

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7402252号  
(P7402252)

(45)発行日 令和5年12月20日(2023.12.20)

(24)登録日 令和5年12月12日(2023.12.12)

(51)国際特許分類	F I			
A 6 1 B	1/00 (2006.01)	A 6 1 B	1/00	5 5 1
A 6 1 B	1/045(2006.01)	A 6 1 B	1/045	6 1 8
		A 6 1 B	1/045	6 2 2
		A 6 1 B	1/045	6 1 4

請求項の数 22 (全30頁)

(21)出願番号	特願2021-566837(P2021-566837)	(73)特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(86)(22)出願日	令和2年10月12日(2020.10.12)	(74)代理人	110001988 弁理士法人小林国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/038509	(72)発明者	吉岡 将人 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/131238	(72)発明者	大酒 正明 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	審査官	高松 大
審査請求日	令和4年5月30日(2022.5.30)		
(31)優先権主張番号	特願2019-234984(P2019-234984)		
(32)優先日	令和1年12月25日(2019.12.25)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内視鏡装置及びその作動方法並びに内視鏡装置用プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光光源部と、  
プロセッサとを備え、  
前記プロセッサは、  
前記計測補助光によって前記被写体上に形成される特定領域を含む前記被写体を撮像した撮像画像を取得し、  
前記撮像画像において前記被写体上の前記特定領域の位置を特定し、  
前記特定領域の位置に基づいて前記被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定し、  
前記撮像画像において前記被写体を含む注目領域を抽出し、  
前記注目領域においてサイズを計測する計測部分を、予め設定した基準により選択した部分を前記計測部分とするか、または、前記計測部分の指定を受け付け、前記指定に従って選択した部分を前記計測部分とするかのいずれかに基づき決定し、  
前記基準スケールに基づいて前記注目領域の前記計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成し、  
前記撮像画像に前記計測値マーカを重畳した特定画像を作成する内視鏡装置。

【請求項2】

被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光光源部と、  
プロセッサとを備え、  
前記プロセッサは、

前記計測補助光によって前記被写体上に形成される特定領域を含む前記被写体を撮像した撮像画像を取得し、

前記撮像画像において前記被写体上の前記特定領域の位置を特定し、

前記特定領域の位置に基づいて前記被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定し、

前記撮像画像において前記被写体を含む注目領域を抽出し、

前記注目領域においてサイズを計測する計測部分を決定し、

前記基準スケールに基づいて前記注目領域の前記計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成し、

前記撮像画像に前記計測値マーカを重畳した特定画像を作成し、

前記特定領域が前記注目領域上にある場合、前記特定領域を起点とした際に、前記注目領域において前記起点からのサイズが最大となる部分を前記計測部分と決定する内視鏡装置。

10

#### 【請求項 3】

被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光光源部と、

プロセッサとを備え、

前記プロセッサは、

前記計測補助光によって前記被写体上に形成される特定領域を含む前記被写体を撮像した撮像画像を取得し、

前記撮像画像において前記被写体上の前記特定領域の位置を特定し、

前記特定領域の位置に基づいて前記被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定し、

前記撮像画像において前記被写体を含む注目領域を抽出し、

前記注目領域においてサイズを計測する計測部分を決定し、

前記基準スケールに基づいて前記注目領域の前記計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成し、

20

前記撮像画像に前記計測値マーカを重畳した特定画像を作成し、

前記基準スケールの前記実寸サイズを  $L_0$ 、前記撮像画像に前記基準スケールを重畳した場合の前記基準スケールのピクセル数を  $A_a$ 、前記撮像画像において前記注目領域の前記計測部分に前記基準スケールを重畳した場合の計測部分のピクセル数を  $B_a$ 、及び前記計測値マーカの前記実寸サイズを  $L_1$  とした場合、以下の式 (1) を満たすように前記計測値マーカを生成する内視鏡装置。

$$L_1 = L_0 \times B_a / A_a \quad (1)$$

30

#### 【請求項 4】

被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光光源部と、

プロセッサとを備え、

前記プロセッサは、

前記計測補助光によって前記被写体上に形成される特定領域を含む前記被写体を撮像した撮像画像を取得し、

前記撮像画像において前記被写体上の前記特定領域の位置を特定し、

前記特定領域の位置に基づいて前記被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定し、

前記撮像画像において前記被写体を含む注目領域を抽出し、

前記注目領域においてサイズを計測する計測部分を決定し、

前記基準スケールに基づいて前記注目領域の前記計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成し、

40

前記撮像画像に前記計測値マーカを重畳した特定画像を作成し、

前記基準スケールの前記実寸サイズを  $L_0$ 、前記撮像画像に前記基準スケールを重畳し、かつ、前記撮像画像のひずみ情報を考慮して補正した場合の前記基準スケールのピクセル数を  $A_c$ 、前記撮像画像において前記注目領域の前記計測部分に前記基準スケールを重畳し、かつ、前記撮像画像のひずみ情報を考慮して補正した場合の前記計測部分のピクセル数を  $B_c$ 、及び前記計測値マーカの前記実寸サイズを  $L_1$  とした場合、以下の式 (2) を満たすように前記計測値マーカを生成する内視鏡装置。

$$L_1 = L_0 \times B_c / A_c \quad (2)$$

50

## 【請求項 5】

被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光光源部と、  
 プロセッサとを備え、  
 前記プロセッサは、  
 前記計測補助光によって前記被写体上に形成される特定領域を含む前記被写体を撮像した撮像画像を取得し、  
 前記撮像画像において前記被写体上の前記特定領域の位置を特定し、  
 前記特定領域の位置に基づいて前記被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定し、  
 前記撮像画像において前記被写体を含む注目領域を抽出し、  
 前記注目領域においてサイズを計測する計測部分を決定し、  
 前記基準スケールに基づいて前記注目領域の前記計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成し、  
 前記撮像画像に前記計測値マーカを重畳した特定画像を作成し、  
 前記特定画像と前記計測値とを対応付けた教師データを保存する内視鏡装置。

10

## 【請求項 6】

前記プロセッサは、前記撮像画像をディスプレイに表示した際の水平方向における前記注目領域のサイズを前記計測部分と決定する請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

## 【請求項 7】

前記プロセッサは、前記特定領域が前記注目領域上にある場合、前記特定領域を基点とした際に、前記注目領域において前記基点からのサイズが最大となる部分を前記計測部分と決定する請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

20

## 【請求項 8】

前記プロセッサは、前記注目領域の任意方向における最大サイズとなる部分を前記計測部分と決定する請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

## 【請求項 9】

前記プロセッサは、前記計測部分の指定を受け付け、  
 前記指定に従って前記計測部分を決定する請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

## 【請求項 10】

前記プロセッサは、前記基準スケールの前記実寸サイズを  $L_0$ 、前記撮像画像に前記基準スケールを重畳した場合の前記基準スケールのピクセル数を  $A_a$ 、前記撮像画像において前記注目領域の前記計測部分に前記基準スケールを重畳した場合の計測部分のピクセル数を  $B_a$ 、及び前記計測値マーカの前記実寸サイズを  $L_1$  とした場合、以下の式 (1) を満たすように前記計測値マーカを生成する請求項 1 または 2 に記載の内視鏡装置。

30

$$L_1 = L_0 \times B_a / A_a \quad (1)$$

## 【請求項 11】

前記プロセッサは、前記基準スケールの前記実寸サイズを  $L_0$ 、前記撮像画像に前記基準スケールを重畳し、かつ、前記撮像画像のひずみ情報を考慮して補正した場合の前記基準スケールのピクセル数を  $A_c$ 、前記撮像画像において前記注目領域の前記計測部分に前記基準スケールを重畳し、かつ、前記撮像画像のひずみ情報を考慮して補正した場合の前記計測部分のピクセル数を  $B_c$ 、及び前記計測値マーカの前記実寸サイズを  $L_1$  とした場合、以下の式 (2) を満たすように前記計測値マーカを生成する請求項 1 または 2 に記載の内視鏡装置。

40

$$L_1 = L_0 \times B_c / A_c \quad (2)$$

## 【請求項 12】

前記計測補助光は、平面状、メッシュ状、又はドット状であり、  
 前記特定領域は、形状がそれぞれ線状、メッシュ状、又はドット状である請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

## 【請求項 13】

50

前記計測値マーカは、形状が直線の線分又は直線の線分の組み合わせである請求項 1 ないし 1.1のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

【請求項 1 4】

前記計測値マーカは、前記計測値の値を示す数字を含む請求項 1 ないし 1.3のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

【請求項 1 5】

前記計測値マーカは、前記計測値の値を示す数字自体である請求項 1 ないし 1.3のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

【請求項 1 6】

前記プロセッサは、前記撮像画像に前記計測値マーカを前記注目領域の前記計測部分に合わせた状態で重畳した特定画像を作成する請求項 1 ないし 1.5のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。 10

【請求項 1 7】

前記プロセッサは、前記撮像画像に前記計測値マーカを前記注目領域の前記計測部分以外の部分に重畳した特定画像を作成する請求項 1 ないし 1.5のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

【請求項 1 8】

前記プロセッサは、過去に取得された前記撮像画像により学習した学習済みモデルを用いて前記注目領域を抽出する請求項 1 ないし 1.7のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

【請求項 1 9】 20

前記プロセッサは、過去に取得された前記撮像画像により学習した学習済みモデルを用いて前記計測部分を決定する請求項 1 ないし 1.8のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

【請求項 2 0】

前記プロセッサは、前記特定画像と前記計測値とを対応付けた教師データを保存する請求項 1 ないし 4のいずれか 1 項に記載の内視鏡装置。

【請求項 2 1】

被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光発光ステップと、  
前記計測補助光によって前記被写体上に形成される特定領域を含む前記被写体を撮像した撮像画像を取得する撮像画像取得ステップと、  
前記撮像画像において前記被写体上の前記特定領域の位置を特定する位置特定ステップと、  
前記特定領域の位置に基づいて前記被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定する基準スケール設定ステップと、

前記撮像画像において前記被写体を含む注目領域を抽出する注目領域抽出ステップと、  
前記注目領域においてサイズを計測する計測部分を、予め設定した基準により選択した部分を前記計測部分とするか、または、前記計測部分の指定を受け付け、前記指定に従って選択した部分を前記計測部分とするかのいずれかに基づき決定する計測部決定ステップと、

前記基準スケールに基づいて前記注目領域の前記計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成する計測値マーカ生成ステップと、 40

前記撮像画像に前記計測値マーカを重畳した特定画像を作成する特定画像生成ステップとを備える内視鏡装置の作動方法。

【請求項 2 2】

被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光光源部を備える内視鏡装置用プログラムであって、

コンピュータに、

被写体の計測に用いる計測補助光を発する機能と、

前記計測補助光によって前記被写体上に形成される特定領域を含む前記被写体を撮像した撮像画像を取得する機能と、

前記撮像画像において前記被写体上の前記特定領域の位置を特定する機能と、 50

前記特定領域の位置に基づいて前記被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定する機能と、

前記撮像画像において前記被写体を含む注目領域を抽出する機能と、

前記注目領域においてサイズを計測する計測部分を予め設定した基準により選択した部分を前記計測部分とするか、または、前記計測部分の指定を受け付け、前記指定に従って選択した部分を前記計測部分とするかのいずれかに基づき決定する機能と、

前記基準スケールに基づいて前記注目領域の前記計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成する機能と、

前記撮像画像に前記計測値マーカを重畳した特定画像を作成する機能とを実現させるための内視鏡装置用プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被写体の大きさを測定する内視鏡装置及びその作動方法並びに内視鏡装置用プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡装置では、被写体までの距離の計測、又は被写体の長さ若しくは大きさの算出が行われている。例えば、特許文献1では、被写体に対してレーザによる計測補助光を照射し、被写体上にスポットを形成する。被写体を撮像して得られる撮像画像から、スポットの位置を特定する。そして、スポットの位置に応じて、被写体に含まれる測定対象における実寸サイズを示す指標図形を設定し、設定した指標図形からなる計測値マーカを撮像画像上に表示する。

【0003】

計測値マーカは、例えば、上下左右に広がる固定サイズのスケールを有する。したがって、測定対象上又は測定対象の付近に計測値マーカを設定した撮像画像を表示することにより、計測値マーカが有するスケールと測定対象とを対比して、測定対象の大きさを推定して算出することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第2018/051680号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来では、予め設定された固定サイズのスケールを有する計測値マーカと測定対象とを対比することにより、測定対象の測長等の計測を行っていた。しかしながら、このような方法では、測定対象の計測を行う際に、測定対象に計測値マーカを測定しやすいように合わせた状態を保持するか、または、測定対象に計測値マーカを合わせた状態の静止画を保存する手間が生じる場合があった。

【0006】

本発明は、上記実情に鑑み、測定対象の計測を簡便に行うことができる内視鏡装置及びその作動方法並びに内視鏡装置用プログラム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】

【0007】

本発明の内視鏡装置は、被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光源部と、プロセッサとを備える。プロセッサは、計測補助光によって被写体上に形成される特定領域を含む被写体を撮像した撮像画像を取得し、撮像画像において被写体上の特定領域の位置を特定し、特定領域の位置に基づいて被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定し、撮像画像において被写体を含む注目領域を抽出し、注目領域においてサイズを計測す

10

20

30

40

50

る計測部分を決定し、基準スケールに基づいて注目領域の計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成し、撮像画像に計測値マーカを重畳した特定画像を作成する。注目領域においてサイズを計測する計測部分を予め設定した基準により選択した部分を計測部分とするか、または、計測部分の指定を受け付け、指定に従って選択した部分を計測部分とするかのいずれかに基づき決定する。

【0008】

プロセッサは、撮像画像をディスプレイに表示した際の水平方向における注目領域のサイズを計測部分と決定することが好ましい。

【0009】

プロセッサは、特定領域が注目領域上にある場合、特定領域を基点とした際に、注目領域において基点からのサイズが最大となる部分を計測部分と決定することが好ましい。

10

【0010】

プロセッサは、注目領域の任意方向における最大サイズとなる部分を計測部分と決定することが好ましい。

【0011】

プロセッサは、計測部分の指定を受け付け、指定に従って計測部分を決定することが好ましい。

【0012】

プロセッサは、基準スケールの実寸サイズを  $L_0$ 、撮像画像に基準スケールを重畳した場合の基準スケールのピクセル数を  $A_a$ 、撮像画像において注目領域の計測部分に基準スケールを重畳した場合の計測部分のピクセル数を  $B_a$ 、及び計測値マーカの実寸サイズを  $L_1$  とした場合、以下の式(1)を満たすように計測値マーカを生成することが好ましい。

20

$$L_1 = L_0 \times B_a / A_a \quad (1)$$

【0013】

プロセッサは、基準スケールの実寸サイズを  $L_0$ 、撮像画像に基準スケールを重畳し、かつ、撮像画像のひずみ情報を考慮して補正した場合の基準スケールのピクセル数を  $A_c$ 、撮像画像において注目領域の計測部分に基準スケールを重畳し、かつ、撮像画像のひずみ情報を考慮して補正した場合の計測部分のピクセル数を  $B_c$ 、及び計測値マーカの実寸サイズを  $L_1$  とした場合、以下の式(2)を満たすように計測値マーカを生成することが好ましい。

30

$$L_1 = L_0 \times B_c / A_c \quad (2)$$

【0014】

計測補助光は、平面状、メッシュ状、又はドット状であり、特定領域は、形状がそれぞれ線状、メッシュ状、又はドット状であることが好ましい。

【0015】

計測値マーカは、形状が直線の線分又は直線の線分の組み合わせであることが好ましい。

【0016】

計測値マーカは、計測値の値を示す数字を含むことが好ましい。

【0017】

計測値マーカは、計測値の値を示す数字自体であることが好ましい。

40

【0018】

プロセッサは、撮像画像に計測値マーカを注目領域の計測部分に合わせた状態で重畳した特定画像を作成することが好ましい。

【0019】

プロセッサは、撮像画像に計測値マーカを注目領域の計測部分以外の部分に重畳した特定画像を作成することが好ましい。

【0020】

プロセッサは、過去に取得された撮像画像により学習した学習済みモデルを用いて注目領域を抽出することが好ましい。

【0021】

50

プロセッサは、過去に取得された撮像画像により学習した学習済みモデルを用いて計測部分を決定することが好ましい。

【0022】

プロセッサは、特定画像と計測値とを対応付けた教師データを保存する教師データ保存部を備えることが好ましい。

【0023】

また、本発明は、内視鏡装置の作動方法であって、被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光発光ステップと、計測補助光によって被写体上に形成される特定領域を含む被写体を撮像した撮像画像を取得する撮像画像取得ステップと、撮像画像において被写体上の特定領域の位置を特定する位置特定ステップと、特定領域の位置に基づいて被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定する基準スケール設定ステップと、撮像画像において被写体を含む注目領域を抽出する注目領域抽出ステップと、注目領域においてサイズを計測する計測部分を決定する計測部決定ステップと、基準スケールに基づいて注目領域の計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成する計測値マーカ生成ステップと、撮像画像に計測値マーカを重畳した特定画像を作成する特定画像生成ステップとを備える。

10

【0024】

また、本発明は、被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光光源部を備える内視鏡装置用プログラムであって、コンピュータに、被写体の計測に用いる計測補助光を発する機能と、計測補助光によって被写体上に形成される特定領域を含む被写体を撮像した撮像画像を取得する機能と、撮像画像において被写体上の特定領域の位置を特定する機能と、特定領域の位置に基づいて被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定する機能と、撮像画像において被写体を含む注目領域を抽出する機能と、注目領域においてサイズを計測する計測部分を決定する機能と、基準スケールに基づいて注目領域の計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成する機能と、撮像画像に計測値マーカを重畳した特定画像を作成する機能とを実現させる。

20

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、測定対象の計測を簡便に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0026】

【図1】内視鏡装置の外観図である。

【図2】内視鏡の先端部を示す平面図である。

【図3】内視鏡装置の機能を示すブロック図である。

【図4】計測補助光射出部の機能を示すブロック図である。

【図5】スポットSPが形成された被写体を含む撮像画像の一例の画像図である。

【図6】計測補助光によって被写体上に形成されるスポットSPの位置を説明する説明図である。

【図7】信号処理部の機能を示すブロック図である。

【図8】基準スケール設定部の機能を示すブロック図である。

40

【図9】基準スケールを重畳して表示した撮像画像の一例の画像図である。

【図10】計測値マーカ生成部の機能を示すブロック図である。

【図11】注目領域を説明する説明図である。

【図12】水平方向及び水平方向エッジ部を説明する説明図である。

【図13】計測部分が水平方向である特定画像作成を説明する説明図である。

【図14】線分と数値とを有する計測値マーカを含む特定画像の画像図である。

【図15】線分と数値とが分離する計測値マーカを含む特定画像の画像図である。

【図16】数値からなる計測値マーカを含む特定画像の画像図である。

【図17】注目領域外にある計測値マーカを含む特定画像の画像図である。

【図18】延長方向を説明する説明図である。

50

【図 19】計測部分が延長方向である計測値マーカを含む特定画像の作成を説明する説明図である。

【図 20】延長方向を計測した計測値マーカを含む特定画像の画像図である。

【図 21】最大方向を説明する説明図である。

【図 22】計測部分が最大方向である計測値マーカを含む特定画像の作成を説明する説明図である。

【図 23】最大方向を計測した計測値マーカを含む特定画像の画像図である。

【図 24】補正ピクセル数を説明する説明図である。

【図 25】補正ピクセル数を用いた計測値マーカを含む特定画像の作成を説明する説明図である。

10

【図 26】補正ピクセル数を用いた計測値マーカを含む特定画像の画像図である。

【図 27】計測補助光が平面状である場合のラインの位置を説明する説明図である。

【図 28】計測補助光によって被写体上に形成されるライン及び計測値マーカを説明する説明図である。

【図 29】画像保存部の機能を示すブロック図である。

【図 30】内視鏡装置による特定画像作成及び保存の流れを説明するフロー図である。

【図 31】従来の方法による被写体の計測を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図 1 に示すように、内視鏡装置 10 は、内視鏡 12 と、光源装置 13、プロセッサ装置 14 と、モニタ 15 と、ユーザーインターフェースであるキーボード 16 及びフットスイッチ 17 とを有する。内視鏡 12 は光源装置 13 と光学的に接続され、かつ、プロセッサ装置 14 と電気的に接続される。プロセッサ装置 14 は、画像を表示するモニタ 15 (表示部) に電気的に接続されている。ユーザーインターフェースであるキーボード 16 及びフットスイッチ 17 は、プロセッサ装置 14 に接続されており、プロセッサ装置 14 に対する各種設定操作等に用いられる。なお、ユーザーインターフェースは図示したキーボード 16 又はフットスイッチ 17 の他、マウス等が含まれる。フットスイッチ 17 は、左スイッチ 17a 及び右スイッチ 17b を備える。

20

【0028】

プロセッサ装置 14 は、予め設定した各種の指示を行うプロセッサボタン 14a を有する。プロセッサボタン 14a は、プロセッサ装置 14 に接続されたタッチパネルなどのオペレーションパネルの一部に設置してもよい。また、光源装置 13 は、予め設定した各種の指示を行う光源ボタン 13a を有する。

30

【0029】

内視鏡 12 は、被検体内に挿入する挿入部 21 と、挿入部 21 の基端部分に設けられた操作部 22 と、ユニバーサルケーブル 23 とを有する。操作部 22 は、内視鏡 12 のユーザーが、内視鏡 12 の操作中に予め設定した各種の指示を行うスコープボタン 12a を有する。ユニバーサルケーブル 23 は、光源装置 13 が発する照明光を導光する導光部 (図示しない) や、内視鏡 12 の制御に使用する制御信号を伝送するための制御線、観察対象を撮像して得られた画像信号を送信する信号線、内視鏡 12 の各部に電力を供給する電力線等が一体化したケーブルである。ユニバーサルケーブル 23 の先端には光源装置 13 に接続するコネクタ 25 が設けられている。また、内視鏡 12 の導光部は、光ファイバをバンドルしたライトガイドである。

40

【0030】

内視鏡 12 は、通常モードと、測長モードとを備えており、これら 2 つのモードは指示によって切替える。モード切替の指示は、プロセッサボタン 14a、スコープボタン 12a、又はフットスイッチ 17 等のいずれか一つ又は複数に設定することができる。設定により、これらのボタンは、モード切替スイッチとして機能する。

【0031】

通常モードは、照明光によって照明された観察対象を撮像して得られる撮像画像を表示

50

するモードである。したがって、通常モードでは計測値マーカの表示を行わない。測長モードは、照明光及び計測補助光を観察対象に照明し、且つ、観察対象の撮像により得られる撮像画像上に、観察対象の大きさなどの測定に用いられる計測値マーカを表示するモードである。計測補助光は、観察対象の計測に用いられる光である。

#### 【0032】

プロセッサボタン14a、スコープボタン12a、又はフットスイッチ17等のいずれか一つ又は複数に、撮像画像の静止画の取得を指示する静止画取得指示スイッチの機能を設定してもよい。ユーザーが静止画取得指示スイッチにより静止画の取得を指示することにより、モニタ15の画面がフリーズ表示し、併せて、静止画取得を行う旨のアラート音（例えば「ピー」）を発する。そして、例えば、スコープボタン12aの操作タイミング前後に得られる撮像画像の静止画が、プロセッサ装置14内の画像保存部55（図3参照）に保存される。また、測長モードに設定されている場合には、撮像画像の静止画と合わせて、後述する計測情報も保存することが好ましい。なお、画像保存部55はハードディスクやUSB（Universal Serial Bus）メモリなどの記憶部である。プロセッサ装置14がネットワークに接続可能である場合には、画像保存部55に代えて又は加えて、ネットワークに接続された画像保存サーバ（図示しない）に撮像画像の静止画を保存するようにしてもよい。

10

#### 【0033】

図2に示すように、内視鏡12の先端部12dは略円形となっており、内視鏡12の撮像光学系を構成する光学部材のうち最も被写体側に位置する対物レンズ31と、被写体に対して照明光を照射するための照明レンズ32と、後述する計測補助光を被写体に照明するための計測補助光用レンズ33と、処置具を被写体に向けて突出させるための開口34と、送気送水を行うための送気送水ノズル35とが設けられている。

20

#### 【0034】

撮像光学系44b（図3参照）の光軸Ax（図6参照）は、紙面に対して垂直な方向に延びている。縦の第1方向D1は、光軸Axに対して直交しており、横の第2方向D2は、光軸Ax及び第1方向D1に対して直交する。対物レンズ31と計測補助光用レンズ33とは、第1方向D1に沿って配列されている。

#### 【0035】

図3に示すように、光源装置13は、光源部41と、光源制御部42とを備えている。光源部41（照明光光源部）は、被写体を照明するための照明光を発生する。光源部41から出射された照明光は、ライトガイド43に入射され、照明レンズ32を通過して被写体に照射される。光源部41としては、照明光の光源として、白色光を出射する白色光源、又は、白色光源とその他の色の光を出射する光源（例えば青色光を出射する青色光源）を含む複数の光源等が用いられる。なお、本実施形態では、上述した光源ボタン13aに、照明光の点灯又は消灯を行う照明光スイッチの機能を設定する。

30

#### 【0036】

内視鏡先端部12dの内部には、照明光学系44a、撮像光学系44b、及び計測補助光出射部（計測補助光光源部）45が設けられている。照明光学系44aは照明レンズ32を有しており、この照明レンズ32を介して、ライトガイド43からの光が観察対象に照射される。撮像光学系44bは、対物レンズ31及び撮像素子46を有している。観察対象からの反射光は、対物レンズ31を介して、撮像素子46に入射する。これにより、撮像素子46に観察対象の反射像が結像される。計測補助光出射部45は、被写体の計測に用いる計測補助光を発する。

40

#### 【0037】

撮像素子46はカラーの撮像センサであり、被写体の反射像を撮像して画像信号を出力する。この撮像素子46は、CCD（Charge Coupled Device）撮像センサやCMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）撮像センサ等であることが好ましい。本発明で用いられる撮像素子46は、R（赤）、G（緑）B（青）の3色のRGB画像信号を得るためのカラーの撮像センサである。撮像素子46は、撮像制御部47によって

50

制御される。

【0038】

撮像素子46から出力される画像信号は、CDS/AGC回路48に送信される。CDS/AGC回路48は、アナログ信号である画像信号に相関二重サンプリング(CDS(Correlated Double Sampling))や自動利得制御(AGC(Auto Gain Control))を行う。CDS/AGC回路48を経た画像信号は、A/D変換器(A/D(Analog/Digital)コンバータ)49により、デジタル画像信号に変換される。A/D変換されたデジタル画像信号は、通信I/F(Interface)50を介して、プロセッサ装置14に入力される。

【0039】

プロセッサ装置14は、内視鏡12の通信I/F50と接続される通信I/F51と、信号処理部52と、表示制御部53と、システム制御部54と、画像保存部55とを備えている。通信I/F51は、内視鏡12の通信I/F50から伝送されてきた画像信号を受信して信号処理部52に伝達する。信号処理部52は、通信I/F51から受けた画像信号を一時記憶するメモリを内蔵しており(図示せず)、メモリに記憶された画像信号の集合である画像信号群を処理して、撮像画像を作成する。

【0040】

信号処理部52は、撮像画像に計測値マーカを重畳した特定画像を作成する。特定画像の作成については、後述する。また、信号処理部52では、通常モードに設定されている場合には、撮像画像に対して、色変換処理、色彩強調処理、及び構造強調処理を行って、通常画像を得てもよい。通常画像は、紫色光V、青色光B、緑色光G、赤色光Rがバランス良く発せられた通常光に基づいて得られた画像であるため、自然な色合いの画像となっている。測長モードに設定されている場合には、撮像画像に対して、血管などの構造を強調する構造強調処理や、観察対象のうち正常部と病変部等との色差を拡張した色差強調処理を施すようにしてもよい。

【0041】

表示制御部53は、信号処理部52によって作成された撮像画像もしくは特定画像又は画像保存部55に保存された静止画等の撮像画像をモニタ15に表示する。システム制御部54は、内視鏡12に設けられた撮像制御部47を介して、撮像素子46の制御を行い、また、画像保存部55に保存された画像に関する制御を行う。撮像制御部47は、撮像素子46の制御に合わせてCDS/AGC回路48及びA/D変換器49の制御を行い、また、光源制御部42に情報を送る。画像保存部55は、撮像画像の静止画、後に説明する撮像画像に計測値マーカを重畳した特定画像、又は計測値に関する情報を有する撮像画像等を保存する。なお、画像保存部55が保存する撮像画像又は特定画像は、静止画又は動画である。

【0042】

図4に示すように、計測補助光出射部45は、光源45aと、計測補助光生成素子45bと、プリズム45cと、計測補助光用レンズ33とを備える。光源45aは、被写体の計測に用いるスポット状の計測補助光を発する。光源45aは、撮像素子46の画素によって検出可能な色の光(具体的には可視光)を出射するものであり、レーザー光源LD(Laser Diode)又はLED(Light Emitting Diode)等の発光素子と、この発光素子から出射される光を集光する集光レンズとを含む。

【0043】

光源45aが出射する光の波長は、例えば、600nm以上650nm以下の赤色光であることが好ましい。もしくは、495nm以上570nm以下の緑色光を用いてもよい。計測補助光生成素子45bは、光源から出射した光を、計測情報を得るための計測補助光に変換する。計測補助光に変換するために、計測補助光生成素子45bは、具体的には、コリメータレンズ、又は回折光学素子(DOE、Diffractive Optical Element)等を用いる。

【0044】

10

20

30

40

50

プリズム 4 5 c は、計測補助光生成素子 4 5 b で変換後の計測補助光の進行方向を変えるための光学部材である。プリズム 4 5 c は、対物レンズ 3 1 及びレンズ群を含む撮像光学系の視野と交差するように、計測補助光の進行方向を変更する。計測補助光の進行方向の詳細については、後述する。プリズム 4 5 c から出射した計測補助光は、計測補助光用レンズ 3 3 を通って、被写体へと照射される。

【 0 0 4 5 】

計測補助光が被写体に照射されることにより、被写体上において、特定領域が形成される。画像取得部である通信 I / F 5 1 は、照明光によって照明され、かつ、計測補助光によるスポットが形成された被写体を撮像して得られる撮像画像を取得する。通信 I / F 5 1 が取得した撮像画像におけるスポットの位置が、位置特定部 6 1 ( 図 7 参照 ) によって

10

【 0 0 4 6 】

図 5 に示すように、計測補助光がスポット状である場合の特定領域は、円形の領域のスポット S P である。撮像画像 5 7 は、ポリープ 7 1 を含む被写体を含み、スポット S P は、ポリープ 7 1 の端部に形成している。位置特定部 6 1 ( 図 7 参照 ) がスポット S P の位置を特定する。なお、撮像画像 5 7 は、モニタ 1 5 に表示した状態を示す。

【 0 0 4 7 】

なお、計測補助光用レンズ 3 3 に代えて、内視鏡先端部 1 2 d に形成される計測補助用スリットとしてもよい。また、計測補助光用レンズ 3 3 には、反射防止コート ( A R ( A n t i - R e f l e c t i o n ) コート ) ( 反射防止部 ) を施すことが好ましい。このように反射防止コートを設けるのは、計測補助光が計測補助光用レンズ 3 3 を透過せずに反射して、被写体に照射される計測補助光の割合が低下すると、位置特定部 6 1 ( 図 7 参照 ) が、計測補助光により被写体上に形成されるスポット S P の位置を認識し難くなるためである。

20

【 0 0 4 8 】

計測補助光出射部 4 5 は、計測補助光を撮像光学系の視野に向けて出射できるものであればよい。例えば、光源 4 5 a が光源装置に設けられ、光源 4 5 a から出射された光が光ファイバによって計測補助光生成素子 4 5 b にまで導光されるものであってもよい。また、プリズム 4 5 c を用いずに、光源 4 5 a 及び計測補助光生成素子 4 5 b の向きを撮像光学系 4 4 b の光軸 A x に対して斜めに設置することで、撮像光学系の視野を横切る方向に計測補助光を出射させる構成としてもよい。

30

【 0 0 4 9 】

測長モードにおいて計測補助光を発光する場合、計測補助光の進行方向は、図 6 に示すように、計測補助光の光軸 L m が対物レンズの光軸 A x と交差する状態で、かつ、計測補助光の光軸 L m が撮像光学系の撮影画角 ( 2 つの実線 L i 1 で挟まれる領域内 ) に入る状態で、スポット状の計測補助光を出射する。観察距離の範囲 R x において観察可能であるとする、範囲 R x の近端 P x 、中央付近 P y 、及び遠端 P z では、各点での撮像範囲 ( 矢印 Q x 、 Q y 、 Q z で示す ) における計測補助光によって被写体上に形成されるスポット S P の位置 ( 各矢印 Q x 、 Q y 、 Q z が光軸 L m と交わる点 ) が異なることが分かる。内視鏡先端部 1 2 d の位置を位置 P 1 とする。観察距離は、内視鏡先端部 1 2 d と被写体との距離である。したがって、観察距離は、それぞれ、位置 P 1 と、近端 P x 、中央付近 P y 、又は遠端 P z との間の距離である。観察距離は、詳細には、内視鏡先端部 1 2 d における撮像光学系 4 4 b の光軸 A x の始点から被写体までの距離となる。軸 D v は観察距離を示す。なお、撮像光学系の撮影画角は 2 つの実線 L i 1 で挟まれる領域内で表され、この撮影画角のうち収差の少ない中央領域 ( 2 つの点線 L i 2 で挟まれる領域 ) で計測を行うようにしている。

40

【 0 0 5 0 】

以上のように、撮像光学系の撮影画角に入る状態で、計測補助光を出射することによ

50

て、観察距離の変化に対するスポット位置の移動の感度が高いことから、被写体の大きさを高精度に計測することができる。計測補助光が照明された被写体を撮像素子46で撮像することによって、スポットSPを含む撮像画像が得られる。撮像画像では、スポットSPの位置は、撮像光学系44bの光軸Axと計測補助光の光軸Lmとの関係、及び観察距離に応じて異なるが、観察距離が近ければ、同一の実寸サイズ（例えば5mm）を示すピクセル数が多くなり、観察距離が遠ければピクセル数が少なくなる。したがって、スポットSPの位置と被写体の実寸サイズに対応する計測情報（ピクセル数）とを対応付けた対応情報（スケール用テーブル65、図8参照）を予め記憶しておくことで、スポットSPの位置から計測情報及び基準スケールを設定することができる。

#### 【0051】

図7に示すように、プロセッサ装置14の信号処理部52は、通常信号処理部60、位置特定部61、基準スケール設定部62、計測値マーカ生成部63、及び特定画像生成部64とを備える。通常信号処理部60は、通常モードにおける撮像画像の処理を行う。位置特定部61は、基準スケールの設定等を行うために、撮像画像における被写体上のスポットSPの位置を特定する。基準スケール設定部62は、スポットSPの位置に基づいて被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定する。計測値マーカ生成部63は、設定された基準スケールに基づいて、注目領域の計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成する。

#### 【0052】

注目領域とは、被写体に含まれるユーザーが注目すべき領域である。注目領域は、例えば、ポリープ等であり、計測が必要とされる可能性が高い領域である。また、計測部分とは、注目領域において、長さ等を計測する部分である。例えば、注目領域が発赤部である場合、計測部分は発赤部の最も長い部分等であり、また、注目領域が円形である場合、計測部分は注目領域の直径部分等である。

#### 【0053】

特定画像生成部64は、撮像画像に計測値マーカを重畳した特定画像を作成する。計測値マーカは、注目領域の計測部分に合わせた状態で撮像画像に重畳する。特定画像は、表示制御部53によってモニタ15に表示される。

#### 【0054】

測長モードに設定されている場合には、光源部41及び計測補助光出射部45は、照明光と計測補助光とを連続的に発光する。場合によっては、計測補助光は、点灯または減光して発光してもよい。なお、撮像画像は3色のRGB画像とするが、その他のカラー画像（輝度信号Y、色差信号Cr、Cb）であってもよい。したがって、信号処理部52には、測長モードに設定されている場合には、照明光および計測補助光により照明された被写体の撮像画像が入力される。撮像画像は、通信I/F51で取得される。

#### 【0055】

通常モードに設定されている場合には、光源部41は、照明光を常時発する。照明光は、ライトガイド43を介して被写体に照射される。通常モードの場合には、計測補助光出射部45の光源45aは停止するので、計測補助光は消灯する。したがって、信号処理部52には、通常モードに設定されている場合には、照明光により照明された被写体の撮像画像が入力される。撮像画像は、通信I/F51で取得される。

#### 【0056】

位置特定部61は、被写体上において計測補助光によって形成されるスポットSPの位置を特定する。スポットSPの位置の特定は、測長モードにて照明光および計測補助光により被写体を照明した撮像画像に基づいて行う。計測補助光によりスポットSPが形成された被写体の撮像画像は、撮像光学系及び撮像素子を介して取得される。

#### 【0057】

位置特定部61は、撮像画像のうち計測補助光の色に対応する成分を多く含む画像から認識することが好ましい。計測補助光は、例えば赤色の成分を多く含むことから、撮像画像のうち赤色画像からスポットSPの位置を認識することが好ましい。スポットSPの位

10

20

30

40

50

置の認識方法は、例えば、撮像画像の赤色画像を二値化し、二値化画像のうち白部分（信号強度が二値化用閾値より高い画素）の重心を、スポットSPの位置として認識する方法がある。

#### 【0058】

図8に示すように、基準スケール設定部62は、スケール用テーブル65を備える。スケール用テーブル65は、スポットSPの位置と被写体の実寸サイズに対応する計測情報とを対応付けた対応情報である。スケール用テーブル65の作成方法について具体的に説明すると、例えば、スポットSPの位置とマーカの大きさ（計測情報）との関係は、実寸サイズのパターンが規則的に形成されたチャートを撮像することで得ることができる。スポット状の計測補助光をチャートに向けて出射し、観察距離を変化させてスポットの位置を変えながら実寸サイズと同じ罫（5mm）もしくはそれより細かい罫（例えば1mm）の方眼紙状のチャートを撮像し、スポットの位置（撮像素子46の撮像面におけるピクセル座標）と実寸サイズに対応するピクセル数（実寸サイズである5mmが何ピクセルで表されるか）との関係を取得する。

10

#### 【0059】

測長モードにおいて、照明光及び計測補助光により観察対象であるポリープ71を含む被写体が照明された撮像画像57が信号処理部52に入力される。図9に示すように、撮像画像57aにおいて、ポリープ71は、例えば、球が重なったような立体形状を有する。例えば、ポリープ71上の端部にスポットSPを形成する。撮像画像57aに基づき、位置特定部61は、スポットSPの位置を特定する。基準スケール設定部62は、スケール用テーブル65を参照して、特定したスポットSPの位置に対応した、被写体の実寸サイズを示す基準スケール72を設定する。

20

#### 【0060】

基準スケール72は、例えば、実寸サイズにおける20mmに対応するピクセル数を有する線分並びに実寸サイズを示す数値及び単位である。基準スケール72は、通常はモニタ15に表示しないが、基準スケール72をモニタ15に表示する場合は、撮像画像57aのように撮像画像57に重畳してモニタ15に表示する。

#### 【0061】

図10に示すように、計測値マーカ生成部63は、注目領域抽出部74と、計測部分決定部75と、計測内容受付部76と、計測値算出部77とを備える。注目領域抽出部74は、画像処理技術又は画像認識技術等により注目領域を抽出する。注目領域は、例えば、ポリープ等の計測が必要とされる可能性が高い領域であるため、画像処理技術によれば、撮像画像上のエッジ部分を抽出すること等により注目領域を抽出することができ、また、画像認識技術によれば、機械学習による画像認識等により注目領域を抽出することができる。計測部分決定部75は、注目領域抽出部74が抽出した注目領域のどの部分を計測するかを決定する。計測部分決定部75は、予め設定した基準により選択した部分を計測部分としてもよいし、計測内容受付部76が受け付けた計測部分の指示に従って選択した部分を計測部分としてもよい。計測値算出部77は、基準スケール72及び計測部分に対応するピクセル数に基づいて、計測値マーカに対応するピクセル数を算出する。

30

#### 【0062】

計測部分決定部75は、例えば、撮像画像57をモニタ15に表示した際の水平方向における注目領域のサイズを計測部分と決定する。図11に示すように、注目領域抽出部74は、撮像画像57bのように、斜線の領域を注目領域81として抽出する。次に、図12に示すように、計測部分決定部75は、例えば、予め設定した基準が、スポットSPを基点とした水平方向における注目領域の部分を計測するとの基準である場合、撮像画像57cのように、スポットSPを基点として、水平方向82と注目領域81のエッジとの交点である水平方向エッジ位置83を抽出する。スポットSPと水平方向エッジ位置83との間が計測部分となる。

40

#### 【0063】

計測値算出部77は、例えば、基準マーカの実寸サイズをL0、撮像画像57に基準ス

50

ケール 7 2 を重畳した場合の基準スケール 7 2 のピクセル数を  $A a$ 、撮像画像 5 7 において注目領域 8 1 の計測部分に基準スケール 7 2 を重畳した場合の計測部分のピクセル数を  $B a$ 、及び計測値マーカ 8 4 の実寸サイズを  $L 1$  とした場合、以下の式 ( 1 ) を満たすように計測値マーカを生成する。

【 0 0 6 4 】

$$L 1 = L 0 \times B a / A a \quad ( 1 )$$

【 0 0 6 5 】

図 1 3 に示すように、計測値算出部 7 7 は、撮像画像 5 7 a に示す基準スケール 7 2 に対応するピクセル数  $A a$  と、撮像画像 5 7 c に示すスポット  $S P$  と水平方向エッジ位置 8 3 との間の計測部分に対応するピクセル数  $B a$  とにより、例えば、 $B a / A a$  が 0 . 7 であった場合、基準スケール 7 2 の実寸サイズが 2 0 mm である際には、撮像画像 5 7 d のように、計測値マーカ 8 4 の実寸サイズを 1 3 mm と算出する。

10

【 0 0 6 6 】

特定画像生成部 6 4 は、撮像画像 5 7 に計測値マーカ 8 4 を重畳した特定画像 5 8 を作成する。例えば、図 1 4 に示すように、実寸サイズが算出した計測値マーカ 8 4 は、直線の線分の形状である矢印等の図形により撮像画像 5 7 に重畳する。特定画像生成部 6 4 は、撮像画像 5 7 に計測値マーカ 8 4 を注目領域 8 1 の計測部分に合わせた状態で重畳した特定画像 5 8 を作成する。計測値マーカ 8 4 は、計測値算出部 7 7 が算出した計測値マーカ 8 4 の実寸サイズの数値を含んでもよい。図 1 5 に示すように、計測値マーカ 8 4 の実寸サイズの数値は、矢印等の図形と離れた状態で撮像画像 5 7 に重畳して特定画像 1 8 としてもよい。

20

【 0 0 6 7 】

また、計測値マーカ 8 4 は、計測値の値を示す数字自体であってもよい。例えば、図 1 6 に示すように、計測部分のおおよその位置に、長さであるサイズの単位と計測値の値の数字とを、計測値マーカ 8 4 としてもよい。単位は、表示しなくてもよい。さらに、特定画像生成部 6 4 は、撮像画像 5 7 に、計測値マーカ 8 4 を、注目領域 8 1 の計測部分以外の部分に重畳した特定画像 5 8 を作成しても良い。例えば、図 1 7 に示すように、特定画像 5 8 の右下の部分に、計測部分がどこであるかの表示と計測値の値を示す数字とを計測値マーカ 8 4 として、「水平：1 3 mm」のように重畳した特定画像 5 8 を作成しても良い。

30

【 0 0 6 8 】

計測値マーカ 8 4 の種類は、予め設定することにより選択する。計測内容受付部 7 6 が計測値マーカ 8 4 の内容の設定を受け付けて計測値マーカ生成部 6 3 にその内容を送り、計測値マーカ生成部 6 3 がその内容に基づいて生成した計測値マーカ 8 4 を用いて、特定画像生成部 6 4 が特定画像 5 8 を作成する。

【 0 0 6 9 】

以上のように、内視鏡装置 1 0 は、ユーザーが内視鏡により観察を行う場合に、スポット  $S P$  を用いることにより、自動で測定対象である注目領域の計測が行われ、測定場所及び / 又は測定値が実寸サイズとしてモニタ 1 5 に表示される。したがって、内視鏡装置 1 0 により、測定対象の計測が簡便に行うことができる。

40

【 0 0 7 0 】

なお、予め設定された固定サイズのスケールを有する計測値マーカと測定対象とを対比する場合は、図 3 1 ( 従来例 ) に示すように、計測値マーカの数値と測定対象のサイズとを、目視により対比することにより、測定対象の実寸サイズを推測して計測していた。内視鏡装置 1 0 によれば、測定対象の実寸サイズは自動で線分及び数値として表示することができる。したがって、内視鏡装置 1 0 によれば、作業手順が少なくなり、測定時間も短くなるため、測定対象の計測が簡便になることに加えて、測定精度も向上する。

【 0 0 7 1 】

なお、計測部分決定部 7 5 は、例えば、スポット  $S P$  が注目領域 8 1 上にある場合、スポット  $S P$  を基点とした際に、注目領域 8 1 において基点からのサイズが最大となる部分

50

を計測部分と決定してもよい。図 18 に示すように、計測部分決定部 75 は、例えば、予め設定した基準が、スポット SP を基点とした際に、注目領域 81 において基点からのサイズが最大となる部分を計測するとの基準である場合、撮像画像 57e のように、注目領域 81 において基点であるスポット SP からのサイズが最大となる部分である、延長方向 86 と注目領域 81 のエッジとの交点である延長方向エッジ位置 87 を抽出する。スポット SP と延長方向エッジ位置 87 との距離が計測部分となる。

【0072】

計測値算出部 77 は、上記式 (1) と同様にして、計測部分のピクセル数を  $Bb$ 、及び計測値マーカ 84 の実寸サイズを  $L2$  とした場合、以下の式 (2) を満たすように計測値マーカを生成する。

【0073】

$$L2 = L0 \times Bb / Aa \quad (2)$$

【0074】

図 19 に示すように、計測値算出部 77 は、撮像画像 57a に示す基準スケール 72 に対応するピクセル数  $Aa$  と、撮像画像 57e に示すスポット SP と延長方向エッジ位置 87 との間に対応するピクセル数  $Bb$  とにより、例えば、 $Bb / Aa$  が 0.8 であった場合、基準スケール 72 の実寸サイズが 20 mm である際には、撮像画像 57f のとおり、計測値マーカ 84 の実寸サイズを 16 mm と算出する。図 20 に示すように、算出後の計測値マーカ 84 は、線分並びに数値及び単位により表示して特定画像 58 とする。計測値マーカ 84 については、この他、上記した種類のように設定してもよい。

【0075】

また、計測部分決定部 75 は、例えば、注目領域 81 の任意方向における最大サイズとなる部分を計測部分と決定してもよい。図 21 に示すように、計測部分決定部 75 は、例えば、予め設定した基準が、注目領域 81 の任意方向における最大サイズとなる部分を計測するとの基準である場合、撮像画像 57g のように、注目領域 81 において距離が最大となる部分である最大方向 88 と注目領域 81 のエッジとの交点である最大方向エッジ位置 89 を抽出する。2つの最大方向エッジ位置 89 の距離が計測部分となる。

【0076】

計測値算出部 77 は、上記式 (1) と同様にして、計測部分のピクセル数を  $Bc$ 、及び計測値マーカ 84 の実寸サイズを  $L3$  とした場合、以下の式 (3) を満たすように計測値マーカを生成する。

【0077】

$$L3 = L0 \times Bc / Aa \quad (3)$$

【0078】

図 22 に示すように、計測値算出部 77 は、撮像画像 57a に示す基準スケール 72 に対応するピクセル数  $Aa$  と、撮像画像 57g に示す 2つの最大方向エッジ位置 89 の間の計測部分に対応するピクセル数  $Bc$  とにより、例えば、 $Bc / Aa$  が 1.0 であった場合、基準スケール 72 の実寸サイズが 20 mm である際には、撮像画像 57h のとおり、計測値マーカ 84 の実寸サイズを 20 mm と算出する。図 23 に示すように、算出後の計測値マーカ 84 は、線分並びに数値及び単位により表示して特定画像 58 とする。計測値マーカ 84 については、この他、上記した種類のように設定してもよい。

【0079】

なお、上記したように、計測部分決定部 75 は、計測内容受付部 76 が受け付けた計測部分の指示に従って選択した部分を、計測部分として決定してもよい。例えば、計測内容受付部 76 は、注目領域 81 における水平方向エッジ位置 83、延長方向エッジ位置 87、又は最大方向エッジ位置 89 のいずれを選択するかを指示を受け付ける。

【0080】

計測内容受付部 76 は、例えば、スコープボタン 12a、フットスイッチ 17 の左スイッチ 17a、及び / 又は右スイッチ 17b とすることができる。1つのボタン又はスイッチを計測内容受付部 76 とした場合は、例えば、ボタン又はスイッチを押下 (オン) する

10

20

30

40

50

毎に、水平方向エッジ位置 8 3、延長方向エッジ位置 8 7、及び最大方向エッジ位置 8 9 が、この順に循環して選択され、特定画像 5 8 において、計測値マーカ 8 4 の表示が、この順に循環して切替わるようにしてもよい。また、ボタン又はスイッチの 1 つに 1 つの計測部分の指示を設定した場合は、例えば、スコープボタン 1 2 a を押下することにより、水平方向エッジ位置 8 3 が選択され、左スイッチ 1 7 a を押下することにより延長方向エッジ位置 8 7 が選択され、また右スイッチ 1 7 b を押下することにより最大方向エッジ位置 8 9 が選択され、特定画像 5 8 において、計測値マーカ 8 4 の表示も選択に従って自動で切り替わるようにしてもよい。

#### 【 0 0 8 1 】

なお、計測値マーカ生成部は、内視鏡が取得する撮像画像が有するひずみ分を考慮して、計測値マーカの生成を補正してもよい。図 2 4 に示すように、例えば、事前に撮像画像 5 7 における実寸サイズとひずみ情報を考慮したピクセル数とを対応させた補正スケール用テーブルを取得し、スケール用テーブル 6 5 に記憶しておく。計測値算出部 7 7 は、補正スケール用テーブルを用いて計測値マーカを生成する。

10

#### 【 0 0 8 2 】

補正スケール用テーブルを用いる場合、基準スケールの実寸サイズを  $L_{r0}$ 、基準スケールについて撮像画像のひずみ情報により補正した補正ピクセル数を  $A_r$ 、計測部分について撮像画像のひずみ情報により補正した補正ピクセル数を  $B_r$ 、及び計測値マーカの実寸サイズを  $L_{r1}$  とした場合、以下の式 ( 4 ) を満たすように計測値マーカを生成する。

#### 【 0 0 8 3 】

$$L_{r1} = L_{r0} \times B_r / A_r \quad ( 4 )$$

20

#### 【 0 0 8 4 】

図 2 4 に示すように、例えば、補正スケール用テーブル 9 2 は、実寸サイズのパターンが規則的に形成されたチャートを撮像することで得ることができる。スポット状の計測補助光をチャートに向けて出射し、観察距離を変化させてスポットの位置を変えながら実寸サイズと同じ罫 ( 5 mm ) もしくはそれより細かい罫 ( 例えば 1 mm ) の方眼紙状のチャート 9 1 を撮像し、スポットの位置 ( 撮像素子 4 6 の撮像面におけるピクセル座標 ) と実寸サイズに対応する補正ピクセル数 ( 実寸サイズである 5 mm が何ピクセルで表されるか ) との関係性を補正スケール用テーブル 9 2 として取得する。例えば、基準スケール 7 2 の最大値 2 0 を補正ピクセル数の最大値  $P$  に対応させ、基準スケール 7 2 の中間点 1 0 を補正ピクセル数の中間点  $0.5 P$  に対応させる。そして、図 2 5 に示すように、基準スケール 7 2 及び補正ピクセル数  $A_r$  及び補正ピクセル数  $B_r$  を用いることにより、より精度が高い算出を行うことができる。補正ピクセル数を用いて計測部分の実寸サイズを算出することにより、例えば「 1 4 mm 」と表示される。図 2 6 に示すように、算出後の計測値マーカ 8 4 は、線分並びに数値及び単位により表示して特定画像 5 8 とする。計測値マーカ 8 4 については、この他、上記した種類のように設定してもよい。

30

#### 【 0 0 8 5 】

撮像画像が有するひずみ分は、内視鏡によって異なる場合がある。したがって、より精度の高い計測を行うためには、内視鏡毎に補正スケール用テーブルを取得して保存したものを場合に応じて使用することが好ましい。

40

#### 【 0 0 8 6 】

なお、計測補助光は、被写体の立体的な形状を把握するため、平面状、メッシュ状、又はドット状であってもよい。この場合、特定領域は、形状がそれぞれ線状、メッシュ状、又はドット状である。

#### 【 0 0 8 7 】

図 2 7 に示すように、例えば、計測補助光が平面状である場合は、平面状の計測補助光を出射することにより計測補助光により平面 9 4 が形成される。平面 9 4 は、内視鏡の視野 9 5 a に含まれるように計測補助光を出射する。平面状の計測補助光により、有効撮像範囲 9 5 b が形成される。計測補助光の出射位置と被写体との距離に応じて、撮像画像における位置が異なる状態で、被写体状にライン状の特定領域であるライン 9 3 が形成され

50

る。図 27 においては、右から計測補助光が出射されているため、計測補助光の出射位置と被写体との距離が離れるにつれて、断面 96、97、又は 98 のように被写体状のライン 93 が形成される。したがって、被写体上において、ライン 93 が下から上へと移動する。このように、ライン状の計測補助光を用いても、上記したのと同様にして被写体のサイズを計測することができる。

#### 【0088】

ライン状の計測補助光を用いた場合は、図 28 に示すように、特定画像 58 において、例えば、ポリープ 71 が立体的な形状を有し、ポリープ 71 の中心部が内視鏡先端部方向に盛り上がっている場合は、ライン 93 が、ポリープ 71 の立体形状により湾曲した形状となる。なお、目盛り 99 は、予め実寸サイズを目盛りとしたものとピクセル数との対応情報を取得し、スケール用テーブルに保存したものをを用いて、表示制御部 53 が撮像画像に重畳したものである。したがって、この湾曲形状を有するライン上の計測補助光により、ポリープ 71 の例えば水平方向のサイズに加え、ポリープ 71 の奥行き（高さ）に関する情報を得ることができ、ポリープ 71 の高さを推測することができる。ポリープ 71 の高さを推測して計測する方法としては、上記したとおりの計測値マーカを作成したのと同様の方法とすることができる。このようにして、例えば、ポリープ 71 の水平方向のサイズを「13mm」とした計測値マーカ 84 と、ポリープ 71 の奥行きに関する情報を考慮したライン 93 の長さによるサイズを「16mm」とした計測値マーカ 84 とを生成し、撮像画像に重畳することにより特定画像 58 を生成する。なお、ポリープの奥行きの数値を高さとした計測値マーカ 84 としてもよい。

#### 【0089】

なお、平面状の計測補助光の他、メッシュ状、ドット状、又は同心円状の計測補助光としてもよい。これらの計測補助光により、平面状の計測補助光と同様、奥行きがない場合の被写体における特定領域と、奥行きがある場合の被写体における特定領域との形状の違いを用いて、被写体が平面である場合のサイズに加え、被写体が奥行きを持つ場合の奥行き情報も得られる。したがって、被写体の 2 次元方向のサイズに加え、奥行きのサイズも計測することができる。

#### 【0090】

なお、注目領域抽出部は、過去に取得された撮像画像により学習した学習済みモデルを用いて注目領域を抽出することが好ましい。学習済みモデルに用いるモデルは、機械学習による画像認識において好適な各種のモデルを用いることができる。画像上の注目領域を認識する目的から、ニューラルネットワークを用いたモデルが好ましく使用できる。これらのモデルに対し学習させる場合は、教師データとして、注目領域の情報を持つ撮像画像を用いて学習させる。注目領域の情報としては、注目領域の有無、注目領域の位置又は範囲等が挙げられる。なお、モデルに応じて、注目領域の情報を持たない撮像画像により学習させてもよい。

#### 【0091】

また、計測部分決定部も、過去に取得された撮像画像により学習した学習済みモデルを用いて計測部分を決定することが好ましい。学習済みモデルに用いるモデル等は、注目領域抽出部と同様であるが、これらのモデルに対し学習させる場合は、計測部分の情報を持つ撮像画像により学習させる。計測部分の情報としては、計測値とその計測部分が挙げられる。なお、モデルに応じて、計測部分の情報を持たない撮像画像により学習させてもよい。なお、注目領域抽出部が用いる学習済みモデルと、計測部分決定部が用いる学習済みモデルとは共通としてもよい。計測部分を抽出するとの目的の場合は、1つの学習済みモデルにより、撮像画像 57 から注目領域を抽出せずに、計測部分を抽出するようにしてもよい。

#### 【0092】

なお、注目領域抽出部 74 及び計測部分決定部 75 が用いる学習済みモデルは、注目領域及び計測部分をひとつ抽出することに加えて、注目領域及び計測部分を、候補として複数抽出してもよい。この場合、例えば、注目領域であれば、撮像画像 57 に複数の注目領

10

20

30

40

50

域を重畳して表示した後、複数の注目領域から計測内容受付部 76 が受け付ける指示に従い、注目領域をひとつ抽出する。指示の方法としては、学習済みモデルが複数の注目領域を抽出し、等高線状に撮像画像 57 に重畳して表示する。そして、ユーザーがそれらの複数の注目領域のうち、計測を行いたい注目領域を示す等高線上にスポット SP を形成する。そして、信号処理部 52 は、スポット SP を認識することにより複数の注目領域候補からひとつの注目領域を抽出する。その後の流れは、上記したのと同様である。

**【0093】**

なお、特定画像と計測値とを対応付けた教師データを保存する教師データ保存部を備えることが好ましい。図 29 に示すように、画像保存部 55 は、静止画保存部 101 と、教師データ保存部 102 とを備える。特定画像生成部 64 は、生成した特定画像を、モニタ 15 に表示するために表示制御部 53 に送り、かつ、教師データとして教師データ保存部 102 に送り、教師データ保存部 102 は特定画像を教師データとして保存する。特定画像は、計測した部分及びその計測値といった計測部分の情報を有する画像情報であるため、例えば、撮像画像における計測値に関する機械学習における学習モデルの教師データとして有用である。

10

**【0094】**

次に、上記構成による作用について、図 30 のフローチャートを参照して説明する。まず、通常モードにて被写体を観察する(ステップ ST110)。例えば、被写体に計測が必要な観察対象を見つけた場合等、スコープボタン 12a 等を用いて測長モードに移行する(ステップ ST120 で YES)。測長モードに移行しない場合は(ステップ ST120 で NO)、通常モードでの観察を続ける。

20

**【0095】**

測長モードに移行した場合は、測長モードにて観察を行う(ステップ ST130)。計測補助光出射部 45 が計測補助光を発光する(ステップ ST140)。計測補助光によるスポット ST は、ユーザーが計測部分の例えば計測の基点としたい場所である端部に位置させるようにして観察する(ステップ ST150)。撮像素子により、被写体を撮像した撮像画像を取得する(ステップ ST160)。撮像画像に基づき、位置特定部 61 が、スポット ST の位置を特定する(ステップ ST170)。

**【0096】**

基準スケール設定部 62 は、得られた撮像画像及びスケール用テーブル 65 を用いて基準スケールを設定する(ステップ ST180)。計測部分の指定、計測値マーカの種類の指定がある場合は(ステップ ST190 で YES)、水平方向等の計測部分の指定を行い、表示したい計測値マーカの種類の指定がある場合は指定し、計測内容受付部 76 がこれらの指定を受け付ける(ステップ ST200)。なお、計測部分の指定等がない場合は(ステップ ST190 で NO)、直前の観察において用いられた計測部分及び計測値マーカが自動的に適用となる。その後計測値マーカを生成し(ステップ ST210)、撮像画像 57 に重畳して特定画像 58 が作成される(ステップ ST220)。作成された特定画像 58 は、モニタ 15 に表示され、また、画像保存部 55 の教師データ保存部 102 に保存される(ステップ ST230)。

30

**【0097】**

以上の観察の流れにおいて、ユーザーは、特に指定がない場合は、スポット SP を計測の基点としたい場所に位置させるのみで、注目領域の特定の測定部分の測定値を数値にて得ることができる。したがって、図 31 に示すように、従来、計測値マーカとの対比を目視等を行うことにより計測したい部分の計測値を得ていたのと比べて、必要な作業が減る。なお、従来では、ポリープ 71 のスポット SP から水平方向のサイズを計測する場合、例えば、マーカの 20mm の数値に、B/A の長さの比の値を推定等してかけることにより計測していた。ここで、A は基準スケールの長さであり、B はポリープの水平方向のサイズ(長さ)である。

40

**【0098】**

また、測定値を得るのに必要な時間が大幅に減るため、被写体の動き等の影響も減り、

50

計測値の精度及び速度が向上する。また、領域の抽出及び/又は計測部分の抽出は、学習済みモデルを使用することができるため、注目領域の抽出又は計測値の算出において、精度が向上する。また、計測値マーカの表示は設定により変更することができるため、内視鏡による観察の邪魔にならないようにすることができる。また、計測値マーカの形状は、線分のような図形の他、数値自体とすることができるため、この数値データも、撮像画像の情報として保存することにより、患者データ又は教師データ等各種の目的に利用することができる。また、ラインレーザー等計測補助光の形状を工夫することにより、ポリープ等の注目領域の奥行方向の情報を得ることができる。また、内視鏡装置10によれば、管腔または血管等の狭窄の情報を得ることができるため、例えば、ステントの径を決定する場合またはバルーンを適用する場合等に好適である。この場合も、ラインレーザー等計測補助光の形状を工夫することにより、奥行方向の情報を得ることができるため好ましい。また、以上の流れは自動で行うことができる。以上のとおり、内視鏡装置10によれば、測定対象の計測を簡便に行うことができる。

10

#### 【0099】

上記実施形態において、信号処理部52、表示制御部53、システム制御部54、又は画像保存部55といった各種の処理を実行する処理部（processing unit）のハードウェア的な構造は、次に示すような各種のプロセッサ（processor）である。各種のプロセッサには、ソフトウェア（プログラム）を実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサであるCPU（Central Processing Unit）、FPGA（Field Programmable Gate Array）などの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス（Programmable Logic Device: PLD）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）などの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路などが含まれる。

20

#### 【0100】

1つの処理部は、これら各種のプロセッサのうちの1つで構成されてもよいし、同種または異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGAや、CPUとFPGAの組み合わせ）で構成されてもよい。また、複数の処理部を1つのプロセッサで構成してもよい。複数の処理部を1つのプロセッサで構成する例としては、第1に、クライアントやサーバなどのコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアの組み合わせで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、システムオンチップ（System On Chip: SoC）などに代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのIC（Integrated Circuit）チップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサを1つ以上用いて構成される。

30

#### 【0101】

さらに、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子などの回路素子を組み合わせた形態の電気回路（circuitry）である。

#### 【0102】

本発明の他の態様は、被写体の計測に用いる計測補助光を発する計測補助光源部と、プロセッサと、を備え、プロセッサは、計測補助光によって被写体上に形成される特定領域を含む被写体を撮像した撮像画像を取得し、撮像画像において被写体上の特定領域の位置を特定し、特定領域の位置に基づいて被写体の実寸サイズを示す基準スケールを設定し、撮像画像において被写体を含む注目領域を抽出し、注目領域においてサイズを計測する計測部分を決定し、基準スケールに基づいて注目領域の計測部分を計測した計測値を示す計測値マーカを生成し、撮像画像に計測値マーカを重畳した特定画像を作成する内視鏡装置である。

40

#### 【0103】

本発明は、上記実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない限り種々の構成を採用し得ることはもちろんである。さらに、本発明は、プログラムに加えて、プログラムを記憶する記憶媒体にもおよぶ。

50

## 【符号の説明】

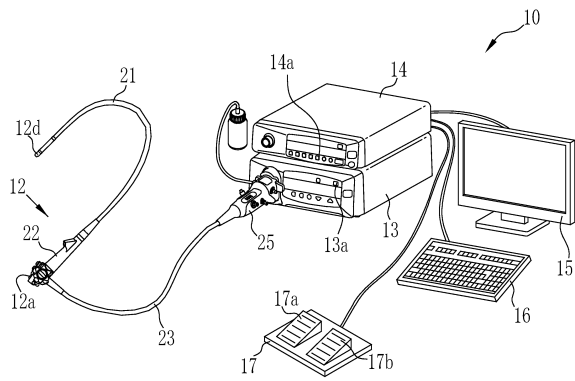
## 【 0 1 0 4 】

1 0	内視鏡装置	
1 2	内視鏡	
1 2 a	スコープボタン	
1 2 d	先端部	
1 3	光源装置	
1 3 a	光源ボタン	
1 4	プロセッサ装置	
1 4 a	プロセッサボタン	10
1 5	モニタ	
1 6	キーボード	
1 7	フットスイッチ	
1 7 a	左スイッチ	
1 7 b	右スイッチ	
2 1	挿入部	
2 2	操作部	
2 3	ユニバーサルケーブル	
2 5	コネクタ	
3 1	対物レンズ	20
3 2	照明レンズ	
3 3	計測補助光用レンズ	
3 4	開口	
3 5	送気送水ノズル	
4 1	光源部	
4 2	光源制御部	
4 3	ライトガイド	
4 4 a	照明光学系	
4 4 b	撮像光学系	
4 5	計測補助光出射部	30
4 5 a	光源	
4 5 b	計測補助光生成素子	
4 5 c	プリズム	
4 6	撮像素子	
4 7	撮像制御部	
4 8	C D S / A G C回路	
4 9	A / D変換器	
5 0、5 1	通信 I / F	
5 2	信号処理部	
5 3	表示制御部	40
5 4	システム制御部	
5 5	画像保存部	
5 7、5 7 a ~ 5 7 h	撮像画像	
5 8	特定画像	
6 0	通常信号処理部	
6 1	位置特定部	
6 2	基準スケール設定部	
6 3	計測値マーカ生成部	
6 4	特定画像生成部	
6 5	スケール用テーブル	50

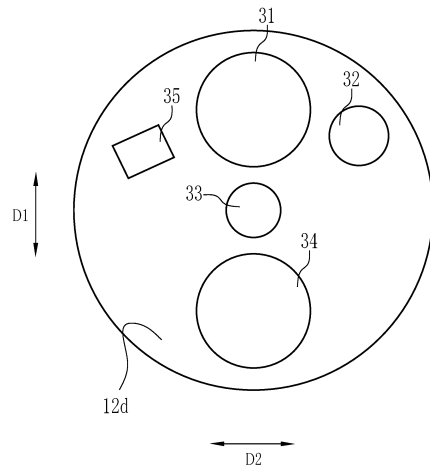
7 1	ポリープ	
7 2	基準スケール	
7 4	注目領域抽出部	
7 5	計測部分決定部	
7 6	計測内容受付部	
7 7	計測値算出部	
8 1	注目領域	
8 2	水平方向	
8 3	水平方向エッジ位置	
8 4	計測値マーカ	10
8 6	延長方向	
8 7	延長方向エッジ位置	
8 8	最大方向	
8 9	最大方向エッジ位置	
9 1	チャート	
9 2	補正スケール用テーブル	
9 3	ライン	
9 4	平面	
9 5 a	視野	
9 5 b	有効撮像範囲	20
9 6、9 7、9 8	断面	
9 9	目盛り	
1 0 1	静止画保存部	
1 0 2	教師データ保存部	
A	基準スケールの長さ	
A a	基準スケールのピクセル数	
B	ポリープの水平方向のサイズ	
B a、B b、B c	計測部分のピクセル数	
A r、B r	補正ピクセル数	
L i 1	実線	30
L i 2	点線	
D 1	第 1 方向	
D 2	第 2 方向	
D v	観察距離	
L m	計測補助光の光軸	
A x	撮像光学系の光軸	
P x	近端	
P y	中央付近	
P z	遠端	
P 1	位置	40
Q x、Q y、Q z	撮影範囲	
R x	観察距離の範囲	
S P	スポット	
S T 1 1 0 ~ S T 2 3 0	ステップ	

【図面】

【図 1】

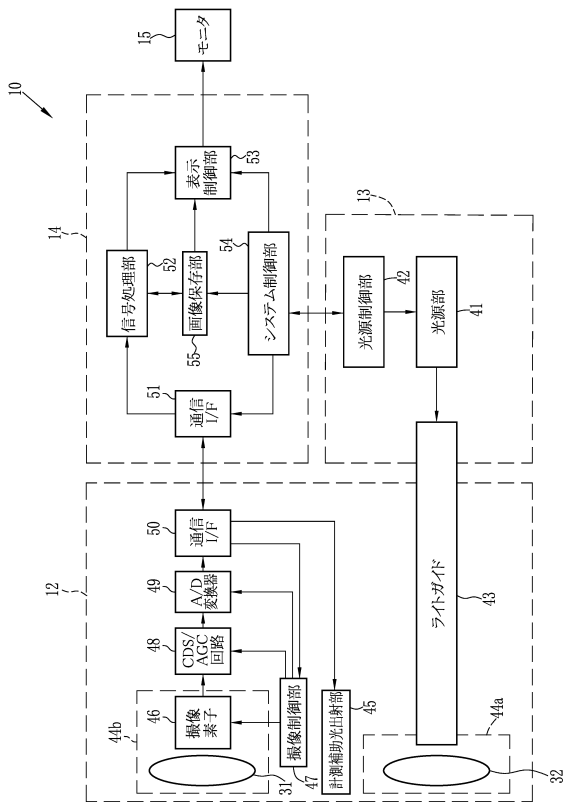


【図 2】

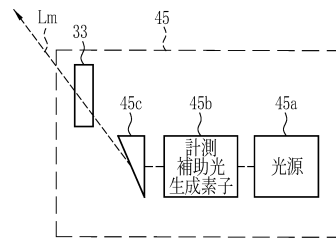


10

【図 3】



【図 4】



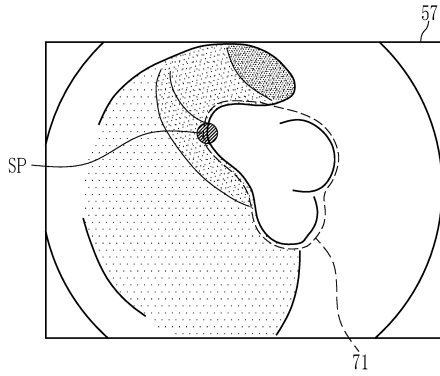
20

30

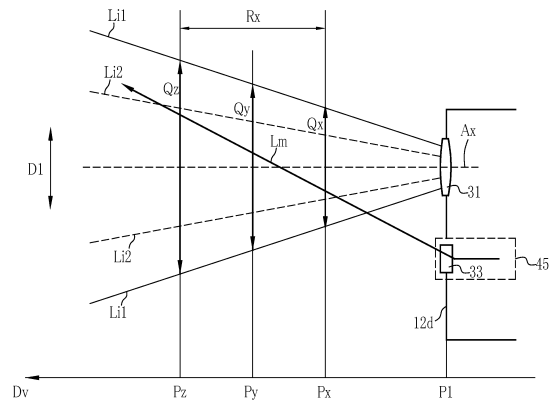
40

50

【図5】

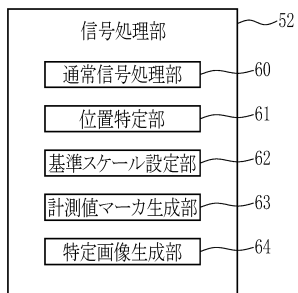


【図6】

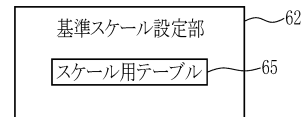


10

【図7】



【図8】



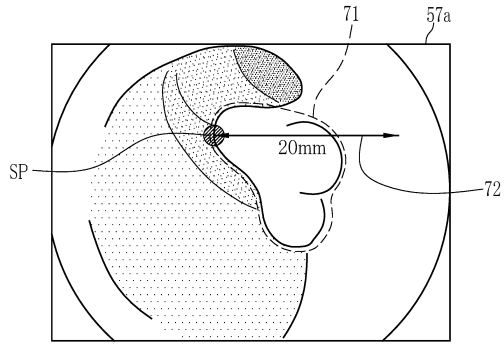
20

30

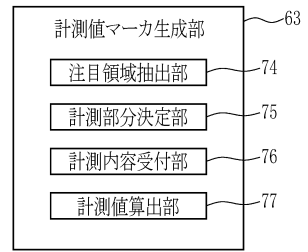
40

50

【図 9】

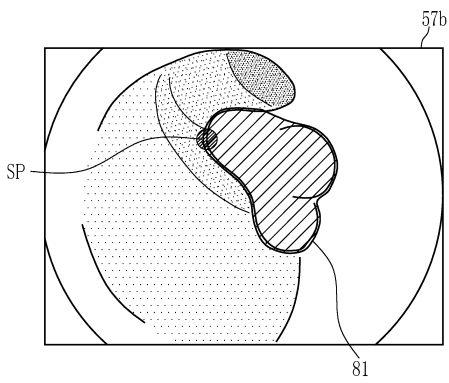


【図 10】

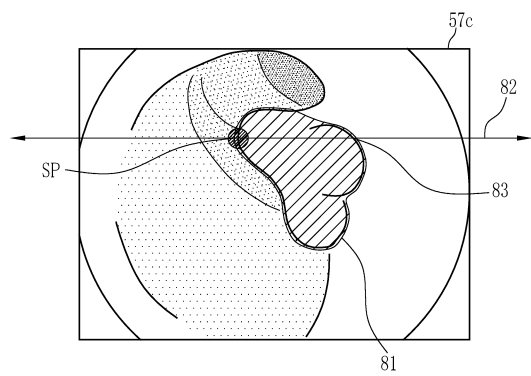


10

【図 11】



【図 12】



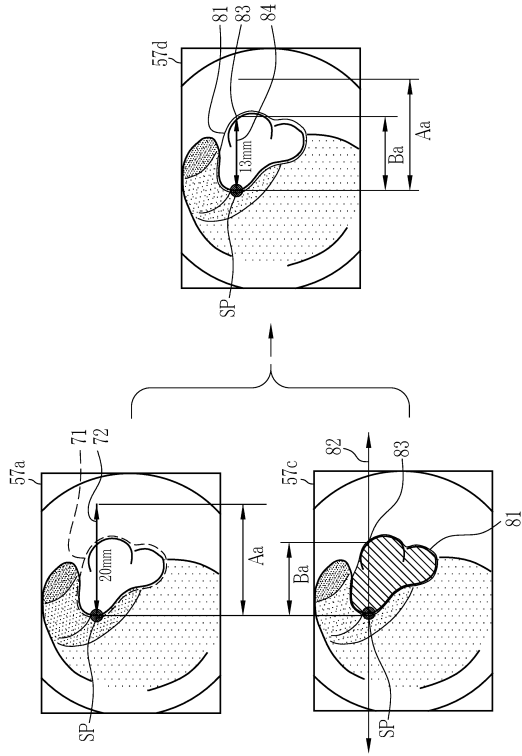
20

30

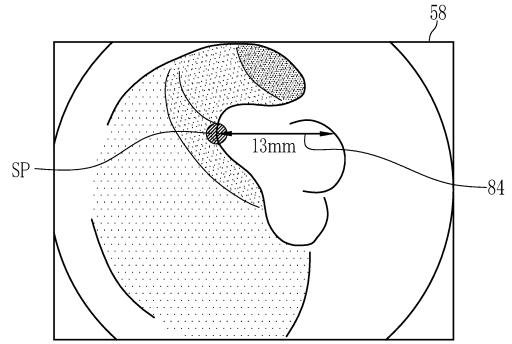
40

50

【 13 】



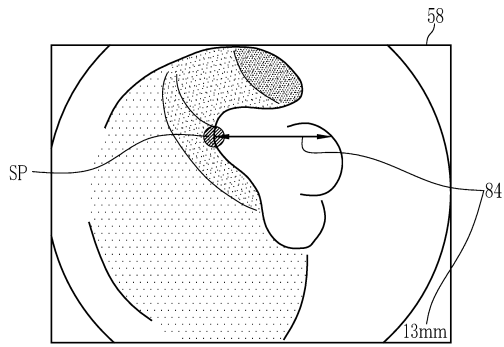
【 14 】



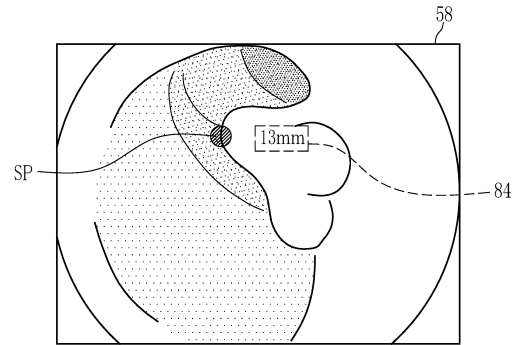
10

20

【 15 】



【 16 】

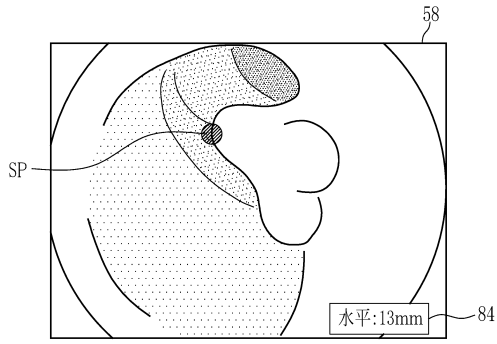


30

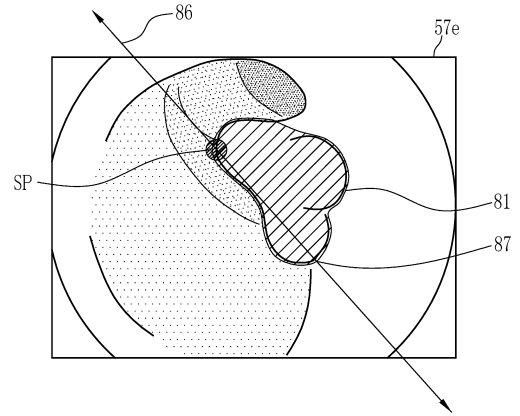
40

50

【図 17】

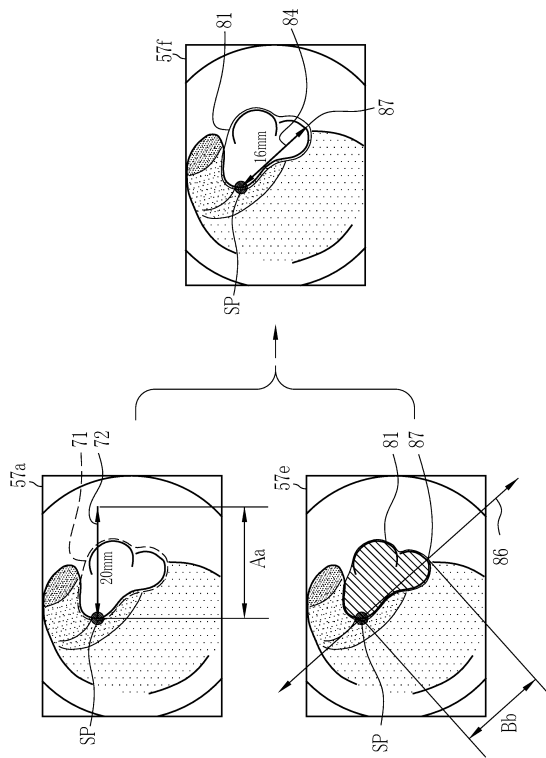


【図 18】

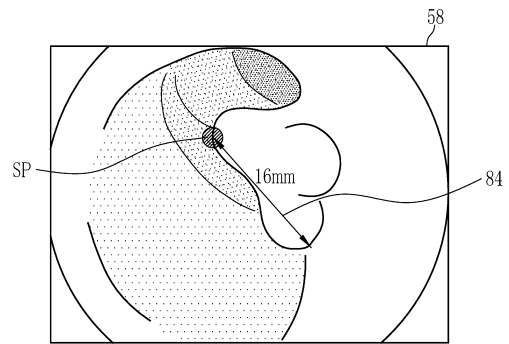


10

【図 19】



【図 20】



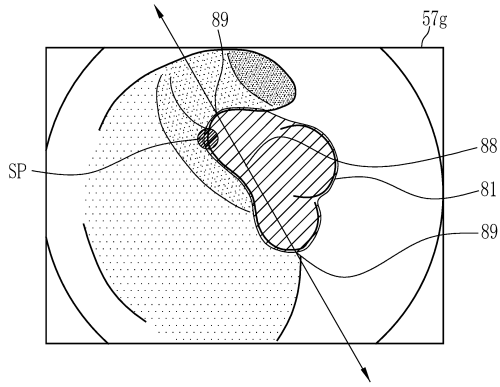
20

30

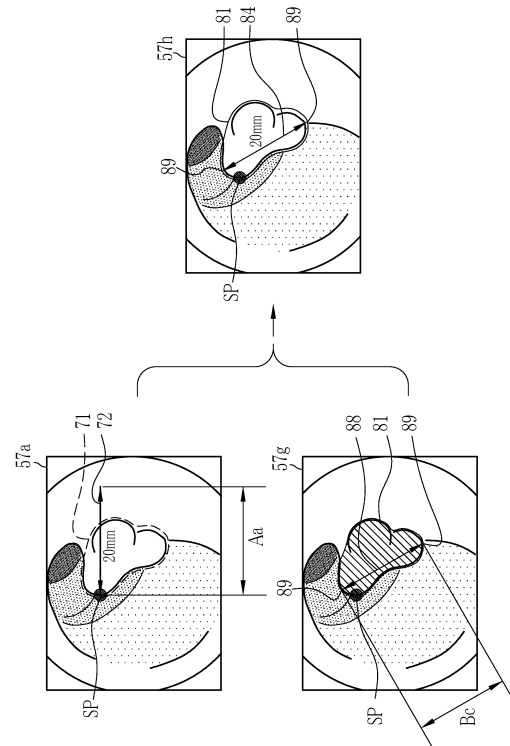
40

50

【図 2 1】



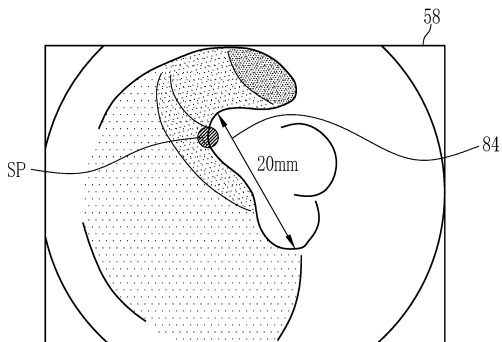
【図 2 2】



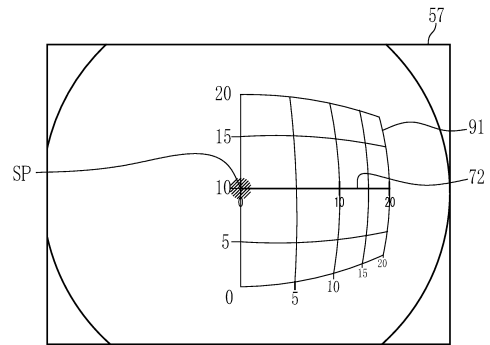
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】



30

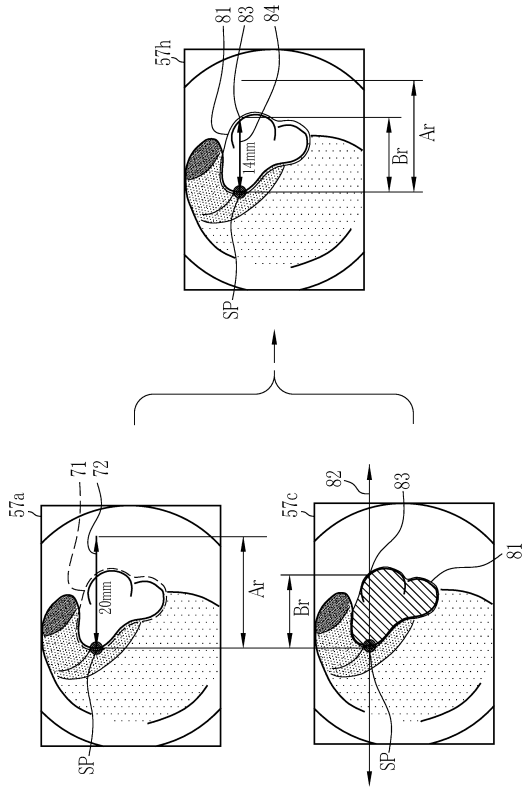
92

基準スケール	0	10	20
補正ピクセル数	0	0.5P	P

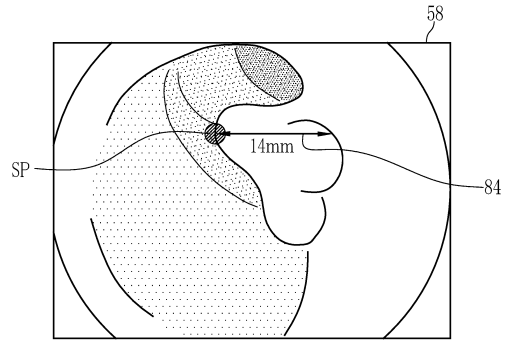
40

50

【 2 5 】



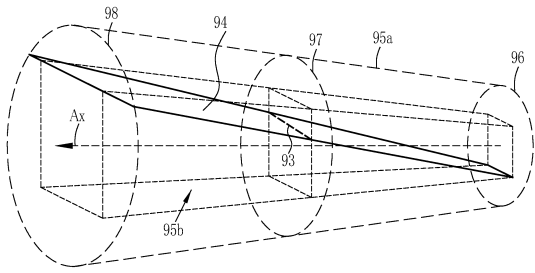
【 2 6 】



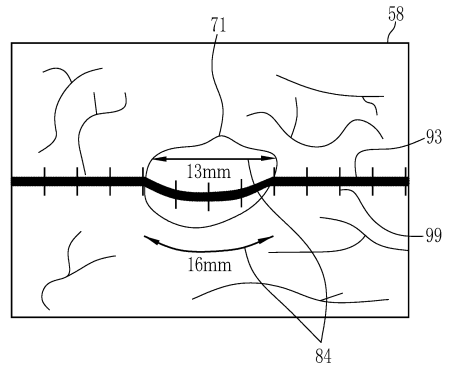
10

20

【 2 7 】



【 2 8 】

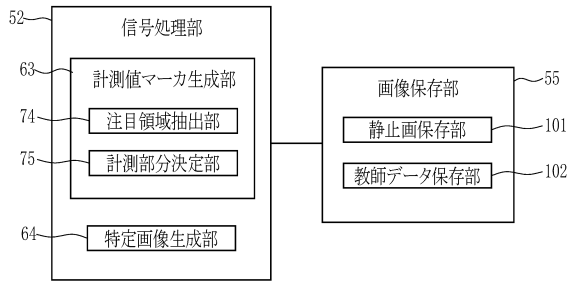


30

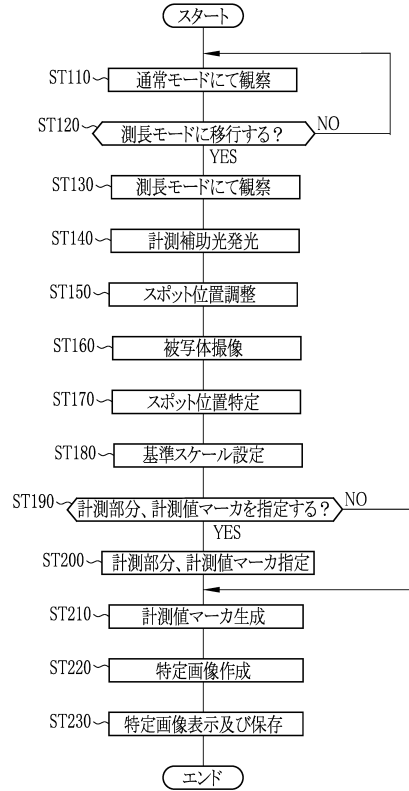
40

50

【図 29】



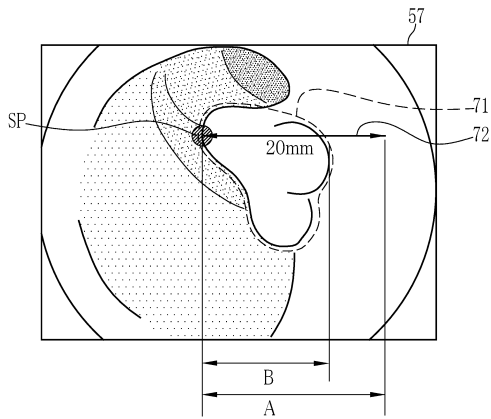
【図 30】



10

20

【図 31】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2017-520355(JP,A)  
国際公開第2019/017019(WO,A1)  
米国特許出願公開第2009/0097725(US,A1)  
特開昭62-073223(JP,A)  
特開2008-061659(JP,A)  
特開2019-195643(JP,A)  
国際公開第2018/189742(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A61B 1/00  
A61B 1/045