公告本

383341

申請日期	86.7.28
案號	86110712
類別	C30B 15/00, H01L 21/

修正補充 88.11.3 年 月 日

A4
C4

383341

（以上各欄由本局填註） 第 86110712 號說明書修正頁 修正日期：88.11.3

發明 新型 專利說明書

一、發明新型名稱	中文	矽單結晶之製造方法
	英文	METHOD FOR MANUFACTURING SILICON SINGLE CRYSTALS
二、發明創作人	姓名	1.久保田利通　2.富岡純輔 3.最勝寺俊昭　4.中村浩三
	國籍	日本
	住、居所	1.神奈川縣平塚市田村 5214-1 田村第一 5-556 2.神奈川縣平塚市真田 386-75 3.神奈川縣平塚市下島 164-2-209 4.神奈川縣平塚市出縄 489-13
三、申請人	姓名（名稱）	小松電子金屬股份有限公司
	國籍	日本
	住、居所（事務所）	神奈川縣平塚市四之宮 2612
	代表人姓名	中西英介

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

公告本

383341

申請日期	86.7.28
案號	86110712
類別	C30B 15/00, H01L 21/

修正補充 88.11.3 年 月 日

A4
C4

383341

（以上各欄由本局填註） 第 86110712 號說明書修正頁 修正日期：88.11.3

發明 新型 專利說明書

一、發明新型名稱	中文	矽單結晶之製造方法
	英文	METHOD FOR MANUFACTURING SILICON SINGLE CRYSTALS
二、發明創作人	姓名	1.久保田利通　2.富岡純輔 3.最勝寺俊昭　4.中村浩三
	國籍	日本
	住、居所	1.神奈川縣平塚市田村 5214-1 田村第一 5-556 2.神奈川縣平塚市真田 386-75 3.神奈川縣平塚市下島 164-2-209 4.神奈川縣平塚市出縄 489-13
三、申請人	姓名（名稱）	小松電子金屬股份有限公司
	國籍	日本
	住、居所（事務所）	神奈川縣平塚市四之宮 2612
	代表人姓名	中西英介

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

（由本局填寫）

承辦人代碼：	A6 B6
大　　類：	
ＩＰＣ分類：	

本案已向：

國（地區）	申請專利，申請日期：	案號：	，☑有 □無主張優先權
日本	1996/11/21	8-326138	

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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 1 ）

本發明係有藉由 CZ 法之矽單結晶之製造方法。特別是有關於氧化膜耐壓特性優良之矽單結晶的製造方法。

矽單結晶一般乃使用CZ法來製造。CZ法為在單結晶裝置內設置之石英坩堝內充填多晶矽，藉由設置在石英坩堝周圍之加熱器將原料加熱熔解之後，將安裝在晶種夾頭上之種結晶浸漬在熔融液中，一面使晶種夾頭與石英坩堝互相成同方向或逆方向旋轉一面將晶種夾頭拉起以生長一定直徑及長度之矽單結晶之方法。

使用一般 CZ 法所剛製造出的單結晶中存在有八面體狀的孔洞是被知道的。藉由紅外線散射斷層掃描來檢查出此缺陷，而將其當做 LSTD(Laser Scattering Tomograph Defects)缺陷。 LSTD 在幾乎所有之單結晶中以超過 1×10^6 個/cm^3 之密度存在。

近年來，隨著半導體裝置構造之微細化及高集積化，氧化膜耐壓之信賴性特別受到重視。第 2 圖顯示 LSTD 密度和氧化膜耐壓良品率之關係。當 LSTD 密度超過 1×10^6 個/cm^3 時，氧化膜耐壓良品率降低至 50%以下。此外，第 3 圖顯示氧化膜耐壓良品率與半導體裝置之信賴性不良率之關係(Semiconductor Silicon(1994), 937-986)，顯示當氧化膜耐壓良品率在 50%以下時，信賴性不良率急劇上昇。從此點看來， LSTD 密度降低是使用 CZ 法成長矽單晶(以下稱 CZ-Si 單結晶)最重要之課題。必需使剛成長(as-grown)之 CZ-Si 單結晶中之 LSTD 密度至少降低至 1×10^6 個/cm^3 以下。

以往，和氧化膜耐磨特性有關之 CZ-Si 單結晶中之氧

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 1 ）

本發明係有藉由 CZ 法之矽單結晶之製造方法。特別是有關於氧化膜耐壓特性優良之矽單結晶的製造方法。

矽單結晶一般乃使用CZ法來製造。CZ法為在單結晶裝置內設置之石英坩堝內充填多晶矽，藉由設置在石英坩堝周圍之加熱器將原料加熱熔解之後，將安裝在晶種夾頭上之種結晶浸漬在熔融液中，一面使晶種夾頭與石英坩堝互相成同方向或逆方向旋轉一面將晶種夾頭拉起以生長一定直徑及長度之矽單結晶之方法。

使用一般 CZ 法所剛製造出的單結晶中存在有八面體狀的孔洞是被知道的。藉由紅外線散射斷層掃描來檢查出此缺陷，而將其當做 LSTD(Laser Scattering Tomograph Defects)缺陷。 LSTD 在幾乎所有之單結晶中以超過 1×10^6 個/cm^3 之密度存在。

近年來，隨著半導體裝置構造之微細化及高集積化，氧化膜耐壓之信賴性特別受到重視。第 2 圖顯示 LSTD 密度和氧化膜耐壓良品率之關係。當 LSTD 密度超過 1×10^6 個/cm^3 時，氧化膜耐壓良品率降低至 50%以下。此外，第 3 圖顯示氧化膜耐壓良品率與半導體裝置之信賴性不良率之關係(Semiconductor Silicon(1994), 937-986)，顯示當氧化膜耐壓良品率在 50%以下時，信賴性不良率急劇上昇。從此點看來， LSTD 密度降低是使用 CZ 法成長矽單晶(以下稱 CZ-Si 單結晶)最重要之課題。必需使剛成長(as-grown)之 CZ-Si 單結晶中之 LSTD 密度至少降低至 1×10^6 個/cm^3 以下。

以往，和氧化膜耐磨特性有關之 CZ-Si 單結晶中之氧

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 2 ）

析出物密度降低的方法，有將單結晶的成長速度在0.8mm/min 以下之成長方法(參照例如特開平 2-267195 號公報)被提出。亦有當結晶成長速度為 fp(mm/min)，從矽之熔點到 1300 ℃之溫度範圍內之結晶軸方向之溫度斜率為 G(℃/mm)時，以 V/G 所表示之係數為 0.25mm^2/℃以上；而且從 1150 ℃至 1000 ℃之溫度範圍之冷卻速度為 2.0 ℃/分以下之單結晶成長方法(參照特開平 8-12493 號公報)被提出。

依照上述特開平 8-12493 號公報之矽單結晶成長方法，在晶圓加工後之熱氧化處理所發生之環狀的氧氣誘導積層缺陷(以下稱 OSF)之外徑乃使用 V/G 作為參數控制分佈在半導體裝置製造工程中不使用之晶圓之外周部，而為了控制 LSTD 之密度之參數乃規定從 1150 ℃至 1000 ℃之溫度範圍之冷卻速度。亦即，對於獨立之前述二目的分別使參數規格化。

相對於此，本發明人等乃著眼於 LSTD 之密度及受結晶成長時之二溫度帶，亦即，從矽之熔點至 1300 ℃及從 1150 ℃至 1080 ℃之溫度帶之冷卻過程之影響。不用說從習知之文獻，公報可知從 1150 ℃至 1080 ℃，或從 1150 ℃至 1000 ℃等 1100 ℃附近之溫度帶之冷卻速度參數對 LSTD 密度有影響，但結晶拉引速度/(熔液~1300 ℃之溫度斜率)之參數之影響雖小，但亦影響 LSTD 密度。亦即，要精密地控制 LSTD 密度時，必需考慮前述二參數。

本發明乃著眼於以上，以提供一種以降低剛成長出

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 2 ）

析出物密度降低的方法，有將單結晶的成長速度在0.8mm/min 以下之成長方法(參照例如特開平 2-267195 號公報)被提出。亦有當結晶成長速度為 fp(mm/min)，從矽之熔點到 1300 ℃之溫度範圍內之結晶軸方向之溫度斜率為 G(℃/mm)時，以 V/G 所表示之係數為 0.25mm^2/℃以上；而且從 1150 ℃至 1000 ℃之溫度範圍之冷卻速度為 2.0 ℃/分以下之單結晶成長方法(參照特開平 8-12493 號公報)被提出。

依照上述特開平 8-12493 號公報之矽單結晶成長方法，在晶圓加工後之熱氧化處理所發生之環狀的氧氣誘導積層缺陷(以下稱 OSF)之外徑乃使用 V/G 作為參數控制分佈在半導體裝置製造工程中不使用之晶圓之外周部，而為了控制 LSTD 之密度之參數乃規定從 1150 ℃至 1000 ℃之溫度範圍之冷卻速度。亦即，對於獨立之前述二目的分別使參數規格化。

相對於此，本發明人等乃著眼於 LSTD 之密度及受結晶成長時之二溫度帶，亦即，從矽之熔點至 1300 ℃及從 1150 ℃至 1080 ℃之溫度帶之冷卻過程之影響。不用說從習知之文獻，公報可知從 1150 ℃至 1080 ℃，或從 1150 ℃至 1000 ℃等 1100 ℃附近之溫度帶之冷卻速度參數對 LSTD 密度有影響，但結晶拉引速度/(熔液~1300 ℃之溫度斜率)之參數之影響雖小，但亦影響 LSTD 密度。亦即，要精密地控制 LSTD 密度時，必需考慮前述二參數。

本發明乃著眼於以上，以提供一種以降低剛成長出

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

修正
本 年 月 日
補充 86.11.15

五、發明說明（ 3 ）

之 CZ-Si 單結晶中存在之 LSTD 密度而能夠得到閘極氧化膜耐壓特性優良之晶圓之矽單結晶製造方法為其目的。

為了達成上述目的，本發明之矽單結晶的製造方法為一種藉由 CZ 法之矽單結晶之製造時，當結晶拉引速度為 V(mm/min)，從矽熔點至 1300 ℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率為 G1(℃/min)，從 1150 ℃至 1080 ℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率為 G2(℃/min)，LSTD 密度為 d(個/cm^3)時，符合

$V/G1>0.581 \times V \times G2-(d-4.3 \times 10^3)/2.65 \times 10^6$ 而且

$V/G1>0.25$

條件使結晶成長為其特徵者。

依照上述構成，為了實現所設定之 LSTD 密度作為目標值，必要的矽單結晶之冷卻條件，亦即對於結晶拉引速度之從矽熔點至 1300 ℃以及從 1150 ℃至 1080 ℃之二溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率以計算式求出，以算出之冷卻條件拉引單結晶的話可得到 LSTD 密度小之矽單結晶。

以下，參照圖式說明本發明矽之單晶之製造方法之實施例。

圖式之簡單說明

第 1 圖為顯示 V/G1 及 V × G2 與 LSTD 密度之關係之圖。

第 2 圖為顯示剛成長出之 CZ-Si 單結晶中存在之 LSTD 密度與氧化膜耐壓良品率之關係之圖；及

第 3 圖為顯示氧化膜耐壓良品率與半導體裝置之信賴

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

修正
本 年 月 日
補充 86.11.15

五、發明說明（ 3 ）

之 CZ-Si 單結晶中存在之 LSTD 密度而能夠得到閘極氧化膜耐壓特性優良之晶圓之矽單結晶製造方法為其目的。

為了達成上述目的，本發明之矽單結晶的製造方法為一種藉由 CZ 法之矽單結晶之製造時，當結晶拉引速度為 V(mm/min)，從矽熔點至 1300 ℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率為 G1(℃/min)，從 1150 ℃至 1080 ℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率為 G2(℃/min)，LSTD 密度為 d(個/cm^3)時，符合

$V/G1>0.581 \times V \times G2-(d-4.3 \times 10^3)/2.65 \times 10^6$ 而且

$V/G1>0.25$

條件使結晶成長為其特徵者。

依照上述構成，為了實現所設定之 LSTD 密度作為目標值，必要的矽單結晶之冷卻條件，亦即對於結晶拉引速度之從矽熔點至 1300 ℃以及從 1150 ℃至 1080 ℃之二溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率以計算式求出，以算出之冷卻條件拉引單結晶的話可得到 LSTD 密度小之矽單結晶。

以下，參照圖式說明本發明矽之單晶之製造方法之實施例。

圖式之簡單說明

第 1 圖為顯示 V/G1 及 V × G2 與 LSTD 密度之關係之圖。

第 2 圖為顯示剛成長出之 CZ-Si 單結晶中存在之 LSTD 密度與氧化膜耐壓良品率之關係之圖；及

第 3 圖為顯示氧化膜耐壓良品率與半導體裝置之信賴

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 7 ）

由表 1 所記載之製造條件所得到之矽單結晶之 V/G1 及 V × G1 及 V × G2 和 LSTD 密度之關係乃示於第 1 圖。該圖中○表示 LSTD 密度小於 1×10^6 個/cm^3，而●則表示 LSTD 密度大於 1×10^6 個/cm^3。這些邊界線為以 $d=1x10^6$ 個/立方公分時， $V/G1=0.581 \times V \times G2 - (d-4.3 \times 10^3)/2.65 \times 10^6$ 所表示之直線。此外，所繪製之各點的旁邊所表示之數字為 LSTD 密度($\times 10^6$ 個/cm^3)。再者，$V/G1<0.25$ 以下為環狀 OSF 發生，隨著 V/G1 值接近 0，向著結晶的中心方向消失。可了解到在滿足本發明之條件範圍內製造出之單結晶之 LSTD 密度均降低至 1×10^6 個/cm^3 以下。

如以上之說明，依照本發明，為了嚴密地控制剛成長出之 CZ-Si 單結晶之幾乎均存在的八面體狀空洞缺陷密度降低至所希望之值，定出決定由矽熔點至 1300℃及由 1150℃至 1080℃之二個溫度範圍內之結晶拉引條件的算式。然後，以此算式為基準以滿足所得到之冷卻條件之結晶拉引速度進行單結晶之拉引，因而可製造出缺陷密度降低至 1×10^6 個/cm^3 以下，氧化膜耐壓特性及半導體裝置之良率均優之 CZ-Si 單結晶。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 4 ）

性不良率之關係之圖。

在矽結晶所發生之缺陷與結晶成長等之冷卻過程之關係都有為數不少之報告，但是當結晶拉引速度為V(mm/min)；從矽之熔點至1300℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率為G1(℃/min)，從1150℃至1080℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率為G2(℃/min)時，V/G1，V/G2之參數與結晶缺陷之關係亦已有一些報告之例子。首先，對於V/G1，決定在結晶之直徑方向之OSF發生位置之參數，在Materials Sciense Forum Vols. 196-201(1995)P.P 1713-1718及Joumal of Crystal Growth 151 (1995) 273-277中已有報告。此種環狀OSF在晶圓內存在的話，對半導體裝置有不良的影響自不待言。在外側範圍存在的話，亦會發生差排缺陷或重金屬去除能力降低之問題。亦即，市場上之晶圓均使V/G1在某一臨界實值以上，使環狀OSF在內側區域內。

此外，亦報告了決定所謂格子間矽之二次缺陷之A缺陷及B缺陷或空孔之二次缺陷之D缺陷發生之種類(Journal of Crystal Growth 59 (1982) 625-643)。從此報告，假定了前述參數左右結晶成長時導入之點缺陷(格子間矽及空孔)之濃度對為空孔之凝集體之LSTD之形成過程有不小之影響。

V × G2為成長中之矽單結晶的1150℃至1080℃之冷卻速度，此冷卻速度與LSTD密度之間有良好的相關關係乃報告在Materials Sciense Forum Vols. 196-201 (1995)pp.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 5 ）

1707-1712 。

本發明者等確認了 LSTD 在 1150 ℃~1080 ℃之溫度帶形成，在此溫度帶之冷卻速度降低可降低 LSTD 之密度。

因而，本發明者等調查了以種種的條件拉引之單結晶之 LSTD 密度與 V/G1 及 V/G2 之關係。其結果，了解了 V/G1 及 V × G2 對 LSTD 密度之關聯，發現了要使 LSTD 密度 d 小於 1×10^6 個/cm^3 的話，必需在 $V/G1>0.58 \times V \times G2-(d-4.3 \times 10^3)/2.65 \times 10^6$ 之範圍內使結晶成長。此外，如前述，V/G1 為決定環狀 OSF 的發生位置之參數，因而為了使環狀 OSF 在結晶之外周側消失，必需同時滿足 V/G1>0.25 之條件。

以 V/G1 及 V × G2 作為參數，以本發明之製造方法用 10 種條件及習知方法用 12 種條件，總計用 22 種的製造條件生長矽單結晶。此矽單結晶為將多晶矽摻雜硼，結晶直徑為 100~200mm 與結晶方位為<100>的單結晶不同之製造裝置及爐內熱區域(hot zone)拉引者。結晶拉引速度 V 及 V/G1 ，V × G2 ，LSTD 密度之值乃如表 1 所示。本發明的實施例乃是將 LSTD 密度 d 設定為目標值，算出為了達成此目標值之 V 、V/G1 及 V × G2，再以這些條件作為製造條件。而習知方法之實施例乃是適當地決定結晶拉引速度 V 之溫度斜率 G1 及 G2 ，再測定所得到之矽單結晶之 LSTD 密度。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 6 ）

表 1

區分		製造條件			LSTD 密度 d ($\times 10^6/cm^3$)
		拉引速度 V (mm/min)	V × G2 (℃/min)	V/G1 (mm^2/℃ min)	
本發明之實施例	A	0.7	1.4	0.4952	0.7
	B	0.53	1.0027	0.3549	0.6
	C	0.64	1.0927	0.3943	0.5
	D	0.64	0.9532	0.3943	0.3
	E	0.8	1.1667	0.4786	0.4
	F	0.64	1.0927	0.3429	0.8
	G	0.65	1.0581	0.3424	0.8
	H	0.58	0.9022	0.3211	0.4
	I	0.59	0.7121	0.2845	0.3
	J	0.75	1.0294	0.3214	0.6
習知方法之實施例	K	0.83	1.6154	0.2732	2.5
	L	1.17	2.4818	0.3447	4.0
	M	0.72	1.3622	0.2829	2.4
	N	0.7	1.4848	0.3563	2.5
	O	0.75	1.5012	0.3984	2.0
	P	0.7	1.3611	0.35	2.3
	Q	0.8	1.75	0.3125	3.5
	R	1	2.5	0.2768	4.2
	S	0.64	1.3576	0.3257	2.6
	T	0.65	1.2639	0.3134	2.0
	U	0.78	1.187	0.2716	2.2
	V	1.3	2.3947	0.6964	2.8

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 7 ）

由表 1 所記載之製造條件所得到之矽單結晶之 V/G1 及 V × G1 及 V × G2 和 LSTD 密度之關係乃示於第 1 圖。該圖中○表示 LSTD 密度小於 1×10^6 個/cm^3，而●則表示 LSTD 密度大於 1×10^6 個/cm^3。這些邊界線為以 $d=1x10^6$ 個/立方公分時， $V/G1=0.581 \times V \times G2 - (d-4.3 \times 10^3)/2.65 \times 10^6$ 所表示之直線。此外，所繪製之各點的旁邊所表示之數字為 LSTD 密度($\times 10^6$ 個/cm^3)。再者，$V/G1<0.25$ 以下為環狀 OSF 發生，隨著 V/G1 值接近 0，向著結晶的中心方向消失。可了解到在滿足本發明之條件範圍內製造出之單結晶之 LSTD 密度均降低至 1×10^6 個/cm^3 以下。

如以上之說明，依照本發明，為了嚴密地控制剛成長出之 CZ-Si 單結晶之幾乎均存在的八面體狀空洞缺陷密度降低至所希望之值，定出決定由矽熔點至 1300℃及由 1150℃至 1080℃之二個溫度範圍內之結晶拉引條件的算式。然後，以此算式為基準以滿足所得到之冷卻條件之結晶拉引速度進行單結晶之拉引，因而可製造出缺陷密度降低至 1×10^6 個/cm^3 以下，氧化膜耐壓特性及半導體裝置之良率均優之 CZ-Si 單結晶。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

四、中文發明摘要（發明之名稱：　矽單結晶之製造方法　）

在以 CZ 法製造單結晶時，降低剛成長之矽單結晶中所存在之八面體狀空洞缺陷以製造出氧化膜耐壓特性優良之晶圓。

當結晶拉引速度為 V(mm/min)，當從矽熔點~1300℃之溫度範圍以及從 1150℃至 1080℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率分別為 G1(℃/mm)、G2(℃/mm)，而缺陷密度為 d(個/cm^3)時，使滿足：

$V/G1>0.581\times V\times G2-(d-4.3\times10^3)/2.65\times10^6$

且 V/G1>0.25 之條件下定出 V、G1、G2、d，使結晶成長。藉此可製造出缺陷密度降至 1×10^6 個/cm^3 以下，且氧化膜耐壓特性及半導體裝置良率均優良之矽單結晶。

英文發明摘要（發明之名稱：METHOD FOR MANUFACTURING SILICON SINGLE CRYSTALS）

A method for manufacturing silicon single crystal silicon by the CZ method is disclosed to reduce the density of octahedral void like defects in silicon single crystal and thereby to obtain wafers with excellent gate oxide intergrity characteristics.

When the pulling speed is V(mm/min), the temperature slope along the crystal axis within the temperature range from the melting point of silicon to 1300°C is G1(°C/mm), the temperature slope along the crystal axis within the temperature range from 1150° to 1080°C is G2(°C/mm), and the octahedral-shaped void density is d (pieces/cm^3), crystals are grown under a condition satisfying:

$V/G1>0.58\times V\times G2-(d-4.3\times10^3)/2.65\times10^6$ and $V/G1>0.25$. In this way, the defect density is reduced to less than 1×10^6 pieces/cm^3 and silicon single crystals having superior gate oxide intergrity and semiconductor device yield are obtained.

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

經濟部中央標準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各欄）

裝

訂

四、中文發明摘要（發明之名稱：　矽單結晶之製造方法　）

在以 CZ 法製造單結晶時，降低剛成長之矽單結晶中所存在之八面體狀空洞缺陷以製造出氧化膜耐壓特性優良之晶圓。

當結晶拉引速度為 V(mm/min)，當從矽熔點~1300℃之溫度範圍以及從 1150℃至 1080℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率分別為 G1(℃/mm)、G2(℃/mm)，而缺陷密度為 d(個/cm^3)時，使滿足：

$V/G1>0.581\times V\times G2-(d-4.3\times10^3)/2.65\times10^6$

且 V/G1>0.25 之條件下定出 V、G1、G2、d，使結晶成長。藉此可製造出缺陷密度降至 1×10^6 個/cm^3 以下，且氧化膜耐壓特性及半導體裝置良率均優良之矽單結晶。

英文發明摘要（發明之名稱：METHOD FOR MANUFACTURING SILICON SINGLE CRYSTALS）

A method for manufacturing silicon single crystal silicon by the CZ method is disclosed to reduce the density of octahedral void like defects in silicon single crystal and thereby to obtain wafers with excellent gate oxide intergrity characteristics.

When the pulling speed is V(mm/min), the temperature slope along the crystal axis within the temperature range from the melting point of silicon to 1300°C is G1(°C/mm), the temperature slope along the crystal axis within the temperature range from 1150° to 1080°C is G2(°C/mm), and the octahedral-shaped void density is d (pieces/cm^3), crystals are grown under a condition satisfying:

$V/G1>0.58\times V\times G2-(d-4.3\times10^3)/2.65\times10^6$ and $V/G1>0.25$. In this way, the defect density is reduced to less than 1×10^6 pieces/cm^3 and silicon single crystals having superior gate oxide intergrity and semiconductor device yield are obtained.

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

經濟部中央標準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各欄）

裝

訂

六、申請專利範圍

1.一種矽單結晶之製造方法，其特徵在於在以CZ法製造矽單結晶時，當結晶拉引度為V(mm/min)，從矽之熔點到1300℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率為G1(℃/mm)，從1150℃至1080℃之溫度範圍內之結晶軸方向之溫度斜率為G2(℃/mm)；八面體狀空洞缺陷之密度為d(個/cm^3)時，以滿足

$V/G1>0.581 \times V \times G2-(d-4.3 \times 10^3)/2.65 \times 10^6$ 而且

$V/G1>0.25$

之條件成長單結晶。

2.如申請專利範圍第1項之矽單結晶的製造方法，其特徵在於滿足申請範圍第1項之計算式中 $d=1x10^6$ 的條件來成長結晶，會使缺陷密度小於 $1x10^6$ (個/立方公分)。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

1.一種矽單結晶之製造方法，其特徵在於在以CZ法製造矽單結晶時，當結晶拉引度為V(mm/min)，從矽之熔點到1300℃之溫度範圍之結晶軸方向之溫度斜率為G1(℃/mm)，從1150℃至1080℃之溫度範圍內之結晶軸方向之溫度斜率為G2(℃/mm)；八面體狀空洞缺陷之密度為d(個/cm^3)時，以滿足

$V/G1>0.581 \times V \times G2-(d-4.3 \times 10^3)/2.65 \times 10^6$ 而且

$V/G1>0.25$

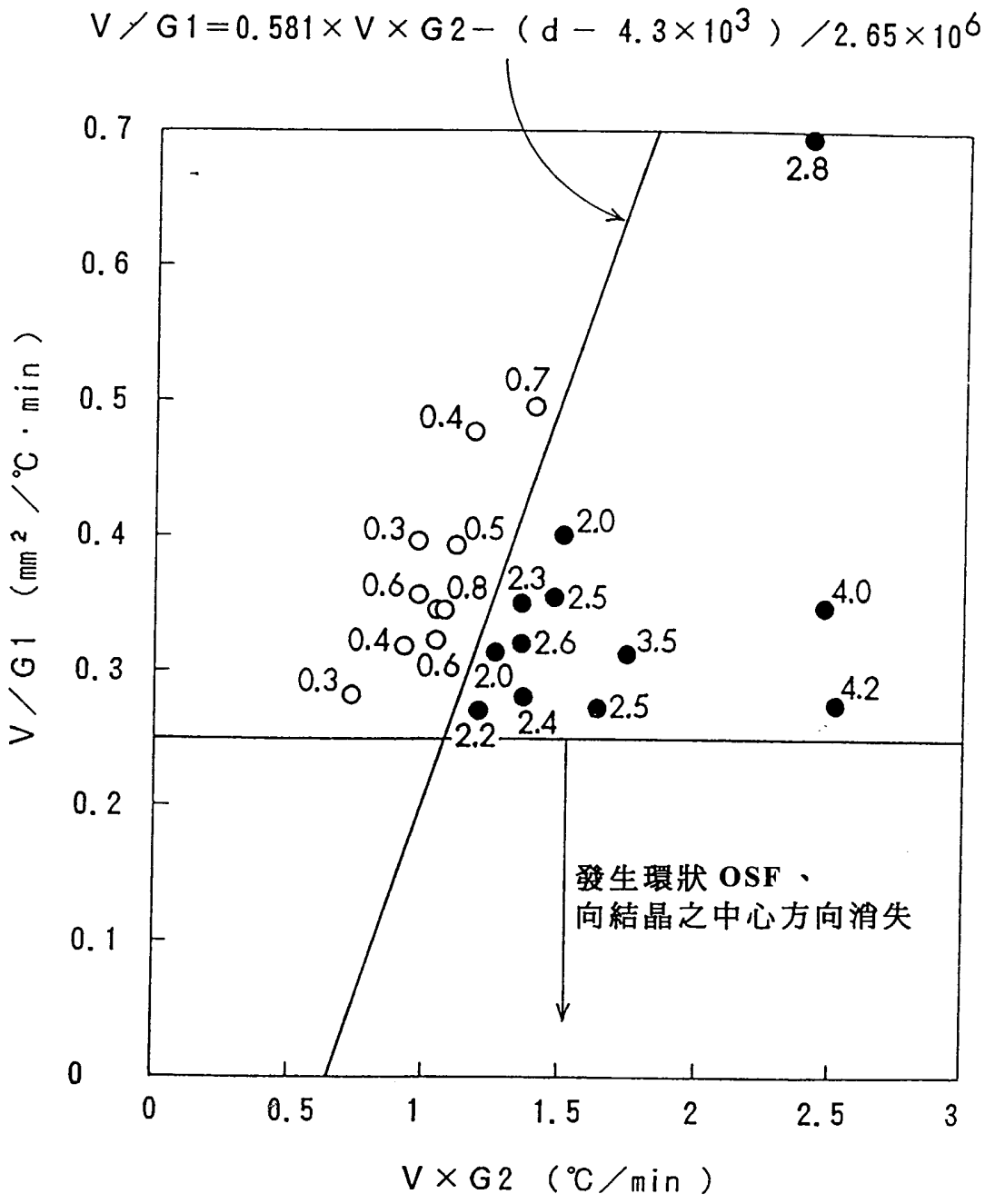
之條件成長單結晶。

2.如申請專利範圍第1項之矽單結晶的製造方法，其特徵在於滿足申請範圍第1項之計算式中 $d=1x10^6$ 的條件來成長結晶，會使缺陷密度小於 $1x10^6$ (個/立方公分)。

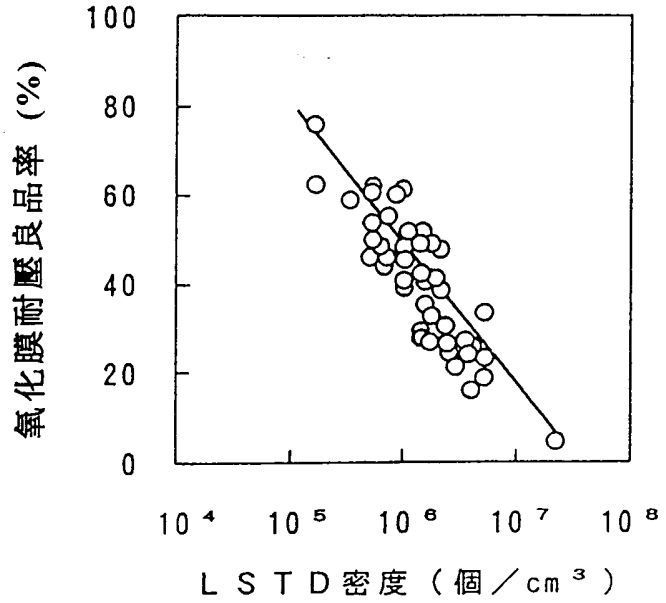
（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

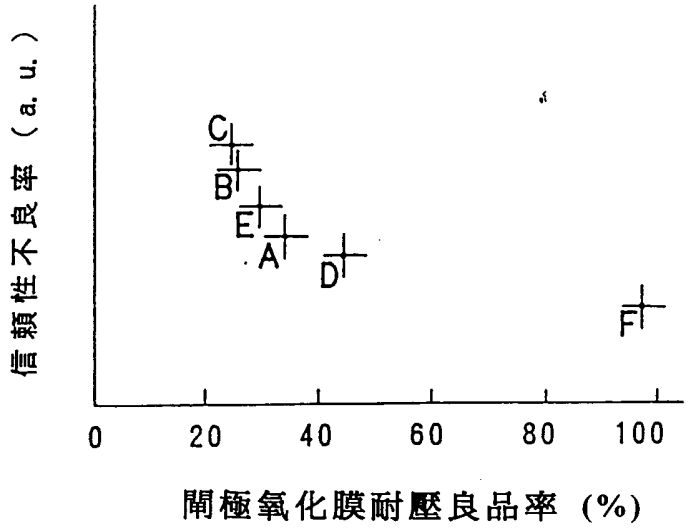
公 告 本


V／G1＝0.581×V×G2－（d－4.3×10³）／2.65×10⁶
V／G1（mm²／℃・min）
V×G2（℃／min）
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
2.8
0.7
0.4
0.3
0.5
2.0
0.6
0.8
2.3
2.5
4.0
0.4
2.6
3.5
0.6
2.0
0.3
4.2
2.5
2.4
2.2
發生環狀 OSF 、
向結晶之中心方向消失

第 1 圖


100
80
60
40
20
0
氧化膜耐壓良品率（%）
10⁴
10⁵
10⁶
10⁷
10⁸
ＬＳＴＤ密度（個／cm³）

第 2 圖


信賴性不良率（a. u.）
C
B
E
A
D
F
0
20
40
60
80
100
閘極氧化膜耐壓良品率（%）

第 3 圖