

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6548662号
(P6548662)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 34/35 (2016.01) A 6 1 B 34/35
B 2 5 J 3/00 (2006.01) B 2 5 J 3/00 B

請求項の数 14 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-557917 (P2016-557917)	(73) 特許権者	510253996
(86) (22) 出願日	平成27年3月17日 (2015.3.17)		インテュイティブ サージカル オペレー ションズ, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2017-513551 (P2017-513551A)		アメリカ合衆国 94086 カリフォル ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ ード 1020
(43) 公表日	平成29年6月1日 (2017.6.1)	(74) 代理人	100107766
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/020883		弁理士 伊東 忠重
(87) 国際公開番号	W02015/142790	(74) 代理人	100070150
(87) 国際公開日	平成27年9月24日 (2015.9.24)		弁理士 伊東 忠彦
審査請求日	平成30年3月14日 (2018.3.14)	(74) 代理人	100091214
(31) 優先権主張番号	61/954,561		弁理士 大貫 進介
(32) 優先日	平成26年3月17日 (2014.3.17)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処置中再始動の間の器具制御入力位置／向きの回復

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータを含む、手術アセンブリであって、前記モータによって駆動させられる少なくとも1つの駆動機構を有する、手術アセンブリと、

不揮発性メモリに連結される、センサアセンブリであって、前記少なくとも1つの駆動機構の位置を前記不揮発性メモリに記録するための、センサアセンブリと、

該センサアセンブリに通信的に連結されるコントローラであって、少なくとも1つのプロセッサを有するコントローラとを含み、

前記少なくとも1つのプロセッサは、

前記手術アセンブリの使用中に、前記少なくとも1つの駆動機構の位置を前記不揮発性メモリに記録すること、

前記手術アセンブリの処置中停止を始めること、

前記手術アセンブリの処置中再開を始める要求を受け取ること、

前記処置中再開が完了するのを可能にするために、前記少なくとも1つの駆動機構の停止後位置が前記少なくとも1つの駆動機構の停止前位置に対する受け入れられる許容差内にあるか否かを決定すること、及び

前記少なくとも1つの駆動機構の前記停止後位置が前記少なくとも1つの駆動機構の前記停止前位置に対する前記受け入れられる許容差内にないという決定に応答して前記手術アセンブリの更なる使用を阻止すること

を含む、方法を実行するように構成される、

遠隔手術システム。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの駆動機構の前記停止後位置が前記受け入れられる許容差内にあるか否かを決定することは、前記停止後位置の信頼性を検証することを含む、請求項 1 に記載の遠隔手術システム。

【請求項 3】

前記手術アセンブリは、手術器具を更に含み、前記停止前位置を検証することは、前記手術器具の同一性を確認することを含む、請求項 1 又は 2 に記載の遠隔手術システム。

【請求項 4】

前記受け入れられる許容差は、+ / - 90 度である、請求項 1 乃至 3 のうちのいずれか 1 項に記載の遠隔手術システム。

10

【請求項 5】

前記モータと、ギアボックスとを含む、モータアセンブリを更に含み、前記モータは、前記ギアボックスを駆動させるように構成され、前記センサアセンブリは、前記ギアボックスの前の場所で前記モータアセンブリの第 1 の回転位置を記録するように構成される第 1 のセンサと、前記ギアボックスの後の場所で前記モータアセンブリの第 2 の回転位置を記録するように構成される第 2 のセンサとを含む、請求項 1 乃至 4 のうちのいずれか 1 項に記載の遠隔手術システム。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの駆動機構の前記停止後位置が前記受け入れられる許容差内にあるか否かを決定することは、前記第 1 の回転位置から前記第 2 の回転位置まで回転の比率を比較することを含む、請求項 5 に記載の遠隔手術システム。

20

【請求項 7】

前記手術アセンブリは、手術器具を更に含み、前記少なくとも 1 つの駆動機構は、前記手術器具の回転可能な器具シャフトに連結される、請求項 1 乃至 6 のうちのいずれか 1 項に記載の遠隔手術システム。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つの駆動機構の前記停止後位置が前記受け入れられる許容差内にないという決定に³⁰ 応答して、前記コントローラは、手術器具が前記手術アセンブリから取り外され且つ前記手術アセンブリに再度取り付けられるまで或いは前記手術器具が取り外され且つ交換手術器具が前記手術アセンブリに取り付けられるまで、前記手術アセンブリの更なる使用を阻止する、請求項 1 乃至 7 のうちのいずれか 1 項に記載の遠隔手術システム。

30

【請求項 9】

遠隔操作されるシステムを制御する方法であって、

前記遠隔操作されるシステムは、モータと、器具とを含み、前記遠隔操作されるシステムは、前記モータによって駆動させられる少なくとも 1 つの駆動機構を有し、前記遠隔操作されるシステムは、不揮発性メモリに連結されるセンサアセンブリを更に含み、前記遠隔操作されるシステムは、前記センサアセンブリに通信的に連結されるコントローラを更に含み、前記センサアセンブリは、前記少なくとも 1 つの駆動機構の位置を前記不揮発性メモリに記録し、前記コントローラは、

40

少なくとも 1 つの駆動機構の位置を前記不揮発性メモリに記録するステップと、

前記遠隔操作されるシステムの処置中停止を始めるステップと、

前記遠隔操作されるシステムの処置中再開を始める要求を受け取るステップと、

前記処置中再開が完了するのを可能にするために、前記少なくとも 1 つの駆動機構の停止後位置が前記少なくとも 1 つの駆動機構の停止前位置に対する受け入れられる許容差内にあるか否かを決定するステップと、

前記少なくとも 1 つの駆動機構の前記停止後位置が前記少なくとも 1 つの駆動機構の前記停止前位置に対する前記受け入れられる許容差内にないという決定に⁵⁰ 応答して前記遠隔操作されるシステムの更なる使用を阻止するステップと

によって、当該方法を実行するように構成される、

50

方法。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの駆動機構の前記停止後位置が前記受け入れられる許容差内にあるか否かを決定するステップは、前記停止後位置の信頼性を検証するステップを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記信頼性を検証するステップは、前記器具の同一性を確認するステップを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記遠隔操作されるシステムは、前記モータと、ギアボックスとを含む、モータアセンブリを更に含み、前記モータは、前記ギアボックスを駆動させ、前記センサアセンブリは、前記ギアボックスの前の場所で前記モータアセンブリの第 1 の回転位置を記録するように構成される第 1 のセンサと、前記ギアボックスの後の場所で前記モータアセンブリの第 2 の回転位置を記録するように構成される第 2 のセンサとを含み、

前記少なくとも 1 つの駆動機構の前記停止後位置が前記受け入れられる許容差内にあるか否かを決定するステップは、前記第 1 の回転位置から前記第 2 の回転位置まで回転の比率を比較するステップを含む、

請求項 9 乃至 11 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

前記少なくとも 1 つの駆動機構の前記停止後位置が前記受け入れられる許容差内にないという決定に応答して前記遠隔操作されるシステムの更なる使用を阻止するステップは、前記器具が前記遠隔操作されるシステムから取り外され且つ前記遠隔操作されるシステムに再度取り付けられるまで或いは前記器具が取り外され且つ交換器具が前記遠隔操作されるシステムに取り付けられるまで、前記遠隔操作されるシステムの更なる使用を阻止するステップを含む、請求項 9 乃至 12 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 14】

1 つ又はそれよりも多くのプロセッサによって実行されるときに、請求項 9 乃至 13 のうちのいずれか 1 項に記載の方法を実行させるように構成される、複数の機械可読指令を含む、不揮発性機械可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

(関連出願の参照)

この出願は、ここに参照として援用する 2014 年 3 月 17 日に提出された米国仮出願第 61/954,561 号の利益を主張する。

【0002】

最小侵襲的な医療技法は、診断処置又は外科処置の間に損傷させられる無関係な組織(extraneous tissue)の量を減少させ、それにより、患者の回復時間、不快感、及び有害な副作用を減少させることを意図する。最小侵襲術の 1 つの効果は、例えば、術後の病院回復時間の減少である。標準的な手術についての平均的な病院滞在は、典型的には、類似の最小侵襲術についての平均的な病院滞在よりも有意に長いので、最小侵襲技法の使用の増大は、毎年の病院費用を数百ドル節約し得る。米国内で毎年執り行われる手術の多くは、潜在的には、最小侵襲的な方法において行われ得るが、最小侵襲的な手術器具における制約及びそれらを習得することに含まれる追加的な手術訓練の故に、目下の手術の一部のみがこれらの有利な技法を用いている。

【0003】

外科医の器用さを増大させ、従来的な最小侵襲的な技法に関する制約の一部を回避するために、最小侵襲的なロボット手術又は遠隔手術システムが開発されている。遠隔手術において、外科医は、手で器具を直接的に保持して動かすよりもむしろ、何らかの形態の遠隔制御装置(例えば、サーボ機構又は類似物)を用いて、手術器具の動きを操縦する(man

10

20

30

40

50

ipulate)。遠隔手術システムにおいて、外科医は、手術ワークステーションで、手術部位の画像を提供され得る。外科医は、手術部位の二次元又は三次元画像をディスプレイで見ながら、マスタ制御デバイスを操縦することによって、患者に対して外科処置を行い、次に、マスタ制御デバイスは、サーボ機械的に操作される器具の動きを制御する。

【0004】

遠隔手術のために用いられるサーボ機構は、しばしば、2つのマスタコントローラ（外科医の両手の各々について1つ）からの入力を受信し、2つ又はそれよりも多くのロボットアームを含むことがあり、それらの各々には手術器具が取り付けられる。マスタコントローラと関連するロボットアーム及び器具アセンブリとの間の動作的な通信は、典型的には、制御システムを通じて達成される。制御システムは、典型的には、例えば、力フィードバック又は同等のこの場合において、マスタコントローラからの入力命令を、関連するロボットアーム及び器具アセンブリに中継し、器具及びアームアセンブリからマスタコントローラに戻す、少なくとも1つのプロセッサを含む。ロボットアームシステムの一例は、Sunnyvale, Calif.のIntuitive Surgical, Inc.から入手可能なDA VINCI（登録商標）システムである。

【0005】

ロボット手術中に手術部位で手術器具を支持するために、様々な器具構成を用い得る。被駆動リンクージ（リンク装置）又は「スレーブ」（“slave”）は、しばしば、ロボット手術マニピュレータと呼ばれ、最小侵襲的なロボット手術中のロボット手術マニピュレータとしての使用のための例示的なリンクージ構成は、米国特許第7,594,912号、第6,758,843号、及び第5,800,423号に記載されており、それらの全開示をここに参照として援用する。これらのリンクージは、しばしば、平行四辺形構成を利用して、シャフトを有する器具を保持する。そのようなマニピュレータ構造は、器具が剛性シャフトの長さに沿う空間内に位置付けられる操縦(manipulation)の遠隔中心について回転するよう、器具の動きを拘束し得る。操縦の遠隔中心を内部手術部位への切開地点と（例えば、腹腔鏡手術中に腹壁にあるトロカール又はカニューレと）整列させることによって、腹壁に対して潜在的に危険な力を加えずに、マニピュレータリンクージを用いてシャフトの近位端を動かすことにより、手術器具のエンドエフェクタを安全に位置付け得る。代替的なマニピュレータ構造は、例えば、米国特許第6,702,805号、第6,676,669号、第5,855,583号、第5,808,665号、第5,445,166号、及び第5,184,601号に記載されており、それらの全開示をここに参照として援用する。

【0006】

ロボット手術中に手術部位でロボット手術マニピュレータ及び手術器具を支持し且つ位置付けるために、様々な器具構成を用い得る。各マニピュレータを患者の体内のそれぞれの切開地点と位置付け且つ整列させるために、セットアップ関節(set-up joint)又はセットアップ関節アームと呼ぶことがある、支持リンクージ機構がしばしば用いられる。支持リンクージ機構は、所望の手術切開地点及び標的解剖学的構造との手術マニピュレータの整列を容易化する。例示的な支持リンクージ機構は、米国特許第6,246,200号及び6,788,018号に記載されており、それらの全開示をここに参照として援用する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

新しい遠隔手術システム及びデバイスは、極めて効果的であり且つ有利であることが証明されているが、一層更なる改良が望ましい。一般的には、改良された最小侵襲的なロボット手術システムが望ましい。幾つの場合に、遠隔手術デバイスの使用は処置中に停止させられ、再始動後にデバイスがホーム位置に戻ることに(rehomng)を必要とする。そのようなシステムが効率的な方法において処置中再始動を安全に実行するように構成されるならば、特に有益である。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】**【0008】**

多くの実施態様は、モータと、手術器具とを含む、手術アセンブリを含む、遠隔手術システムに関する。手術アセンブリは、モータによって駆動させられる少なくとも1つの駆動機構を有し得る。センサアセンブリを不揮発性メモリに連結させ得る。少なくとも1つの回転可能な機構の位置を不揮発性メモリに記録するためにセンサアセンブリを用い得る。コントローラをセンサアセンブリに通信的に連結させ得る。コントローラは、少なくとも1つのプロセッサを有し得る。多くの実施態様は、少なくとも1つのプロセッサによって実行可能な方法にも関する。方法において、少なくとも1つの駆動機構の回転位置は、手術アセンブリの使用中に不揮発性メモリに記録される。次に、手術アセンブリの使用が防止されるように、手術アセンブリの処置中停止が始められる。次に、手術アセンブリの処置中再開を始める要求が受け取られる。次に、処置中再開が完了するのを可能にするために、少なくとも1つの駆動機構の停止後位置が少なくとも1つの駆動機構の停止前位置に対する受け入れ可能な許容差（許容度）(tolerance)内にあるか否かが決定される。少なくとも1つの駆動機構の停止後位置が少なくとも1つの駆動機構の停止前位置に対する受け入れられる許容差内にあるか否かを決定することに基づき、手術アセンブリの使用が可能にされ或いは阻止される。

10

【0009】

多くの実施態様において、少なくとも1つの駆動機構の停止後回転位置が受け入れられる許容差内にあるか否かを決定することは、停止後回転位置の信頼性を検証することを含む。

20

【0010】

多くの実施態様において、停止前回転位置を検証することは、手術器具の同一性を確認することを含む。

【0011】

多くの実施態様において、受け入れられる許容差は、+/-90度である。

【0012】

多くの実施態様において、モータは、ギアボックスを駆動させ、センサアセンブリは、ギアボックスの前の場所でモータアセンブリの第1の回転位置を記録するように構成される第1のセンサと、ギアボックスの後の場所でモータアセンブリの第2の回転位置を記録するように構成される第2のセンサとを含む。少なくとも1つの駆動機構の停止後回転位置が受け入れられる許容差内にあるか否かを決定することは、第1の回転位置から第2の回転位置までの回転の比率を比較することを含む。

30

【0013】

多くの実施態様において、少なくとも1つの回転可能な機構は、回転可能な器具シャフトに連結される。

【0014】

多くの実施態様では、少なくとも1つの駆動機構の停止後回転位置が受け入れられる許容差内にないことが決定され、結果的に、コントローラは、手術アセンブリの更なる使用を阻止する。

40

【0015】

多くの実施態様において、コントローラは、手術器具が手術アセンブリから取り外され且つ手術アセンブリに再度取り付けられるまで或いは手術器具が取り外され且つ交換手術器具が手術アセンブリに取り付けられるまで、手術アセンブリの更なる使用を阻止する。

【0016】

本発明の本質及び利点の更なる理解のために、確保的な詳細化記述及び添付の図面が参照されるべきである。本発明の他の特徴、目的、及び利点は、後続の詳細な記述及び図面から明らかであろう。

【図面の簡単な説明】**【0017】**

50

【図 1】多くの実施態様に従った手術を行うために用いられる最小侵襲ロボット手術システムの平面図である。

【 0 0 1 8 】

【図 2】多くの実施態様に従ったロボット手術システムのための外科医制御コンソールの斜視図である。

【 0 0 1 9 】

【図 3】多くの実施態様に従ったロボット手術システム電子機器カートの斜視図である。

【 0 0 2 0 】

【図 4】多くの実施態様に従ったロボット手術システムを概略的に例示している。

【 0 0 2 1 】

10

【図 5 A】多くの実施態様に従ったロボット手術システムの患者側カート（手術ロボット）の部分図である。

【 0 0 2 2 】

【図 5 B】多くの実施態様に従ったロボット手術ツールの正面図である。

【 0 0 2 3 】

【図 6】キャリッジアセンブリに取り付けられる手術器具の挿入軸に沿う選択的な並進のために器具ホルダベース部材にスライド可能に取り付けられるキャリッジアセンブリを含む、多くの実施態様に従ったロボットアセンブリを示している。

【 0 0 2 4 】

【図 7】キャリッジアセンブリが器具ホルダベース部材から取り外されて示された、図 6 のロボットアセンブリを示している。

20

【 0 0 2 5 】

【図 8】図 8 乃至図 1 8 は、図 6 のキャリッジアセンブリの構成部品を例示する一連の図である。

【 0 0 2 6 】

【図 8】図 6 のキャリッジアセンブリの駆動モータの装着された配置を示している。

【 0 0 2 7 】

【図 9】図 8 の駆動モータに取り付けられた遊星ギアボックスを示している。

【 0 0 2 8 】

【図 1 0】図 9 の遊星ギアボックスの出力ギアに連結されたセンサシャフトを示している

30

。

【 0 0 2 9 】

【図 1 1】図 1 0 の構成部品を支持するモータハウジングを示している。

【 0 0 3 0 】

【図 1 2】図 6 のキャリッジアセンブリの駆動モータの回転向きをモニタリングするリゾルバ(resolver)アセンブリを例示する分解図である。

【 0 0 3 1 】

【図 1 3】図 1 2 の装着されたリゾルバアセンブリを示している。

【 0 0 3 2 】

【図 1 4】図 1 0 のセンサシャフトの回転向きをモニタリングする向きセンサアセンブリを例示する分解図である。

40

【 0 0 3 3 】

【図 1 5】図 1 4 の装着された向きセンサアセンブリを示している。

【 0 0 3 4 】

【図 1 6】電子制御アセンブリ、無線 I C タグ (R F I D) アンテナ、及び図 6 のキャリッジアセンブリのための接点アセンブリを示している。

【 0 0 3 5 】

【図 1 7】図 6 のキャリッジアセンブリの外側ハウジング構成部品を示している。

【図 1 8】図 6 のキャリッジアセンブリの外側ハウジング構成部品を示している。

【 0 0 3 6 】

50

【図 19】図 9 の遊星ギアボックスのうちの 1 つを示している。

【0037】

【図 20】図 19 の遊星ギアボックスの断面を示している。

【0038】

【図 21】図 8 の駆動モータのうちの 1 つを示している。

【0039】

【図 22】図 21 の駆動モータの分解図であり、磁束シールドとしての機能を果たす鉄の端リングを例示している。

【0040】

【図 23】図 21 の駆動モータの断面を示している。

10

【0041】

【図 24】キャリッジアセンブリに取り付けられる手術器具の挿入軸に沿う選択的な並進のために器具ホルダベース部材にスライド可能に取り付けられるキャリッジアセンブリを含む、多くの実施態様に従ったロボットアセンブリを示している。

【0042】

【図 25】図 24 のキャリッジアセンブリの駆動アセンブリを示している。

【0043】

【図 26】多くの実施態様に従った処置中再開のための方法のフローチャートを示している。

【発明を実施するための形態】

20

【0044】

以下の記述では、本発明の様々な実施態様を記載する。説明の目的のために、具体的な構成及び詳細が実施態様の網羅的な理解をもたらすために示される。しかしながら、特定の詳細がなく本発明が実施されてよいことも当業者に明らかであろう。更に、記載する実施態様を曖昧にしないよう、周知の構成は省略され或いは簡略化されることがある。

【0045】

最小侵襲的なロボット手術

【0046】

幾つかの図を通じて同等の参照番号が同等の部品を示す、図面を今や参照すると、図 1 は、典型的には、手術台 14 の上に横たわる患者 12 に対して最小侵襲的な診断処置又は外科処置を行うために用いられる、最小侵襲ロボット手術 (MIRS) システム 10 の平面図である。システムは、処置中に外科医 18 が使用するための、外科医コンソール 16 を含み得る。1 人又はそれよりも多くの助手 20 が処置に参加してもよい。MIRS システム 10 は、患者側カート 22 (手術ロボット) 及び電子機器カート 24 を更に含み得る。患者側カート 22 は、外科医 18 がコンソール 16 を通じて手術部位を見る間に、患者 12 の体にある最小侵襲的な切開部を通じて少なくとも 1 つの取り外し可能に連結されるツールアセンブリ 26 (以下単に「ツール」と呼ぶ) を操縦 (manipulate) し得る。患者側カート 22 によって操縦して内視鏡 28 を方向付け得る、立体視内視鏡のような内視鏡 28 によって、手術部位の画像を得ることができる。外科医コンソール 16 を通じた外科医 18 への引き続きの表示のために、電子機器カート 24 を用いて手術部位の画像を処理し得る。一度に用いられる手術ツール 26 の数は、その他の要因の中でもとりわけ、診断処置又は外科処置及び手術室内の空間制約に概ね依存する。処置中に用いられるツール 26 のうちの 1 つ又はそれよりも多くを交換することが必要であるならば、助手 20 が患者側カート 22 からツール 26 を取り外し、それを手術室内のトレイ 30 からの他のツール 26 と交換してよい。

30

40

【0047】

図 2 は、外科医コンソール 16 の斜視図である。外科医コンソール 16 は、深さ知覚を可能にする手術部位の協調立体像 (coordinated stereo view) を外科医 18 に提示するための左目ディスプレイ 32 及び右眼ディスプレイ 34 を含む。コンソール 16 は、1 つ又はそれよりも多くの入力制御デバイス 36 を更に含み、入力制御デバイス 36 は (図 1

50

に示す)患者側カート22に1つ又はそれよりも多くのツールを操縦させる。テレプレゼンス又は外科医がツール26を直接的に制御しているという強い感覚を有するよう入力デバイス36がツール26と一体的であるという知覚を外科医にもたすために、入力制御デバイス36は、(図1に示す)それらの関連付けられるツール26と同じ自由度を提供し得る。この目的を達成するために、位置センサ、力センサ、及び触覚フィードバックセンサ(図示せず)を利用して、ツール26からの位置、力、及び触覚感覚(tactile sensations)を、入力制御デバイス36を通じて外科医の両手に戻してよい。

【0048】

外科医が処置を直接的にモニタリング(監視)し、必要であれば物理的に存在し、且つ電話又は他の通信媒体を通じてよりもむしろ直接的に助手と話すことができるように、外科医コンソール16は、患者と同じ部屋内に配置されるのが普通である。しかしながら、外科医は、遠隔手術処置を可能にするよう、異なる部屋、完全に異なる建物、又は患者から離れた他の場所に配置され得る。

10

【0049】

図3は、電子機器カート24の斜視図である。電子機器カート24は、内視鏡28に連結され得るし、例えば、外科医コンソールでの或いは局部的に及び/又は遠隔に配置される他の適切なディスプレイ上での外科医への、引き続きの表示のために、キャプチャ画像(取込み画像)を処理するプロセッサを含み得る。例えば、立体視内視鏡が用いられるとき、電子機器カート24は、手術部位の協調立体画像を外科医に提示するよう、キャプチャ画像を処理し得る。そのような協調(coordination)は、対向する画像の間の整列を含み得るし、立体視内視鏡の立体作業距離(stereo working distance)を調節することを含み得る。他の例として、画像処理は、光学収差のような、画像キャプチャデバイス(画像取込みデバイス)の撮像誤差を補償するための、従前に決定されたカメラ較正パラメータの使用を含み得る。

20

【0050】

図4は、(図1のMIRSシステム10のような)ロボット手術システム50を図式的に例示している。上で議論したように、(図1の外科医コンソール16のような)外科医コンソール52は、最小侵襲的な処置中に(図1の患者側カート22のような)患者側カート(手術ロボット)54を制御するために、外科医によって用いられ得る。患者側カート54は、処置部位の画像をキャプチャし且つキャプチャ画像を(図1の電子機器カート24のような)電子機器カート56に出力するために、立体視内視鏡のような撮像デバイスを用い得る。上で議論したように、電子機器カート56は、あらゆる後続の表示に先立ち、キャプチャ画像を様々な方法において処理し得る。例えば、電子機器カート56は、外科医コンソール52を介して組み合わせ画像を外科医に表示するに先立ち、キャプチャ画像を仮想の制御インターフェースでオーバーレイし得る。患者側カート54は、電子機器カート56の外側での処理のために、キャプチャ画像を出力し得る。例えば、患者側カート54は、キャプチャ画像をプロセッサ58に出力することができ、キャプチャ画像を処理するためにプロセッサ58を用いることができる。画像を電子機器カート56及びプロセッサ58の組み合わせによっても処理することができ、電子機器カート56及びプロセッサ58を連結して、キャプチャ画像を合同で、順次的に、及び/又はそれらの組み合わせで処理することができる。処置部位の画像又は他の関連画像のような画像の局部的な及び/又は遠隔の表示のために、1つ又はそれよりも多くの別個のディスプレイ60もプロセッサ58及び/又は電子機器カート56に連結し得る。

30

40

【0051】

図5A及び5Bは、それぞれ、患者側カート54及び手術ツール62を示している。手術ツール62は、手術ツール26の一例である。図示の患者側カート22は、3つの手術ツール26及び処置部位の画像のキャプチャのために用いられる立体視内視鏡のような撮像デバイス28の操縦(manipulation)をもたす。操縦は多数のロボット関節を有するロボット機構によってもたらされる。切開部の大きさを最小にするために、遠隔運動中心が切開部に維持されるように、撮像デバイス28及び手術ツール26を患者にある切開部を

50

通じて位置付け且つ操縦し得る。手術ツール 26 が撮像デバイス 28 の視野内に位置付けられるとき、手術部位の画像は手術ツール 26 の遠位端の場像を含み得る。

【0052】

器具キャリアジアセンブリ

【0053】

図 6 及び 7 は、キャリアジアセンブリ 72 と器具ホルダアセンブリ 74 とを含む、多くの実施態様に従った、ロボットアセンブリ 70 を示している。器具ホルダアセンブリ 74 は、器具ホルダベース部材 76 と、器具ホルダベース部材 76 にスライド可能に取り付けられるスパー取付部品 78 (spar fitting) とを含む。キャリアジアセンブリ 72 は、スパー取付部品 78 に取付け可能である。器具ホルダアセンブリ 74 は、器具ホルダベース部材 76 に沿ってスパー取付部品 78 を選択的に並進させ、それにより、キャリアジアセンブリ 72 に取り付けられる手術器具 (図示せず) の挿入軸に沿って器具ホルダベース部材 76 に沿ってキャリアジアセンブリ 72 を並進させるように動作可能である、キャリアジ駆動機構 (図示せず) を含む。

10

【0054】

キャリアジアセンブリ 72 は、5 つの出力駆動継手 80 (output drive couplings) を含む。出力駆動継手 80 の各々は、手術器具がキャリアジアセンブリ 72 に取り付けられるときに、手術器具の対応する入力駆動継手と駆動的に連結するように構成される。5 つの出力駆動継手 80 の各々を独立して作動させて、取り付けられる手術器具の対応する機構を作動させ得る。例えば、出力駆動継手 80 のうちの 1 つは、手術器具の細長いシャフトを回転させるために用いられ得るし、1 つは、取り付けられる手術器具のエンドエフェクタを第 1 の軸 (例えば、ピッチ軸) の周りで関節作動させるために用いられ得るし、1 つは、エンドエフェクタを第 1 の軸に対して垂直な第 2 の軸 (例えば、ヨー軸) の周りで関節作動させるために用いられ得るし、1 つはエンドエフェクタの締付けジョーを関節作動させるために用いられ得るし、1 つはエンドエフェクタのステーブル留め及び切断カートリッジを関節作動させるために用いられ得る。好適実施態様において、5 つの出力駆動継手の各々の出力駆動継手の回転軸は、手術器具の細長いシャフトと実質的に平行である。キャリアジアセンブリ 72 は、5 つの出力駆動継手 80 を含むが、キャリアジアセンブリは、あらゆる適切な数の出力駆動継手と共に構成され得る。

20

【0055】

多くの実施態様において、出力駆動継手のうちの 2 つは、それぞれ、二本指手術器具 (two-finger surgical instrument) の単一の指を駆動させるように構成され得る。2 つの指の相対的な動きは結合して、手術エンドエフェクタの把持動作及びヨー動作の両方をもたらす。多くの実施態様において、手術器具シャフトから最も遠い 2 つの出力駆動継手は、これらの把持 / ヨー動作を駆動させるために用いられる。

30

【0056】

また、好適実施態様において、出力駆動継手は、キャリアジの幅を最小にするよう、アレイ (配列) において配置される。例えば、最大で 2 つの出力駆動継手が、キャリアジの幅方向において互いに隣接して配置され得る (例えば、図 6 の向きに対して 5 つの駆動継手 80 のアレイの右側にある 2 つの駆動継手が、キャリアジの幅方向において互いに隣接し、同様に、図 6 の向きに対して 5 つの駆動継手 80 のアレイの左側にある 2 つの駆動継手が、キャリアジの幅方向において互いに隣接する、図 6 の駆動継手 80 の配置を参照)。

40

【0057】

キャリアジアセンブリ 72 は、無線 I C タグ (RFID) アンテナモジュール 82 や、接点アセンブリ 84 も含む。RFID アンテナモジュール 82 は、例えば、取り付けられる手術器具を識別するために並びに / 或いは取り付けられる手術器具の存在を検出するために、手術器具又は無菌アダプタ構成部品にある RFID タグに呼び掛けるために用いられ得る。接点アセンブリ 84 は、例えば、取り付けられる手術器具を識別するために並びに / 或いは取り付けられる手術器具又は無菌アダプタの存在を検出するために、取り付け

50

られる手術器具のICチップに繋がり得る。好適実施態様において、RFIDアンテナモジュール82は、近距離で、例えば、0mm～約20mmの間の分離距離で、RFIDタグを読み取るように設計される。その場合、RFIDタグ信号は、キャリッジからの器具の接近、存在、及び/又は取外しを決定するのを助ける1つの(冗長)情報として用いられ得る。

【0058】

図8は、出力駆動継手80を関節作動させるために用いられる駆動モータ86の装着配置を示している。多くの実施態様において、駆動モータ86は、関連付けられる電子整流系によって制御される、電子整流モータ(ESMs)である。ECMは、回転する永久磁石と、固定される電機子とを有し、それにより、動いている電機子に電流を結合する必要を排除する。電子コントローラがブラシ付き直流(DC)モータのブラシ/整流子アセンブリに取って代わる。各々の駆動モータ86についてのロータの向きは、センサアセンブリによってモニタリング(監視)され、駆動モータのために電子コントローラに供給される。駆動モータ向きは、駆動モータの巻線の位相を制御して駆動モータの回転を制御するために、電子コントローラによって用いられる。駆動モータ86は、4つの隅部駆動モータと4つの隅部駆動モータの間に配置される中央駆動モータとを備えるパターンにおいて配置される。例示の配置において、4つの隅部駆動モータの各々は、隣接する隅部駆動モータ及び中央駆動モータに直ぐ隣接して(例えば、5ミリメートル未満だけ隔てられて、2ミリメートル未満だけ隔てられて)配置される。そして、中央駆動モータは、4つの隅部駆動モータの各々に直ぐ隣接して配置される。その配置は、隅部駆動モータのうちの2つの間に中央駆動モータの両側に開放空間をもたらす。好適実施態様において、駆動モータは、ステータ及びロータが個別の構成部品であり、キャリッジハウジング内に装着された後にだけ完全且つ機能的なモータを形成する、「構成部品セット」("component set")である。

【0059】

図9は、駆動モータ86に連結された出力アセンブリ88, 90を示している。出力アセンブリ(出力アセンブリ88)のうちの4つの各々は、バネ荷重出力駆動継手80と、二段遊星ギアボックス92とを含む。出力アセンブリ90は、バネ荷重出力駆動継手80と、一段遊星ギアボックス94とを含む。遊星ギアボックス92, 94の各々は、バネ荷重出力駆動継手80のうちの1つを駆動モータ86のうちの対応する1つに駆動的に連結する。多くの実施態様において、出力アセンブリギアボックスの歯車比は、好ましくは、高効率バックドライバビリティ(back-drivability)をもたらすために、40:1である。高効率バックドライバビリティは、高性能手術動作を可能にする重要な構成である。好適実施態様において、二段遊星ギアボックス92の各々は、約28対1のギア減速比をもたらす。一段遊星ギアボックス94は、約5.3対1のギア減速比をもたらす。遊星ギアボックス92, 94の各々は、スロット付き孔96(それらの殆どは図9の眺望方向に対して隠されている)を有する外側ハウジングを含み、スロット付き孔96は、スロット付き孔96を通じて延びるピニオンギアを駆動させるように構成されるギア外歯を有するキャリアギア(carrier gear)と整列させられる。外向きに噛み合わせられる(externally-gearred)キャリアギアの各々は、遊星ギアボックス92, 94のための出力リンクであり、従って、対応する出力駆動継手80と一致して回転する。

【0060】

図10は、遊星ギアボックス92, 94の外向きに噛み合わせられるキャリアギアに駆動的に連結される、5つのセンサアセンブリ98を示している。センサアセンブリ98の各々は、ピニオンギア100と、ピニオンギア100に連結されるシャフトアセンブリ102と、センサ標的104とを含み、センサ標的の向きは、アブソリュートオリエンテーション(absolute orientation)センサアセンブリ(図示せず)によってモニタリングされる。各ピニオンギア100は、スロット付き孔96のうちの1つを通じて延びて、対応する遊星ギアボックスの外向きに噛み合わせられるキャリアギアと係合し且つそれによって駆動させられる。5つの駆動モータ86及び関連付けられる遊星ギアボックス92, 9

10

20

30

40

50

4 は、2つの開放容積106, 108をもたらすパターンにおいて配置され、2つの開放容積106, 108は、中央駆動モータの両側に位置する。遊星ギアボックス92, 94の各々は、そのスロット付き孔96が開放容積106, 108のうちの1つに面するように向けられる。センサアセンブリ98のうちの2つは、開放容積106の近い側(near-side)に配置される。そして、センサアセンブリ98のうちの3つは、遠い側(far-side)の開放容積108内に配置される。隅部遊星ギアボックスと係合するセンサアセンブリ98のためのピニオンギア100は、近い側の開放容積108内の2つのピニオンギアのために図示されるように同じ幾何学的平面内に配置される。中央遊星ギアボックスと係合するセンサアセンブリ98のためのピニオンギア100は、遠い側の開放容積108内に配置される他の2つのピニオンギアから偏心(オフセット)して配置され且つそれらと重なり合う。多くの実施態様において、スロット付き孔96は、遠い側の開放容積108内に配置されるピニオンギア100の間の重なり合いと関連付けられるピニオンギア100の可能な位置に順応するよう、増大させられた幅を有する。同様に、多くの実施態様において、外向きに噛み合わせられるキャリアギアのギア歯は、遠い側の開放容積108内に配置されるピニオンギア100の間の重なり合いと関連付けられるピニオンギア100の可能な位置に順応するよう、増大させられた幅を有する。

10

【0061】

各シャフトアセンブリ102は、駆動シャフト110と、底端軸受112と、頂端軸受114と、圧縮バネ116とを含む。頂端軸受114を駆動シャフト110に沿って並進させることができ、それにより、圧縮バネ116を圧縮して、(図11に示す)モータハウジング内へのセンサアセンブリ98の横方向装着のために頂端軸受114を位置付ける。ひとたびモータハウジング内に装着されると、圧縮バネ116の伸張は、頂端軸受114を再配置して、モータハウジング内の対応する軸受レセプタクルと係合させる。

20

【0062】

図11は、駆動モータ86、遊星ギアボックス92, 94、及びセンサアセンブリ98がモータハウジング118に取り付けられた状態の、モータハウジング118を示している。多くの実施態様において、モータハウジング118は、駆動モータ86、センサアセンブリ98、及びキャリアジヤアセンブリ72の他の構成部品を収容し且つ/或いは支持するように構成される、モノリシックに(一体式に)(monolithically)機械加工される構成部品である。好適実施態様において、モノリシックに機械加工されるハウジング118は、70W/m-Kよりも大きい熱伝導率を有する材料(例えば、マグネシウム又はアルミニウム)で作られる。

30

【0063】

図12は、取付フレーム122と、取付フレーム122に取り付けられる5つのホール効果センサ124とを含む、ホール効果センサアセンブリ120を示す、分解図である。ホール効果センサ124の各々は、モータロータの交互する磁南極及び磁北極が通り過ぎると変化する出力信号を提供することによって、対応する駆動モータ86のロータの向きをモニタリングする。各々のホール効果センサ124からの出力信号は、対応する駆動モータのために電子コントローラに入力される。電子コントローラの各々は、向き信号を用いて、対応する駆動モータの巻線の位相を制御して、駆動モータの回転を制御する。取付フレーム122は、5つのセンサアセンブリ98の底端軸受を受け且つ支持するレセプタクル126も含む。図13は、モータハウジング118に取り付けられたホール効果アセンブリ120を示している。

40

【0064】

図14は、取付フレーム130と、取付フレームに取り付けられる10個の向きセンサ132とを含む、アプソリュートオリエンテーションセンサアセンブリ128を示す、分解図である。向きセンサ132のうちの5つは、センサアセンブリ98の対応するものの向きをモニタリングし、それにより、対応する出力駆動継手80の向きをモニタリングする。加えて、向きセンサのうちの5つは、駆動モータのロータ構成部品の向きをモニタリングする。これらの5つの向きセンサは、ホール効果センサアセンブリに加えて、モータ

50

回転感知の第2の手段を提供する。多くの実施態様において、向きセンサ132は、対応するセンサアセンブリ98のセンサ標的104上の光学的に読み取り可能なパターンの角向きを感知し、それにより、センサ標的104の向きを感知する、光学センサを含む。図15は、その装着位置において取り付けられた向きセンサアセンブリ128を示している。

【0065】

図16乃至18は、キャリアアセンブリ72の追加的な構成部品を示している。図16は、電子制御アセンブリ134、無線ICタグ(RFID)アンテナモジュール82、及び接点アセンブリ84の取付位置を示している。図17は、下方ハウジング136及び側方カバー138の取付位置を示している。そして、図18は、外側ハウジング140の取付位置を示している。

10

【0066】

図19は、二段遊星ギアボックス92のうちの1つと出力駆動継手80のうちの関連付けられる1つとを示している。出力駆動継手80は、噛み合い継手(mating coupling)において対応する駆動拡張構成を受け且つそれらと駆動的に連結される、対向して配置される駆動レセプタクル142, 144を含む。駆動レセプタクル142, 144は、異なる径方向位置に配置され、それにより、出力駆動継手80と対応する噛み合い継手との間の係合の1つだけの可能な角向きを保証する。

【0067】

図20は、二段遊星ギアボックス92のうちの1つの断面図を示している。遊星ギアボックス92は、外側ハウジング146と、第1の遊星ステージ148と、第2の遊星ステージ150と、二列軸受152とを含む。第1の遊星ステージ148は、対応する駆動モータ86のロータに取り付けられる太陽ギア(図示せず)とインターフェース接続し且つそれによって駆動させられる第1ステージの遊星ギア154を含む。第1ステージの遊星ギア154は、第1ステージの出力太陽ギア158に固定的に取り付けられる第1ステージのキャリア156に回転的に取り付けられる。第1ステージの遊星ギア154は、外側ハウジング146と一体的な内部リングギア160とインターフェース接続する。第2の遊星ステージ150は、第1ステージの出力太陽ギア158とインターフェース接続し且つそれによって駆動させられる第2ステージの遊星ギア161を含む。第2ステージの遊星ギア161は、第2ステージのキャリア162に回転的に取り付けられる。第2ステージの遊星ギア161は、外側ハウジング146と一体的な内部リングギア160とインターフェース接続する。第2ステージのキャリア162は、対応するセンサアセンブリ98のピニオンギア100とインターフェース接続し且つそれを駆動させるギア外歯164を有する。第2ステージのキャリアのギア外歯164及び外側ハウジング146にある孔96は、ここにおいて記載するようなピニオンギア100の重なり合いと関連付けられる対応するピニオンギア100の異なる可能な位置に順応するような大きさとされる、遊星ギアボックス92の軸方向における幅を有する。

20

30

【0068】

第2ステージのキャリア162は、二列軸受152の内側レースとインターフェース接続し且つそれによって支持される内側中空シャフト166に固定的に連結される。保持リング168が、内側中空シャフト166にある孔とインターフェース接続し、第2ステージのキャリア162及び内側中空シャフト166のアセンブリを二列軸受152の内側レースに対して保持する。二列軸受152は、二列のロール運動する要素を含み、それらは第2ステージのキャリア162を外側ハウジング146に対して同心に回転させる働きをする。二列軸受152によってもたらされる追加的な回転拘束で、二列軸受152は、2つ又はそれよりも多くの別個の軸受の代わりに用いられ、それにより、遊星ギアボックス92が、2つ又はそれよりも多くの別個の軸受を有する従来の遊星ギアボックスと比べて、遊星ギアボックス92の軸方向に沿ってより小さい長さを有するのを可能にする。

40

【0069】

第2ステージのキャリア162は、外部スプラインを介して出力駆動継手80と駆動的

50

に連結される。圧縮バネ 170 が、出力駆動継手 80 を拡張位置に付勢する。第 2 ステージのキャリア 162、出力駆動継手 80、及び圧縮バネ 170 は、駆動レセプタクル 142, 144 が噛合継手における対応する駆動拡張構成と適切に整列させられるまで、出力駆動継手 80 が回転させられる係合プロセスの間に、出力駆動継手 80 を遊星ギアボックス 92 に向かって移動させ得るように構成される。一段遊星ギアボックス 94 は、二段遊星ギアボックス 92 と同様に構成されるが、第 1 の遊星ステージ 148 を具備しない。

【0070】

図 21 は、駆動モータ 86 のうちの 1 つの駆動モータの側面図を示している。駆動モータ 86 の各々は、駆動モータの両端に配置される磁束シールド 172 を含む。図 22 は、駆動モータ 86 の残部から移動させられた磁束シールド 172 を示す分解図である。多くの実施態様において、磁束シールド 172 の各々は、適切に高い透磁率を有する適切な磁氣的に柔らかい材料（例えば、鉄、コバルト、及び / 又はニッケル）で作られる。例示する実施態様において、各磁束シールド 172 は、駆動モータ 86 の軸方向の長さに対して例示する軸方向の長さを有する薄い中空シリンダとして構成される。磁束シールド 172 は、駆動モータ 86 の両端に配置されて、磁化モータロータから発散する磁束線を引っ張る (entrain) ので、それらの磁束線は、駆動モータ 86 に隣接して延びて隣接する駆動モータと干渉せず、且つ / 或いは隣接するモータセンサを干渉しない。

【0071】

図 23 は、駆動モータ 86 のうちの 1 つの駆動モータの断面図を示している。駆動モータ 86 は、永久磁石 176 を有するロータ 174 と、頂端軸受 178 と、底端軸受 180 と、出力ギア 182 と、向きセンサ標的 184（これは図 14 に示す光学エンコーダのための標的であり、図 12 に示すホール効果センサでないことに留意）と、モータ巻線 188 を配置する外側モータハウジング 186 と、磁束シールド 172 と、エンドキャップ 190 とを含む。磁束シールド 172 の各々は、モータ巻線 188 の対応する端と重なり合うよう、駆動モータ 86 の両端に配置される。磁束シールド 172 の場所及び構成は、磁化モータロータから発散する磁束線が隣接する駆動モータと並びに / 或いは 1 つ又はそれよりも多くの隣接するモータ向きセンサと相互作用するのを抑止し且つ / 或いは防止するように選択される。磁束シールドは、ロータにある永久磁石から来る磁場が隣接するモータ及び / 又はセンサと相互作用するのを防止する。ステータ巻線から来る磁場は、一般的に、ロータの回転する永久磁石よりも弱く、一般的に、有害な干渉の主要源でない。しかしながら、磁束シールドは、両方の効果を減衰させる働きをする。

【0072】

図 24 は、多くの実施態様に従った、ロボットアセンブリ 200 を示している。ロボットアセンブリ 200 は、挿入軸ベース 202 と、挿入軸アセンブリ 204 と、キャリアッジアセンブリ 206 と、無菌アダプタ 208 とを含む。挿入軸アセンブリ 204 は、入れ子式であり、上流リンケージ（図示せず）を介して選択的に位置付け且つ方向付け得る挿入軸ベース 202 に取り付けられる。キャリアッジアセンブリ 206 は、挿入軸アセンブリ 204 に取り付けられ、挿入軸アセンブリ 204 に沿って選択的に並進可能である。キャリアッジアセンブリ 206 は、キャリアッジアセンブリ 206 に取り付けられる手術器具（図示せず）の最大で 8 つの対応する入力と連結し且つそれらを作動させるように構成される、8 つの回転駆動アセンブリを含む。無菌アダプタ 208 は、無菌アダプタ 208 の迅速離脱をもたらす嵌込みインターフェース設計によってキャリアッジアセンブリ 206 に載るよう構成される。無菌アダプタ 208 は、キャリアッジアセンブリの 8 つの回転駆動アセンブリの出力をキャリアッジアセンブリ 206 に取り付けられる手術器具（図示せず）の回転駆動入力に駆動的に連結する、8 つの回転継手を含む。多くの実施態様において、8 つの回転駆動アセンブリは、手術器具の最大で 6 つの回転駆動入力を作動させるために用いられる 6 つの駆動アセンブリと、最新手術器具（例えば、ステープラ、血管シーラ (vessel sealer)）の追加的な回転駆動入力を駆動させるために用いられる 2 つの追加的な回転駆動アセンブリとを含む。

【0073】

10

20

30

40

50

図25は、キャリッジアセンブリ206の駆動アセンブリ212を示している。駆動アセンブリ212は、8つの駆動アセンブリ214を含む。駆動アセンブリ214の各々は、駆動モータ86と、一次角向きセンサ216と、二次角向きセンサ218と、遊星ギアボックス220とを含む。駆動アセンブリ212の8つの駆動モータ86は、2つの幅×4つの深さのアレイ(配列)において配置される。駆動アセンブリ212は、駆動モータ86、一次角向きセンサ216、二次角向きセンサ218、及び遊星ギアボックス220を収容し且つ/或いは支持するように構成される、モータハウジング222を含む。

【0074】

駆動モータ86は、ここにおいて議論するキャリッジアセンブリ72の駆動モータ86と同様に構成される。よって、キャリッジアセンブリ72の駆動モータ86の記述は、駆動アセンブリ212の駆動モータ86に当て嵌まり、従って、ここでは反復されない。

10

【0075】

あらゆる適切な角向きセンサを一次及び二次角向きセンサ216, 218のために用い得る。例えば、多くの実施態様において、一次角向きセンサ216の各々は、対応する駆動モータ86のロータに取り付けられる磁石224のアブソリュートオリエンテーション(絶対的な向き)を追跡する磁気センサを含む絶対磁気エンコーダ(absolute magnetic encoder)である。そして、多くの実施態様において、二次角向きセンサ218は、コンパクトなホール効果センサである。駆動アセンブリ214の各々における駆動モータ86の角向きは、一次及び二次角向きセンサ216, 218によって重複して追跡され、それにより、駆動モータ86の角向きの追跡に対する信頼水準の増大をもたらす。

20

【0076】

8つの遊星ギアボックス220は、ここにおいて議論するキャリッジアセンブリ72の出力アセンブリ88, 90と同様に構成される。顕著な相違は、遊星ギアボックス220が、ギアボックスの中心線に沿って分散させられる追加的な軸受アセンブリを含み、よって、出力アセンブリ88, 90よりも幾分長いことである。8つの遊星ギアボックス220は、比較的頑丈(heavy-duty)であり、高度に後方駆動可能(バックドライバブル)(back-drivable)であり、効率的であり、低いバックラッシュ(例えば、0.05度)を有する。2つの遊星ステージは、標準的な低速駆動アセンブリ214(例えば、8つの駆動アセンブリ214のうちの7つ)について28対1のギア減速比を生むために用いられる。そして、1つの遊星ステージは、低速駆動アセンブリ214(例えば、8つの駆動アセンブリのうちの1つ)について5.3対1のギア減速比を生むために用いられる。

30

【0077】

ここにおいて議論するように、駆動モータ86の端に配置される駆動モータ86の各々は、磁束シールド172を含む。磁束シールド172は、磁化モータロータから発散する磁束線を引っ張る働きをするので、それらの磁束線は、駆動モータ86に隣接して延びて隣接する駆動モータと干渉せず、且つ/或いは隣接する一次及び/又は二次角向きセンサ216, 218と干渉しない。

【0078】

図26は、例えば、ここに開示するモータのうちの何れかのような、及び、例えば、器具マニピュレータを開示する参照として援用する「COMPACT NEEDLE MANIPULATOR FOR TARGETED INTERVENTIONS」という名称の米国特許出願公開第2013/0209208(代理人整理番号ISRG03640/US)に開示するモータのうちの何れかのような、モータによって駆動させられる手術デバイスの処置中再開のための方法260を例示している。適用可能な手術デバイスの例を、国際公開第WO2011/060318号(代理人整理番号: ISRG02360/PCT)、米国特許出願公開第2011/118778号(代理人整理番号ISRG02330/US)、「MINIMALLY INVASIVE SURGICAL INSTRUMENT TO PROVIDE NEEDLE-BASED THERAPY」という名称の米国特許出願公開第2013/0211401号(代理人整理番号ISRG03630/US)、及び「SCISSOR BIAS FOR DIRECT PULL SURGICAL INSTRUMENT」という名称の米国特許出願公開第2011/0313449号(代理人整理番号ISRG02760)に見出すこと

40

50

ができ、先行する文献の各々を参照として援用する。

【0079】

方法2600の工程2602で、コントローラが、処置中に遠隔手術制御される手術器具のための駆動機構の回転位置を不揮発性メモリに継続的に記録する。例えば、向きセンサアセンブリ128の向きセンサのような、上で議論した向きセンサのうちの何れかが、センサ向きを不揮発性メモリに継続的に記録し得る。データは、ツールが急速に動くときに、ツールが再開後にどこにあるべきかを推定する、依然として十分な解像度(resolution)があるような速度で、格納される。

【0080】

方法2600の工程2604で、処置中停止がコントローラによって始められる。故に、手術デバイスは、停止が起こる直ぐ前に手術デバイスがあった場所において保持される。希に、手術デバイスについての故障状態が患者処置中に起こる。これが起こるとき、システムは、手術デバイスの継続的な使用がコントローラによって中止させられるように、自動安全停止を行う。加えて、デバイスの停止は、初期設定状態に起因しない何れかの理由のために任意的に起こることがある。いずれの場合においても、手術デバイスの継続的な使用は、再開手順を開始することによって起こり得る。

10

【0081】

方法2600の工程2606で、コントローラは、手術デバイスの処置中再開を開始する要求を受け取る。手術デバイスの使用を安全に再開するために、例えば、1つ又はそれよりも多くのエフェクタ機構及び/又は回転可能なシャフトの、停止後位置が、停止前と有意に逸脱していない、ことが保証されなければならない。例えば、回転シャフトを備える手術デバイスは、停止時に(組織上で)締め付けモードにあることがある。故に、回転シャフトが有意に回転しているならばデバイスを再開するのは望ましくない。何故ならば、停止は組織を締め付けたまま起こったからである。

20

【0082】

多くの特徴は、デバイスが停止前位置からドリフトするデバイスに寄与し得る。例えば、上述したバネ荷重出力駆動継手80のような、モータアセンブリ内の巻回バネからの力は、モータ及び/又は伝動装置を後方駆動させ得る。動きは、技術者が手術デバイスの部分を操作して、初期設定状態を解消する結果としても起こり得る。加えて、締め付けられた且つ/或いは擦られた組織は、手術デバイス内の力適用機構に反力をもたらし得る。

30

【0083】

遠隔手術システムのための手術デバイスは、しばしば、取り外し不能であり、よって、本質的にモジュール式であり、上で介した出力アセンブリ88のような、ディスク状の駆動体(drivers)によって駆動させられる入力を含む。代替的に、センサを手術器具内に配置することもできる。手術器具と干渉する駆動体機構の1つ又はそれよりも多くの場所の回転位置を記録し且つ既知の関係に基づき記録位置に数式を適用することによって手術器具の特徴の回転位置を補間し得る。よって、(ギアボックス前の)一次センサを(ギアボックス後の)二次センサと比較することによって、処置中関節位置の回復のためにパーニアのような(vernier-like)較正を幾つかの機構に適用し得る。2つの間の歯車比は既知であるので、コントローラは、ディスクが(例えば0~360度の間の)どの角度にあったかのみならず、どの回転を機構が用いていたかさえも決定し得る。幾つかの実施態様において、コントローラは、最大で3回の回転の差を区別し得る。これは、角度許容差のみは開始手順を安全に始める基礎として受け入れられない、多回転入力を用いる手術デバイスにとって有用である。

40

【0084】

処置中停止後の手術デバイスの継続的な使用を可能にするために、コントローラは、停止前のセンサの最後の既知の記録位置を、再開要求を受け取る時の又は受け取り後の目下の場所と比較することによって、センサが有意に動いたか否かを決定する。位置が同じであるか或いは受け入れ可能な許容差、例えば、90度内にあるならば、コントローラは、手術デバイスの継続的な使用を許可し得る。受け入れ可能な許容差は、用いられる手術デ

50

バイスの種類に依存する。何故ならば、幾つかのデバイスは、再開位置に関して他のデバイスよりも柔軟であることがあるからである。

【0085】

位置が受け入れ可能な許容差の外にあるならば、コントローラは手術デバイスの更なる使用を阻止し得る。手術デバイスが手術システムから完全に排除されてホーム位置に物理的に再設定される、ホーム位置戻り手順(rehomng procedure)を始めることに基づき、後続の再開要求を許可し得る。代替的に、コントローラは、古い手術デバイスの代わりに完全に新しいデバイスが装着されることを要求してよい。

【0086】

幾つかの実施態様において、コントローラは、処置の再開を許容する前に手術デバイスの同一性を検証する、検証手順を含み得る。これは、停止前にRFIDタグを介して手術デバイスを識別し、次に、再開が開始するのを許容する前に、RFIDタグが同じであることを検証することを必要とし得る。

【0087】

他の変形が本発明の精神内にある。よって、本発明は様々な変形及び代替的な構造の余地があるが、それらの特定の例示される実施態様が図面に示され、上で詳細に記載された。しかしながら、本発明を開示の特定の形態又は複数の形態に限定する意図はなく、逆に、本発明は、付属の請求項に定められるような、本発明の精神及び範囲内に入る、全ての変形、代替的な構造、及び均等物をカバーすることを意図することが理解されなければならない。

【0088】

不定冠詞及び定冠詞の使用並びに本発明に記載する文脈における(特に後続の請求項の文脈における)類似の言及は、ここにおいてその他のことが示されない限り或いは文脈が明らかに矛盾しない限り、単数及び複数の両方をカバーすることを意図する。「含む」(“comprising”)、「有する」(“having”)、「含む」(“including”)及び「包含する」(“containing”)という用語は、特段の断りのない限り、開放端の用語(即ち、「~を含むが、~に限定されない」を意味するもの)と解釈されるべきである。「接続され」(“connected”)という用語は、何か介在するものがあるとしても、部分的に又は全体的に、~に収容され、~に取り付けられ、或いは結合されるものと解釈されるべきである。ここにおける値の範囲の引用は、ここにおいてその他のことが示されない限り、その範囲内に入る各別個の値を個別に言及する略記的な方法としての機能を果たすことを意図するに過ぎず、各別個の値は、恰もそれがここで個別に引用されているかのように、本明細書中に組み込まれる。ここにおいてその他のことがしめされない限り或いは文脈が明らかに矛盾しない限り、ここに記載する全ての方法を任意の適切な順序で行い得る。ここにおいて提供される、ありとあらゆる実施例又は例示的な言葉(例えば、「のような」)の使用は、本発明の実施態様をより良好に例示することを意図するに過ぎず、その他のことが請求されない限り、本発明の範囲に対する限定を提示しない。本明細書中の如何なる言葉も、何れかの請求されない要素が本発明の実施にとって本質的であることを示すように解釈されてならない。

【0089】

本発明者が知る本発明を実施するための最良態様(ベストモード)を含む本発明の好適実施態様をここに記載する。前述の記述を判読した後に、それらの好適実施態様の変形が当業者に明らかになることがある。本発明者は当業者がそのような変形を適宜利用することを期待し、本発明者は本発明がここに具体的に記載する以外に実施されることを意図する。従って、この発明は、準拠法によって許容されるような、ここに添付する請求項中に引用される主題の全ての変形及び均等物を含む。その上、ここにおいてその他のことが示されない限り或いは文脈が明らかに矛盾しない限り、本発明は上述の要素のあらゆる組み合わせをその全ての可能な変形において包含する。

【0090】

ここに引用する刊行物、特許出願、及び特許を含む、全ての参考文献は、あたかも各参

10

20

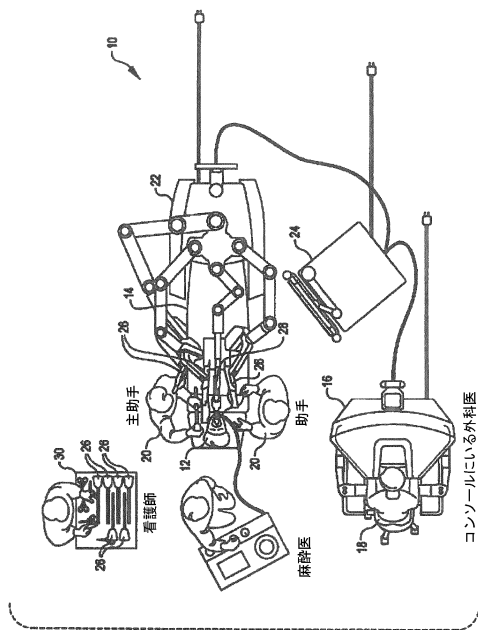
30

40

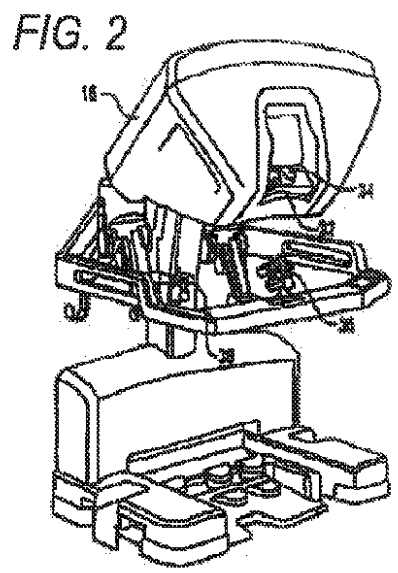
50

考文献が参照として援用されることが個別に且つ具体的に示され且つその全文がここに示されているのかのと同じ程度に、ここに参照として援用される。

【図1】

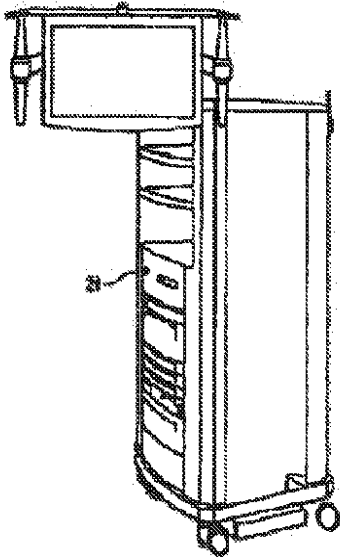


【図2】

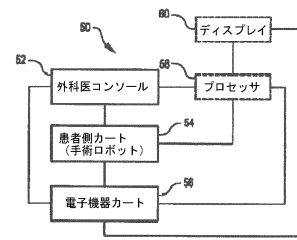


【図3】

FIG. 3

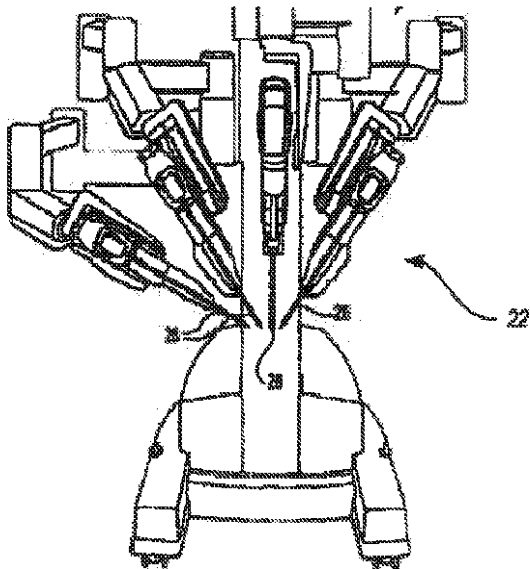


【図4】



【図5A】

FIG. 5A



【図5B】

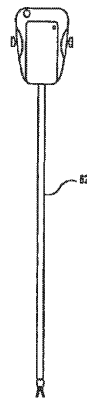


FIG. 5B

【図6】

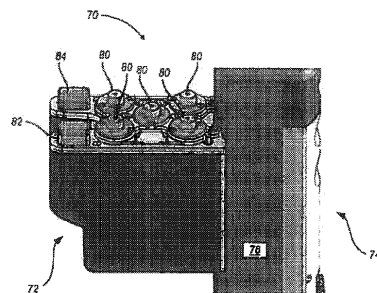


FIG. 6

【 7 】

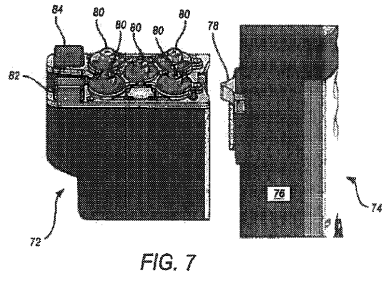


FIG. 7

【 8 】

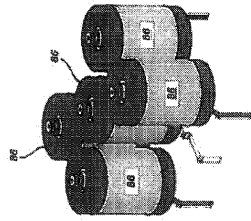


FIG. 8

【 9 】

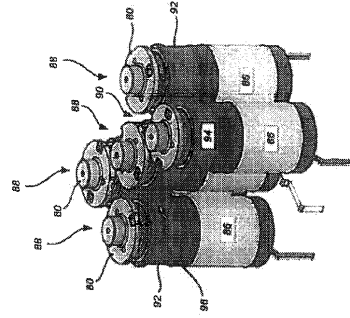


FIG. 9

【 10 】

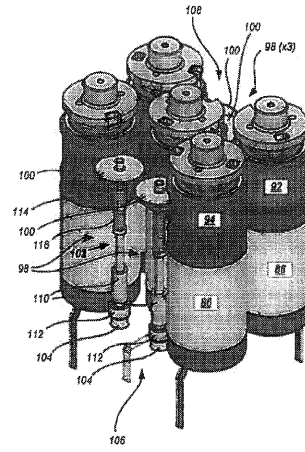


FIG. 10

【 11 】

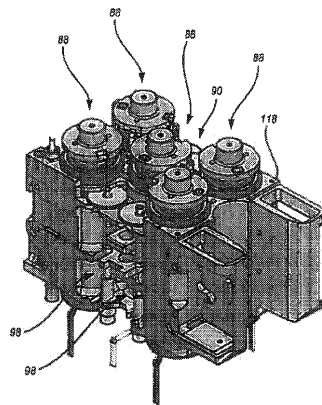


FIG. 11

【 12 】

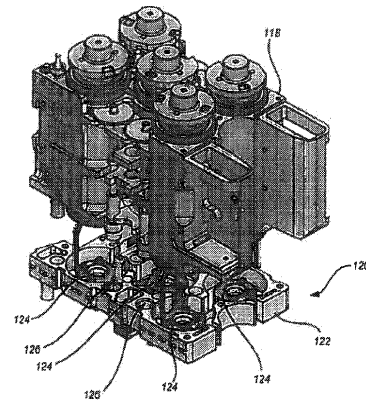


FIG. 12

【 図 13 】

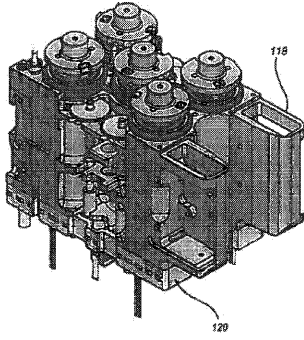


FIG. 13

【 図 14 】

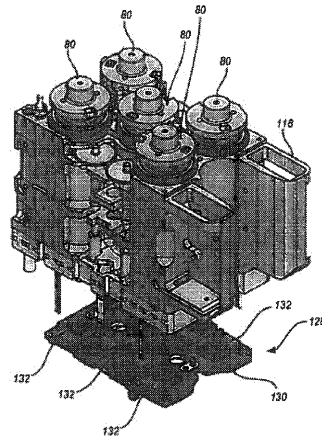


FIG. 14

【 図 15 】

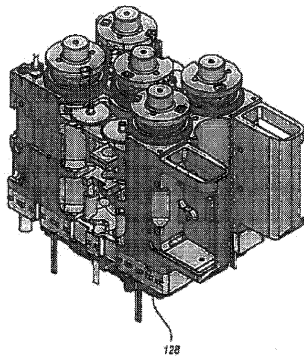


FIG. 15

【 図 16 】

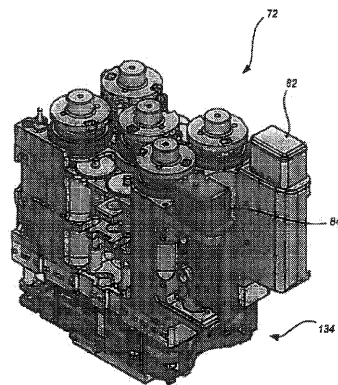


FIG. 16

【 図 17 】

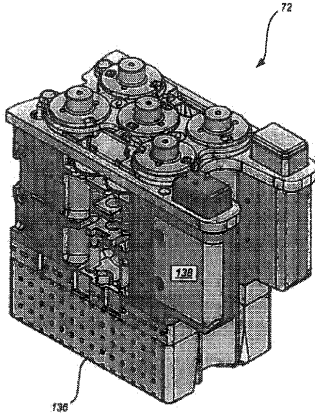


FIG. 17

【 図 18 】

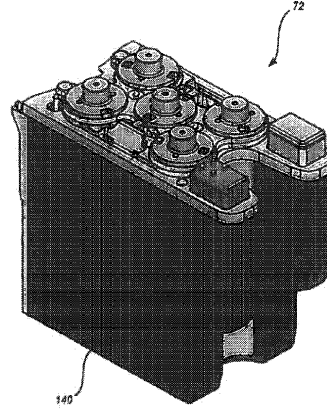


FIG. 18

【 図 19 】

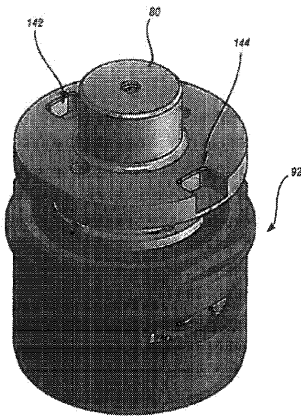


FIG. 19

【 図 20 】

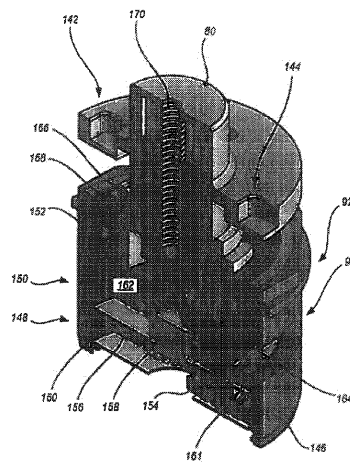


FIG. 20

【 図 21 】

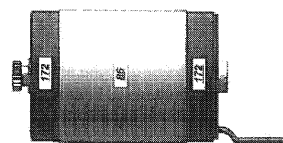
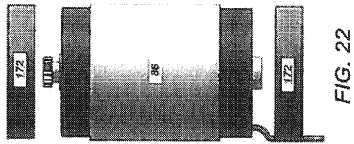


FIG. 21

【 図 2 2 】



【 図 2 3 】

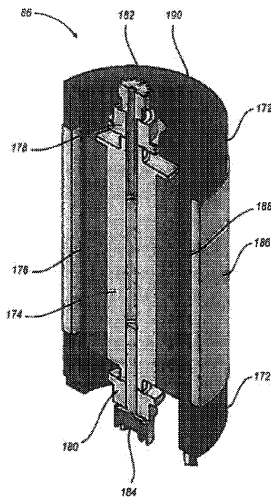
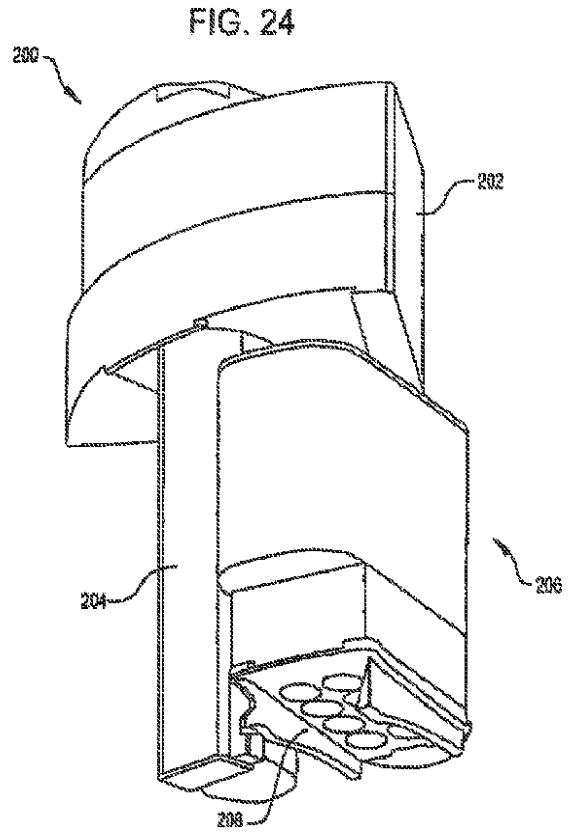
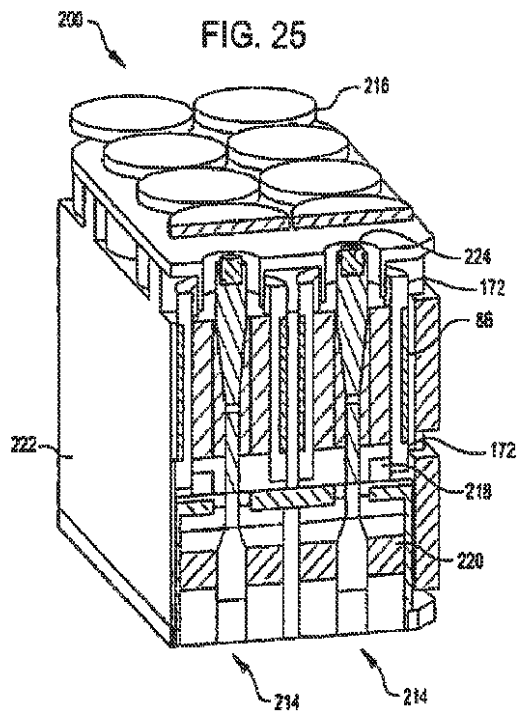


FIG. 23

【 図 2 4 】

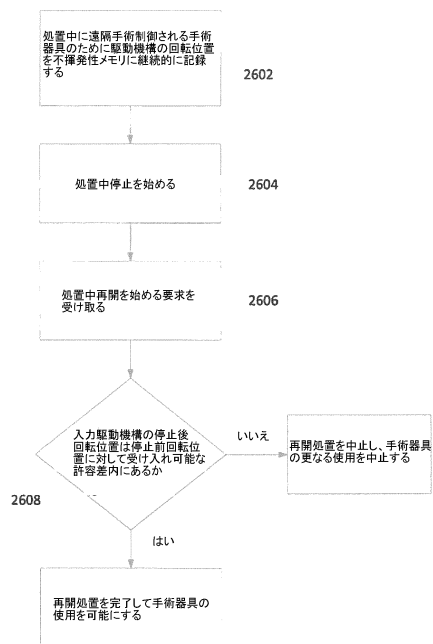


【 図 2 5 】



【 図 2 6 】

2600



フロントページの続き

- (72)発明者 ウィアー, デイヴィッド ダブリュ
アメリカ合衆国 94070 カリフォルニア州, サンカルロス, ベルмонт・アヴェニュー 1
617
- (72)発明者 スマビー, ニールズ
アメリカ合衆国 94306 カリフォルニア州, パロアルト, ラゼルマ・アヴェニュー 423
0
- (72)発明者 アルサニオス, ジョーゼフ エム
アメリカ合衆国 92508 カリフォルニア州, リヴァーサイド, ヤーロー・レーン 8275
- (72)発明者 ブリソン, ガブリエル エフ
アメリカ合衆国 94706 カリフォルニア州, オールバニー, レッド・オーク・アヴェニュー
405, アpartment 307

審査官 槻木澤 昌司

- (56)参考文献 特開平04 - 305705 (JP, A)
特開2008 - 253464 (JP, A)
特表2009 - 525097 (JP, A)
米国特許出願公開第2013 / 0325034 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 34 / 30 - 34 / 37
B25J 3 / 00