



(21) 申請案號：107146562

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 12 月 21 日

(51) Int. Cl. : A61B34/30 (2016.01)

A61M25/01 (2006.01)

A61M25/09 (2006.01)

(30) 優先權：2017/12/29 美國

62/612,233

(71) 申請人：美商艾克斯公司 (美國) XCATH, INC. (US)

美國

美國德州系統大學評議委員會 (美國) THE BOARD OF REGENTS OF THE  
UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM (US)

美國

(72) 發明人：金 丹尼爾 KIM, DANIEL H. (US)；申東石 SHIN, DONG SUK (KR)；張泰虎  
TAEHO, JANG (KR)；朴鎔晚 PARK, YONG MAN (KR)；李制翰 LEE, JEI HAN  
(KR)；金弘珉 KIM, HONGMIN (KR)；南基勳 NAM, KIHOOON (KR)；李宰淵 LEE,  
JAEYEON (KR)；帕瑞 米查 PALMRE, VILJAR (US)；沈 玲希 SHIM,  
YOUNGHEE (KR)；帕托 巴維克 PATEL, BHAVIK (US)

(74) 代理人：林發立

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：9 共 46 頁

(54) 名稱

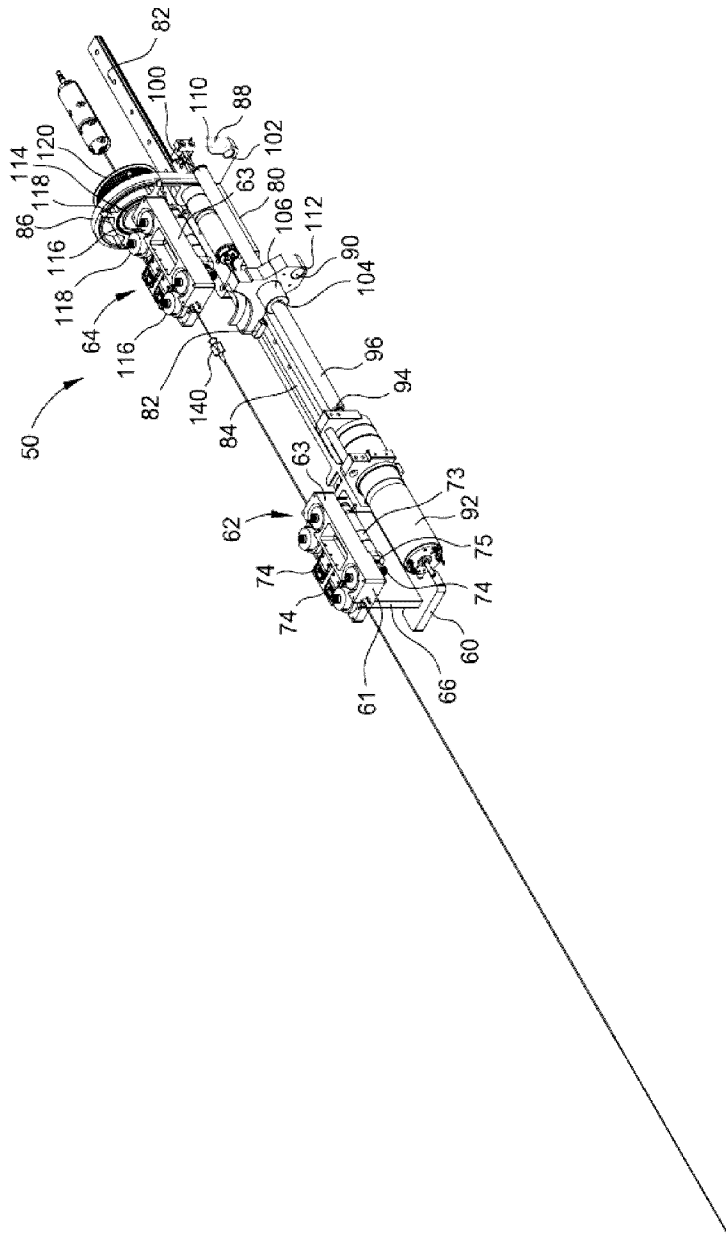
可轉向手術機器人系統

(57) 摘要

本發明提供一種用於將一導管在一病患身體內定位的可轉向手術機器人系統，其中該導管包含一鞘與一引導線，該系統包括：一鞘驅動器，其經配置用以使包含一中空內部的一鞘，沿著延伸於其內的一鞘前進與後退路徑前進及後退；一引導線驅動器，其經配置用以使一引導線沿著延伸於其內的一引導線前進與後退路徑前進及後退，其中該鞘前進與後退路徑以及該引導線前進與後退路徑各自延伸於該鞘驅動器內與該引導線驅動器內各別的滾子對之間，且該等路徑彼此平行。

Provided herein as a steerable surgical robotic system for positioning a catheter comprising a sheath and a guidewire within a patient body, including a sheath driver configured to advance and retract a sheath having a hollow interior along a sheath advance and retract path extending therein, a guidewire driver configured to advance and retract a guidewire along a guidewire advance and retract path extending therein, wherein each of the sheath advance and retract path and the guidewire advance and retract path extend between pairs of rollers in the respective sheath and roller drivers, and the paths are parallel to each another.

指定代表圖：



【第二 A 圖】

符號簡單說明：

- 50 . . . 機器人控制器
- 60 . . . 基板/安裝基板
- 61 . . . 基座
- 62 . . . 鞘驅動器
- 64 . . . 引導線驅動器
- 66 . . . 翼板
- 73 . . . 馬達
- 74 . . . 輸出軸
- 75 . . . 齒輪箱
- 80 . . . 底座
- 82 . . . 下滑動部
- 84 . . . 滑動桿凹槽
- 86 . . . 後方驅動器安裝部
- 88 . . . 側凸緣
- 90 . . . 前方側凸緣
- 92 . . . 主馬達
- 94 . . . 輸出軸
- 96 . . . 螺紋桿
- 100 . . . 第二端
- 102 . . . 開孔
- 104 . . . 螺紋孔
- 106 . . . 輪轂
- 110,112 . . . 穩定桿開孔
- 114 . . . 後端
- 116 . . . 短軸
- 118 . . . 軸承
- 120 . . . 定時齒輪
- 140 . . . 套圈

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 可轉向手術機器人系統

【英文發明名稱】 STEERABLE SURGICAL ROBOTIC SYSTEM

### 【技術領域】

【0001】 本申請案主張2017年12月29日提出申請之美國臨時申請案No. 62/612,233優先權，該臨時申請案名稱為「可轉向手術機器人系統」，其揭示內容透過引用整體結合於本文之中。

【0002】 本說明書係有關機器人醫療程序之技術領域，其中，經由一導管將一引導線導入至人體中。更具體而言，本說明書係有關可轉向手術機器人系統之技術領域，該等系統用以控制機器人手術中的引導線與導管移動。

### 【先前技術】

【0003】 一般皆熟知引導用導管係用以將一元件，例如支架、氣球或其他裝置，傳送至身體管腔內的一所需位置。在這類應用中，係將一引導線引入身體管腔內，對該引導線進行操控使其到達管腔內的一所需位置，此過程利用引導線尖端的不透射線標記進行，該標記可由外科醫師藉由放射醫學技術辨識。所述操控可包含變動該引導線末梢尖端相對於其餘部分的定向，操控使該引導線尖端進入管腔的彎曲部分或分支管腔等。當引導線末梢尖端被適當置放於體內時，使得可包含一可開展元件（例如支架或氣球）於其上或其中的一鞘往前

越過該引導線，以將該鞘的末端定位在病患身體內的一所需位置。

**【0004】** 目前亦開始有利用機器人引導這類導管的需求出現，也就是由操作者（例如外科醫師）控制連接到一控制器的手搖桿或其他控制元件，同時在一顯示螢幕上觀看引導線尖端及鄰近的病患身體部位情形。已知有機器人控制器，其用以使引導線在病患體內單獨前進。舉例而言，在一使用此類控制器的案例中，可藉由一對滾子，使得內含有可移動引導線的一鞘前進或後退，而一引導線係可從偏離該鞘的縱軸的一位置嵌入其中。因此，使用此類控制器無法輕易控制鞘與引導線之間的相對運動，包括很難使得引導線圍繞其自身的軸旋轉，以控制引導線尖端轉往所需定向以便在病患身體內（例如在一體腔內）進一步前進。

#### **【發明內容】**

**【0005】** 本發明提供一種用於將一導管在一病患身體內定位的可轉向手術機器人系統，其中該導管包含一鞘與一引導線，該系統包括：一鞘驅動器，其經配置用以使包含一中空內部的一鞘，沿著延伸於其內的一鞘前進與後退路徑前進及後退；以及一引導線驅動器，其經配置用以使一引導線沿著延伸於其內的一引導線前進與後退路徑前進及後退，其中該鞘前進與後退路徑以及該引導線前進與後退路徑各自延伸於該鞘驅動器內與該引導線驅動器內各別的滾子對之間，且該等路徑彼此平行。

#### **【圖式簡單說明】**

第 2 頁，共 23 頁(發明說明書)

【0006】第一圖為一工作台車的等角視圖，該工作台車固持一可轉向手術機器人系統的一機器人控制器組合，其具有一可轉向引導線，該可轉向引導線可被插入一鞘而進入其中、前進，並被操控通過該鞘，到達人類或動物病患體內的適當位置。

【0007】第二A圖為第一圖所示機器人控制器組合之等角視圖。

【0008】第二B圖為第二A圖所示鞘與引導線的末端部分之等角視圖。

【0009】第三A圖為第二A圖所示機器人控制器組合之平面圖。

【0010】第三B圖為第三A圖所示鞘與引導線的末端部分之平面圖。

【0011】第四A圖為第二A圖所示機器人控制器組合之等角後視圖。

【0012】第四B圖為第四A圖所示鞘與引導線的末端部分之透視圖。

【0013】第五A圖為第四A圖所示機器人控制器組合之等角後視圖，其中該機器人控制器已被致動以使引導線相對於鞘轉動。

【0014】第五B圖為第五A圖所示鞘與引導線的末端部分之透視圖。

【0015】第六A圖為第二A圖所示機器人控制器組合之等角視圖，相較於第二A圖，第六A圖之機器人控制器組合已被致動以改變其中鞘與引導線之相對位置。

【0016】第六B圖顯示該鞘已移動至圖中左側位置，但引導線的位置則維持不動。

【0017】第七圖為一方塊圖，顯示用以控制該機器人控制器組合之運作的一控制器架構。

【0018】 第八A圖與第八B圖為第二A至六A圖中所示引導線的可彎曲端部之等角視圖。

【0019】 第八C圖與第八D圖顯示引導線端部之視圖。

【0020】 第九A圖與第九B圖為一連接示例之剖視圖，示例中示範了將引導線可彎曲部分上的電極與一電源電連接的方式。

### 【實施方式】

【0021】 在此，提供一可轉向機器人系統10被設置安裝於一引導托匣12之中，該引導托匣12懸掛在一機器臂14上，該機器臂14以懸臂方式自一基部16延伸。如圖所示，基部16安裝於一可移動的台車18上，該台車18包含複數個可鎖定的車輪20，因此外科醫生或其他技術人員可移動該台車18至鄰近病患的一所需位置，並將該等車輪20鎖上使其無法移動，藉此將台車18鎖住並固定在該位置。基部16可相對於台車18在垂直方向上進行平移運動。所述之機器臂14包含一弓形的懸臂部分22以及一第一副臂24，該第一副臂24藉由一轉動接頭26與該懸臂部分22樞接並被支撐在一水平面上。一第二副臂28於其第一端以相同方式與該第一副臂24樞接，而一直角的吊掛件30則樞接於該第二副臂28的另一末端30。由於第二副臂28與第一副臂24樞接，使得第二副臂的末端30可沿著以第二副臂及第一副臂樞接處為中心的一弧線進行可操控的旋轉運動，據此使得該末端30可相對於台車18之車輪20放置的支撐表面進行向上或向下的運動。一直角支撐件32樞接懸掛於該末端30處，並包含連接於一轉環34的第一與第二部分，其中該第二部分連接至引導托匣12。使用者可透過引導托匣12上的手柄36操縱

第4頁，共23頁(發明說明書)

引導托匣12的定位，憑藉臂22、24、28及直角支撐件32之間的轉動連接件，可使引導托匣12進行水平及垂直方向上的定位。因此，將引導托匣12相對於台車18進行定位時可具有五個自由度，包括三個平移運動自由度，一個俯仰（pitch）運動自由度，以及一個偏擺（yaw）運動自由度。

【0022】一機器人控制器50位於該引導托匣12內並由其支撐，一撓性的鞘52（例如一導管的外鞘）則自該機器人控制器50延伸，一可轉向引導線54延伸於該鞘52內，最終並從該鞘52延伸穿出（參見第二A圖）。引導托匣12包含一槽狀的支撐區域38，機器人控制器50即安裝於該支撐區域38上並由其支撐，一呈漏斗狀的護罩40自支撐區域38的一端延伸，該護罩40在其錐形的內縮端具有直徑縮小的一引導開口42。鞘52自機器人控制器50延伸並向外穿出該開口42，該鞘52內部並設有可轉向引導線54，其可在鞘52內進行運動。引導托匣12可相對於一病患進行定位，並可相對於一所需定向進行定位，其中鞘52於該所需定向向內延伸穿進該病患身上的一切口，從而使得該可轉向引導線54能到達病患體內的一治療部位。

【0023】本發明中，內部設有引導線54的鞘52一開始是以人工方式將其引導至病患體內。可利用另一個可觀看鞘52末端及引導線54的視鏡，或利用位在鞘52和引導線54末端上的不透射線標記，並配合病患體內的放射影像，將鞘52和引導線54的末端共同引導至病患體內的所需位置。

【0024】請參見第二A圖與第三A圖，分別顯示機器人控制器50的等角視圖（第二A圖）與平面圖（第三A圖），且可看到鞘52與引導線54自該機器人控

制器50延伸。在此機器人控制器之結構中，機器人控制器50包含一鞘驅動器62及一引導線驅動器64，其中該鞘驅動器62係以固定方式連接於機器人控制器的一基板60，該基板60則固定於引導托匣12，另外該引導線驅動器64係以可滑動方式連接於該基板60。在此結構中，鞘驅動器62及引導線驅動器64各自經過配置，而可使得鞘52及引導線54在相對於基板60進行定位時，能夠對鞘52及引導線54達成精細的移動控制，此外，若沿著基板60以滑動方式移動引導線驅動器64，還可使引導線54相對於鞘52移動。因此，如果鞘驅動器62及引導線驅動器64各自相對於彼此維持不動，且各自同步使鞘52及引導線54往引導托匣12上的開口42移動（或使兩者移動以遠離開口42），則鞘52及引導線54雖然會相對於開口42移動，但兩者並不會相對於彼此移動，因而可穿入病患的切口處，進而進入病患體內。或者，在鞘驅動器62使鞘52進行相對移動的情況中，引導線驅動器64本身可能會跟著被移動，但引導線54相對於引導線驅動器64則維持不動，因此可達成鞘52及引導線54相對於開口42同步移動的效果，然而兩者仍不會相對於彼此移動。無論是上述何種情況，在引導線被插入彎曲的身體部位結構時，可利用一控制器（見第七圖）對鞘驅動器62及引導線驅動器64進行操作，使得引導線54的末梢尖端56可被操控前進而遠離鞘52的末端58，或使末梢尖端56退後而往末端58接近或甚至進入其中。

【0025】 鞘驅動器62包含一基座61，該基座61係以固定方式被支撐於一翼板66的端部上，該翼板66延伸方向大致垂直於安裝基板60，該基座61形成一滾子容納部件，其中具有兩對壓輪組件68a、68b（見第三A、三B圖）。該兩對壓

輪組件68a、68b的每一對中，包含有兩個滾子70a、70b可轉動地支撐在傳動軸72a、72b上，該等傳動軸72a、72b之延伸方向大致垂直於鞘52的驅動路徑。滾子對70a、70b的其中一對所對應的傳動軸對72a、72b的其中一者，此示例中為壓輪組件68b的滾子70b的傳動軸72b，係耦接於一馬達73（此示例中為其輸出軸74具有可精確操控的弧形移動的一馬達），使得輸出軸74可進行微小的弧形運動。該輸出軸74連接於一齒輪箱75，齒輪箱75則具有一對錐齒輪或傘齒輪（bevel gears），專用於驅動壓輪組件68b的滾子70b的傳動軸72b。在此，輸出軸74的中心線大致平行於鞘52的驅動路徑，而由於傳動軸72a、72b大致垂直於該驅動路徑，前述成對的傘齒輪會傳遞輸出軸74之轉動能，同時將轉動發生之中心線方向，由平行於該驅動路徑轉換為垂直於該驅動路徑。為使壓輪組件68a、68b能發揮其壓夾特性，滾子70a的傳動軸72a係設置在可滑動容納件67a、67b上，每一容納件加載有一彈簧69a、69b或其他偏壓機構，以將滾子70a的外圓周表面推向對應的滾子70b外圓周表面，藉此夾緊延伸於其中的鞘52。因為滾子70b或壓輪組件68a是被物理性驅動，將所述鞘夾緊於壓輪組件68b的滾子70a、70b之間，將可使得置於其中的鞘進行相應的線性移動，且鞘52的運動會使得壓輪組件68b的滾子70a、70b進行轉動。因為滾子70a、70b係作為壓輪而作用，並將鞘52的外表面夾在其中，因此每一對壓輪組件68a、68b的兩個滾子70a、70b中，只有其中一者需要被驅動，另一個滾子則提供一追隨滾子表面。可替代地，亦可提供第二對傘齒輪連接於馬達73的一第二輸出軸，或是提供一第二馬達與傘齒輪套組來驅動壓輪組件68a的滾子70b。

【0026】 引導線驅動器64可相對於鞘驅動器62進行線性移動，且其亦包含了與鞘驅動器62相同的滾子機構。引導線驅動器64包含一底座80，該底座80包含一下滑動部82（其設置為可收容於安裝基板60的一滑動桿凹槽84內）、向上（即遠離安裝基板60之方向）延伸的一後方驅動器安裝部86，以及從底座80延伸的一前方側凸緣90。安裝基板60包含一側凸緣88，其延伸方向大致與前方側凸緣90平行。一主馬達92，在此示例為可控制其輸出軸94微小角運動的一步進馬達或伺服馬達，經由輸出軸94耦接至一螺紋桿96的第一端98。螺紋桿96的第二端100則是藉由一軸承（圖未示）被支撐於側凸緣88的一開孔102之中。前方側凸緣90包含穿過其中的一螺紋孔104，該螺紋孔104延伸穿過一輪轂106，該輪轂106從前方側凸緣90面向主馬達的一側延伸，並與軸94的中心及側凸緣88中的開孔102軸向對齊。側凸緣88、90分別設有穿過其中的穩定桿開孔110、112，用於收容穿過該等開孔的一穩定桿（圖未示），該穩定桿由引導托匣12或由基部的一額外元件支撐，用於防止側凸緣90環繞輸出軸94產生弧形運動。主馬達92安裝於安裝基板60，該安裝基板60與翼板66鄰接，故主馬達92相對於側凸緣88的位置是固定的。因此，主馬達92轉動會帶動螺紋桿96轉動，而螺紋桿96與輪轂106內的螺紋螺合，因而可使前方側凸緣90相對於側凸緣88進行線性運動，藉此使得引導線驅動器64進行相應的線性運動。

【0027】 如前所述，引導線驅動器64與鞘驅動器62的構造大致相同，並包含了基座61（其形成滾子容納部件）及兩對壓輪組件68a、68b。兩對壓輪組件68a、68b的每一對中，包含有兩個滾子70a、70b可轉動地支撐在傳動軸72a、72b

上，該等傳動軸72a、72b之延伸方向大致垂直於導線54的驅動路徑。滾子對70a、70b的其中一對所對應的傳動軸對72a、72b的其中一者，此示例中為壓輪組件68b的滾子70b的傳動軸72b，係耦接於一馬達，此示例中為馬達73（其可使輸出軸74進行可精確操控的弧形移動），使得輸出軸74可進行微小的弧形運動。該輸出軸74連接於一齒輪箱，該齒輪箱專用於驅動壓輪組件68b的滾子70b的傳動軸72b。在此，輸出軸74的中心線大致平行於所述鞘的驅動路徑，而由於傳動軸72a、72b大致垂直於該驅動路徑，前述成對的錐齒輪會傳遞輸出軸74之轉動能，同時將轉動發生之中心線方向，由平行於該驅動路徑轉換為垂直於該驅動路徑。為使壓輪組件68a、68b能發揮其壓夾特性，滾子70a的傳動軸72a係設置在可滑動容納件67a、67b上，每一可滑動容納件加載有一彈簧69a、69b或其他偏壓機構，以將滾子70a的外圓周表面推向對應的滾子70b外圓周表面，藉此夾緊延伸於其中的引導線54。因為滾子70b或壓輪組件68a是被物理性驅動，將引導線54夾緊於壓輪組件68b的滾子70a、70b之間，將可使得置於其中的引導線54進行相應的線性移動，且引導線54的運動會使得壓輪組件68b的滾子70a、70b進行轉動。因為滾子70a、70b係作為壓輪而作用，並將引導線54的外表面夾在其中，因此每一對壓輪組件68a、68b的兩個滾子70a、70b中，只有其中一者需要被驅動，另一個滾子則提供一追隨滾子表面。可替代地，亦可提供第二對傘齒輪其連接於馬達74的一第二輸出軸，或是提供一第二馬達與傘齒輪套組來驅動壓輪組件68a的滾子70b。

【0028】 相較於鞘驅動器62的基座61，引導線驅動器64的基座61係在後端

114安裝固定至一短軸116，該短軸116被支撐於驅動器安裝部86內的一軸承118之中，該驅動器安裝部86並與一定時齒輪120連接。參考第四A圖，一旋轉驅動馬達122附接於底座80，一驅動定時齒輪124則附接於馬達的輸出軸，該輸出軸延伸穿過一軸承126並被支撐於該軸承126之中，該軸承126位於驅動器安裝部86的一開孔128之中。一惰輪127亦被支撐於安裝部86一開孔中的軸承上。如第五A圖所示的一定時皮帶130延伸環繞定時齒輪120、惰輪127及驅動定時齒輪124，藉由馬達運作使其輸出軸94旋轉，繼而帶動定時皮帶130運動，因此使得定時齒輪120沿  $\pm \theta$  方向轉動。如此一來，會使得引導線驅動器64的基座61與短軸共同環繞短軸116的軸心轉動。由於引導線54被夾在壓輪組件68a、68b之間，前述轉動可使導線驅動器64內的引導線54相應轉動。如第四B圖所示，其中的鞘驅動器62與引導線驅動器64具有相同定向，引導線的末梢部56大致沿一彎曲部往Y軸方向延伸，該彎曲部則從沿著Z軸方向延伸的引導線54的一部分延伸而出。因此，只需藉由轉動引導線驅動器64的基座61部分，使其環繞短軸軸心以第五B圖所示定位轉動，而無需單獨調整末梢部56的定向，即可使末梢部56大致往Y軸方向沿一彎曲部延伸，該彎曲部則從Z軸方向延伸的引導線54的一部分延伸而出。

**【0029】** 本發明中，鞘驅動器62及引導線驅動器64各別的壓輪組件68a、68b皆具有從動滾子70b與驅動滾子70a，該等滾子可使引導線54及鞘52（位於鞘驅動器62及引導線驅動器64內）在第四A圖所示  $\pm Z$  的方向上進行平移運動。此外，引導線驅動器64的整體可在Z軸方向上相對於鞘驅動器62進行平移運動，此可從第四A、五A圖所示兩者的相對位置，與第六A圖所示之相對位置比較看

出。在第六A圖中，主馬達92的運作使得與其附接的螺紋桿96轉動，進而使得引導線驅動器64往固定於基板60的鞘驅動器62移動。因此，若引導線驅動器的從動滾子70b維持靜止不動，引導線54將會被向內推往鞘52近端上的一套圈140，而引導線54即是藉由該套圈140被引入鞘52之內部。如此可能使得鞘52位於套圈140與鞘驅動器62之間的區域變彎曲。因此，套圈140可物理連接（圖未示出連接）於引導線驅動器64的側凸緣90，藉此使得引導線驅動器64進行平移運動時，套圈140亦可進行平移運動。欲達成前述運動方式，鞘52必須由鞘驅動器62壓輪組件68b的從動滾子70b驅動，以前方側凸緣90進行平移運動時相同的平移速度與方向驅動該鞘52。此外，比較第二B圖與第六B圖，前方側凸緣90由第二A圖中的位置平移移動到第六B圖所示的位置，可看出該鞘52已移動到圖的左側，而引導線54的位置卻是維持不動的。這是藉由控制器操控引導線馬達73來轉動壓輪組件68b的從動滾子70b，使得引導線54相對於引導托匣12維持不動，因此使得鞘52可相對於其內部在近端與末端處延伸的引導線54移動。

**【0030】** 本發明中，位在鞘驅動器62內的鞘52，以及位在引導線驅動器64內的引導線54，兩者的驅動方向係依據鞘驅動器62與引導線驅動器64的相對定向而固定。如第二B圖示例的實施方式中，引導線54由從動滾子70b及其餘滾子直接推動而進入鞘52近端處的套圈。換言之，引導線被滾子推動的方向是沿著鞘52內部量體的中心線進行。因此，當引導線由引導線驅動器轉動時，引導線位在鞘52內以及從遠端延伸出去的部分也會以相同方向轉動。相較之下，在先前技術的裝置中，引導線需以一角度引入鞘之中，使得引導線可能在引入位置

外部發生彎曲或呈現圈狀，且引導線遠端的轉動不易控制。此外，當鞘52的套圈物理固定於引導線驅動器64的側凸緣90時，透過適當操作該等滾子與引導線驅動器64、鞘驅動器62之間的相對運動，可使鞘52緊密固持在側凸緣90與鞘驅動器62的滾子70之間，並以直線路徑延伸。另外，鞘驅動器62及引導線驅動器64各自的滾子70可包含複數止動構件位於其內部，沿鞘52或引導線54的前進/後退方向對齊排列，以確保鞘52與引導線54在各自的驅動器62、64之中的相對位置。如此可進一步確保引導線在前進至鞘52的近端或相對於鞘52轉動時，不容易在外部發生彎曲或呈現圈狀之情形。若將鞘驅動器62及引導線驅動器64彼此適當對齊，鞘與引導線通過各自驅動器的路徑將可以是平行或共線的。

**【0031】** 請參見第七圖，其顯示機器人控制器的一控制系統132之示意圖。該控制系統包含一可程式化記憶體，其包含至少一隨機存取記憶體134用以暫存一控制程式，一唯讀記憶體136用以永久性地儲存系統的操作參數及控制程式，以及一處理器138，其配置為利用控制程式對機器人控制器50進行操作及控制。因此，該控制器會以有線或無線方式連接至主馬達122，馬達會驅動壓輪組件68b的傳動軸72b以提供控制訊號，使得鞘52與引導線54可選擇性地前進或後退，同時也可使引導線54轉動，皆由控制系統132予以控制。如此，引導線54、鞘52、引導線驅動器64及鞘驅動器62可進行各種相對運動。

**【0032】** 為了使鞘52的末端58在一病患身體管腔中定位妥當，鞘52以及沿其延伸的引導線54在一開始時會被引入病患身上的一切口，在沿管腔前進的同時，外科醫師會透過放射醫學影像觀看。前述初始步驟可以人工方式進行，接

著，外科醫師一邊透過放射醫學影像觀看管腔、引導線末梢尖端56及鞘末端58，一邊致動一手搖桿或其他裝置，藉以同時或單獨控制引導線及鞘的前進、後退和旋轉，以及引導線末梢尖端56的彎曲定向。因此，外科醫師能夠將引導線和鞘引導至病患身體的一所需位置。

【0033】 在此，為達成將引導線末梢尖端56從第一圖所示的定向轉換到例如第四B圖所示的定向，引導線會包含一可彎曲端部分150。第八A圖為可彎曲部分150一種實施例的立體圖，圖中顯示呈直線狀態的可彎曲部分150。該可彎曲部分150包含一離子電活性聚合物致動器210，其包括一聚合物電解質層211鄰接於引導線54的末端200，呈角分布的複數個可單獨通電電極212圍繞該聚合物電解質層211，將其包圍在該等電極212的中心。該複數個電極212係共同圍繞該聚合物電解質層211的外表面213，且每一電極212與一導電線152（見第九A、九B圖）的末端123連接，電訊號或電流可透過該導電線152提供給所連接的電極212。在一實施例中，該等呈角分布的電極212係等角分布於聚合物電解質層211的外表面213外圍。舉例而言（但非用以限制本發明），如在第八A圖所示的實施例中，離子電活性聚合物致動器210可包含四個呈角分布的電極212，該等電極212若從其中心線切分，每一電極212會與鄰近者夾有90度角（1.571弧度）。應理解的是，該複數個電極212的每一者沿聚合物電解質層的表面佔有一圓周跨距，因此「角分布」應從該等電極的中心線217理解，而非從電極的鄰接邊緣（其會更加接近鄰接電極的鄰接邊緣）理解。在一些實施例中，該等電極之間具有間隔，以在鄰接電極之間提供一實質間隙，即圖中的絕緣通道216。對一或多個

電極212選擇性施加電流/電壓，會使得可彎曲部分150在第八A圖與第八B圖所示的定向之間轉換。

【0034】 在一實施例中，引導線54的可彎曲端部分150係設置成一離子電活性聚合物致動器210。在一實施例中，離子電活性聚合物致動器210包含一聚合物電解質層211，其使用以EMITF（作為電解液）浸漬的PVDF-HFP材料製成。可替代地，離子電活性聚合物致動器210的其他實施例可包含一聚合物電解質層211，其包含至少一種全氟離子聚合物，例如：Aciplex™（可從設立於日本東京的 Asahi Kasei Chemical Corp. 取得），Flemion®（可從設立於美國賓州埃克斯頓的AGC Chemical Americas, Inc. 取得），fumapem® F-series（可從設立於德國比蒂希海姆-比辛根的 Fumatech BWT GmbH 取得），或 Nafion®（可從設立於美國德拉瓦州威爾明頓的 The Chemours Company 取得）。

【0035】 在一實施例中，該等電極212可包含鉑、金、碳基材料的其中之一者或其組合（例如一複合材料）。在其他實施例中，碳基材料可包含例如（但不限於）：碳化物衍生碳（carbide-derived carbon，CDC）、奈米碳管（carbon nanotube，CNT）、石墨烯、碳化物衍生碳與聚合物電解質層211的複合材料、奈米碳管與聚合物電解質層211的複合材料。如第九圖所示的一示例性實施例中，該等電極212為雙層並包含：由碳（CDC及/或CNT）及PVDF-HFP/EMITF構成的複合材料層212a，以及覆蓋於該複合材料層的一金屬212b。該等電極212可採任何適用技術結合於聚合物電解質層211的外表面213上。例如（但不限於此）可利用一電化學程序將金屬電極212（例如其為鉑或金電極）沉積在該外表

面上。或者亦可藉由下列步驟製備該等雙層結構的電極212並將其結合於外表面213上：在外表面213上噴塗該複合材料層；在該複合材料層上噴塗一金屬；接著利用一迴焊（reflow）程序將兩層體結合。關於迴焊程序，在PCT申請案PCT/US17/16513中有詳細討論，該申請案內容透過引用整體結合於本文中。

【0036】藉由對該複數個電極212的一或多者選擇性通電，即可選擇性且可控制地使可彎曲部分150變形，呈現一彎曲狀態，以下將有更詳細的說明。第八B圖為一等角視圖，繪示第八A圖中可彎曲部分150的局部呈現變形或彎曲之狀態。該複數個電極212的每一者均連接於導電線152（見第九A圖）的一末端220，透過該末端可將一電訊號施加在導電線152所連接的電極212上，藉此使得聚合物電解質層211內的金屬陽離子，可依所施加的該電訊號決定的方向移動。因施加電訊號而產生的陽離子移動，會使得聚合物電解質層211靠近陽極的部分膨脹，並往其餘未膨脹部分的方向發生彎曲或翹起。因此，藉由策略性地選擇所要通電的電極212，並藉由調整透過導電線152施加到電極212的電訊號，即可控制離子電活性聚合物致動器210的聚合物電解質層211彎曲變形的幅度與方向。

【0037】另外，若並未對該複數個電極212的一或多者施加一或多個電訊號，但卻觀察到可彎曲部分150呈現變形狀態，則所觀察到的撓曲程度，將可用以判定施加在可彎曲部分150的一外力的強度與方向。或者，若對該等電極212施加一已知電流，但卻未使可彎曲部分150產生預期中的變形程度，則實際變形（如有）與預期中變形程度之間的差距可作為一指標，以得知施加在引導線54的可彎曲部分150的一外力之強度。

【0038】 第八C圖為第八A、八B圖所示可彎曲部分150的剖視圖，在所繪的實施例中，四個電極212圍繞聚合物電解質層211的外表面213分布在圓周上，包含四個電訊號的一第一選定電訊號集合被施加在該四個電極212上，以提供兩個運動自由度（例如沿X軸方向及/或Y軸方向彎曲）。在第八C圖中，施加在該複數個呈角分布的電極212上的電訊號，可能會使可彎曲部分150產生如箭頭3所示方向的彎曲。應可理解的是，若對第八C圖可彎曲部分150左右兩側的電極212施加一正電荷（電位），並對第八C圖上側的電極212施加一正電荷（電位），以及對第八C圖下側的電極212施加一負電荷（電位），所發生的變形量可能會不同於：對第八C圖上側的電極212施加一正電荷（電位），並對其餘電極212施加一負電荷（電位）。應可理解的是，使用者可就該複數個電訊號進行選擇以產生所需的變形。

【0039】 第八D圖為第八A、八B圖所示可彎曲部分150的剖視圖，此處所繪示的另一實施例中，四個電極212圍繞聚合物電解質層211分布在圓周上，包含四個電訊號的一第二選定電訊號集合被施加在該四個電極212上。在第八D圖的實施例中，係對可彎曲部分150上側及右側的電極212同樣施加一正電荷（電位），並對第八D圖之可彎曲部分150下側及左側的電極212同樣施加一負電荷（電位）。上述電荷（電位）施加方式，會使得聚合物電解質層211往箭頭4的方向變形。

【0040】 從第八C與第八D圖中應可理解，藉由策略性地控制正、負符號(+, -)以及控制施加在各別電極212的電荷強度，將能夠使可彎曲部分150在多個方

向上、以各種變形或撓曲角度彎曲。雖然第八A至八D圖所繪的實施例中，可彎曲部分150包含四個電極212，應可理解引導線54的可彎曲部分150包含的電極212可少於或多於四個，而這類其他實施例中也會具有不同方向的撓曲及變形能力，因此所提供的運動自由度可能更多或更少。

**【0041】** 導電線152可利用任何適當的連接技術，以各種配置方式與該等電極212互連。舉例而言，可使用導電膏或雷射焊接將導電線152與電極212物理及電性連接。第九A與九B圖顯示離子電活性聚合物致動器210的剖視圖，圖中繪示了導電線152與電極212彼此物理及電性連接的實施例，相關說明並揭露於美國臨時申請案第62/539,346號，在此藉由引用將該案內容整體結合於本文之中。此處，在離子電活性聚合物致動器210的近端202處，利用導電膏或雷射焊接技術，使導電線152與每一電極212的至少一部分互連（例如第九A圖所示將兩者結合，或如第九B圖所示採嵌入方式）。接著，提供一聚合物套管204，用以增進引導線在身體管腔或通道內的操縱性。聚合物套管204覆蓋在一引導線芯206、近端202的一部分以及與其連接的導電線152上，將三者牢牢固定在一起。

**【0042】** 引導線54的近端進一步與一連接器300（見第四A圖）耦接，該連接器300又可進一步與一電氣控制器（圖未示）電連接。前述電氣控制器經過配置，可用以選擇性控制導電線所帶的電荷並將其施加予該複數個電極212，藉此操控並將引導線的可彎曲部分150引向所需方向。在一些實施例中，所述電氣控制器可包含一處理器（圖未示），在從主控制器（圖未示）接收到使用者輸入訊號後，該處理器作出回應而計算施加於該等電極的電訊號之值。前述主控制

器可包含例如一手搖桿，以供使用者輸入彎曲控制訊號至可彎曲部分150的電極212，藉此經由所述電氣控制器提供兩個彎曲自由度。

**【0043】** 本發明中提供了利用一電活性聚合物及電極之結構，而能夠局部操縱引導線54的末梢尖端56之機構，以及提供使末梢尖端56相對於包覆在外的鞘52末端58前進的能力，以及提供使引導線54轉動的能力，因此使得末梢尖端能以一環形路徑運動，該環形路徑的半徑取決於末梢尖端的彎曲情形，彎曲則源自於使用電活性聚合物及電極，來造成末梢尖端56相對於引導線54其餘部分運動。因此，外科醫師使用時，首先會將鞘的末端58引入病患體內，例如引入病患的一身體管腔中。此處，鞘52鄰接末端58的部分會包含一或多個放射性標記，使得該末端在身體管腔中可經由放射醫學技術取得影像。接著，遭遇到彎曲無法通過的結構時，可藉由操作引導線驅動器64的馬達73，使至少一個滾子70轉動，藉此使引導線相對於鞘52的末端58往前行進，進而使得引導線54的末梢尖端56（同樣具有放射性標記）相對於鞘52的末端58往前行進。在引導線54前進時，外科醫師可藉由操作手搖桿或連接到控制器的其他裝置，控制引導線54如何前進，並藉由操作電極和電活性聚合物，使得控制器對選定的電極212供電，據此控制彎曲方向和彎曲量。此外，在使引導線54末端達成彎曲時，沿著一弧線移動末梢尖端使其與管腔的另一部分或另一分支對齊，接著再使末梢尖端56前進進入該另一部分或另一分支內。必要時，鞘52可沿引導線前進，重複上述操作程序直到鞘52的末端定位在病患身體內的一所需位置。

**【0044】** 鞘的末端可帶有例如支架、氣球或其他可開展裝置。因此，當鞘

的末端前進到所需的管腔位置時，支架或氣球可在該處被展開，之後便可將鞘52與引導線從病患身體移除。

**【符號說明】**

- 【0045】** 10 可轉向機器人系統
- 【0046】** 12 引導托匣
- 【0047】** 14 機器臂
- 【0048】** 16 基部
- 【0049】** 18 台車
- 【0050】** 20 車輪
- 【0051】** 22 懸臂部分
- 【0052】** 24 第一副臂
- 【0053】** 26 轉動接頭
- 【0054】** 28 第二副臂
- 【0055】** 30 吊掛件/末端
- 【0056】** 32 直角支撐件
- 【0057】** 34 轉環
- 【0058】** 36 手柄
- 【0059】** 38 支撐區域
- 【0060】** 40 護罩
- 【0061】** 42 開口

- 【0062】 50 機器人控制器
- 【0063】 52 鞘
- 【0064】 54 引導線
- 【0065】 56 末梢尖端/末梢部
- 【0066】 58 末端
- 【0067】 60 基板/安裝基板
- 【0068】 61 基座
- 【0069】 62 鞘驅動器
- 【0070】 64 引導線驅動器
- 【0071】 66 翼板
- 【0072】 67a, 67b 可滑動容納件
- 【0073】 68a, 68b 壓輪組件
- 【0074】 69a, 69b 彈簧
- 【0075】 70a, 70b 滾子
- 【0076】 72a, 72b 傳動軸
- 【0077】 73 馬達
- 【0078】 74 輸出軸
- 【0079】 75 齒輪箱
- 【0080】 80 底座
- 【0081】 82 下滑動部

- 【0082】 84 滑動桿凹槽
- 【0083】 86 後方驅動器安裝部
- 【0084】 88 側凸緣
- 【0085】 90 前方側凸緣
- 【0086】 92 主馬達
- 【0087】 94 輸出軸
- 【0088】 96 螺紋桿
- 【0089】 98 第一端
- 【0090】 100 第二端
- 【0091】 102 開孔
- 【0092】 104 螺紋孔
- 【0093】 106 輪轂
- 【0094】 110, 112 穩定桿開孔
- 【0095】 114 後端
- 【0096】 116 短軸
- 【0097】 118 軸承
- 【0098】 120 定時齒輪
- 【0099】 122 旋轉驅動馬達/主馬達
- 【0100】 123 末端
- 【0101】 124 驅動定時齒輪

- 【0102】 126 軸承
- 【0103】 127 惰輪
- 【0104】 128 開孔
- 【0105】 130 定時皮帶
- 【0106】 132 控制系統
- 【0107】 134 隨機存取記憶體
- 【0108】 136 唯讀記憶體
- 【0109】 138 處理器
- 【0110】 140 套圈
- 【0111】 150 可彎曲端部分/可彎曲部分
- 【0112】 152 導電線
- 【0113】 202 近端
- 【0114】 204 聚合物套管
- 【0115】 206 引導線芯
- 【0116】 210 離子電活性聚合物致動器
- 【0117】 211 聚合物電解質層
- 【0118】 212 電極
- 【0119】 212a 複合材料層
- 【0120】 212b 金屬
- 【0121】 213 外表面

【0122】 216 絕緣通道

【0123】 217 中心線

【0124】 220 末端

【0125】 300 連接器



201936126

**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 可轉向手術機器人系統**【英文發明名稱】** STEERABLE SURGICAL ROBOTIC SYSTEM**【中文】**

本發明提供一種用於將一導管在一病患身體內定位的可轉向手術機器人系統，其中該導管包含一鞘與一引導線，該系統包括：一鞘驅動器，其經配置用以使包含一中空內部的一鞘，沿著延伸於其內的一鞘前進與後退路徑前進及後退；一引導線驅動器，其經配置用以使一引導線沿著延伸於其內的一引導線前進與後退路徑前進及後退，其中該鞘前進與後退路徑以及該引導線前進與後退路徑各自延伸於該鞘驅動器內與該引導線驅動器內各別的滾子對之間，且該等路徑彼此平行。

**【英文】**

Provided herein as a steerable surgical robotic system for positioning a catheter comprising a sheath and a guidewire within a patient body, including a sheath driver configured to advance and retract a sheath having a hollow interior along a sheath advance and retract path extending therein, a guidewire driver configured to advance and retract a guidewire along a guidewire advance and retract path extending therein, wherein each of the sheath advance and retract path and the guidewire advance and retract path extend between pairs of rollers in the respective sheath and roller drivers, and the paths are parallel to each another.

## 【指定代表圖】 第二A圖

## 【代表圖之符號簡單說明】

- 50 機器人控制器
- 60 基板/安裝基板
- 61 基座
- 62 鞘驅動器
- 64 引導線驅動器
- 66 翼板
- 73 馬達
- 74 輸出軸
- 75 齒輪箱
- 80 底座
- 82 下滑動部
- 84 滑動桿凹槽
- 86 後方驅動器安裝部
- 88 側凸緣
- 90 前方側凸緣
- 92 主馬達
- 94 輸出軸
- 96 螺紋桿
- 100 第二端

- 102 開孔
- 104 螺紋孔
- 106 輪轂
- 110, 112 穩定桿開孔
- 114 後端
- 116 短軸
- 118 軸承
- 120 定時齒輪
- 140 套圈

【特徵化學式】無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】一種用於將一導管在一病患身體內定位的機器人控制器，其中該導管包含一鞘與一引導線，該機器人控制器包括：

一鞘驅動器，其經配置用以使包含一中空內部的一鞘，沿著延伸於其內的一鞘前進與後退路徑前進及後退；

一引導線驅動器，其經配置用以使一引導線沿著延伸於其內的一引導線前進與後退路徑前進及後退；

其中該鞘前進與後退路徑以及該引導線前進與後退路徑，各自延伸於該鞘驅動器內與該引導線驅動器內各別的滾子對之間，且該等路徑彼此平行。

【第2項】如申請專利範圍第1項之機器人控制器，其中該鞘前進與後退路徑以及該引導線前進與後退路徑延伸於滾子對之間且為共線的。

【第3項】如申請專利範圍第1項之機器人控制器，其中該鞘驅動器連接於一基座，該引導線驅動器可滑動地支撐於該基座上，並可相對於該基座及該鞘驅動器運動。

【第4項】如申請專利範圍第3項之機器人控制器，其中該引導線驅動器進一步包含一鞘附接部分，用以將延伸自該鞘驅動器的一鞘的近端物理性固定。

【第5項】如申請專利範圍第3項之機器人控制器，進一步包含一主馬達連接於該基座，以及從其延伸的一導螺桿，其中該引導線驅動器螺接於該導螺桿。

【第6項】如申請專利範圍第3項之機器人控制器，其中該引導線驅動器進一步包含一滾子容納部件及一滾子容納部件凸緣，其中該滾子容納部件延伸自該滾子容納部件凸緣。

【第7項】如申請專利範圍第6項之機器人控制器，其中該引導線驅動器進一步包含一旋轉馬達，其藉由一皮帶連接於該滾子容納部件。



































