

(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2017-508529

(P2017-508529A)

(43) 公表日 平成29年3月30日(2017.3.30)

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

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-555528 (P2016-555528)  
 (86) (22) 出願日 平成27年2月25日 (2015. 2. 25)  
 (85) 翻訳文提出日 平成28年10月21日 (2016. 10. 21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IL2015/050211  
 (87) 国際公開番号 W02015/132778  
 (87) 国際公開日 平成27年9月11日 (2015. 9. 11)  
 (31) 優先権主張番号 61/946, 841  
 (32) 優先日 平成26年3月2日 (2014. 3. 2)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 516261977  
 ブイ. ティー. エム. (バーチャル テー  
 ブ メジャー) テクノロジーズ リミテッ  
 ド  
 イスラエル国 3 0 3 0 0 0 0 アトリト  
 , ピー. オー. ボックス 4 7 4, ナハル  
 バルカン ストリート 1 8  
 (74) 代理人 100091096  
 弁理士 平木 祐輔  
 (74) 代理人 100102576  
 弁理士 渡辺 敏章  
 (74) 代理人 100101063  
 弁理士 松丸 秀和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡測定システム及び方法

(57) 【要約】

本発明は、光平面を用いて、ユークリッド測定及び測地測定を行い、内視鏡画像の物体の3D距離及び寸法を測定するシステム及び方法を提供する。本発明の内視鏡測定システムは、標準的な視覚化手段を備える軟性又は硬性内視鏡デバイスと、光平面を生成する構成要素を含むモジュールとを含む。視覚化手段の座標系内で、三角測量に基づき、光平面と関心オブジェクトの間の交差曲線を3Dで測定できる。

【選択図】 図4

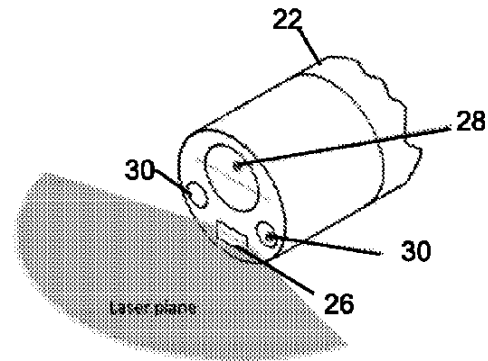


Fig. 4

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内視鏡画像内で可視の物体の3D距離及び寸法を測定するシステムにおいて、

- a. 視覚化手段を含む軟性又は硬性の内視鏡デバイスと、
  - b. 前記内視鏡デバイスを動作させ、前記視覚化手段によって収集された画像を取得及び表示するように適応化された従来型の内視鏡検査システムと、
  - c. 光源及び光学素子を含み、光平面を生成するように構成された光平面生成モジュールと、
  - d. 処理手段、ユークリッド測定及び測地測定の両方を行うように適応化された専用ソフトウェアモジュール、グラフィカルユーザインタフェース(GUI)、ソフトウェア、ポインティングデバイス、並びにイメージングシステムによって取得されたシステム画像をグラフィクス及びテキストに重ねてユーザに表示するように適応化されたディスプレイと、を含む処理ステーションと、
- を備えるシステム。

10

**【請求項 2】**

前記処理ステーションの構成要素の一部又は全部は、従来型の内視鏡検査システムに統合されている請求項 1 記載のシステム。

**【請求項 3】**

前記視覚化手段の投影パラメータ、前記視覚化手段の歪み及び光平面パラメータの共同的な較正のためのドッキングステーションを備える請求項 1 記載のシステム。

20

**【請求項 4】**

前記専用ソフトウェアモジュールは、

- a. 前記光平面と構造との交差曲線に沿って3D座標を各画素に割り当てる動作、
  - b. 前記ユーザによって、前記ディスプレイ上に表示された画像に重ねられた少なくとも2点間のユークリッド測定及び測地測定を行う動作、
  - c. 間隙のユークリッド距離又は孔の直径の測定を提供及び表示し、ユーザが予めプログラムした要求によって、又は画面上の一点を指示することによって、曲線セグメントの測地測定を行って、前記画像内に存在する特徴の直径を測定する動作、及び
  - d. 較正プロセスの間に記録された画像から、投影パラメータ、視覚化手段の歪み及び光平面パラメータを判定する動作のうち少なくとも1つを自動的に実行するプログラム
- を有する請求項 1 記載のシステム。

30

**【請求項 5】**

前記光平面生成モジュールは、

- a. 光源及び単レンズ、
- b. 光源及び少なくとも1つのレンズを含む光学的構成、
- c. 光源及び回折光学素子(DOE)、
- d. 光源及び少なくとも1つのDOEを含む光学的構成、
- e. 前記内視鏡の遠位端における回折格子に接続された光ファイバの近位端に配置された光源、及び
- f. 前記内視鏡の遠位端におけるレンズに接続された光ファイバの近位端に配置された光源のうち1つを備える請求項 1 記載のシステム。

40

**【請求項 6】**

前記光源は、

- a. レーザダイオード、
- b. LED及び
- c. 色光を生成する光源のうち1つである請求項 1 記載のシステム。

**【請求項 7】**

前記光平面生成モジュールは、専用深度測定内視鏡デバイスのための特定の設計に統合されている請求項 1 記載のシステム。

**【請求項 8】**

50

前記光平面生成モジュールは、通常の既存の軟性又は硬性内視鏡デバイスに付属品として取り付けることができる独立した測定デバイスである請求項 1 記載のシステム。

【請求項 9】

前記光平面生成モジュールは、

- a . 内視鏡デバイスのワーキングチャンネル内への挿入、
- b . 2 チャンネルシースの前記内視鏡デバイスの挿入部分が挿入されるチャンネルとは別の 1 つのチャンネル内への挿入、及び
- c . 前記内視鏡デバイスの遠位端の外側へのクリップ又はバンドによる取付のうちの 1 つによって前記内視鏡デバイスに取り付けられる請求項 8 記載のシステム。

【請求項 10】

前記光平面生成モジュールは、前記視覚化手段の対物レンズの下で、前記視覚化手段の焦点と光平面の間との距離を変化させるように構成されたピボットアームに取り付けられる請求項 1 記載のシステム。

【請求項 11】

- a . 複数の光平面及び
- b . 異なる線パターン又は色分けを有する光平面の少なくとも 1 つを有する請求項 1 記載のシステム。

【請求項 12】

- a . 手で回転又は掃引される単一の光平面及び
- b . 前記画像取得カメラと同期して回転又は掃引される単一の光平面のうちの少なくとも 1 つを有する請求項 1 記載のシステム。

【請求項 13】

前記回転又は掃引は、

- a . MEMS ミラー、
- b . 回転メカニズム及び
- c . MEMS ミラー及び回転メカニズムの組合せの 1 つによって達成される請求項 1 2 記載のシステム。

【請求項 14】

前記ディスプレイに表示される前記視覚化手段からの画像に網線が重ねられる請求項 1 記載のシステム。

【請求項 15】

内視鏡画像内で可視の物体の 3D 距離及び寸法を測定する方法において、

- a . 請求項 1 記載のシステムを準備するステップと、
- b . 非統合型付属光平面生成モジュールについて、内視鏡デバイスの先端に光平面生成モジュールを取り付け、前記内視鏡デバイスの先端を較正ドッキングステーションに挿入し、自動較正を実行するステップと、
- c . 統合型又は非統合型付属光平面生成モジュールについて、測定される構造に前記光平面を合わせるように前記内視鏡デバイス进行操作するステップと、
- d . 画像を取得するステップと、
- e . 更なる画像について、必要に応じてステップ c 及び d を繰り返すステップと、
- f . 解析される画像を選択し、GUI ソフトウェアを使用して、光平面と構造との交差曲線上の少なくとも 2 点をマーキングするステップと、
- g . 前記専用ソフトウェアモジュールを用いて、前記マーキングされた点間のユークリッド距離を測定及び表示し、点と同じ曲線セグメント上にある場合、前記セグメントに沿って測地距離を測定するステップと、
- h . 必要に応じてステップ f 及び g を繰り返し、更なる特徴を測定するステップと、
- i . 必要に応じて測定データ及び関連する重ねられたグラフィクスを記録するステップと、
- j . 更なる画像についてステップ f、g、h 及び i を繰り返すステップと、を含む方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 16】**

ステップ f において、1 点のみを画像にマーキングし、ステップ g において、間隙のユークリッド距離又は孔の直径の測定及び曲線セグメントの測地測定を提供及び表示し、前記画像内に存在する特徴の直径を測定する請求項 15 記載の方法。

**【請求項 17】**

ステップ f において、前記処理ステーションの専用ソフトウェアモジュールによって曲線セグメント又は間隙を自動的に識別及び解析し、ステップ g において、測定結果を自動的に表示することにより、解剖学的特徴の測地線長若しくは直径、又は孔の解剖学的間隙若しくは直径を自動的に測定する請求項 15 記載の方法。

**【請求項 18】**

前記曲線セグメントは、独立したビューで表示され、これによって、内視鏡ビュー内の解剖学的特徴の歪みがない量的プロファイルを生成し、ステップ c において、前記光平面が管状構造の縦の軸に揃っている場合、前記管状構造の縦断面プロファイルが提供される請求項 16 記載の方法。

**【請求項 19】**

ステップ f 乃至 j は、処置が完了した後にオフラインで実行され、又は処置の間に最も直近に取得した画像に対してオンラインで実行される請求項 15 記載の方法。

**【請求項 20】**

ステップ d 及び e は、処置の間、映像入力のオンラインリアルタイム自動処理に置換される請求項 16 記載の方法。

**【請求項 21】**

水の噴霧、生理食塩水の蒸気等を使用して、レーザ平面の視覚化を可能にする薄霧を生成する請求項 15 記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、医療用又は産業用の内視鏡、ポアスコープ及びこれらに類するデバイスに関する。具体的には、本発明は、カメラを装備した内視鏡、腹腔鏡、カテーテル、ポアスコープ、並びに他の軟性、半軟性、半硬性又は硬性を有する同様の器具によって観察される物体の寸法の正確な 3 次元測定を実行するためのシステムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

カメラを装備したポアスコープを用いて、エンジン又は機械加工部品の内面の欠陥を検査する場合、正確な 3 次元測定を実行し及びこの結果を記録して、欠陥の寸法を取得し、損傷の程度を評価できるようにし、如何なる改善策を行うかを決定できるようにすることが有益である。

**【0003】**

また、内視鏡処置の間、正確な 3 次元測定を実行し、内腔内の解剖学的構造、例えば、病変、狭窄、腫瘍等の寸法を取得することが有益である。このような寸法を時間に沿って追跡することによって、施される治療のレベルを更に改善させることができる。

**【0004】**

例えば、耳鼻咽喉科医は、患者の声帯の寸法、間隙及び整列の記録を有効に活用することができる。呼吸器科医は、これに応じて、気道サイズを定量化し、治療プロトコルを確立することができる。これらのデータを監視することによって、治療の効果、疾患の進行等に関する有用な情報を得ることができる。他の例として、消化管又は胃の中のポリープのサイズを監視して、更なる処置決定をサポートすることができる。

**【0005】**

現在、軟性を有するか硬性を有するかを問わず、及び単眼視であるか立体視であるかを問わず、最新の内視鏡を使用する医師は、取得した画像内に真のボルメトリック視野 (volumetric perspective) を有さず、正確な測定を行うことができない。一般的には、解剖

10

20

30

40

50

学的構造の隣に既知のサイズのオブジェクト（例えば、既知の直径を有するカテーテル）を置き、このオブジェクトをスケールとして用いて、寸法を推定する手法が用いられている。

【0006】

幾つかの特許及び特許出願は、内視鏡処置の間、正確な3D測定を行う必要性を示し、この課題の解決策を提供することを目的とする発明を開示している。これらの特許及び特許出願は、医療機器分野の主な製造業者、例えば、オリンパス、東芝、コヴィディエン（Covidien）等によって登録又は出願されている。最新の技術（発行されている特許及び公開されている特許出願）の大部分は、内視鏡視野のフルデプス画像（full depth image）を取得することを試みている。更に、幾つかの製造業者は、立体視内視鏡検査法（stereoscopic endoscopy）を促進することによって、補完的なニーズに応えようとしている。

10

【0007】

1992年2月25日に東芝に付与されている米国特許US5,090,400号、発明の名称「Measuring Endoscope」では、標準的な回折格子によってファイバの端部において生成されるレーザパターンを照明光と同期させて観察を行う。

【0008】

1998年7月21日にオリンパスに付与されている米国特許US5,784,098号、発明の名称「Apparatus for Measuring Three-dimensional Configurations」では、振動する構造光及びビームスプリッタを使用して、物体の3D構成を測定する。

【0009】

2012年8月21日にオリンパスに付与されている米国特許US8,248,465号、発明の名称「Measuring Endoscope Apparatus and Program」では、2つの画像と、画像データに対する三角測量の組合せを用いて測定を行う。

20

【0010】

2013年7月30日にオリンパスに付与されている米国特許US8,496,575号、発明の名称「Measuring Endoscope Apparatus, Program and Recording Medium」では、内視鏡と、三角測量法に基づいて、内視鏡から受信した2つの画像間の距離を測定する処理部を含むシステムが開示されている。

【0011】

2013年10月15日にオリンパスに付与されている米国特許US8,558,879号、発明の名称「Endoscope Apparatus and Measurement Method」は、更に、ユーザが両画像内の対応点をマーキングする必要がある、事実上、部分的に手動の装置及び方法を開示している。

30

【0012】

2013年6月18日にオリンパスに付与されている米国特許US8,465,415号、発明の名称「Endoscope Apparatus and Measurement Method」は、インタレース画像内の揺れ（shake）を測定することによって、測定可能な第2の画像を生成する異なる手法を開示している。

【0013】

この課題を解決しようとする更に他の手法は、例えば以下の通りである。

40

【0014】

2010年6月22日にPaul K. Littleに付与されている米国特許US7,740,578号、発明の名称「Direct reading endoscopic measuring instrument and method」に開示されている発明は、内視鏡の遠位端から拡張され、測定される解剖学的構造の近傍に配置され、後に格納される物理的十字線（physical reticule）に関する。

【0015】

2005年4月6日に公開されているCN2,689,888Y号、発明の名称「Measuring type endoscope biopsy forceps」では、発明者は、疾患の程度を評価するために、色分けされた目盛り線を使用している。

50

## 【 0 0 1 6 】

更なる背景情報は、以下の特許出願、US 2 0 0 4 / 0 2 4 2 9 6 1 ( EP 1 4 8 0 0 6 7 A 1 に対応 )、US 2 0 0 9 / 0 2 2 5 3 2 1、US 2 0 1 2 / 0 2 8 9 7 7 8、US 2 0 1 4 / 0 0 2 8 8 1 9、WO 2 0 0 5 / 0 2 7 7 3 9 A 1、WO 2 0 1 2 / 1 4 7 6 7 9 A 1、EP 2 1 0 6 7 4 8 A 1、EP 2 1 6 0 9 7 4 A 1、EP 2 6 3 0 9 1 5 A 1、並びに隣接する領域における 3 D データの測定の必要性を強調する「Lasers in Surgery and Medicine 45:377-382 ( 2013-<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3791553/>)」、タイトル「Proof-of-concept of a Laser Mounted Endoscope for Touch-Less Navigated Procedures」に開示されている。

## 【 0 0 1 7 】

更なる研究は、「'Calibration of laryngeal endoscopic high-speed image sequences by an automated detection of parallel laser line projections' by T. Wurzbacher et al., Medical Image Analysis 12 (2008) 300-317」を含み、ここでは、硬性内視鏡に取り付けられた既知の距離の 2 つの平面が声帯に交差する 2 本の曲線を生成し、これらは直線に近似され、画像ピクセルの粗いスケーリングのみに使用される。更なる研究論文、「'Depth-kymography: high-speed calibrated 3D imaging of human vocal fold vibration dynamics' by N. A. George et al., Phys.Med.Biol.53 (2008) 2667-2675」は、レーザ投影チャンネルを備える硬性内視鏡を記述しており、これは、大きな三角測量角度 ( triangulation angle ) 及び特定の較正方法を使用して、声帯が低振幅で振動する際の声帯の前面の非常に正確な垂直測定を可能にする。これらのセットアップは、何れも、被写界深度が大きい内腔の測定には適合せず、したがって、汎用の 3 D 測定の提供には、適さない。

## 【 0 0 1 8 】

本発明者の知る限り、現在の市販の医療内視鏡は、正確に 3 D 測定を行い、結果を記録する能力を有していない。更に、3 次元内視鏡検査の最新のソリューションの大部分は複雑である。これらのうちの幾つかのデバイスは、機械部品、電気部品及び光学部品の複雑な組立を含む。他に、例えば、オリンパス i P L E X 立体視ポアスコープでは、測定される物体が顕著な特徴を有する必要があるため、更に、ユーザによる更なる作業が要求されるため、プロセスが煩雑になる。

## 【 0 0 1 9 】

なお、本明細書で使用する用語「内視鏡」及び「内視鏡デバイス」は、医療用途で使用される内視鏡、カテーテル、腹腔鏡及びこれらに類する器具、並びに、非医療用途で使用されるポアスコープ及びこれに類する器具を含む広義の意味で使用される。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 2 0 】

したがって、本発明の目的は、内視鏡視覚化システムの視野内で観察される物体の正確な 3 D 測定を行うことができるシステム及び方法を提供することである。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の他の目的は、既存のシステムに比べて構造的に複雑性が低く、内視鏡視覚化システムの視野内で観察される物体の正確な 3 D 測定を行うことができるシステムを提供することである。

## 【 0 0 2 2 】

本発明の他の目的は、既存の手法に比べて作業が構造的に煩雑にならない、内視鏡視覚化システムの視野内で観察される物体の正確な 3 D 測定を行うことができるシステムを提供することである。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の更なる目的及び利点は、以下の説明によって明らかとなる。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 2 4 】

本発明の第1の側面は、内視鏡画像内で可視の物体の3D距離及び寸法を測定するシステムである。このシステムは、

- a. 視覚化手段を含む軟性又は硬性の内視鏡デバイスと、
- b. 内視鏡デバイスを動作させ、視覚化手段によって収集された画像を取得及び表示するように適応化された従来型の内視鏡検査システムと、
- c. 光源及び光学素子を含み、光平面を生成するように構成された光平面生成モジュールと、
- d. 処理手段、ユークリッド測定及び測地測定の両方を行うように適応化された専用ソフトウェアモジュール、グラフィカルユーザインタフェース (graphical user interface : GUI)、ソフトウェア、ポインティングデバイス、並びにイメージングシステムによって取得されたシステム画像をグラフィクス及びテキストに重ねてユーザに表示するように適応化されたディスプレイと、を含む処理ステーションとを備える。

10

【0025】

本発明のシステムの実施形態では、処理ステーションの構成要素の一部又は全部は、従来型の内視鏡検査システムに統合される。

【0026】

本発明のシステムの実施形態は、視覚化手段の投影パラメータ、視覚化手段の歪み及び光平面パラメータの共同的な較正のためのドッキングステーションを備える。

【0027】

- 本発明のシステムの実施形態では、専用ソフトウェアモジュールは、
- a. 光平面と構造との交差曲線に沿って3D座標を各画素に割り当てる動作、
  - b. ユーザによって、ディスプレイ上に表示された画像に重ねられた少なくとも2点間のユークリッド測定及び測地測定を行う動作、
  - c. 間隙のユークリッド距離又は孔の直径の測定を提供及び表示し、ユーザが予めプログラムした要求によって、又は画面上の一点を指示することによって、曲線セグメントの測地測定を行って、画像内に存在する特徴の直径を測定する動作、及び
  - d. 較正プロセスの間に記録された画像から、投影パラメータ、視覚化手段の歪み及び光平面パラメータを判定する動作のうちの少なくとも1つを自動的に実行するプログラムを有する。

20

【0028】

- 本発明のシステムの実施形態では、光平面生成モジュールは、
- a. 光源及び単レンズ、
  - b. 光源及び少なくとも1つのレンズを含む光学的構成、
  - c. 光源及び回折光学素子(DOE)、
  - d. 光源及び少なくとも1つのDOEを含む光学的構成、
  - e. 内視鏡の遠位端における回折格子に接続された光ファイバの近位端に配置された光源、及び
  - f. 内視鏡の遠位端におけるレンズに接続された光ファイバの近位端に配置された光源のうちの1つを備える。

30

【0029】

- 本発明のシステムの実施形態では、光源は、
- a. レーザダイオード、
  - b. LED及び
  - c. 色光を生成する光源のうちの1つである。

40

【0030】

本発明のシステムの実施形態では、光平面生成モジュールは、専用深度測定内視鏡デバイスのための特定の設計に統合されている。

【0031】

本発明のシステムの実施形態では、光平面生成モジュールは、通常の既存の軟性又は硬性内視鏡デバイスに付属品として取り付けることができる独立した測定デバイスである。

50

## 【0032】

本発明のシステムの実施形態では、光平面生成モジュールは、

- a. 内視鏡デバイスのワーキングチャンネル内への挿入、
- b. 2チャンネルシースの内視鏡デバイスの挿入部分が挿入されるチャンネルとは別の1つのチャンネル内への挿入、及び
- c. 内視鏡デバイスの遠位端の外側へのクリップ又はバンドによる取付のうちの1つによって内視鏡デバイスに取り付けられる。

## 【0033】

本発明のシステムの実施形態では、光平面生成モジュールは、視覚化手段の対物レンズの下で、視覚化手段の焦点と光平面の間との距離を変化させるように構成されたピボットアームに取り付けられる。

10

## 【0034】

本発明のシステムの実施形態は、

- a. 複数の光平面及び
- b. 異なる線パターン又は色分けを有する光平面の少なくとも1つを有する。

## 【0035】

本発明のシステムの実施形態は、

- a. 手動で回転又は掃引される単一の光平面及び
- b. 画像取得カメラと同期して回転又は掃引される単一の光平面のうちの少なくとも1つを有する。

20

## 【0036】

これらの実施形態において、回転又は掃引は、

- a. MEMSミラー、
- b. 回転メカニズム及び
- c. MEMSミラー及び回転メカニズムの組合せの1つによって達成される。

## 【0037】

本発明のシステムの実施形態では、ディスプレイに表示される視覚化手段からの画像に網線が重ねられる。

## 【0038】

本発明の第2の側面は、内視鏡画像内で可視の物体の3D距離及び寸法を測定する方法であり、この方法は、

30

- a. 請求項1記載のシステムを準備するステップと、
- b. 非統合型付属光平面生成モジュールについて、内視鏡デバイスの先端に光平面生成モジュールを取り付け、内視鏡デバイスの先端を校正ドッキングステーションに挿入し、自動校正を実行するステップと、
- c. 統合型又は非統合型付属光平面生成モジュールについて、測定される構造に光平面を合わせるように内視鏡デバイス进行操作するステップと、
- d. 画像を取得するステップと、
- e. 更なる画像について、必要に応じてステップc及びdを繰り返すステップと、
- f. 解析される画像を選択し、GUIソフトウェアを使用して、光平面と構造との交差
- 40 曲線上の少なくとも2点をマーキングするステップと、
- g. 専用ソフトウェアモジュールを用いて、マーキングされた点間のユークリッド距離を測定及び表示し、点が同じ曲線セグメント上にある場合、セグメントに沿って測地距離を測定するステップと、
- h. 必要に応じてステップf及びgを繰り返し、更なる特徴を測定するステップと、
- i. 必要に応じて測定データ及び関連する重ねられたグラフィクスを記録するステップと、
- j. 更なる画像についてステップf、g、h及びiを繰り返すステップと、を含む。

## 【0039】

本発明の方法の実施形態では、ステップfにおいて、1点のみを画像にマーキングし、

50

ステップ g において、間隙のユークリッド距離又は孔の直径の測定及び曲線セグメントの測地測定を提供及び表示し、画像内に存在する特徴の直径を測定する。これらの実施形態の幾つかにおいては、曲線セグメントは、独立したビューで表示され、これによって、内視鏡ビュー内の解剖学的特徴の歪みがない量的プロファイルを生成し、ステップ c において、光平面が管状構造の縦の軸に揃っている場合、管状構造の縦断面プロファイルが提供される。これらの実施形態の幾つかにおいては、ステップ d 及び e は、処置の間、映像入力オンラインリアルタイム自動処理に置換される。

【0040】

本発明の方法の実施形態においては、ステップ f において、処理ステーションの専用ソフトウェアモジュールによって曲線セグメント又は間隙を自動的に識別及び解析し、ステップ g において、測定結果を自動的に表示することにより、解剖学的特徴の測地線長若しくは直径、又は孔の解剖学的間隙若しくは直径を自動的に測定する。

10

【0041】

本発明の方法の実施形態においては、ステップ f 乃至 j は、処置が完了した後にオフラインで実行され、又は処置の間に最も直近に取得した画像に対してオンラインで実行される。

【0042】

本発明の方法の実施形態においては、水の噴霧、生理食塩水の蒸気等を使用して、レーザー平面の視覚化を可能にする薄霧を生成する。

【0043】

20

本発明の上述した全ての及びこの他の特徴及び利点は、添付の図面を参照する以下の例示的で非限定的な実施形態の説明によって更に明らかとなる

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】標準的な内視鏡視覚化システムを使用して画像化された人間の喉頭の画像に光平面に関連する特徴を重ねて示す図である。

【図2】独立した処理ステーションを含む本発明のシステムの特典の実施形態の略図である。

【図3】光平面生成モジュールを内視鏡デバイスに取り付けることができる手法を表す図である。

30

【図4】光平面生成モジュールを内視鏡デバイスに取り付けることができる他の手法を表す図である。

【図5】光平面生成モジュールを内視鏡デバイスに取り付けることができる他の手法を表す図である。

【図6】光平面生成モジュールを内視鏡デバイスに取り付けることができる他の手法を表す図である。

【図7】内視鏡デバイス及び光平面生成モジュールを調整するために使用されるドッキングステーションを図式的に表す図である。

【図8】標準的な気管支鏡を使用して画像化された人間の気管の画像に、気管の縦断面に挿えられた光平面に関する特徴を重ねて示す図である。

40

【図9】図8の光平面と気管壁の交差によって画定され、縦断面プロファイルを構成する曲線セグメントを表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0045】

本発明は、光平面 (light plane) を用いて線形測定及び測地測定 (geodesic measurement) を行うことによって内視鏡画像内における物体の3D距離及び寸法を測定する問題を解決する単純化された手法を提供する。本発明の内視鏡測定システムは、標準的な内視鏡視覚化手段、例えば、カメラを備える軟性又は硬性の内視鏡デバイスと、処理ステーションと、光平面を生成するための構成要素とを含む。内視鏡画像内の光平面と関心オブジェクトの間の交差曲線は、三角測量に基づいて、仮想巻き尺を使用しているかのように、

50

カメラ座標系内で3Dで測定可能である。

【0046】

本発明者の知る限り、この概念は、これまで、人体内及び他の内腔内の3Dの汎用量的内視鏡測定の実行に適応化されていない。

【0047】

図1は、標準的な内視鏡を用いて画像化された人間の喉頭の画像を表している。背景技術の説明で述べたように、咽喉科学は、測定が要求される重要な臨床用途の1つである。この画像では、画像に重ねられた網線 (reticle) 2 によって表されている光平面と、光平面及び喉頭4の交差曲線と、声帯6の間隙の測定とが図式的に示されている。

【0048】

図2は、独立した処理ステーションを含む本発明のシステムの特定の実施形態の略図である。このシステムは、標準的な内視鏡視覚化手段 (例えば、カメラ) を含む内視鏡デバイスと、内視鏡デバイス22の遠位端に取り付けられた光平面生成モジュール12と、内視鏡を動作させるために用いられる従来型の内視鏡検査システムから画像を取得する処理手段14を含む処理ステーション10と、ディスプレイ16とを備える。処理手段14は、例えば、PC若しくはラップトップコンピュータ、フィールドプログラマブルゲートアレイ (Field-Programmable Gate Array) 又はデジタルシグナルプロセッサ (Digital Signal Processor) マイクロコントローラであってもよい。処理手段14は、交差曲線に沿って各ピクセルに3D座標を割り当てる専用ソフトウェアモジュールと、ポインティングデバイスと、ユーザが指定した箇所でユークリッド測定及び測地測定を実行するためのGUIを実現する更なるソフトウェアモジュールとを備える。ディスプレイ16は、グラフィクス及びテキストが重ねられた画像をシステムのユーザに表示する。更なるソフトウェアモジュールは、自動的に検出された又はディスプレイ16に表示される画像上でユーザが指定した孔若しくは間隙、又はポリープの直径を測定する自動モードを有する。図2に示すように、処理ステーション10は、構成要素として、内視鏡デバイスに接続されている従来型の内視鏡検査システムから処理手段14に画像を伝送するケーブル34と、ポインティングデバイス及び処理ステーションへのユーザ入力のための入力手段を象徴的に表すマウス36とを含む。

【0049】

なお、他の実施形態においては、処理ステーション10の構成要素の一部若しくは全部は、専用のアイテムである必要はなく、従来型の内視鏡検査システムの一部であってもよく、或いは、これらの機能は、従来型の内視鏡検査システムの構成要素によって実行してもよい。全ての構成要素が従来型の内視鏡検査システムに組み込まれた処理ステーション10の実施形態は、完全一体型内視鏡検査システム (complete endoscopy suite) と呼ぶことができ、これは、従来型の内視鏡処置と、本発明の方法に基づく3D測定の両方を実行する能力を有する。

【0050】

光平面は、当分野で周知の幾つかの異なる手法で生成することができる。例えば、レーザー線モジュール、例えば、単レンズにカップリングされたレーザーダイオード、少なくとも1つのレンズを含む光学システム、回折光学素子 (diffractive optical element: DOE) 又は少なくとも1つのDOEを含む光学システムを内視鏡デバイスの遠位端に取り付けてもよく、又は、光源を光ファイバの近位端に配置し、この光ファイバを内視鏡デバイスの遠位端に設けられた回折格子又はレンズに接続してもよい。なお、光平面は、コヒーレント光から構成する必要はなく、したがって、レーザーに代わる光源として、色光 (例えば、色付きLED) を生成する如何なる光源を使用してもよい。色光を生成する光源は、画像を生成するために使用される、通常、白色光である照明光の背景に対して、光平面と、この光平面が画像内の特徴に交差する部分とが可視化されるように使用される。なお、白色光源を使用して光平面を生成することができる特別な技術を使用してもよい。

【0051】

内視鏡デバイスの特定の設計に光平面生成モジュールを組み込んで、専用の視覚化、距

10

20

30

40

50

離及び深さ測定器を実現してもよい。これに代えて、光平面生成モジュールは、通常の既存の軟性又は硬性内視鏡デバイスに付属品として取り付けることができる独立したユニットとして設計してもよい。

【0052】

図3～図6は、光平面生成モジュールを内視鏡デバイスに取り付けることができる異なる手法を示している。

【0053】

図3は、2チャンネルシース(two channel sheath)18を表している。内視鏡デバイスの挿入部分22は、シース18の上側チャンネル20に挿入され、光平面生成モジュール26は、シース18の下側チャンネル24に挿入される。内視鏡デバイスが使用可能なワーキングチャンネル(working channel)を備えている場合、シースを使用することなく、ワーキングチャンネルに光平面生成モジュールを挿入することによって、同様の構成を実現できる。

10

【0054】

図4は、内視鏡デバイスの挿入部分22の遠位端に恒久的に取り付けられている光平面生成モジュール26を表している。図4には、更に、視覚化システム対物レンズ28と、画像を捕捉するための照明を視覚化システムに提供する2つのLED30とが示されている。

【0055】

図5A及び図5Bは、ピボットアーム32内の対物レンズの下に光平面生成モジュール26が取り付けられている実施形態を表しており、これにより、視覚化システムの焦点と光平面との間の距離を変化させ、三角測量角度を大きくする精度を向上させることができる。

20

【0056】

光平面生成モジュールを内視鏡デバイスの遠位端に取り付ける他の手法として、クリップ又はバンドを用いてもよい。この手法は、バッテリー駆動される使い捨て型の光平面生成モジュールを使用する場合に特に有用である。

【0057】

他の実施形態においては、異なる線パターン又は色分けを有する複数の光平面を生成してもよい。他の実施形態においては、例えば、図6に図式的に示すように、単一の光平面を回転又は掃引してもよい。回転は、手動で行ってもよく、これにより、解剖学的構造を測定する際に、内視鏡を操作することなく、ユーザに更なる柔軟性を提供でき、或いは、回転を画像取得カメラと同期させて、解剖学的構造の3D再構築を可能にしてもよい。MEMSミラー、回転メカニズム又はこれらの何らかの組合によって、高速の回転又は掃引を実現してもよい。

30

【0058】

光平面は、視覚化システムの焦点及び主視野方向(primary view direction)に対する既知の位置及び向きで生成されるため、三角測量及び適切な較正に基づき、内視鏡画像の交差曲線に沿ったピクセルの3D座標を抽出することができる。

【0059】

カメラ投影パラメータを発見し、歪みを改善するための較正は、周知の技術であり、この処理を自動化する技術も周知である。最も一般的には、既知の寸法の平面較正パターンが幾つかの距離及び方向から順次的に画像化され、これによって、内部/外部カメラパラメータの算出が可能になる([Z. Zhang."A Flexible New Technique for Camera Calibration." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22(11):1330-1334, 2000].)。

40

【0060】

本発明のシステムにおいては、視覚化手段の投影パラメータ及び歪みを発見するために用いられるものと同じ較正プロセスを用いて、平面較正パターンの画像上の線として現れる光平面のパラメータを算出する。視覚化システムの歪みを考慮した後、例えば、最小二

50

乗フィッティングによって、線に最もフィッティングする平面を算出してもよい。

【0061】

本発明のシステムの1つの実施形態では、図7に図式的に示すような較正のためのドッキングステーションを使用する。ドッキングステーション40は、以下のように使用される。最初に、ユーザは、内視鏡デバイスの挿入部分22の遠位端に光平面生成モジュール26を取り付ける。そして、ユーザは、ドッキングステーション40内に内視鏡デバイスの先端を配置する。そして、メカニズム(図示せず)を駆動し、画像を捕捉しながら、矢印で示すように、較正パターン42を上下に自動的に動かし、捕捉された画像をシステム処理手段14に自動的に送信し、ここで、専用ソフトウェアが、デバイスがドッキングステーションから取り外された後に内視鏡視覚化手段によって撮影される以降の画像に適用される較正パラメータを自動的に決定する。

10

【0062】

視覚化手段の座標系内の光平面パラメータは、既知であるため、コンピュータ画面上に網線を重ねることによって、深さ、直径等を含む距離を速やかに判定することができる。網線は、図1に示すように、透視される格子の形式であってもよい。視覚化手段の歪みを考慮して画像表示が調整されない場合、この歪みに応じて、網線が歪む。対物レンズに対して光平面が固定的に配置される実施形態においては、視覚化手段の光路に沿って網線を加えてもよく、これによって、寸法の評価のための独立型ハードウェアソリューションが実現する。

20

【0063】

オプションとして、水又は生理食塩水の蒸気等を噴霧して、図1のようにレーザ平面を視覚化する薄霧を生成してもよい。平面を視覚化することによって、画面上の網線に代えて、又は網線と共に、深さの認識が補助される。

【0064】

本発明のシステムのユーザは、通常、以下のステップを実行する。

【0065】

1. 非統合型付属光平面生成モジュールの場合、内視鏡デバイスの先端に光平面生成モジュールを取り付け、内視鏡デバイスの先端を較正ドッキングステーションに挿入し、自動較正を実行する。

【0066】

2. 測定される構造に光平面を合わせるように内視鏡デバイスを操作する。

30

【0067】

3. 専用ソフトウェアモジュールによって画像を取得し、更なる測定のためにステップ2及び3を繰り返す。測定と測定の間は、内視鏡処置を通常通り実行できるように、光平面生成モジュールをオフにしてもよい。

【0068】

4. 解析される画像を選択し、GUIソフトウェアモジュールを使用して、光平面と測定される構造との交差曲線上の2点以上をマーキングする。マーキングされた点間のユークリッド距離は、GUIソフトウェアモジュールによって、常に自動的に算出及び表示してもよい。点が同じ曲線セグメント上にある場合、このセグメントに沿った測地距離を算出及び表示してもよい。

40

【0069】

5. これに代えて、ユーザによる予めプログラムされた要求に基づいて、又は画面上で1つの点をマーキングすることによって、幾つかの測定を自動的に提供してもよく、例えば、間隙のユークリッド距離を表示してもよく、又は孔の直径を測定してもよく、並びにポリープの円周に曲線をマーキングすることによってポリープの直径を算出してもよい。

【0070】

6. ステップ4及び5を繰り返し、更なる特徴を測定する。

【0071】

7. 測定データ及び関連する重ねられたグラフィクスは、記録してもよく、更なる画像

50

についてステップ4、5、6及び7を繰り返してもよい。

【0072】

ステップ4、5、6及び7は、処置が完了した後にオフラインで実行してもよく、処置の間に最も直近に取得した画像に対してオンラインで実行してもよい。

【0073】

光平面生成モジュールが完全に統合された専用内視鏡デバイスについては、較正は、製造業者によって行われており、方法は、ステップ2から開始して、以下は、上述と同様に続けられる。

【0074】

他の実施形態においては、上述したステップ2において、光平面が独立して操作される

10

【0075】

各画像内の単一の光平面の交差曲線を視覚化する連続した画像を取得することによって、解剖学的構造の寸法を十分に測定することができる。

【0076】

本発明のシステム及び方法の更なる使用例として、管腔、例えば、気管支の縦断面プロフィールを評価することもできる。このプロフィールは、光平面を管軸に整列させ、2つの横断面曲線を記録することによって取得できる。

【0077】

図8は、標準的な気管支鏡を使用して画像化された人間の気管の画像を表している。カメラ画像には、気管の縦断面に整列して生成された光平面内にある網線2と、光平面と気管壁の交差によって画定される曲線セグメントa、b及びcとが重ねられている。

20

【0078】

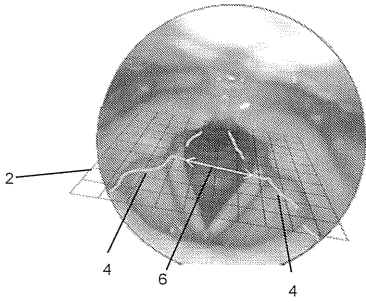
図9は、量的縦断面プロフィールを含む図8からの曲線セグメントa、b及びcを示している。矢印は、光平面に沿った内視鏡視野方向を示している。この曲線セグメントの独立したビューは、内視鏡ビュー内の解剖学的特徴の歪みがない量的プロフィールを生成し、光平面が管状構造の縦軸に揃っている場合、その縦断面プロフィールが提供される。

【0079】

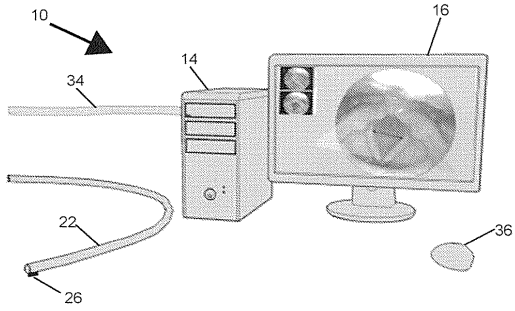
本発明の実施形態を例示的に記述したが、本発明は、特許請求の範囲を逸脱することなく、多くの変形例、修正例及び適用例によって実現することができる。

30

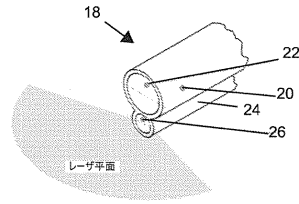
【 図 1 】



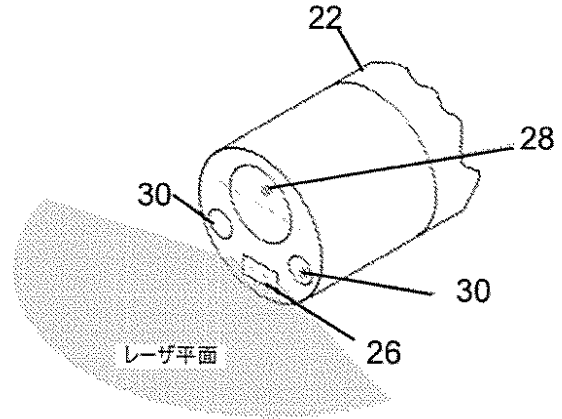
【 図 2 】



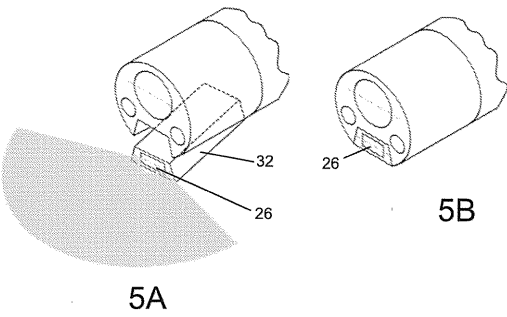
【 図 3 】



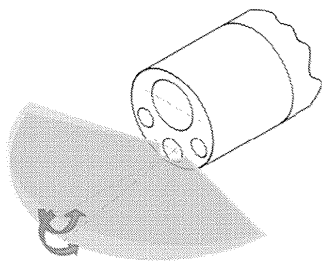
【 図 4 】



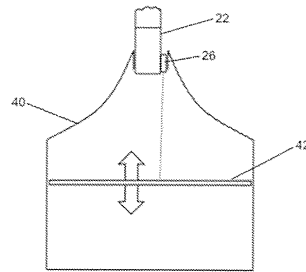
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

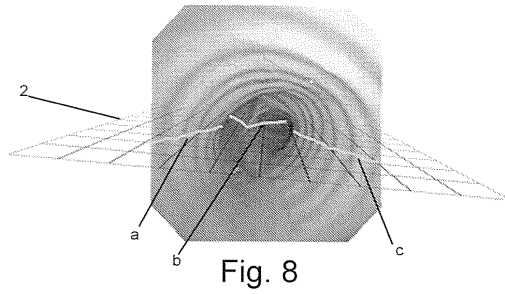
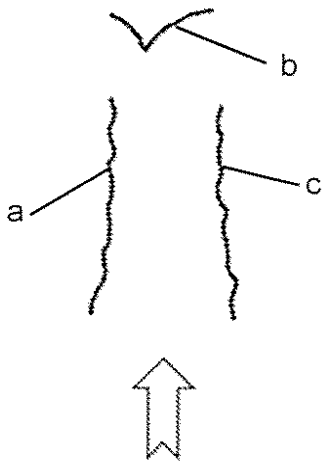


Fig. 8

【 図 9 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IL2015/050211
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC (2015.01) A61B 1/06, A61B 1/04, G01B 11/02, G02B 27/09, A61B 5/107, G02B 23/24 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC (2015.01) A61B, G01B, G01B, G02B, G02B 23/24 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: THOMSON INNOVATION, Google Patents, CAPLUS, PASCAL, INSPEC, Google Scholar, FamPat database, COMPENDEX, NTIS Search terms used: light, laser, planar, plane, sheet, borescope, endoscope, measure, distance, dimension, 3D, coordinates, lumen, cavity, tube, pipe		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 0180734 A1 UNIV NOTTINGHAM [GB]; AROUSSI ABDELWAHAB [GB]; MENACER MOHAMED [GB] 01 Nov 2001 (2001/11/01) the whole document	1-21
A	'Optical profilometer using laser based conical triangulation for inspection of inner geometry of corroded pipes in cylindrical coordinates', Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering (2013), vol.8788, p. 87881H (10 pp.), 7 refs. CODEN: PSISDG, ISSN: 0277-786X, Published by SPIE - The International Society for Optical Engineering, USAConference: Optical Measurement Systems for Industrial Inspection VIII, Munich, Germany, 13-16 May 2013, INSPEC [online], Retrieved from: STNeasy. Accession No: 2013:13800858 INSPEC Buschinelli, P.D.V.; Melo, J.R.C.; Albertazzi, A. Jr. (Mech. Eng. Dept., Univ. Fed. de Santa Catarina, Floiranoopolis, Brazil); Santos, J.M.C.; Camerini, C.S. (CENPES, Petrobras, Rio de Janeiro, Brazil)albertazzi@labmetro.ufsc.br 16 May 2013 (2013/05/16)	1-21
A	US 7385708 B2 UNIV NORTH CAROLINA?[US] 10 Jun 2008 (2008/06/10) the whole document	1-21
<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: "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 09 Jun 2015		Date of mailing of the international search report 10 Jun 2015
Name and mailing address of the ISA: Israel Patent Office Technology Park, Bldg.5, Malcha, Jerusalem, 9695101, Israel Facsimile No. 972-2-5651616		Authorized officer LEVI Moria Telephone No. 972-5651753

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
PCT/IL2015/050211

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
WO 0180734 A1	01 Nov 2001	WO 0180734 A1	01 Nov 2001
		AT 444017 T	15 Oct 2009
		AU 5236201 A	07 Nov 2001
		DE 60140045 D1	12 Nov 2009
		DK 1276414 T3	01 Feb 2010
		EP 1276414 A1	22 Jan 2003
		EP 1276414 B1	30 Sep 2009
		ES 2333699 T3	26 Feb 2010
		GB 0010123 D0	14 Jun 2000
		PT 1276414 E	29 Dec 2009
		US 2003133096 A1	17 Jul 2003
		US 6762827 B2	13 Jul 2004
US 7385708 B2	10 Jun 2008	US 2005219552 A1	06 Oct 2005
		US 7385708 B2	10 Jun 2008
		AU 2003253626 A1	22 Dec 2003
		AU 2003253626 A8	22 Dec 2003
		WO 03105289 A2	18 Dec 2003
		WO 03105289 A3	29 Apr 2004

## 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

(72)発明者 シドレスキ, アビシャイ

イスラエル国 3030000 アトリト, ピー・オー・ボックス 474, ナハル バルカン  
ストリート 18

Fターム(参考) 2H040 BA15 BA22 CA04 CA25 DA02 DA03 GA02 GA11

4C161 BB06 CC06 FF40 FF47 HH52 NN01 QQ10

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	<a href="#">JP2017508529A5</a>	公开(公告)日	2018-04-05
申请号	JP2016555528	申请日	2015-02-25
[标]发明人	シドレスキアビシャイ		
发明人	シドレスキ,アビシャイ		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24		
CPC分类号	A61B5/1076 A61B1/06 A61B5/0064 A61B5/0073 A61B5/0084 A61B5/1072 A61B5/1079 A61B5/7475 A61B2562/028 A61B2576/00 G01B11/2513 G02B23/2415 G02B23/2461 G02B23/2484 G02B27/09 G06T7/0012 G06T7/70 G06T2207/10068		
FI分类号	A61B1/00.300.E G02B23/24.B		
F-TERM分类号	2H040/BA15 2H040/BA22 2H040/CA04 2H040/CA25 2H040/DA02 2H040/DA03 2H040/GA02 2H040 /GA11 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/HH52 4C161/NN01 4C161/QQ10		
代理人(译)	渡辺 敏章		
优先权	61/946841 2014-03-02 US		
其他公开文献	JP6535020B2 JP2017508529A		

摘要(译)

本发明提供了用于使用光学平面来执行内窥镜图像中的对象的3D距离和尺寸的欧几里得和大地测量的系统和方法。本发明的内窥镜测量系统包括具有标准可视化装置的柔性或刚性内窥镜设备，以及包括产生光平面的组件的模块。在可视化装置的坐标系内，可以基于三角测量以3D方式测量光平面和感兴趣对象之间的相交曲线。[选择图]图4