



(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 I849465 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：111128731

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 05 日

(51)Int. Cl. : G01R31/26 (2020.01)

G01P15/00 (2006.01)

(30)優先權：2017/02/06 美國

15/425,921

(71)申請人：美商蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：濤磊 彼得 S THAULAD, PETER S. (ID)；吉亞帕蘭 雅胡爾莎番姆 賽門
JEYAPALAN, ARULSELVAM SIMON (US)；布蘭克 理查 M BLANK,
RICHARD M. (US)；林戈爾德 泰森 李 RINGOLD, TYSON LEE (US)；埃斯皮
諾薩三世 維克特 愛德華多 ESPINOSA III, VICTOR EDUARDO (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW 200800789A

TW 200832599A

TW 201546452A

US 2013/0090881A1

US 2015/0214091A1

審查人員：朱啓信

申請專利範圍項數：32 項 圖式數：12 共 61 頁

(54)名稱

具有與半導體處理工具之選擇性整合的智慧型振動晶圓

(57)摘要

揭示具有安裝在其上之兩個間隔開的加速計之測試晶圓。加速計可配置在沿穿過測試晶圓之重心的公共軸線配置的位置處。測試晶圓可包含控制器，該控制器可用以將由加速計收集的加速度數據發送至另一裝置。在一些實施方式中，提供包含用於儲存測試晶圓之測試晶圓座的半導體處理工具，該測試晶圓保持在半導體處理工具中及可由晶圓搬運機器人提取以供在晶圓搬運機器人沒有執行基板傳送操作期間執行測試循環。

A test wafer having two spaced-apart accelerometers mounted thereon is disclosed. The accelerometers may be positioned at locations located along a common axis passing through the center of gravity of the test wafer. The test wafer may include a controller that may be used to transmit acceleration data collected by the accelerometers to another device. In some implementations, a semiconductor processing tool is provided that includes a test wafer receptacle for storing a test wafer that remains with the semiconductor processing tool and that may be retrieved by a wafer handling robot for performing a test cycle during periods when the wafer handling robot is not performing substrate transport operations.

指定代表圖：

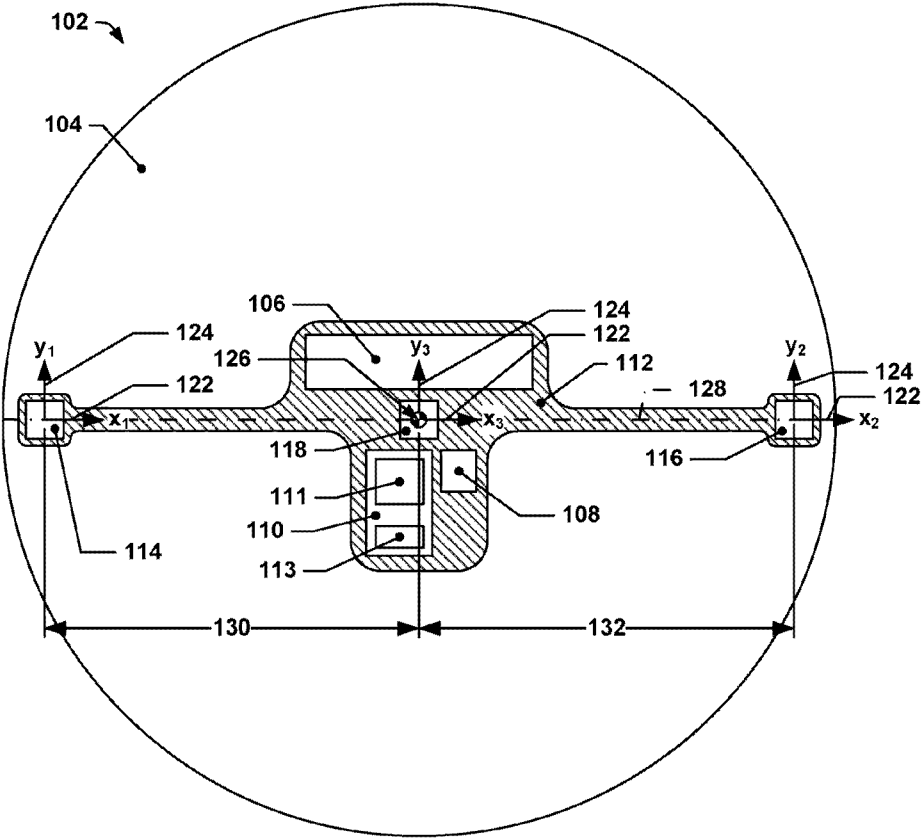


圖 1

符號簡單說明：

- 102:測試晶圓
- 104:平台
- 106:電源
- 108:通訊界面
- 110:控制器
- 111:處理器
- 112:印刷電路
- 113:記憶體
- 114:第一加速計
- 116:第二加速計
- 118:第三加速計
- 122:第一軸線
- 124:第二軸線
- 126:重心(CG)
- 128:公共軸線
- 130:第一距離
- 132:第二距離



公告本

【發明摘要】

I849465

【中文發明名稱】 具有與半導體處理工具之選擇性整合的智慧型振動晶圓

【英文發明名稱】 SMART VIBRATION WAFER WITH OPTIONAL

INTEGRATION WITH SEMICONDUCTOR PROCESSING TOOL

【中文】

揭示具有安裝在其上之兩個間隔開的加速計之測試晶圓。加速計可配置在沿穿過測試晶圓之重心的公共軸線配置的位置處。測試晶圓可包含控制器，該控制器可用以將由加速計收集的加速度數據發送至另一裝置。在一些實施方式中，提供包含用於儲存測試晶圓之測試晶圓座的半導體處理工具，該測試晶圓保持在半導體處理工具中及可由晶圓搬運機器人提取以供在晶圓搬運機器人沒有執行基板傳送操作期間執行測試循環。

【英文】

A test wafer having two spaced-apart accelerometers mounted thereon is disclosed. The accelerometers may be positioned at locations located along a common axis passing through the center of gravity of the test wafer. The test wafer may include a controller that may be used to transmit acceleration data collected by the accelerometers to another device. In some implementations, a semiconductor processing tool is provided that includes a test wafer receptacle for storing a test wafer that remains with the semiconductor processing tool and that may be retrieved by a

wafer handling robot for performing a test cycle during periods when the wafer handling robot is not performing substrate transport operations.

【指定代表圖】 圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

102: 測試晶圓

104: 平台

106: 電源

108: 通訊界面

110: 控制器

111: 處理器

112: 印刷電路

113: 記憶體

114: 第一加速計

116: 第二加速計

118: 第三加速計

122: 第一軸線

124: 第二軸線

126: 重心 (CG)

128: 公共軸線

130: 第一距離

132: 第二距離

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有與半導體處理工具之選擇性整合的智慧型振動晶圓

【英文發明名稱】 SMART VIBRATION WAFER WITH OPTIONAL
INTEGRATION WITH SEMICONDUCTOR PROCESSING TOOL

【技術領域】

【0001】 本發明係關於半導體處理中的晶圓，更具體而言，係關於具有安裝在其上之兩個間隔開的加速計之晶圓。

[相關申請案的交互參照]

【0002】 本申請案主張於西元2017年2月6日申請、題為“SMART VIBRATION WAFER WITH OPTIONAL INTEGRATION WITH SEMICONDUCTOR PROCESSING TOOL”之美國臨時專利申請案第15/425,921號之優先權的權利，其全部內容於此藉由參照及為了所有目的納入本案揭示內容。

【先前技術】

【0003】 在基板的半導體處理期間，將基板傳送進出半導體處理腔室係必要的，其通常使用一些類型的晶圓搬運機器人達成。如本文所使用，術語「晶圓」及「基板」係可互換地使用，且可用以意指半導體或玻璃基板。典型的晶圓搬運機器人可具有多關節臂，其係配置成獨立地延伸、收回、旋轉、且在許多情況下升高和降低，以便在一或更多半導體處理腔室、或通至一或更多半導體處理腔室之傳送腔室的負載鎖、及一或更多負載端口或負載站之間傳送基板。如此的晶圓

搬運機器人可包含薄的刀刃狀或刮鏟狀的末端執行器，該末端執行器可位在基板下方，且具有配置成在末端執行器升高接觸基板時接觸基板之底面或邊緣的複數接觸墊或其他點。末端執行器通常係設計成僅在這些位置處接觸基板以減少末端執行器與基板間之接觸的量，從而減少微粒產生及基板損壞的機會。

【0004】典型的半導體處理工具可設計成處理大量的基板，而多個基板同時移動通過該工具。舉例而言，許多半導體處理工具包含圍繞中心載排列的複數半導體處理腔室，該中心載可稱作為傳送腔室。各半導體處理腔室可藉由允許半導體處理腔室與傳送腔室密封隔離的閘閥或狹縫門界面連接至傳送腔室。真空側晶圓搬運機器人可位在傳送腔室內且配置成在諸多附接的半導體處理腔室之間移動基板。

【0005】傳送腔室亦可與一或更多負載鎖連接，該一或更多負載鎖可作為將傳送腔室（及半導體處理腔室）與半導體處理工具所位在的處理設備之氛圍環境分開的氣室。負載鎖允許傳送腔室（及半導體處理腔室）以非常低的壓力（例如在毫托範圍內）連續操作，同時仍允許基板從氛圍環境進入及離開傳送腔室。

【0006】負載鎖可與設備前端模組（EFEM）連接，該設備前端模組（EFEM）係可包含大氣側晶圓搬運機器人之大型、通常封閉的結構。EFEM亦可包含一或更多負載端口，其係基板可進入及離開EFEM所通過的界面，作為通過容納EFEM的半導體處理設備之基板流的一部分。大氣側晶圓搬運機器人可配置成在負載端口與負載鎖之間傳送基板。

【0007】在典型的半導體處理設備中，半導體處理工具間之基板的移動係藉由使用前開式晶圓傳送盒（FOUP, front opening unified pod）而達成，該前開式晶圓傳送盒（FOUP）係具有垂直排列的架子之可密封的容器，用於一次支撐

大量（例如25或30）基板。FOUP可在EFEM負載站處對接，而包含於其中的基板可藉由大氣側晶圓搬運機器人自FOUP移除且被傳送至負載鎖以供由真空側晶圓搬運機器人取回並傳送至半導體處理腔室/於半導體處理腔室之間。在涉及特定基板之半導體處理操作的結束之時，基板可自傳送腔室移除及以類似的方式返回至FOUP或另一FOUP。

【0008】 顯而易見，當基板係在特定的半導體處理工具內時，可能有多個時間段，其中基板可藉由晶圓搬運機器人繞半導體處理工具移動。通常，期望盡可能快地執行如此晶圓傳送操作，因為傳送基板所花費的時間係基板不經歷實際半導體處理操作的時間。在半導體處理操作中，生產率係極其重要的，且半導體處理工具係通常配置成最小化（或減少）任何給定基板在半導體處理工具內所花費的總時間量。

【0009】 因此，儘管晶圓搬運機器人通常相當迅速地移動，但其通常為受控制的以避免將其傳送的基板曝露於超過預定程度的加速度，以避免使基板克服將基板保持在末端執行器之接觸墊上之位置的摩擦力。若基板所經歷的加速度太大且克服接觸墊的摩擦力，則基板可能滑動且變得未對準、或在最壞的情況下可能自末端執行器滑落，導致基板損失。

【0010】 存在允許測量晶圓搬運操作期間基板所經歷之加速度的商品。如此的產品通常採用具有單一三軸加速計之測試晶圓的形式且配置成報導在X及Y方向上的晶圓中心加速度。

【發明內容】

【0011】 本揭示內容的系統、方法、及裝置各具有一些創新的實施態樣，其中沒有單一者單獨負責本文揭示的期望特性。此揭示內容中描述之申請標的之一創新實施態樣可以諸多方式實現。

【0012】 本發明人確定現有的市售測試晶圓系統在晶圓搬運操作期間不提供關於基板所經歷之加速度的準確反饋，因為如此的現有測試晶圓系統無法說明基板繞基板重心旋轉，因為如此現有的測試晶圓系統僅使用名義上位在基板重心處的單一三軸加速計。本發明人判定雖然在晶圓傳送操作期間基板所經歷的加速度之大部分可能歸因於基板的移動而非基板繞其重心的旋轉，但基板繞其重心的旋轉可能對基板的加速度大小產生作用，且因此可能導致在移動期間作用在基板上且可能造成基板與末端執行器接觸墊間之摩擦力界面被克服的力。

【0013】 本發明人亦構思測試晶圓與半導體處理工具間之更整體的關係。典型的市售測試晶圓係通常配置成獨立的測試或診斷系統，其係獨立的且在整個晶圓處理方案的運輸期間收集關於基板所通過之環境的數據。舉例而言，一些市售的測試晶圓伴隨著專門設計的FOUP，其允許測試晶圓以與正常基板相同的方式移動通過多個半導體處理工具。這些FOUP可能包含充電系統及數據儲存系統，其在測試晶圓停駐在FOUP中時使測試晶圓充電並從測試晶圓提取數據。在本文討論之測試晶圓的一些實施方式中，測試晶圓可「駐留」在特定的半導體處理工具中，且即使在不使用時亦可保持在那裡。在如此的實施方式中，當測試晶圓未被使用時，半導體處理工具可具有專用的貯存器或固持器以固持測試晶圓。半導體處理工具亦可被編程為定期從貯存器提取測試晶圓並使用測試晶圓執行測試循環。

【0014】此說明書中描述之實施方式的這些及其他特徵係在附圖及下面的敘述中闡述。其他特徵、實施態樣、及優點將從敘述、圖示及申請專利範圍中變得顯而易見。

【0015】在一些實施方式中，提供一種設備，其包含一平台，該平台的尺寸係制定成由半導體處理工具中之晶圓搬運機器人的末端執行器攜帶。該設備亦可包含第一加速計、第二加速計、電源、通訊界面、及控制器，該控制器包含一或更多處理器及與該一或更多處理器可操作地連接之記憶體。控制器可與電源、通訊界面、第一加速計、及第二加速計可操作地連接。第一加速計及第二加速計可在平台上沿公共軸線之間隔開的位置處配置，當沿垂直於平台之方向觀看時，公共軸線穿過設備的重心。記憶體可儲存用於控制一或更多處理器之電腦可執行的指令，以自第一加速計及第二加速計獲得加速度數據及經由通訊界面發送加速度數據。

【0016】在一些如此實施方式中，第一加速計及第二加速計可為雙軸或三軸加速計。

【0017】在一些實施方式中，加速度數據可包含指示沿平行於公共軸線之第一加速計的第一軸線及垂直於第一軸線之第一加速計的第二軸線的加速度大小之來自第一加速計的數據、及指示沿平行於公共軸線之第二加速計的第一軸線及垂直於第一軸線之第二加速計的第二軸線的加速度大小之來自第二加速計的數據。在如此實施方式中，記憶體可進一步儲存用於控制一或更多處理器之電腦可執行的指令，以使用加速度數據判定平台之平面中繞設備之重心的旋轉加速度。

【0018】 在一些實施方式中，使用加速度數據判定平台之平面中繞設備之重心的旋轉加速度之用於控制一或更多處理器之電腦可執行的指令可包含用於控制一或更多處理器的指令，以：判定在設備之重心處且沿平行於第二軸線之軸線的CG加速度大小，至少部分地藉由將沿第一加速計之第二軸線的加速度大小減去CG加速度大小而判定第一切線加速度大小，及至少使用第一切線加速度大小及設備之平面中在第一加速計與設備之重心間的距離而判定旋轉加速度。

【0019】 在一些如此實施方式中，設備可更包含配置在平台上且位在設備之重心處的第三加速計。在如此實施方式中，加速度數據可更包含指示沿平行於第一加速計之第二軸線之軸線的加速度大小之來自第三加速計的數據，且用於控制一或更多處理器以判定CG加速度大小的指令可導致一或更多處理器使用來自第三加速計且沿平行於第一加速計之第二軸線之軸線的加速度大小作為CG加速度大小。在替代或額外的如此實施方式中，第一加速計及第二加速計可與設備之重心等距間隔，及用於控制一或更多處理器以判定CG加速度大小的指令可導致一或更多處理器將沿第一加速計及第二加速計之第二軸線的加速度大小平均以獲得CG加速度大小。

【0020】 在該設備的一些實施方式中，使用加速度數據判定平台之平面中繞設備之重心的旋轉加速度之用於控制一或更多處理器之電腦可執行的指令可包含進一步的指令，其導致一或更多處理器：至少部分地藉由將沿第二加速計之第二軸線的加速度大小減去CG加速度大小而判定第二切線加速度大小，及至少使用第一切線加速度大小、設備之平面中在第一加速計與設備之重心間的距離、第二切線加速度大小、及設備之平面中在第二加速計與設備之重心間的距離判定旋轉加速度。

【0021】 在該設備的一些實施方式中，加速度數據可包含指示沿平行於公共軸線之第一加速計的第一軸線及垂直於第一軸線之第一加速計的第二軸線之加速度大小之第一加速計的數據、及指示沿平行於公共軸線之第二加速計的第一軸線及垂直於第一軸線之第二加速計的第二軸線之加速度大小之第二加速計的數據。在如此實施方式中，第一加速計及第二加速計可與設備的重心等距間隔，且電腦可執行的指令可包含用於控制一或更多處理器的指令，以藉由將沿第一加速計及第二加速計之第一軸線的加速度大小加以平均而判定沿平行於第一軸線之第一CG軸線且在設備之重心處的CG加速度大小、及藉由將沿第一加速計及第二加速計之第二軸線的加速度大小加以平均而判定沿平行於第二軸線之第二CG軸線且在設備之重心處的CG加速度大小。

【0022】 在該設備的一些實施方式中，加速度數據可包含指示沿平行於公共軸線之第一加速計的第一軸線及垂直於第一軸線之第一加速計的第二軸線之加速度大小之第一加速計的數據、及指示沿平行於公共軸線之第二加速計的第一軸線及垂直於第一軸線之第二加速計的第二軸線之加速度大小之第二加速計的數據。在如此實施方式中，第一加速計可配置為距設備之重心第一距離，而第二加速計可配置為距設備之重心第二距離，使得設備之重心係在第一加速計及第二加速計之間，且電腦可執行的指令可包含用於控制一或更多處理器的指令，以：藉由將第一距離乘以沿第二加速計之第一軸線的加速度大小及將第二距離乘以沿第一加速計之第一軸線的加速度大小之和除以第一距離及第二距離的和，而判定沿平行於第一軸線的第一CG軸線且在設備之重心處的CG加速度大小，及藉由將第一距離乘以沿第二加速計之第二軸線的加速度大小及將第二距離乘以沿第一加速計之第二軸線的加速度大小之和除以第一距離及第二距離的

和，而判定沿平行於第二軸線的第二CG軸線且在設備之重心處的CG加速度大小。

【0023】 在該設備的一些實施方式中，設備可更包含第三加速計，其係配置在平台上且位在設備之重心處。在如此實施方式中，電腦可執行的指令可更包含用於控制一或更多處理器的指令，以：自第三加速計獲得CG加速度數據；將沿平行於第一及第二加速計之第一軸線之軸線的第三加速計之加速度大小與第一CG加速度大小相比較，以判定第一加速度差量；將沿平行於第一及第二加速計之第二軸線之軸線的第三加速計之加速度大小與第二CG加速度大小相比較，以判定第二加速度差量；藉由將選自由第一加速度差量、第二加速度差量、及第一加速度差量和第二加速度差量所組成之群組的至少一者與第一閾值相比較，而判定是否存在錯誤狀態；及使通訊界面發送響應錯誤狀態存在之判定的第一錯誤碼訊號。

【0024】 在一些如此實施方式中，電腦可執行的指令可更包含用於控制一或更多處理器的指令，以：判定在設備之重心處且沿平行於第一及第二加速計之第二軸線之軸線的CG加速度大小；至少部分地藉由將沿第一加速計之第二軸線的加速度大小減去CG加速度大小，而判定第一切線加速度大小；至少部分地藉由將沿第二加速計之第二軸線的加速度大小減去CG加速度大小，而判定第二切線加速度大小；將第一切線加速度大小與第二切線加速度大小相比較，以判定：a)第一切線加速度大小是否與第二切線加速度大小在方向上相反，及b)第一切線加速度大小的絕對值與第二切線加速度大小的絕對值是否在彼此的第二閾值量之內；及使通訊界面發送響應a)或b)之其中一者或兩者未滿足的第二錯誤碼訊號。

【0025】 在一些實施方式中，提供一種設備，其可包含：具有一或更多負載端口的設備前端模組（EFEM），各負載端口係配置成容納前開式晶圓傳送盒（FOUP），該前開式晶圓傳送盒包含具有標稱基板尺寸的一或更多基板；一或更多半導體處理腔室；插設在EFEM與一或更多半導體處理腔室之間的負載鎖；測試晶圓座，其尺寸係制定成容納標稱基板尺寸的測試晶圓，該測試晶圓座配置在選自由以下者所組成之群組的位置中：在EFEM之內及毗鄰EFEM；晶圓搬運機器人，其配置在EFEM內且具有配置成在一或更多負載端口與負載鎖之間傳送晶圓的末端執行器；及工具控制器，其具有一或更多處理器及與該一或更多處理器可操作地連接的記憶體。工具控制器可與晶圓搬運機器人可操作地連接，且記憶體可儲存用於控制工具控制器的一或更多處理器之電腦可執行的指令，以：使一或更多半導體處理腔室在置放入一或更多半導體處理腔室中的基板上執行一或更多半導體處理操作，使晶圓搬運機器人根據在基板上執行之半導體處理操作所驅動的排程，在一或更多負載端口與負載鎖之間傳送基板，及使晶圓搬運機器人在選擇的測試區間期間執行測試循環，使得在一或更多負載端口與負載鎖間之基板的傳送不被測試循環中斷。測試循環可包含自測試晶圓座提取測試晶圓、使用測試晶圓執行診斷測試、及將測試晶圓返回至測試晶圓座。

【0026】 在該設備的一些如此實施方式中，設備可更包含測試晶圓。測試晶圓可包含：平台，該平台的尺寸係制定成由晶圓搬運機器人的末端執行器攜帶且安裝在由基板之標稱外周緣界定的水平殼體之內；第一加速計；第二加速計；電源；通訊界面；及測試晶圓控制器，其包含一或更多第二處理器及與該一或更多第二處理器可操作地連接之第二記憶體。測試晶圓控制器可與電源、通訊界面、第一加速計、及第二加速計可操作地連接；第一加速計及第二加速計可在平

台上沿公共軸線之間隔開的位置處配置，當沿垂直於平台之方向觀看時，公共軸線穿過測試晶圓的重心。第二記憶體可儲存用於控制一或更多第二處理器之電腦可執行的指令，以自第一加速計及第二加速計獲得加速度數據及將加速度數據經由通訊界面發送至工具控制器。

【0027】 在一些實施方式中，測試晶圓座可相對於EFEM而固定。

【0028】 在一些實施方式中，測試循環可更包含藉由將源自測試晶圓上之至少一加速計的數據與源自測試晶圓上之至少一其他加速計的數據相比較，而在測試晶圓上執行加速計校準檢查。

【0029】 在該設備的一些實施方式中，測試晶圓座可毗鄰EFEM配置及可藉由將尺寸制定成允許測試晶圓自EFEM插入至測試晶圓座的開口而與EFEM連接。

【0030】 在該設備的一些實施方式中，當從垂直於基板的方向觀看時EFEM可具有實質矩形的內容積，及測試晶圓座可配置在矩形的內容積之複數角隅的其中一者中。

【0031】 在該設備的一些實施方式中，記憶體可儲存用於控制工具控制器之一或更多處理器之電腦可執行的指令，以：使晶圓搬運機器人在測試循環期間執行與測試循環相關聯的一或更多移動；在測試循環期間接收由測試晶圓上之一或更多加速計收集的數據；判定由測試晶圓上之一或更多加速計收集的數據是否通過包含與一或更多移動相關聯之一或更多標準的測試條件；及產生響應判定由一或更多加速計收集的數據未通過測試條件的錯誤狀態訊號。

【0032】 在該設備的一些如此實施方式中，錯誤狀態訊號可包含指示晶圓搬運機器人需要維修的訊息。

【0033】 在該設備的一些實施方式中，記憶體可更儲存用於控制工具控制器之一或更多處理器之電腦可執行的指令，以根據基線排程以反復方式週期性地執行測試循環。

【0034】 以上並非本文揭示之實施方式的詳盡列表，且應理解根諸多其他實施方式將自以下討論變得顯而易見，且如此的其他實施方式亦被視為在本揭示內容的範疇之內。

【圖式簡單說明】

【0035】 圖1描繪示例測試晶圓的平面圖。

【0036】 圖2描繪相同示例測試晶圓的側視圖。

【0037】 圖3描繪示例測試晶圓原型的照片。

【0038】 圖4描繪用於估計測試晶圓CG處的加速度之技術的流程圖。

【0039】 圖5描繪判定繞測試晶圓之CG的旋轉加速度之技術的流程圖。

【0040】 圖6描繪執行測試晶圓之自我檢查之技術的流程圖。

【0041】 圖7描繪執行測試晶圓之另一自我檢查之技術的流程圖。

【0042】 圖8及9描繪使用具有單一三軸加速計的市售測試晶圓及圖3中描繪的原型測試晶圓所收集之數據的圖。

【0043】 圖10描繪具有內建測試晶圓特徵之示例半導體處理工具的平面視圖。

【0044】 圖11描繪在半導體處理工具中使用測試晶圓之示例技術的流程圖。

【0045】 圖12描繪半導體處理工具的側視圖，其中測試晶圓座係附接至EFEM的外部。

【實施方式】

【0046】 諸多實施例的示例係在附圖中繪示並在下面進一步描述。應理解本文的討論係非意圖將申請專利範圍限於所描述的特定實施例。反之，其係意欲涵蓋如可包含在隨附申請專利範圍所界定之本發明的精神及範疇內的替代方案、改良處理、及等效形式。在以下說明中，為了提供本發明的透徹理解，說明許多具體細節。本發明可不具有某些或全部這些具體細節而實施。另一方面，未詳細說明眾所周知的製程操作，以免不必要地模糊本發明。

【0047】 圖1描繪示例測試晶圓的平面圖。圖2描繪相同示例測試晶圓的側視圖。在圖1中，測試晶圓102可具有連接控制器110、電源106、通訊界面108、第一加速計114、及第二加速計116的印刷電路112。控制器110可包含一或更多處理器111及記憶體113，記憶體113儲存用於控制一或更多處理器之電腦可執行指令，以如本文稍後更詳細地討論般使用電源106、第一加速計114、第二加速計116、及通訊界面108執行諸多功能。在一些實施方式中，選用性的第三加速計118亦可包含在內且位在測試晶圓102的重心（CG）126處。測試晶圓102亦可包含平台104，平台104的尺寸可加以制定以便能夠以與半導體處理工具中之標準尺寸的半導體晶圓相同之方式被傳送。舉例而言，平台可為直徑300 mm的圓盤且係配置成在尺寸制定成處理300 mm直徑之基板的半導體處理工具內傳送。應理解平台104在形狀上可能不完全匹配標準尺寸的半導體晶圓，然而平台的尺寸可制定成至少以與標準尺寸的半導體晶圓相同的方式與晶圓搬運機器人的末端執行

器介接。舉例而言，平台在其周緣可具有一或更多切口以調整測試晶圓的質量分布，使得其與標準尺寸的半導體晶圓之質量分布更接近一致。

【0048】 與市售測試晶圓相比，測試晶圓102包含多個加速計，包含至少兩個加速計—例如第一加速計114及第二加速計116—其自測試晶圓102的CG 126偏移。如本文所使用，「加速計」意指複數加速計，其係彼此關聯且配置成提供關於空間中之公共點的加速度數據。舉例而言，三軸加速計係市售可得的，其技術上包含三個單軸加速計，該等單軸加速計配置成提供沿標稱通過公共點之三個標稱正交軸線的加速度數據。根據本文使用的慣例，這三個單軸加速計將被視為單一「加速計」，因為其係配置成提供關於公共點的加速度數據。相反地，根據本文使用的慣例，這三個單軸加速計將不被視為三個單獨的加速計，因為這三個加速計係設計成共同作業以提供關於空間中單一點的加速度數據。因此，第一加速計及第二加速計可設置作為雙軸加速計或三軸加速計。若使用雙軸加速計，則可將加速計安裝成使得雙軸加速計的XY平面係平行於平台。

【0049】 在諸多實施方式中，第一加速計114及第二加速計116可安裝至印刷電路板或撓性的印刷電路112，其可包含導電線路以在控制器110、電源106、通訊界面108、第一加速計114、第二加速計116、及第三加速計118（若存在）之間提供功率及訊號。在一些實施方式中，印刷電路112可包含感應線圈或其他傳導電路線，其可用以允許電源106例如可為待充電的可充電電池。

【0050】 第一加速計114及第二加速計116皆可配置成使得各加速計收集加速度數據的點位在沿穿過該測試晶圓的該CG 126的公共軸線128。此外，第一加速計114及第二加速計116亦可配置成使得沿第一軸線122及沿垂直於第一軸線122之第二軸線124的加速度大小可自第一加速計114及第二加速計116獲得。

舉例而言，在所描繪的實施方式中，第一加速計114及第二加速計116的x軸（其可被視為第一軸線122）係與公共軸線128重合，而第一加速計114及第二加速計116的y軸（其可被視為第二軸線124）係定向在與平台104共平面且垂直於第一軸線122的方向上。

【0051】應理解當然可能將加速計旋轉至任何期望的定向、收集該定向上的數據、且接著將所收集的數據轉換使得其係在任何其他期望定向的環境中表現（對於雙軸加速計配置，可能將加速計再定向至任何定向，且只要該加速計的第一軸線及第二軸線（例如x軸及y軸）彼此保持在共平面即可將加速計再定向至任何定向；在三軸加速計配置中，加速計可旋轉至任何定向）。有鑑於此，應進一步理解來自加速計的數據仍可能指示沿加速計之主軸線以外之軸線的加速度大小—舉例而言，若加速計係安裝在平台104上使得加速計的x軸係定向在與公共軸線成45°處，則輸出的加速度數據將仍指示沿平行於公共軸線128之第一軸線122及垂直於公共軸線128之第二軸線124的加速度大小（然而可能需要應用坐標系變換）。

【0052】在亦使用第三加速計118的實施方式中，第三加速計118可位在CG 126處；類似於第一加速計114及第二加速計116，第三加速計118可配置成使得第三加速計118收集加速度數據的點沿公共軸線128坐落。此外，第三加速計118亦可配置成使得沿第一軸線122（其在本文亦可稱作為第一CG軸線）及沿垂直於第一軸線122之第二軸線124（其在本文亦可稱作為第二CG軸線）的加速度大小可自第三加速計118獲得。

【0053】為了易於討論，第一加速計114、第二加速計116、及第三加速計118係使用與公共軸線128對準的x軸（分別為x1、x2、及x3）及與該公共軸線128

垂直的y軸（分別為y1、y2、及y3）顯示，使得加速計的主軸線與第一軸線122及第二軸線124對齊。

【0054】如圖1所示，第一加速計114及第二加速計116可與CG 126沿公共軸線分別藉由第一距離130及第二距離132間隔開。若第一距離130及第二距離132相等，如此示例所繪示，則測試晶圓102繞CG 126的純旋轉運動將導致第一加速計114及第二加速計116相對於第一軸線122產生相等但相反的加速度大小。類似地，在其中測試晶圓102的如此旋轉運動增加或減少（即測試晶圓102的角加速度係變化中的）之時段期間，第一加速計114及第二加速計116將沿第二軸線124產生相等但相反的加速度大小。在一些實施方式中，第一距離130及第二距離132可能不同，在此情況下，第一加速計114及第二加速計116沿第一軸線122的加速度可彼此成比例，該比例係與第一距離130及第二距離132所成的比例相同；關於沿第一加速計114及第二加速計116之第二軸線124的加速度可作成類似的觀察。

【0055】關於基板經歷晶圓搬運時所受到的加速度環境，諸如圖1中描繪的測試晶圓可用以收集比藉由單一加速計測試晶圓（諸如諸多市售測試晶圓）可收集者更可靠的數據。

【0056】圖3描繪具有與該示例測試晶圓的該CG 326等距間隔配置的第一加速計314及第二加速計316之示例測試晶圓原型302的照片。亦描繪電源306、通訊界面308、及控制器310。所有這些元件係安裝至平台304（該平台304在此情況下係碳纖維圓盤）且係分布成使得示例測試晶圓原型302具有標稱上與類似尺寸之標準尺寸基板相同的CG 326（在此示例中，標準尺寸基板係直徑300 mm的基板）。測試晶圓原型亦包含選用性的迴轉儀338，迴轉儀338可用以提供用於評估

測試晶圓原型之旋轉運動的替代或額外的方法。應理解在諸多進一步的實施方式中，諸多電子元件（例如控制器、通訊界面、及加速計）可安裝至撓性基板（例如撓性印刷電路），其係接著接合至平台以產生低輪廓（low-profile）、高度整合的測試晶圓封裝。電源在安裝至平台之後可單獨地連接至撓性電路、或亦可整合至撓性電路中。在一些實施方式中，平臺本身可具有在形成平台之複合物的層之內或上形成的印刷電路。在如此情況下，加速計、控制器、通訊界面、及電源可直接表面安裝至平台。

【0057】 包含至少兩個加速計（諸如第一加速計114或314及第二加速計116或316）實現無法利用現有的市售單一加速計測試晶圓實現的某些功能。此額外的功能可例如藉由控制器110或310在測試晶圓的板上提供、或可例如藉由供應來自測試晶圓數據（例如使用通訊界面108從測試晶圓發送至另一裝置的數據）的控制器或處理器遠程提供。如此額外的功能係關於圖1的實施方式討論於下，但當然亦可使用該測試晶圓原型302實施。

【0058】 即使在CG 126處沒有加速計存在，仍可藉由使用第一加速計114及第二加速計116實現的一個額外功能係計算在CG 126處的加速度大小。圖4描繪如此技術的流程圖，其可用於具有與測試晶圓的重心等距間隔之第一及第二加速計的測試晶圓。舉例而言，在方塊402中，可獲得來自沿第一軸線122之第一加速計114及第二加速計116的加速度大小，且在方塊404中加以平均以判定沿平行於第一軸線122之在CG 126處之軸線的加速度；在CG 126處的此軸線在本文可稱作為第一CG軸線。類似地，在第一加速計114及第二加速計116與CG 126或326等距間隔的情況下，可在方塊406中獲得來自沿第二軸線124之第一加速計114及第二加速計116的加速度大小且在方塊408中加以平均以判定沿平行於第二軸線

124之在CG 126處之軸線的加速度；在CG 126處的此軸線在本文可稱作為第二CG軸線。然而，若第一加速計114及第二加速計116係不與CG 126等距間隔，則沿第一軸線122及第二軸線124的加速度大小可在計算CG 126處之加速度大小的期間基於第一距離130及第二距離132的比率適當地縮放。舉例而言，沿平行於CG 126處之第一及第二軸線的軸線之加速度大小可藉由使用以下方程式計算：

$$a_{x_{CG}} = \frac{d_1 a_{x_2} + d_2 a_{x_1}}{d_1 + d_2}$$
$$a_{y_{CG}} = \frac{d_1 a_{y_2} + d_2 a_{y_1}}{d_1 + d_2}$$

其中 a_{y1} =第一加速計處沿第二軸線的加速度， a_{y2} =第二加速計處沿第二軸線的加速度， d_1 =第一距離130，而 d_2 =第二距離132（假設加速計兩者的坐標係皆定向在相同方向上）。

【0059】一旦在沿平行於第一軸線122及第二軸線124之軸線之CG處的加速度已基於來自第一加速計114及第二加速計116的數據而判定，則在一些實施方式中，如此加速度可與來自選用性的第三加速計118（若存在）的加速度數據相比較（在一些實施方式中，若不期望檢查所計算的CG加速度相對於來自第三加速計118的數據，則圖4的技術可在方塊404/408之後停止）。舉例而言，在方塊410中，沿第一CG軸線及第二CG軸線的加速度大小可從第三加速計118獲得。此允許來自兩不同感測器系統之在重心處的加速度大小在方塊412中加以比較—藉由第三加速計118直接測量在沿平行於第一軸線122及第二軸線124之軸線之CG 126處的數據，及從第一加速計114及第二加速計116的加速度數據獲得之所計算的加速度大小。一般而言，來自上述兩來源的加速度大小應在時間上相關且在大小上相同或相似，即，第三加速計的加速度大小與自第一及第二加速計的

加速度數據計算的加速度大小之間的差量應小於預定量。因此，第三加速計118可用作第一加速計114及第二加速計116的檢查或驗證，且反之亦然—若檢查或驗證失敗，則錯誤碼訊號可在方塊414中例如藉由控制器產生，指示錯誤情況存在（若檢查或確認通過，則沒有錯誤碼訊號產生（參見方塊416）。控制器，例如測試晶圓的控制器、或在如此處理係在測試晶圓之板下完成之系統中的控制器、諸如晶圓搬運機器人之遠程系統的控制器可比較來自第三加速計118的加速度大小與自第一加速計114及第二加速計116獲得之數據計算的加速度大小。如此比較可基於各分量進行，例如分別比較各對應的加速度分量，即檢查沿第一軸線的加速度大小且接著分別檢查沿第二軸線的加速度大小，或如此比較可以更全面的方式完成，例如藉由針對各組CG數據計算CG 126處的平面合向量。舉例而言，平面合向量可藉由取下列a)及b)之和的平方根而決定：a) 沿平行於第一軸線之軸線在CG處之加速度大小的平方及b) 沿平行於第二軸線之軸線在CG處之加速度大小的平方。類似的計算可針對來自第三加速計118的數據而作成。

【0060】一旦CG 126處的加速度大小已知，藉由從來自第一加速計114及第二加速計116的加速度數據計算CG 126處的加速度數值、直接從第三加速計118（若存在）獲得CG 126處的加速度大小、或兩者的結合，可判定與測試晶圓102之移動相關聯之繞CG 126的旋轉加速度分量。圖5描繪如此技術的流程圖。在測試晶圓102繞CG 126的旋轉期間，沿公共軸線128之向心/徑向加速度及沿第二軸線的切線加速度兩者可藉由第一加速計114及第二加速計116偵測。然而，切線加速度可僅在旋轉加速度正在改變之時由於旋轉運動而產生；在測試晶圓102的恆定旋轉期間，將沒有結果性的切線加速度。雖然一些晶圓搬運機器人可能能夠產生測試晶圓的純旋轉運動，例如能夠將具有CG 126的測試晶圓配置在晶圓

搬運機器人之肩關節正上方的晶圓搬運機器人，但在大多數情況下，測試晶圓102繞CG 126之旋轉產生的加速度分量可與測試晶圓之平移及測試晶圓繞CG 126之外的位置旋轉產生的加速度結合。這些額外的加速度分量係施加在整個測試晶圓且在大小及方向上對應於測試晶圓102之CG 126處的加速度大小。為了獲得未受額外加速度分量牽連的旋轉加速度分量數據，可將在方塊502中獲得之從第一加速計114及/或第二加速計116獲得的相應加速度大小在方塊506中減去在方塊504中獲得之CG 126處的加速度大小。

【0061】 因此，舉例而言，若沿第二軸線124在第一加速計114處的加速度大小係5單位且在第一加速計114處沿平行於第二軸線124之軸線之CG 126處的加速度大小係-3單位，則在第一加速計114處繞CG 126的切線旋轉加速度分量將為 $5 - (-3) = 8$ 單位。一旦關於CG 126的切線加速度分量在特定位置係已知，則繞CG 126的旋轉加速度可在方塊508中例如藉由將該切線加速度除以該位置與CG 126之間的距離而判定，例如若第一加速計114處的切線加速度係8單位且第一加速計114與CG 126之間的距離係2單位，則角或旋轉加速度 α 根據下列方程式將判定為4單位：

$$\alpha = \frac{a_t}{d_1}$$

顯而易見的是切線加速度分量可使用藉由第一加速計114或第二加速計116測量的加速度而判定。在一些實施方式中，藉由第一加速計114及第二加速計116兩者測量的加速度可用以判定切線加速度，且從該等切線加速度兩者產生的角加速度可加以平均以得出測試晶圓之更精確的角加速度值。一旦角加速度係已知，則角加速度可結合CG 126處的加速度分量使用以判定測試晶圓102上任一點處的

加速度。此允許整個測試晶圓、且尤其在測試晶圓102接觸晶圓搬運機器人之末端執行器之接觸墊的位置處的實際加速度場之更精確的判定。

【0062】 在一些實施方式中，多個加速計可用以提供測試晶圓中額外程度的自我檢查。圖6描繪如此技術的流程圖。舉例而言，在方塊602中，可能導致機械臂延伸及收回而完全沒有任何測試晶圓102的旋轉，而在方塊604及606中分別獲得在第一加速計及第二加速計處沿第一及第二軸線的加速度數據。在如此情況下，來自第一加速計114、第二加速計116、及第三加速計118（若使用）的加速度數據應完全相同，且在方塊608中比較之時，若這些加速計的其中任兩者間之加速度數據中的差超過特定閾值，則如可在方塊610中判定，此可指示一或更多加速計已經歷故障，且測試晶圓應自服務中撤回。若偵測到故障，則錯誤碼訊號可在方塊612中產生；若未偵測到故障，則該技術可繼續進行至方塊614且可不產生錯誤碼。

【0063】 在一些實施方式中，若晶圓搬運機器人支援對測試晶圓提供純旋轉，例如若晶圓搬運機器人可將具有CG 126的測試晶圓配置在晶圓搬運機器人的旋轉中心正上方，則可執行額外的檢查，其中測試晶圓102可藉由晶圓搬運機器人繞CG 126旋轉而沒有其他旋轉或平移運動。圖7描繪如此技術的流程圖。在方塊702中，測試晶圓102可藉由晶圓搬運機器人以純旋轉運動繞其中心旋轉。在方塊704及706中，可獲得分別在第一加速計及第二加速計處沿第一及第二軸線的加速度數據。在方塊708中，可比較來自第一加速計及第二加速計的加速度數據。若第一加速計114及第二加速計116與CG 126等距間隔，則對於第一加速計114及第二加速計116，應產生沿第一軸線之相等但相反的加速度大小及亦產生沿第二軸線之相等但相反的加速度大小。若第一加速計114及第二加速計116係

非等距間隔，則在比較兩加速度大小之前，沿第二軸線124之第一加速計114的大小可乘以第二距離132且沿第二軸線124之第二加速計116的大小可乘以第一距離130。若沿第二軸線124之第一加速計114及第二加速計116之相比較的加速度大小係非相等且在方向上相反，則在方塊710中可判定一或兩個加速計中有故障狀態，且測試晶圓可自修復的使用中撤回及/或錯誤碼訊息可在方塊712中產生。若未識別出錯誤情況，則該技術可繼續進行至方塊714，其中可不產生錯誤碼。

【0064】圖8及9描繪使用具有單一三軸加速計的市售測試晶圓及圖3中描繪的原型測試晶圓所收集之數據的圖。市售測試晶圓及原型測試晶圓兩者係皆同時曝露於相同晶圓搬運機器人上的相同動態環境（晶圓搬運機器人係雙臂機器人且因此可同時攜帶兩個測試晶圓—圖8表示以逆時針方向旋轉180°，而圖9表示順時針方向旋轉180°）。圖顯示藉由2秒的旋轉運動（垂直軸線不具有單位，但本質上係線性的）在測試晶圓之重心處所測得的平面合向量。如圖所示，原型與市售單元間的加速度記錄曲線係非常相似，但在圖8的資料中可見到偏差—尤其，從約3.1至3.7秒，市售單元記錄較高的合向量加速度，而從約4.5至5秒，市售單元記錄較低的合向量加速度。在圖9中，市售單元在前0.5秒內記錄較低的合向量加速度，而從1.3至1.8秒記錄顯著較高的合向量。應注意原型測試晶圓中使用的加速計係未準確地對準通過晶圓CG的公共軸線（例如參見圖3中之加速計的配置）且當收集此數據時係未校準，所以顯示的數據可能有一些誤差，雖然據信大致上係準確的。

【0065】如所可見，由加速計產生的加速計訊號具有顯著量的雜訊，且即使例如在先前討論的測試中在測量相同的加速度狀態或在產生理論上相等或相等但相反的加速度大小時仍可能彼此不同。應理解無論用於數據收集目的或用

於自測目的，使用自加速計的數據產生的加速度大小在使用之前可加以平滑化、加以平均、或以其他方式處理。因此，舉例而言，在檢查以查看來自兩個加速計的加速度數據在大小上是否相等之前，可在預定的間隔內將來自第一加速計及第二加速計的加速度數據加以平滑化或加以平均。此外，來自兩個獨立的加速計之加速計數據的任何比較當然可包含允差，例如，若沿兩個加速計之公共軸線的加速度大小係在彼此的 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、或 $\pm 5\%$ 內，則為了自測測試晶圓的目的，如此加速度大小可被視為「相同的」。

【0066】 基於基板傳送操作期間由基板看到（或預期由基板看到）的峰值加速度來定義晶圓搬運機器人的操作參數係常見的。舉例而言，諸多因素（諸如接觸墊接觸面積、摩擦係數、磨損因子、安全因素等）皆可有助於決定基板不應曝露於基板傳送期間高於特定閾值（例如 0.3 g ）的加速度。為了使基板傳送操作持續時間最小化，晶圓搬運機器人可配置成根據嘗試接近或在此加速度閾值下操作的移動輪廓傳送基板。測試晶圓可接著用以驗證如此移動輪廓一然而，若測試晶圓係不準確地回報基板經歷的峰值加速度，則移動輪廓的驗證可能被質疑。因此，諸如本文討論之多加速計測試晶圓之測試晶圓的使用可允許在設定晶圓搬運機器人之時更準確的移動輪廓配置。

【0067】 如本文先前所討論，其他實施方式可包含配置成與諸如上述測試晶圓直接或間接通訊的半導體處理工具。圖10描繪具有內建測試晶圓特徵之示例半導體處理工具1000的平面視圖。半導體處理工具1000可包含藉由一對負載鎖1044連接至複數負載端口1054及傳送腔室1064的EFEM 1042。傳送腔室1064可具有連接於傳送腔室1064的周邊周圍的複數半導體處理腔室1060。半導體處理腔室1060及負載鎖1044可使用一或更多閘閥1058密封。EFEM 1042可具有晶圓搬

運機器人1050，其可用以將基板（諸如基板1066）傳送於負載鎖1044和與負載端口1054介接的FOUP（未顯示）之間。傳送腔室1064可具有類似於晶圓搬運機器人1050的晶圓搬運機器人1052，但配置成將基板傳送於負載鎖1044與半導體處理腔室1060中的基板站1062之間。其他基板站1062可包含在負載鎖1044內的站1062以及與各負載端口1054相關聯的站1062。晶圓搬運機器人1050及1052可旋轉及延伸/收回以將基板1066傳送通過半導體處理工具1000；晶圓搬運機器人1050及1052的一些示例交替位置係以虛線輪廓描繪。

【0068】 在圖10中可看見兩個測試晶圓座1046，其係位在EFEM內、EFEM之角落的其中兩者中。雖然顯示兩個測試晶圓座1046，但一些實施方式可僅以單一測試晶圓座1046為特徵。測試晶圓座1046可作為容納測試晶圓（諸如本文描述的測試晶圓）之保持區域，測試晶圓可周期性地由晶圓搬運機器人1050提取並用以執行測試循環。應理解測試晶圓座係非一般用以儲存使用半導體處理工具處理之晶圓的容器，例如，測試晶圓座係非晶圓暫存區、負載鎖、前開式晶圓傳送盒等，而是專用容器，其可用以儲存測試晶圓，但仍允許半導體晶圓在正常操作期間通過半導體處理工具而不需要移動或重新定位測試晶圓。舉例而言，測試晶圓座可包含可專門定制用於與測試晶圓介接的系統。例如，在一些實施方式中，測試晶圓座可包含感應充電系統，其當測試晶圓對接在測試晶圓座中時可與測試晶圓上或測試晶圓中的感應充電線圈感應耦合，以允許測試晶圓上的可充電電池在測試循環之間再充電。在一些實施方式中，測試晶圓座亦可包含旋轉及/或線性對準機構，其可用以在測試循環之間對準或重新對準測試晶圓。舉例而言，測試晶圓座可包含可用以將測試晶圓旋轉至特定角度定向的轉臺。在進一步的示例中，測試晶圓座可包含允許測試晶圓沿一或兩軸線移動的單軸或雙軸平

移機構。舉例而言，若測試晶圓在測試循環期間相對於晶圓搬運機器人末端執行器略微移動，則當測試晶圓返回至測試晶圓座時，此滑動可能導致測試晶圓在測試晶圓座中偏離中心而配置。如此偏離中心的配置可使用例如測試晶圓座中的光學或機器視覺感測器偵測，例如，該光學或機器視覺感測器可沿測試晶圓的邊緣偵測多個位置，以允許判定測試晶圓相對於測試晶圓座的位置。測試晶圓可包含沿外邊緣的基準標記（fiduciary mark）或分度標記，例如凹口或其他可偵測的標記，以允許測試晶圓的角度配置由如此感測器決定。在測試晶圓係識別為未對準的情況下，測試晶圓座中的對準機構可嚙合以移動及/或旋轉測試晶圓，使得測試晶圓係正確地配置在測試晶圓座之內。一旦測試晶圓係正確地配置，在一些實施方式中，晶圓搬運機器人可用以將測試晶圓抬離對準機構以允許對準機構被重新設定至其初始位置；一旦對準機構被重新設定至其初始位置，則測試晶圓可被放回至對準機構上，使測試晶圓及對準機構皆在對準狀態。

【0069】 若晶圓搬運機器人1052的測試係期望的，則晶圓搬運機器人1050可將測試晶圓通過負載鎖1044傳遞至晶圓搬運機器人1052，以允許晶圓搬運機器人1052執行測試循環。

【0070】 使用的測試晶圓可具有通訊界面，其提供與另一裝置的無線通訊，例如：用於可控制半導體處理工具1000之整體操作之半導體處理工具的系統控制器、或半導體處理工具1000之元件的子控制器，例如晶圓搬運機器人控制器。

【0071】 如前所述，用於半導體處理工具的系統控制器可控制基板通過半導體處理工具的移動，且可以造成期望基板生產率水準之方式排程基板的移動。

圖11描繪在半導體處理工具中使用測試晶圓之示例技術的流程圖。在方塊1102

中，舉例而言，晶圓搬運機器人（WHR）可受控制以自半導體處理工具中的位置提取基板，且隨後可在方塊1104中置放在工具內的新位置中。在各基板已被置放之後，可在方塊1106中判定在下一排程的基板傳送操作之前是否有充足的時間以使用測試晶圓的晶圓搬運機器人完成測試循環。若在方塊1106中判定沒有充足的時間完成測試循環，則該技術可返回至方塊1102以進行進一步的基板傳送操作。然而，若在方塊1106中判定有充足的時間執行測試循環，則晶圓搬運機器人可在方塊1108中受控制以自測試晶圓座提取測試晶圓並在方塊1110中執行測試循環，在其結束之時晶圓搬運機器人可受控制以將測試晶圓返回至測試晶圓座。若在方塊1112中判定通過測試循環，則該技術可返回至方塊1102以進行進一步的基板傳送操作。然而，若在方塊1112中判定未通過測試循環，則該技術可繼續進行至方塊1114，其中可產生錯誤碼，指示晶圓搬運機器人可能需要維修。

【0072】舉例而言，用於半導體處理工具的系統控制器可週期性地判定測試循環應由晶圓搬運機器人1050及1052之其中一或兩者執行，且在做出如此判定之後可接著判定待測試之晶圓搬運機器人何時將接著閒置足夠長的間隔以能夠執行測試循環而不影響基板在半導體處理工具1000各處的移動，或若此不可能，則在最小量如此影響的情況下執行測試循環。

【0073】當系統控制器判定該執行測試循環時，系統控制器可例如使控制晶圓搬運機器人1050的機械臂控制器執行測試循環。在測試循環期間，晶圓搬運機器人控制器可使晶圓搬運機器人1050自測試晶圓座1046提取測試晶圓並例如透過無線通訊技術（諸如藍牙）啟動與測試晶圓的通訊連接。在建立與測試晶圓的通訊連接之後，晶圓搬運機器人控制器可選用性地啟動一或更多驗證移動，其可用以驗證測試晶圓上的加速計係正確地運行。舉例而言，晶圓搬運機器人控制

器可使晶圓搬運機器人的末端執行器沿單一軸線延伸及收回，且由測試晶圓中各加速計測量的加速度可接著加以比較以查看這些加速度之間的差值是否超過閾值可允許的差值。若所測量的加速度之間的差值係足夠大，則晶圓搬運機器人控制器可產生指示測試晶圓中之錯誤狀態及/或可將測試晶圓返回至測試晶圓座而不執行其餘測試循環的訊號。在一些實施方式中，測試晶圓可在各測試循環之前旋轉地對準共同的定向。舉例而言，測試晶圓座可包含對準器或允許測試晶圓在被晶圓搬運機器人提取之前被分度至特定旋轉定向的其他旋轉元件。此使測試晶圓對於每一測試以相同的方向加以定向，其可簡化數據分析。

【0074】 在測試晶圓已被驗證之後，若執行如此驗證操作，則晶圓搬運機器人控制器可使晶圓搬運機器人的末端執行器執行診斷測試，其中該診斷測試執行一或更多預定的移動且同時支撐測試晶圓。可選擇預定的移動以將測試晶圓曝露於預期有諸多位準下的加速度（或在一些情況下為平均加速度）之環境。若測量的加速度偏離預期的加速度水準足夠顯著的差額，例如 $\pm 10\%$ ，則可判定晶圓搬運機器人未通過測試循環。舉例而言，若測量的加速度小於預期值，則此可能表示測試晶圓正在滑動，其可能表示晶圓搬運機器人中之過度磨損的接觸墊或故障的驅動系統。若測量的加速度多於預期值，則此可能表示晶圓已滑落且其突然被困住、或晶圓搬運機器人驅動系統太快地驅動末端執行器。

【0075】 一旦完成測試循環，則測試晶圓可返回至測試晶圓座，其中該測試晶圓可藉由測試晶圓座之一部分的充電系統再充電，例如，與測試晶圓上之再充電端子電接觸的系統、或使用感應充電以使用感應迴路或線圈使測試晶圓之電源再充電的系統。

【0076】 在一些實施方式中，測試晶圓座可配置在EFEM的外部，但藉由通道或其他開口接合至EFEM。舉例而言，測試晶圓座可包含栓至或以其他方式附接至EFEM之側壁的殼體，例如在跨越具有負載端口及負載鎖之EFEM的側面之間之EFEM的短側上。在一些實施方式中，測試晶圓座可沿與負載鎖介接之EFEM的相同壁配置。在如此實施方式中，測試晶圓座可配置負載鎖之其中一或二者上方，以避免使測試晶圓座突出EFEM的側面。

【0077】 圖12例如描繪半導體處理工具1200的側視圖，其中測試晶圓座1246係附接至EFEM 1242的外部；測試晶圓座1246係配置在與複數負載端口1254所配置處相對之EFEM 1242的一側上。各負載端口1254可具有用於容納FOUP 1256的介面，該FOUP 1256包含可藉由晶圓搬運機器人1250通過閘閥1258傳送至負載鎖1244的複數基板。接著，基板可藉由傳送腔室1264中的晶圓搬運機器人1252提收以供在負載鎖1244與半導體處理腔室1260之間傳送。

【0078】 在測試循環期間，晶圓搬運機器人1250可向上平移以允許晶圓搬運機器人1250的末端執行器到達測試晶圓座1246並提取測試晶圓1248。類似地，一旦完成測試循環，晶圓搬運機器人控制器可使晶圓搬運機器人1250將測試晶圓返回至測試晶圓座。

【0079】 對於安裝至EFEM外部的測試晶圓座，通常無法將測試晶圓座配置在適當位置或在負載端口下方，因為負載端口之下部中的空間可能被FOUP門開啟及關閉機構佔據，且FOUP上方的空間可能需要保持淨空以允許FOUP自負載端口升起及下降在負載端口上。

【0080】 如先前所討論，在具有整合測試晶圓座的半導體處理工具中，測試晶圓座係配置成保持永久固定至半導體處理工具，從而允許測試晶圓在任何時間由晶圓搬運機器人提取以執行測試循環。

【0081】 吾人亦將理解，除非任何特別描述之實施方式中的特徵係明確識別為彼此不相容、或全篇上下文暗示其係互斥且無法在互補及/或支持的意義上輕易地組合，否則整個本揭示內容考慮及設想那些互補之實施方式的特定特徵可選擇性地組合以提供一或更多全面但略有不同的技術解決方案。因此，將進一步理解以上敘述僅作為示例提供，且可在本發明的範疇內進行詳細的修改。

【符號說明】

【0082】

102: 測試晶圓

104: 平台

106: 電源

108: 通訊界面

110: 控制器

111: 處理器

112: 印刷電路

113: 記憶體

114: 第一加速計

116: 第二加速計

118: 第三加速計

122: 第一軸線

124: 第二軸線

126: 重心 (CG)

128: 公共軸線

130: 第一距離

132: 第二距離

302: 測試晶圓原型

304: 平台

306: 電源

308: 通訊界面

310: 控制器

314: 第一加速計

316: 第二加速計

326: CG

338: 迴轉儀

402: 方塊

404: 方塊

406: 方塊

408: 方塊

410: 方塊

412: 方塊

414: 方塊

416: 方塊

502: 方塊

504: 方塊

506: 方塊

508: 方塊

602: 方塊

604: 方塊

606: 方塊

608: 方塊

610: 方塊

612: 方塊

614: 方塊

702: 方塊

704: 方塊

706: 方塊

708: 方塊

710: 方塊

712: 方塊

714: 方塊

1000: 半導體處理工具

1042: EFEM

1044: 負載鎖

1046: 測試晶圓座

1050: 晶圓搬運機器人

1052: 晶圓搬運機器人

1054: 負載端口

1058: 閘閥

1060: 半導體處理腔室

1062: 站

1064: 傳送腔室

1066: 基板

1102: 方塊

1104: 方塊

1106: 方塊

1108: 方塊

1110: 方塊

1112: 方塊

1114: 方塊

1200: 半導體處理工具

1242: EFEM

1244: 負載鎖

1246: 測試晶圓座

1248: 測試晶圓

1250: 晶圓搬運機器人

1252: 晶圓搬運機器人

1254: 負載端口

1256: FOUP

1258: 閘閥

1260: 半導體處理腔室

1264: 傳送腔室

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於半導體處理工具之性質評估的設備，包含：

一平台，該平台的尺寸係制定成由一半導體處理工具中之一晶圓搬運機器人的一末端執行器攜帶；

一第一加速計；

一第二加速計；

一控制器，包含一或更多處理器及與該一或更多處理器可操作地連接之一記憶體，其中：

該第一加速計及該第二加速計係雙軸或三軸加速計，且係在該平台上沿一公共軸線之間隔開的位置處配置，當沿垂直於該平台之方向觀看時，該公共軸線穿過該設備的重心；且

該記憶體儲存用於控制該一或更多處理器之電腦可執行的指令，以：

獲得由該第一加速計及該第二加速計所產生的加速度數據、及

使用該加速度數據判定該平台之平面中繞該設備之重心的旋轉加速度。

【請求項2】 如請求項1之用於半導體處理工具之性質評估的設備，其中：

該加速度數據包含來自該第一加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第一加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第一加速計之第二軸線的加速度大小，及

該加速度數據更包含來自該第二加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第二加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第二加速計之第二軸線的加速度大小。

【請求項3】 如請求項2之用於半導體處理工具之性質評估的設備，其中，使用該加速度數據判定該平台之平面中繞該設備之重心的旋轉加速度之用於控制該一或更多處理器之該電腦可執行的指令包含用於控制該一或更多處理器的指令，以：

判定在該設備之重心處且沿平行於該等第二軸線之軸線的重心（CG）加速度大小，

至少部分地藉由將沿該第一加速計之該第二軸線的加速度大小減去該CG加速度大小，而判定第一切線加速度大小，及

至少使用該第一切線加速度大小及該平台之平面中在該第一加速計與該設備之重心間的距離而判定旋轉加速度。

【請求項4】 如請求項3之用於半導體處理工具之性質評估的設備，更包含一第三加速計，其係配置在該平台上且位在該設備之重心處，其中：

該加速度數據更包含來自該第三加速計的數據，其指示沿平行於該第一加速計之該第二軸線之軸線的加速度大小，且

該用於控制該一或更多處理器以判定該CG加速度大小的指令導致該一或更多處理器使用來自該第三加速計且沿平行於該第一加速計之該第二軸線之軸線的該加速度大小作為該CG加速度大小。

【請求項5】 如請求項3之用於半導體處理工具之性質評估的設備，其中：

該第一加速計及該第二加速計係與該設備之重心等距間隔，及

該用於控制該一或更多處理器以判定該CG加速度大小的指令導致該一或更多處理器將沿該第一加速計及該第二加速計之該等第二軸線的加速度大小加以平均以獲得該CG加速度大小。

【請求項6】 如請求項3之用於半導體處理工具之性質評估的設備，其中，

使用該加速度數據判定該平台之平面中繞該設備之重心的旋轉加速度之用於控制該一或更多處理器之該電腦可執行的指令包含進一步的指令，其導致該一或更多處理器：

至少部分地藉由將沿該第二加速計之該第二軸線的加速度大小減去該CG加速度大小，而判定第二切線加速度大小，及

至少使用該第一切線加速度大小、該平台之平面中在該第一加速計與該設備之重心間的距離、該第二切線加速度大小、及該平台之平面中在該第二加速計與該設備之重心間的距離而判定旋轉加速度。

【請求項7】 如請求項1之用於半導體處理工具之性質評估的設備，其中：

該第一加速計及該第二加速計係雙軸或三軸加速計，

該加速度數據包含該第一加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第一加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第一加速計之第二軸線的加速度大小，

該加速度數據亦包含該第二加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第二加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第二加速計之第二軸線的加速度大小，

該第一加速計及該第二加速計係與該設備之重心等距間隔，且該電腦可執行的指令包含用於控制該一或更多處理器的指令，以：

藉由將沿該第一加速計及該第二加速計之該等第一軸線的加速度大小加以平均，而判定沿平行於該等第一軸線之第一重心（CG）軸線且在該設備之重心處的第一CG加速度大小，及

藉由將沿該第一加速計及該第二加速計之該等第二軸線的加速度大小加以平均，而判定沿平行於該等第二軸線之第二CG軸線且在該設備之重心處的第二CG加速度大小。

【請求項8】 如請求項1之用於半導體處理工具之性質評估的設備，其中：

該第一加速計及該第二加速計係雙軸或三軸加速計，

該加速度數據包含該第一加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第一加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第一加速計之第二軸線的加速度大小，

該加速度數據亦包含該第二加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第二加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第二加速計之第二軸線的加速度大小，

該第一加速計係配置為距該設備之重心第一距離，而該第二加速計係配置為距該設備之重心第二距離，使得該設備之重心係在該第一加速計及該第二加速計之間，且

該電腦可執行的指令包含用於控制該一或更多處理器的指令，
以：

藉由將該第一距離乘以沿該第二加速計之該第一軸線的加速度大小及將該第二距離乘以沿該第一加速計之該第一軸線的加速度大小之和除以該第一距離及該第二距離的和，而判定沿平行於該等第一軸線的第一重心（CG）軸線且在該設備之重心處的CG加速度大小，及

藉由將該第一距離乘以沿該第二加速計之該第二軸線的加速度大小及將該第二距離乘以沿該第一加速計之該第二軸線的加速度大小之和除以該第一距離及該第二距離的和，而判定沿平行於該等第二軸線的第二CG軸線且在該設備之重心處的CG加速度大小。

【請求項9】 如請求項7之用於半導體處理工具之性質評估的設備，更包含一第三加速計，其係配置在該平台上且位在該設備之重心處，其中：

該電腦可執行的指令更包含用於控制該一或更多處理器的指令，
以：

自該第三加速計獲得CG加速度數據，

將沿平行於該第一及第二加速計之該等第一軸線之軸線的該第三加速計之加速度大小與該第一CG加速度大小相比較，以判定第一加速度差量，

將沿平行於該第一及第二加速計之該等第二軸線之軸線的該第三加速計之加速度大小與該第二CG加速度大小相比較，以判定第二加速度差量，

藉由將選自由該第一加速度差量、該第二加速度差量、及該第一加速度差量和該第二加速度差量所組成之群組的至少一者與第一閾值相比較，而判定是否存在錯誤狀態，及

使一通訊界面發送響應錯誤狀態存在之判定的第一錯誤碼訊號。

【請求項10】 如請求項9之用於半導體處理工具之性質評估的設備，其中，該電腦可執行的指令更包含用於控制該一或更多處理器的指令，以：

判定在該設備之重心處且沿平行於該第一及第二加速計之該等第二軸線之軸線的CG加速度大小，

至少部分地藉由將沿該第一加速計之該第二軸線的加速度大小減去該CG加速度大小，而判定第一切線加速度大小，

至少部分地藉由將沿該第二加速計之該第二軸線的加速度大小減去該CG加速度大小，而判定第二切線加速度大小，

將該第一切線加速度大小與該第二切線加速度大小相比較，以判定：a) 該第一切線加速度大小是否與該第二切線加速度大小在方向上相反，及 b) 該第一切線加速度大小的絕對值與該第二切線加速度大小的絕對值是否在彼此的閾值量之內，及

使該通訊界面發送響應 a) 或 b) 之其中一者或兩者未滿足的第二錯誤碼訊號。

【請求項11】 一種半導體處理工具，包含：

具有一或更多負載端口的一設備前端模組（EFEM），各負載端口係配置成容納一前開式晶圓傳送盒（FOUP），該前開式晶圓傳送盒包含具有標稱基板尺寸的一或更多基板；

一或更多半導體處理腔室；

一負載鎖，插設在該EFEM與該一或更多半導體處理腔室之間；

一測試晶圓座，其尺寸係制定成容納一測試晶圓，該測試晶圓座配置在該EFEM之中或毗鄰該EFEM；

一品圓搬運機器人，配置在該EFEM內且具有配置成在該一或更多負載端口與該負載鎖之間傳送晶圓的一末端執行器；及

一或更多處理器及一或更多記憶體，其中該一或更多記憶體儲存用於控制該一或更多處理器之電腦可執行的指令，以：

使該一或更多半導體處理腔室在置放入該一或更多半導體處理腔室中的基板上執行一或更多半導體處理操作，

使該晶圓搬運機器人根據在基板上執行之半導體處理操作所驅動的排程，在該一或更多負載端口與該負載鎖之間傳送基板，及

使該晶圓搬運機器人在選擇的測試區間期間執行一測試循環，使得在該一或更多負載端口與該負載鎖間之基板的傳送不被該測試循

環中斷，其中該測試循環包含自該測試晶圓座提取一測試晶圓、使用該測試晶圓執行診斷測試、及將該測試晶圓返回至該測試晶圓座。

【請求項12】 如請求項11之半導體處理工具，更包含該測試晶圓，其中該測試晶圓包含：

一平台，該平台的尺寸係制定成由該晶圓搬運機器人的該末端執行器攜帶；

一第一加速計；及

一第二加速計，其中：

該第一加速計及該第二加速計係在該平台上沿一公共軸線之間隔開的位置處配置，當沿垂直於該平台之方向觀看時，該公共軸線穿過該測試晶圓的重心；且

該一或更多記憶體更儲存用於控制該一或更多處理器之電腦可執行的指令，以自該第一加速計及該第二加速計獲得加速度數據。

【請求項13】 如請求項11之半導體處理工具，其中，該測試晶圓座係配置在選自由以下者組成之群組的一或更多位置中：相對於該EFEM而固定的位置；毗鄰該EFEM的位置，使得該測試晶圓座藉由將尺寸制定成允許該測試晶圓自該EFEM插入至該測試晶圓座的開口而與該EFEM連接；及配置在該EFEM之複數角隅之其中一者中。

【請求項14】 如請求項11之半導體處理工具，其中，該測試循環更包含藉由將源自該測試晶圓上之至少一加速計的數據與源自該測試晶圓上之至少一其他加速計的數據相比較，而在該測試晶圓上執行加速計校準檢查。

【請求項15】 如請求項11之半導體處理工具，其中，該記憶體儲存用於控制工具控制器的該一或更多處理器之電腦可執行的指令，以：

使該晶圓搬運機器人在該測試循環期間執行與該測試循環相關聯的一或更多移動；

在該測試循環期間接收由該測試晶圓上之一或更多加速計收集的數據；

判定由該測試晶圓上之該一或更多加速計收集的該數據是否通過包含與該一或更多移動相關聯之一或更多標準的測試條件；及

產生響應判定由該一或更多加速計收集的該數據未通過該測試條件的錯誤狀態訊號。

【請求項16】 如請求項15之半導體處理工具，其中，該記憶體更儲存用於控制該一或更多處理器之電腦可執行的指令，以根據基線排程以反復方式週期性地執行該測試循環。

【請求項17】 如請求項15之半導體處理工具，其中該錯誤狀態訊號包含指示該晶圓搬運機器人需要維修的訊息。

【請求項18】 如請求項12之半導體處理工具，其中：

該測試晶圓更包含一通訊界面，

具有二或更多處理器及二或更多記憶體，

該二或更多處理器其中至少一者及該二或更多記憶體其中至少一者係該平台所支撐的一測試晶圓控制器的一部分，且該二或更多處理器其中另外至少一者及該二或更多記憶體其中另外至少一者係在與該測試晶圓分離的一裝置之中，以及

該測試晶圓控制器的該至少一記憶體儲存電腦可執行的指令用於控制該測試晶圓控制器的該至少一處理器經由該通訊界面發送該加速度數據至與該測試晶圓分離的該裝置。

【請求項19】 一種用於半導體處理工具之性質評估的系統，包含：

一測試晶圓，包含一平台、一第一加速計、及一第二加速計，該平台的尺寸係制定成由一半導體處理工具中之一晶圓搬運機器人的一末端執行器攜帶；及

一控制器，包含一或更多處理器及與該一或更多處理器可操作地連接之一記憶體，其中：

該第一加速計及該第二加速計係雙軸或三軸加速計，且係在該平台上沿一公共軸線之間隔開的位置處配置，當沿垂直於該平台之方向觀看時，該公共軸線穿過該測試晶圓的重心；且

該記憶體儲存用於控制該一或更多處理器之電腦可執行的指令，以：

獲得由該第一加速計及該第二加速計所產生的加速度數據、及
使用該加速度數據判定該平台之平面中繞該測試晶圓之重心的旋轉加速度。

【請求項20】 如請求項19之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中：

該加速度數據包含來自該第一加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第一加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第一加速計之第二軸線的加速度大小，且

該加速度數據更包含來自該第二加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第二加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第二加速計之第二軸線的加速度大小。

【請求項21】 如請求項20之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中，使用該加速度數據判定該平台之平面中繞該測試晶圓之重心的旋轉加速度之用於控制該一或更多處理器之該電腦可執行的指令包含用於控制該一或更多處理器的指令，以：

判定在該測試晶圓之重心處且沿平行於該等第二軸線之軸線的重心（CG）加速度大小，

至少部分地藉由將沿該第一加速計之該第二軸線的加速度大小減去該CG加速度大小，而判定第一軸線加速度大小，及

至少使用該第一切線加速度大小及該平台之平面中在該第一加速計與該測試晶圓之重心間的距離而判定旋轉加速度。

【請求項22】 如請求項21之用於半導體處理工具之性質評估的系統，更包含一第三加速計，其係配置在該平台上且位在該測試晶圓之重心處，其中：

該加速度數據更包含來自該第三加速計的數據，其指示沿平行於該第一加速計之該第二軸線之軸線的加速度大小，且

該用於控制該一或更多處理器以判定該CG加速度大小的指令導致該一或更多處理器使用來自該第三加速計且沿平行於該第一加速計之該第二軸線之軸線的該加速度大小作為該CG加速度大小。

【請求項23】 如請求項21之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中：

該第一加速計及該第二加速計係與該測試晶圓之重心等距間隔，及

該用於控制該一或更多處理器以判定該CG加速度大小的指令導致該一或更多處理器將沿該第一加速計及該第二加速計之該等第二軸線的加速度大小加以平均以獲得該CG加速度大小。

【請求項24】 如請求項21之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中，使用該加速度數據判定該平台之平面中繞該測試晶圓之重心的旋轉加速

度之用於控制該一或更多處理器之該電腦可執行的指令包含進一步的指令，其導致該一或更多處理器：

至少部分地藉由將沿該第二加速計之該第二軸線的加速度大小減去該CG加速度大小，而判定第二切線加速度大小，及

至少使用該第一切線加速度大小、該平台之平面中在該第一加速計與該測試晶圓之重心間的距離、該第二切線加速度大小、及該平台之平面中在該第二加速計與該測試晶圓之重心間的距離而判定旋轉加速度。

【請求項25】 如請求項19之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中：

該第一加速計及該第二加速計係雙軸或三軸加速計，

該加速度數據包含該第一加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第一加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第一加速計之第二軸線的加速度大小，

該加速度數據亦包含該第二加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第二加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第二加速計之第二軸線的加速度大小，

該第一加速計及該第二加速計係與該測試晶圓之重心等距間隔，且

該電腦可執行的指令包含用於控制該一或更多處理器的指令，以：

藉由將沿該第一加速計及該第二加速計之該等第一軸線的加速度大小加以平均，而判定沿平行於該等第一軸線之第一重心（CG）軸線且在該測試晶圓之重心處的第一CG加速度大小，及

藉由將沿該第一加速計及該第二加速計之該等第二軸線的加速度大小加以平均，而判定沿平行於該等第二軸線之第二CG軸線且在該測試晶圓之重心處的第二CG加速度大小。

【請求項26】 如請求項19之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中：

該第一加速計及該第二加速計係雙軸或三軸加速計，

該加速度數據包含該第一加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第一加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第一加速計之第二軸線的加速度大小，

該加速度數據亦包含該第二加速計的數據，其指示沿平行於該公共軸線之該第二加速計之第一軸線及垂直於該第一軸線之該第二加速計之第二軸線的加速度大小，

該第一加速計係配置為距該測試晶圓之重心第一距離，而該第二加速計係配置為距該測試晶圓之重心第二距離，使得該測試晶圓之重心係在該第一加速計及該第二加速計之間，且

該電腦可執行的指令包含用於控制該一或更多處理器的指令，以：

藉由將該第一距離乘以沿該第二加速計之該第一軸線的加速度大小及將該第二距離乘以沿該第一加速計之該第一軸線的加速度大小之和除以該第一距離及該第二距離的和，而判定沿平行於該等第一軸線的第一重心（CG）軸線且在該測試晶圓之重心處的CG加速度大小，及

藉由將該第一距離乘以沿該第二加速計之該第二軸線的加速度大小及將該第二距離乘以沿該第一加速計之該第二軸線的加速度大小之和除以該第一距離及該第二距離的和，而判定沿平行於該等第二軸線的第二CG軸線且在該測試晶圓之重心處的CG加速度大小。

【請求項27】 如請求項25之用於半導體處理工具之性質評估的系統，更包含一第三加速計，其係配置在該平台上且位在該測試晶圓之重心處，其中：

該電腦可執行的指令更包含用於控制該一或更多處理器的指令，以：

自該第三加速計獲得CG加速度數據，

將沿平行於該第一及第二加速計之該等第一軸線之軸線的該第三加速計之加速度大小與該第一CG加速度大小相比較，以判定第一加速度差量，

將沿平行於該第一及第二加速計之該等第二軸線之軸線的該第三加速計之加速度大小與該第二CG加速度大小相比較，以判定第二加速度差量，

藉由將選自由該第一加速度差量、該第二加速度差量、及該第一加速度差量和該第二加速度差量所組成之群組的至少一者與第一閾值相比較，而判定是否存在錯誤狀態，及

使一通訊界面發送響應錯誤狀態存在之判定的第一錯誤碼訊號。

【請求項28】 如請求項27之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中，該電腦可執行的指令更包含用於控制該一或更多處理器的指令，以：

判定在該測試晶圓之重心處且沿平行於該第一及第二加速計之該等第二軸線之軸線的CG加速度大小，

至少部分地藉由將沿該第一加速計之該第二軸線的加速度大小減去該CG加速度大小，而判定第一切線加速度大小，

至少部分地藉由將沿該第二加速計之該第二軸線的加速度大小減去該CG加速度大小，而判定第二切線加速度大小，

將該第一切線加速度大小與該第二切線加速度大小相比較，以判定：a) 該第一切線加速度大小是否與該第二切線加速度大小在方向上相反，及 b) 該第一切線加速度大小的絕對值與該第二切線加速度大小的絕對值是否在彼此的第二閾值量之內，及

使該通訊界面發送響應 a) 或 b) 之其中一者或兩者未滿足的第二錯誤碼訊號。

【請求項29】 如請求項19到26之任何一項之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中該控制器係該測試晶圓以外的一裝置之一部分。

【請求項30】 如請求項29之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中，該測試晶圓更包含一通訊界面，並且該記憶體更儲存用於控制該一或更多處理器之額外的電腦可執行的指令，以經由該通訊界面獲得由該第一加速計及該第二加速計所產生的加速度數據。

【請求項31】 如請求項27到28之任何一項之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中該控制器係該測試晶圓以外的一裝置之一部分。

【請求項32】 如請求項31之用於半導體處理工具之性質評估的系統，其中，該測試晶圓更包含該通訊界面，並且該記憶體更儲存用於控制該一或更多處理器之額外的電腦可執行的指令，以經由該通訊界面獲得由該第一加速計及該第二加速計所產生的加速度數據。

【發明圖式】

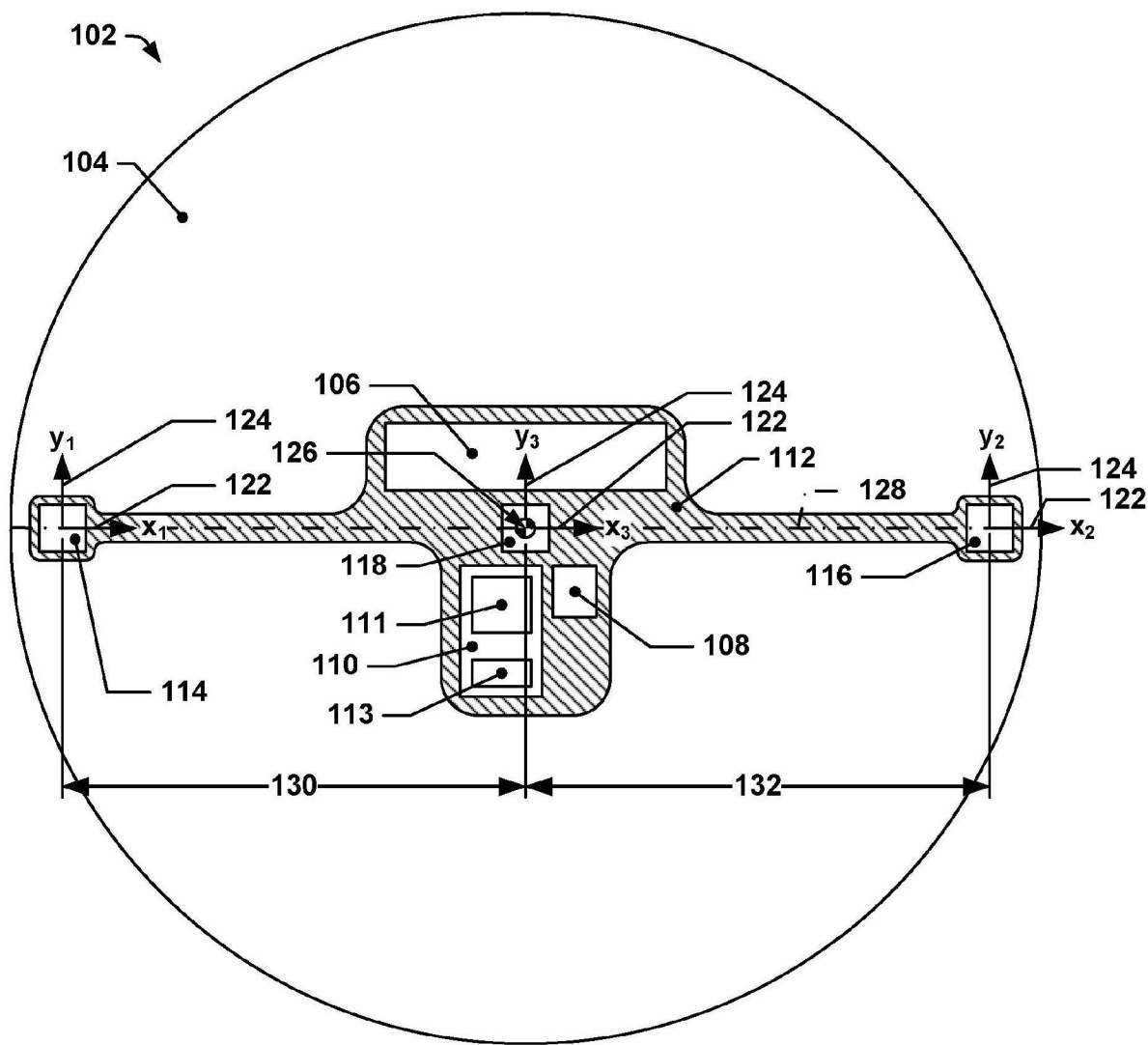


圖 1

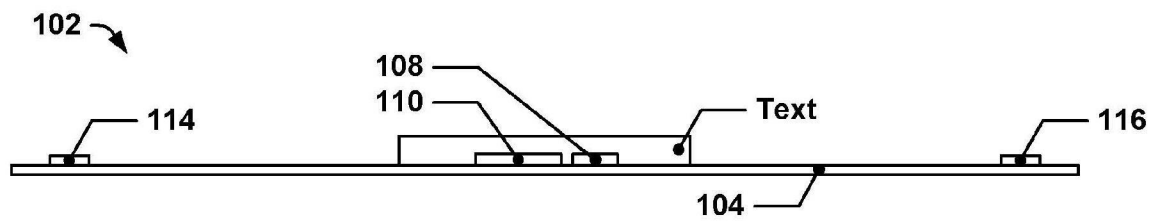


圖 2

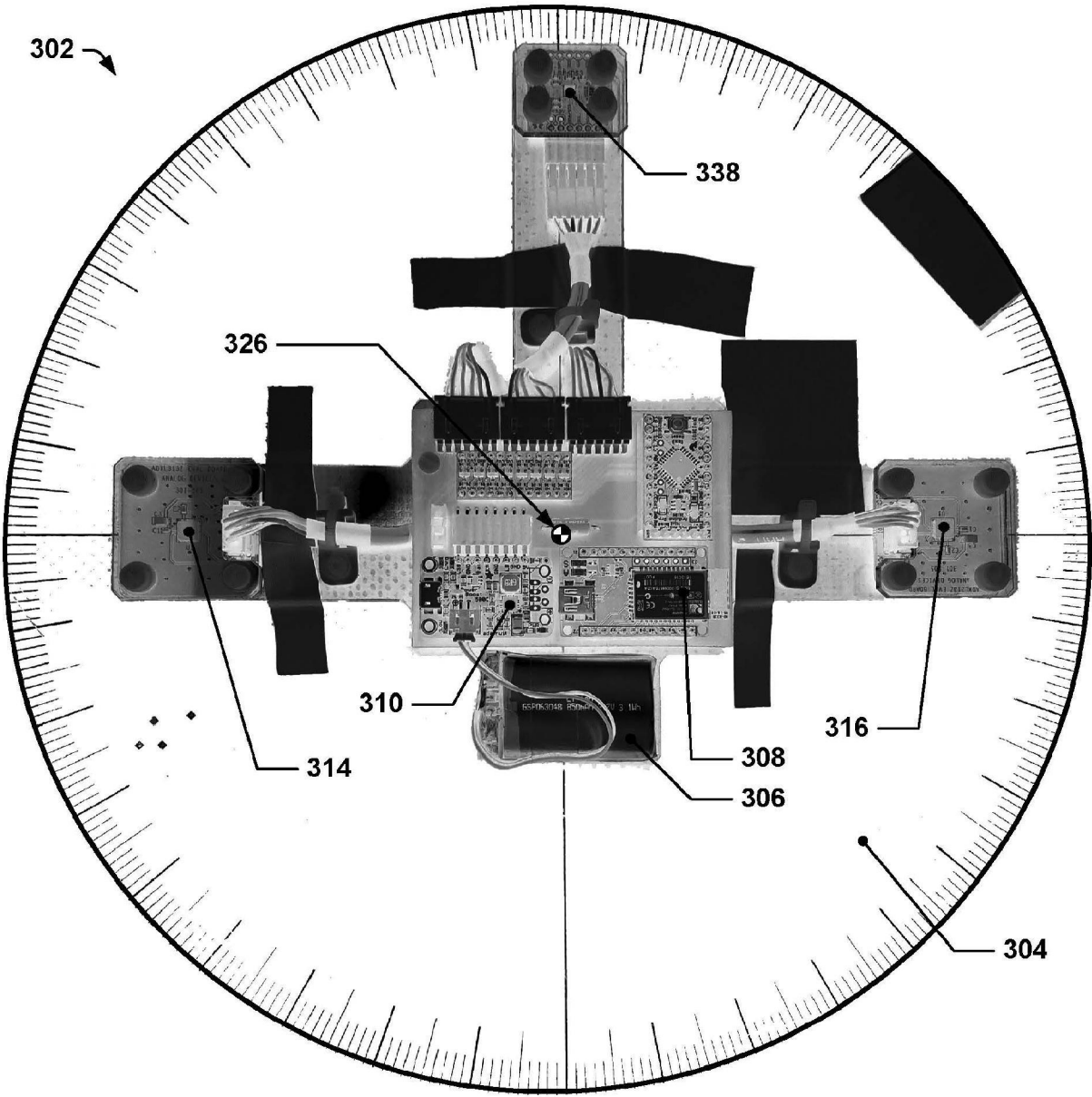


圖 3

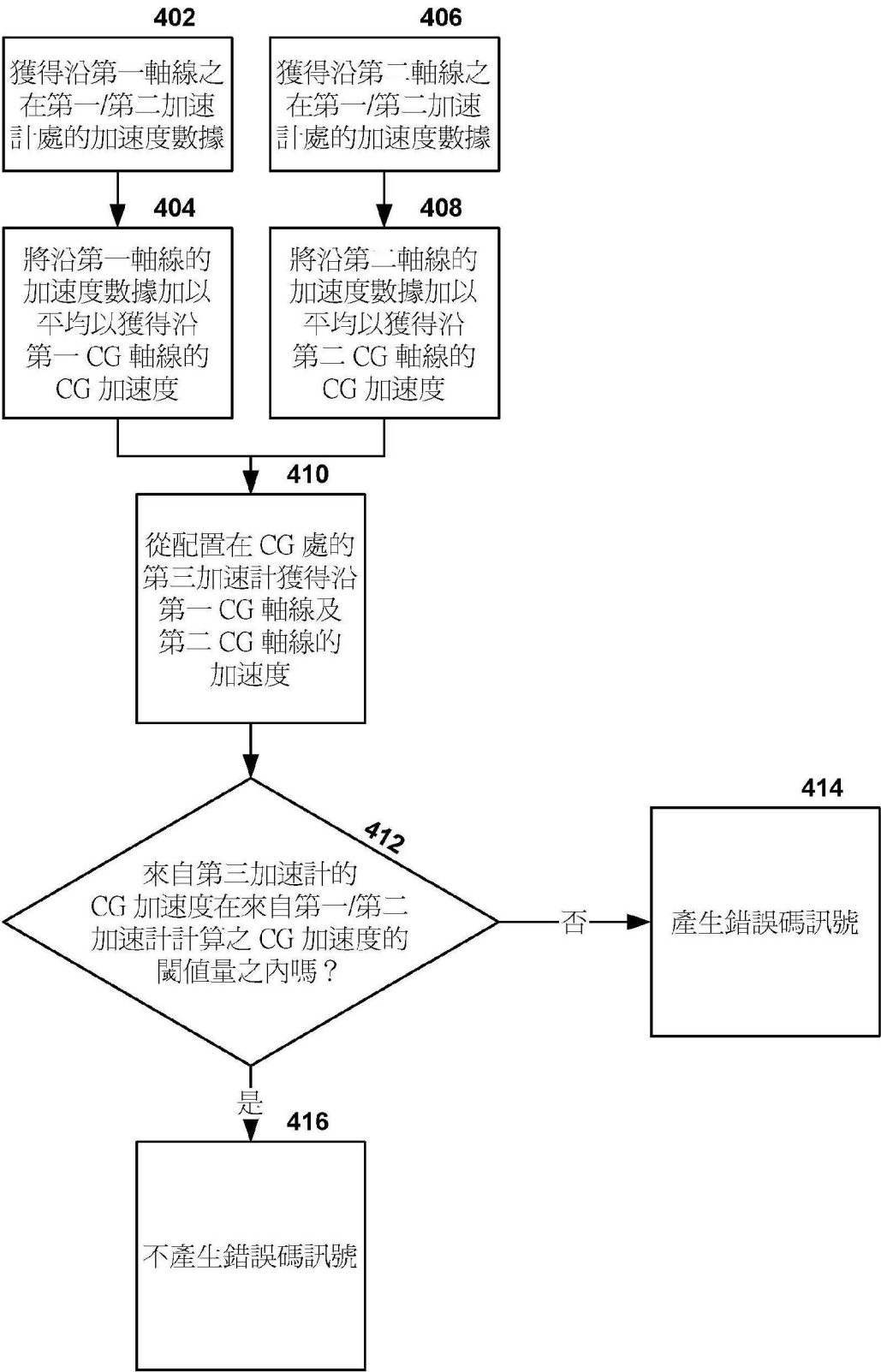


圖 4

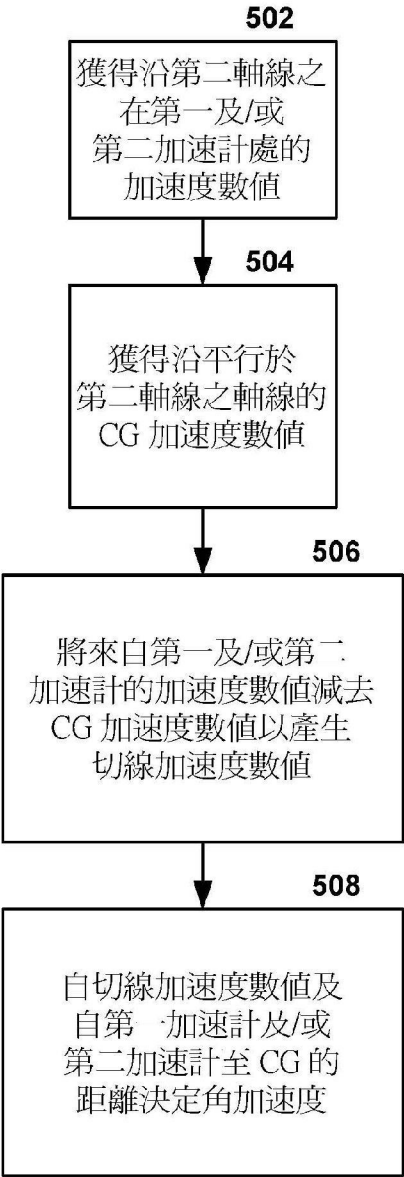


圖 5

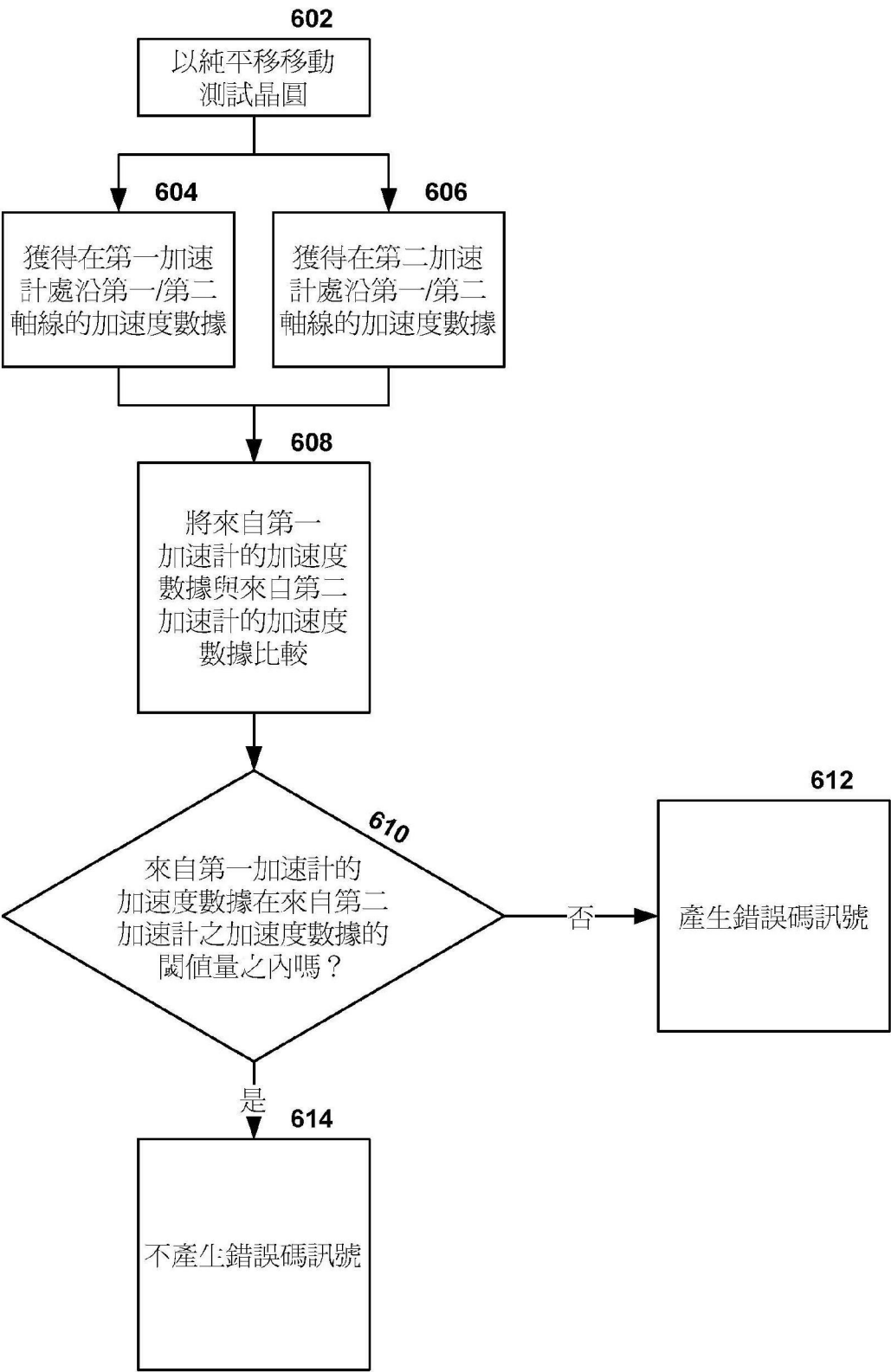


圖 6

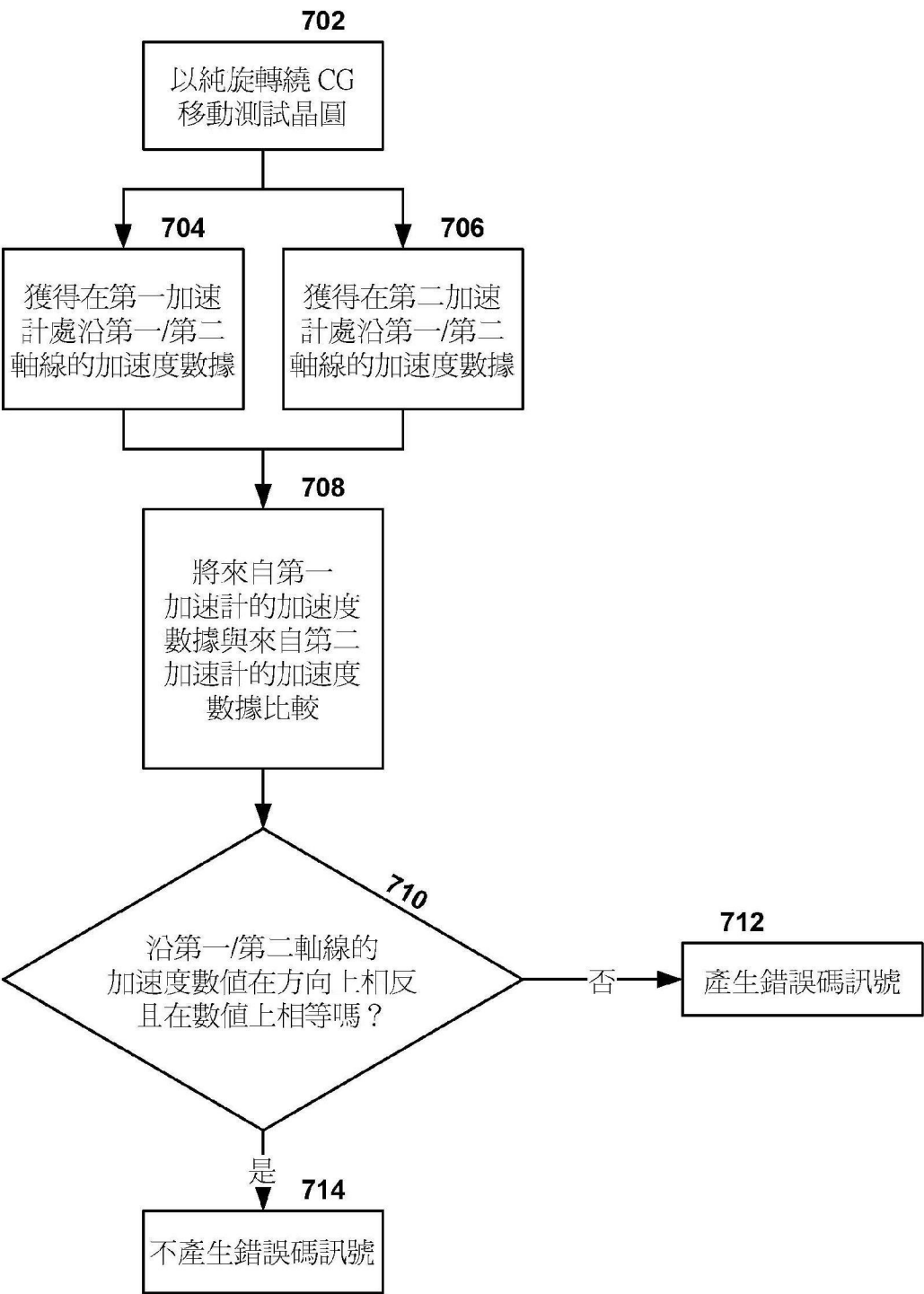


圖 7

圖 8

旋轉 180 CCW - 平面合向量

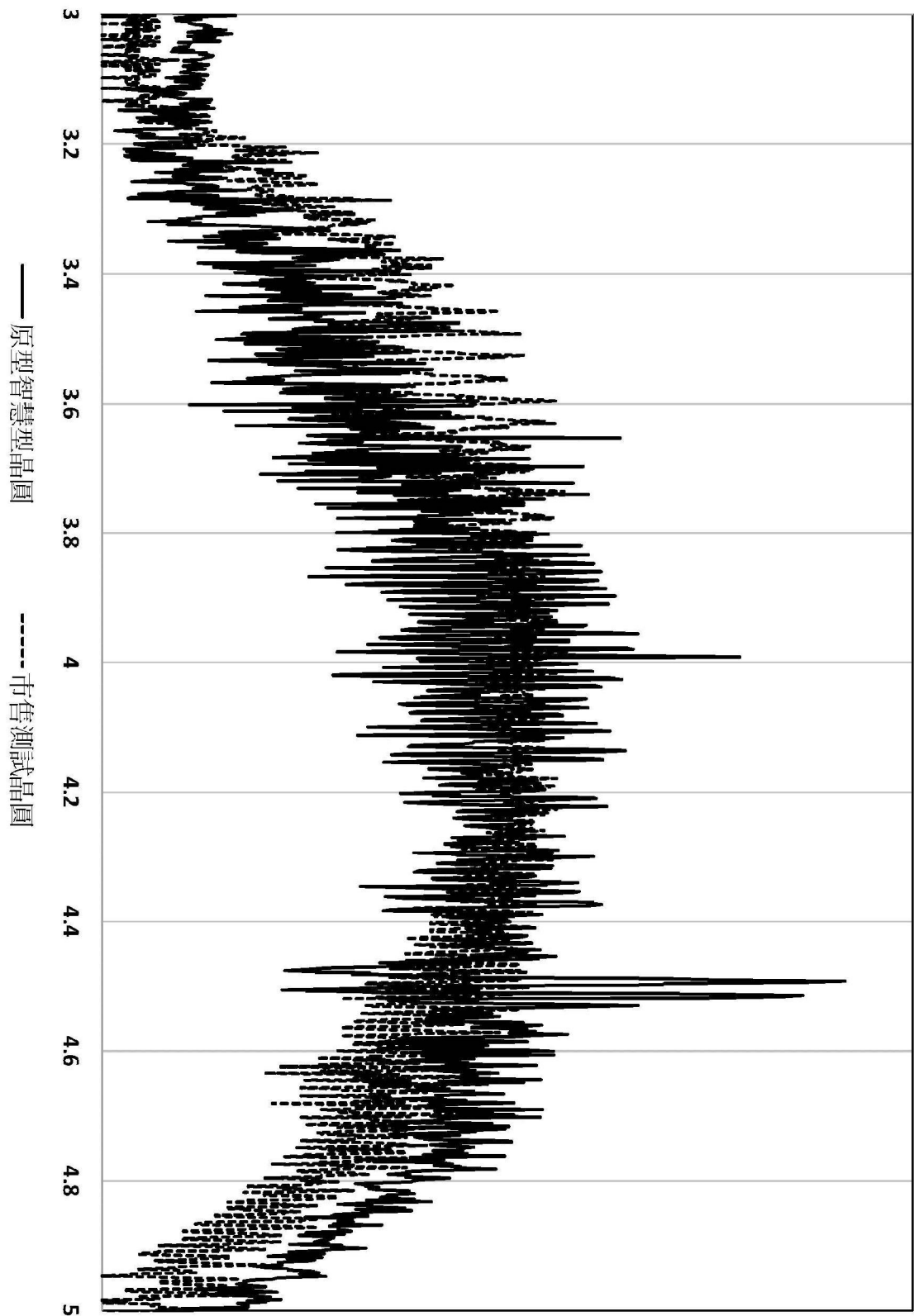
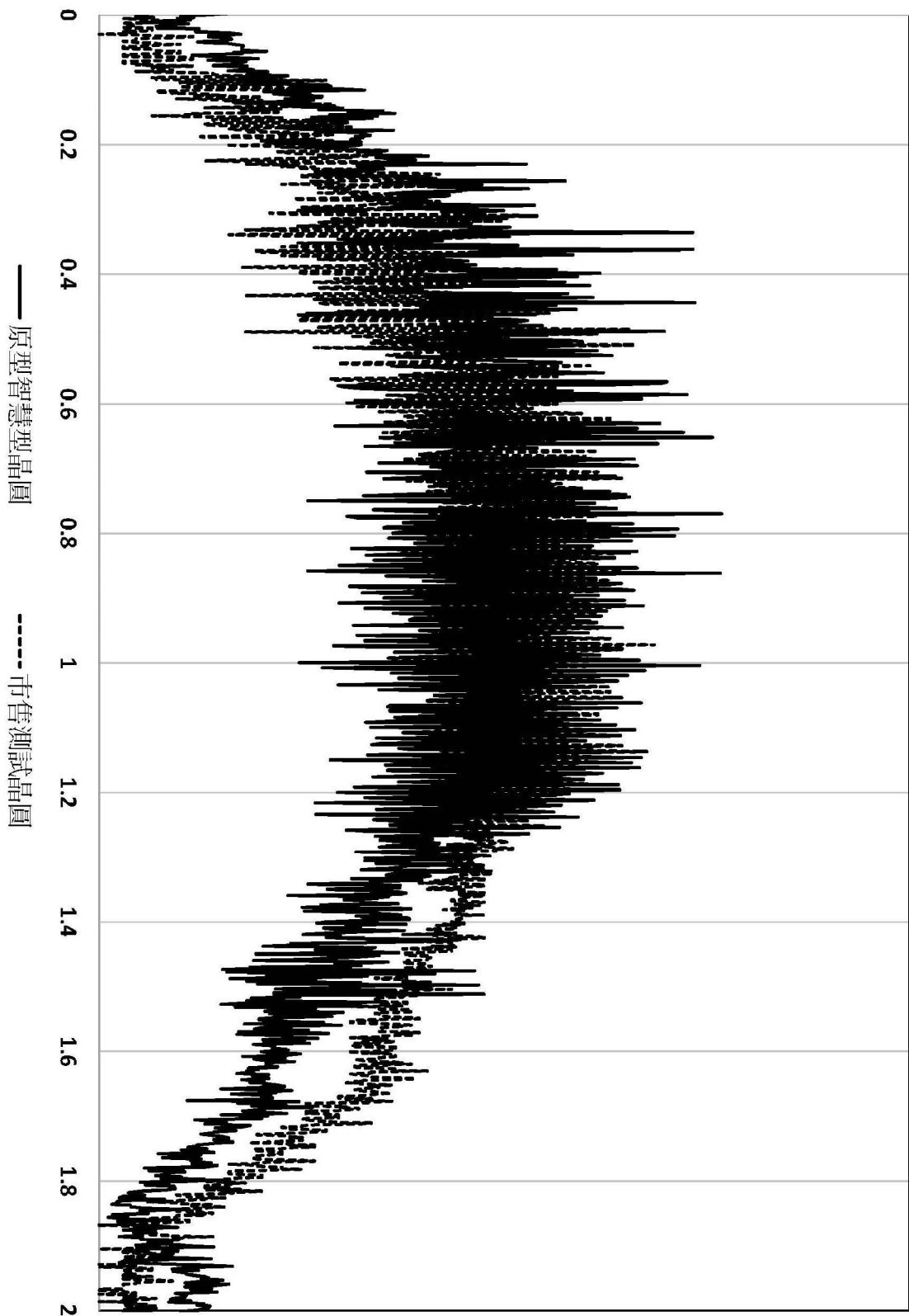


圖 9

旋轉 180 CW - 平面合向量



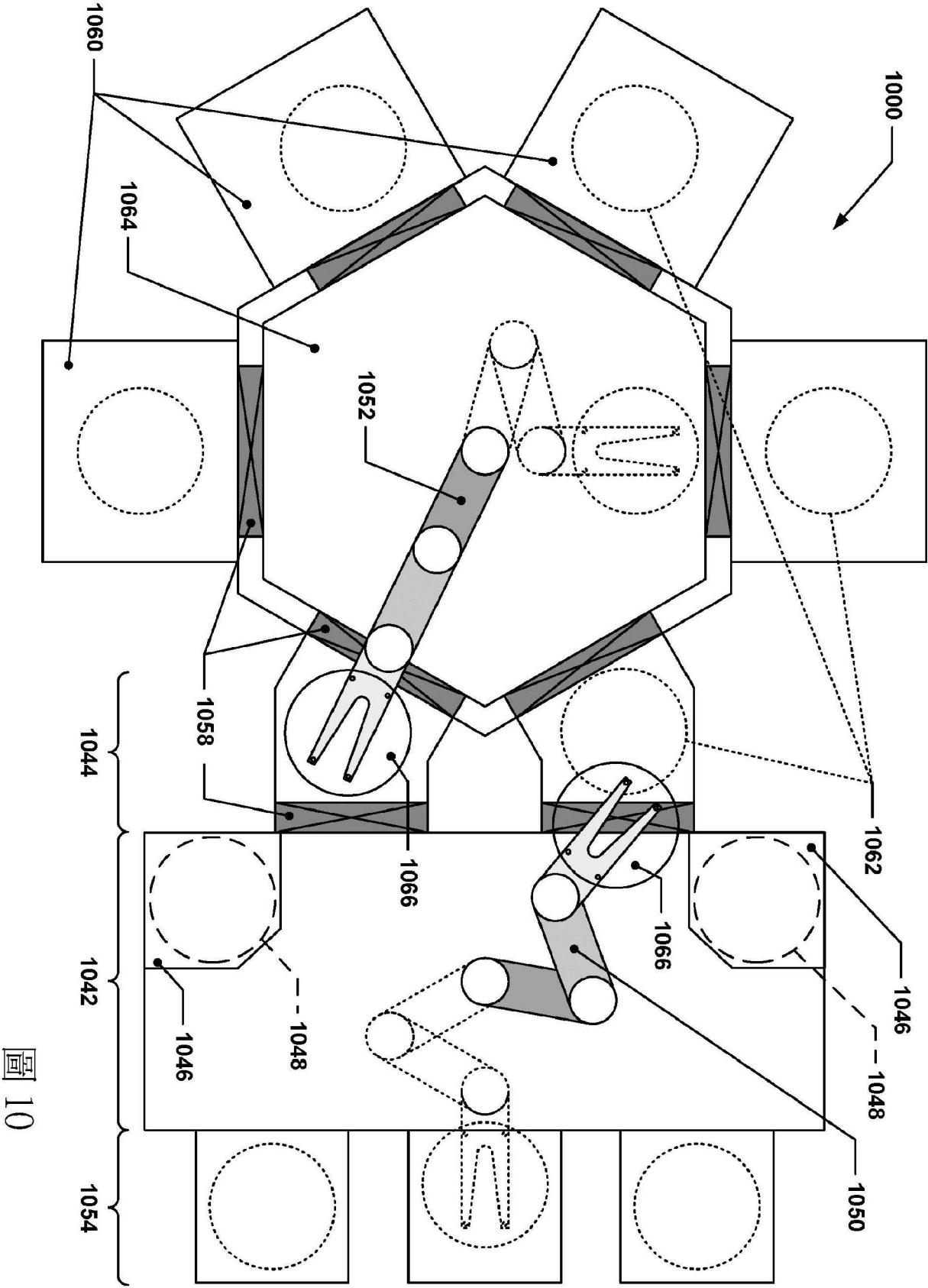


圖 10

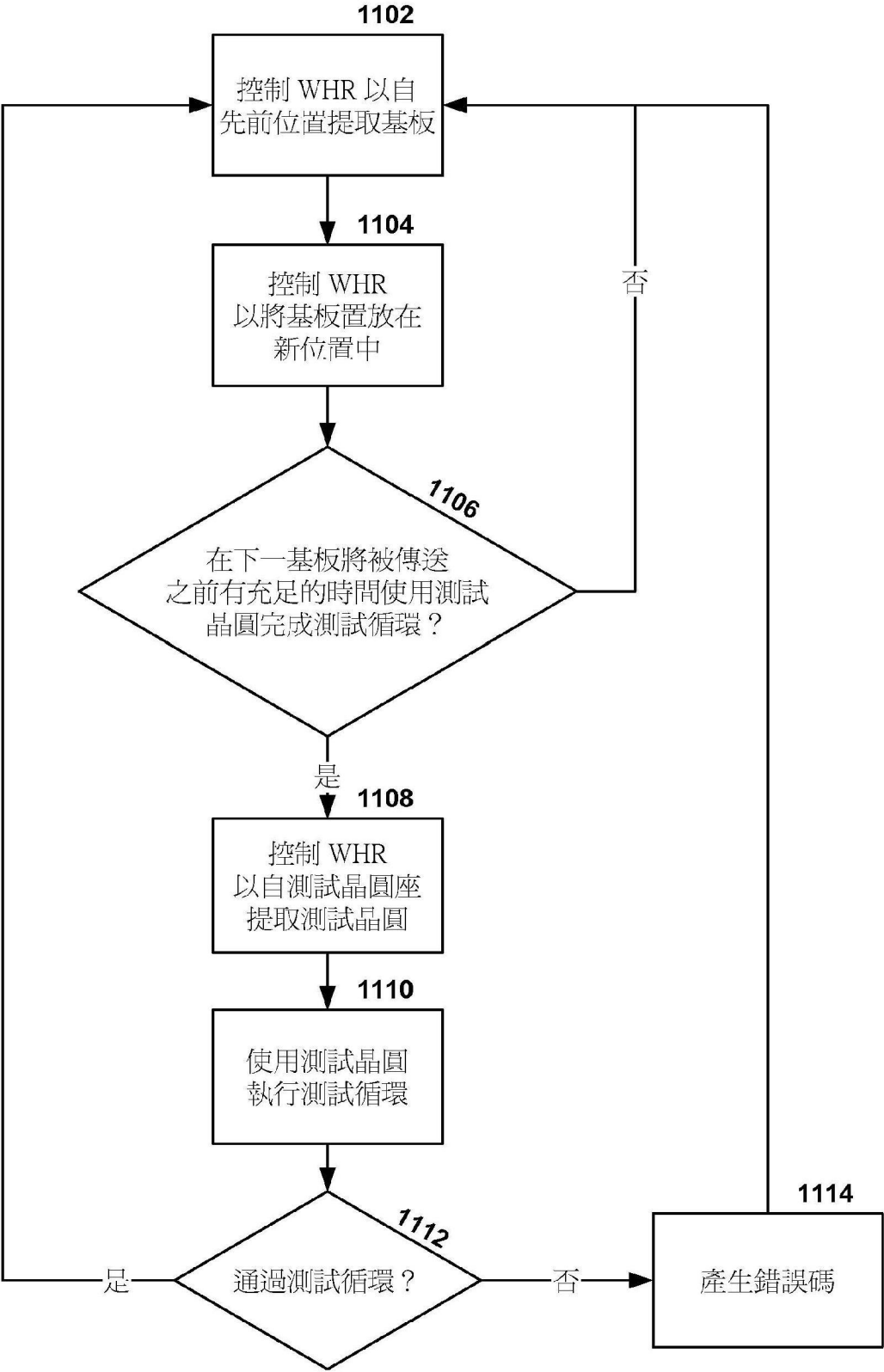


圖 11

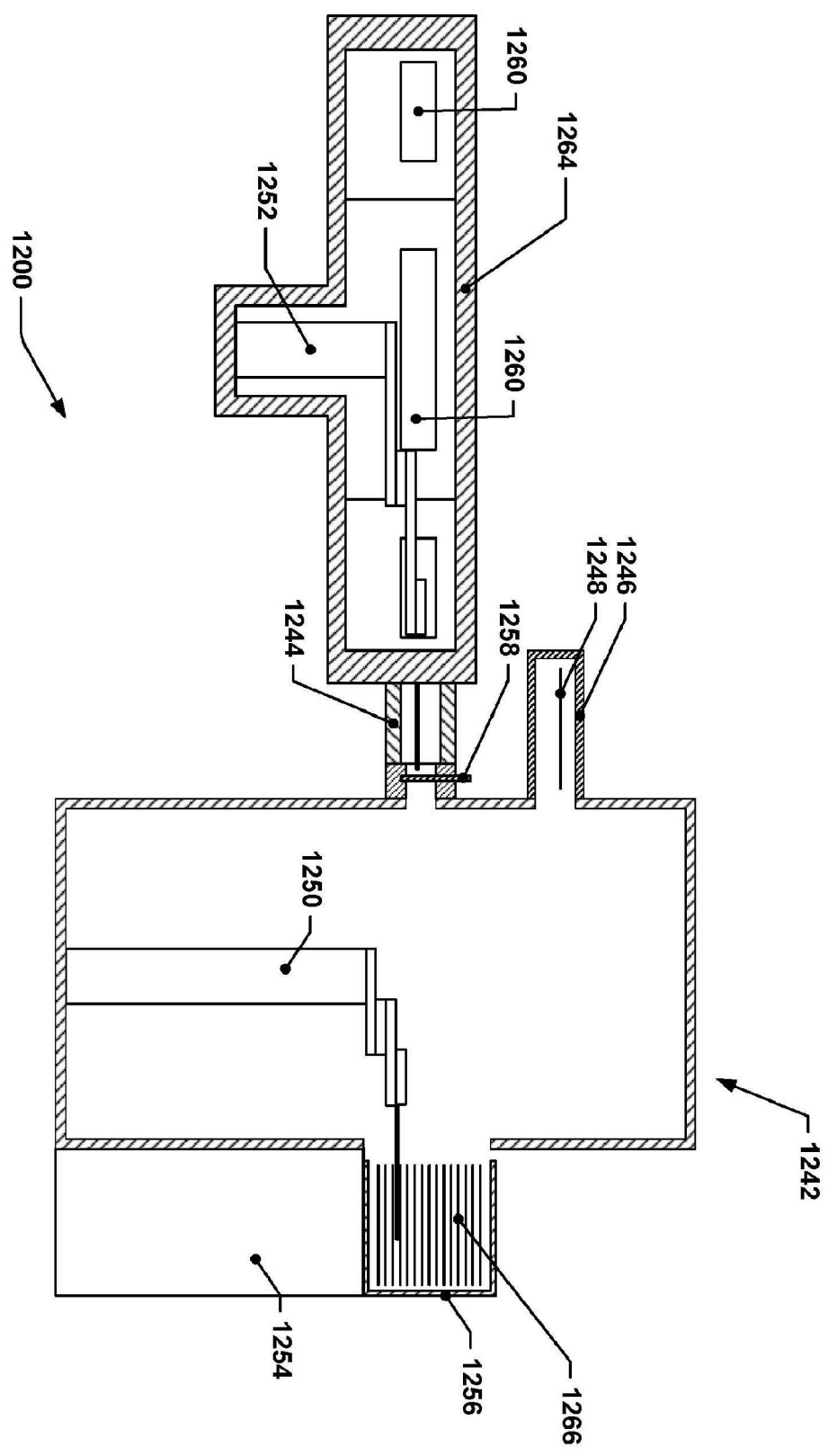


圖 12