

(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
2015 年 8 月 6 日(06.08.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/115142 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/04 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
G03B 11/00 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
G03B 15/00 (2006.01) H04N 9/07 (2006.01)
G03B 17/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050311
- (22) 国際出願日: 2015 年 1 月 8 日(08.01.2015)
- (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 2014-016946 2014 年 1 月 31 日(31.01.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社 J V C ケンウッド (JVC KENWOOD CORPORATION) [JP/JP]; 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 関口 智 (SEKIGUCHI, Satoru); 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地

株式会社 J V C ケンウッド 知的財産部内
Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 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

[続葉有]

(54) Title: IMAGING DEVICE, IMAGING DEVICE CONTROL METHOD, AND IMAGING DEVICE CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: 撮像装置、撮像装置の制御方法及び制御プログラム

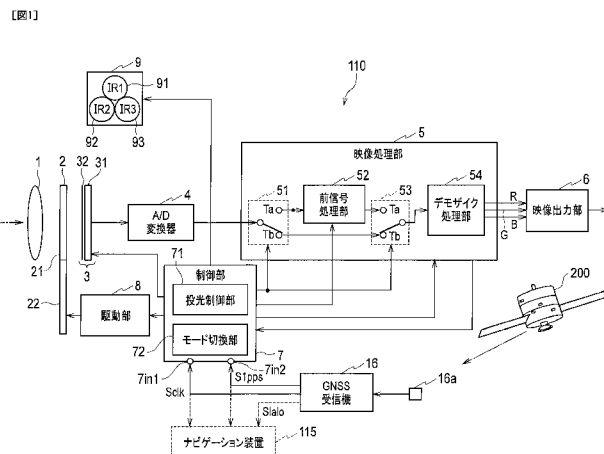


FIG. 1:
4 A/D converter
5 Video processing unit
6 Video output unit
7 Control unit
8 Drive unit
16 GNSS receiver
52 Signal preprocessing unit
54 De-mosaic processing unit
71 Projection control unit
72 Mode switching unit
115 Navigation device

(57) Abstract: In the present invention a pulse signal generated on the basis of radio waves from a satellite used in a global navigation satellite system is input to an input unit (7in2). On the basis of the pulse signal a projection control unit (71) controls the projection timing for projecting infrared light by means of an infrared light projector (9). An imaging unit (3) captures an image of a photographic subject while the infrared light is being projected.

(57) 要約: 入力部 (7in2) には、全地球航法衛星システム用の衛星からの電波に基づいて生成されたパルス信号が入力される。投光制御部 (71) は、パルス信号に基づいて、赤外線投光器 (9) によって、赤外光を投光させる投光タイミングを制御する。撮像部 (3) は、赤外光が投光されている状態で被写体を撮像する。



ロシア (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))

明 細 書

発明の名称：撮像装置、撮像装置の制御方法及び制御プログラム 技術分野

[0001] 本開示は、撮像装置、撮像装置の制御方法及び制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば夜間等の可視光がほとんどない環境下において被写体を撮像するために、赤外線投光器によって被写体に赤外光を照射し、被写体から反射した赤外光を撮像する方法が用いられている。この方法は、可視光を照射するライトを用いることができない場合に有効な撮像方法である。

[0003] しかしながら、この撮像方法によって被写体を撮像した映像は、モノクロ映像となる。モノクロ映像では物体の識別が困難となることがある。可視光がない環境下でもカラー映像を撮像することができれば、物体の識別性を向上させることができる。例えば監視カメラでは、物体の識別性を向上させるために、可視光がない環境下でもカラー映像を撮像することが望まれる。

[0004] 特許文献1には、可視光がない環境下でもカラー映像を撮像することができ撮像装置が記載されている。特許文献1に記載されている撮像装置においても、赤外線投光器が用いられる。監視カメラに特許文献1に記載の技術を搭載すれば、被写体をカラー映像化して物体の識別性を向上させることが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-50049号公報

発明の概要

[0006] 特許文献1に記載されている撮像装置は、赤外線投光器によって3つの波長の赤外光を順次投光して被写体を撮像する。

[0007] 監視システム（撮像システム）では複数の監視カメラを用いて、監視対象の被写体を撮像することがある。特許文献1に記載されている撮像装置を複

数の監視カメラそれぞれに用いて、監視システムを構成することが考えられる。

[0008] 複数の撮像装置が個々に赤外光を投光すると異なる波長の赤外光が混ざってしまい、好ましい色再現が可能なカラー映像を撮像することができない。

[0009] 実施形態は、赤外光を投光して被写体を撮像する自己の撮像装置以外に、赤外光を投光して被写体を撮像する他の撮像装置が存在する場合でも好ましい映像を撮像することができる撮像装置、撮像装置の制御方法及び制御プログラムを提供することを目的とする。

[0010] 実施形態の第1の態様によれば、全地球航法衛星システム用の衛星からの電波に基づいて生成されたパルス信号が入力される入力部と、前記パルス信号に基づいて、赤外線投光器に赤外光を投光させる投光タイミングを制御する投光制御部と、赤外光が投光されている状態で被写体を撮像する撮像部とを備えることを特徴とする撮像装置が提供される。

[0011] 実施形態の第2の態様によれば、全地球航法衛星システム用の衛星からの電波に基づいて生成されたパルス信号に基づいて、赤外線投光器に赤外光を投光させる投光タイミングを制御し、赤外光が投光されている状態で被写体を撮像することを特徴とする撮像装置の制御方法が提供される。

[0012] 実施形態の第3の態様によれば、撮像装置に搭載されているコンピュータに、全地球航法衛星システム用の衛星からの電波に基づいて生成されたパルス信号を取得するステップと、前記パルス信号に基づいて、赤外線投光器に赤外光を投光させる投光タイミングを制御するステップと、赤外光が投光されている状態で被写体を撮像するよう撮像部を制御するステップとを実行させることを特徴とする撮像装置の制御プログラムが提供される。

[0013] 実施形態の撮像装置、撮像装置の制御方法及び制御プログラムによれば、赤外光を投光して被写体を撮像する自己の撮像装置以外に、赤外光を投光して被写体を撮像する他の撮像装置が存在する場合でも好ましい色再現が可能なカラー映像を撮像することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図 1 は、一実施形態の撮像装置の全体的な構成を示すブロック図である。

[図2]図 2 は、一実施形態の撮像装置に用いられるカラーフィルタにおけるフィルタエレメントの配列の一例を示す図である。

[図3]図 3 は、一実施形態の撮像装置を構成する撮像部における 3 原色光の波長と相対感度との分光感度特性を示す特性図である。

[図4]図 4 は、所定の物質からの 3 原色光の反射率にシリコンの受光感度を乗じたときの、波長と相対検出率との関係を示す特性図である。

[図5]図 5 は、図 1 中の前信号処理部 5 2 の具体的な構成例を示すブロック図である。

[図6]図 6 は、一実施形態の撮像装置が通常モードで動作しているときの露光と映像信号のフレームとの関係を概略的に示す図である。

[図7]図 7 は、一実施形態の撮像装置が通常モードで動作しているときのデモザイク処理を説明するための図である。

[図8]図 8 は、一実施形態の撮像装置が中間モード及び暗視モードで動作しているときの露光と映像信号のフレームとの関係を概略的に示す図である。

[図9]図 9 は、一実施形態の撮像装置が第 1 中間モードで動作しているときの前信号処理を説明するための図である。

[図10]図 1 0 は、一実施形態の撮像装置が第 1 中間モードで動作しているときのデモザイク処理を説明するための図である。

[図11]図 1 1 は、一実施形態の撮像装置が第 2 中間モードで動作しているときの前信号処理を説明するための図である。

[図12]図 1 2 は、一実施形態の撮像装置が第 2 中間モードで動作しているときのデモザイク処理を説明するための図である。

[図13]図 1 3 は、一実施形態の撮像装置が暗視モードで動作しているときの周囲画素の加算処理を説明するための図である。

[図14]図 1 4 は、周囲画素の加算処理が施されたフレームを示す図である。

[図15]図 1 5 は、一実施形態の撮像装置が第 1 暗視モードで動作していると

きの前信号処理を説明するための図である。

[図16]図16は、一実施形態の撮像装置が第1暗視モードで動作しているときのデモザイク処理を説明するための図である。

[図17]図17は、一実施形態の撮像装置が第2暗視モードで動作しているときの前信号処理を説明するための図である。

[図18]図18は、一実施形態の撮像装置が第2暗視モードで動作しているときのデモザイク処理を説明するための図である。

[図19]図19は、一実施形態の撮像装置におけるモード切換の例を説明するための図である。

[図20]図20は、一実施形態の撮像装置がそれぞれのモードに設定されているときの各部の状態を示す図である。

[図21]図21は、一実施形態の撮像装置の第1の変形例を示す部分ブロック図である。

[図22]図22は、一実施形態の撮像装置の第2の変形例を示す部分ブロック図である。

[図23]図23は、一実施形態の撮像装置の第3の変形例を示す部分ブロック図である。

[図24]図24は、一実施形態の撮像装置で実行される映像信号処理方法を示すフローチャートである。

[図25]図25は、図24におけるステップS3に示す通常モードの具体的な処理を示すフローチャートである。

[図26]図26は、図24におけるステップS4の中間モードの具体的な処理を示すフローチャートである。

[図27]図27は、図24におけるステップS5の暗視モードの具体的な処理を示すフローチャートである。

[図28]図28は、一実施形態の撮像装置内に記憶されている映像信号処理プログラムがコンピュータに実行させる処理を示すフローチャートである。

[図29]図29は、複数の撮像装置によって構成した撮像システムを示すブロ

ック図である。

[図30]図30は、複数の撮像装置による赤外光の投光タイミングがわずかにずれている場合の問題点を説明するための図である。

[図31]図31は、複数の撮像装置による赤外光の投光タイミングが大きくずれている場合の問題点を説明するための図である。

[図32]図32は、1PPS信号に基づいて赤外光の投光タイミングを制御する一実施形態の撮像装置の動作を説明するための図である。

[図33]図33は、一実施形態の撮像装置の制御方法及び一実施形態の撮像装置の制御プログラムで実行される処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、一実施形態の撮像装置、撮像装置の制御方法及び制御プログラムについて、添付図面を参照して説明する。

[0016] <撮像装置の構成>

まず、図1を用いて、一実施形態の撮像装置110の全体的な構成について説明する。図1に示す一実施形態の撮像装置110は、昼間等の可視光が十分に存在する環境下に適した通常モードと、夜間等の可視光がほとんどない環境下に適した暗視モードと、可視光がわずかに存在する環境下に適した中間モードとの3つのモードで撮像可能な撮像装置である。

[0017] 暗視モードと中間モードとはいずれも可視光が少ない環境下で、赤外線を投光しながら撮像する赤外光投光モードである。赤外光投光モードは暗視モードのみであってもよい。本実施形態では、好ましい構成として、中間モードを含む3つのモードで撮像可能な撮像装置を例とする。

[0018] 図1において、被写体から反射した一点鎖線にて示す光は、光学レンズ1によって集光される。ここで、光学レンズ1には、可視光が十分に存在する環境下では可視光、可視光がほとんどない環境下では後述する赤外線投光器9より発せられた赤外光を被写体が反射した赤外光が入射される。

[0019] 可視光がわずかに存在する環境下では、光学レンズ1には、可視光と赤外線投光器9より発せられた赤外光を被写体が反射した赤外光とが混在した光

が入射される。

[0020] 図1では簡略化のため、光学レンズ1を1つのみとしているが、実際には、撮像装置110は複数の光学レンズを備える。

[0021] 光学レンズ1と撮像部3との間には、光学フィルタ2が設けられている。光学フィルタ2は、赤外線カットフィルタ21とダミーガラス22との2つの部分を有する。光学フィルタ2は、駆動部8によって、光学レンズ1と撮像部3との間に赤外線カットフィルタ21を挿入した状態と、光学レンズ1と撮像部3との間にダミーガラス22を挿入した状態とのいずれかの状態に駆動される。

[0022] 撮像部3は、水平方向及び垂直方向に複数の受光素子（画素）が配列した撮像素子31と、それぞれの受光素子に対応して赤色（R）、緑色（G）、青色（B）のいずれかの色のフィルタエレメントが配置されたカラーフィルタ32とを有する。撮像素子31は、CCD（Charge Coupled Device）またはCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）でよい。

[0023] カラーフィルタ32には、一例として、図2に示すように、R、G、Bのフィルタエレメントがベイヤ配列と称される配列で並べられている。ベイヤ配列は、R、G、Bのフィルタエレメントの所定の配列の一例である。図2において、各行のRのフィルタエレメントに挟まれたGのフィルタエレメントをGr、Bのフィルタエレメントに挟まれたGのフィルタエレメントをGbとしている。

[0024] ベイヤ配列では、RのフィルタエレメントとGrのフィルタエレメントとが交互に配置された水平方向の行と、BのフィルタエレメントとGbのフィルタエレメントとが交互に配置された水平方向の行とが、垂直方向に交互に配列されている。

[0025] 図3は、撮像部3におけるR光、G光、B光の波長と相対感度との分光感度特性を示している。相対感度は、最大値が1に正規化されている。撮像装置110を通常モードで動作させるとき、可視光による良好なカラー映像を撮像するには、波長700nm以上の赤外光をカットする必要がある。

- [0026] そこで、駆動部 8 は、制御部 7 による制御に基づいて、光学レンズ 1 と撮像部 3 との間に赤外線カットフィルタ 2 1 を挿入するように光学フィルタ 2 を駆動する。
- [0027] 図 3 より分かるように、撮像部 3 は、波長 700 nm 以上の赤外光の領域においても感度を有する。そこで、撮像装置 110 を中間モードまたは暗視モードで動作させるときには、駆動部 8 は、制御部 7 による制御に基づいて、光学レンズ 1 と撮像部 3 との間の赤外線カットフィルタ 2 1 を外してダミーガラス 2 2 を挿入するように光学フィルタ 2 を駆動する。
- [0028] 光学レンズ 1 と撮像部 3 との間にダミーガラス 2 2 を挿入した状態では、波長 700 nm 以上の赤外光はカットされない。よって、撮像装置 110 は、図 3 に破線の楕円で囲んだ部分の感度を利用して、R、G、B の各色情報を得ることが可能となる。ダミーガラス 2 2 を挿入するのは、光路長を、赤外線カットフィルタ 2 1 を挿入した場合の光路長と同じにするためである。
- [0029] 赤外線投光器 9 は、それぞれ、波長 $\lambda R1$ 、 $\lambda R2$ 、 $\lambda R3$ の赤外光を投光する投光部 9 1、9 2、9 3 を有する。中間モードまたは暗視モードのとき、制御部 7 内の投光制御部 7 1 は、時分割で投光部 9 1 ~ 9 3 より波長 $\lambda R1$ ~ $\lambda R3$ の赤外光を選択的に投光させるように制御する。
- [0030] ところで、撮像素子 3 1 にはシリコンウェハが用いられている。図 4 は、R、G、B それぞれの色を呈する素材に白色光を照射した場合の各波長における反射率にシリコンの受光感度を乗じたときの、波長と相対検出率との関係を示している。図 4 においても、相対検出率は、最大値が 1 に正規化されている。
- [0031] 図 4 に示すように、赤外光の領域において、例えば、波長 780 nm における反射光は R 色を呈する素材の反射光との相関性が高く、波長 870 nm における反射光は B 色を呈する素材の反射光との相関性が高く、波長 940 nm における反射光は G 色を呈する素材の反射光との相関性が高い。
- [0032] そこで、本実施形態においては、投光部 9 1、9 2、9 3 が投光する赤外光の波長 $\lambda R1$ 、 $\lambda R2$ 、 $\lambda R3$ を、780 nm、940 nm、870 nm

とする。これらの波長は、波長 $\lambda_{R1} \sim \lambda_{R3}$ の一例であり、780nm, 940nm, 870nm以外でもよい。

[0033] 投光部91が波長 λ_{R1} の赤外光を被写体に照射し、被写体から反射した光を撮像した映像信号をR信号に割り当てる。投光部93が波長 λ_{R2} の赤外光を被写体に照射し、被写体から反射した光を撮像した映像信号をG信号に割り当てる。投光部92が波長 λ_{R3} の赤外光を被写体に照射し、被写体から反射した光を撮像した映像信号をB信号に割り当てる。

[0034] このようにすれば、原理的に、中間モードまたは暗視モードにおいても、通常モードにおいて可視光が存在する環境下で被写体を撮像した場合と同様の色を再現することができる。

[0035] 色味が被写体の実際の色味と異なるカラー映像となるものの、780nmの波長 λ_{R1} をR光、870nmの波長 λ_{R3} をG光、940nmの波長 λ_{R2} をB光に割り当ててもよい。波長 λ_{R1} , λ_{R2} , λ_{R3} をR光, G光, B光に任意に割り当てても可能である。

[0036] 本実施形態においては、被写体の色味を最もよく再現する、波長 λ_{R1} , λ_{R2} , λ_{R3} をそれぞれR光, G光, B光に割り当てることとする。

[0037] 制御部7は、撮像部3における撮像と、映像処理部5内の各部とを制御する。撮像部3によって撮像された撮像信号はA/D変換器4によってA/D変換され、映像処理部5に入力される。撮像部3とA/D変換器4とが一体化されていてもよい。映像処理部5と制御部7とが一体化されていてもよい。

[0038] 制御部7は、通常モードと中間モードと暗視モードとを切り換えるモード切換部72を備える。モード切換部72は、通常モードと中間モードと暗視モードとに対応させて、映像処理部5内の動作を後述のように適宜切り換える。

[0039] 撮像装置110は、全地球航法衛星システム (Global Navigation Satellite System: GNSS) 用の衛星200からの電波を受信するアンテナ16aと、アンテナ16aが出力するGNSS信号を受信するGNSS受信部16とを備える。G

NSS信号は一般的にRF信号である。GNSSは、一例としてGPS (Global Positioning System) である。

[0040] GNSS受信部16は、衛星200からの電波に含まれる時刻情報に基づいて、クロック信号Sclkと、1パルス/秒の1PPS信号S1ppsを生成する。衛星200から送信される時刻情報は、衛星200に内蔵されている原子時計と高精度に同期している。GNSS受信部16は、原子時計と高精度に同期するクロック信号Sclkと、クロック信号Sclkと同期した1PPS信号S1ppsを制御部7に供給する。

[0041] 制御部7は、クロック信号Sclkが入力される入力部7in1と、1PPS信号S1ppsが入力される入力部7in2とを有する。制御部7は、クロック信号Sclkを基準クロックとする。制御部7は、基準クロックに基づいて撮像装置110を動作させる。制御部7が1PPS信号S1ppsをどのように用いるかについては後述する。

[0042] 制御部7は、1PPS信号S1ppsに基づいて基準クロックを生成してもよい。この場合には、制御部7にクロック信号Sclkを供給しなくてもよい。

[0043] GNSS受信部16は、GNSS信号に基づいて緯度及び経度を示す緯度経度信号Slaloを生成する。GNSS受信部16は、クロック信号Sclkと1PPS信号S1ppsと緯度経度信号Slaloとをナビゲーション装置115に供給してもよい。

[0044] 一例として撮像装置110が車両に設置され、車両がナビゲーション装置115を搭載している場合には、ナビゲーション装置115に供給するクロック信号Sclkと1PPS信号S1ppsと緯度経度信号Slaloとを撮像装置110が利用することができる。

[0045] 撮像装置110は、GNSS受信部16を備えていなくてもよい。ナビゲーション装置115用のGNSS受信部16から出力される1PPS信号S1pps（及びクロック信号Sclk）を制御部7に供給してもよい。制御部7は、GNSS受信部16から出力される1PPS信号S1ppsが入力される入力部7in2を備えればよい。

[0046] 映像処理部5は、スイッチ51、53と、前信号処理部52と、デモザイク処理部54とを有する。スイッチ51、53は物理的なスイッチであって

もよく、前信号処理部 5 2 の動作と不動作とを切り換えるための概念的なスイッチであってもよい。制御部 7 には、撮像している映像の明るさを検出するために、映像処理部 5 から映像信号が入力される。

[0047] 図 5 に示すように、前信号処理部 5 2 は、周囲画素加算部 5 2 1 と、同一位置画素加算部 5 2 2 と、合成部 5 2 3 とを有する。

[0048] 映像処理部 5 は、R、G、B の 3 原色データを生成して、映像出力部 6 に供給する。映像出力部 6 は、3 原色データを所定の形式で図示していない表示部等へと出力する。

[0049] 映像出力部 6 は、R、G、B 信号をそのまま出力してもよいし、R、G、B 信号を輝度信号と色信号（または色差信号）に変換して出力してもよい。映像出力部 6 は、コンポジット映像信号を出力してもよい。映像出力部 6 は、デジタル信号の映像信号を出力してもよいし、D/A 変換器によってアナログ信号に変換した映像信号を出力してもよい。

[0050] 以下、通常モードと中間モードと暗視モードとのそれぞれの具体的な動作について説明する。

[0051] <通常モード>

通常モードでは、制御部 7 は、駆動部 8 によって、光学レンズ 1 と撮像部 3 との間に赤外線カットフィルタ 2 1 を挿入させる。投光制御部 7 1 は、赤外線投光器 9 による赤外光の投光をオフにする。

[0052] 撮像部 3 によって撮像された撮像信号は、A/D 変換器 4 によってデジタル信号である映像データに変換されて、映像処理部 5 に入力される。通常モードでは、モード切換部 7 2 は、スイッチ 5 1、5 3 を端子 T b に接続するように制御する。

[0053] 図 6 の (a) は、撮像部 3 の露光 $E \times 1$ 、 $E \times 2$ 、 $E \times 3 \dots$ を示している。実際には露光時間はシャッタースピード等の条件によって変化するが、ここでは露光 $E \times 1$ 、 $E \times 2$ 、 $E \times 3$ は最大露光時間を示している。

[0054] 図 6 の (b) は、それぞれの映像信号のフレームが得られるタイミングを示している。露光 $E \times 1$ の前の図示していない露光に基づいて、所定時間後

に映像信号のフレーム F_0 が得られる。露光 $E \times 1$ に基づいて、所定時間後に映像信号のフレーム F_1 が得られる。露光 $E \times 2$ に基づいて、所定時間後に映像信号のフレーム F_2 が得られる。露光 $E \times 3$ 以降も同様である。映像信号のフレーム周波数を、例えば 30 フレーム/秒とする。

[0055] 映像信号のフレーム周波数は、NTSC方式であれば30フレーム/秒または60フレーム/秒、PAL方式であれば25フレーム/秒または50フレーム/秒のように適宜設定すればよい。また、映像信号のフレーム周波数は、映画で使われている24フレーム/秒であってもよい。

[0056] A/D変換器4より出力された各フレームの映像データは、スイッチ51, 53を介してデモザイク処理部54に入力される。デモザイク処理部54は、入力された各フレームの映像データにデモザイク処理を施す。映像処理部5は、デモザイク処理の他、ホワイトバランス補正やゲイン補正等の各種の映像処理を施して、R, G, Bの3原色データを出力する。

[0057] 図7を用いて、デモザイク処理部54におけるデモザイク処理について説明する。図7において、(a)は映像データの任意のフレーム F_m を示している。フレーム F_m は、有効映像期間の画素によって構成されたフレームである。映像データの画素数は、例えばVGA規格では水平640画素、垂直480画素である。ここでは簡略化のため、フレーム F_m の画素数を大幅に少なくして、フレーム F_m を概念的に示している。

[0058] ベイヤ配列の撮像部3を用いて生成された映像データは、フレーム F_m 内で、R, G, Bの画素データが混在したデータである。デモザイク処理部54は、Rの画素データが存在しない画素位置のRの画素データを周囲のRの画素データを用いて算出したRの補間画素データ R_i を生成する。デモザイク処理部54は、図7の(b)に示す1フレームの全画素がRの画素データよりなるRフレーム $F_m R$ を生成する。

[0059] デモザイク処理部54は、Gの画素データが存在しない画素位置のGの画素データを周囲のGの画素データを用いて算出したGの補間画素データ G_i を生成する。デモザイク処理部54は、図7の(c)に示す1フレームの全

画素がGの画素データよりなるGフレームF_mGを生成する。

[0060] デモザイク処理部54は、Bの画素データが存在しない画素位置のBの画素データを周囲のBの画素データを用いて算出したBの補間画素データB_iを生成する。デモザイク処理部54は、図7の(d)に示す1フレームの全画素がBの画素データよりなるBフレームF_mBを生成する。

[0061] デモザイク処理部54は、Rの画素データを補間する際には少なくともRの画素データを用いればよく、Gの画素データを補間する際には少なくともGの画素データを用いればよく、Bの画素データを補間する際には少なくともBの画素データを用いればよい。デモザイク処理部54は、補間精度を向上させるために、R、G、Bの画素データを補間する際に、生成しようとする補間画素データの色とは異なる他の色の画素データを用いてもよい。

[0062] 撮像部3には、有効映像期間より外側の画素も存在しているため、フレームF_mの上下左右端部に位置する画素においても、R、G、Bの画素データを補間することができる。

[0063] デモザイク処理部54によって生成されたRフレームF_mR、GフレームF_mG、BフレームF_mBがR、G、Bの3原色データとして出力される。図7では、理解を容易にするため、R、G、Bの画素データをフレーム単位で説明したが、実際には、R、G、Bの画素データは画素ごとに順次出力される。

[0064] <中間モード：第1中間モード>

中間モード（第1中間モード及び後述する第2中間モード）では、制御部7は、駆動部8によって、光学レンズ1と撮像部3との間にダミーガラス22を挿入させる。投光制御部71は、赤外線投光器9による赤外光の投光をオンにする。モード切換部72は、スイッチ51、53を端子T_aに接続するように制御する。

[0065] 図8の(a)は、赤外線投光器9による赤外光の投光の状態を示している。制御部7は、通常モードの1フレーム期間を1/3ずつに分け、例えば投光部91、92、93の順に赤外光を投光させるように制御する。

[0066] 図8の(a)に示す例では、1フレームの最初の1/3の期間では、波長IR1(780nm)の赤外光が被写体に照射される。1フレームの次の1/3の期間では、波長IR2(940nm)の赤外光が被写体に照射される。1フレームの最後の1/3の期間では、波長IR3(870nm)の赤外光が被写体に照射される。波長IR1~IR3の赤外光を投光する順番は任意である。

[0067] 図8の(b)に示すように、波長IR1の赤外光を投光しているタイミングでは、撮像部3はR光との相関性が高い露光Ex1Rが行われる。波長IR2の赤外光を投光しているタイミングでは、撮像部3はG光との相関性が高い露光Ex1Gが行われる。波長IR3の赤外光を投光しているタイミングでは、撮像部3はB光との相関性が高い露光Ex1Bが行われる。

[0068] 但し、中間モードでは、可視光がわずかに存在する環境下での撮像であるため、可視光と赤外線投光器9より投光された赤外光とが混在した状態である。よって、中間モードにおいては、露光Ex1R, Ex1G, Ex1B, Ex2R, Ex2G, Ex2B...は、可視光による露光と赤外光による露光とを合わせた露光となる。

[0069] 図8の(c)に示すように、露光Ex1R, Ex1G, Ex1Bに基づいて、所定時間後に、露光Ex1Rに対応したフレームF1IR1、露光Ex1Gに対応したフレームF1IR3、露光Ex1Bに対応したフレームF1IR2が得られる。

[0070] また、露光Ex2R, Ex2G, Ex2Bに基づいて、所定時間後に、露光Ex2Rに対応したフレームF2IR1、露光Ex2Gに対応したフレームF2IR3、露光Ex2Bに対応したフレームF2IR2が得られる。露光Ex3R, Ex3G, Ex3B以降も同様である。

[0071] 図8の(c)の撮像信号のフレーム周波数は、90フレーム/秒である。中間モードでは、通常モードにおける映像信号の1フレームを時分割して波長IR1~IR3の赤外光を投光するため、通常モードと同じ形式の映像信号を出力するためには、図8の(c)の撮像信号のフレーム周波数は、通常モードにおけるフレーム周波数の3倍となる。

[0072] 後述するように、図8の(c)の3フレームの撮像信号に基づいて、図8の(d)に示す30フレーム/秒のフレーム周波数を有する映像信号の1フ

フレームが生成される。例えば、フレームF1IR1, F1IR2, F1IR3に基づいてフレームF1IRが生成され、フレームF2IR1, F2IR2, F2IR3に基づいてフレームF2IRが生成される。

[0073] 図8の(c)の3フレームの撮像信号に基づいて、図8の(d)の各フレームの映像信号を生成する中間モードでの動作を具体的に説明する。

[0074] A/D変換器4より出力された図8の(c)に示す撮像信号に対応する各フレームの映像データは、スイッチ51を介して前信号処理部52に入力される。

[0075] 図9を用いて、前信号処理部52における前信号処理について説明する。図9の(a)は、波長IR1の赤外光を投光しているタイミングで生成された映像データの任意のフレームFmIR1を示している。フレームFmIR1内のR, B, Gr, Gbの画素データには、波長IR1の赤外光を投光した状態で生成されたことを示す添え字1を付している。

[0076] 図9の(b)は、波長IR2の赤外光を投光しているタイミングで生成された映像データの任意のフレームFmIR2を示している。フレームFmIR2内のR, B, Gr, Gbの画素データには、波長IR2の赤外光を投光した状態で生成されたことを示す添え字2を付している。

[0077] 図9の(c)は、波長IR3の赤外光を投光しているタイミングで生成された映像データの任意のフレームFmIR3を示している。フレームFmIR3内のR, B, Gr, Gbの画素データには、波長IR3の赤外光を投光した状態で生成されたことを示す添え字3を付している。

[0078] 図9の(a)に示すフレームFmIR1は、R光との相関性が高い波長IR1の赤外光が投光された状態で生成された映像データであるので、Rの画素データは投光された赤外光と対応した画素データであり、B, Gの画素データは投光された赤外光と対応していない画素データである。B, Gr, Gbの画素データに付しているハッチングは、投光された赤外光と対応していない画素データであることを意味する。

[0079] 図9の(b)に示すフレームFmIR2は、G光との相関性が高い波長IR2の

赤外光が投光された状態で生成された映像データであるので、Gの画素データは投光された赤外光と対応した画素データであり、R、Bの画素データは投光された赤外光と対応していない画素データである。R、Bの画素データに付しているハッチングは、投光された赤外光と対応していない画素データであることを意味する。

[0080] 図9の(c)に示すフレームFmIR3は、B光との相関性が高い波長I R 3の赤外光が投光された状態で生成された映像データであるので、Bの画素データは投光された赤外光と対応した画素データであり、R、Gの画素データは投光された赤外光と対応していない画素データである。R、G r、G bの画素データに付しているハッチングは、投光された赤外光と対応していない画素データであることを意味する。

[0081] 前信号処理部52内の同一位置画素加算部522は、互いに同じ画素位置のR、G r、G b、Bの画素データを以下の式(1)～(3)に従って個別に加算して、加算画素データR123、Gr123、Gb123、B123を生成する。中間モードでは、前信号処理部52内の周囲画素加算部521は不動作である。

[0082] $R123 = k_a \times R1 + k_b \times R2 + k_c \times R3 \quad \dots (1)$

$G123 = k_d \times G1 + k_e \times G2 + k_f \times G3 \quad \dots (2)$

$B123 = k_g \times B1 + k_h \times B2 + k_i \times B3 \quad \dots (3)$

[0083] 式(1)～(3)において、R1、G1、B1はフレームFmIR1におけるR、G、Bの画素データ、R2、G2、B2はフレームFmIR2におけるR、G、Bの画素データ、R3、G3、B3はフレームFmIR3におけるR、G、Bの画素データである。ka～kiは所定の係数である。式(2)におけるG123はGr123またはGb123である。

[0084] このとき、同一位置画素加算部522は、ハッチングを付していないR、G r、G b、Bのそれぞれの画素データに、ハッチングを付した同じ画素位置のR、G r、G b、Bの画素データそれぞれを加算する。

[0085] 即ち、同一位置画素加算部522は、式(1)に基づいて、フレームFmIR1におけるRの画素データに、フレームFmIR2、FmIR3における同じ画素位置の

Rの画素データを加算して、加算画素データR123を生成する。つまり、受光素子における赤色のカラーフィルタに対応する領域の画素データだけを用いて赤色用の加算画素データR123を生成する。

[0086] 同一位置画素加算部522は、式(2)に基づいて、フレームFmIR2におけるGr、Gbの画素データに、フレームFmIR1、FmIR3における同じ画素位置のGr、Gbの画素データを加算して、加算画素データG123を生成する。つまり、受光素子における緑色のカラーフィルタに対応する領域の画素データだけを用いて緑色用の加算画素データG123を生成する。

[0087] 同一位置画素加算部522は、式(3)に基づいて、フレームFmIR3におけるBの画素データに、フレームFmIR1、FmIR2における同じ画素位置のBの画素データを加算して、加算画素データB123を生成する。つまり、受光素子における青色のカラーフィルタに対応する領域の画素データだけを用いて青色用の加算画素データB123を生成する。

[0088] 前信号処理部52内の合成部523は、それぞれの画素位置において生成された加算画素データR123、Gr123、Gb123、B123に基づいて、図9の(d)に示す合成映像信号のフレームFmIR123を生成する。

[0089] 具体的には、合成部523は、フレームFmIR1における加算画素データR123と、フレームFmIR2における加算画素データGr123、Gb123と、フレームFmIR3における加算画素データB123とを選択して合成する。これによって合成部523は、合成映像信号のフレームFmIR123を生成する。

[0090] このように、合成部523は、カラーフィルタ32におけるフィルタエレメントの配列と同じ配列となるように、加算画素データR123、Gr123、Gb123、B123を配列させたフレームFmIR123を生成する。

[0091] 第1中間モードにおいては、ハッチングを付していない画素データと、ハッチングを付した画素データとを用いて、フレームFmIR123の映像データを生成する。

[0092] 同一位置画素加算部522によって互いに同じ画素位置の画素データを加算するのは、次の理由による。中間モードではわずかなものではあるものの可視光

が存在する環境下での撮像であるため、ハッチングを付した画素データは可視光による露光に基づくそれぞれの色の成分を含む。よって、同じ画素位置の画素データを加算することによって、それぞれの色の感度を上げることができる。

[0093] 可視光と赤外光とが混在している状況で可視光が比較的多ければ、可視光による露光が支配的となる。この場合、フレームFmIR123の映像データは、可視光によって露光した映像信号に基づく成分が主となる。可視光と赤外光とが混在している状況で赤外光が比較的多ければ、赤外光による露光が支配的となる。この場合、フレームFmIR123の映像データは、赤外光によって露光した映像信号に基づく成分が主となる。

[0094] 可視光が比較的小さい場合には、式（１）において、係数 k_a , k_b , k_c の大小関係を、 $k_a > k_b$, k_c とし、式（２）において、係数 k_d , k_e , k_f の大小関係を、 $k_f > k_d$, k_e とし、式（３）において、係数 k_g , k_h , k_i の大小関係を、 $k_h > k_g$, k_i とするのがよい。これは、波長 λ_{R1} はR光との相関性が高く、波長 λ_{R2} はG光との相関性が高く、波長 λ_{R3} はB光との相関性が高いからである。

[0095] このようにすれば、Rの画素データではフレームFmIR1におけるRの画素データ、Gの画素データではフレームFmIR2におけるGの画素データ、Bの画素データではフレームFmIR3におけるBの画素データを主とすることができる。

[0096] 前信号処理部52より出力されたフレームFmIR123の映像データは、スイッチ53を介してデモザイク処理部54に入力される。デモザイク処理部54は、通常モードと同様に、入力されたフレームFmIR123の映像データにデモザイク処理を施す。映像処理部5は、デモザイク処理の他、ホワイトバランス補正やゲイン補正等の各種の映像処理を施して、R, G, Bの3原色データを出力する。

[0097] 図10を用いて、デモザイク処理部54におけるデモザイク処理について説明する。図10の（a）は、フレームFmIR123を示している。デモザイク処理部54は、Rの画素データが存在しない画素位置のRの画素データを周囲

のRの画素データを用いて演算して、Rの補間画素データR123iを生成する。
デモザイク処理部54は、図10の(b)に示す1フレームの全画素がRの画素データよりなるRフレームFmIR123Rを生成する。

[0098] デモザイク処理部54は、Gの画素データが存在しない画素位置のGの画素データを周囲のGの画素データを用いて演算して、Gの補間画素データG123iを生成する。デモザイク処理部54は、図10の(c)に示す1フレームの全画素がGの画素データよりなるGフレームFmIR123Gを生成する。

[0099] デモザイク処理部54は、Bの画素データが存在しない画素位置のBの画素データを周囲のBの画素データを用いて演算して、Bの補間画素データB123iを生成する。デモザイク処理部54は、図10の(d)に示す1フレームの全画素がBの画素データよりなるBフレームFmIR123Bを生成する。

[0100] 通常モードにおける図7に示すデモザイク処理部54の動作と、中間モードにおける図10に示すデモザイク処理部54の動作とを比較すれば分かるように、両者は実質的に同じである。デモザイク処理部54の動作は、通常モードであっても中間モードであっても変わらない。

[0101] 通常モードでは前信号処理部52を不動作とし、中間モードでは、周囲画素加算部521を除き、前信号処理部52を動作させればよい。通常モードと中間モードとで、映像処理部5におけるデモザイク処理部54、及び、ホワイトバランス補正やゲイン補正等の信号処理部を共用させることができる。

[0102] <中間モード：第2中間モード>

図11及び図12を用いて、第2中間モードにおける動作を説明する。第2中間モードにおける動作において、第1中間モードにおける動作と同一部分は説明を省略する。図11の(a)～(c)のフレームFmIR1, FmIR2, FmIR3は、図9の(a)～(c)のフレームFmIR1, FmIR2, FmIR3と同じである。

[0103] 合成部523は、フレームFmIR1におけるRの画素データであるR1と、フレームFmIR2におけるGの画素データであるGr2, Gb2と、フレームFmIR3におけるBの画素データであるB3とを選択して合成する。これによって合成部52

3は、図11の(d)に示す合成映像信号のフレームFmIR123'を生成する。

[0104] 即ち、フレームFmIR123'は、フレームFmIR1, FmIR3, FmIR2におけるハッチングを付していないR, Gr, Gb, Bの画素データを1フレームに集結させた映像データである。

[0105] つまり、フレームFmIR123'においては、波長IR1の赤外光を投光した状態における赤色のカラーフィルタに対応する領域の画素データだけを用いた赤色用の画素データ、波長IR2の赤外光を投光した状態における緑色のカラーフィルタに対応する領域の画素データだけを用いた緑色用の画素データ、波長IR3の赤外光を投光した状態における青色のカラーフィルタに対応する領域の画素データだけを用いた青色用の画素データとなっている。

[0106] このように、合成部523は、カラーフィルタ32におけるフィルタエレメントの配列と同じ配列となるように、画素データR1, Gr2, Gb2, B3を配列させたフレームFmIR123'を生成する。

[0107] 第2中間モードでは、同一位置画素加算部522は、式(1)における係数kaを1、係数kb, kcを0とし、式(2)における係数keを1、係数kd, kfを0とし、式(3)における係数kiを1、係数kg, khを0とする。

[0108] これによって、フレームFmIR1におけるRの画素データと、フレームFmIR2におけるGr, Gbの画素データと、フレームFmIR3におけるBの画素データは、それぞれそのままの値となる。

[0109] よって、合成部523は、第1中間モードにおける動作と同様に、フレームFmIR1におけるRの画素データと、フレームFmIR2におけるGr, Gbの画素データと、フレームFmIR3におけるBの画素データを選択すれば、フレームFmIR123'を生成することができる。

[0110] 第2中間モードにおいては、前信号処理部52は、画素データの色と同じ色の画素データを生成するための赤外光が投光された状態で生成された画素データ（ハッチングを付していない画素データ）のみ用いて、フレームFmIR123'の映像データを生成する。

[0111] 第2中間モードによれば、第1中間モードよりも感度や色の再現性は低下

するものの、演算処理を簡略化したり、フレームメモリを削減したりすることができる。

[0112] 図12を用いて、デモザイク処理部54におけるデモザイク処理について説明する。図12の(a)は、フレームFmIR123'を示している。デモザイク処理部54は、Rの画素データが存在しない画素位置のRの画素データを周囲のRの画素データを用いて演算して、Rの補間画素データR1iを生成する。デモザイク処理部54は、図12の(b)に示す1フレームの全画素がRの画素データよりなるRフレームFmIR123' Rを生成する。

[0113] デモザイク処理部54は、Gの画素データが存在しない画素位置のGの画素データを周囲のGの画素データを用いて演算して、Gの補間画素データG2iを生成する。デモザイク処理部54は、図12の(c)に示す1フレームの全画素がGの画素データよりなるGフレームFmIR123' Gを生成する。

[0114] デモザイク処理部54は、Bの画素データが存在しない画素位置のBの画素データを周囲のBの画素データを用いて演算して、Bの補間画素データB3iを生成する。デモザイク処理部54は、図12の(d)に示す1フレームの全画素がBの画素データよりなるBフレームFmIR123' Bを生成する。

[0115] 以上のように、中間モードにおいては、受光素子における赤色のカラーフィルタに対応する領域から得た画素データから赤色用の画素データを生成し、受光素子における緑色のカラーフィルタに対応する領域から得た画素データから緑色用の画素データを生成し、受光素子における青色のカラーフィルタに対応する領域から得た画素データから青色用の画素データを生成する。

[0116] <暗視モード：第1暗視モード>

暗視モード（第1暗視モード及び後述する第2暗視モード）では、中間モードと同様、制御部7は、駆動部8によって、光学レンズ1と撮像部3との間にダミーガラス22を挿入させる。投光制御部71は、赤外線投光器9による赤外光の投光をオンにする。モード切換部72は、スイッチ51, 53を端子Taに接続するように制御する。

[0117] 暗視モードにおける概略的な動作は、図8と同じである。但し、暗視モー

ドでは、可視光がほとんど存在しない環境下での撮像であるため、図 8 の（b）における露光Ex1R, Ex1G, Ex1B, Ex2R, Ex2G, Ex2B…は、赤外光のみによる露光を想定している。

[0118] 可視光がほとんど存在せず赤外光のみが存在している環境下では、カラーフィルタ 3 2 におけるそれぞれのフィルタエレメントの特性には差がなくなるため、撮像部 3 を単色の撮像素子とみなすことができる。

[0119] そこで、前信号処理部 5 2 内の周囲画素加算部 5 2 1 は、暗視モードでは、赤外光の感度を向上させるために、それぞれの画素データに対して、周囲に位置する画素データを加算する。

[0120] 具体的には、図 1 3 の（a）に示すように、R の画素が注目画素であるとき、周囲画素加算部 5 2 1 は、注目画素の R の画素データに対して周囲に位置する G 及び B の 8 画素の画素データを加算する。

[0121] つまり、中間モードのときは、受光素子における赤色のカラーフィルタに対応する領域から得た画素データから赤色用の画素データを生成していたが、暗視モードでは、中間モードのときよりも広い領域から得た画素データから赤色用の画素データを生成することとなる。図 1 3 の例では、各色とも注目画素を含む 9 画素分の領域から得た画素データを用いている。

[0122] 図 1 3 の（b）に示すように、G の画素が注目画素であるとき、周囲画素加算部 5 2 1 は、注目画素の G の画素データに対して周囲に位置する R, G, B の 8 画素の画素データを加算する。図 1 3 の（b）における注目画素の G は G_b の画素であり、周囲に位置する G は G_r の画素である。図示を省略しているが、注目画素が G_r の画素の場合も同様である。

[0123] つまり、中間モードのときは、受光素子における緑色のカラーフィルタに対応する領域から得た画素データから緑色用の画素データを生成していたが、暗視モードでは、中間モードのときよりも広い領域から得た画素データから緑色用の画素データを生成することとなる。

[0124] 図 1 3 の（c）に示すように、B の画素が注目画素であるとき、周囲画素加算部 5 2 1 は、注目画素の B の画素データに対して周囲に位置する R 及び

Gの8画素の画素データを加算する。

[0125] つまり、中間モードのときは、受光素子における青色のカラーフィルタに対応する領域から得た画素データから青色用の画素データを生成していたが、暗視モードでは、中間モードのときよりも広い領域から得た画素データから青色用の画素データを生成することとなる。

[0126] 周囲画素加算部521は、注目画素の画素データと周囲の8画素の画素データとの9画素を単純に加算してもよいし、周囲の8画素の画素データに対して所定の重み付けをした上で注目画素の画素データに加算してもよい。

[0127] ところで、ビニングと称される複数の画素をまとめて1つの画素として読み出し可能な撮像素子が存在する。撮像素子31として、ビニング機能を有する撮像素子を用いる場合には、周囲画素加算部521による加算処理ではなく、ビニング機能を有する撮像素子による加算処理を行ってもよい。撮像素子によるビニングは、周囲画素加算部521による加算処理と実質的に等価である。

[0128] 図14の(a)～(c)のフレームFmIR1, FmIR3, FmIR2は、図9の(a)～(c)のフレームFmIR1, FmIR3, FmIR2と同じである。図14の(d)～(f)において、R1ad, Gr1ad, Gb1ad, B1ad, R2ad, Gr2ad, Gb2ad, B2ad, R3ad, Gr3ad, Gb3ad, B3adは、それぞれ、R, G, r, G, b, Bの画素データに対して周囲の8画素の画素データを加算した加算画素データである。

[0129] 周囲画素加算部521は、フレームFmIR1, FmIR3, FmIR2のそれぞれの画素データに対して図13に示す加算処理を施すことにより、図14の(d)～(f)に示すフレームFmIR1ad, FmIR2ad, FmIR3adを生成する。

[0130] 図15の(a)～(c)のフレームFmIR1ad, FmIR2ad, FmIR3adは、図14の(d)～(f)のフレームFmIR1ad, FmIR2ad, FmIR3adと同じである。

[0131] 同一位置画素加算部522は、第1中間モードと同様に、式(1)に基づいて、フレームFmIR1adにおけるR1adの画素データに、フレームFmIR2ad, FmIR3adにおける同じ画素位置のR2ad, R3adの画素データを加算して、加算画素データR123adを生成する。

- [0132] 同一位置画素加算部 5 2 2 は、式 (2) に基づいて、フレーム FmIR2ad における Gr2ad, Gb2ad の画素データに、フレーム FmIR1ad, FmIR3ad における同じ画素位置の Gr1ad, Gb1ad, Gr3ad, Gb3ad の画素データを加算して、加算画素データ Gr123ad, Gb123ad を生成する。
- [0133] 同一位置画素加算部 5 2 2 は、式 (3) に基づいて、フレーム FmIR3ad における B3ad の画素データに、フレーム FmIR1ad, FmIR2ad における同じ画素位置の B1ad, B2ad の画素データを加算して、加算画素データ B123ad を生成する。
- [0134] 合成部 5 2 3 は、第 1 中間モードと同様に、フレーム FmIR1ad における加算画素データ R123ad と、フレーム FmIR2ad における加算画素データ Gr123ad, Gb123ad と、フレーム FmIR3ad における加算画素データ B123ad とを選択して合成する。これによって合成部 5 2 3 は、図 1 5 の (d) に示す合成映像信号のフレーム FmIR123ad を生成する。
- [0135] 合成部 5 2 3 は、カラーフィルタ 3 2 におけるフィルタエレメントの配列と同じ配列となるように、加算画素データ R123ad, Gr123ad, Gb123ad, B123ad を配列させたフレーム FmIR123ad を生成する。
- [0136] 図 1 6 の (a) はフレーム FmIR123ad を示している。デモザイク処理部 5 4 は、R の画素データが存在しない画素位置の R の画素データを周囲の R の画素データを用いて演算して、R の補間画素データ R123adi を生成する。デモザイク処理部 5 4 は、図 1 6 の (b) に示す 1 フレームの全画素が R の画素データよりなる R フレーム FmIR123adR を生成する。
- [0137] デモザイク処理部 5 4 は、G の画素データが存在しない画素位置の G の画素データを周囲の G の画素データを用いて演算して、G の補間画素データ G123adi を生成する。デモザイク処理部 5 4 は、図 1 6 の (c) に示す 1 フレームの全画素が G の画素データよりなる G フレーム FmIR123adG を生成する。
- [0138] デモザイク処理部 5 4 は、B の画素データが存在しない画素位置の B の画素データを周囲の B の画素データを用いて演算して、B の補間画素データ B123adi を生成する。デモザイク処理部 5 4 は、図 1 6 の (d) に示す 1 フレームの全画素が B の画素データよりなる B フレーム FmIR123adB を生成する。

[0139] 第1中間モードと第1暗視モードとは、前者が周囲画素加算部521を不動作としている一方で、後者が周囲画素加算部521を動作させている点で異なる。モード切換部72は、暗視モードのとき、周囲画素加算部521を動作させればよい。

[0140] 暗視モードにおけるデモザイク処理部54の動作は、通常モード及び中間モードにおけるデモザイク処理部54の動作と実質的に同じである。通常モードと中間モードと暗視モードとで、映像処理部5におけるデモザイク処理部54、及び、ホワイトバランス補正やゲイン補正等の信号処理部を共用させることができる。

[0141] <暗視モード：第2暗視モード>

図17及び図18を用いて、第2暗視モードにおける動作を説明する。第2暗視モードにおける動作において、第1暗視モードにおける動作と同一部分は説明を省略する。図17の(a)～(c)のフレームFmIR1ad, FmIR2ad, FmIR3adは、図15の(a)～(c)のFmIR1ad, FmIR2ad, FmIR3adと同じである。

[0142] 合成部523は、フレームFmIR1adにおけるRの画素データであるR1adと、フレームFmIR2におけるGの画素データであるGr2ad, Gb2adと、フレームFmIR3におけるBの画素データであるB3adとを選択して合成する。これによって合成部523は、図17の(d)に示す合成映像信号のフレームFmIR123' adを生成する。

[0143] 合成部523は、カラーフィルタ32におけるフィルタエレメントの配列と同じ配列となるように、加算画素データR1ad, Gr2ad, Gb2ad, B3adを配列させたフレームFmIR123' adを生成する。

[0144] なお、図13を用いて説明したように、フレームFmIR123' adにおける赤色用の加算画素データR1adは、中間モードのときに赤色用の画素データを生成するために用いた領域よりも広い領域から得た画素データから生成されたものとなっている。

[0145] また、フレームFmIR123' adにおける緑色用の加算画素データGr2adは、中

間モードのときに緑色用の画素データを生成するために用いた領域よりも広い領域から得た画素データから生成されたものとなっている。

[0146] さらに、フレームFmIR123' adにおける青色用の加算画素データB3adは、中間モードのときに青色用の画素データを生成するために用いた領域よりも広い領域から得た画素データから生成されたものとなっている。

[0147] 第2暗視モードでは、第2中間モードと同様に、同一位置画素加算部522は、式(1)における係数kaを1、係数kb, kcを0とし、式(2)における係数keを1、係数kd, kfを0とし、式(3)における係数kiを1、係数kg, khを0とする。

[0148] これによって、フレームFmIR1adにおけるR1adの画素データと、フレームFmIR2adにおけるGr2ad, Gb2adの画素データと、フレームFmIR3adにおけるB3adの画素データは、それぞれそのままの値となる。

[0149] よって、合成部523は、第1暗視モードにおける動作と同様に、フレームFmIR1adにおけるR1adの画素データと、フレームFmIR2adにおけるGr2ad, Gb2adの画素データと、フレームFmIR3adにおけるB3adの画素データを選択すれば、フレームFmIR123' adを生成することができる。

[0150] 図18を用いて、デモザイク処理部54におけるデモザイク処理について説明する。図18の(a)は、フレームFmIR123' adを示している。デモザイク処理部54は、Rの画素データが存在しない画素位置のRの画素データを周囲のR1adの画素データを用いて演算して、Rの補間画素データR1adiを生成する。デモザイク処理部54は、図18の(b)に示す1フレームの全画素がRの画素データよりなるRフレームFmIR123' adRを生成する。

[0151] デモザイク処理部54は、Gの画素データが存在しない画素位置のGの画素データを周囲のGr2ad, Gb2adの画素データを用いて演算して、Gの補間画素データG2adiを生成する。デモザイク処理部54は、補間して、図18の(c)に示す1フレームの全画素がGの画素データよりなるGフレームFmIR123' adGを生成する。

[0152] デモザイク処理部54は、Bの画素データが存在しない画素位置のBの画

素データを周囲のB3adの画素データを用いて算出したBの補間画素データB3adiを生成する。デモザイク処理部54は、図18の(d)に示す1フレームの全画素がBの画素データよりなるBフレームFmIR123' adBを生成する。

[0153] 第2中間モードと第2暗視モードとは、前者が周囲画素加算部521を不動作としている一方で、後者が周囲画素加算部521を動作させている点で異なる。

[0154] また、中間モードにおいては、受光素子における各色に対応する領域から得た画素データそれぞれから各色用の画素データを生成していたが、暗視モードにおいては、周囲画素を加算するため、中間モードにおける各色用の画素データを生成するための領域それぞれよりも広い領域から得た画素データから各色用の画素データを生成するとも言える。

[0155] <モード切換の例>

図19を用いて、モード切換部72によるモード切換の例を説明する。図19の(a)は、一例として、昼間の時間帯から夜の時間帯へと時間が経過していくとき、周囲環境の明るさが変化していく様子を概略的に示している。

[0156] 図19の(a)に示すように、昼間から夕刻へと時間が経過していくに従って明るさが低下していき、時刻t3以降、ほぼ真っ暗の状態となる。図19の(a)に示す明るさは実質的に可視光の量を示しており、時刻t3以降、可視光がほとんどない状態である。

[0157] 制御部7は、映像処理部5から入力される映像信号（映像データ）の輝度レベルに基づいて周囲環境の明るさを判断することができる。図19の(b)に示すように、モード切換部72は、明るさが所定の閾値Th1（第1の閾値）以上であるとき通常モードとし、明るさが閾値Th1未満で所定の閾値Th2（第2の閾値）以上であるとき中間モード、閾値Th2未満であるとき暗視モードとする。

[0158] 本実施形態の撮像装置110は、明るさが閾値Th1となる時刻t1までは通常モード、時刻t1から明るさが閾値Th2となる時刻t2まで中間モード、時

刻 t_2 以降は暗視モードに、モードを自動的に切り換える。図 19 の (b) において、中間モードは第 1 中間モードと第 2 中間モードとのいずれでもよく、暗視モードは第 1 暗視モードと第 2 暗視モードとのいずれでもよい。

[0159] 図 19 の (a) では可視光がほとんどなくなる時刻 t_3 の直前の明るさを閾値 Th_2 としているが、時刻 t_3 の明るさを閾値 Th_2 としてもよい。

[0160] 図 19 の (c) に示すように、モード切換部 72 は、中間モードの期間で、可視光が比較的多い時刻 t_1 側の期間を第 1 中間モード、可視光が比較的小さい時刻 t_2 側の期間を第 2 中間モードとしてもよい。図 19 の (c) において、暗視モードは第 1 暗視モードと第 2 暗視モードとのいずれでもよい。

[0161] 本実施形態の撮像装置 110 は、投光制御部 71 が赤外線投光器 9 のオン・オフを制御し、モード切換部 72 が映像処理部 5 内の各部の動作・不動作を切り換えることにより、それぞれのモードを実現することができる。

[0162] 図 20 に示すように、通常モードは、赤外線投光器 9 がオフ、周囲画素加算部 521 と同一位置画素加算部 522 と合成部 523 がいずれも不動作、デモザイク処理部 54 が動作の状態である。

[0163] 第 1 中間モードは、赤外線投光器 9 がオン、周囲画素加算部 521 が不動作、同一位置画素加算部 522 と合成部 523 とデモザイク処理部 54 とが動作の状態である。第 2 中間モードは、赤外線投光器 9 がオン、周囲画素加算部 521 と同一位置画素加算部 522 とが不動作、合成部 523 とデモザイク処理部 54 とが動作の状態である。

[0164] 同一位置画素加算部 522 における動作と不動作とは、前述のように、式 (1) ~ (3) の係数 $k_a \sim k_i$ の値を適宜に設定することによって容易に切り換えることができる。

[0165] 第 1 暗視モードは、赤外線投光器 9 がオン、周囲画素加算部 521 と同一位置画素加算部 522 と合成部 523 とデモザイク処理部 54 との全てが動作の状態である。第 2 暗視モードは、赤外線投光器 9 がオン、同一位置画素加算部 522 が不動作、周囲画素加算部 521 と合成部 523 とデモザイク

処理部 5 4 とが動作の状態である。

[0166] ところで、周囲画素加算部 5 2 1 は、注目画素の画素データに対して周囲の画素データを加算するための計算式において、周囲の画素データに乘じる係数を、0 を超える係数（例えば 1）とすれば、周囲画素の加算処理を動作の状態とすることができる。

[0167] また、周囲画素加算部 5 2 1 は、その計算式において、周囲の画素データに乘じる係数を 0 とすれば、周囲画素の加算処理を不動作の状態とすることができる。

[0168] 周囲画素加算部 5 2 1 における動作と不動作も、係数の値を適宜に設定することによって容易に切り換えることができる。

[0169] <撮像装置の第 1 の変形例>

制御部 7 が周囲環境の明るさを検出する方法は、映像信号の輝度レベルに基づく方法に限定されない。

[0170] 図 2 1 に示すように、明るさセンサ 1 1 によって周囲環境の明るさを検出してもよい。図 2 1 において、映像信号の輝度レベルと明るさセンサ 1 1 によって検出した明るさとの双方に基づいて、周囲環境の明るさを判断してもよい。

[0171] <撮像装置の第 2 の変形例>

制御部 7 は、周囲環境の明るさを直接的に検出せず、1 年間における時期（日にち）及び時刻（時間帯）に基づいて周囲環境の明るさを概略的に想定して、モード切換部 7 2 が各モードに切り換えるようにしてもよい。

[0172] 図 2 2 に示すように、モード設定テーブル 1 2 には、日にちと時間帯との組み合わせに対応して、通常モードと中間モードと暗視モードとのいずれかが設定されている。制御部 7 内の時計 7 3 は、日にちと時刻を管理している。制御部 7 は、時計 7 3 が示す日にちと時刻とを参照して、モード設定テーブル 1 2 より設定されているモードを読み出す。

[0173] 投光制御部 7 1 とモード切換部 7 2 は、モード設定テーブル 1 2 より読み出されたモードとなるように、撮像装置を制御する。

[0174] <撮像装置の第3の変形例>

図23に示すように、操作部13によってユーザがモードを手動で選択して、投光制御部71とモード切換部72が選択されたモードとなるように撮像装置を制御してもよい。操作部13は、撮像装置の筐体に設けられている操作ボタンであってもよく、リモートコントローラであってもよい。

[0175] <映像信号処理方法>

図24を用いて、図1に示す撮像装置110で実行される映像信号処理方法を改めて説明する。

[0176] 図24において、撮像装置が動作を開始すると、制御部7は、ステップS1にて、周囲環境の明るさが閾値Th1以上であるか否かを判定する。閾値Th1以上であれば（YES）、制御部7は、ステップS3にて、通常モードでの処理を実行させる。閾値Th1以上でなければ（NO）、制御部7は、ステップS2にて、周囲環境の明るさが閾値Th2以上であるか否かを判定する。

[0177] 閾値Th2以上であれば（YES）、制御部7は、ステップS4にて、中間モードでの処理を実行させる。閾値Th2以上でなければ（NO）、制御部7は、ステップS5にて、暗視モードでの処理を実行させる。

[0178] 制御部7は、ステップS3～S5の後、処理をステップS1に戻し、ステップS1以降を繰り返す。

[0179] 図25は、ステップS3の通常モードの具体的な処理を示す。図25において、制御部7（投光制御部71）は、ステップS31にて、赤外線投光器9をオフにする。制御部7は、ステップS32にて、赤外線カットフィルタ21を挿入する。制御部7（モード切換部72）は、ステップS33にて、スイッチ51、53を端子Tbに接続させる。ステップS31～S33の順番は任意であり、同時であってもよい。

[0180] 制御部7は、ステップS34にて、撮像部3によって被写体を撮像させる。制御部7は、ステップS35にて、撮像部3が被写体を撮像することによって生成した映像信号を構成するフレームをデモザイク処理部54によってデモザイク処理させるよう、映像処理部5を制御する。

- [0181] 図26は、ステップS4の中間モードの具体的な処理を示す。図26において、制御部7（投光制御部71）は、ステップS41にて、投光部91～93より波長 $\lambda R1$ ～ $\lambda R3$ の赤外光を時分割で投光させるよう、赤外線投光器9をオンにする。
- [0182] 制御部7は、ステップS42にて、ダミーガラス22を挿入する。制御部7（モード切換部72）は、ステップS43にて、スイッチ51, 53を端子Taに接続させる。ステップS41～S43の順番は任意であり、同時であってもよい。
- [0183] 制御部7は、ステップS44にて、撮像部3によって被写体を撮像させる。撮像部3は、Rに対応付けられた波長 $\lambda R1$ の赤外光と、Gに対応付けられた波長 $\lambda R2$ の赤外光と、Bに対応付けられた波長 $\lambda R3$ の赤外光とがそれぞれ投光されている状態で被写体を撮像する。
- [0184] 制御部7（モード切換部72）は、ステップS45にて、周囲画素加算部521を不動作とし、合成部523を動作させて合成映像信号を生成させるよう、前信号処理部52を制御する。
- [0185] 波長 $\lambda R1$, $\lambda R2$, $\lambda R3$ の赤外光がそれぞれ投光されている状態で撮像部3が被写体を撮像することによって生成された映像信号を構成するフレームを第1のフレーム、第2のフレーム、第3のフレームとする。
- [0186] 合成部523は、第1のフレーム内のRの画素データと、第2のフレーム内のGの画素データと、第3のフレーム内のBの画素データとに基づく3原色の画素データを、カラーフィルタ32におけるフィルタエレメントの配列と同じ配列となるように配列させる。合成部523は、このようにして第1～第3のフレームを1フレームに合成した合成映像信号を生成する。
- [0187] 制御部7は、ステップS46にて、合成映像信号のフレームをデモザイク処理部54によってデモザイク処理させるよう、映像処理部5を制御する。
- [0188] デモザイク処理部54は、合成映像信号のフレームに基づいて、Rのフレームと、Gのフレームと、Bのフレームとを生成するデモザイク処理を施して、デモザイク処理された3原色のフレームを順次生成する。

- [0189] デモザイク処理部54は、Rの画素データが存在しない画素位置にRの画素データを補間することによって、Rのフレームを生成することができる。デモザイク処理部54は、Gの画素データが存在しない画素位置にGの画素データを補間することによって、Gのフレームを生成することができる。デモザイク処理部54は、Bの画素データが存在しない画素位置にBの画素データを補間することによって、Bのフレームを生成することができる。
- [0190] 第1中間モードとする場合には、ステップS45にて、同一位置画素加算部522を動作させ、第2中間モードとする場合には、ステップS45にて、同一位置画素加算部522を不動作とすればよい。
- [0191] 図27は、ステップS5の暗視モードの具体的な処理を示す。図27において、制御部7（投光制御部71）は、ステップS51にて、投光部91～93より波長 $\lambda R1 \sim \lambda R3$ の赤外光を時分割で投光させるよう、赤外線投光器9をオンにする。
- [0192] 制御部7は、ステップS52にて、ダミーガラス22を挿入する。制御部7（モード切換部72）は、ステップS53にて、スイッチ51, 53を端子Taに接続させる。ステップS51～S53の順番は任意であり、同時であってもよい。
- [0193] 制御部7は、ステップS54にて、撮像部3によって被写体を撮像させる。制御部7（モード切換部72）は、ステップS55にて、周囲画素加算部521と合成部523とを動作させて合成映像信号を生成させるよう、前信号処理部52を制御する。
- [0194] 制御部7は、ステップS56にて、合成映像信号のフレームをデモザイク処理部54によってデモザイク処理させるよう、映像処理部5を制御する。
- [0195] 第1暗視モードとする場合には、ステップS55にて、同一位置画素加算部522を動作させ、第2暗視モードとする場合には、ステップS55にて、同一位置画素加算部522を不動作とすればよい。
- [0196] <映像信号処理プログラム>

図1において、制御部7、または、映像処理部5と制御部7との一体化部

分をコンピュータ（マイクロコンピュータ）で構成し、映像信号処理プログラム（コンピュータプログラム）をコンピュータで実行させることによって、上述した撮像装置 110 と同様の動作を実現させることも可能である。

[0197] 図 28 を用いて、図 24 のステップ S4 である中間モードにおける制御を映像信号処理プログラムで構成した場合にコンピュータに実行させる手順の例を説明する。図 28 は、映像信号処理プログラムがコンピュータに実行させる処理を示す。

[0198] 図 28 において、映像信号処理プログラムは、ステップ S401 にて、コンピュータに、R、G、B に対応付けられた波長 $\lambda R1$ 、 $\lambda R2$ 、 $\lambda R3$ の赤外光をそれぞれ投光するように赤外線投光器 9 を制御する処理を実行させる。

[0199] ステップ S401 に示す処理を映像信号処理プログラムの外部にて実行させてもよい。図 28 では、ダミーガラス 22 を挿入させる処理を省略している。ダミーガラス 22 を挿入させる処理も映像信号処理プログラムの外部にて実行させてもよい。

[0200] 映像信号処理プログラムは、ステップ S402 にて、コンピュータに、波長 $\lambda R1$ の赤外光が投光されている状態で、撮像部 3 が被写体を撮像することによって生成された映像信号の第 1 のフレームを構成する画素データを取得する処理を実行させる。

[0201] 映像信号処理プログラムは、ステップ S403 にて、コンピュータに、波長 $\lambda R2$ の赤外光が投光されている状態で、撮像部 3 が被写体を撮像することによって生成された映像信号の第 2 のフレームを構成する画素データを取得する処理を実行させる。

[0202] 映像信号処理プログラムは、ステップ S404 にて、コンピュータに、波長 $\lambda R3$ の赤外光が投光されている状態で、撮像部 3 が被写体を撮像することによって生成された映像信号の第 3 のフレームを構成する画素データを取得する処理を実行させる。ステップ S402～S404 の順番は任意である。

[0203] 映像信号処理プログラムは、ステップ S405 にて、コンピュータに、R、G、B の画素データを、カラーフィルタ 32 におけるフィルタエレメントの配

列と同じ配列となるように配列させて、1フレームに合成した合成映像信号を生成する処理を実行させる。

[0204] 中間モードでは、映像信号処理プログラムは、ステップS405にて、コンピュータに、周囲画素の加算処理のステップを実行させない。

[0205] 映像信号処理プログラムは、ステップS406にて、コンピュータに、合成映像信号のフレームにデモザイク処理を施して、R、G、Bのフレームを生成する処理を実行させる。

[0206] 図示は省略するが、図24のステップS5である暗視モードにおける制御を映像信号処理プログラムで構成する場合には、図28のステップS405にて、コンピュータに、周囲画素の加算処理の処理を実行させればよい。

[0207] 映像信号処理プログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されたコンピュータプログラムであってよい。映像信号処理プログラムが記録媒体に記録された状態で提供されてもよいし、映像信号処理プログラムをコンピュータにダウンロードさせるよう、インターネット等のネットワークを介して提供されてもよい。コンピュータで読み取り可能な記録媒体は、CD-ROM、DVD-ROM等の非一時的な任意の記録媒体でよい。

[0208] 図1のように構成される撮像装置において、例えば、必要に応じて各部を複数設けたりして、中間モードと暗視モードとを同時に実行するようにしてもよい。その場合、映像出力部6が、中間モードによって生成された映像信号と、暗視モードによって生成された映像信号との両方を出力するようにしてもよい。

[0209] また、モード切換部72は、映像出力部6が中間モードによって生成された映像信号を出力する状態と、映像出力部6が暗視モードによって生成された映像信号を出力する状態とを切り換えるようにしてもよい。その際、前述のように、周囲環境の明るさや時刻等に応じて切り換えてもよい。また、映像処理部5（映像処理装置）を他の各部と別体にしてもよい。

[0210] さらに、中間モードを使用せずに、通常モードから暗視モードに切り換えたり、暗視モードから通常モードに切り換えたりする場合があってもよい。

[0211] 中間モードを使用しない場合には、上述した中間モードの使用が適した環境下では、通常モードと暗視モードとのいずれかを選択して使用すればよい。この場合、中間モードを使用する場合と比較して良好なカラー映像信号とはならないが、撮像は可能である。

[0212] しかしながら、通常モードと暗視モードのみを搭載した撮像装置であっても、例えば監視カメラで被写体を終日撮影する場合のような周囲の明るさが変化する状況で、1つの撮像装置で被写体を撮影することができる、という効果を奏する。

[0213] さらにまた、暗視モードを使用せずに、通常モードから中間モードに切り換え、中間モードから通常モードに切り換える場合があってもよい。暗視モードを常時使用しない場合は、暗視モードを搭載しないようにしてもよい。

[0214] 電灯がある場所等では暗視モードを使用しなくてもよい場合がある。通常モードと中間モードのみを搭載した撮像装置は、暗視モードを使用しなくてもよい場合に利用できる。

[0215] 暗視モードを使用しない場合には、上述した暗視モードの使用が適した環境下では、中間モードを使用すればよい。この場合、暗視モードを使用する場合と比較して良好なカラー映像信号とはならないが、撮像は可能である。

[0216] 通常モードと中間モードのみを搭載した撮像装置であっても、同様に、周囲の明るさが変化する状況で、1つの撮像装置で被写体を撮影することができる、という効果を奏する。

[0217] <赤外光投光タイミングの同期方法>

次に、図29に示すように、例えば2台の撮像装置110によって被写体SB1を撮像する撮像システムを構成する場合を考える。

[0218] 図29に示す2台の撮像装置110のうちの一方を自己の撮像装置110、もう一方を他の撮像装置110とする。

[0219] 図30において、(a)は自己の撮像装置110の赤外線投光器9による赤外光の投光を、(c)は他の撮像装置110の赤外線投光器9による赤外光の投光を示している。2台の撮像装置110の赤外線投光器9による赤外

光の投光は同期しておらず、1つの波長の赤外光を投光する期間よりも短い期間だけずれているとする。図30において、(b)は自己の撮像装置110による撮像によって生成されるフレームを示している。

[0220] 図30の(b)に示すように、2台の撮像装置110の赤外線投光器9による赤外光の投光のタイミングがずれているため、ハッチングを付した期間では、2つの波長の赤外光が混ざった状態となる。よって、ハッチングを付した期間では、色の再現性が損なわれる。

[0221] 図31において、(a)は自己の撮像装置110の赤外線投光器9による赤外光の投光を、(c)は他の撮像装置110の赤外線投光器9による赤外光の投光を示している。2台の撮像装置110の赤外線投光器9による赤外光の投光は同期しておらず、1つの波長の赤外光を投光する期間だけずれているとする。図31において、(b)は自己の撮像装置110による撮像によって生成されるフレームを示している。

[0222] 図31の(b)に示すように、2台の撮像装置110の赤外線投光器9による赤外光の投光のタイミングが完全にずれているため、全期間で、2つの波長の赤外光が混ざった状態となってしまう。よって、全期間で色の再現性が損なわれる。

[0223] このように、2台の撮像装置110の赤外線投光器9が個々に赤外光を投光すると異なる波長の赤外光が混ざってしまい、正しい色再現が可能なカラー映像を撮像することができない。

[0224] 2台の撮像装置110の赤外線投光器9が波長IR1, IR2, IR3の赤外光を投光するタイミングを同期させる同期方法について説明する。図29では、撮像装置110を2台としているが、3台以上であってもよい。

[0225] 図32の(a)は、協定世界時(UTC)を示している。図32の(b)に示すように、1PPS信号S1ppsはUTCと同期した短いパルスである。1PPS信号S1ppsはUTCに対して±1μ秒程度の精度を有する。

[0226] ここでは、1PPS信号S1ppsの立ち上がりタイミングをUTCの秒のタイミングと一致させているが、1PPS信号S1ppsの立ち上がりタイミングがUTCの秒

のタイミングに対して遅れるオフセット時間（第１のオフセット時間）を有していてもよい。

[0227] 複数の撮像装置１１０の投光制御部７１は、それぞれ、入力された１PPS信号 S_{1pps} を基準として、赤外線投光器９によって波長 $I R 1$ 、 $I R 2$ 、 $I R 3$ の赤外光を予め定めた時間ごとに予め定めた順番で投光させる。

[0228] 予め定めた時間とは、所定の期間（１フレーム期間）を３分割した３つの分割期間における１つの分割期間とすることができる。

[0229] 一例として、投光制御部７１は、図３２の（ｃ）に示すように、１PPS信号 S_{1pps} の立ち上がり時に波長 $I R 1$ の赤外光を投光させるよう、赤外線投光器９を制御する。

[0230] 衛星２００からの電波に基づいて生成される１PPS信号 S_{1pps} を基準として赤外線投光器９による赤外光の投光タイミングを制御すれば、複数の撮像装置１１０それぞれの投光タイミングをほぼ一致させることができる。

[0231] 図３２の（ｃ）では１PPS信号 S_{1pps} の立ち上がりタイミングに波長 $I R 1$ の赤外光を投光させているが、所定時間のオフセット時間（第２のオフセット時間）を設けてもよい。この場合、複数の撮像装置１１０全てのオフセット時間を共通化する。基準とする赤外光は波長 $I R 2$ または波長 $I R 3$ の赤外光であってもよい。

[0232] １PPS信号 S_{1pps} の立ち上がりタイミングがUTCの秒のタイミングに対して第１のオフセット時間を有し、赤外光を投光させるタイミングが１PPS信号 S_{1pps} の立ち上がりタイミングに対して第２のオフセット時間を有する場合には、複数の撮像装置１１０全ての第１のオフセット時間と第２のオフセット時間との合計時間を共通化する。

[0233] 即ち、複数の撮像装置１１０全てで、UTCに対する赤外光の投光タイミングを共通化させる。

[0234] 以上によって、複数の撮像装置１１０は、それぞれの赤外線投光器９による赤外光の投光タイミングを一致させた状態で同期させることができる。よって、図３０、図３１に示すような問題点は発生しない。

[0235] <撮像システムに用いる撮像装置の制御方法>

撮像システムに用いる撮像装置の制御方法は、次のとおりである。

[0236] 図33に示すように、ステップS01にて、衛星200からの電波に基づいて生成され、UTCに同期したパルス信号（1PPS信号S1pps）を取得する。ステップS02にて、パルス信号に基づいて、赤外線投光器9によって、波長IR1，IR2，IR3の赤外光を選択的に投光させる投光タイミングを制御する。

[0237] ステップS03にて、波長IR1，IR2，IR3の赤外光が選択的に投光されている状態で被写体を撮像する。

[0238] ステップS01～S03は、撮像装置110が赤外光投光モードで動作しているとき繰り返される。なお、パルス信号に基づいて赤外光の投光タイミングを制御するのは、撮像装置の起動時の1回だけでもよい。起動後には、クロック信号Sclkに基づいて赤外光の投光タイミングを制御してもよい。

[0239] 複数の撮像装置110それぞれは、以上の撮像装置の制御方法を実行することによって、個々の赤外線投光器9によって、波長IR1，IR2，IR3の赤外光を選択的に投光させる投光タイミングを互いに同期させる。

[0240] <撮像装置の制御プログラム>

それぞれの撮像装置110に搭載されているコンピュータに実行させる撮像装置の制御プログラムは、次のとおりである。

[0241] 図33において、制御プログラムは、ステップS01にて、コンピュータに、UTCに同期したパルス信号（1PPS信号S1pps）を取得する処理を実行させる。制御プログラムは、ステップS02にて、コンピュータに、パルス信号に基づいて、赤外線投光器9によって、波長IR1，IR2，IR3の赤外光を選択的に投光させる投光タイミングを制御する処理を実行させる。

[0242] 制御プログラムは、ステップS03にて、コンピュータに、波長IR1，IR2，IR3の赤外光が選択的に投光されている状態で被写体を撮像するよう撮像部3を制御する処理を実行させる。

[0243] コンピュータは、撮像装置110が赤外光投光モードで動作しているとき

、ステップS01～S03の処理を繰り返し実行させる。コンピュータは、撮像装置の起動時の1回のみ、パルス信号に基づいて赤外光の投光タイミングを制御する処理を実行させてもよい。コンピュータは、起動後には、クロック信号Sclkに基づいて赤外光の投光タイミングを制御する処理を実行させてもよい。

[0244] 複数の撮像装置110それぞれは、コンピュータに以上の撮像装置の制御プログラムを実行させることによって、個々の赤外線投光器9によって、波長IR1, IR2, IR3の赤外光を選択的に投光させる投光タイミングを互いに同期させる。

[0245] 本発明は以上説明した本実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。例えば、図1に示す撮像装置110において、赤外線投光器9を撮像装置110の筐体と着脱自在にしてもよい。赤外線投光器9を、撮像装置110外部の構成としてもよい。撮像装置110は、赤外線投光器9を装着したときに、赤外線投光器9を制御する構成を有すればよい。

[0246] また、本発明は以上説明した本実施形態に限定されるものではなく、赤外光を用いた他の撮像技術にも適用可能である。さらに、制御部7や映像処理部5は、1または複数のハードウェアのプロセッサを用いて実現することができる。

産業上の利用可能性

[0247] 本発明の撮像装置、撮像装置の制御方法及び制御プログラムは、可視光が少ない環境下被写体を監視する監視カメラに利用できる。

請求の範囲

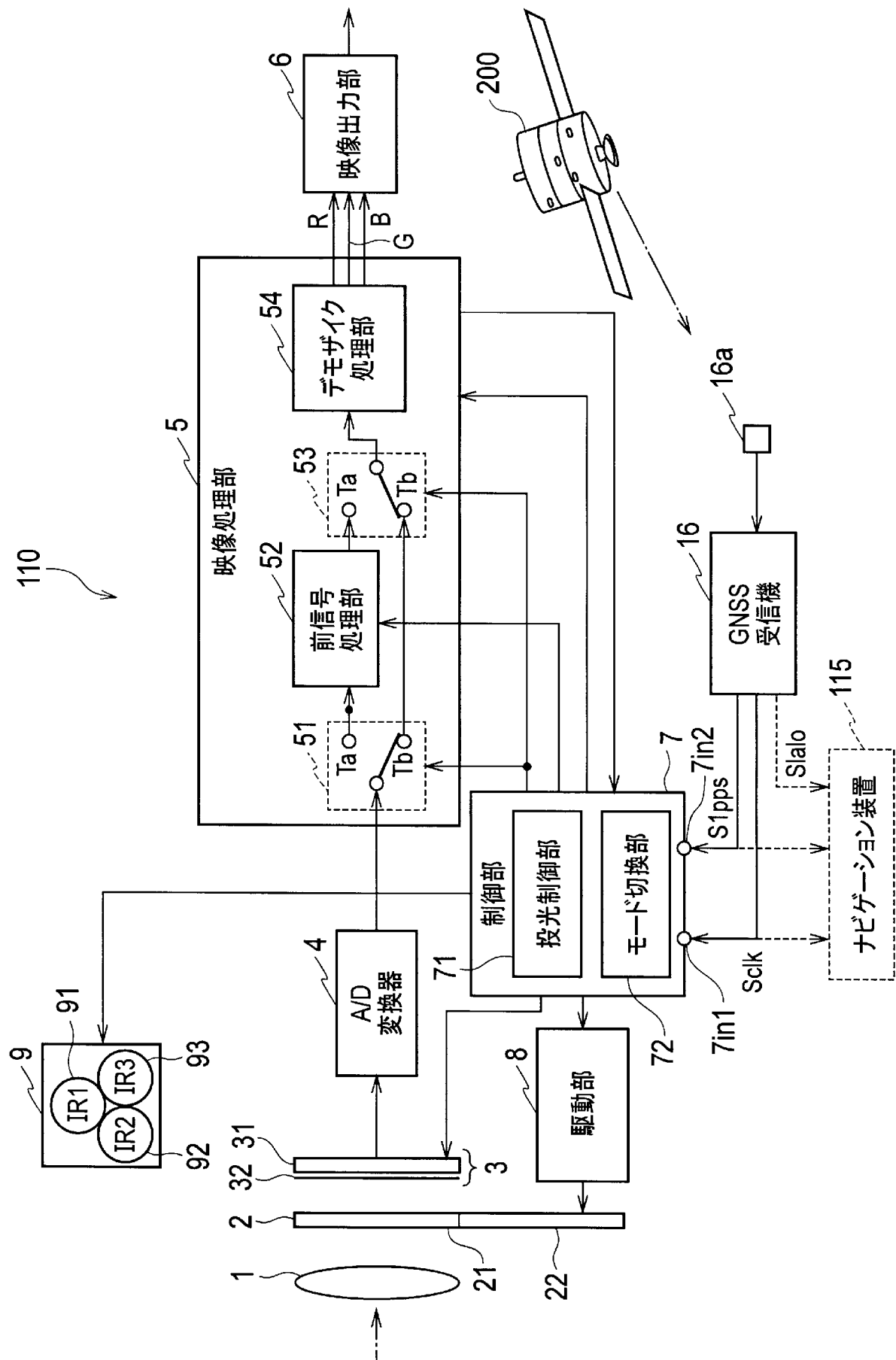
- [請求項1] 全地球航法衛星システム用の衛星からの電波に基づいて生成されたパルス信号が入力される入力部と、
前記パルス信号に基づいて、赤外線投光器に赤外光を投光させる投光タイミングを制御する投光制御部と、
赤外光が投光されている状態で被写体を撮像する撮像部と、
を備えることを特徴とする撮像装置。
- [請求項2] 前記パルス信号は協定世界時に同期した信号であることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記投光制御部は、前記パルス信号に基づいて、赤外線投光器によって、赤色に対応付けられた第1の波長を有する第1の赤外光と、緑色に対応付けられた第2の波長を有する第2の赤外光と、青色に対応付けられた第3の波長を有する第3の赤外光とを選択的に投光させる投光タイミングを制御し、
前記撮像部は、前記第1～第3の赤外光が選択的に投光されている状態で被写体を撮像する、
ことを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。
- [請求項4] 前記パルス信号は1PPS信号であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の撮像装置。
- [請求項5] 全地球航法衛星システム用の衛星からの電波に基づいて生成されたパルス信号に基づいて、赤外線投光器に赤外光を投光させる投光タイミングを制御し、
赤外光が投光されている状態で被写体を撮像する、
ことを特徴とする撮像装置の制御方法。
- [請求項6] 撮像装置に搭載されているコンピュータに、
全地球航法衛星システム用の衛星からの電波に基づいて生成されたパルス信号を取得するステップと、
前記パルス信号に基づいて、赤外線投光器に赤外光を投光させる投

光タイミングを制御するステップと、

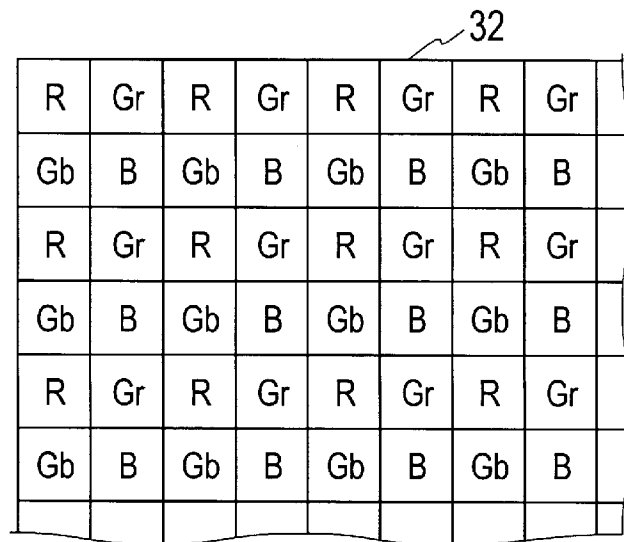
赤外光が投光されている状態で被写体を撮像するよう撮像部を制御するステップと、

を実行させることを特徴とする撮像装置の制御プログラム。

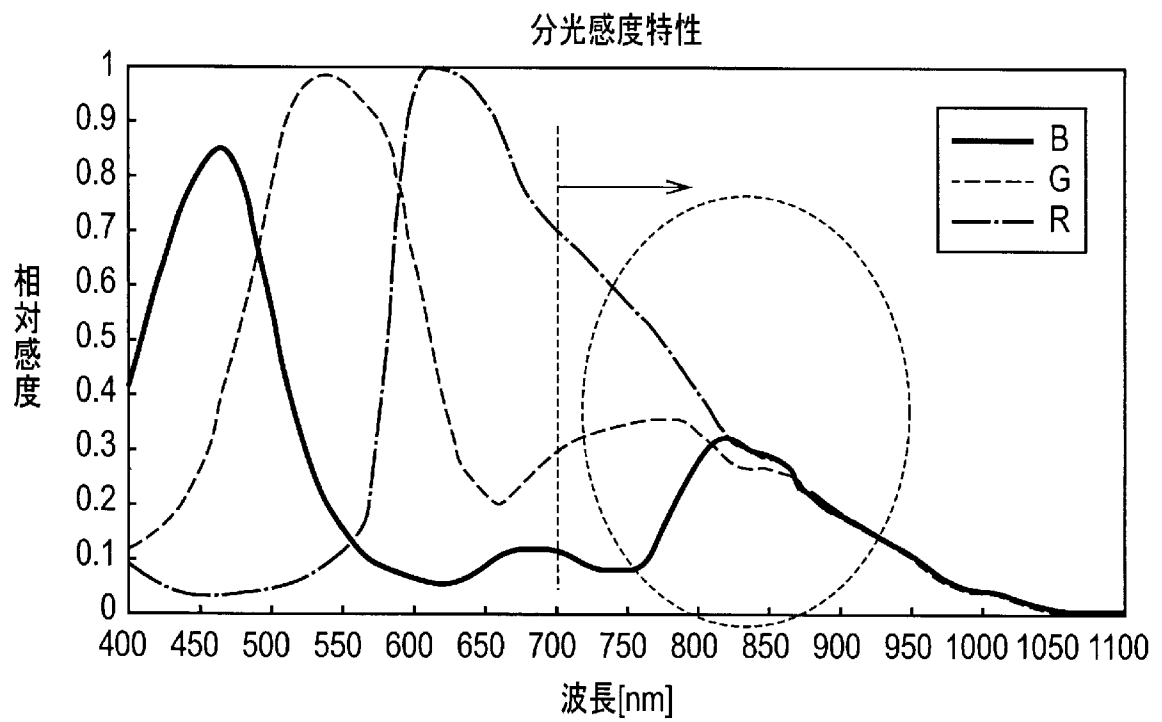
[図1]



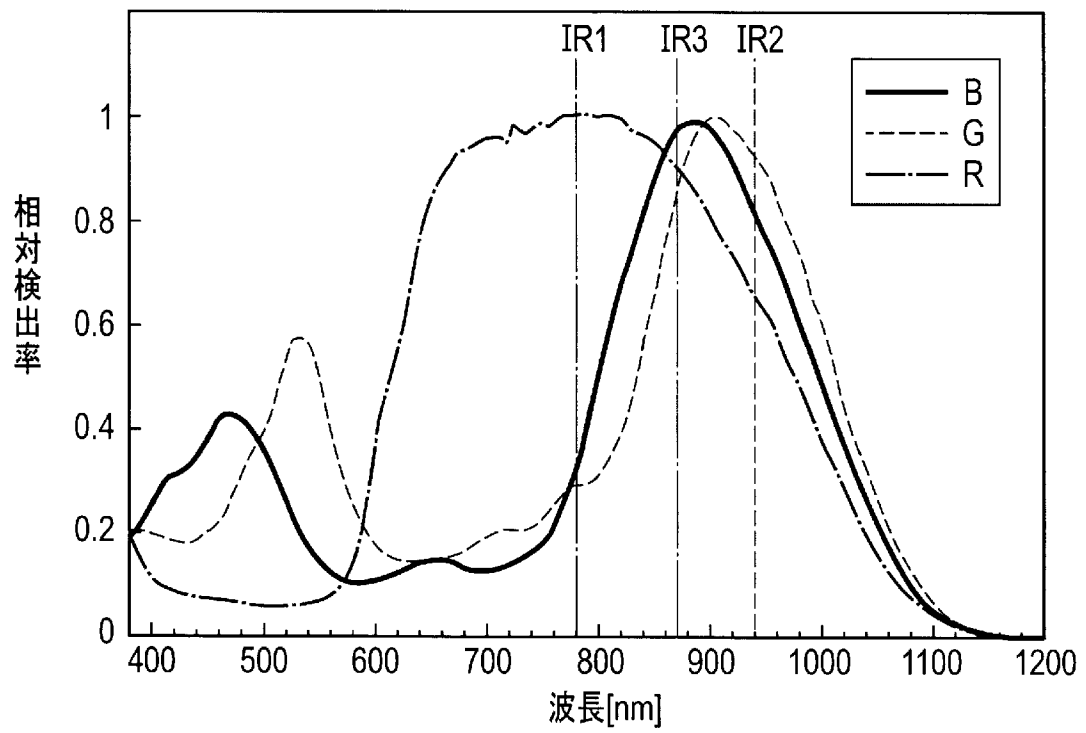
[図2]



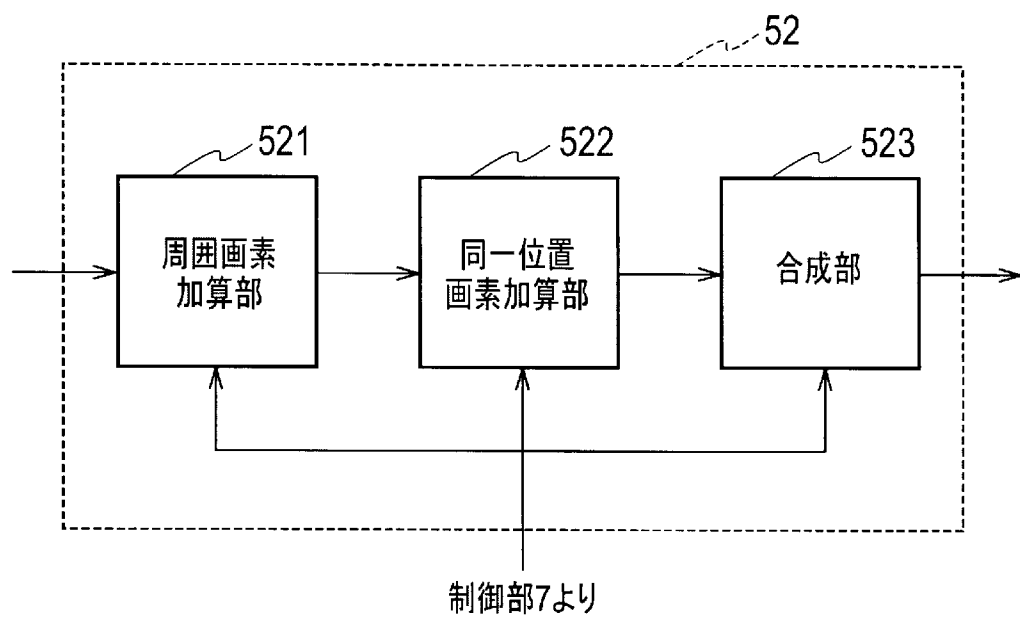
[図3]



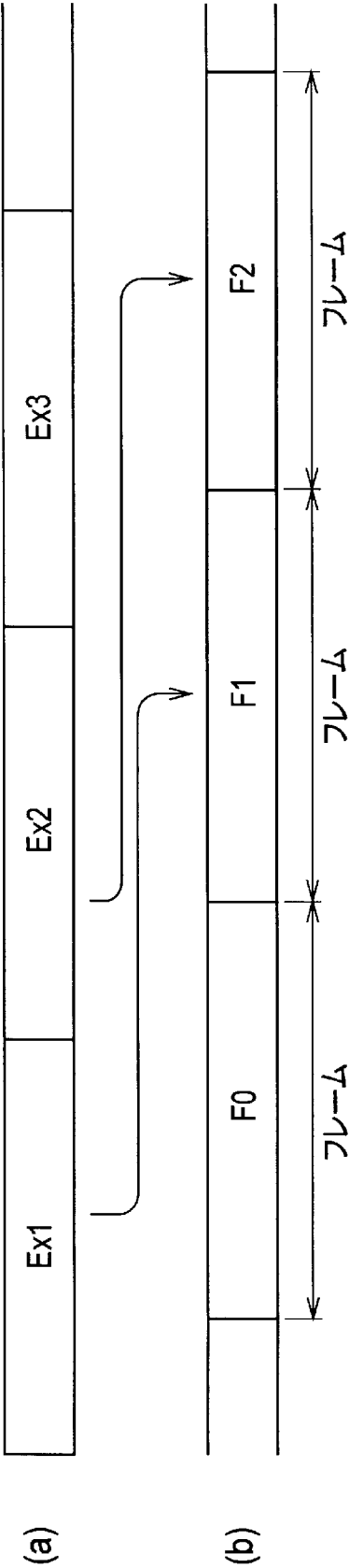
[図4]



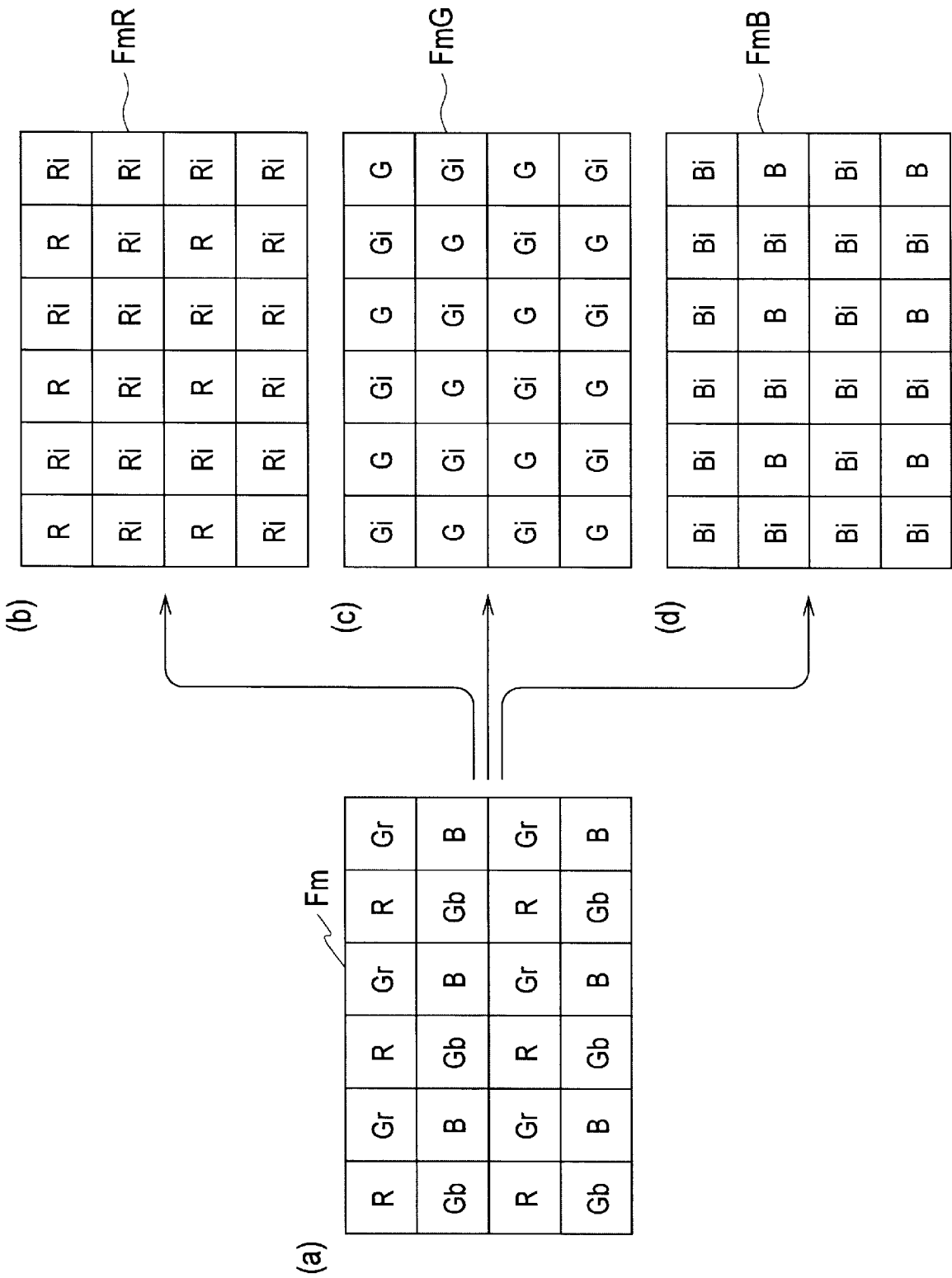
[図5]



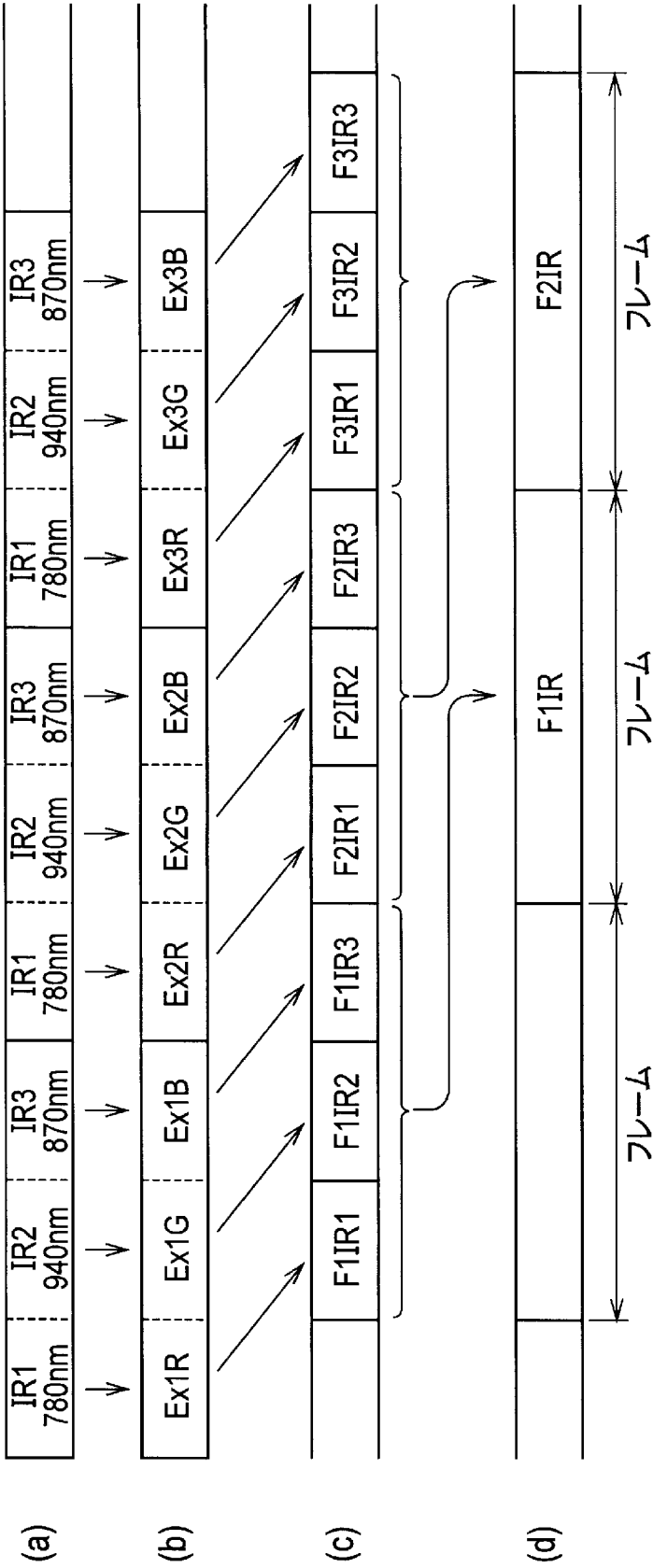
[図6]



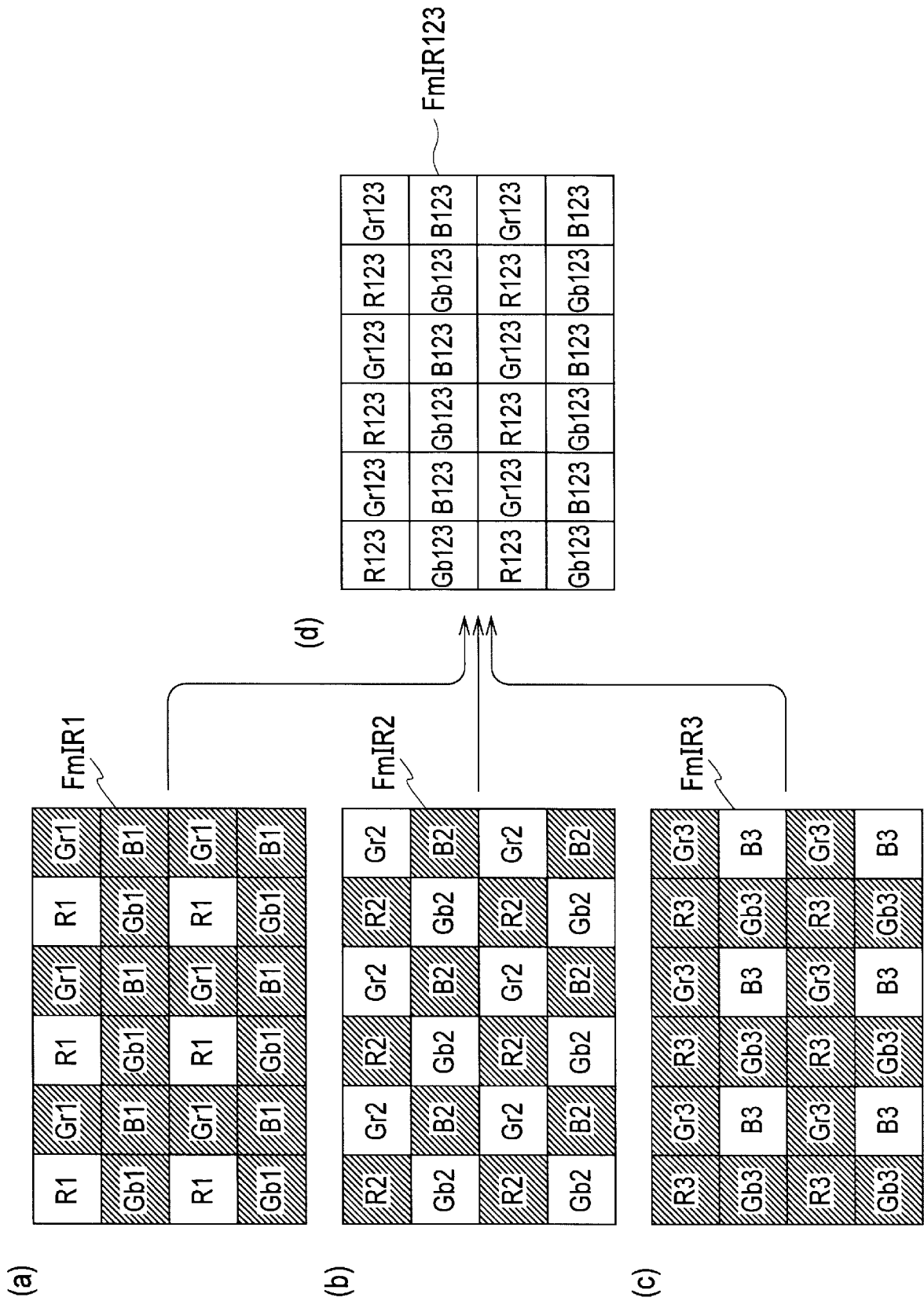
[図7]



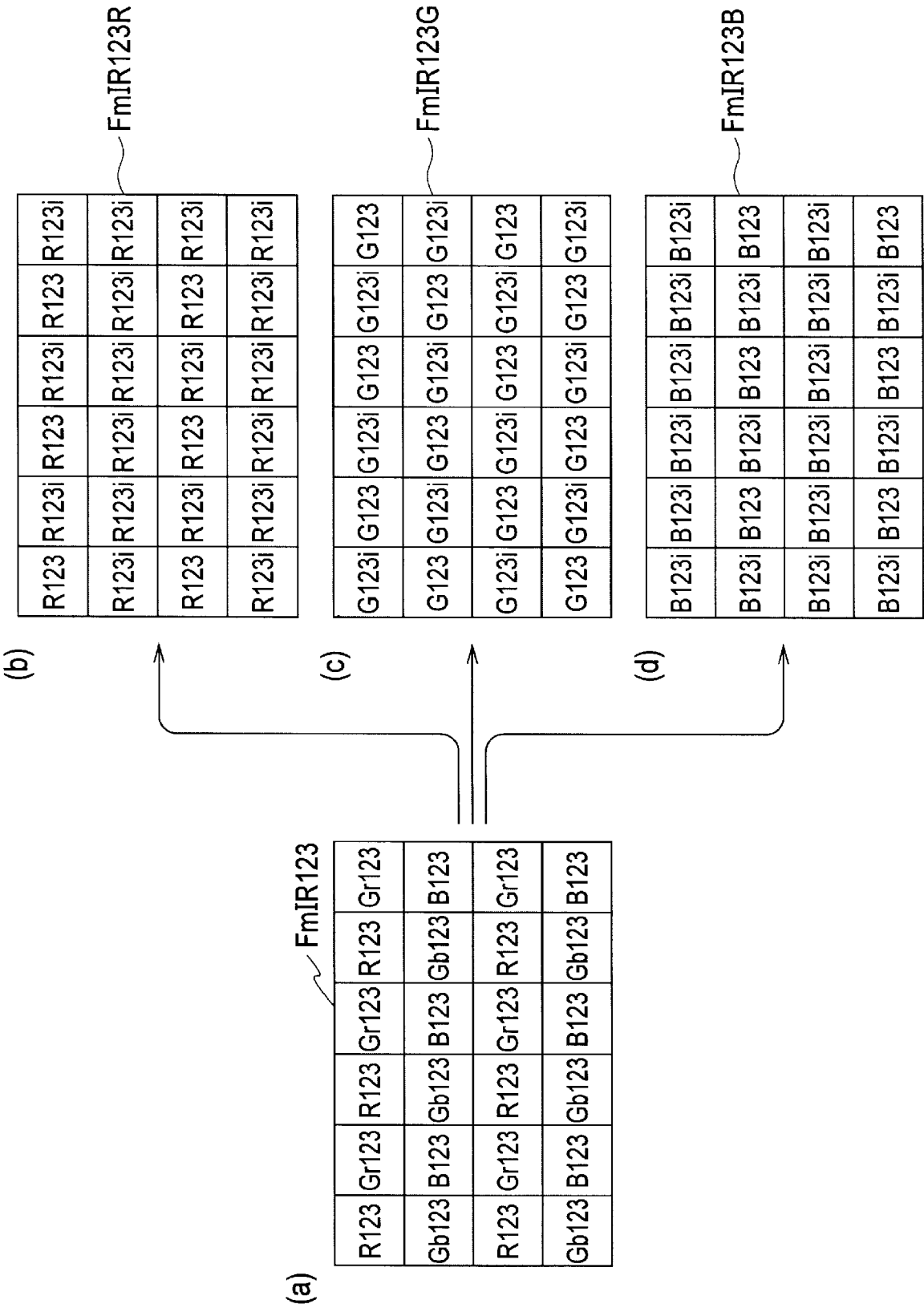
[図8]



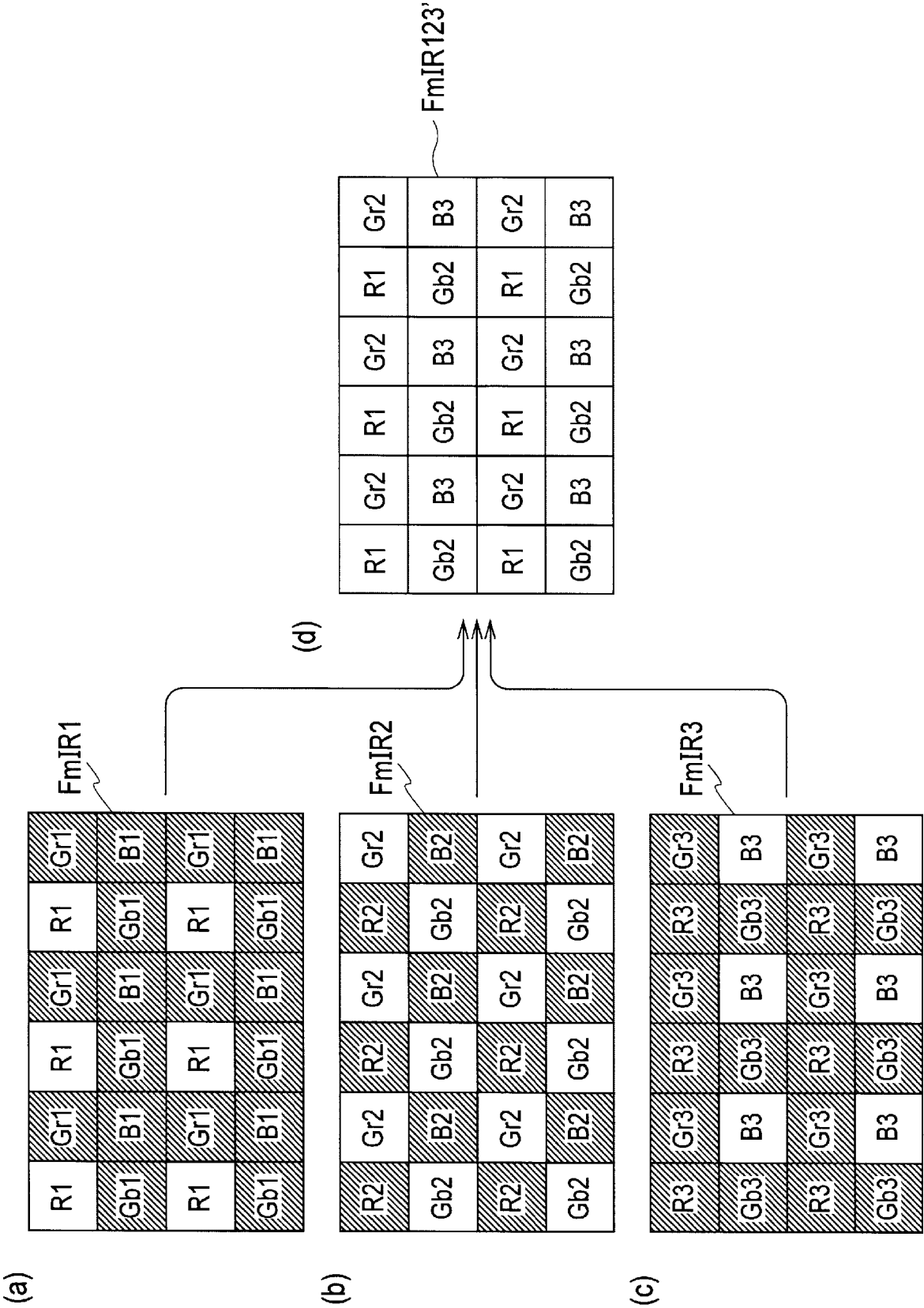
[図9]



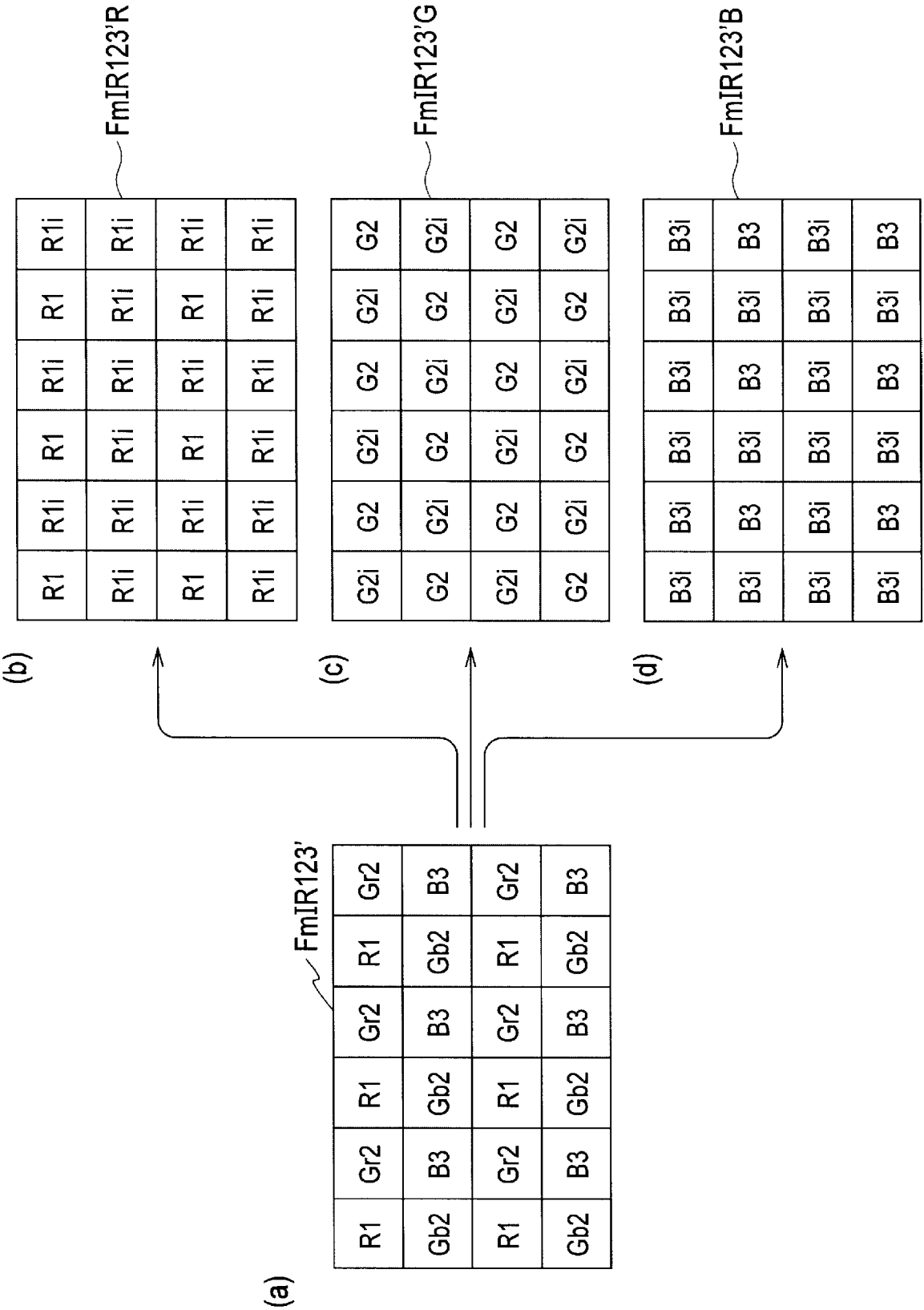
[図10]



[図11]

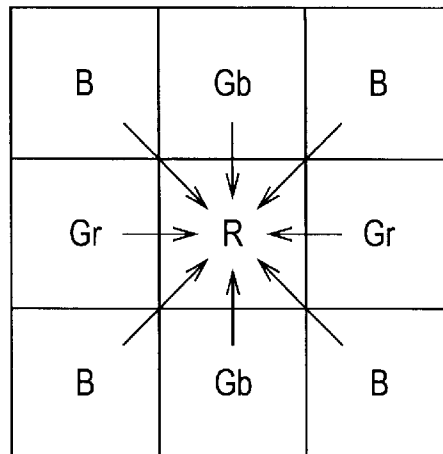


[図12]

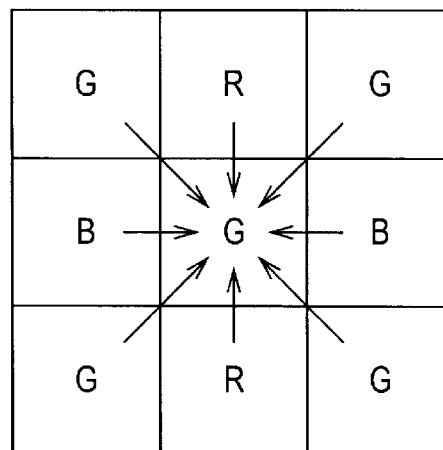


[図13]

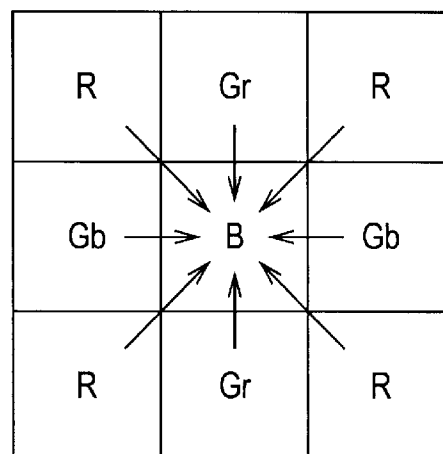
(a)



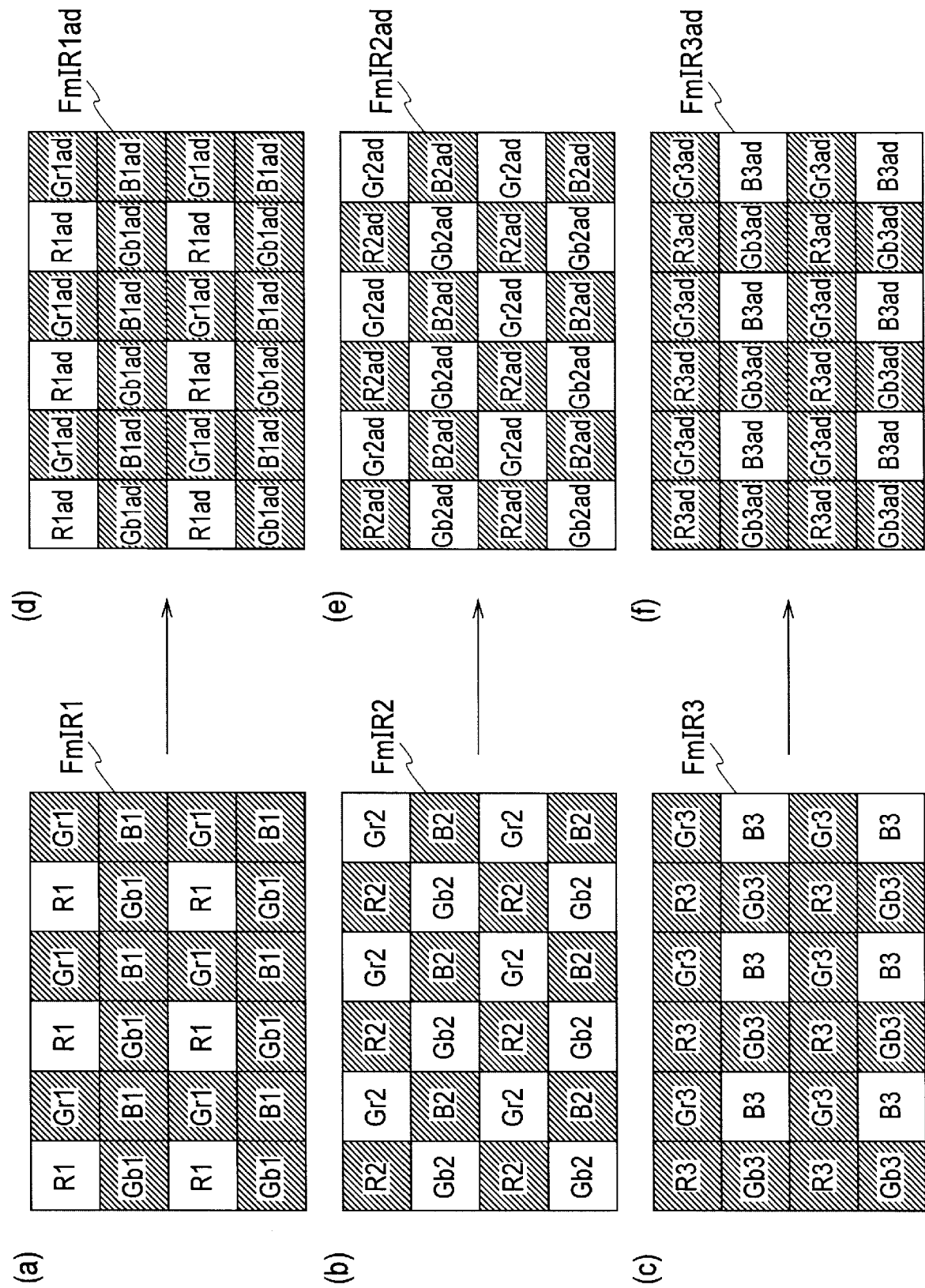
(b)



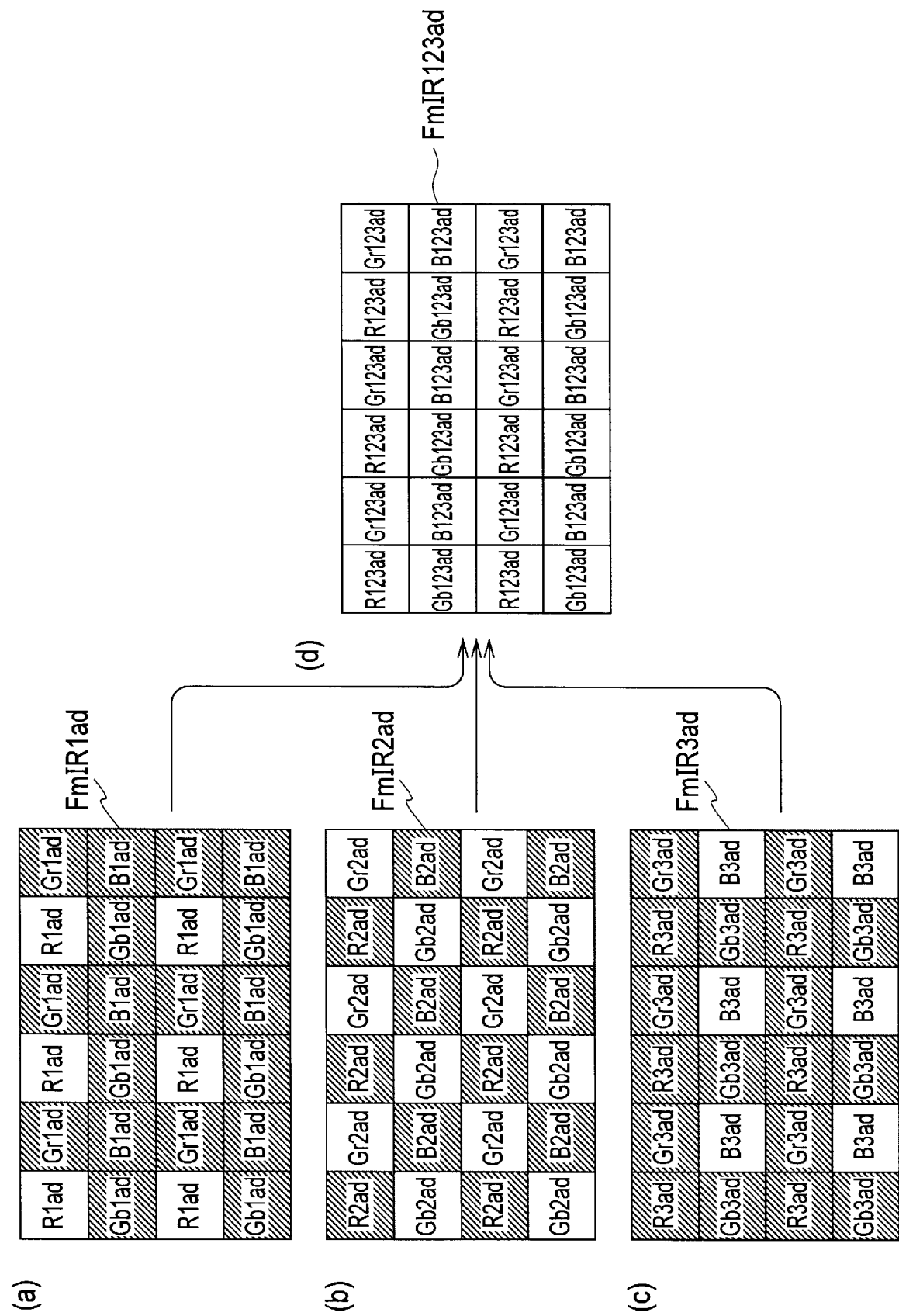
(c)



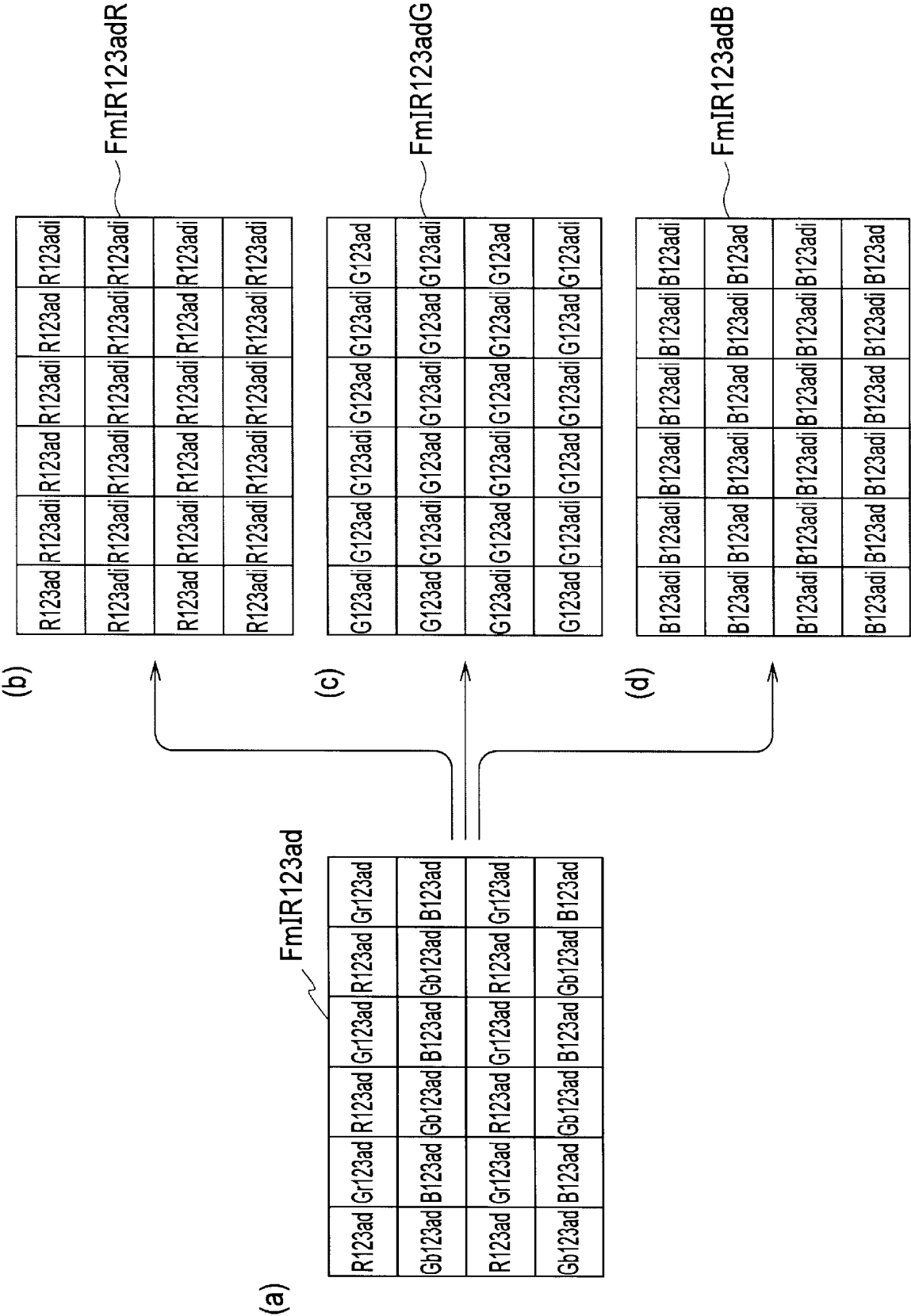
[図14]



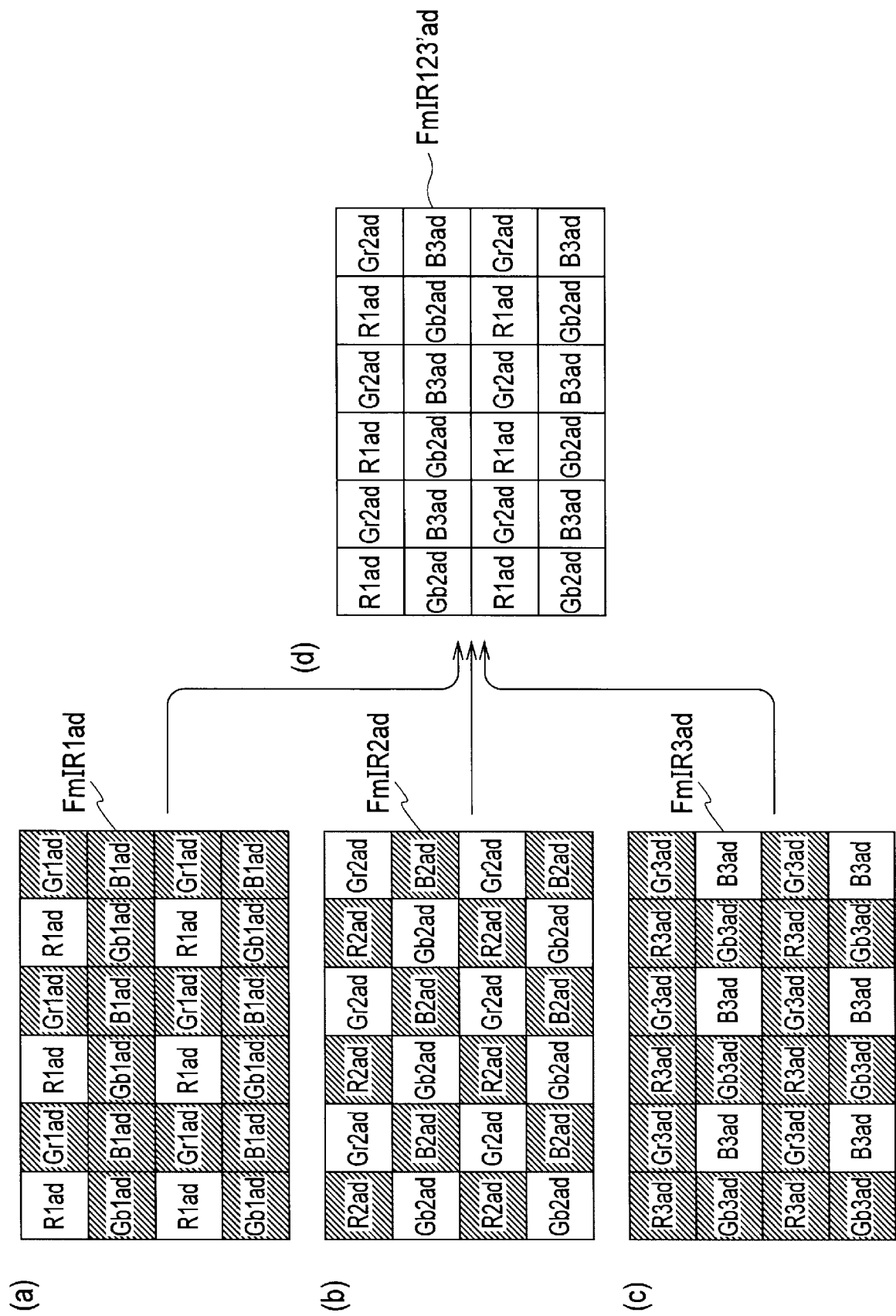
[図15]



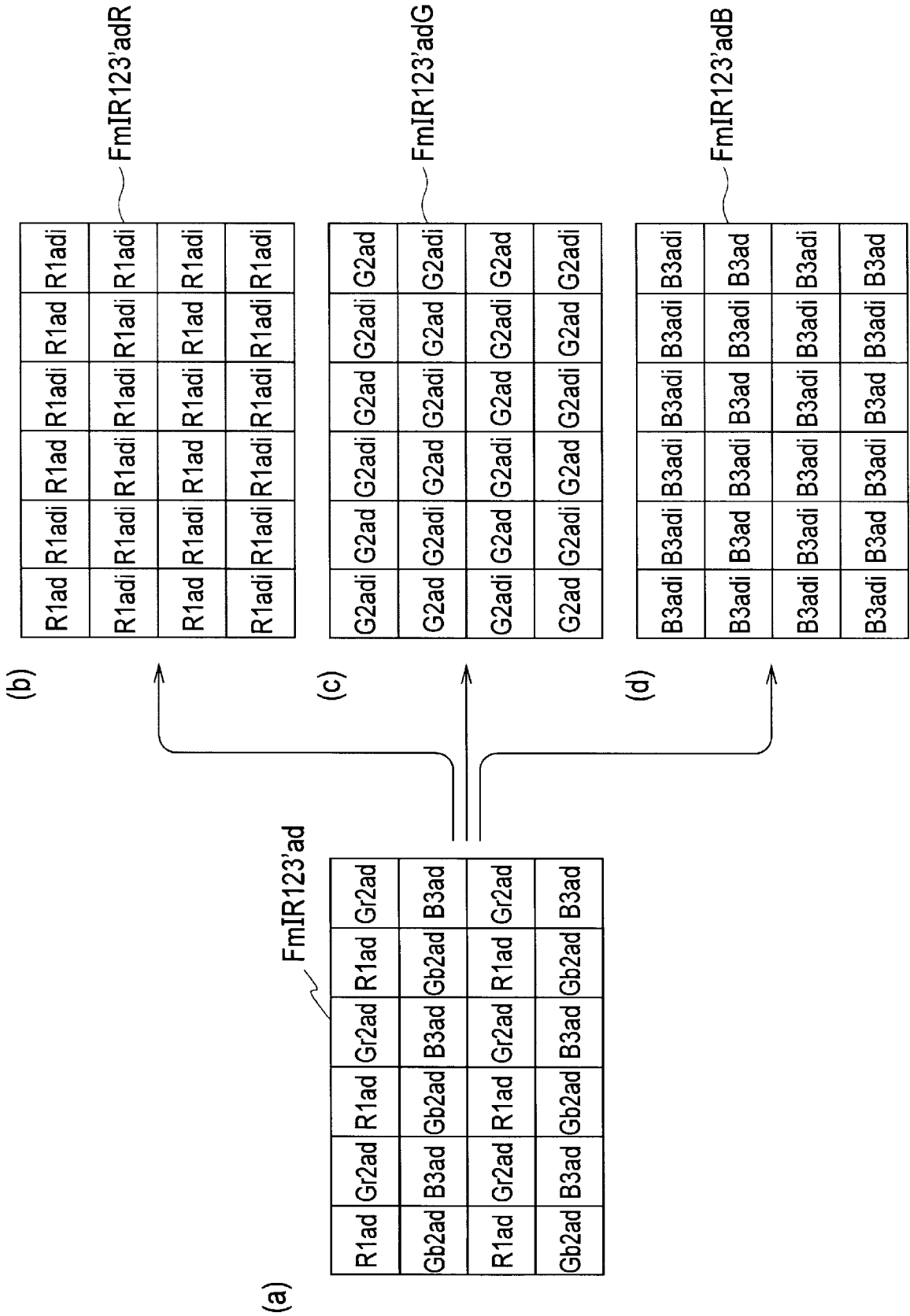
[図16]



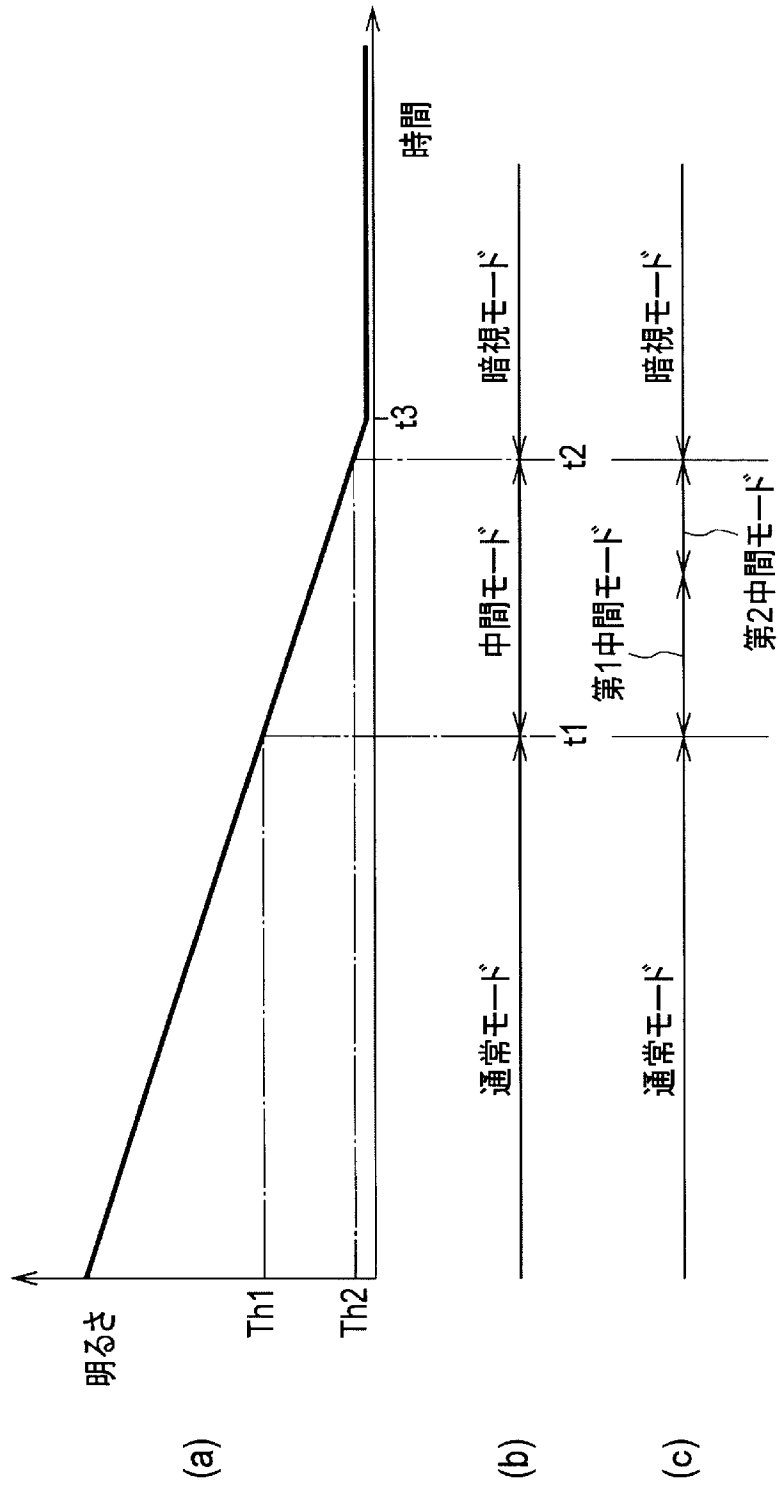
[図17]



[図18]



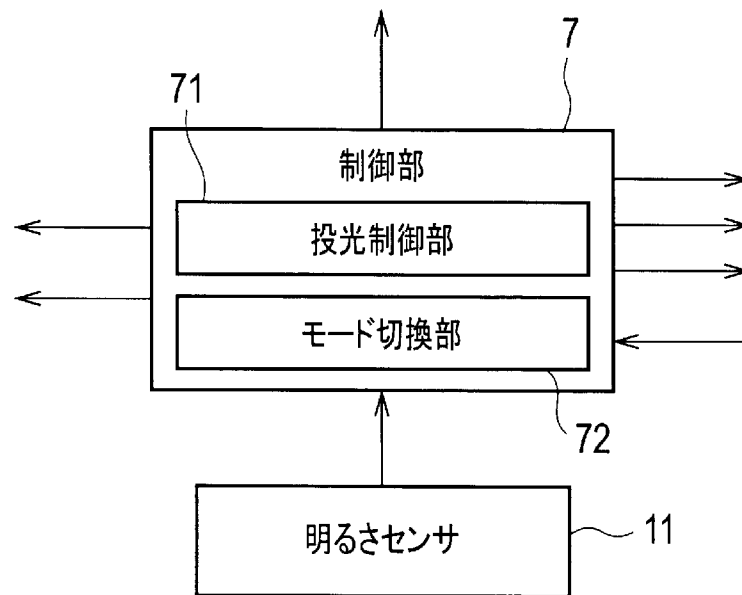
[図19]



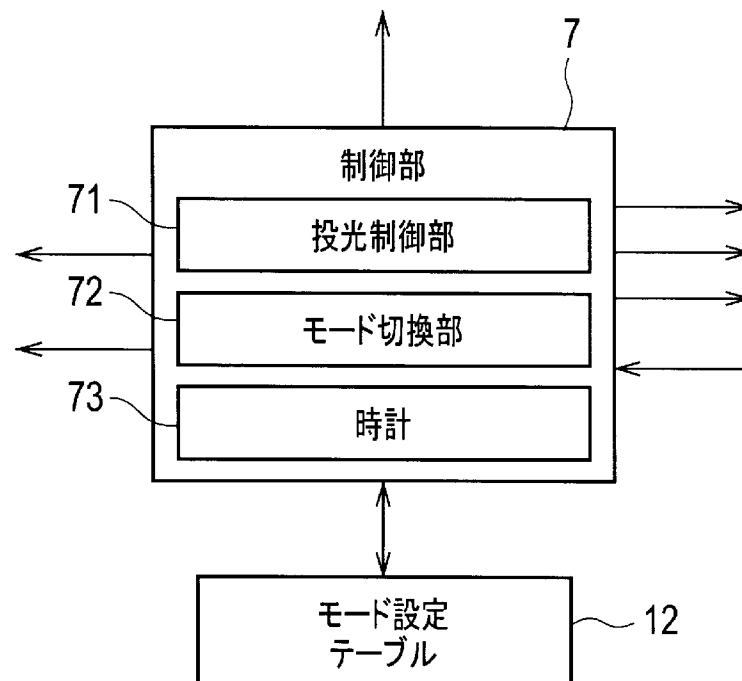
[図20]

	赤外線投光器9	前信号処理部52			デモザイク処理部54
		周囲画素加算部521	同一位置画素加算部522	合成部523	
通常モード	オフ	不動作	不動作	不動作	動作
第1中間モード	オン	不動作	動作	動作	
第2中間モード	オン	不動作	不動作	動作	
第1暗視モード	オン	動作	動作	動作	
第2暗視モード	オン	動作	不動作	動作	

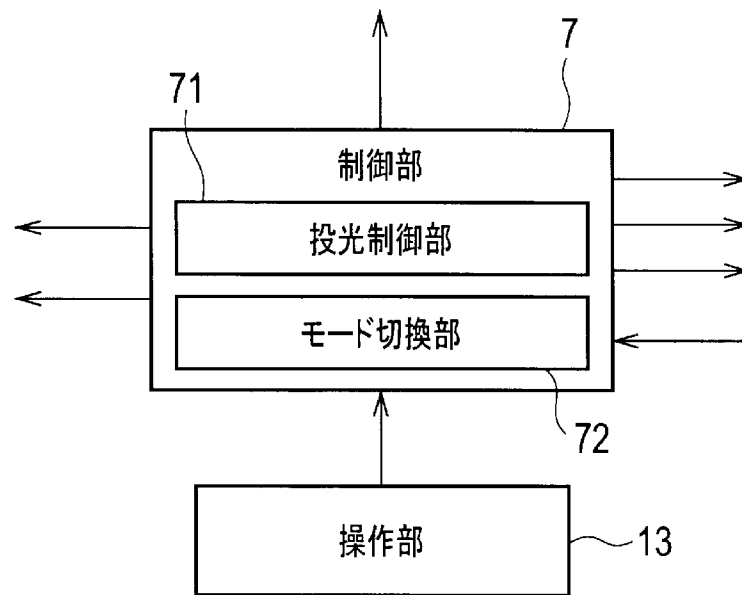
[図21]



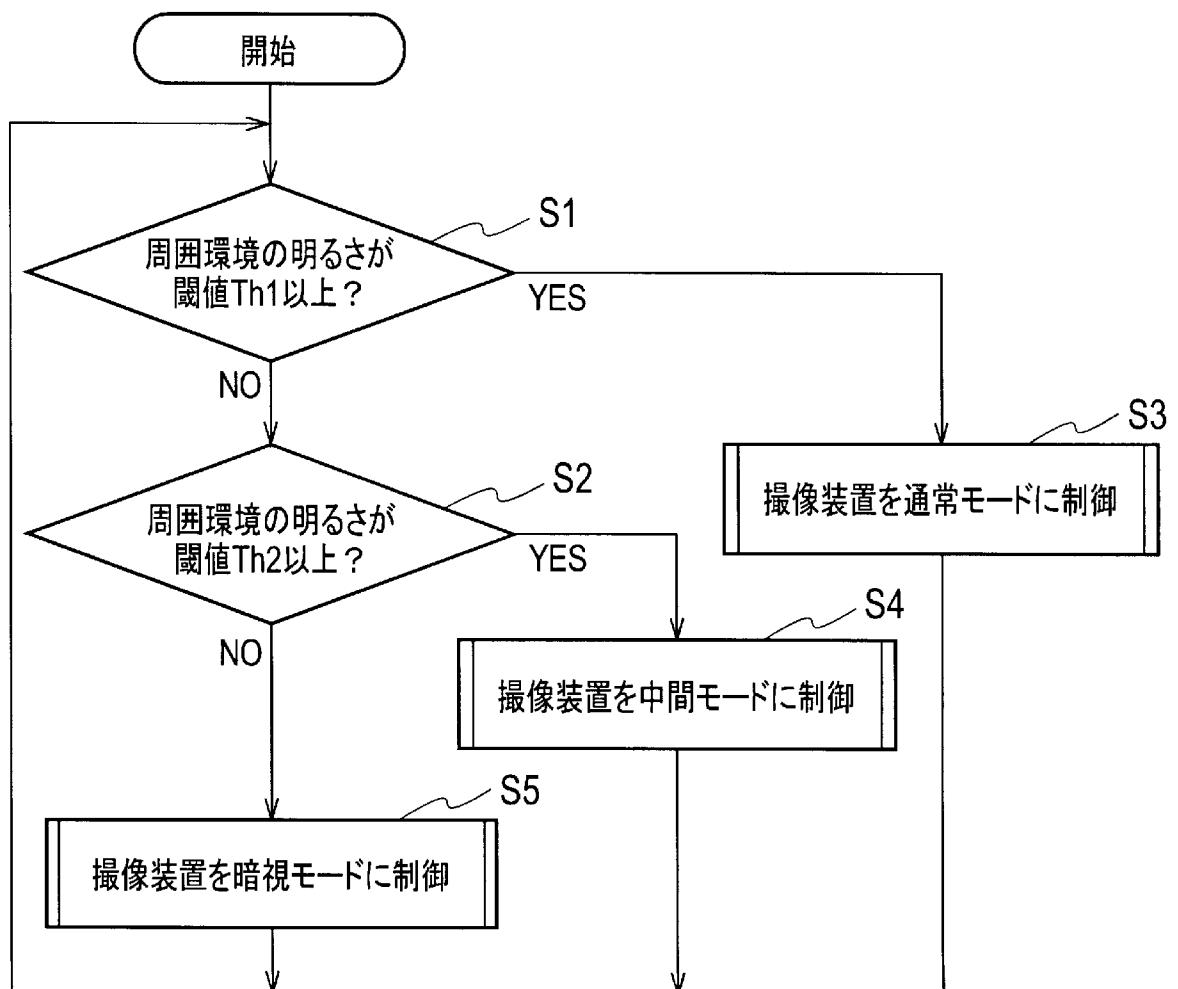
[図22]



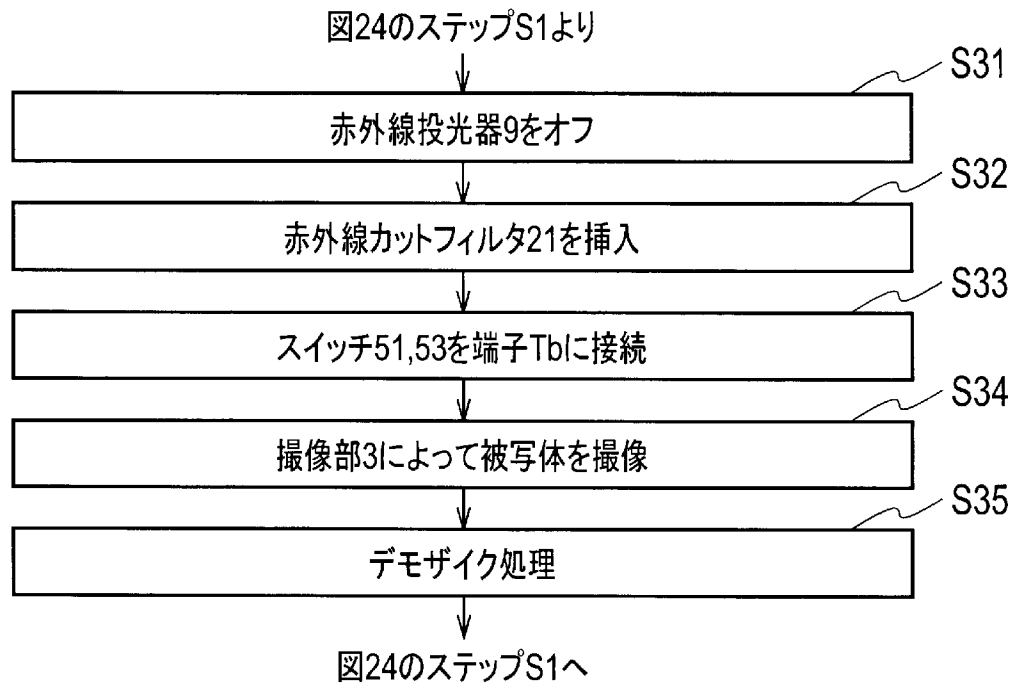
[図23]



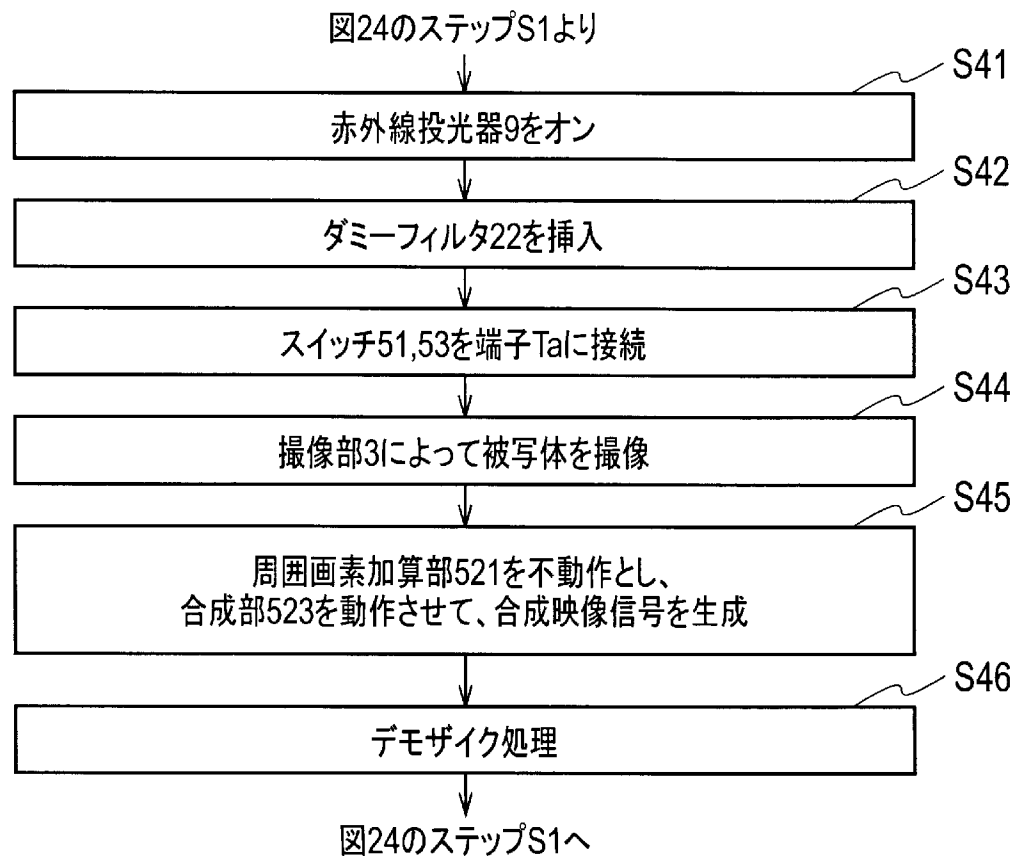
[図24]



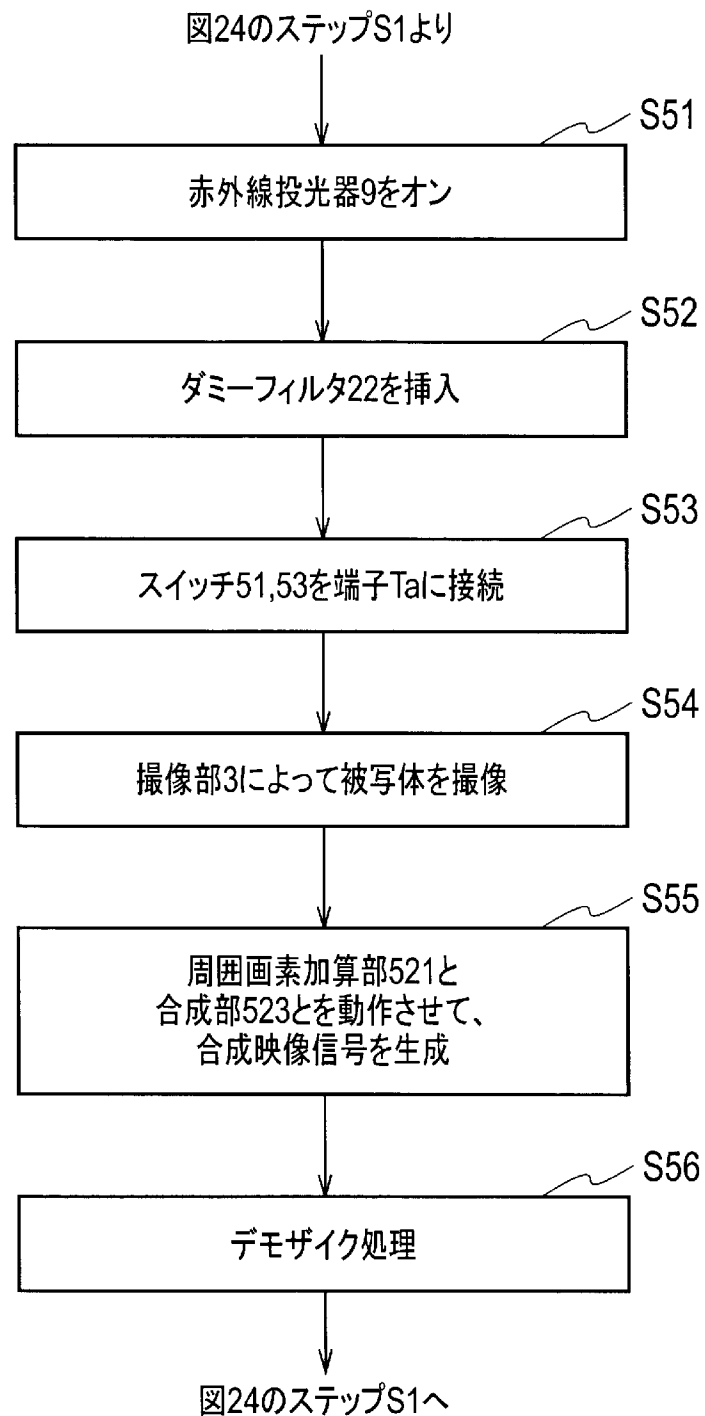
[図25]



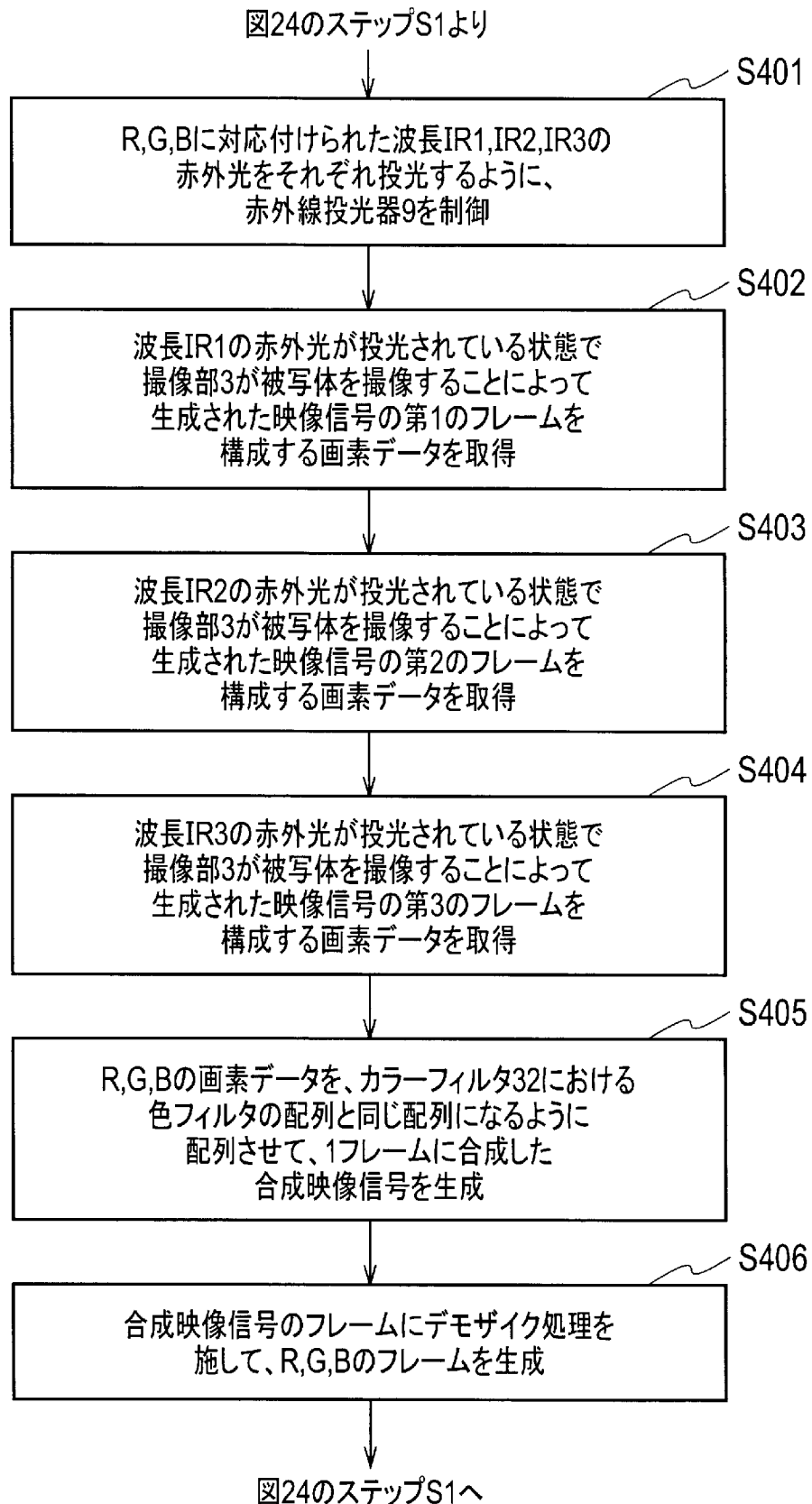
[図26]



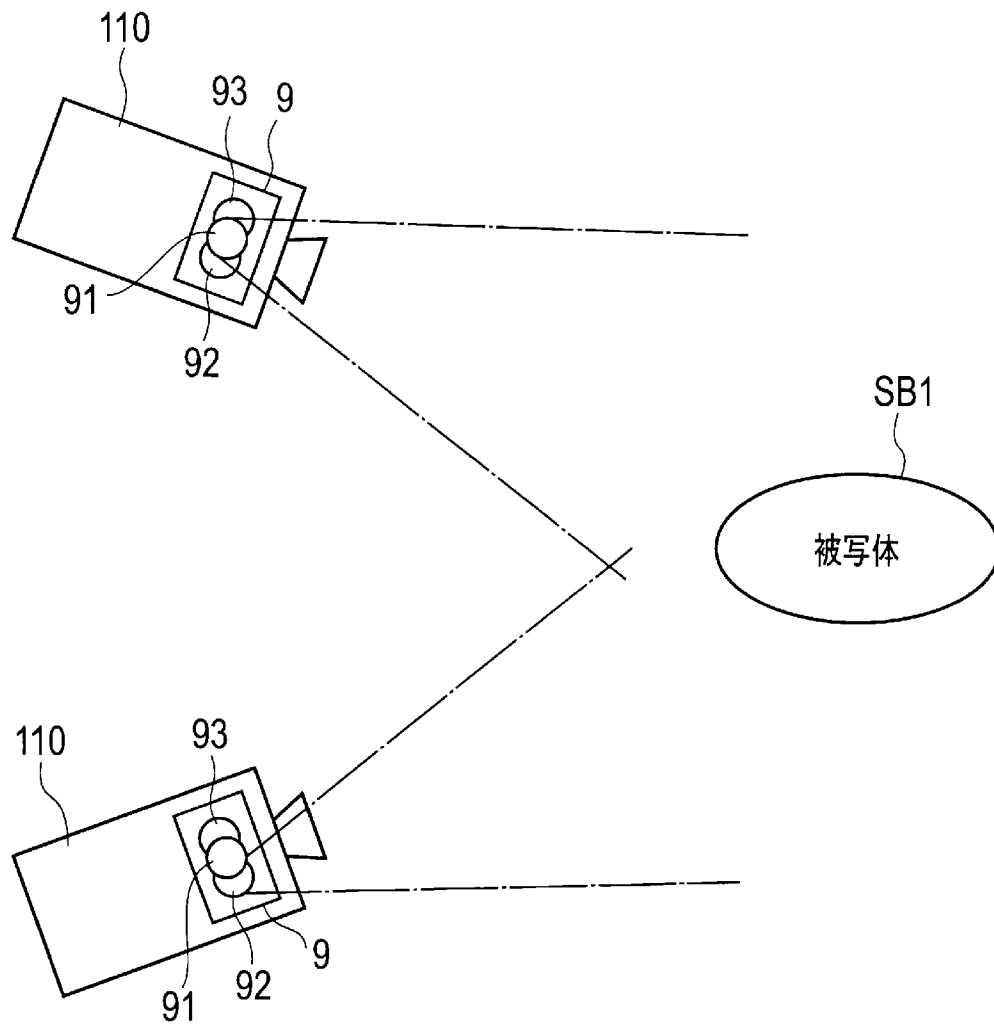
[図27]



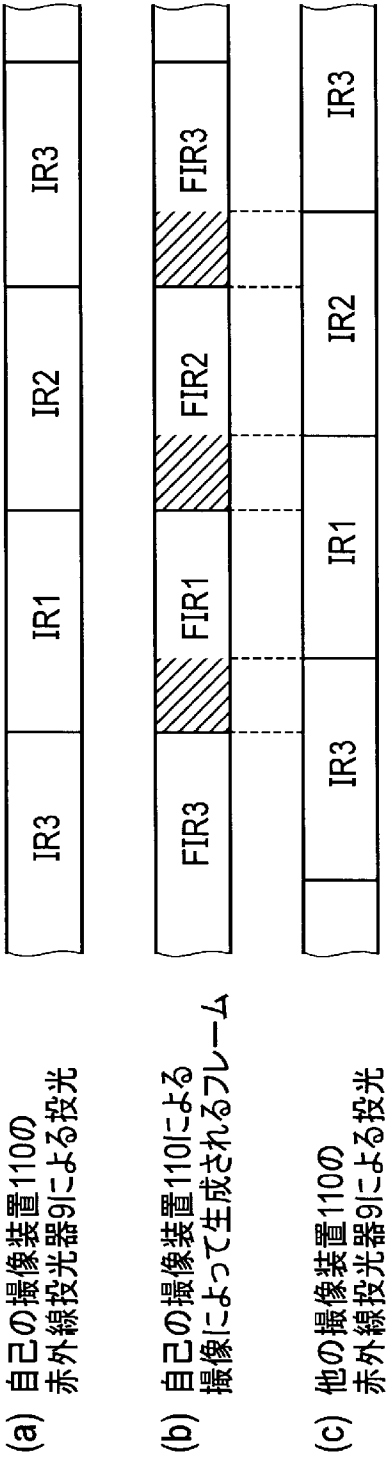
[図28]



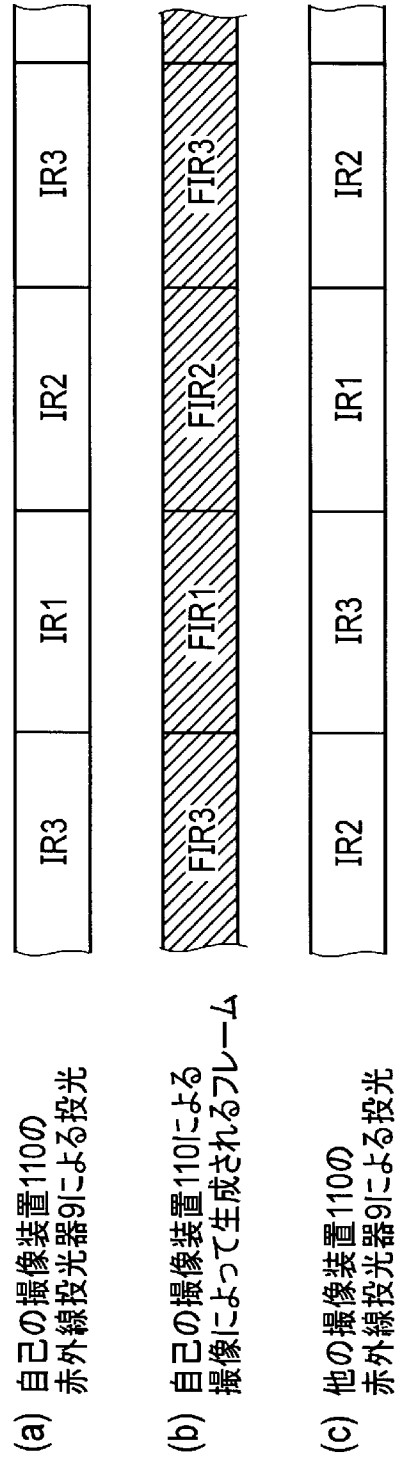
[図29]



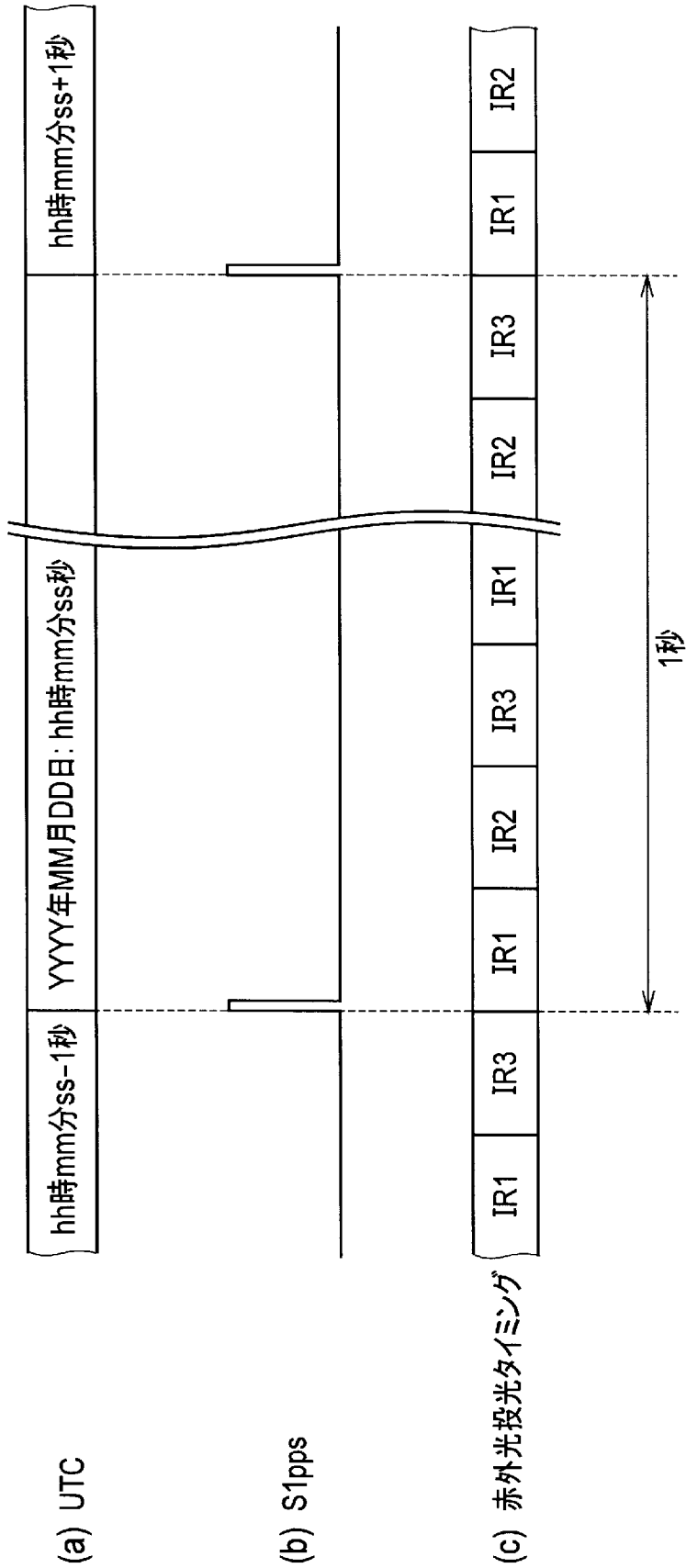
[図30]



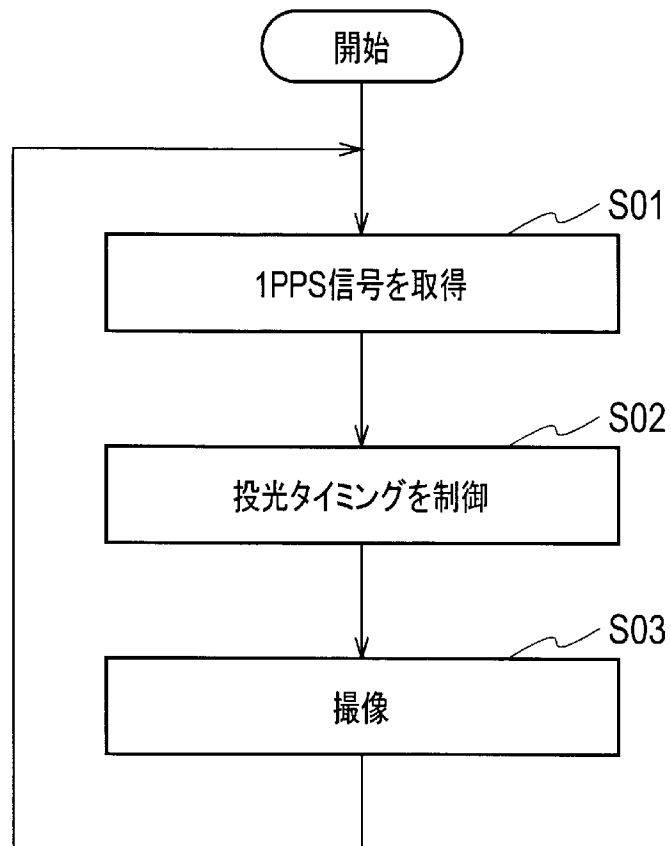
[図31]



[図32]



[図33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/050311

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/04(2006.01)i, G03B11/00(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B17/02(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N9/07(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)

H04N9/04, G03B11/00, G03B15/00, G03B17/02, H04N5/225, H04N5/232, H04N9/07

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-236891 A (NEC Corp.), 21 October 2010 (21.10.2010), paragraphs [0026] to [0080] (Family: none)	1, 2, 4-6
Y	JP 2013-225826 A (Casio Computer Co., Ltd.), 31 October 2013 (31.10.2013), paragraphs [0023] to [0060] & US 2013/0242135 A1	1, 2, 4-6
Y	JP 2011-50049 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0328] to [0333] & US 2012/0212619 A1	3

☒ 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
03 March 2015 (03.03.15)

Date of mailing of the international search report
17 March 2015 (17.03.15)

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/JP2015/050311

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 2011-151596 A (Rohm Co., Ltd.), 04 August 2011 (04.08.2011), paragraphs [0150] to [0153], [0214] to [0231]; fig. 46 (Family: none)	3
A	JP 63-234941 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 30 September 1988 (30.09.1988), pages 3 to 22; fig. 4, 6 & US 4974076 A	3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N9/04(2006.01)i, G03B11/00(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B17/02(2006.01)i,
H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N9/07(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（I P C））

Int.Cl. H04N9/04, G03B11/00, G03B15/00, G03B17/02, H04N5/225, H04N5/232, H04N9/07

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-236891 A（日本電気株式会社）2010.10.21, 段落【0026】 - 【0080】（ファミリーなし）	1, 2, 4-6
Y	JP 2013-225826 A（カシオ計算機株式会社）2013.10.31, 段落【0023】 - 【0060】 & US 2013/0242135 A1	1, 2, 4-6
Y	JP 2011-50049 A（独立行政法人産業技術総合研究所）2011.03.10, 段落【0328】 - 【0333】 & US 2012/0212619 A1	3

☒ 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

0 3 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

松永 隆志

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 1

5 V

4 2 2 8

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 2011-151596 A (ローム株式会社) 2011.08.04, 段落【0150】 - 【0153】【0214】 - 【0231】、図4 6 (ファミリーなし)	3
A	JP 63-234941 A (オリンパス光学工業株式会社) 1988.09.30, (3) ~ (22) 頁、第4, 6図 & US 4974076 A	3