



(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 I631438 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：106103288 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 26 日

(51) Int. Cl. : G05B13/04 (2006.01) H01L21/20 (2006.01)

(30) 優先權：2016/02/02 南韓 10-2016-0012849

(71) 申請人：韓商樂金矽得榮股份有限公司 (南韓) LG SILTRON INCORPORATED (KR)
南韓

(72) 發明人：張圭逸 JANG, KYU-IL (KR)；姜東昊 KANG, DONG-HO (KR)

(74) 代理人：許世正

(56) 參考文獻：

TW I512797 TW I515767

TW 201306109A

審查人員：施孝欣

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：7 共 28 頁

(54) 名稱

磊晶晶圓之平坦度之控制方法

METHOD OF CONTROLLING FLATNESS OF EPITAXIAL WAFER

(57) 摘要

本案揭露一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法，這種方法包含獲得藉由給定磊晶反應器生產的磊晶晶圓的平坦度缺陷率圖形，獲得關係圖形，此關係圖形表示磊晶層的生長條件與用於關係的磊晶晶圓的差量 Z 軸雙導數 (Z-axis Double Derivatives; ZDDs) 之間的關係，藉由給定磊晶反應器中的第一磊晶反應器，獲得第一生長條件下產生的至少一個取樣磊晶晶圓的差量 ZDD，以及基於關係圖形調整第一生長條件。

Disclosed is a method of controlling flatness of an epitaxial wafer. The method includes acquiring a flatness defect rate graph of epitaxial wafers produced by given epitaxial reactors, acquiring a relation graph illustrating relations between growth conditions of an epitaxial layer and delta Z-axis Double Derivatives (ZDDs) of epitaxial wafers for relations, acquiring delta ZDD of at least one sample epitaxial wafer produced under first growth conditions by a first epitaxial reactor among the given epitaxial reactors, and adjusting the first growth conditions based on the relation graph.

指定代表圖：

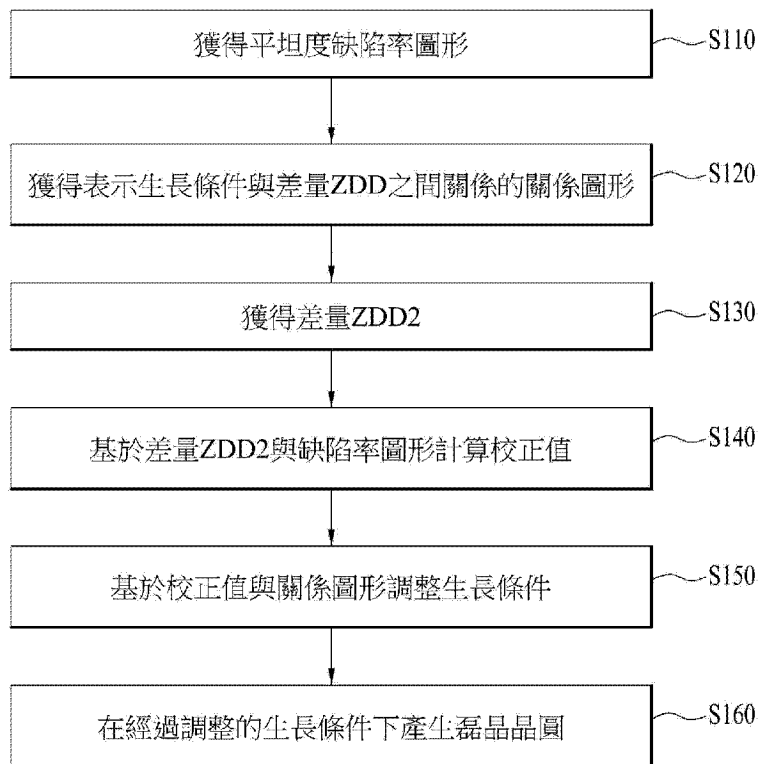


圖 1

【發明說明書】

【中文發明名稱】 磊晶晶圓之平坦度之控制方法

【英文發明名稱】 METHOD OF CONTROLLING FLATNESS OF EPITAXIAL
WAFER

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法。

【先前技術】

【0002】 在摻雜有雜質比如硼的具有低比電阻的矽晶圓上，矽磊晶層被摻雜相對少量的具有相對高比電阻的雜質，透過使得此矽磊晶層生長由此形成矽磊晶晶圓，通常矽磊晶晶圓在高溫時具有高收集能力、低門鎖特性以及高耐滑動缺陷。

【0003】 這種磊晶晶圓所需要的品質項包含平坦度、顆粒污染水平等，以及用於磊晶層的項包含厚度均勻性、比電阻、金屬污染、堆疊缺陷、滑動移位等。

【0004】 可以測量晶圓的厚度，以及利用測量的晶圓厚度測量晶圓的邊緣的平坦度。

【發明內容】

【0005】 因此，本發明提供一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法，實質上避免習知技術之限制與缺陷所導致的一或多個問題。

【0006】 本發明之目的在於提供一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中進行製程控制，這樣無論基板的形狀或者基板的平坦度水平如何，缺陷率均被降低。

【0007】 本發明其他的優點、目的和特徵將在如下的說明書中部分地加以闡述，並且本發明其他的優點、目的和特徵對於本領域的普通技術人員來說，可以透過本發明如下的說明得以部分地理解或者可以從本發明的實踐中得出。本發明的目的和其它優點可以透過本發明所記載的說明書和申請專利範圍中特

別指明的結構並結合圖式部份，得以實現和獲得。

【0008】 爲了獲得本發明的這些目的和其他特徵，現對本發明作具體化和概括性的描述，一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法包含獲得藉由給定磊晶反應器生產的磊晶晶圓的平坦度缺陷率圖形，獲得關係圖形，此關係圖形表示磊晶層的生長條件與用於關係的磊晶晶圓的差量 Z 軸雙導數 (Z-axis Double Derivatives ; ZDDs) 之間的關係，藉由給定磊晶反應器中的第一磊晶反應器，獲得第一生長條件下產生的至少一個取樣磊晶晶圓的差量 ZDD，以及基於關係圖形調整第一生長條件。

【0009】 這種方法更包含基於至少一個取樣磊晶晶圓之差量 ZDD 與平坦度缺陷率圖形，計算校正值，以及基於校正值與關係圖形調整第一生長條件。

【0010】 獲得平坦度缺陷率圖形包含獲得基板之邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面導子 (Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Derivations ; ESFQDs) 與 Z 軸雙導數 (Z-axis Double Derivatives ; ZDDs)，獲得基於這些基板形成的磊晶晶圓的差量 ZDDs 與邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面範圍 (Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Ranges ; ESFQRs)，基於磊晶晶圓的 ESFQRs 判定磊晶晶圓的平坦度缺陷，以及基於基板的 ESFQDs 與磊晶晶圓的差量 ZDDs，獲得磊晶晶圓的平坦度缺陷率圖形。

【0011】 獲得磊晶晶圓的差量 ZDDs 與 ESFQRs 包含獲得磊晶晶圓的 ZDDs 與 ESFQRs，以及使用基板之 ZDDs 與磊晶晶圓之 ZDDs 之間的差值，獲得磊晶晶圓之差量 ZDDs。

【0012】 計算校正值包含基於平坦度缺陷率圖形之缺陷率設定目標區段，以及基於至少一個取樣磊晶晶圓之差量 ZDD 與目標區段，計算校正值。

【0013】 判定磊晶晶圓的平坦度缺陷時，基於磊晶晶圓之 ESFQRs 與預定參考值之比較結果，判定磊晶晶圓之平坦度缺陷。預定參考值爲 100 奈米至 120 奈米。

【0014】 在磊晶晶圓之平坦度缺陷率圖形中，X 軸表示基板之 ESFQDs，Y 軸表示磊晶晶圓之差量 ZDDs，以及基於基板之 ESFQDs 與磊晶晶圓之差量 ZDDs，磊晶晶圓之缺陷率被劃分為複數個區域。

【0015】 獲得關係圖形時，獲得在不同生長條件下產生的用於關係的磊晶晶圓之差量 ZDDs，以及使用這些生長條件與獲得的該等用於關係的磊晶晶圓之差量 ZDDs，獲得關係圖形。

【0016】 獲得關係圖形之生長條件與第一生長條件包含氫氣的流速、TCS 的流速或生長溫度。

【0017】 設定目標區段時，目標區段係為其中基板之 ESFQDs 之全範圍內的平坦度缺陷率小於預定參考值之區段。預定參考值為 0.1%至 15%。

【0018】 校正值係為屬於目標區段之預定目標值與至少一個取樣磊晶晶圓之差量 ZDD 之間的差值。

【0019】 預定目標值為目標區段之下限、上限或者中數。

【0020】 調整第一生長條件時，第一生長條件被調整為第二生長條件，第二生長條件對應在第一磊晶反應器之第一生長條件下透過增加校正值至差量 ZDD 而獲得的數值。

【0021】 本發明之另一方面，一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法包含：獲得第一基板之邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面導子（Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Derivations；ESFQDs）與第一 Z 軸雙導數（Z-axis Double Derivatives；ZDDs），獲得基於第一基板形成的第一磊晶晶圓之邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面範圍（Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Ranges；ESFQRs）與第二 Z 軸雙導數（ZDDs），獲得第一磊晶晶圓之第一差量 ZDDs，基於第一磊晶晶圓之 ESFQRs 判定第一磊晶晶圓之平坦度缺陷，以及獲得平坦度缺陷率，獲得關係圖形，關係圖形表示第二磊晶晶圓之磊晶層生長條件與第二磊晶晶圓之第二 ZDDs 之間的關係，獲得在第一生長條件下產生的至少一個第三磊晶晶圓的第二差量

ZDD，基於該第二差量 ZDD 與平坦度缺陷率圖形計算校正值；以及基於校正值與關係圖形，調整第一生長條件為第二生長條件。

【0022】 這種方法更包含在第二生長條件下產生磊晶晶圓。

【0023】 獲得關係圖形包含依照相同生長條件項之不同數值，透過在第二基板上生長磊晶層產生第二磊晶晶圓，獲得產生的第二磊晶晶圓之差量 ZDDs，以及使用相同生長條件項之不同數值與第二磊晶晶圓之差量 ZDDs，獲得關係圖形。

【0024】 獲得第二差量 ZDD 包含在第一生長條件下，透過在複數個第三基板上生長磊晶層，產生複數個第三磊晶晶圓，以及獲得第三磊晶晶圓之差量 ZDDs，以及設定所獲得的第三磊晶晶圓之差量 ZDDs 的平均值為第二差量 ZDD。

【0025】 計算校正值包含設定平坦度缺陷圖形之目標區段，其中平坦度缺陷率小於預定參考值；以及計算校正值這樣第二差量 ZDD 屬於目標區段。

【0026】 調整第一生長條件至第二生長條件時，藉由與校正值對應的生長條件改變第一生長條件。

【0027】 可以理解的是，如上所述的本發明之概括說明和隨後所述的本發明之詳細說明均是具有代表性和解釋性的說明，並且是爲了進一步揭示本發明之申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

【0028】

圖 1 係爲本發明一個實施例之磊晶晶圓之平坦度之控制方法之流程圖。

圖 2 係爲更加詳細地表示獲取圖 1 所示平坦度之缺陷率圖形之流程圖。

圖 3 係爲圖 2 所示之本發明一個實施例中獲取 ZDD1s 與 ESFQR1s 之流程圖。

圖 4 係爲表示步驟 S240 中獲得的平坦度缺陷率圖形之圖形。

圖 5A 係爲差量 ZDDs 與被供應以生長磊晶層之氫氣流速之間的關係的圖形。

圖 5B 係為差量 ZDDs 與磊晶層生長溫度之間的關係的圖形。

圖 5C 係為差量 ZDDs 與被供應以生長磊晶層之 TCS 流速之間的關係的圖形。

圖 6 係為圖 1 所示本發明實施例之校正值之計算之流程圖。

圖 7A 係為 ESFQD 與 ESFQR 之示意圖。

圖 7B 係為圖 7A 沿線 a-b 之剖面示意圖。

【實施方式】

【0029】 現在將結合圖式部份對本發明的較佳實施方式作詳細說明。實施例之以下描述中，將要理解當每一元件（膜）、區域、墊或者結構被稱為位於基板、另一元件（膜）、區域或墊或者圖案「之上」或「之下」時，它可直接地位於另一元件「之上」或「之下」，或者間接地形成為兩者之間具有一或多個介入元件。另外，還要理解將基於圖示描述一個元件「之上」或「之下」。另外，圖示中，相同或相似的元件即便處於不同的圖示中也由相同的參考標號表示。

【0030】 圖 1 係為本發明一個實施例之磊晶晶圓之平坦度之控制方法之流程圖。

【0031】 請參考圖 1，本發明一個實施例之磊晶晶圓之平坦度之控制方法包含獲得平坦度缺陷率圖形（步驟 S110）、獲得表示生長條件與差量 ZDDs 之間關係的關係圖形（步驟 S120）、獲得差量 ZDD2（步驟 S130）、基於差量 ZDD2 與平坦度缺陷率圖形計算校正值（步驟 S140）、基於校正值與關係圖形調整生長條件（步驟 S150），以及在經過調整的生長條件下製造磊晶晶圓（步驟 S160）。

【0032】 基於用於測試的基板的邊緣扇形地點前側參考 Q（地點最小平方平面）導子（Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Derivation；ESFQD）以及用於測試的磊晶晶圓之差量 ZDDs（Z-axis Double Derivative；ZDD），獲得平坦度缺陷率圖形（步驟 S110）。

【0033】 圖 2 係為更加詳細地表示獲取圖 1 所示實施例之平坦度缺陷率圖形（步驟 S110）之流程圖。

【0034】 請參考圖 2，獲取平坦度缺陷率圖形（步驟 S110）包含獲取用於測試的基板的 ESFQDs 與 ZDDs（以下被稱為 ZDD1s）（步驟 S210）、獲取差量 ZDD1s（步驟 S220）、判斷用於測試的磊晶晶圓的平坦度缺陷（步驟 S230），以及獲取平坦度缺陷率圖形（步驟 S240）。

【0035】 首先，獲取 ESFQDs 與 ZDD1s（步驟 S210）。

【0036】 ESFQD 係為邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面導子（Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Derivation）之縮寫字，以及具有正(+)值或負(-)值。

【0037】 圖 7A 係為 ESFQD 與 ESFQR 之示意圖，以及圖 7B 係為圖 7A 沿線 a-b 之剖面示意圖。

【0038】 請參考圖 7A 與圖 7B，從參考平面測量藉由指定角度 θ （例如， $\theta=5^\circ$ ）透過徑向分割晶圓 W1 的一個表面（例如，前側）而獲得的地點（例如，S1）的區段（section）401 的厚度。另外，測量晶圓 W1 的一個表面的區段 401 中晶圓 W1 的厚度的最大值與最小值。例如，參考面 PLANE 為晶圓 W1 的一個表面的理想平面，例如 $z=0$ 之平面。

【0039】 區段 401 係為從地點（例如，S1）之第一點 P1 至第二點 P2 的區段，第一點 P1 係為距離晶圓 W1 的邊緣 E1 指定距離 S2（例如，1 毫米至 2 毫米）的點，以及第二點 P2 係為沿朝向晶圓 W1 的中央 c 方向距離第一點 P1 指定距離（例如，10 毫米）的點。

【0040】 如果晶圓 W1 的一個表面位於參考平面（例如， $Z=0$ ）上方，則 ESFQD 具有正(+)值（+EXFQD 值），以及如果晶圓 W1 的表面處於參考平面（例如， $Z=0$ ）下方，則 ESFQD 具有負(-)值（-EXFQD 值）。

【0041】 ESFQD 可具區段形 401 的晶圓厚度的平均值，例如，透過將區段 401 中晶圓 W1 的厚度積分而獲得的數值。

【0042】 ESFQR 為邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面範圍（Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Range）之縮寫字，以及對應一種表示晶圓的平坦度的方法，以下將加以描述。

【0043】 ESFQR 被定義為區段 401 中晶圓 W1 的測量厚度的最大值(MAX)與最小值(MIN)之間的差值(MAX-MIN)。

【0044】 ZDD 係為 Z 軸雙導數（Z-axis Double Derivative）之縮寫字，為表示晶圓的邊緣的表面的滾離度的參數，由此表示晶圓的邊緣的表面的曲率。

【0045】 假設徑向方向中晶圓的表面為 xyz 坐標系之 xy 平面，z 軸方向為晶圓的厚度方向。如果晶圓的前側與背側的兩個參考面之間的中途點在 Z 軸坐標值為 0，則晶圓的前側與背側的厚度的輪廓（profiles）被表示為 Z 函數。

【0046】 當計算 0°至 360°範圍內的晶圓的前側與背側的半徑 R 的平均 Z 值時，獲得 Z 軸方向晶圓的整體的平均徑向輪廓，以及透過將獲得的平均徑向輪廓微分兩次而獲得 ZDD。

【0047】 就是說，由以下的方程 1 定義 ZDD。

【0048】 [方程 1]

$$\text{【0049】 } ZDD(R) = \frac{\partial^2 Z(R)}{\partial R^2}$$

【0050】 透過上述方法獲得或計算用於測試的基板的 ESFQDs 與 ZDD1s。另外，當購買用於測試的基板時，用於測試的基板的 ESFQDs 與 ZDD1s 具有已知數值。

【0051】 此後，獲得基於用於測試的基板形成的用於測試的磊晶晶圓的差量 ZDDs（以下被稱為「差量 ZDD1s」）與 ESFQRs（以下被稱為「ESFQR1s」）（步驟 S220）。

【0052】 圖 3 係為圖 2 所示之本發明一個實施例中獲取差量 ZDD1s 與 ESFQR1s 之流程圖（步驟 S220）。

【0053】 請參考圖 3，透過生長用於測試的基板上的磊晶層，產生用於測試的磊晶晶圓（步驟 S310）。

【0054】 使用 N 個既定磊晶反應器 (N 為 > 1 的自然數)，透過在用於測試的 M 個基板上生長磊晶層，產生用於測試的 M 個磊晶晶圓 (M 為 > 1 的自然數)。

【0055】 各個 N 個磊晶反應器在從用於測試的 M 個基板中隨機選擇的基板上生長磊晶層 (M 為 > 1 的自然數)。

【0056】 用於測試的基板被劃分為與 N 個磊晶反應器對應的 N 組，以及各個 N 個磊晶反應器的每一個在屬於 N 個組對應其一的基板上生長磊晶層。

【0057】 舉個例子，假設既定的磊晶反應器的數目為 10 且用於測試的基板的數目為 30,000，每一磊晶反應器在用於測試的 30,000 個基板中隨機選擇的 3,000 個基板上生長磊晶層，從而能夠生產用於測試的 30,000 個磊晶晶圓。

【0058】 此後，獲得產生的用於測試的磊晶晶圓的每一個的 ZDD(以下被稱為「ZDD2」)與 ESFQR1 (步驟 S320)。

【0059】 為了獲得 ESFQR1，可應用圖 7A 與 7B 所示的方法，以及為了獲得 ZDD2，可應用上述方法以獲得 ZDD1。

【0060】 舉個例子，獲得上述用於測試的 30,000 個磊晶晶圓的 30,000 個 ZDD2s 與 30,000 個 ESFQR1s。

【0061】 此後，獲得用於測試的磊晶晶圓的每一個的差量 ZDD (以下稱為「差量 ZDD1(Delta ZDD1)」) (步驟 S330)。這裡，差量 ZDD 被定義為磊晶晶圓的 ZDD 與磊晶晶圓的基板的 ZDD 之間的差值。

【0062】 以下方程 2 定義差量 ZDD1。

【0063】 [方程 2]

【0064】 $\Delta ZDD_1 = ZDD_2 - ZDD_1$

【0065】 已經完成獲得差量 ZDD1s 與 ESFQR1s (步驟 S220) 以後，基於用於測試的磊晶晶圓的 ESFQR1s 判定用於測試的磊晶晶圓的平坦度缺陷 (步驟 S230)。

【0066】 舉個例子，依照用於測試的磊晶晶圓的 ESFQR1s 與預定參考值

之間的比較結果，判定用於測試的磊晶晶圓的平坦度缺陷。這裡，預定參考值為 100 奈米~120 奈米。舉個例子，預定參考值為 110 奈米。

【0067】 舉個例子，如果用於測試的磊晶晶圓的 ESFQR1 超出預定參考值，用於測試的磊晶晶圓的平坦度被判定為有缺陷，以及如果用於測試的磊晶晶圓的 ESFQR1 為預定參考值或者少於預定參考值，則用於測試的磊晶晶圓的平坦度被判定為無缺陷。

【0068】 此後，基於 EDFQDs 與差量 ZDD1s 獲得用於測試的磊晶晶圓的平坦度缺陷率圖形（步驟 S240）。

【0069】 圖 4 係為表示步驟 S240 中獲得的平坦度缺陷率圖形之圖形。

【0070】 請參考圖 4，X 軸表示用於測試的基板的 ESFQDs，以 0 為中心依照預定間隔（例如，25 奈米）劃分，以及 X 軸的單位為奈米。

【0071】 Y 軸表示用於測試的磊晶晶圓的差量 ZDDs，以 0 為中心依照預定間隔（例如，5 或 10）劃分，

【0072】 基於 ESFQDs 與差量 ZDD1s，用於測試的磊晶晶圓的缺陷率被劃分為複數個區域，例如區域 1 至 20。

【0073】 每一區域 1 至 20 的缺陷率係為被判定為有缺陷的用於測試的磊晶晶圓的數目與對應區域中包含的用於測試的磊晶晶圓的數目的比率。

【0074】 舉個例子，區域 1 中缺陷率為 0 意味著，區域 1 中包含的用於測試的全部磊晶晶圓都無缺陷。

【0075】 此後，獲得平坦度缺陷率圖形（步驟 S110）以後，獲得磊晶層的生長條件與用於關係的磊晶晶圓之差量 ZDDs 之間的關係或者其關係圖形（步驟 S120）。依照另一實施例，交換步驟 S110 與步驟 S120。依照再一實施例，可以同時進行步驟 S110 與步驟 S120。

【0076】 舉個例子，依照生長條件的相同生長條件項的不同數值，透過在用於關係的基板上生長磊晶層，產生用於關係的磊晶晶圓。舉個例子，生長條件項包含三氯矽烷（Trichlorosilane；TCS）的流速、氫氣的流速、生長溫度

等。

【0077】 此後，獲得相同生長條件項的不同數值產生的用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs。然後，使用生長條件項的不同數值以及用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs，獲得關係圖形。另外，使用關係圖形獲得關於關係的關係方程（例如，線性關係方程）。舉個例子，用於關係的基板係為單獨的或者不同于用於測試的基板的基板。

【0078】 圖 5A 係為表示用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs 與被供應以生長磊晶層的氫氣流速之間的關係的圖形，圖 5B 係為表示用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs 與磊晶層生長溫度之間的關係的圖形，以及圖 5C 係為用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs 與被供應以生長磊晶層的 TCS 流速之間的關係的圖形。

【0079】 圖 5A 至圖 5C 中，◆表示改變生長條件（TCS 的流速、氫氣的流速與生長溫度）時獲得的用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs 的實驗結果。

【0080】 圖 5A 至圖 5C 中，表示在多個不同生長條件（例如，5 個生長條件）下產生的用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs。

【0081】 舉個例子，在每一不同生長條件下，用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs 為用於關係的磊晶晶圓的預定數目（例如，10）的平均值。

【0082】 使用基於在不同生長條件下產生的用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs 獲得的關係圖形，獲得近似表示生長條件與差量 ZDDs 之間關係的線性方程 y_1 、 y_2 與 y_3 。圖 5A 至圖 5C 中， R^2 表示實驗結果與線性方程 y_1 、 y_2 及 y_3 之間的近似度。

【0083】 獲得平坦度缺陷率圖形（步驟 S110）以及獲得關係圖形（步驟 S120）以後，獲得磊晶反應器期待使用的當前差量 ZDD（以下稱為「差量 ZDD2」）（步驟 S130）。為了獲得差量 ZDD2，可以應用上述獲得差量 ZDD1 的方法。

【0084】 舉個例子，在 N 個既定磊晶反應器中，使用當前期望使用的磊晶反應器，在第一生長條件下，透過在至少一個取樣基板上生長磊晶層，產生至少一個取樣磊晶晶圓，以及獲得至少一個取樣磊晶晶圓的差量 ZDD 作為差量

ZDD2。

【0085】 舉個例子，在第一生長條件下，使用當前期望使用的第一磊晶反應器，透過在複數個取樣基板（例如，5 個取樣基板）上生長磊晶層，產生複數個取樣磊晶圓，獲得產生的取樣磊晶晶圓的差量 ZDDs，以及獲得的產生的取樣磊晶晶圓的差量 ZDDs 的平均值用作差量 ZDD2。

【0086】 這裡，第一生長條件的項與獲取關係圖形時的生長條件的項一致。舉個例子，第一生長條件與獲取關係圖形時的生長條件包含 TCS 的流速、氫氣的流速或者生長溫度，如以上結合圖 5A 至圖 5C 所述。雖然這個實施例代表性地表示第一生長條件為包含 3 個生長條件項，但是本揭露並非限制于此。舉個例子，第一磊晶反應器的第一生長條件中包含與磊晶晶圓的差量 ZDD 具有線性關係的其他生長條件項。

【0087】 此後，基於圖 4 所示的差量 ZDD2 與平坦度缺陷率圖形計算差量 ZDD2 的校正值（步驟 S140）。

【0088】 圖 6 係為圖 1 所示本發明一個實施例之計算校正值的流程圖。

【0089】 請參考圖 6，計算校正值（步驟 S140）包含設定目標區段（步驟 S410）與計算校正值（步驟 S420）。

【0090】 基於圖 4 所示的平坦度缺陷率圖形，設定差量 ZDDs 的目標區段（步驟 S410）。

【0091】 舉個例子，差量 ZDDs 的目標區段為其中平坦度缺陷率圖形中用於測試的基板的 ESFQDs 的全範圍（例如，-75 至 25）內的平坦度缺陷率少于預定參考值的區段。這裡，預定參考值為 0.1% 至 15%。

【0092】 舉個例子，如果在圖 4 中，預定參考值關於基板的 ESFQDs 的全範圍被設定為 0.1% 至 15%，差量 ZDDs 的目標區段包含區域 3、8、13 與 18，以及目標區段的差量 ZDDs 為 0 奈米至 -5 奈米。差量 ZDDs 為 0 奈米至 -5 奈米的區段中，基板的 ESFQD 範圍中平坦度缺陷率小於 4%。

【0093】 依照另一實施例，考慮到基板的 ESFQDs，設定差量 ZDDs 的目

標區段。舉個例子，如果被置於第一磊晶反應器內的基板的 ESFQDs 的範圍被限制於 0 奈米至-50 奈米，則依照預定參考值設定差量 ZDDs 的目標區段。舉個例子，如果預定參考值被設定為 0.5%，則差量 ZDDs 的目標區段包含區域 8 與 13。

【0094】 此後，基於期望使用的用於第一磊晶反應器的當前取樣磊晶晶圓的差量 ZDD2 與目標區段，計算校正值（步驟 S420）。此後，使用校正值校正差量 ZDD2，從而屬於目標區段。

【0095】 舉個例子，校正值為屬於目標區段的預定目標值與差量 ZDD2 之間的差值。這裡，屬於目標區段的預定目標值為目標區段中的下限、上限或中數。

【0096】 舉個例子，如果目標區段的為 0 奈米至-5 奈米的區段，差量 ZDD2 為 7，以及預定目標值為目標區段中的中數（例如，-2.5 奈米），校正值為從預定目標值（例如，-2.5）減去差量 ZDD（例如，7）獲得的數值（例如，-9.5）。

【0097】 此後，基於校正值與關係圖形，調整第一磊晶反應器的生長條件（步驟 S150）。藉由與校正值對應的生長條件，改變第一磊晶反應器的當前第一生長條件。

【0098】 舉個例子，在第一生長條件下，調整第一生長條件為第二生長條件，第二生長條件對應透過增加校正值至差量 ZDD 而獲得的數值。

【0099】 舉個例子，假設校正值為-9.5 且第一磊晶反應器的氫氣的當前流速為 90 標準升每分鐘（slm）。參考圖 5A 之線性方程（ $y_1=0.5111x-36.817$ ），氫氣的當前流速(90 slm)的差量 ZDD 為 9.182。

【0100】 透過增加校正值(-9.5)至差量 ZDD (9.182)獲得-0.318 的數值，以及在氫氣的線性方程中，如果 y_1 的數值為-0.318，則 x 的數值為 72.352。因此，出於校正目的，第一磊晶反應器的氫氣的流速從 90 slm 被調整為 72.352 slm。

【0101】 舉個例子，假設校正值為-9.5，以及第一磊晶反應器的當前溫度為 1,130°C。參考圖 5B 的線性方程($y_2=0.6308x-700.71$)，當前溫度為 1,130°C 的

增量 ZDD 為 12.094，以及出於校正目的，第一磊晶反應器的溫度從 1,130°C 被調整至大約 1,123°C。

【0102】 另外，請參考圖 5C，出於校正目的，調整第一磊晶反應器的 TCS 的流速。

【0103】 最終，調整生長條件（步驟 S150）以後，第一磊晶反應器在經過調整的生長條件下產生磊晶晶圓（步驟 S160）。如果第一磊晶反應器在經過調整的生長條件下產生磊晶晶圓，無論圖 4 所示基板的 ESFQD 值如何，缺陷率處於可控制的範圍內的可能性很高，由此，進行製程控制，從而降低缺陷率。

【0104】 就是說，ZDD 值依照基板的平坦度水平而變化，但是無論基板的平坦度水平如何，可以均勻地保持 ZDD 值，以及在實施例中，增量 ZDDs 的控制範圍被設定為具有低缺陷率的區段，由此，無論基板的形狀或平坦度如何，進行製程控制，從而降低缺陷率。

【0105】 從以上描述顯然可看出，本發明一個實施例之磊晶晶圓的平坦度控制方法中，無論基板的形狀或平坦度如何，進行製程控制，從而降低缺陷率。

【0106】 雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【符號說明】

【0107】

W1 晶圓

S1 地點

c 中央

θ 指定角度

P1 第一點

P2 第二點

401 區段

E1 邊緣

S2 指定距離

MAX 最大值

MIN 最小值

PLANE 參考面



申請日：106/01/26

I631438

【發明摘要】

IPC分類：*G05B 13/04* (2006.01)
H01L 21/20 (2006.01)

【中文發明名稱】 磊晶晶圓之平坦度之控制方法

【英文發明名稱】 METHOD OF CONTROLLING FLATNESS OF EPITAXIAL
WAFER

【中文】

本案揭露一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法，這種方法包含獲得藉由給定磊晶反應器生產的磊晶晶圓的平坦度缺陷率圖形，獲得關係圖形，此關係圖形表示磊晶層的生長條件與用於關係的磊晶晶圓的差量 Z 軸雙導數 (Z-axis Double Derivatives ; ZDDs) 之間的關係，藉由給定磊晶反應器中的第一磊晶反應器，獲得第一生長條件下產生的至少一個取樣磊晶晶圓的差量 ZDD，以及基於關係圖形調整第一生長條件。

【英文】

Disclosed is a method of controlling flatness of an epitaxial wafer. The method includes acquiring a flatness defect rate graph of epitaxial wafers produced by given epitaxial reactors, acquiring a relation graph illustrating relations between growth conditions of an epitaxial layer and delta Z-axis Double Derivatives (ZDDs) of epitaxial wafers for relations, acquiring delta ZDD of at least one sample epitaxial wafer produced under first growth conditions by a first epitaxial reactor among the given epitaxial reactors, and adjusting the first growth conditions based on the relation graph.

【指定代表圖】 第1圖

【發明圖式】

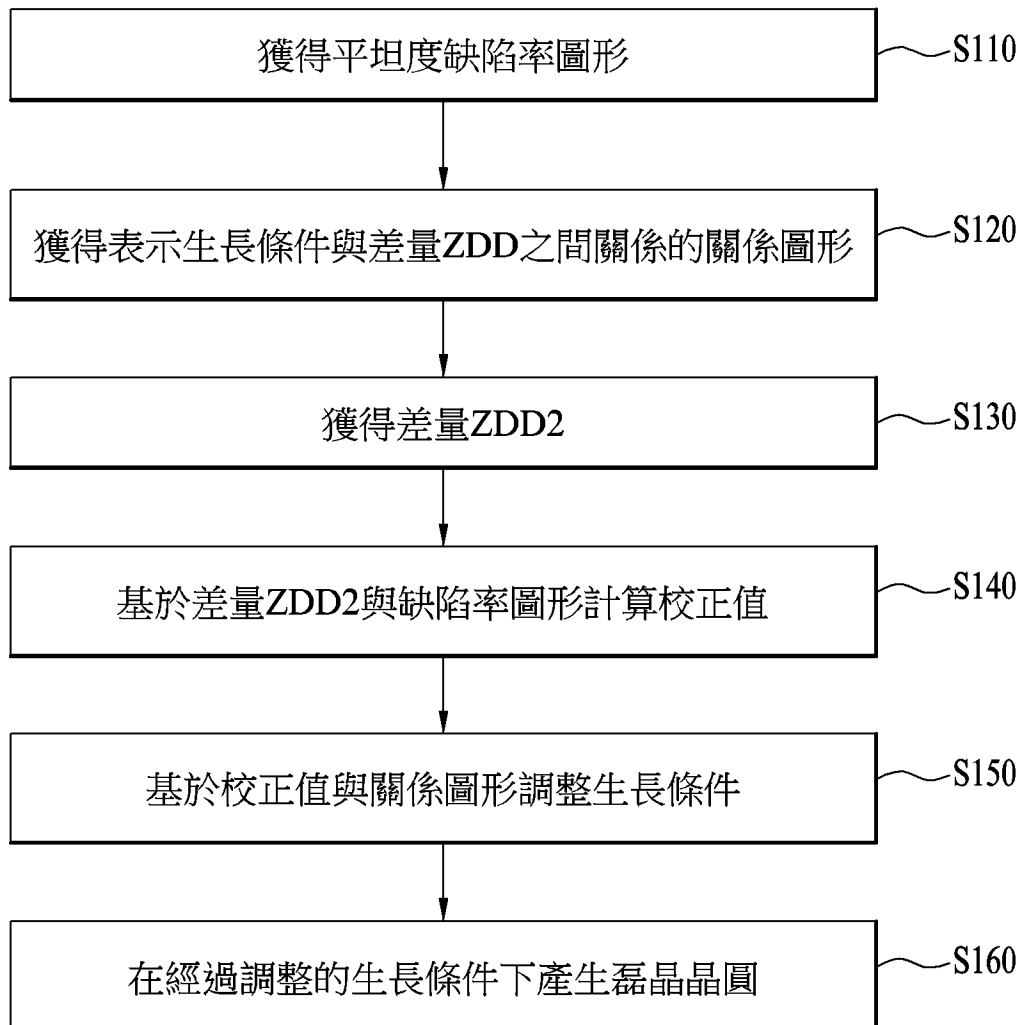


圖 1

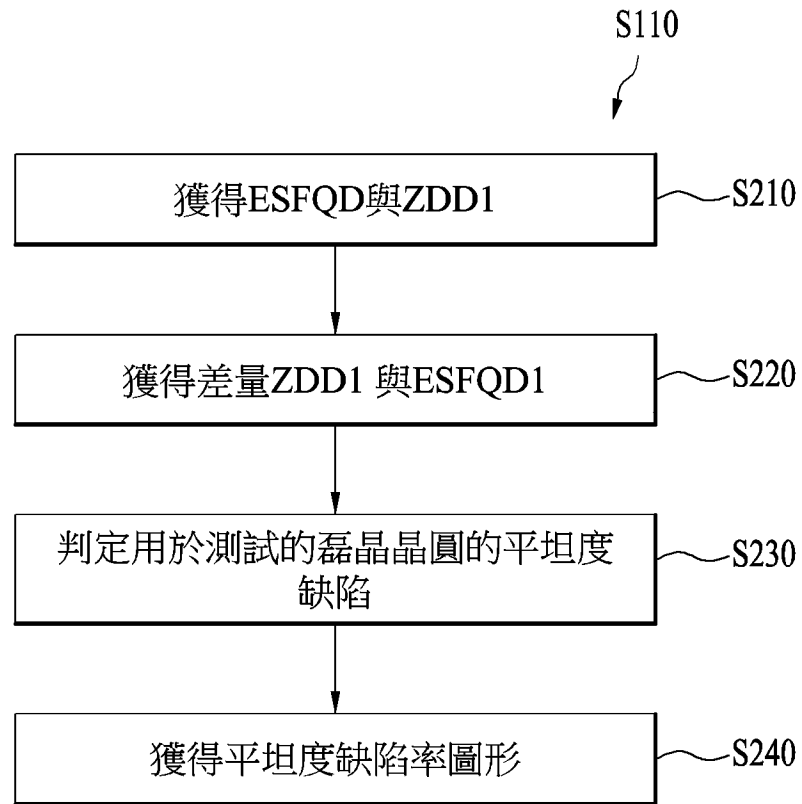


圖 2

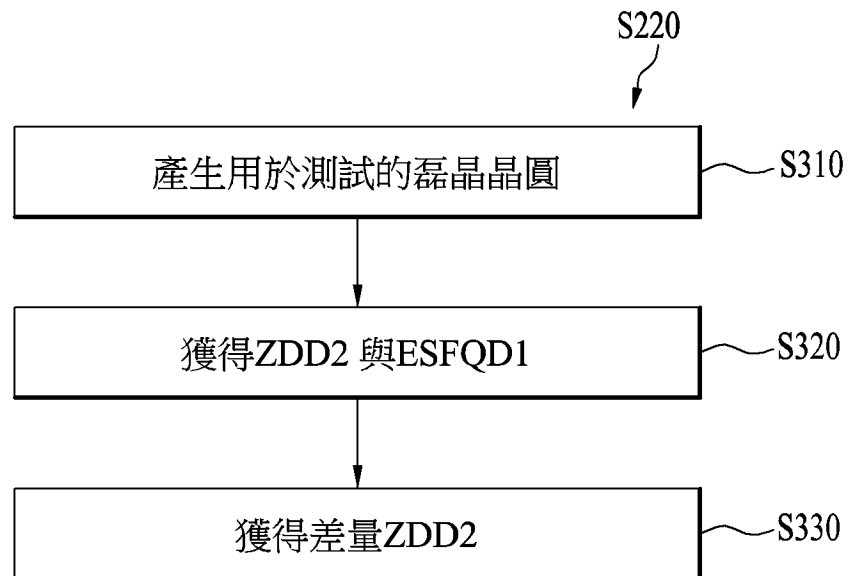


圖 3

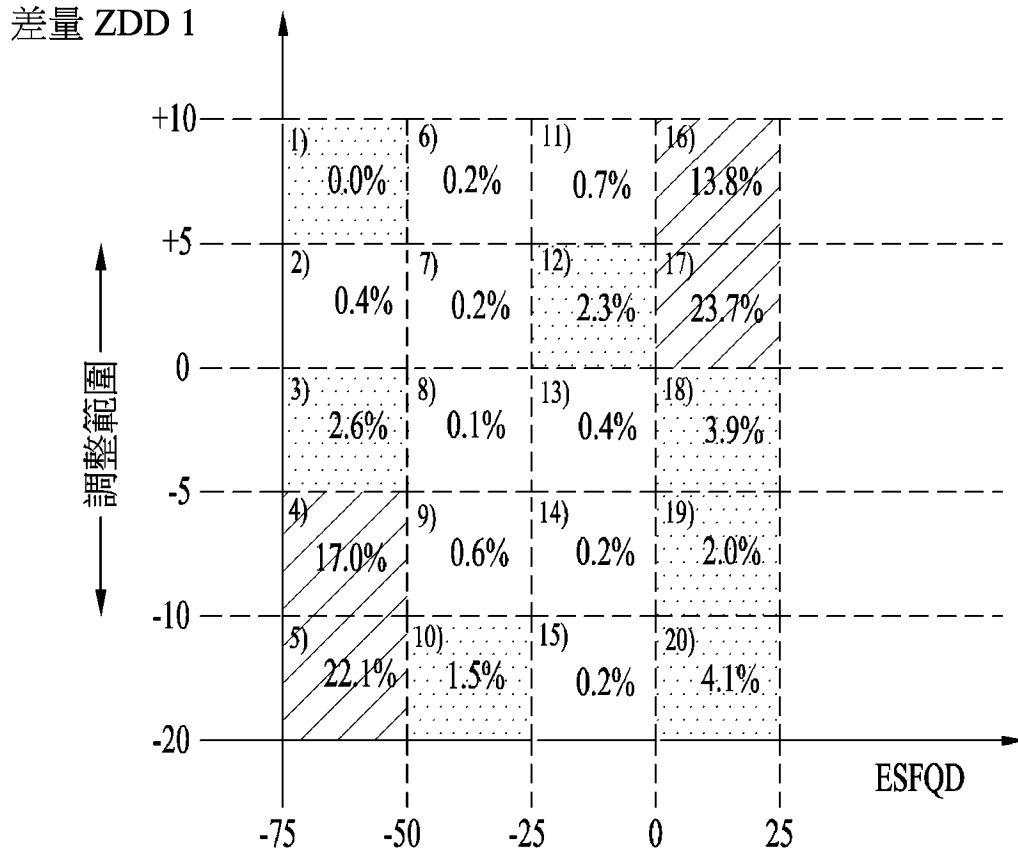


圖 4

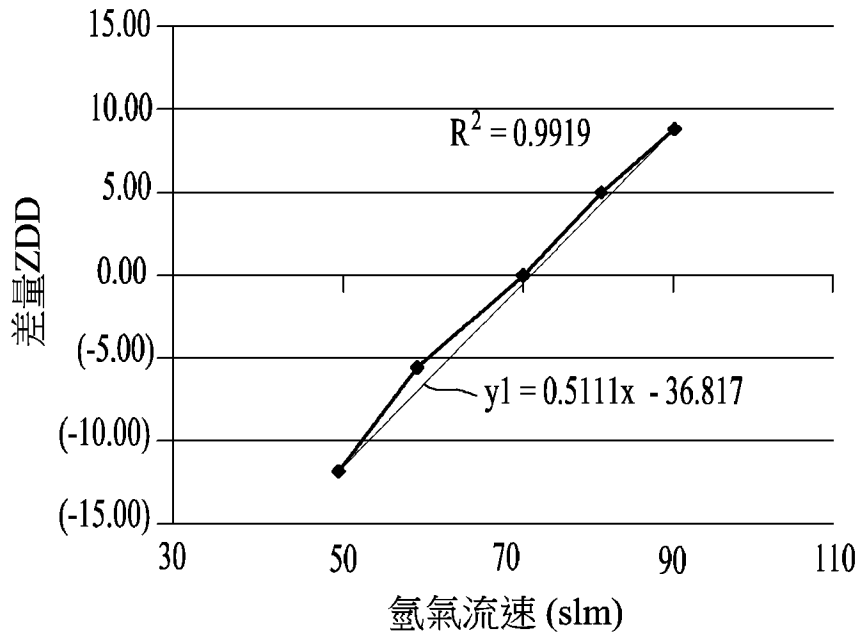


圖 5A

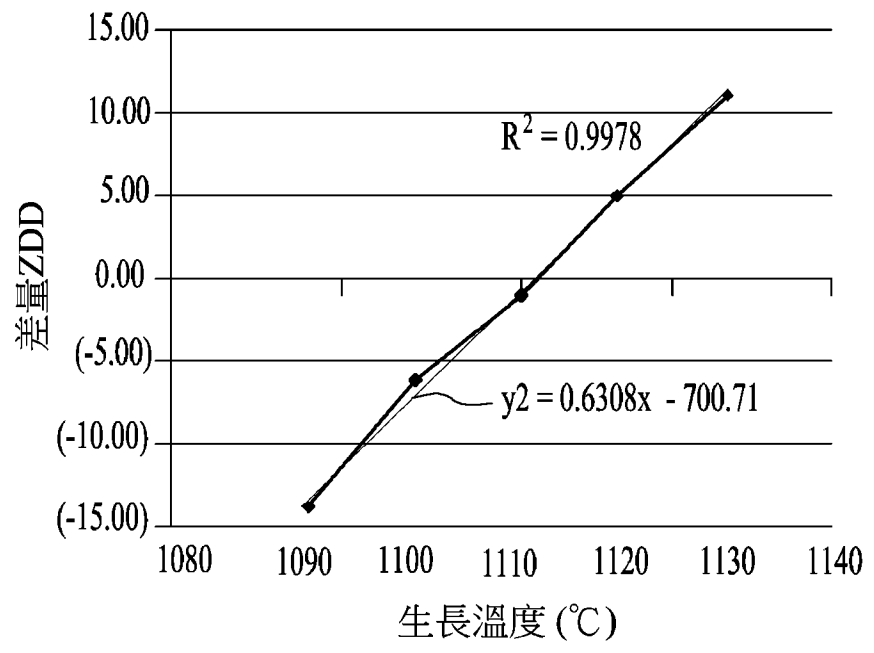


圖 5B

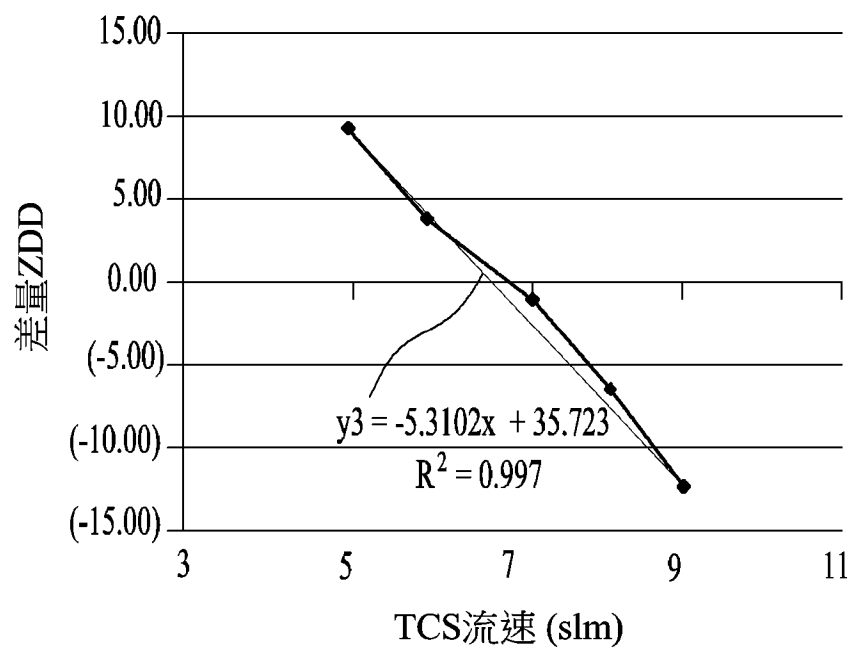


圖 5C

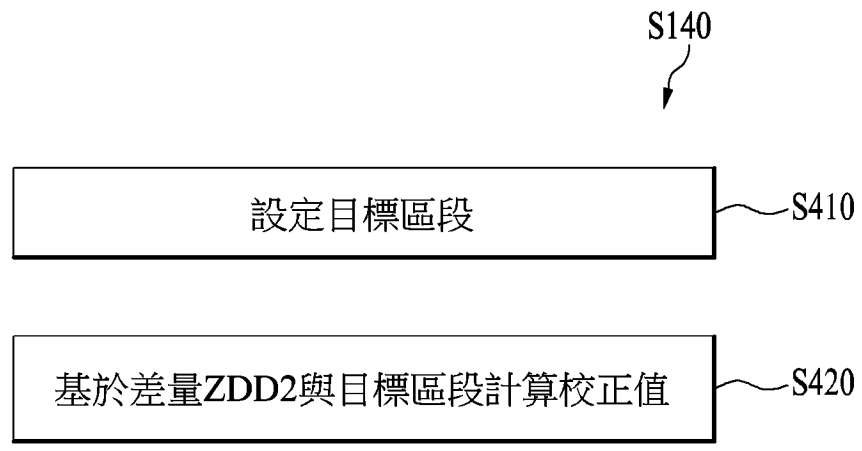


圖 6

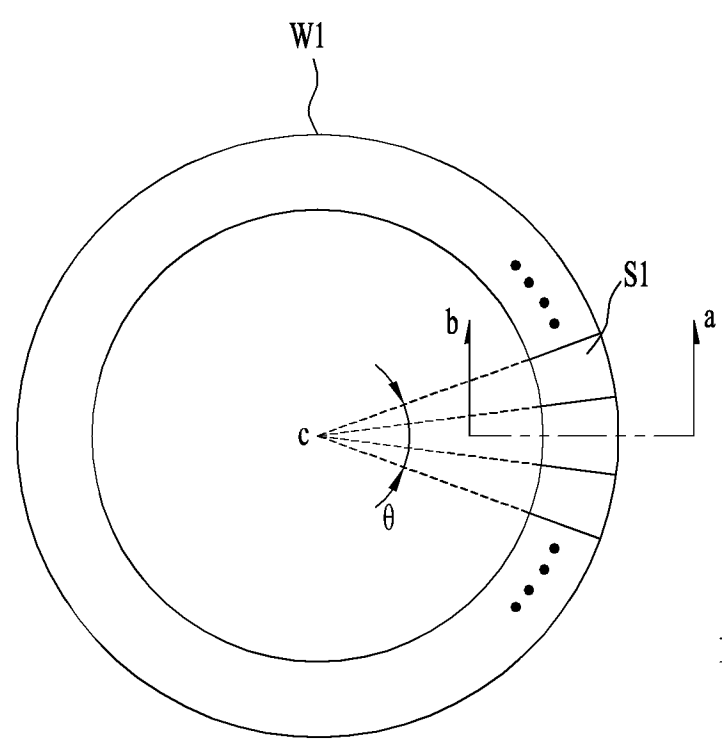


圖 7A

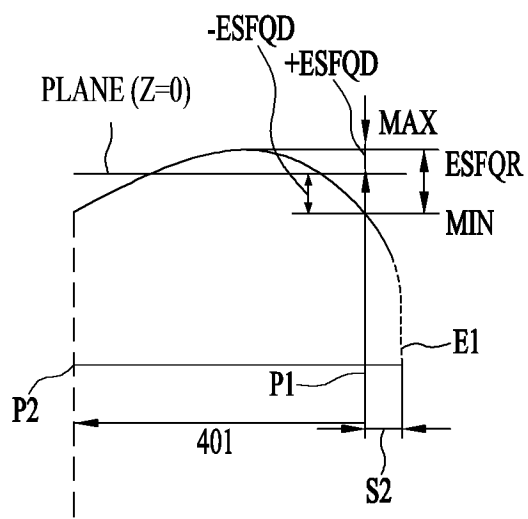


圖 7B



申請日: 106/01/26

IPC分類: *G05B 13/04* (2006.01)
H01L 21/20 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 磊晶晶圓之平坦度之控制方法

【英文發明名稱】 METHOD OF CONTROLLING FLATNESS OF EPITAXIAL
WAFER

【中文】

本案揭露一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法，這種方法包含獲得藉由給定磊晶反應器生產的磊晶晶圓的平坦度缺陷率圖形，獲得關係圖形，此關係圖形表示磊晶層的生長條件與用於關係的磊晶晶圓的差量 Z 軸雙導數 (Z-axis Double Derivatives ; ZDDs) 之間的關係，藉由給定磊晶反應器中的第一磊晶反應器，獲得第一生長條件下產生的至少一個取樣磊晶晶圓的差量 ZDD，以及基於關係圖形調整第一生長條件。

【英文】

Disclosed is a method of controlling flatness of an epitaxial wafer. The method includes acquiring a flatness defect rate graph of epitaxial wafers produced by given epitaxial reactors, acquiring a relation graph illustrating relations between growth conditions of an epitaxial layer and delta Z-axis Double Derivatives (ZDDs) of epitaxial wafers for relations, acquiring delta ZDD of at least one sample epitaxial wafer produced under first growth conditions by a first epitaxial reactor among the given epitaxial reactors, and adjusting the first growth conditions based on the relation graph.

【指定代表圖】 第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法，包含：

獲得藉由給定磊晶反應器生產的磊晶晶圓的一平坦度缺陷率圖形；

獲得一關係圖形，該關係圖形表示一磊晶層的生長條件與用於關係的磊晶晶圓的差量 Z 軸雙導數（Z-axis Double Derivatives；ZDDs）之間的關係；

藉由給定磊晶反應器中的一第一磊晶反應器，在第一生長條件下，獲得產生的至少一個取樣磊晶晶圓的差量 ZDD；

基於該至少一個取樣磊晶晶圓之差量 ZDD 與該平坦度缺陷率圖形，計算一校正值；以及

基於該關係圖形調整第一生長條件，

其中計算該校正值包含：

基於該平坦度缺陷率圖形之缺陷率設定一目標區段；

判定該等磊晶晶圓的平坦度缺陷時，基於該等磊晶晶圓之 ESFQRs 與一第一預定參考值之比較結果，判定該等磊晶晶圓之平坦度缺陷，該第一預定參考值為 100 奈米至 120 奈米；以及

設定該目標區段時，該目標區段係為其中複數個基板之 ESFQDs 之全範圍內的平坦度缺陷率小於一第二預定參考值之一區段，該第二預定參考值為 0.1% 至 15%。

【第2項】如請求項 1 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中基於該校正值與該關係圖形調整第一生長條件。

【第3項】如請求項 2 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中獲得該平坦度缺陷率圖形包含：

獲得該等基板之邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面導子 (Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Derivations ; ESFQDs) 與 Z 軸雙導數 (Z-axis Double Derivatives ; ZDDs) ；

獲得基於該等基板形成的磊晶晶圓的差量 ZDDs 與邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面範圍 (Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Ranges ; ESFQRs) ；

基於該等磊晶晶圓的 ESFQRs 判定該等磊晶晶圓的平坦度缺陷；以及
基於該等基板的 ESFQDs 與該等磊晶晶圓的差量 ZDDs，獲得該等磊晶晶圓的該平坦度缺陷率圖形。

【第4項】如請求項 3 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中獲得該等磊晶晶圓的差量 ZDDs 與 ESFQRs 包含：

獲得該等磊晶晶圓的 ZDDs 與 ESFQRs；以及

使用該等基板之 ZDDs 與該等磊晶晶圓之 ZDDs 之間的差值，獲得該等磊晶晶圓之差量 ZDDs。

【第5項】如請求項 2 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中計算該校正正值包含：

基於該至少一個取樣磊晶晶圓之差量 ZDD 與該目標區段，計算該校正正值。

【第6項】如請求項 3 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中，在該等磊晶晶圓之該平坦度缺陷率圖形中，X 軸表示該等基板之 ESFQDs，Y 軸表示該等磊晶晶圓之差量 ZDDs，以及基於該等基板之 ESFQDs 與該等磊晶晶圓之差量 ZDDs，該等磊晶晶圓之缺陷率被劃分為複數個區域。

【第7項】如請求項 1 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中，獲得該關係圖形時，獲得在不同生長條件下產生的用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs，以及使用該等生長條件與獲得的該等用於關係的磊晶晶圓的差量 ZDDs，獲得該關係圖形。

【第8項】如請求項 7 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中，獲得該關係圖形之該等生長條件與第一生長條件包含氫氣的流速、TCS 的流速或一生長溫度。

【第9項】如請求項 5 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中該校正值係為屬於該目標區段之一預定目標值與該至少一個取樣磊晶晶圓之差量 ZDD 之間的差值。

【第10項】如請求項 9 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中該預定目標值為該目標區段之一下限、一上限或者一中數。

【第11項】如請求項 1 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中，調整第一生長條件時，第一生長條件被調整為第二生長條件，第二生長條件對應在該第一磊晶反應器之第一生長條件下透過增加該校正值至差量 ZDD 而獲得的一數值。

【第12項】一種磊晶晶圓之平坦度之控制方法，包含：

獲得複數個第一基板之邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面導子 (Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Derivations ; ESFQDs) 與第一 Z 軸雙導數 (Z-axis Double Derivatives ; ZDDs) ；

獲得基於該等第一基板形成的複數個第一磊晶晶圓之邊緣扇形地點前側參考地點最小平方平面範圍 (Edge sector Site Front side reference Q (Site least squares plane) Ranges ; ESFQRs) 與第二 Z 軸雙導數 (ZDDs) ;

獲得該等第一磊晶晶圓之第一差量 ZDDs ;

基於該等第一磊晶晶圓之 ESFQRs 判定該等第一磊晶晶圓之平坦度缺陷, 以及獲得一平坦度缺陷率圖形 ;

獲得一關係圖形, 該關係圖形表示第二磊晶晶圓之磊晶層生長條件與該等第二磊晶晶圓之第二 ZDDs 之間的關係 ;

獲得在第一生長條件下產生的至少一個第三磊晶晶圓的第二差量 ZDD ;

基於該第二差量 ZDD 與該平坦度缺陷率圖形計算一校正值 ; 以及

基於該校正值與該關係圖形, 調整第一生長條件為第二生長條件,

其中計算該校正值包含 :

基於該平坦度缺陷率圖形之缺陷率設定一目標區段 ;

判定該等第一磊晶晶圓之平坦度缺陷時, 基於該等第一磊晶晶圓之 ESFQRs 與一第一預定參考值之比較結果, 判定該等第一磊晶晶圓之平坦度缺陷, 該第一預定參考值為 100 奈米至 120 奈米; 以及

設定該目標區段時, 該目標區段係為其中該等第一基板之 ESFQDs 之全範圍內的平坦度缺陷率小於一第二預定參考值之一區段, 該第二預定參考值為 0.1% 至 15% 。

【第13項】 如請求項 12 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法, 更包含在第二生長條件下產生一磊晶晶圓。

【第14項】如請求項 12 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中，獲得該關係圖形包含：

依照相同生長條件項之不同數值，透過在第二基板上生長一磊晶層，產生該等第二磊晶晶圓；

獲得產生的該等第二磊晶晶圓之差量 ZDDs；以及

使用相同生長條件項之不同數值與該等第二磊晶晶圓之差量 ZDDs，獲得該關係圖形。

【第15項】如請求項 12 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中，獲得第二差量 ZDD 包含：

在第一生長條件下，透過在複數個第三基板上生長一磊晶層，產生複數個第三磊晶晶圓；以及

獲得該等第三磊晶晶圓之差量 ZDDs，以及設定所獲得的該等第三磊晶晶圓之差量 ZDDs 的平均值為第二差量 ZDD。

【第16項】如請求項 12 所述之磊晶晶圓之平坦度之控制方法，其中計算該校正值包含：

設定該平坦度缺陷率圖形之一目標區段，其中平坦度缺陷率小於一預定參考值；以及

計算該校正值，這樣該第二差量 ZDD 屬於該目標區段。