



(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 I853959 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：109121263

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 06 月 23 日

(51)Int. Cl. : G01N3/22 (2006.01)

H01L21/66 (2006.01)

(30)優先權：2019/06/24 美國

62/865,641

2020/06/12 美國

16/900,210

(71)申請人：美商伊利諾工具工程公司 (美國) ILLINOIS TOOL WORKS INC. (US)

美國

(72)發明人：李維斯克 飛利浦 LEVESQUE, PHILIPPE (US)；卡本 亞歷山大 T CARBONE, ALEXANDER T. (CA)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 200916748A

US 8544340B1

US 2019/0154555A1

審查人員：陳勇志

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：10 共 43 頁

(54)名稱

在撓性基板上執行負載測量的方法及設備

(57)摘要

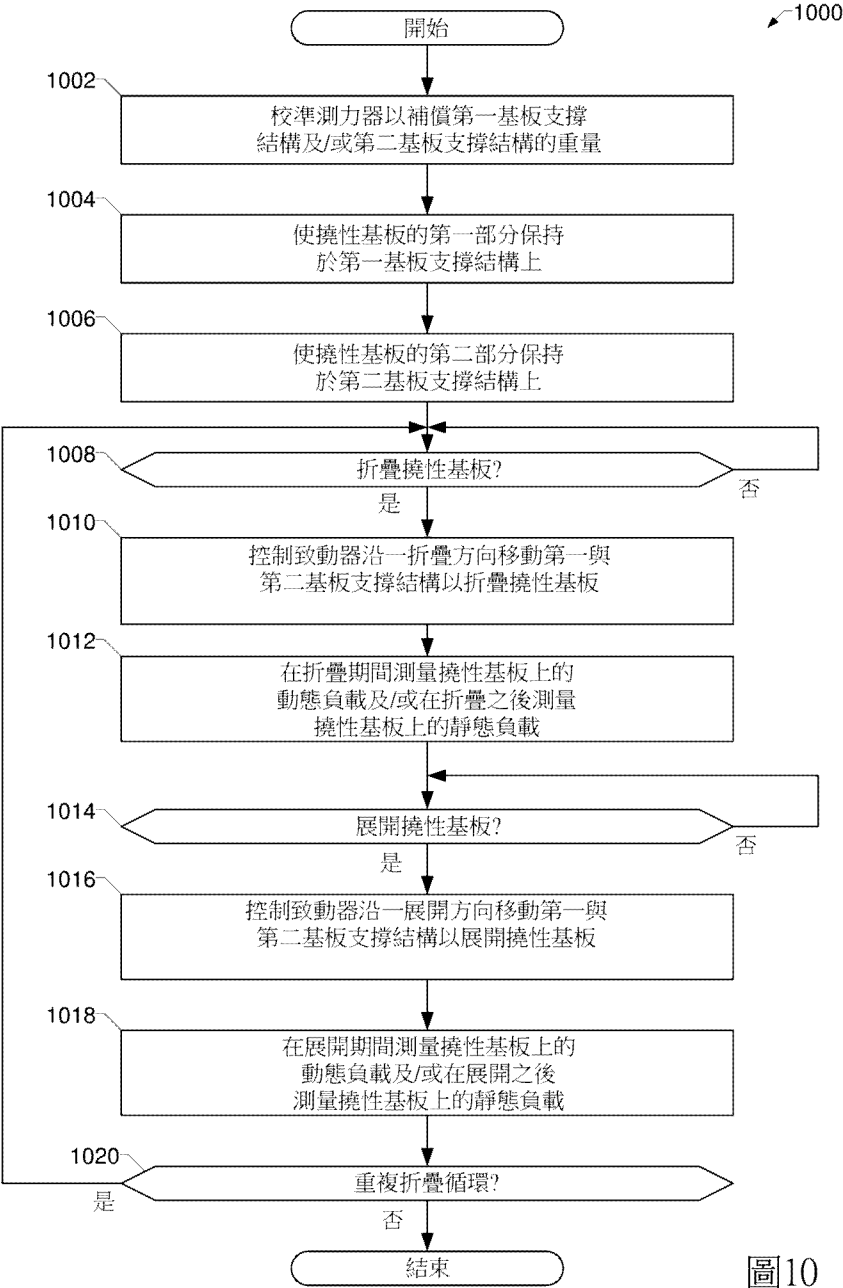
示例撓性基板測試系統包括：一第一基板支撐結構，其配置為保持測試中撓性基板的第一部分；一第二基板支撐結構，其配置為保持撓性基板的第二部分；一或多個致動器，其配置為使第一與第二基板支撐結構以個別的角度移動以折疊撓性基板；以及，測力器，其配置為在致動器移動第一基板支撐結構與第二基板支撐結構的同時，測量第一基板支撐結構與第二基板支撐結構上的負載。

An example flexible substrate testing system includes: a first substrate support structure configured to hold a first portion of a flexible substrate under test; a second substrate support structure configured to hold a second portion of the flexible substrate; one or more actuators configured to move the first and second substrate support structures at respective angles to fold the flexible substrate; and load cells configured to measure loads on the first substrate support structure and the second substrate support structure while the actuator moves the first substrate support structure and the second substrate support structure.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1000:方法
- 1002:方塊
- 1004:方塊
- 1006:方塊
- 1008:方塊
- 1010:方塊
- 1012:方塊
- 1014:方塊
- 1016:方塊
- 1018:方塊
- 1020:方塊





I853959

【發明摘要】

【中文發明名稱】在撓性基板上執行負載測量的方法及設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS TO PERFORM LOAD

MEASUREMENTS ON FLEXIBLE SUBSTRATES

【中文】

示例撓性基板測試系統包括：一第一基板支撐結構，其配置為保持測試中撓性基板的第一部分；一第二基板支撐結構，其配置為保持撓性基板的第二部分；一或多個致動器，其配置為使第一與第二基板支撐結構以個別的角度移動以折疊撓性基板；以及，測力器，其配置為在致動器移動第一基板支撐結構與第二基板支撐結構的同時，測量第一基板支撐結構與第二基板支撐結構上的負載。

【英文】

An example flexible substrate testing system includes: a first substrate support structure configured to hold a first portion of a flexible substrate under test; a second substrate support structure configured to hold a second portion of the flexible substrate; one or more actuators configured to move the first and second substrate support structures at respective angles to fold the flexible substrate; and load cells configured to measure loads on the first substrate support structure and the second substrate support structure while the actuator moves the first substrate support structure and the second substrate support structure.

【指定代表圖】第（ 10 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 0 : 方法

1 0 0 2 : 方 塊

1 0 0 4 : 方 塊

1 0 0 6 : 方 塊

1 0 0 8 : 方 塊

1 0 1 0 : 方 塊

1 0 1 2 : 方 塊

1 0 1 4 : 方 塊

1 0 1 6 : 方 塊

1 0 1 8 : 方 塊

1 0 2 0 : 方 塊

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】在撓性基板上執行負載測量的方法及設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS TO PERFORM LOAD MEASUREMENTS ON FLEXIBLE SUBSTRATES

【技術領域】

【0001】 本案要求於2019年6月24日提出申請的美國臨時專利申請案第62/865,641號的優先權，該申請名稱為「METHODS AND APPARATUS TO PERFORM LOAD MEASUREMENTS ON FLEXIBLE SUBSTRATES」。該美國臨時專利申請案第62/865,641號的整體透過引用明確地併入本案。

【0002】 本案大致上關於材料測試，並且更具體地涉及在撓性基板上執行負載測量的方法及裝置。

【先前技術】

【0003】 對一組件或一組件的移動部件的可靠性測試，可能涉及重複執行部件的預期的及/或非預期的移動，以驗證部件及/或組件在定義的移動循環的最小次數中能可靠地運行。例如，撓性基板的可靠性測試可以包括以一種或多種方式反覆彎曲基板，同時測試裝置的連續操作及/或監視各種故障模式。

【發明內容】

【0004】 本案揭示了在撓性基板上執行負載測量的方法和裝置，其基本上在至少一個附圖中示出並結合至少一個附圖進行描述，如在申請專利範圍中將更完整地闡述。

【圖式簡單說明】

【0005】 當參考附圖閱讀以下詳細描述時，將更能地理解本案的這些和其他特徵、態樣、及優點，其中在整個附圖中，相同的元件符號代表相同的部分，其中：

【0006】 圖1A與1B是依據本案的態樣的示例撓性基板測試系統的方塊圖，以在撓性基板上執行機械性質測試。

【0007】 圖1C是另一示例撓性基板測試系統的方塊圖，其配置以在基板上執行多次折疊。

【0008】 圖2是圖1的撓性基板測試系統的示例實施方式的方塊圖。

【0009】 圖3是圖1的撓性基板測試系統的示例實施方式的立體圖，顯示出在一打開或平坦位置的第一與第二板。

【0010】 圖4是圖3的在打開或平坦位置的示例撓性基板測試系統的立體圖，並且省略第一及第二板。

【0011】 圖5是圖3的在一中間位置的示例撓性基板測試系統的立體圖。

【0012】 圖6是圖3的在中間位置的示例撓性基板測試系統的另一立體圖。

【0013】 圖7是圖3的在關閉或折疊位置的示例撓性基板測試系統的立體圖。

【0014】 圖8是圖3的在關閉或折疊位置的示例撓性基板測試系統的側視圖。

【0015】 圖9是圖3的平移連桿的局部分解圖。

【0016】 圖 10 是表示用於測量撓性基板上的負載的示例方法的流程圖，該方法可以由圖 1 至 9 的示例撓性基板測試系統執行。

【0017】 這些圖示不一定按比例繪製。儘可能適當地，相似或相同的參考數字用於代表相似或相同的部件。

【實施方式】

【0018】 傳統的撓性基板測試系統在折疊或展開期間不能測量撓性基板上的負載或應力。相反，傳統的撓性基板測試系統可能涉及諸如缺陷分析的測試以及其他靜態測試和分析。

【0019】 本案揭示的示例撓性基板測試系統及方法提供了撓性基板的應力測試，包括在諸如折疊及 / 或展開的變形期間，對撓性基板上的動態及 / 或靜態負載的測量。所揭示的一些示例系統及方法，減小或最小化了由撓性基板測試系統本身在撓性基板上引起的附加應力。例如，一些揭示的撓性基板測試系統包括固定裝置，該固定裝置提供諸如撓性顯示螢幕的撓性基板的重複折疊和展開。所揭示的示例配置了固定裝置，例如運動部件的引導，使得當基板的端部折疊在一起或展開時，固定裝置不會在撓性基板上產生額外的壓縮或張力。

【0020】 與執行兩個 90 度彎曲的傳統撓性基板測試系統相反，所揭示的示例測試系統減少或防止了來自測試夾具的測試中基板上引起的應力（例如，不同於因折疊時材料自然地且必須承受的應力的應力）。一些執行兩次 90 度彎

曲的傳統測試系統試圖藉由固定材料來消除這種應力，以使基板的一部分用作緩衝材料，以抵抗材料的拉伸和壓縮。

【0021】 與傳統測試系統相反，揭示的示例測試系統在幾何上經配置以旋轉部分的基板，使得基板可以在打開或展開位置中完全延伸，但是不會經受由測試夾具的旋轉引起的拉應力。結果，所揭示的用於撓性基板的示例測試系統與測試夾具，在重複的應力測量期間提供了撓性基板上的應力的更精確的測量。

【0022】 所揭示的示例撓性基板測試系統包括：一第一基板支撐結構，其配置為保持測試中撓性基板的第一部分；一第二基板支撐結構，其配置為保持撓性基板的第二部分；一或多個致動器，其配置為使第一與第二基板支撐結構以個別的角度移動以折疊撓性基板；以及，測力器，其配置為在致動器移動第一基板支撐結構與第二基板支撐結構的同時，測量第一基板支撐結構與第二基板支撐結構上的負載。

【0023】 在一些示例撓性基板測試系統中，第一與第二基板支撐結構經配置以將基板折疊成大於0度且小於或等於360度的角度。在一些示例撓性基板測試系統中，第一基板支撐結構經配置以旋轉最多90度，並且第二基板支撐結構經配置以旋轉最多90度並以最大180度的角度來折疊基板。在一些示例撓性基板測試系統中，該一或多個致動器經配置以同時移動第一與第二基板支撐結構。

【0024】 在一些示例撓性基板測試系統中，該一或多個致動器經配置以透過驅動一單一輸入軸來移動第一基板支撐結構與第二基板支撐結構。在一些示例撓性基板測試系統中，輸入軸係聯接至一第一輔助軸，其配置以移動第一基板支撐結構，及一第二輔助軸，其配置以移動第二基板支撐結構。在一些示例撓性基板測試系統中，第一輔助軸係經由第一齒輪系統耦合到第一基板支撐結構，該第一齒輪系統配置成使第一基板支撐結構繞由第一齒輪系統限定的第一軸旋轉，並且第二輔助軸係經由第二齒輪系統耦合到第二基板支撐結構，該第二齒輪系統配置成使第二基板支撐結構繞第二齒輪系統限定的第二軸旋轉。在一些示例性撓性基板測試系統中，第一與第二齒輪系統經配置以同時且成比例地旋轉撓性基板的第一部分與撓性基板的第二部分。在一些示例撓性基板測試系統中，第一軸與第二軸間隔開以便在基板中產生多個折疊。

【0025】 一些示例撓性基板測試系統包括控制電路，其經配置以基於來自測力器的負載資訊來決定撓性基板上的負載。

【0026】 在一些示例撓性基板測試系統中，第一基板支撐結構包括一第一板，其具有一第一表面，並且第二基板支撐結構包括一第二板，其具有一第二表面。在一些示例撓性基板測試系統中，撓性基板測試系統經配置以在折疊或展開期間，將具有第一表面的第一板與具有第二表面的第二板垂直地定位。

【0027】 一些示例撓性基板測試系統包括一第一平移連桿，其配置以保持第一基板支撐結構，並且將第一基板支撐結構的運動限制於平行於第一基板支撐結構的第一平面的方向上。一些示例撓性基板測試系統包括一第二平移連桿，其配置以保持第二基板支撐結構，並且將第二基板支撐結構的運動限制於平行於第二基板支撐結構的第二平面的方向上。在一些示例撓性基板測試系統中，第一平移連桿包括一第一四桿連桿，其聯接至第一基板支撐結構，且第二平移連桿包括一第二四桿連桿，其聯接至第二基板支撐結構。

【0028】 一些示例撓性基板測試系統包含控制電路，其配置以基於在撓性基板的折疊或展開期間由測力器測量的動態負載，來決定撓性基板上的負載。一些示例撓性基板測試系統包括控制電路，其配置以基於在撓性基板的折疊或展開完成時由測力器測量的靜態負載，來決定撓性基板上的負載。

【0029】 所揭示的示例性用於測量撓性基板上的負載的方法包括步驟：經由一致動器移動測試中的撓性基板的第一部分與該撓性基板的第二部分，以折疊或展開該撓性基板；以及，測量撓性基板上的由移動而引起的負載。

【0030】 在一些示例方法中，移動撓性基板的第一部分涉及旋轉保持撓性基板的第一部分的第一基板支撐結構的步驟，並且移動撓性基板的第二部分涉及旋轉保持撓性基板的第二部分的第二基板支撐結構的步驟。

【0031】 一些其他揭示的示例性撓性基板測試系統包括：
一第一板，其包括經配置以保持測試中撓性基板的第一側的第一表面；一第一平移連桿機構，其經配置以保持該第一板並限制該第二板在平行於第一板的第一表面的方向上的運動；一第二板，包括一第二表面，該第二表面經配置以保持撓性基板的第二側；一第二平移連桿機構，其構造成保持該第二板並限制該第二板在平行於該第二板的該第二表面的方向上的運動；一或多個致動器，其經配置以個別的角度移動該第一與第二板，以將基板折疊到大於0度且小於或等於180度的角度；以及，測力器，其經配置以在致動器移動該第一板與該第二板的同時，測量該第一板與該第二板上的負載。

【0032】 圖1A與1B示出在撓性基板102上執行機械性質測試的示例性撓性基板測試系統100的方塊圖。圖1A示出在打開、平坦、或展開位置的撓性基板測試系統100。圖1B示出在關閉或折疊位置的測試系統100。示例撓性基板102可以是撓性顯示螢幕或其他裝置、織物、材料、及/或任何其他基板。圖1的系統100經配置以重複折疊及展開撓性基板102，以測量基板102上的應力(例如折疊力)。

【0033】 示例系統100包括第一板104，第二板106，致動器110，第一與第二測力器112a、112b，以及第一與第二平移連桿114a、114b。系統100可以包括附加特徵，諸如結構支撐或框架、處理電路、通訊及/或輸入/輸出(I/O)電路、及/或任何其他組件。測力器112a、112b

可以在折疊及/或展開期間（例如，動態負載的測量）及/或在折疊及/或展開過程結束時輸出負載測量值（例如，靜態負載的測量）。

【0034】 當折疊時，撓性基板 102 被認為在彎曲部 120 的相對端上具有第一側 116 與第二側 118，或者在基板 102 中具有折疊。第一側 116 與第二側 118。圖 1 示出了處於展開或平坦位置（實線）及折疊位置（虛線）的基板。

【0035】 第一板 104 是第一基板支撐結構，並且具有第一表面 122，基板 102 的第一側 116 係附接或固定至第一表面 122，並且相對於第一表面 122 保持靜止。第二板 106 是第二基板支撐結構，並且具有第二表面 124，基板 102 的第二側 118 係附接或固定至第二表面 124，並且相對於第二表面 124 保持固定。板 104、106 由間隙分開，該間隙由在折疊基板 102 時形成彎曲 120 的基板 102 的一部分所橋接。

【0036】 儘管在圖 1A 中的第一與第二基板支撐結構是第一與第二板，在其他示例中，第一與第二基板支撐結構可為不同的。例如，其他的第一與第二基板支撐結構可以包括夾子或鉗夾，以保持基板 102 的部分，從而能夠折疊而無需將基板 102 附接到板上。

【0037】 致動器 110 係聯接至第一板 104 與第二板 106 以移動板 104、106。如圖 1A 和 1B 所示，致動器 110 使板 104、106 在打開、平坦、或展開位置（其中基板 102 係展開（圖 1A））與閉合、或折疊位置（其中基板 102 係折疊

(圖 1 B)) 之間移動。在一些示例中，致動器 110 可以是經由個別連桿附接到第一與第二板 104、106 的馬達。

【0038】 當致動器 110 移動板 104、106 時，測力器 112 a、112 b 分別測量在第一板 104 與第二板 104 上的負載。具體地，當透過測量由基板 102 的第一側 116 施加到第一板 104 上的負載及由基板 102 的第二側 118 施加到第二板 106 上的負載而使基板 102 折疊時，測力器 112 a、112 b 測量基板 102 上的應力（例如，折疊力）。

【0039】 平移連桿 114 a、114 b 限制第一板 104 與第二板 106 在除了由第一板 104 與第二板 106 所分別負載的測力器 112 a、112 b 的方向以外的方向上的運動。例如，如果測力器 112 a 經配置以在垂直於第一表面 122 的平面的方向上測量負載，則平移連桿 114 a 限制第一板 104 在平行於第一表面 122 的平面的方向上的運動，同時允許將負載從第一板 104 轉移到測力器 112 a（例如，在垂直於第一板 104 及 / 或基板 102 的一表面的一方向上）。類似地，如果測力器 112 b 經配置以在垂直於第二表面 124 的平面的方向上測量負載，則平移連桿 114 b 限制第二板 106 在平行於第二表面 124 的平面的方向上的運動，同時允許將負載從第二板 106 轉移到測力器 112 b（例如，在垂直於第二板 106 及 / 或基板 102 的一表面的一方向上）。

【0040】 示例平移連桿 114 a、114 b 可各別包括一或多個四桿連桿組，其聯接至相對於測力器 112 a、112 b 而固定的框架。在一些示例中，平移連桿 114 a、114 b 進一步被

限制在朝向測力器 112 a、112 b 的方向上，以防止測力器 112 a、112 b 過載。例如，停止點可以附接到框架，以防止四桿連桿與板 104 朝著測力器 112 a 移動超過停止點。

【0041】 在操作中，在將基板 102 固定到第一板 104 與第二板 106 上，以從測試測量值中減去一預負載之後，示例測力器 112 a、112 b 可以被偏向或偏移。例如，由於板 104、106 的重量，平移連桿 114 a、114 b 的重量，以及第一板 104 上的基板 102 的第一側 116 的重量與第二板 106 上的基板 102 的第二側的重量，可能在測力器 112 a、112 b 上產生預負載。透過決定測力器 112 a、112 b 上的預負載，可以對測力器 112 a、112 b 進行校准或偏移，以測量在折疊與展開期間基板 102 上的應力。

【0042】 在一些示例中，測試系統 100 係經定位以使第一板 104 與第二板 106 垂直定位，並且板 104、106 係水平地移動。例如，板 104、106 的旋轉軸是垂直的，或者是上下直立的，並且板 104、106 的重量不指向測力器 112 a、112 b。

【0043】 為了減少或防止由於固定而在基板 102 上引起應力，遠離基板 102 而偏移旋轉軸 126 a、126 b（例如，樞軸點）。偏移的長度可以依據例如基板 102 的折疊半徑 r 。當基板 102 展開到打開位置時，板 104、106 之間的距離（例如，由基板 102 橋接的距離）也可以依據半徑，例如大約 $3.14 * r$ 的距離，其大約等於在折疊或關閉位置的基板 102 的折疊部分的周長。附加地或替代地，可基於該半徑來配

置軸 126 a、126 b 與板 104、106 之間的偏移，使得板 104、106 之間的距離約為 $2 * r$ 。透過配置軸 126 a、126 b 及 / 或基於固定軸 126 a、126 b 與所需的折疊半徑來配置板 104、106，測試系統 100 允許基板 102 在展開時完全伸展並且折疊至所需的折疊半徑，而不會由於折疊而在基板 102 上引起張力或壓縮應力。在一些示例中，折疊半徑可能導致基板 102 過早損壞，這可作為測試的一部分來測量。

【0044】 在圖 1 A 的示例中，由測力器 112 a、112 b 輸出的測量值補償第一板 104 與第二板 106 的重量，及 / 或第一板 104 的慣性負載，及 / 或第二板 106 的慣性負載，以提供在撓性基板 102 上的力、應力、或負載的測量值。例如，第二板 106 的一部分重量及第二板 106 的慣性負載的一部分，其得到由測力器 112 可測量的力，會在折疊運動期間連續變化。一處理系統（例如，下面揭示的處理器 203）可以經配置以基於第一板 104、第二板 106 及 / 或致動器 110 的特性、折疊方向、折疊速度、及 / 或折疊路徑，及 / 或在折疊及 / 或展開過程中出現的任何其他動態的力，來補償由測力器 112 a、112 b 所接收到的測量值。

【0045】 圖 1 C 是另一示例撓性基板測試系統 150 的方塊圖，其配置以在基板 102 上執行多次折疊。圖 1 C 中的示例撓性基板測試系統 150，包括第一與第二板 104、106，並且更包括一第三基板支撐結構 152，如第三板。

【0046】 在圖 1 C 的示例中，軸 126 a、126 b 充分偏移，以在基板 102 中引起多個折疊（例如，三重或更多倍）。例

如，基板 102 的第三部分 154，如基板 102 的中心部分，係固接至固定的支撐結構 152，而板 104、106 經致動以沿著對應於軸 126a、126b 的多個軸而進行折疊。

【0047】 附加地或替代地，儘管以上揭示了單折疊軸及雙折疊軸，但是其他示例可以具有三個或更多個折疊軸，其使用相應的基板支撐結構（例如，板），及相應的齒輪系統來控制基板支撐結構的旋轉。此外，雖然圖 1C 的示例係配置成將基板 116、118 的兩個部分都朝向第三部分 154 的同一側折疊，在其他示例中，板 104、106 與軸 126a、126b 係配置成使該些部分 116、118 朝著第三部分 154 的相對側折疊（例如，相對於 U 形折疊而言的 Z 形折疊）。

【0048】 圖 2 是圖 1A 的撓性基板測試系統 100 的示例實施方式的方塊圖。如圖 2 所示，撓性基板測試系統 100 包括測試夾具 201 及運算裝置 202。

【0049】 示例運算裝置 202 可以是通用電腦、膝上型電腦、平板計電腦、移動裝置、伺服器、多合一電腦、及 / 或任何其他類型的運算裝置。圖 2 的運算裝置 202 包括處理器 203，其可以是通用中央處理單元（CPU）。在一些示例中，處理器 203 可以包括一或多個專用處理單元，例如 FPGA、具有 ARM 核的 RISC 處理器、圖形處理單元、數位訊號處理器、及 / 或系統單晶片（SoC）。處理器 203 執行機器可讀指令 204，機器可讀指令 204 可以在處理器中（例如，在內建的快取或 SoC 中）本端儲存，儲存在隨機存取記憶體 206（或其他揮發性記憶體）中，儲存在唯讀

記憶體 208（或其他揮發性記憶體，例如快閃記憶體）中、及/或儲存在大容量儲存裝置 210 中。示例的大容量儲存裝置 210 可以是硬碟、固態儲存器、混合器、RAID 陣列、及/或任何其他大容量資料儲存裝置。匯流排 212 允許在處理器 203、RAM 206、ROM 208、大容量儲存裝置 210、網路介面 214、及/或輸入/輸出介面 216 之間的通訊。

【0050】 示例的網路介面 214 包括硬體、韌體、及/或軟體，以將運算裝置 201 連接到諸如網際網路的通訊網路 218。例如，網路介面 214 可以包括符合 IEEE 202.X 的無線及/或有線通訊硬體，用於發送及/或接收通訊。

【0051】 圖 2 的示例性 I/O 介面 216 包括：硬體、韌體、及/或軟體，以將一或多個輸入/輸出裝置 220 連接到處理器 203，以向處理器 203 提供輸入及/或從處理器 203 提供輸出。例如，I/O 介面 216 可以包括用於與一顯示裝置介面連接的一圖形處理單元，用於與一或多個 USB 兼容裝置介面連接的一通用序列匯流排埠、火線 (FireWire)、現場匯流排、及/或任何其他類型的介面。示例的伸長計系統 10 包括聯接至 I/O 介面 216 的一顯示裝置 224（例如，LCD 螢幕）。其他示例 I/O 裝置 220 可以包括鍵盤、小鍵盤、滑鼠、軌跡球、指示裝置、麥克風、音頻揚聲器、顯示裝置、光學媒體驅動器、多點觸控式觸控螢幕、手勢識別介面、磁性媒體驅動器及/或任何其他類型的輸入及/或輸出裝置。

【0052】 運算裝置 202 可經由 I/O 介面 216 及/或 I/O 裝置 220 來存取非暫態機器可讀媒體 222。圖 2 的機器可讀媒體

222 的示例性包括：光碟（例如，光碟（CD）、數位多功能/視訊光碟（DVD）、藍光光碟等）、磁性媒體（例如，軟碟）、攜帶式儲存媒體（例如，攜帶式快閃碟、安全數位（SD）卡等）、及/或任何其他類型的可移除及/或安裝的機器可讀媒體。

【0053】 測試夾具201係聯接到運算裝置202。在圖2的示例中，測試夾具201經由I/O介面216聯接到運算裝置，例如經由USB埠、Thunderbolt埠、FireWire（IEEE 1394）埠、及/或任何其他類型的串行或併行資料埠。在一些示例中，測試夾具201經由有線或無線連接（例如，以太網、Wi-Fi等），直接或經由網路218聯接到網路介面214及/或I/O介面216。

【0054】 測試夾具201包括框架228、測力器230、材料夾具236、及控制處理器238。框架228為執行測試的測試夾具201的其他部件提供剛性結構支撐。測力器230可以實現為圖1A的測力器112，並測量由致動器246經由握夾248（例如，板104、106）而施加到測試中材料（例如，基板102）上的力。

【0055】 致動器246將力施加到測試中材料及/或迫使測試中材料位移，而握夾248將測試中材料抓緊或以其他方式聯接到致動器234。

【0056】 可以用來提供測試夾具201的部件的力及/或運動的示例致動器包括：電動機、氣動致動器、液壓致動器、壓電致動器、繼電器、及/或開關。雖然示例測試夾具201

使用馬達，諸如同服機或直接驅動線性馬達，但是其他系統可以使用不同類型的致動器。例如，基於系統的需求，可以使用液壓致動器、氣動致動器、及/或任何其他類型的致動器。

【0057】 取決於測試中的機械性質及/或測試中材料，示例握夾 2 3 6 包括壓板、鉗夾及/或其他類型的夾具。握夾 2 3 6 可以被手動配置，經由手動輸入來控制及/或由控制處理器 2 3 8 自動地控制。

【0058】 測試系統 1 0 0 可以進一步包括一或多個控制面板 2 5 0，包括一或多個輸入裝置 2 5 2。輸入裝置 2 5 2 可以包括位於操作員控制面板上的按鈕、開關、及/或其他輸入裝置。例如，輸入裝置 2 5 2 可以包括控制致動器 2 4 2 將握夾 2 4 8 點動（例如，定位）到一所需位置的按鈕，控制握夾 2 4 8 閉合或打開（例如，經由另一致動器）的開關（例如，腳踏開關），及/或任何其他輸入裝置，來控制測試測試夾具 2 0 1 的操作。

【0059】 示例控制處理器 2 3 8 與運算裝置 2 0 2 通訊，以例如從運算裝置 2 0 2 接收測試參數及/或向測量裝置 2 0 2 報告測量及/或其他結果。例如，控制處理器 2 3 8 可以包括一或多個通訊或 I/O 介面，以使得能夠與運算裝置 2 0 2 進行通訊。控制處理器 2 3 8 可以控制致動器 2 4 6 在一已知方向上移動及/或控制致動器 2 4 6 的速度，控制夾具 2 3 6 以抓取或釋放測試中材料，及/或接收來自位移轉換器 2 3 2、測力器 2 3 0、及/或其他傳感器的測量值。在一些示例中，控制處

理器 238 透過監視致動器 246 的馬達編碼器，以監視折疊角度，其可用來建立每脈衝折疊度比率。

【0060】 示例的控制處理器 238 經配置以執行重複運動測試過程，其中測試樣本（例如，基板 102）在測試夾具 201 中進行測試。例如，為了在一系列折疊和展開運動期間或之後，測量基板 102 上的應力，控制處理器 238 控制致動器 246，以在監視測力器 230 之同時移動握夾 248（例如，第一與第二板 104、106），以測量基板 102 上的應力。

【0061】 示例處理器 203 可以基於在撓性基板 102 的折疊或展開完成時，由測力器 230 測量的負載來決定在撓性基板 102 上的靜態負載。可以在允許一鬆弛時間已經到期之後進行該靜態負載測量值，以使基板 102 在折疊或展開過程之後鬆弛。另外地或可替代地，示例處理器 203 可以基於在撓性基板 102 的折疊或展開期間，由測力器 230 測量的負載來決定在撓性基板 102 上的動態負載。示例處理器 203 可執行對來自測力器 230 的測量的補償，諸如從負載測量值中去除第一板 104 的重量及 / 或第二板 106 的重量及慣性負載的影響。

【0062】 圖 3 是圖 1A 的撓性基板測試系統 100 的示例實施方式的立體圖，顯示出在一打開或平坦位置的第一與第二板 104、106。圖 4 是圖 3 的在打開或平坦的位置的示例撓性基板測試系統 100 的立體圖，並且省略第一及第二板。圖 5 是圖 3 的在中間位置的示例撓性基板測試系統 100 的立體圖（例如，在打開或平坦的位置之間）。圖 6 是圖 3 的在中

間位置的示例撓性基板測試系統的另一立體圖。圖7是圖3的在關閉或折疊位置的示例撓性基板測試系統100的立體圖。圖8是圖3的在關閉或折疊位置的示例撓性基板測試系統100的側視圖。

【0063】 每個示例的平移連桿114a、114b均包括第一四連桿302a、302b，第二四連桿機構304a、304b，及框架306a、306b。框架306a與測力器112a藉由附接到旋轉組件310a而相對於彼此固定。框架306b與測力器112b藉由附接到旋轉組件310b而相對於彼此固定。每個第一與第二四桿連桿302a、302b、304a、304b均配置以經由最內側的連桿以附接第一板104或第二板106。該第一與第二四桿連桿機構302a、304a限制了第一板104在平行於安裝有基板102的第一板104的表面的方向上的運動，同時允許將來自第一板104的負載，在垂直於第一板104的表面的方向（在圖3中顯示為Z方向）上傳遞到測力器112a（例如，經由聯接至測力器112a的一延伸柱308a）。

【0064】 為了避免測力器112a、112b過載，框架306a、306b包括停止點，該些停止點配置以防止第一與第二四桿連桿302、304及/或第一板104或第二板106向測力器行進112a、112b而超過停止點。停止點可以使用例如配置以接觸第一及/或第二四桿連桿302a、302b、304a、304b的底面，框架306a、306b的頂面的銷或其他剛性緊固件，耦合到框架306a、306b的頂表面的緩衝件或剛性偏置件

來實現，以經由與第一板 104 或第二板 106 接觸，及 / 或任何其他技術來提供停止點。

【0065】 旋轉臂 301a、301b 係配置以旋轉並平移第一板 104 與第二板 106，以折疊及展開基板 102。旋轉臂 301a、301b 聯接至旋轉軸 312a、312b（例如，樞轉點）。致動器可以透過驅動輸入軸 314 以同時旋轉兩個旋轉臂 301a、301b。輸入軸 314 係聯接至輔助軸 316a、316b，其驅動聯接至旋轉臂 301a、301b 的各個齒輪系統 318a、318b。在一些示例中，輸入軸 314 與旋轉臂 301a、301b 之間的齒輪比相同，以使兩個板 104、106 同時且成比例地折疊。

【0066】 儘管圖 3 的示例包括齒輪系統 318a、318b 以限定基板 102 的折疊路徑，在其他示例中，引導件可以是不同的。例如，其他引導件可以包括具有多個齒輪，其中第一齒輪自由旋轉並且與基板 102 的第一側的邊緣對準，且第二齒輪與第一齒輪嚙合並且相對於基板 102 的第二半而固定。其他示例引導件可以包括彼此垂直設置的兩個線性致動器的組合，其中一個線性致動器以組合的方式安裝到另一線性致動器。第一板 104 與第二板 106 分別附接到致動器組合中的一者，並且可以在 x y 平面中自由移動並描繪出折疊路徑。多個線性致動器可使引導件實施不同類型的路徑，包括不同半徑的摺痕及 / 或非圓形摺痕。一些其他示例引導件可以包括一系列限定折疊路徑的連桿。

【0067】 圖 9 是圖 4 至 8 的平移連桿的局部分解圖。特別地，示例平移連桿 114a 係顯示為具有四桿連桿 302、304 的內部連桿 902、904，其分別與中間連桿 906、908、910、912 分開。中間連桿 906-912 將內部連桿 902、904 聯接到框架 306，框架 306 作為一部分的四桿連桿 302、304。

【0068】 圖 10 是表示用於測量撓性基板上的負載的示例方法 1000 的流程圖，該方法可以由圖 1A 至圖 11 的示例撓性基板測試系統來執行。參考圖 1A 與圖 2，以下揭示了示例方法 1000。

【0069】 在方塊 1002，處理器 203 及 / 或控制處理器 238 校準測力器 112、230，以補償第一及 / 或第二基板支撐結構（例如，第一板 104、第二板 106）的重量、平移連桿 114、及 / 或影響由測力器 112、230 所測量的任何其他力。

【0070】 在方塊 1004，第一基板支撐結構（例如，第一板 104）使撓性基板 102 的第一部分保持固定。在方塊 1006，第二基板支撐結構（例如，第二板 106）保持撓性基板 102 的第二部分。

【0071】 在方塊 1008，處理器 203 及 / 或控制處理器 238 決定是否折疊撓性基板 102。例如，處理器 203 可以決定是否要執行折疊循環（例如，折疊與展開）。如果不執行折疊（方塊 1008），則控制重複到方塊 1008 以等待折疊。

【0072】 當要進行折疊時（方塊 1008），在方塊 1010，處理器 203 及 / 或控制處理器 238 控制致動器 110，以使該

第一與第二基板支撐結構(如第一與第二板104、106)沿一折疊方向移動以折疊撓性基板102。在一些示例中，在折疊期間，可以使用齒輪系統或其他引導件來控制撓性基板102的彎曲半徑及/或折疊路徑。在方塊1012，測力器112a、112b、230在折疊期間測量撓性基板102上的動態負載，及/或在折疊之後測量撓性基板102上的靜態負載。

【0073】 在方塊1014，處理器203及/或控制處理器238決定是否展開撓性基板102。如果不執行展開(方塊1014)，則控制重複到方塊1014以等待展開。

【0074】 當要進行展開時(方塊1014)，在方塊1016，處理器203及/或控制處理器238控制致動器110，以使該第一與第二基板支撐結構沿一展開方向移動以展開撓性基板102。在一些示例中，在展開期間，可以使用齒輪系統或其他引導件來控制撓性基板102的彎曲半徑及/或折疊路徑。在方塊1018，測力器112、230在展開期間測量撓性基板102上的動態負載，及/或在展開之後測量撓性基板102上的靜態負載。

【0075】 在方塊1020，處理器203及/或控制處理器238決定是否重複折疊循環。例如，撓性基板102可以受到涉及多個折疊循環的測試過程。如果要重複折疊循環(方塊1020)，則控制返回到方塊1008。如果不重複折疊循環(方塊1020)，則示例方法1000結束。

【0076】 本發明的方法和系統可以以硬體、軟體及/或硬體與軟體的組合來實現。本發明的方法及/或系統可以以集中

方式在至少一個運算系統中實現，或者以分佈式的方式實現，其中不同的元素係分佈在多個互連的運算系統上。適於執行本案描述的方法的任何種類的運算系統或其他裝置都是合適的。硬體和軟體的典型組合可以包括具有程式或其他代碼的通用運算系統，該程式或其他代碼在加載和執行時控制該運算系統，以使其執行本案所述的方法。另一典型實施方式可以包括專用積體電路或芯片。一些實施方式可以包括其上儲存了機器可執行的一行或多行代碼的非暫態機器可讀（例如，電腦可讀）媒體（例如，快閃驅動器、光碟、磁性儲存碟等），從而使機器執行本案所述的程序。如本案所使用的，用語「非暫態機器可讀媒體」被定義為包括所有類型的機器可讀儲存媒體，並且排除傳播訊號。

【0077】 如本案所使用的用語「電路」與「電路圖」是指實體電子部件（即，硬體），以及可以配置硬體、由硬體執行、及/或以其他方式關聯的任何軟體及/或韌體（「代碼」）。如本案中所使用的，例如，特定處理器與記憶體在執行第一行或多行代碼時可以包括一第一「電路」，並且在執行第二行或多行代碼時可以包括一第二「電路」。如本案所用，「及/或」是指列表中由「及/或」連接的任何一或多個項目。例如，「x 及/或 y」表示三元素集 $\{(x), (y), (x, y)\}$ 中的任何元素。換句話說，「x 及/或 y」是指「x 和 y 之一者或其兩者」。作為另一個示例，「x, y, 及/或 z」表示七元素集 $\{(x), (y), (z), (x, y), (x, z), (y, z), (x, y, z)\}$ 中的任何元素。

(x , z) , (y , z) , (x , y , z) } 。換句話說，「 x , y , 及 / 或 z 」是指「 x , y , 及 z 中的一者或多者」。如本案所使用的，用語「示例」是指用作非限制性示例、實例、或說明。如本案所使用的，用語「例如」及「舉例而言」表示一或多個非限制性示例、實例、或說明的列表。如本案所使用的，無論電路是否包括執行該功能的必要硬體和代碼（如果有必要），該電路都是「可操作的」以執行功能，而不管該功能的效能是否被禁用（例如，透過一個用戶可配置的設置、出廠調整等）。

【0078】 儘管已經參考某些實施方式描述了本方法及 / 或系統，但是本領域技術人員將理解，在不脫離本方法及 / 或系統的範圍的情況下，可以進行各種改變並且可以替換均等物。例如，所揭示示例的方塊及 / 或部件可以被組合、劃分、重新配置、及 / 或以其他方式修改。另外，在不脫離本發明範圍的情況下，可以做出許多修改以使特定情況或材料因應本發明的教示。因此，本方法及 / 或系統不限於所揭示的特定實施方式。相反地，無論是從文義上還是在均等原則下，本發明的方法及 / 或系統將包括在所附申請專利範圍的範疇內的所有實現方式。

【符號說明】

【0079】

1 0 0 : 撓性基板測試系統

1 0 2 : 撓性基板

1 0 4 : 第一板

1 0 6 : 第 二 板
1 1 0 : 致 動 器
1 1 2 a : 第 一 測 力 器
1 1 2 b : 第 二 測 力 器
1 1 4 a : 第 一 平 移 連 桿
1 1 4 b : 第 二 平 移 連 桿
1 1 6 : 第 一 側
1 1 8 : 第 二 側
1 2 0 : 彎 曲 部
1 2 2 : 第 一 表 面
1 2 4 : 第 二 表 面
1 2 6 a : 軸
1 2 6 b : 軸
2 0 1 : 測 試 夾 具
2 0 2 : 運 算 裝 置
2 0 3 : 處 理 器
2 0 4 : 機 器 可 讀 指 令
2 0 6 : 隨 機 存 取 記 憶 體
2 0 8 : 唯 讀 記 憶 體
2 1 0 : 大 容 量 儲 存 裝 置
2 1 2 : 匯 流 排
2 1 4 : 網 絡 介 面
2 1 6 : I / O 介 面
2 1 8 : 通 訊 網 路

2 2 0 : I / O 設 備

2 2 2 : 機 器 可 讀 媒 體

2 2 4 : 顯 示 裝 置

2 2 8 : 框 架

2 3 0 : 測 力 器

2 3 2 : 位 移 轉 換 器

2 3 6 : 夾 具

2 3 8 : 控 制 處 理 器

2 4 6 : 致 動 器

2 4 8 : 握 夾

2 5 0 : 控 制 面 板

2 5 2 : 輸 入 裝 置

3 0 1 a : 旋 轉 臂

3 0 1 b : 旋 轉 臂

3 0 2 a : 第 一 四 桿 連 桿

3 0 2 b : 第 一 四 桿 連 桿

3 0 4 a : 第 二 四 桿 連 桿

3 0 4 b : 第 二 四 桿 連 桿

3 0 6 a : 框 架

3 0 6 b : 框 架

3 0 8 a : 延 伸 柱

3 0 8 b : 延 伸 柱

3 1 0 a : 旋 轉 組 件

3 1 0 b : 旋 轉 組 件

3 1 2 a : 旋 轉 軸

3 1 2 b : 旋 轉 軸

3 1 4 : 輸 入 軸

3 1 6 a : 輔 助 軸

3 1 6 b : 輔 助 軸

3 1 8 a : 齒 輪 系 統

3 1 8 b : 齒 輪 系 統

9 0 2 : 內 部 連 桿

9 0 4 : 內 部 連 桿

9 0 6 : 中 間 連 桿

9 0 8 : 中 間 連 桿

9 1 0 : 中 間 連 桿

9 1 2 : 中 間 連 桿

1 0 0 0 : 方 法

1 0 0 2 : 方 塊

1 0 0 4 : 方 塊

1 0 0 6 : 方 塊

1 0 0 8 : 方 塊

1 0 1 0 : 方 塊

1 0 1 2 : 方 塊

1 0 1 4 : 方 塊

1 0 1 6 : 方 塊

1 0 1 8 : 方 塊

1 0 2 0 : 方 塊

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種撓性基板測試系統，包括：

一第一基板支撐結構，配置以保持測試中的一撓性基板的一第一部分；

一第二基板支撐結構，配置以保持該撓性基板的一第二部分；

一或多個致動器，配置為以個別角度移動該第一與第二基板支撐結構以折疊該撓性基板；

一第一測力器，剛性耦合到該第一基板支撐結構，並配置為測量該第一基板支撐結構上的一第一負載；以及

一第二測力器，剛性耦合到該第二基板支撐結構，並配置為在該致動器移動該第一基板支撐結構與該第二基板支撐結構的同時，測量該第二基板支撐結構上的一第二負載。

【請求項2】 如請求項1所述的撓性基板測試系統，還包括一控制電路，該控制電路配置以基於來自該第一測力器與該第二測力器的負載資訊來決定該撓性基板上的該負載。

【請求項3】 如請求項1所述的撓性基板測試系統，其中，所述一或多個致動器經配置以同時移動所述第一基板支撐結構和所述第二基板支撐結構。

【請求項4】 如請求項3所述的撓性基板測試系統，其中該一或多個致動器係配置以透過驅動一單一輸入軸來移動該第一與第二基板支撐結構。

【請求項5】 如請求項4所述的撓性基板測試系統，其中該輸入軸係聯接至一第一輔助軸，該第一輔助軸配置以移動該第一基板支撐結構，且係聯接至一第二輔助軸，該第二輔助軸配置以移動該第二基板支撐結構。

【請求項6】 如請求項5所述的撓性基板測試系統，其中該第一輔助軸係經由一第一齒輪系統聯接到該第一基板支撐結構，該第一齒輪系統經配置以使該第一基板支撐結構繞由該第一齒輪系統限定的一第一軸旋轉，且該第二輔助軸係經由一第二齒輪系統聯接到該第二基板支撐結構，該第二齒輪系統經配置以使該第二基板支撐結構繞該第二齒輪系統限定的一第二軸旋轉。

【請求項7】 如請求項6所述的撓性基板測試系統，其中該第一與第二齒輪系統係配置以同時地且成比例地旋轉該撓性基板的該第一部分與該撓性基板的該第二部分。

【請求項8】 如請求項6所述的撓性基板測試系統，其中該第一軸與該第二軸係間隔開，以便在該撓性基板中產生多個折疊。

【請求項9】 如請求項1所述的撓性基板測試系統，其中該第一基板支撐結構包括具有一第一表面的一第一板，並且該第二基板支撐結構包括具有一第二表面的一第二板。

【請求項10】 如請求項9所述的撓性基板測試系統，其中該撓性基板測試系統經配置以在折疊與展開期間垂直地定位該第一表面的一第一平面與該第二表面的一第二平

面。

【請求項 11】如請求項 9 所述的撓性基板測試系統，更包括：一第一平移連桿，配置以保持該第一基板支撐結構，並且限制該第一基板支撐結構在平行於該第一基板支撐結構的該第一表面的方向上的運動。

【請求項 12】如請求項 11 所述的撓性基板測試系統，更包括：一第二平移連桿，配置以保持該第二基板支撐結構，並且限制該第二基板支撐結構在平行於該第二基板支撐結構的該第二表面的方向上的運動。

【請求項 13】如請求項 12 所述的撓性基板測試系統，其中該第一平移連桿包括聯接至該第一基板支撐結構的第一四桿連桿，並且該第二平移連桿包括聯接至該第二基板支撐結構的第二四桿連桿。

【請求項 14】如請求項 1 所述的撓性基板測試系統，其中該第一與第二基板支撐結構經配置以將該撓性基板折疊成大於 0 度且小於或等於 360 度的一角度。

【請求項 15】如請求項 14 所述的撓性基板測試系統，其中該第一基板支撐結構經配置為旋轉最多 90 度，並且該第二基板支撐結構經配置為旋轉最多 90 度，以將該撓性基板折疊成最多 180 度的一角度。

【請求項 16】如請求項 1 所述的撓性基板測試系統，更包含控制電路，該控制電路經配置以基於在該撓性基板的折疊或展開期間由該第一測力器與該第二測力器所測量的一動態負載，來決定該撓性基板上的該第一負載與該

第二負載。

【請求項 17】如請求項 1 所述的撓性基板測試系統，更包含控制電路，該控制電路配置以基於在該撓性基板的折疊或展開完成時由該第一測力器與該第二測力器所測量的一靜態負載，來決定該撓性基板上的該負載。

【發明圖式】

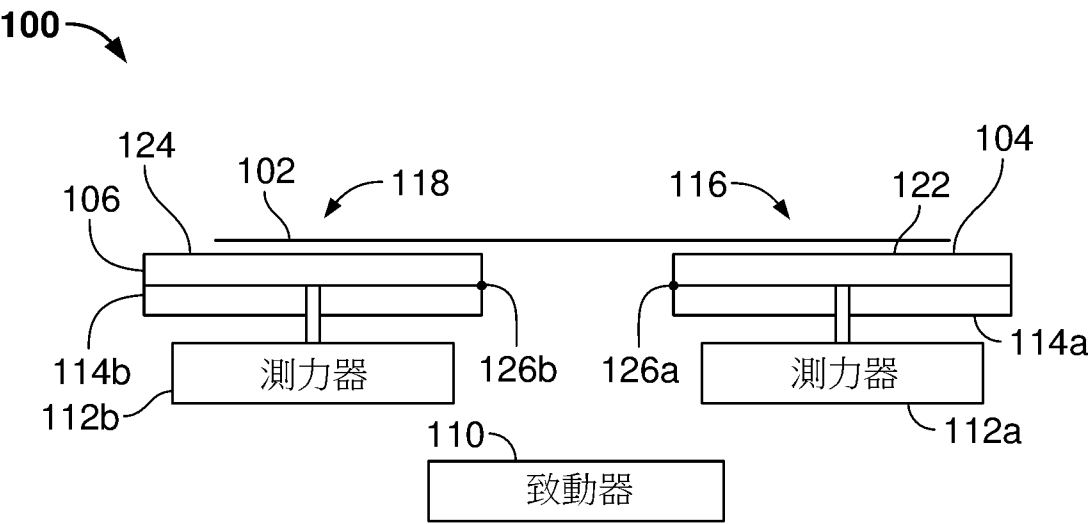


圖1A

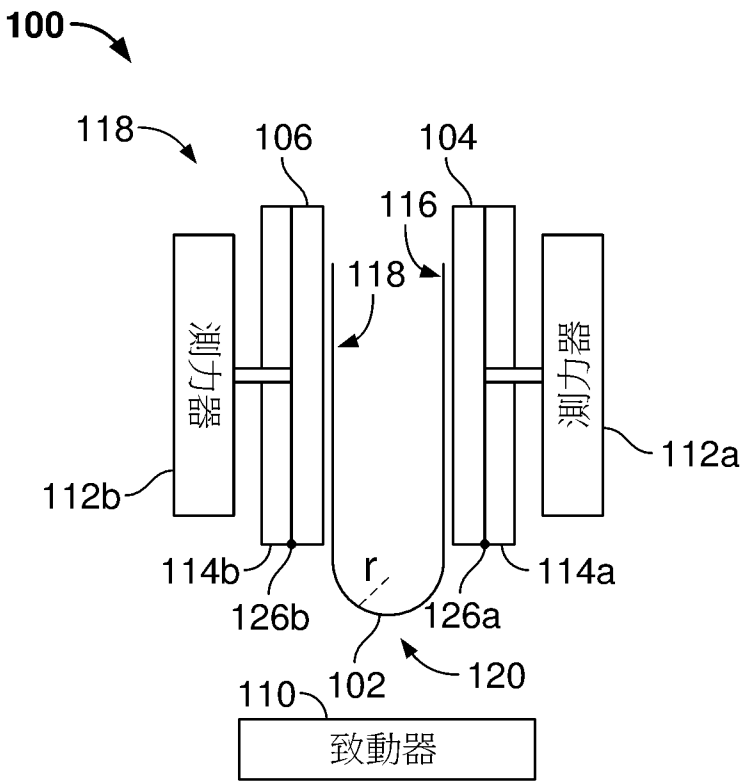


圖1B

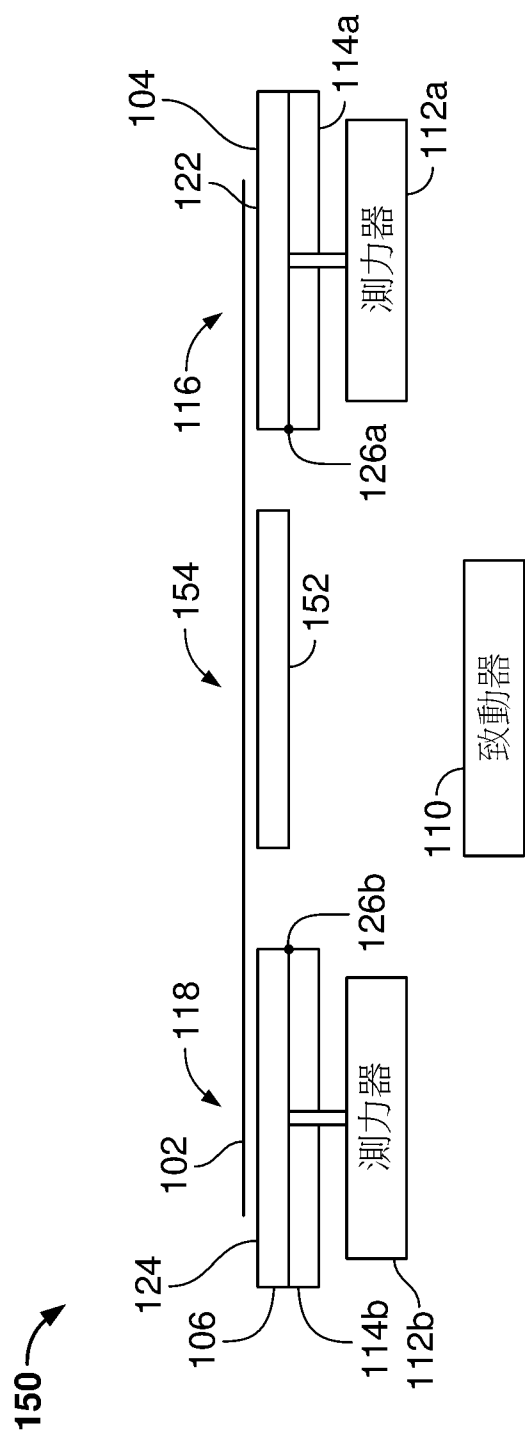


圖1C

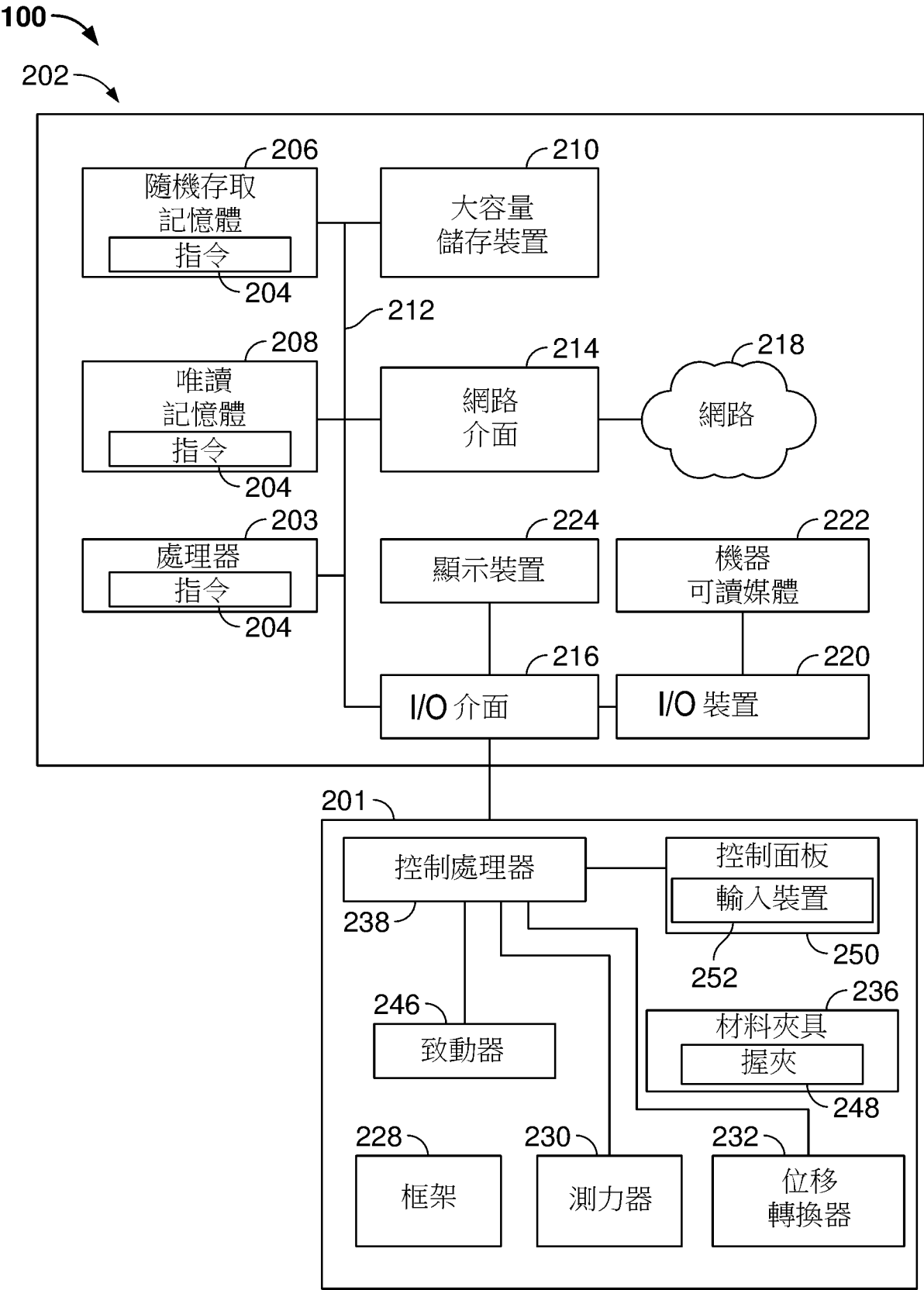


圖2

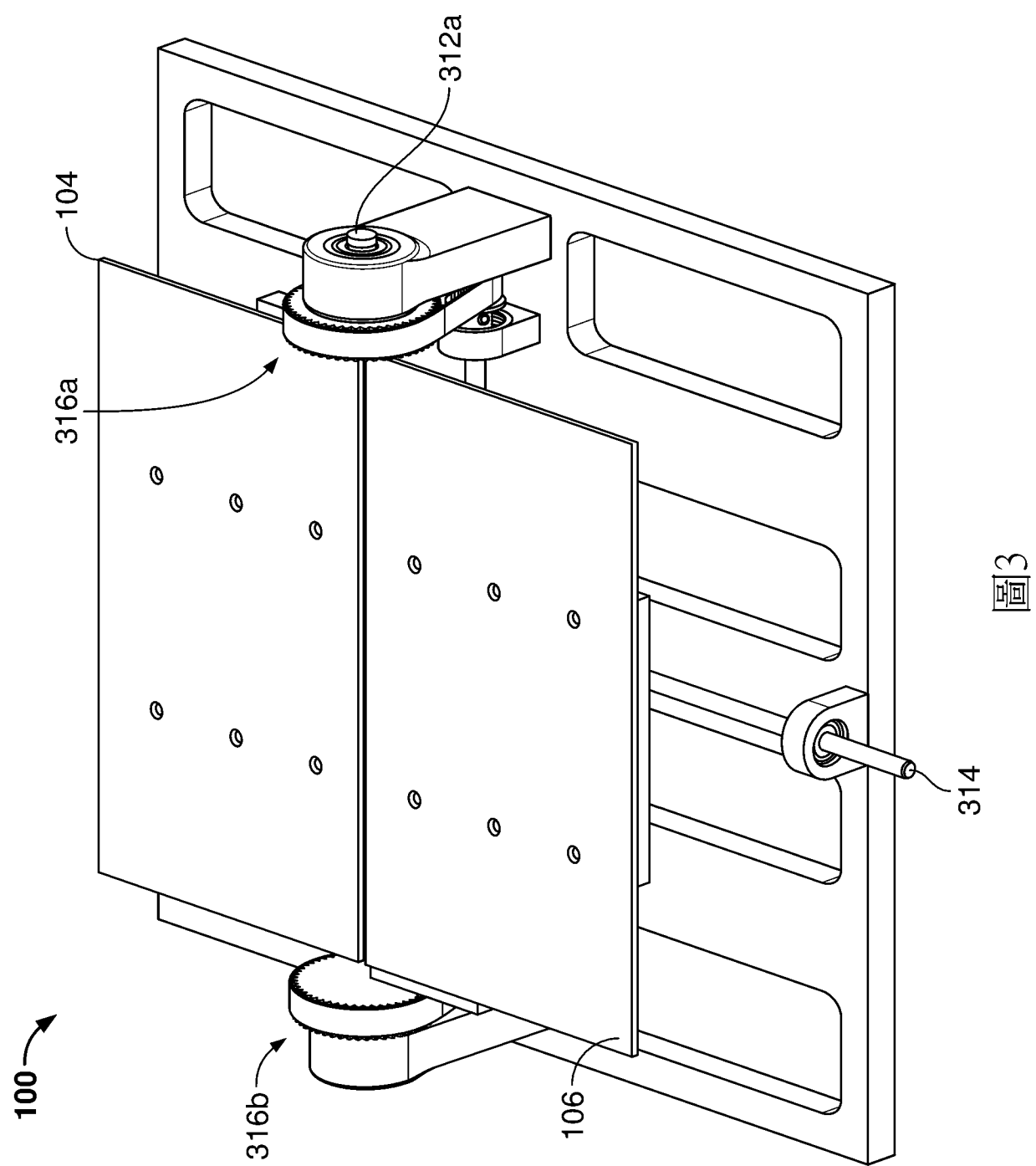


圖3

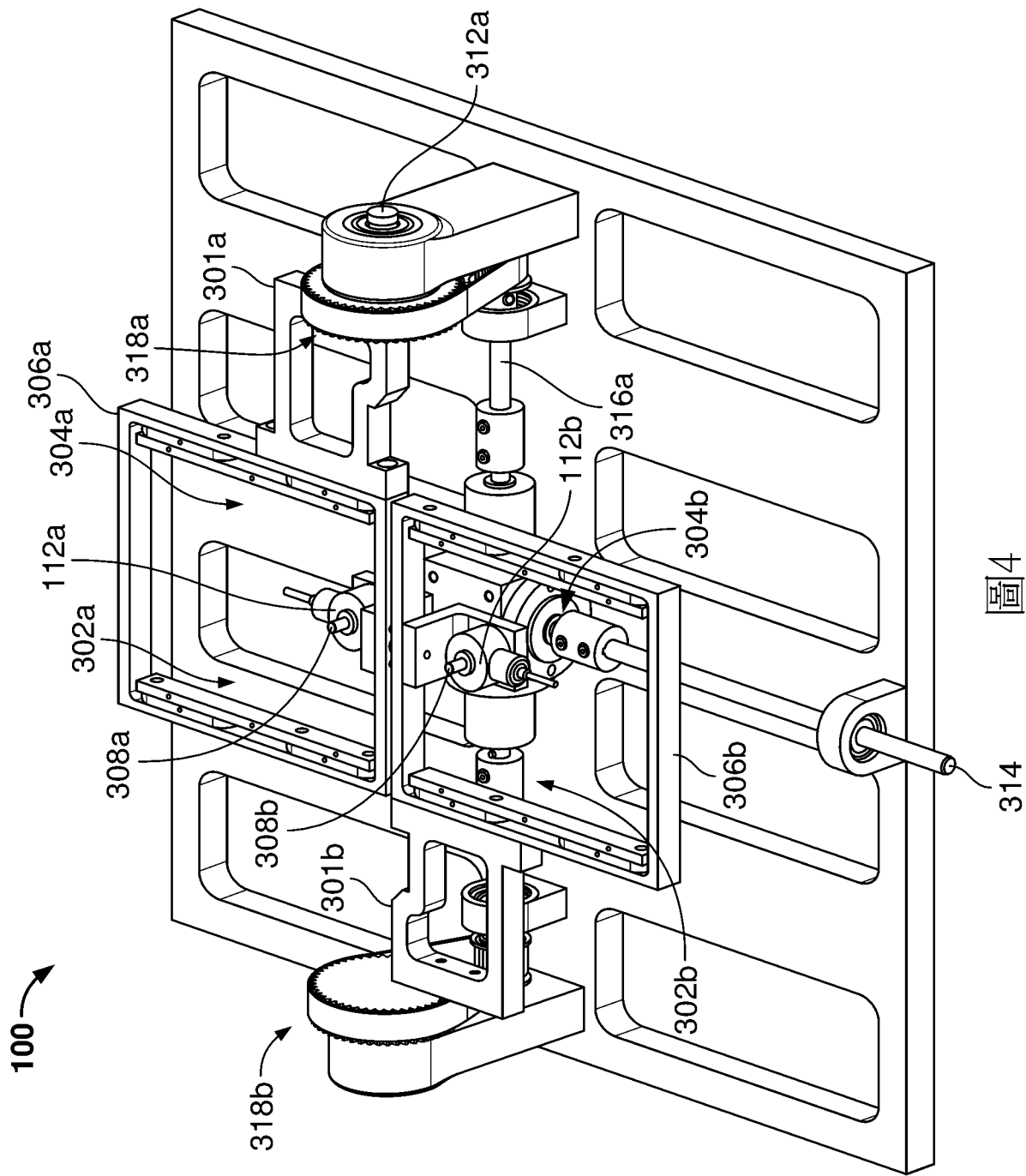
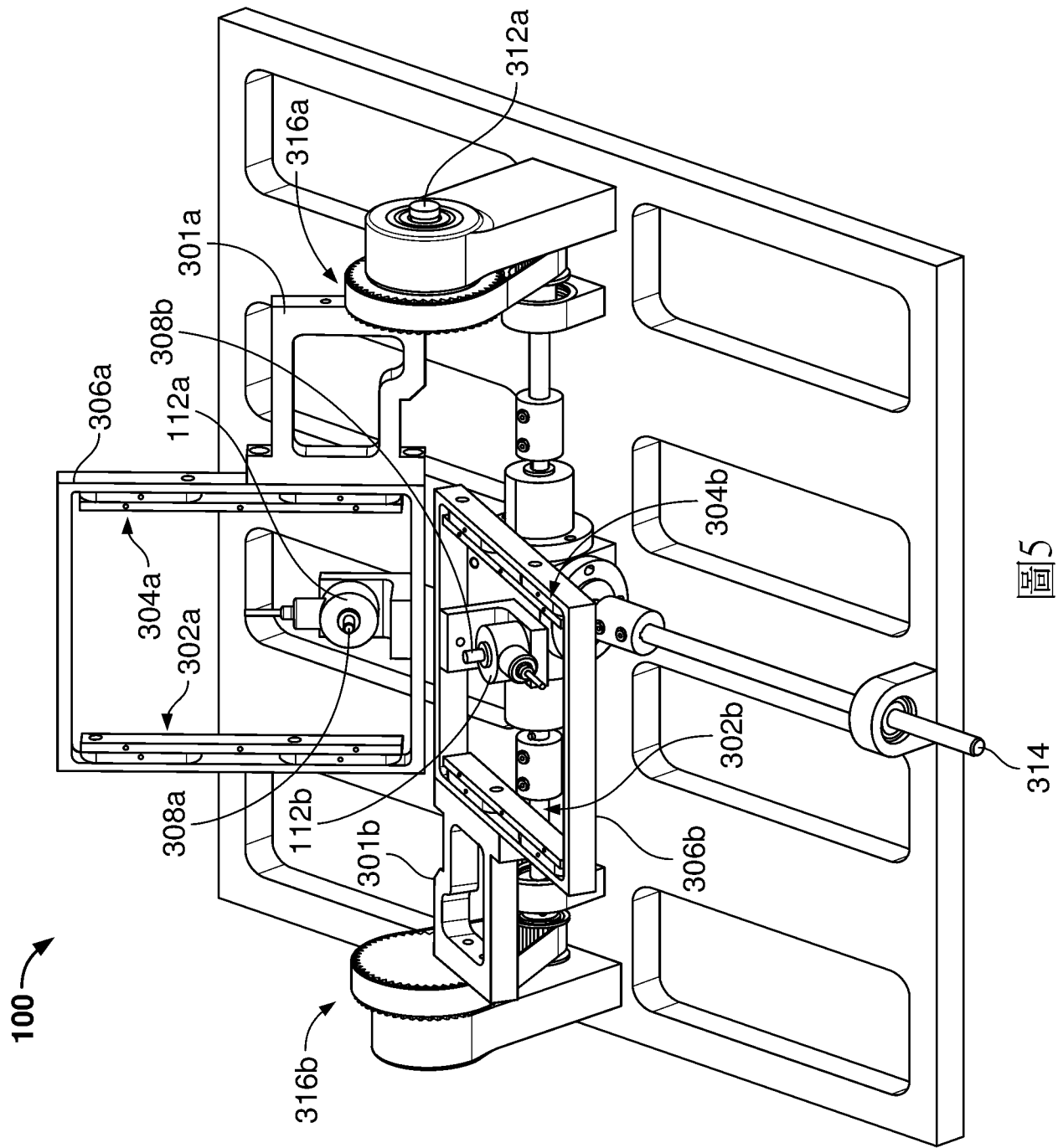


圖4



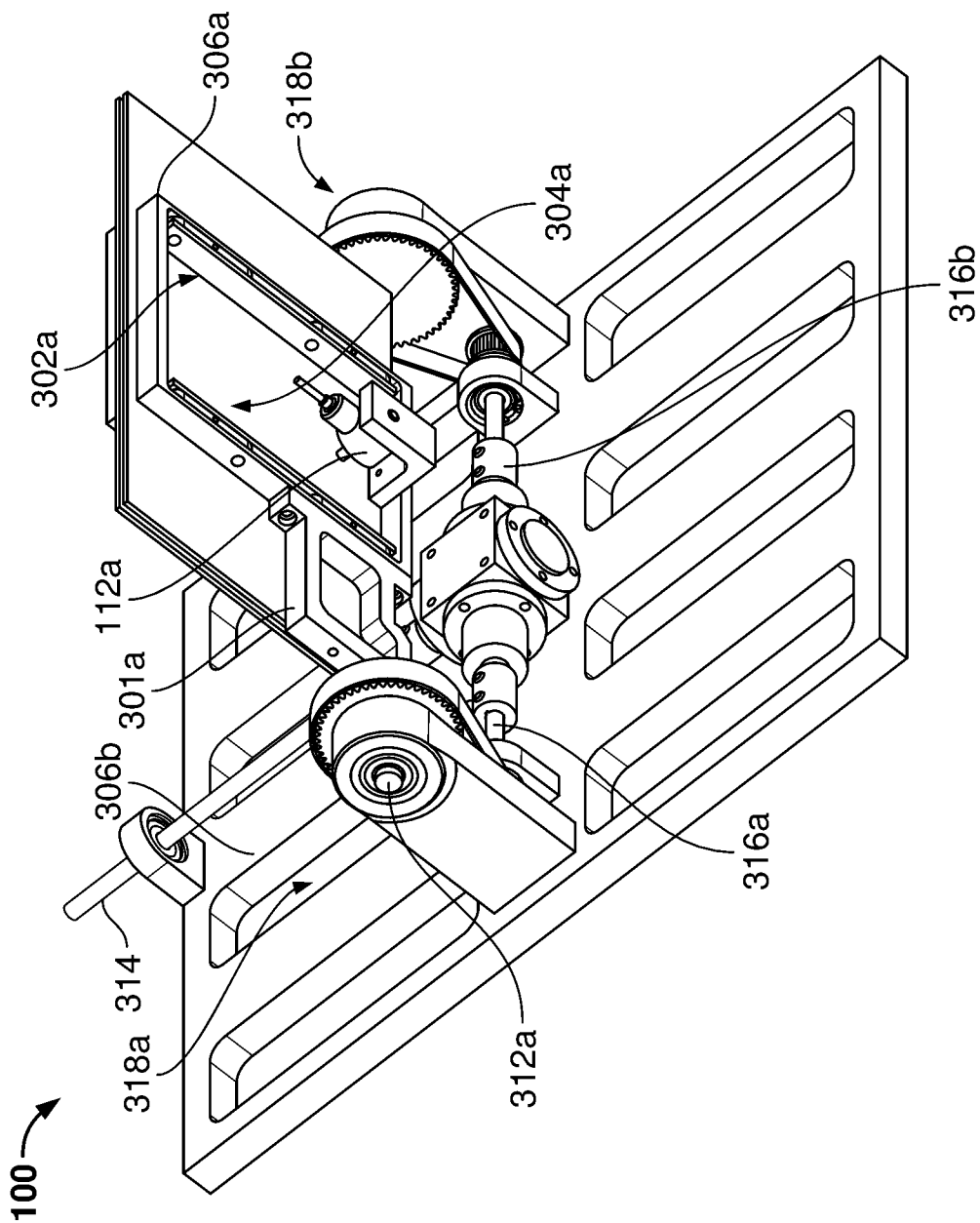


圖7

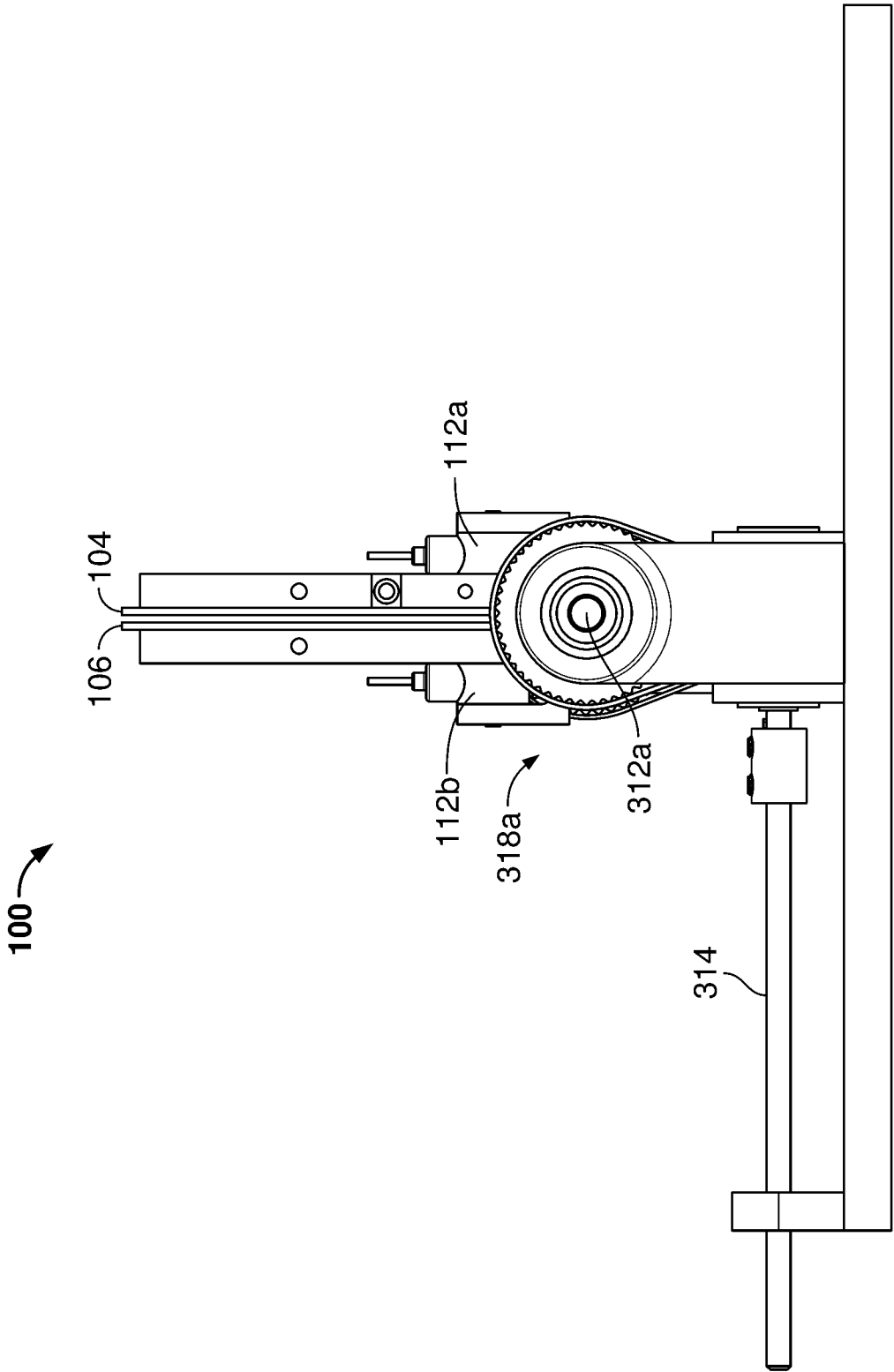


圖 8

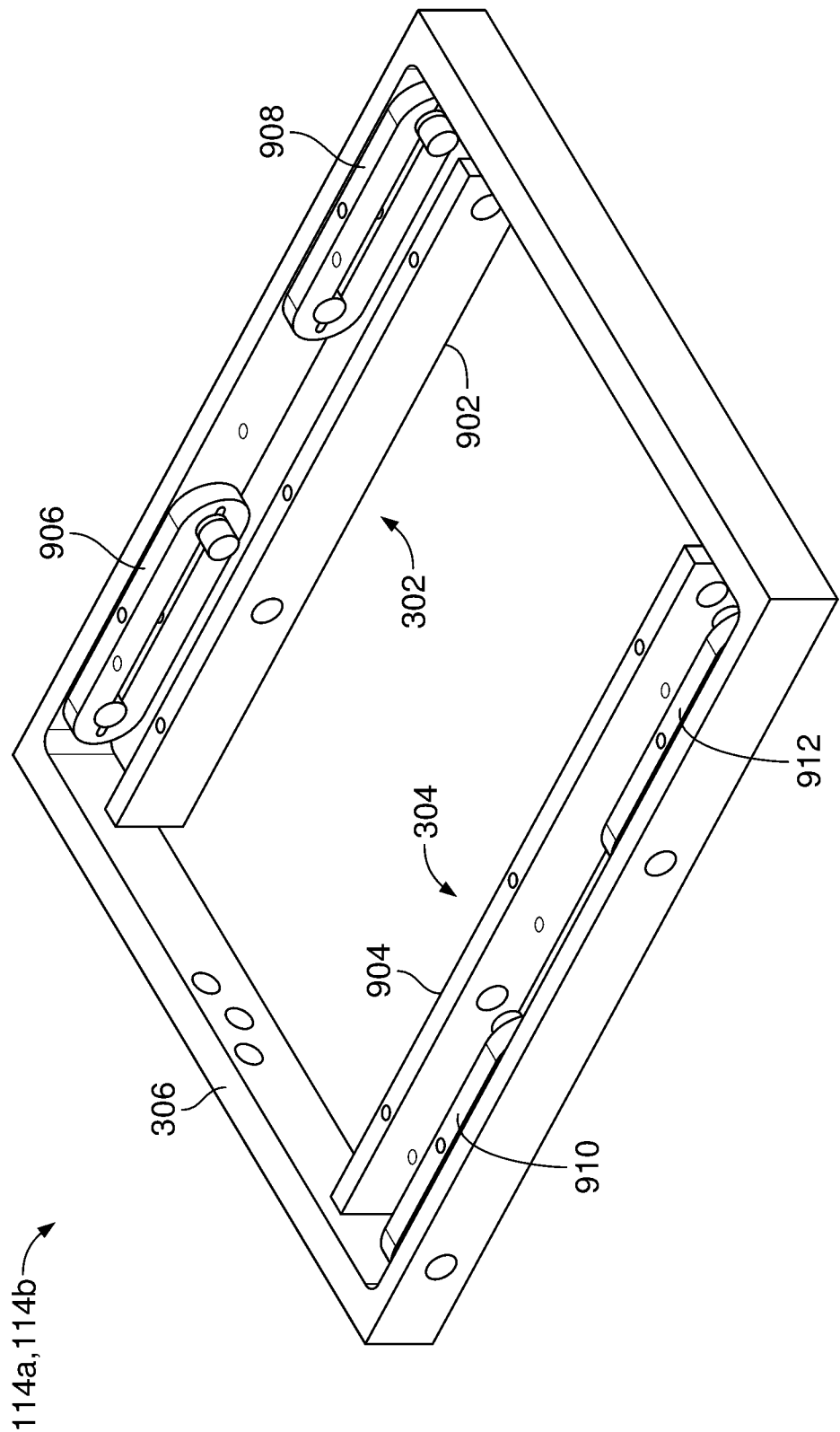


圖9

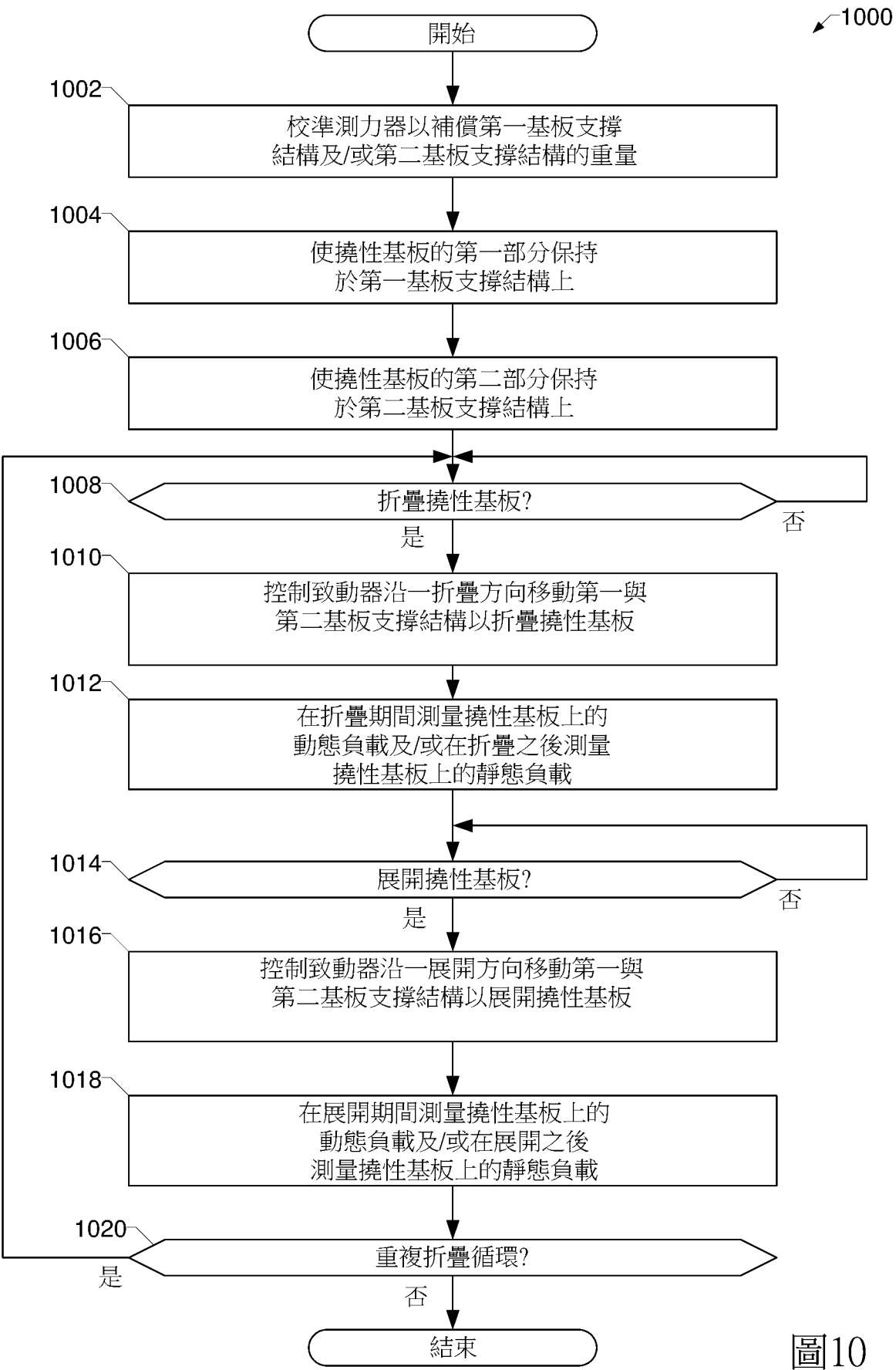


圖10