

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4324511号  
(P4324511)

(45) 発行日 平成21年9月2日(2009.9.2)

(24) 登録日 平成21年6月12日(2009.6.12)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>B 2 5 J</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 5 J</b>	<b>3/00</b>	<b>A</b>
<b>A 6 1 B</b>	<b>19/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>A 6 1 B</b>	<b>19/00</b>	<b>5 0 2</b>
<b>B 2 5 J</b>	<b>13/06</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 5 J</b>	<b>13/06</b>	

請求項の数 44 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-164564 (P2004-164564)  
 (22) 出願日 平成16年6月2日(2004.6.2)  
 (62) 分割の表示 特願平5-512648の分割  
 原出願日 平成5年1月14日(1993.1.14)  
 (65) 公開番号 特開2004-322310 (P2004-322310A)  
 (43) 公開日 平成16年11月18日(2004.11.18)  
 審査請求日 平成16年6月2日(2004.6.2)  
 審判番号 不服2008-2123 (P2008-2123/J1)  
 審判請求日 平成20年1月28日(2008.1.28)  
 (31) 優先権主張番号 823, 932  
 (32) 優先日 平成4年1月21日(1992.1.21)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 501228071  
 エスアールアイ インターナショナル  
 S R I International  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94  
 025 メンロパーク レイベンスウッド  
 アベニュー 333  
 333 Ravenswood Avenue,  
 Menlo Park, California 94025,  
 U. S. A.  
 (74) 代理人 100064355  
 弁理士 川原田 一穂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 最小侵襲手術システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンドエフェクター(170)を3次元の体内の手術空間(146)内に移動自在に配置するための手術用マニプレータ(142)であって、該マニプレータ(142)は基部側の端部と末端側の端部とを有する細長い細長部材(174)を含み、前記細長部材(174)の基部側の端部は患者の体の外部に存在しかつ複数の運動の自由度にて移動自在であり、前記細長部材(174)の末端側の端部とエンドエフェクター(170)との間に設けられる接続部材(172; 268)に複数の運動の自由度(164M, 166M)が与えられる前記手術用マニプレータ(142);

制御アーム(150)と前記制御アーム(150)に接続されたエンド部材(160)とからなるコントローラ可動部(150, 160)を備え、ハンドル(168)が前記エンド部材(160)により支持されているオペレータ制御ステーション(20)であって、該ハンドル(168)は3次元のコントローラ作業空間内で移動自在である前記オペレータ制御ステーション(20); 及び

3次元のコントローラ作業空間内での前記ハンドル(168)の運動に従って手術空間(146)内でエンドエフェクター(170)を運動させるようにハンドル(168)をエンドエフェクター(170)に連結するサーボ機構(42, 44, 80);

を備え、患者の体内の手術空間(146)内にてエンドエフェクター(170)で生体組織を操作するために、前記マニプレータ(142)と前記サーボ機構が、

患者の体の開口部を旋回中心とする前記細長部材(174)の旋回運動(152M, 154M)、及び前記細長部材と前記接続部材との連結点を中心とした前記接続部材の旋回運動(164M)、  
によって体内の手術空間(146)内でエンドエフェクター(170)を動かすように構成されてい

10

20

る最小侵襲手術システム。

【請求項 2】

前記ハンドル(168)が作動自在なハンドル(168)からなり、該作動自在なハンドル(168)は、ハンドル(168)の作動がエンドエフェクター(170)の作動を生じるように、サーボ機構(42, 44, 80)を介してエンドエフェクター(170)に操作自在に連結されている、請求項 1 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 3】

前記マニプレータ(142)が制御セクションと挿入セクションを含み；

該挿入セクションは前記開口部を通して患者に挿入でき、該開口部は患者の体内の手術空間に隣接した小切開部からなり；

該挿入セクションの前記細長部材(174)は剛性の操作アーム(174)からなり、挿入セクションはさらにリスト部材(172)と前記エンドエフェクター(170)を備え；

操作アーム(174)の基部側の端部は制御セクションに連結され、操作アーム(174)の末端側の端部は旋回リストジョイント部材に連結され；そして

リスト部材(172)の基部側の端部は旋回リストジョイント部材に連結され、リスト部材(172)の末端側の端部はエンドエフェクター(170)に連結され；

前記制御セクションは、

前記操作アームの縦軸方向における前記小切開部を通した操作アーム(174)の挿入及び後退(156M)と；

前記操作アームの縦軸を中心とした操作アーム(174)の回転(158M)と；

操作アーム(174)の基部側の端部と操作アーム(174)の末端側の端部との間で小切開部を旋回中心とした 2 自由度での操作アーム(174)の旋回運動(152M, 154M)と；

操作アーム(174)に対するリスト部材(172)の旋回運動(164M)と；

を含んだ少なくとも 5 つの自由度(152M, 154M, 156M, 158M, 164M)にて挿入セクションを操作するように、複数の制御モータ及びリンク機構(182, 184, 186, 188)とを備える、請求項 1 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 4】

前記リスト部材(172)が第 1 のリンク(172A)と第 2 のリンク(172B)とを備え、前記制御セクションは、リスト部材(172)の第 1 のリンク(172A)に対するリスト部材(172)の第 2 のリンク(172B)の運動を含めた少なくとも 6 つの自由度にて挿入セクションを操作し、リスト部材(172)の第 1 のリンク(172A)とリスト部材(172)の第 2 のリンク(172B)は前記リスト部材の縦軸方向にて整列し、制御セクションは第 1 のリンク(172A)に対して第 2 のリンク(172B)を縦軸方向を中心として回転(166M)させる、請求項 3 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 5】

エンドエフェクター(170)が第 1 の要素と第 2 の要素とを備え、制御セクションが固定された第 2 の要素に対して第 1 の要素を運動させる、請求項 3 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 6】

前記エンドエフェクター(170)が、開創器、電気外科用カッター、電気外科用コアギュレータ、ピンセット、針ホルダー、ハサミ、刃及び洗浄器からなる群から選択された手術器具ヘッドを備える、請求項 1 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 7】

前記制御セクションが、手術中にマニプレータ(142)を支持する手術台の支持レールに固定される、請求項 1 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 8】

前記マニプレータ(142)が挿入セクションと制御セクションとを含み、前記細長部材(174)が、リスト部材(172)によりエンドエフェクター(170)に連結された剛性の操作アーム(174)からなり、該制御セクションが、

操作アームの縦軸方向において前記開口部を通して操作アーム(174)を挿入及び後退(15

10

20

30

40

50

6M)させるための手段(186)；

操作アームの縦軸を中心として操作アーム(174)を回転(158M)させるための手段；  
開口部を旋回中心として2自由度にて操作アーム(174)を旋回(152M, 154M)させるための手段(188)；及び

該操作アームの縦軸とリスト部材の縦軸との角度を制御すべく、操作アーム(174)に対して該リスト部材(172)を旋回(164M)させるための手段(184)；  
を備える、請求項1に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項9】

前記リスト部材の縦軸を中心として前記リスト部材(172)の第2のリンク(172B)を回転(166M)させる手段をさらに備える、請求項8に記載の最小侵襲手術システム。

10

【請求項10】

前記ハンドル(168)が作動自在なハンドル(168)からなり、エンドエフェクター(170)が第1の要素と第2の要素を備え、制御セクションがさらに、ハンドル(168)の運動に応じて固定された第2の要素に対して第1の要素を移動させる手段を備える、請求項8に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項11】

マニプレータ(142)が挿入セクションと制御セクションとを備え、挿入セクションのエンドエフェクター(170)が、柔軟かつ操縦可能な挿入セクションの本体(268)によって挿入セクションの前記細長部材に連結された手術器具ヘッド(270)を備え、制御セクションは、オペレータが手動でコントローラ可動部(150, 160)を動かして手術器具ヘッド(270)を挿入及び操縦するために、柔軟な前記本体(268)に連結された複数の制御モータ及びリンク機構(182, 184, 186, 188)を含む、請求項1に記載の最小侵襲手術システム。

20

【請求項12】

柔軟な前記本体(268)が、前記細長部材内の通路を通過する操縦可能なカテーテル本体(268)からなる、請求項11に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項13】

前記細長部材が内視鏡を備え、制御セクションの前記制御モータが、カテーテル本体(268)の操縦用ワイヤを用いて操縦可能なカテーテル本体(268)を曲げさせ、該内視鏡が、体内の手術空間の画像表示を与えるのに適したビューイング手段を備える、請求項12に記載の最小侵襲手術システム。

30

【請求項14】

前記細長部材(174)が操作アーム(174)からなり、マニプレータ(142)とサーボ機構(42, 44, 80)が、さらに

前記開口部を通した操作アーム(174)の縦軸方向の運動(156M)、  
によって体内の手術空間(146)内でエンドエフェクター(170)を移動させるように構成されている、請求項1に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項15】

作動自在なエンドエフェクター(170)を支持する操作用のリンク機構を備えた外科手術の作業現場(22)であって、マニプレータ(142)が、基部側の端部と末端側の端部を有する細長い剛性の細長部材(174)を備え、前記細長部材(174)の基部側の端部は患者の体の外部に存在しかつ複数の運動の自由度にて移動自在であり、前記細長部材(174)の末端側の端部とエンドエフェクター(170)の間に接続部材(172; 268)が配置された前記外科手術の作業現場(22)；

40

作動自在なハンドル(168)とコントローラ可動部(150, 160)を備えた制御ステーション(20)；及び

ハンドル(168)の作動によってエンドエフェクター(170)を作動させて患者の体内の手術空間(146)内で生体組織を操作するようにサーボ機構(42, 44, 80)を介してハンドル(168)をエンドエフェクター(170)に連結する前記サーボ機構(42, 44, 80)；  
を備え、

該サーボ機構は、

50

患者の開口部を旋回中心とする 2 自由度での前記細長部材(174)の旋回運動(152M, 154M)、及び

前記接続部材(172)と前記細長部材(174)との連結部を中心とした前記接続部材(172)の旋回運動(164M)、  
を行わせる最小侵襲手術システム。

【請求項 16】

前記細長部材(174)が、操作アーム(174)の基部側の端部から操作アーム(174)の末端側の端部まで長手方向に伸びる軸線を有する剛性の操作アーム(174)からなり；さらに、前記接続部材が、操作アーム(174)の末端側の端部に旋回自在に連結されたリスト部材(172)であり；

リスト部材(172)はその縦軸を中心として回転運動(166M)を行うことができる；  
 請求項 15 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 17】

前記エンドエフェクター(170)が、リスト部材(172)に旋回自在に連結された1対のジョー要素を備える、請求項 16 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 18】

コントローラ可動部(150, 160)の運動に応じて、サーボ機構(42, 44, 80)が、前記細長部材(174)の基部側の端部を前記細長部材(174)の縦軸方向とは異なる 2 方向に 2 自由度で移動させ、サーボ機構が、前記細長部材(174)の基部側の端部を前記細長部材の縦軸方向に 1 自由度で移動(156M)させる、請求項 15 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 19】

サーボ機構は、患者の体内でエンドエフェクター(170)を前記細長部材(174)に対して複数の自由度(164M, 166M)で運動させる、請求項 18 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 20】

制御ステーション(20)がステーションハウジング(144)を備え、コントローラ(140)が、細長部材(150)をステーションハウジング(144)に連結するリンク機構を備え、サーボ機構(42, 44, 80)は、制御ステーション(20)の作業空間内でのハンドル(168)の動きに追従して体内の手術空間(146)におけるエンドエフェクター(170)を動かす、請求項 15 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 21】

外科手術の作業現場(22)が、エンドエフェクター(114; 270)に向けて方向付けられた内視鏡(108; 260)を備え、制御ステーション(20)が、エンドエフェクター(114; 270)の画像を生成するように内視鏡(108; 260)に接続されたディスプレイ(54)を備え、また、オペレータ(18)により見られる内視鏡(108; 260)の画像とオペレータ(18)の手により保持されたハンドル(168)とが、ハンドル(168)及びエンドエフェクター(114; 270)の位置移動及び方向変化中に一体的にオペレータ(18)に現れるべく、該ディスプレイ(54)がハンドル(168)に対して方向付けられ、かつサーボ機構(42, 44, 80)がプログラミングされる、請求項 20 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 22】

エンドエフェクター(170)が、開創器、電気外科用カッター、電気外科用コアギュレータ、ピンセット、針ホルダー、ハサミ、刃、及び洗浄器からなる群から選択された手術器具ヘッドを備える、請求項 15 に記載の最小侵襲手術システム。

【請求項 23】

制御セクションと挿入セクションとを備えた内視鏡手術システムであって、  
 該挿入セクションは、患者の体壁(178)の開口部を通して患者に挿入し、患者の体内の手術空間(146)に隣接した位置に配置することができ、該挿入セクションは、基部側の端部及び末端側の端部を有する細長い操作アーム(174)と、エンドエフェクター(170)とを備え、前記操作アーム(174)の基部側の端部は患者の体の外部に存在しかつ複数の運動の自由度にて移動自在であり、前記操作アーム(174)の末端側の端部とエンドエフェクター(170)との間に設けられる接続部材(172)に少なくとも 2 つの回転運動の自由度(164M, 166M)

10

20

30

40

50

が与えられ、該操作アーム(174)の基部側の端部は前記制御セクションに連結され；

前記制御セクションは、手動式コントローラ(140)を有する遠隔制御ステーション(20)と、複数の制御モータ及びリンク機構とを備え；

オペレータ(18)がコントローラ(140)を手動で動かし挿入セクションを操作して手術空間(146)にて前記エンドエフェクターで生体組織を操作するために、前記制御セクションと挿入セクションが、

操作アーム(174)の縦軸を中心とした操作アーム(174)の回転運動(158M)、前記開口部を旋回中心とする2自由度での前記操作アーム(174)の旋回運動(152M, 154M)、

前記操作アームと前記接続部材との連結点を中心とした前記接続部材の旋回運動(164M)

10

前記接続部材の縦軸を中心とした前記接続部材の回転運動(166M)、  
 によって体内の手術空間(146)内でエンドエフェクター(170)を動かすように構成されている前記内視鏡手術システム。

【請求項24】

さらに、内視鏡(108; 260)と画像ディスプレイ(54)を備え、前記オペレータ(18)が、前記画像ディスプレイ(54)上にて、手術空間(146)内で内視鏡(108; 260)により検出された画像を知覚できる、請求項23に記載のシステム。

【請求項25】

前記エンドエフェクター(170)が手術器具を備える、請求項23に記載のシステム。

20

【請求項26】

前記手術器具が、開創器、電気外科用カッター、電気外科用コアギュレータ、ピンセット、針ホルダー、ハサミ、刃、及び洗浄器からなる群から選択された構造を有する、請求項25に記載のシステム。

【請求項27】

エンドエフェクター(170)が、リスト部材(172)を介して操作アーム(174)の末端側の端部に連結され、リスト部材(172)の基部側の端部が操作アームの末端側の端部に旋回自在(164M)に連結され、リスト部材(172)がその縦軸を中心にして回転(166M)できる、請求項23に記載のシステム。

【請求項28】

オペレータ(18)はまた、手動で制御アーム(150)を動かすことにより操作アーム(174)の縦軸方向に動かす(156M)ことができる、請求項23に記載のシステム。

30

【請求項29】

制御セクションと挿入セクションを備えた内視鏡手術システムであって、

該挿入セクションは、体壁(178)の開口部を通して患者に挿入して患者の体内の手術空間(146)に隣接した位置に配置でき、該挿入セクションは、基部側の端部及び末端側の端部を有する細長い操作アーム(174)と、エンドエフェクター(170)とを備え、前記操作アーム(174)の基部側の端部は患者の体の外部に存在しかつ複数の運動の自由度にて移動自在であり、該エンドエフェクター(170)は接続部材(172)を介して操作アーム(174)の末端側の端部に連結され、該操作アーム(174)の基部側の端部は、前記制御セクションに連結され；そして

40

前記内視鏡手術システムが、制御アーム(150)とエンド部材(160)とを含むコントローラ可動部(150, 160)を備えたオペレータ制御ステーション(20)を更に備え、前記制御セクションが、挿入セクションを操作するよう構成された複数の制御モータ及びリンク機構(182, 184, 186, 188)とを含み、前記コントローラ可動部(150, 160)は、オペレータが手動で前記コントローラ可動部を動かして遠隔にて前記挿入セクションを操作して、少なくともも

操作アーム(174)の縦軸を中心とした操作アーム(174)の回転運動(158M)、開口部を旋回中心とした2自由度での操作アームの旋回運動(152M, 154M)、前記操作アームと前記接続部材との連結点を中心とした前記接続部材の旋回運動(164M)

50

前記接続部材の縦軸を中心とした前記接続部材の回転運動(166M)、  
を行わせて手術空間内にて前記エンドエフェクター(170)で生体組織を操作することがで  
きるように、前記複数の制御モータ及びリンク機構(182, 184, 186, 188)に連結される；  
前記内視鏡手術システム。

【請求項 3 0】

制御セクションと挿入セクションを備える内視鏡手術システムであって、該挿入セク  
ションは、患者の体壁(178)の開口部を通して患者の体内の手術空間(146)に隣接した位置ま  
で挿入可能であり、

前記挿入セクションは、細長い操作アーム(174)、エンドエフェクター(170)、及び操作  
アーム(174)とエンドエフェクター(170)とを接続するリスト部材(172; 268)を有し、該細  
長い操作アーム(174)は、基部側の端部と末端側の端部を有し、前記操作アーム(174)の基  
部側の端部は患者の体の外部に存在しかつ複数の運動の自由度にて移動自在であり、

前記内視鏡手術システムが、手動式コントローラ可動部(150, 160)を含んだコントロー  
ラ(140)を有するオペレータ制御ステーション(20)を更に備え、前記制御セクションが、  
複数の制御モータ及びリンク機構を有する駆動システム(182, 184, 186, 188)を備え、ま  
た、前記駆動システム(182, 184, 186, 188)は、オペレータがコントローラ可動部(150,  
160)を手動で動かして挿入セクションを操作する際に、少なくとも、

(i) 操作アーム(174)を前記開口部を旋回中心として少なくとも1つの自由度(152M, 154M  
)で旋回運動させること；

(ii) 操作アーム(174)を操作アームの縦軸を中心として回転(158M)させること；

(iii) 前記患者の体内で少なくとも2つの運動の自由度にてリスト部材(172; 268)を運動  
させること；及び

(iv) 手術空間内にてエンドエフェクター(170)により生体組織を操作すること；  
ができるように挿入セクションに作動可能に連結されかつサーボ機構(42, 44, 80)を介し  
て制御ステーションに作動可能に連結されている、前記内視鏡手術システム。

【請求項 3 1】

駆動システム(182, 184, 186, 188)はさらに、オペレータがコントローラ可動部(150,  
160)を手動で動かして挿入セクションを操作して患者の体内でリスト部材(172)をその縦  
軸を中心として回転(166M)させることができるように、挿入セクションに作動可能に連結  
されかつサーボ機構(42, 44, 80)を介して制御ステーション(20)に作動可能に連結される  
、請求項 3 0 に記載の手術システム。

【請求項 3 2】

駆動システム(182, 184, 186, 188)は、操作アーム(174)の前記長手方向の中心線軸が  
開口部を常に通過するように操作アーム(174)を動かす、請求項 3 0 の手術システム。

【請求項 3 3】

駆動システムは(182, 184, 186, 188)、さらに、オペレータ(18)がコントローラ可動部  
(150, 160)を手動で動かして挿入セクションを操作して患者の体内においてリスト部材(1  
72)と操作アーム(174)との連結点を中心としてリスト部材(172)を旋回(164M)させること  
ができるように、挿入セクションに作動可能に連結されかつサーボ機構(42, 44, 80)を介  
して制御ステーション(20)に作動可能に連結される、請求項 3 0 に記載の手術システム。

【請求項 3 4】

エンドエフェクター(170)が、操作アーム(174)の末端側の端部に旋回自在に連結された  
リスト部材(172)により操作アーム(174)に連結され、該リスト部材(172)が操作アーム(17  
4)に対し少なくとも1つの自由度で旋回(164M)できる、請求項 3 3 に記載の手術システム  
。

【請求項 3 5】

前記リスト部材が屈曲自在な部材(268)からなり、エンドエフェクター(170)が、前記屈  
曲自在な部材(268)により操作アーム(174)に連結される、請求項 3 0 に記載の手術システ  
ム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 3 6】

操作アーム(174)が、駆動システム(182, 184, 186, 188)と屈曲自在な部材(268)とに連結された少なくとも1つの細長い操縦制御要素を備え、該操縦制御要素は、操作アーム(174)に対して少なくとも1つの自由度で屈曲自在な部材(268)を操縦できる、請求項 3 5 に記載の手術システム。

## 【請求項 3 7】

前記少なくとも1つの細長い操縦制御要素が複数のケーブルからなる、請求項 3 6 に記載の手術システム。

## 【請求項 3 8】

遠隔オペレータ制御ステーション(20)から作業現場(22)での手術を行うための最小侵襲手術システムであって、

スレーブ側リスト部材(172)に移動自在に連結されたスレーブ側エンドエフェクター(170)を含むスレーブ側マニプレータ(142)であって、該スレーブ側リスト部材(172)はスレーブ側操作アーム(174)に移動自在に連結されており、スレーブ側操作アーム(174)は基部側の端部と末端側の端部を有し、前記操作アーム(174)の基部側の端部は患者の体の外部に存在しかつ複数の運動の自由度にて移動自在である、前記スレーブ側マニプレータ(142)；

作業現場(22)で手術を行うべくスレーブ側マニプレータ(142)を制御するための遠隔オペレータ制御ステーション(20)に配置された複数のマスター側リンク機構を含む手動マスター側コントローラ(140)であって、前記マスター側コントローラ(140)は、マスター側制御アーム(150)、マスター側制御アームに移動自在に連結されたマスター側エンド部材(160)、及びマスター側エンド部材に移動自在に連結されたマスター側ハンドルからなるマスター側コントローラ可動部(150, 160, 168)を含む、前記マスター側コントローラ(140)；及び

マスター側制御アーム(150)、マスター側エンド部材(160)及びマスター側ハンドル(168)の動きに追従してスレーブ側操作アーム(174)、スレーブ側リスト部材(172)及びスレーブ側エンドエフェクター(170)を動かすように構成されたサーボ機構(42, 44, 80)；を備え、

マスター側制御アーム、マスター側エンド部材及びマスター側ハンドルから成るマスター側コントローラ可動部は、片手で操作してスレーブ側操作アーム(174)、スレーブ側リスト部材(172)、及びスレーブ側エンドエフェクター(170)の運動を制御でき、

前記マニプレータ(142)と前記サーボ機構は、

患者の開口部を旋回中心とする前記操作アーム(174)の旋回運動(152M, 154M)、及び前記開口部を通した前記操作アーム(174)の縦軸方向の運動(156M)、又は前記操作アーム(174)の縦軸を中心とした前記操作アーム(174)の回転運動(158M)、によって体内の手術空間(146)内でエンドエフェクター(170)を動かすことができるように構成されている、前記最小侵襲手術システム。

## 【請求項 3 9】

前記スレーブ側リスト部材(172)は、前記スレーブ側リスト部材の基部側の端部にてスレーブ側操作アーム(174)に旋回自在に連結され、かつ前記スレーブ側リスト部材の末端側の端部にてスレーブ側エンドエフェクター(170)に旋回自在に連結される、請求項 3 8 に記載のシステム。

## 【請求項 4 0】

前記マスター側コントローラ可動部を操作して、前記リスト部材の縦軸を中心としてスレーブ側リスト部材(172)を回転(166M)させることができる、請求項 3 9 に記載のシステム。

## 【請求項 4 1】

前記マスター側コントローラ可動部は、患者の体壁(178)外のスレーブ側操作アーム(174)の部分に少なくとも3つの運動の自由度(152M, 154M, 156M)を与えるべく操作でき、これら3つの自由度の1つは、前記開口部を通したスレーブ側操作アーム(174)の挿入(156M

10

20

30

40

50

)を含む、請求項 3 8 に記載のシステム。

【請求項 4 2】

前記スレーブ側操作アーム(174)は、複数の連結されたリンク機構を備え、該リンク機構は、開口部を中心としてスレーブ側操作アームの回転運動を行わせるよう構成される、請求項 3 8 に記載のシステム。

【請求項 4 3】

前記マスター側コントローラ可動部は、その末端側にて少なくとも 3 つの自由

度にてハンドルを操縦すべく操作可能であり、この 3 つの自由度のうち 1 つはハンドルの作動を含む、請求項 4 2 に記載のシステム。

10

【請求項 4 4】

スレーブ側リスト部材(172)がスレーブ側操作アーム(174)をスレーブ側エンドエフェクター(170)に連結する屈曲自在な部材(268)からなり、この屈曲自在な部材(268)は、オペレータの手によるマスター側コントローラ可動部の操作に応じて曲がることのできる、請求項 3 8 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的に、テレオペレータ法とその装置、特に作業現場で働いているオペレータの手に直に感じるのと同じ感覚を遠隔装置のオペレータに提供する手段を含むものに

20

関係する。

【背景技術】

【0002】

テレオペレーティングは、良く知られているように、マニプレータを使った遠隔位置での作業を人間が行うことを含む。

【0003】

テレプレゼンス ( telepresence ) は、オペレータが実際に操作を行なう作業現場にいたら、自分自身の手で行うのと同じフィードバックコントロールをテレオペレータに提供することを含む。テレプレゼンス操作は、一般的に据え付けのビジュアルディスプレイ、特に、遠隔作業場所の立体映像ディスプレイの使用を含む。立体テレビシステムは、例えば米国特許第 4, 562, 463 号と第 4, 583, 117 号や英国出願特許 GB 2, 040, 134 に示されているように良く知られている。

30

【0004】

フィードバック力と共に、映し出す立体テレビを使った遠隔マニプレータもまた、例えば、「運動感覚の結合を通じた遠隔マニプレータの制御」、ベクジー ( Bejczy ) ら、機械設計のコンピュータ ( Computers in Mechanical Engineering ) , 1983年7月, 48~60頁及び「フォース-フィードバックマニプレータを用いたペグインホール作業に対するステレオの利点 ( Stereo Advantage for a Peg-In-Hole Task Using a Force-Feedback Manipulator ) 」, スペイン ( E. H. Spain ) , ステレオスコピック ディスプレーと応用 ( Stereoscopic Displays and Applications ) 第 1256 巻, 1990年, 244~254 頁の論文に示されているように良く知られている。ベクジーらの論文には、フォーストルクフィードバック ( force-torque feedback ) が含まれている。また、米国特許第 3, 921, 445 号には、動力、トルク及び本発明で用いてもよいタイプのすべりセンサーを含んだマニプレータが示されている。

40

【0005】

従来のマニプレータのオペレータには、作業現場に固定した 3 次元像が送られ、手動で、そのマニプレータをフィードバック制御していたが、オペレータには、作業現場に実際に存在する感覚は与えられていない。本発明は、遠隔マニプレータ現場でのオペレータの

50

存在感覚を実質的に加える遠隔操作システムにおいて使用する装置を目指したものである。

【特許文献1】米国特許第4,562,463号

【特許文献2】米国特許第4,583,117号

【特許文献3】英国特許出願第GB2,040,134号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的の一つは、オペレータにより遠隔位置から制御される遠隔マニプレータでのオペレータの存在感覚を強める、改善された監視システムを含んだ、改善されたテレオペレータのシステム及び方法の提供である。

10

【0007】

本発明の目的の一つは、前記タイプの改善されたテレオペレータのシステム及び方法の提供であり、オペレータが監視するマニプレータのエンドエフェクターの像が、そのエンドエフェクターを制御するのに、オペレータにより使用される手動コントローラの肝要な部分を含むものとして、オペレータにより知覚させられ、その結果、作業現場で得られる強い感覚をオペレータに与える。

【0008】

本発明の目的の一つは、軍事、工業、生物医学などを含んだ種々の広い用途での使用によく適した前記タイプの改善されたテレオペレータのシステム及び方法の提供である。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、作業現場に設置され、遠隔オペレータ制御ステーションでの手動コントローラ手段により制御されるマニプレータを含む。マニプレータのエンドエフェクターは、作業現場において、作業現場に置かれた物体をマニプレータするのに使われ、フォーストルクフィードバックが、エンドエフェクターの受けた機械的抵抗をオペレータに逆に伝達するのに用いられている。

【0010】

立体映像ディスプレイが、作業現場の像をオペレータに提供する。本発明によれば、前記像が、手動コントローラ手段に近接して設置され、オペレータは、手動コントローラ手段の方向を向いて、手動コントローラ手段に近接した、監視像を見ることになる。現実と仮空のどちらかの作業現場の像が、手動コントローラ手段に近接して与えられるであろう。現実の像を映すディスプレイ手段が、オペレータによる現実の像の直接の監視のため、手動コントローラ手段に近接して設置される。作業現場の仮空の像を映すため、ミラーがオペレータの目と手動コントローラ手段の間に置かれる。この場合、ディスプレイ手段は上下逆の現実の像を映し、その逆になった像は、前記ミラーを経て映され、そのミラーは、前記像を逆にし、オペレータに作業現場の仮空の像を与え、この作業現場が手動コントローラ手段に近接して位置するように見える。

30

【0011】

エンドエフェクターが作業現場に置かれ、手動コントローラ手段が遠隔オペレータ制御ステーションに置かれているという事実にもかかわらず、手動コントローラ手段に近接して作業現場の像を設置することにより、オペレータは、エンドエフェクターと手動コントローラ手段が実質的に一体となる感覚を与えられる。オペレータに作業現場からの立体音響の音を与える、立体音響システムが含まれてもよい。ビデオカメラ手段は、作業現場の監視に使われ、作業現場の像が得られる。種々の他のセンサーやそれらに結合した応答器が、圧力、触覚、熱、振動及び強化されたテレプレゼンスオペレーションのための同様の情報の伝達のため、各々、作業現場とオペレータ制御ステーションに設置されてもよい。

40

【0012】

用途によっては、異なった倍率操作がオペレータ制御ステーションと作業現場間の情報の伝達において用いられてよい。例えば、マイクロアッセムブリー、顕微手術及び、小さ

50

な部分のマニプレーションを含むようなオペレーションで、光学的かつ、又はビデオ拡大機がオペレータが監視する、拡大された3次元像を与えるのに使われてもよい。手動コントローラ手段とマニプレータの間の同様の倍率操作で、オペレータの感覚は、縮小版のオペレータが作業現場にいるとしたら、もつであろう感覚と実質的には同じとなる。

【0013】

図面の簡単な説明

本発明は、その他の目的および利点と共に添付図面を考察し下記の説明から最も良く理解されよう。図面は説明および実施例のためだけの目的であり、本説明がこれに限定されるものでないことは理解されよう。各図において、同様の参照数字は同一部品を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1-3について説明すると、テレオペレータシステムは、オペレータの制御ステーション20(図1および2)および作業現場22(図1および3)を含むものとして示される。オペレータ制御ステーションのオペレータ18は、遠隔作業現場のマニプレータ24を制御する。マニプレータ24は、右および左マニプレータ24Rおよび24Lからなり、それぞれ破線で示される作業空間30内のプラットホームまたはベース28上に置かれる対象物26のような物体を操作するのに用いられる。説明を目的とするだけであり、これに限定するものではないが、上記右マニプレータ24Rはベース28に付加されたハウジング32Rを含むものとして示され、そしてこのハウジングから入れ子式操作アーム34Rが伸び出ている。操作アーム34Rの内端部(基部側の端部)は、従来型装着手段を用いて、任意のピボット方向にピボット運動するように装着される。例えば、操作アーム34Rの内端部は、水平ピボット軸線36の周りにピボット運動するように装着され、さらに上記水平ピボット軸線が垂直軸線38の周りにピボット運動するようになっている。

【0015】

操作アーム34Rは、入れ子式内側部分34R1と外側部分34R2を含み、外側部分は内側部分34R1の内方への軸方向移動、内側部分34R1から外方への軸線方向移動、およびその縦軸線の周りの回転運動に適合するようになっている。エンドエフェクター40Rが、操作アームの外端部(末端側の端部)に支持され、説明の目的でグリッパを含むものとして示される。図示されないモータは、ピボット軸線36および38周りの操作アーム34Rのピボット運動、操作アームの縦軸線に沿う外側アーム部分34R2の軸線方向の運動および縦軸線周りの外側アーム部分34R2の回転運動、およびグリッパ40Rの開放と閉鎖を制御する。上記モータは、モータの制御用のモータ制御回路と共に、上記ハウジング32R内に含むこともできる。上記モータは、コンピュータ42の制御下で右マニプレータインターフェース44Rおよび上記モータ制御回路を経て接続される。

【0016】

左マニプレータ24Lは、右マニプレータ24Rと事実上同一設計であり、同一の部品であることを示すために同一の参照番号が用いられているが、Rの代わりに添字Lを付している。説明の目的で、図3に示される左エンドエフェクター40Lは、1対のはさみ刃の様式で作動する切断刃を含むものとして示される。

【0017】

上記作業現場には1対のビデオカメラ46Rおよび46Lが設けられ、線48Rおよび48Lにおいて、それからの立体信号出力の作成のため、異なる角度から作業空間30を観察する。図3に示される両カメラの光軸間の角は、図2に示されるような作業空間の像のオペレータの両眼間の視角に事実上等しい。

【0018】

線48Rおよび48Lにおけるビデオカメラ出力は、カメラからの右および左の像のビデオ視野の瞬間記憶用のイメージメモリ50に供給される。イメージメモリ50からの右および左の像の視野は、左/右スイッチ52を経て、モニタの面54Aにおける2つの像の交互ディスプレイ用のテレビジョンモニタのような視覚ディスプレイ54に交互に供給される。調時および制御手段56は、上記システムの各種素子に調時および制御信号を送

10

20

30

40

50

り、上記システムの信号調時および制御用の、立体画法ディスプレイシステムに含まれた素子を含んでいる。もしもデジタル記憶手段50が用いられる時には、記憶に先だちアナログ・デジタル変換器により、カメラ信号出力のデジタル信号形への変換およびモニタ54におけるディスプレイに備えて、左/右スイッチから、アナログ信号形式へデジタル信号出力の変換が用いられることもある。

【0019】

ディスプレイ手段54の表面の電子光学デバイス58は、調時及び制御ユニット56からの、左/右同期信号の制御下でディスプレイ手段54から受けた偏光を制御する。上記左および右の像視野は、直角方向に偏光される、右および左の偏光素子62および64を備えた、1対の受動偏光眼鏡を着けたオペレータ18により観察される。上記電子光学デバイス58を経たディスプレイ54からの偏光は、オペレータによる立体画法目視のため、右視野が左眼から遮光され、そして左視野が右眼から遮光されるような視野による同期された視野である。オペレータに遠隔作業空間の立体視界を与えるため、この発明の実施に用いることもできる、例えば、アクティブ式立体眼鏡を使用するものを含め、左および右の像視野の立体画法目視用の他の手段は周知である。

10

【0020】

モニタ54用の垂直偏向コイル結線は逆転され、モニタを底部から頂部へ走査させ、これにより作業空間30の頂部-底部反転像30Iを生じる。文字a, b, cおよびdは作業空間30および反転作業空間像30Iの対応する角部を識別するために用いられる。上記反転作業空間像30Iは、テーブル68の上面のミラー66を介してオペレータにより観察され、上記ミラーは像30Iを反転して、オペレータにより直立位置に観察されるように上記像を反射する。上記ミラーの方向に見おろす時に、オペレータは作業空間30の仮想像30Vを観察する。本発明の一態様によると、図1-3において、オペレータにより観察される像は仮想像を含み、作業現場においてマニプレータ手段24の制御のため、上記オペレータにより用いられるコントローラ手段70に隣接配置される。

20

【0021】

コントローラ手段70は、テーブル上面68の直下に配置されて、右及び左コントローラ72Rおよび72Lを含み、それぞれ右及び左マニプレータ24Rおよび24Lの制御をする。上記右及び左コントローラは事実上同一設計であるので、一方の説明が両方に適用される。マニプレータにおけるように、添字R及びLが、右コントローラの素子と左コントローラの素子とを識別するのに用いられる。説明の目的で、これに限定されるものではなく、右コントローラ72Rはテーブル上面68の底部に固着されたハウジング74Rを含むのが示され、これから入れ子式制御アームすなわちスティックの形式の手動制御アーム76Rが延び出る。

30

【0022】

右及び左制御アーム76Rおよび76Lは、関連の操作アーム34R及び34Lと同じ自由度がそれぞれに与えられる。例えば制御アーム76Rの内端部はマニプレータピボット軸線36に相当する水平軸線36の周りにピボット運動され、この軸線は、マニプレータ軸線38に相当する垂直軸線の周りにピボット運動するのに適するようになっている。制御アーム76Rはまた内側部分76R1および外側部分76R2を含み、外側部分は内側部分76R1内への軸線方向移動および内側部分76R1から出る軸線方向運動、およびその縦軸線周りの回転運動の両方に適している。制御アーム76Rには関連の操作アーム34Rと同様に4つの自由度が与えられていることは明白であろう。さらに、センサ手段78Rが制御アームの外側部分76R2の外端部に隣接配置され、グリッパ40Rのグリッピング作動を制御するのに用いられる。同様にセンサ手段78Lが制御アーム76Lの外端部に隣接され、はさみ刃40Lの作動を制御するのに用いられる。

40

【0023】

右および左コントローラ72Rと72Lはサーボ機構内に包含され、該機構において制御アーム76Rと76Lは操作アーム34Rと34Lの位置を制御し、そしてセンサ手段78Rと78L上の圧力はエンドエフェクター40Rと40Lのそれぞれの開放および

50

閉鎖を制御する。第1図において、右および左手コントローラインタフェース80Rと80Lそれぞれがコンピュータ42へのコントローラの接続のために示される。遠隔位置における機械的運動の制御用のサーボ機構は公知であり、これはマニプレータからの力及びトルクフィードバックを手動コントローラ手段へと提供するものである。どのような適したサーボ機構でも本発明の実施に使用でき、しかも力及びトルクフィードバックを組み合わせるものが本発明装置のテレプレゼンス操作に特に好ましい。

【0024】

図示の装置において、右および左マイクロフォンが作業現場に備えられ、これらマイクからの出力が右および左増幅器により増幅されそしてオペレータの制御ステーションにおける右および左スピーカに供給されて作業空間においてオペレータに立体音響を提供するステレオ音響出力を提供する。

10

【0025】

第1図においてこのステレオ装置系の右チャンネルのみが示され、ここには右マイクロフォン82R、右増幅器86Rおよび右スピーカ88Rが含まれる。ここに左マイクロフォンとスピーカは作業現場におけるそれぞれの右マイクロフォンとスピーカおよびオペレータの制御ステーションの真うしろに位置する(第1図)。当然のことに、イヤフォンがこれらスピーカの代わりにオペレータのために提供でき、これによりオペレータの制御ステーションにおける外部雑音を遮断するに役立てうる。更に第1図において、モニタにおける遮光板54Bが示されオペレータによるモニタ面の直接観察を防止する。

20

【0026】

ここに第4図を参照し、ここでは第1乃至3図に示した装置の簡素化した線図を示しそして種々の長さ及び角度位置が図番で示されている。第4図において、作業空間におけるカメラと点F間の光路長は図番Lにより示される。同作業空間のバーチャルイメージにおけるオペレータの眼と点F間の対応する光路長は距離 $a + b$ により示され、ここに $a$ はオペレータの眼からミラー66への距離であり、そして $b$ は該バーチャルイメージでの該ミラーから点F迄の距離である。ここに示される他の寸法は操作アーム34Rの枢軸点上のカメラの高さ $G$ と、制御アーム76Rの枢軸点上のオペレータの眼の対応する高さ $g$ を更に含む。長さ $d$ の制御アーム76Rにより操作アーム34Rは長さ $D$ に調整されている。同様に垂直に関し角度 $A$ にある制御アーム76Rをもって、操作アーム34Rは垂直線から同一の角度に位置される。カメラが作業空間を見る垂直線からの角度および、オペレータの眼が作業空間のバーチャルイメージを見る垂直線からの角度は  $\theta$  で示される。作業位置の諸要素とオペレータ制御ステーション間には下記の関係が存在する：

30

$$a + b = k L \quad (1)$$

$$d = k D \quad (2)$$

$$g = k G \quad (3)$$

ここに $k$ は縮尺ファクタ定数である。

$k$ が1の場合は $a + b = L$ 、 $d = D$ そして $g = G$ であり、作業現場の寸法の縮尺計算は必要でない。

【0027】

ここにどのような縮尺ファクタも使用でき、本発明は原寸大での操作に限定されるものでない。例えば作業現場は小さくでき、例えば顕微鏡寸法をも包含し、この場合、目的物、両眼間の距離および焦点に関する光学パラメータおよび機械的かつ寸法パラメータが適切に適用される。適切な縮尺(*s c a l i n g*)およびイメージ倍率(*i m a g e m a g n i f i c a t i o n*)、力およびトルクフィードバックを使用することによりまた手動制御アーム76Rと76Lに隣接して作業空間30のイメージ30Vを位置させることにより、オペレータはエンドエフェクタ40Rと40Lを直接制御する強い感覚をもちうる。オペレータはエンドエフェクタ40Rと40Lとそれぞれの制御アーム76Rと76Lが実質的に一体であるという感覚を受ける。この手動制御アームとエンドエフェクタの一体化の同一の感覚は、オペレータにより観視されたイメージが手動制御アームに近接して位置されない公知技術の構成では実感されない。公知技術が立体像観察および、力およ

40

50

びトルクフィードバックを包含する場合といえども、作業対象とする観察像対象物からの断絶感が存在する。本発明はオペレータの手がエンドエフェクタの直接制御を行うとも思える作業空間像を設置することによりこの断絶感を克服する。

【 0 0 2 8 】

小規模の操作、例えば外科手術的適用に必要な操作に対しては、縮小された観察者が実際の作業現場にいたとしたら持つであろう観察経験を再現することが望ましい。第5図において仮想的縮小観察者の仮想的な眼90が実際の作業空間を観察している状態を示している。この実際の作業空間内の一点、X、Y、Zにおける光源からの光はX / Mで表した点において縮小観察者の眼90上に或る刺激を与える。第6図において実際のオペレータの眼92は、この実際の作業空間を観察するために使用されたビデオカメラ94により生成された拡大したバーチャルイメージを観察して示される。ここに図示のカメラは受光レンズ96およびCCD（電荷結合素子）アレー98のような固体イメージング装置を含み、このアレーではX、Y、Zにおける点状光源が $X_i$ 、 $Y_i$ 、 $Z_i$ で示される。

10

【 0 0 2 9 】

正確な尺度において、対応する光源は、観察ディスプレイの面の実際のまたは見掛け位置の何れかで $M X_i$ 、 $M Y_i$ 、 $M Z_i$ において生成されるが本装置系の立体画像操作により該オペレータには実際の作業空間における点X、Y、Zに対応する点MX、MY、MZから発生しているように思われる。実際の眼92の網膜において、ある刺激が、仮想的観察者の眼90における点X / Mと比例的に同一位置で点Xに生成される。この関係は正確に寸法合わせしたカメラ距離およびレンズ焦点長さを、光学的倍率 $M_o = M / M_v$ （ここにMは望ましい全体倍率そして $M_v$ はビデオ倍率である）となるように選択することにより保証される。典型的ビデオ倍率 $M_v$ は約40であり、該倍率はCCDアレー98の巾とディスプレイ巾との比に等しい。

20

【 0 0 3 0 】

ここに第7図乃至第9図により医療方面に利用する本発明の態様を示す。ここに右および左マニプレータ100Rと100Lが示され、これらは右および左コントローラ102Rと102Lそれぞれにより制御されて示される。イメージング装置系の各要素は、実際の作業空間104の拡大バーチャルイメージ104Vがオペレータにより観察のため提供されることを除いては、上記第1乃至第3図に示したイメージング系に使用した要素と実質的に同一である。更に右および左コントローラ102Rと102Lをそれぞれのマニプレータ100Rと100Lに接続するためのサーボ機構要素もまた第1乃至第3図に関して記載したものと実質的に同一である。ここに図示の装置において、右および左マニプレータは右および左コントローラと実質的に同一構造であり、即ちあるマニプレータおよびあるコントローラの記述は両者に等しく適用できる。更に接尾語RとLは右と左の要素を区別するために使用される。

30

【 0 0 3 1 】

これらマニプレータは外部制御セクション100RAと100LAおよび挿入セクション100RBと100LBを包含し、ここに挿入セクションは円筒チューブまたはカニューレを介して体腔内に挿入するに適した部分である。説明のため、マニプレータが患者の腹壁106を通して挿入して示される。広く理解されるように腹腔鏡外科手術のため、腹壁106は吹込み法により内臓から分離され、この吹込み法はガスを図示していないが適当な手段により腹部に導入する方法である。マニプレータ・モータおよびそれと組み合わせられたモータ制御回路はマニプレータの外部制御セクション100RAと100LA内に入れられ挿入セクションの制御を行う。マニプレータは腹腔内の臓器を観察するための腹腔鏡108と共に患者が保持されている手術台の一部を形成する固定レールにより担持されている。

40

【 0 0 3 2 】

マニプレータの挿入セクション100RB及び100LBは、図1～3の態様に関して上述した操作アーム34R及び34Lと実質的に同じ構成のものでよい。該挿入セクションは、体の内部で使用するため比較的小さい大きさを有する。挿入セクション100RB

50

は入れ子式の内側セクション 1 1 2 R 1 及び外側セクション 1 1 2 R 2 を含み、しかして該外側セクションは内側セクション 1 1 2 R 1 に対して出入りする軸線方向の移動並びにその長手軸線の回りの回転の両方に適合されている。エンドエフェクター 1 1 4 R 及び 1 1 4 L は、器官 1 1 6 の操作のためにそれぞれ右及び左の外側セクション 1 1 2 R 2 及び 1 1 2 L 2 の外方端において担持されている。内側セクション 1 1 2 R 1 は、当該挿入セクションが壁 1 0 6 を横切る点 P に実質的に位置する交差垂直軸線の回りの旋回運動に適合されている。エンドエフェクター 1 1 4 R 及び 1 1 4 L の操作を除いて、各操作アームは、図 1 ~ 3 に示された態様と同じく 4 の自由度が与えられている。エンドエフェクター 1 1 4 R 及び 1 1 4 L は単に、本質的には、例えば開創器、電気外科用カッター及びコアギューレータ、顕微ピンセット、顕微針ホルダー、解剖用ハサミ、刃、洗浄器及び縫合糸を含めてハンドルが除去された顕微外科用器具からなっているてもよい。

10

#### 【 0 0 3 3 】

作業空間 1 0 4 を観るための腹腔鏡 1 0 8 は、外方の操作セクション 1 0 8 A 及び挿入セクション 1 0 8 B からなるものが示されている。挿入セクション 1 0 8 B の外側エンドセクション 1 2 0 はその内方エンドセクション 1 2 2 内で軸線方向にかつ回転自在に移動でき、かつ作業空間 1 0 4 を立体的に観るための一対の画像トランスミッションウィンドウ 1 2 4 , 1 2 4 が設けられている。該腹腔鏡にはまた、該作業空間を照明するための照明手段（図示せず）並びに液体が該ウィンドウを通過して流れるための液体用入口及び出口手段（図示せず）が設けられている。セクション 1 0 8 A 内のビデオカメラ手段は、画像メモリ 5 0 への連結用のアウトプットライン 4 8 R 及び 4 8 L において左及び右の電子画像の発生のためビューイングウィンドウを通して受け取られる光にตอบสนองする。拡大三次元画像 1 0 4 I が、ミラー 6 6 を経てオペレータが着ける干渉偏波メガネ 6 0 によって観られるようにするためディスプレイ手段 5 4 において作られる。図 1 - 3 に示されている態様と同様に、作業空間 1 0 4 が、コントローラ 1 0 2 R 及び 1 0 2 L の制御アーム 1 3 0 R 及び 1 3 0 L に隣接して作られる。制御アーム 1 3 0 R 及び 1 3 0 L は、上述した図 1 - 3 の態様において含まれている制御アーム 7 6 R 及び 7 6 L と同じタイプのものである。それらは、入れ子式の内側及び外側セクション 1 3 2 R 1 及び 1 3 2 R 2 並びに 1 3 2 L 1 及び 1 3 2 L 2 を含む。制御アームの外側エンドに隣接して位置するセンサー手段 1 3 4 R 及び 1 3 4 L は、図 1 - 3 を参照して上述したやり方でそれぞれエンドエフェクター 1 1 4 R 及び 1 1 4 L の操作を制御する。ここで、画像がオペレータにより観られる垂直線からの角度は対象物が該カメラにより観られる垂直線からの角度に等しい必要はない、ということが留意されよう。図 7 - 9 に示された配置では、オペレータが垂直線から角度にて画像 1 0 4 V を観るように示されており、一方対象物 1 1 6 は直接下向きに観られるように示されている。外部参照がない場合、体内の垂直線の感覚は特に小さくなく、垂直線に対して観察者及びカメラが種々の角度で観る結果オペレータの精神に混乱は生じない。

20

30

#### 【 0 0 3 4 】

図 7 - 9 の態様の場合、作業空間の拡大虚像 1 0 4 V がオペレータにより観られるために与えられるのみならず、マニプレータの挿入セクション 1 0 0 R B 及び 1 0 0 L B の長さより長い長さの制御アーム 1 3 0 R 及び 1 3 0 L が用いられる。入れ子式の制御アームの軸線方向の移動のサーボ機構スケーリングが与えられて、その軸線方向の延出又は引込みが入れ子式の該挿入セクションのより小さい延出又は引込みをもたらすようにされる。スケーリングなしでは、制御アーム 1 3 0 R 及び 1 3 0 L の角旋回運動は挿入セクション 1 0 0 R B 及び 1 0 0 L B の同じ角旋回運動を生じさせ、そして該制御アームのエンドセクション 1 3 2 R 2 及び 1 3 2 L 2 の回転運動は右及び左のマニプレータの挿入セクションのエンドセクション 1 1 2 R 2 及び 1 1 2 L 2 の同じ回転運動を生じさせる。拡大画像に関する本発明のこの態様は、顕微外科の分野、特に大きさの制限のために外科医が手によって所与の領域に達し得ない場合に特に有用である。

40

#### 【 0 0 3 5 】

本発明は、いかなる特定数の自由度を有するマニプレータについての使用に限定されな

50

い。当該技術で周知の種々の自由度を有するマニプレータが本発明の実施に用いられ得る。ここで図10及び11を参照すると、リストジョイントを設けて追加的な運動自由が与えられているコントローラ140及びマニプレータ142がそれぞれ示されている。図示されたコントローラ140は、テーブルミラー66が置かれるテーブルトップ68の底部に取り付けられたハウジング144を含む。現実の作業空間(手術空間ともいう)146の拡大虚像146Vが、上述したやり方でミラー66上を下向きで見るときオペレータにより観られ得るようにオペレータの手148に隣接して与えられる。

【0036】

それぞれ内側及び外側セクション150L1及び150L2からなる制御アーム150Lが、双頭矢印152及び154を交差させることにより示されているようにいかなる旋回方向にも旋回運動するようにハウジング144内に設置される。外側セクション150L2は、双頭矢印156の方向において内側セクション150L1に対して出入りする軸線方向の移動に適合されている。それはまた、双頭矢印158の方向においてその長手軸線の回りの回転に適合されている。この態様では、制御アームは、双頭矢印164の方向の旋回運動のためにリストジョイント162により外側セクション150L2にピボット取り付けられている。エンドセクション160は軸線方向に整合した内側及び外側セクション160A及び160Bからなり、しかしてその外側セクション160Bは双頭矢印166の方向においてその長手軸線の回りに回転可能である。上述した配置の場合のように、センサー手段(ハンドルともいう)168が、図11に示されたマニプレータ142におけるエンドエフェクター170の操作のために制御アームの自由端に隣接して設置されている。

【0037】

図11を参照すると、軸線方向に整合されたリンク172A及び172Bからなるリスト172に取り付けられた一对の可動ジョーからなるエンドエフェクター170が示されている。外側リンク172Bは、矢印166の方向における手動コントローラのエンドセクション160の外側セクション160Bの回転にตอบสนองして、双頭矢印166Mの方向において内側のリンク172Aに対して長手軸線の回りにモーター手段(図示せず)により回転できる。リストリンク172Aは、ピボット軸線162の回りの手動コントローラのエンドセクション160の旋回運動にตอบสนองして、双頭矢印164Mの方向において旋回運動するようにマニプレータの前アーム(操作アームともいう)174にピボット取り付けられている。前アーム174は、双頭矢印156の方向における制御アーム150Lの外側セクション150L2の軸線方向の移動にตอบสนองして、双頭矢印156Mの方向において長手方向で軸線方向に移動できる。それはまた、双頭矢印158の方向における制御アーム150Lの外側セクション150L2の回転にตอบสนองして、双頭矢印158Mの方向において長手軸線の回りに回転できる。加えて、それは、それぞれ双頭矢印152及び154の方向における制御アーム150Lの旋回運動にตอบสนองして、双頭矢印152M及び154Mの方向において点176の回りで旋回的に運動できる。遠隔的な腹腔鏡検査法的外科のような生医学的用途のためには、ピボット点176は、実質的にマニプレータが延出する腹壁178のレベルに位置される。図11において、操作アーム174は、腹壁を貫通するカニューレ180を通過して延出する操作アーム174が示されている。

【0038】

マニプレータの外部操作端は、その上に主体が支持されている手術テーブルの支持レール(図示せず)に、取付られるように設計される。それはグリッパー170の開閉用エンドエフェクタ駆動モータを含む。リスト駆動モータ184はリスト172の旋回運動を二頭矢印164Mの方向に制御し、そして延長駆動モータ186は操作アーム174の軸方向の運動を二頭矢印156Mの方向に制御する。前アーム旋回制御モータ及びリンケージは、一般に参照番号188で表示されるが、操作アーム174の旋回運動を矢印152M及び154Mの方向に旋回点176のまわりに提供する。点176のまわりの旋回運動はマニプレータの外部操作端の横運動と同時の操作アーム174の旋回運動とによって与えられる。運動は共働されて、その結果前アームの回転の中心が腹部壁のレベルで点176

10

20

30

40

50

に於て空中に固定される。

【0039】

コントローラ140及びマニプレータ142は図7, 8及び9に示されるようなシステムに含まれており、このシステムはオペレータが右手で使用するための第2のコントローラ及びマニプレータを含み、そして手動コントローラによるマニプレータの遠隔操作のため、適切なタイプの関連するサーボ機構(図示せず)を含む。作業場に於けるビデオカメラ手段は、図9に示されるように、表示手段と共に、図7で示されるものがあるが、オペレータに左手及び右手で操作する制御手段に隣接した位置で作業空間のイメージを与えるために採用される。リスト結合を有するマニプレータを使用することにより、追加の自由度がその増加した操作性及び有用性のために与えられる。但し、上述の如く、本発明はある一定の自由度を有するマニプレータに限定されるものでない。

10

【0040】

さて図12及び13を参照すると、ここでは本発明の変形が示されており、これは作業空間(図示せず)の3次元イメージ240Iの直視を提供する。図12及び13では、オペレータの作業台だけが示されており、これは左右のコントローラ242R及び242L、および上記コントローラ及び制御アームと同じタイプのものでよい関連する左右手動手段244R及び244Lを含む。オペレータの作業台は上記したタイプのものであってもよいマニプレータの遠隔操作作用に設計される。作業空間の3次元イメージは視覚表示手段246と電気光学装置58とを共用することにより表示手段及びオペレータが着用する交差偏光(cross-polarized)眼鏡の面で与えられる。この表示手段に対して、作業空間を視る左右のビデオカメラからの左右のビデオ場が、すべて上記に詳述した態様で、交互に供給される。エンドエフェクター及び目的イメージ248及び250は、それぞれ、作業場でビデオカメラから見て作業空間内に示される。この表示手段246はオペレータによる直視のために左右手動手段244R及び244Lに隣接して位置される。この配置により、エンドエフェクター及び目的イメージは手動手段244R及び244Lと共にオペレータにより同時に可視である。手動手段は又可視なので、オペレータはエンドエフェクター手段及び手動手段の間の接続視覚を与えられ、これによりそれらは実質的に一体のものとして現われる。

20

【0041】

さて、図14を参照すると、ここでは内視鏡の挿入部の遠方端部又は先端260が示されており、これは前述の「イントロダクション トウ ア ニュープロジェクト フォア ナショナル リサーチ アンド デベロップメント プログラム(ラージ-スケール プロジェクト)イン エフワイ 1991」(“Introduction to a New Project for National Research and Development Program (Large-Scale Project) in FY 1991”)と称する刊行物に示されているのと実質的に同じタイプのもので、この内視鏡は本発明の実施に使用してもよい。内視鏡の挿入端は一对の間隔を置いて離れたのぞき窓262R及び262L、そして観察する作業空間を見て照明するための照明源を含む。窓で受けとった光は目的レンズ手段(図示せず)によって焦点合わせされ、光ファイバー束を通して該内視鏡の操作端に於ける(図示せず)カメラに送られる。カメラ出力は作業空間の3次元イメージに変換されるが、この3次元イメージはオペレータの作業台に於て(図示せず)手動手段に隣接して位置されている。左右の操縦可能な本体(例えばカテーテル)268R及び268Lは内視鏡本体内の補助チャンネル(通路)を通過する。この本体は、図示されているように、遠方端部からの延長のために設計されている。エンドエフェクター270R及び270Lは慣用の内視鏡器具よりなってもよい該本体の端部に設けられている。力センサー(図示せず)もまた、内視鏡チャンネルを通して挿入される。操縦可能な本体(例えばカテーテル)は、該本体の曲げ及び本発明での使用に適したエンドエフェクターの操作を制御する制御ワイヤーを含むが、公知のものである。制御ワイヤーの操作のための制御モータは内視鏡の操作端に設けられており、これらのモータは、遠隔オペレータの作業台からの操縦可能なカテーテル及び関連するエンドエフェクター

30

40

50

の操作のために上記したタイプのサーボ機構に含まれる。他の実施態様としては、サーボ機構システムに於けるインターフェースするコンピュータはオペレータの手の動きをエンドエフェクターの座標系に再マップし、そしてエンドエフェクターのイメージは上記した方法で手動コントローラに隣接して可視である。この実施態様では、オペレータは内視鏡を通して両手を直接エンドエフェクター上にその制御のために置くために手をのばすという感覚を持つ。異ったタイプの内視鏡は本発明のこの実施態様で採用しても良い。但し、エンドエフェクター手段の制御に使用するためのひとつ又はそれ以上の補助チャネル、作業空間の視覚表示を与えるのに用いる適切な視覚手段を含む場合に限る。例えば、胃の内視鏡、結腸の内視鏡などの内視鏡が採用される。

【0042】

以上本発明の特許法の要求に従って詳細に記載したが、種々の他の変化及び修正は当業者にとって自明であろう。例えば、上記の如く、本発明は触診のためのそして組織及び器具をマニプレータするための微妙な感覚を与える触覚のフィードバックの使用を含む。このフィードバックを与えるため、触覚センサーアレーが手動制御手段上の触覚センサー刺激アレーに結合しているエンドエフェクター上に含まれていてもよく、これがオペレータの手の上に触覚感覚を再生する。テレオペレータ触覚感知のための種々の変換技術が知られているが、これは抵抗/伝導、半導体、圧電気容量性及び光電子のものを含む。異なるタイプの手動制御手段及びマニプレータが採用されても良いが、例えば、ジンバル、リンク機構、滑車、ケーブル、駆動ベルト及びバンド、歯車、光学的又は電磁的位置エンコーダ、及び回転及びリニアモーターを含めて、非常に広範囲の公知の機構及び電子機械要素を使用する。オペレータに対するカフィードバックは手動制御手段との人体接触を要求する。例示されたようなハンドグリップ型の手動コントローラと、制御ブレース型の手動コントローラの両方とも、オペレータに対するカフィードバックのために本発明で十分使用できる。制御ブレース型の手動コントローラは関節角を測定するためにオペレータの関節に取付けられたポジティブセンサを有する構造の使用を含む。カフィードバックを各関節に適用することができる。同様に、個々の指の曲げを測定するために関節に取付けられた可変抵抗センサ又は光ファイバー屈曲センサを有する光ファイバー手袋を使用して良い。この種の手袋は現実の物体とのテレプリゼンス相互作用を与えるためにカフィードバックを具備していてもよい。採用される手動制御手段のタイプに関係なく、作業空間のイメージはそれに隣接して生成されオペレータにエンドエフェクター手段と手動制御手段とが実質的に一体であるという感覚を与える。又、上記の如く、多くの異なるタイプのサーボ機構がロボット及びテレオペレータシステム技術で良く知られており、本発明はあるひとつのタイプに限定されるものでない。オペレータへの力及びトルクフィードバックを含むものが、好まれており、操作のテレプリゼンス感覚に寄与する。加えて、作業空間の立体鏡イメージを生成する多くの異なる手段が公知である。例えば、二台のカメラを使用する代わりに、単一のカメラが切り換え交差偏光要素と共にイメージ受信通路で採用してもよい。この場合には、一対の間隔を置いて離れた立体鏡レンズが作業空間を異なる角度から見てそしてその第1及び第2のイメージをカメラに与えるために使用される。図9の構成では、ここでは腹腔鏡が示されているが、他のタイプの内視鏡が作業空間を見るために使用されて良い。上述の如く、本発明はある一定の適用又は使用に限定されるものではない。生物医学分野では、使用は、例えば、遠隔位置からの手術を含むオープン手術、顕微外科手術、及び腹腔鏡手術や内視鏡手術のような最小侵襲手術を含む。顕微鏡操作を含む実験室での使用も意図されている。本発明の産業的使用は、例えば、有害物質の取扱、遠隔操作、マイクロアセンブリーなどを含む。本発明のテレオペレータシステムの軍事的及び海面下の使用は明白である。

【0043】

上記したこと及び他のかかる変化及び修正が添付の請求項に定義された発明の精神及び範囲に該当すべきことが意図されている。

【図面の簡単な説明】

【0044】

10

20

30

40

50

【図1】作業現場および遠隔制御オペレータの制御ステーションの側面図を含む、本発明を具体化するテレオペレータ装置の線図である。

【図2】図1の線2-2に沿ったオペレータの制御ステーションの拡大背面図である。

【図3】図1の線3-3に沿った作業現場の拡大背面図である。

【図4】図1に類似の、作業現場の素子とオペレータ制御ステーションの素子との寸法的関係を示す簡易側面図である。

【図5】ミニチュア仮想の眼による視覚認識を示す線図である。

【図6】像の拡大が用いられる場合のオペレータによる視覚認識を示す線図である。

【図7】図1の線図に類似するが、テレプレゼンス手術に用いられるテレオペレータシステムを示す線図である。

10

【図8】図7に示されるオペレータの制御ステーションの背面図である。

【図9】図7に示される作業現場の背面図である。

【図10】自由度を増したオペレータの制御ステーションの変型の部分側面図である。

【図11】自由度を増したマニプレータの変型の部分側面図である。

【図12】ディスプレイ手段がオペレータの直視用に配置されているオペレータの制御ステーションの変型の側面図である。

【図13】図12に示されるオペレータの制御ステーションの変型の側面図である。

【図14】本発明と共に用いられる内視鏡の挿入部分の部分図である。

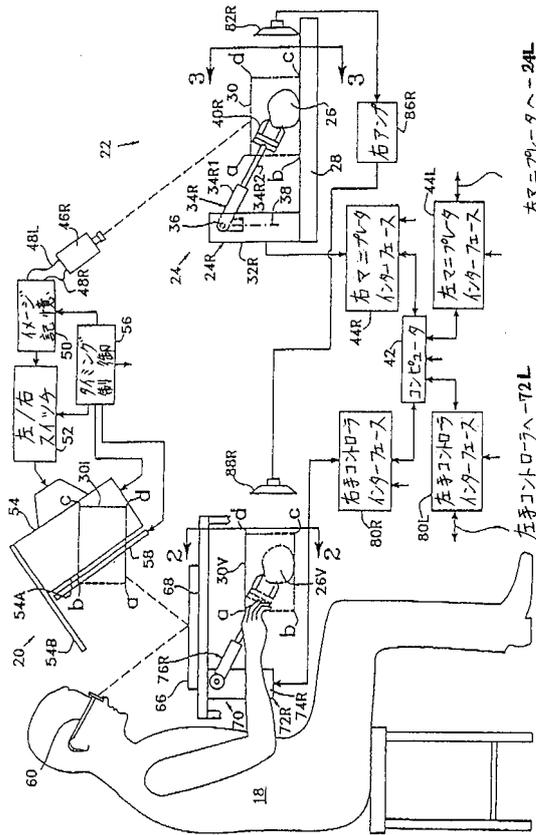
【符号の説明】

【0045】

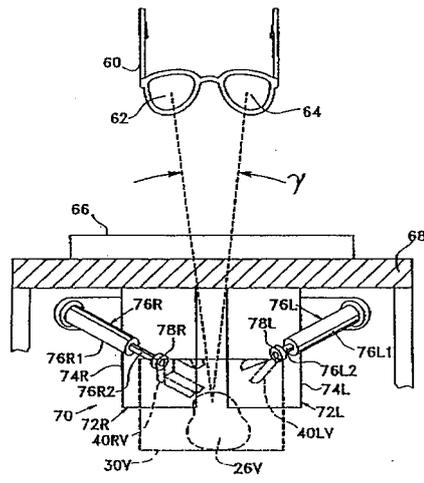
20

- 2 2 作業現場
- 2 4 マニプレータ
- 2 6 目的物
- 3 4 操作アーム
- 7 2 手動コントローラ

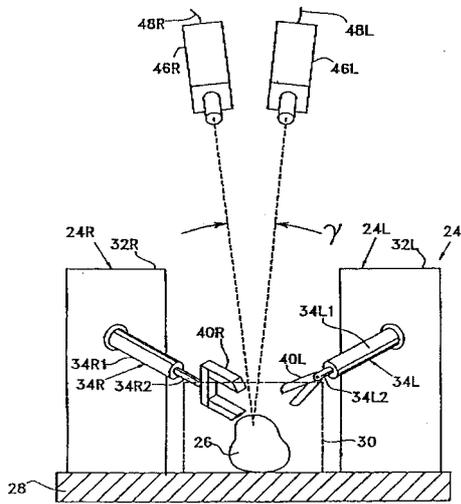
【図1】



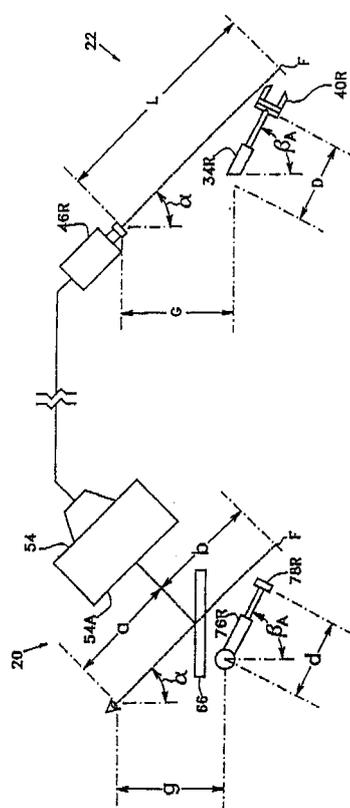
【図2】



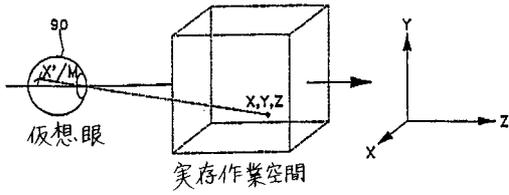
【図3】



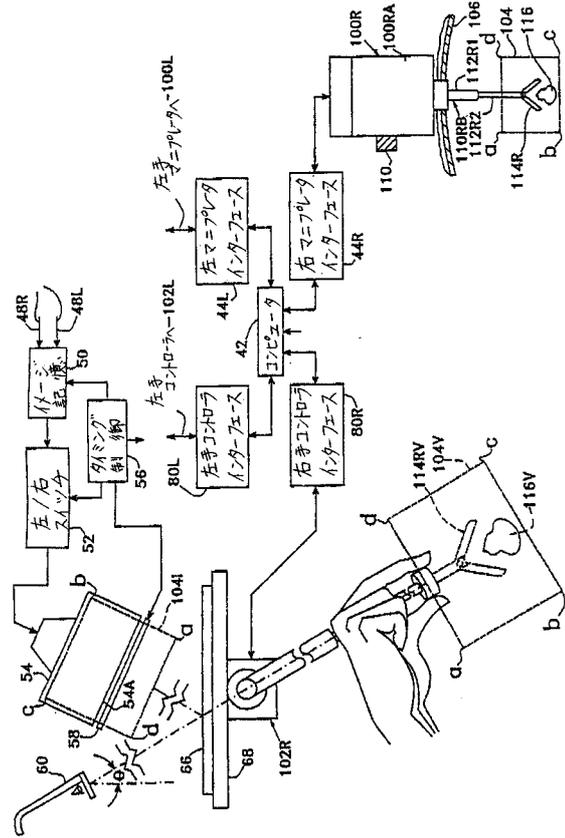
【図4】



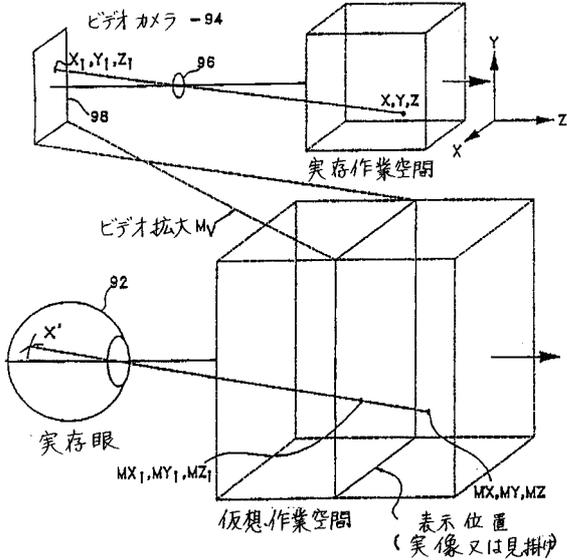
【図5】



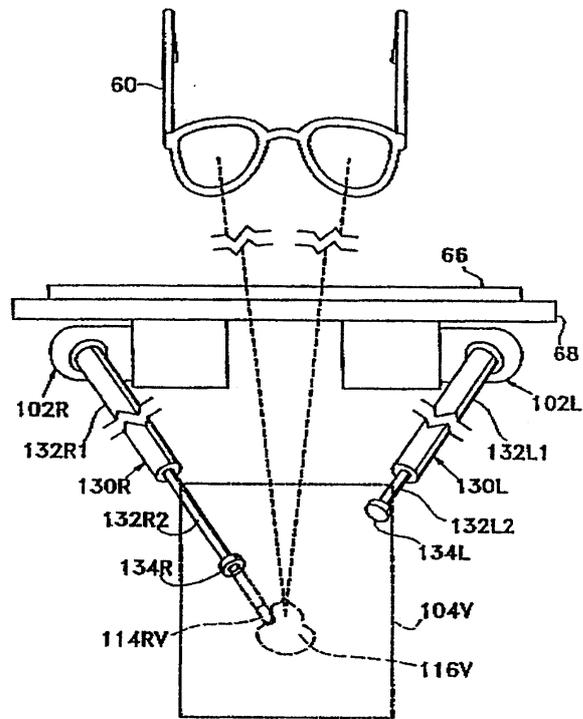
【図7】



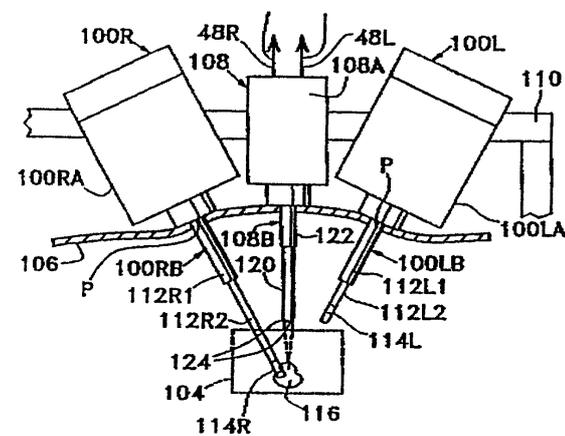
【図6】



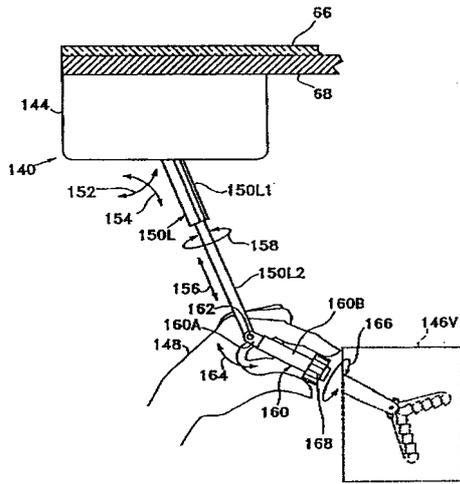
【図8】



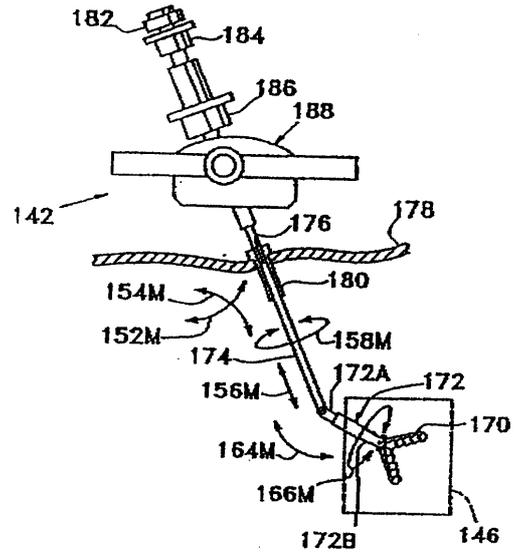
【図9】



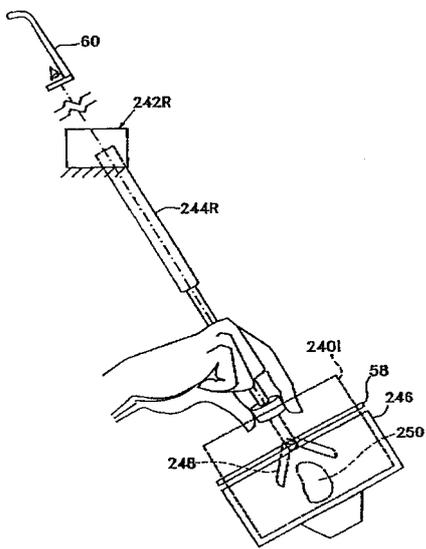
【図10】



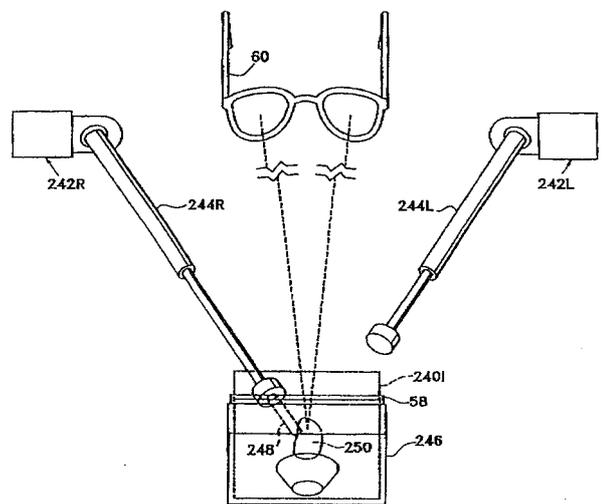
【図11】



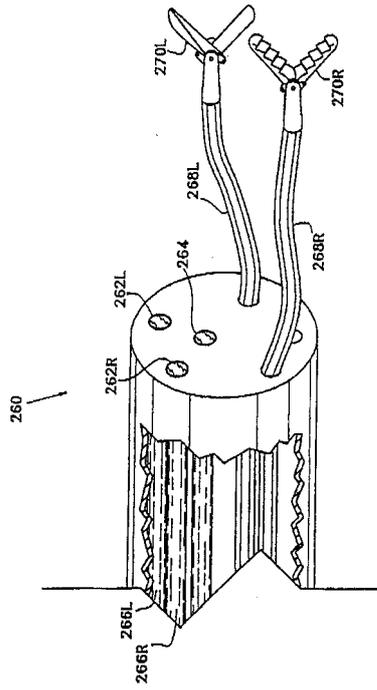
【図12】



【図13】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 グリーン, フィリップ・エス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94062 レ  
テイ、カリフォルニア・ウェイ 5  
ツド・ウツド・シ  
85

合議体

審判長 野村 亨

審判官 菅澤 洋二

審判官 佐々木 一浩

(56)参考文献 特開平5 - 76482 (JP, A)  
特開平4 - 146097 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B25J3/00, 13/06  
A61B19/00

专利名称(译)	微创手术系统		
公开(公告)号	<a href="#">JP4324511B2</a>	公开(公告)日	2009-09-02
申请号	JP2004164564	申请日	2004-06-02
[标]申请(专利权)人(译)	斯坦福研究院		
申请(专利权)人(译)	ES伯爵国际眼		
当前申请(专利权)人(译)	ES伯爵国际眼		
[标]发明人	グリーンファイリツプエス		
发明人	グリーン,ファイリツプ・エス		
IPC分类号	B25J3/00 A61B19/00 B25J13/06 A61B1/04 A61B17/00 B25J3/04 B25J13/08 B25J19/02 H04N13/00		
CPC分类号	A61B34/77 A61B17/00234 A61B34/30 A61B34/35 A61B34/37 A61B34/70 A61B34/74 A61B34/76 A61B90/361 A61B2034/301 A61B2034/305 A61B2090/064 B25J3/04 B25J19/023 H04N13/189 H04N13/194 H04N13/239 H04N13/246 H04N13/296 H04N13/337 H04N13/341 H04N13/398		
FI分类号	B25J3/00.A A61B19/00.502 B25J13/06 A61B34/35		
F-TERM分类号	3C007/AS35 3C007/JS02 3C007/JT05 3C007/JU02 3C007/JU12 3C007/KS03 3C007/KS04 3C007/KS10 3C007/KS16 3C007/KS20 3C007/KS33 3C007/KS39 3C007/KT03 3C007/KT06 3C007/KT11 3C007/KX06 3C007/LT15 3C007/LT17 3C707/AS35 3C707/HT04 3C707/HT11 3C707/JT05 3C707/JT06 3C707/JU03 3C707/JU12 3C707/KS20 3C707/KS39 3C707/KT03 3C707/KT06 3C707/KT11 3C707/KT17 3C707/KT18 3C707/KX06 3C707/LU07		
审查员(译)	野村 亨		
助理审查员(译)	佐佐木主浩		
优先权	07/823932 1992-01-21 US		
其他公开文献	JP2004322310A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种操作系统，包括一个监控系统，用于操作员从远程操作机械手。解决方案：当操纵器24执行与操作者操纵的手动工作控制机构的操作相对应的操作时，操作者基于操纵器附近的图像，声音和反馈力来操纵手动工作控制机构。此时操纵器24的运动由具有第三和第四垂直轴的运动构成，所述第三和第四垂直轴在远程固定参考点处作为中心彼此重合。远程固定参考点沿着可操作轴24的可动轴布置在可动轴的第一端和第二端之间。Z

【 图 1 】

