



(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 I883302 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：110149634

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 12 月 30 日

(51)Int. Cl. : C30B15/02 (2006.01)

C30B15/20 (2006.01)

C30B29/06 (2006.01)

(30)優先權：2020/12/31 美國

63/132,712

2020/12/31 美國

63/132,713

(71)申請人：環球晶圓股份有限公司(中華民國) GLOBALWAFERS CO., LTD. (TW)

新竹市新竹科學工業園區東區工業東二路 8 號

(72)發明人：潘諾卡加 馬堤歐 PANNOCCHIA, MATTEO (IT)；馬奇斯 富蘭斯卡 MARCHESE,

FRANCESCA (IT)；何瓦齊 詹姆士 HO WAI KITT, JAMES (MY)

(74)代理人：陳長文；洪榮宗

(56)參考文獻：

TW 200415265A

TW 201835392A

CN 108138354A

CN 110741111A

審查人員：洪敏峰

申請專利範圍項數：25 項 圖式數：9 共 32 頁

(54)名稱

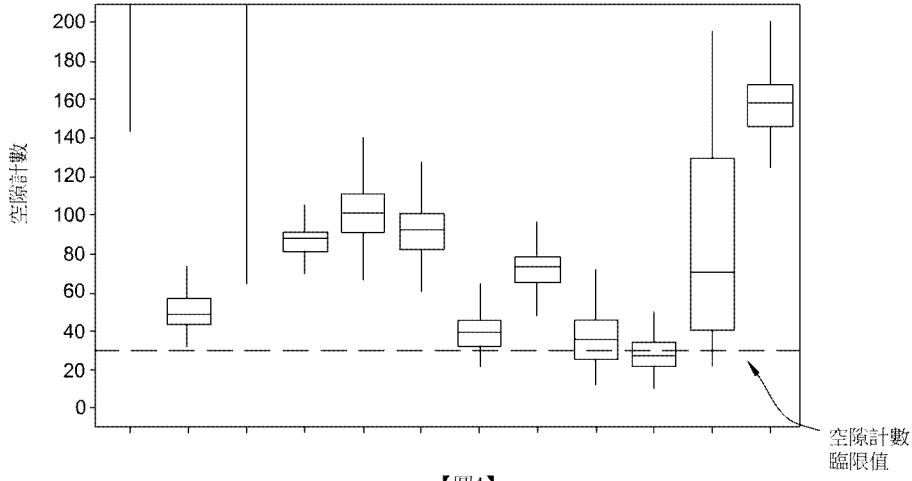
在單晶矽錠成長過程中使用緩衝劑

(57)摘要

本發明揭示用於藉由連續直拉法(CCz)來生產單晶矽錠之方法。在該錠之該主體生長之前，一批緩衝劑(例如石英碎玻璃)經添加至該坩堝總成之一外熔體區。在一些實施例中，添加至該熔體之該批緩衝劑之該質量 M 與將該批緩衝劑添加至該熔體與該錠主體開始生長之間的該時間之該比率經控制，使得該 M/T 比率大於一臨限值 M/T。

Methods for producing single crystal silicon ingots by Continuous Czochralski (CCz) are disclosed. A batch of buffer members (e.g., quartz cullets) is added to an outer melt zone of the crucible assembly before the main body of the ingot is grown. In some embodiments, the ratio of the mass M of the batch of buffer members added to the melt to the time between adding the batch of buffer members to the melt and when the ingot main body begins to grow is controlled such that the ratio of M/T is greater than a threshold M/T.

指定代表圖：



【圖4】



I883302

【發明摘要】

【中文發明名稱】

在單晶矽錠成長過程中使用緩衝劑

【英文發明名稱】

USE OF BUFFER MEMBERS DURING GROWTH OF SINGLE CRYSTAL SILICON INGOTS

【中文】

本發明揭示用於藉由連續直拉法(CCz)來生產單晶矽錠之方法。在該錠之該主體生長之前，一批緩衝劑(例如石英碎玻璃)經添加至該坩堝總成之一外熔體區。在一些實施例中，添加至該熔體之該批緩衝劑之該質量M與將該批緩衝劑添加至該熔體與該錠主體開始生長之間的該時間之該比率經控制，使得該M/T比率大於一臨限值M/T。

【英文】

Methods for producing single crystal silicon ingots by Continuous Czochralski (CCz) are disclosed. A batch of buffer members (e.g., quartz cullets) is added to an outer melt zone of the crucible assembly before the main body of the ingot is grown. In some embodiments, the ratio of the mass M of the batch of buffer members added to the melt to the time between adding the batch of buffer members to the melt and when the ingot main body begins to grow is controlled such that the ratio of M/T is greater than a threshold M/T.

【指定代表圖】

圖4

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

在單晶矽錠成長過程中使用緩衝劑

【英文發明名稱】

USE OF BUFFER MEMBERS DURING GROWTH OF SINGLE CRYSTAL SILICON INGOTS

【技術領域】

【0001】 本發明之領域係關於用於藉由連續直拉法(CCz)來生產單晶矽錠之方法，且特定言之係關於將緩衝劑添加至該坩堝總成之一外熔體區之方法。

【先前技術】

【0002】 連續直拉法(CCz)非常適合形成300 mm或200 mm直徑之單晶矽錠，諸如相對重摻雜砷或磷之錠。連續直拉法涉及自一矽熔體形成一單晶矽錠，同時連續或間歇地將固體多晶矽添加至熔體以在矽錠生長時補充熔體。方法可涉及由相同熔體形成多個錠，同時熱區保持在溫度下(即，一熔體在複數個錠生長時連續存在於坩堝總成中)。

【0003】 客戶越來越多地指定，對於200 mm及300 mm之錠兩者，自藉由連續直拉法生長之錠切片之晶圓具有一低空隙計數(例如，每晶圓少於30個缺陷)。連續直拉法可涉及一坩堝總成，該坩堝總成包含至少兩個且通常係三個熔體區，該等熔體區由實體障壁分離—固體多晶矽經進料至其中之一外熔體區、熔體在其中穩定之一中間熔體區及矽錠自其拉提之一內熔體區。將固體多晶矽添加至熔體導致將在熔體中形成惰性氣體氣泡(例如氬氣氣泡)，其影響空隙計數。

【0004】 需要用於形成矽錠之方法，該等方法減少自該錠切片之矽晶圓中之缺陷計數及/或其中減少熔體中之惰性氣體氣泡形成或促進惰性氣體氣泡之消散。

【0005】 此章節旨在向讀者介紹可與本發明之各種態樣相關之技術之各種態樣，該等態樣在下文描述及/或主張。此討論被認為有助於為讀者提供背景資訊以促進更佳理解本發明之各種態樣。因此，應理解，此等陳述應自此角度來閱讀，而非作為對先前技術之承認。

【發明內容】

【0006】 本發明之一個態樣係指一種用於在一連續直拉法中生長一單晶矽錠之方法。在一坩堝總成中形成一矽熔體。將一批緩衝劑添加至該熔體。該批具有一質量 M 。使該熔體之一表面與一晶種接觸。自該熔體抽提一單晶矽錠。該單晶矽錠包含一主體。在將該批緩衝劑添加至該熔體與該主體開始生長之間存在一時間 T 。 M/T 之該比率經控制為大於一臨限值 M/T 以減少自該單晶矽錠切片之晶圓中之空隙計數。在抽提該單晶矽錠的同時將固體多晶矽原料添加至該坩堝總成以補充該熔體。

【0007】 本發明之一個態樣係指一種用於判定用於在一連續直拉法中生長一單晶矽錠之 M/T 之一臨限值比率之方法。該連續直拉法包含：在一坩堝總成中形成一矽熔體；將一批緩衝劑添加至該熔體，其中該批具有一質量 M ；使該熔體之一表面與一晶種接觸；自該熔體抽提一單晶矽錠，該單晶矽錠包括一主體，在將該批緩衝劑添加至該熔體與該主體開始生長之間存在一時間 T ；及在抽提該單晶矽錠的同時將固體多晶矽原料添加至該坩堝總成以補充該熔體。用於判定 M/T 之該臨限值比率之該方法包含生長複數個單晶矽錠，其中該等錠之至少兩者以不同 M/T 比率生長。量測自

該複數個單晶矽錠切片之一或多個晶圓中之一缺陷計數。判定自其切片具有低於一臨限值缺陷計數之一缺陷計數之晶圓的單晶矽錠之該M/T比率。

【0008】 存在與本發明之上述態樣相關之特徵之各種改進。進一步特徵亦可併入於本發明之上述態樣中。此等改進及額外功能可個別或以任何組合存在。例如，下文討論之與本發明之所繪示實施例之任何者相關之各種特徵可單獨或以任何組合併入至本發明之上述態樣之任何者中。

【圖式簡單說明】

【0009】 圖1係其中安置有一固體多晶矽進料之一實例拉錠設備之一橫截面圖；

【0010】 圖2係具有一熔體及熔體內之緩衝劑之拉錠設備之一橫截面圖；

【0011】 圖3係展示一矽錠自矽熔體拉提之拉錠設備之一橫截面圖；

【0012】 圖4係展示自其中M/T小於一臨限值M/T之錠切片之晶圓中之空隙計數之一盒形圖；

【0013】 圖5係展示自其中M/T大於一臨限值M/T之錠切片之晶圓中之空隙計數之一盒形圖；

【0014】 圖6係展示根據M/T而變之缺陷計數之一散點圖；

【0015】 圖7係自其中M/T小於一臨限值M/T之一錠切片之晶圓之一盒形圖；

【0016】 圖8係自其中M/T大於一臨限值M/T之一錠切片之晶圓之一盒形圖；及

【0017】 圖9係展示對於另一拉錠設備，根據M/T而變之缺陷計數之

一散點圖。

【0018】 在整個附圖中，對應元件符號指示對應部分。

【實施方式】

【0019】 本申請案主張2020年12月31日申請之美國臨時專利申請案第63/132,712號及2020年12月31日申請之美國臨時專利申請案第63/132,713號之權益。兩個申請案之全文以引用的方式併入本文中。

【0020】 本發明提供關於用於在一連續直拉法(CCz)中生長一單晶矽錠之方法。在形成錠之主體之前，將緩衝劑(例如石英碎玻璃)添加至矽熔體。經添加之緩衝劑之質量M與緩衝劑之添加與錠之主體開始生長之間的時間T之比率經控制為大於一臨限值M/T。藉由控制緩衝劑之質量與直至錠主體開始生長之時間之比率(M/T)大於臨限值M/T，可減少所得矽晶圓中之缺陷量。

【0021】 用於藉由一連續直拉法來生產一錠60之一實例拉錠設備5展示於圖3中。拉錠設備5包含一坩堝總成10，坩堝總成10包含半導體或太陽能級矽材料之一熔體6。一基座13支撐坩堝總成10。坩堝總成10具有一側壁40及將熔體分成不同熔體區之一或多個流體障壁20、30或「堰」。在所繪示之實施例中，坩堝總成10包含一第一堰20。第一堰20及側壁40界定矽熔體之一外熔體區42。坩堝總成10包含徑向向內至第一堰20之一第二堰30，其界定矽熔體之一內熔體區22。內熔體區22係單晶矽錠60由其生長之生長區。第一堰20及一第二堰30界定矽熔體之一中間熔體區32，其中熔體6可在其朝向內熔體區22移動時穩定。第一及第二堰20、30各具有界定於其中以允許熔融矽徑向向內流動朝向內熔體區22之生長區之至少一個開口。

【0022】 在所繪示實施例中，第一堰20、第二堰30及側壁40各具有大致環形形狀。第一堰20、第二堰30及側壁40可為在坩堝總成10之底部或底板45處接合之三個嵌套坩堝之部分(即，第一及第二堰20、30係嵌套於一更大坩堝內之兩個坩堝之側壁)。圖1至圖3中描繪之坩堝總成組態係例示性的。在其他實施例中，坩堝總成10具有一單層底板(即，不具有嵌套坩堝)，其中堰自底板45向上延伸。可選地，底板45可為平坦的而非彎曲的及/或堰20、30及/或側壁40可為直邊的。進一步言之，儘管所繪示之坩堝總成10展示有兩個堰，但在其他實施例中，坩堝總成可具有一單一堰或甚至沒有堰。

【0023】 一進料管46將可為(例如)粒狀、塊狀或粒狀及塊狀之一組合之多晶矽以足以在錠60之生長期間維持一實質上恆定熔體高度位準及體積之一速率進料至外熔體區42中。

【0024】 通常，藉由將多晶矽裝載至一坩堝中以形成一初始矽進料27 (圖1)來形成錠60自其抽出之熔體6。一般而言，一初始進料在約10千克與約200千克之間的多晶矽，其可為粒狀、塊狀或粒狀與塊狀之一組合。初始進料之質量取決於所需晶體直徑及熱區設計。初始進料不反映錠晶體之長度，因為多晶矽在晶體生長期間連續進料。

【0025】 可使用多種多晶矽來源，包含(例如)在一流化床反應器中藉由矽烷或一鹵代矽烷之熱分解產生之粒狀多晶矽或在一西門子反應器中產生之多晶矽。如下文描述，在熔融多晶矽之初始進料27之前或期間，可將一定量之緩衝劑添加至坩堝總成10之外熔體區42中之多晶矽之初始進料27。

【0026】 一旦將多晶矽(及可選地緩衝劑)添加至坩堝總成10以形成

一進料27，則將進料27加熱至高於約矽之熔融溫度(例如約 1412°C)之一溫度以熔融進料，且藉此形成包括熔融矽之一矽熔體6 (圖2)。矽熔體6具有熔融矽之一初始體積並具有一初始熔體高度位準，且此等參數由初始進料27之大小判定。在一些實施例中，包括矽熔體6之坩堝總成10經加熱至至少約 1425°C 、至少約 1450°C 或甚至至少約 1500°C 之一溫度。

【0027】 拉錠設備5包含一拉提機構114 (圖3)用於自內熔體區22內之熔體生長及拉提錠60。拉提機構114包含一拉提纜線118、耦合至拉提纜線118之一端之一晶種保持器或卡盤120及耦合至晶種保持器或卡盤120用於初始化晶體生長之一晶種122。拉提纜線118之一端連接至一升降機構(例如從動滑輪或滾筒或任何其他合適類型之升降機構)，而另一端連接至保持晶種122之卡盤120。在操作中，晶種122下降以接觸內熔體區22中之熔體6。拉提機構114經操作以使晶種122沿拉提軸線A上升。此導致一單晶錠60自熔體6拉提。

【0028】 一旦多晶矽之進料27 (圖1)經液化以形成包括熔融矽之一矽熔體6 (圖2)，矽晶種122 (圖3)經降低以接觸內熔體區22內之熔體6。接著將矽晶種122自熔體6抽提，其中矽附接至其以形成一頸部52，藉此在熔體6之表面附近或表面處形成一熔體-固體介面。

【0029】 拉提機構114可旋轉晶種122及連接至其之錠60。一坩堝驅動單元44可使基座13及坩堝總成10旋轉。在一些實施例中，矽晶種122及坩堝總成10在相反方向(即反向旋轉)上旋轉。反向旋轉在矽熔體6中達成對流。晶種122之旋轉主要用於提供一對稱溫度分佈、抑制雜質之角度變化以及控制晶體熔體介面形狀。

【0030】 在頸部52形成之後，相鄰於頸部52之一向外張開之種錐部

分54 (或「冠部」)生長。一般而言，拉提速率自頸部拉提速率降低至適於向外張開之種錐部分54生長之一速率。一旦種錐部分到達目標直徑，許多主體56或錠60之「恆定直徑部分」生長。在一些實施例中，錠60之主體56具有約150 mm、至少約150 mm、約200 mm、至少約200 mm、約300 mm、至少約300 mm、約450 mm或甚至至少約450 mm之一直徑。

【0031】 在錠60自熔體6拉提時，固體多晶矽原料透過管46或其他通道經添加至外熔體區42以補充錠生長設備5中之熔體6。固體多晶矽可自一多晶矽進料系統66添加且可連續或間歇地添加至拉錠設備5以維持熔體位準。通常，多晶矽可藉由熟習此項技術者可用之任何方法計量加入至拉錠設備5中。

【0032】 在一些實施例中，亦在錠生長期間將摻雜劑添加至熔體6中。摻雜劑可自一摻雜劑進料系統72引入。摻雜劑可作為一氣體或固體添加且可添加至外熔體區42。

【0033】 設備5可包含安置於錠60周圍之一隔熱罩116以允許生長之錠60輻射其凝固潛熱及來自熔體6之熱通量。隔熱罩116可為至少部分圓錐形且以一角度向下傾斜以產生錠60安置於其中之一環形開口。通常沿生長晶體之長度提供一惰性氣體(諸如氬氣)之一流。錠60經拉提通過與周圍大氣密封之一生長腔室78。

【0034】 複數個獨立控制之環形底部加熱器70可以一徑向圖案安置於坩堝總成10下方。環形底部加熱器70跨坩堝總成10之整個基底表面區域以一相對受控分佈施加熱。環形底部加熱器70可為如美國專利案第7,635,414中所描述之個別控制之平坦電阻加熱元件，該案出於所有相關及一致之目的以引用的方式併入本文中。設備5可包含徑向向外安置至坩

坳總成10以控制透過熔體6之溫度分佈的一或多個側加熱器74。

【0035】圖1至圖3中所展示且本文中所描述之錠生長設備5係例示性的且通常可使用其中藉由一連續直拉法製備一晶錠之任何系統，除非另有說明。

【0036】根據本發明之實施例，在錠60生長之前，將一批31 (圖2)之緩衝劑35 (例如石英碎玻璃)添加至矽熔體6，且特別係添加至外熔體區42。緩衝劑35之密度可小於矽熔體6，使得緩衝劑35漂浮於熔體6內(即一部分設置於熔體6之表面上)。可添加至外熔體區42之合適緩衝劑35包含(例如)防止透過進料管46添加之多晶矽直接進入熔體6及/或提供用於消散惰性氣體氣泡之表面積之固體材料。緩衝劑35可在緩衝劑35之間形成間隙。緩衝劑35可自由移動(例如當受到下落多晶原料衝擊時)。在一些實施例中，緩衝劑35包含石英(諸如石英碎玻璃)。當使用石英碎玻璃時，碎玻璃可具有任何合適形狀(例如圓柱形)及任何合適大小(例如，當使用圓柱形碎玻璃時，直徑約1 mm至10 mm及/或長度約1 mm至約10 mm)。

【0037】在將批31之緩衝劑35添加至熔體6之後，錠60自熔體6拉提。根據本發明之實施例，添加至熔體6之批31之緩衝劑35之質量M與將批31之緩衝劑35添加至熔體6與當錠主體56 (圖3)開始生長之間的時間T之比率經控制使得M/T之比率大於M/T之一臨限值比率以減少自單晶矽錠切片之晶圓中之空隙計數。通常，時間T對應於批31之緩衝劑35已完全添加且當錠主體56開始生長之時間。

【0038】在一些實施例中，M/T之比率經控制為大於一臨限值M/T，使得自單晶矽錠切片之晶圓具有少於30個0.2 μm 或更大之一大小之缺陷之一空隙計數或甚至具有少於20個0.2 μm 或更大之一大小之缺陷之一

空隙計數。臨限值M/T可取決於拉錠設備之熱區設計而變化。為了判定臨限值M/T，建立一臨限值缺陷計數(例如，由製造商及/或客戶期望之一最大缺陷計數，諸如少於30個缺陷、少於20個缺陷或少於10個0.2 μm或更大之一大小之缺陷)。生長複數個單晶矽錠，其中錠之至少兩者(例如，2、3、5、10、25、100個錠)以不同M/T比率生長。量測自複數個單晶矽錠切片之一或多個晶圓中之缺陷計數(例如使用一SP1檢查工具)。自其切片具有低於臨限值缺陷計數之一缺陷計數之之晶圓的單晶矽錠之M/T比率基於所量測之缺陷計數而判定(即，一臨限值M/T基於M/T值而判定，其中缺陷計數等於或低於缺陷臨限值計數)。

【0039】 在一些實施例中，M/T經控制為大於其之臨限值M/T係每小時40克。在其他實施例中，臨限值M/T係每小時50克或甚至每小時55克。在一些實施例中，M/T經控制為大於其之臨限值M/T係每小時60克。在其他實施例中，M/T經控制為大於其之臨限值M/T係每小時70克。臨限值M/T (及在拉錠設備中用於生長一錠之實際M/T)可受錠生長過程之實際限制(例如，不抑制固體多晶矽流動至熔體內，諸如當固體多晶矽開始堆積於緩衝劑之頂部上時)的限制。例如，M/T可經控制為高於上文列出之一臨限值M/T且小於每小時500克或甚至小於每小時250克。

【0040】 如圖2中展示且根據本發明之一些實施例，批次31之緩衝劑35可足夠大，使得緩衝劑35自坩堝總成10之側壁40連續延伸至第一堰20。

【0041】 在此方面，批31之緩衝劑35 (例如石英碎玻璃)之質量M通常排除在初始進料27 (圖1)熔融之前添加之任何緩衝劑(即，排除添加至固體多晶進料之緩衝劑之一初始進料)。

【0042】 為了控制M/T之比率使得M/T之比率大於臨限值M/T，添加至外熔體區42之批31之緩衝劑35之質量M可增加或可減少添加緩衝劑與錠60之主體56之生長之間的時間T (例如，藉由稍後添加緩衝劑，即，更接近錠主體56開始生長之時間)。應注意，將M/T控制為「大於」一臨限值M/T通常包含選擇或建立一最小M/T以用於一錠生長過程之任何方法(即，包含其中錠生長過程中之M/T 「等於」或大於一最小值，或換言之，臨限值M/T係低於經選擇使得M/T大於臨限值之最小M/T之一單位的實施例)。

【0043】 當錠60自熔體6抽提時，在抽提單晶矽錠60的同時將固體多晶矽原料添加至坩堝總成10以補充熔體6。在一些實施例中，在錠生長時(例如，頸部、冠部及/或主體)不添加緩衝劑35至熔體。若如在本發明之其他實施例中般在頸部52及/或冠部54之生長期間添加緩衝劑，則批31之緩衝劑35之質量M可包含晶種122 (圖3)在錠60之頸部52及冠部54之生長期間降低及/或添加時而添加之任何緩衝劑35，以及在降低晶種122之前(及在熔融固體多晶矽之進料之後及/或在前一錠之生長終止之後(若有))而添加至任何緩衝劑。在本發明之一些實施例中，在錠主體56自熔體6拉提時不添加緩衝劑35。若緩衝劑35在錠主體56之生長期間添加，則不考慮此等緩衝劑35係在錠60之主體56生長之前添加之批31之部分(即，不為批31之質量M之部分)。

【0044】 在一些連續直拉法中，在熱區(即，設備5之下部，諸如坩堝總成10及基座13)保持加熱時生長一個以上錠，其中矽熔體6在坩堝總成10內連續。在此等方法中，一第一錠生長至一目標長度並終止生長，將錠自拉錠器取出，接著將一晶種下降至熔體中以啟始一第二單晶矽錠之生長

(即，使用與抽提第一錠相同之熔體)。隨後錠可在熱區完整之情況下且在坩堝總成10內一連續熔融矽之溫度下生長(例如，直至熱區之一或多個組件已退化，諸如坩堝總成需要冷卻及更換退化組件)。例如，可生長至少1、2、3、4、5、6、10或20或更多個錠。

【0045】在第一錠60之生長終止且錠經移除(例如，自拉錠設備10之拉提腔室移除)之後，可將一第二批緩衝劑添加至第一錠已經移除之後剩餘之熔體。一晶種122 (即，用於拉提第一錠之相同晶種或一不同晶種)經降低以接觸熔體。根據本發明之實施例，添加至熔體之第二批緩衝劑之質量 M_2 與添加第二批緩衝劑與錠之主體開始生長之間的時間 T_2 之比率經控制為大於臨限值 M/T (即，上文提及之臨限值 M/T)以減少自第二單晶矽錠切片之晶圓中之空隙計數。在此方面，當添加第二批時，可存在一定量之第一批緩衝劑仍保留於熔體中。歸因於在矽熔體內溶解，第一批之量(或全部量)可耗盡。保留於熔體中之第一批通常不為第二批之質量 M_2 之部分。

【0046】拉錠設備5可包含一緩衝劑進料系統55 (圖2)用於將一批批緩衝劑35添加至外熔體區42。緩衝系統55可經組態用於自主添加緩衝劑35或用於手動添加。例如，緩衝劑進料系統55可包含含緩衝劑(例如石英碎玻璃)及一計量裝置(例如稱重料斗、計量輪或其類似者)之一儲存容器。緩衝劑進料系統55可包含一緩衝劑進料管，其可為與添加多晶矽之管46相同之管或可為一單獨管。緩衝劑35可由一操作者稱重或由緩衝劑進料系統55自動進料至管。

【0047】與用於在一連續直拉法(CCz)中生長單晶矽錠之習知方法相比，本發明之方法具有若干優點。藉由控制添加至熔體之一批緩衝劑之

質量M與將該批緩衝劑添加至熔體與單晶矽錠之主體開始生長之時間之間的時間T之比率大於M/T之臨限值，自在此等連續直拉法中生長之錠切片之晶圓之空隙計數可減少。例如，此等晶圓每晶圓可具有少於30個缺陷(具0.2 μm 或更大之一大小並由一SP1檢測工具量測)。不受任何特定理論之束縛，據信將多晶矽添加至坩堝總成之外熔體區中產生可由熔體透過使氣泡到達固體-熔體介面之各堰內之開口攜帶之惰性氣體(例如氬)之相對較小氣泡(例如小於10 μm)。緩衝劑可藉由防止多晶原料直接傾倒至熔體中而起到防止惰性氣體截留至熔體中之作用。緩衝劑亦可為惰性氣體氣泡聚集提供表面積及成核點，藉此增加氣泡之大小以允許其等變得有浮力。藉由將添加至熔體之一批緩衝劑之質量M與將該批緩衝劑添加至熔體與錠主體生長開始之間的時間T之比率增加至至少每小時60克，緩衝劑在減少惰性氣體衝擊及/或惰性氣體氣泡消散方面之效率增加。

實例

【0048】 本發明之過程藉由以下實例進一步繪示。此等實例不應被視為一限制含義。

實例1：自M/T小於M/T之一臨限值之錠生長之晶圓中之空隙數

【0049】 單晶矽錠在類似於圖3中所展示之設備之一拉錠設備中以一連續直拉法生長。矽錠生長有一300 mm之主體部分並摻雜有紅磷。多晶矽之一初始進料經添加至外熔體區、中間熔體區及內熔體區。將石英碎玻璃(4 kg)添加至外熔體區中多晶原料之頂部。在進料熔融之後，透過多晶矽進料系統添加額外多晶矽，直至完全形成初始進料為止。將一批石英碎玻璃(1 kg)添加至熔體。降低一晶種並自熔體生長一單晶矽錠。隨後錠在將熱區維持在溫度下(即，來自相同熔體而不冷卻熱區)時生長。在各隨

後錠之生長之前，將一批(1.5 kg)緩衝劑(石英碎玻璃)添加至外熔體區。第一輪之錠係以添加至熔體之一批緩衝劑之質量M與將該批緩衝劑添加至熔體與錠主體開始生長之間的時間T之比率小於一臨限值M/T (在此情況下小於)而生長。一第二輪之錠以M/T之比率大於臨限值M/T (即每小時60克或更多)在第一輪之後生長。如所指示，第二輪中之一個錠以低於臨限值M/T之M/T生長以確認效果。

【0050】自第一輪之錠(M/T小於臨限值M/T)及第二輪之錠(M/T大於臨限值M/T)切片之晶圓中之缺陷計數分別展示於圖4及圖5中。如自比較該等圖可見，將M/T增加至臨限值M/T將晶圓之缺陷增長減少至小於30個缺陷/晶圓，藉此增加在客戶規格內之晶圓量。圖6係展示根據M/T比率而變之缺陷計數(對於紅磷錠及對於摻砷其他錠輪兩者)之一散點圖。如圖6中所展示，對於M/T大於一臨限值M/T之所有輪，缺陷計數低於30個缺陷/晶圓。

實例2：缺陷計數之軸向趨勢

【0051】圖7展示沿藉由實例1之過程生長之一錠之軸切片之晶圓之缺陷計數，其中M/T為約27克/小時。如圖7中展示，跨錠之整個軸線之缺陷計數大於30個缺陷/晶圓。圖8展示沿藉由實例1之過程生長之一錠之軸切片之晶圓之缺陷計數，其中M/T為約70克/小時。如圖8中展示，跨錠之整個軸線之缺陷計數小於30。在兩種條件下生長之錠展現缺陷之軸向均勻性。此表明在錠主體之生長期間不需要添加緩衝劑。

實例3：一拉錠設備之臨限值M/T之判定

【0052】圖9係展示自類似於圖3中所展示之設備之單晶矽錠切片之晶圓之缺陷計數根據M/T比率而變的一散點圖。拉錠設備係與用於實例1

至2中之彼等不同之一設備。如圖9中展示，對於其中M/T大於臨限值M/T之所有輪，70克/小時之M/T之一最小臨限值導致缺陷計數低於30個缺陷/晶圓。拉錠設備之臨限值M/T (即最小值)經判定為約70克/小時。

【0053】 如本文中所使用，當與尺寸、濃度、溫度或其他實體或化學性質或特性之範圍結合使用時，術語「約」、「實質上」、「基本上」及「大約」旨在覆蓋可存在於性質或特性之範圍之上限及/或下限中之變化，包含(例如)由四捨五入、量測方法或其他統計變化引起之變化。

【0054】 當介紹本發明或其實施例之元件時，冠詞「一」、「一個」、「該」及「所述」旨在意謂存在該等元件之一或多者。術語「包括」、「包含」、「含有」及「具有」旨在係包含性的且意謂除所列元件之外可存在額外元件。使用指示一特定定向之術語(例如，「頂部」、「底部」、「側面」等等)係為了便於描述，並不要求所描述之物體之任何特定方向。

【0055】 由於在不脫離本發明之範疇之情況下可對上述構造及方法進行各種改變，所以意欲將包含於上述描述中及在附圖中所展示之所有內容解釋為繪示性的且非一限制含義。

【符號說明】

【0056】

5: 拉錠設備

6: 熔體

10: 坩堝總成

13: 基座

20: 第一堰/流體障壁

- 22: 內熔體區
- 27: 初始矽進料
- 30: 第二堰/流體障壁
- 31: 批
- 32: 中間熔體區
- 35: 緩衝劑
- 40: 側壁
- 42: 外熔體區
- 44: 坩堝驅動單元
- 45: 底板
- 46: 進料管
- 52: 頸部
- 54: 種錐部分
- 55: 緩衝劑進料系統
- 56: 主體
- 60: 錠
- 66: 多晶矽進料系統
- 70: 環形底部加熱器
- 72: 摻雜劑進料系統
- 74: 側加熱器
- 78: 生長腔室
- 114: 拉提機構
- 116: 隔熱罩

118: 拉提纜線

120: 卡盤

122: 晶種

A: 拉提軸線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於在一連續直拉法中生長一單晶矽錠之方法，該方法包括：

在一坩堝總成中形成一矽熔體；

將一批石英碎玻璃添加至該熔體，該批具有一質量M；

使該熔體之一表面與一晶種接觸；

自該熔體抽提該單晶矽錠，該單晶矽錠包括一主體，在將該批石英碎玻璃添加至該熔體與該主體開始生長之間存在一時間T；

控制M/T之該比率大於一臨限值M/T以減少自該單晶矽錠切片之晶圓中之空隙計數；及

在抽提該單晶矽錠的同時將固體多晶矽原料添加至該坩堝總成以補充該熔體。

【請求項2】

如請求項1之方法，進一步包括自該單晶矽錠切片出複數個晶圓，其中M/T之該比率經控制為大於該臨限值M/T，使得自該單晶矽錠切片之該等晶圓具有少於30個0.2 μm 或更大之一大小之一空隙計數。

【請求項3】

如請求項1之方法，進一步包括自該單晶矽錠切片出複數個晶圓，其中M/T之該比率經控制為大於該臨限值M/T，使得自該單晶矽錠切片之該等晶圓具有少於20個0.2 μm 或更大之一大小之一空隙計數。

【請求項4】

如請求項1之方法，其包括藉由以下方式判定該臨限值M/T：

生長複數個單晶矽錠，其中該等錠之至少兩者以不同M/T比率生長；

量測自該複數個單晶矽錠切片之一或多個晶圓中之一空隙計數；及判定自其切片具有低於一臨限值空隙計數之一空隙計數之晶圓的單晶矽錠之該M/T比率。

【請求項5】

如請求項4之方法，其中該臨限值空隙計數係30個0.2 μm 或更大之一大小之空隙。

【請求項6】

如請求項1之方法，其中該臨限值M/T係每小時40克。

【請求項7】

如請求項1之方法，其中該臨限值M/T係每小時60克。

【請求項8】

如請求項1之方法，其中該批石英碎玻璃係一第一批且該單晶矽錠係一第一晶矽錠，該方法包括：

終止該第一單晶矽錠之生長；

將一第二批石英碎玻璃添加至該熔體，該第二批具有一質量 M_2 ；

使該熔體之一表面與一晶種接觸；及

自該熔體抽提一第二單晶矽錠，該第二單晶矽錠包括一主體，在將該第二批石英碎玻璃添加至該熔體與該主體開始生長之間存在一時間 T_2 ，其中 M_2/T_2 之該比率經控制為大於該臨限值M/T以減少自該第二單晶矽錠切片之晶圓中之空隙計數。

【請求項9】

如請求項1之方法，其中該坩堝總成包括一堰及一側壁，該堰及該側壁在該堰與該側壁之間界定一外熔體區，該批石英碎玻璃經添加至該外熔

體區。

【請求項10】

如請求項9之方法，其中該堰係一第一堰，該坩堝總成包括徑向向內至該第一堰之一第二堰，該第一堰及該第二堰界定該第一堰與該第二堰之間的一中間熔體區，該第二堰界定該第二堰內之一內熔體區。

【請求項11】

如請求項1之方法，其中該坩堝總成中之該矽熔體藉由將固體多晶矽之一初始進料添加至該坩堝總成而形成，該方法包括：

將該批石英碎玻璃添加至固體多晶矽之該初始進料；及

熔融固體多晶矽之該初始進料，其中該等石英碎玻璃安置於其中。

【請求項12】

如請求項1之方法，其中該等石英碎玻璃之密度小於該矽熔體，使得該等石英碎玻璃漂浮於該熔體內。

【請求項13】

如請求項1之方法，其中該單晶矽錠係該坩堝總成中之該矽熔體經形成之後自該熔體抽提之該第一錠。

【請求項14】

如請求項1之方法，其中該單晶矽錠係在一第一單晶矽錠自該熔體抽提之後生長之一單晶矽錠。

【請求項15】

如請求項1之方法，其中在該單晶矽錠之該主體自該熔體抽提時不添加該批石英碎玻璃至該熔體。

【請求項16】

如請求項1之方法，其中在該單晶矽錠之一頸部及/或冠部自該熔體抽提時不添加該批石英碎玻璃至該熔體。

【請求項17】

一種用於判定用於在一連續直拉法中生長一單晶矽錠之M/T之一臨限值比率之方法，該方法包含：在一坩堝總成中形成一矽熔體；將一批石英碎玻璃添加至該熔體，其中該批具有一質量M；使該熔體之一表面與一晶種接觸；自該熔體抽提一單晶矽錠，該單晶矽錠包括一主體，在將該批石英碎玻璃添加至該熔體與該主體開始生長之間存在一時間T；及在抽提該單晶矽錠的同時將固體多晶矽原料添加至該坩堝總成以補充該熔體，該方法包括：

生長該等單晶矽錠，其中該等單晶矽錠之至少兩者以不同M/T比率生長；

量測自該複數個單晶矽錠切片之一或多個晶圓中之一缺陷計數；及判定自其切片具有低於一臨限值缺陷計數之一缺陷計數之晶圓的單晶矽錠之該M/T比率。

【請求項18】

如請求項17之方法，其中該臨限值缺陷計數係30個0.2 μm或更大之一大小之缺陷。

【請求項19】

如請求項17之方法，其中量測自該複數個單晶矽錠切片之一或多個晶圓中之該缺陷計數包括將光引導至該晶圓之一表面並偵測來自該表面之反射光。

【請求項20】

如請求項17之方法，其中該坩堝總成包括一堰及一側壁，該堰及該側壁在該堰與該側壁之間界定一外熔體區，該批石英碎玻璃經添加至該外熔體區。

【請求項21】

如請求項20之方法，其中該堰係一第一堰，該坩堝總成包括徑向向內至該第一堰之一第二堰，該第一堰及該第二堰界定該第一堰與該第二堰之間的一中間熔體區，該第二堰界定該第二堰內之一內熔體區。

【請求項22】

如請求項17之方法，其中該坩堝總成中之該矽熔體藉由將固體多晶矽之一初始進料添加至該坩堝總成而形成，該方法包括：

將石英碎玻璃添加至固體多晶矽之該初始進料；及

熔融固體多晶矽之該初始進料，其中該等石英碎玻璃安置於其中。

【請求項23】

如請求項17之方法，其中該等石英碎玻璃之密度小於該矽熔體，使得該等石英碎玻璃漂浮於該熔體內。

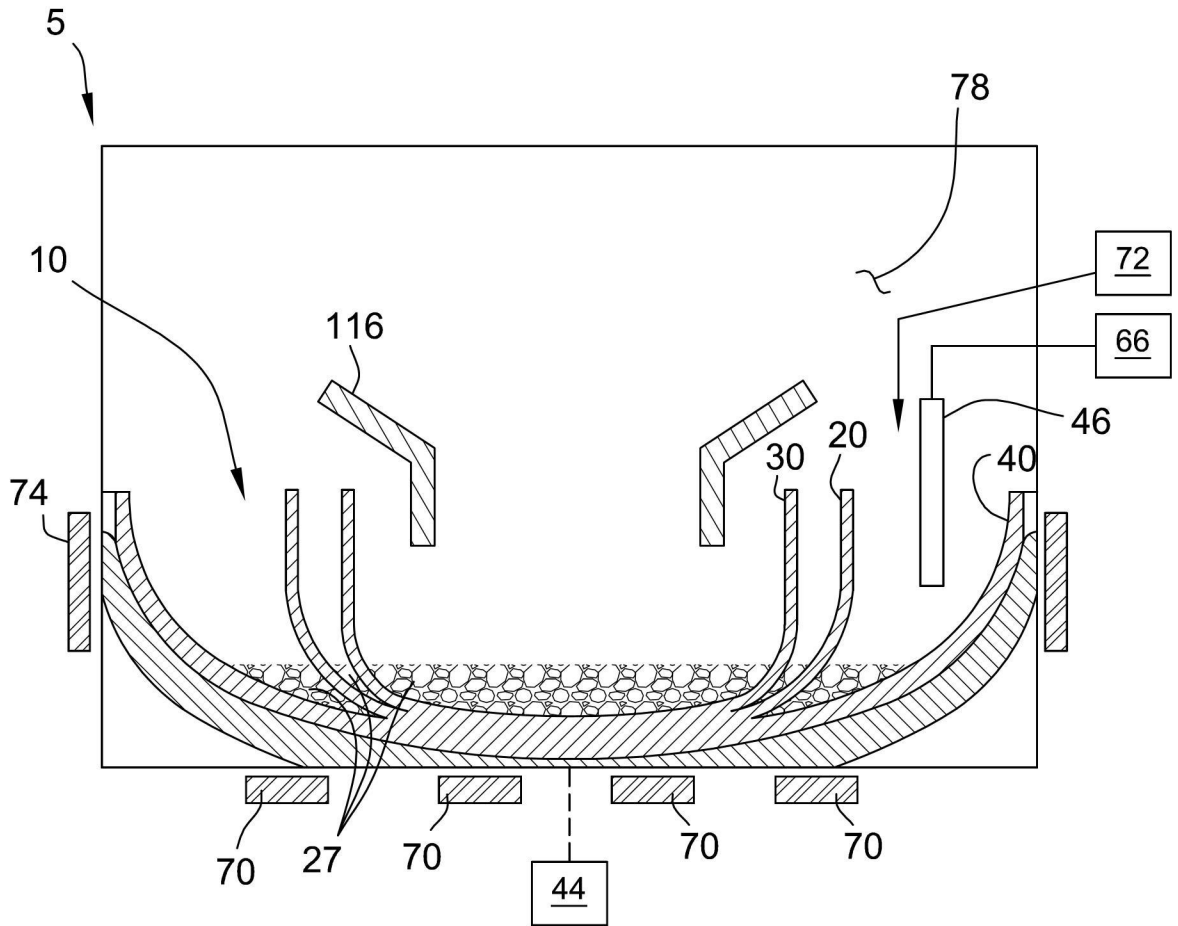
【請求項24】

如請求項17之方法，其中在該單晶矽錠之該主體自該熔體抽提時不添加石英碎玻璃。

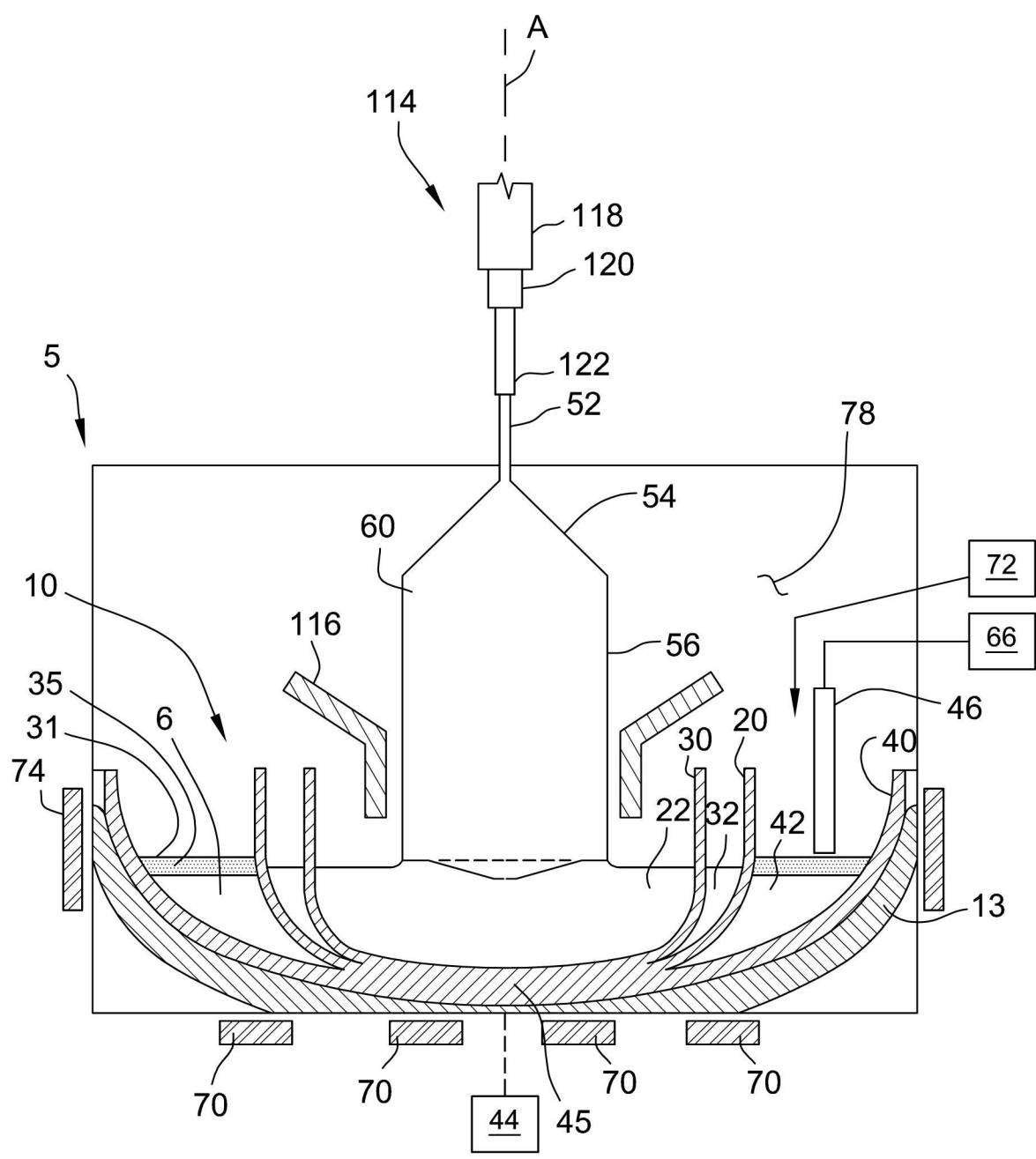
【請求項25】

如請求項17之方法，其中在該單晶矽錠之一頸部及/或冠部自該熔體抽提時不添加石英碎玻璃。

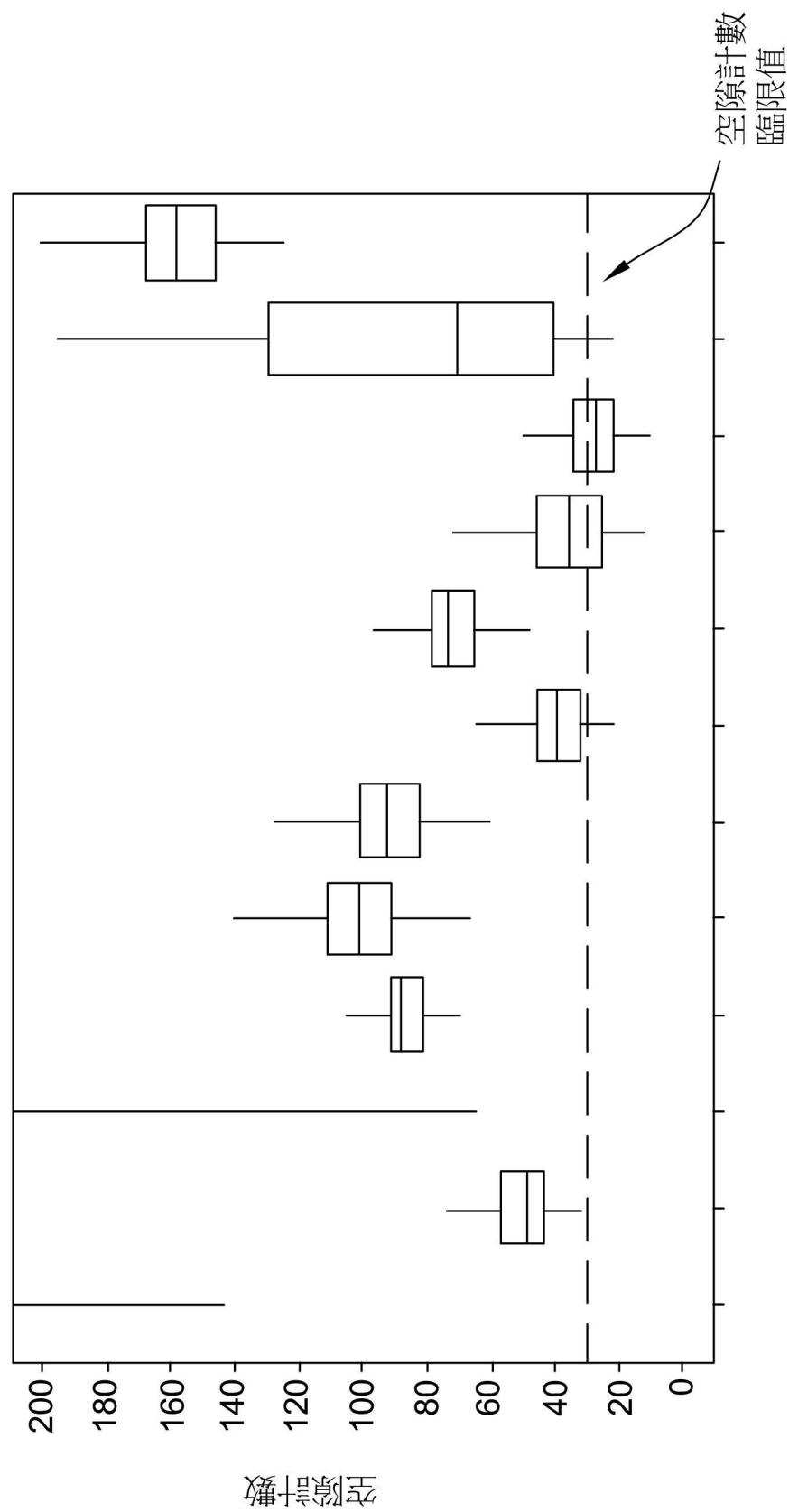
【發明圖式】



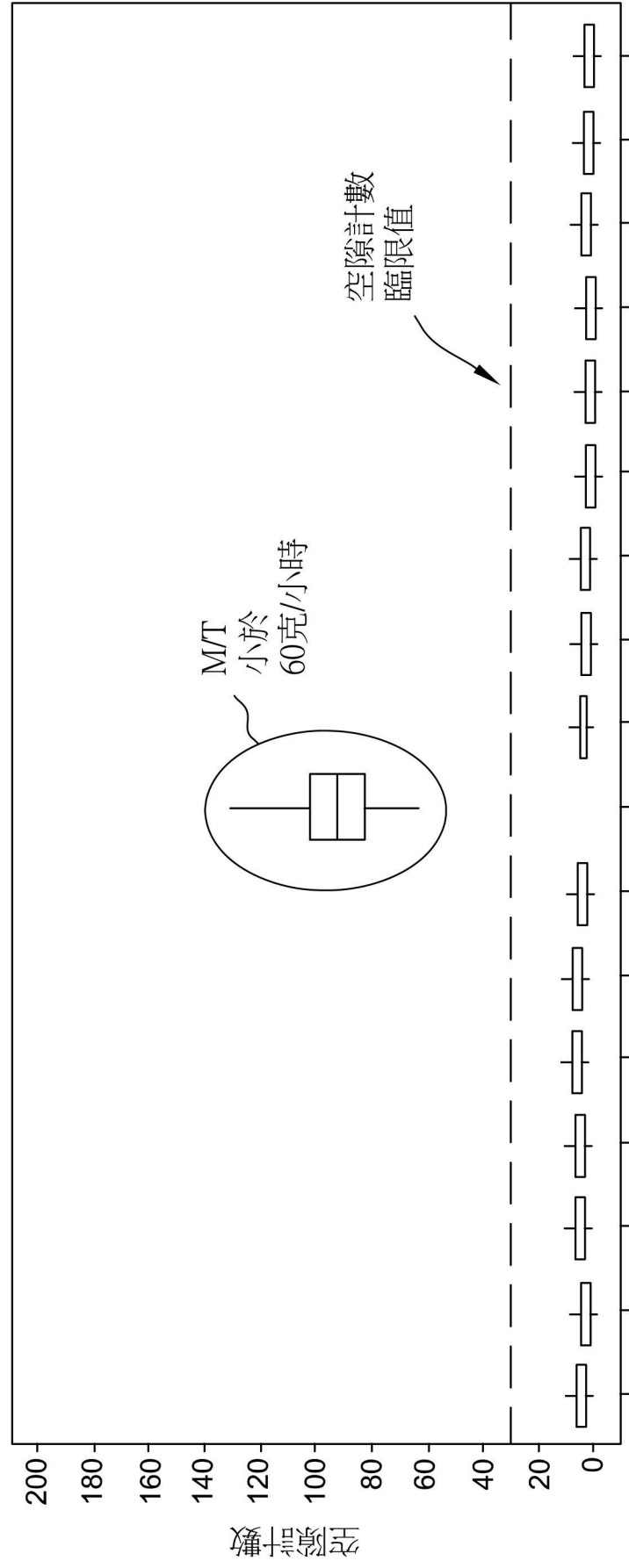
【圖1】



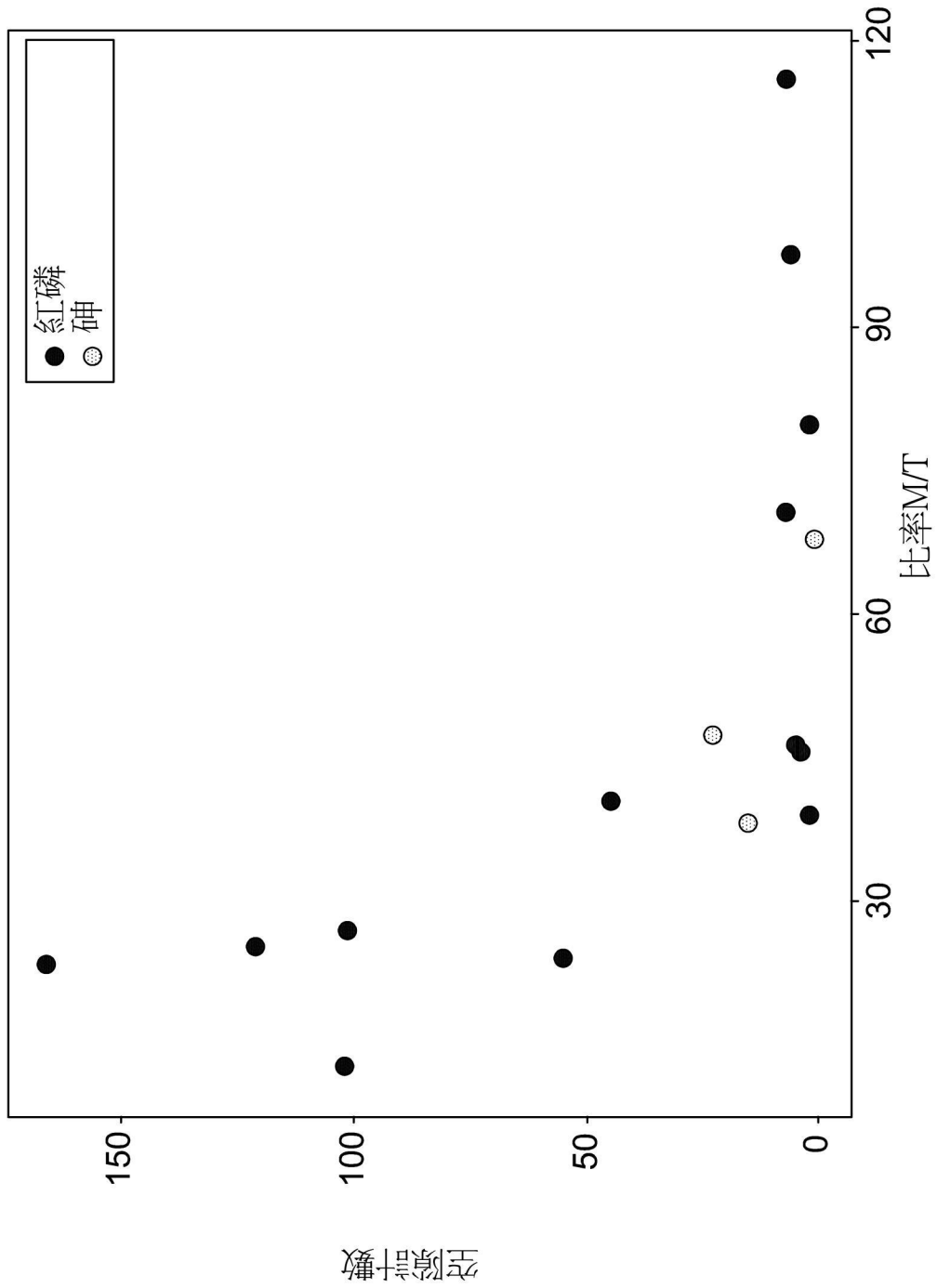
【圖3】



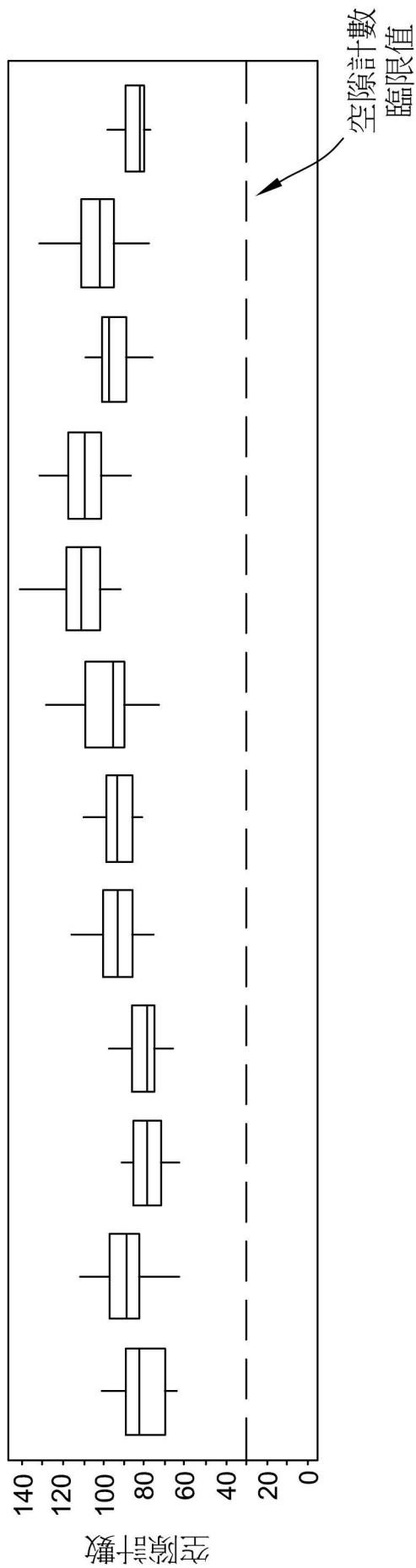
【圖4】



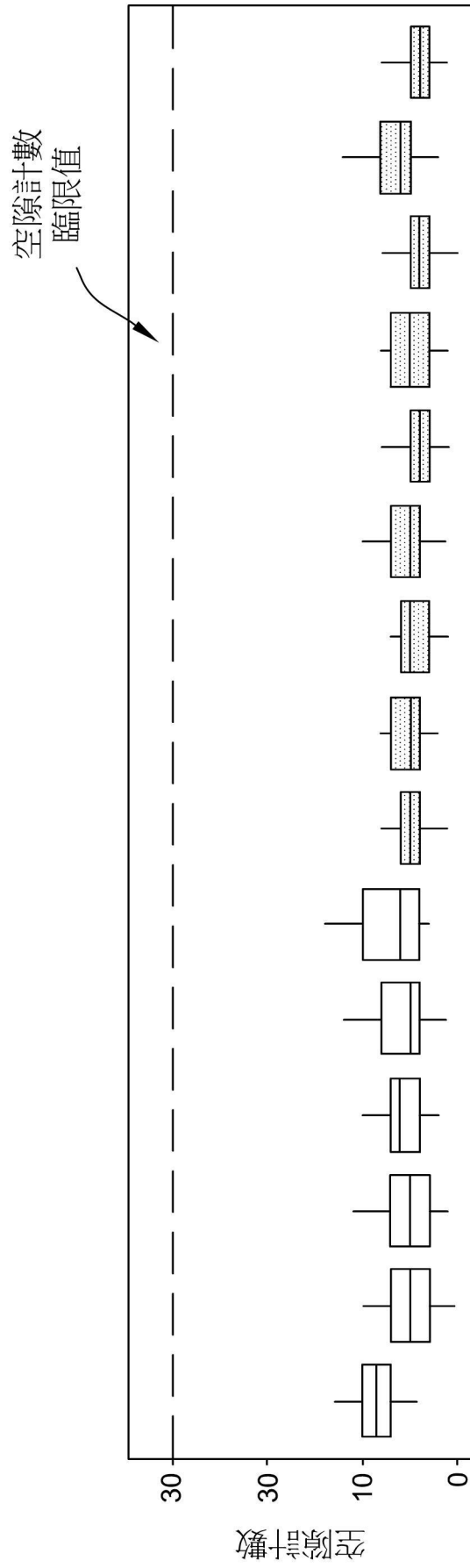
【圖5】



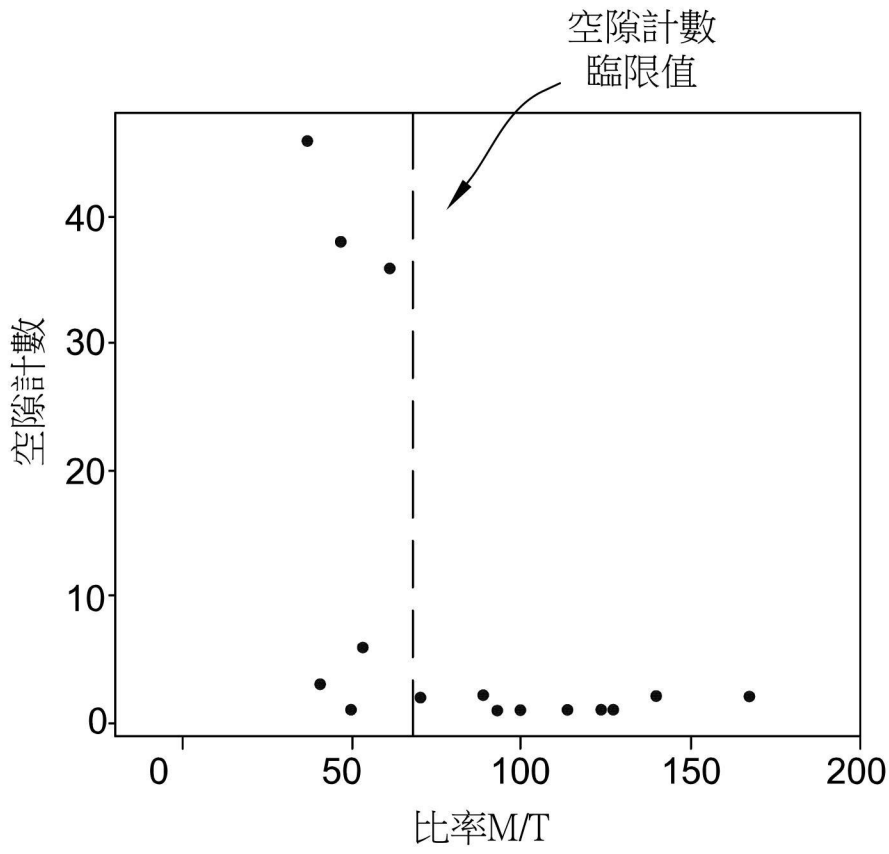
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】