201935603

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201935603 A

(43)公開日： 中華民國 108 (2019) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：107140169 (22)申請日： 中華民國 107 (2018) 年 11 月 13 日

(51)Int. Cl.： *H01L21/677 (2006.01)* *H01L21/67 (2006.01)*

B25J9/04 (2006.01)

(30)優先權：2017/11/16 美國 15/815,325

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

美國

(72)發明人：布蘭克 理查 M BLANK, RICHARD M. (US)

(74)代理人：許峻榮

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：7 共 45 頁

(54)名稱

具有轉動關節編碼器的晶圓搬運機器人

WAFER HANDLING ROBOTS WITH ROTATIONAL JOINT ENCODERS

(57)摘要

提供晶圓搬運機器人，其係建構成提供高晶圓放置精度。此等機器人利用旋轉驅動傳送機構以及轉動編碼器，該等轉動編碼器係坐落在每一轉動關節處，而不是僅只在馬達輸出處。

Wafer handling robots are provided that are configured to provide high wafer placement accuracy. Such robots utilize rotational drive transfer mechanisms as well as rotational encoders that are located at each rotational joint, as opposed to solely at the motor outputs.

指定代表圖：

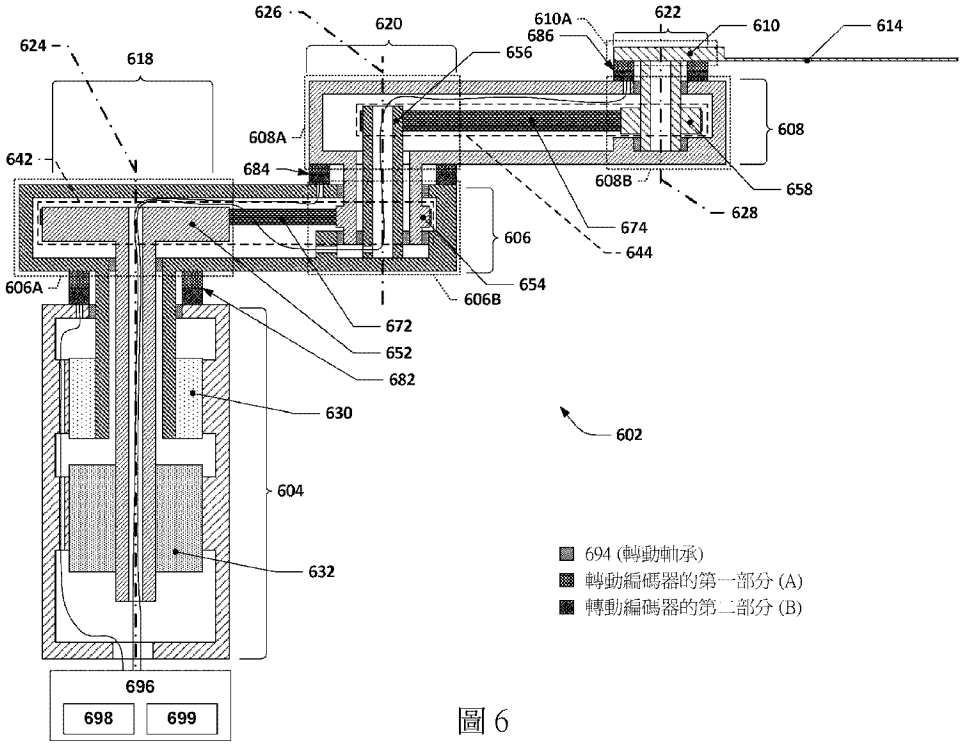


圖 6

符號簡單說明：

602・・・機器手臂

604・・・基座

606・・・第一可移動連接件

606A・・・第一端部

606B・・・第二端部

608・・・第二可移動連接件

608A・・・第一端部

608B・・・第二端部

610・・・第三可移動連接件

610A・・・第一端部

614・・・第一末端執行器

618・・・第一轉動關節

620・・・第二轉動關節

622・・・第三轉動關節

624・・・第一旋轉軸

626・・・第二旋轉軸

628・・・第三旋轉軸

630・・・第一馬達

632・・・第二馬達

642・・・第一旋轉驅動傳送機構

644・・・第二旋轉驅動傳送機構

652・・・第一帶輪

654・・・第二帶輪

656・・・第二帶輪

658・・・第四帶輪

672・・・第一傳動帶

674・・・第二傳動帶

682・・・第一轉動編碼器

684・・・第二轉動編碼器

686・・・第三轉動編碼器

694・・・轉動軸承

696・・・控制器

698・・・記憶體

699・・・處理器

【發明說明書】

【中文發明名稱】具有轉動關節編碼器的晶圓搬運機器人

【英文發明名稱】WAFER HANDLING ROBOTS WITH ROTATIONAL JOINT ENCODERS

【技術領域】

【0001】本發明係關於晶圓搬運系統，且尤其關於具有轉動關節編碼器的晶圓搬運機器人。

【先前技術】

【0002】 半導體晶圓搬運機器人係非常專門類型的機器人，其典型包括一或二機器手臂，該機器手臂終止在可使用於舉起半導體晶圓之末端執行器中。此等機器人係使用於在半導體處理工具中的諸位置之間運送半導體晶圓，並可於真空或大氣環境之任一者中操作。此等手臂典型主要在水平面中移動，然而其亦可配備有Z軸線性驅動器，以允許整個手臂組件垂直地移動；其典型不包括繞著垂直軸線之外的軸線旋轉之能力(沒有俯仰／滾動，只有偏擺)。

【發明內容】

【0003】 本說明書中所敘述的標的之一或更多實施例的細節係在附圖和以下敘述中提出。其他特徵、態樣、及優點將由該敘述、圖式、及申請專利範圍變得顯而易見。

【0004】 於一些實施例中，提供一種晶圓搬運系統，其包括機器手臂。該機器手臂可包括基座；第一可移動連接件，其中第一可移動連接件之第一

端部係經由第一轉動關節可旋轉地連接至基座；第二可移動連接件，其中第二可移動連接件的第一端部係經由第二轉動關節可旋轉地連接至第一可移動連接件之第二端部；及第一旋轉驅動傳送機構，其包括第一帶輪、第二帶輪、及橫跨於第一帶輪和第二帶輪之間的一或更多第一傳動帶。在此實施例中，第二帶輪可與第二可移動連接件固定地連接，且第一旋轉驅動傳送機構可建構成使得：第一帶輪相對第一可移動連接件之旋轉造成第二帶輪及第二可移動連接件相對第一可移動連接件繞著第二轉動關節的中心軸線旋轉。此實施例亦可包括第一馬達，其係坐落於基座中、具有連接至第一可移動連接件的轉動輸出、且建構成驅動第一可移動連接件。此實施例亦可具有第二馬達，其係坐落在基座中、具有連接至第一帶輪的轉動輸出、且建構成驅動第一帶輪。此實施例亦可包括第一轉動編碼器，其具有與基座固定地連接之第一部分、和與第一可移動連接件固定地連接的第二部分；以及第二轉動編碼器，其具有與第一可移動連接件固定地連接之第一部分、和與第二可移動連接件固定地連接的第二部分。

【0005】 於一些額外之實施例中，第一轉動編碼器及第二轉動編碼器可各具有選自由下列者所組成之族群的解析度：30位元或更多及33微度或更多。

【0006】 在一些額外的實施例中，第一轉動關節可包括於基座及第一可移動連接件之延伸進入基座的部份間之第一鐵磁流體密封件，且第二轉動關節可包括在第一可移動連接件及第二可移動連接件之延伸進入第一可移動連接件的部份間之第二鐵磁流體密封件。

【0007】 於一些額外的實施例中，機器手臂可更包括第三可移動連接件，其中該第三可移動連接件之第一端部係經由第三轉動關節可旋轉地連接至該第二可移動連接件的第二端部；第二旋轉驅動傳送機構，其包括第三帶

輪、第四帶輪、及橫跨於第三帶輪與第四帶輪間之一或更多第二傳動帶；及第三轉動編碼器，具有與第二可移動連接件固定地連接的第一部份、及與第三可移動連接件固定地連接之第二部份。在此實施例中，該第三帶輪可與第一可移動連接件固定地連接，該第四帶輪可與第三可移動連接件固定地連接，且第二旋轉驅動傳送機構可建構成使得：第三帶輪相對第二可移動連接件的旋轉造成第四帶輪及第三可移動連接件相對第二可移動連接件繞著第三轉動關節之中心軸線旋轉。

【0008】 於一些實施例中，機器手臂可更包括第三馬達；第三可移動連接件，其中第三可移動連接件的第一端部係經由第三轉動關節可旋轉地連接至第二可移動連接件之第二端部；第二旋轉驅動傳送機構，包括第三帶輪、第四帶輪、及橫跨於第三帶輪與第四帶輪間之一或更多第二傳動帶；及第三轉動編碼器，具有與第二可移動連接件固定地連接的第一部份、及與第三可移動連接件固定地連接之第二部份。在此實施例中，第三馬達可建構成造成第三帶輪繞著第二轉動關節的旋轉軸旋轉，第四帶輪可與第三可移動連接件固定地連接，且第二旋轉驅動傳送機構可建構成使得：第三帶輪繞著第二轉動關節之中心軸線相對第二可移動連接件的旋轉造成第四帶輪及第三可移動連接件相對第二可移動連接件繞著第三轉動關節之中心軸線旋轉。

【0009】 於一些實施例中，第一轉動關節可包括在基座及第一可移動連接件之延伸進入基座的部份間之第一鐵磁流體密封件，第二轉動關節可包括於第一可移動連接件及第二可移動連接件之延伸進入第一可移動連接件的部份間之第二鐵磁流體密封件，且第三轉動關節可包括在第二可移動連接件及第三可移動連接件之延伸進入第二可移動連接件的部份間之第三鐵磁流體密封件。

【0010】 於一些實施例中，第一可移動連接件可包括第三旋轉驅動傳

送機構，其包括第五帶輪、第六帶輪、及橫跨於第五帶輪與第六帶輪間之一或更多第三傳動帶。

【0011】 在一些實施例中，第三馬達可坐落於第一可移動連接件內。

【0012】 在一些實施例中，機器手臂可更包括第四馬達；第四可移動連接件，其中第四可移動連接件的第一端部係經由第三轉動關節可旋轉地連接至第二可移動連接件之第二端部；第四旋轉驅動傳送機構，包括第七帶輪、第八帶輪、和橫跨於第七帶輪與第八帶輪間之一或更多第四傳動帶；及第四轉動編碼器，具有與第二可移動連接件固定地連接的第一部份、及與第四可移動連接件固定地連接之第二部份。於此實施例中，第四馬達可建構成造成第七帶輪繞著第二轉動關節的旋轉軸旋轉，第八帶輪可與第四可移動連接件固定地連接，且第四旋轉驅動傳送機構可建構成使得：第七帶輪繞著第二轉動關節之中心軸線相對第二可移動連接件的旋轉造成第八帶輪及第四可移動連接件相對第二可移動連接件繞著第三轉動關節之中心軸線旋轉。

【0013】 在一些實施例中，第一可移動連接件可更包括第五旋轉驅動傳送機構，其包括第九帶輪、第十帶輪、及橫跨於第九帶輪及第十帶輪間之一或更多第五傳動帶。

【0014】 於一些實施例中，第四馬達可坐落在第一可移動連接件內。

【0015】 在一些實施例中，一或更多第一傳動帶可由不銹鋼所製成且可包括至少二第一傳動帶，且該至少二第一傳動帶的每一傳動帶可具有固定地附接至第一旋轉驅動傳送機構之第一帶輪及第一旋轉驅動傳送機構的第二帶輪之其中一者的第一端部、和固定地附接至第一旋轉驅動傳送機構之第一帶輪及第一旋轉驅動傳送機構的第二帶輪之其中另一者的第二端部。

【0016】 於一些實施例中，基座、第一可移動連接件、及第二可移動連接件之內部空間可彼此流體連通，且第一轉動關節及第二轉動關節可皆配

備有真空級密封件。

【0017】 在一些實施例中，一或更多第一傳動帶的每一者可為連續式傳動帶。

【0018】 於一些實施例中，一或更多第一傳動帶之每一者可為V形傳動帶、平坦傳動帶、帶齒傳動帶、或圓形傳動帶，且一或更多第一傳動帶的每一者可由諸如橡膠或與編織材料結合之橡膠的材料所製成。

【0019】 在一些實施例中，晶圓搬運系統可更包括具有額定寬度、長度、和高度之腔室。該腔室可具有沿著相反壁面配置的複數個晶圓站，每一晶圓站具有一晶圓中心點。於此等實施例中，該寬度可界定相反壁面間之額定距離，並可定位該基座，使第一轉動關節的中心軸線坐落在自該等相反壁面之其中一者起、該寬度之10%至30%內。

【0020】 於一些實施例中，晶圓搬運系統可更包括建構成支撐半導體晶圓並連接至機器手臂的末端執行器，使得末端執行器由第一可移動連接件及第二可移動連接件所支撐。在此等實施例中，晶圓搬運系統亦可包括控制器，其具有通訊地連接之記憶體及一或更多處理器。記憶體能儲存用於控制一或更多處理器以進行下列者的電腦可執行指令：從第一轉動編碼器接收轉動位置資料；從第二轉動編碼器接收轉動位置資料；及至少部份地基於來自第一及第二轉動編碼器之轉動位置資料，判定相對末端執行器固定在空間中之一點的水平位置。

【0021】 於一些實施例中，記憶體可更儲存用於進一步控制一或更多處理器以進行下列者之電腦可執行指令：控制第一馬達、第二馬達、或第一馬達及第二馬達而維持啟動一或更多時間段，以使相對末端執行器固定於空間中的該點由第一位置移動至第二位置。

【0022】 在此說明書中所敘述之標的之一或更多實施例的細節係於附

圖及下面敘述中提出。其他特徵、態樣、及優點將由該敘述、圖式、及申請專利範圍變得明顯。注意以下圖式的相對尺寸可能未按比例繪製。

【圖式簡單說明】

【0023】 在該等附圖之圖面中，於此中所揭示的諸多實施例係藉由範例、而非藉由限制來說明，其中類似之參考數字意指類似的元件。

【0024】 圖1描述示範之鋼帶驅動系統。

【0025】 圖2描述示範的徑向配置傳送系統。

【0026】 圖3描述具有居中機器手臂之示範的矩形傳送系統。

【0027】 圖4描述具有偏置機器手臂之示範的矩形傳送系統。

【0028】 圖5描述圖4之傳送系統的前視圖。

【0029】 圖6描述示範之晶圓搬運機器人。

【0030】 圖7描述晶圓搬運機器人的另一範例。

【實施方式】

【0031】 重要的是，在此中所討論之概念係不限於在此中所討論的任何單個態樣或實施例，也不限於此等態樣及／或實施例之任何組合及／或置換。再者，本發明的每一態樣、及／或其實施例可單獨地採用或與其他態樣及／或其實施例之一或更多者結合採用。為了簡潔故，在此將不分開地討論及／或說明該等置換及組合的許多者。

【0032】 吾人期待半導體晶圓搬運機器人迅速、精確地移動，且幾乎沒有噪音、振動、或微粒產生的潛在性。據此，此等機器人典型設計成使得機器手臂或複數機器手臂之驅動元件(馬達)坐落於基座中(藉此減小移動部件中的重量並增加機器人可操作之速率)，且接著使用一些形式的機械驅動件(例如鋼帶)將那些馬達所提供的原動力經由該等手臂連接件傳送至從動

連接件。

【0033】 由於諸多理由，此等鋼帶驅動機構在半導體處理設備中係較佳的。首先，不銹鋼帶可比正時傳動帶(其通常由聚合和紡織材料之組合所製成；此等材料係更可能被半導體處理設備環境中可能遇到的化學品所損壞)更不易受化學侵蝕。不銹鋼帶在操作期間明顯較不可能產生微粒，反之正時傳動帶可能產生微粒(由於其較低的強度)和釋氣(由於所使用之聚合材料)兩者-這些副作用在半導體處理環境中皆潛在地有問題，因為它們可能影響晶圓處理和清潔度。於真空環境中，正時傳動帶亦傾向於變得受到熱應力，因為它們失去了透過對流來散熱的能力(由於缺乏大氣)。當正時傳動帶變熱時，它們大致上變得更容易受到熱破壞，並可能呈現出更高之故障率和微粒產生。

【0034】 鋼帶驅動機構典型以兩非連續式鋼帶為其特徵，該等鋼帶係附接至兩組並聯操作的帶輪，例如，每組帶輪連接至共用軸桿。每一帶將剛性地連接至組中帶輪中之一者，使每一帶坐落在該等帶輪之與該另一帶相反的側面上。此係概念性地說明於圖1中。在圖1中，顯示二帶輪驅動機構，其中第一帶輪152及第二帶輪154係藉由兩第一傳動帶172(172A和172B)連結。圖1中之上圖顯示第一帶輪152、第二帶輪154、及單獨的第一傳動帶172A；如可看出，第一傳動帶172A係不連續的-於此範例中，其係藉由銷固定至第一帶輪152及第二帶輪154。在實際操作中，此等附接情形可能更複雜，且可提供譬如調整兩帶輪之間的第一傳動帶172A之張力的能力。

【0035】 如將顯而易見，逆時針轉動第一帶輪152大約160度將同樣造成第二帶輪154逆時針旋轉。於此案例中，由於第一帶輪152約為第二帶輪154的兩倍大，所以第二帶輪154之旋轉速率將為第一帶輪152的兩倍-如此傳動帶系統亦可使用於不同比例之帶輪系統、例如1：1比率帶輪。

【0036】 然而，順時針旋轉第一帶輪152不會導致第二帶輪154中的對應順時針運動，因為第一傳動帶172A在此旋轉模式中係未處於張緊狀態。為了允許此順時針運動，可以與第一傳動帶172A大致相同的方式將第一傳動帶172B(看圖1之中間部分)固定至第一帶輪152和第二帶輪154，但是第一傳動帶172B大致上於相較第一傳動帶172A之不同位置連接至該等帶輪。所得到之旋轉驅動傳送機構可提供安靜且輕便的精確旋轉定位。然而，此系統之關鍵限制係此等鋼帶系統可提供的旋轉運動量係小於360°，因為該等傳動帶典型不能被允許使該等傳動帶與該等帶輪之間的連接點重疊。因此，典型有至少一10°至20°之死區(在圖1的最下部分中顯示有交叉陰影之餅圖段，其同時顯示帶輪上的兩傳動帶)，該等帶輪不能旋轉經過該死區。這限制使用此鋼帶旋轉驅動傳送機構之機器人的旋轉動作之範圍，然而於大多數典型的實施例中，這不是問題，因為在該等機器手臂操作之環境內的可用空間典型大到足以避免必須經歷將與如此受限之動作範圍相衝突的旋轉。

【0037】 例如，於真空環境中，常見將晶圓搬運機器人之基座定位在真空環境的中心附近，以致可放置或從其取回晶圓之半導體處理室、負載鎖定室、及其他工作站／位置係與機器手臂基座等距離-這可減少機器手臂的長度、允許更容易之控制設定(因為機器手臂運動對於與每一工作站互動而言係實質上完全相同)、並允許機器人於不經歷大關節轉動之情況下操作。圖2描述徑向配置的傳送室之範例，該傳送室係典型保持在真空、且具有與其於環繞其圓周或周邊之諸多位置連接的複數個晶圓處理室的腔室。在此範例中，傳送室201(其亦可被認為是晶圓搬運系統200)具有沿著四個不同側配置之四個晶圓處理室203、及兩個負載鎖定室205，該等負載鎖定室205充當鎖氣室，以允許晶圓進入及離開沿著另外兩側配置的傳送室之真空環境而不會干擾它。如所可見，機器手臂能夠容易地由其中心安裝位置進出任何處理

室或負載鎖定室。

【0038】 即使於非徑向地配置的傳送室中，仍典型將晶圓搬運機器人之基座大致上安裝在此等腔室的中心。例如，圖3描述示範之矩形型式的傳送室，其中兩組三個處理室303係沿著該傳送室301之相反側配置。中心定位的機器手臂302能夠抵達所有處理站303，而機器手臂302之任何轉動關節的旋轉均不超過180°。

【0039】 本發明人試圖建立一種新型之傳送室，其中例如類似於先前所討論的傳動帶驅動式機器手臂、或下面更詳細地討論之其變型的機器手臂係安裝在偏心位置中。由於此等機器手臂的驅動馬達和其他電子裝置(包括任何垂直舉升能力)典型係坐落於該機器手臂基座中，所以此等機器手臂之基座可能非常大，例如直徑為1英尺、且長度為2英尺或更長。對於真空傳送室而言，機器手臂基座典型安裝在傳送室中，使得基座突出至傳送室的底部之外，以致該室體積不需要包括用於基座的頭部空間。這減小該傳送室之體積，而使得其製造成本較不昂貴、更易於密封，並減少將傳送室泵吸至真空所需的時間量。然而，當機器手臂之基座延伸通過傳送室的地板時，它可能侵入例如在傳送室之下的人行道或其他人員進出通道。此等人行道或通道可允許人員維修或接近可能位於處理室本身下方之處理站的部件。本發明人理解此等配置使得人員難以施行此維護或以其他方式接近此等部件，並決定移動機器手臂，以致機器手臂之基座係定位接近傳送室的一側或另一側，導致在傳送室下方之較不狹窄的配置。取代使機器手臂基座平分延伸於傳送室下方之任何走道或通道，而將基座偏移至一側，留下一條通過它的單一開放路徑，該路徑係如果基座位於中心位置之通過基座之路徑的兩倍寬。

【0040】 圖4描述此新型傳送室之範例。於圖4中，傳送室301係類似於圖3的傳送室301，除了機器手臂302之基座已移位至一側，毗連傳送室300

的一側而設置。實務上，可能期望將機器手臂302之基座放置成盡可能接近一側或另一側，然而可針對公差、安全間隙、移動部件間隙等等而作出裕度。更概括而言，基座可定中心在自界定傳送室之寬度的壁部其中一者起、該寬度之25%內的位置上。例如，如果傳送室的寬度(圖4中之左右尺寸)係40英寸，則機器手臂302的基座可定中心在傳送室301之左側或右側(根據圖4之立體圖)的其中一者之10英寸內的位置上，例如於離此側大約7英寸處。對於此示範實施例中具有大約12英寸之直徑的典型機器手臂基座而言，這在基座與傳送室301的相反側之間留下大約28英寸的間隙。因此，縱使處理室303下方之設備延伸直至傳送室的側方，於傳送室之下在機器手臂基座與此設備之間仍然將有至少兩英尺寬的通道-藉此使人員更容易進出。

【0041】 圖5描述圖3及4之傳送室301的前視圖。在圖5中，傳送室301係升高離開地板。每一處理室303具有在其下方之腔室支撐設備303A，例如用於在處理室303內上下移動晶圓臺座的垂直升高裝置、冷卻系統、電源等，其可向下延伸至地板(或至少往地板之中途)。如所可見，基座304係定位至傳送室301之一側，留下間隙“X”供人員進出通過基座304。至基座304的右側之虛線輪廓描述於居中位置中的基座，如典型將在現有之傳送室的情況下所完成者。如所可見，該居中位置大大地減少傳送室301下方之通路。

【0042】 然而，本發明人亦理解到，如果將傳統的鋼帶驅動式晶圓搬運機器手臂使用於此偏心位置中，機器手臂可能需要經歷大於其連接件之一些者之正常範圍的旋轉，以便進出一些處理室；這些旋轉將導致機器手臂超過此等鋼帶系統允許之最大可容許的旋轉。

【0043】 藉由設計利用典型未見於晶圓搬運機器人中之技術和方法的新型晶圓搬運機器手臂，本發明人能夠克服此問題。一般而言，此等晶圓搬運機器手臂代替通常與連續式傳動帶系統(例如，使用聚合或基於聚合和織

物之正時傳動帶)一起使用的鋼帶系統。這允許完整的360°旋轉，而不受所使用之旋轉驅動傳送機構的限制。同時，本發明人判定取代使用典型在此等機器人中所作成的坐落於驅動馬達輸出處之轉動編碼器，較佳的將是將轉動編碼器安裝於機器手臂中之每一轉動關節處--即使當沒有馬達坐落在該轉動關節時亦然。於傳統晶圓搬運機器手臂系統中，轉動編碼器係與馬達並置(或甚至建構至馬達中作為整合單元，例如伺服馬達)，因為這允許轉動編碼器及馬達的配線共同定向。對於許多機器手臂關節而言，此亦避免使編碼器之配線通過轉動關節的需要(或至少避免使編碼器之配線通過尚未具有電饋通或電纜線路之任何轉動關節的需要，該電饋通或電纜線路係用於控制可能潛在地坐落於例如與基座相鄰之機器手臂連接件段的任何馬達)，藉此簡化機器手臂設計。相比之下，此揭示內容之標的之新晶圓搬運機器手臂可經由介設於手臂的基座與轉動編碼器所在位置之間之機器手臂的諸多運動學關節，把配線定向至轉動編碼器。因此，轉動關節沿著其中線可為中空的，以便允許此電纜線路通過它們而不暴露至手臂外側之環境，並減少此等電纜於機器手臂運動期間所經歷的運動量。在一些替代的此等設計中，電纜本身可能並非連續的或甚至可能不是電纜。例如，撓性或非撓性印刷電路基板可用以提供信號往來轉動編碼器的導電路徑，且用於在轉動介面範圍提供電連續性的滑環或其他類似機構可用以將轉動編碼器電連接至控制器。此等滑環或類似機構可坐落在譬如轉動關節之密封部份內，以便保護導電路徑且亦防止由此等機構所產生的任何微粒逸出機器手臂(除了通過基座以外)。

【0044】 用於此揭示內容之目的，片語“直接受驅動”、“直接驅動”、“直接地驅動”、及其變型意指旋轉零件與對旋轉零件提供旋轉輸入的馬達之間的關係，其中該馬達具有大致上與該旋轉零件之旋轉軸同軸向的旋轉中心(由於製造公差可能有一些微小的偏差，且一些系統可使用旋轉撓

性耦合器來調節此偏差，但是馬達旋轉軸和旋轉零件旋轉軸仍將被理解為“大致上彼此同軸向”)。受到其各自之馬達直接驅動的旋轉零件係亦在與該等馬達之旋轉輸出相同的速率下旋轉;於該馬達與該旋轉零件之間並未介設中間齒輪減速或其他減速／增強器。

【0045】 類似地，該等片語“間接受驅動”、“間接驅動”、“間接地驅動”、及其變型意指旋轉零件和對旋轉零件提供旋轉輸入的馬達之間的關係,其中該馬達具有在垂直於旋轉零件之旋轉軸之方向上由該旋轉軸偏移(一些設計量，與由於組裝或製造公差而發生的偏移相反)之旋轉中心。在本申請案之上下文中，實現此間接驅動的機構係稱為“旋轉驅動傳送機構”。此等旋轉驅動傳送機構大致上包括兩個帶輪,每一帶輪係附接至驅動旋轉零件(其可為馬達之輸出或可藉由例如另一旋轉驅動傳送機構的旋轉輸出之一些其他旋轉輸入所驅動)或受驅動旋轉零件的任一者。實務上，每一旋轉零件可具有單一帶輪或可具有與旋轉零件之相同軸桿或其他共用部分連接的多數個帶輪。於此多帶輪情況下，帶輪一詞可理解為單獨地應用於帶輪或總體上應用於一起繞著相同軸線旋轉的多數個帶輪。

【0046】 如此，下面所敘述的晶圓搬運機器人(其僅是體現在此中所提出之概念的機器手臂之範例、且不意欲限制將這些概念的應用於其他機器手臂)大致上可敘述為具有至少一旋轉驅動傳送機構及在該等機器手臂的可移動連接件之間的至少一轉動關節,該至少一轉動關節係藉由此旋轉驅動傳送機構所驅動，且具有與該轉動關節相關聯之轉動編碼器。此等機器手臂亦可包括額外的旋轉驅動機構及轉動關節、以及在該等額外轉動關節處之額外轉動編碼器。

【0047】 下面所敘述的晶圓搬運機器人、及體現類似概念之其他機器人亦能夠達成目前在該機器手臂工業中聞所未聞的定位精度。例如，對於具

有大約1.7米之最大延伸長度(從手臂的旋轉中心測量至由該手臂所運送之晶圓的中心)之典型機器手臂而言，在此所討論的包括將轉動編碼器放置於每一轉動關節之概念，可允許此機器手臂具有低至±25 μm的晶圓定位精度或可重複性，這比許多現有技術的晶圓搬運機器人(其可能具有±70 μm之晶圓定位精度或可重複性)低近乎三分之二。該改進的晶圓定位精度可允許晶圓以更高之精度放置或定中心於半導體處理室中的承接晶圓臺座或卡盤上，允許在該晶圓上處理更小之特徵部尺寸。

【0048】 下面討論的晶圓搬運機器人之進一步益處係與在旋轉輸入(馬達)處相反，編碼器於轉動關節處的放置允許透過閉環控制系統將使用正時傳動帶或其他非鋼帶可能導致之任何增加的不精確性加以掌握並去除。譬如，如果正時傳動帶在使用時稍微伸展，則此伸展將導致受驅動帶輪與驅動帶輪的旋轉方位略有不同(假設帶輪直徑比為1：1)，如果驅動帶輪係轉動編碼器所在之位置，將導致關於可移動連接件在機器手臂中所在位置的不準確度增加。

【0049】 圖6描述示範晶圓搬運機器手臂之圖解。於圖6中，描述示範的機器手臂602。在此範例中，機器手臂602具有基座604、第一可移動連接件606、第二可移動連接件608、及第三可移動連接件610。第三可移動連接件610終止於第一末端執行器614中，該第一末端執行器614可為葉片型末端執行器，其可類似抹刀般設置在半導體晶圓下方，以便由下方將半導體晶圓舉起。第一可移動連接件606之第一端部606A可經由第一轉動關節618與基座604可旋轉地連接，該第一轉動關節618可包括一或更多組轉動軸承694(未單獨提及，但於該圖例中指示-額外的轉動軸承694也針對其他轉動關節指示)。類似地，第二可移動連接件608之第一端部608A可藉由第二轉動關節620與第一可移動連接件606的第二端部606B可旋轉地連接，且第三可

移動連接件610之第一端部610A可藉由第三轉動關節622與第二可移動連接件608的第二端部608B可旋轉地連接。第一轉動關節618可建構成回應由坐落在基座604中之第一馬達630所接收的旋轉輸入，而允許第一可移動連接件606繞著第一旋轉軸624相對基座604旋轉。類似地，第二轉動關節620可建構成允許第二可移動連接件608繞著第二旋轉軸626相對第一可移動連接件606旋轉，且第三轉動關節622可建構成允許第三可移動連接件610繞著第三旋轉軸628相對第二可移動連接件608旋轉。在此所討論之轉動關節在此亦可稱為轉動介面。

【0050】 所描述的示範機器手臂602僅具有兩個自由度-第一末端執行器614沿著與第一旋轉軸624相交並垂直於第一旋轉軸624之軸線的伸展和縮回。據此，僅顯示有兩馬達，即第一馬達630和第二馬達632。兩馬達皆容置在基座內，以避免使馬達之重量坐落於可移動連接件中。

【0051】 在此示範機器手臂中，第一馬達630如所示藉由往下延伸進入第一馬達630的管狀軸桿直接地驅動第一可移動連接件606。然而，第二馬達632透過過第一旋轉驅動傳送機構642間接驅動第二可移動連接件608，該第一旋轉驅動傳送機構642包括第一帶輪652、第二帶輪654、及第一傳動帶672。於此範例中，第一傳動帶672係正時傳動帶或其他連續環形帶。第一帶輪652係直接由第二馬達632驅動，且第二帶輪654係與第二可移動連接件608固定地連接，使得第二可移動連接件608及第二帶輪654一起運動。當第一帶輪652例如藉由致動第二馬達632而不致動第一馬達630(或藉由以不同的速率和／或方向致動兩馬達)而相對第一可移動連接件606繞著第一旋轉軸624旋轉時，相對旋轉運動可藉由第一傳動帶672傳送至第二帶輪656，藉此造成第二帶輪656、及與其連接之第二可移動連接件608相對第一可移動連接件606旋轉。

【0052】 除了坐落在第一可移動連接件606中的第一旋轉驅動傳送機構642以外，機器手臂602亦可具有坐落於第二可移動連接件608中之第二旋轉驅動傳送機構644。第二旋轉驅動傳送機構644可包括第三帶輪656(在此案例中，其僅係延伸穿過第二轉動關節620的管狀軸桿之外側)、第四帶輪658、和第二傳動帶674。在此特定實施例中，第三帶輪656係與第一可移動連接件606固定地連接。其結果是，於第一可移動連接件606及第二可移動連接件608之間繞著第二旋轉軸626的相對旋轉運動(如可藉由第一旋轉驅動傳送機構642之操作所造成)能因此造成第二旋轉驅動傳送機構644運作。此相對旋轉移動可如此經由可與第三可移動連接件610連接的第四帶輪658傳送至第三可移動連接件610，且因此直接地驅動第三可移動連接件610。

【0053】 在此範例中，第一帶輪652及第二帶輪654具有2：1的直徑比，其將造成第二帶輪654以第一帶輪654之兩倍速轉動第一帶輪654的兩倍量；此比率可用以造成第一可移動連接件606及第二可移動連接件608向外和向內地「剪切」(scissor)，而第三旋轉軸628沿著遠離第一旋轉軸624延伸之半徑平移。對應地，第三帶輪656及第四帶輪658具有1：2的直徑比，其使第三可移動連接件610及第一末端執行器614以第一可移動連接件606和第二可移動連接件608繞著第二旋轉軸626相對彼此旋轉之一半速率，繞著第三旋轉軸628旋轉。這造成第一末端執行器614在機器手臂602的伸展和縮回期間保持與先前提及之半徑對齊。

【0054】 如上面所提及，機器手臂602亦包括坐落於每一轉動關節的轉動編碼器。譬如，第一轉動編碼器682可坐落在第一轉動關節618，第二轉動編碼器684可坐落於第二轉動關節620，且第三轉動編碼器可坐落在第三轉動關節622。如在此所使用的術語，轉動編碼器意指建構成測量繞著兩部件之間的軸線之轉動位移的感測器裝置。此裝置包括兩部分，其各者係固

定至該兩部件的不同者。當然，該兩部分係相對彼此自由旋轉，且在某些情況下，可一起耦接成單一整合單元(相當類似滾珠軸承，可具有內座圈和外座圈，該等座圈之每一者與該滾珠軸承所安裝於其之間的兩零件之其中一不同者介接)。在其他情況中，該兩部分可為彼此物理地分離，例如，一部分可安裝於一可旋轉部件上，而另一部分安裝在另一可旋轉部件上--然後將該兩可旋轉部件匹配在一起，轉動編碼器的二部份可彼此對齊，以允許轉動位置測量，但該二部份於操作期間實際上可能永遠不會彼此接觸。在圖6中，第一轉動編碼器682可具有與第一可移動連接件606固定地連接之第一部分和與基座604固定地連接的第二部分。類似地，第二轉動編碼器684可具有與第二可移動連接件608固定地連接之第一部分、及與第一可移動連接件606固定地連接的第二部分，且第三轉動編碼器686可具有與第三可移動連接件610固定地連接之第一部分、和與第二可移動連接件608固定地連接的第二部分。

【0055】 適用於在此所討論之晶圓搬運機器手臂的編碼器大致上可為基於光學之種類，例如其中一部分包括一組高精確度基準標記的編碼器，該等標記可藉由坐落在第二部份中之感測器光學式讀取。由於不佳的精度、摩擦或其他因素，其他類型之編碼器、例如機械式、磁性、或電容編碼器大致上不適用於此等機器手臂。可使用於在此所討論的實施例之轉動編碼器的範例包括例如藉由英國格洛斯特郡New Mills, Wotton-under-Edge之Renishaw Plc所提供的RESOLUTE ™編碼器系列。此等轉動編碼器能達到32位元解析度，並可提供高達±1弧秒(±0.0002778°)之旋轉角度測量精度。光學轉動編碼器大致上比其他類型的轉動編碼器更昂貴，且當髒污時(例如當灰塵積聚在此等轉動編碼器之光學感測器或光發射器上時)更易於經歷性能下降。儘管如此，本發明人判定由此等光學轉動編碼器所提供的精確度超過此等潛在

之缺點。

【0056】 機器手臂602中的轉動編碼器可藉由一或更多纜線與可包括一或更多處理器699及記憶體698的控制器696連接，該一或更多纜線饋送通過將每一轉動編碼器與基座604分開的機器手臂之諸多轉動關節。例如，記憶體698可儲存用於執行PID(比例 - 積分 - 微分)控制迴路之指令，該控制迴路利用來自轉動編碼器的資料，以便決定用於馬達之轉動速率(控制器696亦可與馬達通訊連接，並將用於控制馬達的控制信號提供至馬達)。

【0057】 圖6中所顯示之機器手臂602係適用於大氣條件下，並如所顯示地不包括將使其適用於真空環境中的密封件或其他特徵。然而，應理解此機器手臂可輕易地修改，以藉由用真空級／密封軸承替換或增強現有轉動軸承的一些或全部者而在真空中操作，如將參考以下實施例更詳細地討論。再者，雖然轉動編碼器係顯示為安裝在機器手臂之外部，但是其他實施例的特徵可為轉動編碼器坐落於可移動連接件及／或基座604內，以便更佳地保護轉動編碼器免受損壞和髒污。

【0058】 圖7描述比圖6中所顯示者更複雜之另一示範機器手臂；所描述的範例不僅包括二個末端執行器，且每一末端執行器能夠相對支撐它們之可移動連接件獨立旋轉。所描述的範例亦包括z軸運動能力(應當理解，其亦可在類似於圖6中所示者之實施例中實現)，且係建構成在真空環境中運作。

【0059】 於圖7中，描述示範機器手臂702。於此範例中，機器手臂702具有基座704、第一可移動連接件706、第二可移動連接件708、第三可移動連接件710、及第四可移動連接件712。第三可移動連接件710及第四可移動連接件712分別終止在第一末端執行器714及第二末端執行器716中，第一末端執行器714及第二末端執行器716可為葉片型末端執行器，其可類似抹刀般設置於半導體晶圓下方，以便由下面將半導體晶圓舉起。第一可移動連接

件706的第一端部706A可經由第一轉動關節718與基座704可旋轉地連接，該第一轉動關節718可包括一或更多組轉動軸承794(未單獨提及，但於該圖例中指示--在該諸多轉動關節亦顯示另外之轉動軸承794)。類似地，第二可移動連接件708的第一端部708A可藉由第二轉動關節720與第一可移動連接件706之第二端部706B可旋轉地連接，且第三可移動連接件710的第一端部710A可藉由第三轉動關節722與第二可移動連接件708之第二端部708B可旋轉地連接。第一轉動關節718可建構成回應由坐落在該基座704中的第一馬達730所接收之轉動輸入，而允許第一可移動連接件706繞著第一旋轉軸724相對基座704旋轉。類似地，第二轉動關節720可建構成允許第二可移動連接件708繞著第二旋轉軸726相對第一可移動連接件706旋轉，且第三轉動關節722可建構成允許第三可移動連接件710及第四可移動連接件712相對第二可移動連接件708繞著第三旋轉軸728獨立地旋轉。

【0060】 與機器手臂602不同，所描述的示範機器手臂702具有五個自由度。為了提供此等自由度，機器手臂702包括總共四個馬達和線性致動器738。第一馬達730和第二馬達732、以及線性致動器738係容置在基座內，而第三馬達734及第四馬達736係坐落於第一可移動連接件706中。或者，應當理解，第三馬達734及／或第四馬達736亦容置在基座704中，且其旋轉輸出使用同心驅動軸桿傳遞經過第一轉動關節718(如針對第二馬達732之輸出已做成者)。線性致動器738可用以驅動基座容置第一馬達730和第二馬達732的子部份，並在垂直方向中上下支撐第一轉動關節718及可移動連接件，以促進z軸運動。導軌740可導引此動作，並沿著z軸提供穩定的運動。波紋管790可設置成對基座704的其餘部分密封基座704之可移動子部分，藉此允許該子部分相對基座704之其餘部分垂直移動，而不提供氣體進入基座704的洩漏路徑。實務上，基座704之上表面可譬如以氣密方式連接至通往

傳送模組的介面，以防止通過基座704的上表面之洩漏，藉此允許維持環繞機器手臂702的可移動連接件之真空環境。

【0061】 在此示範的機器手臂中，第一馬達730如所示藉由往下延伸進入第一馬達730之管狀軸桿直接地驅動第一可移動連接件706。然而，第二馬達732經由第一旋轉驅動傳送機構742間接地驅動第二可移動連接件708，該第一旋轉驅動傳送機構742包括第一帶輪752、第二帶輪754、及第一傳動帶772。於此範例中，第一傳動帶772係正時傳動帶或其他連續環形傳動帶。第一帶輪752係藉由第二馬達732直接地驅動。然而，不同於第二帶輪654，第二帶輪754係與第二可移動連接件708固定地連接，使得第二可移動連接件708及第二帶輪754一起運動。當例如藉由致動第二馬達732而不致動第一馬達730(或藉由以不同的速率及／或方向致動兩馬達)使第一帶輪752繞著第一旋轉軸724相對第一可移動連接件706旋轉時，它們之間的相對旋轉動作可透過第一傳動帶772傳送至第二帶輪754，藉此造成第二帶輪754、和與其連接之第二可移動連接件708相對第一可移動連接件706旋轉。

【0062】 除了坐落在第一可移動連接件706中的第一旋轉驅動傳送機構742以外，機器手臂702亦可具有坐落於第二可移動連接件708中之第二旋轉驅動傳送機構744。第二旋轉驅動傳送機構744可包括第三帶輪756、第四帶輪758、和第二傳動帶774。與和第一可移動連接件606固定地連接的第三帶輪656相比，於此範例中，第三帶輪756係與第一可移動連接件706可旋轉地連接，使得第一可移動連接件706及第三帶輪756可繞著第二旋轉軸726獨立地旋轉。在此範例中，第三帶輪756係由第三旋轉驅動傳送機構746所驅動，該第三旋轉驅動傳送機構746可包括第五帶輪760、第六帶輪762、和第三傳動帶776。第三馬達734之輸出可驅動該第五帶輪760，其因此驅動第三傳動帶776，藉此造成第六帶輪762、以及與其固定地連接的第三帶輪756旋

轉--這造成第四帶輪758、和與其固定地連接之第三可移動連接件710相對第二可移動連接件706旋轉。應當理解，其他實施例可具有直接地驅動第六帶輪762／第三帶輪756的第三馬達734，或可使第三馬達734坐落於基座中，而將額外之驅動傳送機構用以將來自第三馬達734的原動力輸送至第六帶輪762(且因此輸送至第三帶輪756)。應當理解，在某些情況下，第三帶輪756和第六帶輪762可為相同的直徑，且甚至僅是管件之相同圓柱形外部表面的不同部分(對於第七帶輪764和第十帶輪770也是如此，其係在下面討論)。由於此示範機器手臂中之每一轉動關節係藉由分開的馬達獨立地驅動，所以如果需要，可變動所使用之諸多帶輪的尺寸，且透過馬達速率／位移的控制來調節任何變動。

【0063】 在雙重末端執行器之實施例中，可設置第四旋轉驅動傳送機構748，其包括第七帶輪764、第八帶輪766、和第四傳動帶778。第八帶輪766可與第四可移動連接件712固定地連接，使得第八帶輪766繞著第三旋轉軸728相對第二可移動連接件708的旋轉造成第四可移動連接件712及第二末端執行器716亦相對第二可移動連接件708繞著第三旋轉軸728旋轉。類似於第三帶輪756，第七帶輪764可與第一可移動連接件706及第二可移動連接件708可旋轉地連接，使得第七帶輪764可獨立於第一可移動連接件706及第二可移動連接件708而旋轉。因此，當第七帶輪764繞著第二旋轉軸726相對第二可移動連接件708旋轉時，第四傳動帶778之對應運動可同樣造成第八帶輪766旋轉，藉此造成第四可移動連接件712繞著第三旋轉軸728相對第二可移動連接件708旋轉。

【0064】 在此範例中，第七帶輪764係由第五旋轉驅動傳送機構750所驅動，第五旋轉驅動傳送機構可包括第九帶輪768、第十帶輪770、及第五傳動帶780。第四馬達736的輸出可驅動第九帶輪768，其因此驅動第五傳動

帶780，藉此造成第十帶輪770、以及與其固定地連接之第七帶輪764旋轉--這造成第八帶輪766、及與其固定地連接的第四可移動連接件712相對第二可移動連接件706旋轉。應當了解，其他實施例可具有直接地驅動第七帶輪第764／第十帶輪770的第四馬達736，或可使第四馬達736坐落於基座704中，而將額外的驅動傳送機構用以將來自第四馬達736的原動力輸送至第十帶輪770(且因此輸送至第七帶輪764)。

【0065】 如此配置允許第二馬達732及第三馬達734分別獨立地控制第二可移動連接件708及第三可移動連接件710之相對轉動位置。

【0066】 如上面所論及，機器手臂702亦包括坐落在每一轉動關節的轉動編碼器。譬如，第一轉動編碼器782可坐落靠近該第一轉動關節718(於此情形中，其係坐落毗連第一馬達730，且係坐落在基座704內，但其仍然定中心於第一轉動關節718之第一旋轉軸724上)，第二轉動編碼器784A可坐落在第二轉動關節720，第三轉動編碼器786及第四轉動編碼器788可坐落於第三轉動關節722。

【0067】 在圖7中，第一轉動編碼器782可具有與第一可移動連接件706固定地連接的第一部份、及與基座704固定地連接之第二部份。類似地，第二轉動編碼器784A可具有與第二可移動連接件708固定地連接的第一部份、及與第一可移動連接件706固定地連接之第二部份，第三轉動編碼器786可具有與第三可移動連接件710固定地連接的第一部分、和與第二可移動連接件708固定地連接之第二部分，且第四轉動編碼器788可具有與第四可移動連接件712固定地連接的第一部分、和與第二可移動連接件708固定地連接之第二部分。另外，於一些實施例中，可在其他位置設置額外的旋轉編碼器(於此亦稱為轉動編碼器)，以提供甚至更高精度之可能性。例如，可在第二馬達632處設置額外的第二轉動編碼器784B；於此等情況中，定位在第二

轉動關節720處之第二轉動編碼器784A的輸出可用以向控制迴路提供位置資料，而定位在第二馬達732處的另一第二轉動編碼器784B可用以向控制迴路提供速度資料。此方法可用以掌握第一傳動帶772中之任何順應性；如果有需要，亦可對於所使用的其他轉動編碼器採用類似方式。

【0068】 與機器手臂602一樣，機器手臂702亦可包括具有記憶體798及一或更多處理器799之控制器796；記憶體798可類似地儲存用於控制機器手臂702的電腦可執行指令，例如用於執行PID子程式以使用來自轉動編碼器之輸入以便控制馬達而造成機器手臂移動至期望位置的指令。

【0069】 機器手臂602和機器手臂702之間的另一個差異為機器手臂702在每一轉動關節、或至少於具有傳動帶附接至其上之帶輪的每一轉動關節處包括真空緊密式旋轉密封件792。此等真空緊密式密封件之範例係鐵磁流體密封件，其提供產生很少(如果有的話)微粒污染之堅固、低摩擦的真空密封件(任何在操作期間磨損脫落之金屬顆粒都會立即藉由該密封件的磁場所捕獲，藉此防止此等顆粒遷移至譬如由晶圓搬運機器人所運送的晶圓上)。真空緊密式密封件可整合至軸承組件或與轉動軸承結合使用，該等轉動軸承允許通過真空緊密式密封件之平滑旋轉動作。這允許以真空緊密式密封件密封的可移動連接件之內部保持在大氣壓力下，而環繞該等可移動連接件的環境保持於真空下。一般而言，只有保持在大氣壓力下之每一可移動連接件的最外側密封件可由真空緊密式密封件所提供；其他轉動軸承可能未配備有此等密封件。藉由將帶驅動系統密封於該等可移動連接件之大氣部分中，由傳動帶所產生的任何微粒將保持與真空環境隔離，藉此保持其清潔度。

【0070】 應當理解，偏心機器手臂安裝之概念、正時傳動帶代替鋼帶的使用、及轉動編碼器在該機器手臂之每一轉動關節的使用可各代表獨立的想法，且可分開地實施或作為相互依附的組合或子組合而實施。如此，譬如，

具有正時傳動帶及關節安裝式轉動編碼器之機器手臂可用於非偏心安裝位置中等等。

【0071】 應當理解，除非進一步限定，否則“組”一詞意指一組的一或更多項目-除非有暗示存在複數項目之進一步語言，否則不需要存在複數項目。例如，“一組二或更多項目”將理解為具有至少兩項目。相反地，“一組一或更多項目”將理解為可能僅具有一項目。同樣地，應當理解，“每一”一詞可在此用於意指一組之每一成員，縱使該組僅包括一成員。“每一”一詞亦可以與隱含組相同的方式使用，例如，未使用「組」一詞但其他語言暗示存在一組之情況。例如，“一或更多項目的每一項目”應理解為等同於“一或更多項目之組中的每一項目”。

【0072】 如上面所討論，於一些實施例中，控制器可為在此所討論之晶圓搬運系統的一部分。該晶圓搬運系統亦可視為半導體處理工具，例如，其亦可包括半導體處理設備，該半導體處理設備包括處理室或複數處理室、用於處理之平台或複數平台、及／或特定處理部件(晶圓臺座、氣流系統等)。這些系統(包括機器手臂)可與電子元件整合，用於在處理半導體晶圓或基板之前、期間和之後控制該等系統的操作。該電子元件可稱為“控制器”，其可控制系統或複數系統之諸多部件或子零件。取決於系統的處理要求及／或類型，可將控制器編程，以控制在此所揭示之任何製程(諸如用於控制晶圓搬運機器人的製程)、以及未在此討論之其他製程或參數，諸如處理氣體的輸送、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、流速設定、流體輸送設定、位置和操作設定、晶圓傳送進出腔室和其他傳送工具及／或連接至特定系統或與特定系統介接之負載鎖定室。

【0073】 廣泛而言，控制器可定義為具有諸多積體電路、邏輯、記憶

體、及／或軟體的電子元件，其接收指令、發出指令、控制操作、啟用清潔操作、啟用端點測量等。該等積體電路可包括呈儲存程式指令的韌體形式之晶片、數位信號處理器(DSPs)、定義為特定應用積體電路(ASICs)的晶片、及／或一或更多微處理器、或執行程式指令(例如軟體)之微控制器。程式指令可為以諸多個別設定(或程式檔案)的形式傳遞至控制器之指令，該等個別設定定義用於在半導體晶圓上或為半導體晶圓或對系統進行特定製程的操作參數。在一些實施例中，操作參數可為由製程工程師所定義之配方的一部分，以於一或更多層、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完成一或更多處理步驟。

【0074】 在一些實施例中，控制器可為電腦之一部份或耦接至電腦，該電腦係與系統整合、耦接至系統、以別的方式網路連結至系統、或其組合。例如，控制器可位於“雲端”中或為工廠主機電腦系統之全部或一部份，其可允許晶圓處理的遠端存取。電腦可啟用對系統之遠端存取，以監控製造操作的當前進度、檢查過去製造操作之歷史、檢查來自複數個製造操作的趨勢或性能度量、改變當前處理之參數、將處理步驟設定成遵循當前處理、或啟動新的製程。在一些範例中，遠端電腦(例如伺服器)能透過網絡向系統提供製程配方，該網絡可包括區域網絡或網際網路。遠端電腦可包括實現參數及／或設定之輸入或編程的使用者介面，該參數及／或設定接著從遠端電腦被傳遞至該系統。於一些範例中，控制器接收資料形式的指令，其指定在一或更多操作期間待施行之每一處理步驟的參數。應該理解的是，該等參數可專用於待施行之製程的類型及控制器配置成與之介接或對其加以控制的工具之類型。如此，如上面所述，控制器可為分佈式，諸如藉由包含一或更多以網路連結在一起且朝著共同目的(諸如在此敘述之製程和控制)工作的離散控制器。用於此等目的之分佈式控制器的範例將為腔室上之一或更多積體電

路，其與遠端定位的一或更多積體電路(諸如在平台等級或作為遠端電腦之一部分)通訊，其組合以在腔室上控制製程。

【0075】 非限制性地，示範晶圓搬運系統可包括或具有附接至其的電漿蝕刻室或模組、沈積室或模組、自旋洗滌室或模組、金屬電鍍室或模組、清潔室或模組、斜邊蝕刻室或模組、物理氣相沈積(PVD)室或模組、化學氣相沈積(CVD)室或模組、原子層沈積(ALD)室或模組、原子層蝕刻(ALE)室或模組、離子植入室或模組、軌道室或模組、及可關聯於或用於半導體晶圓之製造及／或製作的任何其他半導體處理系統。

【0076】 如上面所提及，取決於待由工具施行之一或更多製程步驟，控制器可與其他工具電路或模組、其他工具部件、集束型工具、其他工具介面、相鄰工具、附近工具、遍布工廠的工具、主電腦、另一控制器、或用於材料運送將晶圓容器攜帶進出半導體製造工廠中的工具位置及／或裝載埠之工具的一或更多者通訊。

【0077】 應當理解，雖然聚焦在特定之示範實施例或複數實施例上，但以上揭示內容係不限僅所討論之範例，而且也可應用於類似的變型及機構，且此等類似變型及機構亦考量為是在本揭示內容之範圍內。

【符號說明】

【0078】

152 第一帶輪

154 第二帶輪

172 第一傳動帶

172A 第一傳動帶

172B 第一傳動帶

200 晶圓搬運系統

201 傳送室

203 晶圓處理室

205 負載鎖定室

300 傳送室

301 傳送室

302 機器手臂

303 處理室

303A 腔室支撐設備

304 基座

602 機器手臂

604 基座

606 第一可移動連接件

606A 第一端部

606B 第二端部

608 第二可移動連接件

608A 第一端部

608B 第二端部

610 第三可移動連接件

610A 第一端部

614 第一末端執行器

618 第一轉動關節

620 第二轉動關節

622 第三轉動關節

624 第一旋轉軸

626 第二旋轉軸

628 第三旋轉軸

630 第一馬達

632 第二馬達

642 第一旋轉驅動傳送機構

644 第二旋轉驅動傳送機構

652 第一帶輪

654 第二帶輪

656 第二帶輪

658 第四帶輪

672 第一傳動帶

674 第二傳動帶

682 第一轉動編碼器

684 第二轉動編碼器

686 第三轉動編碼器

694 轉動軸承

696 控制器

698 記憶體

699 處理器

702 機器手臂

704 基座

706 第一可移動連接件

706A 第一端部

706B 第二端部

708 第二可移動連接件

708A 第一端部

708B 第二端部

710 第三可移動連接件

710A 第一端部

712 第四可移動連接件

714 第一末端執行器

716 第二末端執行器

718 第一轉動關節

720 第二轉動關節

722 第三轉動關節

724 第一旋轉軸

726 第二旋轉軸

728 第三旋轉軸

730 第一馬達

732 第二馬達

734 第三馬達

736 第四馬達

738 線性致動器

740 導軌

742 第一旋轉驅動傳送機構

744 第二旋轉驅動傳送機構

748 第四旋轉驅動傳送機構

750 第五旋轉驅動傳送機構

752 第一帶輪

754 第二帶輪

756 第三帶輪

758 第四帶輪

760 第五帶輪

762 第六帶輪

764 第七帶輪

766 第八帶輪

768 第九帶輪

770 第十帶輪

772 第一傳動帶

774 第二傳動帶

776 第三傳動帶

778 第四傳動帶

780 第五傳動帶

782 第一轉動編碼器

784A 第二轉動編碼器

784B 第二轉動編碼器

786 第三轉動編碼器

788 第四轉動編碼器

790 波紋管

792 旋轉密封件

794 轉動軸承

796 控制器

798 記憶體

799 處理器

201935603

【發明摘要】

【中文發明名稱】具有轉動關節編碼器的晶圓搬運機器人

【英文發明名稱】WAFER HANDLING ROBOTS WITH ROTATIONAL JOINT ENCODERS

【中文】

提供晶圓搬運機器人，其係建構成提供高晶圓放置精度。此等機器人利用旋轉驅動傳送機構以及轉動編碼器，該等轉動編碼器係坐落在每一轉動關節處，而不是僅只在馬達輸出處。

【英文】

Wafer handling robots are provided that are configured to provide high wafer placement accuracy. Such robots utilize rotational drive transfer mechanisms as well as rotational encoders that are located at each rotational joint, as opposed to solely at the motor outputs.

【指定代表圖】　圖6

【代表圖之符號簡單說明】

602 機器手臂

604 基座

606 第一可移動連接件

606A 第一端部

606B 第二端部

608 第二可移動連接件

608A 第一端部

608B 第二端部

610 第三可移動連接件

610A 第一端部

614 第一末端執行器

618 第一轉動關節

620 第二轉動關節

622 第三轉動關節

624 第一旋轉軸

626 第二旋轉軸

628 第三旋轉軸

630 第一馬達

632 第二馬達

642 第一旋轉驅動傳送機構

644 第二旋轉驅動傳送機構

652 第一帶輪

654 第二帶輪

656 第二帶輪

658 第四帶輪

672 第一傳動帶

674 第二傳動帶

682 第一轉動編碼器

684 第二轉動編碼器

686 第三轉動編碼器

694 轉動軸承

696 控制器

698 記憶體

699處理器

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種晶圓搬運系統，包含：

機器手臂，包括：

基座；

第一可移動連接件，該第一可移動連接件之第一端部經由第一轉動關節可旋轉地連接至該基座；

第二可移動連接件，該第二可移動連接件的第一端部經由第二轉動關節可旋轉地連接至該第一可移動連接件之第二端部；

第一旋轉驅動傳送機構，包括第一帶輪、第二帶輪、及橫跨於該第一帶輪和該第二帶輪之間的一或更多第一傳動帶，其中：

該第二帶輪係與該第二可移動連接件固定地連接，及

該第一旋轉驅動傳送機構係建構成使得：該第一帶輪相對該第一可移動連接件之旋轉造成該第二帶輪及該第二可移動連接件相對該第一可移動連接件繞著該第二轉動關節的中心軸線旋轉；

第一馬達，該第一馬達坐落於該基座中，並具有連接至該第一可移動連接件且建構成驅動該第一可移動連接件的轉動輸出；

第二馬達，該第二馬達坐落在該基座中，並具有連接至該第一帶輪且建構成驅動該第一帶輪之轉動輸出；

第一轉動編碼器，具有與該基座固定地連接的第一部分、和與該第一可移動連接件固定地連接之第二部分；及

第二轉動編碼器，具有與該第一可移動連接件固定地連接的第一部分、和與該第二可移動連接件固定地連接之第二部分。

【第2項】 如申請專利範圍第1項的晶圓搬運系統，其中該第一轉動編碼器及該第二轉動編碼器各具有選自由下列者所組成的族群之解析度：30位元或更多及33微度或更多。

【第3項】 如申請專利範圍第1項的晶圓搬運系統，其中：

該第一轉動關節包括於該基座與該第一可移動連接件之延伸進入該基座的部份間之第一鐵磁流體密封件，且

該第二轉動關節包括在該第一可移動連接件及該第二可移動連接件之延伸進入該第一可移動連接件的部份間之第二鐵磁流體密封件。

【第4項】 如申請專利範圍第1項的晶圓搬運系統，其中該機器手臂更包括：

第三可移動連接件，該第三可移動連接件之第一端部經由第三轉動關節可旋轉地連接至該第二可移動連接件的第二端部；

第二旋轉驅動傳送機構，包括第三帶輪、第四帶輪、及橫跨於該第三帶輪與該第四帶輪間之一或更多第二傳動帶；及

第三轉動編碼器，具有與該第二可移動連接件固定地連接的第一部份、及與該第三可移動連接件固定地連接之第二部份，其中：

該第三帶輪係與該第一可移動連接件固定地連接，

該第四帶輪係與該第三可移動連接件固定地連接，且

該第二旋轉驅動傳送機構係建構成使得：該第三帶輪相對該第二可移動連接件的旋轉造成該第四帶輪及該第三可移動連接件相對該第二可移動連接件繞著該第三轉動關節之中心軸線旋轉。

【第5項】 如申請專利範圍第1項的晶圓搬運系統，其中該機器手臂更包括：

第三馬達；

第三可移動連接件，該第三可移動連接件之第一端部經由第三轉動關節可旋轉地連接至該第二可移動連接件的第二端部；

第二旋轉驅動傳送機構，包括第三帶輪、第四帶輪、及橫跨於該第三帶輪與該第四帶輪間之一或更多第二傳動帶；及

第三轉動編碼器，具有與該第二可移動連接件固定地連接的第一部份、及與該第三可移動連接件固定地連接之第二部份，其中：

該第三馬達係建構成造成該第三帶輪繞著該第二轉動關節的旋轉軸旋轉，

該第四帶輪係與該第三可移動連接件固定地連接，且

該第二旋轉驅動傳送機構係建構成使得：該第三帶輪繞著該第二轉動關節之中心軸線相對第二可移動連接件的旋轉造成該第四帶輪及該第三可移動連接件相對該第二可移動連接件繞著該第三轉動關節之中心軸線旋轉。

【第6項】 如申請專利範圍第5項的晶圓搬運系統，其中：

該第一轉動關節包括在該基座及該第一可移動連接件之延伸進入該基座的部份間之第一鐵磁流體密封件，

該第二轉動關節包括於該第一可移動連接件及該第二可移動連接件之延伸進入該第一可移動連接件的部份間之第二鐵磁流體密封件，且

該第三轉動關節包括在該第二可移動連接件及該第三可移動連接件之延伸進入該第二可移動連接件的部份間之第三鐵磁流體密封件。

【第7項】 如申請專利範圍第5項的晶圓搬運系統，其中該第一可移動連接件包括第三旋轉驅動傳送機構，該第三旋轉驅動傳送機構包括第五帶輪、第六帶輪、及橫跨於該第五帶輪與該第六帶輪間之一或更多第三傳動帶。

【第8項】 如申請專利範圍第7項的晶圓搬運系統，其中該第三馬達係坐落於該第一可移動連接件內。

【第9項】 如申請專利範圍第7項的晶圓搬運系統，其中該機器手臂更包括：

第四馬達；

第四可移動連接件，該第四可移動連接件之第一端部經由該第三轉動關節可旋轉地連接至該第二可移動連接件之第二端部；

第四旋轉驅動傳送機構，包括第七帶輪、第八帶輪、和橫跨於該第七帶輪與該第八帶輪間之一或更多第四傳動帶；及

第四轉動編碼器，具有與該第二可移動連接件固定地連接的第一部份、及與該第四可移動連接件固定地連接之第二部份，其中：

該第四馬達係建構成造成該第七帶輪繞著該第二轉動關節的旋轉軸旋轉，

該第八帶輪係與該第四可移動連接件固定地連接，且

該第四旋轉驅動傳送機構係建構成使得：該第七帶輪繞著該第二轉動關節之中心軸線相對該第二可移動連接件的旋轉造成該第八帶輪及該第四可移動連接件相對該第二可移動連接件繞著該第三轉動關節之中心軸線旋轉。

【第10項】 如申請專利範圍第9項的晶圓搬運系統，其中該第一可移動連接件更包括第五旋轉驅動傳送機構，該第五旋轉驅動傳送機構包括第九帶輪、第十帶輪、及橫跨於該第九帶輪與該第十帶輪間之一或更多第五傳動帶。

【第11項】 如申請專利範圍第10項的晶圓搬運系統，其中該第四馬達係坐落在該第一可移動連接件內。

【第12項】 如申請專利範圍第1項的晶圓搬運系統，其中：

該一或更多第一傳動帶係由不銹鋼所製成，

該一或更多第一傳動帶包括至少二第一傳動帶，且

該至少二第一傳動帶之每一傳動帶具有第一端部及第二端部，該第一端部固定地附接至該第一旋轉驅動傳送機構的第一帶輪及該第一旋轉驅動傳送機構之第二帶輪的其中一者，該第二端部固定地附接至該第一旋轉驅動傳送機構的第一帶輪及該第一旋轉驅動傳送機構之第二帶輪的其中另一者。

【第13項】 如申請專利範圍第1項的晶圓搬運系統，其中：

該基座、該第一可移動連接件、及該第二可移動連接件的內部空間係彼此流體連通；且

該第一轉動關節和該第二轉動關節皆配備有真空級密封件。

【第14項】 如申請專利範圍第13項的晶圓搬運系統，其中該一或更多第一傳動帶之每一者係連續式傳動帶。

【第15項】 如申請專利範圍第14項的晶圓搬運系統，其中：

該一或更多第一傳動帶之每一者係選自由下列者所組成的族群：V形傳動帶、平坦傳動帶、帶齒傳動帶、和圓形傳動帶；且

該一或更多第一傳動帶之每一者係由選自由下列者所組成的族群之材料或複數材料所製成：橡膠及與編織材料結合之橡膠。

【第16項】 如申請專利範圍第1項的晶圓搬運系統，更包含具有額定寬度、長度、和高度之腔室，其中：

該腔室具有沿著相反壁面配置的複數個晶圓站，每一晶圓站具有一晶圓中心點；

該寬度界定該等相反壁面間之額定距離；

定位該基座，使該第一轉動關節的中心軸線坐落在自該等相反壁面之其中一者起、該寬度之10%至30%內。

【第17項】 如申請專利範圍第1項的晶圓搬運系統，更包含：

末端執行器，建構成支撐半導體晶圓且連接至該機器手臂，使得該末端執行器由該第一可移動連接件及該第二可移動連接件所支撐，及

控制器，具有記憶體及一或更多處理器，其中：

該記憶體及該一或更多處理器係通訊地連接，

該記憶體儲存用於控制該一或更多處理器以進行下列者之電腦可執行指令：

從該第一轉動編碼器接收轉動位置資料；

從該第二轉動編碼器接收轉動位置資料；及

至少部份地基於來自該第一及第二轉動編碼器的轉動位置資料，判定相對該末端執行器固定在空間中之一點的水平位置。

【第18項】 如申請專利範圍第17項的晶圓搬運系統，其中該記憶體更儲存用於進一步控制該一或更多處理器以進行下列者之電腦可執行指令：控制該第一馬達、該第二馬達、或該第一馬達及該第二馬達而維持啟動一或更多時間段，以使相對該末端執行器固定於空間中的該點由第一位置移動至第二位置。