



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I508180 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：100125842

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 21 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/324 (2006.01)**

(30)優先權：2010/08/18 日本

2010-183020

(71)申請人：信越半導體股份有限公司 (日本) SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD. (JP)
日本(72)發明人：江原幸治 EBARA, KOJI (JP)；岡鐵也 OKA, TETSUYA (JP)；高橋修治
TAKAHASHI, SHUJI (JP)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

JP S63-221612A

JP H2-45914

JP 2008-016652A

JP 2010-034288A

JP 2010-109100A

審查人員：陳建丞

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：5 共 34 頁

(54)名稱

晶圓的熱處理方法、矽晶圓的製造方法、矽晶圓及熱處理裝置

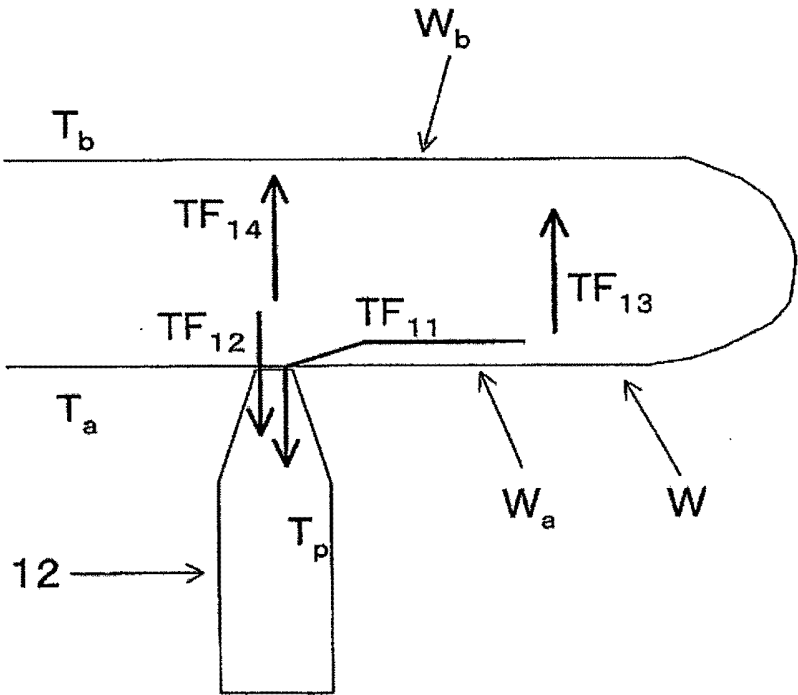
(57)摘要

本發明是一種晶圓的熱處理方法，在利用支撐構件來支撐晶圓的主表面(第一主表面)的狀態下，以加熱源進行加熱，藉此來進行在規定溫度下的伴隨急速升降溫的熱處理，所述晶圓的熱處理方法的特徵在於：一邊控制上述加熱源一邊進行熱處理，以使由上述支撐構件所支撐的上述第一主表面的溫度比上述晶圓的上述第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)的溫度高 1~25°C。

藉此，本發明提供了一種晶圓的熱處理方法，所述熱處理方法能在對矽晶圓進行熱處理時，確實地抑制自晶圓支撐位置發生的滑動差排。

第 1 圖

$T_a > T_b > T_p$



12 . . . 支撐構件
 T_a 、 T_b 、 T_p . . .
溫度
 TF_{11} 、 TF_{12} 、
 TF_{13} 、 TF_{14} . . . 熱
流
 W . . . 晶圓/矽晶圓
 W_a . . . 第一主表面
 W_b . . . 第二主表面

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於如半導體晶圓等的晶圓的熱處理方法，更詳細地說，本發明是關於一種晶圓的熱處理方法及熱處理裝置，這種熱處理方法及熱處理裝置，可在熱處理時減低由晶圓與晶圓支撐構件的接觸部發生的滑動差排(slip dislocation)，並且，本發明亦關於一種矽晶圓的製造方法及矽晶圓，這種矽晶圓的製造方法具有上述熱處理步驟，且製造出滑動差排較少的矽晶圓。

【先前技術】

由單晶矽晶棒切割出的矽晶圓，在用來製造元件為止，會經過從晶圓的加工製程到元件的形成製程為止的多數個步驟。

在這些步驟中包括熱處理步驟。並且，在矽晶圓的加工步驟中，也會有施加熱處理的情況，而施加熱處理的目的是為了形成晶圓表層處的無缺陷層、以及形成並控制氧析出物。

作為此熱處理，先前是採用批式熱處理，但是近年來，利用燈退火(lamp anneal)來實行的方法也逐漸廣泛，上述利用燈退火來實行的方法是使用一種能在短時間內急速升降溫來進行處理之 RTA(Rapid Thermal Anneal，快速熱退火)裝置。

然而，通常的 RTA 處理是在 1100℃ 以上的高溫下進行退火，因此具有會產生滑動差排的問題點。而一旦產生此滑動差排，便會對元件特性造成不良影響，因此會要求在距形成元件的表面數 μm 的領域中，不要有滑動差排。

此處，滑動差排的主要產生原因，被認為是施加在支撐銷與晶圓的接觸部上的由晶圓自身重量所導致的應力、或是在熱處理中因熱量經由銷逸散而使熱分布不平均所導致的熱應力，所述支撐銷是用以支撐矽晶圓。

而且，此問題隨著晶圓的大口徑化、自身重量增大而變得越來越明顯。又，此問題有著熱處理溫度越高便越容易發生的傾向。

作為此問題的解決方案，在專利文獻 1 中揭示了一種熱處理方法，這種熱處理方法在進行 RTA 處理時，一邊控制熱處理溫度一邊進行熱處理，且使晶圓外周部的溫度比中心部的溫度高 1~6℃。

[先前技術文獻]

(專利文獻)

專利文獻 1：日本特開 2010-34288 號公報。

【發明內容】

[發明所欲解決的問題]

然而，本案發明人經過銳意檢討之後的結果，發現利

用上述專利文獻 1 所記載之方法並不能抑制自支撐銷位置發生的滑動差排。

特別是，在超過 1250°C 的高溫下，會有從晶圓背面的支撐銷位置發生滑動差排，且滑動差排貫穿至表面為止這樣的問題。

此原因，推測為以下所述。

第 3 圖是晶圓外周部的溫度高於中心部的溫度之情況的示意圖。第 4 圖是晶圓中心部的溫度高於外周部的溫度之情況的示意圖。

根據專利文獻 1 所述，說明了如第 4 圖所示之晶圓 W 的中心部 (T_i) 的溫度高於外周部 (T_o) 的溫度之情況 ($T_i > T_o$) 下，自晶圓中心部經由支撐銷 12 而逸散之熱量較大，於是由溫度差所導致之熱應力 TS_{43} 相對地大於朝向支撐銷的相反側之熱應力 TS_{41} 或朝向外周部之熱應力 TS_{42} ，而發生滑動差排。

另一方面，說明了若如第 3 圖所示之使晶圓 W 的外周部溫度高於中心部之情況 ($T_i < T_o$)，自支撐銷 12 逸散之熱量較小 (此現象被解釋為自晶圓中心朝向外周之熱流減少)，因此由溫度差所導致之熱應力 TS_{33} 比第 4 圖的 TS_{43} 小，而謀求防止滑動差排之發生。

然而，本案發明人經過銳意檢討的結果，在第 3 圖之情況中，因為晶圓 W 的外周部溫度 T_o 提高，故自外周部向中心流動之熱流增大，自外周經由支撐銷而逸散之熱量反而變多。因此，認為由溫度差所導致之熱應力 TS_{32} 會變

大。

並且，因為這兩種效果互相抵消，故推斷不具有減低滑動差排的效果。

作為其他問題點，在專利文獻 1 所述之方法中，由於晶圓面內的溫度分布不平均，不僅氧化膜厚度分布不平均，起因於晶圓中心與外周部的溫度差而產生的熱應力也增大，而容易從晶圓外周部發生滑動差排。

特別是，在超過 1250℃ 的高溫下，發現到會有滑動差排自晶圓周邊部顯著地發生這樣的問題點。

本發明是鑑於上述問題而開發出來，本發明的目的在於提供一種晶圓的熱處理方法與可實施該熱處理方法的熱處理裝置，該熱處理方法在對晶圓進行熱處理時，可確實地抑制自晶圓支撐位置發生的滑動差排；本發明也提供一種矽晶圓及該矽晶圓的製造方法，該矽晶圓利用了上述熱處理方法，在晶圓支撐位置發生的滑動差排比先前技術的矽晶圓大幅減少，或者至少滑動差排未貫穿至表面。

[解決問題的技術手段]

為了解決上述問題，本發明提供一種熱處理方法，在利用支撐構件來支撐晶圓的主表面(第一主表面)的狀態下，以加熱源進行加熱，藉此來進行在規定溫度下的伴隨急速升降溫的熱處理，所述晶圓的熱處理方法的特徵在於：

一邊控制上述加熱源一邊進行熱處理，以使由上述支撐構件所支撐的上述第一主表面的溫度比上述晶圓的上述

第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)的溫度高 1~25℃。

像這樣，藉由一邊進行控制一邊進行熱處理，以使由支撐構件所支撐的晶圓的第一主表面的溫度比第一主表面相反側的第二主表面的溫度高 1~25℃，可縮小在支撐構件附近發生的熱應力，而比先前技術更能確實地抑制滑動差排的發生，於是可得到滑動差排較少的熱處理完成的晶圓。

此外，本發明中所謂在規定溫度下的伴隨急速升降溫的熱處理，是指伴隨著急速加熱或急速冷卻的熱處理(RTA處理)，該熱處理中升溫速度或降溫速度為 5~250℃/秒，較佳是 20~150℃/秒，而更佳是 30~70℃/秒。又，所謂規定溫度，是指 700℃ 以上且低於晶圓融點的溫度範圍。

此處，較佳是藉由改變第一加熱源(加熱上述晶圓的上述第一主表面)與第二加熱源(加熱上述第二主表面)的輸出比來進行控制，以使上述第一主表面的溫度比上述第二主表面的溫度高 1~25℃。

像這樣，藉由改變第一加熱源(加熱晶圓的第一主表面)與第二加熱源(加熱上述第二主表面)的輸出比來進行控制，可使第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 1~25℃。藉此，可容易且確實地進行控制來使第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 1~25℃，而可更確實地抑制滑動差排的發生。

又，可使用鹵素燈作為上述第一加熱源及上述第二加熱源，且可將上述第二加熱源的輸出設為上述第一加熱源

的輸出的 10~90%。

像這樣，藉由使用鹵素燈作為第一加熱源及第二加熱源，且將第二加熱源輸出設為第一加熱源輸出的 10~90%，可容易且確實地進行控制來使第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 1~25℃，而更有效地抑制滑動差排的發生。

並且，可使用鹵素燈作為上述加熱源。

像這樣，藉由使用鹵素燈作為加熱源，可容易地進行急速加熱，而使熱處理的實施更為容易。

進而，較佳是將上述支撐構件作成藉由複數個支撐點來支撐上述晶圓的外周部，並使上述晶圓保持水平。

作為晶圓的支撐構件，亦有著以環繞晶圓的邊緣部全周的薄環狀感受器來支撐的方法，但本發明之晶圓的熱處理方法，對於利用複數個支撐點來支撐晶圓外周部的情況特別有效。

又，上述規定溫度，可為 700℃ 以上且低於 1150℃。

由支撐構件所在位置處發生的滑動差排，在熱處理溫度為 700℃ 以上的情況下會顯著發生，而本發明之晶圓的熱處理方法，對於抑制此種在 700℃ 以上的處理溫度下顯著發生的滑動差排，特別有效。

並且，上述規定溫度，可為 1150℃ 以上且低於 1250℃。

近年來，已揭露了在使用矽晶圓作為晶圓的情況下，對矽晶圓進行 RTA 處理以進行氧析出物的控制的方法(例如參照日本專利特表 2001-503009 號公報)，且該方法逐漸

被廣泛採用。而且，該 RTA 處理的處理溫度，大多為 1150℃ 以上且低於 1250℃。像這樣處於高溫下，滑動差排的發生將更為顯著，因此本發明之晶圓的熱處理方法，對於進行 1150℃ 以上且低於 1250℃ 的 RTA 處理的情況更為有效。

進而，上述規定溫度，可為 1250℃ 以上。

又，最近已有揭露藉由在 1300℃ 以上的高溫下進行 RTA 處理，來熔解原生缺陷(例如 COP(原生粒子缺陷))的方法(例如參照日本專利特開 2010-40589 號公報)。

本案的發明人經銳意檢討之結果，在 RTA 溫度低於 1250℃ 的情況下，雖然會自支撐構件的支撐位置發生滑動差排，但滑動差排並未貫穿至表面，因此不太會對元件特性直接造成不良影響。然而會有由於滑動差排的發生而導致晶圓強度降低的問題，因此希望獲得一種滑動差排較少的晶圓，故即使在上述低於 1250℃ 的情況中，本發明之晶圓的熱處理方法亦特別適合使用。

並且，在 1250℃ 以上，因為自支撐構件位置發生的滑動差排貫穿至表面，會對元件特性造成明顯的不良影響。然而，本發明之晶圓的熱處理方法的情況下，即使有滑動差排發生，滑動差排也不會貫穿至表面，可讓多數滑動差排停止於主體中，而可將元件製作領域(即距表面數 μm 的範圍)作成不會發生差排。

像這樣，本發明之晶圓的熱處理方法，對於進行 1250℃ 以上的溫度的熱處理的情況特別有效。

又，本發明中，提供一種矽晶圓的製造方法，所述製

造方法的特徵在於：至少，根據柴氏法長成單晶矽晶棒，並將該單晶矽晶棒切片、加工成單晶矽基板後，對該單晶矽基板進行熱處理，該熱處理是根據本發明所述之晶圓的熱處理方法來進行。

如上述，本發明之晶圓的熱處理方法可確實地抑制滑動差排的發生，因此，若根據利用該熱處理方法之矽晶圓的製造方法，可比先前技術更有效率的製造出滑動差排比先前技術大幅減低的高品質矽晶圓。

而且，本發明中，提供一種矽晶圓，所述矽晶圓的特徵在於：根據本發明所述之晶圓的熱處理方法進行熱處理而成。

如上述，施加本發明之晶圓的熱處理方法而成之矽晶圓，為滑動差排比先前技術大幅減低之高品質矽晶圓。

進而，本發明中，提供一種熱處理裝置，是用來對晶圓進行在規定溫度下的伴隨急速升降溫的熱處理，所述熱處理裝置的特徵在於至少具備：

腔室，該腔室用來收容上述晶圓；

支撐構件，該支撐構件支撐上述晶圓的第一主表面；

第一加熱源，該第一加熱源加熱上述晶圓的上述第一主表面；

第二加熱源，該第二加熱源加熱上述晶圓的上述第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)；以及

控制機構，該控制機構用來分別獨立控制上述第一加熱源的輸出與上述第二加熱源的輸出；

並且，上述控制機構，分別獨立控制上述第一加熱源的輸出及上述第二加熱源的輸出，以使由上述支撐構件所支撐的上述第一主表面的溫度比位於上述晶圓的上述第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)的溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

藉此，上述熱處理裝置成為一種裝置，該裝置可使熱處理中在晶圓內的支撐構件附近的熱應力比先前技術小，而可大幅減低發生在熱處理後的晶圓上的滑動差排的發生率，於是可得到一種滑動差排較少的晶圓。

此處，上述第一加熱源及第二加熱源，較佳是設為鹵素燈。

像這樣，藉由將加熱源設為鹵素燈，可容易地進行急速加熱，又，更容易實施熱處理，該熱處理進行控制以使第一主表面的溫度高於第二主表面的溫度。

[發明的效果]

如以上說明，若根據本發明，則提供了一種晶圓的熱處理方法及可實施該熱處理方法之熱處理裝置，該熱處理方法，可在對矽晶圓進行熱處理時，確實地抑制自晶圓支撐位置發生的滑動差排，且本發明亦提供一種矽晶圓與該矽晶圓之製造方法，該矽晶圓利用上述熱處理方法來使自晶圓支撐位置發生的滑動差排比先前技術大幅減少，或者至少滑動差排不會貫穿至表面。

【實施方式】

以下參照圖式來詳細說明本發明，但本發明並非被限定於以下實施方式。第 2 圖是表示本發明的熱處理裝置的概略的一例的圖。

如第 2 圖所示，本發明的熱處理裝置 10，是用來對晶圓 W 進行熱處理(RTA 處理，此熱處理在規定溫度下進行並且伴隨著急速升降溫)，至少具備：腔室 11、支撐構件 12、作為加熱源 13 的第一加熱源 14a 與第二加熱源 14b、及控制機構 15，其中該腔室 11 是用來收容晶圓 W 且由石英組成，該支撐構件 12 形成在例如石英托盤 16 上且支撐晶圓 W 的第一主表面，該支撐構件 12 例如為 3 點支撐銷，該加熱源 13 用來加熱晶圓 W，該第一加熱源 14a 加熱晶圓 W 的第一主表面且例如為鹵素燈，該第二加熱源 14b 加熱晶圓 W 的第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)且例如為鹵素燈，該控制機構 15 用來分別獨立控制第一加熱源 14a 與第二加熱源 14b 的輸出。

又，在腔室 11 上設有未圖示的溫度測量用特殊窗，藉由設置在腔室 11 外部的高溫計 19，可經由該特殊窗來測量晶圓 W 的溫度，並作成可將該測量溫度的信號傳送至控制機構 15。在此情況下，高溫計 19，可具備測量晶圓 W 的第一主表面溫度的第一高溫計 19a 與測量第二主表面溫度的第二高溫計 19b，並分別將測量溫度傳送至控制機構 15。

然後，控制機構 15，可依照設定溫度與實測到之晶圓溫度的差或者預先設定於配方(recipe)中之電力比例來控

制電力供給裝置 21a(用來控制第一加熱源 14a)、21b(用來控制第二加熱源 14b)，來分別獨立控制第一加熱源 14a 的輸出及第二加熱源 14b 的輸出，以使支撐構件 12 所支撐的第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 1~25℃。

又，對於熱處理時的氣氛氣體(atmosphere gas)，在石英托盤 16 的氣體導入口 20a 側上設有石英製的緩衝體 18，可防止氧化性氣體或氮化性氣體、氫氣等導入氣體直接接觸晶圓 W。並且，氣體的排氣側裝有自動閘門 17 以封鎖外部空氣。自動閘門 17 上，設有未圖示出之晶圓插入口，該晶圓插入口被構成為可利用閘閥來開閉。又，在自動閘門 17 上設有氣體排氣口 20b，可調整爐內氣氛。

在這種構造之熱處理裝置 10 中，藉由控制機構 15，將加熱晶圓的第一主表面之第一加熱源 14a 與加熱晶圓的第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)之第二加熱源 14b 控制為分別獨立輸出，其中控制機構 15 係分別獨立控制第一加熱源 14a 的輸出及第二加熱源 14b 的輸出以使第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 1~25℃，於是在晶圓的熱處理中，在晶圓內部的熱流，不僅有朝向支撐構件方向的熱流，亦可發生朝向晶圓表面流動的熱流。並且藉由此熱流的存在，可縮小支撐構件附近的溫度梯度，而使支撐構件附近的熱應力比先前技術更小。因此，相較於先前技術，熱處理後的晶圓的滑動差排的發生(顯著發生於支撐構件附近)在本實施方式中被明顯地抑制，而可作出一種熱處理裝置，該熱處理裝置可得到滑動差排較少且經過高

品質熱處理完成的晶圓。

作為使第一主表面溫度比第二主表面溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 地來進行溫度控制的方法，除了上述方法以外例如亦可考慮以下的方法。

可僅具備測量第一主表面溫度的高溫計 19a，利用此高溫計 19a 預先在氧氣氣氛下進行 RTA 處理，求出加熱源的輸出、溫度、與氧化膜厚度的關係，然後使用此關係決定第一加熱源 14a 的輸出與第二加熱源 14b 的輸出，以使第一主表面與第二主表面的溫度差成為規定的溫度差。

進而，亦可使第一加熱源 14a 與第二加熱源 14b 中每一盞燈的輸出為定值，然後改變第一加熱源 14a 與第二加熱源 14b 的燈數比例。

或者，藉由改變第一加熱源 14a 與第二加熱源 14b 的燈種類(發光特性不同的燈)，即使供給電力固定亦有不同的發光特性，因此結果而言亦可改變第一加熱源 14a 與第二加熱源 14b 的輸出比。

以下將表示本發明之晶圓的熱處理方法的一例，該熱處理方法使用如上述本發明之熱處理裝置，但本發明並不限定於該等熱處理方法。

本發明之熱處理方法的特徵在於，利用支撐構件支撐以矽晶圓作為代表的晶圓，在此狀態下以加熱源進行加熱，藉此進行伴隨著急速升降溫的在規定溫度下的熱處理時，一邊控制加熱源一邊進行熱處理，以使由支撐構件所支撐的第一主表面的溫度比晶圓的第一主表面的相反側的

主表面(第二主表面)高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

雖然不確定是何種機制導致可藉由此方法來確實地抑制自晶圓支撐位置發生的滑動差排，但推測為以下原因。

第 1 圖表示如本發明般，一邊控制加熱源一邊進行熱處理，以使支撐晶圓的支撐構件所接觸的第一主表面溫度比第二主表面溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 時的示意圖。又，第 5 圖表示如先前技術進行熱處理時的示意圖，該先前技術的熱處理使支撐晶圓之支撐構件所接觸的第一主表面溫度與第二主表面溫度相等。

如第 5 圖，使支撐晶圓之支撐構件 12 所接觸的第一主表面 W_a 的溫度與第二主表面 W_b 的溫度相等的情況下，若將矽晶圓 W 的第二主表面 W_b 的溫度表示為 T_b 、將稍微離開支撐構件 12 與矽晶圓 W 的第一主表面 W_a 的接觸位置處的矽晶圓的第一主表面溫度表示為 T_a 、並將支撐構件位置的矽晶圓溫度表示為 T_p ，則成立 $T_a=T_b>T_p$ 之關係。

因此，由溫度差所導致的熱流，主要產生以下兩種：

(1) 自第一主表面 W_a 流向支撐構件 12 的熱流 TF_{51} 。

(2) 自第二主表面 W_b 流向支撐構件 12 的熱流 TF_{52} 。

因此，認為是支撐構件 12 附近的溫度梯度變大，於是產生較大的熱應力，而發生滑動差排。

相對於此，在本發明的第 1 圖的情況下，若將矽晶圓 W 的第二主表面 W_b 的溫度表示為 T_b 、將稍微離開支撐構件 12 與矽晶圓 W 在第一主表面 W_a 上的接觸位置的矽晶圓的第一主表面 W_a 溫度表示為 T_a 、並將第一主表面 W_a 與支

撐構件 12 的接觸位置的矽晶圓 W 溫度表示為 T_p ，則成立 $T_a > T_b > T_p$ 之關係。

因此，由溫度差所導致的熱流，變成以下四種：

- (1) 自第一主表面 W_a 流向支撐構件 12 的熱流 TF_{11} 。
- (2) 自第一主表面 W_a 流向第二主表面 W_b 的熱流 TF_{13} 。
- (3) 自晶圓 W 的主體部流向支撐構件 12 的熱流 TF_{12} 。
- (4) 自晶圓 W 的主體部流向第二主表面 W_b 的熱流 TF_{14} 。

這四種熱流不僅有流向支撐構件 12 的熱流，亦存在朝向第二主表面 W_b 側流動的熱流 TF_{13} 、 TF_{14} 。

結果，認為是支撐構件 12 附近的溫度梯度比先前技術的情況更小，於是熱應力變小，因此可確實地抑制滑動差排的發生。

此外，在晶圓 W 的第一主表面 W_a 溫度與第二主表面 W_b 的溫度差低於 1°C 之下，自第一主表面 W_a 流向第二主表面 W_b 的熱流 TF_{13} 或自晶圓主體部流向第二主表面 W_b 的熱流 TF_{14} 變小，因此抑制滑動差排發生的機制幾乎不起作用，於是幾乎無法抑制滑動差排的發生。

又，在晶圓 W 的第一主表面 W_a 溫度與第二主表面 W_b 的溫度差大於 25°C 的情況下，第一主表面 W_a 與第二主表面 W_b 的溫度差變得太大，因此晶圓內的熱流 TF_{13} 及 TF_{14} 變大，於是晶圓內產生的熱應力變大，而難以抑制滑動差排的發生。

因此，需要一邊進行控制一邊進行熱處理，使由支撐構件所支撐之晶圓的第一主表面的溫度比位於第一主表面的相反側的第二主表面的溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

像這樣，藉由一邊進行控制一邊進行熱處理，使由支撐構件所支撐之晶圓的第一主表面的溫度比位於第一主表面的相反側的第二主表面的溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，如上文所述，在熱處理中不僅有朝向支撐構件方向的熱流，亦存在朝向表面流動的熱流，於是支撐構件附近的溫度梯度會變小。因此，在支撐構件附近發生的熱應力變小，藉此，相較於先前技術，本實施方式可明顯地抑制滑動差排的發生，而得到滑動差排較少的晶圓。

此處，藉由改變加熱晶圓 W 的第一主表面 W_a 之第一加熱源 14a 與加熱第二主表面 W_b 之第二加熱源 14b 的輸出比，可控制兩者的溫度，使第一主表面 W_a 的溫度比第二主表面 W_b 的溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

像這樣，只要改變加熱晶圓的第一主表面之第一加熱源與加熱第二主表面之第二加熱源的輸出比，即可穩定且確實地控制兩者的溫度，使第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，而可更穩定且確實地抑制滑動差排的發生。

又，可使用鹵素燈作為加熱源 13(特別是第一加熱源 14a 及第二加熱源 14b)。並且，可使第二加熱源 14b 的輸出為第一加熱源 14a 的輸出的 $10\sim 90\%$ 。

像這樣，藉由使用鹵素燈作為加熱源(特別是第一加熱

源及第二加熱源)，可容易地進行急速加熱，而更易於實施熱處理。

並且，藉由使第二加熱源的輸出為第一加熱源的輸出的 10~90%，可更穩定且確實地進行控制，使第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 1~25℃，因此可更確實地抑制滑動差排的發生。

進而，可將支撐構件 12 作成藉由複數個支撐點來支撐晶圓 W 的外周部，使晶圓 W 保持水平。

如上述，本發明之晶圓的熱處理方法，即使在藉由複數個支撐點來支撐晶圓外周部的情況下，亦可抑制滑動差排的發生，因此適合使用於一種感受器，該感受器藉由複數個支撐個支撐點來支撐晶圓 W 的外周部，使晶圓 W 保持水平。

又，可將加熱晶圓的規定溫度設在以下任一溫度範圍中：700℃ 以上且低於 1150℃，1150℃ 以上且低於 1250℃，1250℃ 以上(較佳是低於晶圓的熔點溫度)。

一般在對晶圓進行熱處理的情況中，若加熱的溫度到 700℃ 以上，便容易在支撐晶圓之支撐構件處發生滑動差排。不過，若是可確實抑制滑動差排發生的本發明之晶圓的熱處理方法，則可確實地抑制上述在 700℃ 以上的處理溫度下發生的滑動差排，因此很有用。

又，對矽晶圓進行 RTA 處理以進行氧析出物的控制的情況，多半是在 1150℃ 以上且低於 1250℃ 的處理溫度下進行，但在如此高溫之下，滑動差排的發生將變得顯著。

在這種情況下，使用本發明之晶圓的熱處理會特別有效。

並且，已知在大於 1300°C 的高溫下進行 RTA 處理會造成原生缺陷(例如 COP(Crystal Originated Partical)等)熔解，故可確實抑制滑動差排發生的本發明之晶圓的熱處理方法，對於在 1250°C 以上的溫度下進行熱處理的情況特別有效，因為 1250°C 以上的熱處理會使自支撐構件位置發生的滑動差排容易貫穿至表面。

並且，利用柴氏法長成單晶矽晶棒，並將單晶矽晶棒切片、加工成單晶矽基板後，對單晶矽基板進行熱處理，該熱處理是根據本發明所述之晶圓的熱處理方法，藉此可比先前技術更有效率的製造出滑動差排比先前技術大幅減低的高品質矽晶圓。

此外，此時製作的單晶矽基板，只要是一般的產品即可，並未特別限定該單晶矽基板的導電型態、電阻率等電特性值或結晶方向、結晶直徑等。不過，本發明用在大口徑晶圓的熱處理中特別有效，該大口徑晶圓具有 8 吋(200mm)、12 吋(300mm)或更大直徑且自重較重，於是更容易發生滑動差排。

又，關於將單晶矽晶棒加工成單晶矽基板，亦使用一般的加工手法即可，例如可利用內周刀切片器或線鋸等切斷裝置來切片。又，可在一般條件下進行包裝、蝕刻、研磨等，上述各加工條件可對應所製造的矽晶圓的規格作適當的選擇。

[實施例]

以下，表示實施例與比較例以更具體地說明本發明，但本發明並非限定為該等實施例。

(實施例 1-5、比較例 1-3)

作為急速升降溫之熱處理裝置，使用 Mattson 公司製造的 Helios。又，在該裝置上加裝控制機構，該控制機構可將上側的燈模組(鹵素燈，相當於第二加熱源)與下側的燈模組(鹵素燈，相當於第一加熱源)的燈輸出變更為任意的比例。

並且，準備直徑 300mm 的 p 型矽晶圓，自熱處理裝置的開口部將矽晶圓搬入腔室內，載置在 3 支石英製支撐銷上，並使矽晶圓保持水平。此時，由支撐銷所支撐的一側為第一主表面，相反側為第二主表面。

繼而，將氧氣導入腔室內，並以 50°C/秒的速度升溫至規定的熱處理溫度，然後在規定溫度(1200°C、1250°C、1300°C、1350°C)下分別進行 10 秒的熱處理。

繼而，以 50°C/秒的降溫速度降至 800°C 後將加熱關閉(OFF)，然後在腔室內冷卻至 500°C 之後，取出晶圓。

此熱處理時，上側燈模組與下側燈模組的輸出比例，在比較例 1 中為上側：下側=100：100(溫度差為 0°C，而溫度差是指第一主表面溫度減去第二主表面溫度)。又，在比較例 2 中為上側：下側=100：60(溫度差為 -5°C)，在實施例 1 中為上側：下側=90：100(溫度差為 1°C)，在實施例 2 中

為上側：下側=80：100(溫度差為 8℃)，在實施例 3 中為上側：下側=40：100(溫度差為 15℃)，在實施例 4 中為上側：下側=20：100(溫度差為 18℃)，在實施例 5 中為上側：下側=10：100(溫度差為 19℃)，在比較例 3 中為上側：下側=5：100(溫度差為 33℃)。

然後，利用橢圓偏光計測量第一主表面以及第二主表面的氧化膜厚度，並自該膜厚度算出第一主表面及第二主表面的溫度差。

進而，利用雷射散射方式的異物檢查裝置(KLA-Tencor 社製造 SP1)來進行晶圓表面(第二主表面)的滑動差排測量。

其結果表示於表 1。此外，表 1 中的○意味著 3 個支撐銷位置均未發生滑動差排。△意味著有 1 個或 2 個地方發生滑動差排，而×意味著 3 個地方全都發生滑動差排。

[表 1]

	鹵素燈的功率比例 (第 1 主表面：第 2 主表面)	溫度差(℃) (第 1 主表面－ 第 2 主表面)	1200℃	1250℃	1300℃	1350℃
比較例 1	100：100	0	○	×	×	×
比較例 2	60：100	-5	○	×	×	×
實施例 1	100：90	1	○	○	○	△
實施例 2	100：80	8	○	○	○	○
實施例 3	100：40	15	○	○	○	○
實施例 4	100：20	18	○	○	○	○
實施例 5	100：10	23	○	○	○	△
比較例 3	100：5	33	○	○	△	×

從表 1 可明確地確認到，在使第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 $1^{\circ}\text{C} \sim 23^{\circ}\text{C}$ 的實施例 1~實施例 5 中，滑動差排的發生被大幅抑制，因此本發明是有效的。

此外，在 1200°C 的情況下，在比較例 1-3、實施例 1-5 中全都未發生滑動差排，這是因為 SP1 所檢測的滑動差排僅位於表面上。即使在此情況下，若以 X 光或選擇蝕刻進行評價，仍會自支撐銷與晶圓接觸的部分發生滑動差排，且滑動差排向主體的表面方向延伸，只是因為滑動差排不會貫穿至表面，所以使用 SP1 時不會檢測出來。以 X 光對內部進行觀察的結果可確認到，在每一種情況中，以實施例 1-5 的方法進行熱處理過的晶圓均具有短於比較例 1-3 的滑動差排，顯示實施例 1-5 的方法對於滑動差排的防止或減低很有效。

(實施例 6、比較例 4)

作為急速升降溫之熱處理裝置，使用 Mattson 社製造的 Helios。又，在該裝置上加裝控制機構，該控制機構可將上側的燈模組(鹵素燈，相當於第二加熱源)與下側的燈模組(鹵素燈，相當於第一加熱源)的燈輸出變更為任意的比例。

並且，準備直徑 300mm 的 p 型矽晶圓，自 RTA 裝置的開口部將矽晶圓搬入腔室內，載置在 3 支石英製支撐銷上，並使矽晶圓保持水平。此時，由支撐銷所支撐的一側

為第一主表面，相反側為第二主表面。

繼而，將氧氣導入腔室內，並以 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 的速度升溫至規定的熱處理溫度，然後在規定溫度 (700°C 、 1100°C 、 1300°C) 下分別進行 10 秒的熱處理。

繼而，以 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 的降溫速度降至 800°C 後將加熱關閉 (OFF)，然後在腔室內冷卻至 500°C 之後，取出晶圓。

此時，上側燈模組與下側燈模組的輸出比例以及晶圓外周部與內周部的溫度差，在比較例 4 中為上側：下側 = $100:100$ (溫度差為 0°C ，而溫度差是指第一主表面溫度減去第二主表面溫度)，並使晶圓外周部的溫度比中心部的溫度高 5°C 。並且，在實施例 6 中為上側：下側 = $40:100$ (溫度差為 15°C)，並使晶圓外周部的溫度與中心部的溫度相等。

熱處理後，利用雷射散射方式的異物檢查裝置 (KLA-Tencor 社製造 SP1) 來進行晶圓表面的滑動差排測量，並藉由選擇蝕刻來評價自支撐銷接觸位置發生的滑動差排的長度。其結果表示於表 2。表中的 ○ 意味著 3 個支撐銷位置均未發生滑動差排。△ 意味著有 1 個或 2 個地方發生滑動差排，而 × 意味著 3 個地方全都發生滑動差排。

[表 2]

		700°C	1100°C	1300°C	鹵素燈的功率比例 (第 1 主表面：第 2 主表面)
比較例 4	表面滑動	○	○	×	100 : 100
	滑動差排 長度(mm)	0.5	2	8	
實施例 6	表面滑動	○	○	○	100 : 40
	滑動差排 長度(mm)	0.2	1.2	3	

從表 2 可明確地看出，比較例 4(專利文獻 1 所述的方法)中，在 1300°C 進行熱處理的情況下，自支撐銷位置發生的滑動差排貫穿至表面(第二主表面)。相對於此，實施例 6 中，滑動差排並未貫穿至表面，因此 SP1 並未將未貫穿的滑動差排作為滑動差排而檢測出。

又，在比較例 4 的情況中，亦認識到在 1300°C 下進行 RTA 處理時，自晶圓邊緣部發生滑動差排。在其他的晶圓中，並未自邊緣部發生滑動差排。

進而可確認到，相較於比較例 4，實施例 6 在每一種溫度下均改善了自支撐銷位置發生的滑動差排的長度，表示本發明的方法對於滑動差排的防止或減低很有效。

此外，本發明並非限定於上述實施型態。上述實施型態僅為例示，任何具有與本發明的申請專利範圍所述的技術想法在實質上相同的構成，且能發揮相同作用效果的實施形態，均包含在本發明的技術範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖是一邊控制加熱源一邊進行熱處理時的示意圖，此熱處理使支撐本發明的晶圓之支撐構件所接觸的第一主表面的溫度比第二主表面的溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

第 2 圖是表示本發明的熱處理裝置的概略的一例的圖。

第 3 圖是先前技術的熱處理方法中，晶圓外周部的溫度高於中心部的溫度的情況的示意圖。

第 4 圖是先前技術的熱處理方法中，晶圓中心部的溫度高於外周部的溫度的情況的示意圖。

第 5 圖是先前技術中進行熱處理時的示意圖，此熱處理使支撐晶圓之支撐構件所接觸的第一主表面的溫度等於第二主表面的溫度。

【主要元件符號說明】

10	熱處理裝置	T_i	溫度
11	腔室	T_o	溫度
12	支撐構件/支撐銷	T_p	溫度
13	加熱源	TF_{11}	熱流
14a	第一加熱源	TF_{12}	熱流
14b	第二加熱源	TF_{13}	熱流
15	控制機構	TF_{14}	熱流
16	石英托盤	TF_{51}	熱流
17	自動閘門	TF_{52}	熱流
18	緩衝體	TS_{31}	熱應力
19	高溫計	TS_{32}	熱應力
19a	第一高溫計	TS_{33}	熱應力
19b	第二高溫計	TS_{41}	熱應力
20a	氣體導入口	TS_{42}	熱應力
20b	氣體排出口	TS_{43}	熱應力
21a	電力供給裝置	W	晶圓/矽晶圓
21b	電力供給裝置	W_a	第一主表面
T_a	溫度	W_b	第二主表面
T_b	溫度		

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※申請案號：100125842

※申請日期：2011年7月21日

※IPC分類：

H01L 31/024:2006 01

一、發明名稱：

晶圓的熱處理方法、矽晶圓的製造方法、矽晶圓及熱處理裝置

二、中文發明摘要：

本發明是一種晶圓的熱處理方法，在利用支撐構件來支撐晶圓的主表面(第一主表面)的狀態下，以加熱源進行加熱，藉此來進行在規定溫度下的伴隨急速升降溫的熱處理，所述晶圓的熱處理方法的特徵在於：一邊控制上述加熱源一邊進行熱處理，以使由上述支撐構件所支撐的上述第一主表面的溫度比上述晶圓的上述第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)的溫度高 1~25℃。

藉此，本發明提供了一種晶圓的熱處理方法，所述熱處理方法能在對矽晶圓進行熱處理時，確實地抑制自晶圓支撐位置發生的滑動差排。

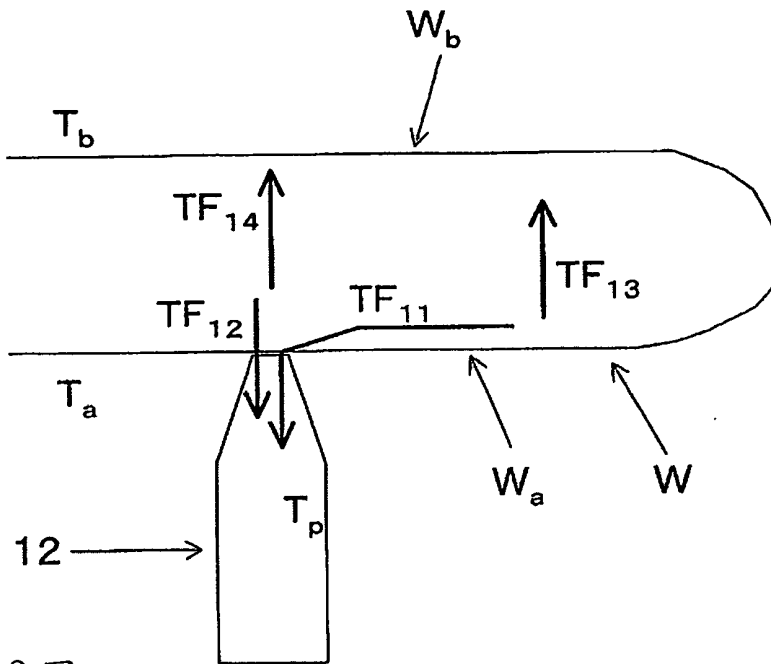
三、英文發明摘要：

無

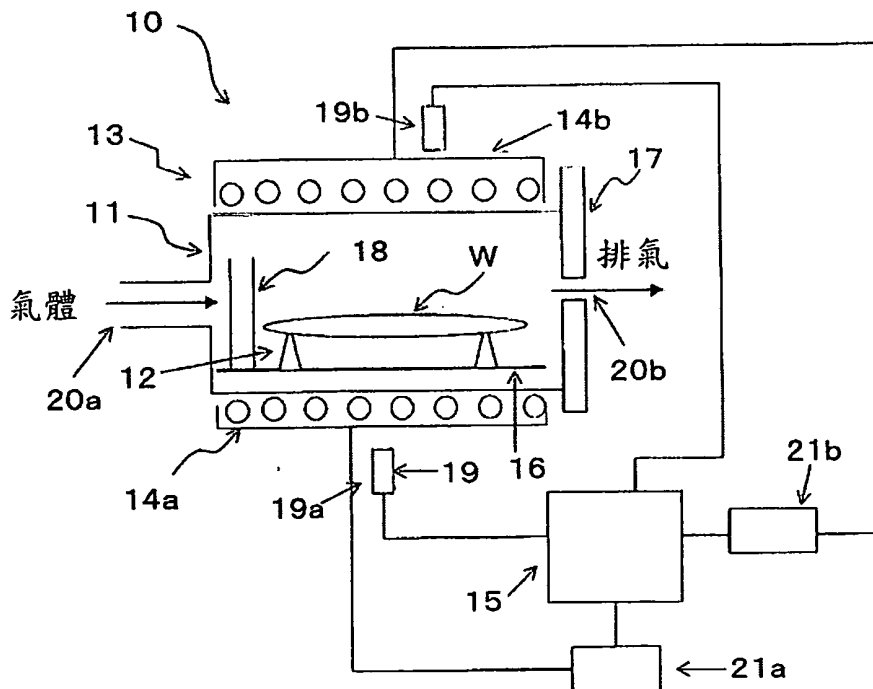
八、圖式：

第 1 圖

$$T_a > T_b > T_p$$

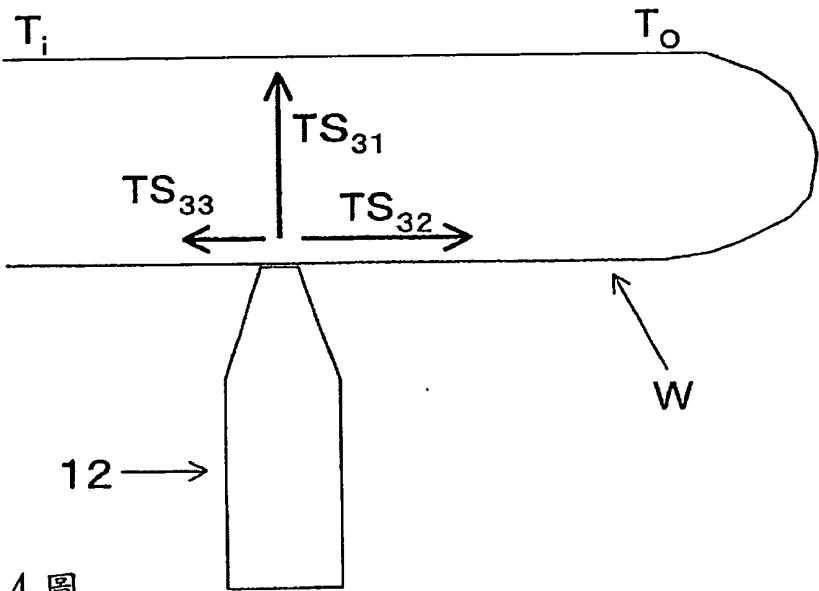


第 2 圖



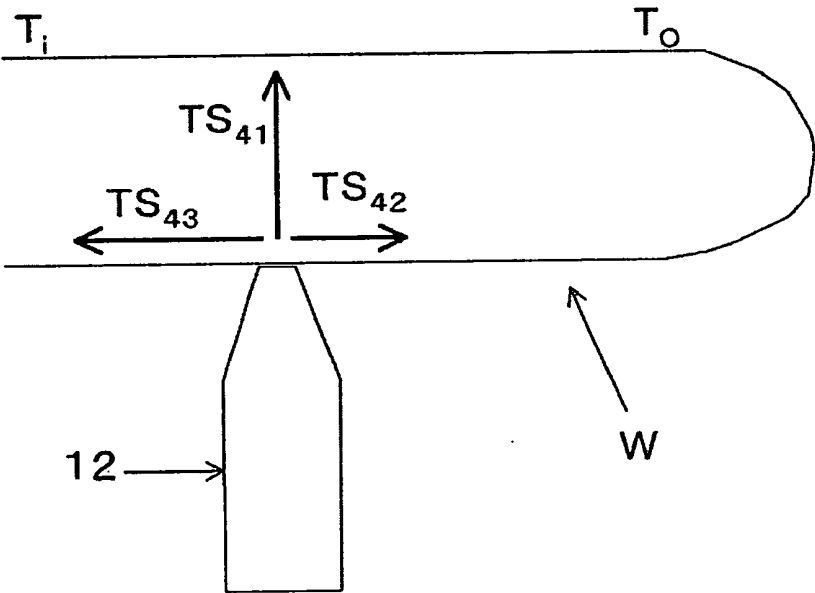
第 3 圖

$T_i < T_o$



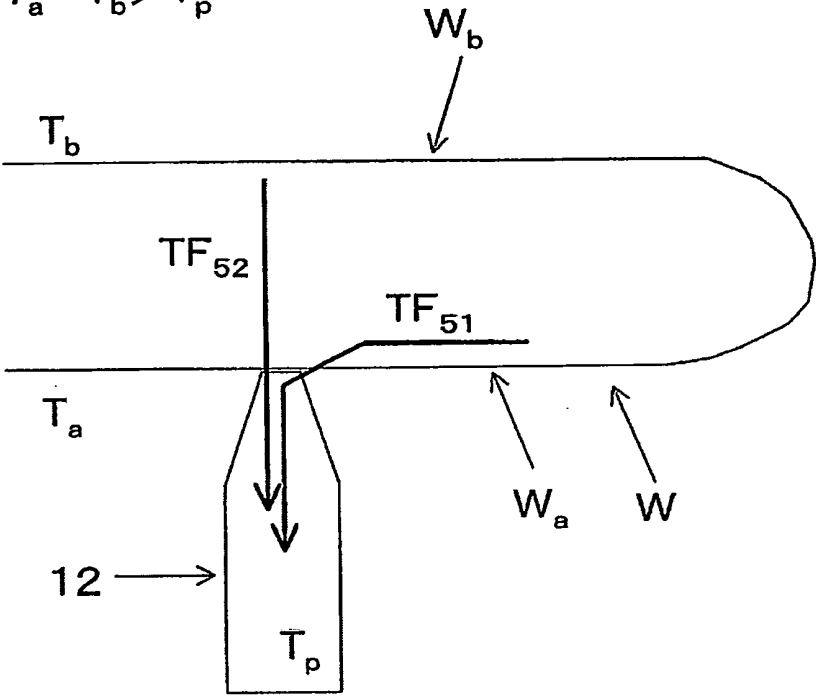
第 4 圖

$T_i > T_o$



第 5 圖

$T_a = T_b > T_p$



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 1 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

12 支撐構件

T_a 、 T_b 、 T_p 溫度

TF_{11} 、 TF_{12} 、 TF_{13} 、 TF_{14} 熱流

W 晶圓 / 矽晶圓

W_a 第一主表面

W_b 第二主表面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

七、申請專利範圍：

1. 一種晶圓的熱處理方法，在利用支撐構件來支撐晶圓的主表面(第一主表面)的狀態下，以加熱源進行加熱，藉此來進行在規定溫度下的伴隨急速升降溫的熱處理，所述晶圓的熱處理方法的特徵在於：

一邊控制上述加熱源一邊進行熱處理，以使由上述支撐構件所支撐的上述第一主表面的溫度 T_a 比上述晶圓的上述第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)的溫度 T_b 高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，並且若將上述第一主表面與支撐構件的接觸位置處的上述矽晶圓的溫度表示成 T_p ，則會成立 $T_a > T_b > T_p$ 的關係。

2. 如請求項 1 所述之晶圓的熱處理方法，其中：

藉由改變第一加熱源(加熱上述晶圓的上述第一主表面)與第二加熱源(加熱上述第二主表面)的輸出比來進行控制，以使上述第一主表面的溫度比上述第二主表面的溫度高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

3. 如請求項 2 所述之晶圓的熱處理方法，其中：

使用鹵素燈作為上述第一加熱源及上述第二加熱源，且將上述第二加熱源的輸出設為上述第一加熱源的輸出的 $10\sim 90\%$ 。

4. 如請求項 1 所述之晶圓的熱處理方法，其中：
使用鹵素燈作為上述加熱源。
5. 如請求項 2 所述之晶圓的熱處理方法，其中：
使用鹵素燈作為上述加熱源。
6. 如請求項 1 所述之晶圓的熱處理方法，其中：
將上述支撐構件作成藉由複數個支撐點來支撐上述晶圓的外周部，並使上述晶圓保持水平。
7. 如請求項 2 所述之晶圓的熱處理方法，其中：
將上述支撐構件作成藉由複數個支撐點來支撐上述晶圓的外周部，並使上述晶圓保持水平。
8. 如請求項 3 所述之晶圓的熱處理方法，其中：
將上述支撐構件作成藉由複數個支撐點來支撐上述晶圓的外周部，並使上述晶圓保持水平。
9. 如請求項 4 所述之晶圓的熱處理方法，其中：
將上述支撐構件作成藉由複數個支撐點來支撐上述晶圓的外周部，並使上述晶圓保持水平。
10. 如請求項 5 所述之晶圓的熱處理方法，其中：
將上述支撐構件作成藉由複數個支撐點來支撐上述晶

圓的外周部，並使上述晶圓保持水平。

11. 如請求項 1 至 10 中任一項所述之晶圓的熱處理方法，其中：

將上述規定溫度設為 700°C 以上且低於 1150°C 。

12. 如請求項 1 至 10 中任一項所述之晶圓的熱處理方法，其中：

將上述規定溫度設為 1150°C 以上且低於 1250°C 。

13. 如請求項 1 至 10 中任一項所述之晶圓的熱處理方法，其中：

將上述規定溫度設為 1250°C 以上。

14. 一種矽晶圓的製造方法，所述製造方法的特徵在於：

至少，根據柴氏法長成單晶矽晶棒，並將該單晶矽晶棒切片、加工成單晶矽基板後，對該單晶矽基板進行熱處理，該熱處理是根據請求項 1 至 10 中任一項所述之晶圓的熱處理方法來進行。

15. 一種矽晶圓的製造方法，所述製造方法的特徵在於：

至少，根據柴氏法長成單晶矽晶棒，並將該單晶矽晶棒切片、加工成單晶矽基板後，對該單晶矽基板進行熱處理，該熱處理是根據請求項 11 所述之晶圓的熱處理方法來

進行。

16. 一種矽晶圓的製造方法，所述製造方法的特徵在於：

至少，根據柴氏法長成單晶矽晶棒，並將該單晶矽晶棒切片、加工成單晶矽基板後，對該單晶矽基板進行熱處理，該熱處理是根據請求項 12 所述之晶圓的熱處理方法來進行。

17. 一種矽晶圓的製造方法，所述製造方法的特徵在於：

至少，根據柴氏法長成單晶矽晶棒，並將該單晶矽晶棒切片、加工成單晶矽基板後，對該單晶矽基板進行熱處理，該熱處理是根據請求項 13 所述之晶圓的熱處理方法來進行。

18. 一種熱處理裝置，是用來對晶圓進行在規定溫度下的伴隨急速升降溫的熱處理，所述熱處理裝置的特徵在於至少具備：

腔室，該腔室用來收容上述晶圓；

支撐構件，該支撐構件支撐上述晶圓的第一主表面；

第一加熱源，該第一加熱源加熱上述晶圓的上述第一主表面；

第二加熱源，該第二加熱源加熱上述晶圓的上述第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)；以及

控制機構，該控制機構用來分別獨立控制上述第一加

熱源的輸出與上述第二加熱源的輸出；

並且，上述控制機構，分別獨立控制上述第一加熱源的輸出及上述第二加熱源的輸出，以使由上述支撐構件所支撐的上述第一主表面的溫度 T_a 比上述晶圓的上述第一主表面的相反側的主表面(第二主表面)的溫度 T_b 高 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，並且若將上述第一主表面與支撐構件的接觸位置處的上述矽晶圓的溫度表示成 T_p ，則會成立 $T_a > T_b > T_p$ 的關係。

19. 如請求項 18 所述之熱處理裝置，其中：

將上述第一加熱源及第二加熱源設為鹵素燈。