

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-524498

(P2009-524498A)

(43) 公表日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2	3 C 0 0 7
B 2 5 J 17/02 (2006.01)	B 2 5 J 17/02 Z	4 C 0 6 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 3 4 Z	
	A 6 1 B 1/00 3 0 0 B	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

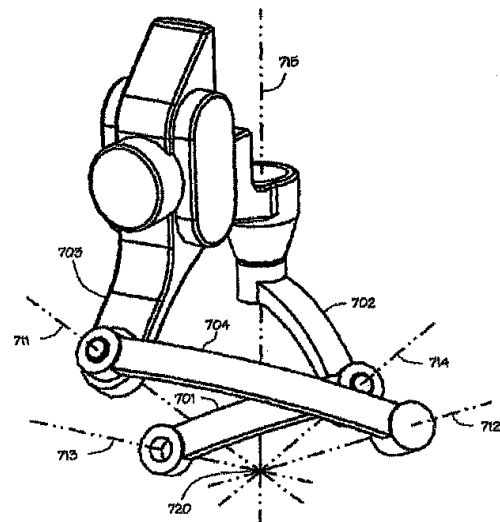
(21) 出願番号	特願2008-552550 (P2008-552550)	(71) 出願人	506410453
(86) (22) 出願日	平成19年1月24日 (2007.1.24)		インテュイティブ サージカル インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成20年9月22日 (2008.9.22)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 940
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/060948		86, サニーバール, カイファー ロード 1266, ビルディング 101
(87) 国際公開番号	W02007/114975	(74) 代理人	100078282
(87) 国際公開日	平成19年10月11日 (2007.10.11)		弁理士 山本 秀策
(31) 優先権主張番号	60/762,233	(74) 代理人	100062409
(32) 優先日	平成18年1月25日 (2006.1.25)		弁理士 安村 高明
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100113413
(31) 優先権主張番号	60/786,491		弁理士 森下 夏樹
(32) 優先日	平成18年3月28日 (2006.3.28)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡カメラのための5棒球面リンク機構を備えるセンターロボットアーム

(57) 【要約】

球面回転の遠隔中心を有する並列の球面5棒リンク機構を含む、ロボットアーム(116、100、102)。ロボットアームは、内視鏡カメラ(104)を移動可能に支持する。2つの外側リンク(702、703)は、共に旋回可能に連結される。2つの外側リンクの少なくとも一方は、内視鏡カメラを支持する。2つの内側リンクが互いにクロスオーバー可能なように、2つの内側リンク(701、704)は、それぞれ2つの外側リンクに旋回可能に連結される。2つの内側リンクは、2つの外側リンクを移動可能に支持する。接地リンクは、2つの内側リンクに旋回可能に連結される。接地リンクは、2つの内側リンクを移動可能に支持する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

球面回転の遠隔中心を有する並列の球面 5 棒リンク機構を含むロボットアームであって、

内視鏡カメラと、

共に旋回可能に連結された 2 つの外側リンクであって、該 2 つの外側リンクのうちの少なくとも 1 つは、該内視鏡カメラを支持する、2 つの外側リンクと、

2 つの内側リンクであって、該 2 つの内側リンクが互いにクロスオーバーできるように、該 2 つの外側リンクにそれぞれ旋回可能に連結され、該 2 つの外側リンクを移動可能に支持する、2 つの内側リンクと、

該 2 つの内側リンクに旋回可能に連結された接地リンクであって、該 2 つの内側リンクを移動可能に支持する接地リンクと

を備える、ロボットアーム。

【請求項 2】

離間位置において前記接地リンクによって連結された 2 つのモータをさらに含み、該 2 つのモータの各々は、前記 2 つの内側リンクのうちの 1 つにそれぞれ連結され、該連結された内側リンクを回転させ、それによって前記球面回転の遠隔中心の回りで前記内視鏡カメラを移動させる、請求項 1 に記載のロボットアーム。

【請求項 3】

前記 2 つのモータの各々は、直角駆動によって前記 2 つの内側リンクのうちの 1 つにそれぞれ連結される、請求項 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 4】

前記 2 つの内側リンクの各々が前記接地リンクをクロスオーバーし得るように、

駆動端において前記 2 つのモータのうちの 1 つに連結され、かつ他端において該 2 つの内側リンクのうちの 1 つに連結される第 1 の駆動シャフトであって、該駆動端から前記球面回転の遠隔中心に向かって延在する第 1 の駆動シャフトと、

駆動端において該 2 つのモータのうちの 1 つに連結され、かつ他端において該 2 つの内側リンクのうちの 1 つに連結される第 2 の駆動シャフトであって、該駆動端から該球面回転の遠隔中心から離れるように延在する第 2 の駆動シャフトと

をさらに含む、請求項 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 5】

前記 2 つのモータに連結され、該モータに信号を提供するコントローラをさらに含む、請求項 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 6】

前記ロボットアームがコンパクトな姿勢範囲に制限されるように、前記コントローラは、前記内側リンクの回転を制限する、請求項 5 に記載のロボットアーム。

【請求項 7】

前記内視鏡カメラは、前記球面回転の遠隔中心を通過する挿入軸に沿って移動可能である、請求項 1 に記載のロボットアーム。

【請求項 8】

前記 2 つの外側リンクは、その間の最小角度を有するように制約される、請求項 1 に記載のロボットアーム。

【請求項 9】

前記 2 つの外側リンク間の前記最小角度は、15 度である、請求項 4 に記載のロボットアーム。

【請求項 10】

前記ロボットアームは、コンパクトな姿勢範囲に制限される、請求項 1 に記載のロボットアーム。

【請求項 11】

球面回転の遠隔中心を有する並列の球面 5 棒リンク機構であって、

10

20

30

40

50

2つの離間した回転軸を有する接地リンクと、

2つの内側リンクであって、該2つの内側リンクの各々は、該2つの回転軸のうちの1つにおいて該接地リンクに旋回可能に連結され、該回転軸から離間した中間軸を有する、2つの内側リンクと、

2つの外側リンクであって、該2つの外側リンクの各々は、該内側リンクの中間軸において該内側リンクのうちの1つに旋回可能に連結され、該中間軸から離間した外側軸において共に旋回可能に連結される、2つの外側リンクと、

該外側リンク間の最小角度が少なくとも15度となるように、該外側軸回りの該外側リンクの回転を制限する制約部と

を含み、

10

全ての軸は、該球面回転の遠隔中心を通過し、該2つの内側リンクの各々は、該内側リンクが該接地リンクと同一平面にある場合に、該内側リンクの該中間軸が、該内側リンクの該回転軸の他方の回転軸と同じ側に配置されるように制約される、リンク機構。

【請求項12】

前記制約部は、機械的停止装置をさらに含む、請求項11に記載のリンク機構。

【請求項13】

前記機械的停止装置は、前記外側リンクの他方に対する該外側リンクの一方の前記外側軸回りの回転を直接制限する、請求項12に記載のリンク機構。

【請求項14】

前記接地リンクおよび前記2つの内側リンクは、略同一角度長を有する、請求項11に記載のリンク機構。

20

【請求項15】

前記2つの外側リンクは、略同一角度長を有する、請求項14に記載のリンク機構。

【請求項16】

前記2つの外側リンクは、前記接地リンクと略同一角度長を有する、請求項14に記載のリンク機構。

【請求項17】

前記制約部は、

2つのモータであって、各モータは、前記接地リンクと連結され、かつ前記2つの回転軸のうちの1つにおいて前記2つの内側リンクのうちの1つに連結される、2つのモータと、

30

前記2つのモータの各々に、該連結された内側リンクを該2つの回転軸のうちの1つの回りに制限された回転範囲で回転させるコントローラと

を含む、請求項11に記載のリンク機構。

【請求項18】

前記接地リンクおよび前記2つの内側リンクは、該2つの内側リンクの各一方およびその連結された外側リンクが、該接地リンクと該2つの内側リンクの他方およびその連結された外側リンクとを自由に通過できるように構成され、連結される、請求項11に記載のリンク機構。

【請求項19】

40

2つの回転エンコーダであって、該回転エンコーダの各々は、前記内側リンクのうちの1つにその回転軸において連結される、2つの回転エンコーダと、

該内側リンクの各々の軸受を受ける該2つの回転エンコーダに連結され、前記外側軸の位置を計算するコンピュータと

をさらに備える、請求項11に記載のリンク機構。

【請求項20】

前記外側リンクのうちの1つは、前記外側軸および前記中間軸から離間した挿入軸をさらに含み、該挿入軸は、前記球面回転の遠隔中心を通過する、請求項11に記載のリンク機構。

【請求項21】

50

前記外側リンクのうちの１つは、前記外側軸と一致する挿入軸をさらに含み、該挿入軸は、前記球面回転の遠隔中心を通過する、請求項１１に記載のリンク機構。

【請求項２２】

第１の回転軸に連結された第１のモータであって、該第１の回転軸は、該第１のモータから球面回転の遠隔中心に向かって延在する、第１のモータと、

第２の回転軸に連結された第２のモータであって、該第２の回転軸は、該第２のモータから該球面回転の遠隔中心から離れるように延在する、第２のモータと、

該第１の回転軸と該第２の回転軸との間に連結された接地リンクと、

該第１および第２のモータの第１の側を通過することができるように、該第１の回転軸に連結された第１の端部を有する旋回可能に連結された第１のリンク対と、

該第１および第２のモータの第２の側を通過することができるように、該第２の回転軸に連結された第１の端部を有する旋回可能に連結された第２のリンク対であって、該第１および第２のモータの該第２の側は、該第１の側と反対側であり、該第２のリンク対の第２の端部は、該第１のリンク対の第２の端部に旋回可能に連結される、第２のリンク対とを備え、

リンクを互いに旋回可能に連結する全ての関節は、該球面回転の遠隔中心を通過する軸回りの回転を可能にする、ロボットアーム。

【請求項２３】

前記第１および第２のリンク対のうちの１つは、挿入軸を備えたツールシャフトを有する手術器具の支持部をさらに含み、該挿入軸は、該第１および第２のリンク対を旋回可能に連結する前記関節から離間し、前記球面回転の遠隔中心を通過する、請求項２２に記載のロボットアーム。

【請求項２４】

前記第１および第２のリンク対を共に旋回可能に連結する前記関節は、前記挿入軸と前記支持部を含む該リンク対の前記第１の端部との間にある、請求項２３に記載のロボットアーム。

【請求項２５】

前記挿入軸と、前記第１および第２のリンク対を共に旋回可能に連結する前記関節の第１の回転軸と、前記支持部を含む該リンク対を旋回可能に連結する該関節の第２の回転軸とは、同一平面上にある、請求項２３に記載のロボットアーム。

【請求項２６】

前記第１の外側リンクは、挿入軸を備えるツールシャフトを有する手術器具用の支持部をさらに含み、該挿入軸は該外側軸と一致し、該挿入軸は前記球面回転の遠隔中心を含む、請求項２２に記載のロボットアーム。

【請求項２７】

前記第１および第２のリンク対のうちの１つは、挿入軸を備えたツールシャフトを有する手術器具の支持部をさらに含み、該挿入軸は、該第１および第２のリンク対を共に旋回可能に連結する前記関節の回転軸と一致し、前記球面回転の遠隔中心を通過する、請求項２２に記載のロボットアーム。

【請求項２８】

リンク間の最小角度が少なくとも１５度となるように、前記第１および第２のリンク対を旋回可能に連結する前記関節における該リンクの回転を制限する制約部をさらに備える、請求項２２に記載のロボットアーム。

【請求項２９】

リンク間の最小角度が少なくとも３０度となるように、前記第１および第２のリンク対を旋回可能に連結する前記関節における該リンクの回転を制限する制約部をさらに備える、請求項２２に記載のロボットアーム。

【請求項３０】

前記第１のモータは、第１の角度で前記第１の回転軸に連結され、前記第２のモータは、第２の角度で前記第２の回転軸に連結される、請求項２２に記載のロボットアーム。

【請求項 3 1】

前記第 1 のモータは、直角に前記第 1 の回転軸に連結され、前記第 2 のモータは、直角に前記第 2 の回転軸に連結される、請求項 2 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 3 2】

第 1 の回転軸に連結された第 1 の内側リンクであって、該第 1 の回転軸から離間した第 1 の中間軸を有する第 1 の内側リンクと、

該第 1 の中間軸において該第 1 の内側リンクに旋回可能に連結される第 1 の外側リンクであって、該第 1 の中間軸から離間した外側軸を有する第 1 の外側リンクと、

該第 1 の回転軸から離間した第 2 の回転軸に連結された第 2 の内側リンクであって、該第 2 の回転軸から離間した第 2 の中間軸を有する第 2 の内側リンクと

該第 2 の中間軸において該第 2 の内側リンクに旋回可能に連結され、かつ該外側軸において該第 1 の外側リンクに旋回可能に連結される第 2 の外側リンクと、

該第 1 の回転軸を該第 2 の回転軸に連結する接地リンクと、

該第 1 の回転軸に連結された第 1 のモータと、

該第 2 の回転軸に連結された第 2 のモータと、

該 5 つの軸はすべて、全 5 つのリンクから離間した球面回転の遠隔中心を通過し、コントローラであって、

該第 1 の内側リンクが該接地リンクと同一平面にある場合、該第 1 の回転軸から該第 1 の中間軸への第 1 の方向ベクトルが、該第 1 の回転軸から該第 2 の回転軸への第 2 の方向ベクトルと同一方向を有し、

該第 2 の内側リンクが該接地リンクと同一平面にある場合、該第 2 の回転軸から該第 2 の中間軸への第 3 の方向ベクトルが、該第 2 の回転軸から該第 1 の回転軸への第 4 の方向ベクトルと同一方向を有するように、

該第 1 および第 2 のモータに信号を提供し、該第 1 の内側リンクおよび該第 2 の内側リンクをそれぞれ回転させるコントローラと

を備える、ロボットアーム。

【請求項 3 3】

前記第 1 の外側リンクは、挿入軸を備えるツールシャフトを有する手術器具の支持部をさらに含み、該挿入軸は、前記外側軸および前記第 1 の中間軸から離間し、前記球面回転の遠隔中心を通過する、請求項 3 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 3 4】

前記挿入軸は、前記第 1 の中間軸から離間した前記外側軸より、該第 1 の中間軸からさらに離間する、請求項 3 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 3 5】

前記挿入軸と、前記外側軸と、前記第 1 の中間軸とは、同一平面上にある、請求項 3 4 に記載のロボットアーム。

【請求項 3 6】

前記第 1 の外側リンクは、挿入軸を備えたツールシャフトを有する手術器具の支持部をさらに含み、該挿入軸は、前記外側軸と一致し、前記球面回転の遠隔中心を含む、請求項 3 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 3 7】

前記第 1 の外側リンクと前記第 2 の外側リンクとの間の最小角度が少なくとも 15 度となるように、前記外側軸の回りの該第 1 の外側リンクの回転を制限する制約部をさらに含む、請求項 3 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 3 8】

前記第 1 の外側リンクと前記第 2 の外側リンクとの間の最小角度が少なくとも 30 度となるように、前記外側軸の回りの該第 1 の外側リンクの回転を制限する制約部をさらに含む、請求項 3 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 3 9】

前記第 1 のモータは、前記第 1 の回転軸に対し第 1 の角度で前記第 1 の内側リンクに連

10

20

30

40

50

結され、前記第 2 のモータは、前記第 2 の回転軸に対し第 2 の角度で前記第 2 の内側リンクに連結される、請求項 3 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 4 0】

前記第 1 のモータは、前記第 1 の回転軸に対し直角に前記第 1 の内側リンクに連結され、前記第 2 のモータは、前記第 2 の回転軸に対し直角に前記第 2 の内側リンクに連結される、請求項 3 2 に記載のロボットアーム。

【請求項 4 1】

駆動端において前記第 1 のモータに連結され、かつ他端において前記第 1 の内側リンクに連結される第 1 の駆動シャフトであって、該駆動端から前記球面回転の遠隔中心に向かって延在する第 1 の駆動シャフトと、

駆動端において前記第 2 のモータに連結され、かつ他端において前記第 2 の内側リンクに連結される第 2 の駆動シャフトであって、該駆動端から該球面回転の遠隔中心から離れるように延在する第 2 の駆動シャフトと

をさらに備える、請求項 4 0 に記載のロボットアーム。

【請求項 4 2】

第 1 のロボットアームであって、

接地リンクと、

該接地リンクに連結された 2 つのモータであって、各モータが回転軸を有し、該 2 本の回転軸は第 1 の球面回転の遠隔中心において交差する、2 つのモータと、

2 つの内側リンクであって、各内側リンクは該モータの回転軸において該モータのうちの 1 つと連結され、各内側リンクは該モータの回転軸から離間して配置された中間軸を有し、該 2 本の間軸は該第 1 の球面回転の遠隔中心を通過する、2 つの内側リンクと、

2 つの外側リンクであって、各外側リンクは該内側リンクの中間軸において該内側リンクのうちの 1 つと旋回可能に連結され、該 2 つの外側リンクは、該中間軸から離間して配置された外側軸において共に旋回可能に連結され、該第 1 の球面回転の遠隔中心を通過する、2 つの外側リンクと

を有する第 1 の並列の球面 5 棒リンク機構を含む、

ロボットアームと、

該第 1 のロボットアームの該 2 つのモータのそれぞれに、該 2 本の間軸が、該外側軸と該モータのうちのいずれか 1 つの該回転軸とを含む平面の同じ側にあるように、それぞれに連結された内側リンクを該モータの回転軸回りに回転させるコントローラと

を備える、システム。

【請求項 4 3】

前記外側リンクのうちの 1 つは、前記外側軸から離間して配置された挿入軸を有する手術器具をさらに含み、該挿入軸は、前記第 1 の球面回転の遠隔中心を通過する、請求項 4 2 に記載のシステム。

【請求項 4 4】

前記挿入軸は、前記外側軸が前記外側リンクのうちの 1 つの前記中間軸から離間して配置されているよりもさらに、該中間軸から離間して配置される、請求項 4 3 に記載のシステム。

【請求項 4 5】

前記挿入軸、前記外側軸、および前記外側リンクのうちの 1 つの中間軸は、同一平面上にある、請求項 4 4 に記載のシステム。

【請求項 4 6】

前記外側リンクのうちの 1 つは、前記外側軸と一致する挿入軸を有する手術器具をさらに含み、該挿入軸は前記第 1 の球面回転の遠隔中心を通過する、請求項 4 2 に記載のシステム。

【請求項 4 7】

前記第 1 のロボットアームは、前記モータの回転軸と、前記中間軸と、前記外側軸との間の角度が、160 度を越えることができないように、該中間軸回りの前記外側リンクの

10

20

30

40

50

うちの１つの回転を制限するための機械的停止装置をさらに含む、請求項４２に記載のシステム。

【請求項４８】

前記第１のロボットアームは、前記モータの回転軸と、前記中間軸と、前記外側軸との間の角度が、１２０度を超えることができないように、該中間軸回りの前記外側リンクのうちの１つの回転を制限するための機械的停止装置をさらに含む、請求項４２に記載のシステム。

【請求項４９】

前記２つの回転軸は、前記接地リンク上に離間して配置される、請求項４２に記載のシステム。

【請求項５０】

前記２つの回転軸は、前記接地リンク上で一致する、請求項４２に記載のシステム。

【請求項５１】

第２のロボットアームであって、

２つのモータであって、各モータが回転軸を有し、該２本の回転軸は第２の球面回転の遠隔中心において交差する、２つのモータと、

２つの内側リンクであって、各内側リンクは該モータの回転軸において該モータのうちの１つと連結され、各内側リンクは該モータの回転軸から離間して配置された中間軸を有し、該２本の中間軸は該第２の球面回転の遠隔中心を通過する、２つの内側リンクと、

２つの外側リンクであって、各外側リンクは該内側リンクの中間軸において該内側リンクのうちの１つと旋回可能に連結され、該２つの外側リンクは、該中間軸から離間して配置された外側軸において共に旋回可能に連結され、該第２の球面回転の遠隔中心を通過する、２つの外側リンクと

を有する第２の並列の球面５棒リンク機構を含む、

第２のロボットアームと、

さらに該第２のロボットアームの該２つのモータのそれぞれに、該２本の中間軸が、該外側軸および該回転軸のうちの１つを含む平面の同じ側にあるように、またさらに、該第２のロボットアームの該２本の中間軸が、該平面の、該中間軸が前記第１のロボットアームに対するものであるとした場合の反対側にあるように、該モータの回転軸の回りにおいてそれぞれに連結された内側リンクを回転させるコントローラと

をさらに備える、請求項４２に記載のシステム。

【請求項５２】

低侵襲手術システム用のロボットアームであって、

コンパクトな姿勢の範囲を有する並列の５棒球面リンク機構であって、球面回転の遠隔中心の回りに該並列の５棒球面リンク機構と連結されたロボット型手術ツールを球状に回転移動させる並列の５棒球面リンク機構と、

該ロボットアームと連結された制約部であって、該並列の５棒球面リンク機構を該コンパクトな姿勢の範囲に制限するための制約部と

を備える、ロボットアーム。

【請求項５３】

前記ロボットアームは、前記並列の５棒球面リンク機構に２つの並列の回転運動入力を提供する第１のモータおよび第２のモータを含み、

前記制約部は、前記コンパクトな姿勢の範囲を維持するよう該並列の５棒球面リンク機構を制御する該第１のモータおよび該第２のモータと連結されたコントローラである、

請求項５２に記載のロボットアーム。

【請求項５４】

前記並列の５棒球面リンク機構は、外側関節を有し、

前記制約部は、該外側関節に連結され、該並列の５棒球面リンク機構を前記コンパクトな姿勢範囲に制限する機械的停止装置を含む、

請求項５２に記載のロボットアーム。

10

20

30

40

50

【請求項 55】

前記ロボットアームは、接地リンクをさらに含み、

前記第1のリンク対は該第1のリンク対の第1の端部において該接地リンクと連結され、

直列の旋回可能に連結されたリンクの前記第2のリンク対は該第2のリンク対の第1の端部において該接地リンクと連結され、

該第1のリンク対の第2の端部および該第2のリンク対の第2の端部は、外側関節において共に連結される、

請求項52に記載のロボットアーム。

【請求項 56】

10

前記第1のリンク対および前記第2のリンク対は、複数の異なる半径の球体上に位置する弓形形状を有する、請求項52に記載のロボットアーム。

【請求項 57】

前記制約部は、前記ロボットアームの周囲にその他の手術機器用のクリアランスを提供する、請求項52に記載のロボットアーム。

【請求項 58】

前記並列の5棒球面リンク機構は、前記ロボットアームを患者の上に支持するために、台と連結するための接地リンクを有する、請求項52に記載のロボットアーム。

【請求項 59】

前記ロボットアームを患者の上に支持するために、前記並列の5棒球面リンク機構と前記台との間に連結された設定アームをさらに備える、請求項58に記載のロボットアーム。

20

【請求項 60】

低侵襲手術システムにおけるロボットアームのための方法であって、

並列の5棒球面リンク機構にコンパクトな姿勢をとらせるステップと、

球面回転の遠隔中心の回りに球面運動で該並列の5棒球面リンク機構を移動させるステップと、

該並列の5棒球面リンク機構の該球面運動をコンパクトな姿勢の範囲内に制約するステップと

を含む、方法。

30

【請求項 61】

前記並列の5棒球面リンク機構の複数の点は、該並列の5棒球面リンク機構を球状に移動させるために異なる球面上を移動する、請求項60に記載の方法。

【請求項 62】

前記方法は、前記ロボットアームを患者の上に支持するために、前記並列の5棒球面リンク機構のリンクを台に連結するステップをさらに含む、請求項60に記載の方法。

【請求項 63】

前記ロボットアームを患者の上に支持するために、前記並列の5棒球面リンク機構のリンクを、設定アームを有する台に連結するステップをさらに含む、請求項60に記載の方法。

40

【請求項 64】

前記ロボットアームは、前記並列の5棒球面リンク機構に連結された第1のモータおよび第2のモータを有し、

該並列の5棒球面リンク機構の球面運動を前記コンパクトな姿勢範囲内に制約するステップにおいて、該第1のモータおよび該第2のモータを制御し、該並列の5棒球面リンク機構の球面運動を該コンパクトな姿勢範囲内に制約する、

請求項60に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明の実施形態は、概してロボット手術システムに関する。より具体的には、本発明の実施形態はロボットアームにおけるリンク機構に関する。

【背景技術】

【0002】

低侵襲手術 (Minimally Invasive Surgery; MIS) は、小さい切開部を通して体内の手術部位に導入されるカメラおよび細長い手術器具を使用して、多くの場合、トロカールスリーブまたはカニューレを通して、患者を手術するための手術技術を提供する。手術部位は多くの場合、患者の腹部等の体腔を含む。体腔は任意で、吹送ガス等の透明流体を使用して拡張され得る。従来の低侵襲手術において、執刀医は、細長い手術器具のエンドエフェクタを使用して、器具のハンドルを作動させることにより、ビデオモニタで手術部位を見ながら組織を操作する。

10

【0003】

低侵襲手術の一般的な形態は、内視鏡検査である。腹腔鏡検査は、腹腔の内部で低侵襲検査および手術を実行するための、内視鏡検査の一種である。標準的な腹腔鏡手術において、患者の腹部にガスを吹送し、カニューレスリーブを小さい（一般に、1/2インチ以下）切開部に通過させて、腹腔鏡手術器具用の入口ポートを提供する。腹腔鏡手術器具は概して、腹腔鏡（腹腔内の手術野を見るために適用された内視鏡の一種）および作業ツールを含む。作業ツールは、各ツールの作業端またはエンドエフェクタが、ツールシャフトによってそのハンドルから分離されていることを除き、従来の（切開）手術において使用されるものと同様である。本願において使用する場合、「エンドエフェクタ」という用語は、手術器具の実際の作業部分を意味し、例えば、鉗子、把持器、剪刀、吻合器、撮像レンズ、および持針器を含み得る。腹腔鏡用のエンドエフェクタは、ツールシャフトを介してカメラおよびランプに光学的に連結され得るレンズおよび光源を含む場合がある。手術手順を実行するためには、執刀医がカニューレスリーブを介してこれらの作業ツールまたは器具を体内の手術部位に渡し、腹部の外側からそれらを操作する。執刀医は、腹腔鏡から撮影された手術部位の画像を表示するモニタを用いて、手順を監視する。関節鏡検査、後腹膜鏡検査、骨盤鏡検査、腎盂尿管鏡検査、膀胱鏡検査、脳槽鏡検査、洞房鏡検査、子宮鏡検査、尿道鏡検査等、その他の種類の手術においても、同様の内視鏡検査技術が用いられる。

20

【発明の開示】

30

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の実施形態は、以下の特許請求の範囲によって要約される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0005】

詳細な説明では、腹腔鏡手術において使用され得る場合の本発明について記載する。これは、本発明が使用され得る手術の種類の単なる一例であることを理解されたい。本発明は、腹腔鏡検査にも図示されている特定の構造配置にも限定されず、それらは本発明の理解を補助するための例に過ぎない。従来の低侵襲手術では、執刀医の手からかなりの距離の所にある手術ツールを執刀医の手の動きによって制御しているため、高度な手術技能が必要であり、多くの場合、不自然且つ非直観的な手の運動を必要とする。ロボット支援手術において、執刀医は、マスタコントローラを動作させて、手術部位における手術器具の運動を制御することができる。サーボ機構は、執刀医による手入力デバイスの操作に基づいて、手術器具を移動させ、関節運動させることができる。ロボットによる支援は、執刀医が手術器具の運動をより容易に且つ極めて正確に制御することを可能にし得る。

40

【0006】

図1は、本発明が使用され得る手術室の概略平面図を示す。手術台112上には、ロボット支援腹腔鏡手術を受けている患者110が示されている。執刀医120は、マスタコントローラ122を使用して、内視鏡カメラ、腹部手術の場合は腹腔鏡カメラ104によって提供される、体内の手術部位のビデオ画像を見るとともに、ロボットサーボ機構を用

50

いて1つ以上の手術器具および腹腔鏡カメラを制御することができる。マスタコントローラ122は、一般に、サーボ機構によって手術器具に連結された、1つ以上の手入力デバイス(ジョイスティック、外骨格グローブ等)を含むことになる。

【0007】

本発明を具現化するロボットアーム116は、ロボット支援手術中、手術部位に腹腔鏡カメラ104を支持および移動させるために使用され得る。手術器具のツールシャフト118およびツールシャフトが通過するカニューレ106が、ツールシャフトおよびカニューレの長さに沿った空間内に位置づけられた球面回転の中心の回りを旋回するように、腹腔鏡カメラ104を支持することが望ましい。さらなるロボットアーム100、102により、手術器具を支持し、移動させてもよい。手術器具を支持するためのロボットアーム100、102は、腹腔鏡カメラを支持するためのロボットアーム116とは異なる形態であってもよい。

10

【0008】

各ロボットアーム100、102、116は、関節運動する設定アーム130、132、134によって支持され得る。設定アームは、手術台112に装着されてもよい。各設定アームは、画定された運動範囲内にロボットアームを位置づけることを可能にする1以上の自由度を提供する関節によって連結された多数のセグメントを含み得る。ロボットアームが所望の位置にある場合、設定アームのセグメントおよび関節を固定するために、1つ以上の係止機構を設けてもよい。設定アームは、ロボットアーム100、102、116が、手術台およびその上の患者に対して任意の位置に固定されるのを可能にすることができる。設定アームの姿勢および結果として生じる支持されたロボットアームの位置を決定することを可能にするため、設定アームに関節角度センサを設けてもよい。

20

【0009】

各ロボットアーム100、102、116は、球面回転の中心が、実質的に体内の手術部位へのアクセスポイントにある位置(例えば、腹腔鏡手術中に腹壁においてトロカールまたはカニューレ106用の入口を提供する切開部を有するもの)に固定され得る。ロボットアーム116によって支持される手術器具104のエンドエフェクタは、ロボットアーム116によってツールシャフト118の近位端を移動させることにより、腹壁に対して危険な力を与えることなく、安全に位置づけられ得る。

【0010】

30

各ロボットアーム100、102、116は、ロボットアームから取り外し可能であってもよい1つの手術器具を支持することになる。種々の手術器具108が、単一手術の経過中にロボットアーム100、102上にある手術器具に取って代わり得る一方、腹腔鏡カメラ104は、概して、手術の経過中を通して所定位置に残される。各ロボットアーム116は、切開部を通過して患者110の体内に至るカニューレ106を支持することができる。手術器具または腹腔鏡カメラ104のツールシャフト118は、カニューレ106を通過して体内の手術部位に至る。

【0011】

ロボットアーム116は、カニューレ106および器具のツールシャフト118が、カニューレ106の長さに沿った空間内に位置づけられた球面回転の中心の回りを旋回するように、腹腔鏡カメラ104を支持することができる。球面回転の中心は、ロボットアーム用の回転運動の球中心であり、一方でロボットアームの構造体から離間して配置されていることから、球面回転の遠隔中心とも称される場合がある。球面回転の中心の回りにおける運動は、球面回転の中心から半径方向距離にある点が、その半径として半径方向距離を有する球面上を移動することから、球面運動と称される場合がある。カニューレ106は、患者110の腹壁内にある切開部等のアクセスポイントを通過して体内の手術部位に至る、挿入軸を画定する。ツールシャフト118は、挿入軸に沿って伸展する。

40

【0012】

各ロボットアーム100、102、116は、アームを所望の位置へ移動させるために、1つ以上のサーボモータを含み得る。各ロボットアームは、手術器具または腹腔鏡カメ

50

ラ 1 0 4 および / または手術器具または腹腔鏡カメラ上のエンドエフェクタを移動させるために、1 つ以上のさらなるサーボモータを含んでもよい。1 つ以上の制御ケーブル 1 2 4 は、マスタコントローラ 1 2 2 内のコンピュータ 1 2 3 とロボットアーム 1 0 0、1 0 2、1 1 6 のサーボモータとの間に信号を提供し得る。マスタコントローラ 1 2 2 は、執刀医の入力およびサーボ機構からの受信フィードバックに基づいて、ロボットアームのサーボ機構、手術器具、および腹腔鏡カメラを制御する信号を提供するために、コンピュータ 1 2 3 を含み得る。

【 0 0 1 3 】

図 2 は、患者 1 1 0 およびロボットアーム 1 0 0、1 0 2、1 1 6 を含む、図 1 の一部の拡大図を示す。図 3 は、患者の左手側から見た、腹腔鏡カメラを支持し、移動させるロボットアーム 1 1 6 の側面図を示す。患者 1 1 0 の概略断面を、カニユーレ 1 0 6 が腹壁の切開部 3 1 4 を通して挿入されるエリアに示している。腹腔鏡カメラ 1 0 4 のツールシャフト 1 1 8 は、患者 1 1 0 の内部にあるカニユーレ 1 0 6 の端部から現れるのが見える。ツールシャフト 1 1 8 の遠位端にあるエンドエフェクタ 3 0 0 は、レンズおよび光源を提供され得る。レンズおよび光源は、ツールシャフトを介してカメラおよびランプに光学的に連結され得る。カメラおよびランプは、ツールシャフトの近位端にあるロボットアーム 1 1 6 によって支持され得る。

【 0 0 1 4 】

ロボットアーム 1 1 6 は、以下でさらに詳細に論じるように、腹腔鏡カメラを支持するための球面リンク機構を含む。球面リンク機構は、挿入軸の運動を、カニユーレ 1 0 6 の長さに沿って位置し得る、球面回転の遠隔中心 3 0 6 の回りにおける回転に制約する。球面回転の遠隔中心 3 0 6 を、切開部 3 1 4 またはその付近に位置させることにより、挿入軸は、切開部における有意な横方向運動なく移動され得る。

【 0 0 1 5 】

エンドエフェクタ 3 0 0 は、カニユーレ 1 0 6 を通過し、挿入軸に沿って体内の手術部位へ至る。エンドエフェクタ 3 0 0 は、ツールシャフト 1 1 8 によって支持され、ツールシャフトを介してカメラ、ランプ、およびサーボ機構の 1 つ以上に連結される。エンドエフェクタ 3 0 0 の平行移動は、ツールシャフト 1 1 8 および装着されたエンドエフェクタとの腹腔鏡カメラ 1 0 4 の平行移動によって達成され得る。

【 0 0 1 6 】

エンドエフェクタ 3 0 0 は、その球面回転の遠隔中心 3 0 6 の回りにツールシャフト 1 1 8 を移動させることにより、2 つのさらなる次元で移動されることができる。ロボットアーム 1 1 6 は、空間内におけるその角度位置を変化させるようにツールシャフト 1 1 8 を移動させることによって、これら二次元の運動を制御することになる。ツールシャフト 1 1 8 の運動は、球面座標系内における挿入軸の位置の観点から説明され得る。空間内の点は、2 つの角度および球面座標系の中心からの距離の観点から特定され得る。球面座標系の中心を通過する挿入軸を特定するためには、その 2 つの角度があればよいことが十分に理解されるであろう。

【 0 0 1 7 】

本発明のロボットアーム 1 1 6 は、器具のツールシャフト 1 1 8 が、挿入軸に沿った空間内に、概してカニユーレ 1 0 6 の長さに沿って位置づけられた球面回転の遠隔中心 3 0 6 の回りを旋回するよう、腹腔鏡カメラ 1 0 4 を移動させ支持するための、並列の球面 5 棒リンク機構を含む。

【 0 0 1 8 】

図 4 A は、並列の 5 棒リンク機構 4 0 0 の、単純化した二次元概略図を示す。この例は、本質的に平坦な面において動作するリンク機構を図解するものである。本発明のリンク機構は、三次元空間においても同様に動作し、それについては後に説明する。並列の 5 棒リンク機構は、互いに対しかつ固定されたベースリンク 4 0 5 に対し旋回する 4 つの剛な棒またはリンク 4 0 1、4 0 2、4 0 3、4 0 4 のシステムである。固定されたベースリンクは、接地リンクと称される場合がある。接地リンク 4 0 5 は、残り 4 つのリンクを維

10

20

30

40

50

持する固定されたフレームを提供するという意味でのみ固定されることを理解されたい。接地リンク 405 は、5 棒リンク機構 400 全体を移動させるために、空間内に位置づけられ得る。

【0019】

各リンクは 2 本の旋回軸を含む。本発明では、各リンク上の 2 つの旋回軸間に相当な距離がある。旋回軸 411、412、413、414、415 はすべて、共有面に対して垂直である。これらのリンクは、リンクが連結された旋回軸の回りを互いに対して回転できるように、旋回軸において連結される。旋回軸におけるリンクの回転可能な連結は、連結されたリンクの運動を旋回軸の回りの回転に制限する、種々の形態をとることができる。並列の球面 5 棒リンク機構のための多数の軸が記載されている。「軸」という用語は、挿入軸を除き、「関節」または「ピボット」と称するものと同義で使用され得る。

10

【0020】

接地リンク 405 は、2 本の内側軸 412、413 を提供する。内側リンク 401、404 は、内側軸 413、412 のそれぞれと旋回可能に連結される。各内側リンク 401、404 は、内側軸 413、412 から離間して配置された中間軸 414、411 を有する。各内側リンク 401、404 は、中間軸 414、411 において外側リンク 402、403 と旋回可能に連結される。各外側リンク 402、403 は、中間軸 414、411 から離間して配置された外側軸 415 を有する。2 つの外側リンク 402、403 は、外側軸 415 において共に旋回可能に連結される。外側軸 415 は、その運動範囲内であれば何処にでも、共有面（この二次元の図解例において）と垂直に位置づけられ、したがって、外側軸 415 における終点運動に 2 自由度を提供することができる。それらの内側軸 413、412 の回りにおいて内側リンク 401、404 のそれぞれを回転させるためにモータが設けられている場合、矢印で示すように、外側軸 415 は、2 つの内側リンクをモータで回転させることによって、その運動範囲内であれば何処にでも位置づけられ得る。逆に、その運動範囲内における外側軸 415 の動きは、それらの内側軸 413、412 の回りにおける 2 つの内側リンク 401、404 の回転に転換される。

20

【0021】

接地基準の独立した 2 つの軸の二次元の動きを有するリンクの回転を連結するリンク機構は、並列リンク機構である。2 つのモータによって 2 つの内側リンクに提供される回転運動は、並列回転運動入力と称される場合がある。「並列」は、本願において使用する場合は、互いに独立して提供される 2 つの入力を示し、幾何学的意味で入力の方向を示すものではないことに留意すべきである。並列リンク機構において、2 つの独立した並列入力は、入力と連結されたリンクが結合するいずれかの遠位点において、同じ本体に作用し、該同じオブジェクトまたはリンクを駆動する。

30

【0022】

外側軸の可能性な位置の大部分に対し、5 棒リンク機構内の内側リンク 401、404 のそれぞれに 2 つの可能性な位置があることを理解されるであろう。例えば、内側リンク 401、404 はまた、点線 401'、404' によって示されるように、位置づけることが可能である。中間軸 414' と 411' との間の距離は短縮し、外側リンク 402' と 403' との間の角度は縮小されるため、内側リンクのこれらの位置は、概して望ましくないといみなされる。通常、中間軸間の距離を最大限にし、外側軸 415 のための幅広い支持ベースを提供することが望ましい。また、通常、外側軸 415 を支持するために、可能な限り互いに直角になるよう近接して外側リンク 402'、403' を有することが望ましい。5 棒リンク機構の従来構成が、外側軸 415 のための優れた構造支持を提供するが、結果として生じる構造は、移動のための相当量の空間を必要とする。点線で描かれたリンク 401'、402'、403'、404' によって示される代替構成は、小面積を占有し（平面上に投影されるように）、したがって、よりコンパクトな機械構成である。

40

【0023】

図 4B は、内側リンク 401、404 が反時計方向に回転した後の並列の 5 棒リンク機

50

構 4 0 0 を示す。外側軸 4 1 5 は、内側リンク 4 0 1、4 0 4 の回転によって、略左方向に移動したことを理解できるであろう。外側軸 4 1 5 の同じ位置はまた、並列の 5 棒リンク機構 4 0 0 が、点線によって示されるコンパクトな機械構成にある場合の内側リンク 4 0 1'、4 0 4' の同様の回転によっても生成されることができる。

【 0 0 2 4 】

球面リンク機構は、この説明を目的として、上述した二次元の機械的リンク機構の三次元版である。三次元リンク機構においては、すべての旋回軸が共通の球面回転の遠隔中心を通過する。「通過する」とは、正確な理論上の球面回転の遠隔中心に軸が実際に含まれるかのように、リンク機構が実質的に同じ運動学（特徴的運動）を有するのに十分なほど変位が小さい場合であって、ロボットアームの構造的制限を収容するために、球面回転の遠隔中心から（例えば、物理リンクの製造におけるわずかな誤差によって）わずかに離れている場合がある軸を含む。球面回転の遠隔中心を通過する軸はまた、球面回転の遠隔中心を中心とする球面に対して垂直であることに留意されたい。

10

【 0 0 2 5 】

図 5 は、並列の球面 5 棒リンク機構 5 0 0 の概略図を示す。前述した平面的な 5 棒リンク機構と同様に、並列の球面 5 棒リンク機構 5 0 0 は、互いにかつ固定されたベースまたは接地リンク 5 0 5 に対し旋回する 4 つの剛なリンク 5 0 1、5 0 2、5 0 3、5 0 4 のシステムである。並列の 5 棒リンク機構が球形に構築されている場合、旋回軸 5 1 1、5 1 2、5 1 3、5 1 4、5 1 5 はすべて、共通の球面に対して垂直であり、したがって、球体の球面回転の遠隔中心 5 2 0 を通過する。特に、外側軸 5 1 5 は、その運動範囲内において常に球面回転の遠隔中心 5 2 0 を通過することになる。したがって、並列の球面 5 棒リンク機構 5 0 0 は、リンク機構 5 0 0 の外側軸 5 1 5 によって支持され動かされる際には、器具のツールシャフトが球面回転の遠隔中心の回りを旋回するよう、所望の制約された運動を手術器具に提供する。手術器具を移動させるためのモータは、接地リンク 5 0 5 の内側軸 5 1 3、5 1 2 に設置される。これにより、直列アーム機構を使用した場合に必要とされる場合がある、一方のモータを他方のモータと共に移動させる必要性を回避する。

20

【 0 0 2 6 】

図 6 A で図式的に示すように、並列の球面 5 棒リンク機構 6 0 0 が、中間軸 6 1 4、6 1 1 がそれらの可能な最大距離間隔にある場合の従来の構成をとらないように制約され得、驚くべきことに、外側軸 6 1 5 に良好な構造的支持を提供することが分かっている。この結果として、多くの場合、図 1 および 2 の例示的なシステムによって示されるような限られた量の空間内において他方のロボットアームを極めて接近して使用することが必要とされる場面で、内視鏡カメラを支持するためのロボットアームとしての使用により適した、よりコンパクトな構成をもたらす。

30

【 0 0 2 7 】

図式的に示されている並列の球面 5 棒リンク機構 6 0 0 は、接地リンク 6 0 5 と、接地リンクに旋回可能に連結された 2 つの内側リンク 6 0 1、6 0 4 と、一端で互いに、他端でそれぞれ 2 つの内側リンク 6 0 1、6 0 4 に旋回可能に連結された 2 つの外側リンク 6 0 2、6 0 3 とを含む。第 1 の内側リンク 6 0 1 は、第 1 の回転軸 6 1 3 において、接地リンク 6 0 5 に旋回可能に連結される。第 1 の内側リンク 6 0 1 は、第 1 の回転軸 6 1 3 から第 1 の距離に、第 1 の中間軸 6 1 4 をさらに含む。第 1 の外側リンク 6 0 2 は、第 1 の中間軸 6 1 4 において第 1 の内側リンク 6 0 1 と旋回可能に連結される。第 1 の外側リンク 6 0 2 は、第 1 の中間軸 6 1 4 から第 2 の距離に外側軸 6 1 5 を有する。

40

【 0 0 2 8 】

第 2 の内側リンク 6 0 4 は、第 2 の回転軸 6 1 2 において、接地リンクに旋回可能に連結される。第 2 の内側リンク 6 0 4 は、第 4 の距離分第 1 の回転軸 6 1 3 から離間する第 2 の回転軸 6 1 2 を有する。第 2 の内側リンク 6 0 4 は、第 2 の回転軸 6 1 2 から第 5 の距離に、第 2 の中間軸 6 1 1 をさらに含む。第 2 の外側リンク 6 0 3 は、第 2 の中間軸 6 1 1 において第 2 の内側リンク 6 0 4 に、外側軸 6 1 5 において第 1 の外側リンク 6 0 2

50

に旋回可能に連結される。外側軸 6 1 5 は、第 2 の中間軸 6 1 1 から第 6 の距離にある。

【 0 0 2 9 】

機械的停止装置は、外側リンク間で最小角度が維持されるように、外側軸 6 1 5 回りの外側リンク 6 0 2、6 0 3 の回転を制限することができる（おそらく、最小角度は、1 5 乃至 3 0 度の範囲）。外側軸 6 1 5 が、第 1 の回転軸 6 1 3 から第 2 の回転軸 6 1 2 への線分の垂直な二等分線である平面 6 2 2 上にあるときに、内側リンク 6 0 1、6 0 4 のそれぞれが、二等分平面 6 2 2 を交差 6 2 4 するように、リンクは組み立てられ、制約される。（二重点線は、リンク機構 6 0 0 の近傍にある虚の二等分平面 6 2 2 の一部の縁を示唆するように意図されている。点線の円は、内側リンク 6 0 1、6 0 4 のそれぞれと二等分平面 6 2 2 との間の交差点を示し、図示される構成および姿勢に対し同一場所にある）。内側リンクが二等分平面を交差する場合、回転軸と中間軸とは、平面の反対側にあることになる。これは、内側リンク 6 0 1、6 0 4 が互いに交差可能であることが必要となることを理解されるであろう。

10

【 0 0 3 0 】

ロボットアームによってとられる特定の位置は、姿勢と称される場合がある。ロボットアームを特定の位置に設置することを、ロボットアームに姿勢をとらせると称する場合がある。並列の球面 5 棒リンク機構は、2 つの中間軸 6 1 4、6 1 1 が、ロボットアーム 6 0 0 の任意の所与の姿勢に対し可能な最大距離間隔と比較して、比較的近接するように、その運動が制限され得る。特に、回転軸 6 1 2、6 1 3、中間軸 6 1 1、6 1 4、および外側軸 6 1 5 は、同一平面上にあるという特異性を除き、各内側リンク 6 0 1、6 0 4 は、外側軸 6 1 5 の所与の位置に対する 2 つの位置のうちの一方にあってもよい。2 つの内側リンク 6 0 1、6 0 4 のそれぞれの 2 つの位置のうちの一方は、中間軸 6 1 1、6 1 4 との間の最大距離を提供するであろう。2 つの内側リンク 6 0 1、6 0 4 のそれぞれが 2 つの位置のうちの他方にある場合の姿勢は、コンパクトな姿勢として記載されるであろう。これは、最小可能距離とならない場合もあるが、常に、中間軸 6 1 1、6 1 4 間の最大距離よりも小さくなることを理解されるであろう。外側リンクが、外側リンク間の少なくとも最小角度を維持するように制約され、並列の 5 棒球面リンク機構が、コンパクトな姿勢に組み立てられる場合、リンク機構は、コンパクトな姿勢の範囲に制限されるであろう。

20

【 0 0 3 1 】

図 6 B は、内側リンクの一方 6 0 1 が反時計方向に回転した後の並列の球面 5 棒リンク機構 6 0 0 を示す。外側軸 6 1 5 は、内側リンク 6 0 1 の回転によって、略左方向に移動したことを理解できるであろう。また、外側軸 6 1 5 上の点は、球面上を移動するように制約されることも理解されるであろう。図 6 B に示される姿勢では、2 つの内側リンク 6 0 1、6 0 4 のいずれも、二等分平面 6 2 2 を交差しない。外側軸 6 1 5 が、第 1 の回転軸 6 1 3 から第 2 の回転軸 6 1 2 への線分の垂直な二等分線である平面 6 2 2 上にある姿勢からずれた場合でも、リンク機構 6 0 0 は、コンパクトな構成を保持することが分かるであろう。

30

【 0 0 3 2 】

次に図 7 A を参照すると、内側リンク 7 0 1、7 0 4 および外側リンク 7 0 2、7 0 3 は、図 1 ~ 3 に示される実施形態に対し図示される。モータアセンブリによって提供される接地リンクは、4 つの移動リンク間の関係をよりよく示すために図 7 には示されていない。2 つの内側リンク 7 0 1、7 0 4 はそれぞれ、回転軸 7 1 3、7 1 2 のうちの一方の回りを回転可能である。各内側リンク 7 0 1、7 0 4 は、中間軸 7 1 1、7 1 4 において、外側リンク 7 0 2、7 0 3 に旋回可能に連結される。2 つの外側リンク 7 0 2、7 0 3 は、外側軸 7 1 5 において、共に旋回可能に連結される。また、外側軸 7 1 5 は、カニユーレ（図示せず）が中心となる挿入軸であってもよい。

40

【 0 0 3 3 】

いくつかの実施形態では、第 1 の回転軸 7 1 3 および第 2 の回転軸 7 1 2 は、モータに信号を提供するコントローラに接続されるモータによって駆動される。第 1 のモータは、

50

第 1 の内側リンク 7 0 1 を回転させ、第 2 のモータは、第 2 の内側リンク 7 0 4 を回転することができる。並列の 5 棒球面リンク機構が、コンパクトな姿勢の範囲に制限されるように、コントローラは、リンクの運動を制限することができる。外側軸 7 1 5 が二等分平面上にある場合に、内側リンク 7 0 1、7 0 4 のそれぞれが、第 1 の回転軸 7 1 3 から第 2 の回転軸 7 1 2 への線分の垂直な二等分平面を交差するように、コントローラは、内側リンク 7 0 1、7 0 4 の運動を制限することができる。内側リンクが、二等分平面を交差する場合、回転軸と中間軸とは、二等分平面の反対側にあるだろう。また、最小角距離が、中間軸 7 1 1、7 1 4 間に維持されるように（おそらく、最小角距離は、15 乃至 30 度の範囲にある）、コントローラは、内側リンク 7 0 1、7 0 4 の回転を制限することができる。コントローラは、リンク 7 0 1 - 7 0 4 の動きの範囲に、外側軸 7 1 5 での外側リンク 7 0 2 と 7 0 3 との間の角度を制限する機械的停止装置と同じ制約を提供することが可能である。

10

【0034】

並列の球面 5 棒リンク機構は、サーボモータまたはステッピングモータ等を使用して内側リンク 7 0 1、7 0 4 を制御可能に回転させることにより、外側軸 7 1 5 を所望の位置まで移動させるために使用され得る。図 7 B は、内側リンクの一方 7 0 1 が反時計方向に回転した後の並列の球面 5 棒リンク機構を示す。図 7 A および 7 B に示される並列の球面 5 棒リンク機構の姿勢は、図 6 A および 6 B それぞれに図式的に示される並列の球面 5 棒リンク機構の姿勢と略同様である。

【0035】

20

別の実施形態において、並列の球面 5 棒リンク機構は、外側軸の操作に起因する 2 つの内側軸の軸受を測定することにより、外側軸の位置を検知するために使用され得る。例えば、回転エンコーダまたはその他のセンサを、図 7 に示す並列の球面 5 棒リンク機構の第 1 回転軸 7 1 3 および第 2 回転軸 7 1 2 に設置してもよい。コントローラを、内側リンク 7 0 1、7 0 4 のそれぞれの軸受を受ける 2 つの回転エンコーダと連結されたコンピュータと置き換えてもよい。続いてコンピュータは、外側軸の位置を計算することができ、これをオペレータが操作して位置入力を提供することができる。外側軸は球面リンク機構の球面回転 7 2 0 の遠隔中心の回りを回転するように制約されることが十分に理解されるであろう。したがって、執刀医 1 2 0 から外側軸 7 1 5 の位置入力を受けるために、並列の球面 5 棒リンク機構を図 1 の制御コンソール 1 2 2 において使用してもよい。位置入力は、ロボットアーム 1 1 6 の外側軸と同じ制約された運動を有し得る。

30

【0036】

次に図 8、9、10、11、および 12 を参照すると、図 1 ~ 3 から示される同一姿勢において、腹腔鏡カメラを支持するために使用されるロボットアーム 1 1 6 の 4 つの側面および端部の正面図が示される。図 8 は、第 1 の側面図である。図 9 は、底面図である。図 10 は、第 1 の側面の反対側の側面の第 2 の側面図。図 11 は、上面図である。図 12 は、図 8 ~ 11 の右側端部の図である。

【0037】

図 8 ~ 12 は、本発明を具現化するロボットアーム 1 1 6 を示す。ロボットアームは、接地リンクとして機能するモータアセンブリ 8 0 0 と、並列の球面 5 棒リンク機構を提供するための 4 つの移動可能リンク 7 0 1、7 0 2、7 0 3、7 0 4 を含む。4 つの可動リンクの関係は、図 7 に関連して上述されている。モータアセンブリ 8 0 0 は、2 つの回転可能シャフト 8 0 2、8 0 4 を提供する。回転軸 7 1 3、7 1 2（図 7 に図示）のうちの一方において、回転可能シャフトのそれぞれは、2 つの内側リンク 7 0 1、7 0 4 のうちの一方に連結される。カニユーレ 1 0 6 は、外側軸 7 1 5（図 7 に図示）と同軸にある位置において、2 つの外側リンク 7 0 2、7 0 3 によって支持される。本実施形態では、外側軸 7 1 5 は、内視鏡カメラのツールシャフトの挿入軸と一致する。

40

【0038】

図 13 は、モータアセンブリ 8 0 0 と 2 つの内側リンク 7 0 1、7 0 4 との関係が分かるように、2 つの外側リンク 7 0 2、7 0 3 を取り外した図 12 のロボットアーム 1 1 6

50

を示す。モータアセンブリ 800 および 2 つの内側リンク 701、704 は、2 つの内側リンクが互いにおよびモータアセンブリを通過可能なような構成に成形および連結される。2 つの回転可能シャフト 802、804 は、本実施形態において、モータアセンブリ 800 から略反対方向に出現することを理解できるであろう。2 つの回転可能シャフト 802、804 は、ウォームおよび螺旋駆動等の直角駆動を介して、シャフトに連結されるモータによって駆動され得る。

【0039】

一方の内側リンク 701 は、モータアセンブリよりも球面運動の中心に近い球状「シェル」内で移動する。他方の内側リンク 704 は、モータアセンブリよりも球面運動の中心から遠い球状「シェル」内で移動する。モータアセンブリ 800 は、これらの 2 つの球状「シェル」間にある。したがって、一方のリンク対は、モータアセンブリの内側を通過し、他方のリンク対は、外側を通過する。

【0040】

図 14 は、外側軸 806 がモータアセンブリ 800 に近接する姿勢にある図 9 のロボットアーム 116' を示す（モータアセンブリ 800 は、移動可能リンク 701'、702'、703'、704' の構成が分かるように、点線で示唆されるように透明に描かれている）。遠隔球面中心へ延在する第 1 の回転可能シャフト 802 に連結される一方の内側リンク 701' と、連結された外側リンク 702' とは、モータアセンブリ 800 の内側を通過している。これらのリンクは、モータアセンブリ 800 と遠隔球面中心との間にある。遠隔球面中心から離れて延在する第 2 の回転可能シャフト 804 に連結される他方の内側リンク 704' と、連結された外側リンク 703' とは、モータアセンブリ 800 の外側を通過する。モータアセンブリ 800 は、これらのリンクと遠隔球面中心との間にある。

【0041】

図 15 は、本発明を具現化する別のロボットアーム 1500 を示す。モータアセンブリは、2 つの回転軸 1508、1510 からかなりの距離離れた位置で、支持部 1506 によって連結される 2 つのモータ 1502、1504 を含む。モータアセンブリは、並列の球面 5 棒リンク機構に接地リンクを提供する。支持部 1506 のこの構成は、カニユーレ 1514 の軸でもあり得る外側軸 1512 が、2 つの回転軸 1508 と 1510 との間、および 2 つのモータ 1502 と 1504 との間を通過し、より大きい運動範囲を提供することを可能にする。

【0042】

図 16 は、本発明を具現化するさらに別のロボットアーム 1600 を示す。モータアセンブリは、並列の球面 5 棒リンク機構に接地リンクを提供する支持部 1606 によって連結される 2 つのモータ 1602、1604 を含む。2 つの回転軸 1608、1610 は、直角駆動が必要とされないように、2 つのモータ 1602、1604 の軸と一致し得る。内側リンクのうちの少なくとも一方 1614 は、2 つの回転軸 1608、1610 間の角距離より実質的に短い角度長を有する。これによって、他方の内側リンク 1616 に連結されるモータ 1604 に対し内側リンク 1614 を可能にする。他方の内側リンク 1616 は、短縮された内側リンク 1614 に連結されるモータ 1602 の内側、該モータと遠隔球面中心との間を通過するように構成され得るため、2 つの回転軸 1608、1610 間の角距離より実質的に短い角度長を有しても、有さなくてもよい。

【0043】

図 17 は、図 16 に示されるロボットアーム 1600 と同様のロボットアーム 1700 の略図を示す。内側および外側リンク 1701、1702 の第 1 の対は、第 1 の中間軸 1714 において、旋回可能に連結される。内側および外側リンク 1704、1703 の第 2 の対は、第 2 の中間軸 1711 において、旋回可能に連結される。2 つの外側リンク 1702、1703 は、外側軸 1715 において、旋回可能に連結される。2 つのモータ 1733、1734 の一方は、内側リンク 1701、1704 のそれぞれに連結され、回転軸 1713、1712 の回りで内側リンクを回転させる。2 つのモータは、接地リンク 1

10

20

30

40

50

705によって連結され、並列の球面5棒リンク機構を完成する。

【0044】

内側および外側リンク1701、1702の第1の対は、第1の球面シェル1736内を移動するように、構成され得ることが理解されるであろう。内側および外側リンク1704、1703の第2の対は、外側軸1715の近傍を除き、第1の球面シェル1736と共有しない第2の球面シェル1738内を移動する。この配列によって、内側リンク1701、1704は、互いにクロスオーバーすることが可能になる。また、この配列における内側リンク1701、1704も、接地リンクが、第2の球面シェル1738の外側にある場合、2つのモータ1733、1734を連結する接地リンク1705の内側、球面回転1720の遠隔中心のより近くを通過することができる。

10

【0045】

リンク機構1700の配列は、図示されるように、第1の内側リンク1701が、接地リンク1705と同一平面上にある場合、第1の回転軸1713から第1の中間軸1714への第1の方向ベクトル1721は、第1の回転軸1713から第2の回転軸1712への第2の方向ベクトル1722と同一方向を有するというさらなる特徴がある。同様に、第2の内側リンク1704が、接地リンク1705と同一平面にある場合、第2の回転軸1712から第2の中間軸1711への第3の方向ベクトル1723は、第2の回転軸1712から第1の回転軸1713への第4の方向ベクトル1724と同一方向を有する。

【0046】

20

図18は、図11に示されるロボットアーム116と同様のロボットアーム1800の略図を示す。内側および外側リンク1801、1802の第1の対は、第1の中間軸1814において、旋回可能に連結される。内側および外側リンク1804、1803の第2の対は、第2の中間軸1811において、旋回可能に連結される。2つの外側リンク1802、1803は、外側軸1815において、旋回可能に連結される。2つのモータ1833、1834のうちの1つは、内側リンク1801、1804のそれぞれに連結され、回転軸1813、1812の回りに内側リンクを回転させる。2つのモータは、接地リンク1805によって連結され、並列の球面5棒リンク機構を完成する。

【0047】

30

図18に示される配列では、3つすべてのリンクが同一平面にある場合、接地リンク1805は、2つの内側リンク1801、1804の間にある。内側および外側リンク1801、1802の第1の対は、第1の球面シェル1836内を移動し得る。内側および外側リンク1804、1803の第2の対は、外側軸1815の近傍を除き、第1の球面シェル1836と共有しない第2の球面シェル1838内を移動し得る。接地リンクが、第1と第2の球面シェルとの間にある第3の球面シェル1837内にある場合、内側リンク1801、1804は、互いにクロスオーバーし、さらに接地リンクをクロスオーバーし得る。図17に示されるリンク機構1700に対する上述のように、内側リンク1801、1804が、接地リンク1805と同一平面にある場合には、リンク機構1800の配列は、同じ方向性特徴を有する。

【0048】

40

図18に示される配列では、モータ1833、1834の軸は、回転軸1813、1812に垂直であり得る。これは、モータの全部または一部が、内側リンク1801、1804が通過可能な第3の球面シェル1837内にあるように成され得る。駆動シャフト1840、1842は、直角駆動手段1844、1846によって、モータ1833、1834を内側リンク1801、1804に連結することができる。他の実施形態では、駆動シャフトは、他の配列でモータに連結してもよく、モータシャフトの同軸延長部であってもよい。モータ1833、1834に連結される駆動シャフト1840、1842の端部は、駆動端として説明され得る。図示される配列では、第1の駆動シャフト1840は、駆動端から球面回転の遠隔中心1820へ向かって延在し、第2の駆動シャフト1842は、駆動端から球面回転の遠隔中心1820から離れるように延在するように示され得る

50

。

【0049】

図19は、図7～12に示されるロボットアーム116と同様の構造を有する、本発明を具現化する並列の球面5棒リンク機構1900を示す。図20は、図19の並列の球面5棒リンク機構1900の概略図を示す。4つの移動可能リンク1901～1904が回転する5つの旋回軸1911～1915はすべて、球面回転の共通遠隔中心1920を通過する。第1の内側リンク1901および第2の内側リンク1904は、第1の回転軸1913および第2の回転軸1912の回りに内側リンクを回転させることが可能なモータに連結され得る。2つのモータは、共に連結され、接地リンクである第5のリンク（図示せず）を形成することができる。

10

【0050】

移動可能リンク1901、1902、1903、1904は、略弓状を有するように示される。リンクは、本発明の機能に影響を及ぼすことなく、任意の所望の形態を有することができることを理解されるであろう。回転接続部1921、1922、1923、1924、1925の軸がすべて、球面回転の共通遠隔中心1920を実質的に通過する限り、リンク機構は、球面リンク機構として機能するであろう。リンクおよびピボットが互いに通過可能なように、リンクのいずれかは、弓状セグメントを含み得る不規則な形を有し、回転接続部の配置に適合してもよい。球面回転の遠隔中心1920を実質的に通過するように、旋回軸を支持する限り、リンクの形態は重要ではないことを理解されるであろう。

20

。

【0051】

本発明の並列の球面5棒リンク機構のコンパクトな構成において、第1の回転軸1913を外側軸1915に連結する第1のリンク対1901、1902が、第2の回転軸1912を外側軸1915に連結する第2のリンク対1904、1903を自由に通過できるようにリンク機構を構成することが望ましい場合がある。並列の球面5棒リンク機構の唯一の要件は、すべての旋回軸が実質的に共通の球面回転の遠隔中心1920を通過することであるため、第1のリンク対1901、1902および第1の中間ピボット1914は、第1の対によって掃引された第1のボリュームが、第2のリンク対1904、1903および第2の中間ピボット1911によって掃引された第2のボリュームと交差しないように構成されてもよい。第1および第2のボリューム間の唯一の接続部は、外側軸1915および接地リンク1905に近接している。図19および20によって示される実施形態におけるリンクの形態は、第1のリンク対1901、1902が第2のリンク対1904、1903を通過するのを可能にする構成の一例である。

30

【0052】

図21は、2つの内側リンク2101、2104と、2つの外側リンクと、モータアセンブリ2105によって提供される接地リンクとを含む、ロボットアームのための並列の球面5棒リンク機構2100の別の実施形態を示す。図19のリンク機構1900と比較すると、並列の球面5棒リンク機構2100は、外側軸2115からオフセット距離だけ離間して配置された挿入軸2119を有する外側リンク2103を含む。挿入軸2119が外側軸2115と一致するのが理想的である。しかしながら、挿入軸2119を外側軸2115から分離することにより、機械的なパッケージングの利点を得ることができる。

40

【0053】

好ましくは、挿入軸2119は、外側軸2115よりも中間軸2111から離れて、外側リンク2103に設置される。挿入軸2119が球面回転の遠隔中心2120を中心とする球体の表面に対して垂直であり、したがって球面回転の遠隔中心2120を通過する限り、挿入軸は並列の球面5棒リンク機構2100の旋回軸2111～2115と同じ運動学的特徴を有することになる。すなわち、挿入軸2119は、球面回転の遠隔中心2120に対して移動することになる。挿入軸2119は、中間軸2114と外側軸2115とによって画定される平面内にあってもよいし、そうでなくてもよい。

【0054】

50

並列の球面 5 棒リンク機構の旋回軸から外側への挿入軸 2 1 1 9 の設置は、リンク機構 2 1 0 0 の運動を妨害することなく、内視鏡カメラ（図示せず）が支持および操作されることを可能にし得る。カニユーレ 2 1 0 6 およびその関連する機械的装着手段の構築、据付、除去、および無菌境界構築を単純化することもできる。

【0055】

図 2 1 に図示するもの等、離間して配置された挿入軸を有するいくつかの実施形態において、挿入軸 2 1 1 9、外側軸 2 1 1 5、および中間軸 2 1 1 1 は、同一平面上にあってもよい。この配列により、2 つの内側リンク 2 1 0 1、2 1 0 4 の位置と外側軸 2 1 1 5 の位置との間の関係を単純化することができる。挿入軸 2 1 1 9 を、2 つの外側リンク 2 1 0 2、2 1 0 3 のいずれに設置してもよいことに留意されたい。

10

【0056】

本発明の並列の球面 5 棒リンク機構は、球体の表面上における平面幾何学である、球面幾何学を使用して説明され得る。本発明のリンク機構のリンクは、同じ球面上にある必要も、またいかなる球面上にある必要もないが、リンク機構について説明することを目的として、共通の球面に投影され得る。球面幾何学において、球面上の幾何学的関係は球体の半径を変化させることによって影響を受けないことから、距離を角度として計測することができる。角距離は、球体の半径に関係なく同じままである

地球表面における航法は、球面幾何学の一般的な例である。世界的航法において使用される緯度および経度は、球面系におけるロケーションおよび方向を説明するための馴染みのあるシステムである。赤道は、緯度 0 ° の地点を定義する。北極は緯度 9 0 ° を定義し、南極は緯度 - 9 0 ° を定義する。経度は、経度 0 ° の任意に定義された線から一定緯度の円上における角距離である。経度は、従来、経度 0 ° の線から西に 1 8 0 °、東に 1 8 0 ° の範囲にあるとして表現される。軸受は、軸受と北極へ方向線との間の角度として表現される地点からの方向線である。西方向軸受は、正の角度として表現され、東方向軸受は、負の角度として表現され得る。以下は、球面幾何学の観点から表される本発明の実施形態の説明である。

20

【0057】

再び図 6 を参照すると、第 1 の内側リンク 6 0 1 の第 1 の回転軸 6 1 3 は、緯度 0 °、経度 0 ° にあるものと考えられることになる。第 2 の内側リンク 6 0 4 の第 2 の回転軸 6 1 2 は、同一緯度、正の（東方向）経度にあるものとして示されている。第 2 の回転軸 6 1 2 は、例えば、経度 5 5 ° および緯度 0 ° の定位置にあり得る。したがって、本例では、接地リンクは、角度長 5 5 ° を有する。定位置は、リンク機構の球面幾何学の基準系内に固定されていることを意味し、その基準系を有するリンク機構全体は、空間内に自由に位置づけられ得ることを記憶にとどめておかななくてはならない。

30

【0058】

移動可能リンク 6 0 1 - 6 0 4 はすべて、接地リンクと同一角度長を有してもよい。例えば、第 1 の中間軸 6 1 4 は、第 1 の回転軸 6 1 3 から 5 5 ° 離間して配置され得る。第 1 の外側軸 6 1 5 は、第 1 の中間軸 6 1 4 から 5 5 ° 離間して配置され得る。挿入軸 6 1 9 は、外側軸 6 1 5 から 3 0 ° 離間して配置され得る。第 2 の中間軸 6 1 1 は、第 2 の回転軸 6 1 2 から 5 5 ° 離間して配置され得る。第 2 の中間軸 6 1 1 は、外側軸 6 1 5 から 5 5 ° 離間して配置され得る。

40

【0059】

回転軸 6 1 3、6 1 2 回りの内側リンク 6 0 1、6 0 4 の回転範囲は、例えば、外側リンク 6 0 2 と 6 0 3 との間で最小角度 1 5 ° が維持されるように制約され得る。内側リンク 6 0 1、6 0 4 の回転範囲は、例えば、外側軸 6 1 5 が経度 2 7 . 5 ° を有する場合、第 1 の内側リンク 6 0 1 は、負の（東方向）軸受を有し、第 2 の内側リンク 6 0 4 は、正の（西方向）軸受を有するように、さらに制約され得る。回転軸 6 1 3、6 1 2 を共通球面上の中間軸 6 1 4、6 1 1 に最も直接接続する線分は、内側リンクの両方に対し外側軸 6 1 5 の経度線を交差するであろう。したがって、外側軸が、その東西運動範囲の中心またはその近傍にある場合、内側リンクは、互いに交差するであろう。外側軸が、その東西運

50

動範囲の中心部分にある場合、内側リンクの回転上の制約は、交差が解けることを防止する。

【0060】

これらの寸法は、単なる例に過ぎない。本発明は、実質的に異なる寸法および実質的に異なる運動範囲を有するリンク機構によって実践され得る。本発明は、特許請求の範囲によってのみ限定される。挿入軸の運動範囲について、およびデバイスがその運動範囲によって占める空間について特定の要件を有する、特定種類の手術の必要性に本発明を適合させるために、異なる寸法および異なる運動範囲を使用することが望ましい場合がある。

【0061】

本発明の並列の球面5棒リンク機構は、動力を受ける構成および受けない構成の両方において具現化され得ることを理解されたい。動力供給を受ける実施形態においては、サーボモータ等のデバイスが内側リンクを回転させる。並列の球面5棒リンク機構は、それらの回転を外側軸の二次元の動きに転換する。動力供給を受けない実施形態においては、外側軸の二次元の動きは、並列の球面5棒リンク機構によって内側リンクの回転に転換される。回転エンコーダ等のデバイスは、内側リンクの軸受を検知することができ、該情報を使用して、外側軸の位置を計算することができる。前述したように中間軸の回転を制約することは、該制約により、外側軸の位置を、内側リンクの軸受に対応する2つの考えられる位置の一方に制限することから、動力供給を受けない実施形態において有利である。

【0062】

いくつかの例示的な実施形態を説明し、添付の図面に示したが、そのような実施形態は広範な本発明の単なる例示であって限定的なものではなく、当業者であればその他種々の修正形態に想到し得るため、本発明は図示および説明した特定の構築および配列に限定されるものではないことを理解されたい。むしろ、本発明の実施形態は、以下に続く特許請求の範囲によって解釈されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】図1は、本発明の実施形態が使用される手術室の平面図である。

【図2】図2は、図1の手術室の一部の平面図である。

【図3】図3は、図2の手術室の一部の側面図である。

【図4】図4は、並列の5棒リンク機構の概略図である。

【図5】図5は、並列の球面5棒リンク機構の概略図である。

【図6】図6別の並列の球面5棒リンク機構の概略図である。

【図7】図7は、本発明の実施形態の透視図である。

【図8】図8は、本発明の実施形態の第1の側面の図である。

【図9】図9は、図8に示される本発明の実施形態の底面図である。

【図10】図10は、図8に示される本発明の実施形態の第2の側面の図である。

【図11】図11は、図8に示される本発明の実施形態の上面図である。

【図12】図12は、図8に示される本発明の実施形態の端面図である。

【図13】図13は、図12に示されるような実施形態の一部の透視図である。

【図14】図14は、異なる操作位置にある、図9に示されるような本発明の実施形態の底面図である。

【図15】図15は、本発明の別の実施形態の底面図である。

【図16】図16は、本発明の別の実施形態の端面図である。

【図17】図17は、並列の球面5棒リンク機構の概略図である。

【図18】図18は、別の並列の球面5棒リンク機構の概略図である。

【図19】図19は、本発明の別の実施形態の透視図である。

【図20】図20は、図19に示される並列の球面5棒リンク機構の概略図である。

【図21】図21は、本発明の別の実施形態の透視図である。

【図 1】

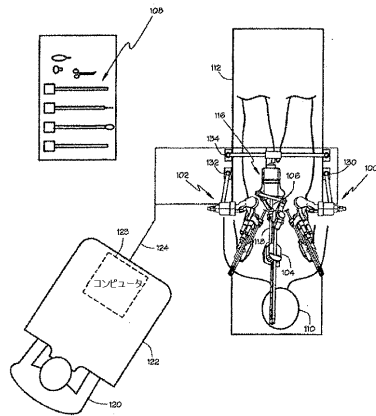


FIG. 1

【図 2】

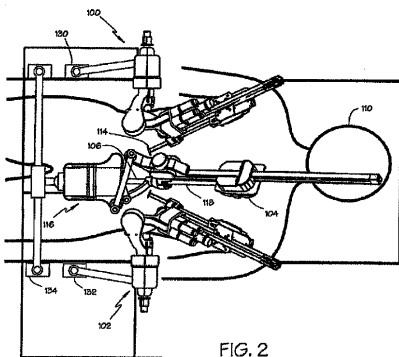


FIG. 2

【図 4 B】

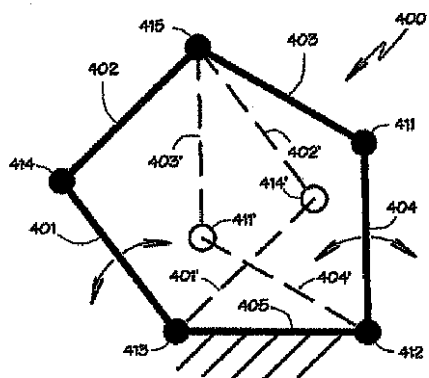


FIG. 4B

【図 5】

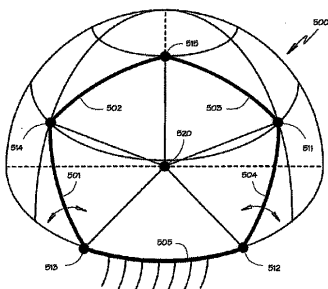


FIG. 5

【図 3】

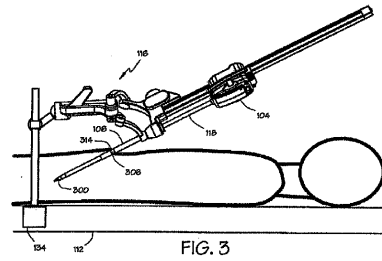


FIG. 3

【図 4 A】

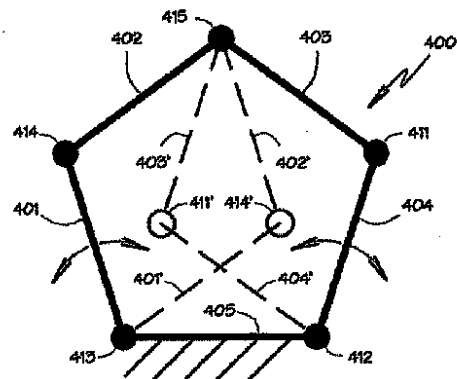


FIG. 4A

【図 6 A】

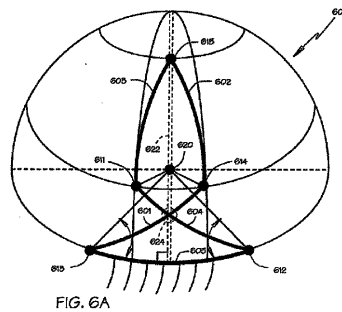


FIG. 6A

【図 6 B】

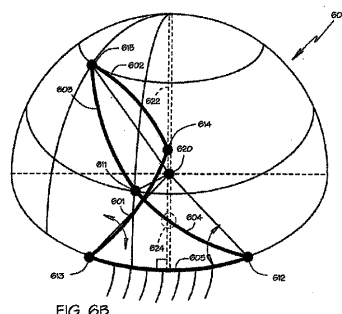
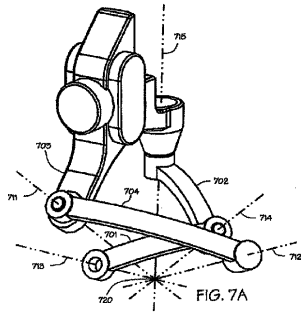
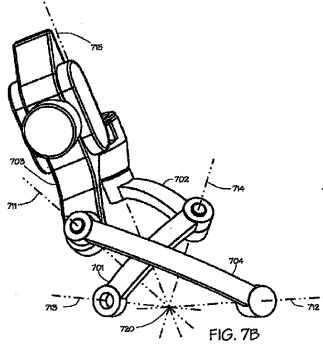


FIG. 6B

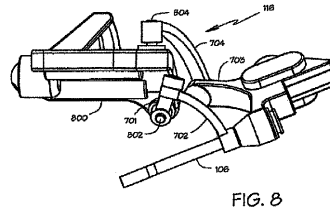
【図 7 A】



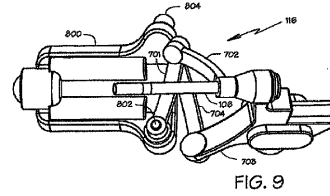
【図 7 B】



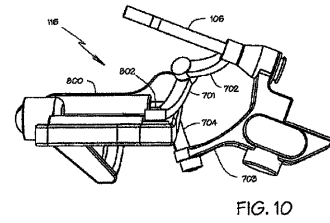
【図 8】



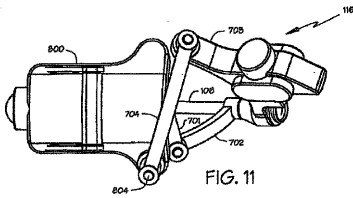
【図 9】



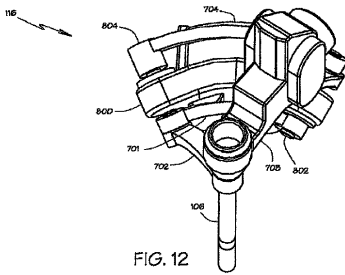
【図 10】



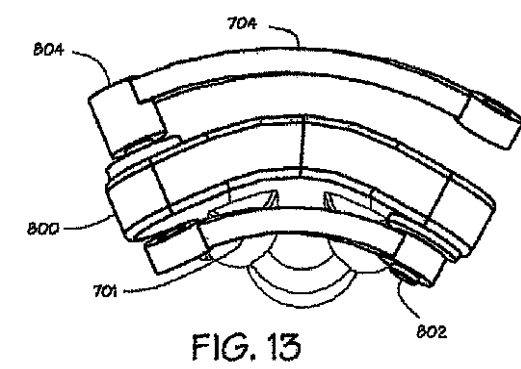
【図 11】



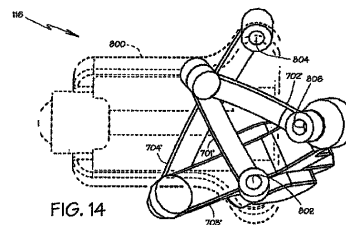
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【図 15】

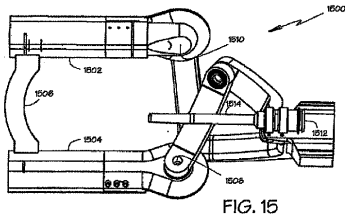


FIG. 15

【図 16】

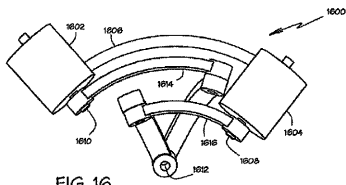


FIG. 16

【図 17】

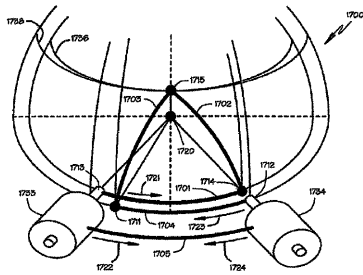


FIG. 17

【図 19】

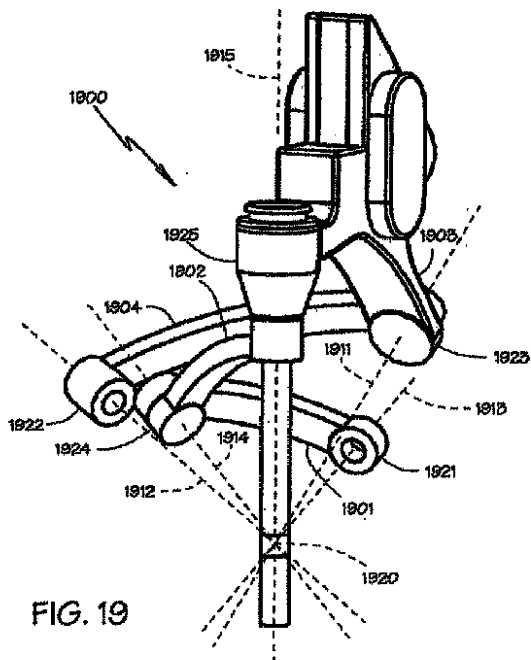


FIG. 19

【図 18】

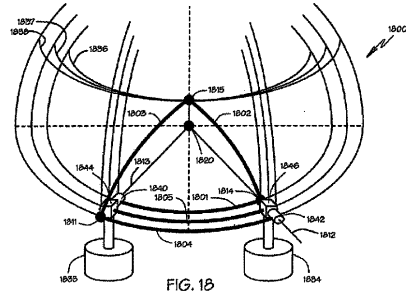


FIG. 18

【図 20】

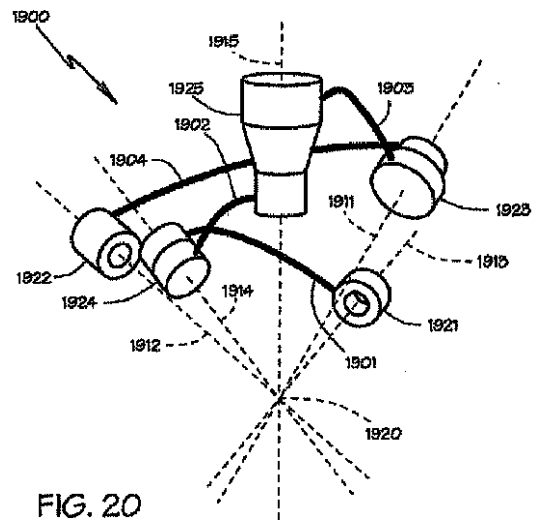


FIG. 20

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2007/060948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B19/00 B25J18/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B B25J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/024387 A1 (PAYANDEH SHAHRAM [CA] ET AL PAYANDEH SHAHRAM [CA] ET AL) 5 February 2004 (2004-02-05)	1,2,4-7, 10,42, 46, 49-53, 55-58
Y	figures 1-3,5-10 paragraphs [0047], [0052], [0053]	3
Y	US 2003/023346 A1 (SALISBURY J KENNETH [US] ET AL SALISBURY JR J KENNETH [US] ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) figure 2	3
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance 'E' earlier document but published on or after the international filing date 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed 'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention 'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. 'G' document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 November 2007		Date of mailing of the international search report 28/03/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Schießl, Werner

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/US2007/060948**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: 60-64
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
Rule 39.1(iv) PCT - Method for treatment of the human or animal body by surgery (as detailed in the description moving the linkage includes movement of an endoscopic instrument during surgery)
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This international Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

see annex

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2007 /060948

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-7,10,42,46,49-53,55-58

A robotic arm / system wherein each of two motors is coupled to the inboard links by a right angle drive (see claim 3) in order to provide an alternative coupling of the motors to the inboard links

2. claims: 8,9,11-21,47,48,54

A robotic arm / system including a specific constraints limiting rotation of the links to provide more compact poses of the arm / system

3. claims: 22-31

A robotic arm wherein the axis of rotation is extends away from the remote center of spherical rotation to provide an alternative configuration that allows a cross over of the inboard links

4. claims: 32-41

A robotic arm wherein the outboard links are pivotally coupled directly at a common outboard axis in order to simplify the construction of this joint

5. claims: 43-45

A system wherein an insertion axis is spaced apart from the outboard axis to achieve more free space directly around the surgical site

6. claim: 59

A robotic arm comprising a set-up arm adapted to be coupled between the linkage and a table to support the robotic arm over a patient

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2007/060948

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004024387	A1	05-02-2004	NONE	
US 2003023346	A1	30-01-2003	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM), EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF, BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO, CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,L A,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE ,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 シェナ, ブルース

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94025, メンロ パーク, ポープ ストリート 41
4

Fターム(参考) 3C007 AS35 BS26 BT16

4C061 AA24 FF40 GG15 HH21 HH56 NN01 PP12 RR06 RR18

专利名称(译)	中心机器人手臂，带5杆球形连杆机构，用于内窥镜摄像头		
公开(公告)号	JP2009524498A	公开(公告)日	2009-07-02
申请号	JP2008552550	申请日	2007-01-24
[标]申请(专利权)人(译)	直观外科手术公司		
申请(专利权)人(译)	直觉外科公司		
[标]发明人	シェナブルース		
发明人	シェナ, ブルース		
IPC分类号	A61B19/00 B25J17/02 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/04 A61B1/00149 A61B34/30 A61B34/37 A61B34/70 A61B90/361 B25J17/0258 B25J18/007 Y10T74/20305		
FI分类号	A61B19/00.502 B25J17/02.Z A61B1/00.334.Z A61B1/00.300.B		
F-TERM分类号	3C007/AS35 3C007/BS26 3C007/BT16 4C061/AA24 4C061/FF40 4C061/GG15 4C061/HH21 4C061/HH56 4C061/NN01 4C061/PP12 4C061/RR06 4C061/RR18		
代理人(译)	夏木森下		
优先权	60/762233 2006-01-25 US 60/786491 2006-03-28 US		
其他公开文献	JP5153650B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种机械臂（116,100,102），包括具有球形旋转远程中心的平行球形五杆连杆机构。机器人臂可移动地支撑内窥镜摄像机（104）。两个外链节（702,703）可枢转地连接在一起。两个外链节中的至少一个支撑内窥镜摄像机。两个内链节（701,704）各自可枢转地连接到两个外链节，使得两个内链节可以彼此交叉。两个内链节可移动地支撑两个外链节。地面连杆可枢转地连接到两个内链节。地面连杆可移动地支撑两个内链节。

