

(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
2023年1月19日(19.01.2023)



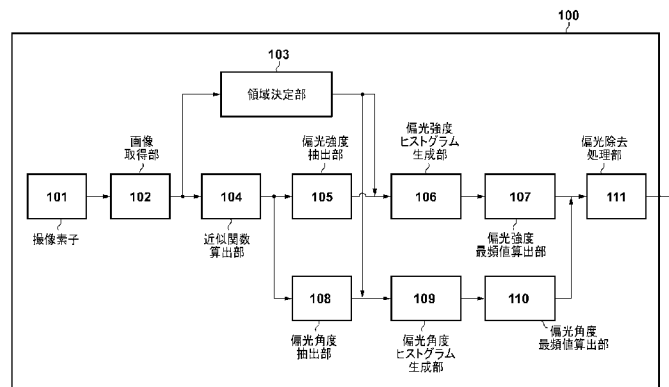
(10) 国際公開番号

WO 2023/286496 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) *H04N 5/225* (2006.01)
G03B 11/00 (2021.01) *H04N 5/235* (2006.01)
G03B 17/02 (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/022948
- (22) 国際出願日: 2022年6月7日(07.06.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-115147 2021年7月12日(12.07.2021) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鍋島 拓文 (NABESHIMA, Takuya); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 小布施 武範 (KOBUSE, Takenori); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 上倉 孝博 (KAMIKURA, Takahiro); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 青木 繁治 (AOKI, Shigeharu); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺 堅斗 (WATANABE, Kento); 〒1468501 東京都大田

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE AND METHOD, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置及び方法、及び撮像装置



- 101 Imaging element
102 Image acquiring unit
103 Region determining unit
104 Approximate function calculating unit
105 Polarization intensity extracting unit
106 Polarization intensity histogram generating unit
107 Polarization intensity mode value calculating unit
108 Polarization angle extracting unit
109 Polarization angle histogram generating unit
110 Polarization angle mode value calculating unit
111 Polarization removal processing unit

(57) Abstract: Image signals generated by photoelectric conversion of a plurality of polarized lights having mutually different polarization angles are input, and a plurality of image signals based on the plurality of polarized lights are used as a single set to determine, for each set, a maximum value of the polarization intensities of the polarization components of the plurality of image signals and a polarization angle at which the polarization intensity is at a maximum. Further, a region of interest for polarization removal is determined on the basis of the image signals, a statistics region included in the

区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
内 Tokyo (JP). 樋口 大輔(HIGUCHI, Daisuke);
〒1468501 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番
2 号キャノン株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁 理 士 法 人 大 塚 国 際 特 許
事 務 所 (OHTSUKA PATENT OFFICE, P.C.);
〒1020094 東京都千代田区紀尾井町 3 番 6 号
紀尾井町パークビル 7 F Tokyo (JP).

(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, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

region of interest is set for obtaining statistics, and a representative intensity which is the mode value of the polarization intensities of the set included in the statistics region, and a representative angle which is the mode value of the polarization angles are determined. The representative intensity and the representative angle that have been determined are used to correct the image signals of a set included in the region of interest in accordance with the polarization angles of the respective image signals.

(57) 要約: 互いに偏光角度が異なる複数の偏光光を光電変換することにより生成された画像信号を入力し、複数の偏光光に基づく複数の画像信号を1つのセットとして、各セットごとに複数の画像信号の偏光成分の偏光強度の最大値と、偏光強度が最大となる偏光角度とを求める。また、画像信号に基づいて、偏光除去を行う対象となる対象領域を求め、当該対象領域に含まれる、統計を取るための統計領域を設定し、統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度の最頻値である代表強度と、偏光角度の最頻値である代表角度とを求める。求めた代表強度と代表角度とを用いて、対象領域に含まれるセットの各画像信号を、当該各画像信号の偏光角度に応じて補正する。

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置及び方法、及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置及び方法、及び撮像装置に関し、特に、互いに偏光角度が異なる複数の偏光光を光電変換することにより生成された画像信号を処理する技術に関する。

背景技術

[0002] 従来、CCD (Charge Coupled device：電荷結合素子) や、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor：相補性金属酸化膜半導体) センサ等に代表される撮像素子には、複数の受光素子（画素）が配置されている。そして、各画素において光を電気に変換することで、光の強さ（輝度）を検出することができる。また、赤（R）、緑（G）、青（B）のうちいずれかの波長帯域の光を主に通過させるカラーフィルタを各画素に配置することで、可視光の波長（色）の光の強さのみを検出することができる。このような仕組みを用いることで、可視光の被写体を、映像信号（電気信号）として記憶装置に記録したり、表示装置に表示することが可能になる。

[0003] ところで、光は輝度や色等の要素のほかに、偏光と呼ばれる性質を持つ。偏光は、光の振動方向と考えることができ、光源から発した光は、被写体で反射する際に様々な振動方向成分（偏光方向）を持つことが知られている。しかし、実際は偏光された光と偏光していない光とが混合した光が眼に届くため、偏光した光の成分（偏光成分）を見分けることはできない。

[0004] 一方で、この偏光の性質を利用することで、必要な反射光を際立たせたり、不必要な反射光を除去したりできることが一般的に知られている。例えば、水面やガラス面に映り込んでしまう映像を偏光（Polarized Light：PL）フィルタを使って除去することは、撮影のテクニックとしてよく利用されている。不要な反射光を抑えることでコントラストの協調効果を生み出したり、偏光強度から物体にかかる応力を可視化する等、従来とは異なる光の性質

の利用方法として、今後も様々な応用が期待される。

[0005] 特許文献1では、異なる偏光角度の光を光電変換して取得した複数の偏光画像の輝度値を用いて、所望の偏光角度の偏光光に対応する出力画像を生成する技術が提案されている。この技術では、偏光角度に応じて変化する輝度成分（偏光成分）の近似関数を求め、求めた近似関数に基づいて特定の偏光角度における偏光成分を求め、所望の偏光角度の偏光光に対応する出力画像を生成する。この技術を用いることで、出力画像の偏光角度を任意に調整することができる。

[0006] また、特許文献1は、複数の偏光画像の取得方法として、偏光方向が異なる4つの偏光子を一組として配列された偏光子アレイを撮像素子に一体的に設け、出力された画像信号から偏光角度が異なる4枚の画像を生成する例を示している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2017-228910号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献1の技術を用いて、上述した偏光子アレイを用いて偏光角度の異なる画像を取得し、任意の偏光角度の偏光成分の除去を行う場合、次のような問題があった。すなわち、近似関数の最小輝度値が近似関数を求める際に使用した偏光子の各組に対応する4画素の画像信号に適用されてしまうため、偏光除去処理後の解像度が低下してしまう。

[0009] 例えば、図35Aに示すような車の中の被写体を撮影する際に、ある偏光角度において、図35Bの領域3501に示すように、フロントガラスが光を反射して車の中の様子が撮影できない状態を想定する。この場合、偏光子アレイが設けられた撮像素子を用いて撮影を行い、取得した画像に対して偏光除去処理を行うことで反射光を取り除くことはできるが、解像度が低下し

てしまう。

[0010] また、近似関数を求める際に使用した4画素の画像信号にエッジ成分が含まれている場合には、そもそも近似関数を正しく求めることができないため、エッジ成分を含む画像信号からは偏光成分を除去することができない。

[0011] 本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、1回の撮影で得られる複数の異なる偏光特性を有する画像信号を用いて、より精度の高い偏光除去処理を行えるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために、本発明の画像処理装置は、互いに偏光角度が異なる複数の偏光光を光電変換することにより生成された画像信号を入力する入力手段と、前記複数の偏光光に基づく複数の画像信号を1つのセットとして、各セットごとに前記複数の画像信号の偏光成分の偏光強度の最大値と、前記偏光強度が最大となる偏光角度とを求める第1の処理手段と、前記画像信号に基づいて、偏光除去を行う対象となる対象領域を求め、当該対象領域に含まれる、統計を取るための統計領域を設定する設定手段と、前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度の最頻値である代表強度と、前記偏光角度の最頻値である代表角度とを求める第2の処理手段と、前記代表強度と前記代表角度とを用いて、前記対象領域に含まれる前記セットの各画像信号を、当該各画像信号の偏光角度に応じて補正する第1の補正処理を行う補正手段とを有する。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、1回の撮影で得られる複数の異なる偏光特性を有する画像信号を用いて、より精度の高い偏光除去処理を行うことができる。

[0014] 本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明により明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ若しくは同様の構成には、同じ参照番号を付す。

図面の簡単な説明

[0015] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示

し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。

[0016] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。

[図1]本発明の第1乃至第4、第6、及び、第8乃至第10の実施形態に係る撮像装置の機能構成を示すブロック図。

[図2A]実施形態における偏光フィルタの配置例を示す図。

[図2B]実施形態における偏光フィルタの配置例を示す図。

[図3A]実施形態におけるカラーフィルタ及び偏光フィルタの配置例を示す図。
。

[図3B]実施形態におけるカラーフィルタ及び偏光フィルタの配置例を示す図。
。

[図4]第1の実施形態における被写体例を示す図。

[図5A]図4に示す被写体を撮影した場合に異なる偏光方向毎に生成された画像の例を示す図。

[図5B]図4に示す被写体を撮影した場合に異なる偏光方向毎に生成された画像の例を示す図。

[図5C]図4に示す被写体を撮影した場合に異なる偏光方向毎に生成された画像の例を示す図。

[図5D]図4に示す被写体を撮影した場合に異なる偏光方向毎に生成された画像の例を示す図。

[図6A]第1の実施形態に係る偏光成分の近似関数を表したグラフ。

[図6B]第1の実施形態に係る偏光成分の近似関数を表したグラフ。

[図7]第1の実施形態に係る偏光成分の除去方法を示すフローチャート。

[図8A]第1乃至第4の実施形態に係る偏光強度及び偏光角度の発生頻度を示すヒストグラムの例を示す図。

[図8B]第1乃至第4の実施形態に係る偏光強度及び偏光角度の発生頻度を示すヒストグラムの例を示す図。

[図8C]第1乃至第4の実施形態に係る偏光強度及び偏光角度の発生頻度を示

すヒストグラムの例を示す図。

[図8D]第1乃至第4の実施形態に係る偏光強度及び偏光角度の発生頻度を示すヒストグラムの例を示す図。

[図9]第2乃至第4の実施形態における被写体例を示す図。

[図10]第2の実施形態に係る偏光成分の除去方法を示すフローチャート。

[図11]第3の実施形態に係る偏光成分の除去方法を示すフローチャート。

[図12]第5の実施形態におけるH D R合成のための露光時間と偏光フィルタの配置例を示す図。

[図13A]H D R合成を説明する図。

[図13B]H D R合成を説明する図。

[図13C]H D R合成を説明する図。

[図14A]偏光フィルタを用いた場合にH D R合成で起こる課題を説明する図。

[図14B]偏光フィルタを用いた場合にH D R合成で起こる課題を説明する図。

[図14C]偏光フィルタを用いた場合にH D R合成で起こる課題を説明する図。

[図15]第5の実施形態に係る撮像装置の機能構成を示すブロック図。

[図16]第5の実施形態に係る偏光成分の近似関数取得に向けた利得変換を示す図。

[図17]第5の実施形態に係る偏光除去画像を用いたH D R合成処理のフローチャート。

[図18]第6の実施形態に係る偏光成分の除去方法を示すフローチャート。

[図19]第6の実施形態におけるローカル4画素のずらし方を説明する図。

[図20]第6の実施形態の変形例に係る偏光成分の除去方法を示すフローチャート。

[図21]第6の実施形態の変形例におけるローカル4画素のずらし方を説明する図。

[図22]第7の実施形態に係る撮像装置の機能構成を示すブロック図。

[図23]第7の実施形態に係る補間方法を説明するための図。

[図24]第7の実施形態に係るカラーフィルタが配された場合の補間方法を説

明するための図。

[図25]第7の実施形態に係るエッジ有無の判定方法を説明するための図。

[図26]第7の実施形態に係るエッジ判別処理の流れを示すフローチャート。

[図27]第8の実施形態に係る複数の反射面を有する被写体例を示す図。

[図28]第8の実施形態に係る被写体が複数の反射面を有する場合の偏光成分のヒストグラムを示す図。

[図29]第8の実施形態に係る偏光成分の除去方法を示すフローチャート。

[図30]第9の実施形態に係る曲面を有する被写体例を示す図。

[図31A]第9の実施形態に係る被写体が曲面を有する場合の偏光成分のヒストグラムを示す図。

[図31B]第9の実施形態に係る被写体が曲面を有する場合の偏光成分のヒストグラムを示す図。

[図32]第9の実施形態に係る偏光成分の除去方法を示すフローチャート。

[図33]第10の実施形態に係る偏光成分の除去方法を示すフローチャート。

[図34]第10の実施形態におけるエッジの判定方法を説明するための図。

[図35A]課題を説明するための図。

[図35B]課題を説明するための図。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

[0018] <第1の実施形態>

以下、本発明の第1の実施形態について説明する。

図1は、本発明の画像処理装置を適用した第1の実施形態における撮像装置100の機能構成を示すブロック図であり、偏光成分の除去処理（補正処

理) に関係する機能を抽出して示している。撮像装置 100 は、画像を入力し、入力した画像から任意の偏光成分を削減して出力することが可能な装置の一例である。

[0019] 撮像素子 101 は、入射光をアナログの電気信号に変換する光電変換部と、変換されたアナログ信号をデジタル信号に変換するための A/D 変換部とを有する。また、撮像素子 101 の撮像面上には、偏光方向が異なる複数の偏光フィルタが、各画素毎に配置されている。

[0020] ここで、本実施形態で用いる撮像素子 101 の画素部 112 における偏光フィルタの配置について、図 2 A 及び図 2 B を用いて説明する。図 2 A に示すように、撮像素子 101 は画素毎に偏光フィルタを備えている。また、各画素の偏光フィルタは、隣接する画素の偏光フィルタと偏光方向が異なっており、隣接する画素は異なる偏光方向の偏光光を光電変換することが可能である。以後、このように偏光フィルタが配置された画素部 112 を、「撮像面偏光センサ 112」と呼ぶ。

[0021] 撮像面偏光センサ 112 には、図 2 B に示すように、4 つの画素を一組（セット）として、偏光方向が 45° ずつ異なる 4 種類の偏光フィルタが配置されている。一例として、偏光角度 0° の偏光フィルタ 113、偏光角度 45° の偏光フィルタ 114、偏光角度 90° の偏光フィルタ 115、偏光角度 135° の偏光フィルタ 116 が配置されている。以後、この 4 画素の組（セット）のことを「ローカル 4 画素」と呼ぶ。撮像面偏光センサ 112 には、多数のローカル 4 画素が、図 2 A に示す通り周期的に配置される。

[0022] このような構成にすることで、常に複数の異なる偏光方向の偏光光を同じタイミングで光電変換し、同一フレームの画像として取得することができる。この撮像素子 101 の場合、4 つの異なる偏光方向の偏光光による画像を 1 回の撮影で取得できるようになる。このように、図 2 A 及び図 2 B に示す偏光フィルタが配置された撮像面偏光センサ 112 を用いることで、異なる偏光方向の偏光光による画像を得るために、異なる偏光方向の偏光特性を有する PL フィルタをレンズ前に複数配置して、手動または自動で動かす、と

いったような作業は不要となる。

[0023] なお、撮像面偏光センサ 112 が、カラーフィルタ等の分光機能を有さない場合、得られる画像はモノクロ画像となるが、図 3 A 及び図 3 B 示すように、ローカル 4 画素毎に同色のカラーフィルタを配置することで、カラー画像を得ることが可能である。ここでは、図 3 B に示すように、赤 (R) のカラーフィルタ 118 により覆われたローカル 4 画素と、緑 (G) のカラーフィルタ 119 により覆われたローカル 4 画素と、青 (B) のカラーフィルタ 120 により覆われたローカル 4 画素とを、図 3 A に示すようにベイヤー配列にした場合を示している。

[0024] 図 2 A、図 2 B、図 3 A 及び図 3 B に示したのは撮像素子 101 を構成する撮像面偏光センサ 112 の一例であり、偏光フィルタの配置方法及び偏光方向に関しては任意の設定を行うことが可能である。また、偏光フィルタの有無を組み合わせる方法も考えられる。

[0025] ここで、偏光光の偏光方向と、出力される画像信号の明るさとの関係について、図 4 に示す被写体を撮影した場合を例にとって説明する。撮像面偏光センサ 112 により撮影して得られた 1 枚の画像の画像信号から、ある一つの偏光方向の偏光フィルタが配置された画素の信号だけを抽出して 1 枚の画像を生成することで、その偏光フィルタと同じ偏光方向の偏光光による画像を得ることができる。これを偏光フィルタ 113 ~ 116 毎に行うことで、4 種類の偏光方向の画像を得ることができる。

[0026] 図 4 は、車 401 の中に人物 402 が居る被写体であり、車のフロントガラスを領域 400 としている。ここでは、領域 400 における反射光が大きくなる場合を想定している。反射光の偏光特性の詳細については後述する。

[0027] 図 5 A ~ 図 5 D は、撮像素子 101 から得られた画像信号を偏光方向毎に分離した 4 枚の偏光画像の例を示す。図 5 A は、図 2 A 及び図 2 B に示した偏光角度 0° の偏光フィルタ 113 が配置された画素のみから出力された画像信号から生成された偏光画像 121 を示す。図 5 B は、偏光角度 45° の偏光フィルタ 114 が配置された画素のみから出力された画像信号から生成

された偏光画像 122 を示す。図 5 C は、偏光角度 90° の偏光フィルタ 115 が配置された画素のみから出力された画像信号から生成された偏光画像 123 を示す。また、図 5 D は、偏光角度 135° の偏光フィルタ 116 が配置された画素のみから出力された画像信号から生成された偏光画像 124 である。図 5 A ~ 図 5 D では、被写体から反射した光が、偏光フィルタを透過した領域は明るく、偏光フィルタによって遮断された領域は暗く表現している。

[0028] ここでは、偏光角度 45° の偏光フィルタ 114 が、フロントガラスからの反射光を最も多く透過するため、図 5 B に示す領域 400 を明るく表現している。また、偏光角度 135° の偏光フィルタ 116 が、フロントガラスからの反射光を最も多く遮断するため、図 5 D に示す領域 400 を暗く表現している。また、偏光角度 0° の偏光フィルタ 113 及び偏光角度 90° の偏光フィルタ 115 が透過する反射光の量が偏光フィルタ 114 と偏光フィルタ 116 の中間になるため、図 5 A 及び図 5 C に示す領域 400 を中間的な明るさで表現している。

[0029] また、4 方向の偏光画像において明るさが変わらない領域、つまり領域 400 を除く領域は、光が偏光していない無偏光領域となる。すなわち、無偏光領域については偏光角度を調整することができないので、図 4 に示す被写体例において反射光の大きさを調整できるのは、領域 400 のみとなる。

[0030] 撮像素子 101 で撮像面偏光センサ 112 により生成されたデジタル信号（画像信号）は、画像取得部 102 に入力される。画像取得部 102 は、撮像素子 101 から画像信号を入力し、領域決定部 103 及び近似関数算出部 104 に出力する。

[0031] 領域決定部 103 は、画像取得部 102 から入力した画像信号に後述する偏光除去処理を行う際にローカル 4 画素で取得された偏光特性を集計し、ヒストグラムを作成する範囲（統計領域）を決定する。例えば、各ローカル 4 画素から出力された 4 つの画像信号（輝度値）のうち、最大値と最小値との差が予め決められた閾値以上の場合に、そのローカル 4 画素が偏光除去を行

う対象の領域（以下、「偏光除去対象領域」と呼ぶ。）に属すると判定する。そして、偏光除去対象領域に属すると判定された互いに隣接するローカル4画素を集めた領域を、偏光除去対象領域とする。領域決定部103は、こうして求めた偏光除去対象領域を統計領域として決定する。なお、偏光除去対象領域よりも狭い領域を統計領域として決定してもよい。

近似関数算出部104は、画像取得部102で取得した画像信号から、ローカル4画素毎に偏光光の偏光特性を求める。ここで、偏光特性を求める方法について説明する。

[0032] 図6Aは、領域400内の任意のローカル4画素における偏光特性を表す近似関数 $F(\theta)$ のグラフである。本実施形態においては偏光角度 θ 毎に変化する輝度 $I(\theta)$ の成分を、「偏光成分」と呼ぶ。偏光角度 0° 、 45° 、 90° 、 135° における輝度 $I(\theta)$ を画像取得部102から得られた画像から取得し、取得した輝度 $I(\theta)$ を偏光角度 θ ごとにプロットすると、輝度 $I(\theta)$ は、 180° の周期をもった正弦関数、または余弦関数で近似することができる。即ち、近似関数 $F(\theta)$ を得ることができる。なお、本実施形態では図2A及び図2Bに示す偏光フィルタ113～116を用いて4つの偏光角度の輝度を利用しているが、3つ以上の偏光角度の輝度が分かれば、偏光成分の近似関数 $F(\theta)$ を生成することができる。

[0033] この偏光成分の近似関数 $F(\theta)$ は、式(1)により表すことができる。

$$F(\theta) = A \cos(2\theta + 2B) + C \quad \dots (1)$$

式(1)において、 A は偏光成分の偏光強度、 B は偏光成分の偏光角度、 C はオフセット成分となる。近似関数 $F(\theta)$ において、最小輝度 $I_{\min}$ となる点は偏光成分が一番少ないため、無偏光成分のみの輝度を表している。この近似関数 $F(\theta)$ を求めることで、反射光の大きさが所望の大きさとなるように、偏光角度 θ を調整することが可能になる。

[0034] 領域400内の偏光成分は、図6Aに示す本実施形態の例では、前述したように偏光角度 45° の時に最大輝度 $I_{\max}$ となり、 135° の時に最小輝度 $I_{\min}$ となる。

[0035] 図6Bは、図5A～図5Dにおける領域400を除く無偏光領域の偏光成分（無偏光成分）を示しており、偏光成分はすべての偏光角度 θ において0になる。実際には、偏光成分が完全に0になるシーンは少ないが、本実施形態においては説明の便宜上、偏光成分を0としている。

[0036] 偏光強度抽出部105では、近似関数算出部104で求めた偏光成分の近似関数 $F(\theta)$ から、偏光成分の強度情報（偏光強度）を抽出し、偏光強度ヒストグラム生成部106に出力する。偏光強度は近似関数 $F(\theta)$ の振幅を指し、偏光光の輝度によって偏光強度は変わる。

偏光強度ヒストグラム生成部106は、領域決定部103で決定された領域内における偏光強度抽出部105で抽出されたローカル4画素毎の偏光強度を集計し、発生頻度のヒストグラムを作成する。

偏光強度最頻値算出部107は、偏光強度ヒストグラム生成部106で生成されたヒストグラムにおいて最頻値となる偏光強度（代表強度）を求め、偏光除去処理部111へ出力する。

[0037] 一方、偏光角度抽出部108では、近似関数算出部104で求めた偏光成分の近似関数 $F(\theta)$ から、偏光成分の角度情報（偏光角度）を抽出し、偏光角度ヒストグラム生成部109に出力する。偏光角度は、近似関数 $F(\theta)$ が最大輝度 I_{max} を示す角度を指す。

偏光角度ヒストグラム生成部109は、領域決定部103で決定された統計領域内における偏光角度抽出部108で抽出されたローカル4画素毎の偏光角度を集計し、発生頻度のヒストグラムを作成する。

偏光角度最頻値算出部110は、偏光角度ヒストグラム生成部109で生成されたヒストグラムにおいて最頻値となる偏光角度（代表角度）を求め、偏光除去処理部111へ出力する。

[0038] 偏光除去処理部111では、偏光強度最頻値算出部107で取得した偏光強度の最頻値と偏光角度最頻値算出部110で取得した偏光角度の最頻値とを用いて、統計領域内における代表偏光特性を決定する。そして、決定した代表偏光特性から各角度（ここでは 0° 、 45° 、 90° 、 135° ）の偏

光成分を算出し、各輝度値から偏光成分を減算する。例えば、式（１）のAに偏光強度の最頻値 I_{mode} を、Bに偏光角度の最頻値 θ_{mode} を、 θ に各角度を代入することにより、以下の式（２）に示す偏光成分の近似関数を得ることができる。そして、以下の式（２）に各偏光角度を代入することにより、各偏光角度の偏光成分を求める。

[0039]
$$F(\theta) = I_{mode} \cdot \cos(2\theta + 2\theta_{mode}) + C \quad \dots$$

(2)

[0040] そして、偏光除去対象領域の各画素から得られる輝度 $I(\theta)$ から、求めた偏光成分を減算することで、偏光成分を除去することができる。

[0041] 次に、図7のフローチャートを参照しながら、上述した偏光成分の除去処理と、車内の人物のエッジと偏光成分が重なる場合にも、偏光成分を適切に除去し、解像度を保った偏光除去画像を生成することができる理由について説明する。以後、このように車内の人物のような無偏光成分によるエッジを「無偏光成分のエッジ」と呼び、反射光等の偏光成分によるエッジを「偏光成分のエッジ」と呼ぶ。

[0042] まず、S101では、撮像面偏光センサ112から画像信号を取得する。S102では、近似関数算出部104において、画像取得部102で取得された画像信号に基づいて、ローカル4画素毎に偏光成分の近似関数 $F(\theta)$ を求める。この偏光成分の近似関数 $F(\theta)$ は、同じ偏光特性を持つ領域では似たような近似関数が算出される。ただし、図4に示すように、反射するフロントガラスの後ろに人物等の無偏光成分のエッジが存在する場合、領域400内の無偏光成分のエッジを含んだローカル4画素で求められた近似関数 $F(\theta)$ が表す偏光特性は、本来の偏光特性とは異なるものとなる。一方、領域400内の人物のエッジが含まれないローカル4画素で求められた近似関数 $F(\theta)$ は正しい偏光特性を示した近似関数になる。

[0043] S103では、近似関数算出部104でローカル4画素毎に求められた偏光成分の近似関数 $F(\theta)$ から、偏光強度抽出部105及び偏光角度抽出部108により、それぞれ偏光強度と偏光角度を算出する。

- [0044] S 1 0 4 では、偏光除去処理部 1 1 1 で偏光成分の除去を行う際に、複数の偏光特性を用いるが、その偏光特性を取得するための統計領域を決定する。上述したように例えば、偏光成分の除去を行う対象である偏光除去対象領域（例えば領域 4 0 0）であってもよいし、偏光除去対象領域内のより狭い領域であってもよい。
- [0045] S 1 0 5 では、S 1 0 3 で取得した偏光強度と偏光角度を、S 1 0 4 で領域決定部 1 0 3 により決定した統計領域毎に集計する。そして、偏光強度ヒストグラム生成部 1 0 6 及び偏光角度ヒストグラム生成部 1 0 9 が、集計した偏光強度と偏光角度を用いて、それぞれ発生頻度のヒストグラムを作成する。
- [0046] S 1 0 6 では、偏光角度最頻値算出部 1 1 0、偏光強度最頻値算出部 1 0 7 が、S 1 0 5 で作成された偏光強度と偏光角度のヒストグラムそれぞれにおける最頻値（代表強度及び代表角度）を取得し、統計領域の代表偏光特性とする。
- [0047] 領域 4 0 0 内における人物のエッジが含まれる領域に注目した場合、フロントガラスの後ろの無偏光成分のエッジが無いローカル 4 画素で得られる近似関数 $F(\theta)$ が正しい偏光特性を表す関数になり、この偏光特性は統計領域内において最多成分になる。一方、無偏光成分のエッジを含むローカル 4 画素で算出した近似関数 $F(\theta)$ は、エッジを含まないローカル 4 画素の偏光特性とは異なり、エッジの角度やコントラストによって得られる近似関数 $F(\theta)$ が異なる。そのため、この領域内で生成されるヒストグラムは、図 8 A 及び図 8 B に示すような、正しい偏光特性と、エッジを含んだランダムに分布する偏光特性とが混在したヒストグラムになる。したがって、作成されたヒストグラムから、統計領域における偏光強度と偏光角度の最頻値を求めて代表偏光特性とすることで、エッジ成分の影響を除去することができる。
- [0048] S 1 0 7 では、S 1 0 6 で取得した代表偏光特性を使って、式（2）で説明したようにして各偏光角度の偏光成分を算出し、各画素の輝度値から減算

することで、偏光成分を削減する。

[0049] 上記の通り第1の実施形態によれば、偏光除去対象領域内のすべての画素に対して、対応する統計領域の代表偏光特性を用いて偏光成分除去処理（補正処理）を行う。これにより、ローカル4画素がエッジを含む場合にエッジの影響を受けた偏光特性が算出されたローカル4画素に対しても、エッジの影響を受けていない偏光特性を適用することにより、より正確に偏光成分を低減することが可能になる。また、偏光フィルタの各偏光角度に対して適切な量の偏光成分を、各画素の輝度値から減算することで、解像度を低下させることなく、偏光成分を低減することが可能となる。

[0050] <第2の実施形態>

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

上述した第1の実施形態では、統計領域内の代表偏光特性を算出し、対応する偏光除去対象領域の画素の輝度値から、各偏光角度についてより適切な量の偏光成分を減算することで、解像度を保ったまま偏光成分を低減した。しかし、図9に示す被写体のように、偏光除去対象領域内から反射される光は、必ずしも一種類の偏光成分だけとは限らない。光を反射している物体によっては、ヒストグラムの形状が大きく異なる場合があり、例えば、偏光強度のヒストグラムのピークが複数発生する場合がある。

[0051] そこで、第2の実施形態では、図9に示すように光を反射する被写体における偏光成分の除去方法について、図10のフローチャートを用いて説明する。図9の領域901は、輝度が小さい反射光を持つ領域、領域902は輝度が大きい反射を持つ領域となる。なお、図10において、図7に示す処理と同様の処理には同じステップ番号を付し、適宜説明を省略する。

[0052] 図9のような偏光強度の違う反射光が複数含まれる被写体では、偏光除去対象領域内に偏光の境目が含まれる場合がある。この時、S105で偏光強度のヒストグラムを作成すると、ピークが複数含まれるヒストグラムになる。この場合、第1の実施形態の方法では、S106において、発生頻度が多い方が統計領域内の最頻値として代表偏光特性に選ばれ、S107において

、各偏光除去対象領域毎に代表偏光特性を用いて偏光除去を行う。しかしながら、偏光除去対象領域内に複数の異なる偏光特性を有する偏光成分が含まれている場合、正しく偏光成分の除去ができず、ノイズの原因になる。

[0053] 領域 901 と領域 902 では、偏光強度が異なるため、近似関数 $F(\theta)$ の振幅は異なる。そのため、統計領域が領域 901 と領域 902 にまたがっていると、統計領域内に 2 種類の偏光強度が含まれることになる。そのような統計領域でヒストグラムを作成すると、偏光強度のヒストグラムでは、図 8C に示すように、領域 901 と領域 902 に対応する 2 つのピークが発生する。この時、2 つのピークのうち、多い値を持つ方が最頻値として選択され、統計領域の代表偏光特性になる。しかし、仮に領域 901 の偏光特性が代表偏光特性に選ばれ、偏光成分の除去が行われた場合、領域 902 では誤った偏光成分の除去が行われることになる。

[0054] そこで、第 2 の実施形態では、偏光成分の統計領域を変えながら、複数枚の偏光成分を除去した偏光除去画像を生成する。S208 では、S101 ~ S107 の処理により、統計領域を変更して補正した偏光除去画像が既定の枚数作成されたかを判断する。規定回数に到達している場合は、そのまま S210 に進む。一方、規定回数に到達していない場合は、S209 に進み、統計領域を変更する。

[0055] 図 9 のような被写体の場合、統計領域のパターンによっては領域 901 と領域 902 のような偏光強度の違う複数の偏光を含み、うまく偏光成分が除去できない偏光除去対象領域が発生する。その場合に統計領域の位置やサイズを変更した偏光除去画像を複数枚作成することで、統計領域のパターンによって、偏光の境界を含まないように統計領域が選択され、補正された画像が作成される。

[0056] S210 では、統計領域を変更して作成された複数枚の偏光除去画像に対して、平均化等の合成処理を行って、1 枚の偏光除去画像を作成する。そうすることで、各偏光除去画像では誤った偏光成分での偏光除去でノイズが発生することがあるが、偏光除去対象領域を変更した画像を複数枚合成するこ

とでノイズの影響を減らし、正しい偏光除去画像に近づけることができる。

[0057] 第2の実施形態では、統計領域のサイズや位置を変えて偏光成分の除去を行った画像を複数枚作成し、平均化等の合成処理を行う。つまり、2種類の反射光の境目付近において、1回目の統計領域の取り方では、領域内に2種類の偏光光が含まれる場合でも、N回目の統計領域の取り方では、統計領域内に1種類の偏光光のみを含む場合がある。このようにして得られた異なる統計領域の代表偏光情報に基づいて補正された複数の偏光除去画像を合成することで、1つの偏光除去対象領域の取り方で偏光除去したものよりも、誤った値で偏光除去した場合に発生するノイズが抑制される。

[0058] 上記の通り第2の実施形態によれば、異なるサイズ及び位置の統計領域で偏光除去した画像を複数枚合成することで、被写体やシーンに合わせた偏光除去（補正処理）を行うことができる。

[0059] <第3の実施形態>

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

第2の実施形態では、偏光除去対象領域内に複数種類の偏光強度の異なる反射光が含まれる場合に、統計領域のサイズ及び位置を変更して、偏光成分を除去する方法について説明した。第3の実施形態では、第2の実施形態と同様に偏光除去対象領域内に複数種類の偏光強度の異なる反射光が含まれる場合の、別の偏光成分の除去方法について説明する。

[0060] 図11は、第3の実施形態における偏光成分の除去方法を示すフローチャートである。なお、図11において、図7に示す処理と同様の処理には同じステップ番号を付し、適宜説明を省略する。

[0061] S306では、S105で取得した偏光強度のヒストグラムにおいて、発生頻度のピークの数を取得する。例えば、図9のような被写体において統計領域内に領域901と領域902が含まれている場合、2種類の偏光強度が含まれるため、図8Cに示すように、偏光強度のヒストグラムでは、領域901と領域902に対応する2つのピークが発生する。一方、統計領域が、図4に示すような領域400である場合には、偏光強度のヒストグラムのピ

ークは1つになる。

[0062] S307では、偏光強度のヒストグラムに複数のピークが含まれるかどうかを判定し、ピークが1つの場合には、S106、S107において、図7を参照して第1の実施形態で説明した処理と同様の処理を行い、統計領域の代表偏光特性を用いて偏光除去を行う。

[0063] 一方、複数のピークが含まれる場合には、S308に進み、ローカル4画素毎に求めた偏光強度及び偏光角度に基づいて偏光成分を求めて、偏光成分の除去を行う。

[0064] 上記の通り第3の実施形態によれば、統計領域内の偏光強度のヒストグラムにおいて、ピークが1つの場合には、偏光除去対象領域内の画像信号に対して代表偏光特性を用いて偏光除去を行う。一方、複数のピークが複数発生している場合には、ローカル4画素毎に求めた偏光強度及び偏光角度を用いて、偏光成分の除去（補正処理）を行う。

[0065] このように第3の実施形態によれば、偏光除去対象領域内に複数の偏光成分が含まれ、代表偏光特性を1つに特定できない場合にも、誤った偏光成分の除去によるノイズの発生を抑制することができる。

[0066] <第4の実施形態>

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。

第3の実施形態では、偏光除去対象領域における偏光強度のヒストグラムに複数のピークが含まれると判定した場合に、ローカル4画素毎に求めた偏光特性を用いて当該ローカル4画素毎に偏光成分の除去を行うことで、間違っただけの偏光成分による偏光除去を回避した。しかし、偏光強度のヒストグラムが必ずしも図8Cのように複数のピークを判定できる形状になるとは限らない。被写体によっては、図8Dのようにピークが明確ではなく、正確にピークの数判定しにくい場合がある。

[0067] そこで、第4の実施形態では、偏光強度のヒストグラムが図8Dに示すような形状となった場合における、不必要な偏光特性の除外によるピーク数の判定精度を向上する方法について説明する。

[0068] 近似関数を算出するローカル4画素内に偏光成分のエッジや無偏光成分のエッジが含まれる場合、基本的に正しい偏光特性を算出することができない。また、求められた近似関数はエッジの向きや含まれる偏光特性等によってさまざまな近似関数となる。例えば、偏光除去対象領域内に無偏光成分のエッジが多く含まれる場合、偏光強度のヒストグラムを作成すると、図8Dに示すように、1つのピークとローカル4画素内にエッジが含まれるノイズ成分が分散されたような形状のヒストグラムになる。また、偏光除去対象領域内に異なる複数種類の偏光強度を含む場合、ヒストグラムを作成すると、偏光強度の種類に応じてピークの数に変動するが、ピークの形によってはノイズ成分に埋もれてピーク数を判定できない場合がある。

[0069] そこで、第4の実施形態では、偏光角度のヒストグラムから最頻値を取得し、最頻値から離れた偏光角度を持つローカル4画素の偏光強度を偏光強度ヒストグラムから除外する。すなわち、最頻値から予め決められた範囲内の偏光角度を有するローカル4画素の偏光強度を用いて偏光強度ヒストグラムを生成し直す。そうすることで、4画素内にエッジを含み、誤った偏光特性の近似関数を算出した画素を除外した偏光強度ヒストグラムを作成することができる。これにより、偏光強度ヒストグラムの形を正しい偏光特性のみで作成することができ、第3の実施形態における判定精度を向上することができる。

[0070] <第5の実施形態>

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。

偏光方向が異なるローカル4画素で露出条件を変更した画像信号を取得することにより、一度の露光でダイナミックレンジ拡大の手法であるHDR合成(High Dynamic Range rendering)を実施することができる。図12は、偏光フィルタの配置と、露光時間との関係を示す図である。本実施形態では、図2A及び図2Bに示す偏光フィルタ113～116と同様の配置を行っているものとし、偏光フィルタ113及び115に対応する画素の露光時間を長秒(L)とし、偏光フィルタ114及び11

6に対応する画素の露光時間を短秒（S）とする。そして、それぞれの露出の比率を勘案して画像合成を行うことで、ダイナミックレンジの広い画像を合成することができる。

[0071] ここで、偏光フィルタを用いない場合の簡易的なHDR合成方法について、図13A～図13Cを参照して説明する。なお、ここでは長秒（L）での露出条件を高利得信号、短秒（S）での露出条件を低利得信号と呼ぶ。図13Aの実線は、低利得信号の入力輝度値に対する出力輝度値の関係を示す。図13Bの破線は、高利得信号の入力輝度値に対する出力輝度値の関係を示し、図13Bの実線は、高利得信号の入力輝度値に対する出力輝度値の関係を、高利得信号と低利得信号の露出条件の比率により圧縮した変換高利得信号の入力輝度値と出力輝度値の関係を示す。そして図13Cは、図13Aで示した低利得信号と、図13Bで示した変換高利得信号を同一グラフ上に示したものである。例えば、入力輝度値の領域iでは、変換高利得信号を用いて出力輝度値を生成し、入力輝度値の領域iiでは、低利得信号を用いて出力輝度値を生成することで、HDR合成を実施する。

[0072] しかしながら、ローカル4画素においてそれぞれ偏光角度が異なる偏光フィルタ113～116を各画素前面に配置している場合、低利得信号と高利得信号において画素値の比率と露出条件の比率が一致しなくなる。

[0073] 図14A～図14Cは、偏光角度が異なる偏光フィルタを用いた場合に、図13A～図13Cに示すHDR合成方法を応用した場合の入力輝度値と出力輝度値の関係の一例を示す。図14Aの点線は、図13Aの実線で示した低利得信号の入力輝度値に対する出力輝度値の関係を示し、図14Aの実線は、所定の偏光角度の偏光フィルタを通過した低利得信号の入力輝度値に対する出力輝度値の関係を示す。図14Bの破線は、図13Bの破線で示した高利得信号の入力輝度値に対する出力輝度値の関係を示し、図14Bの点線は、所定の偏光角度の偏光フィルタを通過した高利得信号の入力輝度値に対する出力輝度値の関係を示す。また、図14Bの実線は、偏光フィルタを通過した高利得信号に対して、高利得信号と低利得信号の露出条件の比率によ

り変換した偏光フィルタ通過後の変換高利得信号の入力輝度値に対する出力輝度値の関係を示す。

[0074] 図14Cは、図14Aの実線で示した偏光フィルタ通過後の低利得信号と、図14Bの実線で示した偏光フィルタ通過後の変換高利得信号を同一グラフ上に示たものである。例えば、入力輝度値の領域*i*では、偏光フィルタ通過後の変換高利得信号を用いて出力輝度値を生成し、入力輝度値の領域*ii*では、偏光フィルタ通過後の低利得信号を用いて出力輝度値を生成する。しかしながら、この場合には、入力輝度値の領域*i*と入力輝度値の領域*ii*との境界で段差が発生する。また偏光フィルタ通過後の低利得信号が有する傾きと、偏光フィルタ通過後の変換高利得信号が有する傾きが異なるため、線形性が保たれない。したがって、偏光フィルタの誤差による段差や非線形によって、所望のHDR合成が実施できないという課題がある。

[0075] 上述した課題を鑑みて、第5の実施形態では、第1の実施形態で実施した偏光除去方法を行った場合の、HDR合成について説明する。

[0076] 図15は、第5の実施形態における撮像装置500の機能構成を示すブロック図であり、偏光除去後にHDR合成を実施する。撮像装置500は、図1で示した撮像装置100に、利得変換部501とHDR合成部502が追加されたものであり、それ以外の構成は撮像装置100と同様の構成であるため、同じ参照番号を付して説明を省略する。

[0077] 第5の実施形態では、図12で示したように、ローカル4画素毎に偏光フィルタ113～116で覆われ、偏光フィルタ113及び115に覆われた画素を長秒(L)で露光し、偏光フィルタ114及び116に覆われた画素を短秒(S)で露光するものとする。なお、第5の実施形態では、露光時間により高利得信号及び低利得信号を取得することを想定しているが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、撮像素子101が有するアンプのゲインを利用して、感度を変えても良いし、露光時間と感度とを共に変えてもよい。

[0078] 撮像素子101で取得した、ローカル4画素内で露出条件が異なる画像信

号は、画像取得部 102 に送られた後、利得変換部 501 に入力される。利得変換部 501 に入力されるローカル 4 画素から得られる画素値（輝度値）の一例を図 16 に示す。偏光角度が 0° の偏光フィルタ 113 に覆われた画素からは、高利得信号である輝度 $I_{H_0^\circ}$ が取得される。偏光角度 45° が偏光フィルタ 114 に覆われた画素からは、低利得信号である輝度 $I_{L_{45^\circ}}$ が取得される。偏光角度 90° の偏光フィルタ 115 に覆われた画素からは、高利得信号である輝度 $I_{H_{90^\circ}}$ が取得される。また、偏光角度 135° の偏光フィルタ 116 に覆われた画素からは、低利得信号である輝度 $I_{L_{135^\circ}}$ が取得される。

[0079] ローカル 4 画素で露出条件を異ならせているため、画像取得部 102 の出力をそのまま用いて偏光除去してしまうと、適切な偏光特性を取得することができない。そのため、利得変換部 501 では、ローカル 4 画素の露出条件に基づき、各画素が同一の利得で取得された値に変換する。ここでは、高利得信号で取得された輝度 $I_{H_0^\circ}$ 及び輝度 $I_{H_{90^\circ}}$ を低利得信号に変換し、変換高利得信号の画素値として輝度 $I_{L_0^\circ}$ 及び輝度 $I_{L_{90^\circ}}$ を取得する。ただし、利得変換は高利得信号に揃えても良いし、別の利得に揃えても構わないため、利得変換の方法はこの限りではない。

[0080] 利得変換部 501 で変換された画像信号は、第 1 の実施形態で説明した領域決定部 103 から偏光除去処理部 111 の処理により偏光除去され、偏光除去された画像は HDR 合成部 502 に入力される。HDR 合成部 502 に入力された偏光除去画像に対して適切な偏光除去が実施されているとすると、図 13C で示した関係が取得できる。そのため図 13A～図 13C で説明を行ったように、例えば、領域 i においては変換高利得信号を使用し、領域 ii では低利得信号を使用することで、HDR 合成を実施する。ただし本実施形態に示す HDR 合成の手法は一例であり、これに限られるものではない。例えば、低利得信号を変換して HDR 合成に用いても良いし、各露出条件の画素値を適宜選択、もしくは加算して用いても良い。

[0081] 次に、第 5 の実施形態における、偏光成分の除去後に HDR 合成を実施す

る処理について、図 17 に示すフローチャートを参照して説明する。なお、図 17 の処理において、第 1 の実施形態で図 7 を参照して説明した処理と同じ処理には同じ参照番号を付して、適宜説明を省略する。

[0082] S501 では、撮像素子 101 から出力された、各ローカル 4 画素から、異なる露出条件で得られた画像信号を画像取得部 102 において取得する。S502 において、取得した画像信号を、上述したようにして利得変換部 501 にて利得変換し、取得した画像信号の露出条件による差が揃うように調整することで、偏光除去が可能な画像信号に変換する。

[0083] そして、S102 から S106 において、利得変換部 501 により利得変換された偏光画像に基づいて、第 1 乃至第 4 の実施形態で説明した方法を用いて、偏光除去処理（補正処理）を行う。S503 では、偏光除去処理部 111 により偏光成分が除去された画像信号を用いて、HDR 合成部 502 において HDR 合成を実施する。

[0084] 上記の通り第 5 の実施形態によれば、ローカル 4 画素で露出条件が異なる画像信号を取得し、露出条件を揃えて偏光除去を行ったのちに HDR 合成を行う。これにより、ローカル 4 画素が、互いに異なる偏光角度の偏光フィルタに覆われ、かつ、HDR 合成を実施するためにローカル 4 画素で異なる露出条件を用いた場合においても、偏光フィルタによる画素値の誤差影響を低減しつつ、ダイナミックレンジを拡大した HDR 画像を生成することが可能となる。

[0085] <第 6 の実施形態>

次に、本発明の第 6 の実施形態について説明する。なお、第 6 の実施形態における撮像装置 100 の構成は、図 1 に示すものと同様であるため、説明を省略する。

これまでの実施形態で説明したように、撮像面偏光センサ 112 には、ローカル 4 画素を一組として異なる複数の偏光角度の偏光フィルタが配され、入射した光が光電変換されて画像信号として出力される。そして、出力された画像信号の輝度値を用いて、偏光角度に応じて変化する輝度成分（偏光成

分)の近似関数を求め、偏光成分を抽出する。

[0086] しかし、被写体のエッジの部分がローカル4画素内に入っていると、ローカル4画素については正しい近似関数を求めることができなかつたり、近似関数を求めてもそのローカル4画素だけ偏光成分が周囲の領域と全く異なった偽情報となる。そのため、偏光除去対象領域内の偏光情報の最頻値から、その統計領域の偏光角度毎の偏光成分を求めて、偏光除去対象領域内のローカル4画素すべてに適用していた。

[0087] これに対し、第6の実施形態では、まず、ローカル4画素の偏光成分と統計領域における代表偏光成分とを比較し、偏光強度もしくは偏光角度が近いものであるかを判定する。以下、本実施形態における処理について、図18のフローチャートを用いて説明する。

[0088] まずS601で、撮像面偏光センサ112から対象となる画像信号を入力し、S602において、第1乃至第4の実施形態のいずれかで説明したようにして、統計領域の偏光強度及び偏光角度の最頻値を取得する。

[0089] そして、S603において、各ローカル4画素の偏光強度及び偏光角度と、統計領域の代表強度及び代表角度との強度差及び角度差を求める。

[0090] S604で、S603で求めた強度差及び角度差が、共に、予め設定されたそれぞれの閾値以上かどうかを判断する。閾値未満である場合、エッジ部分が含まれていないものとしてS605に進み、各ローカル4画素から出力された画像信号に対して、S602で算出された偏光成分を用いて偏光除去を行う。

[0091] 一方、強度差及び角度差の少なくともいずれかが閾値以上の場合、そのローカル4画素にはエッジ部分が含まれているものとして、S606に進み、ローカル4画素のくくりを変更する。ここでは、図19に示すように上下左右方向のいずれかに1画素ずらし、新たなローカル4画素を形成する。そして、S607において、新たなローカル4画素の近似関数 $F(\theta)$ を求め、偏光強度と偏光角度を取得する。そしてS608において、新たなローカル4画素の偏光強度及び偏光角度と、代表強度及び代表角度との強度差及び角

度差を求める。

[0092] S 6 0 9 で、S 6 0 8 で求めた強度差及び角度差が、それぞれの閾値以上かどうかを判断する。共に閾値未満である場合、新たなローカル 4 画素にはエッジ部分が含まれていないものとして S 6 1 0 に進み、新たなローカル 4 画素から出力された画像信号に対して、S 6 0 2 で算出された偏光成分を用いて偏光除去を行う。

[0093] 一方、強度差及び角度差の少なくともいずれかが閾値以上の場合、新たなローカル 4 画素にもエッジ部分が含まれているものとして、S 6 0 6 に戻って、ローカル 4 画素のくくりを別のくくりに変更し、上述した処理を繰り返す。

[0094] なお、上下左右方向のいずれにローカル 4 画素のくくりを変更しても閾値以上となる場合には、例えば、差が最も小さいくくりのローカル 4 画素に対して、偏光除去を行う。

[0095] 上記の通り第 6 の実施形態によれば、ローカル 4 画素の組み合わせを変更してエッジが入らないローカル 4 画素とすることで、様々な被写体に適した偏光除去を実行することができる。

[0096] <第 6 の実施形態の変形例>

第 6 の実施形態では、ローカル 4 画素の組み合わせをずらして再形成する場合について説明したが、本変形例では、図 3 A 及び図 3 B に示すように複数色のカラーフィルタを配している場合の処理について、図 2 0 のフローチャートを用いて説明する。なお、第 6 の実施形態で説明した図 1 8 に示す処理と同様の処理には同じ参照番号を付し、適宜説明を省略する。

[0097] S 6 0 1 で入力された画像信号は、カラーフィルタを配した撮像面偏光センサの出力であり、色情報を有している。本変形例では、図 3 A 及び図 3 B に示すように、各ローカル 4 画素は、R、G、B の色ごとにまとまっており、それぞれにおいて偏光強度、偏光角度を算出する。

[0098] S 6 0 4 において、S 6 0 3 で求めた強度差及び角度差がそれぞれ予め決められた閾値以上の場合、ローカル 4 画素の被写体にはエッジ部分が含まれ

ているものとしてS606に進み、隣接画素を用いて新たなローカル4画素を形成する。

[0099] 本変形例では、各ローカル4画素には同じ色のカラーフィルタが配されているため、まだ現像処理されていない画像では、各色で出力が異なる。例えば、図21に示すように下方向に1画素分、ローカル4画素のくくりをずらした場合、GフィルタとBフィルタが混在してしまい、撮像面偏光センサ112のそのままの出力では近似関数 $F(\theta)$ を求めることができない。

[0100] そこで、本変形例では、S611において、統計領域内で算出した代表強度から、R、G、Bそれぞれの偏光強度をGに合わせるための偏光算出用ホワイトバランスゲインを算出する。そして、偏光算出用ホワイトバランスゲインをそれぞれRの偏光強度、Bの偏光強度に乗算し、Gとほぼ同じ偏光強度にしてから、新たなローカル4画素で近似関数 $F(\theta)$ を算出する。

[0101] 従来、ホワイトバランスゲインは、基準となる白部分のG出力に対し、RとBのレベルを合わせて基準の白レベルに補正するゲイン値である。しかし、ここでは被写体の色を正確に表すことを目的としているわけではないため、近似関数を求めるために、偏光算出用ホワイトバランスゲインを用いている。

[0102] 以上のような処理を行うことで、カラーフィルタを配した撮像面偏光センサでも、様々な被写体に適した偏光除去（補正処理）を実行することができる。

[0103] <第7の実施形態>

次に、本発明の第7の実施形態について説明する。

第7の実施形態では、撮像面偏光センサ112により取得した画像内のエッジの種類を判別して、判別したエッジの種類に応じて偏光除去（補正処理）を行う方法について説明する。

[0104] 図22は、第7の実施形態における撮像装置700の機能構成を示すブロック図である。なお、図1と同じ構成には同じ参照番号を付し、適宜説明を省略する。撮像装置700は、画像の入力から出力まで可能な装置となって

いる。

[0105] 画像生成部 703 は、画像取得部 102 で撮像素子 101 から取得された画像信号を偏光角度毎に分離して、それぞれの画像を生成する。例えば、図 4 に示す被写体を撮影した場合、図 5 A～図 5 D に示す 4 枚の偏光画像 121～124 が得られる。この際に画像生成部 703 で生成される偏光画像の解像度は、画像取得部 102 で撮像素子 101 から取得される画像信号の解像度の $1/4$ となる。

[0106] 本実施形態では、画像生成部 703 において偏光角度毎に画像信号を分離して画像を生成する例を示したが、同じ偏光角度の周辺画素から出力された画像信号を用いて補間することで、撮像素子 101 から取得された画像信号と同じ解像度の画像を生成しても良い。図 23 は、補間方法を説明するための図であり、図 2 A に示す偏光フィルタと同じ並びの偏光フィルタを示している。

[0107] 具体的には、偏光角度 45° の偏光フィルタ 114 が配される着目画素 711 における 0° 方向の偏光角度の画素値を、偏光角度 0° の偏光フィルタ 113 が配される周辺画素 712 と周辺画素 713 の画素値の平均値を取ることで補間して画像を生成する。ただし上記補間方法は一例であり、周辺 4 画素を参照したり、斜め方向の画素を参照しても良く、補間方法はこの限りではない。

[0108] また、撮像素子 101 に、図 3 A 及び図 3 B に示すカラー撮像面偏光センサを用いても良い。図 24 は、その場合の補間方法を説明するための図であり、図 3 A に示す偏光フィルタと同じ並びの偏光フィルタを示している。その場合は、まず、着目画素に補間する画素値と同色同偏光角度の周辺画素による補間を行う。続いて、偏光角度ごとの分離を行うことで各色各偏光角度のプレーン画像を生成する。

[0109] 具体的には、B のカラーフィルタと偏光角度 45° の偏光フィルタ 114 が配された着目画素 721 において、G のカラーフィルタと偏光フィルタ 114 が配された周辺画素 722～725 の 4 画素の画素値の平均値を取るこ

とで、G画素値を補間する。この方法で各色のプレーン画像を生成した後、偏光角度ごとに分離することで、各色・各偏光角度の偏光画像を生成する。ただし、上記補間方法は一例であり、補間は周辺8画素を参照したり、また、斜め方向の画素を参照しても良く、補間方法はこの限りではない。また、上記画像生成方法は一例であり、生成する画像はGの画像のみでも良く、RGB画像にYUV変換を行ったYUV画像でも良いため、画像生成方法はこの限りではない。

[0110] エッジ検出部704では、画像生成部703で生成した偏光画像において、周囲の画素との輝度差から着目画素におけるエッジの有無を検出する。ここで、図25を用いてエッジの検出方法について具体的に説明する。

[0111] 図25は、画像生成部703で生成した偏光角度0°の偏光画像121のうち、縦3画素、横3画素の計9画素を示している。以下、着目画素730のエッジ有無の判定方法について説明する。

[0112] まず、周辺画素732、735、737の平均画素値を求め、これを第1の縦方向平均値とする。次に、周辺画素733、731、738の平均画素値を求め、これを第2の縦方向平均値とする。さらに、周辺画素734、736、739の平均画素値を求め、これを第3の縦方向平均値とする。横方向についても同様に、周辺画素732、733、734の平均画素値を求め、これを第1の横方向平均値とする。次に、周辺画素735、731、736の平均画素値を求め、これを第2の横方向平均値とする。さらに、周辺画素737、738、739の平均画素値を求め、これを第3の横方向平均値とする。

[0113] 続いて、第1の縦方向平均値と第2の縦方向平均値との差分を、第1の差分とする。また、第2の縦方向平均値と第3の縦方向平均値との差分を、第2の差分とする。また、第1の横方向平均値と第2の横方向平均値との差分を、第3の差分とする。また、第2の横方向平均値と第3の横方向平均値の差分を、第4の差分とする。そして、第1乃至第4の差分のいずれも所定の閾値未満であった場合は、エッジ無しと判定し、第1乃至第4の差分のい

れかでも所定の閾値以上であった場合は、エッジ有りと判定する。

[0114] ただし、上述したエッジ検出方法は一例であり、斜め方向のエッジ検出を行っても良く、 3×3 のエッジ検出フィルタにより行っても良いため、エッジ検出の方法自体はこの限りではない。

[0115] エッジ判別部 705 では、画像生成部 703 で生成した偏光画像の同位置の画素に着目してエッジ検出部 704 での検出結果を比較することで、ローカル 4 画素に存在するエッジの種類を判別する。エッジ判別部 705 の判別結果は、エッジ無しか、光が偏光していない無偏光領域（図 4 の領域 400 以外の領域）のエッジか、偏光領域（領域 400）における無偏光成分のエッジか、偏光領域における偏光成分のエッジのいずれかである。詳細なエッジ判別方法は後述する。

[0116] 偏光特性処理部 706 では、エッジ判別部 705 の判別結果に応じて、偏光画像の偏光特性を処理する。具体的には、エッジ判別部 705 でエッジ無しと判断された場合、及び、無偏光領域のエッジと判断された場合、偏光特性処理部 706 は、ローカル 4 画素から偏光特性の近似関数 $F(\theta)$ を算出して、ローカル 4 画素毎に偏光除去を行う。または、第 1 の実施形態と同様の方法により偏光除去してもよいし、従来の方法により偏光除去してもよい。

[0117] また、エッジ判別部 705 で、偏光領域における無偏光成分のエッジであると判断された場合、偏光特性処理部 706 は、第 1 の実施形態で説明した処理、すなわち、分割領域内の代表偏光特性を用いて偏光除去を行う。エッジ判別部 705 で、偏光領域における偏光成分のエッジであると判断された場合、偏光特性処理部 706 は、第 2 の実施形態で説明した処理、すなわち、異なる領域サイズで偏光除去した画像を複数枚合成することで偏光除去を行う。ただし本実施形態における偏光特性処理部 706 の処理は一例であり、エッジ判別部 705 の結果に応じて異なる処理を行っても良い。

[0118] 上述したシステムにおいて、偏光画像内のエッジの種類を判別する方法について、図 26 のフローチャートを用いて説明する。図 26 に示す処理は、

図22に示す撮像素子101からエッジ判別部705において行われる処理である。

[0119] まず、S701では、撮像素子101から画像信号を取得する。そして、S702において、S701で得られた画像信号から、画像生成部703において、偏光角度毎の複数の偏光画像を生成する。

続いて、S703において、エッジ検出部704は、S702で生成した偏光画像それぞれに対してエッジ検出を行う。

[0120] そして、S704において、エッジ判別部705は、図23に示すローカル4画素710から出力された画素信号に対するエッジ検出処理で、S703の処理によりエッジ有りと判断された画素の有無を判別する。エッジ有りと判断された画素が無ければ、ローカル4画素710はエッジ無しと判別して(S705)、S711に進む。エッジ有りと判断された画素があれば、ローカル4画素710にエッジが存在すると判断し、S706に進む。

[0121] S706では、ローカル4画素710に含まれる画素714～717に、エッジが検出されていない画素があるかどうかを判別する。すべての偏光角度の画素でエッジ有りと判断されている場合(S706でNO)、ローカル4画素710で検出されたエッジは無偏光領域のエッジであると判別して(S707)、S711に進む。いずれかの偏光角度の画素でエッジ無しと判断されている場合、ローカル4画素710に存在するエッジは偏光領域のエッジであると判別して、S708に進む。

[0122] S708では、ローカル4画素710に含まれる画素714～717のうち、エッジ有りと判断された偏光角度の画素の画素値と、エッジ無しと判断された偏光角度の画素値とを比較する。エッジ有りと判断された偏光角度の画素の画素値がエッジ無しと判断された偏光角度の画素の画素値以下の場合、ローカル4画素710に存在するエッジは無偏光成分のエッジであると判別して(S709)、S711に進む。一方、エッジ有りと判断された画素の画素値がエッジ無しと判断された画素の画素値よりも大きい場合、ローカル4画素710に存在するエッジは偏光成分のエッジであると判別して(S

710)、S711に進む。

[0123] S711では、すべてのローカル4画素についてエッジの種別の判別処理を行ったかを判断し、未処理のローカル4画素があれば、S704に戻って、次のローカル4画素について上記処理を行う。

[0124] すべてのローカル4画素について判別処理を終了すると、エッジ判別部705の処理を終了する。

[0125] 上記の通り本第7の実施形態によれば、エッジ検出結果を偏光角度ごとに比較することで、偏光画像のエッジの有無と、エッジの種類を判別可能となり、被写体やシーンに応じた偏光除去（補正処理）を行うことができる。

[0126] <第8の実施形態>

次に、本発明の第8の実施形態について説明する。なお、第8の実施形態における撮像装置100の構成は、図1に示すものと同様であるため、説明を省略する。

[0127] 第1の実施形態では、偏光除去対象領域の代表偏光特性を算出し、偏光除去対象領域では、各角度の正しい量の偏光成分を減算することで解像度を保ちながら偏光成分の除去を行った。しかし、偏光除去対象領域内に異なる反射面が含まれるとき、統計領域内の代表偏光特性を用いて一律に偏光成分の除去を行うと、代表偏光特性と同じ特性を持つ反射面では良好に偏光除去ができるが、代表偏光特性と異なる特性を持つ反射面では偏光除去が十分にできない。つまり、統計領域内の代表偏光特性に基づく偏光除去方法において、良好な偏光除去を行うためには、偏光除去対象領域の多くの偏光特性が代表偏光特性と同じであることが望ましい。

[0128] 一例として、図27に示す被写体のように、フロントガラスの領域2701とサイドガラスの領域2702とを合わせた領域の偏光除去方法について、以下に説明する。フロントガラスの領域2701とサイドガラスの領域2702とでは、反射面が異なる。図28に、領域2701と領域2702を合わせた領域を統計領域とした場合の偏光角度のヒストグラムを示す。偏光角度のヒストグラムにおいて、領域2701で1つのピーク2801を持つ

一方で、領域 2701 と領域 2702 とでは偏光角度が異なるため、領域 2702 はピーク 2801 とは異なるピーク 2802 を持つ。このように、異なる偏光特性を含む統計領域について偏光角度のヒストグラムを作成すると、複数のピークが現れる。

[0129] 図 27 に示す例では、領域 2701 の面積が、領域 2702 に比べて広い
ため、領域 2701 に含まれる画素数も多くなることから、領域 2701 に
起因する偏光角度の発生頻度が高くなる。この偏光角度のヒストグラムに対
して最頻値を算出すると、領域 2701 に対応するピークが最頻値となり、
領域 2701 では良好に偏光除去ができる。一方で、領域 2702 に対して
は異なる偏光角度で偏光成分の除去がされるため、領域 2702 では偏光成
分の除去が十分にできない。

[0130] 図 29 は、上記課題を解決するための処理を示すフローチャートである。
なお、図 29 において、図 7 と同様の処理には同じ参照番号を付し、適宜説
明を省略する。

[0131] S801 において、偏光角度最頻値算出部 110 は、偏光角度ヒストグラ
ム生成部 109 により生成された偏光角度のヒストグラムのピーク数をカウ
ントし、カウントしたピーク数から、統計領域に含まれる反射面の数を判定
する。例えばピーク数が 2 である場合、偏光特性の異なる反射面が 2 つ含ま
れていると判定する。反射面の数が複数であると判定した場合は、S104
に戻り、統計領域のサイズを再決定する。その際に、前回決定した統計領域
のサイズよりも小さくする。これを繰り返すことで、統計領域が 1 つの反射
面で構成されるようになる。S106 では、統計領域で生成した偏光強度及
び偏光角度のヒストグラムから最頻値を取得し、S107 において、取得し
た最頻値に基づき、偏光除去対象領域内の偏光除去を行う。なお、この場合
には、統計領域と偏光除去対象領域が同じであることが好ましい。

[0132] S802 において、すべての偏光領域について、偏光除去処理を行ったか
どうかを判断し、偏光除去を行っていない領域があれば、S104 に戻り、
該当する領域について上記処理を繰り返す。

[0133] なお、実画像においては、均一な反射面であっても、被写体のエッジや反射光のエッジ、またノイズ等によってヒストグラムのピークが複数形成されることがある。その場合には、ヒストグラムを平滑化したり、最尤推定を行ったりしてピーク数を判定しても良い。

[0134] 上記の通り第8の実施形態によれば、被写体に複数の反射面が含まれる場合にも、良好に偏光除去（補正処理）を行うことができる。

[0135] <第9の実施形態>

次に、本発明の第9の実施形態について説明する。なお、第9の実施形態における撮像装置100の構成は、図1に示すものと同様であるため、説明を省略する。

[0136] 第1の実施形態では、統計領域内の代表偏光特性を算出し、各偏光角度について正しい量の偏光成分を輝度値から減算することで、解像度を保ちつつ偏光成分の除去を行った。しかし、統計領域内に曲面が含まれるとき、ヒストグラムはなだらかになり、曲面の端では偏光除去が十分にできない。例えば、図30のフロントガラスの領域3001で作成した偏光角度のヒストグラムが図31Aであるとする。フロントガラスが曲面であることにより、領域3001内のローカル4画素毎に算出した偏光角度が単一とならず、ヒストグラムはなだらかになる。特に曲率が大きく異なるフロントガラスの端部は、偏光特性が異なる。このヒストグラムから算出した最頻値に基づいて偏光除去を行っても、ヒストグラムのピークから外れた領域、特にフロントガラスの端部では、良好な偏光除去ができない。

[0137] 図32は、第9の実施形態における処理を示すフローチャートである。なお、図32において、図7と同様の処理には同じ参照番号を付し、適宜説明を省略する。

[0138] S901では、偏光角度最頻値算出部110は、偏光角度ヒストグラム生成部109によって生成された偏光角度のヒストグラムの分散と閾値を比較し、ヒストグラムの分散が閾値以上であれば統計領域に曲面が含まれるものと判定してS104に戻り、統計領域のサイズを再決定する。この際に、前

回決定した統計領域よりも小さくする。これを繰り返すことで、統計領域が曲率が似通った反射面で構成されるようになる。S 1 0 6では、統計領域について生成した偏光強度のヒストグラム及び偏光角度のヒストグラムから最頻値を取得し、S 1 0 7では、取得した最頻値に基づき、偏光補正対象領域内の偏光除去を行う。なお、この場合には、統計領域と偏光除去対象領域が同じであることが好ましい。

[0139] 図30に示す領域3002は領域3001内にあるが、より小さい領域である。この領域3002で作成した偏光角度のヒストグラムを図31Bに示す。領域3002も曲面内ではあるが、領域3002内の反射面の曲率に大きな違いが無いため、ヒストグラムの尖度が上がる。このように反射面が曲面である場合は統計領域を狭めることで、ヒストグラムの尖度を上げることができ、結果として良好な偏光除去（補正処理）が可能となる。

[0140] S 9 0 2において、すべての偏光領域について、偏光除去処理を行ったかどうかを判断し、偏光除去を行っていない領域があれば、S 1 0 4に戻り、該当する領域について上記処理を繰り返す。

[0141] なお、本実施形態では、偏光角度のヒストグラムの分散と閾値を比較することで統計領域に曲面が含まれるを判定したが、ヒストグラムの広がりから曲面か否かを判定すればよい。例えば、最尤推定によって確率分布をフィッティングし、そのばらつきや分布の広がりを表す指標を用いてもよい。また閾値は任意に設定しても良い。

[0142] <第10の実施形態>

次に、本発明の第10の実施形態について説明する。なお、第10の実施形態における撮像装置100の構成は、図1に示すものと同様であるため、説明を省略する。

[0143] 図33は、第10の実施形態における偏光成分の除去方法を示すフローチャートである。

S 1 0 0 1では、偏光強度最頻値算出部107において、反射の有無を判定する。偏光強度ヒストグラム生成部106において得られた偏光強度のヒ

ストグラムが、所定の閾値以上の偏光強度のピークを有していた場合は反射している領域があると判定し、S 1 0 0 3へ進む。そうでない場合は反射している領域が無いと判定して、S 1 0 0 2へ進み、偏光除去を行わずに処理を終了する。

[0144] S 1 0 0 3では、エッジの有無を判定する。エッジが無い場合はS 1 0 0 4へ進み、第1の実施形態で説明した偏光除去方法で偏光除去を行う。一方、エッジがある場合はS 1 0 0 5へ進む。

[0145] S 1 0 0 5では、エッジの方向が分かるかどうかを判定する。エッジの方向が分からない場合はS 1 0 0 6へ進み、エッジの方向が分かる場合はS 1 0 0 7へ進む。

[0146] S 1 0 0 6では、着目画素が含まれるローカル4画素のうち、最もレベルの小さい画素値を、着目画素の画素値として用いる。

[0147] S 1 0 0 7では、エッジを境に偏光強度が変わるかどうかを判定する。エッジを境に偏光強度が変わらない場合はS 1 0 0 8へ進み、第1の実施形態で説明した偏光除去方法で偏光除去を行う。エッジを境に偏光強度が変わる場合には、S 1 0 0 9へ進む。

[0148] S 1 0 0 9では、エッジを境に領域を2分割したときに、着目画素と同じ領域に存在する複数のローカル4画素から算出した代表偏光特性を用いて、着目画素の偏光成分を減算することにより偏光除去を行う。

[0149] 図34は第10の実施形態におけるエッジの判定で参照する画素である。図34を用いて、S 1 0 0 3、S 1 0 0 5、S 1 0 0 7における、エッジの判定方法について説明する。

[0150] S 1 0 0 3における、エッジ有無の判定では、まず、判定対象となるローカル4画素1100内の画素P 3 3、P 3 4、P 4 3、P 4 4を用いて、偏光特性の近似関数 $F(\theta)$ を求める。これを第1の近似関数 $F_1(\theta)$ とする。

次に、ローカル4画素1100の上下の画素P 2 3、P 2 4、P 5 3、P 5 4を用いて、偏光特性の近似関数 $F(\theta)$ を求める。これを第2の近似関

数 $F_2(\theta)$ とする。

さらに、ローカル4画素1100の左右の画素P32、P42、P35、P45を用いて、偏光特性の近似関数 $F(\theta)$ を求める。これを第3の近似関数 $F_3(\theta)$ とする。

また、ローカル4画素1100の斜め方向に隣接する画素P22、P25、P52、P55を用いて、偏光特性の近似関数 $F(\theta)$ を求める。これを第4の近似関数 $F_4(\theta)$ とする。

[0151] そして、第1の近似関数 $F_1(\theta)$ の偏光角度と、第2の近似関数 $F_2(\theta)$ の偏光角度の差分を、第1の差分とする。

第1の近似関数 $F_1(\theta)$ の偏光角度と、第3の近似関数 $F_3(\theta)$ の偏光角度の差分を、第2の差分とする。

[0152] 第1の差分と第2の差分のそれぞれが所定の閾値未満であった場合は、S1003においてエッジ無しと判定し、第1の差分と第2の差分のいずれかが所定の閾値以上であった場合は、S1003においてエッジ有りと判定する。

[0153] すなわち、第1の差分が所定の閾値以上であり、第2の差分の差分が所定の閾値未満である場合は、S1003において、ローカル4画素1100内の画素P33、P34、P43、P44の間にエッジがあると判定する。また、この場合、エッジの方向は横方向であるため、S1005では、エッジの方向が分かると判断される。

[0154] また、第1の差分が所定の閾値未満であり、第2の差分の差分が所定の閾値以上である場合にも、S1003において、ローカル4画素1100内の画素P33、P34、P43、P44の間にエッジがあると判定する。また、この場合、エッジの方向は縦方向であるため、S1005では、エッジの方向が分かると判断される。

[0155] 更に、第1の差分も第2の差分も所定の閾値以上である場合は、S1003において、ローカル4画素1100内の画素P33、P34、P43、P44の間にエッジがあると判定するが、S1005においてエッジの方向は

不明と判定する。

[0156] S 1 0 0 7 における、エッジを境にした偏光強度の変化の判定方法を以下に述べる。

[0157] ローカル4画素1 1 0 0の上にある別のローカル4画素に含まれる画素P 1 3、P 1 4、P 2 3、P 2 4から求めた偏光強度を、第1の偏光強度とする。

[0158] 同様に、ローカル4画素1 1 0 0の左にある別のローカル4画素に含まれる画素P 3 1、P 3 2、P 4 1、P 4 2から求めた偏光強度を、第2の偏光強度とする。

[0159] また、ローカル4画素1 1 0 0の右にある別のローカル4画素に含まれる画素P 3 5、P 3 6、P 4 5、P 4 6から求めた偏光強度を、第3の偏光強度とする。

[0160] そして、ローカル4画素1 1 0 0の下にある別のローカル4画素に含まれる画素P 5 3、P 5 4、P 6 3、P 6 4から求めた偏光強度を、第4の偏光強度とする。

[0161] S 1 0 0 7 では、ローカル4画素1 1 0 0内の画素P 3 3、P 3 4、P 4 3、P 4 4の間にエッジがある場合は、第1の偏光強度と第4の偏光強度の差分が所定の閾値以上であれば、エッジを境にした偏光強度の変化がある、と判定する。第1の偏光強度と第4の偏光強度の差分が所定の閾値未満であれば、エッジを境にした偏光強度の変化がない、と判定する。

[0162] また、ローカル4画素1 1 0 0内の画素P 3 3、P 3 4、P 4 3、P 4 4の間にエッジがある場合は、第2の偏光強度と第3の偏光強度の差分が所定の閾値以上であれば、エッジを境にした偏光強度の変化がある、と判定する。第2の偏光強度と第3の偏光強度の差分が所定の閾値未満であれば、エッジを境にした偏光強度の変化がない、と判定する。

[0163] 以上説明したように、第10の実施形態では、代表偏光特性から算出した偏光成分を、各画素の輝度値から減算することで、解像度を低下させずに、偏光除去（補正処理）された画像を生成することが可能となる。また、周辺

画素を用いてエッジの判定を行い、偏光除去方法を切り替えることで、無偏光成分のエッジ及び偏光成分のエッジが含まれる画素に対しても、適切に偏光除去（補正処理）することが可能である。

[0164] <他の実施形態>

なお、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

[0165] また、本発明は、上述の実施形態の１以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

[0166] 発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

[0167] 本願は、２０２１年７月１２日提出の日本国特許出願特願２０２１－１１５１４７を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

- [請求項1] 互いに偏光角度が異なる複数の偏光光を光電変換することにより生成された画像信号を入力する入力手段と、
- 前記複数の偏光光に基づく複数の画像信号を1つのセットとして、各セットごとに前記複数の画像信号の偏光成分の偏光強度の最大値と、前記偏光強度が最大となる偏光角度とを求める第1の処理手段と、
- 前記画像信号に基づいて、偏光除去を行う対象となる対象領域を求め、当該対象領域に含まれる、統計を取るための統計領域を設定する設定手段と、
- 前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度の最頻値である代表強度と、前記偏光角度の最頻値である代表角度とを求める第2の処理手段と、
- 前記代表強度と前記代表角度とを用いて、前記対象領域に含まれる前記セットの各画像信号を、当該各画像信号の偏光角度に応じて補正する第1の補正処理を行う補正手段と
- を有することを特徴とする画像処理装置。
- [請求項2] 前記設定手段は、
- 前記各セットにおける画像信号の最大値と最小値との差が、予め決められた第1の閾値以上の領域と、前記差が前記第1の閾値よりも小さい領域とに分け、
- 前記第1の閾値よりも大きい領域内の任意の領域を、前記統計領域として設定する
- ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記第2の処理手段は、前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムとを生成し、それぞれの最頻値を求めることを特徴とする請求項1または2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記第1の処理手段は、 θ を角度、 A を偏光成分の偏光強度、 B を

偏光成分の偏光角度、Cをオフセット成分として、各セットについて近似関数 $F(\theta)$

$$F(\theta) = A \cos(2\theta + 2B) + C$$

を求め、Aを前記偏光強度、 $F(\theta)$ が最大値を取るときの θ を前記偏光角度とすることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記補正手段は、前記代表強度を I_{mode} 、前記代表角度を θ_{mode} 、Cをオフセット成分として、近似関数 $F(\theta)$

$$F(\theta) = I_{mode} \cdot \cos(2\theta + 2\theta_{mode}) + C$$

を求め、前記偏光光の偏光角度を θ に代入することにより、各偏光角度の偏光成分を求めることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項6] 合成手段を更に有し、

前記第2の処理手段は、前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムとを生成し、

前記偏光強度のヒストグラムにピークが1つ存在する場合に、前記補正手段は、前記第1の補正処理を行い、

前記偏光強度のヒストグラムに複数のピークが存在する場合に、第2の補正処理を行い、

前記第2の補正処理は、前記設定手段が、前記統計領域のサイズ及び位置を変更する第1の処理と、前記第2の処理手段が変更したの統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムとを生成する第2の処理とを、予め決めた回数、繰り返し、前記補正手段が、前記第2の処理により生成された前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムの最頻値に基づいて得られた代表強度と代表角度とを用いて補正し、前記合成手段が、前記第2の処理により得られた複数の補正した後の画像信号を合成する処理である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記第 2 の処理手段は、前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムとを生成し、

前記偏光強度のヒストグラムにピークが 1 つ存在する場合に、前記第 2 の処理手段は、前記代表強度および前記代表角度を求め、前記補正手段は、前記第 1 の補正処理を行い、

前記偏光強度のヒストグラムに複数のピークが存在する場合に、前記第 2 の処理手段は、前記代表強度および前記代表角度を求めず、前記補正手段は、前記第 1 の処理手段によって求められた前記各セットの偏光強度および偏光角度とを用いて、前記対象領域の画像信号を、前記偏光角度に応じて補正する第 3 の補正処理を行う

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記偏光強度のヒストグラムのピークを判定できない場合に、前記第 2 の処理手段は、前記統計領域に含まれる前記セットの偏光強度のうち、前記代表角度から予め決められた範囲内の前記偏光角度を有する前記セットの前記偏光強度を用いて、前記偏光強度のヒストグラムを生成し直すことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記補正手段は、前記代表強度と前記各セットの偏光強度との強度差を予め決められた第 3 の閾値とを比較するとともに、前記代表角度と前記各セットの偏光角度との角度差を、予め決められた第 4 の閾値とを比較し、

前記強度差が第 3 の閾値未満、かつ、前記角度差が第 4 の閾値未満である前記セットに対して、前記補正手段は前記第 1 の補正処理を行い、

前記強度差および角度差の少なくともいずれか一方が前記第 3 の閾

値または第4の閾値以上である前記セットに対して、前記第1の処理手段が、前記セットを構成する画像信号の組み合わせを変更することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項10] 前記第1の処理手段が、前記強度差および角度差の少なくともいずれか一方が前記第3の閾値または第4の閾値以上である前記セットに対して、前記組み合わせが変更された新しいセットの偏光強度および偏光角度を求める第1の処理と、前記補正手段が、前記新しいセットについて、前記強度差および前記角度差を、それぞれ予め決められた前記第3の閾値及び前記第4の閾値と比較する第2の処理と、を、前記強度差および前記角度差がそれぞれ前記第3の閾値および前記第4の閾値未満となるまで繰り返すことを特徴とする請求項9に記載の画像処理装置。

[請求項11] 前記画像信号が色情報を有している場合に、前記第1の処理手段は、前記組み合わせが変更された新しいセットの画像信号を、予め決められた色の画像信号の強度に合わせる処理を行い、当該処理をした後の画像信号を用いて、前記偏光強度および前記偏光角度を求めることを特徴とする請求項9または10に記載の画像処理装置。

[請求項12] 前記セットそれぞれにおけるエッジの有無を検出する検出手段と、
前記検出手段によりエッジが検出された場合に、当該エッジの種類を判別する判別手段と、を更に有し、

前記判別手段により判別されたエッジが前記対象領域に存在する無偏光成分のエッジである場合に、前記第1の補正処理を行い、前記エッジが前記対象領域に存在する偏光成分のエッジの場合に、前記第2の補正処理を行う

ことを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

[請求項13] 前記第2の処理手段は、前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムとを生成し、
前記偏光角度のヒストグラムにピークが1つ存在する場合に、前記

補正手段は、前記第 1 の補正処理を行い、

前記偏光角度のヒストグラムに複数のピークが存在する場合に、前記設定手段は、前記統計領域を小さくする第 1 の処理を行い、前記第 2 の処理手段は、変更した後の前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムとを生成する第 2 の処理を行い、前記第 2 の処理において生成された前記偏光角度のヒストグラムのピークが 1 つとなるまで、前記第 1 の処理と前記第 2 の処理とを繰り返し、前記補正手段は、前記変更した後の統計領域の代表強度と代表角度とを用いて、当該統計領域に含まれる前記セットの各画像信号を、前記各画像信号の偏光角度に応じて補正することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項 14]

前記第 2 の処理手段は、前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムとを生成し、

前記偏光角度のヒストグラムの形状が予め決められた条件を満たす場合に、前記補正手段は前記第 1 の補正処理を行い、

前記偏光角度のヒストグラムの形状が前記予め決められた条件を満たさない場合に、前記設定手段は、前記統計領域を小さくする第 1 の処理を行い、前記第 2 の処理手段は、変更した後の前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度のヒストグラムと前記偏光角度のヒストグラムとを生成する第 2 の処理とを行い、前記第 2 の処理において生成された前記偏光角度のヒストグラムの形状が前記条件を満たすようになるまで、前記第 1 の処理と前記第 2 の処理とを繰り返し、前記補正手段は、前記変更した後の統計領域の代表強度と代表角度とを用いて、当該統計領域に含まれる前記セットの各画像信号を、前記各画像信号の偏光角度に応じて補正することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項 15]

前記条件は、前記偏光角度のヒストグラムの分散が予め決められた

閾値未満であること、または、前記偏光角度のヒストグラムを最尤推定によって確率分布をフィッティングして得られたばらつきまたは分布の広がりを表す指標が、予め決められたばらつきまたは分布よりも小さいことを特徴とする請求項 1 4 に記載の画像処理装置。

[請求項16] 前記セットそれぞれにおけるエッジの有無を検出する検出手段を更に有し、

前記補正手段は、

前記検出手段によりエッジが検出されなかった場合、および、エッジが検出され、かつ、前記エッジを境に偏光強度が変化しない場合に、前記第 1 の補正処理を行い、

エッジが検出され、かつ、当該エッジの方向が不明である場合に、補正対象の画素信号を、当該画素信号が含まれる前記セットの最小値で置き換え、

エッジが検出され、かつ、当該エッジを境に偏光強度が変化する場合に、補正対象の画素信号の輝度値を、当該画素信号が属する領域の複数の前記セットの代表強度および代表角度とを用いて、前記補正対象の画素信号の偏光角度に応じて補正する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項17] 前記検出手段は、前記セットの周辺画素から算出した偏光特性の近似関数の偏光強度に基づいてエッジの有無を検出することを特徴とする、請求項 1 6 に記載の画像処理装置。

[請求項18] 前記検出手段は、前記セットの周辺画素から算出した偏光特性の近似関数の偏光角度に基づいてエッジの方向を検出することを特徴とする、請求項 1 6 または 1 7 に記載の画像処理装置。

[請求項19] 互いに偏光角度が異なる複数の偏光光を透過する複数の偏光フィルタを備えた撮像素子と、

請求項 1 乃至 1 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置と

を有することを特徴とする撮像装置。

[請求項20] 前記撮像素子は、さらに、複数色のカラーフィルタにより覆われ、前記セットに対応する複数の画素ごとに同色のカラーフィルタが配置されていることを特徴とする請求項19に記載の撮像装置。

[請求項21] 前記各セットに対応する複数の画素に対して、複数の異なる露出条件を用いて露光を行い、

前記画像処理装置は、前記入力手段から入力された各画素の前記画像信号の露出条件に応じて、前記画像信号を調整する変換手段と、

ダイナミックレンジを拡大する合成処理を行う合成手段とを更に有し、

前記画像処理装置は、前記調整された画像信号を処理し、前記合成手段は、前記偏光成分が除去された画像信号を用いて、前記合成処理を行うことを特徴とする請求項19または20に記載の撮像装置。

[請求項22] 入力手段が、互いに偏光角度が異なる複数の偏光光を光電変換することにより生成された画像信号を入力する入力工程と、

第1の処理手段が、前記複数の偏光光に基づく複数の画像信号を1つのセットとして、各セットごとに前記複数の画像信号の偏光成分の偏光強度の最大値と、前記偏光強度が最大となる偏光角度とを求める第1の処理工程と、

設定手段が、画像信号に基づいて、偏光除去を行う対象となる対象領域を求め、当該対象領域に含まれる、統計を取るための統計領域を設定する設定工程と、

第2の処理手段が、前記統計領域に含まれる前記セットの前記偏光強度の最頻値である代表強度と、前記偏光角度の最頻値である代表角度とを求める第2の処理工程と、

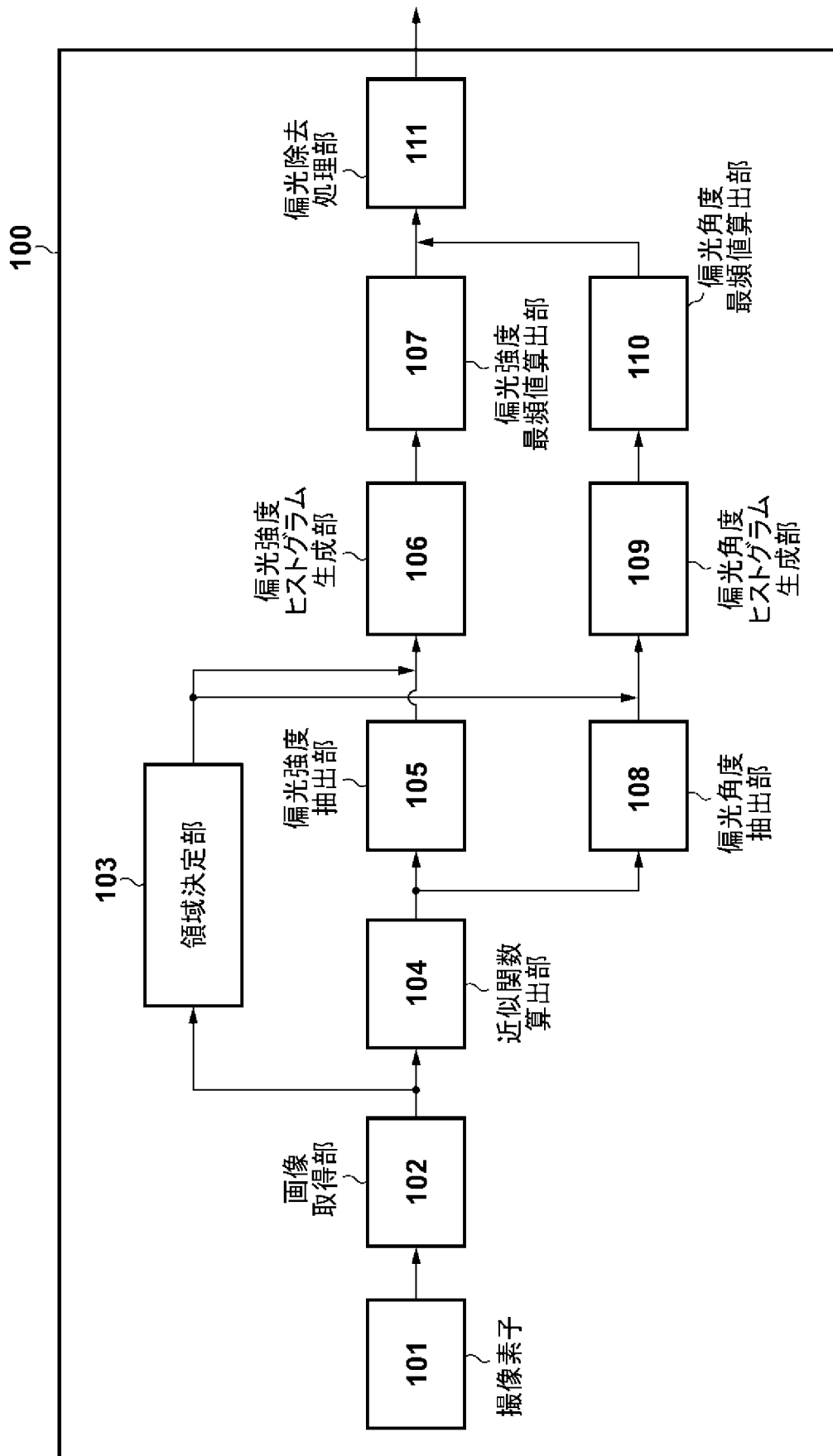
補正手段が、前記代表強度と前記代表角度とを用いて、前記対象領域に含まれる前記セットの各画像信号を、当該各画像信号の偏光角度に応じて補正する補正工程と

を有することを特徴とする画像処理方法。

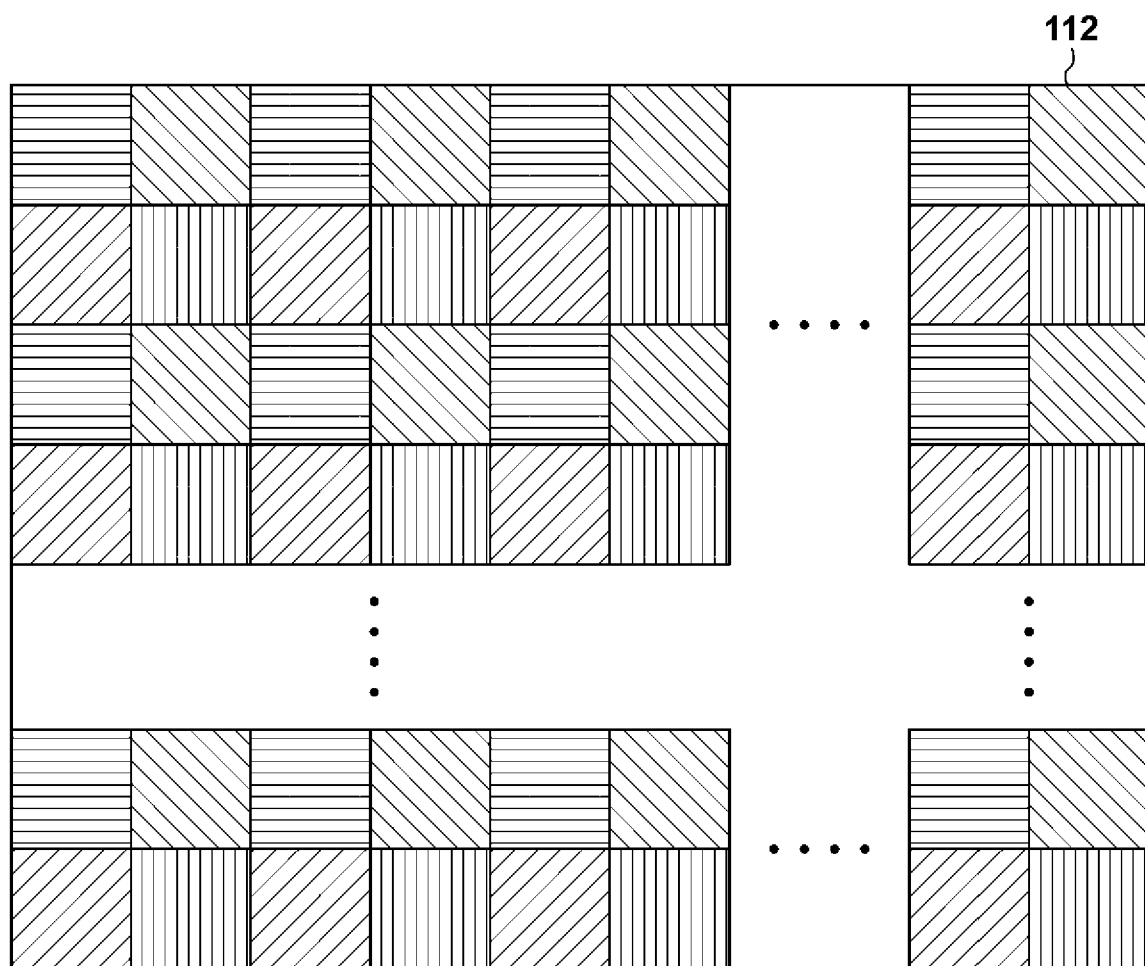
[請求項23] コンピュータに、請求項1乃至18のいずれか1項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

[請求項24] 請求項23に記載のプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

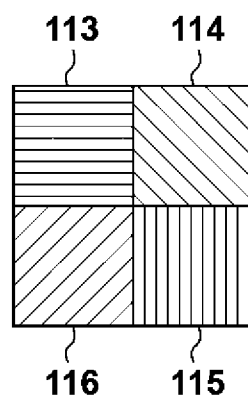
[図1]



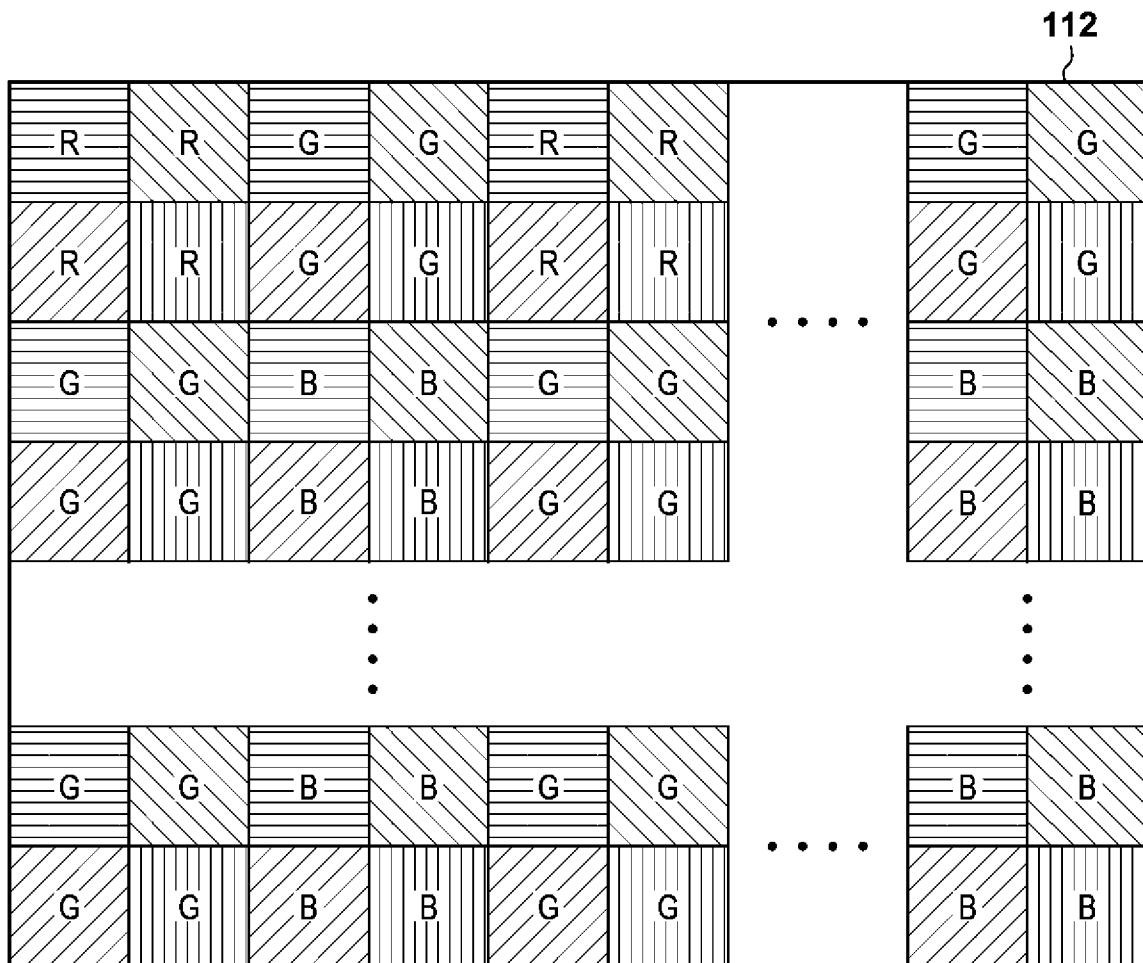
[図2A]



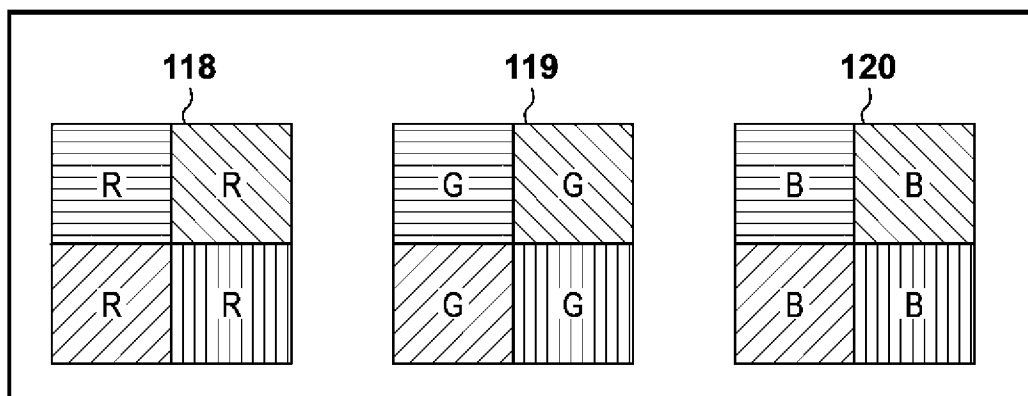
[図2B]



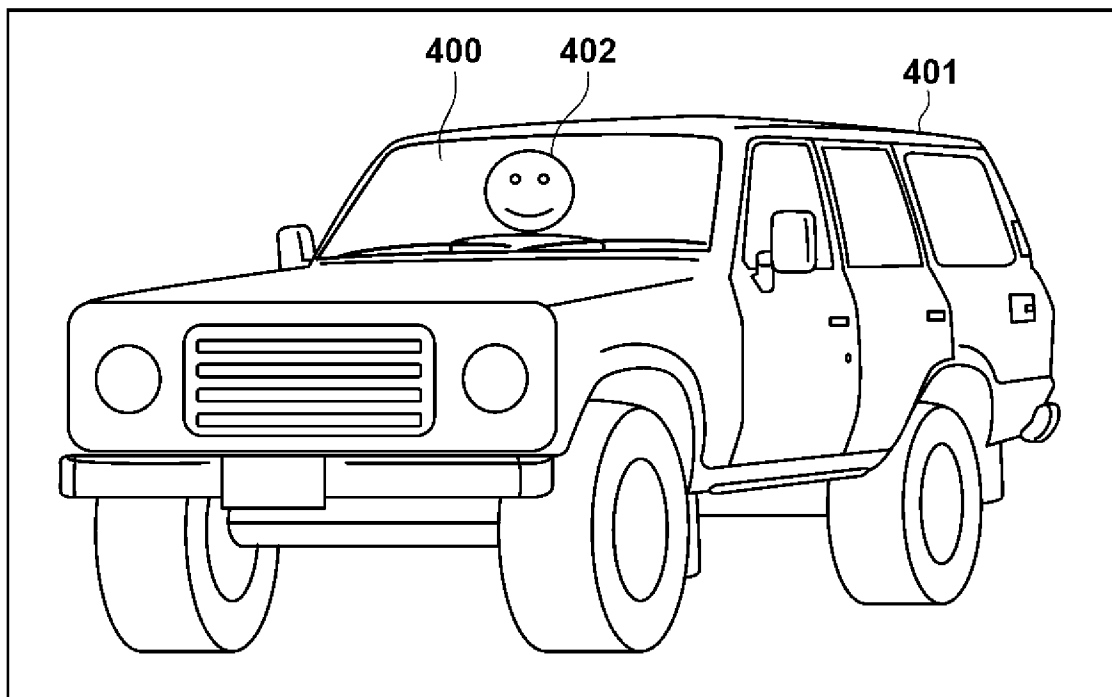
[図3A]



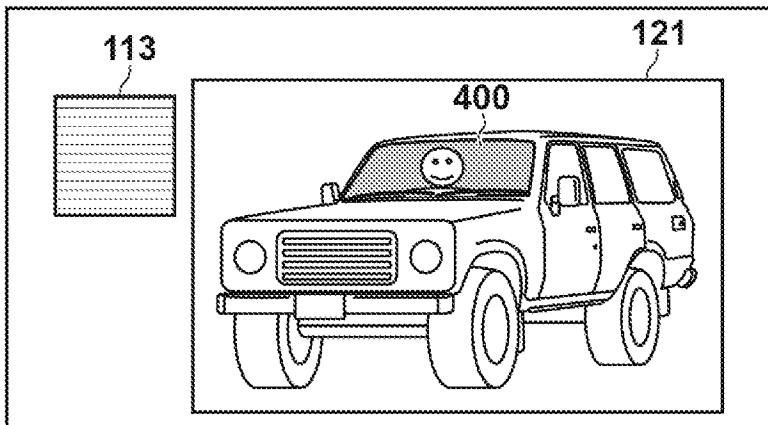
[図3B]



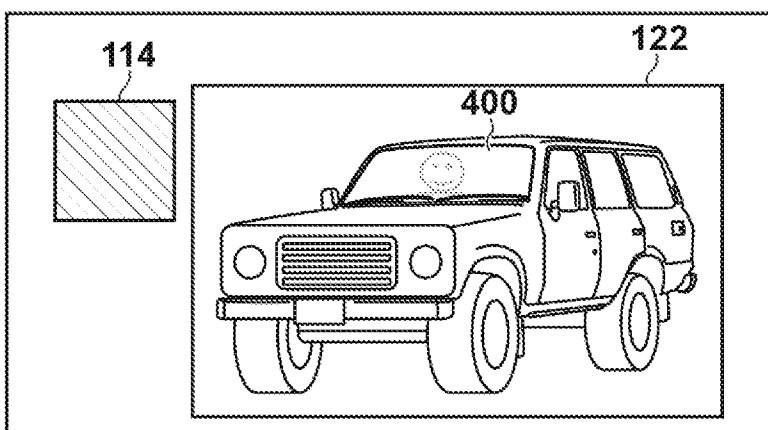
[図4]



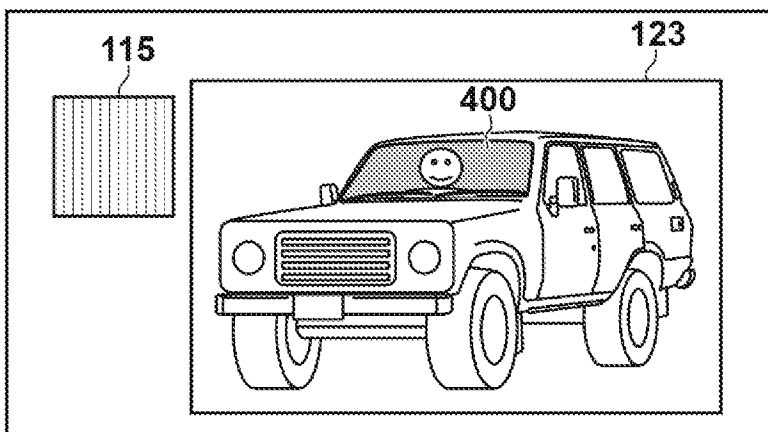
[図5A]



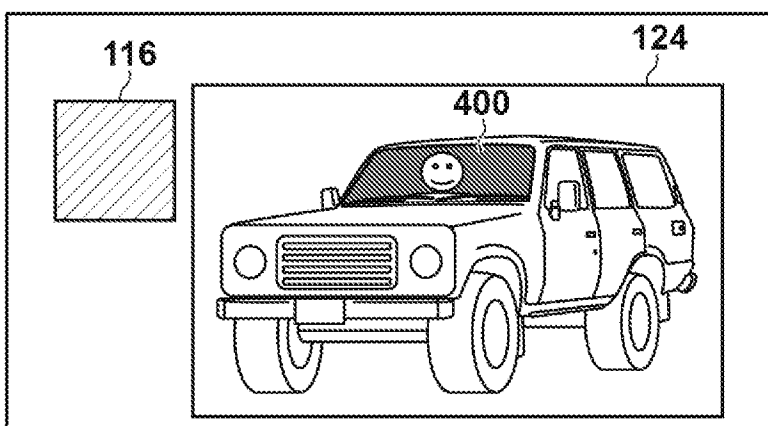
[図5B]



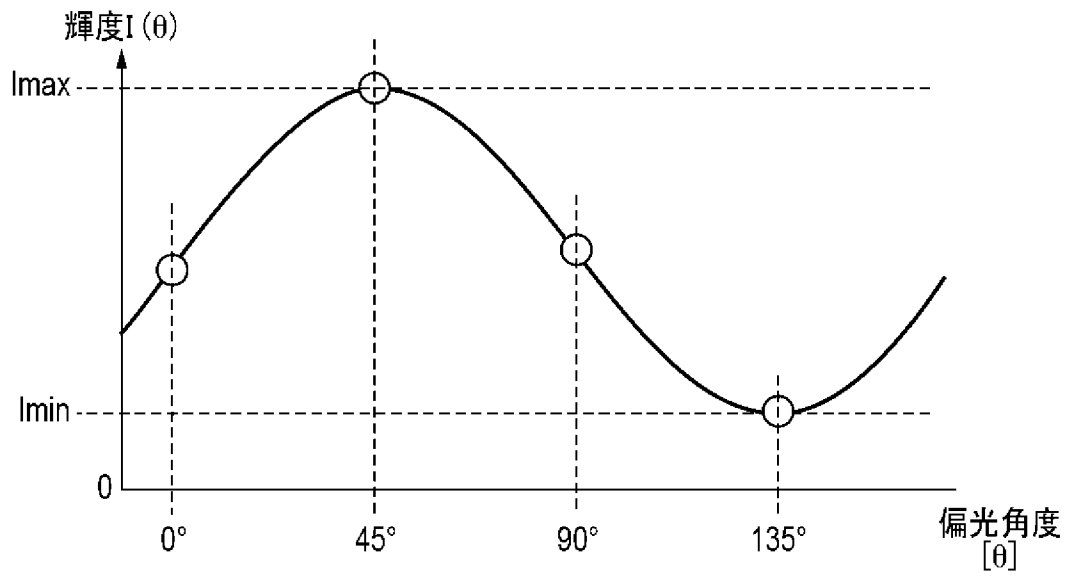
[図5C]



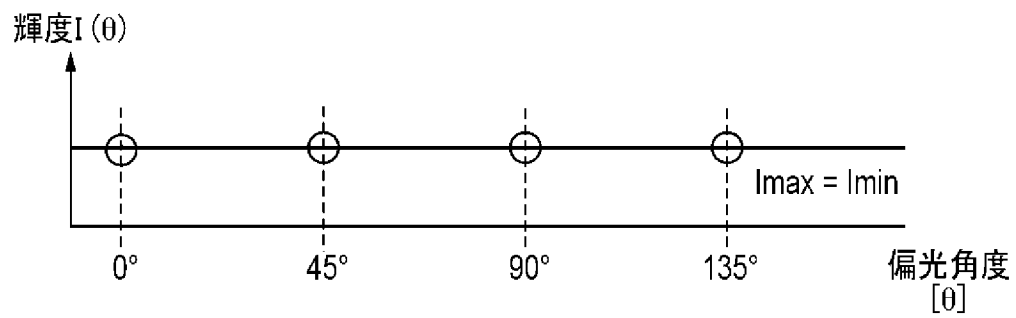
[図5D]



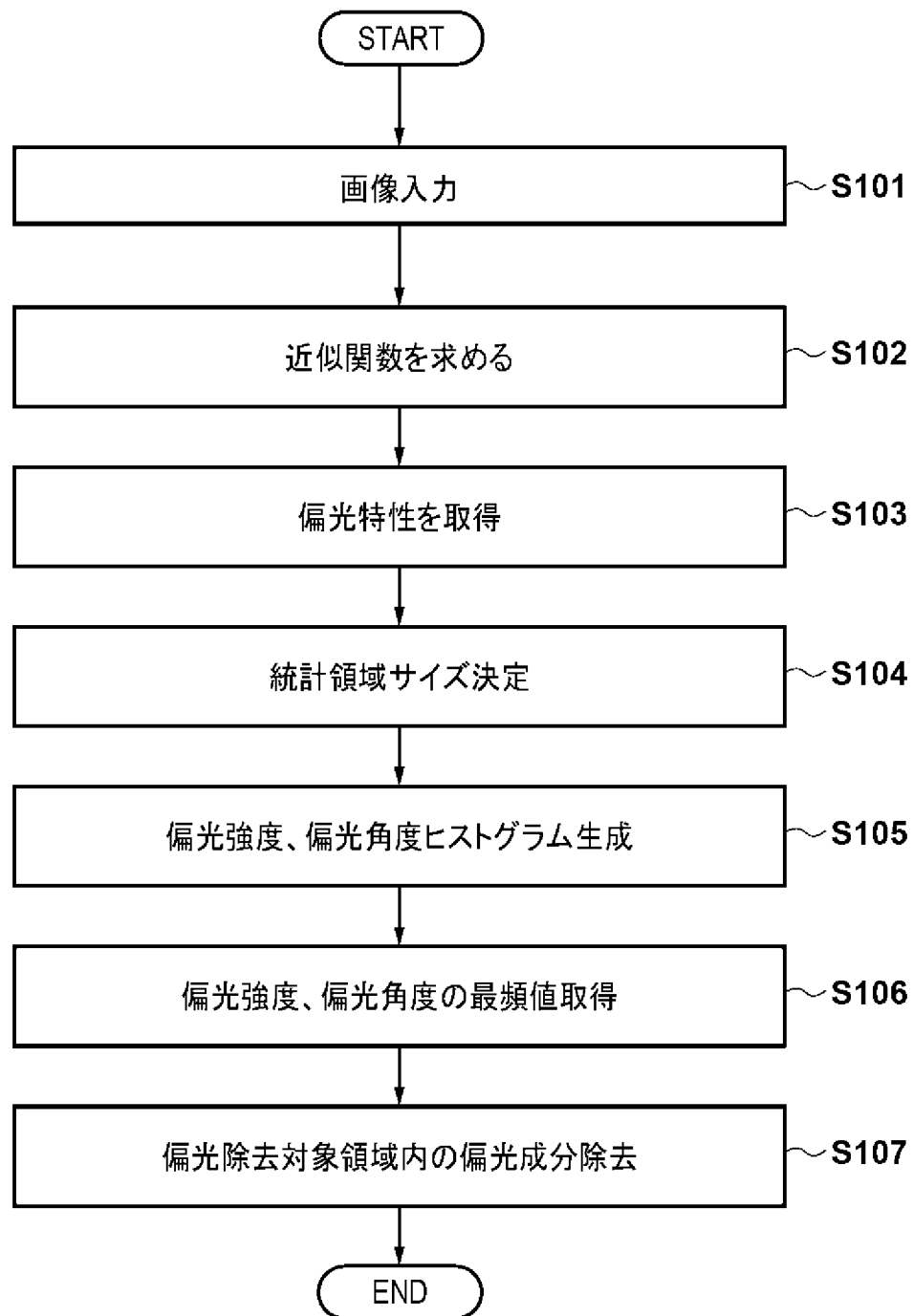
[図6A]



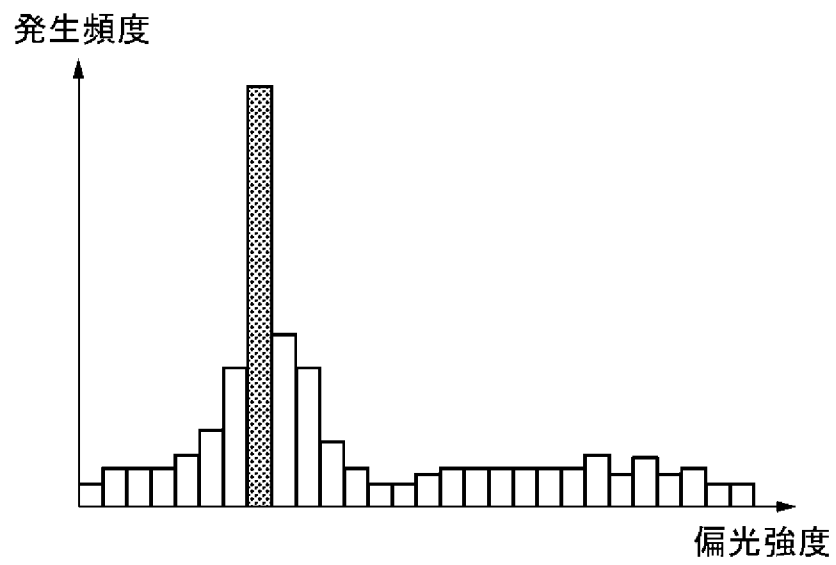
[図6B]



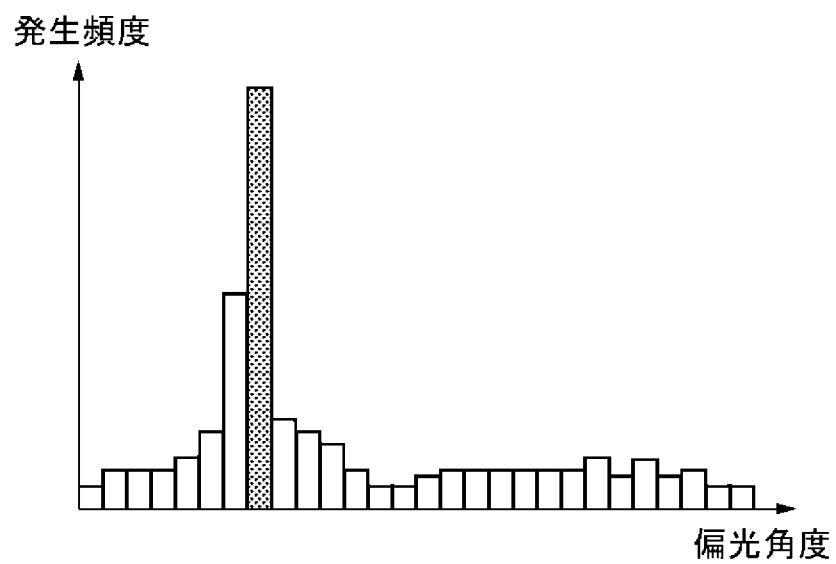
[図7]



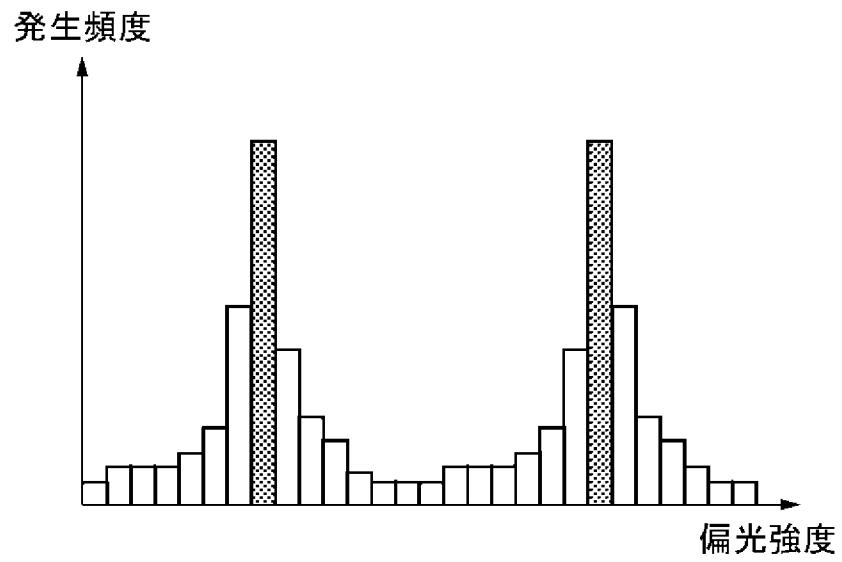
[図8A]



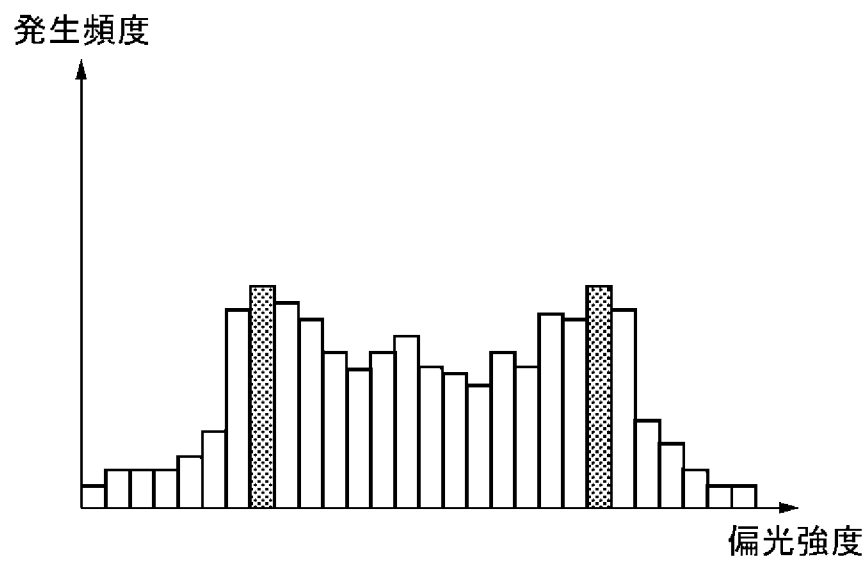
[図8B]



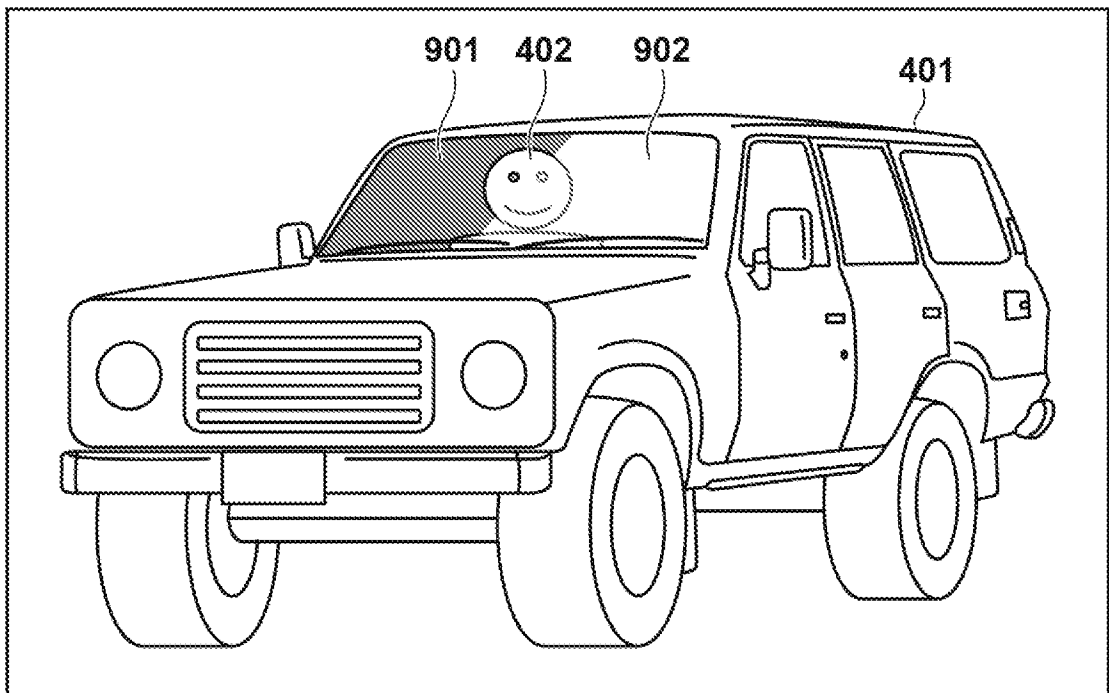
[図8C]



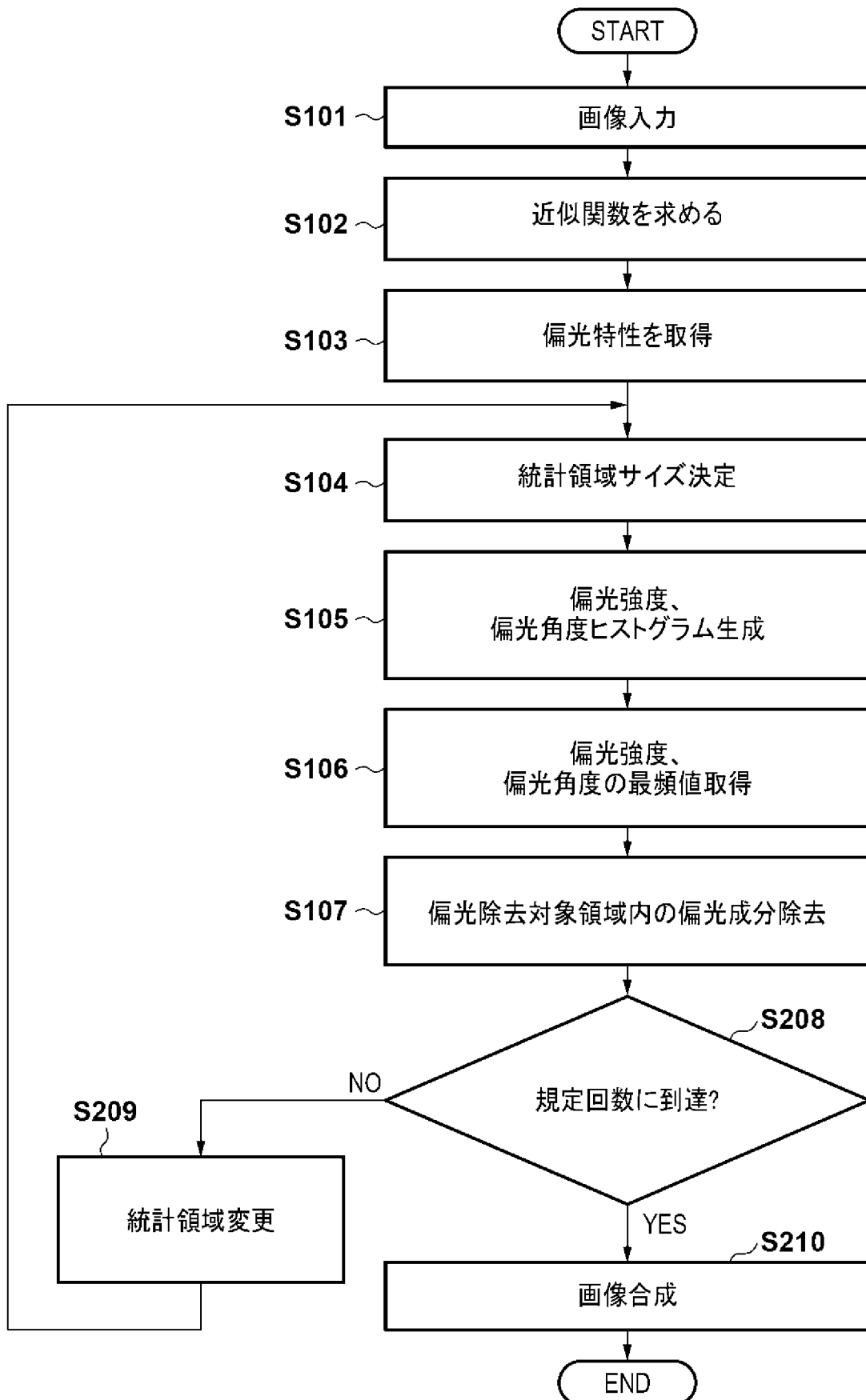
[図8D]



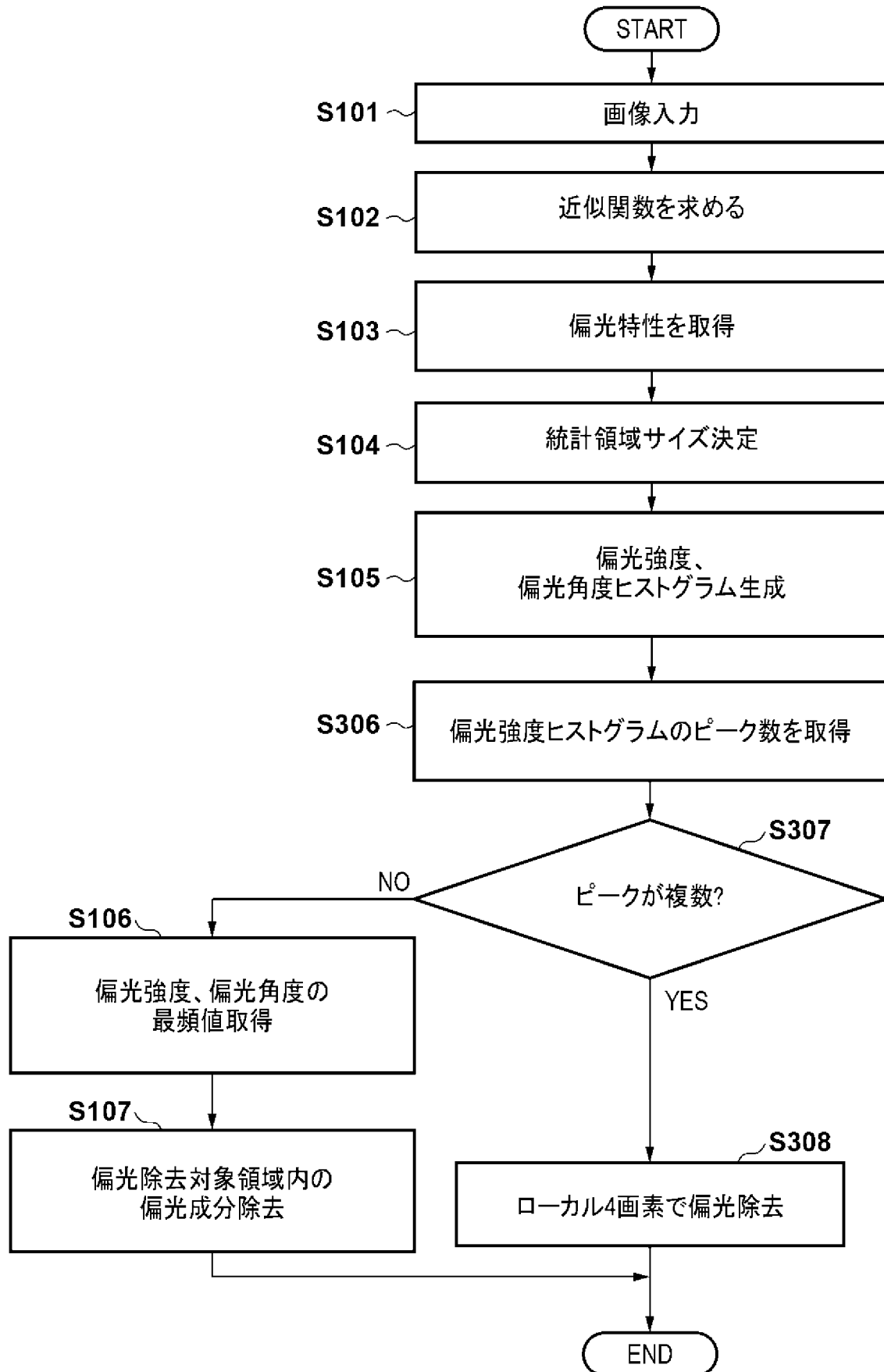
[図9]



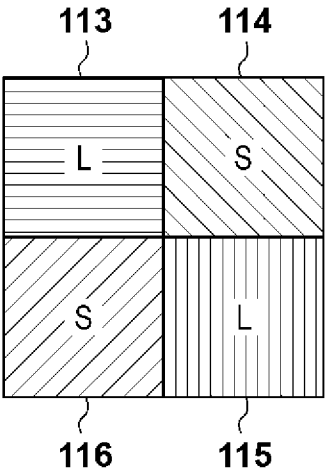
[図10]



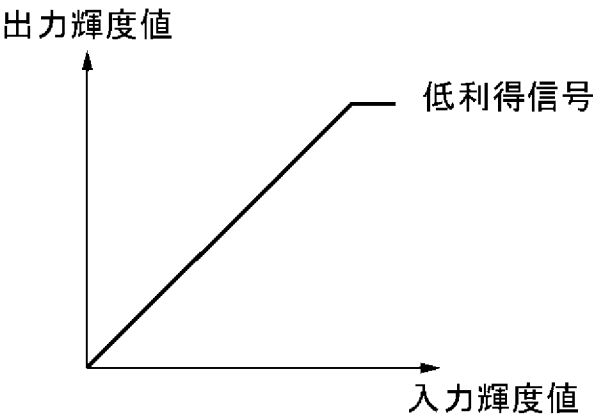
[図11]



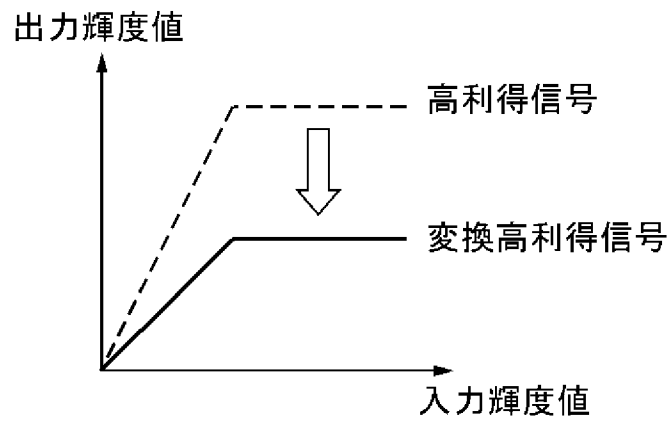
[図12]



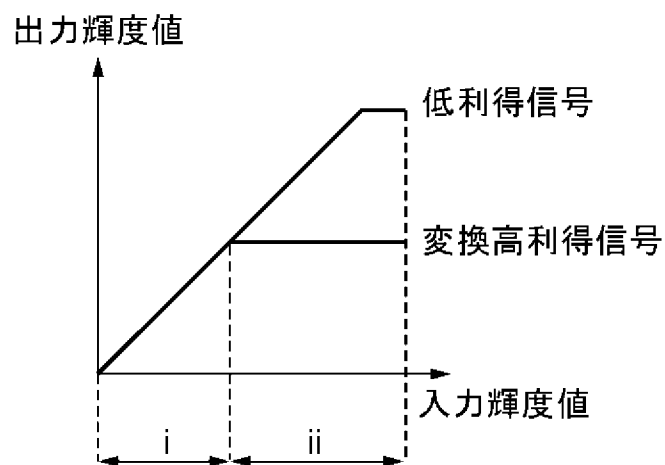
[図13A]



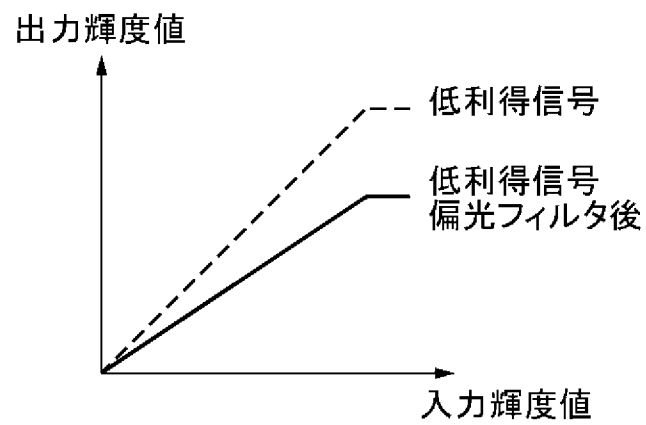
[図13B]



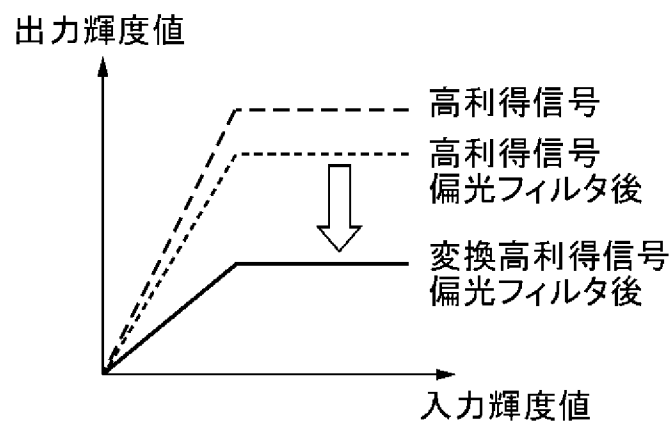
[図13C]



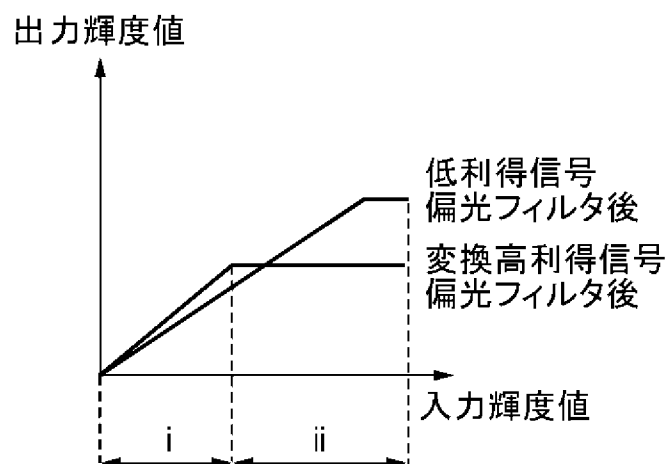
[図14A]



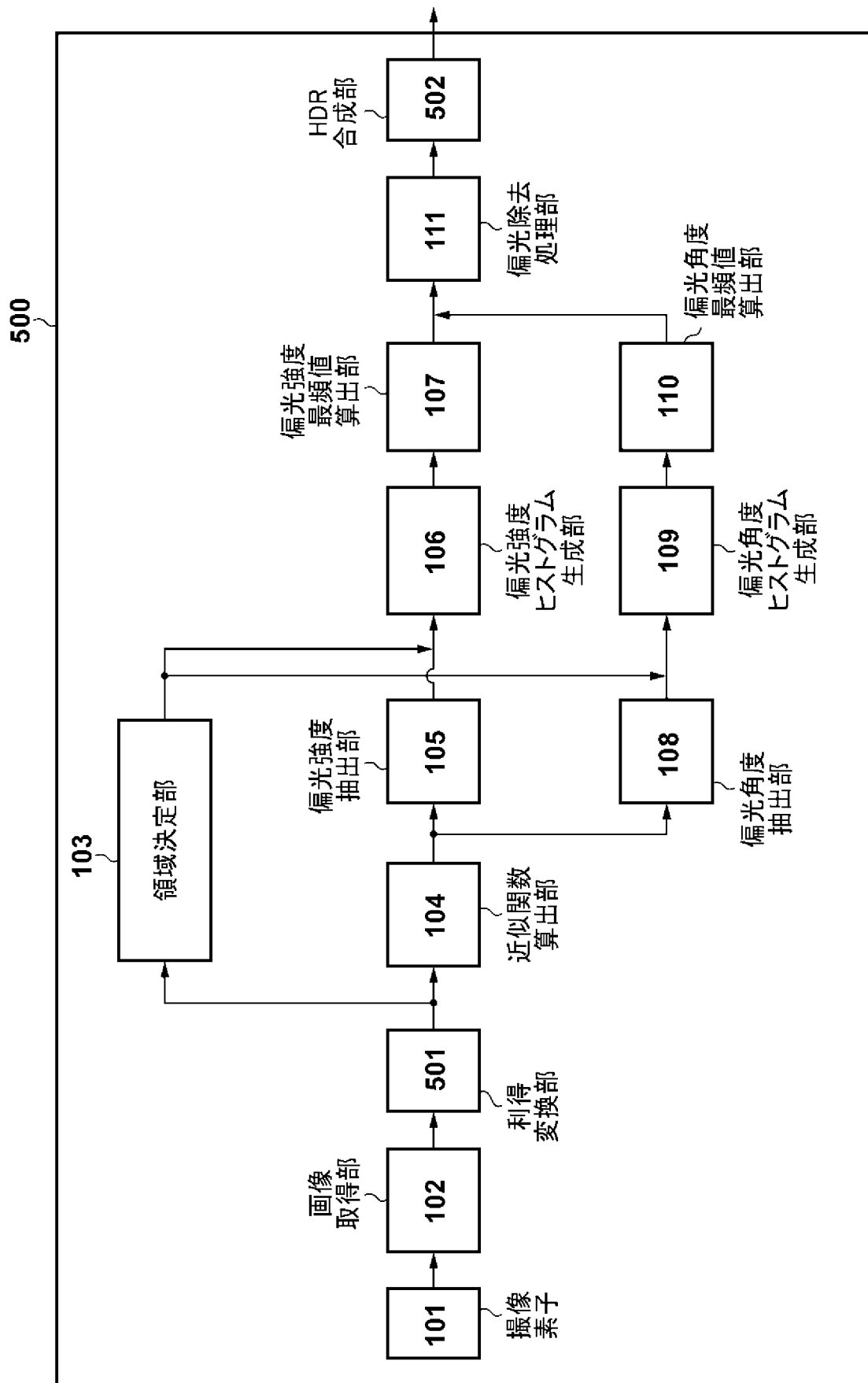
[図14B]



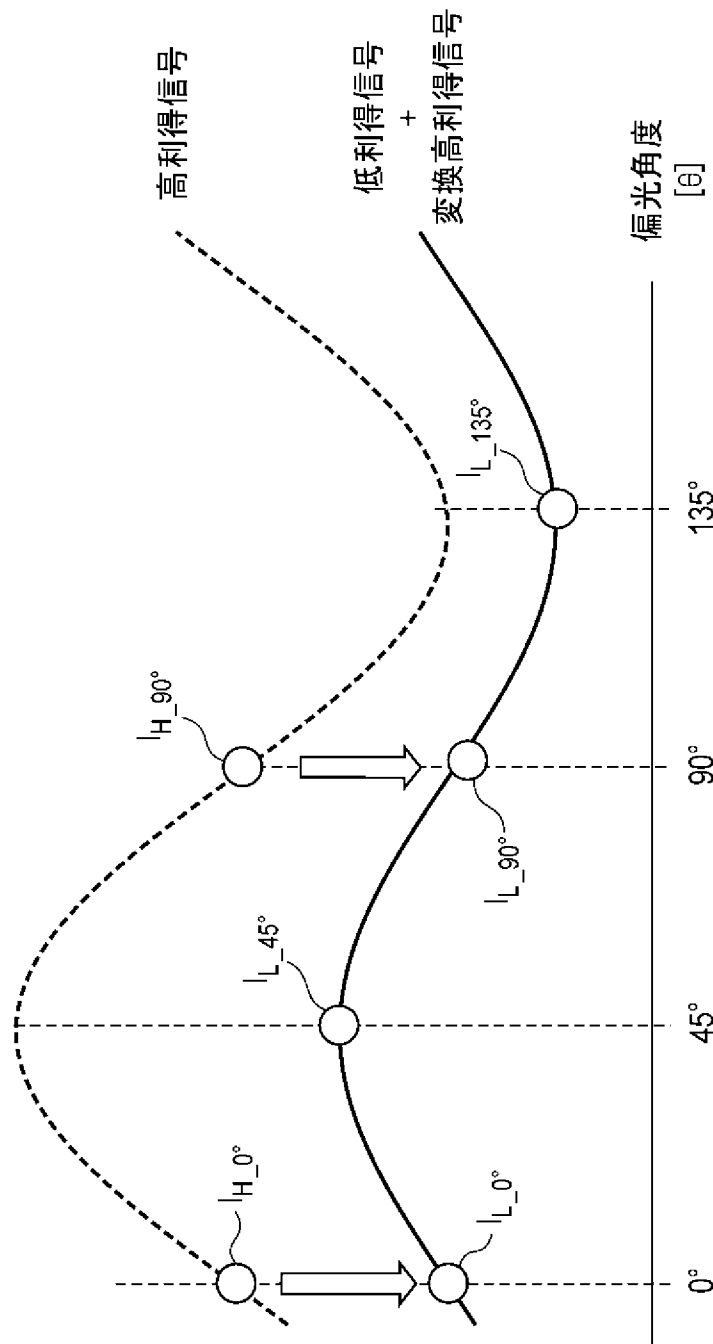
[図14C]



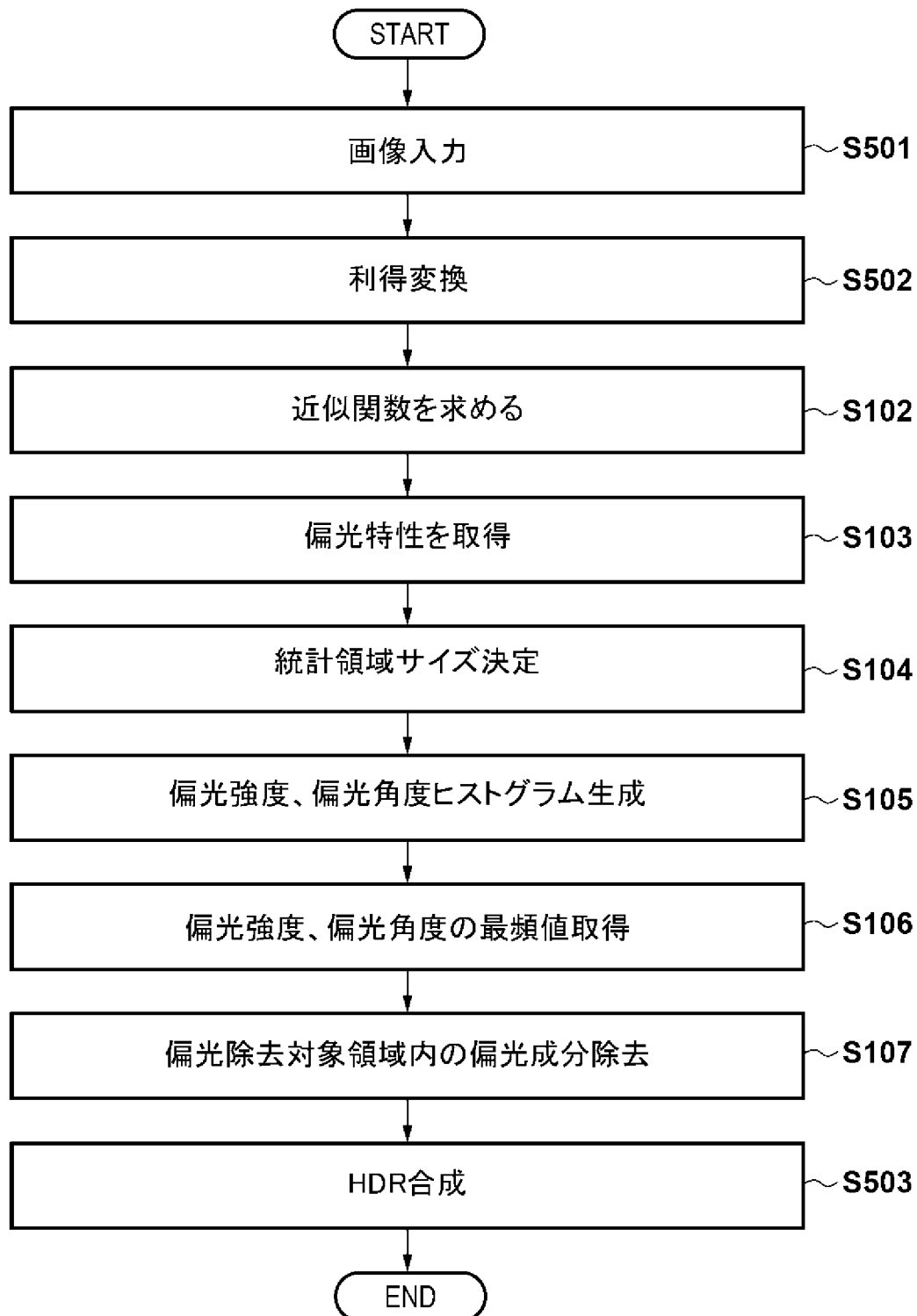
[図15]



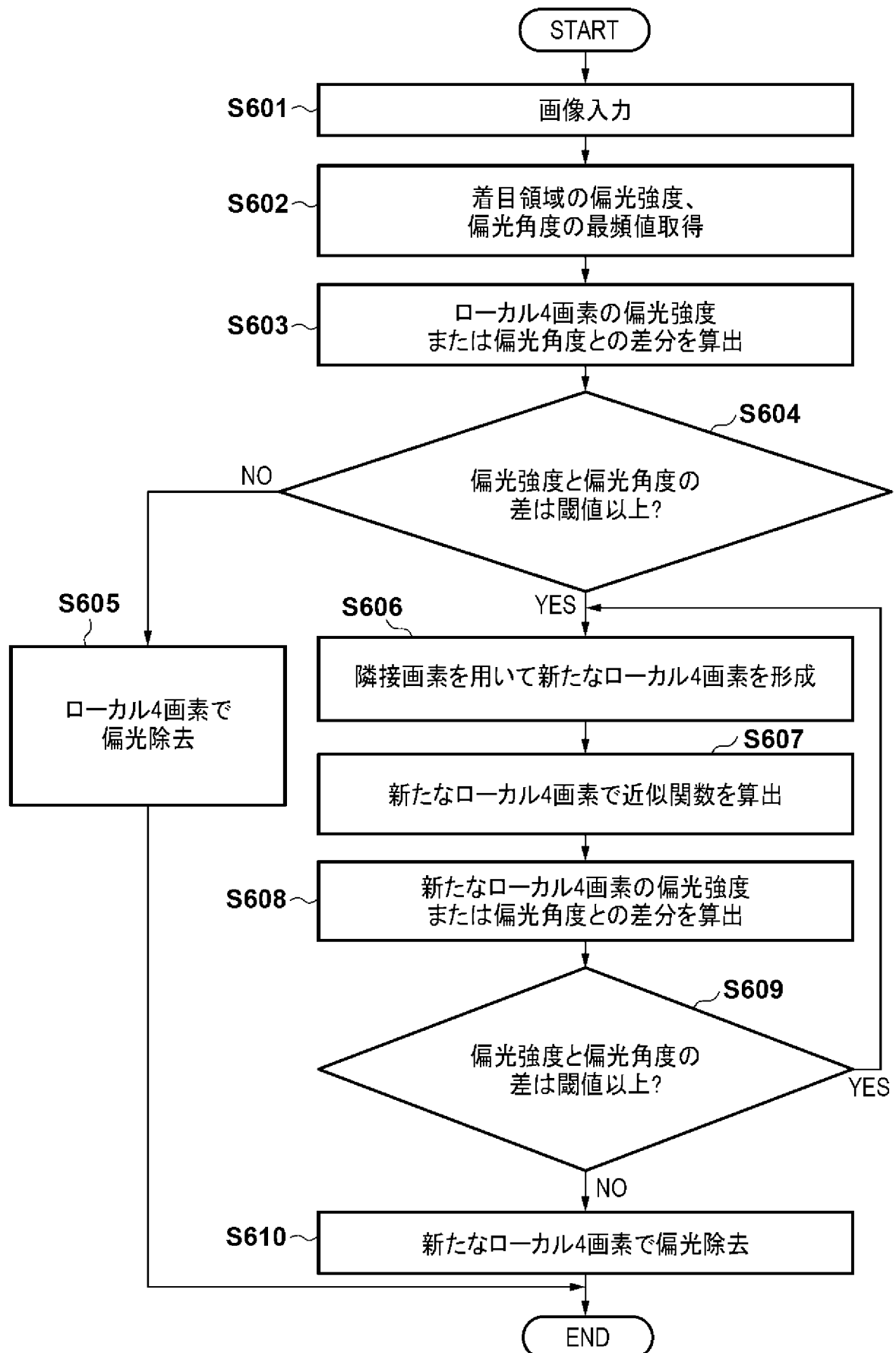
[図16]



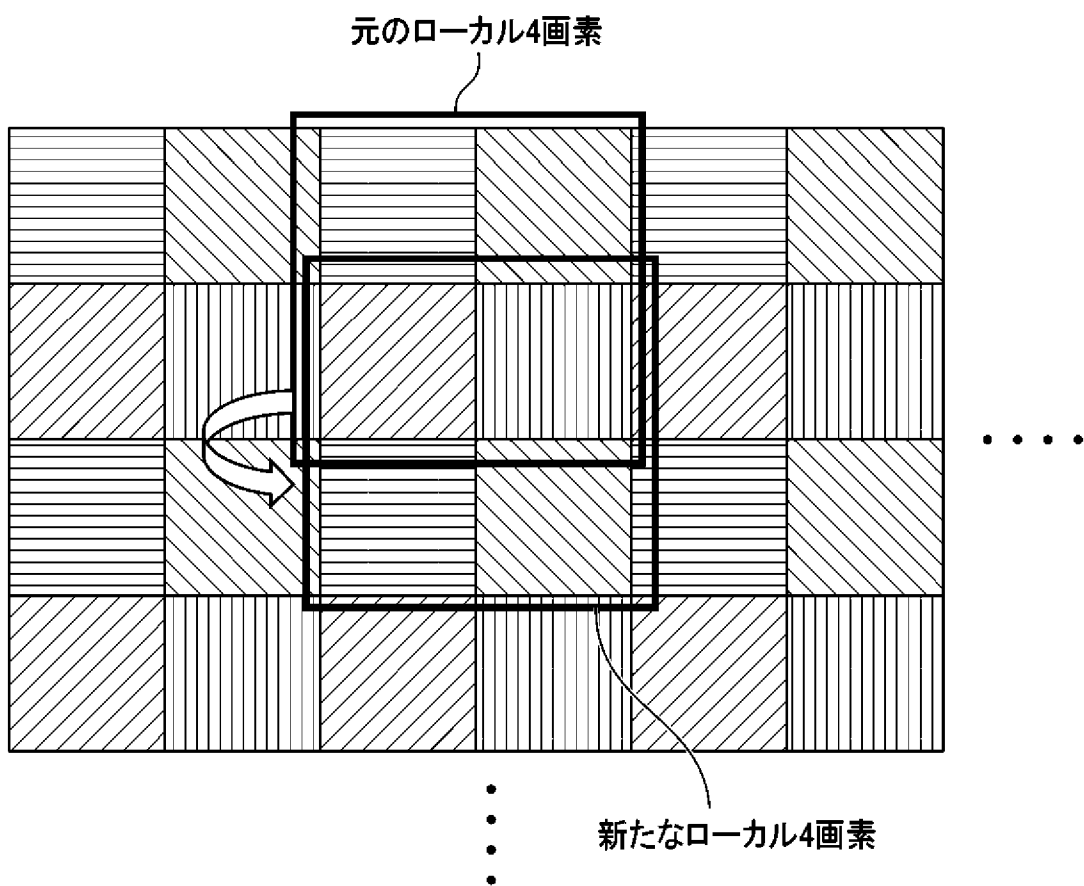
[図17]



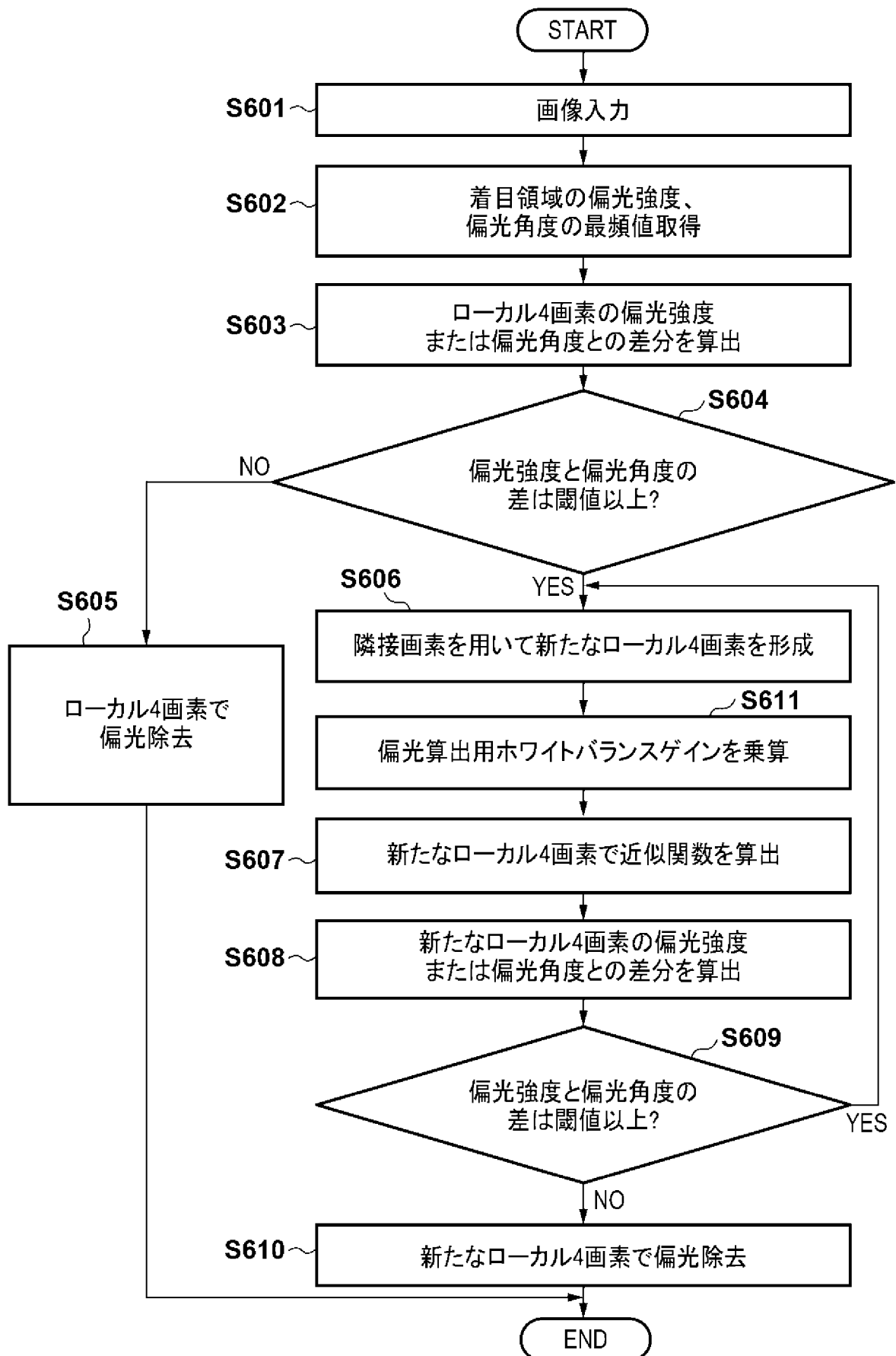
[図18]



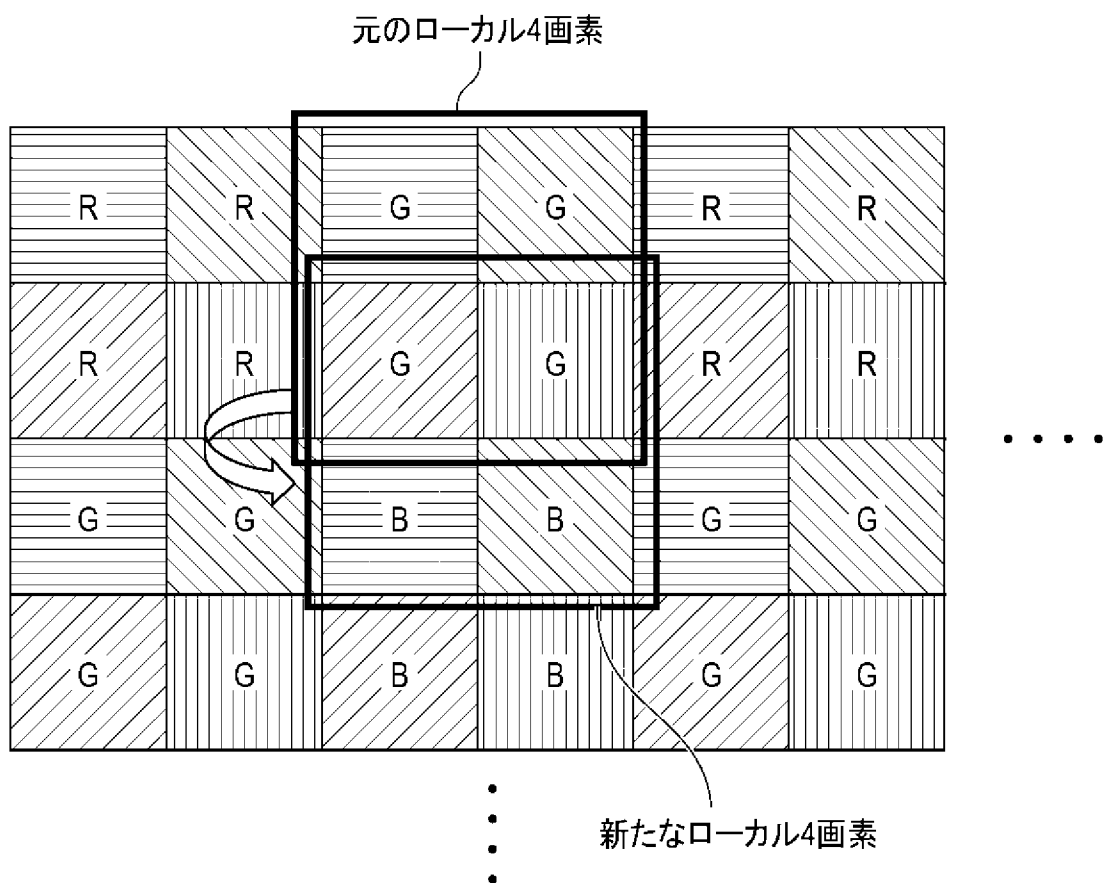
[図19]



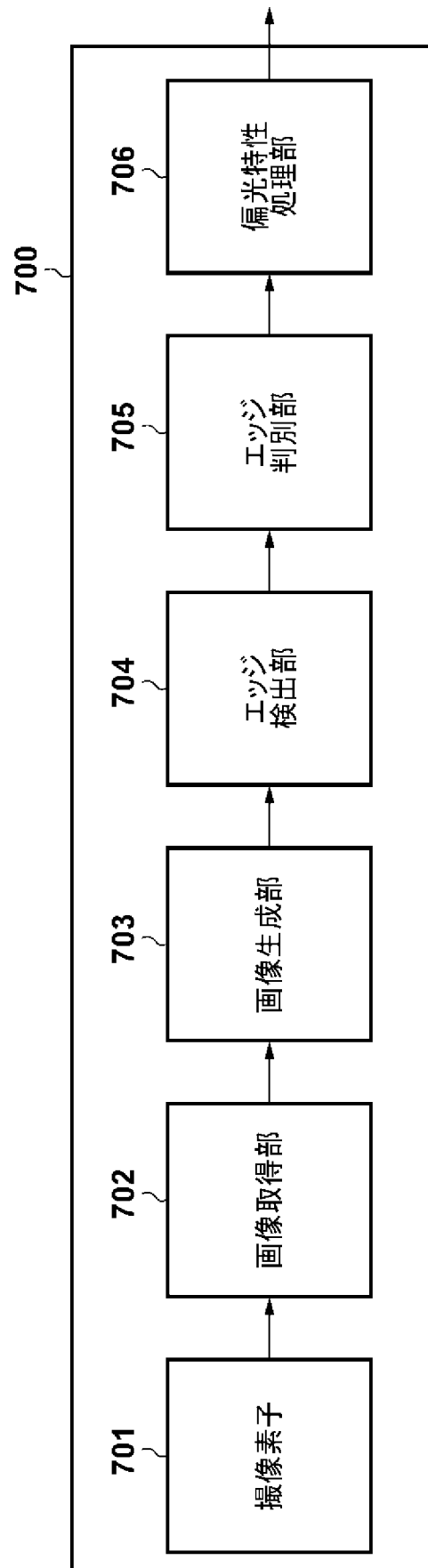
[図20]



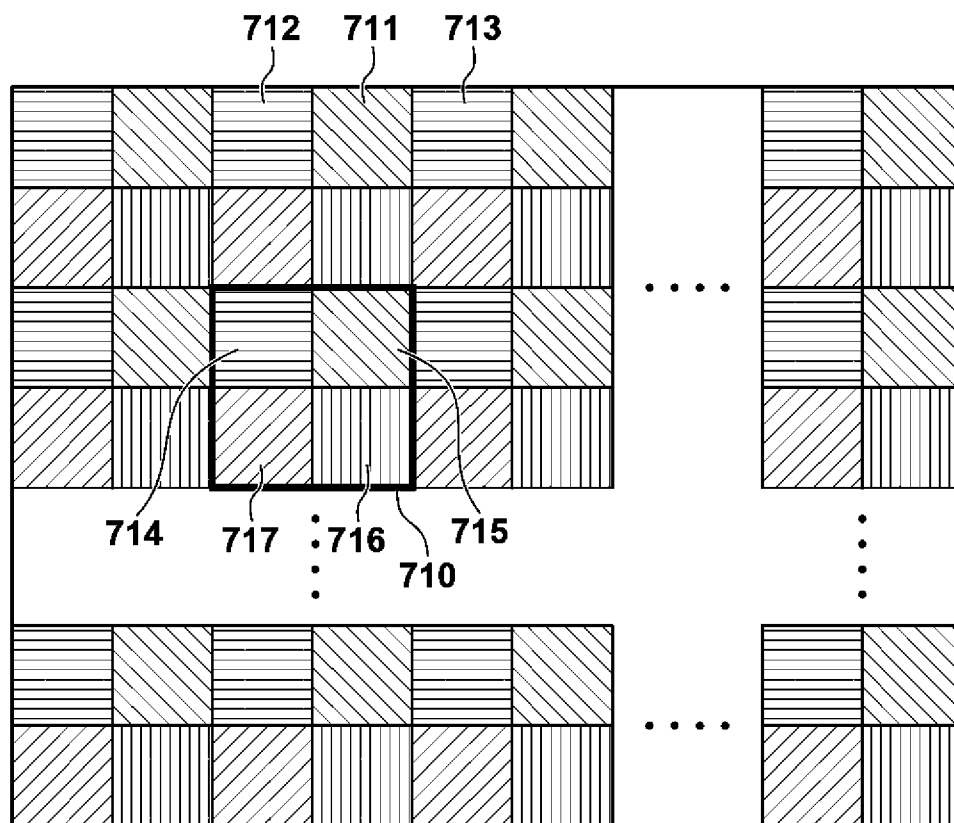
[図21]



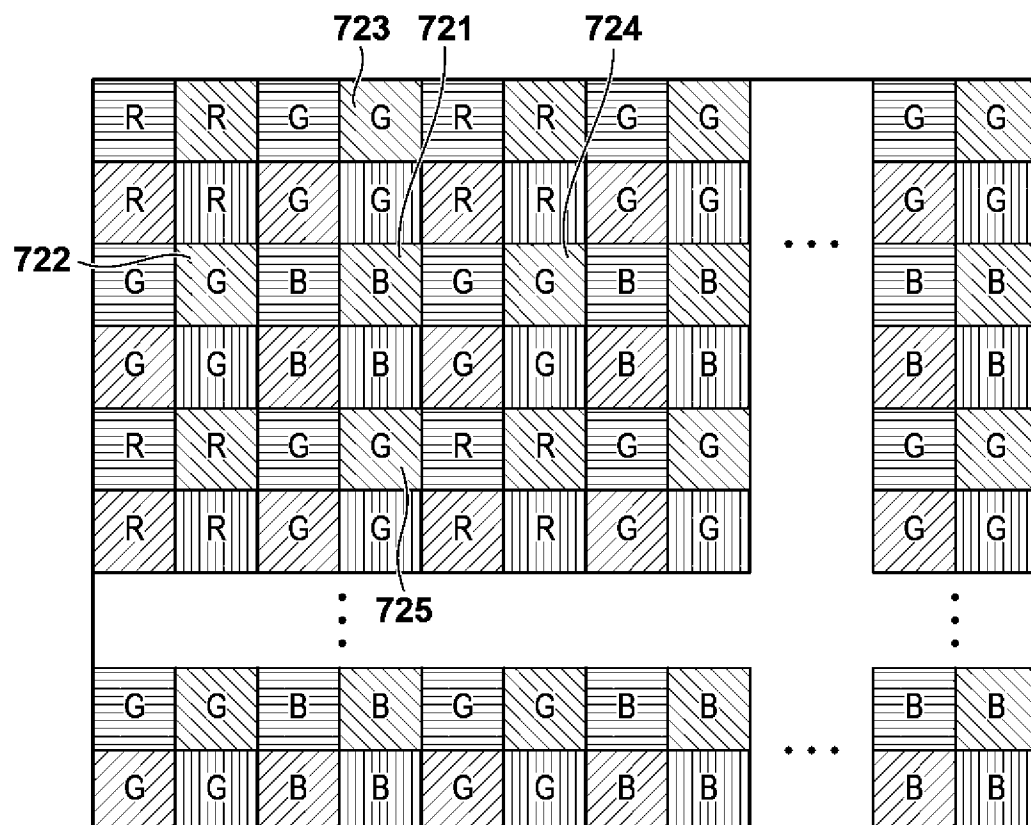
[図22]



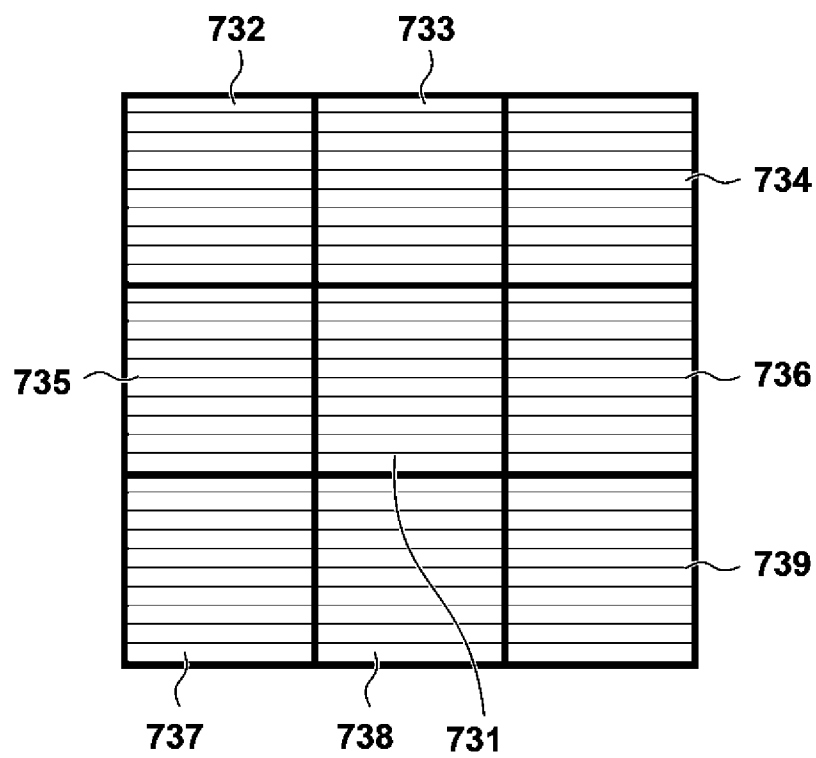
[図23]



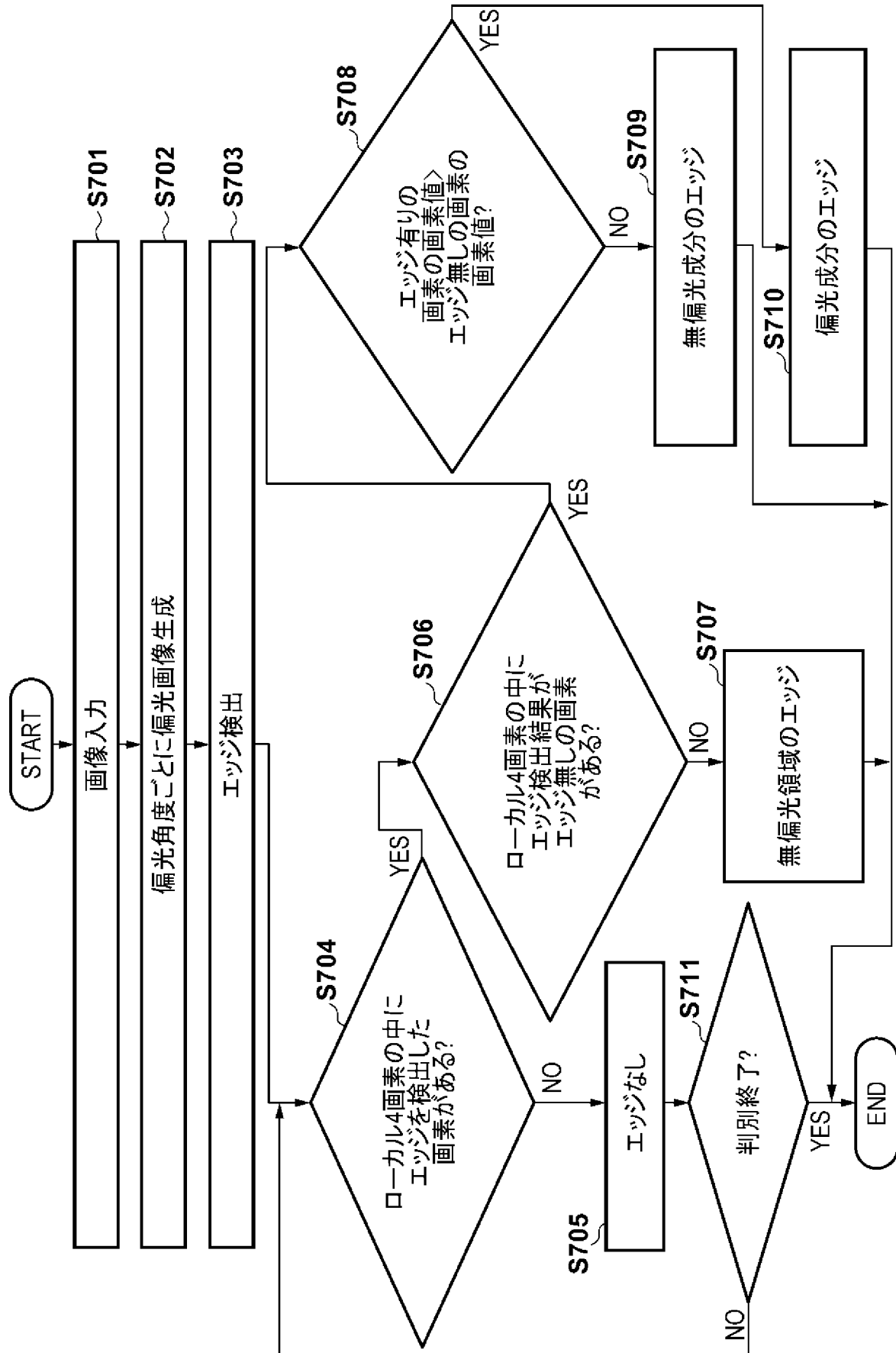
[図24]



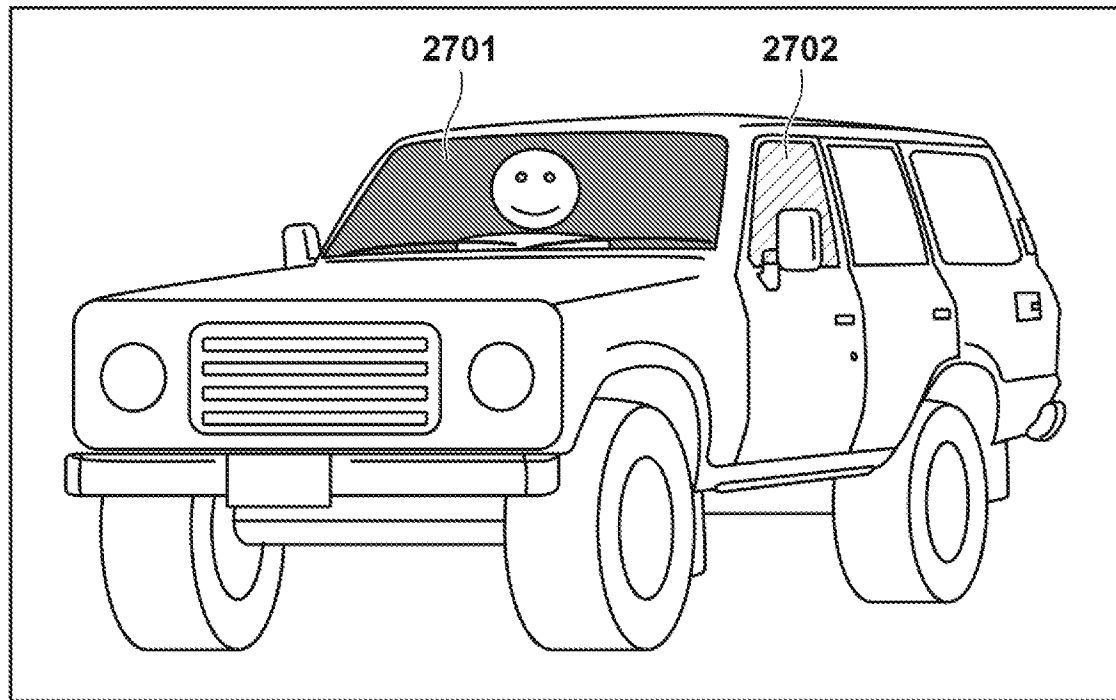
[図25]



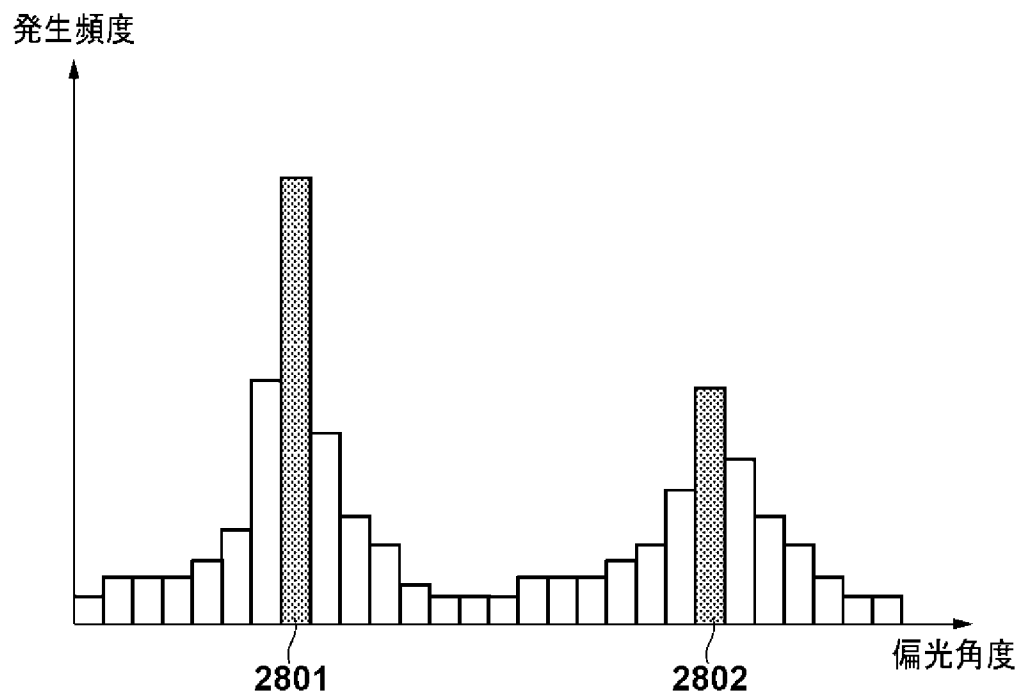
[図26]



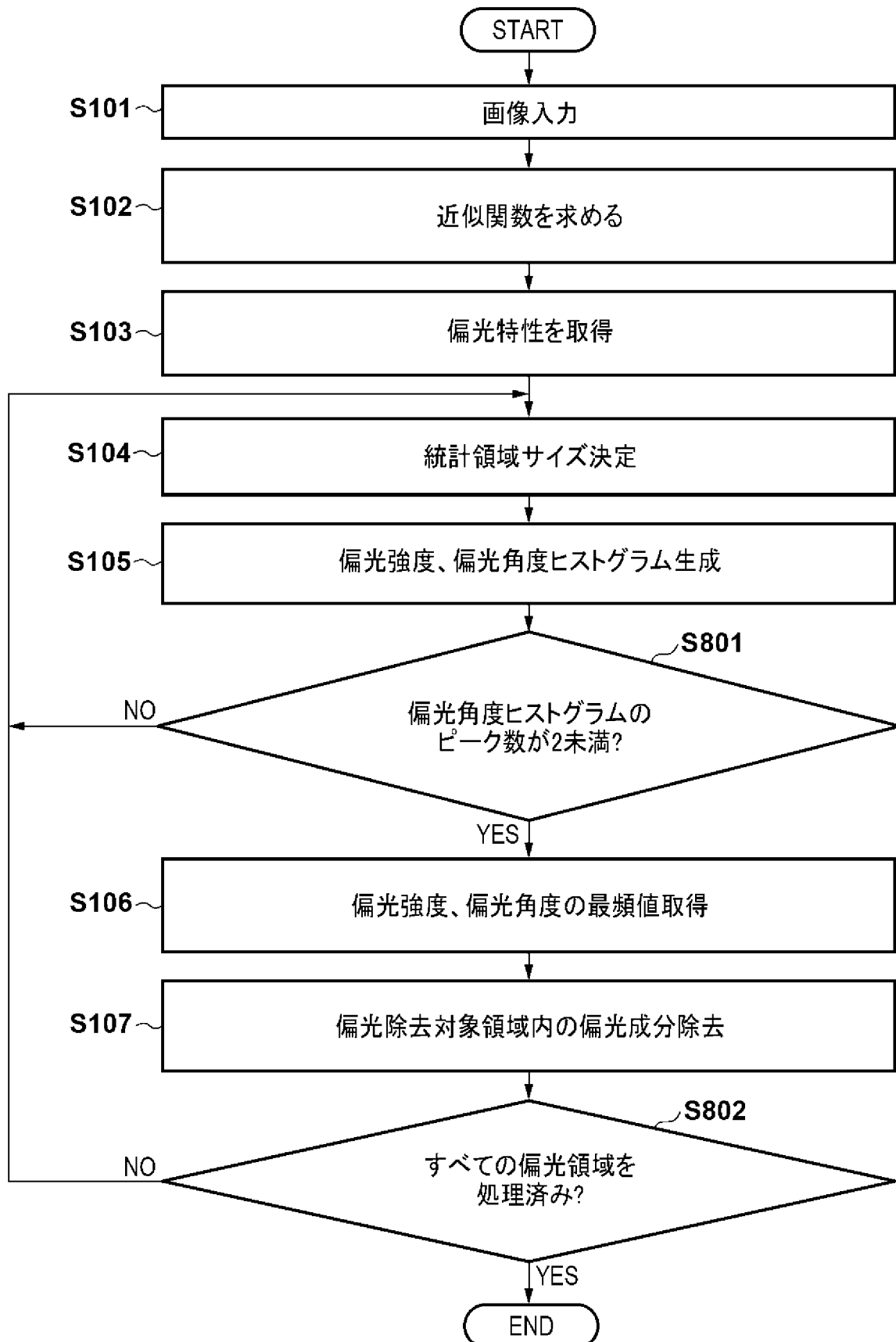
[図27]



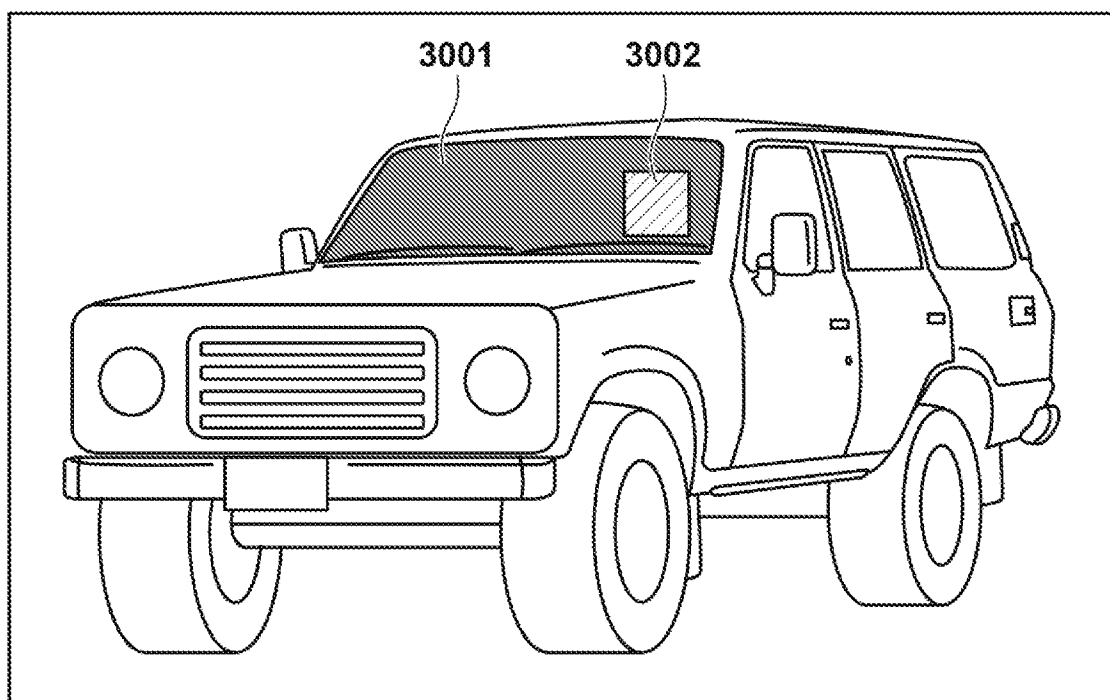
[図28]



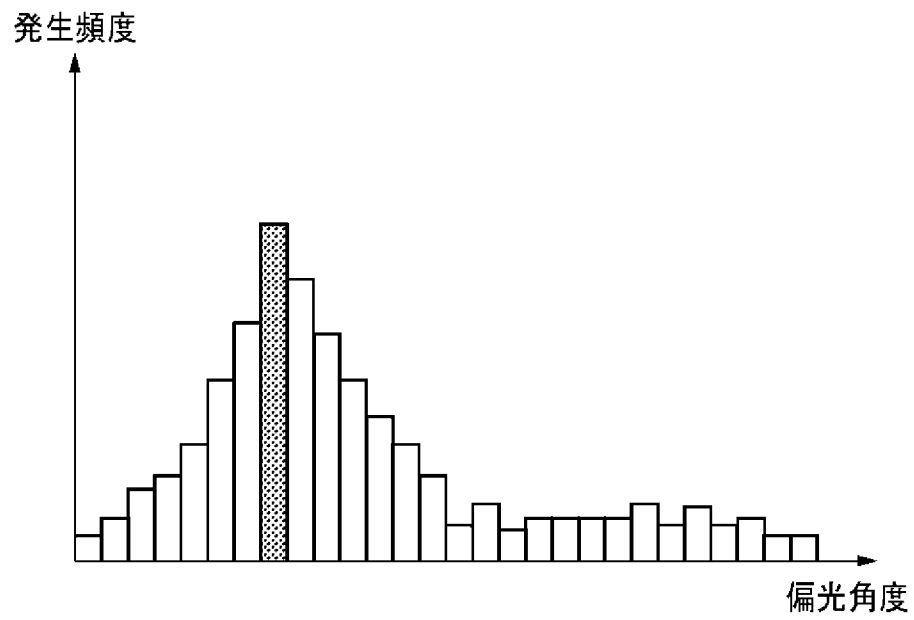
[図29]



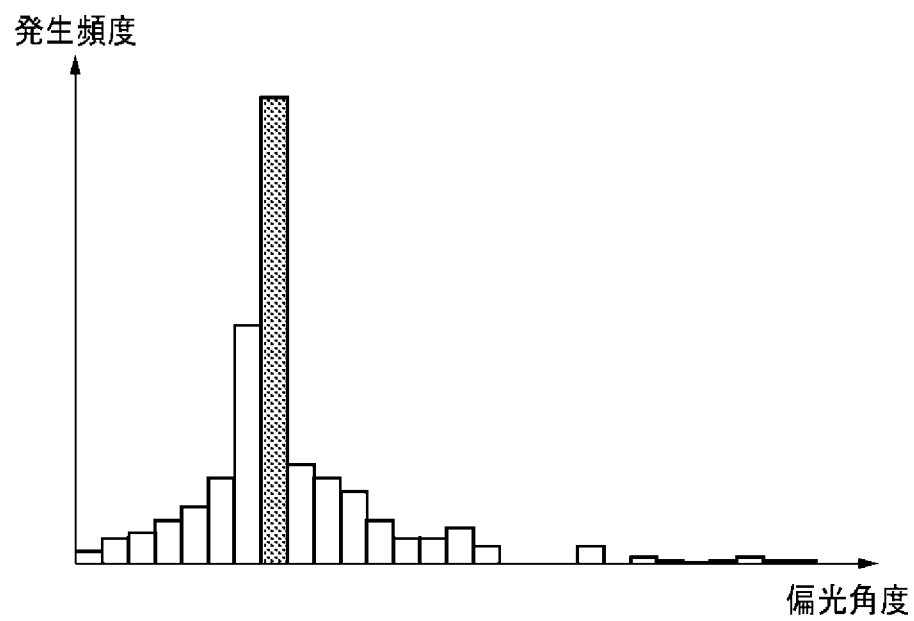
[図30]



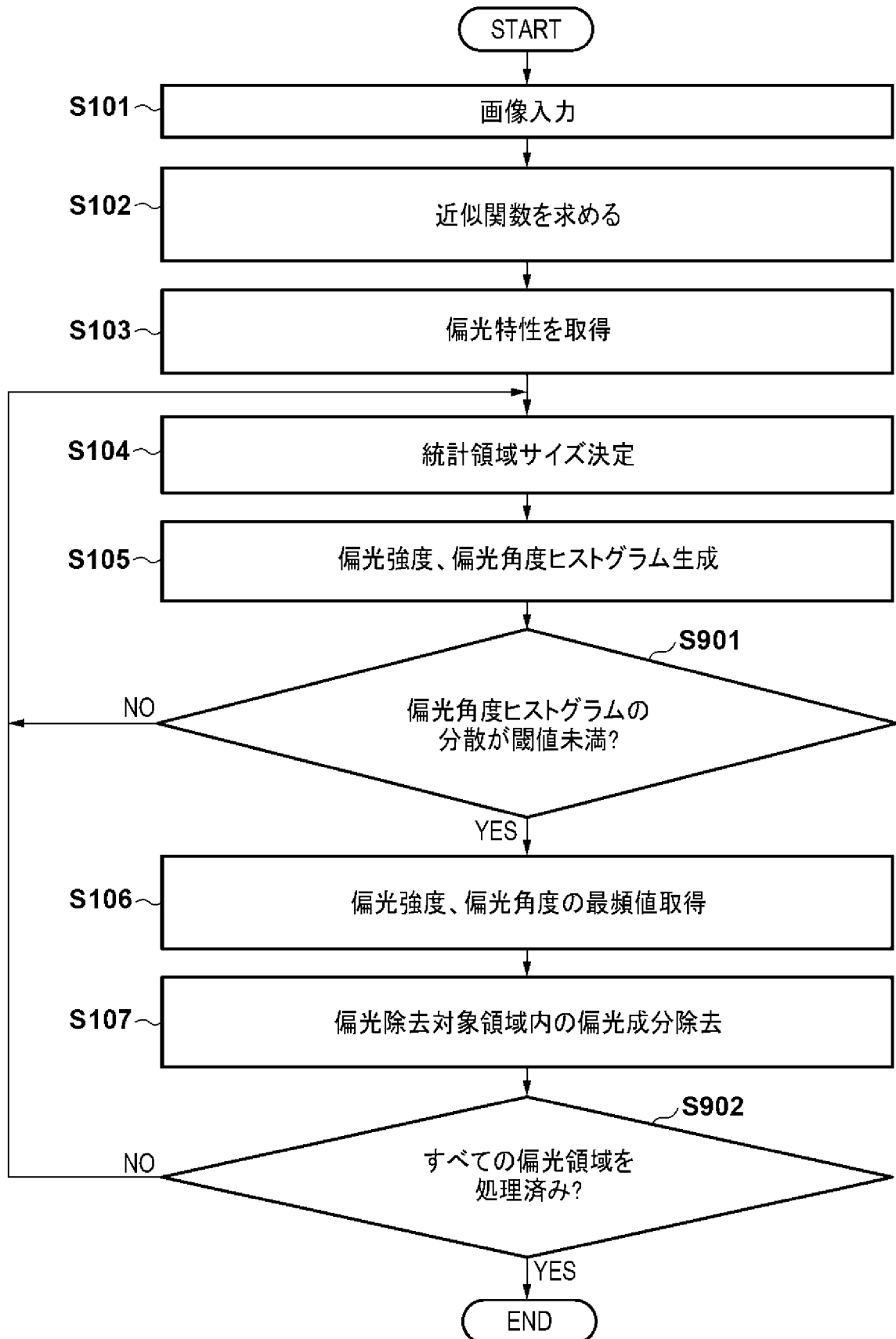
[図31A]



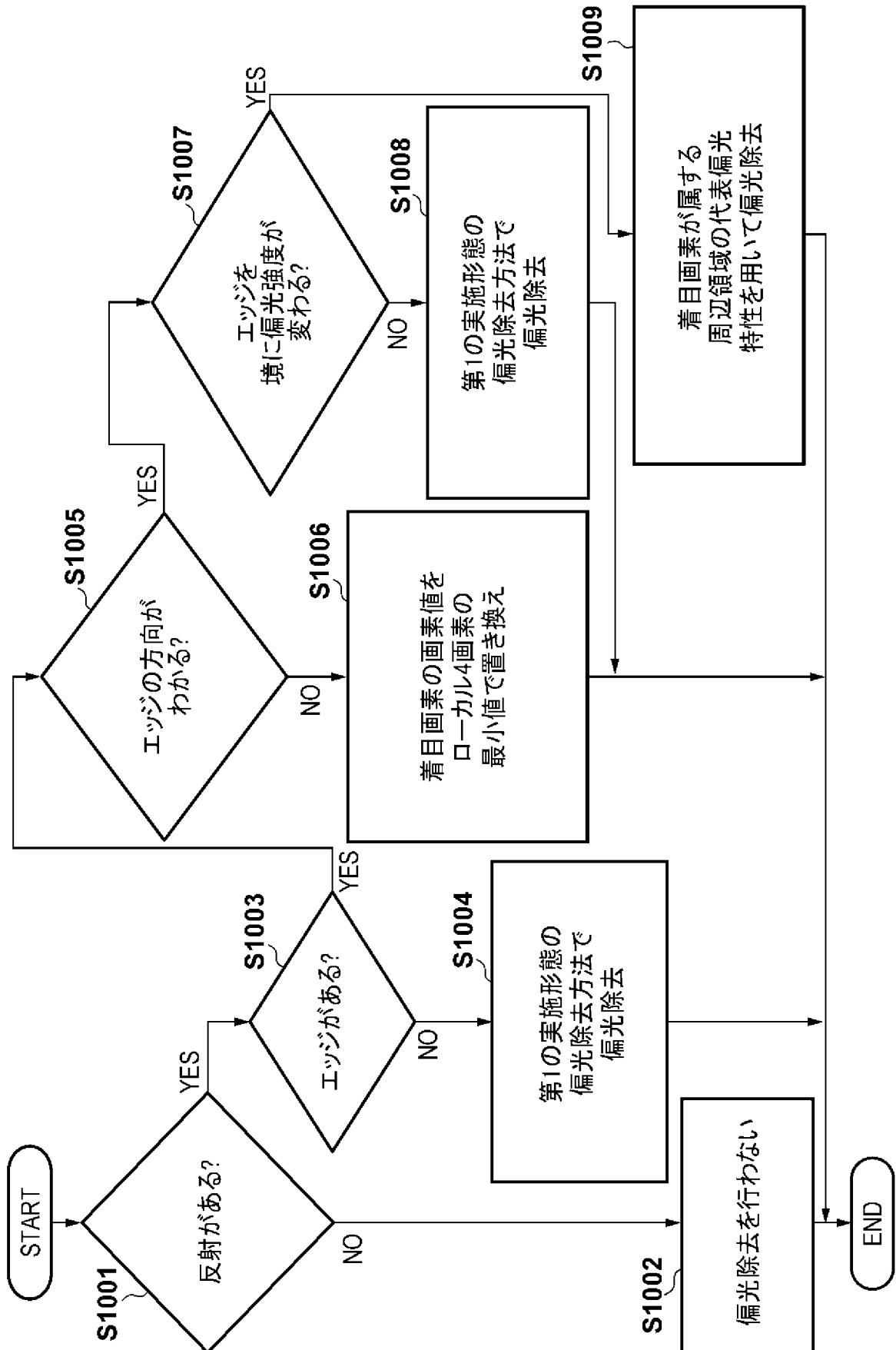
[図31B]



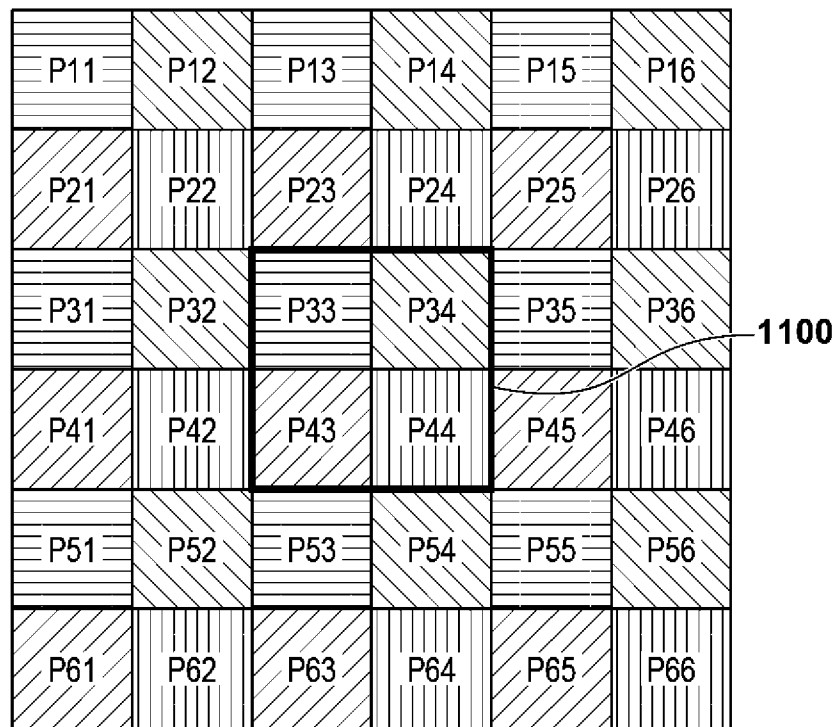
[図32]



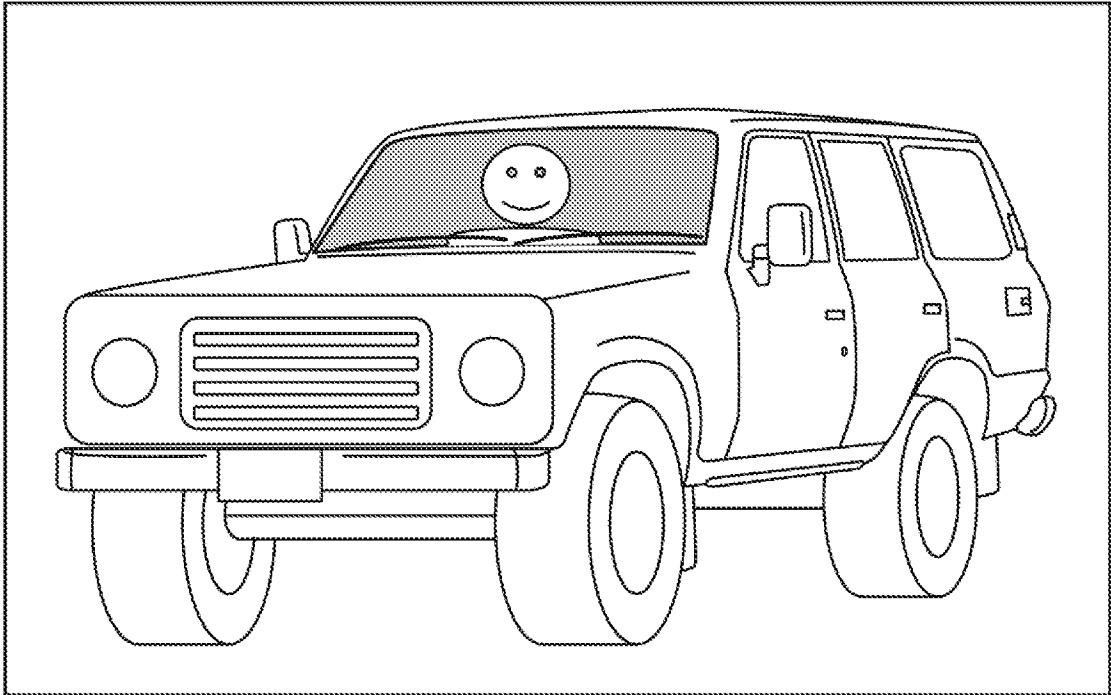
[図33]



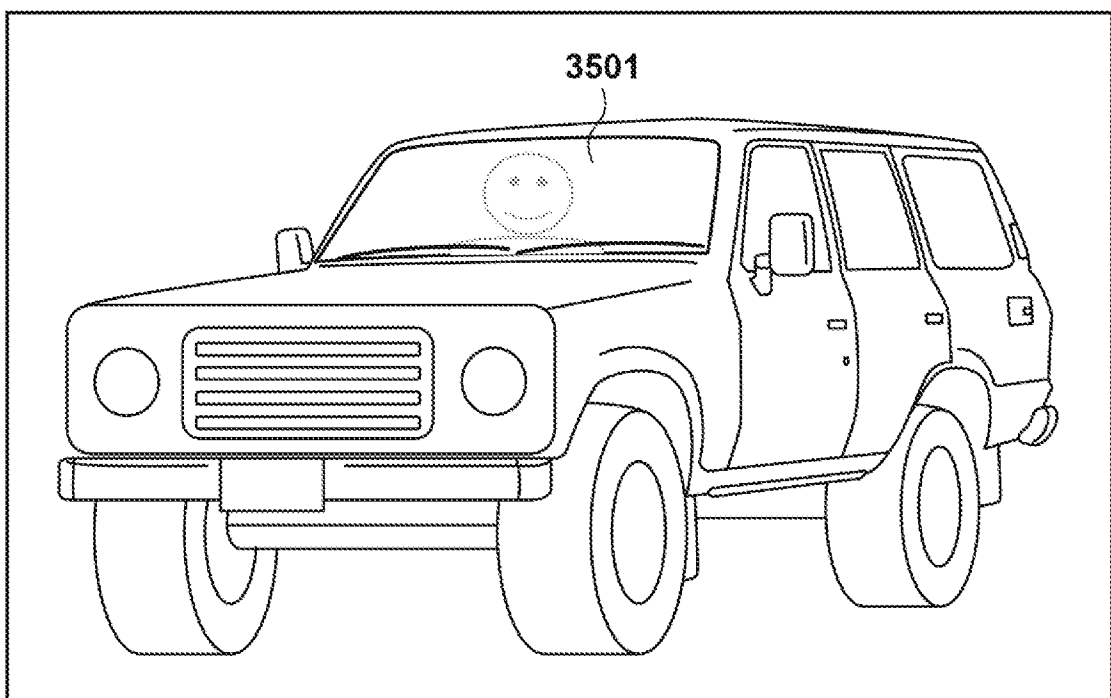
[図34]



[図35A]



[図35B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/022948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 5/232(2006.01)i; **G03B 11/00**(2021.01)i; **G03B 17/02**(2021.01)i; **H04N 5/225**(2006.01)i; **H04N 5/235**(2006.01)i
 FI: H04N5/232 290; G03B11/00; G03B17/02; H04N5/225 300; H04N5/235 500

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)

H04N5/232; G03B11/00; G03B17/02; H04N5/225; H04N5/235

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2015-109625 A (RICOH COMPANY, LTD) 11 June 2015 (2015-06-11) entire text, all drawings	1-24
A	JP 2021-97348 A (CANON KK) 24 June 2021 (2021-06-24) entire text, all drawings	1-24
A	JP 2017-212678 A (CANON KK) 30 November 2017 (2017-11-30) entire text, all drawings	1-24
A	JP 2020-48140 A (CANON KK) 26 March 2020 (2020-03-26) entire text, all drawings	1-24

☐ 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

20 July 2022

Date of mailing of the international search report

02 August 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/022948

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015-109625	A	11 June 2015	US 2016/0094771 A1 entire text, all drawings CN 105247847 A KR 10-2015-0142055 A	
JP	2021-97348	A	24 June 2021	(Family: none)	
JP	2017-212678	A	30 November 2017	(Family: none)	
JP	2020-48140	A	26 March 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 5/232(2006.01)i; G03B 11/00(2021.01)i; G03B 17/02(2021.01)i; H04N 5/225(2006.01)i; H04N 5/235(2006.01)i FI: H04N5/232 290; G03B11/00; G03B17/02; H04N5/225 300; H04N5/235 500																	
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）） H04N5/232; G03B11/00; G03B17/02; H04N5/225; H04N5/235 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年							
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年																
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年																
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年																
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015-109625 A（株式会社リコー）11.06.2015（2015 - 06 - 11） 全文全図</td> <td>1-24</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2021-97348 A（キヤノン株式会社）24.06.2021（2021 - 06 - 24） 全文全図</td> <td>1-24</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017-212678 A（キヤノン株式会社）30.11.2017（2017 - 11 - 30） 全文全図</td> <td>1-24</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-48140 A（キヤノン株式会社）26.03.2020（2020 - 03 - 26） 全文全図</td> <td>1-24</td> </tr> </tbody> </table>			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 2015-109625 A（株式会社リコー）11.06.2015（2015 - 06 - 11） 全文全図	1-24	A	JP 2021-97348 A（キヤノン株式会社）24.06.2021（2021 - 06 - 24） 全文全図	1-24	A	JP 2017-212678 A（キヤノン株式会社）30.11.2017（2017 - 11 - 30） 全文全図	1-24	A	JP 2020-48140 A（キヤノン株式会社）26.03.2020（2020 - 03 - 26） 全文全図	1-24
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 2015-109625 A（株式会社リコー）11.06.2015（2015 - 06 - 11） 全文全図	1-24															
A	JP 2021-97348 A（キヤノン株式会社）24.06.2021（2021 - 06 - 24） 全文全図	1-24															
A	JP 2017-212678 A（キヤノン株式会社）30.11.2017（2017 - 11 - 30） 全文全図	1-24															
A	JP 2020-48140 A（キヤノン株式会社）26.03.2020（2020 - 03 - 26） 全文全図	1-24															
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 20.07.2022		国際調査報告の発送日 02.08.2022															
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 吉田 千裕 5P 1591 電話番号 03-3581-1101 内線 3581															

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/022948

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-109625	A	11.06.2015	US 2016/0094771 A1 全文全図 CN 105247847 A KR 10-2015-0142055 A	
JP	2021-97348	A	24.06.2021	(ファミリーなし)	
JP	2017-212678	A	30.11.2017	(ファミリーなし)	
JP	2020-48140	A	26.03.2020	(ファミリーなし)	