

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-509902  
(P2013-509902A)

(43) 公表日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 1/00</b> (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 E	2 H 0 4 0
<b>G 0 2 B 23/24</b> (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	4 C 1 6 1
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-535970 (P2012-535970)  
 (86) (22) 出願日 平成22年10月4日 (2010.10.4)  
 (85) 翻訳文提出日 平成24年4月27日 (2012.4.27)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2010/054481  
 (87) 国際公開番号 W02011/055245  
 (87) 国際公開日 平成23年5月12日 (2011.5.12)  
 (31) 優先権主張番号 61/257,857  
 (32) 優先日 平成21年11月4日 (2009.11.4)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ  
 オランダ国 5621 ペーアー アインドーフエン フルーネヴァウツウェッハ 1  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離センサを使用した衝突の回避と探知

(57) 【要約】

本内視鏡に係る方法は、体の解剖学的領域における対象位置へと、内視鏡ロボットによる操作で、内視鏡を進めること、及び、内視鏡が、内視鏡ロボットによって対象位置へと進められるにつれて、その解剖学的領域の複数の単眼の内視鏡イメージを生成すること、を含む。単眼の内視鏡イメージにおいて、内視鏡と対象物との衝突を回避するため、または、探知するために、本方法は、更に、内視鏡が、内視鏡ロボットによって対象位置へと進められるにつれて、対象物からの内視鏡の距離測定値を生成すること、及び、その距離測定値に応じて、単眼の内視鏡イメージにおいて、対象物の表面の三次元イメージを再構築すること、を含む。

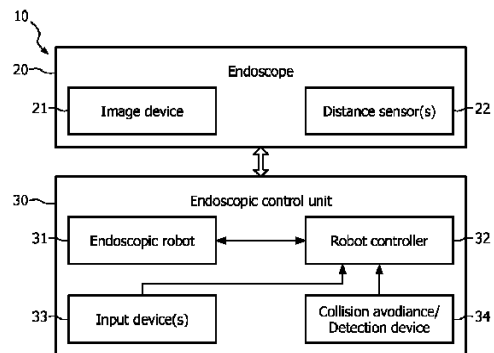


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内視鏡システムであって：

内視鏡が解剖学的領域における対象位置へと進められるにつれて、複数の前記解剖学的領域の単眼の内視鏡イメージを生成する内視鏡であり、

当該内視鏡は、内視鏡が前記対象位置へと進められるにつれて、前記単眼の内視鏡イメージにおける対象物から当該内視鏡までの距離測定値を生成するための、少なくとも一つの距離センサを有する、内視鏡と；

前記単眼の内視鏡イメージと前記距離測定値を受け取るために、前記内視鏡と通信する内視鏡コントロール装置であり、

当該内視鏡コントロール装置は、前記内視鏡を前記対象位置へと進めるように、動作可能な内視鏡ロボットを有し、

当該内視鏡コントロール装置は、前記距離測定値に応じて、前記単眼の内視鏡イメージにおける前記対象物の表面の三次元イメージを再構築するように、動作可能である、内視鏡コントロール装置と；

を有する、

ことを特徴とする内視鏡システム。

**【請求項 2】**

前記対象物の表面の前記三次元イメージの再構築は：

前記解剖学的領域の前記単眼の内視鏡イメージの時間的なシーケンスから、前記対象物の三次元深さマップを生成すること；及び

それぞれの距離測定値が一つの前記単眼の内視鏡イメージに関連したものであり、少なくとも二つの距離測定値に関して前記対象物の前記三次元深さマップを修正すること、を含む、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

**【請求項 3】**

前記対象物の表面の前記三次元イメージの修正は：

前記深さマップと、前記少なくとも二つの距離測定値により示された前記対象物の表面のそれぞれのポイントの深さ、との比較を表わす誤差集合を生成することを含む、

請求項 2 に記載の内視鏡システム。

**【請求項 4】**

前記対象物の表面の前記三次元イメージの修正は、更に：

前記誤差集合に応じて、前記対象物の表面の前記三次元イメージの前記再構築を弾性的に歪ませる、

請求項 3 に記載の内視鏡システム。

**【請求項 5】**

前記少なくとも一つの距離センサは、前記少なくとも一つの距離センサ上の前記対象物により及ぼされる圧力の測定値を生成するように動作可能である、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

**【請求項 6】**

前記少なくとも一つの距離センサは、前記内視鏡から前記対象物までの距離を示す飛行時間を含んだ超音波信号を発信及び受信するため、少なくとも一つの超音波振動子エレメントを有する、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

**【請求項 7】**

前記少なくとも一つの距離センサは、前記内視鏡から前記対象物までの距離を示す飛行時間を含んだ超音波信号を発信及び受信するため、少なくとも一つの超音波振動子アレイを有する、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

**【請求項 8】**

10

20

30

40

50

前記少なくとも一つの距離センサは、圧電セラミック振動子である、  
請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 9】

前記少なくとも一つの距離センサは、単結晶振動子である、  
請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 10】

前記少なくとも一つの距離センサは、薄いマイクロマシン製の圧電振動子である、  
請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 11】

前記少なくとも一つの距離センサは、容量性マイクロマシン製である、  
請求項 1 に記載の内視鏡システム。

10

【請求項 12】

前記内視鏡は、更に、内視鏡シャフトの末端上にイメージングデバイスを有し；かつ、  
前記少なくとも一つの距離センサは、前記イメージングデバイスを取り囲む超音波線形  
エレメントを有する、  
請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 13】

前記少なくとも一つの距離センサは、ビーム形成およびビームステアリングのためのフ  
ェイズアレイとして働く複数のセンサーエレメントを有する、  
請求項 1 に記載の内視鏡システム。

20

【請求項 14】

内視鏡に係る方法であって：  
体の解剖学的領域における対象位置へと内視鏡を進める内視鏡ロボットをコントロール  
すること；

前記内視鏡ロボットにより、前記内視鏡が前記対象位置へと進められるにつれて、複数  
の前記解剖学的領域の単眼の内視鏡イメージを生成すること；

前記内視鏡ロボットにより、前記内視鏡が前記対象位置へと進められるにつれて、前記  
単眼の内視鏡イメージにおける対象物から前記内視鏡までの距離測定値を生成すること；  
及び、

前記距離測定値に応じて、前記単眼の内視鏡イメージにおける前記対象物の表面の三次  
元イメージを再構築すること；

30

を有する、  
ことを特徴とする内視鏡に係る方法。

【請求項 15】

前記対象物の表面の前記三次元イメージの再構築は：

前記解剖学的領域の前記単眼の内視鏡イメージの時間的なシーケンスから、前記対象  
物の三次元深さマップを生成すること；及び

それぞれの距離測定値が一つの前記単眼の内視鏡イメージに関連したものであり、少  
なくとも二つの距離測定値に関して前記対象物の前記三次元深さマップを修正すること、  
を含む、

40

請求項 14 に記載の内視鏡に係る方法。

【請求項 16】

前記対象物の表面の前記三次元イメージの修正は：

前記深さマップと、前記少なくとも二つの距離測定値により示された前記対象物の表  
面のそれぞれのポイントの深さ、との比較を表わす誤差集合を生成することを含む、  
請求項 14 に記載の内視鏡に係る方法。

【請求項 17】

前記対象物の表面の前記三次元イメージの修正は、更に：

前記誤差集合に応じて、前記対象物の表面の前記三次元イメージの前記再構築を弾性  
的に歪ませることを含む、

50

請求項 14 に記載の内視鏡に係る方法。

【請求項 18】

前記内視鏡に係る方法は、更に：

前記内視鏡上の前記対象物により及ぼされる圧力の測定値を生成することを含む、請求項 14 に記載の内視鏡に係る方法。

【請求項 19】

内視鏡コントロール装置であって：

内視鏡を、体の解剖学的領域における対象位置へと進めるための内視鏡ロボットと；

前記内視鏡が前記内視鏡ロボットにより前記対象位置へと進められるにつれて、前記解剖学的領域における複数の単眼の内視鏡イメージを受け取り、そして、単眼の内視鏡イメージにおける対象物からの前記内視鏡の距離測定値を受け取るように、動作可能な衝突回避 / 探知装置であり、

当該衝突回避 / 探知装置は、更に、前記距離測定値に応じて前記単眼の内視鏡イメージにおける前記対象物の表面の三次元イメージを再構築するように動作可能な、衝突回避 / 探知装置と；

を有する、

ことを特徴とする内視鏡コントロール装置。

【請求項 20】

前記対象物の表面の前記三次元イメージの再構築は：

前記解剖学的領域の前記単眼の内視鏡イメージの時間的なシーケンスから、前記対象物の三次元深さマップの作成と；

それぞれの距離測定値が一つの前記単眼の内視鏡イメージに関連したものであり、少なくとも二つの距離測定値に関する前記対象物の前記三次元深さマップの修正と；

を含む、

請求項 19 に記載の内視鏡コントロール装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡ロボットにより操作される内視鏡を必要とした、最小限の切開を伴う外科手術に関する。詳細には、本発明は、距離センサを使用する内視鏡と体の解剖学的領域における対象物との衝突を回避し、探知すること、及び、内視鏡による表面イメージの再構築に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般的に、最小限の切開を伴う外科手術は内視鏡を利用する。内視鏡は、イメージ処理機能を持った、長くて、しなやかな、又は、固い管である。内視鏡は、自然の開口部、又は、小さな切り口を通じて体の中に挿入することにより、興味部位のイメージを提供する。そのイメージは、外科医が手術を行う際に、アイピースを通して、又は、スクリーン上で見ることができる。外科医にとっては、そのイメージにおける対象物との距離情報が不可欠である。これにより、外科医は、対象物を回避しながら、内視鏡を進めることができる。しかしながら、内視鏡イメージのフレームは二次元であるため、外科医は、そのイメージのスクリーンショットにおいて観察される対象物の深さを認識することができないかもしれない。

【0003】

より詳細には、心臓病外科の内視鏡手術、腹部の腹腔鏡手術、背骨の内視鏡手術、そして、（例えば、膝）関節の関節鏡手術、これらに限定されるわけではないが、といった最小限の切開を伴う主要な手術の際中には、ビジュアルフィードバックを提供するために、硬い内視鏡が使用される。そのような手術の際中に、外科医は、アクティブ内視鏡ロボットを使用して、自律的に又は外科医の命令によって、内視鏡を移動することができる。どちらの場合においても、内視鏡ロボットは、内視鏡と患者の体内の興味部位の中にある重

10

20

30

40

50

要な対象物との衝突を回避することができなければならない。そのような衝突を回避することは、リアルタイムに手術部位が変わるような手術（例えば、ACL関節鏡手術の際に、痛めた靭帯を除去したり、半月板を修復したり、そして/又は、チャンネルに穴を開けるために、膝の内部がリアルタイムに変化すること）、そして/又は、手術前のイメージにおけるよりも、手術の際に患者の体の位置が変わる手術（例えば、手術前のコンピュータ断層写真では真っ直ぐだった膝が、手術の際には折り曲げられていること）、にとっては難しいかもしれない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、内視鏡と対象物とのいかなる衝突をも回避し、探知する目的で、単眼の内視鏡イメージからの内視鏡ビデオフレームと、単眼の内視鏡イメージにおける対象物との距離測定値（distance measurements）を利用して、内視鏡により観察される対象物の表面の三次元イメージ（3D image）を再構築するテクニックを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の第一の形態は、内視鏡と内視鏡ロボットを有する内視鏡コントロール装置を使用した内視鏡システムである。手術中においては、内視鏡ロボットにより、内視鏡が解剖学的領域において対象位置へと進められるにつれて、内視鏡は、体の解剖学的領域の複数の単眼の内視鏡イメージを生成する。加えて、内視鏡は、内視鏡ロボットにより、内視鏡が解剖学的領域において対象位置へと進められるにつれて、単眼の内視鏡イメージにおける対象物からの内視鏡の位置測定値を生成するような、一つ以上の距離センサを有する（例えば、膝の単眼の内視鏡イメージにおける靭帯までの距離である）。内視鏡と対象物との衝突を回避し又は探知するために、内視鏡コントロール装置は、単眼の内視鏡イメージと距離測定値を受け取り、距離測定値に応じて、単眼の内視鏡イメージにおける対象物の表面の三次元イメージを再構築する。

【0006】

本発明の第二の形態は、内視鏡を、内視鏡ロボットにより、体の解剖学的領域において、対象位置まで進めること、及び、内視鏡が、内視鏡ロボットにより、体の解剖学的領域において、対象位置まで進められるにつれて、複数の解剖学的領域の単眼の内視鏡イメージを生成すること、を伴う内視鏡に係る方法である。内視鏡が、単眼の内視鏡イメージにおいて（例えば、膝の単眼の内視鏡イメージにおける靭帯）、対象物と衝突することを回避する又は探知するためには、当該方法は、更に、内視鏡が、内視鏡ロボットにより、体の解剖学的領域において、対象位置まで進められるにつれて、その対象物からの内視鏡の距離測定値を生成すること、及び、距離測定値に応じて、単眼の内視鏡イメージにおける対象物の表面の三次元イメージを再構築すること、を伴う。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明に従って、内視鏡システムの典型的な実施例を示している。

【図2】本発明に従って、内視鏡の末端についての、第一の典型的な実施例を示している。

【図3】本発明に従って、内視鏡の末端についての、第二の典型的な実施例を示している。

【図4】本発明に従って、衝突を回避/探知する方法の典型的な実施例について、代表的なフローチャートを示している。

【図5】本発明に従って、関節鏡検査手術の、代表的な図を示している。

【図6】図5に示された関節鏡検査手術の際の、図4に示されたフローチャートの、典型的な適用例を示している。

【図7】本発明に従って、対象物探知について、典型的な実施例の、代表的なフローチャ

10

20

30

40

50

ートを示している。

【図 8】本発明に従って、二つの合成した膝のイメージについて、典型的な立体マッチング (stereo matching) を示している。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図 1 に示すように、本発明に係る内視鏡システム 10 は、いかなるタイプの医療行為にも適用可能なように、内視鏡 20 と内視鏡コントロール装置 30 を有している。そのような医療行為の例としては、これらに限定されるわけではないが、最小限の切開を伴う心臓手術 (例えば、冠状動脈バイパス移植、または、僧帽弁交換)、最小限の切開を伴う腹部手術 (腹腔鏡検査) (例えば、前立腺摘除、または、胆嚢摘除)、そして、自然開口部越経管腔的内視鏡手術、といったものがある。

10

【0009】

内視鏡 20 は、ここにおいては、イメージングデバイス 21 (例えば、光ファイバー、レンズ、イメージシステムベースの小型 CCD、等) を介して、体の (例えば、人間、または、動物) 解剖学的領域のイメージを取り込むように構成された、あらゆる機器であるとして定義される。内視鏡 20 の例としては、これらに限定されるわけではないが、あらゆるタイプのイメージングスコープ (例えば、気管支スコープ、大腸内視鏡、腹腔鏡、関節鏡、等)、イメージシステムを備えたスコープに似たあらゆる機器 (例えば、イメージカニューレ)、といったものがある。

【0010】

内視鏡 20 は、更に、その末端に、個々のエレメント、または、アレイ (array) として、一つ以上の距離センサを備えている。一つの典型的な実施例においては、距離センサ 22 は、超音波振動子エレメント、または、アレイであり得る。超音波振動子エレメント、または、アレイは、超音波信号を発信及び受信することにより、対象物 (例えば、膝の内部にある骨) との距離を表わす超音波信号の飛行時間 (time of flight) 情報を有している。超音波振動子エレメント/アレイは、薄膜のマイクロマシン製 (例として、圧電薄膜、または、容量性マイクロマシン製の) トランスデューサであり得るし、それらは使い捨てでもあり得る。特に、容量性マイクロマシン製超音波振動子アレイは、飛行時間法距離測定について AC 特性を有しており、アレイの薄膜の対象物により及ぼされる、あらゆる圧力の直接測定について DC 特性を有している。

20

30

【0011】

実際には、距離センサ 22 は、イメージングデバイス 21 に相対するように内視鏡 20 の末端に配置されており、対象物と内視鏡 20 との衝突の回避と探知を促進する。図 2 に示すように、一つの典型的な実施例においては、距離センサは、超音波振動子アレイ 42 の形態であり、超音波振動子アレイ 43 は、内視鏡シャフト 40 の末端の円周表面と正面に沿って、それぞれ、配置されており、内視鏡シャフトの末端には、イメージングデバイス 41 がある。この実施例においては、アレイ 42 と 43 は、内視鏡シャフト 40 の有効距離付近をセンスする。1D または 2D の超音波振動子アレイを利用することにより、超音波信号を送信または受信するために、+/- 45 度の角度で超音波ビームのステアリング (steering) をすることができ、それにより、超音波センサの直線上の位置にある対象物も、その角度以下の位置にある対象物も同様に探知され、こうした対象物との衝突が回避され得る。

40

【0012】

図 3 に示すように、別の典型的な実施例においては、距離センサは、単一の超音波線形エレメント 52 の形態で、内視鏡シャフト 50 の末端上で、イメージングデバイス 51 を取り囲んでいる。代替的には、超音波線形エレメント 52 は、ビーム形成とビームステアリングのためのフェイズアレイとして役に立つ、いくつかのエレメントにより構成され得る。

【0013】

再び図 1 を参照すると、装置 30 における内視鏡ロボット 31 は、ここにおいては、最

50

小限の切開を伴う手術の際に内視鏡 20 を巧みに操る目的で、モーター信号を内視鏡ロボット 31 に提供するように構成された、あらゆるコントローラーであるとして広く定義される。そして、装置 30 におけるロボットコントローラー 32 は、ここにおいては、最小限の切開を伴う手術の際に内視鏡 20 を巧みに操る目的で、モーター信号を内視鏡ロボット 31 に提供するように構成された、あらゆるコントローラーであるとして広く定義される。典型的には、ロボットコントローラー 32 への入力デバイス 33 は、これらに限定されるわけではないが、2D/3Dマウスとジョイスティックを有している。

【0014】

装置 30 における衝突回避/探知装置 34 は、ここにおいては、手術中の外科医、または、内視鏡ロボットに対して、イメージングデバイス 21 と距離センサ 22 を組み合わせて使用し、体の解剖学的領域における、内視鏡 20 と対象物との衝突をリアルタイムで回避し/探知できるようにするよう構成された、あらゆる装置であるとして広く定義される。実際には、衝突回避/探知装置 34 は、上記に示されたように、独立してロボットコントローラー 32 を操作し得るか、または、ロボットコントローラー 32 の内部に組み込まれ得る。

10

【0015】

図 4 に示すフローチャート 60 は、衝突回避/探知装置 34 により実行されるように、本発明の衝突回避/探知方法について表わしている。この方法では、初めに衝突回避/探知装置 34 は、イメージングデバイス 21 から、体の解剖学的領域における対象物の単眼の内視鏡イメージを獲得するよう、ステージ S61 を実行する。そして、内視鏡ロボット 31 により体の解剖学的領域において内視鏡 20 が対象位置へと進められる間に、距離センサ 22 から、内視鏡 20 の対象物からの距離測定値を受け取るよう、ステージ S62 を実行する。衝突回避/探知装置 34 は、イメージ獲得と距離測定から、フローチャート 60 のステージ S63 に進み、対象物を探知する。それにより、内視鏡 20 と対象物とのいかなる衝突をも回避し、または、探知するように、外科医がマニュアルで内視鏡ロボット 31 を操作し得る、または、内視鏡ロボット 31 が自動的に操作され得る。対象物の探査は、内視鏡 20 により観察された対象物の表面を 3D で再構築することを含む。3D の再構築は、内視鏡と対象物のいかなる衝突も回避し探知するための、これらに限定されるわけではないが、対象物の 3D 形状や対象物の表面のあらゆるポイントの深さ、といった重要な情報を提供する。

20

30

【0016】

フローチャート 60 の理解を促進するために、ステージ S61 から S63 を、図 5 と図 6 に示された関節鏡外科手術 70 に関連して、より詳細に記述する。詳細には、図 5 は、膝 71 の、膝蓋骨 72、靭帯 73、および、損傷した軟骨 74 を示している。洗浄器具 75、切り取り器具 76、イメージングデバイス(図示なし)の形態でのイメージングデバイスを有する内視鏡 77、そして、超音波振動子アレイ(図示なし)の形態での距離センサ、が、損傷した軟骨 74 を治療する目的で使用される。膝 71 における超音波振動子アレイの相対位置を決定するための、超音波振動子 78a から 78d もまた、示されている。

【0017】

図 6 は、内視鏡ロボット 31a による内視鏡 77 のコントロールを示している。

40

【0018】

図 4 は、イメージ獲得ステージ S61 には、内視鏡 77 に係るイメージングデバイスが含まれることを示している。イメージングデバイスは、ロボットコントローラー 32 により操作されるように、内視鏡ロボット 31a により、膝 71 の内部において、内視鏡 77 が対象位置まで進められるにつれて、二次元イメージの時間的なシーケンス 80 (図 6) を衝突回避/探知装置 34 に提供する。代替的には、内視鏡 77 の超音波振動子アレイが、二次元イメージの時間的なシーケンス 90 を提供するように、利用され得る。

【0019】

ステージ S62 の距離測定には、内視鏡 77 に係る超音波振動子アレイが含まれる。超

50

音波振動子アレイは、膝 7 1 の内部で超音波信号を発信及び受信することにより、対象物との距離を表わし、衝突回避 / 探知装置 3 4 に距離測定信号 8 1 ( 図 6 ) を提供する、超音波信号の飛行時間 ( time of flight ) 情報を有している。一つの実施例においては、距離測定信号は、対象物の飛行時間法距離測定について AC 信号成分を有し得る、そして、超音波振動子アレイの薄膜の対象物により及ぼされる、あらゆる圧力の直接測定について DC 信号成分を有し得る。

#### 【 0 0 2 0 】

ステージ S 6 3 の対象物深さ見積りは、衝突回避 / 探知装置 3 4 を有する。衝突回避 / 探知装置は、イメージの時間的なシーケンス 8 0 と距離測定信号 8 1 を組み合わせて使用することで、ロボットコントローラ 3 2 にコントロール信号 8 2 を提供し、そして / または、衝突の場合に、外科医、または内視鏡ロボット 3 1 が、対象物を回避し、または、巧みに操縦して対象物から離れることができるように、必要に応じて、画面イメージデータ 8 3 をモニター 3 5 に提供する。イメージデータ 8 3 の画面は、更に、外科医が、手術中の必要の必要な判断を行うことを容易にするような情報を提供する。特に、対象物の 3 D 形状や、対象物の表面のあらゆるポイントの深さ、である。

10

#### 【 0 0 2 1 】

図 7 に示すフローチャート 1 1 0 は、ステージ S 6 3 ( 図 4 ) の典型的な実施例を表わしている。詳細には、エピポーラ幾何学 ( epipolar geometry ) に基づいた複合的ステレオマッチングアルゴリズム ( multiple stereo matching algorithm ) を実行することにより、装置 3 4 による対象物の探知が達成される。

20

#### 【 0 0 2 2 】

最初に、内視鏡 7 7 を膝 7 1 に挿入するに先立って、フローチャート 1 1 0 のステージ S 1 1 1 において、イメージングデバイスの校正 ( calibration ) が行われる。ステージ S 1 1 1 の一つの実施例においては、イメージングデバイス固有のパラメータ ( 例えば、焦点やレンズの歪み係数 ) を  $3 \times 3$  のイメージングデバイス固有行列 ( K ) の形式で得るために、規格化されたチェッカーボンド法 ( checkerboard method ) が使用され得る。

#### 【 0 0 2 3 】

2 番目には、膝 7 1 の内部で内視鏡 7 7 が対象位置まで進んでいくにつれて、フローチャート 1 1 0 のステージ 1 1 2 において、異なる時間に撮影された同じシーンの 2 以上のイメージから、対象物の 3 D 表面の再構築が行われる。詳細には、内視鏡 7 1 の動きは内視鏡ロボット 3 1 のコントロールから知られ、そして、二つのそれぞれのイメージングデバイスの位置の間の相対回転 (  $3 \times 3$  行列 R ) と変換 (  $3 \times 1$  ベクトル t ) も知られる。イメージングデバイスの固有パラメータと非本質的なパラメータの両方からなる、集合 ( K、R、t ) を知ることによって、二つのイメージから 3 D 深さマップを構築するように、イメージ修正が実行される。このプロセスにおいて、( K、R、t ) イメージは、鉛直方向の成分が揃うように歪まされる。この修正プロセスにより、 $3 \times 3$  の歪み行列と、 $4 \times 3$  のずれ深さマッピング行列 ( disparity-to-depth mapping matrix ) を結果として得る。

30

40

#### 【 0 0 2 4 】

次には、従来技術として知られているように、ポイント対応 ( point correspondences ) を使用して、ステージ 1 1 2 において、二つのイメージ間のオプティカルフロー ( optical flow ) が計算される。詳細には、それぞれの 2 D ポイント ( x、y ) におけるオプティカルフロー ( u、v ) が、二つのイメージ間のポイント移動 ( point movement ) を表わす。なぜなら、イメージは修正され ( 例えば、平行になるように歪まされる )、そして、 $v = 0$  になるからである。最終的には、オプティカルフローから、すべてのイメージエレメントにおけるずれマップ ( disparity map ) は、 $u ( x_1 - x_2 )$  になる。 $4 \times 3$  のずれ深さマッピング行列を使用して、ずれマップを再度投影することにより、イメージングデバイスのレンズ正面の

50

対象物の3D形状が結果として得られる。図8は、イメージの時間的なシーケンス80からの典型的な3D表面再構築100を示している。

【0025】

レンズと他の構造物との間の距離を感知することは可能である。しかしながら、イメージの時間的なシーケンス80において測定不能な欠陥が存在し、離散化エラーが存在する場合には、必要に応じて、3D表面再構築を訂正するように、フローチャート110のステージS113が実行される。その修正は、N個(一個、または、それ以上)の距離センサにより測定された深さ $d_{si}$ 、 $i=1, \dots, N$ と、N個の再構築されたイメージから測定された深さ $d_{ii}$ 、 $i=1, \dots, N$ を比較することから始まる。これらの距離は同一であるべきである、しかしながら、測定ノイズのために、N個の測定場所は、それぞれ、ノイズに関連した誤差を有することになる： $e_i = |d_{si} - d_{ii}|$ 、 $i=1, \dots, N$

10

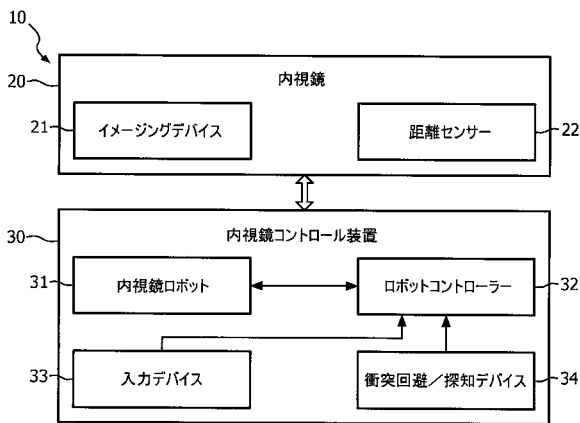
距離センサ22を使用した直接測定は、イメージを元にした方法よりも、きわめて、より正確である。従って、精度を改善するためには、再構築された表面を弾性的に歪ませるように(elastic warping)、集合 $e_i$ が使用される。

【0026】

本発明の、典型的な発明の見地、特徴、そして、実施に関して述べられてきたが、開示されたシステムや方法は、このような典型的な発明の見地、特徴、そして/または、実施に限定されるものではない。むしろ、当業者にとっては、ここで述べられた説明から明らかかなように、開示されたシステムや方法は、本発明の精神、または、範囲から逸脱することなく、変更、代替、そして、拡張することができる。従って、本発明は、そのような変更、代替、そして、拡張を、明らかに包含するものである。

20

【図1】



【図2】

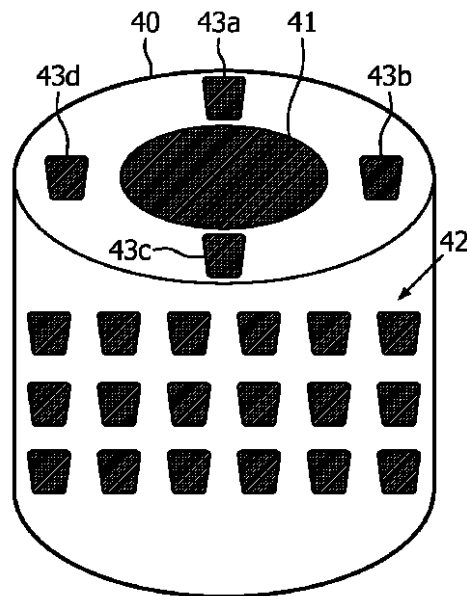


FIG. 2

【 図 3 】

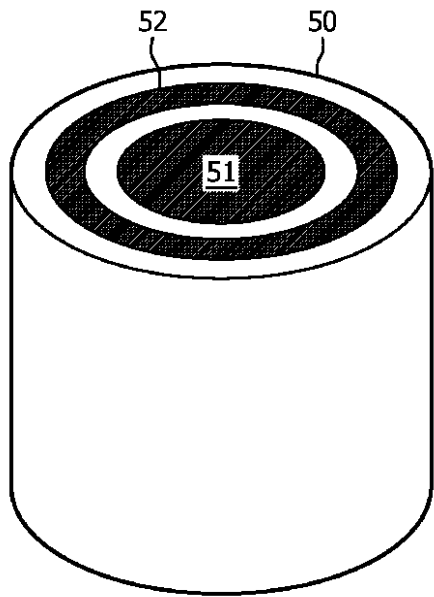
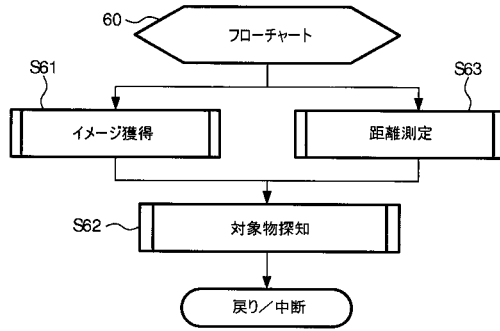


FIG. 3

【 図 4 】



【 図 5 】

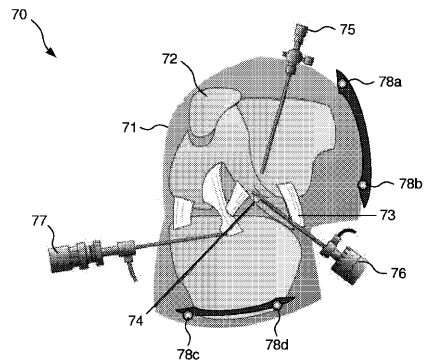
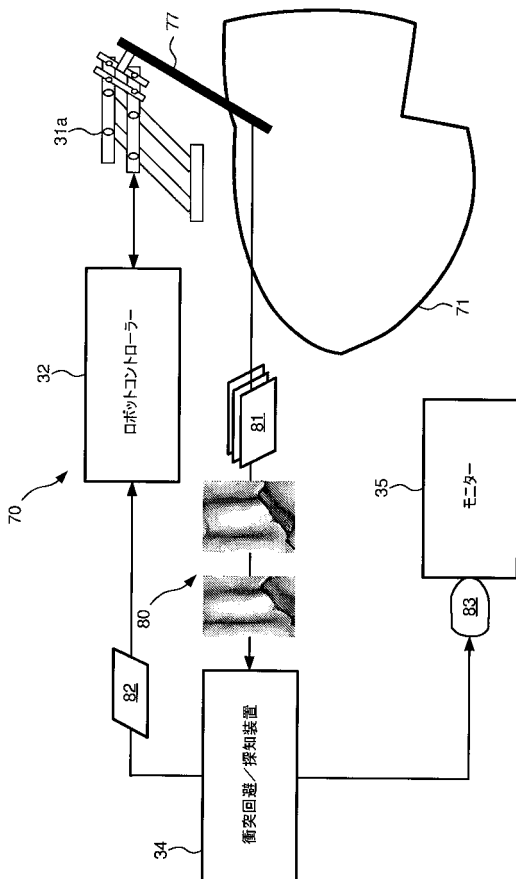
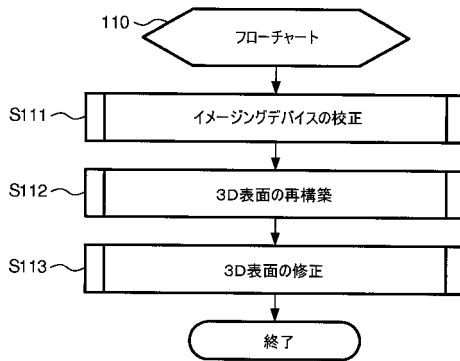


FIG. 5

【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

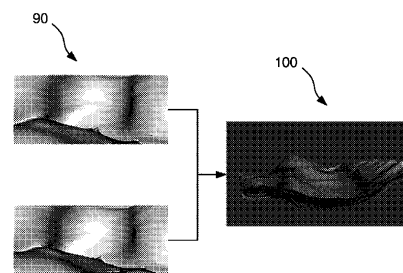


FIG. 8

## 【手続補正書】

【提出日】平成24年5月8日(2012.5.8)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

内視鏡システムであって：

内視鏡が解剖学的領域における対象位置へと進められるにつれて、複数の前記解剖学的領域の単眼の内視鏡イメージを生成する内視鏡であり、

当該内視鏡は、内視鏡が前記対象位置へと進められるにつれて、前記単眼の内視鏡イメージにおける対象物から当該内視鏡までの距離測定値を生成するための、少なくとも一つの距離センサを有する、内視鏡と；

前記単眼の内視鏡イメージと前記距離測定値を受け取るために、前記内視鏡と通信する内視鏡コントロール装置であり、

当該内視鏡コントロール装置は、前記内視鏡を前記対象位置へと進めるように、動作可能な内視鏡ロボットを有し、

当該内視鏡コントロール装置は、前記距離測定値に応じて、前記単眼の内視鏡イメージにおける前記対象物の表面の三次元イメージを再構築するように、動作可能である、内視鏡コントロール装置と；

を有する、

ことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項2】

前記対象物の表面の前記三次元イメージの再構築は：

前記解剖学的領域の前記単眼の内視鏡イメージの時間的なシーケンスから、前記対象物の三次元深さマップを生成すること；及び

それぞれの距離測定値が一つの前記単眼の内視鏡イメージに関連したものであり、少なくとも二つの距離測定値に関して前記対象物の前記三次元深さマップを修正すること、を含む、

請求項1に記載の内視鏡システム。

【請求項3】

前記対象物の表面の前記三次元イメージの修正は：

前記深さマップと、前記少なくとも二つの距離測定値により示された前記対象物の表面のそれぞれのポイントの深さ、との比較を表わす誤差集合を生成することを含む、

請求項2に記載の内視鏡システム。

【請求項4】

前記対象物の表面の前記三次元イメージの修正は、更に：

前記誤差集合に応じて、前記対象物の表面の前記三次元イメージの前記再構築を弾性的に歪ませる、

請求項3に記載の内視鏡システム。

【請求項5】

前記少なくとも一つの距離センサは、前記少なくとも一つの距離センサ上の前記対象物により及ぼされる圧力の測定値を生成するように動作可能である、

請求項1に記載の内視鏡システム。

【請求項6】

前記少なくとも一つの距離センサは、前記内視鏡から前記対象物までの距離を示す飛行時間を含んだ超音波信号を発信及び受信するため、少なくとも一つの超音波振動子エレメントを有する、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 7】

前記少なくとも一つの距離センサは、前記内視鏡から前記対象物までの距離を示す飛行時間を含んだ超音波信号を発信及び受信するため、少なくとも一つの超音波振動子アレイを有する、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 8】

前記少なくとも一つの距離センサは、圧電セラミック振動子である、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 9】

前記少なくとも一つの距離センサは、単結晶振動子である、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 10】

前記少なくとも一つの距離センサは、薄いマイクロマシン製の圧電振動子である、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 11】

前記少なくとも一つの距離センサは、容量性マイクロマシン製である、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 12】

前記内視鏡は、更に、内視鏡シャフトの末端上にイメージングデバイスを有し；かつ、

前記少なくとも一つの距離センサは、前記イメージングデバイスを取り囲む超音波線形エレメントを有する、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 13】

前記少なくとも一つの距離センサは、ビーム形成およびビームステアリングのためのフェイズアレイとして働く複数のセンサーエレメントを有する、

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 14】

内視鏡コントロール装置であって：

内視鏡を、体の解剖学的領域における対象位置へと進めるための内視鏡ロボットと；

前記内視鏡が前記内視鏡ロボットにより前記対象位置へと進められるにつれて、前記解剖学的領域における複数の単眼の内視鏡イメージを受け取り、そして、単眼の内視鏡イメージにおける対象物からの前記内視鏡の距離測定値を受け取るように、動作可能な衝突回避／探知装置であり、

当該衝突回避／探知装置は、更に、前記距離測定値に応じて前記単眼の内視鏡イメージにおける前記対象物の表面の三次元イメージを再構築するように動作可能な、衝突回避／探知装置と；

を有する、

ことを特徴とする内視鏡コントロール装置。

【請求項 15】

前記対象物の表面の前記三次元イメージの再構築は：

前記解剖学的領域の前記単眼の内視鏡イメージの時間的なシーケンスから、前記対象物の三次元深さマップの作成と；

それぞれの距離測定値が一つの前記単眼の内視鏡イメージに関連したものであり、少なくとも二つの距離測定値に関する前記対象物の前記三次元深さマップの修正と；

を含む、

請求項 14 に記載の内視鏡コントロール装置。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2010/054481

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B1/00 A61B19/00 ADD.		
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) A61B		
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 practical, search terms used) EP0-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2006 017003 A1 (UNIV FRIEDRICH ALEXANDER ER [DE]; ELEKTROBIT AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 18 October 2007 (2007-10-18) paragraphs [0017], [0 25], [0 26] -----	1,5-13, 19
Y	EP 2 108 943 A2 (STORZ ENDOSKOP PRODUKTIONS GMB [DE]) 14 October 2009 (2009-10-14) paragraphs [0043] - [0046] -----	1,5-13, 19
Y	US 2006/142657 A1 (QUAID ARTHUR [US] ET AL) 29 June 2006 (2006-06-29) paragraph [0164] -----	1,5-13, 19
A	DE 17 66 904 B1 (OLYMPUS OPTICAL CO) 19 May 1971 (1971-05-19) column 3, lines 12-33 -----	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
Date of the actual completion of the international search  14 February 2011		Date of mailing of the international search report  23/02/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Fischer, Martin

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/IB2010/054481

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.: **14-18**  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:  
**The International Searching Authority is not required to search the subject-matter of claims 14 through 18 as it relates to a method for treatment of the human or animal body by surgery (Art. 17(2)(a)(i), Rule 39.1(iv) PCT).**
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2010/054481

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006017003 A1	18-10-2007	NONE	
EP 2108943 A2	14-10-2009	DE 102008018637 A1 US 2009266999 A1	15-10-2009 29-10-2009
US 2006142657 A1	29-06-2006	US 2009000626 A1 WO 2006091494 A1	01-01-2009 31-08-2006
DE 1766904 B1	19-05-1971	NONE	

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ポポヴィッチ, アレクサンドラ  
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー スカーボロ  
 ・ロード 345 ピー・オー・ボックス 3001

(72)発明者 クレー, マライケ  
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー スカーボロ  
 ・ロード 345 ピー・オー・ボックス 3001

(72)発明者 マルセリス, パウト  
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー スカーボロ  
 ・ロード 345 ピー・オー・ボックス 3001

(72)発明者 ファン ヘース, クリステリアニユス マルティニユス  
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー スカーボロ  
 ・ロード 345 ピー・オー・ボックス 3001

Fターム(参考) 2H040 BA15 BA23 GA11

4C161 AA04 AA07 AA15 AA21 AA24 AA25 CC06 HH52 JJ11 JJ17

4C601 BB03 DD01 EE09 FE08 GA26 GB04 GB06 HH31 LL33

专利名称(译)	使用距离传感器避免和检测碰撞		
公开(公告)号	<a href="#">JP2013509902A</a>	公开(公告)日	2013-03-21
申请号	JP2012535970	申请日	2010-10-04
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	ポポヴィッチアレクサンドラ クレーマライケ マルセリスバウト ファンヘースクリスティアニユスマルティニユス		
发明人	ポポヴィッチ,アレクサンドラ クレー,マライケ マルセリス,バウト ファンヘース,クリスティアニユス マルティニユス		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24 A61B8/12		
CPC分类号	A61B5/065 A61B1/00147 A61B1/00149 A61B1/00193 A61B34/30 A61B2034/105 A61B2034/301 A61B2090/062 A61B2090/08021 A61B2090/3614 A61B2090/367 A61B2090/3784 A61B2090/506 G06T7/579 G06T2207/10068 G06T2207/30004		
FI分类号	A61B1/00.300.E G02B23/24.B A61B8/12		
F-TERM分类号	2H040/BA15 2H040/BA23 2H040/GA11 4C161/AA04 4C161/AA07 4C161/AA15 4C161/AA21 4C161 /AA24 4C161/AA25 4C161/CC06 4C161/HH52 4C161/JJ11 4C161/JJ17 4C601/BB03 4C601/DD01 4C601/EE09 4C601/FE08 4C601/GA26 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/HH31 4C601/LL33		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	61/257857 2009-11-04 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

内窥镜方法涉及由内窥镜机器人(31)控制的内窥镜(20)前进到身体的解剖区域内的目标位置,以及生成解剖区域的多个单眼内窥镜图像(80)。当内窥镜(20)通过内窥镜机器人(31)前进到目标位置时。为了避免或检测内窥镜(20)与单眼内窥镜图像(80)内的物体(例如膝盖的单眼内窥镜图像内的韧带)的碰撞,该方法还包括生成内窥镜的距离测量值(20)。)当内窥镜(20)通过内窥镜机器人(31)前进到目标位置时,从物体,并且在单眼内窥镜图像(80)内重建物体表面的三维图像作为函数距离测量值(81)。

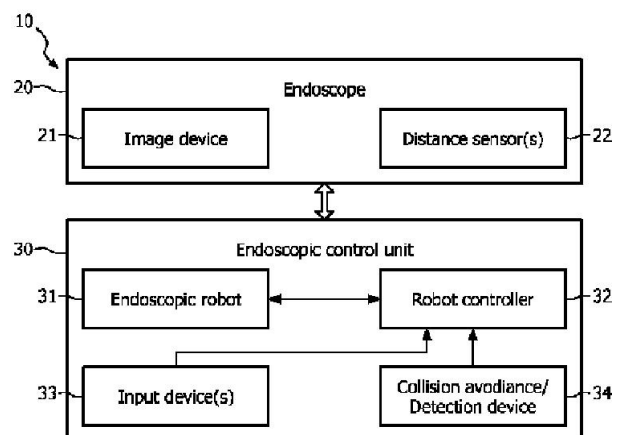


FIG. 1