

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6692301号
(P6692301)

(45) 発行日 令和2年5月13日(2020.5.13)

(24) 登録日 令和2年4月16日(2020.4.16)

| | |
|---------------|---------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 |
| A 6 1 B 34/32 | (2016.01) |
| B 2 5 J 9/08 | (2006.01) |
| A 6 1 B 34/10 | (2016.01) |
| | A 6 1 B 34/32 |
| | B 2 5 J 9/08 |
| | A 6 1 B 34/10 |

請求項の数 15 (全 18 頁)

| | |
|--------------------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-574956 (P2016-574956) |
| (86) (22) 出願日 | 平成27年7月6日(2015.7.6) |
| (65) 公表番号 | 特表2017-525413 (P2017-525413A) |
| (43) 公表日 | 平成29年9月7日(2017.9.7) |
| (86) 国際出願番号 | PCT/IB2015/055090 |
| (87) 国際公開番号 | W02016/009301 |
| (87) 国際公開日 | 平成28年1月21日(2016.1.21) |
| 審査請求日 | 平成30年6月20日(2018.6.20) |
| (31) 優先権主張番号 | 62/024,527 |
| (32) 優先日 | 平成26年7月15日(2014.7.15) |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国(US) |

| | |
|-----------|---|
| (73) 特許権者 | 590000248 コーニングクレッカ フィリップス エヌ ヴェ KONINKLIJKE PHILIPS N. V. オランダ国 5656 アーヘー アイン ドーフェン ハイテック キャンパス 5 2 |
| (74) 代理人 | 100122769 弁理士 笛田 秀仙 |
| (74) 代理人 | 100163809 弁理士 五十嵐 貴裕 |

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】低侵襲手術用の再構成可能なロボットアーキテクチャ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主軸に沿って回転運動を生成するように動作可能なベースアクチュエータと、
第二軸に沿って回転運動を生成するように動作可能な器具アクチュエータと、
長手方向軸に沿って器具を保持するように動作可能なエンドエフェクタと、
複数のアームセットと

を有する、再構成可能なロボットシステムであって、

前記複数のアームセットの各アームセットが、前記ベースアクチュエータが前記主軸に沿って回転運動を生成すること及び前記器具アクチュエータが前記第二軸に沿って回転運動を生成することの少なくとも一方に応答して、前記ベースアクチュエータ、前記器具アクチュエータ、及び前記エンドエフェクタを連続的に接合して、遠隔運動中心に対してピッヂ範囲及びヨー範囲を持つ作業空間内で前記エンドエフェクタによって保持される器具を動かすためのそれぞれのアーク構成を確立するように動作可能であり、

前記それぞれのアーク構成が、前記主軸、前記第二軸、及び前記長手方向軸の交点として前記遠隔運動中心を定義し、

前記複数のアームセットの1つのアームセットが、前記複数のアームセットの他のアームセットと少なくとも部分的に交換可能であり、これにより、前記1つのアームセットにより確立されるアーク構成とは異なるアーク構成を確立する、
再構成可能なロボットシステム。

【請求項 2】

基準座標系内で前記ベースアクチュエータに接合される前記エンドエフェクタを位置決めするために前記ベースアクチュエータに結合されるように動作可能なロボットプラットフォームをさらに有する、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項 3】

各アームセットは、前記ベースアクチュエータと前記器具アクチュエータの間に固定長若しくは可変長を持つ、前記ベースアクチュエータと前記器具アクチュエータに接合されるように動作可能な同じ支持アームを含む、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項 4】

各アームセットは、前記ベースアクチュエータと前記器具アクチュエータの間に固定長若しくは可変長を持つ、前記ベースアクチュエータと前記器具アクチュエータに接合されるように動作可能な異なる支持アームを含む、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。 10

【請求項 5】

各アームセットは、前記器具アクチュエータと前記エンドエフェクタの間に固定長若しくは可変長を持つ、前記器具アクチュエータと前記エンドエフェクタに接合されるように動作可能な同じ器具アームを含む、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項 6】

各アームセットは、前記器具アクチュエータと前記エンドエフェクタの間に固定長若しくは可変長を持つ、前記器具アクチュエータと前記エンドエフェクタに接合されるように動作可能な異なる器具アームを含む、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。 20

【請求項 7】

各アームセットは前記ベースアクチュエータと前記器具アクチュエータに取り付けられる同じ支持アームを含む、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項 8】

各アームセットは前記器具アクチュエータに取り付けられる同じ支持アームを含み、各アームセットは前記器具アクチュエータに取り外し可能に結合されるように動作可能な異なる器具アームをさらに含む、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項 9】

各アームセットが器具アームを含み、前記エンドエフェクタが各器具アームに取り外し可能に結合されるように動作可能である、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。 30

【請求項 10】

各アームセットがアーク形状を持つアームを含む、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項 11】

前記複数のアームセットの前記それぞれのアーク構成に対して前記エンドエフェクタによって保持される器具の前記遠隔運動中心に対する作業空間をシミュレーションするように動作可能なロボット構成ワークステーションをさらに有する、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。 40

【請求項 12】

前記エンドエフェクタによって保持される器具の前記遠隔運動中心に対する作業空間の規定ピッチ範囲と規定ヨー範囲の少なくとも一方を確立するように、前記ベースアクチュエータ、前記器具アクチュエータ、及び前記エンドエフェクタに接合されるべき前記アームセットのうち少なくとも一つを推薦するように動作可能なロボット構成ワークステーションをさらに有する、請求項 1 に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項 13】

前記複数のアームセットのそれぞれのアームセットが、前記遠隔運動中心に対する前記

50

器具の作業空間のそれぞれ異なるピッチ範囲及び／又はヨー範囲を提供するように構造的に構成されるアームを含む、請求項1に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項14】

各アームセットが識別マーカを含む、請求項1に記載の再構成可能なロボットシステム。

【請求項15】

主軸に沿って回転運動を生成するように動作可能なベースアクチュエータと、

第二軸に沿って回転運動を生成するように動作可能な器具アクチュエータと、

長手方向軸に沿って器具を保持するように動作可能なエンドエフェクタと、

前記ベースアクチュエータが前記主軸に沿って回転運動を生成すること及び前記器具アクチュエータが前記第二軸に沿って回転運動を生成することの少なくとも一方に応答して、遠隔運動中心に対して前記エンドエフェクタによって保持される器具を動かすための第一アーム構成へ、前記ベースアクチュエータ、前記器具アクチュエータ、及び前記エンドエフェクタを連続的に接合する第一アームセットと、

前記ベースアクチュエータが前記主軸に沿って回転運動を生成すること及び前記器具アクチュエータが前記第二軸に沿って回転運動を生成することの少なくとも一方に応答して、前記遠隔運動中心に対して前記エンドエフェクタによって保持される器具を動かすための第二アーム構成へ、前記ベースアクチュエータ、前記器具アクチュエータ、及び前記エンドエフェクタを連続的に接合するように動作可能な第二アームセットと
を有する、再構成可能なロボットであって、

前記第一アーム構成と前記第二アーム構成は前記主軸、前記第二軸、及び前記長手方向軸の交点として前記遠隔運動中心を定義し、

前記第一アームセットと前記第二アームセットが、前記ベースアクチュエータ、前記器具アクチュエータ、及び前記エンドエフェクタの前記第一アーム構成を、前記ベースアクチュエータ、前記器具アクチュエータ、及び前記エンドエフェクタの前記第二アーム構成へ再構成するために少なくとも部分的に相互交換可能であり、

前記再構成可能なロボットが、前記エンドエフェクタによって保持される器具の前記遠隔運動中心に対する作業空間の規定ピッチ範囲と規定ヨー範囲の少なくとも一方を確立するように、前記ベースアクチュエータ、前記器具アクチュエータ、及び前記エンドエフェクタに接合されるべき前記アームセットのうち少なくとも一つを推薦するように動作可能なロボット構成ワークステーションを有する、
再構成可能なロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は概して低侵襲手術（例えば心臓手術、腹腔鏡手術、自然開口部越経管腔的手術、肺／気管支鏡手術、及び診断的インターベンション）中に利用されるロボットに関する。本開示は特に、特定の低侵襲手術中の正しい可動域に適応可能な、再構成可能なロボットアーキテクチャに関する。

【背景技術】

【0002】

低侵襲外科手術は小さなポートを通じて患者の体内へ挿入される細長い器具を用いて実行される。これらの術中の主要な可視化法は内視鏡である。標準ワークフローにおいて、手術室技師若しくは看護師が内視鏡を保持している間、外科医は二つの（2）手術器具を保持している。医師と技師／看護師の手が手術の間重なる可能性があり、外科医は技師／看護師へ内視鏡の動きを絶えず伝える必要があるので、この設定は不都合になり得る。このため、内視鏡を含む一つ（1）以上の器具が、外科医によって制御されるロボットによって保持され得る。

【0003】

より具体的に、患者の体の上に置かれる小さなポートは、患者の内部へアクセスするた

10

20

30

40

50

めに器具が通過し得る唯一の切開点である。従って、器具はこれらの支点まわりに回転するように操作され得るが、患者へのいかなる潜在的な損傷や危害をも防止するために、ポートに並進力をかけるような方法で器具が操作されるべきではない。これはロボットガイド手術にとって特に重要である。

【0004】

その目的で、一部の既知のロボットは支点において遠隔運動中心（remote center of motion：RCM）として知られるものを組み込み、それによってロボットは、ポートにおいて器具の回転のみが実行されることができ、そのポートにおける器具の全並進力が除かれるような動作原理を強制する。これは空間内の特定位置においてRCMを持つ機械設計を実施し、そして空間内のその点をポートと一致させることによって実現され得る。代替的に、RCMの制約が満たされ得ることを保証するために十分な自由度が存在するという条件で、RCMはロボットシステムのソフトウェア内で仮想的に組み込まれ得る。10

【0005】

実践される通り、ロボットシステムは定義済の作業空間を持つ。低侵襲手術において、これは器具の所要可動域が作業空間内にあるようなタイプの手術のみに特定のロボット運動学が使用され得ることを意味する。これは特定のロボットが実行可能な手術のタイプのみならず、患者のサイズにも制限を提示する。一般に、この問題を克服するために、従来のロボットシステムはその作業空間がロボットの全用途をカバーするように設計される。しかしながら、大きな作業空間は大きなロボット部品をもたらし、これは全体のサイズ、重量にさらに影響を及ぼし、大きなロボットは環境と衝突し得るのでワークフローに影響を及ぼし得る。この問題は、ハイブリッド手術室、カテール検査室、若しくはコンピュータ断層撮影／磁気共鳴イメージングシステムなど、既に制約のある環境において強調される。20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本開示は、ロボットの最小設置面積と遠隔運動中心を維持しながら、特定の低侵襲手術中の器具（例えば内視鏡）の所望の可動域に適応可能な、再構成可能なロボットシステムを提供する。本開示はさらに、ロボットの適切な作業空間と適切な配向を選択する方法を提供する。30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の発明の一形態は、ベースアクチュエータ、器具アクチュエータ、エンドエフェクタ、及び複数のアームセットを利用する再構成可能なロボットシステムである。ベースアクチュエータは主軸に沿って回転運動を生成するように動作可能である。器具アクチュエータは第二軸に沿って回転運動を生成するように動作可能である。エンドエフェクタは長手方向軸に沿って器具を保持するように動作可能である。

【0008】

各アームセットは、ベースアクチュエータが主軸に沿って回転運動を生成すること、及び／又は器具アクチュエータが第二軸に沿って回転運動を生成することに応答して、遠隔運動中心に対してエンドエフェクタによって保持される器具を動かすためのアーク構成に、ベースアクチュエータ、器具アクチュエータ、及びエンドエフェクタを連続的に接合（join）するように動作可能である。40

【0009】

各アーク構成は主軸、第二軸、及び長手方向軸の交点として遠隔運動中心を定義する。

【0010】

アームセットはベースアクチュエータ、器具アクチュエータ、及びエンドエフェクタのアーク構成を再構成するために少なくとも部分的に相互交換可能である。

【0011】

10

20

30

40

50

本開示の目的で、

(1) "アクチュエータ"、"回転運動"、"軸"、"エンドエフェクタ"、"器具"、"アーム"、"遠隔運動中心"、及び"アーク長"を含むが限定されない専門用語は、本開示の技術分野において理解され、本明細書に例示される通り解釈されるものとする。

(2) "アクチュエータ"という語に対する"ベース"及び"器具"というラベルは、"アクチュエータ"という語へのいかなる追加の限定も規定若しくは示唆することなく、本明細書で記載され請求される異なるアクチュエータを区別する。

(3) "軸"という語に対する"主"、"第二"、及び"長手方向"というラベルは、"軸"という語にいかなる追加の限定も規定若しくは示唆することなく、本明細書に記載され請求される異なる軸を区別する。

(4) "アームセット"という語は、両アクチュエータに接合される若しくは接合されるように構造的に構成される固定長若しくは可変長の支持アーム、並びに器具アクチュエータとエンドエフェクタに接合される若しくは接合されるように構造的に構成される固定長若しくは可変長の器具アームを広く包含する。

(5) "アーム"という語に対する"支持"及び"器具"というラベルは、"アーム"という語へのいかなる追加の限定も規定若しくは示唆することなく、本明細書で記載され請求される異なるアームを区別する。

(6) "接合"という語はいかなる時制でも、部品間の直接的物理的接触若しくは部品の隣接配置を含むいかなるタイプの部品の取り付け(affixation)若しくは取り外し可能な結合(detachable coupling)をも広く包含する。

(7) "アーク構成"という語は、ベースアクチュエータと器具アクチュエータの間のベースアーク長、及び器具アクチュエータとエンドエフェクタの間の拡張アーク長を含む、ベースアクチュエータ、器具アクチュエータ、及びエンドエフェクタの軸の非平行角度配向を広く包含する。

(8) "アーク長"という語に対する"ベース"及び"拡張"というラベルは、"アーク長"という語にいかなる追加の限定も規定若しくは示唆することなく、本明細書で記載され請求される異なるアームを区別する。

(9) "少なくとも部分的に相互交換可能"というフレーズは、両アームがアームセットに固有であるという点で各アームセットが特徴的であるが、各アームを個々に一つ以上の他のアームセットと共有する可能性があり、それによって一つのアームセットと別のアームセットとの相互交換がアームセットの一つ若しくは両方のアームの交換を伴うことを広く包含する。

【0012】

本開示の発明の第二形態は、基準座標系(例えば手術台、ロボット座標系若しくは患者座標系)内でベースアクチュエータに接合されるエンドエフェクタを位置決めする(すなわち位置付け及び/又は方向付けする)ためにベースアクチュエータに結合されるロボットプラットフォームをさらに利用する再構成可能なロボットシステムである。

【0013】

本開示の発明の第三形態は、ベースアクチュエータ、器具アクチュエータ、及びエンドエフェクタのアーク構成の各々の中でエンドエフェクタによって保持される器具の遠隔運動中心に対する作業空間をシミュレーションするよう、並びに/或いは、エンドエフェクタによって保持される器具の遠隔運動中心に対する作業空間の規定ピッチと規定ヨーの少なくとも一つの関数として、ベースアクチュエータ、器具アクチュエータ、及びエンドエフェクタに接合されるべきアームセットのうち一つ以上を推薦するよう、動作可能なロボット構成ワークステーションを利用する再構成可能なロボットシステムである。

【0014】

本開示の目的で、

(1) "ロボットプラットフォーム"、"ワークステーション"、"ピッチ範囲"、"ヨー範囲"、及び"作業空間"を含むが限定されない専門用語は、本開示の技術分野において理解され、本明細書に例示される通り解釈されるものとする。

10

20

30

40

50

(2) "ワークステーション"という語の例は、一つ以上のコンピュータデバイス（例えばクライアントコンピュータ、デスクトップ及びタブレット）、ディスプレイ／モニタ、及び一つ以上の入力デバイス（例えばキーボード、ジョイスティック及びマウス）のアセンブリを含むがこれに限定されない。

(3) "コンピュータデバイス"の構造的構成は、プロセッサ、コンピュータ使用可能／コンピュータ可読記憶媒体、オペレーティングシステム、アプリケーションモジュール、周辺デバイスコントローラ、スロット及びポートを含み得るがこれに限定されない。

(4) "アプリケーションモジュール"という語は、特定アプリケーションを実行するための電子回路及び／又は実行可能プログラム（例えば実行可能ソフトウェア及びファームウェア）から成るワークステーションのコンポーネントを広く包含する。 10

【0015】

本開示の本発明の第四形態は、特にロボット構成ワークステーションによる識別目的で、識別マーカを利用する各アームセットである。識別マーカの例は、無線識別、近距離無線通信、抵抗若しくは磁気測定、並びに光学エンコーディング及び測定に関するマーカを含むがこれに限定されない。

【0016】

本開示の発明の前述の形態及び他の形態、並びに本開示の様々な特徴と利点は、添付の図面と併せて読まれる本開示の様々な実施形態の以下の詳細な説明からさらに明らかとなる。詳細な説明と図面は限定ではなく単に本開示の例示であり、本開示の範囲は添付の請求項とその均等物によって定義される。 20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1A】本開示の発明原理にかかる再構成可能なロボットの実施形態例を図示する。

【図1B】本開示の発明原理にかかる再構成可能なロボットの実施形態例を図示する。

【図1C】本開示の発明原理にかかる再構成可能なロボットの実施形態例を図示する。

【図2A】本開示の発明原理にかかるアームの実施形態例を図示する。

【図2B】本開示の発明原理にかかるアームの実施形態例を図示する。

【図2C】本開示の発明原理にかかるアームの実施形態例を図示する。

【図2D】本開示の発明原理にかかるアームの実施形態例を図示する。

【図3】本開示の発明原理にかかる低侵襲手術用の再構成可能なロボットシステムの一実施形態例を図示する。 30

【図4A】本開示の発明原理にかかる低侵襲手術用の連結ロボットの第一実施形態例を図示する。

【図4B】本開示の発明原理にかかる低侵襲手術用の連結ロボットの第二実施形態例を図示する。

【図5A】本開示の発明原理にかかる、アクチュエータへの近位同心アームと遠位同心アームの接合例を図示する。

【図5B】本開示の発明原理にかかる、アクチュエータへの近位同心アームと遠位同心アームの接合例を図示する。

【図6】本開示の発明原理にかかる再構成可能なロボットと構成可能なロボットプラットフォームの結合例を図示する。 40

【図7】本開示の発明原理にかかるロボット構成シミュレーション／推薦法の実施形態例をあらわすフローチャートを図示する。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本開示の理解を容易にするため、図1及び2の以下の説明は、アクチュエータとエンドエフェクタに関する軸の交点によって確立される遠隔運動中心を持つ再構成可能なロボットに基づく再構成可能なロボットシステムの基本発明原理を教示する。この記載から、当業者は、遠隔運動中心に対して作業空間内で器具（例えば内視鏡若しくは他の医療機器、若しくは非医療機器）を動かすための任意のタイプのかかる再構成可能なロボットへ本開 50

示の発明原理を適用する方法を理解するだろう。

【0019】

図1A及び1Bを参照すると、本開示の再構成可能なロボットはベースアクチュエータ11、器具アクチュエータ12、及びエンドエフェクタ13を利用する。

【0020】

ベースアクチュエータ11は当技術分野で既知の通り主軸PA1に沿って回転運動を生成するように選択的に操作される。

【0021】

器具アクチュエータ12は当技術分野で既知の通り第二軸SA1に沿って回転運動を生成するように選択的に操作される。

10

【0022】

エンドエフェクタ13は当技術分野で既知の通り低侵襲手術中に利用される器具を保持する。器具は器具の操作を容易にするために長手方向軸LA1に沿って保持される。例えば、内視鏡がエンドエフェクタ13によって保持され得、それによりX軸によってシンボル化される内視鏡の挿入管の軸が長手方向軸LA1と一致される。

【0023】

主軸PA1、第二軸SA1及び長手方向軸LA1の交点は遠隔運動中心16を定義する。器具の遠位部は遠隔運動中心16からのびて円錐形を持つ作業空間17の高さを確立する。作業空間17は、主軸PA1と第二軸SA1の間の_Bのベースアーク長に依存し、さらに第二軸SA1と長手方向軸LA1の間の_Eの拡張アーク長に依存する、Y軸に対するピッチ範囲とZ軸(不図示)に対するヨー範囲を持つ。

20

【0024】

本開示の再構成可能なロボットはさらに、各々が主軸PA1と第二軸SA1の間の_Bのベースアーク長と、第二軸SA1と長手方向軸LA1の間の_Eの拡張アーク長を持つ、異なるアーク構成を確立するための複数の相互交換可能なアームセットを利用する。

【0025】

例えば、図1Aは支持アーム14aと器具アーム15aを含むアームセットを図示する。支持アーム14aはベースアクチュエータ11と器具アクチュエータ12に接合され、器具アーム15aは器具アクチュエータ12とエンドエフェクタ13に接合されて、主軸PA1と第二軸SA1の間の_B₁のベースアーク長と、第二軸SA1と長手方向軸LA1の間の_E₁の拡張アーク長を持つアーク構成を確立する。遠隔運動中心16から広がる作業空間17aは_B₁のベースアーク長と_E₁の拡張アーク長に依存するY軸に対するピッチ範囲とZ軸(不図示)に対するヨー範囲を持つ。

30

【0026】

さらなる実施例により、図1Bは支持アーム14aと器具アーム15bを含むアームセットを図示する。支持アーム14aはベースアクチュエータ11と器具アクチュエータ12に接合され、器具アーム15bは器具アクチュエータ12とエンドエフェクタ13に接合されて、主軸PA1と第二軸SA1の間の_B₁のベースアーク長と、第二軸SA1と長手方向軸LA1の間の_E₂の拡張アーク長を持つアーク構成を確立する。遠隔運動中心16から広がる作業空間17bは_B₁のベースアーク長と_E₂の拡張アーク長に依存するY軸に対するピッチ範囲とZ軸(不図示)に対するヨー範囲を持つ。

40

【0027】

さらなる実施例により、図1Cは支持アーム14bと器具アーム15aを含むアームセットを図示する。支持アーム14bはベースアクチュエータ11と器具アクチュエータ12に接合され、器具アーム15aは器具アクチュエータ12とエンドエフェクタ13に接合されて、主軸PA1と第二軸SA1の間の_B₂のベースアーク長と、第二軸SA1と長手方向軸LA1の間の_E₁の拡張アーク長を持つアーク構成を確立する。遠隔運動中心16から広がる作業空間17cは_B₂のベースアーク長と_E₁の拡張アーク長に依存するY軸に対するピッチ範囲とZ軸(不図示)に対するヨー範囲を持つ。

【0028】

50

作業空間 17a は、_{B_1} のベースアーク長と _{E_1} の拡張アーク長の総和がベースアーク長 _{B_1} と拡張アーク長 _{E_2} の総和よりも大きいという点で、作業空間 17b よりも大きく、_{B_1} のベースアーク長と _{E_1} の拡張アーク長の総和が _{B_2} のベースアーク長と _{E_1} の拡張アーク長の総和よりも大きいことに起因して作業空間 17c よりも大きいことに留意することが重要である。さらに、_{B_1} のベースアーク長と _{E_2} の拡張アーク長の総和が _{B_2} のベースアーク長と _{E_1} の拡張アーク長の総和に等しいことから、作業空間 17b と作業空間 17c は同じサイズである。

【0029】

本開示は、アームセットが相互交換可能であり、それにより、再構成可能なロボットの作業空間のピッチ範囲及び／又はヨー範囲における選択的な増加若しくは減少を容易にすることを前提とする。相互交換可能であるために、実際に、アームセットの支持アーム及び／又は器具アームが交換可能でなければならない。この目的で、各アームがアクチュエータとエンドエフェクタにどのように接合されるかが、アームセットの互換性の程度を決定する。

【0030】

例えば、図 1A のアームセットと図 1B のアームセットは両方とも同じ支持アーム 14a を、ただし異なる器具アーム 15a 及び 15b を利用する。相互交換可能であるために、支持アーム 14a はアクチュエータ 11 及び 12 に取り付けられるか若しくは取り外し可能に結合され、各器具アーム 15a 及び 15b はアクチュエータ 12 に取り外し可能に結合され、エンドエフェクタ 13 に取り付けられるか若しくは取り外し可能に結合され得る。図 1A に図示の器具アーム 15a と図 1B に図示の器具アーム 15b の交換は、アクチュエータ 12 からの器具アーム 15a の分離と、アクチュエータ 12 への器具アーム 15b の取り外し可能な結合を伴う。交換のため、追加エンドエフェクタ 13 が器具アーム 15b に取り付けられるか、又はエンドエフェクタ 13 が器具アーム 15a から分離され、器具アーム 15b に取り外し可能に結合される。

【0031】

同様に例えば、図 1A のアームセットと図 1C のアームセットは両方とも同じ器具アーム 15a を、ただし異なる支持アーム 14a 及び 14b を利用する。相互交換可能であるために、各支持アーム 14a 及び 14b は一方若しくは両方のアクチュエータ 11 及び 12 に取り外し可能に結合され得、器具アーム 15a はアクチュエータ 12 とエンドエフェクタ 13 に取り付けられるか若しくは取り外し可能に結合される。図 1A に図示の支持アーム 14a と図 1B に図示の支持アーム 14b の交換は、アクチュエータ 11 からの支持アーム 14a の分離と、アクチュエータ 11 への支持アーム 14b の取り外し可能な結合を伴う。交換のため、支持アーム 14b はエンドエフェクタ 13 と器具アーム 15 に依然接合されるアクチュエータ 12 に取り外し可能に結合され、或いは追加アクチュエータ 12、エンドエフェクタ 13 及び器具アーム 15a が支持アーム 14b に取り付けられるか若しくは取り外し可能に結合される。

【0032】

実際、支持アーム 14 と器具アーム 15 はいかなる形状をとってもよく、固定長若しくは可変長を持ってもよく、アクチュエータ 11 及び 12 へいかなる角度配向で接合されてもよい。

【0033】

例えば、図 2A は固定アーク長を持つアークアーム 20a を図示し、図 2B は双方向矢印によってシンボル化される可変アーク長を持つ伸縮式アークアーム 20b を図示する。各アークアーム 20 及びいかなる他のタイプのアームについても、本開示の再構成可能なロボットの中で利用されるときにアームのタイプ及び／又はアームの長さを識別するために、当技術分野で既知の通り識別マーカ 21 が利用され得る。識別マーカ 21 の実施例は、無線識別、近距離無線通信、抵抗若しくは磁気測定、並びに光学エンコーディング及び測定に関するマーカを含むがこれに限定されない。

【0034】

10

20

30

40

50

さらなる実施例によって、図 2 C はベースアクチュエータ 1 1 への支持アークアーム 2 0 c の斜めの取り外し可能な結合 2 2 と、器具アクチュエータ 1 2 への支持アークアーム 2 0 c の斜めの取り付け 2 3 を図示し、図 2 D は器具アクチュエータ 1 2 への器具アークアーム 2 0 d の斜めの取り外し可能な結合と、エンドエフェクタ 1 3 への器具アークアーム 2 0 d の斜めの取り付け 2 5 を図示する。

【 0 0 3 5 】

本開示の理解をさらに容易にするために、図 3 7 の以下の説明は、X 2 である X 数の器具アークのうち一つへの支持アークの同心円状結合によって確立される遠隔運動中心を持つ連結ロボットについて、図 1 及び 2 に図示の復元可能なロボットシステムの基本発明原理を教示する。この記載から、当業者は、遠隔運動中心に対して作業空間内で器具（例えば内視鏡若しくは他の医療機器、若しくは非医療機器）を動かすための任意のタイプのかかる連結ロボット並びに他のタイプのロボットへ本発明の発明原理を適用する方法を理解するだろう。10

【 0 0 3 6 】

図 3 を参照すると、再構成可能なロボット 5 0 は支持アーク 3 1 と三つの（ 3 ）器具アーク 3 2 を利用して、アクチュエータ 3 3 b を介して器具アーク 3 2 のうち一つに支持アーク 3 1 を同心円状に結合することによって連結ロボットを構成する。図 4 と関連して本明細書でさらに例示される通り、動作中、アクチュエータコントローラ 3 7 はコマンドを受けて、アクチュエータ 3 3 a 内の双方向矢印によってシンボル化される通り、主回転軸まわりに支持アーク 3 1 と同心円状に結合された器具アーク 3 2 を一緒に回転させる（ c o r o t a t e ）ようにアクチュエータ 3 3 a を選択的に駆動する。同時に若しくは連続的に、アクチュエータコントローラ 3 7 はコマンドを受けて、アクチュエータ 3 3 b 内の双方向矢印によってシンボル化される通り、第二回転軸まわりに同心円状に結合された器具アーク 3 2 を回転させるようにアクチュエータ 3 3 b を選択的に駆動する。20

【 0 0 3 7 】

アークについてより具体的に、支持アーク 3 1 はその中のアーク長によってシンボル化されるベースアーク長を持ち、各器具アーク 3 2 はその中の異なるアーク長によってシンボル化される異なる拡張アーク長を持つ。図 4 と関連して本明細書でさらに例示される通り、支持アーク 3 1 のベースアーク長と同心円状に結合された器具アーク 3 2 の拡張アーク長は、アクチュエータ 3 3 の回転軸の交点によって定義される遠隔運動中心 3 5 を共同で確立する。遠隔運動中心 3 5 に基づいて、連結ロボットは器具アーク 3 2 へのエンドエフェクタ（不図示）の取り付け若しくは取り外し可能な結合を介して接合される器具 3 6 （例えば内視鏡）の作業空間 3 4 a を定義する。30

【 0 0 3 8 】

具体的に、作業空間 3 4 a は、遠隔運動中心 3 5 を通る、同心円状に結合された器具アーク 3 2 に取り付けられたエンドエフェクタ（不図示）から広がる器具 3 6 の部分の可動域を包含する。実際に低侵襲処置、外科手術若しくは診断の場合、遠隔運動中心 3 5 の場所は当技術分野で既知の通り患者ポートと一致し、それにより作業空間 3 4 a は、患者へのいかなる危害及び損傷をも妨げる（除去しない場合）という手術の目的で、遠隔運動中心 3 5 に対する器具 3 6 の旋回 / 回転運動を容易にする。従って、作業空間 3 4 は典型的には図 3 に図示の通り円錐形を持つ。40

【 0 0 3 9 】

本開示にとって重要なことは、円錐形の作業空間 3 4 の面と底の寸法が、支持アーク 3 1 のベースアーク長と対応する器具アーク 3 2 の拡張アーク長、並びにエンドエフェクタ 3 9 の長さに依存することである。連結ロボットの場合、支持アーク 3 1 のベースアーク長は固定され、それによって対応する器具アーク 3 2 の拡張アーク長は円錐形作業空間 3 4 の面と底の寸法決めにおける主要ファクターとなる。図 3 に図示の通り、円錐形作業空間 3 4 の面と底の寸法は拡張アーク長が器具アーク 3 2 a から器具アーク 3 2 c へ増加するにつれて増加する。低侵襲手術の場合、器具アーク 3 2 の異なる拡張アーク長は、特定の低侵襲手術（例えば開胸術、心臓手術など）及び / 又は特定の患者タイプ（例えば大人50

v s 小児、拒食症又は肥満の程度など)に適した器具アーク 3 2 の一つ以上の推薦若しくは選択を容易にする。

【 0 0 4 0 】

この目的で、ロボット構成ワークステーション 4 0 はロボットシミュレータ 4 1 とモニタ 4 4 を利用する。本開示の目的で、"ワークステーション"及び"モニタ"という語は、本開示の技術分野において理解され、本明細書で例示される通り解釈されるものとし、"ロボットシミュレータ"という語は、特定アプリケーションを実行するための電子回路及び / 又は実行可能プログラム(例えば実行可能ソフトウェア及びファームウェア)から成るワークステーションのコンポーネントを広く包含する。

【 0 0 4 1 】

ワークステーション 4 0 について、ロボットシミュレータ 4 1 は特定の低侵襲手術及び / 又は特定の患者タイプに適した一つ以上の器具アーク 3 2 を推薦若しくは選択するための方法を実施する。方法を実施するために、ロボットシミュレータ 4 1 は、ワークステーション 4 0 によって受信される及び / 又はワークステーション 4 0 上に保存される、連結ロボットデータ 4 1 、低侵襲手術データ 4 2 及び患者データ 4 3 を処理する。図 6 と関連して本明細書で例示される通り、連結ロボットデータ 4 1 は、データ 4 2 と 4 3 によって示される特定の低侵襲手術及び / 又は特定の患者タイプに依存する、設計された器具の可動域にとって"十分な作業空間"若しくは"不十分な作業空間"という点で、支持アーク 3 1 の特定のベースアーク長との可変拡張アーク長の複数の器具アーク 3 2 の関係をまとめルックアップテーブルを含む。

10

【 0 0 4 2 】

実際に、連結ロボットは基準座標系 3 9(例えば手術台、ロボット座標系、若しくは患者座標系)に対して作業空間 3 4 を選択的に配向するための静的ロボットプラットフォーム(不図示)若しくは構成可能なロボットプラットフォーム 3 8 に結合され得る。ロボット連結データ 4 1 a はいかなるプラットフォームによるいかなる配向情報も含まずにアーク長の情報を含み、ロボット連結データ 4 1 b はプラットフォーム 3 8 による配向情報を含めてアーク長の情報を含む。

20

【 0 0 4 3 】

ロボット連結データ 4 1 b から、ロボットシミュレータ 4 1 は、ポート 4 6 を持つシミュレーションされた解剖領域 4 5 と、ポート 4 6 を通ってシミュレーションされた解剖領域 4 5 へのびるシミュレーションされた器具 4 7 の表示をモニタ 4 4 上に生成する。実際に、シミュレーションされた解剖領域 4 5 は特定の低侵襲手術及び / 又は特定の患者タイプに対応する図示のグラフィックオブジェクト又は解剖領域の再構成画像であり得、シミュレーションされた器具 4 7 は特定の低侵襲手術及び / 又は特定の患者タイプに対応する図示のグラフィックオブジェクト又は器具 4 7 の標準画像であり得る。

30

【 0 0 4 4 】

ロボットシミュレータ 4 1 は、シミュレーションされた器具 4 7 のユーザ操作が、最小ピッチ、最大ピッチ、最小ヨー及び最大ヨーの点でシミュレーションされた器具 4 7 の所望の可動域を選択することを可能にする。シミュレーションされた器具 4 7 のロールはシミュレーションされた器具 4 7 の作業空間に適用できないことに留意されたい。

40

【 0 0 4 5 】

実際に、特定の低侵襲手術及び / 又は特定の患者情報に基づいて、ロボットシミュレータ 4 1 は、要望通りにユーザ操作され得る最小ピッチ、最大ピッチ、最小ヨー及び最大ヨーに関してシミュレーションされた器具 4 7 のデフォルト可動域を提供し得る。

【 0 0 4 6 】

所望の / デフォルト可動域の選択のとき又は最中に、ロボットシミュレータ 4 1 は所望の可動域と関連するルックアップテーブルにアクセスし、それによりルックアップテーブルは、図 6 と関連して本明細書で例示される通り支持アーク 3 1 のベースアーク長とともに"十分な作業空間"を確立するための拡張アーク長を持つ一つ以上の器具アーク 3 2 を識別する。識別された器具アーク 3 2 は所望の作業空間を得るために支持アーク 3 1 への同

50

心円状結合のために推薦若しくは選択される。

【0047】

実際に、構成可能なロボットプラットフォーム38を組み込む実施形態の場合、ロボットシミュレータ41は所望の作業空間の配向を得るために、(最小ピッチ+最大ピッチ)/2及び(最小ヨー+最大ヨー)/2に関して所望の作業空間における中点を識別する。

【0048】

本開示の発明原理のさらなる理解を容易にするために、遠隔運動中心に対して作業空間内で内視鏡を動かすための再構成可能なロボットシステム例が図4-7と関連して本明細書で記載される。この実施例の場合、再構成可能なロボットシステムは異なる作業空間を持つ二つの(2)連結ロボットを構成するために二つの(2)器具アーケットを持つ。説明から、当業者は追加器具アーケットを組み込む方法を理解するだろう。10

【0049】

図4Aを参照すると、連結ロボット50aは長手方向軸LA2を持つ内視鏡60を保持するためのエンドエフェクタ55を含め、主軸PA2を持つアクチュエータ51、第二軸SA2を持つアクチュエータ52、支持アーケット53、及び器具アーケット54aを利用する。支持アーケット53はアクチュエータ51とアクチュエータ52に同心円状に接続され、器具アーケット54aはアクチュエータ52に同心円状に接続される。重要なことは：

- (1)回転軸PA2、RAD及びLA2は遠隔運動中心56において交差する。
- (2)支持アーケット53の_Bのベースアーケット長は回転軸PA2とSA2の間に及ぶ。
- (3)器具アーケット54aの拡張アーケット長_{E3}は回転軸PA2とLA2の間に及ぶ。20
- (4)遠隔運動中心56に対する作業空間57aは支持アーケット53の_{B3}のベースアーケット長と器具アーケット54aの拡張アーケット長_{E3}から得られる面及び底寸法を持つ。
- (5)アクチュエータ51は作業空間57a内で内視鏡60の遠位端60dの広範な動きを制御するために所望の₁度にわたって主軸PA2まわりにアーケット53及び54aと一緒に回転させるように命令され得る。
- (6)アクチュエータ52は作業空間57a内で内視鏡60の遠位端60dの的を絞った動きを制御するために所望の₂度にわたって第二軸SA2まわりに器具アーケット54aを回転させるように命令され得る。
- (7)エンドエフェクタ55aはその長手方向軸LA2まわりに内視鏡60を回転させる手動若しくは制御された能力を持つ。30

【0050】

図4Bを参照すると、連結ロボット50bは内視鏡60を保持するためのエンドエフェクタ55を含め、アクチュエータ51及び52、支持アーケット53、並びに器具アーケット54bを利用する。支持アーケット53はアクチュエータ51とアクチュエータ52に同心円状に接続され、器具アーケット54bはアクチュエータ52に同心円状に接続される。重要なことは：

- (1)回転軸PA2、RAD、及びLA2は遠隔運動中心56において交差する。
- (2)支持アーケット53の_Bのベースアーケット長は回転軸PA2とSA2の間に及ぶ。
- (3)器具アーケット54bの拡張アーケット長_{E4}は回転軸PA2とLA2の間に及ぶ。
- (4)遠隔運動中心56に対する作業空間57bは支持アーケット53の_{B3}のベースアーケット長と器具アーケット54bの拡張アーケット長_{E4}から得られる面及び底寸法を持つ。40
- (5)アクチュエータ51は作業空間57b内で内視鏡60の遠位端60dの広範な動きを制御するために所望の₁度にわたって主軸PA2まわりにアーケット53及び54bと一緒に回転させるように命令され得る。
- (6)アクチュエータ52は作業空間57b内で内視鏡60の遠位端60dの的を絞った動きを制御するために所望の₂度にわたって第二軸SA2まわりに器具アーケット54bを回転させるように命令され得る。
- (7)エンドエフェクタ55bはその長手方向軸LA2まわりに内視鏡60を回転させる手動若しくは制御された能力を持つ。50

【0051】

図4 Aと4 Bを参照すると、作業空間57 aの面及び底寸法は、器具アーク54 aの拡張アーク長_{E3}が器具アーク34 bの拡張アーク長_{E4}よりも大きいため、作業空間57 bの面及び底寸法よりも大きい。結果として、連結口ボット50 aの作業空間57 aが連結口ボット50 bの作業空間57 bを囲む間、各作業空間57は明白な利点をもたらす。例えば、作業空間57 aは解剖学的に開放型の低侵襲手術により適した、より広い可動域を持つが、作業空間57 bは解剖学的に狭窄型の低侵襲手術により適した、より狭い可動域を持つ。

【0052】

実際に、器具アーク54は当技術分野で既知の任意の方法でアクチュエータ52を介して支持アーク53に結合及び分離され得る。図5 Aと5 Bを参照すると、アクチュエータ例70は、垂直双方向矢印によってシンボル化される第二軸を確立する垂直に整列したエンコーダ71、モータ72、ギアボックス73、上部シャフト74と下部シャフト75を利用する。

10

【0053】

アクチュエータコントローラ37からのコマンドにより、モータ71はギアボックス52へ回転エネルギーを与え、それにより上部シャフト72と下部シャフト75が回転軸まわりに回転される。支持アーク53はアクチュエータ70を囲み、下部シャフト75は支持アーク53から下方にのびる。器具アーク34は下部シャフト75の上にスライドし、図示の通りスナップ式で、ねじ、磁石、留め金、若しくは当技術分野で既知の任意の他の解放可能な機械的結合によってそこに固定される。

20

【0054】

実際に、基準座標系に対する規定ピッチ角度と規定ヨー角度へ連結口ボット50 a及び50 bのベースを配向するために、1以上の追加自由度が連結口ボット50 a(図4 A)若しくは連結口ボット50 b(図4 B)に追加され得る。

【0055】

例えば、図6を参照すると、構成可能なロボットプラットフォーム80は、基準座標系70(例えばプラットフォーム83の座標系、連結口ボット50 aの座標系及び手術台)に対する規定ピッチ角度と規定ヨー角度に対して連結口ボット50 aを配向するためにプラットフォーム83へ接続されるピッチアーム81とヨーアーム82を利用する。

30

【0056】

図7は連結口ボット50 a(図4 A)若しくは連結口ボット50 b(図4 B)の代わりにロボットシミュレータ41(図3)によって実施されるロボット構成シミュレーション法をあらわすフローチャート100を図示する。

【0057】

図7を参照すると、フローチャート100のステージS102は、ロボットシミュレータ41(図3)が、特定の低侵襲手術及び/又は特定の患者タイプに基づいて解剖領域内の内視鏡60(図4)についてシミュレーション表示を生成することを包含する。例えば、ステージS102に示す通り、ロボットシミュレータ41は、図3と関連して本明細書で前述の通り、ポート111を持つシミュレーションされた解剖領域110と、ポート111を通ってシミュレーションされた解剖領域110へのびるシミュレーションされた内視鏡112を生成し得る。

40

【0058】

ステージS102は、シミュレーションされた内視鏡112のユーザ操作が、最小ピッチ、最大ピッチ、最小ヨー及び最大ヨーに関してシミュレーションされた内視鏡112の所望の/デフォルト可動域を選択することを可能にする。

【0059】

フローチャート100のステージS104は、ロボットシミュレータ41が選択された所望の/デフォルト可動域に対応するルックアップテーブルによって示される器具アーク56 a(図4 A)及び/又は器具アーク56 b(図4 B)のいずれかを推薦すること又はしないことを包含する。

50

【0060】

例えば、ステージS104に示す通り、ルックアップテーブル113は、[-20°, +20°]のヨーと[-50°, +50°]のピッチの所望の可動域に対して両方の長さが[0° < , 90°]の範囲を持つ、ベースアーク長_Bと拡張アーク長_Eの様々なペアをまとめる。各ペアは"十分な作業空間"領域114又は"不十分な作業空間"領域115のいずれかとして分類される。この実施例の場合、支持アーク33(図2)のベースアーク長_Bは45°であり、器具アーク56aに対する拡張アーク長_{E1}は85°であり、器具アーク56bに対する拡張アーク長_{E2}は40°である。従って、支持アーク53と器具アーク56aのペアは領域114内のひし形によってシンボル化される通り"十分な作業空間"領域114内に位置し、支持アーク53と器具アーク56bのペアも領域114内の円によってシンボル化される通り"十分な作業空間"領域114内に位置する。ロボットシミュレータ41は従って支持アーク43への同心円状結合のために器具アーク46aと器具アーク46bの両方を推薦し得る。10

【0061】

さらなる実施例により、ステージS104に示す通り、ルックアップテーブル116は、[-50°, +50°]のヨーと[-50°, +50°]のピッチの所望の可動域に対して両方の長さが[0° < , 90°]の範囲を持つ、ベースアーク長_Bと拡張アーク長_Eの様々なペアをまとめる。各ペアは"十分な作業空間"領域117又は"不十分な作業空間"領域118のいずれかとして分類される。この実施例の場合もやはり、支持アーク33(図2)のベースアーク長_Bは45°であり、器具アーク56aに対する拡張アーク長_{E1}は85°であり、器具アーク56bに対する拡張アーク長_{E2}は40°である。従って、支持アーク53と器具アーク56aのペアは領域117内のひし形によってシンボル化される通り"十分な作業空間"領域117内に位置し、支持アーク53と器具アーク56bのペアも領域118内の円によってシンボル化される通り"不十分な作業空間"領域118内に位置する。ロボットシミュレータ41は従って支持アーク53へ同心円状結合する器具アーク56aのみを推薦し得る。20

【0062】

実際に、ロボットシミュレータ41は様々な可動域と関連する多数のルックアップテーブルを含み、ルックアップテーブルの実際の数は所望の精度に依存する。

【0063】

またテーブル113と116によって示される通り、"十分な作業空間"領域は可動域がルックアップテーブルにわたって増加するにつれて減少する。従って、"十分な作業空間"領域内の支持アーク/器具アークペアの数も、ヨー度とピッチ度に関して可動域がルックアップテーブルにわたって増加するにつれて減少する。可能な支持アーク/器具アークペアのいずれも"十分な作業空間"領域内にない場合でも、ロボットシミュレータ41はシミュレーションされた表示上に最良の到達可能な作業空間を推薦する。30

【0064】

フローチャート100の終了時、推薦された若しくは最良の器具アークは低侵襲手術を実行するために支持アークに同心円状に結合され得る。

【0065】

図1-7を参照すると、当業者は、ロボットの最小設置面積と遠隔運動中心を維持しながら特定の低侵襲手術中に器具(例えば内視鏡)の所望の可動域へ適応可能な、再構成可能なロボットシステムを含むが限定されない、本開示の多数の利益を理解するだろう。40

【0066】

さらに、当業者が本明細書で提供される教示を考慮して理解する通り、本開示/明細書で記載される及び/又は図1-7で描かれる特徴、要素、部品などは、電子コンポーネント/回路、ハードウェア、実行可能ソフトウェア及び実行可能ファームウェアの様々な組み合わせで実装され、単一要素若しくは複数要素に組み合わされ得る機能を提供し得る。例えば、図1-7に図示/例示/描写される様々な特徴、要素、部品などの機能は、専用ハードウェア並びに適切なソフトウェアと関連してソフトウェアを実行することが可能な50

ハードウェアの使用を通じて提供され得る。プロセッサによって提供されるとき、機能は単一専用プロセッサによって、単一共有プロセッサによって、又はその一部が共有及び／又は多重化され得る複数の個別プロセッサによって、提供され得る。さらに、"プロセッサ"という語の明示的使用は、ソフトウェアを実行することが可能なハードウェアを排他的にあらわすものと解釈されるべきではなく、限定することなく、デジタル信号プロセッサ（"DSP"）ハードウェア、メモリ（例えばソフトウェアを保存するためのリードオンリーメモリ（"ROM"）、ランダムアクセスメモリ（"RAM"）、不揮発性ストレージなど）、並びにプロセスを実行及び／又は制御することが可能な（及び／又はそのように構成可能な）仮想的に任意の手段及び／又はマシン（ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、回路、その組み合わせなどを含む）を非明示的に含み得る。

10

【0067】

さらに、本発明の原理、態様及び実施形態、並びにその具体的実施例を列挙する本明細書の全記述は、その構造的及び機能的均等物の両方を包含することを意図する。付加的に、かかる均等物は現在既知の均等物だけでなく将来開発される均等物（例えば構造に関わらず同じ若しくは実質的に同様の機能を実行し得る、開発される任意の要素）の両方を含むことが意図される。従って、例えば、本明細書で提示される任意のブロック図は本発明の原理を具体化するシステムコンポーネント及び／又は回路例の概念図をあらわし得ることが、本明細書で提供される教示を考慮して当業者によって理解される。同様に、当業者は本明細書で提供される教示を考慮して、任意のフローチャート、フロー図などが、コンピュータ可読記憶媒体において実質的にあらわされ、処理能力を持つコンピュータ、プロセッサ若しくは他のデバイスによって、かかるコンピュータ若しくはプロセッサが明示されているか否かを問わず、そのように実行されることができる、様々なプロセスをあらわし得ることを理解する。

20

【0068】

さらに、本開示の実施形態例は、例えばコンピュータ若しくは任意の命令実行システムによる又はそれらと関連した使用のためのプログラムコード及び／又は命令を提供するコンピュータ使用可能及び／又はコンピュータ可読記憶媒体からアクセス可能なコンピュータプログラム製品若しくはアプリケーションモジュールの形をとることができる。本開示によれば、コンピュータ使用可能若しくはコンピュータ可読記憶媒体は、例えば命令実行システム、装置若しくはデバイスによる若しくはそれらと関連する使用のためのプログラムを、包含、記憶、通信、伝搬若しくは伝送することができる任意の装置であり得る。かかる媒体例は、例えば電子、磁気、光学、電磁、赤外線若しくは半導体システム（又は装置若しくはデバイス）或いは伝搬媒体であり得る。コンピュータ可読媒体の実施例は、例えば半導体若しくはソリッドステートメモリ、磁気テープ、リムーバブルコンピュータディスクケット、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリーメモリ（ROM）、フラッシュ（ドライブ）、剛体磁気ディスク及び光学ディスクを含む。光学ディスクの現在の実施例は、コンパクトディスク リードオンリーメモリ（CD ROM）、コンパクトディスク リード／ライト（CD R/W）及びDVDを含む。さらに、これ以降開発され得る任意の新たなコンピュータ可読媒体も、本開示の実施形態例及び開示に従って使用若しくは言及され得るコンピュータ可読媒体とみなされるべきであることが理解されるべきである。

30

【0069】

低侵襲手術用の新規の発明の再構成可能なロボットアーキテクチャの好適な例示的実施形態を記載したが（この実施形態は例示であって限定する意図ではない）、図1～7を含む本明細書で提供される教示に照らして、当業者によって修正と変更がなされ得ることが留意される。従って本明細書で開示される実施形態の範囲内にある本開示の好適な実施形態例に変更がなされ得ることが理解されるものとする。

40

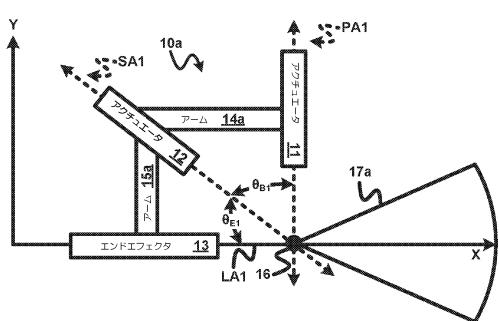
【0070】

さらに、本開示にかかるデバイスにおいて使用／実施され得る、デバイスなどを組み込む及び／又は実装する対応する及び／又は関連するシステムも、本開示の範囲内にあると

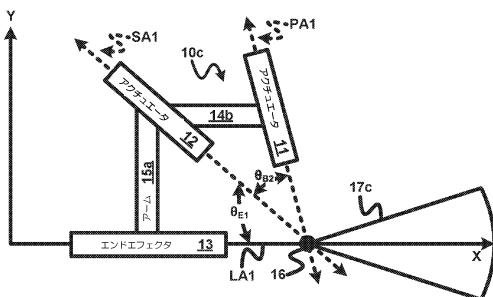
50

考慮され、みなされることが考慮される。さらに、本開示にかかるデバイス及び／又はシステムを製造する及び／又は使用するための対応する及び／又は関連する方法も本開示の範囲内にあると考慮され、みなされる。

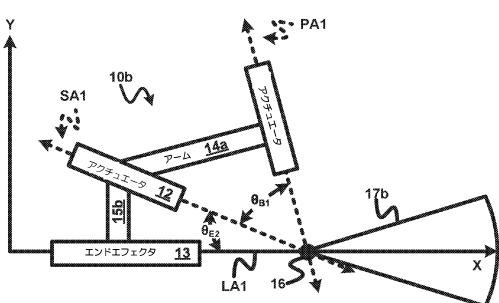
【図 1 A】



【図 1 C】



【図 1 B】



【図 2 A】

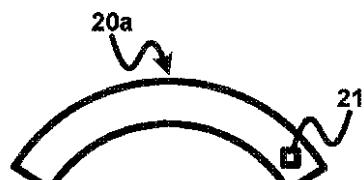


FIG. 2A

【図 2 B】

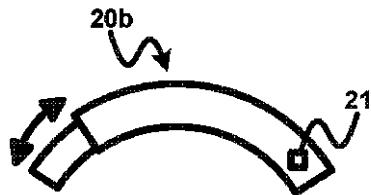


FIG. 2B

【図 2 D】

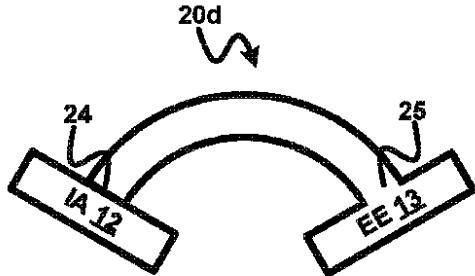


FIG. 2D

【図 2 C】

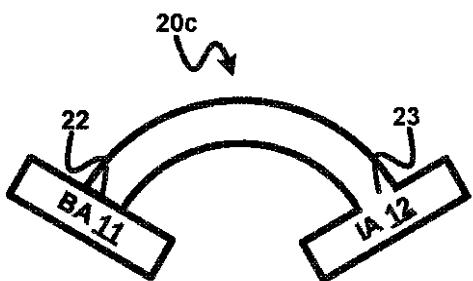
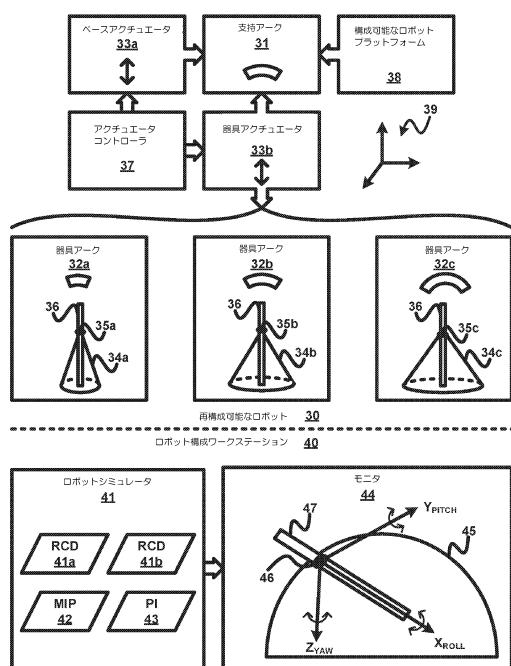


FIG. 2C

【図 3】



【図 4 A】

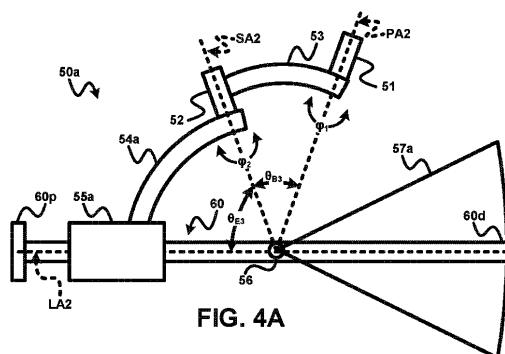


FIG. 4A

【図 4 B】

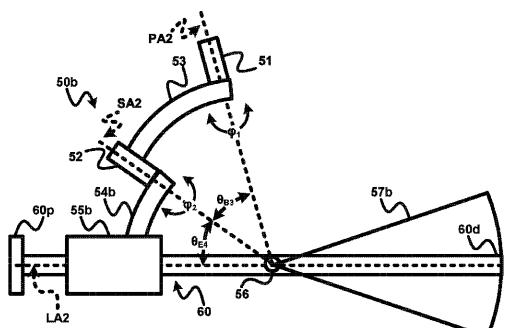
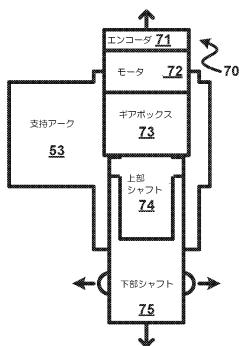


FIG. 4B

【図 5 A】



【図 6】

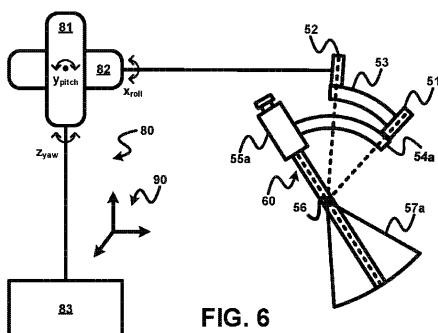
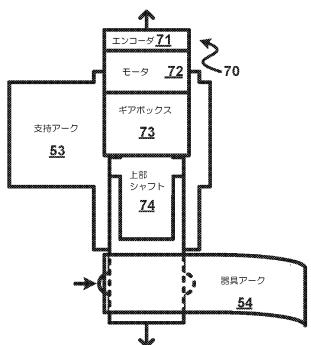
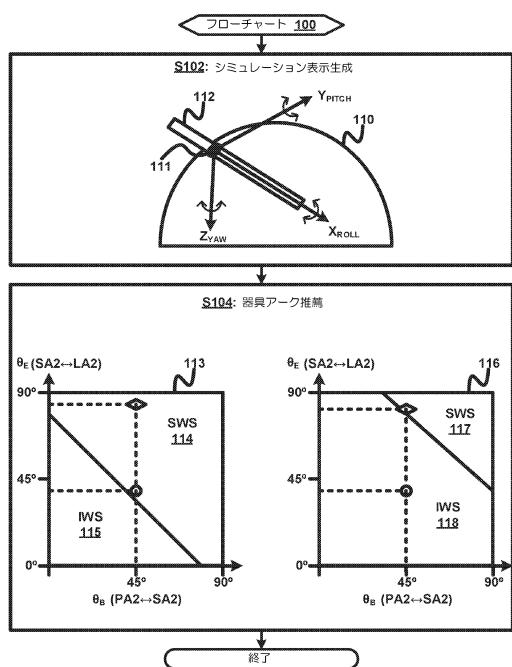


FIG. 6

【図 5 B】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 ポポヴィック アレクサンドラ

オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ノーナン ディヴィッド ポール

オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

審査官 高松 大

(56)参考文献 特表2009-512473(JP,A)

米国特許出願公開第2009/0240259(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 34 / 32

A 61 B 34 / 10

B 25 J 9 / 08