



(21)申請案號：105124574

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 03 日

(51)Int. Cl. : *G01N21/956 (2006.01)*
*G01B11/30 (2006.01)**H01L21/66 (2006.01)*

(30)優先權：2015/09/10 日本

2015-178699

(71)申請人：SUMCO 股份有限公司 (日本) SUMCO CORPORATION (JP)
日本(72)發明人：長田達弥 OSADA, TATSUYA (JP)；江頭雅彦 EGASHIRA, MASAHIKO (JP)；內
野智勝 UCHINO, TOMOKATSU (JP)

(74)代理人：洪澄文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：7 共 26 頁

(54)名稱

晶圓檢查方法以及晶圓檢查裝置

WAFER INSPECTION METHOD AND WAFER INSPECTION DEVICE

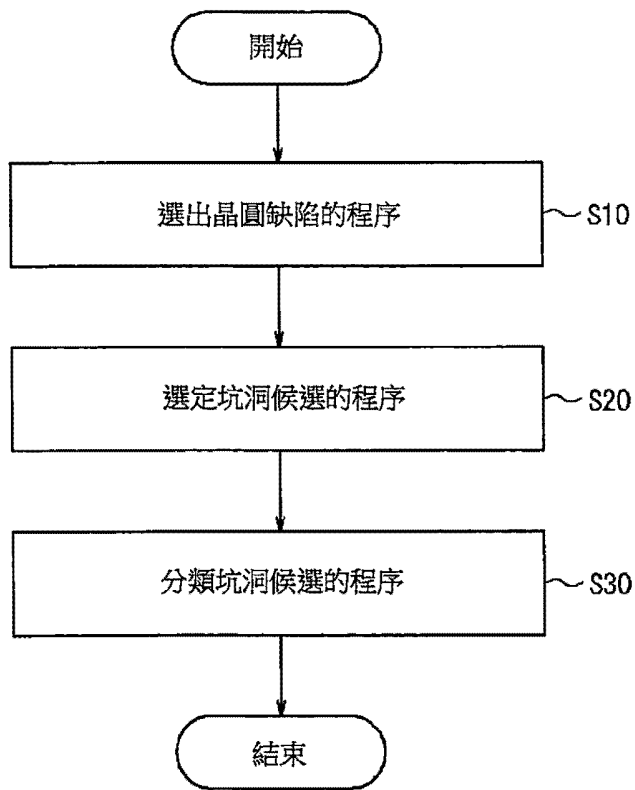
(57)摘要

提供能夠檢查晶圓表面有無坑洞的晶圓檢查方法。本發明的晶圓檢查方法包括：使用相對於晶圓 1 表面垂直設置且具有環形光纖照明 11 及第 1 受光部 12 的第 1 光學系統 10，照射晶圓 1 表面的特定位置，並接收晶圓 1 的缺陷造成的垂直散射光，測定於該特定位置的亮度資訊，同時使第 1 光學系統 10 進行掃描，選出該晶圓 1 的缺陷之程序；其從該已選出的缺陷選定坑洞候選的程序；分類程序，其使用相對於晶圓 1 表面傾斜設置且具有平行光的照射光源 21 及第 2 受光部 22 的第 2 光學系統 20，改變該第 2 光學系統 20 的焦點位置並拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著上述焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷的程序。

It is an object to provide a wafer inspection method for determining whether a pit exists on a surface of a wafer.

A wafer inspection method of the present invention includes: a step of using a first optical system 10 to irradiate a predetermined position of wafer 1, receive vertical diffusion light caused by a defect in the wafer 1, measure luminance information corresponding to the predetermined position, and cause the first optical system 10 to perform a scan to select defect(s) in the wafer 1, wherein the first optical system 10 is equipped perpendicular to a surface of the wafer 1, and comprises a ring fiber illuminator 11 and a first light receiving part 12; a step of determining a pit candidate from the selected defect(s); and a step of using a second optical system 20 to image the pit candidate while changing focus position of the second optical system 20, classify the pit candidate as a pit or a defect other than a pit according to brightness of the imaged pit corresponding to the changes of the focus position, wherein the second optical system 20 is inclined with respect to the surface of the wafer 1 and comprises a parallel light illumination source 21 and a second light receiving part 22.

指定代表圖：



第 3 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

晶圓檢查方法以及晶圓檢查裝置 / WAFER INSPECTION
METHOD AND WAFER INSPECTION DEVICE

【技術領域】

【0001】本發明係關於用以檢查晶圓表面有無產生缺陷的晶圓檢查方法及晶圓檢查裝置，尤其是關於能夠檢查晶圓表面有無坑洞的晶圓檢查方法。

【先前技術】

【0002】在半導體元件的製造程序中，為了提高良率或可靠性，作為半導體元件之基板的晶圓表面的缺陷檢查技術日益重要。在此，雖然理想狀況是完全沒有晶圓表面缺陷，但是就元件特性、元件製造的良率等的觀點而言，其中也有即使存在也不會造成問題的缺陷。因此，基於特定的判定基準進行晶圓表面的檢查，以進行良品或不良品的判斷。

【0003】另外，在本說明書中，將晶圓表面上的結晶缺陷、損傷、異物等總稱為「缺陷」。此缺陷除了包含坑洞、COP等的結晶缺陷、加工造成的研磨不均、擦痕等之外，還包含附著在晶圓表面之異物的粒子。另外，本說明書中，「晶圓表面」的敘述，分別記載了同時指晶圓正面側的主面及背面側的主面的情況、還有只有指單側的面的情況。

【0004】過去，使用LPD(Light Point Defect;亮點缺陷)檢查裝置進行晶圓檢查，其係用雷射光掃描施以完成階段的鏡面研

磨之後的晶圓表面，以檢出因為存在於其表面的粒子、擦痕等而造成的散射光。另外，為了判斷有沒有用 LPD 檢查裝置難以判別的缺陷，同時也併用了外觀檢查，用目視晶圓表面的方式來判定。由於外觀檢查屬於官能檢查，無法避免會有因檢查員而異的判定偏差，而且，檢查員也需要時間才能熟練，所以需要客觀的檢查方法及自動檢查方法。

【0005】因此，本發明申請人已於專利文獻 1 中提出一種晶圓檢查方法，其係為關於晶圓表面(尤其是背面側)的缺陷之一種無須依賴外觀檢查而能適當評估晶圓的方法。亦即，一種晶圓背面的評估方法，其包括：映像(map)處理程序，沿著晶圓的圓周方向連續拍攝晶圓背面的構件影像，將拍攝到的該構件影像合成以做成品圓背面的全體影像；微分處理程序，對該全體影像進行微分處理以做成品圓背面的微分處理影像；基於該全體影像或前記微分處理影像，檢出研磨不均、汙點、擦痕及粒子以進行評估。

【0006】 先行技術文獻

專利文獻：

專利文獻 1：特開 2010-103275 號公報

【發明內容】

【發明欲解決的問題】

【0007】在此，使用第 1 圖(A)、(B)說明用以作出上述晶圓表面的全體影像的光學系統。另外，第 1 圖(B)為從第 1 圖(A)擷取出重要部分的圖示，其係用以顯示由環形光纖(ring fiber)照明 11 所照射的照射光 L_1 、以及反射光(散射光) L_2 。第 1 光

學系統 10 具有環形光纖照明 11 及第 1 受光部 12，第 1 受光部由例如遠心鏡頭(telecentric lens)13 及 CCD 照相機構成的受光部 14 所構成。另外，環形光纖照明由超高壓水銀燈構成。環形光纖照明 11 所照射的照射光 L_1 以相對於晶圓面呈現例如 20° 的夾角入射晶圓 1，當衝擊到存在於晶圓 1 表面的缺陷 D 時，就成為散射光 L_2 。第 1 受光部 12 接收散射光 L_2 當中的垂直散射光並進行攝影，以測定第 1 光學系統 10 的位置資訊及亮度資訊。

【0008】使第 1 光學系統 10 在整個晶圓表面掃描以進行影像處理，藉此能夠得到晶圓表面的全體影像。另外，為了縮短掃描時間，一般會在晶圓的表背面配置複數個第 1 光學系統 10。第 2 圖(A)為由此種第 1 光學系統 10 所得到的晶圓的單面側的全體影像之一例，第 2 圖(B)係為用市售的 LPD 檢查裝置(SP1;KLA Tencor 公司製)測定同一個晶圓所得到的 LPD 映像。由第 2 圖(A)、(B)可以確認，用哪一個裝置都可以檢出擦痕及粒子等。

【0009】採取使用現有技術的晶圓檢查裝置的晶圓檢查方法，難以實現坑洞特有的模式識別，所以在判定為粒子的缺陷當中，有時也會包含坑洞。若是長徑或長邊超過 $20\mu\text{m}$ 的比較大的坑洞，則能夠用目視進行外觀檢查以識別其是否為坑洞，而可以保證為不具有坑洞的晶圓，但若是長徑或長邊在 $20\mu\text{m}$ 以下的比較小的坑洞，則因為目視也有極限，用外觀檢查也難以識別是否有坑洞。粒子在晶圓吸附時或轉寫的時候會造成損害，但若是一定基準以下的粒子數，則仍可使用作為製品，所

以在現有技術中，有時會忽略較小坑洞的存在，仍將其使用作為製品。另外，本說明書所述之「坑洞」為加工造成或者結晶缺陷造成的凹洞狀的缺陷，不包含長徑或長邊在 $0.2\mu\text{m}$ 以下的 COP(crystal originated particle)等構成的微小缺陷。

【0010】即使是如上述的較小坑洞，隨著半導體元件的微細化，也會產生問題。亦即，元件製作後切割晶圓的時候，該坑洞會成為晶圓的破裂破損的起點，可能發生晶圓的破損。若在切割程序中發生晶圓破損，則在晶圓上已完成的所有元件都會變成不良品，所以該坑洞可能會成為元件製造程序中的致命缺陷。因此，本發明者了解到，必須要有能夠確實檢查晶圓表面有無坑洞的方法。

【0011】因此，本發明有鑑於上述課題，其目的在於提供能夠檢查晶圓表面是否有坑洞的晶圓檢查方法及晶圓檢查裝置。

【解決問題的手段】

【0012】為了達成上述目的，本發明者專心致力研究後，利用依據所謂的魔鏡原理之具有平行光照射光源的光學系統，而能夠識別晶圓表面的凹凸，並能夠檢出坑洞。不過，使用此光學系統，要在整個晶圓表面的區域檢出晶圓表面的坑洞的話，需要很長的檢查時間，就生產性的觀點而言是不實際的。另一方面，在使用前述第 1 光學系統 10 的檢查中，雖然難以判斷是否為坑洞，但是可以從缺陷的尺寸、缺陷模式及亮度資訊，選出可能是坑洞的缺陷(亦即坑洞候選)。而且，若是完成階段的鏡面加工後的晶圓，被選出為坑洞候選的缺陷的數

量頂多是數百個的程度。因此，本案發明人了解到後述事實並且完成本發明，若對於第 1 光學系統 10 所選出的全部坑洞候選，採用依據魔鏡原理的光學系統來識別這些凹凸，則能夠將上述坑洞候選分類為坑洞或者非坑洞，其檢查時間也不至於造成生產性的問題。本發明係基於上述事實及研究，其發明要點如後述。

【0013】 本發明的晶圓檢查方法，其包括：使用相對於晶圓表面垂直設置且具有環形光纖照明及第 1 受光部的第 1 光學系統，照射該晶圓表面的特定位置，並接收該晶圓的缺陷造成的垂直散射光，測定於該特定位置的亮度資訊，同時使該第 1 光學系統進行掃描，選出該晶圓的缺陷之程序；

其從該已選出的缺陷選定坑洞候選的程序；分類程序，其使用相對於該晶圓表面傾斜設置且具有平行光的照射光源及第 2 受光部的第 2 光學系統，改變該第 2 光學系統的焦點位置並拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著上述焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷的程序。

【0014】 以後述方式進行上述分類為佳：在該分類程序中，使該焦點位置位於反向(reverse)位置時拍攝得暗，位於正向(forward)位置時拍攝得亮時，則將該坑洞候選判定為坑洞。

【0015】 另外，該坑洞候選包含粒子為佳。

【0016】 再者，在該選定程序中，將上述缺陷當中，長徑或長邊在 $20\ \mu\text{m}$ 以下的缺陷作為上述坑洞候選為佳。

【0017】 另外，該晶圓為經過鏡面加工的矽晶圓為佳。

【0018】本發明的晶圓檢查裝置包括：第 1 光學系統，其係相對於晶圓表面垂直設置，具有環形光纖照明及第 1 受光部；第 2 光學系統，其係相對於該晶圓表面傾斜設置，具有平行光的照射光源及第 2 受光部；第 1 掃描部，其係使該第 1 光學系統於平行於晶圓表面的方向進行掃描；第 2 掃描部，維持該第 2 光學系統的該傾斜，同時使該第 2 光學系統於平行於晶圓表面的方向進行掃描；及控制部，其控制該第 1 光學系統、該第 2 光學系統、該第 1 掃描部及該第 2 掃描部；其中，該控制部控制該第 1 光學系統，照射該晶圓表面的特定位置，用該第 1 受光部接收該晶圓的缺陷造成的垂直散射光，並且控制該第 1 掃描部，使該第 1 光學系統進行掃描以測定該垂直散射光的亮度資訊；同時在該晶圓的面內全域測定該亮度資訊以選出該晶圓的缺陷，從該等已選出的缺陷選定坑洞候選，控制該第 2 光學系統及該第 2 掃描部，改變該第 2 光學系統的焦點位置以拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著該第 2 光學系統的該焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷。

【發明效果】

【0019】依據本發明，能夠提供晶圓檢查方法及晶圓檢查裝置，其能夠檢查晶圓表面有無坑洞。

【圖式簡單說明】

【0020】

第 1 圖為說明本發明之一實施形態中所使用之第 1 光學系統 10 的模式圖，(A)為表示第 1 光學系統 10 全體的模式圖，

(B)為表示第 1 光學系統 10 造成的人射光 L_1 及散射光 L_2 的模式圖。

第 2 圖為由習知例所檢出的晶圓缺陷的全體影像，(A)為由第 1 光學系統 10 得到的晶圓缺陷的全體影像之一例，(B)為由市售的 LPD 檢查裝置得到的晶圓缺陷的全體影像之一例。

第 3 圖為表示依據本發明一實施形態的晶圓檢查方法的流程圖。

第 4 圖為說明本發明的一實施形態中所使用之第 2 光學系統 20 的模式圖。

第 5 圖為說明第 2 光學系統 20 的模式圖，(A)為將平行光 L_3 照射到坑洞 P_i 時的概念圖，(B)為將平行光 L_3 照射到粒子 P_a 時的概念圖，(C)為將反射光進行影像處理後的一例。

第 6 圖為在依據本發明一實施形態的晶圓檢查方法中能夠判定的坑洞之一例，(A)表示晶圓中的坑洞位置，(B)表示由第 1 光學系統所拍攝之坑洞的影像，(C)為坑洞的顯微鏡照片。

第 7 圖為依據本發明一實施形態的晶圓檢查裝置 100 的模式圖。

【實施方式】

【0021】以下，參照圖式說明本發明的實施形態。第 3 圖為表示依據本發明一實施形態的晶圓檢查方法的流程圖，同時併用了第 1 圖已敘述的第 1 光學系統 10、及下文中使用第 4 圖敘述的第 2 光學系統 20，判定有無坑洞。另外，第 7 圖為依據本發明一實施形態的晶圓檢查裝置 100 的模式圖，晶圓檢查裝置 100 具有上述第 1 光學系統 10 及第 2 光學系統 20。

【0022】(晶圓檢查方法)

如第 3 圖及第 1、4、7 圖所示，依據本發明之一實施形態的晶圓檢查方法，其包括：程序 S10，使用相對於晶圓 1 表面垂直設置且具有環形光纖照明 11 及第 1 受光部 12 的第 1 光學系統 10，照射晶圓 1 表面的特定位置，並接收晶圓 1 的缺陷造成的垂直散射光，測定於該特定位置的亮度資訊，同時使第 1 光學系統 10 進行掃描，選出晶圓 1 的缺陷之程序；程序 S20，其從該已選出的缺陷選定坑洞候選的程序；程序 S30，其使用相對於晶圓 1 表面傾斜設置且具有平行光的照射光源 21 及第 2 受光部 22 的第 2 光學系統 20，改變第 2 光學系統 20 的焦點位置並拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著上述焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷的程序。以下，依序說明各程序的細節。

【0023】首先，在程序 S10 中，選出晶圓 1 的缺陷。此程序可以依相同於現有技術的方式進行。使用第 1 圖中已敘述的第 1 光學系統 10，照射晶圓 1 表面的特定位置，接收由晶圓 1 的缺陷造成的垂直散射光，測定上述特定位置的亮度資訊(以下稱之為「缺陷資訊」)。該測定係使第 1 光學系統 10 在晶圓 1 的面內全域進行掃描，取得缺陷資訊的全體資訊。並且可以依需要，為了明確判定缺陷，對缺陷資訊施以微分處理或過濾處理等。如此一來，可以從缺陷資訊當中，選出存在於晶圓 1 表面的所有缺陷資訊，不論其位置及缺陷的種類為何。將所得到的缺陷資訊的單面側進行影像處理後的全體影像如上述的第 2 圖(A)，對於相反側的面也可以依同樣方式得到缺陷資訊

的全體影像。另外，如前面所說的，如下文中使用第 7 圖所敘述的，可以在晶圓表面的雙面都設置複數個(第 7 圖的情況是在雙面各 3 個)第 1 光學系統 10，藉此可以盡速取得缺陷資訊。

【0024】在接下來的程序 S20 中，從程序 S10 所選出的缺陷中選定坑洞候選。依據本發明者的研究，已確認：由上述第 1 光學系統 10 所得到的缺陷資訊中，從位置資訊及亮度資訊(亦即缺陷資訊)算出的坑洞的尺寸及亮度模式，呈現與粒子或楔形的加工痕相同程度的尺寸和亮度模式。因此，過去判斷為粒子或楔形的加工痕的缺陷資訊中，也包含了坑洞。因此，坑洞候選除了包含真正的坑洞以外，還包含了粒子及楔形的加工痕。坑洞候選可能由坑洞、粒子及楔形的加工痕構成。因此，在本程序中，在上述第 1 光學系統 10 所得到的缺陷資訊中，將過去判斷為粒子或楔形的加工痕的缺陷作為坑洞候選。

【0025】再者，選定坑洞候選(例如專利文獻 1 的現有技術中的粒子之判定)時，可以如後述方式選定。作為坑洞候選的缺陷為：晶圓面內隨機存在的點狀尺寸的亮度資訊形成的缺陷。換言之，尺寸超過特定閾值的缺陷資訊為例如擦痕等的損傷或研磨不均，可以將呈現上述特有的尺寸、形狀或亮度模式的缺陷種類，排除於坑洞候選之外。因此，可以依序需要，基於施以微分處理等的缺陷資訊，在缺陷的尺寸及亮度設定特定的閾值，藉此以判斷坑洞候選。在接下來的 S30 中，將被判斷為坑洞候選的所有缺陷，選定作為用以進行是坑洞還是其他缺陷的分類的坑洞候選。再者，本實施形態的目的在於將坑洞候選分類為坑洞或坑洞以外的缺陷，因此，雖然是省略了細節，

不過，因為擦痕、研磨不均等都各自有其特有的尺寸、形狀及亮度模式，所以當然也可以和其模式進行比對，另外進行坑洞以外的缺陷的檢查。另外，坑洞候選可以從缺陷當中的長徑或長邊在 $20\mu\text{m}$ 以下的缺陷中選出。在此，若坑洞為圓形或橢圓形等的角部帶著圓弧的形狀，則以長徑決定坑洞的尺寸。另外，若坑洞為略多角形，則由長邊決定坑洞的尺寸。如前所述，從上述坑洞或坑洞候選中排除 COP 等的微小缺陷。因此，坑洞候選的尺寸為長徑或長邊在 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下為佳。

【0026】在接下來的 S30 中，將前述的坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷。在此，在本程序中採用利用所謂的魔鏡原理，且具有平行光的照射光源 21 及第 2 受光部 22 的第 2 光學系統 20。如第 4 圖所示，第 2 光學系統 20 設置為相對於晶圓 1 表面傾斜。平行光的照射光源 21 只要能夠照射平行光即可，並不特別限制，其可以為例如藍色 LED 雷射等。第 2 受光部 22 具有可調整焦點位置的魔鏡光學系統 23 及由 CCD 照相機構成的受光部 24。

【0027】由於第 2 光學系統 20 是傾斜設置的，所以照射光源 21 能夠照射與晶圓 1 表面呈現特定夾角 θ (未圖示) 的平行光 L3。另外，第 4 圖為平行光 L3 照射晶圓 1 表面的坑洞 P_i 時的模式圖。平行光 L3 和晶圓 1 表面呈現的角度 θ ，只要是能夠適用魔鏡原理即可，並不特別限制，但以例如 65° 以上 90° 未滿為佳， 70° 以上尤佳， 85° 以上最佳。此係因為，若入射光太斜，則散射光難以集約，另外，難以取得 S/N 比。不過，若 θ 為 90° ，則平行光 L3 垂直入射晶圓表面，因此無法檢出坑洞。

【0028】使用此第 2 光學系統 20，改變該第 2 光學系統 20 的焦點位置並拍攝前記坑洞候選。基於上述已攝影的坑洞候選隨著上述焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞 P_i 及坑洞以外的缺陷。可以依序後述說明的方式，明確區別坑洞 P_i 特有的隨明暗而改變的攝影模式、以及坑洞 P_i 以外(例如粒子 P_a)的攝影模式。

【0029】在此，使用第 5 圖(A)~(C)，更詳細說明用第 2 光學系統 20 檢出晶圓 1 表面的凹凸之原理。在第 5 圖(A)所示的模式圖中，平行光 L_3 照射坑洞 P_i 時，若以沒有缺陷的部分的晶圓 1 的反射光之強度為基準強度，反射光的強度分布為，距離照射源較遠側的坑洞 P_i 的凹部之上升部分(邊緣部)的強度較基準強度強。相反地，距離照射源較近側的坑洞 P_i 的凹部之上升部分(邊緣部)的強度較基準強度弱。如上述，使用檢出坑洞 P_i 的第 2 光學系統 20 時，明暗的出現方向隨著測定對象物的凹凸而改變，所以可以利用此原理進行凹凸檢出。再者，坑洞的尺寸為外觀檢查也能夠檢知的尺寸時，能夠明確地得到如第 5 圖(A)所示的反射強度分布，在取得較基準強度超過特定的閾值的強峰值及較該基準強度超過該特定的閾值的弱峰值構成的強度分布的情況下，可以判斷為坑洞 P_i 造成的強度分布。本實施形態中，檢出的坑洞包含外觀檢查無法檢出的尺寸的坑洞，在此情況下，僅依上述強度分布有可能會被雜訊掩而無法明確判定，所以使用以下說明的魔鏡原理判定坑洞。

【0030】再者，若坑洞候選為粒子 P_a (第 5 圖(B))，雖然也依賴測定器的增益，但粒子 P_a 造成的信號可檢出基準強度數

百倍的 S/N 比，因此坑洞 Pi 和粒子 Pa 的反射光的強度分布明顯相異。

【0031】第 5 圖(C)為第 2 光學系統 20 拍攝的球面狀凹部及球面狀凸部經過影像處理後之一例。坑洞 Pi 的情況相當於凹部，粒子 Pa 的情況相當於凸部。再者，此例中的凹部及凸部都是深度(高度)6nm。可以看出，改變第 2 光學系統(魔鏡光學系統)20 的焦點位置，使其為散焦(defocus)狀態，在 REV 模式(反向位置散焦)下，凸形狀拍攝為亮影像(凹形狀拍攝為暗影像)，相反地，在 FOW 模式(正向位置散焦)中，凹形狀拍攝為明影像(凸形狀拍攝為暗影像)。如上述般，調整焦點位置，對坑洞候選施以攝影處理以擷取出缺陷的凹形狀，藉此可判定前述的坑洞 Pi 造成的凹形狀。如上述，第 2 光學系統 20(魔鏡照明光學系統)發出的光束為平行光(平行光 L3)，將此光以斜方向照射測定對象物時，因為邊緣部而產生明暗，此明暗隨著測定對象物的凹凸而改變其出現方向，利用上述現象進行凹凸檢出。如此這般，利用魔鏡的原理擷取出晶圓 1 表面的缺陷的凹形狀。再者，將焦點位置調整為正好(just)位置時，無法區分凹形狀和凸形狀。

【0032】另外，晶圓 1 為鏡面加工後的矽晶圓為佳。如前述，若為鏡面加工後的矽晶圓，則選出作為坑洞候選的缺陷的數量頂多是數百個的程度，即使是用第 2 光學系統 20 進行全數測定，其檢查時間的延長也是有限度的，就生產性的觀點而言也不會造成問題。

【0033】使用第 6 圖說明存在於鏡面加工後的矽晶圓表面

的長邊長度為 $7\mu\text{m}$ 的坑洞，作為依據上述本實施形態的晶圓檢查方法所能觀察的坑洞之一例。再者，用目視方式的外觀檢查中的凹凸判定的極限為 $20\mu\text{m}$ 左右， $7\mu\text{m}$ 的坑洞為小於該極限的凹部，無法用外觀檢查判別。此坑洞係位於晶圓中如第 6 圖 (A) 所示的位置，由第 1 光學系統 10 拍攝的該坑洞 (第 1 光學系統中，無法分類是坑洞還是粒子，所以正確來說應該是坑洞候選。) 的影像則如第 6 圖 (B) 所示。第 2 光學系統 20 中，以平行光 L3 照射坑洞時，反射光的強度分布呈現坑洞特有的模式，因此能夠判定其為坑洞。再者，用顯微鏡觀察此坑洞時，則如第 6 圖 (C) 所示。如上述，依據本實施形態的晶圓檢查方法，能夠正確判定過去被視為粒子的較小坑洞是否真正為坑洞。

【0034】(晶圓檢查裝置)

如第 7 圖的模式圖，依據本發明實施形態的晶圓檢查裝置 100 包括：第 1 光學系統 10，其相對於晶圓 1 表面垂直設置，具有環形光纖照明 11 及第 1 受光部 12；第 2 光學系統 20，其相對於晶圓 1 表面傾斜設置，具有平行光的照射光源 21 及第 2 受光部 22；第 1 掃描部 15，使第 1 光學系統 10 於平行於晶圓 1 表面的方向進行掃描；第 2 掃描部 25，維持第 2 光學系統 20 的上述傾斜，同時使第 2 光學系統 20 於平行於晶圓 1 表面的方向進行掃描；及控制部 50，其控制第 1 光學系統 10、第 2 光學系統 20、第 1 掃描部 15 及第 2 掃描部 25。而且，控制部 50 控制第 1 光學系統 10，照射該晶圓表面的特定的位置，用該第 1 受光部接收該晶圓缺陷造成的垂直散射光。並且，控制

部 50 控制第 1 掃描部 15，使第 1 光學系統 10 進行掃描以測定該垂直散射光的亮度資訊，同時在晶圓 1 的面內全域測定該亮度資訊。控制部 50 選出晶圓 1 的缺陷，從該選出的缺陷選定坑洞候選，控制第 2 光學系統 20 及第 2 掃描部 25，改變該第 2 光學系統 20 的焦點位置以拍攝該坑洞候選，基於已拍攝的坑洞候選隨著該第 2 光學系統的該焦點位置的改變而呈現的明暗，將該坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷。另外，第 7 圖中，僅圖示一個第 2 光學系統 20，但也可以將其設置在晶圓 1 的相反側，亦可以設置複數個第 2 光學系統 20。

【0035】再者，控制部 50 可以由 CPU(中央演算處理裝置)或 MPU 等的適合的處理器實現，具有記憶體、硬碟等的記錄部，執行事先記憶在控制部 50 的用以實現上述晶圓檢查方法的程式，藉此控制晶圓檢查裝置 100 各構成間的資訊及指令的傳達以及各部位的動作。第 1 掃描部 15 及第 2 掃描部 25 由和第 1 光學系統 10 及第 2 光學系統 20 各自的照相機(受光部)連接的臂、以及用以驅動臂的驅動步進馬達、伺服馬達等構成。

【0036】以上已說明本發明的實施形態，但其係為代表的實施形態之例，本發明不限定於上述實施形態，在發明要旨的範圍內可以進行種種變更。

【產業上的利用可能性】

【0037】依據本發明，提供能夠檢查晶圓表面有無坑洞的晶圓檢查方法及晶圓檢查裝置。

【符號說明】

【0038】

1	晶 圓
10	第 1 光學系統
11	環形光纖照明
12	第 1 受光部
15	第 1 掃描部
20	第 2 光學系統
21	平行光的照射光源
22	第 2 受光部
25	第 2 掃描部
50	控制部
D	缺陷
Pa	粒子
Pi	坑洞

發明摘要

※ 申請案號：105124574

※ 申請日：105/08/03

※IPC 分類：*G01N 21/956* (2006.01)

H01L 21/66 (2006.01)

G01B 11/30 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

晶圓檢查方法以及晶圓檢查裝置 / WAFER INSPECTION
METHOD AND WAFER INSPECTION DEVICE

【中文】

【課題】提供能夠檢查晶圓表面有無坑洞的晶圓檢查方法。

【解決手段】本發明的晶圓檢查方法包括：使用相對於晶圓 1 表面垂直設置且具有環形光纖照明 11 及第 1 受光部 12 的第 1 光學系統 10，照射晶圓 1 表面的特定位置，並接收晶圓 1 的缺陷造成的垂直散射光，測定於該特定位置的亮度資訊，同時使第 1 光學系統 10 進行掃描，選出該晶圓 1 的缺陷之程序；其從該已選出的缺陷選定坑洞候選的程序；分類程序，其使用相對於晶圓 1 表面傾斜設置且具有平行光的照射光源 21 及第 2 受光部 22 的第 2 光學系統 20，改變該第 2 光學系統 20 的焦點位置並拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著上述焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷的程序。

【英文】

It is an object to provide a wafer inspection method for determining whether a pit exists on a surface of a wafer.

A wafer inspection method of the present invention includes : a step of using a first optical system 10 to irradiate a predetermined position of wafer 1, receive vertical diffusion light caused by a defect in the wafer 1, measure luminance information corresponding to the predetermined position, and cause the first optical system 10 to perform a scan to select defect(s) in the wafer 1, wherein the first optical system 10 is equipped perpendicular to a surface of the wafer 1, and comprises a ring fiber illuminator 11 and a first light receiving part 12; a step of determining a pit candidate from the selected defect(s); and a step of using a second optical system 20 to image the pit candidate while changing focus position of the second optical system 20, classify the pit candidate as a pit or a defect other than a pit according to brightness of the imaged pit corresponding to the changes of the focus position, wherein the second optical system 20 is inclined with respect to the surface of the wafer 1 and comprises a parallel light illumination source 21 and a second light receiving part 22.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（3）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無。

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：
無。

申請專利範圍

1. 一種晶圓檢查方法，其包括：

使用相對於晶圓表面垂直設置且具有環形光纖照明及第 1 受光部的第 1 光學系統，照射該晶圓表面的特定位置，並接收該晶圓的缺陷造成的垂直散射光，測定於該特定位置的亮度資訊，同時使該第 1 光學系統進行掃描，選出該晶圓的缺陷之程序；

其從該已選出的缺陷選定坑洞候選的程序；

分類程序，其使用相對於該晶圓表面傾斜設置且具有平行光的照射光源及第 2 受光部的第 2 光學系統，改變該第 2 光學系統的焦點位置並拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著上述焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷的程序。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載的晶圓檢查方法，其中在該分類程序中，使該焦點位置位於反向(reverse)位置時拍攝得暗，位於正向(forward)位置時拍攝得亮時，則將該坑洞候選判定為坑洞。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的晶圓檢查方法，其中該坑洞候選包含粒子。

4. 如申請專利範圍第 1~3 項中任一項所記載的晶圓檢查方法，在該選定程序中，將上述缺陷當中，長徑或長邊在 $20\mu\text{m}$ 以下的缺陷作為上述坑洞候選。

5. 如申請專利範圍第 1~4 項所記載的晶圓檢查方法，其中該晶圓為經過鏡面加工的矽晶圓。

6. 一種晶圓檢查裝置，其包括：

第 1 光學系統，其係相對於晶圓表面垂直設置，具有環形光纖照明及第 1 受光部；

第 2 光學系統，其係相對於該晶圓表面傾斜設置，具有平行光的照射光源及第 2 受光部；

第 1 掃描部，其係使該第 1 光學系統於平行於晶圓表面的方向進行掃描；

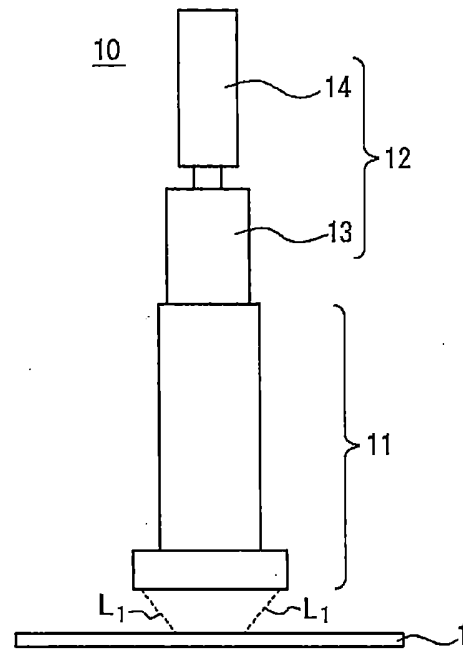
第 2 掃描部，維持該第 2 光學系統的該傾斜，同時使該第 2 光學系統於平行於晶圓表面的方向進行掃描；及

控制部，其控制該第 1 光學系統、該第 2 光學系統、該第 1 掃描部及該第 2 掃描部；

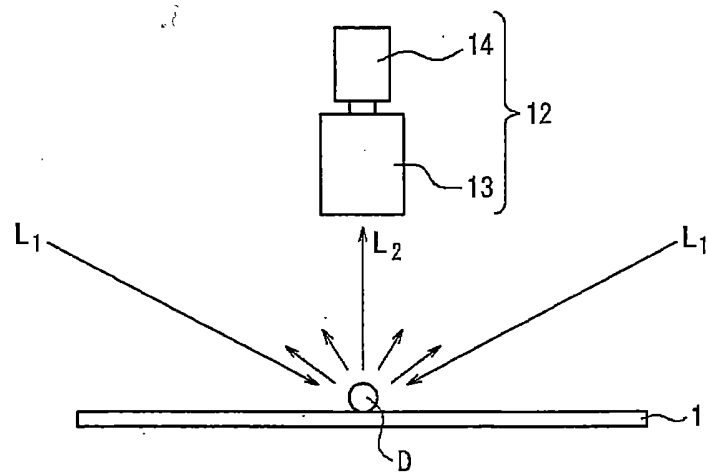
其中，該控制部控制該第 1 光學系統，照射該晶圓表面的特定位置，用該第 1 受光部接收該晶圓的缺陷造成的垂直散射光，並且控制該第 1 掃描部，使該第 1 光學系統進行掃描以測定該垂直散射光的亮度資訊，同時在該晶圓的面內全域測定該亮度資訊以選出該晶圓的缺陷，從該等已選出的缺陷選定坑洞候選，控制該第 2 光學系統及該第 2 掃描部，改變該第 2 光學系統的焦點位置以拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著該第 2 光學系統的該焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷。

圖式

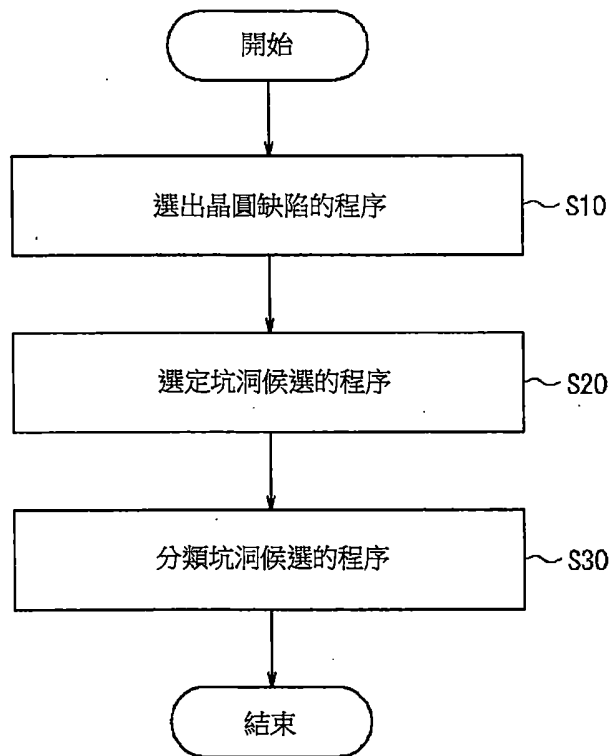
(A)



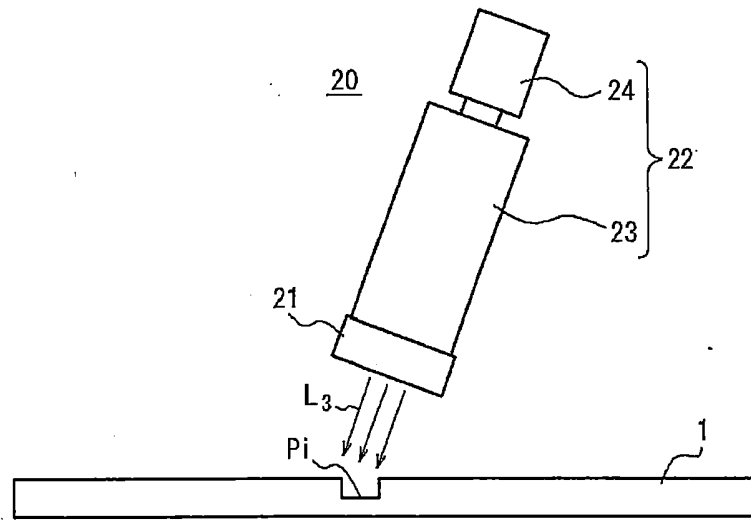
(B)



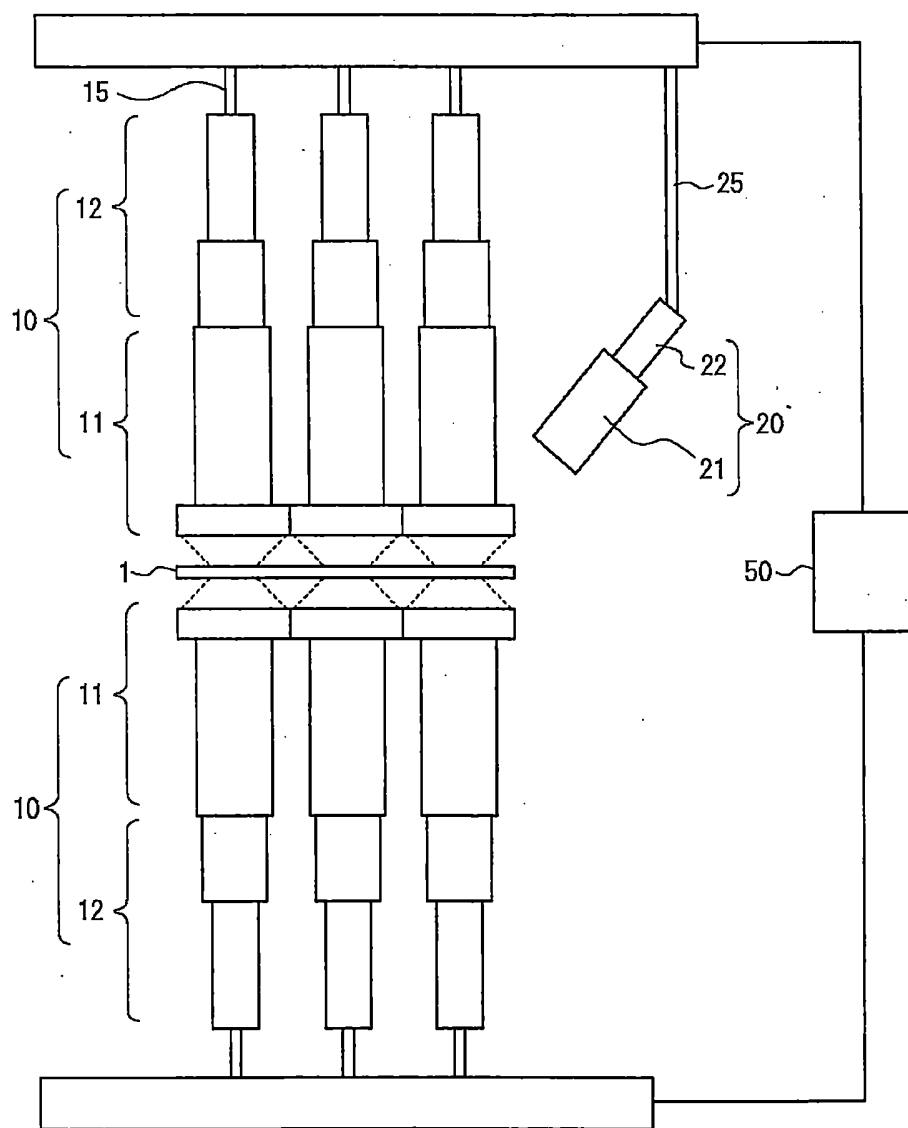
第 1 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 7 圖

申請專利範圍

1. 一種晶圓檢查方法，其包括：

使用相對於晶圓表面垂直設置且具有環形光纖照明及第 1 受光部的第 1 光學系統，照射該晶圓表面的特定位置，並接收該晶圓的缺陷造成的垂直散射光，測定於該特定位置的亮度資訊，同時使該第 1 光學系統進行掃描，選出該晶圓的缺陷之程序；

其從該已選出的缺陷選定坑洞候選的程序；

分類程序，其使用相對於該晶圓表面傾斜設置且具有平行光的照射光源及第 2 受光部的第 2 光學系統，改變該第 2 光學系統的焦點位置並拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著上述焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷的程序。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載的晶圓檢查方法，其中在該分類程序中，使該焦點位置位於反向(reverse)位置時拍攝得暗，位於正向(forward)位置時拍攝得亮時，則將該坑洞候選判定為坑洞。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的晶圓檢查方法，其中該坑洞候選包含粒子。

4. 如申請專利範圍第 3 項所記載的晶圓檢查方法，在該選定程序中，將上述缺陷當中，長徑或長邊在 20 μ m 以下的缺陷作為上述坑洞候選。

5. 如申請專利範圍第 1 項所記載的晶圓檢查方法，其中該晶圓為經過鏡面加工的矽晶圓。

6. 一種晶圓檢查裝置，其包括：

第 1 光學系統，其係相對於晶圓表面垂直設置，具有環形光纖照明及第 1 受光部；

第 2 光學系統，其係相對於該晶圓表面傾斜設置，具有平行光的照射光源及第 2 受光部；

第 1 掃描部，其係使該第 1 光學系統於平行於晶圓表面的方向進行掃描；

第 2 掃描部，維持該第 2 光學系統的該傾斜，同時使該第 2 光學系統於平行於晶圓表面的方向進行掃描；及

控制部，其控制該第 1 光學系統、該第 2 光學系統、該第 1 掃描部及該第 2 掃描部；

其中，該控制部控制該第 1 光學系統，照射該晶圓表面的特定位置，用該第 1 受光部接收該晶圓的缺陷造成的垂直散射光，並且控制該第 1 掃描部，使該第 1 光學系統進行掃描以測定該垂直散射光的亮度資訊，同時在該晶圓的面內全域測定該亮度資訊以選出該晶圓的缺陷，從該等已選出的缺陷選定坑洞候選，控制該第 2 光學系統及該第 2 掃描部，改變該第 2 光學系統的焦點位置以拍攝該坑洞候選，基於上述已攝影的坑洞候選隨著該第 2 光學系統的該焦點位置的改變而呈現的明暗，將上述坑洞候選分類為坑洞及坑洞以外的缺陷。