

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7610582号
(P7610582)

(45)発行日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(24)登録日 令和6年12月24日(2024.12.24)

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

請求項の数 19 (全26頁)

(21)出願番号	特願2022-511157(P2022-511157)	(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2番30号
(86)(22)出願日	令和3年4月2日(2021.4.2)	(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/JP2021/014299	(72)発明者	遠藤 麻依子 東京都港区西麻布2丁目2番30号 富士フイルム株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/201272	審査官	渡辺 純也
(87)国際公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)		
審査請求日	令和4年10月5日(2022.10.5)		
(31)優先権主張番号	特願2020-67362(P2020-67362)		
(32)優先日	令和2年4月3日(2020.4.3)		
(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】 医療画像処理装置、内視鏡システム及び医療画像処理装置の作動方法並びに医療画像処理装置用プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロセッサを備える医療画像処理装置であって、
前記プロセッサは、
医療画像を取得し、
前記医療画像内から注目領域を検出し、
前記検出した前記注目領域を強調するための強調表示を設定し、前記強調表示を前記医療画像に重畳して表示させ、
前記注目領域が検出された前記医療画像から取得される画像情報と、前記設定した前記強調表示とから強調表示の視認性を判定し、
前記視認性の判定結果をユーザに報知し、
前記プロセッサは、前記画像情報から算出した色情報と、前記強調表示から算出した色情報とから、前記医療画像と前記強調表示との色差を取得し、予め設定した第1の閾値を用いて、前記色差から前記視認性を判定し、
前記第1の閾値は、前記強調表示の線の太さに応じて重み付けされている医療画像処理装置。

【請求項2】

前記プロセッサは、前記医療画像における前記強調表示の内側から前記画像情報を取得する請求項1記載の医療画像処理装置。

【請求項3】

前記プロセッサは、前記医療画像における前記強調表示の外側から前記画像情報を取得する請求項 1 記載の医療画像処理装置。

【請求項 4】

前記プロセッサは、前記画像情報から算出した平均値を前記色情報として算出する請求項 3 記載の医療画像処理装置。

【請求項 5】

プロセッサを備える医療画像処理装置であって、
 前記プロセッサは、
 医療画像を取得し、
 前記医療画像内から注目領域を検出し、
 前記検出した前記注目領域を強調するための強調表示を設定し、前記強調表示を前記医療画像に重畳して表示させ、
 前記注目領域が検出された前記医療画像から取得される画像情報と、前記設定した前記強調表示とから強調表示の視認性を判定し、
 前記視認性の判定結果をユーザに報知し、
 前記プロセッサは、前記強調表示として、前記注目領域を囲む枠形状の図形を表示し、前記注目領域に対する前記枠形状の図形の線の太さから前記視認性を判定し、
 前記視認性の判定は、前記注目領域の最大寸法に対する前記図形の線の太さの比率を用いて、行う医療画像処理装置。

10

【請求項 6】

プロセッサを備える医療画像処理装置であって、
 前記プロセッサは、
 医療画像を取得し、
 前記医療画像内から注目領域を検出し、
 前記検出した前記注目領域を強調するための強調表示を設定し、前記強調表示を前記医療画像に重畳して表示させ、
 前記注目領域が検出された前記医療画像から取得される画像情報と、前記設定した前記強調表示とから強調表示の視認性を判定し、
 前記視認性の判定結果をユーザに報知し、
 前記プロセッサは、前記強調表示として、前記注目領域を囲む枠形状の図形を表示し、前記注目領域に対する前記枠形状の類似度から前記視認性を判定し、
 前記類似度は、前記注目領域の輪郭形状と、前記図形の内周形状との類似度である医療画像処理装置。

20

30

【請求項 7】

前記プロセッサは、前記判定結果を表示画面上に表示させる請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項記載の医療画像処理装置。

【請求項 8】

前記プロセッサは、前記視認性の判定結果として、数値化した指標値を算出し、表示画面上に表示させる請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項記載の医療画像処理装置。

【請求項 9】

前記プロセッサは、前記指標値が予め設定された閾値以下の場合、前記報知として前記指標値の表示を行う請求項 8 記載の医療画像処理装置。

40

【請求項 10】

前記プロセッサは、前記画像情報及び前記強調表示から算出した色差を前記指標値として用いる請求項 8 又は 9 記載の医療画像処理装置。

【請求項 11】

前記プロセッサは、前記視認性の判定結果を数値化した指標値を算出し、前記指標値に応じた識別情報又は識別図形を表示させる請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項記載の医療画像処理装置。

【請求項 12】

50

プロセッサを備える医療画像処理装置であって、
前記プロセッサは、
医療画像を取得し、
前記医療画像内から注目領域を検出し、
前記検出した前記注目領域を強調するための強調表示を設定し、前記強調表示を前記医療画像に重畳して表示させ、
前記注目領域が検出された前記医療画像から取得される画像情報と、前記設定した前記強調表示とから強調表示の視認性を判定し、
前記視認性の判定結果をユーザに報知し、

前記プロセッサは、前記強調表示の内側に存在する検出対象外の物体の有無で前記視認性の判定を行う医療画像処理装置。

10

【請求項 13】

プロセッサを備える医療画像処理装置であって、
前記プロセッサは、
医療画像を取得し、
前記医療画像内から注目領域を検出し、
前記検出した前記注目領域を強調するための強調表示を設定し、前記強調表示を前記医療画像に重畳して表示させ、
前記注目領域が検出された前記医療画像から取得される画像情報と、前記設定した前記強調表示とから強調表示の視認性を判定し、
前記視認性の判定結果をユーザに報知し、

前記プロセッサは、前記医療画像における前記強調表示の内側の範囲に対して、前記強調表示の内側の明度又は輝度が第2の閾値以上である部分の面積比が第3の閾値以上の場合、検出対象外の物体があると判定する医療画像処理装置。

20

【請求項 14】

前記プロセッサは、前記医療画像を表示させる表示画面とは異なる表示画面に前記判定結果を表示させる請求項7記載の医療画像処理装置。

【請求項 15】

前記プロセッサは、前記指標値が、予め設定した第1の閾値以下の場合、前記注目領域が検出された前記医療画像を自動で保存する請求項8記載の医療画像処理装置。

30

【請求項 16】

前記プロセッサは、前記指標値が、予め設定した第1の閾値以下の場合、ユーザに警告をする請求項8記載の医療画像処理装置。

【請求項 17】

観察対象を照明するための照明光を発する光源装置と、
前記照明光で照明された観察対象を撮像する撮像センサを有する内視鏡と、
プロセッサと、
前記撮像センサが出力する画像信号を信号処理した医療画像を表示するモニタとを備え、
前記プロセッサは、
前記医療画像を取得し、
前記医療画像内から注目領域を検出し、
前記検出した前記注目領域を強調するための強調表示を設定し、前記強調表示を前記医療画像に重畳して前記モニタに表示させ、
前記注目領域が検出された前記医療画像から取得される画像情報と、前記設定した前記強調表示とから強調表示の視認性を判定し、
前記視認性の判定結果をユーザに報知し、
前記プロセッサは、前記画像情報から算出した色情報と、前記強調表示から算出した色情報とから、前記医療画像と前記強調表示との色差を取得し、予め設定した第1の閾値を用いて、前記色差から前記視認性を判定し、
前記第1の閾値は、前記強調表示の線の太さに応じて重み付けされている内視鏡システ

40

50

ム。

【請求項 18】

医療画像を取得するステップと、
 前記取得した前記医療画像内から注目領域を検出するステップと、
 前記検出した前記注目領域を強調するための強調表示を設定し、前記強調表示を前記医療画像に重畳して表示させるステップと、
 前記注目領域が検出された前記医療画像から取得される画像情報と、前記設定した前記強調表示とから強調表示の視認性を判定するステップと、
 前記視認性の判定結果をユーザに報知するステップとを含み、
前記視認性を判定するステップでは、前記画像情報から算出した色情報と、前記強調表示から算出した色情報とから、前記医療画像と前記強調表示との色差を取得し、予め設定した第1の閾値を用いて、前記色差から前記視認性を判定し、
 前記第1の閾値は、前記強調表示の線の太さに応じて重み付けされている医療画像処理装置の作動方法。

10

【請求項 19】

医療画像を取得するとともに、医療画像に画像処理を施す医療画像処理装置にインストールされる医療画像処理装置用プログラムにおいて、
 コンピュータに、
 前記医療画像を取得する機能と、
 前記医療画像内から注目領域を検出する機能と、
 前記検出した前記注目領域を強調するための強調表示を設定し、前記強調表示を前記医療画像に重畳して表示させる機能と、
 前記注目領域が検出された前記医療画像から取得される画像情報と、前記設定した前記強調表示とから強調表示の視認性を判定する機能と、
 前記視認性の判定結果をユーザに報知する機能とを実現させ、且つ、
前記画像情報から算出した色情報と、前記強調表示から算出した色情報とから、前記医療画像と前記強調表示との色差を取得し、予め設定した第1の閾値を用いて、前記色差から前記視認性を判定する機能とを実行させ、
前記第1の閾値は、前記強調表示の線の太さに応じて重み付けされている医療画像処理装置用プログラム。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、病変部などの注目領域を検出するための医療画像処理装置、内視鏡システム及び医療画像処理装置の作動方法並びに医療画像処理装置用プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、内視鏡画像、X線画像、CT (Computed Tomography) 画像、MR (Magnetic Resonance) 画像などの医療画像を用いて、患者の病状の診断や経過観察などの画像診断が行われている。このような画像診断に基づいて、医師などは治療方針の決定などを行っている。

40

【0003】

近年、医療画像を用いた画像診断においては、医療画像を解析して臓器内の病変や腫瘍など注意して観察すべき注目領域を自動的に検出することが行われつつある。特に、ディープラーニングなどの機械学習を行うことによって、注目領域を検出する精度が飛躍的に向上している。

【0004】

特許文献1及び2には、医療画像から病変部などの注目領域を検出した場合、検出情報に基づいて画像処理を行う医療画像処理装置が記載されている。特許文献1及び2記載の医療画像処理装置では、注目領域を強調するための強調表示を、医療画像に重畳する強調

50

処理を行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】国際公開第2018/198161号

【文献】国際公開第2017/081976号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1及び2記載の医療画像処理装置では、強調表示の視認性については考慮されていないため、医療画像内の被検体の色、被検体内に存在する物体の有無等に応じて、強調表示が周囲と同化したり、周囲の部分に対して目立たなくなることがある。このように強調表示の視認性が低下すると、医師が注目領域に気付かない可能性がある。

10

【0007】

本発明は、強調表示の視認性低下を認識することができる医療画像処理装置、内視鏡システム及び医療画像処理装置の作動方法並びに医療画像処理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】

【0008】

本発明は、プロセッサを備える医療画像処理装置であって、プロセッサは、医療画像を取得し、医療画像内から注目領域を検出し、検出した注目領域を強調するための強調表示を設定し、強調表示を医療画像に重畳して表示させ、注目領域が検出された医療画像から取得される画像情報と、設定した強調表示とから強調表示の視認性を判定し、視認性の判定結果をユーザに報知する。

20

【0009】

プロセッサは、医療画像における強調表示の内側から画像情報を取得することが好ましい。あるいは、プロセッサは、医療画像における強調表示の外側から画像情報を取得することが好ましい。

【0010】

プロセッサは、画像情報から算出した色情報と、強調表示から算出した色情報とから、医療画像と強調表示との色差を取得し、色差から視認性を判定することが好ましい。プロセッサは、画像情報から算出した平均値を色情報として算出することが好ましい。

30

【0011】

プロセッサは、強調表示として、注目領域を囲む枠形状の図形を表示し、注目領域に対する枠形状の図形の線の太さから視認性を判定することが好ましい。また、プロセッサは、強調表示として、注目領域を囲む枠形状の図形を表示し、注目領域に対する枠形状の類似度から視認性を判定することが好ましい。

【0012】

プロセッサは、判定結果を表示画面上に表示させることが好ましい。また、プロセッサは、視認性の判定結果として、数値化した指標値を算出し、表示画面上に表示させることが好ましく、プロセッサは、指標値が予め設定された閾値以下の場合、報知として指標値の表示を行うことがさらに好ましい。

40

【0013】

プロセッサは、画像情報及び強調表示から算出した色差を指標値として用いることが好ましい。また、プロセッサは、視認性の判定結果を数値化した指標値を算出し、指標値に応じた識別情報又は識別図形を表示させてもよい。

【0014】

プロセッサは、強調表示の内側に存在する検出対象外の物体の有無で視認性の判定を行うことが好ましい。プロセッサは、医療画像における強調表示の内側の範囲に対して、強

50

調表示の内側の明度又は輝度が第2の閾値以上である部分の面積比が第3の閾値以上の場合、検出対象外の物体が有ると判定することがさらに好ましい。

【0015】

プロセッサは、医療画像を表示させる表示画面とは異なる表示画面に判定結果を表示させてもよい。プロセッサは、指標値が予め設定された第1の閾値以下の場合、注目領域が検出された医療画像を自動で保存することが好ましく、プロセッサは、指標値が予め設定された第1の閾値以下の場合、ユーザに警告をすることが好ましい。

【0016】

本発明の内視鏡システムは、光源装置と、内視鏡と、プロセッサと、モニタとを備え、プロセッサは、医療画像を取得し、医療画像内から注目領域を検出し、検出した注目領域を強調するための強調表示を設定し、強調表示を医療画像に重畳してモニタに表示させ、注目領域が検出された医療画像から取得される画像情報と、設定した強調表示とから強調表示の視認性を判定し、視認性の判定結果をユーザに報知する。光源装置は、観察対象を照明するための照明光を発する。内視鏡は、照明光で照明された観察対象を撮像する撮像センサを有する。モニタは、撮像センサが出力する画像信号を信号処理した医療画像を表示する。

10

【0017】

本発明の医療用画像処理装置の作動方法は、医療画像を取得するステップと、取得した医療画像内から注目領域を検出するステップと、検出した注目領域を強調するための強調表示を設定し、強調表示を医療画像に重畳して表示させるステップと、注目領域が検出された医療画像から取得される画像情報と、設定した強調表示とから強調表示の視認性を判定するステップと、視認性の判定結果をユーザに報知するステップとを含む。

20

【0018】

本発明の医療画像処理装置用プログラムは、医療画像を取得するとともに、医療画像に画像処理を施す医療画像処理装置にインストールされ、コンピュータに、医療画像を取得する機能と、医療画像内から注目領域を検出する機能と、検出した注目領域を強調するための強調表示を設定し、強調表示を医療画像に重畳して表示させる機能と、注目領域が検出された医療画像から取得される画像情報と、設定した強調表示とから強調表示の視認性を判定する機能と、視認性の判定結果をユーザに報知する機能とを実現させる。

【発明の効果】

30

【0019】

本発明によれば、ユーザが強調表示の視認性低下を認識することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】内視鏡システムの外觀図である。

【図2】複数のLED光源を備える第1実施形態の内視鏡システムの機能を示すブロック図である。

【図3】紫色光V、青色光B、青色光Bx、緑色光G、赤色光Rの分光スペクトルを示すグラフである。

【図4】第1実施形態の通常光の分光スペクトルを示すグラフである。

40

【図5】第1実施形態の特殊光の分光スペクトルを示すグラフである。

【図6】注目領域検出モード画像処理部及び表示制御部の機能を示すブロック図である。

【図7】表示制御部が注目領域の強調表示を行う場合に設定される強調領域を示す説明図である。

【図8】視認性判定部が内視鏡画像から取得される画像情報と、強調表示の設定情報から色情報を算出し、強調表示の視認性を判定する状態を説明する説明図である。

【図9】表示制御部が注目領域の強調表示、及び報知情報の表示を行う場合の表示画面の一例である。

【図10】注目領域検出モードの一連の流れを示すフローチャートである。

【図11】表示状態を示す説明図であり、内視鏡画像から病変部を検出し(A)、内視鏡

50

画像に強調表示としての図形を重畳する（Ｂ）例を示す説明図である。

【図１２】表示状態を示す説明図であり、色差が低下して視認性が低下した場合（Ａ）、報知情報を表示する（Ｂ）例を示す説明図である。

【図１３】第２実施形態における表示状態を示す説明図であり、視認性が低い場合（Ａ）、視認性が高い場合（Ｂ）、識別情報をそれぞれ表示する例を示す説明図である。

【図１４】第３実施形態における表示状態を示す説明図であり、視認性が低い場合（Ａ）、視認性が高い場合（Ｂ）、識別図形をそれぞれ表示する例を示す説明図である。

【図１５】第４実施形態における表示の状態を示す説明図であり、１つの表示画面にメイン画像とサブ画像を表示し、サブ画像に識別図形を重畳させた例を示す説明図である。

【図１６】第５実施形態における表示の状態を示す説明図であり、検出対象外の物体が図形の内側に有る場合（Ａ）、識別図形を表示する（Ｂ）例を示す説明図である。

10

【図１７】変形例として、病変部を囲む４つのＬ字状図形から強調表示を構成する例を示す説明図である。

【図１８】第６実施形態における表示の状態を示す説明図である。

【図１９】第７実施形態における表示の状態を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００２１】

[第１実施形態]

図１に示すように、内視鏡システム１０は、内視鏡１２と、光源装置１４と、プロセッサ装置１６と、モニタ１８（表示部）と、コンソール１９とを有する。内視鏡１２は、光源装置１４と光学的に接続し、かつ、プロセッサ装置１６と電氣的に接続する。内視鏡１２は、被検体内に挿入する挿入部１２ａと、挿入部１２ａの基端部分に設けた操作部１２ｂと、挿入部１２ａの先端側に設けた湾曲部１２ｃ及び先端部１２ｄを有している。操作部１２ｂのアングルノブ１３ａを操作することにより、湾曲部１２ｃが湾曲動作する。この湾曲動作によって、先端部１２ｄが所望の方向に向けられる。

20

【００２２】

先端部１２ｄは、先端面に、照明窓と、観察窓と、送気・送水ノズルと、鉗子出口とを有する（いずれも図示無し）。照明窓は、照明光を観察部位に照射するためのものである。観察窓は、観察部位からの光を取り込むためのものである。送気・送水ノズルは、照明窓及び観察窓を洗浄するためのものである。鉗子出口は、鉗子と電気メス等の処置具を用いて各種処置を行うためのものである。

30

【００２３】

また、操作部１２ｂには、アングルノブ１３ａの他、静止画像の取得操作に用いる静止画像取得部１３ｂ、観察モードの切り替え操作に用いるモード切替部１３ｃ、ズーム倍率の変更操作に用いるズーム操作部１３ｄを設けている。静止画像取得部１３ｂは、モニタ１８に観察対象の静止画像を表示するフリーズ操作と、ストレージに静止画像を保存するリリース操作が可能である。

【００２４】

内視鏡システム１０は、観察モードとして、通常モードと、特殊モードと、注目領域検出モードとを有している。観察モードが通常モードである場合、複数色の光を通常モード用の光量比 L_c で合波した通常光を発光する。また、観察モードが特殊モードである場合、複数色の光を特殊モード用の光量比 L_s で合波した特殊光を発光する。

40

【００２５】

また、観察モードが注目領域検出モードである場合、注目領域検出モード用照明光を発光する。本実施形態では、注目領域検出モード用照明光として、通常光を発光するが、特殊光を発光するようにしてもよい。

【００２６】

プロセッサ装置１６は、モニタ１８及びコンソール１９と電氣的に接続する。モニタ１８は、観察対象の画像や、画像に付帯する情報等を出力表示する。コンソール１９は、注目領域（ROI：Region Of Interest）の指定等や機能設定等の入力操作を受け付けるユー

50

ザインタフェースとして機能する。

【0027】

図2に示すように、光源装置14は、観察対象の照明に用いる照明光を発する光源部20と、光源部20を制御する光源制御部22とを備えている。光源部20は、複数色のLED(Light Emitting Diode)等の半導体光源である。光源制御部22は、LED等のオン/オフや、LED等の駆動電流や駆動電圧の調整によって、照明光の発光量を制御する。また、光源制御部22は、光学フィルタの変更等によって、照明光の波長帯域を制御する。

【0028】

第1実施形態では、光源部20は、V-LED(Violet Light Emitting Diode)20a、B-LED(Blue Light Emitting Diode)20b、G-LED(Green Light Emitting Diode)20c、及びR-LED(Red Light Emitting Diode)20dの4色のLEDと、波長カットフィルタ23とを有している。図3に示すように、V-LED20aは、波長帯域380nm~420nmの紫色光Vを発する。

10

【0029】

B-LED20bは、波長帯域420nm~500nmの青色光Bを発する。B-LED23bから出射した青色光Bのうち少なくともピーク波長の450nmよりも長波長側は、波長カットフィルタ23によりカットされる。これにより、波長カットフィルタ23を透過した後の青色光Bxは、420~460nmの波長範囲になる。このように、460nmよりも長波長側の波長域の光をカットしているのは、この460nmよりも長波長側の波長域の光は、観察対象である血管の血管コントラストを低下させる要因であるためである。なお、波長カットフィルタ23は、460nmよりも長波長側の波長域の光をカットする代わりに、460nmよりも長波長側の波長域の光を減光させてもよい。

20

【0030】

G-LED20cは、波長帯域が480nm~600nmに及び緑色光Gを発する。R-LED20dは、波長帯域が600nm~650nmに及び赤色光Rを発する。なお、各LED20a~20dから発せられる光は、それぞれの中心波長とピーク波長とが同じであっても良いし、異なっても良い。

【0031】

光源制御部22は、各LED20a~20dの点灯や消灯、及び点灯時の発光量等を独立に制御することによって、照明光の発光タイミング、発光期間、光量、及び分光スペクトルの調節を行う。光源制御部22における点灯及び消灯の制御は、観察モードごとに異なっている。なお、基準の明るさは光源装置14の明るさ設定部又はコンソール19等によって設定可能である。

30

【0032】

通常モード又は注目領域検出モードの場合、光源制御部22は、V-LED20a、B-LED20b、G-LED20c、及びR-LED20dを全て点灯させる。その際、図4に示すように、紫色光V、青色光B、緑色光G、及び赤色光R間の光量比Lcは、青色光Bxの光強度のピークが、紫色光V、緑色光G、及び赤色光Rのいずれの光強度のピークよりも大きくなるように、設定されている。これにより、通常モード又は注目領域検出モードでは、光源装置14から、紫色光V、青色光Bx、緑色光G、及び赤色光Rを含む通常モード用又は注目領域検出モード用の多色光が、通常光として、が発せられる。通常光は、青色帯域から赤色帯域まで一定以上の強度を有しているため、ほぼ白色となっている。

40

【0033】

特殊モードの場合、光源制御部22は、V-LED20a、B-LED20b、G-LED20c、及びR-LED20dを全て点灯させる。その際、図5に示すように、紫色光V、青色光B、緑色光G、及び赤色光R間の光量比Lsは、紫色光Vの光強度のピークが、青色光Bx、緑色光G、及び赤色光Rのいずれの光強度のピークよりも大きくなるように、設定されている。また、緑色光G及び赤色光Rの光強度のピークは、紫色光V及び青色

50

光 B x の光強度のピークよりも小さくなるように、設定されている。これにより、特殊モードでは、光源装置 1 4 から、紫色光 V、青色光 B x、緑色光 G、及び赤色光 R を含む特殊モード用の多色光が、特殊光として発せられる。特殊光は、紫色光 V が占める割合が大きいことから、青みを帯びた光となっている。なお、特殊光は、4 色全ての光が含まれていなくてもよく、4 色の LED 2 0 a ~ 2 0 d のうち少なくとも 1 色の LED からの光が含まれていればよい。また、特殊光は、4 5 0 nm 以下に主な波長域、例えばピーク波長又は中心波長を有することが好ましい。

【 0 0 3 4 】

図 2 に示すように、光源部 2 0 が発した照明光は、ミラーやレンズ等で形成される光路結合部 (図示しない) を介して、挿入部 1 2 a 内に挿通したライトガイド 2 4 に入射する。ライトガイド 2 4 は、内視鏡 1 2 及びユニバーサルコードに内蔵され、照明光を内視鏡 1 2 の先端部 1 2 d まで伝搬する。ユニバーサルコードは、内視鏡 1 2 と光源装置 1 4 及びプロセッサ装置 1 6 とを接続するコードである。なお、ライトガイド 2 4 としては、マルチモードファイバを使用することができる。一例として、ライトガイド 2 4 には、コア径 1 0 5 μm 、クラッド径 1 2 5 μm 、外皮となる保護層を含めた径が 0 . 3 mm ~ 0 . 5 mm の細径なファイバケーブルを使用することができる。

10

【 0 0 3 5 】

内視鏡 1 2 の先端部 1 2 d には、照明光学系 3 0 a と撮像光学系 3 0 b とを設けている。照明光学系 3 0 a は、照明レンズ 3 2 を有している。この照明レンズ 3 2 を介して、ライトガイド 2 4 を伝搬した照明光によって観察対象を照明する。撮像光学系 3 0 b は、対物レンズ 3 4 と、拡大光学系 3 6 と、撮像センサ 3 8 (本発明の「撮像部」に対応する) とを有している。これら対物レンズ 3 4 及び拡大光学系 3 6 を介して、観察対象からの反射光、散乱光、及び蛍光等の各種の光が撮像センサ 3 8 に入射する。これにより、撮像センサ 3 8 に観察対象の像が結像する。

20

【 0 0 3 6 】

拡大光学系 3 6 は、観察対象を拡大するズームレンズ 3 6 a と、ズームレンズ 3 6 a を光軸方向 C L に移動させるレンズ駆動部 3 6 b とを備えている。ズームレンズ 3 6 a は、レンズ駆動部 3 6 b によるズーム制御に従って、テレ端とワイド端の間で自在に移動させることで、撮像センサ 3 8 に結像する観察対象を拡大又は縮小させる。

【 0 0 3 7 】

撮像センサ 3 8 は、照明光が照射された観察対象を撮像するカラー撮像センサである。撮像センサ 3 8 の各画素には、R (赤色) カラーフィルタ、G (緑色) カラーフィルタ、B (青色) カラーフィルタのいずれかが設けられている。撮像センサ 3 8 は、B カラーフィルタが設けられている B 画素で紫色から青色の光を受光し、G カラーフィルタが設けられている G 画素で緑色の光を受光し、R カラーフィルタが設けられている R 画素で赤色の光を受光する。そして、各色の画素から、R G B 各色の画像信号を出力する。撮像センサ 3 8 は、出力した画像信号を、C D S 回路 4 0 に送信する。

30

【 0 0 3 8 】

通常モード又は注目領域検出モードにおいては、撮像センサ 3 8 は、通常光が照明された観察対象を撮像することにより、B 画素から B c 画像信号を出力し、G 画素から G c 画像信号を出力し、R 画素から R c 画像信号を出力する。また、特殊モードにおいては、撮像センサ 3 8 は、特殊光が照明された観察対象を撮像することにより、B 画素から B s 画像信号を出力し、G 画素から G s 画像信号を出力し、R 画素から R s 画像信号を出力する。

40

【 0 0 3 9 】

撮像センサ 3 8 としては、C C D (Charge Coupled Device) 撮像センサや C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 撮像センサ等を利用可能である。また、R G B の原色のカラーフィルタを設けた撮像センサ 3 8 の代わりに、C (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー) 及び G (緑) の補色フィルタを備えた補色撮像センサを用いても良い。補色撮像センサを用いる場合には、C M Y G の 4 色の画像信号を出力する。このため、補色 - 原色色変換によって、C M Y G の 4 色の画像信号を R G B の 3 色の画

50

像信号に変換することにより、撮像センサ38と同様のRGB各色の画像信号を得ることができる。また、撮像センサ38の代わりに、カラーフィルタを設けていないモノクロセンサを用いても良い。

【0040】

CDS回路40は、撮像センサ38から受信したアナログの画像信号に、相関二重サンプリング(CDS: Correlated Double Sampling)を行う。CDS回路40を経た画像信号はAGC回路42に入力される。AGC回路42は、入力された画像信号に対して、自動利得制御(AGC: Automatic Gain Control)を行う。A/D(Analog to Digital)変換回路44は、AGC回路42を経たアナログ画像信号を、デジタルの画像信号に変換する。A/D変換回路44は、A/D変換後のデジタル画像信号を、プロセッサ装置16

10

【0041】

図2に示すように、プロセッサ装置16は、画像信号取得部50と、DSP(Digital Signal Processor)52と、ノイズ低減部54と、画像処理部56と、表示制御部58とを備えている。

【0042】

プロセッサ装置16は、医療画像処理装置としての機能を含んでおり、後述するように、画像処理部56では、内視鏡画像を取得するとともに、内視鏡画像から観察対象内の注目領域を検出し、表示制御部58では、内視鏡画像75に対して注目領域を強調表示する。

【0043】

画像信号取得部50は、内視鏡12から、観察モードに対応したデジタル画像信号を取得する。通常モード又は注目領域検出モードの場合には、Bc画像信号、Gc画像信号、Rc画像信号を取得する。特殊モードの場合には、Bs画像信号、Gs画像信号、Rs画像信号を取得する。注目領域検出モードの場合には、通常光の照明時に1フレーム分のBc画像信号、Gc画像信号、Rc画像信号を取得し、特殊光の照明時に1フレーム分のBs画像信号、Gs画像信号、Rs画像信号を取得する。

20

【0044】

DSP52は、画像信号取得部50が取得した画像信号に対して、欠陥補正処理、オフセット処理、DSP用ゲイン補正処理、リニアマトリクス処理、ガンマ変換処理、及びデモザイク処理等の各種信号処理を施す。欠陥補正処理は、撮像センサ38の欠陥画素の信号を補正する。オフセット処理は、欠陥補正処理した画像信号から暗電流成分を除き、正確なゼロレベルを設定する。DSP用ゲイン補正処理は、オフセット処理した画像信号に特定のDSP用ゲインを乗じることにより信号レベルを整える。

30

【0045】

リニアマトリクス処理は、DSP用ゲイン補正処理した画像信号の色再現性を高める。ガンマ変換処理は、リニアマトリクス処理した画像信号の明るさや彩度を整える。ガンマ変換処理した画像信号には、デモザイク処理(等方化処理、又は同時化処理とも言う)を施すことによって、各画素で不足した色の信号を補間によって生成する。このデモザイク処理によって、全画素がRGB各色の信号を有するようになる。ノイズ低減部54は、DSP52でデモザイク処理等を施した画像信号に対して、例えば、移動平均法やメディアンフィルタ法等によるノイズ低減処理を施し、ノイズを低減する。ノイズ低減後の画像信号は画像処理部56に入力される。

40

【0046】

画像処理部56は、通常モード画像処理部60と、特殊モード画像処理部62と、注目領域検出モード画像処理部64を備えている。通常モード画像処理部60は、通常モードに設定されている場合に作動し、受信したBc画像信号、Gc画像信号、Rc画像信号に対して、色変換処理、色彩強調処理、及び構造強調処理を行う。色変換処理では、RGB画像信号に対して3x3のマトリクス処理、階調変換処理、及び3次元LUT(Look Up Table)処理などにより色変換処理を行う。

【0047】

50

色彩強調処理は、色変換処理済みのRGB画像信号に対して行われる。構造強調処理は、観察対象の構造を強調する処理であり、色彩強調処理後のRGB画像信号に対して行われる。上記のような各種画像処理等を行うことによって、通常画像が得られる。通常画像は、紫色光V、青色光Bx、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。通常画像は、表示制御部58に入力される。

【0048】

特殊モード画像処理部62は、特殊モードに設定されている場合に作動する。特殊モード画像処理部62では、受信したBs画像信号、Gs画像信号、Rs画像信号に対して、色変換処理、色彩強調処理、及び構造強調処理を行う。色変換処理、色彩強調処理、及び構造強調処理の処理内容は、通常モード画像処理部60と同様である。上記のような各種画像処理を行うことによって、特殊画像が得られる。特殊画像は、血管のヘモグロビンの吸収係数が高い紫色光Vが、他の色の青色光Bx、緑色光G、赤色光Rよりも大きい発光量となっている特殊光に基づいて得られた画像であるため、血管構造や腺管構造の解像度が他の構造よりも高くなっている。特殊画像は表示制御部58に入力される。

10

【0049】

注目領域検出モード画像処理部64は、注目領域検出モード時に設定されている場合に作動する。図6に示すように、注目領域検出モード画像処理部64は、検出用画像処理部70と、注目領域検出部71と、視認性判定部72と、視認性報知制御部73とを有している。検出用画像処理部70は、受信したBc画像信号、Gc画像信号、Rc画像信号に対して、色変換処理など通常モード画像処理部60と同様の画像処理により内視鏡画像75を順次取得する。

20

【0050】

注目領域検出部71は、内視鏡画像75を画像解析し、観察対象内の注目領域を検出するための注目領域検出処理を行う。本実施形態では、注目領域検出部71は、注目領域として観察対象内の病変部（例えば、腫瘍や炎症など）を検出する。この場合、注目領域検出部71は、まず内視鏡画像75を複数の小領域、例えば画素数個分の正方領域に分割する。次いで、分割した内視鏡画像75から画像的な特徴量を算出する。続いて、算出した特徴量に基づき、各小領域が病変部であるか否かを認識処理する。このような認識処理としては、畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Network）や、深層学習（Deep Learning）などの機械学習アルゴリズムであることが好ましい。

30

【0051】

また、注目領域検出部71により内視鏡画像75から算出される特徴量としては、観察対象における所定部位の形状、色又はそれら形状や色などから得られる値であることが好ましい。例えば、特徴量として、血管密度、血管形状、血管の分岐数、血管の太さ、血管の長さ、血管の蛇行度、血管の深達度、腺管形状、腺管開口部形状、腺管の長さ、腺管の蛇行度、色情報の少なくともいずれか、もしくは、それらを2以上組み合わせた値であることが好ましい。

【0052】

最後に、同じ種類と特定された、ひとかたまりの小領域を1つの病変部として抽出する。注目領域検出部71は、抽出した病変部の位置情報、大きさ、病変の種類などの情報を検出情報76として内視鏡画像75に関連付ける。注目領域検出モード画像処理部64は、検出情報76を関連付けた内視鏡画像75を表示制御部58に出力する。

40

【0053】

表示制御部58は、画像処理部56からの画像やデータをモニタ18に表示するための表示制御を行う。通常モードに設定されている場合には、表示制御部58は、通常画像をモニタ18に表示する制御を行う。特殊モードに設定されている場合には、表示制御部58は、特殊画像をモニタ18に表示する制御を行う。

【0054】

注目領域検出モードに設定されている場合には、表示制御部58は、内視鏡画像75に

50

対して注目領域検出部 7 1 により検出した注目領域を強調表示する。表示制御部 5 8 は、注目領域を強調表示する場合、先ず、注目領域検出モード画像処理部 6 4 から出力された内視鏡画像 7 5、及び内視鏡画像 7 5 に関連付けられた検出情報 7 6 に基づき、注目領域を強調するための強調領域を設定する。

【 0 0 5 5 】

図 7 に示すように、表示制御部 5 8 は、病変部 7 7 の位置、大きさ、種類などの検出情報 7 6 に基づき、病変部 7 7 よりも面積が広く、かつ病変部 7 7 を包含する強調領域 7 8 を設定する。本実施形態では、強調領域 7 8 として、正方形の領域を設定する。強調領域 7 8 は、例えば、病変部 7 7 の外周との間に所定の間隔を置いて設定される正方形の外周を有する。なお、強調領域 7 8 としてはこれに限らず、病変部 7 7 の外周と接する正方形に設定してもよい。

10

【 0 0 5 6 】

表示制御部 5 8 は、上記のように設定した強調領域 7 8 に対して強調表示を行う。すなわち、表示制御部 5 8 は、内視鏡画像 7 5 内の強調領域 7 8 の位置に強調表示としての図形を重畳表示する。本実施形態では、表示制御部 5 8 は、病変部 7 7 を囲む正方形枠状（枠形状）の図形 7 9 を、強調領域 7 8 の位置に合わせて表示する。表示制御部 5 8 は、強調領域 7 8 を設定した後、内視鏡画像 7 5 内における病変部 7 7 の変動量に応じて強調領域 7 8 を再設定し、再設定した強調領域 7 8 の位置に合わせて図形 7 9 を表示する。

【 0 0 5 7 】

また、強調表示としての図形 7 9 は、内視鏡画像 7 5 の他の部分とは異なる表示態様であり、表示制御部 5 8 は、例えば、一般的に内視鏡画像に多く含まれている色とは、色相が異なる色で図形 7 9 を表示させる。また、ユーザの入力操作に応じて図形 7 9 の色を設定可能にしてもよい。

20

【 0 0 5 8 】

表示制御部 5 8 は、強調表示としての図形 7 9 の設定情報 8 1 を、画像処理部 5 6 に出力する。設定情報 8 1 には、内視鏡画像 7 5 に対する図形 7 9 の位置情報、及び色情報等が含まれる。なお、設定情報 8 1 には、病変部 7 7 が検出されたもとの内視鏡画像 7 5 の情報がタグ付けされている。

【 0 0 5 9 】

視認性判定部 7 2 は、病変部 7 7 が検出された内視鏡画像 7 5 から取得される画像情報と、表示制御部 5 8 が設定した強調表示の設定情報 8 1 から強調表示の視認性を判定し、判定結果として数値化した指標値を算出する。本実施形態では、視認性判定部 7 2 は、注目領域検出部 7 1 により病変部 7 7 が検出された内視鏡画像 7 5 から取得される画像情報、及び強調表示の設定情報 8 1 から色情報を算出し、これらの色情報から内視鏡画像 7 5 と、図形 7 9 との色差を指標値として算出する。なお、色情報とは、色相・明度・彩度など色に関する情報を示す。

30

【 0 0 6 0 】

図 8 に示すように、視認性判定部 7 2 は、内視鏡画像 7 5 から取得される画像情報から色情報を算出する場合、病変部 7 7 を含む強調表示の内側、具体的には、内視鏡画像 7 5 における図形 7 9 で囲まれる範囲 8 2 内（図 7 も参照）の平均値を色情報として算出する。上述したように、設定情報 8 1 には図形 7 9 の位置情報が含まれているため、位置情報に基づき内視鏡画像 7 5 から図形 7 9 で囲まれる範囲 8 2 を切り取って色情報を算出することができる。一方、強調表示の設定情報から色情報を算出する場合、図形 7 9 の平均値を色情報として算出する。視認性判定部 7 2 は、これらの色情報から内視鏡画像 7 5 と、図形 7 9 との色差を算出する。

40

【 0 0 6 1 】

視認性判定部 7 2 における色差の算出では、例えば、J I S Z 8 7 3 0 7 . 3 に規定された C I E D E 2 0 0 0 による色差式によって求められる。このように規格化された算出方法を用いることにより、人間の視覚特性に即した色差を求めることができる。なお、上記 C I E D E 2 0 0 0 による色差式を用いる場合、色差を求めるための色情報として

50

は、明度を示すL成分と、赤または緑の度合いを示すa成分と、黄または青の度合いを示すb成分とから構成されるCIE L a b色空間の情報を用いる。

【0062】

なお、色差を求める算出方法としては上記のものに限らず、人間の視覚を考慮した算出方法であればよく、例えば、CIE L a b色空間におけるユークリッド距離（CIE 76とも呼ばれる。）を用いて算出してもよい。

【0063】

視認性報知制御部73は、視認性判定部72が判定した判定結果をユーザに報知する。図9に示すように、視認性報知制御部73は、上記のように算出した判定結果としての色差を報知情報83として表示制御部58に出力し、モニタ18の表示画面84上に表示させる。本実施形態では、視認性報知制御部73は、色差が予め設定された第1の閾値以下の場合、報知情報83としての色差の情報を表示制御部58に出力する。

10

【0064】

視認性報知制御部73では、例えば、予め設定された第1の閾値を2.0とする。上記JIS規定によれば、色差が1前後の場合、2つの色を横に隣接して見比べた時に違いが判別できるレベルであり、色差が2~3の場合、2つの色を離して見比べた時に違いが分かるレベルであると定義されている。視認性報知制御部73は、JIS規定に基づき、上記のように第1の閾値を2.0と設定しているため、視認性が低くなったことを報知することができる。

【0065】

20

以下では、注目領域検出モードにおいて、画像処理部56及び表示制御部58が、強調表示の視認性を判定し、判定結果をモニタ18の表示画面84に表示させるプロセスについて、図10に示すフローチャート及び図11に示す説明図に沿って説明を行う。ユーザである医師がモード切替部13cを操作して、注目領域検出モードに切り替える。これにより、観察対象に対して、注目領域検出モード用照明光が照明される。この注目領域検出モード用照明光で照明された観察対象を撮像センサ38で撮像して内視鏡画像75を取得する。注目領域検出モードに切り替えた場合、表示制御部58は、内視鏡画像75を順次取得して（S11）、モニタ18の表示画面84にリアルタイム表示する。

【0066】

注目領域検出モードにおけるリアルタイム表示中に、取得した内視鏡画像75に対して、注目領域検出部71により観察対象内の注目領域を検出するための注目領域検出処理を行う。注目領域を検出した場合（S12でY）、注目領域検出部71による検出情報76を内視鏡画像75に関連付けて出力する。

30

【0067】

そして、図11（A）に示すように、観察対象内に注目領域としての病変部77が検出された場合、すなわち、内視鏡画像75に検出情報76が関連付けされている場合、表示制御部58は、内視鏡画像75に関連付けされた検出情報76、特に病変部77の位置及び大きさの情報などを用いて強調領域78を設定する（S13）。

【0068】

強調領域78の設定後、表示制御部58は、図11（B）に示すように、内視鏡画像75内の強調領域78の位置に強調表示としての図形79を重畳表示するとともに（S14）、図形79の設定情報81を画像処理部56に出力する。なお、図7~図9、図11、及び図12においては、図示の都合上、内視鏡画像75内の図形79と他の部分との色の違いを、網掛けの有無で表現している。一方、観察対象内に病変部77が検出されていない場合は（S12でN）、当然強調表示を行わない。

40

【0069】

図形79の設定情報81には、病変部77が検出されたもとの内視鏡画像75の情報がタグ付けされているため、視認性判定部72は、もとの内視鏡画像75を読み出し、内視鏡画像75から取得される画像情報と、図形79の設定情報81から色情報を算出し、強調表示の視認性を判定する（S15）。視認性の判定としては、上記したように、色情報

50

から算出した色差を第1の閾値と比較する。図12(A)に示すように、強調表示としての図形79を表示させた場合、内視鏡画像75内の被検体の色、被検体内に存在する物体の有無等に応じて、図形79が周囲と同化したり、周囲の部分に対して目立たなくなり、視認性が低下することがある。このような場合、一般的に、内視鏡画像75と図形79との色差の値も低下する。

【0070】

色差が第1の閾値以下の場合(S16でY)、図12(B)に示すように、報知情報83として色差の情報を表示制御部58に出力する。表示制御部58は、報知情報83を表示画面84に表示して視認性が低下していることを報知する(S17)。なお、色差が第1の閾値を超えている場合(S16でN)、視認性判定部72は報知を行わない。

10

【0071】

以上のように、内視鏡画像75における強調表示の視認性を判定し、強調表示の視認性が低下している場合、報知を行っているので、ユーザである医師が強調表示の視認性低下を認識することが可能であり、ユーザが病変部などの注目領域に気付かないという状態を回避することができる。

【0072】

[第2実施形態]

上記第1実施形態では、視認性の判定結果として、色差の情報を表示画面に表示させる例を上げているが、これに限らず、判定結果としての指標値に応じて識別情報を表示させるようにしてもよい。図13においては、判定結果としての色差に応じた識別情報85A、85Bを表示画面84に表示させた一例を示している。

20

【0073】

本実施形態では、内視鏡画像75から取得される画像情報、及び強調表示の設定情報81から色情報を算出し、これらの色情報から内視鏡画像75と、図形79との色差を算出し、色差と第1の閾値とを比較するまでのプロセスは、上記第1実施形態と同様である。そして、色差が第1の閾値以下の場合、視認性判定部72は、識別情報85Aを表示制御部58に出力する。表示制御部58は、識別情報85Aを表示画面84に表示して視認性が低下していることを報知する。図13(A)に示す例では、識別情報85Aとして「視認性低」という文字情報を表示させている。これにより、上記第1実施形態と同様に、ユーザである医師が強調表示の視認性低下を認識することができる。

30

【0074】

なお、本実施形態の変形例としては、色差が第1の閾値以下の場合だけでなく、色差が第1の閾値を超えている場合、すなわち、視認性が高い場合も識別情報を表示させてもよい。図13(B)に示すように、色差が第1の閾値を超えている場合、視認性判定部72は、識別情報85Bを表示制御部58に出力する。表示制御部58は、識別情報85Bを表示画面84に表示して視認性が高いことを報知する。図13(B)に示す例では、識別情報85Bとして「視認性高」という文字情報を表示させている。

【0075】

また、色差に応じて識別情報を表示させる設定としては、第1の閾値以下の場合、又は第1の閾値を超えている場合という2段階の設定に限らず、3段階以上に設定してもよい。視認性判定部72は、例えば、色差が2.0以下、2.0より大きく且つ4.0以下、4.0より大きいという3段階の数値が予め設定されており、この設定に基づき判定を行う。そして、色差が2.0以下の場合には視認性が低い、色差が2.0より大きく4.0以下の場合には視認性が中位、色差が4.0より大きい場合には視認性が高いことを識別情報として表示画面84に表示させる。この場合、識別情報としては、色差の段階に応じて例えば「視認性低」、「視認性中」、「視認性高」という文字情報を表示させることが好ましい。

40

【0076】

[第3実施形態]

上記第2実施形態では、視認性の判定結果として、判定結果としての色差に応じた識別

50

情報を表示させる例を上げているが、これに限らず、図 1 4 に示す例のように、判定結果としての色差に応じた識別図形を表示させてもよい。

【 0 0 7 7 】

本実施形態では、内視鏡画像 7 5 から取得される画像情報、及び強調表示の設定情報 8 1 から色情報を算出し、これらの色情報から内視鏡画像 7 5 と、図形 7 9 との色差を算出し、色差と第 1 の閾値とを比較するまでのプロセスは、上記第 1 及び第 2 実施形態と同様である。そして、色差が第 1 の閾値以下の場合、アイコン 8 6 A の情報を表示制御部 5 8 に出力する。表示制御部 5 8 は、識別図形としてのアイコン 8 6 A を表示画面 8 4 に表示して視認性が低下していることを報知する。図 1 4 (A) に示す例では、アイコン 8 6 A として、危険があることを示す標識を模したマークを表示させている。これにより、上記第 1 及び第 2 実施形態と同様に、ユーザである医師が強調表示の視認性低下を認識することができる。

10

【 0 0 7 8 】

なお、本実施形態の変形例としては、色差が第 1 の閾値以下の場合だけではなく、色差が第 1 の閾値を超えている場合、すなわち、視認性が高い場合も識別図形を表示させてもよい。図 1 4 (B) に示すように、色差が第 1 の閾値を超えている場合、視認性判定部 7 2 は、アイコン 8 6 B の情報を表示制御部 5 8 に出力する。表示制御部 5 8 は、識別図形としてのアイコン 8 6 B を表示画面 8 4 に表示して視認性が高いことを報知する。図 1 4 (B) に示す例では、アイコン 8 6 B として、二重丸のマークを表示させている。

【 0 0 7 9 】

また、色差に応じて識別情報を表示させる設定としては、上記第 2 実施形態と同様に、3 段階以上に設定してもよい。視認性判定部 7 2 は、例えば、上記第 2 実施形態と同様に 3 段階の数値が予め設定され、この設定に基づき判定を行う。そして、色差が 2 . 0 以下の場合には視認性が低い、色差が 2 . 0 より大きく且つ 4 . 0 以下の場合には視認性が中位、色差が 4 . 0 より大きい場合は視認性が高いことを識別図形として表示画面 8 4 に表示させる。この場合、識別図形としては、色差の段階に応じて異なる形状のアイコンを表示させることが好ましい。

20

【 0 0 8 0 】

[第 4 実施形態]

上記各実施形態では、内視鏡画像に強調表示を重畳させた画像を 1 つの表示画面内に表示させ、内視鏡画像の非表示領域に報知情報等を表示させているが、通常の内視鏡画像を表示する表示画面とは異なる表示画面に、報知情報等を重畳させた画像を表示させてもよい。

30

【 0 0 8 1 】

図 1 5 に示す例では、1 つのモニタ 1 8 に 2 つの表示画面を並べて表示させており、表示領域が大きいメイン画像として通常の内視鏡画像 8 7 を、メイン画像より表示領域が小さいサブ画像として内視鏡画像に強調表示を重畳させた画像 8 8 を表示させている。そして、強調表示を重畳させた画像 8 8 には、さらに、識別情報としてのアイコン 8 6 A が重畳表示されている。なお、本実施形態で、通常の内視鏡画像 8 7 というのは、上記各実施形態において、注目領域検出モード中に画像処理部 5 6 が取得した内視鏡画像 7 5 そのものであり、強調表示としての図形などを重畳させていない状態のものを示している。

40

【 0 0 8 2 】

サブ画像として強調表示を重畳させた画像 8 8 は、上記各実施形態と同様に内視鏡画像 7 5 に強調表示としての図形 7 9 などを重畳表示させたものである。そして、上記各実施形態と同様に、内視鏡画像 7 5 から取得される画像情報、及び強調表示の設定情報 8 1 から色情報を算出し、これらの色情報から内視鏡画像 7 5 と、図形 7 9 との色差を算出し、第 1 の閾値と比較する。そして、色差が第 1 の閾値以下の場合、アイコン 8 6 A の情報を表示制御部 5 8 に出力する。表示制御部 5 8 は、強調表示を重畳させた画像 8 8 にさらにアイコン 8 6 A を重畳表示して視認性が低下していることを報知する。

【 0 0 8 3 】

50

なお、視認性の判定結果として表示させる情報としては、アイコン 86Aに限らず、上記各実施形態と同様に、指標値としての色差の情報や、色差に応じた識別情報などを表示させてもよく、色差に応じて異なる識別情報又は識別図形を表示させてもよい。また、図 15 に示す例では、1つのモニタ 18 に 2つの表示画面を並べて表示させているが、メイン画像とサブ画像とを別々のモニタに表示させてもよい。

【0084】

なお、上記第 1～第 4 実施形態では、視認性判定部 72 は、内視鏡画像 75 と、強調表示としての図形 79 との色差を算出する場合、図形 79 の内側から色情報を算出しているが、これに限らず、図形 79 の外側、具体的には、内視鏡画像 75 において、図形 79 及び図形 79 で囲まれる範囲 82 を除く部分の平均値を色情報として算出してもよい。上述したように、設定情報 81 には図形 79 の位置情報が含まれているため、位置情報に基づき内視鏡画像 75 から図形 79 の外側を切り取って色情報を算出することができる。これにより、強調表示としての図形 79 と、図形 79 の外側との色差が低下しても、ユーザである医師が強調表示の視認性低下を認識することができる。

10

【0085】

また、上記第 1～第 4 実施形態では、視認性判定部 72 は、内視鏡画像 75 と強調表示との色差を判定するために、予め設定された第 1 の閾値を用いているが、この判定に用いる第 1 の閾値は常に同じ値ではなく、強調表示の線の太さに応じて第 1 の閾値に重み付けをしてもよい。

【0086】

例えば、表示制御部 58 は、注目領域の大きさに応じて強調表示としての図形 79 の線の太さを変更可能とし、あるいは、ユーザの入力操作に応じて図形 79 の線の太さを変更可能とする。このように図形 79 の線の太さを変更可能とする場合、視認性判定部 72 は、強調表示の設定情報を取得した際、図形 79 の線の太さに応じて第 1 の閾値に重み付けをする。第 1 の閾値に対する重み付けとしては、図形 79 の線の太さに反比例して第 1 の閾値を小さく設定する。

20

【0087】

例えば、図形 79 の線の太さが初期設定の場合、第 1 の閾値は 2.0 とし、図形 79 の線の太さが初期設定よりも太い場合は、第 1 の閾値を 2.0 よりも小さく、図形 79 の線の太さが初期設定よりも細かい場合は、第 1 の閾値を 2.0 より大きくする。強調表示の視認性は、図形 79 の線の太さが太い程、視認性が高くなるため、図形 79 の線の太さに応じて第 1 の閾値を小さく設定しても、上記各実施形態と同様に、ユーザである医師が強調表示の視認性低下を認識することができる。

30

【0088】

[第 5 実施形態]

上記各実施形態では、視認性判定部 72 は、視認性の判定として、内視鏡画像 75 の画像情報及び強調表示の設定情報から算出した色差を指標値として用いているが、これに限らず、強調表示の内側に存在する検出対象外の物体の有無で視認性の判定を行ってもよい。この場合、例えば、図 16(A) に示すように、内視鏡画像 75 において、検出対象外の物体 89 又は現象として、例えば、水、ハレーション、泡、色素等、病変部 77 以外のものが強調表示としての図形 79 の内側に進入する場合がある。これらの検出対象外の物体 89 又は現象が内視鏡画像 75 に映り込んだ部分は、色情報を取得した場合、一般的に明度又は輝度が高い。このため、本実施形態では、内視鏡画像から取得する色情報として明度の値を用いる。なお、これに限らず、内視鏡画像から取得する色情報として輝度の値を用いてもよい。

40

【0089】

視認性判定部 72 は、検出対象外の物体 89 又は現象が図形 79 の内側に存在していることを検出するために、図形 79 で囲まれる範囲 82 内の各画素の明度を第 2 の閾値と比較する。この第 2 の閾値は、水、ハレーション、泡等を想定して明度が高い値に設定している。よって、明度が第 2 の閾値以上の場合は、検出対象外の物体 89 又は現象が映り込

50

んでいる可能性が高い。

【0090】

視認性判定部72は、さらに図形79で囲まれる範囲82に対して、明度が第2の閾値以上の部分の面積比（範囲82の面積に対する明度が第2の閾値以上の部分の面積の比率）と、第3の閾値とを比較する。第3の閾値は、範囲82に対して明度が高い部分が多いことを想定しており、例えば50%の面積比に設定している。

【0091】

そして、視認性判定部72は、明度が第2の閾値以上の部分の面積比が第3の閾値以上の場合、検出対象外の物体89又は現象が図形79の内側に有る状態、すなわち視認性が低下していると判断して、アイコン86Aの情報を表示制御部58に出力する。表示制御部58は、内視鏡画像75にアイコン86Aを重畳表示して視認性が低下していることを報知する。なお、視認性の判定結果として表示させる情報としては、アイコン86Aに限らず、明度が第2の閾値以上の部分の面積比の情報や、面積比に応じた識別情報などを表示させてもよく、面積比に応じて異なる識別情報又は識別図形を表示させてもよい。

10

【0092】

なお、上記各実施形態においては、強調表示としての図形は正方形枠状であるが、これに限らず、矩形（四角形）以外の多角形、円、楕円など、注目領域を囲むことができる枠形状であればよい。

【0093】

また、強調表示としての図形は、注目領域を囲む1つの枠形状に限らず、複数の形状から構成してもよい。図17に示す例では、表示制御部58は、強調表示として、病変部77を囲む4つのL字状図形91A～91Dを強調領域78の各コーナー上に配置している。なお、図17では、2点鎖線は、L字状図形91A～91Dの配置を説明する都合上図示したものであり、実際には表示しない。

20

【0094】

図17に示す例において、上記第1～第4実施形態のように、視認性の判定として、内視鏡画像75の画像情報及び強調表示の設定情報から算出した色差を指標値として用いる場合、視認性判定部72は、4つのL字状図形91A～91Dの平均値を色情報として算出し、内視鏡画像75の色情報と、L字状図形91A～91Dの平均値の色情報とから色差を算出し、第1の閾値と比較することが好ましい。

30

【0095】

なお、これに限らず、視認性判定部72は、4つのL字状図形91A～91Dについてそれぞれ色情報を算出し、内視鏡画像75の色情報と、L字状図形91A～91Dのそれぞれの色情報とから計4つの色差を算出し、第1の閾値と比較する。この場合、例えば、4つの色差のうち、いずれか1つでも第1の閾値以下であれば、視認性が低いと判定する。そして、色差が第1の閾値以下の場合、色差の報知情報83、識別情報、識別図形等の情報を表示制御部58に出力する。以降は、上記各実施形態と同様に報知を行う。

【0096】

また、内視鏡画像75の画像情報及び強調表示の設定情報から算出した色差などの指標値が予め設定された第1の閾値以下の場合、あるいは、強調表示の内側において明度又は輝度が第2の閾値以上の部分の面積比が第3の閾値以上の場合、画像処理部56は、視認性が低いと判断し、上記各実施形態と同様に報知を行うとともに、注目領域が検出された内視鏡画像を自動で保存してもよい。これにより、注目領域が検出されながら、視認性が低下していた内視鏡画像について後から確認することができるため、ユーザが病変部などの注目領域に気付かないという状態を確実に回避することができる。なお、上記のように視認性が低いと判断し、注目領域が検出された内視鏡画像を保存する保存先としては、例えばプロセッサ装置16に設けた記憶装置、あるいはクラウドなどのサーバに保存してもよい。

40

【0097】

また、上記のように視認性が低いと判断した場合、画像処理部56は、ユーザに報知す

50

るだけではなく、音を発したり、インジケータの発光、あるいは、画面の一部を点滅させるなどの警告を行ってもよい。

【 0 0 9 8 】

[第 6 実施形態]

上記各実施形態では、視認性判定部 7 2 は、色差の情報、又は検出対象外の物体の有無などで視認性の判定を行っているが、これに限らず、注目領域に対する強調表示の線の太さから判定してもよい。図 1 8 は、視認性判定部 7 2 が注目領域に対する強調表示の線の太さから強調表示の視認性を判断する場合の表示画面の一例である。

【 0 0 9 9 】

本実施形態では、視認性判定部 7 2 は、注目領域検出部 7 1 により内視鏡画像 7 5 から検出された病変部 7 7 の最大寸法 L M に対する図形 7 9 の線の太さ T 1 の比率を指標値として算出する。なお、病変部 7 7 の最大寸法 L M とは、例えば、内視鏡画像 7 5 の X 軸方向及び Y 軸方向のいずれか一方において病変部 7 7 の最も大きい部分の寸法を使用し、図 1 8 に示す例では、X 軸方向において病変部 7 7 の最も大きい部分の寸法を最大寸法 L M としている。

10

【 0 1 0 0 】

視認性判定部 7 2 は、視認性の判定としては、上述した病変部 7 7 の最大寸法 L M に対する図形 7 9 の線の太さ T 1 の比率を閾値と比較し、比率が閾値以下の場合、視認性が低いと判定する。そして、上記各実施形態と同様に、報知情報、識別情報、識別図形等の情報を表示制御部 5 8 に出力する。以降は、上記各実施形態と同様に報知を行う。図 1 8 に示す例では、識別情報 9 2 として「視認性低」という文字情報を表示させている。注目領域に対する図形の線の太さの比率が小さくなるほど、視認性が低くなるため、上記各実施形態と同様に、ユーザである医師が強調表示の視認性低下を認識することができる。

20

【 0 1 0 1 】

[第 7 実施形態]

上記第 6 形態では、視認性判定部 7 2 は、注目領域に対する強調表示の線の太さから視認性の判定を行っているが、これに限らず、強調表示として注目領域を囲む枠形状の図形を表示し、注目領域に対する枠形状の類似度から視認性を判定してもよい。図 1 9 は、注目領域に対する枠形状の類似度から強調表示の視認性を判断する場合の表示画面の一例である。

30

【 0 1 0 2 】

本実施形態では、視認性判定部 7 2 は、注目領域検出部 7 1 により内視鏡画像 7 5 から検出された病変部 7 7 の形状と、病変部 7 7 を囲む枠形状の図形 9 3 の類似度を解析する。なお、図形 9 3 は、病変部 7 7 を囲み、かつ病変部 7 7 の外周の複数箇所と接する円形枠形状の図形である。視認性判定部 7 2 は、類似度から視認性を判定する場合、例えば、周知のテンプレートマッチングなどの手法により、病変部 7 7 の輪郭形状と、図形 9 3 の内周形状との類似度を解析し、この類似度を閾値と比較し、類似度が閾値以上の場合、視認性が低いと判定する。そして、上記各実施形態と同様に、報知情報、識別情報、識別図形等の情報を表示制御部 5 8 に出力する。以降は、上記各実施形態と同様に報知を行う。図 1 9 に示す例では、識別情報 9 2 として「視認性低」という文字情報を表示させている。注目領域に対する枠形状の類似度が高くなるほど、視認性が低くなるため、上記各実施形態と同様に、ユーザである医師が強調表示の視認性低下を認識することができる。

40

【 0 1 0 3 】

上記各実施形態では、表示制御部 5 8 は、強調領域の位置に枠形状の図形を重畳表示させているが、これに限るものではなく、強調表示として強調領域の色を変更してもよい。この場合、注目領域としての病変部 7 7 を検出し、強調領域を設定した場合、表示制御部 5 8 は、強調表示として強調領域を本来の色とは異なる色、例えば、内視鏡画像 7 5 に多く含まれている色を抽出し、強調領域を内視鏡画像 7 5 の他の部分と異なる色に変更してもよい。なお、ここでいう異なる色とは、例えば、色相が異なる色のことである。

【 0 1 0 4 】

50

なお、強調領域の強調表示としては、上記のものに限らず、彩度変化処理、コントラスト処理、ネガポジ反転処理、フィルタリング処理など、周囲に対して視覚的に区別することができる画像処理であればよい。あるいは、強調領域の画像処理による強調表示と、上記各実施形態における病変部を囲む図形による強調表示を組み合わせてもよい。

【0105】

上記各実施形態では、4色のLED20a~20dを用いて観察対象の照明を行っているが、レーザ光源と蛍光体を用いて観察対象の照明を行ってもよい。また、上記各実施形態では、4色のLED20a~20dを用いて観察対象の照明を行っているが、キセノンランプ等の白色光光源と回転フィルタを用いて観察対象の照明を行ってもよい。また、カラーの撮像センサ38に代えて、モノクロの撮像センサで観察対象の撮像を行ってもよい。

10

【0106】

なお、上記実施形態では、医療画像として、内視鏡画像を取得する内視鏡システムに対して、本発明の医療画像処理装置を適用しているが、カプセル内視鏡など、さまざまな内視鏡システムに対して、適用可能であることはいうまでもなく、その他の医療画像として、X線画像、CT画像、MR画像、超音波画像、病理画像、PET (Positron Emission Tomography) 画像などを取得する各種医療画像装置に対しても、本発明の医療画像処理装置の適用は可能である。

【0107】

上記実施形態において、画像処理部56、表示制御部58のような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)、GPU (Graphical 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)、各種の処理を実行す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

【0108】

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、またはCPUとGPUの組み合わせ等) 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

【0109】

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。

40

【符号の説明】

【0110】

- 10 内視鏡システム
- 12 内視鏡
- 12a 挿入部
- 12b 操作部
- 12c 湾曲部
- 12d 先端部
- 13a アンクルノブ

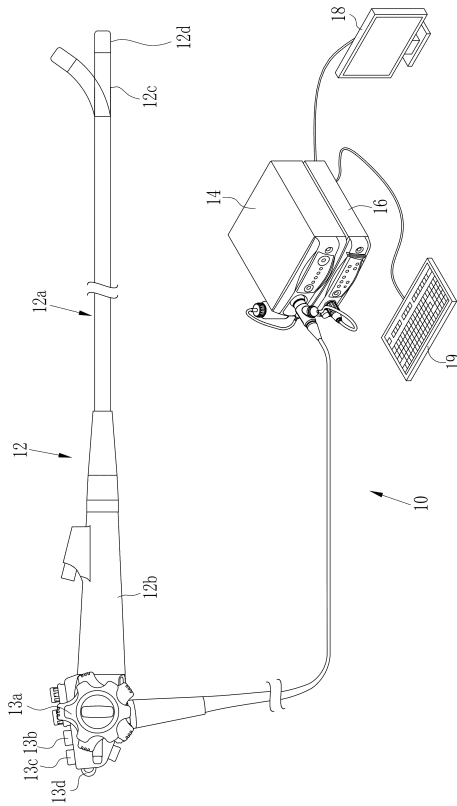
50

1 3 b	静止画像取得部	
1 3 c	モード切替部	
1 3 d	ズーム操作部	
1 4	光源装置	
1 6	プロセッサ装置	
1 8	モニタ	
1 9	コンソール	
2 0	光源部	
2 0 a	V-LED	
2 0 b	B-LED	10
2 0 c	G-LED	
2 0 d	R-LED	
2 2	光源制御部	
2 3	波長カットフィルタ	
2 4	ライトガイド	
3 0 a	照明光学系	
3 0 b	撮像光学系	
3 2	照明レンズ	
3 4	対物レンズ	
3 6	拡大光学系	20
3 6 a	ズームレンズ	
3 6 b	レンズ駆動部	
3 8	撮像センサ	
4 0	C D S回路	
4 2	A G C回路	
4 4	A / D変換回路	
5 0	画像信号取得部	
5 2	DSP	
5 4	ノイズ低減部	
5 6	画像処理部	30
5 8	表示制御部	
6 0	通常モード画像処理部	
6 2	特殊モード画像処理部	
6 4	注目領域検出モード画像処理部	
7 0	検出用画像処理部	
7 1	注目領域検出部	
7 2	視認性判定部	
7 3	視認性報知制御部	
7 5	内視鏡画像	
7 6	検出情報	40
7 7	病変部	
7 8	強調領域	
7 9	図形	
8 1	設定情報	
8 2	範囲	
8 3	報知情報	
8 4	表示画面	
8 5 A	識別情報	
8 5 B	識別情報	
8 6 A	アイコン	50

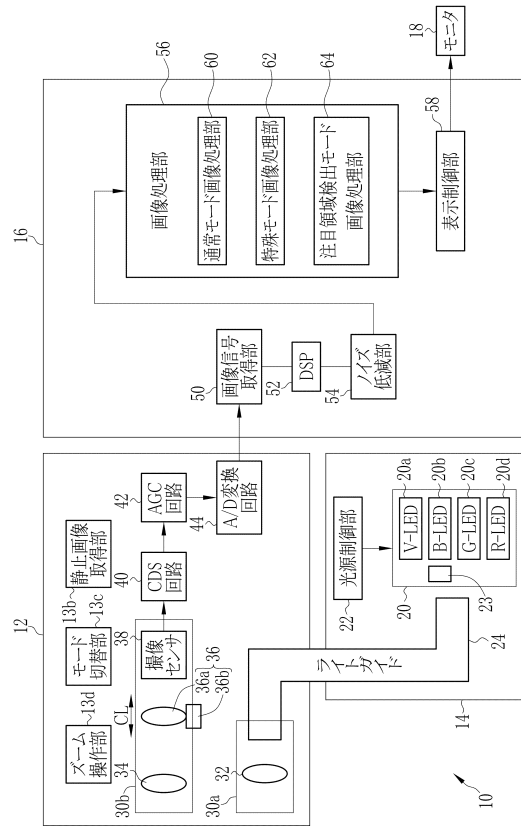
- 8 6 B アイコン
- 8 7 通常の内視鏡画像
- 8 8 強調表示を重畳させた画像
- 8 9 検出対象外の物体
- 9 1 A ~ 9 1 D L字状図形

【図面】

【図 1】



【図 2】

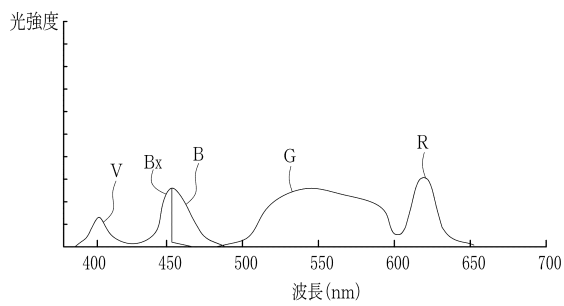


10

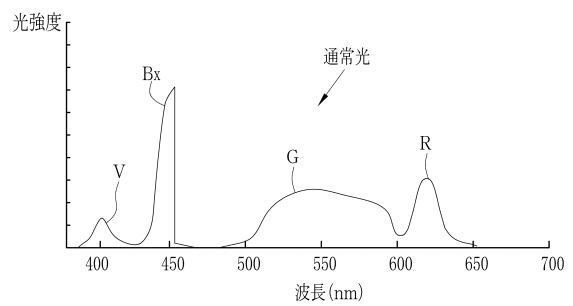
20

30

【図 3】



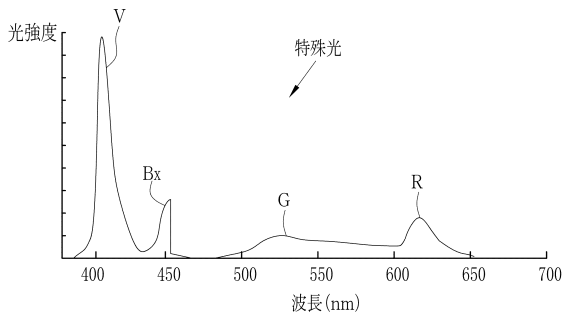
【図 4】



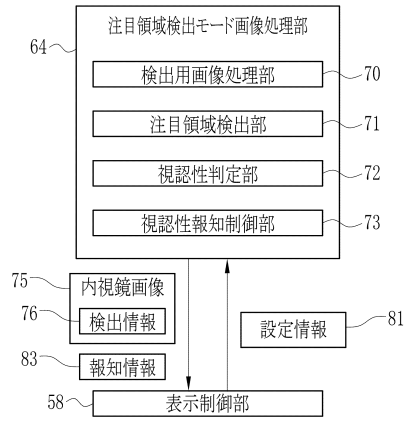
40

50

【 図 5 】

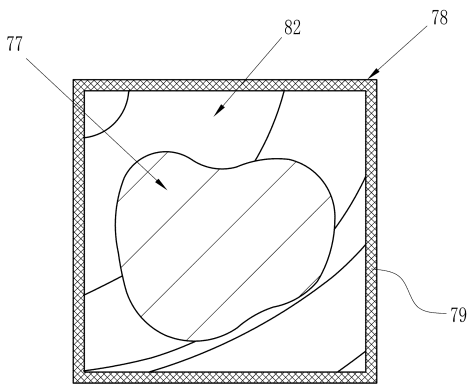


【 図 6 】

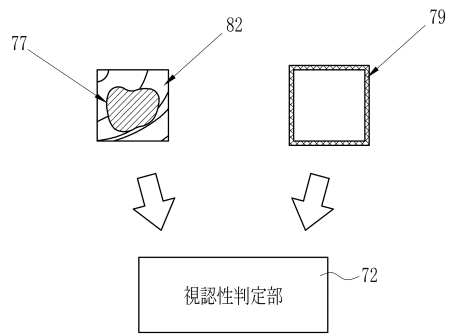


10

【 図 7 】



【 図 8 】



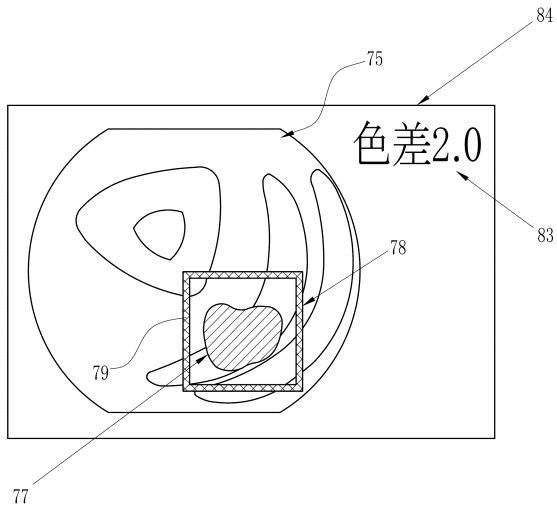
20

30

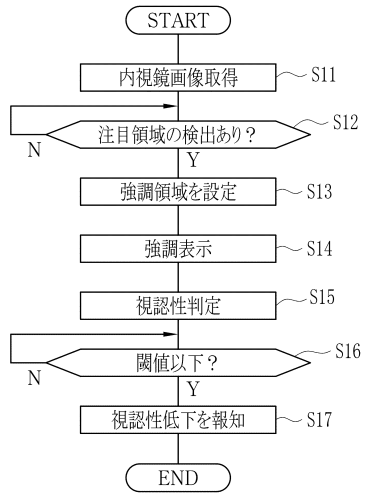
40

50

【図9】



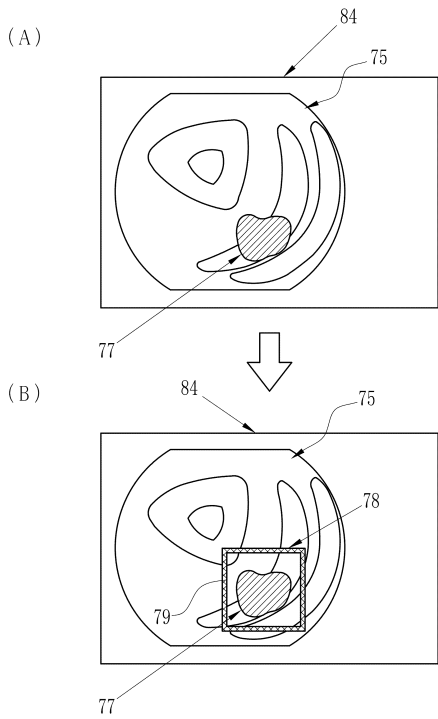
【図10】



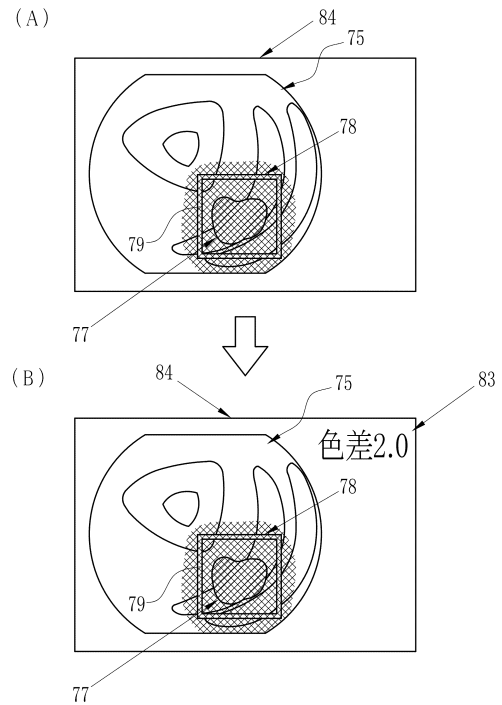
10

20

【図11】



【図12】

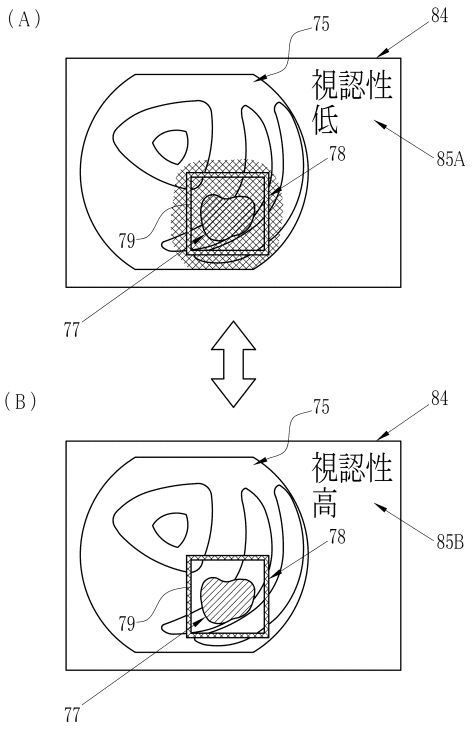


30

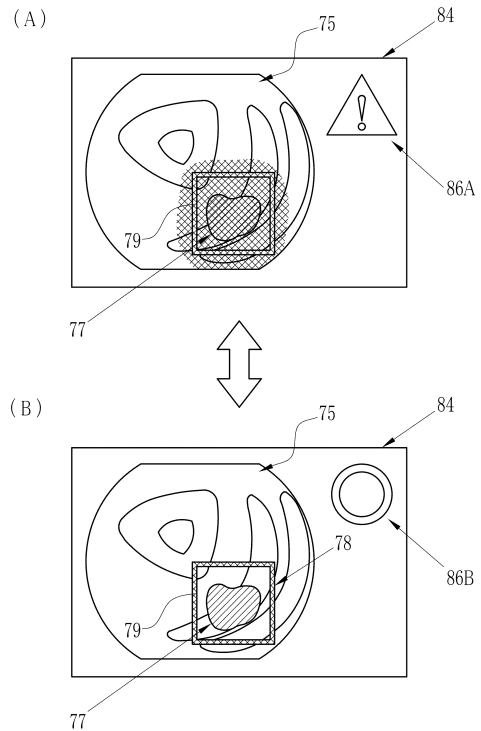
40

50

【図 1 3】



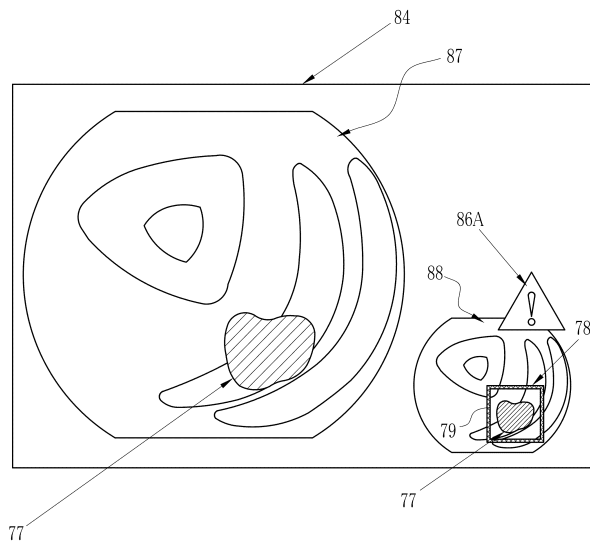
【図 1 4】



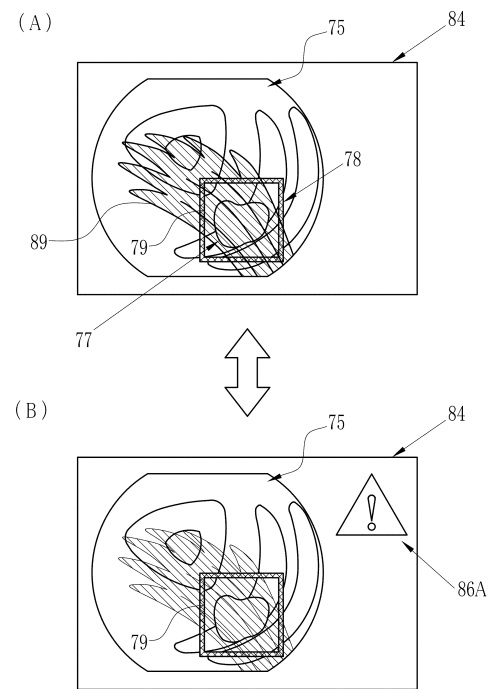
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

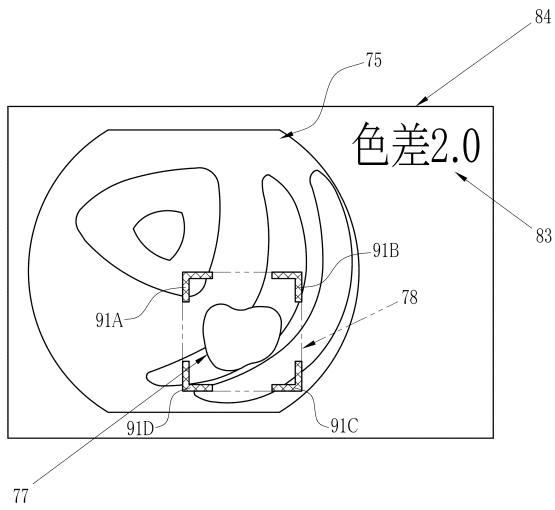


30

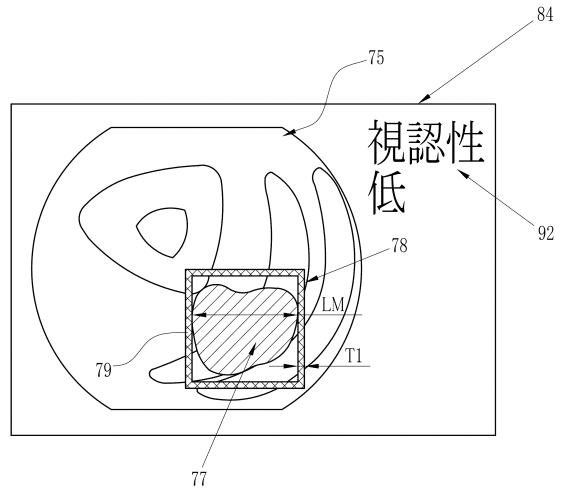
40

50

【図17】

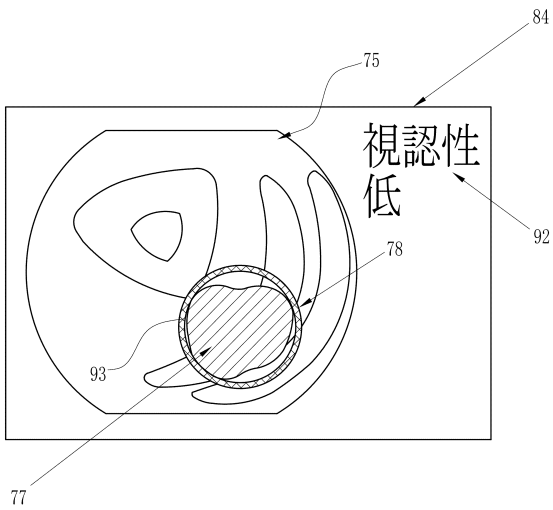


【図18】



10

【図19】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2019/146077(WO,A1)
国際公開第2020/067105(WO,A1)
国際公開第2020/067100(WO,A1)
特開2017-213097(JP,A)
国際公開第2020/017212(WO,A1)
国際公開第2020/054541(WO,A1)
国際公開第2019/244255(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A61B 1/00 ~ 1/32
G02B 23/24 ~ 23/26