

申請日期	91 年 6 月 28 日
案 號	91114428
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 名稱	中 文	
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	(4) 曲偉峰 (5) 竹野博 (6) 相原健
	國 籍	(4) 日本國群馬縣安中市磯部二丁目一三番一號
	住、居所	(5) 日本國群馬縣安中市磯部二丁目一三番一號 (6) 日本國群馬縣安中市磯部二丁目一三番一號
三、申請人	姓 名 (名稱)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代 表 人 姓 名	

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區)	申請專利, 申請日期:	案號:	, <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無主張優先權
日本	2001年 6月 28日	2001-195994	<input checked="" type="checkbox"/> 有主張優先權
日本	2002年 1月 28日	2002-018584	<input checked="" type="checkbox"/> 有主張優先權

有關微生物已寄存於：, 寄存日期：, 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 1 ）

〔發明的技術領域〕

本發明是關於回火晶圓的製造方法及回火晶圓，尤其是和大口徑卻可減少滑移差排、降低晶圓表層之缺陷密度的回火晶圓製造方法及回火晶圓相關。

〔背景技術〕

近年來，隨著裝置處理之高積體化及微細化，要求矽晶圓之表層裝置活性區域的完全性、以及擷取因表體氧析出物（核）所構成之內部微小缺陷（BMD）增加等而造成之金屬等雜質的去疵能力。

針對這些要求，進行各種嚐試。例如，為了消除晶圓表面之缺陷（主要為生長缺陷），在氫氣、氬氣、或其混合氣體之環境下，以1100～1350℃對以柴氏法（CZ法）所得之晶圓實施10～600分鐘之高溫熱處理。

然而，對直徑200mm或300mm以上之大口徑矽晶圓實施前述之高溫熱處理時，會明顯出現從晶圓背面貫通至表面之滑移差排。此滑移差排在裝置步驟中會更為成長，而成為裝置步驟之不良原因，亦為廢料率惡化的要因之一。

又，對直徑300mm以上之大口徑矽晶圓實施高溫熱處理時，和對直徑200mm晶圓實施高溫熱處理時相比，滑移明顯增加，而其滑移差排會從回火晶圓之背面貫穿至表面，以目視檢查或粒子計數器即可檢測到。亦即，在

五、發明說明(2)

如前述之熱處理步驟中，若要消除晶圓表面之結晶缺陷，就無法同時抑制滑移差排。

[發明之內容]

本發明有鑑於前述問題，故本發明之目的，就是提供一種回火晶圓之製造方法及回火晶圓，在對200mm以上之大口徑矽單晶晶圓實施高溫熱處理時，可抑制滑移差排之產生及成長，且可減少晶圓表層之缺陷密度。

爲了達成前述目的，本發明提供之回火晶圓製造方法是在氬氣、氦氣、或其混合氣體之環境下，以1100~1350℃對以柴氏法(CZ法)所製作之直徑200mm以上晶圓實施10~600分鐘之高溫熱處理，其特徵爲在前述高溫熱處理前，實施低於前述高溫熱處理溫度之預回火，促成氧析出物之成長並抑制滑移差排之成長。

利用此方式，可利用增加氧析出物之尺寸來抑制滑移差排之成長。因此，在實施高溫熱處理前以低於高溫熱處理溫度之溫度對矽單晶晶圓實施預回火，可使晶圓之氧析出物成長至較大尺寸，然後再實施高溫熱處理，即可抑制高溫熱處理時之滑移差排的成長，同時可消除結晶缺陷。

此時，前述預回火之實施最好爲2小時以上之單步驟。

如此，至少以2小時以上進行一階段前述預回火，可以使氧析出物確實地成長並抑制滑移差排之成長，同時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

，降低晶圓表面之結晶缺陷的效果亦會獲得強化。

此時，前述預回火之溫度範圍最好為 9 5 0 ~ 1 0 5 0 °C。

因預回火之溫度範圍為 9 5 0 °C 以上，故不需要太多時間即可有效促成氧析出物之成長，又，1 0 5 0 °C 以下之溫度，在預回火時不會促成滑移差排之成長，卻可使氧析出物獲得成長。此外，採用此溫度範圍之預回火，可有效減少高溫熱處理時之晶圓表面的結晶缺陷。

又，此時若以第 1 回火（溫度 T 1）及第 2 回火（溫度 T 2）之 2 階段實施前述預回火，則最好為 $T 1 < T 2$ 。

以 2 階段實施前述預回火，且其熱處理溫度之關係為 $T 1 < T 2$ ，在第 1 回火中即可使氧析出物成長至某程度，其後，再以更高溫之溫度 T 2 實施第 2 回火，除了可以確實抑制滑移差排之成長以外，同時可在相對較短的時間內使氧析出物更進一步成長。

此時，前述第 1 回火之溫度 T 1 最好為 1 0 0 0 °C，而前述第 2 回火之溫度 T 2 則最好為 1 0 5 0 °C。

利用 1 0 0 0 °C 之第 1 回火溫度 T 1，可以在不會促進滑移差排之成長的狀態下增大氧析出物之尺寸，且因為在 1 0 0 0 °C 之第 1 回火中已使氧析出物之尺寸成長至某程度，故在 1 0 5 0 °C 實施第 2 回火亦可確實抑制滑移差排之成長，且可在相對較短時間內更進一步促進氧析出物之成長。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(4)

又，在前述預回火中，將前述矽單晶晶圓置入熱處理爐內時，熱處理爐之溫度應為700℃以下，入爐速度應為50mm/min以下，且其溫度回升速度應為5℃/min以下。

在前述條件下將矽單晶晶圓置入熱處理爐內，可以減少晶圓入爐時之晶圓背面的傷害，這也是滑移差排的產生要因之一，利用此方式，可以減少以前述傷痕為起點而產生之滑移差排。

又，前述矽單晶晶圓最好為氮濃度 $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 、氧濃度為10~25ppma(JEIDA)之氮摻雜的矽單晶晶圓。

晶圓之氮濃度 $1 \times 10^{13} / \text{cm}^3$ 以上，很容易即可獲得可有效抑制滑移差排之氧析出物密度($1 \times 10^9 / \text{cm}^3$ 以上)，又，氮濃度為 $5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 以下，亦不會妨礙產生CZ單晶時之單晶化。又，氧濃度為10~25ppma(JEIDA：日本電子工業振興協會規格)，可以在不會產生氧析出物導致之滑移差排的狀態下，利用氮摻雜效果獲得充分之氧析出密度。

其次，實施前述高溫熱處理之矽單晶晶圓，最好為在以CZ法製作矽單晶時，以抑制空隙缺陷之產生的條件所製作的矽單晶晶圓。

因為矽單晶晶圓，為在抑制空隙缺陷之產生的條件下，利用CZ法製作之晶圓，除了具有可抑制高溫熱處理之滑移差排成長的效果以外，尚在原本就極少空隙缺陷之晶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（5）

圓實施高溫熱處理，且表面附近之氧析出物因高溫熱處理之向外擴散而幾乎完全消失，故可獲得極高品質之DZ層。

此時，在抑制前述空隙缺陷產生之條件下，製作之矽單晶晶圓的OSF密度最好為1000個/cm²以下。

利用此方式，若經過熱氧化處理後之矽單晶晶圓所觀察到之OSF密度為1000個/cm²以下，則存在於晶圓表面附近之OSF核可利用高溫熱處理而確實消除。

故利用本發明可提供大口徑回火晶圓，而該大口徑回火晶圓即使經過高溫熱處理，亦可抑制滑移差排之成長，且可減少晶圓表面附近之缺陷密度。

如前面說明所述，在本發明中，實施1100℃以上之高溫熱處理時，利用低於高溫熱處理溫度之溫度實施預回火，即使直徑為200mm以上之大口徑矽單晶晶圓，亦可提供較小之晶圓表面的缺陷密度、以及較少之滑移差排的回火晶圓。

〔發明之最佳實施形態〕

以下，為本發明之實施形態的說明，然而，本發明並未限定於此。

以往，採用氬氣或氫氣等在高溫（1100～1350℃）下實施長時間熱處理之高溫回火中，為了避免晶圓出現滑移差排，將其置入低溫之熱處理爐後，以緩慢昇溫方式使溫度上昇至一定的熱處理溫度。在此高溫熱

五、發明說明(6)

處理中，採用 1100℃ 以上之高溫熱處理溫度是爲了有效去除表面附近之缺陷，而採用 1350℃ 以下之溫度，則是爲了防止晶圓變形或金屬污染等問題。然而，利用此種傳統方法對直徑 200mm 或 300mm 以上之大口徑晶圓進行熱處理時，在超過 1050℃ 之高溫下，會明顯出現從晶圓背面貫穿至表面之滑移差排的問題。

其原因之一，就是將矽晶圓置入熱處理爐內時，晶圓面內之溫度分布會變大，晶圓本身因而產生變形，和晶舟接觸部之一部分會破損，而使晶圓背面受損。其後，因爲對矽晶圓實施高溫熱處理，而使晶圓背面之傷痕成爲起點而使滑移差排成長，進行貫穿至表面。

本發明者等爲了減少晶圓表面之結晶缺陷、以及抑制滑移之產生及成長，認爲若能減少入爐時之晶圓背面傷痕的產生，且在以 1100℃ 以上之溫度實施熱處理前，先在不致導致滑移差排之產生及成長的條件下，使具有可抑制滑移差排之作長的氧析出物成長至一定程度尺寸以上，則應該可以消除晶圓表面之結晶缺陷，且可減少回火晶圓之滑移差排，故在不斷研究檢討後，終於完成本發明。

亦即，在氬氣、氫氣、或其混合氣體之環境下，對從 CZ 法育成之單晶錠切割、研磨而成之鏡面晶圓，以 1100~1350℃ 的溫度實施 10~600 分鐘的高溫熱處理前，先在低於高溫熱處理溫度之溫度下，實施不會產生滑移之條件下的預回火，使晶圓中之氧析出物獲得成長。然後，再實施高溫熱處理，可消除晶圓表面及表面

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(7)

附近之結晶缺陷，且可獲得晶圓內部存在氧析出之去疵層的晶圓，而完成不會導致滑移差排成長的晶圓製作。

尤其是，在實施至少2小時以上、1階段之預回火後再實施高溫熱處理，除了可確實抑制滑移差排之產生，亦具有更進一步減少結晶缺陷之效果。

又，預回火及1100℃以上之高溫熱處理（消除缺陷回火），可以不從爐內取出晶圓而連續實施，亦可在預回火後進行降溫並將晶圓從爐內取出，然後再重新置入熱處理爐中實施消除缺陷回火。考量生產性的話，最好採連續實施。

此時，回火溫度為950℃以下時，因氧析出物之成長需要較長之時間，故效率不佳，而溫度若超過1050℃，則會明顯產生滑移差排，故實施預回火之溫度範圍最好為950~1050℃。

又，亦可以2階段來實施預回火，首先，在第1回火（溫度T1）使存在於晶圓內之氧析出物的尺寸成長至某種程度後，再以高於溫度T1之溫度T2實施第2回火，除了可以確實抑制第2回火之滑移差排的成長，尚可在短時間使氧析出物獲得更進一步之成長，如此一來，即可充分抑制其後實施之1100℃以上之高溫熱處理中的滑移差排成長，且可更進一步減少高溫熱處理後之回火晶圓的結晶缺陷。

此時，1000℃之熱處理溫度時，滑移差排雖然不會成長，但氧析出物之成長則需要較長的時間，而

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(8)

1 0 5 0 °C 之熱處理溫度時，則氧析出物雖然會成長，但滑移差排也可能會同時成長。因此，以 1 0 0 0 °C 為第 1 回火之熱處理溫度、以 1 0 5 0 °C 為第 2 回火之熱處理溫度，在第 1 回火中，可以在不會導致滑移差排之成長的情況下，使氧析出物成長至在第 2 回火中不會產生滑移差排成長之尺寸，然後，在第 2 回火中使氧析出物更進一步成長，而可以在短時間內使氧析出物成長，且在 1 1 0 0 °C 以上之高溫熱處理中亦不會產生滑移差排之成長，故可消除結晶缺陷。因此，利用此種以 1 0 0 0 °C 為第 1 回火之溫度 T 1、以 1 0 5 0 °C 為第 2 回火之溫度 T 2 的方法，可有效抑制滑移差排、短時間內可使氧析出物獲得成長、以及減少回火晶圓之缺陷密度。

又，貫穿至晶圓表面之滑移差排，其 2 個主要原因如前面所述，為將晶圓置入爐內時所造成的背面損傷、以及其後之熱處理所導致的成長。晶圓背面之損傷狀態會因為入爐條件之改變而改變。又，入爐時若造成晶圓背面受到太多損傷，則該損傷處會成為滑移差排之成長起點。因此，在預回火中，將晶圓置入熱處理爐內時，熱處理爐之溫度為 7 0 0 °C 以下、入爐速度為 5 0 m m / m i n 以下、且其溫度回升速度為 5 °C / m i n 以下，可減少晶圓置入時之背面損傷，而可防止其後之滑移差排的成長。尤其是，當入爐溫度超過 7 0 0 °C 之溫度時，愈是大口徑晶圓，則晶圓置入時之面內溫度分布會愈大，結果，因為晶圓之變形也會愈大，故和晶舟間之摩擦會愈大而增加滑移差排

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（ 9 ）

之產生源，因此，入爐溫度最好為 700℃ 以下。

又，此處之溫度回升速度是指，將晶圓置入設定為一定溫度熱處理爐內後，因爐內溫度會降至設定溫度以下，此時，使降低之爐內溫度回升至設定溫度的昇溫速度。

又，本發明所使用之晶圓最好為摻雜著氮之矽單晶晶圓，若是氮濃度為 $1 \times 10^{13} / \text{cm}^3$ 以上之氮摻雜矽單晶晶圓，則容易獲得可有效抑制滑移差排的氧析出物密度（ $1 \times 10^9 / \text{cm}^3$ 以上）。然而，氮濃度超過 $5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 時，但開始形成 C Z 單晶時可能會妨礙單晶化，因會導致生產性降低，故氮濃度最好為 $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 。

又，此時，晶圓之氧濃度若為 10 ppma（J E I D A）以上，因為氮摻雜之果，可獲得充分之氧析出密度。然而，若氧濃度超過 25 ppma 時，氧析出會過多，而容易發生析出物導致之新滑移差排。因此，晶圓之氧濃度最好為 10 ~ 25 ppma（J E I D A）。

本發明中，實施高溫熱處理之矽單晶晶圓，最好為在以 C Z 法製作矽單晶時，以抑制空隙缺陷之產生的條件所製作的矽單晶晶圓。此處，抑制空隙缺陷之產生的條件可以如日本特開平 11 - 147786 號、日本特開平 11 - 157996 號等記載，為以控制利用 C Z 法形成矽單晶時之形成速度 V、及形成之結晶中的固液界面附近的溫度斜率 G 之比（ V / G ），在抑制原子空位型之點缺陷集合體——空隙缺陷、或晶格間之過剩矽所導致之差排等缺陷

五、發明說明（10）

產生的 N 區域（中性區域）上，形成矽單晶之條件。具體而言，就是利用形成裝置之爐內構造（加熱區域構造）及形成速度的調整來控制 V / G，在形成 N 區域之條件下育成矽單晶，而可獲得沒有空位型點缺陷之集合體——空隙缺陷的結晶。

在此條件下製作之矽單晶晶圓上實施本發明之高溫熱處理，除了具有可以抑制高溫熱處理時之滑移差排成長的效果以外，因對原本就只有極少空隙缺陷之晶圓實施高溫熱處理，且表面附近之氧析出物因高溫熱處理而向外擴散並消失，故可獲得具有極佳品質之 D Z 層的回火晶圓。

此時，最好對在抑制空隙缺陷產生之條件下製作之矽單晶晶圓實施高溫氧化熱處理，使其成為表面檢測之 O S F 密度為 1000 個 / cm^2 以下之晶圓。利用高溫熱氧化產生 O S F 之 O S F 核，是尺寸相對較大之 Grown-in 氧析出物，若晶圓表面附近存在高密度之此種 O S F 核，實施本發明之高溫熱處理時，有時無法利用向外擴散使其完全消失而有部分殘留，然而，若使矽單晶晶圓之 O S F 密度低於 1000 個 / cm^2 ，則可利用高溫熱處理之向外擴散確實消除存在於晶圓表面附近之 O S F 核。

以下為本發明的更詳細說明。

首先，利用 M C Z 法育成氮含有量為 5×10^{13} / cm^3 （計算值）、氧含有量為 15 ppma（J E I D A）、直徑為 300 mm 之鑄錠後，進行鑄錠切割，完成晶圓

五、發明說明 (11)

之準備。

然後，爲了實施準備之晶圓的熱處理而將晶圓置入熱處理爐內。此時之晶圓的入爐條件設定爲熱處理爐溫度 700°C 、入爐速度 $100\text{ mm}/\text{min}$ 、溫度回升速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

將晶圓置入熱處理爐內後，在 Ar 環境下實施 1000°C 、 $0\sim 16$ 小時 + 1050°C 、 $0\sim 12$ 小時的預回火，然後，再以 1200°C 實施 1 小時之高溫熱處理。回火後，確認各熱處理條件下所得之回火晶圓表面是否存在滑移差排。結果如圖 1 所示。圖 1 之各點及其連結而成之直線，爲高溫熱處理 (1200°C 、1 小時) 是否產生滑移差排之界線，界線之下部代表會產生滑移差排，而上部及界線上則代表不會發生滑移差排 (又，未實施預回火而只實施 1200°C 、1 小時之高溫熱處理時，會產生大量滑移差排)。

此外，針對 1000°C 、2 小時 + 1050°C 、5 小時 + 1200°C 、1 小時、以及 1000°C 、4 小時 + 1050°C 、4 小時 + 1200°C 、1 小時之熱處理條件 (皆爲不會產生滑移差排之條件) 所得之回火晶圓的表面缺陷密度進行測量，其結果如圖 3 所示。

如圖 1 所示，適當設定 1200°C 高溫熱處理前之預回火的溫度及時間，可以獲得晶圓表面不會出現滑移差排之回火晶圓，其中， 1000°C 、2 小時 + 1050°C 、5 小時 + 1200°C 、1 小時、或者 1000°C 、4 小時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

+ 1 0 5 0 °C、4 小時 + 1 2 0 0 °C、1 小時之熱處理條件的回火晶圓，只要相對較短時間之預回火即可獲得無滑移差排之回火晶圓。又，在此 2 條件下製作的回火晶圓，如圖 3 所示，只有極少之表面缺陷。

其次，利用 M C Z 法準備和前述相同之晶圓，並在和前述相同之入爐條件下將其置入熱處理爐內。然後，在 A r 環境下實施 8 0 0 °C、2 ~ 1 6 小時 + 1 0 0 0 °C、7 ~ 1 8 小時的預回火，然後再實施 1 2 0 0 °C 之 1 小時高溫熱處理。回火後，確認各熱處理條件下所得之回火晶圓表面是否存在滑移差排。結果如圖 2 所示（圖 2 之閱圖法和圖 1 相同）。又，針對 8 0 0 °C、4 小時 + 1 0 0 0 °C、1 2 小時 + 1 2 0 0 °C、1 小時、以及 8 0 0 °C、8 小時 + 1 0 0 0 °C、9 小時 + 1 2 0 0 °C、1 小時之熱處理條件所得之回火晶圓，測量其表面缺陷密度，其結果如圖 3 所示。

如圖 2 所示，適度設定預回火之溫度及時間，可以獲得晶圓表面沒有滑移差排之回火晶圓，其中，8 0 0 °C、4 小時 + 1 0 0 0 °C、1 2 小時 + 1 2 0 0 °C、1 小時之熱處理條件所得之回火晶圓，可以相對較短之時間獲得無滑移差排的晶圓。

由圖 1 及圖 2 之結果可知，考慮熱處理時間時，以 1 0 0 0 °C + 1 0 5 0 °C 之組合實施預回火執行氧析出處理，可以在比 8 0 0 °C + 1 0 0 0 °C 之組合更短的時間內，獲得晶圓表面無滑移差排之回火晶圓，而更有效率。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (13)

另外，由圖 3 可知，在所述 1000℃ + 1050℃ 之組合、或 800℃ + 1000℃ 之組合的預回火，針對晶圓表面不會產生滑移差排之熱處理條件中，相對較短時間之熱處理條件的回火晶圓之表層的缺陷密度進行比較，經過 800℃ + 1000℃ + 1200℃ 組合之熱處理的回火晶圓缺陷密度，為經過 1000℃ + 1050℃ + 1200℃ 組合之熱處理的回火晶圓缺陷密度之 5 ~ 10 倍。由此可知，經過 800℃ + 1000℃ + 1200℃ 之熱處理的晶圓中，高溫熱處理中之結晶缺陷的消除遭到抑制。

其原因雖然並不明確，但實施 800℃ + 1000℃ + 1200℃ 組合之熱處理時，在 800℃ + 1000℃ 之預回火中，缺陷已經成長為 1200℃ 之氫回火不易消除的缺陷。

由此亦可得知，以 1000℃ + 1050℃ 之組合實施預回火，可以更進一步降低晶圓表層之結晶缺陷密度，故更具效果。

其次，改變預回火之入爐條件來實施熱處理。

首先，利用 MCZ 法育成氮含有量為 5×10^{13} atoms/cm³ (計算值)、氧含有量為 15 ppma (JEIDA)、直徑為 300 mm 之鑄錠後，進行鑄錠切割，完成晶圓之準備。

然後，為了實施準備之晶圓的熱處理而將晶圓置入熱處理爐內。此時之晶圓的熱處理爐入爐條件如表 1 所示。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (14)

(表 1)

入爐條件	熱處理爐 之溫度	入爐速度	溫度回升 速度
條件 1	700℃	100 mm/min	10℃ /min
條件 2	700℃	100 mm/min	5℃ /min
條件 3	700℃	50 mm/min	10℃ /min
條件 4	700℃	50 mm/min	5℃ /min

在各入爐條件下將晶圓置入熱處理爐內後，實施 1000℃、2~8 小時 + 1050℃、2~8 小時的預回火，然後，再以 1200℃ 實施 1 小時之高溫熱處理。

結果，入爐條件為條件 1~3 時，和圖 1 之結果相同，在 1000℃、4 小時 + 1050℃、4 小時 + 1200℃、1 小時之熱處理條件下實施回火，可以降低結晶缺陷，且未出現貫穿至回火晶圓之表面的滑移差排。相對於此，只有在條件 4 下將晶圓置入熱處理爐時，在 1000℃、2 小時 + 1050℃、2 小時 + 1200℃、1 小時之熱處理條件下，亦即，圖 1 中會產生滑移差排之結果的短時間預回火時，仍然可以獲得不會有貫穿至晶圓表面之滑移差排，且缺陷密度較小之回火晶圓。

由以上結果，入爐條件為熱處理爐溫度 700℃、入爐速度 50 mm / min、且溫度回升速度 5℃ / min、或為對晶圓之負荷更低的條件（分別為 700℃ 以下、

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

50 mm / min 以下、5 °C / min 以下)，可有效抑制滑移差排之成長。

此外，為了進行確認，在條件 1 ~ 4 之入爐條件下將晶圓置入熱處理爐內，製作未實施預回火但實施 1200 °C、1 小時之高溫熱處理的回火晶圓、以及實施 1000 °C、2 小時之預回火後再實施 1200 °C、1 小時之高溫熱處理的回火晶圓，測量其結晶缺陷密度、以及產生之滑移差排，並進行比較。結果，未實施預回火之回火晶圓，不論入爐條件為何，皆可以目視檢查明顯觀察到滑移差排之產生，然而，經過預回火之回火晶圓，和未經過預回火之物相比，其缺陷密度及產生之滑移差排皆降低為一半以下。

亦即，依據本發明，在實施高溫熱處理前先以低於高溫熱處理溫度之溫度實施預回火，可以確實降低回火晶圓之結晶缺陷密度，同時，可以抑制滑移差排之產生。尤其是，如前面所述，以 2 階段實施前述預回火時，可以製造完全無滑移差排之回火晶圓。

以下，以實施例及比較例進行本發明之更具體的說明，然而，本發明並不限於此。

(實施例 1)

首先，將原料多晶矽充填至石英坩堝內，然後將附有氮化膜之矽晶圓置入，利用 MCZ 法育成直徑 300 mm、p 型、方位 $\langle 100 \rangle$ 之氮摻雜的矽單晶（氮含有量為

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (16)

5×10^{13} atoms/cm³ (計算值)、氧含有量為 15 ppm (J E I D A))。然後，進行單晶之切割、研磨、倒角、拋光使其成為鏡面晶圓。

其次，以實施回火為目的，將前面所得之鏡面晶圓置入熱處理爐內。此時，晶圓之入爐條件設定為熱處理爐溫度 700℃、入爐速度 50 mm/min、溫度回升速度 5℃/min。

將晶圓置入熱處理爐內後，Ar 100% 環境下，首先實施 1000℃、2 小時之第 1 回火，其次，實施 1050℃、2 小時之第 2 回火，然後，再實施 1200℃、1 小時之高溫熱處理。

高溫熱處理後，以 X 線拓撲及表面檢查裝置 (K L A - Tencor 公司製 S P 1) 進行觀察，結果，幾乎無法確認有滑移差排。並以缺陷評估裝置 (三井金屬鑛業公司製 M O - 6 0 1) 測量所得之回火晶圓表面的缺陷密度，結果，只呈現 1.5 個/cm² 之極低值。

又，以紅外干涉法之缺陷評估裝置 High Yield Technology 公司製 OPP (Optical Precipitate Profiler)，分別在第 1 回火前、第 1 回火後、第 2 回火後，測量和前述晶圓相同規格之晶圓的氧析出物密度及尺寸。

結果，第 1 回火前因氧析出物尺寸較小而無法以 OPP 觀察到。OPP 之氧析出物的檢測下限尺寸約為 50 nm。另一方面，第 1 回火後之氧析出物已成長為 OPP 可檢測之尺寸，平均為 1.2 (a . u .)。而在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

第 2 回火後，可知已成長為平均 2 . 8 (a . u .) 。又，氧析出物密度方面，第 1 回火後、第 2 回火後皆為 4×10^9 個 / cm^3 。

亦即，氧析出物尺寸會因為前述第 1 回火及第 2 回火而成長，且具有充分之密度，故推測可抑制其後之高溫熱處理導致之滑移差排的產生。

又，因前述 O P P 無法測量檢測到之缺陷尺寸的絕對值，故利用 a.u.(arbitrary unit:任意單位) 以相對值進行評估。

(實施例 2 ~ 8 、比較例 1 及 2)

首先，將原料多晶矽充填至石英坩堝內，然後將附有氮化膜之矽晶圓置入，利用 C Z 法育成直徑 200 mm、結晶方位 $\langle 100 \rangle$ 、p 型、 $10 \Omega \cdot \text{cm}$ 之氮摻雜的矽單晶 (氮含有量為 $5 \times 10^{13} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ (計算值)、氧含有量為 15 ppm (J E I D A)) 。然後，進行單晶之切割、研磨、倒角、拋光使其成為鏡面晶圓。以 M O - 6 0 1 (三井金屬鑛業製) 測量鏡面晶圓表面之缺陷密度，結果，其缺陷密度為 55.3 個 / cm^2 。

利用豎型熱處理爐，在 A r 100% 環境下，以下表 2 記載之各熱處理條件對以前述方法製作之鏡面晶圓實施連續熱處理。又，此時，晶圓之置入及取出條件皆設定為熱處理爐溫度 700°C 、入爐速度 (送入速度) $50 \text{ mm} / \text{min}$ 、溫度回升速度 $5^\circ\text{C} / \text{min}$ ，此外，將晶圓置

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (18)

入熱處理爐後，以回升速度 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 進行升溫。高溫熱處理後，MO-601（三井金屬鑛業公司製）測量所製作之回火晶圓的表面缺陷密度，並利用 X 線拓撲影像觀察滑移差排之產生狀況，並以幾乎未產生滑移差排者為第 1 級、以產生最多滑移差排者為第 5 級，實施 5 段相對評估。其測量結果整理如下面之表 2。

表 2

	預回火				缺陷密度 (個/cm ²)	滑移差 排產生 狀況 (級)
	溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	時間 (hr)	溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	時間 (hr)		
實施例 2	950	4	1200	1	1.1	1
實施例 3	1000	4	1200	1	1.0	2
實施例 4	1050	4	1200	1	1.2	3
實施例 5	1000	2	1200	1	1.3	3
實施例 6	1000	4	1200	1	1.0	2
實施例 7	1000	8	1200	1	0.8	2
實施例 8	1000	16	1200	1	0.5	1
比較例 1	無		1200	1	2.6	5
比較例 2	無		1200	4	1.3	5

如前述表 2 所示，在實施高溫熱處理前，實施 2 小時以上之 1 階段預回火，尤其是實施 $950 \sim 1050^{\circ}\text{C}$ 之溫度範圍的預回火（實施例 2 ~ 4），除了可抑制滑移差

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

五、發明說明（ 19 ）

排之產生以外，尚可確實降低滑移差排以外之結晶缺陷密度。而且，預回火時間愈長（實施例 5 ~ 8），則可更進一步抑制滑移差排之產生，且在消除結晶缺陷上也具有更高的效果。然而，在實施高溫熱處理前未實施預回火時（比較例 1 及 2），回火晶圓之表面上會明顯產生滑移差排，故無法抑制滑移差排之產生。又，實施本發明之預回火的回火晶圓，不只可減少滑移差排，和只實施傳統高溫熱處理時相比，可知在消除結晶缺陷上亦具有較大的效果。

其次，在和前述相同之條件下重複進行試驗，仍然獲得和表 2 相同之結果，故確認具有再現性。

（實施例 9）

首先，將原料多晶矽充填至石英坩堝內，利用 M C Z 法，控制 V / G 並以使結晶之成長方向的垂直剖面全面都成為 N 區域之條件，育成直徑 200 mm、p 型、方位 < 100 > 之矽單晶（未摻雜氮、氧含有量為 15 ppma（J E I D A））。然後，進行單晶之切割、研磨、倒角、拋光使其成為鏡面晶圓。

為了測量此晶圓表面之 O S F 密度，抽取 1 片在氧化性環境下實施 1000℃、3 小時 + 1150℃、100 分鐘之熱處理後，在表面實施選擇蝕刻，觀察到 O S F 密度約為 150 個 / cm^2 ，確認製作之鏡面晶圓的 O S F 密度為 1000 個 / cm^2 以下。

其次，利用豎型熱處理爐，在 Ar 100% 環境下，

訂

線

五、發明說明(20)

以表 2 實施例 2 記載之熱處理條件對製作之鏡面晶圓實施熱處理。此時，晶圓之入爐條件設定為熱處理爐溫度 700℃、入爐速度(送入速度) 50 mm/min、溫度回升速度 5℃/min，此外，將晶圓置入熱處理爐後，以回升速度 5℃/min 進行升溫。

高溫熱處理後，利用 X 線拓撲及表面檢查裝置 (KLA-Tencor 公司製 SP1) 進行觀察，結果，確認幾乎沒有滑移差排 (和表 2 之 1 級相同之等級)。

又，以缺陷評估裝置 (三井金屬鑛業公司製 MO-601) 測量所得之回火晶圓表面之缺陷密度，結果，只呈現 0.05 個/cm² 之極低值。

又，以 OPP 分別在預回火前、高溫熱處理後，測量和前述晶圓相同規格之晶圓的氧析出物密度及尺寸。

結果，預回火前因氧析出物尺寸較小而無法以 OPP 觀察到。另一方面，高溫熱處理後之氧析出物已成長為 OPP 可檢測之尺寸，平均為 2.5 (a.u.)。又，氧析出物密度為 5×10^9 個/cm³。

本發明並未限定為前述實施形態。前述實施形態只是一個實例而已，只要具有實質上和本發明專利申請範圍所記載之技術思想相同的構成，且可獲得相同作用效果者，無論任何形態，皆包含於本發明之技術範圍內。

例如，在所述實施例中，高溫熱處理之環境係以氫氣為例，然而，在氫、或氫及氫之混合氣體環境中實施高溫熱處理時，亦可完全利用本發明，又，高溫熱處理溫度及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (21)

熱處理時間只要在本發明之專利申請範圍內，亦同樣適用。

〔圖式之簡單說明〕

圖 1 為改變第 1 回火 (1 0 0 0 ° C) 及第 2 回火 (1 0 5 0 ° C) 之熱處理時間時的回火晶圓表面上存在之滑移差排圖。

圖 2 為改變第 1 回火 (8 0 0 ° C) 及第 2 回火 (1 0 0 0 ° C) 之熱處理時間時的回火晶圓表面上存在之滑移差排圖。

圖 3 為不同預回火條件下測得之回火晶圓表面結晶缺陷密度的比較圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

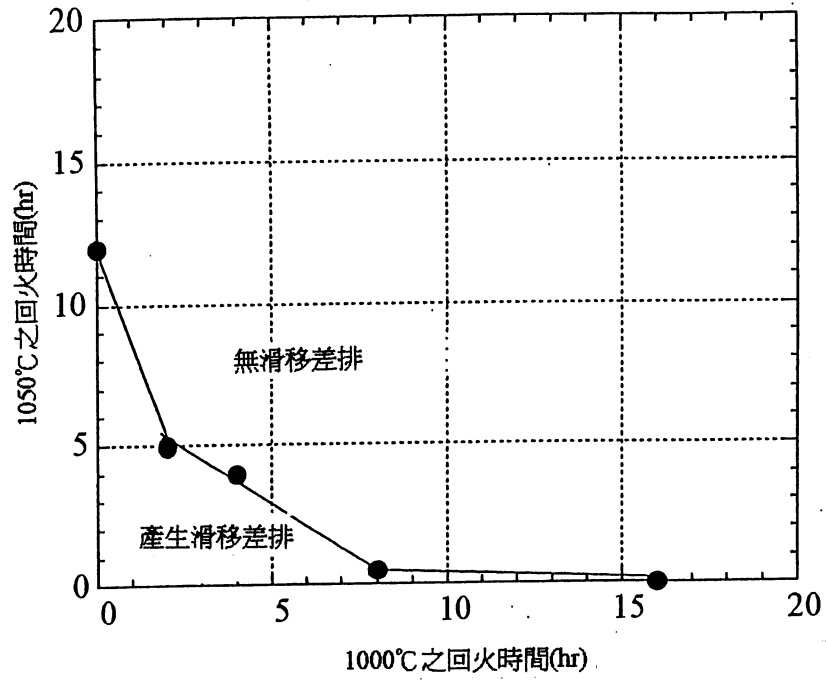
四、中文發明摘要(發明之名稱：回火晶圓的製造方法)

本發明之回火晶圓製造方法是在氫氣、氫氣、或其混合氣體之環境下，以1100~1350℃對以柴氏法(CZ法)所製作之直徑200mm以上晶圓實施10~600分鐘之高溫熱處理，其特徵則為在前述高溫熱處理前，實施低於前述高溫熱處理溫度之預回火，促成氧析出物之成長並抑制滑移差排之成長。利用此方式，可提供回火晶圓之製造方法及回火晶圓，其在對200mm以上之大口徑矽單晶晶圓實施高溫熱處理時，可抑制滑移差排之產生及成長，且可減少晶圓表層之缺陷密度。

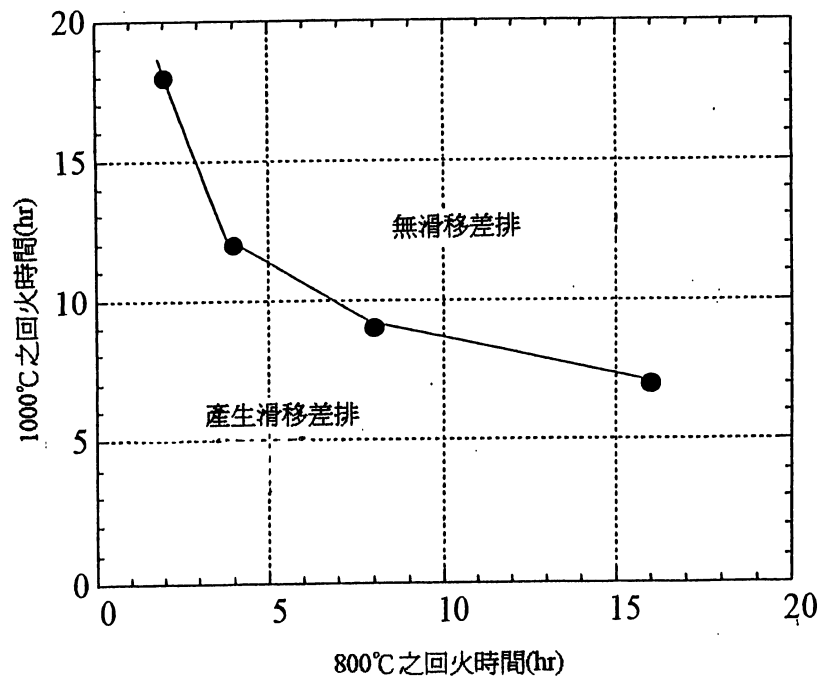
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

英文發明摘要(發明之名稱：)

第 1 圖



第 2 圖



公告本

中文說明書修正頁

民國 92 年 10 月 22 日修正

申請日期	91 年 6 月 28 日
案 號	91114428
類 別	H01L 21/324

A4
C4

565897

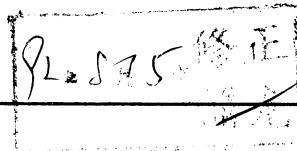
(以上各欄由本局填註)

發明型專利說明書

一、發明 名稱	中 文	回火晶圓的製造方法
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	(1) 小林德弘 (2) 玉塚正郎 (3) 名古屋孝俊
	國 籍	(1) 日本國群馬縣安中市磯部二丁目一三番一號
	住、居所	(2) 日本國群馬縣安中市磯部二丁目一三番一號 (3) 日本國群馬縣安中市磯部二丁目一三番一號
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 信越半導體股份有限公司 信越半導体株式会社
	國 籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目四番二號
	代 表 人 姓 名	(1) 小柳俊一

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝 訂 線



六、申請專利範圍

附件 2

第 91114428 號專利申請案

中文申請專利範圍修正本

民國 92 年 8 月 15 日修正

1、一種回火晶圓之製造方法，為在氫氣、氫氣、或其混合氣體之環境下，以 1100 ~ 1350 °C 對以柴氏法（CZ 法）所製作之 200 mm 以上矽單晶晶圓實施 10 ~ 600 分鐘之高溫熱處理，其特徵為：在實施前述高溫熱處理前，實施低於前述高溫熱處理溫度之預回火，促成氧析出物之成長並抑制滑移差排之成長。

2、如申請專利範圍第 1 項之回火晶圓的製造方法，其中

至少以 2 小時以上進行一階段前述預回火。

3、如申請專利範圍第 1 項之回火晶圓的製造方法，

其中

令前述預回火之溫度範圍為 950 ~ 1050 °C。

4、如申請專利範圍第 2 項之回火晶圓的製造方法，

其中

令前述預回火之溫度範圍為 950 ~ 1050 °C。

5、如申請專利範圍第 1 項之回火晶圓的製造方法，

其中

以第 1 回火（溫度 T1）及第 2 回火（溫度 T2）之 2 階段實施前述預回火，且令 $T1 < T2$ 。

6、如申請專利範圍第 2 項之回火晶圓的製造方法，

煩請委員明示
修正本有無變更實質內容是否准予修正。
92 年 8 月 15 日所提之

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

六、申請專利範圍

其中

以第 1 回火（溫度 T_1 ）及第 2 回火（溫度 T_2 ）之 2 階段實施前述預回火，且 $T_1 < T_2$ 。

7、如申請專利範圍第 3 項之回火晶圓的製造方法，其中

以第 1 回火（溫度 T_1 ）及第 2 回火（溫度 T_2 ）之 2 階段實施前述預回火，且 $T_1 < T_2$ 。

8、如申請專利範圍第 4 項之回火晶圓的製造方法，其中

以第 1 回火（溫度 T_1 ）及第 2 回火（溫度 T_2 ）之 2 階段實施前述預回火，且 $T_1 < T_2$ 。

9、如申請專利範圍第 5 項之回火晶圓的製造方法，其中

令前述第 1 回火之溫度 T_1 為 1000°C ，令前述第 2 回火之溫度 T_2 為 1050°C 。

10、如申請專利範圍第 6 項之回火晶圓的製造方法，其中

令前述第 1 回火之溫度 T_1 為 1000°C ，令前述第 2 回火之溫度 T_2 為 1050°C 。

11、如申請專利範圍第 7 項之回火晶圓的製造方法，其中

令前述第 1 回火之溫度 T_1 為 1000°C ，令前述第 2 回火之溫度 T_2 為 1050°C 。

12、如申請專利範圍第 8 項之回火晶圓的製造方法

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

六、申請專利範圍

，其中

令前述第 1 回火之溫度 T 1 為 1 0 0 0 °C，令前述第 2 回火之溫度 T 2 為 1 0 5 0 °C。

1 3、如申請專利範圍第 1 至 1 2 項中任一項之回火晶圓的製造方法，其中

在前述預回火中，將前述矽單晶晶圓置入熱處理爐內時，令熱處理爐之溫度為 7 0 0 °C 以下、入爐速度為 5 0 m m / m i n 以下、且令其溫度回升速度為 5 °C / m i n 以下。

1 4、如申請專利範圍第 1 至 1 2 項中任一項之回火晶圓的製造方法，其中

前述矽單晶晶圓為氮濃度 $1 \times 1 0^{13} \sim 5 \times 1 0^{15}$ / c m ³、氧濃度為 1 0 ~ 2 5 p p m a (J E I D A) 之氮摻雜的矽單晶晶圓。

1 5、如申請專利範圍第 1 3 項之回火晶圓的製造方法，其中

前述矽單晶晶圓為氮濃度 $1 \times 1 0^{10} \sim 5 \times 1 0^{15}$ / c m ³、氧濃度為 1 0 ~ 2 5 p p m a (J E I D A) 之氮摻雜的矽單晶晶圓。

1 6、如申請專利範圍第 1 至 1 2 項中任一項之回火晶圓的製造方法，其中

進行前述高溫熱處理之矽單晶晶圓，為在以 C Z 法製作矽單晶時，以抑制空隙缺陷之產生的條件所製作的矽單晶晶圓。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

17、如申請專利範圍第13項之回火晶圓的製造方法，其中

進行前述高溫熱處理之矽單晶晶圓，為在以CZ法製作矽單晶時，以抑制空隙缺陷之產生的條件所製作的矽單晶晶圓。

18、如申請專利範圍第14項之回火晶圓的製造方法，其中

進行前述高溫熱處理之矽單晶晶圓，為在以CZ法製作矽單晶時，以抑制空隙缺陷之產生的條件所製作的矽單晶晶圓。

19、如申請專利範圍第15項之回火晶圓的製造方法，其中

進行前述高溫熱處理之矽單晶晶圓，為在以CZ法製作矽單晶時，以抑制空隙缺陷之產生的條件所製作的矽單晶晶圓。

20、如申請專利範圍第16項之回火晶圓的製造方法，其中

在抑制前述空隙缺陷產生之條件下製作之矽單晶晶圓的OSF密度為1000個/cm²以下。

21、如申請專利範圍第17項之回火晶圓的製造方法，其中

在抑制前述空隙缺陷產生之條件下製作之矽單晶晶圓的OSF密度為1000個/cm²以下。

12-8 15

第 3 圖

