

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/175686

発行日 平成28年1月12日 (2016. 1. 12)

(43) 国際公開日 平成25年11月28日 (2013. 11. 28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300D	2H040
A61B 1/04 (2006.01)	A61B 1/04 370	4C161
G02B 23/24 (2006.01)	G02B 23/24 B	5C122
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26	
H04N 5/225 (2006.01)	H04N 5/225 C	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 51 頁)

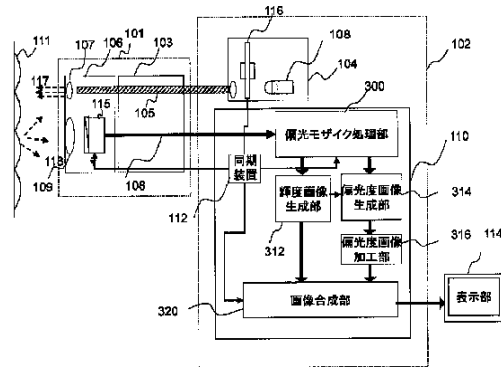
出願番号 特願2013-548518 (P2013-548518)	(71) 出願人 000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(21) 国際出願番号 PCT/JP2013/001675	
(22) 国際出願日 平成25年3月13日 (2013. 3. 13)	
(11) 特許番号 特許第5603508号 (P5603508)	(74) 代理人 100101683 弁理士 奥田 誠司
(45) 特許公報発行日 平成26年10月8日 (2014. 10. 8)	
(31) 優先権主張番号 特願2012-116796 (P2012-116796)	(74) 代理人 100155000 弁理士 喜多 修市
(32) 優先日 平成24年5月22日 (2012. 5. 22)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(74) 代理人 100180529 弁理士 梶谷 美道
	(74) 代理人 100135703 弁理士 岡部 英隆
	(74) 代理人 100125922 弁理士 三宅 章子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像処理装置および内視鏡

(57) 【要約】

本開示の実施形態において、撮像処理装置は、照明光で被写体(111)を照明した状態で偏光画像を取得する撮像素子(115)を含む撮像部と画像処理部(画像プロセッサ110)とを備える。照明光の光軸と撮像素子(115)の光軸とは略同軸の関係形成する。画像処理部は、撮像素子(115)の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部312と、撮像素子(115)の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部(314)と、被写体(111)の表面における凹凸部の凹部で偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する偏光画像加工部(316)と、加工偏光画像と輝度画像とを合成する画像合成部(320)とを備える。



300 Polarization mosaic processing unit
112 Synchronizer
312 Luminance image generation unit
314 Polarization degree image generation unit
316 Polarization degree image editing unit
320 Image synthesis unit
114 Display unit

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

照明光を発生し、前記照明光で被写体を照明した状態で偏光画像を取得する撮像素子を含む撮像部と、
画像処理部と、

を備え、

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成し、

前記画像処理部は、

前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部と、

前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、

前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する偏光画像加工部と、

前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する画像合成部と、

を備える撮像処理装置。

【請求項 2】

前記撮像部は、前記照明光として、順次、異なる色の非偏光の光を発生し、

前記撮像素子は、偏光子アレイと、光電変換素子アレイとを有する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 3】

前記撮像部は、前記照明光として、非偏光の白色光を発生し、

前記撮像素子は、偏光子アレイと、カラーモザイクフィルタアレイと、光電変換素子アレイとを有する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 4】

前記撮像部は、前記照明光として、順次、少なくとも3つの方向に偏光面の向きが異なる偏光光を発生し、

前記撮像素子は、カラーモザイクフィルタアレイと、光電変換素子アレイとを有する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 5】

前記偏光画像加工部は、前記偏光度画像に比べて、前記偏光度画像の前記被写体の表面における前記凹凸部の凹部の輝度を低下させた前記加工偏光度画像を生成する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 6】

前記偏光画像加工部は、色の彩度を前記強調した偏光度に設定し、かつ、色の色相および明度を特定値に設定し、前記色相、彩度、明度の組をHSV空間からRGB空間に変換する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 7】

前記偏光画像加工部は、前記凹凸部の凹部を青暗く表示するように前記加工偏光度画像を生成する、請求項 6 に記載の撮像処理装置。

【請求項 8】

前記偏光度画像生成部は、前記被写体の表面における前記凹凸部での2回反射に起因する偏光、および前記被写体の内部拡散光に起因する偏光の強度の極大位置を、前記被写体の表面における前記凹凸部の凹部として検出する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 9】

前記偏光子アレイは、偏光透過軸の方位が異なる4個の偏光子が2行2列に配列された偏光子単位が行および列状に配列された偏光モザイク構造を有している、請求項 2 または 3 に記載の撮像処理装置。

【請求項 10】

前記偏光度画像生成部は、各偏光子単位における2行2列の対角線上に位置する2個の

10

20

30

40

50

偏光子に対応する画素値の差分の2乗数値に基づいて偏光度を決定する、請求項9に記載の撮像処理装置。

【請求項11】

前記撮像部は、レッド、グリーン、ブルーの各々の非偏光光を時分割で出射し、
前記撮像素子は、可視光波長の全域において、偏光画像を取得できるモノクロ広帯域偏光撮像素子である、請求項2に記載の撮像処理装置。

【請求項12】

前記撮像素子はカラー偏光撮像素子である、請求項3または4に記載の撮像処理装置。

【請求項13】

前記偏光子アレイは、偏光透過軸の方向が異なる金属ワイヤグリッド偏光子の配列である、請求項2または3に記載の撮像処理装置。

10

【請求項14】

前記撮像素子は、前記偏光子アレイよりも前記被写体に近い位置または前記被写体から遠い位置に設けられたマイクロレンズを備えている、請求項2または3に記載の撮像処理装置。

【請求項15】

前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、
光の入射側から順に、前記マイクロレンズアレイ、前記偏光子アレイ、前記カラーモザイクフィルタアレイが配置されている、請求項3に記載の撮像処理装置。

【請求項16】

前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、
光の入射側から順に前記カラーモザイクフィルタアレイ、前記マイクロレンズアレイ、前記偏光子アレイが配置されている、請求項3に記載の撮像処理装置。

20

【請求項17】

前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、
光の入射側から順に前記カラーモザイクフィルタアレイ、前記偏光子アレイ、前記マイクロレンズアレイが配置されている、請求項3に記載の撮像処理装置。

【請求項18】

前記カラーモザイクフィルタアレイの1色のカラーフィルタに相当する画素が、サブ画素構造を有しており、前記サブ画素構造に偏光透過軸の向きが異なる複数の偏光フィルタが対応する請求項15から17のいずれかに記載の撮像処理装置。

30

【請求項19】

前記偏光子アレイの各偏光子は、側面が空気と接している複数の金属ワイヤを有するワイヤグリッド偏光子である、請求項2または3に記載の撮像処理装置。

【請求項20】

前記撮像部は内視鏡である、請求項1から19のいずれかに記載の撮像処理装置。

【請求項21】

前記撮像部はカプセル形状を有する容器におさめられている、請求項20に記載の撮像処理装置。

【請求項22】

前記撮像部は前記照明光を発する光源を内蔵する、請求項1から21のいずれかに記載の撮像処理装置。

40

【請求項23】

請求項1から22のいずれかに記載の撮像処理装置における画像処理部として用いられる画像処理装置であって、

前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部と、

前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、

前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する偏光画像加工

50

部と、

前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する画像合成部と、
を備える画像処理装置。

【請求項 2 4】

請求項 1 から 2 2 のいずれかに記載の撮像処理装置に用いられる内視鏡であって、
照明光を発生し、前記照明光で被写体を照明した状態で偏光画像を取得する撮像素子を含み、

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するように配置されている、内視鏡。

【請求項 2 5】

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するようにして照明光によって被写体を照明した状態において撮像素子が取得した偏光画像のデータに基づいて画像処理を行う画像処理方法であって、

前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、

前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、

前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも 1 つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、

前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する工程と、
を含む、画像処理方法。

【請求項 2 6】

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するようにして照明光によって被写体を照明した状態において撮像素子が取得した偏光画像のデータに基づいて画像処理を行うための画像処理プログラムであって、

前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、

前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、

前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも 1 つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、

前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する工程と、
をコンピュータに実行させる、画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、半透明物体など輝度情報では観察が困難な物質の表面凹凸情報を得ることができる撮像処理装置、および臓器表面観察に使用され得る内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡による撮像は、粘膜で覆われた、生体の臓器器官の壁表面に対して照明を照射して行われる。内視鏡を用いた臓器器官の観察では、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ことが求められる。しかし、内視鏡による観察では、後述するように、被写体の表面の微細な凹凸構造を輝度の陰影でとらえることは難しい。このため、インジゴカルミン溶液などの青色色素液体を被写体である粘膜上に撒布して、青色色素液体が粘膜表面の溝にたまった状態を輝度で観察している。

【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問題も多かった。また、体内で水中撮影を行ういわゆるカプセル内視鏡においては、粘膜上への液体の撒布自体がそもそも不可能である。

【0004】

この課題に対して、偏光照明と偏光撮像を用いた偏光内視鏡の提案があった（特許文献 1～特許文献 4）。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

なお、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が非特許文献 1 に開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 2 4 6 7 7 0 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 0 - 1 0 4 4 2 1 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 2 - 2 4 1 4 0 号公報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 1 0 - 8 2 2 7 1 号公報

10

【 非特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 非特許文献 1 】 Viktor Gruev, Rob Perkins, and Timothy York , " CCD polarization imaging sensor with aluminum nanowire optical filters ", 3 0 August 2 0 1 0 / Vol. 1 8 , No. 1 8 / OPTICS EXPRESS PP. 1 9 0 8 7 - 1 9 0 9 4

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

従来技術では、透明または半透明の粘膜に存在する微細な凹凸部の形状を検出して表示することが難しい。

20

【 0 0 0 9 】

本開示の実施形態は、被写体表面の微細凹凸を検出して表示することができる撮像処理装置、内視鏡、画像処理方法、およびプログラムを提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本開示の撮像処理装置は、照明光を発生し、前記照明光で被写体を照明した状態で偏光画像を取得する撮像素子を含む撮像部と、画像処理部とを備え、照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成し、前記画像処理部は、前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部と、前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも 1 つを補正して加工偏光画像を生成する偏光画像加工部と、前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する画像合成部とを備える。

30

【 0 0 1 1 】

本開示の画像処理装置は、上記の撮像処理装置における画像処理部として用いられる画像処理装置であって、前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部と、前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも 1 つを補正して加工偏光画像を生成する偏光画像加工部と、前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する画像合成部とを備える。

40

【 0 0 1 2 】

本開示の内視鏡は、上記のいずれかの撮像処理装置に用いられる内視鏡であって、照明光を発生し、前記照明光で被写体を照明した状態で偏光画像を取得する撮像素子を含み、照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するように配置されている。

【 0 0 1 3 】

本開示の画像処理方法は、照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するようにして照明光によって被写体を照明した状態において撮像素子が取得した偏光画像のデータに基づいて画像処理を行う画像処理方法であって、前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像

50

を生成する偏光画像生成部と、前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する工程とを含む。

【0014】

本開示の画像処理プログラムは、照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するようにして照明光によって被写体を照明した状態において撮像素子が取得した偏光画像のデータに基づいて画像処理を行うための画像処理プログラムであって、前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する工程とをコンピュータに実行させる。

10

【発明の効果】

【0015】

本開示の実施形態によれば、被写体が透明あるいは半透明であっても、被写体の表面における凹凸部の凹部が視認しやすい画像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1A】半透明凹凸部の鏡面反射による輝度分布を模式的に示す図

【図1B】半透明凹凸部の内部拡散反射による輝度分布を模式的に示す図

20

【図2A】半透明凹凸部での2回反射による偏光を示す図

【図2B】半透明凹凸部での2回反射による偏光度の凹部傾斜角依存性を示す図

【図3A】半透明凹凸部での内部拡散光による偏光を示す図

【図3B】半透明凹凸部での内部拡散光による偏光度の観測角依存性を示す図

【図4】(A)、(B)、(C)、および(D)は、半透明凹凸の偏光度の強調加工方法を説明するための図

【図5】本開示の第1の実施形態を示す図

【図6】第1の実施形態におけるモノクロ広帯域偏光撮像素子のワイヤグリッド偏光子の平面構造を示す図

【図7】第1の実施形態におけるモノクロ広帯域偏光撮像素子のフレーム付ワイヤグリッド偏光子の平面構造を示す図

30

【図8】第1の実施形態におけるモノクロ広帯域偏光撮像素子の円形ワイヤグリッド偏光子の平面構造を示す図

【図9】ワイヤグリッド偏光子($P = 120 \text{ nm}$)のTM透過率と消光比の波長依存性(シミュレーション結果)を示す図

【図10】ワイヤグリッド偏光子($P = 160 \text{ nm}$)のTM透過率と消光比の波長依存性(シミュレーション結果)を示す図

【図11】ワイヤグリッド偏光子($P = 200 \text{ nm}$)のTM透過率と消光比の波長依存性(シミュレーション結果)を示す図

【図12】ワイヤグリッド偏光子($P = 200 \text{ nm}$)で光の入射角 $= 30^\circ$ の場合のTM透過率と消光比の波長依存性(シミュレーション結果)を示す図

40

【図13】ワイヤグリッド偏光子($P = 200 \text{ nm}$)で背景媒質($n = 1.46$)がある場合と無い場合とにおけるTM透過率と消光比の波長依存性(シミュレーション結果)を示す図

【図14】第1の実施形態におけるモノクロ広帯域偏光撮像素子のワイヤグリッド偏光子の断面構造(マイクロレンズが最上層)を示す図

【図15】第1の実施形態におけるモノクロ広帯域偏光撮像素子のワイヤグリッド偏光子の断面構造(マイクロレンズが最上層)を裏面照射型の撮像素子に適用した図

【図16】第1の実施形態におけるモノクロ広帯域偏光撮像素子のワイヤグリッド偏光子の断面構造(ワイヤグリッド偏光子が最上層)を示す図

50

【図17】(A)、(B)、(C)、(D)、および(E)は、第1の実施形態におけるモノクロ広帯域偏光撮像素子の平面偏光モザイク構造の例を示す図

【図18】(A)、(B)、および(C)は、第1の実施形態における画像処理を説明する図

【図19A】第1の実施形態における輝度画像生成部と偏光度画像生成部の計算処理を説明するための図

【図19B】第1の実施形態における偏光度画像加工部の画像処理を説明する図

【図19C】第1の実施形態における偏光度画像加工部による強調処理で使用されるEnhance関数の例を説明する図

【図20】(A)~(F)は、生体粘膜の模擬被写体として半透明レンチキュラー板を用いた凹凸検出強調の実験結果を示す図

【図21】本開示の第2の実施形態を示す図

【図22】(A)、(B)、および(C)は、第2の実施形態に関わるカラー偏光撮像素子のカラー偏光複合モザイク構造を示す図

【図23】(A)および(B)は、偏光処理によるアーティファクトを示す図

【図24】第2の実施形態に関わるカラー偏光撮像素子の断面構造の一例を示す図

【図25】第2の実施形態に関わるカラー偏光撮像素子の断面構造の他の例を示す図

【図26】第2の実施形態に関わるカラー偏光撮像素子の断面構造の他の例を示す図

【図27】第2の実施形態に関わるカラー偏光撮像素子の断面構造の他の例を示す図

【図28】第2の実施形態に関わるカラー偏光撮像素子の断面構造の他の例を示す図

【図29】第2の実施形態に関わるカラー偏光撮像素子の断面構造の他の例を示す図

【図30】本開示の第3の実施形態を示す図

【図31】(A)、(B)、および(C)は、第3の実施形態に関わる偏光回転照明で内部拡散反射光の変動を検出する原理を示す図

【図32】フレネル理論に基づくP波とS波が媒質への侵入する光量と入射角との関係を示す図

【図33】本開示の第3の実施形態に関わる内視鏡先端部の偏光回転照明の偏光板配置を示す図

【図34】本開示の第4の実施形態を示す図

【図35】第4の実施形態に関わる内視鏡先端部の偏光回転照明を示す図

【図36】第4の実施形態に関わる面発光偏光回転照明を示す図

【図37】第4の実施形態に関わる面発光偏光回転照明の画素サイズの条件を示す図

【図38】(A)~(H)は、モノクロ広帯域偏光撮像素子のワイヤグリッド偏光子を製作する方法の一例を示す図

【図39】(A)~(H)は、モノクロ広帯域偏光撮像素子のワイヤグリッド偏光子を製作する方法の他の例を示す図

【図40】(A)~(I)は、モノクロ広帯域偏光撮像素子のワイヤグリッド偏光子を製作する方法の他の例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0017】

本開示によれば、以下の撮像処理装置、画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラムが提供され得る。

【0018】

(項目1)

照明光を発生し、前記照明光で被写体を照明した状態で偏光画像を取得する撮像素子を含む撮像部と、画像処理部とを備え、照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成し、前記画像処理部は、前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部と、前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する偏光

10

20

30

40

50

画像加工部と、前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する画像合成部とを備える撮像処理装置。

【0019】

(項目2)

前記撮像部は、前記照明光として、順次、異なる色の非偏光の光を発し、前記撮像素子は、偏光子アレイと、光電変換素子アレイとを有する、項目1に記載の撮像処理装置。

【0020】

(項目3)

前記撮像部は、前記照明光として、非偏光の白色光を発し、前記撮像素子は、偏光子アレイと、カラーモザイクフィルタアレイと、光電変換素子アレイとを有する、項目1に記載の撮像処理装置。

10

【0021】

(項目4)

前記撮像部は、前記照明光として、順次、少なくとも3つの方向に偏光面の向きが異なる偏光光を発し、前記撮像素子は、カラーモザイクフィルタアレイと、光電変換素子アレイとを有する、項目1に記載の撮像処理装置。

【0022】

(項目5)

前記偏光画像加工部は、前記偏光度画像に比べて、前記偏光度画像の前記被写体の表面における前記凹凸部の凹部の輝度を低下させた前記加工偏光度画像を生成する、項目1に記載の撮像処理装置。

20

【0023】

(項目6)

前記偏光画像加工部は、色の彩度を前記強調した偏光度に設定し、かつ、色の色相および明度を特定値に設定し、前記色相、彩度、明度の組をHSV空間からRGB空間に変換する、項目1に記載の撮像処理装置。

【0024】

(項目7)

前記偏光画像加工部は、前記凹凸部の凹部を青暗く表示するように前記加工偏光度画像を生成する、項目6に記載の撮像処理装置。

30

【0025】

(項目8)

前記偏光度画像生成部は、前記被写体の表面における前記凹凸部での2回反射に起因する偏光、および前記被写体の内部拡散光に起因する偏光の強度の極大位置を、前記被写体の表面における前記凹凸部の凹部として検出する、項目1に記載の撮像処理装置。

【0026】

(項目9)

前記偏光子アレイは、偏光透過軸の方位が異なる4個の偏光子が2行2列に配列された偏光子単位が行および列状に配列された偏光モザイク構造を有している、項目2または3に記載の撮像処理装置。

40

【0027】

(項目10)

前記偏光度画像生成部は、各偏光子単位における2行2列の対角線上に位置する2個の偏光子に対応する画素値の差分の2乗数値に基づいて偏光度を決定する、項目9に記載の撮像処理装置。

【0028】

(項目11)

前記撮像部は、レッド、グリーン、ブルーの各々の非偏光光を時分割で出射し、前記撮像素子は、可視光波長の全域において、偏光画像を取得できるモノクロ広帯域偏光撮像素子である、項目2に記載の撮像処理装置。

50

- 【 0 0 2 9 】
 (項 目 1 2)
 前記撮像素子はカラー偏光撮像素子である、項目 3 または 4 に記載の撮像処理装置。
- 【 0 0 3 0 】
 (項 目 1 3)
 前記偏光子アレイは、偏光透過軸の方向が異なる金属ワイヤグリッド偏光子の配列である、項目 2 または 3 に記載の撮像処理装置。
- 【 0 0 3 1 】
 (項 目 1 4)
 前記撮像素子は、前記偏光子アレイよりも前記被写体に近い位置または前記被写体から遠い位置に設けられたマイクロレンズを備えている、項目 2 または 3 に記載の撮像処理装置。 10
- 【 0 0 3 2 】
 (項 目 1 5)
 前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、光の入射側から順に、前記マイクロレンズアレイ、前記偏光子アレイ、前記カラーモザイクフィルタアレイが配置されている、項目 3 に記載の撮像処理装置。
- 【 0 0 3 3 】
 (項 目 1 6)
 前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、光の入射側から順に前記カラーモザイクフィルタアレイ、前記マイクロレンズアレイ、前記偏光子アレイが配置されている、項目 3 に記載の撮像処理装置。 20
- 【 0 0 3 4 】
 (項 目 1 7)
 前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、光の入射側から順に前記カラーモザイクフィルタアレイ、前記偏光子アレイ、前記マイクロレンズアレイが配置されている、項目 3 に記載の撮像処理装置。
- 【 0 0 3 5 】
 (項 目 1 8)
 前記カラーモザイクフィルタアレイの 1 色のカラーフィルタに相当する画素が、サブ画素構造を有しており、前記サブ画素構造に偏光透過軸の向きが異なる複数の偏光フィルタが対応する項目 1 5 から 1 7 のいずれかに記載の撮像処理装置。 30
- 【 0 0 3 6 】
 (項 目 1 9)
 前記偏光子アレイの各偏光子は、側面が空気と接している複数の金属ワイヤを有するワイヤグリッド偏光子である、項目 2 または 3 に記載の撮像処理装置。
- 【 0 0 3 7 】
 (項 目 2 0)
 前記撮像部は内視鏡である、項目 1 から 1 9 のいずれかに記載の撮像処理装置。
- 【 0 0 3 8 】
 (項 目 2 1)
 前記撮像部はカプセル形状を有する容器におさめられている、項目 2 0 に記載の撮像処理装置。 40
- 【 0 0 3 9 】
 (項 目 2 2)
 前記撮像部は前記照明光を発する光源を内蔵する、項目 1 から 2 1 のいずれかに記載の撮像処理装置。
- 【 0 0 4 0 】
 (項 目 2 3)
 項目 1 から 2 2 のいずれかに記載の撮像処理装置における画像処理部として用いられる 50

画像処理装置であって、前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部と、前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する偏光画像加工部と、前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する画像合成部と、を備える画像処理装置。

【0041】

(項目24)

項目1から22のいずれかに記載の撮像処理装置に用いられる内視鏡であって、照明光を発生し、前記照明光で被写体を照明した状態で偏光画像を取得する撮像素子を含み、照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するように配置されている、内視鏡。

10

【0042】

(項目25)

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するようにして照明光によって被写体を照明した状態において撮像素子が取得した偏光画像のデータに基づいて画像処理を行う画像処理方法であって、前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する工程と、を含む、画像処理方法。

20

【0043】

(項目26)

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するようにして照明光によって被写体を照明した状態において撮像素子が取得した偏光画像のデータに基づいて画像処理を行うための画像処理プログラムであって、前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する工程と、をコンピュータに実行させる、画像処理プログラム。

30

【0044】

従来の輝度カラー画像処理によれば、透明または半透明の凹凸構造を検出することが困難であった。本開示の実施形態による撮像処理装置は、例えば臓器表面の透明または半透明の凹凸構造を検出することができる。

【0045】

図1Aおよび図1Bを参照しながら、透明または半透明の凹凸構造の検出がなぜ輝度画像処理では困難であるかについて、理由を説明する。図1Aおよび図1Bは、胃や腸の臓器表面に形成された凹凸構造の断面を簡略的に示している。胃や腸の表面に存在する多数の溝を有する構造は、一般的には、上に凸のカマボコ状(semi-cylindrical)の形状を有する構造物の繰り返し配列によって構成されていると考えられる。

40

【0046】

内視鏡による観察は同軸照明で行われる。すなわち、被写体に対して略真正面に位置する光源から照明光を照射し、略真正面から撮影が行われる。言い換えると、同軸照明では、光源から発生された光の進行軸(照明光軸)とカメラ光軸(撮影光軸)とが略同軸(光軸がなす角度が15°以下)の関係を形成する。同軸照明の場合において、通常のカラール輝度撮影にて観察できる反射光は大きく2種に分けられる。1つは、図1Aに示すように、表面にて光が反射する鏡面反射光である。もう1つは、図1Bに示すように、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である。

【0047】

鏡面反射光は、照射される光の方向と撮影光軸とが正反射の条件に近い場合に限りて発

50

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。鏡面反射光は、前記の正反射条件から一般に凹凸の凸部にて強く明るく、凹部では弱く暗い。

【0048】

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い。内部反射光では、媒質全体が光り、媒質の厚い凸部において暗く、媒質の薄い凹部において明るくなる傾向がある。

【0049】

以上のことから明らかなように、臓器表面における凹凸の輝度画像は、鏡面反射光と内部拡散光とで反対になる。

【0050】

撮影シーンの中では、上記の2種の反射光がその光量を変えながら重ねあわされる。このため、両者の輝度の差がほぼ拮抗する領域では、凹凸部で輝度の明暗差がほとんど無くなる。そのため、凹凸の検出にとって輝度画像が無効となる。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、たとえば周囲の画素よりも輝度の低い画素を凹部として検出する処理をすると、鏡面反射光が相対的に強い領域と内部拡散反射光が相対的に強い領域との間で凹凸の位置関係にズレを生じてしまう。

【0051】

次に、凹凸の偏光観察を行う場合を説明する。内視鏡による同軸照明による撮影において、偏光情報にて観察できる反射光には大きく2種ある。1つは凹凸の凹部の斜面にて光が2回反射することによって生じる偏光(2回反射偏光)である。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過程で生じる偏光(内部拡散偏光)である。

【0052】

偏光の強度は偏光度にて表現される。フレネル理論では、偏光度は媒質の屈折率、入射角、出射角によって決定される。表面での1回反射光はほとんど偏光しない。

【0053】

図2Aは、凹凸構造における凹部で2回反射が生じる様子を示している。生体表面の溝をモデル化した凸のカマボコ形状の凹部の底部付近の斜面と法線とのなす角度は一定ではなくある分布を有している。しかし、簡単のため、ここでは底部の最大の角度を略45度としている。このとき、入射光は斜面で2回反射して撮影視点に到達する。光が空気と表面媒質との間で2回反射する際に非常に強い偏光を呈する。

【0054】

図2Bは、斜面の傾斜角度と同軸照明の2回反射で観察される光の偏光度との関係を示すグラフである。凹部斜面の傾斜角度が45度のときに2回反射光の偏光度がきわめて大きくなるが、傾斜角度が45°から外れると、偏光度は急激に低くなるのがわかる。このため、表面一面に凹凸が存在した場合、2回反射光の偏光はきわめて強く検出は容易だが、一定の角度関係を満たす一部の局所領域でしか2回反射光が発生しない上、斜面どうしの開き角度が小さい場合などには現象自体が発生しない。よって、2回反射偏光を利用して表面凹凸の凹部を検出することは、人工物である工業製品の検査などにおいては有効であるが、形状が一定しない生体を任意の位置から観察する内視鏡の観察においては、使える情報としては非常に限定的なものになってしまう。

【0055】

図3Aは、表面凹凸を有する媒質で内部拡散反射が生じる様子を示している。入射光は、半透明媒質内部に進入すると媒質内にてさまざまな散乱を受けながら、より下層の粘膜境界面に到達し、そこから反射されて表面から再度放出される。内部拡散光は、媒質内の屈折率が一樣であれば、特定の偏光を有しない。しかし、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は、同軸照明で観察される内部反射光の偏光度が大きくなる。図3Bは、この内部拡散光の偏光度(DOP)と出射角(観測角)との関係を示すグラフである。同軸照明で観察される内部反射光の偏光度は、図3Bに示すように、遮蔽エッジ

10

20

30

40

50

に近いほど大きくなる。そのため、このモデルのように最大傾斜角度が45度では偏光度は小さくなる。しかし、このように弱い偏光の検出は、性能のよい偏光イメージセンサを用いれば、充分に実現可能である。

【0056】

2回反射による偏光と内部拡散反射による偏光との間には、上記のとおり、局所的限定的なものか、大域的なものであるか、また偏光度が大きいか微弱か、という性質のほか、凹凸の向きに対して偏光の振動面が平行になるか垂直になるかという違いも存在する。

【0057】

したがって、2回反射光の強度が強い場合、それに直交する内部拡散反射が消されてしまい観測ができなくなる。本発明者の実験では、被写体となる半透明物体が比較的暗い物質（光の拡散反射率が低い黒や茶色の被写体）の場合には、表面での2回反射が強くなるため、それに直交する内部拡散反射の偏光の観測が困難になる。しかし、この場合は、上記のように、表面には凹凸に伴う明暗の輝度が観測されるため、偏光観測に頼る必要はない。一方で、消化器の粘膜のような明るい半透明物質（光の拡散反射率の高い白と、黄色、ピンク色の被写体）の場合には、内部拡散反射光が多いために輝度の明暗が見えにくくなると同時に、内部拡散による偏光観察が主成分となってくる補完的關係となる。

【0058】

なお、上記内部拡散光の偏光を観察する場合には、撮像系の偏光検出性能が重要になる。偏光イメージセンサの性能評価指標として、消光比（Extinction Ratio）が使われる。本物の消化器粘膜の代用として後述する半透明レンチキュラー板を使った本発明者の実験では、消光比が6:1程度の偏光イメージングカメラを用いた場合には、凹凸の観測が困難であった。しかし、消光比166:1程度の偏光板とカラーカメラの組み合わせの撮像系では、凹凸の観察が十分に可能であった。本開示の実施形態に使用する偏光イメージセンサは、偏光撮像を利用する波長帯において、100:1以上の消光比を有している。

【0059】

次に図4を参照して、実際に検出された凹溝を医師にわかりやすく提示する方法の例を説明する。図4(A)は、凹凸にて検出される前記2種類の偏光光を示している。この2種の偏光光の偏光度は、いずれも、凹部において極大化し、凸部では極小化する。このため、この2種類の偏光光から偏光度画像を生成すると、図4(B)に示すように、偏光度の値が大きい箇所である凹部において偏光度画像が明るく、凸部において偏光度画像が暗くなる。しかし、現在、内視鏡観察において医師が表面凹凸に青色色素撒布を実際に実施した際には、凹部に青い液体がたまって暗くなり凸部では青色液体ははじかれて明るくなっている。このため、この偏光度画像を輝度画像にそのまま重畳しても医師にはわかりづらいものとなる。

【0060】

そこで、実施形態では、偏光度画像に加工を実施する。図4(C)に示すように、偏光度画像の明度を反転する処理をしてから、その偏光度画像と輝度画像とで重み付け加算を実施する。これによって、内視鏡のカラー画像で凹凸が見えない表面に凹部が「暗」、凸部が「明」という輝度の明暗を重ねて表示できることになる。より色素撒布画像に近づける処理をするには、図4(D)に示すように、偏光度画像の色相を青色に設定して明度を高くし彩度を明度で変調する処理を行えばよい。これによって、ちょうど凹部に青色液体が溜まる状態に類似した画像を生成することも可能となる。

【0061】

本開示の実施形態では、透明あるいは半透明の被写体表面において2回反射（鏡面反射）による局所的ではあるが強い偏光度を有する反射光と、透明あるいは半透明の被写体内部の内部拡散光が表面から射出される際の非局所的であるが弱い偏光度を有する反射光の、2種類の反射光を合成した光がちょうど凹凸の凹部において極大になるという性質が利用される。このため、輝度を直接利用する必要がなくなり、明暗変化がほとんど無い領域でも、また反射状態によって明暗と凹凸の關係が異なる場合でも被写体表面の凹凸を検出

10

20

30

40

50

することができる。

【0062】

さらに偏光度画像に対して、その色信号の色相、輝度、明度の少なくとも1属性に加工を施し、加工された偏光度画像と輝度画像とを合成すれば、被写体表面の凹凸を強調表示する画像が得られる。こうすれば、弱い偏光度の画像でも、検出した凹凸を人間に対して判りやすい形で画像上に輝度と重ね合わせて提示することができる。具体的には凹凸の凹部を暗、凸部を明に輝度表示するモードとインジゴカルミンなどの青色色素液体を撒布したのと類似の状態にするように凹凸の凹部を青色、凸部を白色に輝度表示するモードを備える。

【0063】

以下、本開示の実施形態をより詳細に説明する。後述する4つの実施形態の概略は、以下のように整理され得る。本開示は、これらの実施形態に限定されない。

第1の実施形態：

照明光はR、G、Bの色を有する非偏光の光であり、時分割で色の異なる光で被写体が照射される。撮像素子には偏光子アレイが設けられているが、カラーモザイクフィルタは設けられていない。

第2の実施形態：

照明光は非偏光の白色光である。撮像素子には偏光子アレイおよびカラーモザイクフィルタが設けられている。

第3の実施形態：

照明光は白色光の偏光光であり、偏光面の向きが異なる偏光光を時分割で被写体に照射する。内視鏡の先端部で偏光照明が形成されるが、光源は、内視鏡の先端部には設けられていない。撮像素子にはカラーモザイクフィルタが設けられているが、偏光子アレイは設けられていない。

第4の実施形態：

照明光は白色光の偏光光であり、偏光面の向きが異なる偏光光を時分割で被写体に照射する。内視鏡の先端部に光源が設けられている。撮像素子にはカラーモザイクフィルタが設けられているが、偏光子アレイは設けられていない。

【0064】

(第1の実施形態)

図5は、本開示の実施形態1における撮像処理装置の全体構成を模式的に示す。本撮像処理装置は、内視鏡101と、制御装置102と、表示部114とを備える。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。

【0065】

制御装置102は、光源部104と画像プロセッサ110とを備える。光源部104内には、キセノン光源、ハロゲン光源、あるいはLED光源などによるランプ108が備えられている。ランプ108から発した白色非偏光の光は、回転するRGBフィルタを有するカラーホイール116を通過する。その結果、Rレッド、Gグリーン、Bブルーの面順次光が形成され、ライトガイド105を経由して先端部106に導かれる。こうして、被写体にR、G、Bの色が順次切り替わる非偏光の照明光117で凹凸のある半透明被写体111を照射する。被写体111からの反射光113は、撮影レンズ109を通過してモノクロ広帯域偏光撮像素子115上に結像する。

【0066】

同期装置112は、カラーホイール116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。撮像によって得られた映像信号は、映像信号線108を経由して画像プロセッサ110に到達する。

【0067】

10

20

30

40

50

以上の処理を R、G、B の色が切り替わる面順次方式で実施してカラー撮像と偏光撮像を実施する。

【0068】

次に、モノクロ広帯域偏光撮像素子 115 の構成と、画像プロセッサ 110 による特徴的な画像処理によって図 4 で説明した処理がいかにも実現されるかを説明する。

【0069】

図 6 は、モノクロ広帯域偏光撮像素子 115 の撮像面の構成例を示す図である。図 6 に示すように撮像面には、画素が行および列状に規則的に配列されている。

【0070】

本実施形態では、照明光の色が R、G、B の間で順番に変化するために、撮像面上にはカラーモザイクフィルタは設置されない。このため、本実施形態における撮像素子 115 はモノクロ撮像素子であるが、RGB の各波長帯域において感度を有するよう構成されている。また、偏光撮像がこの広い波長帯で可能なように偏光子も可視光帯域で十分な性能を有する。例えば波長 400 nm ~ 800 nm の帯域において、偏光子の消光比が 100 : 1 以上であり得る。本実施形態では、特定波長の狭い帯域のみで偏光特性を呈する偏光子を使用する代わりに、金属ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 を採用している。

【0071】

金属ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 の具体的配置例の一部が図 6 に拡大して示されている。この例では、2 × 2 の画素ブロックに偏光透過軸を 45° ずつ回転させた金属ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d が配列されている。この 2 行 2 列の金属ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d からなるブロックが周期構造の 1 つの単位を形成している。本明細書では、一定の方向に金属ワイヤが平行に並んだワイヤのグリッドを 1 個の「金属ワイヤグリッド偏光子」と称し、複数の金属ワイヤグリッド偏光子が面内に配列された構造を全体として「金属ワイヤグリッド偏光子アレイ」と称する。

【0072】

後述するように、この金属ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 は、撮像素子の最上面から下層までの間の任意のレベルに配置され得る。撮像面に垂直な方向から見たとき、画素の各々に割り当てられる個々の金属ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d は、画素の外縁よりも若干の余裕度だけ内側に後退して領域内に配置されている。1 画素が一辺の長さ $D = 3 \sim 4 \mu\text{m}$ の正方形であるとすると、余裕度は、例えば $0.2 \mu\text{m} = 200 \text{ nm}$ 以上に設定され得る。ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d を構成する複数の金属ワイヤの各々の幅 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。本実施形態では、後述するように $L = S = 0.1 \mu\text{m} = 100 \text{ nm}$ に設定している。 $L = 0.2 \mu\text{m} = 200 \text{ nm}$ の場合、各ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d を構成する金属ワイヤの本数は、金属ワイヤの方向によって異なり、金属ワイヤの方向が 0° と 90° の場合には、金属ワイヤの本数は 17 本であり、 45° と 135° の場合には 23 本（いずれも奇数）である。このため、撮像面に垂直な方向から見たとき、各画素の中心はかならずワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d のいずれかによって覆われている。また、ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d の各々において、中心のワイヤを基準にすると、その両側に位置するワイヤは、中心のワイヤに対して線対称に配列されている。

【0073】

図 7 および図 8 は、それぞれ、ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 における一組の偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d の別の配置例を示している。いずれの例でも、 $2 \times 2 = 4$ 個のワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d が周期構造の 1 単位を形成し、4 個のワイヤグリッド偏光子アレイ 200 a、200 b、200 c、200 d の金属ワイヤの方向が 45° ずつ回転した関係を有している。

【0074】

10

20

30

40

50

図7の例では、各ワイヤグリッド偏光子アレイ200a、200b、200c、200dの周囲に金属のフレームを設けることにより、ワイヤグリッド偏光子を構成する個々のワイヤが高い場合の倒れを防止することができる。

【0075】

図8の例では、各ワイヤグリッド偏光子アレイ200a、200b、200c、200dを構成する金属ワイヤの本数が金属ワイヤの方向によらず一定である。

【0076】

金属ワイヤグリッド偏光子アレイ200a、200b、200c、200dは、一般的なワイヤグリッド偏光子で使われているAl（アルミニウム）から形成され得るが、他の金属から形成されていてもよい。ワイヤグリッド偏光子アレイ200a、200b、200c、200dを構成する金属ワイヤの寸法は、可視光での動作を行うためサブ波長領域にある。金属ワイヤグリッド偏光子アレイ200を正面から見たときの金属ワイヤの幅、および、金属ワイヤの間隔を、それぞれ、「ライン幅」および「スペース幅」と呼ぶことにする。また、金属ワイヤグリッド偏光子アレイ200を側面から見たときの金属ワイヤの厚さを、「高さ」と呼ぶことにする。ライン幅、スペース幅、および高さは、それぞれ、100、100、および100nm程度以下に設定され得る。

【0077】

表1に、アルミニウム製ワイヤグリッド偏光子の寸法による性能の違いを示す。

【0078】

【表1】

ピッチP	高さH	TM透過率	消光比
120nm (L60/S60)	130nm	80%	1000:1以上
160nm (L80/S80)	130nm	80%	100~1000:1
200nm (L100/S100)	120nm	70-80%	100:1以上

【0079】

表1に示す数値は、本発明者のシミュレーション実験から得られた。ワイヤグリッド偏光子のライン幅Lとスペース幅Sを同じ幅とした場合、ピッチ $P = (L + S)$ および高さHを表1に示す値に設定すると、100:1以上の消光比が得られることがわかる。

【0080】

図9から図11は、 $P = 120$ 、 160 、 200 nmとした場合のワイヤグリッド偏光子のTM透過率（TM Transmittance）および消光比（Extinction Ratio）の波長依存性を示すシミュレーション結果である。ピッチ $P = 120$ nmのとき、最も性能が高くなるが、 $P = 200$ nmでも $H = 110$ nm以上とすることによって消光比100:1をほぼ全可視光範囲で得られることが判明した。

【0081】

次に、ワイヤグリッド偏光子の斜入射特性につき説明する。

【0082】

図12は、 $P = 200$ nmのワイヤグリッド偏光子に 30° の入射角で平行光が入射した場合のシミュレーション結果を示している。図11と図12との比較により、波長400nm付近でTM透過率、消光比とも低下が見られる。この低下はPが十分小さい場合には比較的軽微である。ワイヤグリッド偏光子に垂直に光を入射させると、このような低下は見られない。

【0083】

次に、ワイヤグリッド偏光子の背景媒質の影響につき説明する。

【0084】

図13は、背景媒質の屈折率 n を1.46（ SiO_2 など）とした場合と1.0（空気）にした場合における消光比の波長依存性を示すグラフである。図13のグラフは、上から $P = 120$ 、 180 、 200 nmにおけるシミュレーション結果を示している。図13にお

10

20

30

40

50

ける「A l i n t h e a i r」はワイヤが空気に囲まれている例を示し、「A l i n t h e m e d i u m」はワイヤが背景媒質によって囲まれている例を意味する。ここで注目されるのが消光比の違いが1桁程度もあることある。ワイヤグリッド偏光子は屈折率が高い媒質中に埋められるよりも、空気中に置かれた方が高い消光比を実現できる。これは媒質中では光の波長が $1/n$ になるため、媒質中に設置された金属構造が波長に比較して相対的に大きく見えるため、サブ波長素子としての条件を満足できなくなるためと想像される。

【0085】

非特許文献1によると、 $P = 140 \text{ nm}$ 、 $H = 70 \text{ nm}$ で消光比はG、Rの各波長でそれぞれ44:1、Rで30:1であった。この数値はワイヤグリッド偏光子単独のシミュレーション結果から見ると1桁以上低下している。したがって、ワイヤグリッド偏光子を撮像素子に実際に装着すると、その性能が劣化することが予想される。性能劣化を引き起こす主要な原因は、画素間クロストークである。そこで本実施形態においては、まずワイヤグリッド偏光子の基本性能を向上させるとともにワイヤグリッド偏光子から撮像素子のフォトダイオード(PD)までの距離は2~3 μm 程度にする。

10

【0086】

図14は、本実施形態におけるモノクロ広帯域偏光撮像素子115の1画素に相当する部分の断面構造を示す図である。撮像素子は、種類が限定されず、CMOS型、CCD型などであり得る。

20

【0087】

入射光は、図14における撮像素子の上方に設置される対物レンズ(図示せず)から撮像面に到達する。最上面にはマイクロレンズ210が設置される。このマイクロレンズ210の役割は光の効率的なPD220への集光であるが、同時に斜め入射光の光路をまげて垂直に近い角度にするもので、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。同時にワイヤグリッド偏光子アレイ200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。

【0088】

マイクロレンズの下には平坦化層があり、その下層にワイヤグリッド偏光子アレイ200が設置されて45°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される。ここで、ワイヤグリッド偏光子アレイ200は、図14に示すように、金属ワイヤの隙間からなる中空構造を有している。各金属ワイヤは、隙間を充填する屈折率がほぼ1の空気と接しているため、高い消光比が実現され得る。

30

【0089】

ワイヤグリッド偏光子アレイ200が上方に位置するほど、中空構造を作りやすいため、マイクロレンズ210の次の下層に設置される。ワイヤグリッド偏光子アレイ200の下層には、平坦化層230aと配線層250がある。光の透過部分には配線が設けられていないため、入射光は配線に遮光されることなく、その下層にあるPD220に到達する。一般に撮像素子では、マイクロレンズからPDまでの距離を短くする低背化が重要である。偏光撮像素子の場合も同様であり、マイクロレンズ210からPD220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。本実施形態においては、偏光における画素間クロストークの原因となるワイヤグリッド偏光子アレイ200からPD220までの距離(深さD)を2~3 μm 程度に設定している。

40

【0090】

ワイヤグリッド偏光子アレイ200では、金属ワイヤが延びる方向に対して垂直な方向に電場が振動する電磁波(TM波)の透過率が高いが、金属ワイヤが延びる方向に対して平行な方向に電場の振動する電磁波(TE波)の透過率は低い。このため、TE波はワイヤグリッド偏光子アレイ200で反射され、反射光が迷光となり、性能劣化の原因となる。これを回避するためには、ワイヤグリッド偏光子アレイ200を複数の層に積層し、反射光を積層された構造中で吸収するように構成することが有効である。

50

【 0 0 9 1 】

図 1 5 は、おなじくモノクロ広帯域偏光撮像素子 1 1 5 の撮像面の断面構造の他の例を示す図である。この例における撮像素子 1 1 5 は、いわゆる裏面照射型である。上層からマイクロレンズ 2 1 0 ・ワイヤグリッド偏光子アレイ 2 0 0 ・PD (2 2 0 という順番は同じであるが、配線層 2 5 0 が PD 2 2 0 の上に存在しないため一層の低背化が実現され、撮像素子 1 1 5 の感度が向上する利点がある。さらにワイヤグリッド偏光子 - PD 間距離 D もきわめて短くできる。図 1 6 は、おなじくモノクロ広帯域偏光撮像素子 1 1 5 の撮像面の別の断面構造を示す図である。この例における撮像素子 1 1 5 は、光の入射側の上層から、ワイヤグリッド偏光子アレイ 2 0 0 、マイクロレンズ 2 1 0 、PD 2 2 0 という順番の構成をとる。この構成は、テレセントリック光学系などを用いて撮像素子 1 1 5 には斜め入射がないような状態で使う場合の偏光撮像素子を想定したものである。ワイヤグリッド偏光子アレイ 2 0 0 を最上層に配置することで中空型の構造を作る必要がなくなる利点がある。

10

【 0 0 9 2 】

図 1 7 は、モノクロ広帯域偏光撮像素子 1 1 5 の撮像面において、0 °、4 5 °、9 0 °、1 3 5 °という異なる 4 つの角度で特定される偏光子の偏光モザイク配列の例を示す平面図である。図 1 7 (A) および (B) は、それぞれ、偏光モザイク配列の周期構造を規定する単位が 2 × 2 = 4 個の偏光子から構成される例を示している。一方、図 1 7 (C) および (D) は、それぞれ、偏光モザイク配列の周期構造を規定する単位が 2 × 4 = 8 個の偏光子から構成される例を示している。偏光子の 4 つの角度は、図 1 7 (E) の座標に示すように、ワイヤグリッド偏光子のワイヤの向き (方位角) で定義される。

20

【 0 0 9 3 】

これらの偏光モザイク配列では、それぞれの単位を上下左右に並べて平面が埋め尽くされ得る。このような偏光モザイク配列によれば、接する 2 × 2 個の偏光子の中に必ずワイヤの向きが異なる 4 種類のワイヤグリッド偏光子が存在する。

【 0 0 9 4 】

なお、臓器からの反射光の偏光度は、極めて微弱なため、本実施形態では、偏光撮像素子 1 1 5 の消光比性能を向上させている。偏光撮像素子 1 1 5 の性能を最大限まで高めるための偏光キャリブレーション処理を実施してもよい。

30

【 0 0 9 5 】

この偏光キャリブレーション処理は、以下のようにして行われ得る。

【 0 0 9 6 】

偏光撮像素子を用いて、完全拡散板などの偏光度が 0 に近い標準被写体を撮影した偏光画素構造レベルの画像データを蓄積しておく。実際の観察時点では、画素構造レベルで観測された画素値 I_0 を、事前に完全拡散板で観測された画素値 I_W を使って以下の式 1 で示される除算を実施する。この処理は、以下に説明する図 5 の偏光モザイク処理部 3 0 0 において観測時にリアルタイムに実施されてもよいし、撮像素子 1 1 5 自身内部の電子回路で処理されてもよい。これによって偏光撮像素子 1 1 5 の各偏光画素の有する輝度や偏光特性のばらつきやオフセット等が補正され、微弱な偏光度を正確に観測することができる効果をも有する。観測される偏光度 DOP が 0 . 0 5 程度の場合には、撮像素子 1 1 5 の偏光特性のばらつきやオフセット値に対して信号が微弱となる。しかし、この偏光キャリブレーション処理によって鮮明な表面凹凸画像を得ることが可能になる。

40

【 数 1 】

$$I_i = K \times \frac{I O_i}{I W_i} \quad (i=0,1,2,3) \quad (式 1)$$

ここで、K は定数を示し、0、° 4 5 °、9 0 °、1 3 5 °における観測輝度をそれぞれ $I O_0$ 、 $I O_1$ 、 $I O_2$ 、 $I O_3$ 、事前に観測された完全拡散板などの観測輝度を $I W_0$ 、 $I W_1$ 、 I

50

W_2 、 $I W_3$ としている。

【0097】

上述のモノクロ広帯域偏光撮像素子115で撮影された映像信号は、次に図5の偏光モザイク処理部300に入力される。偏光モザイク処理部300では、撮像素子115からの画像の読み出しと面順次に取得された画像を、後段の画像処理のため、RGBカラー画像に整えてバッファに蓄積する。また、偏光モザイク処理部300は、図17を参照して説明した各種のモザイク配列に基づいて、画像平面内のどの場所においても4種類の偏光画素値 I_0 、 I_1 、 I_2 、 I_3 を出力する。

【0098】

図18を参照して、この偏光モザイク処理部300、輝度画像生成部312、偏光度画像生成部314の処理を説明する。図18(A)に、 2×2 単位の偏光モザイクの仮想的な中心画素位置1801を示す。4種の異なる向きの偏光子で観測された輝度値を I_0 、 I_1 、 I_2 、 I_3 とし、これらの値は上記の中心画素位置1801にて取得されたものとみなして処理をする。

【0099】

図5の輝度画像生成部312は、観測後、上記のキャリブレーション処理された4個の偏光画素値 I_0 、 I_1 、 I_2 、 I_3 を平均する。こうして、偏光成分がキャンセルされたカラー輝度値を取得する。カラー輝度値は、色毎に決定された輝度 Y をカラー成分として含む。以下の説明では、輝度 Y はR、G、Bなどのカラー成分の1つを表す。 0° 、 45° 、 90° 、 135° における観測輝度をそれぞれ I_0 、 I_1 、 I_2 、 I_3 とすると、平均値である非偏光輝度 Y_{AVE} は、以下の式2によって算出される。

【数2】

$$Y_{AVE} = \frac{1}{4}(I_0 + I_1 + I_2 + I_3) \quad (\text{式2})$$

【0100】

本明細書における「輝度画像」とは、R成分、G成分、B成分が合成されたカラー画像を示すものとする。従って、R、G、Bの3つのカラー成分について式2によって算出された輝度を、3つのカラー成分について合算することにより、輝度画像が得られる。

【0101】

図5の偏光度画像生成部では、4個の画素値の変動を余弦関数にフィッティングする。偏光透過軸は、ワイヤグリッド偏光子のワイヤに対して直交している。この偏光透過軸の方位角を ψ_1 とすると、4個の画素値の輝度変動 $Y(\psi_1)$ は、平均輝度 Y_{AVE} 、位相 ψ_0 、振幅 A_1 を変数として、以下の式3で表現される。この式3で表される余弦関数の例が図18(C)に示される。

【数3】

$$Y(\psi_1) = Y_{ave} + A_1 \cos(2(\psi_1 - \psi_0)) \quad (\text{式3})$$

【0102】

図18(B)は、偏光度画像生成部314で実行される演算を説明する図である。偏光度画像生成部314では、図18(B)に示されるように、2つの対角差分値 $(I_0 - I_2)$ および $(I_1 - I_3)$ が計算される。これらの対角差分値を用いると、振幅 A_1 は以下の式4で得られる。

【数4】

$$A_1 = \frac{1}{2\sqrt{(I_0 - I_2)^2 + (I_1 - I_3)^2}} \left[(I_0 - I_2)^2 + (I_1 - I_3)^2 \right] \\ = \frac{\sqrt{(I_0 - I_2)^2 + (I_1 - I_3)^2}}{2} \quad (\text{式4})$$

10

20

30

40

50

【 0 1 0 3 】

以下の式 5 を用いると、偏光度 D O P (Degree of Polarization) は、以下の式 6 で求められる。

【 数 5 】

$$\begin{aligned} Y_{\max} &= Y_{AVE} + A_I \\ Y_{\min} &= Y_{AVE} - A_I \end{aligned} \quad (\text{式 5})$$

【 数 6 】

$$DOP = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{Y_{\max} + Y_{\min}} \quad (\text{式 6})$$

10

【 0 1 0 4 】

D O P は、図 1 8 (A) に示される中心画素位置 1 8 0 1 に 1 つの値が与えられる。撮像面内における多数の中心画素位置 1 8 0 1 の各々で D O P が求められる。この D O P をデジタル値として各画素に割り当てて画像としたものが偏光度画像である。D O P の値を 8 ビットで表現する場合、偏光度 = 0 (最低) ときの画素値が 0、偏光度 = 1 (最高) のときの画素値が 2 5 5 をとるモノクロ画像によって偏光度画像が表現される。

【 0 1 0 5 】

20

偏光度の計算は、図 1 8 (B) で示す 2 × 2 画素単位での対角差分値が基本的になる。この演算は、隣接画素との差分演算であるため、ノイズに弱い。その結果、偏光度画像上にモアレなどのアーティファクトが発生することがよくある。これを防ぐために、偏光度計算をする前段階で画像の最高周波数 (空間周波数の最高値) を下げてもよい。具体的には、広帯域偏光撮像素子 1 1 5 で撮像された全解像度の画像に対してローパスフィルタ処理を実施してもよい。ローパスフィルタ処理は、光学的にはなく画像処理によって行うことができる。あるいは、最大解像度を使用せず、2 × 2 単位画素を仮想的な 1 画素の単位として全体の画像サイズを 1 / 2 × 1 / 2 にしてもよい。

【 0 1 0 6 】

30

図 1 9 A は、輝度画像生成部 3 1 2 と偏光度画像生成部 3 1 4 における計算をリアルタイム処理するための構成例を示すブロック図である。偏光モザイク処理部 3 0 0 から輝度画像生成部 3 1 2 に入力された 4 種の画素値 I_0 、 I_1 、 I_2 、 I_3 は、まず輝度画像生成部 3 1 2 で加算平均される。輝度画像生成部は、加算平均によって得た Y_{AVE} を出力する。また 2 種の対角位置の画素値 (I_0 、 I_2) および (I_1 、 I_3) は、偏光度画像生成部に入力される。偏光度画像生成部 3 1 4 では、前述した 2 つの対角差分値 ($I_0 - I_2$) および ($I_1 - I_3$) に基づいて、計算回路によって振幅 A_I が算出される。この計算は、式 4 に従って実行される。

【 0 1 0 7 】

40

最後に Y_{AVE} と A_I とから、(式 5) (式 6) を計算する処理を経て、偏光度 D O P が算出される。

【 0 1 0 8 】

なお、ここで述べたブロック図の処理は、本実施形態における画像プロセッサ 1 1 0 内で専用ハードウェアまたは高速ソフトウェアにて実施され得る。しかし、偏光撮像素子 1 1 5 が、このブロックで示した計算回路を含んでいてもよい。そのような計算回路を偏光撮像素子 1 1 5 が備える場合、その偏光撮像素子から通常のカラ画像 (輝度画像) と偏光度画像とを、同時または選択的に出力させることもできる。制御信号線を介して偏光撮像素子 1 1 5 に制御信号を入力し、あるモードでは通常のカラ画像を出力させ、他のモードでは偏光度画像を出力させることができる。

【 0 1 0 9 】

図 1 9 B は偏光度画像加工部での処理を説明する図である。

50

【 0 1 1 0 】

図 4 を参照して説明したように、本実施形態では、生成された偏光度画像を人間にとって見易い画像として医師に提示するための特殊な加工を施す。従来、偏光度画像処理の結果は擬似カラー表示されることが多かった。たとえば、(式 3) で示される余弦関数にフィッティングして得られる DOP と DOP を、擬似色信号の色相と彩度に割り当てることが知られている。しかし、この表示は、偏光情報のビジュアライゼーション手法に過ぎない。一方、本実施形態では、表面凹凸の強調による人間に見易い画像への加工を 2 つの手法で実現する。

【 0 1 1 1 】

(1) 輝度モード

輝度モードでは、通常のカラ－輝度画像に対して、凹部を暗く、凸部を明るく強調して表示する。凹部が暗く、凸部が明るい画像 (強調画像) をカラ－輝度画像 (基準画像) と重畳して表示しても良いし、強調画像と基準画像とを個別に切り替えて表示してもよい。凹部が暗く、凸部が明るい画像は、偏光度画像から作成される。

10

【 0 1 1 2 】

偏光度を強調した後に反転する処理を偏光度画像に対して行えば、強調画像を得ることができる。この処理は、以下の式 7 に従って実行され得る。

【 数 7 】

$$DOP1 = 1 - Enhance(DOP) \quad (\text{式 7})$$

20

ここで $Enhance$ 関数は入力を線形、非線形に強調する関数である。この処理の結果得られる $DOP1$ は、 R 、 G 、 B 成分を有するカラ－画像であるが、 R 、 G 、 B 成分の大きさが等しいため、グレイ画像と言える。

【 0 1 1 3 】

図 19 C は、上記の $Enhance$ 関数の例を示している。8 bit 信号で表現された偏光度 DOP がおなじく 8 bit 信号の偏光度 $DOP1$ に強調される。図 19 C の例では、直線的なゲインアップが行われるが、 $Enhance$ 関数の形は任意である。半透明被写体の表面凹凸を観測するため、内部拡散光の微弱な偏光を偏光度画像として見える状態にまで強調する。 $Enhance$ 関数のゲインは、例えば 50 倍程度に設定され得る。

30

【 0 1 1 4 】

(2) 青色色素モード

青色色素モードでは、凹部をインジゴカルミン液が溜まった状態のように青暗く、凸部をカラ－画像のままに表示する。この処理は偏光度を強調した後に HSV カラ－処理をして加工することによって実現される。この処理は、例えば、以下の式 8 に従って行われ得る。

【 数 8 】

$$DOP2 = HSV2RGB(Blue_hue, Enhance(DOP), 1) \quad (\text{式 8})$$

40

ここで、 $HSV2RGB$ () 関数は、色相 H 、彩度 S 、明度 V からなる HSV 色空間から RGB 色空間に変換する関数である。本実施形態では、色相を青色の色相 $Blue_Hue$ 、明度を最大値 1 と固定する。そして、 DOP が高い箇所の青色を濃くするように彩度を決定する。結果として得られる $DOP2$ は、カラ－画像である。

【 0 1 1 5 】

画像合成部 320 では、輝度画像 Y_{AVE} と、上記のように加工された偏光度画像 $DOP1$ または $DOP2$ とをカラ－成分ごとに重みつき加算して合成する。重み係数を W とする

50

と、以下の式 9 に示すように表現できる。

【数 9】

$$\begin{aligned} OUTIMAGE1 &= W \times Y_{AVE} + (1-W) \times DOP1 \\ OUTIMAGE2 &= W \times Y_{AVE} + (1-W) \times DOP2 \end{aligned} \quad (式 9)$$

$(0 \leq W \leq 1)$

【0116】

式 9 における W を可変にすることにより、異なる種類の画像を得ることができる。例えば $W = 1$ の場合には、通常カラー画像が得られ、 $W = 0$ の場合には、加工された偏光度画像が得られる。 W を自在に変更することにより、カラー輝度画像と加工された偏光度画像とを任意に比率で合成し、医師が見やすい画像を得ることができる。半透明粘膜から透けて見えている下層の毛細血管パターンなどを観察しつつ、最表面の凹凸も同時に観察する場合、従来のインジゴカルミン液撒布を行うと、表面の凹凸が明瞭化して背景の毛細血管などは隠蔽されてしまいがちであった。しかし、本開示の実施形態によると、表面の凹凸の観察と背景の毛細血管の観察とを両立させることができる。

10

【0117】

次に、本実施形態の撮像処理装置を用いて被写体を撮像し、画像処理を行った結果を説明する。被写体として、実際の臓器ではなく、市販の $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ の正方形アクリル製の半透明レンチキュラー板を用いていた。色はイエローで透明性はないが、光が内部で拡散する。表面の溝は、ピッチ 0.7 mm 、凸部半径が 0.5 mm である。

20

【0118】

図 20 (A) は、被写体の一部を拡大して示す模式断面図である。被写体の表面における凹部の最大法線の角度は以下のように 45.57° となり、ほぼ 45° である。

【数 10】

$$\theta_{\max} = \cos^{-1} \left(\frac{P}{2R} \right) = \cos^{-1} \left(\frac{0.7}{2 \times 0.5} \right) = 45.57^\circ \quad (式 10)$$

【0119】

図 20 (C) は、撮影によって得たレンチキュラー板の表面の輝度画像を示す図である。図 20 (B) は、凹凸溝の向きと長さを模式的に示す黒色の実線を図 20 (C) の画像に付加したものを示す図である。溝は被写体全体に形成されている。ここでは、撮影の光軸をレンチキュラー板に対して斜めに傾けて撮影している。

30

【0120】

図 20 (B) における領域 (B-1) の中心付近の明るい帯の領域は、撮影に使ったリング照明が正反射している領域である。領域 (B-1) では、表面に凹凸溝に沿って明暗が観測されている。

【0121】

一方で、図 20 (B) における領域 (B-2) は、内部拡散反射の領域である。領域 (B-2) では、半透明物体の性質として表面の明暗はほとんど観察されない。すなわち領域 (B-2) では、輝度によって凹凸を検出することができない。

40

【0122】

図 20 (D) および図 20 (E) は、偏光度画像の強調画像 Enhance (DOP)、および偏光度の反転画像 DOP1 をそれぞれ示している。撮影に用いたのはカラーカメラとガラス製回転偏光板であり、実測消光比は $166 : 1$ 程度であった。実験によれば、この偏光撮影において消光比が $6 : 1$ 程度の市販偏光カメラを使用した場合、偏光度がノイズに埋もれてしまい、強調しても画像品質が劣化する結果となった。偏光板の消光比を $100 : 1$ 以上に設定すると、ノイズの少ない像を得ることができる。

【0123】

図 20 (F) は、合成画像の一例を示す図である。図 20 (C) の画像と図 20 (F)

50

の画像とを比較すると、輝度画像では見えなかった領域（B-2）の内部拡散反射による凹凸溝が強調されて可視化できていることがわかる。また、領域（B-2）の内部拡散反射による凹凸溝の像と領域（B-1）の鏡面反射による凹凸溝の像との間で、整合性、連続性が実現されていることがわかる。

【0124】

上述した画像処理は、画像処理プログラムを格納した公知のコンピュータによっても実行され得る。そのような画像処理プログラムは、撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する工程と、被写体の表面における凹凸部の凹部で偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、加工偏光画像と輝度画像とを合成する工程とをコンピュータに実行させるように構成され得る。このプログラムは、撮像処理装置の制御部110が備える、コンピュータ読み取り可能な非一過性（non-transitory）の記録媒体に格納され得る。

10

【0125】

なお、上記の画像処理プログラムと同様のプログラムは、以下に説明する他の実施形態における画像処理についても作成され得る。

【0126】

（第2の実施形態）

図21は、本開示の実施形態2における撮像処理装置の全体構成を模式的に示す図である。本実施形態が第1の実施形態と異なるのは、本実施形態では、ホワイト光を照射して単板カラー偏光撮像素子119にてカラー撮像を行う点にある。

20

【0127】

本実施形態においては、光源部104からの白色の非偏光光が、ライトガイド105を透過して白色非偏光の照明光117として被写体に照射される。被写体からの反射光は、カラー偏光撮像素子119によって観測される。それ以降の処理については、実施形態1と同様であるから説明を省略し、ここでは、カラー偏光撮像素子119の構成について詳しく説明する。

【0128】

図22は、本実施形態におけるカラー偏光撮像素子119の平面構造を示す図である。図22(A)および図22(B)に示されるように、本実施形態のカラー偏光撮像素子119では、モノクロ単板撮像素子と異なり、カラーモザイクフィルタが配列されている。ここでは、ベイヤーモザイクのパターンでR、G、Bの3種類のカラーフィルタが配列されているが、他のモザイクパターンでカラーフィルタが配列されていても良い。図22(C)に示すように、カラーフィルタはサブ画素構造を有している。このサブ画素構造に4種類の偏光モザイクが包含される。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解像度の $1/2 \times 1/2$ となって低下する。しかし、各カラーフィルタに対応する1画素内で偏光情報を取得できるため、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

【0129】

図23は、偏光処理によるアーティファクト発生を示す実験結果を示す図である。本実施形態と同様な微細な 2×2 画素を基本周期とする周期型偏光モザイクを有するモノクロ偏光カメラ（フォトニックス社製PI-100）でリング照明を用いてレンチキュラー板を照明、撮影して偏光度画像を求めた。図23(A)が周囲4画素の平均から求めた輝度画像、図23(B)が偏光度画像を示す。いずれも 1120×868 画素のレンチキュラー板の撮像画像を示す。ここで、図23(B)の偏光度画像の領域において、図23(A)の輝度画像には無いモアレ縞が発生しているのがわかる（枠線内の拡大図を参照）。この原因は、この領域がリング照明の正反射領域のため、レンチキュラー板の輝度で明暗のあるパターンが観測され、その周波数が 2×2 偏光モザイクの周波数帯内に入ってしまうためである。輝度画像を生成する処理では、偏光モザイク画素の周囲画素を平均化するため、アーティファクトは低減する。しかし、偏光度画像を生成する処理では、図2

40

50

2 (C) で示したように隣接画像との対角差分値を計算するため輝度差を増幅してアーティファクトが増加する。

【0130】

これを防止するには、対角差分を計算する範囲を画像上でなるべく小領域に局在化させればよい。複数の偏光画素を1つのカラーフィルタ内のサブ画素に対応させると、増強される画像の空間周波数を高めることができ、アーティファクトの発生を低減できる。カラーモザイクフィルタを構成する1色のカラーフィルタのみに1つの偏光画素を配置する構成が従来技術でよく見られる。しかし、その場合、上記の対角画素の空間周波数がより低い方向に移動するため撮像シーンの空間周波数と干渉する可能性が高くなり好ましくない。

10

【0131】

図24は、本開示のカラー偏光撮像素子119の断面構造を示す図である。図14で示したモノクロ広帯域偏光画像撮像素子115と異なるのはカラーフィルタ270がワイヤグリッド偏光子アレイ200からPD(フォトダイオード)220までの間に設置されることである。このカラーフィルタ270は有機物を用いるものでもフォトニック結晶などを用いるものでもよい。光の入射側からPD220までの光の進行方向からみた場合、マイクロレンズ220、ワイヤグリッド偏光子アレイ200、カラーフィルタ270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。ワイヤグリッド偏光子-PD間距離Dはカラーフィルタ270が入る分長くなるために典型的には4~6 μm となる。

【0132】

図24の構成では、マイクロレンズが最上層に位置するため、ワイヤグリッド偏光子アレイ200に垂直に光を入射させうる利点がある。カラーフィルタ270入射側にワイヤグリッド偏光子アレイ200が配置されているため、ワイヤグリッド偏光子アレイ200は広帯域で動作する特性が必要である。しかし、マイクロレンズの直下にワイヤグリッド偏光子を設置するため、ワイヤグリッド偏光子アレイ200に空気層を接触させる中空構造を作りやすい。

20

【0133】

図25は、本実施形態におけるカラー偏光撮像素子119の別の断面構造(最上層からマイクロレンズ210・カラーフィルタ270・ワイヤグリッド偏光子アレイ200)を示す図である。マイクロレンズ210が最上層に位置するために、ワイヤグリッド偏光子アレイ200に垂直に光を入射させうる利点がある。また、この形態ではカラーフィルタ270より下層側にワイヤグリッド偏光子アレイ200が配置されているため、ワイヤグリッド偏光子アレイ200は狭帯域のものでも構わない。またワイヤグリッド偏光子-PD間距離のDはカラーフィルタ270とマイクロレンズ210が入らない分短距離にできる利点がある。

30

【0134】

図26は、本実施形態におけるカラー偏光撮像素子119の別の断面構造(最上層からカラーフィルタ270・マイクロレンズ210・ワイヤグリッド偏光子アレイ200)を示す図である。光はカラーフィルタ270を透過した後にワイヤグリッド偏光子アレイ200を透過するため、ワイヤグリッド偏光子アレイ200はRGBなどの波長依存性を有する狭帯域のものを設置することもでき、設計の自由度が増す。またマイクロレンズがワイヤグリッド偏光子よりも上層に位置するため、ワイヤグリッド偏光子に垂直に光を入射させうる利点がある。またワイヤグリッド偏光子-PD間距離Dはカラーフィルタアレイとマイクロレンズが入らない分短距離にできる利点がある。

40

【0135】

図27は、本実施形態におけるカラー偏光撮像素子119の別の断面構造(最上層からカラーフィルタ270・ワイヤグリッド偏光子アレイ200・マイクロレンズ210)を示す図である。光はカラーフィルタ270を透過した後にワイヤグリッド偏光子アレイ200を透過するため、ワイヤグリッド偏光子アレイ200はRGBなどの波長依存性を有する狭帯域のものを設置することもでき、設計の自由度が増す。また、ワイヤグリッド偏光

50

子アレイ 200 がカラーフィルタ 270 の直下に設置されるため中空構造を作りやすい利点がある。またワイヤグリッド偏光子-PD 間距離の D はカラーフィルタアレイが入らない分短距離にできる利点がある。

【0136】

図 28 は、本実施形態におけるカラー偏光撮像素子 119 の別の断面構造（最上層からワイヤグリッド偏光子アレイ 200・マイクロレンズ 210・カラーフィルタ 270）を示す図である。カラーフィルタ 270 入射側にワイヤグリッド偏光子アレイ 200 が配置されているため、ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 は広帯域で動作する特性が必要であるが、ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 が最上層に位置するため、中空構造を作る必要がない利点を有する。

10

【0137】

図 29 は、本実施形態におけるカラー偏光撮像素子 119 の別の断面構造（最上層からワイヤグリッド偏光子アレイ 200・カラーフィルタ 270・マイクロレンズ 210）を示す図である。カラーフィルタ 270 入射側にワイヤグリッド偏光子アレイ 200 が配置されているため、ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 は広帯域で動作する特性が必要であるが、ワイヤグリッド偏光子アレイ 200 が最上層に位置するため、中空構造を作る必要がない利点を有する。

【0138】

なお、カラーモザイク構造と一緒に多用される構成要素である水晶 LPF（ローパスフィルタ）は複屈折現象を使うために偏光を乱す可能性があるため基本的に使うことは望ましくない。しかしながら、ベイヤーカラーモザイクフィルタを用いたカラー画質向上のために必要な場合には、ワイヤグリッド偏光子アレイアレイ 200 よりも下層（後段）の位置に使用することは構わない。

20

【0139】

なお、いずれの構成においても図 15 で示した裏面照射型の撮像素子へ適用することは可能であり、撮像素子の低背化によって感度向上が実現する。これは公知の技術であるため省略する。

【0140】

なお、第 1 の実施形態、第 2 の実施形態ともに通常の内視鏡の構成を描いているが、これをそのまま図示していないカプセル内視鏡へ適用することも可能である。カプセル内視鏡の場合、体内の水中撮影が基本となるため、従来のインジゴカルミン溶液撒布が原理的に使えない。そのため表面の半透明粘膜凹凸を観測するための方法が無く、本実施形態が有効になる。

30

【0141】

（第 3 の実施形態）

図 30 は、本開示の実施形態 3 における撮像処理装置の全体構成を模式的に示す図である。

【0142】

本実施形態が第 1、第 2 の実施形態と異なるのは、本実施形態では、照明光として偏光光を被写体に照射するため、偏光撮像素子を使う必要がない点にある。本実施形態では、偏光回転照明の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なう。偏光照明の偏光面の角度が異なる 4 種の照明ごとに 1 枚ずつ撮像を繰り返す。そうして、画素ごとに、その輝度変動を観測して擬似的に偏光撮像をする。

40

【0143】

光源部 104 に設置された 4 種のランプ 118 からの白色の非偏光光は、4 種類のライトガイド 105 へ光源制御回路 120 によって選択的に順次入力される。各ライトガイド 105 の先端部には、偏光透過軸の方向が異なる偏光板 121 が配置されている。偏光板 121 の偏光透過軸の方向は撮像面座標系から見て 0°、45°、90°、135° の回転角を有している。このため、前述の順次入力を実施することにより、偏光面が 4 つの異なる角度に変化する偏光照明が実現される。順次入力を高速で切り替えることにより、照

50

明光の偏光面を異なる4つの角度の間でスムーズに切り替えることが可能になる。

【0144】

同期装置112は、光源制御回路120への信号と同期してカラー撮像素子129に撮像タイミング信号を送り、連続撮像を実施する。なお、通常利用されるマルチモード型の照明用光ファイバーでは偏光を維持したままの光伝達が困難である。このため、本実施形態では、ライトガイド105内には非偏光光を伝播させ、その先端部で偏光に変換する。光通信用のシングルモードファイバをバンドルすることによって偏光維持型の照明用光ファイバーを実現できる。このような偏光維持型の照明用光ファイバーを用いると、偏光板は先端に付ける必要がなくなる。その場合は、光源部104で偏光回転する照明を生成してライトガイド105内を伝播させればよい。

10

【0145】

また、回転偏光照明は、液晶などで構成される偏光面制御素子を、ライトガイド先端に設置してそれに電圧を駆動して偏光面を制御することによっても実現できる。その場合、液晶の複屈折の物性や使用する1/4板などの光学素子に波長依存性があるため、白色光の全波長域で偏光動作させるのが困難になる。

【0146】

図31を参照しながら、偏光回転照明によって半透明の被写体における内部拡散偏光を観測する原理について説明する。

【0147】

図1から図4を参照して説明したように、本開示の各実施形態では、局所的にしか発生しない2回反射による偏光だけではなく、微弱ながら大域的に発生する内部拡散反射による偏光を観測する。以下、偏光回転照明を利用して内部拡散反射の偏光を観測できる原理を説明する。

20

【0148】

図31(A)は凸型の半透明斜面上に偏光回転照明が直上から入射する場合の反射の様子を示す模式図である。入射照明光は、図に示すように、順次、偏光面を回転しながら上から斜面上に入射する。鏡面反射による反射光は、撮像対物レンズ側には戻らず外に外れていくため、撮像輝度には寄与しない。一方、内部散乱および吸収過程を経て非偏光化した光は、再び斜面から出射して一部が対物レンズ側に戻る。このため、撮像輝度に寄与する。被写体の斜面から出射する際に光は偏光するが、輝度撮像素子は偏光を観測できない。このため、照明光の偏光面の回転によって生じる輝度の変動のみが観測される。

30

【0149】

次に、図31(B)および(C)を参照しながら、輝度変動生じる理由を説明する。

【0150】

図31(B)および(C)に示す構造物の斜面上に照明光が入射するとき、照明光がP偏光(紙面平面内に電場振動面がある偏光)の場合には、比較的多くの光が被写体内部に侵入するが、照明光がS偏光(紙面平面に垂直に電場振動面がある偏光)の場合には、少量の光しか進入できない。図32は、この光の進入と偏光との関係を示すフレネル理論に基づくグラフである。図32は、屈折率が1の空気中から屈折率が1より大きい媒質への境界面では、入射角度によらず常にP波が優位となって進入することを示している。このため、偏光回転照明を入射すると、媒質内部へ侵入する光量の変動する。その結果、図31(C)に示すように、被写体の表面(境界)から再度空気中へ出射していく光の強さも、偏光回転照明では、入射光がP偏光に当たる回転角で輝度が最大になり、S偏光に当たる回転角で輝度が最小になる。一般には、被写体から出射する光の輝度変動は、入射光の強度にも依存する。しかし、内部に構造を有する媒質内を長距離伝播する場合、内部拡散光は、入射光の強度とは無関係に出射する。このため、内部拡散光の輝度と偏光回転照明の強度との相関はなくなる。

40

【0151】

図33は、内視鏡の先端部106と偏光回転照明の射出部分を示す図である。この構成では、中心部の対物レンズ109をリング状照明装置が取り囲んでいる。そして、リング

50

状照明装置の前面に 0° 、 45° 、 90° 、 135° の方向を向いた偏光透過軸を有する複数の偏光板121が配列されている。具体的には、リング照明装置の照明部は16分割されており、その4分割領域ごとに光偏光透過軸の方向が異なる偏光板121が設けられている。4分割領域の偏光板121に対応する照明部分が順次点灯することによって偏光回転照明を実現している。

【0152】

リング状照明装置の手前に配列される微細な偏光板121は、ワイヤグリッド偏光子やポリマーフィルム製の偏光子をガラス基板上に構成して作ることができる。ポリマーフィルムを用いて試作された偏光子アレイがXiaojin Zhao, Farid Boussaid, Amin bermak and Vladimir G.Chigrinov, "Thin Photo-patterned Mictopolaizer Array for CMOS Images Sensors", IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 21, No. 12, June 15, 2009.に開示されている。

10

【0153】

輝度変動処理部400は、照明の偏光面の角度と各画素の輝度値との関係を求め、「輝度変調度画像」を生成する。本明細書において「輝度変調度画像」とは、各画素について偏光面の変化にともなう輝度値の変動の振幅と輝度平均値との比率によって定義される画像である。ある画素 $P(x, y)$ における輝度変調度が0.3であるならば、この画素 $P(x, y)$ に対して0.3の値が設定される。1つの「輝度変調度画像」は、このような輝度変調度の値を各画素に設定することによって構成される。

20

【0154】

偏光面が 0° 状態で第1の画像を撮像し、偏光面が 45° 状態で第2の画像を撮像し、偏光面が 90° 状態で第3の画像を撮像し、偏光面が 135° 状態で第4の画像を撮像する。偏光照明を回転した場合の輝度変動は周期 180° の余弦関数になることが判明しているので、輝度変動処理部400は、これを余弦関数に最適フィッティングする。輝度変動は照明の偏光面の角度を I として以下のように表現される。

【数11】

$$Y(\psi_1) = Y_{\psi_1_ave} + A_I \cos(2(\psi_1 - \psi_0)) \quad (\text{式11})$$

30

【0155】

この処理は、第1、第2の実施形態における偏光画像撮像素子の4方向の偏光子を用いて得られる輝度値からの最適フィッティングと数学的には等価な処理である。このため、既に説明した処理方法と同一手順を、撮像された4枚の画像の対応する画素ごとに実施することにより、輝度変調度画像を生成できる。この輝度変調度画像の生成は、図30に示す輝度変調度画像生成部414で行われる。輝度変調度画像加工部416は、偏光度画像加工部316とまったく同一の処理を輝度変調度画像に対して実施すればよい。画像合成部420の処理も同一である。なお、輝度画像生成部412は、各画素で得られる輝度値を加算または平均化することによって輝度画像を生成する。

【0156】

(第4の実施形態)

40

図34は、本開示の実施形態4における撮像処理装置の全体構成を模式的に示す図である。

【0157】

本実施形態が第3の実施形態と異なるのは、本実施形態では、偏光回転照明を実現するために、ファイバー光源やライトガイドを使用せず、内視鏡の先端部に設置したLEDや有機ELなどの面光源を用いる点である。

【0158】

第3の実施形態においては、図33に示すように、内視鏡先端には偏光面の異なる照明光の照射口が合計16分割設置されている。偏光回転のため一度にそのうちの4個ずつが選択されて点灯して撮像をする場合、正確には4回ごとに照明の発光位置が異なる。この

50

ため鏡面反射が多い被写体では、4回の発光位置の光源が被写体上にそのまま写りこんでしまう。そのため、光源位置の違いに起因する輝度変動が被写体全面に発生し、本来は発生しないアーティファクトを生じさせ得る。これを回避するために、第4の実施形態では、順次点灯する照明単位を十分小さく、数量を多くする。こうすることにより、点灯する光源の位置の移動による輝度分布の空間的な変動が撮像側で1画素以内に抑えられる。

【0159】

図35は、内視鏡の先端部106と偏光回転照明の射出部分を示す図である。図35では、便宜上、4つの偏光子のみが拡大して表示されているが、実際には、各々が4つの偏光子によって構成される複数の単位が対物レンズ109の周りの領域に行および列状に配列されている。この構成では、中心部の対物レンズ109を取り囲む領域が面照明の光源として機能する。図35の例では、ピッチP×Pの寸法の正方形内に0°、45°、90°、135°の方向を向いた偏光透過軸を有する偏光子が配置されている。

10

【0160】

図36は、この面照明の全体構成を示す図である。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(X2mとY2m)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°、45°、90°、135°の偏光面を有する照明光が得られることになる。

【0161】

20

図37は、この面照明の照明画素ピッチを十分小さくする効果について説明するための図である。今、被写体表面が粘膜のように滑らかな鏡面だと想定する。そこに内視鏡を近接して撮影する場合、最接近する距離はおおよそ3mmである。その場合、片側視野角を70°とすると、撮像範囲は以下ようになる。

【数12】

$$\text{撮像範囲} = 3 \times \tan 70^\circ \times 2 = 16.4 \text{ mm}$$

【0162】

これを1000×1000画素の撮像素子にて撮像する場合、1画素(解像度限界)の被写体上の実サイズLは、以下のように表される。

30

【数13】

$$L = 16.4 / 1000 = 16.4 \mu\text{m}$$

【0163】

実際に撮像される大きさは、被写体の奥側の仮想的な位置と考えると2Lとなる。そこで、この大きさが撮像画像の1画素に対応すると考えると、以下の関係が得られる。

【数14】

40

$$P \leq 2L = 32.8 \mu\text{m}$$

【0164】

したがって、照明画素ピッチPが32.8μm以下であれば、光源位置の変動が画像上でわからなくなり第3の実施形態におけるアーティファクトの課題が解決される。

【0165】

実施形態1から4の内視鏡について、挿入部103および光源部104を小型化して制御部から切り離すことにより、撮像部についてはほぼ同じ構成のカプセル内視鏡を構成できる。カプセル内視鏡は、体内に飲み込まれて消化管全体を撮影するが、体内には水が満たされているため撮影はすべて水中撮影となる。発明者らの実験によると、本実施形態は

50

水中撮影でも有効であるため、インジゴカルミン液が撒布不可能なカプセル内視鏡においても半透明粘膜炎の凹凸を検出し強調することができる。

【0166】

(広帯域モノクロ撮像素子の製造方法)

以下、広帯域モノクロ偏光撮像素子の製造方法を説明する。

【0167】

図38を参照して、メタルワイヤグリッド構造をAl(アルミニウム)層を蒸着または金属ナノ粒子を含む溶液、ペースト剤を用いた埋め込みを行い、リフトオフ法により形成する方法を説明する。ワイヤグリッド偏光子を構成する金属材料としてはAlに限らず、Au、Ag、Cu、Tiなどの金属であっても良い。

10

【0168】

図38(A)に示される構造では、Siからなる基板500に、PD(フォトダイオード)501が形成され、その上に層間膜502を介して多層構造からなる配線層503が形成されている。配線層503は、光透過性の平坦化層504によって覆われている。平坦化層504は、SiO₂、SiN、SiONなどの無機絶縁膜、または樹脂(ポリマー)系の材料から形成され得る。

【0169】

図38(B)の工程では、ワイヤグリッド偏光子のワイヤ部分が形成される領域が開口されたレジストパターン505をフォトリソグラフィによって平坦化層504上に形成する。

20

【0170】

図38(C)の工程では、レジストパターン505をマスクとして真空蒸着法またはスパッタ等の方法により、ワイヤグリッド偏光子の構成材料であるAlからなるメタル層506を全面に堆積する。真空蒸着法またはスパッタの代わりに、ナノ粒子を含む溶液を全面に塗布することにより、レジストパターン515の開口部分にAlを埋め込んでも良い。リフトオフを容易にするため、メタル層506はレジストパターン515より、十分、薄いことが望ましい。単層のレジストパターン515に逆テーパ形状を持たせるか、もしくは多層レジスト構造のレジストパターン515にオーバーハング形状を付与することによって、所望の寸法および形状を有するワイヤグリッド偏光子を形成することができる。図38(D)の工程では、レジストパターン505を除去することによってワイヤグリッド偏光子構造が完成する(リフトオフ法)。

30

【0171】

図38(E)の工程では、ワイヤグリッド偏光子上にマイクロレンズ509の形成を行うため、まずワイヤグリッド偏光子を構成するメタル層の間に犠牲層507の埋め込みを行う。図38(F)の工程では、その上に無機膜または有機膜からなる上部平坦化層508が形成される。図38(G)の工程では、上部平坦化層508上に無機膜または有機膜からなるレンズ膜材料を堆積し、リソグラフィによりマイクロレンズのレジストパターンを形成する。次に前記レジストパターンをマスクにエッチング、さらにエッチバックすることにより凸状のマイクロレンズ構造が形成される。

【0172】

40

図38(H)の工程では、前記のマイクロレンズ領域外の表面及びワイヤグリッド偏光子の側面に露出させた犠牲層の一端からエッチングによりワイヤグリッド偏光子の間に埋めた犠牲層の選択的除去を行うことにより、図14で示したモノクロ偏光撮像素子構造が形成される。

【0173】

図39を参照して、ワイヤグリッド偏光子をAlからなるメタル層605のドライエッチングにより形成する方法を説明する。

【0174】

図39(A)に示される構造では、Siからなる基板600に、PD(フォトダイオード)601が形成され、その上に層間膜602を介して配線層603が形成されている。

50

配線層 603 は、光透過性の平坦化層 604 によって覆われている。図 39 (B) の工程では、平坦化層 604 上に A1 からなるメタル層 606 が形成される。図 39 (C) の工程では、フォトリソグラフィによりワイヤグリッド偏光子の形状のレジストパターン 605 が形成する。

【0175】

図 39 (D) の工程では、レジストパターン 605 をマスクとしてドライエッチングを行うことで A1 ワイヤグリッド偏光子アレイが形成される。図 39 (E) から図 39 (H) の工程は、図 38 の工程と同様であるため説明を省略する。

【0176】

図 40 を参照して、ワイヤグリッド偏光子をめっき法により形成する方法を説明する。

10

【0177】

図 40 (A) に示される構造は、Si からなる基板 700 に、PD (フォトダイオード) 701 が形成され、その上に層間膜 702 を介して配線層 703 が形成されている。配線層 703 は、光透過性の平坦化層 704 によって覆われている。

【0178】

図 40 (B) の工程では、平坦化層 704 上に薄層のメタル層 706 が形成される。図 40 (C) の工程では、フォトリソグラフィによりワイヤグリッド偏光子の形状のレジストパターン 705 が形成される。図 40 (D) の工程では、レジストパターン 705 をマスクとして無電解メッキ液に浸漬することにより、レジストパターンの開口部に選択的にめっき金属層が形成される。図 40 (E) の工程では、レジストパターン 705 を除去した後に、ワイヤグリッド偏光子パターンに形成されためっき金属層をマスクに下地のメタル層 706 をドライエッチングにより平坦化層 704 まで除去することにより、金属ワイヤグリッド偏光子構造を形成する。

20

【0179】

図 40 (F) から図 40 (I) の工程は、図 38、39 の工程と同様であるため説明を省略する。めっきの工法については無電解めっきで説明したが、電解めっき法を用いて形成することも可能である。前記の図 38、39、40 におけるレジストからなるワイヤグリッド偏光子パターンについてはナノインプリントを用いて形成することも可能である。

【0180】

本明細書で説明した他の撮像素子についてもこれら 3 種の製造方法で実現できる。必要に応じてカラーフィルタが形成される。

30

【産業上の利用可能性】

【0181】

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、外科などのメデイカル用途のカメラ、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。特に、なめらかな透明物体、半透明物体などの表面に存在する凹凸の場合には内部拡散反射光のために輝度観測では明暗が観測されない状態になるが、その場合でも表面の凹凸を正しく検出でき、さらに凹凸の凹部を暗、凸部を明に輝度表示するモードなど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、輝度観察では困難な凹凸の検査に最適である。

40

【0182】

可視光波長域で動作し、高い消光比を有するワイヤグリッド偏光子を有するモノクロ広帯域偏光撮像素子およびカラー偏光撮像素子は、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】

【0183】

- 101 内視鏡
- 102 制御装置

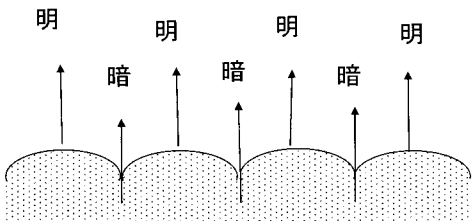
50

1 0 3	挿入部	
1 0 4	光源部	
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	半透明被写体（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	非偏光の照明光	
1 1 8	ランプ	
1 1 9	単板カラー偏光撮像素子	
1 2 9	単板カラー撮像素子	
2 7 0	カラーフィルタ	
3 0 0	偏光モザイク処理部	20
3 1 2	輝度画像生成部	
3 1 4	偏光度画像生成部	
3 1 6	偏光度画像加工部	
3 2 0	画像合成部	
4 0 0	輝度変動処理部	
4 1 2	輝度画像生成部	
4 1 4	輝度変動画像生成部	
4 1 6	輝度変動画像加工部	
4 2 0	画像合成部	
5 0 0	基板	30
5 0 1	P D	
5 0 2	層間膜	
5 0 3	配線層	
5 0 4	平坦化層	
5 0 5	レジスト	
5 0 6	メタル層	
5 0 7	犠牲層	
5 0 8	上部平坦化層	
5 0 9	マイクロレンズ	
6 0 0	基板	40
6 0 1	P D	
6 0 2	層間膜	
6 0 3	配線層	
6 0 4	平坦化層	
6 0 5	レジスト	
6 0 6	メタル層	
6 0 7	犠牲層	
6 0 8	上部平坦化層	
6 0 9	マイクロレンズ	
7 0 0	基板	50

- 7 0 1 P D
- 7 0 2 層間膜
- 7 0 3 配線層
- 7 0 4 平坦化層
- 7 0 5 レジスト
- 7 0 6 メタル層
- 7 0 7 犠牲層
- 7 0 8 上部平坦化層
- 7 0 9 マイクロレンズ

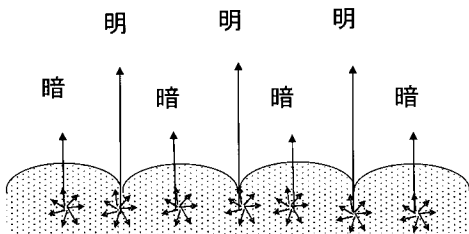
【 図 1 A 】

鏡面反射



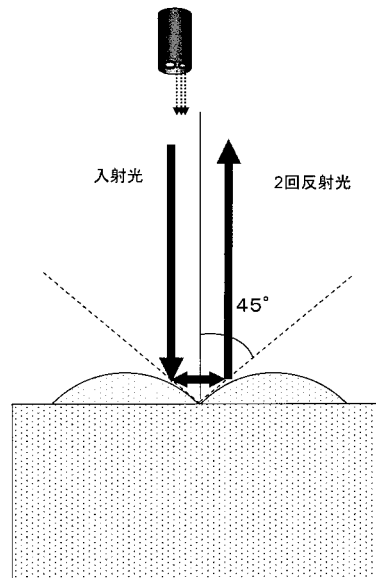
【 図 1 B 】

内部拡散反射

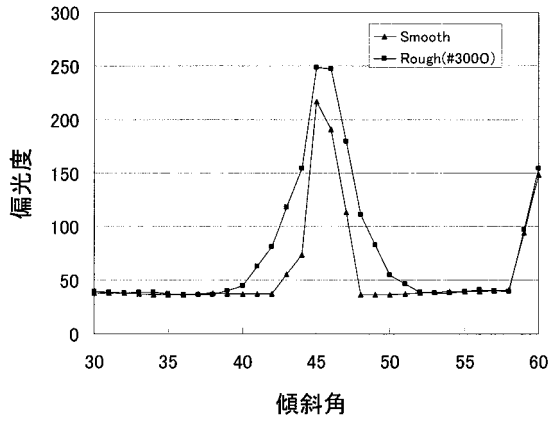


【 図 2 A 】

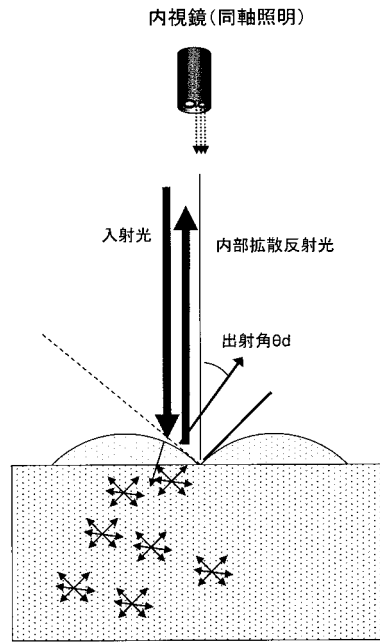
内視鏡(同軸照明)



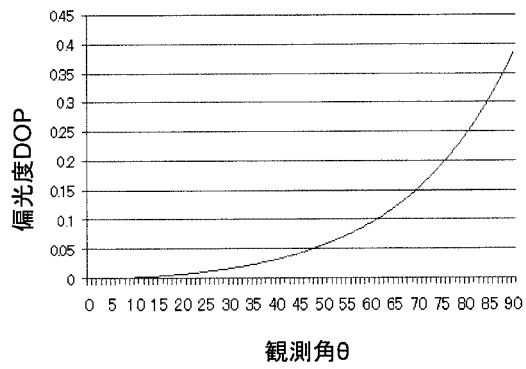
【 図 2 B 】



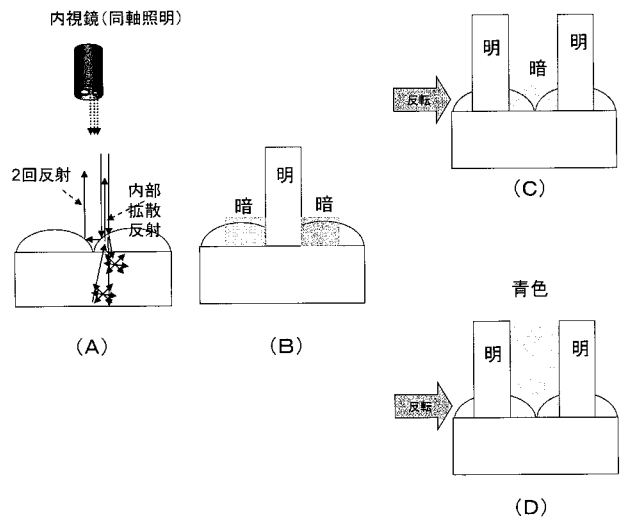
【 図 3 A 】



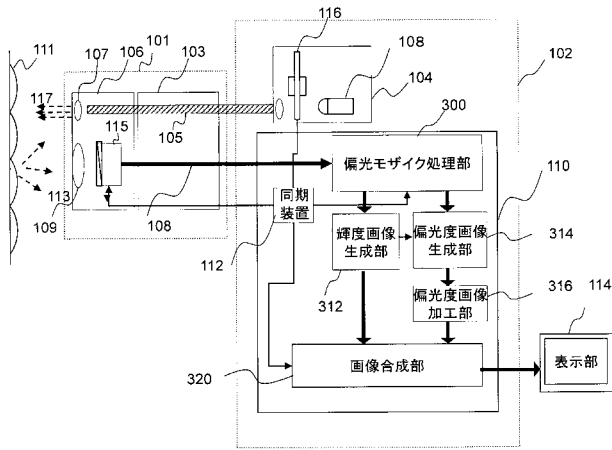
【 図 3 B 】



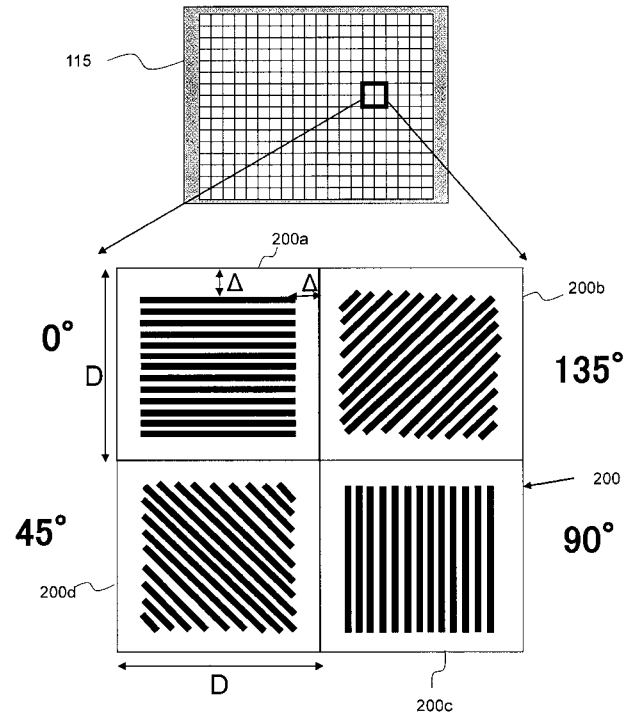
【 図 4 】



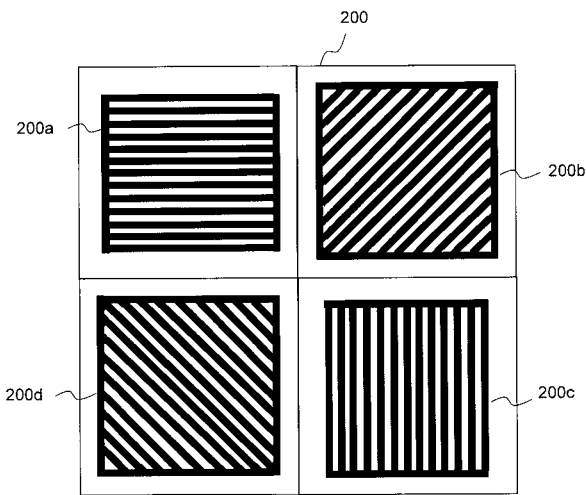
【 図 5 】



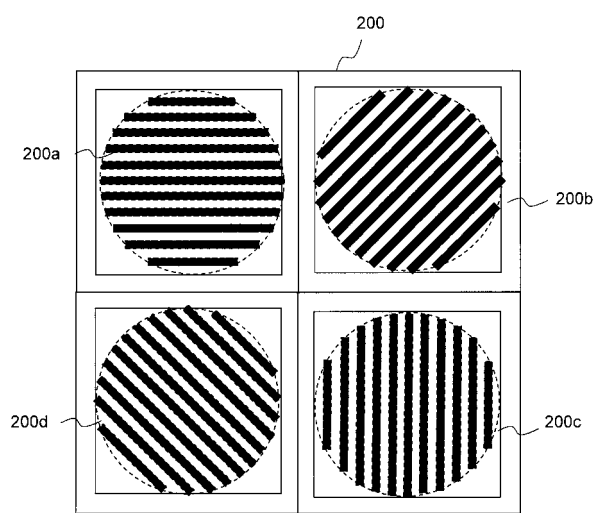
【 図 6 】



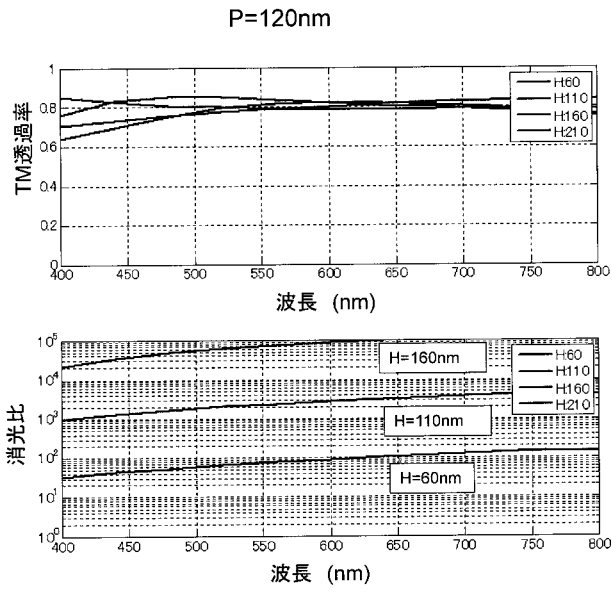
【 図 7 】



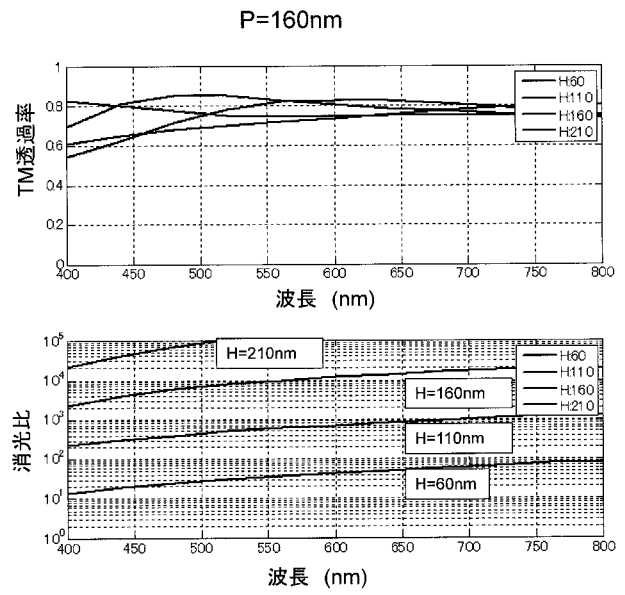
【 図 8 】



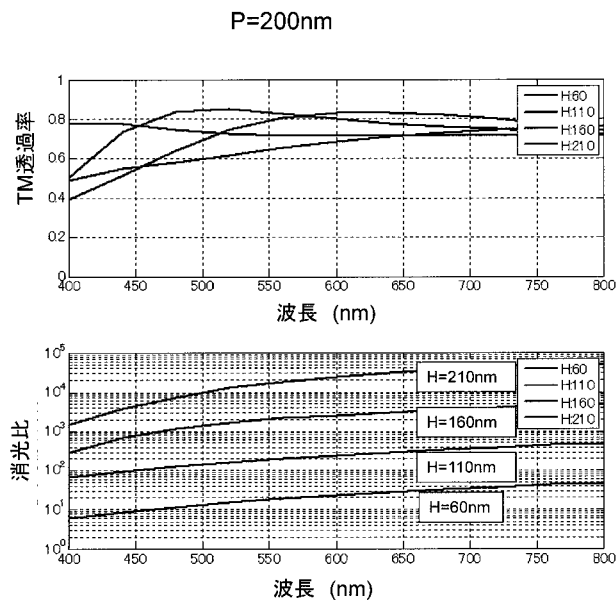
【 図 9 】



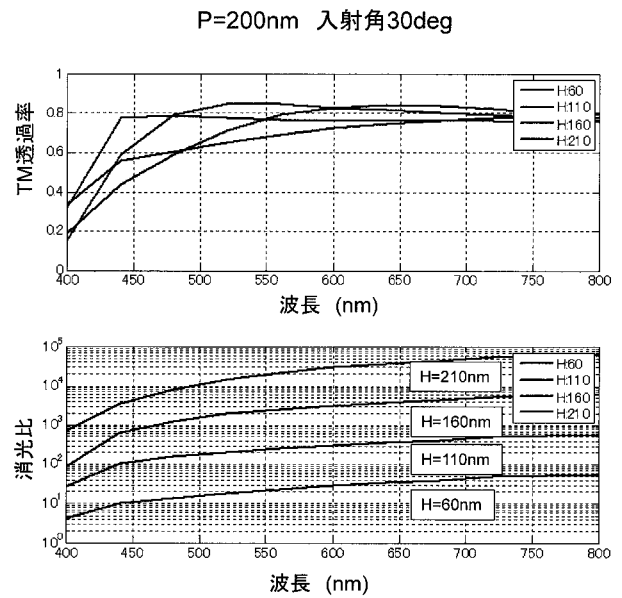
【 図 1 0 】



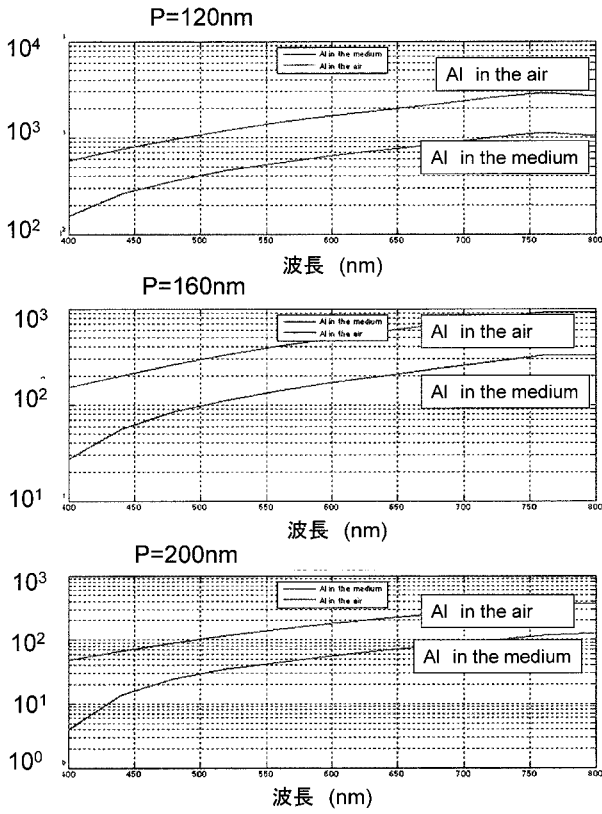
【 図 1 1 】



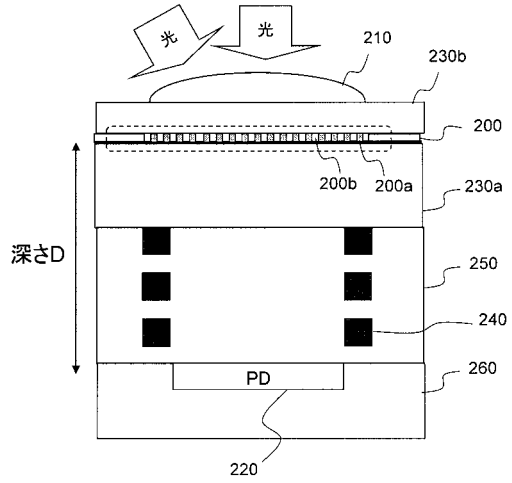
【 図 1 2 】



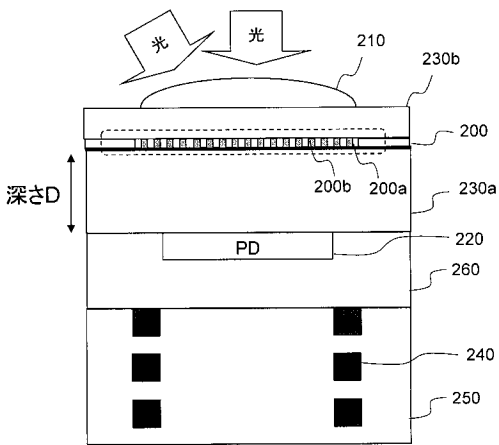
【 図 1 3 】



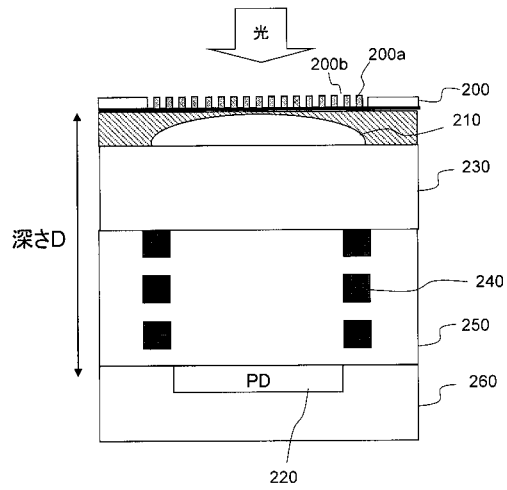
【 図 1 4 】



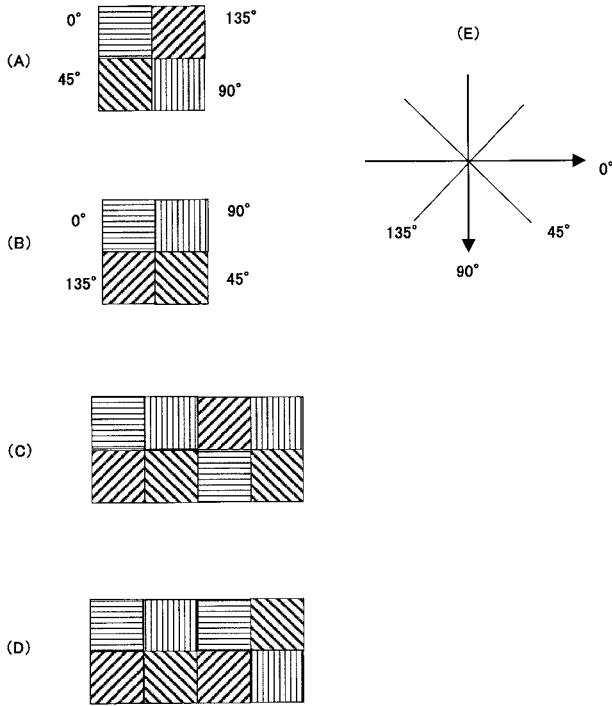
【 図 1 5 】



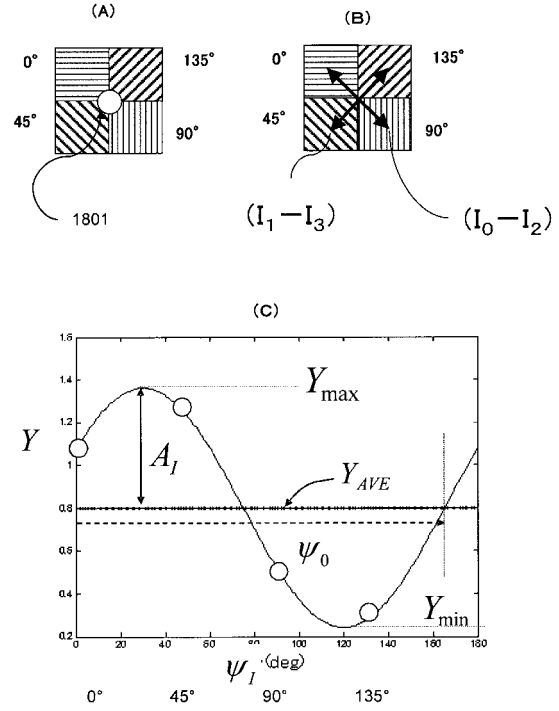
【 図 1 6 】



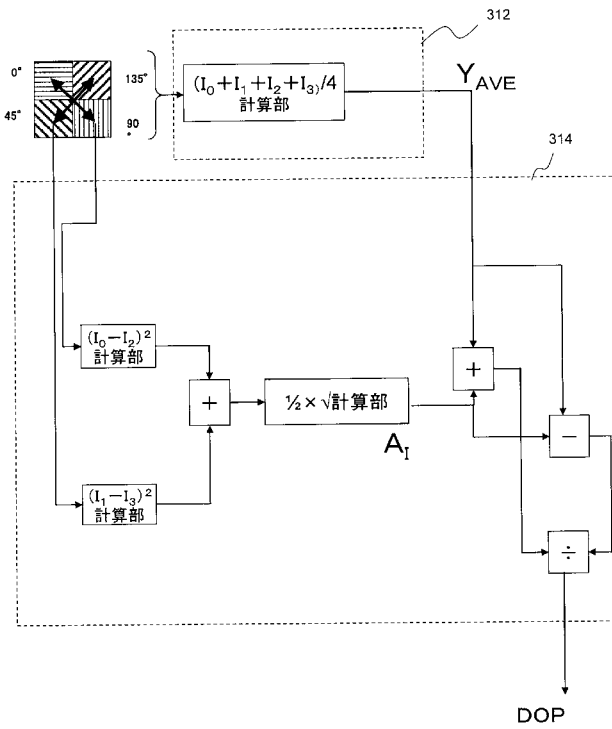
【 図 1 7 】



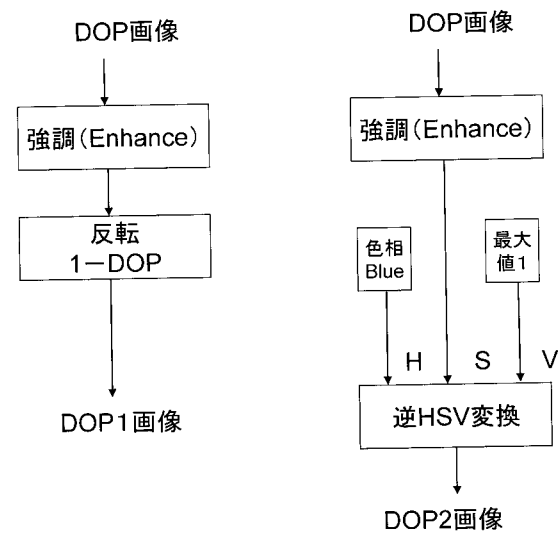
【 図 1 8 】



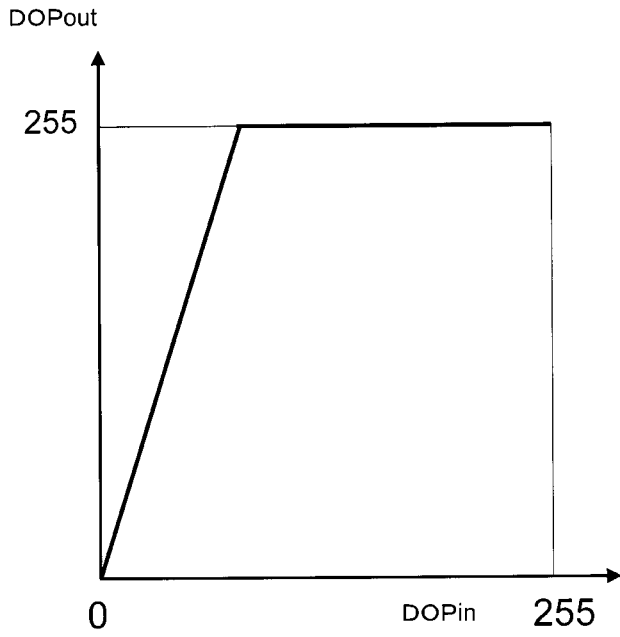
【 図 1 9 A 】



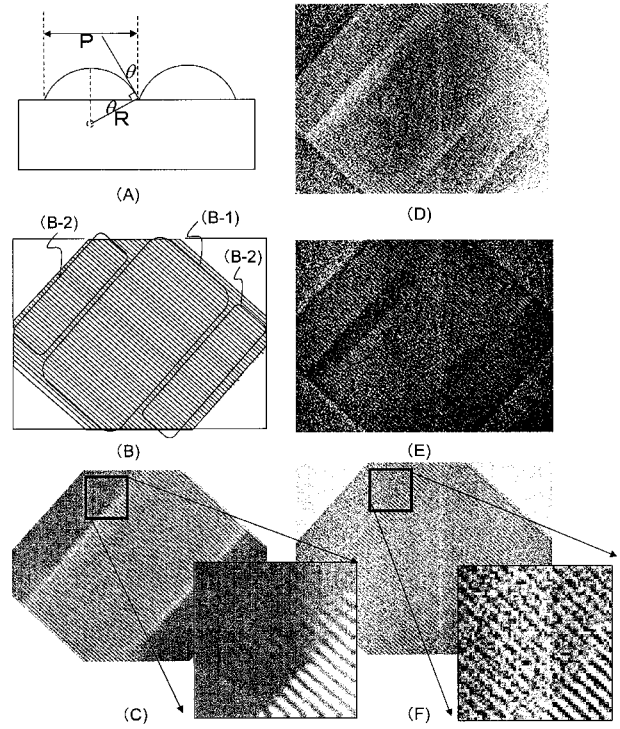
【 図 1 9 B 】



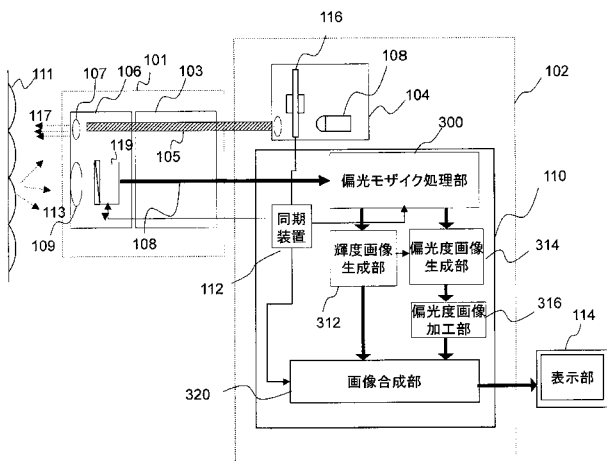
【図19C】



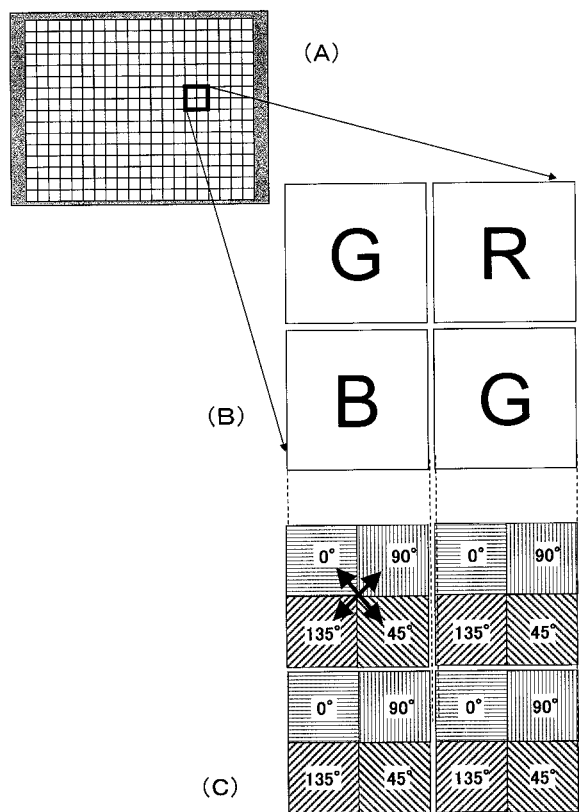
【図20】



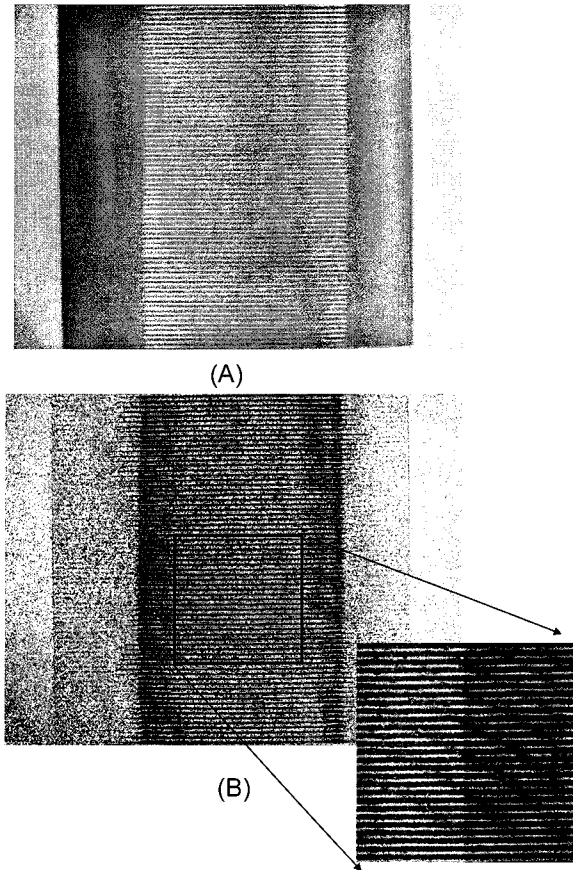
【図21】



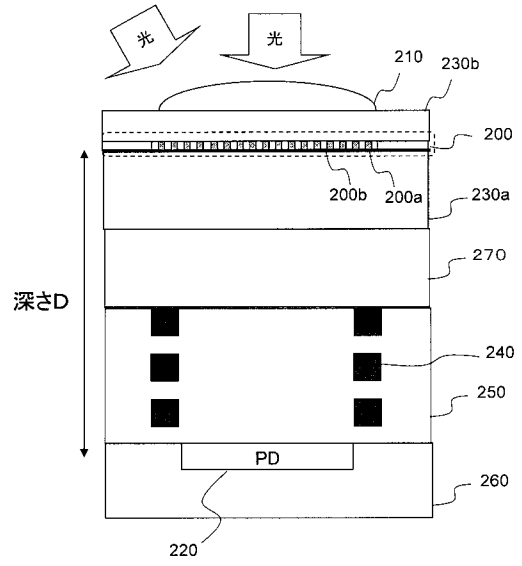
【図22】



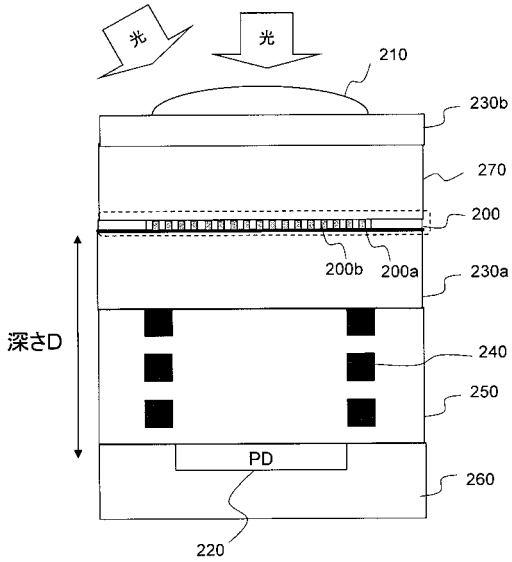
【 図 2 3 】



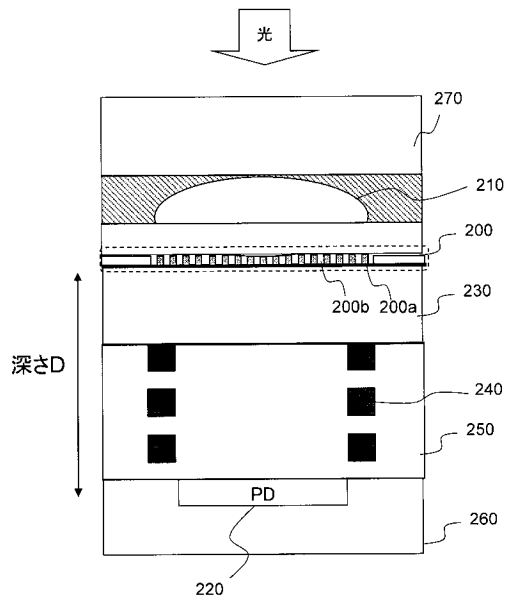
【 図 2 4 】



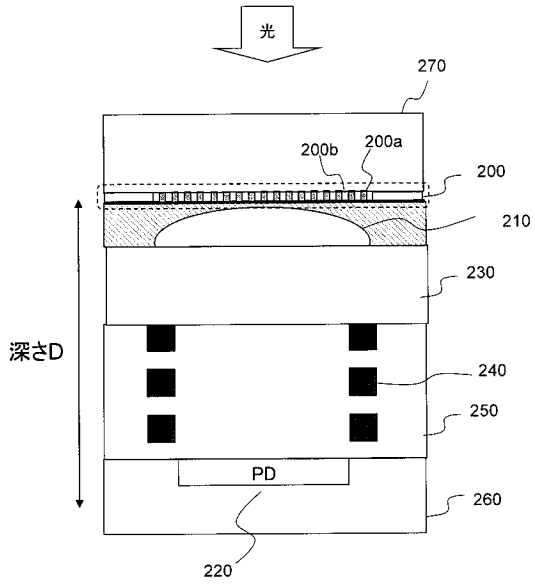
【 図 2 5 】



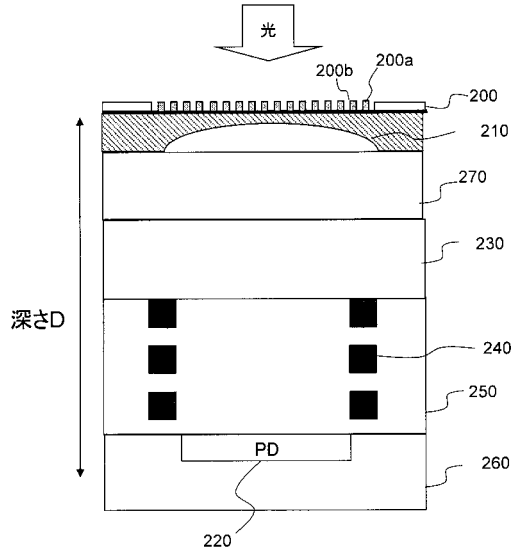
【 図 2 6 】



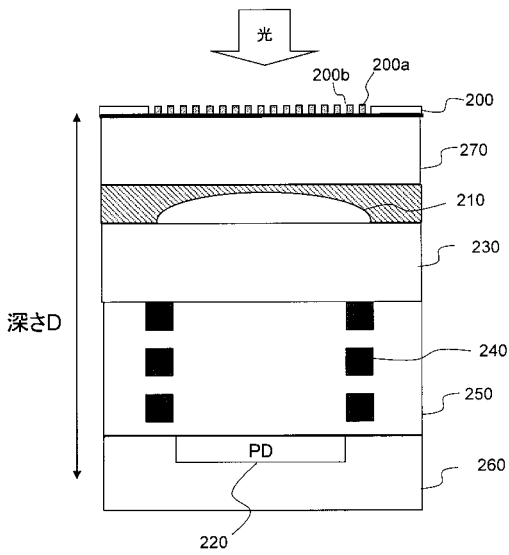
【図 27】



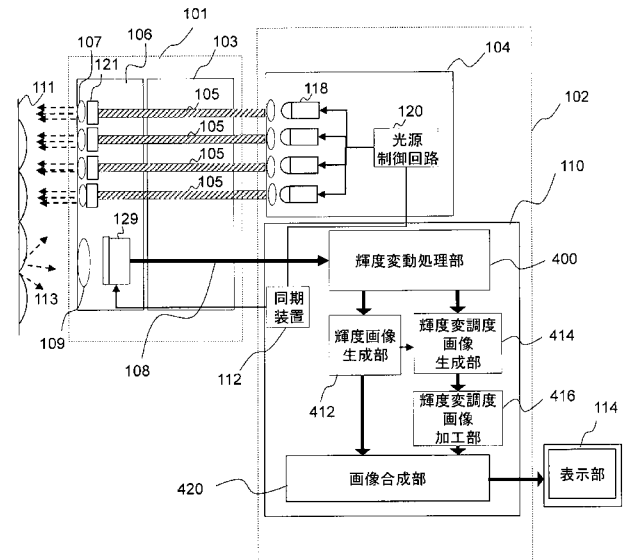
【図 28】



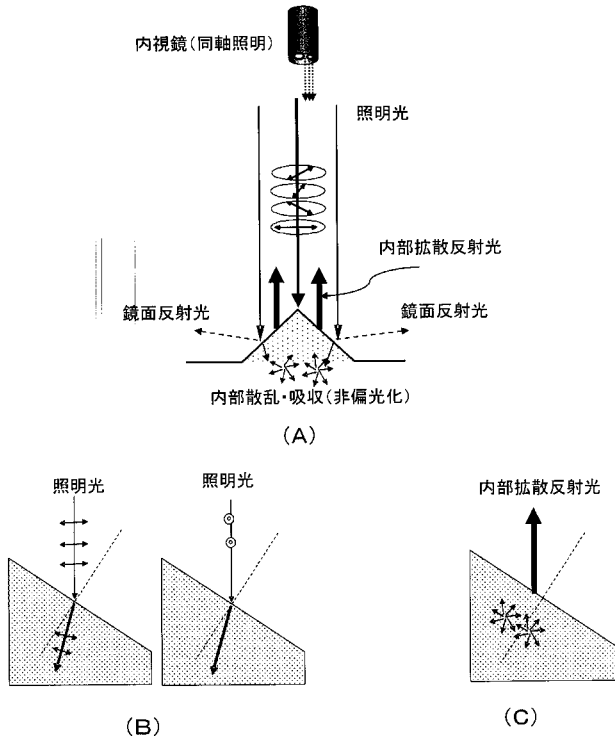
【図 29】



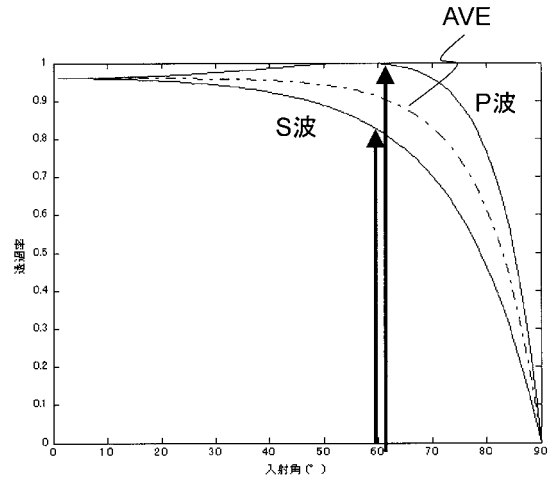
【図 30】



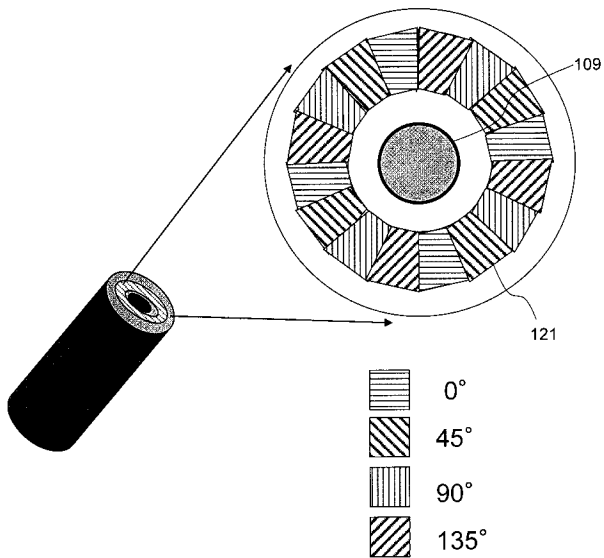
【 図 3 1 】



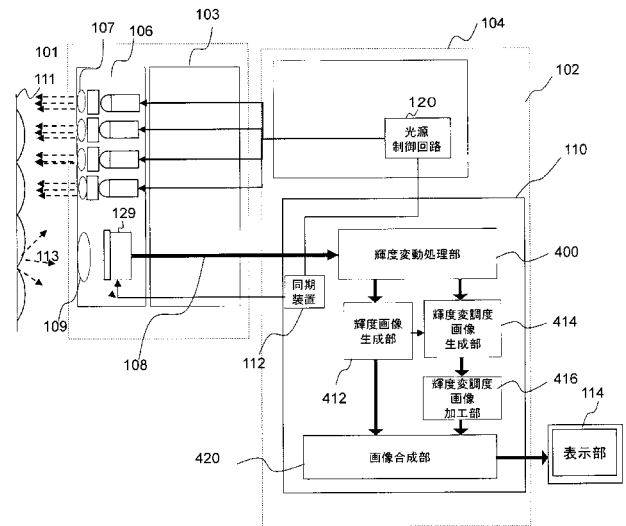
【 図 3 2 】



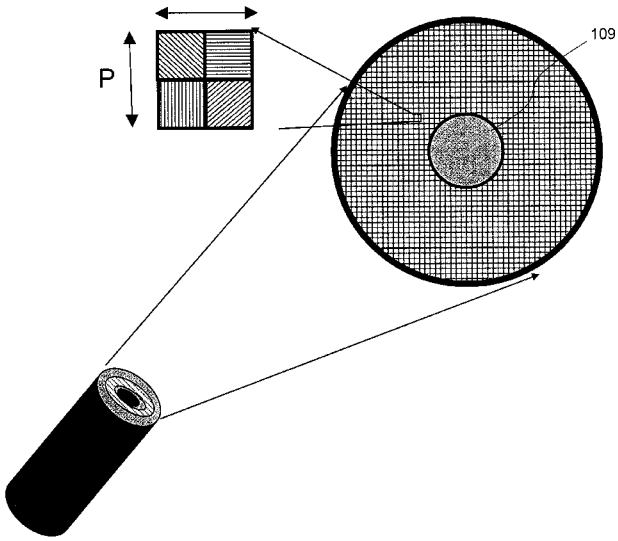
【 図 3 3 】



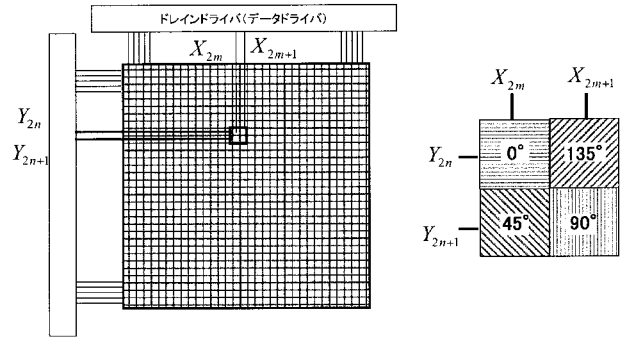
【 図 3 4 】



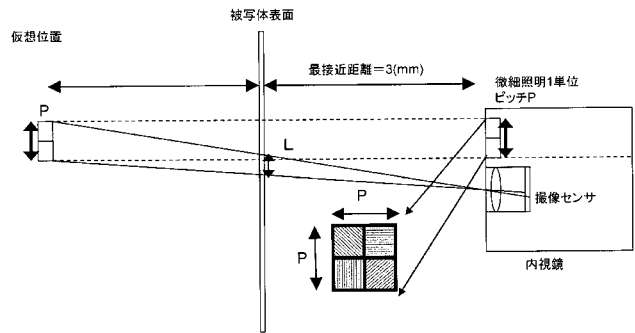
【図35】



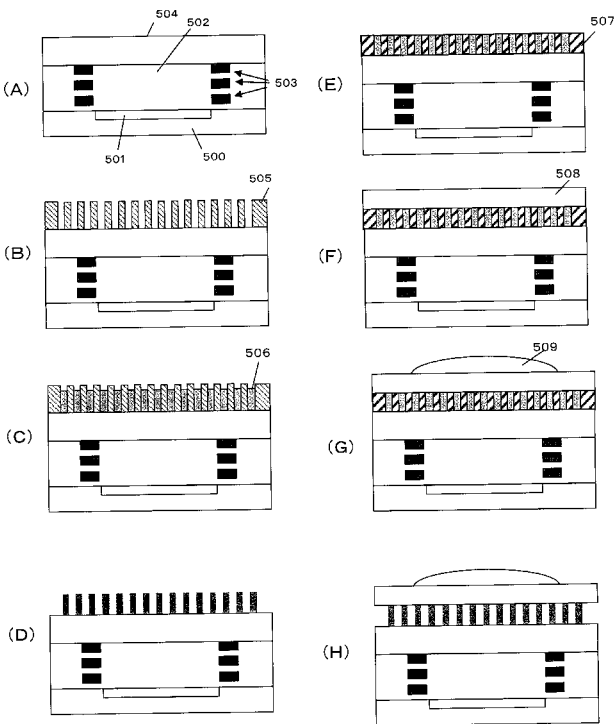
【図36】



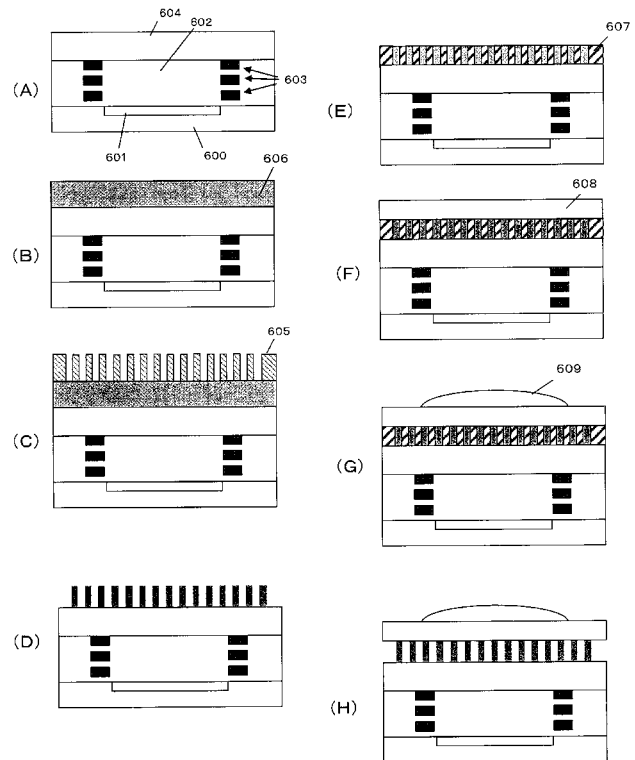
【図37】



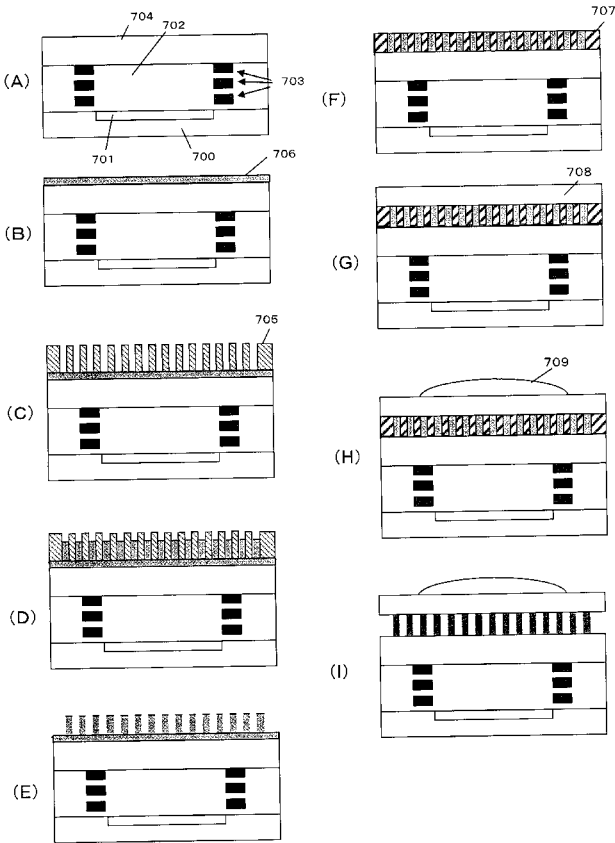
【図38】



【図39】



【図 40】



【手続補正書】

【提出日】平成26年7月9日(2014.7.9)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

照明光を發し、前記照明光で被写体を照明した状態で偏光画像を取得する撮像素子を含む撮像部と、

画像処理部と、

を備え、

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成し、

前記画像処理部は、

前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部と、

前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光画像生成部と、

前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する偏光画像加工部と、

前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する画像合成部と、

を備える撮像処理装置。

【請求項 2】

前記撮像部は、前記照明光として、順次、異なる色の非偏光の光を發し、

前記撮像素子は、偏光子アレイと、光電変換素子アレイとを有する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 3】

前記撮像部は、前記照明光として、非偏光の白色光を発し、

前記撮像素子は、偏光子アレイと、カラーモザイクフィルタアレイと、光電変換素子アレイとを有する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 4】

前記撮像部は、前記照明光として、順次、少なくとも 3 つの方向に偏光面の向きが異なる偏光光を発し、

前記撮像素子は、カラーモザイクフィルタアレイと、光電変換素子アレイとを有する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 5】

前記偏光画像加工部は、前記偏光度画像に比べて、前記偏光度画像の前記被写体の表面における前記凹凸部の凹部の輝度を低下させた前記加工偏光画像を生成する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 6】

前記偏光画像加工部は、色の彩度を前記強調した偏光度に設定し、かつ、色の色相および明度を特定値に設定し、前記色相、彩度、明度の組を H S V 空間から R G B 空間に変換する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 7】

前記偏光画像加工部は、前記凹凸部の凹部を青暗く表示するように前記加工偏光画像を生成する、請求項 6 に記載の撮像処理装置。

【請求項 8】

前記偏光画像生成部は、前記被写体の表面における前記凹凸部での 2 回反射に起因する偏光、および前記被写体の内部拡散光に起因する偏光の強度の極大位置を、前記被写体の表面における前記凹凸部の凹部として検出する、請求項 1 に記載の撮像処理装置。

【請求項 9】

前記偏光子アレイは、偏光透過軸の方位が異なる 4 個の偏光子が 2 行 2 列に配列された偏光子単位が行および列状に配列された偏光モザイク構造を有している、請求項 2 または 3 に記載の撮像処理装置。

【請求項 10】

前記偏光画像生成部は、各偏光子単位における 2 行 2 列の対角線上に位置する 2 個の偏光子に対応する画素値の差分の 2 乗数値に基づいて偏光度を決定する、請求項 9 に記載の撮像処理装置。

【請求項 11】

前記撮像部は、レッド、グリーン、ブルーの各々の非偏光光を時分割で出射し、

前記撮像素子は、可視光波長の全域において、偏光画像を取得できるモノクロ広帯域偏光撮像素子である、請求項 2 に記載の撮像処理装置。

【請求項 12】

前記撮像素子はカラー偏光撮像素子である、請求項 3 または 4 に記載の撮像処理装置。

【請求項 13】

前記偏光子アレイは、偏光透過軸の方向が異なる金属ワイヤグリッド偏光子の配列である、請求項 2 または 3 に記載の撮像処理装置。

【請求項 14】

前記撮像素子は、前記偏光子アレイよりも前記被写体に近い位置または前記被写体から遠い位置に設けられたマイクロレンズを備えている、請求項 2 または 3 に記載の撮像処理装置。

【請求項 15】

前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、

光の入射側から順に、前記マイクロレンズアレイ、前記偏光子アレイ、前記カラーモザ

イクフィルタアレイが配置されている、請求項 3 に記載の撮像処理装置。

【請求項 16】

前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、
光の入射側から順に前記カラーモザイクフィルタアレイ、前記マイクロレンズアレイ、
前記偏光子アレイが配置されている、請求項 3 に記載の撮像処理装置。

【請求項 17】

前記撮像素子は、マイクロレンズアレイを備え、
光の入射側から順に前記カラーモザイクフィルタアレイ、前記偏光子アレイ、前記マイ
クロレンズアレイが配置されている、請求項 3 に記載の撮像処理装置。

【請求項 18】

前記カラーモザイクフィルタアレイの 1 色のカラーフィルタに相当する画素が、サブ画
素構造を有しており、前記サブ画素構造に偏光透過軸の向きが異なる複数の偏光フィルタ
が対応する請求項 15 から 17 のいずれかに記載の撮像処理装置。

【請求項 19】

前記偏光子アレイの各偏光子は、側面が空気と接している複数の金属ワイヤを有するワ
イヤグリッド偏光子である、請求項 2 または 3 に記載の撮像処理装置。

【請求項 20】

前記撮像部は内視鏡である、請求項 1 から 19 のいずれかに記載の撮像処理装置。

【請求項 21】

前記撮像部はカプセル形状を有する容器におさめられている、請求項 20 に記載の撮像
処理装置。

【請求項 22】

前記撮像部は前記照明光を発する光源を内蔵する、請求項 1 から 21 のいずれかに記載
の撮像処理装置。

【請求項 23】

請求項 1 から 22 のいずれかに記載の撮像処理装置における画像処理部として用いられ
る画像処理装置であって、

前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する輝度画像生成部と、

前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する偏光
度画像生成部と、

前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色
相、彩度、および明度の少なくとも 1 つを補正して加工偏光画像を生成する偏光画像加工
部と、

前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する画像合成部と、
を備える画像処理装置。

【請求項 24】

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するようにして照明光によって被写体を照
明した状態において撮像素子が取得した偏光画像のデータに基づいて画像処理を行う撮像
処理装置の作動方法であって、

前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、

前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する工程
と、

前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色
相、彩度、および明度の少なくとも 1 つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、

前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する工程と、
を含む、撮像処理装置の作動方法。

【請求項 25】

照明光軸と撮影光軸とが略同軸の関係を形成するようにして照明光によって被写体を照
明した状態において撮像素子が取得した偏光画像のデータに基づいて画像処理を行うため
の画像処理プログラムであって、

前記撮像素子の出力に基づいて輝度画像を生成する工程と、
前記撮像素子の出力に基づいて画素ごとに偏光度を算出し、偏光度画像を生成する工程
と、
前記被写体の表面における凹凸部の凹部で前記偏光度画像の偏光度を強調し、かつ、色
相、彩度、および明度の少なくとも1つを補正して加工偏光画像を生成する工程と、
前記加工偏光画像と前記輝度画像とを合成する工程と、
をコンピュータに実行させる、画像処理プログラム。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2013/001675
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B1/04(2006.01)i, A61B1/06(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i, H04N5/225(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) A61B1/04, A61B1/06, G02B3/00, G02B5/20, G02B5/30, G02B23/26, H04N5/225 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.
X A	JP 2009-246770 A (Fujifilm Corp.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0010] to [0012], [0040] to [0041], [0053] to [0056], [0062] to [0067]; fig. 1 (Family: none)	24 1-23, 26
A	JP 4762369 B2 (Panasonic Corp.), 31 August 2011 (31.08.2011), paragraphs [0085] to [0098] (Family: none)	1-24, 26
<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 11 June, 2013 (11.06.13)		Date of mailing of the international search report 18 June, 2013 (18.06.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/001675

Box No. II	Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)
<p>This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:</p> <p>1. <input checked="" type="checkbox"/> Claims Nos.: 25 because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely: (See extra sheet)</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).</p>	
Box No. III	Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)
<p>This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.</p> <p>2. <input type="checkbox"/> As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.</p> <p>3. <input type="checkbox"/> As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:</p> <p>4. <input type="checkbox"/> No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:</p> <p>Remark on Protest</p> <p><input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.</p> <p><input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.</p> <p><input type="checkbox"/> No protest accompanied the payment of additional search fees.</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/001675

Continuation of Box No.II-1 of continuation of first sheet(2)

Claim 25 may include a method wherein an image is processed while a medical doctor is using a device (an endoscope) in the human body. Therefore, claim 25 pertains to methods for treatment of the human body by surgery, as well as diagnostic methods, and thus relates to a subject matter which this International Searching Authority is not required, under the provisions of Article 17(2) (a) (i) of the PCT and Rule 39.1 (iv) of the Regulations under the PCT, to search.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 0 1 6 7 5
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/04(2006.01)i, A61B1/06(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i, H04N5/225(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. A61B1/04, A61B1/06, G02B3/00, G02B5/20, G02B5/30, G02B23/26, H04N5/225		
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 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
X A	JP 2009-246770 A (富士フイルム株式会社) 2009.10.22, 段落【0010】 - 【0012】、【0040】 - 【0041】、【0053】 - 【0056】、【0062】 - 【0067】、図1 (ファミリーなし)	24 1-23, 26
A	JP 4762369 B2 (パナソニック株式会社) 2011.08.31, 段落【0085】 - 【0098】 (ファミリーなし)	1-24, 26
<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 11.06.2013		国際調査報告の発送日 18.06.2013
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) 樋熊 政一 電話番号 03-3581-1101 内線 3292
		2Q 4460

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2013/001675

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 25 は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、請求項 25 は、医師が人体内で装置（内視鏡）を使用している最中に、画像処理を行う方法を含み得ることから、人の身体の手術及び診断方法に関するものであって、PCT17条(2)(a)(i)及びPCT規則39.1(iv)の規定により、この国際調査機関が国際調査をすることを要しない対象に係るものである。
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

様式PCT/ISA/210（第1ページの続葉（2））（2009年7月）

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, 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, KM, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(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 松野 年伸

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) 2H040 BA09 CA09 CA12 GA02 GA11

4C161 BB02 CC06 HH53 JJ17 LL02 MM00 MM05 NN01 PP03 QQ02

QQ09 RR01 RR26 SS21 SS30 WW04 WW08 WW15

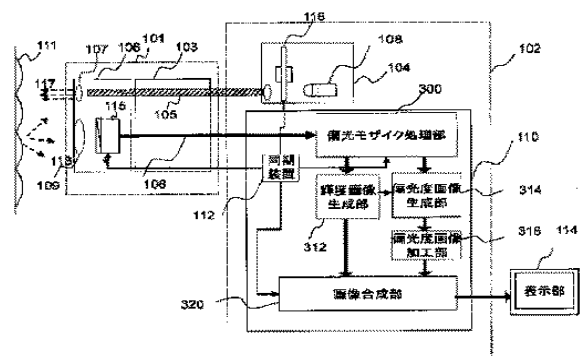
5C122 DA26 EA47 FB02 FB05 FB16 FH01 FH02

(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)	成像设备和内窥镜		
公开(公告)号	JPWO2013175686A1	公开(公告)日	2016-01-12
申请号	JP2013548518	申请日	2013-03-13
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	金森克洋 松野年伸		
发明人	金森 克洋 松野 年伸		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24 G02B23/26 H04N5/225		
CPC分类号	A61B1/00186 A61B1/05 A61B1/051 A61B1/07 G01J1/0209 G01J1/0411 G01J4/04 H04N5/2254 H04N5/2256 H04N5/2354 H04N9/045 H04N2005/2255 H04N7/18		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/04.370 G02B23/24.B G02B23/26 H04N5/225.C		
F-TERM分类号	2H040/BA09 2H040/CA09 2H040/CA12 2H040/GA02 2H040/GA11 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/HH53 4C161/JJ17 4C161/LL02 4C161/MM00 4C161/MM05 4C161/NN01 4C161/PP03 4C161/QQ02 4C161/QQ09 4C161/RR01 4C161/RR26 4C161/SS21 4C161/SS30 4C161/WW04 4C161/WW08 4C161/WW15 5C122/DA26 5C122/EA47 5C122/FB02 5C122/FB05 5C122/FB16 5C122/FH01 5C122/FH02		
代理人(译)	奥田诚治 Kajiya Bido 三宅明子		
优先权	2012116796 2012-05-22 JP		
其他公开文献	JP5603508B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在本公开的实施例中，成像处理装置包括成像单元和图像处理单元（图像处理器110），该成像单元在以照明光照射被摄体（111）的状态下获取偏振图像。照明光的光轴与图像传感器（115）的光轴形成大致同轴的关系。图像处理单元，亮度图像生成单元312，其基于图像传感器（115）的输出生成亮度图像，并基于图像传感器（115）的输出来计算每个像素的偏振度，偏振度图像待生成的偏振图像生成单元（314）和被摄体（111）的表面上的不平坦部分的凹部强调了偏振度图像的偏振度，并校正了色调，饱和度和亮度中的至少一项。提供了生成经处理的偏振图像的偏振图像处理单元（316）和将经处理的偏振图像与亮度图像进行组合的图像组合单元（320）。



- 300 Polarization mosaic processing unit
- 112 Synchronizer
- 312 Luminance image generation unit
- 314 Polarization degree image generation unit
- 316 Polarization degree image editing unit
- 320 Image synthesis unit
- 114 Display unit