



(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 I741133 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：107102145

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 22 日

(51)Int. Cl. : C23C14/50 (2006.01)

C23C14/56 (2006.01)

H01L21/687 (2006.01)

(30)優先權：2017/01/23 美國

62/449,325

2018/01/11 美國

15/868,347

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

美國

(72)發明人：諾爾丹 麥可 NORDIN, MICHAEL (US)；里瑟 卡爾 LEESER, KARL (US)；布

蘭克 理查 BLANK, RICHARD (US)；史庫拉克 羅伯特 SCULAC, ROBERT (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

US 2004/0013497A1

US 2008/0178694A1

審查人員：鐘文宏

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：6 共 39 頁

(54)名稱

最佳化低能量/高生產率沉積系統

(57)摘要

一種機械分度器，用於一基板處理工具，該機械分度器包含一第一機械臂及一第二機械臂，其中每一機械臂具有一第一末端執行器、及一第二末端執行器。該第一機械臂係建構成一第一轉軸上旋轉以將該第一機械臂的該第一末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的複數處理站、及將該第一機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站。該第二機械臂係建構成一第二轉軸上旋轉以將該第二機械臂的該第一末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站、及將該第二機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站。該第一機械臂係建構成獨立於該第二機械臂而旋轉。

A mechanical indexer for a substrate processing tool includes first and second arms each having first and second end effectors. The first arm is configured to rotate on a first spindle to selectively position the first end effector of the first arm at a plurality of processing stations of the substrate processing tool and selectively position the second end effector of the first arm at the plurality of processing stations of the substrate processing tool. The second arm is configured to rotate on a second spindle to selectively position the first end effector of the second arm at the plurality of processing stations of the substrate processing tool and selectively position the second end effector of the second arm at the plurality of processing stations of the substrate processing tool. The first arm is configured to rotate independently of the second arm.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 200 . . . 製程模組
- 204 . . . 機械分度器
- 208 . . . 第一機械臂
- 212 . . . 第二機械臂
- 216 . . . 末端執行器
- 220 . . . 末端執行器
- 224 . . . 末端執行器
- 228 . . . 末端執行器
- 232 . . . 裝載站
- 236 . . . 槽縫
- 248 . . . 基板

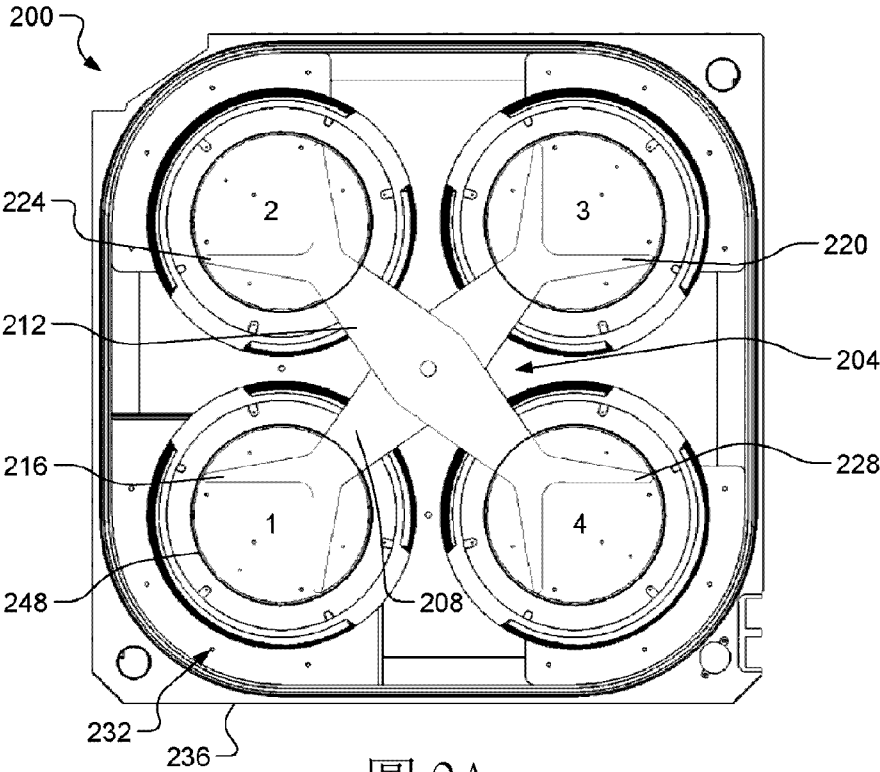


圖 2A



I741133

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

最佳化低能量/高生產率沉積系統

## 【英文發明名稱】

OPTIMIZED LOW ENERGY / HIGH PRODUCTIVITY DEPOSITION SYSTEM

## 【中文】

一種機械分度器，用於一基板處理工具，該機械分度器包含一第一機械臂及一第二機械臂，其中每一機械臂具有一第一末端執行器、及一第二末端執行器。該第一機械臂係建構成一第一轉軸上旋轉以將該第一機械臂的該第一末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的複數處理站、及將該第一機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站。該第二機械臂係建構成一第二轉軸上旋轉以將該第二機械臂的該第一末端執行器地選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站、及將該第二機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站。該第一機械臂係建構成一獨立於該第二機械臂而旋轉。

## 【英文】

A mechanical indexer for a substrate processing tool includes first and second arms each having first and second end effectors. The first arm is configured to rotate on a first spindle to selectively position the first end effector of the first arm at a plurality of processing stations of the substrate processing tool and selectively position the second end effector of the first arm at the plurality of processing stations of the

substrate processing tool. The second arm is configured to rotate on a second spindle to selectively position the first end effector of the second arm at the plurality of processing stations of the substrate processing tool and selectively position the second end effector of the second arm at the plurality of processing stations of the substrate processing tool. The first arm is configured to rotate independently of the second arm.

【指定代表圖】 圖 2A

【代表圖之符號簡單說明】

- 200 製程模組
- 204 機械分度器
- 208 第一機械臂
- 212 第二機械臂
- 216 末端執行器
- 220 末端執行器
- 224 末端執行器
- 228 末端執行器
- 232 裝載站
- 236 槽縫
- 248 基板

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

最佳化低能量/高生產率沉積系統

### 【英文發明名稱】

OPTIMIZED LOW ENERGY / HIGH PRODUCTIVITY DEPOSITION SYSTEM

### 【技術領域】

【0001】 本申請案主張2017年1月23日提申之美國專利臨時申請案第62/449,325號之優先權。上述申請案之全部揭露內容係藉由參照而納入本文中。

【0002】 本揭露內容係關於基板處理系統之製程模組中的基板之傳遞。

### 【先前技術】

【0003】 在此背景下本發明產生/ 這裡所供應之先前技術描述係為了大體上呈現本發明之背景。在此先前技術章節中敘述的成果之範圍內之本案列名之發明人的成果、以及在申請期間不適格作為先前技術之說明書的實施態樣，皆非有意地或暗示地被承認為對抗本發明之先前技術。

【0004】 基板處理系統可用以執行基板(例如半導體晶圓)的沉積、蝕刻、及/或其他處理。在處理期間，將基板配置在基板處理系統之處理腔室中的基板支撐件上。將包含一或更多前驅物的氣體混合物導入至處理腔室中，並可觸發電漿來使化學反應活化。基板處理系統可包含配置在製造室中的複數基板處理工具。該等基板處理工具其中每一者可包含複數的製程模組。

【0005】現在參照圖1，顯示了範例性基板處理工具100的俯視圖。基板處理工具100包含複數製程模組104。每一製程模組104可用以在基板上執行一或更多各別的處理。欲處理之基板係透過設備前端模組(EFEM，equipment front end module) 108之裝載站的埠而裝載至基板處理工具100中，並接著被傳遞至該等製程模組104其中一或更多者中。舉例而言，基板可經由一或更多EFEM機器人116而從EFEM 108傳遞至裝載鎖室112。真空傳遞模組(VTM，vacuum transfer module) 120包含了一或更多VTM機器人124，該一或更多VTM 機器人124係用以將基板傳遞至製程模組104中或將基板傳遞離開製程模組104。舉例而言，可將一基板連續地裝載至該等製程模組104其中每一者中。

【0006】在一範例中，製程模組104係對應於四站製程模組(QSM，quad station process module)。一QSM可包含在單一腔室中(換言之，在製程模組104的處理腔室132中)的四個處理站128。基板136係透過裝載站140而裝載至製程模組104中。舉例而言，基板136係透過VTM 120與該等製程模組104之間的對應之槽縫144而在VTM 120與該等裝載站140之間進行傳遞。機械分度器148(換言之，分度機構)使基板136依序地在處理站128之間輪轉。如圖所示，機械分度器148係對應於十字形轉軸。舉例而言，基板136可從VTM 120傳遞至對應於裝載站140(標記為「1」)的處理站128，在標記為「2」、「3」、及「4」的處理站140之間依序地輪轉，並接著返回至裝載站140以從製程模組104進行移除。系統控制器152可控制工具的各種操作，其中包含了(但不限於)機器人116及124之操作、分度器148之旋轉等。

## 【發明內容】

【0007】一種機械分度器，用於一基板處理工具，該機械分度器包含：一第一機械臂及一第二機械臂，其中每一機械臂具有一第一末端執行器、及一第二末端執行器。該第一機械臂係建構成一第一轉軸上旋轉以將該第一機械臂的該第一末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的複數處理站、及將該第一機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站。該第二機械臂係建構成一第二轉軸上旋轉以將該第二機械臂的該第一末端執行器地選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站、及將該第二機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該基板處理工具的該複數處理站。該複數處理站其中至少一者係對應於該基板處理工具的一裝載站。該第一機械臂係建構成獨立於該第二機械臂而旋轉，使得當該第二機械臂的該第一末端執行器或該第二末端執行器係定位在該裝載站的同時該第一機械臂的該第一末端執行器或該第二末端執行器係定位在該裝載站。

【0008】在其他特徵中，該第一轉軸及該第二轉軸為同軸的。該第一機械臂及該第二機械臂其中每一者係建構成相對於該基板處理工具的該複數處理站而升高及降低。該第二轉軸係設置在該第一轉軸內。

【0009】在其他特徵中，該第一機械臂及該第二機械臂係可旋轉成為一第一配置。在該第一配置中，該第一機械臂的該第一末端執行器及第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的一第一處理站及一第三處理站，且該第二機械臂的該第一末端執行器及該第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的一第二處理站及一第四處理站。該第一機械臂及該第二機械臂係可旋轉成為一第二配置。在該第二配置中，該第一機械臂的該第一末端執行器及第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的該第一處理站及該第三處理站，且該第二機械臂的該第一末端執行器及該第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的該第三處理站及該第一處理站。

【0010】 在其他特徵中，該第一處理站係對應於該基板處理工具的該裝載站。該第一處理站與該第三處理站係配置在該基板處理工具之相反的角落，且該第二處理站與該第四處理站係配置在該基板處理工具之相反的角落。

【0011】 在其他特徵中，該第一機械臂及該第二機械臂係可旋轉成為一第一配置。在該第一配置中，該第一機械臂的該第一末端執行器及第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的一第一處理站及一第四處理站，且該第二機械臂的該第一末端執行器及該第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的一第二處理站及一第三處理站。該第一機械臂及該第二機械臂係可旋轉成為一第二配置。在該第二配置中，該第一機械臂的該第一末端執行器及第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的該第一處理站及該第四處理站，且該第二機械臂的該第一末端執行器及該第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的該第四處理站及該第一處理站。

【0012】 在其它特徵中，該第一處理站及該第四處理站係配置在該基板處理工具的一第一側面上，且該第二處理站及該第三處理站係配置在與該第一側面相對的該基板處理工具的一第二側面上。該第一處理站及該第四處理站係對應於該基板處理工具之裝載站。

【0013】 在其它特徵中，一種基板處理工具包含一真空傳遞模組、及複數製程模組，該複數製程模組連接至該真空傳遞模組。該複數製程模組其中至少一者包含該機械分度器。該複數製程模組包含連接至該真空傳遞模組的一第一側面的第一及第二製程模組、及連接至該真空傳遞模組的一第二側面的第三及第四製程模組。

【0014】 在其他特徵中，一轉接板係配置在該第一側面、與該第一製程模組及該第二製程模組之間。該轉接板包含建構成與該真空傳遞模組的該第一側

面介接的一平面側面、及建構成與該第一製程模組及該第二製程模組介接的一斜角側面(angled side)。

【0015】 在其他特徵中，該真空傳遞模組的該第一側面及該第二側面為倒角的。一轉接板係配置在該第一側面、與該第一製程模組及該第二製程模組之間。該轉接板包含建構成與該真空傳遞模組的該第一側面介接的一斜角側面(angled side)、及建構成與該第一製程模組及該第二製程模組介接的一平面側面。

【0016】 本揭露內容之進一步的可應用領域將從實施方式、發明申請專利範圍及圖式中變得明顯。詳細說明及具體範例係意圖為僅供說明的目的，而非意欲限制本揭示內容的範圍。

#### 【圖式簡單說明】

【0017】 本揭示內容從實施方式及隨附圖式可更完全了解，其中：

【0018】 圖1為範例性基板處理工具。

【0019】 圖2A顯示了具有呈X形配置之機械分度器的第一範例性製程模組。

【0020】 圖2B顯示了具有呈第二配置之機械分度器的第一範例性製程模組。

【0021】 圖2C為第一範例性製程模組的側視圖。

【0022】 圖2D為機械分度器的側視圖。

【0023】 圖3A顯示了具有呈X形配置之機械分度器的第二範例性製程模組。

【0024】 圖3B顯示了具有呈第二配置之機械分度器的第二範例性製程模組。

【0025】圖3C為第二範例性製程模組的側視圖。

【0026】圖3D顯示了呈X形配置的機械分度器。

【0027】圖3E顯示了呈第二配置的機械分度器。

【0028】圖4A顯示了第一範例性基板處理工具。

【0029】圖4B顯示了第二範例性基板處理工具。

【0030】圖4C顯示了範例性傳遞機器人。

【0031】圖4D顯示了基板處理工具的範例性轉接板。

【0032】圖4E顯示了第三範例性基板處理工具。

【0033】圖5顯示了對基板處理工具之機械分度器進行操作的第一範例性方法之步驟。

【0034】圖6顯示了對基板處理工具之機械分度器進行操作的第二範例性方法之步驟。

【0035】在圖式中，元件符號可被再次使用以辨別相似及/或相同的元件。

#### 【實施方式】

【0036】基板處理工具中的製程模組可以多站、依序的處理模式進行操作。舉例而言，在製程模組中的每一處理站中僅於基板上僅執行整體處理的一部分。隨著在每一站中的處理時間減少、及/或每一製程模組在基板上執行更多數量之處理，與透過機械分度器輪轉及傳遞基板相關的延誤變得佔了每一基板停留於製程模組中之總時間的更大部分。在一範例中，將複數基板依序地傳遞至與裝載站相對應的處理站。該分度器於每次傳遞之後進行旋轉，直到該四個處理站每一者中有一基板配置於分度器上。接著可在每一基板上執行處理。

【0037】 根據本揭露內容之原理的基板處理與傳遞系統及方法，設置了傳遞模組(例如真空傳遞模組，亦即VTM)、製程模組、及建構來減少基板傳遞時間的機械分度器。舉例而言，該VTM係建構於每次傳遞時裝載二或更多片(例如，四片)基板至製程模組中及從製程模組取回二或更多片基板。

【0038】 在一範例中，機械分度器包含兩個可獨立旋轉的機械臂，每一機械臂具有第一端部及第二端部(例如，末端執行器)。分度器可選擇性地配置成第一、X形的配置。在X形配置中，該等端部其中每一者可與製程模組中的一對應處理站相對準。例如，第一機械臂的第一端部及第二端部可與對角地相反的處理站1及3(或2及4)相對準，而第二機械臂的第一端部及第二端部可與對角地相反的處理站2及4(或1及3)相對準。在第二配置中，將該等機械臂其中一者升起並旋轉，使得第一機械臂及第二機械臂相對準。在第二配置中，該等機械臂其中每一者的第一端部及第二端部係與站1及3、或站2及4相對準。換言之，在第二配置中，兩個機械臂之各別的端部可垂直地堆疊在該等處理站其中任一者中。具體而言，兩個機械臂之各別的端部可與裝載站相對準。

【0039】 因此，在此範例中，可將兩片基板傳遞至製程模組、及/或從製程模組將兩片基板傳遞離開(例如，藉由使用具有垂直堆疊之複數末端執行器的VTM機器人，該等末端執行器係建構成一次傳遞兩片基板)。可使兩個機械臂旋轉，使得該等機械臂其中每一者之相反的端部係與裝載站相對準，以將兩片額外的基板傳遞至製程模組、及/或從製程模組將兩片額外的基板傳遞離開。接著可將該機械分度器配置成第一X形配置，使得四片基板其中每一者與一不同的處理站相對準。

【0040】 在另一範例中，製程模組可包含兩個裝載站。舉例而言，該等裝載站可對應於與VTM相鄰的處理站。在此範例中，機械分度器包含第一V形機械臂、及第二V形機械臂。分度器可配置成第一、X形的配置。在X形配置中，

第一V形機械臂的第一端部及第二端部可與處理站1及4(或處理站2及1、或3及2、或4及3)相對準，而第二V形機械臂的第一端部及第二端部可與處理站2及3(或處理站3及4、或4及1、或1及2)相對準。在第二配置中，該等機械臂其中一者升起並旋轉，使得第一機械臂與第二機械臂相對準。在第二配置中，該等機械臂其中每一者的第一端部及第二端部係與例如站1及4相對準，該站1及4可對應於裝載站。換言之，在第二配置中，兩個機械臂之各別的端部可垂直地堆疊在該等裝載站中。

【0041】 因此，在此範例中，可將四片基板傳遞至製程模組及/或從製程模組傳遞四片基板離開(例如，藉由使用兩個VTM機器人，每一VTM機器人具有用以一次傳遞兩片基板的垂直堆疊之末端執行器)。可接著將機械分度器配置成第一X形配置，使得四片基板其中每一者與一不同的處理站相對準。

【0042】 如下面所詳述，根據本揭露內容之基板處理與傳遞系統及方法，可減少能量消耗、減少與基板處理相關的額外時間、提高製程產量、增加每一工具的製程模組之數量等。雖然係參照具有四個處理站的製程模組進行描述，但本揭露內容之原理亦可實現於具有其他數量(例如，2、3、5、6、7、8等)之處理站的製程模組中。

【0043】 現在參照圖2A、2B、2C、及2D，顯示了範例性製程模組200，其包含根據本揭露內容之原理的機械分度器204。在此範例中，機械分度器204包含兩個可獨立旋轉的機械臂208及212，每一機械臂具有第一端部及第二端部(例如，末端執行器216、220、224、及228)。分度器204在圖2A中係配置成第一、X形的配置，且在圖2A中係配置成第二配置。在X形配置中，第一機械臂208的末端執行器216及220係分別位於處理站1及3上方，且末端執行器224及228係分別位於處理站2及4上方。處理站1可對應於可透過槽縫236進出的裝載站232。

【0044】 在第二配置中，第二機械臂212可升起並旋轉，使得第一機械臂208及第二機械臂212相對準。舉例而言，第一機械臂208可連接至第一轉軸240且第二機械臂212可連接至第二轉軸244(如圖2D所示)。第二轉軸244被包容在第一轉軸240中並建構成在第一轉軸240內選擇性地升高及降低。因此，將第二轉軸244升高使得第二機械臂212相對於第一機械臂208升高，從而容許第二機械臂212獨立於第一機械臂208而旋轉。以此方式，末端執行器216、220、224、及228、與對應的基板248可在裝載站232或處理站1-4其中任何一者中定位成在彼此上方/下方。

【0045】 舉例而言，第二機械臂212可進行旋轉，使得第一機械臂208及第二機械臂212係配置成圖2B中所示的第二配置。在第二配置中，末端執行器216及228係各自定位於裝載站232中。換言之，在第二配置中，末端執行器216及228係垂直地堆疊在裝載站232中。因此，可從製程模組200取回配置在末端執行器216及228上的基板248、及/或可透過槽縫236將新的(換言之，未處理的)基板裝載至末端執行器216及228上。

【0046】 在一範例性傳輸程序中，第一機械臂208及第二機械臂212其中每一者係升高至第一高度以從對應的處理站1-4抬起基板248。舉例而言，可將末端執行器216、220、224、及228分別定位於處理站1、2、3、及4。第二機械臂212可進一步升高至在第一高度上方的第二高度。因此，第二機械臂212可進行旋轉(例如，沿順時針方向約90度(如圖2B所示))，使得末端執行器228係定位於處理站1(換言之，裝載站332)。在製程模組200外的VTM 機器人可接著取回配置在末端執行器216及228其中每一者上的基板248。在一些範例中，VTM機器人將處理後的基板248替換為未處理的基板。

【0047】 在卸載基板248及/或將未處理的基板裝載至末端執行器216及228上之後，可於將第一機械臂208及第二機械臂212分別保持在第一高度及第二高

度的同時將整個分度器204(換言之，第一機械臂208及第二機械臂212)旋轉約180度。因此，分度器204係加以旋轉，使得末端執行器220及224被定位在裝載站232。VTM 機器人可接著從末端執行器220及224取回經處理的基板248、及/或將未處理的基板裝載至末端執行器220及224上。第二機械臂212可接著相對於機械臂208旋轉(例如，沿順時針方向約90度)以將末端執行器224及228分別定位於處理站2及4，且同時末端執行器216及220係分別留在處理站3及1。接著可將第一機械臂208及第二機械臂212其中每一者降低，以將未處理的基板定位在對應的處理站1-4中。亦可實行其他範例傳輸程序。

【0048】現在參照圖3A、3B、3C、3D、及3E，顯示了另一範例性製程模組300，其包含根據本揭露內容之原理的機械分度器304。在此範例中，製程模組300包含兩個裝載站308及312、與對應的槽縫316及320。分度器304包含第一V形機械臂324及第二V形機械臂328，每一機械臂具有第一端部及第二端部(例如，末端執行器332、336、340、及344)。分度器304在圖3A及3D中係配置成第一、X形的配置，且在圖3B及3E中係配置成第二配置。在X形配置中，末端執行器332及336係分別定位於處理站1及4上方，且末端執行器340及344係分別定位於處理站2及3上方。處理站1及4係分別對應於裝載站308及320。

【0049】在第二配置中，第二機械臂328可升起並旋轉，使得第一機械臂324及第二機械臂328相對準。舉例而言，第一機械臂324及第二機械臂328可連接至可獨立旋轉的轉軸348及352，轉軸348及352係配置成以與第一轉軸240及第二轉軸244類似之方式(如圖2D中所述)進行操作。因此，第二機械臂328可進行旋轉，使得第一機械臂324及第二機械臂328係配置成圖3B中所示的第二配置。在第二配置中，末端執行器332及344各自定位於裝載站308中，且末端執行器336及340各自定位於裝載站312中。舉例而言，末端執行器332及344、與配置於其上的對應基板356係垂直地堆疊在裝載站308中。相反地，末端執行器336及340、

與配置在其上的對應基板356係垂直地堆疊在裝載站312中。因此，可從製程模組300取回該等基板356、及/或可透過對應的槽縫316及320將新的(換言之，未處理的)基板裝載至末端執行器332、344及336、340上。

【0050】 在一範例傳遞程序中，第一機械臂324及第二機械臂328其中每一者係升高至第一高度以從對應的處理站1-4抬起基板356。舉例而言，末端執行器332、340、344、及336可分別定位於處理站1、2、3、及4。第二機械臂328可進一步升高至在第一高度上方的第二高度。因此，第二機械臂328可進行旋轉(例如，如圖3B中所示的約180度)，使得末端執行器344及340分別位於處理站1及2(換言之，裝載站308及312)。在製程模組300外的VTM機器人可接著取回配置在末端執行器332、340、344、及336其中每一者上的基板356。在一些範例中，VTM機器人將處理後的基板356替換為未處理的基板。

【0051】 在卸載基板356、及/或將未處理的基板裝載至末端執行器332、340、344、及336上之後，可在使第一機械臂324及第二機械臂328分別保持在第一高度及第二高度的同時將第二機械臂328旋轉約180度，以使分度器304回到X形配置。因此，末端執行器332、340、344、及336係分別定位於處理站1、2、3、及4。接著可使第一機械臂324及第二機械臂328降低至對應的處理站1-4上。亦可實行其他範例傳輸程序。

【0052】 現在參照及4A、4B、及4C，顯示了具有範例性傳遞機器人408-1、408-2、及408-3(統稱為傳遞機器人408)之範例性基板處理工具400及404的俯視圖。為了示例目的，處理工具400及404係沒有顯示機械分度器。舉例而言，工具400及404其中每一者的對應之製程模組412可包含上述的機械分度器204及機械分度器304其中任何一者。

【0053】 真空傳遞模組(VTM) 416及設備前端模組(EFEM) 420可各自包含該等傳遞機器人408其中一者。傳遞機器人408-1及408-2可具有相同或不同的配

置。僅以舉例而言，傳遞機器人408-1包含具有兩個垂直堆疊之末端執行器的單一機械臂。相反地，傳遞機器人408-2係顯示為具有兩個機械臂，每一機械臂具有兩個垂直堆疊的末端執行器(如圖4C所示)。VTM 416的機器人408選擇性地將基板傳遞至裝載鎖室424、從裝載鎖室424將基板傳遞離開、及在多個製程模組412之間傳遞基板。EFEM 420的機器人408-3將基板傳遞至EFEM 420中、將基板傳遞出EFEM 420、將基板傳遞至裝載鎖室424、及將基板傳遞離開裝載鎖室424。僅以舉例而言，機器人408-3可具有兩個機械臂，每一機械臂具有單一末端執行器、或兩個垂直堆疊的末端執行器。

【0054】 工具400係建構成與例如四個製程模組412介接，每一製程模組412具有可經由對應的槽縫428進出的單一裝載站。相反地，工具404係建構成與三個製程模組412介接，每一製程模組412具有可經由對應的槽縫432及436進出的兩個裝載站。如圖所示，VTM 416的側面440可為有角度的(例如，倒角的)，以便於與製程模組412的不同配置(例如，不同的量、間隔等)的連接。

【0055】 舉例而言，如圖4A中所示，VTM於每一側面440係連接至兩個製程模組412。相反地，VTM 416的形狀亦容許連接具有兩個裝載站的製程模組412。例如，可設置具有兩個槽縫432及436的轉接板444以容納具有兩個裝載站的單一製程模組412(如及圖4B所示)。如圖所示，轉接板444具有一第一、斜角的側面(angled side)、及一第二、非斜角的(non-angled) (換言之，直的或平的)側面，該第一、斜角的側面係用以與VTM 416之斜角的側面440介接，該第二、非斜角的側面係用以與製程模組412介接。因此，VTM 416提供了容許連接更多數量之具有單一裝載站的製程模組412的靈活性(換言之，為了提高工具400的每單位面積之處理站數量)，且同時亦容許了使用僅具有一個裝載站(如圖4A所示)或具有兩個裝載站(或如圖4B所示)的處理模組412之靈活性。在其他範例中，VTM 416的側面可為非斜角的(換言之，直的或平的)。在這些範例中，工具400可包含轉

接板446 (如圖4D中所示)，該轉接板446係用以與每一者具有一單一裝載站的兩個製程模組412介接。換言之，取代將VTM 416的斜角側面440轉換成非斜角側面，轉接板446將VTM 416的非斜角側面轉換成斜角側面。

【0056】 VTM 416的機器人408-2包含兩個機械臂448及452，每一機械臂包含兩個垂直堆疊的末端執行器456(總共包含四個末端執行器456)。因此，機械臂448及452其中每一者係用以同時將兩片基板傳遞至製程模組412與載鎖室424等其中一相對應者、及/或從製程模組412與載鎖室424等其中一相對應者同時將兩片基板傳遞離開。在圖4A中所示之範例中，機器人408-1在一次給定傳遞中可從製程模組412取回兩片基板、及將兩片基板裝載至製程模組412中。相反地，機器人408-2在一次給定傳遞中可從製程模組412取回四片基板、及將四片基板裝載至製程模組412中。

【0057】 系統控制器460可控制基板處理工具400及404的各種操作，其中包含(但不限於)機器人408之操作、製程模組412之各別的分度器(例如，對應於圖2及3之分度器204及304)的旋轉等。

【0058】 在圖4E中所示的另一範例中，基板處理工具464包含傳遞機器人468-1及468-2(統稱為傳遞機器人468)。為了示例目的，處理工具464係沒有顯示機械分度器。舉例而言，如上面所述，工具464之各別的製程模組472可包含上述的機械分度器204及機械分度器304其中任何一者。

【0059】 VTM 476及EFEM 480可各自包含該等傳遞機器人468其中一者。傳遞機器人468-1及468-2可具有相同或不同的配置。僅以舉例而言，傳遞機器人468-1係顯示為具有兩個機械臂，每一機械臂具有兩個垂直堆疊的末端執行器(如圖4C所示)。VTM 476 的機器人468選擇性地將基板傳遞至EFEM 480、從EFEM 480將基板傳遞離開、及在此等製程模組472之間傳遞基板。EFEM 480的機器人468-2將基板傳遞至EFEM 480中、及將基板傳遞出EFEM 480。僅以舉例而言，

機器人468-2可具有兩個機械臂，每一機械臂具有單一末端執行器、或兩個垂直堆疊的末端執行器。

【0060】 工具464係建構或與例如四個製程模組472介接，每一製程模組472具有可經由對應的槽縫484進出的單一裝載站。在此範例中，VTM 476的側面488並非為斜角的(換言之，側面488為實質上直的或平的)。以此方式，兩個製程模組472(每一者具有單一裝載站)可連接至VTM 476的該等側面488其中每一者。因此，EFEM 480可至少部分地配置在兩個製程模組472之間以減少工具464的佔地面積。

【0061】 現在參照圖5，用以對基板處理工具之機械分度器進行操作的第一範例方法500係開始於504(例如，圖2A、2B、2C、及2D中所示的機械分度器204)。僅以舉例而言，機械分度器之操作可由控制器(例如，系統控制器460)進行控制。在508，將機械分度器配置成第一、X形的配置，其中第一機械臂的第一端部及第二端部係定位在第一及第三處理站處，且第二機械臂的第一端部及第二端部係定位在第二及第四處理站處(例如，如圖2A所示)。第一機械臂及第二機械臂的每一端部可加以定位以取回對應的經處理基板。在512，第一機械臂及第二機械臂係在各別的轉軸上升起以從該等處理站抬起基板。在516，將第二機械臂旋轉(例如，沿順時針方向90度(如圖2B所示))，使得第二機械臂的第二端部係定位於第一處理站，該第一處理站可對應於一裝載站。在520，機器人從定位在第一處理站的第一機械臂之第一端部、及第二機械臂之第二端部取回經處理的基板。

【0062】 在524，機器人將未處理的基板傳遞至定位在第一處理站的第一機械臂之第一端部、及第二機械臂之第二端部。在528，第一機械臂及第二機械臂進行旋轉(例如，180度)，使得第一機械臂的第二端部、及第二機械臂的第一端部各自定位於第一處理站。在532，機器人從第一機械臂的第一端部、及第二

機械臂的第二端部取回經處理的基板。在536，機器人將未處理的基板傳遞至定位在第一處理站的第一機械臂之第二端部、及第二機械臂之第一端部。在540，將第二機械臂旋轉(例如，沿順時針方向90度)，使得第二機械臂的第一端部及第二端部係定位於第二及第四處理站(換言之，機械分度器返回到第一、X形的配置)。在544，使第一及第二機械臂降低以將未處理的基板定位至對應的處理站上。方法500於548結束。

【0063】現在參照圖6，用以對基板處理工具之機械分度器進行操作的第二範例方法600係開始於604(例如，如圖3A、3B、3C、3D、及3E中所示的機械分度器304)。僅以舉例而言，機械分度器之操作可由控制器(例如，系統控制器460)進行控制。在608，機械分度器係配置成第一、X形的配置，其中第一機械臂的第一端部及第二端部係定位於第一及第四處理站，且第二機械臂的第一端部及第二端部係定位於第二及第三處理位置處(例如，如圖3A中所示)。第一機械臂及第二機械臂的每一端部可加以定位以取回對應的經處理基板。在612，第一機械臂及第二機械臂係在各別的轉軸上升起以從該等處理站抬起基板。在616，將第二機械臂旋轉(例如，沿順時針方向180度(如圖3B中所示))，使得第二機械臂的第一端部及第二端部係分別定位於第四及第一處理站(該第四處理站及第一處理站每一者可對應於一裝載站)。在620，一或更多機器人從定位在第一處理站與第四處理站的第一機械臂之第一及第二端部、及第二機械臂之第一及第二端部取回經處理的基板。

【0064】在624，機器人將未處理的基板傳遞至定位在第一處理站與第四處理站的第一機械臂之第一及第二端部、及第二機械臂之第一及第二端部。在628，將第二機械臂旋轉(例如，180度)，使得第二機械臂的第一端部及第二端部係定位在第二處理站及第三處理站(換言之，機械分度器返回到第一、X形的配

置)。在632，使第一機械臂及第二機械臂降低以將未處理的基板定位至對應的處理站上。方法600在636結束。

**【0065】** 前面的描述本質上僅僅為說明性的，決不為為了限制本揭露內容，其應用或用途。本揭露內容的廣泛教導可以各樣形式來達成。因此，儘管本揭露內容包含特定範例，然而本揭露內容的真實範圍不應該如此受限制，因為在研究附及，說明書及以下如申請專利範圍第書後其他修改將變得明顯。吾人應理解，在不改變本揭露內容的原理的情況下，方法內的一或更多步驟可以不同依序(或同時)執行。此外，儘管以上將每一實施例描述為具有某些特徵，然而關於本揭露內容的任何實施例描述的那些特徵中的任何一或更多可達成為任何其他實施例的特徵及/或與任何其他實施例的特徵組合，即使該組合沒有明確描述。換言之，所描述的實施例不為相互排斥的，且一或更多實施例相互之間的置換仍然在本揭露內容的範圍內。

**【0066】** 以上所述在本質上僅為說明且係決非意欲限制本揭示內容、其應用、或使用。本揭示內容的廣泛教示可以多種方式執行。因此，雖然此揭示內容包含特殊的例子，但本揭示內容的真實範圍應不被如此限制，因為其他的變化將在研讀圖示、說明書及以下申請專利範圍後變為顯而易見。吾人應理解方法中的一或多個步驟可以不同的順序(或同時)執行而不改變本揭示內容的原理。另外，儘管每個實施例中皆於以上敘述為具有特定的特徵，但相關於本揭示內容之任何實施例中所敘述的該等特徵之任何一或多者可在其他實施例之任一者的特徵中實施、及/或與之組合而實施，即使該組合並未明確說明亦然。換言之，上述實施例並非互相排除，且一或多個實施例之間的排列組合仍屬於本揭示內容的範圍內。

**【0067】** 元件之間(例如，在模組、電路元件，半導體層等之間)的空間和功能上的關係係使用各種術語來表述，其中包括「連接」、「接合」、「耦接」、

「相鄰」、「接近」、「在頂端」、「上方」、「下方」和「配置」。除非明確敘述為「直接」，否則當於上述揭示內容中描述第一和第二元件之間的關係時，該關係可為第一及二元件之間沒有其他中間元件存在的直接關係，但也可為第一及二元件之間(空間上或功能上)存在一或多個中間元件的間接關係。如本文中所使用，詞組「A、B和C中至少一者」應解讀為意指使用非排除性邏輯OR的邏輯(A OR B OR C)，且不應解讀為「A中至少一者、B中至少一者、及C中至少一者」。

**【0068】** 在一些實行例中，控制器為系統的一部分，其可為上述範例的一部分。此等系統可包括半導體處理設備，其包含一個以上處理工具、一個以上腔室、用於處理的一個以上平臺、及/或特定處理元件(晶圓基座、氣流系統等)。這些系統可與電子設備整合，該等電子設備用於在半導體晶圓或基板處理之前、期間、及之後控制這些系統的操作。電子設備可稱作為「控制器」，其可控制該一個以上系統之各種的元件或子部分。依據系統的處理需求及/或類型，控制器可加以編程以控制本文中所揭露的任何製程，其中包含：處理氣體的輸送、溫度設定(例如，加熱及/或冷卻)、壓力設定、真空設定、功率設定、射頻(RF)產生器設定、RF匹配電路設定、頻率設定、流率設定、流體輸送設定、位置及操作設定、出入工具、及其他轉移工具、及/或與特定系統連接或介接的負載鎖之晶圓傳送。

**【0069】** 廣義而言，控制器可定義為電子設備，其具有各種不同的積體電路、邏輯、記憶體、及/或軟體，其接收指令、發布指令、控制操作、啟用清潔操作、啟用終點量測等。積體電路可包含儲存程式指令之韌體形式的晶片、數位信號處理器(DSP)、定義為特殊應用積體電路(ASIC)的晶片、及/或執行程式指令(例如軟體)的一或多個微處理器或微控制器。程式指令可為以各種個別設定(或程式檔案)的形式與控制器通訊的指令，該等設定定義了用以在半導體晶圓

上、對基板、或系統執行特定製程的操作參數。在一些實施例中，該等操作參數可為由製程工程師定義之配方的部分，以在一或多個層、材料、金屬、氧化物、矽、二氧化矽、表面、電路、及/或晶圓的晶粒之製造期間內完成一或多個處理步驟。

**【0070】** 在一些實行例中，控制器可為電腦的一部分或連接至電腦，該電腦係與系統整合、連接至系統、以其他方式網路連至系統、或其組合。舉例而言，控制器可為在「雲端」或工廠主機電腦系統的整體或部分，可允許晶圓處理的遠端存取。該電腦可允許針對系統的遠端存取以監測製造操作的當前進度、檢查過往製造操作的歷史、檢查來自複數個製造操作的趨勢或性能度量、改變目前處理的參數、設定目前操作之後的處理步驟、或開始新的處理。在一些範例中，遠端電腦(例如伺服器)可透過網路提供製程配方給系統，該網路可包含區域網路或網際網路。遠端電腦可包含使用者介面，其允許參數及/或設定的輸入或編程，這些參數及/或設定係接著從遠端電腦被傳遞至系統。在一些例子中，控制器接收數據形式的指令，該數據明確指定於一或多個操作期間將被執行之各個處理步驟的參數。吾人應理解參數可專門用於將執行之製程的類型與配置控制器以介接或控制之工具的類型。因此，如上面所述，控制器可為分散式的，例如藉由包含一或多個分散的控制器，其由網路連在一起且朝共同的目的(例如本文中所述之製程及控制)作業。一個用於此等目的之分散式控制器的例子將為腔室上的一或多個積體電路，連通位於遠端(例如在平台級或作為遠端電腦的一部分)的一或多個積體電路，其結合以控制腔室中的製程。

**【0071】** 不受限制地，示例系統可包含電漿蝕刻腔室或模組、沉積腔室或模組、旋轉-潤洗腔室或模組、金屬電鍍腔室或模組、清潔腔室或模組、斜邊蝕刻腔室或模組、物理氣相沉積(PVD)腔室或模組、化學氣相沉積(CVD)腔室或模組、原子層沉積(ALD)腔室或模組、原子層蝕刻(ALE)腔室或模組、離子植入腔

室或模組、軌道腔室或模組、及任何可關聯或使用於半導體晶圓的製造及/或生產中之其他的半導體處理系統。

【0072】如上面所述，依據將由工具執行的一個以上處理步驟，控制器可與下述通訊：一或多個其他工具電路或模組、其他工具元件、群組工具、其他工具介面、毗鄰工具、相鄰工具、位於工廠各處的工具、主電腦、另一個控制器、或用於材料傳送的工具，該等用於材料傳送的工具將晶圓的容器攜帶進出半導體生產工廠內的工具位置及/或裝載埠。

### 【符號說明】

#### 【0073】

- 100 基板處理工具
- 104 製程模組
- 108 設備前端模組 (EFEM)
- 112 裝載鎖室
- 116 EFEM機器人
- 120 真空傳遞模組 (VTM)
- 124 VTM機器人
- 128 處理站
- 132 處理腔室
- 136 基板
- 140 裝載站
- 144 槽縫
- 148 機械分度器

|     |         |
|-----|---------|
| 152 | 系統控制器   |
| 200 | 製程模組    |
| 204 | 機械分度器   |
| 208 | 第一機械臂   |
| 212 | 第二機械臂   |
| 216 | 末端執行器   |
| 220 | 末端執行器   |
| 224 | 末端執行器   |
| 228 | 末端執行器   |
| 232 | 裝載站     |
| 236 | 槽縫      |
| 240 | 第一轉軸    |
| 244 | 第二轉軸    |
| 248 | 基板      |
| 300 | 製程模組    |
| 304 | 機械分度器   |
| 308 | 裝載站     |
| 312 | 裝載站     |
| 316 | 槽縫      |
| 320 | 槽縫      |
| 324 | 第一V形機械臂 |
| 328 | 第二V形機械臂 |
| 332 | 末端執行器   |
| 336 | 末端執行器   |

|       |                |
|-------|----------------|
| 340   | 末端執行器          |
| 344   | 末端執行器          |
| 348   | 轉軸             |
| 352   | 轉軸             |
| 356   | 基板             |
| 400   | 處理工具           |
| 404   | 處理工具           |
| 408-1 | 傳遞機器人          |
| 408-2 | 傳遞機器人          |
| 408-3 | 傳遞機器人          |
| 412   | 製程模組           |
| 416   | 真空傳遞模組 (VTM)   |
| 420   | 設備前端模組 (EFEM ) |
| 424   | 裝載鎖室           |
| 428   | 槽縫             |
| 432   | 槽縫             |
| 436   | 槽縫             |
| 440   | 側面             |
| 444   | 轉接板            |
| 446   | 轉接板            |
| 448   | 機械臂            |
| 452   | 機械臂            |
| 456   | 末端執行器          |
| 460   | 系統控制器          |

|       |                |
|-------|----------------|
| 464   | 基板處理工具         |
| 468-1 | 傳遞機器人          |
| 468-2 | 傳遞機器人          |
| 472   | 製程模組           |
| 476   | 真空傳遞模組 (VTM)   |
| 480   | 設備前端模組 (EFEM ) |
| 484   | 槽縫             |
| 488   | 側面             |
| 500   | 方法             |
| 504   | 操作             |
| 508   | 操作             |
| 512   | 操作             |
| 516   | 操作             |
| 520   | 操作             |
| 524   | 操作             |
| 528   | 操作             |
| 532   | 操作             |
| 536   | 操作             |
| 540   | 操作             |
| 544   | 操作             |
| 548   | 操作             |
| 600   | 方法             |
| 604   | 操作             |
| 608   | 操作             |

- 612 操作
- 616 操作
- 620 操作
- 624 操作
- 628 操作
- 632 操作
- 636 操作

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種基板處理工具，包含：

一真空傳遞模組；以及

至少一製程模組，包含複數處理站，其中該至少一製程模組係連接至該真空傳遞模組，並且其中該至少一製程模組包含一機械分度器，

其中該機械分度器，在該至少一製程模組之內並且在該真空傳遞模組之外，包含：

一第一機械臂，具有一第一末端執行器、及一第二末端執行器，其中該第一機械臂係建構在該至少一製程模組之內在一第一轉軸上旋轉以(i) 將該第一機械臂的該第一末端執行器選擇性地定位在該至少一製程模組之內的該複數處理站的每一者、及(ii) 將該第一機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該至少一製程模組之內的該複數處理站的每一者，及

一第二機械臂，具有一第一末端執行器、及一第二末端執行器，其中該第二機械臂係建構在該至少一製程模組之內在一第二轉軸上旋轉以(i) 將該第二機械臂的該第一末端執行器選擇性地定位在該至少一製程模組之內的該複數處理站的每一者、及(ii) 將該第二機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該至少一製程模組之內的該複數處理站的每一者，

其中該複數處理站其中至少一者係對應於該至少一製程模組的一裝載站，並且

其中該第一機械臂係建構成獨立於該第二機械臂而旋轉，使得當該第二機械臂的該第一末端執行器或該第二末端執行器係定位在該裝載站的同時該第一機械臂的該第一末端執行器或該第二末端執行器係定位在該裝載站。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之基板處理工具，其中該第一轉軸及該第二轉軸為同軸的。

【第3項】 如申請專利範圍第1項之基板處理工具，其中該第一機械臂及該第二機械臂其中每一者係建構成相對於該基板處理工具的該複數處理站而升高及降低。

【第4項】 如申請專利範圍第1項之基板處理工具，其中該第二轉軸係設置在該第一轉軸內。

【第5項】 如申請專利範圍第1項之基板處理工具，其中：

該第一機械臂及該第二機械臂係可旋轉成為一第一配置；且

在該第一配置中，(i) 該第一機械臂的該第一末端執行器及第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的一第一處理站及一第三處理站，且(ii) 該第二機械臂的該第一末端執行器及該第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的一第二處理站及一第四處理站。

【第6項】 如申請專利範圍第5項之基板處理工具，其中：

該第一機械臂及該第二機械臂係可旋轉成為一第二配置；且

在該第二配置中，(i) 該第一機械臂的該第一末端執行器及第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的該第一處理站及該第三處理站，且(ii) 該第二機械臂的該第一末端執行器及該第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的該第三處理站及該第一處理站。

【第7項】 如申請專利範圍第6項之基板處理工具，其中該第一處理站係對應於該基板處理工具的該裝載站。

【第8項】 如申請專利範圍第6項之基板處理工具，其中(i) 該第一處理站與該第三處理站係配置在該基板處理工具之相反的角落，且(ii) 該第二處理站與該第四處理站係配置在該基板處理工具之相反的角落。

【第9項】 如申請專利範圍第1項之基板處理工具，其中：

該第一機械臂及該第二機械臂係可旋轉成為一第一配置；且

在該第一配置中，(i) 該第一機械臂的該第一末端執行器及第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的一第一處理站及一第四處理站，且(ii)且該第二機械臂的該第一末端執行器及該第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的一第二處理站及一第三處理站。

【第10項】 如申請專利範圍第9項之基板處理工具，其中：

該第一機械臂及該第二機械臂係可旋轉成為一第二配置；且

在該第二配置中，(i) 該第一機械臂的該第一末端執行器及第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的該第一處理站及該第四處理站，且(ii) 該第二機械臂的該第一末端執行器及該第二末端執行器係分別定位於該複數處理站的該第四處理站及該第一處理站。

【第11項】 如申請專利範圍第10項之基板處理工具，其中(i) 該第一處理站及該第四處理站係配置在該基板處理工具的一第一側面上，且(ii) 該第二處理站及該第三處理站係配置在與該第一側面相反的該基板處理工具的一第二側面上。

【第12項】 如申請專利範圍第10項之基板處理工具，其中該第一處理站及該第四處理站係對應於該基板處理工具之裝載站。

【第13項】 如申請專利範圍第1項之基板處理工具，包含：

複數製程模組，連接至該真空傳遞模組。

【第14項】 如申請專利範圍第13項之基板處理工具，其中該複數製程模組包含連接至該真空傳遞模組的一第一側面的第一及第二製程模組、及連接至該真空傳遞模組的一第二側面的第三及第四製程模組。

【第15項】 如申請專利範圍第14項之基板處理工具，更包含配置在(i) 該第一側面與(ii) 該第一製程模組及該第二製程模組之間的一轉接板，其中該轉接板包含建構成與該真空傳遞模組的該第一側面接的一平面表面、及建構成與該第一製程模組及該第二製程模組相接的一斜角側面(angled side)。

【第16項】 如申請專利範圍第14項之基板處理工具，其中該真空傳遞模組的該第一側面及該第二側面為倒角的。

【第17項】 如申請專利範圍第16項之基板處理工具，更包含配置在(i) 該第一側面與(ii) 該第一製程模組及該第二製程模組之間的一轉接板，其中該轉接板包含建構成與該真空傳遞模組的該第一側面接的一斜角側面(angled side)、及建構成與該第一製程模組及該第二製程模組相接的一平面表面。

【第18項】 一種基板處理工具，包含：

一機械分度器，定位在一製程模組之內，其中該製程模組包含複數處理站，並且其中該機械分度器包含：

一第一機械臂，具有一第一末端執行器、一第二末端執行器、以及一第一轉軸，其中該第一機械臂係建構成在該製程模組之內在該第一轉軸上旋轉以(i) 將該第一機械臂的該第一末端執行器選擇性地定位在該複數處理站的每一者、及(ii) 將該第一機械臂的該第二末端執行器選擇性地定位在該複數處理站的每一者，及

一第二機械臂，具有一第三末端執行器、一第四末端執行器、及與該第一轉軸獨立的一第二轉軸，其中該第一轉軸及該第二轉軸為同軸的，其中該第二機械臂係建構成在該製程模組之內在該第二轉軸上旋轉以(i) 將該第二機械臂的該第三末端執行器選擇性地定位在該複數處理站的每一者、

及(ii) 將該第二機械臂的該第四末端執行器選擇性地定位在該複數處理站的每一者，

其中該第一機械臂係建構成透過該第一轉軸獨立於該第二機械臂而升高及降低，並且其中該第一機械臂係進一步建構成透過該第一轉軸獨立於該第二機械臂而旋轉。

【發明圖式】

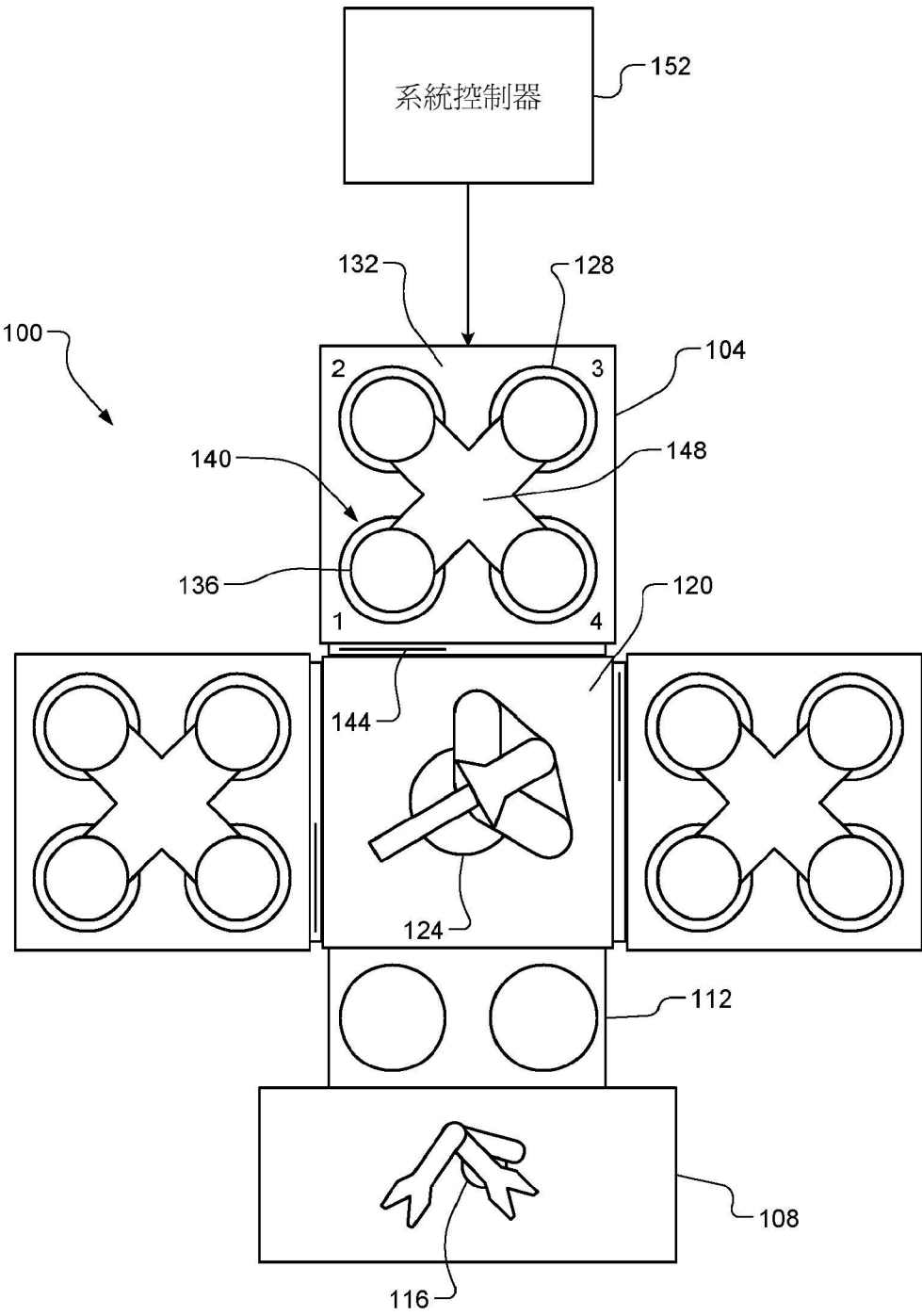


圖 1

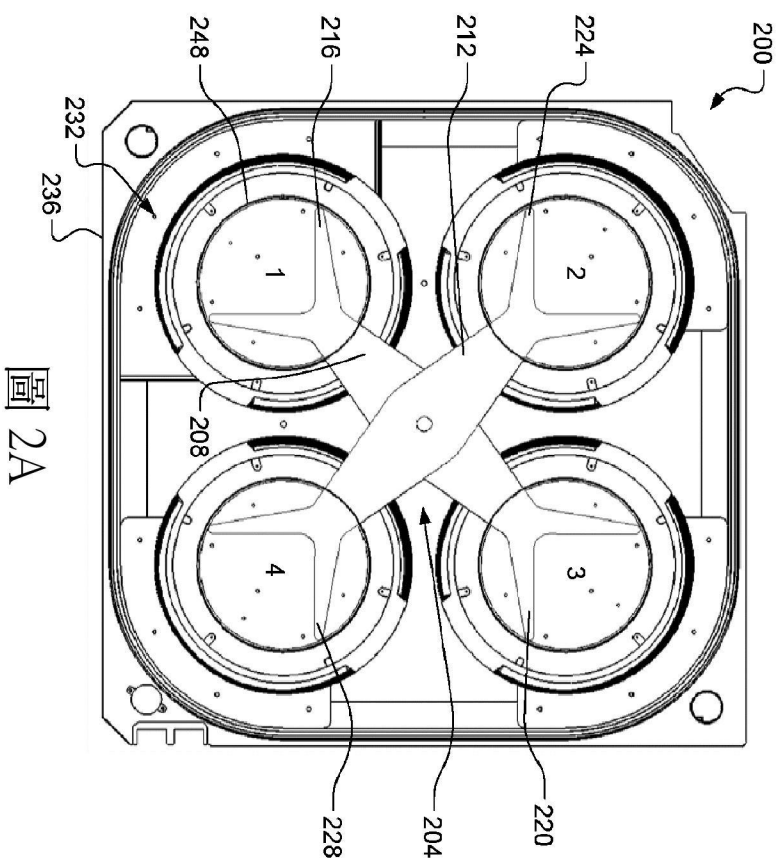


圖 2A

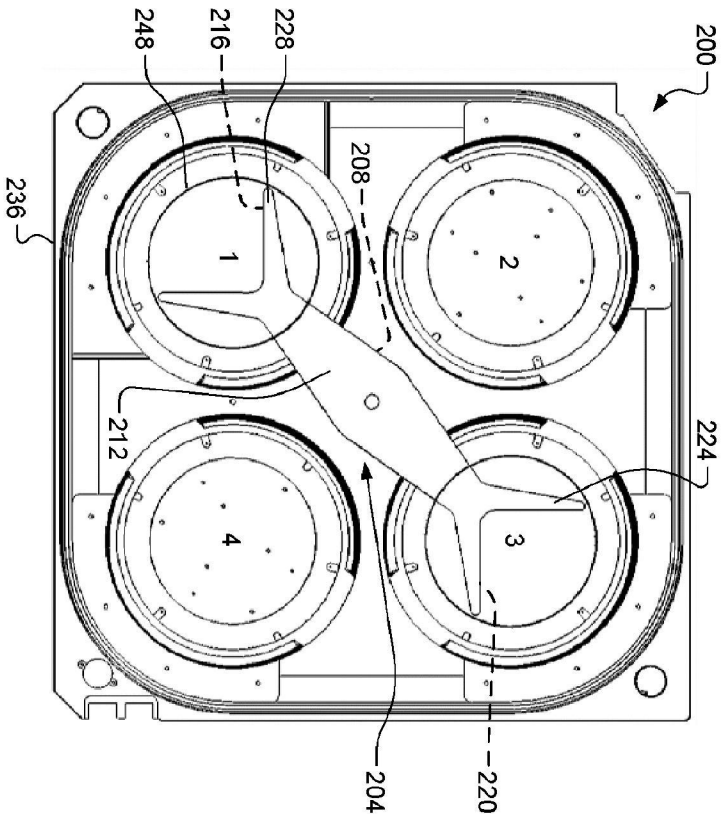


圖 2B

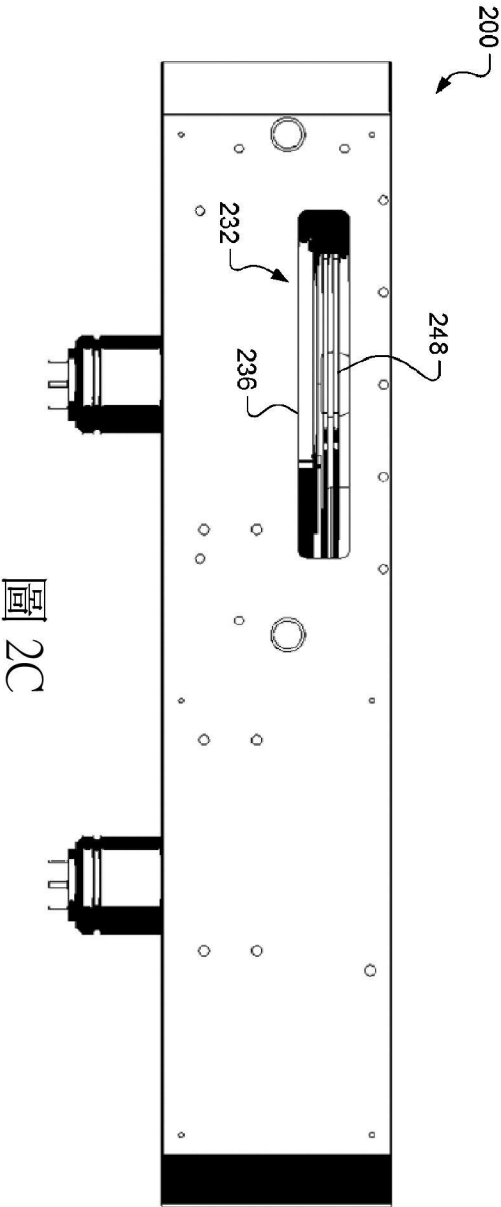


圖 2C

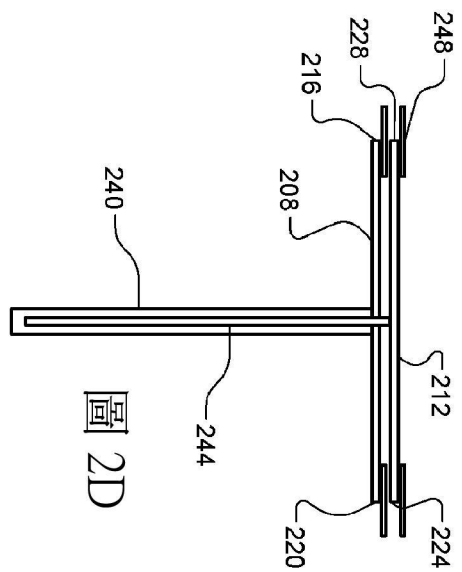


圖 2D

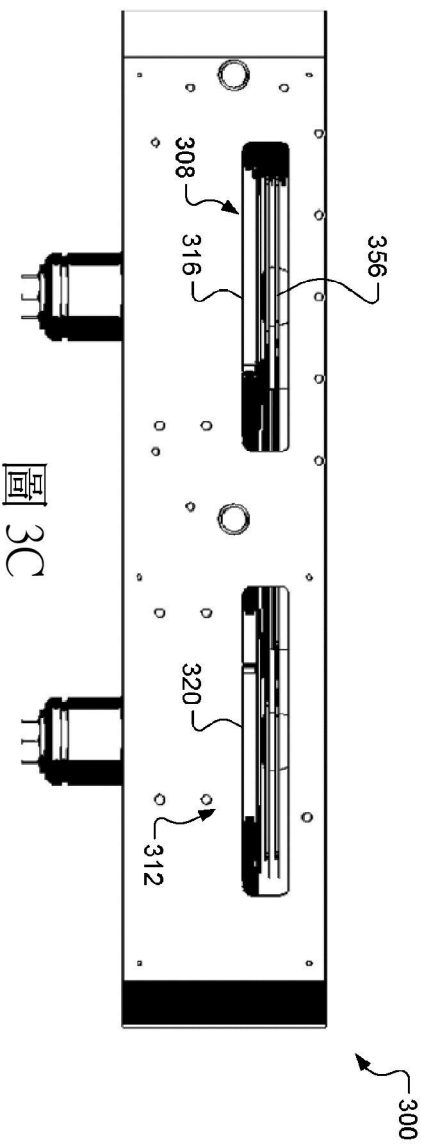
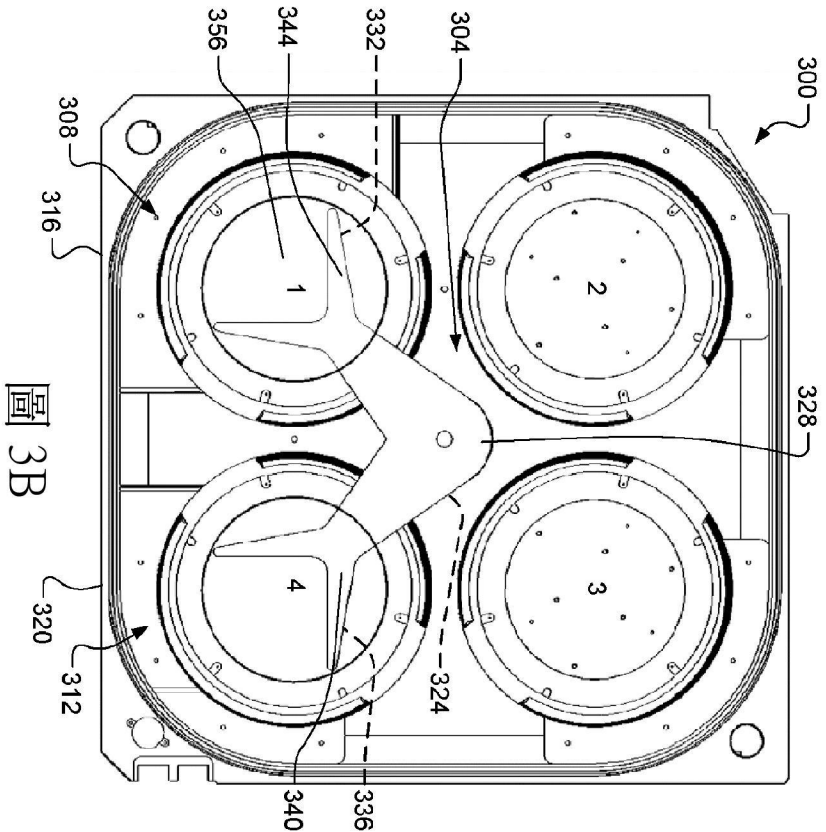
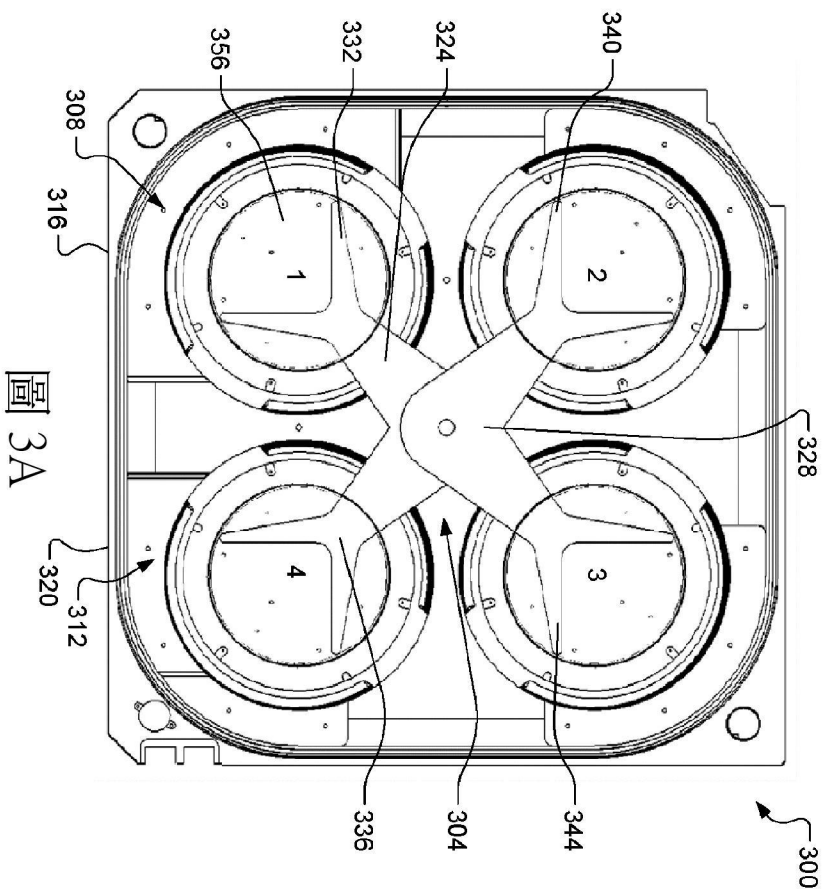
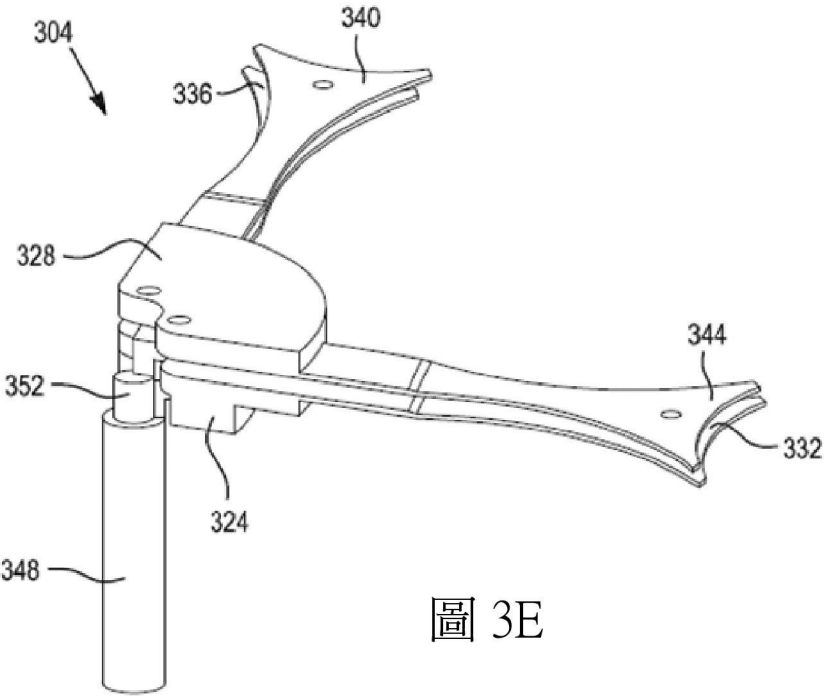
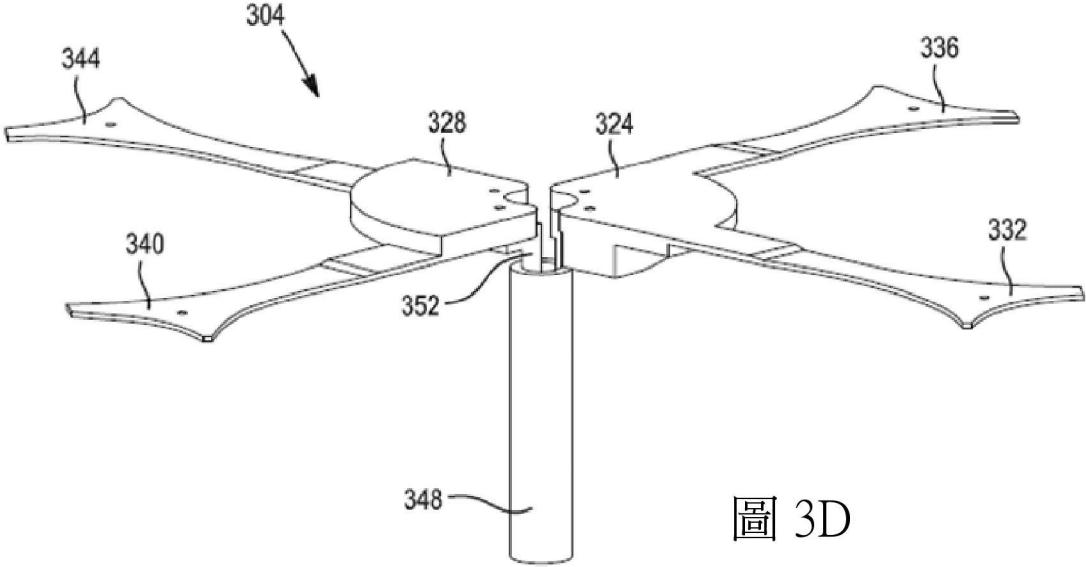


圖 3A

圖 3B

圖 3C



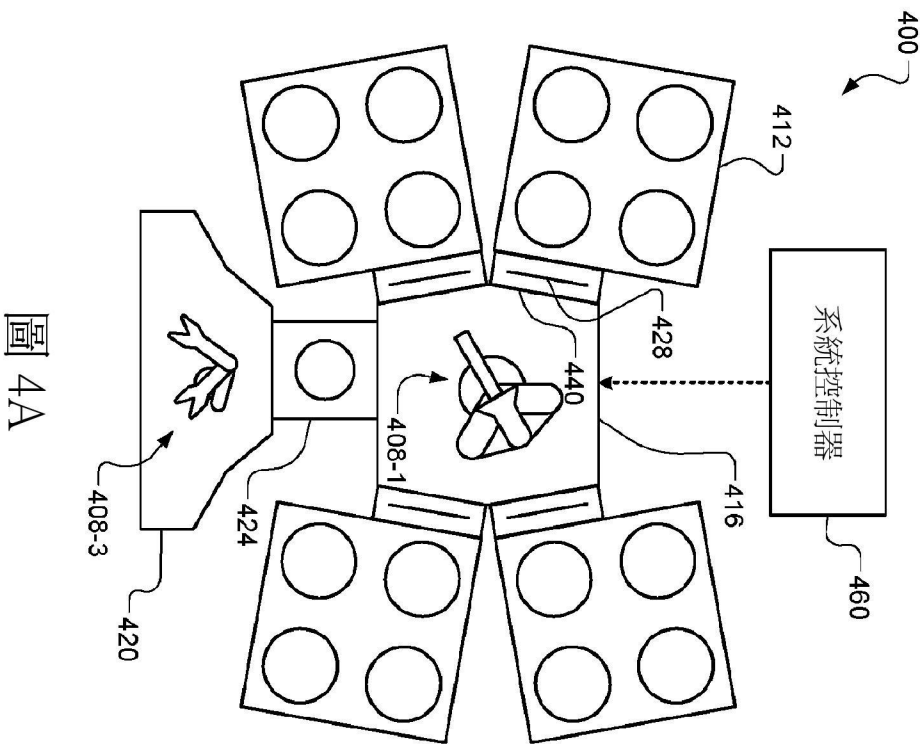


圖 4A

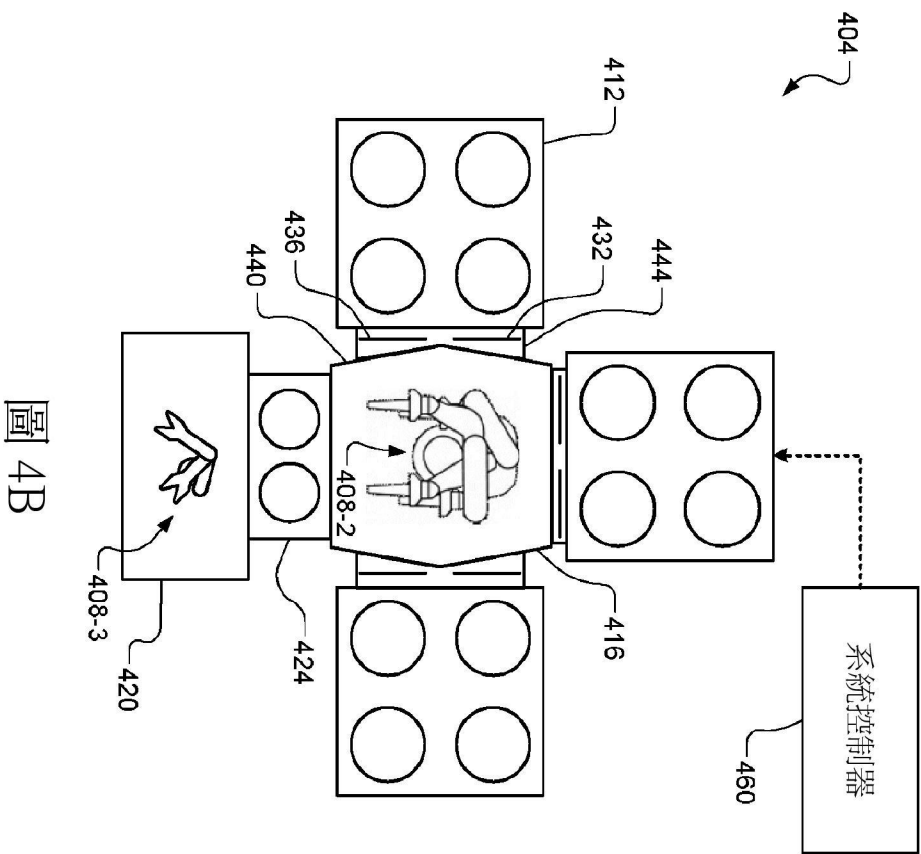


圖 4B

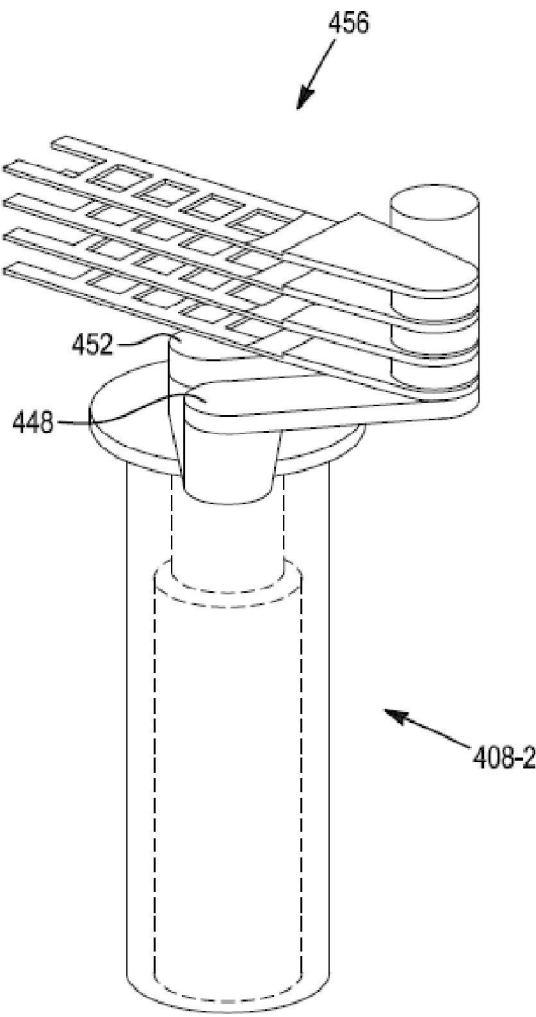


圖 4C

圖 4D

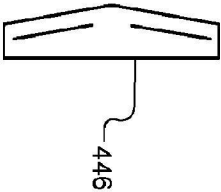
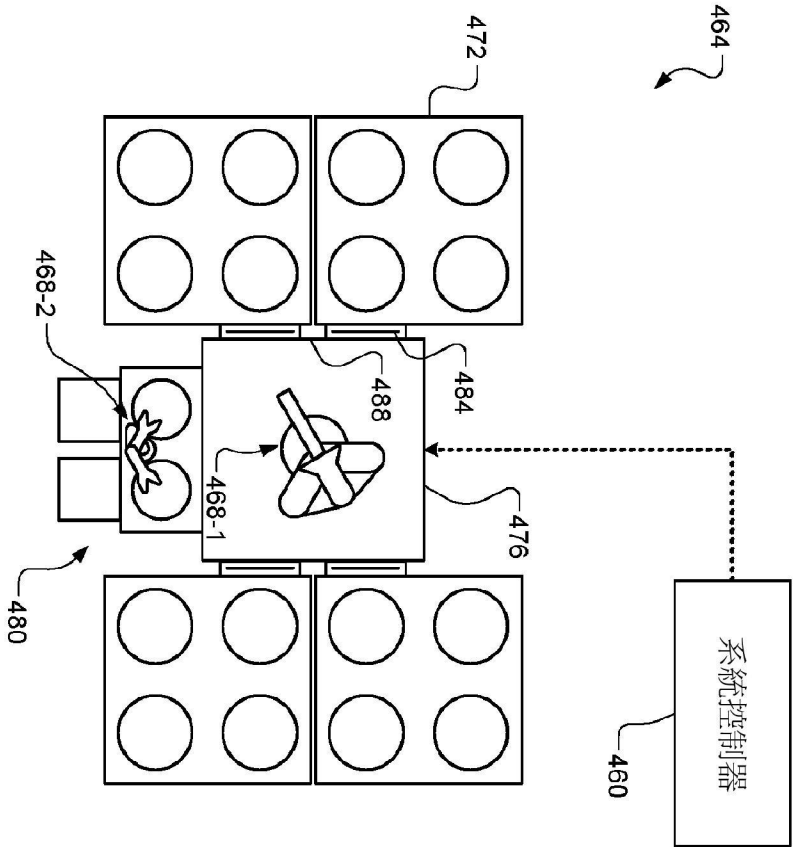


圖 4E



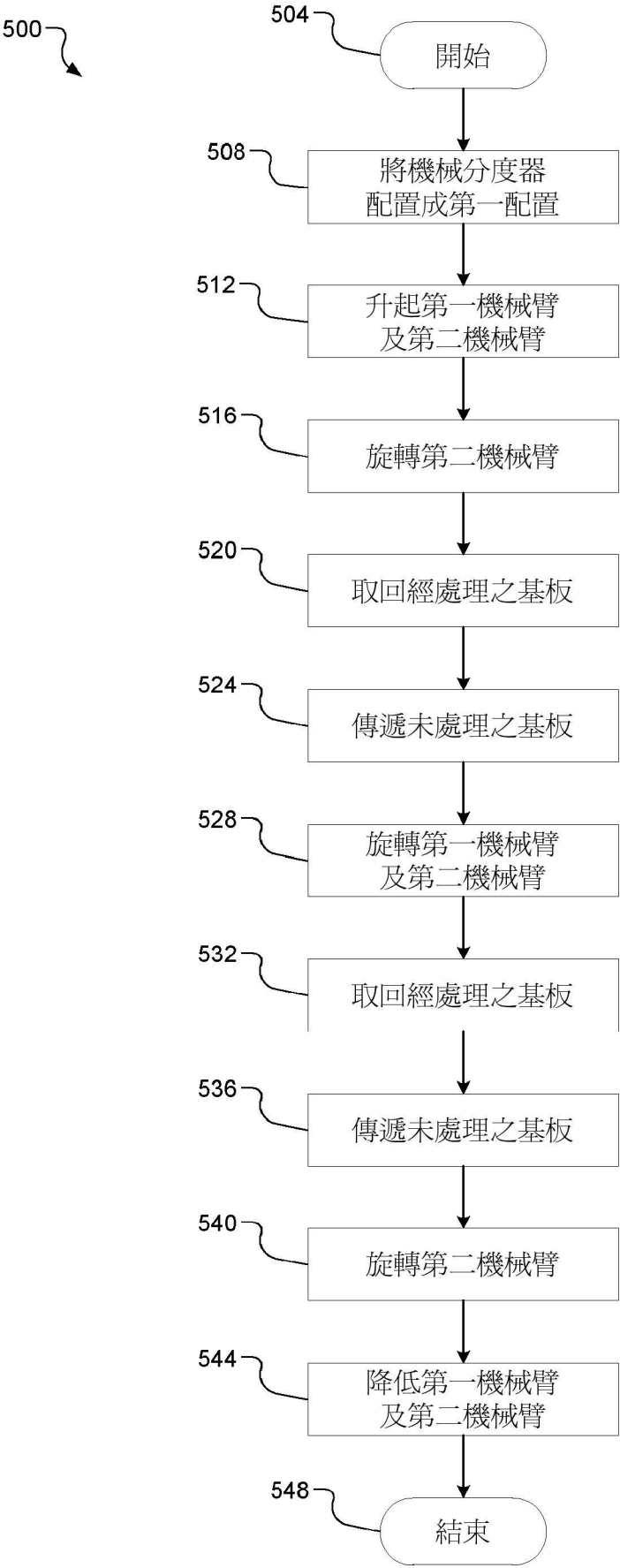


圖 5

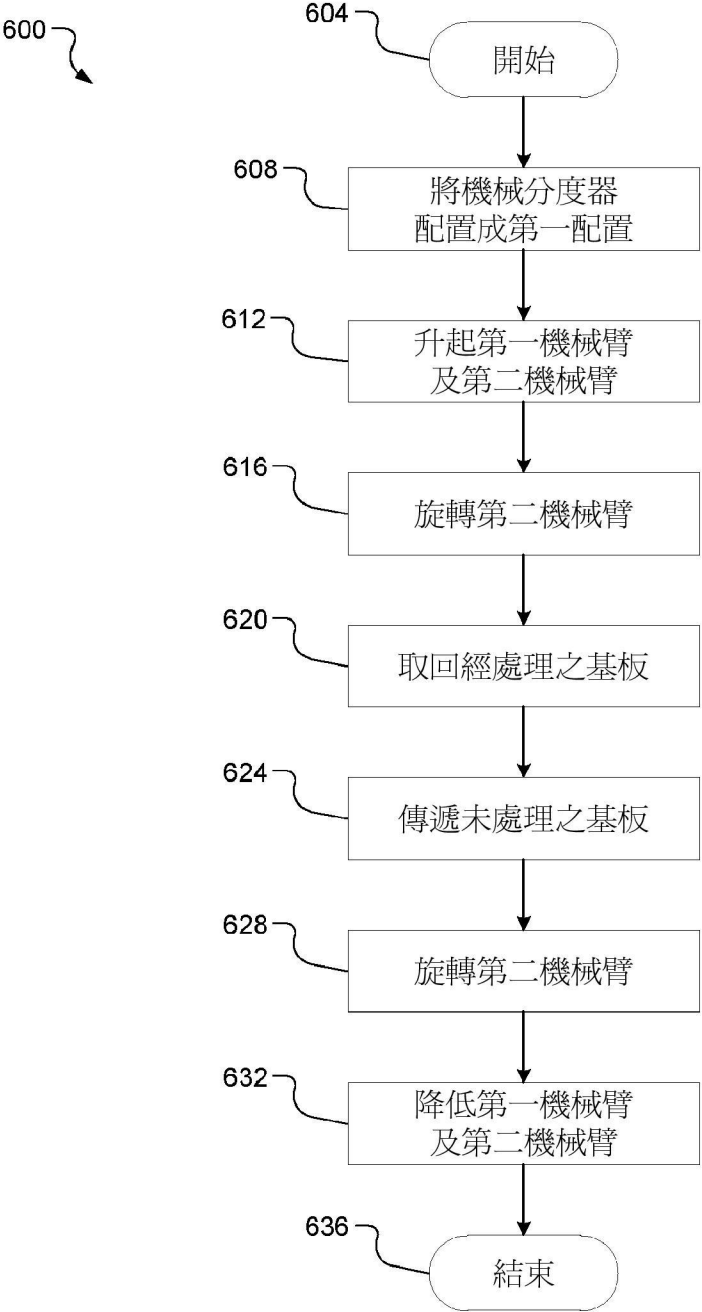


圖 6