

(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 12 月 15 日(15.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/199573 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) H04N 9/64 (2006.01)
H04N 5/232 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065420
- (22) 国際出願日: 2016 年 5 月 25 日(25.05.2016)
- (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 2015-115384 2015 年 6 月 8 日(08.06.2015) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目 1 4 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 杉山 寿伸(SUGIYAMA Toshinobu); 〒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).
- (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 2 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, 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), ユーロッパ (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 PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, PROGRAM, AND IMAGE CAPTURE DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム、並びに撮像装置

図7

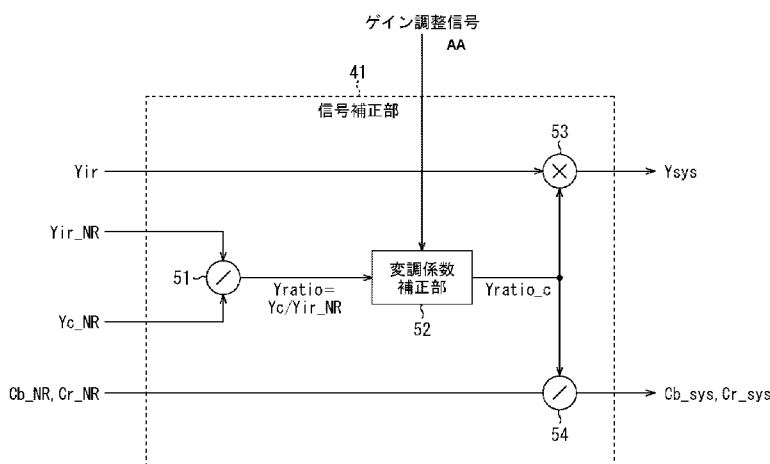


FIG. 7:
41 Signal correction unit
52 Modulation coefficient correction unit
AA Gain adjustment signal

(57) Abstract: The present disclosure relates to an image processing device, an image processing method, a program, and an image capture device which make it possible to increase the image quality of an image which is generated using an image obtained in a state with infrared light irradiation and an image obtained in a state without infrared light irradiation. A modulation coefficient setting unit sets a first modulation coefficient used for correction of infrared brightness information, on the basis of the ratio of infrared brightness information which is brightness information of an infrared image obtained in a state with infrared light irradiation, and visible brightness information which is brightness information of a visible image obtained in a state without infrared light irradiation. A modulation coefficient correction unit corrects the first modulation coefficient into a second modulation coefficient on the basis of a parameter representing the brightness of the subject of the visible image, or the brightness of the photography environment. A brightness correction unit corrects the infrared brightness information using the second modulation coefficient. The present

disclosure may be applied to monitoring cameras, for example.

(57) 要約:

[続葉有]



本開示は、赤外光が照射された状態で得られる画像と赤外光が照射されていない状態で得られる画像を用いて生成した画像の画質を向上させることができるようにする画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム、並びに撮像装置に関する。変調係数設定部は、赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数を設定する。変調係数補正部は、可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて第1の変調係数を第2の変調係数に補正する。輝度補正部は、第2の変調係数を用いて赤外輝度情報を補正する。本開示は、例えば監視カメラに適用できる。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム、並びに撮像装置

技術分野

[0001] 本開示は、画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム、並びに撮像装置に関し、特に、赤外光が照射された状態で得られる画像と赤外光が照射されていない状態で得られる画像を用いて生成した画像の画質を向上させるようにした画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム、並びに撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、監視カメラには、日中の自然光下や白色光などの可視光の照明下で撮像を行うデイモードと、赤外光を照射して撮像を行うナイトモードの二種類のモードを備えているものがある。

[0003] デイモードの撮像ではカラー画像を得ることができる。一方、ナイトモードの撮像では、照射した赤外光が被写体で反射した反射光を受光することになるので、R、G、Bなどの色情報を得ることができず、反射光（赤外光）の受光強度のみを取得できる。よって、得られる画像はグレーやグリーンなどのモノクロ画像となる。

[0004] ところで、監視カメラの用途を考慮した場合、ナイトモードの撮像であってもカラー画像を得られることが望ましい。

[0005] そこで、従来、例えば、撮像範囲（被写体）に赤外光が照射された状態で得られる画像（以下、赤外画像と称する）と、撮像範囲に赤外光が照射されていない状態で得られる画像（以下、可視画像と称する）を連続して撮像し、赤外画像の輝度情報、および可視画像の色差情報を用いてカラー画像を生成する技術が開示されている（例えば、非特許文献1参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1：「赤外フラッシュと1台のカメラを利用した低照度シーンのカラー画像生成」画像の認識、理解シンポジウム（MIRU2011）P1034.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、赤外画像の輝度情報、および可視画像の色差情報を用いてカラー画像を生成する場合、赤外画像の輝度情報そのままカラー画像に用いた場合、赤外光の反射率と可視光の反射率が大きく異なる被写体では、輝度情報の違いにより色再現が劣化してしまう。例えば、赤外光に対する反射率が高く、可視光に対する反射率が低い黒服を撮影した場合に、赤外画像の輝度情報をそのまま用いると、カラー画像において黒服が白っぽい服になってしまうことがある。

[0008] 本開示はこのような状況に鑑みてなされたものであり、赤外光が照射された状態で得られる画像と赤外光が照射されていない状態で得られる画像を用いて生成した画像の画質を向上させるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の第1の側面である画像処理装置は、赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数を設定する変調係数設定部と、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数を第2の変調係数に補正する変調係数補正部と、前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正部とを備える。

[0010] 前記変調係数補正部には、前記第1の変調係数と、前記赤外輝度情報を補正しない場合の第3の変調係数とを、前記パラメータに基づく比率で合成することにより前記第2の変調係数を算出させることができる。

[0011] 前記変調係数補正部には、前記パラメータに基づいて前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定した場合

、所定の非線形関数により前記第 1 の変調係数を前記第 2 の変調係数に変換させることができる。

[0012] 前記変調係数補正部には、所定の第 1 の関数により前記第 1 の変調係数を変換した第 3 の変調係数と、所定の第 2 の関数により前記第 1 の変調係数を変換した第 4 の変調係数とを、前記パラメータに基づく比率で合成することにより前記第 2 の変調係数を算出させることができる。

[0013] 前記変調係数補正部には、前記パラメータに基づいて、複数の関数の中から前記第 1 の関数と前記第 2 の関数の組み合わせを選択させることができる。

[0014] 前記複数の関数に、前記第 4 の変調係数＝前記第 1 の変調係数となる関数、および前記変調係数＝1 となる関数のうち少なくとも一方、並びに所定の非線形関数を含ませることができる。

[0015] 前記変調係数補正部には、前記パラメータに基づいて前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定した場合、前記パラメータに基づいて前記第 2 の変調係数の下限値を制限させることができる。

[0016] 前記変調係数補正部には、前記可視輝度情報が前記赤外輝度情報より大きい場合、前記パラメータに基づいて前記第 2 の変調係数の上限値を制限させることができる。

[0017] 前記パラメータを、前記可視画像の露光制御により調整されるゲインとすることができる。

[0018] 前記パラメータを、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさの測定値とすることができる。

[0019] 前記変調係数設定部には、前記赤外輝度情報の低周波成分と前記可視輝度情報の低周波成分との比率に基づいて前記第 1 の変調係数を設定させることができる。

[0020] 前記第 2 の変調係数を用いて前記色差情報の補正を行う色差補正部をさらに設け、前記カラー補正部には、補正後の前記赤外輝度情報および補正後の

前記色差情報を前記カラー画像の色情報に変換させることができる。

[0021] 前記赤外画像から前記赤外輝度情報を抽出する赤外画像変換部と、前記可視画像から前記可視輝度情報を抽出する可視画像変換部とをさらに設けることができる。

[0022] 本開示の第1の側面である画像処理方法は、赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数を設定する変調係数設定ステップと、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数を第2の変調係数に補正する変調係数補正ステップと、前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正ステップとを含む。

[0023] 本開示の第1の側面であるプログラムは、赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数を設定する変調係数設定ステップと、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数を第2の変調係数に補正する変調係数補正ステップと、前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正ステップとを含む処理をコンピュータに実行させる。

[0024] 本開示の第1の側面においては、赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数が設定され、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数が第2の変調係数に補正され、前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報が補正される。

[0025] 本開示の第2の側面である撮像装置は、撮像素子と、撮像範囲への赤外光

の照射のオン、オフを制御する赤外光照射制御部と、赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数を設定する変調係数設定部と、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数を第2の変調係数に補正する変調係数補正部と、前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正部とを備える。

[0026] 前記撮像素子には、所定のフレームレートに対応する1フレーム期間を3以上のサブフレーム期間に分割させ、前記サブフレーム期間毎にフォーカルプレーン読み出し方式で全画面分の画素値を掃引させることにより、前記1フレーム期間に前記サブフレーム期間の数だけサブフレーム画像を生成させ、前記赤外光照射制御部には、前記1フレーム期間において前記サブフレーム期間と同じ時間長単位で前記撮像範囲への赤外光の照射をオン、オフするように制御させることができる。

[0027] 赤外光が照射されている期間を露光時間を含む複数の前記サブフレーム画像から前記赤外画像を生成する赤外画像生成部と、赤外光が照射されている期間を露光時間に含まない複数の前記サブフレーム画像から前記可視画像を生成する可視画像生成部とをさらに設けることができる。

[0028] 補正後の前記赤外輝度情報および前記可視画像の色差情報をカラー画像の色情報に変換するカラー画像変換部をさらに設けることができる。

[0029] 本開示の第2の側面においては、撮像範囲への赤外光の照射のオン、オフが制御され、赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数が設定され、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数が第2の変調係数に補正され、前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報が補正され

る。

発明の効果

[0030] 本開示の第1または第2の側面によれば、赤外光が照射された状態で得られる画像と赤外光が照射されていない状態で得られる画像を用いて生成した画像の画質を向上させることができる。

[0031] 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

[0032] [図1]本開示を適用した撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図2] I Rバンドパスフィルタの透過特性を示す図である。

[図3] CMOSイメージセンサの構成例を示すブロック図である。

[図4] カメラDSP部の第1の構成例を示すブロック図である。

[図5] 撮像タイミングの第1の例を示す図である。

[図6] カメラDSP部の第1の構成例を示すブロック図である。

[図7] 信号補正部の構成例を示すブロック図である。

[図8] 変調係数の補正に用いる補正関数の第1の例を示す図である。

[図9] 変調係数の補正に用いる補正関数の第2の例を示す図である。

[図10] 変調係数の補正に用いる補正関数の第2の例を示す図である。

[図11] 変調係数の補正に用いる補正関数の第3の例を示す図である。

[図12] 変調係数の補正に用いる補正関数の第4の例を示す図である。

[図13] 変調係数の補正に用いる補正関数の第5の例を示す図である。

[図14] 変調係数の補正に用いる補正関数の第6の例を示す図である。

[図15] カラー画像生成処理を説明するフローチャートである。

[図16] CMOSのカラーフィルタの色の配置の変形例を示す図である。

[図17] 撮像タイミングの第2の例を示す図である。

[図18] カメラDSP部の第2の構成例を示すブロック図である。

[図19] 撮像タイミングの第3の例を示す図である。

[図20] 撮像タイミングの第4の例を示す図である。

[図21]撮像タイミングの第5の例を示す図である。

[図22]コンピュータ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

[0033] 以下、本開示を実施するための最良の形態（以下、実施の形態と称する）について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0034] <本開示の実施の形態である撮像装置の構成例>

図1は、本開示の実施の形態である撮像装置の構成例を示している。

[0035] この撮像装置10は、例えば監視カメラなどに用いられるものであり、赤外光を照射した状態で得られる赤外画像と、赤外光を照射していない低照度下で得られる可視画像に基づいてカラー画像を生成するものである。

[0036] 撮像装置10は、一般的なカメラと同様に構成される撮像系と、画像処理を実施する画像処理系と、撮像範囲に向けて赤外光を照射する投光系から構成される。

[0037] 撮像装置10の撮像系は、レンズ11、IRバンドパスフィルタ12、および、フォーカルプレーン読み出し方式（ローリングシャッタ方式）のCMOSイメージセンサ（以下、CMOSと略称する）13から成る。撮像系においては、レンズ11が被写体の光学像をCMOS13に集光し、レンズ11とCMOS13の間に配置されたIRバンドパスフィルタ12が被写体の光学像から可視光成分および赤外光成分を抽出し、CMOS13が入射光に基づく画像信号を生成して画像処理系に出力する。

[0038] 図2は、IRバンドパスフィルタ12の透過特性を示している。IRバンドパスフィルタ12は、波長400nmから650nmの可視光と、波長850nmにピークをもつ赤外光（投光系が照射する赤外光）に対して高い透過率を有するものとする。

[0039] 図3は、CMOS13の構成例を示している。このCMOS13は、センサアレイ21、信号線22、アナログゲインアンプ23、ADC24、およびデータバッファ25を有する。センサアレイ21は、縦横に配置された画素毎の光電変換素子からなり、その受光面側はベイア配列などのカラーフィルタ21aで

覆われている。

[0040] 図4は、CMOS13のセンサアレイ21における各画素時間との露光とそれによって得られる電荷信号の読み出しタイミングを示している。図示するように、CMOS13においては、掃引開始行(1st-Line)から最終行(Last-Line)に向かう掃引方向に従い、行単位で露光期間がずらされており、露光期間が終了したタイミングでその間に得られた電荷信号が行毎に一括して読み出される。

[0041] 読み出された電荷信号は信号線22を介してアナログゲインアンプ23に出力されて増幅され、ADC24でデジタルの画素信号に変換されてデータバッファ25に格納される。なお、アナログゲインアンプ23におけるゲインは、例えば、AE制御(自動露光制御)により、被写体の明るさまたは撮影環境の明るさに応じて調整する(適応的に設定する)ことが可能である。そして、センサアレイ21を構成する全画素分の画素信号が画像信号として後段の画像処理系に出力される。なお、この段階における画像信号は、各画素がR、G、Bのいずれかの色情報を有するRAWデータである。

[0042] 図1に戻る。撮像装置10の画像処理系は、カメラDSP部14、およびフレームメモリ15、16から成る。画像処理系においては、カメラDSP部14が撮像系からの画像信号に基づいて、各画素のそれぞれがR、G、Bの色情報を有するカラー画像を生成する。フレームメモリ15、16には、NR(ノイズリダクション)処理のために用いる画像信号が一時的に保持される。また、カメラDSP部14は撮像系のCMOS13の駆動(露光や読み出し)を制御するためのV同期信号を発生、出力する。さらに、また、カメラDSP部14は投光系を制御するためのドライバ信号(ON/OFF信号および強度調整信号)を発生、出力する。

[0043] 撮像装置10の投光系は、IR駆動部17およびIR照射部18から成る。投光系においては、カメラDSP部14からの制御に従い、IR駆動部17がIR照射部18から赤外光を照射させる。IR照射部18は波長850nmにピークをもつ赤外光を撮像範囲に向けて照射する。なお、IR照射部18は撮像

装置 10 の筐体内に配置してもよいし、撮像装置 10 の筐体外部に配置してもよい。

[0044] <CMOS 13 による撮像タイミングの第 1 の例>

次に、図 5 は、CMOS 13 による撮像タイミングの第 1 の例を示している。

[0045] CMOS 13 においては、最終的に出力するカラー画像のフレームレート（例えば 30fps）の 1 フレーム期間（30fps の場合、1/30 秒）を 4 分割してサブフレーム期間（30fps の場合、1/120 秒）を CMOS 13 の 1 画面掃引期間とし、1 フレーム期間に 4 枚のサブフレーム画像を CMOS 13 から出力できるようにする。

[0046] 1 フレーム期間に 4 枚のサブフレームを撮像するに際しては、連続する 2 サブフレーム期間において赤外光の照射をオンとし、その他の 2 サブフレーム期間は赤外光の照射をオフとする。なお、図 5 の場合、1 フレーム期間における 1 番目および 2 番目のサブフレーム期間（ t_0 から t_2 ）に赤外光の照射をオンとしているが、例えば、2 番目および 3 番目のサブフレーム期間（ t_1 から t_3 ）、または 3 番目および 4 番目のサブフレーム期間（ t_2 から t_4 ）に赤外光の照射をオンとするようにしてもよい。

[0047] 以下、1 番目のサブフレーム期間終了時に得られるサブフレーム画像をサブフレーム画像 SF1 と称する。同様に、2, 3, 4 番目のサブフレーム期間終了時にそれぞれ得られるサブフレーム画像をサブフレーム画像 SF2, SF3, SF4 と称する。

[0048] 図 5 の第 1 の例では、サブフレーム画像 SF1 は、掃引の先頭（1st-Line）付近の行は、露光期間に占める赤外光の照射がオンとされている時間が短いので暗くなり、掃引が進むにつれて赤外光の照射がオンとされている時間が長くなっていくため徐々に明るくなる画像となる。

[0049] サブフレーム画像 SF2 では、全ての行の露光期間全体に亘って赤外光の照射がオンとされているので、画面全体が均等に明るい画像となる。また、露光時間が短いので、動被写体の動きぶれが抑制された画像となる。さらに、フォーカルプレーン読み出し方式の CMOS センサでは、高速に移動する動被写体

の縦方向のずれ（各行ごとに露光期間がずれていることに起因する）が問題となるが、サブフレーム画像SF2（赤外画像）については、赤外光の照射期間が全ての行で同一であるため、縦方向のずれが生じないというメリットがある。

[0050] サブフレーム画像SF3は、サブフレーム画像SF1と明暗の変化が反対となり、掃引が進むにつれて赤外光の照射がオンとされている時間が短くなっていくため徐々に暗くなる画像となる。サブフレーム画像SF4は、全ての行の露光期間全体に亘って赤外光の照射がオフとされているので、可視光のみに基づく画面全体が暗い画像となる。以下、サブフレーム画像SF2を赤外画像とも称し、サブフレーム画像SF4を可視画像とも称する。

[0051] 1フレーム期間毎に4枚のサブフレーム画像SF1乃至SF4が入力されるカメラDSP部14では、これらのうち、明暗の勾配がないサブフレーム画像SF2（赤外画像）とサブフレーム画像SF4（可視画像）を用いてカラー画像を生成する。

[0052] <カメラDSP部14の第1の構成例>

次に、図6は、図5に示された撮像タイミングの第1の例に対応する、カメラDSP部14の第1の構成例を示している。カメラDSP部14は、タイミング制御部31およびAE制御部32を有する他、赤外画像処理系と可視画像処理系とカラー画像生成系から構成される。

[0053] タイミング制御部31は、CMOS13の駆動を制御するためのV同期信号と、IR駆動部17を制御するためのON/OFF信号を生成する。タイミング制御部31は、V同期信号を信号補正部41に供給し、ON/OFF信号をIR駆動部17に供給する。

[0054] AE（Automatic Exposure）制御部32は、撮像装置10のAE制御を行う。例えば、AE制御部32は、CMOS13におけるアナログゲインアンプ23を制御するためのゲイン調整信号と、IR駆動部17を制御するための強度信号を生成する。AE制御部32は、ゲイン調整信号をCMOS13のアナログゲインアンプ23および信号補正部41に供給し、強度信号をIR駆動部

17に供給する。

[0055] カメラDSP部14の赤外画像処理系は、CMOS13から1フレーム期間毎に4枚入力されるサブフレーム画像のうち、赤外画像（サブフレーム画像SF2）を処理対象とするものであり、3DNR部33、デモザイク部34、および2DNR部35から成る。

[0056] 3DNR部33は、CMOS13から入力される赤外画像（サブフレーム画像SF2）の各画素とその周辺画素とのフィルタリング処理により2次元的にノイズを除去する2DNR処理と、CMOS13から入力される赤外画像とフレームメモリ16に保持されている過去（1フレーム期間以前）の3DNR処理済の赤外画像との重み付け平均化を行う時間方向処理を組み合わせた3DNR処理を行う。なお、時間方向処理における現在の赤外画像に対する重み付けの値は帰還率と称され、ここでの帰還率は、後述する3DNR部36の帰還率よりも大きな値とされる。例えば、3DNR部36での帰還率が $1/8$ 、3DNR部33での帰還率が $1/2$ などとされる。

[0057] また一般に、3DNR処理における時間方向処理では、現在の画像の帰還率を小さくするとノイズ除去効果が高くなるが、過去の画像の成分が残り易くなるため、動被写体エッジなどで残像が発生してしまう。そこで、これを回避するために、3DNR部33では、サブフレーム間差分により動被写体を検知し、画像内の動被写体部分については現在の画像の帰還率を大きくして残像の発生を抑える処置が行われる。ここで、検知された動被写体検知結果は、3DNR部36に通知され、エッジ検出結果は2DNR部39に通知される。

[0058] 3DNR部33における3DNR処理済の赤外画像は、デモザイク部34に出力されるとともに、フレームメモリ16に上書き記録される。

[0059] デモザイク部34は、3DNR処理済の赤外画像（RAWデータ）から各画素の輝度情報 Y_{ir} （以下、赤外輝度情報 Y_{ir} と称する）を抽出して2DNR部35および信号補正部41に出力する。具体的には、RAWデータの画素値をそのまま赤外輝度情報 Y_{ir} とするか、または近傍の画素のR、G、Bの画素値を加算して赤外輝度情報 Y_{ir} とする。

- [0060] 2DNR部35は、赤外輝度情報Yirに二次元ノイズリダクション処理を行うことによりその低周波成分を抽出し、その結果得られる輝度情報（以下、低周波赤外輝度情報Yir_NRと称する）を信号補正部41に出力する。
- [0061] カメラDSP部14の可視画像処理系は、CMOS13から1フレーム期間毎に4枚入力されるサブフレーム画像のうち、可視画像（サブフレーム画像SF4）を処理対象とするものであり、3DNR部36、デモザイク部37、ホワイトバランス（WB）部38、2DNR部39、およびYCC変換部40から成る。
- [0062] 3DNR部36は、CMOS13から入力される可視画像（サブフレーム画像SF4）の各画素とその周辺画素とのフィルタリング処理により2次元的にノイズを除去する2DNR処理と、CMOS13から入力される可視画像とフレームメモリ15に保持されている過去（1フレーム期間以前）の3DNR処理済の可視画像との重み付け平均化を行う時間方向処理を組み合わせた3DNR処理を行う。ただし、3DNR部36に入力される可視画像はノイズの多い低照度の画像なので、時間方向処理のためにこの可視画像から動被写体を検知しても動きとノイズの区別がつかず、動被写体を適切に検知できない。そこで、3DNR部36では、3DNR部33から供給される、赤外画像から検知された動被写体検知結果を用いて時間方向処理を行うようにする。また、3DNR部36での帰還率は、3DNR部33での帰還率（例えば、 $1/2$ ）よりも小さな値 $1/8$ などとされる。これにより、3DNR部36では動被写体残像を抑えつつ、十分なノイズ除去を行うことが可能となる。
- [0063] デモザイク部37は、3DNR処理済の画像信号（RAWデータ）を各画素それぞれがR、G、B色情報を有するRGBデータに変換してWB部38に出力する。WB部38は、画像信号（RGBデータ）にホワイトバランス処理を行って2DNR部39に出力する。
- [0064] 2DNR部39は、例えば、 ε フィルタなどの広域フィルタを用いた二次元のノイズリダクション処理（2DNR処理）を行い、YCC変換部40に出力する。なお、2DNR処理を行う場合、被写体のエッジを検出し、エッジの内側だけに広域フィルタを適用するようにすれば、エッジの外側の異なる色情報を引き込

んでしまうことを避けることができる。しかしながら、2DNR部39に給される可視画像はノイズの多い低照度の画像なので適切にエッジを検出することができない。そこで、2DNR部39では、3DNR部33から供給される、赤外画像から検知されたエッジ検出結果を用いて2DNR処理を行うようにする。これにより、2DNR部39ではエッジ付近の色を混色させることなく、広域フィルタを用いた二次元のノイズリダクション処理を行い、低周波成分を抽出することができる。

[0065] YCC変換部40は、2DNR処理後の可視画像（RGBデータ）を、各画素が輝度情報Yと色差情報Cb、Crを有する可視画像（YCCデータ）に変換し、輝度情報Y（以下、可視輝度情報Yc_NRと称する）、および色差情報Cb、Cr（以下、色差情報Cb_NR、Cr_NRと称する）を信号補正部41に出力する。

[0066] カメラDSP部14のカラー画像生成系は、赤外画像処理系と可視画像処理系の出力を処理対象とするものであり、信号補正部41、 γ 補正部42、およびRGB変換部43から成る。

[0067] 信号補正部41は、赤外画像処理系から入力される赤外輝度情報Yir、および可視画像処理系から入力される可視画像の色差情報Cb_NR、Cr_NRの補正を行う。具体的には、信号補正部41は、低周波赤外輝度情報Yir_NR、可視輝度情報Yc_NR、並びにAE制御部32から供給されるゲイン調整信号により調整されるCMOS13のアナログゲインアンプ23のゲインVPGAに基づいて、赤外輝度情報Yirおよび色差情報Cb_NR、Cr_NRの補正を行う。

[0068] すなわち、上述したように、赤外輝度情報Yirをそのままカラー画像の輝度信号とした場合、赤外反射率の高い黒服が白っぽい服になる等の色再現の劣化が発生することがある。信号補正部41は、このような不具合の発生を防ぐために、赤外輝度情報Yirの補正を行う。また、信号補正部41は、高周波領域の色再現を良くするために色差情報Cb_NR、Cr_NRの補正を行う。

[0069] 図7は、信号補正部41の詳細な構成例を示している。信号補正部41は、変調係数設定部51、変調係数補正部52、輝度補正部53、および色差補正部54から構成される。

[0070] 変調係数設定部51は、例えば、除算器からなる。変調係数設定部51は、可視輝度情報 Yc_NR と低周波赤外輝度情報 Yir_NR との比率に基づいて、変調係数 $Yratio = Yc_NR / Yir_NR$ を算出し、得られた変調係数 $Yratio$ を変調係数補正部52に出力する。

[0071] 変調係数補正部52は、AE制御部32により調整されるCMOS13のアナログゲインアンプ23のゲインVPGAに基づいて、変調係数 $Yratio$ を変調係数 $Yratio_c$ に補正して輝度補正部53及び色差補正部54に出力する。

[0072] 輝度補正部53は、例えば、乗算器からなる。輝度補正部53は、次式(1)により、赤外輝度情報 Yir に変調係数 $Yratio_c$ をかけ戻す(乗算する)ことにより、赤外輝度情報 Yir を輝度情報 $Ysys$ に補正して、後段の γ 補正部42に出力する。

$$[0073] \quad Ysys = Yratio_c \times Yir \quad \dots (1)$$

[0074] 色差補正部54は、例えば、除算器からなる。色差補正部54は、次式(2)及び(3)により、色差情報 Cb_NR , Cr_NR を色差情報 Cb_sys , Cr_sys に補正して、後段の γ 補正部42に出力する。

$$[0075] \quad Cb_sys = Cb_NR / Yratio_c \quad \dots (2)$$

$$Cr_sys = Cr_NR / Yratio_c \quad \dots (3)$$

[0076] ここで、図8乃至図14を参照して、変調係数 $Yratio$ の補正方法について説明する。なお、変調係数 $Yratio$ の補正は、例えば画素単位で行われる。以下、変調係数 $Yratio$ の補正対象となる画素を補正対象画素と称する。

[0077] まず、図8を参照して、変調係数 $Yratio$ の第1の補正方法について説明する。図8は、変調係数 $Yratio$ と変調係数 $Yratio_c$ の関係を表すグラフであり、横軸が変調係数 $Yratio$ を示し、縦軸が変調係数 $Yratio_c$ を示している。

[0078] 第1の補正方法では、可視画像の被写体または撮影環境が暗い場合に、変調係数 $Yratio_c$ が小さくなりすぎないように、変調係数 $Yratio_c$ の下限値をクリップレベル Low_Clip に制限するLowクリップ処理が行われる。

[0079] なお、可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明暗は、すなわち、赤外光が照射されていない場合の被写体の明るさまたは撮影環境の明暗は、A

E制御部32により調整されるCMOS13のアナログゲインアンプ23のゲインVPGAに基づいて判定される。ゲインVPGAは、AE制御部32によるAE制御により、被写体または撮影環境が明るい場合に小さくなり、被写体または撮影環境が暗い場合に大きくなる。従って、ゲインVPGAは、可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータであると言える。

[0080] 変調係数補正部52は、補正対象画素のゲインVPGAが所定の閾値VGTHa以下の場合、図8の点線の直線により示される補正関数f1を用いて変調係数Yratio_cに設定する。補正関数f1は、Yratio_c=Yratioとなる線形関数なので、変調係数Yratioが補正されることなく変調係数Yratio_cに設定される。従って、この場合、次式(4)に示されるように、変調係数Yratioをそのまま用いて、輝度情報Ysysが補正される。

[0081] $Y_{sys} = Y_{ratio_c} \times Y_{ir} = Y_{ratio} \times Y_{ir} = Y_m \cdots (4)$

[0082] なお、Ymは、可視輝度情報Yc_NRにより赤外輝度情報Yirを変調した輝度情報(以下、変調輝度情報と称する)を表す。従って、この場合、補正対象画素の輝度情報Ysysに変調輝度情報Ymが100%用いられる。

[0083] 一方、変調係数補正部52は、補正対象画素のゲインVPGAが閾値VGTHaを超える場合、補正対象画素において可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定し、補正関数f1を用いずにLowクリップ処理を行う。

[0084] 具体的には、変調係数補正部52は、補正対象画素のゲインVPGAが所定の上限値VGMAXa(ただし、VGMAXa>VGTHa)以上の場合、クリップレベルLow_Clipを上限値である1.0に設定する。なお、以下、クリップレベルLow_Clipの上限値をLow_Clip_maxと称する。

[0085] 一方、変調係数補正部52は、VGTHa<VPGA<VGMAXaである場合、次式(5)によりクリップ係数Kaを算出する。

[0086] $Ka = (VPGA - VGTHa) / (VGMAXa - VGTHa) \cdots (5)$

[0087] クリップ係数Kaは、上限値VGMAXaと閾値VGTHaの差に対するゲインVPGAと閾値VGTHaの差の比率を表し、VGTHa<VPGA<VGMAXaなので、0より大きく、1

より小さい値になる。また、クリップ係数 K_a は、ゲインVPGAが閾値 $VGTH_a$ に近づくほど0に近づき、ゲインVPGAが上限値 $VGMAX_a$ に近づくほど1に近づく。

[0088] 次に、変調係数補正部52は、次式(6)によりクリップレベル Low_Clip を算出する。

[0089] $Low_Clip = K_a \times Low_Clip_max + (1 - K_a) \times Low_Clip_min \quad \dots (6)$

[0090] Low_Clip_min は、 Low_Clip の下限値を表し、例えば0.0に設定される。そして、 $Low_Clip_min = 0.0$ の場合、 $Low_Clip_max = 1.0$ なので、式(6)は次式(7)となる。

[0091] $Low_Clip = K_a \quad \dots (7)$

[0092] そして、変調係数補正部52は、補正対象画素の変調係数 $Yratio_c$ をクリップレベル Low_Clip に設定する。従って、変調係数 $Yratio_c$ は、 Low_Clip_min (例えば、0.0)から1.0までの範囲内に設定される。また、補正対象画素のゲインVPGAが大きくなるほど、変調係数 $Yratio_c$ は、大きな値にクリップされる。

[0093] このようにして、図8の実線で示される補正関数 f_a により変調係数 $Yratio$ が変調係数 $Yratio_c$ に変換される。

[0094] ここで、被写体又は撮影環境が暗い場合、可視画像には輝度情報があまり含まれないため、可視輝度情報 Yc_NR は、ノイズ成分を多く含む。従って、可視輝度情報 Yc_NR により赤外輝度情報 Yir を変調した変調輝度情報 Ym をそのまま輝度情報 $Ysys$ に使用すると、輝度ノイズが多くなる。

[0095] これに対して、上述したLowクリップ処理により、変調係数 $Yratio_c$ が小さくなりすぎないように、ゲインVPGAに応じたクリップレベル Low_Clip にクリップされる。これにより、輝度情報 $Ysys$ が赤外輝度情報 Yir の定数倍(変調係数 $Yratio_c$ 倍)に設定され、輝度ノイズの発生を抑制することができる。

[0096] なお、ゲイン $VPGA > VGMAX_a$ の場合、変調係数 $Yratio$ が1.0に設定されるので、次式(8)に示されるように、補正対象画素の輝度情報 $Ysys$ に、赤外輝度情報 Yir が100%用いられる。

[0097] $Ysys = Yratio_c \times Yir = Yir \quad \dots (8)$

[0098] 次に、図9および図10を参照して、変調係数Yratioの第2の補正方法について説明する。図9および図10は、図8と同様に、変調係数Yratioと変調係数Yratio_cの関係を表すグラフである。

[0099] この第2の補正方法では、可視画像の被写体または撮影環境が明るい場合に、図9に示されるように、変調係数Yratio_cが大きくなりすぎないように、変調係数Yratio_cの上限値をクリップレベルHigh_Clipに制限するHighクリップ処理が行われる。

[0100] 変調係数補正部52は、補正対象画素において、変調係数Yratioが1.0以下の場合、補正関数f1により変調係数Yratio_cを設定する。すなわち、補正対象画素において可視輝度情報Yc_NR $\leq$ 低周波赤外輝度情報Yir_NRの場合、換言すれば、補正対象画素において可視画像の明るさが赤外画像の明るさ以下の場合、変調係数Yratioが補正されることなく変調係数Yratio_cに設定される。

[0101] 一方、補正対象画素において、変調係数Yratioが1.0を超える場合、すなわち、補正対象画素において可視画像が赤外画像より明るい場合、補正関数f1を用いずにHighクリップ処理が行われる。

[0102] 具体的には、変調係数補正部52は、補正対象画素のゲインVPGAが所定の閾値VGTHb以下の場合、クリップレベルHigh_Clipを上限値High_Clip_maxに設定する。上限値High_Clip_maxは、1.0より大きい値に設定される。

[0103] また、変調係数補正部52は、ゲインVPGAが所定の上限値VGMAXb以上の場合、クリップレベルHigh_Clipを下限值High_Clip_minに設定する。下限値High_Clip_minは、例えば1.0に設定される。

[0104] さらに、変調係数補正部52は、VGTHb<VPGA<VGMAXbである場合、まず、次式(9)によりクリップ係数Kbを算出する。

$$[0105] \quad Kb = (VPGA - VGTHb) / (VGMAXb - VGTHb) \quad \cdots (9)$$

[0106] クリップ係数Kbは、上限値VGMAXbと閾値VGTHbの差に対するゲインVPGAと閾値VGTHbの差の比率を表し、VGTHb<VPGA<VGMAXbなので、0より大きく、1より小さい値になる。また、クリップ係数Kbは、ゲインVPGAが閾値VGTHbに近づ

くほど0に近づき、ゲインVPGAが上限値VGMAXbに近づくほど1に近づく。

[0107] 次に、変調係数補正部52は、次式(10)によりクリップレベルHigh_Clipを算出する。

[0108]
$$\text{High_Clip} = K_b \times \text{High_Clip_min} + (1 - K_b) \times \text{High_Clip_max} \quad \dots (10)$$

[0109] なお、下限値High_Clip_minが1.0の場合、式(10)は次式(11)となる。

[0110]
$$\text{High_Clip} = K_b + (1 - K_b) \times \text{High_Clip_max} \quad \dots (11)$$

[0111] そして、変調係数補正部52は、変調係数Yratio_cをクリップレベルHigh_Clipに設定する。

[0112] 従って、変調係数Yratio_cは、High_Clip_min (例えば、1.0) からHigh_Clip_maxまでの範囲内に設定される。また、補正対象画素のゲインVPGAが閾値VGTHbに近づくほど上限値High_Clip_maxに近づき、上限値VGMAXbに近づくほどHigh_Clip_min (例えば、1.0) に近づく。すなわち、補正対象画素のゲインVPGAが大きくなるほど、変調係数Yratio_cは、小さな値にクリップされる。

[0113] このようにして、図10の実線で示される補正関数fbにより変調係数Yratioが変調係数Yratio_cに変換される。

[0114] ここで、例えば、可視画像に非常に明るい領域がある場合、可視輝度情報Yc_NRにより輝度変調をかけすぎると、その領域において白飛びが発生しやすくなる。

[0115] また、低周波赤外輝度情報Yir_NR及び可視輝度情報Yc_NRがともに小さい場合、被写体及び撮影環境が暗くても、変調係数Yratioが1.0を超える場合が想定される。そして、この場合に、可視輝度情報Yc_NRにより輝度変調をかけすぎると、輝度ノイズが増大する。

[0116] これに対して、上述したHgiHクリップ処理により、変調係数Yratio_cが大きくなりすぎないように、ゲインVPGAに応じたクリップレベルHigh_Clipにクリップされる。これにより、輝度情報Ysysが赤外輝度情報Yirの定数倍(変調係数Yratio_c倍)に設定され、白飛びや輝度ノイズの発生を抑制することが

できる。

[0117] 次に、図 11 を参照して、変調係数 Y_{ratio} の第 3 の補正方法について説明する。図 11 は、図 8 乃至図 10 と同様に、変調係数 Y_{ratio} と変調係数 Y_{ratio_c} の関係を表すグラフである。

[0118] この第 3 の補正方法では、可視画像の被写体または撮影環境が暗い場合に、変調輝度情報 Y_m と赤外輝度情報 Y_{ir} とを、可視画像の明るさに応じて合成する処理が行われる。

[0119] 具体的には、変調係数補正部 52 は、補正対象画素のゲイン V_{PGA} が所定の閾値 V_{GTHc} 以下の場合、補正関数 f_1 により変調係数 Y_{ratio_c} を設定する。すなわち、変調係数 Y_{ratio} が補正されることなく変調係数 Y_{ratio_c} に設定される。

[0120] 一方、変調係数補正部 52 は、補正対象画素のゲイン V_{PGA} が閾値 V_{GTHc} を超える場合、補正対象画素において可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定し、変調輝度情報 Y_m と赤外輝度情報 Y_{ir} との合成処理を行う。

[0121] 具体的には、変調係数補正部 52 は、ゲイン V_{PGA} が所定の上限値 V_{MAXc} （ただし、 $V_{MAXc} > V_{GTHc}$ ）以上の場合、ブレンド率 K_c を上限値 1.0 に設定する。

[0122] 一方、変調係数補正部 52 は、 $V_{GTHc} < V_{PGA} < V_{MAXc}$ である場合、次式（12）によりブレンド率 K_c を算出する。

$$[0123] \quad K_c = (V_{PGA} - V_{GTHc}) / (V_{MAXc} - V_{GTHc}) \quad \cdots (12)$$

[0124] ブレンド率 K_c は、上限値 V_{MAXc} と閾値 V_{GTHc} の差に対するゲイン V_{PGA} と閾値 V_{GTHc} の差の比率を表し、 $V_{GTHc} < V_{PGA} < V_{MAXc}$ なので、0 より大きく、1 より小さい値になる。また、ブレンド率 K_c は、ゲイン V_{PGA} が閾値 V_{GTHc} に近づくほど 0 に近づき、ゲイン V_{PGA} が上限値 V_{MAXc} に近づくほど 1 に近づく。

[0125] そして、変調係数補正部 52 は、次式（13）により変調係数 Y_{ratio_c} を算出する。

$$[0126] \quad Y_{ratio_c} = K_c \times 1.0 + (1 - K_c) \times Y_{ratio} \quad \cdots (13)$$

[0127] このようにして、図 11 の実線で示される補正関数 f_c により変調係数 Y_{ratio} が変調係数 Y_{ratio_c} に補正される。また、この変調係数 Y_{ratio_c} を上述した式(1)に適用することにより、変調輝度情報 Y_m と赤外輝度情報 Y_{ir} とが、ゲインVPGAに応じたブレンド率 K_c で合成される。

[0128] なお、補正関数 f_c は、ブレンド率 K_c により補正関数 f_1 と補正関数 f_2 を合成した関数となる。ここで、補正関数 f_2 は、 $Y_{ratio_c}=1.0$ となる関数なので、変調係数 Y_{ratio_c} は、変調係数 Y_{ratio} と赤外輝度情報 Y_{ir} を補正しない場合の変調係数($=1.0$)とをブレンド率 K_c により合成した値となる。

[0129] ここで、上述したように、被写体又は撮影環境が暗い場合に、変調輝度情報 Y_m をそのまま輝度情報 Y_{sys} に使用すると、輝度ノイズが多くなる。

[0130] これに対して、変調輝度情報 Y_m と赤外輝度情報 Y_{ir} とを、ゲインVPGAに応じたブレンド率 K_c で合成することにより、輝度ノイズの発生を抑制することができる。

[0131] 次に、図 12 を参照して、変調係数 Y_{ratio} の第 4 の補正方法について説明する。図 12 は、図 8 乃至図 11 と同様に、変調係数 Y_{ratio} と変調係数 Y_{ratio_c} の関係を表すグラフである。

[0132] 第 4 の補正補法では、可視画像の被写体または撮影環境が暗い場合に、非線形の補正関数を用いて変調係数 Y_{ratio} が変調係数 Y_{ratio_c} に変換される。

[0133] 具体的には、変調係数補正部 52 は、補正対象画素のゲインVPGAが所定の閾値 $VGTH_d$ 以下の場合、補正関数 f_1 を用いて変調係数 Y_{ratio_c} を設定する。すなわち、変調係数 Y_{ratio} が補正されることなく変調係数 Y_{ratio_c} に設定される。

[0134] 一方、変調係数補正部 52 は、補正対象画素のゲインVPGAが閾値 $VGTH_d$ を超える場合、補正対象画素において可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定し、非線形の補正関数 f_{d1} を用いて、変調係数 Y_{ratio} を変調係数 Y_{ratio_c} に変換する。図 12 は、補正関数 f_{d1} の一例を示しており、例えば、次式(14)のべき関数である。

[0135] $Y_{ratio_c} = (Y_{ratio})^{1/\alpha}$ (ただし、 $\alpha > 1$) $\cdots (14)$

[0136] 式(14)の補正関数 $fd1$ は、ガンマカーブに類似している。また、補正関数 $fd1$ の指数 α を選択することにより、変調の度合いを調整することが可能となる。例えば、指数 α の値を大きくすると、変調係数 $Yratio_c$ は全体的に1に近づき、変調度は弱くなる。反対に、指数 α の値を小さくすると、変調係数 $Yratio_c$ は1から乖離し、変調度が大きくなる。これにより、第3の補正方法と比較して、可視画像の輝度コントラストを維持しながら、変調輝度情報 Ym と赤外輝度情報 Yir とを合成することができる。

[0137] ただし、補正関数 $fd1$ では、変調係数 $Yratio$ の値が小さい領域で傾きが急峻となり、変調係数 $Yratio$ のわずかな差により、変調係数 $Yratio_c$ が大きく変動してしまい、ノイズを増幅してしまう原因となり得る。そこで、このような不具合を回避するため、図13に示される補正関数 $fd2$ のように、変調係数 $Yratio$ の小さい領域で変調係数 $Yratio_c$ をクリップするようにしてもよい。なお、クリップの方法には、上述した第1の補正方法を用いることが可能である。

[0138] 次に、図14を参照して、変調係数 $Yratio$ の第5の補正方法について説明する。図14は、図8乃至図13と同様に、変調係数 $Yratio$ と変調係数 $Yratio_c$ の関係を表すグラフである。

[0139] 第5の補正方法では、ゲインVPGAに基づいて、複数の補正関数が使い分けられる。すなわち、ゲインVPGAに基づいて、複数の補正関数の中から使用する補正関数の組み合わせが選択され、選択された補正関数を用いて変調係数 $Yratio$ の補正が行われる。

[0140] 具体的には、変調係数補正部52は、補正対象画素のゲインVPGAが所定の閾値 $VGTh$ 以下の場合、補正関数 $f1$ を用いて変調係数 $Yratio_c$ を設定する。すなわち、変調係数 $Yratio$ が補正されることなく変調係数 $Yratio_c$ に設定される。

[0141] 一方、変調係数補正部52は、補正対象画素のゲインVPGAが閾値 $VGTh$ を超える場合、補正対象画素において可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定し、複数の補正関数を使い分けて、

変調係数 Y_{ratio} を変調係数 Y_{ratio_c} に変換する。

[0142] 具体的には、変調係数補正部52は、補正対象画素のゲイン V_{PGA} が所定の上限値 V_{GMAXe} （ただし、 $V_{GMAXe} > V_{GThe}$ ）以上の場合、変調係数 Y_{ratio_c} を1.0に設定する。すなわち、この場合、補正関数 $f2$ により変調係数 Y_{ratio_c} が設定される。

[0143] また、変調係数補正部52は、補正対象画素のゲイン V_{PGA} が所定の中間値 V_{GMID} （ただし、 $V_{GThe} < V_{GMID} < V_{GMAXe}$ ）と等しい場合、基準補正関数 $fe1$ を用いて、変調係数 Y_{ratio} を変調係数 Y_{ratio_c} に補正する。基準補正関数 $fe1$ は、例えば、図12の補正関数 $fd1$ と同じ関数とされる。また、例えば、中間値 V_{GMID} は、閾値 V_{GThe} と上限値 V_{GMAXe} の中央値に設定される。

[0144] さらに、変調係数補正部52は、 $V_{GThe} < V_{PGA} < V_{GMID}$ の場合、次式（15）によりブレンド率 $Ke1$ を算出する。

$$[0145] \quad Ke1 = (V_{PGA} - V_{GThe}) / (V_{GMID} - V_{GThe}) \quad \dots (15)$$

[0146] ブレンド率 $Ke1$ は、中間値 V_{GMID} と閾値 V_{GThe} の差に対するゲイン V_{PGA} と閾値 V_{GThe} の差の比率を表し、 $V_{GThe} < V_{PGA} < V_{GMID}$ なので、0より大きく、1より小さい値になる。また、ブレンド率 $Ke1$ は、ゲイン V_{PGA} が閾値 V_{GThe} に近づくほど0に近づき、ゲイン V_{PGA} が中間値 V_{GMID} に近づくほど1に近づく。

[0147] そして、変調係数補正部52は、ブレンド率 $Ke1$ を用いて、次式（16）により変調係数 Y_{ratio_c} を算出する。

$$[0148] \quad Y_{ratio_c} = Ke1 \times Y_{ratio_nl} + (1 - Ke1) \times Y_{ratio} \quad \dots (16)$$

[0149] なお、変調係数 Y_{ratio_nl} は、基準補正関数 $fe1$ により変調係数 Y_{ratio} を変換した場合の変調係数である。従って、変調係数 Y_{ratio_c} は、ブレンド率 $Ke1$ により変調係数 Y_{ratio} と変調係数 Y_{ratio_nl} を合成した値となる。そして、ゲイン V_{PGA} が閾値 V_{GThe} に近づき、ブレンド率 $Ke1$ が0に近づくほど、変調係数 Y_{ratio_c} は変調係数 Y_{ratio} に近づき、ゲイン V_{PGA} が中間値 V_{GMID} に近づき、ブレンド率 $Ke1$ が1に近づくほど、変調係数 Y_{ratio_c} は変調係数 Y_{ratio_nl} に近づく。

[0150] これにより、図14に示されるように、補正関数 $f1$ と基準補正関数 $fe1$ の組

み合わせが選択され、2つの補正関数をブレンド率 $Ke1$ で合成することにより得られる補正関数 $fe2$ に従って、変調係数 $Yratio$ が変調係数 $Yratio_c$ に補正される。また、この変調係数 $Yratio_c$ を上述した式(1)に適用することにより、変調輝度情報 Ym と基準輝度情報 Ynl とが、ゲイン $VPGA$ に応じたブレンド率 $Ke1$ で合成される。なお、基準輝度情報 Ynl は、変調係数 $Yratio_nl$ を用いて赤外輝度情報 Yir を補正した輝度情報である。

[0151] さらに、変調係数補正部52は、 $VG MID < VPGA < VG MAXe$ の場合、次式(17)によりブレンド率 $Ke2$ を算出する。

$$[0152] \quad Ke2 = (VPGA - VG MID) / (VG MAXe - VG MID) \quad \dots (17)$$

[0153] ブレンド率 $Ke2$ は、上限値 $VG MAXe$ と中間値 $VG MID$ の差に対するゲイン $VPGA$ と中間値 $VG MID$ の差の比率を表し、 $VG MID < VPGA < VG MAXe$ なので、0より大きく、1より小さい値になる。また、ブレンド率 $Ke2$ は、ゲイン $VPGA$ が中間値 $VG MID$ に近づくほど0に近づき、ゲイン $VPGA$ が上限値 $VG MAXe$ に近づくほど1に近づく。

[0154] そして、変調係数補正部52は、ブレンド率 $Ke2$ を用いて、次式(18)により変調係数 $Yratio_c$ を算出する。

$$[0155] \quad Yratio_c = Ke2 \times 1.0 + (1 - Ke2) \times Yratio_nl \quad \dots (18)$$

[0156] このように、変調係数 $Yratio_c$ は、ブレンド率 $Ke2$ を用いて、変調係数1.0と変調係数 $Yratio_nl$ を合成した値となる。そして、ゲイン $VPGA$ が中間値 $VG MID$ に近づき、ブレンド率 $Ke2$ が0に近づくほど、変調係数 $Yratio_c$ は変調係数 $Yratio_nl$ に近づき、ゲイン $VPGA$ が上限値 $VG MAXe$ に近づき、ブレンド率 $Ke2$ が1に近づくほど、変調係数 $Yratio_c$ は1.0に近づく。

[0157] これにより、図14に示されるように、基準補正関数 $fe1$ と補正関数 $f2$ の組み合わせが選択され、2つの補正関数をブレンド率 $Ke2$ で合成することにより得られる補正関数 $fe2$ に従って、変調係数 $Yratio$ が変調係数 $Yratio_c$ に補正される。また、この変調係数 $Yratio_c$ を上述した式(1)に適用することにより、基準輝度情報 Ynl と赤外輝度情報 Yir が、ゲイン $VPGA$ に応じたブレンド率 $Ke2$ で合成される。

[0158] これにより、第4の補正方法と比較して、被写体の明るさまたは撮影環境

の明るさにより適した比率で変調輝度情報 Y_m と赤外輝度情報 Y_{ir} とを合成することができる。

[0159] なお、第5の補正方法において、基準補正関数の数をさらに増やして、さらに詳細にゲインVPGAに応じた比率で変調輝度情報 Y_m と赤外輝度情報 Y_{ir} とを合成するようにすることも可能である。また、例えば、補正関数 fe_2 または補正関数 fe_3 のいずれか一方のみを用いるようにすることも可能である。

[0160] なお、第1乃至第5の補正方法は、可能な範囲で組み合わせることが可能である。例えば、第1の補正方法は、第2の補正方法、第4の補正方法、および第5の補正方法と組み合わせることが可能である。また、例えば、第2の補正方法は、第4の補正方法、および第5の補正方法と組み合わせることが可能である。

[0161] また、変調係数 Y_{ratio} から変調係数 Y_{ratio_c} への変換は、その都度関数を用いて計算するようにしてもよいし、予め作成した変換テーブルを用いるようにしてもよい。

[0162] 図6に戻る。 γ 補正部42は、信号補正部41から入力される輝度情報 Y_{sys} 、および色差情報 Cb_{sys} 、 Cr_{sys} に γ 補正処理を行い、 γ 補正処理後の輝度情報 Y_{sys} 、および色差情報 Cb_{sys} 、 Cr_{sys} をRGB変換部43に出力する。

[0163] RGB変換部43は、 γ 補正部42からの γ 補正処理後の輝度情報 Y_{sys} 、および色差情報 Cb_{sys} 、 Cr_{sys} に基づき、1フレーム期間毎に各画素がR、G、Bの色情報を有する1枚のカラー画像を生成して後段に出力する。

[0164] <カメラDSP部14によるカラー画像生成処理について>

次に、図15はカメラDSP部14によるカラー画像生成処理を説明するフローチャートである。

[0165] このカラー画像生成処理は1フレーム期間毎に実行されるものであり、前提としてカメラDSP部14にはCMOS13から1フレーム期間に4枚のサブフレーム画像SF1乃至SF4が入力されるものとする。

[0166] ステップS1では、CMOS13から1フレーム期間に入力された4枚のサブフレーム画像が赤外画像処理系、可視画像処理系、またはその他（廃棄）に

振り分けられる。具体的には、サブフレーム画像SF2は赤外画像処理系に振り分けられてステップS 2乃至S 4の処理が行われる。また、サブフレーム画像SF4は可視画像処理系に振り分けられてステップS 5乃至S 9の処理が行われる。サブフレーム画像SF1, SF3は破棄される。

[0167] 赤外画像処理系では、ステップS 2において、3DNR部3 3が、CMOS 1 3から入力された赤外画像（サブフレーム画像SF2）に3DNR処理を行い、3DNR処理済の赤外画像をデモザイク部3 4に出力するとともに、フレームメモリ1 6に上書き記録する。

[0168] ステップS 3において、デモザイク部3 4が、3DNR処理済の赤外画像（RAWデータ）から各画素の赤外輝度情報Y_{ir}を抽出して2DNR部3 5および信号補正部4 1に出力する。ステップS 4において、2DNR部3 5が、赤外輝度情報Y_{ir}に二次元ノイズリダクション処理を行うことによりその低周波成分を抽出し、その結果得られる低周波赤外輝度情報Y_{ir_NR}を信号補正部4 1に出力する。

[0169] 可視画像処理系では、ステップS 5において、3DNR部3 6が、CMOS 1 3から入力された可視画像（サブフレーム画像SF4）に3DNR処理を行い、3DNR処理済の可視画像をデモザイク部3 7に出力するとともに、フレームメモリ1 5に上書き記録する。

[0170] ステップS 6において、デモザイク部3 7が、3DNR処理済の画像信号（RAWデータ）をRGBデータに変換してWB部3 8に出力する。

[0171] ステップS 7において、WB部3 8が、画像信号（RGBデータ）にホワイトバランス処理を行って2DNR部3 9に出力する。

[0172] ステップS 8において、2DNR部3 9は、ホワイトバランス処理済の可視画像（RGBデータ）に2DNR処理を行ってYCC変換部4 0に出力する。

[0173] ステップS 9において、YCC変換部4 0は、2DNR処理済の可視画像（RGBデータ）を可視画像（YCCデータ）に変換し、可視輝度情報Y_{c_NR}、および色差情報Cb, Crを信号補正部4 1に出力する。

[0174] 赤外画像処理系とか可視画像処理系それぞれから処理結果を取得したカラ

一画像生成系では、ステップS 1 0において、信号補正部4 1は、赤外画像に基づく輝度情報を、可視画像に基づく輝度情報を用いて補正する。すなわち、図7乃至図1 4を参照して上述したように、赤外輝度情報 Y_{ir} が、低周波赤外輝度情報 Y_{ir_NR} 、および可視輝度情報 Y_{c_NR} 、並びにアナログゲインアンプ2 3のゲインVPGAに基づいて、後段で生成するカラー画像の輝度情報 Y_{sys} に補正され、 γ 補正部4 2に出力される。

[0175] ステップS 1 1において、信号補正部4 1は、上述した式(2)および(3)に基づいて、色差情報 Cb_NR 、 Cr_NR を、後段で生成するカラー画像の色差情報 Cb_sys 、 Cr_sys に補正して γ 補正部4 2に出力する。

[0176] ステップS 1 2において、 γ 補正部4 2が、信号補正部4 1から入力された輝度情報 Y_{sys} および色差情報 Cb_sys 、 Cr_sys の γ 補正処理を行い、 γ 補正処理後の輝度情報 Y_{sys} および色差情報 Cb_sys 、 Cr_sys をRGB変換部4 3に出力する。

[0177] ステップS 1 3において、RGB変換部4 3が、 γ 補正部4 2からの γ 補正処理後の輝度情報 Y_{sys} および色差情報 Cb_sys 、 Cr_sys に基づき、1フレーム期間毎に各画素がR、G、Bの色情報を有する1枚のカラー画像を生成して後段に出力する。以上で、カラー画像生成処理の説明を終了する。

[0178] 以上説明したカラー画像生成処理によれば、フォーカルプレーン読み出し方式のCMOS 1 3から出力される赤外画像と可視画像に基づいて、色再現の精度が高いカラー画像を生成することができる。

[0179] また、被写体の明るさまたは撮影環境の明るさに応じて適切に赤外画像の輝度情報を可視画像の輝度情報を用いて補正することが可能になる。これにより、明時には、赤外光による視認性向上と色再現を両立したカラー画像の生成が可能となり、暗時には、色ノイズを抑えて赤外光による視認性向上を維持したカラー画像の生成が可能となる。

[0180] <カラーフィルタの変形例>

次に、撮像装置1 0の変形例について説明する。図1 6は、CMOS 1 3の受光面を覆うカラーフィルタ2 1 aの変形例を示している。上述した説明では

、カラーフィルタ 21a はベイア配列に従う R, G, B の各色フィルタから成るものとしたが、カラーフィルタ 21a の代わりに、図 16 の A に示される R, G, B の各色フィルタと、赤外光を透過する I R フィルタからなる RGB-IR フィルタ 81 を採用してもよい。RGB-IR フィルタ 81 を採用した場合、赤外画像の画素値には I R 画素から得られた値を用い、可視画像の画素値には I R 信号減算処理 (R, G, B 画素の画素値から I R 画素の画素値を減算する処理) により得られる値を用いればよい。

[0181] また、図 16 の B に示される、R, G, B の各色フィルタと、全可視光帯域を透過させるようにフィルタが設けられていない箇所からなる RGB-W フィルタ 82 を採用してもよい。RGB-W フィルタ 82 を採用した場合、赤外画像、可視画像の画素値にはそれぞれ、R, G, B, W の各画素から演算処理により算出した値を用いるようにしてもよい。

[0182] さらに、RGB-IR フィルタ 81 または RGB-W フィルタ 82 を採用することにより、ベイア配列のカラーフィルタでは分離することができなかった、I R 照射部 18 から照射されたものではなく環境に存在する赤外光と可視光の分離も可能となる。

[0183] <CMOS 13 による撮像タイミングの第 2 の例>

次に、図 17 は、CMOS 13 による撮像タイミングの第 2 の例を示している。

[0184] 撮像タイミングの第 2 の例は、図 5 に示された第 1 の例と同様、CMOS 13 から 1 フレーム期間に 4 枚のサブフレーム画像を出力できるようにする。ただし、赤外光の照射タイミングが第 1 の例と異なる。

[0185] すなわち、第 2 の例では、1 フレーム期間における 4 サブフレーム期間のうち、各フレーム期間で共通の 1 サブフレーム期間において赤外光の照射をオンとし、その他の 3 サブフレーム期間は赤外光の照射をオフとする。なお、図 17 の場合、1 フレーム期間における 1 番目のサブフレーム期間 (t_0 から t_1) に赤外光の照射をオンとしているが、例えば、その他のサブフレーム期間に赤外光の照射をオンとするようにしてもよい。

[0186] 図17の第2の例では、サブフレーム画像SF1は、掃引の先頭（1st-Line）付近の行は、露光期間に占める赤外光の照射がオンとされている時間が短いので暗くなり、掃引が進むにつれて赤外光の照射がオンとされている時間が長くなっていくため徐々に明るくなる画像となる。サブフレーム画像SF2は、サブフレーム画像SF1と明暗の変化が反対となり、掃引が進むにつれて赤外光の照射がオンとされている時間が短くなっていくため徐々に暗くなる画像となる。サブフレーム画像SF3およびSF4では、全ての行の露光期間全体に亘って赤外光の照射がオフとされているので、可視光のみに基づく画面全体が暗い画像となる。

[0187] なお、サブフレーム画像SF1とサブフレーム画像SF2の露光時間における赤外光の照射がオンとされている状態の時間をみた場合、サブフレーム画像SF1とサブフレーム画像SF2は、輝度のグラデーションが相補的な関係にあるといえる。したがって、両者を加算すると全ての行に亘り、露光期間の全期間（1サブフレーム期間）に亘って赤外光を照射した状態に相当する画像を得ることができる。よって、サブフレーム画像SF1とサブフレーム画像SF2の対応する画素どうしを加算（または加算平均）して赤外画像を生成するようにする。

[0188] 同様に、サブフレーム画像SF3とサブフレーム画像SF4の赤外光の照射がオフとされている状態に対する露光時間をみた場合、両者を加算する2サブフレーム期間分の露光期間に可視光のみの状態で撮像したことに相当する画像を得ることができる。よって、サブフレーム画像SF3とサブフレーム画像SF4の対応する画素どうしを加算（または加算平均）して可視画像を生成するようにする。

[0189] <カメラDSP部14の第2の構成例>

次に、図18は、図17に示された撮像タイミングの第2の例に対応する、カメラDSP部14の第2の構成例を示している。

[0190] 該第2の構成例は、図6に示された第1の構成例の赤外画像処理系の前段に加算部101およびフレームメモリ102を追加するとともに、可視画像

処理系の前段に加算部 103 およびフレームメモリ 104 を追加したものである。

[0191] 赤外画像処理系の加算部 101 は、先に入力されてフレームメモリ 102 を保持されているサブフレーム画像SF1と、サブフレーム画像SF2を加算（または加算平均）することにより赤外画像を生成して3DNR部 33 に出力する。可視画像処理系の加算部 103 は、先に入力されてフレームメモリ 104 を保持されているサブフレーム画像SF3と、サブフレーム画像SF4を加算（または加算平均）することにより可視画像を生成して3DNR部 36 に出力する。

[0192] なお、3DNR部 33 の後段および3DNR部 36 の後段の構成とその動作については、図 6 に示された第 1 の構成例と同様なのでその説明は省略する。

[0193] カメラDSP部 14 の第 2 の構成例によれば、フォーカルプレーン読み出し方式のCMOS 13 から出力されるサブフレーム画像SF1乃至SF4から赤外画像と可視画像を生成し、それらに基づいて、色再現の精度が高いカラー画像を生成することができる。

[0194] ここで、可視画像処理系に入力される可視画像について、第 1 の例と第 2 の例を比較すると、第 1 の例では露光時間が 1 サブフレーム期間であるのに対し、第 2 の例では露光時間が 2 倍の 2 サブフレーム期間である。本実施の形態において可視画像は低照度下で撮像されることを前提としているので、露光時間が長くても画素値が飽和することなく、長いほど被写体の色情報を正確に得ることができる。よって、第 2 の構成例では、第 1 の構成例に比較してより高い精度で色情報を再現したカラー画像を得ることができる。

[0195] なお、第 2 の構成例においては、可視画像処理系の加算部 103 およびフレームメモリ 104 を利用せず、サブフレーム画像SF3またはSF4を可視画像として3DNR部 36 に出力するようにしてもよい。その場合、可視画像の露光時間は 1 サブフレーム期間となるので、最終的に第 1 の構成例と同程度の精度で色情報を再現したカラー画像を得ることができる。

[0196] <CMOS 13 による撮像タイミングの第 3 の例>

次に、図 19 は、CMOS 13 による撮像タイミングの第 3 の例を示している

。

[0197] 第3の例では、CMOS 13において、最終的に出力するカラー画像のフレームレート（例えば30fps）の1フレーム期間（30fpsの場合、1/30秒）を3分割してサブフレーム期間（30fpsの場合、1/90秒）をCMOS 13の1画面掃引期間とし、1フレーム期間に3枚のサブフレーム画像をCMOS 13から出力できるようにする。

[0198] 1フレーム期間に3枚のサブフレームを撮像するに際しては、1フレーム期間における3サブフレーム期間のうち、各フレーム期間で共通の1サブフレーム期間において赤外光の照射をオンとし、その他の2サブフレーム期間は赤外光の照射をオフとする。なお、図19の場合、1フレーム期間における1番目のサブフレーム期間（ t_0 から t_1 ）に赤外光の照射をオンとしているが、例えば、2または3番目のサブフレーム期間に赤外光の照射をオンとするようにしてもよい。

[0199] 図19の第3の例では、サブフレーム画像SF1は、掃引の先頭（1st-Line）付近の行は、露光期間に占める赤外光の照射がオンとされている時間が短いので暗くなり、掃引が進むにつれて赤外光の照射がオンとされている時間が長くなっていくため徐々に明るくなる画像となる。サブフレーム画像SF2は、サブフレーム画像SF1と明暗の変化が反対となり、掃引が進むにつれて赤外光の照射がオンとされている時間が短くなっていくため徐々に暗くなる画像となる。サブフレーム画像SF3は、全ての行の露光期間全体に亘って赤外光の照射がオフとされているので、可視光のみに基づく画面全体が暗い画像となる。

。

[0200] サブフレーム画像SF1とサブフレーム画像SF2の露光時間における赤外光の照射がオンとされている状態の時間をみた場合、両者を加算すると全ての行に亘り、露光期間の全期間（1サブフレーム期間）に亘って赤外光を照射した状態に相当する画像を得ることができる。よって、サブフレーム画像SF1とサブフレーム画像SF2の対応する画素どうしを加算（または加算平均）して赤外画像を生成するようにする。残りのサブフレーム画像SF3については、その

まま可視画像として利用する。

[0201] 撮像タイミングの第3の例に対応する、カメラDSP部14の構成例については、上述した第2の構成例を適用することができる。ただし、可視画像処理系の前段に設けた加算部103およびフレームメモリ104は省略できる。

[0202] この場合においても、カメラDSP部14により、フォーカルプレーン読み出し方式のCMOS13から出力されるサブフレーム画像SF1乃至SF3に基づいて、色再現の精度が高いカラー画像を生成することができる。

[0203] ここで、可視画像処理系に入力される可視画像について、第1の例と第3の例を比較すると、第1の例では露光時間である1サブフレーム期間がフレーム期間の $1/4$ であるのに対し、第3の例では、露光時間がフレーム期間の $1/3$ である。ここで、第1の例と第3の例とでフレームレートが共通であるならば、第3の例では第1の例よりも可視画像の露光時間が長いことになる。本実施の形態において可視画像は低照度下で撮像されることを前提としているので、露光時間が長くても画素値が飽和することなく、長いほど被写体の色情報を正確に得ることができる。よって、いまの場合、第1の例に比較してより高い精度で色情報を再現したカラー画像を得ることができる。

[0204] また、第1の例と第3の例とでサブフレーム期間の時間が共通であるならば、第3の例では第1の例よりも高いフレームレートでカラー画像を出力可能となる。例えば、共通のサブフレーム期間が $1/120$ 秒である場合、第1の例ではカラー画像のフレームレートが30fpsとなるのに対して、第3の例では40fpsとなる。

[0205] <CMOS13による撮像タイミングの第4の例>

上述した撮像タイミングの第1乃至第3の例では、CMOS13の電子シャッターを開のままとした（露光期間と1画面掃引期間が一致させた）が、電子シャッターを開閉させることもできる。

[0206] 図20は、CMOS13の電子シャッターを適応的に開閉させる撮像タイミングの第4の例を示している。例えば、低照度下で可視画像を撮像する場合には感度を稼ぐために電子シャッターはオープンのままとし、赤外画像の撮影する

場合には画面の明るさに応じて、電子シャッタにより露光時間を1画面操作期間よりも短く調整することができる。

[0207] 撮像タイミングの第4の例により1フレーム期間毎に得られた4枚のサブフレーム画像SF1乃至SF4からは、撮像タイミングの第2の例と同様、カメラDSP部14の第2の構成例によってカラー画像を生成することができる。

[0208] <CMOS13による撮像タイミングの第5の例>

上述した撮像タイミングの第1乃至第4の例では、赤外光の照射のオン、オフのタイミングを、サブフレーム期間の区切りと一致させていたが、両者は必ずしも一致させる必要はない。

[0209] 図21は、赤外光の照射のオン、オフのタイミングとサブフレーム期間の区切りとを一致させていない撮像タイミングの第5の例を示している。

[0210] 第5の例では、1フレーム期間における4サブフレーム期間からなる1フレーム期間の間の任意のタイミングで、1サブフレーム期間に相当する時間だけ赤外光の照射をオンとし、その他の3サブフレーム期間分の時間は赤外光の照射をオフとする。なお、図21の場合、1フレーム期間における1番目のサブフレーム期間(t_0 から t_1)の途中から、2番目のサブフレーム期間(t_1 から t_2)の途中までの1サブフレーム期間に相当する時間に赤外光の照射をオンとしているが、その他のタイミングの1サブフレーム期間に相当する時間に赤外光の照射をオンとするようにしてもよい。

[0211] 図21の第5の例では、サブフレーム画像SF1は、掃引の先頭(1st-Line)から中央付近の行までは、赤外光の照射がオフとされており、中央付近の行から赤外光の照射がオンとされている時間が長くなるため徐々に明るくなる画像となる。

[0212] サブフレーム画像SF2は、掃引の先頭(1st-Line)から中央付近の行まで赤外光の照射がオンとされている時間が長くなり、中央付近から掃引の最後(Last-Line)の行まで赤外光の照射がオンとされている時間が短くなるため、掃引の先頭から中央付近まで徐々に明るくなって、中央付近で最も明るく、そこから掃引進むにつれて徐々に暗くなる画像となる。

- [0213] サブフレーム画像SF4は、全ての行の露光期間全体に亘って赤外光の照射がオフとされているので、可視光のみに基づく画面全体が暗い画像となる。
- [0214] カメラDSP部14では、サブフレーム画像SF1の下半分、サブフレーム画像SF2の全体、およびサブフレーム画像SF3の下半分を加算（または加算平均）にすることにより赤外画像を合成して赤外画像処理系の処理対象とするようにする。
- [0215] また、カメラDSP部14では、サブフレーム画像SF3、サブフレーム画像SF4、およびサブフレーム画像SF5（次のフレーム期間のサブフレーム画像SF1）を加算（または加算平均）により可視画像を合成して可視画像処理系の処理対象とするようにする。
- [0216] ただし、可視画像の合成に関しては、赤外画像の合成と同様、サブフレーム画像SF3の下半分、サブフレーム画像SF4、およびサブフレーム画像SF5の上半分を加算（または加算平均）してもよい。ただし、サブフレーム画像SF3と、サブフレーム画像SF5には赤外光の成分が含まれるので、そのままでは可視画像の合成に利用できない。この対策としては、図16に示されたRGB-IRフィルタ81またはRGB-Wフィルタ82をCMOS13に採用すればよい。この場合、IR信号減算処理（RGB信号からIR信号を減算する処理）を行うことにより、可視光の成分を抽出することができる。よって、IR信号減算処理により、サブフレーム画像SF3とサブフレーム画像SF5から可視光の成分を抽出して可視画像の合成に用いるようにする。
- [0217] 第5の例の場合、可視画像は3枚のサブフレーム画像から合成されるので、その露光時間は実質的に3サブフレーム期間であり、第2または第3の例の可視画像の露光時間に比較して1.5倍となる。本実施の形態において可視画像は低照度下で撮像されることを前提としているので、露光時間が長くても画素値が飽和することなく、長いほど被写体の色情報を正確に得ることができる。よって、第5の例では、第2または第3の例に比較してより高い精度で色情報を再現したカラー画像を得ることができる。
- [0218] 一般的に、画像における可視光の成分に対して赤外光の成分が大きいと、I

R信号減算処理において、減算精度が悪化してしまい可視光の成分のノイズが多くなるが、第5の例のように、サブフレーム画像SF3の上方と、サブフレーム画像SF5の下方の赤外光の成分は、ともに赤外光の照射のオフまたはオンに近いタイミングに相当するため、赤外光の成分はサブフレーム画像SF2に比べて弱い。よって、上述したIR信号減算処理でも精度よく可視光の成分を精度よく抽出することができる。

[0219] また、サブフレーム画像SF3の上方とサブフレーム画像SF5の下方では、画像の上端または下端よりも画像の中央部分赤外光の成分の強度が弱まることになるので、画像として最も重要となる中央部分の可視光の成分の品質を高めることが可能となる。

[0220] <カラー画像の生成に関する変形例>

上述した実施の形態では、カラー画像の生成に用いる色情報を可視画像のみから抽出するようにしたが、赤外画像からも色成分を抽出してカラー画像の生成に用いてもよい。具体的には、図16のAに示されたRGB-IRフィルタ81をCMOS13に採用し、赤外画像にIR信号減算処理を行えば、可視光のみの色情報を抽出することができる。この赤外光から抽出した色情報と、可視画像から抽出した色情報を組み合わせてカラー画像の生成に用いることでより色再現性の高いカラー画像を得ることができる。

[0221] また、上述した実施の形態では、1フレーム期間を3サブフレーム期間または4サブフレーム期間に分割したが、1フレーム期間を5以上のサブフレーム期間に分割し、得られたサブフレーム画像から赤外画像と可視画像を合成し、それらに基づいてカラー画像を生成するようにしてもよい。

[0222] <可視画像の被写体または撮影環境の明るさを表すパラメータの変形例>

上述した実施の形態では、可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータとして、CMOS13のアナログゲインアンプ23のゲインVPGAを用いて、変調係数Yratioを補正する例を示したが、その他のパラメータを用いるようにしてもよい。例えば、撮像装置10の内部又は外部に設けられている露出計等により計測された可視画像の被写体の明るさまたは撮

影環境の明るさの測定値を用いるようにしてもよい。

[0223] <変調係数の設定及び補正を行う単位の変形例>

上述した実施の形態では、画素単位で変調係数の設定及び補正を行う例を示したが、例えば、複数の画素からなるブロック単位、又は、フレーム単位で変調係数の設定及び補正を行うようにしてもよい。

[0224] <モノクロ画像に適用する場合の例>

上述した実施の形態では、本開示をカラー画像の生成に適用する例を示したが、本開示はモノクロ画像を生成する場合にも適用することができる。なお、モノクロ画像には、 γ 補正部42から出力される γ 補正処理後の輝度情報 Y_{sys} からなる画像を用いることができる。従って、カラー画像を生成せずにモノクロ画像のみを生成する場合には、例えば、図6及び図18のRGB変換部43を削除することが可能である。

[0225] また、例えば、撮像装置10が、デイモード時に、RGB変換部43が生成したカラー画像を外部に出力し、ナイトモード時に、 γ 補正部42から出力される γ 補正処理後の輝度情報 Y_{sys} からなるモノクロ画像を外部に出力するようにしてもよい。

[0226] なお、例えば、デモザイク部34から出力される赤外輝度情報 Y_{ir} からなる画像をモノクロ画像として使用することも可能である。ただし、この場合、例えば、木綿の衣服のような赤外光の反射率が高い被写体を撮影すると、黒色や紺色などの暗い色の服が白く光ることがある。その結果、例えば、色が異なるにも関わらず、赤外光に対する反射率に差がないため、衣服の模様を判別できない等の問題が生ずる場合がある。

[0227] 一方、赤外輝度情報 Y_{ir} を補正した輝度情報 Y_{sys} からなる画像をモノクロ画像に用いることにより、可視画像をモノクロ化した時と同様のコントラストの画像を取得することが可能となる。

[0228] <その他の変形例>

上述した実施の形態では、色差情報 Cb_NR , Cr_NR を変調係数 Y_{ratio_c} により補正し、さらに γ 補正を行う例を示したが、これらの補正処理は省略する

ことも可能である。

[0229] <その他の適用例>

本開示は、上述した実施の形態に限定されることなく、赤外画像と可視画像からカラー画像またはモノクロ画像を生成する場合に広く適用することができる。例えば、本開示は、撮像機能を有していない、可視画像と赤外画像からカラー画像またはモノクロ画像を生成する画像処理装置にも適用することができる。また、本開示は、例えば、異なる撮像装置により撮像された可視画像と赤外画像からカラー画像またはモノクロ画像を生成する場合にも適用することができる。

[0230] ところで、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。

[0231] 図22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。

[0232] このコンピュータ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。

[0233] 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、入力部206、出力部207、記憶部208、通信部209、およびドライブ210が接続されている。

[0234] 入力部206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207は、ディスプレイ、スピーカなどよりなる。記憶部208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209は、ネットワークインタフェースなどよりなる。ドライブ210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 211 を駆動する。

[0235] 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 208 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 およびバス 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。

[0236] 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 211 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。

[0237] 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よいし、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よい。

[0238] 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。

[0239] 本開示は以下のような構成も取ることができる。

(1)

赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第 1 の変調係数を設定する変調係数設定部と、

前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第 1 の変調係数を第 2 の変調係数に補正する変調係数補正部と、

前記第 2 の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正部とを備える画像処理装置。

(2)

前記変調係数補正部は、前記第1の変調係数と、前記赤外輝度情報を補正しない場合の第3の変調係数とを、前記パラメータに基づく比率で合成することにより前記第2の変調係数を算出する

前記(1)に記載の画像処理装置。

(3)

前記変調係数補正部は、前記パラメータに基づいて前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定した場合、所定の非線形関数により前記第1の変調係数を前記第2の変調係数に変換する

前記(1)に記載の画像処理装置。

(4)

前記変調係数補正部は、所定の第1の関数により前記第1の変調係数を変換した第3の変調係数と、所定の第2の関数により前記第1の変調係数を変換した第4の変調係数とを、前記パラメータに基づく比率で合成することにより前記第2の変調係数を算出する

前記(1)に記載の画像処理装置。

(5)

前記変調係数補正部は、前記パラメータに基づいて、複数の関数の中から前記第1の関数と前記第2の関数の組み合わせを選択する

前記(4)に記載の画像処理装置。

(6)

前記複数の関数は、前記第4の変調係数＝前記第1の変調係数となる関数、および前記変調係数＝1となる関数のうち少なくとも一方、並びに所定の非線形関数を含む

前記(5)に記載の画像処理装置。

(7)

前記変調係数補正部は、前記パラメータに基づいて前記可視画像の被写体

の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定した場合、
前記パラメータに基づいて前記第 2 の変調係数の下限値を制限する

前記（１）乃至（６）のいずれかに記載の画像処理装置。

（８）

前記変調係数補正部は、前記可視輝度情報が前記赤外輝度情報より大きい
場合、前記パラメータに基づいて前記第 2 の変調係数の上限値を制限する

前記（１）乃至（７）のいずれかに記載の画像処理装置。

（９）

前記パラメータは、前記可視画像の露光制御により調整されるゲインであ
る

前記（１）乃至（８）のいずれかに記載の画像処理装置。

（１０）

前記パラメータは、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明る
さの測定値である

前記（１）乃至（８）のいずれかに記載の画像処理装置。

（１１）

前記変調係数設定部は、前記赤外輝度情報の低周波成分と前記可視輝度情
報の低周波成分との比率に基づいて前記第 1 の変調係数を設定する

前記（１）乃至（１０）のいずれかに記載の画像処理装置。

（１２）

補正後の前記赤外輝度情報および前記可視画像の色差情報をカラー画像の
色情報に変換するカラー画像変換部を

さらに備える前記（１）乃至（１１）のいずれかに記載の画像処理装置。

（１３）

前記第 2 の変調係数を用いて前記色差情報の補正を行う色差補正部を

さらに備え、

前記カラー補正部は、補正後の前記赤外輝度情報および補正後の前記色差
情報を前記カラー画像の色情報に変換する

さらに備える前記（１２）に記載の画像処理装置。

（１４）

前記赤外画像から前記赤外輝度情報を抽出する赤外画像変換部と、
前記可視画像から前記可視輝度情報を抽出する可視画像変換部と
をさらに備える前記（１）乃至（１３）のいずれかに記載の画像処理装置
。

（１５）

赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第１の変調係数を設定する変調係数設定ステップと、

前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第１の変調係数を第２の変調係数に補正する変調係数補正ステップと、

前記第２の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正ステップと

を含む画像処理方法。

（１６）

赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第１の変調係数を設定する変調係数設定ステップと、

前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第１の変調係数を第２の変調係数に補正する変調係数補正ステップと、

前記第２の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正ステップと

を含む処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

(17)

撮像素子と、

撮像範囲への赤外光の照射のオン、オフを制御する赤外光照射制御部と、
赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数を設定する変調係数設定部と、

前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数を第2の変調係数に補正する変調係数補正部と、

前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正部とを備える撮像装置。

(18)

前記撮像素子は、所定のフレームレートに対応する1フレーム期間を3以上のサブフレーム期間に分割し、前記サブフレーム期間毎にフォーカルプレーン読み出し方式で全画面分の画素値を掃引することにより、前記1フレーム期間に前記サブフレーム期間の数だけサブフレーム画像を生成し、

前記赤外光照射制御部は、前記1フレーム期間において前記サブフレーム期間と同じ時間長単位で撮像範囲への赤外光の照射をオン、オフするように制御する

前記(17)に記載の撮像装置。

(19)

赤外光が照射されている期間を露光時間を含む複数の前記サブフレーム画像から前記赤外画像を生成する赤外画像生成部と、

赤外光が照射されている期間を露光時間に含まない複数の前記サブフレーム画像から前記可視画像を生成する可視画像生成部と

をさらに備える前記(18)に記載の撮像装置。

(20)

補正後の前記赤外輝度情報および前記可視画像の色差情報をカラー画像の色情報に変換するカラー画像変換部を

さらに備える前記（１７）乃至（１９）のいずれかに記載の撮像装置。

符号の説明

[0240] １０ 撮像装置, １３ CMOSイメージセンサ, １４ カメラDSP部,
１７ IR駆動部, １８ IR照射部, ２３ アナログゲインアンプ,
３１ タイミング制御部, ３２ AE制御部, ３５ 2DNR部, ３９
2DNR部, ４０ YCC変換部, ４１ 信号補正部, ４２ γ 補正部,
４３ RGB変換部, ５１ 変調係数設定部, ５２ 変調係数補正部, ５
３ 輝度補正部, ５４ 色差補正部

請求の範囲

- [請求項1] 赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数を設定する変調係数設定部と、
- 前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数を第2の変調係数に補正する変調係数補正部と、
- 前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正部と
- を備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記変調係数補正部は、前記第1の変調係数と、前記赤外輝度情報を補正しない場合の第3の変調係数とを、前記パラメータに基づく比率で合成することにより前記第2の変調係数を算出する
- 請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記変調係数補正部は、前記パラメータに基づいて前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定した場合、所定の非線形関数により前記第1の変調係数を前記第2の変調係数に変換する
- 請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記変調係数補正部は、所定の第1の関数により前記第1の変調係数を変換した第3の変調係数と、所定の第2の関数により前記第1の変調係数を変換した第4の変調係数とを、前記パラメータに基づく比率で合成することにより前記第2の変調係数を算出する
- 請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記変調係数補正部は、前記パラメータに基づいて、複数の関数の中から前記第1の関数と前記第2の関数の組み合わせを選択する
- 請求項4に記載の画像処理装置。

- [請求項6] 前記複数の関数は、前記第4の変調係数＝前記第1の変調係数となる関数、および前記変調係数＝1となる関数のうち少なくとも一方、並びに所定の非線形関数を含む
請求項5に記載の画像処理装置。
- [請求項7] 前記変調係数補正部は、前記パラメータに基づいて前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさが所定の閾値未満であると判定した場合、前記パラメータに基づいて前記第2の変調係数の下限値を制限する
請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項8] 前記変調係数補正部は、前記可視輝度情報が前記赤外輝度情報より大きい場合、前記パラメータに基づいて前記第2の変調係数の上限値を制限する
請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項9] 前記パラメータは、前記可視画像の露光制御により調整されるゲインである
請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項10] 前記パラメータは、前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさの測定値である
請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項11] 前記変調係数設定部は、前記赤外輝度情報の低周波成分と前記可視輝度情報の低周波成分との比率に基づいて前記第1の変調係数を設定する
請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項12] 補正後の前記赤外輝度情報および前記可視画像の色差情報をカラー画像の色情報に変換するカラー画像変換部を
さらに備える請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項13] 前記第2の変調係数を用いて前記色差情報の補正を行う色差補正部を

さらに備え、

前記カラー補正部は、補正後の前記赤外輝度情報および補正後の前記色差情報を前記カラー画像の色情報に変換する

請求項 1 2 に記載の画像処理装置。

[請求項14] 前記赤外画像から前記赤外輝度情報を抽出する赤外画像変換部と、
前記可視画像から前記可視輝度情報を抽出する可視画像変換部と
をさらに備える請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項15] 赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第 1 の変調係数を設定する変調係数設定ステップと、

前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第 1 の変調係数を第 2 の変調係数に補正する変調係数補正ステップと、

前記第 2 の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正ステップと

を含む画像処理方法。

[請求項16] 赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第 1 の変調係数を設定する変調係数設定ステップと、

前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第 1 の変調係数を第 2 の変調係数に補正する変調係数補正ステップと、

前記第 2 の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正ステップと

を含む処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[請求項17] 撮像素子と、

撮像範囲への赤外光の照射のオン、オフを制御する赤外光照射制御部と、

赤外光が照射された状態で得られる赤外画像の輝度情報である赤外輝度情報と、赤外光が照射されていない状態で得られる可視画像の輝度情報である可視輝度情報との比率に基づいて、前記赤外輝度情報の補正に用いる第1の変調係数を設定する変調係数設定部と、

前記可視画像の被写体の明るさまたは撮影環境の明るさを表すパラメータに基づいて前記第1の変調係数を第2の変調係数に補正する変調係数補正部と、

前記第2の変調係数を用いて前記赤外輝度情報を補正する輝度補正部と

を備える撮像装置。

[請求項18] 前記撮像素子は、所定のフレームレートに対応する1フレーム期間を3以上のサブフレーム期間に分割し、前記サブフレーム期間毎にフォーカルプレーン読み出し方式で全画面分の画素値を掃引することにより、前記1フレーム期間に前記サブフレーム期間の数だけサブフレーム画像を生成し、

前記赤外光照射制御部は、前記1フレーム期間において前記サブフレーム期間と同じ時間長単位で前記撮像範囲への赤外光の照射をオン、オフするように制御する

請求項17に記載の撮像装置。

[請求項19] 赤外光が照射されている期間を露光時間を含む複数の前記サブフレーム画像から前記赤外画像を生成する赤外画像生成部と、

赤外光が照射されている期間を露光時間に含まない複数の前記サブフレーム画像から前記可視画像を生成する可視画像生成部と

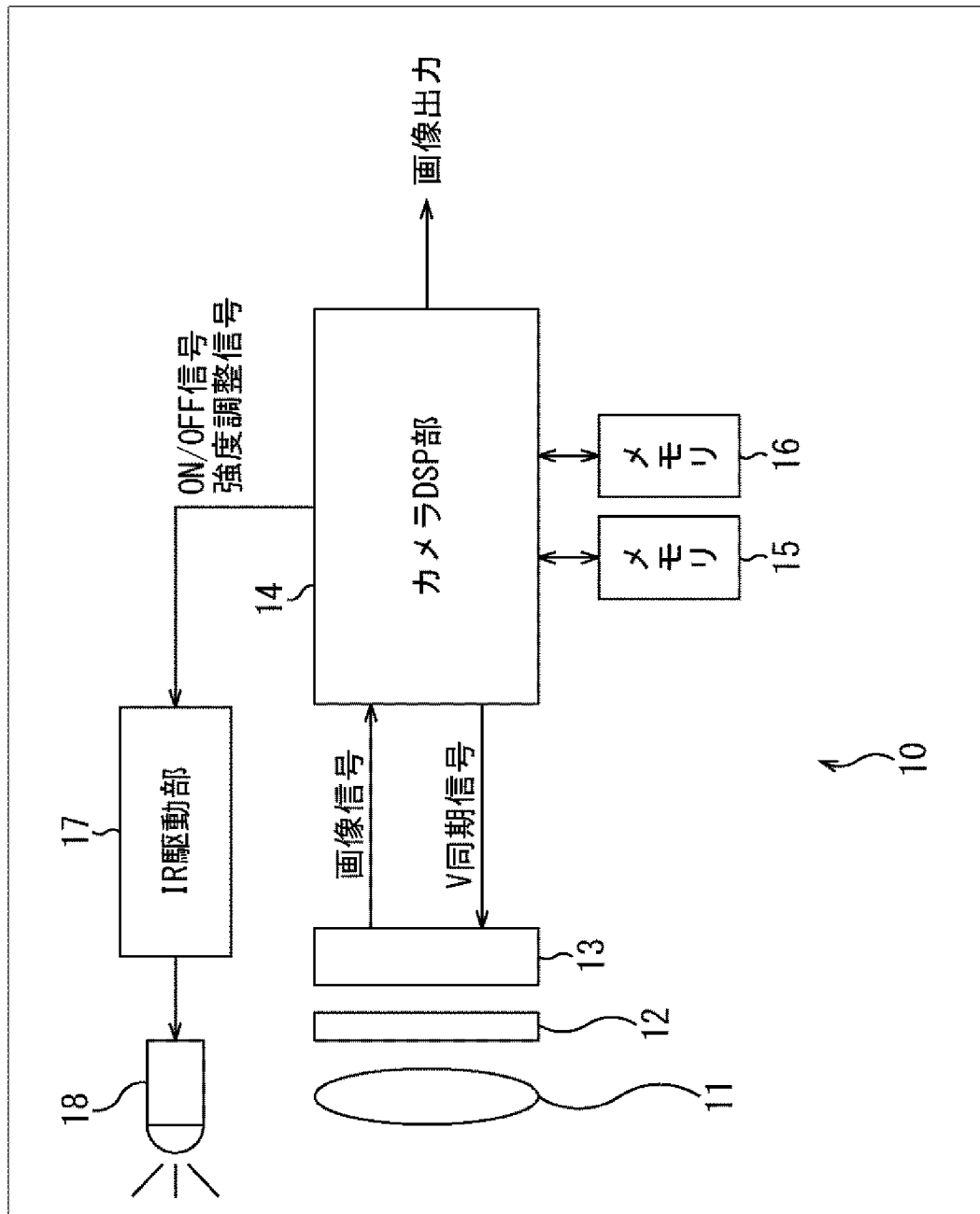
をさらに備える請求項18に記載の撮像装置。

[請求項20] 補正後の前記赤外輝度情報および前記可視画像の色差情報をカラー画像の色情報に変換するカラー画像変換部を

さらに備える請求項 17 に記載の撮像装置。

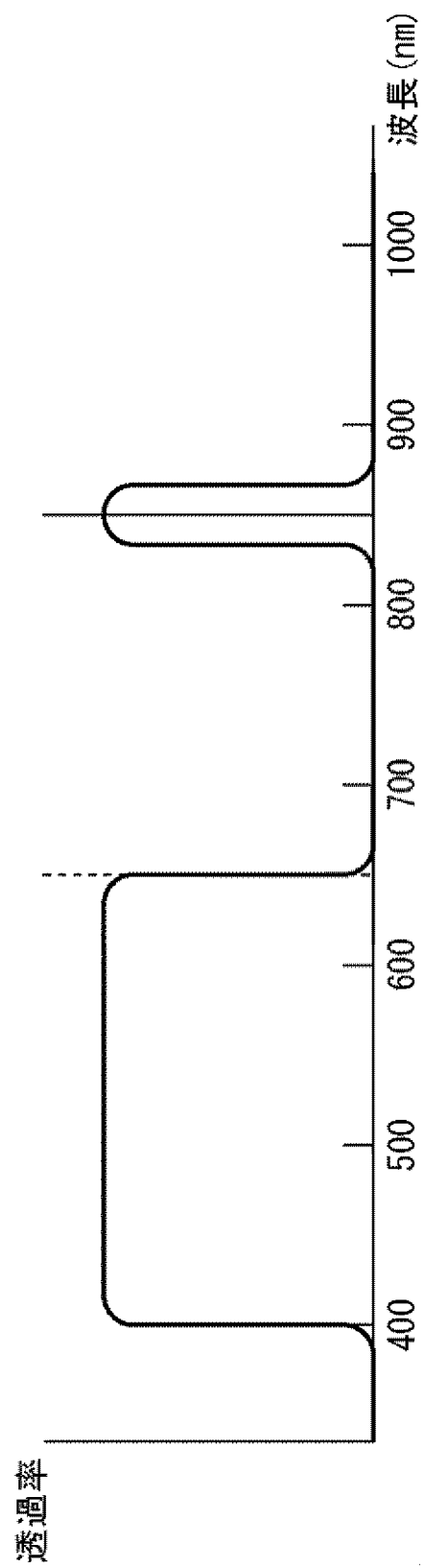
[図1]

図1



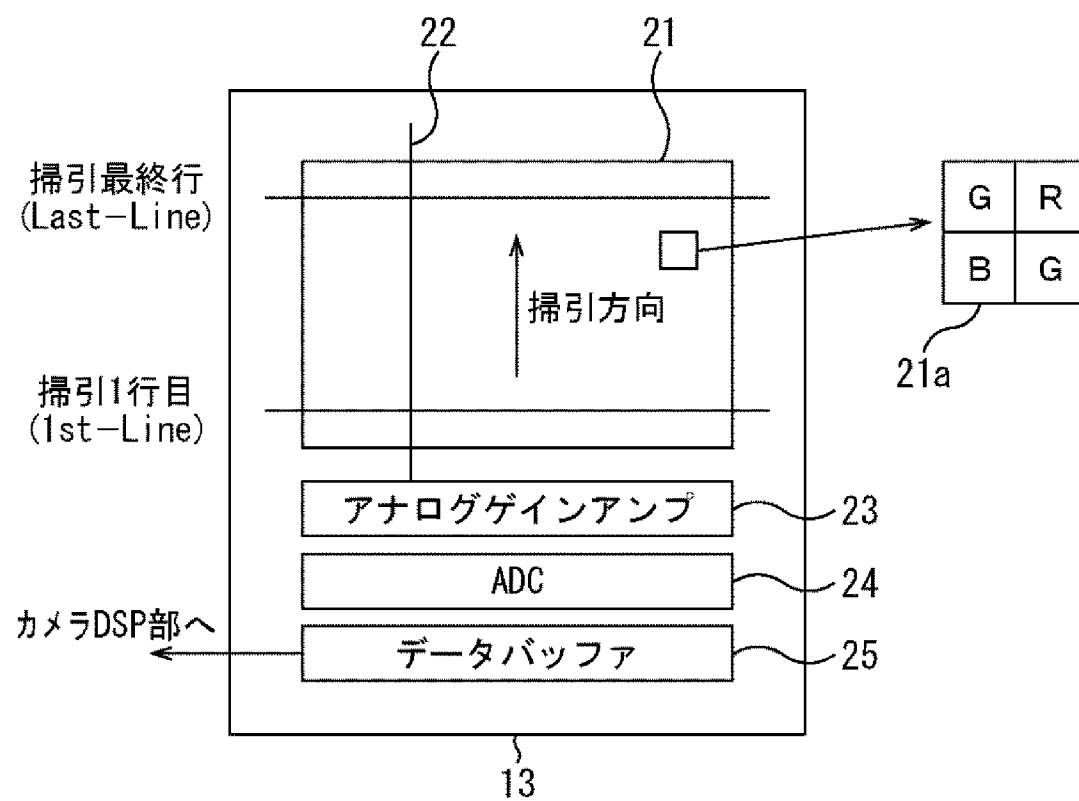
[図2]

図2



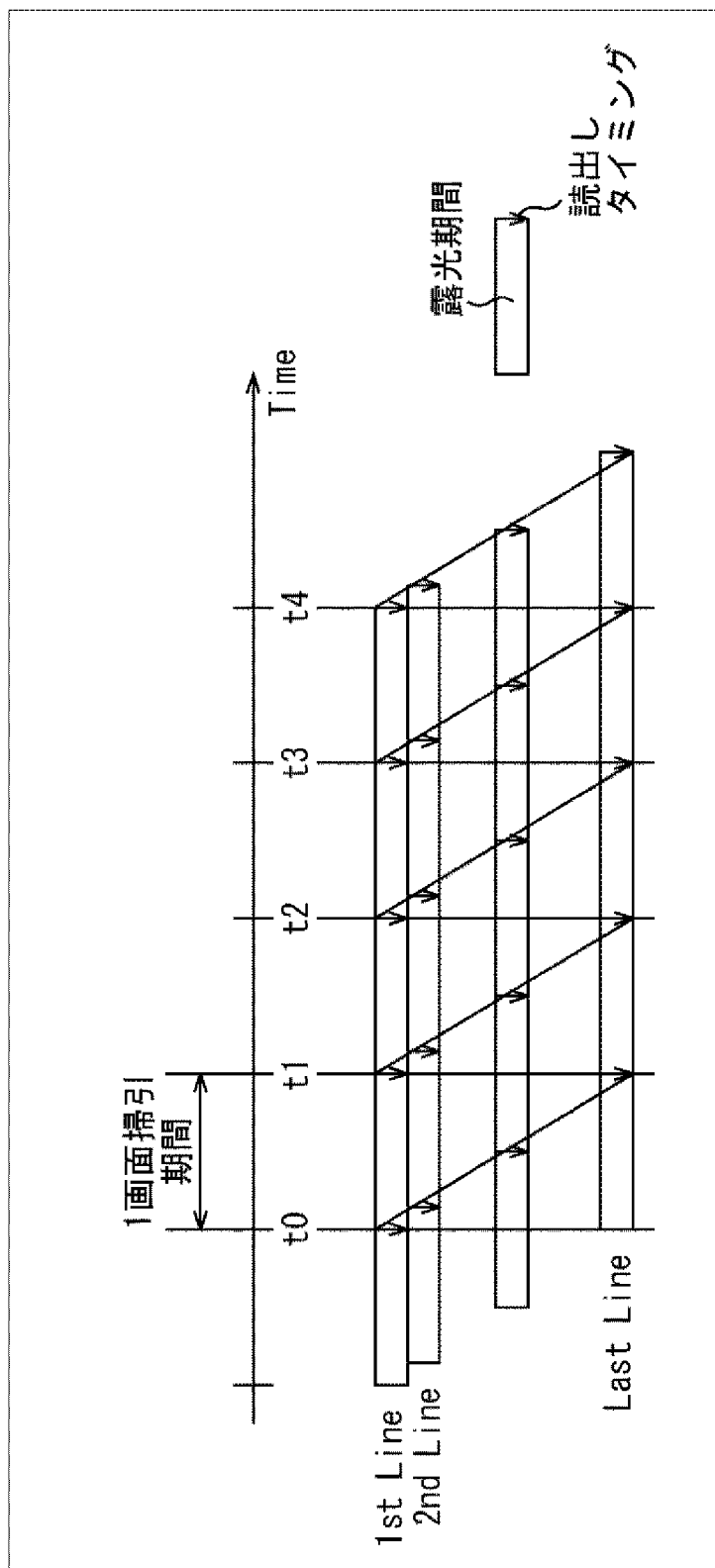
[図3]

図3



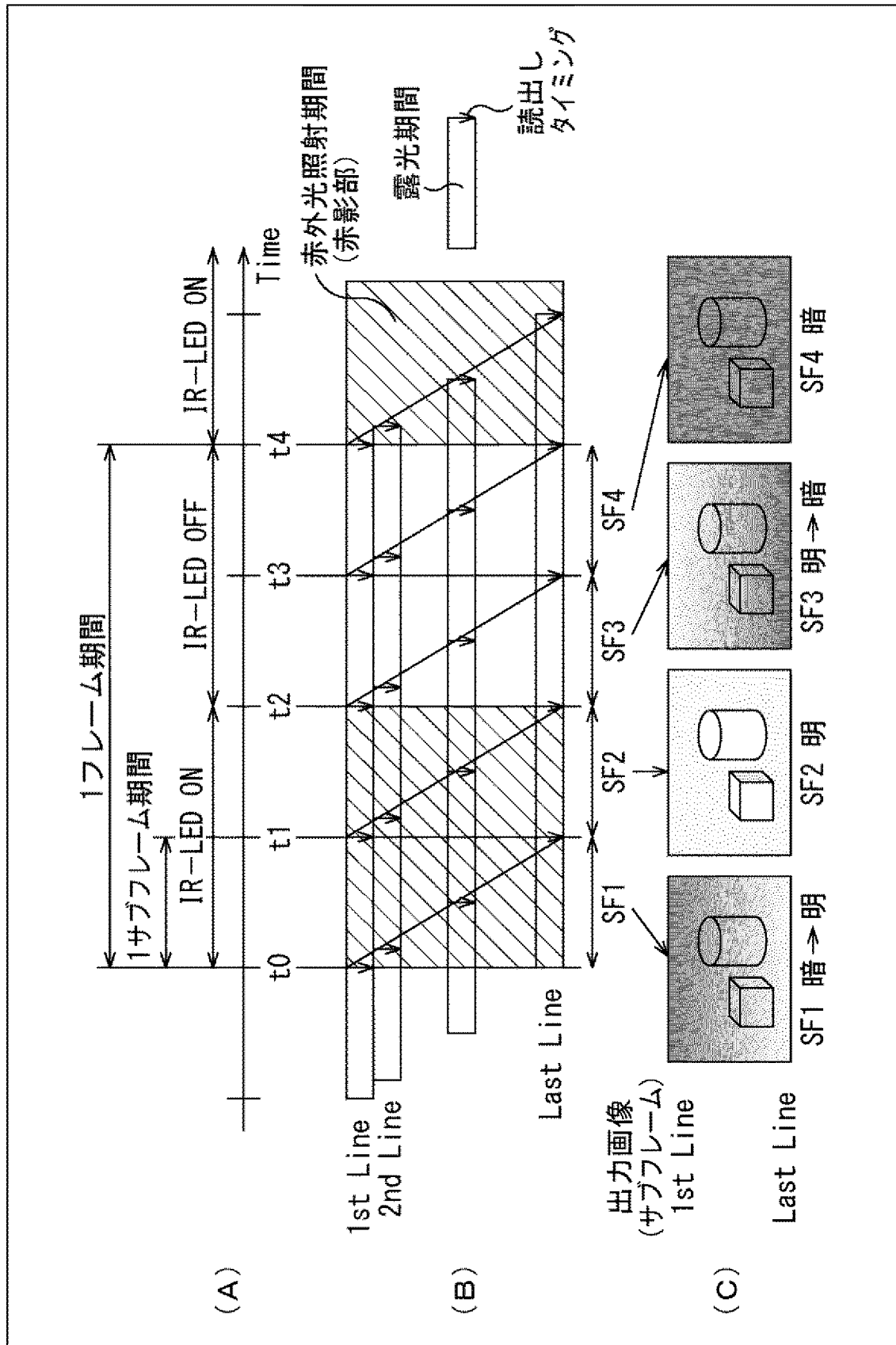
[図4]

図4



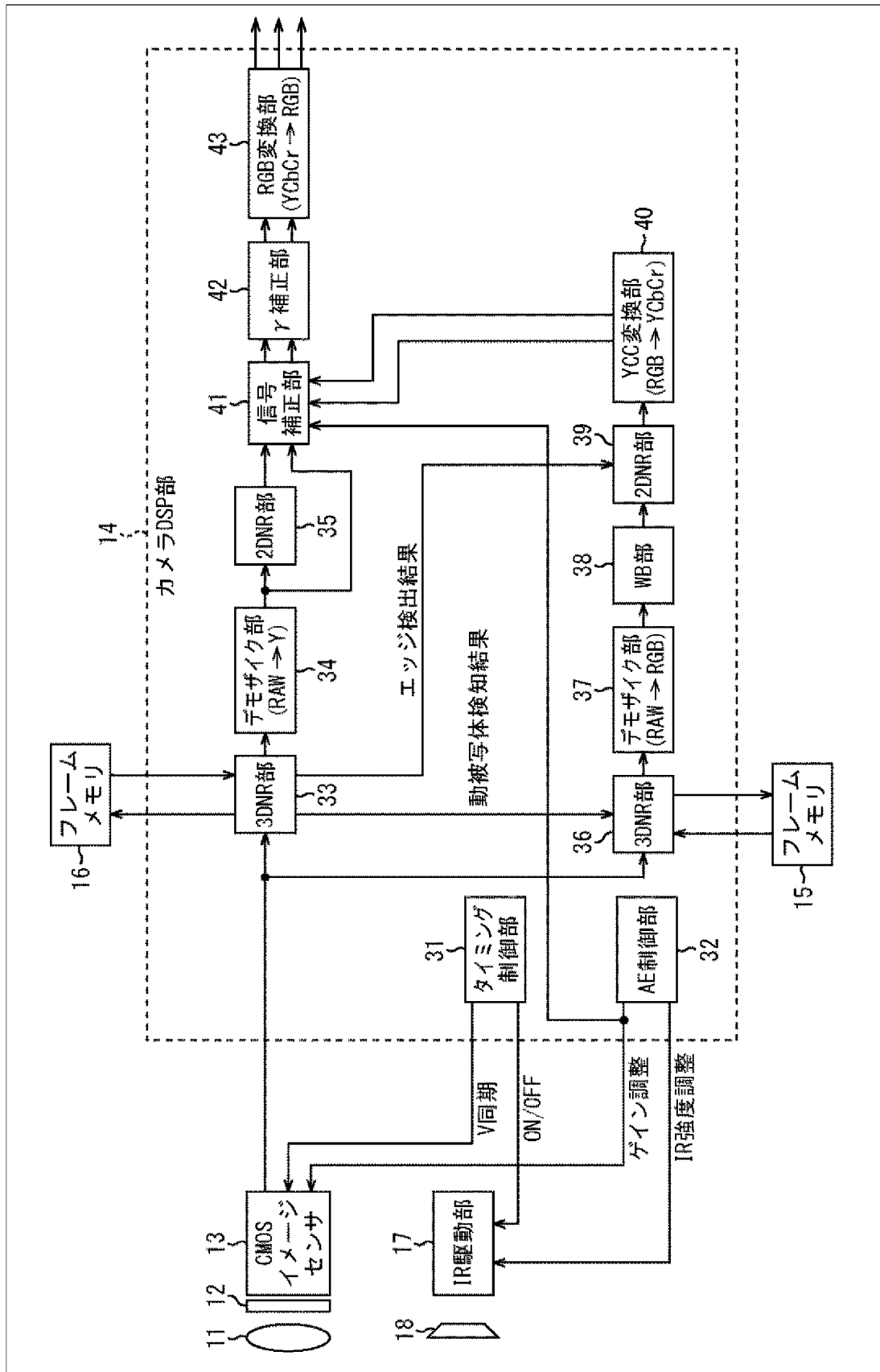
[図5]

図5



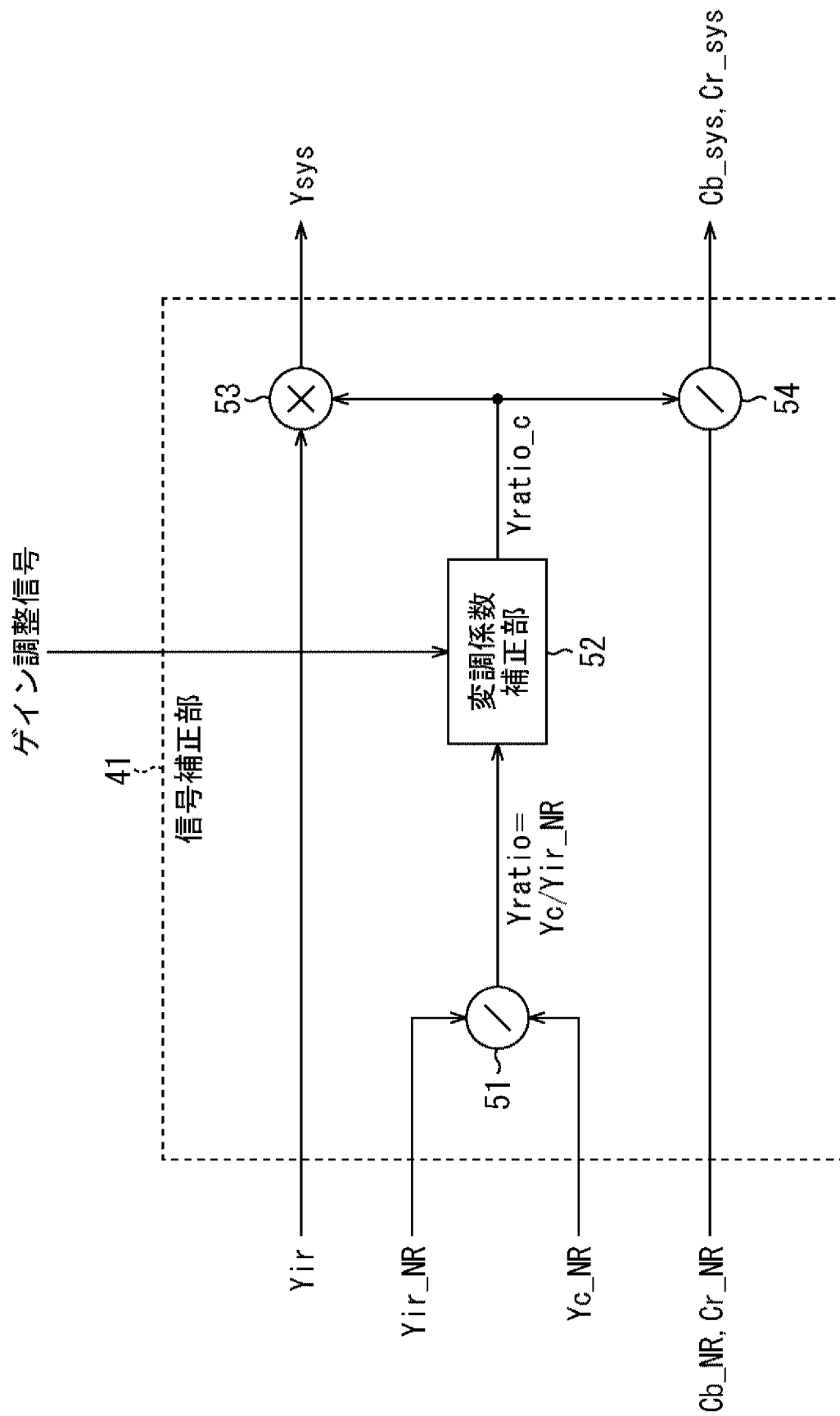
[図6]

図6



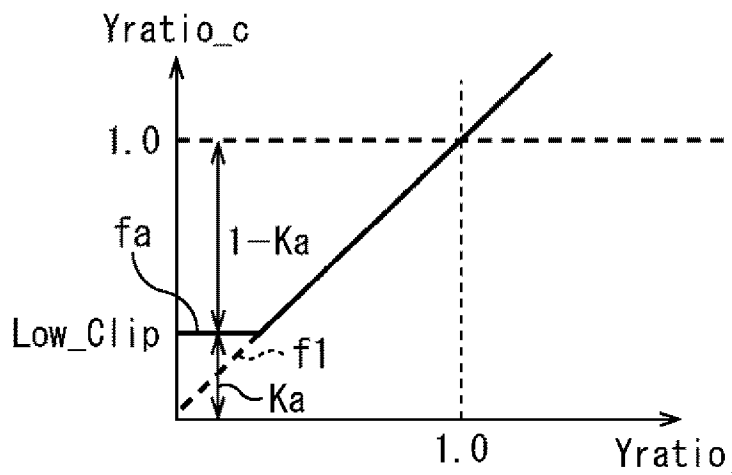
[図7]

図7



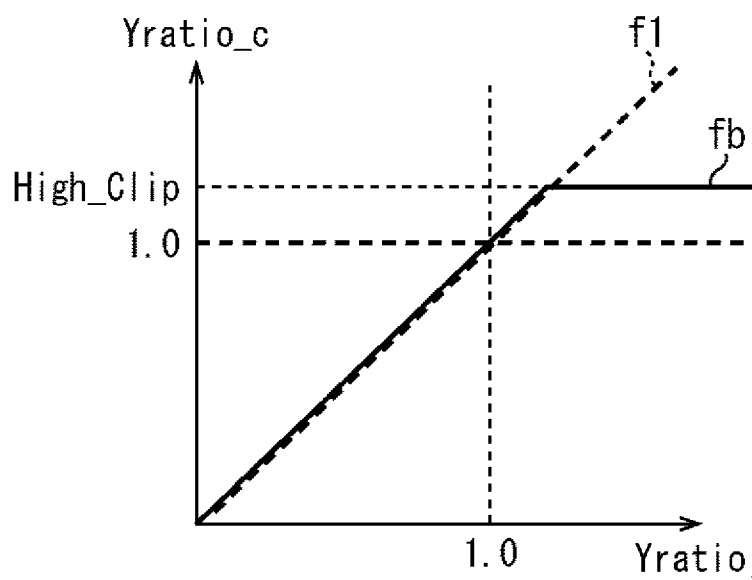
[図8]

図8



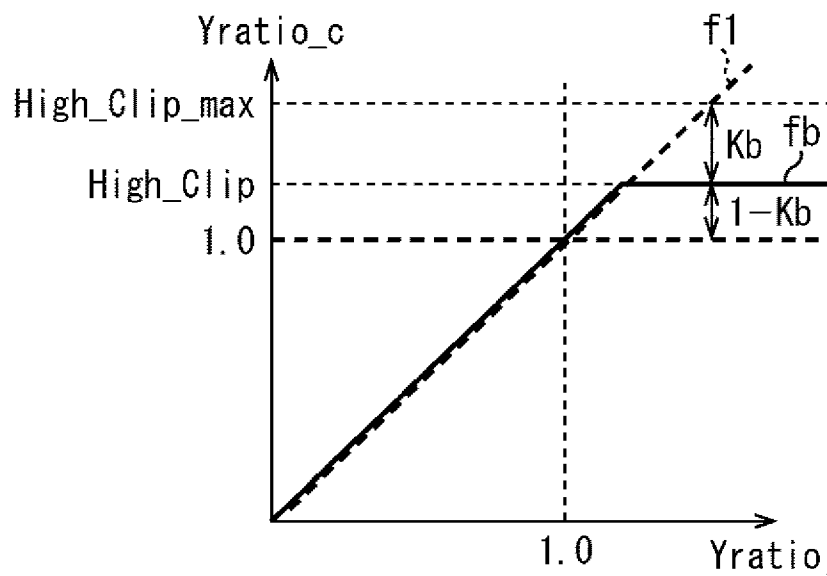
[図9]

図9



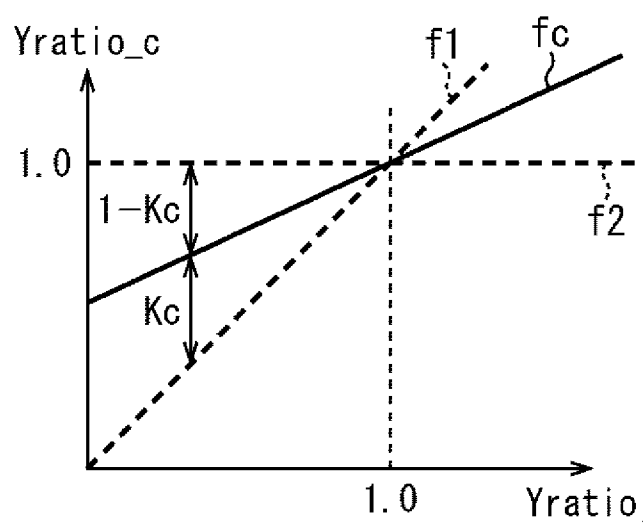
[図10]

図10



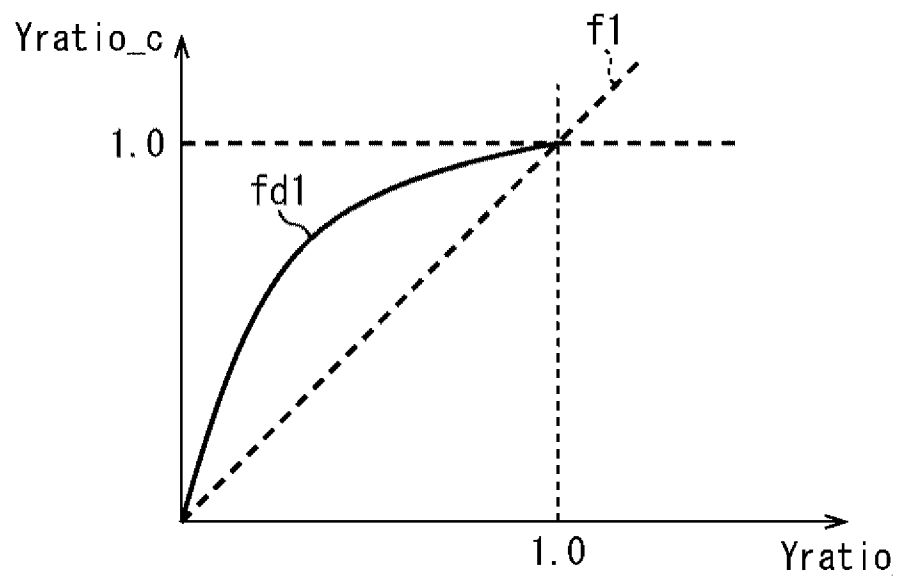
[図11]

図11



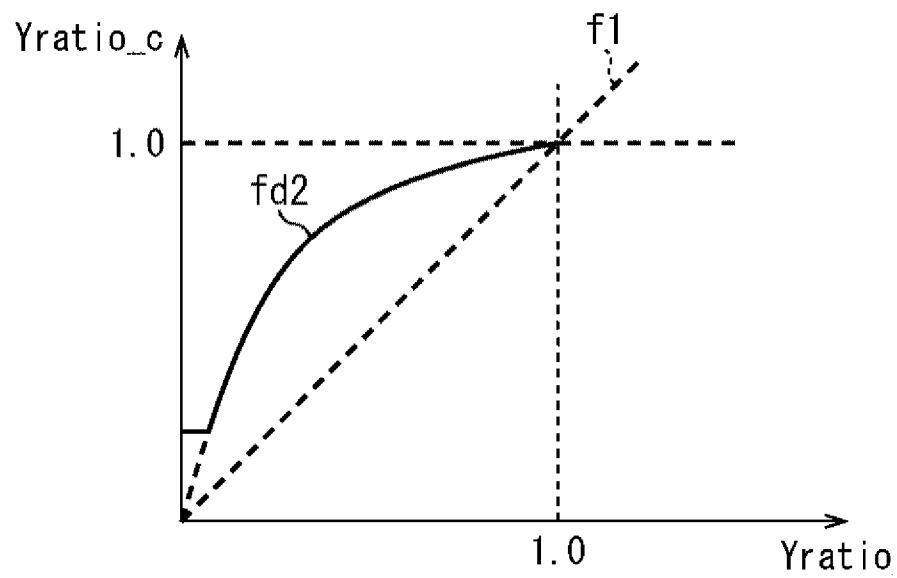
[図12]

図12



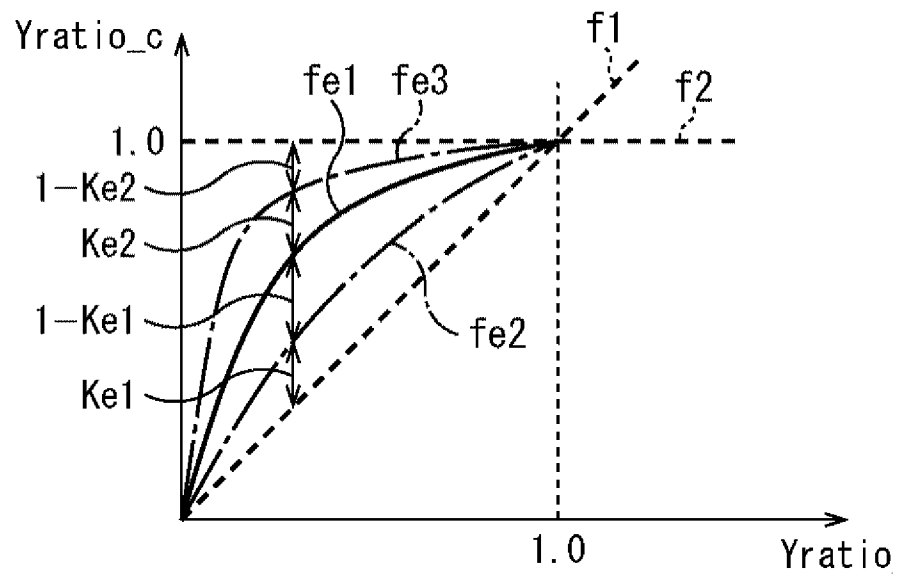
[図13]

図13



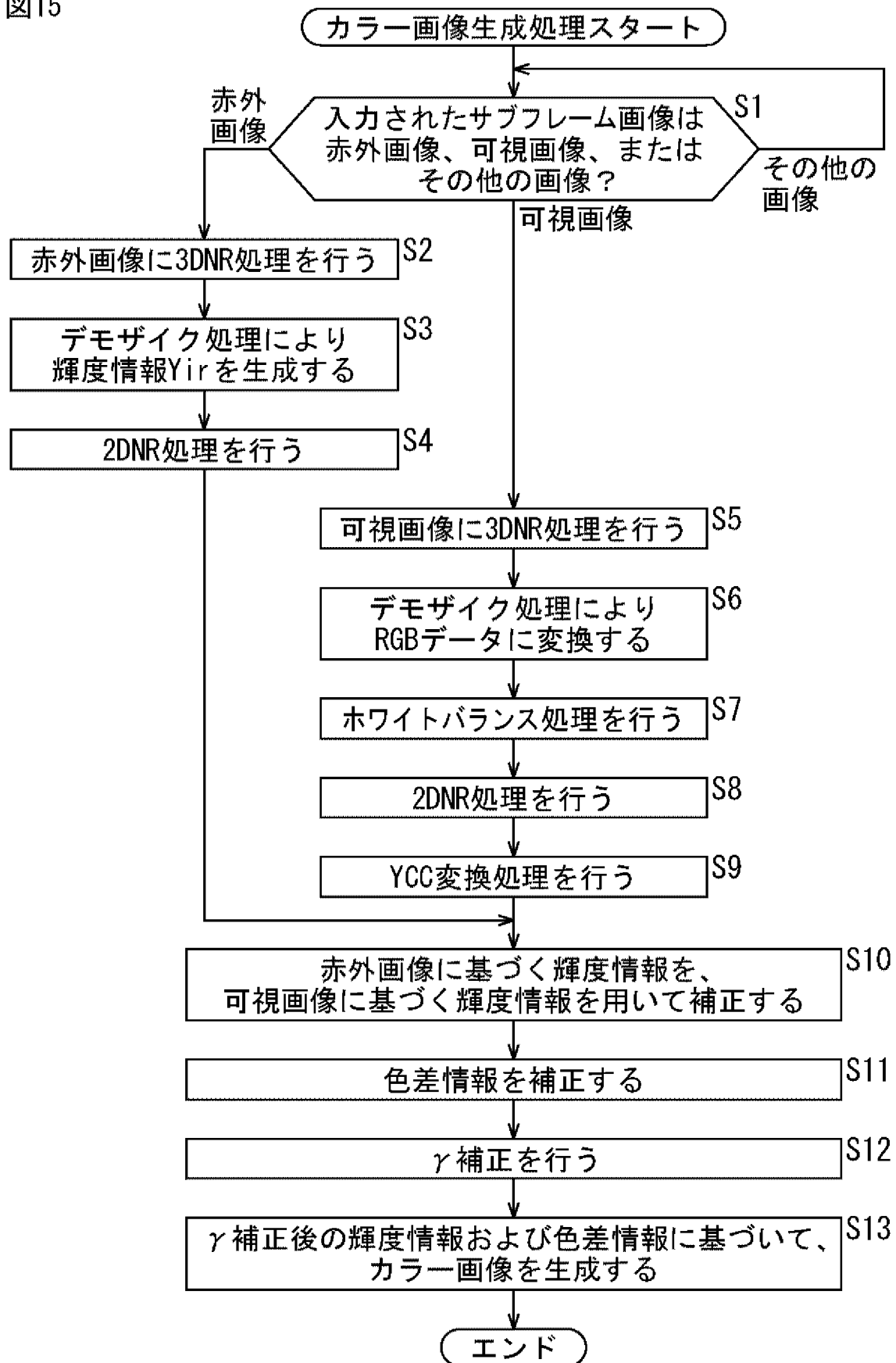
[図14]

図14



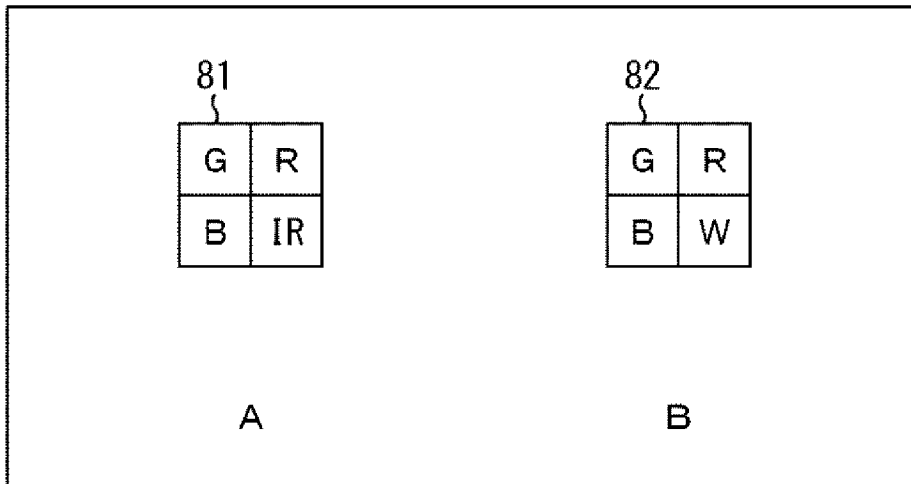
[図15]

図15



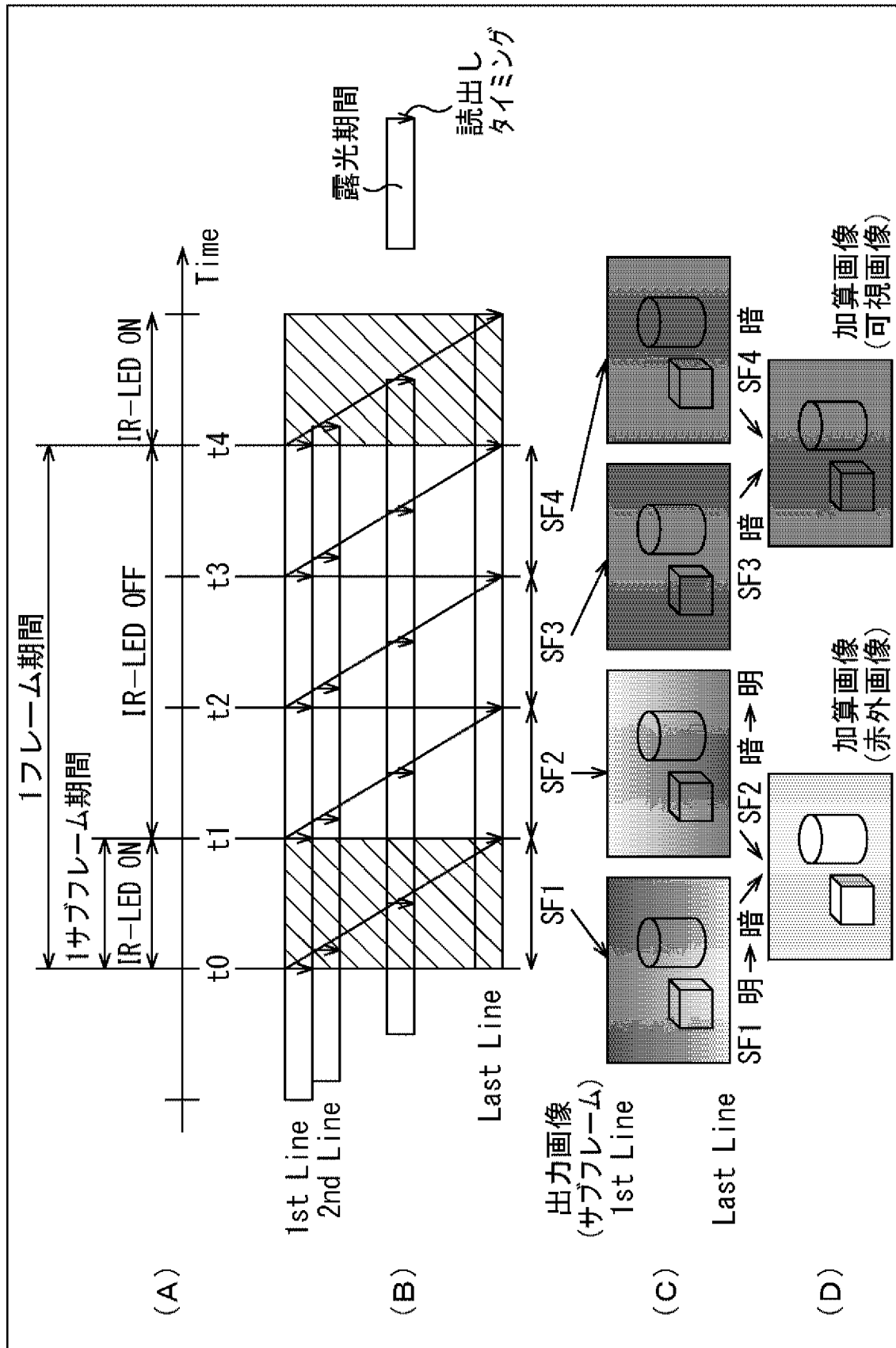
[図16]

図16



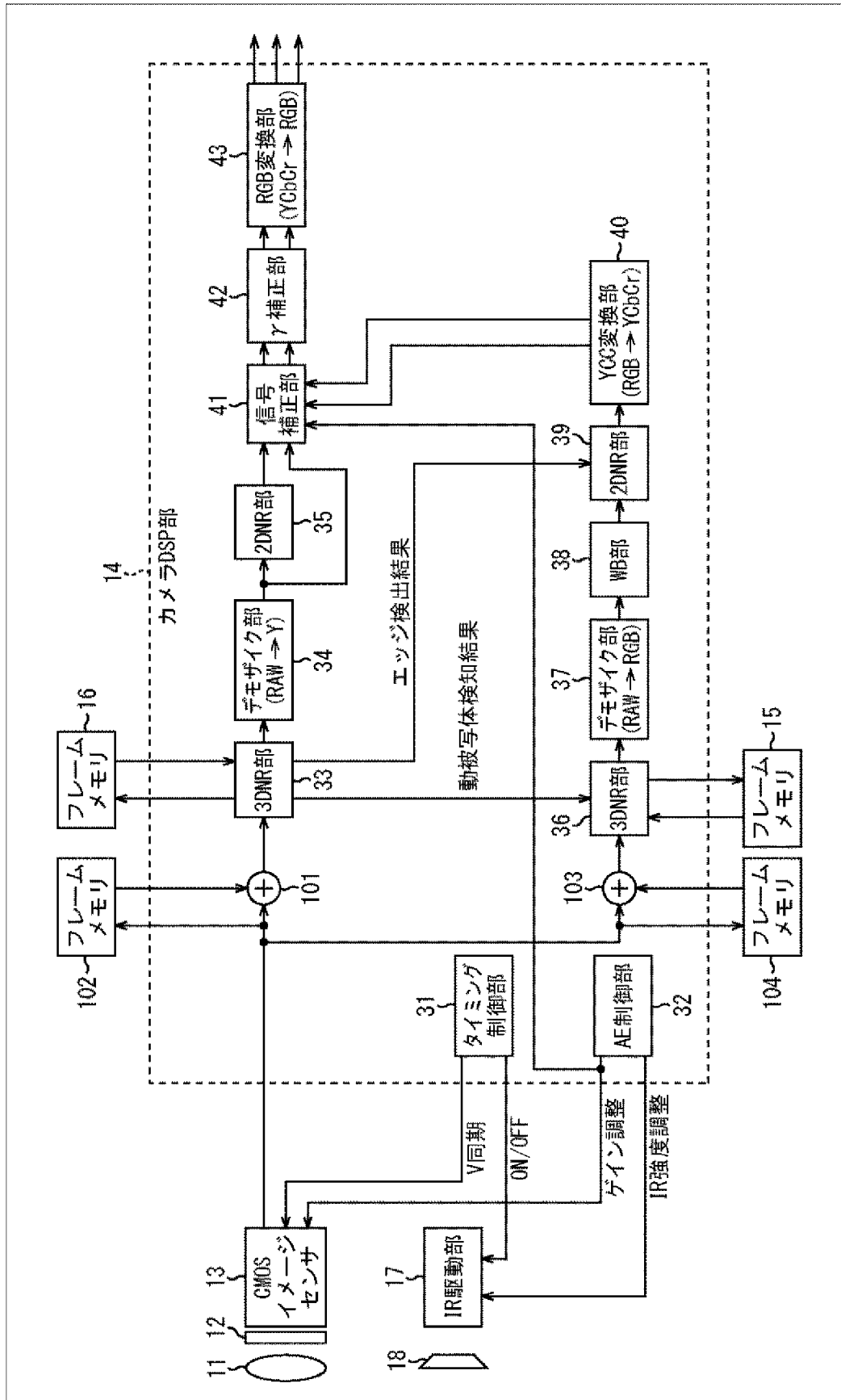
[図17]

図17



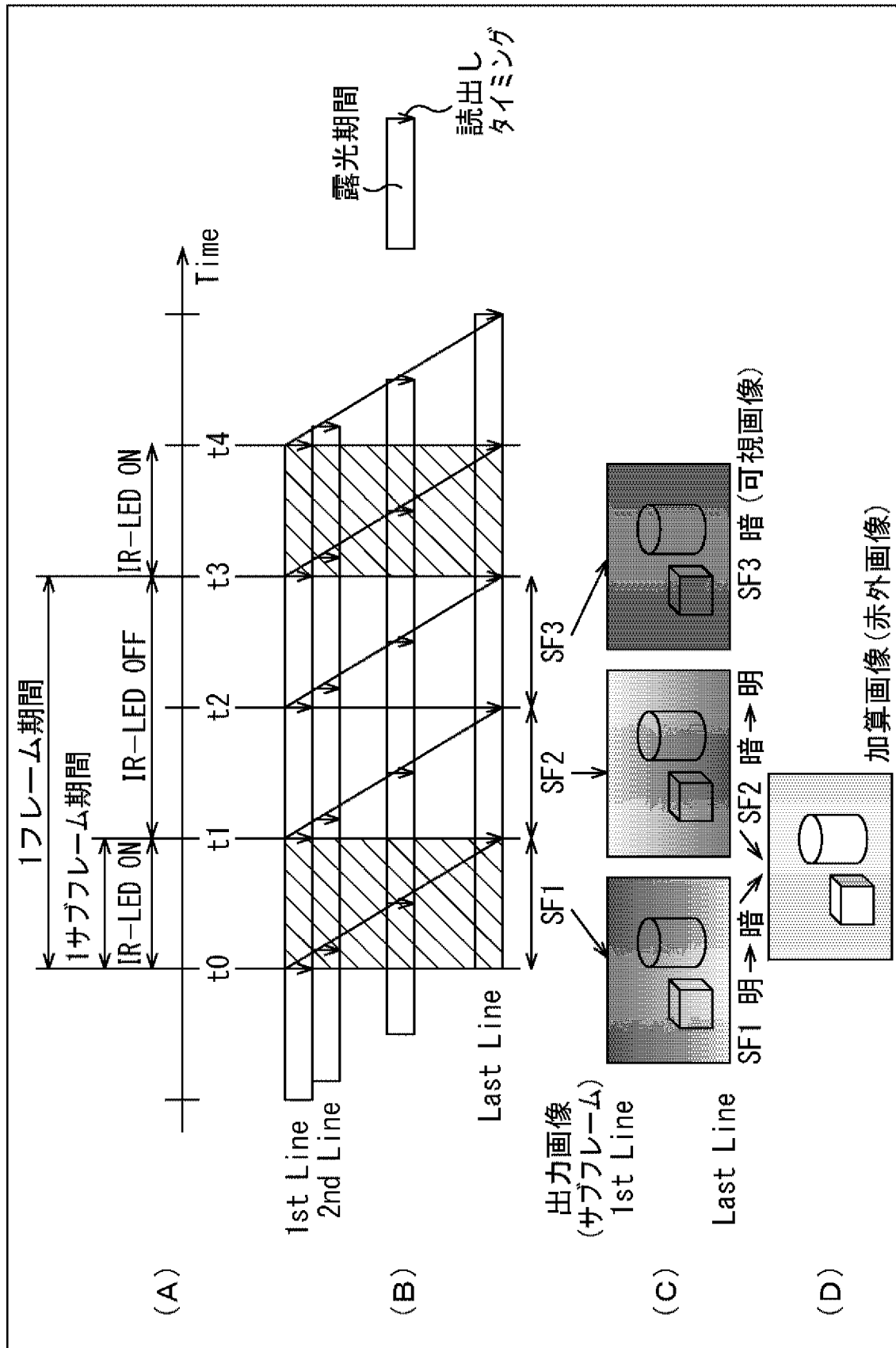
[図18]

図18



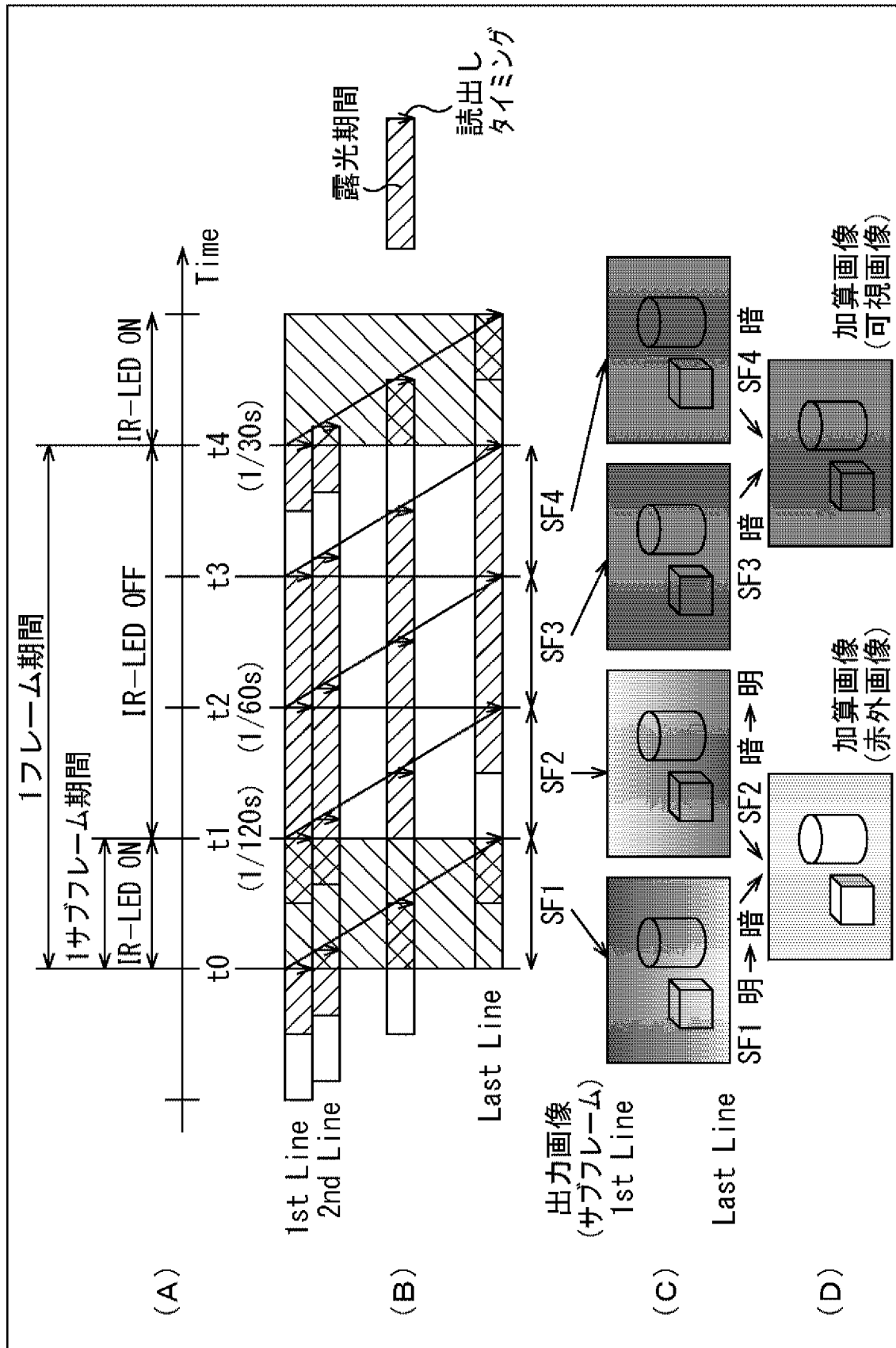
[図19]

図19



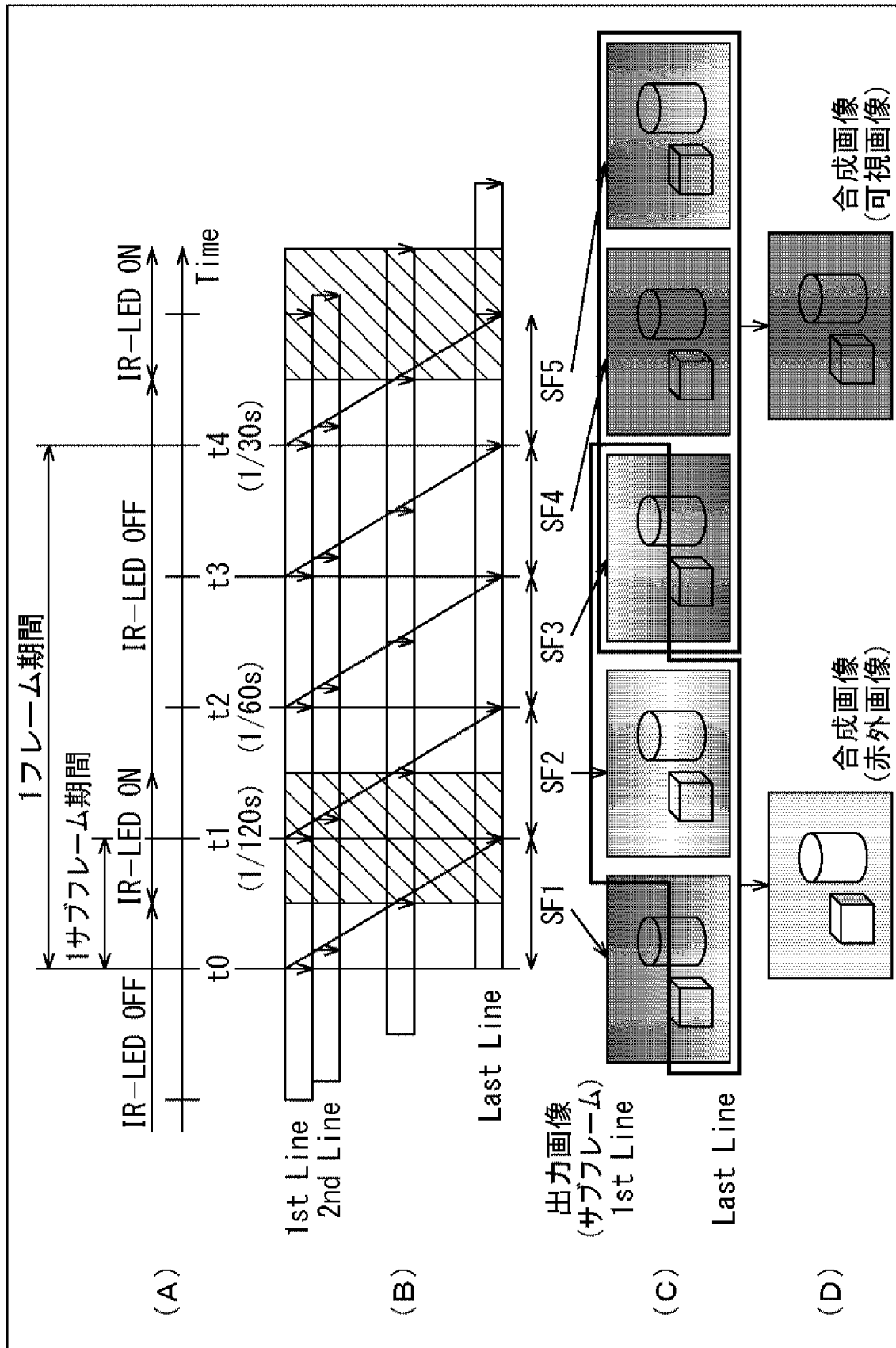
[図20]

図20



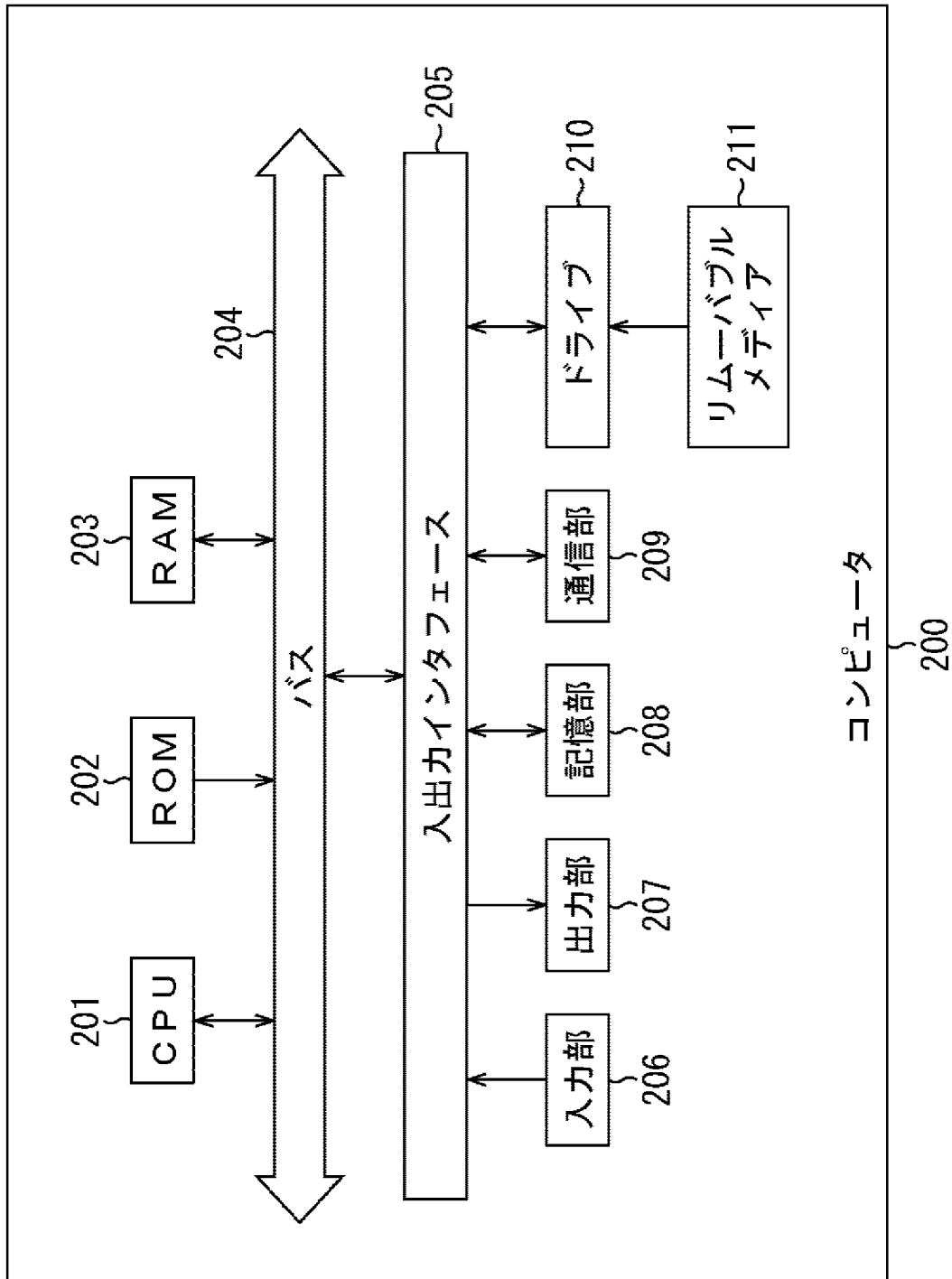
[図21]

図21



[図22]

図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065420

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N9/64(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, H04N5/232, H04N9/64

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 2011-233983 A (Panasonic Corp.), 17 November 2011 (17.11.2011), paragraphs [0032] to [0043], [0047]; fig. 1, 3, 8 & US 2013/0002882 A1 paragraphs [0056] to [0067], [0071]; fig. 1, 3, 8 & WO 2011/132241 A1	1-20
A	JP 2007-184805 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 19 July 2007 (19.07.2007), paragraphs [0044] to [0045] & US 2007/0183657 A1 paragraphs [0071] to [0074]	1-20

☒ 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
04 August 2016 (04.08.16)

Date of mailing of the international search report
16 August 2016 (16.08.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065420

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-161459 A (Olympus Corp.), 22 July 2010 (22.07.2010), paragraphs [0025] to [0029]; fig. 1 (Family: none)	1-20
A	WO 2009/133931 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 05 November 2009 (05.11.2009), paragraphs [0026] to [0039]; fig. 1 to 5 & US 2011/0063451 A1 paragraphs [0036] to [0049]; fig. 1 to 5 & JP 5168353 B & JP 2013-81245 A	1-20
A	JP 2014-135627 A (Hitachi, Ltd.), 24 July 2014 (24.07.2014), paragraphs [0018] to [0019], [0024]; fig. 1 to 12 & US 2014/0192202 A1 paragraphs [0032] to [0033], [0040]; fig. 1 to 12 & CN 103929628 A	1-20

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, H04N5/232(2006.01)i, H04N9/64(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, H04N5/232, H04N9/64

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 2011-233983 A（パナソニック株式会社） 2011.11.17, 段落[0032]-[0043], [0047], 図1, 3, 8 & US 2013/0002882 A1, 段落[0056]-[0067], [0071], 図1, 3, 8 & WO 2011/132241 A1	1-20
A	JP 2007-184805 A（株式会社豊田中央研究所） 2007.07.19, 段落[0044]-[0045] & US 2007/0183657 A1, 段落[0071]-[0074]	1-20

☒ 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

04.08.2016

国際調査報告の発送日

16.08.2016

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 肇

5 V

9847

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-161459 A (オリンパス株式会社) 2010.07.22, 段落[0025]-[0029], 図 1 (ファミリーなし)	1-20
A	WO 2009/133931 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2009.11.05, 段落[0026]-[0039], 図 1-5 & US 2011/0063451 A1, 段落[0036]-[0049] , 図 1-5 & JP 5168353 B & JP 2013-81245 A	1-20
A	JP 2014-135627 A (株式会社日立製作所) 2014.07.24, 段落[0018]-[0019], [0024], 図 1-12 & US 2014/0192202 A1, 段落[0032]-[0033], [0040] , 図 1-12 & CN 103929628 A	1-20