

(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2013-220254
(P2013-220254A)

(43) 公開日 平成25年10月28日(2013.10.28)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)	
A61B	1/04	(2006.01)	A61B	1/04	370	2H040	
A61B	1/06	(2006.01)	A61B	1/06	A	4C161	
G02B	23/24	(2006.01)	G02B	23/24	B	5C054	
H04N	7/18	(2006.01)	H04N	7/18	M	5C122	
H04N	5/238	(2006.01)	H04N	5/238	Z		
			審査請求 未請求 請求項の数 14 O L			(全 29 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2012-94660 (P2012-94660)
(22) 出願日 平成24年4月18日(2012.4.18)

(71) 出願人 00002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100093241
弁理士 官田 正昭
(74) 代理人 100101801
弁理士 山田 英治
(74) 代理人 100095496
弁理士 佐々木 榮二
(74) 代理人 100086531
弁理士 澤田 俊夫
(74) 代理人 110000763
特許業務法人大同特許事務所

最終頁に続く

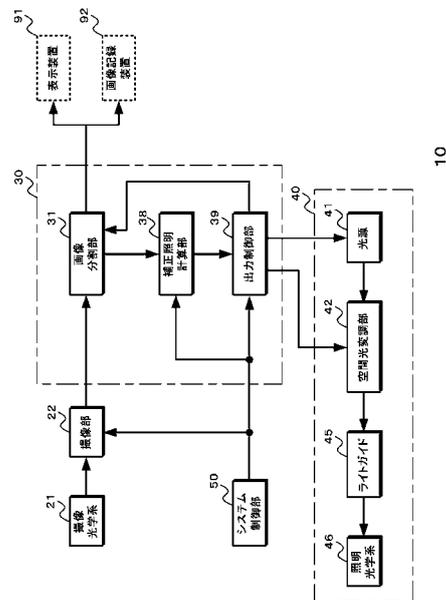
(54) 【発明の名称】 画像処理装置と画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 撮像時における照明光について、被写体に応じた空間分解能の高い配光制御を行えるようにする。

【解決手段】 画像分割部31は、撮像部22で生成された撮像画像から、照明強度分布が所定の空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像を分割する。補正照明算出部38は、画像分割部31で分割された画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布を算出する。出力制御部39は、補正光モードにおいて、補正照明算出部38で算出された照明強度分布に基づいて照明光の出力制御を行う。測定光モードの撮像画像から被写体の反射率等を判別して、判別結果に基づき補正光モードにおける照明強度分布を制御できることから、補正光モードで照明が行われている被写体の撮像画像を、白飛びや黒つぶれ等が生じていない良好な撮像画像とすることができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮像画像から、照明強度分布が所定の空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像を分割する画像分割部と、

前記画像分割部で分割された画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布を算出する補正照明算出部と、

前記補正照明算出部で算出された照明強度分布に基づいて照明光の出力制御を行う出力制御部と

を備える画像処理装置。

【請求項 2】

前記測定光モードにおける所定の空間分布は、照明強度が一定である空間分布である請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記補正照明算出部は、前記照明光の空間解像度に応じて前記画像の解像度変換処理を行い、解像度変換後の画像に基づき照明強度分布を算出する請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記補正照明算出部は、前記画像分割部で分割された画像の色分離処理を行い、色成分毎の画像に基づいて前記補正光モードでの照明強度分布を算出する請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記画像分割部は、補正光モードの照明状態で撮像された画像を用いて補間を行い、測定光モードの照明状態で撮像された画像期間に対応した前記補正光モードの照明状態で撮像された画像を生成する請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記撮像画像の生成を行う撮像部、および前記画像分割部と前記補正照明算出部と前記出力制御部を同期して動作させる動作制御部をさらに備える請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 7】

被写体からの光を前記撮像部に導く光路を、前記照明光の光路として用いる光路制御部をさらに備える請求項 6 記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記照明光を出力する照明部は、前記出力制御部からの制御信号に基づき光源から出力された照明光の空間光変調を行い、前記補正光モードで出力する照明光の照明強度分布を、前記補正照明算出部で算出された分布とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記照明光を出力する照明部は、前記出力制御部からの制御信号に基づき自発光素子を駆動して、前記補正光モードで出力する照明光の照明強度分布を、前記補正照明算出部で算出された分布とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記撮像画像上の各位置における被写体までの距離を測定する距離測定部をさらに備え、

前記補正照明算出部は、前記距離測定部で測定された距離、または測定された距離と前記画像分割部で分割された画像に基づいて、前記補正光モードでの照明強度分布を算出する請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記撮像画像として多視点の撮像画像を生成する撮像部と、

前記多視点の撮像画像を用いて、前記撮像画像上の各位置における被写体までの距離を推定する距離推定部をさらに備え、

前記補正照明算出部は、前記距離推定部で推定された距離、または推定された距離と前

10

20

30

40

50

記画像分割部で分割された画像に基づいて、前記補正光モードでの照明強度分布を算出する請求項1記載の画像処理装置。

【請求項12】

被写体の3次元構造解析を行うための3次元測定光モードにおいて、照明光パターンを生成するパターン生成部と、

3次元測定光モードの照明状態で撮像された画像から、被写体の3次元構造解析を行う3次元構造解析部を備え、

前記画像分割部は、前記3次元測定光モードの照明状態で撮像された画像を分割して3次元構造解析部へ出力し、

前記補正照明算出部は、前記3次元構造解析部の解析結果に基づいて、前記補正光モードでの照明強度分布を算出する請求項1記載の画像処理装置。

10

【請求項13】

前記撮像画像の生成に用いる撮像光学系と、前記照明光の出射に用いる照明光学系のズーム動作を同期して行う請求項1記載の画像処理装置。

【請求項14】

撮像画像から、照明強度分布が所定の空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像を分割する工程と、

前記画像分割部で分割された画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布を算出する工程と、

前記算出された照明強度分布に基づいて照明光の出力制御を行う工程と含む画像処理方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この技術は、画像処理装置と画像処理方法に関し、撮像時における照明光について、被写体に応じて空間分解能の高い配光制御を行う。

【背景技術】

【0002】

従来、配管内や体腔内を観察するために撮像装置例えば内視鏡装置が広く用いられている。内視鏡装置としては、挿入部が軟性で屈曲した配管内や体腔内等に挿入することで内部を観察できる軟性内視鏡装置、挿入部が硬性で目的部位に向けて直線的に挿入することで内部を観察できる硬性内視鏡装置がある。

30

【0003】

軟性内視鏡装置は、例えば先端のレンズ系でとらえた光学像を光ファイバで接眼部に伝達する光学式内視鏡装置や、先端にレンズ系と撮像素子を設けてレンズ系でとらえた画像を撮像素子で電気信号に変換して外部モニタに伝達する電子内視鏡装置がある。硬性内視鏡装置は、先端からレンズ系を繋いで構成されているリレー光学系によって光学像が接眼部に伝達される。また、硬性内視鏡装置においても軟性内視鏡装置と同様に、レンズ系でとらえた画像を撮像素子で電気信号に変換して外部モニタに伝達する電子内視鏡装置がある。

40

【0004】

このような内視鏡装置において、周辺部や中心部が共に見やすい画像を得ることができるよう、例えば特許文献1では、キセノンランプからの照明光が集光レンズによってライトガイドの入射端に集光されている。また、ライトガイドの入射端と集光レンズとの間に絞りを設けて照明光の入射光量が制御されている。さらに、集光レンズを光軸にそって移動させることで、体腔内等に供給される照明光の配光を制御して、同時に光量が一定となるように絞りを制御することが行われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献1】特開平05-130973号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、集光レンズを光軸にそって移動させることにより照明光の配光を制御する場合、空間分解能の高い配光制御を行うことができない。例えば、特許文献1では、ライトガイドの入射端に焦点を結ぶように照明光を入射すればライトガイドの中心部に照明光が多く入射するので、配光の特性は中心部が強くなる。また、ライトガイドの入射端より奥に焦点を結ぶように照明光を入射すれば均一に照明光が入射するので、配光の特性は周辺および中心部にわたって均一になる。しかし、中心部の一部分や周辺部の一部分についてのみ照明強度を調整することができない。

10

【0007】

そこで、この技術では、撮像時における照明光について、被写体に応じて空間分解能の高い配光制御を行える画像処理装置と画像処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この技術の第1の側面は、撮像画像から、照明強度分布が所定の空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像を分割する画像分割部と、前記画像分割部で分割された画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布を算出する補正照明算出部と、前記補正照明算出部で算出された照明強度分布に基づいて照明光の出力制御を行う出力制御部とを備える画像処理装置にある。

20

【0009】

この技術においては、撮像部で生成された撮像画像から、照明強度分布が所定の空間分布、例えば照明強度が一定である空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像を画像分割部によって分割する。この画像の分割は、画面単位例えば撮像画像がフレーム単位で生成されている場合、フレーム単位の撮像画像から測定光モードの照明状態で撮像されたフレーム画像を分割する。この分割された画像は、照明光の空間解像度に応じて解像度変換処理が行われて、解像度変換後の画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布が補正照明算出部で算出される。照明強度分布の算出では、分割された画像の色分離処理を行い、色成分毎の画像に基づいて補正光モードでの照明強度分布を算出してもよい。出力制御部は、算出された照明強度分布に基づいて照明光の出力制御を行う。

30

【0010】

また、画像分割部は、補正光モードの照明状態で撮像された画像から、測定光モードの照明状態で撮像された画像期間に対応した補正光モードの照明状態で撮像された画像を、補間処理によって生成する。例えば、画像分割部は、補正光モードの照明状態で撮像されたフレーム画像から、測定光モードの照明状態で撮像された画像期間に対応した補正光モードの照明状態のフレーム画像を補間処理によって生成する。撮像部、画像分割部、補正照明算出部および出力制御部の動作は、動作制御部によって同期して行われる。また、被写体からの光を撮像部に導く光路を、光路制御部によって照明光の光路としても用いることができるようにする。

40

【0011】

照明光を出力する照明部は、出力制御部からの制御信号に基づき光源から出力された照明光の空間光変調を行い、補正光モードで出力する照明光の照明強度分布を、補正照明算出部で算出された分布とする。また、出力制御部からの制御信号に基づき自発光素子を駆動して、補正光モードで出力する照明光の照明強度分布を、補正照明算出部で算出された分布としてもよい。

【0012】

照明強度分布の算出は、距離測定部で測定された被写体までの距離、多視点の撮像画像を用いて推定された被写体までの距離、被写体の3次元構造解析結果を用いて行うように

50

してもよい。また、撮像画像の生成に用いる撮像光学系と、照明光の出射に用いる照明光学系のズーム動作を同期して行う。

【0013】

この技術の第2の側面は、撮像画像から、照明強度分布が所定の空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像を分割する工程と、前記画像分割部で分割された画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布を算出する工程と、前記算出された照明強度分布に基づいて照明光の出力制御を行う工程と含む画像処理方法にある。

【発明の効果】

【0014】

この技術によれば、撮像画像から照明強度分布が所定の空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像が分割される。この分割された画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布が算出されて、算出された照明強度分布に基づいて、補正光モードにおける照明光の出力制御が行われる。このため、補正光モードでは、被写体に応じて空間分解能の高い配光制御が行われて、補正光モードの照明状態で撮像動作を行うことで、例えば白飛びや黒つぶれ等を生じていない撮像画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】撮像装置の外観を例示した図である。

【図2】撮像装置の構成を例示した図である。

【図3】撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】照明強度算出/出力制御を示すフローチャートである。

【図5】撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図6】従来の照明で生成された撮像画像と本技術の補正光モードの照明で生成された撮像画像を例示した図である。

【図7】変形例1の構成を示した図である。

【図8】変形例2の構成を示した図である。

【図9】変形例3の構成を示した図である。

【図10】変形例3における撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図11】変形例4の構成を示した図である。

【図12】変形例5の構成を示した図である。

【図13】変形例5における撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図14】変形例5における撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図15】変形例6の構成を示した図である。

【図16】照明光の光路の変形例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本技術を実施するための形態について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 撮像装置の外観
2. 撮像装置の構成
3. 撮像装置の動作
4. 変形例1
5. 変形例2
6. 変形例3
7. 変形例4
8. 変形例5
9. 変形例6
10. 変形例7

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

< 1 . 撮像装置の外観 >

図 1 は、本技術の画像処理装置を設けた撮像装置例えば内視鏡装置の外観を例示している。図 1 の (A) は硬性内視鏡装置の外観、図 1 の (B) は軟性内視鏡装置の外観、図 1 の (C) はカプセル内視鏡装置の内部構成を示している。

【 0 0 1 8 】

硬性内視鏡装置は、観察対象内に挿入される挿入部 1 1 a とユーザが把持する操作部 1 2 および撮像部 2 2 を備えている。挿入部 1 1 a はイメージガイドシャフトと照明導光用ファイバを備えている。後述する光源部から出射された光は照明導光用ファイバおよび挿入部 1 1 a の先端に設けられた撮像レンズを介して観察対象に照射される。また、観察対象からの光は、撮像レンズおよびイメージガイドシャフト内のリレーレンズを介して撮像部 2 2 に入射される。

10

【 0 0 1 9 】

軟性内視鏡装置も硬性内視鏡装置と同様に、観察対象内に挿入される挿入部 1 1 b とユーザが把持する操作部 1 2 および撮像部 2 2 を備えている。軟性内視鏡装置の挿入部 1 1 b は、可撓性を有しており先端に撮像光学系 2 1 や撮像部 2 2 が設けられている。

【 0 0 2 0 】

カプセル内視鏡装置は、例えば筐体 1 3 の内部に、撮像光学系 2 1 、撮像部 2 2 、照明制御部 3 0 、照明部 4 0 が設けられている。また、カプセル内視鏡装置では、処理後の画像信号の送信等を行うための無線通信部 8 1 、電源部 8 2 等も設けられている。

20

【 0 0 2 1 】

< 2 . 撮像装置の構成 >

図 2 は、撮像装置例えば内視鏡装置の構成を例示している。撮像装置 1 0 は、撮像光学系 2 1 、撮像部 2 2 、照明制御部 3 0 、照明部 4 0 、システム制御部 5 0 等を備えている。また、照明制御部 3 0 は、画像分割部 3 1 、補正照明算出部 3 8 、出力制御部 3 9 を備えている。

【 0 0 2 2 】

撮像光学系 2 1 は、被写体に焦点を合わせるためのレンズユニットを用いて構成されている。

【 0 0 2 3 】

撮像部 2 2 は、C C D (Charge Coupled Device) イメージセンサや C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の撮像素子を用いて構成されており、被写体光学像に応じた画像信号を生成する。また、撮像部 2 2 は、システム制御部 5 0 からの同期信号に基づき照明制御部 3 0 や照明部 4 0 と同期して撮像動作を行う。また、撮像部 2 2 では、撮像画像を良好な画質等で表示または記録できるように、撮像部 2 2 で生成された画像信号に対して種々の処理を行うようにしてもよい。この場合、撮像部 2 2 は、例えばホワイトバランス調整処理や色補正処理、輪郭強調処理等を行う。撮像部 2 2 は、撮像画像の画像信号を照明制御部 3 0 の画像分割部 3 1 へ出力する。

30

【 0 0 2 4 】

画像分割部 3 1 は、後述する出力制御部 3 9 からの照明モード信号に基づき、撮像画像の画像信号を画面単位例えばフレームの切り替わり位置で分割する。画像分割部 3 1 は、照明モード信号によって照明が補正光モードに設定されていることが示された場合、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を、例えば表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。また、画像分割部 3 1 は、照明モード信号によって照明が測定光モードに設定されていることが示された場合、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を補正照明算出部 3 8 へ出力する。さらに、画像分割部 3 1 は、照明が測定光モードに設定されている期間において、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を用いた補間処理を行う。画像分割部 3 1 は、補間処理によって、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像に相当する画像の画像信号を生成して、例えば表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。

40

50

【 0 0 2 5 】

補正照明算出部 38 は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号に基づいて、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。測定光照明モードでは、後述するように照明部 40 から照明強度分布が一定である照明光が出力される。このような測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像は、反射率の高い被写体部分が高輝度となり、反射率の低い被写体部分は低輝度となる。したがって、補正照明算出部 38 は、撮像範囲に反射率の高い被写体部分や反射率の低い被写体部分が混在しても、白飛びや黒つぶれ等を生じていない撮像画像を得ることができるように、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。補正照明算出部 38 は、例えば式 (1) に示す計算を行い、照明強度分布を算出する。なお、「k」は定数である。

10

$$\text{照明強度} = k (1 / \text{被写体の輝度}) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

【 0 0 2 6 】

ところで、撮像画像に比べて後述する照明部 40 の空間解像度が低い場合、例えば撮像画像の画素位置毎に照明強度を算出しても、算出した照明強度分布に応じて照明光を出力することができない。そこで、画像分割部 31 は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像に対して解像度変換処理を行い、照明部 40 の空間解像度に応じた解像度で照明強度分布を算出することにより演算量を削減する。例えば、画像分割部 31 は、画像分割部 31 からの撮像画像の画像信号に対して解像度変換処理として低域フィルタ処理を行い、解像度が低下された画像に基づき照明強度分布を算出する。

20

【 0 0 2 7 】

出力制御部 39 は、システム制御部 50 からの制御信号に基づき、照明モードを測定光モードまたは補正光モードに切り替える。また、出力制御部 39 は、照明モードが測定光モードまたは補正光モードの何れとされているかを示す照明モード信号を生成して画像分割部 31 へ出力する。さらに、出力制御部 39 は、補正照明算出部 38 における照明強度分布の算出結果に基づき照明制御信号を生成して照明部 40 に出力することで、補正光モードの場合における照明光の照明強度を制御する。また、出力制御部 39 は、測定光モードの場合に、照明強度分布が一定である照明光を出力するための照明制御信号を生成して照明部 40 に出力する。

【 0 0 2 8 】

照明部 40 は、光源 41、空間光変調部 42、ライトガイド 45、照明光学系 46 を備えている。

30

【 0 0 2 9 】

光源 41 は、キセノンランプ、白色 LED (Light Emitting Diode)、Ga N 系半導体レーザを用いた高輝度白色光源等の発光素子を用いて構成されている。光源 41 は、発光素子から出力された照明光を空間光変調部 42 に出力する。

【 0 0 3 0 】

空間光変調部 42 は、透過型液晶パネル、反射型液晶パネル (LCOS : Liquid crystal on silicon)、または DM D (Digital Micromirror Device) 等の光変調素子を用いて構成されている。空間光変調部 42 は、出力制御部 39 からの照明制御信号に基づき、光変調素子における照明光の透過または反射を制御して照明強度を調整する。例えば、空間光変調部 42 は、照明モードが測定光モードの場合、照明光の照明強度分布を一定とする。また、空間光変調部 42 は、照明モードが補正光モードの場合、照明光の照明強度分布を補正照明算出部 38 で算出された分布とする。

40

【 0 0 3 1 】

空間光変調部 42 で照明強度が調整された照明光は、ライトガイド 45 を介して照明光学系 46 に供給される。照明光学系 46 は、ライトガイド 45 を介して供給された照明光を被写体に照射する。

【 0 0 3 2 】

システム制御部 50 は、撮像部 22 と照明制御部 30 および照明部 40 を同期して動作させる。具体的には、システム制御部 50 は、測定光モードの照明状態で撮像された画像

50

と補正光モードの照明状態で撮像された画像が1フレーム内で混在しないように、照明モードの切り替えをフレームの切り替わりタイミングに同期させて行う。なお、各フレームの照明モードを測定光モードと補正光モードの何れとするかは、出力制御部39に代えてシステム制御部50で行うようにしてもよい。また、システム制御部50（後述する変形例を含む）は、請求項の動作制御部に相当する。

【0033】

<3. 撮像装置の動作>

図3は、撮像装置の動作を示すフローチャートである。ステップST1で撮像装置10は、撮像動作を行う。撮像装置10は、被写体の撮像を行い、動画像を生成してステップST2に進む。

10

【0034】

ステップST2で撮像装置10は、画像分割処理を行う。撮像装置10は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像のフレームと、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像のフレームを分割してステップST3に進む。

【0035】

ステップST3で撮像装置10は、照明強度算出/出力制御を行う。図4は、照明強度算出/出力制御を示すフローチャートである。ステップST51で撮像装置10は低域フィルタ処理を行う。撮像装置10は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像に対して低域フィルタ処理を行い、照明部40の空間解像度に応じた解像度で照明強度分布の算出を行えるようにしてステップST52に進む。

20

【0036】

ステップST52で撮像装置10は、補正照明計算を行う。撮像装置10は、低域フィルタ処理後の画像信号に基づき、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。撮像装置は、撮像範囲に反射率の高い被写体部分や反射率の低い被写体部分等が混在しても、白飛びや黒つぶれ等を生じていない撮像画像を得ることができるよう照明強度分布を算出してステップST53に進む。

【0037】

ステップST53で撮像装置10は、光源輝度制御を行う。撮像装置10は、光源41から出射される照明光が所定の光強度となるように光源41の発光動作を制御してステップST54に進む。

30

【0038】

ステップST54で撮像装置10は、照明光出力制御を行う。撮像装置10は、照明モードを測定光モードとする場合、照明強度分布が一定となるように照明光出力制御を行う。また、撮像装置10は、照明モードを補正光モードとする場合、照明光がステップST52で算出された照明強度分布となるように照明光出力制御を行い、図3のステップST3に戻る。

【0039】

ステップST3で、照明強度算出/出力制御が行われてステップST4に進むと、撮像装置10は、補間処理を行う。撮像装置10は、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号から、測定光モードで照明が行われている期間に対して、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像に相当する画像の画像信号を補間処理等によって生成する。また、撮像装置10は、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号と、測定光モードに設定されている期間は補間処理等によって生成した撮像画像の画像信号を、表示装置91や画像記録装置92等へ出力する。

40

【0040】

図5は、撮像装置の動作を示すタイミングチャートを示している。図5の(A)は照明モード、図5の(B)は撮像動作のフレームを示している。図5の(C)は画像分割部31に供給される画像信号のフレームを示している。図5の(D)は画像分割部31から出力される画像信号のフレーム、図5の(E)は補正照明算出部38に供給される画像信号のフレームを示している。図5の(F)は照明強度分布の算出結果を示している。また、

50

図5の(G)は照明制御信号を示している。

【0041】

照明部40は、出力制御部39からの照明制御信号に基づき、例えば1フレーム期間だけ測定光モードで照明を行ったのち次の3フレーム期間は補正光モードで照明を行う。また、補正光モードの照明が終了すると、再度1フレーム期間だけ測定光モードで照明を行う。以下同様にして照明モードの切り替えを行う。

【0042】

撮像装置10は、例えば最初のフレームFR1において、図5の(A)に示すように照明モードを測定光モード(LM)とする場合、出力制御部39から照明部40に照明制御信号として、図5の(G)に示すように信号「CT-LM」を出力する。なお、信号「CT-LM」は、照明部40から測定光モードで照明光を出力させる信号である。また、撮像部22は、測定光モードで照明が行われている被写体の撮像動作P1を行う。

10

【0043】

2番目のフレームFR2において、撮像装置10は、図5の(A)に示すように照明モードを補正光モード(LC)とする場合、出力制御部39から照明部40に照明制御信号として、図5の(G)に示すように信号「CT-L0」を出力する。この場合、補正光モードにおける照明光の照明強度分布の算出が完了していないことから、出力制御部39は照明強度を初期値とする信号「CT-L0」を出力する。撮像部22は、補正光モードで照明が行われている被写体の撮像動作P2を行う。また、撮像部22は、図5の(C)に示すように、撮像動作P1で生成した画像信号「D1-LM」を画像分割部31に供給する。ここで、撮像部22から供給された画像信号が測定光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号である。したがって、画像分割部31は、図5の(E)に示すように、画像信号「D1-LM」を補正照明算出部38に供給して、画像信号「D1-LM」に基づき照明強度分布の算出を行う。

20

【0044】

3番目のフレームFR3において、撮像装置10は、図5の(A)に示すように照明モードを補正光モード(LC)とする場合、出力制御部39から照明部40に照明制御信号として、図5の(G)に示すように信号「CT1」を出力する。ここで、補正照明算出部38は、画像信号「D1-LM」に基づいて補正光モードにおける照明強度分布の算出を行い、図5の(F)に示すように、算出結果「VM1」が得られたとする。この場合、出力制御部39は、算出結果「VM1」に基づき信号「CT1」を生成して照明部40に出力する。したがって、撮像部22は、補正光モードで照明が行われている被写体の撮像動作P3を行ったとき、白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像を得ることができる。また、撮像部22は、図5の(C)に示すように、撮像動作P2で生成した画像信号「D2-LC」を画像分割部31に出力する。画像分割部31は、撮像部22から供給された画像信号が補正光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号であるから、画像信号「D2-LC」を表示装置91や画像記録装置92へ出力する。

30

【0045】

その後、5番目のフレームFR5において、撮像装置10は、図5の(A)に示すように照明モードを測定光モード(LM)とする場合、出力制御部39から照明部40に照明制御信号として、図5の(G)に示すように信号「CT-LM」を出力する。また、撮像部22は、測定光モードで照明が行われている被写体の撮像動作P5を行う。

40

【0046】

6番目のフレームFR6において、撮像装置10は、図5の(A)に示すように照明モードを補正光モード(LC)とする場合、出力制御部39から照明部40に照明制御信号として、図5の(G)に示すように信号「CT1」を出力する。また、フレームFR6において、撮像部22は、図5の(C)に示すように、撮像動作P5で生成した画像信号「D5-LM」を画像分割部31に出力する。ここで、撮像部22から供給された画像信号が測定光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号である。したがって、画像分割部31は、画像信号「D5-LM」を補正照明算出部38に供給して、図5の(E)に

50

示すように、画像信号「D 5-LM」に基づいて照明強度分布の算出を行う。また、画像分割部 3 1 に供給された画像信号が測定光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号である場合、表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 に出力する画像信号が欠落する。したがって、画像分割部 3 1 は、測定光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号を用いて補間処理等を行い、生成した画像信号をフレーム F R 6 の期間に表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。

【 0 0 4 7 】

補間処理としては、種々の方法を用いることができる。例えば第 1 の補間処理方法では直前のフレームの画像信号を繰り返し用いる。例えば画像信号「D 4-LC」をフレーム F R 6 の期間でも出力する。第 2 の補間処理方法では、過去の複数フレームから、各ブロックの動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルを利用して動き補償画像を生成する。例えば画像信号「D 3-LC」と画像信号「D 4-LC」を用いて動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルを利用して画像信号「D 4-LC」の動き補償を行い、フレーム F R 6 に相当する動き補償画像の画像信号を生成する。生成した画像信号はフレーム F R 6 の期間に出力する。第 3 の補間処理方法としては、過去と未来のフレームから、各ブロックの動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルを利用して動き補償画像を生成する。例えば画像信号「D 4-LC」と画像信号「D 6-LC」を用いて動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルを利用して画像信号「D 4-LC」または画像信号「D 6-LC」の動き補償を行い、動き補償画像の画像信号をフレーム F R 6 の期間に出力する。なお、第 3 の補間処理方法としては、過去と未来のフレームから動き補償画像を生成することから、精度のよい補間処理を行うことができる。しかし、未来のフレームの画像信号を用いることから、表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 に出力される画像信号は遅延が大きくなる。なお、補間処理方法は上述の方法に限らず他の方法を用いるようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

7 番目のフレーム F R 7 において、撮像装置 1 0 は、図 5 の (A) に示すように照明モードを補正光モード (L C) とする場合、出力制御部 3 9 から照明部 4 0 に照明制御信号として、図 5 の (G) に示すように信号「C T 5」を出力する。ここで、補正照明算出部 3 8 は、画像信号「D 5-LM」に基づいて照明強度分布の算出を行い、図 5 の (F) に示すように、算出結果「V M 5」が得られたとする。この場合、出力制御部 3 9 は、算出結果「V M 5」に基づき信号「C T 5」を生成して照明部 4 0 に出力する。したがって、撮像部 2 2 は、補正光モードで照明が行われている被写体の撮像動作 P 7 を行ったとき、白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像を得ることができる。また、撮像部 2 2 は、図 5 の (C) に示すように、撮像動作 P 6 で生成した画像信号「D 6-LC」を画像分割部 3 1 に出力する。画像分割部 3 1 は、撮像部 2 2 から供給された画像信号が補正光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号であるから、画像信号「D 6-LC」を表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。

【 0 0 4 9 】

撮像装置 1 0 は、以上のような処理を行い、白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像を表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。

【 0 0 5 0 】

図 6 は、従来照明で生成された撮像画像と本技術の補正光モードの照明で生成された撮像画像を例示している。従来照明で生成された撮像画像では、図 6 の (A) に示すように、例えば反射率の高い被写体部分が白飛び、反射率の低い被写体部分が黒つぶれを生じてしまう場合がある。また、反射率の高い被写体部分では照明光によって加熱されてしまう場合がある。しかし、上述の処理を行うと補正光モードの照明では、反射率の高い被写体部分では照明強度が低くされて、反射率の低い被写体部分では照明強度が高くされる。したがって、図 6 の (B) に示すように、反射率の高い被写体部分でも白飛びを生じることがなく、反射率の低い被写体部分でも黒つぶれを生じることがなく、良好な画像を得ることができる。

【 0 0 5 1 】

以上のように、撮像装置 10 は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像に基づき、反射率の高い被写体部分や反射率の低い被写体部分を判別する。また、撮像装置 10 は、補正光モードでは、反射率の高い被写体部分に対する照明強度は低く、反射率の低い被写体部分に対する照明強度は高くなるように照明強度を調整する。したがって、撮像装置 10 は、撮像範囲に反射率の高い被写体部分や反射率の低い被写体部分等が混在しても、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像を、白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像とすることができる。

【0052】

また、撮像装置 10 は、測定光モードにおける撮像動作を周期的に行い、測定光モードにおける撮像動作で生成された画像信号に基づき補正光モードにおける照明強度分布を算出する。したがって、撮像中に被写体が移動したり被写体の状態が変化するような場合でも、補正光モードにおける照明強度分布は、被写体の移動や状態変化に追従させて自動的に調整される。このため、撮像装置 10 は、被写体の変化にかかわらず白飛びや黒つぶれ等の生じていない、良好な撮像画像を容易に得ることができる。また、撮像装置 10 は、照明光による被写体の発熱等も防止できる。さらに、撮像装置 10 は、撮像画像に比べて照明部 40 の空間解像度が低い場合、照明部 40 の空間解像度に応じた解像度で照明強度分布の算出を行う。したがって、照明強度分布の算出における演算量を削減できるので、消費電力の削減や照明制御部 30 での演算処理による発熱を低減させることが可能となる。

10

【0053】

< 4 . 変形例 1 >

ところで、上述の実施の形態における照明部は、光源から出射された照明光を空間光変調部で変調して、被写体の反射率に応じて照明強度を調整する構成を例示した。しかし、自発光デバイスを用いて照明部を構成すれば、光源と空間光変調部を個々に設けることなく、照明部の構成を簡略化できる。

20

【0054】

変形例 1 では、自発光素子を用いて照明部を構成する場合について説明する。図 7 は変形例 1 の構成を示している。変形例 1 の照明部 40 は、自発光素子部 43 とライトガイド 45 および照明光学系 46 を備えている。

【0055】

自発光素子部 43 は、有機発光ダイオード (O L E D : Organic Light-Emitting Diode) 等の自発光素子を用いて構成されている。自発光素子部 43 は、出力制御部 39 からの照明制御信号に基づき、出射する照明光の照明強度を調整する。例えば、自発光素子部 43 は、照明モードが測定光モードの場合、照明光の照明強度分布を一定とする。また、自発光素子部 43 は、照明モードが補正光モードの場合、照明光の照明強度分布を補正照明算出部 38 で算出された分布とする。

30

【0056】

自発光素子部 43 から出射された照明光は、ライトガイド 45 を介して照明光学系 46 に供給される。照明光学系 46 は、ライトガイド 45 を介して供給された照明光を被写体に照射する。

40

【0057】

このように、自発光素子を用いて照明を行うようにすれば、光源と空間光変調部を用いる照明部に比べて構成を簡単にできる。また、空間光変調部として透過率を調整して照明強度を調整する場合、非透過光の吸収により空間光変調部の発熱が生じることから、例えば体外の位置に空間光変調部を設けなければならない。しかし、光変換効率に優れた自発光素子を用いることで照明部の発熱量を少なくできるので、照明部を体内に設けることが可能となり、撮像装置 10 における構成の自由度を高めることができる。

【0058】

< 5 . 変形例 2 >

変形例 2 は、補正照明算出部の他の構成を例示している。図 8 は変形例 2 の構成を示し

50

ている。変形例 2 における補正照明算出部 3 8 は、色分離部 3 8 1 と赤光補正照明算出部 3 8 2 R、緑光補正照明算出部 3 8 2 G、青光補正照明算出部 3 8 2 B、計算結果統合部 3 8 3 を備えている。

【0059】

色分離部 3 8 1 は、画像分割部 3 1 から供給された画像信号に対して色分離処理を行い、例えば赤色と緑色と青色の色成分信号を生成する。色分離部 3 8 1 は、生成した赤色成分信号を赤光補正照明算出部 3 8 2 R に出力する。また、色分離部 3 8 1 は、生成した緑色成分信号を緑光補正照明算出部 3 8 2 G、青色成分信号を青光補正照明算出部 3 8 2 B に出力する。

【0060】

赤光補正照明算出部 3 8 2 R は、赤色成分信号に基づき補正照明計算を行い、計算結果を計算結果統合部 3 8 3 に出力する。緑光補正照明算出部 3 8 2 G は、緑色成分信号に基づき補正照明計算を行い、計算結果を計算結果統合部 3 8 3 に出力する。青光補正照明算出部 3 8 2 B は、青色成分信号に基づき補正照明計算を行い、計算結果を計算結果統合部 3 8 3 に出力する。

【0061】

計算結果統合部 3 8 3 は、赤光補正照明算出部 3 8 2 R と緑光補正照明算出部 3 8 2 G と青光補正照明算出部 3 8 2 B における計算結果から、各色成分について飽和やつぶれを生じることのない照明強度分布を算出して、算出結果を出力制御部 3 9 に出力する。

【0062】

このように、補正照明算出部 3 8 は、色成分毎に照明強度分布の計算を行う。したがって、変形例 2 の撮像装置では、例えば観察する被写体の所望の色に対して、色飽和または色つぶれを生じないように、照明光を最適な照明強度に調整できる。

【0063】

< 6 . 変形例 3 >

変形例 3 は、補正照明算出部 3 8 において、撮像範囲内に位置する各被写体までの距離を示す距離情報を用いて照明強度分布の算出を行う場合を示している。

【0064】

図 9 は、変形例 3 の構成を示している。変形例 3 の撮像装置 1 0 は、撮像光学系 2 1、撮像部 2 2、照明制御部 3 0、照明部 4 0、システム制御部 5 0 を備えている。また、照明制御部 3 0 は、画像分割部 3 1、距離測定部 3 2、補正照明算出部 3 8、出力制御部 3 9 を備えている。

【0065】

撮像光学系 2 1 は、被写体に焦点を合わせるためのレンズユニットを用いて構成されている。

【0066】

撮像部 2 2 は、C C D (Charge Coupled Device) イメージセンサや C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の撮像素子を用いて構成されており、被写体光学像に応じた画像信号を生成する。また、撮像部 2 2 は、システム制御部 5 0 からの同期信号に基づき照明部 4 0 と同期して撮像動作を行う。また、撮像部 2 2 は、生成した画像信号に対して種々の処理を行う。

【0067】

画像分割部 3 1 は、出力制御部 3 9 からの照明モード信号に基づき、撮像画像の画像信号を画面単位例えばフレームの切り替わり位置で分割する。画像分割部 3 1 は、照明モード信号によって照明が補正光モードに設定されていることが示された場合、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を、例えば表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。また、画像分割部 3 1 は、照明モード信号によって照明が測定光モードに設定されていることが示された場合、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を補正照明算出部 3 8 へ出力する。さらに、画像分割部 3 1 は、照明が測定光モードに設定されている期間において、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信

10

20

30

40

50

号を用いた補間処理を行う。画像分割部 3 1 は、補間処理によって、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像に相当する画像の画像信号を生成して、例えば表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。

【 0 0 6 8 】

距離測定部 3 2 は、撮像範囲内の被写体部分までの距離を算出する。距離測定部 3 2 は、撮像範囲内における複数位置で被写体までの距離を算出する。例えば、距離測定部 3 2 は、T O F (Time of Flight) カメラのように赤外線が被写体に照射して、反射した赤外線がカメラに入射されるまでに要した時間から距離を算出する。また、測距用画素が設けられている撮像素子を撮像部 2 2 で用いるようにして、測距用画素の信号を用いて距離を算出してもよい。距離測定部 3 2 は、距離測定結果を補正照明算出部 3 8 に出力する。

10

【 0 0 6 9 】

補正照明算出部 3 8 は、距離測定部 3 2 からの距離測定結果と測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号に基づいて、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。測定光照明モードでは、照明部 4 0 から照明強度分布が一定である照明光が出力される。このような測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像は、反射率の高い被写体部分や近接した被写体部分が高輝度となり、反射率の低い被写体部分や離れた被写体部分は低輝度となる。したがって、補正照明算出部 3 8 は、撮像範囲に反射率の異なる被写体部分や距離が異なる被写体部分が混在しても、白飛びや黒つぶれ等を生じていない撮像画像を得ることができるよう、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。補正照明算出部 3 8 は、例えば式 (1) に示す計算を行い、照明強度分布を算出する。

20

【 0 0 7 0 】

補正照明算出部 3 8 は、被写体の明るさは距離の 2 乗に反比例することが知られていることから、距離測定結果に基づき照明強度を調整する。例えば、補正照明算出部 3 8 は、測定光モードの場合に式 (2) に示す計算を行い、被写体までの距離に応じて算出した照明強度で照明強度分布を一定として照明を行う。また、補正照明算出部 3 8 は、補正光モードの場合に式 (3) に示す計算を行うことで、距離を考慮した照明強度を算出する。なお、「k」は定数である。

$$\text{照明強度} = k (\text{距離の 2 乗}) \quad \dots (2)$$

$$\text{照明強度} = k (1 / \text{被写体の輝度}) (\text{距離の 2 乗}) \quad \dots (3)$$

30

【 0 0 7 1 】

また、補正照明算出部 3 8 は、測定光モードを用いることなく測定された距離のみに基づいて照明強度を算出するようにしてもよい。この場合には式 (4) の計算を行う。なお「k c」は補正光モードにおける定数である。

$$\text{照明強度} = k c (\text{距離の 2 乗}) \quad \dots (4)$$

【 0 0 7 2 】

出力制御部 3 9 は、システム制御部 5 0 からの制御信号に基づき、照明モードを測定光モードまたは補正光モードに切り替える。また、出力制御部 3 9 は、照明モードが測定光モードまたは補正光モードの何れとされているかを示す照明モード信号を生成して画像分割部 3 1 へ出力する。さらに、出力制御部 3 9 は、補正照明算出部 3 8 における照明強度分布の算出結果に基づき照明制御信号を生成して照明部 4 0 に出力することで、補正光モードの場合における照明光の照明強度を制御する。また、出力制御部 3 9 は、測定光モードの場合に、照明強度分布が一定である照明光を出力するための照明制御信号を生成して照明部 4 0 に出力する。

40

【 0 0 7 3 】

照明部 4 0 は、光源 4 1、空間光変調部 4 2、ライトガイド 4 5、照明光学系 4 6 を備えている。照明部 4 0 は、光源 4 1 から出射された照明光を、出力制御部 3 9 からの照明制御信号に基づき空間光変調部 4 2 で変調して、照明強度が調整された照明光をライトガイド 4 5 と照明光学系 4 6 を介して被写体に照射する。

【 0 0 7 4 】

50

システム制御部 50 は、撮像部 22 と照明制御部 30 および照明部 40 を同期して動作させる。具体的には、システム制御部 50 は、測定光モードの照明状態で撮像された画像と補正光モードの照明状態で撮像された画像が 1 フレーム内で混在しないように、照明モードの切り替えをフレームの切り替わりタイミングに同期させて行う。なお、各フレームの照明モードを測定光モードと補正光モードの何れとするかは、出力制御部 39 に代えてシステム制御部 50 で行うようにしてもよい。

【0075】

図 10 は、変形例 3 における撮像装置の動作を示すフローチャートである。ステップ S T 11 で撮像装置 10 は、撮像動作を行う。撮像装置 10 は、被写体の撮像を行い、動画像を生成してステップ S T 12 に進む。

10

【0076】

ステップ S T 12 で撮像装置 10 は、画像分割処理を行う。撮像装置 10 は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像のフレームと、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像のフレームを分割してステップ S T 13 に進む

ステップ S T 13 で撮像装置 10 は、距離測定を行う。撮像装置 10 は、被写体までの距離を測定してステップ S T 14 に進む。

【0077】

ステップ S T 14 で撮像装置 10 は、照明強度算出 / 出力制御を行う。撮像装置 10 は、図 4 に示すフローチャートの処理を行い、照明強度分布を算出して、算出した照明強度分布となるように照明光出力制御を行い、ステップ S T 15 に進む。

20

【0078】

ステップ S T 15 で撮像装置 10 は補間処理を行う。撮像装置 10 は、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を用いて補間処理を行い、測定光モードで照明が行われている期間に対して、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像に相当する画像の画像信号を生成する。また、撮像装置 10 は、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号と、測定光モードに設定されている期間は補間処理等によって生成した撮像画像の画像信号を、表示装置 91 や画像記録装置 92 等に出力する。

【0079】

このように、補正照明算出部 38 は、被写体までの距離を考慮して照明強度分布を算出することで、近接した位置の被写体および離れた位置の被写体に対しても、照明光を最適な照明強度に調整できる。

30

【0080】

< 7 . 変形例 4 >

変形例 4 は、撮像部 22 として多視点カメラを用いていわゆるパッシブ計測を行い、距離測定部 32 を用いることなく被写体までの距離を推定する場合を示している。なお、以下の説明では、多視点カメラとしてステレオカメラを用いた場合について説明する。

【0081】

図 11 は、変形例 4 の構成を示している。変形例 4 の撮像装置 10 は、撮像光学系 21、撮像部 22、照明制御部 30、照明部 40、システム制御部 50 を備えている。また、照明制御部 30 は、画像分割部 31、距離推定部 33、補正照明算出部 38、出力制御部 39 を備えている。

40

【0082】

撮像光学系 21 は、被写体に焦点を合わせるためのレンズユニットを用いて構成されている。なお、レンズユニットは、右眼用のユニットと左眼用のユニットを備えている。

【0083】

撮像部 22 は、右眼画像の画像信号を生成する撮像素子と左眼画像の画像信号を生成する撮像素子を用いて構成されている。撮像素子は例えば C C D (Charge Coupled Device) イメージセンサや C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) イメージセンサ等が用いられる。また、撮像部 22 は、システム制御部 50 からの同期信号に基づき照明部 40 と同期して撮像動作を行う。また、撮像部 22 は、生成した画像信号に対して種々

50

の処理を行う。

【0084】

画像分割部31は、出力制御部39からの照明モード信号に基づき、撮像画像の画像信号を画面単位例えばフレームの切り替わり位置で分割する。画像分割部31は、照明モード信号によって照明が補正光モードに設定されていることが示された場合、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を、例えば表示装置91や画像記録装置92へ出力する。出力する画像信号としては、右眼画像または左眼画像の何れか一方のみの画像信号としてもよく、右眼画像と左眼画像の画像信号の両方を出力してもよい。また、画像分割部31は、照明モード信号によって照明が測定光モードに設定されていることが示された場合、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を距離推定部33へ出力する。画像分割部31は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号として、右眼画像と左眼画像の画像信号を距離推定部33へ出力する。また、画像分割部31は、右眼画像と左眼画像の画像信号または何れか一方の信号を補正照明算出部38へ出力する。さらに、画像分割部31は、照明が測定光モードに設定されている期間において、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を用いた補間処理を行う。画像分割部31は、補間処理によって、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像に相当する画像の画像信号を生成して、例えば表示装置91や画像記録装置92へ出力する。

10

【0085】

距離推定部33は、例えばパッシブステレオ計測によって被写体までの距離を推定する。距離推定部33は、右眼画像の画像信号と左眼画像の画像信号を用いて視差量を算出する。また、距離推定部33は、右眼画像の撮像部と左眼画像の撮像部との間隔である基線長と視差量に基づき三角測量によって被写体までの距離を推定する。

20

【0086】

補正照明算出部38は、距離推定部33からの距離推定結果と測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号に基づいて、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。測定光照明モードでは、照明部40から照明強度分布が一定である照明光が出力される。このような測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像は、反射率の高い被写体部分や近接した被写体部分が高輝度となり、反射率の低い被写体部分や離れた被写体部分は低輝度となる。したがって、補正照明算出部38は、撮像範囲に反射率の異なる被写体部分や距離が異なる被写体部分が混在しても、白飛びや黒つぶれ等を生じていない撮像画像を得ることができるように、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。補正照明算出部38は、変形例3と同様に、被写体までの距離を考慮して照明強度を調整する。

30

【0087】

出力制御部39は、システム制御部50からの制御信号に基づき、照明モードを測定光モードまたは補正光モードに切り替える。また、出力制御部39は、照明モードが測定光モードまたは補正光モードの何れとされているかを示す照明モード信号を生成して画像分割部31へ出力する。さらに、出力制御部39は、補正照明算出部38における照明強度分布の算出結果に基づき照明制御信号を生成して照明部40に出力することで、補正光モードの場合における照明光の照明強度を制御する。また、出力制御部39は、測定光モードの場合に、照明強度分布が一定である照明光を出力するための照明制御信号を生成して照明部40に出力する。

40

【0088】

照明部40は、光源41、空間光変調部42、ライトガイド45、照明光学系46を備えている。照明部40は、光源41から出射された照明光を、出力制御部39からの照明制御信号に基づき空間光変調部42で変調して、照明強度が調整された照明光をライトガイド45と照明光学系46を介して被写体に照射する。

【0089】

システム制御部50は、撮像部22と照明制御部30および照明部40を同期して動作

50

させる。具体的には、システム制御部 50 は、測定光モードの照明状態で撮像された画像と補正光モードの照明状態で撮像された画像が 1 フレーム内で混在しないように、照明モードの切り替えをフレームの切り替わりタイミングに同期させて行う。なお、各フレームの照明モードを測定光モードと補正光モードの何れとするかは、出力制御部 39 に代えてシステム制御部 50 で行うようにしてもよい。

【0090】

このように、補正照明算出部 38 は、被写体までの距離を考慮して照明強度分布を算出することで、近接した位置の被写体および離れた位置の被写体に対しても、照明光を最適な照明強度に調整できる。また、撮像部 22 としてステレオカメラを用いることで、表示装置 91 では被写体の立体表示が可能となる。また、ステレオカメラを用いることで距離測定部 32 を設けることなく、被写体までの距離を考慮して白飛びや黒つぶれ等を生じないように照明強度を調整することができる。

10

【0091】

< 8 . 変形例 5 >

変形例 5 は、いわゆる光切断法を用いて被写体の 3 次元構造解析を行い、解析結果に基づき照明強度の調整を行う場合を示している。なお、光切断法では、スリット光を被写体に照射して 3 次元構造解析が行われる。

【0092】

図 12 は、変形例 5 の構成を示している。変形例 5 の撮像装置 10 は、撮像光学系 21、撮像部 22、照明制御部 30、照明部 40、システム制御部 50 を備えている。また、照明制御部 30 は、画像分割部 31、3 次元構造解析部 34、パターン生成部 35、補正照明算出部 38、出力制御部 39 を備えている。

20

【0093】

撮像光学系 21 は、被写体に焦点を合わせるためのレンズユニットを用いて構成されている。

【0094】

撮像部 22 は、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサや CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の撮像素子を用いて構成されており、被写体光学像に応じた画像信号を生成する。また、撮像部 22 は、システム制御部 50 からの同期信号に基づき照明部 40 と同期して撮像動作を行う。また、撮像部 22 は、生成した画像信号に対して種々の処理を行う。

30

【0095】

画像分割部 31 は、出力制御部 39 からの照明モード信号に基づき、撮像画像の画像信号を画面単位例えばフレームの切り替わり位置で分離する。画像分割部 31 は、照明モード信号によって照明が補正光モードに設定されていることが示された場合、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を、例えば表示装置 91 や画像記録装置 92 へ出力する。また、画像分割部 31 は、照明モード信号によって照明が測定光モードに設定されていることが示された場合、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を補正照明算出部 38 へ出力する。また、画像分割部 31 は、照明モード信号によって照明が 3 次元測定光モードに設定されていることが示された場合、3 次元測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を、3 次元構造解析部 34 に出力する。3 次元測定光モードでは、スリット光の照射とスリット光の走査 (例えば平行移動) を照明部 40 で行う。さらに、画像分割部 31 は、照明が測定光モードに設定されている期間において、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を用いた補間処理を行う。画像分割部 31 は、補間処理によって、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像に相当する画像の画像信号を生成して、例えば表示装置 91 や画像記録装置 92 へ出力する。

40

【0096】

3 次元構造解析部 34 は、画像分割部 31 から供給された画像信号に基づき、スリット光が当たっている部分の形状を判別する。さらに、スリット光の走査位置毎にスリット光

50

が当たっている部分の形状を判別することで、被写体の3次元構造を解析する。3次元構造解析部34は、解析結果を補正照明算出部38に出力する。

【0097】

パターン生成部35は、3次元測定用パターンとして、照明部40からスリット光の照射およびスリット光の走査（例えば平行移動）を行うパターン信号を生成して出力制御部39に出力する。

【0098】

補正照明算出部38は、3次元構造解析部34からの解析結果と測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号に基づいて、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。測定光照明モードでは、照明部40から照明強度分布が一定である照明光が出力される。このような測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像は、反射率の高い被写体部分や近接した被写体部分が高輝度となり、反射率の低い被写体部分や離れた被写体部分は低輝度となる。したがって、補正照明算出部38は、撮像範囲に反射率の異なる被写体部分や距離が異なる被写体部分が混在しても、白飛びや黒つぶれ等を生じていない撮像画像を得ることができるように、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。補正照明算出部38は、変形例3,4と同様に、被写体までの距離を考慮して照明強度を調整する。

10

【0099】

出力制御部39は、システム制御部50からの制御信号に基づき、照明モードを測定光モード、補正光モード、または3次元測定光モードに切り替える。また、出力制御部39は、照明モードが測定光モード、補正光モード、3次元測定光モードの何れとされているかを示す照明モード信号を生成して画像分割部31へ出力する。さらに、出力制御部39は、補正照明算出部38における照明強度分布の算出結果に基づき照明制御信号を生成して照明部40に出力することで、補正光モードの場合における照明光の照明強度を制御する。また、出力制御部39は、測定光モードの場合に、照明強度分布が一定である照明光を出力するための照明制御信号を生成して照明部40に出力する。また、出力制御部39は、3次元測定光モードの場合に、パターン生成部35からのパターン信号に基づき照明制御信号を生成して照明部40に出力する。

20

【0100】

照明部40は、光源41、空間光変調部42、ライトガイド45、照明光学系46を備えている。照明部40は、光源41から出射された照明光を、出力制御部39からの照明制御信号に基づき空間光変調部42で変調して、照明強度が調整された照明光をライトガイド45と照明光学系46を介して被写体に照射する。

30

【0101】

システム制御部50は、撮像部22と照明制御部30および照明部40を同期して動作させる。具体的には、システム制御部50は、測定光モードの照明状態で撮像された画像と補正光モードの照明状態で撮像された画像、および3次元測定光モードの照明状態で撮像された画像が1フレーム内で混在しないように、照明モードの切り替えをフレームの切り替わりタイミングに同期させて行う。なお、各フレームの照明モードを測定光モードと補正光モードの何れとするかは、出力制御部39に代えてシステム制御部50で行うようにしてもよい。

40

【0102】

図13は、変形例5における撮像装置の動作を示すフローチャートである。ステップST21で撮像装置10は、撮像動作を行う。撮像装置10は、被写体の撮像を行い、動画像を生成してステップST22に進む。

【0103】

ステップST22で撮像装置10は、画像分割処理を行う。撮像装置10は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像のフレームと、補正光モードの照明状態で撮像された撮像された撮像画像のフレームを分割する。さらに、撮像装置10は、3次元補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像のフレームを分割してステップST23に進む。

50

【 0 1 0 4 】

ステップ S T 2 3 で撮像装置 1 0 は、3次元測定用照明パターン生成を行う。撮像装置 1 0 は、スリット光の出射および走査を行うためのパターン信号を生成してステップ S T 2 4 に進む。

【 0 1 0 5 】

ステップ S T 2 4 で撮像装置 1 0 は、3次元構造解析を行う。撮像装置 1 0 は、スリット光が当たっている部分の形状を判別する。また、撮像装置 1 0 は、スリット光の走査位置毎にスリット光が当たっている部分の形状を判別することで、被写体の3次元構造を解析してステップ S T 2 5 に進む。

【 0 1 0 6 】

ステップ S T 2 5 で撮像装置 1 0 は、照明強度算出 / 出力制御を行う。撮像装置 1 0 は、図 4 に示すフローチャートの処理を行い、照明強度分布を算出して、算出した照明強度分布となるように照明光出力制御を行い、ステップ S T 2 6 に進む。

【 0 1 0 7 】

ステップ S T 2 6 で撮像装置 1 0 は補間処理を行う。撮像装置 1 0 は、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を用いて補間処理を行う。撮像装置は、補間処理によって、測定光モードおよび3次元測定光モードで照明が行われている期間に対して、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像に相当する画像の画像信号を生成する。また、撮像装置 1 0 は、補正光モードで照明が行われている状態で撮像された撮像画像の画像信号と、測定光モードおよび3次元測定光モードに設定されている期間は補間処理によって生成した画像信号を表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 等に出力する。

【 0 1 0 8 】

図 1 4 は、変形例 5 における撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。図 1 4 の (A) は照明モード、図 1 4 の (B) は撮像動作のフレームを示している。図 1 4 の (C) は画像分割部 3 1 に供給される画像信号のフレームを示している。図 1 4 の (D) は、画像分割部 3 1 から出力される画像信号のフレーム、図 1 4 の (E) は、補正照明算出部 3 8 に供給される画像信号のフレーム、図 1 4 の (F) は、3次元構造解析部 3 4 に供給される画像信号のフレームを示している。図 1 4 の (G) は3次元構造の解析結果、図 1 4 の (H) は照明強度分布の算出結果を示している。図 1 4 の (I) は照明制御信号を示している。

【 0 1 0 9 】

照明部 4 0 は、出力制御部 3 9 からの照明制御信号に基づき、例えば1フレーム期間だけ測定光モードで照明を行ったのち次の3フレーム期間は補正光モードで照明を行う。また、補正光モードの照明が終了すると、1フレーム期間だけ3次元測定光モードで照明を行う。3次元補正光モードの照明が終了すると、再度1フレーム期間だけ測定光モードで照明を行う。以下同様にして照明モードの切り替えを行う。

【 0 1 1 0 】

撮像装置 1 0 は、例えば最初のフレーム F R 1 において、図 1 4 の (A) に示すように照明モードを測定光モード (L M) とする場合、出力制御部 3 9 から照明部 4 0 に照明制御信号として、図 1 4 の (I) に示すように信号「 C T - L M 」を出力する。なお、信号「 C T - L M 」は、照明部 4 0 から測定光モードで照明光を出力させる信号である。また、撮像部 2 2 は、測定光モードで照明が行われている被写体の撮像動作 P 1 を行う。

【 0 1 1 1 】

2番目のフレーム F R 2 において、撮像装置 1 0 は、図 1 4 の (A) に示すように照明モードを補正光モード (L C) とする場合、出力制御部 3 9 から照明部 4 0 に照明制御信号として、図 1 4 の (I) に示すように信号「 C T - L 0 」を出力する。この場合、補正光モードにおける照明光の照明強度分布の算出が完了してないことから、出力制御部 3 9 は照明強度を初期値とする信号「 C T - L 0 」を出力する。撮像部 2 2 は、補正光モードで照明が行われている被写体の撮像動作 P 2 を行う。また、撮像部 2 2 は、図 1 4 の (C) に示すように、撮像動作 P 1 で生成した画像信号「 D 1 - L M 」を画像分割部 3 1 に供給する

10

20

30

40

50

。画像分割部 3 1 は、撮像部 2 2 から供給された画像信号が測定光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号である。したがって、図 1 4 の (E) に示すように、画像信号「D 1 -LM」を補正照明算出部 3 8 に供給して、画像信号「D 1 -LM」に基づき照明強度分布の算出を行う。

【 0 1 1 2 】

3 番目のフレーム F R 3 において、撮像装置 1 0 は、図 1 4 の (A) に示すように照明モードを補正光モード (L C) とする場合、出力制御部 3 9 から照明部 4 0 に照明制御信号として、図 1 4 の (I) に示すように信号「C T 1」を出力する。ここで、補正照明算出部 3 8 は、画像信号「D 1 -LM」に基づいて補正光モードにおける照明強度分布の算出を行い、図 1 4 の (H) に示すように、算出結果「V M 1」が得られたとする。この場合、出力制御部 3 9 は、算出結果「V M 1」に基づき信号「C T 1」を生成して照明部 4 0 に出力する。したがって、撮像部 2 2 は、補正光モードで照明が行われている被写体の撮像動作 P 3 を行ったとき、白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像を得ることができる。また、撮像部 2 2 は、図 1 4 の (C) に示すように、撮像動作 P 2 で生成した画像信号「D 2 -LC」を画像分割部 3 1 に出力する。画像分割部 3 1 は、撮像部 2 2 から供給された画像信号が補正光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号であるから、画像信号「D 2 -LC」を表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。

10

【 0 1 1 3 】

その後、5 番目のフレーム F R 5 において、撮像装置 1 0 は、図 1 4 の (A) に示すように照明モードを 3 次元測定光モード (3 D L M) とする場合、出力制御部 3 9 から照明部 4 0 に照明制御信号として、図 1 4 の (I) に示すように信号「C T -3d」を出力する。また、撮像部 2 2 は、3 次元測定光モードで照明が行われている被写体の撮像動作 P 5 を行う。なお、信号「C T -3d」は、照明部 4 0 から 3 次元測定光モードで照明光を出力させる信号である。

20

【 0 1 1 4 】

6 番目のフレーム F R 6 において、撮像装置 1 0 は、図 1 4 の (A) に示すように照明モードを補正光モード (L C) とする場合、出力制御部 3 9 から照明部 4 0 に照明制御信号として、図 1 4 の (I) に示すように信号「C T 1」を出力する。また、フレーム F R 6 において、撮像部 2 2 は、図 1 4 の (C) に示すように、撮像動作 P 5 で生成した画像信号「D 5 -3d」を画像分割部 3 1 に供給する。画像分割部 3 1 は、撮像部 2 2 から供給された画像信号が 3 次元測定光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号であるから、図 1 4 の (F) に示すように画像信号「D 5 -3d」を 3 次元構造解析部 3 4 に供給して 3 次元構造の解析を行う。また、画像分割部 3 1 に供給された画像信号が測定光モードまたは 3 次元測定光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号である場合、表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 に出力する画像信号が欠落する。したがって、画像分割部 3 1 は、測定光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号を用いて補間処理を行い、生成した画像信号をフレーム F R 6 の期間に表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。補間処理では、上述の第 1 ~ 第 3 の補間処理方法または他の補間処理方法を用いる。

30

【 0 1 1 5 】

7 番目のフレーム F R 7 において、撮像装置 1 0 は、図 1 4 の (A) に示すように照明モードを補正光モード (L C) とする場合、出力制御部 3 9 から照明部 4 0 に照明制御信号として、図 1 4 の (I) に示すように信号「C T 5 -3d」を出力する。ここで、3 次元構造解析部 3 4 は、図 1 4 の (G) に示すように、解析結果「M E -3d」が得られたとする。また、補正照明算出部 3 8 は、解析結果「M E -3d」に基づいて照明強度分布の算出を行い、図 1 4 の (F) に示すように、算出結果「V M 5 -3d」が得られたとする。この場合、出力制御部 3 9 は、算出結果「V M 5 -3d」に基づき信号「C T 5 -3d」を生成して照明部 4 0 に出力する。したがって、撮像部 2 2 は、補正光モードで照明が行われている被写体の撮像動作 P 7 を行ったとき、3 次元構造を考慮した照明強度分布で照明が行われることから、白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像を得ることができる。ま

40

50

た、撮像部 22 は、図 14 の (C) に示すように、撮像動作 P6 で生成した画像信号「D6-LC」を画像分割部 31 に出力する。画像分割部 31 は、撮像部 22 から供給された画像信号が補正光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号であるから、画像信号「D6-LC」を表示装置 91 や画像記録装置 92 へ出力する。

【0116】

8 番目のフレーム FR8 において、撮像装置 10 は、図 14 の (A) に示すように照明モードを補正光モード (LC) とする場合、出力制御部 39 から照明部 40 に照明制御信号として、図 14 の (I) に示すように信号「CT5-3d」を出力する。したがって、撮像部 22 は、補正光モードで照明が行われている被写体の撮像動作 P8 を行ったとき、3次元構造を考慮した照明強度分布で照明が行われることから、白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像を得ることができる。また、撮像部 22 は、図 14 の (C) に示すように、撮像動作 P7 で生成した画像信号「D7-LC」を画像分割部 31 に出力する。画像分割部 31 は、撮像部 22 から供給された画像信号が補正光モードで照明が行われている被写体を撮像した画像信号であるから、画像信号「D7-LC」を表示装置 91 や画像記録装置 92 へ出力する。

【0117】

以上のように、撮像装置 10 は、3次元測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像に基づき、被写体の 3次元構造を解析する。また、撮像装置 10 は、補正光モードでは、近接した被写体部分に対する照明強度は低く、離れた被写体部分に対する照明強度は高くなるように照明強度を調整する。したがって、撮像装置 10 は、被写体の 3次元構造に対応させて測定光モードにおける照明強度分布を設定できるので、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像を、白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像とすることができる。また、撮像装置 10 は、3次元測定光モードにおける撮像動作を周期的に行い、3次元測定光モードにおける撮像動作で生成された画像信号に基づき補正光モードにおける照明強度分布を算出する。したがって、撮像中に被写体が移動したり被写体の状態が変化するような場合でも、補正光モードにおける照明強度分布は、被写体の 3次元構造の変化に追従させて自動的に調整される。このため、撮像装置 10 は、被写体の変化にかかわらず白飛びや黒つぶれ等の生じていない良好な撮像画像を容易に得ることができる。また、撮像装置 10 は、照明光による被写体の発熱等も防止できる。

【0118】

< 9 . 変形例 6 >

変形例 6 は、撮像光学系 21 と照明光学系 46 にズーム機能を設けた場合を示している。図 15 は、変形例 6 の構成を示している。変形例 6 の撮像装置 10 は、撮像光学系 21、撮像部 22、照明制御部 30、照明部 40、システム制御部 50 を備えている。また、照明制御部 30 は、画像分割部 31、補正照明算出部 38、出力制御部 39 を備えている。

【0119】

撮像光学系 21 は、被写体に焦点を合わせるためのレンズユニットを用いて構成されている。変形例 6 における撮像光学系 21 では、ズームレンズが用いられており、後述するシステム制御部 50 からのズーム制御信号に基づきズームレンズを駆動して、ズーム動作を行う。

【0120】

撮像部 22 は、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサや CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の撮像素子を用いて構成されており、被写体光学像に応じた画像信号を生成する。また、撮像部 22 は、システム制御部 50 からの同期信号に基づき照明部 40 と同期して撮像動作を行う。また、撮像部 22 は、生成した画像信号に対して種々の処理を行う。

【0121】

画像分割部 31 は、出力制御部 39 からの照明モード信号に基づき、撮像画像の画像信号を画面単位例えばフレームの切り替わり位置で分割する。画像分割部 31 は、照明モー

10

20

30

40

50

ド信号によって照明が補正光モードに設定されていることが示された場合、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を、例えば表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。また、画像分割部 3 1 は、照明モード信号によって照明が測定光モードに設定されていることが示された場合、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を補正照明算出部 3 8 へ出力する。さらに、画像分割部 3 1 は、照明が測定光モードに設定されている期間において、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号を用いた補間処理を行う。画像分割部 3 1 は、補間処理によって、補正光モードの照明状態で撮像された撮像画像に相当する画像の画像信号を生成して、例えば表示装置 9 1 や画像記録装置 9 2 へ出力する。

【 0 1 2 2 】

補正照明算出部 3 8 は、測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像の画像信号に基づいて、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。測定光照明モードでは、照明部 4 0 から照明強度分布が一定である照明光が出力される。このような測定光モードの照明状態で撮像された撮像画像は、反射率の高い被写体部分や近距離の被写体部分が高輝度となり、反射率の低い被写体部分や離れた被写体部分は低輝度となる。したがって、補正照明算出部 3 8 は、撮像範囲に反射率や距離の異なる被写体部分が混在しても、白飛びや黒つぶれ等を生じていない撮像画像を得ることができるように、補正光モードにおける照明光の照明強度分布を算出する。

【 0 1 2 3 】

出力制御部 3 9 は、システム制御部 5 0 からの制御信号に基づき、照明モードを測定光モードまたは補正光モードに切り替える。また、出力制御部 3 9 は、照明モードが測定光モードまたは補正光モードの何れとされているかを示す照明モード信号を生成して画像分割部 3 1 へ出力する。さらに、出力制御部 3 9 は、補正照明算出部 3 8 における照明強度分布の算出結果に基づき照明制御信号を生成して照明部 4 0 に出力することで、補正光モードの場合における照明光の照明強度を制御する。また、出力制御部 3 9 は、測定光モードの場合に、照明強度分布が一定である照明光を出力するための照明制御信号を生成して照明部 4 0 に出力する。

【 0 1 2 4 】

照明部 4 0 は、光源 4 1、空間光変調部 4 2、ライトガイド 4 5、照明光学系 4 6 を備えている。照明部 4 0 は、光源 4 1 から出射された照明光を、出力制御部 3 9 からの照明制御信号に基づき空間光変調部 4 2 で変調して、照明強度が調整された照明光をライトガイド 4 5 と照明光学系 4 6 を介して被写体に照射する。また、照明光学系 4 6 はズーム機能が設けられており、システム制御部 5 0 からのズーム制御信号に基づき照明光のズーム動作を行う。

【 0 1 2 5 】

システム制御部 5 0 は、撮像部 2 2 と照明制御部 3 0 および照明部 4 0 を同期して動作させる。具体的には、システム制御部 5 0 は、測定光モードの照明状態で撮像された画像と補正光モードの照明状態で撮像された画像が 1 フレーム内で混在しないように、照明モードの切り替えをフレームの切り替わりタイミングに同期させて行う。なお、各フレームの照明モードを測定光モードと補正光モードの何れとするかは、出力制御部 3 9 に代えてシステム制御部 5 0 で行うようにしてもよい。さらに、システム制御部 5 0 は、ユーザ等の操作に応じてズーム制御信号を生成して撮像光学系 2 1 と照明光学系 4 6 へ出力することで、撮像光学系 2 1 と照明光学系 4 6 の動作を連動させる。

【 0 1 2 6 】

このように、撮像光学系 2 1 と照明光学系 4 6 のズーム動作を連動させることで、撮像光学系でズーム動作が行われた場合でも、白飛びが黒つぶれを生じないように照明部 4 0 の動作を連動させることができる。

【 0 1 2 7 】

< 1 0 . 変形例 7 >

変形例 7 は、図 1 6 に示すように、照明光の光路についての変形例である。図 1 6 の (

10

20

30

40

50

A) は硬性内視鏡装置、図 16 の (B) は軟性内視鏡装置、図 16 の (C) はカプセル内視鏡装置の場合を図示している。

【0128】

硬性内視鏡装置の場合、照明部 40 から出射された照明光をミラー 71 でビームスプリッタ 72 に入射させる。ビームスプリッタ 72 は、照明部 40 から出射された照明を挿入部 11a のイメージガイドシャフト内のリレーレンズや撮像光学系を介して被写体に出射させる。また、ビームスプリッタ 72 は、撮像光学系および挿入部 11a のイメージガイドシャフト内のリレーレンズを介して供給された観察対象からの光を撮像部 22 に出射する。

【0129】

軟性内視鏡装置も硬性内視鏡装置と同様に、照明部 40 から出射された照明光をミラー 71 でビームスプリッタ 72 に入射する。ビームスプリッタ 72 は、照明部 40 から出射された照明を、可撓性を有している挿入部 11b のライトガイドに入射する。また、ビームスプリッタ 72 は、撮像光学系やライトガイドを介して供給された観察対象からの光を、撮像部 22 に出射する。

【0130】

カプセル内視鏡装置は、例えば筐体 13 の内部に、撮像光学系 21、撮像部 22、照明制御部 30、照明部 40 が設けられている。また、カプセル内視鏡装置では、処理後の画像信号の送信等を行うための無線通信部 81、電源部 82 等も設けられている。照明部 40 から出射された照明光はミラー 71 でビームスプリッタ 72 に入射する。ビームスプリッタ 72 は、照明部 40 から出射された照明を、撮像光学系 21 を介して被写体に出射する。また、ビームスプリッタ 72 は、撮像光学系 21 を介して供給された観察対象からの光を、撮像部 22 に出射する。

【0131】

このように、ミラー 71 とビームスプリッタ 72 を光路制御部として用いて、被写体からの光を撮像部 22 に導く光路を照明光の光路としても用いることで、照明光の光路を別個に設けた場合に比べて挿入部やカプセル内視鏡装置の構成を簡単とすることができる。

【0132】

以上、実施の形態およびいくつかの変形例を用いて本技術について説明したが、本技術は、実施の形態およびいくつかの変形例に限られず、上述の実施の形態および変形例を組み合わせてもよい。また、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させる。または、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。

【0133】

例えば、プログラムは記録媒体としてのハードディスクや ROM (Read Only Memory) に予め記録しておくことができる。あるいは、プログラムはフレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、MO (Magneto optical) ディスク、DVD (Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリカード等のリムーバブル記録媒体に、一時的または永続的に格納 (記録) しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

【0134】

また、プログラムは、リムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから LAN (Local Area Network) やインターネット等のネットワークを介して、コンピュータに無線または有線で転送してもよい。コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

【0135】

10

20

30

40

50

また、本技術は、上述した技術の実施の形態に限定して解釈されるべきではない。この技術の実施の形態は、例示という形態で本技術を開示しており、本技術の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施の形態の修正や代用をなし得ることは自明である。すなわち、本技術の要旨を判断するためには、特許請求の範囲を参酌すべきである。

【 0 1 3 6 】

なお、本技術の画像処理装置は以下のような構成も取ることができる。

(1) 撮像画像から、照明強度分布が所定の空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像を分割する画像分割部と、

前記画像分割部で分割された画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布を算出する補正照明算出部と、

前記補正照明算出部で算出された照明強度分布に基づいて照明光の出力制御を行う出力制御部と

を備える画像処理装置。

(2) 前記測定光モードにおける所定の空間分布は、照明強度が一定である空間分布である(1)に記載の画像処理装置。

(3) 前記補正照明算出部は、前記照明光の空間解像度に応じて前記画像の解像度変換処理を行い、解像度変換後の画像に基づき照明強度分布を算出する(1)または(2)に記載の画像処理装置。

(4) 前記補正照明算出部は、前記画像分割部で分割された画像の色分離処理を行い、色成分毎の画像に基づいて前記補正光モードでの照明強度分布を算出する(1)乃至(3)の何れかに記載の画像処理装置。

(5) 前記画像分割部は、補正光モードの照明状態で撮像された画像を用いて補間を行い、測定光モードの照明状態で撮像された画像期間に対応した前記補正光モードの照明状態で撮像された画像を生成する(1)乃至(4)の何れかに記載の画像処理装置。

(6) 前記撮像画像の生成を行う撮像部、および前記画像分割部と前記補正照明算出部と前記出力制御部を同期して動作させる動作制御部をさらに備える(1)乃至(5)の何れかに記載の画像処理装置。

(7) 被写体からの光を前記撮像部に導く光路を、前記照明光の光路として用いる光路制御部をさらに備える(1)乃至(6)の何れかに記載の画像処理装置。

(8) 前記照明光を出力する照明部は、前記出力制御部からの制御信号に基づき光源から出力された照明光の空間光変調を行い、前記補正光モードで出力する照明光の照明強度分布を、前記補正照明算出部で算出された分布とする(1)乃至(7)の何れかに記載の画像処理装置。

(9) 前記照明光を出力する照明部は、前記出力制御部からの制御信号に基づき自発光素子を駆動して、前記補正光モードで出力する照明光の照明強度分布を、前記補正照明算出部で算出された分布とする(1)乃至(7)の何れかに記載の画像処理装置。

(10) 前記撮像画像上の各位置における被写体までの距離を測定する距離測定部をさらに備え、

前記補正照明算出部は、前記距離測定部で測定された距離、または測定された距離と前記画像分割部で分割された画像に基づいて、前記補正光モードでの照明強度分布を算出する(1)乃至(9)の何れかに記載の画像処理装置。

(11) 前記撮像画像として多視点の撮像画像を生成する撮像部と、

前記多視点の撮像画像を用いて、前記撮像画像上の各位置における被写体までの距離を推定する距離推定部をさらに備え、

前記補正照明算出部は、前記距離推定部で推定された距離、または推定された距離と前記画像分割部で分割された画像に基づいて、前記補正光モードでの照明強度分布を算出する(1)乃至(9)の何れかに記載の画像処理装置。

(12) 被写体の3次元構造解析を行うための3次元測定光モードにおいて、照明光パターンを生成するパターン生成部と、

3次元測定光モードの照明状態で撮像された画像から、被写体の3次元構造解析を行う

10

20

30

40

50

3次元構造解析部を備え、

前記画像分割部は、前記3次元測定光モードの照明状態で撮像された画像を分割して3次元構造解析部へ出力し、

前記補正照明算出部は、前記3次元構造解析部の解析結果に基づいて、前記補正光モードでの照明強度分布を算出する(1)乃至(9)の何れかに記載の画像処理装置。

(13) 前記撮像画像の生成に用いる撮像光学系と、前記照明光の射出に用いる照明光学系のズーム動作を同期して行う(1)乃至(12)の何れかに記載の画像処理装置。

【産業上の利用可能性】

【0137】

本技術の画像処理装置と画像処理方法では、撮像画像から、照明強度分布が所定の空間分布とされた測定光モードの照明状態で撮像された画像が分割される。この分割された画像に基づき、被写体に応じた照明を行う補正光モードでの照明強度分布が算出されて、算出された照明強度分布に基づいて、補正光モードにおける照明光の出力制御が行われる。このため、補正光モードの照明状態で撮像された画像は、被写体に応じた空間分解能の高い配光制御が行われている照明状態で撮像された画像となり、例えば白飛びや黒つぶれ等を生じていない撮像画像を生成できるようになる。したがって、内視鏡装置やファイバースコープカメラ等に適している。

10

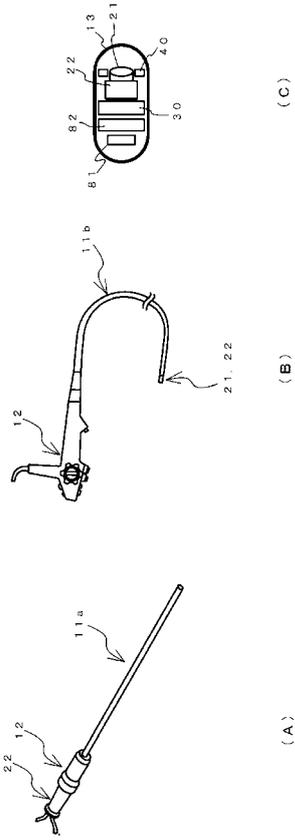
【符号の説明】

【0138】

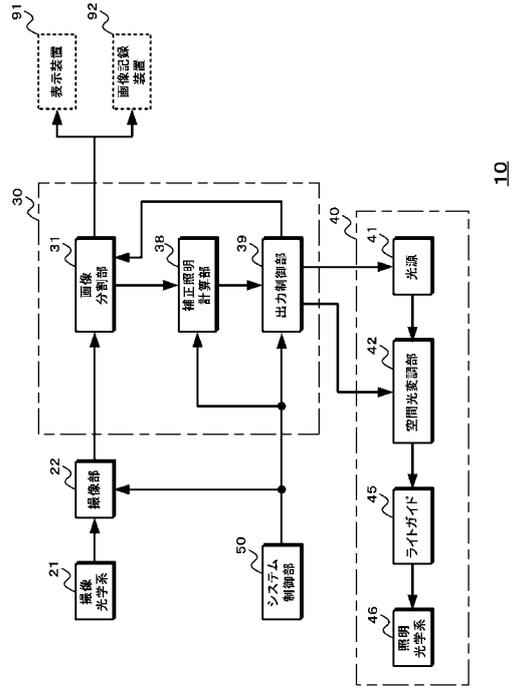
10・・・撮像装置、11a・・・挿入部、11b・・・挿入部、12・・・操作部、13・・・筐体、21・・・撮像光学系、22・・・撮像部、30・・・照明制御部、31・・・画像分割部、32・・・距離測定部、33・・・距離推定部、34・・・3次元構造推定部、35・・・パターン生成部、38・・・補正照明算出部、39・・・出力制御部、40・・・照明部、41・・・光源、42・・・空間光変調部、43・・・自発光素子部、45・・・ライトガイド、46・・・照明光学系、50・・・システム制御部、71・・・ミラー、72・・・ビームスプリッタ、81・・・無線通信部、82・・・電源部、91・・・表示装置、92・・・画像記録装置、381・・・色分離部、382B・・・青光補正照明算出部、382G・・・緑光補正照明算出部、382R・・・赤光補正照明算出部、383・・・計算結果統合部

20

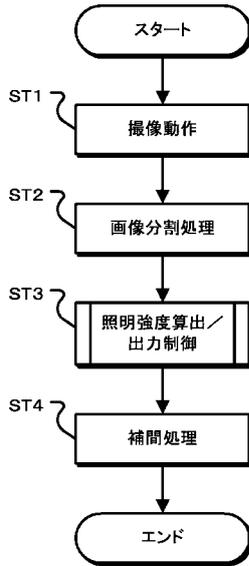
【 図 1 】



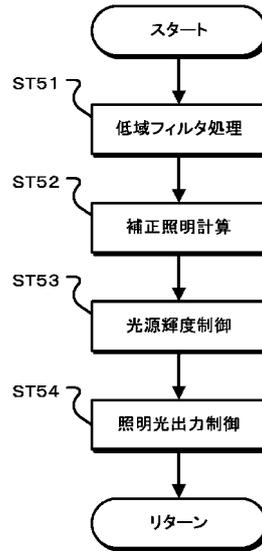
【 図 2 】



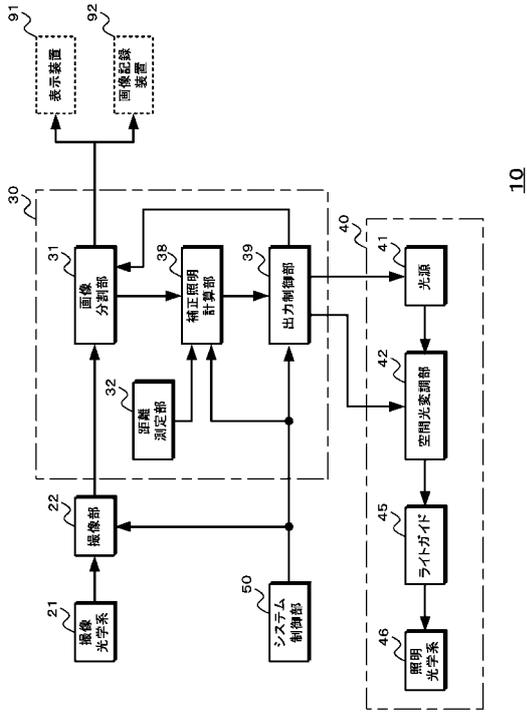
【 図 3 】



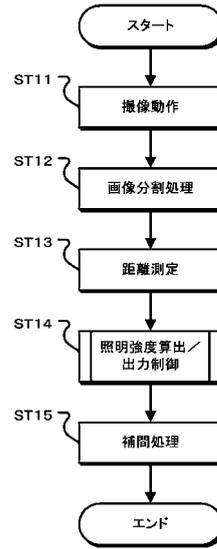
【 図 4 】



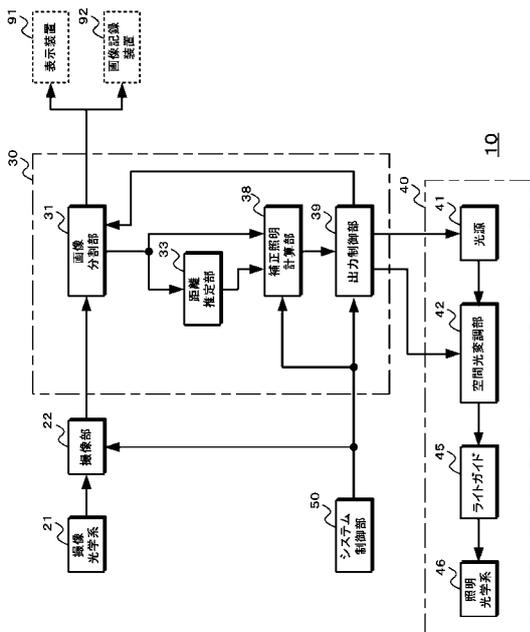
【図9】



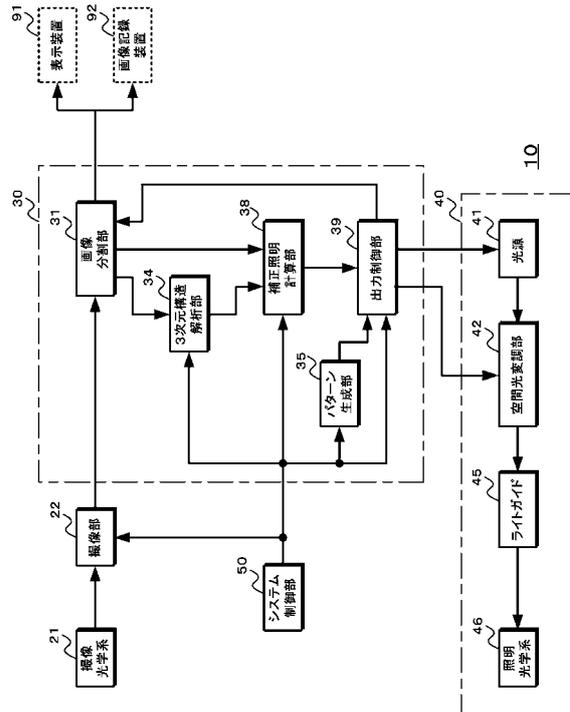
【図10】



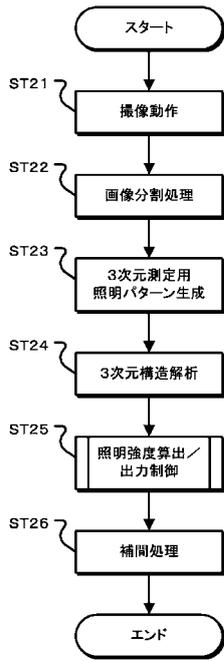
【図11】



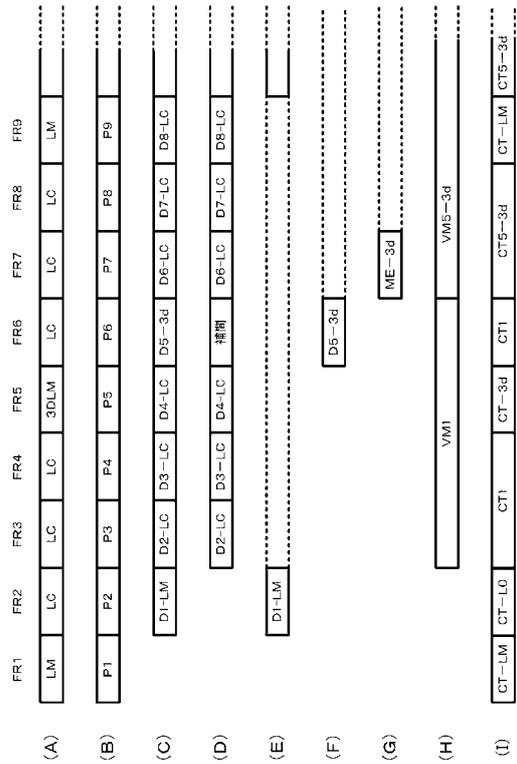
【図12】



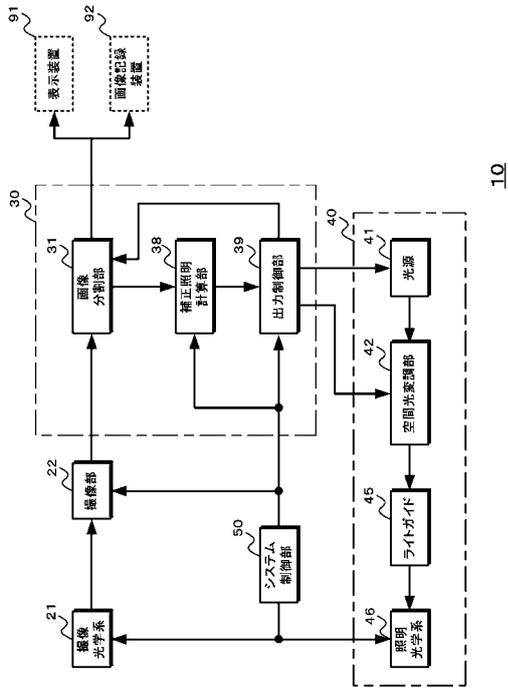
【図 1 3】



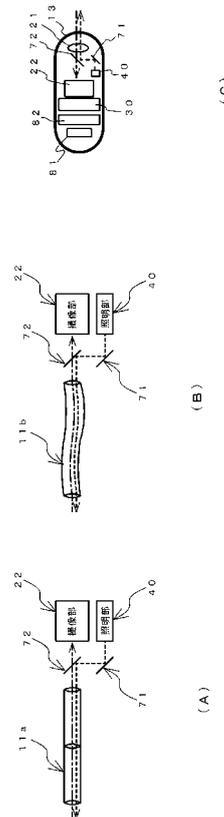
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



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 5/232 (2006.01) H 0 4 N 5/232 Z

(72)発明者 林 恒生

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2H040 BA13 CA12 GA02
4C161 AA00 BB00 CC06 DD01 DD03 DD07 HH54 JJ11 NN01 RR02
RR22
5C054 CA04 EA01 EA05 ED14 FC15 HA12
5C122 DA26 EA20 FC01 FC02 FD03 FH01 FH02 FH09 FH11 FH16
GG10 GG11 GG13 GG28 HA42 HA87 HA88 HB01