

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年3月5日(05.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/044928 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/335* (2011.01)

神奈川県厚木市旭町四丁目14番
1号 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/030192

(72) 発明者: 森山 卓 (MORIYAMA Suguru);

(22) 国際出願日: 2019年8月1日(01.08.2019)

〒8691102 熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社内 Kumamoto (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

尾崎 光祐 (OZAKI Kosuke); 〒8691102 熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社内 Kumamoto (JP).

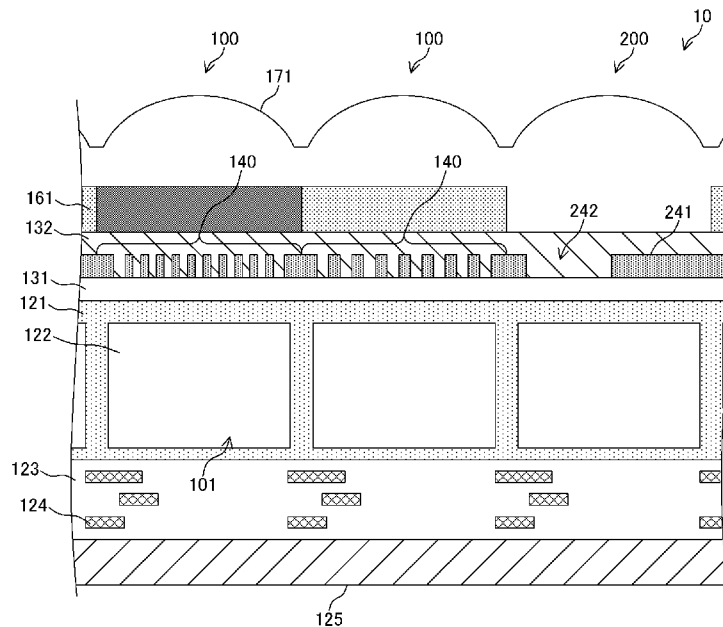
(30) 優先権データ:
特願 2018-163810 2018年8月31日(31.08.2018) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

(74) 代理人: 松尾 憲一郎 (MATSUO Kenichiro); 〒8100042 福岡県福岡市中央区赤坂1丁目10番17号 しんくみ赤坂ビル7階 Fukuoka (JP).

(54) Title: IMAGING ELEMENT, IMAGING DEVICE, AND IMAGING METHOD

(54) 発明の名称: 撮像素子、撮像装置および撮像方法



(57) Abstract: The present invention simplifies the step for an imaging element. An imaging element comprises a polarization pixel and a phase difference pixel. The polarization pixel that the imaging element comprises is provided with a polarizer through which incident light from a specific polarization direction is transmitted, the polarization pixel generating an image signal that is based on incident light from a subject that has been transmitted through the polarizer. In the phase difference pixel with which the imaging element is provided, a light-shielding film formed at the same time as the



WO 2020/044928 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

polarizer is disposed so as to transition in a prescribed pupil division direction, whereby pupil division is performed on incident light from the subject, and an image signal for detecting the phase difference is generated.

(57) 要約: 撮像素子の製造工程を簡略化する。撮像素子は、偏光画素および位相差画素を具備する。この撮像素子が具備する偏光画素は、特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備えてその偏光子を透過した被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する。この撮像素子が具備する位相差画素は、その偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより被写体からの入射光を瞳分割し、位相差を検出するための画像信号を生成する。

明 細 書

発明の名称：撮像素子、撮像装置および撮像方法

技術分野

[0001] 本開示は、撮像素子、撮像装置および撮像方法に関する。詳しくは、被写体の位相差を検出する撮像素子、撮像装置および撮像方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、撮像した画像の位相差を検出して撮影レンズの焦点位置を検出し、オートフォーカスを行う撮像装置が使用されている。この撮像装置に使用する撮像素子には、被写体からの光を瞳分割することにより位相差を検出する位相差画素が配置される。この位相差画素は、遮光膜により受光面の略半分の領域が遮光されることにより、瞳分割される。このような撮像素子として、例えば、位相差画素に偏光構造物を配置した固体撮像素子が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。この固体撮像素子においては、位相差画素における遮光膜の上層に偏光構造物が配置される。ここで、偏光構造物とは、複数本の金属ワイヤが所定間隔で平行に配置されて構成されたものであり、特定の偏光方向の光を透過するものである。この偏光構造物を配置することにより、位相差画素内部において回折または反射された光の位相差画素の外側への漏れ出しを抑制することができる。なお、位相差画素以外の画素においては、偏光構造物の代わりにカラーフィルタが配置される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-144194号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来技術は、位相差画素において遮光膜を配置するとともに他の画素におけるカラーフィルタを配置する位置に偏光構造物を形成する必要があり、撮像素子の製造工程が複雑になるという問題がある。

[0005] 本開示は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、撮像素子の製造工程を簡略化することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第1の態様は、特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備えて当該偏光子を透過した被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する偏光画素と、上記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより上記被写体からの入射光を瞳分割し、位相差を検出するための画像信号を生成する位相差画素とを具備する撮像素子である。

[0007] また、この第1の態様において、上記偏光子は、所定のピッチに配列された複数の帯状導体からなるワイヤグリッドにより構成されてもよい。

[0008] また、この第1の態様において、上記遮光膜は、上記偏光子と同じ材料により構成されてもよい。

[0009] また、この第1の態様において、上記位相差画素は、上記偏光子をさらに備えてもよい。

[0010] また、この第1の態様において、少なくとも3つの偏光方向に構成された上記偏光子を備えるそれぞれの上記偏光画素を具備してもよい。

[0011] また、この第1の態様において、上記被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する画素をさらに具備してもよい。

[0012] また、この第1の態様において、少なくとも2つの偏光方向に構成された上記偏光子を備えるそれぞれの上記偏光画素を具備してもよい。

[0013] また、本開示の第2の態様は、被写体からの入射光のうち特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備える画素である偏光画素と、上記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより上記入射光を瞳分割する画素である位相差画素と、上記偏光画素により生成される画像信号および上記位相差画素により生成される画像信号を処理する処理部とを具備する撮像装置である。

[0014] また、この第2の態様において、上記処理部は、上記偏光画素により生成

される画像信号に基づいて上記被写体の画像における偏光の情報である偏光情報を生成する偏光情報生成部と、上記位相差画素により生成される画像信号に基づいて上記被写体の位相差を表す位相差情報を生成する位相差情報生成部とを備えてもよい。

[0015] また、この第2の態様において、上記処理部は、上記生成された偏光情報に基づいて上記被写体の画像の法線情報を生成する法線情報生成部と、上記生成された位相差情報に基づいて上記被写体の画像の奥行き情報を生成する奥行き情報生成部とをさらに備えてもよい。

[0016] また、この第2の態様において、上記処理部は、上記生成された法線情報および上記生成された奥行き情報に基づいて上記被写体の画像の法線ベクトルを生成する法線ベクトル生成部をさらに備えてもよい。

[0017] また、この第2の態様において、上記位相差情報生成部は、上記生成された偏光情報に基づいて選択された画像における上記位相差情報を生成してもよい。

[0018] また、本開示の第3の態様は、特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備えて当該偏光子を透過した被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する偏光画素により生成される上記画像信号に基づいて上記被写体の画像における偏光の情報である偏光情報を生成する偏光情報生成手順と、上記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより上記被写体からの入射光を瞳分割する位相差画素により生成される画像信号に基づいて上記被写体の位相差を表す位相差情報を生成する位相差情報生成手順とを具備する撮像方法である。

[0019] このような態様により、偏光画素の偏光子および位相差画素の遮光膜が同時に形成されるという作用をもたらす。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本開示の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図2]本開示の第1の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す図である。

[図3]本開示の第1の実施の形態に係る偏光画素および位相差画素の配置例を

示す図である。

[図4]本開示の実施の形態に係る偏光子の構成例を示す図である。

[図5]本開示の第1の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。

[図6]本開示の第1の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。

[図7]本開示の第1の実施の形態に係る処理部の構成例を示す図である。

[図8]本開示の第1の実施の形態に係る法線の検出の一例を示す図である。

[図9]本開示の第1の実施の形態に係る偏光情報の一例を示す図である。

[図10]本開示の第1の実施の形態に係る位相差情報の一例を示す図である。

[図11]本開示の第1の実施の形態に係る深度マップの一例を示す図である。

[図12]本開示の第1の実施の形態に係る処理部における処理の一例を示す図である。

[図13]本開示の第1の実施の形態に係る法線情報生成処理の一例を示す図である。

[図14]本開示の第2の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す図である。

[図15]本開示の第2の実施の形態に係る偏光画素および位相差画素の配置例を示す図である。

[図16]本開示の第2の実施の形態に係る処理部の構成例を示す図である。

[図17]本開示の第2の実施の形態に係る処理部における処理の一例を示す図である。

[図18]本開示の第3の実施の形態に係る偏光画素および位相差画素の配置例を示す図である。

[図19]本開示の第4の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す図である。

[図20]本技術が適用され得る撮像装置の一例であるカメラの概略的な構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0021] 次に、図面を参照して、本開示を実施するための形態（以下、実施の形態

と称する)を説明する。以下の図面において、同一または類似の部分には同一または類似の符号を付している。ただし、図面は、模式的なものであり、各部の寸法の比率等は現実のものとは必ずしも一致しない。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれることは勿論である。また、以下の順序で実施の形態の説明を行う。

1. 第1の実施の形態
2. 第2の実施の形態
3. 第3の実施の形態
4. 第4の実施の形態
5. カメラへの応用例

[0022] <1. 第1の実施の形態>

[撮像装置の構成]

図1は、本開示の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。同図の撮像装置1は、画素アレイ部10と、垂直駆動部20と、カラム信号処理部30と、制御部40と、処理部50とを備える。

[0023] 画素アレイ部10は、画素が2次元格子状に配置されて構成されたものである。ここで、画素は、照射された光に応じた画像信号を生成するものである。同図の画素アレイ部10には、偏光画素100および位相差画素200の2つの画素が配置される。これらの画素は、照射された光に応じた電荷を生成する光電変換部を有する。また画素は、画素回路をさらに有する。この画素回路は、光電変換部により生成された電荷に基づく画像信号を生成する。画像信号の生成は、後述する垂直駆動部20により生成された制御信号により制御される。画素アレイ部10には、信号線21および22がXYマトリクス状に配置される。信号線21は、偏光画素における画素回路の制御信号を伝達する信号線であり、画素アレイ部10の行毎に配置され、各行に配置される画素に対して共通に配線される。信号線22は、画素の画素回路により生成された画像信号を伝達する信号線であり、画素アレイ部10の列毎に配置され、各列に配置される画素に対して共通に配線される。これら光電

変換部および画素回路は、半導体基板に形成される。

[0024] 偏光画素１００は、偏光子が配置された画素である。ここで、偏光子とは、特定の偏光方向の入射光を透過するものである。偏光画素１００は、この偏光子を透過した被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する。偏光画素１００の構成の詳細については後述する。

[0025] 位相差画素２００は、被写体からの入射光を瞳分割し、位相差を検出するための画像信号を生成する画素である。この位相差画素２００は、画素アレイ部１０に被写体からの光を結像する撮影レンズの異なる領域を通過した光による画像のずれを位相差として検出する。位相差画素２００は、例えば、オートフォーカスに利用される画素である。同図に表したように、複数の位相差画素２００が画素アレイ部１０の特定の行に配置される。また、瞳分割とは、撮影レンズを透過した光を２つに分割する方式である。同図の画素アレイ部１０においては、位相差画素２００が配置された行に沿う方向に撮影レンズを透過した光が分割される。位相差画素２００の構成の詳細については後述する。なお、画素アレイ部１０は、請求の範囲に記載の撮像素子の一例である。

[0026] 垂直駆動部２０は、偏光画素１００および位相差画素２００の画素回路の制御信号を生成するものである。この垂直駆動部２０は、生成した制御信号を同図の信号線２１を介して偏光画素１００および位相差画素２００に伝達する。カラム信号処理部３０は、偏光画素１００および位相差画素２００により生成された画像信号を処理するものである。このカラム信号処理部３０は、同図の信号線２２を介して偏光画素１００および位相差画素２００から伝達された画像信号の処理を行う。カラム信号処理部３０における処理には、例えば、偏光画素１００および位相差画素２００において生成されたアナログの画像信号をデジタルの画像信号に変換するアナログデジタル変換が該当する。カラム信号処理部３０により処理された画像信号は、処理部５０に対して出力される。

[0027] 制御部４０は、垂直駆動部２０およびカラム信号処理部３０を制御するも

のである。この制御部40は、垂直駆動部20およびカラム信号処理部30を制御する制御信号を生成して出力することにより、画素アレイ部10の制御を行う。制御部40により生成された制御信号は、信号線41および42により垂直駆動部20およびカラム信号処理部30に対してそれぞれ伝達される。

[0028] 処理部50は、偏光画素100により生成される画像信号および位相差画素200により生成される画像信号を処理するものである。具体的には、カラム信号処理部30によりデジタルの信号に変換された画像信号の処理を行う。処理部50の構成の詳細については後述する。なお、垂直駆動部20、カラム信号処理部30、制御部40および処理部50と画素アレイ部10とは、同一の半導体基板に形成することができる。また、垂直駆動部20等と画素アレイ部10とを異なる半導体基板に形成することもできる。

[0029] [撮像素子の構成]

図2は、本開示の第1の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す図である。同図は、画素アレイ部10の構成例を表す断面図であり、図1において説明した偏光画素100および位相差画素200の構成例を表す図である。画素アレイ部10は、半導体基板121と、絶縁層123と、配線層124と、支持基板125と、絶縁膜131および132と、偏光子140と、遮光膜241と、カラーフィルタ161と、オンチップレンズ171とを備える。

[0030] 半導体基板121は、偏光画素100および位相差画素200の光電変換部や画素回路における素子の半導体部分が形成される半導体の基板である。同図には、これらのうち光電変換部101を記載した。半導体基板121には、例えば、p型に構成されたウェル領域が形成され、このウェル領域に上述の素子の半導体部分が形成される。便宜上、同図の半導体基板121は、ウェル領域に構成されるものと想定する。同図の光電変換部101は、このウェル領域に形成されたn型半導体領域122と当該n型半導体領域122の周囲のp型のウェル領域とにより構成される。これらn型半導体領域122

およびp型のウェル領域との間のpn接合によりフォトダイオードが形成される。このフォトダイオードは、光電変換部101に該当し、入射光が照射されると光電変換による電荷を生成する。光電変換部101により生成された電荷は、不図示の画素回路により画像信号に変換される。

[0031] 配線層124は、偏光画素100および位相差画素200により生成された画像信号や偏光画素100および位相差画素200の制御信号を伝達する配線である。この配線層124は、銅(Cu)等の金属により構成することができる。図1において説明した信号線21および22は、配線層124により構成される。絶縁層123は、配線層124を絶縁するものである。この絶縁層は、例えば、酸化シリコン(SiO₂)や窒化シリコン(SiN)により構成することができる。なお、絶縁層123および配線層124は、配線領域を構成する。この配線領域は、半導体基板121の表面側に形成される。

[0032] 支持基板125は、画素アレイ部10を支持する基板である。この支持基板125は、絶縁層123の表面に接着され、画素アレイ部10の製造工程における強度を向上するために配置される基板である。

[0033] 絶縁膜131は、半導体基板121を絶縁する膜である。この絶縁膜131は、例えばSiO₂により構成され、半導体基板121の裏面側を絶縁する。後述する偏光子140および遮光膜241は、この絶縁膜131の表面に形成される。

[0034] 絶縁膜132は、偏光子140および遮光膜241を絶縁する膜である。また、絶縁膜132は、カラーフィルタ160が形成される面の平坦化をさに行う。絶縁膜132は、例えばSiO₂により構成することができる。

[0035] カラーフィルタ161は、偏光画素100に配置され、入射光のうち所定の波長の光を透過するフィルタである。すなわち、カラーフィルタ161は、波長に応じて透過させる入射光の選択を行う光学的なフィルタである。このカラーフィルタ160として、例えば、赤色光(波長700nm)、緑色光(波長546nm)および青色光(436nm)を透過する3種類のカラ

ーフィルタ 161 を使用することができる。オンチップレンズ 171 は、入射光を集光するレンズである。同図のオンチップレンズ 171 は、カラーフィルタ 161 および偏光子 140 等を介して入射光を光電変換部 101 に集光する。なお、同図の画素アレイ部 10 は、半導体基板 121 の配線領域が形成される面とは異なる面である裏面に入射光が照射される裏面照射型の撮像素子に該当する。

[0036] 偏光子 140 は、入射光の偏光を行うものである。この偏光子 140 は、入射光のうち特定の偏光方向の光を透過することにより、入射光の偏光を行う。通常、被写体からの光には異なる方向に偏光した複数の光が含まれる。これらの光のうち特定の偏光方向の光の撮像を行って画像信号を生成することにより、当該偏光方向の光量を取得することができる。これを複数の偏光方向について行うことにより、被写体からの光がどのように偏光しているか等の偏光情報を把握することができる。この偏光情報に基づいて、被写体の 3 次元形状の把握等を行うことが可能となる。

[0037] 偏光子 140 は、例えばワイヤグリッドにより構成することができる。ここで、ワイヤグリッドとは、複数の帯状導体が所定のピッチで配列されて構成された偏光子である。ここで帯状導体とは、線状や直方体等に構成された導体である。このような導体により構成された偏光子 140 に光が入射すると入射光に応じて導体中の自由電子が振動する。この際、偏光子 140 の入射光のうち複数の帯状導体が配列される方向と垂直な方向、すなわち帯状導体の長手方向と平行な方向に偏光した光は、帯状導体の帯の長手方向に自由電子を振動させる。このため、複数の帯状導体が配列される方向と垂直な入射光は、当該自由電子の振動により生成された光により打ち消され、偏光子 140 を透過することができず、偏光子 140 により反射される。一方、偏光子 140 の複数の帯状導体が配列される方向に平行な偏光方向、すなわち帯状導体の長手方向に垂直な偏光方向の入射光は、帯状導体の帯の短手方向に自由電子を振動させることとなる。この場合、自由電子の振動による光の強度が低くなるため、当該偏光方向の入射光は、偏光子 140 による減衰が小

さくなり偏光子 140 を透過することができる。偏光子 140 の構成の詳細については後述する。

[0038] 遮光膜 241 は、位相差画素 200 に配置されて位相差画素 200 の入射光が照射される面である受光面を遮光するものである。また、遮光膜 241 は、偏光子 140 と同時に形成することができる。同図に表したように、遮光膜 241 は、偏光子 140 と同層に配置することができ、偏光子 140 と同じ材料により構成することができる。位相差画素 200 において、遮光膜 241 により遮光されない領域には、開口部 242 が形成される。この開口部 242 を介して入射光が位相差画素 200 の光電変換部 101 に照射される。同図の位相差画素 200 は、遮光膜 241 が同図の右側に遷移して配置され、開口部 242 が同図における左側に遷移して配置される。後述するように、同図の位相差画素 200 における遮光膜 241 および開口部 242 を左右に入れ替えて配置された位相差画素 200 が近傍に配置され、これら 2 つの位相差画素 200 により、左右の方向の瞳分割が実行される。

[0039] なお、画素アレイ部 10 の構成は、この例に限定されない。例えば、半導体基板 121 の配線領域が形成される面である表面に入射光が照射される表面照射型の撮像素子に適用することもできる。また、位相差画素 200 にもカラーフィルタ 161 を配置する構成にすることもできる。また、カラーフィルタ 161 を省略し、モノクロの画像信号を生成する構成にすることもできる。また、絶縁膜 131 または 132 に層内レンズを配置する構成にすることもできる。

[0040] [撮像素子の配置]

図 3 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る偏光画素および位相差画素の配置例を示す図である。同図は、偏光画素 100 および位相差画素 200 の配置例を表す図である。偏光画素 100 の位置には偏光子 140 が配置される。同図に表したように、偏光子 140 は、複数の帯状導体が所定のピッチで配列されて構成される。一方、位相差画素 200 の位置には遮光膜 241 および開口部 242 が配置される。また、同図の文字は、偏光画素 100 に配

置されるカラーフィルタ 161 の種類を表す文字である。「R」、「G」および「B」は、それぞれ赤色光、緑色光および青色光に対応するカラーフィルタ 161 を表す。

[0041] 同図は、4つの偏光方向の偏光子 140 を備える偏光画素 100 が配置される例を表した図である。具体的には、45度ずつ偏光方向が異なる偏光子 140 がそれぞれの偏光画素 100 に配置される。また、偏光画素 100 のカラーフィルタ 161 は、ベイヤー配列に構成される。ここで、ベイヤー配列とは、緑色光に対応するカラーフィルタ 161 が市松形状に配置され、赤色光および青色光に対応するカラーフィルタ 161 がその間に配置される配列方法である。また、位相差画素 200 は、開口部 242 が左側および右側に配置された2つの位相差画素 200 が対になって配置される。

[0042] これら偏光画素 100 および位相差画素 200 は、目的に応じて配分を変更することができる。同図における a は、位相差画素 200 と比較して偏光画素 100 を多く配置した例を表したものである。この場合、偏光画素 100 が多く配置されているため、多くの偏光情報を取得することができる。一方、同図における b は、位相差画素 200 を比較的多く配置した例を表したものである。この場合には、より多くの位相差情報を取得することができる。

[0043] なお、偏光画素 100 の構成は、この例に限定されない。例えば、赤色光、緑色光および青色光に対応する原色系のカラーフィルタ 161 に替えて補色系（シアン、マゼンタおよび黄色）のカラーフィルタ 161 を使用することもできる。また、2行2列の4つの偏光画素 100 に同色のカラーフィルタ 161 を配置するとともに、この4つの偏光画素 100 を単位としてベイヤー配列に配置することもできる。

[0044] [偏光子の構成]

図4は、本開示の実施の形態に係る偏光子の構成例を示す図である。同図は、偏光子 140 の構成例を表す断面図である。同図の偏光子 140 は、光反射層 143、絶縁層 144、光吸収層 145 により構成される。

- [0045] 光反射層 143 は、入射光を反射するものであり、上述の帯状導体に該当するものである。この光反射層 143 は、導電性を有する無機材料により構成することができる。例えば、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、金 (Au)、Cu、白金 (Pt)、モリブデン (Mo)、クロム (Cr)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni)、W、鉄 (Fe) およびテルル (Te) 等の金属材料により構成することができる。また、例えば、これらの金属を含む合金ならびにシリコン (Si) およびゲルマニウム (Ge) 等の半導体材料により構成することもできる。
- [0046] 光吸収層 145 は、入射光を吸収するものである。この光吸収層 145 は、光反射層 143 と同様な材料により構成することができるが、入射光における吸収係数が高い材料を使用すると好適である。
- [0047] 絶縁層 144 は、例えば、SiO₂により構成される絶縁物である。この絶縁層 144 は、光反射層 143 および光吸収層 145 の間に配置され、光反射層 143 により反射された光の位相を調整する。具体的には、絶縁層 144 は、光反射層 143 により反射された光の位相を光吸収層 145 により反射された光とは逆の位相に調整する。絶縁層 144 により位相が調整された光と光吸収層 145 により反射された光とは逆位相であるため、両者は干渉により減衰する。これにより、偏光子 140 による光の反射を軽減することができる。また、絶縁層 144 は、光吸収層 145 の下地としての役割も有する。
- [0048] 順に積層された光反射層 143、絶縁層 144 および光吸収層 145 が所定のピッチで配列される。これら積層された光反射層 143、絶縁層 144 および光吸収層 145 を以下遮光ライン 141 と称する。隣接する遮光ライン 141 の間には空隙 142 が配置される。この空隙 142 には、図 2 において説明した絶縁膜 132 が充填される。なお、偏光子 140 の構成は、この例に限定されない。例えば、絶縁層 144 および光反射層 145 を省略した遮光ライン 141 を使用することもできる。また、例えば、空隙 142 に空気等のガスを充填することもできる。

[0049] [撮像素子の製造方法]

図5および6は、本開示の第1の実施の形態に係る撮像素子の製造方法の一例を示す図である。同図は、画素アレイ部10の偏光子140および遮光膜241の製造方法を表す図である。まず、ウェル領域およびn型半導体領域122等が形成された半導体領域121に配線領域を形成する。次に支持基板125を接着し、天地を反転させる。次に、絶縁膜131を形成し、偏光子140の下地となる金属膜133（図2において不図示）を配置する（図6におけるa）。この金属膜133には、例えば、Tiおよび窒化チタン（TiN）を積層した膜を使用することができる。

[0050] 次に、光反射層145、絶縁層144および光吸収層145の材料となる金属膜601、絶縁物膜602および金属膜603を積層する（図5におけるb）。金属膜601、絶縁物膜604および金属膜603は、それぞれAl、SiO₂およびWによる膜を使用することができ、CVD（Chemical Vapor Deposition）やスパッタリングにより形成することができる。

[0051] 次に、金属膜601、絶縁物膜604および金属膜603をエッチングして遮光ライン141、空隙142、遮光膜241および開口部242を形成する（図5におけるc）。このエッチングには、公知の方法を使用することができる。これにより、偏光子140および遮光膜241を同時に形成することができる。

[0052] 次に、絶縁膜132の材料となる絶縁物膜604を積層する（図6におけるd）。絶縁物膜604には、例えば、SiO₂、SiNおよび酸窒化シリコン（SiON）等の酸化物や窒化物を使用することができる。また、絶縁物膜604は、例えば、高密度プラズマCVDやALD（Atomic Layer Deposition）により形成することができる。

[0053] 次に、絶縁物膜604を研削して表面を平坦化することにより、絶縁膜132を形成する（図6におけるe）。絶縁物膜604の研削は、例えば、化学的機械的研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）により行うことができる。

[0054] その後、カラーフィルタ 161 およびオンチップレンズ 171 を形成することにより、画素アレイ部 10 を製造することができる。

[0055] [処理部の構成]

図 7 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る処理部の構成例を示す図である。同図は、図 1 において説明した処理部 50 の構成例を表すブロック図である。同図の処理部 50 は、画像信号分離部 501 と、偏光情報生成部 502 と、法線情報生成部 503 と、位相差情報生成部 504 と、奥行き情報生成部 505 と、法線ベクトル生成部 506 とを備える。

[0056] 画像信号分離部 501 は、偏光画素 100 および位相差画素 200 により生成された画像信号を分離するものである。この画像信号分離部 501 は、カラム信号処理部 30 から出力されるデジタルの画像信号を偏光画素の画像信号および位相差画素の画像信号に分離し、それぞれ偏光情報生成部 502 および位相差情報生成部 504 に対して出力する。

[0057] 偏光情報生成部 502 は、偏光画素の画像信号から偏光情報を生成するものである。ここで、偏光情報とは、被写体の画像における偏光の情報である。この偏光情報生成部 502 は、図 3 において説明した 4 つの偏光方向の偏光子 140 を透過した入射光に応じた画像信号に基づいて偏光情報を生成する。

[0058] 被写体からの光には、特定の方向に偏光した偏光成分と特定の偏光方向によらない無偏光成分とが含まれる。この特定の方向に偏光した成分は、鏡面反射に基づく光であり、反射の際に被写体の面の方向に応じて偏光された光である。一方、無偏光成分は、拡散反射に基づく光である。偏光情報生成部 502 は、偏光画素の画像信号を偏光成分および無偏光成分に分離する。次に偏光成分の偏光方向（偏光角）および偏光度を偏光情報として生成する。偏光情報生成部 502 における処理の詳細については後述する。

[0059] 法線情報生成部 503 は、偏光情報生成部 502 により生成された偏光情報に基づいて法線情報を生成するものである。ここで、法線情報とは、被写体の面に仮想的に形成される法線の情報であり、被写体の面の方向を特定す

る情報である。この法線情報には、極座標系における x 軸および z 軸に対する角度の情報を適用することができる。法線情報生成部503における処理の詳細については後述する。

[0060] 位相差情報生成部504は、位相差画素の画像信号から位相差情報を生成するものである。ここで、位相差情報とは、図1において説明した被写体の位相差を表す情報である。撮像素子（画素アレイ部10）には、撮影レンズが所定の焦点距離に配置され、被写体が結像される。撮影レンズの位置を調整して被写体にピントを合わせて撮像を行うことにより、ぼけが少ない画像を得ることができる。位相差画素200を配置することにより、この焦点位置からの被写体のずれを位相差として検出することができる。また、位相差を検出することにより、被写体が撮像素子から近い位置に配置される場合および遠い位置に配置される場合の焦点位置を基準とする判別を行うこともできる。位相差情報の詳細については後述する。

[0061] 奥行き情報生成部505は、位相差情報生成部504により生成された位相差情報に基づいて被写体の奥行き情報を生成するものである。ここで、奥行き情報とは、撮影レンズの焦点位置を基準とした被写体の光軸方向の形状の情報である。この奥行き情報は、上述の被写体位置の判別の結果に基づいて生成することができる。

[0062] 法線ベクトル生成部506は、法線情報生成部503により生成された法線情報と奥行き情報生成部505により生成された奥行き情報とに基づいて、前述の法線のベクトルを生成するものである。

[0063] [法線情報]

図8は、本開示の第1の実施の形態に係る法線の検出の一例を示す図である。同図におけるaは、被写体を撮像しながら被写体の法線を検出することにより被写体の形状を取得する様子を表す図である。同図におけるaにおいては、基準面4に配置された被写体401を撮像装置1により撮像する。同図におけるaに表したように、被写体401は、基準面4から撮像装置1の方向に盛り上がった形状に構成される。同図の撮像装置1には、撮影レンズ

5が配置される。この撮影レンズ5は、例えば、基準面4にピントが合う焦点位置に配置することができる。光源2から出射された光は、被写体401の表面により反射され、撮影レンズ5を介して撮像装置1の画素アレイ部10（不図示）に入射する。被写体401の面402に着目し、法線を説明する。

[0064] 同図におけるbは、被写体401を撮像装置1の方向から見た平面図である。同図におけるbに表したように座標軸（x軸、y軸およびz軸）を定義する。面402における法線403の方向は、x軸からの角度である方位角 ϕ およびz軸からの角度である天頂角 θ により表すことができる。被写体401を複数の面に分割し、これらの面毎の方位角 ϕ および天頂角 θ を算出して法線を取得することにより、被写体401の立体的な形状を取得することができる。前述の法線情報生成部503は、これらの面毎の方位角 ϕ および天頂角 θ を法線情報として生成する。

[0065] [偏光情報]

図9は、本開示の第1の実施の形態に係る偏光情報の一例を示す図である。同図におけるaは、図8において説明した被写体401を撮像装置1により撮像する際の偏光方向と画像信号レベルとの関係を表した図である。同図におけるaの横軸は、偏光角を表す。この偏光角は、図8におけるx軸からy軸方向に向かう角度に該当する。同図におけるaの縦軸は、画像の輝度を表す。この輝度は、画像信号レベルに応じた値である。同図におけるaは、図2および3において説明した偏光子140の偏光方向を連続して変化させたと仮定した場合の画像の輝度の変化を表したものである。同図におけるaに表したように、被写体401からの光は、偏光方向に応じて輝度が変化する偏光成分412が偏光方向によらず一定の輝度の無偏光成分413に重畳された構成となる。同図におけるaの I_{max} および I_{min} は、それぞれ輝度の最大値および最小値を表す。偏光成分412は、180度の周期を有する正弦波形状のグラフとなる。

[0066] 同図におけるaの輝度Iは、例えば、次の式により表すことができる。

$$I = \frac{I_{\max} + I_{\min}}{2} + \frac{I_{\max} - I_{\min}}{2} \cos(2\psi - 2\phi) \quad \dots (1)$$

ここで、 ψ は偏光角を表す。偏光情報生成部502は、画像信号分離部501により分離された偏光画素の画像信号から偏光子140の偏光方向毎の画像信号を抽出し、式(1)に当てはめることにより、同図におけるaのグラフを生成する。法線情報生成部503は、この生成されたグラフから $I_{\max}$ および $I_{\min}$ を取得する。また、輝度が $I_{\max}$ となる偏光角が方位角 ϕ に該当する。法線情報生成部503は、このグラフの $I_{\max}$ から方位角 ϕ を取得することができる。

[0067] また、法線情報生成部503は、被写体401の画像の偏光度を算出する。この偏光度 ρ は、次の式により表すことができる。

$$\rho = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad \dots (2)$$

この偏光度 ρ により天頂角 θ を算出することができる。同図におけるbは、偏光度と天頂角との関係を表す図である。同図におけるbのグラフは、フレネルの式より導かれるグラフである。なお、被写体401の屈折率に応じて適用するグラフを選択する必要がある。同図におけるbのグラフのうち、破線のグラフは比較的高い屈折率の場合を表し、1点鎖線のグラフは比較的低い屈折率の場合を表す。このように、偏光情報生成部502および法線情報生成部503により偏光情報および法線情報がそれぞれ生成される。

[0068] 図9におけるaに表したように、偏光方向に応じた輝度の変化は、180度の周期性を有する。このため、上述の法線方向として180度異なる2つの方向が算出され、不定性を生じる。具体的には、被写体401が基準面4に対して上側（撮像装置1に近い側）に凸の形状であるか下側（撮像装置1から遠い側）に凸の形状であるかが不明となる。

[0069] [位相差情報]

図10は、本開示の第1の実施の形態に係る位相差情報の一例を示す図である。同図におけるa乃至cは、位相差を検出する際の被写体3、撮影レンズ5および画素アレイ部10の関係を表した図である。また、同図におけるa乃至cの、入射光6aおよび6bは、それぞれ画素の右側に開口部242が配置された位相差画素200および画素の左側に開口部242が配置された位相差画素200に入射する入射光を表す。

[0070] 同図におけるaは、撮影レンズ5の焦点位置にある被写体3の面を撮像する場合を表した図である。この場合には、入射光6aおよび6bは、画素アレイ部10の受光面に集光される。同図におけるbは、撮影レンズ5の焦点位置より近い位置の被写体3の面を撮像する場合を表した図である。入射光6aおよび6bは、画素アレイ部10の後方に集光され、いわゆる後ピンの状態になる。このため、画素アレイ部10の受光面において画像がずれて撮像される。同図におけるcは、撮影レンズ5の焦点位置より遠い位置の被写体3の面を撮像する場合を表した図である。入射光6aおよび6bは、画素アレイ部10の受光面より撮影レンズ5に近接した位置に集光され、いわゆる前ピンの状態になる。同図におけるbと比較して、逆の方向に画像がずれて撮像される。このように、被写体の位置に応じて集光位置が変化し、画像がずれて撮像される。

[0071] また、同図におけるd乃至fは、図8において説明した被写体401を撮像した場合の画像を表した図であり、位相差画素位置および輝度の関係を表した図である。また、同図におけるd乃至fは、それぞれ同図におけるa乃至cの位置関係に対応して撮像した場合を表す図である。ここで、位相差画素位置は、画素アレイ部10の同一の行に配置された複数の位相差画素200の位置を表す。また、同図におけるd乃至fの実線および破線は、それぞれ入射光6aおよび6bに基づく画像であり、画素の右側に開口部242が配置された位相差画素200および画素の左側に開口部242が配置された位相差画素200による画像である。

[0072] 図7において説明した位相差情報生成部504は、位相差画素200の画

像信号による画像を位相差情報として生成する。また、奥行き情報生成部 505 は、この位相差情報に基づいて、被写体の奥行きの方向を基準面である焦点位置に対する位置関係（奥行き）として検出する。この奥行き情報により、前述の不定性の問題を解消することができる。法線ベクトル生成部 506 は、この奥行き情報および法線情報により被写体 401 の面毎の法線の向きを含む法線ベクトルを生成する。この法線ベクトルにより、例えば、被写体 401 の深度マップを生成することができる。

[0073] [深度マップ]

図 11 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る深度マップの一例を示す図である。同図は、法線ベクトルから生成される深度マップの例を表した図である。同図のグラデーションにより、被写体の深度が表示される。

[0074] [処理方法]

図 12 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る処理部における処理の一例を示す図である。まず、画像信号分離部 501 が、カラム信号処理部 30 から出力された画像信号を偏光画素の画像信号および位相差画素の画像信号に分離する（ステップ S101）。次に、偏光情報生成部 502 が偏光画素の画像信号から偏光情報を生成する（ステップ S102）。次に、法線情報生成処理が実行され、法線情報が生成される（ステップ S110）。次に、位相差情報生成部 504 が位相差画素の画像信号から位相差情報を生成する（ステップ S104）。次に、奥行き情報生成部 505 が位相差情報に基づいて奥行き情報を生成する（ステップ S105）。次に、法線ベクトル生成部 506 が法線情報および奥行き情報から法線ベクトルを生成する（ステップ S106）。

[0075] [法線情報生成]

図 13 は、本開示の第 1 の実施の形態に係る法線情報生成処理の一例を示す図である。同図は、図 12 における法線情報生成の処理に該当する処理を表した図である。まず、法線情報生成部 503 は、偏光情報から偏光角 ϕ を取得する（ステップ S111）。次に法線情報生成部 503 は、偏光情報が

ら天頂角 θ を取得する（ステップS 1 1 2）。その後、法線情報生成部5 0 3は、偏光角 ϕ および天頂角 θ を法線情報として法線ベクトル生成部5 0 6に対して出力する。

[0076] このように、画素アレイ部1 0により生成された偏光画素の画像信号および位相差画素の画像信号により法線ベクトルを生成することができ、被写体4 0 1の立体的な形状を取得することができる。

[0077] 以上説明したように、本開示の第1の実施の形態の撮像素子（画素アレイ部1 0）では、偏光子1 4 0および遮光膜2 4 1を同時に形成することができる。これにより、画素アレイ部1 0の製造工程を簡略化することができる。

[0078] <2. 第2の実施の形態>

上述の第1の実施の形態の撮像装置1は、偏光情報および位相差情報から被写体4 0 1の立体的な形状を取得していた。これに対し、本開示の第2の実施の形態の撮像装置1は、偏光情報を位相差検出精度の向上に利用する点で、上述の第1の実施の形態と異なる。

[0079] [撮像素子の構成]

図1 4は、本開示の第2の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す図である。同図の画素アレイ部1 0は、位相差画素2 0 0の開口部にも偏光子が配置される点で、図2において説明した画素アレイ部1 0と異なる。

[0080] 同図の開口部2 4 3には、偏光子が配置される。これにより、同図の位相差画素2 0 0は、偏光方向毎の位相差情報を生成することができる。

[0081] [撮像素子の配置]

図1 5は、本開示の第2の実施の形態に係る偏光画素および位相差画素の配置例を示す図である。同図に表したように、位相差画素2 0 0の開口部2 4 3においても偏光子が配置される。

[0082] 偏光方向毎の位相差情報を取得することにより、所望の画像に対して焦点距離の調整を行うことができる。図9において説明したように、被写体からの光には、偏光成分4 1 2および無偏光成分4 1 3が含まれる。偏光成分4

1 2 は、鏡面反射成分に該当する。例えば車のフロントガラスに写り込んだ景色等の画像信号が偏光成分 4 1 2 を構成する。一方、無偏光成分 4 1 3 は、拡散反射に該当する。例えば、車のフロントガラスの奥の人物等の画像信号が無偏光成分 4 1 3 を構成する。そこで、偏光成分および無偏光成分を分離し、それぞれの位相差を検出することにより、所望の画像に対して焦点を調整し、ピントを合わせることができる。

[0083] また、位相差画素 2 0 0 の開口部 2 4 3 に偏光子が配置されるため、遮光膜 2 4 1 の端面において反射した入射光による混色の発生を軽減することもできる。ここで、混色とは画素のカラーフィルタを透過した光が隣接する画素に混入して撮像される現象であり、画像信号のノイズの原因となる。

[0084] [処理部の構成]

図 1 6 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る処理部の構成例を示す図である。同図の処理部 5 0 は、法線情報生成部 5 0 3、奥行き情報生成部 5 0 5 および法線ベクトル生成部 5 0 6 を省略し、位相差情報生成部 5 0 4 の代わりに位相差情報生成部 5 2 4 を備える点で、図 7 において説明した処理部 5 0 と異なる。また、同図の処理部 5 0 は、偏光情報生成部 5 0 2 の代わりに偏光情報生成部 5 2 2 を備える。

[0085] 同図の偏光情報生成部 5 2 2 は、偏光画素の画像信号から無偏光成分および偏光成分を分離し、位相差情報生成部 5 2 4 に対して出力する。この分離は、例えば、画像信号の平均値を算出して偏光方向毎の画像信号から減算することにより偏光成分を算出し、この偏光成分を偏光方向毎の画像信号から減算して無偏光成分を算出することにより行うことができる。また、例えば、図 9 における a の l_{max} に最も近い偏光方向の画像信号を偏光成分として算出することもできる。なお、図 1 4 において説明したように位相差画素 2 0 0 にも偏光子が配置されるため、特定の方向に偏光した入射光の位相差を検出することができる。例えば、車のフロントガラスに写り込んだ景気に焦点を合わせることができる。

[0086] 同図の位相差情報生成部 5 2 4 は、偏光情報生成部 5 2 2 により出力され

た偏光情報に基づいて無偏光成分または偏光成分を選択し、位相差情報を生成する。

[0087] [処理方法]

図17は、本開示の第2の実施の形態に係る処理部における処理の一例を示す図である。まず、画像信号分離部501がカラム信号処理部30から出力された画像信号を偏光画素の画像信号および位相差画素の画像信号に分離する（ステップS151）。次に、偏光情報生成部522が偏光画素の画像信号から偏光情報を生成する（ステップS152）。次に、位相差情報生成部524が偏光情報に基づいて位相差画素の画像信号を選択し、位相差情報を生成する（ステップS154）。この位相差情報に基づいて撮影レンズを移動させることにより、所望の画像にピントを合わせることができる。

[0088] なお、撮像装置1の構成は、この例に限定されない。例えば、図2において説明した画素アレイ部10を使用することもできる。

[0089] これ以外の撮像装置1の構成は本開示の第1の実施の形態において説明した撮像装置1の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0090] 以上説明したように、本開示の第2の実施の形態の撮像装置1は、偏光情報に基づいて被写体の画像を選択して位相差の検出を行う。これより、所望の画像の位相差を検出し、ピントを合わせることができる。

[0091] <3. 第3の実施の形態>

上述の第1の実施の形態の画素アレイ部10は、4つの偏光方向の偏光子140が配置されていた。これに対し、本開示の第3の実施の形態の画素アレイ部10は、3つ以下の偏光方向の偏光子140を使用する点で、上述の第1の実施の形態と異なる。

[0092] [撮像素子の配置]

図18は、本開示の第3の実施の形態に係る偏光画素および位相差画素の配置例を示す図である。同図におけるaは、3つの方向の偏光子140が配置される偏光画素100を備える画素アレイ部10の例を表したものである。前述の式(1)において、変数は、 I_{max} 、 I_{min} および方位角 ϕ の

3つである。このため、3つの偏光方向の画像信号を生成することにより、偏光情報を生成することができる。偏光画素100の種類を削減するとともに、位相差画素200を多く配置することができる。位相差の検出精度を向上させることが可能となる。

[0093] また、同図におけるbは、2つの方向の偏光子140を有する偏光画素100が配置されるとともに画素300が配置される画素アレイ部10の例を表した図である。この画素300は、偏光子140および遮光膜241が配置されない画素である。また、偏光画素100の偏光子140は、それぞれ直交しない方向の偏光方向に構成される。具体的には、0度および45度の偏光方向に構成される。画素300により生成された画像信号から0度の偏光方向に構成された偏光子140が配置される偏光画素100の画像信号を減算することにより、90度の偏光方向の画像信号を生成することができる。同様に画素300および45度の偏光方向に構成された偏光子140を配置される偏光画素100の画像信号から135度の偏光方向の画像信号を生成することができる。画素300を配置することにより、画質を向上させることができる。

[0094] これ以外の撮像装置1の構成は本開示の第1の実施の形態において説明した撮像装置1の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0095] 以上説明したように、本開示の第3の実施の形態の撮像装置1は、画素アレイ部10に配置する偏光画素100の種類を削減することができ、位相差画素200を増加することができる。また、通常の画素300を配置することも可能となる。

[0096] <4. 第4の実施の形態>

上述の第1の実施の形態の画素アレイ部10は、偏光子140および遮光膜241が同層に配置されていた。これに対し、本開示の第4の実施の形態の画素アレイ部10は、偏光子140および遮光膜241が異なる層に配置される点で、上述の第1の実施の形態と異なる。

[0097] [撮像素子の構成]

図19は、本開示の第4の実施の形態に係る撮像素子の構成例を示す図である。同図の画素アレイ部10は、偏光子140および遮光膜241が絶縁膜132における異なる層に配置される点で、図2において説明した画素アレイ部10と異なる。偏光子140の遮光ライン141は比較的狭いピッチに配置される。これに対し、遮光膜241および開口部242は、広いピッチとなる。このようなピッチが異なる遮光ライン141および遮光膜241を同層に配置する場合には、遮光ライン141および遮光膜241のエッチング条件がそれぞれ異なるため、画素アレイ部10の製造方法が困難になる場合がある。このような場合には、遮光ライン141および遮光膜241を個別に形成することができる。この場合であっても、処理部50により図12および17において説明した処理を行うことができる。

[0098] これ以外の撮像装置1の構成は本開示の第1の実施の形態において説明した撮像装置1の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0099] 以上説明したように、本開示の第4の実施の形態の撮像装置1は、画素アレイ部10の偏光画素100および位相差画素200の偏光子140および遮光膜241が異なる層に配置される。これにより、偏光子140および遮光膜241の製造を簡略化することができる。

[0100] <5. カメラへの応用例>

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品に応用することができる。例えば、本技術は、カメラ等の撮像装置に搭載される撮像素子として実現されてもよい。

[0101] 図20は、本技術が適用され得る撮像装置の一例であるカメラの概略的な構成例を示すブロック図である。同図のカメラ1000は、レンズ1001と、撮像素子1002と、撮像制御部1003と、レンズ駆動部1004と、画像処理部1005と、操作入力部1006と、フレームメモリ1007と、表示部1008と、記録部1009とを備える。

[0102] レンズ1001は、カメラ1000の撮影レンズである。このレンズ1001は、被写体からの光を集光し、後述する撮像素子1002に入射させて

被写体を結像させる。

[0103] 撮像素子1002は、レンズ1001により集光された被写体からの光を撮像する半導体素子である。この撮像素子1002は、照射された光に応じたアナログの画像信号を生成し、デジタルの画像信号に変換して出力する。

[0104] 撮像制御部1003は、撮像素子1002における撮像を制御するものである。この撮像制御部1003は、制御信号を生成して撮像素子1002に対して出力することにより、撮像素子1002の制御を行う。また、撮像制御部1003は、撮像素子1002から出力された画像信号に基づいてカメラ1000におけるオートフォーカスを行うことができる。ここでオートフォーカスとは、レンズ1001の焦点位置を検出して、自動的に調整するシステムである。このオートフォーカスとして、撮像素子1002に配置された位相差画素により像面位相差を検出して焦点位置を検出する方式（像面位相差オートフォーカス）を使用することができる。また、画像のコントラストが最も高くなる位置を焦点位置として検出する方式（コントラストオートフォーカス）を適用することもできる。撮像制御部1003は、検出した焦点位置に基づいてレンズ駆動部1004を介してレンズ1001の位置を調整し、オートフォーカスを行う。なお、撮像制御部1003は、例えば、ファームウェアを搭載したDSP（Digital Signal Processor）により構成することができる。

[0105] レンズ駆動部1004は、撮像制御部1003の制御に基づいて、レンズ1001を駆動するものである。このレンズ駆動部1004は、内蔵するモータを使用してレンズ1001の位置を変更することによりレンズ1001を駆動することができる。

[0106] 画像処理部1005は、撮像素子1002により生成された画像信号を処理するものである。この処理には、例えば、画素毎の赤色、緑色および青色に対応する画像信号のうち不足する色の画像信号を生成するデモザイク、画像信号のノイズを除去するノイズリダクションおよび画像信号の符号化等が該当する。画像処理部1005は、例えば、ファームウェアを搭載したマイ

コンにより構成することができる。

[0107] 操作入力部１００６は、カメラ１０００の使用者からの操作入力を受け付けるものである。この操作入力部１００６には、例えば、押しボタンやタッチパネルを使用することができる。操作入力部１００６により受け付けられた操作入力は、撮像制御部１００３や画像処理部１００５に伝達される。その後、操作入力に応じた処理、例えば、被写体の撮像等の処理が起動される。

[0108] フレームメモリ１００７は、１画面分の画像信号であるフレームを記憶するメモリである。このフレームメモリ１００７は、画像処理部１００５により制御され、画像処理の過程におけるフレームの保持を行う。

[0109] 表示部１００８は、画像処理部１００５により処理された画像を表示するものである。この表示部１００８には、例えば、液晶パネルを使用することができる。

[0110] 記録部１００９は、画像処理部１００５により処理された画像を記録するものである。この記録部１００９には、例えば、メモリカードやハードディスクを使用することができる。

[0111] 以上、本発明が適用され得るカメラについて説明した。本技術は以上において説明した構成のうち、撮像素子１００２に適用され得る。具体的には、図１において説明した撮像装置１は、撮像素子１００２に適用することができる。撮像装置１により生成された位相差情報に基づいてオートフォーカスを行うことができる。

[0112] なお、ここでは、一例としてカメラについて説明したが、本発明に係る技術は、その他、例えば監視装置等に適用されてもよい。

[0113] 最後に、上述した各実施の形態の説明は本開示の一例であり、本開示は上述の実施の形態に限定されることはない。このため、上述した各実施の形態以外であっても、本開示に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

[0114] また、上述の実施の形態において説明した処理手順は、これら一連の手順

を有する方法として捉えてもよく、また、これら一連の手順をコンピュータに実行させるためのプログラム乃至そのプログラムを記憶する記録媒体として捉えてもよい。この記録媒体として、例えば、C D (CompactDisc)、D V D (DigitalVersatileDisc) およびメモリカード等を用いることができる。

[0115] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備えて当該偏光子を透過した被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する偏光画素と、

前記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより前記被写体からの入射光を瞳分割し、位相差を検出するための画像信号を生成する位相差画素と

を具備する撮像素子。

(2) 前記偏光子は、所定のピッチに配列された複数の帯状導体からなるワイヤグリッドにより構成される前記(1)に記載の撮像素子。

(3) 前記遮光膜は、前記偏光子と同じ材料により構成される前記(1)または(2)に記載の撮像素子。

(4) 前記位相差画素は、前記偏光子をさらに備える前記(1)から(3)の何れかに記載の撮像素子。

(5) 少なくとも3つの偏光方向に構成された前記偏光子を備えるそれぞれの前記偏光画素を具備する前記(1)から(4)の何れかに記載の撮像素子。

(6) 前記被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する画素をさらに具備する前記(1)に記載の撮像素子。

(7) 少なくとも2つの偏光方向に構成された前記偏光子を備えるそれぞれの前記偏光画素を具備する前記(6)に記載の撮像素子。

(8) 被写体からの入射光のうち特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備える画素である偏光画素と、

前記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより前記入射光を瞳分割する画素である位相差画素と、

前記偏光画素により生成される画像信号および前記位相差画素により生成される画像信号を処理する処理部と
を具備する撮像装置。

(9) 前記処理部は、

前記偏光画素により生成される画像信号に基づいて前記被写体の画像における偏光の情報である偏光情報を生成する偏光情報生成部と、

前記位相差画素により生成される画像信号に基づいて前記被写体の位相差を表す位相差情報を生成する位相差情報生成部と
を備える前記(8)に記載の撮像装置。

(10) 前記処理部は、

前記生成された偏光情報に基づいて前記被写体の画像の法線情報を生成する法線情報生成部と、

前記生成された位相差情報に基づいて前記被写体の画像の奥行き情報を生成する奥行き情報生成部とをさらに備える前記(9)に記載の撮像装置。

(11) 前記処理部は、前記生成された法線情報および前記生成された奥行き情報に基づいて前記被写体の画像の法線ベクトルを生成する法線ベクトル生成部をさらに備える前記(10)に記載の撮像装置。

(12) 前記位相差情報生成部は、前記生成された偏光情報に基づいて選択された画像における前記位相差情報を生成する前記(9)に記載の撮像装置。

(13) 特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備えて当該偏光子を透過した被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する偏光画素により生成される前記画像信号に基づいて前記被写体の画像における偏光の情報である偏光情報を生成する偏光情報生成手順と、

前記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより前記被写体からの入射光を瞳分割する位相差画素により生成される画像信号に基づいて前記被写体の位相差を表す位相差情報を生成する位相差情報生成手順と

を具備する撮像方法。

符号の説明

- [0116] 1 撮像装置
- 1 0 画素アレイ部
- 5 0 処理部
- 1 0 0 偏光画素
- 1 3 1 絶縁膜
- 1 3 2 絶縁膜
- 1 4 0 偏光子
- 1 4 1 遮光ライン
- 1 4 2 空隙
- 2 0 0 位相差画素
- 2 4 1 遮光膜
- 2 4 2 開口部
- 3 0 0 画素
- 4 0 3 法線
- 4 1 2 偏光成分
- 4 1 3 無偏光成分
- 5 0 1 画像信号分離部
- 5 0 2 偏光情報生成部
- 5 0 3 法線情報生成部
- 5 0 4 位相差情報生成部
- 5 0 5 奥行き情報生成部
- 5 0 6 法線ベクトル生成部
- 5 2 2 偏光情報生成部
- 5 2 4 位相差情報生成部
- 1 0 0 0 カメラ
- 1 0 0 2 撮像素子

請求の範囲

- [請求項1] 特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備えて当該偏光子を透過した被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する偏光画素と、
前記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより前記被写体からの入射光を瞳分割し、位相差を検出するための画像信号を生成する位相差画素と
を具備する撮像素子。
- [請求項2] 前記偏光子は、所定のピッチに配列された複数の帯状導体からなるワイヤグリッドにより構成される請求項1記載の撮像素子。
- [請求項3] 前記遮光膜は、前記偏光子と同じ材料により構成される請求項1記載の撮像素子。
- [請求項4] 前記位相差画素は、前記偏光子をさらに備える請求項1記載の撮像素子。
- [請求項5] 少なくとも3つの偏光方向に構成された前記偏光子を備えるそれぞれの前記偏光画素を具備する請求項1記載の撮像素子。
- [請求項6] 前記被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する画素をさらに具備する請求項1記載の撮像素子。
- [請求項7] 少なくとも2つの偏光方向に構成された前記偏光子を備えるそれぞれの前記偏光画素を具備する請求項6記載の撮像素子。
- [請求項8] 被写体からの入射光のうち特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備える画素である偏光画素と、
前記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより前記入射光を瞳分割する画素である位相差画素と、
前記偏光画素により生成される画像信号および前記位相差画素により生成される画像信号を処理する処理部と
を具備する撮像装置。
- [請求項9] 前記処理部は、

前記偏光画素により生成される画像信号に基づいて前記被写体の画像における偏光の情報である偏光情報を生成する偏光情報生成部と、

前記位相差画素により生成される画像信号に基づいて前記被写体の位相差を表す位相差情報を生成する位相差情報生成部とを備える請求項 8 記載の撮像装置。

[請求項10] 前記処理部は、

前記生成された偏光情報に基づいて前記被写体の画像の法線情報を生成する法線情報生成部と、

前記生成された位相差情報に基づいて前記被写体の画像の奥行き情報を生成する奥行き情報生成部とをさらに備える請求項 9 記載の撮像装置。

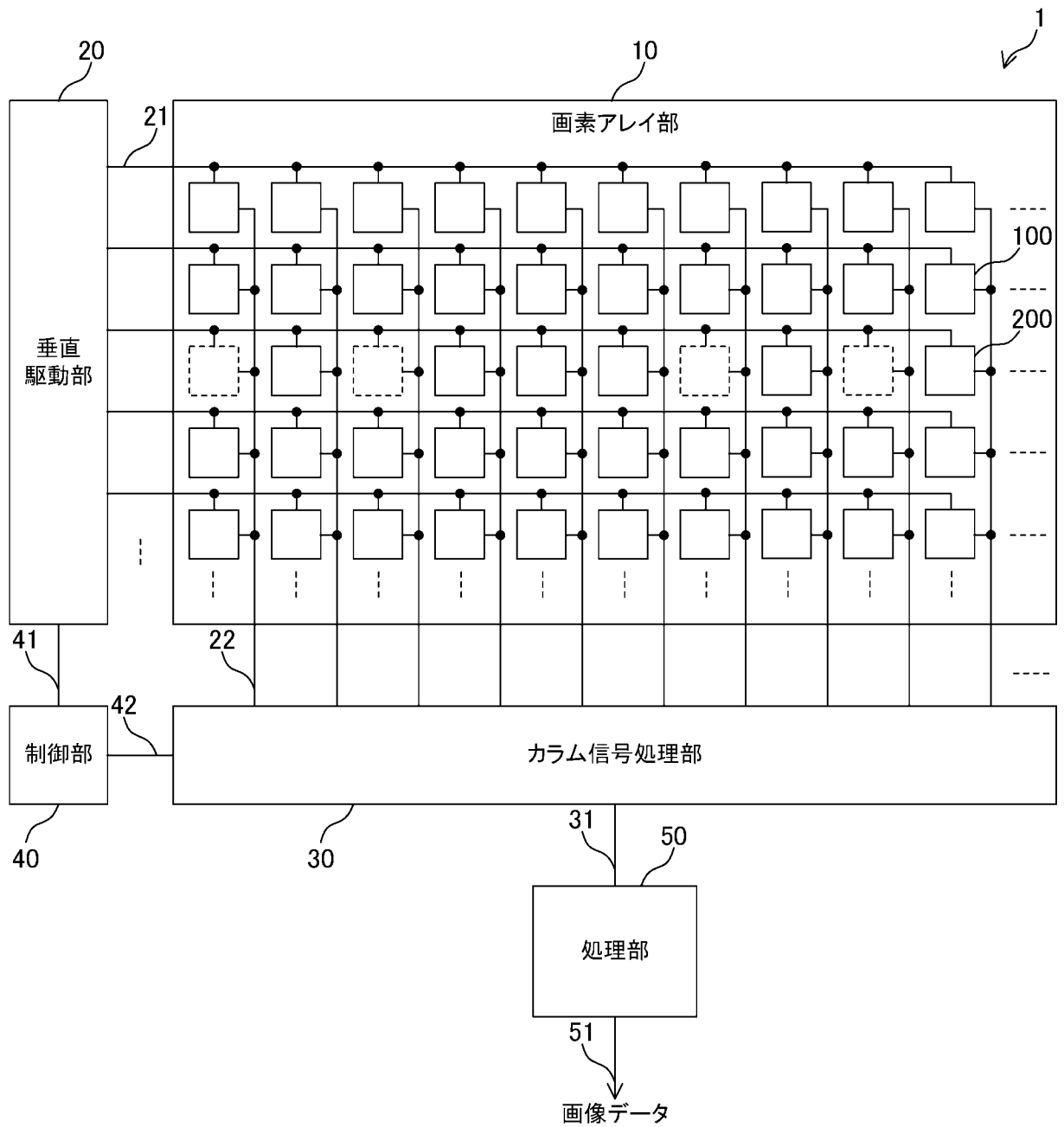
[請求項11] 前記処理部は、前記生成された法線情報および前記生成された奥行き情報に基づいて前記被写体の画像の法線ベクトルを生成する法線ベクトル生成部をさらに備える請求項 10 記載の撮像装置。

[請求項12] 前記位相差情報生成部は、前記生成された偏光情報に基づいて選択された画像における前記位相差情報を生成する請求項 9 記載の撮像装置。

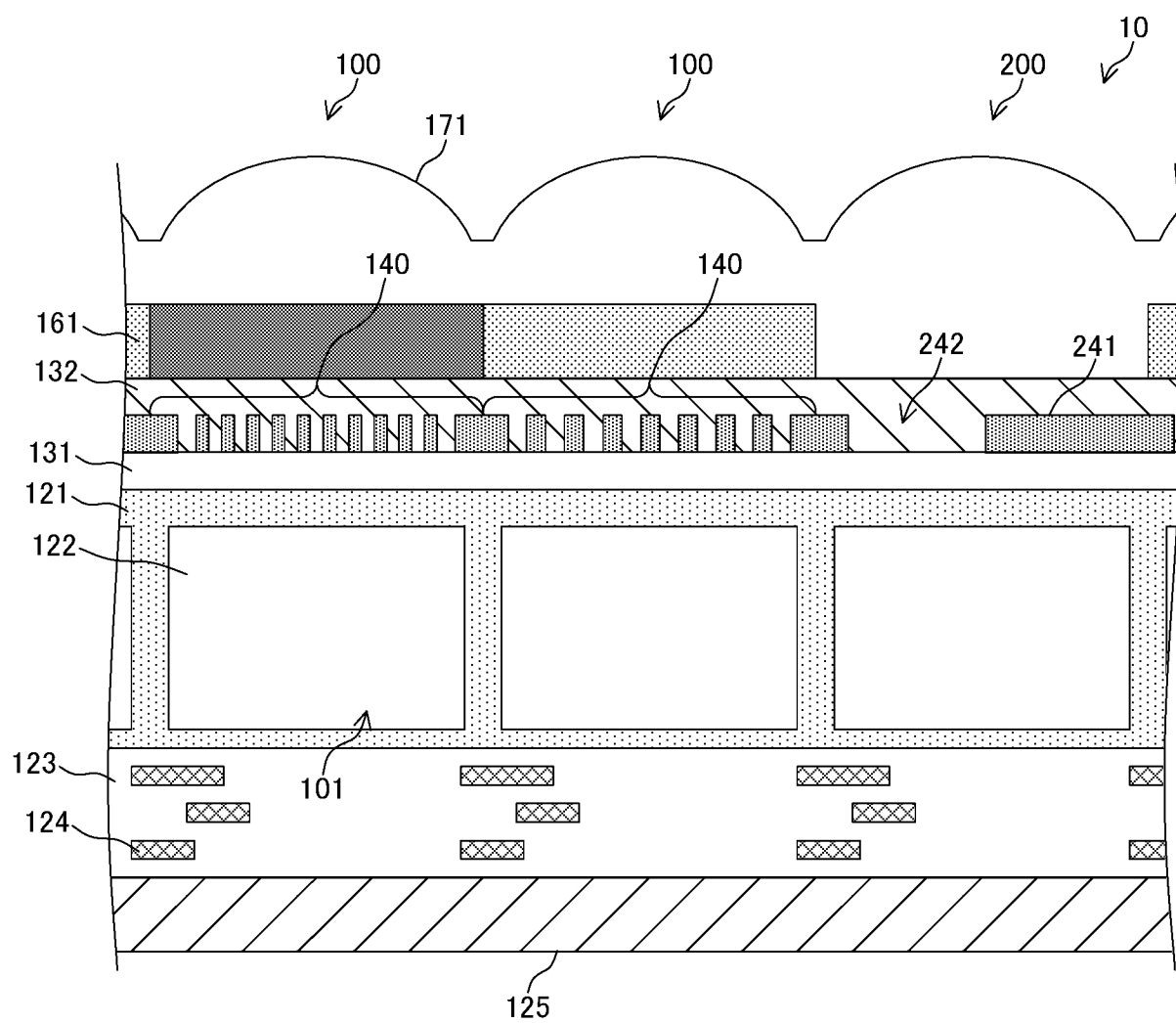
[請求項13] 特定の偏光方向の入射光を透過する偏光子を備えて当該偏光子を透過した被写体からの入射光に基づく画像信号を生成する偏光画素により生成される前記画像信号に基づいて前記被写体の画像における偏光の情報である偏光情報を生成する偏光情報生成手順と、

前記偏光子と同時に形成される遮光膜を所定の瞳分割方向に遷移して配置することにより前記被写体からの入射光を瞳分割する位相差画素により生成される画像信号に基づいて前記被写体の位相差を表す位相差情報を生成する位相差情報生成手順とを具備する撮像方法。

[図1]

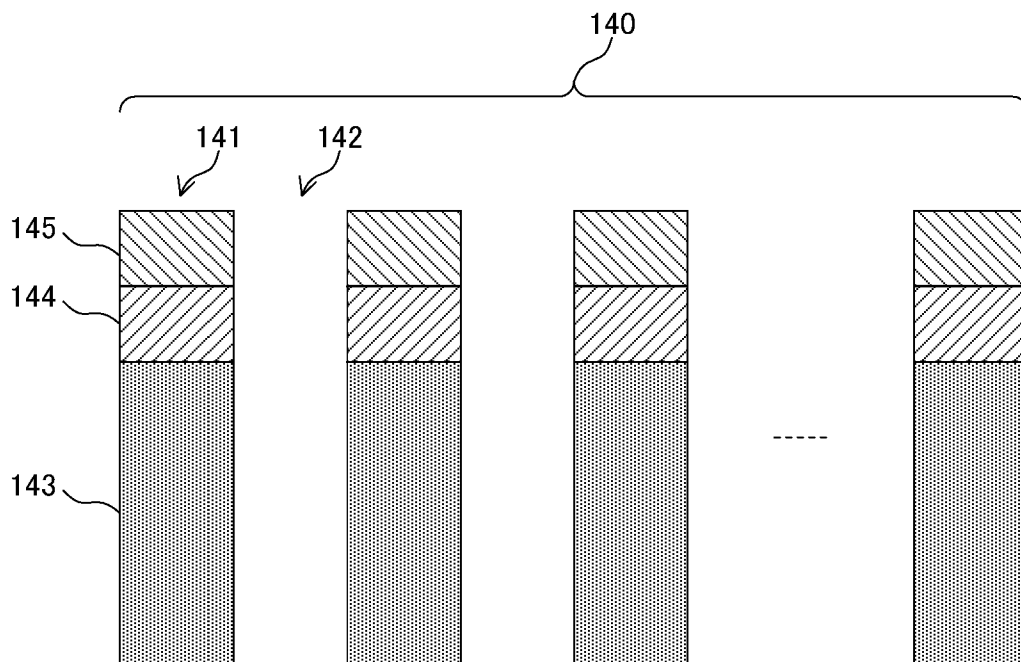


[図2]

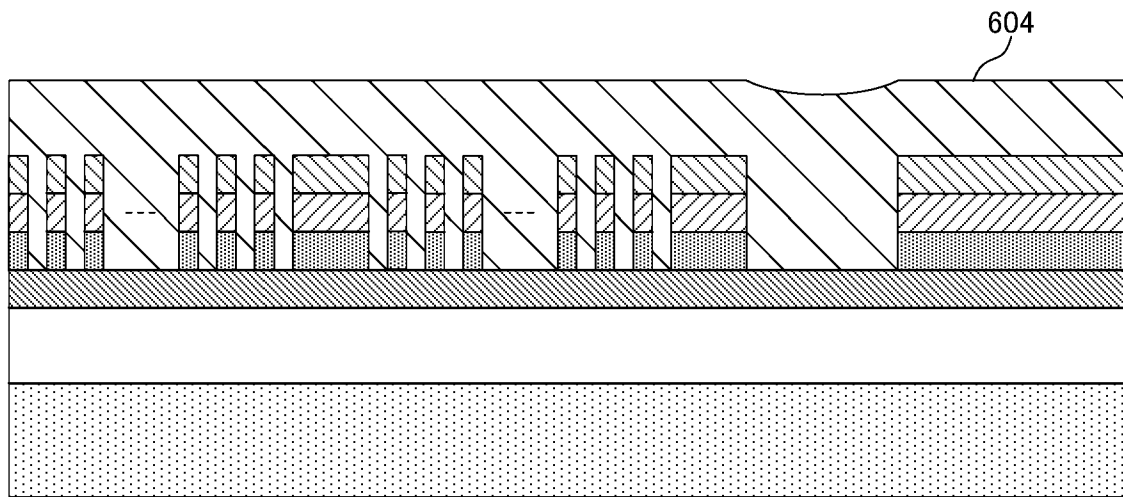
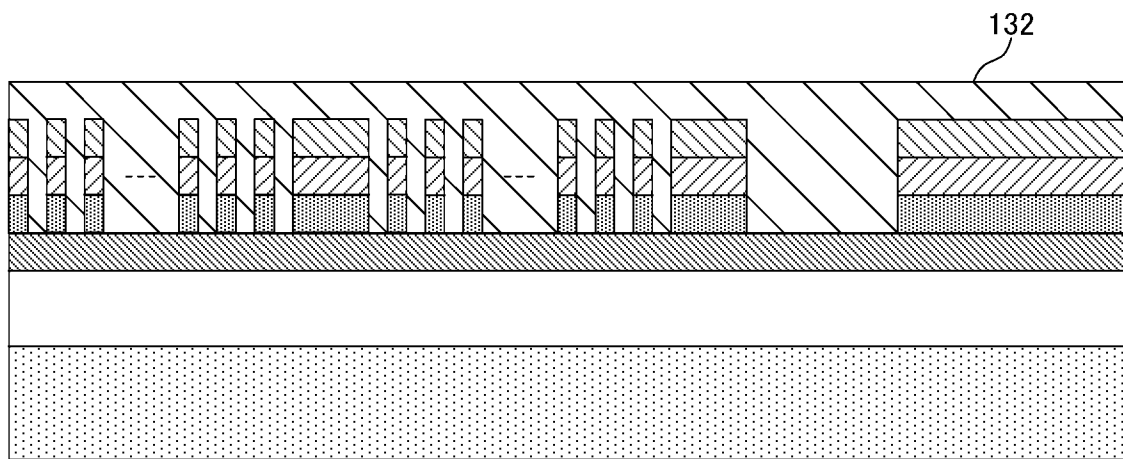


b

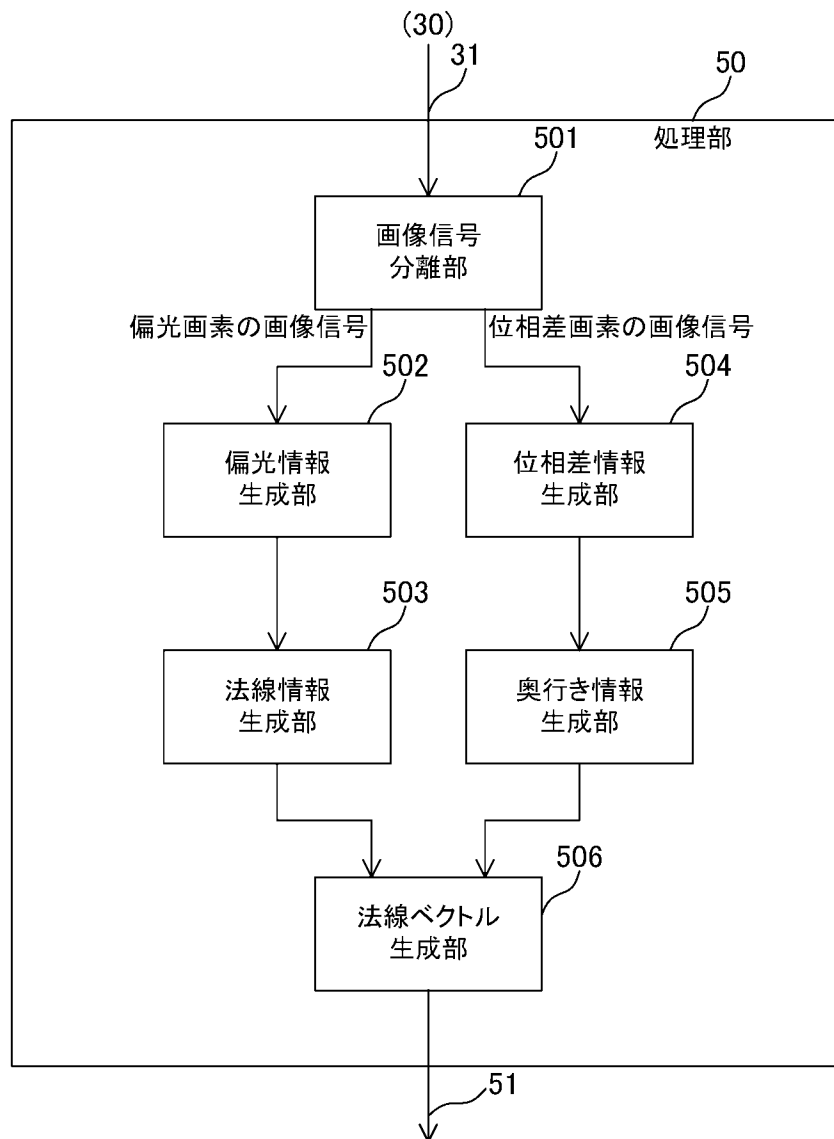
[図4]



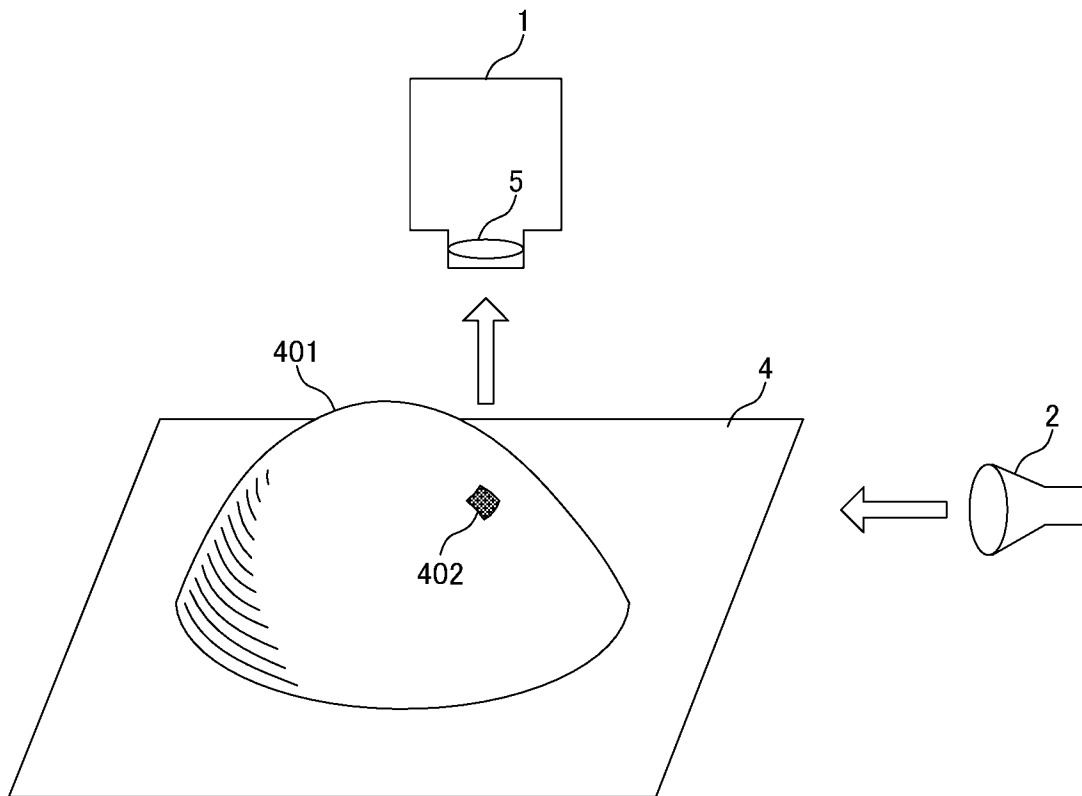
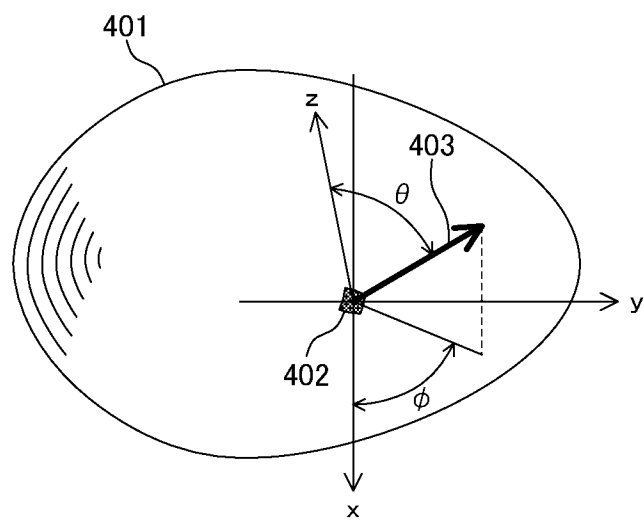
[図6]

de

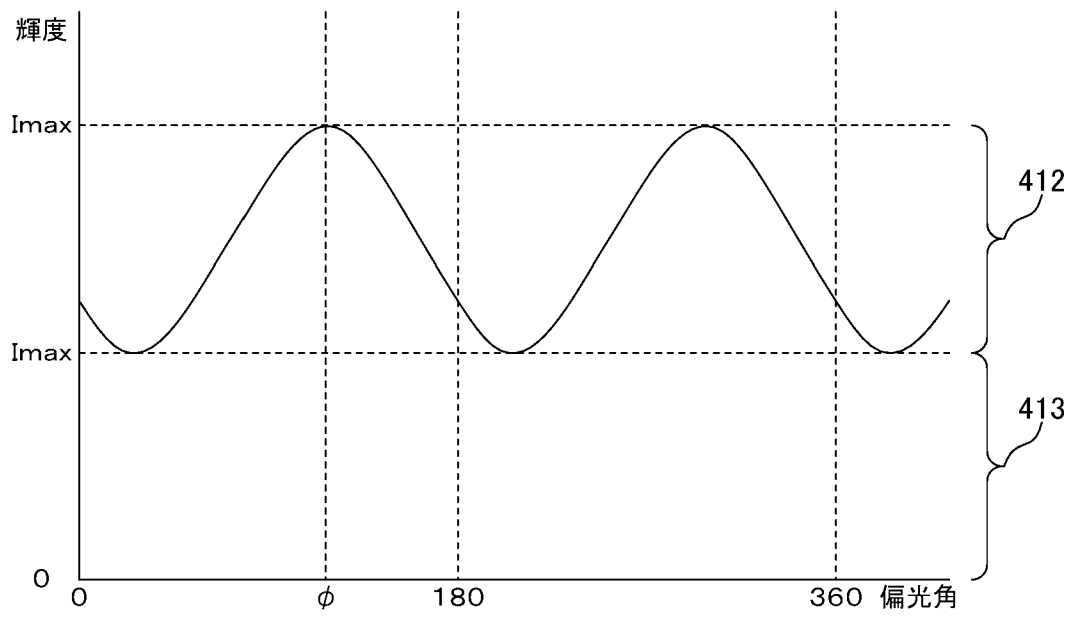
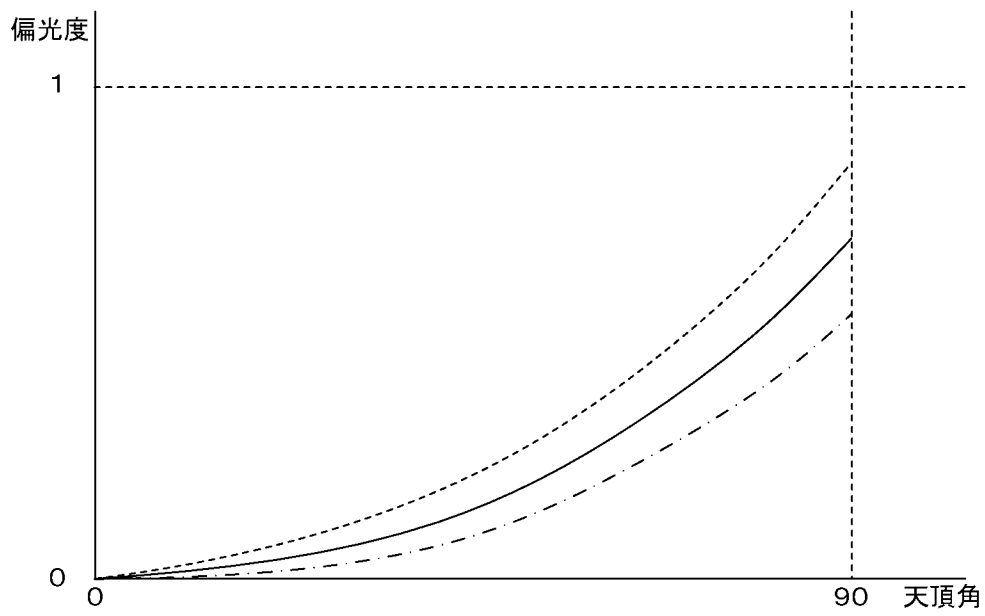
[図7]



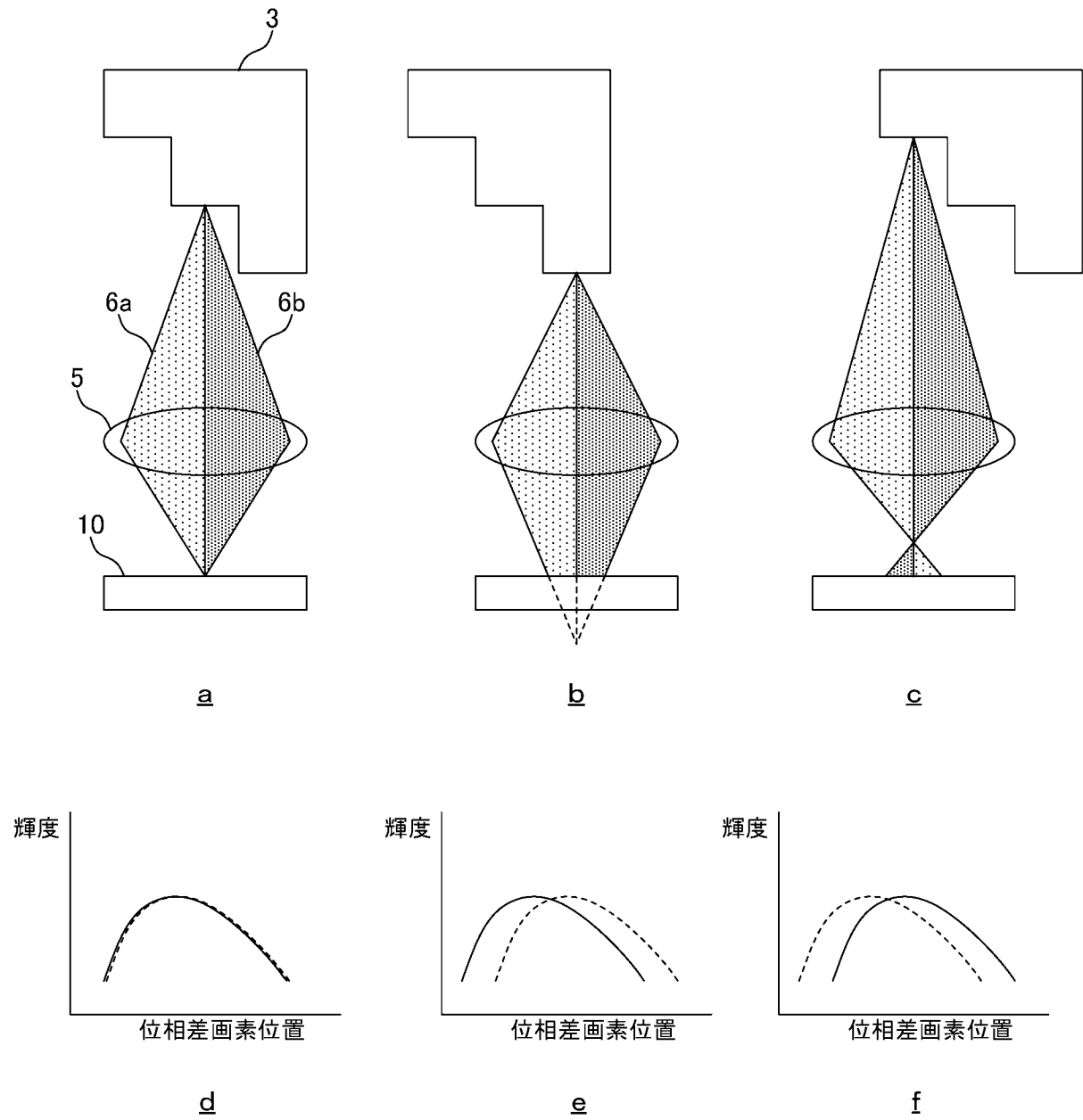
[図8]

ab

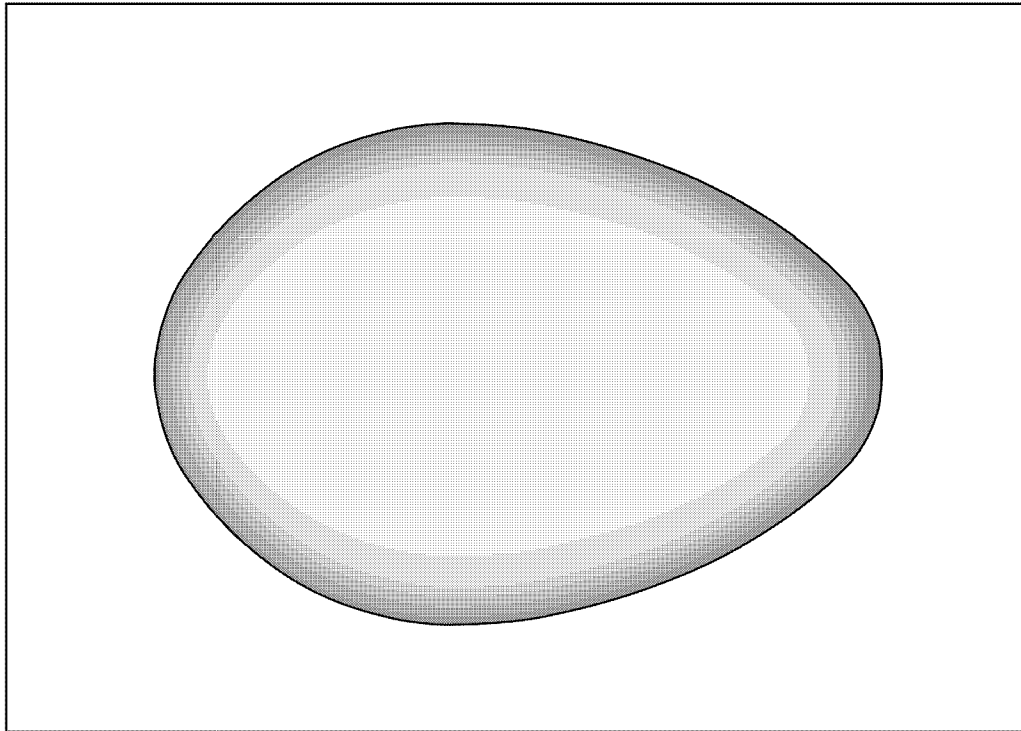
[図9]

ab

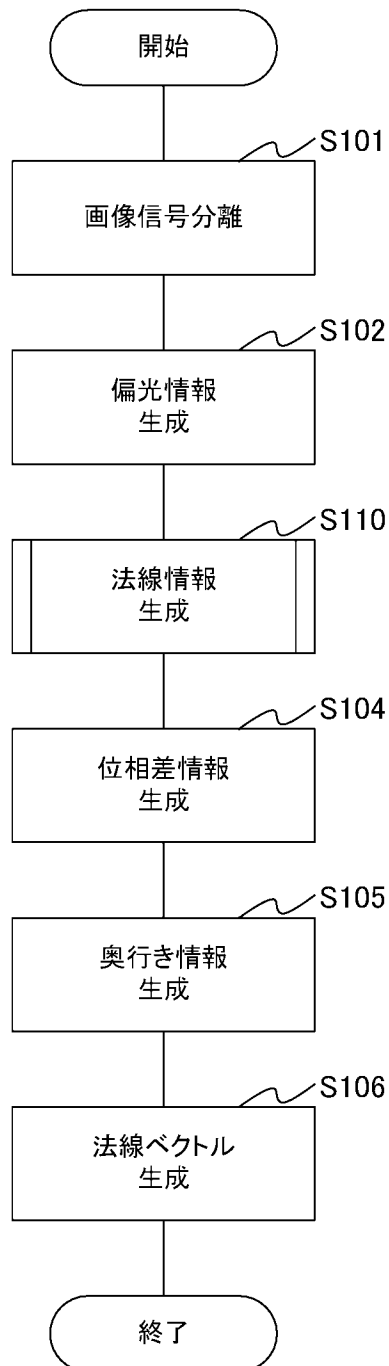
[図10]



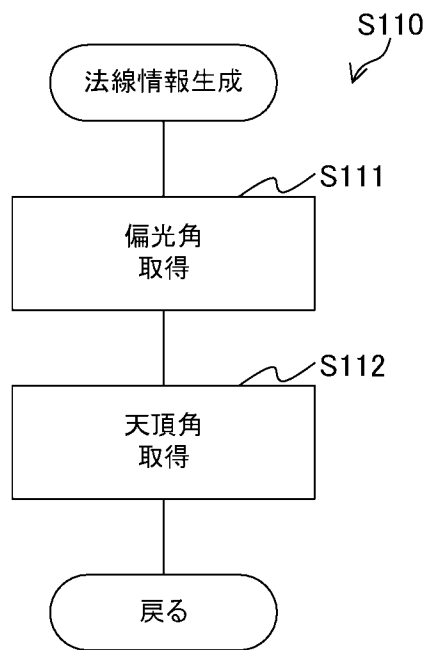
[図11]



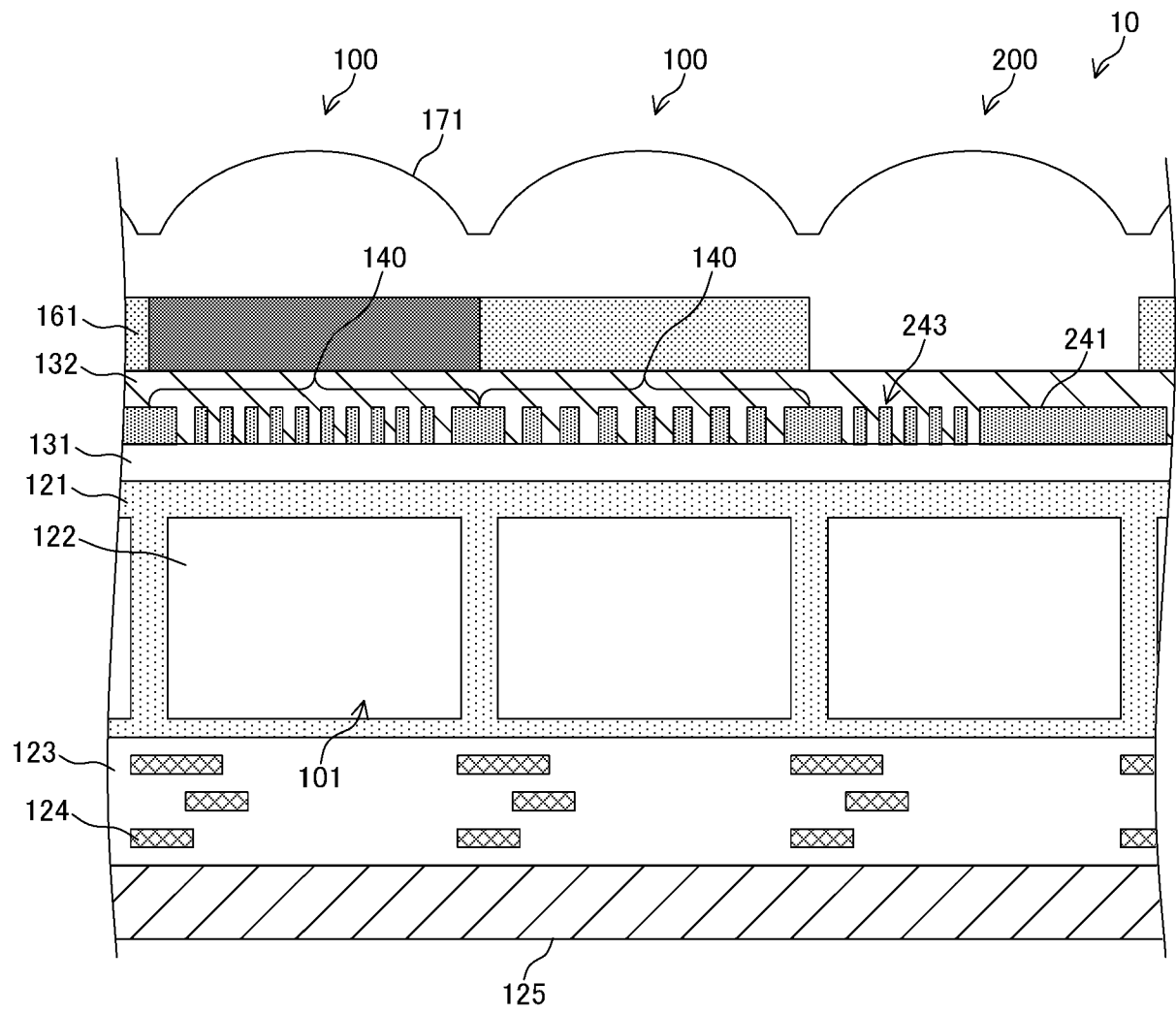
[図12]



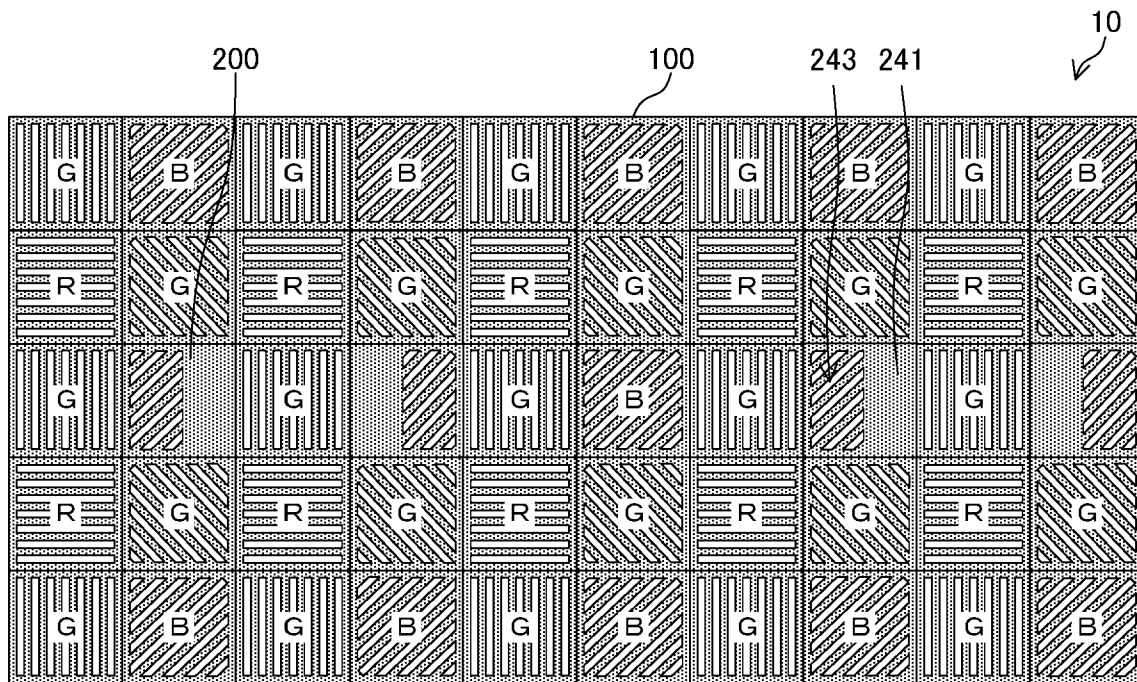
[図13]



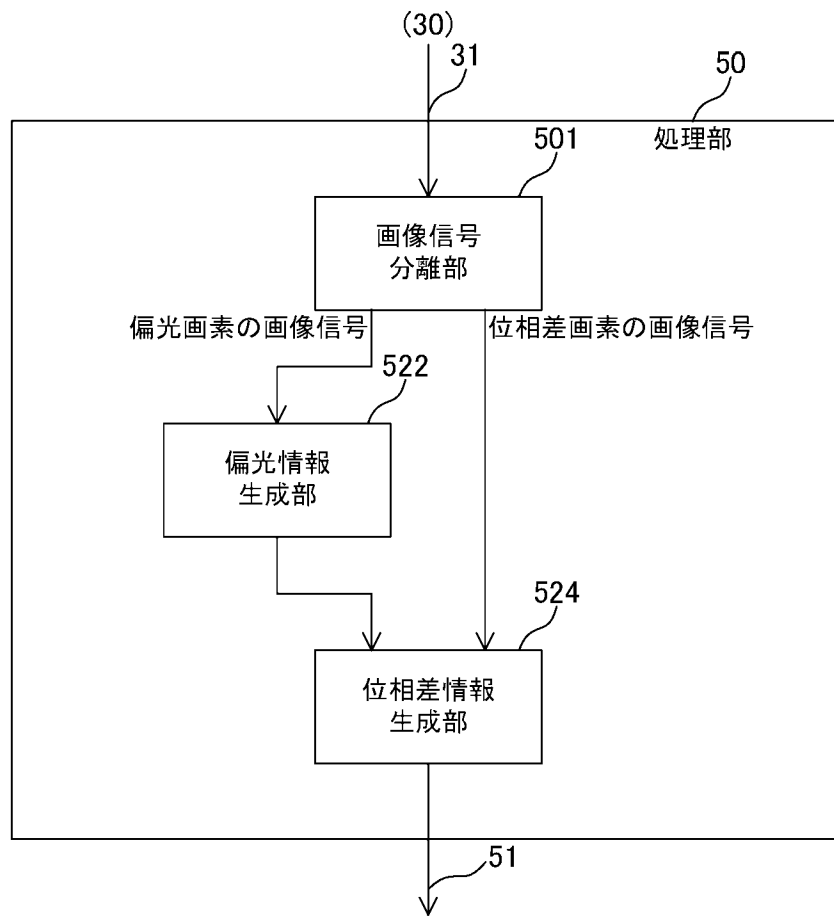
[図14]



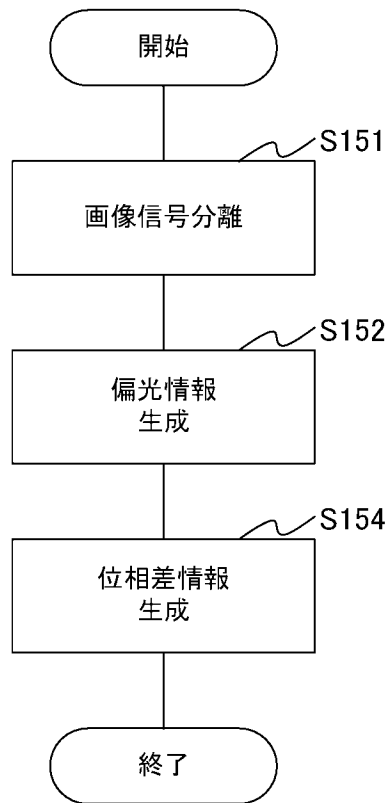
[図15]



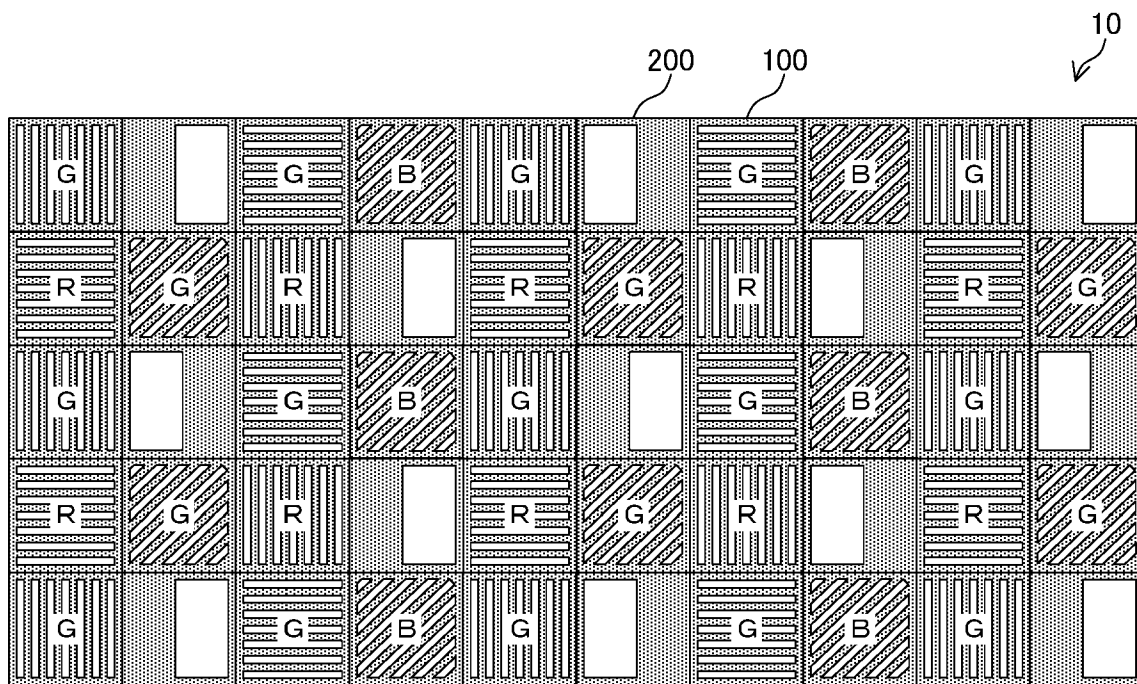
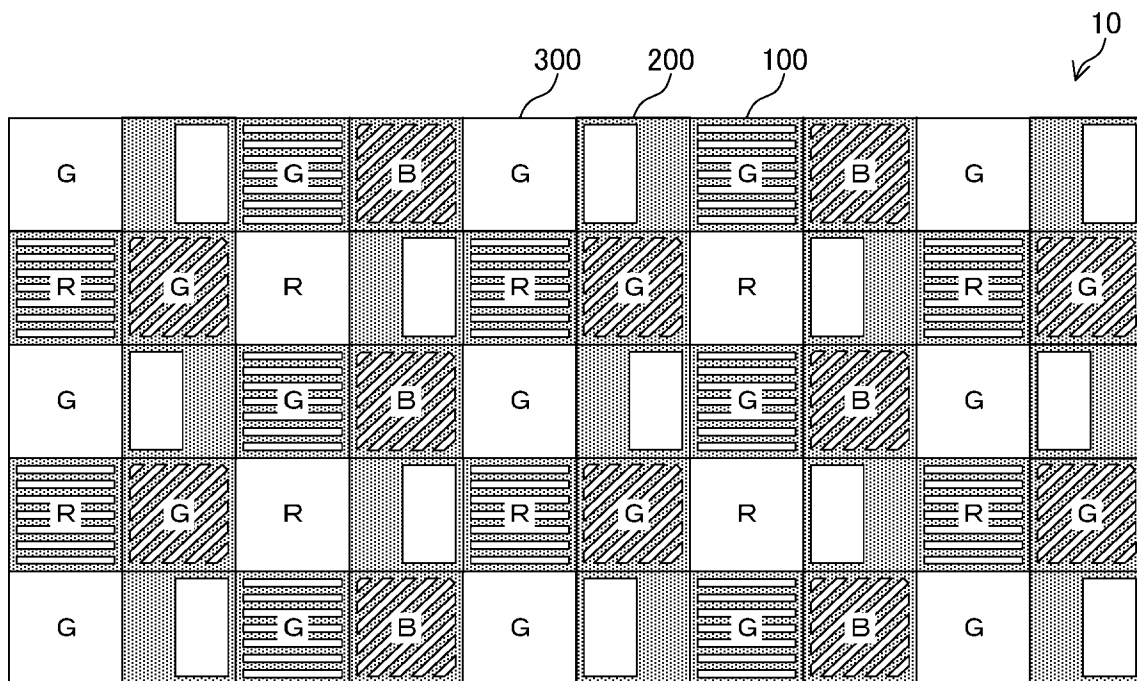
[図16]



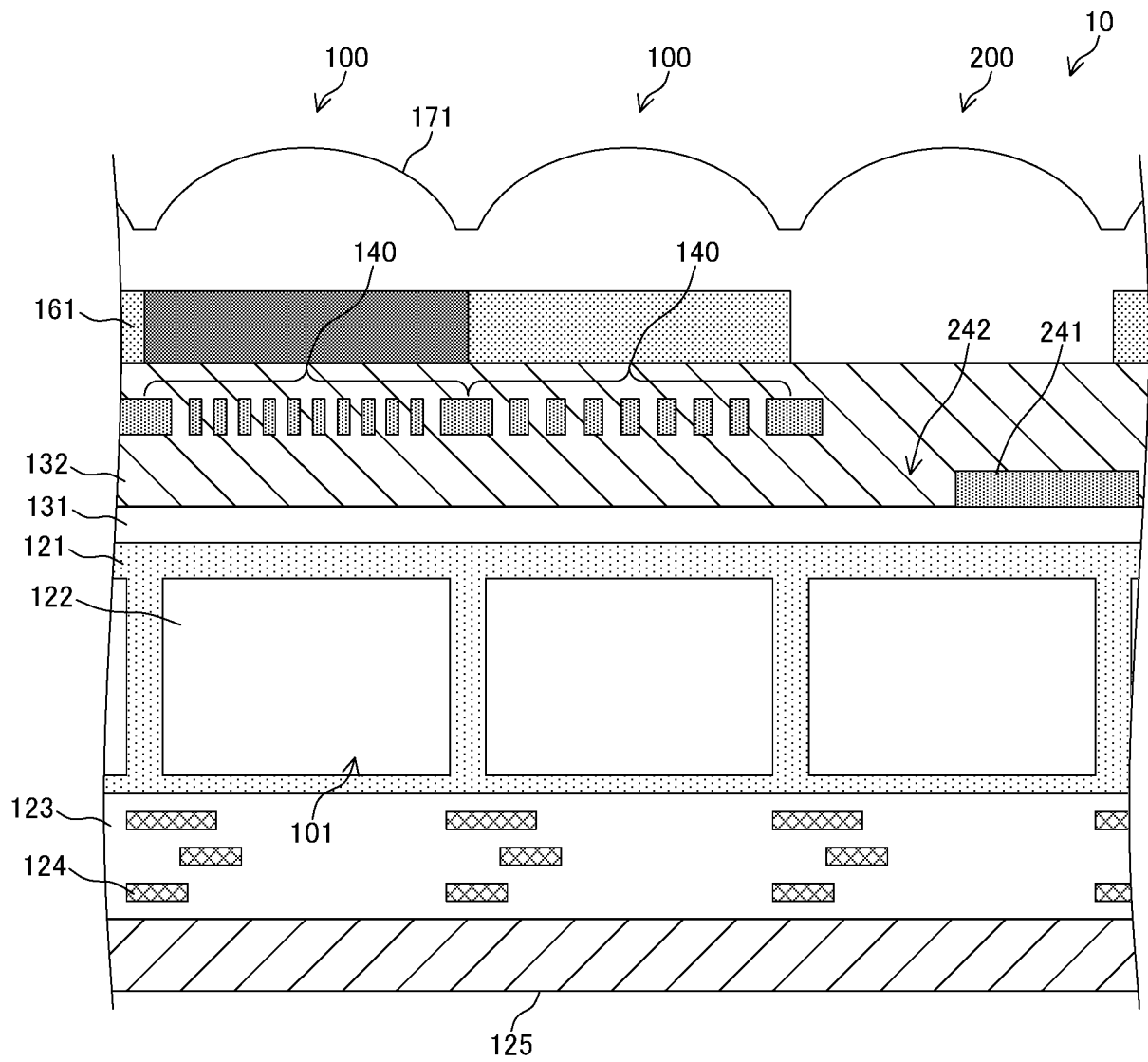
[図17]



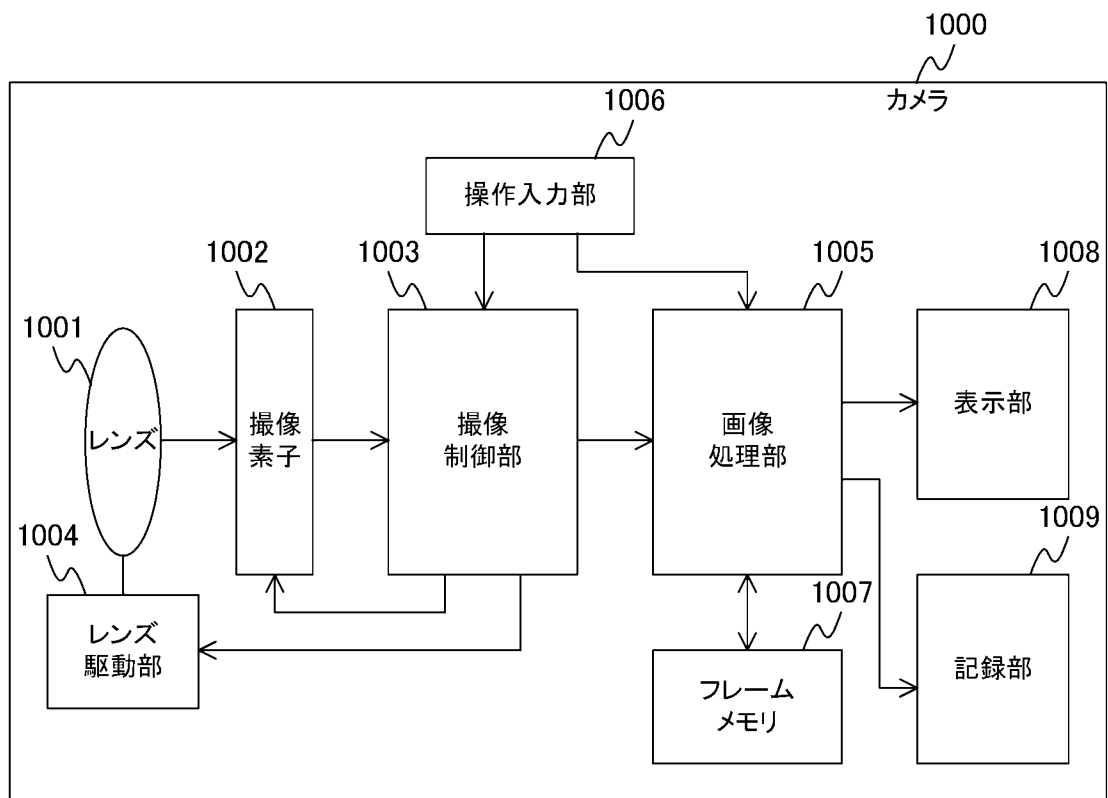
[図18]

ab

[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030192

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L27/146 (2006.01) i, H04N5/335 (2011.01) 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)

Int.Cl. H01L27/146, H04N5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-176715 A (NIKON CORPORATION) 08 September 2011, paragraphs [0077]-[0085], fig. 14-16 & US 2011/0279727 A1, paragraphs [0110]-[0118], fig. 14-16 & US 2015/0084146 A1 & US 2016/0027823 A1 & US 2016/0380016 A1 & US 2017/0278890 A1 & US 2019/0140009 A1	1-13
A	JP 2015-144194 A (SONY CORPORATION) 06 August 2015, entire text, all drawings & US 2016/0337575 A1, entire text, all drawings & WO 2015/115204 A1	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

30.09.2019

Date of mailing of the international search report

08.10.2019

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030192

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-080065 A (SONY CORPORATION) 19 April 2012, entire text, all drawings & US 2012/0319222 A1, entire text, all drawings & WO 2012/032939 A1 & EP 2615640 A1 & CN 102402106 A & TW 201222008 A & CN 202454558 U & KR 10-2013-0101972 A & CN 105355637 A	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L27/146(2006.01)i, H04N5/335(2011.01)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. H01L27/146, H04N5/335

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-176715 A（株式会社ニコン） 2011.09.08, 段落 [0077] - [0085], [図 14] - [図 16] & US 2011/0279727 A1, 段落 [0110] - [0118], 図 14-16 & US 2015/0084146 A1 & US 2016/0027823 A1 & US 2016/0380016 A1 & US 2017/0278890 A1 & US 2019/0140009 A1	1-13
A	JP 2015-144194 A（ソニー株式会社） 2015.08.06, 全文、全図 & US 2016/0337575 A1, 全文、全図	1-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30.09.2019

国際調査報告の発送日

08.10.2019

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）

田邊 顕人

5 F

5894

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	& WO 2015/115204 A1 JP 2012-080065 A (ソニー株式会社) 2012.04.19, 全文、全図 & US 2012/0319222 A1, 全文、全図 & WO 2012/032939 A1 & EP 2615640 A1 & CN 102402106 A & TW 201222008 A & CN 202454558 U & KR 10-2013-0101972 A & CN 105355637 A	1-13