

(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
2016年6月23日(23.06.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/098641 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) H04N 9/73 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/084390
- (22) 国際出願日: 2015年12月8日(08.12.2015)
- (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 2014-256045 2014年12月18日(18.12.2014) 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: 倉田 康司(KURATA Koji); 〒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). 佐藤 泰史(SATO Yasushi); 〒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). 茅島 誠治(KAYASHIMA Seiji); 〒2430021 神奈川県厚木市岡田四丁目16番1号 ソニー・L S I デザイン株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 西川 孝, 外(NISHIKAWA Takashi et al.);
〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 西新宿木村屋ビルディング9階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

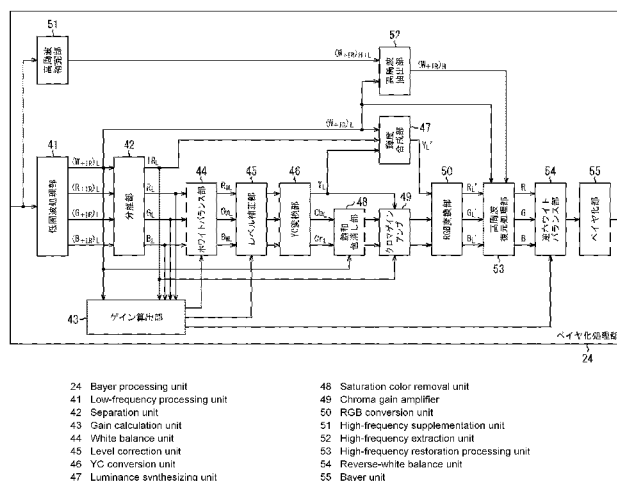
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: IMAGE PICKUP DEVICE, IMAGE PICKUP METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 撮像装置、撮像方法、およびプログラム

[図4]



(57) Abstract: The disclosure of the present invention pertains to an image pickup device, an image pickup method, and a program that enable exposure control to be carried out for a non-Bayer array image pickup image, using an exposure control method for a Bayer array image pickup image. When carrying out Bayer processing on a RGBW pixel-array image pickup image, a level correction unit corrects the signal levels of the image pickup image so that the following become the same: a pre-level which is the signal level of the most sensitive white pixel of the image pickup image prior to Bayer processing thereof; and a post-level which is the signal level of a green pixel of an RGB image obtained by Bayer processing, the green pixel being used for exposure control of the Bayer array image. The disclosure of the present invention can be applied to, for example, an image pickup device.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/098641 A1



本開示は、ベイヤ配列の撮像画像の露光制御方法で、非ベイヤ配列の撮像画像の露光制御を行うことができるようにする撮像装置、撮像方法、およびプログラムに関する。レベル補正部は、RGBW画素配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の撮像画像の最も感度の高い白色の画素の信号レベルである前レベルと、ベイヤ化処理後のRGB画像の、ベイヤ配列の画像の露光制御に用いられる緑色の画素の信号レベルである後レベルが同一になるように、撮像画像の信号レベルを補正する。本開示は、例えば、撮像装置等に適用することができる。

明 細 書

発明の名称：撮像装置、撮像方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、撮像装置、撮像方法、およびプログラムに関し、特に、ベイヤ配列の撮像画像の露光制御方法で、非ベイヤ配列の撮像画像の露光制御を行うことができるようにした撮像装置、撮像方法、およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] RGBW画素配列のイメージセンサにおいて、不可視光である近赤外光と可視光の両方を透過させる光学帯域分離フィルタを介して入力された光に対応する画像を撮像し、撮像画像から不可視光成分と可視光成分を分離することが考案されている（例えば、特許文献1参照）。このようなイメージセンサにおいて、不可視光成分と可視光成分の分離を高精度で行うためには、適切な露光制御を行うことが必要である。

[0003] そこで、分離の前後に積分器を設け、不可視光成分の量に応じて一方からの出力を選択して用いることにより、露光制御（AE（Automatic Exposure）制御）やホワイトバランス制御（AWB（Automatic White-Balance）制御）を行うことが考えられている（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-289000号公報

特許文献2：特開2008-289001号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献2に記載の露光制御方法のように、ベイヤ配列の撮像画像の露光制御方法とは大きく異なる方法を用いて露光制御を行う場合、既存のベイヤ配列の撮像画像の露光制御部では、露光制御を行うことがで

きない。従って、新たな露光制御部を開発し、設置する必要がある、製造コストが増加する。

[0006] よって、ベイヤ配列の撮像画像の露光制御方法で、不可視光成分と可視光成分を含むRGBW画素配列の撮像画像などの非ベイヤ配列の撮像画像の露光制御を行うことが望まれている。

[0007] 本開示は、このような状況に鑑みてなされたものであり、ベイヤ配列の撮像画像の露光制御方法で、非ベイヤ配列の撮像画像の露光制御を行うことができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一側面の撮像装置は、非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルである前レベルと、ベイヤ化処理後の前記撮像画像の、ベイヤ配列の画像の露光制御に用いられる画素の信号レベルである後レベルが同一になるように、前記撮像画像の信号レベルを補正するレベル補正部を備える撮像装置である。

[0009] 本開示の一側面の撮像方法およびプログラムは、本開示の一側面の撮像装置に対応する。

[0010] 本開示の一側面においては、非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルである前レベルと、ベイヤ化処理後の前記撮像画像の、ベイヤ配列の画像の露光制御に用いられる画素の信号レベルである後レベルが同一になるように、前記撮像画像の信号レベルが補正される。

発明の効果

[0011] 本開示の一側面によれば、撮像することができる。また、本開示の一側面によれば、ベイヤ配列の撮像画像の露光制御方法で、非ベイヤ配列の撮像画像の露光制御を行うことができる。

[0012] なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本開示を適用した撮像装置を含む撮像システムの第1実施の形態の構成例を示すブロック図である。
- [図2]図1の光学フィルタの各波長の光の透過率の例を示す図である。
- [図3]ベイヤ化処理の前後の画像の画素配列を説明する図である。
- [図4]図1のベイヤ化処理部の構成例を示すブロック図である。
- [図5]出力信号の信号レベルを説明する概念図である。
- [図6]露光制御が行われない場合の分離部からの出力信号を表す図である。
- [図7]露光制御が行われた場合の分離部からの出力信号を表す図である。
- [図8]図1の撮像装置の撮像処理を説明するフローチャートである。
- [図9]図1の撮像装置の撮像処理を説明するフローチャートである。
- [図10]撮像装置のICチップの第1の構成例を示す図である。
- [図11]撮像装置のICチップの第2の構成例を示す図である。
- [図12]撮像装置のICチップの第3の構成例を示す図である。
- [図13]撮像装置のICチップの第4の構成例を示す図である。
- [図14]本開示を適用した撮像装置を含む撮像システムの第2実施の形態の構成例を示すブロック図である。
- [図15]図14のベイヤ化処理部の構成例を示すブロック図である。
- [図16]図14の撮像装置の撮像処理を説明するフローチャートである。
- [図17]図14の撮像装置の撮像処理を説明するフローチャートである。
- [図18]RGBW画素配列以外の非ベイヤ配列の例を示す図である。
- [図19]コンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

- [0014] 以下、本開示を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1実施の形態：撮像システム（図1乃至図13）
2. 第2実施の形態：撮像システム（図14乃至図17）
3. 非ベイヤ配列の他の例（図18）

4. 第3実施の形態：コンピュータ（図19）

[0015] <第1実施の形態>

（撮像装置の第1実施の形態の構成例）

図1は、本開示を適用した撮像装置を含む撮像システムの第1実施の形態の構成例を示すブロック図である。

[0016] 図1の撮像システム10は、撮像装置11とIR（赤外光）投光装置12により構成される。撮像システム10では、被写体によって反射された赤外光と可視光に対応する画像が撮像される。

[0017] 具体的には、撮像装置11は、レンズ21、光学フィルタ22、イメージセンサ23、ベイヤ化処理部24、および信号処理部25により構成される。

[0018] 撮像装置11のレンズ21には、被写体からの光が入射される。レンズ21は、入射された光を、光学フィルタ22を介してイメージセンサ23に集光させる。光学フィルタ22は、入射された光のうちの赤外光と可視光を透過させる。なお、光学フィルタ22は設けられなくてもよい。

[0019] イメージセンサ23は、CMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）イメージセンサまたはCCD（Charge Coupled Device）イメージセンサであり、RGBW画素配列の画素を有する。イメージセンサ23は、画素ごとに、入射された赤外光と、可視光のうちの、その画素に対応する色（赤色（R）、緑色（G）、青色（B）、白色（W））の光とを受光し、受光量に応じた電気信号を画素信号として生成することにより、撮像を行う。従って、撮像の結果得られる各画素の画素信号には、不可視光成分としての赤外光成分と可視光成分とが含まれる。イメージセンサ23は、撮像の結果得られる各画素の画素信号を、撮像画像としてベイヤ化処理部24に供給する。

[0020] ベイヤ化処理部24は、イメージセンサ23から供給される非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理（リモザイク処理）を行い、ベイヤ配列（RGB画素配列）のRGB画像を生成する。ベイヤ化処理部24は、生成されたベイヤ配列のRGB画像を信号処理部25に供給する。

[0021] 信号処理部 25 は、既存のベイヤ配列の撮像画像用の信号処理部である。

信号処理部 25 は、ベイヤ化処理部 24 から供給される RGB 画像を用いて、ベイヤ配列の撮像画像に対する方法と同一の方法で、露光制御処理、ホワイトバランス制御処理、YCbCr 変換処理などの信号処理を行う。信号処理部 25 は、露光制御処理の結果得られる露光量を表すシャッタゲインをイメージセンサ 23 に供給し、撮像画像の露光量を制御する。また、信号処理部 25 は、RGB 画像に対してホワイトバランス制御処理および YCbCr 変換処理を行った結果得られる YCbCr 画像を出力する。

[0022] IR 投光装置 12 は、例えば、可視光が少ない夜間に、被写体に向けて赤外光を出射する。

[0023] (光学フィルタの各波長の光の透過率の例)

図 2 は、図 1 の光学フィルタ 22 の各波長の光の透過率の例を示す図である。

[0024] 図 2 のグラフにおいて、横軸は、光学フィルタ 22 を通過する光の波長 (nm) を表し、縦軸は、その光の透過率 (%) を表す。

[0025] 図 2 に示すように、光学フィルタ 22 では、波長が約 390nm~660nm である可視光の透過率と、波長が約 820nm~910nm である赤外光の透過率が 0% より大きい。従って、光学フィルタ 22 では、波長が約 390nm~660nm である可視光と波長が約 820nm~910nm である赤外光が通過する。

[0026] (ベイヤ化処理の前後の画像の画素配列の説明)

図 3 は、図 1 のベイヤ化処理部 24 によるベイヤ化処理の前後の画像の画素配列を説明する図である。

[0027] 図 3 の A に示すように、ベイヤ化処理前の画像、即ちイメージセンサ 23 から出力される撮像画像の画素配列は、RGBW 画素配列である。また、各画素の画素信号には赤外光 (IR) 成分が含まれる。

[0028] ベイヤ化処理部 24 は、このようなベイヤ化処理前の画像に対して、ベイヤ化処理を行うことにより、図 3 の B に示す RGB 画素配列の画像を、ベイヤ化処理後の画像として生成する。

[0029] (ベイヤ化処理部の構成例)

図4は、図1のベイヤ化処理部24の構成例を示すブロック図である。

[0030] ベイヤ化処理部24は、低周波処理部41、分離部42、ゲイン算出部43、ホワイトバランス部44、レベル補正部45、YC変換部46、輝度合成部47、飽和色消し部48、クロマゲインアンプ49、RGB変換部50、高周波補完部51、高周波抽出部52、高周波復元処理部53、逆ホワイトバランス部54、およびベイヤ化部55から構成される。ベイヤ化処理部24は、図1のイメージセンサ23から供給される撮像画像を高周波成分と低周波成分に分離して、ベイヤ化処理を行う。

[0031] 具体的には、ベイヤ化処理部24の低周波処理部41は、イメージセンサ23の画素の色ごとに、イメージセンサ23から供給される撮像画像に対してLPF(Low Pass Filter)処理および補完処理を行う。低周波処理部41は、その結果生成される赤外光成分を含む全画素の各色の同時刻の画素信号の低周波成分 $(W_{+IR})_L$, $(R_{+IR})_L$, $(G_{+IR})_L$, および $(B_{+IR})_L$ を分離部42に供給し、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ をゲイン算出部43、輝度合成部47、高周波抽出部52、および高周波復元処理部53に供給する。

[0032] 分離部42は、低周波処理部41から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$, $(R_{+IR})_L$, $(G_{+IR})_L$, および $(B_{+IR})_L$ に基づいて、低周波成分 $(R_{+IR})_L$, $(G_{+IR})_L$, $(B_{+IR})_L$ のそれぞれに含まれる赤外光成分と可視光成分を、以下の式(1)により分離する。

[0033] [数1]

$$\begin{aligned} & [\{ (R_{+IR})_L + (G_{+IR})_L + (B_{+IR})_L \} - (W_{+IR})_L] / 2 = IR_L \\ & (R_{+IR})_L - IR_L = R_L \\ & (G_{+IR})_L - IR_L = G_L \\ & (B_{+IR})_L - IR_L = B_L \quad \dots (1) \end{aligned}$$

[0034] なお、 IR_L は、低周波成分 $(R_{+IR})_L$, $(G_{+IR})_L$, $(B_{+IR})_L$ のそれぞれに含まれる赤外光成分である。また、 R_L , G_L , B_L は、低周波成分 $(R_{+IR})_L$, $(G_{+IR})_L$

L , $(B_{+IR})_L$ の可視光成分である。

[0035] 分離部42は、分離の結果得られる赤外光成分 I_{R_L} と可視光成分 R_L , G_L , および B_L とをゲイン算出部43に供給し、可視光成分 R_L , G_L , および B_L をホワイトバランス部44に供給する。

[0036] ゲイン算出部43（ホワイトバランスゲイン算出部）は、分離部42から供給される可視光成分 R_L , G_L , および B_L に基づいて、以下の式（2）により、可視光成分 R_L , G_L , および B_L のホワイトバランスゲイン C_{WR} , C_{WG} , C_{WB} を算出し、ホワイトバランス部44に供給する。

[0037] [数2]

$$\begin{aligned} C_{WR} &= \frac{AveG_L}{AveR_L} \\ C_{WG} &= 1 \\ C_{WB} &= \frac{AveG_L}{AveB_L} \quad \cdot \cdot \cdot (2) \end{aligned}$$

[0038] なお、 $AveR_L$, $AveG_L$, $AveB_L$ は、それぞれ、1画面内の可視光成分 R_L , G_L , B_L の平均値である。また、ゲイン算出部43は、ホワイトバランスゲイン C_{WR} , C_{WG} , C_{WB} の逆数を算出し、逆ホワイトバランス部54に供給する。

[0039] さらに、ゲイン算出部43（補正ゲイン算出部）は、ベイア配列の撮像画像の露光制御に用いられる画素である緑色の画素の可視光成分（の信号レベル） G_L （後レベル）と、低周波処理部41から供給される、撮像画像のうちの最も感度の高い白色の画素の低周波成分（の信号レベル） $(W_{+IR})_L$ （前レベル）とに基づいて、以下の式（3）により、補正ゲイン C_E を算出する。

[0040] [数3]

$$C_E = \frac{Ave(W_{+IR})_L}{AveG_L} \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0041] なお、 $Ave(W_{+IR})_L$ は、1画面内の低周波成分 $(W_{+IR})_L$ の平均値である。

式（3）によれば、可視光成分 G_L （の平均値）を低周波成分 $(W_{+IR})_L$ （の平均

値)にするための補正ゲイン C_E が算出される。従って、可視光成分 G_L と補正ゲイン C_E を乗算することにより、乗算後の可視光成分 G_L は、低周波成分(W_{+IR}) $_L$ と同一になる。ゲイン算出部43は、補正ゲイン C_E をレベル補正部45に供給する。

[0042] ホワイトバランス部44は、以下の式(4)に示すように、分離部42から供給される可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L のそれぞれに対して、ゲイン算出部43から供給されるホワイトバランスゲイン C_{WR} 、 C_{WG} 、 C_{WB} を乗算する。これにより、可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L の比率(ホワイトバランス)が補正される。

[0043] [数4]

$$\begin{aligned} R_{WL} &= R_L \times C_{WR} \\ G_{WL} &= G_L \times C_{WG} \\ B_{WL} &= B_L \times C_{WB} \quad \cdot \cdot \cdot (4) \end{aligned}$$

[0044] なお、 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} は、それぞれ、補正後の可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L である。ホワイトバランス部44は、補正後の可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} をレベル補正部45に供給する。

[0045] レベル補正部45は、ベイヤ化処理後のRGB画像の緑色の画素の画素信号と低周波成分(W_{+IR}) $_L$ が同一になるように、ゲイン算出部43からの補正ゲイン C_E と、ホワイトバランス部44からの可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} のそれぞれとを乗算することにより、可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} を補正する。レベル補正部45は、補正後の可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} をYC変換部46に供給する。

[0046] YC変換部46は、以下の式(5)により、レベル補正部45から供給される可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} を、輝度信号 Y_L と色差信号 Cb_L および Cr_L とに変換する。YC変換部46は、輝度信号 Y_L を輝度合成部47に供給し、色差信号 Cb_L および Cr_L を飽和色消し部48に供給する。

[0047]

[数5]

$$Y_L = 0.299 \times R_{WL} + 0.587 \times G_{WL} + 0.114 \times B_{WL}$$

$$Cb_L = 0.168736 \times R_{WL} - 0.331264 \times G_{WL} + 0.5 \times B_{WL}$$

$$Cr_L = 0.5 \times R_{WL} - 0.418688 \times G_{WL} - 0.081312 \times B_{WL} \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0048] 輝度合成部47は、低周波処理部41から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ に基づいて、YC変換部46から供給される輝度信号 Y_L を、以下の式(6)により補正する。

[0049] [数6]

$$Y_L' = aY_L + (1-a)(W_{+IR})_L \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

[0050] なお、 a は、輝度信号 Y_L や赤外光成分 I_{RL} に基づいて決定される係数である。例えば、1画面内の輝度信号 Y_L の平均値が所定値より大きい場合や、1画面内の赤外光成分 I_{RL} の平均値が所定値より小さい場合、係数 a は比較的大きい値にされる。一方、1画面内の輝度信号 Y_L の平均値が所定値以下である場合や、1画面内の赤外光成分 I_{RL} の平均値が所定値以上である場合、係数 a は比較的小さい値になる。

[0051] また、 Y_L' は、補正後の輝度信号である。輝度合成部47は、補正後の輝度信号 Y_L' をRGB変換部50に供給する。

[0052] 飽和色消し部48は、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ が、画素に蓄積可能な電荷に対応する画素信号の最大レベルである飽和レベルを超えたかどうかを判定する。飽和色消し部48は、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ が飽和レベルを超えた場合、YC変換部46から供給される色差信号 Cb_L および Cr_L に対して1未満のゲインを乗算し、色消しを行う。

[0053] 即ち、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ 、 $(R_{+IR})_L$ 、 $(G_{+IR})_L$ 、 $(B_{+IR})_L$ のいずれかが飽和レベルを超えると、分離部42による分離の精度が低下し、色差信号 Cb_L および Cr_L の精度が低下する。従って、飽和色消し部48は、最も感度の高い白色の画素の低周波成分 $(W_{+IR})_L$ が飽和レベルを超えた場合、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ 、 $(R_{+IR})_L$ 、 $(G_{+IR})_L$ 、 $(B_{+IR})_L$ のいずれかが飽和レベルを超え

たと判断し、色差信号 C_{bL} および C_{rL} を低減させる。飽和色消し部 48 は、色消し後の色差信号 C_{bL} および C_{rL} をクロマゲインアンプ 49 に供給する。

[0054] 一方、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ が飽和レベルを超えていない場合、飽和色消し部 48 は、YC 変換部 46 から供給される色差信号 C_{bL} および C_{rL} を、そのままクロマゲインアンプ 49 に供給する。

[0055] クロマゲインアンプ 49 は、飽和色消し部 48 から供給される色差信号 C_{bL} および C_{rL} のそれぞれに対して、クロマゲインを乗算する。クロマゲインは、1 画面内の輝度信号 Y_L の平均値が所定値より大きい場合や、1 画面内の赤外光成分 I_{RL} の平均値が所定値より小さい場合、1 とされるが、1 画面内の輝度信号 Y_L の平均値が所定値以下である場合や、1 画面内の赤外光成分 I_{RL} の平均値が所定値以上である場合、0 に近い値にされる。

[0056] これにより、被写体からの光の量が多いか、または、赤外光が少なく、色差信号 C_{bL} および C_{rL} の精度が良い場合、色差信号 C_{bL} および C_{rL} は補正されない。一方、被写体からの光の量が少ないか、または、赤外光が多く、色差信号 C_{bL} および C_{rL} の精度が悪い場合、色差信号 C_{bL} および C_{rL} は低減され、低周波成分が白黒化される。その結果、ベイヤ化処理後の画像の S/N (Signal/Noise) 比を向上させることができる。クロマゲインアンプ 49 は、クロマゲインが乗算された色差信号 C_{bL} および C_{rL} を RGB 変換部 50 に供給する。

[0057] RGB 変換部 50 は、以下の式 (7) により、輝度合成部 47 から供給される輝度信号 Y_L' と色差信号 C_{bL} および C_{rL} を、赤色、緑色、青色の画素信号 R_L' , G_L' , B_L' に変換し、高周波復元処理部 53 に供給する。

[0058] [数7]

$$\begin{aligned} R_L' &= Y_L' + 1.402 \times C_{rL} \\ G_L' &= Y_L' - 0.344136 \times C_{bL} - 0.714136 \times C_{rL} \\ B_L' &= Y_L' + 1.772 \times C_{bL} \end{aligned} \quad \dots (7)$$

[0059] 高周波補完部 51 は、イメージセンサ 23 から供給される撮像画像に基づいて、全画素の白色の可視光成分と赤外光成分を含む画素信号 $(W_{+IR})_{H+L}$ を補

完する。具体的には、高周波補完部51は、撮像画像のうちの白色の画素の画素信号を、そのまま、白色の画素の補完後の画素信号とする。また、高周波補完部51は、白色の画素以外の画素を順に注目画素とし、注目画素の周辺の白色の画素の画素信号の平均値を、注目画素の補完後の画素信号として生成する。高周波補完部51は、補完後の画素信号 $(W_{+IR})_{H+L}$ を高周波抽出部52に供給する。

[0060] 高周波抽出部52は、高周波補完部51から供給される画素信号 $(W_{+IR})_{H+L}$ から、低周波処理部41から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ を減算し、その結果得られる全画素の白色の同時刻の画素信号の高周波成分 $(W_{+IR})_H$ を高周波復元処理部53に供給する。

[0061] 高周波復元処理部53は、低周波処理部41から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ 、RGB変換部50から供給される画素信号 R_L' , G_L' , B_L' 、および高周波抽出部52から供給される高周波成分 $(W_{+IR})_H$ に基づいて、以下の式(8)により、全帯域の赤色、緑色、青色の画素信号 R, G, B を生成する。高周波復元処理部53は、画素信号 R, G, B を逆ホワイトバランス部54に供給する。

[0062] [数8]

$$\begin{aligned} R &= R_L' + (W_{+IR})_H \times R_L' \div (W_{+IR})_L \\ G &= G_L' + (W_{+IR})_H \times G_L' \div (W_{+IR})_L \\ B &= B_L' + (W_{+IR})_H \times B_L' \div (W_{+IR})_L \end{aligned} \quad \dots (8)$$

[0063] 逆ホワイトバランス部54（ホワイトバランス制御部）は、高周波復元処理部53から供給される画素信号 R, G, B に対して、ゲイン算出部43から供給されるホワイトバランスゲイン C_{WR} , C_{WG} , C_{WB} の逆数を乗算する。これにより、イメージセンサ23から出力されたベイヤ化処理前の撮像画像の1画面内の赤色、緑色、青色の画素信号の信号レベルの平均値の比と、ベイヤ化処理部24から出力されるベイヤ化処理後のRGB画像の1画面内の赤色、緑色、青色の画素信号の信号レベルの平均値の比が同一になるように、画素信号 R, G, B のホワイトバランスが制御される。逆ホワイトバランス部54は、ホワイトバランスが制御された画素信号 R, G, B をベイヤ化部55に供給する。

[0064] ベイヤ化部55は、画素ごとに、逆ホワイトバランス部54から供給される画素信号 R, G, B から、ベイヤ配列においてその画素に割り当てられた色の画素信号を抽出する。ベイヤ化部55は、抽出された各画素の画素信号を、ベイヤ配列のRGB画像として、図1の信号処理部25に供給する。

[0065] (出力信号の信号レベルの説明)

図5は、低周波処理部41、分離部42、ホワイトバランス部44、レベル補正部45、および逆ホワイトバランス部54から出力される信号の信号レベルを説明する概念図である。

[0066] 図5に示すように、低周波処理部41から出力される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ は、白色の成分 (W) と赤外光成分 (IR) を含む画素信号の低周波成分であり、低周波成分 $(R_{+IR})_L$ は、赤色の成分 (R) と赤外光成分 (IR) を含む画素信号の低周波成分である。また、低周波成分 $(G_{+IR})_L$ は、緑色の成分 (G) と赤外光成分 (IR) を含む画素信号の低周波成分であり、低周波成分 $(B_{+IR})_L$ は、青色の成分 (B) と赤外光成分 (IR) を含む画素信号の低周波成分である。

[0067] イメージセンサ23が有する画素のうち、白色の画素の感度が最も高いため、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ の信号レベルは、低周波成分 $(R_{+IR})_L$ 、 $(G_{+IR})_L$ 、および $(B_{+IR})_L$ の信号レベルに比べて高い。

[0068] この低周波成分 $(W_{+IR})_L$ 、 $(R_{+IR})_L$ 、 $(G_{+IR})_L$ 、および $(B_{+IR})_L$ は、分離部42において、図5に示すように、赤外光成分 IR_L と可視光成分 R_L, G_L 、および B_L とに分離され、出力される。ホワイトバランス部44は、可視光成分 R_L, G_L 、および B_L に対して、それぞれ、ホワイトバランスゲイン C_{WR}, C_{WG} としての1、 C_{WB} を乗算し、出力する。これにより、図5に示すように、ホワイトバランス部44から出力される可視光成分 R_{WL}, G_{WL} 、および B_{WL} は略同一となる。

[0069] レベル補正部45は、ホワイトバランス部44から出力される可視光成分 R_{WL}, G_{WL} 、および B_{WL} のそれぞれに対して、補正ゲイン C_E を乗算し、出力する。これにより、図5に示すように、レベル補正部45から出力される可視

光成分 R_{WL} , G_{WL} , および B_{WL} は、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ と同一になる。

[0070] 逆ホワイトバランス部 54 は、レベル補正部 45 から出力される可視光成分 R_{WL} , G_{WL} , および B_{WL} に対応する画素信号 R , G , B に対して、それぞれ、ホワイトバランスゲイン C_{WR} , C_{WG} , C_{WB} の逆数を乗算し、出力する。これにより、分離部 42 から出力される可視光成分 R_L , G_L , および B_L のホワイトバランスと、逆ホワイトバランス部 54 から出力される画素信号 R , G , および B のホワイトバランスが等しくなる。即ち、ホワイトバランス部 44 において変化した可視光成分 R_L , G_L , および B_L の比率が元に戻される。

[0071] 従って、信号処理部 25 は、画素信号 R , G , および B に対応するベイア配列の RGB 画像に基づいて、ベイア配列の撮像画像のホワイトバランス制御方法にしたがってホワイトバランス制御を行うことにより、イメージセンサ 23 の撮像画像のホワイトバランス制御を行うことができる。

[0072] また、レベル補正部 45 において、可視光成分 R_{WL} , G_{WL} , および B_{WL} が低周波成分 $(W_{+IR})_L$ と同一にされており、ホワイトバランスゲイン C_{WG} の逆数は 1 である。従って、低周波処理部 41 から出力される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ と、逆ホワイトバランス部 54 から出力される画素信号 G とは等しくなる。即ち、ベイア配列の撮像画像の露光制御方法において露光制御に用いられる緑色の画素の画素信号 G が、イメージセンサ 23 が有する画素のうちの最も感度の高い白色の画素の低周波成分 $(W_{+IR})_L$ と等しくされる。

[0073] 従って、信号処理部 25 は、画素信号 R , G , および B に対応するベイア配列の RGB 画像のうちの緑色の画素の画素信号に基づいて、ベイア配列の撮像画像の露光制御方法にしたがって露光制御を行うことにより、イメージセンサ 23 の撮像画像の露光制御を行うことができる。

[0074] 以上のように、撮像装置 11 では、ベイア配列の撮像画像の露光制御方法とホワイトバランス制御方法を用いて、イメージセンサ 23 の撮像画像の露光制御とホワイトバランス制御を行うことができる。従って、撮像装置 11 は、既存のベイア配列の撮像画像用の信号処理部 25 を設けるだけで、新たな露光制御部やホワイトバランス制御部を開発せずに、イメージセンサ 23

の撮像画像の露光制御とホワイトバランス制御を行うことができる。その結果、撮像装置 11 の製造コストを削減することができる。

[0075] (露光制御による効果)

図 6 は、イメージセンサ 23 の撮像画像の露光制御が行われない場合の分離部 42 からの出力信号を表す図であり、図 7 は、露光制御が行われた場合の分離部 42 からの出力信号を表す図である。

[0076] 図 6 に示すように、イメージセンサ 23 の撮像画像の露光制御が行われないと、低周波成分 (W_{+IR})_L が飽和レベルを超える場合がある。この場合、低周波成分 (W_{+IR})_L は、白色の画素で感知されるべき光の光量に対応する画素信号の低周波成分よりも小さくなるため、上述した式 (1) が成立せず、分離後の可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L には、赤外光成分 I_{R_L} が残る。

[0077] これに対して、イメージセンサ 23 の撮像画像の露光制御が行われる場合、低周波成分 (W_{+IR})_L、(R_{+IR})_L、(G_{+IR})_L、および (B_{+IR}) の全てが飽和レベルを超えず、上述した式 (1) が成立する。従って、分離後の可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L には、赤外光成分 I_{R_L} が含まれない。その結果、露光制御が行われない場合に比べて、ベイヤ化処理後の RGB 画像の画質が向上する。

[0078] 撮像装置 11 では、イメージセンサ 23 の撮像画像の露光制御が行われるので、露光制御が行われない場合に比べて、ベイヤ化処理後の RGB 画像の画質が向上する。

[0079] (撮像装置の処理の説明)

図 8 および図 9 は、図 1 の撮像装置 11 の撮像処理を説明するフローチャートである。この撮像処理は、例えば、イメージセンサ 23 の撮像画像単位で行われる。

[0080] 図 8 のステップ S 11 において、イメージセンサ 23 は、前の撮像画像に対する撮像処理で、信号処理部 25 から供給されたシャッタゲインを、現在のシャッタゲインとして設定する。なお、先頭の撮像画像に対する撮像処理では、まだシャッタゲインが決定されていないため、ステップ S 11 において、例えば、予め決められたシャッタゲインのデフォルト値が、現在のシャ

ッタゲインとして設定される。

- [0081] ステップS 1 2において、イメージセンサ2 3は、現在のシャッタゲインに基づいて撮像を行い、その結果得られる非ベイヤ配列の撮像画像をベイヤ化処理部2 4に供給する。
- [0082] ステップS 1 3において、ベイヤ化処理部2 4の低周波処理部4 1（図4）は、イメージセンサ2 3の画素の色ごとに、イメージセンサ2 3から供給される撮像画像に対してLPF処理および補完処理を行う。低周波処理部4 1は、その結果生成される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ 、 $(R_{+IR})_L$ 、 $(G_{+IR})_L$ 、および $(B_{+IR})_L$ を分離部4 2に供給し、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ をゲイン算出部4 3、輝度合成部4 7、高周波抽出部5 2、および高周波復元処理部5 3に供給する。
- [0083] ステップS 1 4において、分離部4 2は、低周波処理部4 1から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ 、 $(R_{+IR})_L$ 、 $(G_{+IR})_L$ 、および $(B_{+IR})_L$ に基づいて、上述した式（1）により、低周波成分 $(R_{+IR})_L$ 、 $(G_{+IR})_L$ 、および $(B_{+IR})_L$ に含まれる赤外光成分 I_{R_L} と可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L とを分離する。分離部4 2は、赤外光成分 I_{R_L} と可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L とをゲイン算出部4 3に供給し、可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L をホワイトバランス部4 4に供給する。
- [0084] ステップS 1 5において、ゲイン算出部4 3は、分離部4 2から供給される可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L に基づいて、上述した式（2）により、ホワイトバランスゲイン C_{WR} 、 C_{WG} 、および C_{WB} を算出し、ホワイトバランス部4 4に供給する。
- [0085] ステップS 1 6において、ゲイン算出部4 3は、ホワイトバランスゲイン C_{WR} 、 C_{WG} 、および C_{WB} のそれぞれの逆数を算出し、逆ホワイトバランス部5 4に供給する。ステップS 1 7において、ゲイン算出部4 3は、可視光成分 G_L と、低周波処理部4 1から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ とに基づいて、上述した式（3）により、補正ゲイン C_E を算出する。ゲイン算出部4 3は、補正ゲイン C_E をレベル補正部4 5に供給する。
- [0086] ステップS 1 8において、ホワイトバランス部4 4は、上述した式（4）

に示すように、分離部42から供給される可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L のそれぞれに対して、ゲイン算出部43から供給されるホワイトバランスゲイン C_{WR} 、 C_{WG} 、 C_{WB} を乗算する。ホワイトバランス部44は、乗算後の可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} をレベル補正部45に供給する。

[0087] ステップS19において、レベル補正部45は、ゲイン算出部43から供給される補正ゲイン C_E と、可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} のそれぞれとを乗算する。レベル補正部45は、乗算後の可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} をYC変換部46に供給する。

[0088] ステップS20において、YC変換部46は、上述した式(5)により、レベル補正部45から供給される可視光成分 R_{WL} 、 G_{WL} 、および B_{WL} を、輝度信号 Y_L と色差信号 C_{bL} および C_{rL} に変換する。YC変換部46は、輝度信号 Y_L を輝度合成部47に供給し、色差信号 C_{bL} および C_{rL} を飽和色消し部48に供給する。

[0089] ステップS21において、輝度合成部47は、低周波処理部41から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ に基づいて、上述した式(6)により、YC変換部46から供給される輝度信号 Y_L を補正し、その結果得られる輝度信号 Y_L' をRGB変換部50に供給する。

[0090] ステップS22において、飽和色消し部48は、低周波成分 $(W_{+IR})_L$ が飽和レベルを超えたかどうかを判定する。ステップS22で低周波成分 $(W_{+IR})_L$ が飽和レベルを超えたと判定された場合、ステップS23において、飽和色消し部48は、YC変換部46から供給される色差信号 C_{bL} および C_{rL} に対して1未満のゲインを乗算し、色消しを行う。飽和色消し部48は、色消し後の色差信号 C_{bL} および C_{rL} をクロマゲインアンプ49に供給し、処理をステップS24に進める。

[0091] 一方、ステップS22で低周波成分 $(W_{+IR})_L$ が飽和レベルを超えていないと判定された場合、飽和色消し部48は、YC変換部46から供給される色差信号 C_{bL} および C_{rL} を、そのままクロマゲインアンプ49に供給し、処理をステップS24に進める。

- [0092] ステップS 2 4において、クロマゲインアンプ4 9は、飽和色消し部4 8から供給される色差信号 C_{bL} および C_{rL} のそれぞれに対して、クロマゲインを乗算し、RGB変換部5 0に供給する。
- [0093] ステップS 2 5において、RGB変換部5 0は、上述した式(7)により、輝度合成部4 7から供給される輝度信号 Y_L' と色差信号 C_{bL} および C_{rL} を、赤色、緑色、青色の画素信号 R_L' 、 G_L' 、 B_L' に変換し、高周波復元処理部5 3に供給する。
- [0094] ステップS 2 6において、高周波補完部5 1は、イメージセンサ2 3から供給される撮像画像に基づいて、全画素の白色の可視光成分と赤外光成分を含む画素信号 $(W_{+IR})_{H+L}$ を補完し、高周波抽出部5 2に供給する。
- [0095] 図9のステップS 2 7において、高周波抽出部5 2は、高周波補完部5 1から供給される画素信号 $(W_{+IR})_{H+L}$ から、低周波処理部4 1から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ を減算して、高周波成分 $(W_{+IR})_H$ を生成する。高周波抽出部5 2は、高周波成分 $(W_{+IR})_H$ を高周波復元処理部5 3に供給する。
- [0096] ステップS 2 8において、高周波復元処理部5 3は、低周波処理部4 1からの低周波成分 $(W_{+IR})_L$ 、RGB変換部5 0からの画素信号 R_L' 、 G_L' 、 B_L' 、および高周波抽出部5 2からの高周波成分 $(W_{+IR})_H$ に基づいて、上述した式(8)により、全帯域の赤色、緑色、青色の画素信号 R, G, B を生成する。高周波復元処理部5 3は、画素信号 R, G, B を逆ホワイトバランス部5 4に供給する。
- [0097] ステップS 2 9において、逆ホワイトバランス部5 4は、高周波復元処理部5 3から供給される画素信号 R, G, B のそれぞれに対して、ゲイン算出部4 3から供給されるホワイトバランスゲイン C_{WR} 、 C_{WG} 、 C_{WB} の逆数を乗算し、ベイヤ化部5 5に供給する。
- [0098] ステップS 3 0において、ベイヤ化部5 5は、画素ごとに、逆ホワイトバランス部5 4から供給される画素信号 R, G, B から、ベイヤ配列においてその画素に割り当てられた色の画素信号を抽出する。ベイヤ化部5 5は、抽出された各画素の画素信号を、ベイヤ化処理後のベイヤ配列のRGB画像として、図1の信号処理部2 5に供給する。

[0099] ステップS 3 1において、信号処理部 2 5は、ベイヤ化部 5 5から供給されるベイヤ配列のRGB画像の緑色の画素信号の総和(積分値)に基づいて、そのRGB画像の緑色の画素信号の1画面内の平均値が飽和レベルを越さないようにシャッタゲインを決定する露光制御処理を行う。信号処理部 2 5は、決定されたシャッタゲインをイメージセンサ 2 3に供給する。このシャッタゲインは、次の撮像画像に対する撮像処理のステップS 1 1の処理で、現在のシャッタゲインとして設定される。

[0100] ステップS 3 2において、信号処理部 2 5は、ベイヤ配列のRGB画像の各色の画素信号の総和(積分値)に基づいて各色のホワイトバランスゲインを算出し、色ごとに画素信号にホワイトバランスゲインを乗算するホワイトバランス制御処理を行う。

[0101] ステップS 3 3において、信号処理部 2 5は、ホワイトバランス制御処理後のRGB画像に対してYCbCr変換処理を行い、その結果得られるYCbCr画像を出力する。そして、処理は終了する。

[0102] (撮像装置のICチップの構成例)

図 1 0乃至図 1 3は、撮像装置 1 1がIC (Integrated Circuit) チップに形成される場合のICチップの構成例を示す図である。

[0103] 撮像装置 1 1がICチップに形成される場合、例えば、図 1 0に示すように、イメージセンサ 2 3、ベイヤ化処理部 2 4、および信号処理部 2 5は、それぞれ異なるICチップ 7 1, 7 2, 7 3に形成されるようにすることができる。

[0104] また、図 1 1に示すように、イメージセンサ 2 3とベイヤ化処理部 2 4が同一のICチップ 8 1に形成され、信号処理部 2 5が、ICチップ 8 1とは異なるICチップ 8 2に形成されるようにすることもできる。

[0105] さらに、図 1 2に示すように、イメージセンサ 2 3が1つのICチップ 9 1に形成され、ベイヤ化処理部 2 4と信号処理部 2 5が、ICチップ 9 1とは異なるICチップ 9 2に形成されるようにすることもできる。また、図 1 3に示すように、イメージセンサ 2 3、ベイヤ化処理部 2 4、および信号処理部 2

5の全てが同一のICチップ101に形成されるようにすることもできる。

[0106] なお、レンズ21と光学フィルタ22は、イメージセンサ23が形成されるICチップ71(81, 91, 101)のイメージセンサ23上に形成される。

[0107] 以上のように、撮像装置11は、非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の撮像画像の低周波成分(W_{+IR})_Lの信号レベルと、ベイヤ化処理後のRGB画像の緑色の画素の画素信号の信号レベルが同一になるように、可視光成分 G_{WL} の信号レベルを補正する。従って、撮像装置11は、既存のベイヤ配列の撮像画像用の信号処理部25を用いて、ベイヤ化処理後のRGB画像に基づいて露光制御を行うことにより、非ベイヤ配列の撮像画像の露光制御を適切に行うことができる。

[0108] また、撮像装置11は、イメージセンサ23により撮像された赤外光成分を含む非ベイヤ配列の撮像画像から赤外光成分を分離し、ベイヤ化処理を行う。従って、非ベイヤ配列の撮像画像が赤外光成分を含む場合であっても、撮像装置11は、既存のベイヤ配列の撮像画像用の信号処理部25を用いて、非ベイヤ配列の撮像画像の露光制御を適切に行うことができる。

[0109] さらに、撮像装置11は、非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の撮像画像の可視光成分 R_L , G_L , B_L の信号レベルの比と、ベイヤ化処理後のRGB画像の各色の画素信号の信号レベルの比が同一になるように、画素信号 R , G , B のホワイトバランスを制御する。従って、撮像装置11は、既存のベイヤ配列の撮像画像用の信号処理部25を用いて、ベイヤ化処理後のRGB画像に基づいてホワイトバランス制御を行うことにより、非ベイヤ配列の撮像画像のホワイトバランス制御を適切に行うことができる。

[0110] <第2実施の形態>

(撮像装置の第2実施の形態の構成例)

図14は、本開示を適用した撮像装置を含む撮像システムの第2実施の形態の構成例を示すブロック図である。

- [0111] 図14に示す構成のうち、図1の構成と同じ構成には同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。
- [0112] 図14の撮像システム120の構成は、撮像装置11の代わりに撮像装置121が設けられる点が、図1の撮像システム10の構成と異なる。また、撮像装置121の構成は、ベイヤ化処理部24の代わりにベイヤ化処理部141が設けられる点、信号処理部25の代わりに信号処理部142が設けられる点が、図1の撮像装置11の構成と異なる。撮像装置121は、ベイヤ化処理部141において、信号処理部142のホワイトバランス制御処理で算出されたホワイトバランスゲインを用いる。
- [0113] 具体的には、撮像装置121のベイヤ化処理部141は、イメージセンサ23から供給される非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行い、ベイヤ配列のRGB画像を生成する。このとき、ベイヤ化処理部141は、信号処理部142から供給されるホワイトバランスゲインを用いてホワイトバランスを補正し、元に戻す。ベイヤ化処理部141は、生成されたベイヤ配列のRGB画像を信号処理部142に供給する。
- [0114] 信号処理部142は、既存のベイヤ配列の撮像画像用の信号処理部である。信号処理部142は、ベイヤ化処理部141から供給されるRGB画像を用いて、ベイヤ配列の撮像画像に対する方法と同一の方法で、露光制御処理、ホワイトバランス制御処理、YCbCr変換処理などの信号処理を行う。信号処理部142は、露光制御処理の結果得られる露光量を表すシャッタゲインをイメージセンサ23に供給し、撮像画像の露光量を制御する。
- [0115] また、信号処理部142は、ホワイトバランス制御処理において算出されたホワイトバランスゲインをベイヤ化処理部141に供給する。さらに、信号処理部142は、ホワイトバランス制御処理およびYCbCr変換処理の結果得られるYCbCr画像を出力する。
- [0116] (ベイヤ化処理部の構成例)
- 図15は、図14のベイヤ化処理部141の構成例を示すブロック図である。

- [0117] 図15に示す構成のうち、図4の構成と同じ構成には同じ符号を付してある。重複する説明については適宜省略する。
- [0118] 図15のベイヤ化処理部141の構成は、ゲイン算出部43、ホワイトバランス部44、逆ホワイトバランス部54の代わりに、ゲイン算出部161、ホワイトバランス部162、逆ホワイトバランス部163が設けられる点が、図4のベイヤ化処理部24の構成と異なる。
- [0119] ベイヤ化処理部141のゲイン算出部161は、図4のゲイン算出部43と同様に、分離部42から供給される可視光成分 G_L と、低周波処理部41から供給される低周波成分 $(W_{+IR})_L$ に基づいて、上述した式(3)により、補正ゲイン C_E を算出する。ゲイン算出部161は、補正ゲイン C_E をレベル補正部45に供給する。しかしながら、ゲイン算出部161は、ゲイン算出部43のように、ホワイトバランスゲイン C_{WR} , C_{WG} , C_{WB} や、その逆数を算出しない。
- [0120] ホワイトバランス部162は、分離部42から供給される可視光成分 R_L , G_L , および B_L のそれぞれに対して、図4のホワイトバランス部44と同様に、図14の信号処理部142から供給されるホワイトバランスゲインを乗算し、可視光成分 R_L , G_L , および B_L の比率を補正する。ホワイトバランス部162は、補正後の可視光成分 R_{WL} , G_{WL} , および B_{WL} をレベル補正部45に供給する。
- [0121] 逆ホワイトバランス部163（ホワイトバランス制御部）は、図1の信号処理部142から供給されるホワイトバランスゲインの逆数を算出する。逆ホワイトバランス部163は、高周波復元処理部53から供給される画素信号 R, G, B に対して、算出されたホワイトバランスゲインの逆数をそれぞれ乗算する。これにより、イメージセンサ23から出力されたベイヤ化処理前の撮像画像の1画面内の赤色、緑色、および青色の画素信号の信号レベルの平均値の比と、ベイヤ化処理部141から出力されるベイヤ化処理後のRGB画像の1画面内の赤色、緑色、および青色の画素信号の信号レベルの平均値の比が同一になるように、画素信号 R, G, B のホワイトバランスが制御される。逆ホワ

イトバランス部 163 は、ホワイトバランスが制御された画素信号 R, G, B をベイヤ化部 55 に供給する。

[0122] (撮像装置の処理の説明)

図 16 および図 17 は、図 14 の撮像装置 121 の撮像処理を説明するフローチャートである。この撮像処理は、例えば、イメージセンサ 23 の撮像画像単位で行われる。

[0123] 図 16 のステップ S51 乃至 S54 の処理は、図 8 のステップ S11 乃至 S14 の処理と同様であるので、説明は省略する。

[0124] ステップ S55 において、ベイヤ化処理部 141 のホワイトバランス部 162 (図 15) は、信号処理部 142 から供給されるホワイトバランスゲインを取得する。なお、先頭の撮像画像に対する撮像処理では、まだホワイトバランスゲインが算出されていないため、ステップ S55 において、例えば、予め決められたホワイトバランスゲインのデフォルト値が、取得されたホワイトバランスゲインとされる。

[0125] ステップ S56 の処理は、図 8 のステップ S17 の処理と同様であるので、説明は省略する。ステップ S57 において、ホワイトバランス部 162 は、分離部 42 から供給される可視光成分 R_L , G_L , および B_L のそれぞれに対して、取得されたホワイトバランスゲインを乗算する。ホワイトバランス部 44 は、乗算後の可視光成分 R_{WL} , G_{WL} , および B_{WL} をレベル補正部 45 に供給する。

[0126] ステップ S58 乃至 S67 の処理は、図 8 および図 9 のステップ S19 乃至 S28 の処理と同様であるので、説明は省略する。

[0127] ステップ S68 において、逆ホワイトバランス部 163 は、信号処理部 142 から供給されるホワイトバランスゲインを取得し、その逆数を算出する。なお、先頭の撮像画像に対する撮像処理では、まだホワイトバランスゲインが算出されていないため、ステップ S68 において、例えば、予め決められたホワイトバランスゲインのデフォルト値が、取得されたホワイトバランスゲインとされ、その逆数が算出される。

- [0128] ステップS 6 9において、逆ホワイトバランス部1 6 3は、高周波復元処理部5 3から供給される画素信号R, G, Bに対して、算出されたホワイトバランスゲインの逆数を乗算し、ベイヤ化部5 5に供給する。
- [0129] ステップS 7 0およびS 7 1の処理は、図9のステップS 3 0およびS 3 1の処理と同様であるので、説明は省略する。
- [0130] ステップS 7 2において、信号処理部1 4 2は、ベイヤ配列のRGB画像に基づいてホワイトバランス制御処理を行う。また、信号処理部1 4 2は、ホワイトバランス制御処理により算出されたホワイトバランスゲインを、ホワイトバランス部1 6 2と逆ホワイトバランス部1 6 3に供給する。
- [0131] ステップS 7 3の処理は、図9のステップS 3 3の処理と同様であるので、説明は省略する。
- [0132] なお、第2実施の形態においても、第1実施の形態と同様に、撮像装置1 2 1をICチップに形成することができる。
- [0133] <非ベイヤ配列の他の例>
- 本技術は、赤外光成分を含むRGBW画素配列の撮像画像以外の非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う画像処理装置にも適用することができる。ベイヤ化処理の対象となる撮像画像には、赤外光成分が含まれていてもよいし、含まれていなくてもよい。
- [0134] 図1 8は、RGBW画素配列以外の非ベイヤ配列の例を示す図である。
- [0135] 図1 8のAの画素配列は、RGB+IR画素配列であり、各画素が、赤色（R）の光、緑色（G）の光、青色（B）の光、および赤外光（I R）のいずれかに対応する画像を撮像する。図1 8のBの画素配列は、補色W画素配列であり、各画素が、白色（W）、黄色（Y e）、シアン（C y）、および緑色（G）の光のいずれかに対応する画像を撮像する。
- [0136] ベイヤ化処理の内容は、非ベイヤ配列の種類、非ベイヤ配列の撮像画像に赤外光成分が含まれているかどうか等によって異なる。従って、例えば、ベイヤ化処理において、RGB信号をYCbCr信号に変換する処理や赤外光成分を分離する処理が行われない場合がある。また、ベイヤ化処理部は、ホワイトバ

ランス部４４と逆ホワイトバランス部５４を備えない場合もある。

[0137] しかしながら、ベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルと、ベイヤ化処理後の画像の露光制御に用いられる画素の信号レベルが同一になるように、撮像画像の信号レベルが補正される。従って、信号処理部２５（１４２）は、ベイヤ配列の撮像画像の露光制御方法で、非ベイヤ配列の撮像画像の露光制御を行うことができる。

[0138] ＜第３実施の形態＞

（本開示を適用したコンピュータの説明）

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。ここで、コンピュータには、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータや、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどが含まれる。

[0139] 図１９は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

[0140] コンピュータ２００において、CPU（Central Processing Unit）２０１、ROM（Read Only Memory）２０２、RAM（Random Access Memory）２０３は、バス２０４により相互に接続されている。

[0141] バス２０４には、さらに、入出力インタフェース２０５が接続されている。入出力インタフェース２０５には、撮像部２０６、入力部２０７、出力部２０８、記憶部２０９、通信部２１０、及びドライブ２１１が接続されている。

[0142] 撮像部２０６は、レンズ２１、光学フィルタ２２、イメージセンサ２３などにより構成され、撮像を行う。入力部２０７は、キーボード、マウス、マイクロフォンなどよりなる。出力部２０８は、ディスプレイ、スピーカなどよりなる。記憶部２０９は、ハードディスクや不揮発性のメモリなどよりな

る。通信部 210 は、ネットワークインタフェースなどよりなる。ドライブ 211 は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリなどのリムーバブルメディア 212 を駆動する。

[0143] 以上のように構成されるコンピュータ 200 では、CPU 201 が、例えば、記憶部 209 に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース 205 及びバス 204 を介して、RAM 203 にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

[0144] コンピュータ 200 (CPU 201) が実行するプログラムは、例えば、パッケージメディア等としてのリムーバブルメディア 212 に記録して提供することができる。また、プログラムは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供することができる。

[0145] コンピュータ 200 では、プログラムは、リムーバブルメディア 212 をドライブ 211 に装着することにより、入出力インタフェース 205 を介して、記憶部 209 にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部 210 で受信し、記憶部 209 にインストールすることができる。その他、プログラムは、ROM 202 や記憶部 209 に、あらかじめインストールしておくことができる。

[0146] なお、コンピュータ 200 が実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

[0147] 本明細書において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

[0148] また、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、他の効果があってもよい。

[0149] さらに、本開示の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0150] 例えば、信号処理部25は、ベイヤ配列の撮像画像の露光制御方法にしたがう露光制御として、輝度信号に基づく露光制御を行うようにしてもよい。この場合、ゲイン算出部43は、可視光成分 R_L 、 G_L 、および B_L から輝度信号の1画面内の平均値を生成し、平均値 $Ave(W_{+IR})_L$ を輝度信号の平均値で除算することにより、補正ゲイン C_E を算出する。

[0151] なお、本開示は、以下のような構成もとることができる。

[0152] (1)

非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルである前レベルと、ベイヤ化処理後の前記撮像画像の、ベイヤ配列の画像の露光制御に用いられる画素の信号レベルである後レベルが同一になるように、前記撮像画像の信号レベルを補正するレベル補正部

を備える撮像装置。

(2)

前記前レベルと前記後レベルに基づいて、前記前レベルと前記後レベルを同一にするために前記撮像画像の信号レベルに乘算する補正ゲインを算出する補正ゲイン算出部

をさらに備え、

前記レベル補正部は、前記補正ゲイン算出部により算出された前記補正ゲインを、前記撮像画像の信号レベルに乘算する

ように構成された

前記(1)に記載の撮像装置。

(3)

前記非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像のRGBの信号レベルの比と、ベイヤ化処理後の前記撮像画

像のRGBの信号レベルの比が同一になるように、前記撮像画像のホワイトバランスを制御するホワイトバランス制御部

をさらに備える

前記（１）または（２）に記載の撮像装置。

（４）

前記非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、前記撮像画像に対してホワイトバランスゲインを乗算するホワイトバランス部

をさらに備え、

前記ホワイトバランス制御部は、前記ホワイトバランス部により前記ホワイトバランスゲインが乗算された前記撮像画像に対して、前記ホワイトバランスゲインの逆数を乗算することにより、前記撮像画像のホワイトバランスを制御する

ように構成された

前記（３）に記載の撮像装置。

（５）

前記非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、前記撮像画像に基づいて前記ホワイトバランスゲインを算出するホワイトバランスゲイン算出部

をさらに備える

前記（４）に記載の撮像装置。

（６）

前記ホワイトバランスゲインは、前記ベイヤ化処理後の撮像画像を用いて所定の信号処理を行う際に算出される

ように構成された

前記（４）に記載の撮像装置。

（７）

前記非ベイヤ配列の撮像画像の各画素の信号には、不可視光成分と可視光成分が含まれる

ように構成された

前記（１）乃至（６）のいずれかに記載の撮像装置。

（８）

前記信号に含まれる前記不可視光成分と前記可視光成分を分離する分離部をさらに備え、

前記レベル補正部は、前記分離部により分離された前記可視光成分の信号レベルを補正する

ように構成された

前記（７）に記載の撮像装置。

（９）

撮像装置が、

非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルである前レベルと、ベイヤ化処理後の前記撮像画像の、ベイヤ配列の画像の露光制御に用いられる画素の信号レベルである後レベルが同一になるように、前記撮像画像の信号レベルを補正するレベル補正ステップ

を含む撮像方法。

（１０）

コンピュータを、

非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルである前レベルと、ベイヤ化処理後の前記撮像画像の、ベイヤ配列の画像の露光制御に用いられる画素の信号レベルである後レベルが同一になるように、前記撮像画像の信号レベルを補正するレベル補正部

として機能させるためのプログラム。

符号の説明

[0153] １１ 撮像装置, ４２ 分離部, ４３ ゲイン算出部, ４４ ホワイト
 バランス部, ４５ レベル補正部, ５４ 逆ホワイトバランス部, １２

1 撮像装置, 162 ホワイトバランス部

請求の範囲

- [請求項1] 非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルである前レベルと、ベイヤ化処理後の前記撮像画像の、ベイヤ配列の画像の露光制御に用いられる画素の信号レベルである後レベルが同一になるように、前記撮像画像の信号レベルを補正するレベル補正部を備える撮像装置。
- [請求項2] 前記前レベルと前記後レベルに基づいて、前記前レベルと前記後レベルを同一にするために前記撮像画像の信号レベルに乘算する補正ゲインを算出する補正ゲイン算出部をさらに備え、前記レベル補正部は、前記補正ゲイン算出部により算出された前記補正ゲインを、前記撮像画像の信号レベルに乘算するように構成された請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像のRGBの信号レベルの比と、ベイヤ化処理後の前記撮像画像のRGBの信号レベルの比が同一になるように、前記撮像画像のホワイトバランスを制御するホワイトバランス制御部をさらに備える請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項4] 前記非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、前記撮像画像に対してホワイトバランスゲインを乗算するホワイトバランス部をさらに備え、前記ホワイトバランス制御部は、前記ホワイトバランス部により前記ホワイトバランスゲインが乗算された前記撮像画像に対して、前記ホワイトバランスゲインの逆数を乗算することにより、前記撮像画像

のホワイトバランスを制御する

ように構成された

請求項 3 に記載の撮像装置。

[請求項5] 前記非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、前記撮像画像に基づいて前記ホワイトバランスゲインを算出するホワイトバランスゲイン算出部

をさらに備える

請求項 4 に記載の撮像装置。

[請求項6] 前記ホワイトバランスゲインは、前記ベイヤ化処理後の撮像画像を用いて所定の信号処理を行う際に算出される

ように構成された

請求項 4 に記載の撮像装置。

[請求項7] 前記非ベイヤ配列の撮像画像の各画素の信号には、不可視光成分と可視光成分が含まれる

ように構成された

請求項 1 に記載の撮像装置。

[請求項8] 前記信号に含まれる前記不可視光成分と前記可視光成分を分離する分離部

をさらに備え、

前記レベル補正部は、前記分離部により分離された前記可視光成分の信号レベルを補正する

ように構成された

請求項 7 に記載の撮像装置。

[請求項9] 撮像装置が、

非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化処理前の前記撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルである前レベルと、ベイヤ化処理後の前記撮像画像の、ベイヤ配列の画像の露光制御に用いられる画素の信号レベルである後レベルが同一になるよう

に、前記撮像画像の信号レベルを補正するレベル補正ステップ
を含む撮像方法。

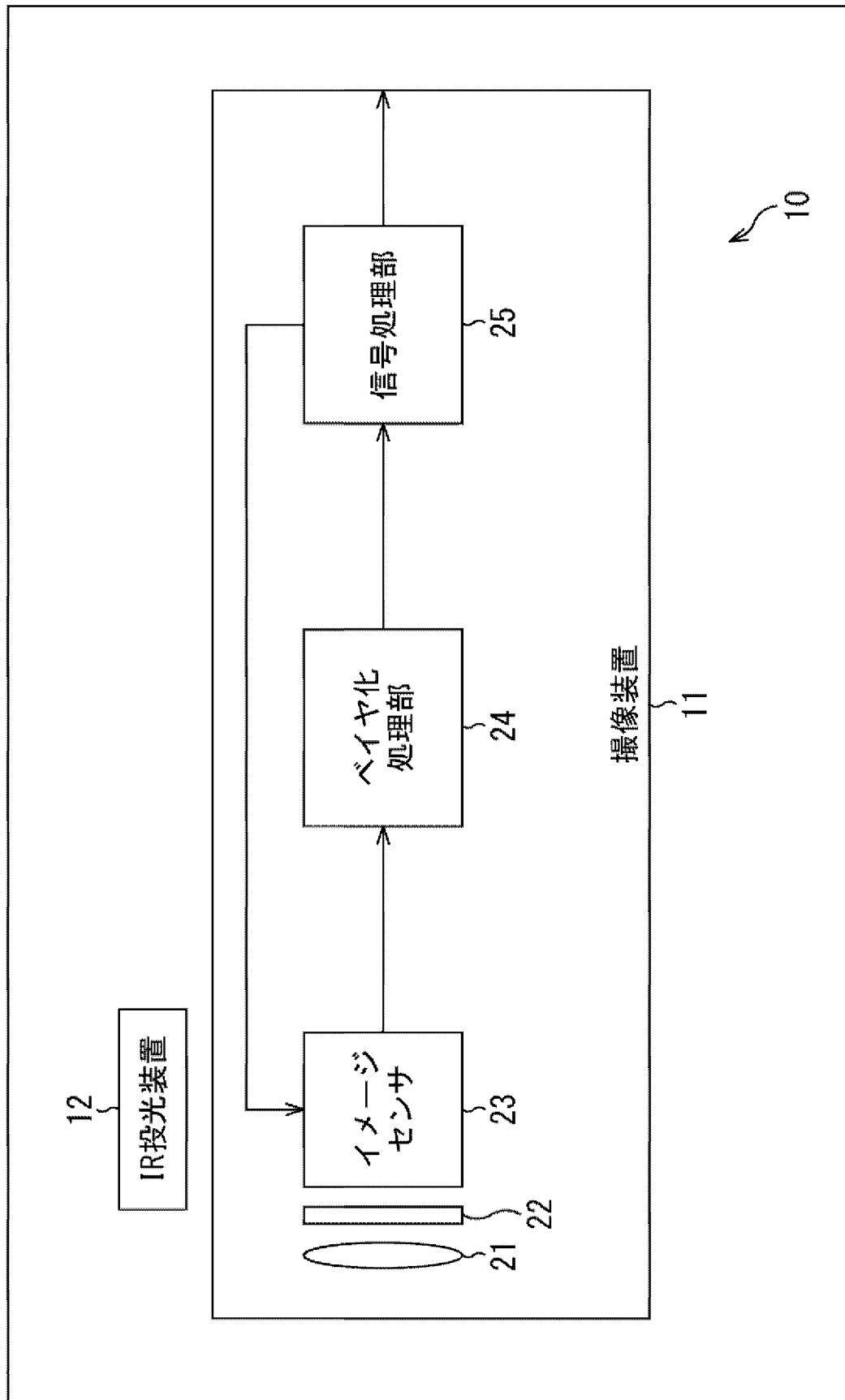
[請求項10]

コンピュータを、

非ベイヤ配列の撮像画像に対してベイヤ化処理を行う際、ベイヤ化
処理前の前記撮像画像の最も感度の高い画素の信号レベルである前レ
ベルと、ベイヤ化処理後の前記撮像画像の、ベイヤ配列の画像の露光
制御に用いられる画素の信号レベルである後レベルが同一になるよう
に、前記撮像画像の信号レベルを補正するレベル補正部
として機能させるためのプログラム。

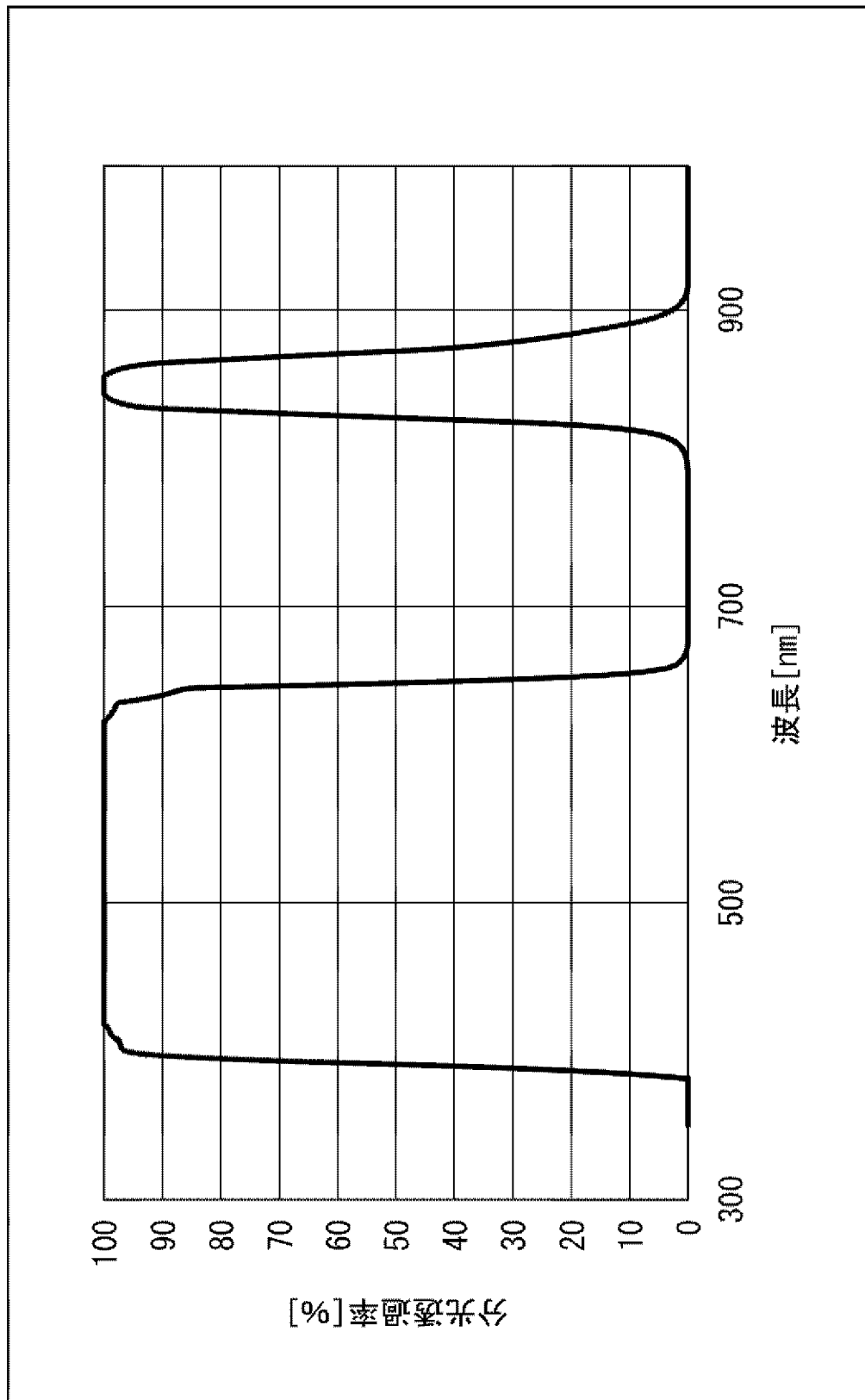
[図1]

図1

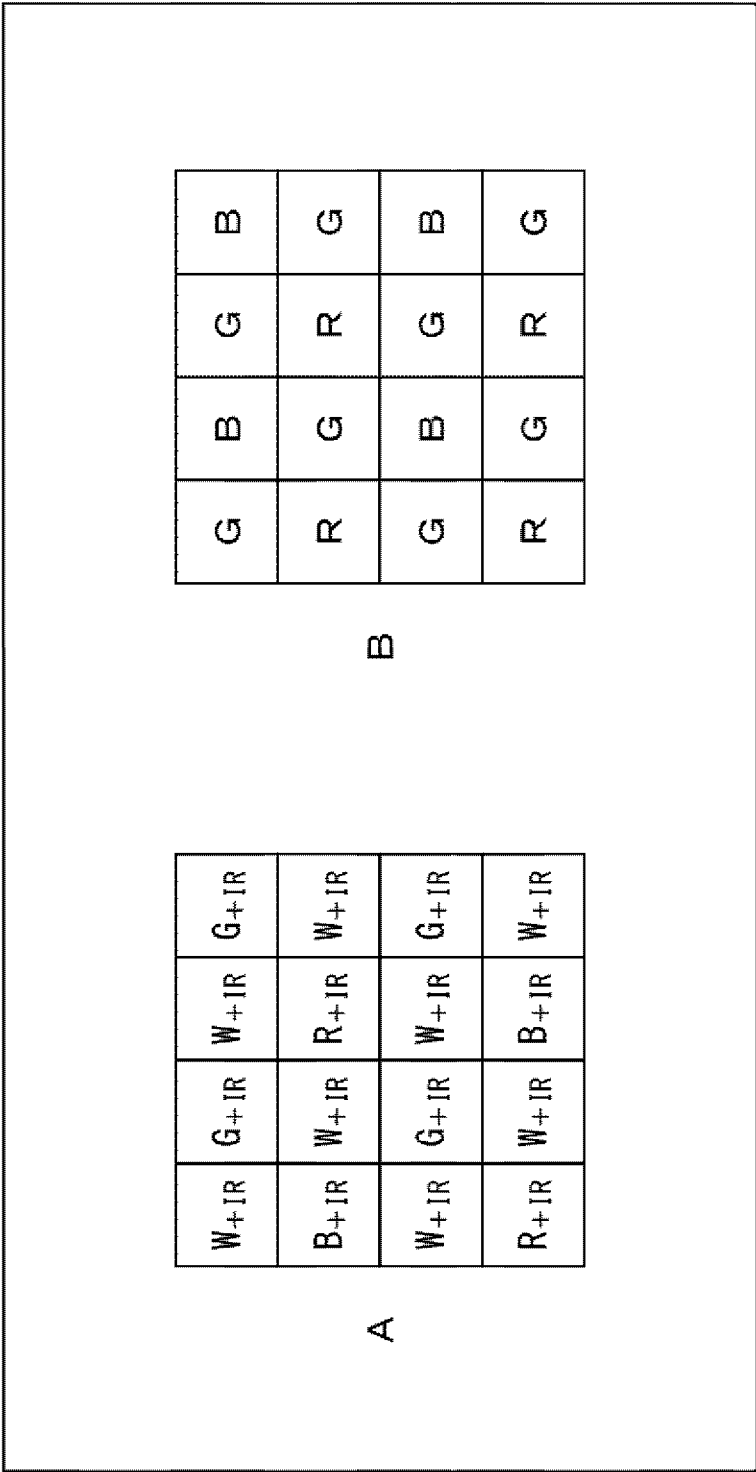


[図2]

図2

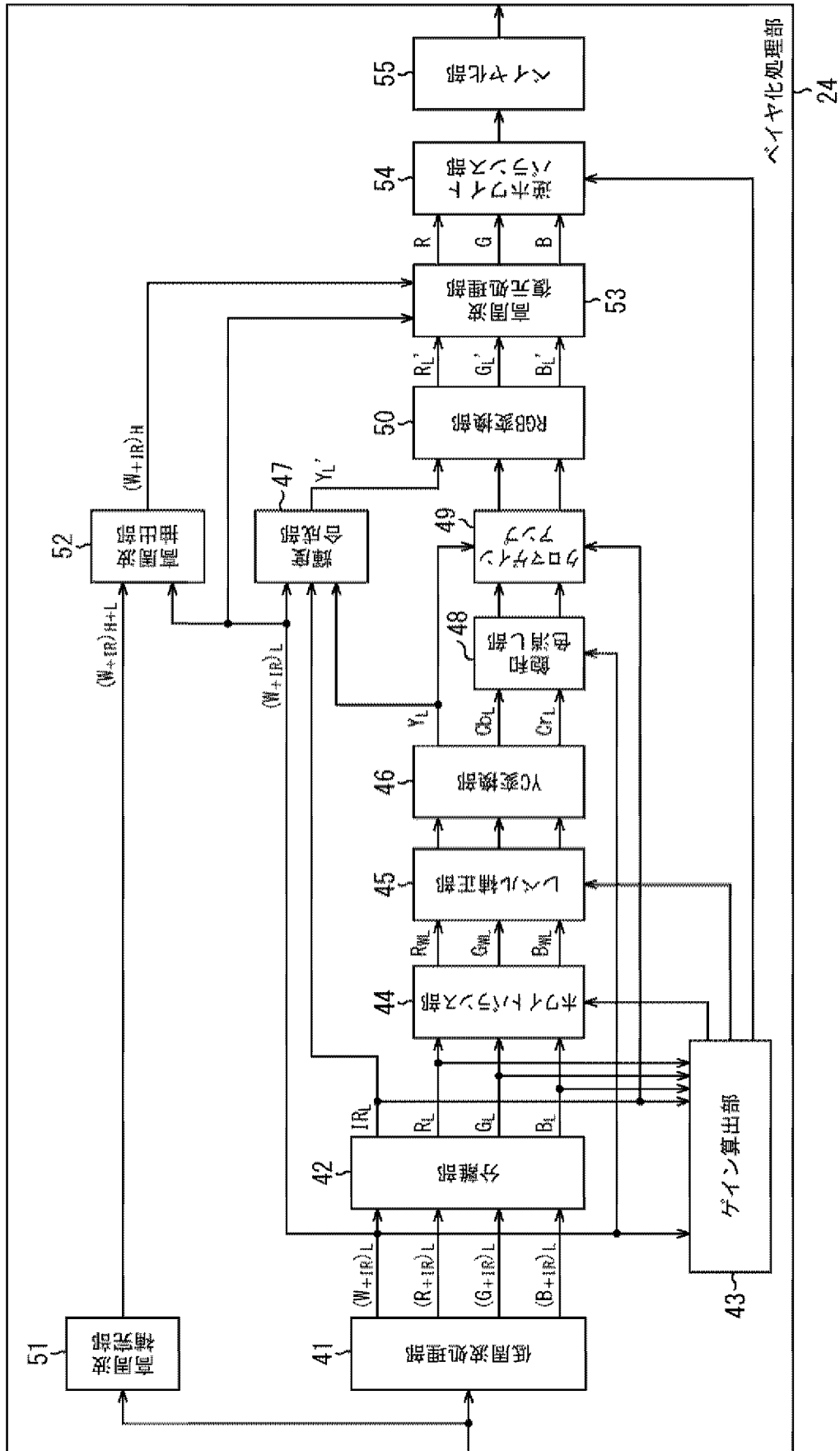


[図3]
図3



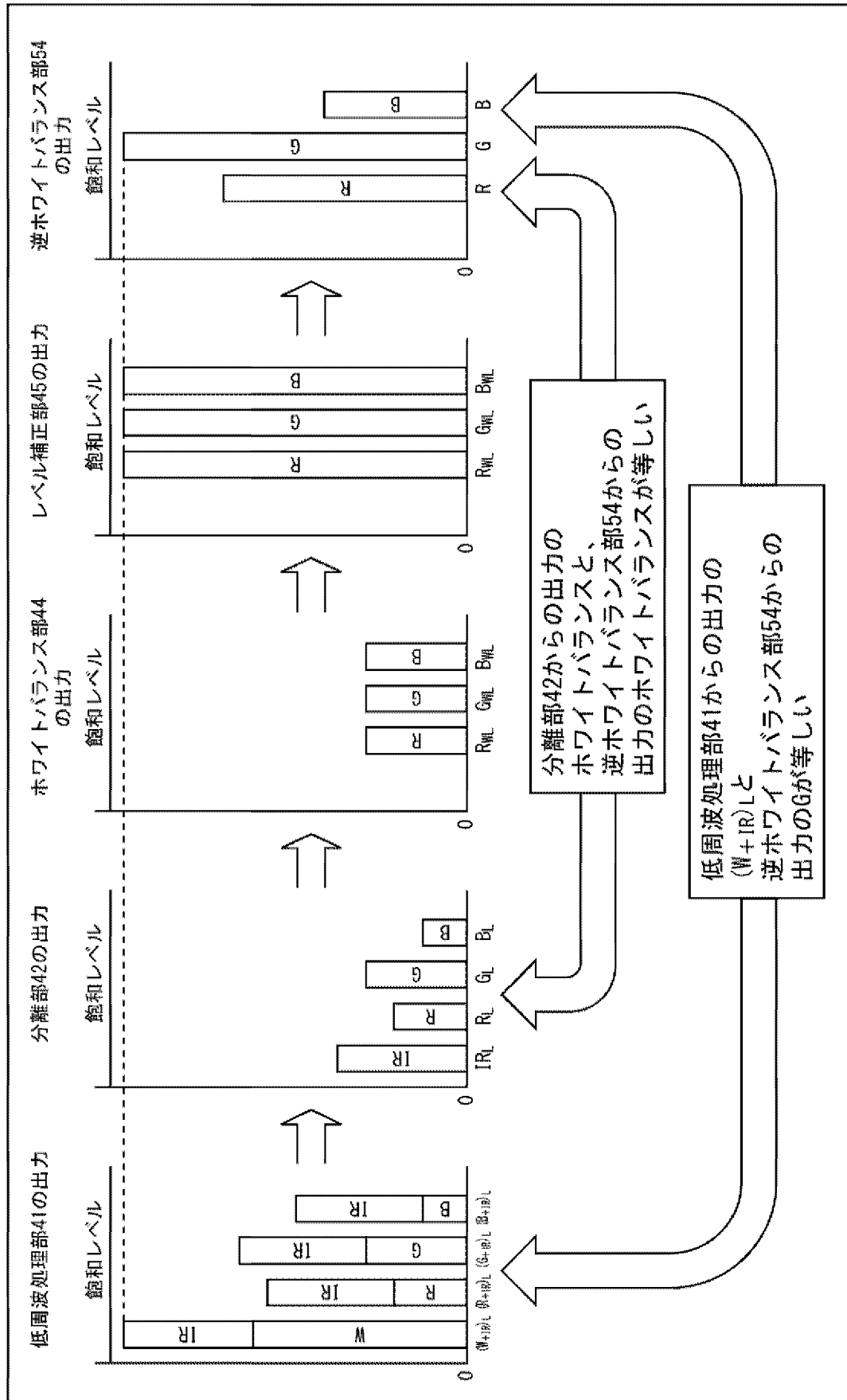
[図4]

図4



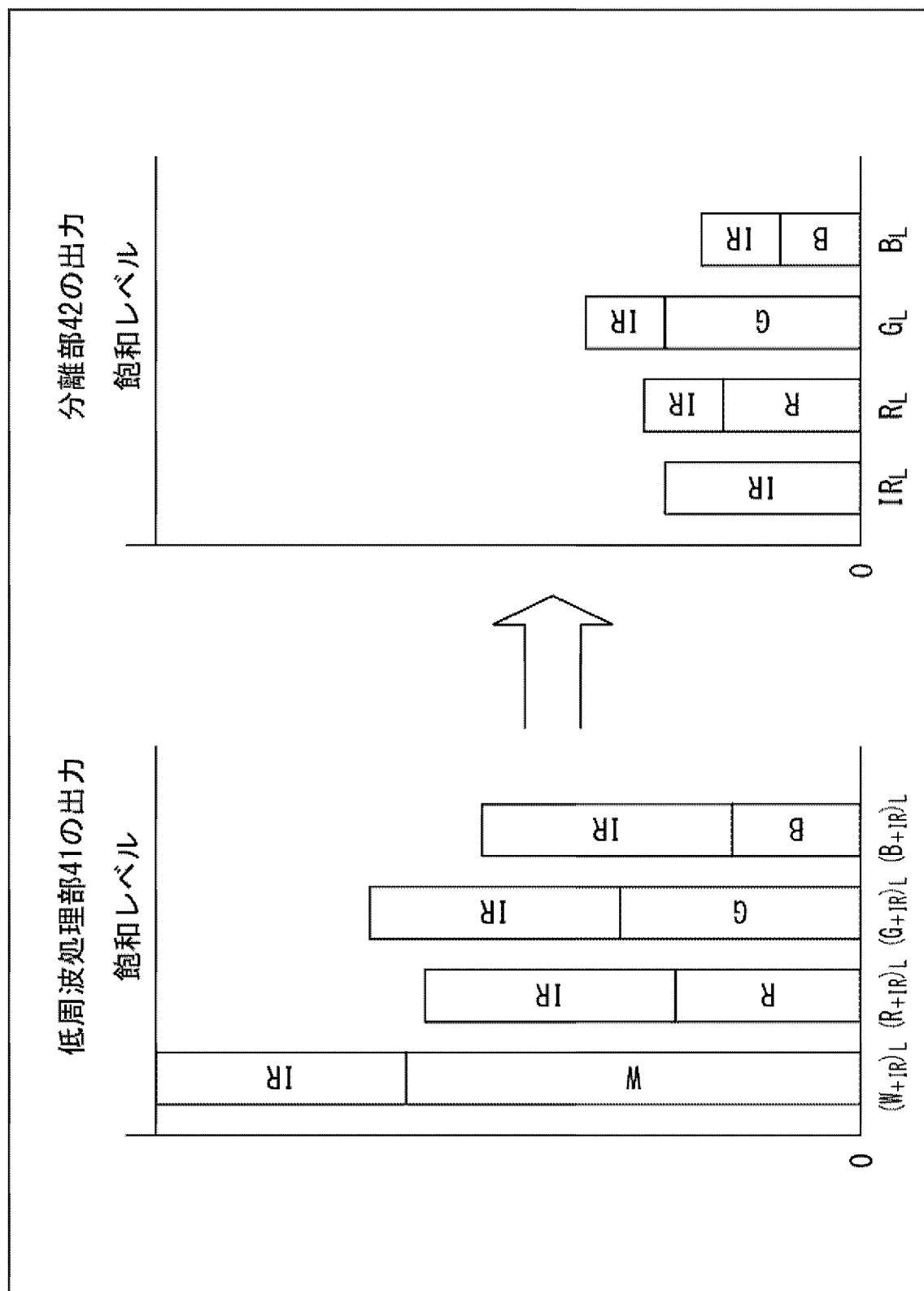
[図5]

図5



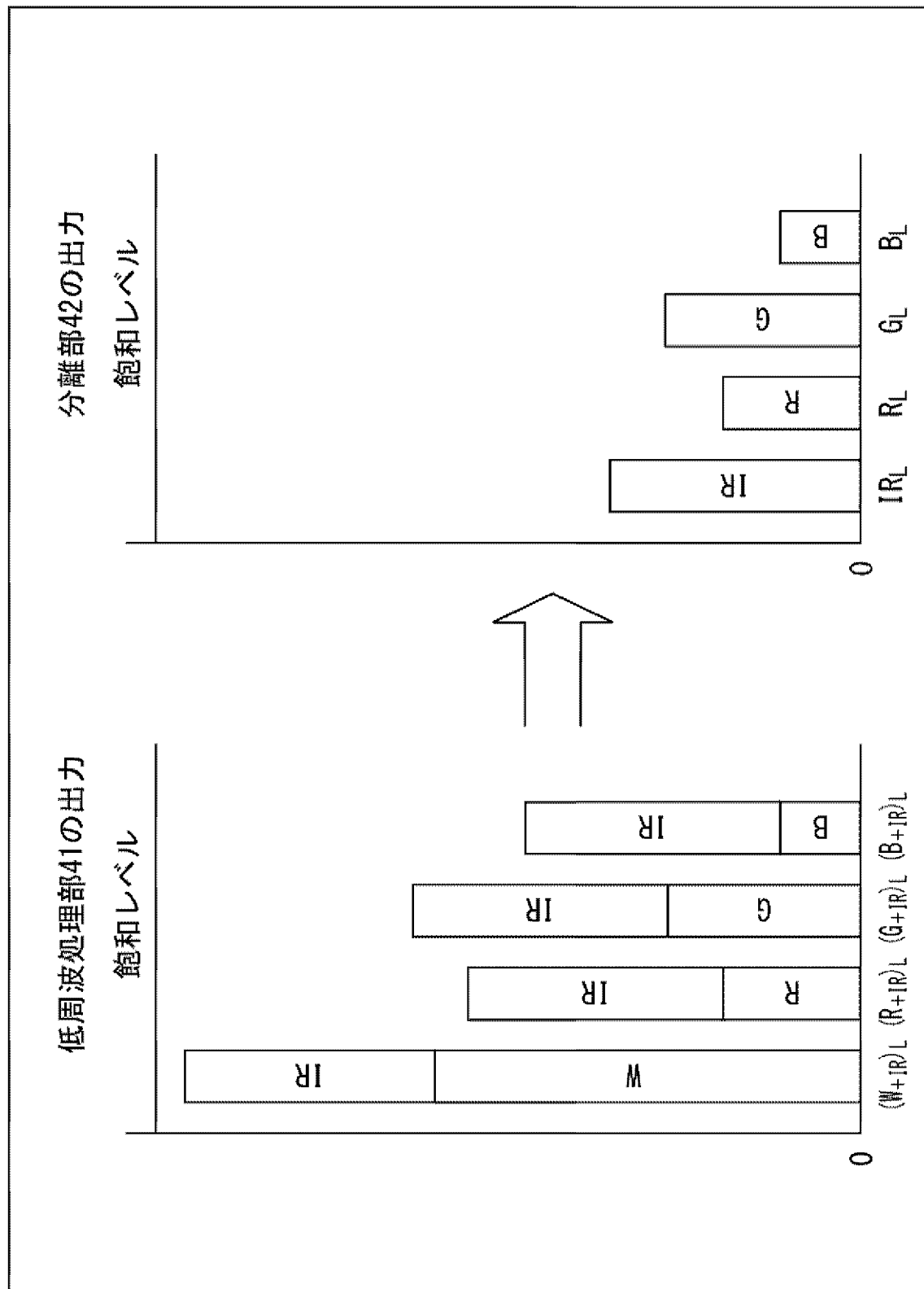
[図6]

図6



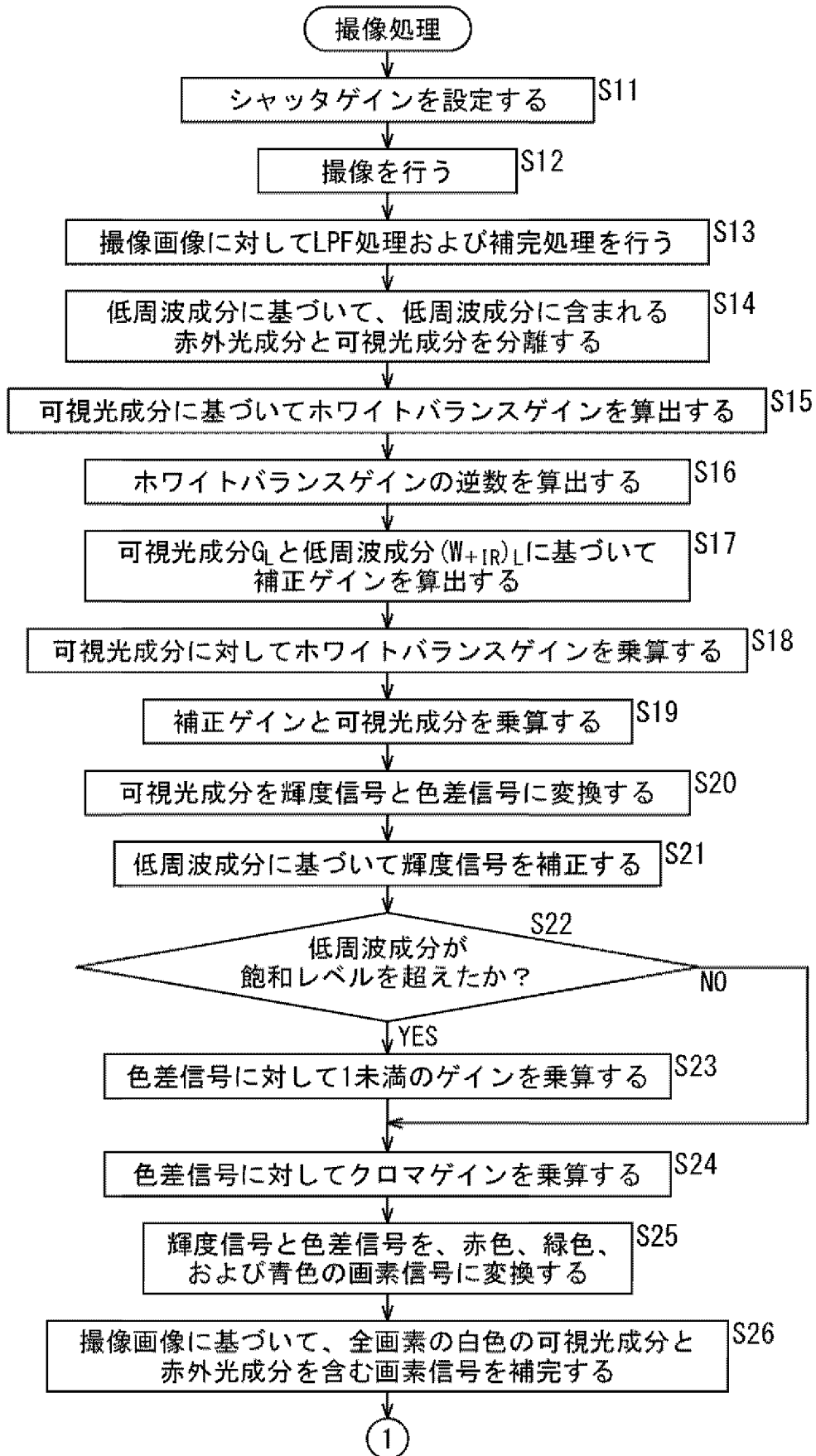
[図7]

図7



[図8]

図8



[図9]

図9

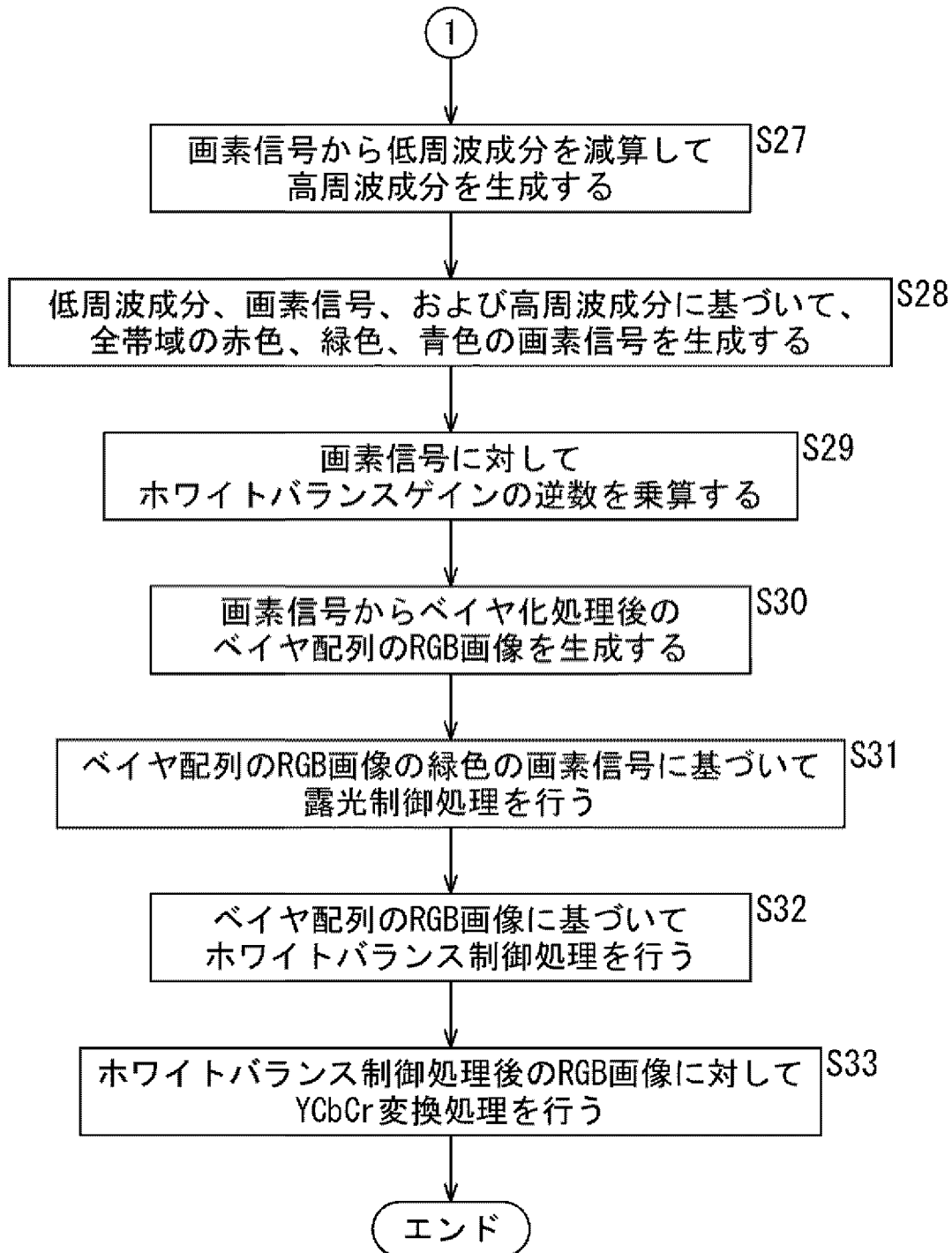
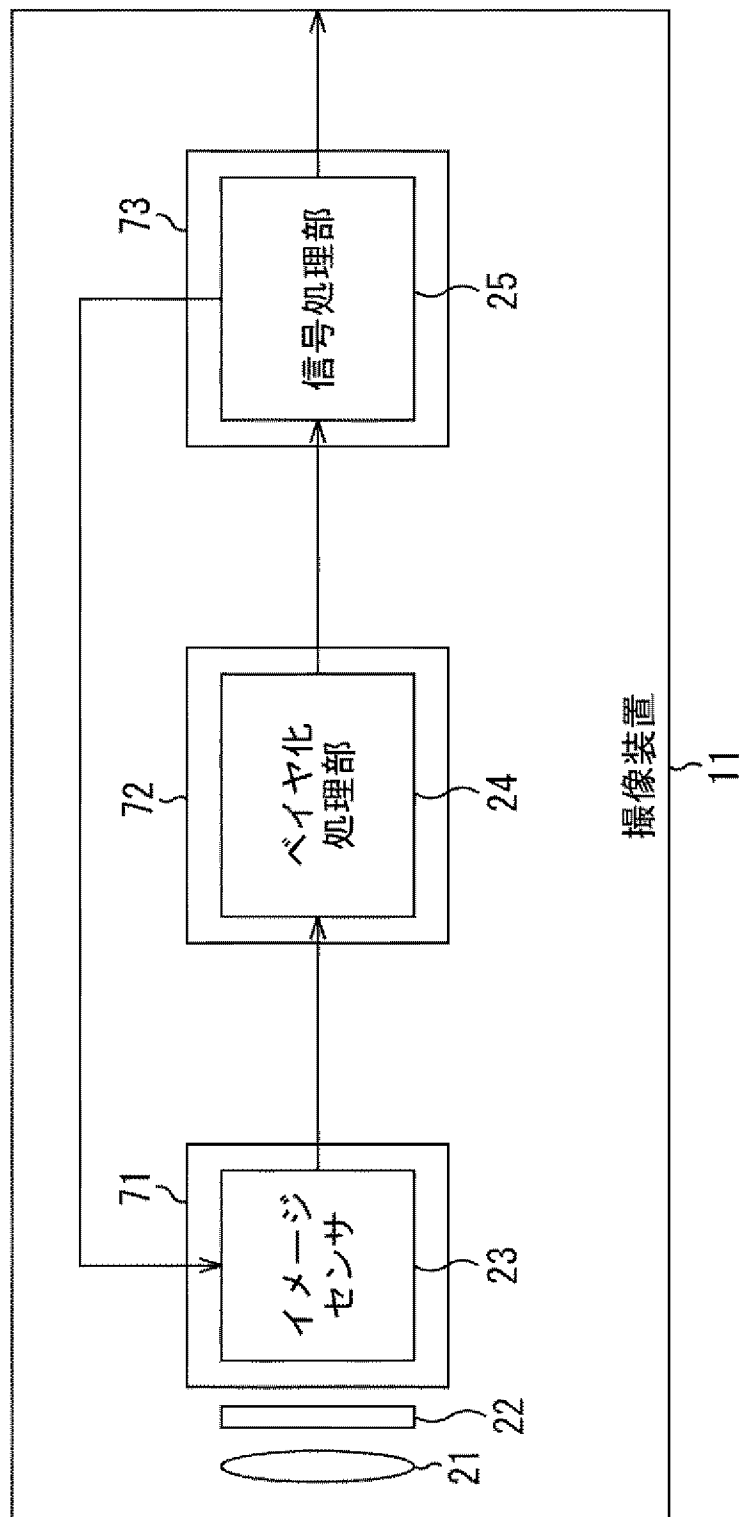
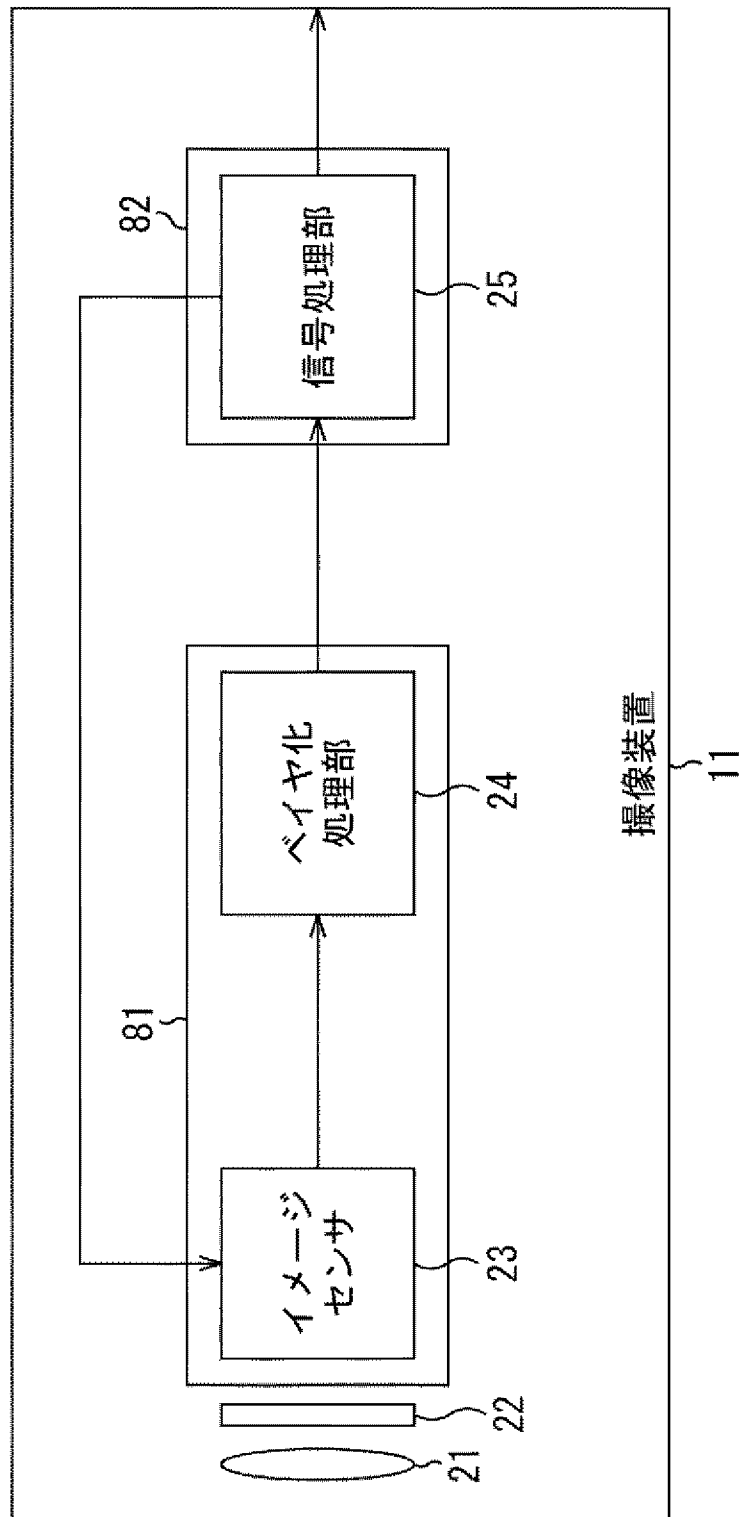


图10



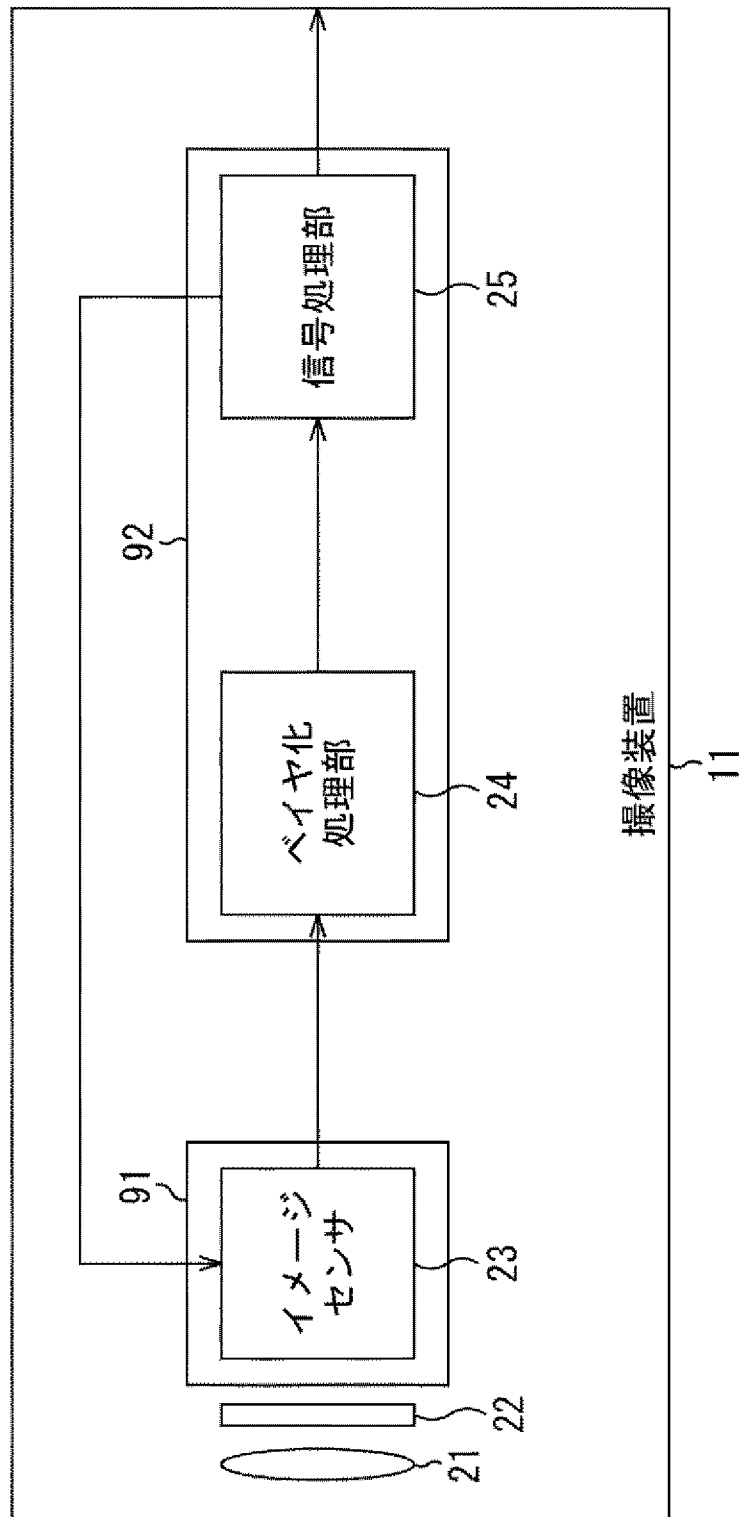
[図11]

図11



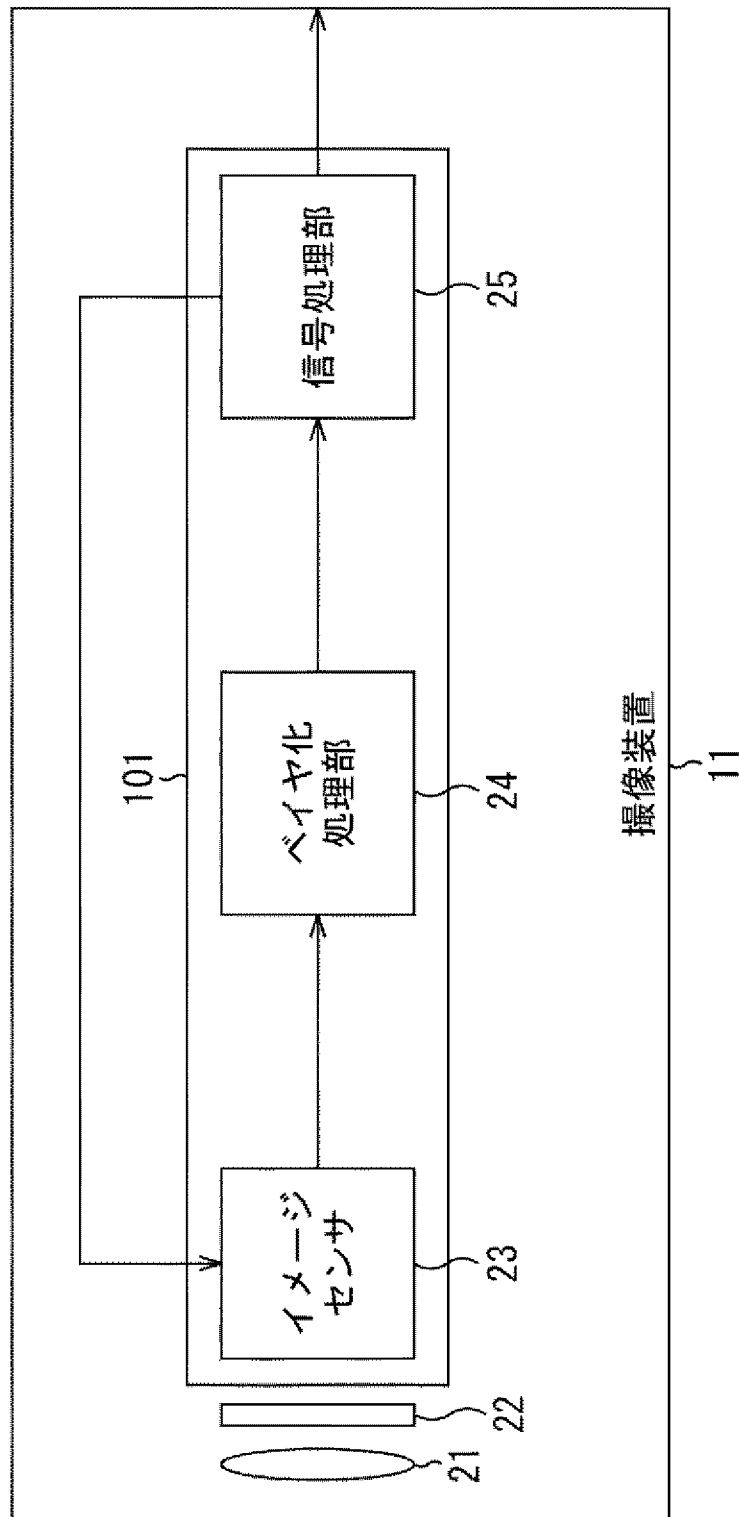
[図12]

図12



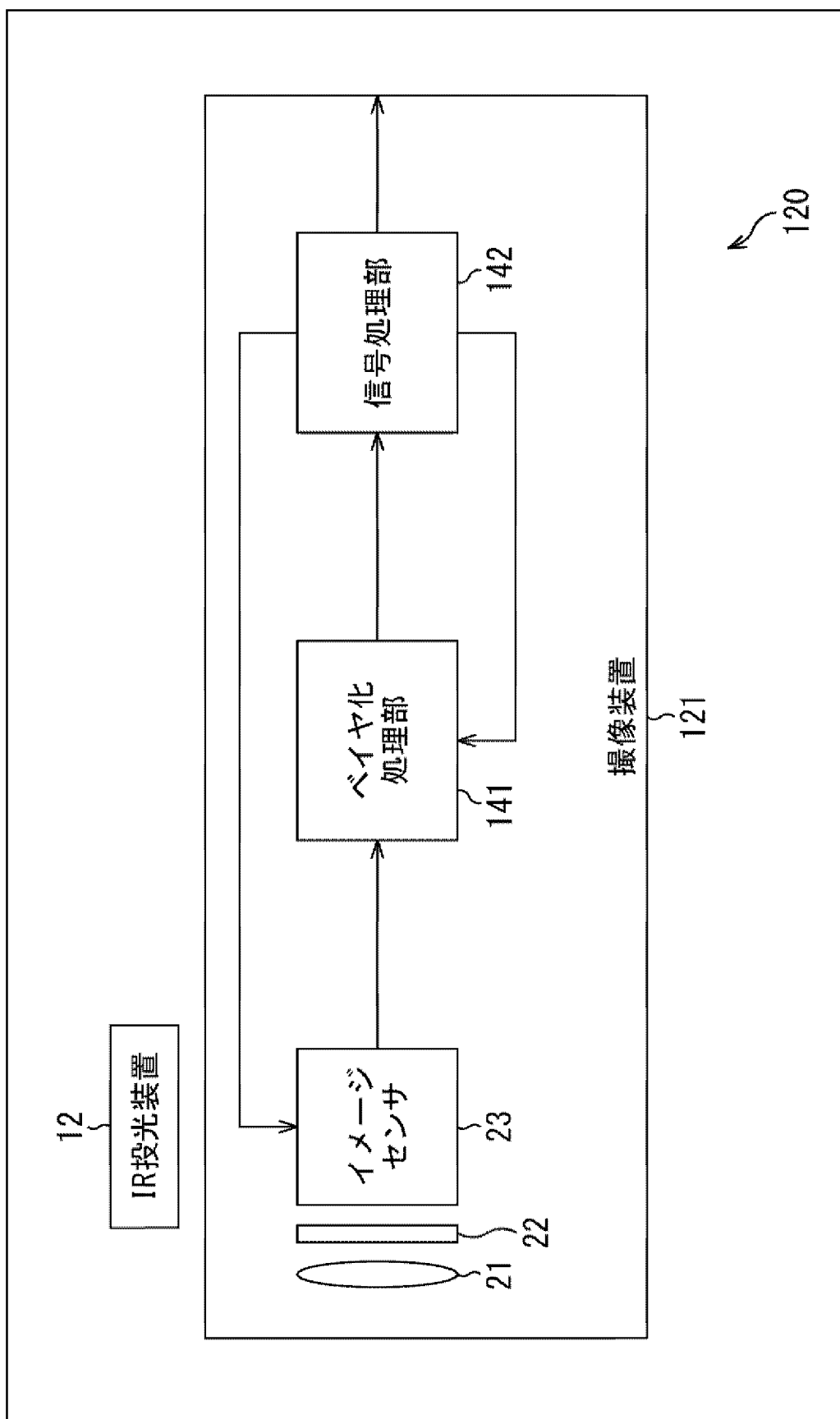
[図13]

図13



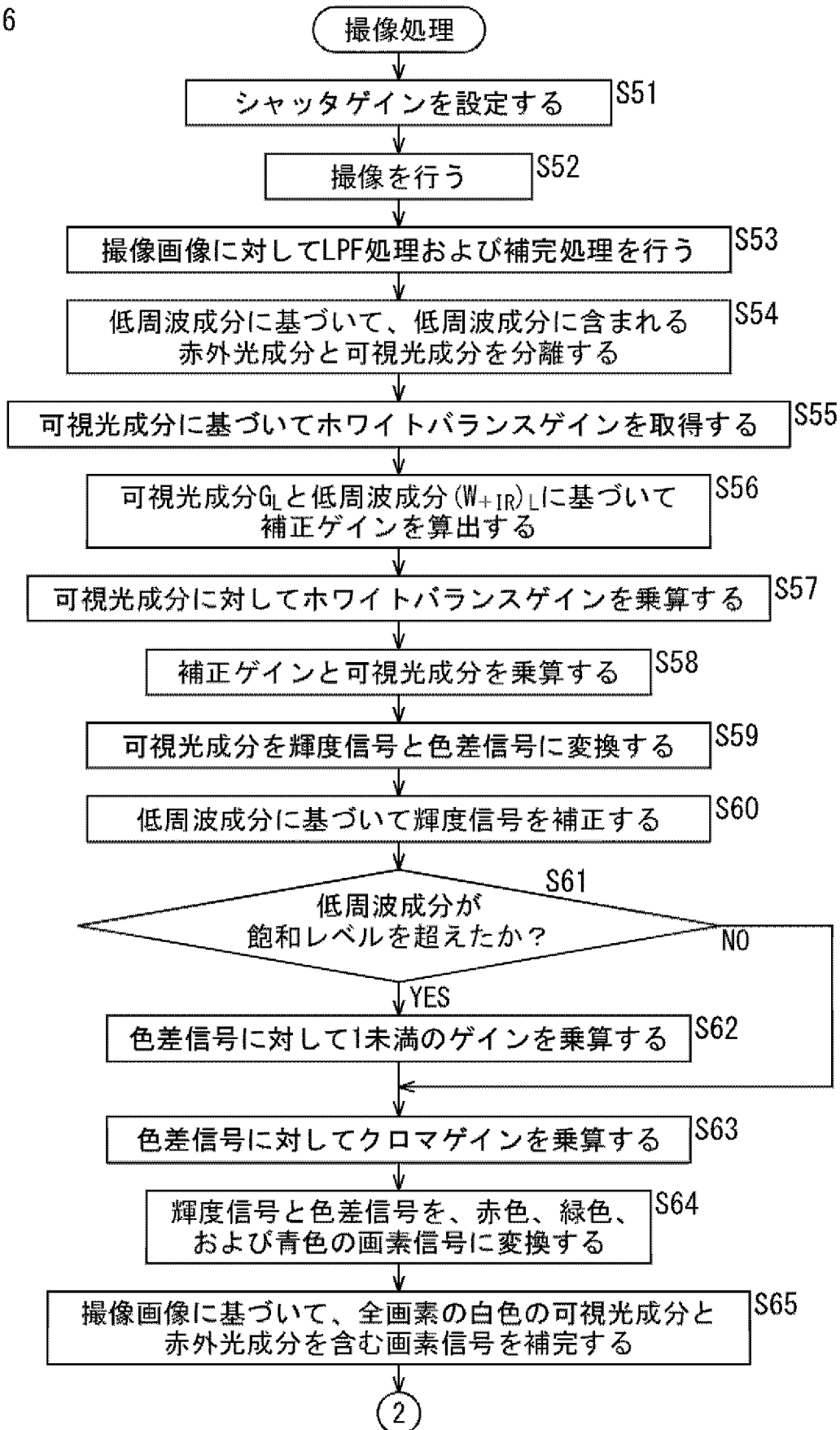
[図14]

図14



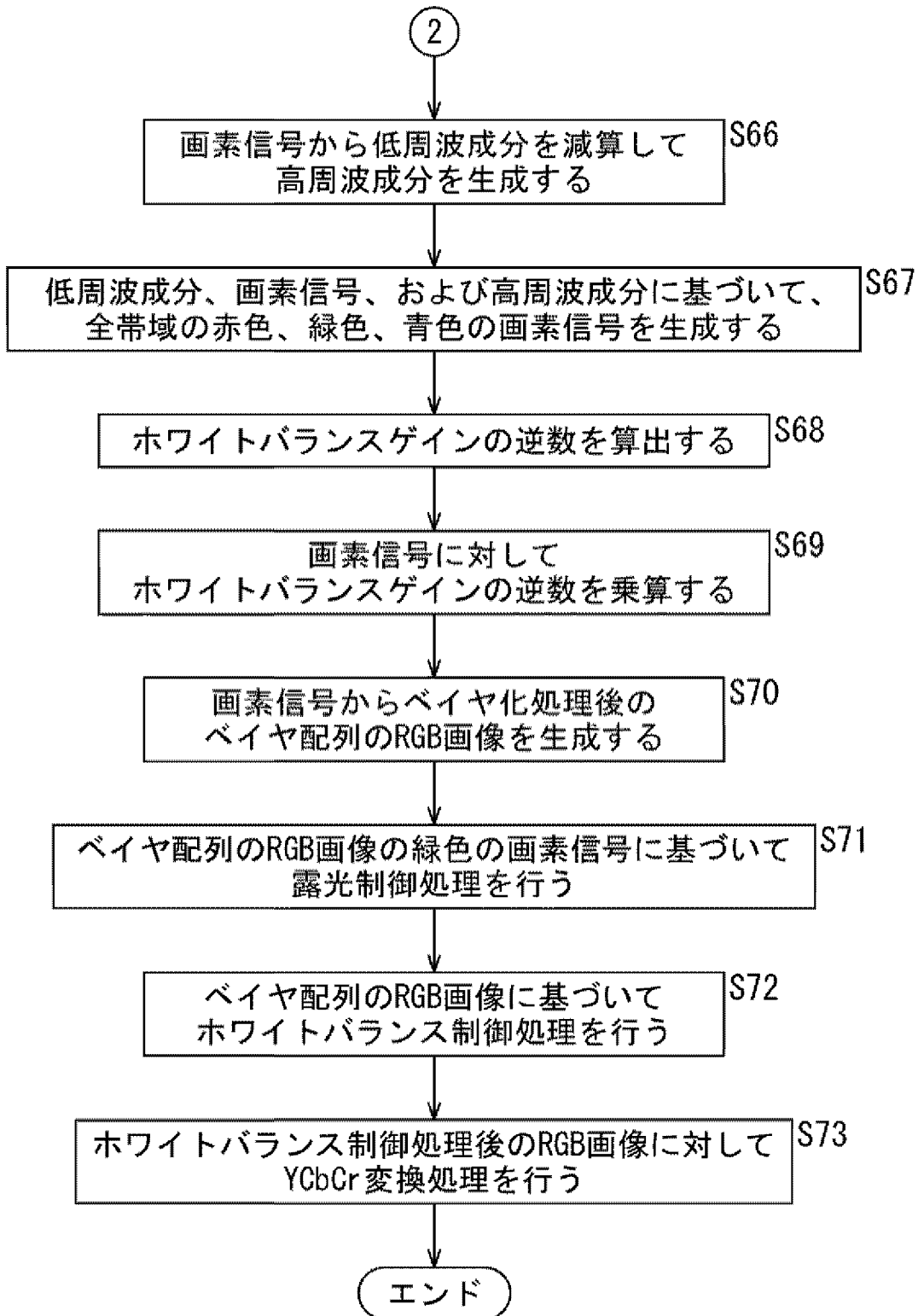
[図16]

図16

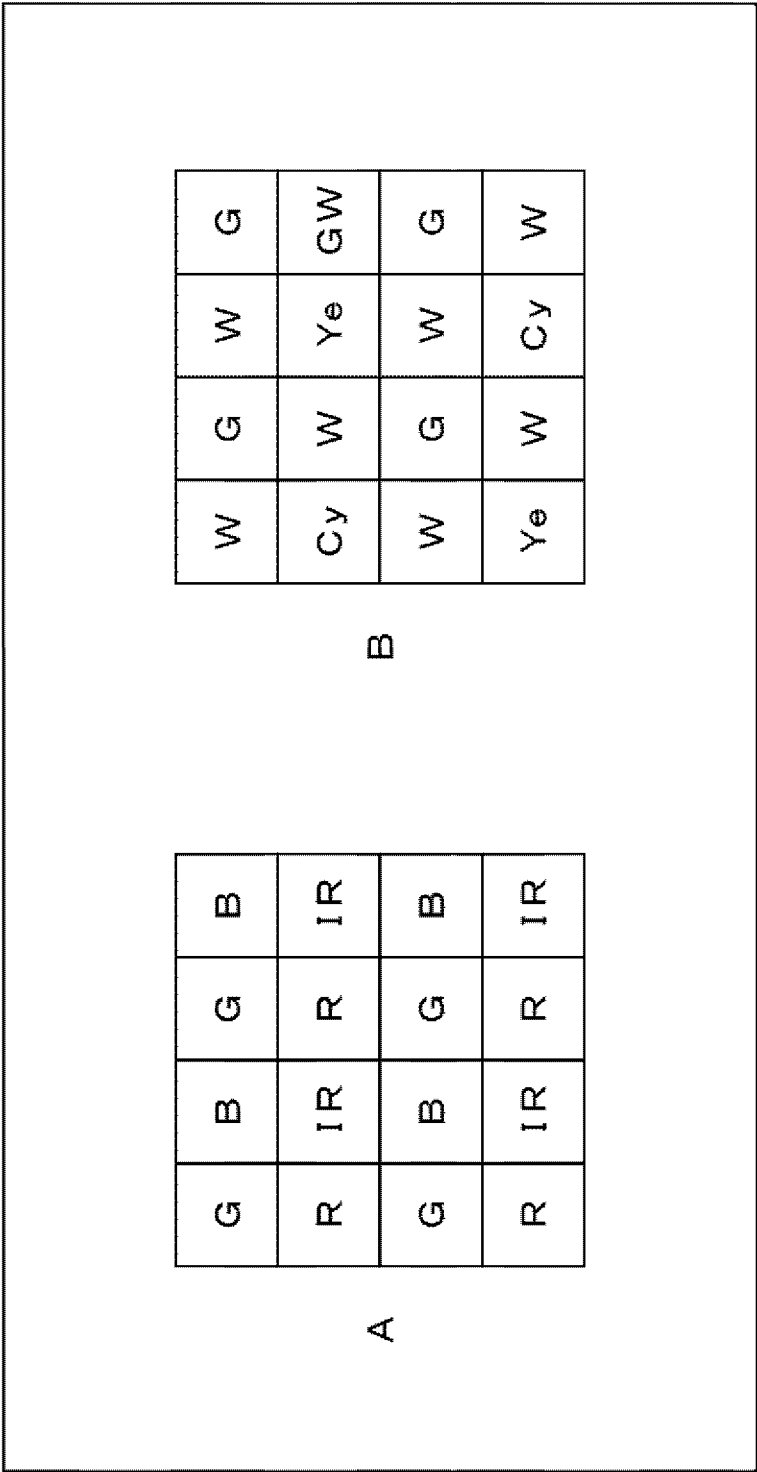


[図17]

図17

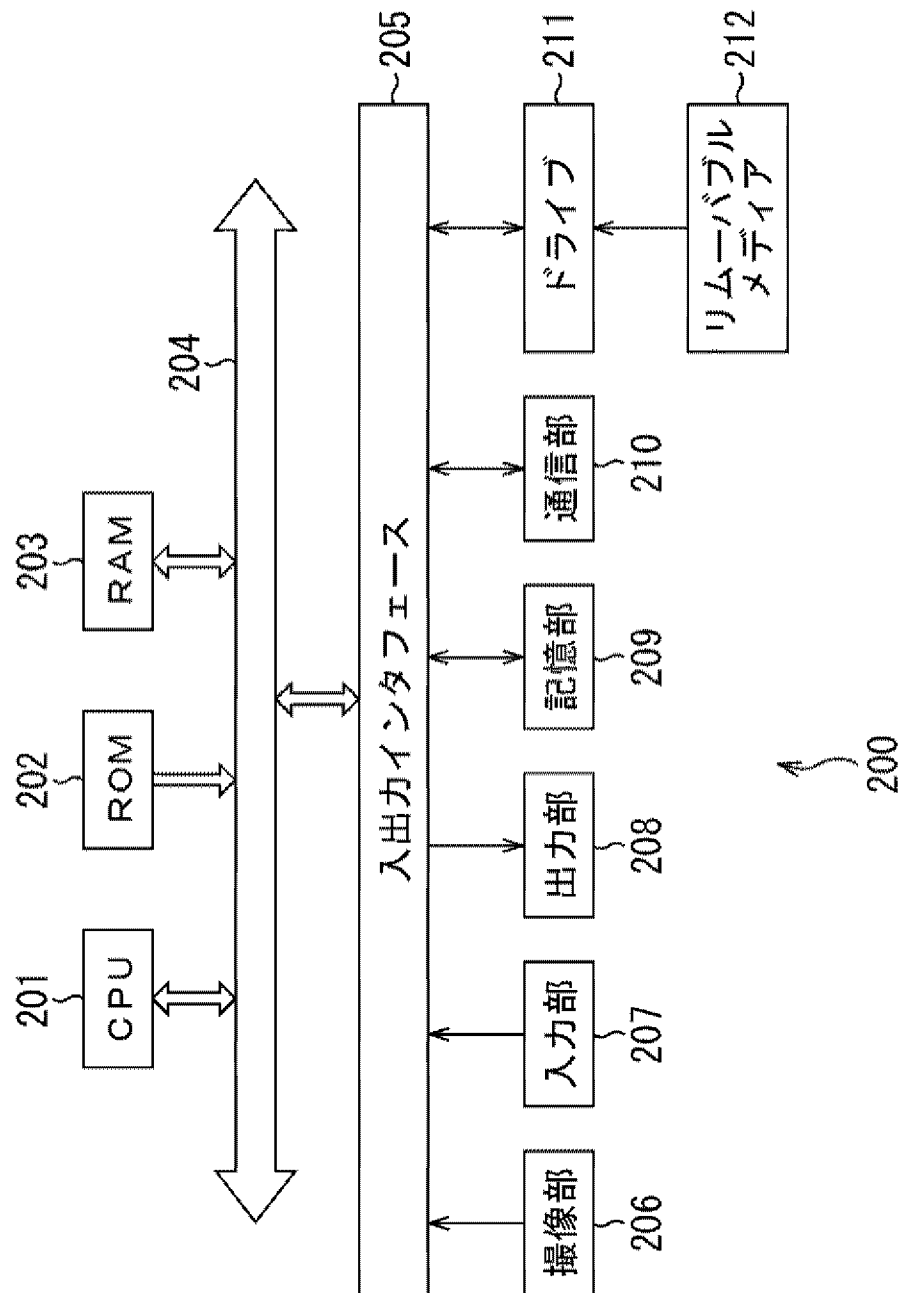


[図18]
図18



[図19]

図19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01)i, H04N9/73(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N9/07, H04N9/73

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2013-219705 A (Sony Corp.), 24 October 2013 (24.10.2013), paragraph [0045]; fig. 2 & US 2013/0272605 A1 paragraphs [0074], [0075]; fig. 2 & CN 103379343 A	1-10
A	JP 2008-289000 A (Sony Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2008-289001 A (Sony Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text; all drawings & US 2010/0283866 A1 & CN 101309428 A	1-10

☐ 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
15 February 2016 (15.02.16)

Date of mailing of the international search report
01 March 2016 (01.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N9/07(2006.01)i, H04N9/73(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N9/07, H04N9/73

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-219705 A（ソニー株式会社）2013.10.24, 段落 [0045], 第2図 & US 2013/0272605 A1, 段落 [0074], [0075], 第2図 & CN 103379343 A	1-10
A	JP 2008-289000 A（ソニー株式会社）2008.11.27, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2008-289001 A（ソニー株式会社）2008.11.27, 全文, 全図 & US 2010/0283866 A1 & CN 101309428 A	1-10

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

15.02.2016

国際調査報告の発送日

01.03.2016

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）

鈴木 明

5 V

9185

電話番号 03-3581-1101 内線 3571