

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/109958

発行日 平成30年10月11日(2018.10.11)

(43) 国際公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

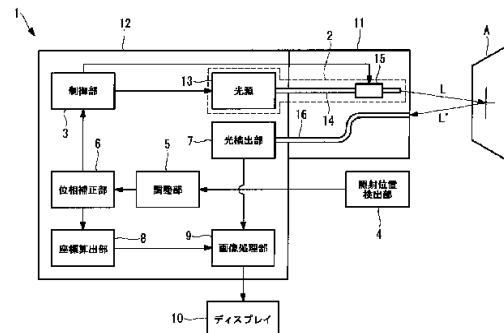
(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 5 2 4	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 5 5 0	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 1 0	
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 6 1 1	
	G 0 2 B 23/26 B	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)		

出願番号	特願2017-557636 (P2017-557636)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/086293		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成27年12月25日(2015.12.25)		東京都八王子市石川町2951番地
(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	(74) 代理人	100118913 弁理士 上田 邦生
		(74) 代理人	100142789 弁理士 柳 順一郎
		(74) 代理人	100163050 弁理士 小栗 真由美
		(74) 代理人	100201466 弁理士 竹内 邦彦
		(72) 発明者	高田 祐平 東京都八王子市石川町2951番地
			オリンパス株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 CA11 CA26 DA11 DA42 GA11 4C161 HH54 MM10 RR01 RR23

(54) 【発明の名称】 光走査型内視鏡および光走査型内視鏡の作動方法

(57) 【要約】

本発明の光走査型内視鏡(1)は、光ファイバ(14)を振動させる光走査部(2)と、振動の同一の位相において光ファイバ(14)から光(L)を射出させる制御部(3)と、被写体(A)上における光(L)の照射位置の列の形状に基づいて歪み補正量を調整する調整部(5)と、調整された歪み補正量に基づいて、光(L)が射出される位相を補正する位相補正部(6)とを備える。



- 3 Control part
- 4 Irradiation position detection part
- 5 Adjustment part
- 6 Phase correction part
- 7 Light detection part
- 8 Coordinate calculation part
- 9 Image processing part
- 10 Display
- 13 Light source

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光ファイバを振動させることによって前記光ファイバから射出される光を走査する光走査部と、

前記光ファイバの振動の同一の位相において前記光が射出されるように前記光ファイバから前記光が射出されるタイミングを制御する制御部と、

前記光ファイバから射出された光の被写体上における照射位置の列の形状に基づいて、歪み補正量を調整する調整部と、

該調整部によって調整された前記歪み補正量に基づいて、前記光が射出される前記位相を補正する位相補正部とを備える光走査型内視鏡。

10

【請求項 2】

前記被写体上における前記光の照射位置を検出する照射位置検出部を備える請求項 1 に記載の光走査型内視鏡。

【請求項 3】

前記照射位置検出部が、前記被写体における 2 次元的な前記照射位置を検出する 2 次元光検出装置を備える請求項 2 に記載の光走査型内視鏡。

【請求項 4】

前記制御部が、等位相間隔で前記光が射出されるように前記光ファイバから前記光が射出されるタイミングを制御する請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光走査型内視鏡。

20

【請求項 5】

前記光走査部が、前記光ファイバの振動振幅を時間変化させ、

前記位相補正部が、前記歪み補正量に加えて前記光ファイバの振動振幅の時間変化量に基づいて前記位相の補正量を算出する請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の光走査型内視鏡。

【請求項 6】

振動する光ファイバから、該光ファイバの振動の同一の位相において光を射出する射出ステップと、

被写体上における前記光の照射位置の列の形状に基づいて、歪み補正量を調整する調整ステップと、

該調整ステップによって調整された前記歪み補正量に基づいて、前記光ファイバから前記光が射出される位相を補正する補正ステップと、

該補正ステップによって補正された位相で前記光が射出されるように、前記光ファイバから光が射出されるタイミングを制御する制御ステップとを含む光走査型内視鏡の作動方法。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光走査型内視鏡および光走査型内視鏡の作動方法に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

従来、レーザ光を被写体上において渦巻状の軌跡に沿って走査する光走査型内視鏡が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。光走査型内視鏡によって取得される画像内の像には、レーザ光の実際の照射位置が理想の照射位置から走査方向にずれることに起因して、走査方向の歪みが生じることが知られている。特許文献 1 では、被写体上におけるレーザ光のスポットの位置を PSD (P o s i t i o n S e n s i t i v e D e t e c t o r) によって検出し、検出されたスポットの位置の理想の位置からのずれに基づいて、像の歪みを補正している。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特許第 5 1 9 0 2 6 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、レーザ光の個々のスポットの位置は、P S D の表面ガラスの多重反射や内視鏡のレンズ内の微小な欠陥等による光学的なアーティファクトの影響を受けやすい。したがって、特許文献 1 の方法では、像の歪みを正確に補正することができないという問題がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、光学的なアーティファクトの影響を受けることなく、光の走査方向の像の歪みを正確に補正することができる光走査型内視鏡および光走査型内視鏡の作動方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の第 1 の態様は、光ファイバを振動させることによって前記光ファイバから射出される光を走査する光走査部と、前記光ファイバの振動の同一の位相において前記光が射出されるように前記光ファイバから前記光が射出されるタイミングを制御する制御部と、前記光ファイバから射出された光の被写体上における照射位置の列の形状に基づいて、歪み補正量を調整する調整部と、該調整部によって調整された前記歪み補正量に基づいて、前記光が射出される前記位相を補正し、補正された位相を前記制御部に設定する位相補正部とを備える光走査型内視鏡である。

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、光走査部によって、振動する光ファイバから同一位相において光が射出されることによって、被写体上における光の照射位置は一系列に並ぶ。そして、照射位置検出部によって照射位置が検出されることによって、照射位置の列の形状が取得される。光が理想の照射位置に照射されているときには、照射位置の列は直線状となるが、光の実際の照射位置が理想の照射位置から光の走査方向にずれているときには、照射位置の列の形状は歪む。

【 0 0 0 8 】

位相補正部は、調整部によって調整された歪み補正量に基づく量だけ、光が射出される位相をシフトさせる。これにより、光の照射位置が走査方向に移動して理想の照射位置に近づき、照射位置の列の直線性が改善される。

このように、個々の照射位置ではなく、複数の照射位置の列の形状に基づいて調整された歪み補正量は、光学的なアーティファクトの影響を受け難い。したがって、このような歪み補正量を画像内の像の歪みの補正に用いることによって、光学的なアーティファクトの影響を受けることなく、像の歪みを補正することができる。

【 0 0 0 9 】

上記第 1 の態様においては、前記被写体上における前記光の照射位置を検出する照射位置検出部を備えていてもよい。

上記第 1 の態様においては、前記照射位置検出部が、前記被写体における 2 次元的な前記照射位置を検出する 2 次元光検出装置を備えていてもよい。

このようにすることで、簡単な構成で光の照射位置の列の形状を検出することができる。

【 0 0 1 0 】

上記第 1 の態様においては、前記制御部が、等位相間隔で前記光が射出されるように前記光ファイバから前記光が射出されるタイミングを制御してもよい。

このようにすることで、等しい角度で並ぶスポットの列を被写体上に形成することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

上記第 1 の態様においては、前記光走査部が、前記光ファイバの振動振幅を時間変化させ、前記位相補正部が、前記歪み補正量に加えて前記光ファイバの振動振幅の時間変化量に基づいて前記位相の補正量を算出してもよい。

光の実際の照射位置の理想の照射位置からのずれ量は、光ファイバの振動振幅の時間変化量と相関する。したがって、振動振幅の時間変化量に基づいて算出された位相の補正量を用いて、照射位置のずれをさらに精度良く補正することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 2 の態様は、振動する光ファイバから、該光ファイバの振動の同一の位相において光を射出する射出ステップと、被写体上における前記光の照射位置の列の形状に基づいて、歪み補正量を調整する調整ステップと、該調整ステップによって調整された前記歪み補正量に基づいて、前記光ファイバから前記光が射出される位相を補正する補正ステップと、該補正ステップによって補正された位相で前記光が射出されるように、前記光ファイバから光が射出されるタイミングを制御する制御ステップとを含む光走査型内視鏡の作動方法である。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、光学的なアーティファクトの影響を受けることなく、光の走査方向の像の歪みを正確に補正することができるという効果を奏する。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る光走査型内視鏡の全体構成図である。

【 図 2 】 図 1 の光走査型内視鏡において、アクチュエータに供給される X 方向用駆動信号および Y 方向用駆動信号の波形を示す図である。

【 図 3 】 第 1 のモードにおいて被写体上に形成されるレーザ光のスポットの列を示す図である。

【 図 4 】 スポットの列の直線性を表す指標値の一例を説明する図である。

【 図 5 】 スポットの列の直線性を表す指標値の他の例を説明する図である。

【 図 6 】 図 1 の光走査型内視鏡の第 1 のモードにおける動作を示すフローチャートである。

30

【 図 7 】 図 1 の光走査型内視鏡の第 2 のモードにおける動作を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下に、本発明の一実施形態に係る光走査型内視鏡 1 について図面を参照して説明する。

本実施形態に係る光走査型内視鏡 1 は、図 1 に示されるように、レーザ光 L を走査しながら被写体 A に向かって射出する光走査部 2 と、該光走査部 2 を制御する制御部 3 と、被写体 A 上におけるレーザ光 L のスポットの位置（照射位置）を検出する照射位置検出部 4 と、画像内の像の歪みを補正するための補正パラメータ（歪み補正量）E を調整する調整部 5 と、補正パラメータ E に基づいてレーザ光 L の射出タイミングを補正する位相補正部 6 とを備えている。

40

【 0 0 1 6 】

さらに、光走査型内視鏡 1 は、被写体 A からの観察光 L' を検出して検出値 I t を取得する光検出部 7 と、検出値 I t を割り当てる画素の座標（X，Y）を補正パラメータ E に基づいて算出する座標算出部 8 と、画像を形成する画像処理部 9 と、画像を表示するディスプレイ 10 とを備えている。

符号 11 は、体内に挿入される細長い挿入部を示し、符号 12 は、挿入部 11 の基端に接続された筐体を示している。

【 0 0 1 7 】

50

光走査型内視鏡 1 は、最適な補正パラメータ E を決定するための第 1 のモードと、補正パラメータ E に基づいて像の歪みが補正された画像を取得するための第 2 のモードとを有し、第 1 のモードおよび第 2 のモードのいずれかで作動する。第 1 のモードにおいては、光走査部 2、制御部 3、照射位置検出部 4、調整部 5 および位相補正部 6 が機能する。第 2 のモードにおいては、光走査部 2、制御部 3、位相補正部 6、光検出部 7、座標算出部 8 および画像処理部 9 が機能する。

【 0 0 1 8 】

光走査部 2 は、筐体 1 2 内に設られレーザ光 L を出力する光源 1 3 と、挿入部 1 1 内に設けられた照射用の光ファイバ 1 4 およびアクチュエータ 1 5 とを備えている。

光ファイバ 1 4 は、挿入部 1 1 内に長手方向に沿って配置されている。光ファイバ 1 4 は、光源 1 3 から供給されたレーザ光 L を導光し、先端から射出するようになっている。

【 0 0 1 9 】

アクチュエータ 1 5 は、例えば、圧電素子を備える圧電アクチュエータであり、光ファイバ 1 4 の先端部に取り付けられている。アクチュエータ 1 5 は、制御部 3 から供給される駆動信号に従って光ファイバ 1 4 の先端を該光ファイバ 1 4 の径方向に振動させるようになっている。

【 0 0 2 0 】

制御部 3 は、光ファイバ 1 4 の先端を X 方向に振動させるための X 方向用の駆動信号 $D_x(t)$ および光ファイバ 1 4 の先端を Y 方向に振動させるための Y 方向用の駆動信号 $D_y(t)$ をアクチュエータ 1 5 に供給する。X 方向および Y 方向は、光ファイバ 1 4 の径方向であって、互いに直交する方向である。駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ は、以下のよう

$$D_x(t) = M(t) \times \cos(2\pi f t)$$

$$D_y(t) = M(t) \times \sin(2\pi f t)$$

【 0 0 2 1 】

図 2 は、駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ を示している。駆動信号 $D_x(t)$ および駆動信号 $D_y(t)$ は、下式 (1) で表される略正弦波状の変調信号 $M(t)$ によって振幅が変調されている。式 (1) において、 N_{OPEN} は往路の周回数であり、 N_{CLOSE} は復路の周回数である。さらに、駆動信号 $D_x(t)$ および駆動信号 $D_y(t)$ の位相は、 $\pi/4$ だけ互いにずれている。なお、ここでは、往路では中心から外周に向かって、復路では外周から中心に向かって、それぞれスパイラル状の軌跡に沿って振動する場合を例示している。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

【数 1】

$$M(t) = \begin{cases} \frac{1}{2} \left\{ 1 - \cos \left(\frac{\pi f t}{N_{OPEN}} \right) \right\} & \left(0 \leq t \leq \frac{N_{OPEN}}{f} \right) \\ \frac{1}{2} \left\{ 1 - \cos \left(\pi + \frac{\pi f t}{N_{CLOSE}} - \frac{\pi N_{OPEN}}{N_{CLOSE}} \right) \right\} & \left(\frac{N_{OPEN}}{f} < t \leq \frac{N_{OPEN} + N_{CLOSE}}{f} \right) \end{cases} \quad \dots(1)$$

10

20

【0023】

このような駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ が同時にアクチュエータ 15 に供給されることによって、光ファイバ 14 の先端が、該光ファイバ 14 の長手方向に直交する略平面内においてスパイラル状の軌跡に沿って振動する。これにより、挿入部 11 の先端から射出されたレーザ光 L は、被写体 A 上においてスパイラル状の走査軌跡 B に沿って走査されるようになっている。

【0024】

さらに、制御部 3 は、第 1 のモードおよび第 2 のモードにおいて互いに異なる方式で光源 13 を制御する。

第 2 のモードにおいて、制御部 3 は、連続的にレーザ光 L を出力するように光源 13 を制御する。

30

【0025】

第 1 のモードにおいて、制御部 3 は、まず、駆動信号 $D_x(t)$ の位相 θ (rad) が 0、 $\pi/2$ 、 π および $3\pi/2$ のときにレーザ光 L を射出させるように、光源 13 を制御する。その後、制御部 3 は、位相補正部 6 から補正位相 $\theta + \Delta\theta$ の情報（後述）を受信すると、駆動信号 $D_x(t)$ の位相 θ が $0 + \Delta\theta$ 、 $\pi/2 + \Delta\theta$ 、 $\pi + \Delta\theta$ および $3\pi/2 + \Delta\theta$ のときにレーザ光 L を射出させるように光源 13 を制御する。制御部 3 は、位相補正部 6 から補正パラメータ E の調整完了を示す信号を受信したときに、第 1 のモードを終了する。

【0026】

40

同一の位相 θ において出力されたレーザ光 L は、走査軌跡 B において同一の回転角における位置に照射される。したがって、被写体 A 上において、同一の位相におけるレーザ光 L のスポットは、図 3 に示されるように、理想的には直線状に配列する。図 3 において、白丸は、駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ の振幅から理論的に算出されたレーザ光 L の理想的なスポットの位置を示している。

【0027】

ただし、実際のレーザ光 L のスポットの位置は理想的な位置とは必ずしも一致せず、実際のスポットの列は直線状にならないことがある。図 3 において、黒丸は、実際のレーザ光 L のスポットの位置を示している。実際のスポットの位置は、理想の位置から走査方向にずれる。スポットの位置のずれは、駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ を変調しない（す

50

なわち、駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ の振幅が一定である）ときには生じないことから、駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ の変調（すなわち、光ファイバ 14 の先端の振動振幅の時間変化）に起因するものであると考えられる。

【0028】

駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ の振幅の時間変化量は走査軌跡 B における周回数 N （走査軌跡 B を同心円の集合とみなしたときの中心からの円の順番）によって異なるため、レーザ光 L のスポットの位置の理想の位置からのずれ量（走査軌跡 B の中心回りの回転角度）も、図 3 に示されるように、周回数 N によって異なる。その結果、スポットの列の形状が歪む。

【0029】

照射位置検出部 4 は、被写体 A 上のレーザ光 L のスポットの位置を 2 次元的に検出する。このような照射位置検出部 4 としては、例えば、CCD カメラや PSD 等の 2 次元光検出装置が用いられ、スクリーン上のスポットの列の 2 次元画像が照射位置検出部 4 によって取得される。照射位置検出部 4 によって検出されたレーザ光 L のスポットの位置の情報は、調整部 5 に送信される。

【0030】

調整部 5 は、下式（2）における補正パラメータ E を調整し、調整後の補正パラメータ E を位相補正部 6 に送信する。式（2）において、 $\Delta\theta(t)$ は位相角、 f は駆動信号の周波数（駆動周波数）である。

【0031】

【数 2】

$$\Delta\theta(t) = \begin{cases} E \cdot \frac{\sin\left(\frac{\pi f t}{N_{OPEN}}\right)}{\frac{1}{2} \left\{ 1 - \cos\left(\frac{\pi f t}{N_{OPEN}}\right) \right\}} & \left(0 \leq t \leq \frac{N_{OPEN}}{f} \right) \\ E \cdot \frac{\sin\left(\pi + \frac{\pi f t}{N_{CLOSE}} - \frac{\pi N_{OPEN}}{N_{CLOSE}}\right)}{\frac{1}{2} \left\{ 1 - \cos\left(\pi + \frac{\pi f t}{N_{CLOSE}} - \frac{\pi N_{OPEN}}{N_{CLOSE}}\right) \right\}} & \left(\frac{N_{OPEN}}{f} < t \leq \frac{N_{OPEN} + N_{CLOSE}}{f} \right) \end{cases} \quad \dots(2)$$

【0032】

位相角 $\Delta\theta(t)$ は、図 3 に示されるように、理想のスポットの位置から実際のスポットの位置までの円弧の中心角である。式（2）の右辺の分子は、変調信号 $M(t)$ の時間変化量（変調信号 $M(t)$ の時間微分）、すなわち光ファイバ 14 の先端の振動振幅の時間変化量を表している。位相角 $\Delta\theta(t)$ は、周回数 N および光ファイバ 14 の先端の振

動振幅の時間変化量の関数であり、補正パラメータ E は、関数における係数である。

【 0 0 3 3 】

ここで、調整部 5 は、光検出部 7 からレーザ光 L のスポットの位置の情報を受信したときに、まず、スポットの列の直線性を表す指標値を算出し、指標値に基づいてスポットの列の直線性を評価する。調整部 5 は、指標値が所定の閾値 ε よりも大きい場合には、補正パラメータ E を調整する。一方、調整部 5 は、指標値が所定の閾値 ε 未満である場合には、それ以上の補正パラメータ E の調整は実行せずに、補正パラメータ E の調整が完了したことを示す信号を位相補正部 6 および制御部 3 に送信する。

【 0 0 3 4 】

指標値としては、例えば、図 4 に示されるように、角 POQ の角度 ϕ が使用され、 $\phi < \varepsilon$ である場合に、スポット列の形状が直線であると判断される。図 4 において、点 O は、同一の列内のスポット（同一の位相 θ で射出されたレーザ光 L のスポット）を結ぶ線を描いたときの 2 つの線の交点であり、点 P は、走査軌跡 B の最外周上のスポットの位置であり、点 Q は、最外周の円の半径の半分の半径を有する円と一方の線との交点である。この場合、閾値 ε は、画像の 1 画素に相当する角度に設定される。

あるいは、指標値として、図 5 に示されるように、直線 OP と点 Q との距離 d が使用され、 $d < \varepsilon$ である場合に、スポット列の形状が直線であると判断される。この場合、閾値 ε は、画像の 1 画素に相当する距離に設定される。

【 0 0 3 5 】

第 1 のモードにおいて、位相補正部 6 は、調整部 5 から受信した補正パラメータ E を式 (2) に代入することによって各周回数 N における位相角 $\Delta\theta$ （補正量）を算出し、レーザ光 L が出力される位相 θ を位相角 $\Delta\theta$ だけシフトすることによって補正位相 $\theta + \Delta\theta$ を算出し、補正位相 $\theta + \Delta\theta$ の情報を制御部 3 に送信する。これにより、次に出力されるレーザ光 L の位相 θ が補正パラメータ E に応じた $\Delta\theta$ だけシフトされ、 $\Delta\theta$ に相当する角度だけ、実際のスポットの位置が理想の位置に近づく。位相補正部 6 は、補正パラメータ E の調整完了を示す信号を調整部 5 から受信したときに、最後に調整部 5 から受信した補正パラメータ E の情報を保持する。

【 0 0 3 6 】

第 2 のモードにおいて、位相補正部 6 は、駆動信号 $Dx(t)$ 、 $Dy(t)$ の波形に基づいて、光検出部 7 による観察光 L' の検出時刻 t における光ファイバ 14 の先端の振動の位相 θ_t を算出する。また、位相補正部 6 は、算出された位相 θ_t と、第 1 のモードにおいて最後に保持された補正パラメータ E とを用いて、式 (2) から位相角 $\Delta\theta_t$ を算出する。位相補正部 6 は、位相角 $\Delta\theta_t$ の情報を座標算出部 8 に送信する。

【 0 0 3 7 】

なお、位相補正部 6 は、式 (2) から位相角 $\Delta\theta$ を演算することに代えて、補正パラメータ E と式 (2) から予め算出された位相角 $\Delta\theta$ とを対応付けたテーブルを記憶しておき、調整部 5 から受信した補正パラメータ E と対応する位相角 $\Delta\theta$ をテーブルから読み出してもよい。

【 0 0 3 8 】

光検出部 7 は、挿入部 11 内に配置された受光用の光ファイバ 16 の基端と接続されている。光ファイバ 16 の先端は挿入部 11 の先端面に配置されている。レーザ光 L の照射によって被写体 A において発生した観察光 L' （例えば、レーザ光 L の反射光またはレーザ光 L によって励起された蛍光）は、光ファイバ 16 の先端面において受光されて、光ファイバ 16 によって光検出部 7 まで導光される。図 1 には光ファイバ 16 が 1 本のみ図示されているが、複数本の光ファイバ 16 が挿入部 11 内に設けられていてもよい。光検出部 7 は、光ファイバ 16 を介して受光した観察光 L' を一定の時間間隔で検出し、検出した観察光 L' の強度を示す検出値 I_t を画像処理部 9 に送信する。

【 0 0 3 9 】

座標算出部 8 は、検出時刻 t におけるレーザ光 L の走査軌跡 B 内の照射位置の座標 (x , y) を、検出時刻 t 、位相角 $\Delta\theta_t$ および駆動信号 $Dx(t)$ 、 $Dy(t)$ の振幅に基

10

20

30

40

50

づいて演算する。ここで、座標算出部 8 は、検出時刻 t における駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ の位相 θ_t ではなく、位相 θ_t から位相角 $\Delta\theta$ だけシフトした位相 $\theta_t + \Delta\theta$ における駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ の振幅から座標 $(x, y) = (D_x(\theta + \Delta\theta), D_y(\theta + \Delta\theta))$ を算出する。次に、座標算出部 8 は、照射位置の座標 (x, y) から、画素の座標 (X, Y) を算出し、算出された画素の座標 (X, Y) を画像処理部 9 に送信する。

【0040】

画像処理部 9 は、座標算出部 8 から受信した座標 (X, Y) の画素に、対応する検出時刻 t に検出された観察光 L' の検出値 I_t を割り当てることによって、画像を形成する。形成された画像はディスプレイ 10 に送信されて、該ディスプレイ 10 に表示される。

10

【0041】

次に、このように構成された光走査型内視鏡 1 の作用について説明する。

本実施形態に係る光走査型内視鏡 1 を用いて被写体 A の画像を取得するためには、まず、第 1 のモードで光走査型内視鏡 1 を作動させて最適な補正パラメータ E を得る。

具体的には、ユーザは、被写体 A として平坦なスクリーンを用意し、スクリーンが挿入部 11 の長手方向に直交するように、挿入部 11 の先端に対向配置する。次に、ユーザは、第 1 のモードで光走査型内視鏡 1 を作動させる。

【0042】

第 1 のモードでの作動が開始されると、図 6 に示されるように、制御部 3 からアクチュエータ 15 への駆動信号 $D_x(t)$ 、 $D_y(t)$ の供給が開始されることによって光ファイバ 14 の先端が振動し（ステップ SA1）、駆動信号 $D_x(t)$ の位相が 0 、 $\pi/2$ 、 π および $3\pi/2$ のときにのみ、光源 13 からレーザ光 L が出力される（射出ステップ SA2）。これにより、スクリーン上にレーザ光 L がスパイラル状の走査軌跡 B に沿って間欠的に照射され、直交する 2 軸方向に並んだスポットの列がスクリーン上に現れる。スクリーン上のスポットの位置は、照射位置検出部 4 によって検出され（照射位置検出ステップ SA3）、スポットの位置の情報が調整部 5 に送信される。

20

【0043】

調整部 5 においては、スポットの位置に基づいてスポットの列の直線性を表す指標値を算出される（ステップ SA4）。指標値が所定の閾値 ε 未満である場合には（ステップ SA5 の YES）、現在の補正パラメータ E が位相補正部 6 に保持され（ステップ SA6）、第 1 のモードが終了する。

30

【0044】

一方、指標値が所定の閾値 ε 以上である場合には（ステップ SA5 の NO）、調整部 5 において、続いて補正パラメータ E が調整される（調整ステップ SA7）。次に、位相補正部 6 において、調整された補正パラメータ E を用いて式 (2) から、各周回数 N における位相角 $\Delta\theta$ が算出され（ステップ SA8）、位相角 $\Delta\theta$ だけ補正された補正位相 $\theta + \Delta\theta$ が算出される（補正ステップ SA9）。

【0045】

次に、駆動信号 $D_x(t)$ の位相が $0 + \Delta\theta$ 、 $\pi/2 + \Delta\theta$ 、 $\pi + \Delta\theta$ 、 $3\pi/2 + \Delta\theta$ のときにのみレーザ光 L が出力されるように、光源 13 が制御部 3 によって制御される（制御ステップ SA2）。これにより、レーザ光 L のスポットの位置が、補正パラメータ E に応じた大きさの位相角 $\Delta\theta$ だけ走査軌跡 B の中心回りに移動する。

40

【0046】

このように、周回数 N 毎に算出された位相角 $\Delta\theta$ だけレーザ光 L の各スポットの位置が移動することによって、スポットの列の直線性が改善される。したがって、次のステップ SA4 において算出される指標値は、より小さい値となる。指標値が所定の閾値 ε 未満になるまで、ステップ SA2 ~ SA5、SA7 ~ SA9 が繰り返される。

【0047】

第 1 のモード終了後、ユーザは、挿入部 11 を体内に挿入し、第 2 のモードで光走査型内視鏡 1 を作動させて体内の観察を行う。

50

第2のモードでの作動が開始されると、図7に示されるように、制御部3からアクチュエータ15への駆動信号の供給が開始され（ステップSB1）、光源13からレーザ光Lが連続的に出力される（ステップSB2）。これにより、被写体Aの表面上にレーザ光Lがスパイラル状の走査軌跡Bに沿って連続的に照射され、レーザ光Lの照射位置において観察光L'が発生する。観察光L'は、光ファイバ16によって受光され、光検出部7によって検出され（ステップSB3）、観察光L'の検出値I_tが画像処理部9に送信される。

【0048】

次に、位相補正部6において、検出値I_tの検出時刻tにおける駆動信号の位相 θ_t が算出され（ステップSB4）、位相 θ_t とステップSA6で保持された最適な補正パラメータEを用いて式（2）から位相角 $\Delta\theta_t$ が算出される（ステップSB5）。

10

【0049】

次に、座標算出部8において、位相 θ_t から位相角 $\Delta\theta_t$ だけシフトした補正位相 $\theta_t + \Delta\theta_t$ （ステップSB6）における駆動信号D_x(t)、D_y(t)の振幅(D_x($\theta + \Delta\theta$), D_y($\theta + \Delta\theta$))が、検出時刻tにおけるレーザ光Lの照射位置の座標(x, y)として算出され（ステップSB7）、座標(x, y)から画素の座標(X, Y)が算出される（ステップSB8）。

次に、画像処理部9において、検出値I_tが座標(X, Y)の画素に割り当てられることによって、画像が形成される（ステップSB9）。

【0050】

20

このように、本実施形態によれば、レーザ光Lを同一の位相において出力させることによって、スクリーン上にレーザ光Lのスポットの列を形成し、スポットの列の直線性に基づいて、画像の歪みの補正に使用する補正パラメータEを決定している。このように、個々のスポットの位置ではなく、複数のスポットの配列の形状に基づいて補正パラメータEを決定することで、光学的なアーティファクトの影響を排除した補正パラメータEを決定することができる。そして、最適化された補正パラメータEを用いて、歪みを補正するための位相角 $\Delta\theta$ を算出することによって、レーザ光Lの走査方向の像の歪みが解消された画像を形成することができる。

【0051】

さらに、各周回数Nにおける光ファイバ14の先端の振動振幅の時間変化量に比例する位相角 $\Delta\theta$ を用いることによって、周回数N毎に異なるレーザ光Lの照射位置のずれを正確に補正し、像の歪みを正確に補正することができるという利点がある。

30

【0052】

本実施形態においては、スクリーン上におけるスポットの列の像が拡大されるように、挿入部11の先端からより離れた位置にスクリーンを配置してもよい。

このようにすることで、スポットの列の直線性の評価精度を向上し、画像の歪みの補正精度を向上することができる。

【0053】

本実施形態においては、光源13からレーザ光Lを出力させるタイミングは、スポットの列の直線性を評価することができる限りにおいて、変更してもよい。例えば、位相 $\theta = 0$ のときにのみレーザ光Lを射出してもよい。あるいは、位相 θ の間隔を、 $\pi/2$ 以外、例えば $\pi/6$ に設定してもよい。レーザ光Lが出力される位相 θ の間隔は、等間隔であることが好ましい。

40

【0054】

レーザ光Lを出力する位相 θ の間隔を大きくした場合には、評価すべきスポットの列の数が少なくなるので、作業量を減らすことができる。一方、レーザ光Lを出力する位相 θ の間隔を小さくした場合には、レンズの部分的な偏差等を評価することができる。

【0055】

本実施形態においては、周回数Nと位相角 $\Delta\theta$ との関係を表す関数として式（2）を用いることとしたが、これに代えて、多項式を用いてもよい。多項式は、例えば、下式（3

50

を用いることができる。式(3)は、 $2\pi ft/N = \alpha$ としたときに、 $\sin \alpha / (1 - \cos \alpha)$ を $\alpha = \pi$ 回りでテイラー展開した式である。多項式を用いることによって、内部メモリ量を低減することができる。

$$\Delta \theta = E \left\{ \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2} + \frac{(\pi - \alpha)^3}{24} + \frac{(\pi - \alpha)^5}{240} + \frac{17(\pi - \alpha)^7}{40320} + \frac{31(\pi - \alpha)^9}{725760} + \dots + \frac{221930581(\pi - \alpha)^{19}}{486580401635328000} \right\} \dots (3)$$

【0056】

さらに、複数の多項式を用意し、周回数Nに応じて多項式を使い分けてもよい。周回数Nが小さいときと大きいときとで、最適な関数 $\Delta \theta(t)$ は異なる。したがって、周回数Nに応じて多項式を使い分けることで、より正確な位相角 $\Delta \theta$ を算出することができる。

【0057】

本実施形態においては、レーザ光Lをスパイラル走査することとしたが、これに代えて、リサージュ走査してもよい。

リサージュ走査においても、スパイラル走査のときと同様に、駆動信号の振幅変調に伴う歪みが発生する。したがって、上述した方法を用いて歪みを補正することができる。

【0058】

本実施形態においては、光検出部7によって取得されたスポットの列の形状に基づいて調整部5が自動で補正パラメータEを調整することとしたが、これに代えて、ユーザが補正パラメータEを手動調整してもよい。

この場合、調整部5は、ユーザによって補正パラメータEの値を入力することができるように構成される。例えば、調整部5は、ディスプレイ10上に、キーボードを使用して補正パラメータEの値を入力するためのグラフィックを表示するグラフィカルユーザインタフェースであってもよい。あるいは、調整部5は、回転角度に応じて補正パラメータEを設定することができるダイヤルであってもよい。

【0059】

本実施形態においては、駆動周波数fには、照射用の光ファイバ14の共振周波数と等しい周波数または共振周波数の近傍の周波数が使用される。画像の歪みの発生の仕方は、以下のように、光ファイバ14の共振周波数と駆動周波数fとの大小関係に応じて変化する。

【0060】

駆動周波数fが共振周波数よりも低い場合、一定の振幅で光ファイバ14を振動させたときには、駆動信号の位相と光ファイバ14の振動の位相は同一となる。光ファイバ14の振動振幅を変調したときには、往路では駆動信号の位相に対して光ファイバ14の振動の位相が遅れ、復路では駆動信号の位相に対して光ファイバ14の振動の位相が進む。駆動周波数fが共振周波数に近づく程、位相の遅れおよび進みは大きくなる。

【0061】

駆動周波数fが共振周波数よりも高い場合、一定の振幅で光ファイバ14を振動させたときには、駆動信号の位相に対して光ファイバ14の振動の位相が π だけ遅延する。光ファイバ14の振動振幅を変調したときには、往路では駆動信号の位相に対して光ファイバ14の振動の位相が進み、復路では駆動信号の位相に対して光ファイバ14の振動の位相が遅れる。駆動周波数fが共振周波数に近づく程、位相の遅れおよび進みは大きくなる。

【0062】

駆動周波数fが共振周波数と等しい場合、一定の振幅で光ファイバ14を振動させたときには、駆動信号の位相に対して光ファイバ14の振動の位相が $\pi/2$ だけ遅延する。光ファイバ14の振動振幅を変調したときには、駆動信号の位相に対して光ファイバ14の振動の位相が大きく変動しやすい。

【符号の説明】

10

20

30

40

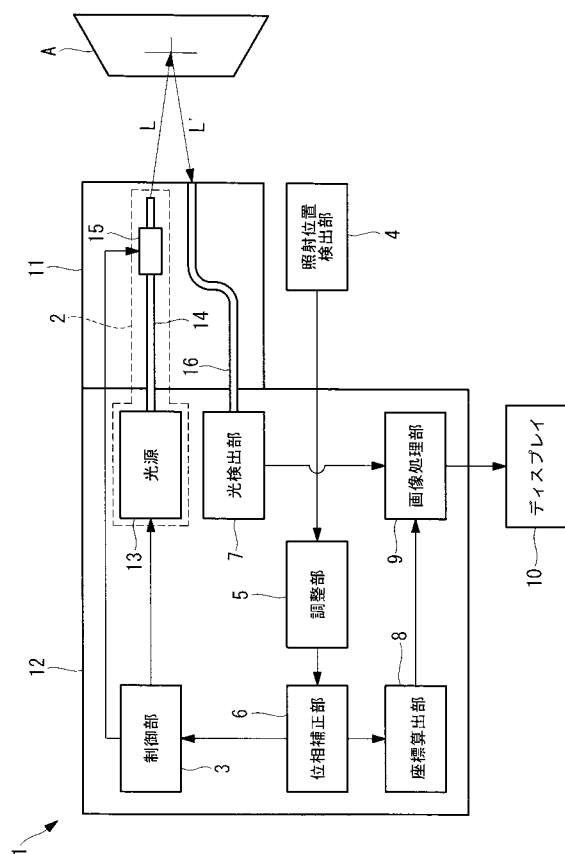
50

【 0 0 6 3 】

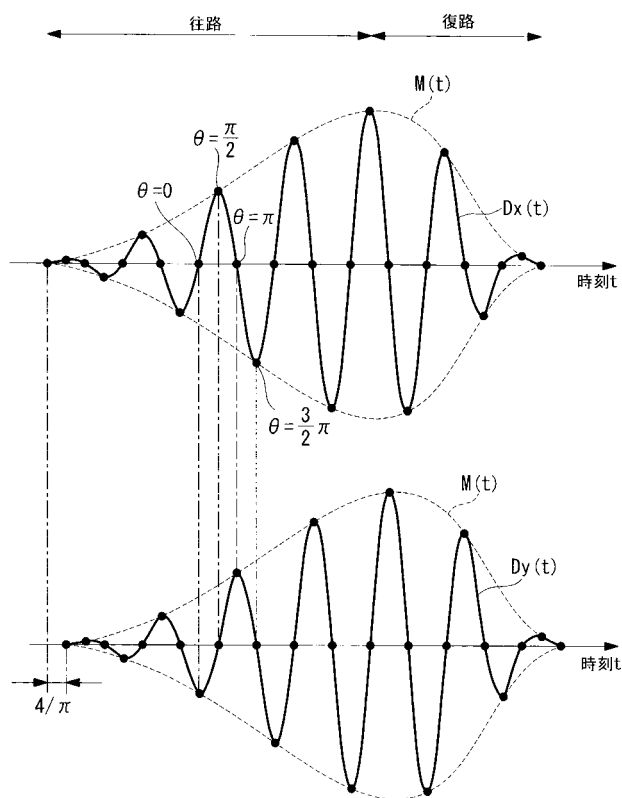
- | | |
|--------|---------|
| 1 | 光走査型内視鏡 |
| 2 | 光走査部 |
| 3 | 制御部 |
| 4 | 照射位置検出部 |
| 5 | 調整部 |
| 6 | 位相補正部 |
| 7 | 光検出部 |
| 8 | 座標算出部 |
| 9 | 画像処理部 |
| 10 | ディスプレイ |
| 11 | 挿入部 |
| 12 | 筐体 |
| 13 | 光源 |
| 14, 16 | 光ファイバ |
| 15 | アクチュエータ |
| A | 被写体 |
| B | 走査軌跡 |

10

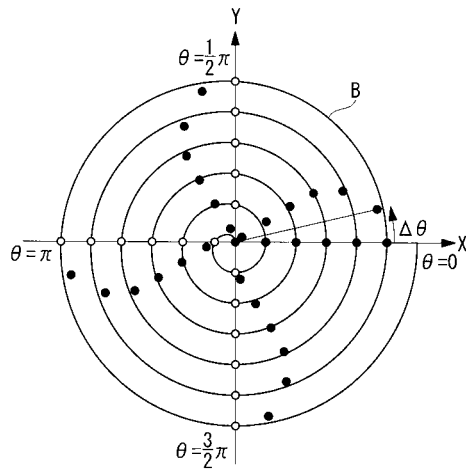
【 图 1 】



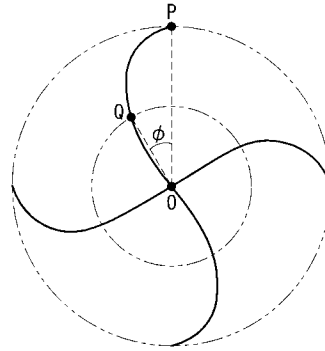
【图 2】



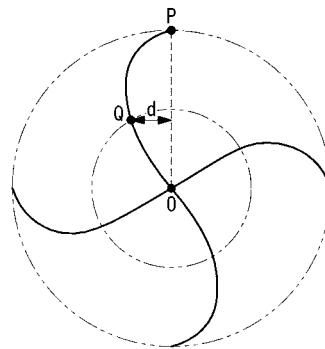
【図 3】



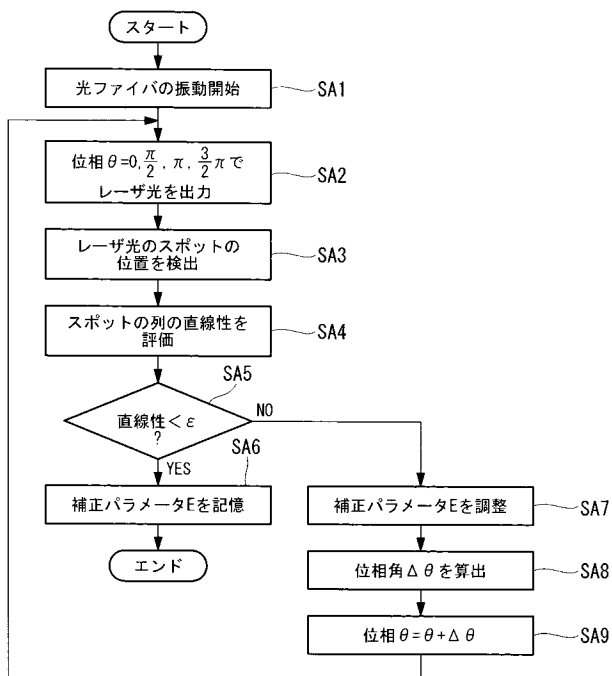
【図 4】



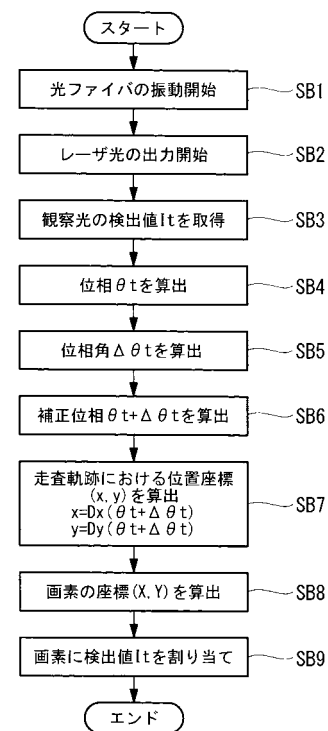
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086293

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/00(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)

A61B1/00-1/32, G02B23/24-23/26

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	WO 2015/162860 A1 (Olympus Corp.), 29 October 2015 (29.10.2015), entire text; all drawings & JP 2015-206981 A	1-6
Y	WO 2015/182137 A1 (Olympus Corp.), 03 December 2015 (03.12.2015), paragraphs [0023] to [0040]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"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
02 March 2016 (02.03.16)Date of mailing of the international search report
15 March 2016 (15.03.16)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/JP2015/086293

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 5190267 B2 (University of Washington), 24 April 2013 (24.04.2013), paragraphs [0020] to [0027], [0040]; fig. 1 to 5 & WO 2006/041452 A1 paragraphs [0033] to [0040], [0053]; fig. 1 to 5 & EP 1805779 A1	2, 3

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 8 6 2 9 3									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00(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. A61B1/00-1/32, G02B23/24-23/26											
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>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016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	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2016年										
日本国実用新案登録公報	1996-2016年										
日本国登録実用新案公報	1994-2016年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
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									
Y	WO 2015/162860 A1 (オリンパス株式会社) 2015.10.29, 全文, 全図 & JP 2015-206981 A	1-6									
Y	WO 2015/182137 A1 (オリンパス株式会社) 2015.12.03, 段落[0023]-[0040], 第1-5図 (ファミリーなし)	1-6									
Y	JP 5190267 B2 (ユニバーシティ・オブ・ワシントン) 2013.04.24, 段落[0020]-[0027], [0040], 第1-5図 & WO 2006/041452 A1, paragraphs[0033]-[0040], [0053], Fig. 1-5 & EP 1805779 A1	2, 3									
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ 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 02.03.2016		国際調査報告の発送日 15.03.2016									
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) 安田 明央	2Q 9309								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3292								

(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。

专利名称(译)	光学扫描式内窥镜		
公开(公告)号	JPWO2017109958A1	公开(公告)日	2018-10-11
申请号	JP2017557636	申请日	2015-12-25
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	高田祐平		
发明人	高田 祐平		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/045 A61B1/06 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00172 A61B1/00006 A61B1/00009 A61B1/00165 A61B1/042 A61B1/063 A61B1/0669 A61B1/07		
FI分类号	A61B1/00.524 A61B1/00.550 A61B1/045.610 A61B1/06.611 G02B23/26.B		
F-TERM分类号	2H040/CA11 2H040/CA26 2H040/DA11 2H040/DA42 2H040/GA11 4C161/HH54 4C161/MM10 4C161/RR01 4C161/RR23		
代理人(译)	上田邦夫 柳纯一郎 竹内邦彦		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

光扫描内窥镜具有：光扫描器，其使光纤振动；控制器，使光从光纤发出，与振动的相位相同；调整单元，其基于成像对象上的光的一行照射位置的形状来调整畸变校正量；相位校正单元，基于调整后的失真校正量校正发光的相位。

