



(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 I865831 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：110137265

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 10 月 07 日

(51)Int. Cl. : H01L21/66 (2006.01)

G01B5/004 (2006.01)

H01L21/67 (2006.01)

(30)優先權：2021/04/22 美國

63/177,966

2021/09/08 美國

17/469,280

(71)申請人：美商科磊股份有限公司 (美國) KLA CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：葉魯夏米 里蘭 YERUSHALMI, LIRAN (IL)；尼葛瑞 戴瑞亞 NEGRI, DARIA (IL)；貝洽爾 歐哈德 BACHAR, OHAD (IL)；西門 由西 SIMON, YOSSEI (IL)；馬那森 阿農 MANASSEN, AMNON (IL)；班 大衛 尼爾 BEN DAVID, NIR (IL)；于齊耶爾 約拉姆 UZIEL, YORAM (IL)；拉伯特 伊塔 LAVERT, ETAY (IL)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2009/0024344A1

US 2019/0122357A1

審查人員：于若天

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：4 共 32 頁

(54)名稱

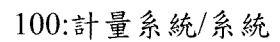
用於半導體裝置晶圓之改良計量的系統及方法

(57)摘要

本發明揭示一種用於在一半導體裝置晶圓(SDW)之製造期間產生其之一品質參數值之系統及方法，該方法包含：指定該 SDW 上之複數個量測位點集(MSS)，該等 MSS 之各者包含一第一量測定向位點(FMS)及一第二量測定向位點(SMS)，該 FMS 及該 SMS 為該 SDW 上之不同量測位點；藉由在一第一量測定向上量測形成於該等 MSS 之至少一者之每個該 FMS 內之特徵來產生一第一量測定向品質參數資料集(FMQPD)；藉由在一第二量測定向上量測形成於該等 MSS 之該至少一者之每個該 SMS 內之特徵來產生一第二量測定向品質參數資料集(SMQPD)；及至少部分基於該 FMQPD 及該 SMQPD 來產生至少一個工具誘發偏移(TIS)改進之品質參數值(TAQPV)。

A system and method for generating a quality parameter value of a semiconductor device wafer (SDW), during fabrication thereof, the method including designating a plurality of measurement site sets (MSSs) on the SDW, each of the MSSs including a first measurement-orientation site (FMS) and a second measurement-orientation site (SMS), the FMS and the SMS being different measurement sites on the SDW, generating a first measurement-orientation quality parameter dataset (FMQPD) by measuring features formed within each the FMS of at least one of the MSSs in a first measurement orientation, generating a second measurement-orientation quality parameter dataset (SMQPD) by measuring features formed within each the SMS of the at least one of the MSSs in a second measurement orientation and generating at least one tool-induced-shift (TIS)-ameliorated quality parameter value (TAQPV), at least partially based on the FMQPD and the SMQPD.

符號簡單說明：



110:量測位點集指定器

(MSSD)

120:計量工具

130:品質參數分析器

(QPA)

150:半導體裝置晶圓

(SDW)

152:特徴

154:空間

156:定位特徵

158:上表面

160:量測位點集(MSS)

162:第一量測定向位點

(FMS)

164:第二量測定向位點

(SMS)

166:第一層

168:第二層

170:卡盤

180:光學模組

182:入射輻射

D₁:尺寸

D₂:尺寸D₃:尺寸D₄:尺寸

D5: 尺寸



I865831

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於半導體裝置晶圓之改良計量的系統及方法

【英文發明名稱】

SYSTEMS AND METHODS FOR IMPROVED METROLOGY FOR SEMICONDUCTOR DEVICE WAFERS

【中文】

本發明揭示一種用於在一半導體裝置晶圓(SDW)之製造期間產生其之一品質參數值之系統及方法，該方法包含：指定該SDW上之複數個量測位點集(MSS)，該等MSS之各者包含一第一量測定向位點(FMS)及一第二量測定向位點(SMS)，該FMS及該SMS為該SDW上之不同量測位點；藉由在一第一量測定向上量測形成於該等MSS之至少一者之每個該FMS內之特徵來產生一第一量測定向品質參數資料集(FMQPD)；藉由在一第二量測定向上量測形成於該等MSS之該至少一者之每個該SMS內之特徵來產生一第二量測定向品質參數資料集(SMQPD)；及至少部分基於該FMQPD及該SMQPD來產生至少一個工具誘發偏移(TIS)改進之品質參數值(TAQPV)。

【英文】

A system and method for generating a quality parameter value of a semiconductor device wafer (SDW), during fabrication thereof, the method including designating a plurality of measurement site sets (MSSs) on the SDW, each of the MSSs including a first measurement-orientation site (FMS) and a second measurement-orientation site

(SMS), the FMS and the SMS being different measurement sites on the SDW, generating a first measurement-orientation quality parameter dataset (FMQPD) by measuring features formed within each the FMS of at least one of the MSSs in a first measurement orientation, generating a second measurement-orientation quality parameter dataset (SMQPD) by measuring features formed within each the SMS of the at least one of the MSSs in a second measurement orientation and generating at least one tool-induced-shift (TIS)-ameliorated quality parameter value (TAQPV), at least partially based on the FMQPD and the SMQPD.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

100: 計量系統/系統

110: 量測位點集指定器(MSSD)

120: 計量工具

130: 品質參數分析器(QPA)

150: 半導體裝置晶圓(SDW)

152: 特徵

154: 空間

156: 定位特徵

158: 上表面

160: 量測位點集(MSS)

162: 第一量測定向位點(FMS)

164: 第二量測定向位點(SMS)

166: 第一層

168: 第二層

170: 卡盤

180: 光學模組

182: 入射輻射

D₁: 尺寸

D₂: 尺寸

D₃: 尺寸

D₄: 尺寸

D₅: 尺寸

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於半導體裝置晶圓之改良計量的系統及方法

【英文發明名稱】

SYSTEMS AND METHODS FOR IMPROVED METROLOGY FOR SEMICONDUCTOR DEVICE WAFERS

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於在半導體裝置之製造中之品質度量之量測。

【先前技術】

【0002】 已知用於半導體裝置之製造中之品質度量之量測之各種方法及系統。

【發明內容】

【0003】 本發明尋求提供用於半導體裝置之製造中之品質度量之量測之改良方法及系統。

【0004】 因此，根據本發明之一實施例，提供一種用於在一半導體裝置晶圓(SDW)之製造期間產生其之一品質參數值之方法，該方法包含：指定該SDW上之複數個量測位點集(MSS)，該等MSS之各者包含一第一量測定向位點(FMS)及一第二量測定向位點(SMS)，該FMS及該SMS為該SDW上之不同量測位點；藉由在一第一量測定向上量測形成於該等MSS之至少一者之每個該FMS內之特徵來產生一第一量測定向品質參數資料集(FMQPD)；藉由在一第二量測定向上量測形成於該等MSS之該至少一者之每個該SMS內之特徵來產生一第二量測定向品質參數資料集

(SMQPD)；及至少部分基於該FMQPD及該SMQPD來產生至少一個工具誘發偏移(TIS)改進之品質參數值(TAQPV)。

【0005】 根據本發明之一實施例，該第一量測定向及該第二量測定向各包含在大體上平行於該SDW之一上表面之一平面內之一旋轉定向。該第一量測定向可體現為大體上平行於該SDW之一上表面之一平面內之 0° 之一旋轉定向，且該第二量測定向係體現為大體上平行於該SDW之該上表面之該平面內之 180° 之一旋轉定向。

【0006】 在本發明之一實施例中，該品質參數係在形成於該SDW上之至少一第一層與形成於該SDW上之一第二層之間的一誤配準。此外或替代性地，該品質參數係該等特徵之至少一者之一尺寸。此外或替代性地，該品質參數係該等特徵之間的至少一個空間之一尺寸。

【0007】 根據本發明之一實施例，該至少一個TAQPV之各者係與該等FMS或SMS之一者相關聯。替代性地，根據本發明之一實施例，該至少一個TAQPV之各者係與該等MSS之一者相關聯。替代性地，根據本發明之一實施例，該至少一個TAQPV之各者係與一群組之該等MSS相關聯。

【0008】 在本發明之一實施例中，該TAQPV係用於調整該SDW之該製造之至少一個參數。

【0009】 可形成於該等MSS之該至少一者之每個該FMS內之該等特徵意欲相同於形成於該等MSS之該至少一者之每個該SMS內之該等特徵。

【0010】 根據本發明之一實施例，形成於該FMS內之該等特徵包含一誤配準目標且形成於該SMS內之該等特徵包含一誤配準目標。此外或替

代性地，根據本發明之一實施例，形成於該FMS內之該等特徵包含功能性半導體裝置且形成於該SMS內之該等特徵包含功能性半導體裝置。

【0011】 該至少一個TAQPV之該產生可包含將該FMQPD及該SMQPD擬合至一模型。

【0012】 根據本發明之另一實施例，亦提供一種用於產生一半導體裝置晶圓(SDW)之一品質參數值之系統，該系統包含：一量測位點集指定器(MSSD)，其可操作以指定該SDW上之複數個量測位點集(MSS)，該等MSS之各者包含一第一量測定向位點(FMS)及一第二定向量測位點(SMS)，該FMS及該SMS為該SDW上之不同量測位點；一計量工具，其可操作以在一第一量測定向上量測形成於該等MSS之各者之每個該等FMS內之特徵，從而產生一第一量測定向品質參數資料集(FMQPD)，及在一第二量測定向上量測形成於該等MSS之各者之每個該等SMS內之特徵，從而產生一第二量測定向品質參數資料集(SMQPD)；及一品質參數分析器，其可操作以至少部分基於該FMQPD及該SMQPD來產生至少一個工具誘發偏移(TIS)改進之品質參數值(TAQPV)。

【圖式簡單說明】

【0013】

將自結合圖式獲得之以下詳細描述更充分理解及瞭解本發明，其中：

圖1係本發明之一計量系統之一實施例之一簡化示意圖；

圖2係展示圖1之計量系統之一例示性使用情況之一簡化示意圖；

圖3A及圖3B一起係繪示與圖1及圖2之系統一起使用之一方法之一實施例的一簡化流程圖；

圖4A係繪示產生一TIS調整之品質參數值之一先前技術方法之一簡化標繪圖；及

圖4B係繪示圖3A及圖3B之方法之一部分之簡化標繪圖。

【實施方式】

【0014】

相關申請案之參考

在此參考於2021年4月22日申請且標題為TOOL INDUCED SHIFT (TIS) MAPPING AND REMOVAL BY ALTERNATE WAFER ORIENTATION AND DATA MODELING之美國臨時專利申請案第63/177,966號，該案之揭示內容在此以引用的方式併入且在此主張該案之優先權。

【0015】

亦參考本申請人之以下專利及專利申請案，其等係與本申請案之標的物有關，其等之揭示內容在此以引用的方式併入：

標 題 為 APPARATUS AND METHODS FOR DETERMINING OVERLAY AND USES OF SAME之美國專利第7,608,468號；

標題為OVERLAY METROLOGY AND CONTROL METHOD之美國專利第7,804,994號；

標 題 為 APPARATUS AND METHODS FOR DETERMINING OVERLAY AND USES OF SAME之美國專利第7,876,438號；

標題為METROLOGY TOOL WITH COMBINED XRF AND SAXS CAPABILITIES之美國專利第9,778,213號；

標題為MULTI-LAYER OVERLAY METROLOGY TARGET AND

COMPLIMENTARY OVERLAY METROLOGY MEASUREMENT SYSTEMS之美國專利第9,927,718號；

標題為COMPOUND IMAGING METROLOGY TARGETS之美國專利第10,527,951號；

標 題 為 APPARATUS AND METHODS FOR DETECTING OVERLAY ERRORS USING SCATTEROMETRY 之 歐 洲 專 利 第 1,570,232號；

於 2019 年 3 月 25 日 申 請 且 標 題 為 VACUUM HOLD-DOWN APPARATUS FOR FLATTENING BOWED SEMICONDUCTOR WAFERS之PCT申請案第PCT/US2019/023918號；

於 2019 年 6 月 4 日 申 請 且 標 題 為 MISREGISTRATION MEASUREMENTS USING COMBINED OPTICAL AND ELECTRON BEAM TECHNOLOGY之PCT申請案第PCT/US2019/035282號；及

於 2019 年 9 月 16 日 申 請 且 標 題 為 PERIODIC SEMICONDUCTOR DEVICE MISREGISTRATION METROLOGY SYSTEM AND METHOD 之PCT申請案第PCT/US2019/051209號。

【0016】 應瞭解，下文參考圖1至圖3B所描述之系統及方法可用於量測半導體裝置及產生其品質度量(諸如半導體裝置之不同層之間的誤配準之指示)，且係半導體裝置之一製程之部分。藉由下文參考圖1至圖3B所描述之系統及方法產生之品質度量可用於在半導體裝置之製造期間調整製程(諸如微影)以改進經製造之半導體裝置(例如，改進半導體裝置之各種層之間的誤配準)。

【0017】 為維持形成於一半導體裝置晶圓上之結構之所要特性(包含

形成於該半導體裝置晶圓上之半導體裝置之各種層之空間配準)，品質度量(諸如形成於半導體裝置晶圓上之結構之間的誤配準)通常係在半導體裝置之一製程內量測多次。用於計算誤配準值之信號通常包含所要資料及雜訊兩者，該所要資料準確地表示誤配準，該雜訊諸如工具誘發偏移(TIS)誤差，尤其是歸因於與量測相關聯之較差遠心度或歸因於經量測之特徵之不規則性(諸如不對稱性)之TIS誤差。

【0018】 為改良計量量測之品質及效用，可識別並移除歸因於TIS誤差之誤配準信號之一部分。習知系統通常藉由量測各位點兩次來識別多個量測位點處之TIS誤差，其中在量測位點處於一x-y平面內之一第一旋轉定向時進行一第一量測，該x-y平面大體上平行於半導體裝置晶圓之一上表面，且在量測位點處於x-y平面內之一第二旋轉定向時進行第二量測。例如，在各位點具有在一x-y平面中之 0° 之一旋轉定向時，可第一次量測該位點，且接著在各位點具有一x-y平面中之 180° 之一旋轉定向時，可第二次量測該位點。在兩個不同旋轉定向之兩次量測之間的一差異被視為TIS誤差，且係自針對該位點報告之誤配準值移除。

【0019】 進行多次量測通常係影響製造產量之一耗時程序，從而減少可在一給定時間量內製造之半導體裝置之一數目。因此，在對量測之準確度之影響最小之情況下減少量測之次數係有利的，尤其是作為最小化計量量測對製造產量之影響之一方式。

【0020】 現參考圖1，其係本發明之一計量系統100之一實施例之一簡化示意圖，及參考圖2，其係展示計量系統100之一例示性使用情況之一簡化示意圖。應瞭解，為便於理解，圖1及圖2未按比例繪製。

【0021】 如圖1及圖2中所見，系統100可包含一量測位點集指定器

(MSSD) 110、一計量工具120及一品質參數分析器(QPA) 130。應瞭解，雖然在圖1及圖2中，MSSD 110及QPA 130被繪製為與計量工具120分開，但在本發明之一替代實施例中，MSSD 110及QPA 130之至少一者係包含於計量工具120中。應進一步瞭解，雖然計量工具120在圖2中展示兩次，但圖2旨在展示一單個計量工具120之兩個不同操作定向。

【0022】 MSSD 110及QPA 130通常包含一可程式化處理器，該可程式化處理器係程式化為軟體及/或韌體以連同用於連接至系統100之其他元件之合適數位及/或類比介面一起實行本文中所描述之功能。替代性地或此外，MSSD 110或QPA 130可包含實行MSSD 110或QPA 130之至少一些功能之硬接線及/或可程式化硬體邏輯電路。儘管為簡潔起見，MSSD 110及QPA 130在圖1中被展示為單片功能區塊，但實際上此等可包括具有用於接收及輸出在圖中繪示及在文字中描述之信號之合適介面之一單個單元或額外經互連控制單元。供MSSD 110或QPA 130實施本文中所揭示之各種方法及功能之程式碼或指令可儲存於可讀儲存媒體(諸如一記憶體)中。

【0023】 計量工具120可為任何合適計量工具，尤其包含一基於成像之誤配準計量工具、一基於散射量測之誤配準計量工具、一關鍵尺寸計量工具、一形狀計量工具、一膜計量工具、一電子束計量工具及一X射線成像工具(諸如一層間x射線計量工具)。適於用作計量工具120之例示性計量工具尤其包含一Archer™ 750、一ATL™ 100、一SpectraShape™ 11k、一SpectraFilm™ F1及一eDR7380™，其等全部商業上可購自美國加利福尼亞州米爾皮塔斯之KLA公司。適於用作計量工具120之一額外例示性計量工具係類似於美國專利第9,778,213號中所描述之x射線工具之一

x射線工具。

【0024】 計量工具120可操作以量測可體現為一半導體裝置晶圓(SDW) 150之一樣本之一品質度量，諸如形成於SDW上之至少兩個層之間的一誤配準、形成於SDW 150上之一或多個特徵152之一尺寸或在形成於SDW 150上之特徵152之間的一或多個空間154之一尺寸。

【0025】 SDW 150通常大體上呈盤狀形狀，且可包含一定位特徵156 (諸如一凹口或一平坦化部分)。定位特徵156在識別SDW 150在大體上平行於SDW 150之一上表面158之一平面內之一旋轉定向時為有用的。

【0026】 MSSD 110可指定SDW 150上之複數個量測位點集(MSS) 160，各MSS 160包含一第一量測定向位點(FMS) 162及一第二量測定向位點(SMS) 164。應瞭解，FMS 162及SMS 164係SDW 150上之不同量測位點，且因此FMS 162及SMS 164之各者之量測量測特徵152之不同者。在本發明之一些實施例(未展示)中，各MSS 160包含至少一個額外量測定向位點。應瞭解，一單個MSS 160之FMS 162及SMS 164可彼此鄰近，但並非必須如此。

【0027】 應進一步瞭解，SDW 150上之各FMS 162及SMS 164可具有任何合適形狀及尺寸。類似地，SDW 150可具有其上具有任何合適分佈之任何合適數目個MSS 160。在本發明之一項實施例中，各MSS 160之FMS 162及SMS 164內之至少一些特徵152意欲相同或幾乎相同於其他MSS 160之FMS 162及SMS 164內之特徵。在本發明之另一實施例中，各MSS 160之FMS 162及SMS 164內之至少一些特徵152有意地不同於其他MSS 160之FMS 162及SMS 164內之特徵152。然而，一特定MSS 160之FMS 162內之特徵152可意欲相同或幾乎相同於該特定MSS 160之SMS

164內之特徵152。類似地，在其中MSS 160包含至少一個額外量測定向位點之一實施例中，一特定MSS 160之FMS 162內之特徵152可意欲相同或幾乎相同於該特定MSS 160之各額外量測定向位點內之特徵152。

【0028】 FMS 162及SMS 164中之特徵152可用形成於SDW 150上之一單個層或用形成於SDW 150上之多個層形成。例如，在圖2中所展示之實例中，各FMS 162及SMS 164包含一起用形成於SDW 150上之一第一層166形成之兩個特徵152及一起用形成於SDW 150上之一第二層168形成之特徵152。半導體裝置晶圓上之特徵通常係由其在如由x軸及y軸指示之一x-y平面中之一最小尺寸(諸如在圖2中指示之特徵152之尺寸D₁及D₂)特性化。類似地，半導體裝置晶圓上之特徵之間的空間通常係由其在x-y平面中之一最小尺寸(諸如在圖2中指示之空間154之尺寸D₃、D₄及D₅)特性化。

【0029】 為簡潔起見，FMS 162及SMS 164在圖2中被展示為各包含一先進成像計量(AIM)目標。然而，FMS 162及SMS 164之各者內之特徵152可形成任何合適誤配準目標，尤其諸如：一框中框目標，諸如類似於美國專利第7,804,994號中所描述之目標之一目標；一AIM晶粒中(AIMid)目標，諸如類似於美國專利第10,527,951號中所描述之目標之一目標；一blossom或micro-blossom目標，諸如類似於C. P. Ausschnitt、J. Morningstar、W. Muth、J. Schneider、R. J. Yerdon、L. A. Binns、N. P. Smith之「Multilayer overlay metrology」，Proc. SPIE 6152，Metrology, Inspection, and Process Control for Microlithography XX，615210 (2006年3月24日)中所描述之目標之一目標；一莫列(Moiré)目標，諸如類似於美國專利第7,876,438號中所描述之目標之一目標；在基

於繞射之量測中有一目標，諸如類似於歐洲專利第1,570,232號中所描述之目標之一目標；在基於電子束之量測中有一目標，諸如類似於美國專利第7,608,468號中所描述之目標之一目標；一混合成像電子束目標或一混合散射量測電子束目標，類似於PCT申請案第PCT/US2019/035282號中所描述之目標；及在量測三個或更多個層之間的誤配準時有用之一目標，諸如類似於美國專利第9,927,718號中所描述之目標之一目標。此外，形成於FMS 162及SMS 164內之特徵可包含旨在為功能性半導體裝置之完整或部分半導體裝置，尤其諸如在PCT申請案第PCT/US2019/051209號中所描述之彼等。

【0030】如尤其在圖2中所見，計量工具120可操作以在一第一量測定向上量測形成於各MSS 160之各FMS 162內之特徵152，及在一第二量測定向上量測形成於各MSS 160之各SMS 164內之特徵152。應瞭解，如本文中所使用，「定向」係指SDW 150在大體上平行於SDW 150之上表面158之一平面內之一旋轉定向。第一及第二量測定向可具有彼此不同之任何合適值，最典型地分別為0°及180°。在本發明之一項實施例中，在SDW 150處於除第一量測定向及第二量測定向以外之至少一個額外旋轉定向中時，計量工具120可操作以量測SDW 150上之量測位點。

【0031】計量工具120可包含可在大體上平行於SDW 150之上表面158之一x-y平面中旋轉之一卡盤170。卡盤170可操作以支撐及定位由計量工具120量測之一樣本(諸如SDW 150)。卡盤170可為任何合適卡盤，尤其包含諸如在PCT申請案第PCT/US2019/023918號中所描述之一卡盤。SDW 150之量測定向係由卡盤170之一位置判定。SDW 150可在量測期間通常藉由一真空附接固定地安裝於卡盤170上，且SDW 150在大體上

平行於SDW 150之上表面158之一平面中之一旋轉定向係由卡盤170之一對應旋轉定向判定。

【0032】 本發明之一特定特徵係，雖然FMS 162及SMS 164可在第一量測定向及第二量測定向兩者上進行量測，但大部分FMS 162僅在第一定向上量測且大部分SMS 164僅在第二量測定向上量測。例如，在本發明之一項實施例中，既在SDW 150處於第一量測定向中時且又在SDW 150處於第二量測定向中時，量測SDW 150上之FMS 162之近似10%，且僅在SDW 150處於第一量測定向中時，量測SDW 150上之FMS 162之剩餘近似90%。在此例示性實施例中，既在SDW 150處於第一量測定向中時且又在SDW 150處於第二量測定向中時，量測SDW 150上之SMS 164之近似10%，且僅在SDW 150處於第二量測定向中時，量測SDW 150上之SMS 164之剩餘近似90%。

【0033】 計量工具120可進一步包含產生入射輻射182用於量測形成於FMS 162及SMS 164之各者內之特徵152的至少一個光學模組180。應瞭解，計量工具120可自在第一量測定向上對各FMS 162之量測產生一第一量測定向品質參數資料集(FMQPD)。類似地，計量工具120可自在第二量測定向上對各SMS 164之量測產生一第二量測定向品質參數資料集(SMQPD)。

【0034】 如下文參考圖3及圖4所描述，QPA 130可接收FMQPD及SMQPD且至少部分基於其等產生至少一個TIS改進之品質參數值(TAQPV)。該TAQPV可與任何合適參數有關，尤其諸如在至少第一層166與第二層168之間的一誤配準；一尺寸，諸如FMS 162及SMS 164中之特徵152之至少一者之 D_1 或 D_2 ；一尺寸，諸如在FMS 162及SMS 164中

之特徵152之間的空間154之至少一者之 D_3 、 D_4 或 D_5 ；FMS 162及SMS 164中之特徵152之至少一者之一形狀；及在FMS 162及SMS 164中之特徵152之間的空間154之一者之一形狀。

【0035】 在本發明之一項實施例中，TAQPV特性化一單個FMS 162或SMS 164且與該單個FMS 162或SMS 164相關聯。在本發明之一額外實施例中，TAQPV特性化一單個MSS 160且與該單個MSS 160相關聯。在本發明之又一額外實施例中，TAQPV特性化一群組之MSS 160且與該群組之MSS 160相關聯，尤其諸如在SDW 150之一單個行、列、場域或象限中之一群組之MSS 160、一單個SDW 150上之一群組之MSS及多個SDW 150上之一群組之MSS。

【0036】 現參考圖3A及圖3B，其等合起來係繪示與圖1及圖2之系統100一起使用之一方法300之一實施例之一簡化流程圖，參考圖4A，其係繪示產生一TIS調整之品質參數值之一先前技術方法之一簡化標繪圖，且參考圖4B，其係繪示圖3A及圖3B之方法300之一部分之簡化標繪圖。應瞭解，方法300可在形成SDW 150上之至少一個且更通常至少兩個層之後作為一較大製程之部分執行。此外，作為方法300之部分產生之資料可用於調整製程(方法300形成其之一部分)之製造參數。

【0037】 如圖3A中所見，在一第一步驟302，諸如藉由MSSD 110指定一樣本(諸如SDW 150)上之複數個MSS 160。如上文參考圖1及圖2所描述，MSS 160之各者可包含至少一單個FMS 162及一單個SMS 164。在本發明之一些實施例中，各MSS 160包含至少一個額外量測定向位點。又，如上文所描述，FMS 162及SMS 164係SDW 150上之不同量測位點，且因此FMS 162及SMS 164之各者之量測量測特徵152之不同者。

【0038】 應瞭解，方法300尤其適於與MSS 160一起使用，其中與來自對FMS 162之一量測之一FMQPD相關聯之一TIS與來自對SMS 164之一量測之一SMQPD相關聯之一TIS之間的一差異係在一預定容限內。因此，在一選用下一步驟304，例如，藉由執行類似於Boaz Ophir、Udi Shusterman、Anna Golotsvan、Cindy Kato、Masanobu Hayashi、Richika Kato、Tomohiro Goto、Taketo Kuriyama、Manabu Miyake、Yasuki Takeuchi、Hiroyuki Mizuochi之「Machine learning for Tool Induced Shift (TIS) reduction: an HVM case study」，Proc. SPIE 11611，Metrology, Inspection, and Process Control for Semiconductor Manufacturing XXXV，116110E (2021年2月22日)中所描述之一者之一鏈路上TIS協定，來評估與對SDW 150上之各MSS 160之FMS 162及SMS 164之量測相關聯之TIS。

【0039】 若步驟304之評估之結果指示與來自對FMS 162之一量測之一FMQPD相關聯之一TIS與來自對SMS 164之一量測之一SMQPD相關聯之一TIS之間的一差異不在預定容限內，則可在下一步驟306使該差異在預定容限內。步驟306可藉由調整SDW 150之製造參數或藉由調整方法300中所使用之量測參數來執行。

【0040】 在步驟306之後，或若步驟304之評估之結果指示與來自對FMS 162之一量測之一FMQPD相關聯之一TIS與來自對SMS 164之一量測之一SMQPD相關聯之一TIS之間的一差異在預定容限內，則在步驟304之後，或若未執行步驟304則在步驟302之後，方法300繼續進行至下一步驟308。在步驟308，藉由在一第一量測定向上量測形成於MSS 160之至少一者之各FMS 162內之特徵152來產生至少一個FMQPD。如上文參考圖1

及圖2所描述，如本文中所使用，「定向」係指SDW 150在大體上平行於SDW 150之上平面158之一平面內之旋轉定向。在步驟308進行之該一或多個量測可使用計量工具120來量測。

【0041】 在下一步驟310，藉由針對在步驟308量測之各MSS 160，在一第二量測定向上量測形成於各SMS 164內之特徵152來產生至少一個SMQPD。如上文參考圖1及圖2所描述，各自步驟308及310之第一及第二量測定向可具有彼此不同之任何合適值，最典型地分別為 0° 及 180° 。

【0042】 如尤其在圖3B中所見，在下一步驟312，進行是否依額外量測定向量測量測位點之一判定。若將進行依額外量測定向之額外量測，則方法300繼續進行至下一步驟314。

【0043】 在步驟314，在其中MSS 160包含至少一個額外量測定向位點之一實施例中，各額外量測定向位點係依其之一對應量測定向進行量測，從而針對在步驟314進行之各額外量測產生一額外量測定向品質參數資料集(AMQPD)。

【0044】 僅藉由實例，若各MSS 160包含四個量測位點，則針對各MSS 160，在步驟308，可依 0° 之一旋轉定向量測FMS 162，在步驟310，可依 180° 之一旋轉定向量測SMS 164，且在步驟314，可依分別為 90° 及 270° 之旋轉定向量測兩個額外量測定向位點。

【0045】 此外或替代性地，在步驟314，可依不同於在各自步驟308或310量測FMS 162或SMS 164所依之定向之一定向量測FMS 162及SMS 164之至少一者。例如，如上文所描述，在本發明之一項實施例中，既在SDW 150處於第一量測定向中時且又在SDW 150處於第二量測定向中時，量測SDW 150上之FMS 162及SMS 164之近似10%，且僅在SDW

150處於第一量測定向中時量測SDW 150上之FMS 162之剩餘近似90%，且僅在SDW 150處於第二量測定向中時，量測SDW 150上之SMS 164之剩餘近似90%。在此一實施例中，在步驟308，在第一量測定向上量測所有FMS 162，在步驟310，在第二量測定向上量測所有SMS 164，且在步驟314，在第二量測定向上量測FMS 162之近似10%且在第一量測定向上量測SMS 164之近似10%。

【0046】應瞭解，儘管為便於理解，步驟312及314被展示為在步驟308及310兩者之後執行，但在其中依第二量測定向量測一些FMS 162及/或依第一量測定向量測一些SMS 164之一實施例中，步驟314可與步驟308及310一起執行。因此，針對方法300中所使用之各量測定向，卡盤170可使SDW 150僅一次移動至該量測定向，且依該量測定向進行之所有量測係在SDW處於該量測定向時進行。僅在待依該量測定向量測之所有量測位點已依該量測定向進行量測之後，卡盤170才使SDW 150移動至一不同量測定向。

【0047】在步驟314之後，或若在步驟312進行不依額外量測定向量測量測位點之一判定，則在步驟312之後，方法300繼續進行至下一步驟316。在步驟316，將在步驟308產生之FMQPD及在步驟310產生之SMQPD以及在步驟314產生之AMQPD (若有)提供至QPA 130。

【0048】在下一步驟318，QPA 130可分析在步驟316提供之FMQPD、SMQPD及AMQPD，且至少部分基於其等產生至少一個工具誘發偏移(TIS)改進之品質參數值(TAQPV)。如上文參考圖1及圖2所描述，在步驟318產生之TAQPV可為任何合適TAQPV，尤其諸如在至少第一層166與第二層168之間的一誤配準；一尺寸，諸如FMS 162及SMS 164中

之特徵152之至少一者之 D_1 或 D_2 ；一尺寸，諸如在FMS 162及SMS 164中之特徵152之間的空間154之至少一者之 D_3 、 D_4 或 D_5 ；FMS 162及SMS 164中之特徵152之至少一者之一形狀；及在FMS 162及SMS 164中之特徵152之間的空間154之一者之一形狀。

【0049】 又如上文參考圖1及圖2所描述，在本發明之一項實施例中，TAQPV特性化一單個FMS 162或SMS 164且與該單個FMS 162或SMS 164相關聯。在本發明之一額外實施例中，TAQPV特性化一單個MSS 160且與該單個MSS 160相關聯。在本發明之又另一實施例中，TAQPV特性化一群組之MSS 160且與該群組之MSS 160相關聯，尤其諸如在SDW 150之一單個行、列、場域或象限中之一群組之MSS 160、一單個SDW 150上之一群組之MSS及多個SDW 150上之一群組之MSS。

【0050】 在本發明之一實施例中，在步驟318執行之分析可包含將在步驟316提供之FMQPD、SMQPD及AMQPD擬合至一模型。此一模型可為任何合適模型，尤其諸如一算術平均值、一線性迴歸或一較高階模型，諸如類似於Dana Klein、Daria Negri之「Error modeling and accuracy breakdown in optical overlay metrology for advanced nodes」，Proc. SPIE 11613，Optical Microlithography XXXIV，116130X (2021年2月22日)中所描述之一模型之一模型。

【0051】 本發明之特定特徵係在步驟318，藉由QPA 130對FMQPD、SMQPD及AMQPD之分析可自動地移除一品質參數之主要歸因於或僅歸因於TIS之至少一些分量，從而容許QPA 130提供一TAQPV。

【0052】 如圖4A中所見，一先前技術方法依如藉由三角形標記402之各者指示之一第一量測定向及如藉由矩形標記404之各者指示之一第二

量測定向兩者量測多個量測位點之各者。該先前技術方法接著使用一線性迴歸將藉由量測產生之資料擬合至一直線模型，從而針對各量測位點產生一品質參數值，如藉由一虛線趨勢線410指示。由於各量測位點係依兩個不同量測定向量測，故當將資料擬合至一合適模型時，各位點之TIS誤差消除。

【0053】 相比而言，如圖4B中所見，方法300在步驟308僅依如藉由三角形標記422之各者指示之一第一量測定向量測大部分或所有FMS 162，且在步驟310僅在如藉由矩形標記424之各者指示之一第二量測定向量測大部分或所有SMS 164。方法300接著使用一線性迴歸將藉由步驟308及310之量測產生之資料擬合至一模型(在圖4B中展示為一直線模型擬合)，從而針對各量測位點產生TAQPV，如藉由一虛線趨勢線430指示。

【0054】 如藉由圖4B中之標記422及424之數目相較於圖4A中之標記402及404之數目所指示，方法300產生圖4A中所繪示之先前技術方法所需之量測之近似一半的量測。此外，如藉由趨勢線410及430之相對位置指示，方法300產生在由圖4A中所繪示之先前技術方法產生之品質參數值之一預定容限內之TAQPV。

【0055】 熟習此項技術者將瞭解，本發明並不限於上文已特別展示及描述之內容。本發明之範疇包含全部不在先前技術中之上文所描述之各種特徵之組合及子組合兩者以及其等之修改。

【符號說明】

【0056】

100: 計量系統/系統

110: 量測位點集指定器(MSSD)

120: 計量工具

130: 品質參數分析器(QPA)

150: 半導體裝置晶圓(SDW)

152: 特徵

154: 空間

156: 定位特徵

158: 上表面

160: 量測位點集(MSS)

162: 第一量測定向位點(FMS)

164: 第二量測定向位點(SMS)

166: 第一層

168: 第二層

170: 卡盤

180: 光學模組

182: 入射輻射

300: 方法

302: 步驟

304: 步驟

306: 步驟

308: 步驟

310: 步驟

312: 步驟

314: 步驟

316: 步驟

318: 步驟

402: 三角形標記/標記

404: 矩形標記/標記

410: 虛線趨勢線/趨勢線

422: 三角形標記/標記

424: 矩形標記/標記

430: 虛線趨勢線/趨勢線

D₁: 尺寸

D₂: 尺寸

D₃: 尺寸

D₄: 尺寸

D₅: 尺寸

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種在一半導體裝置晶圓(SDW)之製造期間產生其之一品質參數值之方法，該方法包括：

指定該SDW上之複數個量測位點集(MSS)，該等MSS之各者包括一第一量測定向位點(FMS)及一第二量測定向位點(SMS)，該FMS及該SMS為該SDW上之不同量測位點；

使用入射輻射在一第一量測定向上量測形成於該等MSS之至少一者之每個FMS內之特徵來產生一第一量測定向品質參數資料集(FMQPD)；

使用該入射輻射在一第二量測定向上量測形成於該等MSS之該至少一者之每個該SMS內之特徵來產生一第二量測定向品質參數資料集(SMQPD)；及

至少部分基於該FMQPD及該SMQPD來產生至少一個工具誘發偏移(TIS)改進(ameliorated)之品質參數值(TAQPV)。

【請求項2】

如請求項1之方法，其中該第一量測定向及該第二量測定向各包括在大體上平行於該SDW之一上表面之一平面內之一旋轉定向。

【請求項3】

如請求項1之方法，其中：

該第一量測定向包括在大體上平行於該SDW之一上表面之一平面內之0°之一旋轉定向；且

該第二量測定向包括在大體上平行於該SDW之該上表面之該平面內之180°之一旋轉定向。

【請求項4】

如請求項1之方法，其中該品質參數係在形成於該SDW上之至少一第一層與形成於該SDW上之一第二層之間的一誤配準(misregistration)。

【請求項5】

如請求項1之方法，其中該品質參數係該等特徵之至少一者之一尺寸。

【請求項6】

如請求項1之方法，其中該品質參數係該等特徵之間的至少一個空間之一尺寸。

【請求項7】

如請求項1之方法，其中該至少一個TAQPV之各者係與該等FMS或該等SMS之一者相關聯。

【請求項8】

如請求項1之方法，其中該至少一個TAQPV之各者係與該等MSS之一者相關聯。

【請求項9】

如請求項1之方法，其中該至少一個TAQPV之各者係與一群組之該等MSS相關聯。

【請求項10】

如請求項1之方法，其進一步包括使用該TAQPV來調整該SDW之該製造之至少一個參數。

【請求項11】

如請求項1之方法，其中形成於該等MSS之該至少一者之每個該FMS

內之該等特徵意欲相同於形成於該等MSS之該至少一者之每個該SMS內之該等特徵。

【請求項12】

如請求項1之方法，其中形成於該FMS內之該等特徵包括一誤配準目標且形成於該SMS內之該等特徵包括一誤配準目標。

【請求項13】

如請求項1之方法，其中形成於該FMS內之該等特徵包括功能性半導體裝置且形成於該SMS內之該等特徵包括功能性半導體裝置。

【請求項14】

如請求項1之方法，其中該產生該至少一個TAQPV包括將該FMQPD及該SMQPD擬合至一模型。

【請求項15】

一種用於產生一半導體裝置晶圓(SDW)之一品質參數值之系統，該系統包括：

一量測位點集指定器(MSSD)，其可操作以指定該SDW上之複數個量測位點集(MSS)，該等MSS之各者包括一第一量測定向位點(FMS)及一第二定向量測位點(SMS)，該FMS及該SMS為該SDW上之不同量測位點；

一計量工具，其包含：

一卡盤，其經組態以支撐該SDW；

一光學模組，其經組態以產生被引導朝向該卡盤上之該SDW之入射輻射；

其中該計量工具可操作以：

使用該入射輻射在一第一量測定向上量測形成於該等MSS之各者

之每個該等FMS內之特徵，從而產生一第一量測定向品質參數資料集(FMQPD)；及

使用該入射輻射在一第二量測定向上量測形成於該等MSS之各者之每個該等SMS內之特徵，從而產生一第二量測定向品質參數資料集(SMQPD)；及

一品質參數分析器，其可操作以至少部分基於該FMQPD及該SMQPD來產生至少一個工具誘發偏移(TIS)改進之品質參數值(TAQPV)。

【請求項16】

如請求項15之系統，其中該第一量測定向及該第二量測定向各包括在大體上平行於該SDW之一上表面之一平面內之一旋轉定向。

【請求項17】

如請求項15之系統，其中：

該第一量測定向包括在大體上平行於該SDW之一上表面之一平面內之0°之一旋轉定向；且

該第二量測定向包括在大體上平行於該SDW之該上表面之該平面內之180°之一旋轉定向。

【請求項18】

如請求項15之系統，其中該品質參數係在形成於該SDW上之至少一第一層與形成於該SDW上之一第二層之間的一誤配準、該等特徵之至少一者之一尺寸，或該等特徵之間的至少一個空間之一尺寸。

【請求項19】

如請求項15之系統，其中該至少一個TAQPV之各者係與該等FMS或SMS之一者相關聯。

【請求項20】

如請求項15之系統，其中該至少一個TAQPV之各者係與一群組之該等MSS相關聯。

【請求項21】

如請求項15之系統，其中形成於該等MSS之該至少一者之每個該FMS內之該等特徵意欲相同於形成於該等MSS之該至少一者之每個該SMS內之該等特徵。

【請求項22】

如請求項15之系統，其中形成於該FMS內之該等特徵包括一誤配準目標且形成於該SMS內之該等特徵包括一誤配準目標。

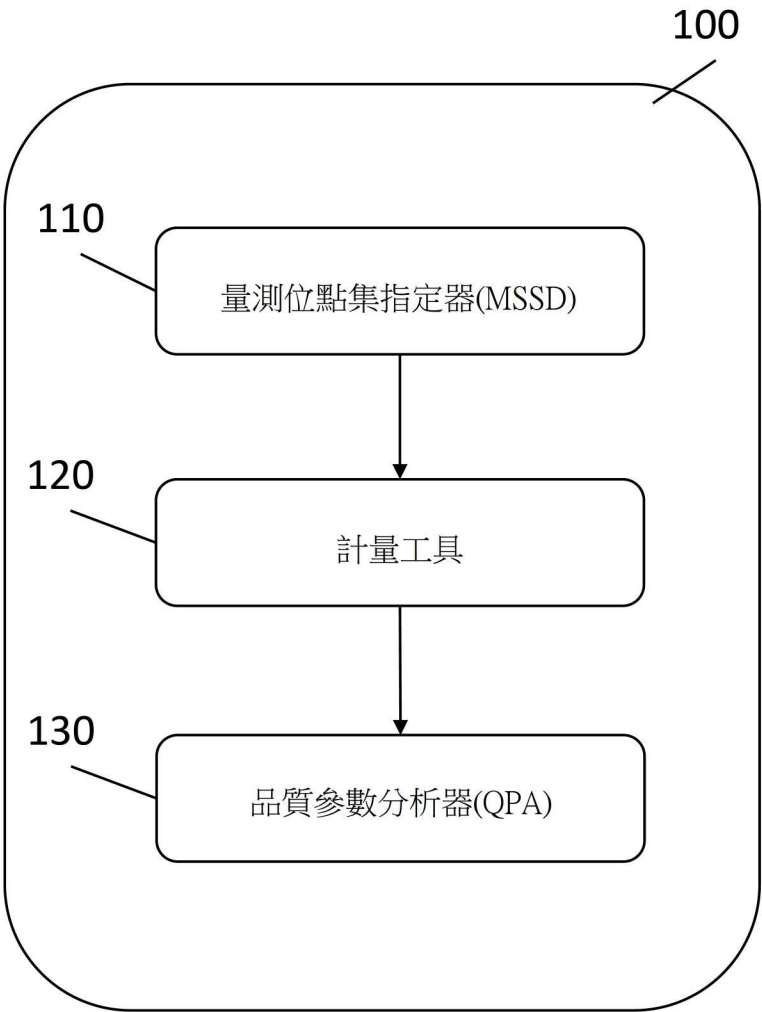
【請求項23】

如請求項15之系統，其中形成於該FMS內之該等特徵包括功能性半導體裝置且形成於該SMS內之該等特徵包括功能性半導體裝置。

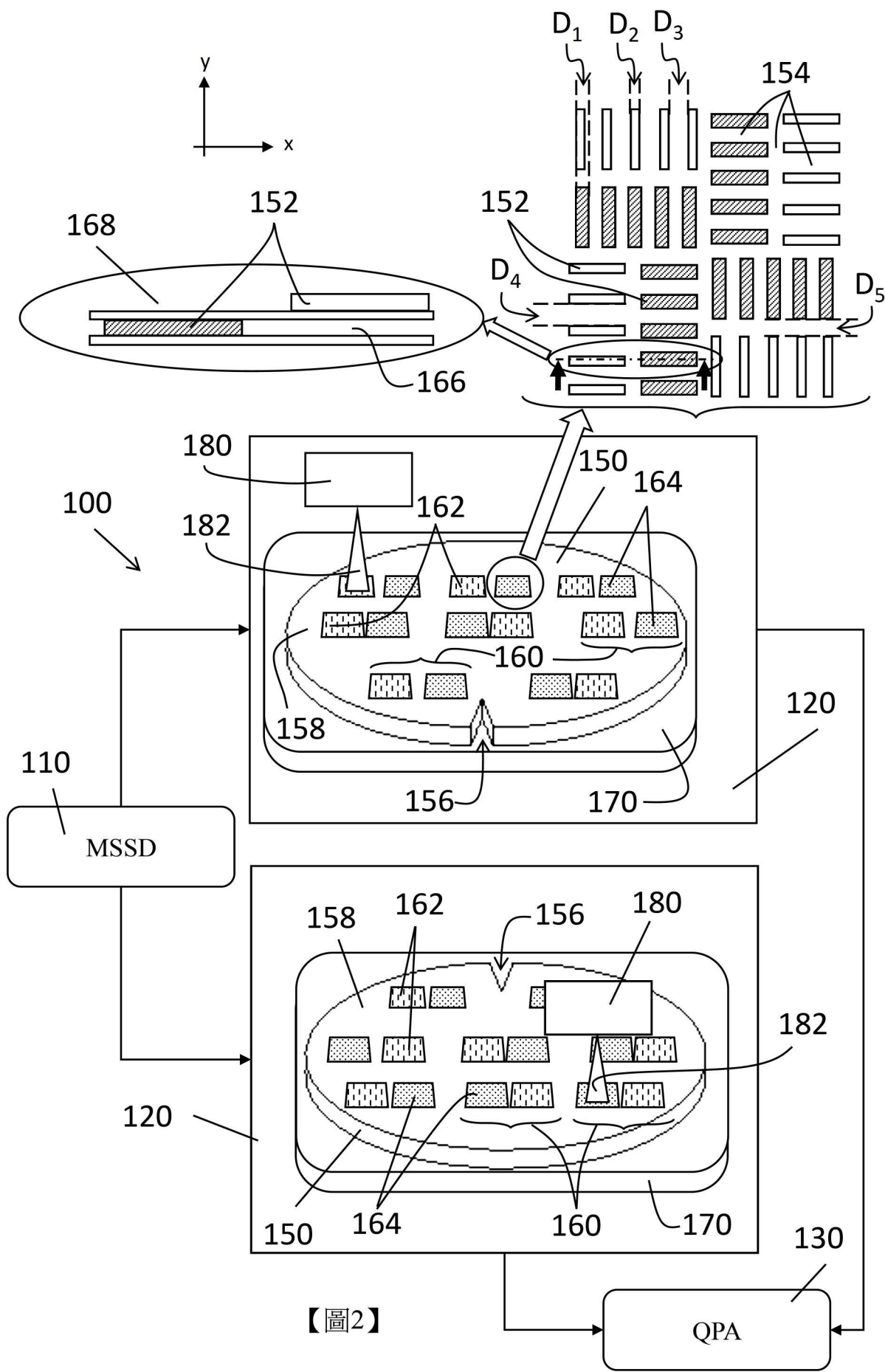
【請求項24】

如請求項15之系統，其中該品質參數分析器可操作以將該FMQPD及該SMQPD擬合至一模型，從而產生該TAQPV。

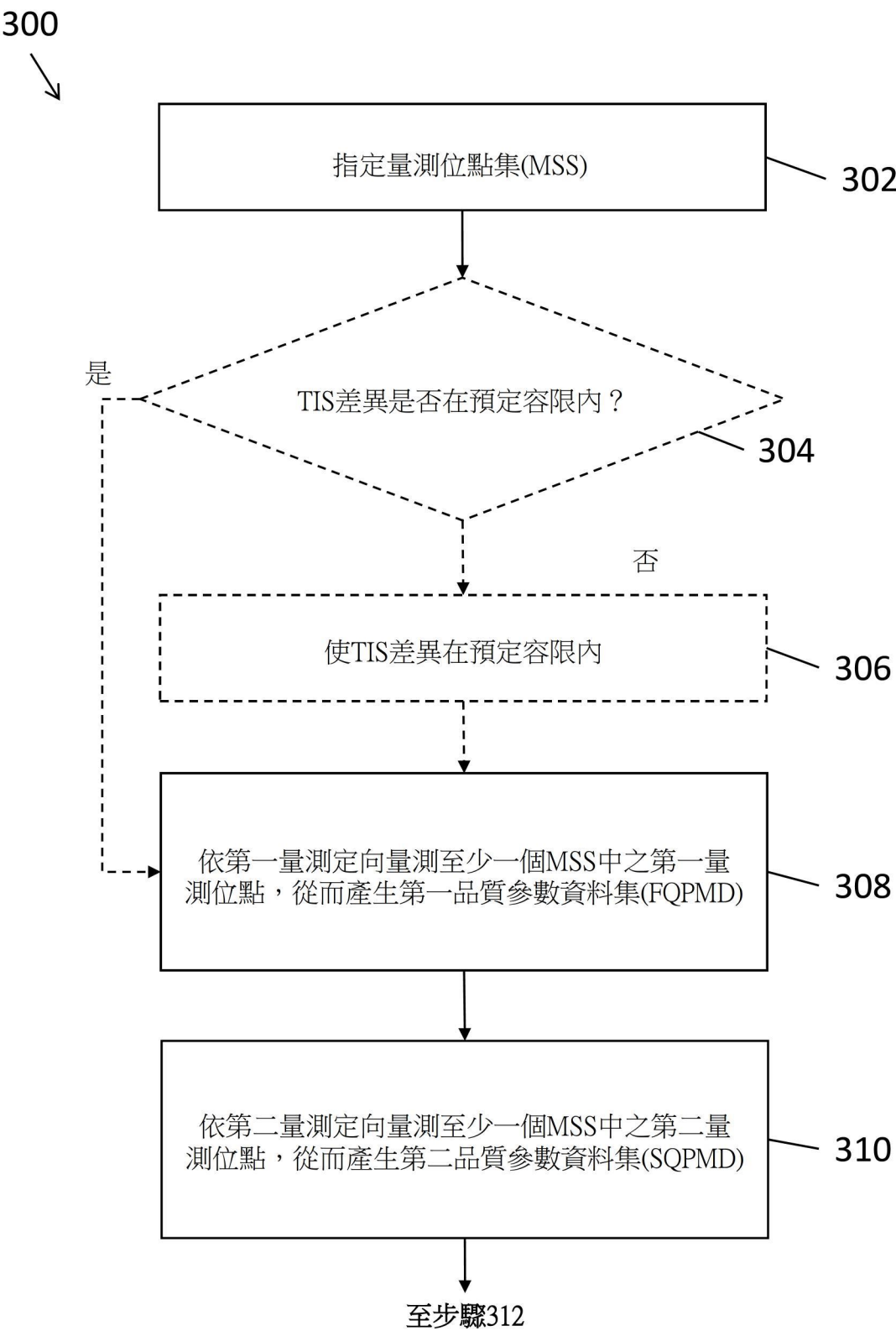
【發明圖式】



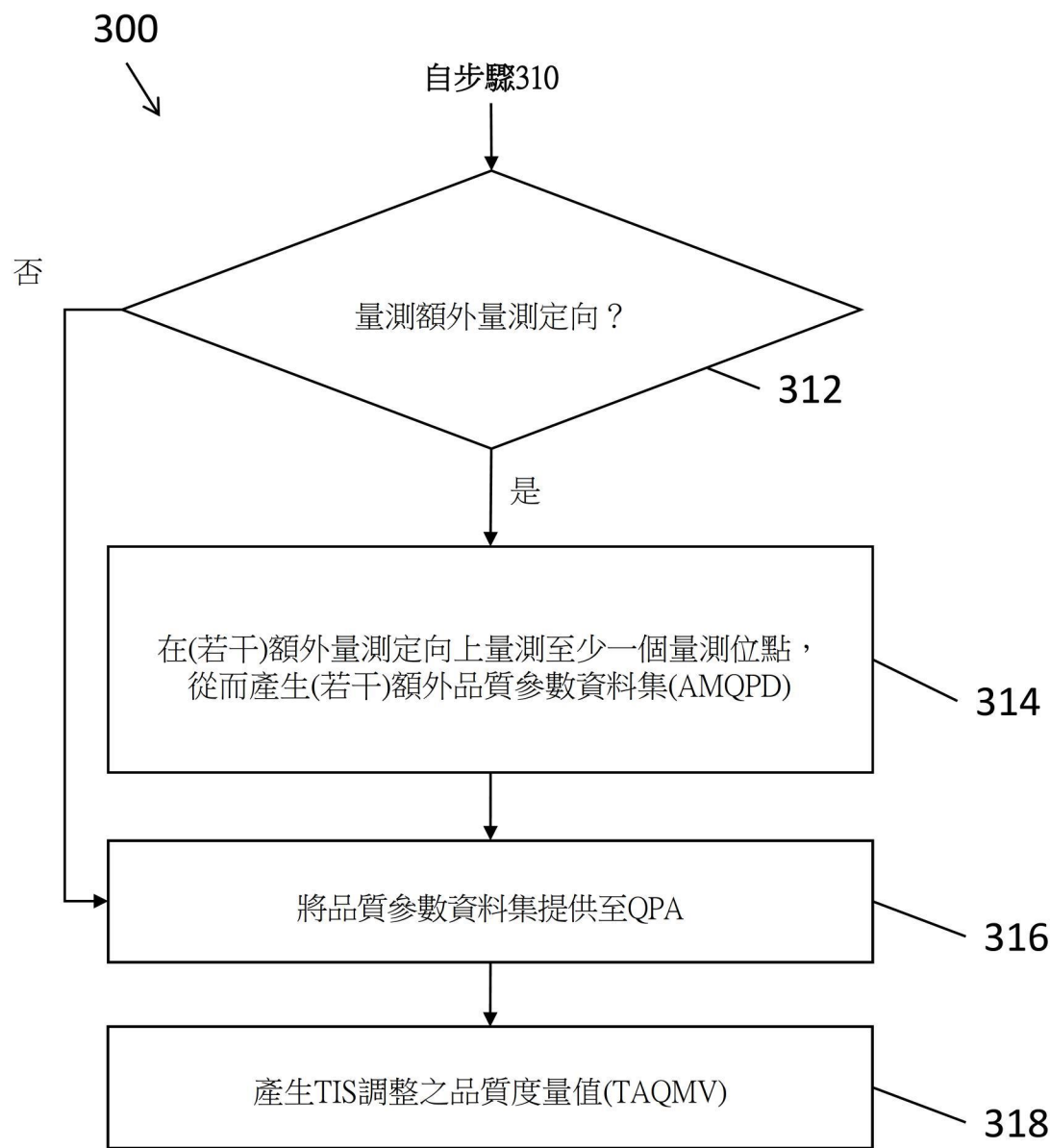
【圖1】



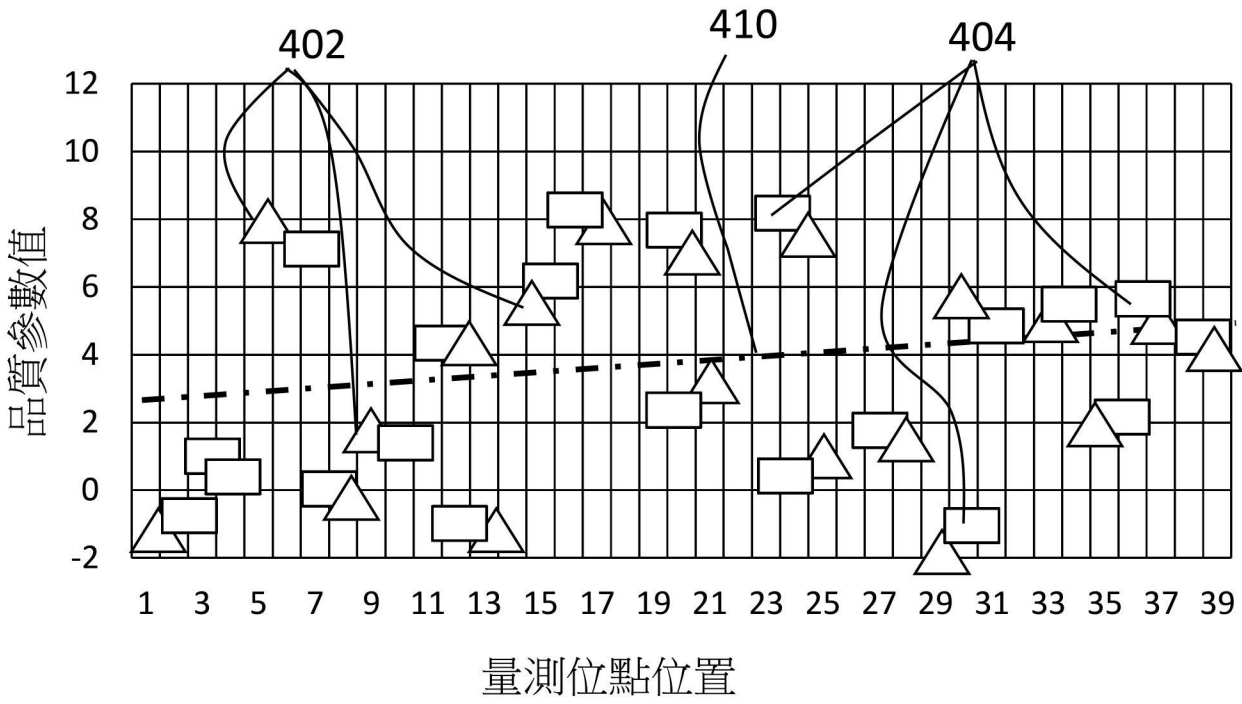
【圖2】



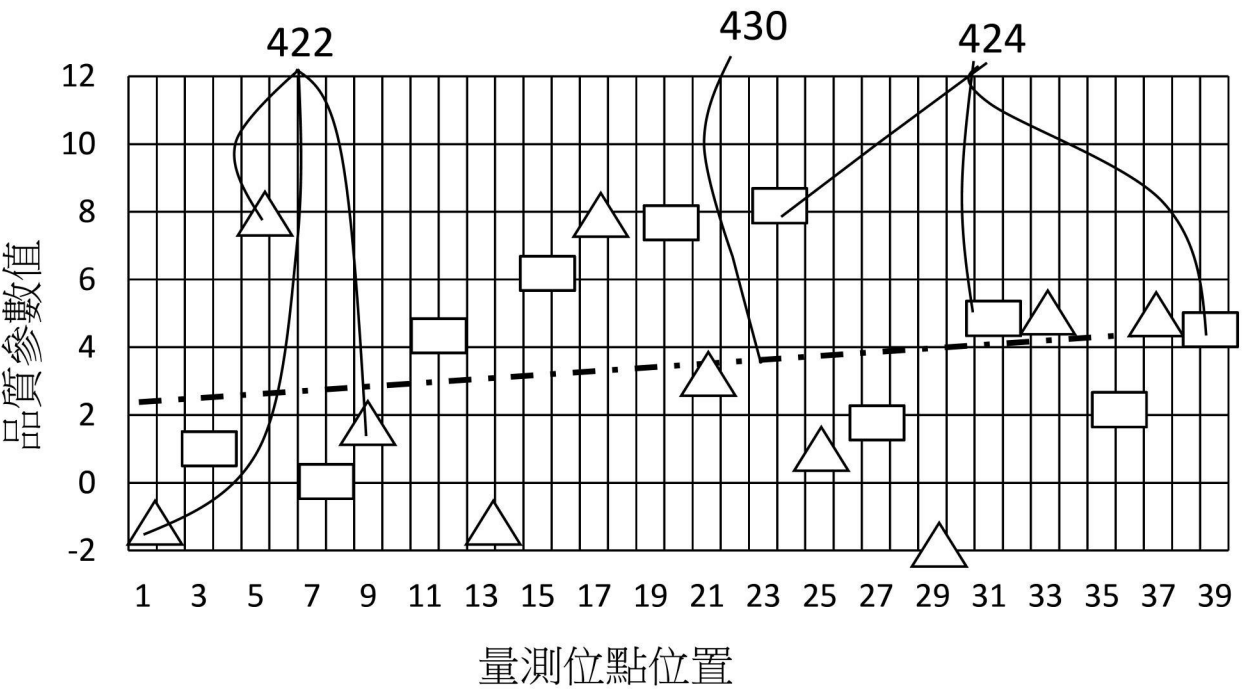
【圖3A】



【圖3B】



【圖4A】



【圖4B】