

(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 12 月 30 日(30.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/199163 A1

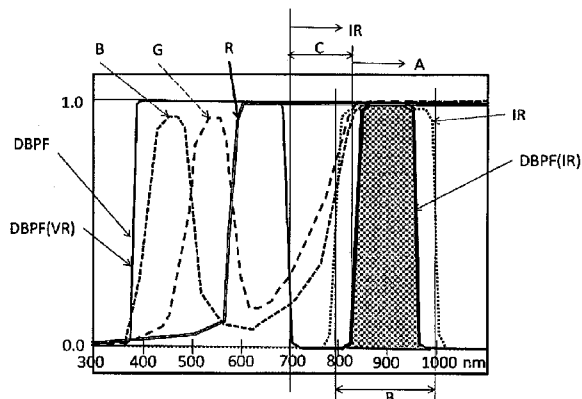
- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) H01L 27/14 (2006.01)
G02B 5/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/068280
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 24 日(24.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-129636 2014 年 6 月 24 日(24.06.2014) JP
特願 2014-220183 2014 年 10 月 29 日(29.10.2014) JP
- (71) 出願人: 日立マクセル株式会社 (HITACHI MAXELL, LTD.) [JP/JP]; 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 大坪 宏安 (OTSUBO, Hiroyasu); 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内 Osaka (JP). 石崎 修 (ISHIZAKI, Osamu); 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 栗林 三男 (KURIBAYASHI, Mitsuo); 〒1110042 東京都台東区寿 3 丁目 5 番 9 号 寿町吉田ビル 2 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 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).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PICKUP SENSOR AND IMAGE PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像センサおよび撮像装置

[図2]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an image pickup sensor and an image pickup device that can improve color reproducibility when performing visible light image pickup, in a case where a dual bandpass filter (DBPF) is used instead of an infrared cut filter. An image pickup sensor (1) comprises: a color filter (3); and a DBPF (5) that has transmission properties in a visible light band, has blocking properties in a first wavelength band that is adjacent to the long wavelength side of the visible light band, and has transmission properties in a second wavelength band which is a portion within the first wavelength band. The transmission properties of the DBPF (5) and the transmission properties of each filter of the color filter (3) are set so that the second wavelength band of the DBPF is included in the following: a third wavelength band which is a wavelength band such that on the long wavelength side from the visible light band the transmission rates of the filters of each color mutually approach each other; and a fourth wavelength band which is a wavelength band such that the filters, which are for infrared use, have transmission properties.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

赤外カットフィルタに代えてDBPFを用いる場合に、可視光撮影時の色再現性を向上することができ、撮像センサおよび撮像装置を提供する。撮像センサ1は、カラーフィルタ3と、可視光帯域に透過特性を有し、この可視光帯域の長波長側に隣接する第1の波長帯域に遮断特性を有し、第1の波長帯域内の一部分である第2の波長帯域に透過特性を有するDBPF5を備える。DBPF5の第2の波長帯域が、可視光帯域より長波長側で各色のフィルタ部の透過率が互いに近似する波長帯域である第3の波長帯域に含まれるとともに、赤外光用の前記フィルタ部が透過特性を有する波長帯域である第4の波長帯域に含まれるように、DBPFの透過特性およびカラーフィルタ3の各フィルタ部の透過特性が設定されている。

明 細 書

発明の名称：撮像センサおよび撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、可視光による撮影と赤外光による撮影との両方を行う撮像センサおよび撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、昼夜連続で撮影を行う監視カメラ等の撮像装置（以下、単に撮像装置とする）においては、夜間時には赤外光を検出して撮影することが行われている。CCDセンサやCMOSセンサといった撮像センサの受光部であるフォトダイオードは、1300nm程度の近赤外の波長帯域まで受光可能であるため、これらの撮像センサを用いた撮像装置であれば、赤外帯域まで撮影することが原理的に可能である。

[0003] なお、人間の視感度が高い光の波長帯域は400nm～700nmであることから、撮像センサにおいて近赤外光を検出すると、人間の目には映像が赤みを増して見えることになる。このため、昼間や屋内の明るい場所での撮影時は、撮像センサの感度を人間の視感度に合わせるために、撮像センサの前に赤外帯域の光を遮断する赤外カットフィルタを設けて、波長が700nm以上の光を除去することが望ましい。一方、夜間や暗い場所での撮影時には、赤外カットフィルタを設けずに撮影を行う必要がある。

[0004] このような撮像装置としては、手動で赤外カットフィルタの取り付け・取り外しを行う撮像装置や、自動的に赤外カットフィルタを抜き差しする撮像装置が、従来から知られている。さらに、特許文献1には、上述した赤外カットフィルタの抜き差しを不要とした撮像装置が開示されている。

[0005] そこで、可視光帯域に透過特性を有し、可視光帯域の長波長側に隣接する第1の波長帯域に遮断特性を有し、前記第1の波長帯域内の一部分である第2の波長帯域に透過特性を有する光学フィルタが提案されている（例えば、特許文献1参照）。このフィルタによれば、可視光帯域と、可視光帯域の長

波長側、すなわち、赤外側で、可視光帯域から離れた第2の波長帯域との両方で光が透過可能となっている。例えば、第2の波長帯域は、赤外照明の波長帯域と重なっており、可視光撮影と、赤外光照明を用いた夜間の赤外光撮影の両方を可能とする光学フィルタである。以下に、上述のように可視光帯域と、赤外側の第2の波長帯域との光を透過し、他の波長帯域の光を遮断する光学フィルタをDBPF（ダブル・バンド・パス・フィルタ）と称する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第5009395号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、特許文献1のDBPFでは、赤外（近赤外）の波長帯域に含まれる第2の波長帯域の光（赤外波長帯域に含まれる比較的狭い波長帯域）が常時遮断されずに光が透過することになる。すなわち、可視光帯域より長波長側をカットする赤外カットフィルタを用いた場合と異なり、可視光帯域での撮影において、第2の波長帯域を透過した赤外光の影響を少なからず受けることになる。

[0008] 可視光帯域での撮影として、カラーの撮影を行う撮像センサには、カラーフィルタが用いられている。カラーフィルタは、撮像センサの各画素に対応して赤、緑、青の各色の領域（フィルタ部）が所定のパターンで配置されている。これら各色の領域は、基本的には、各色の波長帯域に光の透過率のピークを有し、他の色の波長帯域の光の透過を制限（遮断）する。

[0009] しかし、可視光帯域より長波長側では、各色の領域および波長によって光透過率が異なるが、基本的に光を透過してしまう。したがって、赤外カットフィルタを用いれば、可視光帯域より長波長側の光がカットされるので問題ないが、上述のDBPFのように赤外側の第2の波長帯域で赤外光を透過すると、この赤外光がカラーフィルタを通過して撮像センサのフォトダイオー

ド（受光素子）に至ってフォトダイオードにおける光電効果による電子の発生量を多くしてしまう。

[0010] ここで、可視光でのカラー撮影と、赤外光照明での撮影との両方を行う上では、例えば、赤、緑、青の各色の領域が所定のパターンで配置されたカラーフィルタに、上述の第2の波長帯域に光透過率のピークを有するような赤外光用の領域（赤外領域）を設けることになる。すなわち、カラーフィルタの配列（パターン）は、赤R、緑G、青B、赤外IRの4つの領域からなる。この場合に赤外光用の領域は、可視光帯域の光を遮断し、第2の波長帯域の光を主に透過させるものであるから、カラーフィルタの赤外光用の領域を通過した光を受ける撮像センサから出力される赤外光の画像信号を利用して、赤、緑、青の各色の画像信号から赤外光成分を除去することが考えられる。しかし、このような信号処理により、赤外カットフィルタを用いた場合のカラー撮影時と略同等の色再現を行うことが難しかった。

[0011] 本発明は、前記事情に鑑みてなされたものであり、赤外カットフィルタに代えてDBPFを用いる場合に、可視光撮影時の色再現性を向上することができる撮像センサおよび撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 前記課題を解決するために、本発明の撮像センサは、各画素毎に受光素子が配置された撮像センサ本体と、当該撮像センサ本体上に設けられるフィルタとを備え、

前記フィルタには、分光透過特性の異なる複数種類のフィルタ領域が所定配列で前記撮像センサ本体の前記画素の配置に対応して配置され、

各種類の前記フィルタ領域は、可視光帯域における波長に応じた分光透過特性が互いに異なり、

かつ、各種類の前記フィルタ領域は、互いに略同様に、前記可視光帯域より長波長側に、光を透過する赤外光透過波長帯域を備えるとともに、前記可視光帯域と前記赤外光透過波長帯域との間に、光を遮断する光遮断波長帯域を備えることを特徴とする。

[0013] このような構成によれば、たとえば、赤、緑、青（RGB）の各色に対応する可視光帯域の画像信号と、可視光帯域より長波長側の赤外（IR）の画像信号を出力するカメラにおいて、各画素に対応して配置される例えば4種類のフィルタ領域を備えるフィルタを用いることにより、可視光帯域の画像信号から各フィルタ領域に含まれる可視光帯域より長波長側の成分を赤外カットフィルタを用いた場合に近い性能で除去することができる。

[0014] すなわち、赤外カットフィルタを用いるカメラのカラーフィルタは、可視光より長波長側の波長に応じた透過特性は、各フィルタ部の色によって異なり、各色のフィルタ部で一律に設定された赤外成分を除去すると上述の透過特性の違いにより色が変わってしまうが、各フィルタ領域における可視光帯域より長波長側の波長の透過特性が異なる部分を光遮断波長帯域で遮断してしまうことで、一律に設定された赤外成分を除去しても色が変わってしまうのを抑制することができる。なお、例えば、色をR、G、B、IRの4色とした場合に、4種類の可視光帯域における波長に応じた透過特性が異なるフィルタ領域があれば、R、G、B、IRを求めることが可能であり、赤外成分を除いた可視光帯域の画像信号と、赤外の画像信号とを出力可能である。

[0015] 本発明の前記構成において、前記フィルタは、

前記可視光帯域で光を透過し、前記可視光帯域の長波長側に隣接して、光を遮断するとともに、前記光遮断波長帯域を含む第1の波長帯域を備え、前記第1の波長帯域内の前記可視光帯域から離れた一部分に前記光遮断波長帯域の長波長側に隣接して光を透過する前記赤外光透過波長帯域としての第2の波長帯域を備える光学フィルタと、

前記可視光帯域における波長に応じた分光透過特性が互いに異なるとともに前記可視光帯域より長波長側に透過率が互いに近似する第3の波長帯域を備え、かつ、各種類の前記フィルタ領域にそれぞれ対応する各種類のフィルタ部を有するカラーフィルタとを備え、

前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第3の波長帯域に含まれるように、前記光学フィルタの分光透過特性および前記カラーフィルタの各

フィルタ部の分光透過特性が設定されていることが好ましい。

[0016] このような構成によれば、可視光画像を撮影する際に、赤外カットフィルタに代えて光学フィルタが用いられることになり、光学フィルタの第2の波長帯域を通過する赤外光が撮像センサ本体の各画素の受光素子に至り、光電効果により生じる電子の数を増加させることにより、撮像される画像に影響を与えてしまうので、画像信号を処理することにより、光学フィルタを通過した赤外光による影響を抑制する必要がある。

[0017] この場合に、各色を例えば赤、緑、青とした場合に、可視光帯域と赤外帯域との境界部分では、赤のフィルタ部の透過率が略最大となっているとともに、それより長波長側でも透過率が略最大となっている。また、緑および青のフィルタ部では、可視光帯域と赤外帯域との境界部分では、透過率が低い可視光帯域より長波長となるにつれて透過率が増加して最終的に透過率が略最大となり、透過率が略最大となった波長より長波長側でも透過率が略最大となっている。

[0018] この場合に可視光帯域に隣接する赤外帯域、すなわち、赤外帯域の波長が短い領域では、透過率最大となる赤のフィルタ部に対して、青および緑のフィルタ部の透過率が大きく異なるとともに、青と緑とでも透過率が異なる。また、青と緑のフィルタ部では、透過率が長波長側に向かって増加傾向となっており、透過率が略最大となるまで、波長によって透過率が異なる状態となっている。したがって、この部分の波長帯域が第2の波長帯域に含まれる場合に、第2の波長低域を通過した赤外光が可視画像に影響を与えることを防止することが困難となる。すなわち、赤外のフィルタ部を通過した光に基づく赤外の画像信号を用いて、赤、緑、青のそれぞれのフィルタ部を通過した光に基づく赤、緑、青の画像信号を補正する際に、赤、緑、青の画像信号から減算される信号を赤外のフィルタ部を通過した光に基づく赤外の画像信号から算出することができず、色再現性を高めることが困難になる。

[0019] そこで、光学フィルタ部の第2の波長帯域が赤、緑、青のフィルタ部の透過率が略最大となることにより、赤、緑、青のフィルタ部の透過率が略近似

した状態となる第3の波長帯域に第2の波長帯域が含まれるようにすると、第2の波長帯域を通過するとともに赤、緑、青のフィルタ部を通過する光の透過率は、赤、緑、青のフィルタ部で略同じになる。すなわち、赤、緑、青の各フィルタ部で透過率が大きく異なる波長帯域が、光学フィルタで透過特性を有する可視光帯域と第2の波長帯域との間の遮断特性を有する波長帯域と重なる。

[0020] これにより、フィルタ部の色によって透過率が大きく異なる波長帯域の光が光学フィルタを通過できず、赤外側では、赤、緑、青のフィルタ部で透過率が近似する波長帯域の光が光学フィルタを通過可能となる。

[0021] なお、各フィルタ部は、赤、緑、青、赤外に限られるものではなく、異なる色のフィルタ部を用いてもよく、例えば、赤外に代えて可視光帯域の赤、緑、青以外の色や、可視光帯域の略全波長帯域の光を透過する白（クリア（C））やホワイト（W））等であってもよい。また、赤、緑、青も異なる色を用いてもよい。また、白は光の透過率を可視光帯域の全体に渡ってほぼ同様に低くしたものであってもよい。

[0022] 本発明の前記構成において、前記第3の波長帯域では、各色の前記フィルタ部の前記透過率の互いの差が当該透過率で20%以内となっていることが好ましい。

[0023] このような構成によれば、上述のように光学フィルタの第2の波長帯域を通過する赤外光による可視画像への影響を抑制することが可能になり、色の再現性を向上できる。基本的に各色のフィルタ部の透過率は略等しいことが好ましいが、透過率で10%以下の差ならば、上述の赤外光の影響を抑制する画像処理が可能である。なお、透過率の差が透過率で10%以下となる状態とは、第2の波長帯域における各色のフィルタ部で最も高い透過率（%）から最も低い透過率（%）を減算した際の透過率の差が%で20以下となる場合である。なお、好ましくは、透過率の差が10%以下となっていることが好ましい。

[0024] また、本発明の前記構成において、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応

する限られた波長帯域に透過特性を有するか、前記可視光帯域の略全波長帯域に透過特性を有するか、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する4種類以上の前記フィルタ領域を備えることが好ましい。

[0025] このような構成によれば、赤、緑、青に加えて、可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する赤外フィルタや、可視光帯域の略全波長帯域に透過特性を有する白（クリア）のフィルタを用いることができるとともに、赤、緑、青以外の色のフィルタを用いることができる。また、赤、緑、青のフィルタも異なる色にしてもかまわない。これにより、カラーフィルタの設計の自由度が高くなり、さまざまな設計が可能となる。

[0026] また、本発明の前記構成において、前記カラーフィルタは、4種類以上の異なる色に対応する4種類以上の前記フィルタ部を備え、前記フィルタ部のうちの1種類の前記フィルタ部が前記可視光帯域の略全体に遮断特性を有し、当該可視光帯域の長波長側の第4の波長帯域に透過特性を有し、

前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第3の波長帯域に含まれるとともに、前記第4の波長帯域に含まれるように、前記光学フィルタの透過特性および前記カラーフィルタの各フィルタ部の透過特性が設定されていることが好ましい。

[0027] このような構成によれば、可視光帯域の略全波長域に渡って遮断特性を有する赤外のフィルタ部を用いて赤外成分を求めることができる。また、赤外のフィルタ部の透過特性を有する波長帯域である第4の波長帯域は、第3の波長帯域と重なる部分を有し、光学フィルタの第2の波長帯域は、第3の波長帯域と第4の波長帯域との両方に含まれる。これにより、画像処理で第2の波長帯域を通過した赤外光による影響を排除する際に、赤外のフィルタ部を通過した光に基づく赤外の画像信号を用いて、赤、緑、青の画像信号から減算する信号を算出することが可能になり、光学フィルタの第2の波長帯域を通過する赤外光の影響を抑制して色再現性を高めることが可能になる。すなわち、各画素に同じ光量で同じ波長帯域の赤外光が入射したと仮定すると、第2の波長帯域を通過するとともに、赤、緑、青、赤外の各フィルタ部を

通過する光の光量がフィルタ部によって大きく異なることがなく、略同じになるので、この場合に、赤外のフィルタ部を通過した光の光量を、赤、緑、青のフィルタ部を通過した光の光量から減算することにより、赤外光に基づく光量を除去することができる。

[0028] また、本発明の前記構成において、赤外画像の撮像時に、赤外照明を用いるものとし、前記赤外照明から照射される赤外光の波長帯域である第5の波長帯域が、前記第3の波長帯域および前記第4の波長帯域に含まれ、前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第5の波長帯域と略重なるように設定されていることが好ましい。

[0029] このような構成によれば、赤外照明の赤外光の波長帯域と、光学フィルタの第2の波長帯域とを略同じにすることが可能であり、赤外画像の撮影は、主に夜間に赤外照明を用いて行う場合に、効率的に赤外照明の赤外光を利用できる。また、赤外照明の赤外光の波長帯域が狭い場合に、それに合わせて光学フィルタの第2の波長帯域を狭めることが可能であり、この場合に可視画像に対する第2の波長帯域を通過した赤外光による影響を小さくすることができる。

[0030] また、本発明の前記構成において、前記カラーフィルタは、4行4列の基本配列において、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有する赤、青、緑と、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する赤外の4種類の前記フィルタ部が、それぞれ4つずつ配置されるとともに、同じ種類の前記フィルタ部同士は互に行方向および列方向で隣接しないように離れて配置され、各列に前記赤、前記青、前記緑、前記赤外の前記フィルタ部がそれぞれ1つずつ配置され、1行置きに前記赤、前記青、前記緑、前記赤外の前記フィルタ部のうちの2種類の前記フィルタ部がそれぞれ2つずつ配置されていることが好ましい。

[0031] このような構成によれば、カラーフィルタでは、赤、青、緑、赤外の各フィルタ部が、略均等に配置されている。この場合に、人間の目が緑に対して感度が高いことを利用できないが、各色のフィルタ部が略均等に配置される

ことになり、内挿処理が容易になる。また、このカラーフィルタでは、各列に前記赤、前記青、前記緑、前記赤外の前記フィルタ部がそれぞれ1つずつ配置され、1行置きに前記赤、前記青、前記緑、前記赤外の前記フィルタ部のうちの2種類の前記フィルタ部がそれぞれ2つずつ配置されていることから行方向が列方向より解像度が高くなる。なお、行方向を水平方向とし、列方向を垂直方向とすることが好ましい。

[0032] また、本発明の前記構成において、前記カラーフィルタは、4行4列の基本配列において、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有する赤、青、緑と、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する赤外の4種類の前記フィルタ部のうちの前記緑の前記フィルタ部が8つ、前記赤の前記フィルタ部が4つ、前記青の前記フィルタ部および前記赤外のフィルタ部が2つずつ配置されるとともに、同じ種類の前記フィルタ部同士は互いに行方向および列方向で隣接しないように離れて配置されていることが好ましい。

[0033] このような構成によれば、赤外のフィルタ部がないベイア配列のカラーフィルタに対して青の解像度が劣るが緑と赤の解像度を保持することができる。この場合に、緑および緑に基づく輝度優先となる。

[0034] また、本発明の前記構成において、前記カラーフィルタは、4行4列の基本配列において、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有する赤、青、緑と、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する赤外の4種類のフィルタ部のうちの前記緑の前記フィルタ部が8つ、前記赤外の前記フィルタ部が4つ、前記赤のフィルタ部および前記青のフィルタ部が2つずつ配置されるとともに、同じ種類の前記フィルタ部同士は互いに行方向および列方向で隣接しないように離れて配置されていることが好ましい。

[0035] このような構成によれば、赤外のフィルタ部がないベイア配列のカラーフィルタに対して赤と青の解像度が劣るが緑の解像度を保持することができる。また、赤外の解像度が青や赤より優れることになり、赤外画像の解像度を

確保することができる。

[0036] また、本発明の前記構成において、前記撮像センサ本体の各画素から順次入力される信号を、前記可視光帯域より長波長側の波長帯域の信号を除去した前記可視光帯域の画像信号と、前記可視光帯域より長波長側の赤外の画像信号とに分離して出力する信号分離出力デバイスを備えることが好ましい。

[0037] このような構成によれば、従来の可視光帯域の画像信号を出力する撮像センサと同様の画像信号を出力することができるので、撮像センサ以後の画像信号の処理回路を変更することなく、赤外の画像信号の処理回路を付加するだけで、本発明の撮像センサを用いることが可能になる。これにより、本発明の撮像センサの導入が容易になり、例えば、スマートフォン、電子カメラやその他のカメラ機構が組み込まれた機器において、赤外画像の撮影機能を低コストで、かつ、容易に導入することができる。

[0038] 本発明の撮像装置は、前記撮像センサと、
前記撮像センサ上に像を結ぶレンズを有する光学系と、
前記撮像センサから出力される信号を処理して可視画像信号および赤外画像信号を出力可能な信号処理デバイスとを備えることが好ましい。

[0039] このような構成によれば、上述の撮像素子の作用効果を得ることから、信号処理デバイスにより、可視画像において、光学フィルタの第2の波長帯域を通過した赤外光の影響を排除する処理を行うことができる。

[0040] また、本発明の撮像装置は、各画素に受光素子が配置された撮像センサ本体と、

複数種類のフィルタ部が所定配列で前記撮像センサ本体の前記画素の配置に対応して配置され、かつ、各種類のフィルタ部は、前記可視光帯域における波長に応じた透過特性が互いに異なるカラーフィルタとを備える撮像センサと

撮像センサ上に像を結ぶレンズを有する光学系と、

前記光学系に設けられ、可視光帯域に透過特性を有し、前記可視光帯域の長波長側に隣接する第1の波長帯域に遮断特性を有し、前記第1の波長帯域

内の一部分である第2の波長帯域に透過特性を有する光学フィルタと、

前記撮像センサから出力される信号を処理して可視画像信号および赤外画像信号を出力可能な信号処理デバイスとを備え、

前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記可視光帯域より長波長側で各色の前記フィルタ部の透過率が互いに近似する波長帯域である第3の波長帯域に含まれるように、前記光学フィルタの透過特性および前記カラーフィルタの各フィルタ部の透過特性が設定されていることを特徴とする。

[0041] このような構成によれば、上述の撮像装置に対して、光学フィルタが撮像センサではなく、光学系に設けられることになるが、光学フィルタやカラーフィルタの光学特性が上述の撮像装置と同様であり、上述の撮像装置と同様の作用効果を得ることができる。

[0042] 本発明の撮像装置の前記構成において、前記第3の波長帯域では、各色の前記フィルタ部の前記透過率の互いの差が当該透過率で10%以内となっていることが好ましい。

[0043] このような構成によれば、上述のように光学フィルタの第2の波長帯域を通過する赤外光による可視画像への影響を抑制することが可能になり、色の再現性を向上できる。基本的に各色のフィルタ部の透過率は略等しいことが好ましいが、透過率で10%以下の差ならば、上述の赤外光の影響を抑制する画像処理が可能である。

[0044] また、本発明の撮像装置の前記構成において、前記カラーフィルタは、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有するか、前記可視光帯域の略全波長帯域に透過特性を有するか、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する4種以上の前記フィルタ部を備えることが好ましい。

[0045] このような構成によれば、赤、緑、青に加えて、可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する赤外フィルタや、可視光帯域の略全波長帯域に透過特性を有する白（クリア）のフィルタを用いることができるとともに、赤、緑、青以外の色のフィルタを用いることができる。また、赤、緑、青のフィル

タも異なる色にしてもかまわない。これにより、カラーフィルタの設計の自由度が高くなり、さまざまな設計が可能となる。

[0046] また、本発明の撮像装置の前記構成において、前記カラーフィルタは、4種類以上の異なる色に対応する4種類以上の前記フィルタ部を備え、前記フィルタ部のうちの1種類の前記フィルタ部が前記可視光帯域の略全体に遮断特性を有し、当該可視光帯域の長波長側の第4の波長帯域に透過特性を有し、

前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第3の波長帯域に含まれるとともに、前記第4の波長帯域に含まれるように、前記光学フィルタの透過特性および前記カラーフィルタの各フィルタ部の透過特性が設定されていることが好ましい。

[0047] このような構成によれば、画像処理で第2の波長帯域を通過した赤外光による影響を排除する際に、赤外のフィルタ部を通過した光に基づく赤外の画像信号を用いて、赤、緑、青の画像信号から減算する信号を算出することが可能になり、光学フィルタの第2の波長帯域を通過する赤外光の影響を抑制して色再現性を高めることが可能になる。すなわち、各画素に同じ光量で同じ波長帯域の赤外光が入射したと仮定すると、第2の波長帯域を通過するとともに、赤、緑、青、赤外の各フィルタ部を通過する光の光量がフィルタ部によって大きく異なることがなく、略同じになるので、この場合に、赤外のフィルタ部を通過した光の光量を、赤、緑、青のフィルタ部を通過した光の光量から減算することにより、赤外光に基づく光量を除去することができる。

[0048] また、本発明の撮像装置の前記構成において、赤外画像の撮像時に、赤外照明を用いるものとし、前記赤外照明から照射される赤外光の波長帯域である第5の波長帯域が、前記第3の波長帯域および前記第4の波長帯域に含まれ、前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第5の波長帯域と略重なるように設定されていることが好ましい。

[0049] このような構成によれば、赤外照明の赤外光の波長帯域と、光学フィルタ

の波長帯域とを略同じにすることが可能であり、赤外画像の撮影は、主に夜間に赤外照明を用いて行う場合に、効率的に赤外照明の赤外光を利用できる。また、赤外照明の赤外光の波長帯域が狭い場合に、それに合わせて光学フィルタの第2の波長帯域を狭めることが可能であり、この場合に可視画像に対する第2の波長帯域を通過した赤外光による影響を小さくすることができる。

発明の効果

[0050] 本発明の撮像センサおよび撮像装置によれば、可視光帯域とそれより赤外側の第2の波長帯域とに透過特性を有する光学フィルタを用いて可視光画像と赤外画像の撮影を可能とする際に、可視光画像において、第2の波長帯域を通過する赤外光の影響を画像処理により抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0051] [図1]本発明の第1の実施の形態を示す 図であって、撮像センサを示す概略図である。

[図2]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタの透過率スペクトルを示すグラフである。

[図3]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタの透過率スペクトルと、赤外照明の発光スペクトルを示すグラフである。

[図4]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタの透過率スペクトルと、赤外照明の発光スペクトルを示すグラフである。

[図5]同、撮像センサのカラーフィルタの配列を説明するための図であって、(a)は赤外のフィルタ部がない従来の配列を示す図であり、(b)、(c)、(d)は赤外のフィルタ部を有する配列を示す図である。

[図6]同、前記撮像センサを有する撮像装置を示す概略図である。

[図7]同、前記撮像装置の信号処理部における信号処理を説明するためのブロック図である。

[図8]同、前記撮像装置の信号処理における内装処理を説明するための図である。

[図9]本発明の第2の実施の形態の撮像装置を示す概略図である。

[図10]本発明の第3の実施の形態の撮像センサのカラーフィルタの配列を説明するための図である。

[図11]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタの透過率スペクトルを示すグラフである。

[図12]同、撮像センサのカラーフィルタの配列を説明するための図である。

[図13]同、カラーフィルタの配列を説明するための図である。

[図14]同、カラーフィルタの配列を説明するための図である。

[図15]同、各カラーフィルタの特性を説明するための図である。

[図16]同、撮像装置における信号処理を説明するためのブロック図である。

[図17]本発明の第4の実施の形態のカラーフィルタの配列を説明するための図である。

[図18]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタの青Bの透過率スペクトルを示すグラフである。

[図19]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタの緑Gの透過率スペクトルを示すグラフである。

[図20]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタの赤Rの透過率スペクトルを示すグラフである。

[図21]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタのクリアCの透過率スペクトルを示すグラフである。

[図22]本発明の第5の実施の形態の撮像センサを示すブロック図である。

[図23]同、撮像センサを示す断面図である。

[図24]同、撮像センサの他の例を示す断面図である。

[図25]同、撮像センサによる2系統の画像信号の出力を説明するための図である。

[図26]本発明の第6の実施の形態の撮像装置を示すブロック図である。

[図27]同、撮像センサを示す概略図である。

[図28]同、赤外領域を有するカラーフィルタの配列パターンを説明するため

の図である。

[図29]同、前記撮像センサのDBPFとカラーフィルタの透過率スペクトルを示すグラフである。

[図30]同、ハイライト部で輝度が下がる理由を説明するためのR信号の図である。

[図31]同、ハイライト部で輝度が下がる理由を説明するためのG信号の図である。

[図32]同、ハイライト部で輝度が下がる理由を説明するためのB信号の図である。

[図33]同、ハイライト部で輝度が下がる理由を説明するためのIR信号の図である。

[図34]同、IR信号のRGBの各色信号に対応したクリップレベルを示す図である。

[図35]同、RGBの各色信号からクリップされたIR信号を減算することを説明するための図であって、(a)はR信号の場合を示し、(b)はG信号の場合を示し、(c)はB信号の場合を示す図である。

[図36]同、ホワイトバランス処理を説明するための図であって、(a)は、R-Y信号とB-Y信号の平面における白に設定される領域を示し、(b)は白に設定される輝度レベルの範囲を示す図である。

[図37]同、IR信号が減算された後のRGBの各信号のクリップの出力レベルを合わせる方法を説明するための図である、

[図38]同、前記撮像処理装置の信号処理部を示すブロック図である。

[図39]同、別例としての信号処理部を示すブロック図である。

[図40]本発明の第7の実施の形態のRGBCのカラーフィルタの飽和レベルを説明するための図である。

[図41]同、計算により求められるIR信号が実際のIR信号より信号レベルが高くなることを説明するための図である。

[図42]同、ハイライト部で輝度が下がる理由を説明するためのRGBC信号

の図である。

[図43]同、分離デバイスを説明するためのブロック図である。

[図44]同、クリップレベル計算デバイスを説明するためのブロック図である。

[図45]同、R G B C信号のクリップレベルを説明するための図である。

[図46]同、I R信号のクリップレベルを説明するための図である。

[図47]同、R G B C信号のクリップレベルを説明するための図である。

[図48]同、分離デバイスを説明するためのブロック図である。

[図49]同、R G B C Y信号のクリップ処理を説明するための図である。

[図50]本発明の第8の実施の形態のI R信号のクリップレベルを説明するための図である。

[図51]同、R G B C Y信号のクリップ処理を説明するための図である。

[図52]同、分離デバイスを説明するためのブロック図である。

[図53]同、I R信号生成デバイスを説明するためのブロック図である。

発明を実施するための形態

[0052] 以下、図面を参照しながら、本発明の第1の実施の形態について説明する。

本実施の形態の撮像センサ（イメージセンサ）1は、例えば、図1に示すように、CCD（Charge Coupled Device）イメージセンサであるセンサ本体2と、センサ本体2の各画素に対応して赤（R）、緑（G）、青（B）、赤外（I R）の各領域（各色のフィルタ）を所定の配列で配置したカラーフィルタ3と、センサ本体2およびカラーフィルタ3上を覆うカバーガラス4と、カバーガラス4上に形成されたDBPF（ダブル・バンド・パス・フィルタ）5とを備える。

[0053] センサ本体2は、CCDイメージセンサであり、各画素に受光素子としてのフォトダイオードが配置されている。なお、センサ本体2は、CCDイメージセンサに代えてCMOS（Complementary Metal・Oxide Semiconductor）イメージセンサであってもよい。

[0054] センサ本体 2 には、カラーフィルタ 3 が設けられている。カラーフィルタ 3 は、図 5 (a) に示す一般的なベイヤ配列で各画素に配列される R, G, B の 3 つのフィルタ部を有するカラーフィルタ 3 x に対して、1 R のフィルタが加えられている。なお、ベイヤ配列のフィルタにおいては、基本のパターンは、4 行（横の並び）× 4 列（縦の並び）の 16 個の各色のフィルタ部からなっており、例えば、各フィルタ部を F と行数と列数で表すと、1 行目が F 1 1, F 1 2, F 1 3, F 1 4 で、2 行目が F 2 1, F 2 2, F 2 3, F 2 4 で、3 行目が F 3 1, F 3 2, F 3 3, F 3 4 で、4 行目が F 4 1, F 4 2, F 4 3, F 4 4 である。

[0055] ベイヤ配列では、F 1 2, F 1 4, F 2 1, F 2 3, F 3 2, F 3 4, F 4 1, F 4 3 の 8 個のフィルタ部が G とされ、F 1 1, F 1 3, F 3 1, F 3 3 の 4 個のフィルタ部が R とされ、F 2 2, F 2 4, F 4 2, F 4 4 の 4 個のフィルタ部が B とされている。なお、G のフィルタ部の数を R, B のフィルタ部の数の 2 倍としているのは、人間の目が緑に対して高い感受性を有することに基づく。なお、感受性の低い方を高解像度としても人間の目では認識できない可能性があるが、感受性の高い方を高解像度とすれば人間の目で認識できる可能性が高く、より解像度の高い画像と認識される。このベイヤ配列においては、G のフィルタが行方向（水平方向）および列方向（垂直方向）にそれぞれ一つ置きに配置されて市松模様状とされ、残りの部分に R のフィルタ部と、B のフィルタ部が互いに隣接することなく配置されている。

[0056] それに対して、本実施の形態のカラーフィルタ 3 としては、図 5 (b) に示すように、ベイヤ配列における 8 個の G のフィルタ部うちの 4 個を 1 R とすることにより、R が 4 個、G が 4 個、B が 4 個、1 R が 4 個となるカラーフィルタ 3 a が含まれる。すなわち、4 行 4 列の基本配列において、R, G, B, 1 R の 4 種類のフィルタ部が、それぞれ 4 つずつ配置されるとともに、同じ種類のフィルタ部同士は互に行方向および列方向で隣接しないように離れて配置され、各列に R, G, B, 1 R のフィルタ部がそれぞれ 1 つずつ

つ配置され、1行置きにR、G、B、I Rのフィルタ部のうちの2種類のフィルタ部がそれぞれ2つずつ配置されている。

[0057] 具体的には、F 1 1, F 1 3, F 3 2, F 3 4の4個のフィルタ部がRとされ、F 1 2, F 1 4, F 3 1, F 3 3の4個のフィルタ部がI Rとされ、F 2 1, F 2 3, F 4 2, F 4 4の4個のフィルタ部がGとされ、F 3 2, F 3 4, F 4 1, F 4 2の4個のフィルタ部がBとされている。

[0058] この場合にGのフィルタ部が減ることにより、人間の目からは解像度が悪くなったように見える虞があるが、I Rを含む各色が均等に配置され、補完（内挿）処理が容易になる。また、1、2行目と、3、4行目とで、各色の位置が横に一つずれるように配置されている。言い換えれば、1、2行目と、3、4行目とで、色の配置が左右反転した配置となっている。

[0059] このようにすることで、4×4の配置において、各列に各色が1つずつ配置され、1行置きに各色が2つずつ配置されるので、縦方向（垂直方向）より横方向（水平方向）の解像度が高くなり、I Rのフィルタ部を設けることによる水平方向の解像度の低下を抑制できる。なお、カラーフィルタ3 aには、図5（b）に示すカラーフィルタ3 aのパターンを左右反転したもの、上下反転したもの、180度回転させたものも含まれる。また、時計回りに90度回転したもの、270度回転したものを含めてもよい。ただし、90度および270度回転したものは、水平方向より垂直方向の解像度が高くなる。

[0060] また、カラーフィルタ3では、図5（c）に示すカラーフィルタ3 bのように、人間の感受性が高いGを減らさずに、上述のベイア配列のカラーフィルタ3 xのパターンの4つのBのうちの2つをI Rとしてもよい。

このカラーフィルタ3 bは、4行4列の基本配列において、R、G、B、I Rの4種類のフィルタ部のうちのGのフィルタ部が8つ、Rのフィルタ部が4つ、Bのフィルタ部およびI Rのフィルタ部が2つずつ配置されるとともに、同じ種類のフィルタ部同士は互に行方向および列方向で隣接しないように離れて配置されている。

[0061] 具体的には、カラーフィルタ 3 b では、F 1 2, F 1 4, F 2 1, F 2 3, F 3 2, F 3 4, F 4 1, F 4 3 の 8 個のフィルタ部が G とされ、F 1 1, F 1 3, F 3 1, F 3 3 の 4 個のフィルタ部が R とされ、F 2 2, F 4 4 の 2 個のフィルタ部が B とされ、F 2 4, F 4 2 の 2 個のフィルタ部が I R とされている。この場合、ベイヤ配列より B の解像度が劣るが G、R は、ベイヤ配列と同様の解像度となる。なお、カラーフィルタ 3 b には、図 5 (c) に示すカラーフィルタ 3 b のパターンを左右反転したもの、上下反転したもの、180 回転させたものも含まれる。また、時計回りに 90 度回転したもの、270 度回転したものは、左右反転したもの、上下反転したものと同一パターンとなる。

[0062] また、I R の解像度を上げるために、図 5 (d) に示すカラーフィルタ 3 c のように G を減らさずに、上述のベイヤ配列のカラーフィルタ 3 x のパターンの 4 つの B のうちの 2 つを I R とし、4 つの R のうちの 2 つを I R としてもよい。すなわち、カラーフィルタ 3 c は、4 行 4 列の基本配列において、R, G, B, I R の 4 種類のフィルタ部のうちの G のフィルタ部が 8 つ、I R のフィルタ部が 4 つ、R のフィルタ部および B のフィルタ部が 2 つずつ配置されるとともに、同じ種類のフィルタ部同士は互に行方向および列方向で隣接しないように離れて配置されている。

[0063] より具体的には、図 5 (d) に示すように、カラーフィルタ 3 c では、F 1 2, F 1 4, F 2 1, F 2 3, F 3 2, F 3 4, F 4 1, F 4 3 の 8 個のフィルタ部が G とされ、F 1 1, F 3 3 の 2 個のフィルタ部が R とされ、F 2 2, F 4 4 の 2 個のフィルタ部が B とされ、F 1 3, F 2 4, F 3 1, F 4 2 の 4 個のフィルタ部が I R とされている。この場合には、R と B の解像度はベイヤ配列より低下するが、G の解像度は維持され、I R の解像度を確保することができる。なお、カラーフィルタ 3 c には、図 5 (d) に示すカラーフィルタ 3 b のパターンを左右反転したもの、上下反転したもの、180 回転させたものも含まれる。また、時計回りに 90 度回転したもの、270 度回転したものは、左右反転したもの、上下反転したものと同一パターン

となる。

[0064] カラーフィルタ3のRのフィルタ部、Gのフィルタ部およびBのフィルタ部は、それぞれ周知のフィルタを用いることができる。本実施の形態におけるRのフィルタ部、Gのフィルタ部およびBのフィルタ部の透過率スペクトルは、図2、図3および図4のグラフに示すようになっている。図2、図3および図4には、カラーフィルタ3の赤（R）、緑（G）、青（B）、赤外（IR）の各フィルタの透過率スペクトルが示されており、縦軸が透過率を示し、横軸が波長となっている。グラフにおける波長の範囲は、可視光帯域と近赤外帯域の一部を含むもので、例えば、300nm～1100nmの波長範囲を示している。

[0065] 例えば、Rのフィルタ部は、グラフのR（二重線）に示すように、波長600nmで略最大の透過率となり、その長波長側は、1000nmを超えても透過率が略最大の状態が維持された状態となる。

[0066] Gのフィルタ部は、グラフのG（間隔の広い破線）に示すように、波長が540nm程度の部分に透過率極大となるピークを有し、その長波長側の620nm程度の部分に、透過率極小となる部分がある。また、Gのフィルタ部は、透過率極小となる部分より長波長側が上昇傾向となり、850nm程度で透過率が略最大となる。それより長波長側では、1000nmを超えても透過率が略最大となった状態となっている。Bのフィルタ部は、グラフのB（間隔の狭い破線）に示すように、波長が460nm程度の部分に透過率が極大となるピークを有し、その長波長側の630nm程度の部分に、透過率が極小となる部分がある。また、それより長波長側が上昇傾向となり、860nm程度で透過率が略最大となり、それより長波長側では、1000nmを超えても透過率が略最大となった状態となっている。IRのフィルタ部は、780nm程度から短波長側の光を遮断し、1020nm程度から長波長側の光を遮断し、820nm～920nm程度の部分が透過率が略最大となっている。

[0067] R、G、B、IRの各フィルタ部の透過率スペクトルは、図2等にも示すも

のに限られるものではないが、現在、一般的に使用されているカラーフィルタ 3 では、これに近い透過率スペクトルを示すと思われる。なお、透過率を示す横軸の 1 は、光を 100% 透過することを意味するものではなく、カラーフィルタ 3 において、例えば、最大の透過率を示すものである。

[0068] カバーガラス 4 は、センサ本体 2 およびカラーフィルタ 3 を覆って保護するものである。

DBPF 5 は、ここでは、カバーガラス 4 に成膜された光学フィルタである。DBPF 5 は、可視光帯域に透過特性を有し、可視光帯域の長波長側に隣接する第 1 の波長帯域に遮断特性を有し、前記第 1 の波長帯域内の一部分である第 2 の波長帯域に透過特性を有する光学フィルタである。

[0069] すなわち、図 2 のグラフに示すように、DBPF 5 は、グラフで DBPF (実線) に示すように、DBPF (VR) で示す可視光帯域と、可視光帯域に対して長波長側の少し離れた位置の DBPF (IR) で示す赤外帯域 (第 2 の波長帯域) の 2 つの帯域の透過率が高くなっている。また、可視光帯域の透過率の高い帯域としての DBPF (VR) は、例えば、370 nm ~ 700 nm 程度の波長帯域となっている。また、赤外側で透過率が高い第 2 の波長帯域としての DBPF (IR) は、例えば、830 nm ~ 970 nm 程度の帯域となっている。

[0070] 本実施の形態では、上述のカラーフィルタ 3 の各フィルタ部の透過率スペクトルと、DBPF 5 の透過率スペクトルの関係が以下のように規定されている。

すなわち、DBPF 5 の透過率スペクトルの赤外光を透過する第 2 の波長帯域となる DBPF (IR) は、R のフィルタ部、G のフィルタ部、B のフィルタ部の全てが類最大の透過率となって各フィルタ部で透過率が略同じとなる図 2 に示す波長帯域 A 内に含まれ、かつ、IR のフィルタ部の略最大の透過率で光を透過する波長帯域 B 内に含まれるようになっている。

[0071] ここで、R、G、B の各フィルタ部の透過率が略同じになる波長帯域 A とは、各フィルタ部の透過率の差が透過率で 10% 以下である部分とする。

なお、この波長帯域 A より短波長側では、透過率が略最大の R のフィルタ部に対して、G、B のフィルタ部の透過率が低くなる。DBPF5 では、この R、G、B の各フィルタ部の透過率に差がある部分が、可視光帯域の透過率が高い部分である DBPF (VR) と、赤外光帯域の第 2 の波長帯域の透過率の高い部分である DBPF (IR) との間の DBPF5 の光を略遮断する透過率が極小となる部分に対応する。すなわち、赤外側では、R、G、B の各フィルタ部の透過率の差が大きくなる部分の光の透過がカットされ、それより長波長側で各フィルタ部の透過率が略最大となって透過率が略同じになる波長帯域 A で光を透過するようになっている。

[0072] 以上のことから、本実施の形態において、赤外光カットフィルタに代えて用いられる DBPF5 では、可視光帯域だけではなく、赤外光側の第 2 の波長帯域にも光を透過する領域があるため、可視光によるカラー撮影に際して、第 2 の波長帯域を通過した光の影響を受けることになるが、上述のように第 2 の波長帯域が R、G、B の各フィルタ部で透過率が異なる部分の光を透過せず、各フィルタ部の透過率が略最大となって略同じ透過率となる波長帯域の光だけを透過するようになっている。

[0073] また、DBPF5 の第 2 の波長低域においては、IR のフィルタ部で透過率が略最大となる部分の光を透過するようになっている。したがって、略同じ光が照射される極めて近接した 4 つの画素に R、G、B、IR のフィルタ部がそれぞれ設けられていると仮定した場合に、第 2 の波長帯域においては、R のフィルタ部、G のフィルタ部、B のフィルタ部、IR のフィルタ部で略同様に光が通過することになり、赤外側の光としては、IR を含む各フィルタ部で略同じ光量の光が撮像センサ本体の上述の画素のフォトダイオードに至ることになる。すなわち、R、G、B の各フィルタを透過する光のうちの赤外側の第 2 の波長帯域を通過する光の光量は、IR のフィルタ部を通過する光の光量と同様となる。上述のように仮定した場合に、基本的に R、G、B の各フィルタを透過した光を受光したセンサ本体 2 からの上述のように仮定された画素の出力信号と IR のフィルタを通過した光を受光したセンサ

本体 2 からの上述のように仮定された画素の出力信号との差分が、各 R, G, B のフィルタ部で通過した赤外側の光をカットした R, G, B それぞれの可視光部分の出力信号となる。

[0074] 実際には、カラーフィルタ 3 (3 a, 3 b, 3 c) の各パターンに示したように、センサ本体 2 の各画素に R, G, B, I R のいずれか 1 つのフィルタ部が配置されることになり、各画素に照射される各色の光のそれぞれの光量が異なるものとなる可能性が高いので、例えば、各画素において、周知の内挿法 (補間法) を用いて、各画素の各色の輝度を求め、この補間された各画素の R, G, B の輝度と、同じく補間された I R の輝度との差分をそれぞれ R, G, B の輝度とすることが可能である。なお、R, G, B の各色の輝度から赤外光成分を除く画像処理方法は、これに限られるものではなく、最終的に R, G, B の各輝度から第 2 の波長帯域を通過した光の影響をカットできる方法であれば、いずれの方法を用いてもよい。いずれの方法においても、D B P F 5 が、赤外側で R, G, B のフィルタ部の透過率が 10 % より異なる部分、すなわち、透過率が所定割合より異なる部分をカットしているので、各画素において、赤外光の影響を除く処理が容易となる。

[0075] また、この撮像センサ 1 の用途としては、カラー撮影と、赤外光撮影との両方が可能な撮像装置において、撮像センサとして用いることである。一般的には、通常の撮影をカラー撮影で行い、夜間に可視光の照明を用いることなく、人間には認識困難な赤外光の照明を用いて赤外撮影することが考えられる。例えば、各種監視カメラ等において、夜間照明を必要としないか、夜間照明されないことが好ましい場所での夜間撮影に際し、赤外光照明を用いた赤外光による夜間撮影を行うことが考えられる。また、野生動物の観察のための昼間の撮影と夜間の撮影などの用途にも用いることができる。

[0076] 赤外光撮影を夜間撮影として用いる場合には、赤外光であっても可視光と同様に、夜間は光量が不足するので、赤外光照明が必要となる。図 3 に示す D B P F 5 の透過率スペクトルは、R, G, B, I R の各フィルタ部の透過率スペクトルと、赤外光照明用の光、例えば、照明用赤外光 L E D の発光ス

ペクトルを考慮して決定されたものである。図3では、図2と同様の各色のフィルタ部の透過率スペクトルR、G、B、IRと、DBPF5の透過率スペクトルDBPFに加えて、LED照明の発光スペクトルIR-lightが図示されている。

[0077] 図3に示すDBPFの赤外光を透過する部分であるDBPF(IR)で示す第2の波長帯域は、図2に示すDBPFと同様に、Rのフィルタ部、Gのフィルタ部、Bのフィルタ部の全てが略最大の透過率となって各フィルタ部で透過率が略同じとなる図2に示す波長帯域A内に含まれ、かつ、IRのフィルタ部の最大の透過率で光を透過する波長帯域B内に含まれるようになっている。

[0078] それに加えて、上述の波長帯域Aと波長帯域Bとの両方に含まれる赤外光照明の発光スペクトルのピークとなる波長帯域の略全体がDBPF(IR)の波長帯域に含まれるようになっている。なお、赤外光撮影を夜間の自然光ではなく、赤外光照明下で行う場合にDBPF(IR)で示す第2の波長帯域が赤外光照明の光学スペクトルのピーク幅より広い必要はなく、赤外光照明のスペクトルが上述の波長帯域Aおよび波長帯域Bの両方に含まれる場合に、赤外光照明の発光スペクトルの例えば860程度を頂点とするピークのピーク幅と略同様のピーク幅で第2の波長帯域としてDBPF(IR)で示されるDBPF5の透過率のピーク部分を設けてもよい。

[0079] すなわち、図3においては、IR-lightで示す赤外光照明の発光スペクトルにおけるピークが上述の波長帯域Aおよび波長帯域Bの短波長側にあり、DBPF(IR)で示すDBPFの第2の波長帯域が波長帯域Aおよび波長帯域Bの短波長側部分のIR-lightにおける発光スペクトルのピークと略重なるようになっている。

[0080] また、図4に示すグラフも、図3に示すフラフと同様に、図2に示すグラフに赤外光照明の発光スペクトルを加えるとともに、DBPF5の透過率スペクトルの赤外側の透過率が高い部分であるDBPF(IR)で示す第2の波長帯域を上述の赤外光照明のIR-lightで示す発光スペクトルのピ

ークに合わせたものである。

[0081] 図4においては、赤外光照明として、図3に示す場合よりも発光スペクトルのピークの波長が長いものを用いており、このピークは、上述の波長帯域Aおよび波長帯域Bに含まれるとともに、波長帯域Aおよび波長帯域Bの長波長側に存在する。それに対応してDBPF5のDBPF(IR)で示す第2の波長帯域が上述の波長帯域Aおよび波長帯域B内で赤外照明のIR-lightで示されるピークと略傘なるように設けられている。

[0082] なお、DBPF5の第2の波長帯域は、図2、図3、図4のいずれに示すものであってもよく、第2の波長帯域が上述の波長帯域Aと波長帯域Bとの両方に含まれていればよい。また、夜間の赤外光撮影で用いられる赤外光照明の発光スペクトルのピークとなる波長帯域が決まっている場合に、その波長帯域を上述の波長帯域Aと波長帯域Bの両方に含まれるようにするとともに、赤外光照明の発光スペクトルのピークにDBPF5の第2の波長帯域を合わせることが好ましい。

[0083] このような撮像センサにあっては、DBPF5の赤外側で光を透過する第2の波長帯域が、R、G、B、IRの各フィルタ部の赤外側で、各フィルタ部の透過率が略最大となって、各フィルタ部の透過率が略同じと波長帯域Aに含まれるとともに、IRのフィルタ部の透過率が略最大となる波長帯域Bに含まれる。言い換えれば、可視光帯域より長波長側で、R、G、Bの各フィルタの透過率がRのフィル部だけ略最大となって、G、Bのフィルタ部は透過率が略最大となっていないことにより、R、G、Bの各フィルタ部の透過率が略同じとならずに異なる部分の光は、DBPF5によりカットされる。

[0084] すなわち、R、G、B、IRの各フィルタ部では、赤外側で第2の波長帯域の光が透過するようになっていることから各フィルタ部における赤外側の透過率が全て略同じとなり、第2の波長帯域となる光が同じ光量で照射されれば、R、G、B、IRの各フィルタ部における透過光量が同じになる。これにより、上述のようにR、G、Bの各フィルタ部に対応する画素からの出

力信号に基づく色を補正し、カラー撮影時の色の第2の波長帯域を通過する赤外光による影響を抑制した画像を容易に得ることができる。

[0085] また、第2の波長帯域を上述の波長帯域Aと波長帯域Bに含まれる赤外光照明の発光スペクトルのピークに対応させることにより、赤外光照明の光を効率的に用いられるとともに、第2の波長帯域の幅を狭めて、カラー撮影時に、第2の波長帯域を通過する赤外光の影響を小さくすることができる。

[0086] 図6は、本実施の形態の撮像センサ1を用いた撮像装置10を示すものである。撮像装置10は、撮影用のレンズ11と、DBPF5を備えた撮像センサ1と、撮像センサ1から出力される出力信号13を処理して、上述の内装処理や、カラー撮影時の第2の波長帯域を通過した赤外光の影響を除去する画像処理や、ガンマ補正や、ホワイトバランスや、RGBマトリックス補正等の画像処理を画像信号に施す信号処理部（信号処理デバイス）12とを備える。画像処理部からは可視のカラー画像の出力信号14と、赤外光画像の出力信号15が出力可能になっている。

[0087] レンズ11は、撮像装置10の撮像センサ1上に像を結ぶ光学系を構成するものである。レンズ11は、例えば、複数のレンズから構成されている。

[0088] 図7は、撮像装置10の信号処理部12における信号処理をブロック図で示したものである。R、G、B、IRの各画素の出力信号は、各内装処理ブロック21r、21g、21b、21irに送られる。各内装処理ブロック21r、21g、21b、21irでは、例えば、図8に示すように、上述のカラーフィルタ3bの場合に、内挿処理（補間処理）により各フレーム毎の画像データにおいて、それぞれ、全ての画素が赤Rで表された画像データ20r、全ての画素が緑Gで表された画像データ20gと、全ての画素が青Bで表された画像データ20bと、全ての画素が赤外IRで表された画像データ20irとするようにR、G、B、IRの信号を変換する。なお、内挿処理方法は、周知の方法を用いることができる。

[0089] 次に、赤外光除去信号作成ブロック22r、22g、22b、22irにおいて、上述の第2の波長帯域から受光される赤外光の影響を除去するため

に、R、G、Bの各色の信号から減算する信号をI Rの信号から生成する。この赤外光除去信号作成ブロック22r、22g、22bでR、G、B毎に作成された信号を、R、G、Bの各色の信号から減算する。この場合に、上述のように同じ画素では、基本的にR、G、Bの各信号からI Rの信号を除去すればいいので、処理が容易になる。実際には、各画素のフィルタ部の特性等により各色の画素毎に感度が異なるので、R、G、Bの各画像毎にR、G、Bの各信号から減算する信号をI Rの信号から作成する。

[0090] 次に、R、G、Bの各信号は、画像処理ブロック23において、行列式を用いてR、G、Bの各信号を変換して色を補正する周知のRGBマトリックス処理と、画像で白となる部分でR、G、Bの各信号の出力値が同じとなるようにする周知のホワイトバランス処理、ディスプレイ等への画像出力のための補正である周知のガンマ補正を行う。次いで、輝度マトリックスブロック24において、R、G、Bの各色の信号に係数を乗算して輝度Yの信号を生成する。また、青Bの信号と、赤Rの信号から輝度Yの信号を除算することにより、 $R - Y$ と $B - Y$ の色差信号を算出し、Y、 $R - Y$ 、 $B - Y$ の信号を出力する。

また、I Rの信号は、基本的に白黒のグラディエーションの画像として出力される。

[0091] このような撮像装置10では、上述の撮像センサ1で説明したように、カラー画像から赤外光の影響を除去する画像処理を容易に行うことができ、色再現性に優れた可視のカラー画像を得られる。また、このような撮像装置の開発コストの低減を図ることができる。

上述のように、可視光撮影における画像処理により第2の波長帯域を通過した赤外光の影響をカットする際に、R、G、Bの各フィルタ部の互いに透過率が大きく異なる部分は、DBPFにより物理的にカットされていることになり、画像処理では、R、G、Bの各フィルタ部の赤外側で透過率が略最大となった部分のI R光をカットする処理を行えばいいことになる。この場合に、画像処理が容易になり、従来の赤外光カットフィルタを用いた場合と

同様の色再現性を有するカラー画像データを得ることが可能となる。

[0092] 例えば、R、G、Bの各フィルタ部を通過してフォトダイオードに至る光は、可視光域の各フィルタ部を透過した可視光と、R、G、Bの各フィルタ部で同様となるとともに、IRのフィルタ部で同様となる第2の波長帯域を通過した赤外光となる。したがって、撮像センサ1のR、G、Bの内挿処理後の各出力信号から、例えば、各色のフィルタ部に基づく感度等の特性に合わせて補正した内挿処理後のIRの出力信号を減算することにより、赤外カットフィルタを用いた場合に近い色再現性を得ることができる。

[0093] なお、光を透過する第2の波長帯域に、R、G、Bの各フィルタ部での透過率に透過率で10%より大きな差がある波長帯域が含まれると、実質的に各フィルタ部を通過した光からカットすべき赤外光の量を求めることが困難になり、赤外光カットフィルタを用いた場合と同様の色再現性を有する画像データを画像処理で得ることが困難である。

[0094] 次に、本発明の第2の実施の形態の撮像装置を説明する。

図9に示すように第2の実施の形態の撮像装置10aは、撮像センサ1にDBPF5を設けるのではなく、レンズ11にDPBFを設けたものである。

撮像装置10aは、DBPF5を備えた撮影用のレンズ11と、撮像センサ1と、撮像センサ1から出力される出力信号13を処理して、上述の内装処理や、カラー撮影時の第2の波長帯域を通過した赤外光の影響を除去する画像処理や、ガンマ補正や、ホワイトバランスや、RGBマトリックス補正等の画像処理を画像信号に施す信号処理部12とを備える。画像処理部からは可視のカラー画像の出力信号14と、赤外光画像の出力信号15が出力可能になっている。

[0095] DBPF5とカラーフィルタ3は、第1の実施の形態のDBPF5とカラーフィルタ3と同様のものであり、カラーフィルタ3のR、G、B、IRの各フィルタ部の透過率と、DPBF5の第2の波長帯域DBPF(IR)の関係も第1の実施の形態と同様になっている。したがって、第1の実施の形

態と異なり、レンズ 11 に DBPF 5 が設けられていても、第 1 の実施の形態の撮像装置 10 と同様の作用効果を奏することができる。なお、DBPF 5 は、撮像装置 10 a の光学系に設けられ、撮像センサ 1 に至る光に対して、可視光帯域 (DBPF (VR)) と、赤外側の第 2 の波長帯域 (DBPF (IR)) との光を透過させ、可視光帯域の短波長側と、第 2 の波長帯域の長波長側と、可視光帯域と第 2 の波長帯域との間の波長帯域とで光を遮断するようになっていればどこに設けられていてもよい。

[0096] 次に、本発明の第 3 の実施の形態の撮像センサおよび撮像装置を説明する。第 3 の実施の形態の撮像センサ 1 および撮像装置は、カラーフィルタ 3 の一部の構成と、RGB の各信号からの IR 成分の除去方法が異なるものとなっているが、その他の構成は第 1 の実施の形態と同様となっており、以下にカラーフィルタ 3 と、IR 成分の除去方法について説明する。

[0097] 本実施の形態において、カラーフィルタ 3 e (RGBC の構成 1) は、例えば、図 10 に示すように、上述のベイア配列のカラーフィルタ 3 x のパターンの 4 つの B のうちの 2 つを C とし、4 つの R のうちの 2 つを C とし、8 つの G のうちの 4 つを C としている。すなわち、カラーフィルタ 3 e は、4 行 4 列の基本配列において、R, G, B, C の 4 種類のフィルタ部のうちの G のフィルタ部が 4 つ、C のフィルタ部が 8 つ、R のフィルタ部および B のフィルタ部が 2 つずつ配置されるとともに、同じ種類のフィルタ部同士は互に行方向および列方向で隣接しないように離れて配置されている。したがって、8 つ配置される C のフィルタ部は市松模様となるように配置される。ここで、C とは、クリアなフィルタ部として素通しの状態を示すもので、基本的に可視光帯域から近赤外の波長帯域まで透過特性を有するものとなっており、ここでは、可視光帯域において $C = R + G + B$ としている。なお、クリアとなる C は、RGB の 3 色が透過することから白色光、すなわちホワイト (W) ということができ、 $C = W = R + G + B$ となる。したがって、C は、可視光帯域の略全波長帯域の光量に対応することになる。

[0098] ここで、図 11 のカラーフィルタ 3 e および DBPF 5 の透過率スペクト

ル（分光透過特性）を示すグラフに示すように、R、G、Bの各フィルタ部で可視光帯域の長波長側では透過特性があり、クリアなフィルタ部であるCのフィルタ部においても可視光帯域の長波長側で光が透過するようにうなっている。これに対してDBPF5を用いることにより、第1の実施の形態と同様に、可視光帯域より長波長側を透過する赤外を第2の波長帯域となるように制限することになり、R、G、B、Cのフィルタ部とDBPF5を通過する光量がR、G、B、Cの各フィルタ部でほぼ同じ（近似）になり、可視光帯域では、R、G、B、Cの各フィルタ部の波長に応じた透過特性が異なる。

[0099] なお、第1および第2の実施の形態においても、可視光帯域より長波長側を透過する赤外を第2の波長帯域となるように制限することになり、R、G、B、IRのフィルタ部とDBPF5を通過する光量がR、G、B、IRの各フィルタ部でほぼ同じになり、可視光帯域では、R、G、B、IRの各フィルタ部の波長に応じた透過特性が異なる。

[0100] これにより、第3の実施の形態においても、各画素のIR補正を精度良く行い、色再現性が高い可視画像の生成が可能になる。すなわち、第1の実施の形態のように可視光帯域の略全波長域に遮断特性を有し、可視光帯域より長波長側の赤外に透過特性を有する上述のIRのフィルタ部を備えなくても、Cのフィルタ部を備えることにより、IR信号を下記の式で計算できる。

[0101] 以下の説明で、C(W)、R、G、B、IRは、撮像センサ1からの出力信号のレベルを示すが、C(W)、R、G、Bは、可視光帯域のレベルを示し、赤外成分を含まないものとする。

ここで、カラーフィルタ3eを $C=W \div R+G+B$ と設計し、RGBの各信号から除去すべきIR信号を IR' とすると、

$$IR' = ((R+IR) + (G+IR) + (B+IR) - (C+IR)) / 2 = IR + (R+G+B-C) / 2$$

$IR' \div IR$ となる。なお、IRは計測等により求められる実際の値を示し、 IR' は、計算により求められる値を示す。各フィルタより、 IR' を

減算することにより、I R補正ができる。

すなわち、

Rフィルタ (R + I R) :

$$R' = (R + I R) - I R' = R - (R + G + B - C) / 2$$

Gフィルタ (G + I R) :

$$G' = (G + I R) - I R' = G - (R + G + B - C) / 2$$

Bフィルタ (B + I R) :

$$B' = (B + I R) - I R' = B - (R + G + B - C) / 2$$

C (=W) フィルタ (W + I R) :

$$W' = (C + I R) - I R' = C - (R + G + B - C) / 2$$

となる。

[0102] これにより、カラーフィルタ3において、I Rのフィルタ部に代えてクリアなCのフィルタ部を用いてもDBPF5により各フィルタ部のI Rの透過率を近似させることができ、上述のようにI R成分を求めて、これを各フィルタ部の信号から取り除くことで、色再現性を向上することができる。

[0103] なお、このような計算は、上述のように内挿法により、例えば、各画素で、 $R + I R$ 、 $G + I R$ 、 $B + I R$ 、 $C + I R$ を求め、各画素で上述の計算を行うことになる。なお、 $C = W \div R + G + B$ と設計するものとしたが、必ずしも略正確にこの式に一致する必要はなく、近似していれば、誤差やその他の要によりずれがあってもよく、例えば、10%程度のずれがあってもよい。

[0104] また、Cについては、 $R + G + B$ となることで、画素の受光量が多く飽和し易くなることから、Cのフィルタ部において、可視光帯域における受光量を下げたり、赤外の波長帯域と可視光帯域とを含む波長帯域に渡って受光量を下げたり、各画素における画素を構成する素子部において、受光量に対して蓄積される電荷を減少させたりしてもよい。その際には、それに応じて上述の式を変更する必要がある。

[0105] なお、図12は、R、G、B、Cのカラーフィルタの別の配列を示すもの

で、 2×2 の配列において、R、G、B、Cが均等に1つずつ配置されたものである。

また、従来のR、G、Bのベイヤ配列の場合に、図13に示すように、 2×2 の配列中では、R、Bが1つずつ配置されるとともにGが2つ配置される。

また、この従来のCやIRを含まない配列のうちの1つのGをIRに変更したR、G、B、IRのカラーフィルタの 2×2 の配列は、図14に示すように、R、G、B、IRが1つずつ配置された配列となる。

[0106] このようなカラーフィルタとして、図10に示すRGB-Cの構成1、図12に示すRGB-Cの構成2、図13に示す従来のRGB配列（ベイヤ配列）、図14に示すRGB-IR配列の一例では、図15に示すような特性の違いがある。なお、Cは、RGB等の色の情報を含まないが、光量として輝度の情報を含むものである。

したがって、RGB-C（構成1）センサは、Cの市松配置により、輝度解像度は高いが、RGBの画素がまばらであり、かつ、非対称な配置になるため、解像度が低く、モアレが生じやすい。但し、色信号は、輝度信号に対して、求められる解像度は、 $1/2$ 以下であり低いので、問題ない。また感度が高い。

[0107] RGB-C（構成2）は、従来のRGBセンサと輝度解像度、色解像度は、同程度であり、感度はRGBセンサより高い。RGB-IRセンサは、可視光帯域に透過特性を持たないIRを設けていることで、RGBセンサより、感度が低く、輝度の解像度も低くなる。

すなわち、上述の第1の実施の形態および第2の実施の形態のIRを有するカラーフィルタより、Cを有するカラーフィルタの方が、解像度や感度で有利になる可能性が高い。

[0108] 図16は、図9の信号処理部12における信号処理をブロック図で示したものである。撮像センサ1として、上述のRGB-Cのカラーフィルタ3eを備えたRGB-Cセンサ1を備えるとともに、光学系を構成するレンズ1

1 と、DBPF5を備えている。

RGB-Cセンサ1から $R+IR$ 、 $G+IR$ 、 $B+IR$ 、 $C+IR$ の信号が色分離、IR分離、IR補正を行う分離デバイス51に入力され、内挿処理とIR補正等により、各画素において、R、G、B、W、IRの各信号が求められて出力される。この処理は、上述の式を用いた演算に基づいて行われる。

[0109] 分離デバイス51から出力されるR、G、B、W、IR信号のうちのR、G、Bの各信号が色マトリクスデバイス52に送られ、周知のRGBマトリックス補正等が行われ、RGBの信号が出力される。また、分離デバイス51からのR、G、B、W、IR信号は、輝度生成デバイス53に送られ、設定された輝度を求める式に基づいて、各信号から輝度信号を生成する。

[0110] 色マトリクスデバイスから出力されたRGB信号は、ガンマ処理および色差生成デバイス54に入力されて、周知のガンマ処理が施されるとともに、色差信号として、例えば、 $B-Y$ および $R-Y$ 信号が生成される。また、分離デバイス51およびRGB-Cセンサ1から出力された信号は、BPF（バンドパスフィルタ）55を介して、所定の波長帯域の信号として、ノイズ低減デバイス56でノイズを低減された後に、輝度生成デバイス53から出力される輝度信号とともにエンハンス処理デバイス57で増幅されて、ガンマ処理デバイス58でのガンマ処理を経て輝度・色差信号の輝度信号（Y信号）として出力される。

また、分離デバイス51から出力されるIR信号は、エンハンス処理デバイス59、ガンマ処理デバイス60を経てIR信号として出力される。なお、画像信号の処理においては、後述のクリップ処理が行われるようになっており、クリップ処理については後述する。

[0111] 次に、本発明の第4の実施の形態の撮像センサおよび撮像装置を説明する。第4の実施の形態は、カラーフィルタの各色を一般化したものであり、本発明のカラーフィルタがRGB-IRやRGB-Cに限定されるものでないことを示すものである。以下に、一般化した4色のフィルタ部を持つカラー

フィルタを備えた撮像センサにおける I R 成分の除去方法を説明する。なお、4 色（4 種類）のフィルタ部は、基本的に可視光帯域における波長に応じた透過特性が異なり、かつ、上述の D B P F の第 2 の波長帯域が含まれる波長帯域に、可視光帯域より長波長側の他のフィルタ部との透過率の差が 10 % 以下となる第 3 の波長帯域を備え、この第 3 の波長帯域に、D B P F 5 の第 2 の波長帯域が含まれるものとなっている。これにより、カラーフィルタと D P B F 5 とを用いた場合に、可視光帯域より赤外側の波長に応じた透過特性が各色のフィルタ部で近似することになる。

[0112] さらに、4 種類の画素のフィルタ配置において、カラーフィルタを下記の条件で、設計すると I R を分離できる。

フィルタ配置は、図 17 に示すように 2 × 2 の配置において、4 類のフィルタ部 A、B、C、D が 1 つずつ備えられることが好ましい。

また、可視の波長帯においてなるべく下記の関係が成り立つように A、B、C、D の各フィルタ部を設計することが好ましい。

すなわち、可視光帯域において、

$$K_a A + K_b B + K_c C + K_d D \div 0$$

とする。なお、A、B、C、D は、各フィルタ部の可視光帯域の撮像センサ 1 からの出力信号のレベルを示すものである。

[0113] 可視光帯域より長波長側の I R 領域は、I R の透過率が、A、B、C、D の各フィルタ部の上述の第 3 の波長帯域で略一定となるものとする。なお、I R の透過率が、A、B、C、D の各フィルタ部で、ある I R 透過率の略整数倍になるものであってもよい。このように設計すると（ここでは、I R の透過率が上述のように一定とする）、

$$K_a (A + I R) + K_b (B + I R) + K_c (C + I R) + K_d (D + I R) \div I R (K_a + K_b + K_c + K_d)$$

であるから、I R 信号は、

$$I R' = (K_a (A + I R) + K_b (B + I R) + K_c (C + I R) + K_d (D + I R)) / (K_a + K_b + K_c + K_d)$$

により計算できる。

下記の計算により、A、B、C、Dの各画素に含まれるIR成分を補正できる。

$$A' = (A + IR) - (K_a (A + IR) + K_b (B + IR) + K_c (C + IR) + K_d (D + IR)) / (K_a + K_b + K_c + K_d) = A - (K_a A + K_b B + K_c C + K_d D) / (K_a + K_b + K_c + K_d)$$

$$B' = B + IR - (K_a (A + IR) + K_b (B + IR) + K_c (C + IR) + K_d (D + IR)) / (K_a + K_b + K_c + K_d) = B - (K_a A + K_b B + K_c C + K_d D) / (K_a + K_b + K_c + K_d)$$

$$C' = C + IR - (K_a (A + IR) + K_b (B + IR) + K_c (C + IR) + K_d (D + IR)) / (K_a + K_b + K_c + K_d) = C - (K_a A + K_b B + K_c C + K_d D) / (K_a + K_b + K_c + K_d)$$

$$D' = D + IR - (K_a (A + IR) + K_b (B + IR) + K_c (C + IR) + K_d (D + IR)) / (K_a + K_b + K_c + K_d) = D - (K_a A + K_b B + K_c C + K_d D) / (K_a + K_b + K_c + K_d)$$

ここで、誤差分は、

$(K_a A + K_b B + K_c C + K_d D) / (K_a + K_b + K_c + K_d)$ である。この誤差分は、RGBマトリクスにおいて補正ができる。

実際、各フィルタ部についてのIR成分の透過率は、多少異なるため、下記のとおり、係数補正した信号で補正する。

$$[0114] \quad A' = A + IR * K_{IRa} - K_{IRa} (K_a (A + IR * K_{IRa}) + K_b (B + IR * K_{IRb}) + K_c (C + IR * K_{IRc}) + K_d (D + IR * K_{IRd})) / (K_a * K_{IRa} + K_b * K_{IRb} + K_c * K_{IRc} + K_d * K_{IRd})$$

$$[0115] \quad B' = B + IR * K_{IRb} - K_{IRb} (K_a (A + IR * K_{IRa}) + K_b (B + IR * K_{IRb}) + K_c (C + IR * K_{IRc}) + K_d (D + IR * K_{IRd})) / (K_a * K_{IRa} + K_b * K_{IRb} + K_c * K_{IRc} + K_d * K_{IRd})$$

$$[0116] \quad C' = C + IR * KIRc - KIRc (Ka (A + IR * KIRa) + Kb (B + IR * KIRb) + Kc (C + IR * KIRc) + Kd (D + IR * KIRd)) / (Ka * KIRa + Kb * KIRb + Kc * KIRc + Kd * KIRd)$$

$$[0117] \quad D' = D + IR * KIRd - KIRd (Ka (A + IR * KIRa) + Kb (B + IR * KIRb) + Kc (C + IR * KIRc) + Kd (D + IR * KIRd)) / (Ka * KIRa + Kb * KIRb + Kc * KIRc + Kd * KIRd)$$

[0118] なお、DBPFを使った時の各フィルタの分光透過特性は、図11に示すようになる。なお、フィルタ部の例としては、 $R + IR$ 、 $G + IR$ 、 $B + IR$ 、 $C + IR$ となる4種類のフィルタ部を使った例であるが、 IR の部分が一定または互いに整数倍の関係となり、 $KaA + KbB + KcC + KdD \div 0$ となるようにカラーフィルタが設計されていれば、各フィルタ部は、 $R + IR$ 、 $G + IR$ 、 $B + IR$ 、 $C + IR$ に限られるものではない。

[0119] 図18に、Bのフィルタ部とDBPF5を合わせた分光透過を示し、図19に、Gのフィルタ部とDBPF5を合わせた分光透過を示し、図20に、Bのフィルタ部とDBPF5を合わせた分光透過を示し、図21に、C(W)のフィルタ部とDBPF5を合わせた分光透過を示す。

[0120] 各分光透過特性は、上述の各式に示すように、可視のR透過域、可視のG透過域、可視のB透過域、 IR 透過領域の4つの透過率を足し合わせたものになっている。このことから、4種類以上のフィルタの値から、各可視のR透過域、可視のG透過域、可視のB透過域、 IR 透過領域の信号値を計算できる。なお、分光透過特性は、上述の各a、B、C、Dの各分校透過特性を示す式に基づいて決定され。これらのうちの二つのフィルタの分光透過特性の組み合わせから6通り決定される。

[0121] 次に、本発明の第5の実施の形態を説明する。

可視光帯域の信号と、それより長波長側の赤外の信号を出力する撮像センサ1をスマートフォン等に搭載する場合に、スマートフォン側では、撮像セ

ンサ 1 からの信号を処理する回路が、メインの演算処理装置として機能する SOC (System On Chip) 上にある場合に、撮像センサから出力される RGB の信号が上述のように IR 成分を含み、この IR 成分を除去するような処理を必要とすると、SOC の設計変更を余儀なくされる可能性がある。また、スマートフォンに SOC 以外に上述の IR 補正を行う回路を設ける必要が生じる。これらの場合に、可視光と赤外の両方の画像信号を出力可能な撮像センサのスマートフォン等の機器への導入に際して、撮像センサ以外の部分でもコストの増加が生じてしまう。

[0122] そこで、本実施の形態では、撮像センサ 1 からの可視光帯域から出力される画像信号を従来と同様の信号とする回路を撮像センサに組み込んだものである。図 22 に示すように、撮像センサ 101 は、上述の撮像センサ 1 と略同様の構成となる撮像部 102 と、IR 補正・分離回路 103 を備えるものとなっており、IR 補正・分離回路 103 からは、例えば、可視の RGB 信号と、IR 信号が出力される。なお、IR 補正・分離回路 103 は、字後述の信号レベルのクリップに係わる処理を行う回路を含む。

[0123] この場合に、RGB 信号と IR 信号を出力するため、撮像センサ 101 のピン数が増加するが、CSI-2 などのシリアル出力規格で出力することにより、ピン数の増加を抑えることができる。ここで、可視の RGB 信号は、RGBG のベイヤ配列の撮像センサの RAW 信号出力、または、YUYV (YCb、YCr) 信号として出力する。また、IR 信号を単色の信号として出力することにより、スマートフォンやフューチャーフォンの SOC を変更することなく、RGB-IR センサ、RGB-C センサにより、可視と近赤外の同時撮像を活用できる。

[0124] 撮像センサ 101 の構造は、例えば、図 23 に示すように積層型のスタック構造となり、例えば、1 枚の基板 110 上に IR 補正・分離回路 103 を構成する集積回路のチップを搭載するとともに、その上に重ねて、撮像部 102 を構成するチップが配置される。撮像部 102 の上にはカバーガラス 111 が配置されている。基板 110 の底面には、半田ボール 115 が配置さ

れている。

[0125] また、図24に示すように、撮像センサ101の構造は、2枚の基板110を上下に間隔をあけて上下に重ねて配置し、下の基板110上にIR補正・分離回路103のチップを配置し、上の基板110上に撮像部102のチップを配置し、その上にカバーガラス111を配置するようになっていてもよい。

[0126] 現在、積層のスタック構造で、小型のパッケージを実現することが可能である。すなわち、IR補正・分離回路103と撮像部102を上述のように上下に積層して、1パッケージのセンサとすることは可能である。この方法でも、1パッケージで、IR補正・分離回路を内蔵する撮像センサ101を実現することができる。このように、補正分離回路を内蔵しなくても、小型の可視／近赤外光の同時撮像が可能で、スマートフォンなどに活用できる小型のセンサを実現できる。スマートフォンでは、IRセンサにより虹彩認証などの生体認証、3Dキャプチャなどの機能をもち、かつ、可視の動画／静止画の撮像を、1つのセンサで実現できる。

[0127] すなわち、赤外センサを用いて、生体認証等を行う場合には、例えば、赤外センサをカメラと別に設置することが考えられるが、この場合に新たな赤外センサの追加により、コストアップやスペース効率の悪化等が考えられるがこれらを抑制することができる。

[0128] 図25に、IR補正+内挿によるRGBのベイヤ配置と同様の信号出力の模式図を示す。水平垂直走査で、R、IR、R、IR、・・・／G、B、G、B、・・・と線順次で、R／IRとG／Bが出力され、この信号に対して、IR補正／IR分離を行い、また、IRの画素の位置は、近傍のG信号より内挿してG'信号を生成して、R、G'、R、G'、・・・／G、B、G、B、・・・と線順次で、可視のR／G'とG／B信号、および、分離したIR信号を出力する。可視のR／G'とG／B信号は、従来のRGBのベイヤ配列のセンサの出力形式と同じであるため、信号処理側では、従来と同じ信号処理回路で処理を行うことができる。また、IR信号は、そのまま、単

色の信号であるため、信号処理部では、やはり、通常の白黒信号の処理で処理が可能である。

[0129] 以上の構成により、従来の信号処理回路で、処理回路の変更を最少にして、RGB-I Rセンサの出力を処理することができ、また、スマートフォンなどで、スペースの増加なく、I R撮像による生体認証、3Dキャプチャなどの新規の機能を実装することが可能となる。

[0130] また、以上は、RGB-I Rセンサについて、説明したが、RGB-Cセンサを使う可視／近赤外同時撮像においても、I R補正分離の回路をセンサに内蔵して、従来のRGBのベイア配列のセンサの出力形式の可視信号と、I R信号を出力するように構成することにより、同様の効果を得ることができる。

[0131] 次に、本発明の第6の実施の形態を説明する。

図26に示すように、本実施の形態の撮像装置10は、撮影用の光学系であるレンズ11と、DBPF5を備えた撮像センサ1と、撮像センサ1から出力される出力信号13を処理して、上述の内装処理や、カラー撮影時の第2の波長帯域を通過した赤外光の影響を除去する画像処理や、ガンマ補正や、ホワイトバランスや、RGBマトリックス補正等の画像処理を画像信号に施す信号処理部（信号処理デバイス：減算制御デバイス）12とを備える。信号処理部12からは可視のカラー画像の出力信号14（可視画像信号）と、赤外光画像の出力信号15（赤外画像信号）が出力可能になっている。

[0132] レンズ11は、撮像装置10の撮像センサ1上に像を結ぶ光学系を構成するものである。レンズ11は、たとえば、複数のレンズから構成されている。

[0133] 撮像センサ（イメージセンサ）1は、たとえば、図27に示すように、CCD（Charge Coupled Device）イメージセンサであるセンサ本体2と、センサ本体2の各画素に対応して赤（R）、緑（G）、青（B）、赤外（I R）の各領域（各色のフィルタ）を所定の配列で配置したカラーフィルタ3と、センサ本体2およびカラーフィルタ3上を覆うカバ

ーガラス4と、カバーガラス4上に形成されたDBPF（ダブル・バンド・パス・フィルタ）5とを備える。

[0134] センサ本体2は、CCDイメージセンサであり、各画素に受光素子としてのフォトダイオードが配置されている。なお、センサ本体2は、CCDイメージセンサに代えてCMOS（Complementary Metal・Oxide Semiconductor）イメージセンサであってもよい。

[0135] センサ本体2には、カラーフィルタ3が設けられている。ここで、赤R、緑G、青Bの各領域があるが赤外IRの領域がないベイヤー配列のカラーフィルタは、基本パターンとなる縦4×横4の16個の領域を有し、8個の領域がGの領域とされ、4個の領域がRとされ、4個の領域がBとされている。それに対して、本実施の形態のカラーフィルタ3としては、図28に示すように、ベイヤー配列における8個のGの領域のうちの4個をIRの領域とすることにより、Rが4個、Gが4個、Bが4個、IRが4個となっている。なお、IRの領域を含むカラーフィルタは、図28に示すカラーフィルタ3に限られるものではなく、様々な配列のカラーフィルタを用いることができる。また、RGBの各領域は、一般的なRGBのフィルタであるが、各色の波長範囲に透過率のピークを備えるとともに、近赤外の波長域に透過性を備えることから、図28において、赤の領域をR+IRとし、緑の領域をG+IRとし、青の領域をB+IRとした。

[0136] 本実施の形態におけるRの領域、Gの領域およびBの領域の透過率スペクトルは、図29のグラフに示すようになっている。すなわち、カラーフィルタ3の赤（R）、緑（G）、青（B）、赤外（IR）の各フィルタの透過率スペクトルが示されており、縦軸が透過率を示し、横軸が波長となっている。グラフにおける波長の範囲は、可視光帯域と近赤外帯域の一部を含むもので、たとえば、300nm～1100nmの波長範囲を示している。

[0137] たとえば、Rの領域は、グラフのR（二重線）に示すように、波長600nmで略最大の透過率となり、その長波長側は、1000nmを超えても透過率が略最大の状態が維持された状態となる。Gの領域は、グラフのG（間

隔の広い破線)に示すように、波長が540nm程度の部分に透過率極大となるピークを有し、その長波長側の620nm程度の部分に、透過率極小となる部分がある。また、Gの領域は、透過率極小となる部分より長波長側が上昇傾向となり、850nm程度で透過率が略最大となる。それより長波長側では、1000nmを超えても透過率が略最大となった状態となっている。Bの領域は、グラフのB(間隔の狭い破線)に示すように、波長が460nm程度の部分に透過率が極大となるピークを有し、その長波長側の630nm程度の部分に、透過率が極小となる部分がある。また、それより長波長側が上昇傾向となり、860nm程度で透過率が略最大となり、それより長波長側では、1000nmを超えても透過率が略最大となった状態となっている。IRの領域は、780nm程度から短波長側の光を遮断し、1020nm程度から長波長側の光を遮断し、820nm~920nm程度の部分が、透過率が略最大となっている。

[0138] R, G, B, IRの各領域の透過率スペクトルは、図29に示すものに限られるものではないが、現在、一般的に使用されているカラーフィルタ3では、これに近い透過率スペクトルを示すと思われる。なお、透過率を示す縦軸の1は、光を100%透過することを意味するものではなく、カラーフィルタ3において、たとえば、最大の透過率を示すものである。

[0139] カバーガラス4は、センサ本体2およびカラーフィルタ3を覆って保護するものである。

DBPF5は、ここでは、カバーガラス4に成膜された光学フィルタである。DBPF5は、可視光帯域に透過特性を有し、可視光帯域の長波長側に隣接する第1の波長帯域に遮断特性を有し、前記第1の波長帯域内の一部分である第2の波長帯域に透過特性を有する光学フィルタである。なお、DBPF5の配置位置は、カバーガラス4に限られるものではなく、撮像センサ1の他の場所に配置されてもよい。また、DBPF5の配置位置は、撮像センサ1に限られるものではなく、レンズ11を含み、撮像センサ1に像を結ばせる光学系に配置されてもよい。

[0140] 図29のグラフに示すように、DBPF5は、グラフでDBPF（実線）に示すように、DBPF（VR）で示す可視光帯域と、可視光帯域に対して長波長側の少し離れた位置のDBPF（IR）で示す赤外帯域（第2の波長帯域）の2つの帯域の透過率が高くなっている。また、可視光帯域の透過率の高い帯域としてのDBPF（VR）は、たとえば、370nm～700nm程度の波長帯域となっている。また、赤外側で透過率が高い第2の波長帯域としてのDBPF（IR）は、たとえば、830nm～970nm程度の帯域となっている。

[0141] 本実施の形態では、上述のカラーフィルタ3の各領域の透過率スペクトルと、DBPF5の透過率スペクトルの関係が以下のように規定されている。

すなわち、DBPF5の透過率スペクトルの赤外光を透過する第2の波長帯域となるDBPF（IR）は、Rの領域、Gの領域、Bの領域の全てが頬最大の透過率となって各領域で透過率が略同じとなる図29に示す波長帯域A内に含まれ、かつ、IRの領域の略最大の透過率で光を透過する波長帯域B内に含まれるようになっている。

[0142] ここで、R、G、Bの各領域の透過率が略同じになる波長帯域Aとは、各領域の透過率の差が透過率で10%以下である部分とする。

なお、この波長帯域Aより短波長側（波長帯域C）では、透過率が略最大のRの領域に対して、G、Bの領域の透過率が低くなる。DBPF5では、このR、G、Bの各領域の透過率に差がある部分が、可視光帯域の透過率が高い部分であるDBPF（VR）と、赤外光帯域の第2の波長帯域の透過率の高い部分であるDBPF（IR）との間のDBPF5の光を略遮断する透過率が極小となる部分に対応する。すなわち、赤外側では、R、G、Bの各領域の透過率の差が大きくなる部分の光の透過がカットされ、それより長波長側で各領域の透過率が略最大となって透過率が略同じになる波長帯域Aで光を透過するようになっている。

[0143] 以上のことから、本実施の形態において、赤外光カットフィルタに代えて用いられるDBPF5では、可視光帯域だけではなく、赤外光側の第2の波

長帯域にも光を透過する領域があるため、可視光によるカラー撮影に際して、第2の波長帯域を通過した光の影響を受けることになるが、上述のように第2の波長帯域がR、G、Bの各領域で透過率が異なる部分の光を透過せず、各領域の透過率が略最大となって略同じ透過率となる波長帯域の光だけを透過するようになっている。

[0144] また、DBPF5の第2の波長低域においては、IRの領域で透過率が略最大となる部分の光を透過するようになっている。したがって、略同じ光が照射される極めて近接した4つの画素にR、G、B、IRの領域がそれぞれ設けられていると仮定した場合に、第2の波長帯域においては、Rの領域、Gの領域、Bの領域、IRの領域で略同様に光が通過することになり、赤外側の光としては、IRを含む各領域で略同じ光量の光が撮像センサ本体2の上述の画素のフォトダイオードに至ることになる。すなわち、R、G、Bの各フィルタを透過する光のうちの赤外側の第2の波長帯域を通過する光の光量は、IRの領域を通過する光の光量と同様となる。上述のように仮定した場合に、基本的にR、G、Bの各フィルタを透過した光を受光したセンサ本体2からの上述のように仮定された画素の出力信号とIRのフィルタを通過した光を受光したセンサ本体2からの上述のように仮定された画素の出力信号との差分が、各R、G、Bの領域で通過した赤外側の光をカットしたR、G、Bそれぞれの可視光部分の出力信号となる。

[0145] 実際には、カラーフィルタ3（3a、3b、3c）の各パターンに示したように、センサ本体2の画素毎にR、G、B、IRのいずれか1つの領域が配置されることになり、各画素に照射される各色の光のそれぞれの光量が異なるものとなる可能性が高いので、たとえば、各画素において、周知の内挿法（補間法）を用いて、各画素の各色の輝度を求め、この補間された各画素のR、G、Bの輝度と、同じく補間されたIRの輝度との差分をそれぞれR、G、Bの輝度とすることが可能である。なお、R、G、Bの各色の輝度から赤外光成分を除く画像処理方法は、これに限られるものではなく、最終的にR、G、Bの各輝度から第2の波長帯域を通過した光の影響をカットでき

る方法であれば、いずれの方法を用いてもよい。いずれの方法においても、DBPF5が、赤外側でR、G、Bの領域の透過率が10%より異なる部分、すなわち、透過率が所定割合より異なる部分をカットしているので、各画素において、赤外光の影響を除く処理が容易となる。

[0146] また、この撮像センサ1の用途としては、カラー撮影と、赤外光撮影との両方が可能な撮像装置において、撮像センサとして用いることである。一般的には、通常の撮影をカラー撮影で行い、夜間に可視光の照明を用いることなく、人間には認識困難な赤外光の照明を用いて赤外撮影することが考えられる。たとえば、各種監視カメラ等において、夜間照明を必要としないか、夜間照明されないことが好ましい場所での夜間撮影に際し、赤外光照明を用いた赤外光による夜間撮影を行うことが考えられる。また、野生動物の観察のための昼間の撮影と夜間の撮影などの用途にも用いることができる。

[0147] 赤外光撮影を夜間撮影として用いる場合には、赤外光であっても可視光と同様に、夜間は光量が不足するので、赤外光照明が必要となる。図29に示すDBPF5の透過率スペクトルは、R、G、B、IRの各領域の透過率スペクトルと、赤外光照明用の光、たとえば、照明用赤外光LEDの発光スペクトルを考慮して決定する。

[0148] このような撮像センサにあっては、DBPF5の赤外側で光を透過する第2の波長帯域が、R、G、B、IRの各領域の赤外側で、各領域の透過率が略最大となって、各領域の透過率が略同じとなる波長帯域Aに含まれるとともに、IRの領域の透過率が略最大となる波長帯域Bに含まれる。言い換えれば、可視光帯域より長波長側で、R、G、Bの各フィルタの透過率がRのフィル部だけ略最大となって、G、Bの領域は透過率が略最大となっていないことにより、R、G、Bの各領域の透過率が略同じとならずに異なる部分の光は、DBPF5によりカットされる。

[0149] すなわち、R、G、B、IRの各領域では、赤外側で第2の波長帯域の光が透過するようになっていることから各領域における赤外側の透過率が全て略同じとなり、第2の波長帯域となる光が同じ光量で照射されれば、R、G

、 B、 I R の各領域における透過光量が同じになる。これにより、上述のように R、 G、 B の各領域に対応する画素からの出力信号に基づく色を補正し、カラー撮影時の色の第 2 の波長帯域を通過する赤外光による影響を抑制した画像を容易に得ることができる。

[0150] また、第 2 の波長帯域を上述の波長帯域 A と波長帯域 B に含まれる赤外光照明の発光スペクトルのピークに対応させることにより、赤外光照明の光を効率的に用いられるとともに、第 2 の波長帯域の幅を狭めて、カラー撮影時に、第 2 の波長帯域を通過する赤外光の影響を小さくすることができる。

[0151] すなわち、DBPF5 を使うことにより、撮像センサ 1 の RGB の各信号の値からそれぞれ I R の信号の値を減算することにより高精度の補正が可能になる。ここで、信号処理部 12 を詳細に説明する前に撮像装置における撮像処理方法を説明する。

たとえば、撮像センサ 1 の各色の画素の受光成分は、以下に示すように、各色の成分に I R の成分を加えた状態となっている。

[0152] R 画素 $R + I R$

G 画素 $G + I R$

B 画素 $B + I R$

I R 画素 $I R$

[0153] そこで、以下に示すように、I R の画素を除く RGB の各画素の受光成分から I R 成分を除く I R 補正を行う。

[0154] R 信号 $(R \text{ 画素出力}) - (I R \text{ 画素出力}) = (R + I R) - I R = R$

G 画素 $(R \text{ 画素出力}) - (I R \text{ 画素出力}) = (G + I R) - I R = G$

B 画素 $(R \text{ 画素出力}) - (I R \text{ 画素出力}) = (B + I R) - I R = B$

これにより、DBPF5 を透過するとともにカラーフィルタを透過する I R 成分をカラーフィルタの I R 以外の各色の領域から除外することができる。

[0155] 但し、R 画素、G 画素、B 画素は、それぞれ各光源に対する感度が異なることと、撮像センサ 1 の各画素にはダイナミックレンジがあり、ダイナミッ

クレンジを超えた電荷は読み出せず、撮像センサからの出力はクリップされて頭打ちとなる。すなわち、入力される光がダイナミックレンジを越えると、出力される信号がクリップされて切り取られた状態となる。

この結果、下記のとおり、補正後のR信号、G信号、B信号には、誤差が生じ、不自然な輝度レベル（ハイライト部の輝度が落ちる）、ハイライトでの色付きなどの問題が生じる。

[0156] 図30～図32は、ダイナミックレンジを越えた状態で、各色の成分からI Rの成分を減算した場合の問題を説明するための図であり、図30がRの場合を示し、図31がGの場合を示し、図32がBの場合を示す。図30～図32に示されるグラフは、縦軸が撮像センサ1の各色の画素からの信号の出力レベルを示し。横軸が撮像センサ1の1つの画素の出力レベルの時間経過を示すか、または、画素の列上の位置（例えば、Y軸上の各画素の位置）を示す。ここでは、たとえば、横軸をY軸上の画素の位置とする。したがって、グラフは、各色の各画素におけるY軸上の位置による信号の出力レベルの変化を示している。図33は、図30～図32に示す各色に対して、I Rの信号の出力レベルを示すもので、上述の各グラフのRGBの各画素の場合と同様にY軸上の各画素の位置の出力レベルを示している。

[0157] 図30～図32のそれぞれに示す上側のグラフがY軸上の位置の違いに伴ってダイナミックレンジを越えた状態の信号の出力レベルを示している、すなわち、各画素の信号の出力レベルは、Y軸上の位置が右方向に変化するのに伴って上昇した後に下降し、I Rを除くRGBでは、ダイナミックレンジを越えてクリップされた状態となっている。なお、撮像センサ1の各画素においては、画素飽和レベルまでしか電荷を読み取ることができず、画素飽和レベル以上は電荷を読み出せずに出力レベルがクリップされた状態となる。また、RGBの各画素の信号の出力レベルには、I Rの信号の出力レベルが含まれているので、それぞれ、 $R + I R$ 、 $G + I R$ 、 $B + I R$ となり、RGBの出力レベルはI Rの信号の出力レベルよりそれぞれRGBのI Rを含まない単独の出力レベル分だけ高くなっている。したがって、I Rの画素では

ダイナミックレンジを越えず、RGBではダイナミックレンジを越える状態が発生しやすい

[0158] 図30～図32において、画素飽和レベルを超えて点線で示されるグラフは、クリップされなかった場合の出力レベルを示すものである。図30～図32に示す下側のグラフは、上側のIRを含む出力レベルからIRの出力レベルを減算した場合を示す。ここで、上に凸となった部分は、上述の点線で示されるクリップされなかった場合のRGBの各信号の出力レベルからIRの信号の出力レベルを減算した場合を示している。しかし、実際には、減算前のRGBの各信号は、クリップされた状態なので、ここから出力レベルが位置の違いに伴って山状となったIRの出力レベルを減算した場合が、上に凸となった下側のグラフから矢印で示すように下側に凹んだ状態の下側のグラフで示される状態となる。

[0159] このように元々は、一列の各画素の中央部の出力レベルが高くなる山状の出力レベルのはずが、上述のように元の出力レベルがダイナミックレンジを越えてクリップされ、画素飽和レベルで水平となった出力レベルからダイナミックレンジを越えずに山状となっているIRの出力レベルを減算することによって、本来は、最も出力レベルが高い部分が逆に凹んだ状態となっている。

[0160] 画素飽和レベルを超えた場合に、各色の画素の画像信号の出力レベルは頭打ちとなるが、その時にIRは、未だ、画素飽和レベルより低く、他の色が画素飽和レベルを超えた後も輝度が高くなればなるほど、IRの出力レベルが高くなる。すなわち、輝度がさらに高くなってもRGBの各画素の信号の出力レベルは、クリップされて高くないのに、これらから減算されるIRの出力信号は高くなる。したがって、RGBの各出力レベルからIRの出力レベルを減算した出力レベルは輝度が高くなると下がることになる。これにより、出力レベルが最も高いはずの部分で出力レベルが逆に落ちてしまうことになり、ハイライト部で輝度が落ちることになる。また、RGBの各出力レベルが全て画素飽和レベルを超えた部分は、白となるはずが、RGBそ

れぞれで下に凸となる際の出力レベルに差が生じ、ハイライト部が白とならずに色が付いた状態となってしまう。

[0161] そこで、R G Bの各画素の信号の出力レベルからI Rの信号の出力レベルを減算する際に、R G Bの各画素の信号の出力レベルがダイナミックレンジを越えることにより、画素飽和レベルでクリップされる場合に、減算するI Rの出力レベルを下げてから減算する。すなわち、R G Bの各出力レベルから減算されるI R信号の出力レベルの値においては、図33、図34に示すように、R G Bの各画素の信号の出力レベルから減算されるI Rの信号の出力レベルは、ダイナミックレンジを越えずに、画素飽和レベルより下側であっても、出力レベルがクリップされるように、R G Bの各信号（各成分）に対応して制限値を設定し、当該制限値以上となる出力レベルは、設定された制限値でクリップ（頭打ちとなるように制限）された状態とする。

[0162] このようにR G B毎に設定された制限値でクリップされるI R信号をR G Bの各信号から減算した場合に、図30～32に示した場合と異なり、減算するI R信号が制限値でクリップされているので、図35（a）、（b）、（c）に示すように、輝度が高くなった際に逆にR G Bの各信号の出力レベルが低くなるようなことなく、減算後の信号飽和レベルでクリップされた状態となる。この信号飽和レベルは、R G Bの各信号の画素飽和レベルからI R信号のR G Bに対応する各制限値を減算した値である。したがって、ハイライト部での輝度の低下といった現象が生じなくなる。なお、R G Bの各信号のI R信号減算後に生じる信号飽和レベルは、R G Bの各信号がダイナミックレンジを越えた場合に、画素飽和レベルからI R信号の制限値が減算されることから、画素飽和レベルより低いレベルとなる。また、I R信号減算後のR G Bの各信号の信号飽和レベルは、後述のように色毎に異なる。

なお、図34に示すI R信号の出力レベルのクリップされる位置（I R信号の制限値）は、減算されるR G Bの信号毎に異なるとともに状況により変化する。

[0163] すなわち、各R G B信号の補正を行う時のI R信号の出力レベルの制限値

(クリップレベル)は、RGBの各色に対応して、撮像センサ1の分光感度、光源の色温度、光源の種類により、適切なクリップレベルは変わる。このレベルは、計算により一律に求めるのは難しいが、各光源(色温度)に対してセンサより出力される各RGB信号の出力レベル、IR信号の出力レベルを測定することにより、決定できる。なお、撮像センサ1の分光感度は、撮像センサ1によって決まる。また、光源の種類によって、色温度がある程度決まることになる。したがって、色温度に基づいて、上述のIRの出力レベルがクリップされる各RGBの信号に対応したIR信号の値の制限値を求める必要がある。

[0164] カメラでは、光源の色温度の変化により、各RGB信号のレベルが変わる。たとえば、

色温度が低い光源に対しては、R信号が増加し、B信号が減少する。また、色温度が高い光源に対しては、B信号が増加し、R信号が減少する。この結果、色温度が低い場合は、赤みがかった画像になり、色温度が高い場合は、青みがかった画像となる。このため、色の再現性が、光源の色温度変化により変わる。この色再現性を安定化するため、RGB信号のレベルを一定にするホワイトバランス処理(WB)が行われる。

[0165] ホワイトバランス処理は、色信号より、光源の色温度を測定して、RGBの各色信号の利得を調整することにより行う。現在は、画像信号よりホワイトバランス検出を行い、検出した結果により、制御する方式が一般的である。たとえば、RGBのゲイン調整回路(図38の制御回路21に含まれる)と、ホワイトバランス検出回路26(図38に図示)とにより、フィードバック制御ループを構成して、ホワイトバランス検出回路26で、R-Y信号、B-Y信号、または、R、G、B信号を積分する。R-Y信号、B-Y信号を積分する場合は、これらの積分値が0となるように制御し、また、R、G、B信号を積分する場合は、各積分値が等しくなるように各RGB信号の利得を制御する。

[0166] この時、各RGB信号の利得より、R信号、G信号、B信号のそれぞれの

比を求めることができ、光源の色温度を決定する情報となる。この情報により、I R補正時のI R信号の各RGB信号に対する制限値（クリップレベル）を決定する。

[0167] なお、映像信号のコンポーネント方式は、三原色に対応したRGBを成分とするRGB方式と、RGBから輝度信号および色差信号に変換した輝度－色差を用いる色差方式とがある。色差方式には、Y、Cb、Crを用いる方式やY、Pb、Pr用いる方式などが知られている。Yは輝度であり、CbおよびPbは、 $(B(\text{青}) - Y(\text{輝度}))$ に係数を乗算したものであり、CrおよびPrは、 $(R(\text{赤}) - Y(\text{輝度}))$ に係数を乗算したものであり、CbおよびPbがB－Y信号であり、CrおよびPrがR－Y信号である。

[0168] たとえば、Y、Cb、Crは、R、G、Bに対して以下の式で表される。

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

$$Cb = 0.564 * (B - Y) = -0.169 * R - 0.331 * G + 0.500 * B$$

$$Cr = 0.713 * (R - Y) = 0.500 * R - 0.419 * G - 0.081 * B$$

色差方式は、明るさを表す成分（輝度）と、二つの色信号と輝度信号の差分を表す成分（色差）とにRGB信号を再構成するもので、人間の目は色の解像度が劣化しても気づきにくいことから、たとえば、伝送時には色差の情報量を1／2に削減することで、RGBと比較すると2／3の処理量となる。

[0169] 以下、このクリップレベル（制限値）の設定方法を、例を用いて説明する。

まず、ホワイトバランス処理において、RGBの各信号の利得を求める処理を説明する。

ホワイトバランス検出は、白色と考える領域を設定するとともに、設定された白色の領域を検知して、この領域において行う。すなわち、白と考えられる領域の各画素の色差信号のB－Y信号とR－Y信号とをそれぞれ積分し

た場合に、これらの積分した値が0となるように、 $B-Y$ 信号と $R-Y$ 信号の利得を調整する。または、 RGB の各信号をそれぞれ積分した値が互いに等しくなるように各 R 、 G 、 B 信号の利得を調整する。

[0170] ホワイトバランス検出における白と考えらえる領域の一例を図36(a)、(b)に示す。図36(a)に示すように、 $B-Y$ 、 $R-Y$ 平面上において、白となる点の色温度による移動軌跡の近傍に、白の検出エリアを設定する。また、図36(b)に示すように、輝度信号レベルに対して白の検出範囲(たとえば白レベルの70%以上105%未満)を設定する。色差方式において、色差信号が白の検出エリアにあり、かつ、輝度信号が白の検出範囲内にある時に、その画素が白の領域にあることになり、この領域内にある画素の R 、 G 、 B の各信号または色差方式の $B-Y$ 信号および $R-Y$ 信号を積分する。

または、 R 、 G 、 B の積分値が等しくなるように各 R 、 G 、 B 信号の利得を調整する。

[0171] たとえば、 R 、 G 、 B の積分値が等しくなるように各 R 、 G 、 B 信号の利得を調整した際の R 、 G 、 B の調整された各利得が色温度情報を示す情報になる。ホワイトバランス処理においては、このように調整された RGB の各利得をそれぞれ対応する RGB の各信号に乗算することにより、ホワイトバランス処理後の RGB の各信号を得ることができる。

すなわち、ホワイトバランス後の RGB の各信号は、

$$(\text{WB後の}R\text{信号}) = (R\text{信号の利得}) \times (\text{WB前の}R\text{信号})$$

$$(\text{WB後の}G\text{信号}) = (G\text{信号の利得}) \times (\text{WB前の}G\text{信号})$$

$$(\text{WB後の}B\text{信号}) = (B\text{信号の利得}) \times (\text{WB前の}B\text{信号})$$

となる。

[0172] 次に、上述のようにホワイトバランス処理で調整された RGB の各利得を用いて、 $R(R+IR)$ 、 $G(G+IG)$ 、 $B(B+IB)$ のそれぞれの信号から減算される I 信号の値の補正值としての制限値を求める方法を説明する。なお、 $R(R+IR)$ 、 $G(G+IG)$ 、 $B(B+IB)$ の各信号が

ら減算される I R 信号の制限値は、 $R (R + I R)$ 、 $G (G + I R)$ 、 $B (B + I R)$ の各色信号が画素飽和レベルを超える状態となって、画素飽和レベルでクリップされた場合に、各色信号から I R 信号の値を減算する場合の上限となる値である。

[0173] I R 信号の R G B の各信号に対応する制限値（クリップレベル）は、画素の飽和レベルを L_{sat} 、ある色温度において、白色を撮像した時、I R 信号に対しての R 信号の比を K_r として、R 信号における I R 信号の制限値（クリップレベル）を L_{clip-R} とすると次式で表される。

$$[0174] \quad L_{sat} = L_{clip-R} + K_r * L_{clip-R}$$

$$L_{clip-R} = L_{sat} / (1 + K_r)$$

同様に、I R 信号に対しての G 信号の比を K_g とし、I R 信号に対しての B 信号の比を K_b とするとともに、G 信号における I R 信号の制限値（クリップレベル）を L_{clip-G} とし、B 信号における I R 信号の制限値（クリップレベル）を L_{clip-B} とすると

$$L_{clip-G} = L_{sat} / (1 + K_g)$$

$$L_{clip-B} = L_{sat} / (1 + K_b)$$

となる。

今、白色を撮像した時、R 信号に対しての G 信号比率を K_g / r とし、R 信号に対して B 信号の比率を K_b / r とすると、上述のように、

$$(WB \text{ 後の } R \text{ 信号}) = (R \text{ 信号の利得}) \times (WB \text{ 前の } R \text{ 信号})$$

$$(WB \text{ 後の } G \text{ 信号}) = (G \text{ 信号の利得}) \times (WB \text{ 前の } G \text{ 信号})$$

$$(WB \text{ 後の } B \text{ 信号}) = (B \text{ 信号の利得}) \times (WB \text{ 前の } B \text{ 信号})$$

であり、よって、

$$(WB \text{ 前の } R \text{ 信号}) = (WB \text{ 後の } R \text{ 信号}) / (R \text{ 信号の利得})$$

$$(WB \text{ 前の } G \text{ 信号}) = (WB \text{ 後の } G \text{ 信号}) / (G \text{ 信号の利得})$$

$$(WB \text{ 前の } B \text{ 信号}) = (WB \text{ 後の } B \text{ 信号}) / (B \text{ 信号の利得})$$

となる。

[0175] また、WB 後の R 信号、G 信号、B 信号は、白色に対しては、等しくなる

。したがって、

$$K_{g/r} = (\text{R 信号の利得}) / (\text{G 信号の利得})$$

$$K_{b/r} = (\text{R 信号の利得}) / (\text{B 信号の利得})$$

であり、また、

$$K_g = K_r \times K_{g/r}$$

$$K_b = K_r \times K_{b/r}$$

であるから、

$$L_{clip-R} = L_{sat} / (1 + K_r \times K_{g/r})$$

$$L_{clip-B} = L_{sat} / (1 + K_r \times K_{b/r})$$

となり、I R 信号の赤のクリップレベル L_{clip-R} 、緑のクリップレベル L_{clip-G} 、青のクリップレベル L_{clip-B} を求めることができる。

また、 $K_{b/r}$ は、色温度を示すパラメータとして使用することができる。各色温度において、 $K_{b/r}$ に対する K_r を測定して、メモリなどにあらかじめ記録しておくことにより、ホワイトバランス検出により得た利得と上述の式に基づいて、 $K_{b/r}$ 、および、この $K_{b/r}$ に対する K_r より、各色補正用の I R 信号のクリップレベルが決定できる。

[0176] また、上記のように I R 補正 (I R 信号のクリップレベルの算出) を行った場合、RGB の各信号のハイライトでの信号飽和レベル (画素飽和レベルに達してクリップされた RGB の各信号から補正後の I R 信号 (制限値: クリップレベル) を減算した際の各信号のレベル) が必ずしも同じにならない。これは、ハイライトの色付きの原因となり、画質を劣化させる要因になる。このため、ホワイトバランス後に、図 37 (a)、(b)、(c) に示すように、RGB のハイライト部分を同じレベル (RGB クリップレベル) でクリップするように補正する。このことにより、ハイライトでの色付き、輝度の諧調の不自然さはなくなる。

[0177] 図 37 において、縦軸は、RGB ($R + I R$, $G + I R$, $B + I R$) の各信号から I R 信号を減算した際の実出力レベルであり、横軸は、たとえば、撮

像センサ 1 上の Y 軸方向の画素の位置または 1 画素の時間経過を示している。図 3 7 の各グラフにおいて、R G B それぞれの信号が画素飽和レベルに達した状態で、光源の色温度が変わらず、上述のように求められた R G B それぞれのクリップレベル（制限値）が一定の場合に、画素飽和レベルの R G B の各信号から制限値（クリップレベル）で制限された（クリップされた）I R 信号を減算した場合に、R G B の各信号がそれぞれ画素飽和レベルが一定で、R G B にそれぞれ対応する I R 信号の各制限値が一定なので、減算後の R G B 信号は一定の状態すなわち、信号飽和レベルで一定の状態となる。しかし、図 3 7 に示すように、信号飽和レベルは、R G B で異なり、このままでは、ハイライト部で、R G B の信号の出力レベルが異なることにより、白とならない。そこで、信号飽和レベルが最も低い R 信号の信号飽和レベルを R G B のそれぞれの信号で共通の R G B クリップレベル（R 信号飽和レベル）として、R G B 各信号の信号飽和レベルを共通の R G B クリップレベルに合わせる。

[0178] すなわち、図 3 7（a）に示すように、R 信号に対応するクリップレベル（制限値）が設定された I R 信号を R 信号から減算することにより、減算後の R 信号に生じた信号飽和レベル（クリップレベル）を基準とする。I R 信号を減算した後の R G B の各信号の信号飽和レベルは、R 信号が最も低くなるので、上述のように R 信号を基準とし、I R 信号を減算した後の G 信号の信号飽和レベルと B 信号の信号飽和レベルを図 3 7（b）および図 3 7（c）に示すように、R 信号の信号飽和レベルと等しい R G B クリップレベルに合わせて下げることで、R G B の各信号の I R 信号減算後の信号飽和レベルを合わせる。これにより、ハイライト部での各信号のハイレベルが同じになり、ハイライトの色付きを防ぐことができる。

[0179] なお、以上説明した構成では、I R 信号をクリップしてから、R 信号、G 信号、B 信号より、減算する構成としているが、I R 信号が上記の R 信号、G 信号、B 信号が飽和するレベルに（上記の I R 信号のクリップレベル）以上になった時に、I R 信号を乗算器により利得を下げた後に R 信号、G 信号、

B信号より減算するものとしてもよい。このように、減算量を抑制するように構成することによって、ハイライト部でのR信号、G信号、B信号の輝度諧調の不自然さを防止してもよい。また、RGB信号から輝度信号を生成して、RGB信号の信号飽和レベルが異なることにより色付きが起きる部分以上のレベルにおいて、 $R-Y$ 信号、 $B-Y$ 信号の利得を減少させ、色を消す処理により、色付きを防止しても良い。

[0180] 図38は、撮像装置10（図26に図示）の信号処理部12（図26に図示）における信号処理をブロック図で示したものである。撮像センサ1からのR、G、B、IRの各画素の出力信号（この信号処理では撮像センサ1からの入力信号）は、通常、RAW出力であれば、R、G、B、IRが線順次または点順次で出力されるため、たとえば、撮像センサ1からのRAW信号の入力部に各色信号の同時化回路（図示略）を設ける。

[0181] この場合に、同時化回路において、内挿処理（補間処理）によりフレーム毎の画像データにおいて、それぞれ、全ての画素が赤Rで表された画像データ、全ての画素が緑Gで表された画像データ、全ての画素が青Bで表された画像データと、全ての画素が赤外IRで表された画像データとするようにR、G、B、IRの信号を変換する。言い換えれば全ての画素において、R、G、BおよびIRの信号が出力される状態とする。なお、内挿処理方法は、周知の方法を用いることができる。

[0182] すなわち、信号処理部12は、図示しない $R+IR$ 、 $G+IR$ 、 $B+IR$ およびIRのセンサ出力それぞれのための同時化回路を備え、図38の $R+IR$ 、 $G+IR$ 、 $B+IR$ およびIRの各センサ出力は、同時化回路を経た後の信号である。

信号処理部12は、RGB信号から減算されるIR信号をRGB毎に決められるクリップレベル（制限値）でクリップするためのリミッタ20r、20g、20bと、各リミッタ20r、20g、20bから出力されるIR信号に補正値を乗算して補正するための乗算器22r、22g、22bと、乗算器22r、22g、22bから出力されるクリップされたIR信号を $R+$

I R, G + I R, B + I Rの各信号から減算する減算器23 r、23 g、23 bと、ホワイトバランス用のRGBの各利得を、I R信号が減算されたRGBの各信号に乗算する乗算器24 r、24 g、24 bと、I R信号が減算されるとともにホワイトバランスがとられたRGBの各信号における信号飽和レベルを合わせるためのリミッタ25 r、25 g、25 bとが設けられている。

[0183] また、信号処理部12は、リミッタ20 r、20 g、20 bに、RGBの信号毎のI R信号のクリップレベル（制限値）を算出して出力する制御回路21を備える。また、制御回路21は、乗算器22 r、22 g、22 bに補正值を出力し、乗算器24 r、24 g、24 bにホワイトバランス用に算出されたRGBの各利得を出力し、リミッタ25 r、25 g、25 bにRGBの各信号の信号飽和レベルを合わせるためのRGBクリップレベル（R信号飽和レベル）を出力する。また、信号処理部は、信号処理部12からのRGBの出力信号からホワイトバランス用の利得を求めるためのホワイトバランス検出回路26を備える。

[0184] I Rのセンサ出力としてのI R信号は、信号処理部12に設けられたR用リミッタ20 r、G用リミッタ20 g、B用リミッタ20 bにそれぞれ送られ、上述のように色毎に設定されるI R信号用の制限値（クリップレベル）でクリップされる。

この際には、制御回路21で算出されるI R信号の上述の赤のクリップレベル L_{clip-R} 、緑のクリップレベル L_{clip-G} および青のクリップレベル L_{clip-B} がそれぞれ対応するR用リミッタ20 r、G用リミッタ20 g、B用リミッタ20 bに出力され、それぞれのR用リミッタ20 r、G用リミッタ20 g、B用リミッタ20 bのリミット値となる。これにより、I R信号は、各リミッタ20 r、20 g、20 bにより、クリップレベル（制限値）を超える出力レベルは、クリップレベルでクリップされる。

[0185] また、R用リミッタ20 r、G用リミッタ20 g、B用リミッタ20 bから出力された各値は、RGBの各信号から減算されるI Rの信号であるが、

この I R の各信号に乗算器 22 r、22 g、22 b により制御回路 21 から出力される補正値を乗算する。R 画素、G 画素、B 画素に含まれる I R 成分は、本構成では、ほぼ、I R 画素と同じレベルであるが、R 画素、G 画素、B 画素のそれぞれの開口差、または、センサ内部のアンプ利得のバラツキなどにより、信号レベルに多少の誤差が生じる可能性がある。すなわち、リミッタ 20 r、20 g、20 b から出力された値は、たとえば、必要な値より少しだけ大きな傾向があり、R G B の各信号に対応して乗算器 22 r、22 g、22 b により補正値を乗算して補正されている。

[0186] 減算器 23 r、23 g、23 b は、このようにクリップされるとともに補正された R G B それぞれに対応する I R 信号を $R + I R$ 、 $G + I R$ 、 $B + I R$ のそれぞれの信号から減算する。各乗算器 24 r、24 g、24 b は、各減算器 23 r、23 g、23 b から出力される信号に、ホワイトバランス処理で算出される R G B の各利得を乗算してホワイトバランスをとる。各乗算器 24 r、24 g、24 b には、ホワイトバランス検出回路 26 で検出される各 R G B の信号に基づいて制御回路 21 で算出された R G B それぞれの利得が入力される。また、各乗算器 24 r、24 g、24 b から出力された R G B の各信号はクリップされた I R 信号が減算されることで、クリップされた状態となる。

[0187] すなわち、R G B の各信号が画素飽和レベルでクリップされた状態で、上述のように制限値で制限された I R 信号が減算されると、画素飽和レベルから制限値を減算した値である信号飽和レベルでクリップされる。これら R G B の各信号の信号飽和レベルが異なると、ハイライト部に色が付くことになるので、リミッタ 25 r、25 g、25 b は、R G B の各信号飽和レベルを合わせるために、R G B の各信号で同じ R G B クリップレベルとなるようにリミット値がセットされる。ここでは、R 信号の信号飽和レベルを R G B クリップレベルをリミット値として G 信号および B 信号のクリップレベルを合わせるようになっている。

[0188] 上述のような信号処理を、R ($R + I R$) 信号を例にとって説明する。撮

像センサ 1 から出力された R 信号は、同時化回路により内挿されて撮像センサ 1 で画像として利用される全ての画素毎の R 信号とされる。同様に G 信号、B 信号、I R 信号も同時化回路で処理され、画像として利用される全ての画素毎の G 信号、B 信号、I R 信号とされる。

[0189] I R 信号は、リミッタ 20 r に送られる。リミッタ 20 r には、制御回路 21 で上述のように算出された R 信号用の I R 信号の制限値である L_{clip-R} が出力され、これがリミッタ 20 r のリミット値となる。したがって、リミッタ 20 r を通過した I R 信号は、制限値で頭打ちとなるようにクリップされる。すなわち、制限値を超える I R 信号の出力レベルは、制限値となる。

[0190] このように制限値でクリップされる I R 信号は、乗算器 22 r に送られ、制御回路 21 で算出される（または、記憶されている）補正值が乗算されて補正された後に減算器 23 r に送られる。減算器 23 r には、上述の同時化された R 信号が入力されるとともに、上述のように制限されるとともに補正された I R 信号が入力され、R 信号から I R 信号の値が減算される。次に、I R 信号が減算された R 信号は、乗算器 24 r に送られる。乗算器 24 r には、R 信号と、上述のホワイトバランス検出回路 26 と制御回路 21 により求められた R 信号の利得が入力され R 信号に利得が乗算される。

[0191] 乗算器 24 r からホワイトバランス処理が施された R 信号が出力される。この R 信号は、リミッタ 25 r に入力される。リミッタ 25 r には、制御回路 21 から上述の RGB クリップレベルが送られ、これがリミット値とされ、RGB クリップレベルを超える R 信号は、クリップされる。但し、この信号処理部 12 では、RGB クリップレベルは、R 信号飽和レベルと等しく、I R 信号が減算された R 信号は、既に、R 信号飽和レベルでクリップされた状態なので、R 信号に関しては、リミッタ 25 r の処理は必ずしも必要ない。なお、G 信号および B 信号は、リミッタ 25 g、25 b で、R 信号飽和レベルに等しい、RGB クリップレベルをリミット値として、RGB クリップレベルでクリップされる。

[0192] 同様にG信号、B信号が処理され、処理されたRGBの各信号が、図1に示すように、可視光のカラー画像の出力信号14として出力される。また、IR信号は、同時化回路を経た後に、赤外光画像の出力信号15として出力される。なお、赤外画像信号として出力されるIR信号は、上述の制限値で制限されることはない。

[0193] 図39に示すブロック図は、図38に示すブロック図の変形例である。図39に示すブロック図の図38に示すブロック図との違いは、図38のブロック図において、ホワイトバランス用の乗算器24r、24g、24bの後に、IR信号を減算した後の各RGB信号の信号飽和レベルを合わせるためのリミッタ25r、25g、25bが配置されていたのに対して、図39では、IR信号を減算した後の各RGB信号のクリップレベルを合わせるためのリミッタ25r、25g、25bの後に、ホワイトバランス用の乗算器24r、24g、24bが配置されている。

[0194] これにより、図38では、ホワイトバランスを取った後のRGBの各信号において信号飽和レベルが合わせられるのに対して、図39では、RGBの各信号の信号飽和レベルを合わせた後にホワイトバランス処理を行うことになる。

[0195] このような撮像処理システムおよび撮像処理方法によれば、DBPF5を用いることにより、赤外カットフィルタの使用、非使用を切り替えることなく、可視光でのカラー撮影と、赤外光での撮影を可能とするカメラ（撮像装置）において、上述のように、ハイライト部の輝度の低下と、ハイライト部が白ではなく、色が付いた状態となるのを防止できる。

[0196] 次に、第7の実施の形態について説明する。上述の第6の実施の形態では、RGB-IRのカラーフィルタを用いた場合におけるクリップレベル（制御値）を説明したが、本実施の形態では、RGB-Cのクリップレベルについて説明する。

[0197] RGB-IRの撮像センサ1では、RGBの各信号にIR成分が含まれるのに対して、IRの信号は、IR成分のみとなるので、RGBの各信号が飽

和しても I R の信号は飽和しない。ここで、R G B の信号が飽和した後も、レベルが高くなる I R 成分を除くと、上述のように R G B が飽和に達した後に、I R 成分を除去することで、飽和レベル以下に下がるとともに、基本的に I R の光量が多くなるほど、R G B の飽和後の値が低くなってしまう。

それに対して、R G B - C の撮像センサ 1 では、可視光帯域において、 $C = R + G + B$ となるので、R G B にレンジを合わせた場合に、図 40 に示すように、C の画素が飽和レベルに達することになる。

[0198] この場合に、C の画素が飽和レベルに達した際に、可視光帯域では、 $C < R + G + B$ となる。これにより、上述のように計算により、I R' を求めた場合に、 $I R' = I R + (R + G + B - C) / 2$ となることから、C が飽和レベルに達すると、 $(R + G + B - C)$ が 0 より大きくなるので、図 41 に示すように、計算で求めた $I R' > \text{実際の } I R$ となる。

[0199] このように C が飽和レベルに達した際に、R、G、B、C から計算で求めた I R' 成分を除去すると、C に関しては、飽和レベルで信号レベルが頭打ちとなっているのに、I R 成分は、C が飽和レベルに達した後も上昇可能であり、かつ、C が飽和した後は、図 41 に示すように、 $I R' > I R$ となるので、これを飽和した C から除去すると、図 42 に示すように、実際の光量のレベルが高くなると信号レベルが下がることになる。また、C 以外の R G B の信号レベルも C が飽和した後に $I R' > I R$ となるので、C ほどではないが、実際の光量のレベルが高くなるにつれて、信号レベルが低下する虞がある。

[0200] そこで、第 7 の実施の形態では、各信号が所定の値以上とならないようにクリップし、かつ、この R G B の各信号から I R の信号を分離するようになっている。

まず、R / G / B / W / I R の信号レベルを検出する。

次に、以下のように R、G、B、W でクリップレベルを求める。

(W クリップレベル) = (W 画素 (C 画素) の飽和レベルにより算出)

(R クリップレベル) = (W クリップレベル) (R レベル + I R レベル) /

(Wレベル + I Rレベル)

(Gクリップレベル) = (Wクリップレベル) (Gレベル + I Rレベル) /
(Wレベル + I Rレベル)

(Bクリップレベル) = (Wクリップレベル) (Bレベル + I Rレベル) /
(Wレベル + I Rレベル)

[0201] Wクリップのレベルは、Wの信号レベルを検出した際に、この信号レベルが頭打ちとなって、それ以上高くない飽和レベルに基づいて算出される。RGBの各クリップレベルは、上述の式により算出され、Wレベルが飽和レベルに達することによりクリップレベルが算出される。

[0202] このようなクリップ処理を行う場合に、上述の分離デバイス51は、図43に示すようなブロック図となる。色分離デバイス61で内挿法等により各画素のR、G、B、Wの信号レベルが分離されて、レベル検出・クリップレベル計算デバイス63と、クリップ処理デバイス62に送られる。レベル検出・クリップレベル計算デバイス63においては、上述の式と、検出されたR、G、B、Wのレベルに基づいて、R、G、B、Wの各クリップレベルが算出される。クリップレベル計算デバイス63で算出されたR、G、B、Wそれぞれのクリップレベルがクリップ処理デバイス62に送られ、クリップ処理デバイス62に入力されたR、G、B、Wの信号レベルがクリップレベルを超える場合にクリップする処理が行われる。このようなクリップ処理デバイス62から出力されたR、G、B、Wの信号レベルがI R補正・I R生成デバイス64に入力される。I R補正・I R生成デバイス64では、R、G、B、Wの各信号からI R信号が除去されるとともに、I R信号が生成される。

クリップレベル計算デバイス63は、図44に示すように、色分離デバイス61で分離されたR、G、B、Wの各信号レベルに基づいて、I Rマトリクスデバイス66でI R信号レベルを求め、I R補正デバイス67にI R信号とI R成分を含むR、G、B、Wの各信号レベルを入力し、R、G、B、Wの各信号レベルからI R信号レベルを取り除くI R補正を行う。

レベル検出デバイス 68 に、I R マトリクスデバイス 66 から I R の信号レベルが入力され、I R 補正デバイス 67 から I R 成分を除去した R、G、B、W の各信号レベルが入力される。

[0203] レベル検出デバイス 68 で検出された R、G、B、W、I R の各信号レベルがクリップレベル計算デバイス 69 に入力され、クリップレベル計算デバイス 69 では、上述のように R、G、B、W の各信号レベルのクリップレベルが算出される。

このように求められた R、G、B、W の各クリップレベルに基づいて、クリップ処理デバイス 62 では、R、G、B、W の各信号レベルがクリップレベルを超える場合に、図 45 に示すように、各信号レベルをクリップレベルで頭打ちとする。

[0204] このようにクリップされる R、G、B、W の各信号に基づいて、上述の第 3 の実施の形態と同様に、I R 成分を求めるとともに、I R 成分を含む R、G、B、W 信号から I R 成分を分離する。この際に、図 46 に示すように計算で求められる I R 信号も W が飽和レベルとなる際の I R の信号レベルでクリップされて頭打ち状態となる。これにより、図 47 に示すように R、G、B、W の各信号レベルから I R 成分を除去した後も、I R 成分除去後のクリップレベルでクリップされた状態となる。

[0205] この場合に、R、G、B、W の各信号レベルから求められる輝度信号もクリップされた状態となってしまう。そこで、図 48 に示すように色分離、I R 分離、I R 補正を行う分離デバイス 51 の変形例を用いることにより、輝度レベルがクリップされるのを防止、W の画素が飽和レベルに達した後も、輝度レベルに諧調を持たせることができる。

[0206] この分離デバイス 51 の変形例は、図 48 に示すように、色分離デバイス 61 で内挿法等により各画素の R、G、B、W の信号レベルが分離されて、レベル検出・クリップレベル計算・I R 信号生成デバイス 63 と、クリップ処理デバイス 62 に送られる。レベル検出・クリップレベル計算デバイス 63 においては、上述の式と、検出された R、G、B、W のレベルに基づいて

、R、G、B、Wの各クリップレベルが算出される。クリップレベル計算デバイス63で算出されたR、G、B、Wそれぞれのクリップレベルがクリップ処理デバイス62に送られ、クリップ処理デバイス62に入力されたR、G、B、Wの信号レベルがクリップレベルを超える場合にクリップする処理が行われる。このようなクリップ処理デバイス62から出力されたR、G、B、Wの信号レベルが第1のIR補正・IR生成デバイス64に入力される。第1のIR補正・IR生成デバイス64では、クリップされるR、G、B、Wの各信号からIR信号が除去されるとともに、IR信号が生成される。第1のIR補正・IR生成デバイス64で求められたRGBの信号は色信号、例えば、色差信号として利用される。

また、この変形例の第2のIR補正・IR生成デバイス65を有する。第2のIR補正・IR生成デバイス65には、色分離デバイス61からクリップされることがないR、G、B、W信号が入力され、IR生成およびIR補正が行われ、IR成分が除去されたRGB信号が出力される。ここで、RGB信号は、W信号に比べて飽和レベルに達しづらいものとなっており、頭打ちとなりづらい。輝度の算出にこのRGB信号を用いることにより、図49に示すように、輝度レベルがクリップされるのを防止し、輝度が高い状態でも、輝度に少しであるが諧調を持たせることができる。

[0207] 次に、第8の実施の形態を説明する。第8の実施の形態では、第7の実施の形態と同様にR、G、B、Wの各信号のクリップレベルを決めるようになっている。第8の実施の形態では、第7の実施の形態のように、R、G、Bの各信号のクリップレベルを決定することなく、IR信号とW信号のクリップレベル

を決定するようになっており、図50に示すように、リミット処理により制御値でクリップされるIR信号により、IR補正を行う。

Wのクリップレベルは、Wの飽和レベルに基づいて設定される。

(Wクリップレベル) = (W画素 (C画素) の飽和レベルにより算出)

IRのクリップレベルは、以下の式に基づいて決定される。

$$(\text{I R クリップレベル}) = (\text{W クリップレベル}) (\text{I R レベル}) / (\text{W レベル} + \text{I R レベル})$$

これにより、図50に示すように。飽和レベルに達するWの信号レベルからWの信号が略飽和した際に、上述のようにクリップされるI Rの信号レベルを除去する場合に、Wの信号レベルが飽和レベルより低い信号レベルでクリップされることになる。

[0208] R G Bの各信号レベルからクリップされるI R信号を除去する補正を行う場合に、R G Bの各信号レベルが使用条件の範囲内で飽和レベルに達しないものとする、図51に示すように、R G Bの各信号レベルは、I R信号を除去する場合に、I R信号がクリップレベルに達した後も、R G Bの信号レベルが上昇することが可能なので、R G Bの各信号は、クリップされずに上昇することが可能となっている。

[0209] 第8の実施の形態の図52に示す分離デバイス51では、色分離デバイス61で内挿法等により各画素のR、G、B、Wの信号レベルが分離されて、I R信号生成デバイス71と、I R補正デバイス64に分離されたR、G、B、Wの信号が出力される。I R信号生成デバイス71では、生成されるI R信号のクリップレベルが求められ、クリップレベルを超えるとクリップされるI R信号がI R補正デバイス64に出力される。I R補正デバイス64では、R、G、B、Wの各信号レベルからI R信号が除去される。

[0210] 図53に示すように、I R信号生成デバイス71では、色分離デバイス61からR、G、B、Wの各信号がI R補正デバイス72と、I Rマトリックスデバイス73に送られ、I Rマトリックスデバイス73で生成されたI R信号は、I R補正デバイス72とリミット処理デバイス74に出力され、I R補正デバイス72では、R、G、B、Wの各信号レベルからI R信号が除去されるI R補正が行われ、補正されたR、G、B、W信号とI R信号がレベル検出デバイス75に送られ、R、G、B、W信号とI R信号がリミットレベル計算デバイス76に送られ、I R信号のリミットレベル（クリップレベル）がリミット処理デバイス74に入力される。リミット処理デバイス7

4 には、I Rマトリックスデバイス 7 3 から I R 信号レベルが入力しており、I R 信号レベルがリミットレベルを超える場合に、リミットレベルにクリップされた状態となる。

[0211] このような第 8 の実施の形態においては、第 7 の実施の形態と同様に、R、G、B、W の信号レベルが上がる状況で逆に下がってしまうような事態を防止できるとともに、W の信号レベルが飽和した状態でも、R G B の各信号レベルに諧調を持たせることができる。また、これにより輝度信号にも W の信号レベルが飽和する状況で、諧調を持たせることができる。

なお、輝度信号の生成式は、

$$Y = (K_r * R + K_g * G + K_b * B + K_w * W) + K_{ir} * I R$$

とすることができる。

I R の比率を変えることにより、感度のコントロールができる。なお、夜間において、I R 照明を行う場合、可視信号はなくなり全画素 I R 信号のみとなる。この場合は、I R 補正を OFF して、全画素の信号から輝度信号を生成することにより、高解像度で高感度の輝度信号が生成できる。カメラに I R 照明を内蔵した場合、これに連動して、信号処理を切り替える。

この場合の I R 照明時の輝度生成式は、

$$Y = K_r * R + K_g * G + K_b * B + K_w * W \quad (I R \text{ 補正 OFF})$$

となる。

なお、各画素では、可視光帯域の受光量より D B P F 5 の第 2 の波長帯域と各フィルタを透過する赤外照明の光の受光量が多くなり、基本的に各画素では、赤外光の信号レベルを出力している状態となる。

符号の説明

- [0212] 1 撮像センサ
 2 撮像センサ本体
 3 カラーフィルタ (フィルタ)
 3 a カラーフィルタ (フィルタ)
 3 b カラーフィルタ (フィルタ)

- 3 c カラーフィルタ（フィルタ）
- 5 DBPF（光学フィルタ：フィルタ）
- A 第3の波長帯域
- B 第4の波長帯域
- IR 第1の波長帯域
- DBPF（IR） 第2の波長帯域
- DBPF（VR） 可視光帯域

請求の範囲

[請求項1] 各画素毎に受光素子が配置された撮像センサ本体と、当該撮像センサ本体上に設けられるフィルタとを備え、

前記フィルタには、分光透過特性の異なる複数種類のフィルタ領域が所定配列で前記撮像センサ本体の前記画素の配置に対応して配置され、

各種類の前記フィルタ領域は、可視光帯域における波長に応じた分光透過特性が互いに異り、

かつ、各種類の前記フィルタ領域は、互いに略同様に、前記可視光帯域より長波長側に、光を透過する赤外光透過波長帯域を備えるとともに、前記可視光帯域と前記赤外光透過波長帯域との間に、光を遮断する光遮断波長帯域を備えることを特徴とする撮像センサ。

[請求項2] 前記フィルタは、

前記可視光帯域で光を透過し、前記可視光帯域の長波長側に隣接して、光を遮断するとともに、前記光遮断波長帯域を含む第1の波長帯域を備え、前記第1の波長帯域内の前記可視光帯域から離れた一部分に前記光遮断波長帯域の長波長側に隣接して光を透過する前記赤外光透過波長帯域としての第2の波長帯域を備える光学フィルタと、

前記可視光帯域における波長に応じた分光透過特性が互いに異なるとともに前記可視光帯域より長波長側に透過率が互いに近似する第3の波長帯域を備え、かつ、各種類の前記フィルタ領域にそれぞれ対応する各種類のフィルタ部を有するカラーフィルタとを備え、

前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第3の波長帯域に含まれるように、前記光学フィルタの分光透過特性および前記カラーフィルタの各フィルタ部の分光透過特性が設定されていることを特徴とする請求項1に記載の撮像センサ。

[請求項3] 前記第3の波長帯域では、各色の前記フィルタ部の前記透過率の互いの差が当該透過率で20%以内となっていることを特徴とする請求

項2に記載の撮像センサ。

[請求項4] 前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有するか、前記可視光帯域の略全波長帯域に透過特性を有するか、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する4種類以上の前記フィルタ領域を備えることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の撮像センサ。

[請求項5] 前記カラーフィルタは、4種類以上の異なる色に対応する4種類以上の前記フィルタ部を備え、前記フィルタ部のうちの1種類の前記フィルタ部が前記可視光帯域の略全体に遮断特性を有し、当該可視光帯域の長波長側の第4の波長帯域に透過特性を有し、

前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第3の波長帯域に含まれるとともに、前記第4の波長帯域に含まれるように、前記光学フィルタの透過特性および前記カラーフィルタの各フィルタ部の分光透過特性が設定されていることを特徴とする請求項2または請求項3に記載の撮像センサ。

[請求項6] 赤外画像の撮像時に、赤外照明を用いるものとし、前記赤外照明から照射される赤外光の波長帯域である第5の波長帯域が、前記第3の波長帯域および前記第4の波長帯域に含まれ、前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第5の波長帯域と略重なるように設定されていることを特徴とする請求項5に記載の撮像センサ。

[請求項7] 前記カラーフィルタは、4行4列の基本配列において、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有する赤、青、緑と、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する赤外の4種類の前記フィルタ部が、それぞれ4つずつ配置されるとともに、同じ種類の前記フィルタ部同士は互いに行方向および列方向で隣接しないように離れて配置され、各列に前記赤、前記青、前記緑、前記赤外の前記フィルタ部がそれぞれ1つずつ配置され、1行置きに前記赤、前記青、前記緑、前記赤外の前記フィルタ部のうちの2種類の

前記フィルタ部がそれぞれ2つずつ配置されていることを特徴とする請求項5に記載の撮像センサ。

[請求項8] 前記カラーフィルタは、4行4列の基本配列において、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有する赤、青、緑と、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する赤外の4種類の前記フィルタ部のうちの前記緑の前記フィルタ部が8つ、前記赤の前記フィルタ部が4つ、前記青の前記フィルタ部および前記赤外のフィルタ部が2つずつ配置されるとともに、同じ種類の前記フィルタ部同士は互いに行方向および列方向で隣接しないように離れて配置されていることを特徴とする請求項5に記載の撮像センサ。

[請求項9] 前記カラーフィルタは、4行4列の基本配列において、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有する赤、青、緑と、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する赤外の4種類のフィルタ部のうちの前記緑の前記フィルタ部が8つ、前記赤外の前記フィルタ部が4つ、前記赤のフィルタ部および前記青のフィルタ部が2つずつ配置されるとともに、同じ種類の前記フィルタ部同士は互いに行方向および列方向で隣接しないように離れて配置されていることを特徴とする請求項6に記載の撮像センサ。

[請求項10] 前記撮像センサ本体の各画素から順次入力される信号を、前記可視光帯域より長波長側の波長帯域の信号を除去した前記可視光帯域の画像信号と、前記可視光帯域より長波長側の赤外の画像信号とに分離して出力する信号分離出力デバイスを備えることを特徴とする請求項4に記載の撮像センサ。

[請求項11] 請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の前記撮像センサと、
前記撮像センサ上に像を結ぶレンズを有する光学系と、
前記撮像センサから出力される信号を処理して可視画像信号および赤外画像信号を出力可能な信号処理デバイスとを備えることを特徴とする撮像装置。

- [請求項12] 各画素に受光素子が配置された撮像センサ本体と、
 複数種類のフィルタ部が所定配列で前記撮像センサ本体の前記画素の配置に対応して配置され、かつ、各種類のフィルタ部は、可視光帯域における波長に応じた分光透過特性が互いに異なるカラーフィルタとを備える撮像センサと
 撮像センサ上に像を結ぶレンズを有する光学系と、
 前記光学系に設けられ、前記可視光帯域に透過特性を有し、前記可視光帯域の長波長側に隣接する第1の波長帯域に遮断特性を有し、前記第1の波長帯域内の一部分である第2の波長帯域に透過特性を有する光学フィルタと、
 前記撮像センサから出力される信号を処理して可視画像信号および赤外画像信号を出力可能な信号処理デバイスとを備え、
 前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記可視光帯域より長波長側で各色の前記フィルタ部の透過率が互いに近似する波長帯域である第3の波長帯域に含まれるように、前記光学フィルタの分光透過特性および前記カラーフィルタの各フィルタ部の分光透過特性が設定されていることを特徴とする撮像装置。
- [請求項13] 前記第3の波長帯域では、各色の前記フィルタ部の前記透過率の互いの差が当該透過率で10%以内となっていることを特徴とする請求項12に記載の撮像装置。
- [請求項14] 前記カラーフィルタは、前記可視光帯域のそれぞれの色に対応する限られた波長帯域に透過特性を有するか、前記可視光帯域の略全波長帯域に透過特性を有するか、前記可視光帯域の略全波長帯域に遮断特性を有する4種以上の前記フィルタ部を備えることを特徴とする請求項12または請求項13に記載の撮像装置。
- [請求項15] 前記カラーフィルタは、4種類以上の異なる色に対応する4種類以上の前記フィルタ部を備え、前記フィルタ部のうちの1種類の前記フィルタ部が前記可視光帯域の略全体に遮断特性を有し、当該可視光帯

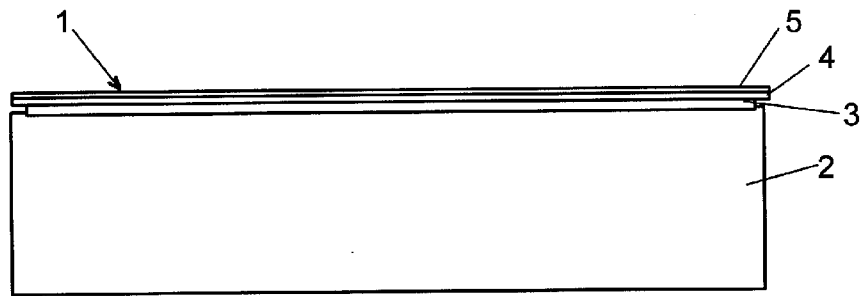
域の長波長側の第4の波長帯域に透過特性を有し、

前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第3の波長帯域に含まれるとともに、前記第4の波長帯域に含まれるように、前記光学フィルタの分光透過特性および前記カラーフィルタの各フィルタ部の分光透過特性が設定されていることを特徴とする請求項14に記載の撮像装置。

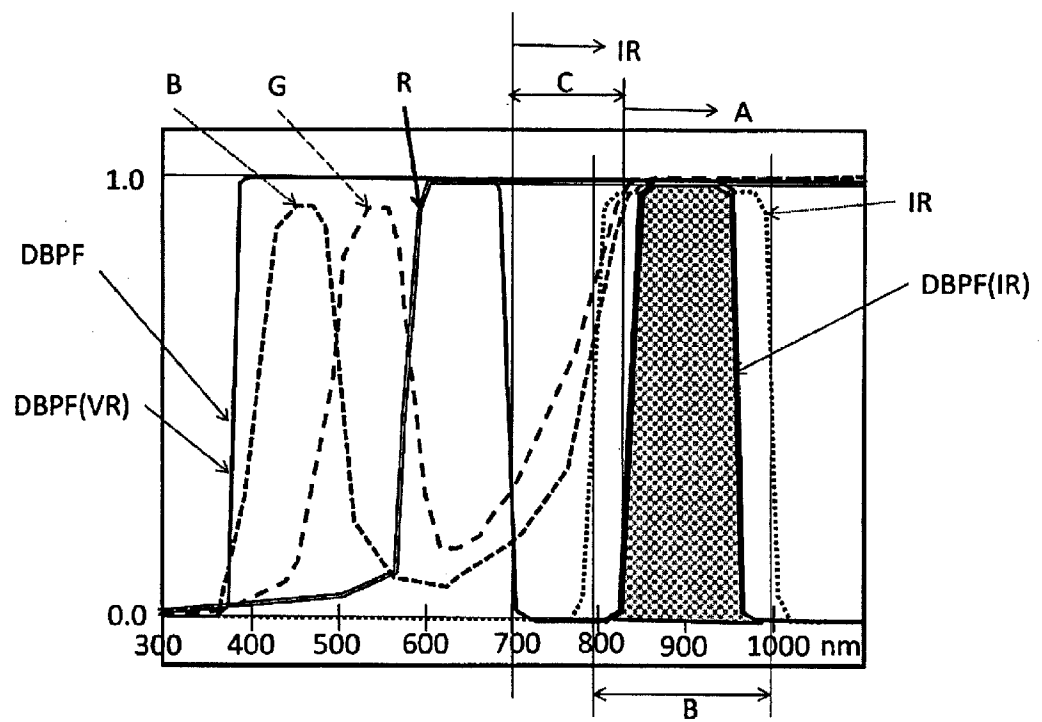
[請求項16]

赤外画像の撮像時に、赤外照明を用いるものとし、前記赤外照明から照射される赤外光の波長帯域である第5の波長帯域が、前記第3の波長帯域および前記第4の波長帯域に含まれ、前記光学フィルタの前記第2の波長帯域が、前記第5の波長帯域と略重なるように設定されていることを特徴とする請求項15に記載の撮像装置。

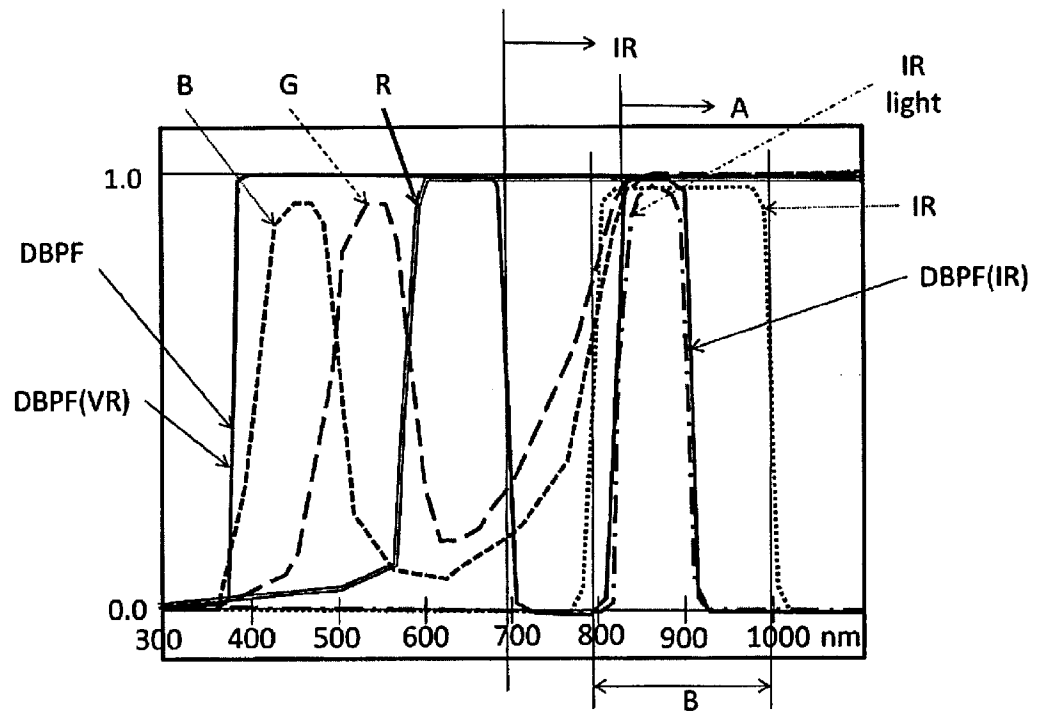
[図1]



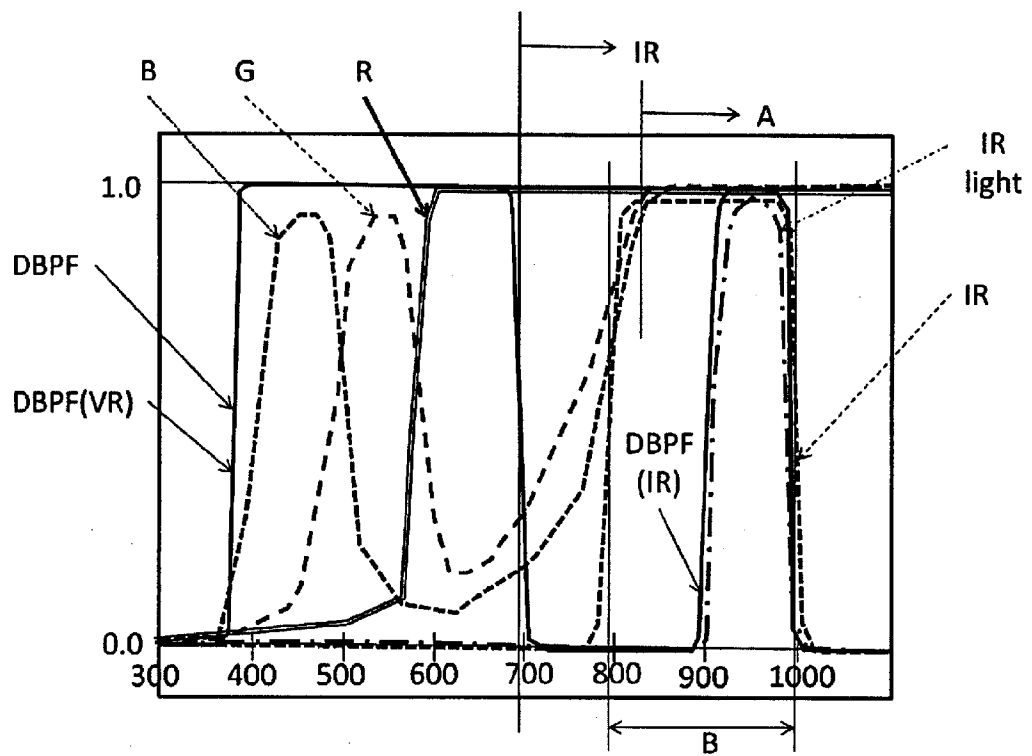
[図2]



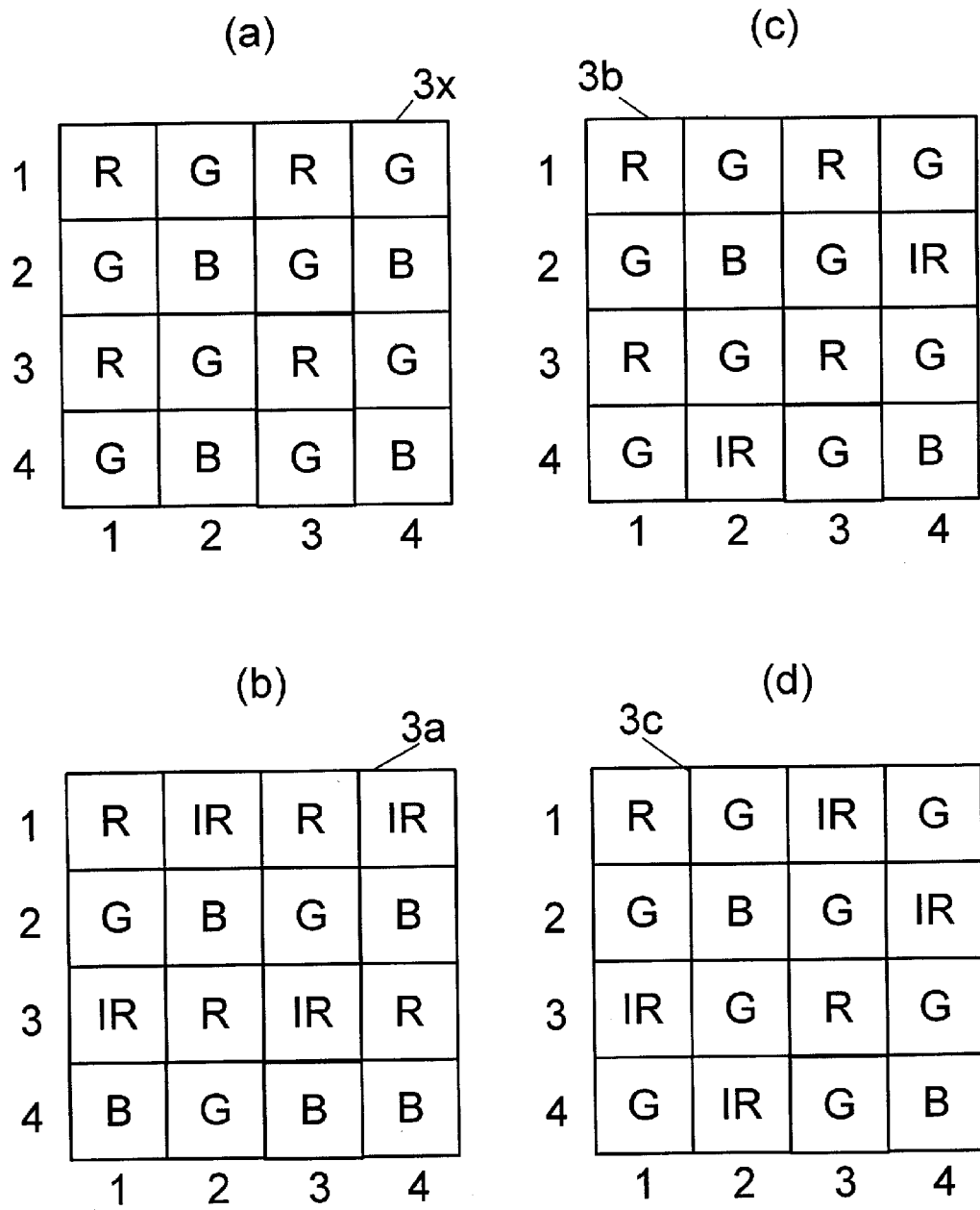
[図3]



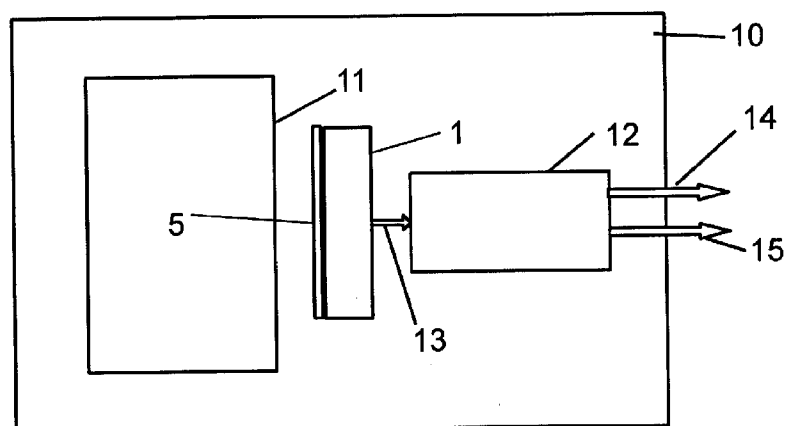
[図4]



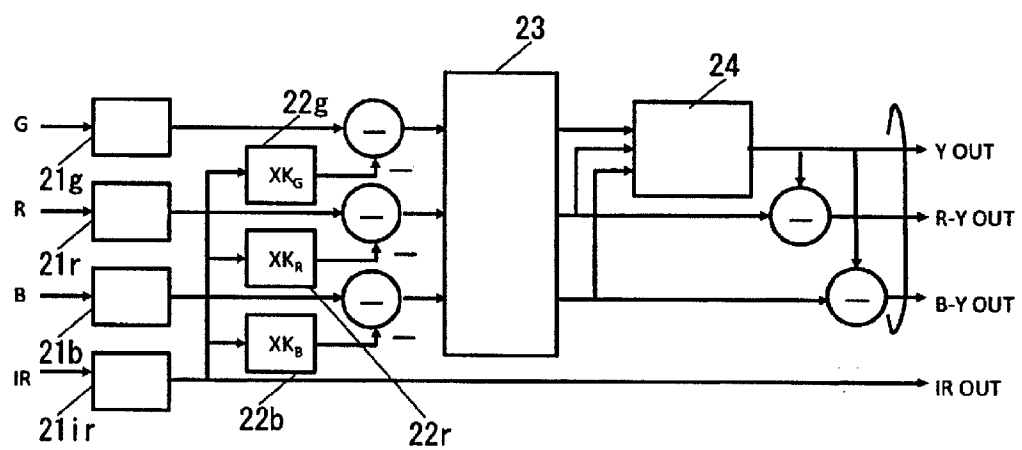
[図5]



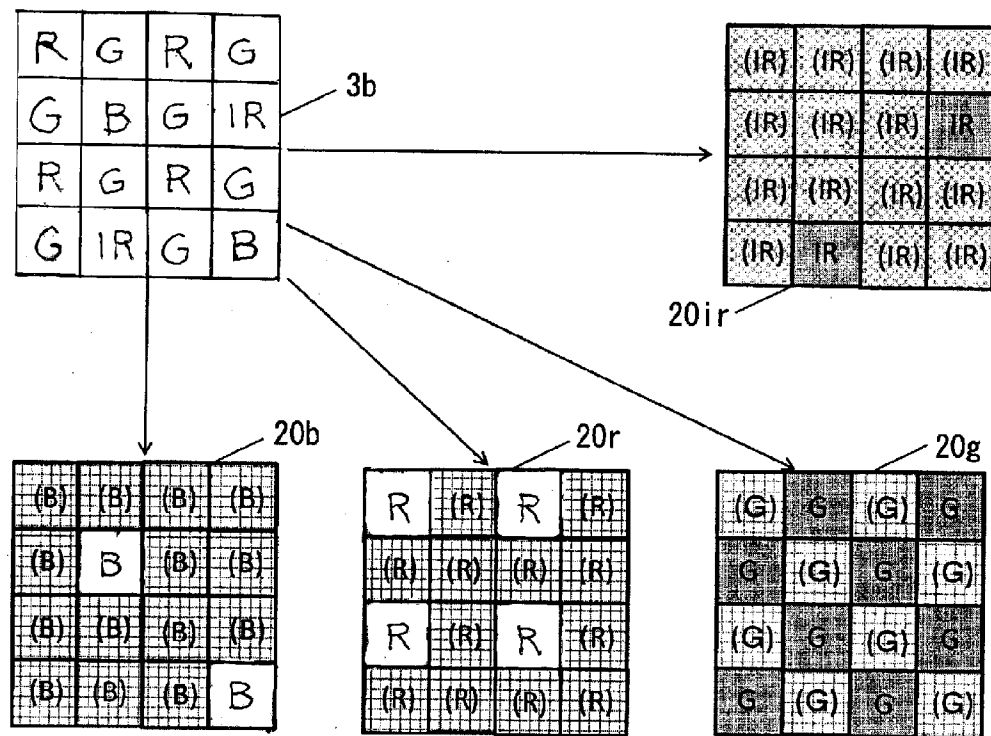
[図6]



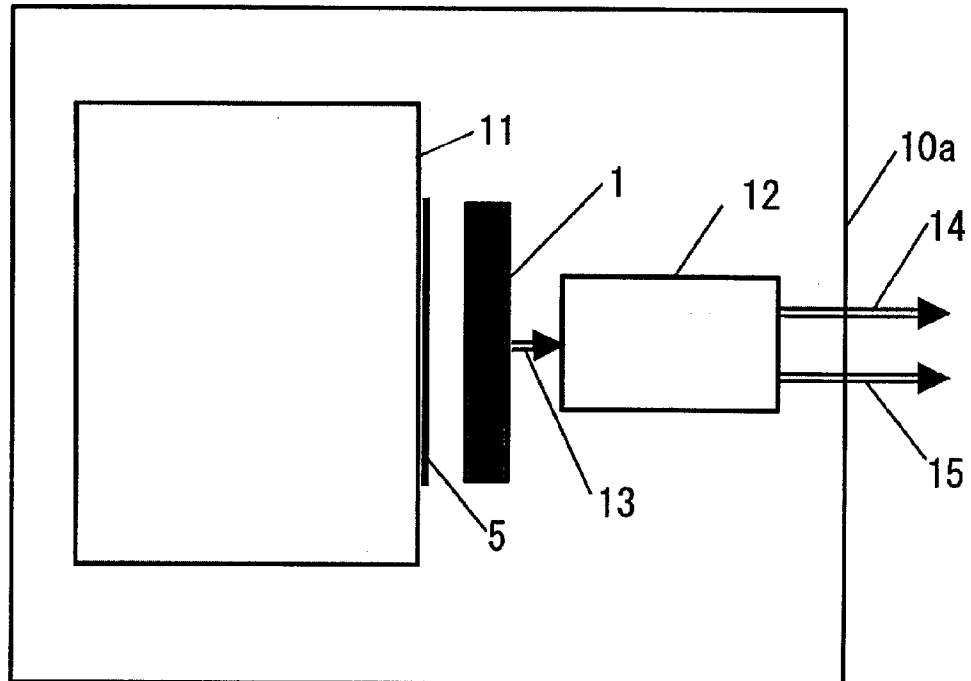
[図7]



[図8]



[図9]

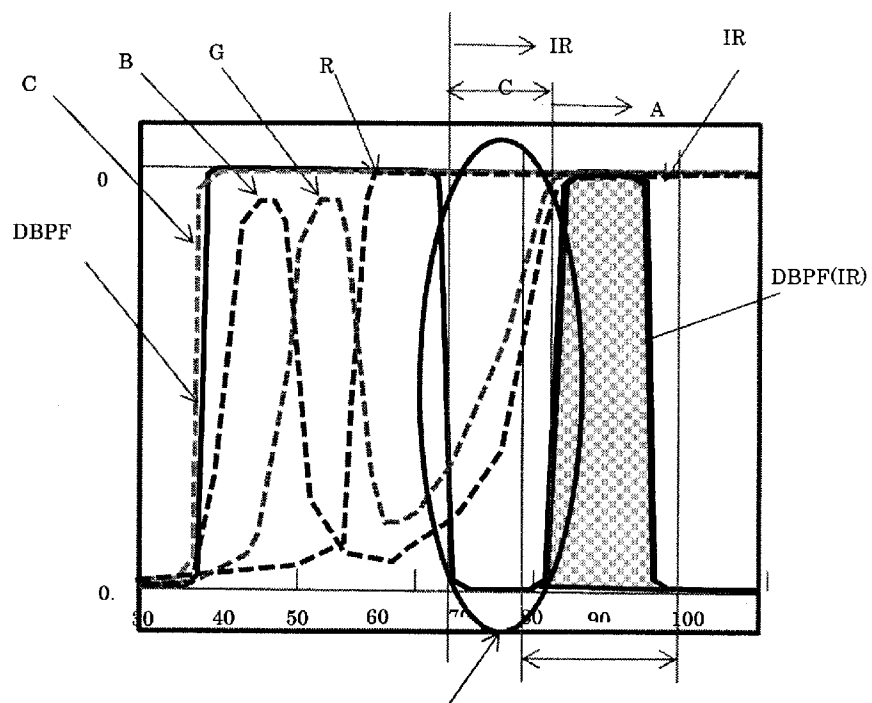


[図10]

R	C	G	C
C	R	C	G
G	C	B	C
C	G	C	B

3e

[図11]



[図12]

R	C
G	B

[図13]

R	G
G	B

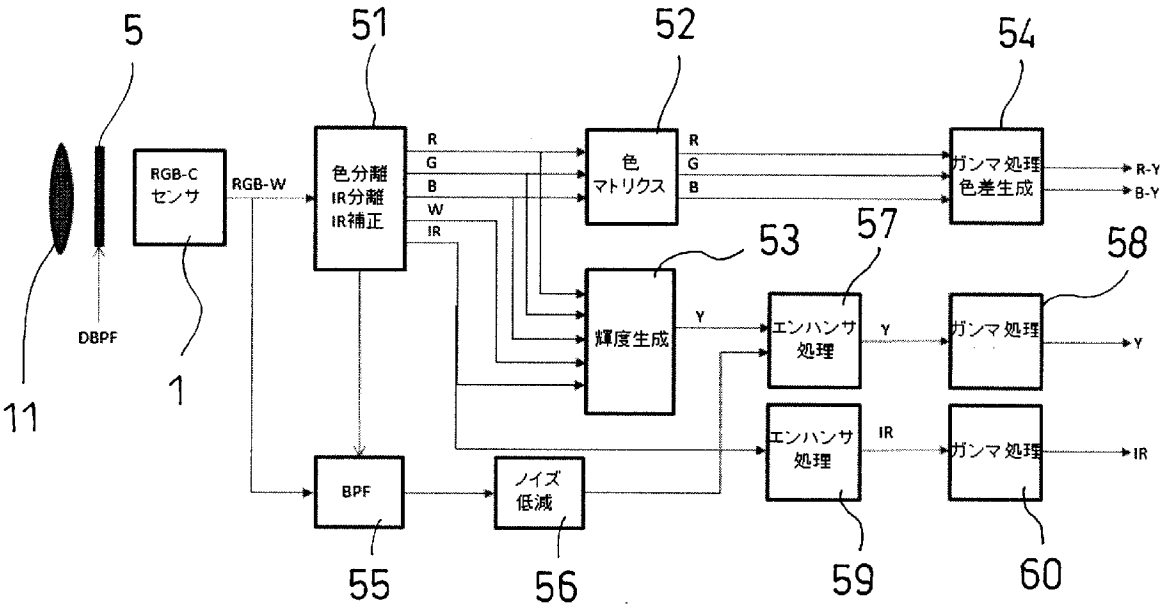
[図14]

R	IR
G	B

[図15]

	輝度解像度	色解像度	W=1 に対する感度	相対感度
RGB・C 構成 1	◎	△~×	0.675	+5.7dB
RGB・C 構成 2	○	○	0.5	+3.1dB
RGB	○	○	0.35	0dB
RGB-IR	△	○	0.25	-2.9dB

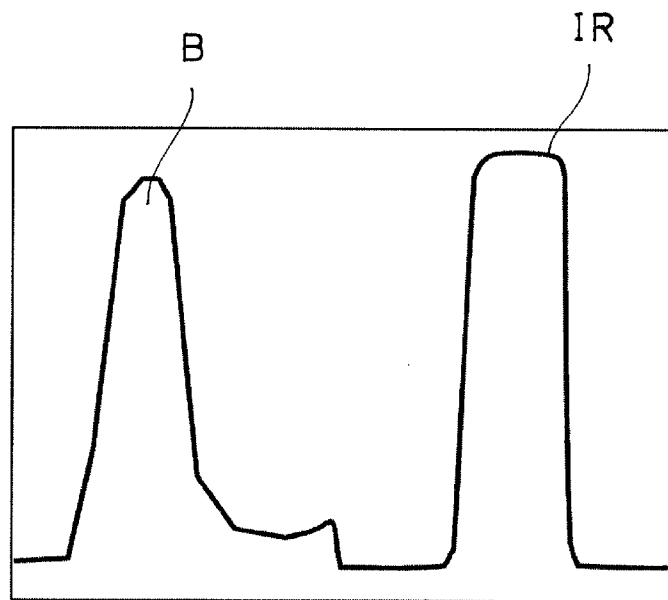
[図16]



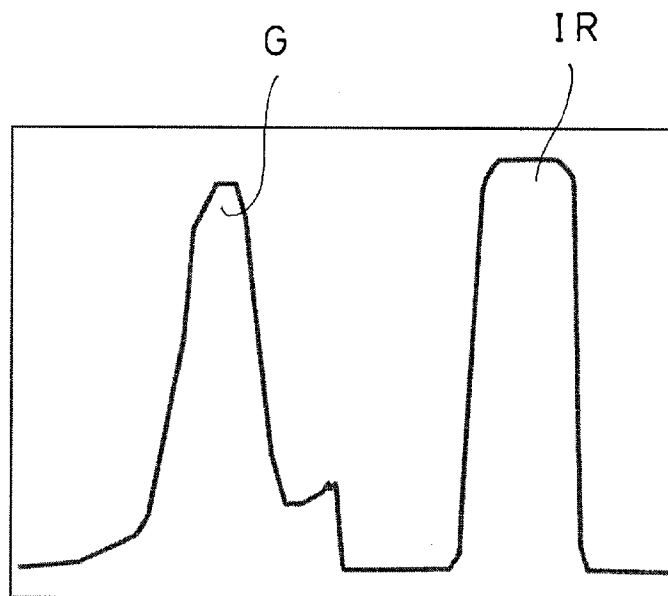
[図17]

A	D
B	C

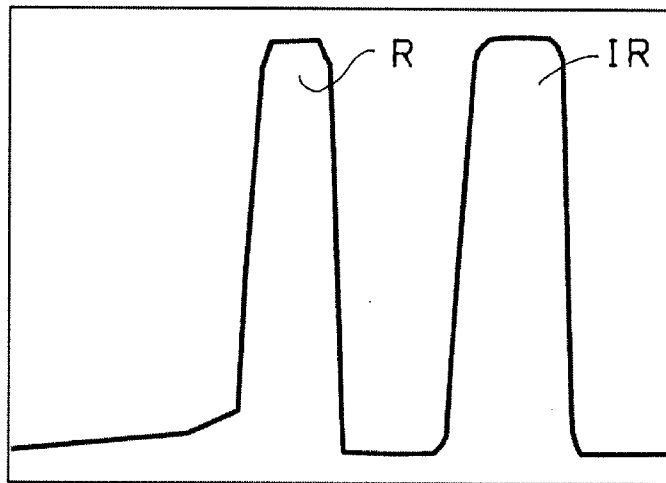
[図18]



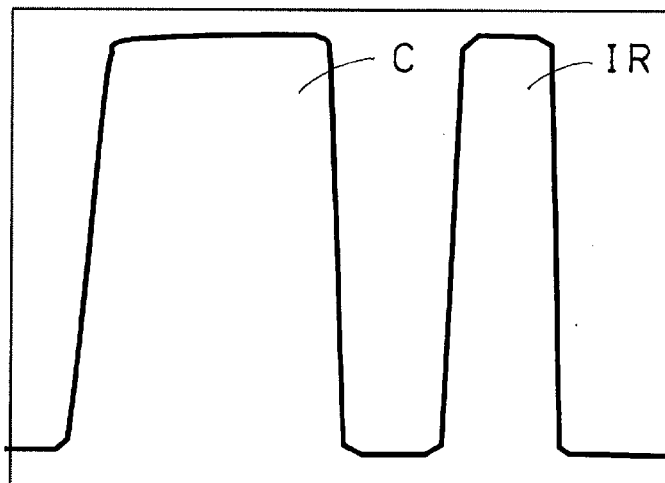
[図19]



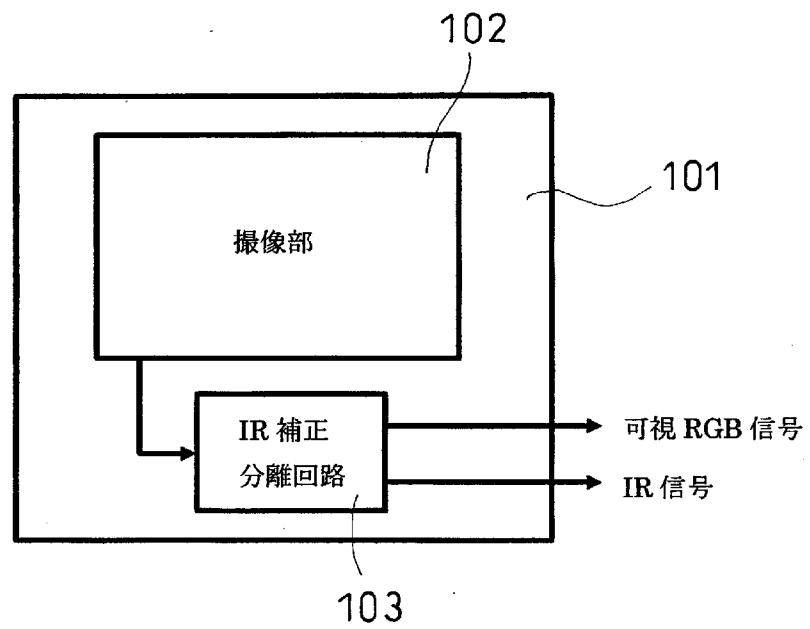
[図20]



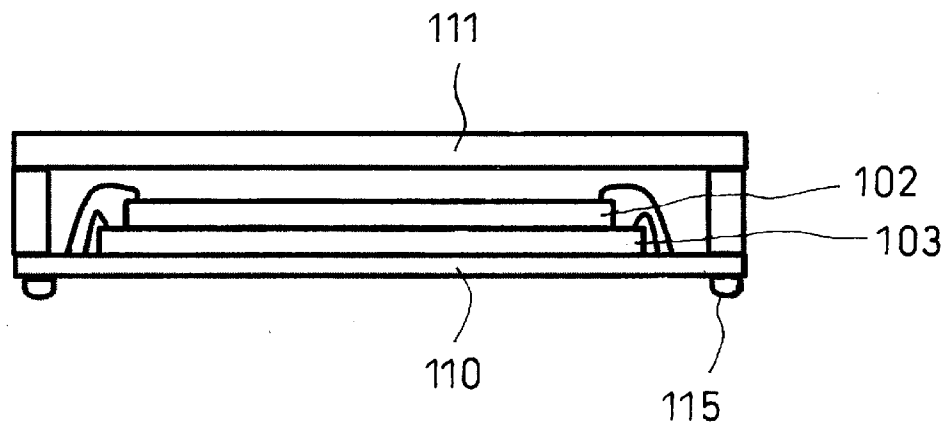
[図21]



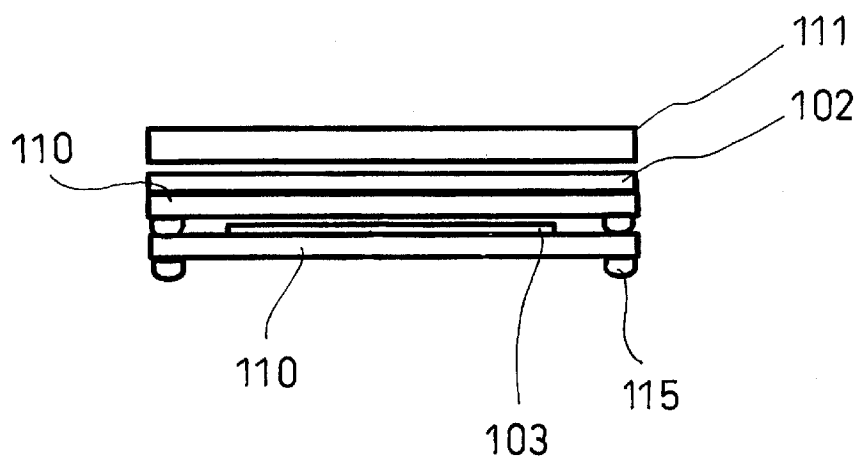
[図22]



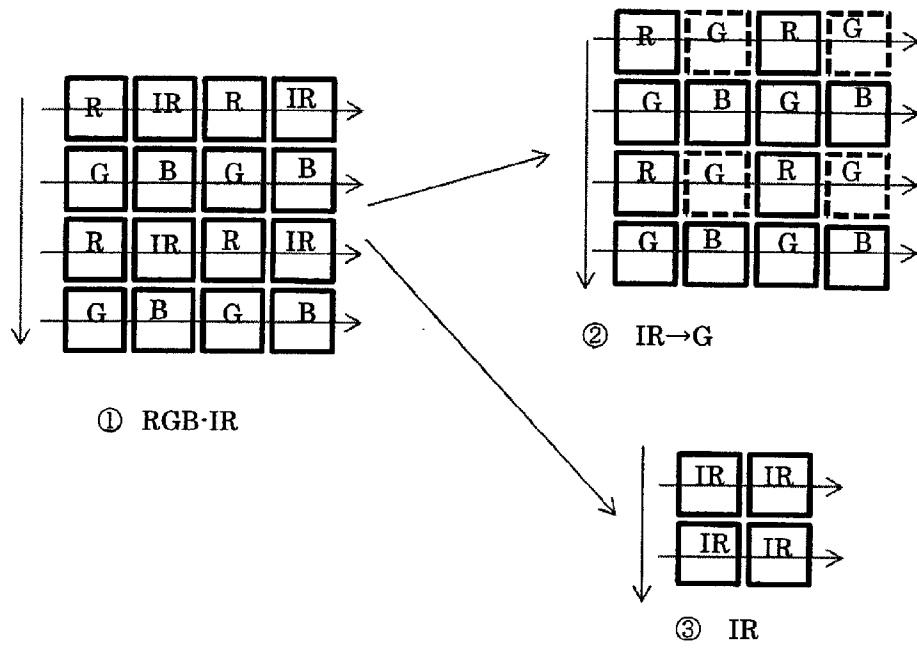
[図23]



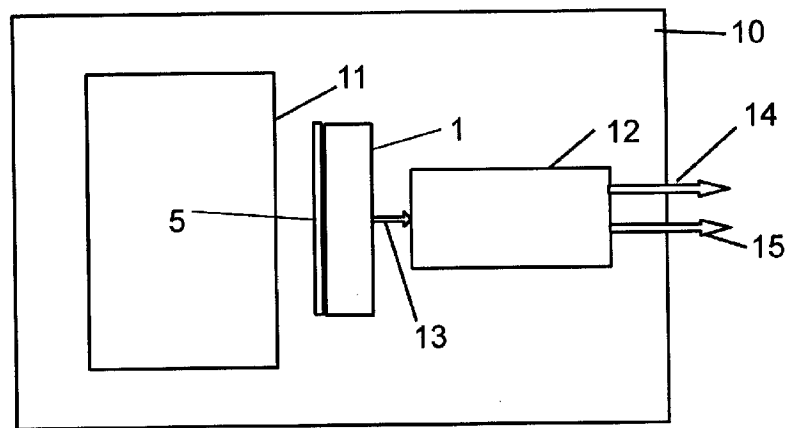
[図24]



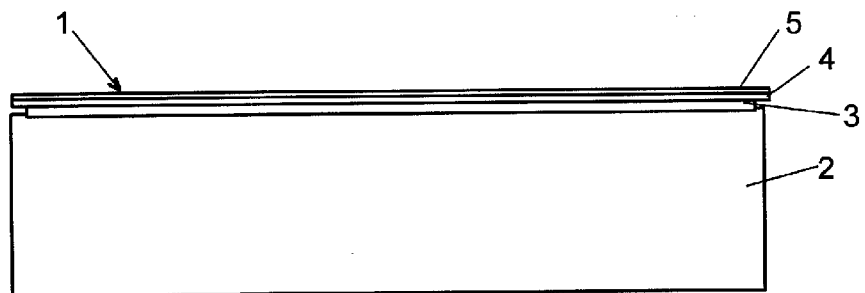
[図25]



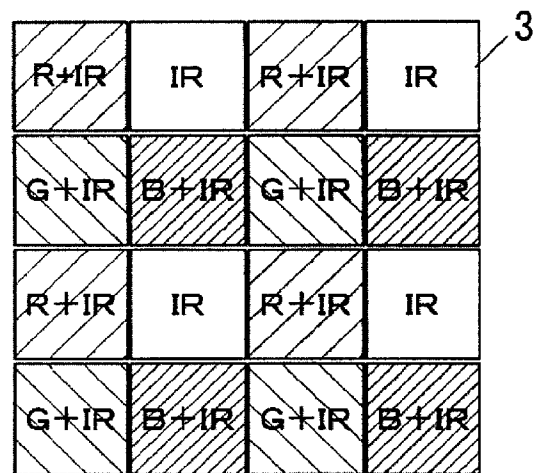
[図26]



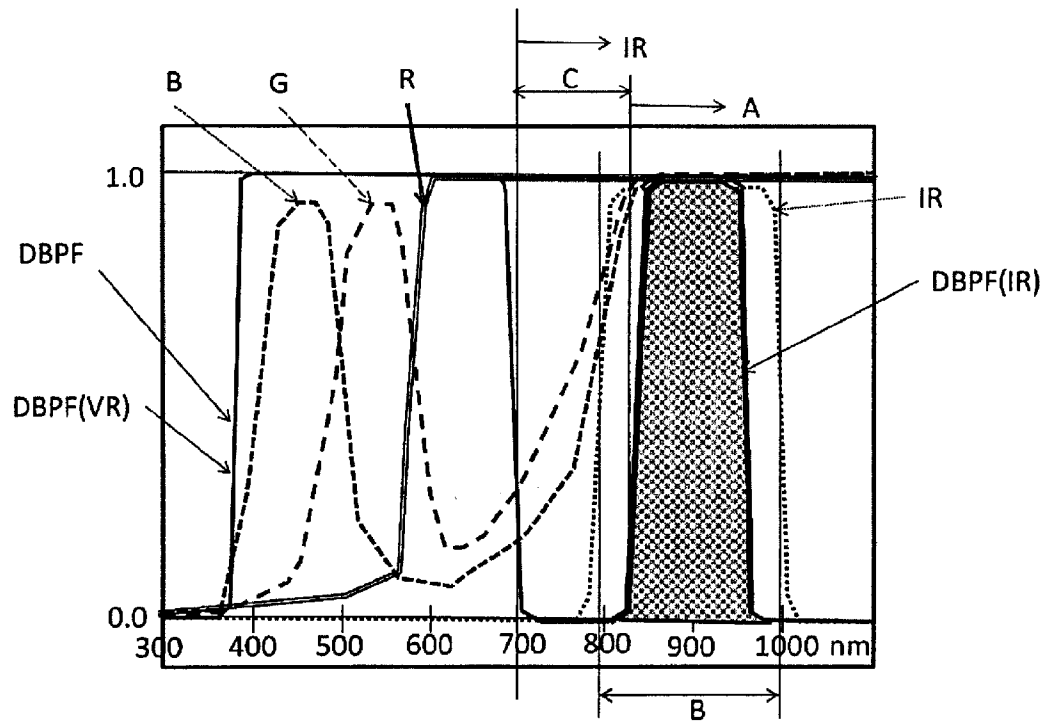
[図27]



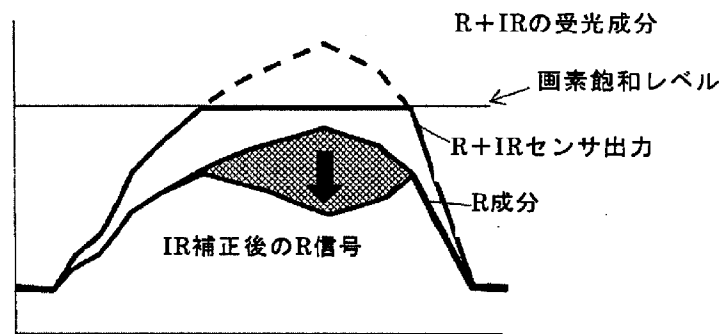
[図28]



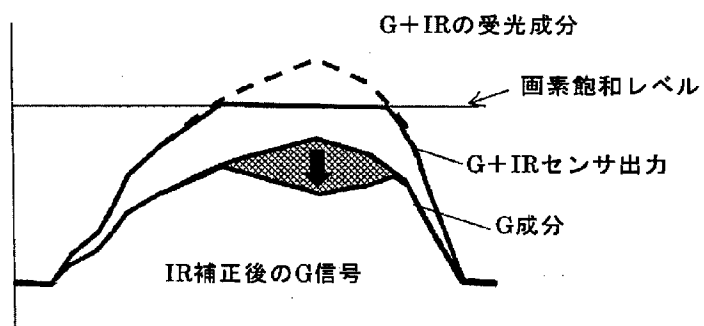
[図29]



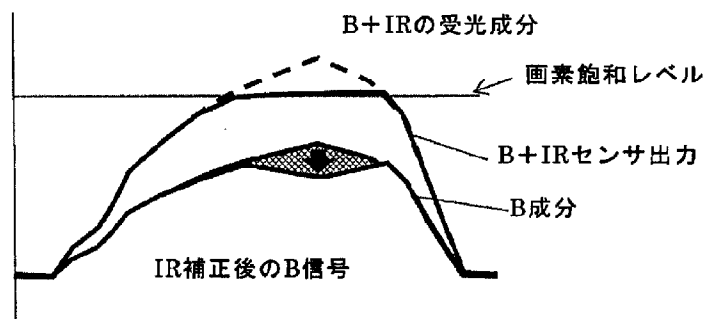
[図30]



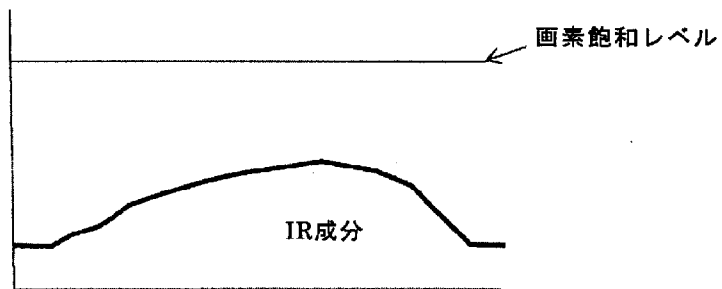
[図31]



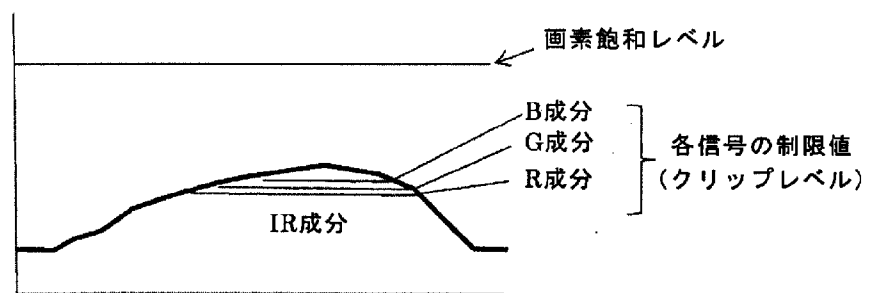
[図32]



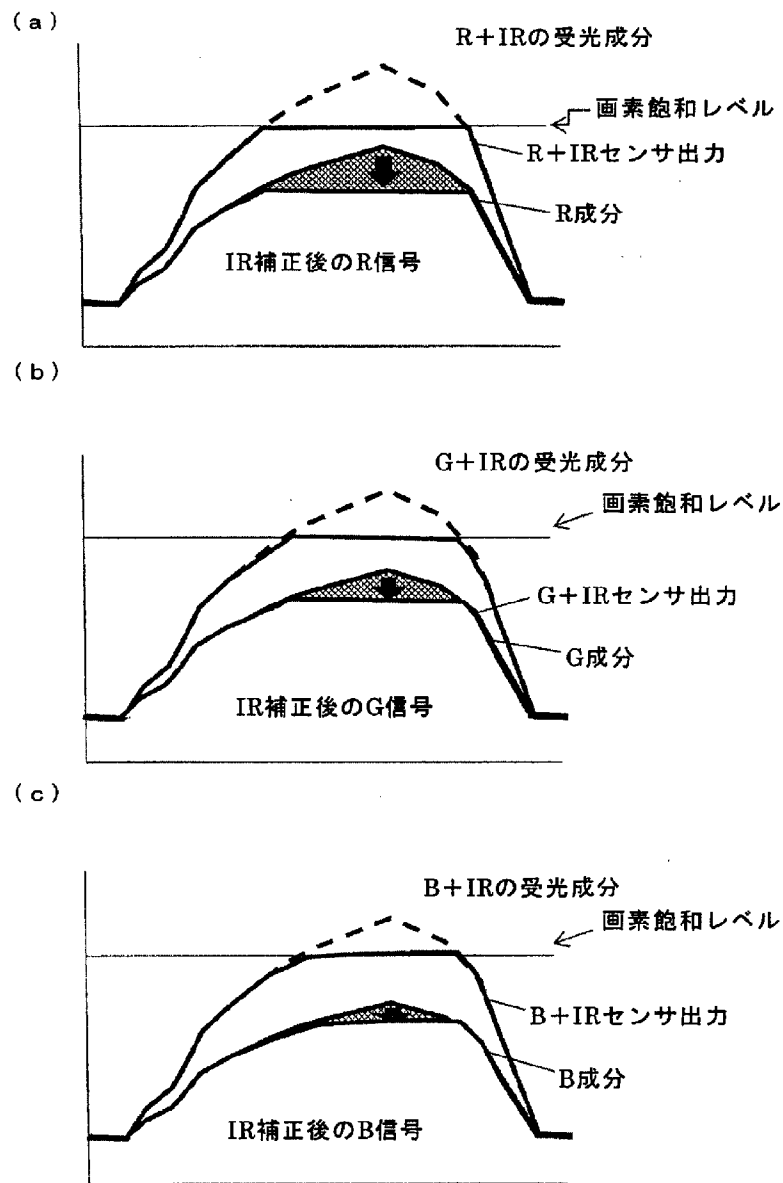
[図33]



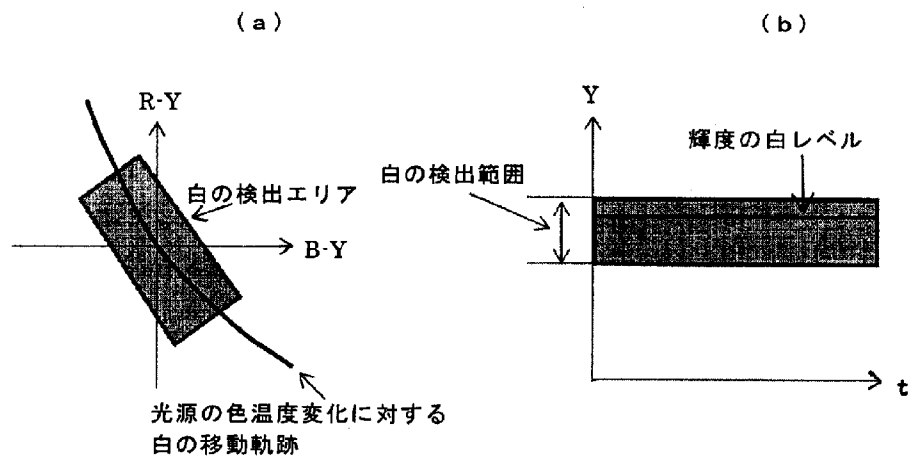
[図34]



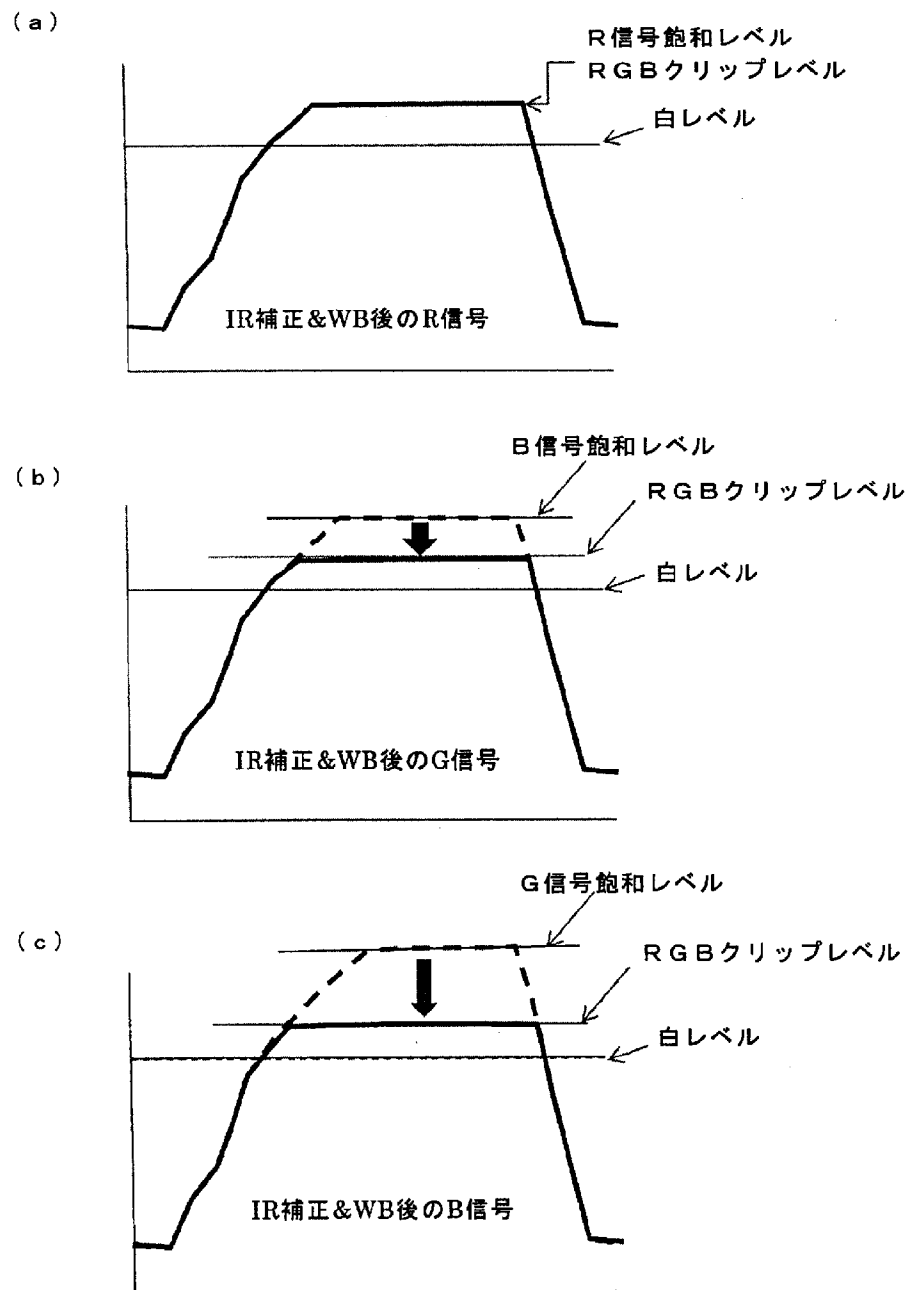
[図35]



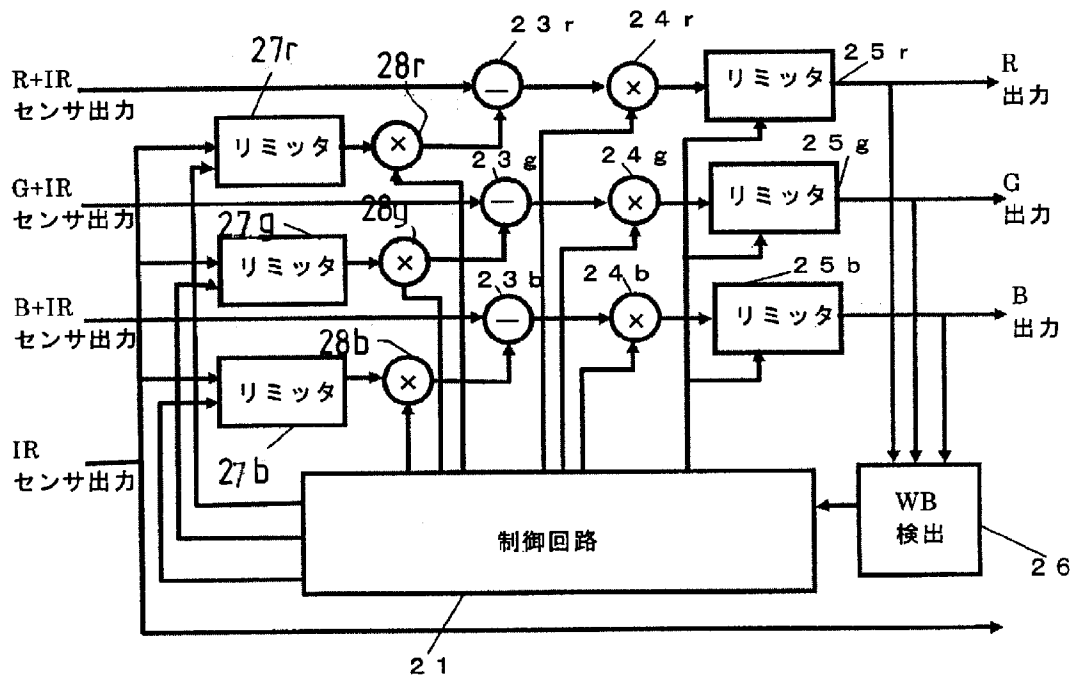
[図36]



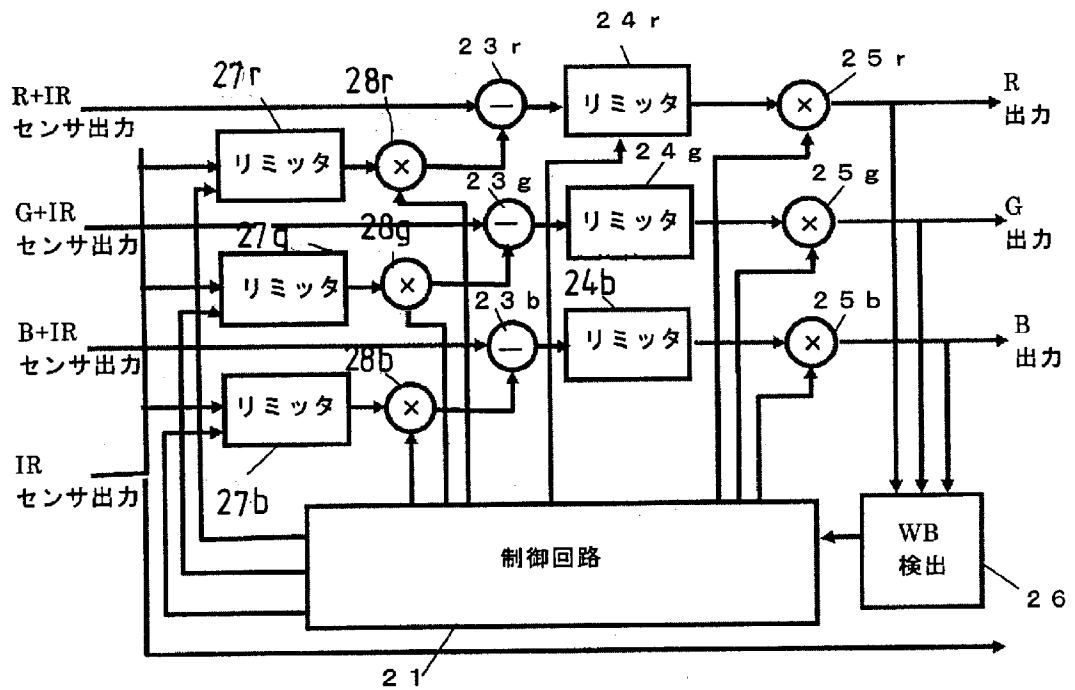
[図37]



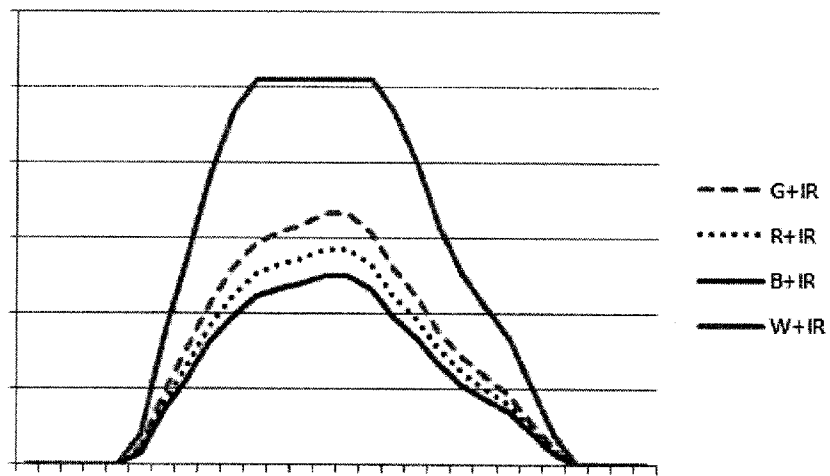
[図38]



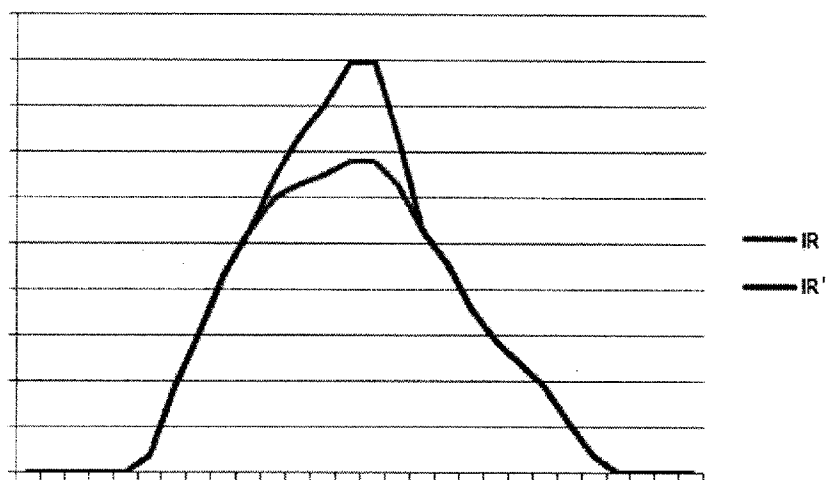
[図39]



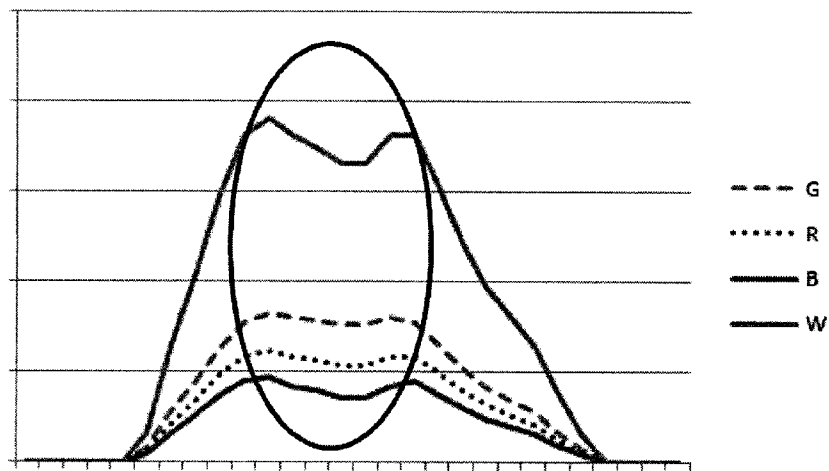
[図40]



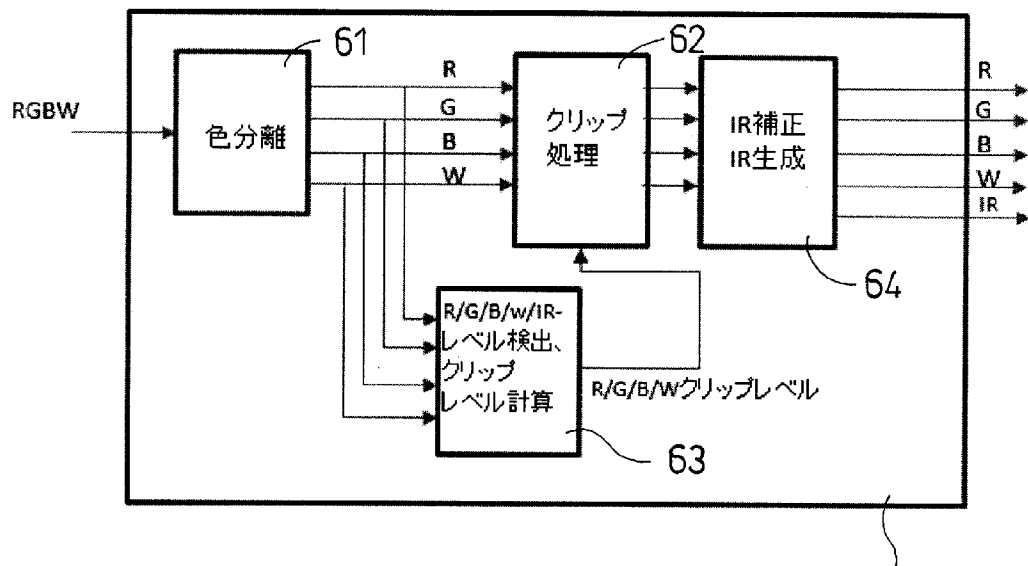
[図41]



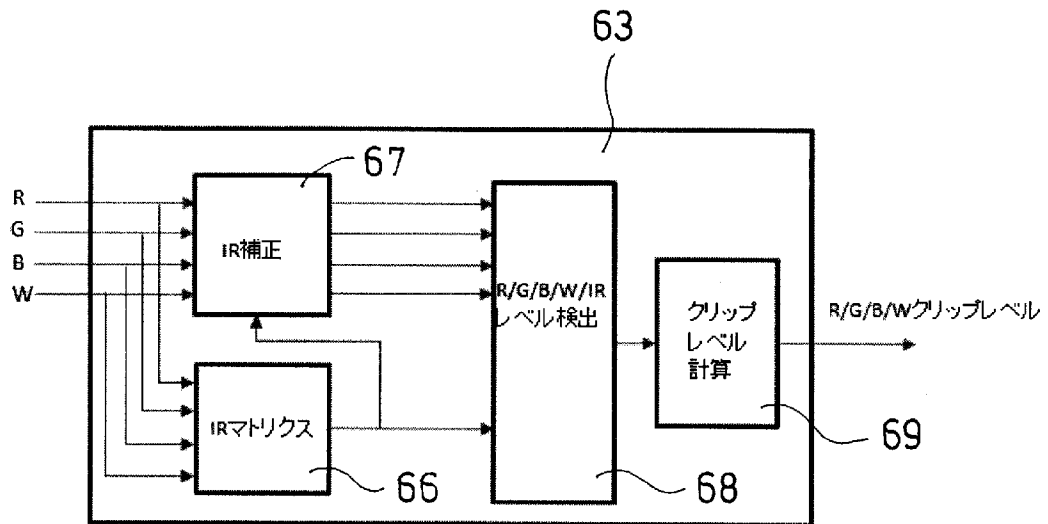
[図42]



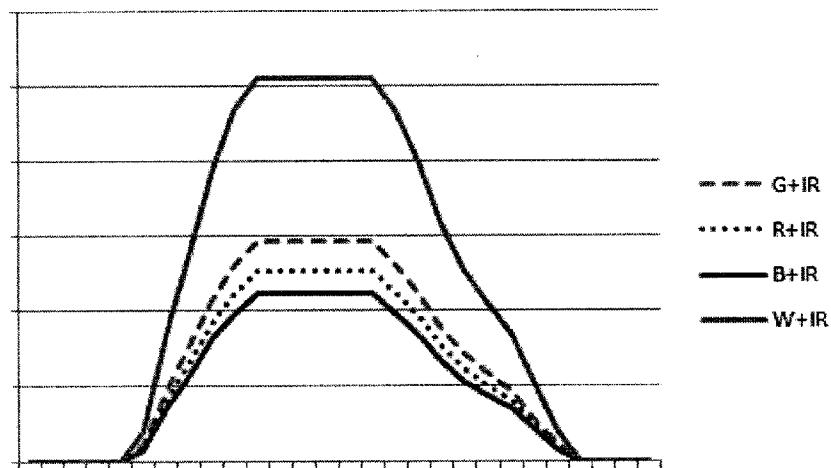
[図43]



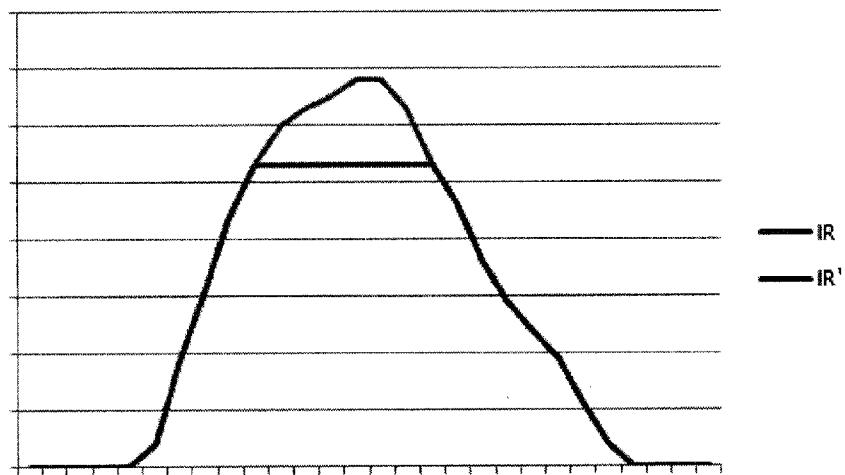
[図44]



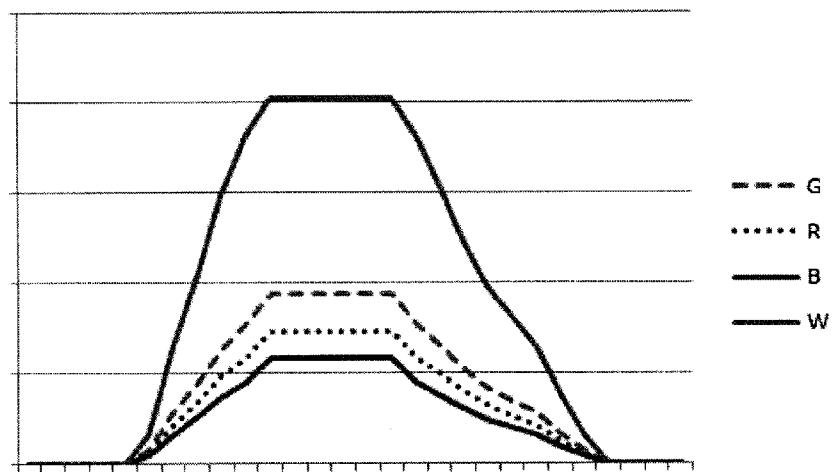
[図45]



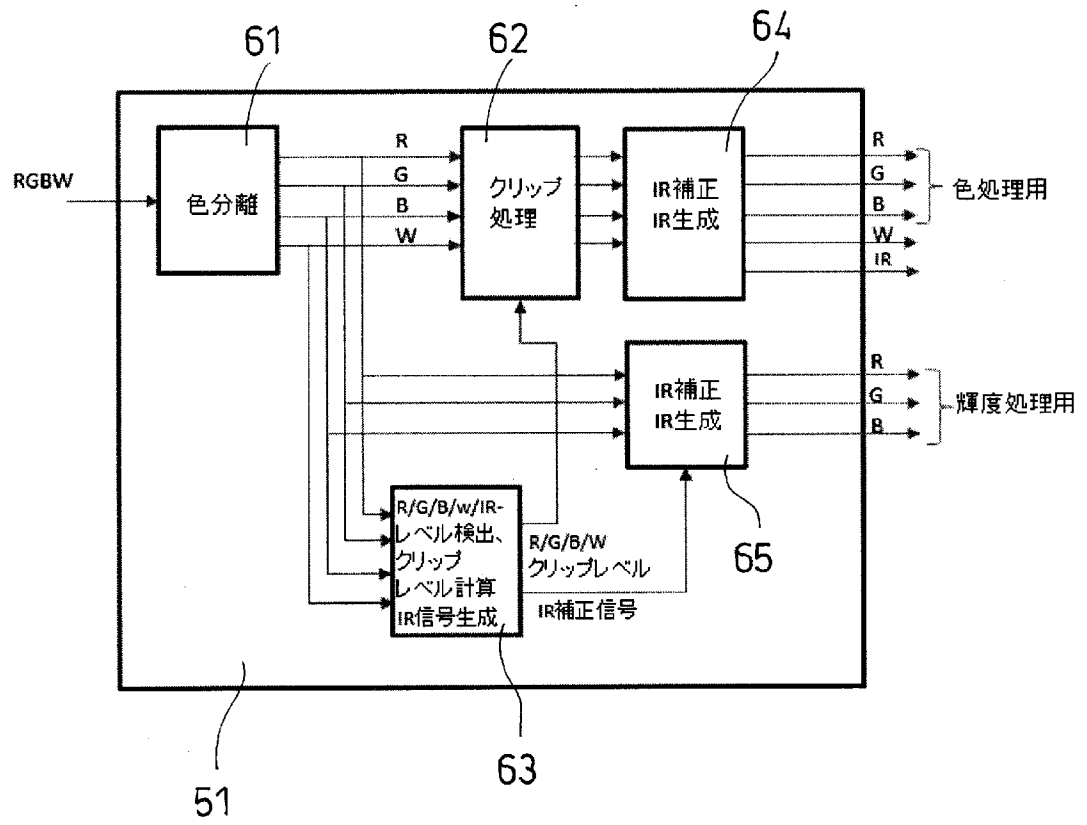
[図46]



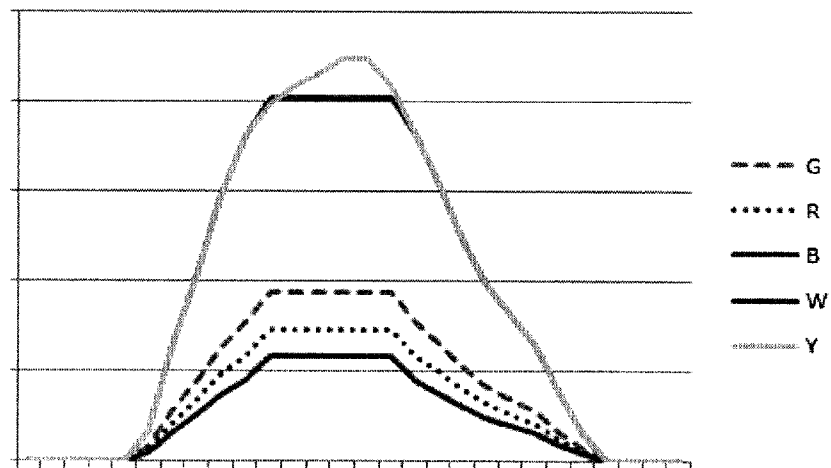
[図47]



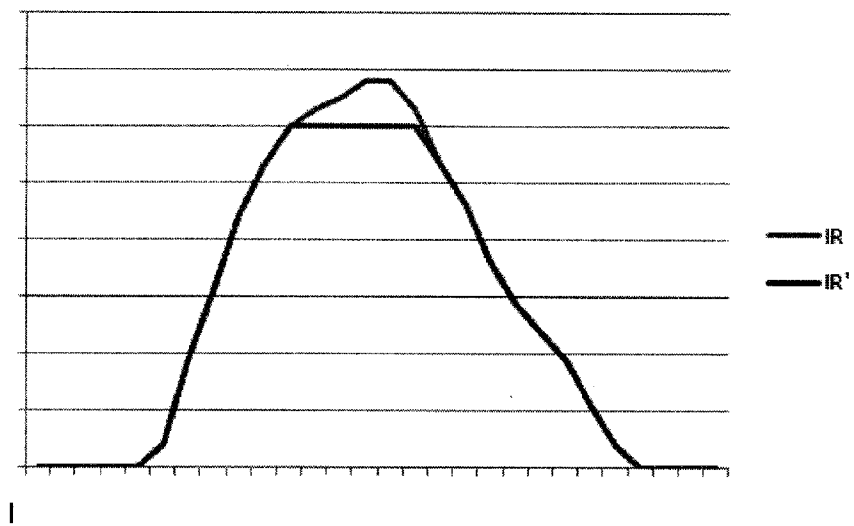
[図48]



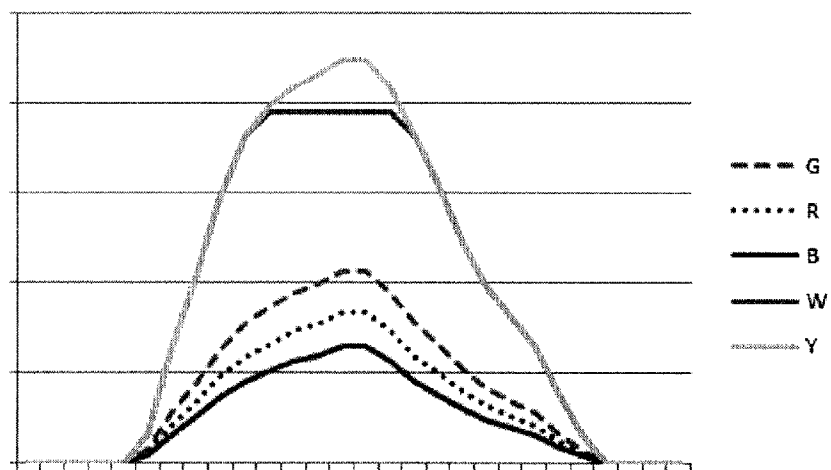
[図49]



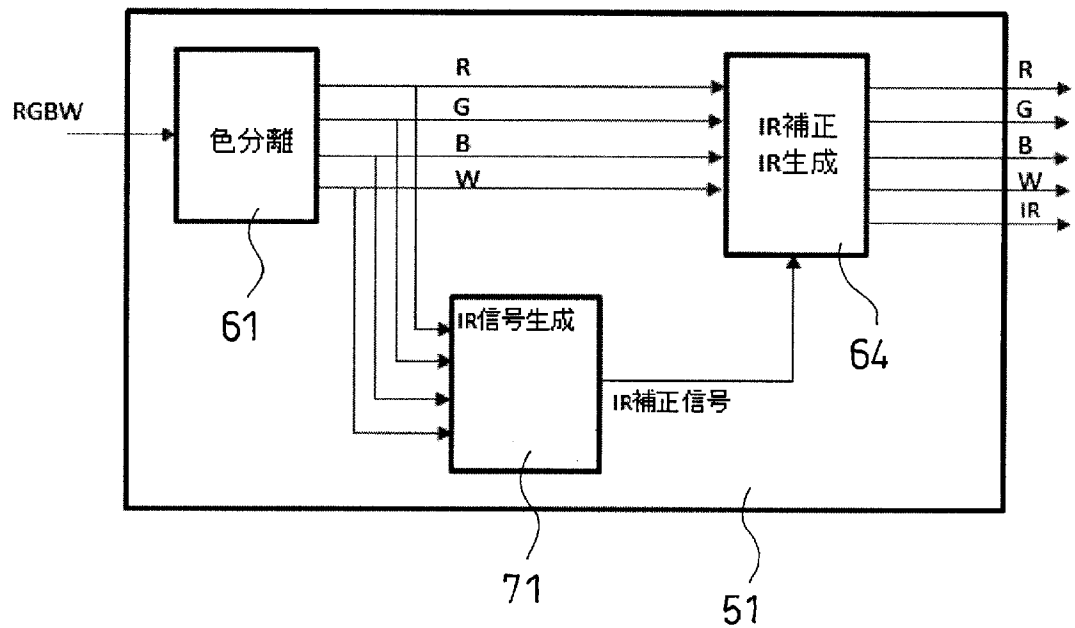
[図50]



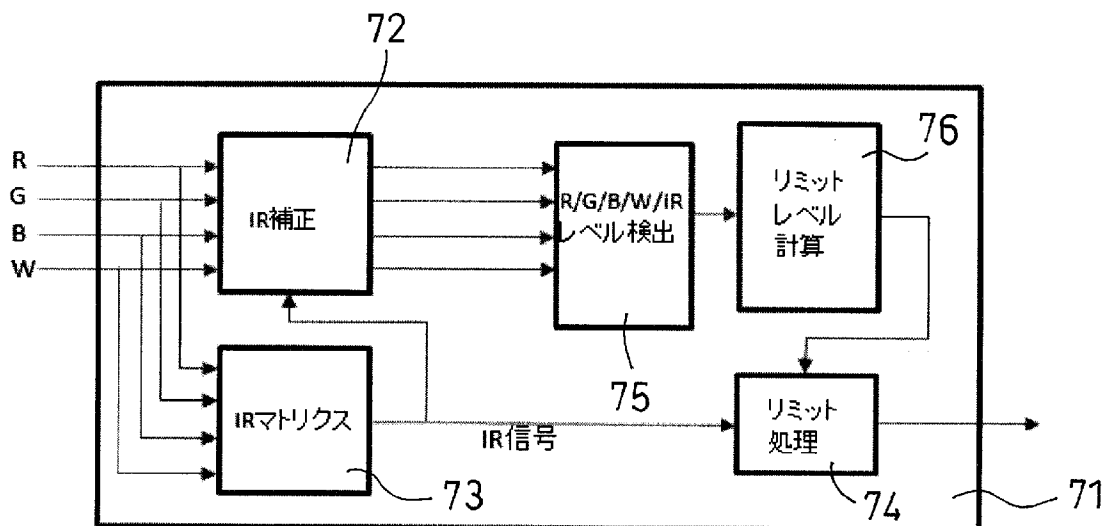
[図51]



[図52]



[図53]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068280

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, H01L27/14(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, G02B5/20, H01L27/14

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.
X A	JP 2006-094112 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 April 2006 (06.04.2006), paragraphs [0020], [0022], [0061]; fig. 1, 2, 7 & US 2008/0278592 A1 & GB 2430105 A & WO 2005/101853 A1 & KR 10-2007-0004818 A	1-3, 11-13 4-10, 14-16
X Y	JP 2013-211836 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 10 October 2013 (10.10.2013), paragraphs [0010], [0011]; fig. 1, 3, 4 & US 2013/0229526 A1	1, 4, 11 10
Y	JP 2011-199798 A (Sony Corp.), 06 October 2011 (06.10.2011), paragraph [0108]; fig. 5 & US 2011/0235017 A1 & CN 102202185 A	10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 August 2015 (03.08.15)

Date of mailing of the international search report
18 August 2015 (18.08.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N9/07(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, H01L27/14(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. H04N9/07, G02B5/20, H01L27/14

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
X A	JP 2006-094112 A（三菱電機株式会社）2006.04.06, 段落 [0020], [0022], [0061], 第1,2,7図 & US 2008/0278592 A1 & GB 2430105 A & WO 2005/101853 A1 & KR 10-2007-0004818 A	1-3, 11-13 4-10, 14-16
X Y	JP 2013-211836 A（日産自動車株式会社）2013.10.10, 段落 [0010], [0011], 第1,3,4図 & US 2013/0229526 A1	1, 4, 11 10
Y	JP 2011-199798 A（ソニー株式会社）2011.10.06, 段落 [0108], 第5図 & US 2011/0235017 A1 & CN 102202185 A	10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 8 . 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）

鈴木 明

5 V

9 1 8 5

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