

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-52180

(P2013-52180A)

(43) 公開日 平成25年3月21日(2013.3.21)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|---------------------------------------|----------------------|-------------|
| A 6 1 B 1/00 (2006.01) | A 6 1 B 1/00 3 0 0 T | 2 H 0 4 0 |
| G 0 2 B 27/28 (2006.01) | G 0 2 B 27/28 Z | 2 H 1 9 9 |
| A 6 1 B 1/04 (2006.01) | A 6 1 B 1/04 3 7 2 | 4 C 1 6 1 |
| H 0 4 N 5/225 (2006.01) | H 0 4 N 5/225 C | 5 C 1 2 2 |
| H 0 4 N 5/238 (2006.01) | A 6 1 B 1/00 3 0 0 D | |
| 審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁) 最終頁に続く | | |

(21) 出願番号 特願2011-193986 (P2011-193986)
 (22) 出願日 平成23年9月6日 (2011.9.6)

(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
 (74) 代理人 100101683
 弁理士 奥田 誠司
 (74) 代理人 100155000
 弁理士 喜多 修市
 (74) 代理人 100135703
 弁理士 岡部 英隆
 (74) 代理人 100125922
 弁理士 三宅 章子
 (74) 代理人 100152663
 弁理士 山口 美里

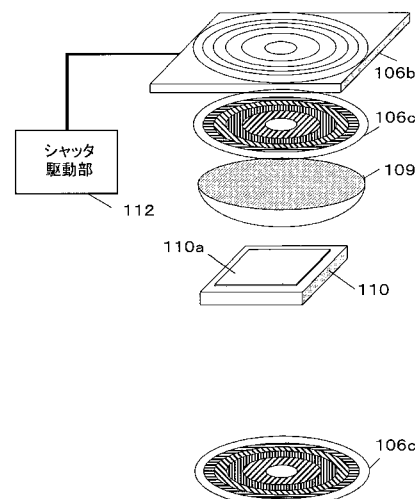
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】各画素から偏光情報を取得することができる撮像装置を提供する。

【解決手段】本発明の実施形態における撮像装置100は、複数の光感知セルが撮像面110aに沿って2次元に配列された光感知セルアレイ（撮像素子110）と、撮像面110aに像を形成する撮影レンズ109と、偏光透過軸方向が異なるN個（Nは3以上の整数）の偏光子を有する偏光素子106cであって、N個の偏光子が同心円状に配列され、隣接する偏光子の境界が同心円である偏光素子106cと、偏光素子106cに入射する光の少なくとも一部または偏光素子106cを透過する光の少なくとも一部を遮蔽するシャッター106bと、偏光素子106cの偏光透過軸方向が異なる複数の偏光子を透過した光を、撮像時に順次、光感知セルアレイ110の同一の光感知セルに入射させるようにシャッター106bを駆動するシャッター駆動部112とを備える。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の光感知セルが撮像面に沿って 2 次元に配列された光感知セルアレイと、
前記撮像面に像を形成する撮影レンズと、
偏光透過軸方向が異なる N 個（N は 3 以上の整数）の偏光子を有する偏光素子であって、
前記 N 個の偏光子が同心円状に配列され、隣接する偏光子の境界が同心円である偏光素子と、

前記偏光素子に入射する光の少なくとも一部または前記偏光素子を透過する光の少なくとも一部を遮蔽するシャッターと、

前記偏光素子の偏光透過軸方向が異なる複数の偏光子を透過した光を、同時または異なるタイミングで、前記光感知セルアレイの同一の光感知セルに入射させるように前記シャッターを駆動するシャッター駆動部と、
を備える撮像装置。

10

【請求項 2】

前記シャッター駆動部は、前記光感知セルアレイの各電荷蓄積期間内において、前記偏光素子が有する前記 N 個の偏光子のうちの 1 つの偏光子を透過した光を前記光感知セルアレイの撮像面に入射させ、次の電荷蓄積期間内においては、他の 1 つの偏光子を透過した光を前記光感知セルアレイの撮像面に入射させるように前記シャッターを駆動する、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記偏光素子は、偏光子が存在しない透明部を備えている、請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

20

【請求項 4】

前記 N 個の偏光子は、円形の中央偏光子と、前記中心偏光子の周りに配列された複数のリング状偏光子とを含む請求項 1 から 3 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記 N 個の偏光子は、偏光透過軸方向が 45° ずつ異なる 4 つの偏光子である請求項 1 から 4 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記 N 個の偏光子は、偏光透過軸方向が 60° ずつ異なる 3 つの偏光子である請求項 1 から 4 のいずれかに記載の撮像装置。

30

【請求項 7】

前記シャッターは、前記偏光素子の前記 N 個の偏光子の少なくとも 1 つを遮光するリング状の遮光部または円形の遮光部を有する請求項 1 から 6 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記シャッター駆動部は、前記シャッターを回転させる請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

非偏光で被写体を照明する光源を有する、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 10】

内視鏡である請求項 1 から 9 のいずれかに記載の撮像装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、カラー画像と偏光情報を同時に取得することができるカメラなどの撮像装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

輝度画像だけでは得られない情報を取得できる偏光イメージングが注目されている。偏光イメージングを行うには、撮像素子の撮像面の前に偏光子または偏光板を配置する必要

50

がある。特許文献 1 は、微細な偏光子を例えば $100\ \mu\text{m}$ 程度のピッチで配列した撮像素子を開示している。特許文献 2 は、偏光板を回転させる機構を備えた撮像装置を開示している。特許文献 3 は、偏光透過軸が直交する関係にある 2 枚の偏光板を交互に用いることにより、偏光画像を取得する内視鏡を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 86720 号公報

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2007 - 79982 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 47588 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載の従来技術によれば、偏光子が固定されているため、画素ズレの問題が生じず、偏光板を回転させるための機構も不要である。しかし、個々の画には一定方向の偏光透過軸を透過した光しか入射しない。そのため、偏光度や偏光位相角度などの偏光情報を獲得するには、複数の画素からの信号を用いる必要があり、解像度が低下する。

【0005】

特許文献 2 に記載の従来技術によれば、回転偏光板による画素ズレの問題があり、解像度や S/N 比が低下する。また、偏光板を回転させるための装置は小型化が困難である。

20

【0006】

特許文献 3 に記載の従来技術によれば、偏光板の移動距離が大きく、偏光板の位置を変えるための装置の小型化が困難である。

【0007】

更に、現時点ではカラー画像と偏光情報とを同時に取得するカメラが実現できていない。

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その主な目的は、各画素から偏光情報を取得することができる撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0009】

本発明の撮像装置は、複数の光感知セルが撮像面に沿って 2 次元に配列された光感知セルアレイと、前記撮像面に像を形成する撮影レンズと、偏光透過軸方向が異なる N 個 (N は 3 以上の整数) の偏光子を有する偏光素子であって、前記 N 個の偏光子が同心円状に配列され、隣接する偏光子の境界が同心円である偏光素子と、前記偏光素子に入射する光の少なくとも一部または前記偏光素子を透過する光の少なくとも一部を遮蔽するシャッターと、前記偏光素子の偏光透過軸方向が異なる複数の偏光子を透過した光を、同時または異なるタイミングで、前記光感知セルアレイの同一の光感知セルに入射させるように前記シャッターを駆動するシャッター駆動部とを備える。

【0010】

40

ある実施形態において、前記シャッター駆動部は、前記光感知セルアレイの各電荷蓄積期間内において、前記偏光素子が有する前記 N 個の偏光子のうちの 1 つの偏光子を透過した光を前記光感知セルアレイの撮像面に入射させ、次の電荷蓄積期間内においては、他の 1 つの偏光子を透過した光を前記光感知セルアレイの撮像面に入射させるように前記シャッターを駆動する。

【0011】

ある実施形態において、前記偏光素子は、偏光子が存在しない透明部を備えている。

【0012】

ある実施形態において、前記 N 個の偏光子は、円形の中央偏光子と、前記中心偏光子の周りに配列された複数のリング状偏光子とを含む。

50

【 0 0 1 3 】

ある実施形態において、前記偏光素子は、中央に透明部を含む。

【 0 0 1 4 】

ある実施形態において、前記 N 個の偏光子は、偏光透過軸方向が 45° ずつ異なる 4 つの偏光子である。

【 0 0 1 5 】

ある実施形態において、前記 N 個の偏光子は、偏光透過軸方向が 60° ずつ異なる 3 つの偏光子である。

【 0 0 1 6 】

ある実施形態において、前記シャッターは、前記偏光素子の前記 N 個の偏光子の少なくとも 1 つを遮光するリング状の遮光部または円形の遮光部を有する。

10

【 0 0 1 7 】

ある実施形態において、前記シャッター駆動部は、前記シャッターを回転させる。

【 0 0 1 8 】

ある実施形態において、撮像装置は非偏光で被写体を照明する光源を有する。

【 0 0 1 9 】

ある実施形態において、撮像装置は内視鏡である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、各画素に偏光主軸の異なる光を入射させることができるため、高解像度の偏光画像を取得することが可能になる。また、個々の画素の前に微細な偏光子を配列する必要がないため、帯域の広い偏光子を用いてカラー画像を取得することも可能になる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 本発明による撮像装置の構成例を示す図である。

【 図 2 】 偏光素子 106 c の一例の平面構成および断面構成を模式的に示す図である。

【 図 3 】 偏光における偏光面の角度 I の定義を示す図である。

【 図 4 】 撮像素子 110 の撮像面 110 a の構成例を示す図である。

【 図 5 A 】 図 1 に示すシャッター 106 b の働きにより、偏光素子 106 c の偏光子 S 1 ~ S 4 が遮蔽された状態を模式的に示す図である。

30

【 図 5 B 】 図 1 に示すシャッター 106 b の働きにより、偏光素子 106 c の偏光子 S 2 ~ S 4 が遮蔽された状態を模式的に示す図である。

【 図 5 C 】 偏光素子 106 c の偏光子 S 1、S 3 ~ S 4 が遮蔽された状態を模式的に示す図である。

【 図 5 D 】 偏光素子 106 c の偏光子 S 1 ~ S 2、S 4 が遮蔽された状態を模式的に示す図である。

【 図 5 E 】 偏光素子 106 c の偏光子 S 1 ~ S 3 が遮蔽された状態を模式的に示す図である。

【 図 6 】 偏光子 S 1 ~ S 4 の位置と、各偏光子を透過した光（直線偏光 I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135} ）との対応関係を示す図である。

40

【 図 7 】 本発明の実施形態による撮像装置の概略構成を示す図である。

【 図 8 】 図 7 の先端部の拡大図を示す図である。

【 図 9 】 本実施形態におけるシャッター装置 106 b の構成例を示す図である。

【 図 10 】 偏光素子 106 c の前面に位置するシャッターと、撮像素子 110 で生成される偏光画像と、撮像素子 110 からカラー偏光画像処理部に転送される各偏光画像とを示す図である。

【 図 11 】 シャッター装置 106 b の他の構成例を示す図である。

【 図 12 】 図 11 のシャッター装置を用いる場合において、偏光素子 106 c の前面又は裏面に位置するシャッターと、透過する偏光子の種類と、撮像素子 110 で生成されて蓄

50

積されるデータと、信号処理によって生成される偏光画像と、カラー偏光画像処理部に転送される各偏光画像のタイミングダイアグラムとを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1は、本発明による撮像装置の構成例を示す図である。

【0023】

図示される撮像装置は、複数の光感知セルが撮像面に沿って2次元に配列された撮像素子110と、撮像素子110の撮像面110aに像を形成する撮影レンズ109とを備える。撮影レンズ109は、図1において、単一レンズとして模式的に記載されているが、通常は、複数のレンズが組み合わされた光学系であり、公知の構成を備えている。これらの構成は、従来の撮像装置における構成と基本的には同一であり得る。この撮像装置は、更に、偏光透過軸方向が異なるN個（Nは3以上の整数）の偏光子を有する偏光素子106cと、偏光素子106cに入射する光の少なくとも一部を遮蔽するシャッター106bとを備える。偏光素子106cにおいて、3個以上の偏光子が同心円状に配列され、隣接する偏光子の境界が同心円である。

10

【0024】

図2は、偏光素子106cの一例の平面構成および断面構成を模式的に示す図である。この偏光素子106cは、円形の透明部S0、リング状の第1偏光子S1、リング状の第2偏光子S2、リング状の第3偏光子S3、リング状の第4偏光子S4、およびリング状の透明部S5を有している。これらの透明部S1、S5および偏光子S1～S4は同心円状に配置されている。

20

【0025】

偏光素子106cは、可視光の波長帯域（400nm～700nm）の全範囲において、偏光子として機能し得るため、カラーの偏光画像を取得することが可能である。偏光素子106cは、可視光のみならず、赤外光に対しても偏光子として機能することも可能である。なお、撮像素子110上に微細な偏光子を配列した偏光モザイクフィルタの場合、偏光子として機能し得る波長範囲が狭く、カラーの偏光画像を取得することも困難である。

【0026】

図2の例における偏光子S1～S4の偏光透過軸方向は、45°ずつ異なる。この角度は、偏光子の個数Nである4で180°を割った値である。偏光子の個数Nが3の場合、各偏光子の偏光透過軸方向は60°（＝180°/3）ずつ異なり得る。偏光透過軸方向の角度は、偏光子の個数Nで180°を割った値であることが好ましいが、必ずしも、そのような場合に限定されない。

30

【0027】

図3は、偏光における偏光面の角度Iの定義を示す図である。被写体に向かってX-Y座標系を設定している。偏光面の角度Iは、X軸を0°としてX軸正向きからY軸正向きへ回す角度の向きを正向に定義するものとする。偏光面の角度Iを増加または減少させていくと、180°の周期で同一の偏光状態が繰り返される。すなわち、偏光面の角度Iを変数とする関数は、180°の周期を有する周期関数である。

40

【0028】

図4は、撮像素子110の撮像面110aの構成例を示す図である。図4に示すように撮像面には、複数の光感知セル（フォトダイオード）が行および列状に規則的に配列されている。撮像面110aの前面には、RGB3種の波長を透過するカラーモザイクフィルタが設置される。個々の光感知セルは、光電変換により、入射した光の量に応じて電気信号を生成する。このように撮像素子110としては、従来の輝度画像用のイメージング素子（CCDまたはCMOSセンサー）を利用できる。

【0029】

撮像素子110の個々の光感知セルは、画素に相当するため、光感知セルアレイは画素アレイと称しても良い。撮像素子110の画素アレイには、後に詳しく説明するように、

50

各々が偏光透過軸方向の異なる N 個(N は3以上の整数)の偏光子から構成される偏光素子106cの各偏光子を透過した光が入射する。

【0030】

再び、図1を参照する。図1の構成例において、シャッター106bは偏光素子106cの前面側(光入射面側)に配置されているが、シャッター106bは偏光素子106cと撮影レンズ109との間、すなわち、偏光素子106cの背面側に配置されていてもよい。シャッター106bが偏光素子106cの背面側に配置されている場合、シャッター106bは、偏光素子106cに入射する光ではなく、偏光素子106cを透過する光の少なくとも一部を遮蔽することができる。

【0031】

シャッター106bは、シャッター駆動部112に接続されており、シャッター106bの動作はシャッター駆動部112によって制御される。シャッター駆動部112は、偏光素子106cにおける偏光透過軸方向が異なる複数の偏光子を透過した光を、撮像時に順次、撮像素子110に入射させるようにシャッター106bを駆動する。図2に示す偏光素子106cを用いる場合、4種類の偏光子 $S_1 \sim S_4$ から1つの偏光子を選択し、その偏光子を順次切り替えるようにシャッター106bを動作させることができる。シャッター駆動部112は、撮像素子110または偏光素子106cに組み込まれていても良いし、他の部品として搭載されていてもよい。

【0032】

図5Aは、図1に示すシャッター106bの働きにより、偏光素子106cの偏光子 $S_1 \sim S_4$ が遮蔽され、透明部 S_0 、 S_5 が開口された状態を模式的に示している。この場合、撮像素子110の撮像面に達して結像に寄与する光は、透明部 S_0 、 S_5 を透過した光(I_R)である。結像を行うとき、透明部 S_0 、 S_5 および偏光子 $S_1 \sim S_4$ の何れを透過した光を用いるかは、シャッター106bの働きによって決定され得る。なお、わかりやすさのため、図5では、偏光素子106cについては平面構成を表しているが、偏光子を透過した光線(I_R)および撮像素子110については、その断面構成を表している。このことは、以下に説明する図5B~5Eでも同様である。透明部 S_0 、 S_5 を透過した光に基づいて、参照画像を撮影することができる。

【0033】

図5Bは、図1に示すシャッター106bの働きにより、偏光素子106cの偏光子 $S_2 \sim S_4$ が遮蔽され、偏光子 S_1 および透明部 S_0 、 S_5 が開口された状態を模式的に示している。この場合、撮像素子110の撮像面に達して結像に寄与する光は、偏光子 S_1 を透過した光(直線偏光 I_{135})と透明部 S_0 、 S_5 を透過した光(I_R)である。

【0034】

図5Cは、偏光素子106cの偏光子 S_1 、 $S_3 \sim S_4$ が遮蔽され、偏光子 S_2 および透明部 S_0 、 S_5 が開口された状態を模式的に示している。この場合、撮像素子110の撮像面に達して結像に寄与する光は、偏光子 S_2 を透過した光(直線偏光 I_{90})と透明部 S_0 、 S_5 を透過した光(I_R)である。

【0035】

図5Dは、偏光素子106cの偏光子 $S_1 \sim S_2$ 、 S_4 が遮蔽され、偏光子 S_3 および透明部 S_0 、 S_5 が開口された状態を模式的に示している。この場合、撮像素子110の撮像面に達して結像に寄与する光は、偏光子 S_3 を透過した光(直線偏光 I_{45})と透明部 S_0 、 S_5 を透過した光(I_R)である。

【0036】

図5Eは、偏光素子106cの偏光子 $S_1 \sim S_3$ が遮蔽され、偏光子 S_4 および透明部 S_0 、 S_5 が開口された状態を模式的に示している。この場合、撮像素子110の撮像面に達して結像に寄与する光は、偏光子 S_4 を透過した光(直線偏光 I_0)と透明部 S_0 、 S_5 を透過した光(I_R)である。

【0037】

本実施形態では、上述のように、ある特定の方向に偏光透過軸を有する偏光子を選択し

10

20

30

40

50

、かつ、透明部 S 0、S 5 を開口した状態で撮像を行う。このため、撮像素子 1 1 0 の撮像面には、透明部 S 0、S 5 を透過した非偏光の光 (I_R) も入射する。その結果、偏光した光と非偏光の光とが混在した画像が得られる。しかし、透明部 S 0、S 5 を透過した非偏光の光 (I_R) は、参照画像として取得されているので、偏光した光と非偏光の光とが混在した画像から参照画像を用いて偏光した光のみによる画像、すなわち、偏光画像を取得することができる。

【0038】

なお、透明部 S 0、S 5 をシャッター 1 0 6 b によって遮蔽した状態で、偏光子 S 1 ~ S 4 のいずれか 1 つを透過した光、すなわち偏光した光を撮像素子の撮像面に入射させてもよい。その場合、参照画像を用いることなく、偏光画像を取得することができる。また、偏光子 1 0 6 c に透明部 S 0、S 5 を設ける必要はない。例えば、透明部 S 0、S 5 の一方または両方を遮光部材で被覆しておいてもよいし、透明部 S 0、S 5 の一方または両方の領域に他の偏光子を配置してもよい。

10

【0039】

本実施形態では、偏光透過軸が異なる複数の偏光子が同心円状に配置された偏光素子 1 0 6 c とシャッター 1 0 6 b を用いることにより、撮像素子 1 1 0 の撮像面 1 1 0 a に達する偏光光の偏光方向を、順次、変化させることが可能である。したがって、ある電荷蓄積期間内において、例えば図 5 B に示す状態で撮像を行うと、各々の光感知セルに入射する偏光光の偏光方向は偏光子 S 1 の偏光透過軸方向によって規定される。その電荷蓄積期間の途中で、シャッター 1 0 6 b の開口状態を一定に保持すれば、参照画像における対応画素の値を減算することにより、一定の方向に偏光した直線偏光の輝度を画素ごとに得ることが可能である。電荷蓄積期間の切り替えのタイミングと、シャッター 1 0 6 b の開口状態の切り替えのタイミングとを同期させると、偏光方向が異なるカラーの偏光画像を取得できる。すなわち、上記の例によれば、偏光透過軸の方向が 45° ずつ異なるカラーの偏光画像 (I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135}) を取得することができる。前述したように、偏光子 S 1 ~ S 4 のいずれか 1 つを透過した光、すなわち偏光した光のみを撮像素子の撮像面に入射させる場合は、偏光画像 (I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135}) を取得するために、参照画像における対応画素の値を減算する必要はない。

20

【0040】

なお、撮像時にシャッター 1 0 6 b の全体が開口されてもよい。その場合、偏光素子 1 0 6 c に入射する光、または偏光素子 1 0 6 c を透過する光は、シャッター 1 0 6 b によっては遮蔽されず、その全体が撮像素子 1 1 0 に達して結像に寄与する。このとき、偏光子 S 1 ~ S 4 の各々を透過した光 (直線偏光 I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135}) および透明部 S 1、S 5 の各々を透過した光 (I_R) は、撮像面上で重なり合うことになる。偏光情報を含む画像 (偏光画像) は得られず、開口の広い、相対的に明るい輝度画像が得られる。また、偏光子 S 1 ~ S 4 の全体を開口し、透明部 S 1、S 5 は遮蔽してもよい。そのときは、偏光子 S 1 ~ S 4 の各々を透過した光 (直線偏光 I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135}) が、撮像面上で重なり合うことになる。

30

【0041】

図 6 は、偏光子 S 1 ~ S 4 の位置と、各偏光子を透過した光 (直線偏光 I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135}) との対応関係を示す図である。偏光子 S 1 ~ S 4 の境界は同心の円形であり、円形の中心は図 1 の撮影レンズ 1 0 9 の中心と整合している。このため、偏光子 S 1 を透過した直線偏光 I_{135} は、撮影レンズ 1 0 9 の中央付近を透過した光によって構成される。一方、偏光子 S 4 を透過した直線偏光 I_0 は、撮影レンズ 1 0 9 の周辺付近を透過した光によって構成される。好ましい実施形態において、偏光子 S 1 ~ S 4 の各々は、相互に等しい面積を有している。

40

【0042】

以下、本発明の撮像装置の実施形態をより詳しく説明する。

【0043】

まず、図 7 を参照する。図 7 は、本実施形態の撮像装置の概略構成を示す図である。

50

【 0 0 4 4 】

本実施形態の撮像装置 1 0 0 は、内視鏡として好適に使用され得る構成を有している。この撮像装置 1 0 0 は、図 7 に示されるように、撮像部 1 0 1 と、撮像部 1 0 1 を制御する撮像制御部 1 0 2 とを備える。撮像部 1 0 1 によって取得したカラー偏光画像は、カラー偏光画像処理部 1 2 1 に送られ、処理される。カラー偏光画像処理部 1 2 1 によって処理されたカラー偏光画像は、フラットパネルディスプレイなどの表示部 1 2 2 によって表示される。カラー偏光画像処理部 1 2 1 は、カラー偏光画像のデータを記録するカラー偏光画像記録部 1 2 3、偏光度画像フレーム記録部 1 2 4、および偏光位相画像フレーム記録部 1 2 5 に接続されている。カラー偏光画像処理部 1 2 1、表示部 1 2 2、カラー偏光画像記録部 1 2 3、偏光度画像フレーム記録部 1 2 4、および偏光位相画像フレーム記録部 1 2 5 の全体または一部は、撮像装置 1 0 0 に内蔵されていてもよいし、撮像装置 1 0 0 の外部にあつて撮像装置 1 0 0 に有線または無線で接続された別のデバイスであってもよい。カラー偏光画像処理部 1 2 1 は、パーソナルコンピュータまたは画像処理プロセッサなどによって好適に実現され得る。

10

【 0 0 4 5 】

撮像部 1 0 1 は、図 1 から図 5 D を参照しながら説明した構成を有する偏光素子 1 0 6 c と、偏光素子 1 0 6 c から特定の透過偏光子を逐次選択するシャッター装置 1 0 6 b と、撮像素子（イメージセンサ）1 1 0 と、撮像素子 1 1 0 の撮像面上に像を形成するため撮影レンズ 1 0 9 とを有している。また、この撮像部 1 0 1 は、照明用の光源部 1 0 4 からの光を、オプティカルガイド 1 0 5 を通して被写体に照射する照明レンズ 1 0 7 を有している。本実施形態では、被写体 1 1 4 を非偏光光 1 1 5 a で照射する。

20

【 0 0 4 6 】

本実施形態における撮影レンズ 1 0 9 は、公知の構成を有しており、現実には複数のレンズから構成されたレンズユニットであり得る。撮影レンズ 1 0 9 は、不図示の機構によって駆動され、必要に応じて、光学ズーム、自動露光（A E : A u t o E x p o s u r e）、自動焦点（A F : A u t o F o c u s）に必要な動作が実行されてもよい。

【 0 0 4 7 】

撮像制御部 1 0 2 は、光源部 1 0 4 と、撮像素子 1 1 0 を駆動する撮像素子駆動部 1 0 8 と、シャッター装置 1 0 6 b を制御して偏光素子 1 0 6 c の光透過領域を変化させるシャッター駆動部 1 1 2 とを備えている。撮像素子駆動部 1 0 8 は、たとえばドライバ L S I から構成され、撮像素子 1 1 0 を駆動することにより、撮像素子 1 1 0 からアナログ信号を読み出してデジタル信号に変換する。

30

【 0 0 4 8 】

シャッター駆動部 1 1 2 は、シャッター装置 1 0 6 b を駆動することにより、偏光素子 1 0 6 c を構成する異なる偏光子のうち、特定の偏光子 S 1、S 2、S 3、S 4 に対応する部分を透過させるシャッター部を選択駆動して、所定の偏光方向に対する撮像可能になる。回転メカニカルシャッターや CCD のデータ蓄積タイミングやデータ転送タイミングを制御することによって、偏光透過軸の方向が 4 5 ° ずつ異なるカラーの偏光画像（ I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135} ）を取得することができる。これらの偏光画像に基づいて、偏光透過軸の方向と輝度値との関係を画素ごとに S i n - f i t t i n g によって求めれば、偏光度および偏光位相を画素単位で得ることができる。画素単位の偏光度および偏光位相は、それぞれ、偏光度画像および偏光位相画像として表現され得る。

40

【 0 0 4 9 】

カラー偏光画像処理部 1 2 1 は、画像処理部（イメージプロセッサ）、メモリ、インターフェース（I F）部を備えている。カラー偏光画像処理部 1 2 1 は、色調補正、解像度変更、自動露光、自動焦点、データ圧縮などの動作に必要な各種信号処理を行うほか、本発明による偏光情報の取得処理を実行する。カラー偏光画像処理部 1 2 1 は、公知のデジタル信号処理プロセッサ（D S P）などハードウェアと、本発明に係る偏光情報処理を含む画像処理を実行するソフトウェアとの組合せによって好適に実現される。メモリは、D R A M などによって構成される。このメモリは、撮像素子 1 1 0 から得られた画像データ

50

を記録するとともに、カラー偏光画像処理部 121 によって各種の画像処理を受けた画像データを一時的に記録する。これらの画像データは、アナログ信号に変換された後、表示部 122 によって表示される又は、デジタル信号のままインターフェース部を介してカラー偏光画像記録媒体部にカラー偏光画像を記録される。

【0050】

本実施形態の撮像装置 100 は、ビューファインダ、電源（電池）、フラッシュライトなどの公知の構成要素を備え得るが、それらの説明は本発明の理解に特に必要でないため省略する。

【0051】

図 8 は、図 7 の先端部の拡大図を示す。ライトガイド 105 を通して非偏光 115a は被写体 114 を照明する。被写体 114 からの反射光である非偏光 116a は、シャッター 106b の開口部、および偏光素子 106c を順に透過することにより、特定の方向に偏光した直線偏光となる。この直線偏光は、レンズ 109 によって撮像素子 110 上に結像される。

【0052】

以下、シャッター駆動部 112 によるシャッター装置 106b の駆動例を説明する。

【0053】

図 9 は、本実施形態におけるシャッター装置 106b の構成例を示している。このシャッター装置 106b は、偏光素子 106c の偏光子 S1 ~ S4 の各々に光を入射させる開口部を有する 4 つのシャッター A1 ~ D1 と透明部 S0、S5 のみを開口するシャッター E1 とを備えている。シャッター装置 106b を回転させることにより、5 つのシャッター A1 ~ E1 のいずれかを偏光素子 106c の前面に配置することができる。図 9 の例では、第 2 のシャッター B1 が偏光素子 106c の前面に位置する状態が模式的に示されている。図 9 の破線の矢印で示される方向にシャッター装置 106b が回転すると、次に、第 3 シャッター C1 が偏光素子 106c の前面に配置されることになる。

【0054】

第 1 のシャッター A1 が偏光素子 106c の前面に配置されているとき、第 1 のシャッター A1 は偏光素子 106c の第 1 偏光子 S1 に光を入射させ、他の偏光子は遮蔽する。第 2 のシャッター B1 が偏光素子 106c の前面に配置されているとき、第 2 のシャッター B1 は第 2 偏光子 S2 に光を入射させ、他の偏光子は遮蔽する。第 3 のシャッター C1 が偏光素子 106c の前面に配置されているとき、第 3 のシャッター C1 は第 3 偏光子 S3 に光を入射させ、他の偏光子は遮蔽する。第 4 シャッター D1 が偏光素子 106c の前面に配置されているとき、第 4 のシャッター D1 は第 4 偏光子 S4 に光を入射させ、他の偏光子は遮蔽する。第 5 のシャッター E1 は透明部 S0、S5 に光を入射させ、偏光子は遮蔽する。このようにして、偏光素子 106c の前面に位置するシャッターが第 1 のシャッター A1 から第 4 のシャッター D1 まで変化すると、偏光素子 106c を透過して撮像に寄与する偏光光の偏光方向が順番に回転していく。

【0055】

図 10 は、偏光素子 106c の前面に位置するシャッター 106b と、撮像素子 110 で生成されて蓄積される偏光画像のデータと、撮像素子 110 からカラー偏光画像処理部に転送される各偏光画像のデータとを示している。例えばシャッター A1 が偏光素子 106c の前面に位置するとき、撮像素子 110 には 135° の方向に偏光した直線偏光と透明部を透過した光とが入射し、偏光画像 I_{135} と参照画像 I_R がとが混合した画像のデータが蓄積される。電荷蓄積期間が経過した後、撮像素子 110 からは偏光画像 I_{135} と参照画像 I_R がとが混合した画像のデータが外部に転送される。次の電荷蓄積期間が開始するまでに、シャッターの移動が完了する。この例では、第 2 のシャッター B1 が第 1 のシャッター A1 に代わって偏光素子 106c の前面に位置することになる。そして、撮像素子 110 には 90° の方向に偏光した直線偏光と透明部を透過した光とが入射し、偏光画像 I_{90} と参照画像 I_R がとが混合した画像のデータが蓄積される。このデータは、電荷蓄積期間が経過した後、外部に転送される。こうして、図 10 に示すようにカラー偏光画像が

順に取得され、転送される。偏光画像と参照画像とが混合した画像のデータから、信号処理によって参照画像のデータを減算すると、偏光画像 I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135} が求められる。

【0056】

偏光透過軸の方向が異なる4種類の偏光子 ($i = 0^\circ$ 、 45° 、 90° 、 135°) を透過した光の強さ(画素値または輝度)は、前述したように、 I_0 、 I_{45} 、 I_{90} 、 I_{135} で示される。ここで、偏光透過軸の回転角 θ_i のときに観測される輝度を I_i とする。ただし、「 i 」は、1以上N以下の整数、「N」はサンプル数とする。

【0057】

本実施形態では、 $N = 4$ であるため、 $i = 1, 2, 3, 4$ となる。本実施形態によれば、上述した構成により、各画素から4個のサンプル (θ_i 、 I_i) に対応する輝度 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 が得られる。偏光透過軸の角度 θ_i と輝度 I_i との関係は、一般に、周期 = (180°) の正弦関数によって表現される。周期が固定された正弦関数がある未知数は、振幅、位相、および平均値の3種しかなく、異なる角度における少なくとも3つの輝度 I_i の観測により、1本の正弦関数カーブが完全に決定される。この正弦関数の曲線あてはめ (Sine fitting) は公知の手法により行うことができる。

【0058】

偏光子単位の偏光主軸の ψ に対する観測輝度は、以下の式で表される。

【数1】

$$I(\psi) = A \cdot \sin 2(\psi - B) + C \quad (\text{式1})$$

【0059】

なお、本明細書における「偏光情報」とは、輝度の偏光主軸角度に対する依存性を示す正弦関数カーブにおける振幅変調度 および位相情報を意味する。以上の処理により、画素ごとに正弦関数のA、B、Cの3パラメータが確定すると、各画素における偏光度を示す偏光度画像と各画素における偏光位相を示す偏光位相画像が求められる。偏光度は、該当画素の光が偏光している程度を表し、偏光位相は、正弦関数の最大値をとる角度位置を表す。なお、偏光主軸の角度は、 0° と 180° () は同一である。

【0060】

値、() は、それぞれ、以下の(式2)および(式3)によって算出される。

【数2】

$$\rho = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{A}{C} \quad (\text{式2})$$

【数3】

$$\phi = \frac{\pi}{4} + B \quad (\text{式3})$$

【0061】

こうして、本実施形態では、シャッター装置の開口部位置を変化させることにより、偏光素子106cの異なる領域を透過した光が形成する像の画素値に基づいて、すべての画素からカラー偏光情報を取得することができる。

【0062】

撮像素子110から出力された信号は、カラー偏光画像処理部121に送られ、カラー偏光画像処理部121で処理された後、偏光度画像フレーム記録部124および偏光位相画像フレーム記録部125に格納される。格納されたデータを、表示部122に出力しても良い。具体的には、偏光度画像フレーム記憶部124は、偏光度画像()のデータを出力する。偏光位相画像フレーム記憶部125のデータによる偏光位相画像()のデー

10

20

30

40

50

タを出力することができる。本実施形態では、被写体から偏光画像情報を取得し、４種類の偏光画像（偏光度画像 および偏光位相画像）を出力することができる。

【００６３】

次に、図１１を参照しながら、シャッター装置１０６ｂの他の構成例を説明する。

【００６４】

図１１に示されるシャッター装置１０６ｂは、偏光素子１０６ｃの偏光子Ｓ１～Ｓ４から選択された１つの偏光子と透明部Ｓ０、Ｓ５とに光を入射させる開口部を有するシャッターＡ２と、複数の偏光子の含み合わせに対しても光を入射させる開口部を有するシャッターＢ２、Ｃ２、Ｄ２と、透明部Ｓ０、Ｓ５のみを開口するシャッターＥ１とを備えている。シャッター装置１０６ｂを回転させることにより、５つのシャッターＡ２、Ｂ２、Ｃ２、Ｄ２、Ｅ１のいずれかを偏光素子１０６ｃの前面に配置することができる。図１１の例では、シャッターＢ２が偏光素子１０６ｃの前面に位置する状態が模式的に示されている。図１１の破線の矢印で示される方向にシャッター装置１０６ｂが回転すると、次に、シャッターＣ２が偏光素子１０６ｃの前面に配置されることになる。

【００６５】

シャッターＡ２が偏光素子１０６ｃの前面に配置されているとき、シャッターＡ２は偏光素子１０６ｃの第１偏光子Ｓ１に光を入射させ、他の偏光子は遮蔽する。なお、この例においても、各シャッターは、透明部Ｓ０、Ｓ５を常に開口している。シャッターＢ２が偏光素子１０６ｃの前面に配置されているとき、シャッターＢ２は第１偏光子Ｓ１および第２偏光子Ｓ２の両方に光を入射させ、他の偏光子は遮蔽する。シャッターＣ２が偏光素子１０６ｃの前面に配置されているとき、シャッターＣ２は第１偏光子Ｓ１、第２偏光子Ｓ２および第３偏光子Ｓ３のすべてに光を入射させ、第４偏光子Ｓ４は遮蔽する。シャッターＤ２が偏光素子１０６ｃの前面に配置されているとき、シャッターＤ２はすべての偏光子Ｓ１～Ｓ４に光を入射させる。このようにして、偏光素子１０６ｃの前面に位置するシャッターがシャッターＡ２からシャッターＤ２まで変化すると、偏光素子１０６ｃを透過して撮像に寄与する光の偏光状態が順番に変化していく。より詳細には、シャッターＡ２が偏光素子１０６ｃの前面又は裏面に配置されているときに偏光素子１０６ｃを透過する光は直線偏光であるが、シャッターＤ２が偏光素子１０６ｃの前面に配置されているときに偏光素子１０６ｃを透過する光は、異なる方向に偏光した光が混合した状態にある。

【００６６】

図１２は、偏光素子１０６ｃの前面に位置するシャッターと、透過する偏光子の種類と、撮像素子１１０で生成されて蓄積されるデータと、信号処理によって生成され、カラー偏光画像処理部に転送される各偏光画像のデータとを示している。

【００６７】

シャッターＥ１が偏光素子１０６ｃの前面に位置するとき、撮像素子１１０には透明部Ｓ０、Ｓ５を透過した光が入射し、参照画像 I_R のデータが蓄積される。このとき、撮像素子１１０に蓄積されるデータをデータ a と称することとする。電荷蓄積期間が経過した後、撮像素子１１０からはデータ a が読み出される。データ a には、特別な処理は施されず、そのまま転送される。次の電荷蓄積期間が開始するまでに、シャッターの移動が完了する。この例では、シャッターＡ２がシャッターＥ１に代わって偏光素子１０６ｃの前面に位置することになる。

【００６８】

シャッターＡ２が偏光素子１０６ｃの前面に位置するとき、撮像素子１１０には１３５°の方向に偏光した直線偏光と透明部を透過した光とが入射し、偏光画像 I_{135} と参照画像 I_R とが混合した画像のデータが蓄積される。このとき、撮像素子１１０に蓄積されるデータをデータ a と称することとする。電荷蓄積期間が経過した後、撮像素子１１０からは偏光画像 I_{135} と参照画像 I_R とが混合した画像のデータ b が読み出される。電荷蓄積期間が経過した後、撮像素子１１０から上記の加算されたデータ b が読み出される。このデータ b から、参照画像 I_R のデータ a を減算することにより、偏光画像 I_{135} を得ることができる。次の電荷蓄積期間が開始するまでに、シャッターの移動が完了する。この例では

、シャッター B 2 が第 1 のシャッター A 2 に代わって偏光素子 1 0 6 c の前面に位置することになる。

【 0 0 6 9 】

次に、シャッター B 2 が偏光素子 1 0 6 c の前面に位置するとき、撮像素子 1 1 0 には 135° の方向に偏光した直線偏光と 90° の方向に偏光した直線偏光と透明部を透過した光とが入射し、撮像素子 1 1 0 では偏光画像 I_{135} と偏光画像 I_{90} と参照画像 I_R とを加算したデータ c が生成されて蓄積される。電荷蓄積期間が経過した後、撮像素子 1 1 0 から上記の加算されたデータ c が読み出される。このデータ c から、データ b を減算することにより、偏光画像 I_{90} を得ることができる。

【 0 0 7 0 】

同様に、次の電荷蓄積期間が開始するまでに、シャッターの移動が完了する。今度は、シャッター C 2 が偏光素子 1 0 6 c の前面に位置することになる。撮像素子 1 1 0 には 135° 、 90° 、 45° の各方向に偏光した直線偏光と透明部を透過した光とが重畳して入射し、撮像素子 1 1 0 では偏光画像 I_{135} 、 I_{90} 、 I_{45} と参照画像 I_R とが混合した状態のデータ d が蓄積される。このデータ d は、電荷蓄積期間が経過した後、読み出される。信号処理により、データ d からデータ c を減算すると、偏光画像 I_{45} が得られる。

【 0 0 7 1 】

更に、次の電荷蓄積期間が開始するまでに、シャッターの移動が完了する。今度は、シャッター D 2 が偏光素子 1 0 6 c の前面に位置することになる。撮像素子 1 1 0 には 135° 、 90° 、 45° 、 0° の各方向に偏光した直線偏光と透明部を透過した光とが重畳して入射し、撮像素子 1 1 0 では偏光画像 I_{135} 、 I_{90} 、 I_{45} 、 I_0 と参照画像 I_R とが混合した状態のデータ e が蓄積される。このデータ d は、電荷蓄積期間が経過した後、読み出される。信号処理により、データ e からデータ d を減算すると、偏光画像 I_0 が得られる。

【 0 0 7 2 】

図 1 2 に示す例では、シャッター D 2 が偏光素子 1 0 6 c の前面に位置する状態で、次の電荷蓄積期間も、撮像素子 1 1 0 には 135° 、 90° 、 45° 、 0° の各方向に偏光した直線偏光と透明部を透過した光とが重畳して入射している。こうして、撮像素子 1 1 0 では偏光画像 I_{135} 、 I_{90} 、 I_{45} 、 I_0 と参照画像 I_R とが混合した状態のデータ f が蓄積される。このデータ f は、電荷蓄積期間が経過した後、読み出される。信号処理により、データ f からデータ a を減算すると、偏光子 S 1 ~ S 4 の各々を透過した偏光光が重畳した画像が得られる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 7 3 】

本発明の撮像装置は、偏光イメージング技術の種々の分野に応用され得る。たとえば、本発明の撮像素子および撮像装置は、セキュリティ、医療、通信、分析のためのキーデバイスとして有用である。

【符号の説明】

【 0 0 7 4 】

- 1 0 0 撮像装置
- 1 0 1 撮像部
- 1 0 2 撮像制御部
- 1 0 4 光源部
- 1 0 5 ライトガイド
- 1 0 6 b シャッター装置
- 1 0 6 c 偏光素子
- 1 0 7 照明レンズ
- 1 0 8 撮像素子駆動部
- 1 0 9 撮影レンズ
- 1 1 0 撮像素子

10

20

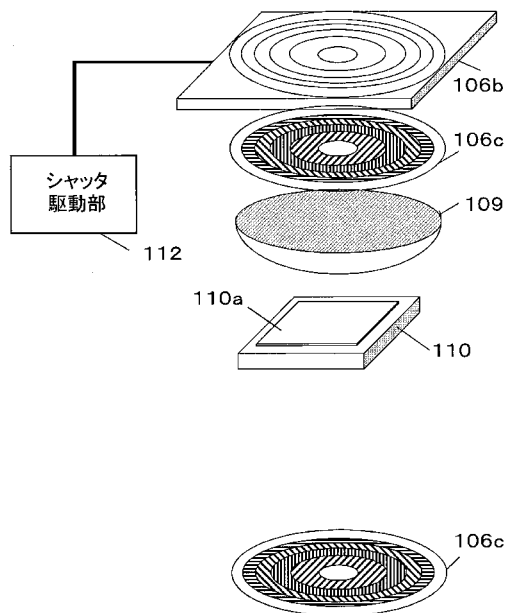
30

40

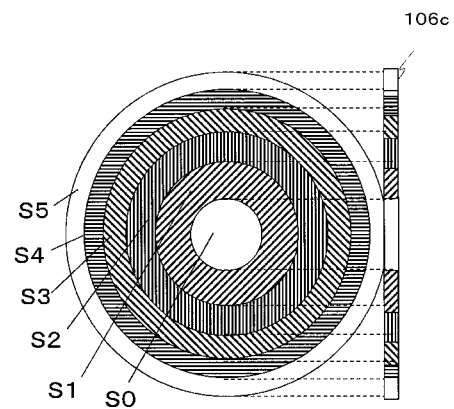
50

- 1 1 0 a 撮像面
- 1 1 2 シャッター駆動部
- 1 1 3 先端部
- 1 1 4 被写体
- 1 2 1 カラー偏光画像処理部
- 1 2 2 表示部
- 1 2 3 カラー偏光画像記録部
- 1 2 4 偏光度画像フレーム記録部
- 1 2 5 偏光位相画像フレーム記録部

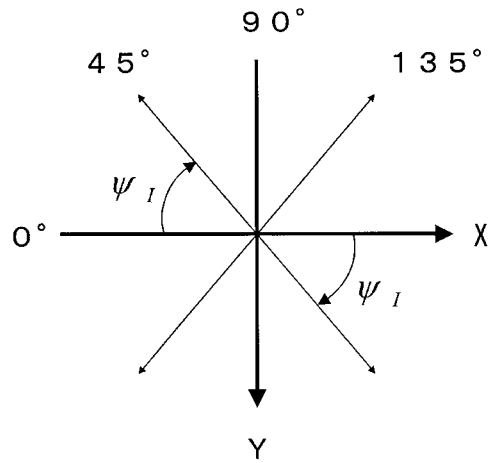
【図 1】



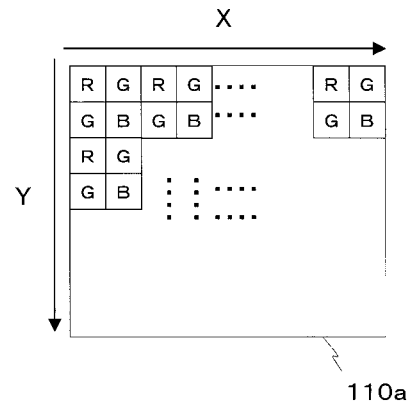
【図 2】



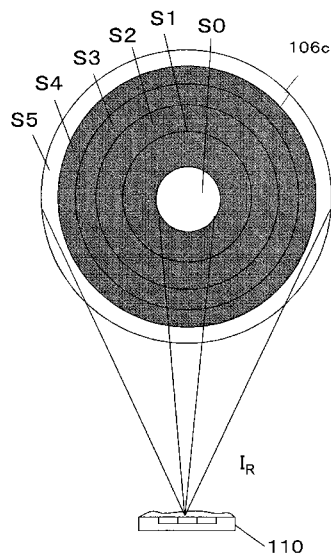
【図 3】



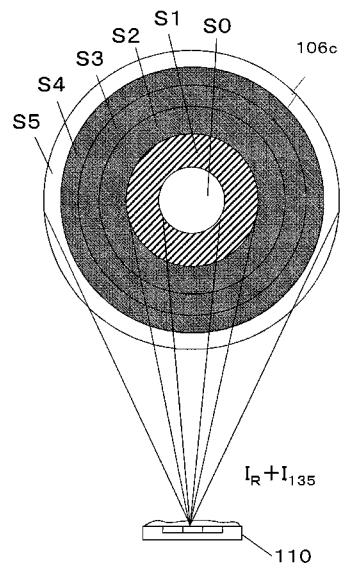
【図 4】



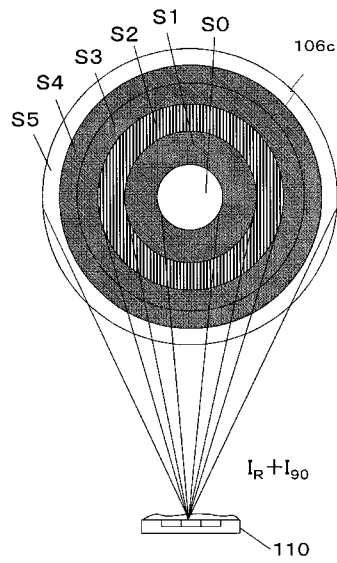
【図 5 A】



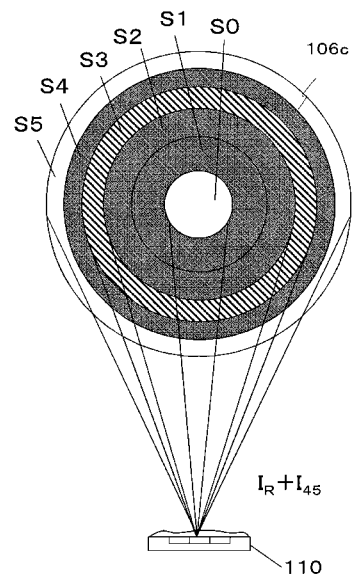
【図 5 B】



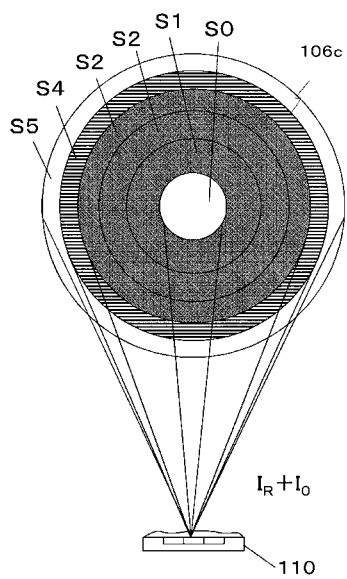
【図 5 C】



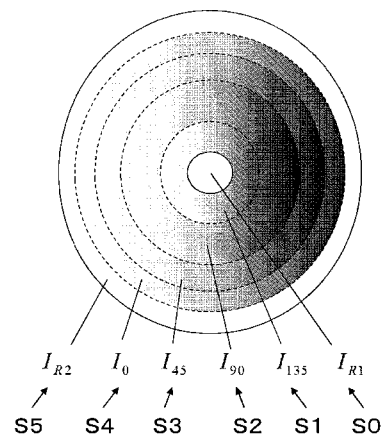
【図 5 D】



【図 5 E】

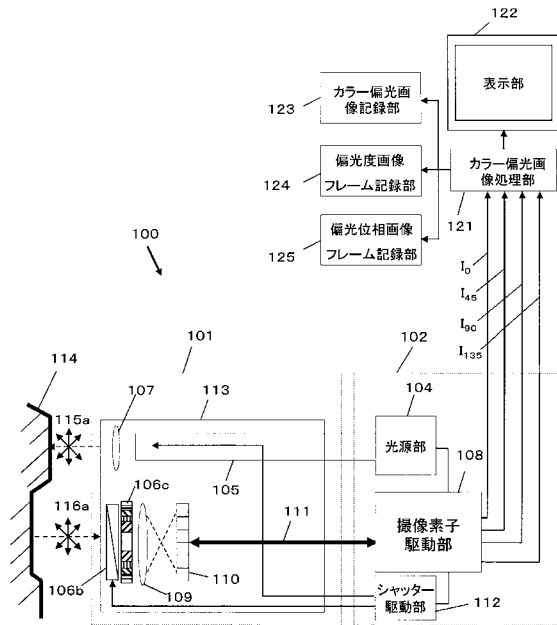


【図 6】

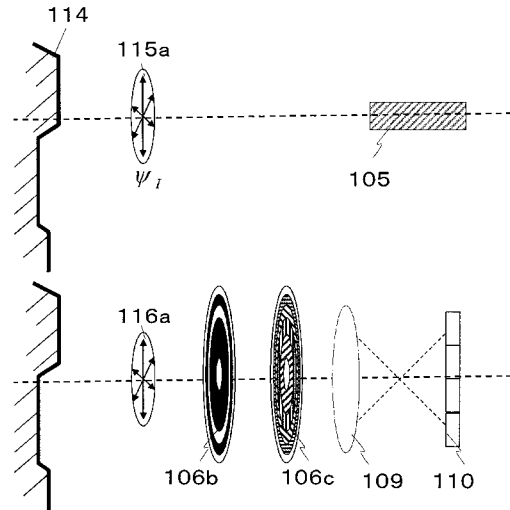


$$I_R = (I_{R1} + I_{R2}) \text{Reference輝度}$$

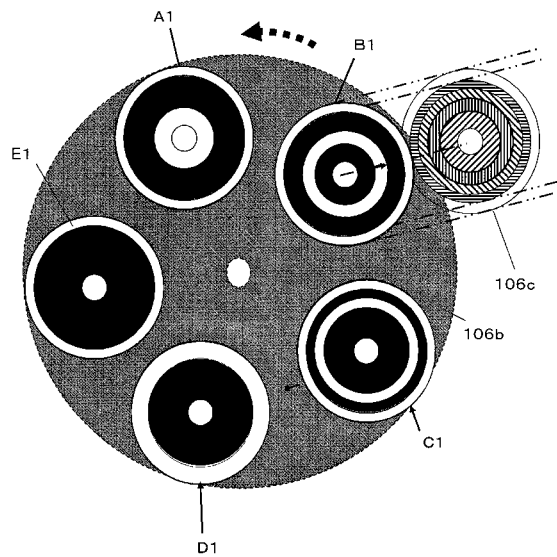
【図 7】



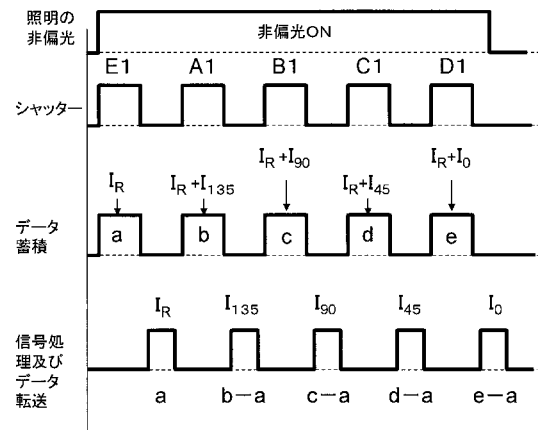
【図 8】



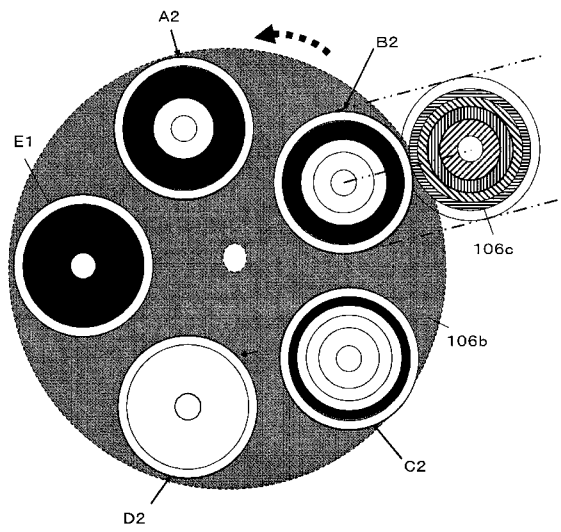
【図 9】



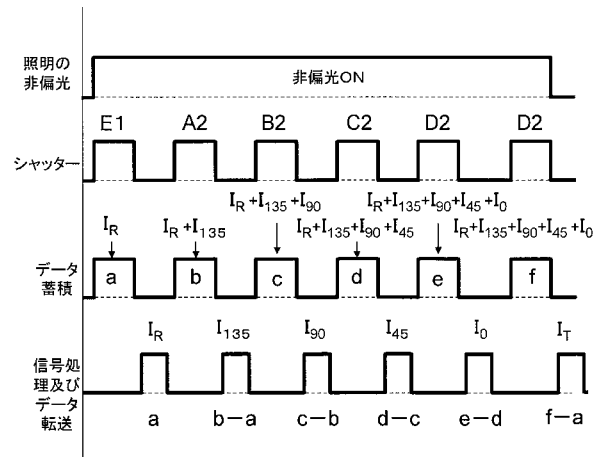
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | F I | テーマコード(参考) |
|-------------------------|---------------|------------|
| G 0 2 B 23/24 (2006.01) | H 0 4 N 5/238 | Z |
| | G 0 2 B 23/24 | B |

(72)発明者 シング ビラハム パル

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 BA00 CA11 CA12 CA23 GA02 GA10 GA11

2H199 AB23 AB52

4C161 CC06 FF40 FF47 HH51 LL02 MM01 MM02 NN01 RR13 RR18

RR26

5C122 DA26 FB17 FF10 GG08

| | | | |
|-------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 摄像装置 | | |
| 公开(公告)号 | JP2013052180A | 公开(公告)日 | 2013-03-21 |
| 申请号 | JP2011193986 | 申请日 | 2011-09-06 |
| 申请(专利权)人(译) | 松下电器产业株式会社 | | |
| [标]发明人 | シングビラハムパル | | |
| 发明人 | シング ビラハム パル | | |
| IPC分类号 | A61B1/00 G02B27/28 A61B1/04 H04N5/225 H04N5/238 G02B23/24 | | |
| FI分类号 | A61B1/00.300.T G02B27/28.Z A61B1/04.372 H04N5/225.C A61B1/00.300.D H04N5/238.Z G02B23/24.B A61B1/00.550 A61B1/00.730 A61B1/00.731 A61B1/04.530 A61B1/05 H04N5/225 H04N5/225.400 H04N5/225.600 H04N5/232 H04N5/238 | | |
| F-TERM分类号 | 2H040/BA00 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA23 2H040/GA02 2H040/GA10 2H040/GA11 2H199/AB23 2H199/AB52 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/HH51 4C161/LL02 4C161/MM01 4C161/MM02 4C161/NN01 4C161/RR13 4C161/RR18 4C161/RR26 5C122/DA26 5C122/FB17 5C122/FF10 5C122/GG08 | | |
| 代理人(译) | 奥田诚治 三宅明子 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够从每个像素获取偏振信息的成像设备。解决方案：本实施例中的成像设备100包括：光学传感单元阵列（成像元件110），其中多个光学传感单元是两个 - 沿成像表面110a维度排列；成像透镜109，用于在成像表面110a上形成图像；具有不同偏振透射轴方向的N和N（N是不小于3的整数）偏振器的偏振元件106c，其中N个偏振器是同心排列的，并且其中相邻偏振器的边界是同心的；挡板106b，用于屏蔽进入偏振元件106c的至少一部分光或透射偏振元件106c的至少一部分光；快门驱动部分112，用于驱动快门106b，以便在成像期间将具有不同偏振透射轴方向的多个偏振器的光传输到光学传感单元阵列110的同一光学传感单元中。

