

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2023-504725
(P2023-504725A)

(43)公表日 令和5年2月6日(2023.2.6)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

A 6 1 B 34/35 (2016.01) A 6 1 B 34/35 3 C 7 0 7

B 2 5 J 3/00 (2006.01) B 2 5 J 3/00 Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全113頁)			
(21)出願番号	特願2022-533563(P2022-533563)	(71)出願人	520060483
(86)(22)出願日	令和2年12月4日(2020.12.4)		モーメンティス サージカル リミテッド
(85)翻訳文提出日	令和4年8月2日(2022.8.2)		MOMENTIS SURGICAL L
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/061508		T D .
(87)国際公開番号	WO2021/111394		イスラエル 6 0 3 7 5 0 3 オル・イエ
(87)国際公開日	令和3年6月10日(2021.6.10)		フダ カナダ ストリート イェハドゥット
(31)優先権主張番号	62/944,351		3
(32)優先日	令和1年12月5日(2019.12.5)		3 YEHADUT CANADA ST
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		REET OR-YEHUDA, ISR
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く	(74)代理人	AEL 6 0 3 7 5 0 3
		(74)代理人	110001139
			S K弁理士法人
		(74)代理人	100130328
			弁理士 奥野 彰彦
		(74)代理人	100130672
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 外科手術用アームを制御するためのユーザ入力デバイスの向き

(57)【要約】

外科手術システムは、屈曲および回転するアーム関節によって直列接続されたアームセグメントを含む多関節機械アームならびに、第1および第2の入力デバイスを備える。第2の入力デバイスは、 $x-y-z$ 空間において任意の向きに向くように構成可能なハンドルを備える。ハンドルは、アームのアームセグメントおよびアーム関節に対応するセグメント部材および関節部材を備える。アーム関節は、ハンドル関節部材によって作動可能であり、ハンドル関節部材と同じ自由度を有することができる。外科手術システムを使用する方法は、アームを反り返らせるステップ、アームの制御を第1の入力デバイスから第2の入力デバイスに移行するステップ、および外科手術行為を実行するステップを含み、この間に、 $x-y-z$ 空間におけるハンドル部材の変位ベクトルまたは方向転換弧が、同じ $x-y-z$ 空間におけるエンドエフェクタの対応する変位ベクトルまたは対応する方向転換弧へ変換される。

【選択図】 図20

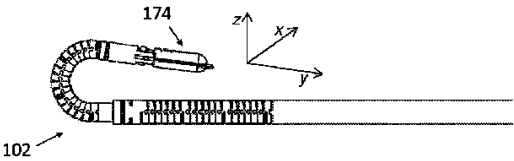


FIG. 20

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外科手術システムの動作方法であって、
前記システムは、

(i) 多関節機械アーム、ならびに

(ii) 第 1 および第 2 の入力デバイスを備え、

前記方法は、

a. 反り返りステップ、

b. 移行ステップ、および

c. 外科手術実行ステップを含み、

前記アームは、その遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有するとともに、複数のアームセグメントを備え、前記複数のアームセグメントは、それぞれ自由度を有するとともに屈曲及び回転するよう構成された複数のアーム関節によって直列接続されており

前記第 2 の入力デバイスは、 $x-y-z$ 空間において複数の選択可能な向きのうちの任意の一方向に向けられるように構成されたハンドル部材を備え、

前記ハンドル部材は、前記アームの前記アームセグメントおよび前記アーム関節にそれぞれ対応するセグメント部材および関節部材を備え、

各前記アーム関節は、それぞれ前記対応する関節部材によって作動可能であり、かつ、前記関節部材と同じ自由度を有し、

前記反り返りステップでは、前記第 1 の入力デバイスからの電子制御出力に応答して前記アームを反り返らせ、

前記電子制御出力は、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置にもたらしようにアーム関節の屈曲および回転を調節するのに有効であり、

前記移行ステップでは、前記アームの反り返りステップに続いて、前記アームの制御を前記第 1 の入力デバイスから前記第 2 の入力デバイスに移行させ、

前記外科手術実行ステップでは、前記移行ステップ後、前記ハンドル部材を方向転換させ、前記セグメント部材および前記関節部材をそれぞれ変位および方向転換させ、それによって、前記反り返ったアームの前記対応するアームセグメントおよびアーム関節のそれぞれの変位および方向転換を引き起こして、前記エンドエフェクタを使用して外科手術を実行し、前記ハンドル部材の向きは、前記 $x-y-z$ 空間における前記ハンドル部材の変位ベクトルまたは方向転換弧が同じ前記 $x-y-z$ 空間内の前記エンドエフェクタの対応する変位ベクトルまたは対応する方向転換弧に変換される向きとなっている、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記第 1 の入力デバイスを用いて前記反り返りステップを実行する際、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから方向転換させることを含まない、方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、

前記第 1 の入力デバイスを用いて前記反り返りステップを実行する際は、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから方向転換させることを必要としない、方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記第 1 の入力デバイスを用いて前記反り返りステップを実行する際は、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから 90° を超えて方向転換させることを必要としない、方法。

【請求項 5】

前記請求項のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記外科手術システムが、前記移行ステップを引き起こすのに有効な制御回路をさらに

10

20

30

40

50

備える、方法。

【請求項 6】

前記請求項のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記移行ステップの後、前記第 1 の入力デバイスを非アクティブ化する、方法。

【請求項 7】

前記請求項のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記移行ステップの後、前記第 1 のデバイスは、前記アームとの接続が切断される、方法。

【請求項 8】

前記請求項のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記外科手術システムが、前記アームの直線的な前進および後退を作動させるためのユーザ入力デバイスを備える、方法。

【請求項 9】

外科手術用エンドエフェクタとともに使用するための外科手術システムであって、

前記システムは、

a. 多関節機械アーム、

b. 前記アームの遠位端部および前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に反り返らせるように、位置の変化に応答して、前記アーム関節のそれぞれの屈曲速度および回転速度を制御するための電子制御出力を与えるように構成された第 1 の入力デバイス、ならびに

c. $x-y-z$ 空間において複数の選択可能な向きのうちの任意の一方向に向けられるように構成されたハンドル部材を備える第 2 の入力デバイスを備え、

前記アームは、その遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有するとともに、複数のアームセグメントを備え、前記複数のアームセグメントは、それぞれ自由度を有するとともに屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節によって直列接続されており、

前記ハンドル部材は、前記アームの前記アームセグメントおよび前記アーム関節のそれぞれに対応するセグメント部材および関節部材を備え、

各前記アーム関節は、それぞれ前記対応する関節部材によって作動可能かつ前記関節部材と同じ前記自由度を有し、

i. 前記外科手術システムは、前記アームが反り返った後に、前記第 1 の入力デバイスでの前記アームの制御から前記第 2 の入力デバイスでの前記アームの制御へ移行するように構成されており、

ii. 前記移行ステップに続いて、前記セグメント部材および前記関節部材をそれぞれ変位および方向転換させるためにハンドル部材を方向転換するステップは、前記反り返ったアームの前記対応するアームセグメントおよびアーム関節のそれぞれの変位および方向転換を引き起こすのに有効であり、前記ハンドル部材の向きは、前記 $x-y-z$ 空間における前記ハンドル部材の変位ベクトルまたは方向転換弧が同じ前記 $x-y-z$ 空間内の前記エンドエフェクタの対応する変位ベクトルまたは対応する方向転換弧へ変換される、システム。

【請求項 10】

外科手術システムの動作方法であって、

前記システムは、

(i) 多関節機械アーム、ならびに

(ii) アーム関節の屈曲および回転を制御するように構成された 1 または複数のユーザ入力デバイスの入力デバイスアレイを備え、

前記方法は、

a. 反り返りステップ、

b. 移行ステップ、および

c. 外科手術実行ステップを含み、

前記アームは、その遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有するするとともに、そ

10

20

30

40

50

れぞれ自由度を有する複数のアーム関節を備え、

前記反り返りステップでは、第1のユーザ入力デバイスからの電子制御出力にตอบสนองして、第1の座標変換行列を用いて、ユーザ入力をアーム関節のそれぞれの屈曲および回転に変換し、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置にもたらしように前記アームの前記遠位端部を反り返らせ、

前記移行ステップでは、前記エンドエフェクタが前記反り返り動作位置にあることの検出にตอบสนองして、かつ前記検出を条件として、前記エンドエフェクタの前記反り返り位置に基づく第2の座標変換行列に移行し、

前記外科手術実行ステップでは、前記移行ステップの後、かつ第2のユーザ入力デバイスからの電子制御出力にตอบสนองして、前記第2の座標変換行列を用いて、ユーザ入力をアーム関節のそれぞれの屈曲および回転に変換し、前記エンドエフェクタを使用して外科手術を行う、方法。

10

【請求項11】

請求項10に記載の方法であって、

前記第1および第2の入力デバイスは、同一の入力デバイスであり、

前記第1および第2の座標変換行列は、同一の3次元座標変換行列ではない、方法。

【請求項12】

請求項10に記載の方法であって、

前記第1および第2の入力デバイスは、同一の入力デバイスではなく、

前記第1および第2の座標変換行列は、同一の3次元座標変換行列ではない、方法。

20

【請求項13】

請求項10～12のいずれか1項に記載の方法であって、

前記移行ステップの前であって、且つ前記反り返りステップの間に、前記第1のユーザ入力デバイスまたはこの一部の近位変位が前記エンドエフェクタの近位変位に変換され、

前記移行ステップの後の前記エンドエフェクタが前記反り返り位置にある状態において、前記第2のユーザ入力デバイスまたはこの一部の近位変位が前記エンドエフェクタの遠位変位に変換される、方法。

【請求項14】

請求項10～13のいずれか1項に記載の方法であって、

前記外科手術システムは、前記移行ステップを引き起こすのに有効な制御回路をさらに備える、方法。

30

【請求項15】

請求項10～14のいずれか1項に記載の方法であって、

前記第1の入力デバイスは、前記移行ステップの後に非アクティブ化される、方法。

【請求項16】

外科手術用エンドエフェクタと共に使用するための外科手術システムであって、

a. 1つまたは複数の入力デバイスのアレイ、および

b. 多関節機械アームを備え、

前記アームは、その遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有するとともに、複数のアームセグメントを備え、前記複数のアームセグメントは、入力デバイスによって生成された制御信号にตอบสนองして、屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節によって接続されており、

40

前記外科手術システムは、

i. 第1のユーザ入力デバイスからの電子制御出力にตอบสนองして、第1の座標変換行列を用いて、前記ユーザ入力をアーム関節のそれぞれの屈曲および回転に変換し、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置にもたらしように、前記アームの前記遠位端部を反り返らせるように構成され、

ii. 前記エンドエフェクタの現在の向きが第2のユーザ入力デバイスの現在の向きに対応していることの検出にตอบสนองして、かつ前記検出を条件として、前記エンドエフェクタの前記現在の向きに基づく第2の座標変換行列に移行するように構成され、

50

i i i . 移行ステップの後、かつ前記第 2 のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に
答して、前記第 2 の座標変換行列を用いて、前記ユーザ入力をアーム関節のそれぞれの屈
曲および回転に変換し、前記エンドエフェクタを使用して外科手術を実行するように構成
される、システム。

【請求項 17】

外科手術システムの動作方法であって、
前記システムは、

(i) 所与のユーザ入力デバイス、ならびに

(i i) 外科手術用エンドエフェクタと、前記所与のユーザ入力デバイスからの電子制御
出力に
答して屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節とを有する多関節
機械アームを備え、前記外科手術用エンドエフェクタは、前記多関節機械アームの遠位端
部にあり、

10

前記方法は、

a . 第 1 の動作モードで前記外科手術システムの動作を開始する開始ステップ、

b . 前記外科手術システムが前記第 1 の動作モードにある間における、 i . 修正ステップ
および i i . 監視ステップ、

c . 移行ステップ、ならびに

d . 操作ステップを含み、

前記修正ステップでは、前記多関節機械アームの前記アーム関節のうちの 1 つまたは複
数の機械化された屈曲および機械化された回転の少なくとも一方によって、前記アームの
曲線形状を修正し、

20

前記監視ステップでは、前記機械アームの形状状態を監視し、この少なくとも一部が、
前記所与のユーザ入力デバイスによって規定された現在優勢な曲線形状に一致する曲線形
状を有するか否かを検出し、

前記移行ステップでは、前記機械アームの前記曲線形状が前記所与のユーザ入力デバイ
スの前記曲線形状と一致することの検出に
答して、かつ前記検出を条件として、前記外科手術システムの動作を前記第 1 のモードから第 2 のモードに移行させ、

前記操作ステップでは、前記エンドエフェクタを使用して外科手術行為を行うため、前
記所与のユーザ入力デバイスの出力が前記アームまたは前記アームのセクションもしくは
要素の構成を修正するように、前記外科手術システムを前記第 2 のモードで操作する、方
法。

30

【請求項 18】

請求項 17 に記載の方法であって、

前記移行ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスではないユーザ入力デバイスから
前記所与のユーザ入力デバイスに、前記アームの構成のユーザ制御をハンドオフするステ
ップを含む、方法。

【請求項 19】

請求項 17 または 18 に記載の方法であって、

前記第 1 のモードは (i) 前記複数のアーム関節の適切なサブセットに関して規定され
、 (i i) 前記所与のユーザ入力デバイスからの制御信号によって、前記アーム関節の前
記適切なサブセットの部材でない前記アームの任意のアーム関節の作動を排除し、 (i i
i) 前記適切なサブセットに属する 1 つまたは複数のアーム関節の前記作動の制御を許可
し、前記適切なサブセットの 1 つまたは複数のアーム関節の屈曲および／または回転を引
き起こす、方法。

40

【請求項 20】

請求項 19 に記載の方法であって、

前記第 1 のモードから前記第 2 のモードへの移行ステップ時に、前記所与のユーザ入力
デバイスが、少なくとも 1 つの第 1 のモードで排除されたアーム関節の屈曲および回転の
制御を有効化する、方法。

【請求項 21】

50

請求項 17～20 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行される、方法。

【請求項 22】

請求項 17～21 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイス以外のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行される、方法。

【請求項 23】

請求項 17～22 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記アームの前記曲線形状の前記修正ステップは、自動的に実行される、方法。

10

【請求項 24】

外科手術システムの動作方法であって、

前記システムは、

(i) 所与のユーザ入力デバイス、ならびに

(ii) 外科手術用エンドエフェクタと、前記所与のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に응答して屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節とを有する多関節機械アームを備え、前記外科手術用エンドエフェクタは、多関節機械アームの遠位端部にあり、

前記方法は、

a. 第 1 の動作モードで前記外科手術システムの動作を開始する開始ステップ、

b. 前記外科手術システムが前記第 1 の動作モードにある間における、i. 修正ステップ、および ii. 監視ステップ、

c. 移行ステップ、ならびに

d. 操作ステップを備え、

前記修正ステップでは、前記多関節機械アームの前記アーム関節のうち 1 つまたは複数の機械化された屈曲および機械化された回転の少なくとも一方によって、前記アームの曲線形状を修正し、

前記監視ステップでは、前記機械アームの形状状態を監視し、前記機械アームの少なくとも一部が予め規定された曲線形状に一致する曲線形状を有するか否かを検出し、

前記移行ステップでは、前記機械アームの前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状に一致することの検出に응答して、かつ前記検出を条件として、前記外科手術システムの動作を前記第 1 のモードから第 2 のモードに移行させ、

前記操作ステップでは、前記エンドエフェクタを使用して外科手術行為を行うために、前記所与のユーザ入力デバイスの出力が前記アームまたは前記アームのセクションもしくは要素の構成を修正するように、前記外科手術システムを前記第 2 のモードで操作する、方法。

【請求項 25】

請求項 24 に記載の方法であって、

前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状と一致するか否かを検出するステップは、

(i) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状の 2 次元投影と一致するか否かを検出するステップ、

(ii) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状の 2 次元投影が、前記予め規定された曲線形状と一致するか否かを検出するステップ、および

(iii) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状の 2 次元投影が、前記予め規定された曲線形状の 2 次元投影と一致するか否かを検出するステップ
のうちの少なくとも 1 つを含む、方法。

【請求項 26】

請求項 24 または 25 に記載の方法であって、

前記予め規定された曲線形状が、1 つまたは複数の極小値または極大値を有する、方法

50

。

【請求項 27】

請求項 24～26 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記予め規定された曲線形状が、1 つまたは複数の変曲点を有する、方法。

【請求項 28】

請求項 27 に記載の方法であって、

前記予め規定された曲線形状またはこの 2 次元投影が「S」字曲線形状である、方法。

【請求項 29】

請求項 24～28 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記移行ステップは、前記アームの構成のユーザ制御を、前記所与のユーザ入力デバイスではないユーザ入力デバイスから前記所与のユーザ入力デバイスにハンドオフするステップを含む、方法。

10

【請求項 30】

請求項 24～29 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記第 1 のモードは、

(i) 前記複数のアーム関節の適切なサブセットに関して規定され、

(i i) 前記所与のユーザ入力デバイスからの制御信号によって、前記アーム関節の前記適切なサブセットの部材でない前記アームの任意のアーム関節の作動を排除し、

(i i i) 前記適切なサブセットに属する 1 または複数のアーム関節の前記作動の制御を許可し、前記適切なサブセットの前記 1 または複数のアーム関節の屈曲および／または回転を引き起こす、方法。

20

【請求項 31】

請求項 30 に記載の方法であって、

前記第 1 のモードから前記第 2 のモードへの移行ステップ時に、前記所与のユーザ入力デバイスが、少なくとも 1 つの第 1 のモードで排除されたアーム関節の屈曲および回転の制御を有効化する、方法。

【請求項 32】

請求項 24～31 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記アームの形状の修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行される、方法。

30

【請求項 33】

請求項 24～32 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記アームの形状の修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイス以外のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行される、方法。

【請求項 34】

請求項 24～33 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記アームの前記曲線形状の修正ステップは、自動的に実行される、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

関連出願の相互参照

【0002】

本発明は、2019 年 12 月 5 日に出願された米国仮出願第 62 / 944, 351 号の利益を主張するものであり、該仮出願全体を参照することにより本明細書に援用する。

【0003】

本発明は、外科手術を行う際に使用する外科手術システム、およびこのようなシステムを使用する方法に関し、特に、複数の動作モードおよび入力デバイスを用いて多関節機械アームの部分の曲げおよび回転を制御するものに関する。

【背景技術】

【0004】

50

本セクションは、以下に説明および／または請求される本発明の様々な態様に関連し得る技術の様々な態様を読者に紹介することを意図している。この議論は、本発明の様々な態様のより良い理解を促進するための背景情報を読者に提供する上で有用であると考えられる。したがって、これらの記述は、この観点で読まれるべきであり、従来技術の自認としてではないことを理解されたい。

【0005】

低侵襲外科手術に利点があることは十分に確立されている。このような外科手術用の器具は、典型的に、小さな開口部（例えば、体壁切開、自然開口部）を通じて挿入されて外科手術部位に到達する多関節外科手術用アーム（好ましくは最小直径を有する）の遠位端部に位置する外科手術エンドエフェクタを備える。いくつかの例では、外科手術用器具はカニューレに通され、内視鏡を使用して外科手術部位の画像を提供することができる。

10

【0006】

利便性、精度、被験者の健康のために、エンドエフェクタ（例えば、組織の融着や切断などの外科手術用ツール、または測定ツール）を利用した外科手術用器具が開発されてきた。場合によっては、多関節外科手術用アームは、最終的にエンドエフェクタの位置を制御し、外科手術用アームの長手軸を基準にしてエンドエフェクタの向きを変えるために、様々な入力デバイス（例えば、ハンド制御やフット制御）を用いて遠隔制御される1つまたは複数の曲げ部を有している。場合によっては、外科手術用アームを、外科手術用アームの長手軸に対して反り返るように曲げることが可能である。

20

【0007】

婦人科手術における低侵襲な経腔的アプローチは、腹腔的アプローチと比較して優れていることが臨床研究によって証明されている。利点としては、術後の回復時間、罹患率、感染症、死亡率、合併症、出血量、および患者の満足度などが挙げられる。現代では、米国婦人科学会（ACOG）は、婦人科手術は可能な限り経腔的アプローチが好ましいと明言している。経腔的に進入する医療デバイスによる婦人科手術を可能にするためには、多関節外科手術用アームを反り返り位置に曲げられるようにすることが必要である。

【0008】

当技術分野の現状は、困難な外科手術処置のために最適化された入力デバイスが与える人間工学的快適性および利便性に影響を与えないような予備的な反り返りステップをリスクのないアプローチで確実に実行するための最適な制御要素および使用方法を提供可能なデバイスおよび方法を欠いている。したがって、外科医の人間工学に影響を与えない一方で、外科手術用アームの反り返り中のリスクを低減するのに適し、且つ外科手術処置中の移動に最大限の自由度を与えるような解決策が必要とされている。

30

【発明の概要】

【0009】

外科手術システムの動作方法が開示されている。前記システムは、（i）多関節機械アーム（前記アームは、その遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有するとともに、複数のアームセグメントを備え、前記複数のアームセグメントは、それぞれ自由度を有するとともに屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節によって直列接続されている）、ならびに（ii）第1および第2の入力デバイスを備える（前記第2の入力デバイスは、 $x-y-z$ 空間において複数の選択可能な向きのうちの任意の一方向に向けられるように構成されたハンドル部材を備え、前記ハンドル部材は、前記アームの前記アームセグメントおよび前記アーム関節にそれぞれ対応するセグメント部材および関節部材を備え、各前記アーム関節は、それぞれ前記対応する関節部材によって作動可能であり、かつ、前記関節部材と同じ自由度を有する）。

40

前記方法は、

（a）前記第1の入力デバイスからの電子制御出力に応答して前記アームを反り返らせるステップ（前記電子制御出力は、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置にもたらすようにアーム関節の屈曲および回転を調節するのに有効である）、

（b）前記アームの反り返りステップに続いて、前記アームの制御を前記第1の入力デバ

50

イスから前記第2の入力デバイスに移行させるステップ、ならびに

(c) 前記移行ステップ後、前記ハンドル部材を方向転換して、前記セグメント部材および前記関節部材をそれぞれ変位および方向転換させ、それによって、前記戻ったアームの前記対応するアームセグメントおよびアーム関節のそれぞれの変位および方向転換を引き起こし、前記エンドエフェクタを使用して外科手術を実行するステップ（前記ハンドル部材の向きは、前記 $x-y-z$ 空間における前記ハンドル部材の変位ベクトルまたは方向転換弧が同じ前記 $x-y-z$ 空間内の前記エンドエフェクタの対応する変位ベクトルまたは対応する方向転換弧に変換される向きになっている）を含む。

【0010】

いくつかの実施形態では、前記第1の入力デバイスを用いて前記戻りステップを実行する際は、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから方向転換させることを含まなくてもよく、すなわち方向転換させることを除外することができる。いくつかの実施形態では、前記第1の入力デバイスを用いて前記戻りステップを実行する際は、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから方向転換させることが必要でない場合がある。いくつかの実施形態では、前記第1の入力デバイスを用いて前記戻りステップを実行するステップは、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから 90° を超えて方向転換させることが必要でない場合がある。

10

【0011】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記移行ステップを引き起こすのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

20

【0012】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップの後、前記第1の入力デバイスを非アクティブ化することができる。いくつかの実施形態では、前記移行ステップの後、前記第1のデバイスは、前記アームとの接続が切断される場合がある。

【0013】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記アームの直線的な前進および後退を作動させるためのユーザ入力デバイスを備えることができるか、さらに備える。このユーザ入力デバイスは、別のユーザ入力デバイスのアドオン、例えばボタンやニップルとできる。

30

【0014】

本発明の実施形態によれば、外科手術用エンドエフェクタとともに使用するための外科手術システムは、

(a) 多関節機械アーム（前記アームは、その遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有するとともに、複数のアームセグメントを備え、前記複数のアームセグメントは、それぞれ自由度を有するとともに屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節によって直列接続されている）、

(b) 前記アームの遠位端部および前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に反り返らせるように、位置の変化に応答して、前記アーム関節のそれぞれの屈曲速度および回転速度を制御するための電子制御出力を与えるように構成された第1の入力デバイス、ならびに

40

(c) $x-y-z$ 空間において複数の選択可能な向きのうちの任意の一方向に向けられるように構成されたハンドル部材を備える第2の入力デバイス（前記ハンドル部材は、前記アームの前記アームセグメントおよび前記アーム関節のそれぞれに対応するセグメント部材および関節部材を備え、各前記アーム関節は、それぞれ前記対応する関節部材によって作動可能かつ前記関節部材と同じ前記自由度を有する）を備え、

(i) 前記外科手術システムは、前記アームが戻った後に、前記第1の入力デバイスでの前記アームの制御から前記第2の入力デバイスでの前記アームの制御へ移行するように構成されており、

(ii) 前記移行ステップに続いて、前記セグメント部材および前記関節部材をそれぞれ

50

変位および方向転換させるためにハンドル部材を方向転換するステップは、前記反り返ったアームの前記対応するアームセグメントおよびアーム関節のそれぞれの変位および方向転換を引き起こすのに有効であり、前記ハンドル部材の向きは、前記 $x-y-z$ 空間における前記ハンドル部材の変位ベクトルまたは方向転換弧が同じ前記 $x-y-z$ 空間内の前記エンドエフェクタの対応する変位ベクトルまたは対応する方向転換弧へ変換される。

【0015】

いくつかの実施形態では、前記第1の入力デバイスを用いて前記反り返りステップを実行する際は、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから方向転換させることを含まなくてもよく、すなわち方向転換させることを除外することができる。いくつかの実施形態では、前記第1の入力デバイスを用いて前記反り返りステップを実行する際は、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから方向転換させることが必要でない場合がある。いくつかの実施形態では、前記第1の入力デバイスを用いて前記反り返りステップを実行する際は、前記ハンドル部材を前記 $x-y-z$ 空間における選択された向きから 90° を超えて方向転換させることが必要でない場合がある。

10

【0016】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記移行ステップを引き起こすのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

【0017】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップの後、前記第1の入力デバイスを非アクティブ化するように構成することができる。いくつかの実施形態では、前記移行ステップの後、前記第1のデバイスは、前記アームとの接続が切断されるように構成することができる。

20

【0018】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記アームの直線的な前進および後退を作動させるためのユーザ入力デバイスを備えることができる。

【0019】

実施形態によれば、外科手術システムの動作方法が開示されている。前記システムは、
(i) 多関節機械アーム（前記アームは、その遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有するとともに、それぞれ自由度を有する複数のアーム関節を備える）、ならびに
(ii) アーム関節の屈曲および回転を制御するように構成された1または複数のユーザ入力デバイスの入力デバイスアレイを備え、
前記方法は、

30

(a) 第1のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、第1の座標変換行列を用いて、ユーザ入力をアーム関節のそれぞれの屈曲および回転に変換し、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置にもたらしように前記アームの前記遠位端部を反り返らせるステップ、

(b) 前記エンドエフェクタが前記反り返り動作位置にあることの検出に応答して、かつ前記検出を条件として、前記エンドエフェクタの前記反り返り位置に基づく第2の座標変換行列に移行させるステップ、ならびに

40

c. 前記移行ステップの後、かつ第2のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、前記第2の座標変換行列を用いて、ユーザ入力をアーム関節のそれぞれの屈曲および回転に変換し、前記エンドエフェクタを使用して外科手術を行うステップを含む。

【0020】

いくつかの実施形態では、前記第1および第2の入力デバイスは、同一の入力デバイスである、および／または前記第1および第2の座標変換行列は、同一の3次元座標変換行列ではないとできる。

【0021】

いくつかの実施形態では、前記第1および第2の入力デバイスは、同一の入力デバイスではない、および／または前記第1および第2の座標変換行列は、同一の3次元座標変換行

50

列ではないとできる。

【0022】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップの前であって、且つ前記反り返りステップの間に、前記第1のユーザ入力デバイスまたはこの一部の近位変位が前記エンドエフェクタの近位変位に変換され、および／または前記移行ステップの後の前記エンドエフェクタが前記反り返り位置にある状態において、前記第2のユーザ入力デバイスまたはこの一部の近位変位が前記エンドエフェクタの遠位変位に変換されることができる。

【0023】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記移行ステップを引き起こすのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

【0024】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップの後、前記第1の入力デバイスを非アクティブ化することができる。いくつかの実施形態では、前記移行ステップの後、前記第1のデバイスは、前記アームとの接続が切断される場合がある。

【0025】

実施形態によれば、外科手術用エンドエフェクタと共に使用するための外科手術システムは、

(a) 1つまたは複数の入力デバイスのアレイ、および

(b) 多関節機械アームを備える（前記アームは、その遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有するとともに、複数のアームセグメントを備え、前記複数のアームセグメントは、入力デバイスによって生成された制御信号に応答して、屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節によって接続されている）。

前記外科手術システムは、

(i) 第1のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、第1の座標変換行列を用いて、前記ユーザ入力をアーム関節のそれぞれの屈曲および回転に変換し、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置にもたらしように、前記アームの前記遠位端部を反り返らせるように構成され、

(ii) 前記エンドエフェクタの現在の向きが第2のユーザ入力デバイスの現在の向きに対応していることの検出に応答して、かつ前記検出を条件として、前記エンドエフェクタの前記現在の向きに基づく第2の座標変換行列に移行するように構成され、

(iii) 移行ステップの後、かつ前記第2のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、前記第2の座標変換行列を用いて、前記ユーザ入力をアーム関節のそれぞれの屈曲および回転に変換し、前記エンドエフェクタを使用して外科手術を実行するように構成される。

【0026】

いくつかの実施形態では、前記第1および第2の入力デバイスは、同一の入力デバイスである、および／または前記第1および第2の座標変換行列は、同一の3次元座標変換行列ではないとできる。

【0027】

いくつかの実施形態では、前記第1および第2の入力デバイスは、同一の入力デバイスではない、および／または前記第1および第2の座標変換行列は、同一の3次元座標変換行列ではないとできる。

【0028】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムを、前記移行ステップの前であって、且つ前記反り返りステップの間に、前記第1のユーザ入力デバイスまたはこの一部の近位変位が前記エンドエフェクタの近位変位に変換され、および／または前記移行ステップの後の前記エンドエフェクタが前記反り返り位置にある状態において、前記第2のユーザ入力デバイスまたはこの一部の近位変位が前記エンドエフェクタの遠位変位に変換されるように構成することができる。

【0029】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記移行ステップを引き起こすのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

【0030】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップの後、前記第1の入力デバイスを非アクティブ化するように構成することができる。いくつかの実施形態では、前記移行ステップの後、前記第1のデバイスは、前記アームとの接続が切断されるように構成することができる。

【0031】

実施形態によれば、外科手術システムの動作方法が開示されている。前記システムは、

(i) 所与のユーザ入力デバイス、ならびに

(ii) 外科手術用エンドエフェクタと、前記所与のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節とを有する多関節機械アームを備え、前記外科手術用エンドエフェクタは、前記多関節機械アームの遠位端部にあり、

前記方法は、

(a) 第1の動作モードで前記外科手術システムの動作を開始するためのステップ、

(b) 前記外科手術システムが前記第1の動作モードにある間における、(i) 前記多関節機械アームの前記アーム関節のうちの1つまたは複数の機械化された屈曲および機械化された回転の少なくとも一方によって、前記アームの曲線形状を修正するステップ、(ii) 前記機械アームの形状状態を監視し、この少なくとも一部が、前記所与のユーザ入力デバイスによって規定された現在優勢な曲線形状に一致する曲線形状を有するか否かを検出するステップ、

(c) 前記機械アームの前記曲線形状が前記所与のユーザ入力デバイスの前記曲線形状と一致することの検出に応答して、かつ前記検出を条件として、前記外科手術システムの動作を前記第1のモードから第2のモードに移行させるステップ、ならびに

(d) 前記エンドエフェクタを使用して外科手術行為を行うために、前記所与のユーザ入力デバイスの出力が、前記アームまたは前記アームのセクションもしくは要素の構成を修正するように、前記外科手術システムを前記第2のモードで操作するステップを含む。

【0032】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスではないユーザ入力デバイスから前記所与のユーザ入力デバイスに、前記アームの構成のユーザ制御をハンドオフするステップを含むことができる。

【0033】

いくつかの実施形態では、前記第1のモードは(i) 前記複数のアーム関節の適切なサブセットに関して規定され、(ii) 前記所与のユーザ入力デバイスからの制御信号によって、前記アーム関節の前記適切なサブセットの部材でない前記アームの任意のアーム関節の作動を排除し、(iii) 前記適切なサブセットに属する1つまたは複数のアーム関節の前記作動の制御を許可し、前記適切なサブセットの1つまたは複数のアーム関節の屈曲および／または回転を引き起こすことができる。

【0034】

いくつかの実施形態では、前記第1のモードから前記第2のモードへの移行ステップ時に、前記所与のユーザ入力デバイスが、少なくとも1つの第1のモードで排除されたアーム関節の屈曲および回転の制御を有効化することができる。

【0035】

いくつかの実施形態では、前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行されることができる。いくつかの実施形態では、前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイス以外のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行されることができる。前記アームの前記曲線形状の前記修正ステップは、自動的に実行されることができる。

10

20

30

40

50

【0036】

実施形態によれば、外科手術システムは、

(i) 所与のユーザ入力デバイス、ならびに

(ii) 外科手術用エンドエフェクタと、前記所与のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節とを有する多関節機械アームを備え、前記外科手術用エンドエフェクタは、前記多関節機械アームの遠位端部にある。

前記システムは、第1の動作モードで動作を開始し、第1の動作モードでの動作中に、前記多関節機械アームの前記アーム関節のうちの1つまたは複数の機械化された屈曲および機械化された回転の少なくとも一方によってアームの曲線形状を変更するように構成されている。前記システムは、前記機械アームの形状状態を監視し、この少なくとも一部が、前記所与のユーザ入力デバイスによって規定された現在優位な曲線形状に一致する曲線形状を有するか否かを検出するように、さらに構成される。前記システムは、前記機械アームの前記曲線形状が前記所与のユーザ入力デバイスの前記曲線形状と一致することの検出に
10 応答して、かつこの検出を条件として、前記外科手術システムの動作が前記第1のモードから第2のモードに移行し、前記所与のユーザ入力デバイスの出力がアームまたはこのセクションもしくはは要素の構成を修正して前記エンドエフェクタを使用して外科手術を行うように前記第2のモードで操作するようにさらに構成される。

【0037】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップが、前記所与のユーザ入力デバイスではないユーザ入力デバイスから前記所与のユーザ入力デバイスに、前記アームの構成のユーザ制御を
20 ハンドオフするステップを含むことができるように前記システムを構成することができる。

【0038】

いくつかの実施形態では、前記第1のモードは(i)前記複数のアーム関節の適切なサブセットに関して規定され、(ii)前記所与のユーザ入力デバイスからの制御信号によって、前記アーム関節の前記適切なサブセットの部材でない前記アームの任意のアーム関節の作動を排除し、(iii)前記適切なサブセットに属する1つまたは複数のアーム関節の前記作動の制御を許可し、前記適切なサブセットの1つまたは複数のアーム関節の屈曲および／または回転を引き起こすように前記システムを構成することができる。
30

【0039】

いくつかの実施形態では、前記第1のモードから前記第2のモードへの移行ステップ時に、前記所与のユーザ入力デバイスが、少なくとも1つの第1のモードで排除されたアーム関節の屈曲および回転の制御を有効化するように前記システムを構成することができる。

【0040】

いくつかの実施形態では、前記アームの前記形状の前記修正ステップが、前記所与のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に
40 応答して実行されることができるよう前記システムを構成することができる。いくつかの実施形態では、前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイス以外のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に
40 応答して実行されることができるよう前記システムを構成することができる。前記アームの前記曲線形状の前記修正ステップは、自動的に実行されることができるよう前記システムを構成することができる。

【0041】

実施形態によれば、外科手術システムの動作方法が開示されている。

前記システムは、

(i) 所与のユーザ入力デバイス、ならびに(ii)外科手術用エンドエフェクタと、前記所与のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に
50 応答して屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節とを有する多関節機械アームを備え、前記外科手術用エンドエフェクタは、前記多関節機械アームの遠位端部にあり、
前記方法は、

(a) 第1の動作モードで前記外科手術システムの動作を開始するためのステップ、ならびに

(b) 前記外科手術システムが前記第1の動作モードにある間において、(i) 前記多関節機械アームの前記アーム関節のうち1つまたは複数の機械化された屈曲および機械化された回転の少なくとも一方によって、前記アームの曲線形状を修正するステップ、(ii) 前記機械アームの形状状態を監視し、前記機械アームの少なくとも一部が予め規定された曲線形状に一致する曲線形状を有するか否かを検出するステップを含む。

また、前記方法は、

(c) 前記機械アームの前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状に一致することの検出に応答して、かつ前記検出を条件として、前記外科手術システムの動作を前記第1のモードから第2のモードに移行させるステップ、ならびに

(d) 前記エンドエフェクタを使用して外科手術行為を行うように、前記所与のユーザ入力デバイスの出力が、前記アームまたは前記アームのセクションもしくは要素の構成を修正するように、前記外科手術システムを前記第2のモードで操作するステップも含む。

【0042】

いくつかの実施形態では、前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状と一致するか否かを検出するステップは、(i) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状の2次元投影と一致するか否かを検出するステップ、(ii) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状の2次元投影が、前記予め規定された曲線形状と一致するか否かを検出するステップ、および／または(iii) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状の2次元投影が、前記予め規定された曲線形状の2次元投影と一致するか否かを検出するステップのうちの少なくとも1つを含むことができる。

【0043】

いくつかの実施形態では、前記予め規定された曲線形状が、1つまたは複数の極小値または極大値を有することができる。いくつかの実施形態では、前記予め規定された曲線形状が、1つまたは複数の変曲点を有することができる。いくつかの実施形態では、前記予め規定された曲線形状またはこの2次元投影が「S」字曲線形状とできる。

【0044】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスではないユーザ入力デバイスから前記所与のユーザ入力デバイスに、前記アームの構成のユーザ制御をハンドオフするステップを含むことができる。

【0045】

いくつかの実施形態では、前記第1のモードは(i) 前記複数のアーム関節の適切なサブセットに関して規定され、(ii) 前記所与のユーザ入力デバイスからの制御信号によって、前記アーム関節の前記適切なサブセットの部材でない前記アームの任意のアーム関節の作動を排除し、(iii) 前記適切なサブセットに属する1つまたは複数のアーム関節の前記作動の制御を許可し、前記適切なサブセットの1つまたは複数のアーム関節の屈曲および／または回転を引き起こすことができる。

【0046】

いくつかの実施形態では、前記第1のモードから前記第2のモードへの移行ステップ時に、前記所与のユーザ入力デバイスが、少なくとも1つの第1のモードで排除されたアーム関節の屈曲および回転の制御を有効化することができる。

【0047】

いくつかの実施形態では、前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行されることができる。いくつかの実施形態では、前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイス以外のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行されることができる。前記アームの前記曲線形状の前記修正ステップは、自動的に実行される。

【0048】

実施形態によれば、外科手術システムは、

(i) 所与のユーザ入力デバイス、ならびに

(ii) 外科手術用エンドエフェクタと、前記所与のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節とを有する多関節機械アームを備え、前記外科手術用エンドエフェクタは、前記多関節機械アームの遠位端部にある。

前記システムは、第1の動作モードで動作を開始させ、前記第1の動作モード中に、前記多関節機械アームのアーム関節のうち1つまたは複数の機械的な屈曲および機械的な回転の少なくとも一方によって前記アームの曲線形状を修正し、前記機械アームの形状状態を監視して、この少なくとも一部が予め規定された曲線形状に一致する曲線を有するか否かを検出するように構成されている。前記システムは、前記機械アームの前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状に一致することの検出に応答して、かつ前記検出を条件として、前記外科手術システムの動作が前記第1のモードから前記第2のモードに移行するようにさらに構成され、前記外科手術システムは、前記エンドエフェクタを用いて外科手術を行うように、前記所与のユーザ入力デバイスの出力が前記アームまたはこのセクションもしくははこの要素の構成を修正するように、前記第2のモードにおいて操作するように構成されている。

10

【0049】

いくつかの実施形態では、前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状と一致するか否かを検出するステップは、(i) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状が前記予め規定された曲線形状の2次元投影と一致するか否かを検出するステップ、(ii) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状の2次元投影が、前記予め規定された曲線形状と一致するか否かを検出するステップ、および／または(iii) 前記機械アームまたはこの一部の前記曲線形状の2次元投影が、前記予め規定された曲線形状の2次元投影と一致するか否かを検出するステップのうちの少なくとも1つを含むように、前記システムを構成することができる。

20

【0050】

いくつかの実施形態では、前記予め規定された曲線形状が、1つまたは複数の極小値または極大値を有することができるように前記システムを構成することができる。いくつかの実施形態では、前記予め規定された曲線形状が、1つまたは複数の変曲点を有することができるように前記システムを構成することができる。いくつかの実施形態では、前記予め規定された曲線形状またはこの2次元投影が「S」字曲線形状とできるように前記システムを構成することができる。

30

【0051】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスではないユーザ入力デバイスから前記所与のユーザ入力デバイスに、前記アームの構成のユーザ制御をハンドオフするステップを含むことができるように前記システムを構成することができる。

【0052】

いくつかの実施形態では、前記第1のモードは(i) 前記複数のアーム関節の適切なサブセットに関して規定され、(ii) 前記所与のユーザ入力デバイスからの制御信号によって、前記アーム関節の前記適切なサブセットの部材でない前記アームの任意のアーム関節の作動を排除し、(iii) 前記適切なサブセットに属する1つまたは複数のアーム関節の前記作動の制御を許可し、前記適切なサブセットの1つまたは複数のアーム関節の屈曲および／または回転を引き起こすように前記システムを構成することができる。

40

【0053】

いくつかの実施形態では、前記第1のモードから前記第2のモードへの移行ステップ時に、前記所与のユーザ入力デバイスが、少なくとも1つの第1のモードで排除されたアーム関節の屈曲および回転の制御を有効化することができるように前記システムを構成するこ

50

とができる。

【0054】

いくつかの実施形態では、前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行されることができるよう前記システムを構成することができる。いくつかの実施形態では、前記アームの前記形状の前記修正ステップは、前記所与のユーザ入力デバイス以外のユーザ入力デバイスによって与えられる電子制御信号に応答して実行されることができるよう前記システムを構成することができる。前記アームの前記曲線形状の前記修正ステップは、自動的に実行されるように前記システムを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0055】

次に、添付の図面を参照して、例として本発明をさらに説明する。図中に示す構成要素および特徴の寸法は、提示の利便性および明瞭性のために選択されており、必ずしも縮尺通りではない。

【0056】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係る外科手術システムの概略図である。

【0057】

【図2】図2Aは、本発明の実施形態に係る機械外科手術用アームを備える外科手術システムの概略透視図である。図2Bは、本発明の実施形態に係る機械外科手術用アームの遠位部分を示す。

【0058】

【図3】図3A～Cは、本発明の実施形態に係る、様々な屈曲位置および反り返り位置にある機械外科手術用アームの遠位部分を示す。

【0059】

【図4】図4は、本発明の実施形態に係る、アーム曲線形状を有する機械外科手術用アームの遠位部分を示す。

【図5】図5は、本発明の実施形態に係る、アーム曲線形状を有する機械外科手術用アームの遠位部分を示す。

【0060】

【図6】図6は、本発明の実施形態に係る、2つの動作モードを用いる外科手術用機械アームの動作方法のフローチャートである。

【0061】

【図7】図7は、本発明の実施形態に係る、外科手術システムに近接して配置された入力デバイスを有する外科手術システム用の制御コンソールの概略図である。

【0062】

【図8】図8は、本発明の実施形態に係るユーザ入力デバイスの概略図である。

【0063】

【図9】図9は、本発明の実施形態に係る、アーム関節の屈曲および回転を制御するために入力デバイスを使用するための例示的なスキームを示すチャートである。

【0064】

【図10】図10は、本発明の実施形態に係る多関節ユーザ入力デバイスを示す概略図である。

【0065】

【図11】図11は、本発明の実施形態に係る図10のユーザ入力デバイスのハンドル部材の概略図である。

【0066】

【図12】図12A～Bは、本発明の実施形態に係る、機械外科手術用アームおよび多関節ユーザ入力デバイスのそれぞれの位置のアライメントの際に使用するための例示的なグラフィカルな補助を示す図である。

【0067】

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 3 は、本発明の実施形態に係る、機械外科手術用アームと多関節ユーザ入力デバイスのそれぞれの位置のアライメントの際に使用するためのスクリーンディスプレイの例を示す。

【0 0 6 8】

【図 1 4 A】図 1 4 A は、本発明の実施形態に係る、入力デバイスを用いた外科手術用機械アームの例示的な制御を示す、時間的に連続な画像である。

【図 1 4 B】図 1 4 B は、本発明の実施形態に係る、入力デバイスを用いた外科手術用機械アームの例示的な制御を示す、時間的に連続な画像である。

【図 1 4 C】図 1 4 C は、本発明の実施形態に係る、入力デバイスを用いた外科手術用機械アームの例示的な制御を示す、時間的に連続な画像である。

10

【図 1 4 D】図 1 4 D は、本発明の実施形態に係る、入力デバイスを用いた外科手術用機械アームの例示的な制御を示す、時間的に連続な画像である。

【図 1 4 E】図 1 4 E は、本発明の実施形態に係る、入力デバイスを用いた外科手術用機械アームの例示的な制御を示す、時間的に連続な画像である。

【0 0 6 9】

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の実施形態に係る外科手術システムのブロック図である。

【0 0 7 0】

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の実施形態に係る、2つの異なる動作モードにおける外科手術システムの動作方法のフローチャートである。

【0 0 7 1】

20

【図 1 7】図 1 7 は、本発明の実施形態に係る、第 1 の所与の $x - y - z$ 空間に向けたユーザ入力デバイスの概略図である。

【0 0 7 2】

【図 1 8】図 1 8 は、本発明の実施形態に係る、図 1 7 の第 1 の所与の $x - y - z$ 空間に向けた外科手術用アームの一部を示す概略図である。

【0 0 7 3】

【図 1 9】図 1 9 は、本発明の実施形態に係る、図 1 7 の第 1 の所与の $x - y - z$ 空間ではない $x - y - z$ 空間に向くように再位置決めされたハンドル部材を有するユーザ入力デバイスの概略図である。

【0 0 7 4】

30

【図 2 0】図 2 0 は、本発明の実施形態に係る、図 1 7 の第 1 の所与の $x - y - z$ 空間において反り返った図 1 8 の外科手術用アームの概略図である。

【0 0 7 5】

【図 2 1】図 2 1 は、本発明の実施形態に係る、図 1 7 の第 1 の所与の $x - y - z$ 空間に向けた図 1 9 のユーザ入力デバイスの概略図である。

【0 0 7 6】

【図 2 2】図 2 2 A は、本発明の実施形態に係る、所与の曲線形状を有するユーザ入力デバイスを概略的に示している。図 2 2 B は、図 2 2 A の所与の曲線形状に一致しない曲線形状を有する、第 1 の時間における外科手術用アームを概略的に示している。図 2 2 C は、図 2 2 A の所与の曲線形状に一致する曲線形状を有する、第 2 の時間の外科手術用アームを概略的に示している。

40

【0 0 7 7】

【図 2 3】図 2 3 A は、本発明の実施形態に係る、外科手術用アームの二重制御方法のフローチャートである。図 2 3 B および図 2 3 C は、本発明の実施形態に係る、二重制御手段を備える制御コンソールの概略図である。

【0 0 7 8】

【図 2 4】図 2 4 は、本発明の実施形態に係る、1つまたは複数の外科手術用アームを制御するための触覚ハンドルの使用方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0 0 7 9】

50

本明細書において、添付の図面を参照しながら、本発明を例としてのみ説明する。ここで、詳細かつ具体的に図面を参照すると、示された特徴は、例として、本発明の好ましい実施形態の例示的な議論のみを目的としており、本発明の原理および概念的な態様の最も有用かつ容易に理解できる説明であると考えられるものを提供するために提示することを強調する。この点で、本発明の基本的な理解に必要以上に詳細に本発明の構造的な詳細を示そうとする試みはなされておらず、図面と共に扱われる説明は、本発明のいくつかの形態が実際にどのように具現化され得るかを当業者に明らかにするものである。図面全体を通して、通常、同様に参照する文字は同様の要素を指定するために使用される。

【0080】

本明細書に開示される実施形態は、複数の異なる動作モードおよび／または複数の異なる入力デバイスを用いて、1つまたは複数の外科手術用機械アーム、すなわち、多関節機械アームを制御することに関するものである。

【0081】

本明細書または添付の特許請求の範囲で「アーム」を使用する場合は常に、外科手術システムまたは電気外科手術システムの一部であり、ヒトの被験者の体内で外科手術（電気外科手術を含む）行為を行うか、行うのを助けるために使用する、多関節の、機械アームを意味する。「外科手術行為」には、特定されていない場合、人体の内部で行われるあらゆる医療行為または外科手術関連行為または診断行為が含まれる。これには、組織の切断、組織の解剖、組織のマニピュレーティング、組織の縫合、組織の収縮、組織の融着、測定の実施、およびイメージングが含まれる（網羅的ではない）。外科手術用アームは、人体への挿入に適したサイズおよび／または形状であることが望ましい場合がある。例えば、アームを、腹腔鏡ポートを通して挿入するのに適した、および／または腹腔鏡手術を行うのに適したサイズおよび／または形状とできる。例えば、アームを、体の自然開口部（例えば、膣、肛門、気管、食道、外耳道）を通して挿入するのに適したサイズおよび／または形状とできる。

【0082】

アームはエンドエフェクタを含むことができる。本明細書では、エンドエフェクタを、人体内に配備されたときに外科手術、電気外科手術、診断またはイメージングに関連して用いられるツールまたはデバイスという意味で使用する。エンドエフェクタを、アームの一部として備えてもよく、すなわち、既に備え付けており、機械的に取り付けており、および／またはアームの電力および通信コンベアと統合させてもよい。いくつかの実施形態では、アームとエンドエフェクタとを、外科手術前またはこの途中、すなわち被験者の体への挿入前に、組立および／または処置ユニットへの統合のために別々に用意することができる。いずれにしても、「エンドエフェクタを備えるアーム」および「エンドエフェクタと共に使用するように構成されたアーム」などのような用語は、本開示およびこれに添付した特許請求の範囲の目的上、等価なものとして理解されたい。

【0083】

本明細書で使用する「入力デバイス」、または同等に「ユーザ入力デバイス」は、ユーザ入力（すなわち、外科手術システムのユーザから受信した入力）を受信することができる任意のデバイスとできる。入力デバイスには、例えば、ボタン、スイッチ、トグル、ホイール、ノブ、サムスティック（代わりにニップルとも呼ばれる）のような小さなスティック、およびジョイスティック（多関節型か否かに拘らない）が含まれ得る（網羅的ではない）。任意の特定の入力デバイス用の特定のデバイス種類の開示は、特定の入力デバイスに対する他の種類の入力デバイスの代替を除外することを意図していない。入力デバイスを、スタンドアロン、単一の制御部材上もしくは少数の制御部材上にグループ化、別の入力デバイス上に配置、または、例えば制御コンソール、ディスプレイスクリーンなどの上または近傍に併設することができる。ユーザが、1つまたは複数の指、親指、手、または足を使用して、入力デバイスを操作することができる。さらに、または代わりに、および制限なく、入力デバイスを、目もしくは手の動きで操作、音声操作、または顔の表情で制御することが可能である。

10

20

30

40

50

【0084】

アームおよび入力デバイス、ならびに本発明の他の態様および特徴を、2018年9月5日に出願され、米国特許出願公開第20190000574号明細書として公開された、同時係属中の米国特許出願第16/121,704号明細書の任意の教示と組み合わせて理解することができ、この全体が参照により本明細書に援用される。

【0085】

本明細書において、「ハンドル」、または、同等に「ハンドル部材」を、通常、手で操作するユーザ入力デバイスまたはユーザ入力デバイスの手で操作する部分を説明するために使用する。いくつかの実施形態では、手で把持する、または指で把持するユーザ入力デバイスまたはこの一部を説明するために使用する。本開示におけるハンドルおよび手で操作するユーザ入力デバイスの図面および付随する説明を例示として提供し、このような図面および付随する説明は、ハンドル／ハンドル部材の設計、接続性および機能性に関連する実施形態の範囲を限定するものとして理解されるべきではない。

10

【0086】

本開示では、「モジュール」および／または「電気回路」あるいは、「電子回路」および／または「制御回路」および／または素子および／またはユニットおよび／またはコントローラおよび／またはモジュールおよび／またはセンサおよび／または検出器は、デジタルコンピュータ、CPU、揮発性メモリもしくは不揮発性メモリ、フィールドプログラマブルロジックアレイ（FPGA）素子、ハードワイヤードロジック素子、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）素子および特定用途向け集積回路（ASIC）素子を含むがこれらに限定されないアナログ回路および／またはデジタル回路および／またはソフトウェア／コンピュータ可読コードモジュールおよび／またはファームウェアおよび／またはハードウェア要素の任意の組み合わせを含むことができる。縮小命令セットコンピュータ（RISC）アーキテクチャおよび／または複合命令セットコンピュータ（CISC）アーキテクチャを含むがこれらに限定されない任意の命令セットアーキテクチャを使用することができる。

20

【0087】

異なる実施形態において、任意の計算手順または解析手順を、デジタルコンピュータ、CPU、揮発性メモリまたは不揮発性メモリ、フィールドプログラマブルロジックアレイ（FPGA）素子、ハードワイヤードロジック素子、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）素子および特定用途向け集積回路（ASIC）素子などを含むがこれらに限定されない、アナログ回路および／またはデジタル回路および／またはソフトウェア／コンピュータ可読コードモジュールおよび／またはファームウェアおよび／またはハードウェア要素の任意の組み合わせを用いて実行することができる。縮小命令セットコンピュータ（RISC）アーキテクチャおよび／または複合命令セットコンピュータ（CISC）アーキテクチャを含むがこれらに限定されない任意の命令セットアーキテクチャを使用することができる。

30

【0088】

ここで図を参照すると、図1には、実施形態に係る外科手術システム100の概略図が示されている。図1のシステム100は、2つの外科手術用機械アーム102を含む。外科手術システムの他の例では、単一の外科手術用アームが設けられる。他の例では、2つ以上（例えば、3つまたは4つ）の外科手術用アームが設けられる。外科手術用機械アーム102は、好ましくは、人体または患者106に挿入するのに適したサイズおよび／または形状である。各外科手術用機械アーム102は、それぞれのモータユニット108によって作動する。外科手術用アーム102および／またはモータユニット108は、この簡易的な例では、患者支持体116（例えばベッド）に取り付けることによって支持されるが、ペイシェントサイドカートや任意の他の適した機器によって支持されてもよい。

40

【0089】

外科手術システムを電気外科手術において使用する実施形態において、アーム102およびモータユニット108への電力は、電気外科手術用発電機112によって供給すること

50

ができる。電気外科手術の技術分野において既知のように、電気外科手術用発電機は、高周波（例えば、無線周波数）の交番する極性、電流を供給する。電気外科手術用発電機 112 を、例えば、組織の切断および／または凝固および／またはシールおよび／または乾燥および／またはフルグレートに適した、様々な周波数および／または電力レベルを供給するように構成することができる。電力は、無線周波数電気外科手術用電力を伝送するように構成された 1 つまたは複数のケーブル 114 を介して、モータユニット 108 に供給される。

【0090】

外科手術用アーム 102 の移動は、制御コンソール 118 で制御する。移動は、1 つまたは複数の入力デバイスによって生成された信号に応答する。制御コンソール 118 は、以下のうちの 1 つまたは複数を含む複数のユーザインターフェースを備える。入力デバイス（例えば、制御コンソールが入力デバイスアーム 120 の移動に基づいて制御信号を生成するように構成される入力デバイスアーム 120）、ユーザ入力を受信し、および／または、例えば、外科手術ゾーンのシステムステータス情報もしくはイメージングを表示するように構成されるディスプレイスクリーン 128（例えば、外科手術用アーム 102 のうちの 1 つを使用して患者 106 に挿入されたカメラによって収集された画像を表示、またはアームの位置および向きを表示）、ならびに 1 つまたは複数の付加的なユーザインターフェース 130（例えばボタン、スイッチなど）。

10

【0091】

制御コンソール 118 は、ユーザの 1 つまたは複数の入力からの信号を受信し、モータユニット 108 および／または電気外科手術用発電機 112 に制御信号を送信するように構成されたプロセッサ（図示せず）を備える。フットペダル 126 および／または電気外科手術用発電機 112 は、制御信号（例えば、ユーザがフットペダル 126 の一部を押すことによって生成される）を受信し、制御信号に基づいてモータユニット 108 に供給される電力が変化するように構成されたプロセッサ（図示せず）を含む。フットペダル制御信号は、必ずしも制御ユニットプロセッサを通過する必要はない。

20

【0092】

以下により詳細に説明するように、1 つの制御モードにおいて、入力デバイスアーム 120 の移動は、それぞれの外科手術デバイスアーム 102 の移動を制御する。ユーザ 124 は、入力デバイスアームハンドル 127 を把持することによって、入力アーム 120 を配置および／または動かすことができる。入力アームは、入力デバイスの 1 つの形態であり、例示の目的でここに示されている。他の実施形態では、他の種類または形態の入力デバイスを使用することができる。

30

【0093】

ここで図 2 A ～図 2 B を参照すると、アームユニット 104 は、モータユニット 108 が受け入れられるように形作られている近位端部と、アーム 102 に図示されたマルチジョーグラスパ（非限定的な例としてのみ示されている）などのエンドエフェクタ 174 が取り付けられる遠位端部とを有する。

【0094】

相対的な用語「近位」および「遠位」の使用は、図 2 A に示される矢印のとおりであり、本開示および添付の特許請求の範囲を通じてこのように使用する。図示されるように、エンドエフェクタ 174 が配置されるアーム 102 の遠位端部は、モータユニット 108 から最も離れており、ヒトの被験者 19 に挿入されるアームの最初の部分である。したがって、近位端部は、遠位端部と反対側の、モータユニット 108 に最も近い端である。本明細書で使用する「遠位部分」という用語は、遠位端／先端を含み（任意選択でエンドエフェクタ 174 を含む）、アーム 102 の長さの半分未満であるアーム 102 の任意の部分を意味する。図 2 B では、アーム 102 の曲げ可能部 170、すなわち、1 つまたは複数の曲げ可能な関節を含む部分が、アームの長手方向に沿って、遠位端に近いところに位置している。曲げ可能部 170 は、アーム 102 の外側の外形／表面に対する可撓性を与える一連の「積層リンク」199 を備えることができる。アーム 102 の曲げ可能部 170

40

50

における複数の積層リンク 199 の例が、図 2 B に示されている。

【0095】

本明細書で使用される場合、「動作モード」またはそれに相当する「モード」（これは、様々な非限定的な説明語、例えば「反り返りモード」、「外科手術動作モード」などと共に使用できる）は、ハードウェア、ファームウェアもしくはソフトウェア設計によって、または外科手術システムの制御回路によって、または他の方法によって、外科手術システムまたはアームの使用に対して課せられる動作レジームを意味している。明確にするために、「動作モード」の「動作」という語は、「作動」または「機能／機能的」を意味し、例えばアームの動作を説明し、外科手術の実行を意味しない。すなわち、「動作モード」は、たまたま手術の実行を含むかもしれないが、必ずしもそうではない。課された動作レジームは、1 つもしくは複数の動作を行う外科手術システムのある種の動作もしくはある種の部分を制限するステップまたは制限しないステップを含むことができるが、網羅的ではない。制限するステップまたは制限しないステップは、有効化もしくは無効化、ロックもしくはロック解除、および排除（*precluding*）もしくは許可、または同様の語句を含むことができ、および／または同等とできる。本明細書のいくつかの実施形態では、モードは、例えばアームの遠位部分を反り返らせるなど、1 つの目標を達成するために割り当てられるか、指示され、1 つまたは複数の特定の時間期間に制限され得る。他の実施形態では、モードは、無制限の数の目標および動作、ならびに無制限または未定義の時間期間を組み込むことができる。

10

【0096】

外科手術システムの動作を、以下にさらに説明するように、様々な方法で、異なるモード間で区別することができる。例えば、区別は、以下に基づくことができる（網羅的ではない）：

20

各モード専用の入力デバイス（または複数の入力デバイス）の違い、

特定のアームの移動および／または特定のアーム関節およびアームセグメント上の制約または制限の違い、

入力デバイスまたは入力デバイスの制御要素の変位からアームの移動への変換スキーム（例えば、変位から速度、変位から変位）の違い（ユーザ入力からアームの移動への変換が、ロボットの／半自律的か、遠隔操作によるものか）、ならびに

入力デバイスの操作が、（外科手術システムの機構および電子工学を介して）アーム関節の屈曲および回転に直接対処するか、アームセグメントの変位に間接的に対処することによって、指示通りにアームセグメントを変位させるために必要な屈曲および回転を生じさせるかどうか。

30

このような区別は、組み合わせて使用することができ、マルチアームシステムにおいては、アームごとに変えることができる。いくつかの実施形態では、システムが所与のモードにある間、区別を変更することができる。

【0097】

モードの区別の中には、2 つ以上の方法で実装できるものもある。非限定的な例として、モードの区別が、ある種のアームの移動（例えば、特定の関節の屈曲および回転）の制約もしくは制限、またはある種のアームの移動のみの許可を含む場合、各モードに対して異なる入力デバイスを使用することによって、または、両方のモードにおいて 1 つの入力デバイスを使用するもののユーザ切り替え可能もしくはシステム強制可能なソフトウェアまたはハードウェア制約を強制することによって、区別を実装することが可能である。実施形態が 1 つの入力デバイスを必要とするかそれ以上を必要とするかにかかわらず、ソフトウェア実装またはハードウェア実装のソリューションは、1 つの所与のアーム関節の作動を積極的に許可してもよく、またはこの 1 つのアーム関節でない（同じアームの）任意のアームの関節の作動を積極的に妨げるか排除してもよい。

40

【0098】

（複数の「アーム」とは対照的に）単数の「アーム」の作動または移動が本明細書で論じられる場合には、これは便宜的のみのものであり、第 2 のアーム（または他の複数のアーム）の作動または移動は、本明細書で論じられない。

50

ム) が同様にまたは他の方法で作動または移動されているかどうかを示すことを意図していないことに留意されたい。各アームを、それぞれの入力デバイスによって任意の他のアームとは独立して制御および作動させることができる。一方、「アーム」(単数形)が、作動または移動に関して制約または制限されていると開示されている場合は、例えば、このような制約または制限によって特徴付けられる動作モード中のとき、制限または制約は、外科手術システムの両方の／すべてのアームに等しく適用される場合がある。しかしながら、いくつかの実施形態では、制約または制限が1つまたは複数の所与のアームに適用される一方で、他のアームは全く制約もしくは制限されない、または同じように制約または制限されない場合がある。

【0099】

2つの異なる動作モードが採用される実施形態において、第1の動作モードは、典型的には、外科手術用アームまたはアームを体の中へまたは体の外へ(または体内の第1の点から第2の点へ)導入するまたは取り出すおよび／または誘導するとき、とりわけ、目的の外科手術部位に向かうか、そこから離れるときに使用する。第2の動作モードは、典型的には、外科手術行為(例えば、組織の解剖、組織のマニピュレーティング、組織の縫合、測定の実施、イメージングなど)を行うときに使用する。第1のモードの「誘導」には、アームの少なくとも一部またはアームの遠位部分を反り返り位置に配置するように、または等価的に、エンドエフェクタを反り返り動作位置(処置位置)に配置するように、1つまたは複数のアームを反り返らせるステップを含んでもよい。

【0100】

ある動作モードから別の動作モードへの明確に定義された移行または「ハンドオフ」を有することが望ましい場合がある。いくつかの実施形態では、移行は、1つの入力デバイス(または複数の入力デバイス)から別の入力デバイスへのハンドオフを含む。他の実施形態では、移行は、あるモードと別のモードとの間で区別される制御態様の変化に完全に関係している。両方のモードに割り当てられたタスクを単一の入力デバイスによって、または(複数の)同じ入力デバイスによって実行可能である。移行は、外科手術システムによって開始および管理することができ、または、ユーザが開始することができる。

【0101】

第1のモードから第2のモードへの移行に関する非限定的な例では、移行は、関節の屈曲および回転を任意の特定のアームの所与の1つのアームの関節(例えば肘関節)に制限するなどの、第1のモード動作中に課せられた制限または制約を終了するステップを含むことができる。さらにまたは代わりに、移行は、第1モード動作中に無効化された(または特に有効化されなかった)アーム関節の作動を有効化するステップを含むことができる(すなわち、第1のモードにおいて有効化された所与の1つの関節に加えて有効化する)。有効化には、各関節のそれぞれの自由度にしたがって関節を無制限に動かすことができることが含まれ得る。例えば、所与のアーム関節が回転用のみ構成され、屈曲しない場合、有効化は、回転に対してのみ有効となる。さらに、または代わりに、移行はすべてのアーム関節の作動を有効にすることができる。さらに、または代わりに、移行は、ユーザ入力デバイスからの制御出力の処理を、変位-速度変換から変位-変位変換に変更することができる。さらなる非限定的な例では、イベントに応答し、制御回路によって自動的に移行を実施することができる。例えば押されたボタンまたは回転したスイッチなどのユーザ入力に基づいて実装することができ、またはユーザが第1の入力デバイスの使用を終わらせ、第2の入力デバイスの使用を開始したことに注目して実装することができる。さらなる非限定的な例では、移行は、ユーザインターフェースに基づく媒介移行である。

【0102】

第2のモードから第1のモードへの移行に関する非限定的な例では、移行は、任意の特定のアームの所与の1つのアームの関節(例えば肘関節)への関節の屈曲および回転の制限など、第2のモード動作への移行中に取り除かれた制限または制約の回復を含むことができる。さらに、または代わりに、移行は、第2のモード動作において有効であったアーム関節の作動を無効化するステップを含むことができる。さらに、または代わりに、移行は

10

20

30

40

50

、ユーザ入力デバイスからの制御出力の処理を、変位－変位変換から変位－速度変換に戻すことができる。さらなる非限定的な例では、移行を、例えば、押されたボタンまたは回転したスイッチなどのユーザ入力に基づいて実装することができ、または、ユーザが第2のモード動作専用の入力デバイスの使用を終わらせ、第1のモード動作専用の異なる入力デバイスの使用を開始したことに注目して、実装することができる。

【0103】

実施形態において、特に、第2のモードにおいて採用される入力デバイスがアバター的であり、入力アーム変位を外科手術用アーム変位に変換する実施形態において、第1の動作モードから第2の動作モードへの移行ステップは、アライメントキャリブレーションを含むことができる。図12A～12Bに関してさらに詳細に議論されるアライメントキャリブレーションでは、第2の動作モードへの移行において外科手術用アームの作動制御を引き継ぐ対応する入力アームの向きを示す「形状」または「曲線」に一致するように、互いに「内向き」である複数のアーム要素（例えば、アームの関節および／またはアームセグメント）を含む外科手術用アームの向きが修正される。第2の動作モードから第1の動作モードへ戻る場合に、必ずしも対応するアライメントキャリブレーションがあるとは限らない。

10

【0104】

ユーザ入力のアームの移動（屈曲と回転）への変換は、様々な方法で実現することができる。例えば、入力デバイスの変位または入力デバイスの制御要素の変位（または変位の力）を、アームの移動速度（例えば、速度（velocity, speed）、角速度）に変換することができる。挿入／引き抜きおよび反り返り（または反り返り／非屈曲）を含む第1のモードにおいて、この種類の変換を使用することが望ましい場合がある。いくつかの実施形態では、これらの制限された、あまり正確でない移動を、遠隔動作モードまたはアバターモードではなく、より単純なロボットモードまたは半自律モードで実行することが望ましい場合がある。対照的に、様々な外科手術行為を行うのに特化した第2のモードにおいて要求される移動は、制御された変位－変位変換がより適している場合がある。入力デバイスまたは入力デバイスの制御要素の変位がアームセグメントの変位に、間接的には関節の回転および屈曲に好適に変換される。例えば、第2のモードの場合、変位から変位への変換がより直感的、人間工学的かつ正確になるように、内部向き（すなわち、セグメント間の向き）において、関節運動可能な入力デバイスの関節運動が外科手術用アームに確実に対応することが望ましい場合がある。

20

30

【0105】

第1のモードでは、アームの移動を、アーム（または各アーム）の1つの所与のアーム関節の屈曲および／または回転に制限することが望ましい場合がある。これは、好適には、第1のモードで使用される入力デバイスから、（第1の動作モードにおいて）作動が許可される1つの所与のアームの関節などの特定のアームの関節の屈曲および回転に直接対処する入力を受信するように外科手術システムを構成することによって実装することができる。言い換えれば、ユーザは、入力デバイスおよび適切な制御回路を介して、アーム関節自体を「制御」している。この場合、作動させることを意図した移動は、具体的には、アーム関節の屈曲および／または回転である。実際のアームの移動がユーザの制御入力に回答して半自動的に実行されるかどうかにかかわらず、ユーザは、関節の作動を制御していることを認識する。エンドエフェクタの付随する変位および方向転換は、おそらく関節の制御の意図した結果である。

40

【0106】

これに対し、第2のモードでは、特に、第2のモードで採用される入力デバイスがアバター的であり、入力アームの変位を外科手術用アームの変位に変換する実施形態において、外科手術システムが、アームセグメントの変位に直接対処する入力を受信し処理することが望ましいことがある。次いで、アーム関節の屈曲と回転を、要求されるアームセグメントの変位と方向転換を達成するために必要な程度に、屈曲および回転するようにアーム関節を制御することによって、間接的に外科手術システムによって対処する。言い換えれば

50

、ユーザは、アームセグメント（または、この議論の目的のために、この位置および向きを制御することがユーザ目標であるという点で任意のアームセグメントと同様の役割を果たすエンドエフェクタ）の変位および方向転換を「制御」する。外科手術システムの制御回路は、この情報を使用して、影響を受ける各アーム関節の必要な屈曲および回転を決定する。一実施形態では、外科手術用アームの動作後に意図した形状を予測または駆動する形状または構成になるように、ユーザはアバター的な入力アームを操作することができる。

【0107】

例示的な第1の動作モードにおいて、外科手術用アームの移動を、少なくとも部分的に制限または制約することができ、ある種の移動を排除することができるが、他の移動は許可することができる。明確にするために、アームの「移動」とは、例えば、アームの1つまたは複数のセグメント部材などのアームの任意の部分の変位および／または方向転換を含むことができる。

【0108】

本明細書で使用する「肘関節」、「手首関節」および「肩関節」という用語は、アームが3つの作動可能な関節を備える特定の実装に係る機械アームの特定の関節を意味する。このような場合、遠位端エフェクタに最も近い関節は「手首関節」として既知であり、3つのうちの中間の関節は「肘関節」、最も近位の関節は「肩関節」として既知である。いくつかの実施形態では、手首関節は回転のみに制限され、すなわち、屈曲するように構成されていない。様々な関節は、図3Aに示されており、本明細書で後述する。

【0109】

アーム関節（すなわち1つのアームの複数の関節）の場合、特に指定されない限り、本開示および添付の特許請求の範囲で使用する「関節」という用語の意味は、屈曲（例えば、平面的な曲げ）および／または回転することができる任意の作動可能な部材を意味する。また、関節動作可能な／アバター的な入力アーム（入力デバイス的一种）も関節を有することができるが、これらは入力デバイスの「関節部材」を指すことに留意されたい。典型的には、アームセグメントは、作動可能なアーム関節によって直列に接合することができるアームの（屈曲／回転に関して）作動不可能な部材である。ここで、用語「直列に接合」は、関節を2つの連続するセグメント部材間に介在させることのみを意味する。関節を、例えば、機械的および／または電子的に作動させ、ベースアームセグメント（図3Aの2181）または別の（隣接する）アームセグメントに対して1つのアームセグメント（およびそこから遠位に配置されたアームのあらゆる部分）の屈曲を引き起こす、および／またはベースアームセグメントまたは別のアームセグメントに対して1つのアームセグメント（およびそれから遠位に配置されたアームのあらゆる部分）の回転を引き起こすことが可能である。いくつかの実施形態では、関節は複数の構成要素を含む。いくつかの例では、関節は、屈曲促進構成要素（またはサブアセンブリ）と回転促進構成要素（またはサブアセンブリ）の両方を含むことができる。読みやすくするために、本明細書では、このような構成要素の組み合わせを、関節またはアーム関節と呼ぶ。

【0110】

実施形態では、アームの移動は、関節運動の種類（例えば、回転か屈曲）、移動速度、外科手術用アームのどの部分が動くことができるか等にしたがって制限されることがある。第1の動作モード中の外科手術用アームの移動は、所与の1つのアーム関節（肘関節のみ）の移動（例えば、肘関節の屈曲および／または回転を含む）および単一のユニットとしての外科手術用アームの直線移動（例えば、アームの直線的な前進および後退を含む）に制限されることがある。狭い経路を通して目的の外科手術部位に最小限の体積で外科手術用アームを容易に導入するために、第1の動作モード中ではアームの移動を制限することが望ましい場合がある。

【0111】

また、人体内における衝突および組織が損傷する可能性を回避できるように、最小限の体積でアームを反り返すために、第1の動作モード中にアームの移動を制限することが望ま

10

20

30

40

50

しい場合もある。図3Aは、例示の目的のためにここで説明する、種々の構成における外科手術用機械アーム102の簡略化された概略側面図である。破線2177は、障害物、例えば患者の組織を表す。反り返るときのアーム102の移動を、アーム102（および特にエンドエフェクタ174）が障害物2177に接触または衝突しないように制御するのが好ましい。図3には、それぞれA、B、およびCとラベル付けされた3つのシナリオが示されている。アーム102は、近位セグメント2181と遠位曲げ可能部170とを備える。曲げ可能部2179は、肩関節2101および肘関節2103を有する。これらは、関節の実例が1つまたは複数のシナリオ（A、BまたはC）のうちのどのシナリオに関連しているかを示すように、2101a、2101bc、2103a、2103bおよび2103cとして様々にラベル付けされている。例えば、関節2103aは、シナリオAにおける肘関節の位置である。したがって、シナリオAは、肘関節2103aのみの曲げを含む（肩関節2101aは作動せず、曲げられないまま）。特に、肘関節2103aのみの曲げではエンドエフェクタ174と障害物2177間の衝突が発生しないことが分かる。一方、肩関節2101bのみを曲げたシナリオBでは、エンドエフェクタ174と障害物2177との衝突が生じている。シナリオAとBとの間の衝突／非衝突の結果の違いは、アーム102の肘関節2103から遠位部分までの長さが、アームの肩関節2101から遠位部分までの長さよりも短いことに起因する。図3Aのアーム102の手首関節2105は、回転するが屈曲しないように設計または構成されているため、図3Aの非限定的な例では、3つのシナリオのいずれにも関与していない。シナリオAの続きであるシナリオCでは、肘関節2103a（ここでは2103c）の屈曲の後に肩関節2101cを屈曲させると、エンドエフェクタ174と障害物2177との間の衝突を連続的に円滑に回避できることが分かる。

10

20

【0112】

図3Bは、肘関節2103が、非屈曲の向きから、近位アームベースセグメント2181に対して、様々な向き（90°未満から180°超の範囲の屈曲後の向き）に屈曲する例を示す。

【0113】

実施形態において、肘関節における移動の屈曲範囲は、>90°、>120°、>140°、>160°、>180°、>190°、>200°、または約210°±10°である。いくつかの実施形態では、エンドエフェクタ174は、アーム102のベース2181に対して>90°、>120°、>140°、>160°、>180°、>190°、>200°、または約210°±10°に位置することが可能である。いくつかの実施形態では、エンドエフェクタ174は、完全に屈曲したときに、アーム102のベース2181と平行になるか、代わりにアーム102のベース2181に届くことができる。さらに、肘回転関節可動域は、少なくとも200°、少なくとも250°、少なくとも300°、少なくとも310°、少なくとも320°、少なくとも330°、少なくとも350°または約360°とする。図3Cは、アーム102を反り返り構成または等価的に反り返り位置に持ってくるように、かつエンドエフェクタ174を反り返り動作位置にもたすように、図3Bで示した非屈曲の向きから回転させ、肘関節2103が180°超屈曲している状態のアーム102を示す。

30

40

【0114】

いくつかの実施形態では、外科手術用アームの反り返りを、自動的に行うことができる。すなわち、アームおよび／またはアームの遠位端部におけるエンドエフェクタが、予めプログラムされた反り返り位置に到達するまで、1つのアーム関節を屈曲および／または回転させることにより、1つまたは限られた数の電子制御出力に応答するように、アームを配置することで自動的に行うことが可能である。

【0115】

図4は、図3BのシナリオAにおける肘関節2103aと同様に肘関節2103を屈曲させ、この後回転させたアーム102を正面から見た図を示す。すなわち、図4における肘関節2103は屈曲と回転の両方が行われている。任意のアーム関節の回転は、同じアーム

50

ム関節の屈曲とは独立にできる。いくつかの実施形態では、屈曲と回転は同時に行うことができる。他の実施形態では、例えばハードウェア設計または関節の作動を支配する制御回路のソフトウェア構成要素の制約によって、強制的に非同時となる場合がある。

【0116】

図5は、図4のものと同様に肘関節2103が屈曲および回転しており、複雑な「S」字形状を形成するように、肘関節2103と共に肩関節2101が屈曲したアーム102を正面から見た図を示す。図3BのシナリオCに代表されるようないくつかの実施形態では、肘関節2103の屈曲が障害物2177を「クリア」（衝突を避けた）後にのみ、肩関節2101が屈曲および回転するように作動させることが好ましい。

【0117】

次に図6を参照して、いくつかの実施形態に係る、種々の動作モードを使用して外科手術用機械アームを制御するための一般的な方法のフローチャートを示す。

【0118】

本明細書で説明するプロセスは、例えば、婦人科手術、腹腔鏡手術、耳鼻咽喉科手術など、患者の体内に挿入する1つまたは複数の外科手術用機械アームを、少なくとも部分的に用いて行う様々な種類の手術に対して実装されることができる。

【0119】

本明細書で先述したように、外科手術用機械アームは、複数の動作モードにしたがって動作することができる。任意選択で、動作モードを、実行する手術ステップにしたがって、および／または外科手術の現在の段階にしたがって選択する。

【0120】

種々の動作モードを、（ユーザ入力デバイスの操作による）ユーザ入力を外科手術用機械アームのそれぞれの移動に変換する種々の方法（入力デバイスまたは入力デバイスの制御要素の移動）によって特徴付けることができる。さらにまたは代わりに、種々の動作モードを外科手術用アームの関節運動の種々の制限によって特徴付けることができる（例えば、1つまたは複数の外科手術用アーム関節の関節運動（例えば屈曲）の制限、移動範囲の制限、またはアームの関節運動を選択された自由度へ制限）。さらにまたは代わりに、種々動作モードを、ユーザに対する種々の種類のフィードバック（例えば、1つまたは複数の入力デバイスを介して外科手術用アームを制御しているユーザが、感知するフィードバック）によって特徴付けることができる。

【0121】

いくつかの実施形態では、動作モード間の選択および／または切り替えを、ユーザ、例えば、外科医が制御する。任意選択で、動作モードの選択を、システムのユーザインターフェースを介して行うことができる。例えばタッチスクリーンを介して、および／または別の入力デバイス、または制御コンソールもしくはディスプレイスクリーン上に、またはこれらに近接して配置されたボタンもしくは他の入力デバイスを介して行うことができる。さらにまたは代わりに、動作モードの選択を自動的に行うことができ、例えば、システムコントローラまたはプロセッサなどの適当な制御回路によって実行される。いくつかの実施形態では、動作モードの選択および／または切り替えは、以下のうちの1つまたは複数によって引き起こされ、かつ、これらを条件とする（網羅的ではない）。

外科手術用アームまたはアームのエンドエフェクタの現在の「解剖学的」位置の特定（例えば、アームのアクチュエータおよび／もしくはモータ（例えば、104もしくは108）に関連するエンコーダもしくは他のセンサ（図示せず）などの電気機械的器具を用いて、または、カメラによって得られたアーム102の画像に（イメージング処理または視覚を通じて）アクセスし分析することによって特定する）。

入力デバイスの現在の位置の特定。

外科手術用アームのある種の関節運動の実行。

外科手術用アームの1つまたは複数の位置センサの表示の受信。

時限表示（例えば動作モードが変更される時点を定めることによる）。

【0122】

10

20

30

40

50

図 6 のフローチャートは、いくつかの実施形態に係る、2 つの動作モードを使用して外科手術用機械アームが動作する方法を説明する。

【0123】

方法は、以下を含む。

【0124】

ステップ S 0 1 : 第 1 の動作モードにおいて、所定の位置まで 1 つまたは複数の外科手術用アームを挿入し、誘導する。

【0125】

第 1 の動作モードでは、外科手術用アームを体に導入し、選択した解剖学的位置および／または選択したアーム位置まで誘導する。外科手術用アームを、自然の体の開口部（例えば、膣、肛門、気管、食道、外耳道）を介して、および／または切開部を介して体に導入してもよい。

【0126】

いくつかの実施形態では、第 1 の動作モードにおいて、アームの関節運動は制限される。例えば、1 つまたは複数のアーム関節が関節運動（屈曲および回転）することを制限または排除することができる。一例では、アームは、肩関節、肘関節、および回転するが屈曲しない手首関節の 3 つの関節を備え、関節のうちの 1 つまたは 2 つの関節運動を妨げる。具体的な例では、肘関節の移動（例えば、肘関節の屈曲、伸展、および／または回転）のみが可能であり、肩関節と手首関節の移動は制限される。

【0127】

また、第 1 の動作モードの間は、アーム全体として、1 次元的な移動で前進または後退するような直線的な移動（直線的な動きのみを含む）を可能にすることもできる。

【0128】

いくつかの実施形態では、アームの移動の制約は、例えば、アーム関節の作動に影響を与える 1 つまたは複数のロック（例えば、ソレノイドロック）によって、機械的に行われる。さらにまたは代わりに、アームの移動の制約を、例えば、移動の範囲および／または移動の種類を制限するソフトウェア制御機能を実装することによって、適用な回路によって行うことができる。

【0129】

いくつかの実施形態では、アームの移動の範囲を制限するステップ、および／またはある種の移動を制限するステップは、例えばアームの 1 つまたは複数の位置センサによって示されるような、現在のアームの位置に応じて実行される。いくつかの実施形態では、アームの移動の範囲を制限するステップ、および／またはある種の移動を制限するステップは、例えば、光学的手段（例えば、体内に、任意選択で外科手術用アームと共に導入されるカメラ）によって視覚化されるような、アームの現在の解剖学的位置に応じて実行される。

【0130】

ステップ S 0 2 : 第 1 の動作モードにおいて 1 つまたは複数の外科手術用アームをベース位置まで関節運動させる。

【0131】

さらに第 1 の動作モードでは、1 つまたは複数の外科手術用アームを、ベース位置まで関節運動させる。いくつかの実施形態において、ベース位置は、例えば、アームが少なくとも 120 度、少なくとも 150 度、少なくとも 180 度、または中間の角度、より大きい角度、またはより小さい角度で屈曲されるときのアームの反り返り位置を含む。いくつかの実施形態では、ベース位置は、ユーザがより快適であるか慣れ親しんでいる可能性のある選択した向き（例えば、腹部の向きに対応する向き）からユーザが外科手術行為を行うことができるようにアームを位置付けるものである。

【0132】

いくつかの実施形態において、第 1 の動作モードにおける外科手術用アームの移動の制御、ロボット制御を有する。任意選択で、第 1 の動作モードにおける、ユーザによる入力デ

10

20

30

40

50

バイスの操作には、限定された種類のユーザの移動（例えば、規定された軸に沿った入力デバイスの限定された移動、および／またはボタンの押下）のみが含まれる。一例では、第1の規定された軸に沿って入力デバイスを動かすステップは、選択されたアームの関節（例えば肘）の回転を作動させ、第2の規定された軸に沿って入力デバイスを動かすステップは、選択されたアームの関節（例えば肘）の屈曲を作動させ、1つまたは複数のボタンを押すステップは、外科手術用アームの直線的な前進または後退を作動させる。

【0133】

いくつかの実施形態では、第1の動作モードにおける、ユーザによる入力デバイスの操作は、外科手術用アームの移動速度に変換される。例えば、入力デバイスの静止位置に対してユーザが入力デバイスを動かすと、入力デバイスの静止位置に対して入力デバイスを動かした範囲によって外科手術用アームの移動の相対速度が設定される。

10

【0134】

ステップS03：第2の動作モードへ移行し、1つまたは複数の外科手術用アームを用いて外科手術行為を実行する。

【0135】

第2の動作モードでは、ユーザは、外科手術用アームを介して、例えば組織の把持、組織の解剖、組織の移動、組織の縫合などの外科手術行為を行う。いくつかの実施形態では、アームが選択されたベース位置（例えば、反り返り位置）に移動されると、第2の動作モードはステップS02の終了時に開始する。

【0136】

いくつかの実施形態では、ユーザは、第1の動作モードから第2の動作モードに移行するときに入力デバイスを切り替える。代わりに、ユーザは、第1の動作モードまたは誘導動作モードと第2の動作モードまたは外科手術モードとの両方で同じ入力デバイスを使用する。

20

【0137】

いくつかの実施形態では、第2の動作モードにおいて、外科手術用アームの移動は、第1の動作モードほど制限されない。一例として、全てのアーム関節（肩、肘、手首）は、関節運動（例えば、屈曲および／または回転）することが可能である。いくつかの実施形態では、第2の動作モード中のアームの移動の範囲および／または速度は、例えば、周囲の組織を損傷しないように、速すぎる速度および損傷の危険性がある速度で移動を行わないように、安全上の注意に基づいて制限される。

30

【0138】

いくつかの実施形態では、第2の動作モードにおける外科手術用アームの制御には、遠隔操作による制御が含まれる。任意選択で、外科手術用アームのそれぞれの変位は、ユーザによる入力デバイスの変位を模倣する。任意選択で、ユーザによる入力デバイスの変位の速度を、外科手術用アームのそれぞれの移動速度に反映する。

【0139】

ステップS04：第1の動作モードへ移行し（戻り）、1つまたは複数の外科手術用アームを体から引き出す。

【0140】

いくつかの実施形態によれば、外科手術行為を成し遂げると、任意選択で、アームを患者の体から外側に引き出す。いくつかの実施形態では、第1の動作モードで引き出しを行う。任意選択で、引き込み前および／または引き込み中に、アームをまっすぐにする。

40

【0141】

第1の動作モードでの引き出しは、アームの移動の範囲および／または種類を制限し、それによって、アームが引き出される解剖学的通路（例えば、膈）の周囲の組織が損傷する可能性を低減するので、有利であり得る。

【0142】

次に図7を参照すると、制御コンソール118は、ディスプレイスクリーン407と、これに近接して、つまり図7の非限定的な例ではスクリーン407の側面に対向して位置す

50

る入力デバイス 405 とを備えることができる。

【0143】

各入力デバイス 405（「サムスティック」の形態）は、ユーザの親指による操作に適したニップル型コントローラ 409 を有する。実施形態において、中心の静止位置に対するニップル 409 の移動の範囲を、本明細書で先述したように、選択された外科手術用アームの移動速度に変換することができる。一例では、ニップル 409 がこの中心の静止位置から遠くに押されるほど、結果として生じる外科手術用アームの移動速度は速くなる。別の例では、より大きな力がニップル 409 に加えられるほど、結果として生じる外科手術用アームの移動速度が速くなる。

【0144】

いくつかの実施形態では、サムスティック 405 を介して外科手術用アームを制御するとき、外科手術用アームの 1 つまたは複数の関節（例えば、肩関節、手首関節）の移動が制限され、肘関節の屈曲および／または回転のみが有効である。いくつかの実施形態では、例えばアームを前進または後退させるために、（単一本体としての）外科手術用アームの直線移動も有効である。いくつかの実施形態では、ニップル 409 の移動によって、肘関節の屈曲および／または回転が作動する。いくつかの実施形態では、アーム 102 の直線移動を、別々のアクチュエータによって作動させる。例えば、図 7 の図示例において、入力デバイス（サムスティックアセンブリ）405 自体の本体に配置された押しボタンとして実装されている入力デバイス 406、408 などの別の対の入力デバイスを用いて、作動させる。他の例では、押しボタン 406、408 を、独立して、またはディスプレイスクリーン 407 上に（もしくは、ディスプレイスクリーンにより近接して）設けることができる。一例では、ボタン 406 は外科手術用アームを遠位（例えば腹部方向）に前進させ、ボタン 408 は外科手術用アームを近位に後退させる。実施形態では、直線動作が屈曲または回転のいずれも必要としないので、肘関節でないアーム関節の屈曲および回転を排除する第 1 のモードの間に、入力デバイス 406、408 を使用してもよい。

【0145】

いくつかの実施形態では、サムスティック 405 の使用中、どの第 1 のモードの制限もない第 2 のモードで使用するために提供されるアバター入力アーム 411 などの他の入力デバイスは、例えばソレノイドロックによって、静止位置でロックされる。いくつかの実施形態では、入力アーム 411 の静止位置は、外科手術用アーム 102 の反り返り位置として選択されるので、（例えばサムスティックを用いて）外科手術用アーム 102 が反り返されると、ユーザはアバター入力アーム 411 を手に取り、このまま処置を続けることができる。いくつかの実施形態では、第 2 のモードの間にアバター的な入力アーム 411 が有効化されると、サムスティックの操作は無効化される。

【0146】

いくつかの実施形態では、患者 106 の体内への外科手術用アーム 102 の挿入の間、外科手術用アームは真っ直ぐ、すなわち、非屈曲の状態である。いくつかの場合、カニキュレを介して挿入される。同時に、アバター入力アームは静止位置にあり、静止位置は、ロックされた位置、および反り返り位置とできる。任意選択で、サムスティック 405 を用いた外科手術用アームの反り返りの後、外科医は、サムスティック 405 を離して、アバター入力アーム 411 に手を移動させることができる。外科医がアバター入力アーム 411 を把持し、任意選択で持ち上げると、外科手術用アーム 102 に対する制御は、第 1 のユーザ入力デバイス 405 から第 2 のユーザ入力デバイス 411 に自動的に切り替えられ、または移行され得、外科医はアバター入力アーム 411 を用いて処置を継続することができる。

【0147】

いくつかの実施形態では、1 つまたは複数のアバター入力アーム関節がソレノイドロックによってロックされているとき、外科医がアバター入力アームを持ち上げることによって、ソレノイドロックが自動的に解除される。さらにまたは代わりに、アバター入力アーム関節の手動ロックは、例えば、アバター入力アームの位置を検出するセンサを介して、解

10

20

30

40

50

除される。

【0148】

いくつかの実施形態では、システム（例えばシステムプロセッサ）は、入力デバイスの1つまたは複数の位置（例えばサムスティックの現在位置および／またはアバター入力アームの現在位置）を認識し、任意選択でユーザインターフェーススクリーン上に位置を提示するように構成される。いくつかの実施形態では、位置の特定は位置センサの使用によって補助される。

【0149】

図8は、把持ハンドル503と、任意選択で、リッジ505を有する表面など、把持を容易にするテクスチャ表面とを備える親指操作式入力デバイス501の一例の画像を示している。1つまたは複数の制御ボタン507を、把持ハンドル503に沿って配置することができる。例えば、図8のサムスティック入力デバイス501は、2つの制御ボタン507（外科手術用アームの遠位への直線的前進を作動させるためのもの、およびアームの近位への直線的後退を作動させるためのもの）を備える。

10

【0150】

いくつかの実施形態において、サムスティック501は、例えば把持ハンドル503の近位端から延びる、ニップル509を備える。いくつかの実施形態において、ニップル509は、ユーザの親指に適した形状および／またはサイズである。いくつかの実施形態では、ニップル509は、丸みを帯びた外形を有する。いくつかの実施形態では、ニップル509の近位面は、周方向に沿って配置される複数の突起511で形成されている。周方向の突起は、親指がニップル509上に配置された状態を維持することを補助し、親指がニップル509から離れるようにスライドすることを、潜在的に防止または低減することができる。

20

【0151】

いくつかの実施形態では、ニップル509は、ばねのような挙動で動く。任意選択で、ニップル509をこの最初の静止位置（例えば、ニップル509がサムスティックの長軸513と中心で一直線になっている中心位置）から押し離れた後、ニップルはこの中心位置に跳ね返る。

【0152】

図9は、いくつかの実施形態に係る、親指操作式入力501の制御の一例を示す概略図である。いくつかの実施形態では、第1の軸に対してニップル509を動かす（「変位させる」）ことで、第1の種類の外科手術用アームの移動（例えば屈曲）を作動させ、かつ第2の軸に対してニップル509を変位させることで、第2の種類の外科手術用アームの移動（例えば回転）を作動させる。

30

【0153】

いくつかの実施形態では、サムスティック501を、関節の少なくとも一部（例えば、肩関節2101および手首関節2105）が制限されている第1の動作モード中に使用する。任意選択で、Y軸に沿ってニップル509を変位させると、外科手術用アーム102の肘関節2103の屈曲が発生し、X軸に沿ってニップル509を変位させると、肘関節の回転が発生する。いくつかの実施形態では、曲げおよび回転の同時作動を、ニップルを両方の軸に対して（例えば、中心に対して斜めに）押すことによって実現可能である。

40

【0154】

次に図10および図11を参照すると、外科手術用アーム関節のそれぞれの移動を作動させるための複数の関節を含む例示的なアバターの入力アーム701の側面図画像および正面図画像が示されている。図示されているように、関節は、肩関節703、肘関節705および外科手術用アーム102の手首関節2105を制御するための手首回転ノブ707を備える。

【0155】

いくつかの実施形態では、アバター入力アームは、ボタンまたはレバー709などの付加的な入力デバイスを備えることができる。これらの入力デバイスは、（エンドエフェクタ

50

174のような) 外科手術用アーム102の外科手術用ツールの動作を制御することができる。

【0156】

図10～図11の例示的な入力アーム701上に配置された他の入力デバイスは、アーム102の直線的な前進および後退を作動させるための一時停止－再開ボタン711およびボタン713、715をそれぞれ含む。ユーザは、アバター入力アーム上のボタン713、715、および／またはサムスティック405上に配置されたボタン406、408を使用して、直線的な前進および／または後退を作動させることができる。さらにまたは代わりに、アームの直線移動を、制御コンソールのスクリーンインターフェースを介して(例えば、タッチスクリーンインターフェースを介して)作動させることができる。

10

【0157】

いくつかの実施形態では、左アームと右アームをそれぞれ制御するための、1組の2つのアバター入力アームが設けられる。例えば、第1のアバター入力アーム701は、第1の外科手術用アーム102(例えば、「右」アーム)に関連付けられた第1のモータユニット108を制御することができ、第2のアバター入力アーム701は、第2の外科手術用アーム102(例えば、「左」アーム)に関連付けられた第2のモータユニット108を制御することができる。いくつかの実施形態では、入力アーム120、411および701のいずれかまたは全ては、同じであってよい。

【0158】

ここで、図12Aおよび図12Bを参照する。実施形態では、アバター入力アームなどの入力デバイスと外科手術用機械アームの現在の位置とのアライメントが実行される。一例では、アライメントは、ユーザが異なる入力デバイス間を切り替えるとき(例えば、親指操作式入力からアバター入力アームに切り替えるとき)に、実行される。別の例では、入力デバイスの外科手術用アーム位置とのアライメントは、システムの初期化時、例えば外科手術の開始時または外科手術前に実行される。別の例では、外科手術用機械アームの現在の位置との入力デバイスのアライメントは、一時停止の後、制御を再開する際に実行される。任意選択で、一時停止モードでは、入力デバイスの移動は、外科手術用機械アームの相対的な移動を作動させない。制御の再開時に、円滑に、中断されない方法で動作を継続するために、外科手術用機械アームの現在の位置に一致するように入力アームの位置を調整するように要求される場合がある。

20

30

【0159】

いくつかの実施形態では、自動的または半自動的な方法で制御が再開される。例えば、ユーザは、入力デバイスの選択された関節運動を行い(例えば、アバター入力アームの肘関節をまっすぐにする)、外科手術用アームの制御を再開する。

【0160】

図12Aおよび図12Bにおいて、入力デバイス(すなわち、入力アーム)の相対位置は、十字形ダイアグラム801を用いて表される。いくつかの実施形態では、肩関節のためのものと肘関節のためのものの2つの十字形ダイアグラムがある。いくつかの実施形態では、十字は、外科手術用機械アームの特定の1つの関節(例えば、肩関節、肘関節)を表す。いくつかの実施形態において、スロットの各ラインは、異なる種類の関節運動を表す。例えば、水平ライン803は、関節の回転を表し、垂直ライン805は、関節の屈曲を表す。使用中、ユーザは、2色のドット807によって十字上に示される関節位置にしたがって入力デバイスを操作する。入力デバイスの位置が(ユーザによる操作に応答して)外科手術用機械アームの位置に近くなると、色付きのドットは十字の中心に近づくように動く(図12Bを参照)。任意選択で、入力デバイスの位置と外科手術用アームの位置との間の十分なアライメントが得られると、例えば、図12A～Bに示されるようにドットの色が赤から緑へと色が変化する。

40

【0161】

実施形態において、図12Aおよび図12Bの制御装置を、第1の入力デバイスを使用する第1のモードからアバター状の入力アームを使用する第2のモードへの移行ステップの

50

一部として、アライメントキャリブレーションにおいて使用することができる。これらの実施形態において、入力アームの固定位置とアライメントするように外科手術用アームの位置を調整するために、第1の入力デバイスを使用することができる。

【0162】

図13は、いくつかの実施形態に係る、アライメント中にユーザに表示されるスクリーンの一例である。図示の例では、第1の入力デバイス（右のアバターアームに対応する）が、例えば肘関節と肩関節の両方の位置におけるチェックマーク809、および／またはロックされたロック811によって示されるように、第1の外科手術用アームと適切にアライメントされていることを示している。第2の入力デバイス（左アームに対応する）は、外科手術用アームとまだアライメントされていない位置にあることが示されている。この関節位置は、例えば本明細書で上述したように、2つの十字形状のダイアグラムによって表され、ロックは解除されている。

10

【0163】

いくつかの実施形態では、アライメントの間、ある種の関節運動および／または機能が無効化される。例えば、外科手術用アームの速度が制限、電気外科手術の機能が無効化、および／または他の機能が無効化される。

【0164】

図14A～Eは、いくつかの実施形態に係る、複数の異なる入力デバイスを使用した外科手術用機械アームの例示的な制御を示す一連の画像である。図14A～Eの非限定的な例では、2つのアームを示しており、他の例では、単一のアームまたは2つ以上のアームと

20

【0165】

図14Aは、いくつかの実施形態に係る、膣を介して体へのアクセスをシミュレートするモデル903へのアームの導入中の2つの外科手術用機械アーム901の制御を示す。この例では、（例えば膣管を通しての）体へのアームの前進中の外科手術用アーム901の制御を、本明細書で上述したように、例えば1組のサムスティック905を含む親指操作式入力を介して行う。

【0166】

図14Bは、サムスティック905を介した、反り返り位置への外科手術用アームの操作を示す。図示の例では、アームを反り返り位置にするために（例えば、120、150、180、210度または中間の角度、より大きい角度またはより小さい角度で）屈曲させる。

30

【0167】

図14Cは、反り返り位置における外科手術用アームを示す。いくつかの例において、反り返りの後、ユーザは、例えば、サムスティックを離して、アバター入力アームを手にとることによって、使用する入力デバイスを切り替えることができる。この時点で、アバター入力アームと外科手術用アームの現在の位置とのアライメントを、例えば、図12A～Bおよび図13で説明したように実行することができる。

【0168】

図14Dおよび図14Eは、いくつかの実施形態に係る、1組のアバター入力アーム907を用いた外科手術用アームの操縦を示す図である。外科手術用アームのそれぞれの位置が、入力アームの位置に対応していることが分かる。

40

【0169】

図15のブロック図は、多関節アーム102、入力デバイスアレイ1500、および検出器1520を示す。当業者は、図15に現れるすべての要素がすべての実施形態で必要とされるわけではないことを理解するであろう。図15に示される入力デバイスアレイ1500は、2つのユーザ入力デバイス1510A（例えばサムスティック501）、1510B（例えばジョイスティック701）を示すが、当業者は、異なる実施形態では、より少ないまたはより多くのユーザ入力デバイスを設けてもよいことを理解するであろう。一例では、ジョイスティック701は、第1のユーザ入力デバイス1510Aおよび第2の

50

ユーザ入力デバイス 1510B の両方とできる。言い換えれば、第 1 のユーザ入力デバイス 1510A および第 2 のユーザ入力デバイス 1510B は、同じ単一のユーザ入力デバイスとできる。第 1 のユーザ入力デバイス 1510A と第 2 のユーザ入力デバイス 1510B が同じ単一のユーザ入力デバイスである実装では、典型的にはジョイスティック 701 のような、より多目的または柔軟なデバイスである。ユーザ入力デバイスという用語は、ユーザから受信した入力を電子出力および／または信号に変換するためのデバイスに関する。ユーザ入力デバイスの例としては、ジョイスティック、タッチスクリーン、サムスティック、マウス、キーボード、ジェスチャー検出デバイス（例えば、カメラ〔図示せず〕を含む）などを含むが、これらに限定するものではない。特に指定しない限り、用語「アレイ」は、1 つまたは複数のアイテムに関するものである。

10

【0170】

図 15 の例に示すように、多関節アーム 102 は、この遠位端部に取り付けられた 1 つまたは複数のオブジェクト 1530 を有する。1 つまたは複数のオブジェクト 1530 は、アーム 102 と共に備えられるか、別々に追加または交換され得る。このようなオブジェクト 1530 の例には、エンドエフェクタ、例えば、外科手術用エンドエフェクタが含まれるが、これに限定するものではない。関連する外科手術用ツールは、以下を含むことができる（網羅的ではない）。診断／外科手術フィードバック用の内視鏡、持針器（例えば、大型持針器、湾曲持針器）、モノポーラおよびバイポーラ器具（例えば、モノポーラ剪刀、バイポーラ鉗子）、クリップアプライア（例えば、大型クリップアプライア、中型クリップアプライア）、血管シーラー、グラスパまたは剥離鉗子（例えば、メリーランド剥離鉗子、支持鉤鉗子、マイクロ鉗子、ロングチップ鉗子、開創器、Fundus グラスパ、ワニグラスパ、カディエール鉗子）、剪刀（例えば、ポッツ剪刀、彎剪刀）、フック（焼灼フックなど）、スパチュラ（焼灼スパチュラなど）などの外科手術用エンドエフェクタツール。

20

【0171】

他で論じたように、いくつかの実施形態では、アーム 102 および／または 1 つもしくは複数のオブジェクト 1530 は、1 つまたは複数の制御デバイスの 1 つまたは複数の電子制御出力に応答して動作する。「制御出力」および「制御信号」という用語は同義的に使用される。異なる実施形態において、制御出力は、有線通信および／または無線通信を介してアーム 102 および／またはアームのコントローラに送信されてもよい。

30

【0172】

また、図 15 に示されるのは、検出器 1520 である。他の場所で議論したように、いくつかの実施形態において、外科手術システム 999 の第 1 の動作モードから外科手術システム 999 の第 2 の動作モードへのモード移行は、検出器 1520 の出力に応答する、および／または応答に左右される。外科手術システム 999 は、図 1 に示す外科手術システム 100 と機能的に等価であってよい。非限定的な一例では、検出器 1520 は、アーム 102 の一部（例えば遠位部分）が反り返っているか否か、および／または反り返り位置にあるか否かを検出する。一例では、カメラがアーム 102 の画像を取得し、検出器 1520 はカメラおよびイメージング処理回路によって位置を検出することができる。別の例では、エンコーダ（図示せず）または他の電気機械センサ（例えば 104 または 108 のセンサ）を、監視および検出のために使用して、アーム 102 の 1 つまたは複数の関節の、例えば向きを追跡することができる。他の例は、1 つもしくは複数の磁気検出器、または容量性検出器、または超音波および／もしくは光を用いた、例えば三角測量（例えば飛行時間）に基づく位置検出に関するものであってもよい。

40

【0173】

本開示およびこれに添付した特許請求の範囲において使用する「監視」および「検出」は、外科手術システムの 1 つもしくは複数の構成要素によって、1 人もしくは複数のユーザによって、またはシステム構成要素と人間ユーザとの任意の組み合わせによって、行われ得る動作（および／または機能、および／または潜在的な動作および／または能力）である。自動化された監視または機械による監視または検出に関して本明細書で使用する説明

50

的な言語は、非限定的なものとして意図し、任意のこのような実施形態において、ユーザの介入は、設計の一部および／または動作の一部とできる。いくつかの実施形態において、ユーザの介入は、安全上の理由から必要とされる。非限定的な一例では、1つまたは複数のセンサが、外科手術用アームまたはこの構成要素の1つに関する情報をディスプレイスクリーンに中継し、アームが所望の位置と向きにあるとき（例えば、外科手術処置場所で反り返らされたとき）に、自動視覚補助または半自動視覚補助の有無にかかわらず、アームの曲線形状を監視し、検出できるように、ユーザは訓練されおよび／または位置決めされている。別の非限定的な例では、監視および／または検出は、非視覚的な方法（網羅的ではないが、可聴アナウンスによって、触覚フィードバックによって、または制御もしくは入力デバイスのロックによってなど）でユーザに伝達される。もちろん、任意のこれらの種類の通信は、視覚情報と組み合わせることも可能である。

10

【0174】

また、当業者は、追加の要素を外科手術システム999に備えることができること、および、図15に示されるすべての要素のすべての構成要素がすべての実施形態において必要とされるわけではないことも理解するであろう。

【0175】

ここで、図16を参照する。ステップS101において、外科手術システム999は第1の動作モードで動作する。ステップS121において、外科手術システム999は、第2の動作モードで動作する。他で議論したように、異なる実施形態において、第1の動作モードおよび／または第2の動作モードは、入力デバイスの1つまたは複数の特定の性能および／または特定の制限に関連する場合がある。代わりにまたはさらに、第1の動作モードおよび／または第2の動作モードは、アーム102および／またはオブジェクト1530の要素のうちの1つまたは複数の特定の性能および／または特定の制限に関連している場合がある。このような要素の例としては、関節および関節運動器が挙げられる。代わりにまたはさらに、第1の動作モードおよび／または第2の動作モードは、1つまたは複数の入力デバイス1510の操作とアーム102またはこの1つまたは複数の構成要素との間の関係（例えば、入力デバイス1510またはこの構成要素の構成がアーム102またはこの構成要素の速度または位置に変換されるかどうか）に関連してよい。

20

【0176】

ステップS101で外科手術システム999が第1のモードで動作している間、1つまたは複数の動作が行われる。一例では、外科手術システムが第1のモードで動作するとき、アーム102の遠位部分が反り返り、場合によっては非屈曲位置および／または直線位置から開始するが、必ずしもそうである必要はない。別の例では、外科手術システム999が第1のモードで動作するとき、アーム102の遠位部分は、この曲線形状（例えば3Dの曲線形状またはこの平面投影）が、所定の曲線形状（例えば、反り返り形状または「S」曲線形状などの外科手術を開始するために有用なもの）に一致するようにもたらされる。

30

【0177】

ステップS109は、監視に関するものであり、ステップS101と同時に実行することができる。例えば、ステップS109を、検出器1520によって少なくとも部分的に実行することができる。いくつかの実施形態では、ステップS109の監視は、アームが反り返り位置にあるか否かを判断するステップを含んでもよい。

40

【0178】

ステップS113は、モード移行トリガーイベント、すなわち、この検出がステップS101の第1のモードからステップS121の第2のモードへ外科手術システム999のモード移行を引き起こす、検出可能イベントに関するものである。ステップS113の一例は、以下の通りである。アーム102が反り返り位置にあること、すなわち、アーム102が非反り返り位置から反り返り位置に移行したことの検出を、例えば検出器1520によって検出することに応答して、および、これを条件として、外科手術システム999は第1の動作モードから第2の動作モードに移行する。本明細書で上述したように、移行は

50

、外科手術用アーム 102 の入力アーム 701 とのアライメントキャリブレーションを含むことができる。

【0179】

ステップ S117 の移行は、例えば、アーム 102 が反り返ったこと、またはエンドエフェクタ 1530 が反り返り位置にあることを検出することによっておおよび／またはそれに応答しておおよび／または条件として、引き起こされてもよい。

【0180】

次に、図 16 のいくつかの実施形態について説明する。当業者は、これらの実施形態が相互に排他的である必要はないこと（実施形態またはこの特徴を組み合わせてもよいこと）を理解するであろう。いくつかの実施形態では、特徴おおよび／または方法ステップの全てが存在する必要はない。

【0181】

図 16 の第 1 実施形態

【0182】

第 1 の実施形態は、外科手術システムの動作方法に関し、外科手術システムは、以下を備える。

（i）1 つまたは複数のユーザ入力デバイスの入力デバイスアレイ。

（ii）アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタと、前記ユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して屈曲おおよび回転するように構成された複数のアームの関節とを備える多関節機械アーム。

方法は、以下のステップを含む。

（a）アーム関節の所与の 1 つの関節（例えば肘 2103）に関して規定された第 1 の動作モード S101 で外科手術システムの動作を開始するためのステップ。第 1 のモードは、所与の 1 つのアーム関節ではないアームの任意のアーム関節（例えば、肩 2101 を含む）の作動を排除し、1 つのアームの関節（例えば、肘 2103）の屈曲おおよび回転を引き起こすために、この 1 つのアーム関節（例えば、肘 2103）の作動の制御を許可する。

（b）外科手術システムが第 1 の動作モード（例えば、S101）にある間、（i）エンドエフェクタ 174 を反り返り動作位置に持ってくるように、ユーザ入力デバイス（例えば、サムスティック 501）の 1 つまたは複数によって生成された制御信号に応答して、1 つのアーム関節（例えば、肘 2103）の屈曲おおよび回転によってアームの遠位端部を反り返らせるステップ、おおよび（ii）アームが反り返り位置にあるか否かを検出するために、機械アーム 102 の状態を（例えば、S109）を監視するステップ。

（c）アーム 102 が反り返り位置にあることの検出に応答して、かつ、これを条件として（ステップ S113）、外科手術システムの動作を第 1 のモードから第 2 のモードへ移行させるステップ（例えば、S113 から S121 への「YES」分岐）。第 2 のモードでは、システムが、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって、少なくとも 1 つの第 1 のモードで排除されたアーム関節（例えば肘 2103）の屈曲おおよび回転の制御が可能となる。

（d）エンドエフェクタを使用して外科手術行為を実行するように、外科手術システムが第 2 のモード（例えば S121 において）で動作するステップ。

【0183】

図 16 の第 2 実施形態

【0184】

外科手術システムは、以下を備える。

（i）第 1 のユーザ入力デバイス 1510A（例えばサムスティック 501）おおよび第 2 のユーザ入力デバイス 1510B（例えばジョイスティック 701）。

（ii）複数のアーム関節（例えば肘 2103 おおよび肩 2101）を備える多関節機械アーム 102 おおよび、アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタ 174。

外科手術システムの動作方法は以下のステップを含む。

(a) 外科手術システムの動作を反り返りモードで開始するためのステップ（例えば、S 1 0 1 の第 1 のモード）。アーム関節の屈曲および回転に関して、(i) 第 1 のユーザ入力デバイス 1 5 1 0 A（例えばサムスティック 5 0 1）は、アーム関節の所与の関節のみの屈曲および回転を指示するためにアクティブであり、(ii) 第 2 のユーザ入力デバイス 1 5 1 0 B（例えばジョイスティック 7 0 1）は無効である。

(b) 反り返りモードにある間、アーム関節の所定の関節（例えば、肘 2 0 1 3）の屈曲および回転によって、エンドエフェクタを反り返り動作位置に持ってくるように、第 1 のユーザ入力デバイス 1 5 1 0 A からの電子制御出力に回答して、多関節機械アームの遠位部分を反り返らせるステップ。

(c) アーム関節の所与の関節（例えば、肘 2 1 0 3）以外のアームのアーム関節の少なくとも 1 つ（例えば、肩 2 1 0 1）の屈曲および回転に関して第 2 のユーザ入力デバイス 1 5 1 0 B を有効にするために、外科手術システムを反り返りモードから外科手術動作モードに移行するステップ。

(d) 外科手術動作モードにある間に、第 2 のユーザ入力デバイス 1 5 1 0 B からの電子制御出力に回答して、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがってアーム関節の少なくとも 2 つ（例えば、肩および肘）を屈曲および回転させるステップ。これによって外科手術用エンドエフェクタを移動させ、1 つまたは複数の外科手術を行う。

【0 1 8 5】

図 1 6 の第 3 の実施形態

【0 1 8 6】

外科手術システムは、以下を備える。

(i) 1 つまたは複数のユーザ入力デバイスの入力デバイスアレイ 1 5 0 0。

(ii) 複数のアーム関節を含む多関節機械アーム 1 0 2（例えば、肩 2 1 0 1 および肘 2 1 0 3）と、アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタ 1 7 6 4。

外科手術システムの動作方法は、以下を含む。

(a) 反り返りモード（例えば、S 1 0 1）で外科手術システムの動作を開始するためのステップ。アーム関節の屈曲および回転に関して、アーム関節の所与の関節（例えば、肘 2 1 0 3）のみの屈曲および回転を指示するために、入力デバイスアレイがアクティブである。

(b) 反り返りモードにある間、エンドエフェクタを反り返り動作位置に持ってくるように、入力デバイスアレイからの電子制御出力に回答して、アーム関節の所与の関節の屈曲および回転によって、多関節機械アームの遠位部分を反り返らせるステップ。

(c) アーム関節のうちの所与の関節以外のアーム関節の屈曲および回転に関して入力デバイスアレイを有効にするために、外科手術システムを反り返りモードから外科手術動作モードに移行させるステップ。

(d) 外科手術動作モードの間、入力デバイスアレイからの電子制御出力に回答して、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがってアーム関節の少なくとも 2 つ（例えば、少なくとも肘 2 0 1 3 および肩 2 1 0 1 の両方）を効果的に屈曲および回転させるステップ。これによって、外科手術用エンドエフェクタを移動させて 1 つまたは複数の外科手術行為を行う。

【0 1 8 7】

図 1 6 の第 4 の実施形態

【0 1 8 8】

外科手術システムは、以下を備える。

(i) ユーザ入力デバイス（例えばジョイスティック 7 0 1）。

(ii) 複数のアーム関節を備える多関節機械アーム 1 0 2 と、アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタ。

外科手術システムの動作方法は、以下のステップを含む。

(a) 反り返りモード（例えば S 1 0 1）で外科手術システムの動作を開始するためのステップ。アーム関節の屈曲および回転に関して、アーム関節の所与の関節（例えば肘）の

みの屈曲および回転を指示するために、ユーザ入力デバイスがアクティブである。

(b) 反り返りモードにある間に、エンドエフェクタを反り返り動作位置に持ってくるように、ユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、アーム関節の所与の関節の屈曲および回転によって、多関節機械アームの遠位部分を反り返らせるステップ。

(c) アーム関節の所与の関節以外のアームのアーム関節の少なくとも1つを屈曲および回転させることに關して、ユーザ入力デバイスを有効にするために、外科手術システムを反り返りモードから外科手術動作モード（例えば、121）に移行させるステップ。

(d) 外科手術動作モード中に、ユーザ入力デバイスからの電子制御出力に應答して、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって、アーム関節の少なくとも2つを効果的に屈曲および回転させるステップ。これによって外科手術用エンドエフェクタを移動させて1つまたは複数の外科手術を行う。

10

【0189】

図16の第5の実施形態

【0190】

外科手術システムを使用する方法であって、方法は以下のステップを含む。

(a) アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタ174を変位させることができる多関節機械アームを設けるステップ。アームは、対応する複数のアーム関節（例えば、肘および肩）によって（例えば、直列に）接続された複数のアームセグメントを備える。アーム関節は、ユーザ入力デバイスからの電子制御出力に應答して屈曲および回転するように構成される。

20

(b) 第1の入力モードで動作している間に、エンドエフェクタを反り返り動作位置に操縦するステップ。第1の入力モードでは、入力デバイス（例えば、サムスティックなどの1510A）またはこの変位可能な部分の変位は、アーム関節の屈曲速度および／または回転速度に変換される。

(c) エンドエフェクタが反り返り動作位置にあることの検出に応じて、かつこれを条件として、第1の入力モードでの動作から第2の入力モードでの動作に移行するステップ。第2の入力モードでは、入力デバイス（例えば、ジョイスティックなどの1510B）またはこの変位可能な部分の変位が、少なくとも1つのアームセグメントの対応する変位に変換される。

(d) 移行ステップの後、第2の入力モードで動作している間に、エンドエフェクタを用いて外科手術行為を行うステップ。

30

【0191】

図22A～Cに關する図16の特定の実施形態。

【0192】

(A) 外科手術システムは、(i) 所与のユーザ入力デバイス（例えば、多関節ユーザ入力アームおよび／または可撓性ユーザ入力アーム、例えばジョイスティック701）、ならびに

(ii) アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタ174と、複数のアーム関節（例えば肩2101および肘2103）とを備える多関節機械アーム102を備える。複数のアーム関節は、（例えば、多関節および／または可撓性の）所与のユーザ入力デバイス1510B（例えばジョイスティック701）からの電子制御出力に應答して（例えば、および任意選択で、所与のユーザ入力デバイス以外の他のユーザ入力デバイスである1つの付加的なユーザ入力デバイス1510A（例えばサムスティック501）からの出力にも應答して）、（例えば、外科手術システムの少なくとも1つの動作モードにおいて）屈曲および回転するように構成される。

40

外科手術システムの動作方法は、

a. （例えば、アームの動きが所与のユーザ入力デバイス1510bの出力によって制御されないおよび／または出力に鈍感である）第1の動作モードで外科手術システムの動作を開始するためのステップ、

b. 外科手術システムが第1の動作モードにある間（例えばステップS101）、(i)

50

多関節機械アームの1つまたは複数のアーム関節の機械化された屈曲によって、および／または回転によってアームの曲線形状を修正するステップ（例えば図22Bの2830から開始）、ならびに（ii）アームの一部または全体が、所与の（多関節および／または可撓性）ユーザ入力デバイス1510Bによって規定された現在優勢な曲線形状（例えば、形状2810）および／または所与の（多関節および／または可撓性）ユーザ入力デバイス1510Bによって規定された静止状態の曲線（例えば、形状2810）に一致する（例えば、曲線が一致するか、これらの2次元投影が一致する）曲線形状を有するか否かを検出するために前記機械アームの形状状態を監視するステップ、

c. 肯定的な一致の検出（すなわち、「肯定的な」検出とは、アームによって規定される曲線形状と所与のユーザ入力デバイスによって規定される曲線形状とが一致していることの検出）〔すなわち、図22Bでは、2830と2810とは一致していないが、図22Cではこれらが一致している〕に回答して、かつ一致を条件として、外科手術システムの動作を第1のモード（例えばステップS101）から第2のモード（例えばステップS121）へ移行させるステップ、ならびに

d. （例えば、多関節および／または可撓性の）所与のユーザ入力デバイス（例えば、1510B—例えばジョイスティック）の出力に回答して、エンドエフェクタを使用して外科手術を行うように、第2のモード（例えば所与のユーザ入力デバイスの（例えば制御）出力が、アームまたはアームのセクション（例えば非遠位セクション）もしくはアームの要素（例えばこの任意の関節）の構成を修正する）で外科手術システムを操作するステップ、を含む。

【0193】

（B）外科手術システムは、（i）ユーザ入力デバイス（例えば、多関節および／または可撓性ユーザ入力デバイス）（例えば、位置制御を有するユーザ入力デバイスによって制御される）、ならびに（ii）アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタと、複数のアーム関節とを備える多関節機械アームを備える。複数のアーム関節は、（例えば、多関節および／または可撓性の）所与の入力デバイスからの電子制御出力に回答して（例えば、任意選択で、所与のユーザ入力デバイス以外の他の入力デバイスである1つの付加的なユーザ入力デバイスからの出力にも回答して）、（例えば、外科手術システムの少なくとも1つの動作モードにおいて）屈曲および回転するように構成される。

外科手術システムの動作方法は、

a. （例えば、アームの動きが所与のユーザ入力デバイスの出力によって制御されない、および／または所与のユーザ入力デバイスの出力に鈍感である）第1の動作モードで外科手術システムの動作を開始するためのステップ、

b. 外科手術システムが第1の動作モードにある間に、（i）多関節機械アームの1つまたは複数のアーム関節の機械化された屈曲および／または回転によってアームの曲線形状を修正するステップ、（ii）アームの一部または全体が予め規定された曲線形状（例えば、1つまたは複数の局所最小値または局所最大値を有する形状、1つまたは複数の変曲点を有する形状—例えば、S字曲線形状）に一致する（例えば、曲線が一致するか、これらの2次元投影が一致する）曲線形状を有するか否かを検出するために、前記機械アームの形状状態を監視するステップ、

c. 肯定的な一致の検出に回答して、かつ一致を条件として、外科手術システムの動作を第1のモードから第2のモードへ移行させるステップ、ならびに

d. （例えば、多関節および／または可撓性の）所与のユーザ入力デバイスの出力に回答して、エンドエフェクタを使用して外科手術を行うように、第2のモード（例えば、所与のユーザ入力デバイスの（例えば、制御）出力が、アームまたはアームのセクション（例えば、非遠位セクション）もしくはアームの要素（例えば、この任意の関節）の構成を修正する）で外科手術システムを操作するステップを含む。

【0194】

図16の特定の実施形態に関連する付加的特徴。

【0195】

10

20

30

40

50

以下の1つまたは複数（例えば、任意の組み合わせ）を提供することができる。

【0196】

（1）ステップcの移行ステップは、所与のユーザ入力デバイス（例えば1510B－例えばジョイスティック）以外の異なるユーザ入力デバイス（例えば1510A－例えばサムスティックデバイス）から所与のユーザ入力デバイス（例えば1510B－例えばジョイスティック）へ、アームの構成のユーザ制御をハンドオフするステップを含む。

【0197】

（2）本方法は、外科手術システムが第2のモード（例えば、ステップS121）にある間に、これと同時にまたはこれに続いて、所与の入力デバイスまたはこの変位可能な部分の変位の大きさが、アームの少なくとも一部分および／またはアームの少なくとも1つのアームセグメントの対応する変位に変換されるように、ユーザ制御デバイス（例えば1510A－例えばサムスティックデバイス）の出力によってアーム102の構成を制御するステップをさらに備える。

10

【0198】

（3）本方法は、ステップ（d）（例えばS121）と同時にまたはそれに続いて、外科手術システムが第2のモードにある間に、所与の入力デバイスまたは変位可能な部分の変位の大きさが、アームの要素の目的位置（すなわち、現在優勢な位置と異なる位置）および／またはアームの目的構成（例えば現在優勢な構成と異なる構成）を指定（例えば完全に指定、例えば命令）するように、アームの構成をユーザ制御デバイス（例えば1510B－例えばジョイスティック701）の出力により制御するステップをさらに含む。

20

【0199】

（4）第1のモードは、（i）複数のアーム関節の適切なサブセット（例えば、肘2103のみ）に関して規定され、（ii）関節の適切なサブセットの部材でないアームの1つまたは複数のアーム関節（例えば、肩2101）の、多関節ユーザ入力デバイスからの制御信号による作動を排除し、ならびに（iii）適切なサブセットに属する1つまたは複数のアーム関節（例えば肘2103）の作動の制御を許可し、適切なサブセットの各アーム関節の屈曲および／または回転を引き起こす。

【0200】

（5）第1のモードから第2のモードへの移行ステップ時に、多関節ユーザ入力デバイス（例えば1510B－例えばジョイスティック701）は、少なくとも1つの第1モードで排除されたアーム関節の屈曲および回転の制御が有効化される（例えばジョイスティック701の703）。

30

【0201】

（6）アーム102の形状を修正するステップは、所与のユーザ入力デバイス（例えば1510B－例えばジョイスティック）によって与えられる電子制御信号に応答して実行される。

【0202】

（7）アームの形状を修正するステップは、所与のユーザ入力デバイス以外のユーザ入力デバイスによる電子制御信号に応答して実行される。

【0203】

（8）アームの形状を修正するステップは、自動的に実行される（例えば、自動反り返りなど）。

40

【0204】

（9）（i）第1のモードでは、入力デバイスまたはこの変位可能な部分の変位をアーム関節の屈曲速度および回転速度に変換するように動作する、多関節入力デバイスまたは別の入力デバイスによってアーム形状を制御し、（ii）第2のモードでは、多関節入力デバイスまたはこの変位可能な部分の変位を少なくとも1つのアームセグメントの対応する変位に変換するように動作する、多関節入力デバイスによって、アーム形状を制御する。

【0205】

図17～21の説明

50

【0206】

一例では、第1のモードと第2のモードは共に、同じ入力デバイスであるアバター的な入力アームを使用する。本明細書で上述のように、入力アームは、アームを反り返らせるための制限されたモードで使用され、この時点（反り返り時点）で、第2のモードでの完全に有効な使用に移行する。しかしながら、この時点で、入力アーム、または少なくともハンドル部材（例えば、図10のハンドル部材702）は、反り返りに用いられた屈曲の角度にしたがって、180°と同じくらいか、180°を超えて反転している可能性がある。これは、（a）ハンドル702が外科医から見て扱いづらい「逆さ」になっていること、（b）外科手術システムで使用する座標系が「逆さ」になっていること、を意味する。外科医の視点は、アームを反り返らせるために「遠位」を見ることから、アームが反り返り位置にある状態で外科手術を行うために「近位」を見ることに切り替わる。この結果、セグメント部材の変位ベクトルまたは方向転換弧は、同じx-y-z空間における対応する（例えば、平行）変位ベクトルまたは方向転換弧に変換されない。

10

【0207】

入力デバイス701およびハンドル部材702の例示的な設計を例示の目的で提供し、他の例および他の実施形態では、入力デバイスおよびハンドル部材を、異なる方法で設計および実装が可能であることに留意されたい。例えば、いくつかの実施形態では、ハンドル部材が機能的に一部品である入力デバイスからハンドル部材を物理的に取り外すことができる。別の例として、いくつかの実施形態では、アバター的な入力デバイスまたはジョイスティック的な入力デバイスは、全体的にまたはほぼ全体的にまたは大部分が、手で操作可能なおよび／または手で把持可能なハンドル部材から構成される。別の例として、いくつかの実施形態では、ハンドル部材は、ボタン、スイッチ、トグル、ホイール、ノブ、および／またはサムスティックなどの小さなスティック（網羅的ではない）を含むことによって、ハンドル部材の設計に複数の操作機能を組み込むことができる。複数の入力デバイスおよびこれらのそれぞれの機能が視覚的に単一の入力デバイスであるように見えるものに「組み合わせる」ことができる。図10の入力デバイス701およびハンドル部材702を本明細書において繰り返し示しているが、これは便宜上のため、かつ理解を容易にするためであり、入力デバイスおよびハンドル部材の設計の限定するものではないと理解されたい。

20

【0208】

ここで、第1のモードから第2のモードへ移行する際に、1つまたは複数の入力デバイスのアレイの第1の入力デバイスからアレイの第2の入力デバイスへ移行するステップが、前述の欠点を克服できることを開示する。第2の入力デバイス（アバター的な入力アーム701）のハンドル部材702を、外科医の視点から「逆さま」ではない向きに予め配置することができる。反り返りは、入力デバイス（例えば、入力デバイス501／405）を用いて実行することができる。入力デバイスの使用は、第2の入力デバイスのハンドル部材702を動かすことを含まない、もしくは要求するものではなく、または動かすとしても外科医の観点から「逆さま」になる「転換点」となり得る90°を超えて動かさない。さらに、第2の入力デバイス（入力アーム701）を制御する制御回路を、「直接」座標変換行列を使用するように設定（例えば、プログラム）することができる。「直接」座標変換行列は、すなわち、入力アームのセグメント部材の変位ベクトルを、対応する外科手術用アームセグメントの対応する（例えば、平行、または最低限、各x、yおよびz方向もしくは3方向のうちの少なくとも2方向において同じ符号を保持する）変位ベクトルに変換する、および／または入力アームのセグメント部材の方向転換弧を対応する外科手術用アームセグメントの対応する方向転換弧に変換するものである。

30

40

【0209】

したがって、いくつかの実施形態において、第1のモードから第2のモードへのハンドオフ（移行）を確実にすることが望ましい場合がある。第2のモードでは、アーム移動の制御が第1の入力デバイス（本明細書に詳述する「サムスティック」など）からアバター的な入力アームに移行する。アバター的な入力アームは、最適な向きに方向づけられたハン

50

ドル部材および（入力アームから外科手術用アームへの）直接並進可能な座標並進行列に基づいて、人間工学的快適性および利便性を確保する。

【0210】

ここで図17を参照すると、ユーザ入力デバイス701は、図18においてアーム102、または少なくともアームの遠位部分が向いているのと同じ $x-y-z$ 空間に対応する、 $x-y-z$ 空間に向けられている。図18では、アーム102の遠位端部にエンドエフェクタ174が接続されている。図18のアーム102は、屈曲していないものとして示されており、外科手術の開始時、または外科手術前のアームの向きを示している。図17～18におけるアーム102の制御とエンドエフェクタ174の位置決めは簡単である。入力デバイス701の左方向の変位は（例えば、 x 軸に沿って）アーム102の左方向の変位に変換され、前方向は（例えば、 y 軸に沿って）前方向に変換され、右方向は（再び、 x 軸に沿って）右方向を示し、後方向は（再び、 y 軸に沿って）後方向に変換される。入力デバイス701の上方への変位は、（例えば、 z 軸に沿って）アーム102の上方への変位へ変換され、下方への変位は、下方に変換される。

10

【0211】

図19および図20において、アーム102の遠位部分は反り返っており、アーム（および付属の外科手術用エンドエフェクタ174）は反り返り位置に配置されている。ユーザ入力デバイス701のハンドル部材702は、アーム102の反り返り移動をもたらすために回転させられている。この時点で外科手術動作モードに移行するとしたら、ユーザ入力デバイス701は、図19の回転した $x-y-z$ 座標系に向けられることになる。これは、図20のエンドエフェクタ174の $x-y-z$ 座標系には一致しない（これは、アーム102の反り返りにしたがって回転しており、今やエンドエフェクタ174の反り返り向き／位置と一致する）。注：反り返りアーム102の $x-y-z$ 座標系は、典型的な外科手術システムにおける外科医の視点に一致するように「反転」している。例えば、カメラ（例えばアームの先端にある内視鏡カメラ）が「反転」しない場合、外科医は、外科手術処置空間を見ることができないか、見る必要があるものを見ることができない。しかしながら、反転したハンドル702および「反転した」（反り返った）エンドエフェクタは、もはや共通の向きの3次元 $x-y-z$ 空間ではない。本明細書で上述したように、この時点で利用可能な2つの選択肢がある。デバイス701を通常用いるのとは異なる方法で異なる視点から把持するか、入力デバイス701の（具体的には、ハンドル部材702の）動作が、同じ $x-y-z$ 座標系における外科手術用アーム102に人間工学的に容易に変換されないように外科手術を実行することである。例えば、図19のデバイス701の（この $x-y-z$ 座標系に従った）左方向の変位は、エンドエフェクタの $x-y-z$ 座標系に従ったエンドエフェクタ174の右方向に変位することになり、同様に上方は下方を意味する。

20

30

【0212】

先に議論したように、「反転したハンドル」に対する第1の解決策は、アームの反り返り用に、異なるユーザ入力デバイスを使用することである。この結果、この後想定される移行後の外科手術動作モードにおいて、図17に示すような反転していないハンドルで、図20に示すようなアームおよびエンドエフェクタを制御することになる。 $x-y-z$ 座標系が互いに逆であるように見えるが、（例えば、外科医の手におけるデバイス701の）左方向の変位が（外科医の視点からの）エンドエフェクタ174の左方向の変位に変換されるように、実際には、入力デバイス701とアーム102がアライメントされることを、当業者は理解するであろう。共通の $x-y-z$ 座標系のすべての方向において同様ある（例えば、外科医が反対方向からハンドル部材を把持することができる場合を除く）。

40

【0213】

「反転したハンドル」に対する第2の解決策は、図21に示されている。先に説明したように、図19のハンドル部材702は、入力デバイス701の $x-y-z$ 座標系が回転するように、反転、すなわち、回転されている。実施形態によれば、第2の解決策の例示的な外科手術システムは、入力デバイス701の $x-y-z$ 座標系の向きを変更するように

50

構成される。言い換えれば、図 17 に示す $x-y-z$ 空間において、同じ入力デバイス 701 を第 1 の反り返りモードで使用する。この $x-y-z$ 空間は、図 19 では回転しており（「反転したハンドル」による）、入力デバイス 701 を第 2 の外科手術モード（例えば、左が右、上が下、など）で使用することは困難である。したがって、外科手術システムは、図 19 の元の、しかし反転した $x-y-z$ 座標系を図 21 の新しい $x-y-z$ 座標系に置き換える。これは図 17 の元の $x-y-z$ 座標系と一致するように見えるが、図 17 のような向きの入力デバイスではなく、図 21 のような向きの反転したハンドル入力デバイスによって誘導可能になっている。

【0214】

ここで、図 16 の特定の実施形態に関して本明細書で既に説明した、図 22A～C を参照する。図 22A は、曲線形状 2810 を有する入力デバイス 701 を示している。第 1 の時間 T_1 において、対応するアーム 102 は、図 22B に示される非屈曲形状を有する。アーム 102 は、曲線形状 2830 を有しており、これは時間 = T_1 における入力デバイス 701 の曲線形状 2810 と明らかに一致していない。異なるユーザ入力デバイス（図 22A～C には示されていない）でアーム 102 を操作した後、図 22C に示すように、アーム 102 は、時間 = T_2 より前に反り返る。この時点で、アーム 102 の曲線形状 2830 は、入力デバイス 701 の曲線形状 2810 と一致する。この一致が検出されると、図 16 の説明で前述したように、外科手術システムは、例えば図 20～21 に示すように、デバイス 701 とエンドエフェクタ 174 の $x-y-z$ 座標系が同じ向きである状態で、第 1 の（反り返り）モードから第 2 の（外科手術動作）モードへ移行することが可能である。

【0215】

図 22A～C は、外科手術用アームとユーザ入力デバイスとが一致する曲線形状の非限定的な例として反り返ったアームを示している。他の例では、対応付けられる曲線形状は、外科手術用アームの任意の有用な曲線形状を含むことができる。有用なアームの形状曲線の例示的な 2 つの例は、本明細書で上述した図 4 および図 5 に見ることができる。

【0216】

第 1 の追加の説明

【0217】

ここで、図 23A～C を参照する。

【0218】

いくつかの実施形態では、1 つまたは複数の外科手術用アームの制御を、1 つまたは複数の入力アーム、ジョイスティック、制御ハンドル、および／または、ユーザ（例えば、外科医）が操作するのに適した他の手段を介して実現でき、次いで、これは、1 つまたは複数の外科手術用アームの一致する関節動作に変換される。

【0219】

図 23A のフローチャートで参照されるように、本明細書で説明する例では、いくつかの実施形態は、外科手術用アームの二重制御を含む。いくつかの実施形態では、第 1 のユーザ入力（この例では、図 23B のサムスティック 4005）を、例えば膣を通して患者の体内に外科手術用アームを導入し、次いで、外科手術用アームを反り返らせる（4001）ために使用する。いくつかの実施形態では、患者の体内における外科手術用アームの反り返り（例えば、後方に曲げる）を、外科手術用アームが位置する領域を減少させるために行う。任意選択で、例えば腹部の内壁のような特定の器官またはこの一部などの障害物を避けるために、反り返りを外科手術中に行う。任意選択で、反り返りを、手術を実施するために、腹腔鏡外科医が慣れている向きに外科手術用アームを配置するために行う。

【0220】

次いで、いくつかの実施形態では、第 2 のユーザ入力を、この例では入力アーム 4011（例えばアバタージョイスティック）の形態で、残りの外科手術処置を実行するために使用する（4003）。

【0221】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、サムスティック4005を、制御コンソールスクリーン4007に隣接して配置する（例えば画面の対向する側）。いくつかの実施形態では、各サムスティック4005は、ユーザの親指に適した形状およびサイズのニップル型コントローラ4009を備える。いくつかの実施形態では、サムスティックのニップルは、中心にあるときに静止位置であり、親指を離すと静止位置に跳ね返るように構成される。いくつかの実施形態において、ニップルの中心の静止位置に対するニップルの移動の程度は、結果として生じる外科手術用アームの移動速度を決定する。例えば、ニップルがこの中心の静止位置から離れるように遠くに押されるほど、外科手術用アームの移動速度は大きくなる（逆もまた同様に、ニップルがこの中心の静止位置に近いほど、アームの速度は小さくなる）。

10

【0222】

いくつかの実施形態では、サムスティックを介して外科手術用アームを制御するとき、1つまたは複数の外科手術用アームの関節（例えば、肩関節、手首関節）の移動が制限される。いくつかの実施形態では、肘関節を除く全ての外科手術用アーム関節の移動が阻止され、肘関節の屈曲および／または回転のみが有効である。いくつかの実施形態では、例えばアームを前進または後退させるために、（単一体としての）外科手術用アームの直線移動も有効である。いくつかの実施形態では、ニップルの移動は、肘関節の屈曲および／または回転を作動させる。いくつかの実施形態では、アームの直線移動は、例えばサムスティック4005の本体に沿って構成された4006、4008などの押しボタンを用いて、別々のアクチュエータによって作動する。一例では、ボタン4006は、外科手術用アームを遠位に（例えば、腹部の中に）前進させ、ボタン4008は、外科手術用アームを近位に後退させる。

20

【0223】

いくつかの実施形態では、サムスティックの使用時、入力アーム4011は、例えばソレノイドロックによって、静止位置でロックされる。いくつかの実施形態では、入力アームの静止位置が、反り返り位置として選択される。任意選択で、この位置によって、外科医がサムスティックを使用して、反り返りに直接続いて処置を継続することが可能となる。いくつかの実施形態では、入力アームを操作するとき、サムスティックの操作は無効になる。

【0224】

肩関節などの選択されたアーム関節が静止したままである間、体への誘導および外科手術用アームの反り返りのためにサムスティックを使用することの潜在的な利点は、外科手術用アームの曲げ半径を減らし、それによって内腹部壁などの周囲の障害物に衝突する可能性を低減できる可能性があることである。誘導中および／または反り返りプロセスにサムスティックを使用する別の潜在的な利点は、例えば、ハンドルの人間工学が、反り返るために、外科医がハンドルを保持しながら行う必要がある回転移動をサポートするのにあまり適していない可能性のある入力アームで誘導および反り返りを行うのと比較して、外科手術用アームに対する制御が改善する可能性があることである。

30

【0225】

いくつかの実施形態では、体への外科手術用アームの導入の間、外科手術用アームはまっすぐであり（任意選択で、カニューレを介した挿入を行うため）、一方、入力アームは、静止、ロック、反り返り位置にある。任意選択で、サムスティックを用いた外科手術用アームの反り返りの後、外科医はサムスティックを離し、入力アームに手を移動させる。外科医が入力アームを把持し、任意選択で持ち上げると、自動的に外科手術用アームが制御され、外科医は、入力アームを用いて処置を継続することができる。いくつかの実施形態では、1つまたは複数の入力アーム関節がソレノイドロックによってロックされているとき、外科医が入力アームを持ち上げることによって、自動的にソレノイドロックが解除される。さらにまたは代わりに、入力アーム関節の手動ロックは、例えば、入力アーム位置を検出するセンサを介して、解除される。

40

【0226】

50

いくつかの実施形態では、システム（例えばシステムプロセッサ）は、例えば入力アームがこの静止位置にあるときに、入力アームの1つまたは複数の位置を認識し、任意選択でユーザに対して現在の位置を表示するように構成される。

【0227】

ここで、図24を参照する。いくつかの実施形態では、ユーザに力フィードバックをもたらす触覚ハンドル（この好適な例は、スイスのニヨンのForce Dimensionから入手可能な触覚デバイス「omega.7」である）を、外科手術用アームの移動および関節運動を制御するために、操作全体を通して使用する。いくつかの実施形態では、触覚ハンドルは、ユーザが、外科手術用アームがサポートしない方向へ移動させること（例えば、外科手術用アームの肘関節を後方に曲げる、同じアームの異なるセグメントで関節（例えば、肘関節）に触れる、および／またはこの他）を防ぐためのカウンターレジスタンスを有するように設定されている。いくつかの実施形態では、ハンドルは、外科手術用アームの現在の解剖学的位置および／または向きに応じて変化するカウンターレジスタンスを有するように設定される。一例として、ユーザが、避けるべき器官など、許可されない解剖学的領域に移動しようとする場合、抵抗が大きくなる場合がある。

10

【0228】

いくつかの実施形態では、触覚ハンドルは、様々な制御モードにしたがって動作するようにプログラムされる。任意選択で、制御モードは、外科手術における現在の段階にしたがって選択される。いくつかの実施形態では、異なるモード間の切り替えを、スクリーンインターフェース、制御コンソールもしくはハンドル上の1つもしくは複数のボタン、フットペダル、および／またはこの他のうちの1つまたは複数を紹介して行う。

20

【0229】

いくつかの実施形態では、外科手術用アームを患者の体内に導入し、任意選択で繰り返している手順の第1段階の間、触覚ハンドルを、「速度制御」モードで使用する（5001）。任意選択で、速度制御モードでは、ハンドルの静止位置に対するハンドルの相対的な移動によって、外科手術用アームが動かされる速度が設定される。ユーザがハンドルを静止位置からさらに遠ざけると、速度が上がり、この逆も同様である。例えば、ハンドルをこの静止位置の右に動かすと、この静止位置からのハンドルの距離に応じて決められた速度で、アーム関節（例えば、肘関節）も右へ回転させることができる。いくつかの実施形態では、速度制御モードにおいて、触覚ハンドルは、ユーザの移動に対して弾性（バネのような）カウンターレジスタンスを有するように設定される。いくつかの実施形態では、速度制御モードにおいて、制御アルゴリズムが適用され、触覚ハンドルの現在の構成を、外科手術用アームのアクチュエータ（例えば、モータ）に発せられる速度コマンドに変換する（1つまたは複数のモータギアの回転速度を増加させるなど）。

30

【0230】

体内で外科手術用アームを導入し、任意選択で繰り返らせる間に速度制御モードを使用する潜在的な利点は、反り返りの間に方向が逆転する（例えば、上向き／下向き）が、外科手術用アームの移動は制限され、変わるのは移動速度なので、この変化は無視でき、動作を自然に継続できることである。

【0231】

いくつかの実施形態では、外科手術手順の第2段階の間、任意選択で残りの手順の間、触覚ハンドルを、「位置制御」モードに設定する（5003）。任意選択で、位置制御モードでは、ハンドルの空間的な位置によって、外科手術用アームのそれぞれの位置を設定する。位置制御モードでは、触覚ハンドルのユーザの変位は、外科手術用アームへの相対的な変位コマンドに変換される。いくつかの実施形態では、触覚ハンドルの変位を変換するステップは、アルゴリズムにしたがって制御される。いくつかの実施形態では、制御は、既知のアルゴリズム（例えば、逆ヤコビアンアルゴリズム）にしたがって行われる。さらにまたは代わりに、いくつかの実施形態では、制御は、カスタムアルゴリズムによる。一例では、カスタムアルゴリズムは、移動の精度を高めるなど、ユーザの動きをスケーリングするように設定される。このようなスケーリングは、外科手術用アームの非増幅の同様

40

50

の移動を生成するために、ユーザ側で必要とされる移動を選択された比率で増幅するステップを含んでもよい。例えば、アームが距離 X を移動するために、ユーザは、 $A * X$ ($A > 1$) だけハンドルを移動させる必要がある。別の例では、信号をフィルタリングするアルゴリズムが選択され、例えば、ローパスフィルタを使用してフィルタリングし、ユーザの手の震えを削減する。

【0232】

いくつかの実施形態では、位置制御モードにおいて、クラッチ機構を備える。これによってユーザが外科手術用アームから一時的に制御を切断することが可能になる（入力触覚ハンドルの移動がもはや外科手術用アームを制御しないように）。任意選択で、切断されたとき、ユーザは、触覚ハンドルを自由に再位置決めすることができる。一例では、ユーザは、ユーザにとって次の移動を実行し制御するのがより快適である位置および／または向きに、触覚ハンドルを再位置決めする。

10

【0233】

いくつかの実施形態において、ハンドルの移動に応答してユーザが感知する抵抗の程度を選択し、制御する。一例では、フローティングモードが設定され、このモードでは、ユーザは実質的に抵抗の影響を受けず、ハンドルをあらゆる方向に自由に動かすことができる。さらにまたは代わりに、ユーザが感じる抵抗のレベルを（例えば、ユーザが、ある動きに対応して高い抵抗を感じ、別の動きに対応して低い抵抗または全く抵抗を感じないように）調整することができる。

【0234】

20

いくつかの実施形態では、抵抗の量を、外科手術用アームの解剖学的位置に基づいて制御する。例えば、外科手術用アームの近くに障害物（例えば、腹壁）が見出される場合、抵抗を大きく設定してもよい。具体的な例では、障害物が外科手術用アームの右側に見つかった場合、ユーザは、ハンドルを右に移動させることに対して高い抵抗の影響を受けるようにできる。障害物がアームの左側に見つからない場合、ユーザは、ハンドルを左に動かすことに対して低い抵抗の影響を受けるか、抵抗を受けないようにできる。任意選択で、抵抗の程度は、壁型の抵抗、ゴムのような抵抗、砂型の抵抗、および／またはこの他の抵抗を生み出すようなシステム定義の設定によって規定される。

【0235】

第2の追加の説明

30

【0236】

実施形態によれば、(i) 複数のアーム関節を備える多関節機械アームと、(ii) 前記アームを制御するための第1のユーザ入力デバイスおよび第2のユーザ入力デバイスと、(iii) 前記アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタとを備える外科手術システムの動作方法が開示されている。

方法は、

(a) 反り返りモードで前記外科手術システムの動作を開始するためのステップ（前記アーム関節の屈曲および回転に関して、(i) 前記第1のユーザ入力デバイスは、前記アーム関節の所与の関節のみの屈曲および回転を指示するためにアクティブであり、(ii) 前記第2のユーザ入力デバイスは無効である）、

40

(b) 前記反り返りモードにある間に、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に持ってくるように、前記第1のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、前記アーム関節の前記所与の関節の屈曲および回転によって、前記多関節機械アームの遠位部分を反り返させるステップ、

(c) 前記アーム関節の前記所与の関節以外の前記アームの前記アーム関節の少なくとも1つを屈曲および回転させることに関して前記第2のユーザ入力デバイスを有効化するために、前記外科手術システムを前記反り返りモードから外科手術動作モードに移行させるステップ、

(d) 前記外科手術動作モードにある間に、前記第2のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって、前記アーム関節の少

50

なくとも2つを効果的に屈曲および回転させるステップ（これによって前記外科手術用エンドエフェクタを動かして1つまたは複数の外科手術行為を実行する）を含む。

【0237】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムは、前記外科手術システムが前記反り返りモードにある間に、前記1つのアーム関節以外のアーム関節の前記作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

【0238】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップは、前記エンドエフェクタまたは前記アームの遠位部分の位置および向き of の少なくとも一方に関して、前記入力デバイスをキャリブレーションするステップを含むことができる。

【0239】

いくつかの実施形態では、前記第1の入力デバイスは、前記1つのアーム関節の作動を制御するように構成され、および／または前記1つのアーム関節以外のアーム関節の作動を制御しないように構成され得る。

【0240】

いくつかの実施形態では、前記外科手術動作モードへの移行ステップは、前記アームが反り返り位置にあることの検出に応答し、および、前記検出を条件とすることができる。

【0241】

実施形態に係る外科手術システムは、（a）複数のアーム関節を備える多関節機械アーム、および前記アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタ、ならびに（b）前記アームを制御するための第1のユーザ入力デバイスおよび第2のユーザ入力デバイスを備える。前記外科手術システムは、

（i）前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に持っていくように、前記第1のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、前記多関節機械アームの遠位部分が反り返るように動作する反り返りモード、ならびに

（ii）前記第2のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、前記アーム関節の少なくとも2つが屈曲および回転するように動作し、それによって、前記外科手術用エンドエフェクタを動かして1つまたは複数の外科手術行為を行う、外科手術動作モードが、非同期的に動作するように構成され、

（A）前記反り返りモードにある間、前記アーム関節の屈曲および回転に関して、前記第1のユーザ入力デバイスは、前記アーム関節の所与の関節のみの屈曲および回転を指示するためにアクティブであり、かつ前記第2のユーザ入力デバイスは無効であり、ならびに

（B）前記外科手術動作モードにある間、前記第2のユーザ入力デバイスは、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって、前記アーム関節の所与の関節以外の前記アームの前記アーム関節の少なくとも1つの屈曲および回転に関して有効である。

【0242】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムは、前記外科手術システムが前記反り返りモードにある間に、前記1つのアーム関節以外のアーム関節の前記作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

【0243】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムを、前記移行ステップが、前記エンドエフェクタまたは前記アームの遠位部分の位置および向き of の少なくとも一方に関して、前記入力デバイスをキャリブレーションするステップを含むように構成することができる。

【0244】

いくつかの実施形態では、前記第1の入力デバイスは、前記1つのアーム関節の作動を制御するように構成され、および／または前記1つのアーム関節以外のアーム関節の作動を制御しないように構成され得る。

【0245】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムを、前記外科手術動作モードへの移行ステップが、前記アームが反り返り位置にあることの検出に応答し、および、前記検出を条

10

20

30

40

50

件とすることができるように構成することができる。

【0246】

実施形態によれば、外科手術システムの動作方法が開示されている。本方法によれば、前記外科手術システムは、(i) ユーザ入力デバイスと、(ii) 複数のアーム関節を備える多関節機械アームと、前記アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタとを備える。

前記方法は、

(a) 反り返りモードで前記外科手術システムの動作を開始するためのステップ（前記アーム関節の屈曲および回転に関して、前記ユーザ入力デバイスは、前記アーム関節の所与の関節のみの屈曲および回転を指示するためにアクティブである）、

10

(b) 前記反り返りモードにある間に、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に持ってくるように、前記ユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、前記アーム関節の前記所与の関節の屈曲および回転によって、前記多関節機械アームの遠位部分を反り返りさせるステップ、

(c) 前記アーム関節の前記所与の関節以外の前記アームの前記アーム関節の少なくとも1つを屈曲および回転させることに関して前記ユーザ入力デバイスを有効化するために、前記外科手術システムを前記反り返りモードから外科手術動作モードに移行するステップ、

(d) 前記外科手術動作モードにある間に、前記ユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって、前記アーム関節の少なくとも2つを効果的に屈曲および回転させるステップ（これによって前記外科手術用エンドエフェクタを動かして1つまたは複数の外科手術行為を実行する）を含む。

20

【0247】

本方法のいくつかの実施形態では、前記外科手術システムは、前記外科手術システムが前記反り返りモードにある間に、前記アーム関節のうちの所与の関節以外のアーム関節の作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。いくつかのこのような実施形態では、前記制限ステップは、前記アーム関節のうちの前記所与の関節以外の前記アームの前記アーム関節の作動を無効にすることによって行うことができる。

【0248】

いくつかの実施形態では、前記ユーザ入力デバイスは、前記反り返りモードと前記外科手術動作モードの両方において、前記複数のアーム関節の前記作動を制御することができる。

30

【0249】

いくつかの実施形態では、前記ユーザ入力デバイスは、前記アーム関節のうちの前記所与の関節以外の前記アームのアーム関節の作動を制御する制御出力の生成または送信が妨げられ得る。

【0250】

いくつかの実施形態では、前記外科手術モードの移行ステップは、前記アームが反り返り位置にあることの検出に応答し、および、前記検出条件とすることができる。

【0251】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップが、前記エンドエフェクタまたは前記アームの遠位部分の位置および向き of の少なくとも一方に関して、前記ユーザ入力デバイスをキャリブレーションするステップを含むことができる。

40

【0252】

いくつかの実施形態では、前記方法が、前記第2のモードでの動作に続いて、前記アームを非屈曲位置に持ってくるように、前記アームの前記遠位端部を非屈曲にするステップをさらに含むことができる。

【0253】

実施形態によれば、外科手術システムが開示されている。外科手術システムは、(a) ユーザ入力デバイス、ならびに (b) (i) 複数のアーム関節、および (ii) 前記アーム

50

の遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタを備える、多関節機械アームを備える。

前記外科手術システムは、

(A) 前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に持っていくように、前記ユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、前記多関節機械アームの遠位部分が反り返る反り返りモード、ならびに

(B) 前記ユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して、前記アーム関節の少なくとも2つが屈曲および回転し、それによって、前記外科手術用エンドエフェクタを動かして1つまたは複数の外科手術行為を行う外科手術動作モードが、非同期的に動作するように構成され、

(A) 前記反り返りモードにある間、前記アーム関節の屈曲および回転に関して、前記ユーザ入力デバイスは、前記アーム関節の所与の関節のみの屈曲および回転を指示するためにアクティブであり、ならびに

(B) 外科手術動作モードにある間、前記ユーザ入力デバイスは、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって、前記アーム関節の所与の関節以外の前記アームの前記アーム関節の少なくとも1つの屈曲および回転に関して有効である。

【0254】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムは、前記外科手術システムが前記反り返りモードにある間に、前記アーム関節のうちの所与の関節以外のアーム関節の作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。いくつかのこのような実施形態では、前記制限ステップは、前記アーム関節のうちの前記所与の関節以外の前記アームの前記アーム関節の作動を無効にすることによって行うことができる。

【0255】

いくつかの実施形態では、前記ユーザ入力デバイスは、前記反り返りモードと前記外科手術動作モードの両方において、前記複数のアーム関節の前記作動を制御するのに有効であり得る。

【0256】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムを、前記ユーザ入力デバイスが、前記アーム関節のうちの前記所与の関節以外の前記アームのアーム関節の作動を制御する制御出力の生成または送信が妨げられ得るように構成することができる。

【0257】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムを、前記外科手術モードの移行ステップが、前記アームが反り返り位置にあることの検出に応答し、および／または、前記検出条件とすることができるように構成することができる。

【0258】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムを、前記移行ステップが、前記エンドエフェクタまたは前記アームの遠位部分の位置および向き of の少なくとも一方に関して、前記ユーザ入力デバイスをキャリブレーションするステップを含むことができるように構成することができる。

【0259】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムを、第2のモードでの動作に続いて、前記アームを非屈曲位置に持っていくように、前記アームの遠位端部を効果的に非屈曲にするようにさらに構成することができる。

【0260】

実施形態によれば、外科手術システムの動作方法が開示される。外科手術システムは、(i) 多関節機械アームの遠位端部に外科手術用エンドエフェクタおよび複数のアーム関節を備える前記多関節機械アーム、ならびに(ii) 1つまたは複数のユーザ入力デバイスの入力デバイスアレイを備え、前記アーム関節は、前記入力デバイスアレイの1つまたは複数のユーザ入力デバイスからの電子制御出力に応答して屈曲および回転するように構成される。

前記方法は、

(a) 前記アーム関節の所与の1つの関節に関して規定された第1の動作モードで前記外科手術システムの動作を開始するためのステップ(前記第1の動作モードは、前記所与の1つのアーム関節ではない前記アームの任意のアーム関節の作動を排除し、前記1つのアーム関節の屈曲および回転を引き起こすために前記1つのアーム関節の作動の制御を可能にする)、

(b) 前記外科手術システムが前記第1の動作モードにある間に(i)前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に持っていきように、前記入力デバイスアレイの前記ユーザ入力デバイスの1つまたは複数によって生成された制御信号に応答して、前記1つのアーム関節の屈曲および回転によって前記アームの遠位端部を反り返らせるステップ、(ii)前記アームが反り返り位置にあるか否かを検出するために、前記機械アームの状態を監視するステップを含む。前記方法は、

(c) 前記アームが反り返り位置にあることの検出に応答し、かつ前記検出を条件として、前記外科手術システムの動作を、前記第1の動作モードから第2の動作モードへ移行させるステップ(前記第2の動作モードでは、前記システムが各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって少なくとも1つの第1のモードで排除されたアーム関節の屈曲および回転を制御することを可能にする)、

(d) 前記エンドエフェクタを使用して外科手術を行うように、前記外科手術システムを前記第2の動作モードで操作するステップをさらに含む。

【0261】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムは、前記外科手術システムが前記第1の動作モードにある間に、前記1つのアーム関節以外のアーム関節の作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。いくつかのこのような方法では、前記制限ステップは、前記1つのアーム関節以外の前記アームのアーム関節の作動を無効にするステップによって行うことができる。いくつかのこのような実施形態では、前記入力デバイスは、前記1つのアーム関節以外の前記アームのアーム関節の作動を制御する制御出力の生成または送信を妨げられ得る。いくつかのこのような実施形態では、前記制限ステップは、前記第1の入力デバイスの能力を無効にするステップを含むことができる。いくつかのこのような実施形態では、(i)前記入力デバイスアレイの第1の入力デバイスが、前記外科手術システムが前記第1の動作モードにある間、前記1つのアーム関節の作動を制御し、第2の入力デバイスが、前記外科手術システムが前記第2の動作モードにある間、前記複数のアーム関節の作動を制御し、および/または(ii)前記制限ステップが、第1の入力デバイスを設けるステップにより行われ、前記第1の入力デバイスは、前記1つのアーム関節の作動を制御するように構成され、前記1つのアーム関節以外のアーム関節の作動を制御するように構成されていないようにすることができる。

【0262】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップは、前記エンドエフェクタまたは前記アームの遠位部分の位置および向き of の少なくとも一方に関して前記入力デバイスをキャリブレーションするステップを含むことができる。

【0263】

いくつかの実施形態では、前記入力デバイスアレイの第1の入力デバイスが、前記外科手術システムが前記第1の動作モードにある間、前記1つのアーム関節の作動を制御し、および/または前記入力デバイスアレイの第2の入力デバイスが、前記外科手術システムが前記第2の動作モードにある間、前記複数のアーム関節の作動を制御することができる。

【0264】

いくつかの実施形態では、前記移行ステップが、前記エンドエフェクタまたは前記アームの遠位部分の位置および向き of の少なくとも一方に関して、前記第2の入力デバイスをキャリブレーションするステップを含むことができる。

【0265】

いくつかの実施形態では、単一のユーザ入力デバイスが、前記第1の動作モードおよび前記第2の動作モードの両方において、前記複数のアーム関節の作動を制御することができ

10

20

30

40

50

る。

【0266】

本方法のいくつかの実施形態では、前記外科手術システムは、ディスプレイスクリーンを備える制御コンソールをさらに備えることができ、前記入力デバイスアレイの少なくとも1つのユーザ入力デバイスは、前記ディスプレイスクリーン上または前記ディスプレイスクリーンに近接して配置される。

【0267】

いくつかの実施形態では、前記アームの直線的な前進および後退を作動させるための付加的なユーザ入力デバイスが、前記入力デバイスアレイの少なくとも1つのユーザ入力デバイス上に配置され得るか、ユーザ入力デバイスと同位置に配置され得るか、ユーザ入力デバイスに近接して配置され得る。

10

【0268】

いくつかの実施形態では、前記反り返り動作位置が、外科手術の処置場所に位置するか、処置場所に近接して位置することができる。

【0269】

いくつかの実施形態では、前記第2のモードにおける操作ステップは、前記アームが前記反り返り位置にある状態とできる。

【0270】

いくつかの実施形態では、前記第2のモードにおける操作ステップに続いて、前記アームを非屈曲位置に持ってくるように前記アームの前記遠位端部を非屈曲にするステップをさらに含むことができる。

20

【0271】

実施形態によれば、第1の動作モードおよび第2の動作モードが非同期に動作するように構成されており、ならびに外科手術用エンドエフェクタと共に使用するための外科手術システムは、(a) 1つまたは複数のユーザ入力デバイスの入力デバイスアレイ、ならびに(b) 多関節機械アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタ、および前記入力デバイスアレイの1つまたは複数の入力デバイスによって生成された制御信号に応答して屈曲および回転するように構成された複数のアーム関節を有する多関節機械アームを備える。ここで、

(i) 前記第1の動作モードは、前記アーム関節の所与の1つの関節に関して定義され、前記第1の動作モードは、前記所与の1つのアーム関節ではない前記アームの任意のアーム関節の作動を排除し、前記1つのアーム関節の作動を制御して、前記1つのアーム関節の屈曲および回転を引き起こすことが可能であり、

30

(ii) 前記システムは、前記第1の動作モードの間に、前記外科手術用エンドエフェクタを反り返り動作位置に持ってくるように、前記入力デバイスアレイの前記ユーザ入力デバイスの1つまたは複数からの電子制御出力に応答して、前記1つのアーム関節を作動させて、前記1つのアーム関節の屈曲および回転を引き起こすことによって、前記アームの前記遠位端部を反り返らせるように構成され、

(iii) 前記第2の動作モードは、前記複数のアーム関節に関して規定され、前記第2の動作モードによって、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって、前記第1のモードで排除されたアーム関節の少なくとも1つの作動の制御が可能になり、

40

(iv) 前記システムは、前記アームが反り返り位置にあることの検出に応答して、および前記検出を条件として、前記第1の動作モードから前記第2の動作モードに移行するように構成され、前記第2の動作モードの間に、前記エンドエフェクタを使用して外科手術行為を行う。

【0272】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムは、前記外科手術システムが前記第1の動作モードにある間に、前記1つのアーム関節以外のアーム関節の作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。いくつかのこのような実施形態では、前記制限ステップは、前記1つのアーム関節以外の前記アームのアーム関節の作動を無効にする

50

ステップによって行うことができる。いくつかのこのような実施形態では、前記入力デバイスは、前記 1 つのアーム関節以外の前記アームのアーム関節の作動を制御する制御出力の生成または送信を妨げられ得る。いくつかのこのような実施形態では、前記制限ステップは、前記第 1 の入力デバイスの能力を無効にするステップを含むことができる。いくつかのこのような実施形態では、(i) 前記入力デバイスアレイの第 1 の入力デバイスが、前記外科手術システムが前記第 1 の動作モードにある間、前記 1 つのアーム関節の作動を制御し、第 2 の入力デバイスが、前記外科手術システムが前記第 2 の動作モードにある間、前記複数のアーム関節の作動を制御し、および／または (i i) 前記制限ステップが、第 1 の入力デバイスを設けるステップにより行われ、前記第 1 の入力デバイスは、前記 1 つのアーム関節の作動を制御するように構成され、前記 1 つのアーム関節以外のアーム関節の作動を制御するように構成されていないようにすることができる。

10

【 0 2 7 3 】

いくつかの実施形態では、前記システムを、前記移行ステップが、前記エンドエフェクタまたは前記アームの遠位部分の位置および向き of の少なくとも一方に関して前記入力デバイスをキャリブレーションするステップを含むことができるように構成することができる。

【 0 2 7 4 】

いくつかの実施形態では、前記入力デバイスアレイの第 1 の入力デバイスが、前記外科手術システムが前記第 1 の動作モードにある間、前記 1 つのアーム関節の作動を制御するのに有効であり、および／または前記入力デバイスアレイの第 2 の入力デバイスが、前記外科手術システムが前記第 2 の動作モードにある間、前記複数のアーム関節の作動を制御するの

20

【 0 2 7 5 】

いくつかの実施形態では、前記システムを、前記移行ステップが、前記エンドエフェクタまたは前記アームの遠位部分の位置および向き of の少なくとも一方に関して、前記第 2 の入力デバイスをキャリブレーションするステップを含むことができるように構成することができる。

【 0 2 7 6 】

いくつかの実施形態では、単一のユーザ入力デバイスが、前記第 1 の動作モードおよび前記第 2 の動作モードの両方において、前記複数のアーム関節の作動を制御するの

30

【 0 2 7 7 】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムは、ディスプレイスクリーンを備える制御コンソールをさらに備えることができ、前記入力デバイスアレイの少なくとも 1 つのユーザ入力デバイスは、前記ディスプレイスクリーン上または前記ディスプレイスクリーンに近接して配置される。

【 0 2 7 8 】

いくつかの実施形態では、前記アームの直線的な前進および後退を作動させるための付加的なユーザ入力デバイスが、前記入力デバイスアレイの少なくとも 1 つのユーザ入力デバイス上に配置され得るか、ユーザ入力デバイスと同位置に配置され得るか、ユーザ入力デバイスに近接して配置され得る。

40

【 0 2 7 9 】

いくつかの実施形態では、前記反り返り動作位置が、外科手術の処置場所に位置するか、処置場所に近接して位置することができる。

【 0 2 8 0 】

いくつかの実施形態では、前記第 2 のモードにおける操作ステップは、前記アームが前記反り返り位置にある状態とできる。

【 0 2 8 1 】

いくつかの実施形態では、前記第 2 のモードにおける操作ステップに続いて、前記アームを非屈曲位置に持ってくるように前記アームの前記遠位端部を効果的に非屈曲にするようにさらに構成され得る。

50

実施形態によれば、(i) 複数のアーム関節を備える多関節機械アーム、および前記アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタ、ならびに(ii) 前記アームを制御するための1つまたは複数のユーザ入力デバイスの入力デバイスアレイを備える外科手術システムの動作方法が開示されている。

前記方法は、

(a) 前記アーム関節の所与の関節以外のどのアーム関節も屈曲または回転させることなく、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に持ってくるように、前記入力デバイスアレイからの電子制御出力に応答して、前記アーム関節の前記所与の関節の屈曲および回転によって、前記多関節機械アームの遠位端部を反り返らせるステップ、ならびに

(b) 前記屈曲および回転ステップは、前記アームが反り返り位置にあることの検出に応答して、および前記検出を条件として、前記入力デバイスアレイからの電子制御出力に応答して、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって、前記アーム関節の少なくとも2つを効果的に屈曲および回転させるステップ（これによって前記外科手術用エンドエフェクタを動かして1つまたは複数の外科手術行為を行う）を含む。

10

【0282】

前記方法のいくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記反り返りステップの間、前記アーム関節のうちの所与の関節以外のアーム関節の作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

【0283】

いくつかの実施形態では、前記1つまたは複数の外科手術行為の実行の後、前記アームを非屈曲位置に持ってくるように前記アームの遠位端部を非屈曲にするステップをさらに含むことができる。

20

【0284】

実施形態によれば、外科手術システムは、

(a) (i) 複数のアーム関節、および(ii) 前記アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタを備える多関節機械アーム、ならびに

(b) 前記アームを制御するための1つまたは複数のユーザ入力デバイスの入力デバイスアレイを備える。

前記外科手術システムは、

(i) アーム関節の所与の関節以外のどの前記アーム関節も屈曲または回転させずに、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に持っていくように、前記入力デバイスアレイからの電子制御出力に応答して、前記アーム関節の前記所与の関節を屈曲および回転させることによって、前記多関節機械アームの遠位部分を反り返らせるように構成され、ならびに

30

(ii) 前記アームが反り返り位置にあることの検出に応答して、および前記検出を条件にして、ならびに、前記入力デバイスアレイからの電子制御出力に応答して、各アーム関節のそれぞれの自由度にしたがって前記アーム関節のうちの少なくとも2つを効果的に屈曲および回転させ、これによって前記外科手術用エンドエフェクタを動かして1つまたは複数の外科手術行為を実行するように構成される。

【0285】

いくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記反り返りステップの間、前記アーム関節のうちの所与の関節以外のアーム関節の作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

40

【0286】

前記方法のいくつかの実施形態では、前記外科手術システムが、前記反り返りステップの間、前記アーム関節のうちの所与の関節以外のアーム関節の作動を制限するのに有効な制御回路をさらに備えることができる。

【0287】

いくつかの実施形態では、前記1つまたは複数の外科手術行為の実行の後、前記アームを非屈曲位置に持ってくるように前記アームの遠位端部を非屈曲にするステップをさらに含

50

むことができる。

【0288】

実施形態によれば、外科手術システムの使用方法が開示されている。前記方法は、

(a) 多関節機械アームの遠位端部に外科手術用エンドエフェクタを有する前記多関節機械アームを設けるステップ（前記アームは、ユーザ入力デバイスからの電子制御出力にตอบสนองして屈曲および回転するように構成された対応する複数のアーム関節によって直列接続された複数のアームセグメントを備え、前記設けるステップは、前記エンドエフェクタが変位するように設けられる）、

(b) 第1の入力モードで動作している間に、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置へ操縦するステップ（前記第1の入力モードは、入力デバイスまたは前記入力デバイスの変位可能な部分の変位を、(i) アーム関節の屈曲および(ii) アーム関節の回転のうちの少なくとも一方の速度に変換する）、

(c) 前記エンドエフェクタが前記反り返り動作位置にあることの検出にตอบสนองして、および前記検出を条件として、前記第1の入力モードでの動作から第2の入力モードでの動作に移行するステップ（前記第2の入力モードでは、入力デバイスまたは前記入力デバイスの変位可能な部分の変位を少なくとも1つのアームセグメントの対応する変位に変換する）、ならびに

d. 前記移行するステップの後、および前記第2の入力モードで動作している間に、前記エンドエフェクタを使用して外科手術を行うステップを含む。

【0289】

いくつかの実施形態では、前記第1の入力モードと前記第2の入力モードの両方において、単一のユーザ入力デバイスを使用することができる。

【0290】

いくつかの実施形態では、前記第1の入力モードでは第1の入力デバイスを使用し、および／または前記第2の入力モードでは第2の入力デバイスを使用することであることができる。

【0291】

いくつかの実施形態では、前記アームの直線的な前進および後退を作動させるために、追加のユーザ入力デバイスを使用することができる。

【0292】

いくつかの実施形態では、前記反り返り動作位置が、外科手術の処置場所に位置するか、前記処置場所に近接して位置することができる。

【0293】

実施形態によれば、外科手術用エンドエフェクタと共に使用するための外科手術システムは、

(a) 多関節機械アームの遠位端部にある外科手術用エンドエフェクタを有する前記多関節機械アーム（前記アームは、ユーザ入力デバイスからの電子制御出力にตอบสนองして屈曲および回転するように構成された対応する複数のアーム関節によって直列接続された複数のアームセグメントを備える）、ならびに

(b) 前記アームを制御するための1つまたは複数の入力デバイスのアレイを備える。
前記外科手術システムは、

(i) (A) 入力デバイスまたは前記入力デバイスの変位可能な部分の変位をアーム関節の屈曲および回転の速度に変換する第1の入力モードと、(B) 入力デバイスまたは前記入力デバイスの変位可能な部分の変位を少なくとも1つのアームセグメントの対応する変位に変換する第2の入力モードとが、非同期に動作するように構成され、

(ii) 前記第1の入力モードで動作している間に、前記エンドエフェクタが変位する第1の段階の間、前記エンドエフェクタを反り返り動作位置に操縦するように構成され、ならびに

(iii) 前記第2の入力モードで動作している間に、前記エンドエフェクタを使用して外科手術行為を行うように構成される。

【0294】

いくつかの実施形態では、前記システムを、前記第1の入力モードと前記第2の入力モードの両方において、単一のユーザ入力デバイスを使用することができるように構成することができる。

【0295】

いくつかの実施形態では、前記システムを、前記第1の入力モードでは第1の入力デバイスを使用し、および／または前記第2の入力モードでは第2の入力デバイスを使用するように構成することができる。

【0296】

いくつかの実施形態では、前記システムを、前記アームの直線的な前進および後退を作動させるために、追加のユーザ入力デバイスを使用するように構成することができる。

【0297】

いくつかの実施形態では、前記反り返り動作位置が、外科手術の処置場所に位置するか、前記処置場所に近接して位置することができる。

【0298】

本発明を、発明を実施するための形態を用いて説明してきたが、これらは例として提供されるものであり、本発明の範囲を限定することを意図するものではない。説明された実施形態は、異なる特徴を有し、このすべてが本発明のすべての実施形態で必要とされるわけではない。本発明のいくつかの実施形態は、特徴のいくつかまたは特徴の可能な組み合わせのみを利用する。本発明が属する技術分野の当業者には、説明された本発明の実施形態の変形、および説明された実施形態で指摘される特徴の様々な組み合わせを有する本発明の実施形態が思い浮かぶであろう。

【0299】

本書に記載された任意の特徴または特徴の組み合わせは、2019年4月8日に出願され、米国特許公開201902314445として公開された米国特許出願第16／377,280号、2018年3月8日に提出され、米国特許出願公開第20180256246号明細書として公開された米国特許出願第15／915,237号、2017年3月9日に提出され、米国特許出願公開第20170258539号明細書として公開された米国特許出願第15／454,123号、および2017年2月6日に提出され、米国特許出願公開第20170239005号明細書として公開された米国特許出願第15／501,862号に記載された任意の特徴および組み合わせと組み合わせることができ、これらは全てこの全体を完全に記載するかのようにここに参照によって援用する。

【0300】

本開示の明細書および特許請求の範囲において、各動詞「備える」、「含む」および「有する」、ならびにこれらの活用は、動詞の1つまたは複数の目的語が、必ずしも動詞の1つまたは複数の主語の構成要素、構成、要素または一部の完全なリストであるとは限らないことを示すために使用する。本明細書で 사용되는場合、単数形の「a」、「an」および「the」は、文脈が明らかにそうでないことを規定しない限り、複数形の参照を含む。例えば、「マーキング」または「少なくとも1つのマーキング」という用語は、複数のマーキングを含むことができる。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

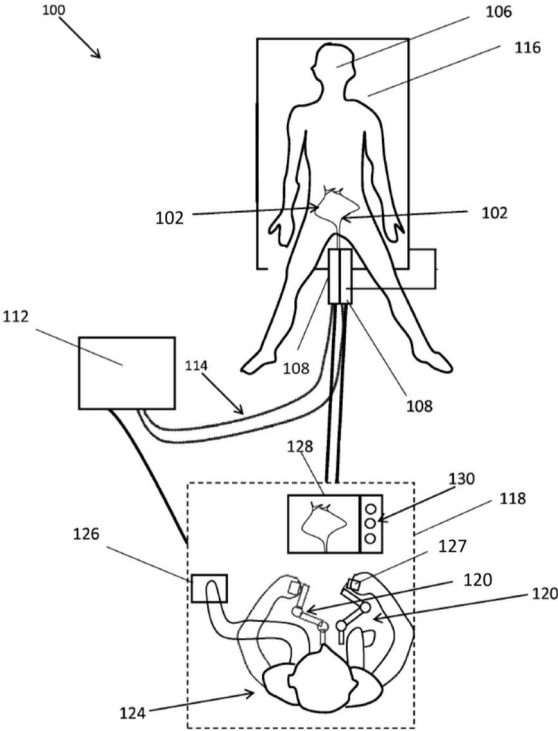


FIG. 1

【図 2】

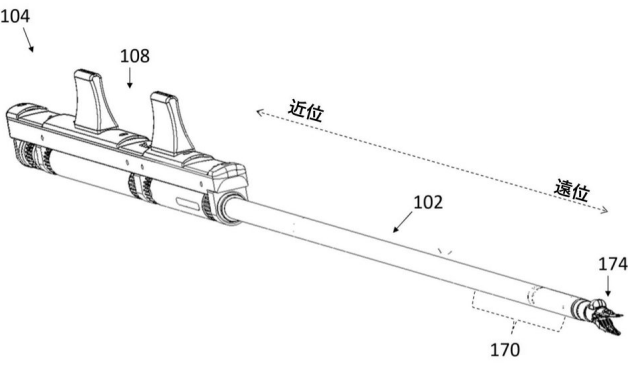


FIG. 2A

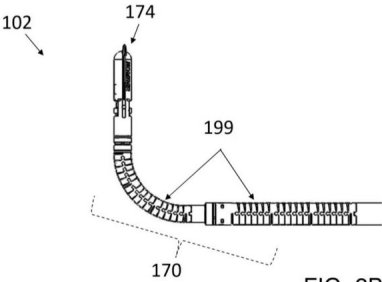


FIG. 2B

【図 3】

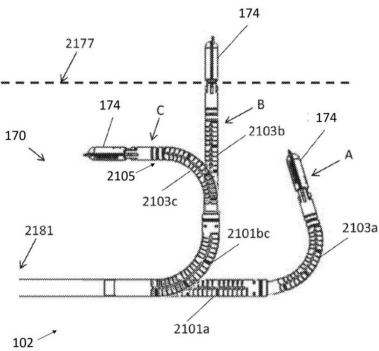


FIG. 3A

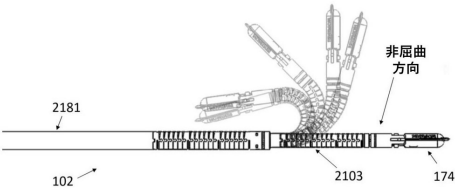


FIG. 3B

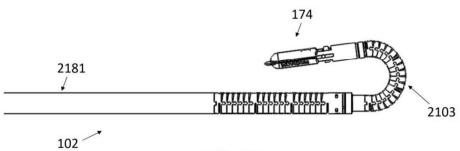


FIG. 3C

【図 4】

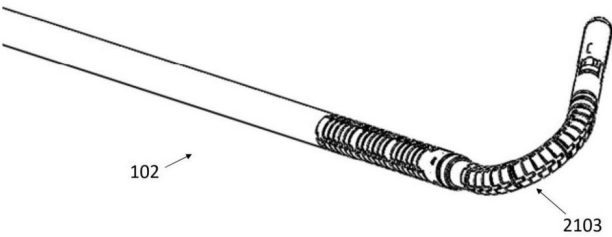


FIG. 4

10

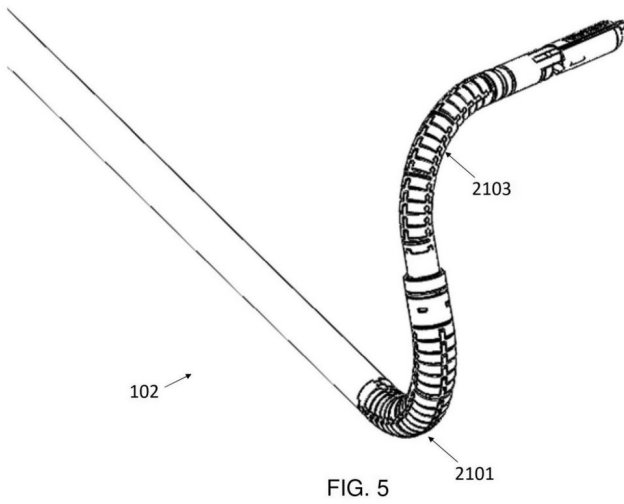
20

30

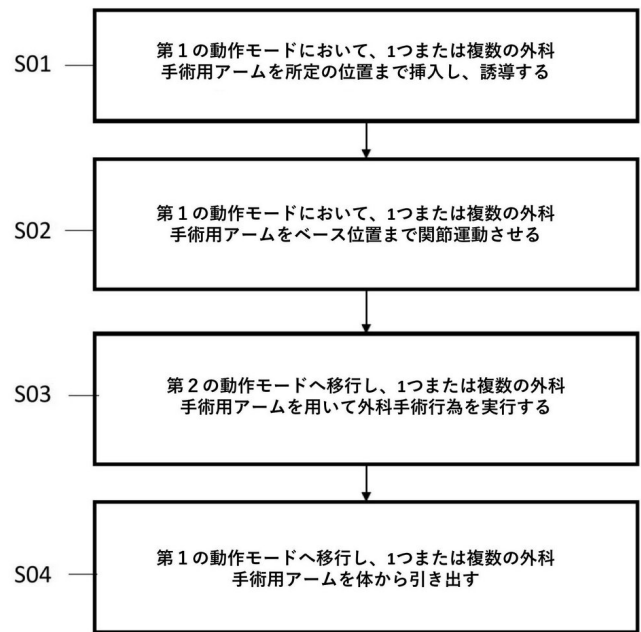
40

50

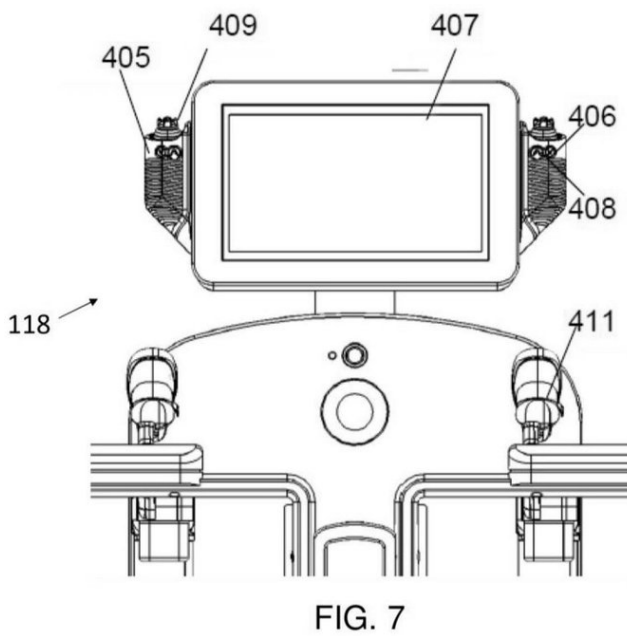
【図 5】



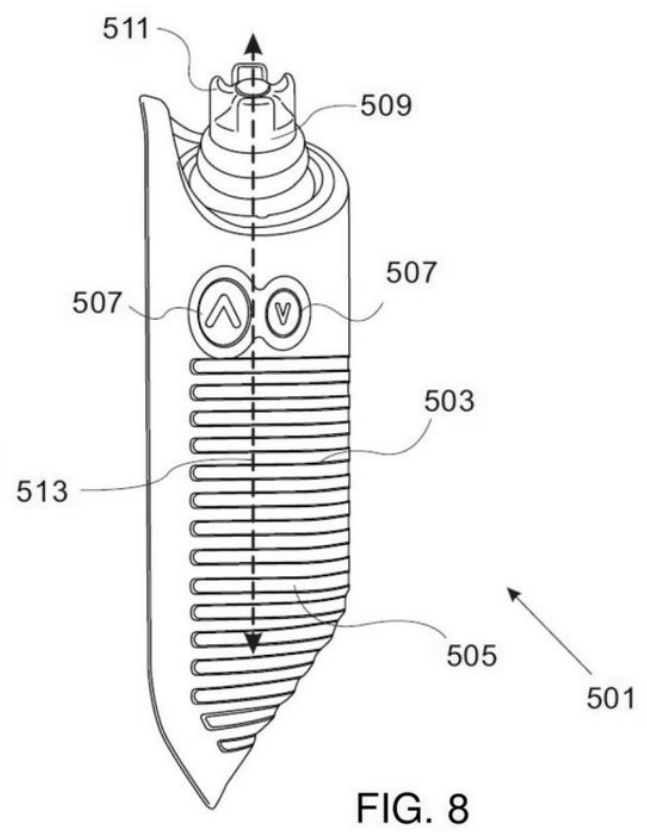
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

【図 9】

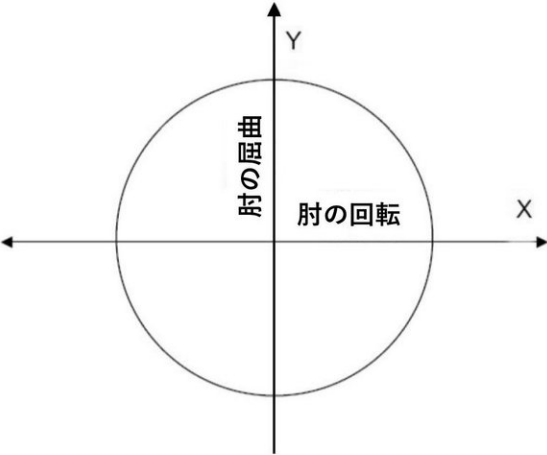


FIG. 9

【図 10】

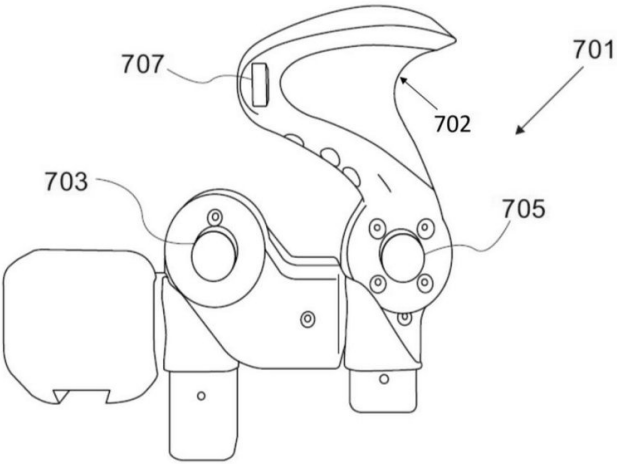


FIG. 10

【図 11】

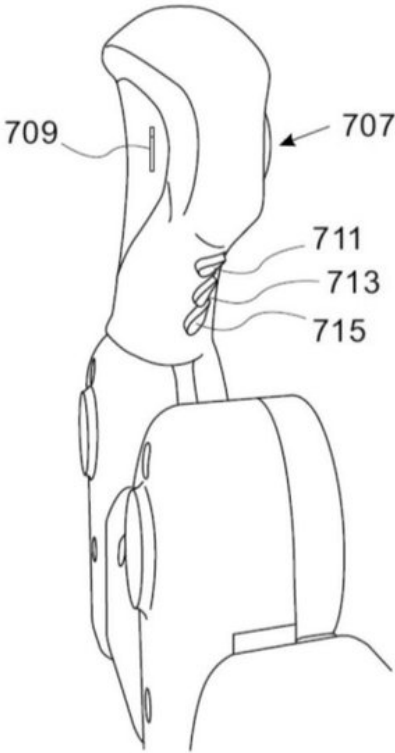


FIG. 11

【図 12】

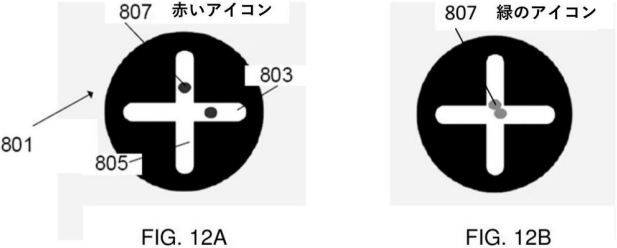


FIG. 12A

FIG. 12B

10

20

30

40

50

【図 1 3】

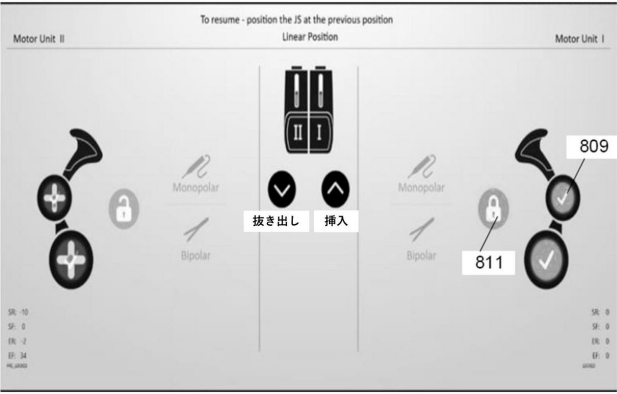


FIG. 13

【図 1 4 A】

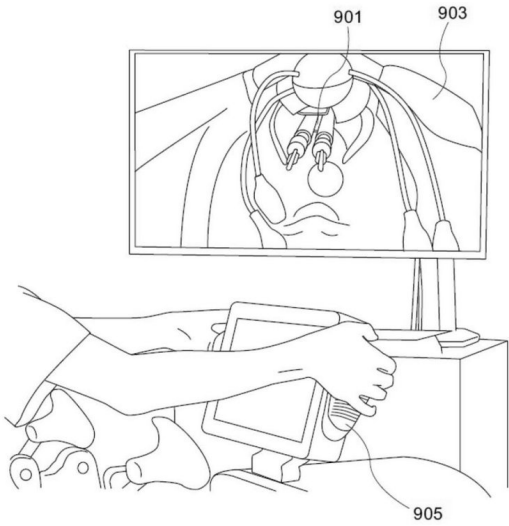


FIG. 14A

10

【図 1 4 B】

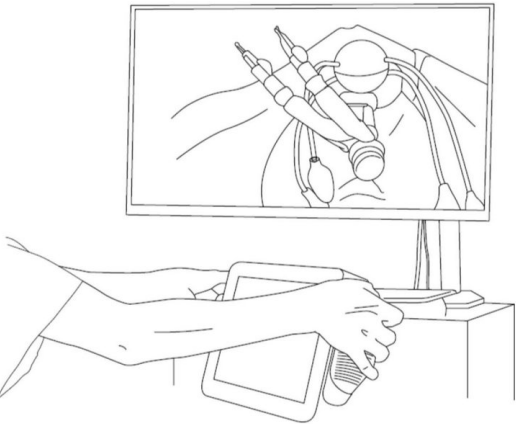


FIG. 14B

【図 1 4 C】

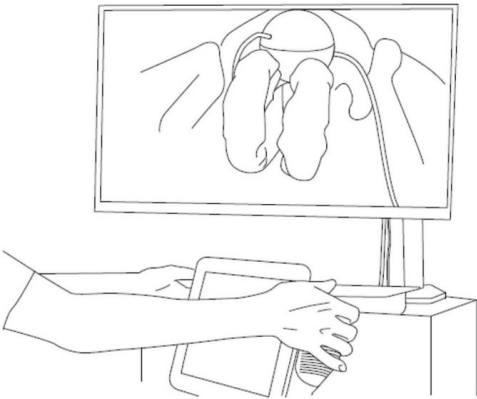


FIG. 14C

20

30

40

50

【図 1 4 D】

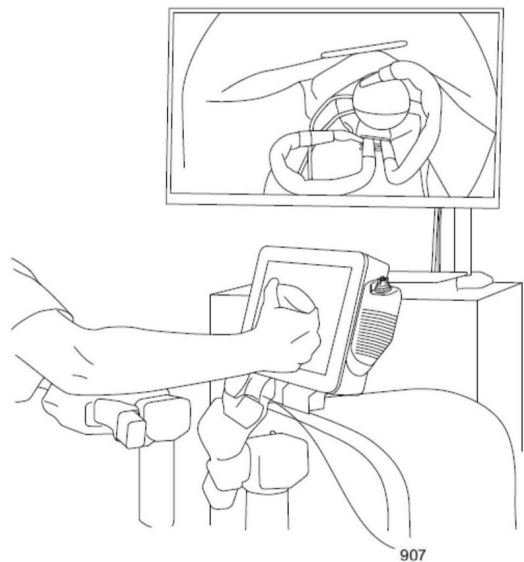


FIG. 14D

【図 1 4 E】

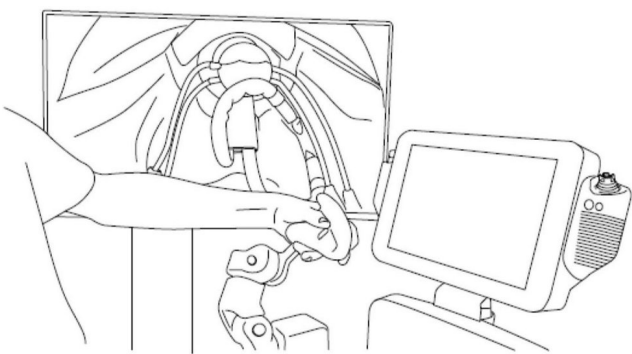


FIG. 14E

【図 1 5】

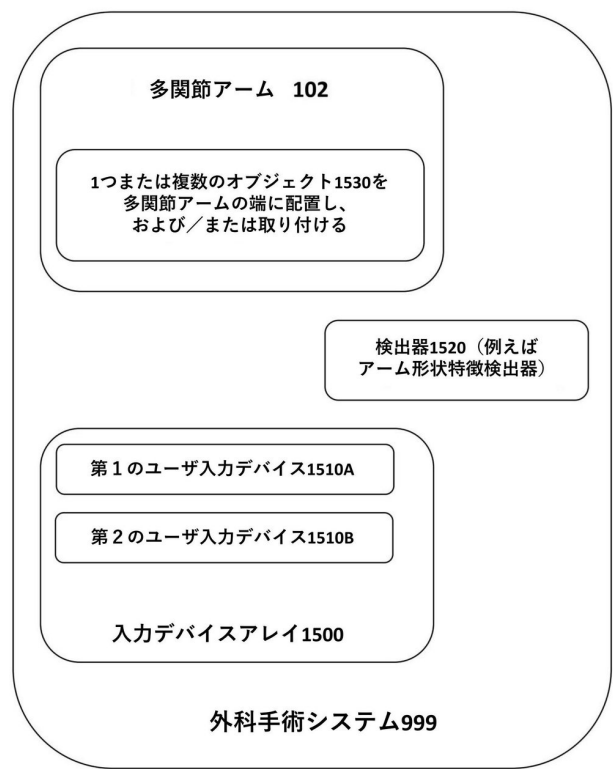


FIG. 15

【図 1 6】

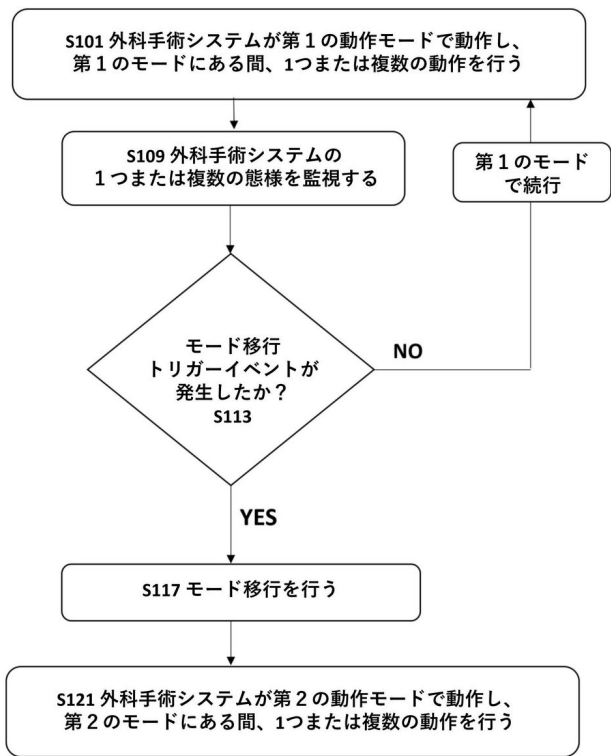


FIG. 16

10

20

30

40

50

【図 17】

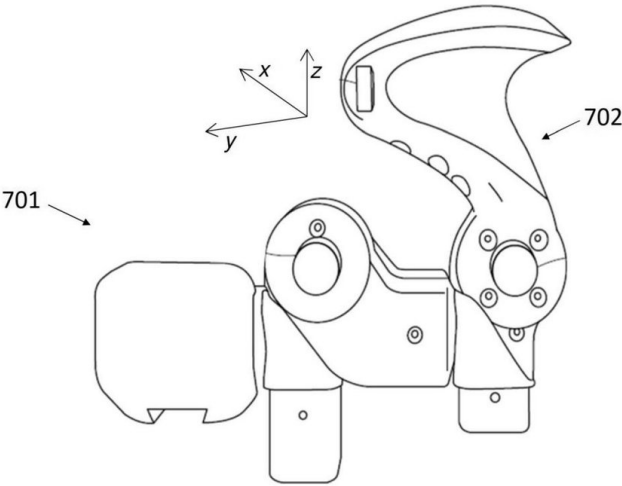


FIG. 17

【図 18】

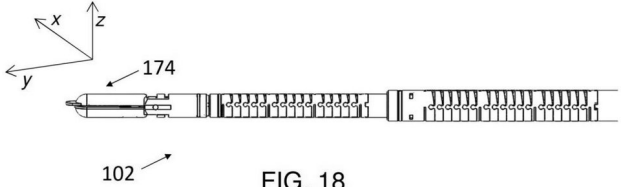


FIG. 18

【図 19】

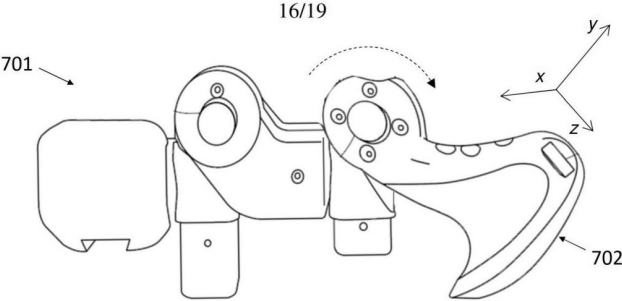


FIG. 19

【図 20】

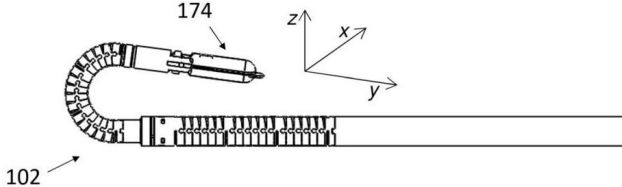


FIG. 20

10

20

30

40

50

【図 2 1】

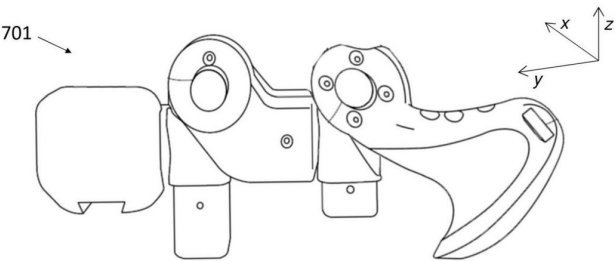


FIG. 21

【図 2 2】

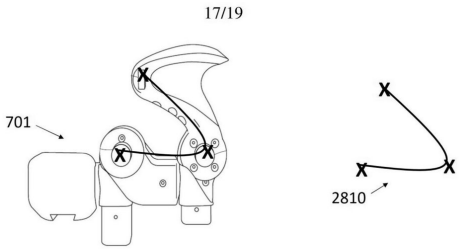


FIG. 22A

時間 = T1

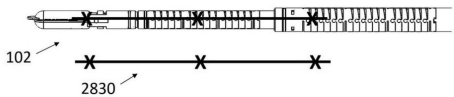


FIG. 22B

時間 = T2

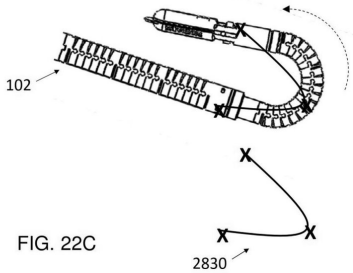


FIG. 22C

【図 2 3】

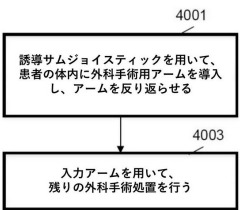


FIG. 23A

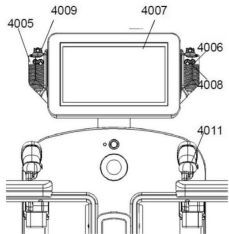


FIG. 23B

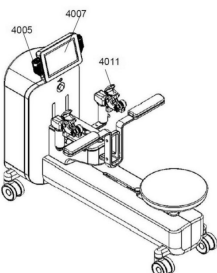


FIG. 23C

【図 2 4】

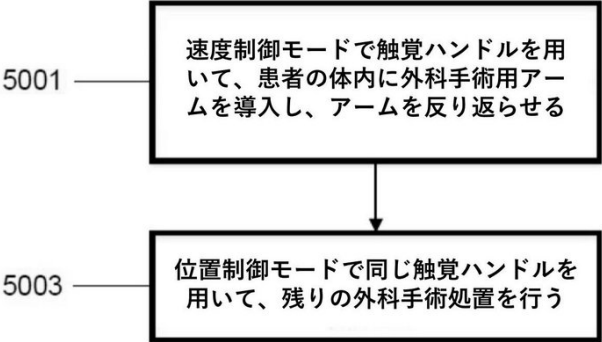


FIG. 24

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB2020/061508
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER See extra sheet. 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) See extra sheet. 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 practicable, search terms used) Databases consulted: Esp@cenet, Derwent Innovation, Orbit, Similari (AI-based) Search terms used: robot, articulate, joint, arm, input, device, vector, matrix		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2017086932 A1 ETHICON ENDO-SURGERY LLC 30 Mar 2017 (2017/03/30) para.[0051], [0057], [0076]-[0078], [0085]-[0089]; fig. 4-10, 12	10-16
X	US 2016213435 A1 INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS 28 Jul 2016 (2016/07/28) para.[0053], [0057], [0062], [0067], [0108], [0111], [0113], [0114]; fig. 1, 2, 4, 5, 9	17-34
X	US 2019231445 A1 MEMIC INNOVATIVE SURGERY LTD 01 Aug 2019 (2019/08/01) para.[0324], [0353], [0356], [0373], [0401], [0425], [0499], [0500], [0517], [0522]-[0526], [0545], [0546], [0591]; fig. 1, 3A-3I, 7-10, 19	1-9
A	US 2016242860 A1 INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS 25 Aug 2016 (2016/08/25) * the whole document *	1-34
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 Mar 2021		Date of mailing of the international search report 25 Mar 2021
Name and mailing address of the ISA: Israel Patent Office Technology Park, Bldg.5, Malcha, Jerusalem, 9695101, Israel Email address: pctoffice@justice.gov.il		Authorized officer AHARONY Meytal Telephone No. 972-73-3927138

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
US 2017086932 A1	30 Mar 2017	US 2017086932 A1	30 Mar 2017
		US 10258419 B2	16 Apr 2019
US 2016213435 A1	28 Jul 2016	US 2016213435 A1	28 Jul 2016
		AT 155059 T	15 Jul 1997
		AT 215430 T	15 Apr 2002
		AT 238140 T	15 May 2003
		AT 305639 T	15 Oct 2005
		AT 310264 T	15 Dec 2005
		AT 365953 T	15 Jul 2007
		AT 439808 T	15 Sep 2009
		AT 446721 T	15 Nov 2009
		AT 449576 T	15 Dec 2009
		AT 460127 T	15 Mar 2010
		AT 464852 T	15 May 2010
		AT 495703 T	15 Feb 2011
		AT 500793 T	15 Mar 2011
		AT 521923 T	15 Sep 2011
		AT 523157 T	15 Sep 2011
		AT 544414 T	15 Feb 2012
		AT 547059 T	15 Mar 2012
		AT 547060 T	15 Mar 2012
		BR 112012028374 A2	21 Mar 2017
		BR 112012028375 A2	21 Mar 2017
		BR 112012028375 B1	12 Jan 2021
		BR 112012028465 A2	19 Jul 2016
		BR 112012028465 B1	07 Apr 2020
		BR 112012029169 A2	18 Jul 2017
		BR 112012029169 B1	05 May 2020
		CA 2128606 A1	22 Jul 1993

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CA 2128606 C	22 Jul 2008
		CA 2189775 A1	16 Nov 1995
		CA 2189775 C	11 Jul 2000
		CA 2255692 A1	27 Nov 1997
		CA 2255692 C	09 Dec 2003
		CA 2255934 A1	27 Nov 1997
		CA 2255934 C	13 Sep 2005
		CA 2273939 A1	18 Jun 1998
		CA 2273939 C	11 Apr 2006
		CA 2498922 A1	27 Nov 1997
		CA 2498922 C	11 Apr 2006
		CA 2632123 A1	22 Jul 1993
		CA 2632123 C	23 Mar 2010
		CN 101027010 A	29 Aug 2007
		CN 101027010 B	07 Sep 2011
		CN 101222882 A	16 Jul 2008
		CN 101222882 B	27 Mar 2013
		CN 101227870 A	23 Jul 2008
		CN 101227870 B	08 Aug 2012
		CN 101242788 A	13 Aug 2008
		CN 101242788 B	13 Apr 2011
		CN 101242789 A	13 Aug 2008
		CN 101242789 B	19 Oct 2011
		CN 101321606 A	10 Dec 2008
		CN 101321606 B	17 Apr 2013
		CN 101325920 A	17 Dec 2008
		CN 101325920 B	01 Feb 2012
		CN 101340848 A	07 Jan 2009
		CN 101340848 B	21 Mar 2012
		CN 101340850 A	07 Jan 2009
		CN 101340850 B	15 Jun 2011

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 101340852 A	07 Jan 2009
		CN 101340852 B	28 Dec 2011
		CN 101426412 A	06 May 2009
		CN 101426412 B	11 Dec 2013
		CN 101500470 A	05 Aug 2009
		CN 101500470 B	25 Mar 2015
		CN 101912307 A	15 Dec 2010
		CN 101912307 B	24 Jun 2015
		CN 102058437 A	18 May 2011
		CN 102058437 B	25 Mar 2015
		CN 102076276 A	25 May 2011
		CN 102076276 B	14 Jan 2015
		CN 102170835 A	31 Aug 2011
		CN 102170835 B	21 Jan 2015
		CN 102327152 A	25 Jan 2012
		CN 102327152 B	23 Feb 2018
		CN 102341054 A	01 Feb 2012
		CN 102341054 B	16 Mar 2016
		CN 102341055 A	01 Feb 2012
		CN 102448399 A	09 May 2012
		CN 102448399 B	16 Dec 2015
		CN 102448680 A	09 May 2012
		CN 102448680 B	27 Apr 2016
		CN 102458294 A	16 May 2012
		CN 102764159 A	07 Nov 2012
		CN 102764159 B	21 Jan 2015
		CN 102802550 A	28 Nov 2012
		CN 102802550 B	09 Mar 2016
		CN 102892363 A	23 Jan 2013
		CN 102892374 A	23 Jan 2013
		CN 102892374 B	24 Jun 2015

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 102892375 A	23 Jan 2013
		CN 102892375 B	19 Aug 2015
		CN 102892376 A	23 Jan 2013
		CN 102892376 B	20 Apr 2016
		CN 102905641 A	30 Jan 2013
		CN 102905641 B	16 Mar 2016
		CN 103192388 A	10 Jul 2013
		CN 103192388 B	10 Feb 2016
		CN 103211563 A	24 Jul 2013
		CN 103211563 B	16 Oct 2018
		CN 103930063 A	16 Jul 2014
		CN 103930063 B	16 Nov 2016
		CN 103930064 A	16 Jul 2014
		CN 103930064 B	19 Apr 2017
		CN 104334109 A	04 Feb 2015
		CN 104334109 B	23 Jun 2017
		CN 104334110 A	04 Feb 2015
		CN 104334110 B	03 Oct 2017
		CN 104363850 A	18 Feb 2015
		CN 104363850 B	18 Aug 2017
		CN 104490474 A	08 Apr 2015
		CN 104490474 B	05 Apr 2017
		CN 104688281 A	10 Jun 2015
		CN 104688281 B	19 Apr 2017
		CN 104688282 A	10 Jun 2015
		CN 104688327 A	10 Jun 2015
		CN 104688327 B	09 Jun 2017
		CN 104688328 A	10 Jun 2015
		CN 104688328 B	29 Mar 2017
		CN 104688349 A	10 Jun 2015
		CN 104688349 B	10 May 2017

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 104717935 A	17 Jun 2015
		CN 104717935 B	06 Apr 2018
		CN 104718054 A	17 Jun 2015
		CN 104718054 B	01 Mar 2017
		CN 104720887 A	24 Jun 2015
		CN 104720887 B	10 May 2017
		CN 104736093 A	24 Jun 2015
		CN 104736093 B	05 Jun 2018
		CN 104736094 A	24 Jun 2015
		CN 104736094 B	28 Jul 2017
		CN 104758055 A	08 Jul 2015
		CN 104758055 B	05 Mar 2019
		CN 104958085 A	07 Oct 2015
		CN 104958085 B	26 Sep 2017
		CN 104958111 A	07 Oct 2015
		CN 104958111 B	03 Oct 2017
		CN 105050526 A	11 Nov 2015
		CN 105050526 B	01 Jun 2018
		CN 105050528 A	11 Nov 2015
		CN 105050528 B	19 Apr 2019
		CN 105050529 A	11 Nov 2015
		CN 105050529 B	28 Aug 2018
		CN 105073058 A	18 Nov 2015
		CN 105073058 B	13 Mar 2018
		CN 105120788 A	02 Dec 2015
		CN 105120788 B	16 Oct 2018
		CN 105125263 A	09 Dec 2015
		CN 105125263 B	02 Feb 2018
		CN 105338920 A	17 Feb 2016
		CN 105338920 B	26 Jan 2018
		CN 105616007 A	01 Jun 2016

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 105616007 B	17 May 2019
		CN 105748026 A	13 Jul 2016
		CN 105748026 B	10 Nov 2017
		CN 105852974 A	17 Aug 2016
		CN 105852974 B	08 Jan 2019
		CN 105852976 A	17 Aug 2016
		CN 105852976 B	05 Nov 2019
		CN 106236277 A	21 Dec 2016
		CN 106236277 B	31 May 2019
		CN 106456265 A	22 Feb 2017
		CN 106456265 B	30 Jul 2019
		CN 106901837 A	30 Jun 2017
		CN 106901837 B	08 Nov 2019
		CN 107397591 A	28 Nov 2017
		CN 107397591 B	03 Apr 2020
		CN 107595392 A	19 Jan 2018
		CN 107595392 B	27 Nov 2020
		CN 108143497 A	12 Jun 2018
		CN 108143497 B	26 Jun 2020
		CN 108309454 A	24 Jul 2018
		CN 108309458 A	24 Jul 2018
		CN 108524001 A	14 Sep 2018
		CN 109077699 A	25 Dec 2018
		CN 109077699 B	02 Feb 2021
		CN 109171975 A	11 Jan 2019
		CN 109700535 A	03 May 2019
		CN 110115630 A	13 Aug 2019
		CN 110604619 A	24 Dec 2019
		DE 60022911 D1	09 Feb 2006
		DE 60022911 T2	22 Jun 2006
		DE 60024079 D1	22 Dec 2005

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		DE 60024079 T2	17 Aug 2006
		DE 60143909 D1	03 Mar 2011
		DE 69312053 D1	14 Aug 1997
		DE 69312053 T2	30 Oct 1997
		DE 69331789 D1	08 May 2002
		DE 69331789 T2	13 Mar 2003
		DE 69332914 D1	28 May 2003
		DE 69332914 T2	26 Feb 2004
		DE 69535523 D1	09 Aug 2007
		DE 69535523 T2	03 Apr 2008
		DE 69941305 D1	01 Oct 2009
		DE 69941600 D1	10 Dec 2009
		DE 69941725 D1	07 Jan 2010
		DE 69942129 D1	22 Apr 2010
		DE 69942281 D1	02 Jun 2010
		DE 102006059163 A1	16 Aug 2007
		DE 102006059163 B4	06 Jun 2019
		DE 102006059165 A1	09 Aug 2007
		DE 102006059165 B4	04 Sep 2014
		DE 602006020599 D1	21 Apr 2011
		EP 0623066 A1	09 Nov 1994
		EP 0623066 B1	09 Jul 1997
		EP 0758469 A1	19 Feb 1997
		EP 0758469 A4	05 Nov 1997
		EP 0758469 B1	27 Jun 2007
		EP 0776738 A2	04 Jun 1997
		EP 0776738 A3	16 Jul 1997
		EP 0776738 B1	03 Apr 2002
		EP 0776739 A2	04 Jun 1997
		EP 0776739 A3	16 Jul 1997
		EP 0776739 B1	23 Apr 2003

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 1015068 A1	05 Jul 2000
		EP 1015068 A4	09 Apr 2008
		EP 1015068 B1	07 Sep 2011
		EP 1015944 A1	05 Jul 2000
		EP 1015944 A4	31 Dec 2008
		EP 1015944 B1	27 Feb 2013
		EP 1131004 A1	12 Sep 2001
		EP 1131004 A4	11 Jul 2007
		EP 1131004 B1	28 Oct 2009
		EP 1139881 A1	10 Oct 2001
		EP 1139881 A4	11 Jul 2007
		EP 1139881 B1	25 Nov 2009
		EP 1146830 A1	24 Oct 2001
		EP 1146830 A4	29 Dec 2004
		EP 1146830 B1	21 Apr 2010
		EP 1148807 A1	31 Oct 2001
		EP 1148807 A4	11 Jul 2007
		EP 1148807 B1	10 Mar 2010
		EP 1150601 A2	07 Nov 2001
		EP 1150601 A4	15 Aug 2007
		EP 1150601 B1	19 Aug 2009
		EP 1181627 A2	27 Feb 2002
		EP 1181627 A4	16 Oct 2002
		EP 1181627 B1	16 Nov 2005
		EP 1269389 A1	02 Jan 2003
		EP 1269389 A4	29 Oct 2003
		EP 1269389 B1	28 Sep 2005
		EP 1355565 A2	29 Oct 2003
		EP 1355565 A4	26 Aug 2009
		EP 1355565 B1	19 Jan 2011
		EP 1356781 A2	29 Oct 2003

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 1356781 A3	24 Jul 2013
		EP 1471830 A1	03 Nov 2004
		EP 1471830 A4	20 Oct 2010
		EP 1650615 A1	26 Apr 2006
		EP 1650615 B1	24 Aug 2011
		EP 1793761 A2	13 Jun 2007
		EP 1793761 B1	01 May 2013
		EP 1840818 A2	03 Oct 2007
		EP 1840818 A3	01 Jul 2015
		EP 1849566 A2	31 Oct 2007
		EP 1849566 A3	01 Jul 2015
		EP 1885273 A2	13 Feb 2008
		EP 1885273 B1	08 Feb 2012
		EP 1893118 A1	05 Mar 2008
		EP 1893118 B1	11 Jul 2018
		EP 1897511 A2	12 Mar 2008
		EP 1897511 A3	23 Jul 2008
		EP 1897511 B1	12 Feb 2014
		EP 1901884 A2	26 Mar 2008
		EP 1901884 B1	13 Feb 2019
		EP 1928342 A1	11 Jun 2008
		EP 1928342 B1	12 Feb 2020
		EP 1931275 A1	18 Jun 2008
		EP 1931275 B1	09 Mar 2011
		EP 1962711 A1	03 Sep 2008
		EP 1962711 B1	29 Feb 2012
		EP 1965711 A2	10 Sep 2008
		EP 1965711 B1	31 Aug 2016
		EP 1965717 A2	10 Sep 2008
		EP 1965717 B1	16 May 2012
		EP 2037794 A2	25 Mar 2009

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2037794 A4	04 Mar 2015
		EP 2038712 A2	25 Mar 2009
		EP 2038712 B1	17 Aug 2011
		EP 2038712 B2	28 Aug 2019
		EP 2046538 A2	15 Apr 2009
		EP 2046538 B1	21 Dec 2011
		EP 2106764 A2	07 Oct 2009
		EP 2106764 A3	23 Dec 2009
		EP 2135577 A2	23 Dec 2009
		EP 2135577 A3	25 Aug 2010
		EP 2135637 A2	23 Dec 2009
		EP 2135637 A3	15 Feb 2012
		EP 2135637 B1	21 May 2014
		EP 2138105 A2	30 Dec 2009
		EP 2138105 A3	31 Mar 2010
		EP 2138105 B1	29 Feb 2012
		EP 2231050 A1	29 Sep 2010
		EP 2231050 B1	20 Jun 2012
		EP 2253288 A2	24 Nov 2010
		EP 2253288 A3	17 Jul 2013
		EP 2253288 B1	27 Mar 2019
		EP 2253289 A2	24 Nov 2010
		EP 2253289 A3	27 Jun 2012
		EP 2253289 B1	24 Aug 2016
		EP 2263592 A2	22 Dec 2010
		EP 2263592 A3	20 Mar 2013
		EP 2263592 B1	09 Dec 2015
		EP 2263593 A2	22 Dec 2010
		EP 2263593 A3	13 Mar 2013
		EP 2263593 B1	11 Mar 2015
		EP 2263594 A2	22 Dec 2010

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2263594 A3	10 Apr 2013
		EP 2263594 B1	31 Aug 2016
		EP 2263595 A2	22 Dec 2010
		EP 2263595 A3	06 Mar 2013
		EP 2263595 B1	17 Sep 2014
		EP 2269500 A2	05 Jan 2011
		EP 2269500 A3	18 May 2011
		EP 2269500 B1	21 Jun 2017
		EP 2289455 A2	02 Mar 2011
		EP 2289455 A3	06 Apr 2016
		EP 2289455 B1	13 Nov 2019
		EP 2298216 A2	23 Mar 2011
		EP 2298216 A3	22 Oct 2014
		EP 2298216 B1	20 Apr 2016
		EP 2298217 A2	23 Mar 2011
		EP 2298217 A3	22 Oct 2014
		EP 2298217 B1	10 Aug 2016
		EP 2298218 A2	23 Mar 2011
		EP 2298218 A3	13 Jun 2012
		EP 2298218 B1	15 Jun 2016
		EP 2298219 A2	23 Mar 2011
		EP 2298219 A3	30 May 2012
		EP 2298219 B1	20 Apr 2016
		EP 2298222 A2	23 Mar 2011
		EP 2298222 A3	07 Mar 2012
		EP 2326277 A1	01 Jun 2011
		EP 2326277 B1	21 Mar 2018
		EP 2332477 A2	15 Jun 2011
		EP 2332477 A3	22 Aug 2012
		EP 2332477 B1	07 Mar 2018
		EP 2332478 A2	15 Jun 2011

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2332478 A3	14 Nov 2012
		EP 2332478 B1	16 Aug 2017
		EP 2332479 A2	15 Jun 2011
		EP 2332479 A3	22 Aug 2012
		EP 2332479 B1	05 Jul 2017
		EP 2332480 A2	15 Jun 2011
		EP 2332480 A3	10 Oct 2012
		EP 2332480 B1	26 Apr 2017
		EP 2332481 A2	15 Jun 2011
		EP 2332481 A3	29 Aug 2012
		EP 2332481 B1	05 Jul 2017
		EP 2332482 A2	15 Jun 2011
		EP 2332482 A3	28 Nov 2012
		EP 2332482 B1	12 Apr 2017
		EP 2332483 A2	15 Jun 2011
		EP 2332483 A3	14 Nov 2012
		EP 2332483 B1	12 Apr 2017
		EP 2332484 A2	15 Jun 2011
		EP 2332484 A3	26 Sep 2012
		EP 2332484 B1	25 Jan 2017
		EP 2335635 A1	22 Jun 2011
		EP 2335635 B1	20 Jul 2016
		EP 2338432 A1	29 Jun 2011
		EP 2338432 B1	11 Feb 2015
		EP 2338433 A1	29 Jun 2011
		EP 2338433 B1	11 Feb 2015
		EP 2349053 A1	03 Aug 2011
		EP 2349053 B1	21 Feb 2018
		EP 2356951 A1	17 Aug 2011
		EP 2359769 A1	24 Aug 2011
		EP 2359769 B1	14 Oct 2015

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2359770 A1	24 Aug 2011
		EP 2359770 B1	06 May 2015
		EP 2360708 A1	24 Aug 2011
		EP 2362283 A2	31 Aug 2011
		EP 2362283 A3	05 Mar 2014
		EP 2362283 B1	25 Nov 2015
		EP 2362284 A2	31 Aug 2011
		EP 2362284 A3	22 May 2013
		EP 2362284 B1	20 May 2015
		EP 2362285 A2	31 Aug 2011
		EP 2362285 A3	03 Jul 2013
		EP 2362285 B1	25 Mar 2015
		EP 2362286 A2	31 Aug 2011
		EP 2362286 A3	26 Feb 2014
		EP 2362286 B1	02 Sep 2015
		EP 2363091 A2	07 Sep 2011
		EP 2363091 A3	28 Mar 2012
		EP 2363091 B1	27 Apr 2016
		EP 2391289 A1	07 Dec 2011
		EP 2391289 B1	23 Nov 2016
		EP 2391290 A1	07 Dec 2011
		EP 2391290 B1	05 Feb 2020
		EP 2414137 A2	08 Feb 2012
		EP 2414137 B1	21 Jun 2017
		EP 2416727 A2	15 Feb 2012
		EP 2416727 B1	17 May 2017
		EP 2441394 A2	18 Apr 2012
		EP 2441394 A3	02 Jul 2014
		EP 2441394 B1	05 Apr 2017
		EP 2441395 A2	18 Apr 2012
		EP 2441395 A3	18 Jun 2014

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2442743 A1	25 Apr 2012
		EP 2442743 B1	03 Oct 2018
		EP 2444004 A2	25 Apr 2012
		EP 2444004 A3	18 Jul 2012
		EP 2444004 B1	02 Mar 2016
		EP 2444005 A2	25 Apr 2012
		EP 2444005 A3	18 Jul 2012
		EP 2444005 B1	19 Aug 2015
		EP 2444006 A2	25 Apr 2012
		EP 2444006 A3	18 Jul 2012
		EP 2444006 B1	26 Aug 2015
		EP 2445436 A1	02 May 2012
		EP 2445436 B1	30 Nov 2016
		EP 2559396 A2	20 Feb 2013
		EP 2559396 A3	11 Dec 2013
		EP 2559396 B1	25 Mar 2020
		EP 2568894 A1	20 Mar 2013
		EP 2568908 A1	20 Mar 2013
		EP 2568908 B1	11 Mar 2020
		EP 2568909 A1	20 Mar 2013
		EP 2568909 B1	08 Nov 2017
		EP 2568912 A1	20 Mar 2013
		EP 2568912 B1	28 Nov 2018
		EP 2568913 A1	20 Mar 2013
		EP 2568913 B1	12 Feb 2020
		EP 2687182 A1	22 Jan 2014
		EP 2687183 A1	22 Jan 2014
		EP 2687183 B1	25 Mar 2020
		EP 2687184 A1	22 Jan 2014
		EP 2687184 B1	01 Mar 2017
		EP 2687185 A1	22 Jan 2014

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2687185 B1	17 Apr 2019
		EP 2687186 A1	22 Jan 2014
		EP 2687186 B1	17 Feb 2021
		EP 2689740 A1	29 Jan 2014
		EP 2689740 B1	25 Oct 2017
		EP 2745795 A1	25 Jun 2014
		EP 2745795 B1	28 Oct 2020
		EP 2775950 A1	17 Sep 2014
		EP 2775950 A4	26 Aug 2015
		EP 2775950 B1	08 Jan 2020
		EP 2775951 A1	17 Sep 2014
		EP 2775951 A4	26 Aug 2015
		EP 2775951 B1	06 Jan 2021
		EP 2854687 A1	08 Apr 2015
		EP 2854687 A4	17 Feb 2016
		EP 2854688 A1	08 Apr 2015
		EP 2854688 A4	17 Feb 2016
		EP 2854690 A1	08 Apr 2015
		EP 2854690 A4	27 Jan 2016
		EP 2854690 B1	01 Apr 2020
		EP 2884935 A1	24 Jun 2015
		EP 2884935 A4	22 Jun 2016
		EP 2884935 B1	08 Apr 2020
		EP 2884936 A1	24 Jun 2015
		EP 2884936 A4	27 Apr 2016
		EP 2884937 A1	24 Jun 2015
		EP 2884937 A4	13 Apr 2016
		EP 2885114 A1	24 Jun 2015
		EP 2885114 A4	29 Jun 2016
		EP 2932884 A1	21 Oct 2015
		EP 2932884 B1	09 Sep 2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2969403 A1	20 Jan 2016
		EP 2969404 A1	20 Jan 2016
		EP 2969405 A1	20 Jan 2016
		EP 2969406 A1	20 Jan 2016
		EP 2969407 A1	20 Jan 2016
		EP 2969409 A1	20 Jan 2016
		EP 2969409 A4	16 Nov 2016
		EP 2987461 A1	24 Feb 2016
		EP 2987461 B1	13 Sep 2017
		EP 3042625 A1	13 Jul 2016
		EP 3042625 B1	01 May 2019
		EP 3104324 A1	14 Dec 2016
		EP 3104324 B1	18 Apr 2018
		EP 3111876 A2	04 Jan 2017
		EP 3111876 A3	29 Mar 2017
		EP 3111876 B1	24 Jul 2019
		EP 3115159 A1	11 Jan 2017
		EP 3115159 B1	16 May 2018
		EP 3119319 A1	25 Jan 2017
		EP 3119319 A4	22 Nov 2017
		EP 3119319 B1	15 Jul 2020
		EP 3181087 A1	21 Jun 2017
		EP 3181087 B1	18 Dec 2019
		EP 3199120 A1	02 Aug 2017
		EP 3199120 B1	24 Jul 2019
		EP 3231386 A1	18 Oct 2017
		EP 3231386 B1	17 Mar 2021
		EP 3231387 A1	18 Oct 2017
		EP 3231387 B1	06 Nov 2019
		EP 3231388 A1	18 Oct 2017
		EP 3246135 A1	22 Nov 2017

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 3281752 A1	14 Feb 2018
		EP 3281752 B1	05 Aug 2020
		EP 3351203 A1	25 Jul 2018
		EP 3372184 A1	12 Sep 2018
		EP 3372184 B1	12 Aug 2020
		EP 3385039 A1	10 Oct 2018
		EP 3385039 B1	06 Nov 2019
		EP 3395508 A1	31 Oct 2018
		EP 3398728 A1	07 Nov 2018
		EP 3398728 B1	27 Nov 2019
		EP 3459429 A1	27 Mar 2019
		EP 3590459 A1	08 Jan 2020
		EP 3613547 A1	26 Feb 2020
		EP 3632629 A1	08 Apr 2020
		EP 3636197 A1	15 Apr 2020
		EP 3639784 A1	22 Apr 2020
		EP 3673857 A1	01 Jul 2020
		EP 3677209 A1	08 Jul 2020
		EP 3753522 A1	23 Dec 2020
		ES 2248066 T3	16 Mar 2006
		ES 2287934 T3	16 Dec 2007
		ES 2371533 T3	04 Jan 2012
		ES 2381462 T3	28 May 2012
		ES 2381975 T3	04 Jun 2012
		FR 2894807 A1	22 Jun 2007
		FR 2894807 B1	03 Aug 2012
		FR 2895230 A1	29 Jun 2007
		FR 2895230 B1	27 Jul 2012
		FR 2974000 A1	19 Oct 2012
		FR 2974000 B1	20 Dec 2013
		FR 2996116 A1	04 Apr 2014

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		FR 2996116 B1	19 Apr 2019
		JP H07504363 A	18 May 1995
		JP 3583777 B2	04 Nov 2004
		JP 2002504863 A	12 Feb 2002
		JP 3999816 B2	31 Oct 2007
		JP 2002500524 A	08 Jan 2002
		JP 4058113 B2	05 Mar 2008
		JP 2002503976 A	05 Feb 2002
		JP 4077516 B2	16 Apr 2008
		JP 2005261956 A	29 Sep 2005
		JP 4156606 B2	24 Sep 2008
		JP H10504763 A	12 May 1998
		JP 4172816 B2	29 Oct 2008
		JP 2004322310 A	18 Nov 2004
		JP 4324511 B2	02 Sep 2009
		JP 2007325960 A	20 Dec 2007
		JP 4430095 B2	10 Mar 2010
		JP 2007325961 A	20 Dec 2007
		JP 4430096 B2	10 Mar 2010
		JP 2007050270 A	01 Mar 2007
		JP 4443548 B2	31 Mar 2010
		JP 2005515012 A	26 May 2005
		JP 4723186 B2	13 Jul 2011
		JP 2007260429 A	11 Oct 2007
		JP 4799489 B2	26 Oct 2011
		JP 2007260430 A	11 Oct 2007
		JP 4799490 B2	26 Oct 2011
		JP 2008514357 A	08 May 2008
		JP 4943338 B2	30 May 2012
		JP 2007167644 A	05 Jul 2007
		JP 5043414 B2	10 Oct 2012

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 2009520573 A	28 May 2009
		JP 5101519 B2	19 Dec 2012
		JP 2009183733 A	20 Aug 2009
		JP 5131598 B2	30 Jan 2013
		JP 2009522017 A	11 Jun 2009
		JP 5152993 B2	27 Feb 2013
		JP 2009509653 A	12 Mar 2009
		JP 5193049 B2	08 May 2013
		JP 2011025058 A	10 Feb 2011
		JP 5207558 B2	12 Jun 2013
		JP 2011156407 A	18 Aug 2011
		JP 5213993 B2	19 Jun 2013
		JP 2011183186 A	22 Sep 2011
		JP 5219226 B2	26 Jun 2013
		JP 2011183187 A	22 Sep 2011
		JP 5255670 B2	07 Aug 2013
		JP 2009522016 A	11 Jun 2009
		JP 5264505 B2	14 Aug 2013
		JP 2012120884 A	28 Jun 2012
		JP 5283241 B2	04 Sep 2013
		JP 2009509654 A	12 Mar 2009
		JP 5288609 B2	11 Sep 2013
		JP 2011200666 A	13 Oct 2011
		JP 5289504 B2	11 Sep 2013
		JP 2011194247 A	06 Oct 2011
		JP 5301607 B2	25 Sep 2013
		JP 2010214166 A	30 Sep 2010
		JP 5318826 B2	16 Oct 2013
		JP 2009539573 A	19 Nov 2009
		JP 5324432 B2	23 Oct 2013
		JP 2012213655 A	08 Nov 2012

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 5372225 B2	18 Dec 2013
		JP 2012152583 A	16 Aug 2012
		JP 5386602 B2	15 Jan 2014
		JP 2012061350 A	29 Mar 2012
		JP 5398036 B2	29 Jan 2014
		JP 2007167643 A	05 Jul 2007
		JP 5403864 B2	29 Jan 2014
		JP 2012157744 A	23 Aug 2012
		JP 5431527 B2	05 Mar 2014
		JP 2012115690 A	21 Jun 2012
		JP 5458122 B2	02 Apr 2014
		JP 2011525845 A	29 Sep 2011
		JP 5583123 B2	03 Sep 2014
		JP 2012125589 A	05 Jul 2012
		JP 5610547 B2	22 Oct 2014
		JP 2013066775 A	18 Apr 2013
		JP 5642208 B2	17 Dec 2014
		JP 2013135859 A	11 Jul 2013
		JP 5649143 B2	07 Jan 2015
		JP 2012504017 A	16 Feb 2012
		JP 5675621 B2	25 Feb 2015
		JP 2013075195 A	25 Apr 2013
		JP 5700584 B2	15 Apr 2015
		JP 2013188574 A	26 Sep 2013
		JP 5707449 B2	30 Apr 2015
		JP 2013027733 A	07 Feb 2013
		JP 5709318 B2	30 Apr 2015
		JP 2014054535 A	27 Mar 2014
		JP 5744130 B2	01 Jul 2015
		JP 2013528064 A	08 Jul 2013
		JP 5775154 B2	09 Sep 2015

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 2014004483 A	16 Jan 2014
		JP 5778234 B2	16 Sep 2015
		JP 2013530738 A	01 Aug 2013
		JP 5782114 B2	24 Sep 2015
		JP 2013138965 A	18 Jul 2013
		JP 5787374 B2	30 Sep 2015
		JP 2014012212 A	23 Jan 2014
		JP 5791203 B2	07 Oct 2015
		JP 2014076361 A	01 May 2014
		JP 5807974 B2	10 Nov 2015
		JP 2014057849 A	03 Apr 2014
		JP 5839612 B2	06 Jan 2016
		JP 2014057850 A	03 Apr 2014
		JP 5839613 B2	06 Jan 2016
		JP 2014057851 A	03 Apr 2014
		JP 5839614 B2	06 Jan 2016
		JP 2014054534 A	27 Mar 2014
		JP 5839615 B2	06 Jan 2016
		JP 2014057853 A	03 Apr 2014
		JP 5839616 B2	06 Jan 2016
		JP 2012521855 A	20 Sep 2012
		JP 5840121 B2	06 Jan 2016
		JP 2013526337 A	24 Jun 2013
		JP 5849090 B2	27 Jan 2016
		JP 2014057848 A	03 Apr 2014
		JP 5851459 B2	03 Feb 2016
		JP 2014028228 A	13 Feb 2014
		JP 5851460 B2	03 Feb 2016
		JP 2014111080 A	19 Jun 2014
		JP 5866123 B2	17 Feb 2016
		JP 2012143582 A	02 Aug 2012

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 5868746 B2	24 Feb 2016
		JP 2013135862 A	11 Jul 2013
		JP 5898105 B2	06 Apr 2016
		JP 2015006423 A	15 Jan 2015
		JP 5996592 B2	21 Sep 2016
		JP 6058111 B2	11 Jan 2017
		JP 6087368 B2	01 Mar 2017
		JP 2013150833 A	08 Aug 2013
		JP 6087697 B2	01 Mar 2017
		JP 6104353 B2	29 Mar 2017
		JP 6113787 B2	12 Apr 2017
		JP 6130428 B2	17 May 2017
		JP 6153936 B2	28 Jun 2017
		JP 6189889 B2	30 Aug 2017
		JP 6220877 B2	25 Oct 2017
		JP 6255401 B2	27 Dec 2017
		JP 6255402 B2	27 Dec 2017
		JP 6255403 B2	27 Dec 2017
		JP 6261629 B2	17 Jan 2018
		JP 6262216 B2	17 Jan 2018
		JP 6285064 B2	28 Feb 2018
		JP 6291484 B2	14 Mar 2018
		JP 6368710 B2	01 Aug 2018
		JP 6421171 B2	07 Nov 2018
		JP 6422530 B2	14 Nov 2018
		JP 6423853 B2	14 Nov 2018
		JP 6433481 B2	05 Dec 2018
		JP 6475804 B2	27 Feb 2019
		JP 6535653 B2	26 Jun 2019
		JP 6576002 B2	18 Sep 2019
		JP 6585265 B2	02 Oct 2019

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 6617114 B2	04 Dec 2019
		JP 6637529 B2	29 Jan 2020
		JP 6691578 B2	28 Apr 2020
		JP 6782750 B2	11 Nov 2020
		JP 6793797 B2	02 Dec 2020
		JP 2007289726 A	08 Nov 2007
		JP 2007325959 A	20 Dec 2007
		JP 2008544814 A	11 Dec 2008
		JP 2009542362 A	03 Dec 2009
		JP 2012061351 A	29 Mar 2012
		JP 2012179363 A	20 Sep 2012
		JP 2012254360 A	27 Dec 2012
		JP 2012529970 A	29 Nov 2012
		JP 2013081870 A	09 May 2013
		JP 2013528065 A	08 Jul 2013
		JP 2014057852 A	03 Apr 2014
		JP 2014057854 A	03 Apr 2014
		JP 2014097431 A	29 May 2014
		JP 2014111081 A	19 Jun 2014
		JP 2014138903 A	31 Jul 2014
		JP 2014236969 A	18 Dec 2014
		JP 2014236976 A	18 Dec 2014
		JP 2015051287 A	19 Mar 2015
US 2019231445 A1	01 Aug 2019	US 2019231445 A1	01 Aug 2019
		CA 2957362 A1	04 Mar 2017
		CA 2957620 A1	10 Mar 2016
		CA 2957622 A1	10 Mar 2016
		CA 2957624 A1	10 Mar 2016
		CA 2960354 A1	09 Sep 2017
		CA 2997849 A1	09 Sep 2018

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 106714655 A	24 May 2017
		CN 106714655 B	29 Dec 2020
		DK 3188645 T3	13 Jul 2020
		DK 3188682 T3	01 Feb 2021
		DK 3190942 T3	13 Jul 2020
		DK 3219283 T3	22 Feb 2021
		EP 3188645 A2	12 Jul 2017
		EP 3188645 A4	11 Jul 2018
		EP 3188645 B1	15 Apr 2020
		EP 3188682 A2	12 Jul 2017
		EP 3188682 A4	09 May 2018
		EP 3188682 B1	04 Nov 2020
		EP 3190942 A1	19 Jul 2017
		EP 3190942 A4	25 Jul 2018
		EP 3190942 B1	17 Jun 2020
		EP 3219283 A1	20 Sep 2017
		EP 3219283 B1	02 Dec 2020
		EP 3738541 A1	18 Nov 2020
		EP 3750502 A1	16 Dec 2020
		EP 3753518 A1	23 Dec 2020
		ES 2801149 T3	08 Jan 2021
		ES 2803579 T3	28 Jan 2021
		HR P20201017 T1	16 Oct 2020
		HR P20201018 T1	16 Oct 2020
		HR P20210146 T1	19 Mar 2021
		IL 250896 D0	30 Apr 2017
		IL 250896 A	30 Sep 2020
		IL 251293 D0	29 Jun 2017
		IL 251293 A	30 Jun 2019
		IL 276723 D0	30 Sep 2020
		JP 2017533057 A	09 Nov 2017

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 6626110 B2	25 Dec 2019
		JP 2020058815 A	16 Apr 2020
		LT 3188645 T	10 Jul 2020
		LT 3188682 T	25 Jan 2021
		LT 3190942 T	10 Jul 2020
		LT 3219283 T	10 Mar 2021
		SI 3188645 T1	31 Aug 2020
		SI 3190942 T1	30 Oct 2020
		US 2017112583 A1	27 Apr 2017
		US 9788911 B2	17 Oct 2017
		US 2017119483 A1	04 May 2017
		US 9820822 B2	21 Nov 2017
		US 2017071687 A1	16 Mar 2017
		US 10022197 B2	17 Jul 2018
		US 2017112581 A1	27 Apr 2017
		US 10052165 B2	21 Aug 2018
		US 2017135776 A1	18 May 2017
		US 10070930 B2	11 Sep 2018
		US 2018256267 A1	13 Sep 2018
		US 10299866 B2	28 May 2019
		US 2017258539 A1	14 Sep 2017
		US 10463438 B2	05 Nov 2019
		US 2019167364 A1	06 Jun 2019
		US 10470831 B2	12 Nov 2019
		US 2019167363 A1	06 Jun 2019
		US 10500003 B2	10 Dec 2019
		US 2017258538 A1	14 Sep 2017
		US 10617481 B2	14 Apr 2020
		US 2017071688 A1	16 Mar 2017
		US 2017231701 A1	17 Aug 2017
		US 2017239005 A1	24 Aug 2017

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		US 2018256265 A1	13 Sep 2018
		US 2018256266 A1	13 Sep 2018
		US 2018256268 A1	13 Sep 2018
		US 2019000574 A1	03 Jan 2019
		US 2020138533 A1	07 May 2020
		US 2020170736 A1	04 Jun 2020
		US 2020268458 A1	27 Aug 2020
		US 2020289225 A1	17 Sep 2020
		WO 2016035084 A2	10 Mar 2016
		WO 2016035084 A3	21 Apr 2016
		WO 2016035085 A2	10 Mar 2016
		WO 2016035085 A3	06 May 2016
		WO 2016035086 A2	10 Mar 2016
		WO 2016035086 A3	06 May 2016
		WO 2017037723 A1	09 Mar 2017
US 2016242860 A1	25 Aug 2016	US 2016242860 A1	25 Aug 2016
		AT 155059 T	15 Jul 1997
		AT 215430 T	15 Apr 2002
		AT 238140 T	15 May 2003
		AT 305639 T	15 Oct 2005
		AT 310264 T	15 Dec 2005
		AT 365953 T	15 Jul 2007
		AT 439808 T	15 Sep 2009
		AT 446721 T	15 Nov 2009
		AT 449576 T	15 Dec 2009
		AT 460127 T	15 Mar 2010
		AT 464852 T	15 May 2010
		AT 495703 T	15 Feb 2011
		AT 500793 T	15 Mar 2011
		AT 521923 T	15 Sep 2011

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		AT 523157 T	15 Sep 2011
		AT 544414 T	15 Feb 2012
		AT 547059 T	15 Mar 2012
		AT 547060 T	15 Mar 2012
		BR 112012028374 A2	21 Mar 2017
		BR 112012028375 A2	21 Mar 2017
		BR 112012028375 B1	12 Jan 2021
		BR 112012028465 A2	19 Jul 2016
		BR 112012028465 B1	07 Apr 2020
		BR 112012029169 A2	18 Jul 2017
		BR 112012029169 B1	05 May 2020
		CA 2128606 A1	22 Jul 1993
		CA 2128606 C	22 Jul 2008
		CA 2189775 A1	16 Nov 1995
		CA 2189775 C	11 Jul 2000
		CA 2255692 A1	27 Nov 1997
		CA 2255692 C	09 Dec 2003
		CA 2255934 A1	27 Nov 1997
		CA 2255934 C	13 Sep 2005
		CA 2273939 A1	18 Jun 1998
		CA 2273939 C	11 Apr 2006
		CA 2498922 A1	27 Nov 1997
		CA 2498922 C	11 Apr 2006
		CA 2632123 A1	22 Jul 1993
		CA 2632123 C	23 Mar 2010
		CN 101027010 A	29 Aug 2007
		CN 101027010 B	07 Sep 2011
		CN 101222882 A	16 Jul 2008
		CN 101222882 B	27 Mar 2013
		CN 101227870 A	23 Jul 2008
		CN 101227870 B	08 Aug 2012

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 101242788 A	13 Aug 2008
		CN 101242788 B	13 Apr 2011
		CN 101242789 A	13 Aug 2008
		CN 101242789 B	19 Oct 2011
		CN 101321606 A	10 Dec 2008
		CN 101321606 B	17 Apr 2013
		CN 101325920 A	17 Dec 2008
		CN 101325920 B	01 Feb 2012
		CN 101340848 A	07 Jan 2009
		CN 101340848 B	21 Mar 2012
		CN 101340850 A	07 Jan 2009
		CN 101340850 B	15 Jun 2011
		CN 101340852 A	07 Jan 2009
		CN 101340852 B	28 Dec 2011
		CN 101426412 A	06 May 2009
		CN 101426412 B	11 Dec 2013
		CN 101500470 A	05 Aug 2009
		CN 101500470 B	25 Mar 2015
		CN 101912307 A	15 Dec 2010
		CN 101912307 B	24 Jun 2015
		CN 102058437 A	18 May 2011
		CN 102058437 B	25 Mar 2015
		CN 102076276 A	25 May 2011
		CN 102076276 B	14 Jan 2015
		CN 102170835 A	31 Aug 2011
		CN 102170835 B	21 Jan 2015
		CN 102327152 A	25 Jan 2012
		CN 102327152 B	23 Feb 2018
		CN 102341054 A	01 Feb 2012
		CN 102341054 B	16 Mar 2016
		CN 102341055 A	01 Feb 2012

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 102448399 A	09 May 2012
		CN 102448399 B	16 Dec 2015
		CN 102448680 A	09 May 2012
		CN 102448680 B	27 Apr 2016
		CN 102458294 A	16 May 2012
		CN 102764159 A	07 Nov 2012
		CN 102764159 B	21 Jan 2015
		CN 102802550 A	28 Nov 2012
		CN 102802550 B	09 Mar 2016
		CN 102892363 A	23 Jan 2013
		CN 102892374 A	23 Jan 2013
		CN 102892374 B	24 Jun 2015
		CN 102892375 A	23 Jan 2013
		CN 102892375 B	19 Aug 2015
		CN 102892376 A	23 Jan 2013
		CN 102892376 B	20 Apr 2016
		CN 102905641 A	30 Jan 2013
		CN 102905641 B	16 Mar 2016
		CN 103192388 A	10 Jul 2013
		CN 103192388 B	10 Feb 2016
		CN 103211563 A	24 Jul 2013
		CN 103211563 B	16 Oct 2018
		CN 103930063 A	16 Jul 2014
		CN 103930063 B	16 Nov 2016
		CN 103930064 A	16 Jul 2014
		CN 103930064 B	19 Apr 2017
		CN 104334109 A	04 Feb 2015
		CN 104334109 B	23 Jun 2017
		CN 104334110 A	04 Feb 2015
		CN 104334110 B	03 Oct 2017
		CN 104363850 A	18 Feb 2015

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 104363850 B	18 Aug 2017
		CN 104490474 A	08 Apr 2015
		CN 104490474 B	05 Apr 2017
		CN 104688281 A	10 Jun 2015
		CN 104688281 B	19 Apr 2017
		CN 104688282 A	10 Jun 2015
		CN 104688327 A	10 Jun 2015
		CN 104688327 B	09 Jun 2017
		CN 104688328 A	10 Jun 2015
		CN 104688328 B	29 Mar 2017
		CN 104688349 A	10 Jun 2015
		CN 104688349 B	10 May 2017
		CN 104717935 A	17 Jun 2015
		CN 104717935 B	06 Apr 2018
		CN 104718054 A	17 Jun 2015
		CN 104718054 B	01 Mar 2017
		CN 104720887 A	24 Jun 2015
		CN 104720887 B	10 May 2017
		CN 104736093 A	24 Jun 2015
		CN 104736093 B	05 Jun 2018
		CN 104736094 A	24 Jun 2015
		CN 104736094 B	28 Jul 2017
		CN 104758055 A	08 Jul 2015
		CN 104758055 B	05 Mar 2019
		CN 104958085 A	07 Oct 2015
		CN 104958085 B	26 Sep 2017
		CN 104958111 A	07 Oct 2015
		CN 104958111 B	03 Oct 2017
		CN 105050526 A	11 Nov 2015
		CN 105050526 B	01 Jun 2018
		CN 105050528 A	11 Nov 2015

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 105050528 B	19 Apr 2019
		CN 105050529 A	11 Nov 2015
		CN 105050529 B	28 Aug 2018
		CN 105073058 A	18 Nov 2015
		CN 105073058 B	13 Mar 2018
		CN 105120788 A	02 Dec 2015
		CN 105120788 B	16 Oct 2018
		CN 105125263 A	09 Dec 2015
		CN 105125263 B	02 Feb 2018
		CN 105338920 A	17 Feb 2016
		CN 105338920 B	26 Jan 2018
		CN 105616007 A	01 Jun 2016
		CN 105616007 B	17 May 2019
		CN 105748026 A	13 Jul 2016
		CN 105748026 B	10 Nov 2017
		CN 105852974 A	17 Aug 2016
		CN 105852974 B	08 Jan 2019
		CN 105852976 A	17 Aug 2016
		CN 105852976 B	05 Nov 2019
		CN 106236277 A	21 Dec 2016
		CN 106236277 B	31 May 2019
		CN 106456265 A	22 Feb 2017
		CN 106456265 B	30 Jul 2019
		CN 106901837 A	30 Jun 2017
		CN 106901837 B	08 Nov 2019
		CN 107397591 A	28 Nov 2017
		CN 107397591 B	03 Apr 2020
		CN 107595392 A	19 Jan 2018
		CN 107595392 B	27 Nov 2020
		CN 108143497 A	12 Jun 2018
		CN 108143497 B	26 Jun 2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		CN 108309454 A	24 Jul 2018
		CN 108309458 A	24 Jul 2018
		CN 108524001 A	14 Sep 2018
		CN 109077699 A	25 Dec 2018
		CN 109077699 B	02 Feb 2021
		CN 109171975 A	11 Jan 2019
		CN 109700535 A	03 May 2019
		CN 110115630 A	13 Aug 2019
		CN 110604619 A	24 Dec 2019
		DE 60022911 D1	09 Feb 2006
		DE 60022911 T2	22 Jun 2006
		DE 60024079 D1	22 Dec 2005
		DE 60024079 T2	17 Aug 2006
		DE 60143909 D1	03 Mar 2011
		DE 69312053 D1	14 Aug 1997
		DE 69312053 T2	30 Oct 1997
		DE 69331789 D1	08 May 2002
		DE 69331789 T2	13 Mar 2003
		DE 69332914 D1	28 May 2003
		DE 69332914 T2	26 Feb 2004
		DE 69535523 D1	09 Aug 2007
		DE 69535523 T2	03 Apr 2008
		DE 69941305 D1	01 Oct 2009
		DE 69941600 D1	10 Dec 2009
		DE 69941725 D1	07 Jan 2010
		DE 69942129 D1	22 Apr 2010
		DE 69942281 D1	02 Jun 2010
		DE 102006059163 A1	16 Aug 2007
		DE 102006059163 B4	06 Jun 2019
		DE 102006059165 A1	09 Aug 2007
		DE 102006059165 B4	04 Sep 2014

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		DE 602006020599 D1	21 Apr 2011
		EP 0623066 A1	09 Nov 1994
		EP 0623066 B1	09 Jul 1997
		EP 0758469 A1	19 Feb 1997
		EP 0758469 A4	05 Nov 1997
		EP 0758469 B1	27 Jun 2007
		EP 0776738 A2	04 Jun 1997
		EP 0776738 A3	16 Jul 1997
		EP 0776738 B1	03 Apr 2002
		EP 0776739 A2	04 Jun 1997
		EP 0776739 A3	16 Jul 1997
		EP 0776739 B1	23 Apr 2003
		EP 1015068 A1	05 Jul 2000
		EP 1015068 A4	09 Apr 2008
		EP 1015068 B1	07 Sep 2011
		EP 1015944 A1	05 Jul 2000
		EP 1015944 A4	31 Dec 2008
		EP 1015944 B1	27 Feb 2013
		EP 1131004 A1	12 Sep 2001
		EP 1131004 A4	11 Jul 2007
		EP 1131004 B1	28 Oct 2009
		EP 1139881 A1	10 Oct 2001
		EP 1139881 A4	11 Jul 2007
		EP 1139881 B1	25 Nov 2009
		EP 1146830 A1	24 Oct 2001
		EP 1146830 A4	29 Dec 2004
		EP 1146830 B1	21 Apr 2010
		EP 1148807 A1	31 Oct 2001
		EP 1148807 A4	11 Jul 2007
		EP 1148807 B1	10 Mar 2010
		EP 1150601 A2	07 Nov 2001

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 1150601 A4	15 Aug 2007
		EP 1150601 B1	19 Aug 2009
		EP 1181627 A2	27 Feb 2002
		EP 1181627 A4	16 Oct 2002
		EP 1181627 B1	16 Nov 2005
		EP 1269389 A1	02 Jan 2003
		EP 1269389 A4	29 Oct 2003
		EP 1269389 B1	28 Sep 2005
		EP 1355565 A2	29 Oct 2003
		EP 1355565 A4	26 Aug 2009
		EP 1355565 B1	19 Jan 2011
		EP 1356781 A2	29 Oct 2003
		EP 1356781 A3	24 Jul 2013
		EP 1471830 A1	03 Nov 2004
		EP 1471830 A4	20 Oct 2010
		EP 1650615 A1	26 Apr 2006
		EP 1650615 B1	24 Aug 2011
		EP 1793761 A2	13 Jun 2007
		EP 1793761 B1	01 May 2013
		EP 1840818 A2	03 Oct 2007
		EP 1840818 A3	01 Jul 2015
		EP 1849566 A2	31 Oct 2007
		EP 1849566 A3	01 Jul 2015
		EP 1885273 A2	13 Feb 2008
		EP 1885273 B1	08 Feb 2012
		EP 1893118 A1	05 Mar 2008
		EP 1893118 B1	11 Jul 2018
		EP 1897511 A2	12 Mar 2008
		EP 1897511 A3	23 Jul 2008
		EP 1897511 B1	12 Feb 2014
		EP 1901884 A2	26 Mar 2008

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 1901884 B1	13 Feb 2019
		EP 1928342 A1	11 Jun 2008
		EP 1928342 B1	12 Feb 2020
		EP 1931275 A1	18 Jun 2008
		EP 1931275 B1	09 Mar 2011
		EP 1962711 A1	03 Sep 2008
		EP 1962711 B1	29 Feb 2012
		EP 1965711 A2	10 Sep 2008
		EP 1965711 B1	31 Aug 2016
		EP 1965717 A2	10 Sep 2008
		EP 1965717 B1	16 May 2012
		EP 2037794 A2	25 Mar 2009
		EP 2037794 A4	04 Mar 2015
		EP 2038712 A2	25 Mar 2009
		EP 2038712 B1	17 Aug 2011
		EP 2038712 B2	28 Aug 2019
		EP 2046538 A2	15 Apr 2009
		EP 2046538 B1	21 Dec 2011
		EP 2106764 A2	07 Oct 2009
		EP 2106764 A3	23 Dec 2009
		EP 2135577 A2	23 Dec 2009
		EP 2135577 A3	25 Aug 2010
		EP 2135637 A2	23 Dec 2009
		EP 2135637 A3	15 Feb 2012
		EP 2135637 B1	21 May 2014
		EP 2138105 A2	30 Dec 2009
		EP 2138105 A3	31 Mar 2010
		EP 2138105 B1	29 Feb 2012
		EP 2231050 A1	29 Sep 2010
		EP 2231050 B1	20 Jun 2012
		EP 2253288 A2	24 Nov 2010

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2253288 A3	17 Jul 2013
		EP 2253288 B1	27 Mar 2019
		EP 2253289 A2	24 Nov 2010
		EP 2253289 A3	27 Jun 2012
		EP 2253289 B1	24 Aug 2016
		EP 2263592 A2	22 Dec 2010
		EP 2263592 A3	20 Mar 2013
		EP 2263592 B1	09 Dec 2015
		EP 2263593 A2	22 Dec 2010
		EP 2263593 A3	13 Mar 2013
		EP 2263593 B1	11 Mar 2015
		EP 2263594 A2	22 Dec 2010
		EP 2263594 A3	10 Apr 2013
		EP 2263594 B1	31 Aug 2016
		EP 2263595 A2	22 Dec 2010
		EP 2263595 A3	06 Mar 2013
		EP 2263595 B1	17 Sep 2014
		EP 2269500 A2	05 Jan 2011
		EP 2269500 A3	18 May 2011
		EP 2269500 B1	21 Jun 2017
		EP 2289455 A2	02 Mar 2011
		EP 2289455 A3	06 Apr 2016
		EP 2289455 B1	13 Nov 2019
		EP 2298216 A2	23 Mar 2011
		EP 2298216 A3	22 Oct 2014
		EP 2298216 B1	20 Apr 2016
		EP 2298217 A2	23 Mar 2011
		EP 2298217 A3	22 Oct 2014
		EP 2298217 B1	10 Aug 2016
		EP 2298218 A2	23 Mar 2011
		EP 2298218 A3	13 Jun 2012

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2298218 B1	15 Jun 2016
		EP 2298219 A2	23 Mar 2011
		EP 2298219 A3	30 May 2012
		EP 2298219 B1	20 Apr 2016
		EP 2298222 A2	23 Mar 2011
		EP 2298222 A3	07 Mar 2012
		EP 2326277 A1	01 Jun 2011
		EP 2326277 B1	21 Mar 2018
		EP 2332477 A2	15 Jun 2011
		EP 2332477 A3	22 Aug 2012
		EP 2332477 B1	07 Mar 2018
		EP 2332478 A2	15 Jun 2011
		EP 2332478 A3	14 Nov 2012
		EP 2332478 B1	16 Aug 2017
		EP 2332479 A2	15 Jun 2011
		EP 2332479 A3	22 Aug 2012
		EP 2332479 B1	05 Jul 2017
		EP 2332480 A2	15 Jun 2011
		EP 2332480 A3	10 Oct 2012
		EP 2332480 B1	26 Apr 2017
		EP 2332481 A2	15 Jun 2011
		EP 2332481 A3	29 Aug 2012
		EP 2332481 B1	05 Jul 2017
		EP 2332482 A2	15 Jun 2011
		EP 2332482 A3	28 Nov 2012
		EP 2332482 B1	12 Apr 2017
		EP 2332483 A2	15 Jun 2011
		EP 2332483 A3	14 Nov 2012
		EP 2332483 B1	12 Apr 2017
		EP 2332484 A2	15 Jun 2011
		EP 2332484 A3	26 Sep 2012

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2332484 B1	25 Jan 2017
		EP 2335635 A1	22 Jun 2011
		EP 2335635 B1	20 Jul 2016
		EP 2338432 A1	29 Jun 2011
		EP 2338432 B1	11 Feb 2015
		EP 2338433 A1	29 Jun 2011
		EP 2338433 B1	11 Feb 2015
		EP 2349053 A1	03 Aug 2011
		EP 2349053 B1	21 Feb 2018
		EP 2356951 A1	17 Aug 2011
		EP 2359769 A1	24 Aug 2011
		EP 2359769 B1	14 Oct 2015
		EP 2359770 A1	24 Aug 2011
		EP 2359770 B1	06 May 2015
		EP 2360708 A1	24 Aug 2011
		EP 2362283 A2	31 Aug 2011
		EP 2362283 A3	05 Mar 2014
		EP 2362283 B1	25 Nov 2015
		EP 2362284 A2	31 Aug 2011
		EP 2362284 A3	22 May 2013
		EP 2362284 B1	20 May 2015
		EP 2362285 A2	31 Aug 2011
		EP 2362285 A3	03 Jul 2013
		EP 2362285 B1	25 Mar 2015
		EP 2362286 A2	31 Aug 2011
		EP 2362286 A3	26 Feb 2014
		EP 2362286 B1	02 Sep 2015
		EP 2363091 A2	07 Sep 2011
		EP 2363091 A3	28 Mar 2012
		EP 2363091 B1	27 Apr 2016
		EP 2391289 A1	07 Dec 2011

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2391289 B1	23 Nov 2016
		EP 2391290 A1	07 Dec 2011
		EP 2391290 B1	05 Feb 2020
		EP 2414137 A2	08 Feb 2012
		EP 2414137 B1	21 Jun 2017
		EP 2416727 A2	15 Feb 2012
		EP 2416727 B1	17 May 2017
		EP 2441394 A2	18 Apr 2012
		EP 2441394 A3	02 Jul 2014
		EP 2441394 B1	05 Apr 2017
		EP 2441395 A2	18 Apr 2012
		EP 2441395 A3	18 Jun 2014
		EP 2442743 A1	25 Apr 2012
		EP 2442743 B1	03 Oct 2018
		EP 2444004 A2	25 Apr 2012
		EP 2444004 A3	18 Jul 2012
		EP 2444004 B1	02 Mar 2016
		EP 2444005 A2	25 Apr 2012
		EP 2444005 A3	18 Jul 2012
		EP 2444005 B1	19 Aug 2015
		EP 2444006 A2	25 Apr 2012
		EP 2444006 A3	18 Jul 2012
		EP 2444006 B1	26 Aug 2015
		EP 2445436 A1	02 May 2012
		EP 2445436 B1	30 Nov 2016
		EP 2559396 A2	20 Feb 2013
		EP 2559396 A3	11 Dec 2013
		EP 2559396 B1	25 Mar 2020
		EP 2568894 A1	20 Mar 2013
		EP 2568908 A1	20 Mar 2013
		EP 2568908 B1	11 Mar 2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2568909 A1	20 Mar 2013
		EP 2568909 B1	08 Nov 2017
		EP 2568912 A1	20 Mar 2013
		EP 2568912 B1	28 Nov 2018
		EP 2568913 A1	20 Mar 2013
		EP 2568913 B1	12 Feb 2020
		EP 2687182 A1	22 Jan 2014
		EP 2687183 A1	22 Jan 2014
		EP 2687183 B1	25 Mar 2020
		EP 2687184 A1	22 Jan 2014
		EP 2687184 B1	01 Mar 2017
		EP 2687185 A1	22 Jan 2014
		EP 2687185 B1	17 Apr 2019
		EP 2687186 A1	22 Jan 2014
		EP 2687186 B1	17 Feb 2021
		EP 2689740 A1	29 Jan 2014
		EP 2689740 B1	25 Oct 2017
		EP 2745795 A1	25 Jun 2014
		EP 2745795 B1	28 Oct 2020
		EP 2775950 A1	17 Sep 2014
		EP 2775950 A4	26 Aug 2015
		EP 2775950 B1	08 Jan 2020
		EP 2775951 A1	17 Sep 2014
		EP 2775951 A4	26 Aug 2015
		EP 2775951 B1	06 Jan 2021
		EP 2854687 A1	08 Apr 2015
		EP 2854687 A4	17 Feb 2016
		EP 2854688 A1	08 Apr 2015
		EP 2854688 A4	17 Feb 2016
		EP 2854690 A1	08 Apr 2015
		EP 2854690 A4	27 Jan 2016

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 2854690 B1	01 Apr 2020
		EP 2884935 A1	24 Jun 2015
		EP 2884935 A4	22 Jun 2016
		EP 2884935 B1	08 Apr 2020
		EP 2884936 A1	24 Jun 2015
		EP 2884936 A4	27 Apr 2016
		EP 2884937 A1	24 Jun 2015
		EP 2884937 A4	13 Apr 2016
		EP 2885114 A1	24 Jun 2015
		EP 2885114 A4	29 Jun 2016
		EP 2932884 A1	21 Oct 2015
		EP 2932884 B1	09 Sep 2020
		EP 2969403 A1	20 Jan 2016
		EP 2969404 A1	20 Jan 2016
		EP 2969405 A1	20 Jan 2016
		EP 2969406 A1	20 Jan 2016
		EP 2969407 A1	20 Jan 2016
		EP 2969409 A1	20 Jan 2016
		EP 2969409 A4	16 Nov 2016
		EP 2987461 A1	24 Feb 2016
		EP 2987461 B1	13 Sep 2017
		EP 3042625 A1	13 Jul 2016
		EP 3042625 B1	01 May 2019
		EP 3104324 A1	14 Dec 2016
		EP 3104324 B1	18 Apr 2018
		EP 3111876 A2	04 Jan 2017
		EP 3111876 A3	29 Mar 2017
		EP 3111876 B1	24 Jul 2019
		EP 3115159 A1	11 Jan 2017
		EP 3115159 B1	16 May 2018
		EP 3119319 A1	25 Jan 2017

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		EP 3119319 A4	22 Nov 2017
		EP 3119319 B1	15 Jul 2020
		EP 3181087 A1	21 Jun 2017
		EP 3181087 B1	18 Dec 2019
		EP 3199120 A1	02 Aug 2017
		EP 3199120 B1	24 Jul 2019
		EP 3231386 A1	18 Oct 2017
		EP 3231386 B1	17 Mar 2021
		EP 3231387 A1	18 Oct 2017
		EP 3231387 B1	06 Nov 2019
		EP 3231388 A1	18 Oct 2017
		EP 3246135 A1	22 Nov 2017
		EP 3281752 A1	14 Feb 2018
		EP 3281752 B1	05 Aug 2020
		EP 3351203 A1	25 Jul 2018
		EP 3372184 A1	12 Sep 2018
		EP 3372184 B1	12 Aug 2020
		EP 3385039 A1	10 Oct 2018
		EP 3385039 B1	06 Nov 2019
		EP 3395508 A1	31 Oct 2018
		EP 3398728 A1	07 Nov 2018
		EP 3398728 B1	27 Nov 2019
		EP 3459429 A1	27 Mar 2019
		EP 3590459 A1	08 Jan 2020
		EP 3613547 A1	26 Feb 2020
		EP 3632629 A1	08 Apr 2020
		EP 3636197 A1	15 Apr 2020
		EP 3639784 A1	22 Apr 2020
		EP 3673857 A1	01 Jul 2020
		EP 3677209 A1	08 Jul 2020
		EP 3753522 A1	23 Dec 2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
	ES 2248066	T3	16 Mar 2006
	ES 2287934	T3	16 Dec 2007
	ES 2371533	T3	04 Jan 2012
	ES 2381462	T3	28 May 2012
	ES 2381975	T3	04 Jun 2012
	FR 2894807	A1	22 Jun 2007
	FR 2894807	B1	03 Aug 2012
	FR 2895230	A1	29 Jun 2007
	FR 2895230	B1	27 Jul 2012
	FR 2974000	A1	19 Oct 2012
	FR 2974000	B1	20 Dec 2013
	FR 2996116	A1	04 Apr 2014
	FR 2996116	B1	19 Apr 2019
	JP H07504363	A	18 May 1995
	JP 3583777	B2	04 Nov 2004
	JP 2002504863	A	12 Feb 2002
	JP 3999816	B2	31 Oct 2007
	JP 2002500524	A	08 Jan 2002
	JP 4058113	B2	05 Mar 2008
	JP 2002503976	A	05 Feb 2002
	JP 4077516	B2	16 Apr 2008
	JP 2005261956	A	29 Sep 2005
	JP 4156606	B2	24 Sep 2008
	JP H10504763	A	12 May 1998
	JP 4172816	B2	29 Oct 2008
	JP 2004322310	A	18 Nov 2004
	JP 4324511	B2	02 Sep 2009
	JP 2007325960	A	20 Dec 2007
	JP 4430095	B2	10 Mar 2010
	JP 2007325961	A	20 Dec 2007
	JP 4430096	B2	10 Mar 2010

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 2007050270 A	01 Mar 2007
		JP 4443548 B2	31 Mar 2010
		JP 2005515012 A	26 May 2005
		JP 4723186 B2	13 Jul 2011
		JP 2007260429 A	11 Oct 2007
		JP 4799489 B2	26 Oct 2011
		JP 2007260430 A	11 Oct 2007
		JP 4799490 B2	26 Oct 2011
		JP 2008514357 A	08 May 2008
		JP 4943338 B2	30 May 2012
		JP 2007167644 A	05 Jul 2007
		JP 5043414 B2	10 Oct 2012
		JP 2009520573 A	28 May 2009
		JP 5101519 B2	19 Dec 2012
		JP 2009183733 A	20 Aug 2009
		JP 5131598 B2	30 Jan 2013
		JP 2009522017 A	11 Jun 2009
		JP 5152993 B2	27 Feb 2013
		JP 2009509653 A	12 Mar 2009
		JP 5193049 B2	08 May 2013
		JP 2011025058 A	10 Feb 2011
		JP 5207558 B2	12 Jun 2013
		JP 2011156407 A	18 Aug 2011
		JP 5213993 B2	19 Jun 2013
		JP 2011183186 A	22 Sep 2011
		JP 5219226 B2	26 Jun 2013
		JP 2011183187 A	22 Sep 2011
		JP 5255670 B2	07 Aug 2013
		JP 2009522016 A	11 Jun 2009
		JP 5264505 B2	14 Aug 2013
		JP 2012120884 A	28 Jun 2012

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 5283241 B2	04 Sep 2013
		JP 2009509654 A	12 Mar 2009
		JP 5288609 B2	11 Sep 2013
		JP 2011200666 A	13 Oct 2011
		JP 5289504 B2	11 Sep 2013
		JP 2011194247 A	06 Oct 2011
		JP 5301607 B2	25 Sep 2013
		JP 2010214166 A	30 Sep 2010
		JP 5318826 B2	16 Oct 2013
		JP 2009539573 A	19 Nov 2009
		JP 5324432 B2	23 Oct 2013
		JP 2012213655 A	08 Nov 2012
		JP 5372225 B2	18 Dec 2013
		JP 2012152583 A	16 Aug 2012
		JP 5386602 B2	15 Jan 2014
		JP 2012061350 A	29 Mar 2012
		JP 5398036 B2	29 Jan 2014
		JP 2007167643 A	05 Jul 2007
		JP 5403864 B2	29 Jan 2014
		JP 2012157744 A	23 Aug 2012
		JP 5431527 B2	05 Mar 2014
		JP 2012115690 A	21 Jun 2012
		JP 5458122 B2	02 Apr 2014
		JP 2011525845 A	29 Sep 2011
		JP 5583123 B2	03 Sep 2014
		JP 2012125589 A	05 Jul 2012
		JP 5610547 B2	22 Oct 2014
		JP 2013066775 A	18 Apr 2013
		JP 5642208 B2	17 Dec 2014
		JP 2013135859 A	11 Jul 2013
		JP 5649143 B2	07 Jan 2015

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 2012504017 A	16 Feb 2012
		JP 5675621 B2	25 Feb 2015
		JP 2013075195 A	25 Apr 2013
		JP 5700584 B2	15 Apr 2015
		JP 2013188574 A	26 Sep 2013
		JP 5707449 B2	30 Apr 2015
		JP 2013027733 A	07 Feb 2013
		JP 5709318 B2	30 Apr 2015
		JP 2014054535 A	27 Mar 2014
		JP 5744130 B2	01 Jul 2015
		JP 2013528064 A	08 Jul 2013
		JP 5775154 B2	09 Sep 2015
		JP 2014004483 A	16 Jan 2014
		JP 5778234 B2	16 Sep 2015
		JP 2013530738 A	01 Aug 2013
		JP 5782114 B2	24 Sep 2015
		JP 2013138965 A	18 Jul 2013
		JP 5787374 B2	30 Sep 2015
		JP 2014012212 A	23 Jan 2014
		JP 5791203 B2	07 Oct 2015
		JP 2014076361 A	01 May 2014
		JP 5807974 B2	10 Nov 2015
		JP 2014057849 A	03 Apr 2014
		JP 5839612 B2	06 Jan 2016
		JP 2014057850 A	03 Apr 2014
		JP 5839613 B2	06 Jan 2016
		JP 2014057851 A	03 Apr 2014
		JP 5839614 B2	06 Jan 2016
		JP 2014054534 A	27 Mar 2014
		JP 5839615 B2	06 Jan 2016
		JP 2014057853 A	03 Apr 2014

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 5839616 B2	06 Jan 2016
		JP 2012521855 A	20 Sep 2012
		JP 5840121 B2	06 Jan 2016
		JP 2013526337 A	24 Jun 2013
		JP 5849090 B2	27 Jan 2016
		JP 2014057848 A	03 Apr 2014
		JP 5851459 B2	03 Feb 2016
		JP 2014028228 A	13 Feb 2014
		JP 5851460 B2	03 Feb 2016
		JP 2014111080 A	19 Jun 2014
		JP 5866123 B2	17 Feb 2016
		JP 2012143582 A	02 Aug 2012
		JP 5868746 B2	24 Feb 2016
		JP 2013135862 A	11 Jul 2013
		JP 5898105 B2	06 Apr 2016
		JP 2015006423 A	15 Jan 2015
		JP 5996592 B2	21 Sep 2016
		JP 6058111 B2	11 Jan 2017
		JP 6087368 B2	01 Mar 2017
		JP 2013150833 A	08 Aug 2013
		JP 6087697 B2	01 Mar 2017
		JP 6104353 B2	29 Mar 2017
		JP 6113787 B2	12 Apr 2017
		JP 6130428 B2	17 May 2017
		JP 6153936 B2	28 Jun 2017
		JP 6189889 B2	30 Aug 2017
		JP 6220877 B2	25 Oct 2017
		JP 6255401 B2	27 Dec 2017
		JP 6255402 B2	27 Dec 2017
		JP 6255403 B2	27 Dec 2017
		JP 6261629 B2	17 Jan 2018

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 6262216 B2	17 Jan 2018
		JP 6285064 B2	28 Feb 2018
		JP 6291484 B2	14 Mar 2018
		JP 6368710 B2	01 Aug 2018
		JP 6421171 B2	07 Nov 2018
		JP 6422530 B2	14 Nov 2018
		JP 6423853 B2	14 Nov 2018
		JP 6433481 B2	05 Dec 2018
		JP 6475804 B2	27 Feb 2019
		JP 6535653 B2	26 Jun 2019
		JP 6576002 B2	18 Sep 2019
		JP 6585265 B2	02 Oct 2019
		JP 6617114 B2	04 Dec 2019
		JP 6637529 B2	29 Jan 2020
		JP 6691578 B2	28 Apr 2020
		JP 6782750 B2	11 Nov 2020
		JP 6793797 B2	02 Dec 2020
		JP 2007289726 A	08 Nov 2007
		JP 2007325959 A	20 Dec 2007
		JP 2008544814 A	11 Dec 2008
		JP 2009542362 A	03 Dec 2009
		JP 2012061351 A	29 Mar 2012
		JP 2012179363 A	20 Sep 2012
		JP 2012254360 A	27 Dec 2012
		JP 2012529970 A	29 Nov 2012
		JP 2013081870 A	09 May 2013
		JP 2013528065 A	08 Jul 2013
		JP 2014057852 A	03 Apr 2014
		JP 2014057854 A	03 Apr 2014
		JP 2014097431 A	29 May 2014
		JP 2014111081 A	19 Jun 2014

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (revised January 2019)

10

20

30

40

50

International application No.
PCT/IB2020/061508

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
		JP 2014138903 A	31 Jul 2014
		JP 2014236969 A	18 Dec 2014
		JP 2014236976 A	18 Dec 2014
		JP 2015051287 A	19 Mar 2015

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2020/061508

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

IPC (20210101) A61B 34/00, A61B 34/35, A61B 34/37, A61B 90/50, A61B 17/00, A61B 34/30, A61B 34/20, B25J 9/06, B25J 9/16, B25J 13/08, B25J 18/04, B25J 18/06, G06F 17/16

CPC (20160201) A61B 34/74, A61B 34/25, A61B 34/35, A61B 34/37, A61B 34/70, A61B 34/77, A61B 90/50, A61B 2017/00199, A61B 17/00234, A61B 2017/00398, A61B 2017/00973, A61B 2034/301, A61B 2034/302, A61B 2034/305, A61B 2034/2046, B25J 9/06, B25J 9/1607, B25J 9/1694, B25J 13/08, B25J 13/088, B25J 13/089, B25J 18/04, B25J 18/06, G06F 17/16

B. FIELDS SEARCHED:

* Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC (20210101) A61B 34/00, A61B 34/35, A61B 34/37, A61B 90/50, A61B 17/00, A61B 34/30, A61B 34/20, B25J 9/06, B25J 9/16, B25J 13/08, B25J 18/04, B25J 18/06, G06F 17/16

CPC (20160201) A61B 34/74, A61B 34/25, A61B 34/35, A61B 34/37, A61B 34/70, A61B 34/77, A61B 90/50, A61B 2017/00199, A61B 17/00234, A61B 2017/00398, A61B 2017/00973, A61B 2034/301, A61B 2034/302, A61B 2034/305, A61B 2034/2046, B25J 9/06, B25J 9/1607, B25J 9/1694, B25J 13/08, B25J 13/088, B25J 13/089, B25J 18/04, B25J 18/06, G06F 17/16

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,K
E,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,N
G,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,
TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

弁理士 伊藤 寛之

(72)発明者 コーエン, デヴィア

イスラエル 1 9 2 4 5 0 0 ラモット・メナシェ ピー. オー. ボックス 5 1

(72)発明者 レビンソン, ヤロン

イスラエル 6 2 6 6 2 1 1 テルアビブ 2 5 ピンカス ストリート, アプト. 4

Fターム(参考) 3C707 AS35 BS09 JT04 JU12