



(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 I664390 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：104106101

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 25 日

(51)Int. Cl. : **G01B11/24 (2006.01)****G01N21/95 (2006.01)**

(30)優先權：2014/02/25 美國

61/944,244

2015/02/24 美國

14/630,252

(71)申請人：美商克萊譚克公司 (美國) KLA-TENCOR CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：法加里亞 席曼蘇 VAJARIA, HIMANSHU (IN)；喬納賓 西拿 JAHANBIN, SINA (US)；李斯 布雷德利 RIES, BRADLEY (US)；馬哈迪文 摩漢 MAHADEVAN, MOHAN (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2006/0109484A1

US 2009/0142916A1

US 2010/0134615A1

US 2012/0086796A1

審查人員：邱元玠

申請專利範圍項數：31 項 圖式數：11 共 31 頁

(54)名稱

用於堆疊晶圓之檢測和計量之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR INSPECTION AND METROLOGY OF STACKED WAFERS

(57)摘要

本發明揭示輪廓剪影(SHADOW-GRAM)，其等用於一堆疊晶圓之邊緣檢測和計量。系統包含：一光源，其將準直光引導在該堆疊晶圓之一邊緣處；一偵測器，其對置於該光源；及一控制器，其連接至該偵測器。該堆疊晶圓可相對於該光源旋轉。該控制器分析該堆疊晶圓之該邊緣之一輪廓剪影影像。比較該堆疊晶圓在該輪廓剪影影像中之一側影(silhouette)之量測與預定量測。可彙總並分析沿該堆疊晶圓之該邊緣之不同點處之多個輪廓剪影影像。

Shadow-grams are used for edge inspection and metrology of a stacked wafer. The system includes a light source that directs collimated light at an edge of the stacked wafer, a detector opposite the light source, and a controller connected to the detector. The stacked wafer can rotate with respect to the light source. The controller analyzes a shadow-gram image of the edge of the stacked wafer. Measurements of a silhouette of the stacked wafer in the shadow-gram image are compared to predetermined measurements. Multiple shadow-gram images at different points along the edge of the stacked wafer can be aggregated and analyzed.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100 . . . 系統

101 . . . 壓板

102 . . . 堆疊晶圓

103 . . . 光源

104 . . . 準直光

105 . . . 偵測器

106 . . . 控制器

107 . . . 第一層

108 . . . 第二層

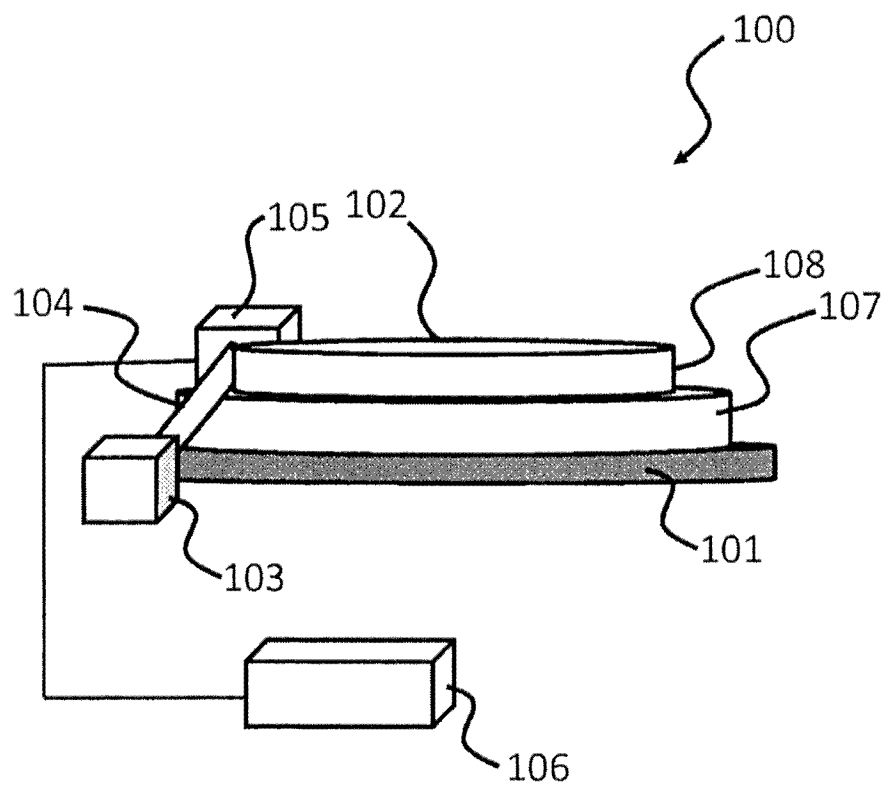


圖 3

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】

用於堆疊晶圓之檢測和計量之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR INSPECTION AND METROLOGY
OF STACKED WAFERS

相關申請案之交叉參考

本申請案主張2014年2月25日申請且讓與美國申請案第61/944,244號之臨時專利申請案之優先權，該案之揭示內容特此以引用之方式併入。

【技術領域】

本發明係關於使用輪廓剪影影像之檢測和計量，且更特定言之，係關於使用輪廓剪影影像之堆疊晶圓之檢測和計量。

【先前技術】

半導體產業中通常使用堆疊(或結合)晶圓。結合至一載體晶圓之一或多個超薄晶圓係一堆疊晶圓之一實例，但是其他半導體晶圓設計亦可為堆疊晶圓。例如，一堆疊晶圓可包含結合至一載體晶圓之一裝置晶圓。此等堆疊晶圓可用於記憶體及邏輯應用兩者。可使用堆疊晶圓產生三維積體電路(「3D IC」)。

堆疊晶圓可具有複雜的邊緣輪廓。一堆疊晶圓之各層可具有不同高度及直徑。此等尺寸可受堆疊之前的各個晶圓之大小或受處理步驟影響。此等處理步驟亦可影響堆疊晶圓之邊緣輪廓，潛在地甚至產生一非所要邊緣輪廓。

具有製作誤差之堆疊晶圓可在製造期間產生問題。例如，具有不滿足規範之邊緣輪廓之堆疊晶圓可在化學機械拋光(CMP)、其他處理步驟或晶圓處置期間構成一風險。堆疊晶圓之中心性影響CMP程序

或增加處置風險。在CMP期間，中心性影響拋光墊相對於堆疊晶圓之中心的放置及後續平坦化。在晶圓處置期間，一堆疊晶圓之平衡或製造設備內之間隙可受堆疊晶圓之中心性影響。

不適當的中心性甚至可破壞一堆疊晶圓或損壞製造設備。若堆疊晶圓經底切、不適當地結合在一起或含有過量膠，則堆疊晶圓可在CMP工具內破裂，污染或損壞CMP工具。此污染或損壞造成非所要停機時間或甚至可在一半導體製造內停止生產。

此外，CMP程序可在一堆疊晶圓上產生非所要邊緣輪廓。例如，在一CMP程序期間可移除過多或不足的材料，否則CMP程序可造成底切、懸垂或晶鬚。此等非所要邊緣輪廓可影響裝置良率或可影響後續製造步驟。

可使用檢測來識別堆疊晶圓之問題，但是堆疊晶圓面臨獨特的邊緣檢測挑戰。一堆疊晶圓之底切或其他邊緣輪廓使在一影像偵測器中難以獲得經散射或反射光。朝一堆疊晶圓徑向地引導一光束以檢測一堆疊晶圓之一邊緣輪廓可造成光不會被反射回至一偵測器。更複雜的輪廓構成此問題。鋸齒邊緣或複雜邊緣輪廓亦可造成雜訊。例如，當一堆疊晶圓不適當地堆疊時，裝置晶圓之一側可在載體晶圓之一邊緣上方具有一懸垂，而裝置晶圓之另一側在載體晶圓內側位於太遠的位置。在此一情形中，習知系統可僅最佳化懸垂或在載體晶圓內側位於太遠的位置之裝置晶圓之偵測。雜訊及缺少散射或反射光意謂不適當地堆疊不能得到有效分析。

用於堆疊晶圓之手動及離線邊緣輪廓量測方法係緩慢、耗時的手段，該等手段提供不良品質結果。此等易於出錯的技術可能不能精確地量測或偵測堆疊晶圓中之缺陷。此外，手動及離線邊緣輪廓量測不能用於製造期間之即時程序控制。

尤其在後端製程(BEOL)處，不斷需要檢測經薄化且結合至載體

之晶圓。在一些情況下，此等堆疊晶圓將不具有標準邊緣輪廓形狀。此外，堆疊晶圓之不正确堆疊可造成多個裝置晶圓之損耗，即使一個堆疊步驟具有一誤差亦係如此。例如，一混合記憶體室中之一個堆疊故障之代價可損壞多達8個充分處理的裝置晶圓。

邊緣計量之當前解決方案對於堆疊晶圓而言並非足夠精確或足夠快。此外，邊緣計量之當前解決方案無法精確地指示一堆疊晶圓之邊緣輪廓何時不匹配一特定模型。因此，需要一種用於堆疊晶圓之經改良邊緣檢測技術。

【發明內容】

在一第一實施例中，提供一種系統。該系統具有一光源、偵測器及控制器。該光源經組態以將準直光引導在一堆疊晶圓之一邊緣處。該偵測器經安置成對置於該光源且經組態以獲取該堆疊晶圓之該邊緣之一輪廓剪影影像。該控制器操作地連接至該偵測器。該控制器經組態以接收該輪廓剪影影像及比較該輪廓剪影影像之特性與預定量測以檢測該堆疊晶圓之一邊緣輪廓。該偵測器可經組態以獲取該堆疊晶圓之不同位置之複數個輪廓剪影影像。該堆疊晶圓可經組態以相對於該光源旋轉。例如，該系統可包含經組態以使該堆疊晶圓旋轉之一壓板。

在一第二實施例中，提供一種非暫時性電腦可讀儲存媒體，其包括用於在一或多個運算裝置上執行以下步驟之一或多個程式。該等步驟包含：接收一堆疊晶圓之一邊緣之至少一個輪廓剪影影像、偵測該堆疊晶圓在該輪廓剪影影像中之一側影之一邊緣、基於該輪廓剪影影像之一影像分析判定該側影之該邊緣之量測及比較該側影之該邊緣之量測與預定量測。可顯示該比較之一結果。該偵測可為以下中之一者：一基於搜尋之偵測、一基於零交叉之偵測、形態學偵測或分類偵測。該輪廓剪影影像之該影像分析可為一或多個形態學運算，諸如施

加一位元遮罩，且亦可包含使用該位元遮罩將邊緣接合在一起。該等預定量測可為以下中之至少一者：載體高度、裝置高度、插入物寬度、載體高度容限、裝置高度容限、載體邊緣突出臨限值及裝置邊緣突出臨限值。可使用一鏈式碼演算法編碼該側影之該邊緣使得該鏈式碼演算法產生一像素矩陣。該偵測可為以下中之一者：一直方圖分析、分段分析或射線追蹤演算法。

可彙總該堆疊晶圓上之複數個位置處之該側影之該邊緣之該等量測使得提供該堆疊晶圓之資訊。該堆疊晶圓之該資訊可為以下中之至少一者：直徑、中心位移、厚度、平均總高度、平均裝置高度、平均載體高度、最小品質因數、全部底切高度之最大值、全部底切寬度之最大值、裝置邊緣突出之最大值、載體邊緣向下突出之最大值及載體向左突出之最大值。

在一第三實施例中，提供一種方法。使用一偵測器獲得一堆疊晶圓之一邊緣之一輪廓剪影影像。使用一控制器比較該堆疊晶圓之在該輪廓剪影影像中之一側影之量測與預定量測。該等預定量測可為以下中之至少一者：載體高度、裝置高度、插入物寬度、載體高度容限、裝置高度容限、載體邊緣突出臨限值及裝置邊緣突出臨限值。

可使該堆疊晶圓旋轉且可獲得沿該堆疊晶圓之該邊緣之不同點處之複數個該輪廓剪影影像。可彙總該複數個輪廓剪影影像中之該側影之該等量測使得提供該堆疊晶圓之資訊。該堆疊晶圓之該資訊可為以下中之至少一者：直徑、中心位移、厚度、平均總高度、平均裝置高度、平均載體高度、最小品質因數、全部底切高度之最大值、全部底切寬度之最大值、裝置邊緣突出之最大值、載體邊緣向下突出之最大值及載體向左突出之最大值。

【圖式簡單說明】

為更完全地理解本發明之本質及目的，應結合隨附圖式參考以

下詳細描述，其中：

圖1至圖2係根據本發明之一實施例之一系統之一方塊圖之一俯視圖及沿著該系統之該方塊圖之A-A之對應剖面側視圖；

圖3係對應於圖1至圖2之實施例之一系統之一透視圖；

圖4係一堆疊晶圓之一邊緣之一例示性輪廓剪影輪廓；

圖5係一堆疊晶圓之一邊緣之另一例示性輪廓剪影輪廓；

圖6係具有一底切堆疊故障之一例示性輪廓剪影邊緣輪廓；

圖7係不同堆疊晶圓之一系列例示性輪廓剪影輪廓，其中堆疊晶圓A具有具備所要輪廓特性之一邊緣且堆疊晶圓B、C、D、E及F具有具備非所要輪廓特性之邊緣；

圖8係具有所要輪廓特性之一堆疊晶圓之一邊緣之另一例示性輪廓剪影輪廓；

圖9係具有非所要輪廓特性之堆疊晶圓邊緣之四個例示性輪廓剪影輪廓；

圖10係在一堆疊晶圓之一周長周圍獲取之一系列例示性輪廓剪影邊緣輪廓；及

圖11係根據本發明之一實施例之一方法之一流程圖。

【實施方式】

雖然將就某些實施例描述所主張標的物，但是包含不提供本文中陳述之全部益處及特徵之實施例之其他實施例亦係在本發明之範疇內。在不脫離本發明之範疇之情況下，可作出各種結構、邏輯、程序步驟及電子改變。因此，僅參考隨附申請專利範圍界定本發明之範疇。

本發明之實施例提供用於堆疊晶圓之計量量測、邊緣檢測及缺陷偵測。可跨沿堆疊晶圓之邊緣之若干點執行計量以定量諸如例如中心性、過量膠、晶圓晶鬚、底切、晶圓堆疊角度之堆疊特性或其他問

題。可執行不規則晶圓之檢測。

圖1至圖2係根據本發明之一實施例之一系統100之一方塊圖之一俯視圖及沿著該系統之該方塊圖之A-A之對應剖面側視圖。圖3係對應於圖1至圖2之實施例之一系統100之一透視圖。系統100經組態以藉由獲取係輪廓剪影之影像對堆疊晶圓執行邊緣計量。一輪廓剪影應用一輪廓顯像技術且使一輪廓可視化或成像。一壓板101可經組態以使一堆疊晶圓102旋轉，但是系統100亦可相對於堆疊晶圓102旋轉。此旋轉可呈階梯狀或連續。堆疊晶圓102亦不一定在檢測及計量期間旋轉，且系統100之組件可固定。

例示性堆疊晶圓102經展示具有一第一層107及一第二層108。諸如圖1中圖解說明，第一層107及第二層108可具有不同直徑。例如，第一層107可為一載體晶圓且第二層108可為一裝置晶圓。替代地，第一層107及第二層108可皆為裝置晶圓，或不止第一層107及第二層108可形成堆疊晶圓102。

一光源103經組態以將準直光104引導在堆疊晶圓102之一邊緣處。在一些實施例中，準直光104相對於堆疊晶圓102成切線引導，以產生邊緣輪廓之一輪廓。在一例示性實施例中，光源103利用一發光二極體(LED)。根據本發明將明白其他適當的光源103，諸如產生準直光之一燈具、雷射、超連續雷射、雷射驅動磷光體或雷射驅動燈具。可利用光源103之組合，諸如一雷射及一LED。光源103可包含一單個系統或多個系統中之單頻帶及寬頻光源兩者。準直光104平行於堆疊晶圓102之一平面。例如，準直光104可平行於上面安置第二層108之第一層107之平面。可使用繞射抑制技術來移除可不利地影響晶圓厚度或其他尺寸之量測之繞射相關假影。使用準直光104在一輪廓中看見近似幾毫米的堆疊晶圓102，但是其他尺寸係可能的。

與光源103分開定位之一偵測器105接收至少一些準直光104。偵

測器105經定位使得當一堆疊晶圓102在受檢測時，偵測器105接收輪廓(即，產生輪廓之光)之至少一部分。偵測器105可為例如一電荷耦合裝置(CCD)或互補金屬-氧化物-半導體(CMOS)相機。以此方式，形成晶圓邊緣側影之一影像。偵測器105可經組態以收集堆疊晶圓102之上百個影像以用於高取樣。例如，可收集堆疊晶圓102之介於1個與500個之間的影像，但是可收集更多影像。可讀取並處理影像。在一實例中，可在沿堆疊晶圓102之邊緣之上百個點處執行計量，同時堆疊晶圓102加快自旋以供檢測。

準直光104可具有產生一輪廓之一波長或若干波長。例如，可使用可見光，諸如藍色光或白色光。根據本發明將明白其他適當的準直光104。例如，可使用紫外線光。準直光104可為偏振且可為脈衝或為連續光。

雖然圖1至圖3中僅圖解說明一單個光源103及偵測器105，但是可使用多個光源103及偵測器105。多個光源103及偵測器105可放置在堆疊晶圓102之周長周圍之各個位置處以收集堆疊晶圓102之不同位置處之輪廓剪影影像。此可增加檢測總處理量或增加所產生之輪廓剪影影像之數目，同時最小化對檢測總處理量之影響。若多個光源103及偵測器105放置在堆疊晶圓102之周長周圍之各個位置處，則堆疊晶圓102無法相對於光源103或偵測器105旋轉。

一控制器106操作地連接至偵測器105。控制器106經組態以分析堆疊晶圓102之邊緣之一輪廓剪影，且可控制使用偵測器105之輪廓剪影影像之獲取。例如，控制器106可使堆疊晶圓102相對於光源103或偵測器105旋轉。控制器106亦可控制堆疊晶圓102上之輪廓剪影影像獲取之時序或位置。使用輪廓剪影，系統100可用來估計堆疊晶圓102之邊緣輪廓。例如，系統100可判定堆疊晶圓102之邊緣輪廓是否滿足一或多個預定準則，諸如例如關於一插入物寬度之大小之準則。

系統100可為一自動化在線系統，其可以全掃描總處理量產生上百個檢測及量測點。多次量測可實現由資料得出即時統計結論。雖然一次或僅幾次量測可能已足夠，但是隨著量測次數增加，該資料可更佳地提供用於整個堆疊晶圓102之結論。在線演算法可提供至其他綜合檢測及檢視系統之即時回饋。例如，諸如具有堆疊或膠合問題之缺陷堆疊晶圓可自製造移除以進行再加工或廢棄。在另一實例中，可基於由該資料得出的結論調整一製造步驟。例如，歸因於由所收集之資料得出的結論可修改一CMP程序或光阻劑塗敷程序。該等結論亦可用作膠合、結合或堆疊程序之回饋。因此，此等資料或結論可用作此檢測及計量之上游或下游程序之回饋。

圖4係一堆疊晶圓之一邊緣之一例示性輪廓剪影輪廓。圖4中之堆疊晶圓包含第一層107及第二層108。在此例項中，第一層107係一載體晶圓且第二層108係一裝置晶圓。圖4中之堆疊晶圓之邊緣輪廓可滿足例示性所要量測或特性之一個集合。

圖5係一堆疊晶圓之一邊緣之另一例示性輪廓剪影輪廓。圖4中之堆疊晶圓具有非所要輪廓特性。此等非所要輪廓特性包含一裝置突出部、一載體突出部及一底切。

圖6係具有一底切堆疊故障之另一例示性輪廓剪影邊緣輪廓。底切可為一蝕刻程序或其他處理步驟之一結果。底切區域在堆疊晶圓之部分下方延伸，諸如裝置晶圓下方或一載體晶圓與一裝置晶圓之間。一底切堆疊故障可影響堆疊晶圓之良率或增加一CMP程序期間之堆疊晶圓破裂之風險。

圖7係不同堆疊晶圓之一系列例示性輪廓剪影輪廓。堆疊晶圓A具有所要輪廓特性。堆疊晶圓B、C、D、E及F具有非所要輪廓特性。堆疊晶圓B、D及E具有底切。堆疊晶圓C及F可在一CMP工具中已被不正確地平坦化，因為自堆疊晶圓C及F移除過多材料。

圖8係具有所要輪廓特性之一堆疊晶圓之一邊緣之另一例示性輪廓剪影輪廓。圖9係具有非所要輪廓特性之堆疊晶圓邊緣之四個例示性輪廓剪影輪廓。圖9中之邊緣輪廓包含例如一底切、晶鬚或不適當的尺寸。

本發明之實施例可包含用於自動化計量及/或檢測之系統及方法以及一堆疊晶圓之檢測及檢視之統計資訊之使用。在一系統100之上述實施例中，控制器106可經組態以使用諸如下文描述之方法分析堆疊晶圓102之邊緣輪廓。

例如，邊緣提取演算法可被用作用於一堆疊晶圓的相關聯輪廓剪影或若干輪廓剪影之自動化檢測之一第一步驟。一邊緣提取演算法可識別對於檢測而言係重要之一輪廓剪影影像之屬性，諸如輪廓剪影中之角隅、線段及曲線。可使用許多邊緣偵測演算法，諸如例如基於搜尋、基於零交叉之邊緣偵測及其他形態學影像處理方法。基於搜尋之方法例如藉由首先計算邊緣強度之一量測來偵測一影像中之邊緣。邊緣強度之量測可基於影像中之離散資料，例如影像之一特定像素相對於相鄰像素之色彩、色調或亮度。邊緣強度可藉由計算影像像素之一階導數表達(諸如影像像素之梯度量值)而量測。在梯度方向上具有最大梯度值(即，梯度量值之局部方向極大值)之像素變為邊緣像素，且可追蹤垂直於梯度方向之方向上之邊緣。使用梯度之一邊緣偵測演算法之一個實例係Canny邊緣偵測器。可使用其他邊緣偵測演算法。在一Canny邊緣偵測器中，使用四個濾波器來偵測影像中之水平、垂直及對角線邊緣。邊緣偵測計算可返回水平方向及垂直方向上之第一導數之一值。由此可判定邊緣梯度及方向。換言之，可以數學方式分析影像以判定其中發生色彩、色調或亮度之最大變化(即，在一側影之邊緣處)之區域。

基於零交叉之方法可搜尋由影像像素計算之二階導數表達中之

零交叉以尋找邊緣，例如拉普拉斯算子(Laplacian)之零交叉或一非線性微分表達之零交叉。例如，一些邊緣偵測運算子係基於影像中之像素強度之二階導數。此本質上擷取強度梯度之變化速率。因此，在一連續情況下，第二導數中之零交叉之偵測擷取梯度中之局部極大值。

作為用於邊緣偵測之一預處理步驟，可應用一平滑化階段，例如高斯(Gaussian)平滑化。可應用其他類型的平滑化階段。邊緣偵測可受來自影像之雜訊影響，因此濾除雜訊可防止一些邊緣偵測錯誤。例如，為平滑化影像，可應用一高斯濾波器以與影像捲積。此步驟可稍微平滑化影像，使得其將不顯著地受影像中之單獨明顯雜訊影響。濾波器之大小愈大，邊緣偵測器對雜訊之敏感度愈低。此外，用於偵測邊緣之定位誤差可隨著高斯濾波器之大小增加而稍微增加。

可執行其他邊緣偵測步驟，諸如非最大值抑制(比較一像素之邊緣強度與正梯度方向及負梯度方向上之像素之邊緣強度以判定當前像素是否具有最大邊緣強度且抑制梯度中之其他)及定限(使用一預定臨限值濾除具有弱梯度值之邊緣像素)。可使用其他替代方法以偵測輪廓剪影影像中之一晶圓輪廓邊緣。每一方法可具有其自身獨特的優點及缺點。例如，輪廓剪影影像可首先藉由分析輪廓剪影影像之直方圖而被變換為二進位影像。可利用經連接組件分析以自二進位影像移除錯誤外部及內部二進位大型物件(blob)。可藉由施加形態學擾動自二進位影像偵測一輪廓邊緣圖。

在邊緣偵測之後，鏈式碼類型演算法係可用來以數學方式描述輪廓剪影側影之若干選項中之一者。其他選項可包含邊緣追蹤、基於專門化屬性之分類方法及基於強度之分割演算法。鏈式碼類型演算法可用來藉由指定長度及方向之直線段之一連接序列表示一邊界。每一分段之方向係藉由使用一編號方案而編碼。對於每一經連接組件(即，一影像內之每一「二進位大型物件」)，可選擇組件之邊緣上之

一點且可記錄該點的座標。鏈式碼演算法接著可沿邊緣移動，且在每一步驟處記錄表示此移動方向之一值。通常，方向值可基於4個方向(N、E、S、W)、8個方向或更多方向而選擇。一邊緣之鏈式碼可取決於起點。例如，開始於一分段之左端處可造成不同於開始於右端之一鏈式碼。然而，可藉由將鏈式碼視為方向數之一循環序列且再定義起點使得所得數字序列形成一整數最小量值來正規化關於該起點之鏈式碼。鏈式碼演算法可用來單獨地編碼側影中之每一經連接組件。

一例示性鏈式碼演算法記錄關於二維座標集合之方向。一鏈式碼演算法將邊緣之行進方向編碼為離散方向，且在一些實施例中編碼為長度。鏈式碼可使用8個方向(即，N、NE、E、SE、S、SW、W及NW或其等在一個二維座標集合上之等效物)來表達。可使用其他數量的方向，諸如用於更快速計算之4個方向(N、S、E、W)或用於更高解析度之16個方向(即，N、NNE、NE、ENE、E、ESE、SE、SSE、S、SSW、SW、WSW、W、WNW、NW及NNW)及32個方向鏈式演算法。通常，鏈式碼演算法使用數字來代替字母以表達經編碼方向。例如，在一8方向鏈式碼演算法中，N=0、NE=1、E=2、SE=3等等。數字通常係以一順時針方式指派。在一項實施例中，為實施之數學方便性，所記錄之鏈式碼值可位移。以此方式，使用先前實例，N=1、NE=2、E=3、SE=4等等。位移鏈式碼值有利於避免基於零之編號數學計算。

邊緣提取演算法可包含來自所記錄之鏈式碼值之分段產生。例如，鏈式碼值可以一矩陣格式表示使得邊緣位置(即，開始於邊緣偵測演算法之起點至邊緣末端之邊緣中之像素)係在x軸上，且鏈式碼值係在y軸上，因此造成一個二進位矩陣。可合併及刪除分段。例如，諸如一1x3二進位遮罩(例如[111])之一位元遮罩可施加於二進位矩陣以填充出現在二進位矩陣中之分段中之間隙。若分段低於某一臨限長

度，則可刪除一些分段。例如，演算法可剖析二進位矩陣之每一列以尋找分段起點及終點以計算分段長度。可刪除一長度小於20個像素之分段。

可合併相鄰分段。例如，可計算每一分段之質心且比較彼此。例如，若兩個經比較分段之質心分開小於指定數目個像素且終點分開小於另一指定數目個像素，則可組合該等分段。在一項實施例中，分開的指定數目個像素係10個像素。藉由完成此等步驟，可消除堆疊晶圓之缺陷區域中之小分段且可增加計算速度。雖然分段可減小解析度，但是可藉由對彎曲的分段列提供特殊關注來避免解析度損失。例如，可將相鄰彎曲分段合併為一半圓或其他一般的輪廓。

邊緣提取演算法亦可包含基於所擷取影像中之像素大小與堆疊晶圓之間之一已知關係來量測分段。可對一個分段或全部分段計算量測。可以任何次序執行此等計算，或可依鏈式碼方向之次序執行該等計算。可使用質心距離及分段獨立性判定適當的多對量測。

其他方法可包含基於投射之演算法，其中堆疊晶圓表面之間的界標位置係藉由分析相鄰分段之間之過渡區域中之邊緣軌跡點而判定。諸如與邊緣軌跡所成之局部正切角、邊緣點之逐列逐行計數、沿過渡區域中之點之最小曲率半徑之屬性可用來精確地查明受檢測晶圓上之所關注關鍵點。一旦偵測到所需界標之一集合，即可量測各種計量距離，諸如總高度、裝置晶圓高度、載體晶圓高度、插入物寬度、底切寬度/高度、過量膠尺寸(寬度/高度/體積)等等。

可比較所獲取量測與預定量測，諸如載體高度、裝置高度、插入物寬度、載體高度容限、裝置高度容限、載體邊緣突出臨限值及裝置邊緣突出臨限值。此等結果可在一報告或圖形使用者介面(GUI)中顯示給一操作者。該等結果可基於此等比較而簡化為一「通過」或「失敗」。

可彙總每一輪廓剪影之比較以提供晶圓級統計資料，諸如直徑、中心位移、厚度、平均總高度、平均裝置高度、平均載體高度、最小品質因數、全部底切高度之最大值、全部底切寬度之最大值、裝置邊緣突出之最大值、載體邊緣向下突出之最大值及載體向左突出之最大值。

以下係根據本發明之一邊緣檢測演算法之一例示性實施例。

A.邊緣提取演算法接收或檢索堆疊晶圓之一或多個輪廓剪影影像。所接收或檢索影像可呈可由演算法讀取且由一影像擷取裝置(諸如圖1中之偵測器105)產生之一檔案格式。輪廓剪影影像可取自堆疊晶圓之圓周上之各個位置。邊緣提取演算法打開一或多個影像。每一影像可在邊緣提取之前加以操控。例如，影像可基於偵測器之定位而水平或垂直翻轉。可執行其他操控，諸如調整影像之對比度或應用各種濾波器以自影像移除雜訊。

B.邊緣提取演算法偵測堆疊晶圓側影之邊緣。在一項實施例中，可分析每一影像之像素。可正規化每一像素之屬性(諸如色彩、亮度或色調)使得每一屬性位於自0至100之一比例中。可藉由基於正規化屬性選擇0或1之一像素值「定限」該影像。

C.邊緣提取演算法對影像執行形態學運算。在一些實施例中，可對影像執行腐蝕及/或膨脹。例如，可施加一位元遮罩，諸如3x3位元遮罩 $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ 。可多次施加該位元遮罩。形態學運算可藉由將邊緣接合在一起來關閉所偵測邊緣中之間隙。可完全移除短邊緣。邊緣提取演算法亦可填充不能自影像之邊緣到達之影像之區域。以此方式，邊緣提取演算法填充由邊緣偵測程序引起之孔及假影。

D.邊緣提取演算法可藉由例如使用如一鏈式碼演算法之演算法來偵測及編碼堆疊晶圓側影之邊緣。一旦判定側影之邊緣之一鏈式碼，

對於由鏈式碼編碼之定向，分段即可被濾除或接合在一起。此可藉由產生一個二進位矩陣而進行，其中一個軸對應於鏈式碼值且另一軸對應於開始於邊緣偵測演算法之起點至邊緣末端之邊緣之一像素。在一項實施例中，可執行膨脹以接合分離達一半像素之一距離之分段。可計算分段之質心且可合併分段。在一項實施例中，若連續分段在x軸或y軸上分開小於10個像素，則可合併該等連續分段。可重新計算合併分段之質心且比較其與其他分段之質心。

E.邊緣提取演算法亦可包含基於所擷取影像中之像素大小與堆疊晶圓之間之一已知關係來量測分段。可對一個分段或全部分段計算量測。諸如局部切線斜率、沿邊緣軌跡之局部曲率、投射在水平及垂直軸之邊緣點之計數之屬性可用來判定標記堆疊晶圓中之表面之過渡及結合材料(膠)之關鍵界標。可比較所獲取量測與預定量測，諸如載體高度、裝置高度、插入物寬度、載體高度容限、裝置高度容限、載體邊緣突出臨限值及裝置邊緣突出臨限值。此等結果可在一報告或圖形使用者介面(GUI)中顯示給一操作者。該等結果可基於此等比較而簡化為一「通過」或「失敗」。

對於一單個堆疊晶圓可獲取多個輪廓剪影影像。圖10係在一堆疊晶圓之一周長周圍獲取之一系列例示性輪廓剪影邊緣輪廓。雖然圖10中圖解說明16個影像，但是一使用者可選擇輪廓剪影影像獲取位置之數目及放置。例如，可以全掃描總處理量在一堆疊晶圓之周長周圍之上百個點處獲取輪廓剪影。堆疊晶圓可相對於光源或偵測器旋轉。例如，一控制器(諸如圖1中之控制器106)可隨著堆疊晶圓在一壓板上旋轉而獲取多個影像。在圖10之實例中，堆疊晶圓之周長周圍之檢測至少在 22.5° 、 315° 及 337.5° 處展示一不適當輪廓。

圖11係根據本發明之一實施例之一方法之一流程圖。虛線中概述之步驟可為選用的。

一單個堆疊晶圓上之多個點處之輪廓剪影影像之獲取可提供額外或整個晶圓回饋。此可提供關於一堆疊晶圓之邊緣輪廓之一更完整結論。

可使用本發明之一實施例偵測或量測中心性、結合特性、過量膠、底切、晶鬚、堆疊角度或其他邊緣輪廓特性。在額外處理之前可識別經不正確堆疊晶圓且可例如防止損壞或污染一CMP工具或其他製造設備。本文中揭示之一系統之一實施例之檢測總處理量對於一製造設備而言足夠高。堆疊晶圓可為不規則或可具有先前或在一製造設備中不可能精確地量測之複雜形狀、鋸齒邊緣或高信雜比。實際上，其中量測先前不可能進行之晶圓堆疊可使用如本文中揭示之輪廓剪影影像而量測。

本發明之一實施例可判定或尋找表徵膠合及結合程序之堆疊晶圓誤差或差異。例如，可提供晶圓厚度、晶圓中心性或輪廓資訊。此資訊可用作其他檢測工具或其他製造或晶圓處置工具中之輸入。

製造總處理量不一定受影響或可使用本發明之一實施例最小化對製造總處理量之任何影響。本文中揭示之計量及/或檢測程序可與其他程序並發地執行。例如，本文中揭示之計量及/或檢測程序可在檢測工具之設定期間執行。當然，本文中揭示之計量及/或檢測程序亦可單獨地執行為一獨立程序。

一輪廓剪影提供優於亮場及暗場模式之多個優點。例如，輪廓剪影自底切類型晶圓堆疊缺陷接收充足信號，此不一定發生在亮場或暗場模式下。

雖然已關於一或多個特定實施例描述本發明，但是將瞭解，在不脫離本發明之範疇之情況下可作出本發明之其他實施例。因此，本發明被視為僅受限於隨附申請專利範圍及其等合理解譯。

【符號說明】

100	系統
101	壓板
102	堆疊晶圓
103	光源
104	準直光
105	偵測器
106	控制器
107	第一層
108	第二層
A	堆疊晶圓
B	堆疊晶圓
C	堆疊晶圓
D	堆疊晶圓
E	堆疊晶圓
F	堆疊晶圓



公告本

I664390

發明摘要

※ 申請案號：104106101

※ 申請日：104年2月25日

※IPC 分類：G01B 11/24 (2006.01)

G01N 21/95 (2006.01)

【發明名稱】

用於堆疊晶圓之檢測和計量之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR INSPECTION AND METROLOGY
OF STACKED WAFERS

【中文】

本發明揭示輪廓剪影(SHADOW-GRAM)，其等用於一堆疊晶圓之邊緣檢測和計量。系統包含：一光源，其將準直光引導在該堆疊晶圓之一邊緣處；一偵測器，其對置於該光源；及一控制器，其連接至該偵測器。該堆疊晶圓可相對於該光源旋轉。該控制器分析該堆疊晶圓之該邊緣之一輪廓剪影影像。比較該堆疊晶圓在該輪廓剪影影像中之一側影(silhouette)之量測與預定量測。可彙總並分析沿該堆疊晶圓之該邊緣之不同點處之多個輪廓剪影影像。

【英文】

Shadow-grams are used for edge inspection and metrology of a stacked wafer. The system includes a light source that directs collimated light at an edge of the stacked wafer, a detector opposite the light source, and a controller connected to the detector. The stacked wafer can rotate with respect to the light source. The controller analyzes a shadow-gram image of the edge of the stacked wafer. Measurements of a silhouette of the stacked wafer in the shadow-gram image are compared to predetermined measurements. Multiple shadow-gram images at different points along the edge of the stacked wafer can be aggregated and analyzed.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	系統
101	壓板
102	堆疊晶圓
103	光源
104	準直光
105	偵測器
106	控制器
107	第一層
108	第二層

【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. 一種用於堆疊晶圓之檢測和計量之系統，其包括：

一光源，其經組態以將準直光切線引導在一堆疊晶圓之一圓周邊緣處，其中該堆疊晶圓包含一第一層及安置於該第一層頂部上之一第二層；

一偵測器，其安置於該堆疊晶圓相對該光源之一對置側 (opposite side) 以接收來自該光源之該準直光之至少一些，其中該偵測器經組態以獲取該堆疊晶圓之該圓周邊緣之一輪廓剪影影像，其中該輪廓剪影影像經組態以藉由應用一輪廓顯像技術而使該堆疊晶圓之該第一層及該第二層之一邊緣輪廓之一剪影 (shadow) 成像；及

一控制器，其操作地連接至該偵測器，其中該控制器經組態以：

接收該輪廓剪影影像；及

比較該輪廓剪影影像之特性與預定量測以檢測該堆疊晶圓之一邊緣輪廓。

2. 如請求項1之系統，其中該偵測器經進一步組態以獲取該堆疊晶圓之不同位置之複數個輪廓剪影影像。
3. 如請求項1之系統，其進一步包括經組態以使該堆疊晶圓旋轉之一壓板。
4. 如請求項3之系統，其中該偵測器經組態以在該堆疊晶圓旋轉時在沿該堆疊晶圓之該圓周邊緣之不同點處獲得複數個輪廓剪影影像。
5. 如請求項1之系統，其中該堆疊晶圓經組態以相對於該光源旋轉。

6. 如請求項1之系統，其中該輪廓剪影影像包括一側影，且其中該控制器進一步經組態以將該輪廓剪影影像中之該堆疊晶圓之該側影之量測與該預定量測進行比較。
7. 如請求項6之系統，其中該控制器進一步經組態以彙總複數個輪廓剪影影像中之該側影之該等量測使得提供該堆疊晶圓之資訊。
8. 如請求項1之系統，其中該光源包含一LED。
9. 如請求項1之系統，其中該偵測器包含CCD或CMOS相機之至少一者。
10. 如請求項1之系統，其中該準直光係可見光或UV光之一者。
11. 如請求項1之系統，其中該光源經組態以提供脈衝(pulsed)準直光。
12. 如請求項1之系統，其進一步包括複數個該光源及複數個該偵測器。
13. 如請求項1之系統，其中該控制器經組態以使用至少一邊緣提取演算法以測量該堆疊晶圓之該邊緣輪廓之特性。
14. 如請求項1之系統，其中該控制器經組態以應用平滑化至該輪廓剪影影像。
15. 如請求項1之系統，其中該控制器經組態以使用一鏈式碼類型演算法以描述該輪廓剪影影像。
16. 一種非暫時性電腦可讀儲存媒體，其包括用於在一或多個運算裝置上執行以下步驟之一或多個程式：

接收一堆疊晶圓之一圓周邊緣之至少一個輪廓剪影影像，其中該堆疊晶圓包含一第一層及安置於該第一層頂部上之一第二層；

偵測該堆疊晶圓之該第一層及該第二層之在該輪廓剪影影像

中之一側影之一邊緣；

基於該輪廓剪影影像之一影像分析判定該側影之該邊緣之量測；及

比較該側影之該邊緣之量測與預定量測。

17. 如請求項16之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其中該偵測包括以下中之一者：一基於搜尋之偵測、一基於零交叉之偵測、形態學偵測或分類偵測或該偵測包括以下中之一者：一直方圖分析、分段分析或射線追蹤演算法。
18. 如請求項16之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其中該輪廓剪影影像之該影像分析包括一或多個形態學運算。
19. 如請求項18之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其中該形態學運算包括施加一位元遮罩。
20. 如請求項19之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其進一步包括使用該位元遮罩將邊緣接合在一起。
21. 如請求項16之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其中該等預定量測包括以下中之至少一者：載體高度、裝置高度、插入物寬度、載體高度容限、裝置高度容限、載體邊緣突出臨限值及裝置邊緣突出臨限值。
22. 如請求項16之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其進一步包括顯示該比較之一結果。
23. 如請求項16之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其進一步包括彙總該堆疊晶圓之複數個位置處之該側影之該邊緣之該等量測使得提供該堆疊晶圓之資訊。
24. 如請求項23之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其中該堆疊晶圓之該資訊包括以下中之至少一者：直徑、中心位移、厚度、平均總高度、平均裝置高度、平均載體高度、最小品質因數、全部

底切高度之最大值、全部底切寬度之最大值、裝置邊緣突出之最大值、載體邊緣向下突出之最大值及載體向左突出之最大值。

25. 如請求項16之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其進一步包括使用一鏈式碼演算法編碼該側影之該邊緣，其中該鏈式碼演算法包括產生一像素矩陣。
26. 如請求項16之非暫時性電腦可讀儲存媒體，其中該偵測包括以下中之一者：一直方圖分析、分段分析或射線追蹤演算法。
27. 一種用於堆疊晶圓之檢測和計量之方法，其包括：

使用一偵測器獲得一堆疊晶圓之一圓周邊緣之一輪廓剪影影像，其中該堆疊晶圓包含一第一層及安置於該第一層頂部上之一第二層；

偵測該堆疊晶圓之該第一層及該第二層之在該輪廓剪影影像中之一側影之一邊緣；及

使用一控制器比較該堆疊晶圓之在該輪廓剪影影像中之該側影之該邊緣之量測與預定量測。
28. 如請求項27之方法，其中該等預定量測包括以下中之至少一者：載體高度、裝置高度、插入物寬度、載體高度容限、裝置高度容限、載體邊緣突出臨限值及裝置邊緣突出臨限值。
29. 如請求項27之方法，其進一步包括使該堆疊晶圓旋轉及獲得沿該堆疊晶圓之該邊緣之不同點處之複數個該輪廓剪影影像。
30. 如請求項29之方法，其進一步包括彙總該複數個輪廓剪影影像中之該側影之該等量測使得提供該堆疊晶圓之資訊。
31. 如請求項30之方法，其中該堆疊晶圓之該資訊包括以下中之至少一者：直徑、中心位移、厚度、平均總高度、平均裝置高度、平均載體高度、最小品質因數、全部底切高度之最大值、

全部底切寬度之最大值、裝置邊緣突出之最大值、載體邊緣向下突出之最大值及載體向左突出之最大值。