

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02014/073138

発行日 平成28年9月8日 (2016.9.8)

(43) 国際公開日 平成26年5月15日 (2014.5.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300D	4C161
A61B 1/04 (2006.01)	A61B 1/04 370	
A61B 1/06 (2006.01)	A61B 1/06 A	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 41 頁)

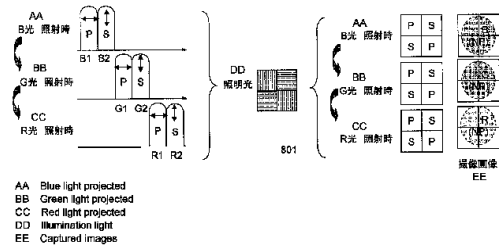
出願番号	特願2014-527398 (P2014-527398)	(71) 出願人	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2013/005385	(74) 代理人	100101683 弁理士 奥田 誠司
(22) 国際出願日	平成25年9月11日 (2013.9.11)	(74) 代理人	100155000 弁理士 喜多 修市
(11) 特許番号	特許第5857227号 (P5857227)	(74) 代理人	100180529 弁理士 梶谷 美道
(45) 特許公報発行日	平成28年2月10日 (2016.2.10)	(74) 代理人	100125922 弁理士 三宅 章子
(31) 優先権主張番号	特願2012-247178 (P2012-247178)	(74) 代理人	100135703 弁理士 岡部 英隆
(32) 優先日	平成24年11月9日 (2012.11.9)	(74) 代理人	100188813 弁理士 川喜田 徹
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および内視鏡

(57) 【要約】

本開示の画像処理装置は、実施形態において、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の照明光、および、第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光照明光で被写体を照射する照明部であって、第1の照明光の波長域が第2の照明光の波長域に重複しない部分を有するように第1および第2の照明光を順次出射する照明部を備える。また、偏光撮像素子と、偏光撮像モードにおいては、第1の照明光で被写体が照射されているときの第1の偏光画像と、被写体が第2の照明光で照射されているときの第2の偏光画像を得て、非偏光撮像モードにおいては、非偏光照明光で被写体が照射されているときの非偏光画像を得る、偏光モザイク処理部とを備える。第1および第2の偏光画像の少なくとも一方に基づいて被写体の表面における凹領域を検出し、凹領域を強調して示す画像を形成する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

偏光撮像モードにおいて、第 1 の方向に偏光した状態にある第 1 の照明光、および、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に偏光した状態にある第 2 の照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光照明光で前記被写体を照射する照明部であって、前記第 1 の照明光の波長域が前記第 2 の照明光の波長域に重複しない部分を有するように前記第 1 および第 2 の照明光を順次出射する照明部と、

偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が配列された偏光モザイクアレイ、および、各偏光子を透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイとを有する撮像素子と

前記偏光撮像モードにおいては、前記第 1 の照明光で前記被写体が照射されているときに前記第 1 の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第 1 の偏光画像と、前記被写体が前記第 2 の照明光で照射されているときに前記第 2 の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第 2 の偏光画像とを得て、前記非偏光撮像モードにおいては、前記非偏光照明光で前記被写体が照射されているときに各偏光子を透過した光の信号によって構成される非偏光画像を得る、偏光モザイク処理部と、

前記第 1 および第 2 の偏光画像の少なくとも一方に基づいて前記被写体の表面における凹領域を検出する凹領域検出部と、

前記被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像を形成する画像形成部と、を備える画像処理装置。

【請求項 2】

前記第 1 の照明光の波長域は、B（ブルー）および G（グリーン）の少なくとも一方の波長域に含まれ、

前記第 2 の照明光の波長域は、B（ブルー）および G（グリーン）の少なくとも一方の波長域に含まれている、請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の照明光の波長域は、B（ブルー）の波長域の一部および G（グリーン）の波長域の一部に含まれ、

前記第 2 の照明光の波長域は、B（ブルー）の波長域の他の一部および G（グリーン）の波長域の他の一部に含まれる、請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 の照明光の波長域は、B（ブルー）の波長域の一部、G（グリーン）の波長域の一部、および R（レッド）の波長域の一部に含まれ、

前記第 2 の照明光の波長域は、B（ブルー）の波長域の他の一部、G（グリーン）の波長域の他の一部、および R（レッド）の波長域の他の一部に含まれる、請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記照明部は、前記第 1 の照明光として、B（ブルー）の波長域の一部に含まれる光、G（グリーン）の波長域の一部に含まれる光、および R（レッド）の波長域の一部に含まれる光を、それぞれ異なるタイミングで出射し、また、前記第 2 の照明光として、B（ブルー）の波長域の他の一部に含まれる光、G（グリーン）の波長域の他の一部に含まれる光、および R（レッド）の波長域の他の一部に含まれる光を、それぞれ異なるタイミングで出射する、請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記照明部は、前記第 1 の照明光および第 2 の照明光を交互に出射し、かつ、R（レッド）、G（グリーン）、および B（ブルー）の各波長域に含まれる光を順次出射する、請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記偏光モザイク処理部は、前記偏光撮像モードにおいて、R（レッド）、G（グリーン）、および B（ブルー）の各波長域に含まれる光で前記被写体が照明されているときに

10

20

30

40

50

得られる前記第 1 および第 2 の偏光画像に基づいて非偏光フルカラー画像を形成する、請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

偏光撮像モードにおいて、第 1 の方向に偏光した状態にある第 1 の白色照明光、および、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に偏光した状態にある第 2 の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、

偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が配列された偏光モザイクアレイ、光透過特性が異なるカラーフィルタが配列されたカラーモザイクフィルタ、および、各偏光子および各カラーフィルタを透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子と、

前記偏光撮像モードにおいては、前記第 1 の白色照明光で前記被写体が照射されているときに前記第 1 の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第 1 の偏光画像と、前記被写体が前記第 2 の白色照明光で照射されているときに前記第 2 の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第 2 の偏光画像とを得て、前記非偏光撮像モードにおいては、前記非偏光白色照明光で前記被写体が照射されているときに各偏光子を透過した光の信号によって構成される非偏光画像を得る、偏光モザイク処理部と、

前記第 1 および第 2 の偏光画像の少なくとも一方に基づいて前記被写体の表面における凹領域を検出する凹領域検出部と、

前記被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像を形成する画像形成部と、を備える画像処理装置。

【請求項 9】

前記カラーモザイクフィルタは、R（レッド）フィルタ、G（グリーン）フィルタ、および B（ブルー）フィルタの 3 種類のカラーフィルタを含む、請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記 3 種類のカラーフィルタの各々は、偏光透過軸の方向が異なる前記複数の偏光子に対応している、請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記 3 種類のカラーフィルタの各々は、前記複数の偏光子の各々に対応している、請求項 10 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記カラーモザイクフィルタにおける前記 3 種類のカラーフィルタはベイヤ配列を構成し、

前記ベイヤ配列に含まれる 2 個の G（グリーン）フィルタは、それぞれ、偏光透過軸の方向が異なる前記複数の偏光子に対応している、請求項 11 に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

前記複数の偏光子の各々は、前記 3 種類のカラーフィルタに対応している、請求項 10 に記載の画像処理装置。

【請求項 14】

偏光撮像モードにおいて、第 1 の方向に偏光した状態にある第 1 の白色照明光、および、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に偏光した状態にある第 2 の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、

偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子、および、光透過特性が異なるカラーフィルタが設けられた開口領域を有し、前記開口領域を透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子であって、複数の光検知素子を覆うマイクロレンズアレイを有する撮像素子と、

前記偏光撮像モードにおいては、前記第 1 の白色照明光で前記被写体が照射されている

10

20

30

40

50

ときに前記第 1 の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第 1 の偏光画像と、前記被写体が前記第 2 の白色照明光で照射されているときに前記第 2 の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第 2 の偏光画像とを、前記マイクロレンズアレイに覆われた前記複数の光検知素子から選択した一部の光検知素子からの信号に基づいて形成し、前記非偏光撮像モードにおいては、前記非偏光白色照明光で前記被写体が照射されているときに各偏光子を透過した光の信号によって構成される非偏光画像を得る、画像分離部と、

前記第 1 および第 2 の偏光画像の少なくとも一方に基づいて前記被写体の表面における凹領域を検出する凹領域検出部と、

前記被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像を形成する画像形成部と、
を備える画像処理装置。

10

【請求項 15】

偏光撮像モードにおいて、第 1 の方向に偏光した状態にある第 1 の白色照明光、および、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に偏光した状態にある第 2 の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、

偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が設けられた開口領域と、

光透過特性が異なるカラーフィルタが配列されたカラーモザイクフィルタ、および、前記開口領域の各偏光子を透過した後、更に各カラーフィルタを透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子であって、複数の光検知素子を覆うマイクロレンズアレイを有する撮像素子と、

20

前記偏光撮像モードにおいては、前記第 1 の白色照明光で前記被写体が照射されているときに前記第 1 の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第 1 の偏光画像と、前記被写体が前記第 2 の白色照明光で照射されているときに前記第 2 の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第 2 の偏光画像とを、前記マイクロレンズアレイに覆われた前記複数の光検知素子から選択した一部の光検知素子からの信号に基づいて形成し、前記非偏光撮像モードにおいては、前記非偏光白色照明光で前記被写体が照射されているときに各偏光子を透過した光の信号によって構成される非偏光画像を得る、画像分離部と、

前記第 1 および第 2 の偏光画像の少なくとも一方に基づいて前記被写体の表面における凹領域を検出する凹領域検出部と、

30

前記被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像を形成する画像形成部と、
を備える画像処理装置。

【請求項 16】

請求項 1 から 7 の何れかに記載の画像処理装置に用いられる内視鏡であって、

偏光撮像モードにおいて、第 1 の方向に偏光した状態にある第 1 の照明光、および、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に偏光した状態にある第 2 の照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光照明光で前記被写体を照射する照明部であって、前記第 1 の照明光の波長域が前記第 2 の照明光の波長域に重複しない部分を有するように前記第 1 および第 2 の照明光を順次出射する照明部と、

40

偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が配列された偏光モザイクアレイ、および、各偏光子を透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイとを有する撮像素子と、
を備える内視鏡。

【請求項 17】

請求項 8 から 13 のいずれかに記載の画像処理装置に用いられる内視鏡であって、

偏光撮像モードにおいて、第 1 の方向に偏光した状態にある第 1 の白色照明光、および、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に偏光した状態にある第 2 の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、

偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が配列された偏光モザイクアレイ、光透過特性

50

が異なるカラーフィルタが配列されたカラーモザイクフィルタ、および、各偏光子および各カラーフィルタを透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子と、
を備える内視鏡。

【請求項 18】

請求項 14 に記載の画像処理装置に用いられる内視鏡であって、
偏光撮像モードにおいて、第 1 の方向に偏光した状態にある第 1 の白色照明光、および、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に偏光した状態にある第 2 の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、

10

偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子、および、光透過特性が異なるカラーフィルタが設けられた開口領域を有し、前記開口領域を透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子であって、複数の光検知素子を覆うマイクロレンズアレイを有する撮像素子と、
を備える内視鏡。

【請求項 19】

請求項 15 に記載の画像処理装置に用いられる内視鏡であって、
偏光撮像モードにおいて、第 1 の方向に偏光した状態にある第 1 の白色照明光、および、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に偏光した状態にある第 2 の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、

20

偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が設けられた開口領域と、
光透過特性が異なるカラーフィルタが配列されたカラーモザイクフィルタ、および、前記開口領域の各偏光子を透過した後、更に各カラーフィルタを透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子であって、複数の光検知素子を覆うマイクロレンズアレイを有する撮像素子と、
を備える内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本開示は、画像処理装置および当該画像処理装置に使用される内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

粘膜で覆われた、生体の臓器器官の壁表面に対して照明光を照射して撮像を行う内視鏡の分野では、被写体の表面の色の変化と同時に、表面の微細な凹凸のテクスチャを確認する必要がある。この表面テクスチャは、たとえば胃における胃小区のように平均サイズが 0.5 ~ 1.0 mm、深さが 0.1 ~ 0.2 mm 程度の半透明の微細な凹凸である。これを内視鏡によって輝度の陰影でとらえることは非常に難しいため、現在はインジゴカルミン溶液など青色色素液体を粘膜上に撒布して、液体が溝にたまる状態を輝度で観察している。

40

【0003】

しかし、この処理では、粘膜上に液体を吹き付けるために出血したり、粘膜の色が変わってしまうなどの問題があった。このように表面の凹凸を観察したいという課題に対して偏光照明と偏光撮像を用いた偏光内視鏡が特許文献 1 に記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 246770 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 210780 号公報

【非特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【非特許文献1】Viktor Gruev, Rob Perkins, and Timothy York, "CCD polarization imaging sensor with aluminum nanowire optical filters", 30 August 2010 / Vol. 18, No. 18 / OPTICS EXPRESS PP. 19087-19094

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献1に開示されているような偏光を使う従来技術では、特定の偏光成分の照明光を物体に照射し、物体からの戻り光において、照明と平行な偏光成分、および直交する偏光成分それぞれの画像を撮像し、それらに基づいて表面の形状変化を算出している。

10

【 0 0 0 7 】

本開示の画像処理装置の実施形態は、偏光撮像モードにおいて、被写体の表面における凹領域を検出し、非偏光撮像モードにおいては非偏光画像を得ることにより、被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像および非偏光画像の両方を得ることができる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本開示の画像処理装置の実施形態は、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の照明光、および、前記第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光照明光で前記被写体を照射する照明部であって、前記第1の照明光の波長域が前記第2の照明光の波長域に重複しない部分を有するように前記第1および第2の照明光を順次出射する照明部と、偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が配列された偏光モザイクアレイ、および、各偏光子を透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイとを有する撮像素子と、前記偏光撮像モードにおいては、前記第1の照明光で前記被写体が照射されているときに前記第1の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第1の偏光画像と、前記被写体が前記第2の照明光で照射されているときに前記第2の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第2の偏光画像とを得て、前記非偏光撮像モードにおいては、前記非偏光照明光で前記被写体が照射されているときに各偏光子を透過した光の信号によって構成される非偏光画像を得る、偏光モザイク処理部と、前記第1および第2の偏光画像の少なくとも一方に基づいて前記被写体の表面における凹領域を検出する凹領域検出部と、前記被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像を形成する画像形成部とを備える。

20

30

【 0 0 0 9 】

本開示の画像処理装置の他の実施形態は、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の白色照明光、および、前記第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が配列された偏光モザイクアレイ、光透過特性が異なるカラーフィルタが配列されたカラーモザイクフィルタ、および、各偏光子および各カラーフィルタを透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子と、前記偏光撮像モードにおいては、前記第1の白色照明光で前記被写体が照射されているときに前記第1の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第1の偏光画像と、前記被写体が前記第2の白色照明光で照射されているときに前記第2の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第2の偏光画像とを得て、前記非偏光撮像モードにおいては、前記非偏光白色照明光で前記被写体が照射されているときに各偏光子を透過した光の信号によって構成される非偏光画像を得る、偏光モザイク処理部と、前記第1および第2の偏光画像の少なくとも一方に基づいて前記被写体の表面における凹領域を検出する凹領域検出部と、前記被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像を形成する画像形成部とを備える。

40

50

【 0 0 1 0 】

本開示の画像処理装置の更に他の実施形態は、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の白色照明光、および、前記第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子、および、光透過特性が異なるカラーフィルタが設けられた開口領域を有し、前記開口領域を透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子であって複数の光検知素子を覆うマイクロレンズアレイを有する撮像素子と、前記偏光撮像モードにおいては、前記第1の白色照明光で前記被写体が照射されているときに前記第1の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第1の偏光画像と、前記被写体が前記第2の白色照明光で照射されているときに前記第2の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第2の偏光画像とを、前記マイクロレンズアレイに覆われた前記複数の光検知素子から選択した一部の光検知素子からの信号に基づいて形成し、前記非偏光撮像モードにおいては、前記非偏光白色照明光で前記被写体が照射されているときに各偏光子を透過した光の信号によって構成される非偏光画像を得る、画像分離部と、前記第1および第2の偏光画像の少なくとも一方に基づいて前記被写体の表面における凹領域を検出する凹領域検出部と、前記被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像を形成する画像形成部と、を備える。

10

【 0 0 1 1 】

本開示の画像処理装置の更に他の実施形態は、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の白色照明光、および、前記第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が設けられた開口領域と、光透過特性が異なるカラーフィルタが配列されたカラーモザイクフィルタ、および、前記開口領域の各偏光子を透過した後、更に各カラーフィルタを透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子であって、複数の光検知素子を覆うマイクロレンズアレイを有する撮像素子と、前記偏光撮像モードにおいては、前記第1の白色照明光で前記被写体が照射されているときに前記第1の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第1の偏光画像と、前記被写体が前記第2の白色照明光で照射されているときに前記第2の方向に交差する方向に前記偏光透過軸を有する偏光子を透過した光の信号によって構成される第2の偏光画像とを、前記マイクロレンズアレイに覆われた前記複数の光検知素子から選択した一部の光検知素子からの信号に基づいて形成し、前記非偏光撮像モードにおいては、前記非偏光白色照明光で前記被写体が照射されているときに各偏光子を透過した光の信号によって構成される非偏光画像を得る、画像分離部と、前記第1および第2の偏光画像の少なくとも一方に基づいて前記被写体の表面における凹領域を検出する凹領域検出部と、前記被写体の表面における前記凹領域を強調して示す画像を形成する画像形成部とを備える。

20

30

【 0 0 1 2 】

本開示の内視鏡の実施形態は、上記のいずれかの画像処理装置に用いられる内視鏡であって、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の照明光、および、前記第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光照明光で前記被写体を照射する照明部であって、前記第1の照明光の波長域が前記第2の照明光の波長域に重複しない部分を有するように前記第1および第2の照明光を順次出射する照明部と、偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が配列された偏光モザイクアレイ、および、各偏光子を透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイとを有する撮像素子とを備える。

40

【 0 0 1 3 】

本開示の内視鏡の他の実施形態は、上記いずれかの画像処理装置に用いられる内視鏡で

50

あって、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の白色照明光、および、前記第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が配列された偏光モザイクアレイ、光透過特性が異なるカラーフィルタが配列されたカラーモザイクフィルタ、および、各偏光子および各カラーフィルタを透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子とを備える。

【0014】

本開示の内視鏡の更に他の実施形態は、上記いずれかの画像処理装置に用いられる内視鏡であって、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の白色照明光、および、前記第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子、および、光透過特性が異なるカラーフィルタが設けられた開口領域を有し、前記開口領域を透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子であって、各々が複数の光検知素子を覆うマイクロレンズアレイを有する撮像素子とを備える。

【0015】

本開示の内視鏡の他の実施形態は、上記いずれかの画像処理装置に用いられる内視鏡であって、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の白色照明光、および、前記第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の白色照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光白色照明光で前記被写体を照射する照明部と、偏光透過軸の方向が異なる複数の偏光子が設けられた開口領域と、光透過特性が異なるカラーフィルタが配列されたカラーモザイクフィルタ、および、前記開口領域の各偏光子を透過した後、更に各カラーフィルタを透過した光を受けて信号を出力する光検知素子アレイを有する撮像素子であって、複数の光検知素子を覆うマイクロレンズアレイを有する撮像素子とを備える。

【発明の効果】

【0016】

本開示の実施形態によれば、偏光撮像モードにおいて、第1の方向に偏光した状態にある第1の照明光、および、第1の方向と交差する第2の方向に偏光した状態にある第2の照明光で、順次、被写体を照射し、非偏光撮像モードにおいては、非偏光照明光で前記被写体を照射するため、通常の被写体像とは別に、被写体表面の凹凸情報や傾斜情報を得ることができる。このため、たとえばインジゴカルミン溶液など青色色素液体を粘膜上に撒布した画像に類似する画像（凹領域が強調された画像）を合成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】(a)および(b)は、いずれも、胃粘膜の内視鏡画像の図

【図2】(a)および(b)は、輝度による半透明凹凸部の観測状態を示す図

【図3】(a)および(b)は、偏光観測の原理を示す図

【図4】光が媒質から出射する際の出射角と透過率を示すグラフ

【図5】(a)および(b)は、アクリル製レンチキュラー板の直交ニコル撮像の際のアクリル板上の溝と偏光照明の方向性の関係を示す図

【図6】本開示の第1の実施形態の構成を示すブロック図

【図7】(a)から(c)は、本開示の第1の実施形態におけるカラーホイールを示す図

【図8】本開示の第1の実施形態における照明フィルタの特性を示す図

【図9】(A)から(C)は、本開示の第1の実施形態でのモノクロ広帯域偏光撮像素子を形成するワイヤグリッドの平面構造と透過軸方向を示す図

【図10】本開示の第1の実施形態でのモノクロ広帯域偏光撮像素子の断面構造を示す図

【図11A】本開示の第1の実施形態における通常撮像モードの動作を示す図

【図11B】本開示の第1の実施形態での通常撮像モードのタイミングチャート

10

20

30

40

50

【図12】本開示の第1の実施形態での偏光撮像モードの偏光モザイク処理部202の動作を示す図

【図13】本開示の第1の実施形態での偏光撮像モードのタイミングチャート

【図14】本開示の第1の実施形態での偏光撮像モードの偏光モザイク処理部202の動作を示す図

【図15】本開示の第1の実施形態での偏光撮像モードのタイミングチャート

【図16】本開示の第1の実施形態での凹領域検出部204と画像合成部206の処理を説明するブロック図

【図17】凹領域検出部204で用いる微分処理マスクの例

【図18】凹領域検出部204で用いる青色強調処理の例

10

【図19】(A)から(C)は、ラット胃の粘膜を用いた実験結果

【図20】本開示の第2の実施形態の構成を示すブロック図

【図21】本開示の第2の実施形態における内視鏡先端部と偏光回転照明を示す図

【図22】(A)および(B)は、本開示の第2の実施形態における偏光回転照明の別の構成を示す図

【図23】本開示の第2の実施形態におけるカラー偏光撮像素子の断面構造を示す図

【図24】(A)から(C)は、本開示の第2の実施形態におけるカラーモザイクと偏光モザイクの平面配置を示す図

【図25】本開示の第2の実施形態における通常撮像モードの偏光モザイク処理部202の動作を示す図

20

【図26】本開示の第2の実施形態における通常撮像モードのタイミングチャート

【図27】本開示の第2の実施形態における偏光撮像モードの偏光モザイク処理部202の動作を示す図

【図28】本開示の第2の実施形態における偏光撮像モードのタイミングチャート

【図29】(A)から(C)は、本開示の第2の実施形態の変形例1におけるカラーモザイクと偏光モザイクの平面配置を示す図

【図30】本開示の第2の実施形態の変形例1における通常撮像モードの偏光モザイク処理部202の動作を示す図

【図31】本開示の第2の実施形態の変形例1における偏光撮像モードの偏光モザイク処理部202の動作を示す図

30

【図32】(A)から(C)は、本開示の第2の実施形態の変形例2におけるカラーモザイクと偏光モザイクの平面配置を示す図

【図33】本開示の第2の実施形態の変形例2における通常撮像モードの偏光モザイク処理部202の動作を示す図

【図34】本開示の第2の実施形態の変形例2における偏光撮像モードの偏光モザイク処理部202の動作を示す図

【図35】本開示の第3の実施形態の構成を示すブロック図

【図36】本開示の第3の実施形態における内視鏡の先端部を示す図

【図37】本開示の第3の実施形態におけるマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部の構成を示す図

40

【図38】本開示の第3の実施形態における開口部のカラー偏光フィルタ領域の構成を示す図

【図39】本開示の第3の実施形態における画素選択再集積部210の処理を説明する図

【図40】本開示の第3の実施形態における通常撮像モードと偏光撮像モードで取得される画像を説明する図

【図41】本開示の第4の実施形態の構成を説明する図

【図42A】本開示の第4の実施形態におけるマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像素子の構成図

【図42B】本開示の第4の実施形態におけるマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部の断面構成図

50

【図43】本開示の第4の実施形態における開口部の偏光フィルタ領域

【図44】本開示の第4の実施形態における画素選択再集積部210の処理を説明する図
【発明を実施するための形態】

【0018】

図1は、ヒトの胃の表面粘膜を内視鏡で観察した画像を示す。図1(a)は、通常でのカラー画像を示しており表面にはなだらかな起伏しか感じられない。すなわち消化器などを検査する内視鏡が、臓器表面の透明または半透明で形成された凹凸を検出することは通常のカラー画像処理では困難である。ここで、通常のカラー画像処理とは、非偏光の白色光を照射して得られるカラーの輝度画像を得るための処理である。こうして得られたカラー画像を「カラー輝度画像」と称し、また、カラー輝度画像を得るための撮影をカラー輝度撮影とする場合がある。

10

【0019】

一方、図1(b)は、インジゴカルミン液を撒布した後のカラー画像を示しており、表面の微細な凹凸のテクスチャ(サイズが0.5~1.0mm、深さが0.1~0.2mm程度)が明瞭に確認できる。

【0020】

図2(a)および(b)は、胃や腸の臓器表面に形成された凹凸断面を簡略化して示している。胃や腸の表面に存在する凹凸は、一般的には上に凸のカマボコ状の形状の繰り返し配列によって形成されていると考えられる。隣接する2つの凸部の間に位置する凹領域は、典型的には、ある方向に延びる小さな「溝」である。複数の溝は、局所的には略同じ方向に揃っているが、大局的には複雑な曲線状または他のパターンを示し得る。現実の被写体表面の凹凸は、ドット状の凹部または凸部を含み得るが、本明細書では、このような凹凸の凹部を単に「溝」または「溝領域」と称する場合がある。図2(a)および(b)は、被写体の表面部における狭い領域内に存在する幾つかの溝を横切る断面を模式的に示している。簡単のため、以下の説明では、図2(a)および(b)に示されるような凹部および凸部が図の紙面に対して垂直な方向に延びていると仮定してよい。

20

【0021】

内視鏡による観察は、撮影光軸の近傍に光源が配置された同軸照明であるため、図2(a)および(b)に示された被写体に対して、その略直上から照明光を照射し、おなじく被写体の略直上から撮影が行われる。このような同軸照明を用いた通常のカラー輝度撮影にて観察できる反射光には大きく2種ある。1つは表面にて光が反射する鏡面反射光(図2(a))であり、もう1つは媒質内部に浸透し、より下層で反射して戻って表面から再出射される内部拡散光(図2(b))である。鏡面反射光は、照射される光と撮影光軸とが正反射の条件に近い場合に限って発生するため、内視鏡の撮影シーンではごく局所的にしか発生しない。鏡面反射光の色は、照明の色すなわち白色であり、輝度は非常に強い。鏡面反射光による被写体像は、前記の正反射条件から、一般に被写体表面における凹凸の凸部にて強く明るく、凹部では弱く暗い。一方、内部拡散光は、撮影シーンの全域に渡って観測される。内部拡散光の色は、媒質の色自身であり、輝度はそれほど強くならず媒質全体が光る。内部拡散光による被写体像は、媒質の厚みの厚い凸部において暗く、厚みの薄い凹部において明るくなる傾向がある。すなわち、鏡面反射光と内部拡散光との間では、輝度の高低と被写体表面の凹凸との対応関係が反対になる。

30

40

【0022】

通常の撮影では、上記の2種の反射光が重ねあわされて1つの輝度画像(撮影シーン)が形成される。そのため、撮影シーンの中で、2種の反射光の輝度の差がほぼ拮抗する領域には、凹凸部で輝度の明暗差がほとんど無くなる。従って、通常の輝度画像では、被写体の表面凹凸において輝度の差がほとんど無くなる。もし明暗の輝度差があったとしても、その情報に基づいて、たとえば周囲が画素よりも輝度の低い画素を凹部としてそれを検出する処理をすると、鏡面反射部と内部拡散反射部によって凹凸の位置関係にズレを生じてしまう弊害があり、輝度画像処理は非常に困難である。

【0023】

50

図3(a)および(b)は、偏光を用いた観察を説明するための図である。図3(a)の例では、表面凹凸に平行な方向の偏光照明を照射した場合、図3(b)は表面凹凸に垂直な方向の偏光照明を照射した場合におけるそれぞれ直交ニコル状態の偏光画像を取得している。

【0024】

図3(a)の設定では、臓器表面の凹凸断面を示す模式的なモデル301に対して、照明300とP偏光フィルタ302が配置されている。これにより、モデル301の凹凸が延びる方向(図の紙面に垂直な方向)に対して平行に偏光した光(P偏光またはP波)でモデル301が照射される。一方、直交ニコル状態を形成するように観察側偏光フィルタ303(S)が配置され、撮像装置304が画像を取得する。

10

【0025】

図3(b)の設定では、S偏光照明の偏光フィルタ309(S)が配置され、直交ニコル状態を形成するように観察側偏光フィルタ310(P)が配置される。なお、図3の例では、偏光フィルタの偏光透過軸が図の紙面に垂直であるときの偏光をP偏光、紙面に平行であるときの偏光をS偏光(S波)としている。

【0026】

直線偏光照明305、311を用いた撮影において観察できる反射光は大きく2種あり、1つは凸部で光が正反射する鏡面反射成分306、312であり、もう1つは媒質内部に浸透し、より下層で非偏光の散乱光307となり、撮像系に対して傾斜した斜面から表面から再度出射される内部拡散光の偏光308、313である。内部拡散光は、境界面法線と視線との傾きである出射角が大きい場合に偏光が顕著になる。

20

【0027】

次に反射光の偏光の方向について、定性的な説明を行う。

【0028】

まず、鏡面反射成分306、312は同軸照明状態での正反射であるから、照射された偏光の偏光状態と同じ偏光状態を維持する。このため、鏡面反射成分306は紙面に垂直な偏光、鏡面反射成分312は紙面に平行な偏光になる。

【0029】

一方、内部拡散光の偏光308、313の偏光方向は、屈折率が1より大きい媒質から空气中へ出射する際の偏光について、フレネル理論で決定される。図4は、フレネル理論に基づいて求められた屈折率が1より大きい媒質から空气中へ出射する際の偏光の状態を示すグラフである。横軸の出射角に対して透過率は常に $T_p > T_s$ すなわちP偏光>S偏光となる。従って、内部拡散光の偏光308、313ともに、モデル301の表面の傾斜に対してP偏光が強い偏光となる。

30

【0030】

次に、これらの反射光を撮像装置304で観察する場合、図3(a)では、反射光306がP偏光(紙面に垂直)、反射光308がS偏光(紙面内)である状態をS偏光フィルタ303で観測するので、反射光306は遮断状態にて暗くなり、反射光308は透過状態にて明るくなる。つまり301のカマボコ形を直上から観察した場合、画像314のように中心軸付近が暗く斜面付近が明るくなる縞模様となって明瞭に観測される。図3(b)では、反射光312、313ともS(紙面内)である状態を撮像装置304のP偏光フィルタ310で観測するので、反射光312、313とも遮断状態となって暗くなる。つまりモデル301のカマボコ形を直上から観察した場合、画像315のように全体的に暗くなり凹凸が不明瞭になる。

40

【0031】

図5は、実際にアクリル板表面に縞状に凹凸(多数の溝)が形成されたレンチキュラー板を用いて、この偏光撮像を実行した結果を示す図である。被写体は、完全拡散板上に血管を模した透明シートを置き、その上に乳白色の2mm厚のアクリル製レンチキュラー板を載せたものである。この被写体を直上から観察した。レンチキュラー板の溝は、図の紙面内における水平方向に対して 0° の方向に平行に配置された。図5(a)と図5(b)

50

は、それぞれ、偏光照明が P、S になった状態で撮影した像を示している。すなわち、図 5 (a) では、偏光照明の偏光方向と被写体表面の溝方向とが平行であり、図 5 (b) では、偏光照明の偏光方向と被写体表面の溝方向とが直交している。図 5 (a)、(b) の偏光撮像は、両者とも直交ニコル状態で行われた。このときに撮像された直交ニコル画像を観察すると、図 5 (a) では P 方向に明暗の縞が明瞭に観察される。一方、図 5 (b) では明暗が不明瞭になる。

【 0 0 3 2 】

上記のとおり、偏光撮像モードにおいて直交ニコル状態の偏光を撮像すると、偏光照明の偏光方向が被写体の凹部（溝）と平行に近い場合には輝度が周囲よりも明るくなり、凹部を明瞭に検出できる。そこで、被写体の凹凸の向きが未知の場合においては、少なくとも偏光照明が直交した 2 種類の直交ニコル画像を得ることができれば、微分フィルタ処理などの画像処理によって表面の凹部を検出することができる。検出された凹部に対して、カラーデジタル画像処理で Blue（青く）に着色することで、インジゴカルミン溶液など青色色素液体を粘膜上に撒布した画像と類似の画像を再現することができる。

10

【 0 0 3 3 】

本発明者の実験によると、内視鏡のような同軸照明状態では、鏡面反射の輝度は完全拡散板を 1 とした場合に 10 から 100 程度ときわめて高くなる。このため、この高い輝度を撮像素子が飽和しない範囲にまで低下させるように減光し、直交ニコル画像を撮像する場合、100 : 1 以上の消光比性能を有する偏光フィルタを用いることができる。

20

【 0 0 3 4 】

以下、本開示の実施形態を説明する。

【 0 0 3 5 】

（第 1 の実施形態）

図 6 は、本開示の実施形態 1 における画像処理装置の全体構成を模式的に示す図である。本画像処理装置は、内視鏡 101 と、制御装置 102 と、表示部 114 とを備える。

【 0 0 3 6 】

内視鏡 101 は、モノクロ広帯域偏光撮像素子 115 を有する先端部 106、および、ライトガイド 105 と映像信号線 108 とを内部に有する挿入部 103 を有している。内視鏡 101 の挿入部 103 は、図示されているように左右に長く、フレキシブルに曲がり得る構造を有している。ライトガイド 105 は曲がった状態でも光を伝達することができる。

30

【 0 0 3 7 】

制御装置 102 は、光源装置 104 と画像プロセッサ 110 とを備える。光源装置 104 内には、たとえばキセノン光源、ハロゲン光源、LED 光源、またはレーザ光源であり得る光源 118 が備えられている。光源 118 から発した非偏光の光は、回転する RGB フィルタを有するカラーホイール 116 (a ~ b) を通過した場合、順次、R レッド、G グリーン、B ブルーの光になる。これらの光は、ライトガイド 105 を経由して先端部 106 に導かれ、照明用フィルタ 200 を透過する際に、偏光または非偏光の光となる。そして照明レンズ 107 から、偏光または非偏光の照明光 117 となって、被写体である内臓粘膜表面 111 を照射する。被写体からの反射光 113 は、対物レンズ 109 を通ってモノクロ広帯域偏光撮像素子 115 上に結像する。

40

【 0 0 3 8 】

同期装置 112 は、カラーホイール 106 a の回転と同期しながら、モノクロ広帯域偏光撮像素子 115 に撮影開始信号を送って反射光による映像を取得する。撮像された映像信号は、映像信号線 108 を経由して画像プロセッサ 110 に送られる。

【 0 0 3 9 】

以上の処理を RGB の面順次方式で連続して実行してカラー撮像と偏光撮像を実行する。以下、通常カラー撮像を実行するモード「非偏光撮像モード」または「通常撮像モード」と称し、偏光撮像を実行するモードを「偏光撮像モード」と称することがある。

【 0 0 4 0 】

50

照明制御部 120 は、外部から、内視鏡の動作モードが通常撮像モードおよび偏光撮像モードのいずれであるかを示す信号が入力されると、それに対応して、それぞれに対応したカラーホイールを照明光の光路 121 に挿入する。そうすることにより、面順次照射に用いる照明の分光特性を変化させる。

【0041】

通常撮像モードの場合には、偏光モザイク処理部 202 にて処理されたカラー画像が画像合成部 206 にてフルカラー動画に組み立てられ、表示部 114 にたとえば動画で表示される。また偏光撮像モードにおいては、同じく偏光モザイク処理部 202 にて処理された画像が凹領域検出部 204 にて表面の凹領域を検出され、画像合成部 206 にて青色強調された表示部にたとえば動画で表示される。

10

【0042】

図 7 (a) ~ (c) は、照明に使われ得るカラーホイールの例を示している。図 7 (a) に示される通常撮像用カラーホイール 116 a は、回転軸の周りに設けられた 3 つの扇形状の領域を有している。この 3 つの扇形状領域は、それぞれ、R1R2 で示すほぼ同色のレッド波長域を同時に透過するレッドフィルタ、G1G2 で示すほぼ同色のグリーン波長域を同時に透過するグリーンフィルタ、B1B2 で示すほぼ同色のブルー波長域を同時に透過するブルーフィルタとから構成されている。ここで、「R1R2」の R1 および R2 は、それぞれ、レッド (R) の波長域、たとえば 600 nm ~ 700 nm の短波長側の半分および長波長側の半分の波長域を示す。図 7 (a) のカラーフィルタ 116 a において、「R1R2」と記載された扇形状の領域は、R1 の波長域および R2 の波長域の両方の光を透過する領域であり、「R」と記載しても良い。他の記号、「G1G2」および「B1B2」も同様である。本明細書では、「R1」などの符号を、特定の波長域を示すために用いたり、そのような波長域の光を選択的に透過するフィルタを示すために使用する場合がある。

20

【0043】

偏光撮像用カラーホイール 116 b は、偏光撮像を実行する波長域の設定により種々の構成を有し得る。図 7 (b) は、グリーンとブルーを混合した 2 種類の波長帯域の光を順次透過するカラーホイール 116 b の例を示している。このカラーホイール 116 b は、表面凹凸テクスチャを検出するために適した波長域を選択することが可能である。一方、図 7 (c) は、6 個の異なる波長域の光を順次透過するカラーホイール 116 b の他の例を示している。このような構成を有するカラーホイール 116 b は、フルカラーの直交ニコル画像を取得するに適している。なお、図 7 (a) のカラーホイール 116 a および図 7 (b) または (c) のカラーホイール 116 b の一方が、外部からの信号によって指定されて選択的に使用される。より具体的には、非偏光撮像モードまたは通常撮像モードではカラーホイール 116 a が使用され、偏光撮像モードではカラーホイール 116 b が使用される。

30

【0044】

図 8 は、照明用フィルタ 200 の透過特性を示す図である。B、G、R の各可視光波長範囲を P 偏光と S 偏光が交互に透過する楕型の透過特性を有している。たとえば図 8 に示す例において、波長域 B1 (400 ~ 450 nm の範囲) で P 偏光のみを透過し、波長域 B2 (450 ~ 500 nm の範囲) で S 偏光のみを透過する。このため、光源からライトガイドを経由してくる光の波長が波長域 B1 に含まれる場合には、その光は照明用フィルタ 200 によって P 偏光の偏光照明光に変換される。同様に、光源からライトガイドを経由してくる光の波長が波長域 B2 に含まれる場合には、その光は照明用フィルタ 200 によって S 偏光の偏光照明光に変換される。なお、通常撮像モードにおいて、光源からライトガイドを経由してくる光の波長が波長域 B1B2 の全体に広がる場合には、P 偏光と S 偏光が混合されるため非偏光の照明光が得られる。

40

【0045】

図 8 に示されるような特性を有するフィルタは、多層膜偏光子として実現することが可能であり、たとえば、特許文献 2 にその例が記載されている。

50

【 0 0 4 6 】

図 9 は、モノクロ広帯域偏光撮像素子 1 1 5 の撮像面のパターン偏光子（偏光モザイクまたは偏光モザイクアレイ）の構造の例を模式的に示す図である。図 9（A）に示すように撮像面には、画素が行および列状（X - Y 方向）に規則的に配列されている。

【 0 0 4 7 】

本撮像素子 1 1 5 は、照明光の色が R、G、B に順次変化する面順次方式で用いられるため、その撮像面上にはカラーモザイクフィルタが配列されていない。すなわち、撮像素子 1 1 5 そのものは、モノクロ撮像素子であり、各画素に偏光子が配列されている。個々の画素には、可視光の波長域に含まれる光が順次入射するため、本実施形態で用いられる偏光子の偏光選択特性は可視光帯域で実現する。具体的には、400 nm ~ 800 nm の帯域において、本実施形態の偏光子の偏光取得性能を示す消光比が 100 : 1 以上である。このため、本実施形態では、可視光帯域の一部を占める特定波長のみで偏光特性を呈する偏光子を用いず、その代わりに、広い波長域で高い偏光取得性能を示し得る金属ワイヤグリッド偏光子を用いている。

10

【 0 0 4 8 】

図 9（B）は、2 行 2 列に配列された 4 個の画素（2 × 2 ブロック）に対応する偏光フィルタの 1 単位 8 0 1 を示している。この 1 単位 8 0 1 の中では、平面内に 90° ずつ回転させた偏光フィルタ（4 個の偏光子）が配置されている。図 9（B）では、各偏光フィルタ上に示された複数の直線が偏光の透過軸の方向を示している。

20

【 0 0 4 9 】

図 9（C）は、図 9（B）に対応して金属ワイヤグリッドで実現する場合のワイヤ配置が図示されている。ワイヤグリッドでは金属ワイヤの方向と垂直な方向（TE 軸）が偏光の透過軸となるため、模式図でワイヤを直線で表現すると、図 9（B）の偏光軸の向きと、図 9（C）の金属ワイヤの直線の向きとが 90 度異なる。この混乱を避けるため、本開示の実施形態で利用する偏光フィルタの透過軸の向きを表現する場合、常に図 9（B）の直線（偏光透過軸に平行）を使用するものとし、ワイヤグリッドのワイヤ方向を直接描く平面図は使用しないものとする。

【 0 0 5 0 】

後述するように、この金属ワイヤグリッドの配置面は撮像素子の最上面から下層までの範囲内においてさまざまな位置をとり得る。ワイヤグリッドは平面的には他画素との干渉を回避するため、画素単位領域の外縁よりも余裕度だけ内側の領域内にされている。例えば正方形である 1 画素領域の一辺の長さ D を 3 ~ 4 μm とすると、 $L = 0.2 \mu\text{m} = 200 \text{ nm}$ 以上に設定され得る。ワイヤグリッドを構成する各ワイヤの幅 L と間隔 S のデューティ比は、透過率と消光比のトレードオフになる。本開示の実施形態において、幅 L と間隔 S とは等しいものとする。後述するように $L = S = 0.1 \mu\text{m} = 100 \text{ nm}$ として、 $L = 0.2 \mu\text{m} = 200 \text{ nm}$ のとき、ワイヤグリッドの本数は、ワイヤ方向が撮像面内の垂直軸または水平軸に対して 0° と 90° の角度を形成する場合には 17 本である。

30

【 0 0 5 1 】

従来、アルミニウム製ワイヤグリッド偏光子を用いた偏光撮像素子で実際に試作され消光比の性能測定がされた例が非特許文献 1 に開示されている。非特許文献 1 によると、画素サイズ = 7.4 × 7.4 μm の領域内にピッチ P = 140 nm、高さ H = 70 nm で配置された微細ワイヤグリッド偏光子の消光比は 450、580、700 nm の各波長でそれぞれ 30 : 1、45 : 1、60 : 1 程度であった。この実例から、ワイヤグリッドを微細化して撮像素子に実装しても、消光比性能として 100 : 1 を実現するのは困難であると予測される。そこで本実施形態においては、ワイヤグリッドを 2 層構造として高消光比を実現する構造をとっている。

40

【 0 0 5 2 】

図 10 を参照して、撮像素子 1 1 5 の断面構成例を説明する。

【 0 0 5 3 】

入射光は、撮像素子 1 1 5 の上方に配置される対物レンズ 1 0 9 から撮像面に到達する

50

。撮像素子 115 において、光が到達する構造を順次説明すると、まず最上面にはマイクロレンズ 220 が配置される。このマイクロレンズ 220 の役割は光の効率的な PD (フォトダイオード) 232 への集光である。マイクロレンズ 220 は、斜め入射光の光路をまげて撮像面に対して垂直に近い角度にするため、特に内視鏡のように広角撮影が多用されるケースでは有効である。また、マイクロレンズ 220 があると、ワイヤグリッド層 222、224 に対してほぼ直上から光を入射させることができるため、TM 透過率と消光比の低下を防ぐ効果を有する。マイクロレンズ 220 の下には平坦化層 226 がある。その下層に第 1 ワイヤグリッド層 222 が配置されている。第 1 ワイヤグリッド層 222 は、撮像面内において 90° ずつ回転した特定の方向の偏光だけが透過し、それ以外の光は反射または吸収する。

10

【0054】

本実施形態における第 1 ワイヤグリッド層 222 は、金属ワイヤ間に中空構造を有しており、各金属ワイヤは空気と接している状態がつけられる。このため、消光比の性能低下を防ぐ効果を有する。

【0055】

第 1 ワイヤグリッド層 222 の下方には第 2 ワイヤグリッド層 224 が配置される。この第 2 ワイヤグリッド層 224 は、基本的には第 1 ワイヤグリッド層 222 と配置方向、サイズ、材質同一であり、同じ中空構造を持っている。

【0056】

第 1 および第 2 ワイヤグリッド層 222、224 を重ねて用いることにより、各々の消光比が 10 : 1 程度に低下した微細ワイヤグリッドであっても、2 層全体の消光比を 100 : 1 程度までに向上させることができる。第 2 ワイヤグリッド 224 の下層には、平坦化層 228 と配線 230 とが設けられている。光の透過部分には配線 230 は配置されていないため、遮光されることなく、その下層にある PD (フォトダイオード) 232 に到達する。撮像面では、多数の PD 232 が行および列状に配列され、光感知セルアレイを形成している。

20

【0057】

撮像素子では、マイクロレンズ 220 から PD 232 までの距離を短くする低背化が重要である。本実施形態の偏光撮像素子においても、マイクロレンズ 220 から PD 232 までの距離が長い場合、画素間クロストークが発生して偏光特性、特に消光比を低下させてしまう。低背化のため、本実施形態においては、ワイヤグリッドから PD までの距離を 2 ~ 3 μm 程度に設定している。また、ワイヤグリッド偏光子では、透過する TM 波に対して偏光方向が直交する TE 波は反射されるため、これが迷光となり性能劣化の原因となり得る。これを回避するためには、ワイヤグリッド 222、224 を単層ではなく多層構造として吸収作用を設けることが有効である。以下、本実施形態における画像処理装置の撮像動作を説明する。

30

【0058】

まず、図 11A および図 11B を参照して、通常撮像モードの動作を説明する。

【0059】

図 11A および図 11B は、それぞれ、通常撮像モードにおける照明と撮像の動作を示す図およびタイミングチャートである。図 11A の左段は、面順次照明の分光スペクトルを示している。B 色の照明は、B1 (P 偏光) と B2 (S 偏光) という厳密には異なる色の異なる偏光の混合光からなる。このことは、G、R 色の照明光でも同様である。これらの照明光は、照射時には、それぞれ、B、G、R の非偏光とみなすことができる。このため、実質的には公知の面順次照明と変わらなくなる。

40

【0060】

照明光が被写体に照射されるとき、被写体で反射された戻り光は、モノクロ広帯域偏光撮像素子 105 にて観察される。図 11A では、偏光撮像素子 105 が有する偏光モザイクの基本単位 801 のみを記載している。この基本単位 801 に含まれる 4 個の偏光子のうち、左上および右下に位置する 2 個の偏光子 (P の偏光フィルタ) は、撮像面内で水平

50

な方向に偏光した P 偏光を透過し、右上および左下に位置する 2 個の偏光子 (S の偏光フィルタ) は、撮像面内で垂直な方向に偏光した S 偏光を透過する。

【 0 0 6 1 】

モノクロ広帯域偏光撮像素子 1 1 5 の偏光動作は、可視光領域の全体に相当する 4 0 0 nm ~ 8 0 0 nm にわたって機能するので、B、G、R 色の照明光で被写体が照射されるときのいずれであっても 1 個の撮像素子で対応できる。

【 0 0 6 2 】

得られる撮像画像は、非偏光の照明を受けた被写体からの戻り光を、P の偏光フィルタまたは S の偏光フィルタを介して受光する。このため、得られた画素値を 2 × 2 の 4 画素領域で平均化することにより、非偏光画像を取得できる。平均化された画素値は、仮想的には、2 × 2 の 4 画素の中心に位置する。このため、図 1 1 A の最も右側では、点線で示す画素領域に NP (非偏光) と記載されている。2 × 2 の 4 画素を 1 画素単位でシフトさせることにより、解像度低下は実質的に発生しない。

10

【 0 0 6 3 】

このように B、G、R の非偏光の面順次照明に対して、それぞれ、非偏光撮像が実現される。カラー画像バッファメモリへ 3 原色画像を順次蓄積し、3 原色の画像を得られたときに、これらの画像を合成することにより、フルカラー動画を生成することができる。上記の処理を、本明細書では「偏光モザイク画素の平均化処理」と称する。偏光モザイク画素の平均化処理は図 6 の偏光モザイク処理部 2 0 2 にて実行され、フルカラー動画の生成は、画像合成部 2 0 6 にて実行される。

20

【 0 0 6 4 】

図 1 1 B は、以上の動作をタイミングチャートで示している。図 1 1 B の上段から照明の発光動作、撮像動作、そして偏光モザイク処理部 2 0 2 において処理されるカラー成分画像を示している。このタイミングの各動作は、同期回路 1 1 2 が、照明制御部 1 2 0、モノクロ広帯域偏光撮像素子 1 1 5、偏光モザイク処理部 2 0 2 を制御して実現する。

【 0 0 6 5 】

次に、図 1 2 および図 1 3 を参照して、偏光撮像モードの動作を説明する。

【 0 0 6 6 】

図 1 2 および図 1 3 は、それぞれ、偏光撮像モードにおける照明と撮像の動作概要を示す図およびタイミングチャートである。この例では、図 7 (a) の偏光撮像用カラーホイールを使用する。

30

【 0 0 6 7 】

図 1 2 の左段は、面順次照明の分光スペクトルを示している。この B 色と G 色の照明は、被写体となる消化器などの粘膜の特性を考慮して決められている。B、G 帯域は、R 帯域に比べて短波長のため表面散乱されやすく、表面テクスチャでの光散乱を観察するのに適している。また、B、G 帯域には、生体粘膜の反射特性に強い吸収が存在するため、コントラストが高くなり、表面凹凸テクスチャの観察に適している。

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、偏光撮像用カラーホイールの回転により、P 偏光である B 1 G 1 と S 偏光である B 2 G 2 が交互に被写体に照射される。照明光が被写体に照射され、被写体から反射された戻り光は、モノクロ広帯域偏光撮像素子 1 0 5 にて観察される。偏光モザイクの基本単位 8 0 1 で異なる偏光成分が測定される。P 偏光照明における直交ニコル (P) および平行ニコル (P)、ならびに、S 偏光照明における直交ニコル (S) および平行ニコル (S) の合計 4 通りの画素情報が得られる。ただし、画素情報として空間的に不足している で表示した画素の値は、その周囲に位置する画素の値に基づいて補間する必要がある。この補間処理は、周囲 4 画素からの簡単な平均化処理で実現できる。

40

【 0 0 6 9 】

図 1 3 は、以上の動作を示すタイミングチャートである。図 1 3 の上段から照明の発光動作、撮像動作、そしてモザイク処理部において処理されるカラー成分画像が示されている。このタイミングの動作は、同期回路 1 1 2 が制御する。P 偏光と S 偏光の交互照射の

50

タイミングで、それぞれに対応する直交ニコル（P）（S）画像と平行ニコル（P）（S）画像とがモノクロ画像として出力される。ここで「モノクロ画像」とは、BおよびGの波長帯における偏光情報を示す輝度画像である。直交ニコル（P）（S）を交互に連続的に表示することにより、図5に示されたような不可視な表面凹凸を明瞭化した画像を得ることができる。

【0070】

図14および図15は、それぞれ、図7（c）の偏光撮像用カラーホイールを使用した場合の偏光撮像モードにおける照明と撮像の動作概要を示す図およびタイミングチャートである。この場合は、BGRの面順次カラー照明が行われる。このような撮像は、粘膜表面を、鏡面反射などを除去しつつ目視で観察する場合に特に有効である。また、生体粘膜内部の偏光特性を狭帯域の波長域として観察したい用途にも適する。

10

【0071】

照明光は、図7（c）の偏光撮像用カラーホイールの回転により、P偏光であるB1G1R1とS偏光であるB2G2R2が順番に被写体に照射される。被写体で反射された戻り光は、モノクロ広帯域偏光撮像素子105にて観察され、偏光モザイクの基本単位801で異なる成分が撮像される。得られる撮像画像は、P偏光照明においてRGBフルカラーの直交ニコル（P）、平行ニコル（P）、S偏光照明においてRGBの各波長域について直交ニコル（S）、平行ニコル（S）の合計12通りの画像情報となる。この場合も画素情報として不足分があるため、で表示した画素は周囲から補間する必要がある。このような構成を採用すれば、内視鏡でのリアルタイムの観察時に、粘膜表面から鏡面反射等を除去して粘膜状態を観察しやすい。この例では、動画として高速再現を可能にするため、ホイール上の円周上のフィルタ並びの順番が、B1-G2-R1-B2-G1-R2となるようにし、RGBのカラーと偏光のPとSの種類が交番になる。

20

【0072】

図15は、以上の動作を示すタイミングチャートで示ある。図15の上段から照明の発光動作、撮像動作、そしてモザイク処理部において処理されるカラー成分画像が示されている。このタイミングの動作は同期回路112が制御する。P偏光とS偏光の交互照射のタイミングでそれぞれに対応する直交ニコル（P）（S）画像と平行ニコル（P）（S）画像とが出力される。ただし直交ニコル（P）または（S）のRGBフルカラー画像を得るためには、偏光照明を固定状態でB、G、Rの面順次光が照射される期間であるTpsの時間が必要になる。従って、この時間を動画として表示できない。これは、偏光とカラーの両方の照明を面順次に実現しているため、全ての種類の照明を照射し終わるのに時間がかかるのが原因である。内視鏡での観察では、動作の再現にリアルタイム性が要求される。そこで、実施形態では、直交ニコル画像の動画表示の目的のため、（P）と（S）をなるべく混合した画像をパイプライン方式に処理・表示をする。たとえば、図15のRGBフルカラー直交ニコル画像1510は、B1（P）照明下での画像1501、G2（S）照明下での画像1502、R1（P）照明下での画像1503というP偏光とS偏光が混在した直交ニコル画像で、次のタイミングで処理・表示される画像1511は、G2（S）照明下での画像1502、R1（P）照明下での画像1503、B2（S）照明下での画像1504というP偏光とS偏光とが混合した直交ニコル画像である。

30

40

【0073】

このような処理を行うと、直交ニコル画像の照明にPとSがバランスよく含まれ、後段の凹領域検出に対して有利である。また、BGRのカラー面順次の変化を偏光の変化よりも早く変化させることにより、人間が観察する動画とした場合にカラー画像としての認識が崩れない。

【0074】

図16は、凹領域検出部204、および画像合成部206での処理を説明するための図である。図17は、凹領域検出部204において、中心画素値と周辺画素平均値との差分に用いる周辺部の画素位置のマスクパターンを示す図である。凹領域検出部204には、

50

以上の処理で生成された直交ニコル画像が入力される。

【0075】

以下、図14および図15を参照しながら説明したフルカラーの直交ニコル画像が毎フレーム取得される場合の処理を例に説明する。フルカラーであるR、G、B成分からなる直交ニコル画像は、ここでは、G成分を抜き出し、図16に示す平滑化処理、微分処理、および青色強調処理の順に処理される。

【0076】

(1) 平滑化処理

入力された画像は、次段の微分処理を実行する前に、画像から強調したいテクスチャの周波数より高域の雑音成分を除去する。具体的には、雑音成分を除去するため、平滑化フィルタ処理が実行される。本実施形態では、一般的なガウス型フィルタを用いる。フィルタのマスクサイズを、後述する微分マスクフィルタのマスクサイズと同一にすることにより、細かい粒状ノイズの強調を回避できる。

【0077】

(2) 微分処理

平滑化フィルタ処理がなされたG成分画像に対して、周囲よりも明るい画素領域を検出するため以下のような微分マスク処理を行う。周囲よりも明るい画素領域を検出する理由は、図3～図5を参照しながら説明したとおり、偏光照明の偏光方向が被写体の表面溝と平行に近い場合、輝度が周囲よりも明るくなるためである。実際には、被写体の表面凹凸の向きは未知である。しかし、本開示の実施形態では、偏光照明の偏光方向が、直交する2つの方向の間で交互に変わり、(P)と(S)の2種類の直交ニコル画像を交互に取得できるため、問題はない。微分処理は、平滑化処理後の画像に、図17に示すような中心画素と周辺画素とを指定するマスク(ここでは3×3、5×5、7×7画素の例を示す)を設定し、周辺の周囲N=8画素、N=16画素、もしくはN=24画素の画素値 V_{kl} の平均値と中心画素値 C_{ij} との差分値を算出する。こうして得られる差分値は、以下の数1の式で示される。

【数1】

$$\Delta = C_{ij} - \frac{1}{N} \sum_{kl} (V_{kl})$$

【0078】

次に、中心画素値が周囲よりも明るい場合、以下の数2に示すように、差分値をk倍に増幅した値をCとする。もし暗い場合にはCは0とする。

(数2)

$$\text{If } (\Delta > 0) \quad C = k * \Delta \\ \text{else} \quad C = 0$$

【0079】

(3) 青色成分の強調

C値をR、G成分から減算することにより、青色を強調する。ここで、R、G成分が0以下になる場合、その不足分を他の色成分から減算して連続性を維持する。このため、Cの大きさと色相は変化するが、滑らかに接続されるようにすることができる。R、G成分のうちで値が小さいものをC1、大きいものをC2とおいて、以下のように3種類に場合分けをする。

【0080】

図18は、以下の3通りの場合を示している。

【0081】

まず、1) Cが小さい場合には、R、G信号から減算する処理を実行する。次に、2) CがC1を超える値になった場合には、最も小さい信号がゼロになり、残りが中間となる信号から減算される。次に、3) でR、G信号からの減算がゼロになった場合には

、B信号から残りの信号が減算される。以上の処理で、中心画素が周辺画素よりも明るい画素領域のカラー信号が、その程度に応じて青色強調され、インジゴカルミン撒布に類似したカラー画像が生成される。

(数3)

1) $C < C_1$ の場合

$$C_1 = C - C$$

$$C_2 = C - C$$

2) $C_1 < C < (C_1 + C_2) / 2$ の場合

$$C_1 = 0 \quad C_2 = (C_1 + C_2) - (2 \cdot C)$$

3) $(C_1 + C_2) / 2 < C$ の場合

$$C_1 = 0 \quad C_2 = 0$$

$$B = B - ((2 \cdot C) - C_1 - C_2)$$

【0082】

(4) 画像合成部の処理

画像合成部206は、図15に示すように、面順次照明で取得される画像をR、G、B3枚分蓄積する。そして、R、G、Bの3枚の画像を1フレーム毎に合成してリアルタイム表示可能なフルカラー画像を合成する。更に、表面テクスチャの凹部に青色成分強調を施したフルカラー画像を、1フレーム時間ごとに遅延なく動画表示する。

【0083】

図19は、本実施形態の画像処理装置によって得られた画像の例を示す図である。被写体はラットを解剖して胃を開いて、コルク板上に伸展固定した粘膜である。図19(A)および図19(B)は、それぞれ、この被写体の平行ニコール画像および直交ニコール画像を示す。図19(C)は、本実施形態に示した凹部検出処理を実行した画像を示す。図19(C)では、モノクロ画像が表示されているが、実際に得られる画像はフルカラー画像であり、胃の表面粘膜上に存在する表面凹凸テクスチャを検出して擬似的に青く着色している状態を示す。

【0084】

(第2の実施形態)

図20は、本開示の実施形態2における画像処理装置の全体構成を模式的に示す図である。本実施形態では、白色(ホワイト)光を照射して単板カラー撮像素子119にてカラー撮像を行う。本実施形態では、白色光を被写体に照射する際、偏光回転照明を実現する。この目的のため、本実施形態では、光源装置104には照明制御部のみを配置し、内視鏡の先端部に配置したLED、あるいは有機EL面光源などで照明光を生成する。

【0085】

本実施形態においては、例えば図21に示すように、内視鏡の先端に偏光面が 0° (P)、 90° (S)の照明光の照射口が交互に多数(ここでは16分割で)配列されている。この例では、交互に隣接しない同種の8個のLEDが選択されて点灯することによってP偏光とS偏光の交互の偏光照明が実現される。

【0086】

図22(A)は、偏光回転照明の別の例を示している。この例では、順次点灯する照明画素単位を十分小さく、数量を多くすることにより、点灯する光源位置の変動が撮像側で1画素以内に抑制され得る。図22(B)は、この面照明の全体構成を示す図であり、面照明のX軸とY軸の各軸に順次点灯を制御するためのデータドライバが用意されており、X軸とY軸でアドレスされる画素が一斉に点灯する。たとえば、ここではX軸とY軸の両方が偶数の画素(X_{2m} と Y_{2m})が一斉に点灯すると、それは偏光面が 0° の照明光となる。そしてX軸とY軸のデータドライバの偶数、奇数の組み合わせによって、 0° (P)、 90° (S)の偏光透過面を有する照明光が得られることになる。

【0087】

10

20

30

40

50

このような面照明を使う利点は、全体の照度や配光状態が一定のまま照明の偏光状態だけが変化できることである。照明に面光源を使用することにより、照明光の均一性が良くなる。その結果、臓器の表面粘膜における非常に強い正反射輝度を低下させ、撮像を良好に行うことができる。

【 0 0 8 8 】

図 2 3 は、本実施形態で用いるカラー偏光撮像素子 1 1 9 の断面構造の例を示す図である。図 1 0 に示したモノクロ広帯域偏光画像撮像素子 1 1 5 と異なるのは、カラーフィルタ 2 4 0 がワイヤグリッド層 2 2 4 から P D (フォトダイオード) 2 3 2 までの間に配置されることである。このカラーフィルタ 2 4 0 は、有機物から形成されても良いし、フォトニック結晶または金属から形成されてもよい。光の入射側から P D 2 3 2 までの光の進行方向からみた場合、マイクロレンズ 2 2 0、第 1 ワイヤグリッド層 2 2 2、第 2 ワイヤグリッド層 2 2 4、カラーフィルタ 2 4 0 の配置の取りえる順序は計 6 通りあり、各々でその利点異なる。ワイヤグリッド 2 2 4 と P D 2 3 2 との間の距離 D E P T H は、カラーフィルタ 2 4 0 が入る分長くなるため、典型的には 4 ~ 6 μ m である。

10

【 0 0 8 9 】

図 2 4 の構成 (最上層からマイクロレンズ 2 2 0 ・第 1 ワイヤグリッド層 2 2 2 ・第 2 ワイヤグリッド層 2 2 4 ・カラーフィルタ 2 4 0) では、マイクロレンズ 2 2 0 が最上層に位置するため、ワイヤグリッドに垂直に光を入射させやすい。

【 0 0 9 0 】

図 2 4 は、図 2 3 のカラー偏光撮像素子 1 1 9 の平面構造を示す図である。図 2 4 (A) はカラー単板撮像素子と同じ平面構造を示す。図 2 4 (A) の構成例では、4 × 4 画素領域を拡大し、直上から観察して、図 2 4 (B) のカラーモザイク構造と図 2 4 (C) の偏光モザイク構造とが、画素ごとに重なった状態にある。

20

【 0 0 9 1 】

図 2 4 (B) は、カラーモザイクフィルタの 1 例を示しているが、本開示の実施形態で使用され得るカラーモザイクフィルタは、この例に限定されない。ベイヤーモザイク以外の他のモザイク構造でも構わない。この例では、カラーモザイクに含まれる 1 色のフィルタが、2 行 2 列に配置された 4 個の画素 (4 個のフォトダイオード) の領域をカバーする。2 × 2 画素領域は、図 2 4 (C) の 4 種類の偏光モザイク領域に相当する。すなわち、サブ画素を基準にすると、イメージセンサの解像度は本来の画素の 1 / 2 × 1 / 2 となって画素数は低下するが、1 画素内で偏光処理をすることにより偏光処理の結果発生するアーティファクトを低減させることができる。

30

【 0 0 9 2 】

次に図 2 5 を参照して、本実施形態における通常撮像モードの動作を説明する。被写体には、W h i t e (白色) の P 偏光と W h i t e (白色) の S 偏光とが交互に照射され、その都度、偏光カラーモザイク画像が取得される。P 偏光の照射時には、偏光モザイク 2 5 0 2 によって偏光画素パターン 2 5 0 3 が、S 偏光の照射時には、偏光画素パターン 2 5 0 4 が取得される。ここで、P および P は、それぞれ、P 偏光の照射時における平行ニコル状態および直交ニコル状態の画素を示している。同様に、S および S は、それぞれ、S 偏光照射時における平行ニコル状態および直交ニコル状態の画素を示す。偏光モザイク処理部 2 0 2 では、この偏光画素パターン 2 5 0 3 と偏光画素パターン 2 5 0 4 の画像を画素毎に加算平均を実行する。偏光画素パターン 2 5 0 3 と偏光画素パターン 2 5 0 4 において、各カラー画素での加算平均処理を行うと、平行ニコル状態の画素値と直交ニコル状態の画素値とが以下のように均等に混合される。

40

(数 4)

$$(N P) = (P + P + S + S) / 4$$

【 0 0 9 3 】

加算平均の結果 V は、元々の解像度からは 1 / 2 × 1 / 2 に低下した非偏光 (N P) のカラーモザイク画像 2 5 0 5 が得られる。この非偏光カラーモザイク画像 2 5 0 5 からフルカラー画像を生成する処理は、通常カラーモザイク補間によって行われ得る。

50

【 0 0 9 4 】

図 2 6 は、以上の動作を示すタイミングチャートである。図 2 6 の上段から照明の発光動作、撮像動作、そして偏光モザイク処理部 2 0 2 において処理されるカラー成分画像を示している。このタイミングの動作は、同期回路 1 1 2 が制御する。P 偏光と S 偏光の交互照射のタイミングでそれぞれに対応する偏光画素パターン 2 5 0 3、2 5 0 4 が撮像される。偏光モザイク処理部 2 0 2 では、図 2 5 に示された偏光画素パターン 2 5 0 3、2 5 0 4 の加算平均処理を実行して非偏光カラーモザイク画像 2 5 0 5 が得られる。次に、カラーモザイク補間処理にて、RGB フルカラー画像を得る。したがって、P 偏光照明と S 偏光照明とが照射されて 1 枚の RGB フルカラー画像を得ることが可能になる。実際には、図 2 6 に示すように、時間的に隣接する P 偏光照明および S 偏光照明の処理を連続することによって 1 フレーム時間毎に画像が遅延なく動画として生成される。

10

【 0 0 9 5 】

図 2 7 は、本実施形態における偏光撮像モードの動作を説明するための図である。偏光撮像モードでは、P 偏光と S 偏光が交互に被写体に照射され、その都度、偏光のカラーモザイク画像が取得される。ここで得られる偏光画素パターン 2 5 0 3、2 5 0 4 は、図 2 5 の偏光画素パターン 2 5 0 3、2 5 0 4 と同一である。偏光モザイク処理部 2 0 2 では、画素パターン 2 5 0 3、2 5 0 4 の両方を使って、該当する画素ごとに、P と S、および P と S を選択・集積処理する。こうすることによって、PS 偏光混合の平行ニコル画像 2 7 0 1 と PS 偏光混合の直交ニコル画像 2 7 0 2 を分離して生成する。そして同一カラー画素内の 4 画素を以下のように加算平均する。

20

(数 5)

$$(P S) = (P + S + P + S) / 4$$

$$(P S) = (P + S + P + S) / 4$$

【 0 0 9 6 】

この処理の結果得られる偏光画像は、元々の解像度からは $1 / 2 \times 1 / 2$ に低下したカラーモザイク画像 2 7 0 3、2 7 0 4 である。カラーモザイク画像 2 7 0 3 および 2 7 0 4 内の同一カラー画素は、P 偏光照明と S 偏光照明を均等に含んだ状態での平行ニコル画像 PS と直交ニコル画像 PS を構成している。直交ニコル画像 PS について、カラーモザイク補間が実行され、フルカラーの直交ニコル画像が生成される。この直交ニコル画像に対しては、凹領域検出部 2 0 4 および画像合成部 2 0 6 で第 1 の実施形態について説明した処理と同様の処理が行われる。

30

【 0 0 9 7 】

図 2 8 は、以上の動作を示すタイミングチャートである。図 2 8 は、上段から照明の発光動作、撮像動作、そして偏光モザイク処理部 2 0 2、カラーモザイク補間部 2 0 8、凹領域検出部 2 0 4、画像合成部 2 0 6 において処理されるカラー画像を示している。照明と撮像の動作までは、図 2 6 の通常撮像モードのタイミングチャートと同一である。偏光モザイク処理部 2 0 2 での動作では、P 偏光照明と S 偏光照明の撮像画像をフレームごとに用いて PS 混合偏光での平行ニコル画像 2 7 0 1 と PS 偏光混合の直交ニコル画像 2 7 0 2 を生成する。すなわち、フレームごとに同時に 2 種の偏光画素パターン 2 7 0 1、2 7 0 2 が生成される。また、それらを加算平均したカラーモザイク画像 2 7 0 3 とカラーモザイク画像 2 7 0 4 も同時に生成される。カラーモザイク画像 2 7 0 3、2 7 0 4 の解像度は $1 / 2 \times 1 / 2$ に低下している。直交ニコル画像 2 7 0 4 は、第 1 の実施形態に関する図 1 6 を参照しながら説明したように、凹領域検出部 2 0 4 と画像合成部 2 0 6 において表面テクスチャの凹部で青色成分強調を施したフルカラー画像として毎フレームごとに表示部 1 1 4 で動画表示される。

40

【 0 0 9 8 】

(第 2 の実施形態の変形例 1)

図 2 9 は、本開示の実施形態 2 の変形例 1 を示す図である。図 2 9 (A) は、図 2 3 に示された第 2 の実施形態におけるカラー偏光撮像素子 1 1 9 の平面構造を示す図である。図 2 9 (A) は、カラー単板撮像素子と同じ平面構造を示している。図 2 9 (B) は、カ

50

ラーモザイクにおける 4×4 個のカラーフィルタの配置例を示し、図 29 (C) は、偏光モザイクにおける 8 個の偏光子の配置例を示している。これらのカラーモザイクおよび偏光モザイクは、 4×4 個の画素 (PD: フォトダイオード) をカバーするように積層されている。

【0099】

本実施形態では、カラーモザイクの 2 色のカラーフィルタと 1 個の長方形の偏光子とが対応している。他の構成は、第 2 の実施形態の構成と変わらない。

【0100】

図 29 (C) における角度表示の 0° の偏光子が位置する画素が、P 偏光の透過画素であり、 90° の偏光子が位置する画素が S 偏光の透過画素である。 0° の偏光子と 90° の偏光子とが市松配列を形成していない。すなわち、撮像面内において垂直方向または水平方向に隣接する 2 個の画素に同一の偏光が入射するように偏光モザイクが構成されている。これは、RGB 画素のうち 2 画素を占める G 画素に必ず 0° の偏光子と 90° の偏光子が割り当てられるようにするためである。このような構成によれば、 0° の偏光子が、RG の 2 画素と BG の 2 画素に割り当てられ、 90° の偏光子が GB の 2 画素と GR の 2 画素に割り当てられている。

【0101】

図 30 は、本実施形態における通常撮像モードの動作を示す図である。通常撮像モードでは、White (白色) の P 偏光と S 偏光とが交互に照射され、その都度画像が取得され、偏光のカラーモザイク画像が取得される。偏光モザイクが 3001 のような配列であるため、P 偏光の照射時には、3002 で示す偏光画素パターンが、S 偏光の照射時には 3003 で示す偏光画素パターンが取得される。ここで、 P_1 、 P_2 は P 偏光照射時における平行ニコル状態と直交ニコル状態の画素を示し、同様に、 S_1 、 S_2 は S 偏光照射時における平行ニコル状態と直交ニコル状態の画素を示す。偏光モザイク処理部 202 では、この偏光画素パターン 3002、3003 を画素毎に加算平均をする。加算平均処理は、平行ニコルと直交ニコル状態の画素が以下のように均等に混合されると考えられる。

【0102】

その場合、3004 には、異なる色画素で直交ニコルと平行ニコルの画素が混在するが、あまり問題にはならない。これは内視鏡では被写体に対して照明角度と撮像角度がほぼ等しいため非偏光の照明が反射して大きく偏光することがあまり無く通常観察では色の違いがほぼ無いためである (表面凹凸の場合を除く)。

(数 6)

$$(NP) = (P_1 + S_1) / 2$$

$$(NP) = (P_2 + S_2) / 2$$

【0103】

加算平均の結果 V は、非偏光のカラーモザイク画像 3004 が得られる。この際に第 2 の実施形態にあったような解像度の低下がない。この非偏光カラーモザイク画像 3004 からフルカラー画像を生成する処理は、通常カラーモザイク補間によって行われ得る。

【0104】

図 31 は、本実施形態における偏光撮像モードの動作を説明する図である。偏光照明は P 偏光と S 偏光が交互照射され、その都度画像が取得され、偏光画像パターン 3102、3103 が取得される。偏光モザイク処理部 202 では、この偏光画素パターン 3102、3103 を両方使って、該当する画素ごとに、 P_1 と S_1 、および P_2 と S_2 を収集し埋め込み処理をする。こうすることによって、PS 偏光混合の平行ニコル画像 3104 と PS 偏光混合の直交ニコル画像 3105 とを分離生成する。この処理の結果得られる偏光画像は、カラーモザイク画像 3106、3107 であり、それぞれ、P 偏光照明と S 偏光照明を均等に含んだ状態での平行ニコル画像 PS_1 と直交ニコル画像 PS_2 である。直交ニコル画像 PS_2 について、カラーモザイク補間が実行されフルカラーの直交ニコル画像が生成される。この直交ニコル画像は、凹領域検出部 204、画像合成部 206 において第 1 の実施形態について説明した処理と同様の処理が行われる。なお、この実施形態に関

10

20

30

40

50

するタイミングチャートは、第2の実施形態に関するタイミングチャートと同様である。

【0105】

(第2の実施形態の変形例2)

図32は、本開示の実施形態2の変形例2を示す図である。図32(A)は、図23のカラー偏光撮像素子119の平面構造を示す図である。図32(B)は、カラーモザイクにおける4×4個のカラーフィルタの配置例を示し、図32(C)は、偏光モザイクにおける4個の偏光子の配置例を示している。これらのカラーモザイクおよび偏光モザイクは、4×4個の画素(PD:フォトダイオード)をカバーするように積層されている。

【0106】

本実施形態では、カラーベイア・モザイクの1単位の4画素と偏光モザイクの1単位とが対応している。他の構成は、第2の実施形態と変わらない。図32(C)における角度表示の0°の偏光子が位置する画素がP偏光の透過画素であり、90°の偏光子が位置する画素がS偏光の透過画素である。偏光モザイクの0°の偏光子と90°の偏光子とは市松配列を形成している。各々に同一のカラーベイア・モザイクが包含される配列としている。

10

【0107】

図33は、本実施形態における通常撮像モードの動作を示す図である。通常撮像モードでは、White(白色)のP偏光とS偏光とが交互に照射され、その都度、画像が取得され、偏光のカラーモザイク画像が取得される。偏光モザイクが配列3301を有するため、P偏光の照射時には、偏光画素パターン3302が、S偏光の照射時には偏光画素パターン3303が取得される。ここで、P、P、S、Sは既出の意味を持つ。偏光モザイク処理部202では、この偏光画素パターン3302、3303を有する画像について、画素毎に加算平均を実行する。加算平均処理では、平行ニコルと直交ニコル状態の画素が均等に混合される(数6)。

20

【0108】

加算平均の結果Vは、非偏光のカラーモザイク画像3304が得られる。この際に第2の実施形態にあったような解像度の低下がない点が特徴である。この非偏光カラーモザイク画像からフルカラー画像を生成する処理は、通常カラーモザイク補間によって行われ得る。

【0109】

図34は、本実施形態における偏光撮像モードの動作を説明する図である。偏光照明はP偏光とS偏光が交互照射され、その都度画像が取得され、偏光画素パターン3402、3403が取得される。

30

【0110】

偏光モザイク処理部202では、偏光画素パターン3402、3403を両方使って、該当する画素ごとに、PとS、およびPとSを収集し埋め込み処理することによってPS偏光混合の平行ニコル画像3404とPS偏光混合の直交ニコル画像3405を分離生成する。この処理の結果得られる偏光画像は3406と3407のようなカラーモザイク画像であり、それぞれ、P偏光照明とS偏光照明を均等に含んだ状態での平行ニコル画像PS、と直交ニコル画像PSである。直交ニコル画像PSについて、カラーモザイク補間が実行されフルカラーの直交ニコル画像が生成される。この直交ニコル画像は、凹領域検出部204、画像合成部206において第1の実施形態について説明した処理と同様の処理が行われる。なお、この実施形態に関するタイミングチャートは第2の実施形態のタイミングチャートと同様である。

40

【0111】

(第3の実施形態)

図35は本発明の第3の実施形態の構成を示す図である。本実施形態も、白色(ホワイト)光を被写体に照射して単板カラー撮像素子にてカラー撮像を行う。第2の実施形態と異なるのは、レンズ開口部に偏光板とカラーフィルタが配置されている点、撮像面上にマイクロレンズアレイが配置されたマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部3501を備

50

えている点、および、マイクロレンズアレイ型素子特有の画像処理を行うための画素選択再集積部 210 を備えている点である。

【0112】

図36は、本実施形態における内視鏡先端部を正面から拡大した図である。内視鏡先端には偏光面が 0° (P)、 90° (S)の異なる照明光の照射口が交互に多数(ここでは16分割で)配置されている。この照明にて交互に隣接しない同種の8個のLEDが選択されて点灯し、撮像をすることによってPとSの交互の偏光照明が実現される。開口部となる対物レンズ3502上には、図で示すように 2×2 合計4種類のカラーと偏光の複合フィルタ領域が配置されている。これらはRとBの非偏光カラーフィルタ領域とGの 0° (P)および、Gの 90° (S)の2種類の直交したカラー偏光フィルタ領域である。

10

【0113】

図37は、このマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部3501の構成例を示す図である。図37では、説明図の都合上、対物レンズ3502上の4領域のうち、図36におけるGフィルタの2領域、すなわち、Gフィルタと 0° (P)偏光フィルタを配置した領域3701とおなじくGフィルタと 90° (S)偏光フィルタを配置した領域3702の2つの領域のみを記載している。

【0114】

図37に示されるように、被写体上の1点3700から発散した光は、対物レンズ3502上の2領域3701、3702をそれぞれ透過しアレイ状光学素子3703を經由してモノクロ撮像素子の撮像面3704に到達する。この際対物レンズ上の領域の像が異なる2個の画素3705に到達するため、撮像面3704上に形成される像は、全体としては被写体の像であるが、詳細には異なる2領域の像から成立する画像となる。ここから画素を選択して集積するデジタル画像処理を行うことによって、2領域を透過した画像を分離生成することができ、同時にモノクロ撮像素子を用いながらカラー画像を得ることができる。

20

【0115】

図38は、開口部のカラー偏光フィルタ領域3701、3702の断面構造を示す図である。この例では、偏光フィルタとして金属ワイヤグリッド層3801が用いられている。ワイヤグリッド層3801は、例えばピッチが100nm程度の金属ワイヤが透明基盤3802上に形成され得る。その下層にはカラーフィルタ3803が配置されている。カラーフィルタ3803の次の段に対物レンズ3502が配置される。ここでカラーフィルタ、ワイヤグリッド層、対物レンズの配置順番、レンズとの間隙の有無は任意である。また、偏光板としてはワイヤグリッド以外のポリマー系偏光板、フォトリソ結晶を用いた偏光板、構造複屈折を用いた偏光板など既存の技術を利用可能である。

30

【0116】

図39は、このマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像素子を用いた撮像結果からカラー偏光画像を生成する画素選択再集積部210での処理を説明するための図である。撮像素子3704上のイメージから 2×2 の画素ユニットごとにそれぞれ左上、右上、左下、右下の画素を全画像にわたって選択し再度集積することによって、解像度は $1/2 \times 1/2$ に低下するが、それぞれGのP(0°)偏光画像3901、Rの非偏光画像3902、Bの非偏光画像3903、GのS(90°)偏光画像3904とを分離することができる。ここから、RGBの非偏光カラー画像、およびG波長領域におけるP/S偏光画像を得ることができる。

40

【0117】

図40は、本実施形態における内視鏡において通常撮像モードと偏光撮像モードで取得される画像を示している。通常撮像モードでも偏光撮像モードにおいてもWhite(白色)の偏光照明はP偏光とS偏光が交互に照射され、その都度画像が取得され、図39の処理を得て1回の同一シーン撮像につき4種のカラー偏光画像が分離取得される。この分離取得される4種のカラー偏光画像を4001のように表示する。この表示方法は従来のように個々の画素を表現するものではなく4枚の画像全体を表現している。P偏光の照射

50

時には、偏光画像 4 0 0 2 が、S 偏光の照射時には偏光画像 4 0 0 3 が取得される。ここで、P、P、S、S は前述の意味を持つが、P または S は、P 偏光照明または S 偏光照明下にて特別な偏光フィルタなしに非偏光で撮像された画像という意味を持つ。通常撮像モードでは、この画像 4 0 0 2、4 0 0 3 について、画素毎に加算平均をする。加算平均処理は、平行ニコルと直交ニコル状態の画素が以下のように均等に混合されると考えられ、この結果は近似的には非偏光画像になる。

(数 7)

$$(NP) = (P + S) / 2$$

$$(NP) = (P + S) / 2$$

$$(NP) = P + S$$

10

【0 1 1 8】

加算平均の結果 V は、非偏光カラーモザイク画像 4 0 0 4 が得られる。この非偏光カラーモザイク画像からフルカラー画像を生成する処理は、通常カラーモザイク補間によって行われ得る。

【0 1 1 9】

偏光撮像モードにおいても画像 4 0 0 2 と画像 4 0 0 3 とが交互に取得される段階までは同様であるが、G 画像のみで平行ニコルと直交ニコル画像を集めることにより G 波長域において PS 4 0 0 5 と PS 4 0 0 6 の 2 種類の偏光画像を生成することができ、第 1 の実施形態における図 1 3 のように出力画像はモノクロ画像となる。

【0 1 2 0】

20

本実施形態のようなマイクロレンズアレイ型偏光撮像素子の利点は、レンズ開口部に偏光板を配置できるため、個々の偏光モザイク素子のサイズが撮像素子上へ配置するよりもサイズの大きくできることである。たとえば、実施形態 1、2 で用いた偏光モザイク型の撮像素子では、偏光モザイク単位を形成する金属ワイヤ長は撮像素子の画素サイズに等しく 2 ~ 3 μm である。このような微細サイズではたとえワイヤグリッド個々の金属線のピッチは微細であってもワイヤグリッド長さや繰り返し本数が制限されるため偏光板としての消光比性能は 10 : 1 程度に低下するとされている。本実施形態では、レンズ開口部のサイズである 0.5 mm = 500 μm 程度の比較的大判のワイヤグリッド偏光板を用いることができ、100 : 1 程度の高い消光比を実現することができ、内視鏡における表面微細パターンの観察の明瞭化で極めて有利となる。

30

【0 1 2 1】

(第 4 の実施形態)

図 4 1 は、本発明の第 4 の実施形態の構成を示す図である。本実施形態も第 2 の実施形態と同様、白色 (ホワイト) 光を照射して単板カラー撮像素子にてカラー撮像を行う。第 2 の実施形態とは、マイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部 4 1 0 1 を用いている点が異なる。本実施形態におけるマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部 4 1 0 1 は、以下の構成において第 3 の実施形態に用いられたマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部から異なる。

【0 1 2 2】

図 4 2 A は、このマイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部 4 1 0 1 の構成例を示す図である。レンズ開口部には、広帯域型の 0° (P) 透過軸と 90° (S) 透過軸を有する偏光フィルタ 4 1 0 3 のみを配置し、カラー化はベイヤーモザイク 4 1 0 5 を有する単板カラー撮像素子 4 1 0 4 で実行する。こうすることにより、偏光とカラーの動作を分離している。これによって RGB のフルカラーの平行・直交ニコル画像を得ることができる。後述するように、マイクロレンズアレイ (アレイ状光学素子) 3 7 0 3 の作用によって、偏光フィルタ 4 1 0 3 の 4 種の領域 (UL) (UR) (DL) (DR) を透過した光線は、カラーモザイクフィルタ 4 1 0 5 の (UL1) (UR1) (DL1) (DR1) の 4 領域にそれぞれ結像する。

40

【0 1 2 3】

図 4 2 B は、マイクロレンズアレイ型カラー偏光撮像部 4 1 0 1 の断面構成の例を模式

50

的に示している。図42Bでは、対物レンズ3502上の4領域のうち図41における90°偏光フィルタを配置した領域4201とおなじく0°偏光フィルタを配置した領域4202の2つの領域のみを記載している。被写体上の1点3700から発散した光は、対物レンズ3502上の2領域4201、4202をそれぞれ透過し、アレイ状光学素子3703を経由してカラーモザイクを配置したカラー撮像素子面4203に到達する。この際、対物レンズ上の2つの領域4201、4202を通過する光線による像が、異なる画素4204に到達する。このため、撮像面4203上に形成される像は、全体としては被写体の像であるが、詳細には異なる0°と90°の偏光領域の像から成立する。各領域4201、4202の像は、カラー撮像素子4203上のカラーモザイク2画素に対応している。

10

【0124】

図43は、本実施形態における開口部の偏光フィルタ領域4201、4202の断面構造を示す図である。この例では、偏光フィルタとして金属ワイヤグリッド層3801が用いられている。ワイヤグリッド層3801は、例えばピッチが100nm程度の金属ワイヤが透明基盤3802上に形成され得る。このようなワイヤグリッド層3801によれば、可視光範囲の広帯域で偏光動作を実現できる。

【0125】

次の段には対物レンズ3502が配置される。ここで、ワイヤグリッド層3801と対物レンズ3502の配置順番、ワイヤグリッド層3801と対物レンズ3502との間隙の有無は任意である。偏光板は、可視光帯域の広い範囲にて偏光動作を実現するものであれば、ワイヤグリッド偏光板以外のポリマー系偏光板であっても良い。

20

【0126】

図44は、画素選択再集積部210の処理を説明する図である。撮像素子4203上のイメージから2×2の画素単位ごとにそれぞれ左上、右上、左下、右下の画素を全画像にわたって選択し、再度集積することによって、解像度は1/2×1/2に低下するが、それぞれP(0°)偏光カラー画像4401、S(90°)偏光カラー画像4402、S(90°)偏光カラー画像4403、P(0°)偏光カラー画像4404とを分離することができる。これ以降はカラーモザイク補間部208の処理を行う。

【0127】

本実施形態では、1種の偏光フィルタ内にRGBGという2×2カラーベイモザイク単位が含まれるため、第2の実施形態の変形例2と同様の情報が得られる。さらにマイクロレンズアレイ型偏光撮像素子の利点として、レンズ開口部に偏光板を配置できるため、サイズが大判のワイヤグリッド偏光素子を用いることができ、100:1程度の高い消光比を実現することができる利点を有する。

30

【産業上の利用可能性】

【0128】

本開示の実施形態は、消化器内科向け医療用内視鏡、皮膚科、歯科、眼科、外科などのメディカル用途のカメラ、工業用内視鏡、指紋撮像装置、さらに工場などにおける表面検査装置など被写体の表面凹凸の観察、検査、認識を必要とする画像処理分野に広く適用可能である。本開示の実施形態によれば、なめらかな透明物体または半透明物体の表面の凹凸を正しく検出でき、人間に判別しやすい形での強調表示をすることができる。このため、本開示の実施形態は、輝度観察では困難な凹凸の検査に最適である。

40

【0129】

また、本開示の画像処理装置は、デジタルカメラやビデオカメラ、監視カメラなどに適用でき、水面や空撮影におけるコントラスト向上やガラス越しの撮影等に広く利用可能である。

【符号の説明】

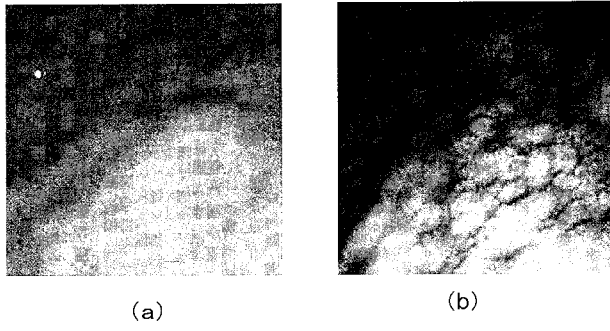
【0130】

- 101 内視鏡
- 102 制御装置

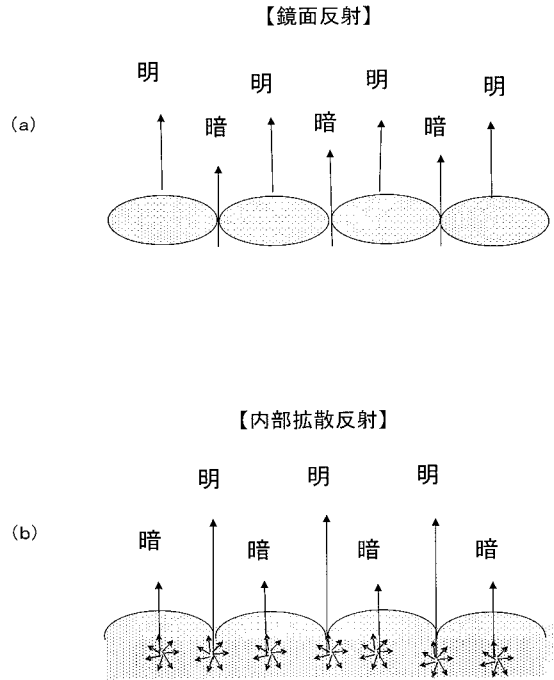
50

1 0 3	挿入部	
1 0 4	光源装置	
1 0 5	ライトガイド	
1 0 6	先端部	
1 0 7	照明レンズ	
1 0 8	映像信号線	
1 0 9	対物レンズ	
1 1 0	画像プロセッサ	
1 1 1	内臓粘膜表面（凹凸あり）	
1 1 2	同期装置	10
1 1 3	反射光	
1 1 4	表示部	
1 1 5	モノクロ広帯域偏光撮像素子	
1 1 6	カラーホイール	
1 1 7	偏光または非偏光照明光	
1 1 8	光源	
1 1 9	カラー偏光撮像素子	
1 2 0	照明制御部	
2 0 0	照明用フィルタ	
2 0 2	偏光モザイク処理部	20
2 0 4	凹領域検出部	
2 0 6	画像合成部	
2 0 8	カラーモザイク補間部	
2 1 0	画素選択再集積部	
2 2 0	マイクロレンズ	
2 2 2	第1ワイヤグリッド層	
2 2 4	第2ワイヤグリッド層	
2 2 6	平坦化層	
2 2 8	平坦化層	
2 3 0	配線	30
2 3 2	P D（フォトダイオード）	
2 4 0	カラーフィルタ	

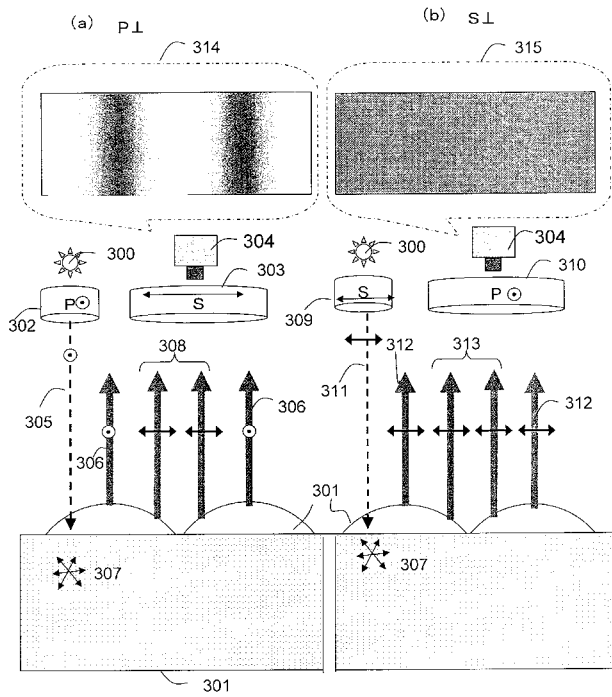
【 図 1 】



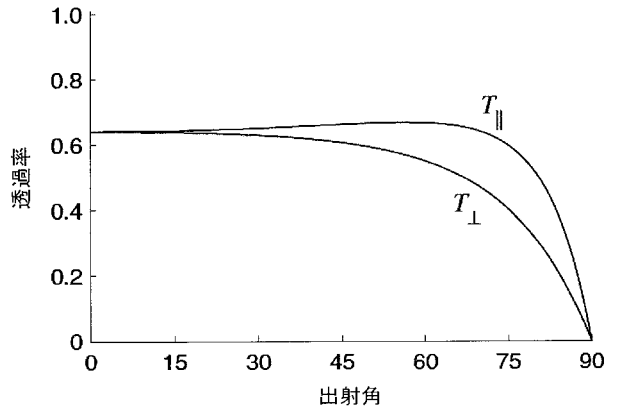
【 図 2 】



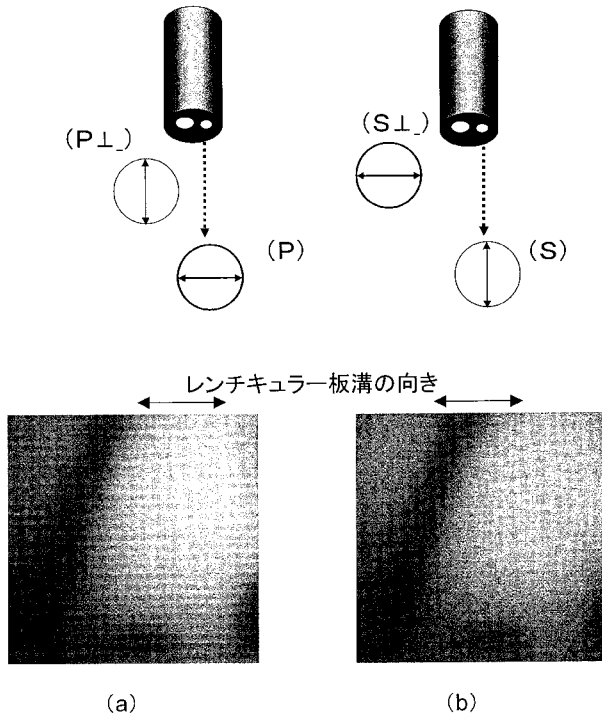
【 図 3 】



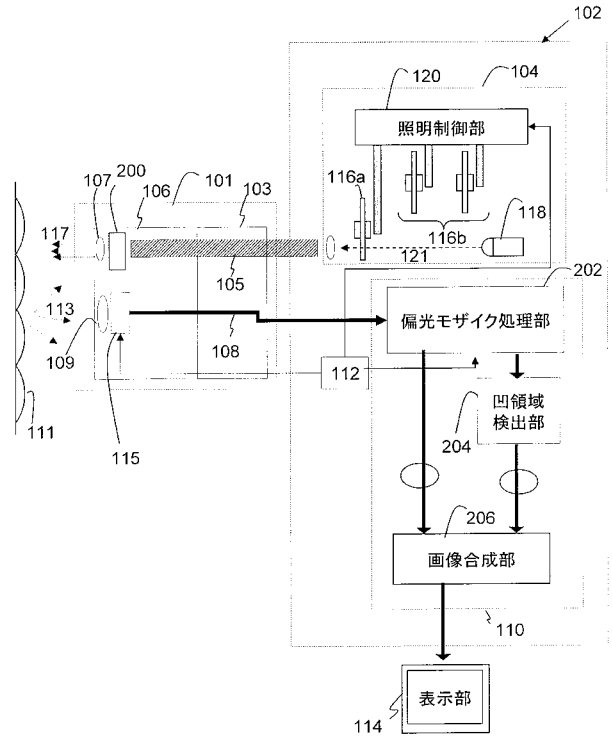
【 図 4 】



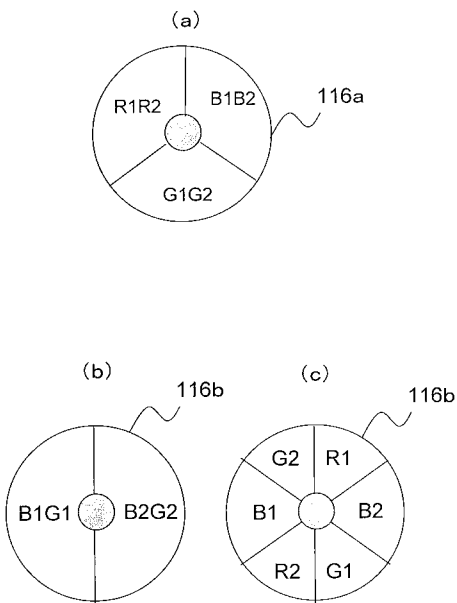
【 図 5 】



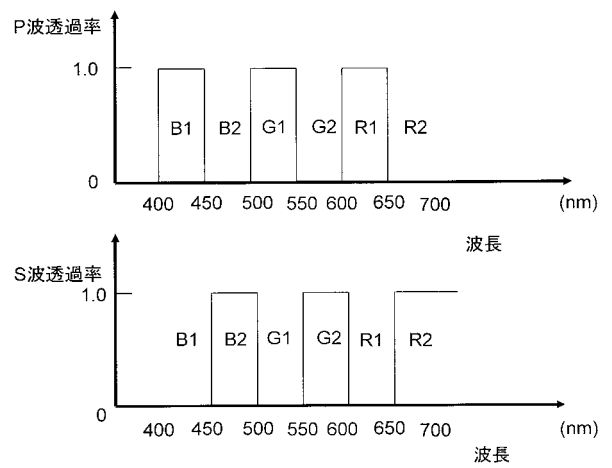
【 図 6 】



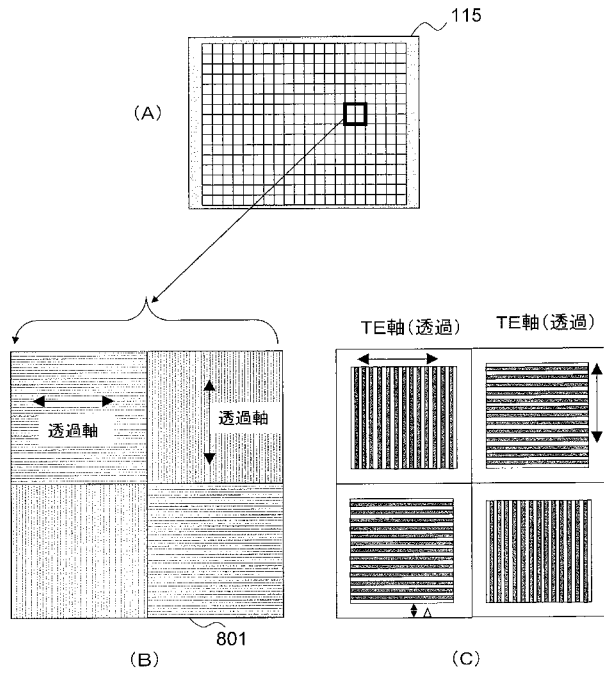
【 図 7 】



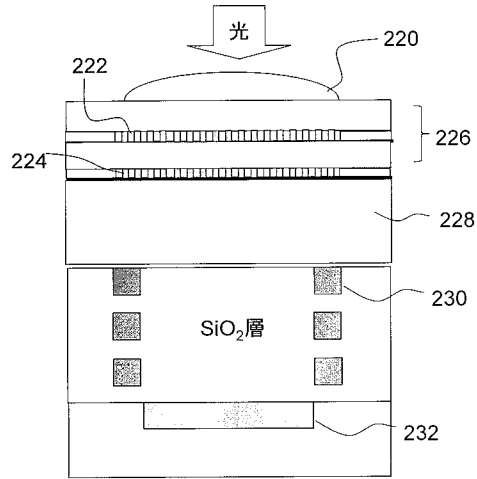
【 図 8 】



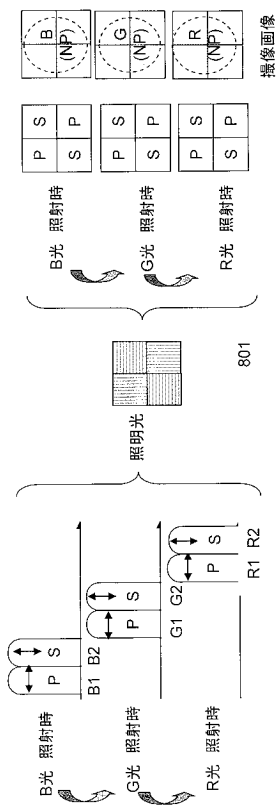
【図9】



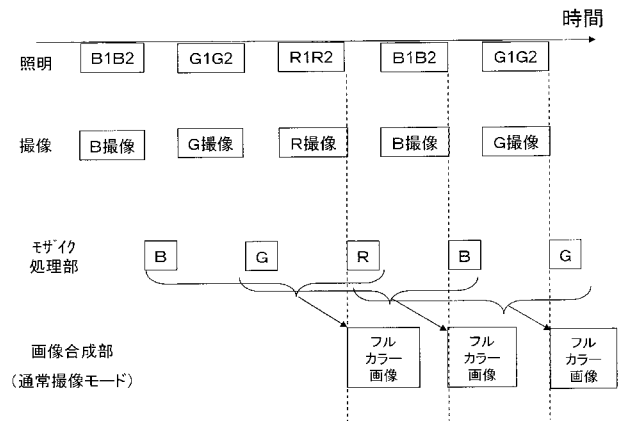
【図10】



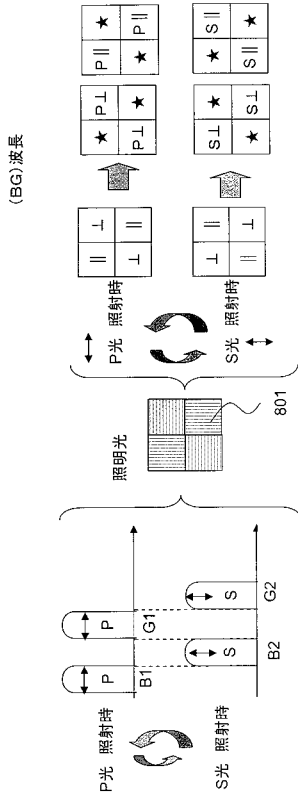
【図11A】



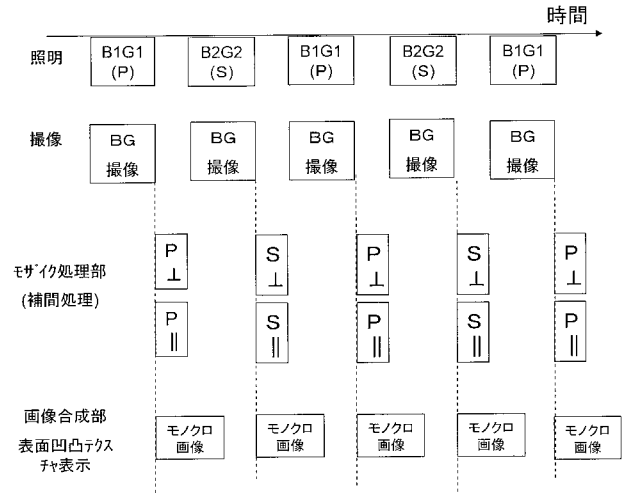
【図11B】



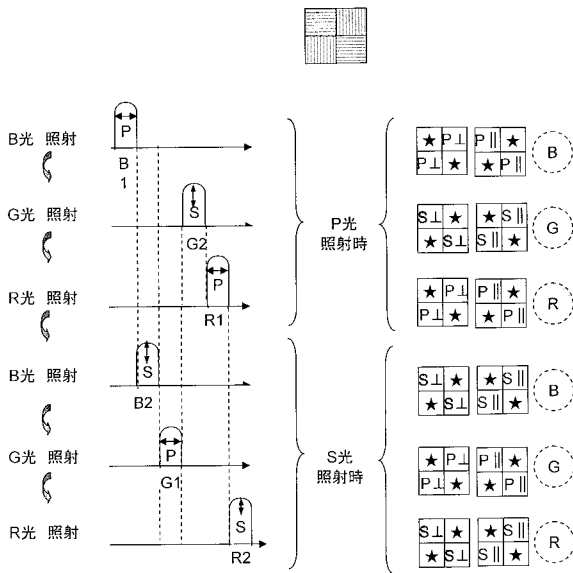
【 図 1 2 】



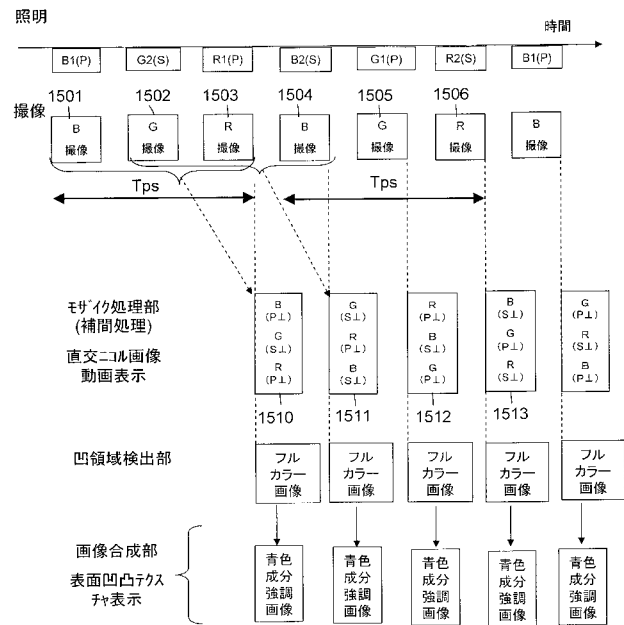
【 図 1 3 】



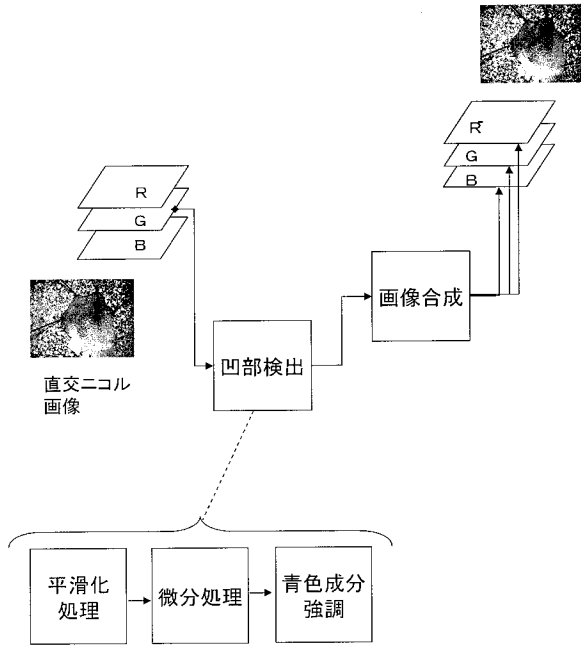
【 図 1 4 】



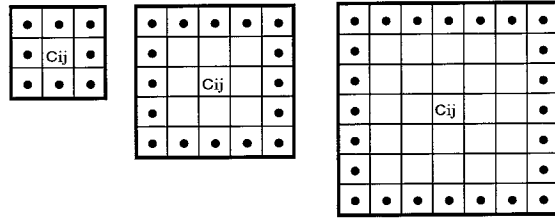
【 図 1 5 】



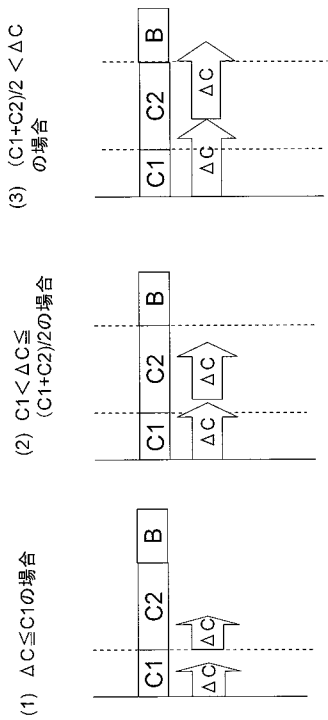
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



(A)



(B)

(A) 平行ニコル
画像
(P ||)

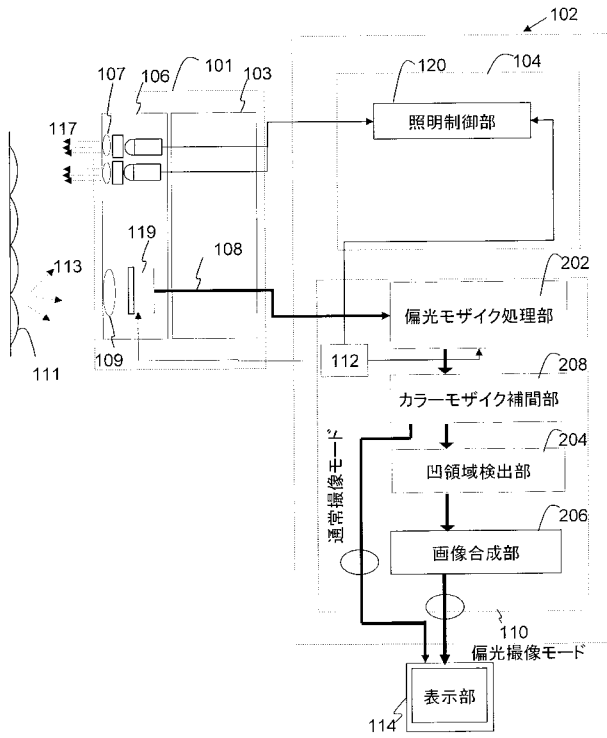
(B) 直交ニコル
画像
(P ⊥)

(C) 表面凹凸
テクスチャ画像

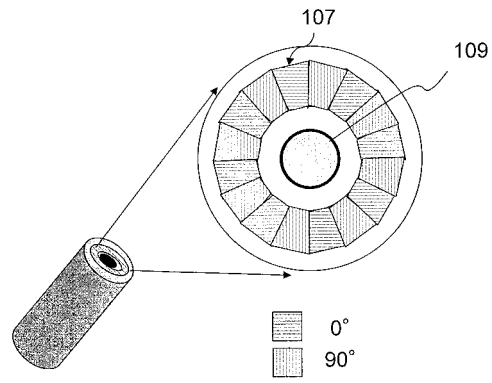


(C)

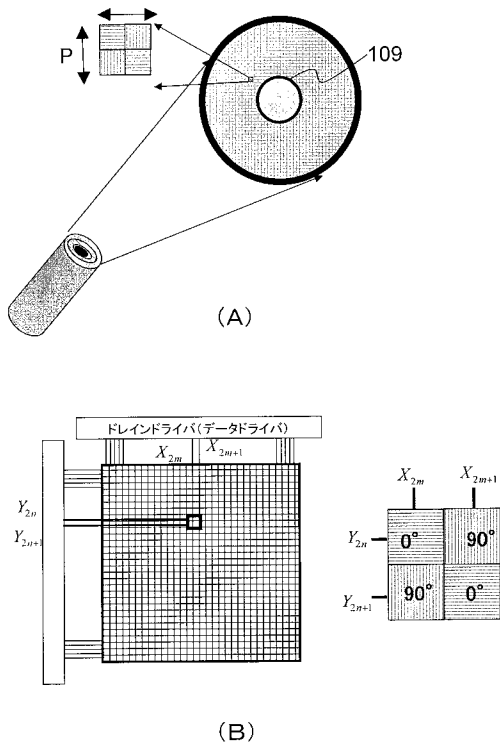
【図20】



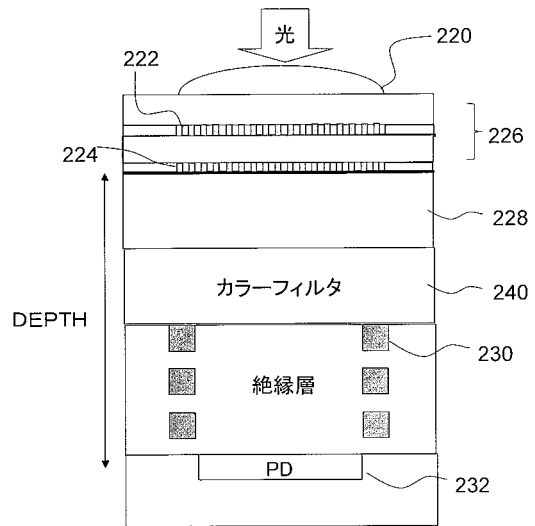
【図21】



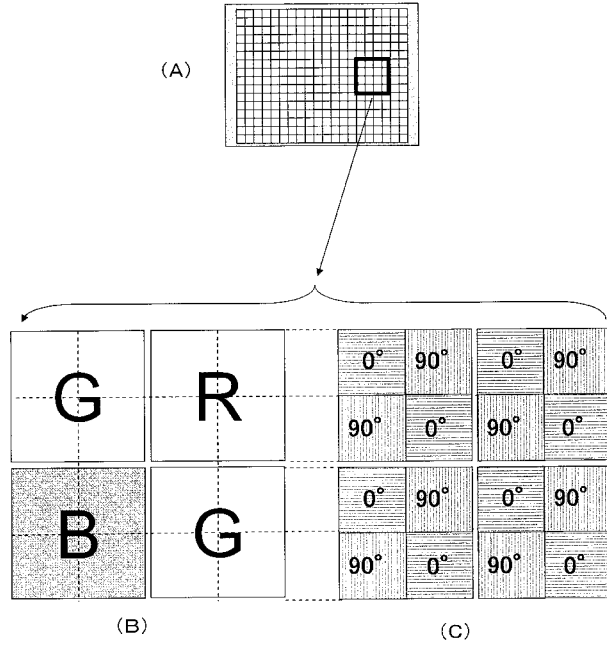
【図22】



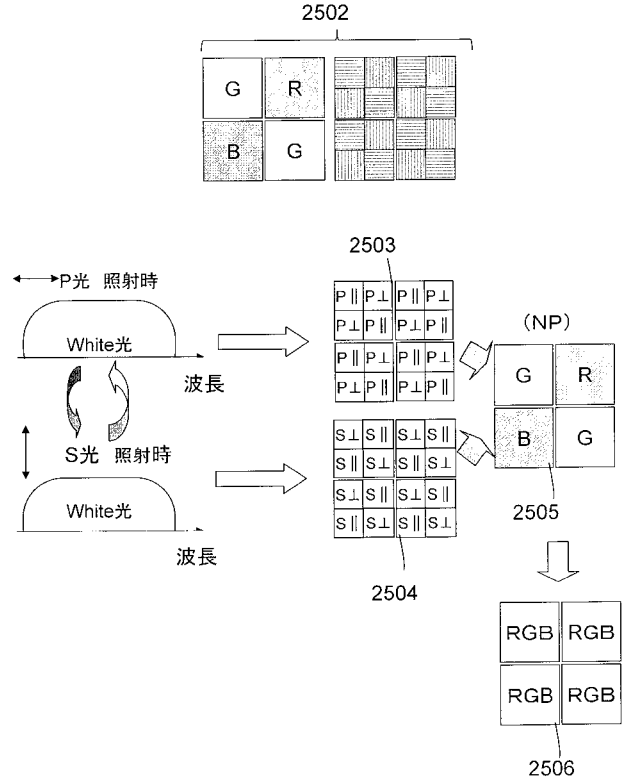
【図23】



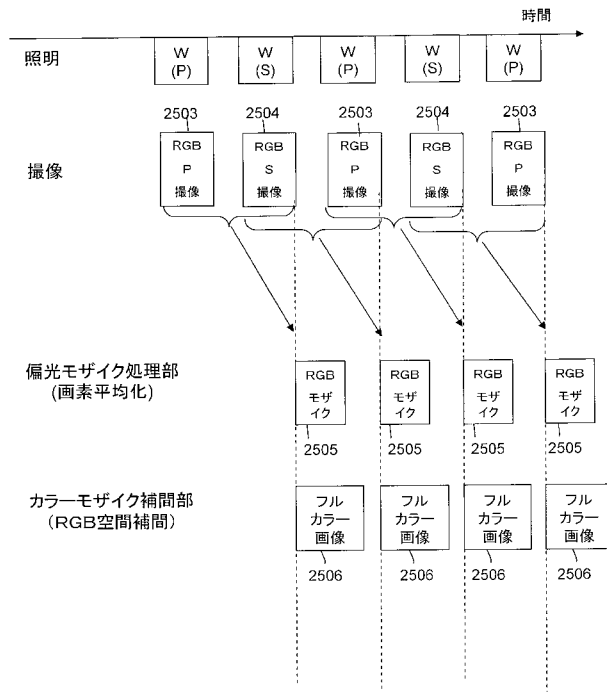
【 図 2 4 】



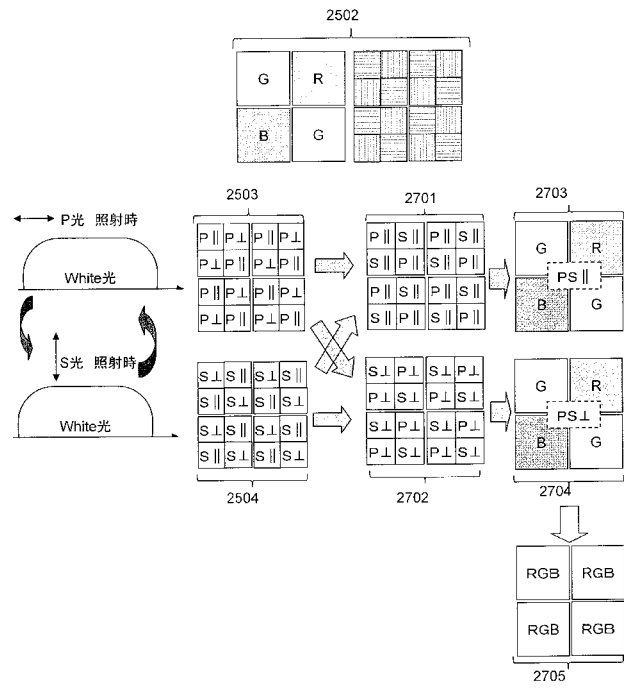
【 図 2 5 】



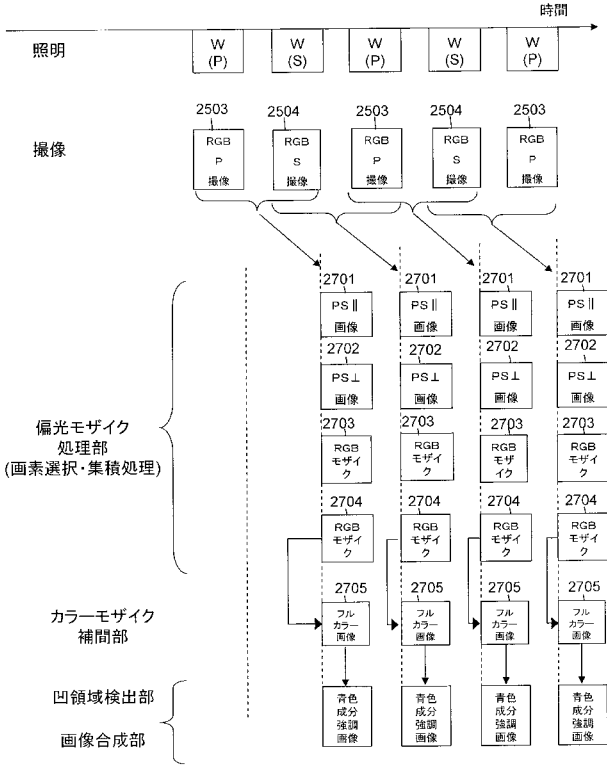
【 図 2 6 】



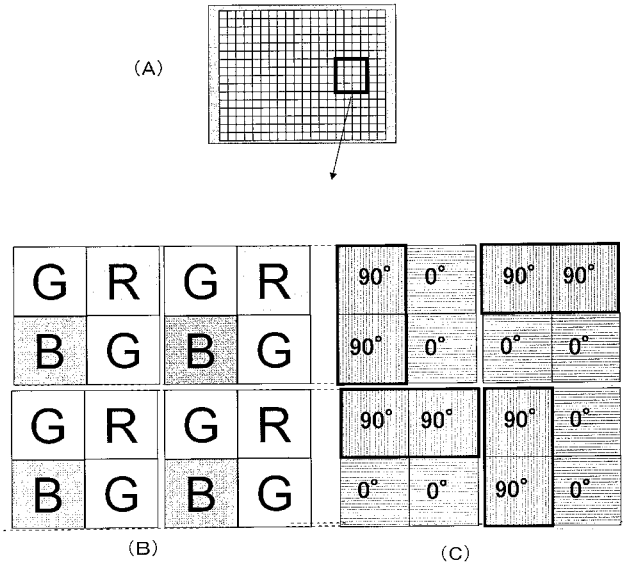
【 図 2 7 】



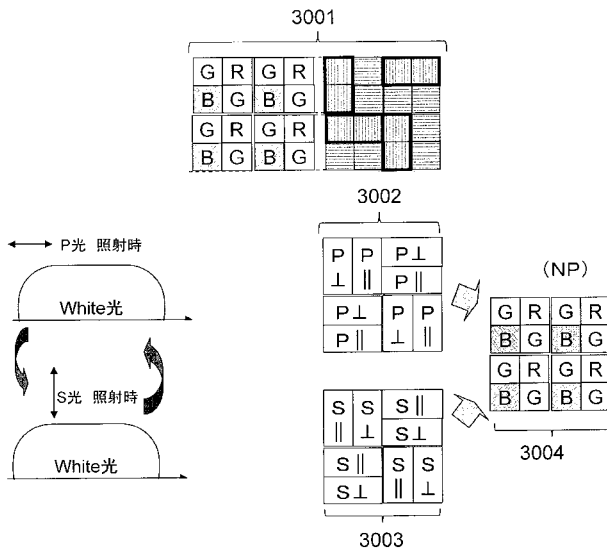
【図 28】



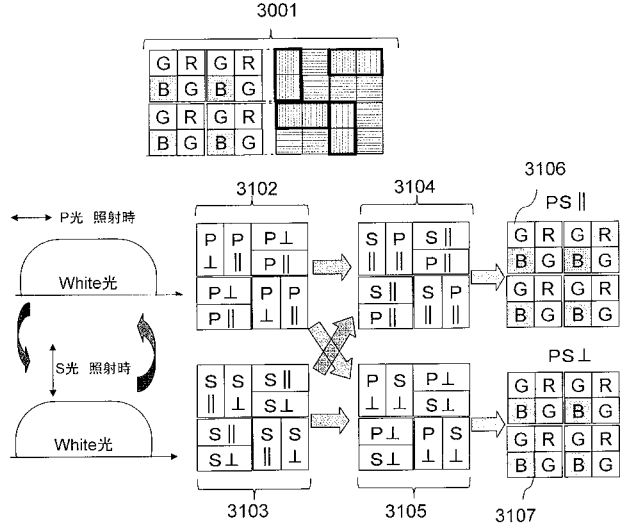
【図 29】



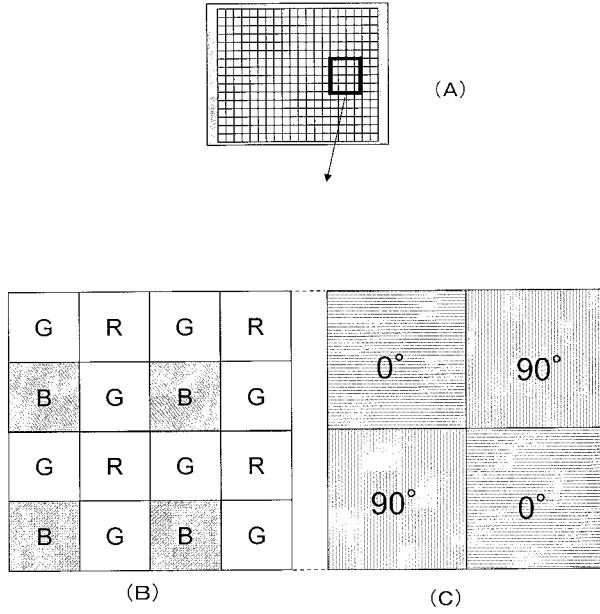
【図 30】



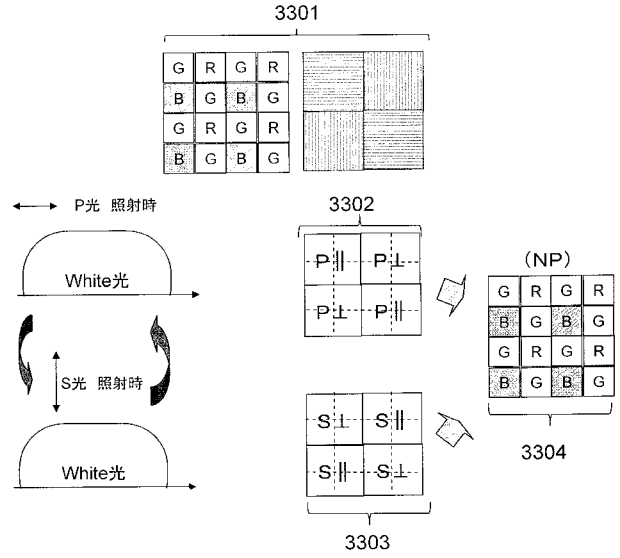
【図 31】



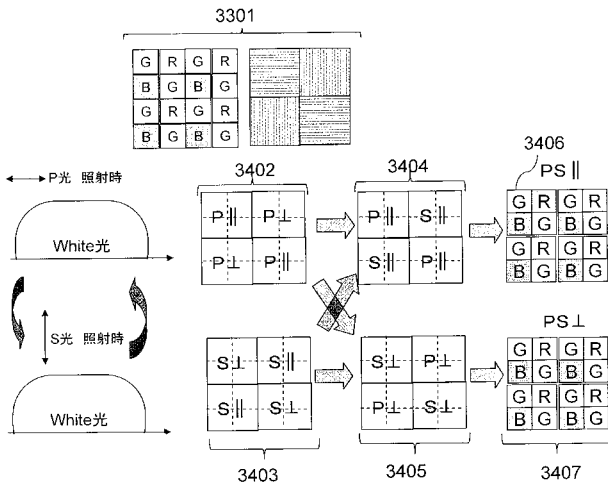
【 図 3 2 】



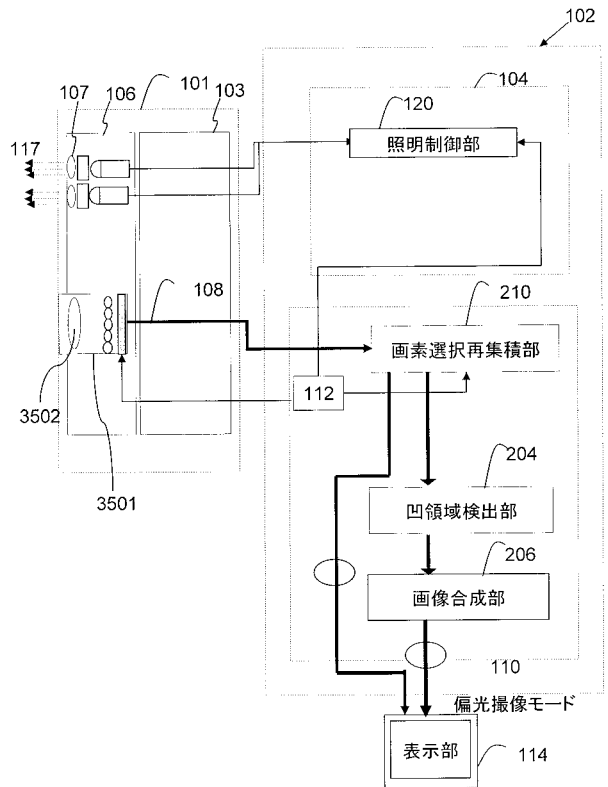
【 図 3 3 】



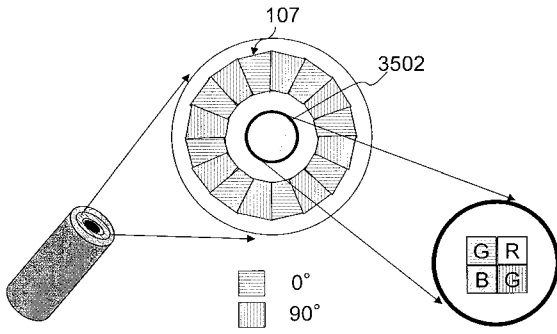
【 図 3 4 】



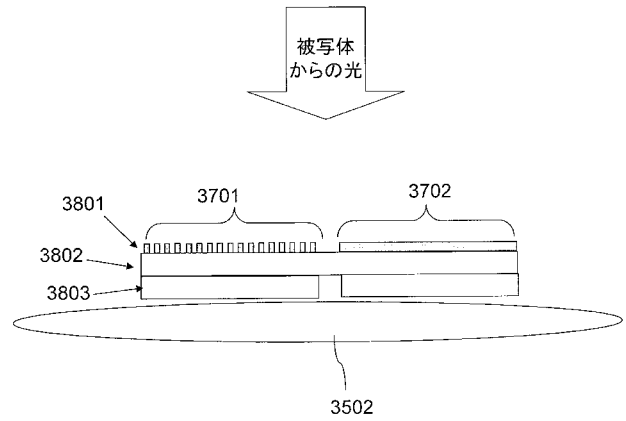
【 図 3 5 】



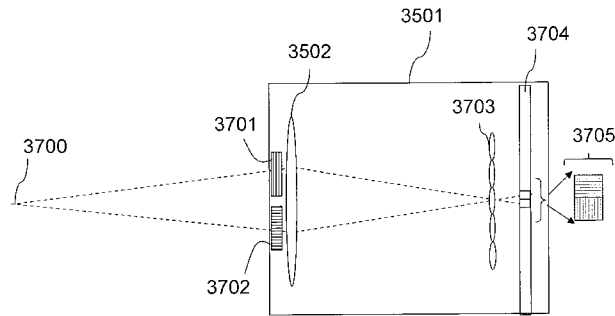
【図36】



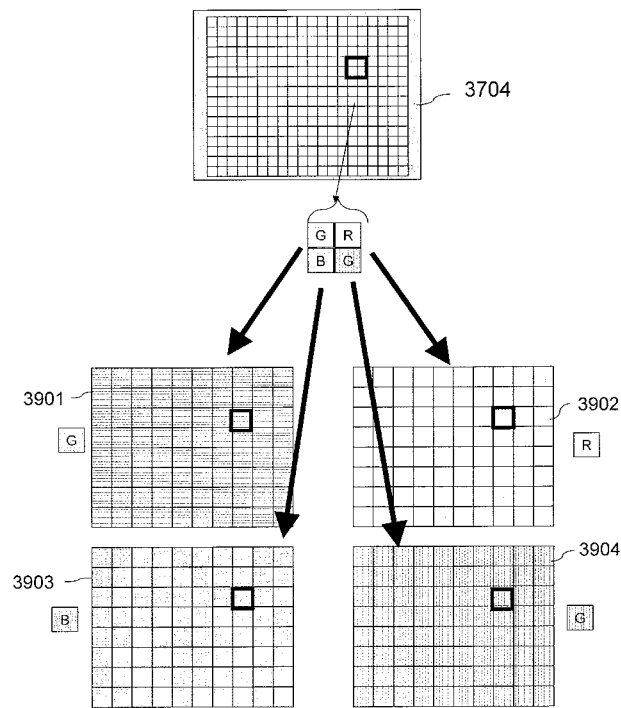
【図38】



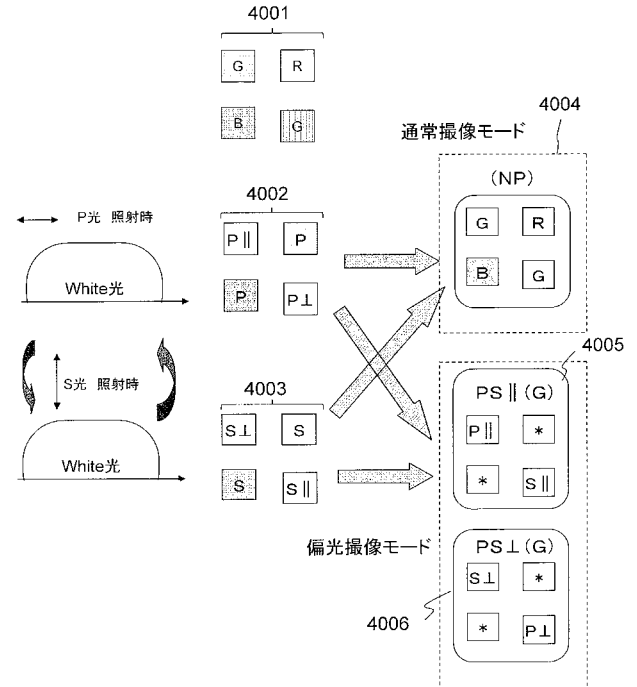
【図37】



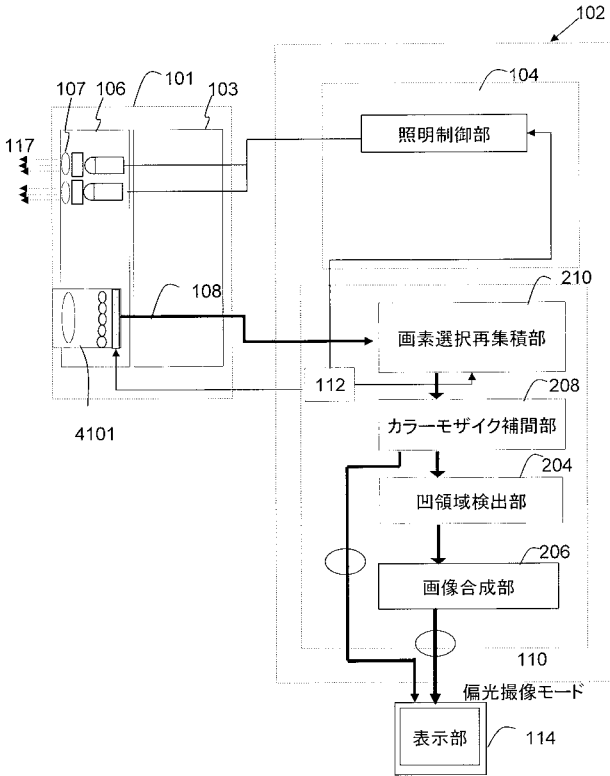
【図39】



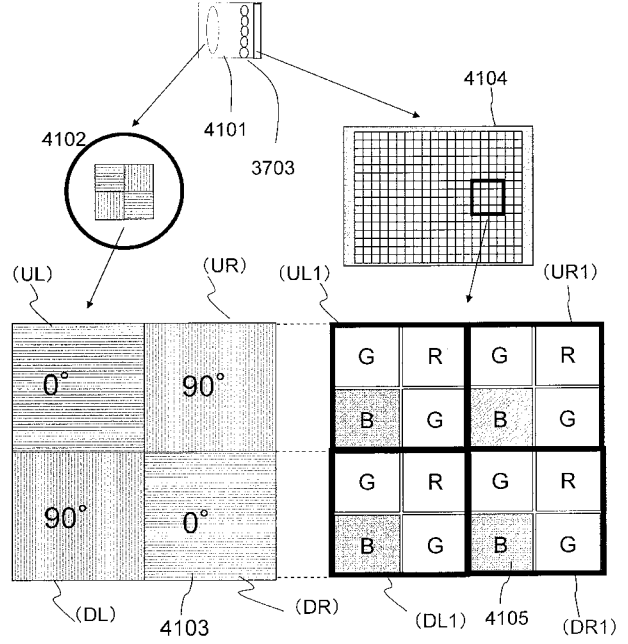
【図40】



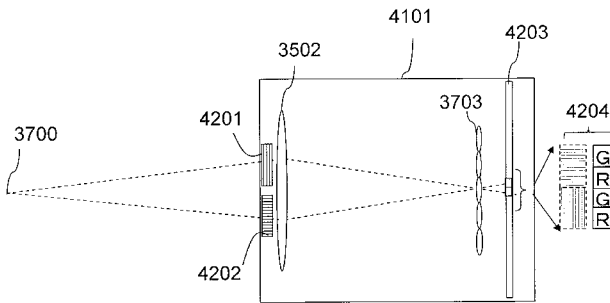
【図4 1】



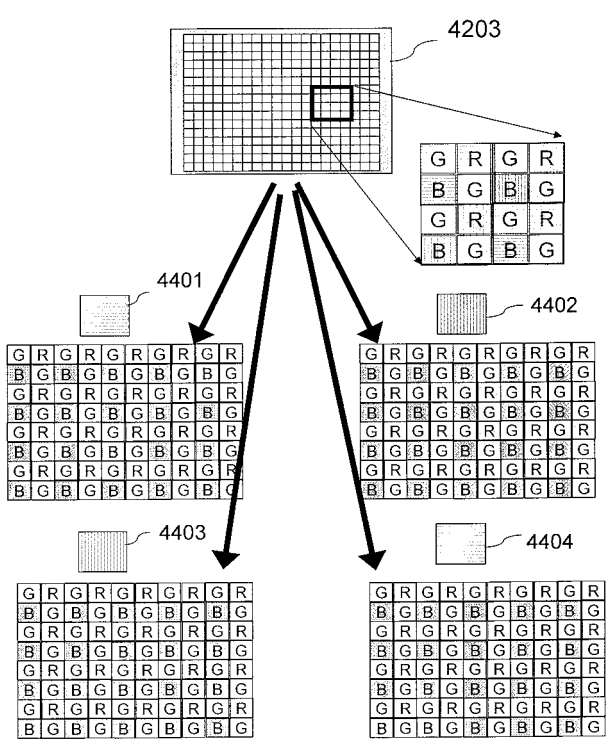
【図4 2 A】



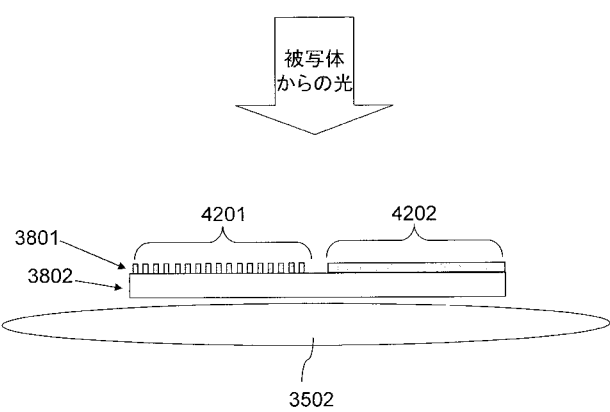
【図4 2 B】



【図4 4】



【図4 3】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2013/005385
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B1/00(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i, A61B1/06(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B1/00, A61B1/04, A61B1/06 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-47588 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 18 February 2003 (18.02.2003), fig. 1 to 3 & US 2003/0040668 A1	1-19
A	JP 2009-246770 A (Fujifilm Corp.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0009] to [0041]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-19
A	JP 2012-45029 A (Fujifilm Corp.), 08 March 2012 (08.03.2012), paragraphs [0147] to [0155], [0172] to [0181]; fig. 13, 14 (Family: none)	1-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 November, 2013 (25.11.13)		Date of mailing of the international search report 03 December, 2013 (03.12.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 0 5 3 8 5									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i, A61B1/06(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00, A61B1/04, A61B1/06											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2013年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2013年	日本国実用新案登録公報	1996-2013年	日本国登録実用新案公報	1994-2013年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2013年										
日本国実用新案登録公報	1996-2013年										
日本国登録実用新案公報	1994-2013年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2003-47588 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003.02.18 図 1-3 & US 2003/0040668 A1	1-19									
A	JP 2009-246770 A (富士フイルム株式会社) 2009.10.22 段落[0009]-[0041]、図 1-3 (ファミリーなし)	1-19									
A	JP 2012-45029 A (富士フイルム株式会社) 2012.03.08 段落[0147]-[0155], [0172]-[0181]、図 13, 14 (ファミリーなし)	1-19									
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 25.11.2013		国際調査報告の発送日 03.12.2013									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 右高 孝幸	2Q 9808								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292									

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ

(72)発明者 金森 克洋

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 今村 典広

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 4C161 CC06 MM03 MM05 NN01 PP12 QQ02 RR04 RR13 RR14 RR22
TT03 TT13 WW02 WW07 WW08

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	图像处理设备和内窥镜		
公开(公告)号	JPWO2014073138A1	公开(公告)日	2016-09-08
申请号	JP2014527398	申请日	2013-09-11
申请(专利权)人(译)	松下IP管理有限公司		
[标]发明人	金森克洋 今村典広		
发明人	金森 克洋 今村 典広		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 A61B1/06		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/00186 A61B1/05 A61B1/0638 A61B1/0646 G02B3/0037 G02B5/201 G02B5/3025		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/04.370 A61B1/06.A		
F-TERM分类号	4C161/CC06 4C161/MM03 4C161/MM05 4C161/NN01 4C161/PP12 4C161/QQ02 4C161/RR04 4C161/RR13 4C161/RR14 4C161/RR22 4C161/TT03 4C161/TT13 4C161/WW02 4C161/WW07 4C161/WW08		
代理人(译)	奥田诚治 Kajiya Bido 三宅明子		
优先权	2012247178 2012-11-09 JP		
其他公开文献	JP5857227B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在实施例中，本公开的图像处理装置在偏振成像模式下，第一照明光处于在第一方向上偏振的状态，并且在与第一方向交叉的第二方向上偏振的状态。在非偏振成像模式下，以第二照明光依次照射被摄体的照明单元，并且第一照明光的波长范围是第二照明光。提供一种照明单元，该照明单元顺序地发射第一照明光和第二照明光，从而具有不与照明光的波长范围重叠的部分。此外，在偏振成像装置中，在偏振成像模式下，当用第一照明光照射被摄体时的第一偏振图像和当用第二照明光照射被摄体时的第二偏振图像。以及一种偏振镶嵌处理部分，当在非偏振成像模式下用非偏振照明光照射被摄体时，该偏振镶嵌处理部分获得非偏振图像。基于第一偏振图像和第二偏振图像中的至少一个来检测被检体表面上的凹入区域，并且形成以强调的方式示出凹入区域的图像。

