

(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
2019年10月24日(24.10.2019)



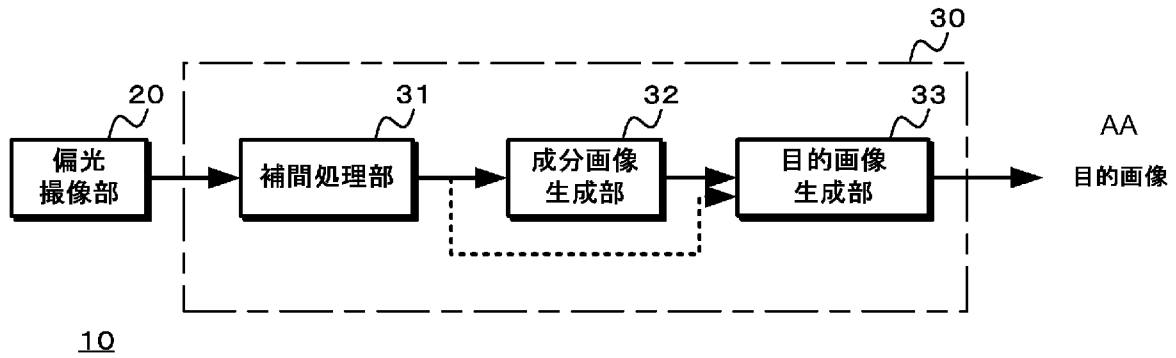
(10) 国際公開番号

WO 2019/202812 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 5/00 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)
G06T 1/40 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/003390
- (22) 国際出願日: 2019年1月31日(31.01.2019)
- (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 2018-079925 2018年4月18日(18.04.2018) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 栗田 哲平(KURITA, Teppei); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 海津 俊(KAIZU, Shun); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮田 正昭, 外(MIYATA, Masaaki et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目2番9号 Daiwa八丁堀駅前ビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 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, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, PROGRAM, AND LEARNING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置と画像処理方法とプログラムおよび学習装置



- 20 Polarized image capture unit
- 31 Interpolation processing unit
- 32 Component image generation unit
- 33 Target image generation unit
- AA Target image

(57) Abstract: A polarized image capture unit 20 acquires and outputs a polarized image of an object to an image processing unit 30. An interpolation processing unit 31 of an image processing device 30 performs an interpolation process using the polarized image acquired by the polarized image capture unit 20, and generates an image signal for each polarized component and each color component. A component image generation unit 32 calculates a specular reflection component and a diffuse reflection component for each pixel and each color component, and generates, as component images, a specular reflection image indicating specular reflection components, and a diffuse reflection image indicating diffuse reflection components. A target image generation unit 33 sets a gain for each pixel of each component image on the basis

WO 2019/202812 A1

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))

of the component image using a trained model. Further, the target image generation unit 33 adjusts the level of each pixel of each component image in accordance with the gain set for the pixel, and generates a target image, e.g., a high texture image, from the component images that have been subjected to the level adjustment.

(57) 要約 : 偏光撮像部 20 は被写体の偏光画像を取得して画像処理部 30 へ出力する。画像処理装置 30 の補間処理部 31 は、偏光撮像部 20 で取得された偏光画像を用いて補間処理を行い、偏光成分毎および色成分毎の画像信号を生成する。成分画像生成部 32 は、鏡面反射成分と拡散反射成分を画素毎および色成分毎に算出して、鏡面反射成分を示す鏡面反射画像と拡散反射成分を示す拡散反射画像を成分画像として生成する。目的画像生成部 33 は、成分画像に基づき学習済みモデルを用いて成分画像の画素毎にゲインを設定する。また、目的画像生成部 33 は、設定されてゲインで成分画像のレベル調整を画素毎に行い、レベル調整後の成分画像から目的画像、例えば高質感画像を生成する。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置と画像処理方法とプログラムおよび学習装置

技術分野

[0001] この技術は、画像処理装置と画像処理方法とプログラムおよび学習装置に関し、偏光画像から目的画像を得られるようにする。

背景技術

[0002] 従来、撮像装置では、被写体として顔を検出したとき、露出補正や美肌補正等を行うことが提案されている。例えば特許文献1では、人物の顔画像に対して、設定した美顔レベルに応じて複数の美顔処理の補正強度を制御することが行われている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-050602号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、設定した美顔レベルに応じて美顔処理における各補正処理の補正強度を制御する場合、美顔レベルの設定が適正でないと最適な美顔処理を行うことができない。また、撮像条件等によって、美顔レベルが適正であっても美顔レベルに応じた補正強度が適正でなくなるおそれもある。また、人物の顔画像に限らず、他の被写体でも質感の高い画像を得られることが望ましい。

[0005] そこで、この技術では偏光画像から目的画像を容易に得ることができる画像処理装置と画像処理方法とプログラムおよび学習装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] この技術の第1の側面は、

偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像から目的画像を生成する目的画像生成部を備える画像処理装置にある。

[0007] この技術においては、学習用画像から得られる成分画像に基づき学習モデル例えば深層学習モデルを用いて画素毎に設定されたゲインで成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の成分画像を用いて生成した評価画像と、学習用画像に対する目的画像との差が少なくなる学習モデルが学習済みモデルとして用いられる。この学習済みモデルを用いて、偏光画像から得られる成分画像に基づきゲインの設定が画素毎に行われて、設定されたゲインでレベル調整が行われた成分画像から目的画像例えば高質感画像が生成される。偏光画像は例えば偏光照明光を用いて撮像された画像である。

[0008] 成分画像は例えば鏡面反射画像と拡散反射画像である。目的画像生成部は、学習済みモデルを用いて鏡面反射画像または鏡面反射画像と拡散反射画像に対するゲインを設定して、拡散反射画像とレベル調整後の鏡面反射画像、またはレベル調整後の鏡面反射画像とレベル調整後の拡散反射画像に基づいて目的画像が生成される。また、成分画像は偏光方向毎の偏光成分画像であり、目的画像生成部は、学習済みモデルを用いて偏光方向毎の偏光成分画像に対するゲインを設定して、レベル調整後の偏光成分画像に基づいて目的画像が生成される。また、画像処理装置には、偏光画像を取得する偏光撮像部をさらに備えてもよい。

[0009] この技術の第2の側面は、

偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像から目的画像を目的画像生成部で生成することを含む画像処理方法にある。

[0010] この技術の第3の側面は、

偏光画像を用いて画像処理をコンピュータで実行させるプログラムであって、

偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いてゲイン設定を行う手順と、前記設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行う手順と、

レベル調整後の前記成分画像から目的画像を生成する手順とを前記コンピュータで実行させるプログラムにある。

[0011] なお、本技術のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体、例えば、光ディスクや磁気ディスク、半導体メモリなどの記憶媒体、あるいは、ネットワークなどの通信媒体によって提供可能なプログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、コンピュータ上でプログラムに応じた処理が実現される。

[0012] この技術の第4の側面は、

学習用画像から得られる成分画像に基づき学習モデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像を用いて生成した評価画像と目的画像との差が少なくなる前記学習モデルを学習済みモデルとする学習済みモデル生成部を備える学習装置にある。

発明の効果

[0013] この技術によれば、偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の成分画像から目的画像が生成される。このため、偏光画像から目的画像を容易に得ることができるようになる。なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また付加的な効果があってもよい。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]撮像システムの構成を例示した図である。

- [図2]偏光撮像部の構成を例示した図である。
- [図3]偏光撮像部で取得された偏光画像の画素構成を例示した図である。
- [図4]補間処理部の構成を例示した図である。
- [図5]低域フィルタ処理を説明するための図である。
- [図6]偏光成分間の関係を示した図である。
- [図7]偏光成分毎の偏光画像を色成分毎に生成した図である。
- [図8]画像処理部の動作を例示したフローチャートである。
- [図9]目的画像生成部の第1の実施の形態の構成を示す図である。
- [図10]目的画像生成部の第1の実施の形態の動作を示すフローチャートである。
- [図11]目的画像生成部の動作例を示した図である。
- [図12]通常画像を示す図である。
- [図13]学習装置の第1の実施の形態の構成を示す図である。
- [図14]学習装置の第1の実施の形態の動作を示すフローチャートである。
- [図15]目的画像生成部の第2の実施の形態の構成を示す図である。
- [図16]目的画像生成部の第2の実施の形態の動作を示すフローチャートである。
- [図17]学習装置の第2の実施の形態の構成を示す図である。
- [図18]学習装置の第2の実施の形態の動作を示すフローチャートある。
- [図19]目的画像生成部の第3の実施の形態の構成を示す図である。
- [図20]目的画像生成部の第3の実施の形態の動作を示すフローチャートある。
- [図21]学習装置の第3の実施の形態の構成を示す図である。
- [図22]学習装置の第3の実施の形態の動作を示すフローチャートある。

発明を実施するための形態

- [0015] 以下、本技術を実施するための形態について説明する。本技術では、偏光撮像部で取得された偏光画像群から生成された成分画像と目的画像群（例えば高質感画像群等）とを用いて学習を行い、画像処理装置では、学習済みモ

デルを用いて成分画像から目的画像を生成する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 撮像システムについて
2. 目的画像生成部について
 - 2-1. 目的画像生成部の第1の実施の形態
 - 2-2. 目的画像生成部の第2の実施の形態
 - 2-3. 目的画像生成部の第3の実施の形態
 - 2-4. 目的画像生成部の第4の実施の形態
3. 他の実施の形態
4. 応用例

[0016] <1. 撮像システムについて>

図1は、本技術の画像処理装置を用いた撮像システムの構成を例示している。撮像システム10は、偏光撮像部20と画像処理部30を有している。

[0017] 偏光撮像部20は被写体の偏光画像を取得して画像処理部30へ出力する。図2は偏光画像を取得する偏光撮像部の構成を例示している。偏光撮像部20は、偏光方向が少なくとも3方向以上（偏光方向に無偏光を含めてもよい）の異なる偏光画像を取得する。偏光撮像部20は、例えば図2の(a)に示すように、カラーモザイクフィルタ（図示せず）を撮像面に設けたイメージセンサ201に複数の偏光方向の画素構成とされた偏光フィルタ202を配置した構成とされている。このような構成の偏光撮像部20を用いて撮像を行うことで、複数方向の偏光成分を有するカラー偏光画像を取得できる。なお、図2の(a)では、各画素が異なる4種類の偏光方向（偏光方向を矢印で示す）の何れかの画素となる偏光フィルタ202をイメージセンサ201の前面に配置した場合を例示している。また、偏光撮像部20は、図2の(b)に示すように、マルチレンズアレイの構成を利用して複数方向の偏光成分を有するカラー偏光画像を生成してもよい。例えばイメージセンサ201の前面にレンズ203を複数（図では4個）設けて、各レンズ203によって被写体の光学像をイメージセンサ201の撮像面にそれぞれ結像させ

る。また、各レンズ203の前面に偏光板204を設けて、偏光板204の偏光方向を異なる方向とする。このように偏光撮像部20を構成すれば、1回の撮像で複数方向の偏光成分を有するカラー偏光画像を取得できる。また、図2の(c)に示すように、撮像部210-1~210-4の前に互いに偏光方向が異なる偏光板212-1~212-4を設けた構成として、異なる複数の視点から偏光方向が異なる複数のカラー偏光画像を生成してもよい。この場合、被写体までの距離に対して各レンズ203や撮像部210-1~210-4の位置間隔が無視できる程度に短ければ、偏光方向が異なる複数のカラー偏光画像では視差を無視することができる。また、視差を無視することができない場合は、偏光方向が異なるカラー偏光画像を視差量に応じて位置合わせする。また、認識対象の被写体の動きが遅い場合や認識対象の被写体がステップ的に動作する場合には、図2の(d)に示すように、撮像部210の前に偏光板211を設けた構成としてもよい。この場合、偏光板211を回転させて異なる複数の偏光方向でそれぞれ撮像を行い、偏光方向が異なる複数のカラー偏光画像を取得する。

[0018] また、偏光撮像部20はカラー偏光画像を生成する場合、ホワイトバランス調整を行う。偏光撮像部20は、例えば白い被写体を撮像したとき、この白い被写体を示す画像信号が白色を示す信号となるように、色成分毎の信号SR, SG, SBの利得調整を式(1)~(3)に基づいて行う。なお、利得Rgain, Ggain, Bgainは、光源に応じて設定される。

$$SR = Rgain * SR \quad \dots (1)$$

$$SG = Ggain * SG \quad \dots (2)$$

$$SB = Bgain * SB \quad \dots (3)$$

[0019] 図1に戻り、画像処理部30は、偏光撮像部20がイメージセンサの撮像面にカラーモザイクフィルタを設けた構成である場合、色成分毎の偏光画像を生成する補間処理部31を有している。また、図2の(a)に示すように、イメージセンサの撮像面に複数の偏光方向の画素構成とされた偏光フィルタを設けた構成である場合、補間処理部31では、色成分毎および偏光方向

毎の偏光画像を生成する。以下、イメージセンサの撮像面にカラーモザイクフィルタと複数の偏光方向の画素構成とされた偏光フィルタが設けられた偏光撮像部で取得された偏光画像の補間処理について説明する。図3は、偏光撮像部で取得された偏光画像の画素構成を例示しており、画素R1は第1偏光方向の赤色画素、画素R2は第2偏光方向の赤色画素、画素R3は第3偏光方向の赤色画素、画素R4は第4偏光方向の赤色画素であることを示している。同様に、画素G1は第1偏光方向の緑色画素、画素G2は第2偏光方向の緑色画素、画素G3は第3偏光方向の緑色画素、画素G4は第4偏光方向の緑色画素であることを示している。また、画素B1は第1偏光方向の青色画素、画素B2は第2偏光方向の青色画素、画素B3は第3偏光方向の青色画素、画素B4は第4偏光方向の青色画素であることを示している。

[0020] 補間処理部31は、偏光撮像部20で生成された複数の偏光成分毎の画素からなるカラー偏光画像の画像信号を用いて補間処理を行い、偏光成分毎および色成分毎の画像信号を生成する。補間処理では、偏光画像の注目画素の画素信号と注目画素の近傍に位置する同一偏光成分毎の画素の画素信号を色成分毎に用いて、注目画素における偏光成分毎および色成分毎の画素信号を生成する。

[0021] 図4は、補間処理部の構成を例示している。補間処理部31は、低周波成分算出部311と成分情報取得部312および信号算出部313を有している。

[0022] 低周波成分算出部311は、偏光撮像部20で生成されたカラー偏光画像における注目画素の近傍に位置する画素の画素信号を色成分毎および同一偏光成分毎に用いて、偏光成分毎に低周波成分を色成分毎に算出する。低周波成分算出部311は、偏光成分毎に注目画素の近傍に位置する同一偏光成分の画素の画素信号を色成分毎に用いて2次元フィルタ処理を行い、偏光成分毎の低周波成分を色成分毎に算出する。図5は、低域フィルタ処理を説明するための図である。低周波成分算出部311は、例えば2次元の重み付きフィルタを用いて低周波成分を算出する。図5の(a)は2次元フィルタで用

いられる画素、図5の(b)はフィルタ係数を例示している。低周波成分算出部311は、例えば9×9タップの2次元フィルタを用いて、二重線の枠で示す注目画素における偏光成分毎の低周波成分を色成分毎に算出する。なお、図5の(a)では、注目画素がR3偏光成分の画素である場合を例示している。

[0023] 低周波成分算出部311は、偏光成分毎の低周波成分を色成分毎に算出する場合、9×9タップ内において同一の偏光成分および色成分の画素の画素信号と画素に対応するフィルタ係数を用いて、注目画素における偏光成分毎の低周波成分を色成分毎に算出する。具体的には、偏光成分毎に、同一の色成分および偏光成分の画素の信号と画素に対応するフィルタ係数との乗算を行い、乗算結果の重み付き和を重みの総和で除算することで低周波成分を算出する。

[0024] 図5の(a)に示すように、注目画素($x=4$, $y=4$)がR3偏光成分である場合、低周波成分算出部311は、式(4)を用いてR3偏光成分の低周波成分R3LPFを算出する。なお、以下に示す式においてSR n (x, y)は座標(x , y)におけるR n 偏光成分の画素信号、SG n (x, y)は座標(x , y)におけるG n 偏光成分の画素信号、SB n (x, y)は座標(x , y)におけるB n 偏光成分の画素信号を示している。

$$\begin{aligned} \text{SR3LPF} = & (1 * \text{SR3}(0,0) + 14 * \text{SR3}(4,0) \\ & + 1 * \text{SR3}(8,0) + 14 * \text{SR3}(0,4) \\ & + 196 * \text{SR3}(4,4) + 14 * \text{SR3}(8,4) \\ & + 1 * \text{SR3}(0,8) + 14 * \text{SR3}(4,8) \\ & + 1 * \text{SR3}(8,8)) / 256 \\ & \dots (4) \end{aligned}$$

[0025] 低周波成分算出部311は、注目画素におけるR3偏光成分の低周波成分SR3LPFだけでなく、式(5)を用いて注目画素におけるR1偏光成分の低周波成分SR1LPFを算出する。さらに、低周波成分算出部311は、式(6)を用いて注目画素におけるR2偏光成分の低周波成分SR2LPFを算出し、

式（7）を用いて注目画素におけるR4偏光成分の低周波成分SR4LPFを算出する。

$$\begin{aligned} \text{SR1LPF} = & (16 * \text{SR1}(1,1) + 48 * \text{SR1}(5,1) \\ & + 48 * \text{SR1}(1,5) + 144 * \text{SR1}(5,5)) / 256 \\ & \dots (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SR2LPF} = & (4 * \text{SR2}(1,0) + 12 * \text{SR2}(5,0) \\ & + 56 * \text{SR2}(1,4) \\ & + 168 * \text{SR2}(5,4) + 4 * \text{SR2}(1,8) \\ & + 12 * \text{SR2}(5,8)) / 256 \\ & \dots (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SR4LPF} = & (4 * \text{SR4}(0,1) + 56 * \text{SR4}(4,1) \\ & + 4 * \text{SR4}(8,1) + 12 * \text{SR4}(0,5) \\ & + 168 * \text{SR4}(4,5) + 12 * \text{SR4}(8,5)) / 256 \\ & \dots (7) \end{aligned}$$

[0026] また、低周波成分算出部311は、注目画素における赤色成分だけでなく緑色成分および青色成分についても偏光成分毎の低周波成分を算出する。例えば注目画素におけるG3偏光成分の低周波成分SG3LPFは式（8）、注目画素におけるB3偏光成分の低周波成分SB3LPFは式（9）を用いて算出する。また、低周波成分算出部311は、緑色成分および青色成分の他の偏光成分についても同様にして低周波成分を算出する。

$$\begin{aligned} \text{SG3LPF} = & (8 * \text{SG3}(2,0) + 8 * \text{SG3}(6,0) + 8 * \text{SG3}(0,2) \\ & + 112 * \text{SG3}(4,2) + 8 * \text{SG3}(8,2) \\ & + 112 * \text{SG3}(2,4) + 112 * \text{SG3}(6,4) \\ & + 8 * \text{SG3}(0,6) + 112 * \text{SG3}(4,6) \\ & + 8 * \text{SG3}(8,6) + 8 * \text{SG3}(2,8) \\ & + 8 * \text{SG3}(6,8)) / 512 \\ & \dots (8) \end{aligned}$$

$$\text{SB3LPF} = (64 * \text{SB3}(2,2) + 64 * \text{SB3}(6,2))$$

$$+ 64 * S B 3 (2,6) + 64 * S B 3 (6,6)) / 256$$

$$\dots (9)$$

[0027] 低周波成分算出部 3 1 1 は、偏光撮像部 2 0 で生成された偏光画像における各画素を注目画素として上述の処理を行い、各画素について低周波成分 S R 1 LPF ~ S R 4 LPF, S G 1 LPF ~ S G 4 LPF, S B 1 LPF ~ S B 4 LPF を算出する。低周波成分算出部 3 1 1 は、算出した低周波成分を成分情報取得部 3 1 2 と信号算出部 3 1 3 へ出力する。

[0028] 成分情報取得部 3 1 2 は、偏光画像における注目画素について低周波成分算出部 3 1 1 で算出した偏光画像の偏光成分の低周波数成分と注目画素の画素信号との関係を示す成分情報を取得する。成分情報取得部 3 1 2 は、例えば注目画素の低周波数成分に高周波成分を加えて注目画素の画素信号とする高域加算ゲインを成分情報とする。成分情報取得部 3 1 2 は、注目画素が例えば図 5 の (a) に示す座標 (4, 4) の画素である場合、式 (10) を用いて高域加算ゲイン S D hpg を算出する。

$$S D hpg = S R 3 (4,4) / S R 3 LPF \dots (10)$$

[0029] 同様に、成分情報取得部 3 1 2 は、注目画素が座標 (3, 4) の画素である場合、式 (11) を用いて高域加算ゲイン S D hpg を算出する。

$$S D hpg = S G 2 (3,4) / S G 2 LPF \dots (11)$$

[0030] 成分情報取得部 3 1 2 は、偏光撮像部 2 0 で生成されたカラー偏光画像における各画素を注目画素として、各画素位置で高域加算ゲイン S D hpg を算出して、算出した高域加算ゲイン S D hpg を信号算出部 3 1 3 へ出力する。

[0031] 信号算出部 3 1 3 は、低周波成分算出部 3 1 1 で算出した偏光成分および色成分毎の低周波成分と、成分情報取得部 3 1 2 で取得された成分情報に基づき、注目画素における偏光成分毎の画素信号を色成分毎に算出する。信号算出部 3 1 3 は、注目画素における偏光画像の偏光成分の低周波数成分と画素信号の関係、注目画素における他の偏光成分の低周波数成分と他の偏光成分の画素信号との関係に適用する。すなわち、信号算出部 3 1 3 は、成分情報取得部 3 1 2 で算出された注目画素の高域加算ゲインと低周波成分算

出部 3 1 1 で算出された注目画素の偏光成分毎の低周波成分から、注目画素における偏光成分毎の画素信号を色成分毎に算出する。図 6 は、偏光成分間の関係を示している。信号算出部 3 1 3 は、偏光画像における注目画素の画素信号 S_{Kx} と低周波成分 S_{KxLPF} の関係を、注目画素における他の偏光成分の画素信号 S_{Kn} ($n \neq x$) と低周波成分 S_{KnLPF} との関係に適用して画素信号 S_{Kn} を算出する。なお、 K はカラーチャンネル (R, G, B)、 n は偏光方向を示している。

[0032] 信号算出部 3 1 3 は、式 (1 2) ~ (1 4) に基づき高域加算ゲイン S_{Dhpg} と低周波成分 S_{RnLPF} (S_{GnLPF} , S_{BnLPF}) から画素信号 S_{Rn} (S_{Gn} , S_{Bn}) を算出する。

$$S_{Rn} = S_{RnLPF} * S_{Dhpg} \quad \dots (1 2)$$

$$S_{Gn} = S_{GnLPF} * S_{Dhpg} \quad \dots (1 3)$$

$$S_{Bn} = S_{BnLPF} * S_{Dhpg} \quad \dots (1 4)$$

[0033] 例えば、注目画素が図 5 の (a) における座標 (4, 4) である場合、信号算出部 3 1 3 は、式 (1 5) に基づき、注目画素における G_2 偏光成分の画素信号 S_{G2} を算出する。

$$\begin{aligned} S_{G2} &= S_{G2LPF} * S_{Dhpg} \\ &= S_{G2LPF} * (S_{R3}(4, 4) / S_{R3LPF}) \\ &= (1 2 * G_2(3, 0) + 4 * G_2(7, 0) + 3 2 * G_2(1, 2) \\ &\quad + 9 6 * G_2(5, 2) + 1 6 8 * G_2(3, 4) + 5 6 * G_2(7, 4) \\ &\quad + 3 2 * G_2(1, 6) + 9 6 * G_2(5, 6) + 1 2 * G_2(3, 8) \\ &\quad + 4 * G_2(7, 8)) / 5 1 2 * R_3(2, 2) / (1 * R_3(0, 0) \\ &\quad + 1 4 * R_3(4, 0) + 1 * R_3(8, 0) + 1 4 * R_3(0, 4) \\ &\quad + 1 9 6 * R_3(4, 4) + 1 4 * R_3(8, 4) + 1 * R_3(0, 8) \\ &\quad + 1 4 * R_3(4, 8) + 1 * R_3(8, 8)) * 2 5 6 \\ &\quad \dots (1 5) \end{aligned}$$

[0034] また、信号算出部 3 1 3 は、偏光撮像部 2 0 で生成されたカラー偏光画像における各画素を注目画素として同様な処理を行い、偏光成分毎の偏光画像

を色成分毎に生成して反射成分画像生成部 3 2 へ出力する。図 7 は、偏光成分毎の偏光画像を色成分毎に生成した図を示している。

[0035] なお、補間処理部 3 1 で生成する偏光画像は、上述のように偏光撮像部 2 0 で生成されたカラー偏光画像と等しい解像度である偏光成分毎および色成分毎の偏光画像に限られない。例えば、図 5 の (a) に示す赤色画素（青色画素）のみを用いて、水平方向および垂直方向の解像度が $1/2$ であり各画素が何れかの偏光方向である偏光画像から赤色成分（青色成分）を示す偏光成分毎の偏光画像を生成してもよい。この場合、緑色画素については、赤色画素の左右方向に隣接する画素または青色画素の左右方向に隣接する画素を用いることで解像度が $1/2$ である緑色成分を示す偏光成分毎の偏光画像を生成できる。また、偏光撮像部 2 0 が図 2 の (c), (d) に示す構成である場合、偏光方向毎にカラー画像が取得されていることから、偏光方向毎に従来と同様な補間処理を行えば、偏光方向毎および色成分毎の偏光画像を生成できる。

[0036] 図 1 に戻り、画像処理部 3 0 は成分画像生成部 3 2 を有している。成分画像生成部 3 2 は、鏡面反射成分 R_s と拡散反射成分 R_d を画素毎および色成分毎に算出する。反射成分画像生成部 3 2 は、例えば式 (16) に基づいて鏡面反射成分 R_{sk} を算出する。なお、式 (16) および後述する式 (17) ~ (20) において、「k」はカラーチャンネル (R, G, B) を示している。また、反射成分画像生成部 3 2 は、例えば式 (17) に基づいて拡散反射成分 R_{dk} を算出する。式 (16) および式 (17) において、変数 a_k , b_k , c_k は、式 (18) 乃至式 (20) に基づいて算出される。成分画像生成部 3 2 は、算出した鏡面反射成分 R_s を示す鏡面画像と算出した拡散反射成分 R_d を示す拡散反射画像を、成分画像として目的画像生成部 3 3 へ出力する。

[0037]

[数1]

$$s^k = \sqrt{a^k + b^k} \quad \dots (16)$$

$$d^k = c^k - s^k \quad \dots (17)$$

$$a^k = \frac{I_{45}^k - I_{135}^k}{2} \quad \dots (18)$$

$$b^k = \frac{I_0^k - I_{90}^k}{2} \quad \dots (19)$$

$$c^k = \frac{I_0^k + I_{45}^k + I_{90}^k + I_{135}^k}{4} \quad \dots (20)$$

[0038] 目的画像生成部33は、成分画像に基づき学習済みモデルを用いて成分画像のゲインを画素毎に設定する。また、目的画像生成部33は、設定されたゲインで成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の成分画像から目的画像を生成する。目的画像生成部33は、成分画像として、成分画像生成部32で生成された鏡面反射画像と拡散反射画像を用いる。また、目的画像生成部33は、成分画像として、補間処理部31で生成された偏光方向毎の偏光画像を用いてもよい。

[0039] 図8は、画像処理部の動作を例示したフローチャートである。ステップST1で画像処理部は偏光画像を取得する。画像処理部30は偏光撮像部20で生成された偏光画像を取得してステップST2に進む。

[0040] ステップST2で画像処理部は補間処理を行う。画像処理部30の補間処理部31は、ステップST1で取得した偏光画像を用いてデモザイク処理を行い、偏光方向毎および色成分毎の偏光画像を生成してステップST3に進む。

[0041] ステップST3で画像処理部は成分画像生成処理を行う。画像処理部30の成分画像生成部32は、偏光方向毎および色成分毎の偏光画像に基づき、例えば鏡面反射画像と拡散反射画像を生成してステップST4に進む。

[0042] ステップS T 4で画像処理部は目的画像生成処理を行う。画像処理部30の目的画像生成部33は、ステップS T 3で生成された成分画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の成分画像から目的画像を生成する。なお、成分画像として偏光方向毎の偏光画像を用いる場合、画像処理部はステップS T 3の処理を行う必要がない。

[0043] <2. 目的画像生成部について>

次に、目的画像生成部33の詳細について説明する。なお、以下の説明では、目的画像として例えば高質感画像を生成する。

[0044] <2-1. 目的画像生成部の第1の実施の形態>

図9は、目的画像生成部の第1の実施の形態の構成を示している。目的画像生成部33-1は、ゲイン設定部331と乗算部332および加算部334を有している。

[0045] 成分画像生成部32で算出された鏡面反射成分を示す鏡面反射画像はゲイン設定部331と乗算部332へ出力されて、拡散反射成分を示す拡散反射画像はゲイン設定部331と加算部334へ出力される。

[0046] ゲイン設定部331は、学習済みモデルを用いて鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき鏡面反射画像に対するゲインを画素毎に設定して乗算部332へ出力する。なお、学習済みモデルの詳細については後述する。

[0047] 乗算部332は、ゲイン設定部331で設定されたゲインを鏡面反射画像の画像信号に乗算して、鏡面反射画像のレベル調整を行い、レベル調整後の鏡面反射画像を加算部334へ出力する。

[0048] 加算部334は、鏡面反射画像と乗算部332から供給されたレベル調整後の鏡面反射画像を加算して高質感画像を生成する。

[0049] 図10は、目的画像生成部の第1の実施の形態の動作を示すフローチャートである。ステップS T 11で目的画像生成部は鏡面反射画像と拡散反射画像を取得する。目的画像生成部33は、成分画像生成部32で算出された鏡面反射成分を示す鏡面反射画像と拡散反射成分を示す鏡面反射画像を取得し

てステップS T 1 2に進む。

[0050] ステップS T 1 2で目的画像生成部は鏡面反射画像に対するゲインを設定する。目的画像生成部3 3-1は、鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき、予め設定されている学習済みモデルを用いて鏡面反射画像の画素毎にゲインを設定してステップS T 1 3に進む。

[0051] ステップS T 1 3で目的画像生成部は鏡面反射画像のレベル調整を行う。目的画像生成部3 3-1は、ステップS T 1 2で設定されたゲインで鏡面反射画像のレベル調整を行いステップS T 1 4に進む。

[0052] ステップS T 1 4で目的画像生成部は反射画像加算処理を行う。目的画像生成部3 3-1は、ステップS T 1 1で取得した拡散反射画像とステップS T 1 3でレベル調整が行われた鏡面反射画像を加算して高質感画像を生成する。

[0053] 図1 1は、目的画像生成部の動作例を示している。図1 1の(a)は、偏光撮像部2 0で取得された偏光画像に基づく通常画像を例示している。なお、偏光画像に基づく通常画像とは、図1 2に示すように、各画素位置における色成分毎の全偏光方向の平均値を示す画像であり、通常画像の各画素の画素信号 $S R_m$ 、 $S G_m$ 、 $S B_m$ は、式(2 1)～(2 3)に基づき算出できる。

$$S R_m = (S R_1 + S R_2 + S R_3 + S R_4) / 4 \quad \dots (2 1)$$

$$S G_m = (S G_1 + S G_2 + S G_3 + S G_4) / 4 \quad \dots (2 2)$$

$$S B_m = (S B_1 + S B_2 + S B_3 + S B_4) / 4 \quad \dots (2 3)$$

[0054] 図1 1の(b)は偏光撮像部2 0で取得された偏光画像に基づく拡散反射画像、図1 1の(c)は偏光撮像部2 0で取得された偏光画像に基づく鏡面反射画像を示している。目的画像生成部3 3-1のゲイン設定部3 3 1-1では、鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで鏡面反射画像のレベル調整が行われる。なお学習済みモデルは、例えば顔全体のかかりを少なくして前頭部分や下顎部分ではかかりを無くすように処理された高質感画像を用いて生成されている。したがって、図1 1の

(c) に示す鏡面反射画像は例えば図 11 の (d) に示すレベル調整後の鏡面反射画像となる。このレベル調整後の鏡面反射画像と拡散反射画像を加算して、図 11 の (e) に示すように、例えば通常画像で生じている不要なてかりを抑えて、前頭部分や下顎部分ではてかりのない高質感画像を生成できる。

[0055] 次に、学習済みモデルを生成する学習装置について説明する。学習装置 50-1 は、偏光撮像部 20 を用いて取得した学習用画像群と、学習用画像群の各画像に対応する所望の目的画像を用いて機械学習を行い、学習済みモデルを生成する。

[0056] 学習に用いる目的画像は、学習用画像に対して所望の処理を行うことにより生成された高質感画像例えば美顔等の好ましい質感である高質感の画像である。目的画像の生成は、レタッチャーが行ってもよく、クラウドソーシング等を利用してよい。また、目的画像は、自動あるいは手動で高質感画像を生成するソフトウェア、例えば顔の撮像画像を美顔画像に補正するソフトウェア等を用いてもよい。

[0057] 図 13 は、学習済みモデルを生成する学習装置の第 1 の実施の形態の構成を示している。学習装置 50 は、成分画像生成部 51-1、学習済みモデル生成部 52-1、乗算部 53、加算部 55、誤差算出部 56 を有している。成分画像生成部 51-1 は、学習用画像の拡散反射画像と鏡面反射画像を生成する。成分画像生成部 51-1 は、例えば上述の偏光撮像部 20 と補間処理部 31 および反射成分画像生成部 32 を有しており、学習用被写体を撮像して得られた偏光画像から拡散反射画像と鏡面反射画像を生成する。成分画像生成部 51-1 で生成された鏡面反射画像は学習済みモデル生成部 52-1 と乗算部 53 へ出力されて、拡散反射画像は学習済みモデル生成部 52-1 と加算部 55 へ出力される。

[0058] 学習済みモデル生成部 52-1 は、学習モデルを用いて鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき鏡面反射画像に対するゲインを画素毎に設定して乗算部 53 へ出力する。また、学習済みモデル生成部 52-1 は、後述する誤差算出部

5 6で算出された誤差が少なくなるように学習モデルのパラメータ、例えばフィルタのパラメータ等を調整して、誤差が少なくなる学習モデル例えば誤差が最小となる学習モデルを学習済みモデルとする。学習済みモデル生成部5 2-1は、学習モデルとして深層学習モデル例えばCNN (Convolutional Neural Network) を用いる。また、学習済みモデルを用いて設定されたゲインに生じた誤差は出力画像に与える影響が少ないとして、学習済みモデル生成部5 2-1では精度よりも計算量やパラメータ数を優先させた学習モデルを用いるようにしてもよい。例えば学習済みモデル生成部5 2-1は、ResNetの低層構造またはGoogLeNetあるいはEnet等の学習モデルを用いてもよい。

[0059] 乗算部5 3は、学習済みモデル生成部5 2-1で設定されたゲインを鏡面反射画像の画像信号に乗算して、鏡面反射画像のレベル調整を行い、レベル調整後の鏡面反射画像を加算部5 5へ出力する。

[0060] 加算部5 5は、鏡面反射画像と乗算部5 3から供給されたレベル調整後の鏡面反射画像を加算して比較用画像を生成する。加算部5 5は、生成した比較用画像を誤差算出部5 6へ出力する。

[0061] 誤差算出部5 6は、目的画像に対する比較用画像の誤差を算出して、算出結果を学習済みモデル生成部5 2-1へ出力する。例えば誤差算出部5 6は、式(24)に示すように、画素*i*について目的画像の画素信号*y_i*に対する比較用画像の画素信号*x_i*の差を算出して、全画素*N*の差の加算結果を、目的画像に対する比較用画像の誤差*L*として学習済みモデル生成部5 2-1へ出力する。なお、誤差算出部5 6は、全画素を用いて目的画像に対する比較用画像の誤差を算出したが、所望の被写体領域例えば顔領域の画素を用いて目的画像に対する比較用画像の誤差を算出してもよい。

[0062] [数2]

$$L = \sum_{i=0}^N (y_i - x_i)^2 \quad \dots (24)$$

- [0063] 学習装置50は、誤差算出部56で算出される誤差Lが少なくなる学習済みモデル例えば誤差Lが最小となる学習済みモデルを、目的画像生成部33-1のゲイン設定部331-1で用いる学習済みモデルとする。
- [0064] 図14は、学習装置の第1の実施の形態の動作を示すフローチャートである。ステップST21で学習装置は学習用画像と目的画像を取得してステップST22に進む。
- [0065] ステップST22で学習装置は成分画像を生成する。学習装置50の成分画像生成部51-1は、成分画像として学習用画像の鏡面反射画像と鏡面反射画像を生成してステップST23に進む。
- [0066] ステップST23で学習装置は鏡面反射画像に対するゲインを設定する。学習装置50の学習済みモデル生成部52-1は、鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき学習モデルを用いて鏡面反射画像の画素毎にゲインを設定してステップST24に進む。
- [0067] ステップST24で学習装置は鏡面反射画像のレベル調整を行う。学習装置50の乗算部53は、ステップST23で設定されたゲインで鏡面反射画像のレベル調整を行いステップST25に進む。
- [0068] ステップST25で学習装置は比較用画像を生成する。学習装置50の加算部55は、ステップST22で生成された拡散反射画像とステップST24でレベル調整が行われた鏡面反射画像を加算して比較用画像を生成してステップST26に進む。
- [0069] ステップST26で学習装置は比較用画像と目的画像との誤差が最小であるか判別する。学習装置50の誤差算出部56は、ステップST21で取得した目的画像とステップST25で生成された比較用画像との誤差を算出する。学習装置50は、誤差が最小でない場合にステップST27に進み、誤差が最小である場合にステップST28に進む。なお、誤差が最小であるか否かの判別は、学習モデルのパラメータを調整したときの誤差の変化に基づいて判別すればよい。
- [0070] ステップST27で学習装置は学習モデルのパラメータを調整する。学習

装置50の学習済みモデル生成部52-1は、学習モデルのパラメータを変更してステップST23に戻る。

[0071] ステップST26からステップST28に進むと、学習装置は学習済みモデルを決定する。学習装置50の学習済みモデル生成部52-1は、誤差が最小となるときの学習モデルを学習済みモデルとして処理を終了する。

[0072] このように、第1の実施の形態によれば、鏡面反射成分を調整して被写体本来の色の変化を生じていない高質感画像を生成できるようになる。また、学習用画像から目的画像を生成する非線形処理を学習して、学習済みの空間フィルタ処理を行う場合、撮像条件や被写体状況等によっては不自然さを生じた画像、例えば顔画像が人工物の画像のようになってしまうおそれがある。また、非線形処理の学習コストが高くなってしまふ。これに対して第1の実施の形態では、鏡面反射成分のゲインを調整して目的画像を生成することから、撮像条件や被写体状況等に対してロバストな処理結果が得られるようになる。また、学習コストも低くできる。

[0073] <2-2. 目的画像生成部の第2の実施の形態>

次に、目的画像生成部の第2の実施の形態では、鏡面反射成分だけでなく拡散反射成分の調整も行う。

[0074] 図15は、目的画像生成部の第2の実施の形態の構成を示している。目的画像生成部33-2は、ゲイン設定部331-2と乗算部332、333および加算部334を有している。

[0075] 反射成分画像生成部32で算出された鏡面反射成分 R_s を示す鏡面反射画像はゲイン設定部331と乗算部332へ出力されて、拡散反射成分 R_d を示す拡散反射画像はゲイン設定部331-2と乗算部333へ出力される。

[0076] ゲイン設定部331-2は、学習済みモデルを用いて鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき鏡面反射画像に対するゲインと拡散鏡面反射画像に対するゲインを画素毎に設定する。ゲイン設定部331-2は、鏡面反射画像に対するゲインを乗算部332へ出力して、拡散反射画像に対するゲインを乗算部333へ出力する。なお、学習済みモデルの詳細については後述する。

- [0077] 乗算部332は、ゲイン設定部331-2で設定されたゲインを鏡面反射画像の画像信号に乗算して、鏡面反射画像のレベル調整を行い、レベル調整後の鏡面反射画像を加算部334へ出力する。
- [0078] 乗算部333は、ゲイン設定部331-2で設定されたゲインを拡散反射画像の画像信号に乗算して、拡散反射画像のレベル調整を行い、レベル調整後の拡散反射画像を加算部334へ出力する。
- [0079] 加算部334は、乗算部332から供給されたレベル調整後の鏡面反射画像と乗算部333から供給されたレベル調整後の拡散反射画像を加算して高質感画像を生成する。
- [0080] 図16は、目的画像生成部の第2の実施の形態の動作を示すフローチャートである。ステップST31で目的画像生成部は鏡面反射画像と拡散反射画像を取得する。目的画像生成部33-2は、成分画像生成部32で算出された鏡面反射成分を示す鏡面反射画像と拡散反射成分を示す鏡面反射画像を取得してステップST32に進む。
- [0081] ステップST32で目的画像生成部は鏡面反射画像に対するゲインを設定する。目的画像生成部33-2は、鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき、予め設定されている学習済みモデルを用いて鏡面反射画像の画素毎にゲインを設定してステップST33に進む。
- [0082] ステップST33で目的画像生成部は拡散反射画像に対するゲインを設定する。目的画像生成部33-2は、鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき、予め設定されている学習済みモデルを用いて拡散反射画像の画素毎にゲインを設定してステップST34に進む。
- [0083] ステップST34で目的画像生成部は鏡面反射画像のレベル調整を行う。目的画像生成部33-2は、ステップST32で設定されたゲインで鏡面反射画像のレベル調整を行いステップST35に進む。
- [0084] ステップST35で目的画像生成部は拡散反射画像のレベル調整を行う。目的画像生成部33-2は、ステップST33で設定されたゲインで拡散反射画像のレベル調整を行いステップST36に進む。

- [0085] ステップS T 3 6で目的画像生成部は反射画像加算処理を行う。目的画像生成部3 3-2は、ステップS T 3 4でレベル調整が行われた鏡面反射画像とステップS T 3 5でレベル調整が行われた拡散反射画像を加算して目的画像を生成する。
- [0086] なお、図1 6においてステップS T 3 2とステップS T 3 3の処理は順序が逆でもよく、ステップS T 3 3とステップS T 3 4の順序が逆でもよい。また、ステップS T 3 4とステップS T 3 5の処理は順序が逆でもよく並列して行ってもよい。
- [0087] 次に、学習済みモデルを生成する学習装置について説明する。学習装置5 0は、第1の実施の形態と同様に、偏光撮像部2 0を用いて取得した学習用画像群と学習用画像群の各画像に対応する所望の目的画像を用いて機械学習を行い、学習済みモデルを生成する。
- [0088] 図1 7は、学習済みモデルを生成する学習装置の第2の実施の形態の構成を示している。学習装置5 0は、成分画像生成部5 1-2、学習済みモデル生成部5 2-2、乗算部5 3、5 4、加算部5 5、誤差算出部5 6を有している。成分画像生成部5 1-2は、成分画像生成部5 1-1と同様に学習用画像の拡散反射画像と鏡面反射画像を生成する。成分画像生成部5 1-2で生成された鏡面反射画像は学習済みモデル生成部5 2-2と乗算部5 3へ出力されて、拡散反射画像は学習済みモデル生成部5 2-2と乗算部5 4へ出力される。
- [0089] 学習済みモデル生成部5 2-2は、学習モデルを用いて鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき鏡面反射画像に対するゲインと拡散反射画像に対するゲインを画素毎に設定する。学習済みモデル生成部5 2-2は、鏡面反射画像に対するゲインを乗算部5 3へ出力して、拡散反射画像に対するゲインを乗算部5 4へ出力する。また、学習済みモデル生成部5 2-2は、後述する誤差算出部5 6で算出された誤差が少なくなるように学習モデルのパラメータを調整して、誤差が少なくなる学習モデルを学習済みモデルとする。なお、学習済みモデル生成部5 2-2は、学習済みモデル生成部5 2-1と同様に、学習モデルとして深層学習モデル例えばCNN (Convolutional Neural Network) 等

を用いる。

- [0090] 乗算部53は、学習済みモデル生成部52-2で設定されたゲインを鏡面反射画像の画像信号に乗算して、鏡面反射画像のレベル調整を行い、レベル調整後の鏡面反射画像を加算部55へ出力する。
- [0091] 乗算部54は、学習済みモデル生成部52-2で設定されたゲインを拡散反射画像の画像信号に乗算して、拡散反射画像のレベル調整を行い、レベル調整後の鏡面反射画像を加算部55へ出力する。
- [0092] 加算部55は、乗算部53から供給されたレベル調整後の鏡面反射画像と乗算部54から供給されたレベル調整後の拡散反射画像を加算して比較用画像を生成する。加算部55は、生成した比較用画像を誤差算出部56へ出力する。
- [0093] 誤差算出部56は、目的画像に対する比較用画像の誤差を算出して、算出結果を学習済みモデル生成部52-2へ出力する。
- [0094] 学習装置50は、誤差算出部56で算出される誤差 L が少なくなる学習済みモデル例えば誤差 L が最小となる学習済みモデルを、目的画像生成部33-2で用いる学習済みモデルとする。
- [0095] 図18は、学習装置の第2の実施の形態の動作を示すフローチャートである。ステップST41で学習装置は学習用画像と目的画像を取得してステップST42に進む。
- [0096] ステップST42で学習装置は成分画像を生成する。学習装置50の成分画像生成部51-2は、成分画像として学習用画像の鏡面反射画像と鏡面反射画像を生成してステップST43に進む。
- [0097] ステップST43で学習装置は鏡面反射画像に対するゲインを設定する。学習装置50の学習済みモデル生成部52-2は、鏡面反射画像と拡散反射画像に基づき学習モデルを用いて鏡面反射画像の画素毎にゲインを設定してステップST44に進む。
- [0098] ステップST44で学習装置は拡散反射画像に対するゲインを設定する。学習装置50の学習済みモデル生成部52-2は、鏡面反射画像と拡散反射画

像に基づき学習モデルを用いて拡散反射画像の画素毎にゲインを設定してステップS T 4 5に進む。

[0099] ステップS T 4 5で学習装置は鏡面反射画像のレベル調整を行う。学習装置50の乗算部53は、ステップS T 4 3で設定されたゲインで鏡面反射画像のレベル調整を行いステップS T 4 6に進む。

[0100] ステップS T 4 6で学習装置は拡散反射画像のレベル調整を行う。学習装置50の乗算部54は、ステップS T 4 4で設定されたゲインで拡散反射画像のレベル調整を行いステップS T 4 7に進む。

[0101] ステップS T 4 7で学習装置は比較用画像を生成する。学習装置50の加算部53は、ステップS T 4 5でレベル調整が行われた鏡面反射画像とステップS T 4 5でレベル調整が行われた拡散反射画像を加算して比較用画像を生成してステップS T 4 8に進む。

[0102] ステップS T 4 8で学習装置は比較用画像と目的画像との誤差が最小であるか判別する。学習装置50の誤差算出部56は、ステップS T 4 1で取得した目的画像とステップS T 4 7で生成された比較用画像との誤差を算出する。学習装置50は、誤差が最小でない場合にステップS T 4 9に進み、誤差が最小である場合にステップS T 5 0に進む。

[0103] ステップS T 4 9で学習装置は学習モデルのパラメータを調整する。学習装置50の学習済みモデル生成部52-2は、学習モデルのパラメータを変更してステップS T 4 3に戻る。

[0104] ステップS T 4 8からステップS T 5 0に進むと、学習装置は学習済みモデルを決定する。学習装置50の学習済みモデル生成部52-2は、誤差が最小となるときの学習モデルを学習済みモデルとして処理を終了する。

[0105] このように、第2の実施の形態によれば、鏡面反射成分と拡散反射成分を調整して高質感の出力画像を生成できるようになる。したがって、第1の実施の形態と同様な作用効果を得ることができる。また、第2の実施の形態では、拡散反射成分の調整も可能とされているので、第1の実施の形態よりも自由度の高い処理が可能となる。

[0106] <2-3. 目的画像生成部の第3の実施の形態>

次に、目的画像生成部の第3の実施の形態について説明する。上述の第1および第2の実施の形態では、鏡面反射画像と拡散反射画像を用いており、これらの画像では偏光に関する位相情報が含まれていない。そこで、第3の実施の形態では、偏光に関する位相情報を含めて目的画像の生成を行うことができるように、偏光成分毎の偏光画像を成分画像として用いる。なお、以下の説明では偏光方向が 0° の偏光成分を示す偏光画像を 0° 偏光成分画像とする。また、偏光方向が 45° の偏光成分を示す偏光画像を 45° 偏光成分画像、偏光方向が 90° の偏光成分を示す偏光画像を 90° 偏光成分画像、偏光方向が 135° の偏光成分を示す偏光画像を 135° 偏光成分画像とする。

[0107] 図19は、目的画像生成部の第3の実施の形態の構成を示している。目的画像生成部33-3は、ゲイン設定部331-3と乗算部335~338および演算部339を有している。

[0108] 補間処理部31で生成された 0° 偏光成分画像は、ゲイン設定部331-3と乗算部335へ出力される。また、 45° 偏光成分画像はゲイン設定部331-3と乗算部336、 90° 偏光成分画像はゲイン設定部331-3と乗算部337、 135° 偏光成分画像はゲイン設定部331-3と乗算部338へそれぞれ出力される。

[0109] ゲイン設定部331-3は、学習済みモデルを用いて 0° 偏光成分画像と 45° 偏光成分画像と 90° 偏光成分画像および 135° 偏光成分画像に基づき、 0° 偏光成分画像と 45° 偏光成分画像と 90° 偏光成分画像および 135° 偏光成分画像に対するゲインを画素毎に設定する。ゲイン設定部331-3は、 0° 偏光成分画像に対するゲインを乗算部335へ出力する。また、ゲイン設定部331-3は、 45° 偏光成分画像に対するゲインを乗算部336、 90° 偏光成分画像に対するゲインを乗算部337、 135° 偏光成分画像に対するゲインを乗算部338へ出力する。

[0110] 乗算部335は、ゲイン設定部331-3で設定されたゲインを 0° 偏光成

分画像の画像信号に乗算して、 0° 偏光成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の 0° 偏光成分画像を演算部339へ出力する。

[0111] 乗算部336は、ゲイン設定部331-3で設定されたゲインを 45° 偏光成分画像の画像信号に乗算して、 45° 偏光成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の 45° 偏光成分画像を演算部339へ出力する。

[0112] 乗算部337は、ゲイン設定部331-3で設定されたゲインを 90° 偏光成分画像の画像信号に乗算して、 90° 偏光成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の 90° 偏光成分画像を演算部339へ出力する。

[0113] 乗算部335は、ゲイン設定部331-3で設定されたゲインを 135° 偏光成分画像の画像信号に乗算して、 135° 偏光成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の 135° 偏光成分画像を演算部339へ出力する。

[0114] 演算部339は、乗算部335～338から供給されたレベル調整後の偏光成分画像の画素信号を用いて画素毎に平均値を算出して高質感画像の画素信号とする。

[0115] 図20は、目的画像生成部の第3の実施の形態の動作を示すフローチャートである。ステップST61で目的画像生成部は偏光成分画像を取得する。目的画像生成部33-3は、補間処理部31で生成された偏光方向毎および色成分毎の偏光成分画像を取得してステップST62に進む。

[0116] ステップST62で目的画像生成部は偏光成分画像に対するゲインを設定する。目的画像生成部33-3は、偏光成分画像に基づき、予め設定されている学習済みモデルを用いて偏光方向毎および画素毎にゲインを設定してステップST63に進む。

[0117] ステップST63で目的画像生成部は偏光成分画像のレベル調整を行う。目的画像生成部33-3は、ステップST62で設定されたゲインで各偏光成分画像のレベル調整を行いステップST64に進む。

[0118] ステップST64で目的画像生成部は画像加算処理を行う。目的画像生成部33-3は、ステップST63でレベル調整が行われた各偏光成分画像を加算して目的画像を生成する。

- [0119] 次に、学習済みモデルを生成する学習装置について説明する。学習装置50は、第1および第2の実施の形態と同様に、偏光撮像部20を用いて取得した学習用画像群と学習用画像群の各画像に対応する所望の目的画像を用いて機械学習を行い、学習済みモデルを生成する。
- [0120] 図21は、学習済みモデルを生成する学習装置の第3の実施の形態の構成を示している。学習装置50は、成分画像生成部51-3、学習済みモデル生成部52-3、乗算部61~64、演算部65、誤差算出部66を有している。成分画像生成部51-3は、学習用画像の0°偏光成分画像と45°偏光成分画像と90°偏光成分画像と135°偏光成分画像を生成する。成分画像生成部51-3で生成された0°偏光成分画像は、学習済みモデル生成部52-3と乗算部61へ出力される。また、45°偏光成分画像は学習済みモデル生成部52-3と乗算部62、90°偏光成分画像は学習済みモデル生成部52-3と乗算部63、135°偏光成分画像は学習済みモデル生成部52-3と乗算部64へそれぞれ出力される。
- [0121] 学習済みモデル生成部52-3は、学習モデルを用いて0°偏光成分画像と45°偏光成分画像と90°偏光成分画像および135°偏光成分画像に基づき、偏光成分画像毎に偏光成分画像に対するゲインを画素毎に設定する。学習済みモデル生成部52-3は、0°偏光成分画像に対するゲインを乗算部61へ出力する。また、学習済みモデル生成部52-3は、45°偏光成分画像に対するゲインを乗算部62、90°偏光成分画像に対するゲインを乗算部63、135°偏光成分画像に対するゲインを乗算部64へ出力する。また、学習済みモデル生成部52-3は、後述する誤差算出部66で算出された誤差が少なくなるように学習モデルのパラメータを調整して、誤差が少なくなる学習モデルを学習済みモデルとする。なお、学習済みモデル生成部52-2は、学習済みモデル生成部52-1、52-2と同様に、学習モデルとして深層学習モデル例えばCNN (Convolutional Neural Network) 等を用いる。
- [0122] 乗算部61は、学習済みモデル生成部52-3で設定されたゲインを0°偏光成分画像の画像信号に乗算して、0°偏光成分画像のレベル調整を行い、

レベル調整後の 0° 偏光成分画像を演算部65へ出力する。

[0123] 乗算部62は、学習済みモデル生成部52-3で設定されたゲインを 45° 偏光成分画像の画像信号に乗算して、 45° 偏光成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の 45° 偏光成分画像を演算部65へ出力する。

[0124] 乗算部63は、学習済みモデル生成部52-3で設定されたゲインを 90° 偏光成分画像の画像信号に乗算して、 90° 偏光成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の 90° 偏光成分画像を演算部65へ出力する。

[0125] 乗算部64は、学習済みモデル生成部52-3で設定されたゲインを 135° 偏光成分画像の画像信号に乗算して、 135° 偏光成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の 135° 偏光成分画像を演算部65へ出力する。

[0126] 演算部65は、乗算部61から供給されたレベル調整後の 0° 偏光成分画像と乗算部62から供給されたレベル調整後の 45° 偏光成分画像と乗算部63から供給されたレベル調整後の 90° 偏光成分画像と乗算部64から供給されたレベル調整後の 135° 偏光成分画像の画素信号を用いて画素位置毎の平均値を算出する。さらに、平均値を画素信号とする比較用画像を生成する。演算部65は、生成した比較用画像を誤差算出部66へ出力する。

[0127] 誤差算出部66は、目的画像に対する比較用画像の誤差を算出して、算出結果を学習済みモデル生成部52-3へ出力する。

[0128] 学習装置50は、誤差算出部66で算出される誤差Lが少なくなる学習済みモデル例えば誤差Lが最小となる学習済みモデルを、目的画像生成部33-3で用いる学習済みモデルとする。

[0129] 図22は、学習装置の第3の実施の形態の動作を示すフローチャートである。ステップST71で学習装置は学習用画像と目的画像を取得してステップST72に進む。

[0130] ステップST72で学習装置は成分画像を生成する。学習装置50の成分画像生成部51-3は、成分画像として学習用画像の偏光方向毎の偏光成分画像を生成してステップST73に進む。

[0131] ステップST73で学習装置は各偏光成分画像に対するゲインを設定する

。学習装置50の学習済みモデル生成部52-3は、各偏光成分画像に基づき学習モデルを用いて各偏光成分画像の画素毎にゲインを設定してステップST74に進む。

[0132] ステップST74で学習装置は各偏光成分画像のレベル調整を行う。学習装置50の乗算部61乃至64は、ステップST73で設定されたゲインで各偏光成分画像のレベル調整を行う。例えば乗算部61は第1偏光方向の偏光成分画像のレベル調整を行う。また、乗算部61～64は第2～第4偏光方向の偏光成分画像のレベル調整を行いステップST75に進む。

[0133] ステップST75で学習装置は比較用画像を生成する。学習装置50の演算部65は、ステップST74でレベル調整が行われた各偏光成分画像を平均して比較用画像を生成してステップST76に進む。

[0134] ステップST76で学習装置は比較用画像と目的画像との誤差が最小であるか判別する。学習装置50の誤差算出部66は、ステップST71で取得した目的画像とステップST75で生成された比較用画像との誤差を算出する。学習装置50は、誤差が最小でない場合にステップST77に進み、誤差が最小である場合にステップST78に進む。

[0135] ステップST77で学習装置は学習モデルのパラメータを調整する。学習装置50の学習済みモデル生成部52-3は、学習モデルのパラメータを変更してステップST73に戻る。

[0136] ステップST76からステップST78に進むと、学習装置は学習済みモデルを決定する。学習装置50の学習済みモデル生成部52-3は、誤差が最小となるときの学習モデルを学習済みモデルとして処理を終了する。

[0137] このように、第3の実施の形態によれば、0°偏光成分と45°偏光成分と90°偏光成分および135°偏光成分を調整して各偏光成分を加算して高質感の出力画像を生成できる。したがって、偏光の位相情報を用いていない第1および第2の実施の形態よりもコストは上昇するが精度を向上させることが可能となる。

[0138] <2-4. 目的画像生成部の第4の実施の形態>

ところで、第3の実施の形態では、4つの偏光方向の偏光成分画像を用いて偏光成分画像毎にゲインを設定して、設定されたゲインでレベル調整が行われた各偏光成分画像から出力画像を生成したが、偏光成分画像は4つの偏光方向毎の画像に限らず3偏光あるいは2偏光または1偏光の偏光成分画像を用いて学習済みモデルの生成や出力画像の生成を行うようにしてもよい。なお、偏光成分画像が少なくなると情報量が少なくなるが、学習済みモデルの生成や目的画像の生成に要するコストを低くできる。また、イメージセンサにおける所定サイズ例えば4×4画素のブロック内に設ける偏光画素を少なくするに伴い無偏光画素が多くなることから感度を高めることができる。

[0139] <3. 他の実施の形態>

第1乃至第4の実施の形態では、人物の顔を撮像した偏光画像から、高質感の顔画像を生成する場合について説明したが、被写体は人物に限らず他の被写体でもよく、この場合には被写体に応じた学習済みモデルを生成すればよい。例えば高質感の風景画像を生成する場合、風景を示す学習用画像群と目的画像群を用いて学習済みモデルを生成すればよく、高質感の食品画像を生成する場合、食品を示す学習用画像群と目的画像群を用いて学習済みモデルを生成すればよい。また、目的画像は高質感の画像に限られず、所望の特性の画像を用いて学習済みモデルを生成すれば、偏光画像から所望の特性の画像を生成できるようになる。

[0140] また、照明光として偏光照明光（光源からの無偏光を、偏光子を介して出力した光）を用いれば、鏡面反射の反射光は偏光したままの光であり、拡散反射の反射光は無偏光となるので鏡面反射画像と拡散反射画像の生成が容易となる。また、照明光は太陽光等であってもよい。この場合、葉の表面の反射を鏡面反射成分として分離できる。

[0141] また、偏光撮像部20と画像処理部30は、一体化して設けられてもよく独立して設けられてもよい。また、画像処理部30は、偏光撮像部20で取得された偏光画像を用いてオンラインで上述の処理を行い目的画像を生成する場合に限らず、記録媒体等に記録されている偏光画像を用いてオフライン

で上述の処理を行い目的画像を生成してもよい。

[0142] <4. 応用例>

本開示に係る技術は、様々な分野へ適用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等の何れかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。また、工場における生産工程で用いられる機器や建設分野で用いられる機器に搭載される装置として実現されてもよい。このような分野に適用すれば、偏光状態情報に生じたレンズによる偏光状態の変化を補正できるので、補正後の偏光状態情報に基づき精度よく法線情報の生成や反射成分の分離等を行うことができる。したがって、周辺環境を3次元で精度よく把握できるようになり、運転者や作業者の疲労を軽減できる。また、自動運転等をより安全に行うことが可能となる。

[0143] 本開示に係る技術は、医療分野へ適用することもできる。例えば、手術を行う際に術部の撮像画を利用する場合に適用すれば、術部の三次元形状や反射のない画像を精度よく得られるようになり、術者の疲労軽減や安全に且つより確実に手術を行うことが可能になる。

[0144] また、本開示に係る技術は、パブリックサービス等の分野にも適用できる。例えば被写体の画像を書籍や雑誌等に掲載する際に、不要な反射成分等を被写体の画像から精度よく除去することが可能となる。

[0145] 明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させる。または、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。

[0146] 例えば、プログラムは記録媒体としてのハードディスクやSSD (Solid State Drive)、ROM (Read Only Memory) に予め記録しておくことができ

る。あるいは、プログラムはフレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、MO (Magneto optical) ディスク、DVD (Digital Versatile Disc)、BD (Blu-Ray Disc (登録商標))、磁気ディスク、半導体メモリカード等のリムーバブル記録媒体に、一時的または永続的に格納(記録)しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

[0147] また、プログラムは、リムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトからLAN (Local Area Network) やインターネット等のネットワークを介して、コンピュータに無線または有線で転送してもよい。コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

[0148] なお、本明細書に記載した効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、記載されていない付加的な効果があってもよい。また、本技術は、上述した技術の実施の形態に限定して解釈されるべきではない。この技術の実施の形態は、例示という形態で本技術を開示しており、本技術の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施の形態の修正や代用をなし得ることは自明である。すなわち、本技術の要旨を判断するためには、請求の範囲を参酌すべきである。

[0149] また、本技術の画像処理装置は以下のような構成も取ることができる。

(1) 偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像から目的画像を生成する目的画像生成部を備える画像処理装置。

(2) 前記学習済みモデルは、学習用画像から得られる成分画像に基づき学習モデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像を用いて生成した評価画像と、前記学習用画像に対する目的画像との差が少なくなる前記学習モデルである(1)に記載

の画像処理装置。

(3) 前記学習モデルは深層学習モデルである(2)に記載の画像処理装置。

(4) 前記成分画像は鏡面反射画像と拡散反射画像であり、
前記目的画像生成部は、学習済みモデルを用いて前記鏡面反射画像または前記鏡面反射画像と前記拡散反射画像に対するゲインを設定する(1)乃至(3)の何れかに記載の画像処理装置。

(5) 前記目的画像生成部は、前記拡散反射画像とレベル調整後の前記鏡面反射画像に基づいて前記目的画像を生成する(4)に記載の画像処理装置。

(6) 前記目的画像生成部は、レベル調整後の前記鏡面反射画像とレベル調整後の前記拡散反射画像に基づいて前記目的画像を生成する(4)に記載の画像処理装置。

(7) 前記成分画像は偏光方向毎の偏光成分画像であり、
前記目的画像生成部は、学習済みモデルを用いて前記偏光方向毎の偏光成分画像に対するゲインを設定して、レベル調整後の前記偏光成分画像に基づいて前記目的画像を生成する(1)乃至(3)の何れかに記載の画像処理装置。

(8) 前記目的画像生成部は前記成分画像に基づき学習済みモデルを用いて画素毎に設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行う(1)乃至(7)の何れかに記載の画像処理装置。

(9) 前記偏光画像を取得する偏光撮像部をさらに備える(1)乃至(8)の何れかに記載の画像処理装置。

(10) 前記偏光画像は偏光照明光を用いて撮像を行うことにより取得された画像である(1)乃至(9)の何れかに記載の画像処理装置。

産業上の利用可能性

[0150] この技術の画像処理装置と画像処理方法とプログラムでは、偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで成分

画像のレベル調整を行い、レベル調整後の成分画像から目的画像が生成される。また、学習装置では学習済みモデルの生成が行われる、このため、偏光画像から目的画像を容易に得ることができるようになる。したがって、例えば高質感画像が必要とされるパブリックサービス等の分野や偏光情報と高質感画像を用いる移動体や各種機器、医療分野等に適している。

符号の説明

- [0151] 10・・・撮像システム
20・・・偏光撮像部
30・・・画像処理部
31・・・補間処理部
32・・・成分画像生成部
33, 33-1, 33-2, 33-3・・・目的画像生成部
50・・・学習装置
51-1, 51-2, 51-3・・・成分画像生成部
52-1, 52-2, 52-3・・・学習済みモデル生成部
53, 54, 61～64, 332, 333, 335～338・・・乗算部
55, 334・・・加算部
56, 66・・・誤差算出部
65, 339・・・演算部
201・・・イメージセンサ
202・・・偏光フィルタ
203・・・レンズ
204, 211, 212～1～212～4・・・偏光板
210, 210-1～210-4・・・撮像部
311・・・低周波成分算出部
312・・・成分情報取得部
313・・・信号算出部
331-1, 331-2, 331-3・・・ゲイン設定部

請求の範囲

- [請求項1] 偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像から目的画像を生成する目的画像生成部を備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記学習済みモデルは、学習用画像から得られる成分画像に基づき学習モデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像を用いて生成した評価画像と、前記学習用画像に対する目的画像との差が少なくなる前記学習モデルである
請求項 1 に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記学習モデルは深層学習モデルである
請求項 2 に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記成分画像は鏡面反射画像と拡散反射画像であり、
前記目的画像生成部は、学習済みモデルを用いて前記鏡面反射画像または前記鏡面反射画像と前記拡散反射画像に対するゲインを設定する
請求項 1 に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記目的画像生成部は、前記拡散反射画像とレベル調整後の前記鏡面反射画像に基づいて前記目的画像を生成する
請求項 4 に記載の画像処理装置。
- [請求項6] 前記目的画像生成部は、レベル調整後の前記鏡面反射画像とレベル調整後の前記拡散反射画像に基づいて前記目的画像を生成する
請求項 4 に記載の画像処理装置。
- [請求項7] 前記成分画像は偏光方向毎の偏光成分画像であり、
前記目的画像生成部は、学習済みモデルを用いて前記偏光方向毎の偏光成分画像に対するゲインを設定して、レベル調整後の前記偏光成分画像に基づいて前記目的画像を生成する

請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記目的画像生成部は前記成分画像に基づき学習済みモデルを用いて画素毎に設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行う

請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記偏光画像を取得する偏光撮像部をさらに備える

請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項10] 前記偏光画像は偏光照明光を用いて撮像を行うことにより取得された画像である

請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項11] 偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像から目的画像を目的画像生成部で生成することを含む画像処理方法。

[請求項12] 偏光画像を用いて画像処理をコンピュータで実行させるプログラムであって、

偏光画像から得られる成分画像に基づき学習済みモデルを用いてゲイン設定を行う手順と、

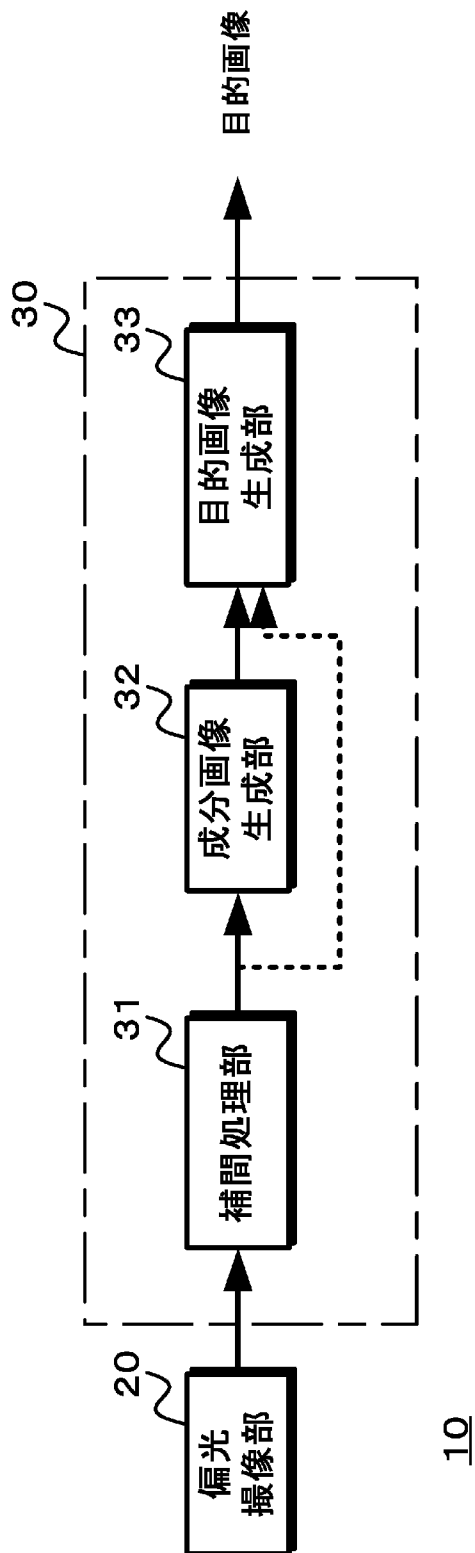
前記設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行う手順と、
レベル調整後の前記成分画像から目的画像を生成する手順と
を前記コンピュータで実行させるプログラム。

[請求項13] 学習用画像から得られる成分画像に基づき学習モデルを用いて設定されたゲインで前記成分画像のレベル調整を行い、レベル調整後の前記成分画像を用いて生成した評価画像と目的画像との差が少なくなる前記学習モデルを学習済みモデルとする学習済みモデル生成部を備える学習装置。

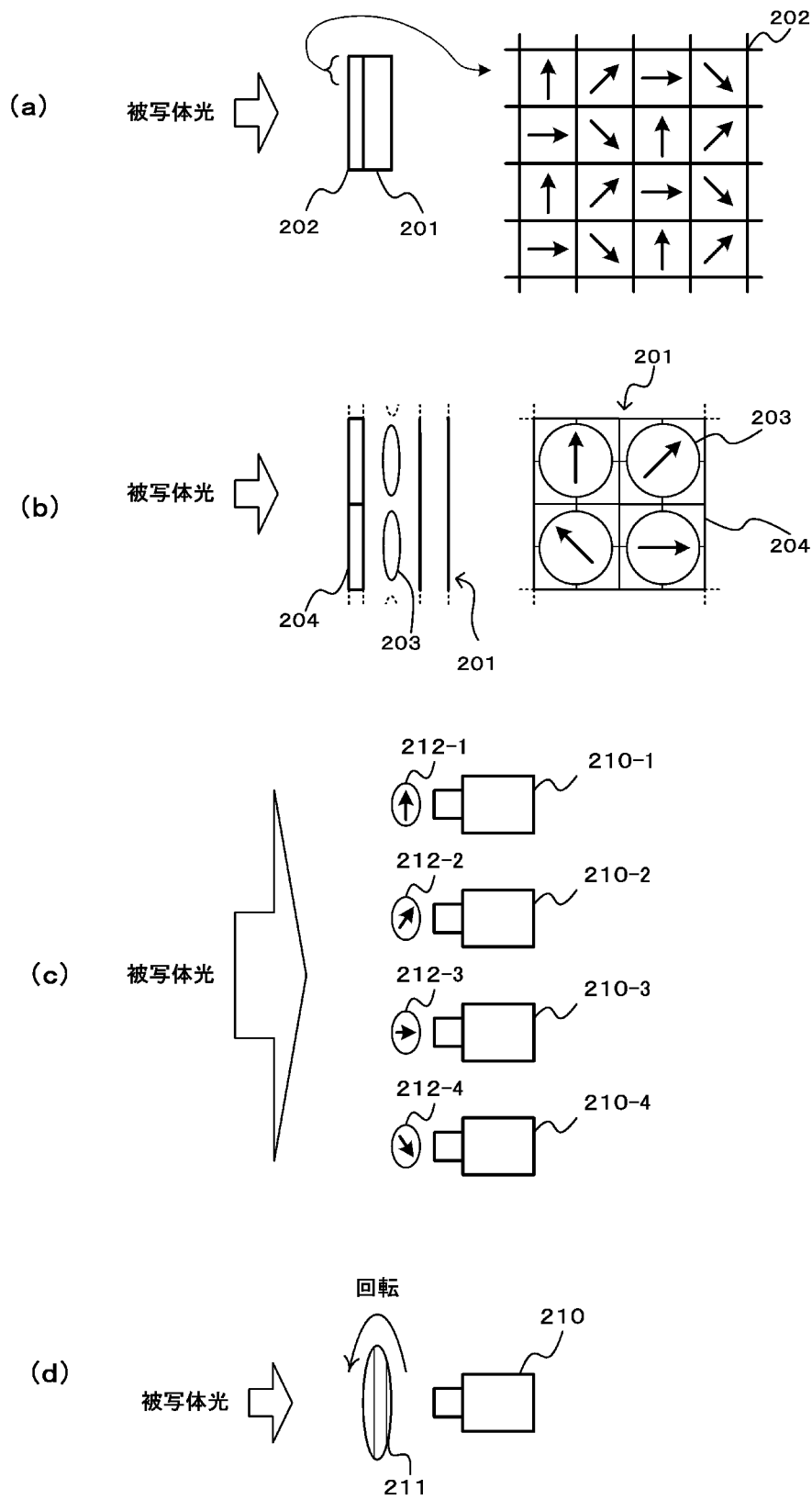
[請求項14] 前記学習モデルは深層学習モデルである

請求項 1 3 に記載の学習装置。

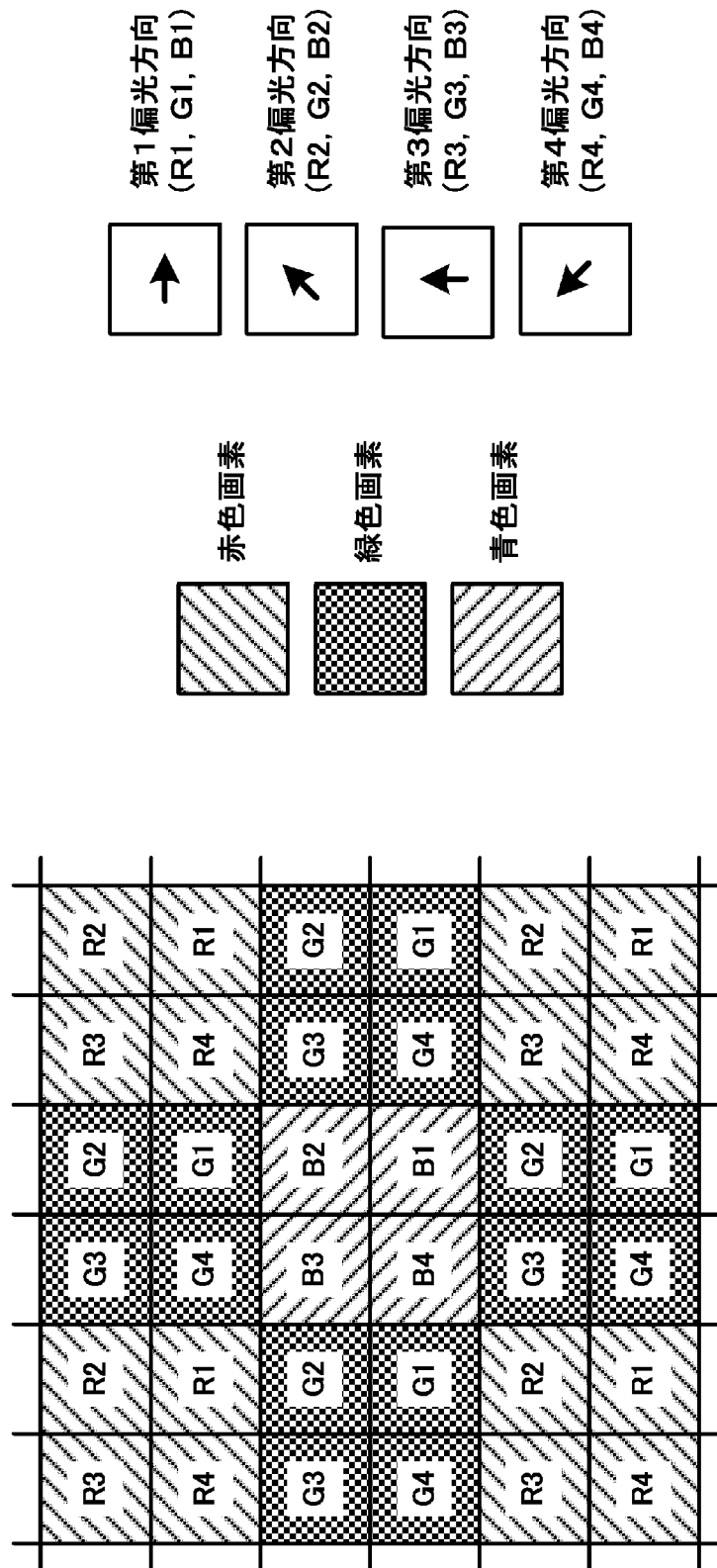
[図1]



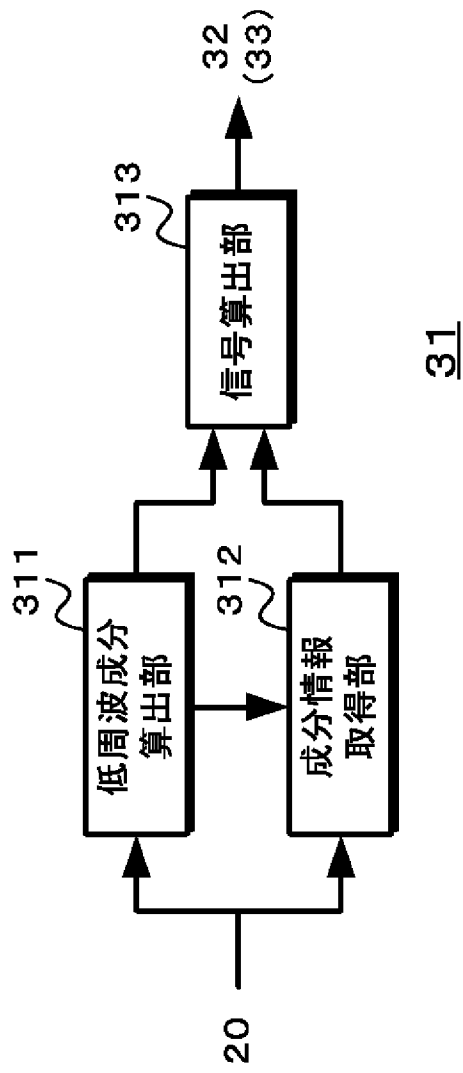
[図2]



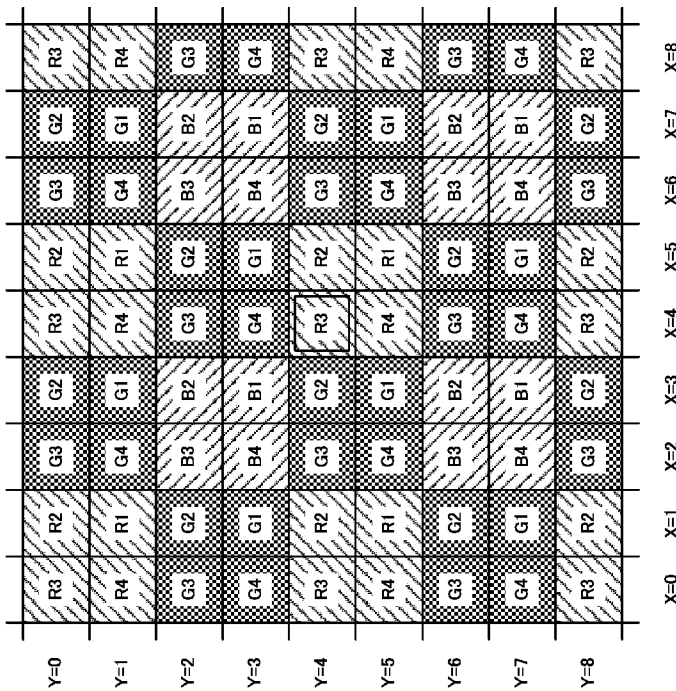
[図3]



[図4]



[5]

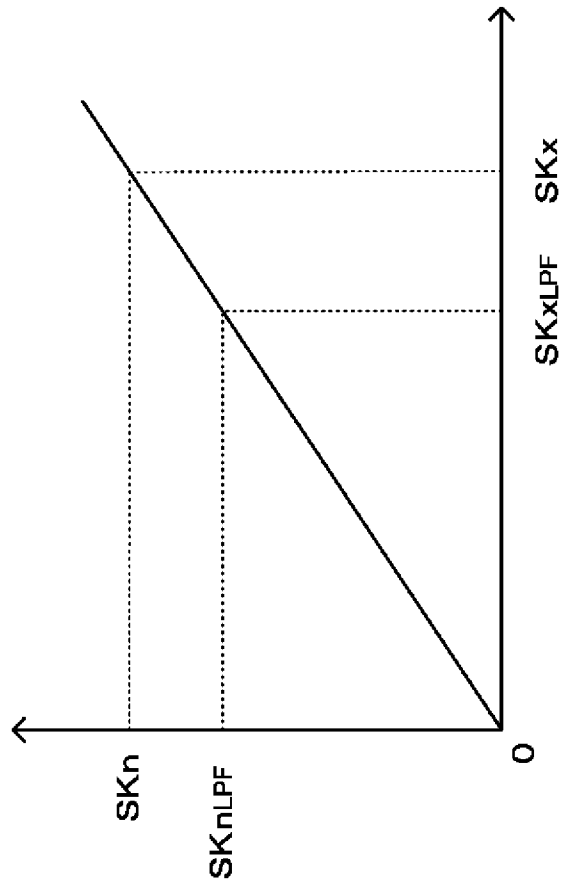


(a)

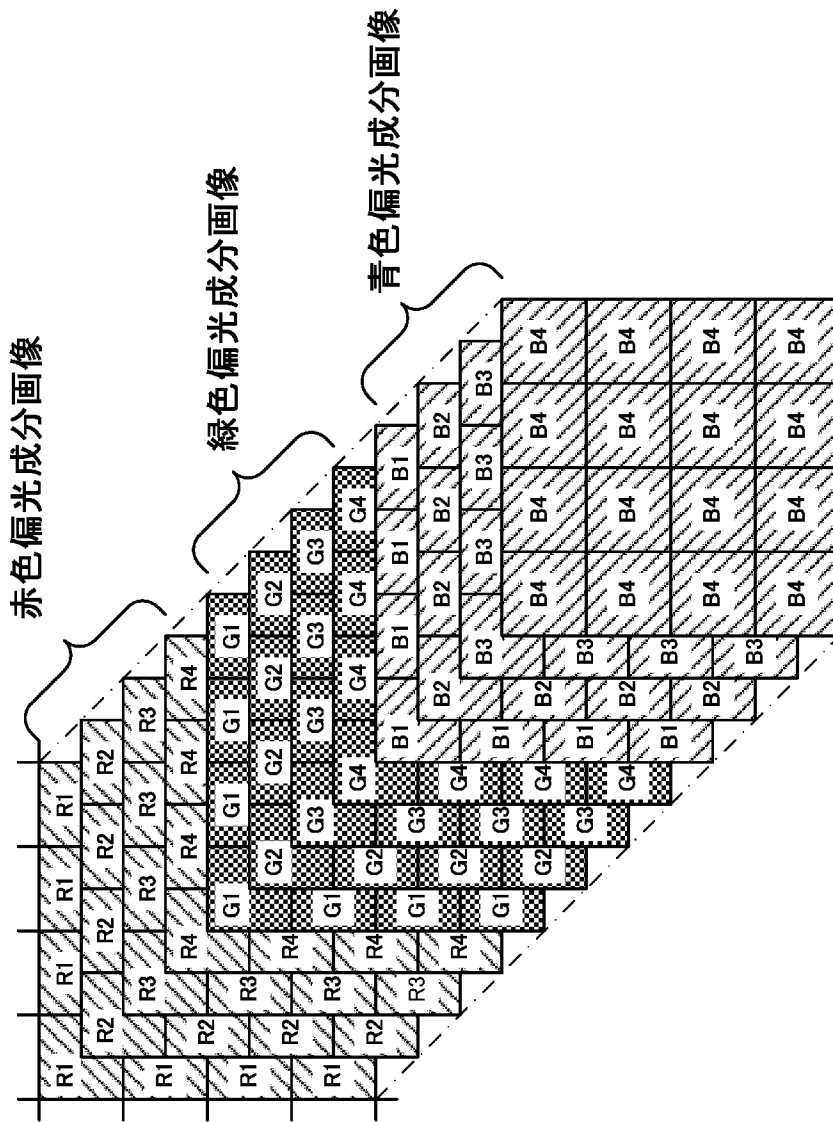
1	4	8	12	14	12	8	4	1
4	16	32	48	56	48	32	16	4
8	32	64	96	112	96	64	32	8
12	48	96	144	168	144	96	48	12
14	56	112	168	196	168	112	56	14
12	48	96	144	168	144	96	48	12
8	32	64	96	112	96	64	32	8
4	16	32	48	56	48	32	16	4
1	4	8	12	14	12	8	4	1

(b)

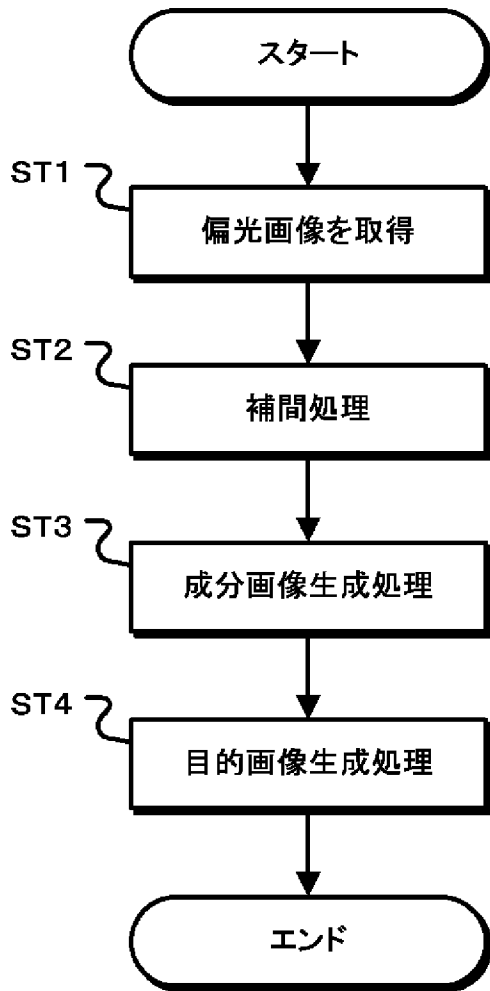
[図6]



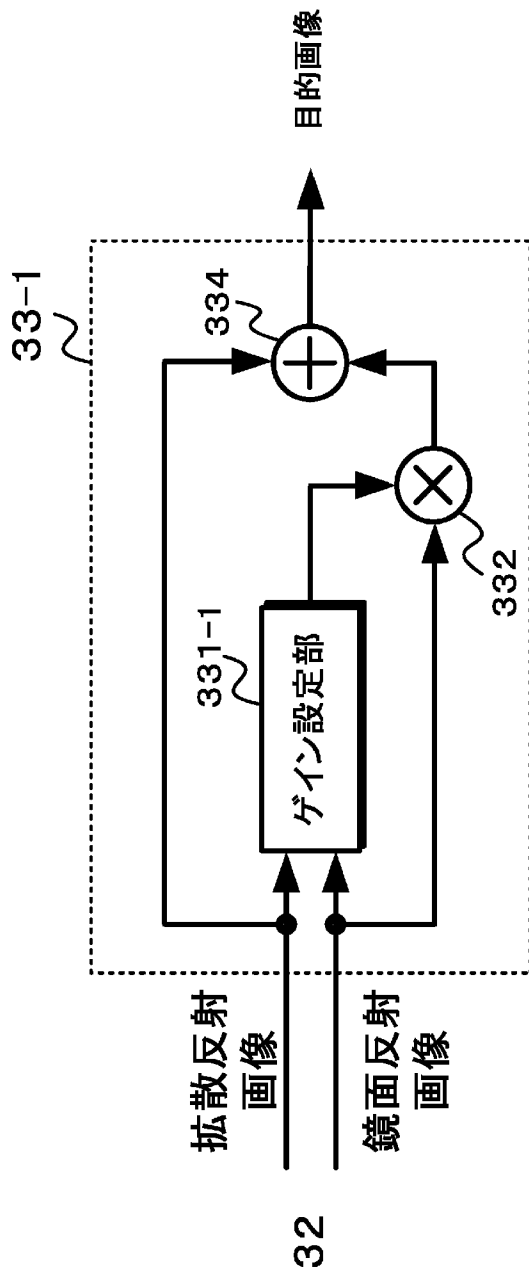
[図7]



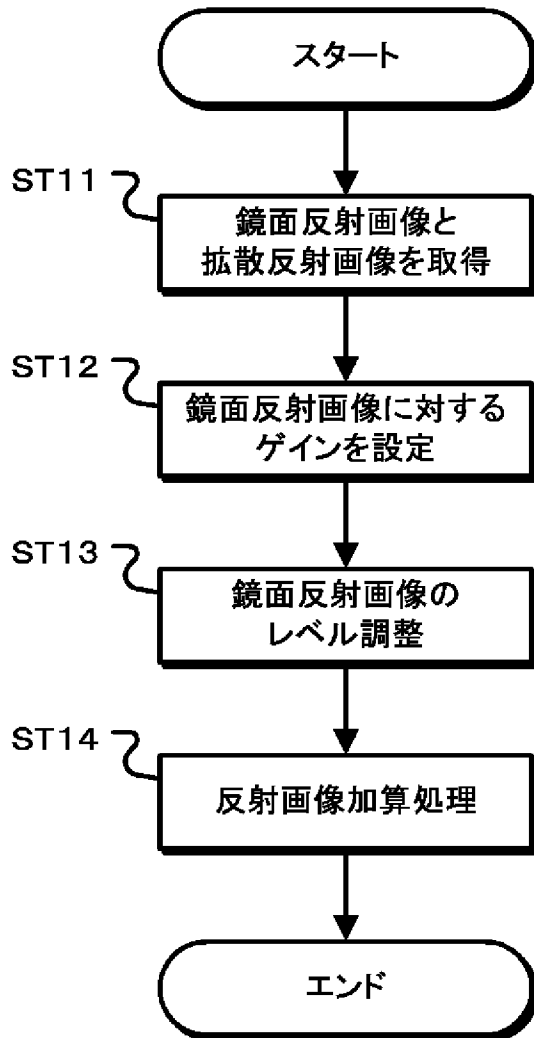
[図8]



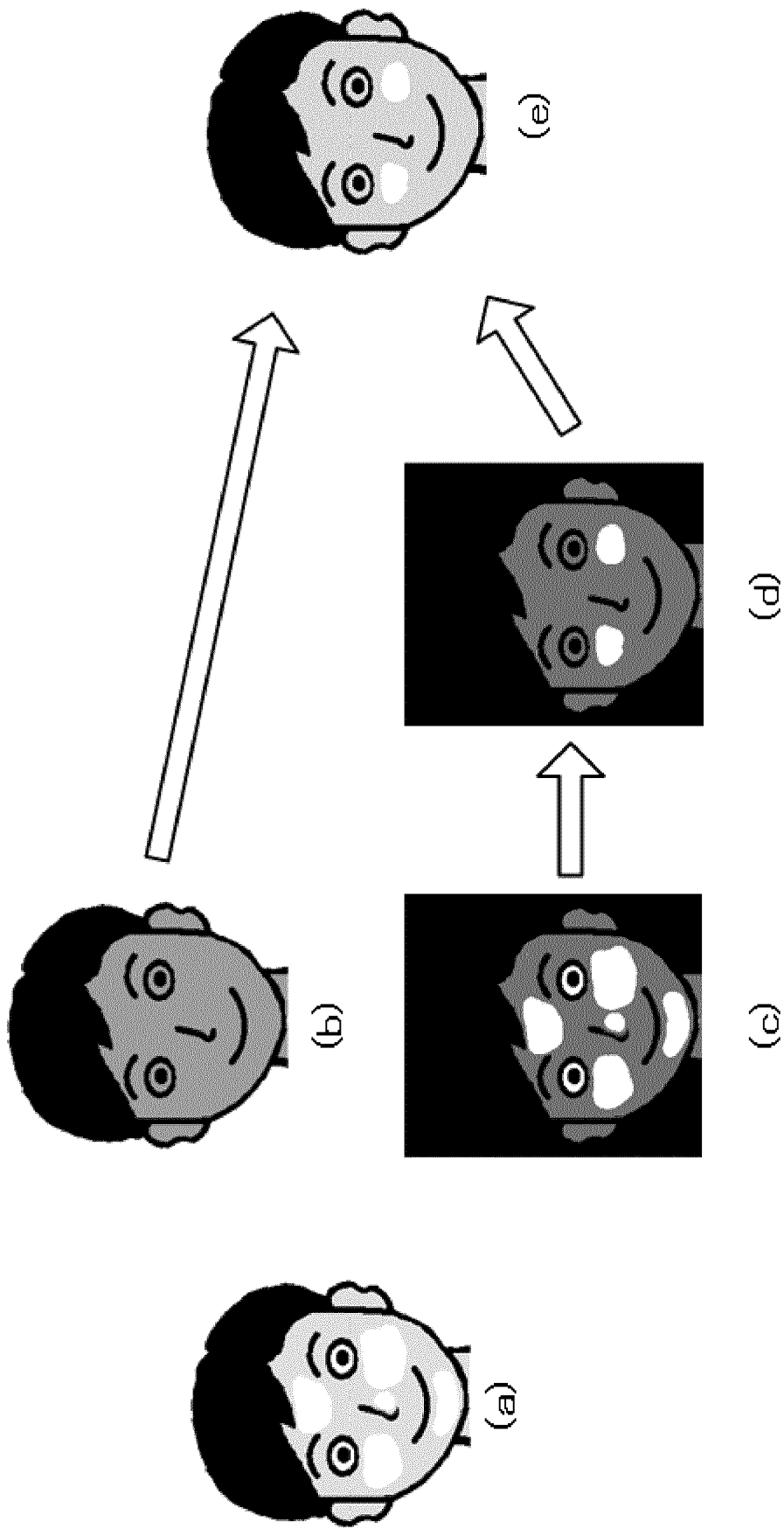
[図9]



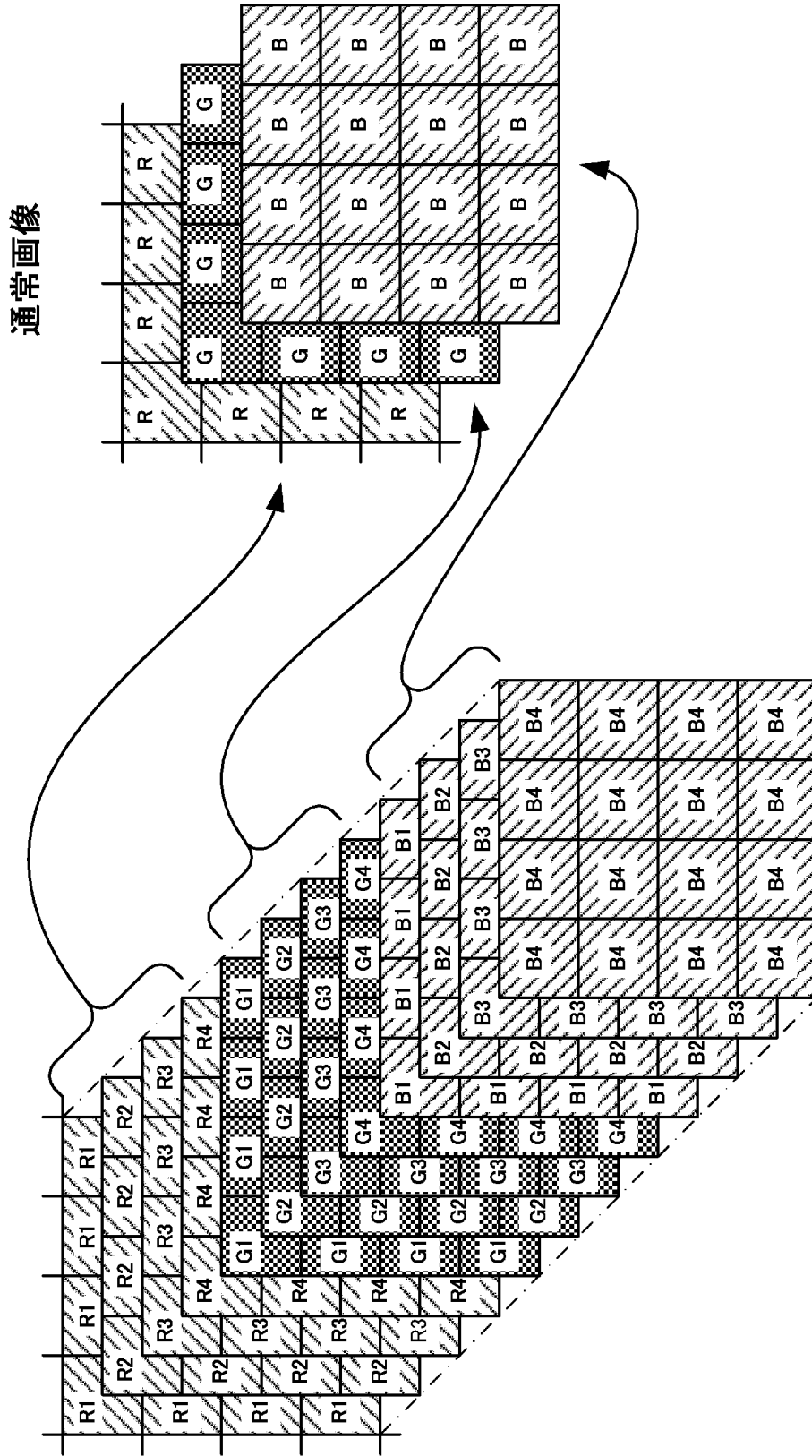
[図10]



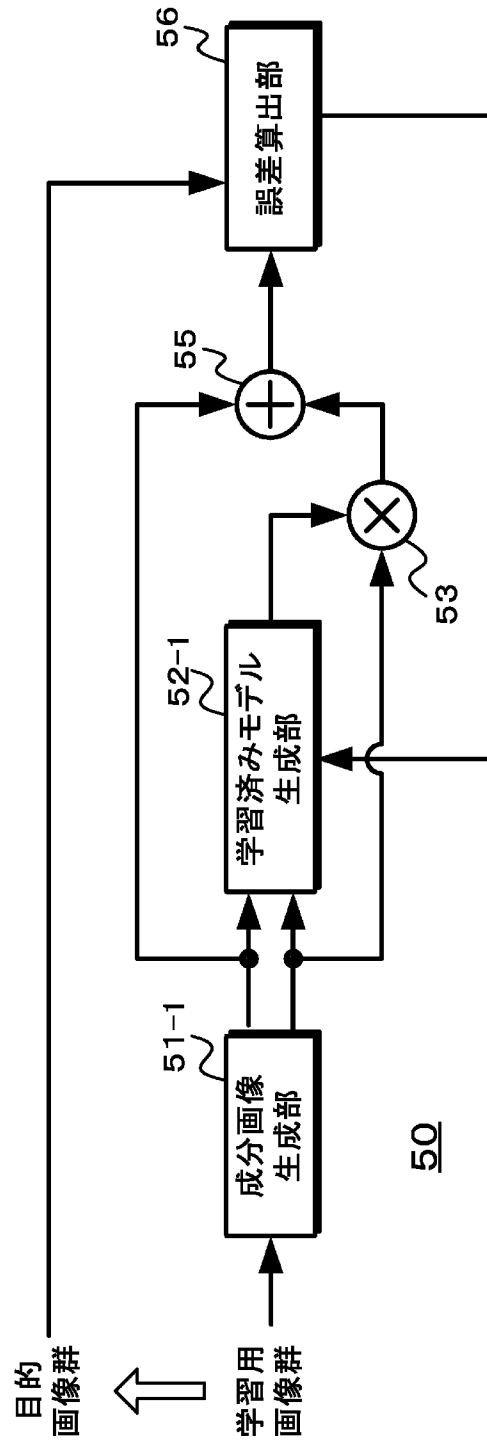
[図11]



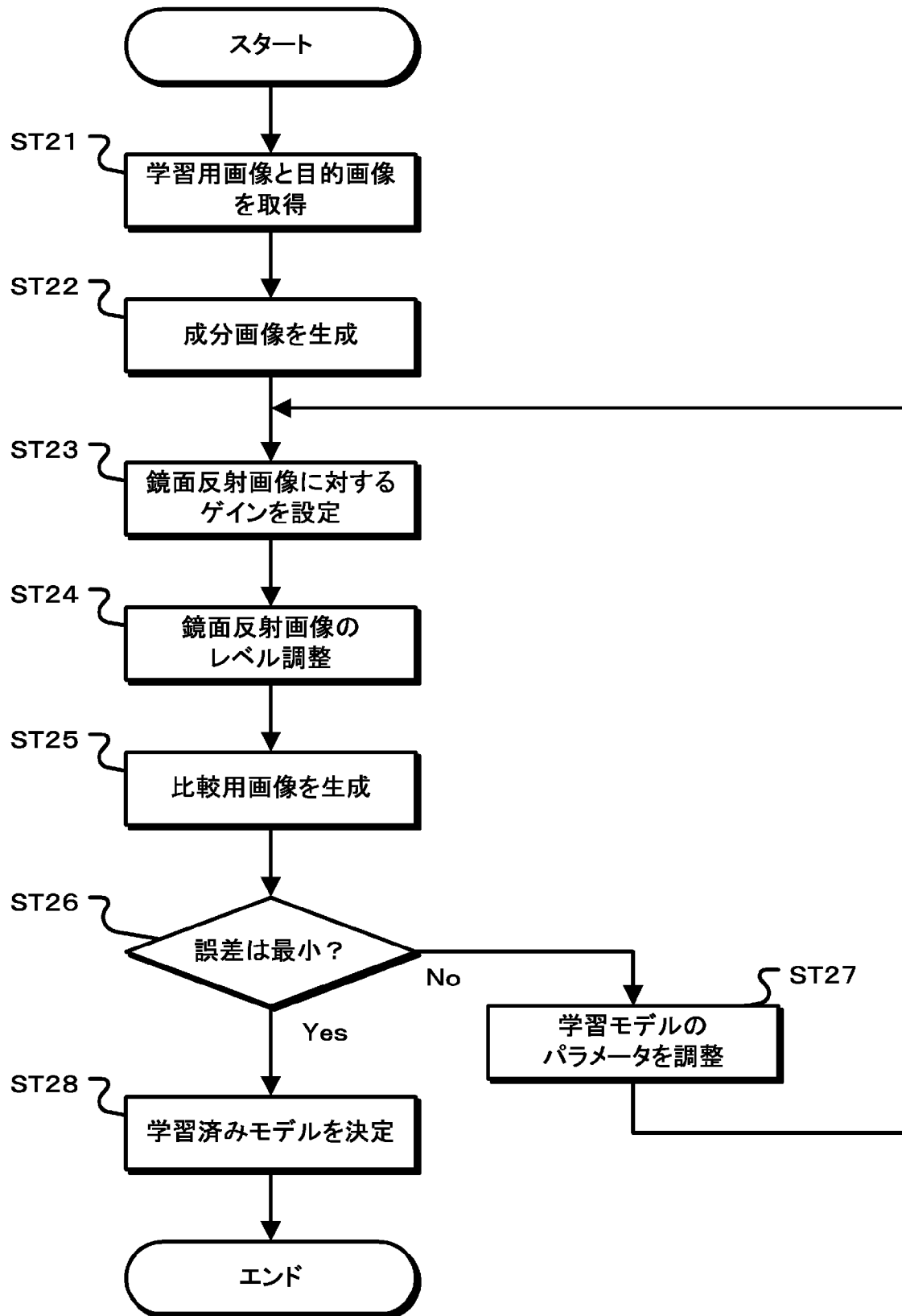
[図12]



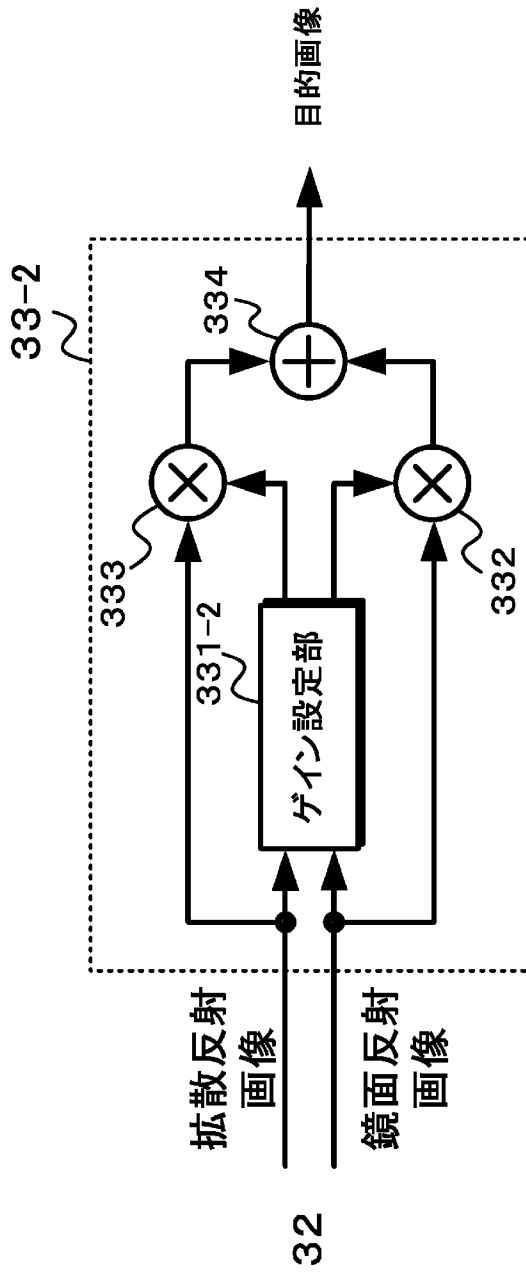
[図13]



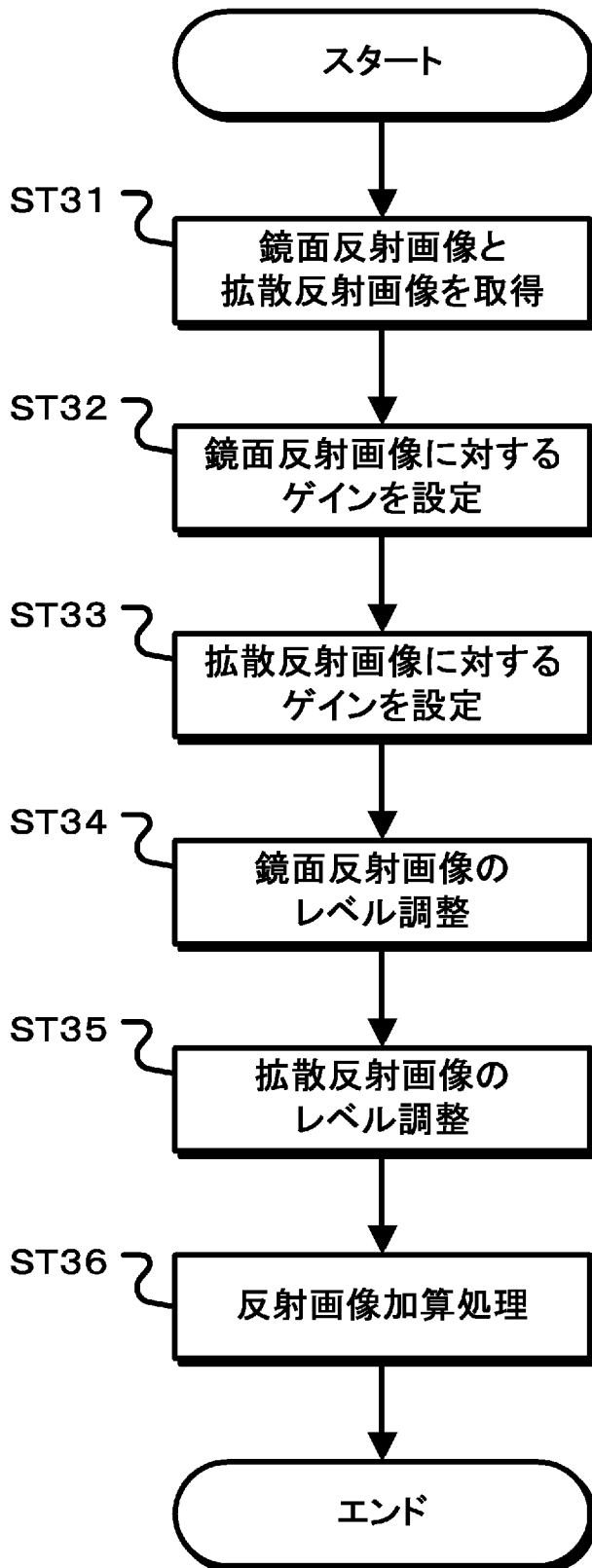
[図14]



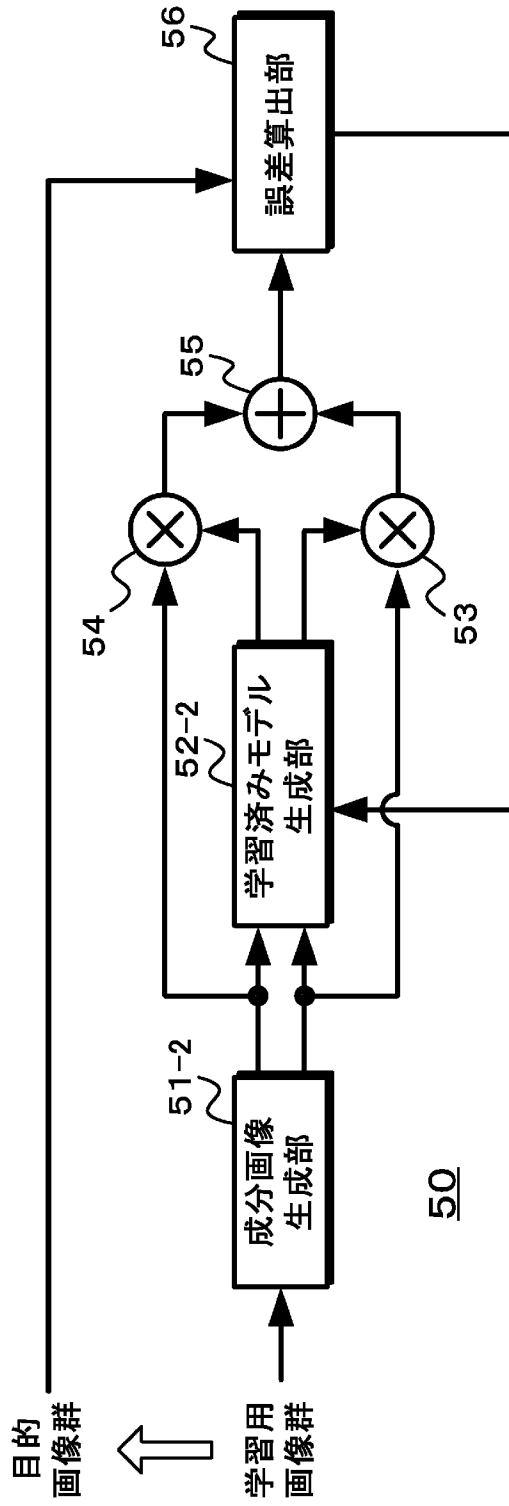
[図15]



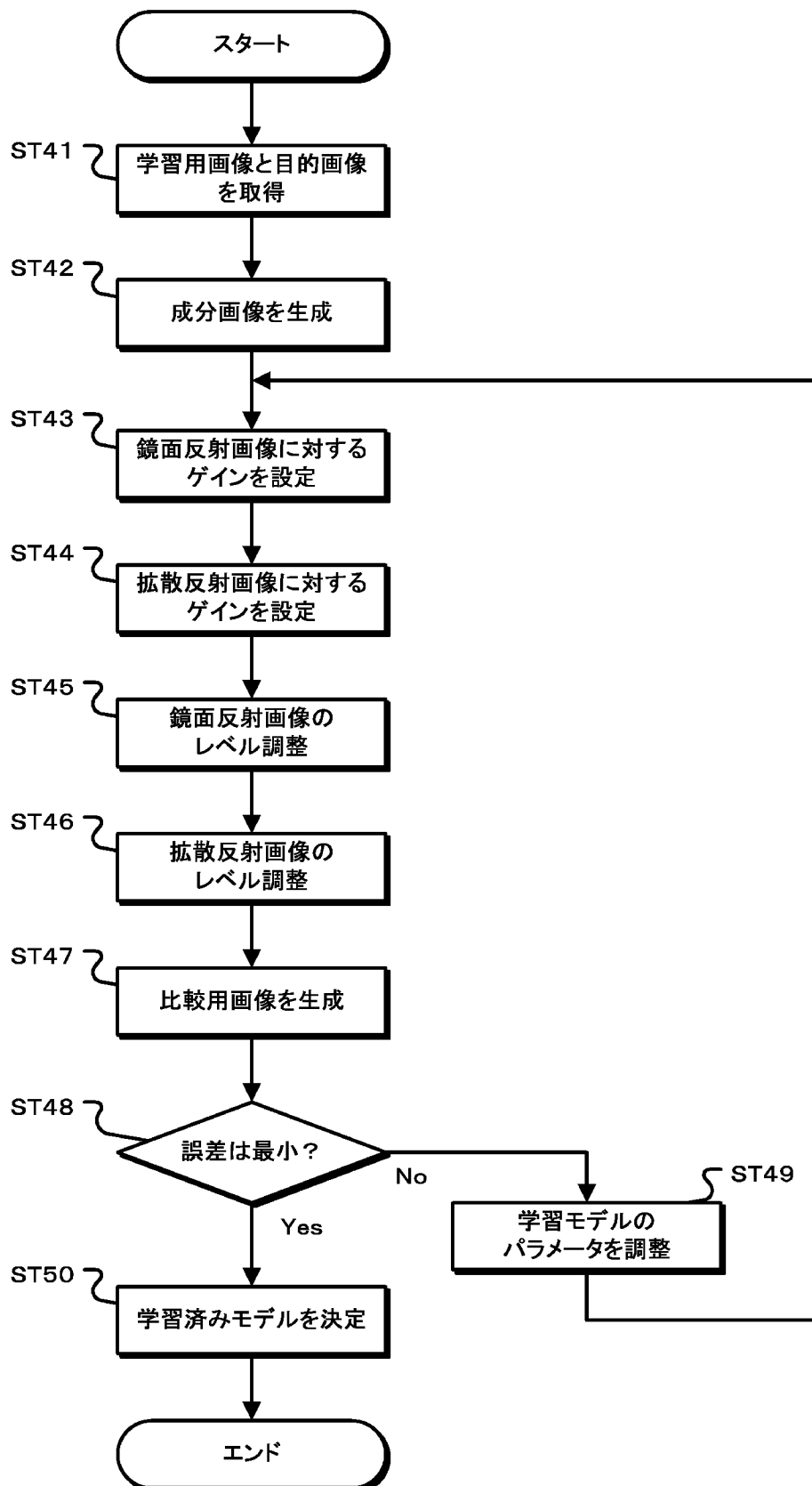
[図16]



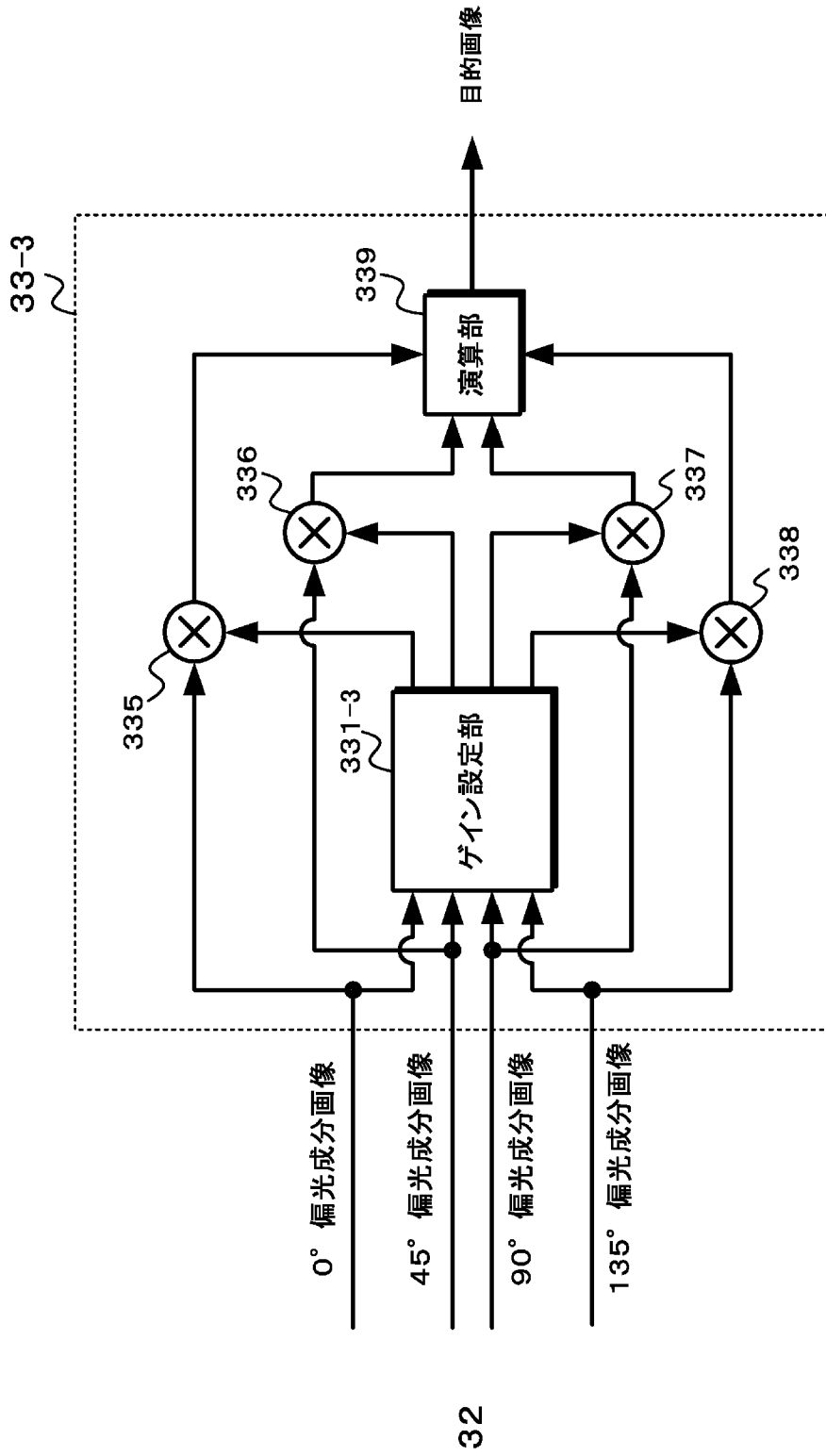
[図17]



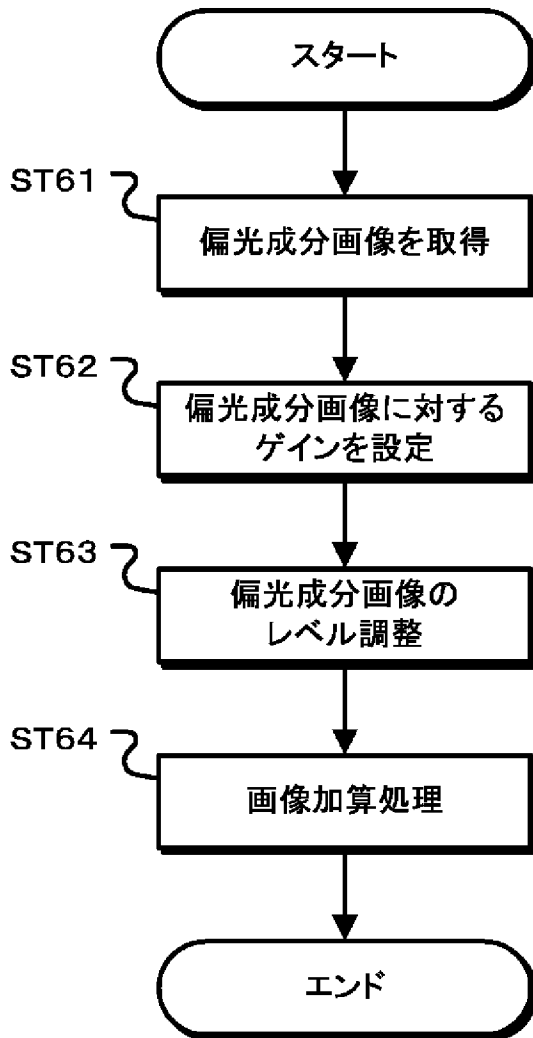
[図18]



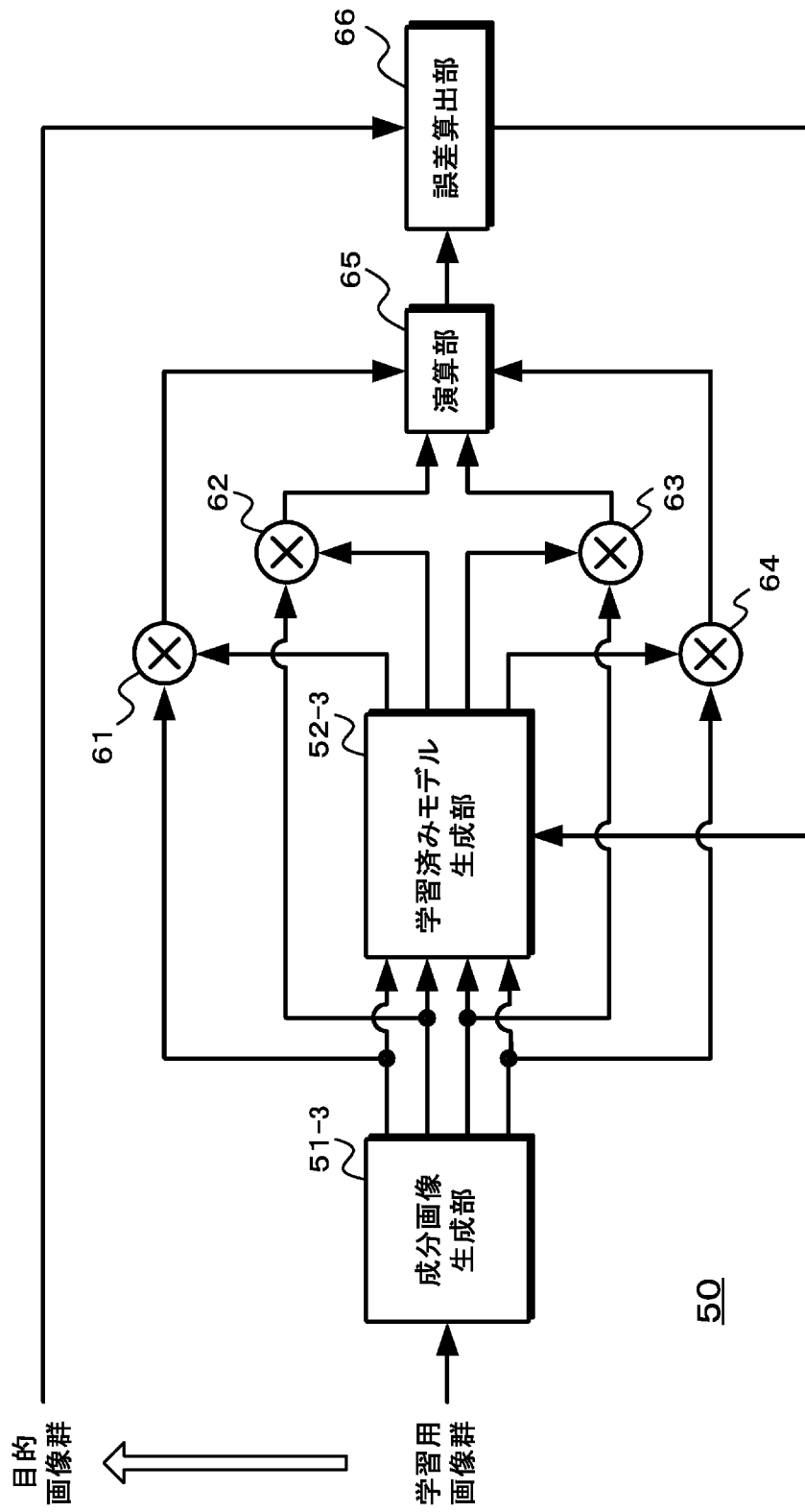
[図19]



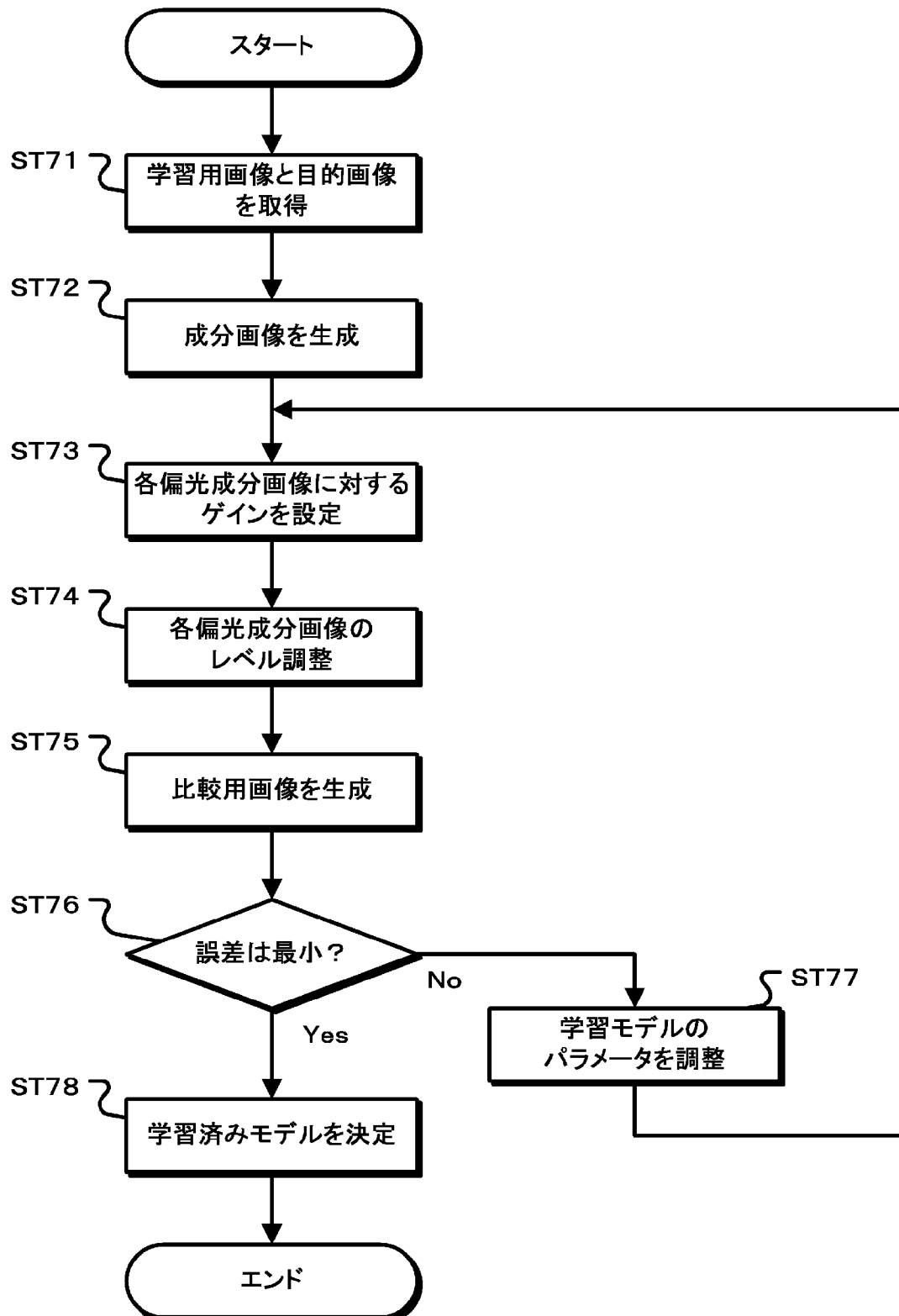
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/003390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T5/00(2006.01) i, G06T1/40(2006.01) i, H04N5/232(2006.01) i, H04N5/369(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. G06T5/00, G06T1/40, H04N5/232, H04N5/369

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.
Y	JP 2015-172926 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 01 October 2015, paragraphs [0012]-[0082], [0100]-[0103], fig. 1-10 & US 2015/0235375 A1, paragraphs [0029]-[0099], [0117]-[0120], fig. 1-10	1-14
Y	JP 2008-229161 A (FUJIFILM CORPORATION) 02 October 2008, paragraphs [0008]-[0012], [0020]-[0035], [0048] & US 2008/0232667 A1, paragraphs [0009]-[0014], [0022]-[0030], [0062]	1-14

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10.04.2019	Date of mailing of the international search report 23.04.2019
---	--

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/JP2019/003390

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-45608 A (CANON INC.) 22 March 2018, paragraphs [0014]-[0020], [0035], [0055] & US 2018/0082106 A1, paragraphs [0025]-[0035], [0057], [0080]	1-14
Y	JP 5-167925 A (SCALAR CORPORATION) 02 July 1993, claim 1, paragraphs [0005]-[0008] (Family: none)	10
Y	JP 2015-29168 A (PANASONIC CORPORATION) 12 February 2015, paragraphs [0044]-[0060], fig. 1, 3, 4 (Family: none)	10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T5/00(2006.01)i, G06T1/40(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N5/369(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. G06T5/00, G06T1/40, H04N5/232, H04N5/369

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
Y	JP 2015-172926 A (パナソニック IPマネジメント株式会社) 2015.10.01, 段落[0012]-[0082], [0100]-[0103], 図 1-10 & US 2015/0235375 A1, 段落[0029]-[0099], [0117]-[0120], 第 1-10 図	1-14
Y	JP 2008-229161 A (富士フイルム株式会社) 2008.10.02, 段落[0008]-[0012], [0020]-[0035], [0048] & US 2008/0232667 A1, 段落[0009]-[0014], [0022]-[0030], [0062]	1-14

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

10.04.2019

国際調査報告の発送日

23.04.2019

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)

▲徳▼田 賢二

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5 P

9654

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
Y	JP 2018-45608 A (キヤノン株式会社) 2018. 03. 22, 段落[0014]-[0020], [0035], [0055] & US 2018/0082106 A1, 段落[0025]-[0035], [0057], [0080]	1-14
Y	JP 5-167925 A (スカラ株式会社) 1993. 07. 02, 請求項 1, 段落[0005]-[0008] (ファミリーなし)	10
Y	JP 2015-29168 A (パナソニック株式会社) 2015. 02. 12, 段落[0044]-[0060], 図 1, 3-4 (ファミリーなし)	10