

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-258427

(P2009-258427A)

(43) 公開日 平成21年11月5日 (2009.11.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 23/24 (2006.01)	G02B 23/24 B	2H04O
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300E	4C061
A61B 1/04 (2006.01)	A61B 1/04 37O	5C054
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 C	
H04N 7/18 (2006.01)	H04N 7/18 M	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 45 頁)

(21) 出願番号	特願2008-107939 (P2008-107939)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成20年4月17日 (2008.4.17)		オリンパス株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(74) 代理人	100106909
			弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100086379
			弁理士 高柴 忠夫
		(74) 代理人	100129403
			弁理士 増井 裕士

最終頁に続く

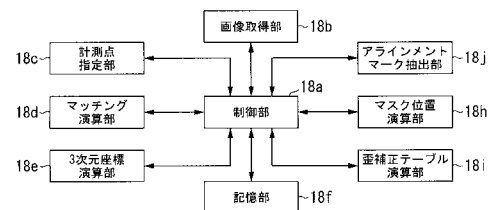
(54) 【発明の名称】 内視鏡装置およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】計測精度の低下を防止することができる計測用内視鏡装置を提供する。

【解決手段】計測時にアライメントマーク抽出部18jは、画像データに基づく画像のうち画像処理領域の画像からアライメントマークの形状を抽出する。マスク位置演算部18hは、アライメントマークの情報に基づいてマスク位置情報を生成する。歪補正テーブル演算部18iは、生成されたマスク位置情報に基づいて歪補正テーブルの再計算を行う。歪補正テーブル演算部18iが生成した歪補正テーブルは、制御部18aによって環境データの一部として記憶部18fに格納される。

【選択図】図21



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光学系によって結像された被写体像に基づく撮像信号を生成する電子内視鏡を有し、前記光学系を交換可能な挿入部と、

前記撮像信号に基づいて映像信号を生成する映像信号生成部と、

前記映像信号に基づいて前記光学系と前記挿入部との位置関係を検出する位置関係検出部と、

計測対象の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係に基づいて、前記光学系の光学特性を示す情報を補正する光学特性補正部と、

補正された前記情報に基づいて、前記計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号に含まれる光学的歪みを補正する映像信号補正部と、

補正後の前記映像信号に基づいて計測処理を行う計測処理部と、

を備えたことを特徴とする内視鏡装置。

10

【請求項 2】

前記光学系の光学特性を示す第 1 の情報と、前記光学系と所定の挿入部との位置関係を示す第 2 の情報とを含む光学データを記憶する記録媒体から前記光学データを読み出す読出部をさらに備え、

前記光学特性補正部は、計測対象の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係と、前記光学データに含まれる前記第 2 の情報とに基づいて、前記光学データに含まれる前記第 1 の情報を補正する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

20

【請求項 3】

前記光学系の光学特性を示す第 1 の情報と、前記光学系と所定の挿入部との位置関係を示す第 2 の情報とを含む光学データを記憶する記録媒体から前記光学データを読み出す読出部と、

所定の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係を示す第 3 の情報および前記第 2 の情報に基づいて、前記光学データに含まれる前記第 1 の情報を補正し、補正後の前記第 1 の情報と前記第 3 の情報を含む環境データを生成する環境データ生成部とをさらに備え、

前記光学特性補正部は、計測対象の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係と前記第 3 の情報とに基づいて、前記環境データに含まれる前記第 1 の情報を補正する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

30

【請求項 4】

前記位置関係検出部は、計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号に基づいて、前記光学系の所定の位置に形成された構造物を検出し、画像における前記構造物の位置に基づいて前記光学系と前記挿入部との位置関係を検出することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載の内視鏡装置。

【請求項 5】

前記構造物は、前記光学系に入射した光を遮光するマスクに形成されたマークであることを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡装置。

40

【請求項 6】

前記挿入部を介して被写体に照射する光を発生する光源をさらに有し、

前記光学系は、前記光源からの光を前記マークに照射する構造を有することを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡装置。

【請求項 7】

前記光学系は、前記マークに光を照射する光源を有することを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡装置。

【請求項 8】

前記構造物は、前記光学系に入射した光を遮光するマスク上または前記マスクの近傍に配置された発光体であることを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡装置。

50

【請求項 9】

前記光学系はプリズムであり、前記構造物は、前記プリズムに形成されたマークであることを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡装置。

【請求項 10】

前記計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号のダイナミックレンジを変換するダイナミックレンジ変換部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 9 のいずれかに記載の内視鏡装置。

【請求項 11】

前記計測対象の被写体を複数回撮像したときの複数の前記映像信号を合成する合成部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 9 のいずれかに記載の内視鏡装置。

10

【請求項 12】

前記光学系は、同一の被写体に関する複数の被写体像を結像する構造を有し、

前記位置関係検出部は、前記計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号に基づいて、画像における前記複数の被写体像の位置を検出し、当該位置に基づいて前記位置関係を検出する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 3 のいずれかに記載の内視鏡装置。

【請求項 13】

前記映像信号補正部は、画像において計測位置を含む所定領域に対応した前記映像信号の前記光学的歪みを補正することを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 12 のいずれかに記載の内視鏡装置。

20

【請求項 14】

光学系によって結像された被写体像に基づく撮像信号を生成する電子内視鏡を有し、前記光学系を交換可能な挿入部と、前記撮像信号に基づいて映像信号を生成する映像信号生成部とを備えた内視鏡装置を制御するコンピュータを、

前記映像信号に基づいて前記光学系と前記挿入部との位置関係を検出する位置関係検出部と、

計測対象の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係に基づいて、前記光学系の光学特性を示す情報を補正する光学特性補正部と、

補正された前記情報に基づいて、前記計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号に含まれる光学的歪みを補正する映像信号補正部と、

30

補正後の前記映像信号に基づいて計測処理を行う計測処理部と、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電子内視鏡を用いて撮像した画像に基づいて計測対象物の計測処理を行う内視鏡装置、およびその動作を制御するためのプログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

一般に、電子内視鏡によって計測対象物（被検体）を詳細に調べるには、その計測対象物の位置を計測する必要がある。このような要求を満足するために、電子内視鏡を用いて、ステレオ計測により計測対象物の 3 次元計測を行う計測用内視鏡装置が開示されている（例えば特許文献 1 ～ 3 参照）。

40

【特許文献 1】特開平 10 - 248806 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 345738 号公報

【特許文献 3】特開 2004 - 49638 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

計測用内視鏡装置で撮像された画像には光学系による光学的歪みが含まれており、この

50

光学的歪みを補正する必要がある。この補正には、光学系の光学特性を示す光学データが使用される。一方、計測用内視鏡装置には、計測対象物の内部に挿入する挿入部に接続する、光学アダプタと呼ばれる観察光学系を交換することが可能なタイプがある。このタイプの計測用内視鏡装置では、製造段階で光学データが生成される。

【 0 0 0 4 】

製造段階で光学データの生成時に製造者が使用する挿入部と、計測時にユーザが使用する挿入部とが異なる場合があるため、光学データの生成時と計測時とで同一の光学アダプタが使用されたとしても、光学アダプタと挿入部との位置関係が異なる場合がある。このため、ユーザ側では、光学アダプタと挿入部との位置関係に応じて光学データを補正した環境データが生成される。この環境データを生成するための一連の処理はキャリブレーションと呼ばれている。計測時には、環境データを用いて光学的歪みが補正される。

10

【 0 0 0 5 】

しかしながら、キャリブレーションでは画像処理が行われるため、キャリブレーションに時間がかかるという問題がある。そのため、通常、キャリブレーションを繰り返し行うことはせず、一旦生成された環境データが繰り返し使用される。しかし、計測時の光学アダプタと挿入部との位置関係が環境データ生成時の位置関係と異なっていると、計測精度が低下するという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであって、計測精度の低下を防止することができる内視鏡装置およびプログラムを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、光学系（後述するステレオ光学アダプタに対応）によって結像された被写体像に基づく撮像信号を生成する電子内視鏡を有し、前記光学系を交換可能な挿入部と、前記撮像信号に基づいて映像信号を生成する映像信号生成部と、前記映像信号に基づいて前記光学系と前記挿入部との位置関係（後述するマスク位置情報に対応）を検出する位置関係検出部と、計測対象の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係に基づいて、前記光学系の光学特性を示す情報（後述する歪補正テーブルに対応）を補正する光学特性補正部と、補正された前記情報に基づいて、前記計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号に含まれる光学的歪みを補正する映像信号補正部と、補正後の前記映像信号に基づいて計測処理を行う計測処理部とを備えたことを特徴とする内視鏡装置である（後述する第 1 ～ 第 5 の実施形態に対応）。

30

【 0 0 0 8 】

また、本発明の内視鏡装置は、前記光学系の光学特性を示す第 1 の情報（後述する歪補正テーブルに対応）と、前記光学系と所定の挿入部との位置関係を示す第 2 の情報（後述するマスク位置情報に対応）とを含む光学データを記憶する記録媒体から前記光学データを読み出す読出部をさらに備え、前記光学特性補正部は、計測対象の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係と、前記光学データに含まれる前記第 2 の情報とに基づいて、前記光学データに含まれる前記第 1 の情報を補正することを特徴とする（後述する第 1 ～ 第 5 の実施形態に対応）。

40

【 0 0 0 9 】

また、本発明の内視鏡装置は、前記光学系の光学特性を示す第 1 の情報（後述する歪補正テーブルに対応）と、前記光学系と所定の挿入部との位置関係を示す第 2 の情報（後述するマスク位置情報に対応）とを含む光学データを記憶する記録媒体から前記光学データを読み出す読出部と、所定の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係を示す第 3 の情報（後述するマスク位置情報に対応）および前記第 2 の情報に基づいて、前記光学データに含まれる前記第 1 の情報を補正し、補正後の前記第 1 の情報と前記第 3 の情報を含む環境データを生成する環境データ生成部とをさらに備え、前記光学特性補正部は、計測対象の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係と前記第 3 の情報とに基づいて、前記環境データに含まれる前記第 1 の情報を補正することを特徴とする（後述する第 1 ～

50

第 5 の実施形態に対応)。

【0010】

また、本発明の内視鏡装置において、前記位置関係検出部は、計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号に基づいて、前記光学系の所定の位置に形成された構造物を検出し、画像における前記構造物の位置に基づいて前記光学系と前記挿入部との位置関係を検出することを特徴とする(後述する第 1 ~ 第 5 の実施形態に対応)。

【0011】

また、本発明の計測用内視鏡装置において、前記構造物は、前記光学系に入射した光を遮光するマスクに形成されたマークであることを特徴とする(後述する第 1 の実施形態に対応)。

10

【0012】

また、本発明の計測用内視鏡装置において、前記挿入部を介して被写体に照射する光を発生する光源をさらに有し、前記光学系は、前記光源からの光を前記マークに照射する構造を有することを特徴とする(後述する第 2 の実施形態に対応)。

【0013】

また、本発明の計測用内視鏡装置において、前記光学系は、前記マークに光を照射する光源を有することを特徴とする(後述する第 3 の実施形態に対応)。

【0014】

また、本発明の計測用内視鏡装置において、前記構造物は、前記光学系に入射した光を遮光するマスク上または前記マスクの近傍に配置された発光体であることを特徴とする(後述する第 4 の実施形態に対応)。

20

【0015】

また、本発明の計測用内視鏡装置において、前記光学系はプリズムであり、前記構造物は、前記プリズムに形成されたマークであることを特徴とする(後述する第 5 の実施形態に対応)。

【0016】

また、本発明の計測用内視鏡装置は、前記計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号のダイナミックレンジを変換するダイナミックレンジ変換部をさらに備えたことを特徴とする(後述する第 6 の実施形態に対応)。

【0017】

また、本発明の計測用内視鏡装置は、前記計測対象の被写体を複数回撮像したときの複数の前記映像信号を合成する合成部をさらに備えたことを特徴とする(後述する第 7 の実施形態に対応)。

30

【0018】

また、本発明の計測用内視鏡装置において、前記光学系は、同一の被写体に関する複数の被写体像を結像する構造を有し、前記位置関係検出部は、前記計測対象の被写体を撮像したときの前記映像信号に基づいて、画像における前記複数の被写体像の位置を検出し、当該位置に基づいて前記位置関係を検出することを特徴とする(後述する第 8 の実施形態に対応)。

【0019】

また、本発明の計測用内視鏡装置において、前記映像信号補正部は、画像において計測位置を含む所定領域に対応した前記映像信号の前記光学的歪みを補正することを特徴とする(後述する第 9 の実施形態に対応)。

40

【0020】

また、本発明は、光学系によって結像された被写体像に基づく撮像信号を生成する電子内視鏡を有し、前記光学系を交換可能な挿入部と、前記撮像信号に基づいて映像信号を生成する映像信号生成部とを備えた内視鏡装置を制御するコンピュータを、前記映像信号に基づいて前記光学系と前記挿入部との位置関係を検出する位置関係検出部と、計測対象の被写体を撮像したときに検出された前記位置関係に基づいて、前記光学系の光学特性を示す情報を補正する光学特性補正部と、補正された前記情報に基づいて、前記計測対象の被

50

写体を撮像したときの前記映像信号に含まれる光学的歪みを補正する映像信号補正部と、補正後の前記映像信号に基づいて計測処理を行う計測処理部と、として機能させるためのプログラムである。

【0021】

上記において、括弧で括った部分の記述は、後述する本発明の実施形態と本発明の構成要素とを便宜的に対応付けるためのものであり、この記述によって本発明の内容が限定されるわけではない。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、計測対象の被写体を撮像したときに検出された位置関係に基づいて、光学系の光学特性を示す情報を補正することによって、計測精度の低下を防止することができるという効果が得られる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

(各実施形態の共通事項)

以下、図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。まず、後述する本発明の各実施形態で共通となる計測用内視鏡装置の構成(図1参照)を説明する。図1に示すように、計測用内視鏡装置1は、内視鏡2と、コントロールユニット3と、リモートコントローラ4と、液晶モニタ5と、フェイスマウントディスプレイ(FMD)6と、FMDアダプタ6aと、光学アダプタ7a, 7b, 7cと、内視鏡ユニット8と、カメラコントロールユニット9と、制御ユニット10とから構成されている。

20

【0024】

計測対象物を撮像し撮像信号を生成する内視鏡2(電子内視鏡)は細長の挿入部20を備えている。挿入部20は、先端側から順に、硬質な先端部21と、例えば上下左右に湾曲可能な湾曲部22と、柔軟性を有する可撓管部23とを連設して構成されている。挿入部20の基端部は内視鏡ユニット8に接続されている。先端部21は、観察視野を2つ有するステレオ用の光学アダプタ7a, 7b(以下、ステレオ光学アダプタと記載する)あるいは観察視野が1つだけの通常観察光学アダプタ7c等、各種の光学アダプタが例えば螺合によって着脱自在な構成になっている。

30

【0025】

コントロールユニット3は、内視鏡ユニット8、画像処理手段であるカメラコントロールユニット(以下、CCUと記載する。)9、および制御装置である制御ユニット10を内部に備えている。内視鏡ユニット8は、観察時に必要な照明光を供給する光源装置と、挿入部20を構成する湾曲部22を湾曲させる湾曲装置とを備えている。CCU9は、挿入部20の先端部21に内蔵されている固体撮像素子2aから出力された撮像信号を入力し、これをNTSC信号等の映像信号に変換して制御ユニット10に供給する。

40

【0026】

制御ユニット10は、音声信号処理回路11と、映像信号処理回路12(映像信号生成部)と、ROM13と、RAM14と、PCカードインターフェース(以下、PCカードI/Fと記載する。)15と、USBインターフェース(以下、USB I/Fと記載する。)16と、RS-232Cインターフェース(以下、RS-232C I/Fと記載する。)17と、計測処理部18とから構成されている。

40

【0027】

マイク34によって集音された音声信号や、メモリカード等の記録媒体を再生して得られる音声信号、あるいは計測処理部18によって生成された音声信号が音声信号処理回路11に供給される。映像信号処理回路12は、CCU9から供給された内視鏡画像とグラフィックによる操作メニューとを合成した合成画像を表示するために、CCU9からの映像信号を、計測処理部18の制御により生成される操作メニュー等のための表示信号と合成する処理を行う。また、映像信号処理回路12は、液晶モニタ5の画面上に映像を表示するために合成後の映像信号に所定の処理を施して液晶モニタ5に供給する。

50

【 0 0 2 8 】

P C カード I / F 1 5 は、P C M C I A メモリカード 3 2 やフラッシュメモリカード 3 3 等のメモリカード（記録媒体）を自由に着脱できるようになっている。メモリカードを装着することにより、計測処理部 1 8 の制御に従って、このメモリカードに記憶されている制御処理情報や、画像情報、光学データ等を取り込んだり、制御処理情報や、画像情報、光学データ等をメモリカードに記録したりすることができる。

【 0 0 2 9 】

U S B I / F 1 6 は、コントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ 3 1 とを電氣的に接続するためのインターフェースである。この U S B I / F 1 6 を介してコントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ 3 1 とを電氣的に接続することにより、パーソナルコンピュータ 3 1 側で内視鏡画像の表示の指示や計測時における画像処理等の各種の制御指示を行うことが可能となる。また、コントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ 3 1 との間で各種の処理情報やデータを入出力することが可能となる。

【 0 0 3 0 】

R S - 2 3 2 C I / F 1 7 には、C C U 9 および内視鏡ユニット 8 が接続されると共に、これら C C U 9 や内視鏡ユニット 8 等の制御および動作指示を行うリモートコントローラ 4 が接続されている。ユーザがリモートコントローラ 4 を操作すると、その操作内容に基づいて、C C U 9 および内視鏡ユニット 8 を動作制御する際に必要な通信が行われる。

【 0 0 3 1 】

計測処理部 1 8 は、映像信号処理回路 1 2 から映像信号を取り込み、映像信号に基づいて計測処理を実行する。また、計測処理部 1 8 は、P C カード I / F 1 5 を介して P C M C I A メモリカード 3 2 やフラッシュメモリカード 3 3 等のメモリカードにアクセスし、計測処理に必要な光学データをメモリカードから読み出す処理や、光学データから環境データを生成する処理等も実行する。

【 0 0 3 2 】

以下で使用する光学データは、観察光学系（ステレオ光学アダプタ内に設けられる対物光学系、ステレオ光学アダプタと挿入部 2 0 との双方に設けられる光学系からなる像伝送光学系）の光学特性を示す下記の（a 1）～（d）と、光学系と挿入部 2 0 との位置関係を示す下記の（e）とを含んでいる。下記の（a 1）～（d）の詳細は特許文献 3 等に記

（a 1）2 つの対物光学系の幾何学的歪補正テーブル

（a 2）像伝送光学系の幾何学的歪補正テーブル

（b）左右の結像光学系それぞれの焦点距離

（c）左右の結像光学系の主点間の距離

（d）左右の結像光学系それぞれの画像上での光軸位置座標（歪中心）

（e）マスク位置情報（マスク角度、マスク中心）

【 0 0 3 3 】

（従来の光学データおよび環境データの生成方法）

次に、各実施形態の前提となる従来の光学データおよび環境データの生成方法を説明する。図 2 は計測処理部 1 8 の構成を示している。図 2 に示すように計測処理部 1 8 は、制御部 1 8 a と、画像取得部 1 8 b と、計測点指定部 1 8 c と、マッチング演算部 1 8 d と、3 次元座標演算部 1 8 e と、記憶部 1 8 f と、マスク形状抽出部 1 8 g と、マスク位置演算部 1 8 h と、歪補正テーブル演算部 1 8 i とから構成されている。

【 0 0 3 4 】

制御部 1 8 a は計測処理部 1 8 内の各部を制御する。また、制御部 1 8 a は、液晶モニタ 5 またはフェイスマウントディスプレイ 6 に計測結果や操作メニュー等を表示させるための表示信号を生成して映像信号処理回路 1 2 へ出力する機能も有している。画像取得部 1 8 b は、映像信号を構成する 1 フレーム単位の画像データを映像信号処理回路 1 2 から取得する。

【 0 0 3 5 】

計測点指定部 1 8 c は、リモートコントローラ 4 あるいは P C 3 1 から入力される信号に基づいて、計測対象物上の計測位置を示す計測点を指定する。ユーザが、液晶モニタ 5 あるいはフェイスマウントディスプレイ 6 に表示された計測対象物の画像を見ながら所望の計測点を入力すると、その 2 次元座標が計測点指定部 1 8 c によって算出される。

【 0 0 3 6 】

マッチング演算部 1 8 d は、計測点指定部 1 8 c によって指定された計測点に基づいて、マッチング点の 2 次元座標を算出する。観察視野を 2 つ有するステレオ光学アダプタを使用した場合、内視鏡 2 が撮像した画像には左右 2 つの被写体像（以下、左画像および右画像と記載する）が含まれている。これら 2 つの被写体像の一方に対して計測点が指定され

10

【 0 0 3 7 】

3 次元座標演算部 1 8 e は、計測点の 2 次元座標とマッチング点の 2 次元座標とに基づいて、計測点に対応した被写体上の位置の 3 次元座標を算出する。記憶部 1 8 f は、計測処理部 1 8 内で処理される各種情報を記憶する。記憶部 1 8 f に格納された情報は、適宜制御部 1 8 a によって読み出されて各部へ出力される。

【 0 0 3 8 】

マスク形状抽出部 1 8 g は、内視鏡 2 が撮像した画像から画像処理によってマスクの形状を抽出する。マスク位置演算部 1 8 h は、マスク形状抽出部 1 8 g が抽出したマスクの形状に基づいて、画像内におけるマスクの位置を算出する。マスクは、光学系に入射した光（特に光学的歪みの多い光）を遮光するための構造物であり、マスクによって左画像と右画像が仕切られている。上記の算出結果であるマスク位置情報には、画像を基準としたマスクの角度とマスクの中心位置とが含まれる。歪補正テーブル演算部 1 8 i は、光学データの生成時には歪補正テーブル（前述した（ a 1 ）、（ a 2 ））を算出し、環境データの生成時には歪補正テーブルを補正する。

20

【 0 0 3 9 】

以下、光学データの生成方法を説明する。図 3 に示すように、製造段階において挿入部 2 0 の先端部 2 1 にステレオ光学アダプタが接続される（ステップ S 1 ）。続いて、白画像の撮像が開始され、画像取得部 1 8 b は映像信号処理回路 1 2 から画像データを取得する（ステップ S 2 ）。白画像とは、マスクの形状をはっきりとさせるために、白い紙や専用の治具を撮像した画像である。画像取得部 1 8 b が取得した画像データは、制御部 1 8 a によってマスク形状抽出部 1 8 g へ出力される。

30

【 0 0 4 0 】

マスク形状抽出部 1 8 g は、画像データに基づく白画像からマスクの形状を抽出する（ステップ S 3 ）。ステップ S 3 の処理の詳細は後述する。マスク形状抽出部 1 8 g が抽出したマスク形状の情報は、制御部 1 8 a によってマスク位置演算部 1 8 h へ出力される。マスク位置演算部 1 8 h は、マスク形状の情報に基づいてマスク位置情報を生成する（ステップ S 4 ）。ステップ S 4 の処理の詳細は後述する。マスク位置演算部 1 8 h が生成したマスク位置情報は、制御部 1 8 a によって記憶部 1 8 f に格納される。

40

【 0 0 4 1 】

続いて、チャート画像の撮像が開始され、画像取得部 1 8 b は映像信号処理回路 1 2 から画像データを取得する（ステップ S 5 ）。チャート画像とは、格子状のチャートを撮像した画像である。画像取得部 1 8 b が取得した画像データは、制御部 1 8 a によって歪補正テーブル演算部 1 8 i へ出力される。

【 0 0 4 2 】

歪補正テーブル演算部 1 8 i は、画像データに基づくチャート画像から格子点を抽出する（ステップ S 6 ）。ステップ S 6 の処理の詳細は後述する。続いて、歪補正テーブル演算部 1 8 i は、ステップ S 6 で抽出した格子点の情報をを用いて歪補正テーブルを生成する（ステップ S 7 ）。ステップ S 7 の処理の詳細は後述する。歪補正テーブル演算部 1 8 i

50

が生成した歪補正テーブルの情報は、制御部 18 a によって記憶部 18 f に格納される。制御部 18 a は、マスク位置情報や歪補正テーブルの情報等を記憶部 18 f から読み出して光学データを生成し、P C カード I / F 15 を介してメモリカードに光学データを格納する（ステップ S 8）。光学データに含まれる他の情報（歪中心等の情報）は、予め記憶部 18 f に格納されているものとする。

【0043】

以下、図 4 および図 5 を参照しながら、ステップ S 3 およびステップ S 4 の処理内容を説明する。図 4 (a) は、光学データ生成時に撮像される白画像を示している。白画像内の領域 400, 410 はそれぞれ左画像、右画像が表示される領域であり、領域 420 はマスクによって遮光される領域である。マスク形状抽出部 18 g は、白画像の中央部に位置する画像処理領域 430（図 4 (b)）で 2 値化やテンプレートマッチング等の画像処理を行い、マスクの形状を抽出する。画像処理領域 430 の位置やサイズの情報は予め記憶部 18 f に格納されているものとする。以上がステップ S 3 の処理内容である。

10

【0044】

続いて、マスク位置演算部 18 h は左右の 2 本のマスクライン 500 a, 500 b および左右の 4 つのマスク端点 510 a, 510 b, 510 c, 510 d（図 5 (a)）を求める。マスク位置演算部 18 h は左右の 4 つのマスク端点 510 a, 510 b, 510 c, 510 d の重心点をマスク中心 520（図 5 (b)）とする。さらに、マスク位置演算部 18 h は、左右の 2 本のマスクライン 500 a, 500 b が所定の基準に対して有する角度の平均の角度を有し、かつマスク中心 520 を通る直線をマスクライン 530（図 5 (b)）とする。上記のマスク中心 520 の座標およびマスクライン 530 の角度がマスク位置情報として記憶部 18 f に格納される。以上がステップ S 4 の処理内容である。

20

【0045】

以下、図 6 および図 7 を参照しながら、ステップ S 6 およびステップ S 7 の処理内容を説明する。図 6 (a) は、光学データ生成時に撮像されるチャート画像を示している。チャートの格子線 600 は、本来、直線であるが、ステレオ光学アダプタの光学特性により、形状が歪んでいる。歪補正テーブル演算部 18 i は画像全体におけるチャートの格子線 600 を抽出し、各格子線 600 が交わる格子点 610（図 6 (b)）を抽出する。以上がステップ S 6 の処理内容である。

【0046】

続いて、歪補正テーブル演算部 18 i は、チャートの格子点の位置に基づいて、格子線の歪みが最も少ない点を探索し、左右の歪み中心 700 a, 700 b（図 7 (a)）の座標を算出する。さらに、歪補正テーブル演算部 18 i は、チャートの格子点の座標に基づいて、格子点毎に左右の被写体像における対応関係を調べる。これによって、各被写体像内の位置の対応関係が分かる。例えば、図 7 (b) に示すように、左画像内の点 P 1 は右画像内の点 P 1' に対応することが分かる。左右の被写体像内の全ての位置について対応関係を調べることによって、左右の光学的歪みを考慮した歪座標系 710 a, 710 b（図 7 (b)）を算出することが可能となる。歪補正テーブルは、歪みのない場合の本来の左右の被写体像内の各位置と歪座標系 710 a, 710 b の各座標との対応関係を示すテーブルとして算出される。以上がステップ S 7 の処理内容である。

30

40

【0047】

以下、環境データの生成方法を説明する。図 8 に示すように、ユーザによって挿入部 20 の先端部 21 にステレオ光学アダプタが接続される（ステップ S 9）。続いて、制御部 18 a は、P C カード I / F 15 を介してメモリカードから光学データを読み出し、記憶部 18 f に格納する（ステップ S 10）。続いて、白画像の撮像が開始され、画像取得部 18 b は映像信号処理回路 12 から画像データを取得する（ステップ S 11）。画像取得部 18 b が取得した画像データは、制御部 18 a によってマスク形状抽出部 18 g および歪補正テーブル演算部 18 i へ出力される。続いて、環境データを生成するキャリブレーションが実行される（ステップ S 12）。ステップ S 12 の処理内容は後述する。制御部 18 a は、キャリブレーションによって生成された環境データを記憶部 18 f に格納する

50

(ステップ S 1 3)。

【0048】

図9はステップ S 1 2 の処理内容を示している。マスク形状抽出部 1 8 g は、画像データに基づく白画像からマスクの形状を抽出する(ステップ S 1 2 1)。ステップ S 1 2 1 の処理内容は後述する。マスク形状抽出部 1 8 g が抽出したマスク形状の情報は、制御部 1 8 a によってマスク位置演算部 1 8 h へ出力される。マスク位置演算部 1 8 h は、マスク形状の情報に基づいてマスク位置情報を生成する(ステップ S 1 2 2)。ステップ S 1 2 2 の処理内容は後述する。マスク位置演算部 1 8 h が生成したマスク位置情報は、制御部 1 8 a によって歪補正テーブル演算部 1 8 i へ出力されると共に環境データの一部として記憶部 1 8 f に格納される。

10

【0049】

ステップ S 1 2 1 およびステップ S 1 2 2 の処理内容は図3のステップ S 3 およびステップ S 4 の処理内容と同様である。しかし、光学データの生成時と環境データの生成時とで、ステレオ光学アダプタと挿入部 2 0 との位置関係が異なる場合がある。例えば、環境データの生成時において、図10(a)に示す白画像が得られたとする。この白画像を光学データ生成時の白画像(図4(a))と比較すると、マスクの位置が異なっていることが分かる。すなわち、マスクによって遮光される領域同士を比較すると、図4の領域 4 2 0 に対して、図10の領域 1 0 0 0 は回転していることが分かる。

【0050】

マスク形状抽出部 1 8 g は、白画像の中央部に位置する画像処理領域 1 0 1 0 (図10(b))で2値化やテンプレートマッチング等の画像処理を行い、マスクの形状を抽出する。画像処理領域 1 0 1 0 の位置やサイズの情報は予め記憶部 1 8 f に格納されているものとする。以上がステップ S 1 2 1 の処理内容である。

20

【0051】

続いて、マスク位置演算部 1 8 h は左右の2本のマスクライン 1 1 0 0 a, 1 1 0 0 b および左右の4つのマスク端点 1 1 1 0 a, 1 1 1 0 b, 1 1 1 0 c, 1 1 1 0 d (図11(a))を求める。マスク位置演算部 1 8 h は左右の4つのマスク端点 1 1 1 0 a, 1 1 1 0 b, 1 1 1 0 c, 1 1 1 0 d の重心点をマスク中心 1 1 2 0 (図11(b))とする。さらに、マスク位置演算部 1 8 h は、左右の2本のマスクライン 1 1 0 0 a, 1 1 0 0 b が所定の基準に対して有する角度の平均の角度を有し、かつマスク中心 1 1 2 0 を通る直線をマスクライン 1 1 3 0 (図11(b))とする。上記のマスク中心 1 1 2 0 の座標およびマスクライン 1 1 3 0 の角度がマスク位置情報として記憶部 1 8 f に格納される。上記のように、光学データに含まれるマスク位置情報がキャリブレーション時(環境データ生成時)に補正されることになる。以上がステップ S 1 2 2 の処理内容である。

30

【0052】

ステップ S 1 2 2 に続いて、歪補正テーブル演算部 1 8 i は、ステップ S 1 2 2 で生成されたマスク位置情報に基づいて歪補正テーブルの再計算を行う(ステップ S 1 2 3)。ステップ S 1 2 3 の処理内容は後述する。歪補正テーブル演算部 1 8 i が生成した歪補正テーブルは、制御部 1 8 a によって環境データの一部として記憶部 1 8 f に格納される。上記のように、光学データに含まれる歪補正テーブルがキャリブレーション時(環境データ生成時)に補正されることになる。

40

【0053】

以下、図12を参照しながら、ステップ S 1 2 3 の処理内容を説明する。図12は計測画像を示している。まず、歪補正テーブル演算部 1 8 i は、光学データに含まれる歪補正テーブルに基づいて左歪座標系 1 2 0 0 a および右歪座標系 1 2 0 0 b (図12(a))を設定する。ここで、光学データの生成時と環境データの生成時とでマスクの位置が異なっているため、左歪座標系 1 2 0 0 a 上の点 P 1 に対応する右歪座標系 1 2 0 0 b 上の点 P 1' ではないことが分かる。そこで、歪補正テーブル演算部 1 8 i は、光学データに含まれるマスク位置情報と、ステップ S 1 2 2 で生成したマスク位置情報とに基づいて、歪補正テーブルを再計算する。

50

【 0 0 5 4 】

図 1 2 では、光学データの生成時と比較して、左画像が上方向に移動し、右画像が下方向に移動している。このため、歪補正テーブル演算部 1 8 i は、左歪座標系 1 2 0 0 a を矢印 1 2 1 0 a が示す方向に移動させるように補正すると共に、右歪座標系 1 2 0 0 b を矢印 1 2 1 0 b が示す方向に移動させるように補正する（図 1 2 (b) ）。このようにして、左歪座標系 1 2 2 0 a および右歪座標系 1 2 2 0 b が算出される。歪補正テーブルの再計算後には、左歪座標系 1 2 2 0 a 上の点 P 1 に対応する右歪座標系 1 2 2 0 b 上の点は、同じ座標上の点 P 1 ' であることが分かる。

【 0 0 5 5 】

（従来の計測方法）

10

次に、各実施形態の前提となる従来の計測方法を説明する。図 1 3 に示すように、ユーザによって挿入部 2 0 の先端部 2 1 にステレオ光学アダプタが接続される（ステップ S 1 4 ）。続いて、制御部 1 8 a は、ステレオ光学アダプタに対応した環境データを記憶部 1 8 f から読み出す（ステップ S 1 5 ）。記憶部 1 8 f から読み出された環境データは、制御部 1 8 a によってマッチング演算部 1 8 d へ出力される。続いて、計測対象物を被写体とした画像（以下、計測画像とする）の撮像が開始され、画像取得部 1 8 b は映像信号処理回路 1 2 から画像データを取得する（ステップ S 1 6 ）。画像取得部 1 8 b が取得した画像データは、制御部 1 8 a によって、適宜、計測点指定部 1 8 c 、マッチング演算部 1 8 d 、 3 次元座標演算部 1 8 e 、および歪補正テーブル演算部 1 8 i へ出力される。

【 0 0 5 6 】

20

ユーザによって、ステレオ計測機能の起動指示が入力される（ステップ S 1 7 ）と、ステレオ計測が実行される（ステップ S 1 8 ）。ステップ S 1 8 の処理内容は後述する。ユーザによって、ステレオ計測機能の終了指示が入力される（ステップ S 1 9 ）と、計測が終了する。

【 0 0 5 7 】

図 1 4 は、計測起動時に表示される計測画面を示している。計測情報として、左画面 1 4 0 0 には計測対象物の左画像が表示され、右画面 1 4 1 0 には計測対象物の右画像が表示される。また、左画面 1 4 0 0 および右画面 1 4 1 0 を除く計測画面上の領域には他の計測情報として、光学アダプタ名称情報 1 4 2 0 、時間情報 1 4 2 1 、メッセージ情報 1 4 2 2 、アイコン 1 4 2 3 a , 1 4 2 3 b , 1 4 2 3 c , 1 4 2 3 d , 1 4 2 3 e 、およびズームウィンドウ 1 4 2 4 が表示される。

30

【 0 0 5 8 】

光学アダプタ名称情報 1 4 2 0 と時間情報 1 4 2 1 は共に計測条件を示す情報である。光学アダプタ名称情報 1 4 2 0 は、現在使用しているステレオ光学アダプタの名称を示す文字情報である。時間情報 1 4 2 1 は現在の日付と時刻を示す文字情報である。メッセージ情報 1 4 2 2 は、ユーザへの操作指示を示す文字情報と、計測条件の 1 つである計測点の座標を示す文字情報とを含んでいる。

【 0 0 5 9 】

アイコン 1 4 2 3 a ~ 1 4 2 3 e は、ユーザが計測モードの切替や計測結果のクリア等の操作指示を入力するための操作メニューを構成している。ユーザがリモートコントローラ 4 あるいは P C 3 1 を操作し、カーソル 1 4 2 5 をアイコン 1 4 2 3 a ~ 1 4 2 3 e のいずれかの上に移動させてクリック等の操作を行うと、その操作に応じた信号が計測処理部 1 8 に入力される。制御部 1 8 a は、その信号に基づいてユーザからの操作指示を認識し、計測処理を制御する。また、ズームウィンドウ 1 4 2 4 には計測対象物の拡大画像（例えばカーソル 1 4 2 5 周囲における拡大画像）が表示される。

40

【 0 0 6 0 】

以下、図 1 5 を参照しながら、ステップ S 1 8 の処理内容を説明する。まず、液晶モニタ 5 またはフェイスマウントディスプレイ 6 に表示された計測画面上において、リモートコントローラ 4 あるいは P C 3 1 の操作により、ユーザが計測点を指定すると、指定された計測点の情報が計測処理部 1 8 に入力される（ステップ S 1 8 1 ）。図 1 6 は、計測点

50

が指定されたときの計測画面を示している。左画面 1 6 0 0 上でカーソル 1 6 1 0 が示す位置が計測点であり、計測点を示す図形 1 6 2 0 (×) がその位置に表示されている。

【 0 0 6 1 】

計測点指定部 1 8 c は、入力された計測点の情報に基づいて計測点の 2 次元座標を算出する。計測点指定部 1 8 c が算出した計測点の 2 次元座標は、制御部 1 8 a によってマッチング演算部 1 8 d へ出力される。マッチング演算部 1 8 d は、画像取得部 1 8 b が取得した画像データと環境データを用いて、公知のマッチング処理により、左画像上の計測点に対応する右画像上のマッチング点の 2 次元座標を算出する (ステップ S 1 8 2) 。ステップ S 1 8 2 の処理内容は後述する。計測点およびマッチング点の 2 次元座標は、制御部 1 8 a によって 3 次元座標演算部 1 8 e へ出力される。

10

【 0 0 6 2 】

3 次元座標演算部 1 8 e は、計測点およびマッチング点の 2 次元座標に基づいて、計測点に対応した被写体上の位置の 3 次元座標を算出する (ステップ S 1 8 3) 。ステップ S 1 8 3 の処理内容は後述する。制御部 1 8 a は、3 次元座標演算部 1 8 e が算出した 3 次元座標の情報を含むグラフィックデータを生成し、映像信号処理部 1 2 へ出力する。これによって、計測画面に計測結果が表示される (ステップ S 1 8 4) 。図 1 7 は、3 次元座標の算出が終了したときの計測画面を示している。計測結果 1 7 0 0 は、3 次元座標に対応した Z 方向の位置を示している。

【 0 0 6 3 】

以下、図 1 8 および図 1 9 を参照しながら、マッチング処理の詳細を説明する。図 1 8 (a) は計測画像を示している。左歪座標系 1 8 0 0 a の点 P 1 に対応する右歪座標系 1 8 0 0 b の点は点 P 1 ' であるが、これは仮の対応点である。以下のマッチング処理によって、厳密な真の対応点が求まる。まず、マッチング演算部 1 8 d は、環境データに含まれる歪補正テーブルを用いて歪補正処理を実行する。歪補正後の画像では点 P 1 , P 1 ' はそれぞれ点 P 2 , P 2 ' (図 1 8 (b)) に対応する。また、歪補正によって、左歪座標系 1 8 0 0 a および右歪座標系 1 8 0 0 b はそれぞれ左座標系 1 8 1 0 a および右座標系 1 8 1 0 b に変換される。

20

【 0 0 6 4 】

マッチング演算部 1 8 d は、左座標系 1 8 1 0 a 上の点 P 2 を含むテンプレート画像領域 1 8 2 0 (図 1 8 (c)) を設定する。続いて、マッチング演算部 1 8 d は、テンプレート画像領域 1 8 2 0 の画像と、テンプレート画像領域 1 8 2 0 よりも広いマッチング画像領域 1 8 3 0 (図 1 8 (c)) の画像とのテンプレートマッチング処理 (正規化相互相関処理) を実行する。

30

【 0 0 6 5 】

このとき、マッチング演算部 1 8 d は、テンプレート画像領域 1 9 0 0 (図 1 9 (a)) のテンプレート画像と、マッチング画像領域 1 9 1 0 (図 1 9 (a)) の画像のうちテンプレート画像と同じサイズの画像との間で、画像の位置をずらしながら各位置で相関処理を行う。画像同士の相関が最も高い位置 M (図 1 9 (a)) が真の対応点となる。図 1 9 (b) において、点 P 2 ' ' は、点 P 2 に対応した真の対応点である。マッチング演算部 1 8 d は、歪補正の逆変換を行い、点 P 2 ' ' に対応した点 P 1 ' ' (図 1 9 (c)) を求める。この点 P 1 ' ' は、点 P 1 に対応した真の対応点である。

40

【 0 0 6 6 】

以下、図 2 0 を参照しながら、3 次元座標の算出原理を説明する。図 2 0 は、x , y , z 軸をもつ 3 次元空間座標系上の左右の 2 画像の位置関係を示している。この図 2 0 には、被写体上の点 P が固体撮像素子 2 a の右結像面 2 8 R および左結像面 2 8 L 上に結像した状態が示されている。図 2 0 において、点 O R , O L を対物光学系の主点とし、距離 f を焦点距離とし、点 Q R , Q L を点 P の結像位置とし、距離 L を点 O R - 点 O L 間の距離とする。

【 0 0 6 7 】

図 2 0 において、直線 Q R - O R から (1) 式が成立する。

50

$$x / x_R = \{ y - (L / 2) \} / \{ y_R - (L / 2) \} = z / (-f) \quad \cdots (1)$$

また、直線 $Q L - O L$ から (2) 式が成立する。

$$x / x_L = \{ y + (L / 2) \} / \{ y_L + (L / 2) \} = z / (-f) \quad \cdots (2)$$

この式を x, y, z について解けば、点 P の 3 次元座標が得られる。実際には、ステレオ光学アダプタと挿入部 20 の先端部 21 との双方に設けられる光学系からなる像伝送光学系の効果により、左右 2 つの像の光線は折り曲げられて右結像面 28R と左結像面 28L の間隔はもっと小さくなるが、ここでは図を簡略にするために像伝送光学系の効果を省いて図示している。

10

【0068】

(ステレオ光学アダプタと挿入部 20 との位置関係による計測精度への影響)

次に、ステレオ光学アダプタと挿入部 20 との位置関係が計測精度に及ぼす影響を説明する。図 67 は、ステレオ計測の精度を示すグラフである。いずれのグラフも、チャート画像を用いた計測の精度を示している。具体的には各グラフは、図 68 に示すチャート画像内の左画像 6800 および右画像 6810 の中心付近にある格子点 6820 (図 68 (a)) について、隣り合う格子点間の距離 6830 (図 68 (b)) をステレオ計測によって測定した結果に基づいている。各グラフの縦軸は、この結果と実際の格子点間隔との間の誤差を集計し、% 単位 (絶対値) で表したものである。

20

【0069】

また、各グラフの横軸はキャリブレーション時 (環境データ生成時) のマスク角度と計測時のマスク角度 (それぞれ前述したマスク位置情報に含まれている) との差である。具体的には、環境データ内に保存されたキャリブレーション時のマスク角度を意図的に編集した上で計測を行っており、編集後のマスク角度と編集前のマスク角度との差分が上記のマスク角度の差である。例えば、横軸が 0 (deg) のときは、計測時において、キャリブレーション時と同じマスク角度に設定したことになる。すなわち、環境データ内のマスク角度を編集することによってステレオ光学アダプタと挿入部 20 との位置関係を変化させた場合の計測精度を示すのが図 67 の各グラフである。

【0070】

図 67 (a) は、所定の内視鏡およびステレオ光学アダプタの組み合わせを使用した場合の計測精度を示している。マスク角度の差が約 ± 1 (deg) の範囲内では、計測誤差は 3 % 以内に収まっているのに対して、マスク角度の差が ± 1 (deg) の範囲外では、計測誤差が急激に大きくなり、計測精度が格段に低下することが分かる。図 67 (b)、(c) は、図 67 (a) で用いた内視鏡およびステレオ光学アダプタの組み合わせとは異なる組み合わせを使用した場合の計測精度を示している。いずれも、図 67 (a) が示す傾向と同様の傾向を示していることがわかる。

30

【0071】

上記のようにマスク角度の差が一定範囲を超えると計測精度が急激に低下する理由は、マッチング処理では、図 18 (c) に示したように、左画像のテンプレート画像領域と右画像のマッチング画像領域が一定の範囲に限られており、マスク角度の差が大きくなると、左画像上の計測点に対応する右画像上のマッチング点が上記の領域から外れてしまい、相関値が高い位置を見つけることができないためであると考えられる。

40

【0072】

図 67 に示す各グラフから、ステレオ光学アダプタと挿入部 20 との位置関係が計測精度に及ぼす影響が非常に大きいことが分かる。言い換えると、ステレオ光学アダプタと挿入部 20 との位置関係のずれを検知し、そのずれを補正する技術は、計測精度を維持する上で非常に重要であるといえる。

【0073】

(第 1 の実施形態)

次に、本発明の第 1 の実施形態を説明する。図 21 は、本実施形態による計測処理部 1

50

8の構成を示している。図2に示した構成と同一の構成には同一の符号を付与し、説明を省略する。本実施形態では、内視鏡2が撮像した画像から画像処理によってアライメントマークの形状を抽出するアライメントマーク抽出部18jが設けられている。

【0074】

アライメントマークは、マスクの所定位置に形成された、特徴的な形状を有するマークである。図22に示すように、マスクの上部および下部に丸型のアライメントマーク2200a, 2200bが形成されている。アライメントマーク2200a, 2200bは、マスクを貫通する穴であり、ステレオ光学アダプタに入射した光がアライメントマーク2200a, 2200bを通過して固体撮像素子2aの撮像面に入射する。

【0075】

本実施形態では、図8に示した処理によって既に環境データが生成されているものとする。以下、本実施形態の計測方法を説明する。図23に示すように、ユーザによって挿入部20の先端部21にステレオ光学アダプタが接続される(ステップS21)。続いて、制御部18aは、ステレオ光学アダプタに対応した環境データを記憶部18fから読み出す(ステップS22)。記憶部18fから読み出された環境データは、制御部18aによって歪補正テーブル演算部18iへ出力される。続いて、計測対象物を被写体とした計測画像の撮像が開始され、画像取得部18bは映像信号処理回路12から画像データを取得する(ステップS23)。画像取得部18bが取得した画像データは、制御部18aによって、適宜、計測点指定部18c、マッチング演算部18d、3次元座標演算部18e、歪補正テーブル演算部18i、およびアライメントマーク抽出部18jへ出力される。

【0076】

ユーザによって、ステレオ計測機能の起動指示が入力される(ステップS24)と、計測時のステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係に応じて環境データを補正するキャリブレーションが実行される(ステップS25)。ステップS25の処理内容は後述する。続いて、ステレオ計測が実行される(ステップS26)。ステップS26の処理内容は図13のステップS18の処理内容と同様である。ユーザによって、ステレオ計測機能の終了指示が入力される(ステップS27)と、計測が終了する。

【0077】

図24はステップS25の処理内容を示している。アライメントマークの形状を抽出する画像処理を行う領域である画像処理領域の位置やサイズの情報は予め記憶部18fに格納されているものとする。制御部18aは記憶部18fから画像処理領域の情報を読み出し、アライメントマーク抽出部18jへ出力する(ステップS251)。本実施形態以降の実施形態では、ステップS251の処理の説明を省略するものとする。アライメントマーク抽出部18jは、画像データに基づく画像のうち画像処理領域の画像からアライメントマークの形状を抽出する(ステップS252)。ステップS252の処理内容は後述する。アライメントマーク抽出部18jが抽出したアライメントマークの情報は、制御部18aによってマスク位置演算部18hへ出力される。

【0078】

マスク位置演算部18hは、アライメントマークの情報に基づいてマスク位置情報を生成する(ステップS253)。ステップS253の処理内容は後述する。マスク位置演算部18hが生成したマスク位置情報は、制御部18aによって歪補正テーブル演算部18iへ出力されると共に環境データの一部として記憶部18fに格納される。上記のように、環境データに含まれるマスク位置情報が、計測時の再度のキャリブレーションにより補正されることになる。

【0079】

歪補正テーブル演算部18iは、ステップS253で生成されたマスク位置情報に基づいて歪補正テーブルの再計算を行う(ステップS254)。ステップS254の処理内容は図9のステップS123の処理内容と同様である。歪補正テーブル演算部18iが生成した歪補正テーブルは、制御部18aによって環境データの一部として記憶部18fに格納される。上記のように、環境データに含まれる歪補正テーブルが、計測時の再度のキャ

10

20

30

40

50

リブレーションにより補正されることになる。

【0080】

また、従来のキャリブレーションによって生成された環境データを計測時のキャリブレーションによって補正してもよいが、従来のキャリブレーションを行わずに、光学データに含まれる歪補正テーブルを計測時のキャリブレーションによって補正して歪補正を行ってもよい。以降の全ての実施形態においても同様である。

【0081】

以下、図25を参照しながら、ステップS252およびステップS253の処理内容を説明する。図25は計測画像を示している。アライメントマーク抽出部18jは、アライメントマークの位置に対応して予め設定された画像処理領域2500a, 2500b(図25(a))で2値化やテンプレートマッチング等の画像処理を行い、2つのアライメントマーク2510a, 2510bを抽出する。図4に示した計測以前の環境データの生成時における画像処理領域430と比較すると、画像処理領域2500a, 2500bは小さくなっているため、画像処理に要する時間を短縮することができる。以上がステップS252の処理内容である。

10

【0082】

続いて、マスク位置演算部18hは2つのアライメントマーク2510a, 2510bの中心点2520a, 2520bを求める(図25(b))。続いて、マスク位置演算部18hは、中心点2520a, 2520bを通る直線をマスクライン2530とする(図25(c))。さらに、マスク位置演算部18hは、2つのアライメントマーク2510a, 2510bの中点をマスク中心2540とする。上記のマスクライン2530の角度およびマスク中心2540の座標がマスク位置情報として記憶部18fに格納される。2つのアライメントマーク2510a, 2510bの位置は、実際のマスク中心との位置関係が上記となるように予め設計されている。以上がステップS253の処理内容である。

20

【0083】

次に、本実施形態の変形例を説明する。図26はアライメントマークの他の形状例を示している。図26に示すように、マスクの中央部に十字型のアライメントマーク2600が形成されている。アライメントマーク2600は、マスクを貫通する穴であり、ステレオ光学アダプタに入射した光がアライメントマーク2600を通過して固体撮像素子2aの撮像面に入射する。

30

【0084】

以下、図27を参照しながら、図26に示したアライメントマーク2600に対するステップS252およびステップS253の処理内容を説明する。図27は計測画像を示している。アライメントマーク抽出部18jは、アライメントマークの位置に対応して予め設定された画像処理領域2710(図27(a))で2値化やテンプレートマッチング等の画像処理を行い、アライメントマーク2700を抽出する。図4に示した計測以前の環境データの生成時における画像処理領域430と比較すると、画像処理領域2710は小さくなっているため、画像処理に要する時間を短縮することができる。

【0085】

続いて、マスク位置演算部18hはアライメントマーク2700の4つの端点2720a, 2720b, 2720c, 2720dを求める(図27(b))。続いて、マスク位置演算部18hは、端点2720a, 2720bを通る直線をマスクライン2730とする(図27(c)、図27(d))。さらに、マスク位置演算部18hは、端点2720c, 2720dを通る直線(図示せず)とマスクライン2730の交点をマスク中心2740とする。上記のマスクライン2730の角度およびマスク中心2740の座標がマスク位置情報として記憶部18fに格納される。アライメントマーク2700の位置は、実際のマスク中心との位置関係が上記となるように予め設計されている。

40

【0086】

上述したように、本実施形態によれば、計測対象の被写体を撮像したときの映像信号から、マスク位置情報および歪補正テーブルを補正した新たな環境データが生成され、この

50

環境データに基づいて、映像信号に含まれる光学的歪みが補正される。これによって、最初のキャリブレーション後にステレオ光学アダプタと挿入部 20 との位置関係に変化が生じた場合でも、計測精度の低下を防止することができる。

【0087】

また、本実施形態によれば、キャリブレーション時に所定の被写体を撮像したときの映像信号のうち、アライメントマークの位置に対応した、従来よりも小さな画像処理領域の画像に対応した映像信号から環境データが生成される。これによって、画像処理に要する時間が短縮されるので、キャリブレーションを高速化することができる。アライメントマークの形状は、本実施形態で説明した形状に限らず、各種の形状とすることが可能である。

10

【0088】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態を説明する。図28は、本実施形態による計測処理部18の構成を示している。図21に示した構成と同一の構成には同一の符号を付与し、説明を省略する。本実施形態では、マスクに対する照明を制御するマスク照明制御部18kが設けられている。

【0089】

図29は、ステレオ光学アダプタを上面から見たときの断面図である。また、図30は、ステレオ光学アダプタを側面から見たときの断面図である。ステレオ光学アダプタの先端部はカバーガラス40で閉塞されている。カバーガラス40とレンズ枠41の内側には、右画像用の対物光学系42aと左画像用の対物光学系42bからなる対物光学系42が配置されている。この対物光学系42にはマスク43が挿入されている。また、対物光学系42a, 42bの光学的後方には光学系44a, 44bからなる像伝送光学系44が配置されている。

20

【0090】

また、被写体に照射する照明光を伝送するライトガイドファイバ45が設けられている。図1に示した内視鏡ユニット8に設けられた光源装置からの光は、ライトガイドファイバ45を通してステレオ光学アダプタの先端部から被写体に照射される。この光の一部は、ライトガイドファイバ45から枝分かれしたライトガイドファイバ46を通してマスク43にも照射される。

30

【0091】

図31は図30の位置Aにおける断面図であり、図32は図30の位置Bにおける断面図である。また、図33はステレオ光学アダプタの正面図である。図30に示したライトガイドファイバ46を通った光は図31の領域310の位置に照射される。図31は、ステレオ光学アダプタを光学的前方から見た状態を示しており、実際には光はステレオ光学アダプタの光学的後方から照射される。上記の構造により、マスク43の下部を照明することが可能となっている。

【0092】

図34に示すように、本実施形態ではマスクの下部に丸型のアライメントマーク3400a, 3400bが形成されている。アライメントマーク3400a, 3400bは、マスクの表面を鏡面処理することなどにより光反射率が高くなるように形成したものである。上記のライトガイドファイバ46を通して照射された光がアライメントマーク3400a, 3400bによって反射され、固体撮像素子2aの撮像面に入射する。このため、撮像した画像ではアライメントマーク3400a, 3400bがはっきりと映る。

40

【0093】

以下、本実施形態の計測方法を説明する。図35に示すように、ユーザによって挿入部20の先端部21にステレオ光学アダプタが接続される(ステップS31)。続いて、制御部18aは、ステレオ光学アダプタに対応した環境データを記憶部18fから読み出す(ステップS32)。記憶部18fから読み出された環境データは、制御部18aによって歪補正テーブル演算部18iへ出力される。続いて、マスク照明制御部18kは、照明

50

をONとするための信号を、RS - 232C I/F 17を介して内視鏡ユニット8へ出力し、内視鏡ユニット8内の光源装置の駆動を開始させる(ステップS33)。

【0094】

続いて、計測対象物を被写体とした計測画像の撮像が開始され、画像取得部18bは映像信号処理回路12から画像データを取得する(ステップS34)。画像取得部18bが取得した画像データは、制御部18aによって、適宜、計測点指定部18c、マッチング演算部18d、3次元座標演算部18e、歪補正テーブル演算部18i、およびアライメントマーク抽出部18jへ出力される。続いて、マスク照明制御部18kは、照明をOFFとするための信号を、RS - 232C I/F 17を介して内視鏡ユニット8へ出力し、内視鏡ユニット8内の光源装置の駆動を停止させる(ステップS35)。

10

【0095】

ユーザによって、ステレオ計測機能の起動指示が入力される(ステップS36)と、計測時のステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係に応じて環境データを補正するキャリブレーションが実行される(ステップS37)。ステップS37の処理内容は後述する。続いて、ステレオ計測が実行される(ステップS38)。ステップS38の処理内容は図13のステップS18の処理内容と同様である。ユーザによって、ステレオ計測機能の終了指示が入力される(ステップS39)と、計測が終了する。

【0096】

図36はステップS37の処理内容を示している。アライメントマークの形状を抽出する画像処理を行う領域である画像処理領域の位置やサイズの情報は予め記憶部18fに格納されているものとする。アライメントマーク抽出部18jは、画像データに基づく画像のうち画像処理領域の画像からアライメントマークの形状を抽出する(ステップS371)。ステップS371の処理内容は後述する。アライメントマーク抽出部18jが抽出したアライメントマークの情報は、制御部18aによってマスク位置演算部18hへ出力される。

20

【0097】

マスク位置演算部18hは、アライメントマークの情報に基づいてマスク位置情報を生成する(ステップS372)。ステップS372の処理内容は後述する。マスク位置演算部18hが生成したマスク位置情報は、制御部18aによって歪補正テーブル演算部18iへ出力されると共に環境データの一部として記憶部18fに格納される。上記のように、環境データに含まれるマスク位置情報が、計測時の再度のキャリブレーションにより補正されることになる。

30

【0098】

歪補正テーブル演算部18iは、ステップS372で生成されたマスク位置情報に基づいて歪補正テーブルの再計算を行う(ステップS373)。ステップS373の処理内容は図24のステップS254の処理内容と同様である。歪補正テーブル演算部18iが生成した歪補正テーブルは、制御部18aによって環境データの一部として記憶部18fに格納される。上記のように、環境データに含まれる歪補正テーブルが、計測時の再度のキャリブレーションにより補正されることになる。

【0099】

以下、図37を参照しながら、ステップS371およびステップS372の処理内容を説明する。図37は計測画像を示している。アライメントマーク抽出部18jは、アライメントマークの位置に対応して予め設定された画像処理領域3700(図37(a))で2値化やテンプレートマッチング等の画像処理を行い、2つのアライメントマーク3710a, 3710bを抽出する。図4に示した計測以前の環境データの生成時における画像処理領域430と比較すると、画像処理領域3700は小さくなっているため、画像処理に要する時間を短縮することができる。

40

【0100】

続いて、マスク位置演算部18hは2つのアライメントマーク3710a, 3710bの中心点3720a, 3720b、およびそれらを結ぶ直線3730を求める(図37(

50

b))。続いて、マスク位置演算部 18 h は、中心点 3720 a , 3720 b 間の中点 3740 を算出すると共に、中心点 3720 a , 3720 b 間の長さ L を算出する (図 37 (c))。続いて、マスク位置演算部 18 h は、中点 3740 を通り、直線 3730 に垂直な直線をマスクライン 3750 とする (図 37 (d))。さらに、マスク位置演算部 18 h は、中点 3740 から距離 2 L だけ離れたマスクライン 3750 上の点をマスク中心 3760 とする。上記のマスクライン 3750 の角度およびマスク中心 3760 の座標がマスク位置情報として記憶部 18 f に格納される。2 つのアライメントマーク 3710 a , 3710 b の位置は、実際のマスク中心との位置関係が上記となるように予め設計されている。

【0101】

10

上述したように、本実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様に、最初のキャリブレーション後にステレオ光学アダプタと挿入部 20 との位置関係に変化が生じた場合でも、計測精度の低下を防止することができる。また、本実施形態によれば、キャリブレーション時に所定の被写体を撮像したときの映像信号のうち、アライメントマークの位置に対応した、従来よりも小さな画像処理領域の画像に対応した映像信号から環境データが生成される。これによって、画像処理に要する時間が短縮されるので、キャリブレーションを高速化することができる。

【0102】

また、アライメントマークに照明光を照射することによって、アライメントマークの形状がはっきりするので、キャリブレーションの精度を向上することができる。さらに、取得できる画像が白画像でなくてもキャリブレーションを行うことができる。

20

【0103】

アライメントマークの形状は、本実施形態で説明した形状に限らず、各種の形状とすることが可能である。また、本実施形態では、アライメントマークに照明光を照射し、アライメントマークで反射させる構造を採用しているが、アライメントマークを第 1 の実施形態と同様の穴として形成し、マスクの光学的前方から照明光を照射する構造を採用してもよい。

【0104】

(第 3 の実施形態)

次に、本発明の第 3 の実施形態を説明する。本実施形態による計測処理部 18 の構成は、図 21 に示した構成と同様である。本実施形態では、第 2 の実施形態と同様にマスクに照明光を照射する構造を採用している。ただし、第 2 の実施形態では、ライトガイドを通して伝送された照明光をマスクに照射していたが、本実施形態では、ステレオ光学アダプタ内に設けた LED 照明によって照明光をマスクに照射する。

30

【0105】

図 38 は、ステレオ光学アダプタを上面から見たときの断面図である。また、図 39 は、ステレオ光学アダプタを側面から見たときの断面図である。図 29 および図 30 に示した構成と同一の構成には同一の符号を付与し、説明を省略する。

【0106】

本実施形態では、被写体に照明光を照射する LED 照明 47 a , 47 b、およびマスク 43 に照明光を照射する LED 照明 48 a , 48 b が設けられている。ステレオ光学アダプタ内には、LED 照明 47 a , 47 b , 48 a , 48 b と、図 1 に示した内視鏡ユニット 8 とを電氣的に接続するための配線 (図示せず) も設けられている。

40

【0107】

図 40 は図 39 の位置 C における断面図であり、図 41 は図 39 の位置 D における断面図である。また、図 42 はステレオ光学アダプタの正面図である。LED 照明 48 a , 48 b からの光はそれぞれ図 40 の領域 400 a , 400 b の位置に照射される。図 41 は、ステレオ光学アダプタを光学的前方から見た状態を示しており、実際には光はステレオ光学アダプタの光学的後方から照射される。上記の構造により、マスク 43 の上部および下部を照明することが可能となっている。

50

【0108】

本実施形態ではマスクの上部および下部に2つのアライメントマーク（図示せず）が形成されている。これらのアライメントマークは、マスクの表面を鏡面処理することなどにより光反射率が高くなるように形成したものである。上記のLED照明48a, 48bから照射された光がアライメントマークによって反射され、固体撮像素子2aの撮像面に入射する。このため、撮像した画像ではアライメントマークがはっきりと映る。

【0109】

本実施形態の計測方法は第2の実施形態と同様である。また、本実施形態によれば、第2の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0110】

10

（第4の実施形態）

次に、本発明の第4の実施形態を説明する。本実施形態では、マスク上またはマスクに近接して配置した発光体をアライメントマークとして検出する。図43は、ステレオ光学アダプタを側面から見たときの断面図である。図39に示した構成と同一の構成には同一の符号を付与し、説明を省略する。

【0111】

本実施形態では、発光体49a, 49bがマスク43と近接して配置されている。発光体49a, 49bとして、例えば無機または有機ELシートを使用することが可能である。ステレオ光学アダプタ内には、発光体49a, 49bと、図1に示した内視鏡ユニット8とを電氣的に接続するための配線（図示せず）も設けられている。

20

【0112】

図44は図43の位置Eにおける断面図である。本実施形態ではマスクの上部および下部に発光体49a, 49bが配置されている。発光体49a, 49bから照射された光は固体撮像素子2aの撮像面に入射する。このため、図45に示すように、撮像した画像では、発光体49a, 49bがマスク43の上部および下部のアライメントマーク4500a, 4500bとして検出される。

【0113】

本実施形態の計測方法は第2の実施形態と同様である。また、本実施形態によれば、第2の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0114】

30

（第5の実施形態）

次に、本発明の第5の実施形態を説明する。本実施形態による計測処理部18の構成は、図21に示した構成と同様である。図46は、本実施形態における光学系の構成を示している。図46(a)に示すように、ステレオ光学アダプタ51は、視差を有する2つの被写体像を結像するための、プリズム形状を有する対物光学系51aおよびアダプタ側像伝送光学系51bを備えている。対物光学系51aおよびアダプタ側像伝送光学系51bからの光は、挿入部20の先端部21に設けられた内視鏡側像伝送光学系52によって結像され、固体撮像素子2aの撮像面に入射する。このとき、図46(b)に示すように、プリズム形状を有する対物光学系51aによって2つの被写体像が形成され、固体撮像素子2aに入射する。

40

【0115】

プリズム形状の対物光学系51aを用いることにより、被写体像には光学的歪みが存在しないので、本実施形態ではマスク（すなわち絞り）が必ずしも必要ではない。このため、マスクとは別の手段によってステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係を検出する必要がある。そこで、図46(c)に示すように、対物光学系51aには切り欠き状のアライメントマーク53a, 53bが形成されている。本実施形態では、撮像した画像からアライメントマーク53a, 53bを検出することによって、ステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係を検出する。

【0116】

以下、図47を参照しながら、ステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係を検出

50

する方法を説明する。図 4 7 は計測画像を示している。アライメントマーク抽出部 1 8 j は、アライメントマークの位置に対応して予め設定された画像処理領域 4 7 1 0 a , 4 7 1 0 b (図 4 7 (a)) で 2 値化やテンプレートマッチング等の画像処理を行い、アライメントマーク 4 7 0 0 a , 4 7 0 0 b を抽出する。図 4 に示した計測以前の環境データの生成時における画像処理領域 4 3 0 と比較すると、画像処理領域 4 7 1 0 a , 4 7 1 0 b は小さくなっているため、画像処理に要する時間を短縮することができる。

【 0 1 1 7 】

続いて、マスク位置演算部 1 8 h はアライメントマーク 4 7 0 0 a , 4 7 0 0 b の端点 4 7 2 0 a , 4 7 2 0 b を求め (図 4 7 (b)) 、端点 4 7 2 0 a , 4 7 2 0 b の中点 4 7 3 0 a を求める (図 4 7 (c)) 。同様に、マスク位置演算部 1 8 h は中点 4 7 3 0 b を求める (図 4 7 (d)) 。続いて、マスク位置演算部 1 8 h は、中点 4 7 3 0 a , 4 7 3 0 b を通る直線 4 7 4 0 を、前述したマスクラインに相当する直線とする。さらに、マスク位置演算部 1 8 h は、中点 4 7 3 0 a , 4 7 3 0 b の中点 4 7 5 0 を、前述したマスク中心に相当する点とする。上記の直線 4 7 4 0 の角度および点 4 7 5 0 の座標が、前述したマスク位置情報に相当する情報として記憶部 1 8 f に格納される。アライメントマーク 4 7 0 0 a , 4 7 0 0 b の位置は、実際のプリズム中心との位置関係が上記となるように予め設計されている。

【 0 1 1 8 】

本実施形態の計測方法は第 2 の実施形態と同様である。また、本実施形態によれば、第 2 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 1 9 】

(第 6 の実施形態)

次に、本発明の第 6 の実施形態を説明する。図 4 8 は、本実施形態による計測処理部 1 8 の構成を示している。図 2 に示した構成と同一の構成には同一の符号を付与し、説明を省略する。本実施形態では、画像データのダイナミックレンジ (階調) を変換するダイナミックレンジ変換処理部 1 8 l が設けられている。

【 0 1 2 0 】

以下、本実施形態の計測方法を説明する。図 4 9 に示すように、ユーザによって挿入部 2 0 の先端部 2 1 にステレオ光学アダプタが接続される (ステップ S 4 1) 。続いて、制御部 1 8 a は、ステレオ光学アダプタに対応した環境データを記憶部 1 8 f から読み出す (ステップ S 4 2) 。記憶部 1 8 f から読み出された環境データは、制御部 1 8 a によって歪補正テーブル演算部 1 8 i へ出力される。続いて、計測対象物を被写体とした計測画像の撮像が開始され、画像取得部 1 8 b は映像信号処理回路 1 2 から画像データを取得する (ステップ S 4 3) 。画像取得部 1 8 b が取得した画像データは、制御部 1 8 a によって、適宜、計測点指定部 1 8 c 、マッチング演算部 1 8 d 、 3 次元座標演算部 1 8 e 、歪補正テーブル演算部 1 8 i 、およびダイナミックレンジ変換処理部 1 8 l へ出力される。

【 0 1 2 1 】

ユーザによって、ステレオ計測機能の起動指示が入力される (ステップ S 4 4) と、制御部 1 8 a は、変換前の画像の輝度と変換後の画像の輝度の対応関係を示すテーブル (例えばルックアップテーブル) を記憶部 1 8 f から読み出してダイナミックレンジ変換処理部 1 8 l へ出力する (ステップ S 4 5) 。記憶部 1 8 f には予めこのテーブルが格納されているものとする。ダイナミックレンジ変換処理部 1 8 l は、上記のテーブルに基づいてダイナミックレンジ変換処理を実行する (ステップ S 4 6) 。ステップ S 4 6 の処理内容は後述する。

【 0 1 2 2 】

続いて、計測時のステレオ光学アダプタと挿入部 2 0 との位置関係に応じて環境データを補正するキャリブレーションが実行される (ステップ S 4 7) 。ステップ S 4 7 の処理内容は図 2 3 のステップ S 2 5 の処理内容と同様である。ただし、本実施形態では、アライメントマークではなく、マスク形状抽出部 1 8 g が抽出したマスクの形状に基づいて処理が実行される。続いて、ステレオ計測が実行される (ステップ S 4 8) 。ステップ S 4

8の処理内容は図13のステップS18の処理内容と同様である。ユーザによって、ステレオ計測機能の終了指示が入力される(ステップS49)と、計測が終了する。

【0123】

以下、ステップS46の処理内容を説明する。図50は、本実施形態で使用するダイナミックレンジ変換用のテーブルの内容を示している。横軸は変換前の画像(入力画像)の輝度(0~255)を示し、縦軸は変換後の画像(出力画像)の輝度(0~255)を示している。低輝度領域はマスク領域と計測領域(低輝度)に分けられている。マスク領域とは、計測画像内に映ったマスクの領域のことであり、ほとんど0に近い輝度で占められている。計測領域(低輝度)とは、計測画像内に映ったマスク領域以外の計測領域のうち、低輝度側に属する領域のことである。ダイナミックレンジ変換処理によって、マスク領域の輝度が引き下げられ、計測領域(低輝度)の輝度が持ち上げられる。低輝度領域以外の高輝度領域は、計測画像内に映った計測領域のうち、高輝度側に属する領域である。

【0124】

図51(a)はダイナミックレンジ変換処理前の計測画像を示し、図51(b)はダイナミックレンジ変換処理後の計測画像を示している。図51(a)では左画像5100aおよび右画像5100bの背景の輝度は、図50に示した計測領域(低輝度)に属する。このため、ダイナミックレンジ変換処理により、図51(b)に示すように、左画像5100aおよび右画像5100bの背景の輝度が持ち上げられる。この結果、マスク5110と左画像5100aおよび右画像5100bの境界がはっきりする。この計測画像を用いることにより、白画像と同様に、マスクの形状を抽出することが可能となる。

【0125】

上述したように、本実施形態によれば、第1の実施形態等と同様に、最初のキャリブレーション後にステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係に変化が生じた場合でも、計測精度の低下を防止することができる。また、ダイナミックレンジ変換処理によって、マスクの形状をはっきりさせることが可能となるので、キャリブレーションの精度を向上することができる。さらに、取得できる画像が白画像でなくてもキャリブレーションを実行することができる。さらに、本実施形態は、従来の内視鏡装置に対するソフトウェアの変更のみで実現することができる。

【0126】

本実施形態では計測画像からマスク形状を抽出しているが、第2~第5の実施形態と同様に計測画像からアライメントマークを抽出してもよい。

【0127】

(第7の実施形態)

次に、本発明の第7の実施形態を説明する。図52は、本実施形態による計測処理部18の構成を示している。図2に示した構成と同一の構成には同一の符号を付与し、説明を省略する。本実施形態では、複数枚の計測画像(学習用画像)の重ね合わせ処理(合成処理)を実行する重ね合わせ処理部18mが設けられている。

【0128】

以下、本実施形態の計測方法を説明する。図53に示すように、ユーザによって挿入部20の先端部21にステレオ光学アダプタが接続される(ステップS51)。続いて、制御部18aは、ステレオ光学アダプタに対応した環境データを記憶部18fから読み出す(ステップS52)。記憶部18fから読み出された環境データは、制御部18aによって歪補正テーブル演算部18iへ出力される。続いて、計測対象物を被写体とした計測画像の撮像が開始され、画像取得部18bは映像信号処理回路12から画像データを取得する(ステップS53)。制御部18aは、画像取得部18bが取得した画像データを学習用画像データとして記憶部18fに格納する(ステップS54)。

【0129】

続いて、制御部18aは、計測画像の撮像を終了するか否かを判断する(ステップS55)。このステップS55では、より具体的には、例えば計測画像の重ね合わせ処理に必要な所定枚数を基準として、所定枚数の計測画像を撮像したか否かの判断が行われる。計

測画像の撮像を終了しないと判断した場合には、制御部 18 a はステップ S 5 3 に処理を移行させる。また、計測画像の撮像を終了すると判断した場合には、制御部 18 a は、ユーザによるステレオ計測機能の起動指示の入力待ち状態となる。本実施形態では、複数枚の計測画像を取得するが、各計測画像を取得するときに、撮像する被写体の箇所や、アングル、照明条件を変えることがより望ましい。

【0130】

計測画像の撮像が終了した後、ユーザによって、ステレオ計測機能の起動指示が入力される（ステップ S 5 6）と、計測時のステレオ光学アダプタと挿入部 20 との位置関係に応じて環境データを補正するキャリブレーションが実行される（ステップ S 5 7）。ステップ S 5 7 の処理内容は後述する。続いて、ステレオ計測が実行される（ステップ S 5 8）。ステップ S 5 8 の処理内容は図 13 のステップ S 18 の処理内容と同様である。ユーザによって、ステレオ計測機能の終了指示が入力される（ステップ S 5 9）と、計測が終了する。

10

【0131】

図 54 はステップ S 5 7 の処理内容を示している。マスクの形状を抽出する画像処理を行う領域である画像処理領域の位置やサイズの情報は予め記憶部 18 f に格納されているものとする。制御部 18 a は、複数の学習用画像データを記憶部 18 f から読み出して重ね合わせ処理部 18 m へ出力する（ステップ S 5 7 1）。重ね合わせ処理部 18 m は、これらの学習用画像データを合成する重ね合わせ処理を実行する（ステップ S 5 7 2）。ステップ S 5 7 2 の処理内容は後述する。重ね合わせ処理によって生成された画像データは、制御部 18 a によって、適宜、計測点指定部 18 c、マッチング演算部 18 d、3 次元座標演算部 18 e、マスク形状抽出部 18 g、および歪補正テーブル演算部 18 i へ出力される。

20

【0132】

マスク形状抽出部 18 g は、画像データに基づく画像のうち画像処理領域の画像からマスクの形状を抽出する（ステップ S 5 7 3）。マスク形状抽出部 18 k が抽出したマスク形状の情報は、制御部 18 a によってマスク位置演算部 18 h へ出力される。マスク位置演算部 18 h は、マスク形状の情報に基づいてマスク位置情報を生成する（ステップ S 5 7 4）。ステップ S 5 7 4 の処理内容は図 24 のステップ S 2 5 3 の処理内容と同様である。マスク位置演算部 18 h が生成したマスク位置情報は、制御部 18 a によって歪補正テーブル演算部 18 i へ出力されると共に環境データの一部として記憶部 18 f に格納される。上記のように、環境データに含まれるマスク位置情報が、計測時の再度のキャリブレーションにより補正されることになる。

30

【0133】

歪補正テーブル演算部 18 i は、ステップ S 5 7 4 で生成されたマスク位置情報に基づいて歪補正テーブルの再計算を行う（ステップ S 5 7 5）。ステップ S 5 7 5 の処理内容は図 24 のステップ S 2 5 4 の処理内容と同様である。歪補正テーブル演算部 18 i が生成した歪補正テーブルは、制御部 18 a によって環境データの一部として記憶部 18 f に格納される。上記のように、環境データに含まれる歪補正テーブルが、計測時の再度のキャリブレーションにより補正されることになる。

40

【0134】

図 55 はステップ S 5 7 2 の処理内容を示している。学習用画像 5500 a では左画像および右画像の左上部で背景が明るく、学習用画像 5500 b では、左画像および右画像の右上部で背景が明るく、学習用画像 5500 c では、左画像および右画像の下部で背景が明るい。背景が明るい部分では、マスクと左画像および右画像との境界がはっきりしている。一方、背景が暗い部分では、マスクと左画像および右画像との境界がはっきりしない。学習用画像 5500 a、5500 b、5500 c のいずれにおいても、マスクと左画像および右画像との境界がはっきりしない部分がある。

【0135】

画像 5510 は、学習用画像 5500 a、5500 b、5500 c を重ね合わせた（合

50

成した)画像である。重ね合わせ処理の際には、いずれかの学習用画像を基準画像として、他の学習用画像から所定の閾値以上の輝度を有する画素のみを取り出し、基準画像の同位置の画素の輝度に対して、取り出した画素の輝度を加算する。また、加算により輝度が飽和した画素は白画素とする。このようにして生成した画像5510では、マスクと左画像および右画像との全体の境界がはっきりしている。この画像5510を用いることにより、白画像と同様に、マスクの形状を抽出することが可能となる。

【0136】

上述したように、本実施形態によれば、第1の実施形態等と同様に、最初のキャリブレーション後にステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係に変化が生じた場合でも、計測精度の低下を防止することができる。また、重ね合わせ処理によって、マスクの形状をはっきりさせることが可能となるので、キャリブレーションの精度を向上することができる。さらに、取得できる画像が白画像でなくてもキャリブレーションを実行することができる。さらに、本実施形態は、従来の内視鏡装置に対するソフトウェアの変更のみで実現することができる。

10

【0137】

本実施形態では計測画像からマスク形状を抽出しているが、第2～第5の実施形態と同様に計測画像からアライメントマークを抽出してもよい。

【0138】

(第8の実施形態)

次に、本発明の第8の実施形態を説明する。図56は、本実施形態による計測処理部18の構成を示している。図2に示した構成と同一の構成には同一の符号を付与し、説明を省略する。本実施形態では、計測画像から、後述するマッチングラインを算出するマッチングライン演算部18nが設けられている。

20

【0139】

図57を参照しながら、前述した光学データについて再度説明する。光学データには、光学データ生成時の左側光学系5700aおよび右側光学系5700bの歪中心5710a, 5710b(図57(a))が含まれている。また、光学データには、光学データ生成時のマスクライン5720(図57(a))の情報がマスク位置情報として含まれている。

【0140】

ここで、本実施形態における第1の仮定および第2の仮定を説明する。左右の光学系とマスクはステレオ光学アダプタ内で固定されているので、ステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係に関わらず、左右の光学系とマスクとの位置関係は一定である。このため、歪中心5710a, 5710bを通るセンターライン5730(図57(b))とマスクライン5720が成す角度 θ (センターライン5730-マスクライン5720間の角度 θ)は常に一定であると考えられる。以上が第1の仮定である。本実施形態では、この角度 θ の値も光学データに含まれているものとする。

30

【0141】

また、ステレオ光学アダプタと挿入部20の先端部21は共にねじ構造を有しており、ステレオ光学アダプタと挿入部20との間に発生する位置ずれは回転方向の位置ずれである。このため、図58に示すマスク中心5800の位置は、ステレオ光学アダプタと挿入部20との位置関係に関わらず、常に一定であると考えられる。以上が第2の仮定である。

40

【0142】

本実施形態における計測方法は、図23に示した、第1の実施形態における計測方法と同様である。ただし、キャリブレーション方法が第1の実施形態とは異なる。

【0143】

図59は、本実施形態におけるキャリブレーションの内容を示している。制御部18aは計測領域内のサンプル点の座標を記憶部18fから読み出し、マッチング演算部18dおよびマッチングライン演算部18nへ出力する(ステップS601)。サンプル点は、

50

例えば図 60 (a) に示すサンプル点 P_1 , P_2 , P_3 , P_4 のように左画像内の計測領域の中央付近に設定すればよい。図 60 (a) ではサンプル点は 4 つであるが、9 点や 16 点など、サンプル点の数はさらに多くてもよい。上記のサンプル点の座標は予め記憶部 18 f に格納されているものとする。

【0144】

マッチング演算部 18 d は、前述したマッチング処理により、左画像内の計測領域のサンプル点 P_1 , P_2 , P_3 , P_4 に対応した右画像内の計測領域のサンプル点 P_1' , P_2' , P_3' , P_4' の座標を算出する (ステップ S602)。マッチング演算部 18 d によって算出されたサンプル点 P_1' , P_2' , P_3' , P_4' の座標は、制御部 18 a によってマッチングライン演算部 18 n へ出力される。マッチングライン演算部 18 n は、サンプル点 P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_1' , P_2' , P_3' , P_4' の座標に基づいてマッチングラインを算出する (ステップ S603)。

10

【0145】

具体的には、マッチングライン演算部 18 n は以下の演算を実行する。まず、マッチングライン演算部 18 n はサンプル点 P_1 , P_2 , P_3 , P_4 の重心 P_0 およびサンプル点 P_1' , P_2' , P_3' , P_4' の重心 P_0' の座標を算出する (図 60 (b))。続いて、マッチングライン演算部 18 n は、重心 P_0 , P_0' を通るマッチングライン 6000 を算出する (図 60 (c))。マッチングライン 6000 の情報は、制御部 18 a によってマスク位置演算部 18 h へ出力される。

20

【0146】

ここで、本実施形態の第 3 の仮定を説明する。上述したマッチングラインは、左右の計測領域の対応点同士を結んだ直線であるので、計測時の左右の光学系の歪中心を結んだセンターラインとほぼ同じ角度を有すると考えられる。また、前述した第 1 の仮定より、センターライン - マスクライン間の角度は常に一定であると考えられる。したがって、光学データ生成時のセンターライン - マスクライン間の角度と計測時のマッチングラインの角度 (計測時のセンターラインの角度) とから、計測時のマスクラインの角度を求めると考えられる。以上が本実施形態の第 3 の仮定である。

【0147】

上述したステップ S603 に続く処理の内容は以下の通りである。制御部 18 a は、記憶部 18 f に格納されている光学データからセンターライン - マスクライン間の角度を読み出し、マスク位置演算部 18 h へ出力する (ステップ S604)。また、制御部 18 a は、記憶部 18 f に格納されている光学データからマスク中心の座標を読み出し、マスク位置演算部 18 h へ出力する (ステップ S605)。

30

【0148】

マスク位置演算部 18 h は、上記の情報からマスク位置情報を生成する (ステップ S606)。具体的には、マスク位置情報は以下のようにして生成される。前述した第 3 の仮定に基づいて、光学データ生成時のセンターライン - マスクライン間の角度 6030 (図 60 (d)) と計測時のマッチングライン 6000 の角度とから、計測時のマスクライン 6020 の角度が求められる。

40

【0149】

角度 6030 として、ステップ S604 で読み出されたセンターライン - マスクライン間の角度が使用される。また、前述した第 2 の仮定よりマスク中心 6040 の座標は一定であるため、計測時のマスクライン 6020 は、マスク中心 6040 を通ると共に、計測時のマッチングライン 6000 に対して、角度 6030 を有する直線として算出される。計測時のマスク中心の座標 (= 光学データ生成時のマスク中心 6040 の座標) およびマスクラインの角度を含むマスク位置情報は、制御部 18 a によって歪補正テーブル演算部 18 i へ出力されると共に環境データの一部として記憶部 18 f に格納される。上記のように、環境データに含まれるマスク位置情報が、計測時の再度のキャリブレーションにより補正されることになる。

【0150】

50

歪補正テーブル演算部 18 i は、ステップ S 5 6 3 で生成されたマスク位置情報に基づいて歪補正テーブルの再計算を行う（ステップ S 6 0 6）。ステップ S 6 0 6 の処理内容は図 2 4 のステップ S 2 5 4 の処理内容と同様である。歪補正テーブル演算部 18 i が生成した歪補正テーブルは、制御部 18 a によって環境データの一部として記憶部 18 f に格納される。上記のように、環境データに含まれる歪補正テーブルが、計測時の再度のキャリブレーションにより補正されることになる。

【0151】

本実施形態におけるマスク位置情報の生成方法は、前述した 3 つの仮定に基づいているが、本方法が有効であることが、実験的にも確かめられている。図 6 1 (a) はタービンブレードの計測結果を示し、図 6 1 (b) はパイプ内部の変色部の計測結果を示し、図 6 1 (c) はパイプ内部の陥没部の計測結果を示している。

10

【0152】

補正前の計測結果は、ステレオ光学アダプタと挿入部 2 0 との位置関係にずれが生じている状態で、環境データを補正せずに計測を行った結果を示している。また、補正後の計測結果は、同じずれが生じている状態で本実施形態の方法により生成した環境データを用いて計測を行った結果を示している。また、理想値の計測結果は、従来の方法により生成した環境データを用いて計測を行った結果を示している。各計測結果は、同じ計測画像上の同じ計測点を指定して 2 点間距離を算出した結果を示している。全ての計測結果において、補正前と補正後の計測結果が大きく異なっているが、補正後の計測結果は理想値に近づくことが分かる。よって、本実施形態におけるマスク位置情報の補正方法は実際に有効であると言える。

20

【0153】

上述したように、本実施形態によれば、第 1 の実施形態等と同様に、最初のキャリブレーション後にステレオ光学アダプタと挿入部 2 0 との位置関係に変化が生じた場合でも、計測精度の低下を防止することができる。また、本実施形態は、従来の内視鏡装置に対するソフトウェアの変更のみで実現することができる。

【0154】

（第 9 の実施形態）

次に、本発明の第 9 の実施形態を説明する。本実施形態は、キャリブレーションを高速化するものであり、上記の各実施形態で説明した計測方法に本実施形態を適用することが可能である。また、従来の計測方法に本実施形態を適用することも可能である。本実施形態による計測処理部 18 の構成は、例えば図 2 に示した構成と同様である。

30

【0155】

以下、本実施形態の計測方法を説明する。図 6 2 に示すように、ユーザによって挿入部 2 0 の先端部 2 1 にステレオ光学アダプタが接続される（ステップ S 7 1）。続いて、制御部 18 a は、ステレオ光学アダプタに対応した環境データを記憶部 18 f から読み出す（ステップ S 7 2）。記憶部 18 f から読み出された環境データは、制御部 18 a によってマッチング演算部 18 d へ出力される。続いて、計測画像の撮像が開始され、画像取得部 18 b は映像信号処理回路 1 2 から画像データを取得する（ステップ S 7 3）。画像取得部 18 b が取得した画像データは、制御部 18 a によって、適宜、計測点指定部 18 c、マッチング演算部 18 d、3 次元座標演算部 18 e、および歪補正テーブル演算部 18 i へ出力される。

40

【0156】

ユーザによって、ステレオ計測機能の起動指示が入力される（ステップ S 7 4）と、計測時のステレオ光学アダプタと挿入部 2 0 との位置関係に応じて環境データを補正するキャリブレーションが実行される（ステップ S 7 5）。ステップ S 7 5 の処理内容は、前述したキャリブレーションのいずれかと同様である。ただし、ステップ S 7 5 では歪補正テーブルの再計算は行われない。続いて、ステレオ計測が実行される（ステップ S 7 6）。ステップ S 7 6 においては、歪補正テーブルの再計算も行われる。ユーザによって、ステレオ計測機能の終了指示が入力される（ステップ S 7 7）と、計測が終了する。

50

【0157】

以下、図63を参照しながら、ステップS76の処理内容を説明する。まず、液晶モニタ5またはフェイスマウントディスプレイ6に表示された計測画面上において、リモートコントローラ4あるいはPC31の操作により、ユーザが計測点を指定すると、指定された計測点の情報が計測処理部18に入力される（ステップS761）。

【0158】

計測点指定部18cは、入力された計測点の情報に基づいて計測点の2次元座標を算出する。計測点指定部18cが算出した計測点の2次元座標は、制御部18aによってマッチング演算部18dおよび歪補正テーブル演算部18iへ出力される。歪補正テーブル演算部18iは、ステップS75で生成されたマスク位置情報に基づいて歪補正テーブルの再計算を行う（ステップS762）。ステップS762の処理内容は後述する。このとき、歪補正テーブルの再計算は、計測領域全体に対してではなく、指定された計測点の周囲の領域に対してのみ行われる。これによって、歪補正テーブルの再計算を行う領域は、後述するテンプレートマッチング処理に必要な分だけに抑えられる。

【0159】

続いて、マッチング演算部18dは、画像取得部18bが取得した画像データと環境データを用いて、前述したマッチング処理により、左画像上の計測点に対応する右画像上のマッチング点の2次元座標を算出する（ステップS763）。ステップS763の処理内容は後述する。計測点およびマッチング点の2次元座標は、制御部18aによって3次元座標演算部18eへ出力される。3次元座標演算部18eは、計測点およびマッチング点の2次元座標に基づいて、計測点に対応した被写体上の位置の3次元座標を算出する（ステップS764）。制御部18aは、3次元座標演算部18eが算出した3次元座標の情報を含むグラフィックデータを生成し、映像信号処理部12へ出力する。これによって、計測画面に計測結果が表示される（ステップS765）。

【0160】

以下、図64を参照しながら、ステップS762の処理内容を説明する。図64は計測画像を示している。まず、歪補正テーブル演算部18iは、環境データに含まれる歪補正テーブルに基づいて左歪座標系6400aおよび右歪座標系6400b（図64（a））を設定する。環境データの生成時と計測時とでマスクの位置が異なっているため、左歪座標系6400a上の点P1に対応する右歪座標系6400b上の点は、同じ座標上の点P1'ではないことが分かる。そこで、歪補正テーブル演算部18iは、環境データに含まれるマスク位置情報と、ステップS75で生成したマスク位置情報とに基づいて、歪補正テーブルを再計算する。

【0161】

図64では、環境データの生成時と比較して、左画像が上方向に移動し、右画像が下方向に移動している。このため、歪補正テーブル演算部18iは、左歪座標系6400aを矢印6410aが示す方向に移動させるように補正すると共に、右歪座標系6400bを矢印6410bが示す方向に移動させるように補正する。このようにして、左歪座標系6420aおよび右歪座標系6420bが算出される。歪補正テーブルの再計算後には、左歪座標系6420a上の点P1に対応する右歪座標系6420b上の点は、同じ座標上の点P1'であることが分かる（図64（b））。また、歪座標系の計算および歪補正テーブルの再計算は、点P1、P1'の周囲の領域6430a、6430bでのみ行われる（図64（c））。

【0162】

以下、図65および図66を参照しながら、ステップS763の処理内容を説明する。図65（a）は計測画像を示している。左歪座標系6500aの点P1に対応する右歪座標系6500bの点は点P1'であるが、これは仮の対応点である。以下のマッチング処理によって、厳密な真の対応点が求まる。まず、マッチング演算部18dは、環境データに含まれる歪補正テーブルを用いて歪補正処理を実行する。歪補正後の画像では点P1、P1'はそれぞれ点P2、P2'（図65（b））に対応する。また、歪補正によって、

左歪座標系 6 5 0 0 a および右歪座標系 6 5 0 0 b はそれぞれ左座標系 6 5 1 0 a および右座標系 6 5 1 0 b に変換される。

【0163】

マッチング演算部 18 d は、左座標系 6 5 1 0 a 上の点 P 2 を含むテンプレート画像領域 6 5 2 0 (図 6 5 (c)) を設定する。続いて、マッチング演算部 18 d は、テンプレート画像領域 6 5 2 0 のテンプレート画像と、テンプレート画像領域 6 5 2 0 よりも広いマッチング画像領域 6 5 3 0 (図 6 5 (c)) の画像とのテンプレートマッチング処理 (正規化相互相関処理) を実行する。

【0164】

このとき、マッチング演算部 18 d は、上記のテンプレート画像領域のテンプレート画像 6 6 0 0 (図 6 6 (a)) と、マッチング画像領域 6 6 1 0 (図 6 6 (a)) の画像のうちテンプレート画像と同じサイズの画像との間で、画像の位置をずらしながら各位置で相関処理を行う。画像同士の相関が最も高い位置 M (図 6 6 (a)) が真の対応点となる。図 6 6 (b) において、点 P 2 ' ' は、点 P 2 に対応した真の対応点である。マッチング演算部 18 d は、歪補正の逆変換を行い、点 P 2 ' ' に対応した点 P 1 ' ' (図 6 6 (c)) を求める。この点 P 1 ' ' は、点 P 1 に対応した真の対応点である。

10

【0165】

上述したように、本実施形態によれば、第 1 の実施形態等と同様に、最初のキャリブレーション後にステレオ光学アダプタと挿入部 2 0 との位置関係に変化が生じた場合でも、計測精度の低下を防止することができる。また、指定された計測点の周囲の領域 (マッチング処理対象の領域) についてのみ歪補正テーブルの再計算を行うことによって、画像処理に要する時間が短縮されるので、キャリブレーションを高速化することができる。

20

【0166】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について詳述してきたが、具体的な構成は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。例えば、上記の各実施形態の方法により計測時にキャリブレーションを実行し、環境データを補正する内容を説明したが、光学データから環境データを生成するキャリブレーションに対して、上記の各実施形態の方法を適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0167】

30

【図 1】本発明の各実施形態による計測用内視鏡装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の各実施形態による計測用内視鏡装置が備える計測処理部の構成を示すブロック図である。

【図 3】本発明の各実施形態の前提となる光学データの生成手順を示すフローチャートである。

【図 4】本発明の各実施形態の前提となるマスク位置情報の生成方法を説明するための参考図である。

【図 5】本発明の各実施形態の前提となるマスク位置情報の生成方法を説明するための参考図である。

【図 6】本発明の各実施形態の前提となるチャートの格子点の抽出方法を説明するための参考図である。

40

【図 7】本発明の各実施形態の前提となる歪補正テーブルの算出方法を説明するための参考図である。

【図 8】本発明の各実施形態の前提となる環境データの生成手順を示すフローチャートである。

【図 9】本発明の各実施形態の前提となるキャリブレーション手順を示すフローチャートである。

【図 10】本発明の各実施形態の前提となるマスク位置情報の生成方法を説明するための参考図である。

【図 11】本発明の各実施形態の前提となるマスク位置情報の生成方法を説明するための

50

参考図である。

【図 1 2】本発明の各実施形態の前提となる歪補正テーブルの算出方法を説明するための参考図である。

【図 1 3】本発明の各実施形態の前提となる計測手順を示すフローチャートである。

【図 1 4】本発明の各実施形態における計測画面を示す参考図である。

【図 1 5】本発明の各実施形態の前提となるステレオ計測手順を示すフローチャートである。

【図 1 6】本発明の各実施形態における計測画面を示す参考図である。

【図 1 7】本発明の各実施形態における計測画面を示す参考図である。

【図 1 8】本発明の各実施形態の前提となるマッチング処理を説明するための参考図である。

10

【図 1 9】本発明の各実施形態の前提となるマッチング処理を説明するための参考図である。

【図 2 0】本発明の各実施形態の前提となる 3 次元座標の算出原理を示す参考図である。

【図 2 1】本発明の第 1 の実施形態による計測用内視鏡装置が備える計測処理部の構成を示すブロック図である。

【図 2 2】本発明の第 1 の実施形態におけるアライメントマークを説明するための参考図である。

【図 2 3】本発明の第 1 の実施形態における計測手順を示すフローチャートである。

【図 2 4】本発明の第 1 の実施形態におけるキャリブレーション手順を示すフローチャートである。

20

【図 2 5】本発明の第 1 の実施形態におけるマスク位置情報の生成方法を説明するための参考図である。

【図 2 6】本発明の第 1 の実施形態におけるアライメントマークを説明するための参考図である。

【図 2 7】本発明の第 1 の実施形態におけるマスク位置情報の生成方法を説明するための参考図である。

【図 2 8】本発明の第 2 の実施形態による計測用内視鏡装置が備える計測処理部の構成を示すブロック図である。

【図 2 9】本発明の第 2 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

30

【図 3 0】本発明の第 2 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 3 1】本発明の第 2 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 3 2】本発明の第 2 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 3 3】本発明の第 2 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの正面図である。

【図 3 4】本発明の第 2 の実施形態におけるアライメントマークを説明するための参考図である。

【図 3 5】本発明の第 2 の実施形態における計測手順を示すフローチャートである。

【図 3 6】本発明の第 2 の実施形態におけるキャリブレーション手順を示すフローチャートである。

【図 3 7】本発明の第 2 の実施形態におけるマスク位置情報の生成方法を説明するための参考図である。

40

【図 3 8】本発明の第 3 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 3 9】本発明の第 3 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 4 0】本発明の第 3 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 4 1】本発明の第 3 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 4 2】本発明の第 3 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの正面図である。

【図 4 3】本発明の第 4 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 4 4】本発明の第 4 の実施形態におけるステレオ光学アダプタの断面図である。

【図 4 5】本発明の第 4 の実施形態におけるアライメントマークを説明するための参考図である。

50

【図 4 6】本発明の第 5 の実施形態における光学系の構成を示す構成図である。

【図 4 7】本発明の第 5 の実施形態におけるステレオ光学アダプタと挿入部との位置関係を検出する方法を説明するための参考図である。

【図 4 8】本発明の第 6 の実施形態による計測用内視鏡装置が備える計測処理部の構成を示すブロック図である。

【図 4 9】本発明の第 6 の実施形態における計測手順を示すフローチャートである。

【図 5 0】本発明の第 6 の実施形態におけるダイナミックレンジ変換用のテーブルの内容を示す参考図である。

【図 5 1】本発明の第 6 の実施形態におけるダイナミックレンジ変換処理の内容を説明するための参考図である。

【図 5 2】本発明の第 7 の実施形態による計測用内視鏡装置が備える計測処理部の構成を示すブロック図である。

【図 5 3】本発明の第 7 の実施形態における計測手順を示すフローチャートである。

【図 5 4】本発明の第 7 の実施形態におけるキャリブレーション手順を示すフローチャートである。

【図 5 5】本発明の第 7 の実施形態における重ね合わせ処理の内容を説明するための参考図である。

【図 5 6】本発明の第 8 の実施形態による計測用内視鏡装置が備える計測処理部の構成を示すブロック図である。

【図 5 7】本発明の第 8 の実施形態における光学データを説明するための参考図である。

【図 5 8】本発明の第 8 の実施形態における仮定を説明するための参考図である。

【図 5 9】本発明の第 8 の実施形態におけるキャリブレーション手順を示すフローチャートである。

【図 6 0】本発明の第 8 の実施形態におけるマスク位置情報の生成方法を説明するための参考図である。

【図 6 1】本発明の第 8 の実施形態における計測結果を示すグラフである。

【図 6 2】本発明の第 9 の実施形態における計測手順を示すフローチャートである。

【図 6 3】本発明の第 9 の実施形態におけるステレオ計測手順を示すフローチャートである。

【図 6 4】本発明の第 9 の実施形態における歪補正テーブルの算出方法を説明するための参考図である。

【図 6 5】本発明の第 9 の実施形態におけるマッチング処理を説明するための参考図である。

【図 6 6】本発明の第 9 の実施形態におけるマッチング処理を説明するための参考図である。

【図 6 7】ステレオ計測結果の精度を示すグラフである。

【図 6 8】チャート画像内の格子点間の距離を計測する方法を説明するための参考図である。

【符号の説明】

【0168】

1・・・計測用内視鏡装置、18・・・計測処理部、18a・・・制御部（読出部）、18b・・・画像取得部、18c・・・計測点指定部、18d・・・マッチング演算部（映像信号補正部）、18e・・・3次元座標演算部（計測処理部）、18f・・・記憶部、18g・・・マスク形状抽出部、18h・・・マスク位置演算部（位置関係検出部）、18i・・・歪補正テーブル演算部（光学特性補正部、環境データ生成部）、18j・・・アライメントマーク抽出部、18k・・・マスク照明制御部、18l・・・ダイナミックレンジ変換処理部（ダイナミックレンジ変換部）、18m・・・重ね合わせ処理部（合成部）、18n・・・マッチングライン演算部

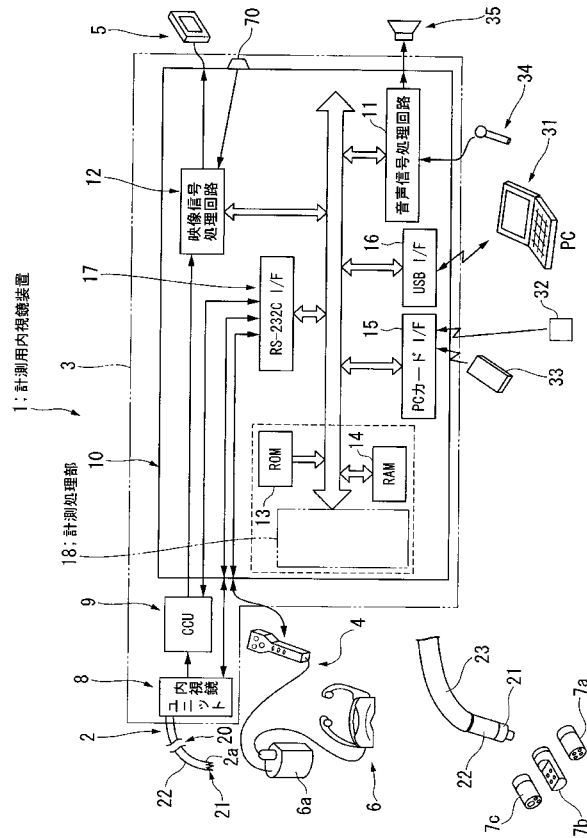
10

20

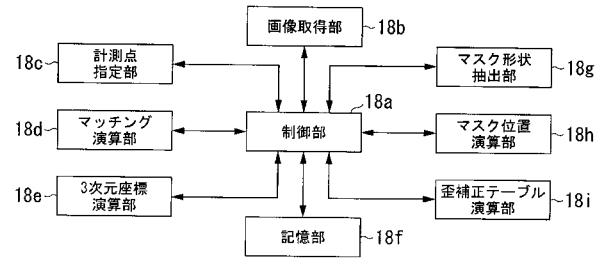
30

40

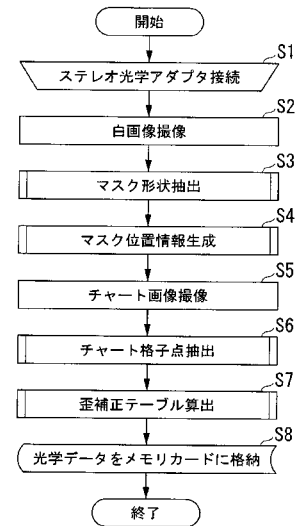
【図 1】



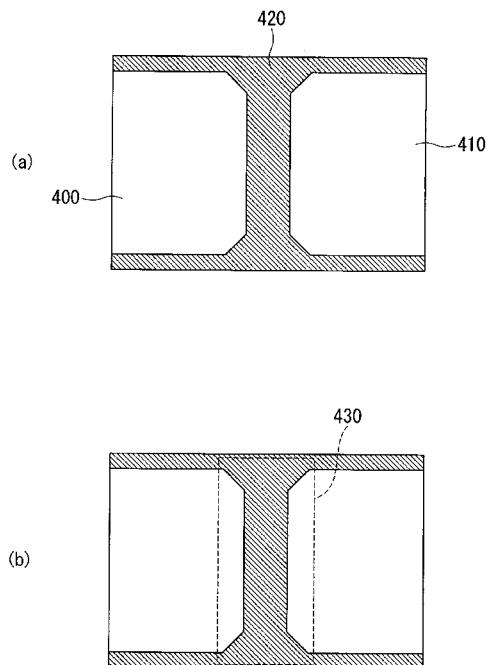
【図 2】



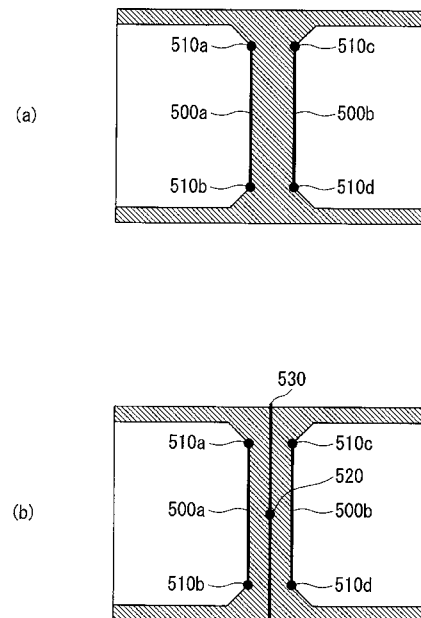
【図 3】



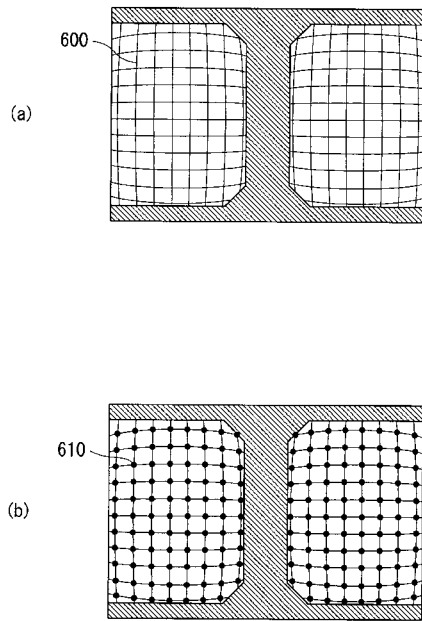
【図 4】



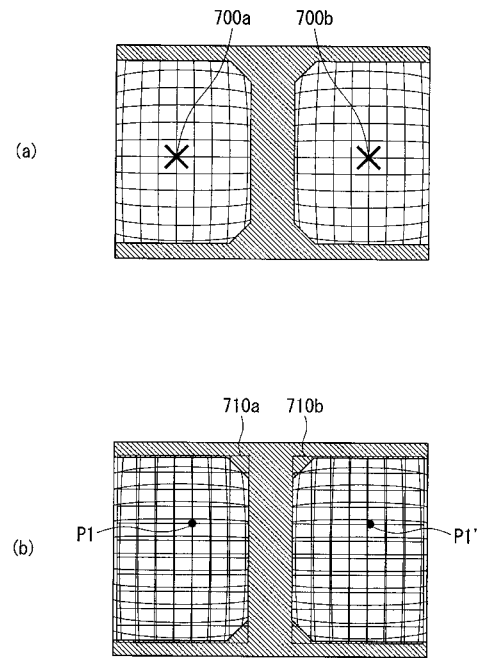
【図 5】



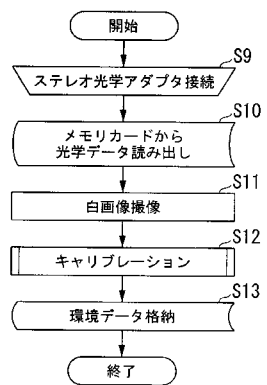
【図 6】



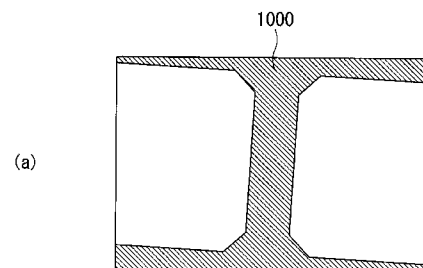
【図 7】



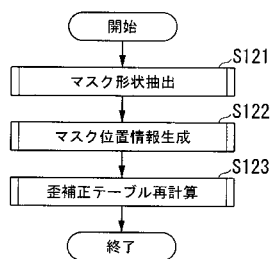
【図 8】



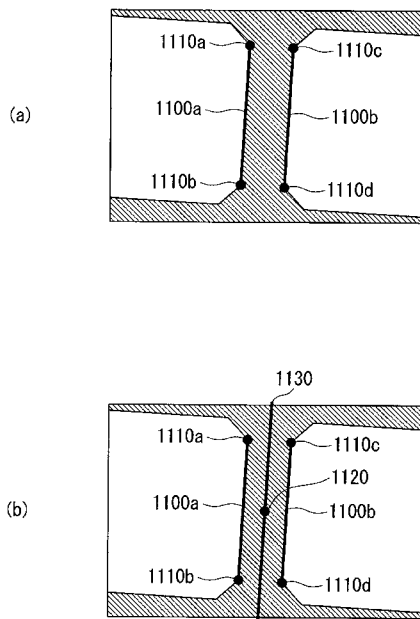
【図 10】



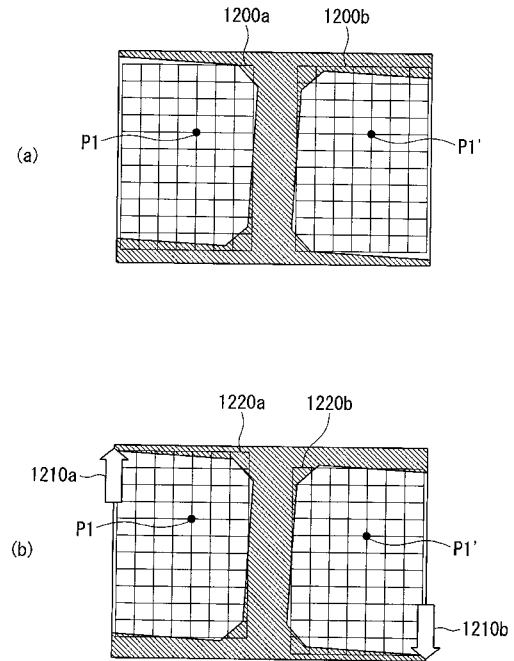
【図 9】



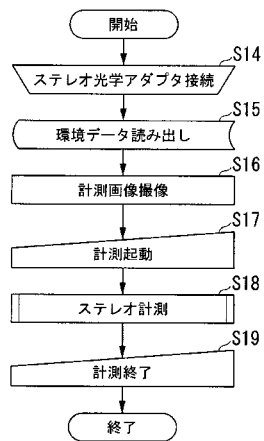
【図 1 1】



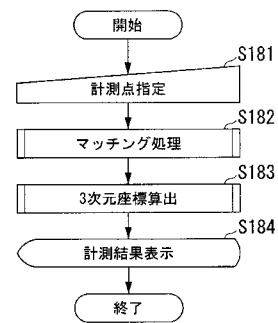
【図 1 2】



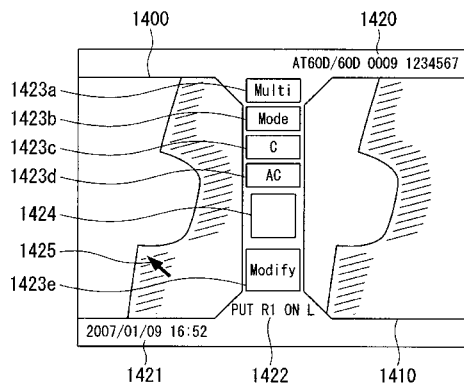
【図 1 3】



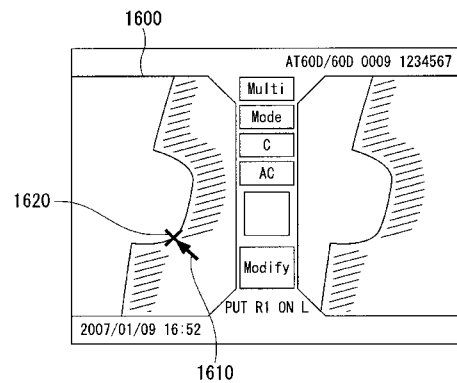
【図 1 5】



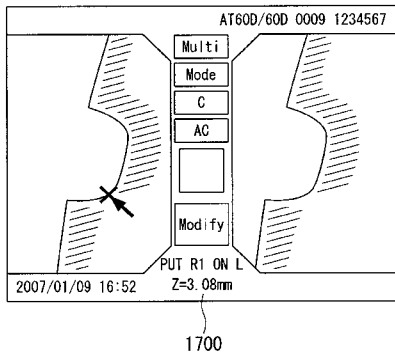
【図 1 4】



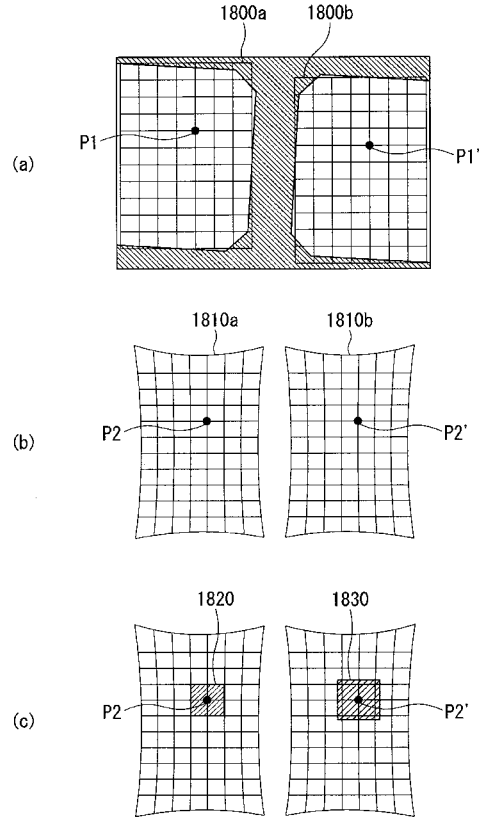
【図 1 6】



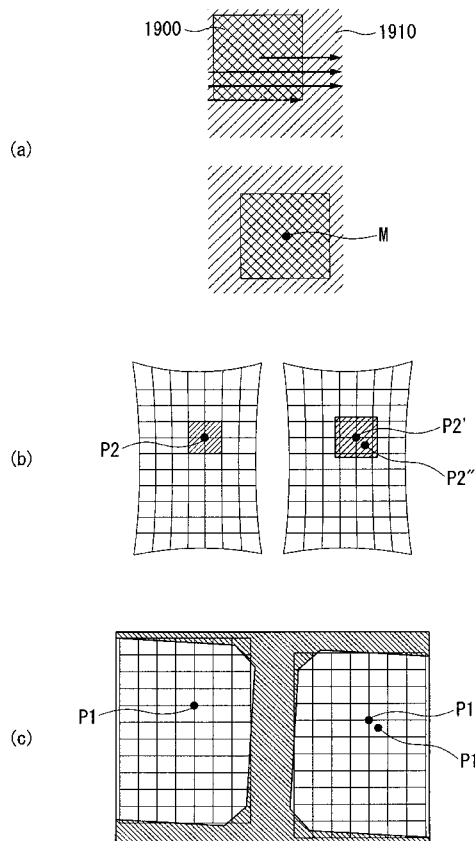
【図 17】



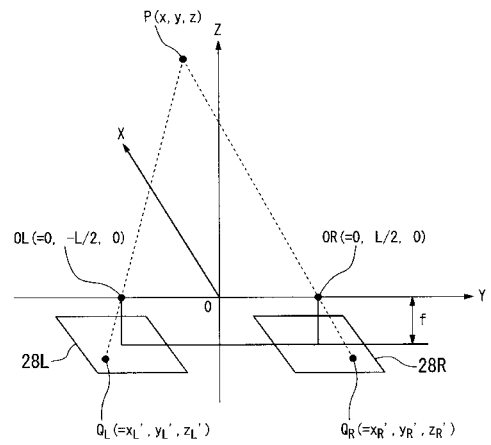
【図 18】



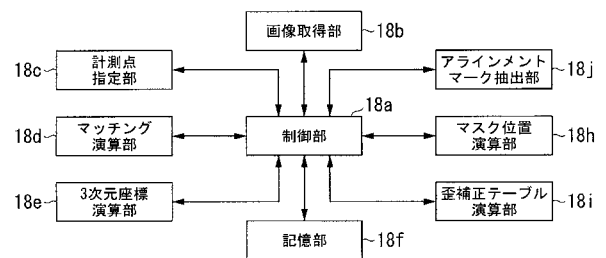
【図 19】



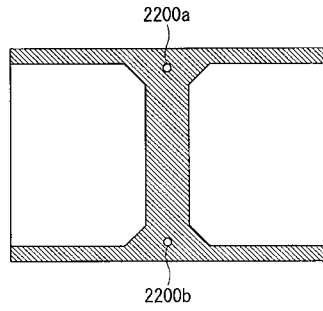
【図 20】



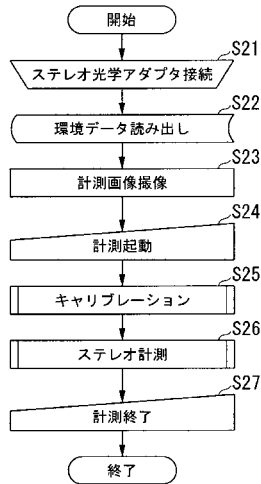
【図 21】



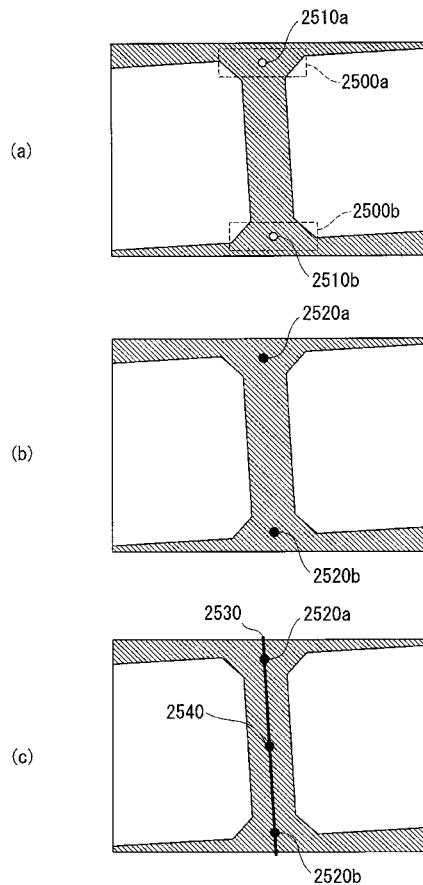
【図 2 2】



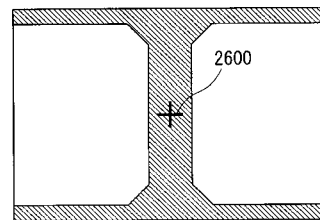
【図 2 3】



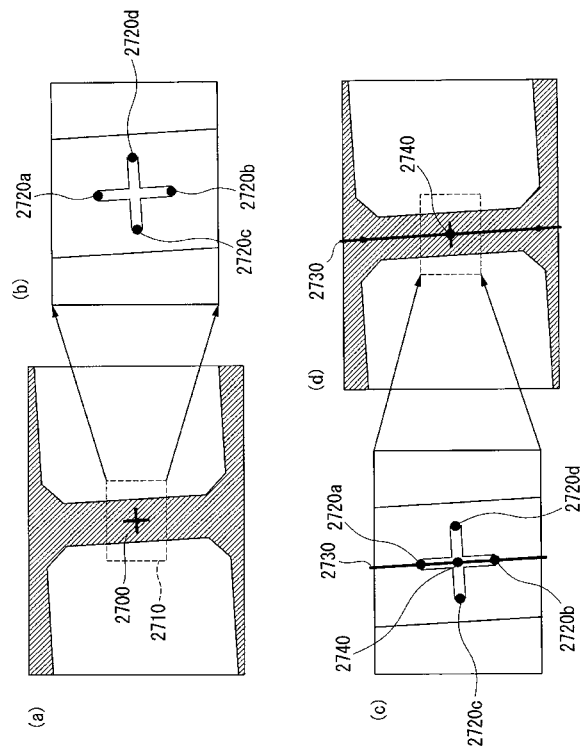
【図 2 5】



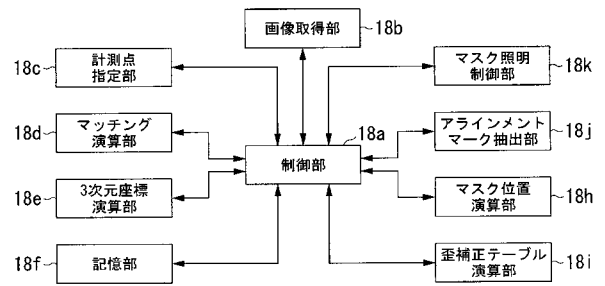
【図 2 6】



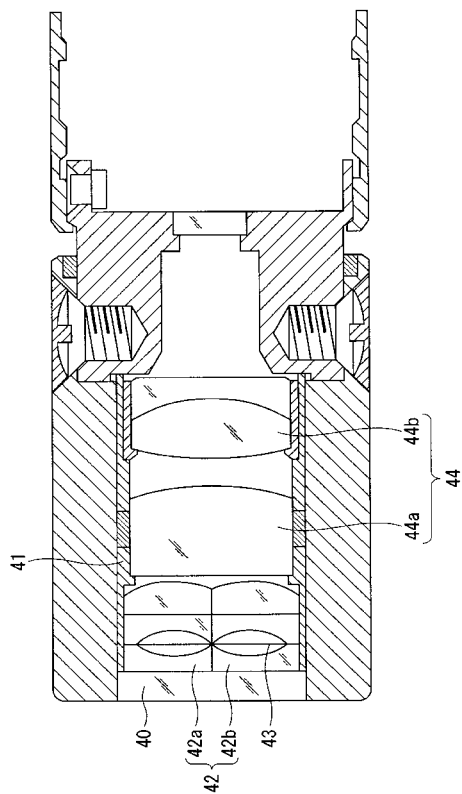
【図 27】



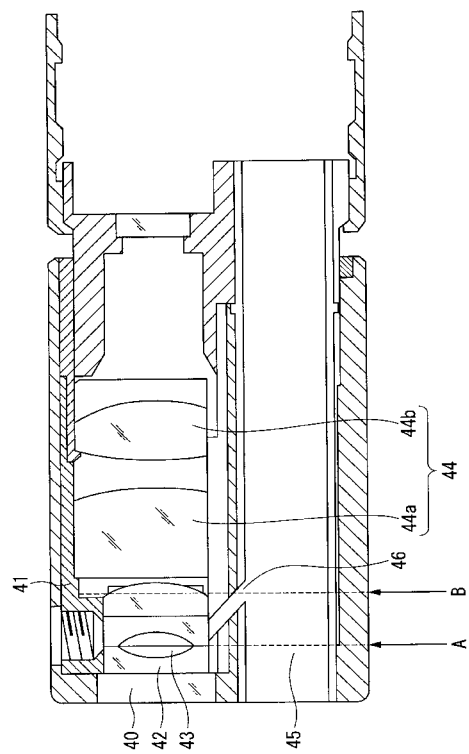
【図 28】



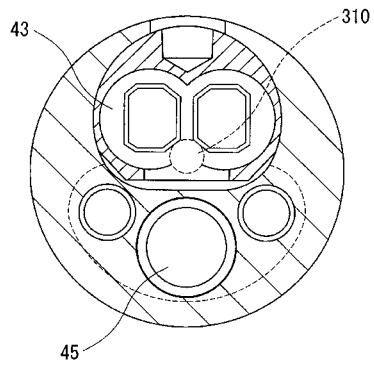
【図 29】



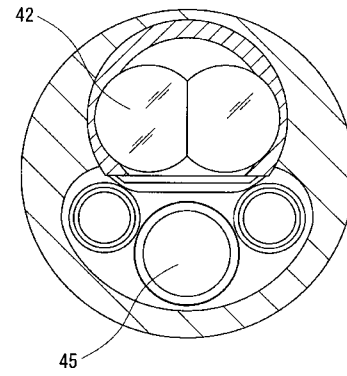
【図 30】



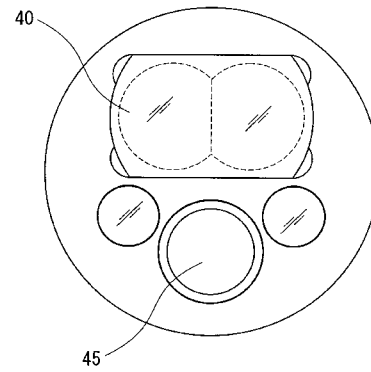
【図 3 1】



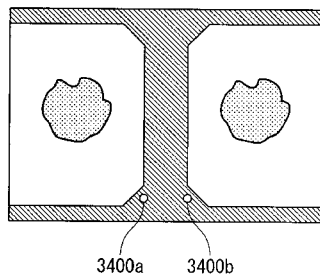
【図 3 2】



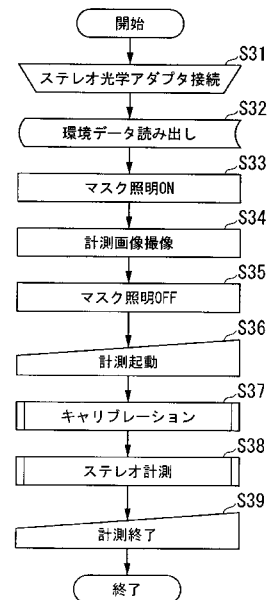
【図 3 3】



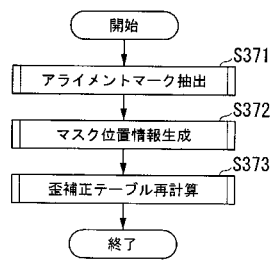
【図 3 4】



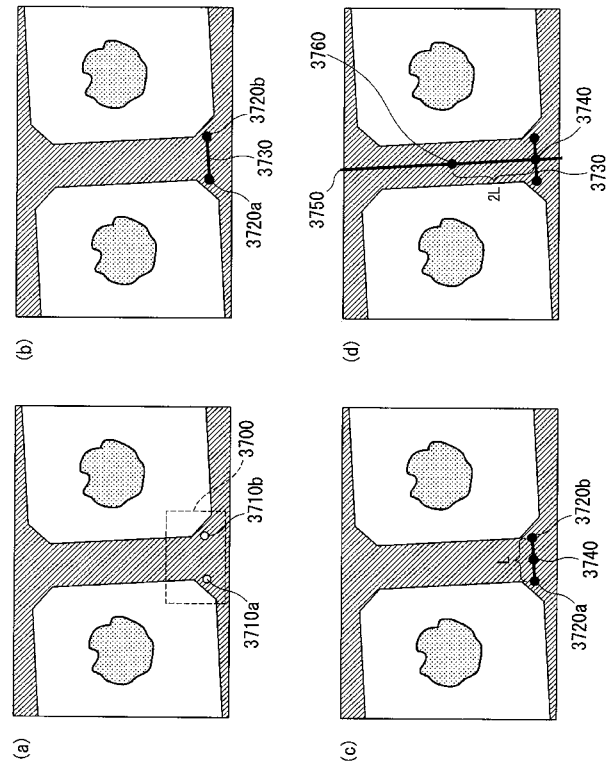
【図 3 5】



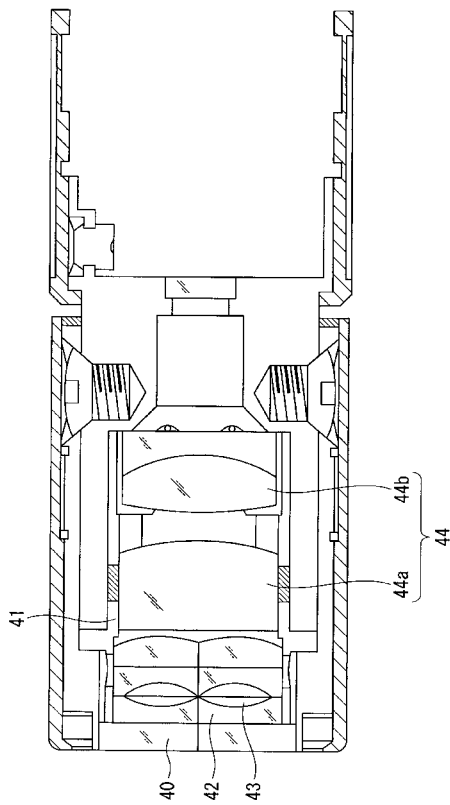
【図 36】



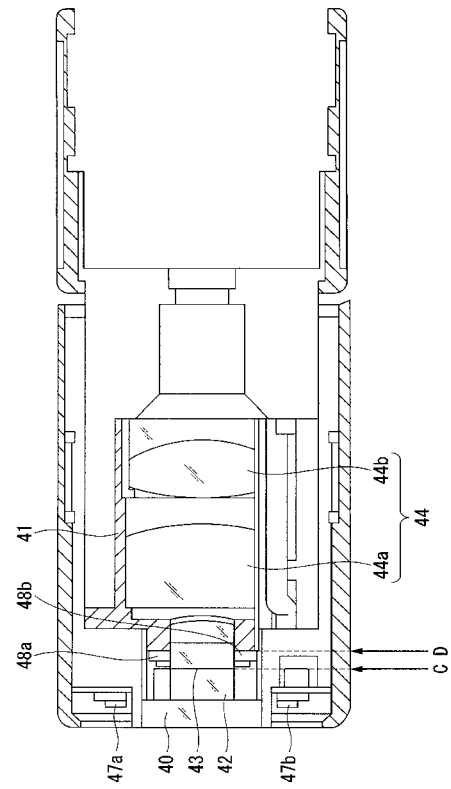
【図 37】



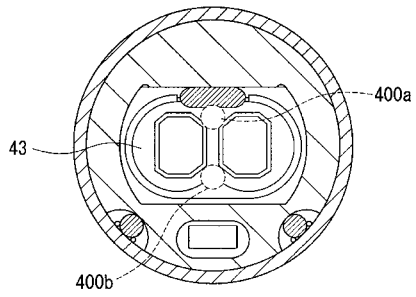
【図 38】



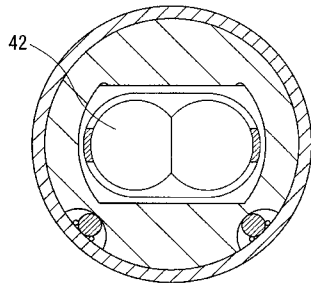
【図 39】



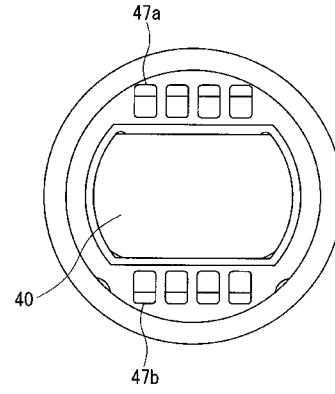
【図 4 0】



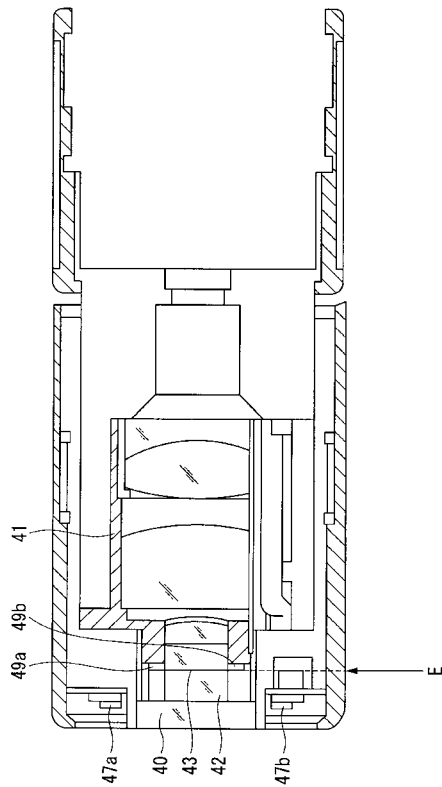
【図 4 1】



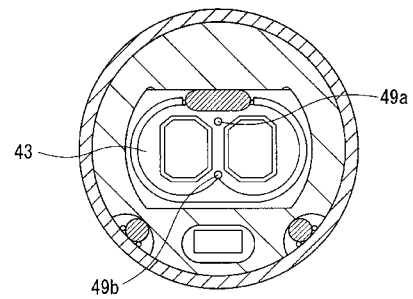
【図 4 2】



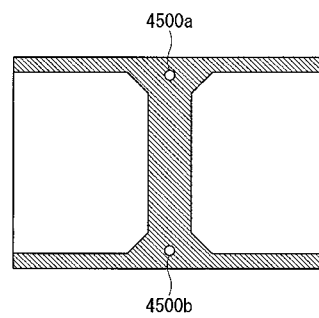
【図 4 3】



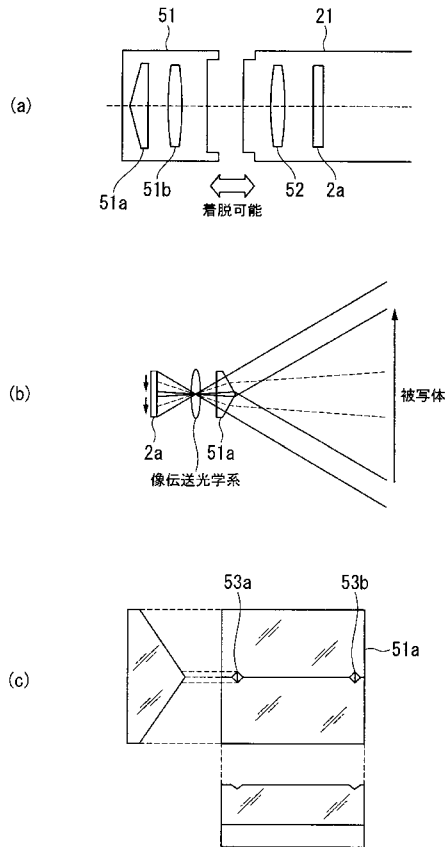
【図 4 4】



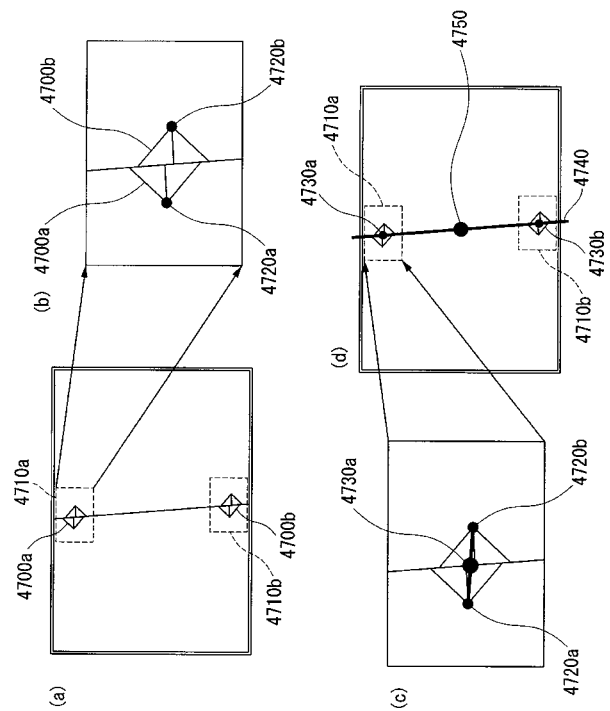
【図 4 5】



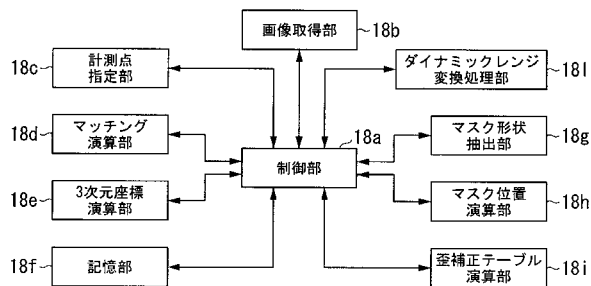
【図 4 6】



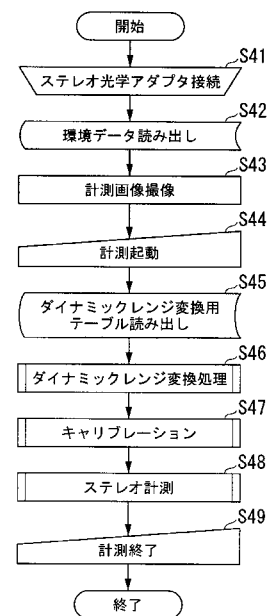
【図 4 7】



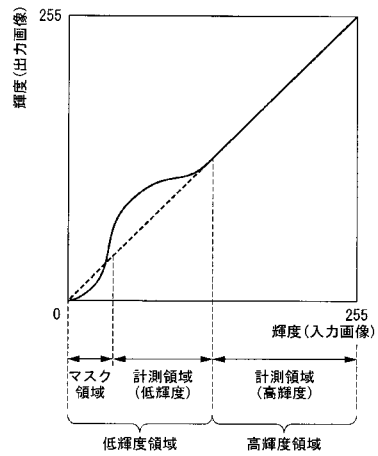
【図 4 8】



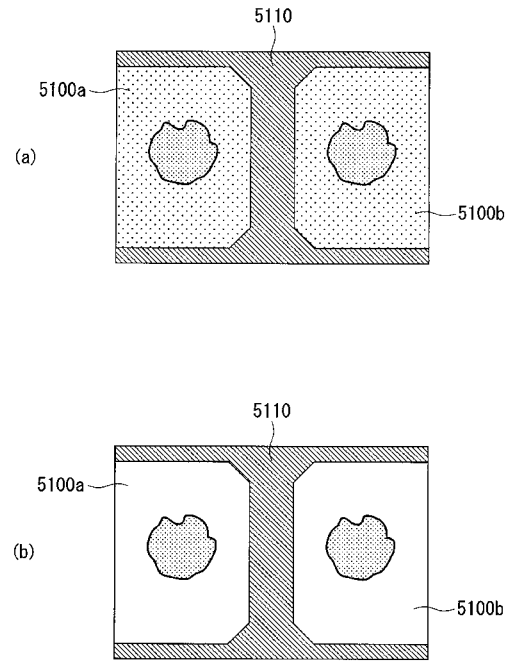
【図 4 9】



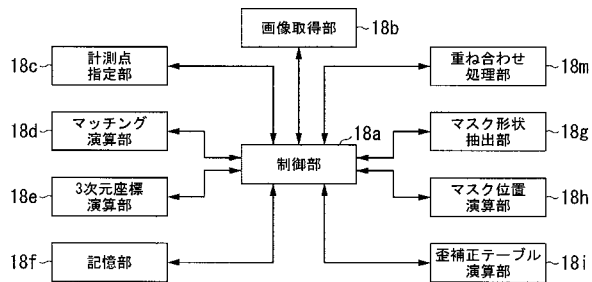
【図50】



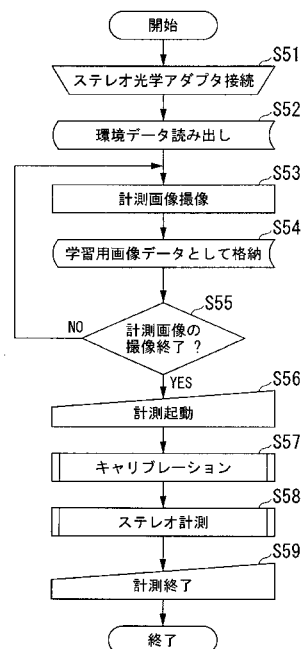
【図51】



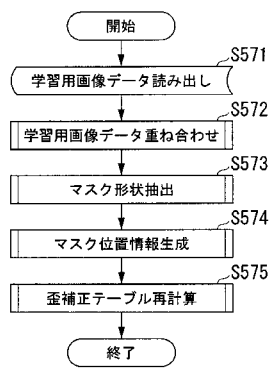
【図52】



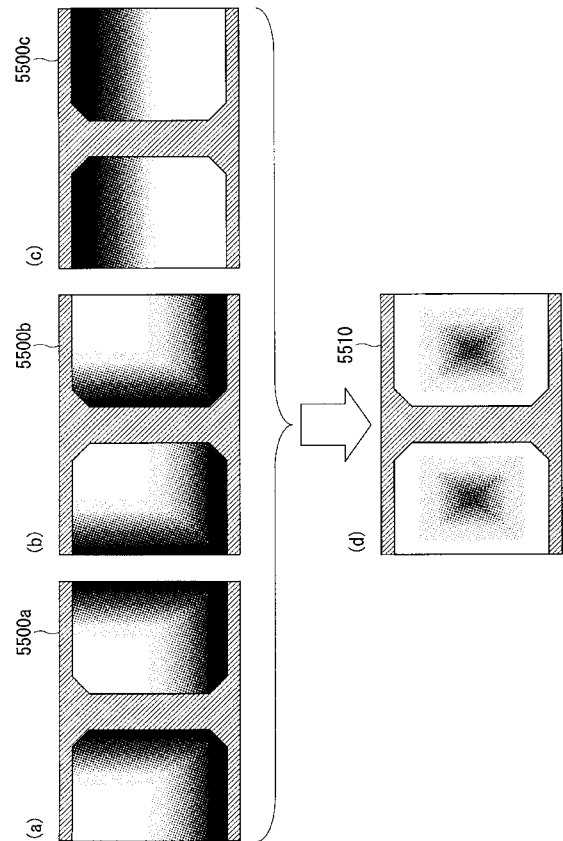
【図53】



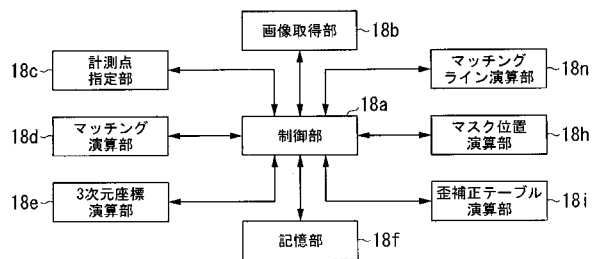
【図 5 4】



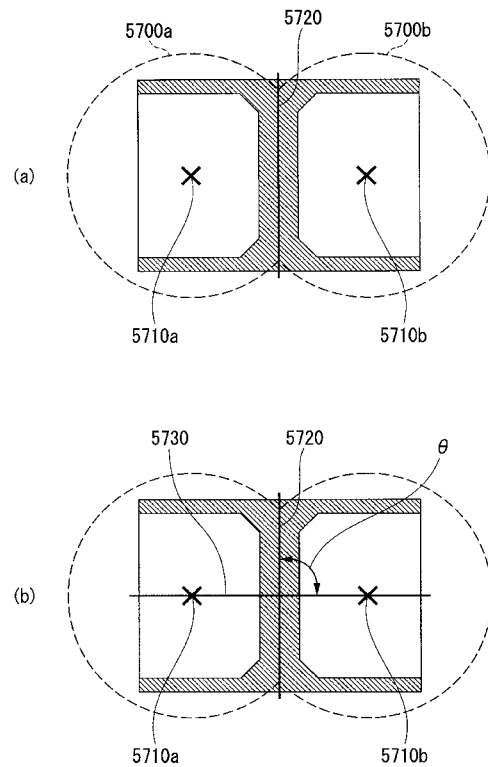
【図 5 5】



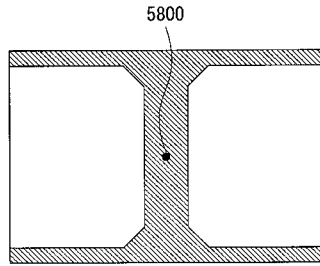
【図 5 6】



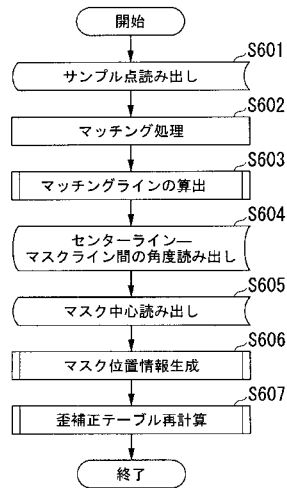
【図 5 7】



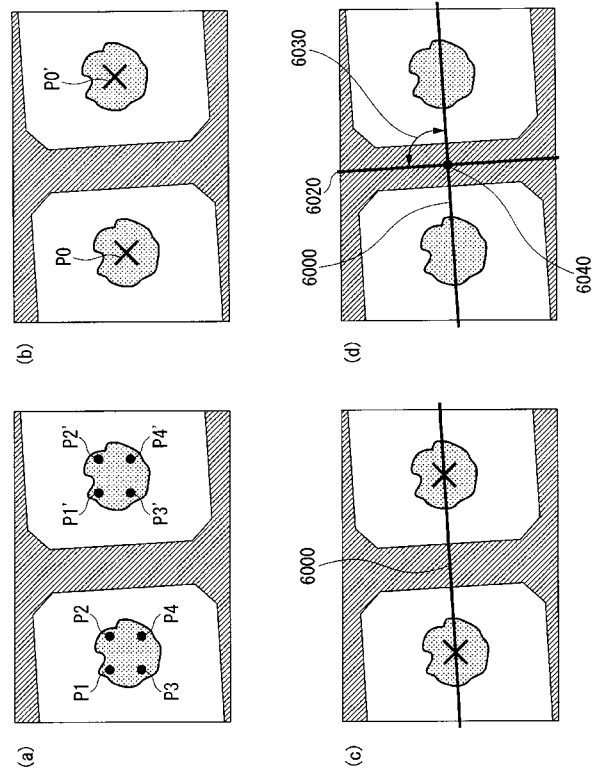
【図 58】



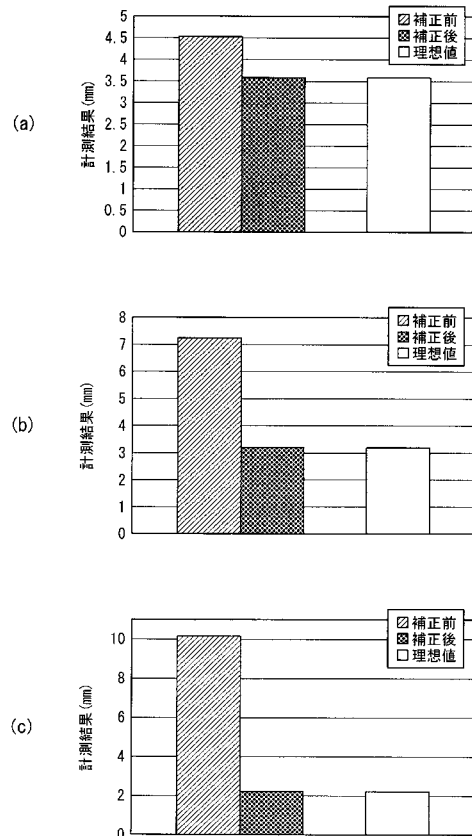
【図 59】



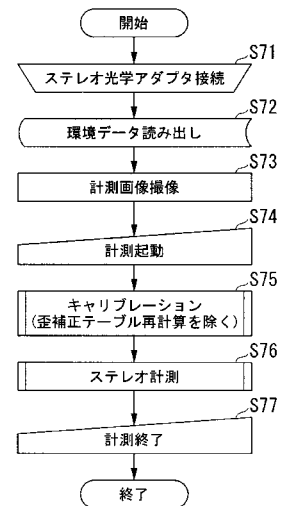
【図 60】



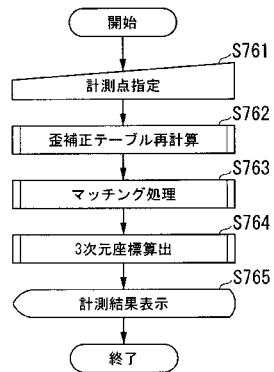
【図 61】



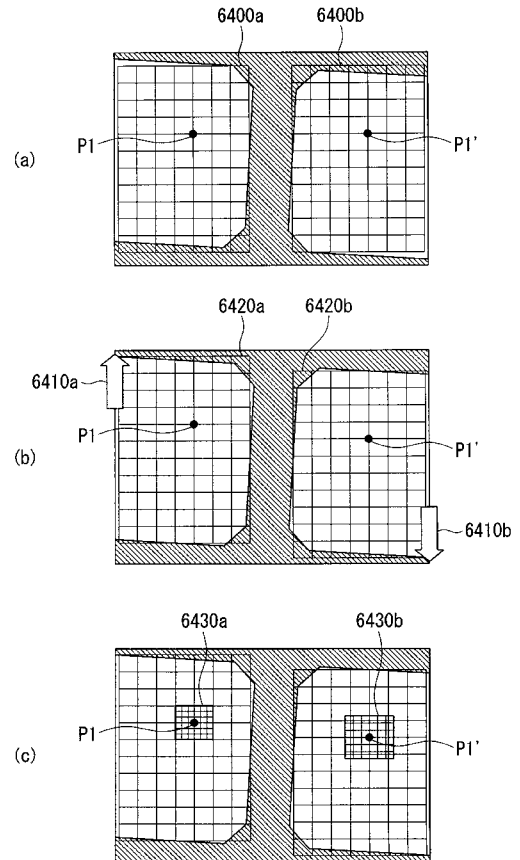
【図 62】



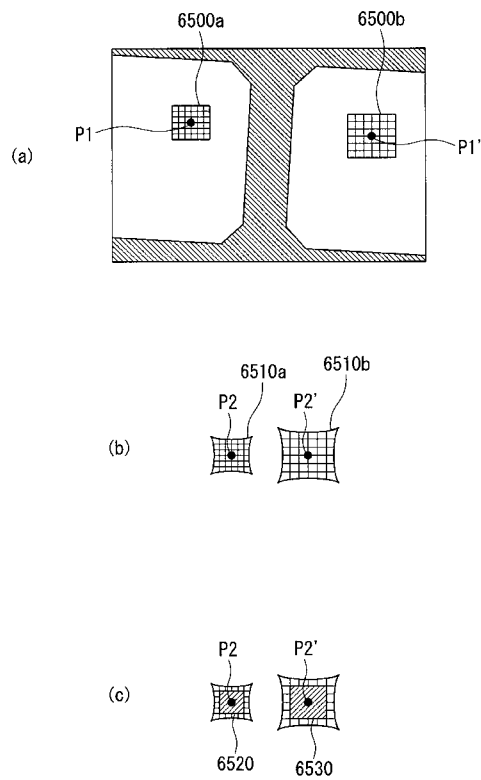
【図 6 3】



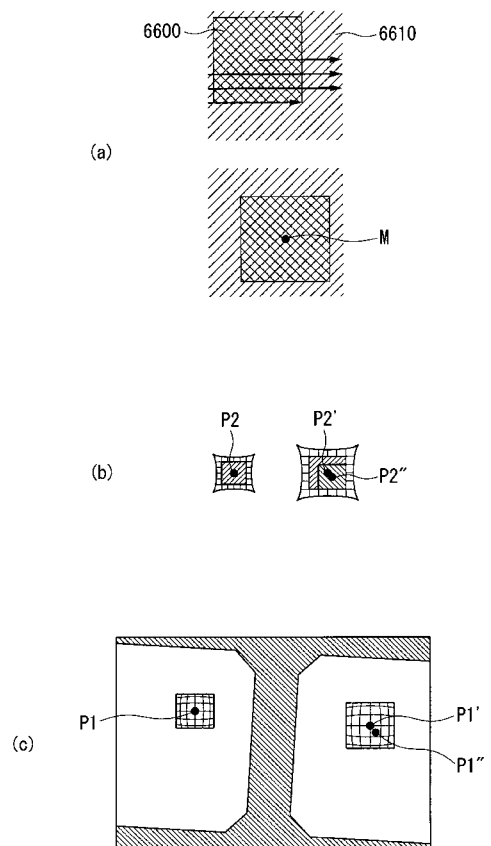
【図 6 4】



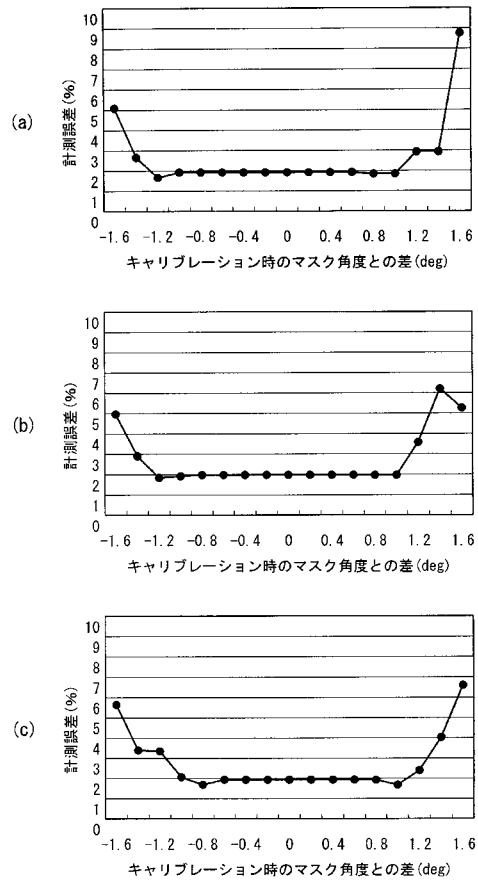
【図 6 5】



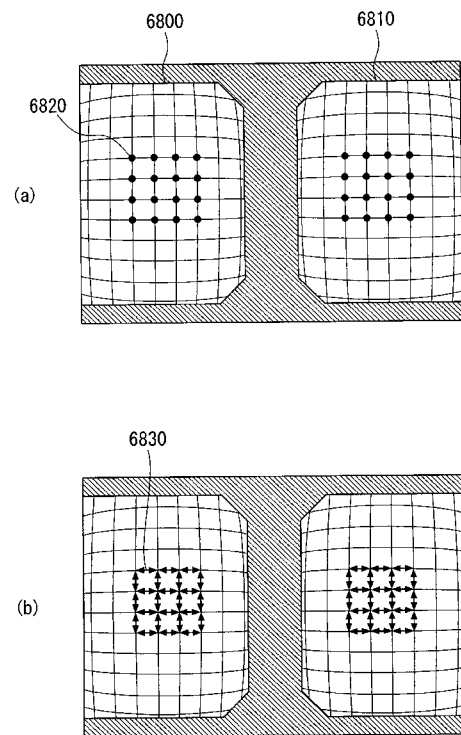
【図 6 6】



【図 67】



【図 68】



フロントページの続き

(72)発明者 堀 史生

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

F ターム(参考) 2H040 BA15 CA02 CA22 DA14 DA52 GA00

4C061 BB06 CC06 FF40 HH52 JJ19 NN01 NN05 NN07 SS11 SS21

VV03 VV04 YY02 YY12 YY14 YY18

5C054 CC07 FC15 FD03 GA01 GA04 GB01 HA12

专利名称(译)	内窥镜设备和程序		
公开(公告)号	JP2009258427A	公开(公告)日	2009-11-05
申请号	JP2008107939	申请日	2008-04-17
[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	堀史生		
发明人	堀 史生		
IPC分类号	G02B23/24 A61B1/00 A61B1/04 G02B23/26 H04N7/18		
FI分类号	G02B23/24.B A61B1/00.300.E A61B1/04.370 G02B23/26.C H04N7/18.M A61B1/00.522 A61B1/00.551 A61B1/00.552 A61B1/04 A61B1/045.610		
F-TERM分类号	2H040/BA15 2H040/CA02 2H040/CA22 2H040/DA14 2H040/DA52 2H040/GA00 4C061/BB06 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/HH52 4C061/JJ19 4C061/NN01 4C061/NN05 4C061/NN07 4C061/SS11 4C061/SS21 4C061/VV03 4C061/VV04 4C061/YY02 4C061/YY12 4C061/YY14 4C061/YY18 5C054/CC07 5C054/FC15 5C054/FD03 5C054/GA01 5C054/GA04 5C054/GB01 5C054/HA12 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/HH52 4C161/JJ19 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/NN07 4C161/SS11 4C161/SS21 4C161/VV03 4C161/VV04 4C161/YY02 4C161/YY12 4C161/YY14 4C161/YY18		
代理人(译)	塔奈澄夫		
其他公开文献	JP5231075B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够防止测量精度恶化的测量内窥镜设备。在测量时，对准标记提取单元18j基于图像数据从图像中的图像处理区域的图像提取对准标记的形状。掩模位置计算单元18h基于对准标记的信息生成掩模位置信息。失真校正表计算单元18i基于所生成的掩模位置信息重新计算失真校正表。由失真校正表计算单元18i生成的失真校正表由控制单元18a存储在存储单元18f中作为环境数据的一部分。 .The 21

