

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6496940号
(P6496940)

(45) 発行日 平成31年4月10日 (2019. 4. 10)

(24) 登録日 平成31年3月22日 (2019. 3. 22)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/045 (2006. 01)

A 6 1 B 1/045 6 1 0

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 7 3 1

A 6 1 B 1/07 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 5 5 1

G O 2 B 23/24 (2006. 01)

A 6 1 B 1/07 7 3 3

H O 4 N 5/225 (2006. 01)

A 6 1 B 1/045 6 2 2

請求項の数 21 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-524035 (P2017-524035)
 (86) (22) 出願日 平成27年8月11日 (2015. 8. 11)
 (65) 公表番号 特表2017-536171 (P2017-536171A)
 (43) 公表日 平成29年12月7日 (2017. 12. 7)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/068412
 (87) 国際公開番号 W02016/071020
 (87) 国際公開日 平成28年5月12日 (2016. 5. 12)
 審査請求日 平成29年6月30日 (2017. 6. 30)
 (31) 優先権主張番号 14003742.5
 (32) 優先日 平成26年11月6日 (2014. 11. 6)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 000002185
 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 100120499
 弁理士 平山 淳
 (74) 代理人 100095957
 弁理士 亀谷 美明
 (74) 代理人 100096389
 弁理士 金本 哲男
 (74) 代理人 100101557
 弁理士 萩原 康司
 (72) 発明者 カム マルクス
 ドイツ連邦共和国 76199 カールス
 ルーエ ハイブリッドハイネーリング 1
 2

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸上色収差を有するレンズを含む撮像システム、内視鏡及び撮像方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シーンから、前記シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の複数の第1の画像をキャプチャし、前記シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の複数の第2の画像をキャプチャするように構成される光学ユニットであって、軸上色収差を有する撮像レンズユニットが、前記シーンと撮像センサユニットとの間に配置され、前記複数の第1の画像の前記異なる波長範囲が前記複数の第2の画像の前記異なる波長範囲と同一である、前記光学ユニットと、

前記第2の画像に基づいて、奥行き情報を生成するように構成される、奥行き処理ユニットと、

前記奥行き情報及び前記第1の画像に基づいて、出力画像を生成するように構成される、シャープネス処理ユニットと、
 を備える、撮像システム。

【請求項 2】

前記光学ユニットは、構造化光で前記シーンを照明するように構成される投射ユニットを備え、

前記投射ユニットは、

制御可能な投射照明ユニットと、

前記制御可能な投射照明ユニット及び前記シーンの間に配置され、軸上色収差を有する投射レンズユニットと、

を備える、請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 3】

前記撮像レンズユニットと前記撮像センサユニットとを有する撮像ユニット及び前記投射ユニットの光軸は、互いに平行である、請求項 2 に記載の撮像システム。

【請求項 4】

前記シャープネス処理ユニットは、前記第 1 の画像間でシャープネス情報を交換後、前記第 1 の画像に基づいて、前記出力画像を生成するように構成される、請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 5】

前記撮像レンズユニット及び前記投射レンズユニットは、同一の軸上色収差を有する、請求項 2 に記載の撮像システム。

10

【請求項 6】

前記投射ユニットは、シャドーパターンを形成する、透明な特徴及び少なくとも部分的に不透明な特徴を含む光学素子を備える、請求項 2 に記載の撮像システム。

【請求項 7】

前記シャドーパターンは、グレースケール符号化パターンである、請求項 6 に記載の撮像システム。

【請求項 8】

前記光学ユニットは、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像を交互にキャプチャするように構成される、請求項 1 に記載の撮像システム。

20

【請求項 9】

前記第 1 の画像のキャプチャ中に、前記シーンを非構造化光で照明するように構成される照明ユニットをさらに備える、請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 10】

前記照明ユニットは、出射面が前記シーンの方向を向き、接合面が外部光源に接続可能な、1 つ又は複数の光ファイバを含む、請求項 9 に記載の撮像システム。

【請求項 11】

前記照明ユニットは、少なくとも可視光のスペクトル範囲を包含する広帯域発光スペクトルで、前記シーンを照明するように構成される、請求項 9 に記載の撮像システム。

【請求項 12】

30

前記照明ユニットは、2 つ以上の別個の狭帯域発光スペクトルで、前記シーンを照明するように構成される、請求項 9 に記載の撮像システム。

【請求項 13】

前記奥行き処理ユニットは、光学三角測量によって前記第 2 の画像から前記奥行き情報を生成するように構成される、請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 14】

前記シャープネス処理ユニットは、シャープネス情報として前記第 1 の画像の空間周波数分布を取得し、前記第 1 の画像のうちの少なくとも 1 つから前記空間周波数分布の高周波数成分を抽出し、前記抽出された高周波数成分を残りの前記第 1 の画像に加えて補正された第 1 の画像を生成し、前記奥行き情報を用いて前記補正された第 1 の画像を結合することによって、前記出力画像を生成するように構成される、請求項 1 に記載の撮像システム。

40

【請求項 15】

請求項 1 に記載の前記撮像システムを備える、内視鏡システム。

【請求項 16】

チューブ部と、

前記チューブ部の端面に取り付けられ、シーンから、前記シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の複数の第 1 の画像をキャプチャし、前記シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の複数の第 2 の画像をキャプチャするように構成される光学ユニットを備える先端部であって、軸上色収差を有する撮像レンズユニットが、前記

50

シーン及び撮像センサユニットの間に配置され、前記複数の第 1 の画像の前記異なる波長範囲が前記複数の第 2 の画像の前記異なる波長範囲と同一である、前記先端部と、
を備える、内視鏡。

【請求項 17】

前記第 1 の画像のキャプチャ中に、前記シーンを照明するように構成される照明ユニットをさらに備える、請求項 16 に記載の内視鏡。

【請求項 18】

前記光学ユニットは、構造化光で前記シーンを照明するように構成される投射ユニットを備え、

前記投射ユニットは、

制御可能な投射照明ユニットと、

前記投射照明ユニット及び前記シーンの間に配置され、軸上色収差を有する投射レンズユニットと、

を備える、請求項 16 に記載の内視鏡。

【請求項 19】

シーンから、前記シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の複数の第 1 の画像をキャプチャし、前記シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の複数の第 2 の画像をキャプチャすることであって、軸上色収差を有する撮像レンズユニットが、前記シーンと撮像センサユニットとの間に配置され、前記複数の第 1 の画像の前記異なる波長範囲が前記複数の第 2 の画像の前記異なる波長範囲と同一である、前記キャプチャ
することと、

前記第 2 の画像に基づいて、奥行き情報を生成することと、

前記奥行き情報を用いて、前記第 1 の画像を結合することによって、出力画像を生成することと、を含む、撮像方法。

【請求項 20】

奥行き情報は、前記構造化光のシャドーパターンによって識別される画像部分の光学三角測量を用いて生成される、請求項 19 に記載の撮像方法。

【請求項 21】

シーンから、前記シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の複数の第 1 の画像をキャプチャし、前記シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の複数の第 2 の画像をキャプチャする機器に配置される第 1 の手段であって、前記第 1 の画像及び第 2 の画像は、軸上色収差を有する撮像レンズユニットを用いてキャプチャされ、前記複数の第 1 の画像の前記異なる波長範囲が前記複数の第 2 の画像の前記異なる波長範囲と同一である、前記第 1 の手段と、

前記第 2 の画像に基づいて、奥行き情報を生成する第 2 の手段であって、信号伝送に関して前記第 1 の手段に接続される、前記第 2 の手段と、

前記奥行き情報を用いて、前記第 1 の画像を結合することによって、出力画像を生成する第 3 の手段であって、信号伝送に関して前記第 1 の手段及び前記第 2 の手段に接続される、前記第 3 の手段と、を備える、撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、奥行き情報を用いて、異なる波長範囲の画像間でシャープネス情報を交換する撮像システムに関する。本開示は、さらに、内視鏡、及び撮像方法に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタル撮像システムでは、光学系が 3D シーンから光をキャプチャし、キャプチャされた光を画像平面に配置された 2D 画像センサ上に投射する。鮮鋭な画像を得るために高い空間周波数が取得され得る範囲の被写界深度は、光学系の物理的寸法に特に依存する。撮像システムへのいくつかの適用例、例えば、燃焼室などの空洞の非破壊検査用の工業用

10

20

30

40

50

内視鏡、又は、診断及び低侵襲手術用の医療用内視鏡などは、光学系のレンズシステムに対して非常に近い距離に位置する物体を、抑制された物理的寸法及び光学系の絞り値及び焦点距離で結像し、浅い被写界深度を有する。

【 0 0 0 3 】

高いシャープネス及び大きな被写界深度を兼ね備えた小型の光学系を組み合わせた撮像システムが必要とされる。本実施形態の目的は、独立請求項の主題によって達成される。従属請求項は、さらなる実施形態を定義する。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 4 】

前段落は、概略的な導入として提供されており、下記の特許請求の範囲を限定することを意図するものではない。説明する実施形態は、さらなる利点と共に、添付図面と併せて以下の詳細な説明を参照することにより、最もよく理解されるであろう。

【 0 0 0 5 】

実施形態によれば、撮像システムは、シーンから、シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャし、シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャするように構成される光学ユニットであって、軸上色収差を有する撮像レンズユニットが、シーンと撮像センサユニットとの間に配置される、光学ユニットを含む。奥行き処理ユニットは、奥行き情報を生成する。シャープネス処理ユニットは、奥行き情報を使用して、第 1 の画像を結合することによって、出力画像を生成する。

【 0 0 0 6 】

別の実施形態によれば、内視鏡は、チューブ部と、チューブ部の端面に取り付けられる先端部と、を含む。先端部は、シーンから、シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャし、シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャする光学ユニットを含む。軸上色収差を有する撮像レンズユニットは、シーンと撮像センサユニットとの間に配置される。

【 0 0 0 7 】

さらなる実施形態によれば、撮像方法は、シーンから、シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャし、シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャすることであって、軸上色収差を有する撮像レンズユニットが、シーンと撮像センサユニットとの間に配置されることを含む。奥行き情報は、第 2 の画像に基づいて生成される。出力画像は、奥行き情報を使用すること、及び第 1 の画像を結合することによって生成される。

【 0 0 0 8 】

さらなる実施形態によれば、撮像システムは、シーンから、シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャし、シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャする機器、例えば、走査機器に配置される第 1 の手段を含む。第 2 の手段は、第 2 の画像に基づいて、奥行き情報を生成し、第 2 の手段は、信号伝送に関して第 1 の手段に接続される。第 3 の手段は、奥行き情報を用いて出力画像を生成し、第 1 の画像が結合される。第 3 の手段は、信号伝送に関して第 1 の手段及び第 2 の手段に接続される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

以下の図面では、同様の参照番号は、いくつかの図を通して同一又は対応する部分を指定する。図面の要素は、必ずしも互いに対して一定の縮尺ではない。説明する実施形態の特徴は、互いに組み合わせられて、さらなる実施形態を形成し得る。

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本実施形態に係る撮像システムの概略ブロック図である。

【 図 2 A 】 図 1 の撮像システムの光学ユニットの実施形態の概略ブロック図である。

【 図 2 B 】 狭帯域照明に関する本実施形態の効果を説明するための、照明ユニットの発光

10

20

30

40

50

スペクトルの概略図である。

【図 3 A】本実施形態に係る図 2 A 中の光学ユニットの撮像ユニットの詳細を示す概略図である。

【図 3 B】図 3 A の撮像ユニットの概略断面図である。

【図 4 A】本実施形態に係る図 2 A の光学ユニットの投射ユニットの詳細を示す概略図である。

【図 4 B】図 4 A の投射ユニットの光学素子の概略平面図であり、本実施形態に係るシャドーパターンを示す。

【図 5 A】本実施形態に係る図 1 の奥行き処理ユニットの機能ブロックを示す概略ブロック図である。

10

【図 5 B】図 5 A の奥行き処理ユニットで使用されるスケール係数の効果を示す、概略図である。

【図 6】本実施形態に係る図 1 のシャープネス処理ユニットの機能ブロックを示す概略ブロック図である。

【図 7】さらなる実施形態に係るプロセッサシステムの概略機能ブロック図である。

【図 8】さらなる実施形態に係る内視鏡の概略斜視図である。

【図 9】さらなる実施形態に係る撮像方法の簡略化したフローチャートである。

【図 10 A】本実施形態の効果を説明する、補正された色収差を有するレンズのカラーチャネルのぼけ関数をプロットした図である。

【図 10 B】本実施形態の効果を説明する、濃色レンズのカラーチャネルのぼけ関数をプロットした図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0011】

図 1 は、例えば、カメラ、工業検査システム、又は、例えば腹腔鏡などの診断及び/若しくは低侵襲手術のための医療用内視鏡といった、撮像装置の撮像システム 500 を示す。実施形態によれば、撮像システムの開口径は、5 mm より小さく、例えば、3 mm である。撮像システム 500 は、シーン 900 が、非構造化光で完全に照明されているときに、異なる波長範囲に割り当てられる、2 つ以上の第 1 の画像 R I m g、G I m g、B I m g をキャプチャする、光学ユニット 100 を含む。同一のシーン 900 が、構造化光で照明されているときに、光学ユニット 100 は、同様に、異なる波長範囲の第 2 の画像 R P a t、G P a t、B P a t をキャプチャする。光学ユニット 100 は、第 1 の画像及び第 2 の画像を交互にキャプチャするように制御可能である。光学ユニット 100 の光路 101 において、軸上色収差を有する撮像レンズユニット 112 は、シーン 900 と、衝突光を第 1 の画像 R I m g、G I m g、B I m g 及び第 2 の画像 R P a t、G P a t、B P a t を表す電気信号又はデジタル情報に変換する撮像センサユニット 118 と、の間に配置される。

30

【0012】

奥行き処理ユニット 200 は、構造化光での照明によって得られる第 2 の画像 R P a t、G P a t、B P a t を受信し、構造化光でシーン 900 を照明中に適用されるシャドーパターンを記述するパターン情報 P I を、さらに受信又は保持する。光学三角測量を適用することによって、奥行き処理ユニット 200 は、画像の詳細、物体、第 2 の画像 R P a t、G P a t、B P a t 内の単一画素又は画素群に関する奥行き情報 D I を得る。奥行き処理ユニット 200 は、機能ブロック、例えば、ソフトウェアプログラム、電子回路、又はソフトウェアプログラムと電子回路の組み合わせである。ここで、ソフトウェアプログラムは、プロセッサ又はコントローラにおいて実行されるプログラムコードである。

40

【0013】

シャープネス処理ユニット 300 は、第 1 の画像 R I m g、G I m g、B I m g、及び奥行き情報 D I を受信し、第 1 の画像 R I m g、G I m g、B I m g の改良バージョンを取得するために、奥行き情報 D I を使用して第 1 の画像 R I m g、G I m g、B I m g 間でシャープネス情報を交換してもよい。シャープネス処理ユニット 300 は、さらに、第

50

1の画像RImg、GImg、BImgの改良バージョンを結合して、出力画像OImgを生成する。ここで、奥行き情報DIが使用されてもよい。シャープネス処理ユニット300は、機能ブロック、例えば、ソフトウェアプログラム、電子回路、又はソフトウェアプログラムと電子回路の組み合わせである。奥行き処理ユニット200及びシャープネス処理ユニット300は、異なる集積回路、又は、同一の集積回路に統合されてもよい。

【0014】

光学ユニットの所与の寸法について、撮像システム500は、深い被写界深度を超えて画質を向上させ、解像度の低下を回避する。解像度は、通常は、絞り値依存のぼけによって制限される。さらに、撮像システム500は、完全な視野を介した画像コンテンツにほとんど依存しない、奥行き情報DIを得る。奥行き情報DIは、撮像装置のユーザに、シーンに関するさらなる情報を提供するために使用されてもよい。例えば、奥行き情報DIは、モニタ又はディスプレイ上へのシーン900の3D表現のために使用されてもよい。

【0015】

図2A及び図2Bは、光学ユニット100の詳細を参照する。照明ユニット190は、第1の画像RImg、GImg、BImgのキャプチャ中にシーンを完全に照明する。ここで、第1の画像RImg、GImg、BImgのキャプチャ中に、シーン900を照明する光は、構造化されていない。投射ユニット150は、第2の画像RPat、GPat、BPatのキャプチャ中に、構造化光でシーンを照明する。照明ユニット190及び投射ユニット150は、交互にアクティブとなる。撮像ユニット110は、軸上色収差を有し、濃色レンズとしての効果がある撮像レンズユニット112、並びに、第1の画像RImg、GImg、BImg及び第2の画像RPat、GPat、BPatをキャプチャする撮像センサユニット118を含む。

【0016】

本実施形態によれば、照明ユニット190は、出射面191がシーン900の方向を向き、接合面192が外部光源に接続可能な、1つ又は複数の光ファイバ195を含む。第1の画像RImg、GImg、BImgのキャプチャ中、白色光、又は、可視光、UV(ultraviolet:紫外線)照射及びIR(infrared:赤外線)照射を含む波長範囲内の複数の狭い波長範囲が、光ファイバ195を通じてシーン900に供給される。

【0017】

別の実施形態によれば、照明ユニット190は、光学ユニット100を入れるハウジングに統合される、LED(light emitting diode:発光ダイオード)などの1つ又は複数のアクティブ光源を含む。光源は、白色光、又は、可視光、UV照射及びIR照射を含む波長範囲内の複数の狭い波長範囲を放射してもよい。

【0018】

照明ユニット190は、少なくとも撮像センサユニット118によって使用される波長範囲内の照射で、シーン900を照明するように配置される。例えば、撮像センサユニット118が、赤、緑及び青の波長範囲を感知する場合、照明ユニット190は、少なくとも赤、緑及び青の波長範囲、例えば、少なくとも赤色光から青色光までの波長範囲内で、シーン900を照明する。撮像センサユニット118が、IR照射に対する感度が高い場合、照明ユニット190は、IR帯域でも、シーンを照明する。

【0019】

投射ユニット150は、投射照明ユニット158、照明されるシーン900と投射照明ユニット158との間に配置される投射レンズユニット152、及び、投射ユニット150の光路内の光学素子154と、を含む。

【0020】

投射照明ユニット158は、出射面191がシーン900の方向を向き、接合面192が外部光源に接続可能な、1つ又は複数の光ファイバ195を含んでもよい。別の実施形態によれば、投射照明ユニット158は、光学ユニット100を入れるハウジングに統合される、LEDなどの1つ又は複数のアクティブ光源を含む。投射照明ユニット158は

10

20

30

40

50

、照明ユニット１９０と同一のスペクトル分布を有する照射を放射してもよい。さらなる実施形態によれば、共通の光ファイバ、光ファイバ束、又は、アクティブ光源が、例えば、切替可能な光ゲート又は偏光器による照明ユニット１９０及び投射照明ユニット１５８として、交互に有効である。

【００２１】

投射レンズユニット１５２は、軸上色収差を有するレンズシステムであってもよい。本実施形態によれば、投射レンズユニット１５２は、撮像レンズユニット１１２と同一の軸上色収差特性を示す。

【００２２】

投射照明ユニット１５８と照明されるシーン９００との間の光路１０５内の光学素子１５４は、グレーレベルパターンを有するレチクルとして動作し、それは、少なくとも一部が影になっている、即ち、第２の画像ＲＰａｔ、ＧＰａｔ、ＢＰａｔのキャプチャ中に完全には照明されていない、シーン９００の部分を定義する。

【００２３】

撮像ユニット１１０の撮像レンズユニット１１２及び撮像センサユニット１１８は、投射ユニット１５０の光軸１０５と一致しない光軸１０１に沿って配置される。撮像ユニット１１０の光軸１０１、及び、投射ユニット１５０の光軸１０５は、互いに交差してもよい。別の実施形態によれば、光軸１０１、１０５は、互いに平行であってもよい。ここで、光軸１０１、１０５間の距離は、この距離が、光学ユニット１００自体の直径を超えることができないように、撮像レンズユニット１１２と投射レンズユニット１５２との間の間隔を制限する光学ユニット１００の直径によって制限される。本実施形態によれば、光軸１０１、１０５間の距離は、最大で２．５ｍｍである。

【００２４】

本実施形態によれば、撮像ユニット１１０及び投射ユニット１５０は、同一の視野を有し、横並び又は上下並びに配置して、互いに整列されてもよい。双方の光学系は、２．５ｍｍより短い、例えば、２ｍｍ～２．５ｍｍの範囲内の小さな眼球内距離（*intraocular distance*）を有し、例として、全部のシステム寸法が、現在の腹腔鏡デバイスと同等であってもよい。

【００２５】

図２Ｂの図は、構造光及び非構造光でシーンを照明するための狭帯域レーザ照射を用いる実施形態を参照する。例えば、照明ユニット１９０及び投射照明ユニット１５８の双方が、図中に示すように、赤、緑、及び青のレーザ光１９４ａ、１９４ｂ、１９４ｃでシーンを照明する。さらに、図２Ｂの図は、図３Ｂに示すような赤、緑、及び青のカラーフィルタ部１１４ａについてのカラーフィルタ伝送特性１１９ａ、１１９ｂ、１１９ｃをさらに示す。波長依存倍率（*wavelength dependent magnification*）は、第１及び第２の画像をぼかすことができないため、半離散波長（*quasi-discrete wavelength*）を使用することによって、より鮮鋭な第１及び第２の画像がもたらされる。

【００２６】

図３Ａ及び図３Ｂは、撮像ユニット１１０をより詳細に示す。シーンのキャプチャ中、可視光、ＵＶ照射、及びＩＲ照射を含んでもよく、シーンの画像について記述的（*descriptive*）である照射は、絞りユニット１１１の絞り１１１ａ及び撮像レンズユニット１１２を通過して、撮像センサユニット１１８上に入射する。絞り１１１ａの大きさは、固定又は制御可能であってもよい。

【００２７】

撮像レンズユニット１１２は、軸上色収差を示し、例えば、第１の焦点面ＦＩＲにおいて赤外線放射、焦点面ＦＲにおいて赤色可視光、焦点面ＦＧにおいて緑色光、及び、焦点面ＦＢにおいて青色光を結像してもよい。撮像レンズユニット１１２は、複数のセグメントを含むマイクロレンズアレイであってもよく、ここで、撮像レンズユニット１１２の各レンズセグメントが、撮像センサユニット１１８の１つの単一画素センサ１１８ａ、及び

、カラーフィルタユニット 114 の 1 つのカラーフィルタ部 114 a に割り当てられてもよい。

【0028】

本実施形態によれば、撮像レンズユニット 112 は、ガラス又はプラスチックなどの高分散性素材で形成される複合レンズであってもよい。その場合に、焦点距離が波長の関数として変化するように、屈折率は、入射光の波長の関数である。撮像レンズユニット 112 が、球面収差及び／若しくは視野依存収差 (field dependent aberrations) を全く示さないか、又は、軽微な球面収差及び／若しくは視野依存収差のみを示すように、撮像レンズユニット 112 は、球面収差及び／又は視野依存収差を補償する補償素子を含んでもよい。撮像レンズユニット 112 は、さらに、異なる焦点面において異なる拡大率を補償するように設計されてもよい。

10

【0029】

撮像レンズユニット 152 の軸上色収差に起因して、カラー画像の青、緑、赤、及び赤外線は、近距離から遠距離までの異なる距離で焦点を合わせる。カラー画像の間でシャープネスを交換することによって、撮像ユニット 110 の動作範囲が拡大する。以下では、可視スペクトルのサブ範囲、及び、IR 及び UV などの、可視スペクトルに隣接する波長範囲のサブ範囲は、波長範囲が人間の眼で知覚可能か否かに関わらず、「カラー」と呼ばれる。例えば、「カラーフィルタ」は、また、IR 又は UV スペクトル範囲における照射のみを通過させるフィルタであってもよい。

【0030】

20

撮像センサユニット 118 は、複数の画素センサ 118 a を含み、ここで、各画素センサ 118 a は、入射光による光信号を電気信号へと変換するフォトセンサを含む。画素センサ 118 a は、1 つの平面又は異なる平面の半導体基板に形成されてもよい。画素センサ間のピッチ (中心間) 距離は、 $0.5\ \mu\text{m} \sim 2\ \mu\text{m}$ の範囲内であってもよい。本実施形態によれば、撮像センサユニット 118 は、約 2 MP 解像度を有する HD (high definition: 高精細) 画像センサであってもよい。

【0031】

例えば、撮像センサユニット 118 は、半導体基板の基板表面に沿って形成されている、深いフォトダイオードが表面フォトダイオードの数ミクロン下の基板部に形成された垂直集積型フォトダイオード構造を有してもよい。可視光は、半導体基板の表面部において吸収される一方、赤外線照射は、より深く半導体基板に浸透する。結果として、深いフォトダイオードは、赤外線照射のみを受信する。別の実施形態によれば、撮像センサユニット 118 は、フォトダイオードがアレイ状に配置された、横集積型フォトダイオード構造を有してもよい。

30

【0032】

カラーフィルタユニット 114 は、撮像レンズユニット 112 及び撮像センサユニット 118 の間、又は、開口ユニット 111 及び撮像レンズユニット 112 の間に配置されてもよい。カラーフィルタユニット 114 は、撮像センサユニット 118 に密着して配置されてもよく、複数のカラーフィルタ部 114 a を含んでもよい。ここで、各カラーフィルタ部 114 a は、例えば、緑、赤、青、マゼンタ、黄、白、IR、又は UV のフィルタカラーを有する。

40

【0033】

各画素センサ 118 a がカラー固有の画像情報を受信するように、各カラーフィルタ部 114 a は、1 つの単一画素センサ 118 a に割り当てられてもよい。例えば、カラーフィルタ部 114 a は、行と列にマトリクス状に配置されてもよい。異なるフィルタカラーに割り当てられるカラーフィルタ部 114 a は、行方向及び列方向に沿って規則的に交互になっていてもよい。例えば、 2×2 マトリクスを形成する 4 つのカラーフィルタ部 114 a の各グループは、バイヤーモザイクパターンを形成してもよい。ここで、フィルタカラー「緑」を有するカラーフィルタ部 114 a は、 2×2 マトリクスの第 1 の対角線上に配置され、フィルタカラー「赤」を有する 1 つのカラーフィルタ部 114 a 及びフィルタ

50

カラー「青」を有する1つのカラーフィルタ部114aは、 2×2 マトリクスの他の対角線上に配置される。ペイヤーモザイクパターンでは、緑色が人間の眼に対する輝度情報のほとんどを伝達することを考慮して、フィルタカラー「緑」についてのサンプリング率が、フィルタカラー「赤」及び「青」のサンプリング率の2倍である。

【0034】

別の実施形態によれば、カラーフィルタ部114aは、第4のフィルタカラーとして「エメラルド」を有するRGBEモザイクパターン、1つのシアン、2つの黄及び1つのマゼンタのカラーフィルタ部114aを有するCY YMモザイクパターン、又は、1つのシアン、1つの黄、1つの緑及び1つのマゼンタのカラーフィルタ部114aが、 2×2 単位マトリクスに配置された、CY GMモザイクパターンを形成するように配置されてもよい。これらは、カラーフィルタユニット114の範囲内に繰り返し配置される。別の実施形態によれば、カラーフィルタユニット114は、3つの異なるフィルタカラーの3つのカラーフィルタ部、及び、カラーフィルタリング特性を持たず、可視スペクトル内の全色に対して透明な1つの透明フィルタ部を有する単位マトリクスのモザイクを含む。透明フィルタ部及びカラーフィルタ部114aは、RGBWモザイクパターン、例として、例えば 4×4 又は 2×4 のRGBWモザイクパターン、を形成するように配置されてもよい。

【0035】

本実施形態によれば、カラーフィルタ114は、IR又はUV照射に対して透明な、少なくとも1つのカラーフィルタ部の種類を含む。例えば、カラーフィルタ114は、各 2×2 単位マトリクスが、1つの赤、1つの緑、1つの青、及び1つの赤外線カラーフィルタ部114aを含み、単位マトリクスが、モザイクパターンを形成するように規則的に配置された、RGBIRフィルタである。R、G、B、及びIRの4つのカラーは、 2×2 の単位マトリクス内に任意の順列によって配列され得る。

【0036】

IR及び/又はUV照射は、カラーフィルタ部114a間のIR照射又はUV照射に対して透明な、フィルタ部114a内のカラーフィルタユニット114を通過してもよい。他の実施形態によれば、カラーフィルタ部114aは、赤外線照射の周波数範囲の一部に対して透明であってもよい。カラーフィルタユニット114は、深いフォトダイオードに割り当てられる部分を含まない。

【0037】

図4Aは、投射レンズユニット152と、投射照明ユニット158と投射レンズユニット152との間に配置される光学素子154と、を有する投射ユニット150を示す。図示された実施形態によれば、投射照明ユニット158は、例えば、LED又はLEDアレイなどのアクティブ光源196である。投射レンズユニット152は、同一の軸上色収差を含む撮像レンズユニット112と同一の光学性能を有してもよい。ハイパークロマティック投射レンズユニット152の場合、少なくとも1つのカラーチャネルにおいて鮮鋭であるため、構造化光パターンが検出され、より確実に処理され得る。さらに、濃色の投射レンズユニット152は、撮像レンズユニット112の倍率色収差(lateral chromatic aberration)及び歪曲収差(distortion)を逆に補償してもよい。

【0038】

図4Bは、図4Aの光学素子154の詳細を示す。光学素子154は、レチクルの表面上にインプリントされ得るシャドーパターンを有する微細構造レチクルであってもよい。シャドーパターンは、非シャドーイング(白色)部分及びシャドーイング部分を含み、後者は、完全なシャドーイング(黒)又は部分的なシャドーイング(グレースケール)のいずれかである。本実施形態によれば、シャドーイング部分のグレースケール又はグレーレベルは、元のパターンと投射されたパターンとの間のマッピングにおける曖昧さを回避するために、符号化されてもよい。例えば、4つの異なるグレースケールレベルは、光学素子154のシャドーパターンを結像された物体上に投影することから生じる構造化光パターン内の12個の異なる種類のエッジを符号化してもよい。

【 0 0 3 9 】

部分的なシャドーイング部分は、例えば、1方向に沿って変化するストライプパターンなどの1Dパターン、又は、例えば、2つの直交する方向に沿って変化するドットパターン若しくはグリッドなどの2Dパターンを形成してもよい。シャドーパターンは、構造化光パターンを復元する間に起こり得る曖昧さを減少させるためのグレーコード化合成パターンであってもよい。

【 0 0 4 0 】

図4Bに示されるシャドーパターン810は、パターン化された水平線812を含み、水平線812は、グレーレベルの白WSを有する白線814で分けられてもよい。水平線は、全体のシャドーパターンが5つの異なるグレーレベルを含むように、黒と白の間の4つの異なるグレーレベルGA、GB、GC、GDの12個のフィールド821を含み得る、繰り返しパターン820を含む。

10

【 0 0 4 1 】

シーン900上に投射される際、シーン900内の物体の異なる距離が、投射ユニット150の光軸105に対して遠くの観察者に対し、投射された構造化光パターンを歪める。投射された構造化光パターンと、パターン情報PIによって記述されるインプリントされたシャドーパターンにおける、対応する点とを比較することによって、奥行き情報DIは、少なくとも、構造光パターンのエッジ上の画素について、第2の画像RPat、GPat、BPatから導出され得る。

【 0 0 4 2 】

20

図5Aは、奥行き処理ユニット200の機能ブロック、及び奥行き処理ユニット200によって実行され得る奥行き感知のプロセスを示す。機能ブロック210、220、230、240、250のそれぞれは、例えば、集積回路、FPGA(field programmable gate array: フィールドプログラマブルゲートアレイ)、ASIC(application specific integrated circuit: 特定用途向け集積回路)、若しくはDSP(digital signal processor: デジタル信号プロセッサ)などの電子回路、又は、デジタル信号プロセッサにおいて実行され得るプログラムルーチン、又は、両者の組み合わせに対応してもよい。

【 0 0 4 3 】

30

奥行き処理ユニット200の第1の機能ブロック210は、構造化光でシーンを照明中に、光学ユニット100によって取得された第2の画像、特に、例えば、赤の波長範囲内でキャプチャされ、投射されたシャドーパターンを含む画像RPatを受信する。構造化光は、構造化白色光、又は、IR照射、可視光、及びUV照射を含むスペクトル範囲内の、少なくとも2つの離れた狭い波長範囲の構造化光であってもよい。

【 0 0 4 4 】

奥行き推定の精度及び堅牢性を向上させるために、第1の機能ブロック210は、白色光情報を使用して、第2の画像RPat、GPat、BPatに投射されたシャドーパターンを復元するためのスケール係数を得てもよい。2Dシャドーパターンに基づく、空間情報を排他的に使用する実施形態によれば、スケール係数は、現在の第2の画像RPat、GPat、BPatの白色(影になっていない)部分から決定される。

40

【 0 0 4 5 】

図5Bは、非構造化光を用いた照明によって取得される第1の画像WL中の画素値w11、w12、グレーレベルs11、s12、s13のフィールドで構造化光を用いた照明によって取得される第2の画像SL中の、対応する画素値x1、x2、及び、非構造化光を用いた照明によって取得される後続の画像WLnx t中の対応する画素値w11n x t、w12n x t、を使用することによる、動きがない場合のスケール係数sfの計算及び使用を示す。

【 0 0 4 6 】

スケール係数sfは、非構造化光を用いた照明によって取得される時間的に隣接する画

50

像中で観測される画素値をワーピング (warping) すること、及び、ワーピングの結果の逆数値を形成することによって、取得されてもよい。本実施形態によれば、スケール係数 $s_f(x_1)$ は、 $255 / ((w_{l1} + w_{l1nxt}) / 2)$ であってもよい。

【0047】

スケール係数 s_f は、構造化光を用いた照明によって取得される画像中の対応する画素値 x_1 、 x_2 と乗算されて、構造化光を用いた照明によって取得される画像の補償済みバージョンを取得する。このようにして、スケール係数 s_f は、構造化光を用いた照明によって取得される画像から、構造化光パターンを復元するために使用されることができ、画像は、構造化光によって照明されるシーン情報を含む。

【0048】

1D又は2Dシャドーパターンに基づく、動き適用型時空間 - 時空情報 (motion-adaptive spatio-temporal information) を用いる別の実施形態によれば、第1の機能ブロック210は、現在の第2の画像 R_{Pat} 、 G_{Pat} 、 B_{Pat} 、並びに、非構造化光を用いた照明によって取得される、先行及び/又は後続の第1の画像 R_{Img} 、 G_{Img} 、 B_{Img} から、スケール係数を取得する。1D又は2Dシャドーパターンに基づく、動き補償型時空間 - 時空情報 (motion-compensated spatio-temporal information) を用いるさらなる実施形態によれば、第1の機能ブロック210は、現在の第2の画像 R_{Pat} 、 G_{Pat} 、 B_{Pat} 、並びに先行及び/又は後続の第1の画像 R_{Img} 、 G_{Img} 、 B_{Img} の動き補償済みバージョンから、スケール係数を取得する。

【0049】

第2の機能ブロック220は、現在の第2の画像 R_{Pat} 、 G_{Pat} 、 B_{Pat} 中の奥行き推定に適した画素又は画素群 (奥行きポイント) を決定する。本実施形態によれば、第2の機能ブロック220は、サブ画素精度でエッジ位置を検出し、検出されたストライプパターンのエッジにおける画素又は画素群を、奥行きポイントとして選択する。

【0050】

隣接するストライプのグレースケール値に基づいて、第3の機能ブロック230は、奥行きポイントにラベルを割り当ててもよい。

【0051】

第4の機能ブロック240は、奥行きポイントについての奥行き値を決定するために、第2の画像 R_{Pat} 、 G_{Pat} 、 B_{Pat} 中のラベルされた奥行きポイント、及び、パターン情報 PI によって記述される無歪みのシャドーパターンにおけるそれらの対応箇所に対して、光学三角測量を適用する。本実施形態によれば、第4の機能ブロック240は、三角測量結果のエラーを減少させるために、スケール係数及びそれぞれの奥行きポイントにおけるシャープネスについての測定値を使用して信頼性を測定することによって、各三角測量結果の品質をさらに評価する。例えば、それぞれの奥行きポイントにおけるシャープネスの適切な測定値は、エッジの幅であり、それは、それぞれのラベルを定義するエッジの幅である。それは、カラーチャンネル毎に導出されるパラメータである。

【0052】

第5の機能ブロック250は、奥行きポイント間の画素又は画素群についての奥行き値を取得するための奥行き伝播アルゴリズムを使用し、奥行き情報 DI を出力する。奥行き情報 DI は、第2の画像 R_{Pat} 、 G_{Pat} 、 B_{Pat} 内の各画素に奥行き値を割り当てる高密度の奥行きマップ250bであってもよく、又は、高密度の奥行きマップ250bを含んでもよい。続いてキャプチャされた第1の画像に結果が適用され得るように、結果は、少なくとも30Hzのフレームレートに対し、リアルタイムで取得され得る。図5Aでは、奥行きマップ250bの奥行き値は、説明のために、色分けされている。

【0053】

図6は、シャープネス処理ユニット300の機能ブロック、及び、シャープネス処理ユニット300によって実行され得るシャープネス転送 (sharpness transfer) のプロセスを示す。再び、機能ブロック310、320のそれぞれは、例えば、

10

20

30

40

50

FPGA、ASIC、若しくはDSPといった集積回路などの電子回路、又は、例えば、DSPなどの電子回路で実行されるプログラムルーチン、又は、両者の組み合わせに対応してもよい。

【0054】

シャープネス処理ユニット300の第1の機能ブロック310は、第1の画像RImg、GImg、BImg内の単一画素、画素群及び／又は物体について、それぞれの画像部分内のシャープネスについて記述する値、例えば、高空間周波数のコンテンツを比較してもよく、奥行き情報DIを用いて、関係する単一画素、画素群又はオブジェクトについて最も鮮鋭な情報を含むものを識別する。

【0055】

第2の機能ブロック320は、第1の画像の改良バージョンvRImg、vGImg、vBImgを取得するために、対象領域内で最も高い空間周波数を伝達する第1の画像から他の第1の画像RImg、GImg、BImgへ、シャープネス情報を移送してもよい。ここで、第2の機能ブロック320は、奥行き情報DIを使用して、最も鮮鋭なチャンネルを識別し、各画像領域について第1の画像RImg、GImg、BImgのうち最も鮮鋭なものの高い空間周波数を、他の第1の画像RImg、GImg、BImgにコピーしてもよい。例えば、第1の画像RImg、GImg、BImgのうちの1つのそれぞれのぼやけたサブ領域に対して、それぞれのサブ領域についての最も鮮鋭な第1の画像RImg、GImg、BImgのハイパスフィルタリング済みバージョン(high-pass filtered version)が、追加され、又は、重畳されてもよい。レンズ特性に関する先験的知識が存在するため、ハイパスの強度は、実際の奥行きに従って設定されてもよい。

【0056】

第3の機能ブロック330は、ほぼ全焦点の出力画像OImgを取得するために、改良された第1の画像を結合する。出力画像OImgは、カラー又はグレースケール画像であってもよい。本実施形態によれば、第4の機能ブロック340は、さらに、出力画像OImgを奥行き情報DIと結合して、例えば、色分けした2D表現又は3D表現によって各ピクセルについての奥行き情報を視覚化する、改良された出力画像OAdvを生成してもよい。

【0057】

出力画像OImg又は改良された出力画像OAdvは、例えば、グレースケール又はカラー画像を表すデジタル値のセットとして、撮像システムの不揮発性メモリに記憶されてもよい。代替的には、又は、加えて、出力画像OImg又は改良された出力画像OAdvは、撮像システムの表示デバイス上に表示されてもよく、有線又は無線通信チャンネルを通じて撮像システムに接続された別のシステムに出力されてもよく、又は、出力画像OImgに含まれる情報をさらに処理するための処理システム若しくはアプリケーションに供給されてもよい。

【0058】

図7は、ハイパークロマティックレンズユニットを含む光学ユニットによって取得される画像に基づいて、出力画像を生成するコンピュータを伴う態様を含む、本開示の態様を具現化する処理システム400のブロック図である。本明細書で説明するプロセス、アルゴリズム及び電子駆動システムは、処理システム400と整合する、分離した制御デバイス又はコンピューティングシステムを介して実装され得る。

【0059】

処理システム400は、マイクロプロセッサ、又は中央処理装置481(CPU)若しくは少なくとも1つのアプリケーション固有プロセッサASPなどの、マイクロプロセッサの均等物を用いて実装され得る。マイクロプロセッサは、マイクロプロセッサを制御して、撮像方法を実行及び／又は制御する、メモリ461(例えば、ROM、EPROM、EEPROM、フラッシュメモリ、スタティックメモリ、DRAM、SDRAM、及びそれらの均等物)などのコンピュータ可読記憶媒体を利用する。他の記憶媒体は、ハードデ

10

20

30

40

50

ィスクドライブ又は光ディスクドライブを制御する、ディスクコントローラ 462 などのコントローラを介して制御され得る。中央バスシステム 470 は、処理システム 400 のコンポーネントを互いに接続してもよく、それらの間のデジタル通信用に少なくとも 1 つのバスを提供する。

【0060】

ビデオコントローラ 460 は、出力画像を結像してもよく、又は、奥行き情報を使用して、モニタ 450 に表示され得る 3D 画像をレンダリングしてもよい。ビデオコントローラ 460 は、計算効率改善のためのグラフィック処理ユニットを含んでもよい。さらには、I/O (入力/出力) インタフェース 482 は、本開示の様々なプロセス及びアルゴリズムのパラメータを制御するため、又は、表示特性を制御するための、キーボード 490 又はポインティングデバイス 491 から入力データを受信してもよい。モニタ 450 は、コマンド/命令インタフェースへのタッチセンシティブインタフェースを含んでもよい。画像ベースのデータ入力を使用されるとき、スキャナ又はウェブカメラを含む、他の周辺機器が組み込まれてもよい。

10

【0061】

処理システム 400 のコンポーネントは、制御可能なパラメータを含むデータの送信又は受信のために、ネットワークインタフェース 480 を介して、インターネット又はローカルイントラネットなどのネットワーク 485 に連結されてもよい。ネットワーク 485 は、モバイルデバイスに通信バスを提供してもよく、それは、データパケットとして提供され得る。

20

【0062】

本実施形態によれば、処理システム 400 は、I/O インタフェース 482 を通じて、第 1 の画像及び第 2 の画像を光学ユニットから受信してもよい。別の実施形態によれば、処理システム 400 は、ネットワークインタフェース 480 を通じて、第 1 の画像及び第 2 の画像を光学ユニットから受信してもよい。

【0063】

図 8 は、例として、診断用又は低侵襲手術用の、産業用途で使用され得る内視鏡 501 などの、走査機器の一部を示す。円筒形の先端部 510 が、光ファイバ及び電気配線を含み得る、硬質又は可撓チューブ部 520 の端面に取り付けられる。先端部 510 は、上記で詳細に説明した光学ユニット 100 を含む。透明な先端表面及び不透明な円筒面を有するハウジング 530 が、光学ユニット 100 を封入してもよい。

30

【0064】

光学ユニット 100 は、シーンが完全に照明されているとき、シーンから異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャする。光学ユニット 100 は、さらに、シーンが構造化光で照明されているとき、シーンから異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャする。撮像センサユニット 118 を有する撮像ユニット 110 は、先端部 510 の第 1 の半円筒内に配置され、シャドーパターンを含む光学素子 154 を有する投射ユニット 150 は、第 2 の半円筒内に配置される。

【0065】

先端部 510 の直径は、3 mm ~ 5 mm の範囲内にあってもよい。撮像ユニット 110 の絞り値は、F/4 以下であってもよい。内視鏡 501 は、シャープネスが低下することなく、20 mm ~ 200 mm の動作範囲で、シーンを結像してもよい。

40

【0066】

図 9 は、撮像方法を示す。シーンが完全に照明されているとき、濃色撮像レンズユニットを用いて、異なる波長範囲の第 1 の画像がキャプチャされる (702)。シーンが構造化光で照明されているとき、同一の異なる波長範囲の第 2 の画像がキャプチャされ、ここで、同一のハイパースペクトリック撮像レンズユニットが使用される (704)。第 2 の画像に基づいて、構造化光のシャドーパターンによって識別される画像部分の光学三角測量を用いて、奥行き情報が取得される (706)。取得された奥行き情報を用いて、第 1 の画像間でシャープネス情報を交換した後、第 1 の画像を結合することによって、出力画

50

像が生成される。

【 0 0 6 7 】

図 1 0 A 及び図 1 0 B は、物体距離 OD の関数としてぼけ直径 BD をプロットする図によって、ハイパークロマティックレンズの使用による動作範囲の拡大を示している。ぼけ直径 $BLim$ は、許容できるぼけ直径を示し、青、緑、及び赤のぼけ関数 801 、 802 、 803 についての動作範囲の限界 $OD1$ 、 $OD2$ を設定する。

【 0 0 6 8 】

図 1 0 A では、全ての対象の色が、同一平面に合焦するように、レンズの色収差が、完全に補正される。青、緑、及び赤についてのぼけ関数 801 、 802 、 803 は合致し、それらの動作範囲 WB 、 WG 、 WR は、互いに重なり合う。

10

【 0 0 6 9 】

図 1 0 B では、レンズの軸上色収差は、補正されず、又は、補正されていないレンズにおけるよりもさらに顕著になる。それによって、色が、異なる平面に合焦し、関係する色のぼけ関数 801 、 802 、 803 及びそれらの動作範囲 WB 、 WG 、 WR は、互いにシフトする。例えば、青チャネルの動作範囲 WB は、より短い距離にシフトし、一方、赤チャネルの動作範囲 WR は、より長い距離にシフトする。対象の色の動作範囲 WB 、 WG 、 WR を連結し、全てのカラーチャネル間でシャープネスを交換することにより、全体の動作範囲 $Wtotal$ の拡大が、達成され得る。

【 0 0 7 0 】

このように、前述した説明は、単に、本開示の例示的な実施形態を開示し、説明する。当業者によって理解されるように、本開示は、本開示の思想又は必須の特性から逸脱することなく、他の特定の形式で具現化されてもよい。したがって、本開示は、例示することを意図しているが、本開示の範囲及び他の請求項を限定するものではない。本開示は、本明細書の教示の、任意の容易に識別可能な変形を含み、前述の請求項の用語の範囲を、部分的に定義する。

20

【 0 0 7 1 】

本技術は、また、以下で説明されるように構成され得る。

【 0 0 7 2 】

(1)

シーンから、前記シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャし、前記シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャするように構成される光学ユニットであって、軸上色収差を有する撮像レンズユニットが、前記シーンと撮像センサユニットとの間に配置される、前記光学ユニットと、

30

前記第 2 の画像に基づいて、奥行き情報を生成するように構成される、奥行き処理ユニットと、

前記奥行き情報及び前記第 1 の画像に基づいて、出力画像を生成するように構成される、シャープネス処理ユニットと、
を備える、撮像システム。

(2)

40

前記光学ユニットは、構造化光で前記シーンを照明するように構成される投射ユニットを備え、

前記投射ユニットは、

制御可能な投射照明ユニットと、

前記投射光源及び前記シーンの間に配置され、軸上色収差を有する投射レンズユニットと、

を備える、(1)に記載の撮像システム。

(3)

前記撮像ユニット及び前記投射ユニットの光軸は、互いに平行である、(2)に記載の撮像システム。

50

(4)

前記シャープネス処理ユニットは、前記第 1 の画像間でシャープネス情報を交換後、前記第 1 の画像に基づいて、前記出力画像を生成するように構成される、(1) ~ (3) の何れか 1 つに記載の撮像システム。

(5)

前記撮像レンズユニット及び前記投射レンズユニットは、同一の軸上色収差を有する、(4) に記載の撮像システム。

(6)

前記投射ユニットは、シャドーパターンを形成する、透明な特徴及び少なくとも部分的に不透明な特徴を含む光学素子を備える、(2) 又は (3) に記載の撮像システム。

10

(7)

前記シャドーパターンは、グレースケール符号化パターンである、(6) に記載の撮像システム。

(8)

前記光学ユニットは、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像を交互にキャプチャするように構成される、(1) ~ (7) の何れか 1 つに記載の撮像システム。

(9)

前記第 1 の画像のキャプチャ中に、前記シーンを非構造化光で照明するように構成される照明ユニットをさらに備える、(1) ~ (8) の何れか 1 つに記載の撮像システム。

(10)

20

前記照明ユニットは、出射面が前記シーンの方向を向き、接合面が外部光源に接続可能な、1 つ又は複数の光ファイバを含む、(9) に記載の撮像システム。

(11)

前記照明ユニットは、少なくとも可視光のスペクトル範囲を包含する広帯域発光スペクトルで、前記シーンを照明するように構成される、(9) 又は (10) に記載の撮像システム。

(12)

前記照明ユニットは、2 つ以上の別個の狭帯域発光スペクトルで、前記シーンを照明するように構成される、(9) 又は (10) に記載の撮像システム。

(13)

30

前記奥行き処理ユニットは、光学三角測量によって前記第 2 の画像から前記奥行き情報を生成するように構成される、(1) ~ (12) の何れか 1 つに記載の撮像システム。

(14)

前記シャープネス処理ユニットは、シャープネス情報として前記第 1 の画像の空間周波数分布を取得し、前記第 1 の画像のうちの少なくとも 1 つから前記空間周波数分布の高周波数成分を抽出し、前記抽出された高周波数成分を残りの前記第 1 の画像に加えて補正された第 1 の画像を生成し、前記奥行き情報を用いて前記補正された第 1 の画像を結合することによって、前記出力画像を生成するように構成される、(1) ~ (13) の何れか 1 つに記載の撮像システム。

(15)

40

(1) ~ (14) の何れか 1 つに記載の前記撮像システムを備える、内視鏡システム。

(16)

チューブ部と、

前記チューブ部の端面に取り付けられ、シーンから、前記シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャし、前記シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャするように構成される光学ユニットを備える先端部であって、軸上色収差を有する撮像レンズユニットが、前記シーン及び撮像センサユニットの間に配置される、前記先端部と、
を備える、内視鏡。

(17)

50

前記第 1 の画像のキャプチャ中に、前記シーンを照明するように構成される照明ユニットをさらに備える、(1 6) に記載の内視鏡。

(1 8)

前記光学ユニットは、構造化光で前記シーンを照明するように構成される投射ユニットを備え、

前記投射ユニットは、

制御可能な投射照明ユニットと、

前記投射照明ユニット及び前記シーンの間に配置され、軸上色収差を有する投射レンズユニットと、

を備える、(1 6) 又は (1 7) に記載の内視鏡。

10

(1 9)

シーンから、前記シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャし、前記シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャすることであって、軸上色収差を有する撮像レンズユニットが、前記シーンと撮像センサユニットとの間に配置される、前記キャプチャすることと、

前記第 2 の画像に基づいて、奥行き情報を生成することと、

前記奥行き情報を用いて、前記第 1 の画像を結合することによって、出力画像を生成することと、を含む、撮像方法。

(2 0)

奥行き情報は、前記構造化光のシャドーパターンによって識別される画像部分の光学三角測量を用いて生成される、(1 9) に記載の撮像方法。

20

(2 1)

シーンから、前記シーンが非構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 1 の画像をキャプチャし、前記シーンが構造化光で照明されるとき、異なる波長範囲の第 2 の画像をキャプチャする機器に配置される第 1 の手段であって、前記第 1 の画像及び第 2 の画像は、軸上色収差を有する撮像レンズユニットを用いてキャプチャされる、前記第 1 の手段と、

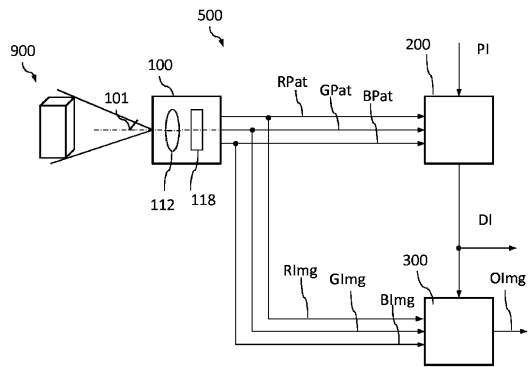
前記第 2 の画像に基づいて、奥行き情報を生成する第 2 の手段であって、信号伝送に関して前記第 1 の手段に接続される、前記第 2 の手段と、

前記奥行き情報を用いて、前記第 1 の画像を結合することによって、出力画像を生成する第 3 の手段であって、信号伝送に関して前記第 1 の手段及び前記第 2 の手段に接続される、前記第 3 の手段と、を備える、撮像システム。

30

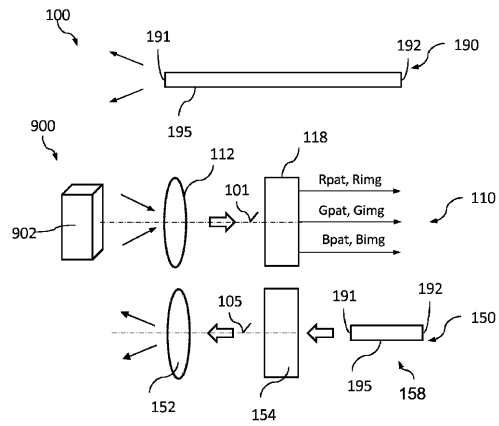
【図 1】

FIG. 1



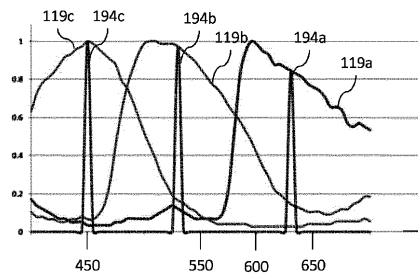
【図 2 A】

FIG. 2A



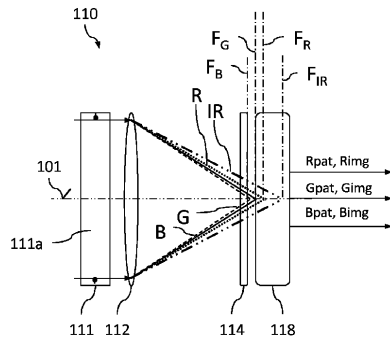
【図 2 B】

FIG. 2B



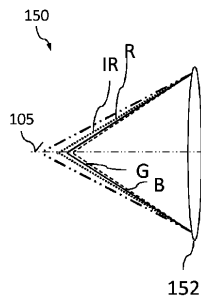
【図 3 A】

FIG. 3A



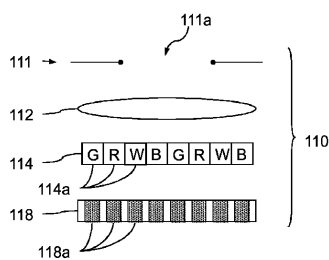
【図 4 A】

FIG. 4A



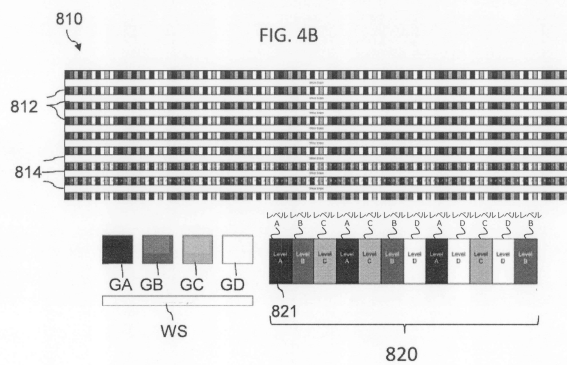
【図 3 B】

FIG. 3B

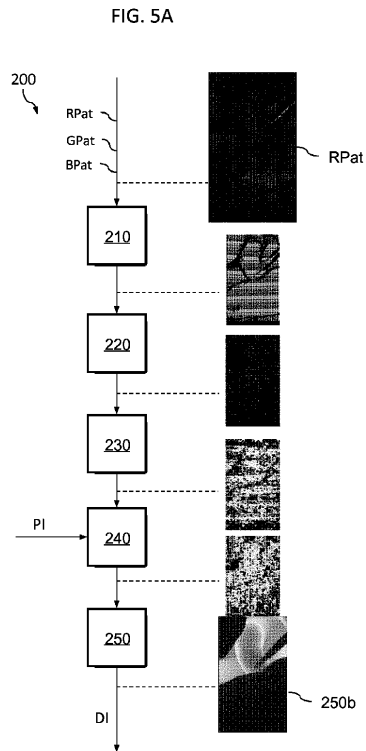


【図 4 B】

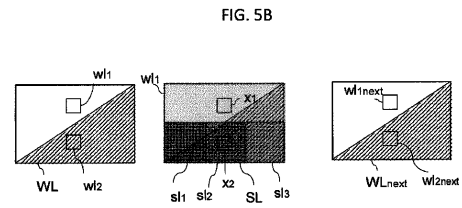
FIG. 4B



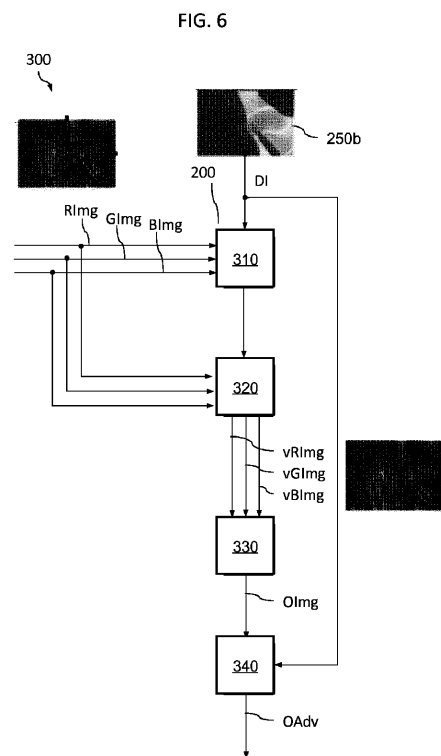
【図 5 A】



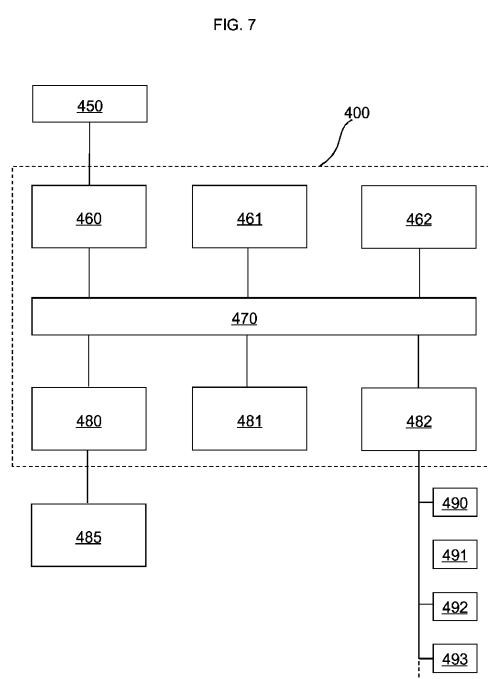
【図 5 B】



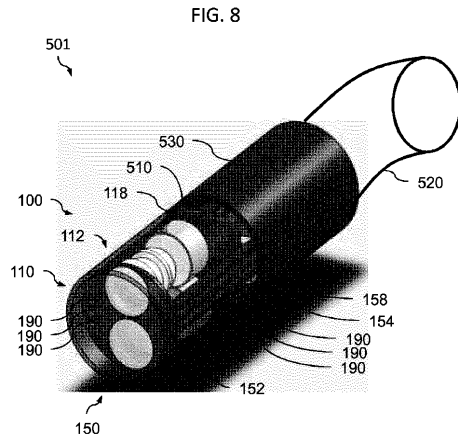
【図 6】



【図 7】

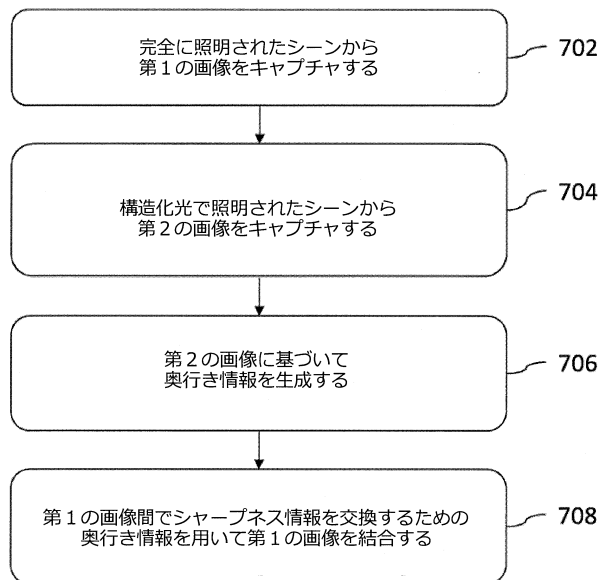


【図 8】



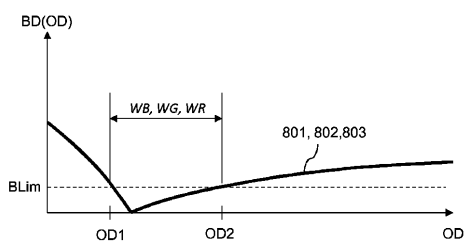
【図 9】

FIG. 9



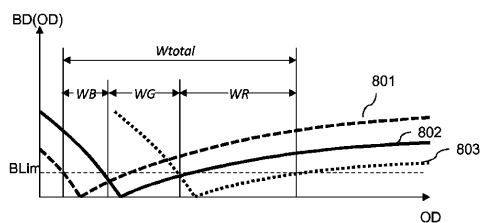
【図 10 A】

FIG. 10A



【図 10 B】

FIG. 10B



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
H 0 4 N	5/232	(2006.01)	G 0 2 B	23/24	B
H 0 4 N	7/18	(2006.01)	H 0 4 N	5/225	6 0 0
			H 0 4 N	5/232	2 9 0
			H 0 4 N	5/225	4 0 0
			H 0 4 N	5/225	5 0 0
			H 0 4 N	7/18	M

(72)発明者 シュプリンガー パウル
 ドイツ連邦共和国 7 0 3 2 9 シュトゥットガルト クロイツハルデンシュトラッセ 4 6

(72)発明者 エメリヒ ティモ
 ドイツ連邦共和国 7 3 2 4 0 ヴェントリンゲン アウシュトラッセ 7

(72)発明者 ファシウス ゴルタン
 ドイツ連邦共和国 7 3 7 3 2 エスリンゲン シュトリュンペルバッハー シュタイゲ 3

審査官 牧尾 尚能

(56)参考文献 特表 2 0 1 4 - 5 0 7 8 5 6 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 1 9 5 5 2 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 0 5 7 9 3 0 (U S , A 1)
 米国特許第 0 6 5 0 3 1 9 5 (U S , B 1)
 特開 2 0 1 4 - 2 0 6 6 8 7 (J P , A)
 特表 2 0 0 5 - 5 0 4 3 0 5 (J P , A)
 特開 2 0 1 4 - 3 5 4 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B	1 / 0 0	-	1 / 3 2
G 0 2 B	2 3 / 2 4	-	2 3 / 2 6
G 0 2 B	2 1 / 0 0		
H 0 4 N	5 / 2 2 2	-	5 / 2 5 7

专利名称(译)	成像系统包括具有轴向色差的透镜，内窥镜和成像方法		
公开(公告)号	JP6496940B2	公开(公告)日	2019-04-10
申请号	JP2017524035	申请日	2015-08-11
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
当前申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	カムマルクス シュプリングーパウル エメリヒティモ ファシウスゾルタン		
发明人	カム マルクス シュプリングー パウル エメリヒ ティモ ファシウス ゾルタン		
IPC分类号	A61B1/045 A61B1/00 A61B1/07 G02B23/24 H04N5/225 H04N5/232 H04N7/18		
CPC分类号	H04N9/646 H04N5/2226 H04N5/2256 H04N5/332 H04N9/045 H04N9/083 H04N9/76 H04N13/207 H04N13/254 H04N13/257 H04N2005/2255		
FI分类号	A61B1/045.610 A61B1/00.731 A61B1/00.551 A61B1/07.733 A61B1/045.622 G02B23/24.B H04N5/225. 600 H04N5/232.290 H04N5/225.400 H04N5/225.500 H04N7/18.M		
代理人(译)	平山淳		
优先权	2014003742 2014-11-06 EP		
其他公开文献	JP2017536171A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

当用非结构光照射场景（900）时，成像系统（500）从场景（900）捕获不同波长范围内的第一图像，场景（900）是结构光光学单元（100），其在被照射时捕获不同波长范围内的第二图像。因此，具有轴向色差的成像透镜单元（112）设置在场景（900）和成像传感器单元（118）之间。深度处理单元（200）可以使用光学三角测量基于第二图像生成深度信息（DI）。锐度处理单元（300）通过使用深度信息（DI）组合第一图像来生成输出图像（OI mg）。成像系统（500）的光学单元（100）可以例如在内窥镜中实现。[选定图]图3A

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号
(45) 発行日 平成31年4月10日 (2019. 4. 10)		特許第6496940号 (P6496940)
(51) Int. Cl.		(24) 登録日 平成31年3月22日 (2019. 3. 22)
A 6 1 B 1 / 0 4 5 (2 0 0 6 . 0 1) A 6 1 B 1 / 0 0 (2 0 0 6 . 0 1) A 6 1 B 1 / 0 7 (2 0 0 6 . 0 1) G 0 2 B 2 3 / 2 4 (2 0 0 6 . 0 1) H 0 4 N 5 / 2 2 5 (2 0 0 6 . 0 1)		F 1 A 6 1 B 1 / 0 4 5 6 1 0 A 6 1 B 1 / 0 0 7 3 1 A 6 1 B 1 / 0 0 5 5 1 A 6 1 B 1 / 0 7 7 3 3 A 6 1 B 1 / 0 4 5 6 2 2 請求項の数 21 (全 20 頁) 最終頁に続く
(21) 出願番号 特願2017-524035 (P2017-524035)	(73) 特許権者 000002185	(72) 発明者 カム マルクス シュプリングー パウル エメリヒ ティモ ファシウス ゾルタン
(86) (22) 出願日 平成27年8月11日 (2015. 8. 11)	ソニー株式会社	
(65) 公表番号 特表2017-536171 (P2017-536171A)	東京都港区港南1丁目7番1号	
(43) 公表日 平成29年12月7日 (2017. 12. 7)	(74) 代理人 100120499	
(86) 国際出願番号 PCT/EP2015/068412	弁理士 平山 淳	
(87) 国際公開番号 W02016/071020	(74) 代理人 100095957	(72) 発明者 カム マルクス シュプリングー パウル エメリヒ ティモ ファシウス ゾルタン
(87) 国際公開日 平成28年5月12日 (2016. 5. 12)	弁理士 亀谷 美明	
(87) 優先権主張番号 14003742.5	(74) 代理人 100096389	
(32) 優先日 平成26年11月6日 (2014. 11. 6)	弁理士 金本 哲男	
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人 100101557	
(54) 【発明の名称】 軸上色収差を有するレンズを含む撮像システム、内視鏡及び撮像方法		最終頁に続く