



(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 I914081 B

(45)公告日：中華民國 115 (2026) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：113149253

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 18 日

(51)Int. Cl. : G01N21/88 (2006.01)

G01N21/94 (2006.01)

C30B15/04 (2006.01)

C30B29/06 (2006.01)

(30)優先權：2024/06/25

中國大陸

2024108273246

(71)申請人：大陸商西安奕斯偉材料科技股份有限公司 (中國大陸) XI'AN ESWIN MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

中國大陸

(72)發明人：郝茜 XI, XI (CN)；王剛 WANG, GANG (CN)；程遠梅 CHENG, YUANMEI (CN)

(74)代理人：張耀暉；莊志強

(56)參考文獻：

TW 202001234A

TW 202119517A

US 2019/0257001A1

US 2020/0149188A1

US 2020/0333262A1

審查人員：張耕誌

申請專利範圍項數：10 項

圖式數：11

共 29 頁

(54)名稱

一種檢測無缺陷晶圓及其缺陷的偵測方法

(57)摘要

本申請提供了一種檢測無缺陷晶圓及其缺陷的偵測方法，該偵測方法可以包括：對於待測晶圓沿直徑方向裂解後的裂解樣品，在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的晶體原生顆粒 COP 缺陷密度；當所有偵測區間的 COP 缺陷密度均小於或等於設定的密度閾值時，確定所述待測晶圓為無 COP 缺陷的晶圓。

指定代表圖：

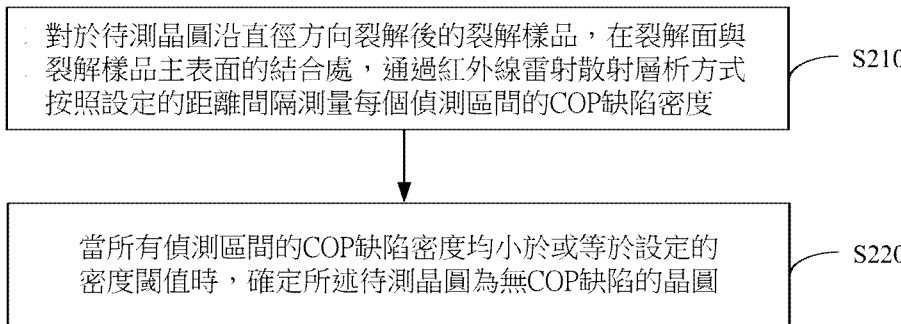


圖2

符號簡單說明：

S210:對於待測晶圓沿直徑方向裂解後的裂解樣品，在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的 COP 缺陷密度

S220:當所有偵測區間的 COP 缺陷密度均小於或等於設定的密度

閾值時，確定所述待
測晶圓為無 COP 缺陷
的晶圓



I914081

【發明摘要】

【中文發明名稱】一種檢測無缺陷晶圓及其缺陷的偵測方法

【中文】

本申請提供了一種檢測無缺陷晶圓及其缺陷的偵測方法，該偵測方法可以包括：對於待測晶圓沿直徑方向裂解後的裂解樣品，在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的晶體原生顆粒 COP 缺陷密度；當所有偵測區間的 COP 缺陷密度均小於或等於設定的密度閾值時，確定所述待測晶圓為無 COP 缺陷的晶圓。

【指定代表圖】圖2

【代表圖之符號簡單說明】

S210:對於待測晶圓沿直徑方向裂解後的裂解樣品，在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的 COP 缺陷密度

S220:當所有偵測區間的 COP 缺陷密度均小於或等於設定的密度閾值時，確定所述待測晶圓為無 COP 缺陷的晶圓

【發明說明書】

【中文發明名稱】一種檢測無缺陷晶圓及其缺陷的偵測方法

【技術領域】

【0001】 本申請主張在2024年6月25日在中國提交的中國專利申請No. 202410827324.6的優先權，其全部內容通過引用包含於此。

【0002】 本申請涉及半導體製造技術領域，尤其涉及一種檢測無缺陷晶圓及其缺陷的偵測方法。

【先前技術】

【0003】 半導體晶圓，特別適用於形成半導體器件的單晶矽晶圓，通常是由採用直拉法或者施加磁場的直拉法製造的單晶矽棒來製造。以直拉法所製造的單晶矽，通常含有因晶格點的矽（Si）原子丟失所形成的八面體空隙缺陷，在一些情況下，可被稱之為晶體原生顆粒（Crystal Originated Particle，COP）缺陷。

【0004】 當前相關方案通常採用粒子計數器（Particle counter）對晶圓的COP缺陷進行偵測。在該相關方案中，一方面，粒子計數器通常僅能夠偵測到晶圓表面以及距晶圓表面0.3微米深度內的COP缺陷，而COP缺陷為晶圓的體內缺陷，因此，粒子計數器無法準確地偵測出晶圓內部所存在的全部COP缺陷。另一方面，粒子計數器在偵測過程中需要對待測晶圓表面進行清潔處理，否則，會將晶圓表面附著的顆粒誤判為COP缺陷。

【0005】 因此，目前相關方案對於COP缺陷的偵測精度較低，且方案無法準確地量化評估，並且需要額外的表面清潔工序，增加了偵測成本。

【發明內容】

【0006】有鑑於此，本申請期望提供一種檢測無缺陷晶圓及其缺陷的偵測方法；能夠提高COP缺陷的偵測精確度，準確地量化評估出COP缺陷，降低偵測成本。

【0007】本申請的技術方案是這樣實現的：

【0008】第一方面，本申請提供了一種晶圓缺陷的偵測方法，所述偵測方法包括：

【0009】對於待測晶圓沿直徑方向裂解後的裂解樣品，在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的COP缺陷密度；其中，所述偵測區間以在所述結合處按照所述距離間隔區分得到；

【0010】當所有偵測區間的COP缺陷密度均小於或等於設定的密度閾值時，確定所述待測晶圓為無COP缺陷的晶圓。

【0011】在一些示例中，所述方法還包括：

【0012】獲取多個表面無缺陷聚集圖案的基準晶圓；

【0013】對於每個基準晶圓，沿直徑方向裂解獲得對應的基準樣品；

【0014】對於每個基準樣品，在裂解面與基準樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的COP缺陷密度；其中，所述偵測區間以在所述結合處按照所述距離間隔區分得到；

【0015】根據所有基準樣品的COP缺陷密度獲取COP缺陷密度平均值以及COP缺陷密度的標準差；

【0016】按照所述COP缺陷密度平均值以及設定數目的所述標準差範圍，確定所述密度閾值。

【0017】在一些示例中，所述按照所述COP缺陷密度平均值以及設定數目的所述標準差範圍，確定所述密度閾值，包括：

【0018】 根據所述COP缺陷密度平均值分別在正、負方向的5個標準差範圍確定所述密度閾值。

【0019】 在一些示例中，所述密度閾值處於 5×10^6 至 8×10^6 個/ cm^3 之間。

【0020】 在一些示例中，所述在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的COP缺陷密度，包括：

【0021】 在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，從所述裂解樣品所在的待測晶圓的中心開始至沿所述待測晶圓半徑方向的邊緣，按照所述距離間隔確定多個偵測區間；

【0022】 針對每個偵測區間，使紅外線雷射從所述待測晶圓主表面處入射；

【0023】 利用偵測器偵測來自對應偵測區間的裂解面的散射光，以獲得每個偵測區間的COP缺陷數量；

【0024】 按照每個偵測區間的面積以及每個偵測區間的COP缺陷數量，獲得每個偵測區間內的COP缺陷密度。

【0025】 在一些示例中，所述在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的COP缺陷密度，包括：

【0026】 在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，從所述裂解樣品所在的待測晶圓的中心開始至沿所述待測晶圓直徑方向的兩個邊緣，按照所述距離間隔確定多個子區間對；其中，每個子區間對中的兩個子區間與所述待測晶圓的中心距離相等，並且每個子區間對按照與所述待測晶圓的中心距離分別對應一個偵測區間；

【0027】 針對每個子區間對中的每個子區間，使紅外線雷射從所述待測晶

圓主表面處入射；

【0028】 利用偵測器偵測來自對應偵測區間的裂解面的散射光，以獲得每個子區間對中的每個子區間的COP缺陷數量；

【0029】 按照每個子區間的面積以及每個子區間的COP缺陷數量，獲得每個子區間內的COP缺陷密度；

【0030】 根據每個子區間對中的兩個子區間的COP缺陷密度獲取每個子區間對所對應的COP缺陷密度以得到每個偵測區間的COP缺陷密度。

【0031】 在一些示例中，所述距離間隔處於1至5mm之間。

【0032】 第二方面，本申請提供了一種晶圓，所述晶圓按照第一方面及其示例中的任一項所述的晶圓缺陷的偵測方法被確定為無COP缺陷的晶圓。

【0033】 第三方面，本申請提供了一種晶圓，所述晶圓沿直徑方向裂解後，在裂解面與待測晶圓主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量得到的每個偵測區間的晶體原生顆粒COP缺陷密度小於設定的密度閾值；其中，所述密度閾值處於 5×10^6 至 8×10^6 個/ cm^3 之間。

【0034】 在一些示例中，所述距離間隔處於1至5mm之間。

【0035】 本申請提供了一種檢測無缺陷晶圓及其缺陷的偵測方法；將待測晶圓進行裂解後，通過LST方式從處於晶圓內部的裂解面接收散射光而測量出每個偵測區間的COP缺陷密度，相較於採用粒子計數器的常規方案，能夠從更大的深度偵測COP缺陷，提高了COP缺陷的偵測精確度，能夠準確地量化評估出COP缺陷；此外，來自晶圓內部的散射光不會受到晶圓表面附著的雜質的影響，無需在COP缺陷密度偵測之前對晶圓表面進行額外的清潔工序，降低了偵測成本。

【圖式簡單說明】

【0036】圖1為本申請提供的粒子計數器偵測COP缺陷的示意圖。

【0037】圖2為本申請提供的一種晶圓缺陷的偵測方法流程示意圖。

【0038】圖3（A）為本申請提供的一種待測晶圓示意圖。

【0039】圖3（B）為本申請提供的一種裂解樣品示意圖。

【0040】圖4為本申請提供的一種劃分偵測區間的示意圖。

【0041】圖5為本申請提供的LST方式測量偵測區間的COP缺陷密度的示意圖。

【0042】圖6為本申請提供的另一種劃分偵測區間的示意圖。

【0043】圖7為本申請提供的確定密度閾值的流程示意圖。

【0044】圖8（A）為本申請提供的通過LST測量的晶圓A的偵測結果示意圖。

【0045】圖8（B）為本申請提供的利用粒子計數器對晶圓A的偵測結果示意圖。

【0046】圖9（A）為本申請提供的通過LST測量的晶圓B的偵測結果示意圖。

【0047】圖9（B）為本申請提供的利用粒子計數器對晶圓B的偵測結果示意圖。

【0048】圖10（A）為本申請提供的通過LST測量的晶圓C的偵測結果示意圖。

【0049】圖10（B）為本申請提供的利用粒子計數器對晶圓C的偵測結果示意圖。

【0050】圖11（A）為本申請提供的通過LST測量的晶圓D的偵測結果示意圖。

【0051】圖11（B）為本申請提供的利用粒子計數器對晶圓D的偵測結果

示意圖。

【0052】圖11(C)為本申請提供的利用SEM對晶圓D的偵測結果示意圖。

【實施方式】

【0053】下面將結合本申請中的附圖，對本申請中的技術方案進行清楚、完整地描述。

【0054】對於採用粒子計數器(Particle counter)偵測晶圓的COP缺陷的相關方案，本申請結合圖1簡要地闡述如下：粒子計數器對矽晶圓1照射入射光IL1，並通過接收散射光SL1，並根據散射光SL1形成的亮點缺陷(Light Point Defect, LPD)以檢出COP缺陷3。該相關方案可以偵測出表面以及距表面0.3 μm 深度內的COP缺陷3，然而無法偵測晶圓內部，例如距表面2 μm 深度的缺陷2。此外，除了COP缺陷3之外，矽晶圓1表面附著的雜質等同樣會形成LPD以對COP缺陷3的偵測形成誤判，因此，在執行相關方案之前，需要對矽晶圓1的表面進行額外的清潔工序，以降低誤判的形成概率，增加了偵測成本。

【0055】針對以上所描述的，本申請期望提高COP缺陷偵測的精確度並且在偵測前無需額外的工序，降低偵測成本。

【0056】基於此，參見圖2，其示出了本申請提供的一種晶圓缺陷的偵測方法，如圖2所示，該偵測方法可以包括步驟S210至S220。

【0057】在步驟S210中，對於待測晶圓沿直徑方向裂解後的裂解樣品，在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析(Laser Scattering Tomography, LST)方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的COP缺陷密度。

【0058】在步驟S220中，當所有偵測區間的COP缺陷密度均小於或等於設定的密度閾值時，確定所述待測晶圓為無COP缺陷的晶圓。

【0059】 以下進一步詳細描述圖2所示的技術方案中的各步驟。

【0060】 [步驟S210]

【0061】 在本申請中，以圖3（A）所示的待測晶圓30為例，沿虛線所示的直徑方向裂解後，得到圖3（B）所示的裂解樣品31。在該裂解樣品中，除了原待測晶圓30的主表面32和下表面33之外，還包括藉由裂解操作形成的裂解面34。需要說明的是，在圖3（B）中，以主表面32為主表面，裂解面34與主表面32在棱35處結合，該棱35則為步驟S210中所述的裂解面與裂解樣品主表面的結合處。對於該結合處，本申請按照設定的距離間隔區分得到偵測區間以進行LST測量。

【0062】 在一些示例中，如圖4所示的裂解面34，待測晶圓30的中心標識為O，在裂解面34與主表面32的結合處，從該中心O起，基於箭頭所示出的待測晶圓30的半徑方向至邊緣E，可以按照距離間隔D在裂解面34區分得到如點劃線所示出的偵測區間，分別標識為41-1、41-2……41-N，N表示偵測區間的數量。在本申請中，距離間隔D可以為1mm至5mm之間的任一數值，比如距離間隔D可以為1mm、1.5mm、2mm、2.5mm、3mm、4mm、5mm等，也可以按照實際情況靈活確定。

【0063】 針對圖4中示出的每個偵測區間，即偵測區間41-1、41-2……41-N中的每一個，通過LST方式測量每個偵測區間的COP缺陷密度。具體來說，如圖5所示，以第i個偵測區間41-i為例，使紅外線雷射51從主表面32處入射；利用偵測器52偵測來自對應偵測區間41-i的裂解面的散射光53（瑞利散射光Rayleigh scattering light），以獲得第i個偵測區間41-i的COP缺陷數量。在本申請中，偵測器52可以是電荷耦合器件(Charge Coupled Device，CCD)相機、互補金屬氧化物半導體 (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor，CMOS)圖像感測器等。

【0064】 在按照圖5所示的方案獲得每個偵測區間的COP缺陷數量之後，就可以按照每個偵測區間的面積以及每個偵測區間的COP缺陷數量，獲得每個偵測區間內的COP缺陷密度。在本申請中，COP缺陷密度的單位是個/cm³。

【0065】 需要說明的是，由於直拉法拉晶過程中，單晶矽棒一直是緩慢旋轉並且上移，因此，可以認為在距晶圓中心相同位置處的COP缺陷密度是一致的。上述圖4所示示例僅沿半徑方向劃分偵測區間，那麼在未劃分偵測區間的部分中，與偵測區間相對稱的位置處的COP缺陷密度可以認為與相對稱的偵測區間內的COP缺陷密度一致。

【0066】 在一些示例中，如圖6所示的裂解面34，待測晶圓30的中心標識為O，在裂解面34與主表面32的結合處，從該中心O起，基於待測晶圓30的直徑方向至兩個邊緣E及E'，分別按照距離間隔D在裂解面34區分得到點劃線示出的N個子區間對，分別標識為61-1、61-2、……61-N，在本申請中，每個子區間對均可對應地視為一偵測區間。

【0067】 每個子區間對均包含兩個子區間，例如子區間對61-1包含子區間61-1a和61-1b，子區間對61-2包含子區間61-2a和61-2b，以此類推，子區間對61-N包含子區間對61-Na和61-Nb。此外，在每一個子區間對中，其包含的兩個子區間與中心O的距離相等，比如圖6中示出的子區間對61-2，其包含的子區間61-2a和61-2b與中心O的距離相等。

【0068】 針對每個子區間對中的每個子區間，比如子區間對61-1中的子區間61-1a和61-1b，可以採用與前述圖5所示的相同的測量方案測量每個子區間的COP缺陷密度。比如針對子區間61-1a，可以使紅外線雷射從主表面32處入射；利用偵測器52偵測來自對應子區間61-1a的裂解面的散射光，以獲得子區間61-1a的COP缺陷數量。

【0069】 在按照圖5所示的相同的方案獲取子區間61-1a的COP缺陷數量之後，就可以按照子區間61-1a的面積以及COP缺陷數量獲得子區間61-1a的COP缺陷密度。可以理解地，也可以按照上述過程獲取子區間61-1b的COP缺陷密度。

【0070】 在獲得子區間61-1a和61-1b的COP缺陷密度之後，可以通過求取平均值的方式計算出子區間對61-1的COP缺陷密度，也就是偵測區間61-1的COP缺陷密度。

【0071】 需要說明的是，針對圖6中每個子區間對，可以按照上述過程獲取對應的COP缺陷密度以得到每個偵測區間的COP缺陷密度，本申請對此不做贅述。

【0072】 如上所述，將待測晶圓進行裂解後，通過LST方式從處於晶圓內部的裂解面接收散射光而測量出每個偵測區間的COP缺陷密度，相較於採用粒子計數器的常規方案，能夠從更大的深度偵測COP缺陷，提高了COP缺陷的偵測精準度，而且準確地量化評估出COP缺陷；此外，來自晶圓內部的散射光不會受到晶圓表面附著的雜質的影響，無需在COP缺陷密度偵測之前對晶圓表面進行額外的清潔工序，降低了偵測成本。

【0073】 [步驟220]

【0074】 結合上述內容，在測量出裂解樣品中的每個偵測區間的COP缺陷密度之後，就能形成偵測區間與COP缺陷密度數值之間的對應關係。在本申請中，將每個偵測區間對應的COP缺陷密度分別與用於評估是否為無COP缺陷(COP free)缺陷的密度閾值進行比較，以確定待測晶圓是否無COP缺陷。需要說明的是，“無COP缺陷”是指晶圓的COP缺陷密度小於特定的指標值，在本申請中，密度閾值則是該指標值的一種表現形式，即如果所有偵測區間的COP缺陷密度均小於或等於該密度閾值，則可以確定待測晶圓30是無COP

缺陷（COP free）的晶圓。如果所有偵測區間中存在至少一個偵測區間的COP缺陷密度大於該密度閾值，則可以確定待測晶圓30是存在COP缺陷（COP unfree）的晶圓。

【0075】對於該密度閾值，作為評估是否為無COP缺陷晶圓的指標。在一些示例中，本申請提出的晶圓缺陷的偵測方法還可以包括密度閾值的確定過程。如圖7所示，密度閾值的確定過程可以包括步驟S201至步驟S205。

【0076】在步驟S201中，獲取多個表面無缺陷聚集圖案的基準晶圓。

【0077】在本步驟中，基準晶圓可以是經粒子計數器偵測表面顆粒沒有原生缺陷聚集的晶圓。具體來說，在利用粒子計數器（Particle counter）對一張晶圓的表面顆粒進行偵測之後，如果在偵測結果中無法通過目測發現環狀聚集圖案或者以晶圓中心為圓心的圓形聚集圖案，那麼將該晶圓通過掃描電子顯微鏡（SEM）進行偵測。當SEM的偵測結果同樣表示該晶圓不存在COP缺陷時，則該晶圓可以被選定成為基準晶圓。否則，不能夠被選定成為基準晶圓。在本申請中，基準晶圓的數量可以是5個、10個、15個、20個等，也可以按照實際情況靈活設定。

【0078】在步驟S202中，對於每個基準晶圓，沿直徑方向裂解獲得對應的基準樣品。

【0079】在步驟S203中，對於每個基準樣品，在裂解面與基準樣品主表面的結合處，通過LST方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的COP缺陷密度。

【0080】在本申請中，上述步驟S202和步驟S203，其實施細節與前述步驟S210的詳細描述中關於圖3至圖5的內容相同，即利用LST測量每個基準晶圓的每個偵測區間的COP缺陷密度，在此不作贅述。需要說明的是，每個基準晶圓的每個偵測區間均可以多次測量，以準確獲取統計值。

【0081】舉例來說，設定基準晶圓為12英寸（直徑為300mm）的單晶晶圓，基準晶圓的數量為5片，距離間隔為2mm。對於每張基準晶圓進行裂解後得到的基準樣品，按照前述圖4所示的偵測區間的劃分示例，每個基準樣品的偵測區間的數量為75個，以每個偵測區間按照LST測量3次為例，總共可以獲得 $75 \times 3 \times 5 = 1125$ 筆COP缺陷密度值。

【0082】在步驟S204中，根據所有基準樣品的COP缺陷密度獲取COP缺陷密度平均值以及COP缺陷密度的標準差。

【0083】在本申請中，結合前述舉例，對於1125筆COP缺陷密度值，可以計算出COP缺陷密度平均值 mean 。在獲得該平均值 mean 之後，可以結合該平均值以及1125筆COP缺陷密度值計算出COP缺陷密度的標準差 σ ，該標準差用於衡量基準晶圓的COP缺陷密度的分佈離散程度。

【0084】在步驟S205中，按照COP缺陷密度平均值以及設定數目的標準差範圍，確定密度閾值。

【0085】對於步驟S205，大多數的數據點集中在平均值的正、負方向的1個或2個標準差範圍內，而本申請可以設定為5個標準差範圍，即數據集中99.99943%的值均會落在平均值的 ± 5 個標準差(σ)的範圍內。在一些示例中，可以根據COP缺陷密度平均值分別在正、負方向的5個標準差範圍確定密度閾值。具體來說，密度閾值 $\text{baseline} = \text{mean} + 5\sigma$ 。在一些示例中，密度閾值處於 5×10^6 至 8×10^6 個/ cm^3 之間。

【0086】在本申請中，由於在根據前述技術方案的缺陷偵測過程需要將待測晶圓進行裂解，那麼即便該待測晶圓經前述技術方案確定為無COP缺陷的晶圓，該待測晶圓也因為損壞而無法流入至下一工序。基於此，在一些示例中，所述方法還包括：在確定所述待測晶圓為無COP缺陷的晶圓之後，將所述待測晶圓所在批次內的其他晶圓均確定為無COP缺陷的晶圓。

【0087】對於上述實例，具體來說，可以從同一批次（lot），比如25片晶圓中抽選出至少一片待測晶圓，如果該待測晶圓經前述技術方案確定為無COP缺陷的晶圓，那麼則可以將該批次（lot）內的其他晶圓均確定為無COP缺陷的晶圓。

【0088】以下利用分別標識為A、B、C和D的四張待測晶圓的實施例對本申請的技術方案更具體地進行說明，可以理解地，本申請並非限定於以下實施例。在本申請中，四張晶圓A、B、C和D均為12英寸（直徑300mm）晶圓。

【0089】 [實施例1]

【0090】以晶圓A為例，基於半徑方向從晶圓A的中心起至邊緣按照距離間隔為2mm劃分得到偵測區間，通過LST測量偵測區間的COP缺陷密度，偵測結果如圖8（A）所示。在圖8（A）中，橫坐標表示偵測區間距晶圓A的中心的距離，縱坐標表示COP缺陷密度，橫線表示密度閾值baseline。從圖8（A）可以看出，所有偵測區間的COP缺陷密度均小於baseline，那麼則可以確定晶圓A為無COP缺陷（COP free）的晶圓。

【0091】在對晶圓A通過LST測量偵測區間的COP缺陷密度之前，利用粒子計數器（Particle counter）對晶圓A的表面顆粒進行偵測，偵測結果（map圖）如圖8（B）所示。從圖8（B）可以看出，晶圓A的表面顆粒分佈分散並且數量較少。由此可以得到與圖8（A）所示結果相同的結論，即晶圓A為無COP缺陷的晶圓。

【0092】 [實施例2]

【0093】以晶圓B為例，基於半徑方向從晶圓B的中心起至邊緣按照距離間隔為2mm劃分得到偵測區間，通過LST測量偵測區間的COP缺陷密度，偵測結果如圖9（A）所示。從圖9（A）可以看出，從晶圓B的中心至邊緣都存在

COP缺陷密度大於baseline的偵測區間，並且偵測區間的數量較多，可以確定晶圓B為存在COP缺陷的晶圓。

【0094】 在對晶圓A通過LST測量偵測區間的COP缺陷密度之前，利用粒子計數器（Particle counter）對晶圓B的表面顆粒進行偵測，偵測結果（map圖）如圖9（B）所示。從圖9（B）可以看出，晶圓B的表面顆粒分佈密集，並且數量較多。由此可以得到與圖9（A）所示結果相同的結論，即晶圓B為存在COP缺陷的晶圓。

【0095】 [實施例3]

【0096】 以晶圓C為例，基於半徑方向從晶圓C的中心起至邊緣按照距離間隔為2mm劃分得到偵測區間，通過LST測量偵測區間的COP缺陷密度，偵測結果如圖10（A）所示。從圖10（A）可以看出，從晶圓C的中心至半徑96mm處的區域COP缺陷密度大於baseline，從96mm到邊緣的COP缺陷密度均小於baseline，可以確定晶圓C為存在COP缺陷的晶圓。

【0097】 在對晶圓A通過LST測量偵測區間的COP缺陷密度之前，利用粒子計數器（Particle counter）對晶圓C的表面顆粒進行偵測，偵測結果（map圖）如圖10（B）所示。在圖10（B）中，晶圓C的中心至96mm處的顆粒數量較多，並且呈現以晶圓中心為圓心的圓形聚集圖案，由此可以得到與圖10（A）所示結果相同的結論，即晶圓C為存在COP缺陷的晶圓。

【0098】 [實施例4]

【0099】 以晶圓D為例，基於半徑方向從晶圓D的中心起至邊緣按照距離間隔為2mm劃分得到偵測區間，通過LST測量偵測區間的COP缺陷密度，偵測結果如圖11（A）所示。從圖11（A）可以看出，在所有偵測區間中，由從晶圓D的中心至半徑24mm處的區域COP缺陷密度大於baseline，從24mm到邊緣

的COP缺陷密度均小於baseline，可以確定晶圓D為存在COP缺陷(COP unfree) 的晶圓。

【0100】 在對晶圓A通過LST測量偵測區間的COP缺陷密度之前，利用粒子計數器(Particle counter) 對晶圓D的表面顆粒進行偵測，偵測結果(map 圖) 如圖11 (B) 所示。在圖11 (B) 中，晶圓D的表面顆粒沒有呈現圓形聚集圖案，基於圖11 (B) 所示結果，晶圓D為無COP缺陷的晶圓。

【0101】 針對圖11 (A) 與圖11 (B) 所分別得出的不同的缺陷判定結論，本實施例可以將晶圓D在執行LST測量之前預先通過掃描電子顯微鏡(SEM) 進行偵測，偵測結果如圖11 (C) 所示，從圖11 (C) 左側的掃描圖像以及圖11 (C) 右側的成分分析圖可以看出，晶圓D為有COP缺陷(COP unfree) 的晶圓，與通過LST測量所得到的結論一致。由此可以看出，本申請提供的晶圓缺陷的偵測方法，相較於採用粒子計數器的常規方案，具有更高的COP缺陷的偵測精確度。

【0102】 需要說明的是：本申請所記載的技術方案之間，在不衝突的情況下，可以任意組合。

【0103】 以上所述，僅為本申請的具體實施方式，但本申請的保護範圍並不局限於此，任何熟悉本技術領域的技術人員在本申請揭露的技術範圍內，可輕易想到變化或替換，都應涵蓋在本申請的保護範圍之內。因此，本申請的保護範圍應以所述權利要求的保護範圍為準。

【符號說明】

【0104】

IL1:入射光

SL1:散射光

1:矽晶圓

2:缺陷

3:COP缺陷

S201:獲取多個表面無缺陷聚集圖案的基準晶圓

S202:對於每個基準晶圓，沿直徑方向裂解獲得對應的基準樣品

S203:對於每個基準樣品，在裂解面與基準樣品主表面的結合處，通過LST方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的COP缺陷密度

S204:根據所有基準樣品的COP缺陷密度獲取COP缺陷密度平均值以及COP缺陷密度的標準差

S205:按照COP缺陷密度平均值以及設定數目的標準差範圍，確定密度閾值

S210:對於待測晶圓沿直徑方向裂解後的裂解樣品，在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的COP缺陷密度

S220:當所有偵測區間的COP缺陷密度均小於或等於設定的密度閾值時，確定所述待測晶圓為無COP缺陷的晶圓

30:待測晶圓

31:裂解樣品

32:主表面

33:下表面

34:裂解面

35:棱

O:中心

D:距離間隔

E:邊緣

E':邊緣

51:紅外線雷射

52:偵測器

53:散射光

61-1~61-N:子區間對

61-1a~61-Na:子區間

61-1b~61-Nb:子區間

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種晶圓缺陷的偵測方法，所述偵測方法包括：

對於待測晶圓沿直徑方向裂解後的裂解樣品，在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的晶體原生顆粒 COP 缺陷密度；其中，所述偵測區間以在所述結合處按照所述距離間隔區分得到；

當所有偵測區間的 COP 缺陷密度均小於或等於設定的密度閾值時，確定所述待測晶圓為無 COP 缺陷的晶圓。

【請求項2】 如請求項 1 所述的偵測方法，其中，所述方法還包括：

獲取多個表面無缺陷聚集圖案的基準晶圓；

對於每個基準晶圓，沿直徑方向裂解獲得對應的基準樣品；

對於每個基準樣品，在裂解面與基準樣品主表面的結合處，

通過所述紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的晶體原生顆粒 COP 缺陷密度；其中，所述偵測區間以在所述結合處按照所述距離間隔區分得到；

根據所有基準樣品的 COP 缺陷密度獲取 COP 缺陷密度平均值以及 COP 缺陷密度的標準差；

按照所述 COP 缺陷密度平均值以及設定數目的標準差範圍，確定所述密度閾值。

【請求項3】 如請求項 2 所述的偵測方法，其中，所述按照所述 COP 缺陷密度平均值以及設定數目的標準差範圍，確定所述密度閾值，包括：

根據所述 COP 缺陷密度平均值分別在正、負方向的 5 個標準

差範圍確定所述密度閾值。

【請求項4】 如請求項 1 所述的偵測方法，其中，所述密度閾值處於 5×10^6 至 8×10^6 個/cm³ 之間。

【請求項5】 如請求項 1 所述的偵測方法，其中，所述在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的晶體原生顆粒 COP 缺陷密度，包括：

在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，從所述裂解樣品所在的所述待測晶圓的中心開始至沿所述待測晶圓半徑方向的邊緣，按照所述距離間隔確定多個偵測區間；

針對每個偵測區間，使紅外線雷射從所述待測晶圓主表面處入射；

利用偵測器偵測來自對應偵測區間的裂解面的散射光，以獲得每個偵測區間的 COP 缺陷數量；

按照每個偵測區間的面積以及每個偵測區間的 COP 缺陷數量，獲得每個偵測區間內的 COP 缺陷密度。

【請求項6】 如請求項 4 所述的偵測方法，其中，所述在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量每個偵測區間的晶體原生顆粒 COP 缺陷密度，包括：

在裂解面與裂解樣品主表面的結合處，從所述裂解樣品所在的所述待測晶圓的中心開始至沿所述待測晶圓直徑方向的兩個邊緣，按照所述距離間隔確定多個子區間對；其中，每個子區間對中的兩個子區間與所述待測晶圓的中心距離

相等，並且每個子區間對按照與所述待測晶圓的中心距離分別對應一個偵測區間；

針對每個子區間對中的每個子區間，使紅外線雷射從所述待測晶圓主表面處入射；

利用偵測器偵測來自對應偵測區間的裂解面的散射光，以獲得每個子區間對中的每個子區間的 COP 缺陷數量；

按照每個子區間的面積以及每個子區間的 COP 缺陷數量，獲得每個子區間內的 COP 缺陷密度；

根據每個子區間對中的兩個子區間的 COP 缺陷密度獲取每個子區間對所對應的 COP 缺陷密度以得到每個偵測區間的 COP 缺陷密度。

【請求項7】 如請求項 1 至 6 任一項所述的偵測方法，其中，所述距離間隔處於 1 至 5mm 之間。

【請求項8】 一種檢測無缺陷晶圓，所述檢測無缺陷晶圓按照如請求項 1 至 7 任一項所述的晶圓缺陷的偵測方法被確定為無 COP 缺陷的晶圓。

【請求項9】 一種檢測無缺陷晶圓，所述檢測無缺陷晶圓沿直徑方向裂解後，在裂解面與待測晶圓主表面的結合處，通過紅外線雷射散射層析方式按照設定的距離間隔測量得到的每個偵測區間的晶體原生顆粒 COP 缺陷密度小於設定的密度閾值；其中，所述密度閾值處於 5×10^6 至 8×10^6 個/cm³ 之間。

【請求項10】 如請求項 9 所述的檢測無缺陷晶圓，所述距離間隔處於 1 至 5mm 之間。

【發明圖式】

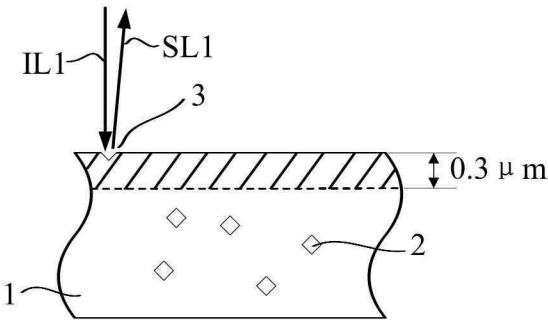


圖1

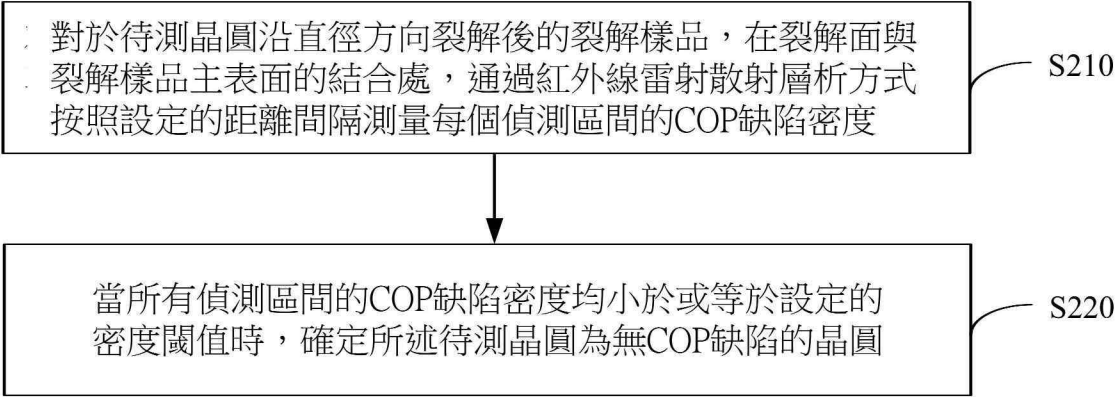


圖2

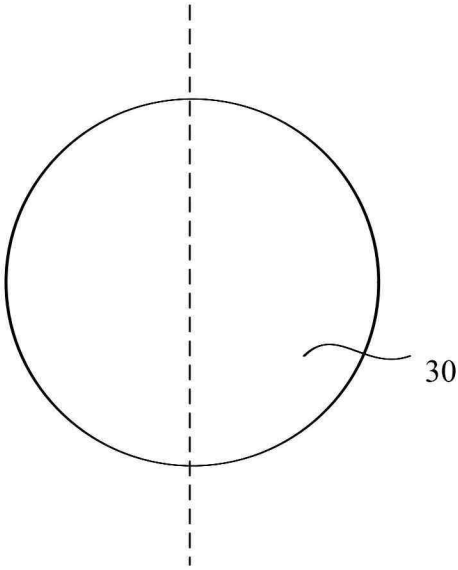


圖3(A)

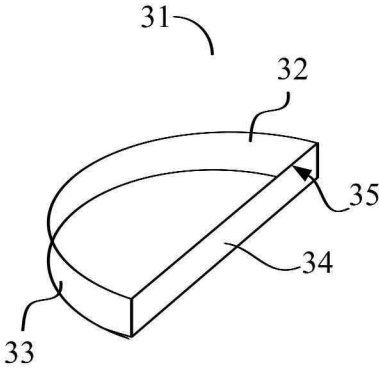


圖3(B)

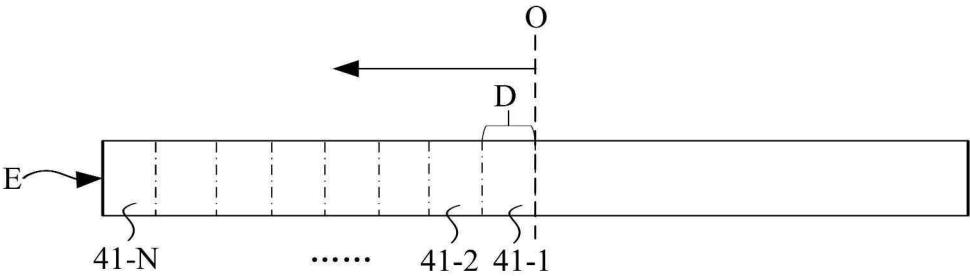


圖4

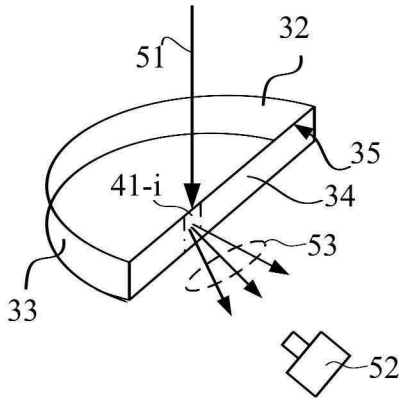


圖5

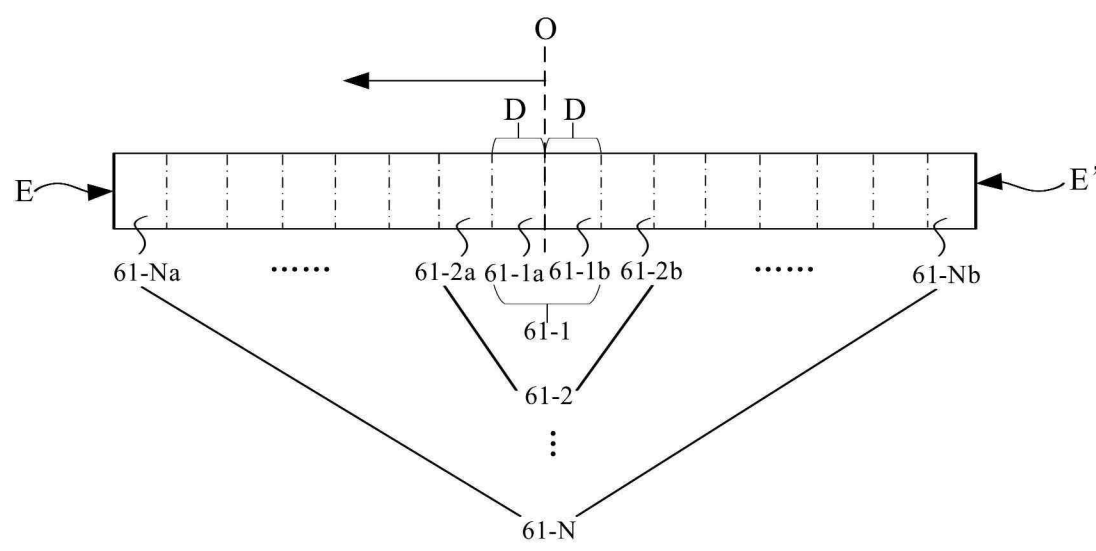


圖6

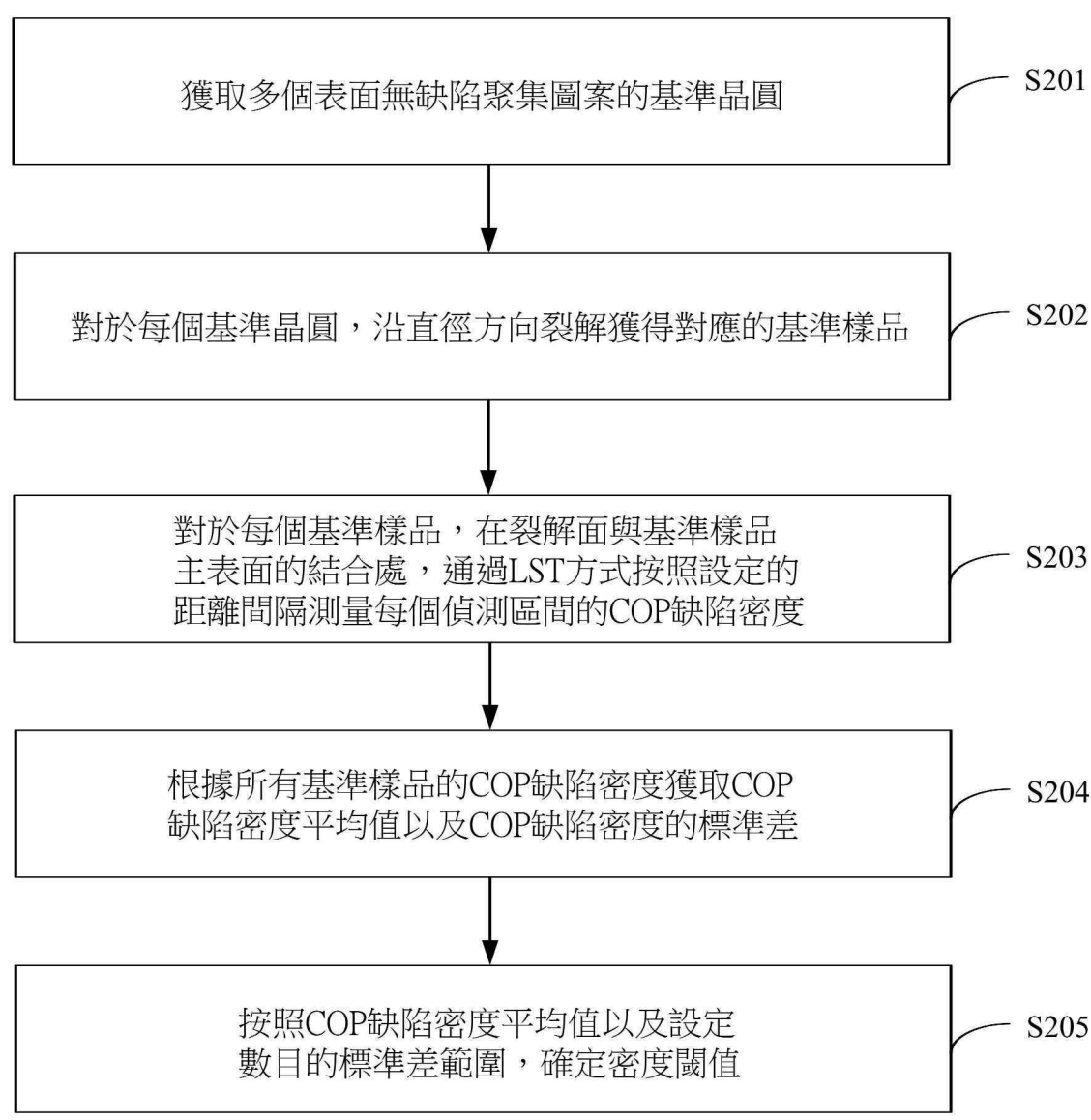


圖7

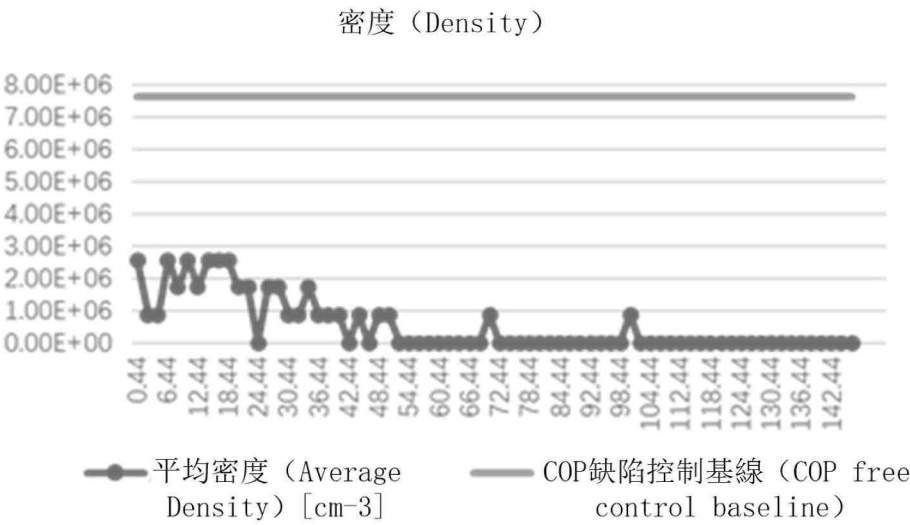


圖8(A)

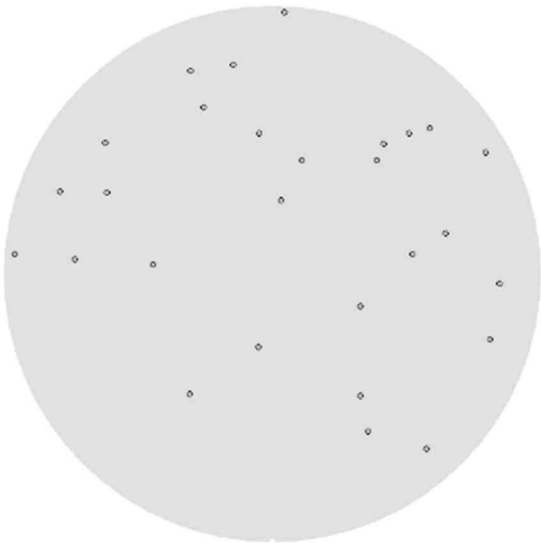


圖8(B)

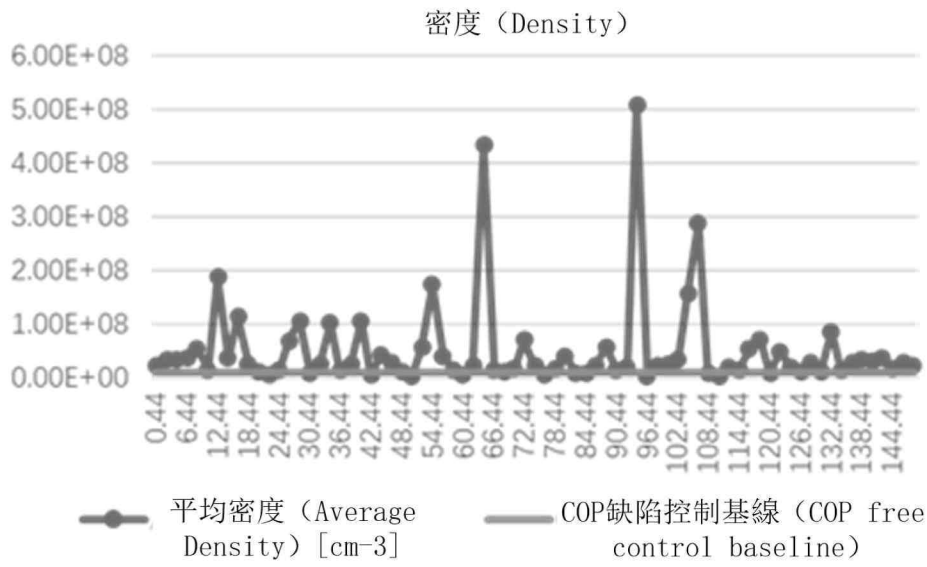


圖9(A)

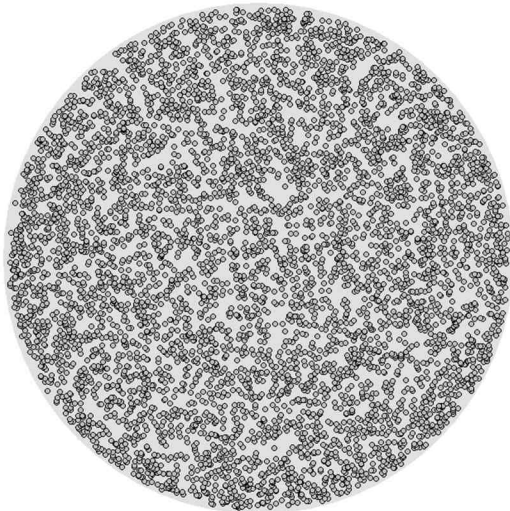


圖9(B)

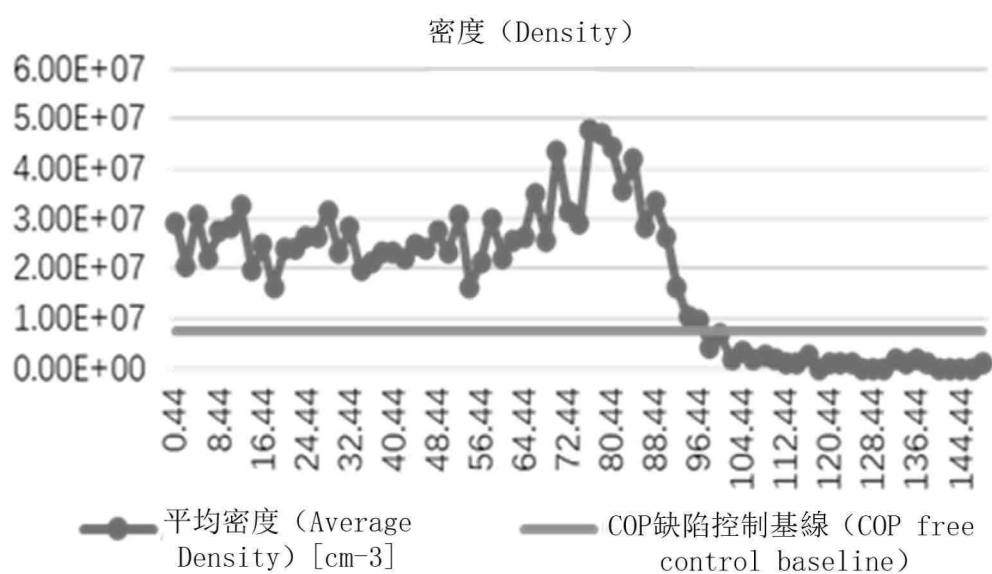


圖10(A)

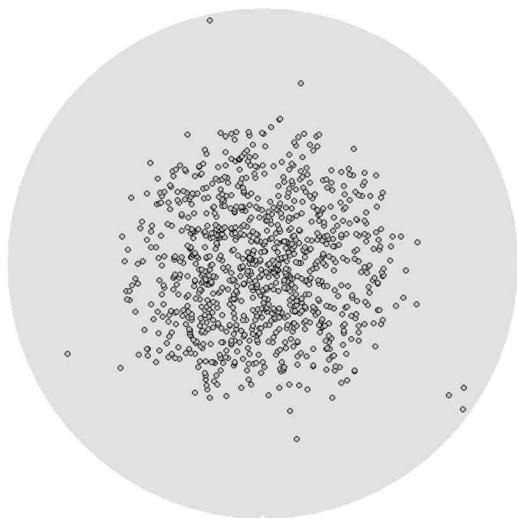


圖10(B)

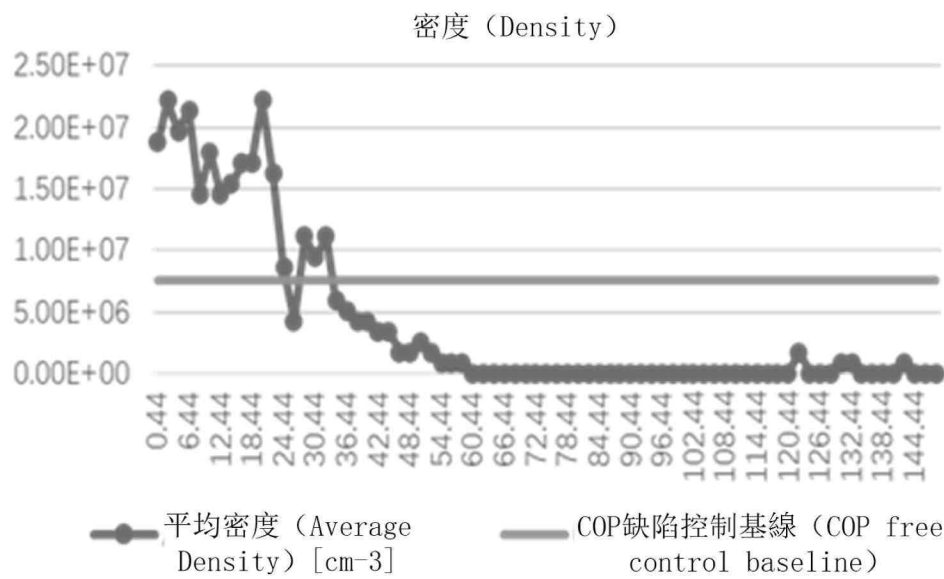


圖11(A)

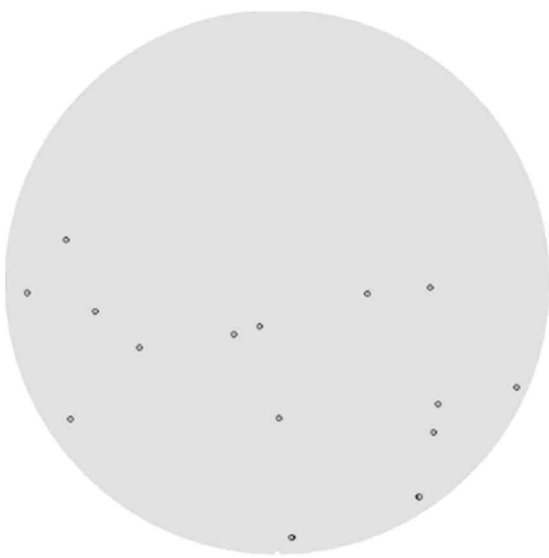


圖11(B)

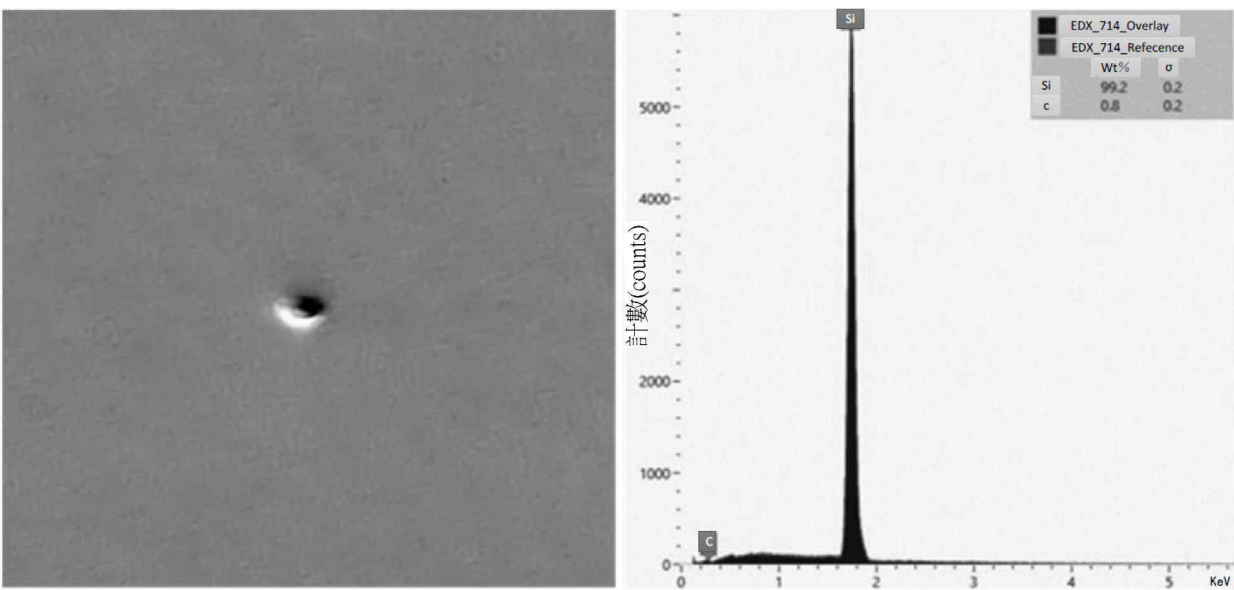


圖11(C)