

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02015/133608

発行日 平成29年4月6日 (2017.4.6)

(43) 国際公開日 平成27年9月11日 (2015.9.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 B	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0	
	A 6 1 B 1/00 3 1 0 H	
	A 6 1 B 1/00 3 2 0 Z	

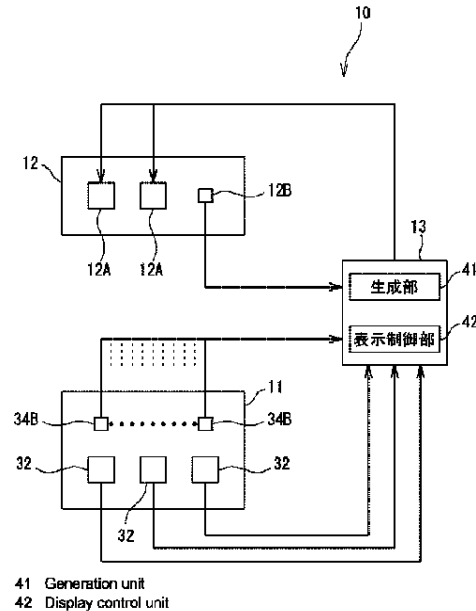
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

出願番号 特願2016-506188 (P2016-506188)	(71) 出願人 504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町 3 6 番地 1
(21) 国際出願番号 PCT/JP2015/056665	(74) 代理人 110000280 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
(22) 国際出願日 平成27年3月6日 (2015.3.6)	(72) 発明者 佐藤 寿彦 京都府京都市左京区吉田本町 3 6 番地 1 国立大学法人京都大学内
(31) 優先権主張番号 特願2014-45203 (P2014-45203)	(72) 発明者 中尾 恵 京都府京都市左京区吉田本町 3 6 番地 1 国立大学法人京都大学内
(32) 優先日 平成26年3月7日 (2014.3.7)	F ターム (参考) 4C161 BB05 CC06 HH42 HH47 HH55 JJ10 LL02 LL08 QQ06 QQ07 SS21 VV03 VV04 WW02 WW06 XX01
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術支援システムおよびこれに用いるカメラユニット

(57) 【要約】

術者やスタッフなどの手術に参加する人に応じた最適な視野を得ることができる手術支援システムを提供する。手術支援システムは、患者の体内に配置される複数のカメラ32と、カメラ32の映像から自由視点映像を生成する生成部41と、自由視点映像を映し出す表示部12Aと、表示部12Aの位置及び姿勢に応じた自由視点映像を当該表示部12Aに表示させる表示制御部42と、を備える。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

患者の体内に配置される複数のカメラと、
前記カメラの映像から自由視点映像を生成する生成部と、
自由視点映像を映し出す表示部と、
前記表示部の位置及び姿勢に応じた前記自由視点映像を当該表示部に表示させる表示制御部と、を備えていることを特徴とする手術支援システム。

【請求項 2】

前記複数のカメラと、前記複数のカメラが取り付けられかつ患者の体内に配置される取付部とを有するカメラユニットをさらに備えている、請求項 1 に記載の手術支援システム

10

【請求項 3】

前記カメラユニットは、前記複数のカメラを患者の体内に固定する固定部を有している、請求項 2 に記載の手術支援システム。

【請求項 4】

前記取付部は、患者の体の内面に沿って配置されると共に当該内面の形状に追従して変形可能に構成されている、請求項 2 又は 3 に記載の手術支援システム。

【請求項 5】

前記取付部は変形可能に構成され、前記カメラユニットは、前記取付部の変形に伴う前記複数のカメラの相対位置変化を検出する検出部をさらに備えている、請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の手術支援システム。

20

【請求項 6】

前記カメラユニットは、前記取付部を変形させる駆動部をさらに備えている、請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の手術支援システム。

【請求項 7】

前記生成部による自由視点映像の生成が可能な配置で複数のカメラを配置させるよう前記駆動部を制御する配置制御部を備えている、請求項 6 に記載の手術支援システム。

【請求項 8】

前記配置制御部は、撮影対象物に対する注視位置についての入力に応じて複数のカメラの相対位置を変更させるよう前記駆動部を制御する、請求項 7 に記載の手術支援システム

30

【請求項 9】

前記配置制御部は、前記自由視点映像の生成結果についての評価に基づいて、前記複数のカメラの相対位置を変更させるよう前記駆動部を制御する、請求項 7 又は 8 に記載の手術支援システム。

【請求項 10】

前記配置制御部は、予め設定された配置パターンで複数のカメラを配置させるよう前記駆動部を制御する、請求項 7 に記載の手術支援システム。

【請求項 11】

前記表示部が、頭部装着型とされている、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の手術支援システム。

40

【請求項 12】

複数のカメラの映像を結合することによって広角映像を生成する第 2 生成部をさらに備え、前記表示制御部は、前記広角映像と前記自由視点映像とを前記表示部に表示させる、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の手術支援システム。

【請求項 13】

手術支援システムに用いるカメラユニットであって、
複数のカメラと、前記複数のカメラを取り付けた取付部と、前記取付部を患者の体内に挿入した状態で当該取付部を固定する固定部とを備えている、カメラユニット。

【請求項 14】

50

手術支援システムに用いるカメラユニットであって、
複数のカメラと、前記複数のカメラが取り付けられかつ患者の体内に配置される変形可能な取付部と、前記取付部の変形に伴う前記複数のカメラの相対位置変化を検出する検出部と、前記取付部を変形させる駆動部とを備えている、カメラユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、手術支援システムおよびこれに用いるカメラユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、患者への侵襲を少なくし術後のQOL向上等を図ることを目的として、内視鏡手術が多用されている。この内視鏡手術においては、例えば図12に示すように、患者Mの体腔内に内視鏡A1や鉗子等の処置具A2を挿入し、外部ディスプレイD1～D3に映し出された内視鏡A1の映像を確認しながら、術者X1が処置具A2を操作して所定の処置を行うのが一般的である。

また、外部ディスプレイD1～D3だけでなく、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)と呼ばれる頭部装着型のディスプレイに内視鏡の映像を映し出す場合もある(例えば、下記特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-192773号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記内視鏡手術においては、通常、スタッフが内視鏡を操作するため、内視鏡が術部を撮影する方向(術部の観察方向)と、術者による処置方向とがずれてしまう場合が多い。これらの方向を一致させようとする内視鏡を術者の真正面に配置しなければならず、内視鏡やスタッフの手が邪魔になり、術者による処置具の操作に支障を来すおそれがあるからである。このように術部の観察方向と術者の処置方向(視線方向)とがずれていると、当然のことながら処置具の操作がし難くなる。

【0005】

また、図12に示す例では、内視鏡A1の挿入方向に対して反対側にいるスタッフX3、X4は、他の外部ディスプレイD3で術部の様子を確認することが可能であるが、その映像は、スタッフX3、X4からみて左右が反転した映像となる。そのため、術部を処置している状況を直感的に把握し難くなる。

さらに、患者Mを挟んで術者X1の反対側から内視鏡A1'を挿入するような場合(図12に2点鎖線で示す)も、その映像は術者X1側から見て左右が反転した映像となるため、一層処置具A2の操作が困難となる。

このような処置具A2の操作性の問題は、特許文献1のような頭部装着型のディスプレイを用いたとしても改善されることはない。

【0006】

また、手術室に複数の外部ディスプレイD1～3が設置されていても、各ディスプレイD1～D3には同一の観察方向の映像が画一的に映し出されるだけであるため、個々の術者X1やスタッフX2～X4の立ち位置等に応じた自由な視野を得ることができない。

さらに、従来の内視鏡は視野角が狭いので、術者X1の作業効率が悪く、術者の疲労も大きくなり、処置に相当の熟練を要する。

【0007】

本発明は、以上の実情に鑑み、術者やスタッフ等、手術に参加する人に応じた最適な視野を得ることができる手術支援システムおよびこれに用いるカメラユニットを提供するこ

10

20

30

40

50

とを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1) 本発明に係る手術支援システムは、
患者の体内に配置される複数のカメラと、
前記カメラの映像から自由視点映像を生成する生成部と、
自由視点映像を映し出す表示部と、
前記表示部の位置及び姿勢に応じた前記自由視点映像を当該表示部に表示させる表示制御部と、を備えていることを特徴とする。

【0009】

本発明の手術支援システムは、患者の体内に設置された複数のカメラの映像から生成部が自由視点映像を生成し、表示制御部がディスプレイの位置及び姿勢に応じた自由視点映像を表示部に表示させる。言い換えると、そのディスプレイを正面から見ている人の視線の方向に合わせた映像を表示部に表示させることができる。したがって、実際にカメラが撮影する方向と、術者の処置方向や視線方向とが必ずしも一致していなくても、術部の観察方向と処置方向（視線方向）とを一致させることが可能となり、処置具の操作性を高めることができる。

【0010】

(2) 上記手術支援システムは、前記複数のカメラと、前記複数のカメラが取り付けられかつ患者の体内に配置される取付部とを有するカメラユニットを備えていてもよい。
この構成によれば、取付部を患者の体内に挿入することによって複数のカメラを同時に体内にセットすることができる。

【0011】

(3) 前記カメラユニットは、前記複数のカメラを患者の体内に固定する固定部を有していることが好ましい。
複数のカメラと固定部とを1つのユニットとして構成することによって、その持ち運びや患者への装着等の取り扱いを容易に行うことができる。

【0012】

(4) 前記取付部は、患者の体の内面に沿って配置されると共に当該内面の形状に追従して変形可能に構成されていてもよい。
このような構成によって、体内の形状に追従するように複数のカメラを配置することができる。

【0013】

(5) 前記取付部は変形可能に構成され、前記カメラユニットは、前記取付部の変形に伴う前記複数のカメラの相対位置変化を検出する検出部をさらに備えていてもよい。
この構成によれば、取付部の変形によって複数のカメラの相対位置が変化したとしても、それを検出部によって検出し、生成部による自由視点映像の生成を可能にすることができる。

【0014】

(6) 前記カメラユニットは、前記取付部を変形させる駆動部をさらに備えていることが好ましい。
このような構成によれば、駆動部による取付部の変形によって複数のカメラの相対位置を自律的に変更することができる。

【0015】

(7) 上記手術支援システムは、前記生成部による自由視点映像の生成が可能な配置で複数のカメラを配置させるよう前記駆動部を制御する配置制御部を備えていることが好ましい。

このような構成によって、駆動部による取付部の変形によって複数のカメラの相対位置を自律的に変更させ、自由視点映像の生成を可能にすることができる。

【0016】

10

20

30

40

50

(8) 前記配置制御部は、撮影対象物の注視位置についての入力に応じて複数のカメラの相対位置を変更させるよう前記駆動部を制御してもよい。

このような構成によって撮影対象物の注視位置についての自由視点映像を正確に生成することができる。なお、注視位置は、一点であってもよいし、ある程度の広さを有する範囲であってもよい。

【0017】

(9) 前記配置制御部は、前記自由視点映像の生成結果についての評価に基づいて、前記複数のカメラの相対位置を変更させるよう前記駆動部を制御してもよい。

このような構成によって、自由視点映像の生成結果をフィードバックしながらより正確な自由視点映像を生成することができる。

【0018】

(10) 前記配置制御部は、予め設定された配置パターンで複数のカメラを配置させるよう前記駆動部を制御してもよい。

このような構成によっても、適切な自由視点映像を生成することができる。

【0019】

(11) 前記表示部は、頭部装着型とされていることが好ましい。

この構成によれば、表示部を装着した人が頭を動かす(視線を動かす)ことに伴って表示部の位置や姿勢が変化すると、それに応じた自由視点映像が生成部により生成され、表示制御部によって表示部に表示される。したがって、術部を観察したい方向に装着者が頭部を動かすことによって所望の方向から術部を観察することができる。

【0020】

(12) 手術支援システムは、複数のカメラの映像を結合することによって広角映像を生成する第2生成部をさらに備えていてもよく、この場合、前記表示制御部は、前記広角映像と前記自由視点映像とを前記表示部に表示させてもよい。

この構成によれば、術部を一点から観察する自由視点映像だけでなく、複数のカメラの映像を繋げた広角映像をディスプレイに表示させることによって術部を幅広く観察することが可能となる。なお、表示部には、広角画像と自由視点画像との双方を同時に表示させてもよいし、双方を切り換えて表示させてもよい。

【0021】

(13) 本発明は、手術支援システムに用いるカメラユニットであって、

複数のカメラと、前記複数のカメラを取り付けた取付部と、前記取付部を患者の体内に挿入した状態で当該取付部を固定する固定部とを備えている。

【0022】

(14) 本発明は、手術支援システムに用いるカメラユニットであって、

複数のカメラと、前記複数のカメラが取り付けられかつ患者の体内に配置される変形可能な取付部と、前記取付部の変形に伴う前記複数のカメラの相対位置変化を検出する検出部と、前記取付部を変形させる駆動部とを備えている。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、手術に参加する人に応じた最適な視野を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る手術支援システムの説明図である。

【図2】カメラユニットの概略構成図である。

【図3】手術支援システムのブロック図である。

【図4】検出部の説明図である。

【図5】自由視点映像の説明図である。

【図6】本発明の第2の実施形態に係る手術支援システムの説明図である。

【図7】第3の実施形態に係る手術支援システムの説明図である。

【図8】(a)は挿入具の構造を示す側面図、(b)は平面図である。

10

20

30

40

50

【図 9】基準となるカメラによって対象物を撮影する様子を示す説明図である。

【図 10】複数のカメラの相対角度を対象物に応じて変更する様子を示す説明図である。

【図 11】カメラユニットの操作具を示す説明図である。

【図 12】従来例に係る手術支援システムの説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る手術支援システムの説明図である。

本実施形態の手術支援システム 10 は、患者 M の体内に配置される複数のカメラを有するカメラユニット 11 と、術者 X1 や、助手や看護婦等のスタッフ X2 ~ X4 が装着するヘッドマウントディスプレイ 12 (以下、「HMD」という) と、カメラで撮影した映像等を HMD 12 に表示させるための制御を行う処理装置 13 とを備えて構成されている。

10

【0026】

図 1 に示す例では、手術台 21 に横たわっている患者 M の胸腔や腹腔に、カメラユニット 11 を挿入・固定するとともに複数の処置具 A2 を挿入し、カメラユニット 11 で撮影した映像等を術者 X1 やスタッフ X2 ~ X4 が装着している HMD 12 に映し出し、その映像を見ながら術者 X1 やスタッフ X2 ~ X4 がそれぞれ処置具 A2 の操作等の作業を行うようになっている。

【0027】

20

HMD 12 には、カメラユニット 11 のカメラが直接撮影した映像のほか、当該映像から生成した仮想映像 (自由視点映像) も表示させることが可能となっている。この仮想映像の生成については後述する。

【0028】

図 2 は、カメラユニット 11 の概略構成図である。この図に示す例では、カメラユニット 11 が胸腔 M1 に固定されている。図中の符号 M2 は、肋骨であり、符号 M3 は、肋骨 M2 間に形成された貫通孔である。

カメラユニット 11 は、複数のカメラ 32 が取り付けられたベース部 (取付部) 31 と、このベース部 31 を患者 M の体内に固定する固定具 (固定部) 35 とを備えている。ベース部 31 は、可撓性を有する材料、例えば、シリコンゴム等を用いた合成樹脂材料により形成することができる。そして、ベース部 31 は、患者の体内の内面に沿って変形することが可能となっている。ベース部 31 には、複数のカメラ 32 が並んだ状態で取り付けられている。また、ベース部 31 には、複数の照明具 33 も装着されている。

30

【0029】

カメラ 32 は、例えば CCD や CMOS 等の撮像素子を備えたものを使用することができる。また、照明具 33 は、例えば LED を用いることができ、これらを分散して配置することによって術部を広範囲で照らすことができる。

カメラユニット 11 には、ベース部 31 の変形によるカメラ 32 の相対位置を検出する検出具 34 が設けられている。

【0030】

40

本実施形態の検出具 34 は、図 4 に概略的に示すように、互いに屈曲可能に接続された複数のリンク部材 34A と、このリンク部材 34A の屈曲角度を検出する角度検出器 34B とを備えている。この角度検出器 34B は、例えばリンク部材 34A 同士を接続する軸部 34C に設けられたポテンシオメータにより構成することができる。ベース部 31 は、複数のリンク部材 34A の下面に取り付けられている。

【0031】

ベース部 31 が胸腔 M1 の内面に沿って変形すると、これに追従して検出具 34 のリンク部材 34A が屈曲する。各リンク部材 34A の相対角度は角度検出器 34B によって検出されるので、検出具 34 自体がどのように屈曲しているかを検出することができる。図 2 に示す複数のカメラ 32 のそれぞれと特定のリンク部材 34A とは互いに対応付けられ

50

ているので、検出具 3 4 自体の屈曲の状態が検出されることによって複数のカメラ 3 2 の相対位置を検出することができる。

【 0 0 3 2 】

なお、カメラ 3 2 の位置・姿勢を検出する方法は、前記検出具 3 4 による方法に限定されず、従来公知の方法を採用することができる。例えば、カメラ 3 2 の撮像範囲内に所定のマーカやこれに相当する映像中の特徴点を設定し、このマーカ等を撮影した映像に基づいてキャリブレーションを行うことによってカメラ 3 2 の位置・姿勢を検出してよい。

【 0 0 3 3 】

図 2 に示すように、カメラユニット 1 1 は、制御ボックス 3 7 を備えている。そして、制御ボックス 3 7 とベース部 3 1 とは、固定具 3 5 を構成するクリップ具によって連結されている。クリップ具 3 5 は、貫通孔 M 3 を通過して胸腔 M 1 の壁部を挟み込むことによってベース部 3 1 を胸腔 M 1 内面に沿わせた状態で固定する。また、クリップ具 3 5 には、カメラ 3 2、照明具 3 3、及び検出具 3 4 の角度検出器 3 4 B 等に接続される配線が内蔵されている。クリップ具 3 5 は、弾性変形可能であると共に、その弾性力によってベース部 3 1 を胸腔 M 1 内面に押し付けるように構成されている。

10

【 0 0 3 4 】

制御ボックス 3 7 は、ベース部 3 1 に設けられたカメラ 3 2、照明具 3 3、及び角度検出器 3 4 B に配線を介して接続されており、カメラ 3 2 及び照明具 3 3 の動作を制御するとともに、カメラ 3 2 及び角度検出器 3 4 B からの信号を受けて処理装置 1 3 等へ出力する機能を有している。この制御ボックス 3 7 とベース部 3 1 とは、胸腔 M 1 の壁部を挟んで対向して配置されており、実質的にクリップとしても機能している。

20

【 0 0 3 5 】

図 1 に示すように、HMD 1 2 は、使用者の両目を覆うように頭部に装着して使用するものである。HMD 1 2 には、使用者の両目に対応する位置にそれぞれ表示部（ディスプレイ）1 2 A が設けられており、この表示部 1 2 A に表示された映像を使用者が見ることができる。表示部 1 2 A に表示される映像は、処理装置 1 3 によって生成される。

【 0 0 3 6 】

また、HMD 1 2 には、位置・姿勢センサ 1 2 B が取り付けられている。この位置・姿勢センサ 1 2 B によって、HMD 1 2、特に表示部 1 2 A の位置や姿勢を検出することができる。そして、表示部 1 2 A の位置や姿勢を検出することによって HMD 1 2 を装着している人の視線方向を間接的に検出することができる。

30

位置・姿勢センサ 1 2 B としては、例えば磁気センサを用いることができる。この磁気センサは、HMD 1 2 外に配置されたトランスミッタから放出されたような磁場を検知する。そして、HMD 1 2 の動きに伴う磁場検知の変化を処理することによってトランスミッタと磁気センサとの間の絶対的な移動量を求め、その移動量から HMD 1 2 の位置・姿勢を検出することができる。

【 0 0 3 7 】

位置・姿勢センサ 1 2 B としては、磁気センサに限らず他の形態のセンサを採用することもできる。例えば、加速度センサやジャイロセンサ等を用いたモーションセンサによって HMD 1 2 の位置・姿勢を検出してよい。また、位置・姿勢センサ 1 2 B は、直接的に HMD 1 2 に取り付けられていなくてもよい。例えば、外部から HMD 1 2 の画像を撮像し、その画像を解析することによって HMD 1 2 の位置や姿勢を検出するものであってもよい。

40

【 0 0 3 8 】

図 3 は、手術支援システム 1 0 のブロック図である。

手術支援システム 1 0 の処理装置 1 3 は、例えばパーソナルコンピュータから構成され、CPU 等の演算部と、ROM、RAM、ハードディスク等の記憶部と、各種入出力インターフェース等を有している。そして、カメラユニット 1 1 におけるカメラ 3 2 及び角度検出器 3 4 B の信号と、HMD 1 2 における位置・姿勢センサ 1 2 B の信号が処理装置 1 3 に入力される。そして、処理装置 1 3 の演算部は、記憶部にインストールされたプログ

50

ラムを実行することによって、入力された各種信号を用いて映像を生成し、その映像をHMD12における表示部12Aに表示させる。したがって、HMD12を装着している人X1~X4は、それぞれ表示部12Aに表示される映像を見ながら作業を行うことができる。

【0039】

処理装置13は、その機能構成として、自由視点映像を生成する生成部41と、生成した自由視点映像をHMD12の表示部12Aに表示させる表示制御部42とを備えている。

図5は、自由視点映像についての説明図である。処理装置13の生成部41は、実際のカメラ32で所定の対象物を撮影した映像を用いて、当該カメラ32とは異なる方向から対象物を撮像する仮想のカメラ32'の映像を生成(レンダリング)する。

10

【0040】

複数のカメラ32が対象物を撮影すると、その映像信号は処理装置13の生成部41に入力される。生成部41は、入力されたカメラ32の映像と、カメラ32の相対位置(位置・姿勢)についての情報等を用いてカメラ32間の位置を視点とする補間映像を自由視点映像として生成する。自由視点映像を生成するための具体的方法は、従来公知の種々の方法を採用することができ、特定の方法に限定されるものではない。例えば、特徴点の対応を評価する評価関数を設けて評価関数が最大となるような補間による方法や、術者からの関心領域の指定、処置具先端による空間位置のポインティングによって得られる3次元座標群に基づいて補間する方法等を用いることができる。なお、これらの方法については後述する第3の実施形態においても説明する。

20

【0041】

表示制御部42は、HMD12の表示部12Aの位置及び姿勢(方向)の情報が位置・姿勢センサ12Bから入力され、その位置及び姿勢に対応する方向の自由視点映像を生成部41から取得し、その映像を表示させるように表示部12Aを制御する。表示部12Aの位置及び姿勢は、この表示部12Aを正面から見る装着者の視線の方向に対応するため、HMD12の装着者は、自らの視線の方向から対象物(術部)を観察した映像を表示部12Aを介して見ることが可能となる。

【0042】

したがって、図1に示すように、手術に参加する術者X1やスタッフX2~X4は、それぞれHMD12を装着しているため、それぞれの視点から術部を観察することができる。そのため、例えば、処置具A2を用いて処置を行う術者X1は、処置方向と一致する方向に視線を向けることで、処置方向と同一の方向から術部を観察ことができ、作業を行いやすくなる。また、処置方向とは異なる方向から術部を観察したい場合には、術者自身がその方向に視線の方向を変えるだけでよい。したがって、従来のようにスタッフX2~X4にカメラ32の方向を変えるために指示を与える必要も無く、自身の動作によって所望の視野を簡単に得ることができる。

30

【0043】

また、本実施形態では、患者Mの体内にカメラ32を固定することができるため、従来のように内視鏡を操作するスタッフの手や内視鏡自体が術者X1の邪魔になることもない。

40

さらに、術者X1だけでなくHMD12を装着しているスタッフX2~X4においても、それぞれの視線の方向に応じた映像を見ることができる。したがって、術者X1と対向した位置に居るスタッフX3, X4であっても、左右が反転した映像ではなく、自身の視線の方向から術部を観察した映像をHMD12を介して見ることができる。

【0044】

<第2の実施形態>

図6は、本発明の第2の実施形態に係る手術支援システムの説明図である。

本実施形態では、手術の参加者がHMD12を装着しておらず、外部ディスプレイ(表示部)D1~D3の表示を見ながら手術を行う。そして、各外部ディスプレイD1~D3

50

には、それぞれの位置や姿勢（方向）に応じた映像が出力されるようになっている。具体的には、外部ディスプレイD1～D3を正面から見た人の視線の方向から術部を観察した映像が外部ディスプレイD1～D3に出力される。したがって、処理装置13には、外部ディスプレイD1～D3の位置及び姿勢（方向）に関する情報が入力される。

【0045】

通常、外部ディスプレイD1～D3の位置及び姿勢は固定された状態となるため、これらの情報は予め処理装置13に入力される。また、手術前後や手術中に外部ディスプレイD1～D3の位置や姿勢が変更される場合には、当該位置及び姿勢を検出するセンサを設けておき、その検出情報をリアルタイムに処理装置13に入力してもよい。

【0046】

外部ディスプレイD1～D3の位置及び姿勢は、当該外部ディスプレイD1～D3を正面から見る人間の視線の方向に対応するため、例えば、術者X1の正面に配置された外部ディスプレイD1には、術者X1の視線方向から術部を観察した映像が出力される。また、術者X1の斜め前方に配置された他の外部ディスプレイD2には、これを正面から見た人の視線の方向から術部を観察した映像が出力される。したがって、術者X1は、その視線を外部ディスプレイD1から外部ディスプレイD2に変えることによって、術部の観察方向を変えることができる。

【0047】

術者X1の横にいるスタッフX2は、術者X1と同一の外部ディスプレイD1，D2を見ることによって、2方向から術部を観察した映像を見ることができる。

他のスタッフX3，X4も、他の外部ディスプレイD3を見ることによって、自身の視線の方向にほぼ対応した術部の映像を見ることができる。

【0048】

< 第3の実施形態 >

図7は、第3の実施形態に係る手術支援システムの説明図である。

本実施形態の手術支援システムは、カメラユニット61と、処理装置63と、表示部62と、操作具91とを備えている。

カメラユニット61は、患者Mの体壁に形成された貫通孔M3に挿入して使用するものであり、第1の実施形態と同様に、複数のカメラ72と、この複数のカメラ72が取り付けられたベース部71と、このベース部71が取り付けられた検出器74とを備えている。また、図示はしていないが、ベース部71には照明も取り付けられる。

【0049】

検出器74は、図8に示すように、第1の実施形態と同様に、軸部74Cによって屈曲可能に連結された複数のリンク部材74Aを備えている。また、複数のリンク部材74Aの屈曲角度は、角度検出器74Bによって検出され、複数のカメラ72の相対位置を検出することができる。

【0050】

また、本実施形態のカメラユニット61は、図7に示すように、検出器74からさらに延長された延長具78を備えている。この延長具78は、検出器74を構成する複数のリンク部材74Aと同一形状の複数のリンク部材78Aを備え、リンク部材74Aに連続して接続されている。また、図8に示すように、複数のリンク部材78Aを接続する軸部78Cにも、検出器74と同様にポテンシオメータ等の角度検出器78Bが設けられている。以下の説明では、検出器74と延長具78とを合わせて「挿入具」79という。

【0051】

図7に示すように、本実施形態のカメラユニット61は、患者Mの体壁に形成された貫通孔M3から体腔内に挿入され、その先端部のカメラ72を術部（対象物）に近づけて映像を取得するように構成されている。また、カメラユニット61は、例えば挿入具79の適宜箇所を体壁に固定したり、患者Mのベッドに固定したりすることができる。カメラユニット61は、挿入具79を固定するための手段として、第1の実施形態のようなクリップ具を備えてもよいし、ピン又は磁石等の他の手段を備えてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

また、カメラユニット 6 1 には、図 8 に示すように、複数のリンク部材 7 4 A , 7 8 A を屈曲動作させるための駆動部 8 0 が設けられている。この駆動部 8 0 は、例えば、複数のリンク部材 7 4 A , 7 8 A の軸部 7 4 C , 7 8 C に設けられたモータによって構成することができる。駆動部 8 0 により複数のリンク部材 7 4 A , 7 8 A を屈曲動作させることによって、図 7 に示すように、ベース部 7 1 を変形させて複数のカメラ 7 2 の相対位置を変更することができ、さらにカメラユニット 6 1 の全体を屈曲動作させることができる。

【 0 0 5 3 】

処理装置 6 3 は、第 1 の実施形態と同様の生成部 8 1 及び表示制御部 8 2 を備える他、配置制御部 8 3 と、操作制御部 8 4 とを備えている。操作制御部 8 4 は、カメラユニット 6 1 の駆動部 8 0 を制御して挿入具 7 9 を屈曲操作するためのものである。

10

図 1 1 に示すように、カメラユニット 6 1 の挿入具 7 9 は、操作具 9 1 によって屈曲操作される。この操作具 9 1 は、マスタースレーブ型の操作具であり、カメラユニット 6 1 の挿入具 7 9 の構造を模したマスターコントローラとされている。

【 0 0 5 4 】

操作具 9 1 は、軸部によって屈曲可能に接続された複数のリンク部材 9 1 A と、このリンク部材 9 1 A の屈曲角度（相対角度）を検出するポテンシオメータ等の角度検出器 9 1 B とを備えている。そして、操作具 9 1 を術者等が手で屈曲操作すると、各角度検出器 9 1 B によって検出された相対角度の信号が操作制御部 8 4 に入力される。操作制御部 8 4 は、入力された相対角度に基づいてカメラユニット 6 1 の駆動部 8 0 を制御し、操作具 9 1 と同様の動きをカメラユニット 6 1 の挿入具 7 9 に行わせる。

20

【 0 0 5 5 】

したがって、患者 M の体腔内にカメラユニット 6 1 を挿入して先端部のカメラ 7 2 を対象物に接近させる際に、操作具 9 1 の操作を介してカメラユニット 6 1 を屈曲動作させることができ、対象物に到るまでの間にカメラユニット 6 1 が他の臓器等に干渉するのを防止し、カメラユニット 6 1 を術部に容易に到達させることができる。

【 0 0 5 6 】

図 7 に示すように、処理装置 6 3 の配置制御部 8 3 は、生成部 8 1 による自由視点映像の生成が可能な配置で複数のカメラ 7 2 を配置させるように、カメラユニット 6 1 の駆動部 8 0 を制御するものである。複数のカメラ 7 2 によって撮影された映像を元に自由視点映像を生成する場合、各カメラ 7 2 の注視点（注視位置）が一致していないと各カメラ 7 2 の映像にずれが生じ、補間映像を生成することが困難となる。そのため、本実施形態の配置制御部 8 3 は、一例として、いずれかのカメラ 7 2 を基準となるカメラ 7 2 として定め、その基準のカメラ 7 2 によって撮影される映像内に設定された注視点に、他のカメラ 7 2 の注視点を一致させるように複数のカメラ 7 2 を配置させる。

30

【 0 0 5 7 】

例えば、図 9 に示すように、複数のカメラ 7 2 のうちの 1 つのカメラ 7 2（例えば、中央のカメラ 7 2）を基準カメラに設定する。そして、体腔内に挿入したカメラユニット 6 1 の基準カメラ 7 2 の映像を外部ディスプレイ等に表示させるようにする。術者等は、対象物を撮影できる位置に基準カメラ 7 2 を配置し、さらに基準カメラ 7 2 の映像中の特定位置（例えば中心）が注視点となるように基準カメラ 7 2 を配置する。配置制御部 8 3 は、基準カメラ 7 2 によって撮影された注視点についての 3 次元座標群を求め、図 1 0 に示すように、他のカメラ 7 2 の注視点が、基準カメラ 7 2 の注視点に一致するように他のカメラ 7 2 の相対位置を変更する。生成部 8 1 は、複数のカメラ 7 2 によって撮影された映像を用いて自由視点映像を生成し、表示制御部 8 2 は、生成された自由視点映像を表示部 6 2 に表示させる。

40

【 0 0 5 8 】

また、配置制御部 8 3 は、評価関数に基づいて複数のカメラ 7 2 の相対位置を自律的に変更することができる。この評価関数とは、例えば、複数のカメラ 7 2 によって撮影された映像やこの映像を元に生成された自由視点映像が滑らかに繋がっているか否か（ズレが

50

生じていないか否か)等)を評価し、その評価スコアが高くなるように複数のカメラ72の配置を制御するためのものである。つまり、配置制御部83は、自由視点映像の生成結果を評価した上で複数のカメラ72の相対位置をフィードバック制御する。このような評価関数を用いることによって、より正確な自由視点映像を生成することができる。

【0059】

配置制御部83は、注視点についての外部からの入力に応じて複数のカメラ72の相対位置を自律的に制御することもできる。例えば、外部ディスプレイに表示された映像に対して関心領域を入力すると、配置制御部83は、その関心領域を注視点として複数のカメラ72の相対位置を変更する。この場合も評価関数を用いることによってより適切なカメラ72の相対位置を求めることができる。外部ディスプレイに対する入力は、例えばマウスを用いたクリック操作や、タッチパネルタイプの外部ディスプレイに対するタッチ操作等により行うことができる。この場合、マウスや外部ディスプレイが入力を受け付ける受付部を構成する。

10

【0060】

他の入力方法として、例えば、処置具A2の先端部に磁気センサ等の位置検出センサを取り付けておき、手術中に検出された処置具A2の先端位置を注視点についての入力とすることができる。処置具A2の先端位置は、術者の関心領域と考えることができるため、その先端位置を注視点として複数のカメラ32の相対位置を変更することによって、実際に手術に応じた適切な自由視点映像を生成することができる。

20

【0061】

他の入力方法として、第1の実施形態で説明したHMD12において、位置・姿勢センサ12Bによって検出された表示部12Aの位置及び姿勢を注視点についての入力とすることができる。この表示部12Aを正面から見る装着者の視線の先は、装着者の関心領域と考えることができるため、視線の先を注視点として複数のカメラ72の相対位置を変更することができる。なお、本実施形態においては、表示部としてHMD12だけでなく、第2の実施形態のような外部ディスプレイD1~D3を用いることもできる。この場合、外部ディスプレイに表示されている映像に対して直接関心領域(注視点)を入力するようによればよい。

【0062】

配置制御部83は、複数のカメラ72を予め設定した配置パターンに従って配置するように駆動部80を制御してもよい。例えば、患者Mの体腔内に挿入したカメラユニット61の基準カメラ72を撮影対象物を撮影可能な位置に配置した後、その基準カメラ72から注視点までの距離等に応じて最適な配置パターンを選択し、その配置パターンに従って他のカメラ72の相対位置を変更するようにしてもよい。

30

【0063】

なお、今回開示された実施形態および変形例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

例えば、上記第1及び第2の実施形態では、患者の胸腔にカメラユニットを装着する例について説明したが、腹腔等の他の箇所にカメラユニットを装着することも可能である。

40

カメラユニットの固定具は、上述のようなクリップを用いた構造に限らず、例えば、体の内面又は外面に突き刺して固定する構造等、他の形態を採用することも可能である。

【0064】

また、上記第1及び第2の実施形態では、複数のカメラを取り付けたカメラユニットを用いているが、相互に独立した複数のカメラをそれぞれ患者の体内に挿入し、固定してもよい。

上記各実施形態におけるカメラは、2Dカメラであってもよいし、3Dカメラであってもよい。また、2Dカメラと3Dカメラを混在させてもよい。例えば、複数の2Dカメラを自由視点映像を生成するために用い、単一又は複数の3Dカメラを特定の部分を狭視野で撮影するために用いることができる。

50

【 0 0 6 5 】

第 1 及び第 2 の実施形態におけるカメラユニットのベース部は、体腔の内面に沿って変形しないものであってもよい。この場合、複数のカメラの相対位置を固定することができる。また、第 1 及び第 2 の実施形態におけるカメラユニットに、取付部を変形させる駆動部を設け、適切な自由視点映像を生成するために、自律的に複数のカメラの相対位置を変更できるように構成してもよい。

上記各実施形態において、カメラはベース部ではなく検出部のリンク部材に直接取り付けられていてもよい。この場合、リンク部材が取付部を構成することになる。

【 0 0 6 6 】

処置具の操作は、術者が直接的に行うものであってもよいし、術者が遠隔操作により作動する手術用ロボットによって行うものであってもよい。

また、本発明の手術システムは、表示部として、HMDと外部ディスプレイとを併用したものであってもよい。

【 0 0 6 7 】

本発明の手術支援システムは、処理装置の機能構成として、複数のカメラの映像を結合することによって広角映像を生成する第 2 生成部をさらに備えていてもよい。そして、このような広角映像と自由視点映像とを同時に又は切り換えて表示部に表示させてもよい。このような広角画像を表示部に表示させることによって、術部をより広範囲に観察することができ、適切な処置に役立てることができる。また、広角映像を生成する場合にも、第 3 の実施形態において説明したように、注視点についての外部からの入力に応じて複数のカメラの相対位置を自律的に制御することができる。この場合、評価関数を用いて広角映像の生成結果をフィードバックすることによって複数のカメラの相対位置を変更し、より正確な広角映像を生成するようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

本発明の手術支援システムは、例えば微小ガン等の病変を特定するシステムと併用することが好適である。例えば、超音波や画像を用いてガン等の病変を確認し、確認した病変の近くに小型のタグ装置を留置するシステムと併用することができる。このシステムは、手術の際に患者の体内でタグ装置の位置を確認することによって病変の位置を特定することができるので、特定した病変の位置に合わせて本発明のカメラを設置することによって、より適切で正確な術部の撮影を行うことができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

- 1 0 : 手術支援システム
- 1 1 : カメラユニット
- 1 2 : ヘッドマウントディスプレイ
- 1 2 A : 表示部
- 3 2 : カメラ
- 3 4 : 検出部 (検出部)
- 3 5 : クリップ具 (固定部)
- 4 1 : 生成部
- 4 2 : 表示制御部
- 6 1 : カメラユニット
- 7 2 : カメラ
- 8 0 : 駆動部
- 8 1 : 生成部
- 8 2 : 表示制御部
- 8 3 : 配置制御部
- D 1 ~ D 3 : 外部ディスプレイ (表示部)
- M : 患者

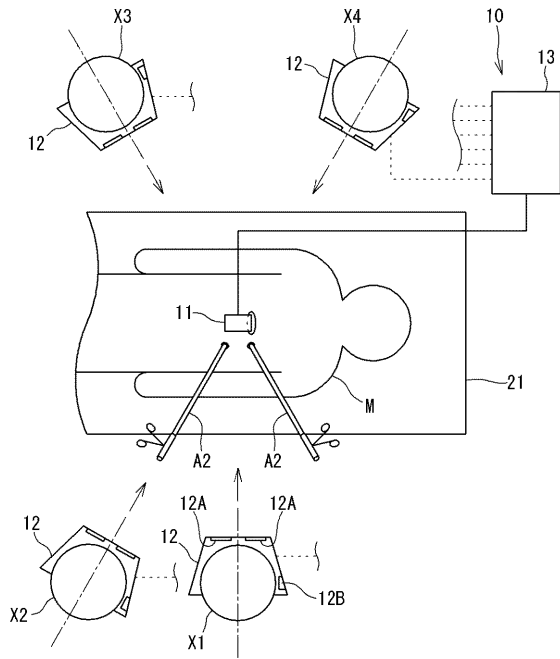
10

20

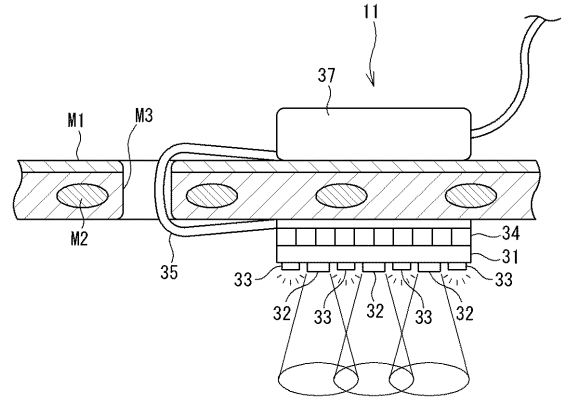
30

40

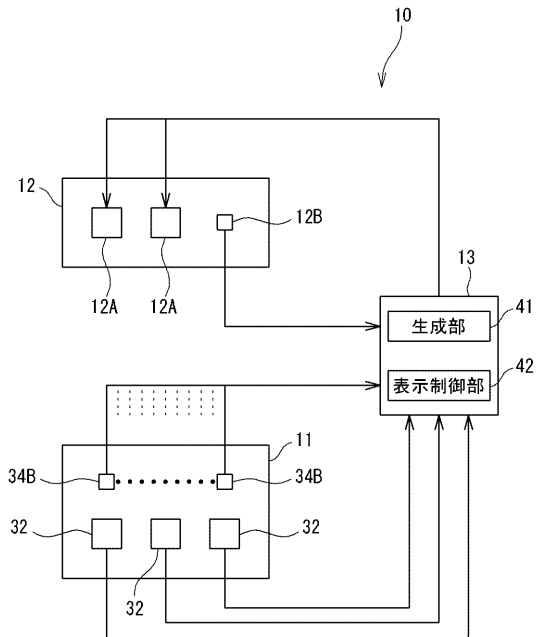
【 図 1 】



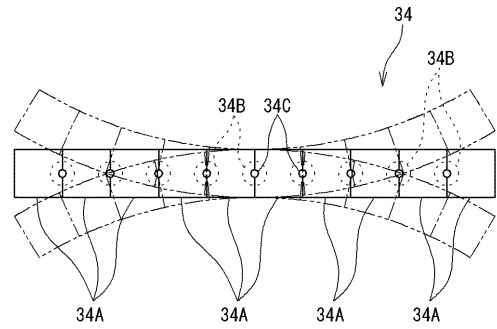
【 図 2 】



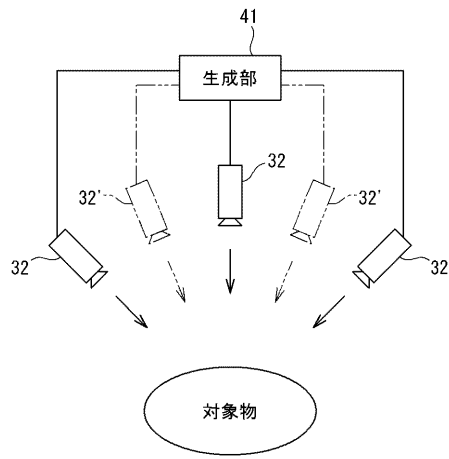
【 図 3 】



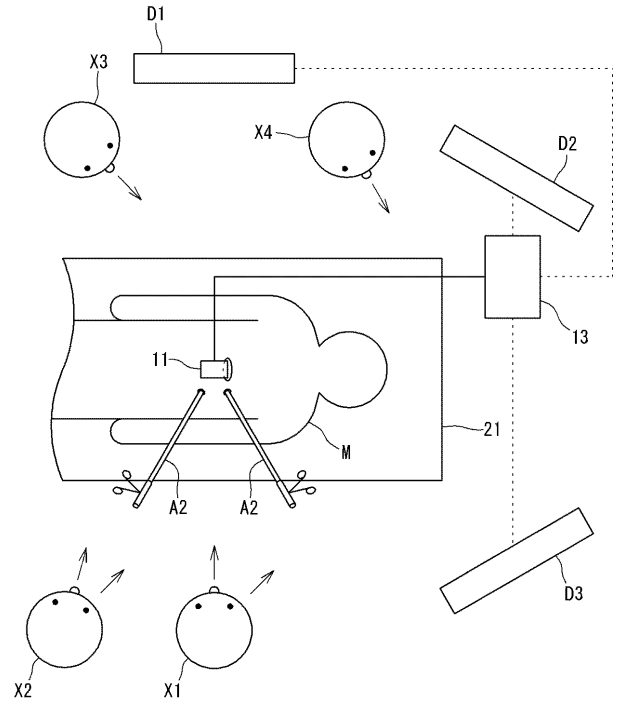
【 図 4 】



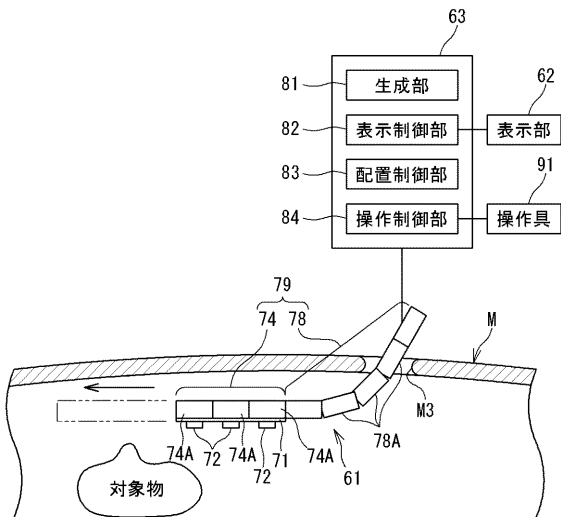
【 図 5 】



【 図 6 】

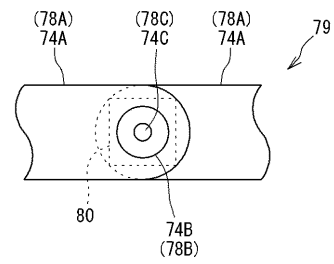


【 図 7 】

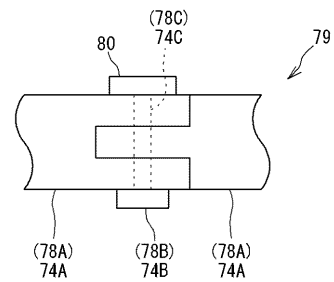


【 図 8 】

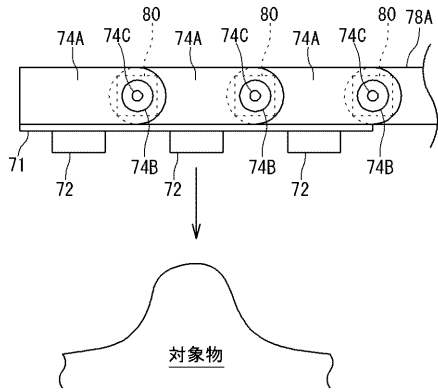
(a)



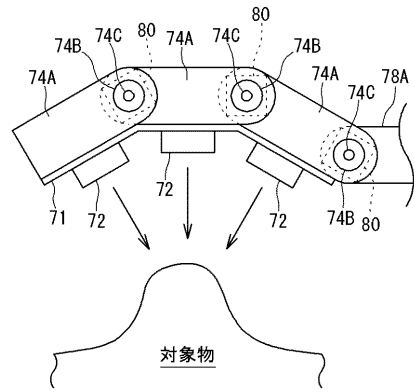
(a)



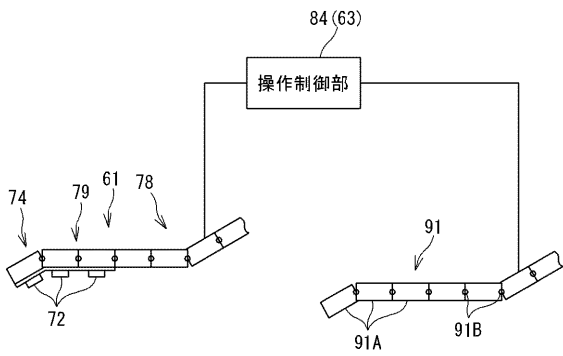
【 図 9 】



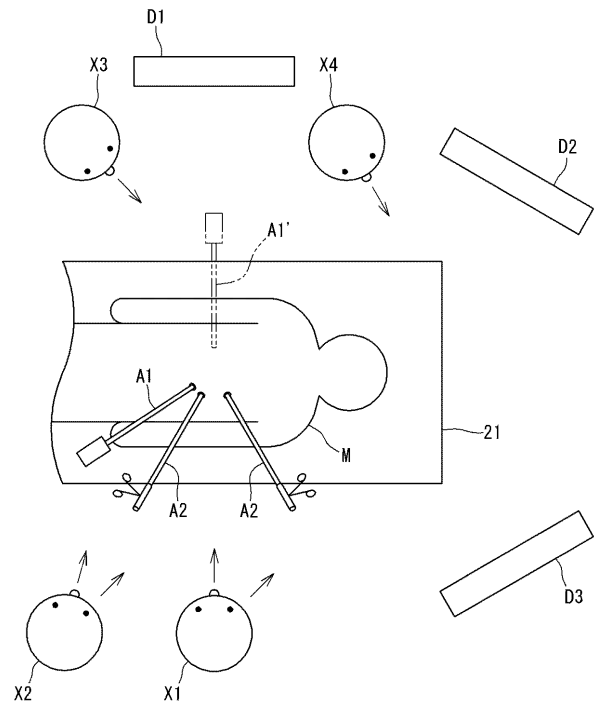
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/056665
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B19/00(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i 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) A61B19/00, A61B1/04 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2013/073061 A1 (Naoki SUZUKI), 23 May 2013 (23.05.2013), entire text; all drawings & US 2015/0049167 A & EP 2781182 A1	13 1-7, 10-12, 14 8-9
Y	JP 2012-223363 A (Tokyo Institute of Technology), 15 November 2012 (15.11.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-7, 10-12
Y	JP 2013-101464 A (Canon Inc.), 23 May 2013 (23.05.2013), entire text; all drawings (Family: none)	5-7, 10-12, 14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier 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 26 May 2015 (26.05.15)		Date of mailing of the international search report 02 June 2015 (02.06.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056665

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-067725 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 07 March 2003 (07.03.2003), entire text; all drawings (Family: none)	5-7, 10-12, 14
A	JP 2011-528252 A (Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO), 17 November 2011 (17.11.2011), entire text; all drawings & US 2011/0193938 A1 & WO 2010/008292 A1 & EP 2145575 A1	1-14
P,A	JP 2014-151150 A (Sony Corp.), 25 August 2014 (25.08.2014), entire text; all drawings & US 2014/0228644 A1 & DE 102014000511 A	1-14

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2015/056665									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B19/00(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B19/00, A61B1/04											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2015年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2015年	日本国実用新案登録公報	1996-2015年	日本国登録実用新案公報	1994-2015年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2015年										
日本国実用新案登録公報	1996-2015年										
日本国登録実用新案公報	1994-2015年										
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用了用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
X Y A	WO 2013/073061 A1 (鈴木 直樹) 2013.05.23, 全文, 全図 & US 2015/0049167 A & EP 2781182 A1	13 1-7, 10-12, 14 8-9									
Y	JP 2012-223363 A (国立大学法人東京工業大学) 2012.11.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7, 10-12									
Y	JP 2013-101464 A (キヤノン株式会社) 2013.05.23, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	5-7, 10-12, 14									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 26.05.2015		国際調査報告の発送日 02.06.2015									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 沼田 規好	3 I 3 9 3 0								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3386									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 5 6 6 6 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-067725 A (三洋電機株式会社) 2003.03.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5-7, 10-12, 14
A	JP 2011-528252 A (ネーデルランツ オルガニサティール フォールトウーゲパストナトールヴェテンシャッペリーク オンデルズーク テーエンオー) 2011.11.17, 全文, 全図 & US 2011/0193938 A1 & WO 2010/008292 A1 & EP 2145575 A1	1-14
P, A	JP 2014-151150 A (ソニー株式会社) 2014.08.25, 全文, 全図 & US 2014/0228644 A1 & DE 102014000511 A	1-14

フロントページの続き

(81)指定国 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, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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, NE, 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。