程序。此外，電漿處理係在反應室內部以氧氣置換而呈真空狀態後晶圓保持 20 秒的狀況下實施。

相對於因而獲得的半導體基底，缺陷數量係在高密度聚光燈或螢光燈下視覺上測量。結果顯示於表 2 中。如表 2 中所示，當埋藏式氧化物膜為薄的或氧化物膜不存在時，缺陷的發生係在依據本發明的半導體基底中受抑制。此外，由於當事先植入氫離子時，存在於晶圓表面的有機物質易於固定在該晶圓上，為免氣泡的發生，事先植入氫以外離子。更佳地，在植入氫以外離子之後清理晶圓以實施氫離子植入。

(17)

表 2

	氧化物膜的厚度 (nm)	離子植入 1	離子植入 2	電漿處理	缺陷數量 (缺陷 /300 mm 晶圓)
比較範例 1	150	H	-	-	不大於 2
比較範例 2	20	H	-	-	50
比較範例 3	20	H	-	○	30
發明範例 1	20	H	O	-	不大於 10
發明範例 2	20	O	H	-	不大於 2
發明範例 3	20	H	Ar	-	不大於 10
發明範例 4	20	Ar	H	-	不大於 2
發明範例 5	20	H	O	○	不大於 5
發明範例 6	20	O	H	○	不大於 1
發明範例 7	20	H	Ar	○	不大於 5
發明範例 8	20	Ar	H	○	不大於 1

【圖式簡單說明】

圖 1 為一流程圖，顯示藉傳統層壓處理製造半導體基底的程序；

圖 2 顯示獲得良好產品之氬劑量及氧化物膜的厚度範圍；

圖 3 為一流程圖，顯示依據本發明之製造半導體基底的程序；

圖 4 顯示每一元素之原子質量與植入每一元素離子之元素中反衝氧原子的比例之間的關係；

圖 5 顯示氬離子及氧離子的適當植入劑量；及

圖 6 為一流程圖，顯示依據本發明之製造半導體基底的程序。

(18)

【 主 要 元 件 符 號 說 明 】

1、2：晶圓

3：氧化物膜

4：離子植入層

5：埋藏式氧化物膜

6：矽層

7：半導體基底。

五、中文發明摘要

發明之名稱：半導體基底之製造方法

提供一種方法以抑制在具較傳統厚度薄之氧化物膜的層壓的晶圓中例如空隙或氣泡之缺陷的發生，其中將氫離子植入具有不大於 50nm 之厚度的氧化物膜的主動層之晶圓中以形成氫離子植入層，及植入氫以外離子直至該氫離子植入表面端深度較該氫離子植入層淺的位置，且經由該氧化物膜層壓主動層的該晶圓至支撐基底的晶圓，並接著於該氫離子植入層剝離主動層的該晶圓。

六、英文發明摘要

發明之名稱：METHOD OF PRODUCING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

There is provided a method for suppressing the occurrence of defects such as voids or blisters even in the laminated wafer having an oxide film of a thickness thinner than the conventional one, wherein hydrogen ions are implanted into a wafer for active layer having an oxide film of not more than 50 nm in thickness to form a hydrogen ion implanted layer, and ions other than hydrogen are implanted up to a position that a depth from the surface side the hydrogen ion implantation is shallower than the hydrogen ion implanted layer, and the wafer for active layer is laminated onto a wafer for support substrate through the oxide film, and then the wafer for active layer is exfoliated at the hydrogen ion implanted layer.

圖 1

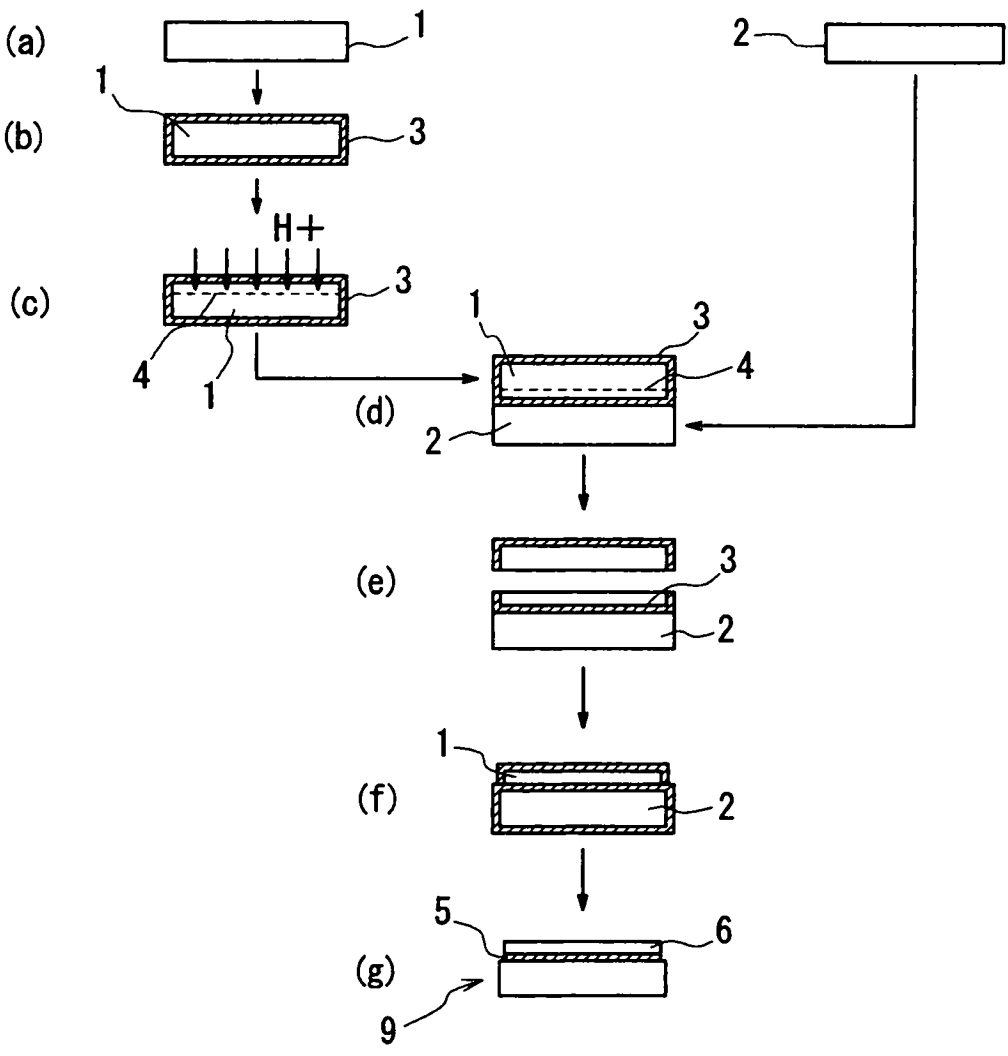


圖2

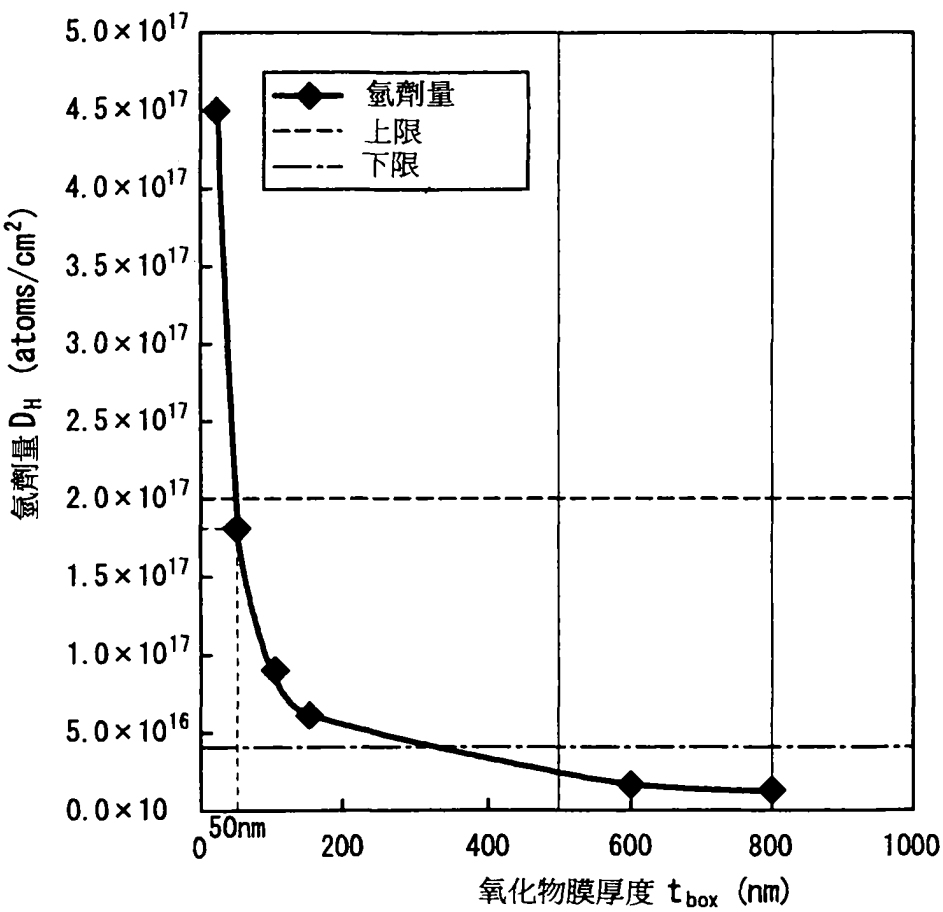


圖3

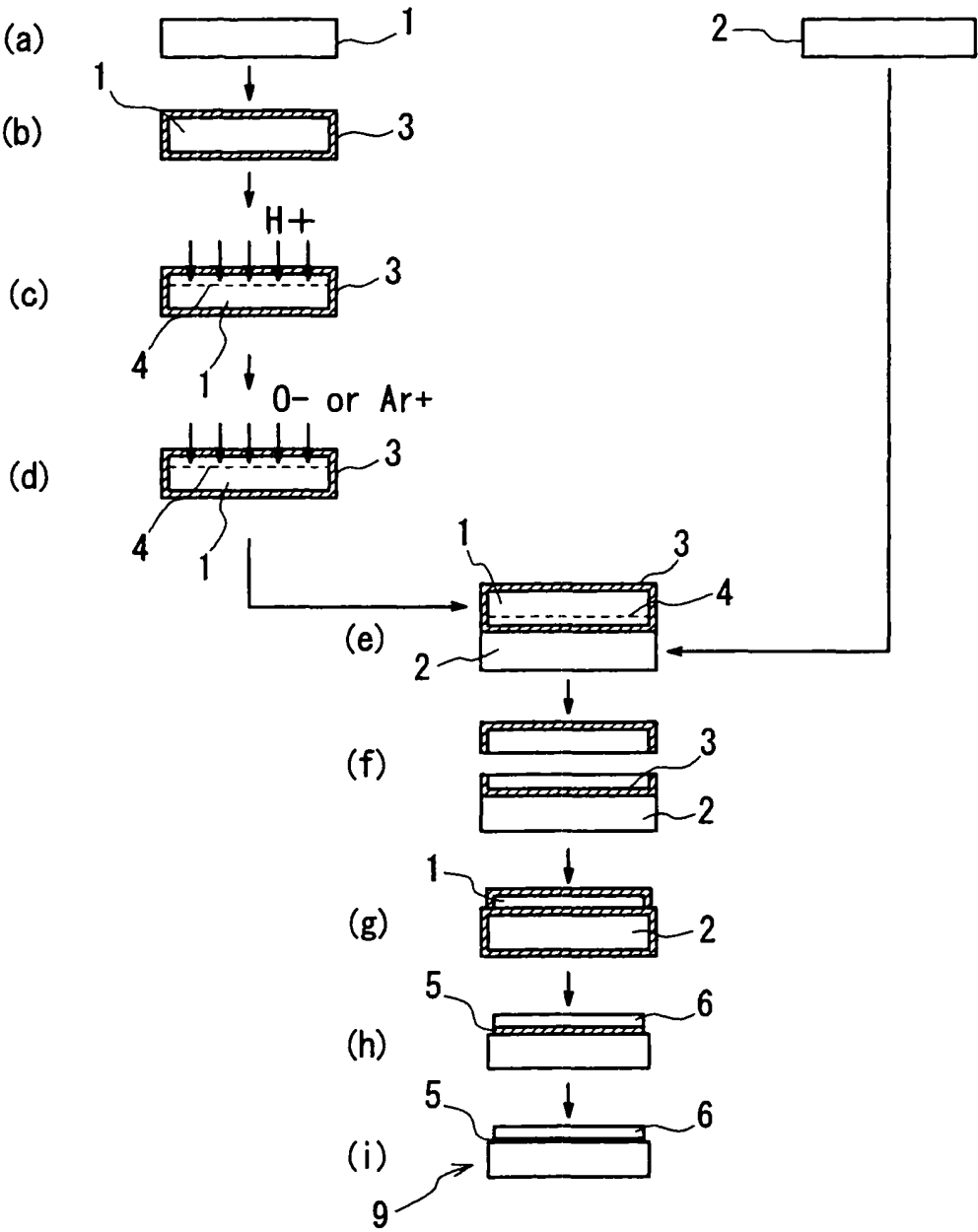


圖 4

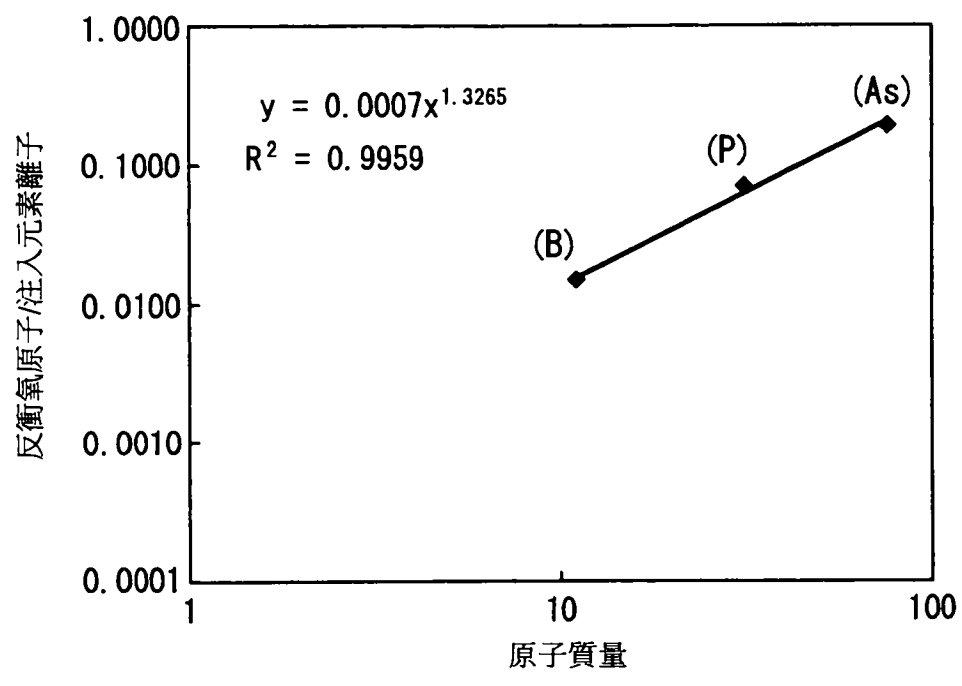


圖5

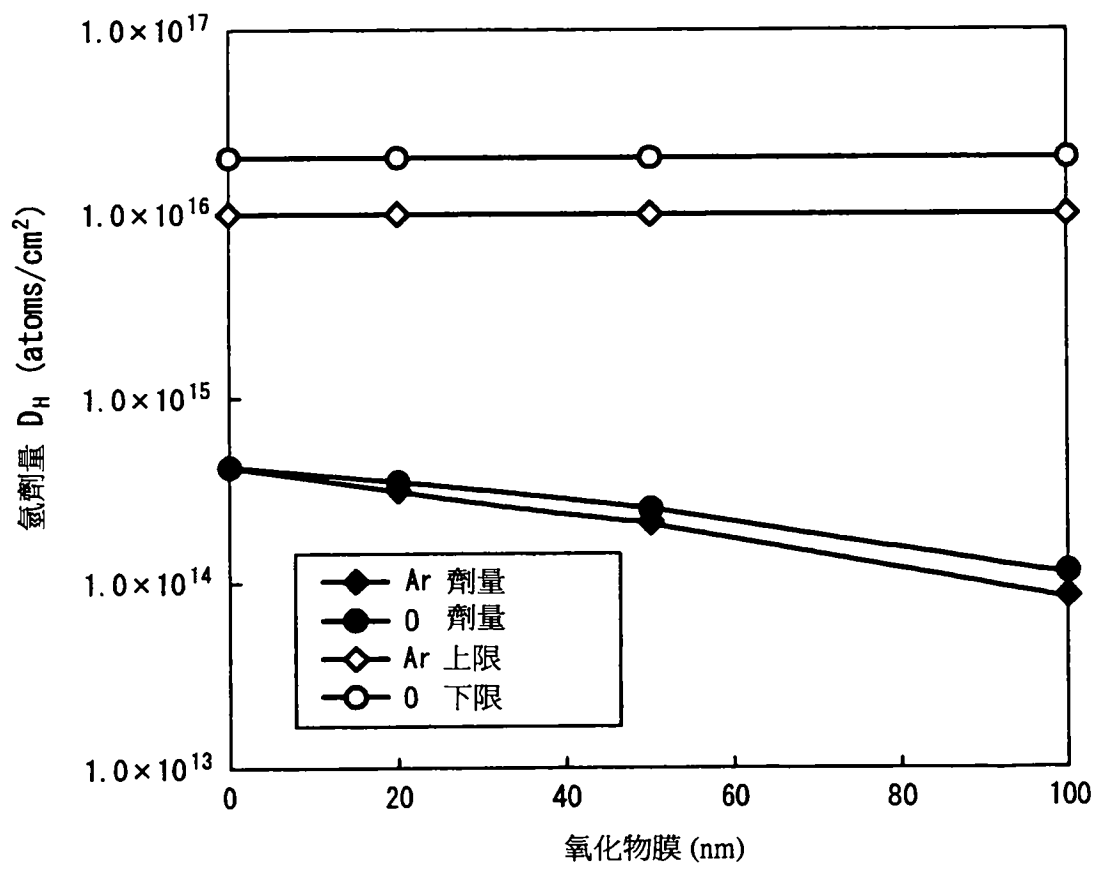
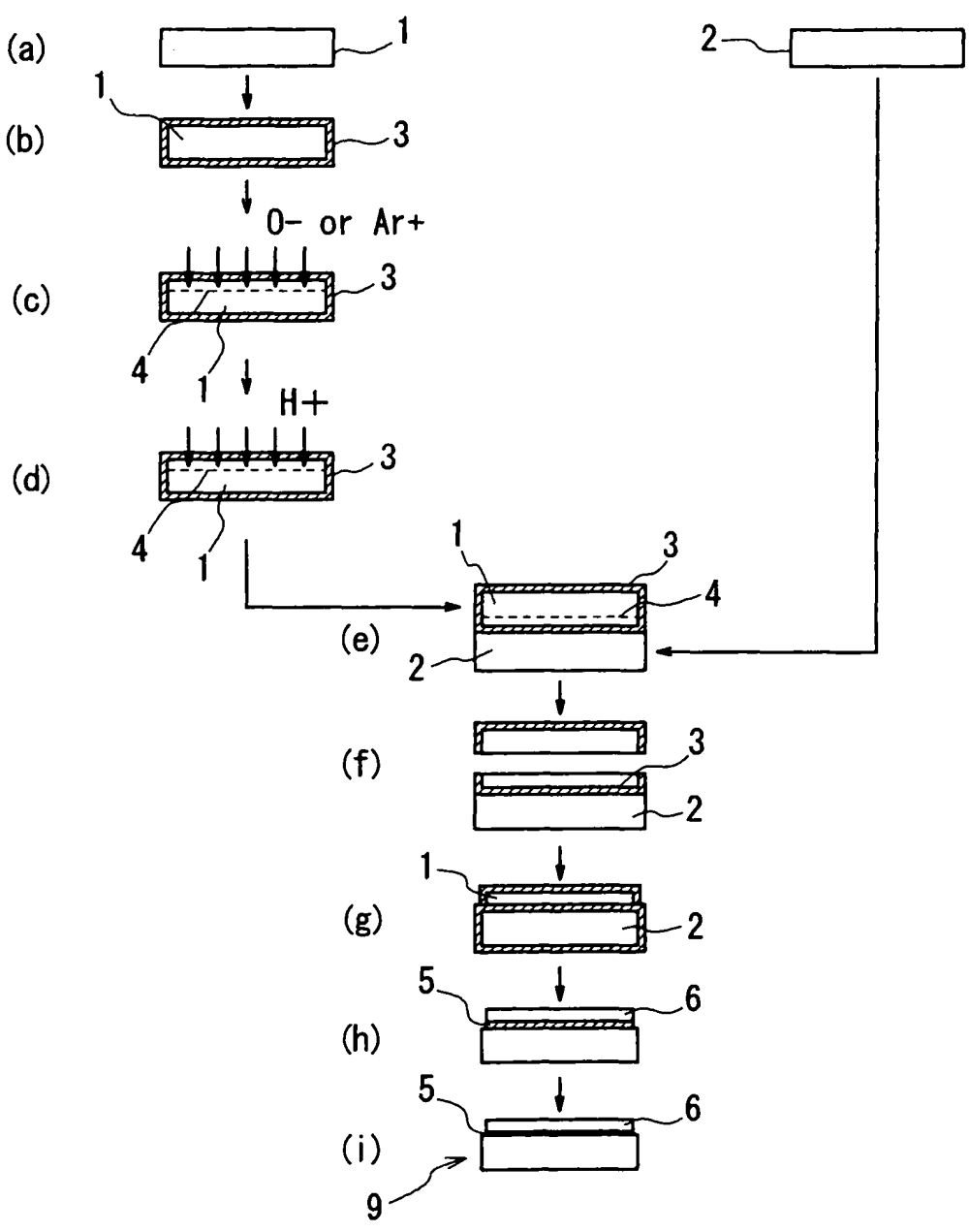


圖6



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (3) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1、2：晶圓

3：氧化物膜

4：離子植入層

5：埋藏式氧化物膜

6：矽層

八、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096115470號專利申請案中文申請專利範圍修正本

民國 100 年 3 月 11 日修正

十、申請專利範圍

1. 一種半導體基底的製造方法，其包含下列步驟：

於主動層的晶圓上形成具有不大於 50nm 之厚度的氧化物膜，其中該晶圓之一表面側上形成一矽層以當作該主動層；

將氫離子植入該主動層之該晶圓以形成氫離子植入層，以自該氧化物膜噴濺第一量的氧 (N_{HO})；

從該表面側植入氫以外離子至較該氫離子植入層淺的深度，以自該氧化物膜噴濺第二量的氧 (N_{IO})，其中該第一量的氧及該第二量的氧係考量由下列方程式 (I) 所表示之產生抑制氫擴散之效果的總因子數 (N_D) 及 N_{ID} 而決定：

$$N_D = N_{HO} + N_{IO} + N_{ID} \dots \dots (I)$$

其中 N_D ：產生抑制氫擴散之效果的總因子數；

N_{HO} ：經由氫離子植入而導入主動層的氧；

N_{IO} ：經由氫以外離子植入而導入主動層的氧；

N_{ID} ：經由氫以外離子植入而導入主動層的缺陷，

$$N_D > 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2 ;$$

經由該主動層的該晶圓上之該氧化物膜層壓該主動層的該晶圓至支撐基底的晶圓；及接著

於該氫離子植入層剝離該主動層的該晶圓。

2. 一種半導體基底的製造方法，其包含：

於主動層的晶圓上形成具有不大於 50nm 之厚度的氧化物膜，其中該晶圓之一表面側上形成一矽層以當作該主動層；

將氫以外離子植入該主動層之該晶圓至較該主動層之該晶圓的剝離區淺的位置；

將氫離子植入該剝離區以形成氫離子植入層；

經由該主動層的該晶圓上之氧化物膜層壓該主動層的該晶圓至支撐基底的晶圓；及接著

於該氫離子植入層剝離該主動層的該晶圓；

其中係執行該將氫以外離子植入以自該氧化物膜噴濺第一量的氧 (N_{IO}) ；

其中係執行該將氫離子植入以自該氧化物膜噴濺第二量的氧 (N_{HO}) ；

其中係在該將氫以外離子植入之後將氫離子植入；

其中該第一量的氧及該第二量的氧係考量由下列方程式 (I) 所表示之產生抑制氫擴散之效果的總因子數 (N_D) 及 N_{ID} 而決定：

$$N_D = N_{HO} + N_{IO} + N_{ID} \dots \dots (I)$$

其中 N_D ：產生抑制氫擴散之效果的總因子數；

N_{HO} ：經由氫離子植入而導入主動層的氧；

N_{IO} ：經由氫以外離子植入而導入主動層的氧；

N_{ID} ：經由氫以外離子植入而導入主動層的缺陷，

$$N_D > 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2。$$

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之半導體基底的製造

方法，其中於層壓該主動層的該晶圓至該支撐基底的該晶圓之前實施電漿處理。