

(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2008-93225

(P2008-93225A)

(43) 公開日 平成20年4月24日(2008.4.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0	4 C 0 6 1
H 0 4 N 7/18 (2006.01)	H 0 4 N 7/18 M	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G 0 6 T 1/00 2 9 0 Z	5 C 0 5 4
H 0 4 N 1/46 (2006.01)	G 0 6 T 1/00 5 1 0	5 C 0 7 7
H 0 4 N 1/60 (2006.01)	H 0 4 N 1/46 Z	5 C 0 7 9
審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 33 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-279497 (P2006-279497)	(71) 出願人	304050923
(22) 出願日	平成18年10月13日 (2006.10.13)		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(71) 出願人	000000376
			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	100139114
			弁理士 田中 貞嗣
		(74) 代理人	100139103
			弁理士 小山 卓志
		(74) 代理人	100095980
			弁理士 菅井 英雄
		(74) 代理人	100094787
			弁理士 青木 健二
		最終頁に続く	

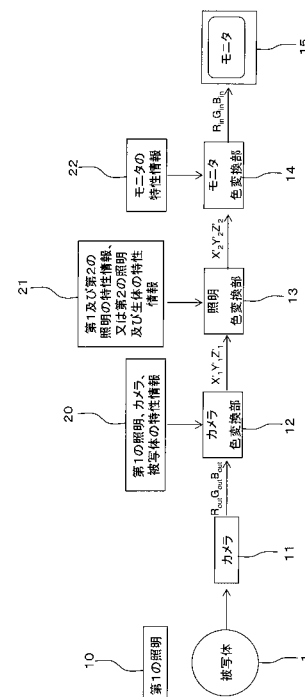
(54) 【発明の名称】 内視鏡システム及び内視鏡システムにおける画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】第1の照明条件下で観察した部位を、あたかも第2の照明条件下で観察したかの如くモニタに表示できる内視鏡システムを提供する。

【解決手段】生体内部(被写体1)を照明する第1の照明10の下でカメラ11により撮像された信号(R_{out} , G_{out} , B_{out})は、カメラ色変換部12にて、第1の照明10、カメラ11、前記生体(被写体1)の特性情報に基づいて、デバイスに依存しない色空間の画像信号(X'_1 , Y'_1 , Z'_1)に変換される。この生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出される。さらに、この画像信号(X'_1 , Y'_1 , Z'_1)は、予め記録した第2の照明手段の特性情報に基づいて、第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号(X'_2 , Y'_2 , Z'_2)に変換される。そして、予め記憶したモニタ15の色空間の特性情報に基づいて、モニタ15に依存する色空間の画像信号(R_{in} , G_{in} , B_{in})に変換される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、画像信号を出力するための表示デバイスを持ち、
該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段、表示デバイスの特性情報、及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、最終的に第2の照明手段環境下での被写体の色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2】

色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、画像信号を出力するための表示デバイスを持ち、
該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段、表示デバイスの特性情報、及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、最終的に第2の照明手段環境下での被写体の色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システムにおける画像処理方法。

【請求項 3】

色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、
該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第1の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、
前記第1の色空間変換手段から出力される画像信号を、予め記憶した生体の特性情報及び第2の照明手段の特性情報に基づいて、該第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段と、
予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第3の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 4】

前記第1の色空間変換手段及び第2の色空間変換手段により変換された後の画像信号はXYZ信号であることを特徴とする請求項3に記載の内視鏡システム。

【請求項 5】

前記第1の色空間変換手段はマトリクス変換手段、又はガンマ補正手段とマトリクス変換手段の組み合わせからなることを特徴とする請求項3又は請求項4のいずれかに記載の内視鏡システム。

【請求項 6】

前記第2の色空間変換手段はマトリクス変換手段であることを特徴とする請求項3乃至請求項5のいずれかに記載の内視鏡システム。

【請求項 7】

前記第3の色空間変換手段は、マトリクス変換手段、又はマトリクス変換手段とガンマ補正手段の組み合わせ、又はルックアップテーブルであることを特徴とする請求項3乃至6のいずれかに記載の内視鏡システム。

【請求項 8】

色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、

該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第1の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、
前記第1の色空間変換手段から出力される画像信号を、予め記憶した生体の特性情報及び第2の照明手段の特性情報に基づいて、該第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段と、
予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第3の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システムにおける画像処理方法。

10

【請求項 9】

色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、
該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第1の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、
前記第1の色空間変換手段から出力される画像信号を、予め記憶した第1及び第2の照明手段の特性情報に基づいて、該第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段と、
予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第3の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システム。

20

【請求項 10】

前記第1の色空間変換手段及び第2の色空間変換手段により変換された後の画像信号はXYZ信号であることを特徴とする請求項9に記載の内視鏡システム。

【請求項 11】

前記第1の色空間変換手段はマトリクス変換手段、又はガンマ補正手段とマトリクス変換手段の組み合わせからなることを特徴とする請求項9又は請求項10のいずれかに記載の内視鏡システム。

30

【請求項 12】

前記第2の色空間変換手段はマトリクス変換手段であることを特徴とする請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の内視鏡システム。

【請求項 13】

前記第3の色空間変換手段は、マトリクス変換手段、又はマトリクス変換手段とガンマ補正手段の組み合わせ、又はルックアップテーブルであることを特徴とする請求項9乃至12のいずれかに記載の内視鏡システム。

【請求項 14】

色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、
該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第1の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、
前記第1の色空間変換手段から出力される画像信号を、予め記憶した第1及び第2の照明手段の特性情報に基づいて、該第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段と、
予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第3の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下

40

50

での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システムにおける画像処理方法。

【請求項 15】

色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、

該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、
予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システム。

10

【請求項 16】

前記第1の色空間変換手段はマトリクス変換手段、又はガンマ補正手段とマトリクス変換手段の組み合わせからなることを特徴とする請求項15に記載の内視鏡システム。

【請求項 17】

前記第2の色空間変換手段は、マトリクス変換手段、又はマトリクス変換手段とガンマ補正手段の組み合わせ、又はルックアップテーブルであることを特徴とする請求項15又は16に記載の内視鏡システム。

20

【請求項 18】

色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、

該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、
予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システムにおける画像処理方法。

30

【請求項 19】

色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、

該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段の特性情報、被写体となる生体の特性情報、及び表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、第2の照明手段環境下における該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段を有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システム。

40

【請求項 20】

前記第1の色空間変換手段はマトリクス変換手段、又はガンマ補正手段とマトリクス変換手段の組み合わせからなることを特徴とする請求項19に記載の内視鏡システム。

【請求項 21】

色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、
生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、

該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段の特性情報、被写体となる生体の特性情報、及び表示デバイスの色空間の特性情

50

報に基づいて、第2の照明手段環境下における該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段を有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする内視鏡システムにおける画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体組織の像を撮像し画像処理する内視鏡システム、及び内視鏡システムにおける画像処理方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

従来より、照明光を照射して体腔内の内視鏡像を得る内視鏡システムが広く知られている。この種の内視鏡システムでは、光源装置からの照明光を体腔内にライトガイド等を用い導光しその戻り光により被写体を撮像する撮像手段を有する電子内視鏡が用いられ、ビデオプロセッサにより撮像手段からの撮像信号を信号処理することにより観察モニタに内視鏡画像を表示し患部等の観察部位を観察するようになっている。

【0003】

内視鏡システムによる診断、手術は、上記モニタに表示された観察像に基づいて実施される為、正確な診断、手術を実施するためには観察像の色再現性を忠実に観察モニタに再現する事が必要とされている。そこで、この種の内視鏡システムにおいては、使用する光源装置、固体撮像素子の感度差、カラーフィルタの分光感度差、映像信号処理回路のばらつき等に起因する色再現性のばらつきを補正する為に、ホワイトバランス補正（ホワイトバランス調整）機能が設けられている。通常の使用においては、内視鏡システムを起動した後に白色の被写体を撮像し、操作スイッチによってホワイトバランス補正機能を動作させて、ホワイトバランス補正を行なった後に患者の診断、手術を実施する事によって、患部等の色再現性を観察モニタにて行うようになっている。また、近年の内視鏡システムは、上述のホワイトバランス補正に加えて、光源装置のランプの種別に起因する演色性の違いや、ユーザーの好みに対応する為にカラーモード設定手段を設け、使用する光源装置の種類や好みに応じてユーザーが色再現性を設定する事が可能となっている。このような従来の内視鏡システムは、例えば、特許文献1（特開2000-221417号公報）、特許文献2（特開2001-112712号公報）に開示されている。

20

30

【特許文献1】特開2000-221417号公報

【特許文献2】特開2001-112712号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、人間の視覚系によって、知覚される色は、照明光の違いによって、目に入ってくる光が同じであっても異なって見えることが知られている。特許文献1や2に記載された従来の内視鏡システムは、色再現性のためにホワイトバランス補正機能や、ユーザー好みのカラーモードを設定する機能を備えるのみであり、このような人間の視覚系のこと

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

このような課題を解決するために、請求項1に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、画像信号を出力するための表示デバイスを持ち、該

50

撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段、表示デバイスの特性情報、及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、最終的に第2の照明手段環境下での被写体の色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

【0006】

また、請求項2に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、画像信号を出力するための表示デバイスを持ち、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段、表示デバイスの特性情報、及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、最終的に第2の照明手段環境下での被写体の色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

10

【0007】

また、請求項3に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第1の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、前記第1の色空間変換手段から出力される画像信号を、予め記憶した生体の特性情報及び第2の照明手段の特性情報に基づいて、該第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段と、予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第3の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

20

【0008】

また、請求項4に係る発明は、請求項3に記載の内視鏡システムであって、前記第1の色空間変換手段及び第2の色空間変換手段により変換された後の画像信号はXYZ信号であることを特徴とする。

【0009】

また、請求項5に係る発明は、請求項3又は請求項4のいずれかに記載の内視鏡システムであって、前記第1の色空間変換手段はマトリクス変換手段、又はガンマ補正手段とマトリクス変換手段の組み合わせからなることを特徴とする。

30

【0010】

また、請求項6に係る発明は、請求項3乃至請求項5のいずれかに記載の内視鏡システムであって、前記第2の色空間変換手段はマトリクス変換手段であることを特徴とする。

【0011】

また、請求項7に係る発明は、請求項3乃至6のいずれかに記載の内視鏡システムであって、前記第3の色空間変換手段は、マトリクス変換手段、又はマトリクス変換手段とガンマ補正手段の組み合わせ、又はルックアップテーブルであることを特徴とする。

40

【0012】

また、請求項8に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第1の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、前記第1の色空間変換手段から出力される画像信号を、予め記憶した生体の特性情報及び第2の照明手段の特性情報に基づいて、該第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段と、予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第3の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバ

50

イスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

【0013】

また、請求項9に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第1の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、前記第1の色空間変換手段から出力される画像信号を、予め記憶した第1及び第2の照明手段の特性情報に基づいて、該第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段と、予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第3の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

10

【0014】

また、請求項10に係る発明は、請求項9に記載の内視鏡システムであって、前記第1の色空間変換手段及び第2の色空間変換手段により変換された後の画像信号はXYZ信号であることを特徴とする。

【0015】

また、請求項11に係る発明は、請求項9又は請求項10のいずれかに記載の内視鏡システムであって、前記第1の色空間変換手段はマトリクス変換手段、又はガンマ補正手段とマトリクス変換手段の組み合わせからなることを特徴とする。

20

【0016】

また、請求項12に係る発明は、請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の内視鏡システムであって、前記第2の色空間変換手段はマトリクス変換手段であることを特徴とする。

【0017】

また、請求項13に係る発明は、請求項9乃至12のいずれかに記載の内視鏡システムであって、前記第3の色空間変換手段は、マトリクス変換手段、又はマトリクス変換手段とガンマ補正手段の組み合わせ、又はルックアップテーブルであることを特徴とする。

【0018】

30

また、請求項14に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第1の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、前記第1の色空間変換手段から出力される画像信号を、予め記憶した第1及び第2の照明手段の特性情報に基づいて、該第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段と、予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第3の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

40

【0019】

また、請求項15に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段

50

環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

【0020】

また、請求項16に係る発明は、請求項15に記載の内視鏡システムであって、前記第1の色空間変換手段はマトリクス変換手段、又はガンマ補正手段とマトリクス変換手段の組み合わせからなることを特徴とする。

【0021】

また、請求項17に係る発明は、請求項15又は16に記載の内視鏡システムであって、前記第2の色空間変換手段は、マトリクス変換手段、又はマトリクス変換手段とガンマ補正手段の組み合わせ、又はルックアップテーブルであることを特徴とする。

10

【0022】

また、請求項18に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段の特性情報及び被写体となる生体の特性情報に基づいて、第2の照明手段環境下におけるデバイスに依存しない色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段と、予め記憶した表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第2の色空間変換手段とを有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

20

【0023】

また、請求項19に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムであって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段の特性情報、被写体となる生体の特性情報、及び表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、第2の照明手段環境下における該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段を有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

30

【0024】

また、請求項20に係る発明は、請求項19に記載の内視鏡システムであって、前記第1の色空間変換手段はマトリクス変換手段、又はガンマ補正手段とマトリクス変換手段の組み合わせからなることを特徴とする。

【0025】

また、請求項21に係る発明は、色空間変換処理を行う内視鏡システムにおける画像処理方法であって、生体内部を照明する第1の照明手段と、該第1の照明手段によって照明された部位を撮像する撮像手段と、該撮像手段から出力される画像信号を、予め記憶した該第1の照明手段、第2の照明手段、撮像手段の特性情報、被写体となる生体の特性情報、及び表示デバイスの色空間の特性情報に基づいて、第2の照明手段環境下における該表示デバイスに依存する色空間の画像信号に変換する第1の色空間変換手段を有し、最終的に第2の照明手段環境下での色を表示デバイスに出力し、前記生体の特性情報は、生体における複数点の分光反射率から算出することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0026】

本発明に係る内視鏡システムによれば、第1の照明条件下で観察した部位を、あたかも第2の照明条件下で観察したかの如くモニタに表示できる。すなわち、本発明の内視鏡システムは、第1の照明下における患部等の部位を、ユーザーが実際に観察する（例えば無影灯などの）第2の照明下での色再現を行うので、肉眼で分離できる色はモニタ上でも分離できる色として表示されるため、肉眼での観察により近い状態での検査、治療が可能になる。また、本発明の内視鏡システムによれば、上記のように第2の照明下での色再現を

50

行うので、ユーザーの記憶色に近い色再現を実現し、ユーザーの直感が働きやすい画像をモニタに提供できるので、モニタで患部部位を観察した後、開腹手術に移行した場合のユーザーの違和感をなくし安全性を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る内視鏡システムの原理を説明するブロック図である。図1において、1は被写体、10は被写体1を照射する照射光を発する第1の照明、11は体腔内の観察部位を撮影するカメラ、12はカメラ11の出力を画像処理するカメラ色変換部、13はカメラ色変換部12からの出力を処理する照明色変換部、14は照明色変換部13からの出力をモニタ用の入力に変換するモニタ色変換部、15は内視鏡画像を表示し患部等の観察部位を観察するモニタ、20は第1の照明、カメラ、被写体の特性情報、21は第2の照明の特性情報、22はモニタの特性情報をそれぞれ示している。

10

【0028】

本発明の内視鏡システムは、図1における被写体1以外の全ての構成を含むものである。内視鏡システムにおいては、被写体1を照明する第1の照明10をカメラ11で撮像し、カメラ11はRGB信号を出力する。第1の照明10の下で撮像された映像のカメラ出力を(R_{out} , G_{out} , B_{out})とすると、カメラ色変換部12では、第1の照明、カメラ、被写体の特性情報20を加味して、これを(X'_1 , Y'_1 , Z'_1)に変換する。

20

【0029】

画像を取り込むカメラ11、画像を出力するモニタ15等のデバイス間で画像データを伝送する際、すなわち、入力側である任意のデバイス(以下、入力デバイスと言う。)で取り込まれた画像又は表示出力されている画像を出力側である他のデバイス(以下、出力デバイスと言う。)で表示出力する際、入力デバイス又は出力デバイスでは、デバイス毎に各々定義されたRGBデータ(やCMYKデータなどの)の画像データに基いて各々処理が行われる。このため、例えば入力デバイスであるカメラが内蔵する色フィルタ、出力デバイスであるモニタの蛍光体や色フィルタ等の特性の違いにより、入力デバイスにおける画像と出力デバイスにおける画像で大きな色ずれが生じる。

【0030】

そこで、本発明においては、デバイス毎に定義された画像データの色空間をCIE(国際照明委員会)で定められている、デバイスに依存しない色空間であるXYZ(CIE/XYZ)の中間の色空間に変換することにより、デバイスが有する安定性や色再現領域等の能力の範囲内で、入力デバイスにおける画像の色と、出力デバイスにおける画像の色とを測色値レベルで同一にする画像処理方法を採用する。

30

【0031】

さて、カメラの分光感度が等色関数の線形変換でなくとも、カメラ出力が入射光に対して線形であり、対象となる被写体の分光反射率が十分限定されている場合、カメラ色変換部12における色変換パラメータ(マトリクス)をPとすると、カメラ色変換部12では

【0032】

40

【数1】

$$\begin{pmatrix} X'_1 \\ Y'_1 \\ Z'_1 \end{pmatrix} = P \begin{pmatrix} Rout \\ Gout \\ Bout \end{pmatrix} \quad (1)$$

で十分正確に近似することができる(詳細は後述)。カメラの出力が入射光に対して線形でない場合は、ルックアップテーブル等を用いて線形になるように補正すればよい。次に照明色変換部13では、第1の照明と第2の照明、又は第2の照明と生体の照明の特性情

50

報 2 1 を加味して、 (X'_1, Y'_1, Z'_1) を (X'_2, Y'_2, Z'_2) に変換する。すなわち、照明色変換部 1 3 における色変換パラメータ (マトリクス) を Q とすると、照明色変換部 1 3 では

【 0 0 3 3 】

【 数 2 】

$$\begin{pmatrix} X'_2 \\ Y'_2 \\ Z'_2 \end{pmatrix} = Q \begin{pmatrix} X'_1 \\ Y'_1 \\ Z'_1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

10

で十分正確に近似することができる (詳細は後述)。ここで、第 2 の照明とは、不図示のユーザーが患部等の観察部位を実際に観察する際に用いられる照明等である。なお、この第 2 の照明については図 1 においては図示されていない。次に、モニタ色変換部 1 4 では、照明色変換部 1 3 からの出力を受けて、モニタ 1 5 に入力するための信号 (R_{in}, G_{in}, B_{in}) に変換する。まず、理想的な加法混色を仮定して決定した色変換パラメータ (マトリクス) を R とし、照明色変換部 13 から出力された (X'_2, Y'_2, Z'_2) を $(R'_{in}, G'_{in}, B'_{in})$ に変換する。

【 0 0 3 4 】

【 数 3 】

$$\begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} X'_2 \\ Y'_2 \\ Z'_2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

20

次に、一般にモニタのガンマ特性は非線形であるため、 $(R'_{in}, G'_{in}, B'_{in})$ を次式で (R_{in}, G_{in}, B_{in}) に変換する。

$$\begin{aligned} R_{in} &= 255 \times (R'_{in} / 255)^{1/2.2} \\ G_{in} &= 255 \times (G'_{in} / 255)^{1/2.2} \\ B_{in} &= 255 \times (B'_{in} / 255)^{1/2.2} \end{aligned} \quad (4)$$

30

ここでは、モニタのガンマ特性が R, G, B とともに 2.2 であり、RGB 信号がいずれも 8bit の整数値で表されているものとしている。モニタのガンマ特性が 2.2 以外である場合も同様であることは言うまでもない。また、(4) 式の変わりに、モニタのガンマ特性を線形に補正するようなルックアップテーブルを用いても良い。また、(3) 式と (4) 式の変わりに (X'_2, Y'_2, Z'_2) を直接 (R_{in}, G_{in}, B_{in}) に変換するような 3 次元ルックアップテーブルを用いても良い。

【 0 0 3 5 】

以上のような構成を有する本発明の実施の形態に係る内視鏡システムにおいて、カメラ色変換部 1 2 における色変換パラメータ (マトリクス) P 、照明色変換部 1 3 における色変換パラメータ (マトリクス) Q 、モニタ色変換部 1 4 における色変換パラメータ (マトリクス) R をそれぞれ求めることができれば、適正なモニタ 1 5 への入力信号 (R_{in}, G_{in}, B_{in}) を求めることができる。

40

【 0 0 3 6 】

以下、本発明の実施の形態に係る内視鏡システムにおいて、色変換パラメータ (マトリクス) P, Q, R を求める方法について説明する。まず、色変換パラメータ (マトリクス) P の求め方について説明する。

【 0 0 3 7 】

CIE (国際照明委員会) で定められた等エネルギー分光放射に対する目の感度をスペクトル刺激値といい、この感度曲線は等色関数とわれている。この等色関数を、

50

【 0 0 3 8 】

【 数 4 】

$$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$$

とする。なお、等色関数は、人間の目に対応する分光感度であるということもできる。図 8 は、等色関数の特性曲線を示す図である。また、カメラ 11 の各チャンネルの分光感度特性を、 $r(\lambda), g(\lambda), b(\lambda)$ とする。なお、カメラ 11 の分光感度特性は前記等色関数の線形変換とはなっていない。図 9 は、カメラ 11 の $r(\lambda), g(\lambda), b(\lambda)$ の分光感度特性曲線を示す図である。また、第 1 の照明手段の分光特性を $s_1(\lambda)$ とする。図 10 は、第 1 の照明 10 の波長分布特性曲線を示す図である。

10

【 0 0 3 9 】

また、代表的な生体における被写体の分光反射率を $h_i(\lambda)$ とする。図 11 は、代表的な生体（被写体）の分光反射率 $h_i(\lambda)$ ($i = 1 \sim 32$) の特性曲線を示す図である。ここで、本発明の実施の形態に係る内視鏡システムにおいて、生体における代表的な被写体の分光反射率 $h_i(\lambda)$ をある一定数サンプリングしておき、カメラ色変換部 12 にて用いられる第 1 の照明 10、カメラ 11、被写体 1 の特性情報を含む色変換パラメータ（マトリクス） P を求める。生体とは具体的には人間の体腔内の色と近似していると考えられる例えばブタであり、生体の臓器複数箇所のサンプルを計測する。本発明では、この生体における複数点の分光反射率 $h_i(\lambda)$ のうちの任意の 10 点に基づいて、カメラ出力 ($R_{out}, G_{out}, B_{out}$) から (X'_1, Y'_1, Z'_1) を推定するため色変換パラメータ（マトリクス） P を求めるわけである。このようにいくつかのサンプル点でマトリクスを作れば、他の点も正しく推定することができる。

20

【 0 0 4 0 】

代表的な生体（被写体）の反射率 $h_i(\lambda)$ ($i = 1 \sim 10$) に対して、第 1 の照明条件下でのカメラ出力と測色値をそれぞれ下記の式 (5) で計算することができる。ここで、 R_i, G_i, B_i は、 i 番目のサンプル生体をカメラ 10 で撮像したときの $R_{out}, G_{out}, B_{out}$ をそれぞれ示している。

【 0 0 4 1 】

【 数 5 】

$$\begin{aligned} R_i &= \int s_1(\lambda) h_i(\lambda) r(\lambda) d\lambda \\ G_i &= \int s_1(\lambda) h_i(\lambda) g(\lambda) d\lambda \\ B_i &= \int s_1(\lambda) h_i(\lambda) b(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (5)$$

30

また、第 1 の照明 10 条件下での三刺激値は下式 (6) にて計算することができる。

【 0 0 4 2 】

【 数 6 】

$$\begin{aligned} X_i &= \int s_1(\lambda) h_i(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y_i &= \int s_1(\lambda) h_i(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z_i &= \int s_1(\lambda) h_i(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (6)$$

40

ここで、第 1 の照明 10 の条件下での代表的な被写体のカメラ出力 ($R_{out}, G_{out}, B_{out}$) を並べたマトリクス C を以下の式で定義する。

【 0 0 4 3 】

【数 7】

$$C = \begin{pmatrix} R_1 & G_1 & B_1 \\ R_2 & G_2 & B_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ R_n & G_n & B_n \end{pmatrix} \quad (7)$$

また、第 1 の照明 1 0 条件下での前記代表的な被写体の三刺激値を並べた行列 V_1 を以下の式で定義する。

【 0 0 4 4 】

【数 8】

$$V_1 = \begin{pmatrix} X_{11} & Y_{11} & Z_{11} \\ X_{12} & Y_{12} & Z_{12} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1n} & Y_{1n} & Z_{1n} \end{pmatrix} \quad (8)$$

第 1 の照明 1 0 条件下でのカメラ 1 1 の出力から第 1 の照明 1 0 条件下での三刺激値を推定するには、

【 0 0 4 5 】

【数 9】

$$Cx_1 = V_1 \quad (9)$$

を満たすマトリクス x_1 を求めればよく、このようなマトリクスは最小二乗法により以下の式 (10) で求められることが知られている。(木村英紀著「線形代数 数理科学の基礎」財団法人東京大学出版会発行、2003 年 12 月 19 日初版 109 頁乃至 111 頁等参照)

【 0 0 4 6 】

【数 10】

$$x_1 = (C^t C)^{-1} C^t V_1 \quad (10)$$

このマトリクス x_1 を利用して、以下の式でカメラ出力から第 1 の照明 1 0 条件下での被写体の三刺激値を推定できる。

【 0 0 4 7 】

【数 11】

$$\begin{pmatrix} X'_1 \\ Y'_1 \\ Z'_1 \end{pmatrix} = x_1^t \begin{pmatrix} Rout \\ Gout \\ Bout \end{pmatrix} \quad (11)$$

すなわち、カメラ色変換部 12 にて用いられる第 1 の照明 1 0、カメラ 1 1、被写体 1 の特性情報を含む色変換パラメータ (マトリクス) P は、

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

【数 1 2】

$$P = x_1^t \quad (12)$$

によって求めることができる。

【0 0 4 9】

次に、第 2 の照明と生体の特性情報を用いて照明色変換部 1 3 における色変換パラメータ（マトリクス）Q を求める方法について説明する。第 2 の照明条件下での前記代表的な被写体の三刺激値を並べた行列 V_2 を以下の式で定義する。第 2 の照明条件下での三刺激値は（6）式の $S_1(\lambda)$ を第 2 の照明の分光特性 $S_2(\lambda)$ に置換することで算出できる。ここで、第 2 の照明手段とは、具体的には、ハロゲン、無影灯もしくはそれに近い特性を有する太陽光、キセノン等の照明などをいう。

10

【0 0 5 0】

【数 1 3】

$$V_2 = \begin{pmatrix} X_{21} & Y_{21} & Z_{21} \\ X_{22} & Y_{22} & Z_{22} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{2n} & Y_{2n} & Z_{2n} \end{pmatrix} \quad (13)$$

20

すると、以下のように V_1 と V_2 との関係は、マトリクス x_2 によって、

【0 0 5 1】

【数 1 4】

$$V_1 x_2 = V_2 \quad (14)$$

と表現することができる。したがって、このようなマトリクスは前述の最小二乗法により以下の式（15）として求めることができる。

【0 0 5 2】

【数 1 5】

$$x_2 = (V_1^t V_1)^{-1} V_1^t V_2 \quad (15)$$

30

このマトリクス x_2 を利用して、以下の式で第 2 の照明条件下での被写体の三刺激値を推定できる。

【0 0 5 3】

【数 1 6】

$$\begin{pmatrix} X'_2 \\ Y'_2 \\ Z'_2 \end{pmatrix} = x_2^t \begin{pmatrix} X'_1 \\ Y'_1 \\ Z'_1 \end{pmatrix} \quad (16)$$

40

すなわち、照明色変換部 1 3 にて用いられる第 2 の照明の特性情報を含む色変換パラメータ（マトリクス）Q は、

【0 0 5 4】

【数 1 7】

$$Q = x_2^t \quad (17)$$

50

によって求めることができる。

【 0 0 5 5 】

次に、第 1、第 2 の照明と生体の特性情報を用いて照明色変換部 1 3 における色変換パラメータ（マトリクス）Qを求める方法について説明する。第1の照明 1 0 の条件下での完全拡散反射面の三刺激値を、

【 0 0 5 6 】

【 数 1 8 】

$$W_1 = \begin{pmatrix} X_{w1} \\ Y_{w1} \\ Z_{w1} \end{pmatrix} \quad (18) \quad 10$$

第 2 の照明条件下での完全拡散反射面の三刺激値を、

【 0 0 5 7 】

【 数 1 9 】

$$W_2 = \begin{pmatrix} X_{w2} \\ Y_{w2} \\ Z_{w2} \end{pmatrix} \quad (19) \quad 20$$

とするとき、以下のように定義される色変換マトリクス d を利用して、第1の照明条件下での被写体の三刺激値（ X_{w1} ， Y_{w1} ， Z_{w1} ）から第2の照明条件下での三刺激値（ X_{w2} ， Y_{w2} ， Z_{w2} ）を推定することができる。

【 0 0 5 8 】

【 数 2 0 】

$$d = \begin{pmatrix} \frac{X_{w2}}{X_{w1}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{Y_{w2}}{Y_{w1}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{Z_{w2}}{Z_{w1}} \end{pmatrix} \quad (20) \quad 30$$

【 0 0 5 9 】

【 数 2 1 】

$$\begin{pmatrix} X'_2 \\ Y'_2 \\ Z'_2 \end{pmatrix} = d \begin{pmatrix} X'_1 \\ Y'_1 \\ Z'_1 \end{pmatrix} \quad (21) \quad 40$$

すなわち、

すなわち、

【 0 0 6 0 】

【数 2 2】

$$Q = d \quad (22)$$

となる。

【0 0 6 1】

次に、モニタ色変換部 1 4 における色変換パラメータ（マトリクス）Rを求める方法について説明する。モニタ色変換部 1 4 は、モニタ 1 5 の従来よく知られている、該モニタ 1 5 に入力される表示色彩データにより規定される色彩と、該表示色彩データに基づきモニタ 1 5 が実際に表示する色彩との関係を示す色再現特性であるモニタの特性情報を予め記憶している。一般に、 X_r, Y_r, Z_r を R の三刺激値、 X_g, Y_g, Z_g を G の三刺激値、 X_b, Y_b, Z_b を B の三刺激値とすると、 (R, G, B) と (X, Y, Z) との間には、理想的には、

【0 0 6 2】

【数 2 3】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (23)$$

ただし、

【0 0 6 3】

【数 2 4】

$$M = \begin{pmatrix} X_r & X_g & X_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ Z_r & Z_g & Z_b \end{pmatrix} \quad (24)$$

の関係が成立することが知られているので、モニタ色変換部 1 4 における R は、

【0 0 6 4】

【数 2 5】

$$\begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} X'_2 \\ Y'_2 \\ Z'_2 \end{pmatrix} \quad (25)$$

から、

【0 0 6 5】

【数 2 6】

$$R = M^{-1} \quad (26)$$

と求めることができる。

【0 0 6 6】

以上の本実施形態による方法にて、図 1 1 に示される代表的な生体（被写体）の分光反射率 $h_i(\lambda)$ のうちの任意の 10 点によって求めた、第 1 の照明 1 0、カメラ 1 1、被写体 1 の特性情報を含む色変換パラメータ（マトリクス）Pは、

【0 0 6 7】

10

20

30

40

50

【数 27】

$$P = x^t = \begin{pmatrix} 3.389155 & 1.480991 & -0.39985 \\ 1.488208 & 2.87465 & -0.93499 \\ -0.05349 & 0.163594 & 4.638455 \end{pmatrix} \quad (27)$$

であった。このマトリクスの計算によって、 $i = 1 \sim 32$ のカメラ出力 (R_{out} , G_{out} , B_{out}) から (X'_1 , Y'_1 , Z'_1) を求めたものが表 1 である。すなわち、カメラ出力 (R_{out} , G_{out} , B_{out}) に基づいて (X'_1 , Y'_1 , Z'_1) を推定したものの結果である。

10

【0068】

【表 1】

被写体(i)	カメラ出力			推定値			L*a*b*色度座標(推定値)		
	Rout	Gout	Bout	X ₁ '	Y ₁ '	Z ₁ '	L ₁ *	a ₁ *	b ₁ *
1	59.385826	51.551211	25.964194	267.23297	212.29374	125.69041	49.55042	23.1271	16.398053
2	45.580502	13.650866	5.8912655	172.3406	101.56642	27.121253	35.26801	43.10897	30.44102
3	98.524544	108.11062	54.721355	472.14569	406.24099	266.23829	65.381245	18.749885	16.226495
4	124.61016	152.04883	67.919028	620.34894	559.02902	333.24771	74.519302	14.56583	22.339976
5	18.287105	7.9265135	4.7169685	71.83087	45.590623	22.197914	23.254392	28.07079	13.471163
6	24.304276	21.292252	10.913847	109.54073	87.173193	52.806533	32.721883	17.057243	11.638261
7	131.9049	163.66414	73.843718	659.90512	597.73547	362.23909	76.562006	14.187007	22.091247
8	116.85385	87.510107	12.526884	520.62866	413.75114	66.170477	65.879682	28.84024	63.155206
9	60.214362	66.450031	34.636063	288.63861	248.24751	168.30752	53.059704	15.953715	12.572339
10	58.497673	73.963365	40.640281	291.5469	261.67701	197.47879	54.283213	11.729804	8.8539039
11	14.507508	11.617642	4.9180426	64.407355	50.388494	23.936625	24.585747	15.287852	14.386676
12	74.695267	111.12517	54.861202	395.79316	379.31307	268.65488	63.541849	5.5768436	12.680821
13	71.916155	89.874726	37.023374	362.035	330.76788	182.58712	59.992522	10.673736	21.595055
14	22.954099	25.008731	17.011657	108.03066	90.146003	81.771174	33.269547	13.648386	1.2268295
15	24.594706	12.73569	6.8594424	99.473992	66.799139	32.585013	28.584788	27.709147	15.262117
16	91.249074	98.465621	52.876894	433.94133	369.41214	256.49418	62.843664	19.43907	13.384027
17	91.725637	120.75394	61.415668	465.15108	426.20878	299.72165	66.693342	11.260401	13.49086
18	90.482428	109.87842	46.471328	450.80654	407.06819	228.69033	65.436444	12.858792	22.452977
19	51.98471	44.632554	27.246124	231.3904	180.19203	130.90065	46.064264	23.826538	9.070412
20	21.827524	11.538812	8.4083827	87.703683	57.792143	39.721931	26.483408	27.727657	7.4346046
21	58.605266	70.995986	42.162698	286.90815	251.88351	204.04925	53.395236	13.87945	6.0907375
22	194.47886	347.55984	192.46721	1096.8947	1108.582	939.20576	97.724058	-0.771104	7.1813752
23	137.2554	216.20494	103.54728	743.97439	728.96187	508.32691	82.892802	3.7476971	16.566434
24	159.79374	267.241	162.60561	872.33004	853.99519	789.40986	88.251318	4.0802941	1.4783666
25	13.036701	15.126306	6.3839406	64.032727	56.915199	31.388806	26.267429	7.6696819	12.029976
26	80.195815	35.466834	16.853906	317.58315	205.54445	79.688197	48.848261	44.257755	28.803682
27	39.328417	4.1790741	2.2330442	138.5864	68.454349	8.9376786	28.950041	51.833335	37.427595
28	10.511546	3.2013937	1.6274746	39.715757	23.324571	7.5103843	15.395517	26.586836	16.051708
29	12.22627	1.4995668	0.7011982	43.377199	21.850344	2.8437539	14.71962	34.330291	21.405825
30	12.368158	1.0907096	0.4963178	43.334486	21.077743	1.8189484	14.353198	35.85495	22.205754
31	21.962939	1.3303196	0.5929707	76.168902	35.955197	1.7931952	20.267446	44.839406	32.438712
32	22.537044	1.4343071	0.6298642	78.253886	37.074017	1.9506242	20.639789	45.053485	32.860748

20

30

40

次に、本実施形態において、推定値と測定値との間の評価に用いた $L^*a^*b^*$ 表色系について説明する。 $L^*a^*b^*$ 表色系とは、CIE が 1976 年に定めた均等色空間のひとつである。次の三次元直交座標を用いる色空間を $L^*a^*b^*$ 色空間といい、この色空間を用いた表色系を $L^*a^*b^*$ 表色系または CIE L A B 表色系 (シー・アイ・イー・エル・エー・ビーまたはシーラブ) といい。

明度指数を

【0069】

【数 2 8】

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 \quad (28)$$

と定義する。

また、クロマティクネス指数

【0 0 7 0】

【数 2 9】

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right] \quad (29) \quad 10$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right] \quad (30)$$

と定義する。

ただし、

【0 0 7 1】

【数 3 0】

$$\frac{X}{X_n} > 0.008856$$

$$\frac{Y}{Y_n} > 0.008856 \quad (31) \quad 30$$

$$\frac{Z}{Z_n} > 0.008856$$

である。

【0 0 7 2】

ここで、X、Y、Zは試料のXYZ表色系における三刺激値である。X_n、Y_n、Z_nは完全拡散反射面の三刺激値である。X/X_n、Y/Y_n、Z/Z_nに0.008856以下のものがある場合は、式(30)で対応する立方根の項をそれぞれ以下の式に置き換えて計算を行う。

【0 0 7 3】

【数 3 1】

$$\left(\frac{X}{X_n}\right)^{1/3} \rightarrow 7.787 \left(\frac{X}{X_n}\right) + \frac{16}{116}$$

$$\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} \rightarrow 7.787 \left(\frac{Y}{Y_n}\right) + \frac{16}{116} \quad (32)$$

$$\left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{1/3} \rightarrow 7.787 \left(\frac{X}{X_n}\right) + \frac{16}{116}$$

10

なお、本実施形態では $X_n = 1169.588$ 、 $Y_n = 1176.48$ 、 $Z_n = 1114.788$ とした。

【0074】

これに対して $i = 1 \sim 32$ の生体の代表箇所の実測値が表 2 に示されている。なお、表中 (X_1, Y_1, Z_1) は、マトリクスを用いて推定していない実測値であることを示しており、先の (X'_1, Y'_1, Z'_1) の比較対象に相当する。また、推定値の $L^*a^*b^*$ と実測値の $L^*a^*b^*$ との差をそれぞれ ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* とすると、色差 ΔE は、

20

【0075】

【数 3 2】

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (33)$$

で求められる。

【0076】

【表 2】

被写体(i)	測色値			L*a*b*色度座標(測色値)			色差
	X _i	Y _i	Z _i	L* _i	a* _i	b* _i	
1	267.96838	213.75864	119.38417	49.700848	22.758846	18.301113	1.944
2	177.45066	103.46306	28.264486	35.585168	44.326713	30.184747	1.284
3	470.51111	408.34861	253.44844	65.52174	17.717369	18.488418	2.49
4	618.4721	558.8678	325.63707	74.5106	14.194757	23.350837	1.077
5	72.895668	46.011413	22.707699	23.374792	28.521808	13.266909	0.51
6	108.40957	86.464619	52.290449	32.589514	16.8435	11.646554	0.252
7	659.2326	595.97161	361.20519	76.470869	14.439439	22.065055	0.27
8	520.9873	414.49729	66.483958	65.928872	28.715857	63.11701	0.139
9	286.02781	248.18341	160.84378	53.05376	15.030874	14.160171	1.837
10	294.68258	264.77461	196.70517	54.559451	11.663247	9.4770452	0.685
11	61.003791	49.842695	23.946761	24.438675	12.510165	14.125259	2.794
12	396.42793	380.82004	270.13216	63.647047	5.3095766	12.634485	0.291
13	356.74742	328.61335	178.6017	59.827164	9.7317814	22.111989	1.087
14	109.08412	91.148478	84.109507	33.451509	13.596359	0.7500187	0.513
15	97.992941	65.675025	31.103439	28.333276	27.696509	15.776731	0.573
16	442.16715	373.59752	256.54971	63.140309	20.416427	13.88664	1.138
17	468.92134	428.15239	301.63522	66.818852	11.710189	13.433127	0.471
18	443.4561	404.33505	226.49973	65.253774	11.657628	22.515862	1.217
19	231.69137	181.35063	129.2984	46.197	23.380663	9.7004967	0.783
20	85.53083	56.651522	42.510609	26.202056	27.184571	5.4440877	2.082
21	289.82301	254.26416	205.03818	53.613178	13.996443	6.2833452	0.314
22	1127.165	1131.4361	976.18593	98.500246	0.3445197	6.0723045	1.754
23	752.9759	735.91541	524.50541	83.206252	4.1239315	15.49076	1.182
24	906.88781	878.61635	821.48579	89.243716	5.7130833	0.8069085	2.025
25	63.726326	56.781667	31.26585	26.234348	7.5089639	12.05249	0.166
26	322.24658	205.77818	78.411965	48.872831	45.728944	29.291542	1.55
27	145.5596	71.012029	10.546116	29.503037	53.501494	36.154512	2.17
28	38.867755	22.688098	8.0289943	15.107309	26.668439	14.83028	1.258
29	42.665217	21.190621	3.2677214	14.407285	34.759237	20.275018	1.249
30	42.75193	20.439544	2.2882183	14.043704	36.43866	21.016557	1.36
31	76.495051	35.190951	2.7906946	20.008642	46.241652	30.598955	2.328
32	78.740449	36.293444	2.9463167	20.380819	46.589566	31.023229	2.409

10

20

30

表 1 における L* a* b* 色度座標 (推定値) と表 2 における L* a* b* 色度座標 (実測値) とを、L* a* b* 色度図に図示したものが図 1 2 である。図 1 2 に示すように、L* a* b* 色度図中、推定値と実測値とはほぼ同一点にプロットされていることがわかる。また、表 2 において示すように、推定値と測色値との色差 ΔE についても充分小さな値に集束していることがわかる。

【0077】

次に第 1 の照明条件下での被写体の三刺激値 X' ₁ , Y' ₁ , Z' ₁ (推定値) から、第 2 の照明と生体の特性情報を用いて第 2 の照明条件下での被写体の三刺激値 X' ₂ , Y' ₂ , Z' ₂ を推定した結果を表 3 に示す。また、表 4 には、三刺激値の実測値 X ₂ , Y ₂ , Z ₂ を示す。色差 ΔE の定義は前述と同様である。ここでは、X _n = 1 3 2 1 . 4 9 3、Y _n = 1 3 6 1 . 7 2 1、Z _n = 7 5 9 . 2 7 5 とした。また、色変換パラメータ Q は、

40

【0078】

【数 3 3】

$$Q = d = \begin{pmatrix} 1.169005 & 0.07221 & -0.10599 \\ 0.003516 & 1.199956 & -0.05677 \\ 0.000288 & 0.005806 & 0.706459 \end{pmatrix} \quad (34)$$

を用いた。また、表 3 における $L^* a^* b^*$ 色度座標（推定値）と表 4 における $L^* a^* b^*$ 色度座標（実測値）とを、 $L^* a^* b^*$ 色度図に図示したものが図 13 である。

【0079】

【表 3】

被写体(i)	第1の照明条件下			第2の照明条件下			L*a*b*色度座標(推定値)		
	X ₁ '	Y ₁ '	Z ₁ '	X ₂ '	Y ₂ '	Z ₂ '	L* ₂	a* ₂	b* ₂
1	267.23297	212.29374	125.69041	314.40462	248.54759	90.104609	49.800899	26.196825	15.166624
2	172.3406	101.56642	27.121253	205.92656	120.9415	19.799338	35.755173	45.979469	29.924978
3	472.14569	406.24099	266.23829	553.05706	474.01772	190.58097	65.600628	22.273275	14.530216
4	620.34894	559.02902	333.24771	730.23799	654.07372	238.85013	74.845665	18.725479	20.609616
5	71.83087	45.590623	22.197914	84.910005	53.699163	15.967286	23.483697	30.074956	12.870902
6	109.54073	87.173193	52.806533	128.75154	101.99144	37.843305	32.897113	19.309713	10.70274
7	659.90512	597.73547	362.23909	776.2016	699.01309	259.56747	76.880329	18.389404	20.293464
8	520.62866	413.75114	66.170477	631.48109	494.55708	49.298801	66.762598	34.167249	62.308999
9	288.63861	248.24751	168.30752	337.50722	289.34657	120.42677	53.220504	18.867123	11.084877
10	291.5469	261.67701	197.47879	338.78496	303.81566	141.11389	54.355604	14.37427	7.1674043
11	64.407355	50.388494	23.936625	76.394056	59.331597	17.221336	24.818526	17.389129	13.763369
12	395.79316	379.31307	268.65488	461.60001	441.29981	192.10988	63.678269	8.6897291	10.879333
13	362.035	330.76788	182.58712	427.75329	387.81478	131.01496	60.319719	14.340234	20.240754
14	108.03066	90.146003	81.771174	124.131	103.90916	58.322465	33.201679	15.211103	-0.187134
15	99.473992	66.799139	32.585013	117.6555	78.655987	23.436438	28.840719	29.985281	14.574043
16	433.94133	369.41214	256.49418	506.76934	430.24355	183.47233	63.007217	22.712449	11.647326
17	465.15108	426.20878	299.72165	542.77337	496.05286	214.34952	66.845952	14.572891	11.636651
18	450.80654	407.06819	228.69033	532.1509	477.06675	164.05354	65.775214	16.747547	20.979521
19	231.3904	180.19203	130.90065	269.63419	209.60519	93.588732	46.167393	26.393453	7.6511542
20	87.703683	57.792143	39.721931	102.48913	67.401477	28.422696	26.59106	29.644269	6.5288665
21	286.90815	251.88351	204.04925	331.95866	291.6746	145.69745	53.405653	16.321038	4.3069466
22	1096.8947	1108.582	939.20576	1262.781	1280.7903	670.26257	97.654854	2.5912304	4.0992163
23	743.97439	728.96187	508.32691	868.47124	848.48166	363.55864	83.077748	7.6513489	14.357054
24	872.33004	853.99519	789.40986	997.7567	983.01136	562.89513	88.059441	6.7598832	-1.598654
25	64.032727	56.915199	31.388806	75.637564	66.739005	22.523785	26.451061	9.7120684	11.279116
26	317.58315	205.54445	79.688197	377.65255	243.23712	57.581224	49.328887	47.751045	27.980107
27	138.5864	68.454349	8.9376786	166.00396	82.122035	6.7514231	29.489924	54.334418	36.996406
28	39.715757	23.324571	7.5103843	47.316162	27.701739	5.4526291	15.666324	28.305094	15.82665
29	43.377199	21.850344	2.8437539	51.984559	26.21051	2.1483391	15.087595	36.050404	21.606493
30	43.334486	21.077743	1.8189484	51.987456	25.341447	1.4198578	14.740136	37.551233	22.501661
31	76.168902	35.955197	1.7931952	91.448074	43.310626	1.4974893	20.753056	46.85849	32.709531
32	78.253886	37.074017	1.9506242	93.949534	44.651553	1.6158022	21.128508	47.095058	33.114182

【0080】

【表 4】

被写体(i)	測色値			L*a*b*色度座標(測色値)			色差
	X ₂	Y ₂	Z ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂	
1	317.54588	250.17556	87.808796	49.94425	26.607336	16.255706	1.173
2	213.26474	123.79292	20.644796	36.158758	47.398652	29.788376	1.482
3	554.24369	475.88704	185.13278	65.707753	22.078819	15.928752	1.416
4	730.66894	653.53226	237.57159	74.82059	18.914259	20.809519	0.276
5	86.520366	54.399827	16.264703	23.654683	30.59606	12.825053	0.55
6	127.50585	101.02096	37.730813	32.741529	19.235934	10.507493	0.26
7	776.44525	696.91676	260.15192	76.787387	18.833826	20.028337	0.526
8	631.62049	495.48574	49.066191	66.814369	33.97286	62.524887	0.295
9	335.95726	288.68164	117.43686	53.167439	18.609485	11.896858	0.854
10	343.13245	307.78923	140.22045	54.661	14.410812	7.9353369	0.827
11	71.602767	58.480621	17.203185	24.622436	14.104988	13.445179	3.305
12	461.10043	443.03887	191.73465	63.782796	8.1120998	11.141965	0.643
13	421.11934	384.39487	129.37012	60.094716	13.526066	20.320747	0.848
14	124.70622	105.35835	58.741905	33.429357	14.58027	0.0020931	0.697
15	116.11997	77.116651	22.987259	28.546272	30.278916	14.469769	0.429
16	518.98632	436.2415	183.23409	63.372666	24.033203	12.331354	1.532
17	547.2919	498.80746	214.31968	66.999018	14.941639	11.906647	0.482
18	522.18075	472.921	163.09746	65.537647	15.4511	20.803516	1.33
19	270.28277	210.96577	92.681221	46.301615	26.050735	8.2053379	0.665
20	98.301107	65.896379	29.224076	26.271646	28.076208	5.3551842	1.985
21	335.47755	294.7718	145.91096	53.650454	16.376694	4.6726962	0.444
22	1286.4821	1311.9423	673.79821	98.568939	1.7132635	5.3384674	1.773
23	872.31994	857.90166	364.69382	83.443059	6.7179379	14.824219	1.106
24	1031.1908	1016.7075	566.29442	89.235109	6.7220802	0.0647181	2.037
25	75.204827	66.534378	22.480839	26.407631	9.5310927	11.243611	0.189
26	386.53514	244.37119	58.254993	49.43026	49.876203	27.825975	2.133
27	175.78204	85.916315	7.7588075	30.179992	56.18313	36.220121	2.121
28	45.981413	26.870841	5.7028042	15.3465	28.119238	14.762078	1.127
29	50.938389	25.36887	2.4331493	14.75122	36.351838	20.442341	1.249
30	51.102241	24.531128	1.7236774	14.408931	38.008127	21.307433	1.321
31	91.573708	42.353441	2.0753375	20.480284	48.128196	31.05397	2.104
32	94.263186	43.664161	2.2031158	20.852788	48.513755	31.434124	2.216

10

20

30

次に第 1 の照明条件下での被写体の三刺激値 X'_1 , Y'_1 , Z'_1 (推定値) から、第 1 及び第 2 の照明の特性情報を用いて、第 2 の照明条件下での被写体の三刺激値 X'_2 , Y'_2 , Z'_2 を推定した結果を表 5 に示す。また、表 6 には、三刺激値の実測値 X_2 , Y_2 , Z_2 を示す。色差 ΔE の定義は前述と同様である。ここでは、 $X_n = 1321.493$ 、 $Y_n = 1361.721$ 、 $Z_n = 759.275$ とした。また、比例変換マトリクスは次のものを用いた。

【0081】

【数34】

40

$$Q = d = \begin{pmatrix} 1.129878 & 0 & 0 \\ 0 & 1.157453 & 0 \\ 0 & 0 & 0.681094 \end{pmatrix} \quad (35)$$

表 5 における $L^*a^*b^*$ 色度座標 (推定値) と表 6 における $L^*a^*b^*$ 色度座標 (実測値) とを、 $L^*a^*b^*$ 色度図に図示したものが図 14 である。

【0082】

【表 5】

被写体(i)	第1の照明条件下			第2の照明条件下			L*a*b*色度座標(推定値)		
	X ₁ '	Y ₁ '	Z ₁ '	X ₂ '	Y ₂ '	Z ₂ '	L ₂ *	a ₂ *	b ₂ *
1	267.23297	212.29374	125.69041	301.94077	245.72	85.606951	49.55042	23.1271	16.398053
2	172.3406	101.56642	27.121253	194.72393	117.55834	18.472116	35.26801	43.10897	30.44102
3	472.14569	406.24099	266.23829	533.46723	470.2048	181.33324	65.381245	18.749885	16.226495
4	620.34894	559.02902	333.24771	700.91889	647.04974	226.97294	74.519302	14.56583	22.339976
5	71.83087	45.590623	22.197914	81.160152	52.768997	15.118861	23.254392	28.07079	13.471163
6	109.54073	87.173193	52.806533	123.76772	100.89886	35.9662	32.721883	17.057243	11.638261
7	659.90512	597.73547	362.23909	745.61257	691.85064	246.71878	76.562006	14.187007	22.091247
8	520.62866	413.75114	66.170477	588.2471	478.89744	45.068299	65.879682	28.84024	63.155206
9	288.63861	248.24751	168.30752	326.12654	287.3348	114.6332	53.059704	15.953715	12.572339
10	291.5469	261.67701	197.47879	329.41256	302.87881	134.50157	54.283213	11.729804	8.8539039
11	64.407355	50.388494	23.936625	72.772483	58.322307	16.303086	24.585747	15.287852	14.386676
12	395.79316	379.31307	268.65488	447.19816	439.037	182.97916	63.541849	5.5768436	12.680821
13	362.035	330.76788	182.58712	409.05554	382.84823	124.35895	59.992522	10.673736	21.595055
14	108.03066	90.146003	81.771174	122.06152	104.33975	55.693836	33.269547	13.648386	1.2268295
15	99.473992	66.799139	32.585013	112.39352	77.316855	22.193449	28.584788	27.709147	15.262117
16	433.94133	369.41214	256.49418	490.30096	427.57714	174.69658	62.843664	19.43907	13.384027
17	465.15108	426.20878	299.72165	525.56418	493.31657	204.13855	66.693342	11.260401	13.49086
18	450.80654	407.06819	228.69033	509.35659	471.16224	155.75956	65.436444	12.858792	22.452977
19	231.3904	180.19203	130.90065	261.44302	208.56378	89.155614	46.064264	23.826538	9.070412
20	87.703683	57.792143	39.721931	99.094501	66.891682	27.054359	26.483408	27.727657	7.4346046
21	286.90815	251.88351	204.04925	324.17134	291.54329	138.97667	53.395236	13.87945	6.0907375
22	1096.8947	1108.582	939.20576	1239.3577	1283.1314	639.68719	97.724058	-0.771104	7.1813752
23	743.97439	728.96187	508.32691	840.60063	843.73901	346.21829	82.892802	3.7476971	16.566434
24	872.33004	853.99519	789.40986	985.62692	988.45918	537.66213	88.251318	4.0802941	1.4783666
25	64.032727	56.915199	31.388806	72.349198	65.87666	21.37872	26.267429	7.6696819	12.029976
26	317.58315	205.54445	79.688197	358.83035	237.90802	54.275134	48.848261	44.257755	28.803682
27	138.5864	68.454349	8.9376786	156.58579	79.232683	6.0873971	28.950041	51.833335	37.427595
28	39.715757	23.324571	7.5103843	44.873977	26.997092	5.1152759	15.395517	26.586836	16.051708
29	43.377199	21.850344	2.8437539	49.010962	25.290743	1.936863	14.71962	34.330291	21.405825
30	43.334486	21.077743	1.8189484	48.962702	24.396494	1.2388744	14.353198	35.85495	22.205754
31	76.168902	35.955197	1.7931952	86.061601	41.616446	1.2213341	20.267446	44.839406	32.438712
32	78.253886	37.074017	1.9506242	88.417379	42.911427	1.328558	20.639789	45.053485	32.860748

【 0 0 8 3 】

【表 6】

被写体(i)	測色値			L*a*b*色度座標(測色値)			色差
	X ₂	Y ₂	Z ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂	
1	317.54588	250.17556	87.808796	49.94425	26.607336	16.255706	3.505
2	213.26474	123.79292	20.644796	36.158758	47.398652	29.788376	4.43
3	554.24369	475.88704	185.13278	65.707753	22.078819	15.928752	3.358
4	730.66894	653.53226	237.57159	74.82059	18.914259	20.809519	4.62
5	86.520366	54.399827	16.264703	23.654683	30.59606	12.825053	2.637
6	127.50585	101.02096	37.730813	32.741529	19.235934	10.507493	2.455
7	776.44525	696.91676	260.15192	76.787387	18.833826	20.028337	5.089
8	631.62049	495.48574	49.066191	66.814369	33.97286	62.524887	5.255
9	335.95726	288.68164	117.43686	53.167439	18.609485	11.896858	2.742
10	343.13245	307.78923	140.22045	54.661	14.410812	7.9353369	2.859
11	71.602767	58.480621	17.203185	24.622436	14.104988	13.445179	1.512
12	461.10043	443.03887	191.73465	63.782796	8.1120998	11.141965	2.976
13	421.11934	384.39487	129.37012	60.094716	13.526066	20.320747	3.126
14	124.70622	105.35835	58.741905	33.429357	14.58027	0.0020931	1.547
15	116.11997	77.116651	22.987259	28.546272	30.278916	14.469769	2.689
16	518.98632	436.2415	183.23409	63.372666	24.033203	12.331354	4.743
17	547.2919	498.80746	214.31968	66.999018	14.941639	11.906647	4.019
18	522.18075	472.921	163.09746	65.537647	15.4511	20.803516	3.074
19	270.28277	210.96577	92.681221	46.301615	26.050735	8.2053379	2.398
20	98.301107	65.896379	29.224076	26.271646	28.076208	5.3551842	2.119
21	335.47755	294.7718	145.91096	53.650454	16.376694	4.6726962	2.883
22	1286.4821	1311.9423	673.79821	98.568939	1.7132635	5.3384674	3.207
23	872.31994	857.90166	364.69382	83.443059	6.7179379	14.824219	3.487
24	1031.1908	1016.7075	566.29442	89.235109	6.7220802	0.0647181	3.154
25	75.204827	66.534378	22.480839	26.407631	9.5310927	11.243611	2.026
26	386.53514	244.37119	58.254993	49.43026	49.876203	27.825975	5.733
27	175.78204	85.916315	7.7588075	30.179992	56.18313	36.220121	4.679
28	45.981413	26.870841	5.7028042	15.3465	28.119238	14.762078	2.003
29	50.938389	25.36887	2.4331493	14.75122	36.351838	20.442341	2.24
30	51.102241	24.531128	1.7236774	14.408931	38.008127	21.307433	2.334
31	91.573708	42.353441	2.0753375	20.480284	48.128196	31.05397	3.575
32	94.263186	43.664161	2.2031158	20.852788	48.513755	31.434124	3.749

10

20

30

このように本発明の内視鏡システムによれば、第 1 の照明条件下で観察した部位を、あたかも第 2 の照明条件下で観察したかの如くモニタ 1 5 に表示できる。すなわち、本発明の内視鏡システムは、第 1 の照明下における患部等の部位を、ユーザーが実際に観察する（例えば無影灯などの）第 2 の照明下での色再現を行うので、肉眼で分離できる色はモニタ上でも分離できる色として表示されるため、肉眼での観察により近い状態での検査、治療が可能になる。また、本発明の内視鏡システムによれば、上記のように第 2 の照明下での色再現を行うので、ユーザーの記憶色に近い色再現を実現し、ユーザーの直感が働きやすい画像をモニタに提供できるので、モニタで患部部位を観察した後、開腹手術に移行した場合のユーザーの違和感をなくし安全性を高めることができる。

40

【0084】

次に、本発明の他の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。図 2 は、本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムの原理を説明するブロック図である。図 2 において、1 は被写体、10 は被写体 1 を照射する照射光を発する第 1 の照明、11 は体腔内の観察部位を撮影するカメラ、16 はカメラ色変換部及び照明色変換部、14 はカメラ色変換部及び照明色変換部 16 からの出力をモニタ用の入力に変換するモニタ色変換部、15 は内視鏡画像を表示し患部等の観察部位を観察するモニタ、23 は第 1 の照明、第 2 の照明、カメラ、被写体の特性情報、22 はモニタの特性情報をそれぞれ示している。先の実施形態では、カメラ色変換部 12 と照明色変換部 13 とが別々であったが、本実施形態においては、これらがカメラ色変換部及び照明色変換部 16 として纏められている。

50

【 0 0 8 5 】

本実施形態の内視鏡システムは、図 2 における被写体 1 以外の全ての構成を含むものである。内視鏡システムにおいては、被写体 1 を照明する第 1 の照明 1 0 をカメラ 1 1 で撮像し、カメラ 1 1 は R G B 信号を出力する。第 1 の照明 1 0 の下で撮像された映像のカメラ出力を R_{out} , G_{out} , B_{out} とすると、カメラ色変換部及び照明色変換部 1 6 では、第 1 の照明、第 2 の照明、カメラ、被写体の特性情報 2 3 を加味して、これを X'_2 , Y'_2 , Z'_2 に変換する。すなわち、カメラ色変換部及び照明色変換部 1 6 における色変換パラメータ (マトリクス) を L とすると、カメラ色変換部及び照明色変換部 1 6 では、

【 0 0 8 6 】

【 数 3 5 】

10

$$\begin{pmatrix} X'_2 \\ Y'_2 \\ Z'_2 \end{pmatrix} = L \begin{pmatrix} Rout \\ Gout \\ Bout \end{pmatrix} \quad (36)$$

が成立する。 (X'_2, Y'_2, Z'_2) をモニタ 1 5 に入力するための信号 (R_{in}, G_{in}, B_{in}) に変換するためのモニタ色変換部 1 4 における色変換パラメータ (マトリクス) R については、左記の実施形態と同様なので説明を省略する。

20

【 0 0 8 7 】

次に、カメラ色変換部及び照明色変換部 1 6 における色変換パラメータ (マトリクス) L を求める方法について説明する。第 1 の照明 1 0 条件下での被写体 1 の測色値の推定を行わず、カメラ 1 1 出力から第 2 の照明条件下での三刺激値を推定するには、

【 0 0 8 8 】

【 数 3 6 】

$$Cx_3 = V_2 \quad (37)$$

となるマトリクス x_3 を求めればよい。このようなマトリクスは前述の最小二乗法により以下の式 (38) として求めることができる。

30

【 0 0 8 9 】

【 数 3 7 】

$$x_3 = (C^t C)^{-1} C^t V_2 \quad (38)$$

このマトリクス x_3 を利用して、以下の式でカメラ出力から第 2 の照明 1 0 条件下での被写体の三刺激値を推定できる。

【 0 0 9 0 】

【 数 3 8 】

40

$$\begin{pmatrix} X'_2 \\ Y'_2 \\ Z'_2 \end{pmatrix} = x_3^t \begin{pmatrix} Rout \\ Gout \\ Bout \end{pmatrix} \quad (39)$$

すなわち、カメラ色変換部及び照明色変換部 1 6 にて用いられる第 1 の照明、第 2 の照明、カメラ、被写体の特性情報 2 3 を含む色変換パラメータ (マトリクス) L は、

【 0 0 9 1 】

【数 3 9】

$$L = x_3^t \quad (40)$$

によって求めることができる。

【0 0 9 2】

次にカメラ出力 (R_{out} , G_{out} , B_{out}) から第 2 の照明条件下での被写体の三刺激値 (X'_2 , Y'_2 , Z'_2) を直接推定した結果について表 7 に示す。また、表 8 には、三刺激値の実測値 X_2 , Y_2 , Z_2 を示す。色差 ΔE の定義は前述と同様である。ここでは、 $X_n = 1321.493$ 、 $Y_n = 1361.721$ 、 $Z_n = 759.275$ とした。また、色推定マトリクスは次のものを用いた。 10

【0 0 9 3】

【数 4 0】

$$L = \begin{pmatrix} 4.4074176 & 1.922781 & -1.02759 \\ 1.800594 & 3.445668 & -1.38708 \\ -0.02907 & -0.133805 & 3.270659 \end{pmatrix} \quad (41)$$

表 7 における $L^*a^*b^*$ 色度座標 (推定値) と表 8 における $L^*a^*b^*$ 色度座標 (実測値) とを、 $L^*a^*b^*$ 色度図に図示したものが図 15 である。 20

【0 0 9 4】

【表 7】

被写体(i)	カメラ出力			第2の照明条件下			L*a*b*色度座標(推定値)		
	Rout	Gout	Bout	X ₂ '	Y ₂ '	Z ₂ '	L ₂ *	a ₂ *	b ₂ *
1	59.385826	51.551211	25.964194	314.38937	248.54368	90.09157	49.800554	26.193305	15.17077
2	45.580502	13.650866	5.8912655	205.8968	120.93668	19.769902	35.754484	45.969478	29.953198
3	98.524544	108.11062	54.721355	553.0481	474.01306	190.57667	65.60036	22.272406	14.530705
4	124.61016	152.04883	67.919028	730.24722	654.07291	238.86264	74.845628	18.727368	20.607176
5	18.287105	7.9265135	4.7169685	84.898715	53.69697	15.956618	23.48316	30.068396	12.882272
6	24.304276	21.292252	10.913847	128.74525	101.98978	37.837991	32.896847	19.30711	10.705727
7	131.9049	163.66414	73.843718	776.21276	699.01222	259.58242	76.880291	18.391576	20.290712
8	116.85385	87.510107	12.526884	631.47341	494.56136	49.283669	66.762837	34.164635	62.317636
9	60.214362	66.450031	34.636063	337.50099	289.34334	120.42375	53.220246	18.86628	11.085337
10	58.497673	73.963365	40.640281	338.78349	303.81239	141.11673	54.355351	14.374901	7.1662033
11	14.507508	11.617642	4.9180426	76.390577	59.330947	17.218025	24.818377	17.386836	13.76674
12	74.695267	111.12517	54.861202	461.61602	441.29934	192.13012	63.67824	8.6939222	10.874844
13	71.916155	89.874726	37.023374	427.76353	387.81585	131.02602	60.319789	14.342669	20.237742
14	22.954099	25.008731	17.011657	124.12429	103.90624	58.318381	33.201218	15.208991	-0.185944
15	24.594706	12.73569	6.8594424	117.64239	78.653438	23.424058	28.840235	29.979075	14.584257
16	91.249074	98.465621	52.876894	506.75668	430.23783	183.465	63.006867	22.710936	11.64838
17	91.725637	120.75394	61.415668	542.77946	496.05012	214.36087	66.8458	14.574939	11.634073
18	90.482428	109.87842	46.471328	532.15987	477.0672	164.06396	65.77524	16.749513	20.977024
19	51.98471	44.632554	27.246124	269.61556	209.59973	93.573714	46.166853	26.388998	7.6555484
20	21.827524	11.538812	8.4083827	102.47539	67.398316	28.410404	26.590394	29.637614	6.5373646
21	58.605266	70.995986	42.162698	331.9518	291.6698	145.69586	53.405272	16.320507	4.3067111
22	194.47886	347.55984	192.46721	1262.8446	1280.7856	670.34668	97.654715	2.6000907	4.090953
23	137.2554	216.20494	103.54728	868.51291	848.48321	363.60737	83.077809	7.6580408	14.350168
24	159.79374	267.241	162.60561	997.7813	983.00021	562.94076	88.059047	6.7653211	-1.604223
25	13.036701	15.126306	6.3839406	75.638293	66.73899	22.52471	26.451058	9.7127014	11.278263
26	80.195815	35.466834	16.853906	377.80788	243.22932	57.537822	49.328188	47.741072	28.000177
27	39.328417	4.1790741	2.2330442	165.97169	82.116809	6.7194722	29.488959	54.322351	37.060271
28	10.511546	3.2013937	1.6274746	47.30909	27.70053	5.4457184	15.665863	28.29887	15.84003
29	12.22627	1.4995668	0.7011982	51.974772	26.208942	2.1386252	15.086975	36.042404	21.625349
30	12.368158	1.0907096	0.4963178	51.977239	25.339824	1.4096995	14.739479	37.542923	22.521366
31	21.962939	1.3303196	0.5929707	91.429469	43.307683	1.4789688	20.752224	46.848156	32.746084
32	22.537044	1.4343071	0.6298642	93.930507	44.648545	1.5968603	21.127674	47.084669	33.151597

10

20

30

【 0 0 9 5 】

【表 8】

被写体(i)	測色値			L*a*b*色度座標(測色値)			色差
	X ₂	Y ₂	Z ₂	L* ₂	a* ₂	b* ₂	
1	317.54588	250.17556	87.808796	49.94425	26.607336	16.255706	1.17
2	213.26474	123.79292	20.644796	36.158758	47.398652	29.788376	1.494
3	554.24369	475.88704	185.13278	65.707753	22.078819	15.928752	1.415
4	730.66894	653.53226	237.57159	74.82059	18.914259	20.809519	0.277
5	86.520366	54.399827	16.264703	23.654683	30.59606	12.825053	0.558
6	127.50585	101.02096	37.730813	32.741529	19.235934	10.507493	0.262
7	776.44525	696.91676	260.15192	76.787387	18.833826	20.028337	0.523
8	631.62049	495.48574	49.066191	66.814369	33.97286	62.524887	0.287
9	335.95726	288.68164	117.43686	53.167439	18.609485	11.896858	0.853
10	343.13245	307.78923	140.22045	54.661	14.410812	7.9353369	0.828
11	71.602767	58.480621	17.203185	24.622436	14.104988	13.445179	3.303
12	461.10043	443.03887	191.73465	63.782796	8.1120998	11.141965	0.649
13	421.11934	384.39487	129.37012	60.094716	13.526066	20.320747	0.851
14	124.70622	105.35835	58.741905	33.429357	14.58027	0.0020931	0.695
15	116.11997	77.116651	22.987259	28.546272	30.278916	14.469769	0.435
16	518.98632	436.2415	183.23409	63.372666	24.033203	12.331354	1.533
17	547.2919	498.80746	214.31968	66.999018	14.941639	11.906647	0.482
18	522.18075	472.921	163.09746	65.537647	15.4511	20.803516	1.331
19	270.28277	210.96577	92.681221	46.301615	26.050735	8.2053379	0.659
20	98.301107	65.896379	29.224076	26.271646	28.076208	5.3551842	1.984
21	335.47755	294.7718	145.91096	53.650454	16.376694	4.6726962	0.444
22	1286.4821	1311.9423	673.79821	98.568939	1.7132635	5.3384674	1.783
23	872.31994	857.90166	364.69382	83.443059	6.7179379	14.824219	1.114
24	1031.1908	1016.7075	566.29442	89.235109	6.7220802	0.0647181	2.042
25	75.204827	66.534378	22.480839	26.407631	9.5310927	11.243611	0.19
26	386.53514	244.37119	58.254993	49.43026	49.876203	27.825975	2.145
27	175.78204	85.916315	7.7588075	30.179992	56.18313	36.220121	2.155
28	45.981413	26.870841	5.7028042	15.3465	28.119238	14.762078	1.139
29	50.938389	25.36887	2.4331493	14.75122	36.351838	20.442341	1.268
30	51.102241	24.531128	1.7236774	14.408931	38.008127	21.307433	1.341
31	91.573708	42.353441	2.0753375	20.480284	48.128196	31.05397	2.139
32	94.263186	43.664161	2.2031158	20.852788	48.513755	31.434124	2.251

10

20

30

次に、これまでに述べた本発明のより詳細な実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。図3は図1に示される実施の形態を、実際の内視鏡システムにおける処理に即したブロック図にしたものである。カメラ色変換部12において示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ(マトリクス)Pに、照明色変換部13で示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ(マトリクス)Qに、またモニタ色変換部14で示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ(マトリクス)Rにそれぞれ対応している。

【0096】

図4は、本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムのブロック図である。図4に示される実施形態は、図3に示される実施形態の変形例である。カメラ色変換部12において示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ(マトリクス)Pに、照明色変換部13で示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ(マトリクス)Qに、またモニタ色変換部14で示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ(マトリクス)Rにそれぞれ対応していることは先の実施の形態同様であるが、本実施形態で異なる点は、カメラ色変換部14において、カメラ出力が入射光に対して非線形である場合を考え、マトリクスの前でカメラ出力を線形に補正するようなガンマ補正処理を行っている点である。

40

【0097】

図5は、本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムのブロック図である。図5に示される実施形態は、図3に示される実施形態の変形例である。カメラ色変換部12において示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ(マトリクス)Pに、照明色変換部13で

50

示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ（マトリクス）Qにそれぞれ対応していることは先の実施の形態同様であるが、本実施形態で異なる点は、モニタ色変換部14においては色変換パラメータ（マトリクス）R及びその後のガンマ補正に代わり、3次元ルックアップテーブル3D-LUTを使用している点である。本実施形態では、マトリクスに代えてルックアップテーブルを用いるため、マトリクス計算と比較してモニタ出力時の誤差を小さく抑えることができる。

【0098】

次に、本発明のより詳細な実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。図6は図2に示される実施の形態を、実際の内視鏡システムにおける処理に即したブロック図にしたものである。カメラ色変換部及び照明色変換部16において示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ（マトリクス）Lに、またモニタ色変換部14で示されているマトリクスは前記の色変換パラメータ（マトリクス）Rにそれぞれ対応している。

図7は、本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムのブロック図である。本実施形態においては、図3に示される実施形態のカメラ色変換部12、照明色変換部13、モニタ色変換部14内のマトリクスを全て纏めた、カメラ色変換部及び照明色変換部及びモニタ色変換部17を用いることを特徴としている。なお、カメラ色変換部及び照明色変換部及びモニタ色変換部17で用いる色変換パラメータ（マトリクス）としては、例えばP、Q、Rのマトリクスを処理の順番通りに掛け合わせて算出したマトリクスRQPを用いればよい。本実施形態では、全てのマトリクスを一つに纏めることで、マトリクス計算回路の規模を小さくすることができる。この効果は、全てのマトリクスを一つに纏めた場合だけでなく、一部の複数のマトリクスを一つに纏めた場合も同様であることは言うまでもない。

【0099】

以上、本発明のいずれの変形例においても、第1の照明条件下で観察した部位を、あたかも第2の照明条件下で観察したかの如くモニタ15に表示できる。すなわち、本発明の内視鏡システムは、第1の照明下における患部等の部位を、ユーザーが実際に観察する（例えば無影灯などの）第2の照明下での色再現を行うので、肉眼で分離できる色はモニタ上でも分離できる色として表示されるため、肉眼での観察により近い状態での検査、治療が可能になる。また、本発明の内視鏡システムによれば、上記のように第2の照明下での色再現を行うので、ユーザーの記憶色に近い色再現を実現し、ユーザーの直感が働きやすい画像をモニタに提供できるので、モニタで患部部位を観察した後、開腹手術に移行した場合のユーザーの違和感をなくし安全性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図1】本発明の実施の形態に係る内視鏡システムの原理を説明するブロック図である。

【図2】本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムの原理を説明するブロック図である。

【図3】本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムのブロック図である。

【図4】本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムのブロック図である。

【図5】本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムのブロック図である。

【図6】本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムのブロック図である。

【図7】本発明の他の実施の形態に係る内視鏡システムのブロック図である。

【図8】等色関数の特性曲線を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態に係る内視鏡システムのカメラの $r(\lambda)$ 、 $g(\lambda)$ 、 $b(\lambda)$ 分光感度特性曲線を示す図である。

【図10】第1の照明10の波長分布特性曲線を示す図である。

【図11】代表的な生体（被写体）の分光反射率 $h_i(\lambda)$ （ $i = 1 \sim 32$ ）の特性曲線を示す図である。

【図12】表1における $L^*a^*b^*$ 色度座標（推定値）と表2における $L^*a^*b^*$ 色度座標（実測値）とを、 $L^*a^*b^*$ 色度図に示した図である。

【図13】表3における $L^*a^*b^*$ 色度座標（推定値）と表4における $L^*a^*b^*$ 色度座標

(実測値)とを、 $L^*a^*b^*$ 色度図に示した図である。

【図14】表5における $L^*a^*b^*$ 色度座標(推定値)と表6における $L^*a^*b^*$ 色度座標(実測値)とを、 $L^*a^*b^*$ 色度図に示した図である。

【図15】表7における $L^*a^*b^*$ 色度座標(推定値)と表8における $L^*a^*b^*$ 色度座標(実測値)とを、 $L^*a^*b^*$ 色度図に示した図である。

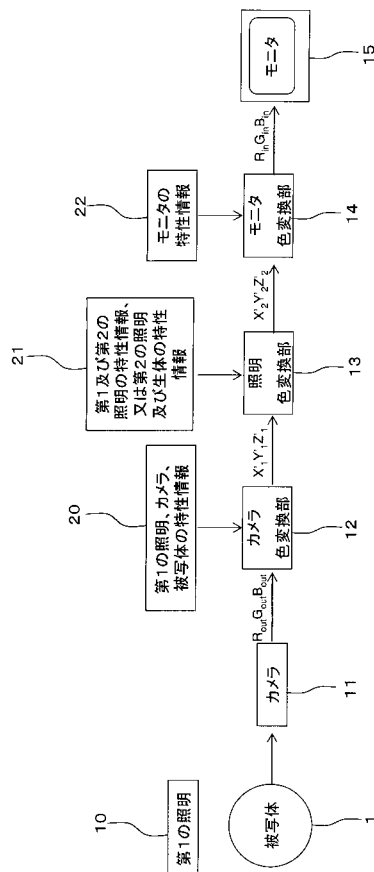
【符号の説明】

【0101】

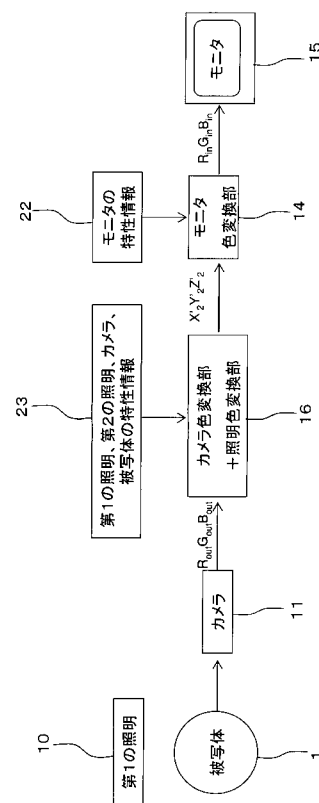
1・・・被写体、10・・・第1の照明、11・・・カメラ、12・・・カメラ色変換部、13・・・照明色変換部、14・・・モニタ色変換部、15・・・モニタ、16・・・カメラ色変換部及び照明色変換部、20・・・第1の照明、カメラ、被写体の特性情報、21・・・第2の照明の特性情報、22・・・モニタの特性情報、23・・・第1の照明、第2の照明、カメラ、被写体の特性情報

10

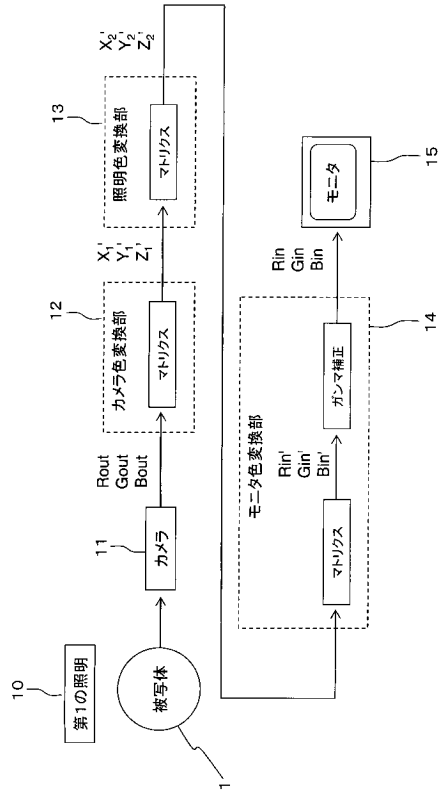
【図1】



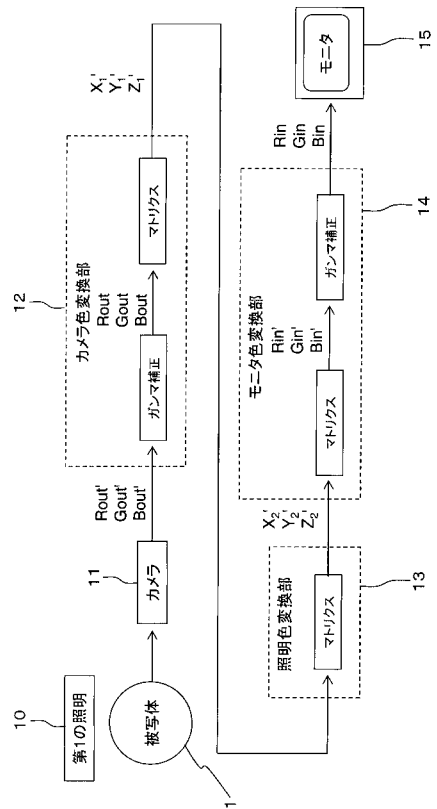
【図2】



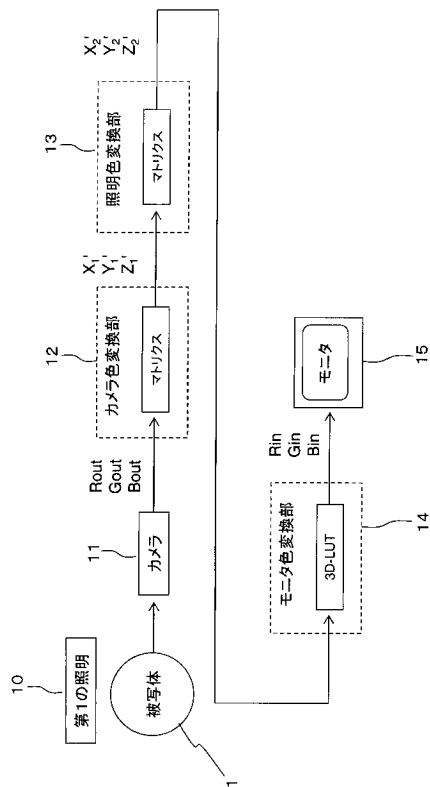
【図 3】



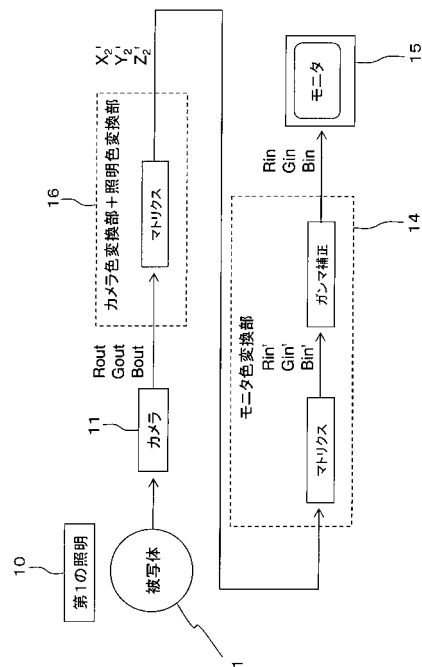
【図 4】



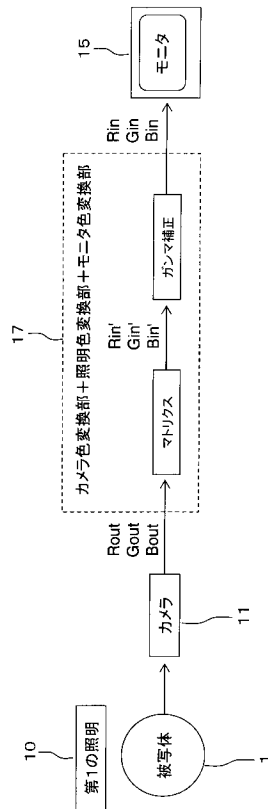
【図 5】



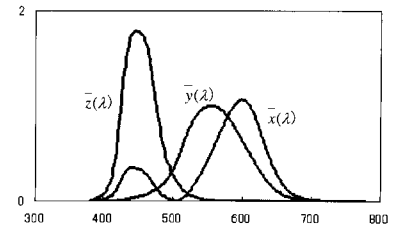
【図 6】



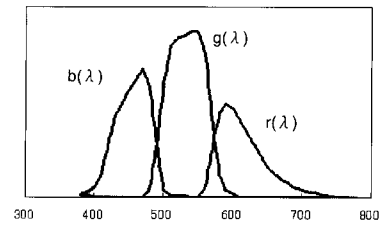
【図 7】



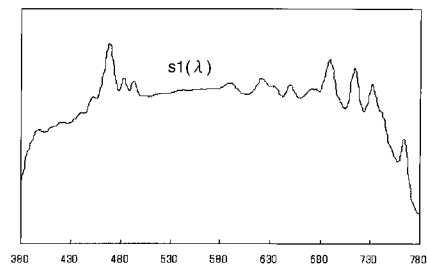
【図 8】



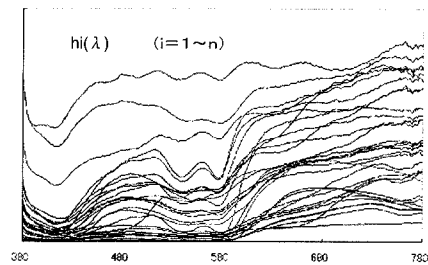
【図 9】



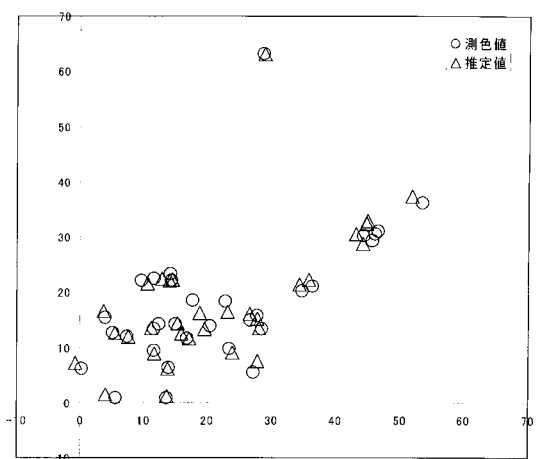
【図 10】



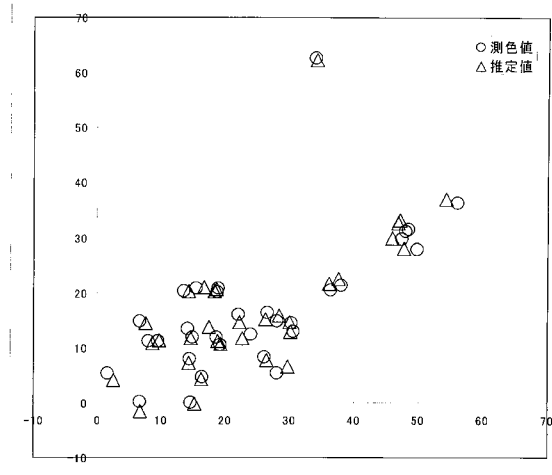
【図 11】



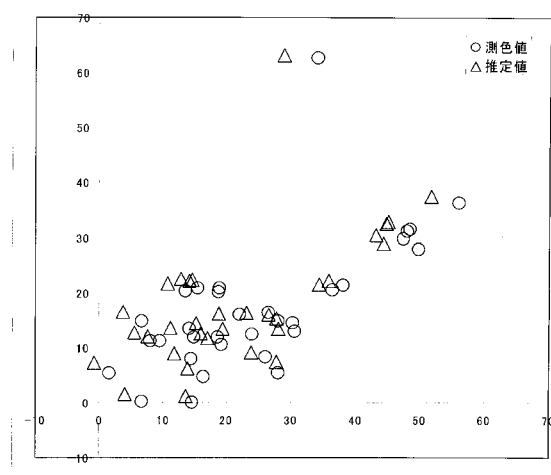
【図 12】



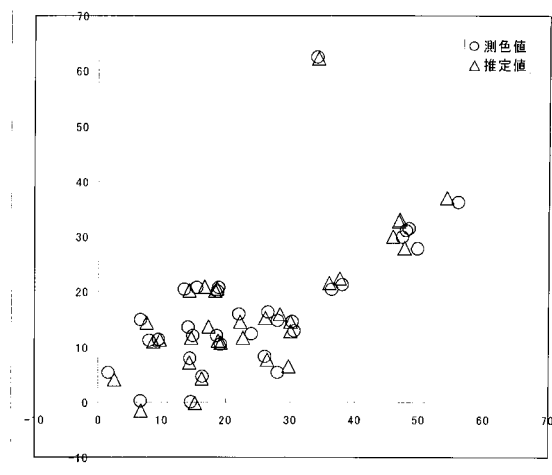
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 4 N 1/40 D

(74)代理人 100097777
弁理士 荻澤 弘

(74)代理人 100091971
弁理士 米澤 明

(74)代理人 100109748
弁理士 飯高 勉

(74)代理人 100119220
弁理士 片寄 武彦

(72)発明者 吉野 浩一郎
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 金野 光次郎
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 須藤 賢
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 工藤 正宏
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 平井 信行
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

(72)発明者 大澤 健郎
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) 4C061 CC06 NN05 NN10 TT03 TT12
5B057 AA07 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16
CE11 CE18 DC25
5C054 CC07 EA01 EA05 ED13 EE06 FB03 FC07 HA12
5C077 LL19 MP01 MP08 PP15 PP32 PP34 PP37 SS01 SS03 SS06
TT10
5C079 HB01 HB05 HB08 HB11 JA10 LA12 MA04 MA17 NA03

专利名称(译)	内窥镜系统和内窥镜系统中的图像处理方法		
公开(公告)号	JP2008093225A	公开(公告)日	2008-04-24
申请号	JP2006279497	申请日	2006-10-13
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社 奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社 奥林巴斯公司		
[标]发明人	吉野浩一郎 金野光次郎 須藤賢 工藤正宏 平井信行 大澤健郎		
发明人	吉野 浩一郎 金野 光次郎 須藤 賢 工藤 正宏 平井 信行 大澤 健郎		
IPC分类号	A61B1/04 H04N7/18 G06T1/00 H04N1/46 H04N1/60		
FI分类号	A61B1/04.370 H04N7/18.M G06T1/00.290.Z G06T1/00.510 H04N1/46.Z H04N1/40.D A61B1/04 A61B1/045.610 G06T7/00.612 H04N1/401 H04N1/407 H04N1/48 H04N1/56 H04N1/60.020 H04N1/60.110 H04N1/60.160		
F-TERM分类号	4C061/CC06 4C061/NN05 4C061/NN10 4C061/TT03 4C061/TT12 5B057/AA07 5B057/BA02 5B057/CA01 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB01 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CE11 5B057/CE18 5B057/DC25 5C054/CC07 5C054/EA01 5C054/EA05 5C054/ED13 5C054/EE06 5C054/FB03 5C054/FC07 5C054/HA12 5C077/LL19 5C077/MP01 5C077/MP08 5C077/PP15 5C077/PP32 5C077/PP34 5C077/PP37 5C077/SS01 5C077/SS03 5C077/SS06 5C077/TT10 5C079/HB01 5C079/HB05 5C079/HB08 5C079/HB11 5C079/JA10 5C079/LA12 5C079/MA04 5C079/MA17 5C079/NA03 4C161/CC06 4C161/NN05 4C161/NN10 4C161/TT03 4C161/TT12 5L096/AA02 5L096/AA06 5L096/BA06 5L096/BA13 5L096/CA17 5L096/GA41		
代理人(译)	青木健二 米泽 明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种内窥镜系统，其能够将在第一照明条件下观察到的部位显示在监视器上，就好像在第二照明条件下观察到的部位一样。 解决方案：在照亮活体（对象1）内部的第一照明10下，由照相机11成像的信号（R出，G出，B出）存储在照相机颜色转换单元中。在12处，基于第一照明10，照相机11，活体（对象1）的特征信息，与设备无关的色彩空间的图像信号（X'1，Y'1，Z'1）。根据生物体内多个点的光谱反射率来计算生物的特征信息。此外，该图像信号（X'1，Y'1，Z'1）是基于预先记录的第二照明装置的特性信息在第二照明装置的环境下的设备。被转换为不依赖的色彩空间的图像信号（X'2，Y'2，Z'2）。然后，基于预先存储的监视器15的色彩空间特征信息，将其转换为取决于监视器15的色彩空间的图像信号（R在，G在，B在）。[选型图]图1

