

(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： ， 有 無主張優先權日本 1997年10月17日 9-303483 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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

### 五、發明說明(3)

電壓特性之單晶。

爲了達成上文所述的目的，本發明提供依據CZ法製造矽單晶之方法，其中以通過1150-1080℃溫度區的時間爲20分鐘以內的原則使單晶成長。

本發明之發明者發現到如果在通過1150-1080℃溫度區的時間爲20分鐘以內的原則，來快速冷卻成長中的單晶，則會有局部區域由於通過時間之縮短而使流動圖案缺陷的密度開始減少。在縮短通過溫度區域的時間時，流動圖案缺陷密度與缺陷尺寸皆下降，導致以氧化物介電崩潰電壓特性來表示的晶片良率的提升，吾人把該特性當作評估設備特性用的參數。因此，可以CZ法穩定地製造矽單晶，而在結晶的整個橫切面具有極低缺陷密度之結晶的晶片仍維持著高產率。

本發明也提供依據CZ法製造矽單晶的方法，在該法中單晶以對應1150-1080℃溫度分佈之單晶部份之長度爲2.0cm以下的原則成長。

本發明之發明者發現到如果對應1150-1080℃溫度區之單晶部份之長度變成2.0cm以下，即使在一以般的拉晶速度使單晶成長的時候，也能縮短通過1150-1080℃溫度區的時間，則會有流動圖案缺陷的密度開始減低的局部區域。當爲縮短通過溫度區所需之時間起見，而減低對應該溫度區之單晶部份的長度時，流動圖案缺陷密度與缺陷的尺寸皆減低了，使得以氧化物介電崩潰電壓特性的形式來表示的晶片良率因而提高了。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明(4)

因此，當要保持高產量時，便可以穩定地製造矽單晶與晶片，該結晶在整個結晶橫截面上擁有極低的缺陷密度。

上文所述本發明之製法中，單晶係以將上述的溫度區快速冷卻，以及通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間在 2 0 分鐘以內的原則，或以對應於溫度分佈 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區之單晶部份的長度為 2 . 0 c m 以下的原則來成長。

亦即，在合宜的製造方法中，依據 C Z 法的製造方法，單晶依通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的時間在 2 0 分鐘以內的原則，或依單晶對應於溫度分佈 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區之部份的長度為 2 . 0 c m 以下的原則來成長，結合了依據 C Z 法的製法方法，即單晶依通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間在 2 0 分鐘以內的原則，或依對應於溫度分佈 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區之單晶部份的長度為 2 . 0 c m 以下的原則來成長。

在將成長中的單晶快速冷卻，依通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間在 2 0 分鐘以內的原則，或依對應溫度分佈 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 加溫區之單晶部份的長度為 2 . 0 c m 以下的原則的時候，防止了結晶缺陷核心的生成，以使得流動圖案缺陷密度下降。同理，吾人確定在縮短通過溫度區的時間時，或在縮短對應加溫區之單晶部份的長度時，不僅結晶缺陷（如流動圖案缺陷）的數目減少，這類缺陷的尺寸也會減低，而導致以氧化物介電崩潰電壓特性的形式來表示的晶片良率上昇（見日本專利申

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

## 五、發明說明(5)

請案公告(公開)第9-202684號)。

因此，當把在1250-1200℃溫度區內實施快速冷卻的方法與上述的在1150-1080℃溫度區內實施快速冷卻的方法相結合的時候，可以更進一步降低缺陷的密度與尺寸。

亦即，依據本方法，快速地把高加溫區及低加溫區冷卻，以便把通過這些溫度區的時間縮短至足以預防凝結與結晶缺陷的增長，並且可以抑制結晶缺陷核心的形成。照這樣，兩段式快速冷卻之共同合作效應進一步降低了缺陷(如流動圖案缺陷)之密度與尺寸，以便可以提昇以氧化物介電崩潰電壓特性來表示的晶片良率。

本發明亦提供依據本發明之製造方法之一的的方法所製得之矽結晶。

當把上述的快速冷卻法-傳統上未實施的一應用於結晶成長時，可降低結晶缺陷(如流動圖案缺陷)之密度及尺寸，以便可以獲得擁有遞增的以由結晶構成的晶片之氧化物介電崩潰電壓特性表示的晶片良率之矽單晶。

本發明進一步提供矽晶片，它的流動圖案缺陷密度最多不超過100個缺陷/cm<sup>2</sup>，它的以氧化物介電崩潰電壓特性表示的晶片良率為80%以上，並且其結晶起始的顆粒之密度最多不超過10個缺陷/cm<sup>2</sup>。

這樣，當矽晶片係由依據本發明之製作方法之一的的方法所製成之矽結晶所切割而成，並於隨後作鏡面磨光處理時，吾人可製作出高良率的晶片，而該晶片具有極低的缺

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

## 五、發明說明(8)

以氧化物介電崩潰電壓特性的方式表示的失敗率有關，所以這些種類的缺陷全部是使氧化物介電崩潰電壓特性退化所考慮到的因素。於是，爲了要改良依據CZ法而製作的矽單晶之氧化物介電崩潰電壓特性，我們必須要減低流動圖案缺陷，雷射散射斷層攝影缺陷與結晶起始的顆粒。

爲了降低缺陷之尺寸，本發明之發明者首先加以研究。結果，發明者認爲缺陷之凝結無疑地發生於1150—1080℃溫度區內，因此如果缺陷沒有時間凝結的話，則可以降低缺陷之尺寸；並且缺陷這種的附聚作用可以透過縮短通過1150—1080℃溫度區的時間來預防，傳統上該時間被設定爲60分鐘以上，以便逐漸冷卻。然而，很明顯的，通過時間的些微變化造成結晶缺陷密度的增加，及氧化物介電崩潰電壓特性的減低。

鑒於前文所述，本發明之發明者們建立一假說。本發明者們認爲在偵測流動圖案缺陷，雷射散射斷層攝影缺陷與結晶起始的顆粒的時候，我們觀察不到原子級的點缺陷，但卻偵測到具有相對大尺寸的缺陷。亦即，偵測流動圖案缺陷，雷射散射斷層攝影缺陷及結晶起始的顆粒或許存在著下限。因此，如果使單晶的冷卻速度較傳統法的冷卻速度還快藉以將缺陷之尺寸降低至某水平以下的話，流動圖案缺陷，雷射散射斷層攝影缺陷，則結晶起始的顆粒等之尺寸變得很小，因此所偵測到的密度會下降，並且可以改良氧化物介電崩潰電壓特性。

爲了確認上述的假說，本發明之發明者們進行了以下

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明(10)

增加了。

圖 2 顯示通過結晶之快速冷卻的溫度區的速度與以氧化物介電崩潰電壓特性來表示的晶片良率之間的關係。當通過的速度由  $4 \text{ mm} / \text{min}$  遞增或遞減時，則晶片良率劇烈地上升。此圖指出可以藉由提高冷卻的速度，以每一份結晶通過  $1150 - 1080^\circ\text{C}$  溫度區在 20 分鐘以內的原則，來改良氧化物介電崩潰電壓特性。

此外，本發明者們發現到當每一份矽單晶通過  $1150 - 1080^\circ\text{C}$  溫度區的速度提高到  $8 \text{ mm} / \text{min}$  以上時，也就是說當通過  $1150 - 1080^\circ\text{C}$  溫度區的時間縮短為 10 分鐘以下時，矽單晶內所產生的缺陷之尺寸更進一步降低，因而可以獲得具有極佳的氧化物介電崩潰電壓特性之矽單晶，以及流動圖案缺陷密度最多不超過  $100$  個缺陷  $/ \text{cm}^2$  之低缺陷結晶及以氧化物介電崩潰電壓特性表示的晶片良率為 90% 以上。

然而，單晶不能在等於或大於  $4 \text{ mm} / \text{min}$  或  $8 \text{ mm} / \text{min}$  的速度下成長。在這類場合中，可把結晶成長裝置爐之內部構造依對應於使  $1150 - 1080^\circ\text{C}$  溫度區的部份之長度為  $2.0 \text{ cm}$  以下的原則來調整。如果使對應  $1150 - 1080^\circ\text{C}$  溫度區的單晶部份之長度為  $2.0 \text{ cm}$  以下的話，可把通過  $1150 - 1080^\circ\text{C}$  溫度區的時間縮短為 20 分鐘以下，即使是在普通的拉晶速度下使單晶成長的時候。因此結晶缺陷之密度與尺寸可降低至所需的水平。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

### 五、發明說明(13)

1 4 2 0 °C) 以上，而矽於坩鍋 3 2 內熔化。其次，放開纜索 7 直到種晶 5 之頂端接觸到熔融物 2 中央部位的表面，或浸入熔融物 2 中央的部位。接下來，以合適的方向來旋轉坩鍋承軸 3 3。此時，旋轉並繞緊纜索 7 拉伸種晶 5。開始單晶的成長。然後，藉由適當的調整拉伸的速率以及溫度，可以獲得實質圓柱狀的單晶錠 1。

為達到本發明之目的，本發明應用了以下的結構特性。如圖 3 所示，拉晶室 3 1 中配置了環狀的固-液界面絕緣體 9，因而固-液界面絕緣體 9 環繞著單晶 1，並且自熔融物表面附近的點延伸至拉晶室的最高限度。除此之外，上部絕緣體 8 被配置於加熱器 3 4 的上方。此外，當有需要的時候，可以把結晶冷卻設備，如未加以說明的氣體導流圓筒配置在絕緣體的上方。冷卻用氣體從上方吹過氣體導流圓筒以冷卻單晶 1。氣體導流圓筒可包括附在整流管下部的輻射熱反射器。

如上文所提及的，絕緣體直接配置在熔融物表面的上方，而之間有預定的縫隙形成，而且絕緣體的構造提供成長的單晶與絕緣體上部之間的縫隙，而該縫隙持續向上增大。此構造提供由輻射熱造成的結晶成長界面附近的熱維持效果。在絕緣體的上部，在特定溫度區內的冷卻是快速有效的。除此之外，保護結晶的上部使不受加熱器等的輻射熱影響。結果，配合控制結晶的拉晶速度來建立本發明之製作方法的操作條件。

除了氣體導流圓筒之外，可以把氣冷導管，水冷管或

(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 )

類似的設備充作結晶冷卻用設備，而該設備環繞著成長中的結晶，以便建立結晶之中所需的溫度梯度。

為與本發明中所用的快速冷卻型拉晶裝置相比較，傳統的逐步冷卻型矽單晶拉晶裝置係展現於圖 4 中，而傳統的矽單晶拉晶裝置係展現於圖 5 中。它們的基本構造與本發明中所用的快速冷卻型拉晶裝置的構造（見圖 3）相同。然而，圖 4 與 5 中所示的裝置不同於本發明中所用的裝置，相異處在於有無固－液界面絕緣體與加熱器上方的上部絕緣體，以及絕緣體的位置。

### 實施例

下面將藉由實施例來描述本發明，而不應受其詮釋而限制了本發明。

### 實施例 1：

藉使用圖 3 所示的結晶製作裝置 30 來拉伸矽單晶，該裝置的爐子構造適於快速冷卻。把 40 kg 的多晶矽充入直徑 18 英吋的石英坩鍋。直徑 6 英吋且  $\langle 100 \rangle$  取向的單晶錠依照 C Z 法來拉晶。

以預先調整的成長條件，通過 1150 - 1080 °C 溫度區的時間為 12 分鐘，1150 - 1080 °C 溫度區的長度為 2.0 cm，及通過 1150 - 1080 °C 溫度區的速度（拉晶速度）為 1.67 mm / min，來拉伸單晶錠。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 五、發明說明 ( 15 )

晶片係由如此方法獲得的單晶錠切割而得。該晶片磨光成鏡面般，獲得單晶矽的鏡面晶片。量測如此獲得的鏡面晶片，測定出內增長的缺陷及氧化物介電崩潰電壓特性（C 模式）。表 1 展現出如此測得的流動圖案缺陷，結晶起始的顆粒，及零時介電崩潰（以氧化物介電崩潰電壓特性來表示的晶片良率）之數值。

於氧化物薄膜厚度為 2.5 mm，量測電極為摻入亞磷的聚矽，電極的面積為 8 mm<sup>2</sup>，判斷用的電流為 1 mA / cm<sup>2</sup> 的條件下量測氧化物介電崩潰電壓特性（C 模式），而且把不會在 8 MV / cm 以下的電場中發生介電崩潰的晶片判斷為良好的晶片。

### 實施例 2：

以實施例 1 的條件，並使用實施例 1 所使用的裝置來拉伸單晶錠，除了把拉晶條件設定為通過 1250 - 1200 °C 溫度區的時間為 12 分鐘，1250 - 1200 °C 溫度區的長度為 2.0 cm，而且通過 1250 - 1200 °C 溫度區的速度（拉晶速度）為 1.67 mm / min 不同以外。如此獲得的矽晶片之流動圖案缺陷，結晶起始的顆粒，與零時介電崩潰之數值亦顯示於表 1 之中。

### 比較例 1：

使用圖 4 所示之拉晶設備 40，以 1.1 mm /

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

### 五、發明說明 ( 16 )

m i n 的拉晶速度來拉伸單晶錠，該裝置的爐子構造適合於 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區內逐漸冷卻。接著將如此成長的單晶錠製成鏡面磨光的晶片，並以實施例 1 的方法來量測。測量所得的結果亦展示於表 1 之中。

圖 4 所示的拉晶裝置 4 0 基本上擁有與實施例 1 與 2 中所使用的拉晶裝置 3 0 相同的構造。然而，爲了要使 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區有效率地逐漸冷卻，把環繞在加熱器 3 4 周圍的絕緣圓筒 3 5 向上延伸，把碳環 1 1 置於其上以防止熱從結晶的表面輻射出去，因而降低了冷卻的速度。此外，把圍繞著加熱器 3 4 的絕緣圓筒 3 5 切去部份，成爲分開的部份 1 0，而把絕緣圓筒 3 5 分爲上部與下部，因而將熔點與 1 2 0 0 °C 之間的高溫區快速地冷卻。與比較例 2 傳統的快速冷卻法相較之下，具有上述構造的爐子可縮短通過高溫區的時間，並且加長通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的時間。

比較例 2：

使用圖 5 所示具有傳統構造的拉晶裝置 5 0，以 1 . 2 5 m m / m i n 的拉晶速度來拉伸單晶錠。不另設定另外的拉晶條件。在此場合中，拉晶設備中不配置冷卻設備。接著用如此成長的單晶錠製作鏡面磨光晶片，並以實施例 1 之方法加以量測。量測的結果亦展示於表 1 之中。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明(17)

表 1

項次 實例編號	拉晶設備 之型式	FPD (缺陷/cm <sup>2</sup> )	TZDB (%)	COP(0.16 μm) (缺陷/cm <sup>2</sup> )
實施例 1	1150-1080℃ 快速冷卻型	大約 200	大約 90	大約 10
實施例 2	1250-1200℃ 快速冷卻型	大約 3	大約 93	大約 8
比較例 1	1150-1080℃ 逐漸冷卻型	大約 400	大約 80	大約 100
比較例 2	傳統冷卻型	大約 1000	大約 50	大約 10

本發明不侷限於以上所述的實例。以上所述的實例僅是例子而已，而且擁有與附於後的申請專利範圍中所敘述的構造實質相同的構造，以及提供相似的作用及效果的實例乃包括在本發明之範圍之內。

## 圖之簡述

圖 1 是展現出通過結晶快速冷卻的溫度區之速度與製得之晶片之流動圖案缺陷之密度之間的關係之圖；

圖 2 是展現出通過結晶快速冷卻的溫度區之速度與製

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

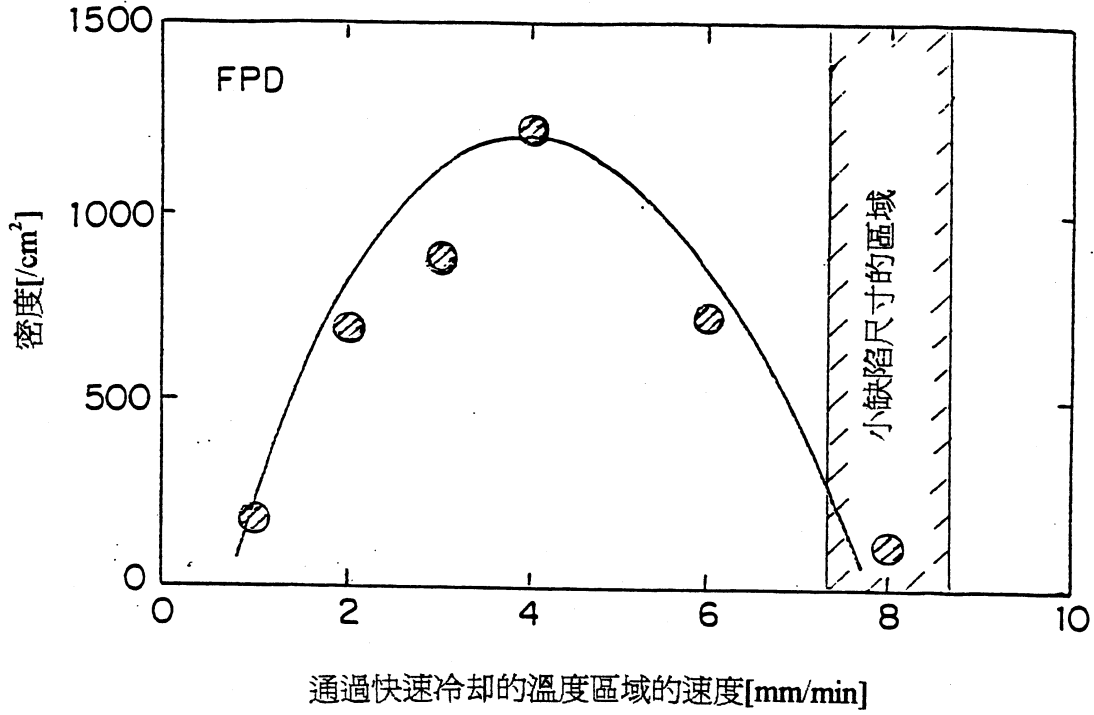
裝

訂

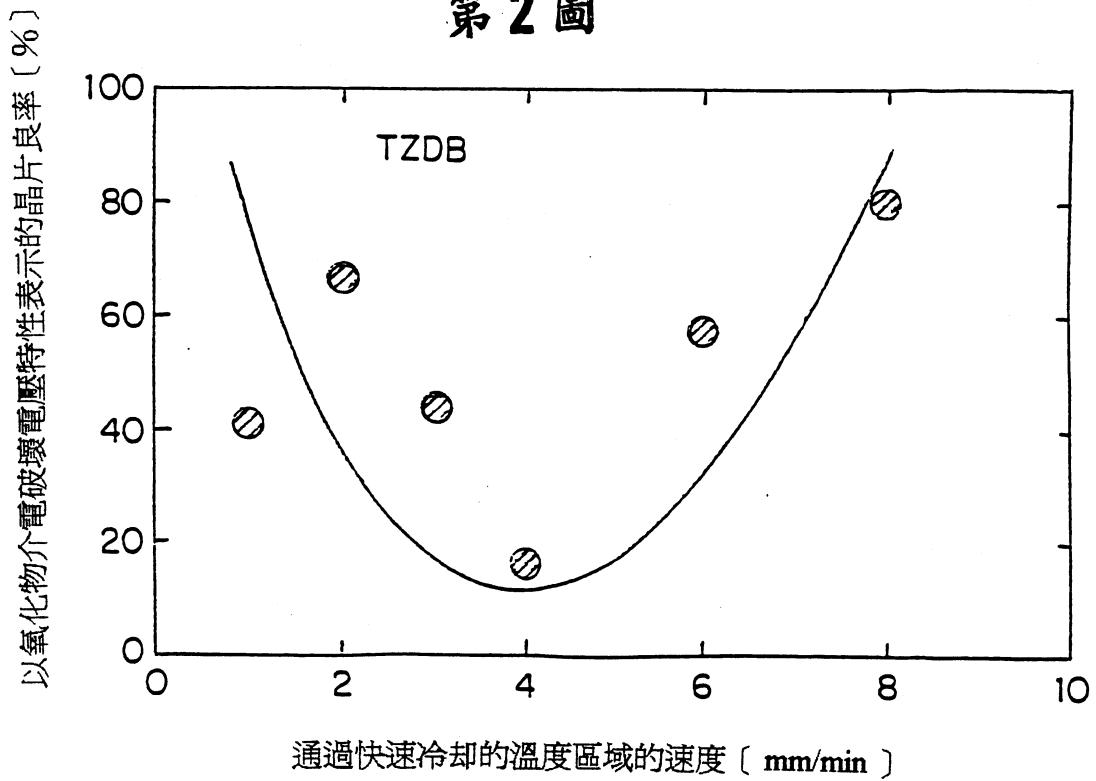
87116126

第1圖

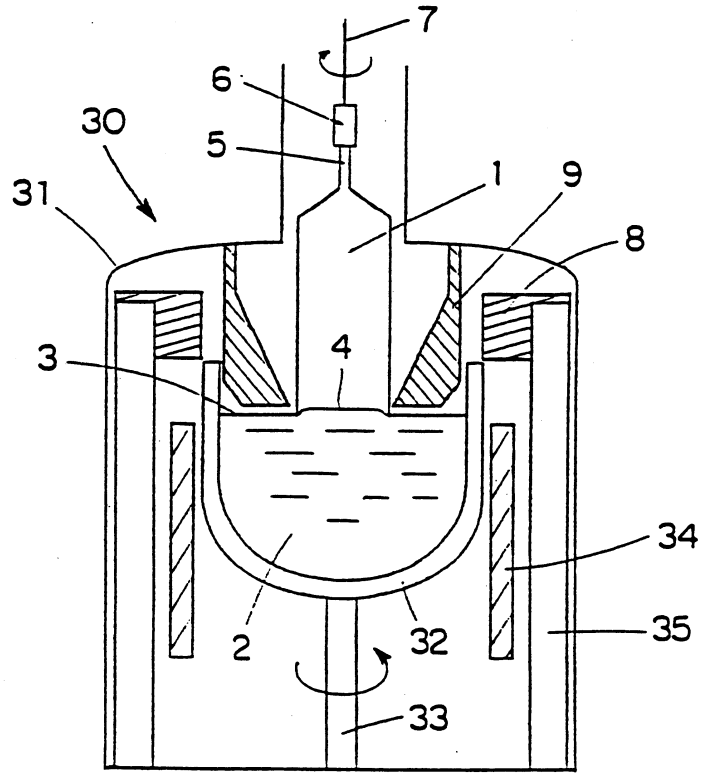
公告本



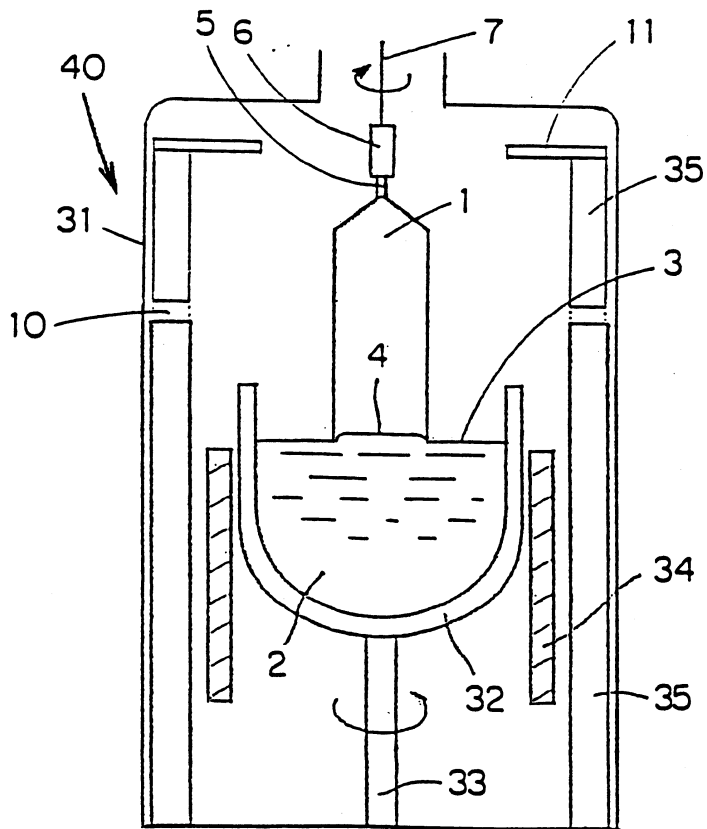
第2圖



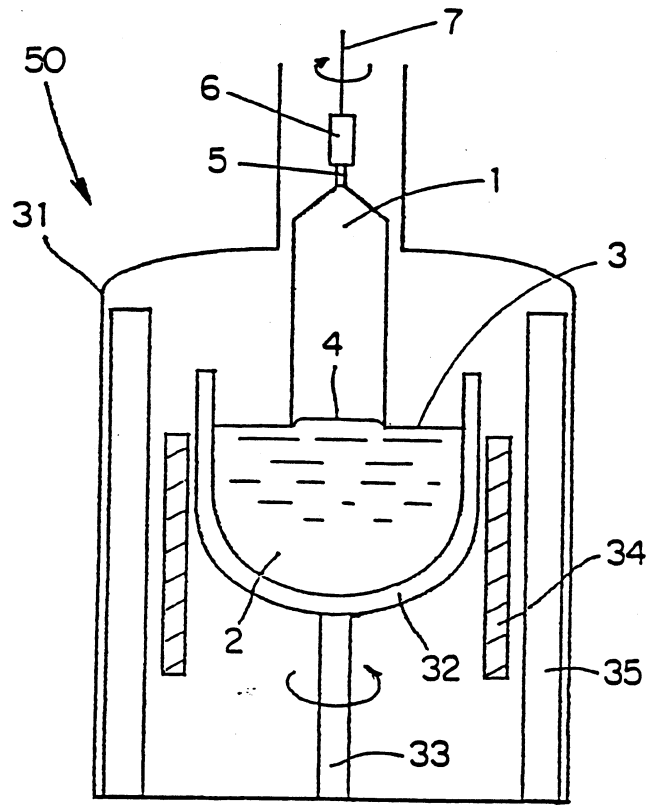
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



**公 告 本**

申請日期	87 年 9 月 28 日
案 號	87116106
類 別	C30B 15/00

修正 A4  
 補充 C4  
 89.3.29

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書 I222470		
發 新 型		
一、發明 名稱	中 文	製備具有很少晶體缺陷之矽單晶之方法以及依此方法製得之矽單晶與矽晶圓
	英 文	Method for producing a silicon single crystal having few crystal defects, and a silicon single crystal and silicon wafers produced by the method
二、發明 創作人	姓 名	(1) 飯田誠 (2) 飯野榮一 (3) 木村雅規
	國 籍	(1) 日本                      (2) 日本                      (3) 日本
	住、居所	(1) 日本國群馬縣安中市磯部二一一三一一 信越半導體(株)磯部研究所內  (2) 日本國群馬縣安中市磯部二一一三一一 信越半導體(株)磯部研究所內  (3) 日本國群馬縣安中市磯部二一一三一一 信越半導體(株)磯部研究所內
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 信越半導體股份有限公司 信越半導體株式会社
	國 籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國東京都千代田區丸の内一丁目四番二號
	代 表 人 姓 名	(1) 和田正

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝 訂 線

申請日期	87 年 9 月 28 日
案 號	87116106
類 別	

A4  
C4

89年3月29日修正補充

(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) 村岡正三
	國 籍	(4) 日本
	住、居所	(4) 日本國群馬縣安中市磯部二一一三一一 信越半導体(株)磯部研究所内
三、申請人	姓 名 (名稱)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代 表 人 姓 名	

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝 訂 線

89. 3. 29  
年 月 日  
修正  
補充

B7

## 五、發明說明( 1 )

發明之背景

發明之範圍：

本發明與製作矽單晶之方法有關，其中矽單晶係依據 Czochralski 法（在本說明書中被稱為 C Z 法）拉晶，並且該法能減低在晶體拉晶操作過程中所產生的晶體缺陷之密度及尺寸，即所謂內增長的缺陷，以便能夠製造出具有極佳的氧化物介電崩潰電壓特性的矽單晶。本發明亦與以 C Z 法製作之矽單晶與矽晶片有關。

相關技藝之敘述：

爲了要應付半導體電路之精密度與整合積集度，對把矽單晶充作基底材料使用之品質的要求近來變得更加嚴格。特別地，我們已對減低內增長的缺陷，如流動圖案缺陷（F P D），雷射散射斷層攝影缺陷（L S T D），以及結晶起始的顆粒（C O P）之密度與尺寸加以要求。爲了要滿足這樣的要求，吾人應用了各式各樣的措施。

舉例來說，爲了要減少上文所述的缺陷，我們可以利用日本專利申請案公開（Kokai）第 8 - 3 3 7 4 9 0 號所述之技術，其中將在單晶拉晶期間內通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 之溫度區之時間加以提高。由於有關矽單晶在成長期間的熱歷程與所介入結晶缺陷之間的關係之調查與研究的結果，因而發展出這項技術。舉例來說，在使通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的時間等於或大於 6 0 分鐘時，流動圖案缺陷的密度自 1 0 0 0 個缺陷 / c m <sup>2</sup> 降至

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂 · 線

89.3.29	修正	A7
年 月 日	補充	B7

## 五、發明說明 ( 2 )

4 0 0 個缺陷 /  $\text{cm}^2$ 。以氧化物薄膜介電崩潰強度的形式表示的晶片良率，它可以被用來當作評估設備特性用的參數，自 5 0 % 以下的水平提升至 8 0 % 以上的水平。

另一方面，最近的研究顯示雖然因為通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0  $^{\circ}\text{C}$  溫度區的時間提高而使缺陷的密度減低，但是缺陷的尺寸反而增加了。亦即是說，改變通過溫度區的時間長度，僅會導致結晶缺陷之密度與尺寸間的比率改變，而不會造成結晶缺陷之總體積的改變。

氧化物介電崩潰電壓特性，它可以被用來當作評估設備特性的參數，它與結晶缺陷之密度有強烈的相關，並且缺陷在尺寸上係相對地大而在密度上係相對低的時候，獲得較佳的氧化物介電崩潰電壓特性。因此，為了改良氧化物介電破壞電壓特性，吾人應用了一種方法，該方法在提高缺陷尺寸的方面的犧牲，而使缺陷的密度減低。

然而，最近所報導具有較大尺寸的缺陷，稱為 C O P (結晶起始的顆粒)，對半導體裝置造成不利的影響。因此，便產生同時能達成減低缺陷密度，或改良介電崩潰強度，以及減低缺陷尺寸的需求。

### 發明之梗概

鑒於前文所述，本發明之目的係建立製造單晶的方法，該方法能使所謂的內增長的缺陷，諸如流動圖案缺陷，雷射散射斷層攝影缺陷，以及結晶起始的顆粒之密度與尺寸減低，以便能有效率地製造具有極佳的氧化物介電崩潰

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

89.3.29 修正 A7  
年 月 日 補正 B7

## 五、發明說明 ( 6 )

陷密度及極佳的以氧化物介電崩潰電壓特性表示的特性。

正如上文所述，在依據 C Z 法製造單晶的時候，把 1150 - 1080 °C 溫度區及 / 或 1250 - 1200 °C 溫度區快速地冷卻。因此，可以製作高品質的晶片，而在晶片中，流動圖案缺陷之密度最多不超過 100 個缺陷 /  $\text{cm}^2$ ，結晶起始的顆粒之密度最多不超過 10 個缺陷 /  $\text{cm}^2$ ，並且缺陷的尺寸極小，而其以氧化物介電崩潰電壓特性表示的晶片良率在 80 % 以上。除此之外，因為單晶拉晶操作在維持高拉晶速度時仍可實施，所以可以高產量地製作出高品質的結晶。

### 發明之敘述及合宜的實例

現在要詳細敘述本發明，但不以此而限制本發明。

本發明之發明者發現到為了要降低因單晶受拉晶所產生的各式各樣缺陷之密度與尺寸，則縮短通過指定的溫度區之時間或縮短結晶對應指定的溫度區之部份的長度是有效的，也就是說，要使結晶擁有指定的溫度區受快速冷卻的熱歷程。根據這樣的發現及透過仔細地調查各種的操作條件，吾人完成了本發明。

首先，將敘述本文中所出現的名辭。

1) F P D (流動圖案缺陷) 表示連同凹洞的流動圖案在晶片的表面產生，該晶片係切割一長成的矽單晶塊，並且受以下步驟的處理：自受氫氟酸及硝酸之混合溶液蝕刻的晶片表面除去受損的層；用重鉻酸鉀，氫氟酸與水之

89.3.29  
年 月 日  
修正  
補正

## 五、發明說明 ( 7 )

混合溶液蝕刻晶片的表面 ( Secco 蝕刻 ) 。晶片表面的流動圖案缺陷密度增加，與氧化物膜之介電崩潰強度有關之失敗率也增加 ( 日本專利公開第 4 - 1 9 2 3 4 5 號 ) 。

2 ) L S T D ( 雷射散射斷層攝影缺陷 ) 表示晶片中共存在的缺陷，而缺陷散射的光線可以用以下的方法偵測。晶片係切割一長成的矽單晶塊，而後受到以下步驟的處理：自受氫氟酸及硝酸之混合溶液蝕刻的晶片表面除去受損的層；切開晶片。當把紅外線透過裂開的面導入晶片內，並且偵測到晶片表面發出的光線時，可以偵測到晶片中共存在的缺陷所散射的光線。以此種觀察所偵測到的散射型缺陷已經在學術性團體等的會議中被報導，並且被認為是氧化物沈澱物 ( J. J. A. P. Vol. 3 2 , p . 3 6 7 9 , 1 9 9 3 ) 。根據最近的研究顯示，雷射散射斷層攝影缺陷被報導成是八面的空隙。

3 ) C O P ( 結晶起始的顆粒 ) 表示缺陷使在晶片中央氧化物膜的介電崩潰強度衰退，而且透過 Secco 蝕刻處理的場合中表現如同流動圖案缺陷一般，然而在以充當蝕刻劑使用的 S C - 1 來清洗的場合中表現如同結晶起始的顆粒一般 ( 使用氨，過氧化氫之混合水溶液來清洗，比率為  $NH_4OH : H_2O_2 : H_2O = 1 : 1 : 10$  ) 。凹洞擁有最大不超過  $1 \mu m$  的直徑，並且藉由光線散射法來加以檢定。

因為缺陷 ( 如 F P D , L S T D 與 C O P ) 之密度與

89.3.29

年 月 日

A7

B7

## 五、發明說明( 9 )

的實驗，並且研究了通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的時間與缺陷密度之間的關係，以及通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的時間與各式各樣的冷卻法（包括傳統上沒有使用的快速冷卻法）之氧化物介電崩潰電壓特性之間的關係。亦即，把在矽單晶成長期間熔化的矽與矽單晶分離，並且以結晶以固定的通過速度通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的原則來制止。眾多的矽單晶以上述的方式成長著，期間為了改變冷卻矽單晶的速度而改變通過的速度。圖 1 與 2 展現本實驗的結果。

事先量測本實驗中使用的結晶成長裝置之溫度分佈，並且確認 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區擁有大約 8 c m 的長度。

圖 1 顯示結晶通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的速度與流動圖案缺陷之密度之間的關係。當通過的速度最大不超過 4 m m / m i n ，也就是說，當通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的時間大於 2 0 分鐘（圖 1 左半部）的時候，則流動圖案缺陷密度隨通過速度之增加而增加。相對之下，當通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的時間最多不超過 2 0 分鐘（圖 1 右半部）的時候，則流動圖案缺陷密度隨通過速度之增加而減小。藉著此時實施的研究與實驗，吾人發現在成長區域中，流動圖案缺陷的尺寸很小，而且其密度很低。

此現象或許會發生，這是因為極快速的冷卻而缺陷之尺寸變成很小，因而具有低於偵測下限的尺寸的缺陷數目

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂 · 線

89.3.29 修正  
年 月 日 補正

## 五、發明說明 ( 11 )

本發明之發明者們先前已調查了結晶之熱歷程與結晶內部產生的結晶缺陷之間另一種關係，它於日本專利申請案第 8 - 2 6 0 2 1 號 ( 日本專利申請案公開 ( kokai ) 第 9 - 2 0 2 6 8 4 號 ) 中被敘述。發明者們從調查中發現通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間，會影響結晶缺陷核心的形成，因而確定了在 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區內，當把通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間縮短至最多不超過 2 0 分鐘的時候，可以抑制結晶缺陷核心的形成。

因此，當在 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區內所實施的快速冷卻法與在 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區內所實施的快速冷卻法相結合的時候，可有效地抑制結晶缺陷核心的生成，因而可進一步降低缺陷的密度與尺寸。

然而，藉由僅提高結晶成長速率並不能縮短通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間至最多不超過 2 0 分鐘。在這類場合中，使對應 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的單晶部份之長度為 2 . 0 c m 以下。如果使對應於 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的單晶部份的長度為 2 . 0 c m 以下的話，可把通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間縮短為 2 0 分鐘以下，即使是在普通的拉晶速度下使單晶成長的時候。因此，可抑制結晶缺陷核心的形成，以及可降低結晶缺陷之密度與尺寸至所需的水平。

現在將參考圖來詳細地敘述本發明之實例。圖 3 顯示本發明所使用的快速冷卻型式的結晶拉晶裝置，該裝置依

89. 3. 29 修正 A7  
年 月 日 補充 B7

## 五、發明說明 ( 42 )

據 C Z 法操作。如圖 3 所顯示的，晶體拉晶裝置 30 包括拉晶室 31，配備在拉晶室 31 內的坩鍋 32，配置在坩鍋 32 周圍的加熱器 34，旋轉坩鍋 32 用的坩鍋承軸 33 及使坩鍋承軸 33 旋轉的旋轉機構(圖中未示)，支撐矽種晶 5 的種晶夾頭 6，拉伸種晶夾頭 6 的纜索 7，旋轉或纏繞上纜索 7 用的纏繞機構(圖中未示)。坩鍋 32 包括裝容矽熔融物 2 之內部石英坩鍋與位於石英坩鍋外側的外部石墨坩鍋。配置在加熱器 34 周圍的絕熱用圓筒 35。

爲了要建立本發明之製法的操作條件，而把環狀的固-液界面絕緣體 9 配置在單晶之固-液界面的周圍，以絕緣體 9 由固-液界面的外圍延展至拉晶室的最高限度爲原則。幾公分的縫隙在絕緣體 9 之底端與矽熔融物 2 之表面 3 之間形成，藉此能抑制界面附近熱的分散。此外，絕緣體 9 壁之厚度朝著頂部逐漸減小，因而在絕緣體 9 與連續成長的單晶 1 之間的縫隙會擴大至最高限度，藉此可實現快速冷卻的目的。此外，在加熱器上方裝置上部絕緣體 8，以便防止從加熱器散發的輻射熱。

最近，所謂的 M C Z 法已經常被使用。在使用 M C Z 法的時候，未圖示出來的磁鐵以水平方向配置在拉晶室 31 的外圍，以便把磁場以水平方向或垂直方向或類似的方向的形式應用於矽熔融物 2。藉由把磁場應用於矽熔融物 2 上，將熔融物 2 之傳導加以抑制而使單晶穩定成長。

接下來將敘述使用圖 3 之拉晶裝置 30 使單晶成長之方法。首先，將高純度的多晶的矽加熱至其熔點(約

89.3.29 修正  
年 月 日  
補正

## 五、發明說明 ( 18)

得之晶片之以 C 模式氧化物介電崩潰電壓特性表示之晶片良率之間的關係之圖；

圖 3 是展現出本發明中所使用的快速冷卻型式矽單晶拉晶裝置之構造的示意圖；

圖 4 是展現出傳統的逐漸冷卻型式矽單晶拉晶裝置之構造的示意圖；

圖 5 是展現出傳統的矽單晶拉晶裝置之構造的示意圖。

### 主要元件對照表

- |     |            |
|-----|------------|
| 1   | 單晶錠        |
| 2   | 矽熔融物       |
| 3   | 表界面        |
| 4   | 固液界面       |
| 5   | 矽種晶        |
| 6   | 種晶夾頭       |
| 7   | 纜索         |
| 8   | 加熱器的上部絕緣體  |
| 9   | 固-液界面絕緣體   |
| 1 0 | 分開部分       |
| 1 1 | 碳環         |
| 3 0 | 本發明的晶體拉晶裝置 |
| 3 1 | 拉晶室        |
| 3 2 | 坩鍋         |

A7  
 年 月 日 修訂  
 89.3.29 補充

五、發明說明 ( 19)

- 3 3 坩 鍋 承 軸
- 3 4 加 熱 器
- 3 5 絕 熱 圓 筒
- 4 0 傳 統 的 矽 單 晶 拉 晶 裝 置
- 5 0 傳 統 的 矽 單 晶 拉 晶 裝 置

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

89.3.29 修正  
年 月 日A5  
B5

四、中文發明摘要(發明之名稱: 矽單晶之製備具有很少晶體缺陷之矽單晶之方法以及依此方法製得之矽單晶與矽晶圓)

令單晶依照 Czochralski 法，以通過 1150 - 1080 °C 的溫度區的時間在 20 分鐘之內的原則，或以對應溫度分佈 1150 - 1080 °C 溫度區內的單晶部份的長度為 2.0 cm 以下的原則來成長。或者，令單晶以通過 1250 - 1200 °C 的溫度區的時間在 20 分鐘以內，或以對應於溫度分佈 1250 - 1200 °C 的溫度區內的單晶部份的長度為 2.0 cm 以下的原則來成長。此方法使所謂的內增長的缺陷，如流動圖案缺陷 (100 個缺陷 / cm<sup>2</sup> 以下)，雷射散射斷層攝影缺陷，及結晶起始的顆粒 (10 個缺陷 / cm<sup>2</sup> 以下) 之密度及尺寸降低，以便能有效率地製造具有以氧化物介電崩潰電壓特性表示的晶片良率 (80% 以上) 的單晶。

英文發明摘要(發明之名稱: Method for producing a silicon single crystal having few crystal defects, and a silicon single crystal and silicon wafers produced by the method)

A single crystal is grown in accordance with a Czochralski method such that the time for passing through a temperature zone of 1150-1080°C is 20 minutes or less, or such that the length of a portion of the single crystal corresponding to the temperature zone of 1150-1080°C in the temperature distribution is 2.0 cm or less. Alternatively, the single crystal is grown such that the time for passing through a temperature zone of 1250-1200°C is 20 minutes or less, or such that the length of a portion of the single crystal corresponding to the temperature zone of 1250-1200°C in the temperature distribution is 2.0 cm or less. This method decreases both the density and size of so-called grown-in defects such as FPD (100 defects/cm<sup>2</sup> or less), LSTD, and COP (10 defects/cm<sup>2</sup> or less) to thereby enable efficient production of a single crystal having an excellent good chip yield (80% or greater) in terms of oxide dielectric breakdown voltage characteristics.

## 六、申請專利範圍

第 87116106 號專利申請案

中文申請專利範圍修正本

民國 93 年 2 月 13 日修正

1 . 一種依照索氏 ( Czochralski ) 法製作矽單晶的方法，其中單晶係以通過 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的時間為 2 0 分鐘或更少的方式成長。

2 . 一種依照索氏 ( Czochralski ) 法製作矽單晶的方法，其中單晶係以對應溫度分佈 1 1 5 0 - 1 0 8 0 °C 溫度區的單晶部份的長度為 2 . 0 c m 或以下的方式成長。

3 . 如申請專利範圍第 1 項之製作矽單晶的方法，其中單晶係以通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間為 2 0 分鐘或更少的方式成長。

4 . 如申請專利範圍第 2 項之製作矽單晶的方法，其中單晶係以通過 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的時間為 2 0 分鐘或更少的方式成長。

5 . 如申請專利範圍第 1 項之製作矽單晶的方法，其中單晶係以對應溫度分佈 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的單晶部份的長度為 2 . 0 c m 或以下的方式成長。

6 . 如申請專利範圍第 2 項之製作矽單晶的方法，其中單晶係以對應溫度分佈 1 2 5 0 - 1 2 0 0 °C 溫度區的單晶部份的長度為 2 . 0 c m 或以下的方式成長。

7 . 一種矽晶體，係以如申請專利範圍第 1 項之方法

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

## 六、申請專利範圍

製作的。

8 . 一種矽晶體，係以如申請專利範圍第 2 項之方法製作的。

9 . 一種矽晶體，係以如申請專利範圍第 3 項之方法製作的。

10 . 一種矽晶體，係以如申請專利範圍第 4 項之方法製作的。

11 . 一種矽晶體，係以如申請專利範圍第 5 項之方法製作的。

12 . 一種矽晶體，係以如申請專利範圍第 6 項之方法製作的。

13 . 一種由如申請專利範圍第 3 - 6 項中任一項之方法所製得之矽晶圓，它的流動圖案缺陷密度最高不超過 100 個缺陷 /  $\text{cm}^2$ ，它的以氧化物介電崩潰電壓特性來表示的晶片良率為 80% 以上，而且它的結晶起始的顆粒之密度最多不超過 10 個缺陷 /  $\text{cm}^2$ 。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線