

發明專利說明書

200416814

(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：93103945

※申請日期：93 年 02 月 18 日

※IPC 分類：H01L 21/02

壹、發明名稱：

(中) SOI 晶圓的製造方法及 SOI 晶圓

(外) SOI ウェーハの製造方法及び SOI ウェーハ

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 信越半導體股份有限公司

(英) SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.

代表人：(中) 1. 小柳俊一

(英)

地 址：(中) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目四番二號

(英) 日本国東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 4 人)

1. 姓 名：(中) 橫川功

(英) 橫川功

地 址：(中) 日本國群馬縣安中市野谷字松原五〇七

(英)

2. 姓 名：(中) 阿賀浩司

(英) 阿賀浩司

地 址：(中) 日本國群馬縣安中市野谷字松原五〇七

(英)

3. 姓 名：(中) 高野清隆

(英) 高野清隆

地 址：(中) 日本國群馬縣安中市野谷字松原五〇七

(英)

4. 姓 名：(中) 三谷清

(英) 三谷清

地 址：(中) 日本國群馬縣安中市野谷字松原五〇七

(英) _____

肆、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 _____； 2003/02/19； 2003-040875 ☒ 有主張優先權

(英) _____

肆、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 _____； 2003/02/19； 2003-040875 ☒ 有主張優先權

(1)

玖、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於在絕緣體上形成有矽層之具有 SOI (Silicon on insulator) 構造之 SOI 晶圓的製造方法，以及利用該方法製造之 SOI 晶圓。

【先前技術】

近年來，絕緣體上形成矽層 (SOI 層) 之具有 SOI 構造的 SOI 晶圓，在裝置之高速性、低消耗電力性、高耐壓性、耐環境性等方面表現良好，所以電子裝置用之高性能 LSI 用晶圓，尤受矚目。

製造該 SOI 晶圓的代表方法，係有接合法或 SIMOX (Separation by ion-implanted oxygen) 法等。接合法意指，在形成 SOI 層之黏接晶圓 (bond wafer) 和支承基板之基底晶圓 (base wafer) 的至少一邊形成氧化膜，介著該形成的氧化膜，令黏接晶圓和基底晶圓接合後，藉由將黏接晶圓薄膜化以製造 SOI 晶圓的方法。

又，SIMOX 法意指，藉由將氧離子植入矽晶圓後，實施熱處理，在矽晶圓中形成埋入式氧化膜，以製成 SOI 晶圓 (SIMOX 晶圓) 之方法。更具體地說明，如第2圖所示，先準備施以鏡面研磨等的矽晶圓 11 (步驟 (a'))，接著，於步驟 (b')，從加熱至 500℃ 左右之矽晶圓 11 一邊的主表面，進行將氧離子 (O^+) 植入晶圓內部的離子植入，以形成氧離子植入層 12。此時，以離子植入條件而

(2)

言，植入能量通常為 150 至 200keV，此外，為了形成連續的埋入式氧化膜，氧離子的劑量必須使用 1.5×10^{18} 以上左右的高劑量。

其後，於步驟 (c')，例如在惰性氣體環境中，以 1300℃ 以上的溫度，實施氧化膜形成熱處理，以將形成於晶圓上之氧離子植入層 12 變成埋入式氧化膜 13，藉此方式，可製得在埋入式氧化膜 13 上形成有 SOI 層 14 之 SOI 晶圓 15。

如上所述，利用 SIMOX 法製造的 SOI 晶圓，其 SOI 層或埋入式氧化膜的膜厚，乃決定於氧離子植入時之離子植入能量或劑量，故具有可容易地獲致良好膜厚均勻性之優點，此外，如上述接合法所示，不需具備兩片晶圓，可利用一片矽晶圓來製造 SOI 晶圓，故可以較低的成本來製造。

然而，利用 SIMOX 法，如上所述地以高劑量施行氧離子的植入時，雖可提昇埋入式氧化膜的完全性，但是，會對大量氧離子通過的晶圓表面產生破壞，所以進行氧化膜形成熱處理時，SOI 層容易產生高密度貫穿位錯，而產生難以獲致具有良好結晶品質之 SOI 層的問題。

為了解決此種問題，不斷致力於各種研究及檢討。於是，開發出施行低劑量的氧離子植入時，亦可形成連續的埋入式氧化膜，而製得貫穿位錯密度低的 SOI 晶圓。（參考 SOI 科學、UCS 半導體基盤技術的研究會編集、利來公司發行、p.26 - 30）。此時，氧離子的劑量約限定為 4

(3)

$\times 10^{17} / \text{cm}^2$ ，故得知該劑量的範圍為劑量窗（dose window）。

然而，以此種低劑量形成的埋入式氧化膜，雖可減少貫穿位錯，但是，極易形成引起埋入式氧化膜絕緣不良的針孔（pinhole），相較於以高劑量形成的埋入式氧化膜，埋入式氧化膜的品質變得更低。

於此，爲了改善利用低劑量離子植入所形成之埋入式氧化膜的品質，而提案有各種方法。例如，提案有進行一般的氧化膜形成熱處理後，在高溫氧環境中施行氧化處理，即施行所謂的內部氧化處理（以下，記載有 ITOX（Internal Thermal Oxidation）處理），以提昇埋入式氧化膜品質的方法（參考日本專利第3036619號公報）。如上所述，以低劑量進行氧離子植入之 SIMOX 法，付加 ITOX 處理，得以將埋入式氧化膜厚膜化並改善其品質，而可製造針孔密度低且埋入式氧化膜之完全性得以提昇之高品質的 SIMOX 晶圓。

近年來，隨著半導體裝置的高積體化，期望可製造更高品質的晶圓，例如，可形成具有厚度較薄之埋入式氧化膜的 SOI 晶圓。又，今後，SOI 晶圓所具有之埋入式氧化膜厚度，係朝著薄化成 100nm 至 50nm，或者未滿 50nm 的方向改良。

然而，以上述方式，使用 SIMOX 法製造 SOI 晶圓時，例如爲了形成連續的埋入式氧化膜，必須以高劑量施行氧離子植入時，形成於 SOI 晶圓上的埋入式氧化膜一定

(4)

具有某程度以上的厚度，而無法形成厚度較薄的上述埋入式氧化膜。

此外，以大約 $4 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ （劑量窗）的低劑量，施行氧離子植入以製造 SOI 晶圓時，雖可形成厚度較薄的埋入式氧化膜，然而，因為氧化膜的品質較低，所以必須如上所述那樣再施行令埋入式氧化膜品質提昇的 ITOX 處理，導致矽晶圓中的埋入式氧化膜厚膜化而變厚。因此，欲利用 SIMOX 法，製造完全性高且具有近年所要求之膜厚較薄之埋入式氧化膜的 SOI 晶圓極為困難。

再者，利用上述 SIMOX 法製造的 SOI 晶圓，相較於利用上述接合法製造的 SOI 晶圓，雖具有膜厚均勻性及製造成本方面的優勢，但是，亦會發生存在於 SOI 層的結晶缺陷較多，SOI 層的結晶性劣化，又，SOI 層的表面粗度較大的問題。因此，利用 SIMOX 法製造 SOI 晶圓時，亦期望 SOI 層之結晶性及表面品質的提昇。

【發明內容】

於此，本發明是有鑒於上述問題點而開發者，其目的在於提供一種 SOI 晶圓的製造方法，係可利用 SIMOX 法製造高品質的 SOI 晶圓，而該 SOI 晶圓具有薄膜厚且完全性高的埋入式氧化膜，並且，SOI 層之結晶性及表面品質極良好

爲了達成上述目的，本發明提供一種 SOI 晶圓的製造方法，至少從矽晶圓一邊的主表面，植入氧離子以形成氧

(5)

離子植入層後，於該矽晶圓進行將上述氧離子植入層變成埋入式氧化膜的氧化膜形成熱處理，以製造在埋入式氧化膜上具有 SOI 層之 SOI 晶圓的方法，其特徵為：於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是將其膜厚形成比上述製成之 SOI 晶圓的埋入式氧化膜更厚，其後，在形成有該埋入式氧化膜的矽晶圓上，進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理。

如上所述，使用 SIMOX 法製造 SOI 晶圓的方法中，於矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是將其膜厚形成比上述製成之 SOI 晶圓的埋入式氧化膜更厚，其後，在矽晶圓進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理，藉此方式，可容易地製造高品質的 SOI 晶圓，而該 SOI 晶圓具有例如 100nm 以下，未滿 50nm 之膜厚較薄且完全性高的埋入式氧化膜。又，以上述方式藉由熱處理，令埋入式氧化膜的膜厚減少，故膜厚減少的部分會還原成結晶性良好的矽層，此外，由於減少埋入式氧化膜厚的熱處理期間，SOI 層以結晶性良好的矽層作為晶種而進行固層成長，所以 SOI 層的結晶性極良好，同時，SOI 層的表面粗度亦提昇，得以改善表面品質。

此時，理想的狀態是在氫氣、氬氣、或混合此等氣體的環境下，以 1000℃ 以上的溫度，進行減少上述埋入式氧化膜厚度的熱處理。

以此種條件進行減少氧化膜厚度的熱處理，可有效地令氧化膜的厚度減少，且可確實地獲致具有所期望之厚度

(6)

較薄的埋入式氧化膜，同時，SOI 層的結晶性及表面品質亦可確實地改善。

又，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理的熱處理環境中所含的氧濃度係設定在 10ppm 以下為佳。

進行減少氧化膜厚度的熱處理時，若熱處理環境中所含的氧濃度超過 10ppm，則熱處理進行中，恐怕會發生 SOI 晶圓表面被蝕刻，SOI 層的表面粗度或膜厚均勻性劣化的問題。因此，以上述方式，將減少氧化膜厚度之熱處理的熱處理環境中所含的氧濃度設定在 10ppm 以下，藉此方式，可防止熱處理進行中，晶圓表面被蝕刻，而製成形成有 SOI 層的 SOI 晶圓，該 SOI 層具有良好表面粗度及膜厚均勻性。

再者，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理中，所使用之晶舟及／或熱處理管的材質，是以使用矽（Si）、碳化矽（SiC）、或至少於內壁面塗佈此等材質者為佳。

如上所述，減少埋入式氧化膜厚度的熱處理中，若使用主成分不含氧的矽（Si）、碳化矽（SiC）、或至少於內壁面塗佈此等材質者，則可將熱處理環境中的氧濃度維持較低，故以上述方式進行減少埋入式氧化膜厚度之熱處理時，可確實地防止晶圓表面所產生的蝕刻。

此外，本發明 SOI 晶圓的製造方法中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是以在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理為佳。

如上所述，於矽晶圓進行氧化膜形成熱處理後，若追

(7)

加埋入式氧化膜的內部氧化處理，亦即 ITOX 處理，以形成埋入式氧化膜，則可容易地將埋入式氧化膜的膜厚形成比製成之 SOI 晶圓之埋入式氧化膜更厚。又，例如，以低劑量植入氧離子，形成埋入式氧化膜時，藉由進行該 ITOX 處理，以令埋入式氧化膜的品質提昇，埋入式氧化膜完全性變高，故得以製造品質極高的 SOI 晶圓。

再者，理想的狀態是，進行減少上述埋入式氧化膜的厚度之熱處理後，又進行犧牲氧化處理，以進行 SOI 層的膜厚調整。

如上所述，在減少埋入式氧化膜厚度之熱處理後，復於 SOI 層形成熱氧化膜，並去除該氧化膜，即進行所謂的犧牲氧化處理，藉此方式，藉由氧離子植入，可去除 SOI 晶圓表面產生的破壞層，又，可進一步提昇 SOI 層的結晶品質，並可進行 SOI 層的膜厚調整。

根據本發明，可提供一種 SOI 晶圓，其特徵為：藉由上述本發明之 SOI 晶圓製造方法所製成者。

利用本發明之 SOI 晶圓製造方法所製成的 SOI 晶圓，是高品質的 SIMOX 晶圓，該晶圓具有膜厚較薄且完全性較高的埋入式氧化膜，而且，SOI 層之結晶性及表面品質極良好。

尤其，本發明中，上述 SOI 晶圓的埋入式氧化膜厚可未滿 50nm。

以上述方式，本發明 SOI 晶圓可形成以往難以製造之埋入式氧化膜厚未滿 50nm 之極高品質的 SIMOX 晶圓。

(8)

如上述之說明，根據本發明，使用 SIMOX 法，可容易地製造高品質的 SOI 晶圓，該晶圓具有膜厚較薄且完全性較高的埋入式氧化膜，而且，SOI 層之結晶性及表面品質極良好。

【實施方式】

(發明最佳實施方式)

以下，說明本發明之實施型態，然而本發明並不侷限於此。

隨著半導體裝置的高積體化，期望形成於 SOI 晶圓上之埋入式氧化膜具有 100nm 以下之較薄的膜厚，再者，將來，考慮更進一步要求埋入式氧化膜薄膜化，以製造具有例如 50nm 或未滿 50nm 之 20nm、10nm 厚度之埋入式氧化膜的 SOI 晶圓。

然而，如上所述，利用 SIMOX 法製造 SOI 晶圓時，埋入式氧化膜的膜厚必然會變厚，所以利用習知 SIMOX 法之 SOI 晶圓的製造方式，無法製造具有膜厚較薄且完全性高之埋入式氧化膜的高品質 SOI 晶圓。

在此，關於以 SIMOX 法製造埋入式氧化膜之膜厚較薄且完全性得以提昇的 SOI 晶圓方法，本案發明者等致力於各種研究及檢討。於是，開發出在矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是以該埋入式氧化膜厚度大於最後製得之 SOI 晶圓所具有之埋入式氧化膜厚度的方式來形成，接著，在形成該厚度之埋入式氧化膜的矽晶圓上，施行減少埋入式氧

(9)

化膜厚度的熱處理，藉此方式，可令以 SIMOX 法製得之埋入式氧化膜的膜厚變薄，又，以此方式，可具有膜厚比以往薄且完全性高的埋入式氧化膜，可製造 SOI 層之結晶性及表面品質極良好的高品質 SOI 晶圓，以完成本發明。

以下，參考圖面詳細說明本發明 SOI 晶圓的製造方法，例舉利用 SIMOX 法，以低劑量（劑量窗）進行氧離子植入以形成埋入式氧化膜，然而，本發明並不侷限在此。於此，第1圖是表示利用本發明之 SIMOX 法，製造 SOI 晶圓之一方法例的流程圖。

首先，準備施以鏡面研磨之矽晶圓1（步驟（a））。藉此構成，在矽晶圓上施以鏡面研磨時，所製成之 SOI 晶圓可大致維持晶圓之鏡面研磨面的平坦性，故可製得具有高平坦性的 SOI 晶圓。

繼之，於步驟（b），從加熱達到 500℃ 左右之矽晶圓1一邊的主表面，將氧離子（ O^+ ）離子植入至預定深度，以形成氧離子植入層2。此時，離子植入條件並無特別限制，例如，植入能量一般廣泛採用 150 至 200 keV 左右，又，爲了防止之後進行氧化膜形成熱處理時發生貫穿錯位，故就劑量而言，是以約 $4.0 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ 的低劑量進行離子植入。此時，亦可根據需要，進行氧離子植入的分割。

在矽晶圓1形成氧離子植入層2後，於步驟（c），施行將氧離子植入層2變成埋入式氧化膜3之氧化膜形成熱處理。氧化膜形成熱處理的熱處理條件無特別的限制，只要能夠將氧離子植入層變成埋入式氧化膜皆可。例如，在氧

(10)

濃度為1%以下的氬氣環境中，以1300℃以上、矽融點以下的溫度，施行3至6小時的熱處理，藉此方式，可形成埋入式氧化膜3。此時，由於氧離子的劑量較低，故埋入式氧化膜3的膜厚較薄且容易形成針孔。

繼之，於步驟（d）中，為了令埋入式氧化膜的品質提昇，故在矽晶圓上施行埋入式氧化膜的內部氧化處理（ITOX處理）。例如，在形成有埋入式氧化膜3的矽晶圓上，於氧氣環境中，以1150℃至未滿矽融點的溫度，進行數小時的ITOX處理，藉此方式，可在矽晶圓內形成厚膜化的埋入式氧化膜4。如上所述，藉由實施ITOX處理，可令埋入式氧化膜的針孔減少，同時，亦可改善SOI層和埋入式氧化膜的界面粗度，故可獲致品質優良的埋入式氧化膜。

此外，於步驟（c）中，當氧化膜形成熱處理施行後，埋入式氧化膜3的厚度大於最後製得之SOI晶圓要求的埋入式氧化膜厚度時，則不一定要進行上述ITOX處理，然而，藉由追加ITOX處理，得以令埋入式氧化膜的品質提昇。

又，以上述方式在矽晶圓進行ITOX處理時，於矽晶圓表面會形成熱氧化膜5。

利用蝕刻或化學機械式研磨，去除形成於晶圓表面的熱氧化膜5後，於步驟（e），在形成有膜厚較厚之埋入式氧化膜4的矽晶圓上，施行減少埋入式氧化膜4厚度的熱處理。以此方式，藉由施行減少埋入式氧化膜4厚度的熱處

(11)

理，可製得 SOI 晶圓 8，而該 SOI 晶圓 8 具有膜厚薄化至所期望厚度的埋入式氧化膜 6、和位於該埋入式氧化膜 6 上的 SOI 層 7。該最後製得之 SOI 晶圓 8 的埋入式氧化膜 6 厚度，乃決定於製品規格，而本發明中可形成 100nm 以下、50nm 以下、又，未滿 50nm 之非常薄的埋入式氧化膜。

此外，上述流程中，係在 ITOX 處理後，施行減少埋入式氧化膜 4 厚度之熱處理，然而，亦可在施行減少埋入式氧化膜 4 厚度之熱處理後，再施行 ITOX 處理，藉由反覆施行這些步驟，更可提昇埋入式氧化膜質。

由於本發明是以上述方式進行熱處理，以令埋入式氧化膜的膜厚減少，故膜厚減少的部分會還原成結晶性良好的矽層，又，由於該熱處理期間，SOI 層以結晶性良好的矽層作為晶種而進行固層成長，故可令 SOI 層的結晶性提昇，再者，同時，亦可令 SOI 層的表面粗度提昇，以改善其表面品質。

施行減少該埋入式氧化膜厚度之熱處理時，當進行 ITOX 處理所形成的熱氧化膜 5 殘存於晶圓表面時，難以令埋入式氧化膜的膜厚減少。因此，理想的狀態是，矽晶圓表面形成有氧化膜時，利用上述方式將晶圓表面的氧化膜去除，以在晶圓表面沒有氧化膜的狀態下，進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理。

再者，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理的熱處理條件，可依據需要決定，並無特別限制，但是，期望是在氫氣、氬氣、或混合有這些氣體的環境下，以 1000℃ 以上

(12)

，最好是 1100°C 以上，更理想是 1150°C 以上的溫度來進行。藉由以此種熱處理條件，施行減少埋入式氧化膜厚度之熱處理，得以有效地令埋入式氧化膜的厚度減少，並可容易地製得具有製品規格為例如 10 至 80nm 且未滿 100nm 厚度的埋入式氧化膜。

於此，檢測埋入式氧化膜厚度減少之熱處理的熱處理時間和埋入式氧化膜厚度減少量的關係，以及形成於 SOI 晶圓之 SOI 層厚度和埋入式氧化膜厚度減少量的關係，其實驗結果係如次。

首先，為了檢測熱處理時間和埋入式氧化膜厚度減少量的關係，在 ITOX 處理後，去除形成於晶圓表面的熱氧化膜，以在埋入式氧化膜上形成厚度為 276nm 的 SOI 層，而準備 3 片具有此厚度的矽晶圓。繼之，令各矽晶圓，於氬氣 100% 的環境下、以 1200°C ，1、2、4 小時的熱處理時間，施行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理後，測試各熱處理條件之埋入式氧化膜厚度的減少量。該埋入式氧化膜厚度減少量之測試方式，是利用多層膜分光橢圓計量法（SOPRA 株式會社製），測試熱處理後矽晶圓之埋入式氧化膜的厚度。

其結果係如第 3 圖所示，得知隨著熱處理時間增長，埋入式氧化膜厚度減少量會逐漸變大。又，雖然第 3 圖中並無顯示，然而在熱處理時間相同的情況下，熱處理溫度越高，則埋入式氧化膜厚度的減少量越大，而在未滿 1000°C 的溫度下，氧化膜厚度減少量非常小。

(13)

繼之，製備在埋入式氧化膜上具有160nm厚度之SOI層的矽晶圓，令該矽晶圓，於氬氣100%的環境下，以1200℃，施行1小時減少埋入式氧化膜厚度的熱處理，接著，利用相同於上述之方式，測試埋入式氧化膜的厚度減少量。其測試結果亦一併顯示於第3圖。

由第3圖清楚的表示，得知藉由將形成於埋入式氧化膜上的SOI層厚度薄化成276nm至160nm，熱處理之埋入氧化膜的厚度減少量也會跟著增加，埋入式氧化膜的厚度減少量示根據SOI層的膜厚而改變。因此，實施減少埋入式氧化膜厚度之熱處理時，以控制形成於埋入式氧化膜上的SOI層厚度，來決定熱處理條件為佳。

又，施行減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理時，當熱處理環境中所含之氧濃度高於10ppm時，SOI晶圓表面恐怕會被蝕刻，而造成SOI層表面粗度或膜厚均勻性劣化之虞。因此，施行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理時，以將處理環境中所包含之氧濃度形成10ppm以下為佳，藉此方式，可防止熱處理進行中SOI晶圓表面被蝕刻，而製得SOI層具有優良表面粗度及膜厚均勻性的SOI晶圓。

實施減少埋入式氧化膜厚度的熱處理時所使用的熱處理裝置並無特別限制，可使用一般採用的熱處理裝置。然而，當用以保持晶圓的晶舟或形成反應室的反應管，是例如一般採用的石英晶舟或石英管時，受到其中主成分含有氧的影響，恐怕會發生上述之SOI晶圓的表面被蝕刻，造成SOI層表面粗度或膜厚均勻性劣化之虞。

(14)

因此，本發明減少埋入式氧化膜厚度的熱處理中，所使用之晶舟／或熱處理管的材質，理想的狀態是使用主成分不含氧之矽（Si）、碳化矽（SiC）、或至少於內壁面塗佈此等材質者。藉由使用此種材質的晶舟或熱處理管，可將熱處理環境中的氧濃度維持較低，故熱處理進行時可確實地防止在晶圓表面產生蝕刻。

再者，本發明 SOI 晶圓的製造方法中，理想的狀態是，進行減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理後，於 SOI 層形成熱氧化膜並去除該氧化膜，即進行所謂的犧牲氧化處理為佳。

例如，進行減少埋入式氧化膜厚度之熱處理後，在氧化性環境下進行熱處理，以在 SOI 層的表面形成氧化膜，其後，以含 HF 之水溶液，蝕刻去除形成於 SOI 層表面的氧化膜即可。如上所述，以含 HF 之水溶液施行蝕刻時，只有氧化膜會被去除，藉由犧牲氧化得以獲致破壞或重金屬等污染物已去除的 SOI 晶圓。

如上所述，進行減少埋入式氧化膜厚度之熱處理後，又施行犧牲氧化處理，以此方式，藉由氧離子植入可確實地去除 SOI 晶圓表面所產生的破壞層，再者，可進一步提昇 SOI 層的結晶品質，並且進行 SOI 層的膜厚調整，故可製造更高品質的 SOI 晶圓。

藉由以上述方法製造 SOI 晶圓，形成有品質安定且具有某厚度左右的埋入式氧化膜，其後，進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理，以令埋入式氧化膜厚度減少，故可容

(15)

易地製造埋入式氧化膜厚度較薄且完全性高，又，SOI 層的結晶性及表面品質極良好的高品質 SOI 晶圓。

以下所示之實施例及比較例是更具體地說明本發明，然而本發明並不侷限於此。

(實施例 1)

準備施以鏡面研磨之直徑為 200nm 的矽晶圓，利用 SIMOX 法，製成具有製品規格為 80nm 厚之埋入式氧化膜的 SOI 晶圓。

首先，以植入能量為 180keV、劑量為 $4 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ 的條件，從加熱至 500℃ 左右之矽晶圓一邊的主表面，進行離子植入，以在晶圓內形成氧離子植入層。繼之，在氧濃度為 0.5% 的氬氣環境下，以 1350℃ 進行 4 小時的氧化膜形成熱處理，以將矽晶圓內的氧離子植入層變成埋入式氧化膜，接著，在氬氣和氧氣之混合氣體環境下（氧濃度為 70%），以 1350℃ 進行 4 小時的 ITOX 處理，俾將矽晶圓內的埋入式氧化膜厚膜化。

接著，以含 HF 之水溶液，蝕刻去除形成於晶圓表面的熱氧化膜後，令所獲致的矽晶圓，於氬氣環境下（氧濃度為 10ppm 以下），以 1200℃ 進行 4 小時用以減少埋入式氧化膜厚度的熱處理，令埋入式氧化膜厚度減少 30nm，以製成具有厚度為 80nm 之埋入式氧化膜的 SOI 晶圓。

(比較例 1)

(16)

準備施以鏡面研磨之直徑為200nm的矽晶圓，首先，以植入能量為180keV、劑量為 $4 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ 的條件，從加熱至500℃左右之矽晶圓一邊的主表面，離子植入氧離子，以形成氧離子植入層。繼之，在氧濃度為0.5%的氬氣環境下，以1350℃進行4小時的氧化膜形成熱處理，以將矽晶圓內的氧離子植入層變成埋入式氧化膜後，在氬氣和氧氣之混合氣體環境下（氧濃度為70%），以1350℃進行4小時的ITOX處理，以將矽晶圓內的埋入式氧化膜厚膜化，而製成具有110nm厚度之埋入式氧化膜的SOI晶圓（沒有進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理）。

（比較例2）

準備施以鏡面研磨之直徑為200nm的矽晶圓，首先，以植入能量為180keV、劑量為 $4 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ 的條件，從加熱至500℃左右之矽晶圓一邊的主表面，離子植入氧離子，以形成氧離子植入層。繼之，在氧濃度為0.5%的氬氣環境下，以1350℃進行4小時的氧化膜形成熱處理，以將矽晶圓內的氧離子植入層變成埋入式氧化膜，而製成具有80nm厚度之埋入式氧化膜的SOI晶圓（沒有進行ITOX處理、及減少埋入式氧化膜厚度的熱處理）。

關於上述實施例1及比較例1、2製造的SOI晶圓，將各SOI晶圓浸漬於HF水溶液後，用光學顯微鏡觀察形成於各SOI晶圓之SOI層的HF缺陷及形成於埋入式氧化膜的針孔，並測試其密度。將此等測試結果與上述SOI晶圓

(17)

的製造條件，一起顯示於與下列表1。

(表1)

	實施例 1	比較例 1	比較例 2
氧離子植入	植入能量：180keV 劑量： $4 \times 10^{17} / \text{cm}^2$		
氧化膜形成熱處理	氧濃度為0.5%的氬氣環境下，以1350℃進行4小時		
ITOX處理	在氬氣和氧氣之混合氣體環境下（氧濃度為70%），以1350℃進行4小時	無	
埋入式氧化膜厚	110	110	80
減少埋入式氧化膜厚度的熱處理	於氬氣100%的環境下，以1200℃進行4小時（※）	無	
埋入式氧化膜最後的厚度	80	110	80
HF缺陷密度	$< 1 \text{個} / \text{cm}^2$	$< 1 \text{個} / \text{cm}^2$	$< 1 \text{個} / \text{cm}^2$
針孔密度	$15 \text{個} / \text{cm}^2$	$15 \text{個} / \text{cm}^2$	$50 \text{個} / \text{cm}^2$

（※）氬氣（Ar）中的氧（O₂）含有量 $\leq 10\text{ppm}$ 、

熱處理管的材質：碳化矽（SiC）、晶舟的材質：矽（Si）

(18)

如表 1 所示，得知本發明 SOI 晶圓（實施例 1）之埋入式氧化膜較薄，形成 80nm 厚，儘管如此，其具有與習知施行 ITOX 處理之 SIMOX 晶圓（比較例 1）相同品質的埋入式氧化膜。相對於此，比較例 2 之 SOI 晶圓，爲了形成膜厚爲 80nm 的埋入式氧化膜，沒有實施 ITOX 處理，故埋入式氧化膜上明顯地產生針孔，因此埋入式氧化膜的品質非常低。

又，利用與實施例 1 及比較例 1 相同的條件，再次製造 SOI 晶圓，其後，又進行犧牲氧化處理，以製造 SOI 之厚度爲 30nm 以下的 SOI 晶圓。接著，與上述同樣地，測試各 SOI 晶圓之 HF 缺陷密度，進行比較時，幾乎分辨不出兩 SOI 晶圓的差異。亦即，可確認本發明 SOI 晶圓中，即使是進行減少埋入式氧化膜厚度之熱處理，還原二氧化矽（ SiO_2 ）而形成 SOI 層的區域，亦可獲致充分的結晶性。

（實施例 2）

準備複數片利用與上述實施例 1 相同的條件所製成之埋入式氧化膜厚度爲 80nm 的 SOI 晶圓，令此等晶圓於氬氣環境下（氧濃度 10ppm 以下）、以 1200℃，進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理，藉由追加調整熱處理時間，可獲致最後埋入式氧化膜厚爲 40nm、20nm、10nm、5nm 的 SOI 晶圓。然後，利用與實施例 1 同樣的方式，測試此等 SOI 晶圓的 HF 缺陷密度及針孔密度，得知結果係與實施

(19)

例 1 及比較例 1 相同。

如上所述，根據本發明，製作 SOI 晶圓時，不須黏合採用 2 片晶圓之接合法，而是採用可利用 1 片晶圓製作 SOI 晶圓之 SIMOX 法時，亦可獲得習知 SIMOX 法無法獲得之埋入式氧化膜厚未滿 50nm 的高品質 SOI 晶圓。

此外，本發明並不侷限於上述實施型態。上述實施型態僅為例示，實質上具有與本發明專利申請範圍記載之技術思想相同的構成，且具有相同作用效果的任一種型態皆包含於本發明的技術範圍。

例如，上述實施型態中，主要是以低劑量（劑量窗）植入氧離子，以進行 SOI 晶圓的製造，然而本發明並不侷限於此，以高劑量進行氧離子植入以製造 SOI 晶圓時，亦可同樣地適用。例如，以高劑量植入氧離子，形成膜厚比所期望的膜厚更厚的埋入式氧化膜，接著，進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理，可製得所期望之薄膜厚埋入式氧化膜的 SIMOX 晶圓。

【圖式簡單說明】

第 1 圖是表示利用本發明 SIMOX 法之 SOI 晶圓製造方法例的流程圖。

第 2 圖是表示利用習知 SIMOX 法之 SOI 晶圓製造方法的流程圖。

第 3 圖是表示減少埋入式氧化膜厚度之熱處理的熱處理時間和埋入式氧化膜厚度減少量的關係，以及形成於

(20)

SOI 晶圓之 SOI 層厚度和埋入式氧化膜厚度減少量之關係的圖表。

[圖號說明]

- | | |
|----------|--------|
| 1、11 | 矽晶圓 |
| 2、12 | 氧離子植入層 |
| 3、4、6、13 | 埋入式氧化膜 |
| 5 | 熱氧化膜 |
| 7、14 | SOI 層 |
| 8、15 | SOI 晶圓 |

伍、中文發明摘要

發明之名稱：SOI 晶圓的製造方法及 SOI 晶圓

本發明提供一種 SOI 晶圓的製造方法，至少從矽晶圓一邊的主表面，植入氧離子以形成氧離子植入層後，於該矽晶圓進行將上述氧離子植入層變成埋入式氧化膜的氧化膜形成熱處理，以在埋入式氧化膜上製造具有 SOI 層之 SOI 晶圓的方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是將其膜厚形成比上述製成之 SOI 晶圓的埋入式氧化膜更厚，其後，在形成有該埋入式氧化膜的矽晶圓上，進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理。藉此方式，可提供一種 SOI 晶圓的製造方法，其可利用 SIMOX 法製造高品質的 SOI 晶圓，而該 SOI 晶圓具有膜厚較薄且完全性高的埋入式氧化膜，且 SOI 層之結晶性及表面品質極良好。

陸、英文發明摘要

發明之名稱：

(1)

拾、申請專利範圍

1.一種 SOI 晶圓的製造方法，至少從矽晶圓一邊的主表面，植入氧離子以形成氧離子植入層後，於該矽晶圓進行將上述氧離子植入層變成埋入式氧化膜的氧化膜形成熱處理，以在埋入式氧化膜上製造具有 SOI 層之 SOI 晶圓的方法，其特徵為：

於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是將其膜厚形成比上述製成之 SOI 晶圓的埋入式氧化膜更厚，其後，在形成有該埋入式氧化膜的矽晶圓上，進行減少埋入式氧化膜厚度的熱處理。

2.如申請專利範圍第1項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，在氫氣、氬氣、或混合此等氣體的環境下，以 1000℃ 以上的溫度，進行減少上述埋入式氧化膜厚度的熱處理。

3.如申請專利範圍第1項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理的熱處理環境中所含的氧濃度係設定在 10ppm 以下。

4.如申請專利範圍第2項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理的熱處理環境中所含的氧濃度係設定在 10ppm 以下。

5.如申請專利範圍第1項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理中，所使用之晶舟及／或熱處理管的材質，是使用矽（Si）、碳化矽（SiC）、或至少於內壁面塗佈此等材質者。

(2)

6.如申請專利範圍第2項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理中，所使用之晶舟及／或熱處理管的材質，是使用矽（Si）、碳化矽（SiC）、或至少於內壁面塗佈此等材質者。

7.如申請專利範圍第3項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理中，所使用之晶舟及／或熱處理管的材質，是使用矽（Si）、碳化矽（SiC）、或至少於內壁面塗佈此等材質者。

8.如申請專利範圍第4項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理中，所使用之晶舟及／或熱處理管的材質，是使用矽（Si）、碳化矽（SiC）、或至少於內壁面塗佈此等材質者。

9.如申請專利範圍第1項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理。

10.如申請專利範圍第2項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理。

11.如申請專利範圍第3項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理。

(3)

12.如申請專利範圍第4項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理。

13.如申請專利範圍第5項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理。

14.如申請專利範圍第6項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理。

15.如申請專利範圍第7項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理。

16.如申請專利範圍第8項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，於上述矽晶圓形成埋入式氧化膜時，是在進行上述氧化膜形成熱處理後，於該矽晶圓進行埋入式氧化膜的內部氧化處理。

17.如申請專利範圍第1至16項中任一項所記載之 SOI 晶圓的製造方法，其中，進行減少上述埋入式氧化膜厚度之熱處理後，又進行犧牲氧化處理，以進行 SOI 層的膜厚調整。

(4)

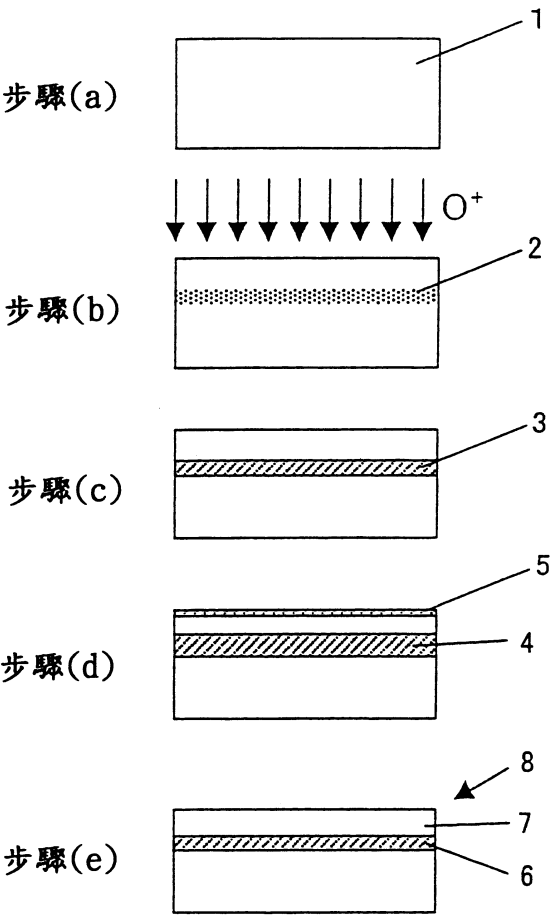
18.一種 SOI 晶圓，其特徵為：藉由申請專利範圍第 1 至 16 項中任一項所記載之 SOI 晶圓製造方法所製成者。

19.一種 SOI 晶圓，其特徵為：藉由申請專利範圍第 17 項所記載之 SOI 晶圓製造方法所製成者。

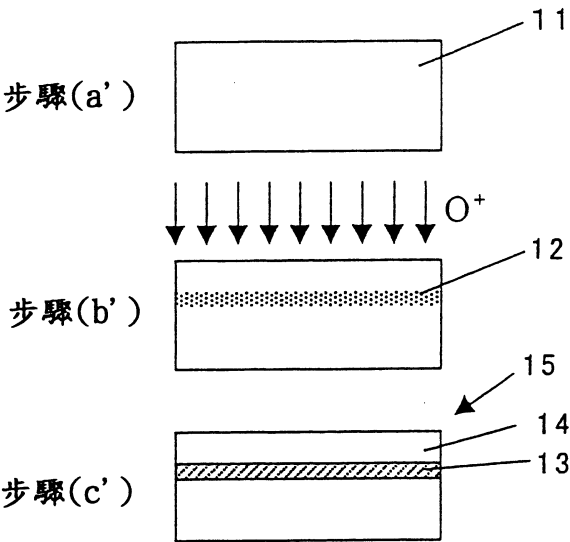
20.如申請專利範圍第 18 項所記載之 SOI 晶圓，其中，上述 SOI 晶圓的埋入式氧化膜厚未滿 50nm。

21.如申請專利範圍第 19 項所記載之 SOI 晶圓，其中，上述 SOI 晶圓的埋入式氧化膜厚未滿 50nm。

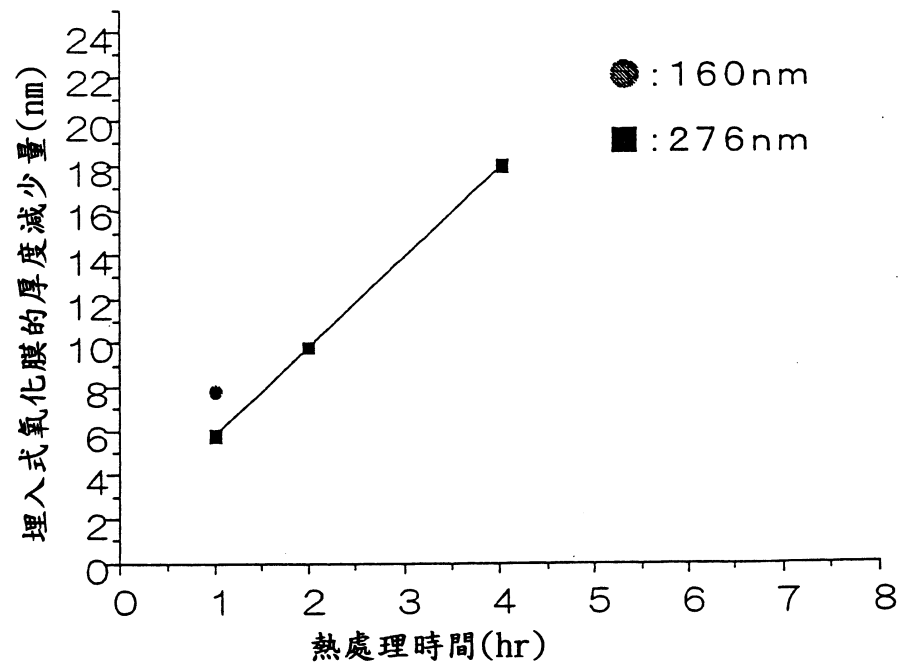
第1圖



第2圖



第3圖



柒、（一）、本案指定代表圖為：第 1 圖

（二）、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	矽晶圓
2	氧離子植入層
3、4、6	埋入式氧化膜
5	熱氧化膜
7	SOI 層
8	SOI 晶圓

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：