

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：96115469

※申請日期：96年05月01日

※IPC分類：H01L 21/784 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 半導體基底之製造方法

(英) Method for 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) JAPAN2. 姓名：(中) 森本信之
(英) MORIMOTO, NOBUYUKI國籍：(中) 日本
(英) JAPAN3. 姓名：(中) 西畑秀樹
(英) NISHIHATA, HIDEKI國籍：(中) 日本
(英) JAPAN4. 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 ; 2006/05/09 ; 2006-130237 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 ; 2006/05/09 ; 2006-130237 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明關於半導體基底的製造方法，較具體地關於經由不使用氧化物膜而直接彼此層壓矽晶圓之層壓處理的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。特別是，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，因而其愈加需要藉使埋藏式氧化物膜變薄而形成層壓晶圓，例如相較於傳統氧化物膜之約 20nm 的厚度，或不使用氧化物膜而彼此直接層壓矽晶圓。

關於 SOI 結構的半導體基底，存在已知所謂的 SIMOX 方法，其中以高濃度氧離子植入矽晶圓，接著以較高溫度實施熱處理，以於其內部形成氧化物膜，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旋轉支撐基底之支撐基底的晶圓中至少一項之上，且主動層的晶圓經由氧化物膜而層壓至基底的晶圓，且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。

(2)

此外，層壓處理可區分為研磨及拋光處理、PACE（電漿輔助化學蝕刻）處理、離子植入剝離處理（其亦稱為 Smart Cut（註冊商標）處理）、ELTRAN 處理等。其間，鑑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處理。

相對於不使用氧化物膜之矽晶圓彼此直接層壓的狀況，經由離子植入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）），且將氬離子（或惰性氣體離子）植入該些晶圓（所描述實施例中主動層的晶圓 1）中至少一項，以形成主動層之晶圓 1 內部的離子植入層 3（步驟（b））。其次，主動層之晶圓 1 的離子植入面層壓至支撐基底的晶圓 2（步驟（c）），且接著實施剝離熱處理以於做為分離面（剝離面）之該離子植入層 3 部分剝離主動層的該晶圓 1（步驟（d）），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（e）），並實施移除最後氧化物膜 4 的步驟（f），及實施平面化處理以製造半導體基底 6，其中矽層 5 形成於支撐基底的該晶圓 2（步驟（g））。

在經由離子植入剝離處理之層壓晶圓的製造中，藉主動層之晶圓與支撐基底之晶圓彼此層壓且未於二晶圓上形成氧化物膜而實施不形成氧化物膜之晶圓的準備。

然而，當不形成埋藏式氧化物膜而準備晶圓時，若在晶圓層壓後實施剝離熱處理，將於支撐基底的晶圓與主動

(3)

層的晶圓之間產生氣泡或空隙。

即，當以傳統層壓處理而準備半導體基底時，可於層壓介面上產生例如空隙、氣泡之缺陷。該些空隙或氣泡缺陷傾向於隨著存在於兩半導體基底之間埋藏式氧化物膜的厚度變薄而頻繁產生，特別是在不具氧化物膜之層壓半導體晶圓的製造中成為嚴重的問題。

由於空隙或氣泡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，JP-A-2004-259970 提出一措施，其中主動層之晶圓的厚度增加，以增加主動層的厚度並提昇主動層的硬度。

然而，隨著相對於作用層而進行膜薄化，用於提昇中間步驟之硬度的主動層之厚度的厚化需要膜薄化之後續工作中的勞動，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，便需要藉熱氧化及氧化物膜的移除或藉研磨或拋光工作而減少厚度。隨著工作量（氧化量、蝕刻量、研磨或拋光量）增加，便難以使主動層的厚度均勻。

【發明內容】

因而，本發明的一個目標是提供一種在不具氧化物膜之層壓晶圓中抑制例如空隙或氣泡之缺陷發生的方法。

發明者已針對不具氧化物膜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，並發現下列事項。

(4)

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。當形成於主動層之晶圓中氧化物膜為厚的時，由於氫離子之植入中植入能量大，便引發一種現象即氫離子自氧化物膜噴濺氧，以便將氧植入主動層中。

當主動層之晶圓與支撐基底之晶圓被層壓並實施剝離熱處理時，新近發現氧植入主動層阻止氫離子以抑制氫擴散進入層壓介面，因而發生空隙或氣泡之缺陷。此外，已發現將適當劑量的氧植入主動層，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，當未形成埋藏式氧化物膜時，步驟（b）中經由氫離子之植入所噴濺並植入作用層的氧實質上消失，因而無法避免剝離熱處理中氫的擴散，而產生空隙或氣泡缺陷。

依據上述發現，在未形成氧化物膜的狀況下，在可植入主動層之適當劑量的氧或其他元素的方法上實施各式檢查。

首先，發明者於上述藉各項因子氧抑制氫擴散的效果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，

(5)

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)，發明者實施各式實例並搜尋排除無氧化物膜之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： $6 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ ，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 $N_{HO} = 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ 。而且，由於未植入氫以外離子， $N_{IO} + N_{ID} = 0$ ，使其滿足 $N_D > 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ 。

接著，考量當氧化物膜不存在時，滿足僅藉氫離子植入而獲得良好產品的狀況。

當該狀況為 $N_{HO} = D_H (\text{氫劑量}) \times t_{\text{box}} (\text{氧化物膜厚度}) \times K_{HO} (\text{係數}) \dots (\text{II})$ 時， $N_{HO} = 0$ 。

因而，已發現為滿足 $N_D > 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ ，需要採用一些替代機構以發展上述氧的動作，其必非由氫離子植入實施，而是由植入氫以外離子實施，且為本發明已完成的結果。

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：將氫離子植入主動層之表面不具氧化物膜的晶圓以形成氫離子植入層，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，層壓該離子植入端之

(6)

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（第一發明）。

（2）一種半導體基底的製造方法，其包含下列步驟：將氫以外離子植入主動層之表面不具氧化物膜的晶圓直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，層壓該離子植入端之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）一種半導體基底的製造方法，其包含下列步驟：於主動層之晶圓上形成氧化物膜，將氫離子植入該主動層的該晶圓以形成氫離子植入層，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，從該主動層的該晶圓移除該氧化物膜，層壓該離子植入端之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（第三發明）。

（4）一種半導體基底的製造方法，其包含下列步驟：於主動層之晶圓上形成氧化物膜，將氫以外離子植入主動層之表面不具氧化物膜的晶圓直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，從該主動層的該晶圓移除該氧化物膜，層壓該離子植入端之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（第四發明）。

（5）如第（1）至（4）項任一項之半導體基底的製

(7)

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。

依據本發明，可直接由矽晶圓且不使用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空隙或氣泡缺陷下產生。

【實施方式】

本發明呈現當半導體基底係不使用氧化物膜而直接由矽晶圓彼此製造時，植入用於剝離主動層之晶圓的氫以外離子以足以抑制熱剝離中氫離子擴散的劑量植入，並分別說明具體方法。

在依據圖 2 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））。首先，將氫離子植入主動層的晶圓 1 而不形成氧化物膜，以便於主動層的晶圓 1 的內部形成離子植入層 3（步驟（b））。

之後，植入例如氧離子或氫離子之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 3 淺的位置（步驟（c））。經由氧離子或氫離子之植入而植入足以抑制主動層中空隙或氣泡缺陷發生的劑量。

接著，主動層的晶圓 1 於離子植入端層壓支撐基底的晶圓 2（步驟（d）），並於離子植入層 3 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（e）），且之後實施再氧化處理（步驟（f））、氧化物膜 4 的移除（步驟（g））及平面化處理（步驟

(8)

(h))，以製造半導體基底 6，其中矽層 5 形成於支撐基底的晶圓 2 之上。

關於平面化處理，為適於 Ar 或 H₂ 氣體於 1100°C 以上溫度的處理。

在上述方法中，於步驟 (c) 中特定植入氫以外離子，使得藉該離子植入而抑制氫於步驟 (e) 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，並因而不使用氧化物膜而藉矽晶圓彼此直接層壓而獲得半導體基底。

以下詳細說明用於抑制主動層中空隙或氣泡缺陷所需植入氫以外離子的狀況。

即，氫以外離子之劑量源自於植入中氧化物膜之厚度的相關方程式如下。此外，可實驗地判斷上限分別為氫離子的 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及氧離子的 $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 。

在依據圖 3 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，例如氧離子或氫離子之氫以外離子植入主動層的晶圓 1 直至較主動層之晶圓 1 的剝離區淺的位置而不形成氧化物膜 (步驟 (b))。之後，將氫離子植入剝離區以形成氫離子植入層 3 (步驟 (c))。

接著，主動層的晶圓 1 於離子植入端層壓至支撐基底的晶圓 2 (步驟 (d))，並於離子植入層 3 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 (e))，且之後實施再氧化處理 (步驟 (f))、

(9)

氧化物膜 4 的移除 (步驟 (g)) 及平面化處理 (步驟 (h))，以形成半導體基底 6，其中矽層 5 形成於支撐基底的晶圓 2 之上。

在上述方法中，於步驟 (b) 中特定植入氫以外離子，使得藉該離子植入而抑制氫於步驟 (e) 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，並因而不使用氧化物膜而藉矽晶圓彼此直接層壓而獲得半導體基底。

甚至在圖 3 的方法中，較佳地以圖 2 之方法中的相同方式實施氫離子或氧離子的植入。

在依據圖 4 中所示第三發明的方法中，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 7 形成於主動層的晶圓 1 之上 (步驟 (b))，將氫離子植入主動層的晶圓 1 以於主動層的晶圓 1 內部形成離子植入層 3。

之後，將例如氧離子或氫離子之氫以外離子植入直至氫離子植入表面端之深度較氫離子植入層 3 淺的位置 (步驟 (d))。經由氧離子或氫離子之植入，係植入足夠之離子及氧的劑量，以藉由離子本身及該離子所噴濺的氧而抑制主動層中空隙或氣泡缺陷的發生。

接著，藉主要包含例如氫氟酸的蝕刻溶液而使用化學拋光處理 (以下稱為 HF 處理)，完全移除氧化物膜 7 (步驟 (e))，且主動層的晶圓 1 於離子植入端層壓至支撐基底的晶圓 2 (步驟 (f))，並於離子植入層 3 實施

(10)

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（g）），且之後實施再氧化處理（步驟（h））、氧化物膜 4 的移除（步驟（i））及平面化處理（步驟（j）），以形成半導體基底 6，其中矽層 5 形成於支撐基底的晶圓 2 之上。

在上述方法中，除了前一步驟的氫離子植入外，於步驟（d）中特定植入氫以外離子，使得經由該些步驟中該植入離子及足夠噴濺之氧而抑制步驟（e）之剝離熱處理中氫擴散進入層壓介面，以抑制空隙或氣泡的發生，並因而不使用氧化物膜而藉矽晶圓彼此直接層壓而獲得半導體基底。

此處，說明除了氫離子的植入外，經由氧離子或氫離子之植入而自氧化物膜噴濺氧的狀況，以植入以下詳細說明之抑制主動層中空隙或氣泡缺陷所需的氧。

現在，為藉植入氫以外離子而使方程式（1）中所定義 N_D 滿足 $N_D > 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ ，需以 NIO（藉氫以外元素而引發主動層的氧）及 NID（藉植入氫以外離子而引發主動層的缺陷）提昇 NHO（藉氫離子植入而引發主動層的氧）的差額。

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，即當元素離子經由氧化物膜而植入的反衝現象，經由植入離子而自氧化物膜所噴濺的氧原子穿透 Si 晶體。在圖 5 中顯示做為每一原子質量與元素植入中反衝的氧原子對於元素離子

(11)

之比例（反衝比例）之間關係的配置結果。從圖 5 的結果，某元素的反衝比例 R_z 可以下列方程式（III）表示：

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

其中 q_z 為原子質量。

表 1

氧化物膜的厚度：1nm，離子劑量： $1.00 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^2$

元素	原子質量	反衝氧原子／植入元素離子	Si/SiO ₂ : B 之介面的氧濃度
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：

$$\text{氫} : R_H = 0.0007 \text{ (} q_H = 1 \text{)}$$

$$\text{氧} : R_O = 0.0277 \text{ (} q_O = 16 \text{)}$$

$$\text{氬} : R_{Ar} = 0.0934 \text{ (} q_{Ar} = 40 \text{)}$$

當氬離子於氬劑量： $6 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 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 $N_D > 4.2 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ 。

首先，氬離子之植入中方程式（I）表示如下：

(12)

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

其中 N_{HO} 、 N_{ArO} 及 N_{ArD} 為

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

(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：

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

(13)

其中 N_{HO} 、 N_{OO} 及 N_{OD} 為

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

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

$N_{OO} = D_O$ (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 (I) 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 6 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。此外，由於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的事實，所以設定圖 6 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 7 中所示第四發明的方法中，事先提供主動

(14)

層的晶圓 1 及支撐基底的晶圓 2 (步驟 (a))。首先，氧化物膜 7 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 3 (步驟 (d))。

接著，藉使用例如 HF 處理而將氧化物膜 7 完全移除 (步驟 (e))，且主動層的晶圓 1 於離子植入端層壓至支撐基底的晶圓 2 (步驟 (f))，並於離子植入層 3 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 (g))，且之後實施再氧化處理 (步驟 (h))、氧化物膜 4 的移除 (步驟 (i)) 及平面化處理 (步驟 (j))，以製造半導體基底 6，其中矽層 5 形成於支撐基底的晶圓 2 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，使得藉該離子植入及該些步驟中所充分噴濺的氧而抑制氫於步驟 (e) 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，並因而不使用氧化物膜而藉矽晶圓彼此直接層壓而獲得半導體基底。

甚至在圖 7 中所示的方法中，較佳地以圖 6 中所示較佳範圍內實施氫離子或氧離子的植入。

在圖 2、3、4 及 7 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與支撐基底的晶圓之間層壓之前

(15)

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。

比較範例 1

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，且接著於離子植入端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

藉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，而不如圖 1 中所示於主動層的晶圓表面上形成氧化物膜，並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。

(16)

比較範例 3

藉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，而不如圖 1 中所示於主動層的晶圓表面上形成氧化物膜，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 1

依據圖 2 中所示方法，藉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，而不於主動層的晶圓表面上形成氧化物膜，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

依據圖 3 中所示方法，藉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

(17)

的植入劑量的峰值，而不於主動層的晶圓表面上形成氧化物膜，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 3

依據圖 2 中所示方法，藉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，而不於主動層的晶圓表面上形成氧化物膜，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移除氧化物膜與實施平面化處理。

發明範例 4

依據圖 3 中所示方法，藉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，而不於主動層的晶圓表面上形成氧化物膜，及進一步植入氫離子，以便達到主動層之晶圓的表

(18)

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 5

依據圖 4 中所示方法，藉於主動層的晶圓之上形成 20 nm 的氧化物膜而準備層壓半導體基底，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，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，並接著經由 HF 處理而完全移除氧化物膜，及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 6

依據圖 4 中所示方法，藉於主動層的晶圓之上形成 20 nm 的氧化物膜而準備層壓半導體基底，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，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

(19)

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 7

依據圖 4 中所示方法，藉於主動層的晶圓之上形成 20 nm 的氧化物膜而準備層壓半導體基底，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，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，並接著經由 HF 處理而完全移除氧化物膜，及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 8

依據圖 7 中所示方法，藉於主動層的晶圓之上形成 20 nm 的氧化物膜而準備層壓半導體基底，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，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

(20)

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 9-16

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 1-8 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。

在上述範例中，離子植入狀況如下。

氫劑量： $6.0 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及植入能量：50 keV

氧劑量： $1.0 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及植入能量：50 keV

氫劑量： $1.0 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 及植入能量：80 keV

相對於因而獲得的半導體基底，所產生的缺陷數量視覺上測量為高密度聚光燈或螢光燈下缺陷數量的計數。結果顯示於表 2 中。如表 2 中所示，當氧化物膜不存在時，抑制半導體基底中缺陷的發生。

(21)

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	-	H	-	-	50
比較範例 3	-	H	-	○	30
發明範例 1	-	H	O	-	不大於 20
發明範例 2	-	O	H	-	不大於 10
發明範例 3	-	H	Ar	-	不大於 15
發明範例 4	-	Ar	H	-	不大於 5
發明範例 5	20	H	O	-	不大於 10
發明範例 6	20	O	H	-	不大於 2
發明範例 7	20	H	Ar	-	不大於 10
發明範例 8	20	Ar	H	-	不大於 2
發明範例 9	-	H	O	○	不大於 10
發明範例 10	-	O	H	○	不大於 5
發明範例 11	-	H	Ar	○	不大於 10
發明範例 12	-	Ar	H	○	不大於 2
發明範例 13	20	H	O	○	不大於 5
發明範例 14	20	O	H	○	不大於 1
發明範例 15	20	H	Ar	○	不大於 5
發明範例 16	20	Ar	H	○	不大於 1

如表 2 中所示，當首先植入氫離子時，存在於晶圓表面上的有機物質輕易地附著於該晶圓上，並輕易地產生氣泡。因而，較佳地植入氫以外離子，且更佳地於植入氫以外離子之後清理晶圓，並接著植入氫離子。

【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

(22)

底的程序；

圖 2 為一流程圖，顯示依據本發明之製造半導體基底的程序；

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 為一流程圖，顯示依據本發明之製造半導體基底的程序；

圖 5 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 6 顯示氫離子及氧離子的適當植入劑量；及

圖 7 為一流程圖，顯示依據本發明之製造半導體基底的程序。

【主要元件符號說明】

1、2：晶圓

3：離子植入層

4、7：氧化物膜

5：矽層

6：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即使在不具氧化物膜之層壓的晶圓中例如空隙或氣泡之缺陷的發生，其中將氫離子植入主動層之表面不具氧化物膜的晶圓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 FOR 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 no oxide film wherein hydrogen ions are implanted into a wafer for active layer having no oxide film on its surface 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, and then the wafer for active layer is exfoliated at the hydrogen ion implanted layer.

圖 1

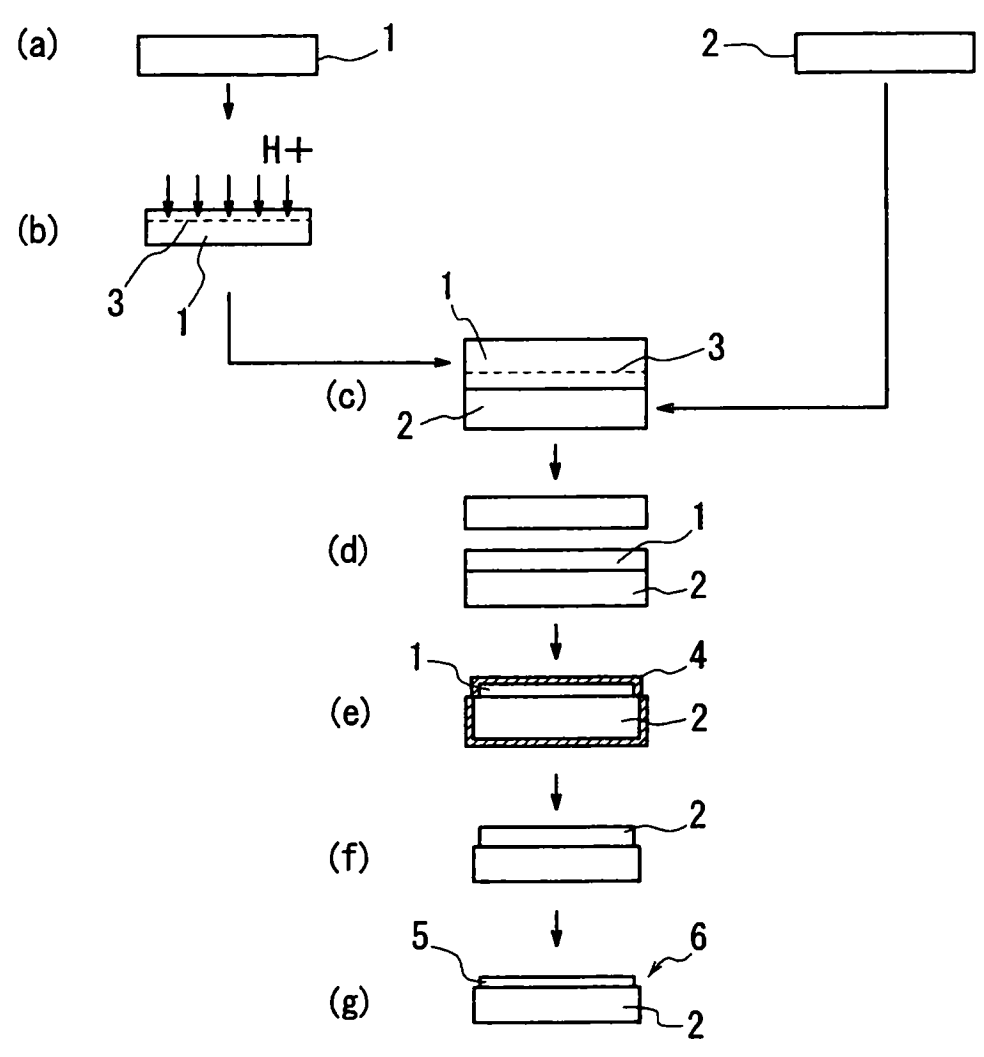


圖 2

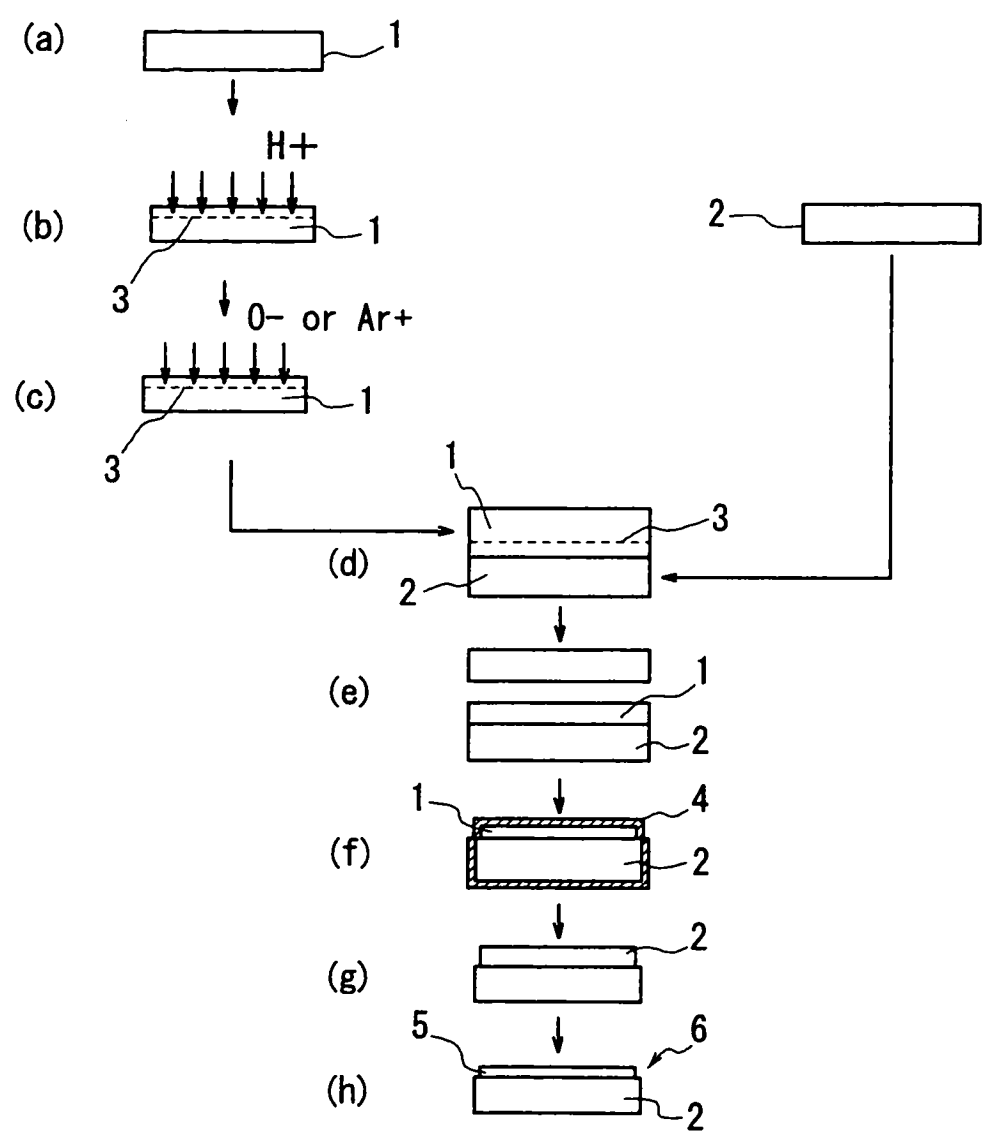


圖3

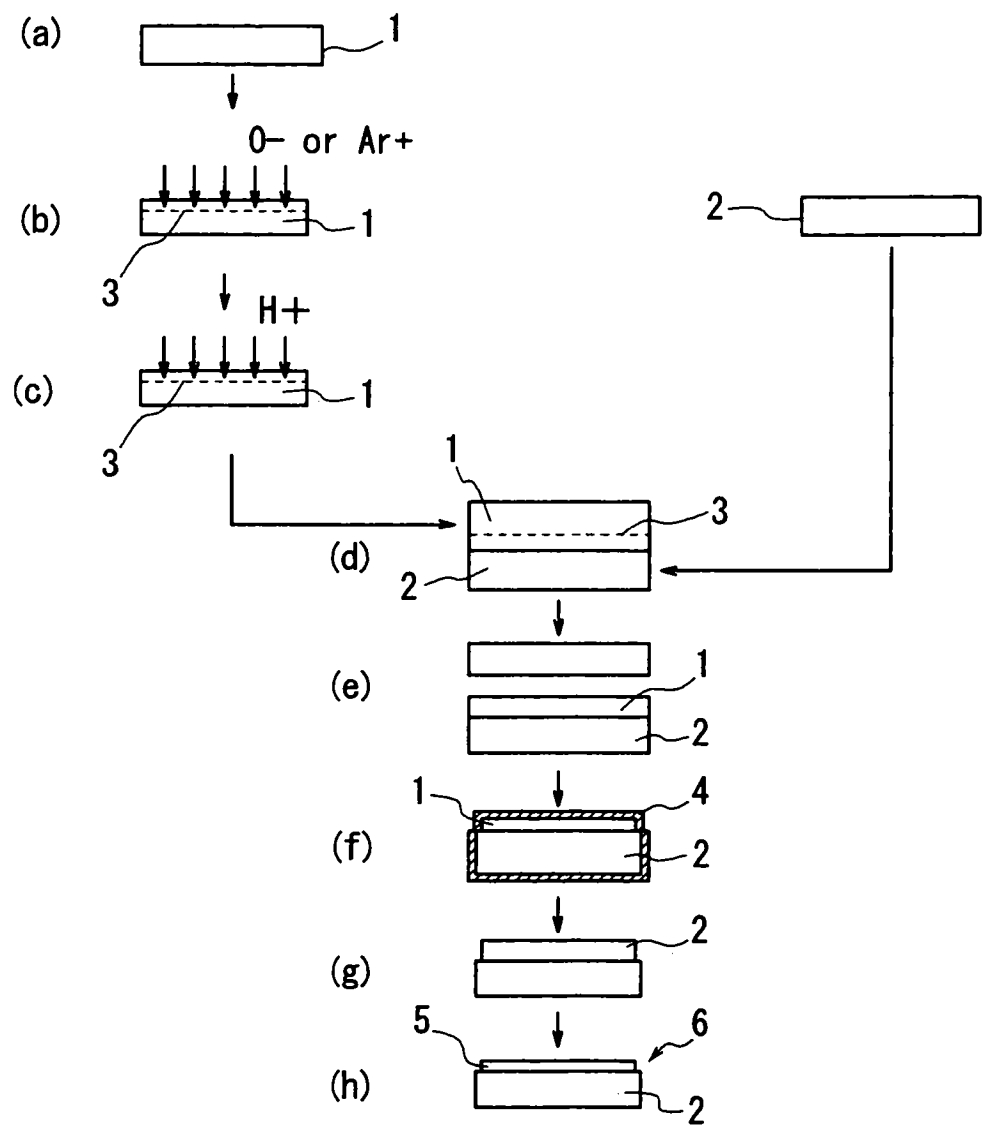


圖 4

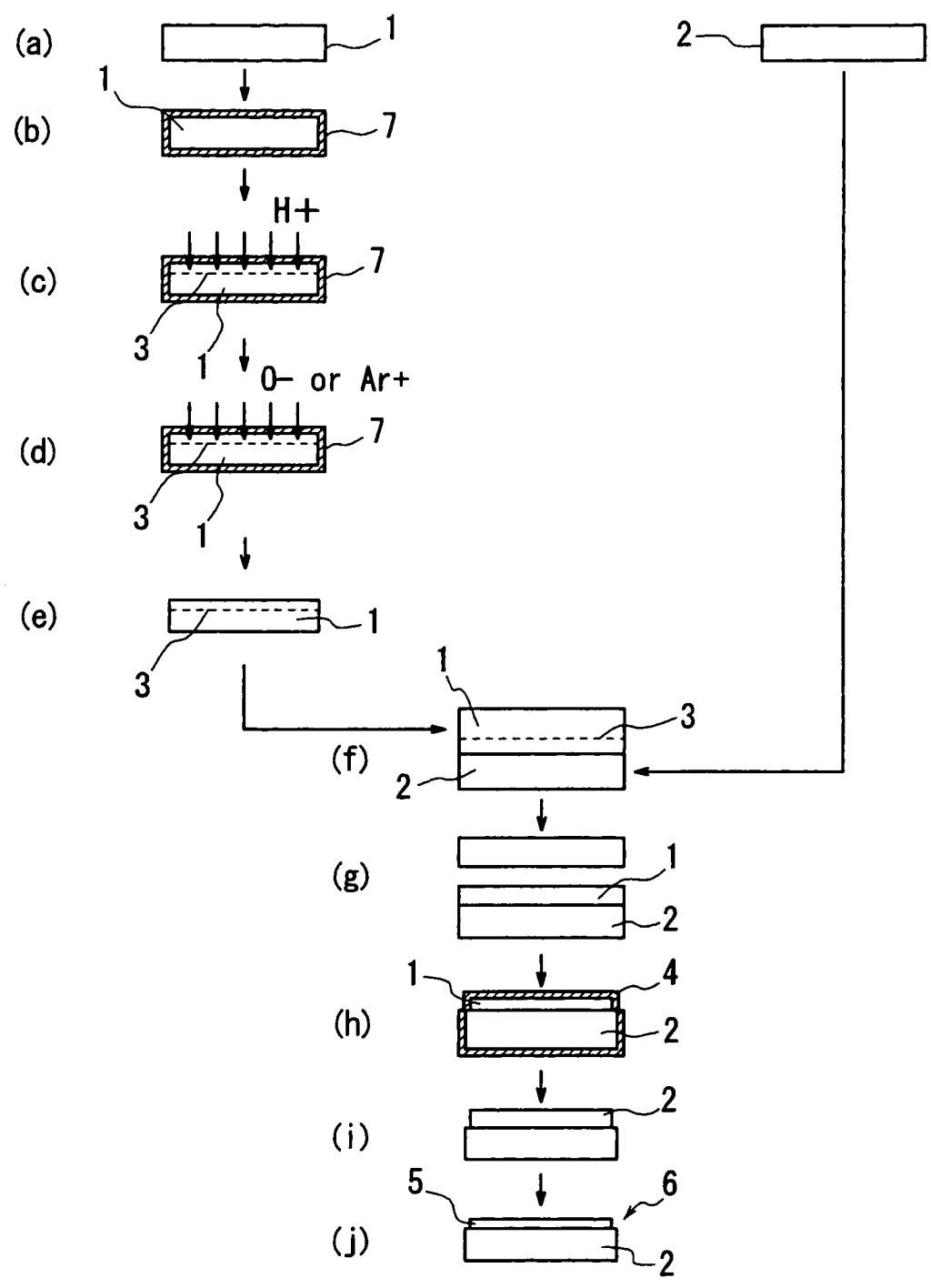


圖5

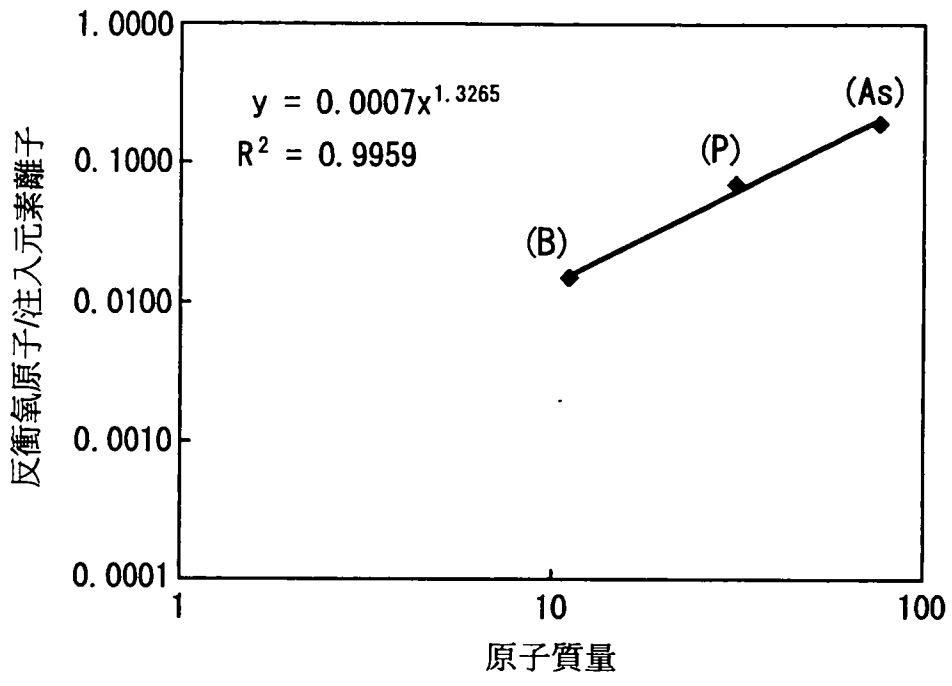


圖6

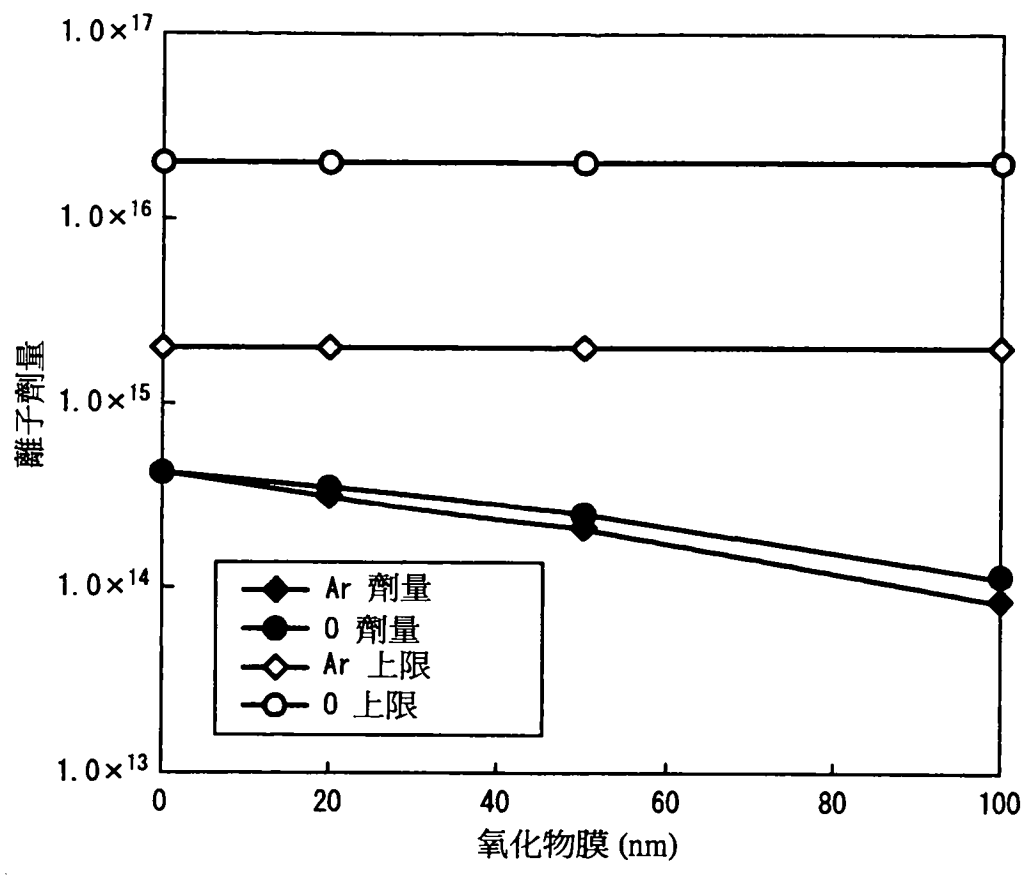
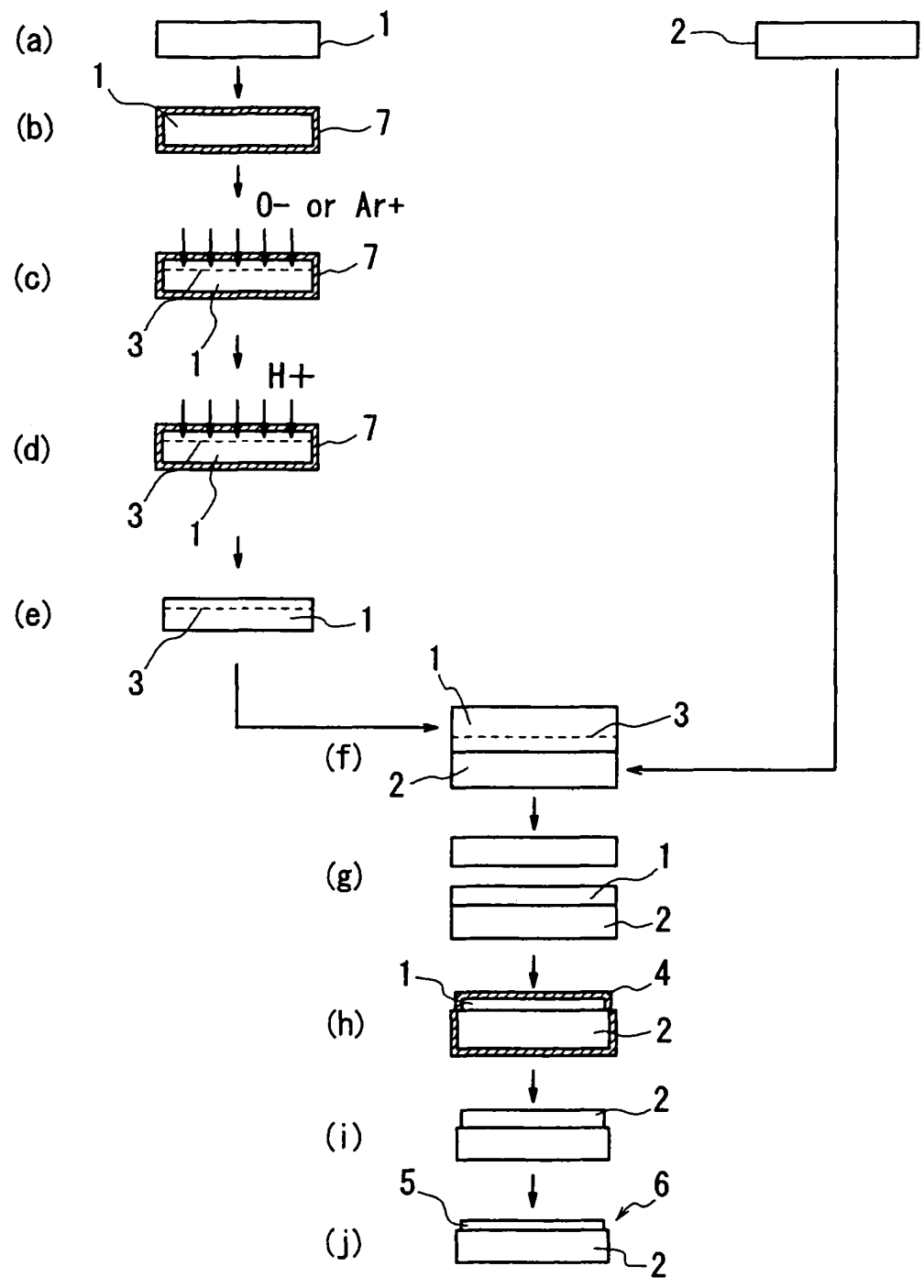


圖7



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(2)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1、2：晶圓

3：離子植入層

4：氧化物膜

5：矽層

6：半導體基底

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

第096115469號專利申請案中文申請專利範圍修正本

民國 100 年 1 月 25 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：

將氫離子植入主動層之表面不具氧化物膜的晶圓以形成氫離子植入層，

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，

層壓該離子植入端之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 D_0 ：氧離子之植入劑量，以致 4.2×10^{14} atoms/cm² < D_0 < 2×10^{16} atoms/cm²。

2. 一種半導體基底的製造方法，其包含下列步驟：

將氫以外離子植入主動層之表面不具氧化物膜的晶圓直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，

層壓該離子植入端之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 D_0 ：氧離子之植入劑量，以致 4.2×10^{14} atoms/cm² < D_0 < 2×10^{16} atoms/cm²。

3. 一種半導體基底的製造方法，其包含下列步驟：

(i) 於主動層之晶圓上形成氧化物膜，

(ii) 將氫離子植入該主動層的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_{IO})，

(iii) 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，並自該氧化物膜噴濺第二量的氧 (N_{HO})，

(iv) 從該主動層的該晶圓移除該氧化物膜，

(v) 層壓該離子植入端之該主動層的該晶圓至支撐基底的晶圓，及接著

(vi) 於該氫離子植入層剝離該主動層的該晶圓，

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，

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

4. 一種半導體基底的製造方法，其包含下列步驟：

(i) 於主動層之晶圓上形成氧化物膜，

(ii) 將氫以外離子植入主動層之表面不具氧化物膜的晶圓直至較該主動層之該晶圓的剝離區淺的位置，以自該氧化物膜噴濺第一量的氧 (N_{IO})，

(iii) 將氫離子植入該剝離區以形成氫離子植入層，

並自該氧化物膜噴濺第二量的氧 (N_{HO})，

(iv) 從該主動層的該晶圓移除該氧化物膜，

(v) 層壓該離子植入端之該主動層的該晶圓至支撐
基底的晶圓，及接著

(vi) 於該氫離子植入層剝離該主動層的該晶圓，

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，

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

5. 如申請專利範圍第 (1) 至 (4) 項任一項之半導體
基底的製造方法，其中於層壓該主動層的該晶圓及該支撐
基底的該晶圓之前實施電漿處理。