

(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 5 月 7 日(07.05.2015)

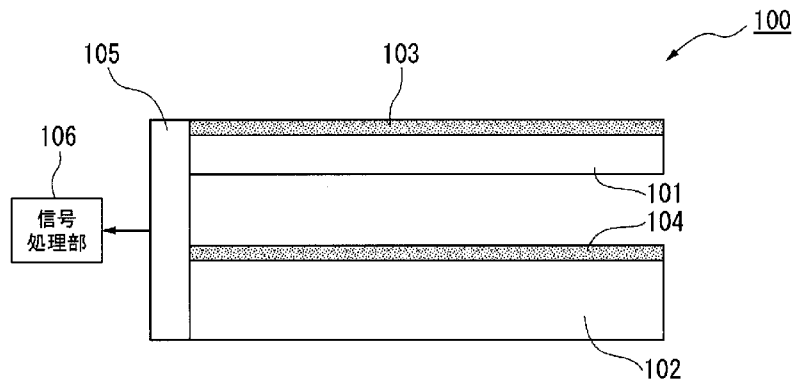


(10) 国際公開番号
WO 2015/064274 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)
G02B 5/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/076032
- (22) 国際出願日: 2014 年 9 月 30 日(30.09.2014)
- (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 2013-226260 2013 年 10 月 31 日(31.10.2013) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山本 祐輔(YAMAMOTO Yusuke); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外(TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: IMAGING ELEMENT

(54) 発明の名称: 撮像素子



106 Signal processing unit

(57) Abstract: This imaging element is provided with: a first substrate; a plurality of first light-receiving elements which are regularly arranged on the first substrate, and each of which outputs a first signal corresponding to the intensity of light irradiated thereon; a plurality of complementary color filters which are arranged on the respective light-receiving surfaces of the first light-receiving elements, and each of which transmits light in a first wavelength band that includes at least a second wavelength band and a third wavelength band; a second substrate which is arranged so as to be irradiated with the light that is transmitted through the first substrate; a plurality of second light-receiving elements which are regularly arranged on the second substrate, and each of which outputs a second signal corresponding to the intensity of the light irradiated thereon; a plurality of primary color filters which are arranged on the respective light-receiving surfaces of the second light-receiving elements, and each of which transmits light in the second wavelength band; and a signal processing unit which produces pixel signals respectively corresponding to the plurality of first light-receiving elements, using the first signals and the second signals.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/064274 A1



撮像素子は、第1の基板と、第1の基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第1の信号を出力する複数の第1受光素子と、第1受光素子の受光面の各々に配置され、少なくとも第2波長帯域と第3波長帯域とを包含する第1波長帯域の光を透過する複数の補色系カラーフィルタと、第1の基板を透過した光が照射されるように配置された第2の基板と、第2の基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第2の信号を出力する複数の第2受光素子と、第2受光素子の受光面の各々に配置され、第2波長帯域の光を透過する複数の原色系カラーフィルタと、第1の信号と第2の信号とを用いて、複数の第1受光素子の各々に対応する画素信号を生成する信号処理部とを備える。

明 細 書

発明の名称：撮像素子

技術分野

[0001] 本発明は、撮像素子に関する。

本願は、2013年10月31日に、日本に出願された特願2013-226260号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 一般的なカラーデジタルカメラでは、2次元的に配列された受光素子によって構成された単板式撮像素子が採用されている。このような単板式カラーデジタルカメラでは、フルカラー画像を得るために、受光素子の前にカラーフィルタが配置されている。このカラーフィルタの種類としては、RGBの原色系とCMYGの補色系がある。

[0003] 以下に、原色系のカラーフィルタが搭載された撮像素子と、補色系のカラーフィルタが搭載された撮像素子とにおいて、全画素がRGBの色情報を有したフルカラー画像を生成する信号処理方法について示す。

[0004] (原色系のカラーフィルタが搭載された撮像素子)

図13は、従来知られているベイヤー配列と呼ばれる原色系のカラーフィルタの色配列を示した概略図である。図示する例では、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRと、緑色(G)の光を透過するカラーフィルタGと、青色(B)の光を透過するカラーフィルタBとが各画素の受光面に規則的に配列されている。カラーフィルタGは、全体画素数のうち1/2を占めている。また、カラーフィルタRは、全体画素数のうち1/4を占めている。また、カラーフィルタBは、全体画素数のうち1/4を占めている。

[0005] 図13に示すように、各画素の受光面にはカラーフィルタRと、カラーフィルタGと、カラーフィルタBとのいずれか1つが配置されているため、各画素では、赤色と緑色と青色とのうち、2色の色情報が必ず欠落する。そこで、欠落した2色の色情報を隣接画素の出力に基づいて補間し、各画素が赤

色と青色と緑色との3色の色情報を得るようにデモザイキング処理を行う。

[0006] デモザイキング処理としては、一般的に以下の2つの方法が知られている。1つ目の方法は、隣接または近傍画素から線形補間する方法である。2つ目の方法は、線形補間後に色差信号を算出して垂直方向と水平方向のどちらに相関が強いかを判断し、その結果に応じて、更に補間処理を行う方法である。例えば、垂直方向に相関が高ければ、垂直方向に隣接した画素の平均値で更に補間する。

[0007] (補色系のカラーフィルタが搭載された撮像素子)

図14は、従来知られている色差順次方式と呼ばれる補色系のカラーフィルタの色配列を示した概略図である。図示する例では、シアン色(C)の光を透過するカラーフィルタCと、マゼンタ色(M)の光を透過するカラーフィルタMと、黄色の光(Y)を透過するカラーフィルタYと、緑色(G)の光を透過するカラーフィルタGとが各画素の受光面に規則的に配列されている。シアン色(C)は赤色(R)の補色(=青色(B)+緑色(G))である。マゼンタ色(M)は緑色(G)の補色(=青色(B)+赤色(R))である。黄色(Y)は青色(B)の補色(=緑色(G)+赤色(R))である。

[0008] 図15は、従来知られているカラーフィルタCと、カラーフィルタMと、カラーフィルタYと、カラーフィルタGとの透過特性を示したグラフである。グラフの横軸は波長 λ (nm)を示す。グラフの縦軸は相対分光感度を示す。図15に示すように、曲線2501は、カラーフィルタCの透過特性を示している。曲線2502は、カラーフィルタMの透過特性を示している。曲線2503は、カラーフィルタYの透過特性を示している。曲線2504は、カラーフィルタGの透過特性を示している。

[0009] 以下、図14の説明に戻る。図14に示すとおり、各画素の受光面にはカラーフィルタCと、カラーフィルタMと、カラーフィルタYと、カラーフィルタGとのいずれか1つが配置されているため、各画素では、シアン色と、マゼンタ色と、黄色と、緑色とのうち、3色の色情報が必ず欠落する。補色

系では、撮像されたCMY G画像からカラーテレビなどに表示するためのRGB画像を得るために、以下の方法で変換する（例えば、特許文献1参照）。

[0010] 最初に、各画素が1色ずつ取得したCMY Gの色情報を用いて、画素毎にCMY G全ての色情報を算出する。算出方法は、線形補間等を行う。次に、各画素において、CMY Gの色情報をRGBの色情報に変換する。CMY Gの各色フィルタが透過するRGB各色成分の透過率は、製造時のCMY Gの透過特性によって決まるパラメータである。

[0011] 図16は、従来知られているCMY Gの各色フィルタが透過するRGB各色成分の透過率の一例を示した概略図である。図示する例では、カラーフィルタGの赤色の光の透過率は0.11である。また、カラーフィルタGの緑色の光の透過率は0.86である。また、カラーフィルタGの青色の光の透過率は0.08である。また、カラーフィルタMの赤色の光の透過率は0.50である。また、カラーフィルタMの緑色の光の透過率は0.29である。また、カラーフィルタMの青色の光の透過率は0.51である。また、カラーフィルタCの赤色の光の透過率は0.11である。また、カラーフィルタCの緑色の光の透過率は0.92である。また、カラーフィルタCの青色の光の透過率は0.75である。また、カラーフィルタYの赤色の光の透過率は0.81である。また、カラーフィルタYの緑色の光の透過率は0.98である。また、カラーフィルタYの青色の光の透過率は0.08である。

[0012] CMY Gの各色フィルタが透過するRGB各色成分の透過率が図16に示した場合では、(1)式に示す行列演算（カラーマトリクス変換）を用いて、各画素においてCMY GからRGBに色情報を変換することができる。

[0013] [数1]

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.61 & 0.88 & -0.62 & 0.86 \\ 0.79 & -0.60 & 0.30 & 0.22 \\ -0.54 & 0.89 & 0.85 & -0.59 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G \\ M \\ C \\ Y \end{pmatrix} \quad \cdots (1)$$

[0014] 上述した動作を行い、C M Y Gの色情報をR G Bの色情報に変換することができる。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：日本国特開2004-56640号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0016] しかしながら、原色系のカラーフィルタが搭載された撮像素子では、補色系のカラーフィルタが搭載された撮像素子よりもカラーフィルタの透過波長帯域が狭いために、光の透過率が悪くなり、感度が低くなるという問題がある。一方、補色系のカラーフィルタが搭載された撮像素子を用いる場合、C M Y Gの色情報からR G Bの色情報に変換して画像を生成するため、上記の式(1)に示したような行列演算を行う。式(1)では、R G BのカラーフィルタやC M Y Gのカラーフィルタの製造ばらつき等が考慮されていないため、各画素におけるR G Bの色再現性の精度が低下するという問題がある。

[0017] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、感度および色再現性の精度を高くすることができる撮像素子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

[0018] 本発明の第1の態様に係る撮像素子は、第1基板と、前記第1基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第1の信号を出力する複数の第1受光素子と、前記第1受光素子の受光面の各々に配置され、少なくとも第2波長帯域と第3波長帯域とを包含する第1波長帯域の光を透過する複数の第1カラーフィルタと、前記第1基板を透過した光が照射されるように配置された第2基板と、前記第2基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第2の信号を出力する複数の第2受光素子と、前記第2受光素子の受光面の各々に配置され、前記第2波長帯域の光を透過する複数の第2

カラーフィルタと、前記第 1 の信号と前記第 2 の信号とを用いて、前記複数の第 1 受光素子の各々に対応する画素信号を生成する信号処理部と、を備える。

[0019] 本発明の第 2 の態様の撮像素子によれば、上記第 1 の態様において、前記第 1 波長帯域は、R G B 表色系に対する C M Y 補色系における、マゼンタ色（M）の光の波長帯域である場合、前記第 3 波長帯域は、前記 R G B 表色系における、青色（B）の光の波長帯域であり、前記第 1 波長帯域は、R G B 表色系に対する C M Y 補色系における、黄色（Y）の光の波長帯域である場合、前記第 3 波長帯域は、前記 R G B 表色系における、緑色（G）の光の波長帯域であり、前記第 2 波長帯域は、前記 R G B 表色系における、赤色（R）の光の波長帯域であってもよい。

[0020] 本発明の第 3 の態様の撮像素子によれば、上記第 1 の態様において、前記第 1 基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第 3 の信号を出力する複数の第 3 受光素子と、前記第 3 受光素子の受光面の各々に配置され、少なくとも第 5 波長帯域を包含する第 4 波長帯域の光を透過する複数の第 3 カラーフィルタと、前記第 2 基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第 4 の信号を出力する複数の第 4 受光素子と、前記第 4 受光素子の受光面の各々に配置され、第 5 波長帯域の光を透過する複数の第 4 カラーフィルタと、を備え、前記信号処理部は、前記第 3 の信号と前記第 4 の信号とを用いて、前記複数の第 3 受光素子の各々に対応する前記画素信号を生成してもよい。

[0021] 本発明の第 4 の態様の撮像素子によれば、上記第 3 の態様において、前記第 4 波長帯域は、R G B 表色系に対する C M Y 補色系における、シアン色（C）の光の波長帯域または黄色（Y）の光の波長帯域であり、前記第 5 波長帯域は、前記 R G B 表色系における、緑色（G）の光の波長帯域であってもよい。

[0022] 本発明の第 5 の態様の撮像素子によれば、上記第 3 の態様において、前記第 4 波長帯域は、前記第 5 波長帯域と等しくてもよい。

[0023] 本発明の第6の態様の撮像素子によれば、上記第1の態様において、前記第2受光素子の前記受光面の受光面積は、前記第1受光素子の前記受光面の受光面積より大きくてもよい。また、前記複数の前記第2受光素子の各々は、前記複数の前記第1受光素子に1対1の対応関係となるように配置されていてもよい。

発明の効果

[0024] 上記各態様の撮像素子は、第1基板と、複数の第1受光素子と、複数の第1カラーフィルタと、第2基板と、複数の第2受光素子と、複数の第2カラーフィルタと、信号処理部とを備える。複数の第1受光素子は、第1基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第1の信号を出力する。複数の第1カラーフィルタは、第1受光素子の受光面の各々に配置され、少なくとも第2波長帯域と第3波長帯域とを包含する第1波長帯域の光を透過する。第2基板は、第1基板を透過した光が照射されるように配置される。複数の第2受光素子は、第2基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第2の信号を出力する。複数の第2カラーフィルタは、第2受光素子の受光面の各々に配置され、第2波長帯域の光を透過する。信号処理部は、第1の信号と第2の信号とを用いて、複数の第1受光素子の各々に対応する画素信号を生成する。これにより、撮像素子の感度および色再現性の精度を高くすることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の第1の実施形態における撮像素子の断面を示した断面図である。

[図2]本発明の第1の実施形態における補色系カラーフィルタの配列と、原色系カラーフィルタの配列とを示した概略図である。

[図3]本発明の第1の実施形態における第1の画素が出力する第1の信号と、第2の画素が出力する第2の信号とを示した概略図である。

[図4]本発明の第1の実施形態において、第1のステップの演算を行った結果を示した概略図である。

[図5]本発明の第2の実施形態における補色系カラーフィルタの配列と、原色系カラーフィルタの配列とを示した概略図である。

[図6]本発明の第2の実施形態における第1の画素が出力する第1の信号および第3の信号と、第2の画素が出力する第2の信号および第4の信号とを示した概略図である。

[図7]本発明の第2の実施形態において、第1のステップの演算を行った結果を示した概略図である。

[図8]本発明の第3の実施形態における補色系カラーフィルタの配列と、原色系カラーフィルタの配列とを示した概略図である。

[図9]本発明の第3の実施形態における第1の画素が出力する第1の信号と、第2の画素が出力する第2の信号とを示した概略図である。

[図10]本発明の第3の実施形態において、第1のステップの演算を行った結果を示した概略図である。

[図11]本発明の第4の実施形態における補色系カラーフィルタの配列と、原色系カラーフィルタの配列とを示した概略図である。

[図12]本発明の第5の実施形態における補色系カラーフィルタの配列と、原色系カラーフィルタの配列とを示した概略図である。

[図13]従来知られているベイヤー配列と呼ばれる原色系のカラーフィルタの色配列を示した概略図である。

[図14]従来知られている色差順次方式と呼ばれる補色系のカラーフィルタの色配列を示した概略図である。

[図15]従来知られているカラーフィルタCと、カラーフィルタMと、カラーフィルタYと、カラーフィルタGとの透過特性を示したグラフである。

[図16]従来知られているCMYGの各色フィルタが透過するRGB各色成分の透過率の一例を示した概略図である。

発明を実施するための形態

[0026] (第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態について図面を参照して説明する。図1は

、本実施形態における撮像素子１００の断面を示した断面図である。図１に示すように、撮像素子１００は、第１の基板１０１（第１基板）と、第２の基板１０２（第２基板）と、補色系カラーフィルタ１０３と、原色系カラーフィルタ１０４と、接続部１０５と、信号処理部１０６とを備えている。第１の基板１０１は、シリコンチップ上に形成されており複数の第１の画素を備えている。第２の基板１０２は、シリコンチップ上に形成されており複数の第２の画素を備えている。なお、補色系カラーフィルタ１０３は、ＲＧＢ表色系に対するＣＭＹ補色系のカラーフィルタである。

[0027] 第１の基板１０１が備える複数の第１の画素は、光電変換素子（第１受光素子）と信号読み出し回路とを備えている。第２の基板１０２が備える複数の第２の画素は、光電変換素子（第２受光素子）と信号読み出し回路とを備えている。光電変換素子は、露光量に応じた信号電荷を読み出し回路に対して出力する。信号読み出し回路は、信号電荷を電気信号として出力する。第１の基板１０１の受光面側には、補色系カラーフィルタ１０３が形成されている。補色系カラーフィルタ１０３の配列については後述する。第２の基板１０２の受光面側には、原色系カラーフィルタ１０４が形成されている。原色系カラーフィルタ１０４の配列については後述する。

[0028] 第１の基板１０１と第２の基板１０２とは段積み（スタック）されている。図示する例では、第１の基板１０１の受光面とは反対側に、第２の基板１０２が配置されている。第２の基板１０２の受光面は、第１の基板１０１が存在する側である。また、第１の基板１０１と第２の基板１０２との間には接続部１０５が構成されており、第１の基板１０１と第２の基板１０２とは接続部１０５を介して電氣的に接続されている。すなわち、第１の基板１０１と第２の基板１０２とは接続部１０５を介して貼り合わせている。

[0029] 第１の基板１０１が備えている第１の画素の各々は第１の信号を取得する。第２の基板１０２が備えている第２の画素の各々は第２の信号を取得する。第１の基板１０１で取得した第１の信号と、第２の基板１０２で取得した第２の信号とは、接続部１０５を介して信号処理部１０６に出力される。信

号処理部106は、第1の基板101と第2の基板102とのいずれかに設けるようにしてもよく、第1の基板101および第2の基板102以外に設けるようにしてもよい。信号処理部106は、第1の信号と第2の信号とを用いて、第1の画素の各々の画素信号を生成する。すなわち、信号処理部106は、RGB（赤色、緑色、青色）の色情報を有するフルカラー画像を生成する。

[0030] ここで、第1の基板101は裏面照射型の撮像基板であり、第1の基板101の厚さは数 μm 程度であり、薄い。そのために、第1の基板101の受光面側から入射した光の一部は透過し、第2の基板102の受光面側に入射する。なお、シリコンの深さごとの光に対する吸収率は波長によって異なる。シリコンの浅い部分では、波長が短い光の吸収率は高く、波長が長い光の吸収率は低い。すなわち、厚さが薄い第1の基板101では、波長が短い光を吸収するが、波長が長い光を吸収しない。例えば、本実施形態では、第1の基板101の厚みを約 $3\mu\text{m}$ とする。この場合、 500nm 以上の波長の光（緑色（G）の光のうち高波長側の光、赤色（R）の光、および赤外（IR）光）の一部は吸収されずに、第1の基板101を透過する。また、第2の基板102は、表面照射型の撮像基板であり、第1の基板101よりも厚い。そのために、第2の基板102では、第1の基板101を透過した透過光を検出する。

[0031] 図2は、本実施形態における補色系カラーフィルタ103の配列と、原色系カラーフィルタ104の配列とを示した概略図である。図2に示すように、第1の基板101には、4行4列の二次元状に規則的に配列された計16個の第1の画素1011-1～1011-16（第1受光素子）が含まれている。また、第2の基板102には、4行4列の二次元状に規則的に配列された計16個の第2の画素1021-1～1021-16（第2受光素子）が含まれている。なお、第1の基板101に含まれる第1の画素1011と第2の基板102に含まれる第2の画素1021との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

[0032] 第1の基板101に形成された補色系カラーフィルタ103は、マゼンタ色（ $M (= B + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタMと、黄色（ $Y (= G + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタYとの複数のカラーフィルタ（第1カラーフィルタ）が配列されたフィルタである。第1の画素1011-1, 1011-3, 1011-6, 1011-8, 1011-9, 1011-11, 1011-14, 1011-16には、黄色（Y）の光を透過するカラーフィルタYが形成されている。第1の画素1011-2, 1011-4, 1011-5, 1011-7, 1011-10, 1011-12, 1011-13, 1011-15にはマゼンタ色（M）の光を透過するカラーフィルタMが形成されている。

[0033] また、縦と横に隣接する4つの第1の画素1011を1組の単位画素領域121とする。例えば、1組の単位画素領域121は、マゼンタ色の光を透過するカラーフィルタMが形成された2つの第1の画素1011-2, 1011-5と、黄色の光を透過するカラーフィルタYが形成された2つの第1の画素1011-1, 1011-6とで構成されている。

[0034] 第2の基板102に形成された原色系カラーフィルタ104は、赤色（R）の光を透過するカラーフィルタR（第2カラーフィルタ）が複数配列されたフィルタである。第2の画素1021-1～1021-16には赤色（R）の光を透過するカラーフィルタRが形成されている。

[0035] また、縦と横に隣接する4つの第2の画素1021を1組の単位画素領域122とする。例えば、1組の単位画素領域122は、赤色の光を透過するカラーフィルタRが形成された4つの画素1021-1, 1021-2, 1021-5, 1021-6で構成されている。

[0036] また、第1の基板101に含まれる第1の画素1011-1～1011-16と、第2の基板102に含まれる第2の画素1021-1～1021-16とは、1対1の対応関係となるように配置されている。例えば、第1の画素1011-1を透過した光は、対応する第2の画素1021-1のみに照射されるように、第1の画素1011-1と第2の画素1021-1とは

配置されている。また、第1の画素1011-2を透過した光は、対応する第2の画素1021-2のみに照射されるように、第1の画素1011-2と第2の画素1021-2とは配置されている。同様に、第1の画素1011-3~1011-16と第2の画素1021-3~1021-16とについても図示するとおり配置されている。

[0037] 上述したとおり、第1の基板101は、500nm以上の波長の光（緑色（G）の光のうち高波長側の光、赤色（R）の光、および赤外（IR）光）を透過する。ここで、赤色（R）（第2波長帯域）の光と、緑色（G）（第3波長帯域）の光と、青色（B）（第3波長帯域）の光のうち、赤色（R）の光が第1の基板101を最も透過しやすい。

第1の基板101を透過した500nm以上の波長の光は、第2の基板102に照射される。従って、本実施形態では図2に示すように、第2の基板102に形成する原色系カラーフィルタ104には、赤色（R）の光を透過するカラーフィルタRのみを用いる。また、第1の基板101に形成する補色系カラーフィルタ103には、第2の基板102に赤色（R）の光を透過させるために、マゼンタ色（M（=B+R））（第1波長帯域）の光を透過するカラーフィルタMと、黄色（Y（=G+R））（第1波長帯域）の光を透過するカラーフィルタYとを用いる。

[0038] この構成により、第1の基板101で取得する第1の信号は、マゼンタ色（M）の光の強度に応じた信号Mと、黄色（Y）の光の強度に応じた信号Yである。また、第2の基板102で取得する第2の信号は、赤色（R）の光の強度に応じた信号Rである。信号処理部106は、この第1の信号と第2の信号とを用いて、各第1の画素1011のRGBの色情報を精度良く算出する。なお、信号処理部106によるRGBの色情報の算出方法の詳細については後述する。

[0039] 次に、撮像素子100の動作について説明する。本実施形態では、撮像素子100をデジタルカメラに用いた場合について説明する。撮像素子100には、赤外光（IR）カットフィルタによって赤外光がカットされた光が照

射される。

[0040] 第1の基板101の受光面側に光が入射される。第1の画素1011-1～1011-16の各々は、補色系カラーフィルタ103を透過した光を検出し、第1の信号を出力する。具体的には、黄色（Y）の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素1011-1, 1011-3, 1011-6, 1011-8, 1011-9, 1011-11, 1011-14, 1011-16は、黄色（Y）の光の強度に応じた第1の信号を出力する。また、マゼンタ色（M）の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素1011-2, 1011-4, 1011-5, 1011-7, 1011-10, 1011-12, 1011-13, 1011-15は、マゼンタ色（M）の光の強度に応じた第1の信号を出力する。

[0041] また、第2の基板102の第2の画素1021-1～1021-16の各々は、補色系カラーフィルタ103と、第1の基板101と、原色系カラーフィルタ104とを透過した光を検出し、第2の信号を出力する。具体的には、赤色（R）の光を透過するカラーフィルタRが形成された第2の画素1021-1～1021-16の各々は、赤色（R）の光の強度に応じた第2の信号を出力する。

[0042] 第1の画素1011-1～1011-16が出力した第1の信号及び第2の画素1021-1～1021-16が出力した第2の信号は、それぞれ接続部105を介して、信号処理部106に出力される。信号処理部106は、第1の信号と第2の信号とを用いて、各第1の画素1011-1～1011-16のRGBの色情報を有するフルカラー画像を生成する。

[0043] 次に、第1の画素1011-1～1011-16が出力する第1の信号と、第2の画素1021-1～1021-16が出力する第2の信号とについて説明する。図3は、本実施形態における第1の画素1011-1～1011-16が出力する第1の信号と、第2の画素1021-1～1021-16が出力する第2の信号とを示した概略図である。

[0044] 図3に示すように、第1の基板101には、第1の画素1011-1, 1

011-2, 1011-5, 1011-6で構成される単位画素領域121が示されている。また、第2の基板102には、第2の画素1021-1, 1021-2, 1021-5, 1021-6で構成される単位画素領域122が示されている。

[0045] 上述したとおり、第1の画素1011-1, 1011-3, 1011-6, 1011-8, 1011-9, 1011-11, 1011-14, 1011-16には、黄色(Y)の光を透過するカラーフィルタYが形成されている。黄色(Y)は青色(B)の補色(=緑色(G)+赤色(R))である。ここで、第1の画素1011-1, 1011-3, 1011-6, 1011-8, 1011-9, 1011-11, 1011-14, 1011-16が出力する第1の信号を、 $\alpha G + \beta R$ とする。Gは緑色の光の強度に応じた値である。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 α および β の値は、カラーフィルタYの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0046] また、上述したとおり、第1の画素1011-2, 1011-4, 1011-5, 1011-7, 1011-10, 1011-12, 1011-13, 1011-15には、マゼンタ色(M)の光を透過するカラーフィルタMが形成されている。マゼンタ色(M)は緑色(G)の補色(=青色(B)+赤色(R))である。ここで、第1の画素1011-2, 1011-4, 1011-5, 1011-7, 1011-10, 1011-12, 1011-13, 1011-15が出力する第1の信号を、 $\delta B + \varepsilon R$ とする。Bは青色の光の強度に応じた値である。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 δ および ε の値は、カラーフィルタMの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0047] また、上述したとおり、第2の画素1021-1~1021-16には、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRが形成されている。第2の画素1021-1, 1021-3, 1021-6, 1021-8, 1021-9, 1021-11, 1021-14, 1021-16には、第1の画素1011-1, 1011-3, 1011-6, 1011-8, 1011-9, 1

011-11, 1011-14, 1011-16を透過した光が入射される。すなわち、第2の画素1021-1, 1021-3, 1021-6, 1021-8, 1021-9, 1021-11, 1021-14, 1021-16には、カラーフィルタYと、第1の基板101と、カラーフィルタRとを透過した光が入射される。ここで、第2の画素1021-1, 1021-3, 1021-6, 1021-8, 1021-9, 1021-11, 1021-14, 1021-16が出力する第2の信号を、 γR とする。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 γ の値は、カラーフィルタRの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0048] また、第1の基板101にてカラーフィルタYが形成された第1の画素1011-2, 1011-4, 1011-5, 1011-7, 1011-10, 1011-12, 1011-13, 1011-15が透過する赤色の光に着目すると、 β と γ との比は製造時に決まるパラメータである。例えば、カラーフィルタYおよびカラーフィルタRの透過特性や、第1の基板101および第2の基板102の厚みなどに基づいて決まる第1の基板101および第2の基板102の分光感度によって、 β と γ との比は決まる。

[0049] 第2の画素1021-2, 1021-5には、第1の画素1011-2, 1011-5を透過した光が入射される。すなわち、第2の画素1021-2, 1021-5には、カラーフィルタMと、第1の基板101と、カラーフィルタRとを透過した光が入射される。ここで、第2の画素1021-2, 1021-5が出力する第2の信号を、 ηR とする。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 η の値は、カラーフィルタRの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0050] また、第1の基板101にてカラーフィルタMが形成された第1の画素1011-2, 1011-4, 1011-5, 1011-7, 1011-10, 1011-12, 1011-13, 1011-15が透過する赤色の光に着目すると、 ε と η との比は製造時に決まるパラメータである。例えば、カラーフィルタMおよびカラーフィルタRの透過特性や、第1の基板101お

よび第2の基板102の厚みなどに基づいて決まる第1の基板101および第2の基板102の分光感度によって、 ε と η との比は決まる。

[0051] 次に、信号処理部106によるRGBの色情報の算出方法の詳細について説明する。信号処理部106は、第1の基板101の第1の画素1011-1～1011-16が出力する第1の信号と、第2の基板102の第2の画素1021-1～1021-16が出力する第2の信号とを用いて、各第1の画素1011-1～1011-16のRGBの色情報を算出する。なお、信号処理部106は、以下に示す第1のステップと第2のステップとの2つのステップを実行することで、各第1の画素1011-1～1011-16のRGBの色情報を算出する。

[0052] <第1のステップ>

第1のステップでは、信号処理部106は、補色系カラーフィルタ103を透過した第1の信号と、原色系カラーフィルタ104を透過した第2の信号とを用いて演算処理を行い、各第1の画素1011-1～1011-16において、RGBの色情報のうち2色の色情報を分離して算出する。

[0053] 例えば、黄色（ $Y (= G + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素1011-1が出力した第1の信号「 $\alpha G + \beta R$ 」と、赤色の光を透過するカラーフィルタRが形成された第2の画素1021-1が出力した第2の信号「 γR 」とを用いて演算処理を行い、第1の画素1011-1における「G」の色情報と「R」の色情報とを算出する。

[0054] 具体的には、 α 、 β 、 γ の値は既知であり、 β と γ の比率も既知であるため、第2の信号「 γR 」を用いて、第1の信号「 $\alpha G + \beta R$ 」のうち、「 βR 」を算出する。これによって、純粋な「R」の色情報を算出することができる。続いて、第1の信号「 $\alpha G + \beta R$ 」から、算出した「 βR 」を差分して、「 αG 」を算出する。これによって、純粋な「G」の色情報を算出することができる。すなわち、上述した演算方法により、カラーフィルタYが設けられた第1の画素1011-1における純粋な「G」と「R」の色情報をそれぞれ算出することができる。なお、第1の画素1011-1，1011

−3, 1011−6, 1011−8, 1011−9, 1011−11, 1011−14, 1011−16についても同様の処理を行い、純粋な「G」と「R」の色情報をそれぞれ算出する。

[0055] また、例えば、マゼンタ色 ($M (=B+R)$) の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素1011−2が出力した第1の信号「 $\delta B + \varepsilon R$ 」と、赤色の光を透過するカラーフィルタRが形成された第2の画素1021−2が出力した第2の信号「 ηR 」とを用いて演算処理を行い、第1の画素1011−2における「B」の色情報と「R」の色情報とを算出する。

[0056] 具体的には、 δ 、 ε 、 η の値は既知であり、 ε と η の比率も既知であるため、第2の信号「 ηR 」を用いて、第1の信号「 $\delta B + \varepsilon R$ 」のうち、「 εR 」を算出する。これによって、純粋な「R」の色情報を算出することができる。続いて、第1の信号「 $\delta B + \varepsilon R$ 」から、算出した「 εR 」を差分して、「 δB 」を算出する。これによって、純粋な「B」の色情報を算出することができる。すなわち、上述した演算方法により、カラーフィルタMが設けられた第1の画素1011−2における純粋な「B」の色情報と「R」の色情報とを算出することができる。なお、第1の画素1011−2, 1011−4, 1011−5, 1011−7, 1011−10, 1011−12, 1011−13, 1011−15についても同様の処理を行い、純粋な「B」の色情報と「R」の色情報とを算出する。

[0057] 上述した第1のステップの演算を行うことにより、各第1の画素1011−1〜1011−16において、RGBの色情報のうち、2色の色情報を算出することができる。図4は、本実施形態において、第1のステップの演算を行った結果を示した概略図である。図中の「,」は、補色系カラーフィルタ103が配置された第1の画素1011−1〜1011−16において、RGBの色情報のうち2色の色情報を分離して算出したことを示している。

[0058] 第1のステップの演算を行うことにより、図4に示すように、カラーフィルタYが形成された第1の画素1011−1, 1011−3, 1011−6

, 1011-8, 1011-9, 1011-11, 1011-14, 1011-16において、それぞれ「 αG , βR 」の色情報を得ることができる。なお、上述したとおり、第2の画素1021-1, 1021-3, 1021-6, 1021-8, 1021-9, 1021-11, 1021-14, 1021-16が得る色情報は、それぞれ「 γR 」である。

[0059] また、第1のステップの演算を行うことにより、図4に示すように、カラーフィルタMが形成された第1の画素1011-2, 1011-4, 1011-5, 1011-7, 1011-10, 1011-12, 1011-13, 1011-15において、それぞれ「 δB , εR 」の色情報を得ることができる。なお、上述したとおり、第2の画素1021-2, 1021-4, 1021-5, 1021-7, 1021-10, 1021-12, 1021-13, 1021-15が得る色情報は、それぞれ「 ηR 」である。

[0060] <第2のステップ>

第2のステップでは、各第1の画素1011-1~1011-16において、第1のステップで算出した2色の色情報を用いて、残り1色の色情報を算出する。残り1色の色情報は、従来知られているデモザイキング処理と同様に、隣接または近傍に配置されている第1の画素1011-1~1011-16の色情報を用いて線形補間等を行い、算出する。

[0061] 例えば、黄色（ $Y (= G + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素1011-6では、「B」の色情報が欠けている。図4において、第1の画素1011-6に隣接する第1の画素1011-1, 1011-2, 1011-3, 1011-5, 1011-7, 1011-9, 1011-10, 1011-11に着目すると、第1の画素1011-2, 1011-5, 1011-7, 1011-10において、「B」の色情報を得ている。

[0062] 信号処理部106は、この4つの第1の画素1011-2, 1011-5, 1011-7, 1011-10の「B」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素1011-6における「B」の色情報を算出する。例えば、信

号処理部106は、従来知られている原色系のデモザイキング処理と同様に線形補間等を用いて欠落した色情報を算出する。なお、第1の画素1011-1, 1011-3, 1011-8, 1011-9, 1011-11, 1011-14, 1011-16についても同様の処理を行い、「B」の色情報をそれぞれ算出する。

[0063] また、例えば、マゼンタ色 ($M (=B+R)$) の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素1011-10では、「G」の色情報が欠けている。図4において、第1の画素1011-10に隣接する第1の画素1011-5, 1011-6, 1011-7, 1011-9, 1011-11, 1011-13, 1011-14, 1011-15に着目すると、第1の画素1011-6, 1011-9, 1011-11, 1011-14において、「G」の色情報を得ている。

[0064] 信号処理部106は、この4つの第1の画素1011-6, 1011-9, 1011-11, 1011-14の「G」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素1011-10における「G」の色情報を算出する。例えば、信号処理部106は、従来知られている原色系のデモザイキング処理と同様に線形補間等を用いて欠落した色情報を算出する。なお、第1の画素1011-2, 1011-4, 1011-5, 1011-7, 1011-12, 1011-13, 1011-15についても同様の処理を行い、「G」の色情報をそれぞれ算出する。

[0065] 上述した第1のステップと第2のステップを実行することにより、信号処理部106は、各第1の画素1011-1~1011-16のRGBの色情報を算出することができる。

[0066] 例えば、色再現性が良いと言われている従来知られている原色系のベイヤー配列のカラーフィルタを備えた撮像素子では、デモザイキングを行う際に「B」の色情報を取得する画素に着目した場合、隣接する8つの画素のうち、「G」の色情報を取得する画素は4画素であり、「R」の色情報を取得する画素は4画素である。また、「G」の色情報を取得する画素に着目した場

合、隣接する8つの画素のうち、「B」の色情報を取得する画素は2画素であり、「R」の色情報を取得する画素は2画素である。また、「R」の色情報を取得する画素に着目した場合、隣接する8つの画素のうち、「B」の色情報を取得する画素は4画素であり、「G」の色情報を取得する画素は4画素である。

[0067] 一方、本実施形態では、第1の画素1011の全てが「R」の色情報を取得している。また、デモザイキング処理を行う際に、「 $Y (= G + R)$ 」の色情報を取得する第1の画素1011に着目した場合、隣接する8つの画素のうち、「B」の色情報を取得する画素は4画素である。また、「 $M (= B + R)$ 」の色情報を取得する第1の画素1011に着目した場合、隣接する8つの画素のうち「G」の色情報を取得する画素は4画素である。

[0068] このように、本実施形態では、デモザイキング処理を行う際に、欠けている色情報を取得している隣接画素が増加するために、色補間精度が向上する。また、第1の画素1011には補色系カラーフィルタ103が形成されているため、第1の画素1011の感度は高感度である。従って、本実施形態の撮像素子100は、感度および色再現性の精度を高くすることができる。

[0069] (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態の補色系カラーフィルタの配列及び原色系カラーフィルタの配列は、第1実施形態と異なる。なお、本実施形態における撮像素子200のその他の構成は、第1の実施形態における撮像素子100の構成と同様である。

[0070] 図5は、本実施形態における補色系カラーフィルタ203の配列と、原色系カラーフィルタ204の配列とを示した概略図である。図示する例では、第1の基板201には、4行4列の二次元状に配列された計16個の第1の画素2011-1～2011-16が含まれている。また、第2の基板202には、4行4列の二次元状に配列された計16個の第2の画素2021-1～2021-16が含まれている。なお、第1の基板201に含まれる第1の画素2011と第2の基板202に含まれる第2の画素2021との数

および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

[0071] 第1の基板201に形成された補色系カラーフィルタ203は、マゼンタ色 ($M (= B + R)$) の光を透過するカラーフィルタMと、黄色 ($Y (= G + R)$) の光を透過するカラーフィルタYと、シアン色 ($C (= B + G)$) の光を透過するカラーフィルタCとが配列されたフィルタである。第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11 (第1受光素子) には、黄色 (Y) (第1波長帯域) の光を透過するカラーフィルタY (第1カラーフィルタ) が形成されている。第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-13, 2011-15 (第1受光素子) には、マゼンタ色 (M) (第1波長帯域) の光を透過するカラーフィルタM (第1カラーフィルタ) が形成されている。第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16 (第3受光素子) には、シアン色 (C) (第4波長帯域) の光を透過するカラーフィルタC (第3カラーフィルタ) が形成されている。

[0072] また、縦と横に隣接する4つの第1の画素2011を1組の単位画素領域221とする。例えば、1組の単位画素領域221は、マゼンタ色の光を透過するカラーフィルタMが形成された2つの第1の画素2011-2, 2011-5と、黄色の光を透過するカラーフィルタYが形成された1つの第1の画素2011-1と、シアン色の光を透過するカラーフィルタCが形成された1つの第1の画素2011-6とで構成されている。

[0073] 第2の基板202に形成された原色系カラーフィルタ204は、赤色 (R) の光を透過するカラーフィルタRと、緑色 (G) の光を透過するカラーフィルタGとが配列されたフィルタである。第2の画素2021-1~2021-5, 2021-7, 2021-9~2021-13, 2021-15 (第2受光素子) には赤色 (R) (第2波長帯域) の光を透過するカラーフィルタR (第2カラーフィルタ) が形成されている。第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16 (第4受光素子) には緑

色（G）（第5波長帯域）の光を透過するカラーフィルタG（第4カラーフィルタ）が形成されている。

[0074] また、縦と横に隣接する4つの第2の画素2021を1組の単位画素領域222とする。例えば、1組の単位画素領域222は、赤色の光を透過するカラーフィルタRが形成された3つの第2の画素2021-1、2021-2、2021-5と、緑色の光を透過するカラーフィルタGが形成された1つの第2の画素2021-6とで構成されている。

[0075] また、第1の基板201に含まれる第1の画素2011-1～2011-16と、第2の基板202に含まれる第2の画素2021-1～2021-16とは、1対1の対応関係となるように配置されている。例えば、第1の画素2011-1を透過した光は、対応する第2の画素2021-1のみに照射されるように、第1の画素2011-1と第2の画素2021-1とは配置されている。また、第1の画素2011-2を透過した光は、対応する第2の画素2021-2のみに照射されるように、第1の画素2011-2と第2の画素2021-2とは配置されている。同様に、第1の画素2011-3～2011-16と第2の画素2021-3～2021-16とについても図示するとおり配置されている。

[0076] 上述したとおり、シアン色（C）の光を透過するカラーフィルタCが配置された第1の画素2011-6、2011-8、2011-14、2011-16に対応する第2の画素2021-6、2021-8、2021-14、2021-16には、緑色（G）の光を透過するカラーフィルタGが形成されている。この理由は、シアン色（C（=B+G））の光を透過するカラーフィルタCは、赤色（R）の光を透過せず、青色（B）の光と緑色（G）の光を透過するためである。

[0077] 次に、撮像素子200の動作について説明する。本実施形態では、撮像素子200をデジタルカメラに用いた場合について説明する。撮像素子200には、赤外光（IR）カットフィルタによって赤外光がカットされた光が照射される。

[0078] 第1の基板201の受光面側に光が入射される。第1の画素2011-1～2011-16の各々は、補色系カラーフィルタ203を透過した光を検出し、第1の信号または第3の信号を出力する。具体的には、黄色（Y）の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11は、黄色（Y）の光の強度に応じた第1の信号を出力する。また、マゼンタ色（M）の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-13, 2011-15は、マゼンタ色（M）の光の強度に応じた第1の信号を出力する。また、シアン色（C）の光を透過するカラーフィルタCが形成された第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16は、シアン色（C）の光の強度に応じた第3の信号を出力する。

[0079] また、第2の基板202の第2の画素2021-1～2021-16の各々は、補色系カラーフィルタ203と、第1の基板201と、原色系カラーフィルタ204とを透過した光を検出し、第2の信号または第4の信号を出力する。具体的には、赤色（R）の光を透過するカラーフィルタRが形成された第2の画素2021-1～2021-5, 2021-7, 2021-9～2021-13, 2021-15は、赤色（R）の光の強度に応じた第2の信号を出力する。また、緑色（G）の光を透過するカラーフィルタGが形成された第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16は、緑色（G）の光の強度に応じた第4の信号を出力する。

[0080] 第1の画素2011-1～2011-16が出力した第1の信号および第3の信号と、第2の画素2021-1～2021-16が出力した第2の信号と、第4の信号とは、それぞれ接続部105を介して、信号処理部106に出力される。信号処理部106は、第1の信号～第4の信号を用いて、各第1の画素2011-1～2011-16のRGBの色情報を有するフルカラー画像を生成する。

[0081] 次に、第1の画素2011-1～2011-16が出力する第1の信号お

よび第3の信号と、第2の画素2021-1～2021-16が出力する第2の信号および第4の信号とについて説明する。図6は、本実施形態における第1の画素2011-1～2011-16が出力する第1の信号および第3の信号と、第2の画素2021-1～2021-16が出力する第2の信号および第4の信号とを示した概略図である。

[0082] 上述したとおり、第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11には、黄色(Y)の光を透過するカラーフィルタYが形成されている。黄色(Y)は青色(B)の補色(=緑色(G)+赤色(R))である。ここで、第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11が出力する第1の信号を、 $\alpha G + \beta R$ とする。Gは緑色の光の強度に応じた値である。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 α および β の値は、カラーフィルタYの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0083] また、上述したとおり、第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-13, 2011-15には、マゼンタ色(M)の光を透過するカラーフィルタMが形成されている。マゼンタ色(M)は緑色(G)の補色(=青色(B)+赤色(R))である。ここで、第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-13, 2011-15が出力する第1の信号を、 $\delta B + \varepsilon R$ とする。Bは青色の光の強度に応じた値である。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 δ および ε の値は、カラーフィルタMの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0084] また、上述したとおり、第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16には、シアン色(C)の光を透過するカラーフィルタCが形成されている。

シアン色(C)は赤色(R)の補色(=青色(B)+緑色(G))である。ここで、第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16が出力する第3の信号を、 $\kappa B + \lambda G$ とする。Bは青色の光の強度

に応じた値である。Gは緑色の光の強度に応じた値である。 κ および λ の値は、カラーフィルタCの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0085] また、上述したとおり、第2の画素2021-1~2021-5, 2021-7, 2021-9~2021-13, 2021-15には、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRが形成されている。第2の画素2021-1, 2021-3, 2021-9, 2021-11には、第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11を透過した光が入射される。すなわち、第2の画素2021-1, 2021-3, 2021-9, 2021-11には、カラーフィルタYと、第1の基板201と、カラーフィルタRとを透過した光が入射される。ここで、第2の画素2021-1, 2021-3, 2021-9, 2021-11が出力する第2の信号を、 γR とする。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 γ の値は、カラーフィルタRの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0086] また、第1の基板201にてカラーフィルタYが形成された第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11が透過する赤色の光に着目すると、 β と γ との比は製造時に決まるパラメータである。例えば、カラーフィルタYおよびカラーフィルタRの透過特性や、第1の基板201および第2の基板202の厚みなどに基づいて決まる第1の基板201および第2の基板202の分光感度によって、 β と γ との比は決まる。

[0087] 第2の画素2021-2, 2021-4, 2021-5, 2021-7, 2021-10, 2021-12, 2021-13, 2021-15には、第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-13, 2011-15を透過した光が入射される。すなわち、第2の画素2021-2, 2021-4, 2021-5, 2021-7, 2021-10, 2021-12, 2021-13, 2021-15には、カラーフィルタMと、第1の基板201と、カラーフィルタRとを透過した光が入射される。ここで、第2の画素2021-2, 2021-4, 2021-5, 2021-7, 2021-10, 20

21-12, 2021-13, 2021-15が出力する第2の信号を、 η Rとする。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 η の値は、カラーフィルタRの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0088] また、第1の基板201にてカラーフィルタMが形成された第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-13, 2011-15が透過する赤色の光に着目すると、 ε と η との比は製造時に決まるパラメータである。例えば、カラーフィルタMおよびカラーフィルタRの透過特性や、第1の基板201および第2の基板202の厚みなどに基づいて決まる第1の基板201および第2の基板202の分光感度によって、 ε と η との比は決まる。

[0089] また、上述したとおり、第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16には緑色（G）の光を透過するカラーフィルタGが形成されている。第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16には、第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16を透過した光が入射される。すなわち、第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16には、カラーフィルタCと、第1の基板201と、カラーフィルタGとを透過した光が入射される。

[0090] なお、緑色の光は、500nm以下の波長を含む。また、第1の基板201は500nm以上の波長の光の一部を透過する。よって、第2の基板202には、撮像素子200の受光面に入射された緑色の光のうち、500nm以下の波長の光は届かない。すなわち、第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16は、緑色の光のうち、高波長領域の光を検出する。ここで、第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16が出力する第4の信号を、 $\mu G'$ とする。 G' は緑色の光のうち、高波長領域の光の強度に応じた値である。 μ の値は、カラーフィルタGの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0091] 次に、信号処理部106によるRGBの色情報の算出方法の詳細について

説明する。信号処理部106は、第1の基板201の第1の画素2011-1～2011-16が出力する第1の信号および第3の信号と、第2の基板202の第2の画素2021-1～2021-16が出力する第2の信号および第4の信号とを用いて、各第1の画素2011-1～2011-16のRGBの色情報を算出する。なお、信号処理部106は、以下に示す第1のステップと第2のステップとの2つのステップを実行することで、各第1の画素2011-1～2011-16のRGBの色情報を算出する。

[0092] <第1のステップ>

第1のステップでは、信号処理部106は、黄色（ $Y (=G+R)$ ）の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11における「G」の色情報と「R」の色情報とを算出する。算出方法は第1の実施形態と同様である。

[0093] また、信号処理部106は、マゼンタ色（ $M (=B+R)$ ）の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-13, 2011-15における「B」の色情報と「R」の色情報とを算出する。算出方法は第1の実施形態と同様である。

[0094] なお、シアン色（ $C (=B+G)$ ）の光を透過するカラーフィルタCが形成された第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16においては、対応する第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16が、「B」の色情報と「G」の色情報とを保持していないため、「B」の色情報と「G」の色情報とを算出しない。すなわち、第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16が検出した $\mu G'$ から λG を算出することができないため、カラーフィルタCが形成された第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16では、「B」の色情報と「G」の色情報とを算出しない。

[0095] 上述した第1のステップの演算を行うことにより、第1の画素2011-

1～2011-5, 2011-7, 2011-9～2011-13, 2011-15において、RGBの色情報のうち、2色の色情報を算出することができる。図7は、本実施形態において、第1のステップの演算を行った結果を示した概略図である。図中の「,」は、第1の画素2011-1～2011-5, 2011-7, 2011-9～2011-13, 2011-15において、RGBの色情報のうち2色の色情報を分離して算出したことを示している。

[0096] 第1のステップの演算を行うことにより、図7に示すように、カラーフィルタYが形成された第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11において、それぞれ「 αG , βR 」の色情報を得ることができる。なお、上述したとおり、第2の画素2021-1, 2021-3, 2021-9, 2021-11が得る色情報は、それぞれ「 γR 」である。

[0097] また、第1のステップの演算を行うことにより、図示するとおり、カラーフィルタMが形成された第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-13, 2011-15において、それぞれ「 δB , εR 」の色情報を得ることができる。なお、上述したとおり、第2の画素2021-2, 2021-4, 2021-5, 2021-7, 2021-10, 2021-12, 2021-13, 2021-15が得る色情報は、それぞれ「 ηR 」である。

[0098] また、カラーフィルタCが形成された第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16においては、「B」の色情報と「G」の色情報とを算出しないため、第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16が出力した第1の信号「 $\kappa B + \lambda G$ 」のままである。なお、上述したとおり、第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16が得る色情報は、それぞれ「 $\mu G'$ 」である。

[0099] <第2のステップ>

第2のステップでは、各第1の画素2011-1～2011-16におい

て、欠けている色情報を算出する。欠けている色情報は、従来知られているデモザイキング処理と同様に、隣接または近傍に配置されている第1の画素2011-1~2011-16の色情報を用いて線形補間等を行い、算出する。

[0100] 例えば、黄色（ $Y (= G + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素2011-11では、「B」の色情報が欠けている。図7において、第1の画素2011-11に隣接する第1の画素2011-6, 2011-7, 2011-8, 2011-10, 2011-12, 2011-14, 2011-15, 2011-16に着目すると、第1の画素2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-15において、「B」の色情報を得ている。

[0101] 信号処理部106は、この4つの第1の画素2011-7, 2011-10, 2011-12, 2011-15の「B」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素2011-11における「B」の色情報を算出する。例えば、信号処理部106は、従来知られている原色系のデモザイキング処理と同様に線形補間等を用いて欠落した色情報を算出する。なお、第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9についても同様の処理を行い、「B」の色情報をそれぞれ算出する。

[0102] また、例えば、マゼンタ色（ $M (= B + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素2011-10では、「G」の色情報が欠けている。図7において、第1の画素2011-10に隣接する第1の画素2011-5, 2011-6, 2011-7, 2011-9, 2011-11, 2011-13, 2011-14, 2011-15に着目すると、第1の画素2011-9, 2011-11において、「G」の色情報を得ている。

[0103] 信号処理部106は、この2つの第1の画素2011-9, 2011-11の「G」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素2011-10における「G」の色情報を算出する。例えば、信号処理部106は、従来知られている原色系のデモザイキング処理と同様に線形補間等を用いて欠落した

色情報を算出する。なお、第1の画素2011-2, 2011-4, 2011-5, 2011-7, 2011-12, 2011-13, 2011-15についても同様の処理を行い、「G」の色情報をそれぞれ算出する。

[0104] また、例えば、シアン色 ($C (=B+G)$) の光を透過するカラーフィルタCが形成された第1の画素2011-6では、「R」の色情報と、「G」の色情報と、「B」の色情報とが欠けている。図7において、第1の画素2011-6に隣接する第1の画素2011-1, 2011-2, 2011-3, 2011-5, 2011-7, 2011-9, 2011-10, 2011-11に着目する。この場合、第1の画素2011-1, 2011-2, 2011-3, 2011-5, 2011-7, 2011-9, 2011-10, 2011-11において、「R」の色情報を得ている。また、第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11において、「G」の色情報を得ている。また、第1の画素2011-2, 2011-5, 2011-7, 2011-10において、「B」の色情報を得ている。

[0105] 信号処理部106は、8つの第1の画素2011-1, 2011-2, 2011-3, 2011-5, 2011-7, 2011-9, 2011-10, 2011-11の「R」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素2011-6における「R」の色情報を算出する。また、信号処理部106は、4つの第1の画素2011-1, 2011-3, 2011-9, 2011-11の「G」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素2011-6における「G」の色情報を算出する。また、信号処理部106は、4つの第1の画素2011-2, 2011-5, 2011-7, 2011-10の「B」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素2011-6における「B」の色情報を算出する。

[0106] 例えば、信号処理部106は、従来知られている原色系のデモザイキング処理と同様に線形補間等を用いて欠落した色情報を算出する。なお、第1の画素2011-8, 2011-14, 2011-16についても同様の処理を行い、「R」の色情報と、「G」の色情報と、「B」の色情報とをそれぞれ

れ算出する。

[0107] 上述した第1のステップと第2のステップを実行することにより、信号処理部106は、各第1の画素2011-1～2011-16のRGBの色情報を算出することができる。さらに、カラーフィルタCが形成された第1の画素2011-6, 2011-8, 2011-14, 2011-16に対応する第2の画素2021-6, 2021-8, 2021-14, 2021-16は、緑色(G)の光の高波長帯域である「G'」の色情報を検出している。この「G'」の色情報を検出している第2の画素2021は、4画素に1つ存在する。

[0108] このように、本実施形態では、デモザイキング処理を行う際に、欠けている色情報を取得している隣接画素が増加するために、色補間精度が向上する。さらに、第2の画素2021が検出した緑色(G)の光の高波長帯域である「G'」の色情報を、上述したRGBのデモザイキング処理に加えることによって、デモザイキング処理を行う際の色補間精度を向上させ、RGBの色再現性をより高めることができる。また、第1の画素2011には補色系カラーフィルタ203が形成されているため、第1の画素2011の感度は高感度である。従って、本実施形態の撮像素子200は、高感度かつ色再現性を高くすることができる。

[0109] (第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態の補色系カラーフィルタの配列および原色系カラーフィルタの配列は、第1の実施形態と異なる。

なお、本実施形態における撮像素子300のその他の構成は、第1の実施形態における撮像素子100の構成と同様である。

[0110] 図8は、本実施形態における補色系カラーフィルタ303の配列と、原色系カラーフィルタ304の配列とを示した概略図である。図8に示すように、第1の基板301には、4行4列の二次元状に配列された計16個の第1の画素3011-1～3011-16が含まれている。また、第2の基板3

02には、4行4列の二次元状に配列された計16個の第2の画素3021-1~3021-16が含まれている。なお、第1の基板301に含まれる第1の画素3011と第2の基板302に含まれる第2の画素3021との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

[0111] 第1の基板301に形成された補色系カラーフィルタ303は、マゼンタ色(M (=B+R))の光を透過するカラーフィルタMと、黄色(Y (=G+R))の光を透過するカラーフィルタYと、緑色(G)の光を透過するカラーフィルタGとが配列されたフィルタである。第1の画素3011-1, 3011-3, 3011-9, 3011-11(第1受光素子)には、黄色(Y)(第1波長帯域)の光を透過するカラーフィルタY(第1カラーフィルタ)が形成されている。第1の画素3011-2, 3011-4, 3011-5, 3011-7, 3011-10, 3011-12, 3011-13, 3011-15(第1受光素子)にはマゼンタ色(M)(第1波長帯域)の光を透過するカラーフィルタM(第1カラーフィルタ)が形成されている。第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16(第3受光素子)には緑色(G)(第4波長帯域)の光を透過するカラーフィルタG(第3カラーフィルタ)が形成されている。

[0112] また、縦と横に隣接する4つの第1の画素3011を1組の単位画素領域321とする。例えば、1組の単位画素領域321は、マゼンタ色の光を透過するカラーフィルタMが形成された2つの第1の画素3011-2, 3011-5と、黄色の光を透過するカラーフィルタYが形成された1つの第1の画素3011-1と、緑色の光を透過するカラーフィルタGが形成された1つの第1の画素3011-6とで構成されている。

[0113] 第2の基板302に形成された原色系カラーフィルタ304は、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRと、緑色(G)の光を透過するカラーフィルタGとが配列されたフィルタである。第2の画素3021-1~3021-5, 3021-7, 3021-9~3021-13, 3021-15(第2受光素子)には赤色(R)の光を透過するカラーフィルタR(第2カラ

ーフィルタ）が形成されている。第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16（第4受光素子）には緑色（G）（第5波長帯域）の光を透過するカラーフィルタG（第4カラーフィルタ）が形成されている。

[0114] また、縦と横に隣接する4つの第2の画素3021を1組の単位画素領域322とする。例えば、1組の単位画素領域322は、赤色の光を透過するカラーフィルタRが形成された3つの第2の画素3021-1, 3021-2, 3021-5と、緑色の光を透過するカラーフィルタGが形成された1つの第2の画素3021-6とで構成されている。

[0115] また、第1の基板301に含まれる第1の画素3011-1～3011-16と、第2の基板302に含まれる第2の画素3021-1～3021-16とは、1対1の対応関係となるように配置されている。例えば、第1の画素3011-1を透過した光は、対応する第2の画素3021-1のみに照射されるように、第1の画素3011-1と第2の画素3021-1とは配置されている。また、第1の画素3011-2を透過した光は、対応する第2の画素3021-2のみに照射されるように、第1の画素3011-2と第2の画素3021-2とは配置されている。同様に、第1の画素3011-3～3011-16と第2の画素3021-3～3021-16とについても図示するとおり配置されている。

[0116] 上述したとおり、緑色（G）の光を透過するカラーフィルタGが配置された第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16に対応する第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16には、緑色（G）の光を透過するカラーフィルタGが形成されている。この理由は、緑色（G）の光を透過するカラーフィルタGは、赤色（R）の光を透過せず、緑色（G）の光を透過するためである。

[0117] 次に、撮像素子300の動作について説明する。本実施形態では、撮像素子300をデジタルカメラに用いた場合について説明する。撮像素子300には、赤外光（IR）カットフィルタによって赤外光がカットされた光が照

射される。

[0118] 第1の基板301の受光面側に光が入射される。第1の画素3011-1～3011-16の各々は、補色系カラーフィルタ303を透過した光を検出し、第1の信号を出力する。具体的には、黄色（Y）の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素3011-1, 3011-3, 3011-9, 3011-11は、黄色（Y）の光の強度に応じた第1の信号を出力する。また、マゼンタ色（M）の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素3011-2, 3011-4, 3011-5, 3011-7, 3011-10, 3011-12, 3011-13, 3011-15は、マゼンタ色（M）の光の強度に応じた第1の信号を出力する。また、緑色（G）の光を透過するカラーフィルタGが形成された第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16は、緑色（G）の光の強度に応じた第3の信号を出力する。

[0119] また、第2の基板302の第2の画素3021-1～3021-16の各々は、補色系カラーフィルタ303と、第1の基板301と、原色系カラーフィルタ304とを透過した光を検出し、第2の信号を出力する。具体的には、赤色（R）の光を透過するカラーフィルタRが形成された第2の画素3021-1～3021-5, 3021-7, 3021-9～3021-13, 3021-15は、赤色（R）の光の強度に応じた第2の信号を出力する。また、緑色（G）の光を透過するカラーフィルタGが形成された第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16は、緑色（G）の光の強度に応じた第4の信号を出力する。

[0120] 第1の画素3011-1～3011-16が出力した第1の信号および第3の信号と、第2の画素3021-1～3021-16が出力した第2の信号および第4の信号とは、それぞれ接続部105を介して、信号処理部106に出力される。信号処理部106は、第1の信号～第4の信号を用いて、各第1の画素3011-1～3011-16のRGBの色情報を有するフルカラー画像を生成する。

[0121] 次に、第1の画素3011-1～3011-16が出力する第1の信号および第3の信号と、第2の画素3021-1～3021-16が出力する第2の信号および第4の信号とについて説明する。図9は、本実施形態における第1の画素3011-1～3011-16が出力する第1の信号および第3の信号と、第2の画素3021-1～3021-16が出力する第2の信号および第4の信号とを示した概略図である。

[0122] 上述したとおり、第1の画素3011-1, 3011-3, 3011-9, 3011-11には、黄色(Y)の光を透過するカラーフィルタYが形成されている。黄色(Y)は青色(B)の補色(=緑色(G)+赤色(R))である。ここで、第1の画素3011-1, 3011-3, 3011-9, 3011-11が出力する第1の信号を、 $\alpha G + \beta R$ とする。Gは緑色の光の強度に応じた値である。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 α および β の値は、カラーフィルタYの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0123] また、上述したとおり、第1の画素3011-2, 3011-4, 3011-5, 3011-7, 3011-10, 3011-12, 3011-13, 3011-15には、マゼンタ色(M)の光を透過するカラーフィルタMが形成されている。マゼンタ色(M)は緑色(G)の補色(=青色(B)+赤色(R))である。ここで、第1の画素3011-2, 3011-4, 3011-5, 3011-7, 3011-10, 3011-12, 3011-13, 3011-15が出力する第1の信号を、 $\delta B + \varepsilon R$ とする。Bは青色の光の強度に応じた値である。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 δ および ε の値は、カラーフィルタMの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0124] また、上述したとおり、第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16には、緑色(G)の光を透過するカラーフィルタGが形成されている。ここで、第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16が出力する第3の信号を、 λG とする。Gは緑色の光の強度に応じた値である。 λ の値は、補色系カラーフィルタ303

のカラーフィルタGの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0125] また、上述したとおり、第2の画素3021-1~3021-5, 3021-7, 3021-9~3021-13, 3021-15には、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRが形成されている。第2の画素3021-1, 3021-3, 3021-9, 3021-11には、第1の画素3011-1, 3011-3, 3011-9, 3011-11を透過した光が入射される。すなわち、第2の画素3021-1, 3021-3, 3021-9, 3021-11には、カラーフィルタYと、第1の基板301と、カラーフィルタRとを透過した光が入射される。ここで、第2の画素3021-1, 3021-3, 3021-9, 3021-11が出力する第2の信号を、 γR とする。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 γ の値は、カラーフィルタRの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0126] また、第1の基板301にてカラーフィルタYが形成された第1の画素3011-1, 3011-3, 3011-9, 3011-11が透過する赤色の光に着目すると、 β と γ との比は製造時に決まるパラメータである。例えば、カラーフィルタYおよびカラーフィルタRの透過特性や、第1の基板301および第2の基板302の厚みなどに基づいて決まる第1の基板301および第2の基板302の分光感度によって、 β と γ との比は決まる。

[0127] 第2の画素3021-2, 3021-4, 3021-5, 3021-7, 3021-10, 3021-12, 3021-13, 3021-15には、第1の画素3011-2, 3011-4, 3011-5, 3011-7, 3011-10, 3011-12, 3011-13, 3011-15を透過した光が入射される。すなわち、第2の画素3021-2, 3021-4, 3021-5, 3021-7, 3021-10, 3021-12, 3021-13, 3021-15には、カラーフィルタMと、第1の基板301と、カラーフィルタRとを透過した光が入射される。ここで、第2の画素3021-2, 3021-4, 3021-5, 3021-7, 3021-10, 3021-12, 3021-13, 3021-15が出力する第2の信号を、 η

Rとする。Rは赤色の光の強度に応じた値である。 η の値は、カラーフィルタRの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0128] また、第1の基板301にてカラーフィルタMが形成された第1の画素3011-2, 3011-4, 3011-5, 3011-7, 3011-10, 3011-12, 3011-13, 3011-15が透過する赤色の光に着目すると、 ε と η との比は製造時に決まるパラメータである。例えば、カラーフィルタMおよびカラーフィルタRの透過特性や、第1の基板301および第2の基板302の厚みなどに基づいて決まる第1の基板301および第2の基板302の分光感度によって、 ε と η との比は決まる。

[0129] また、上述したとおり、第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16には緑色(G)の光を透過するカラーフィルタGが形成されている。第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16には、第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16を透過した光が入射される。すなわち、第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16には、補色系カラーフィルタ303のカラーフィルタGと、第1の基板201と、原色系カラーフィルタ304のカラーフィルタGとを透過した光が入射される。

[0130] なお、緑色の光は、500nm以下の波長を含む。また、第1の基板301は500nm以上の波長の光の一部を透過する。よって、第2の基板302には、撮像素子300の受光面に入射された緑色の光のうち、500nm以下の波長の光は届かない。すなわち、第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16は、緑色の光のうち、高波長領域の光を検出する。ここで、第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16が出力する第4の信号を、 $\mu G'$ とする。 G' は緑色の光のうち、高波長領域の光の強度に応じた値である。 μ の値は、原色系カラーフィルタ304のカラーフィルタGの製造時に決まる値であり、固定値である。

[0131] 次に、信号処理部106によるRGBの色情報の算出方法の詳細について説明する。信号処理部106は、第1の基板301の第1の画素3011-1～3011-16が出力する第1の信号および第3の信号と、第2の基板302の第2の画素3021-1～3021-16が出力する第2の信号および第4の信号とを用いて、各第1の画素3011-1～3011-16のRGBの色情報を算出する。なお、信号処理部106は、以下に示す第1のステップと第2のステップとの2つのステップを実行することで、各第1の画素3011-1～3011-16のRGBの色情報を算出する。

[0132] <第1のステップ>

第1のステップでは、信号処理部106は、黄色（ $Y (= G + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素3011-1, 3011-3, 3011-9, 3011-11における「G」の色情報と「R」の色情報とを算出する。算出方法は第1の実施形態と同様である。

[0133] また、信号処理部106は、マゼンタ色（ $M (= B + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素3011-2, 3011-4, 3011-5, 3011-7, 3011-10, 3011-12, 3011-13, 3011-15における「B」の色情報と「R」の色情報とを算出する。算出方法は第1の実施形態と同様である。

[0134] なお、緑色の光を透過するカラーフィルタGが形成された第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16においては、第1の信号「 λG 」が「G」の色情報である。

[0135] 上述した第1のステップの演算を行うことにより、第1の画素3011-1～3011-5, 3011-7, 3011-9～3011-13, 3011-15において、RGBの色情報のうち、2色の色情報を算出することができる。図10は、本実施形態において、第1のステップの演算を行った結果を示した概略図である。図中の「,」は、第1の画素3011-1～3011-5, 3011-7, 3011-9～3011-13, 3011-15において、RGBの色情報のうち2色の色情報を分離して算出したことを示

している。

[0136] 第1のステップの演算を行うことにより、図10に示すように、カラーフィルタYが形成された第1の画素3011-1, 3011-3, 3011-9, 3011-11において、それぞれ「 αG , βR 」の色情報を得ることができる。なお、上述したとおり、第2の画素3021-1, 3021-3, 3021-9, 3021-11が得る色情報は、それぞれ「 γR 」である。

[0137] また、第1のステップの演算を行うことにより、図10に示すように、カラーフィルタMが形成された第1の画素3011-2, 3011-4, 3011-5, 3011-7, 3011-10, 3011-12, 3011-13, 3011-15において、それぞれ「 δB , εR 」の色情報を得ることができる。なお、上述したとおり、第2の画素3021-2, 3021-4, 3021-5, 3021-7, 3021-10, 3021-12, 3021-13, 3021-15が得る色情報は、それぞれ「 ηR 」である。

[0138] また、カラーフィルタGが形成された第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16においては、第1の信号「 λG 」が「G」の色情報である。なお、上述したとおり、第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16が得る色情報は、それぞれ「 $\mu G'$ 」である。

[0139] <第2のステップ>

第2のステップでは、各第1の画素3011-1~3011-16における1色または2色の色情報を用いて、残り1色または2色の色情報を算出する。残り1色または2色の色情報は、従来知られているデモザイキング処理と同様に、隣接または近傍に配置されている第1の画素3011-1~3011-16の色情報を用いて線形補間等を行い、算出する。

[0140] 例えば、黄色（Y（=G+R））の光を透過するカラーフィルタYが形成された第1の画素3011-11では、「B」の色情報が欠けている。図10において、第1の画素3011-11に隣接する第1の画素3011-6

、3011-7、3011-8、3011-10、3011-12、3011-14、3011-15、3011-16に着目すると、第1の画素3011-7、3011-10、3011-12、3011-15において、「B」の色情報を得ている。

[0141] 信号処理部106は、この4つの第1の画素3011-7、3011-10、3011-12、3011-15の「B」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素3011-11における「B」の色情報を算出する。例えば、信号処理部106は、従来知られている原色系のデモザイキング処理と同様に線形補間等を用いて欠落した色情報を算出する。なお、第1の画素3011-1、3011-3、3011-9についても同様の処理を行い、「B」の色情報をそれぞれ算出する。

[0142] また、例えば、マゼンタ色 ($M (=B+R)$) の光を透過するカラーフィルタMが形成された第1の画素3011-10では、「G」の色情報が欠けている。図10において、第1の画素3011-10に隣接する第1の画素3011-5、3011-6、3011-7、3011-9、3011-11、3011-13、3011-14、3011-15に着目すると、第1の画素3011-6、3011-9、3011-11、3011-14において、「G」の色情報を得ている。

[0143] 信号処理部106は、この4つの第1の画素3011-6、3011-9、3011-11、3011-14の「G」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素3011-10における「G」の色情報を算出する。例えば、信号処理部106は、従来知られている原色系のデモザイキング処理と同様に線形補間等を用いて欠落した色情報を算出する。

なお、第1の画素3011-2、3011-4、3011-5、3011-7、3011-12、3011-13、3011-15についても同様の処理を行い、「G」の色情報をそれぞれ算出する。

[0144] また、例えば、緑色 (G) の光を透過するカラーフィルタGが形成された第1の画素3011-6では、「R」の色情報と「B」の色情報とが欠けて

いる。図10において、第1の画素3011-6に隣接する第1の画素3011-1, 3011-2, 3011-3, 3011-5, 3011-7, 3011-9, 3011-10, 3011-11に着目する。この場合、第1の画素3011-1, 3011-2, 3011-3, 3011-5, 3011-7, 3011-9, 3011-10, 3011-11において、「R」の色情報を得ている。また、第1の画素3011-2, 3011-5, 3011-7, 3011-10において、「B」の色情報を得ている。

[0145] 信号処理部106は、8つの第1の画素3011-1, 3011-2, 3011-3, 3011-5, 3011-7, 3011-9, 3011-10, 3011-11の「R」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素3011-6における「R」の色情報を算出する。また、信号処理部106は、4つの第1の画素3011-2, 3011-5, 3011-7, 3011-10の「B」の色情報を用いて補間処理を行い、第1の画素3011-6における「B」の色情報を算出する。

[0146] 例えば、信号処理部106は、従来知られている原色系のデモザイキング処理と同様に線形補間等を用いて欠落した色情報を算出する。なお、第1の画素3011-8, 3011-14, 3011-16についても同様の処理を行い、「R」の色情報と「B」の色情報とをそれぞれ算出する。

[0147] 上述した第1のステップと第2のステップを実行することにより、信号処理部106は、各第1の画素3011-1~3011-16のRGBの色情報を算出することができる。さらに、カラーフィルタGが形成された第1の画素3011-6, 3011-8, 3011-14, 3011-16に対応する第2の画素3021-6, 3021-8, 3021-14, 3021-16は、緑色(G)の光の高波長帯域である「G'」の色情報を検出している。この「G'」の色情報を検出している第2の画素3021は、4画素に1つある。

[0148] このように、本実施形態では、デモザイキング処理を行う際に、欠けている色情報を取得している隣接画素が増加するために、色補間精度が向上する

。さらに、第2の画素3021が検出した緑色（G）の光の高波長帯域である「G'」の色情報を、上述したRGBのデモザイキング処理に加えることによって、デモザイキング処理を行う際の色補間精度を向上させ、RGBの色再現性をより高めることができる。また、第1の画素3011には補色系カラーフィルタ303が形成されているため、第1の画素3011の感度は高感度である。従って、本実施形態の撮像素子300は、高感度かつ色再現性を高くすることができる。

[0149] （第4の実施形態）

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。本実施形態の第2の基板の第2の画素の受光面積が、第1の基板の第1の画素の受光面積よりも広い点で、第1実施形態と異なる。なお、本実施形態における撮像素子400のその他の構成は、第1の実施形態における撮像素子100の構成と同様である。

[0150] 図11は、本実施形態における補色系カラーフィルタ403の配列と、原色系カラーフィルタ404の配列とを示した概略図である。図11に示すように、第1の基板401には、4行4列の二次元状に配列された計16個の第1の画素4011-1～4011-16が含まれている。また、第2の基板402には、2行4列の二次元状に配列された計8個の第2の画素4021-1～4021-8が含まれている。第2の画素4021-1～4021-8の受光面積は、第1の画素4011-1～4011-16の受光面積の2倍である。なお、第1の基板401に含まれる第1の画素4011と第2の基板402に含まれる第2の画素4021との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

[0151] 第1の基板401に形成された補色系カラーフィルタ403は、マゼンタ色（M（＝B＋R））の光を透過するカラーフィルタMと、黄色（Y（＝G＋R））の光を透過するカラーフィルタYとが配列されたフィルタである。第1の画素4011-1，4011-3，4011-5，4011-7，4011-9，4011-11，4011-13，4011-15には、黄色

(Y)の光を透過するカラーフィルタYが形成されている。第1の画素4011-2, 4011-4, 4011-6, 4011-8, 4011-10, 4011-12, 4011-14, 4011-16にはマゼンタ色(M)の光を透過するカラーフィルタMが形成されている。

[0152] 第2の基板402に形成された原色系カラーフィルタ404は、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRが配列されたフィルタである。第2の画素4021-1~4021-8には赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRが形成されている。

[0153] また、第1の基板401に含まれる第1の画素4011-1~4011-16と、第2の基板402に含まれる第2の画素4021-1~4021-8とは、2対1の対応関係となるように配置されている。例えば、第1の画素4011-1, 4011-5を透過した光は、対応する第2の画素4021-1のみに照射されるように、第1の画素4011-1, 4011-5と第2の画素4021-1とは配置されている。また、第1の画素4011-2, 4022-6を透過した光は、対応する第2の画素4021-2のみに照射されるように、第1の画素4011-2, 4011-6と第2の画素4021-2とは配置されている。同様に、第1の画素4011-3, 4011-4, 4011-7~4011-16と第2の画素4021-3~4021-8とについても、図11示すように配置されている。

[0154] 上述したとおり本実施形態では、第2の画素4021-1~4021-8の各受光面積を第1の画素4011-1~4011-16の各受光面積の2倍としている。この理由は、第1の基板401を透過して第2の基板402に照射される赤色(R)の光の一部が、第1の基板401によって吸収され、第2の基板に照射される単位面積あたりの入射光量が減少するために、第2の画素4021-1~4021-8の受光感度を高くするためである。

[0155] 例えば、第1の基板401の厚みが約3 μ mの場合、第2の基板402に照射される赤色(R)の光は、第1の基板401に照射される赤色(R)の光の約15%に減衰する。そのため、第2の基板402に照射される光量が

少なくなり、第2の画素4021の受光面積が小さい場合にはS/N比が低下する。

[0156] 本実施形態では、第2の画素4021-1～4021-8の各受光面積が第1の画素4011-1～4011-16の各受光面積の2倍である。従って、第2の画素4021-1～4021-8の受光感度が高くなり、S/N比を大きくすることができる。

[0157] なお、信号処理部106によるRGBの色情報の算出方法は、第1の実施形態と同様である。また、本実施形態においても第1の実施形態と同様に、デモザイキング処理を行う際に、欠けている色情報を取得している隣接画素が増加するために、色補間精度が向上する。また、第1の画素4011には補色系カラーフィルタ403が形成されているため、第1の画素4011の感度は高感度である。従って、本実施形態の撮像素子400は、高感度かつ色再現性を高くすることができる。

[0158] (第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。本実施形態と第1の実施形態とで異なる点は、本実施形態では、1組の単位画素領域が2つの画素（横×縦：1画素×2画素、または2画素×1画素）で構成されている点である。なお、本実施形態における撮像素子500のその他の構成は、第1の実施形態における撮像素子100の構成と同様である。

[0159] 図12は、本実施形態における補色系カラーフィルタ503の配列と、原色系カラーフィルタ504の配列とを示した概略図である。図示する例では、第1の基板501には、4行4列の二次元状に配列された計16個の第1の画素5011-1～5011-16が含まれている。また、第2の基板502には、4行4列の二次元状に配列された計16個の第2の画素5021-1～5021-16が含まれている。なお、第1の基板501に含まれる第1の画素5011と第2の基板502に含まれる第2の画素5021との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

[0160] 第1の基板501に形成された補色系カラーフィルタ503は、マゼンタ

色（ $M (= B + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタ M と、黄色（ $Y (= G + R)$ ）の光を透過するカラーフィルタ Y とが配列されたフィルタである。第1の画素5011-1～5011-4, 5011-9～5011-12には、黄色（ Y ）の光を透過するカラーフィルタ Y が形成されている。第1の画素5011-5～5011-8, 5011-13～5011-16にはマゼンタ色（ M ）の光を透過するカラーフィルタ M が形成されている。

[0161] また、縦に隣接する2つの第1の画素5011を1組の単位画素領域521とする。例えば、1組の単位画素領域521は、黄色の光を透過するカラーフィルタ Y が形成された1つの第1の画素5011-1と、マゼンタ色の光を透過するカラーフィルタ M が形成された1つの第1の画素5011-5とで構成されている。

[0162] 第2の基板502に形成された原色系カラーフィルタ504は、赤色（ R ）の光を透過するカラーフィルタ R が配列されたフィルタである。第2の画素5021-1～5021-16には赤色（ R ）の光を透過するカラーフィルタ R が形成されている。

[0163] また、縦に隣接する2つの第2の画素5021を1組の単位画素領域522とする。例えば、1組の単位画素領域522は、赤色の光を透過するカラーフィルタ R が形成された2つの画素5021-1, 5021-5で構成されている。

[0164] また、第1の基板501に含まれる第1の画素5011-1～5011-16と、第2の基板502に含まれる第2の画素5021-1～5021-16とは、1対1の対応関係となるように配置されている。例えば、第1の画素5011-1を透過した光は、対応する第2の画素5021-1のみに照射されるように、第1の画素5011-1と第2の画素5021-1とは配置されている。また、第1の画素5011-2を透過した光は、対応する第2の画素5021-2のみに照射されるように、第1の画素5011-2と第2の画素5021-2とは配置されている。同様に、第1の画素5011-3～5011-16と第2の画素5021-3～5021-16とにつ

いても図示するとおり配置されている。

[0165] 第1の実施形態で説明したとおり、第1の基板501の第1の画素5011にカラーフィルタMまたはカラーフィルタYを形成し、第2の基板502の第2の画素5021にカラーフィルタRを形成することによって、隣接する2つの第1の画素5011にてRGBの全ての色情報を取得することができる。

[0166] 従って、ベイヤー配列や色差順次方式を用いるフィルタの配列のように、縦と横に隣接する4つの画素（2画素×2画素）で単位画素領域を構成せずとも、本実施形態のように、2つの第1の画素5011で単位画素領域521を構成することで、RGBのフル画像を生成することができる。

[0167] なお、信号処理部106によるRGBの色情報の算出方法は、第1の実施形態と同様である。また、本実施形態においても第1の実施形態と同様に、デモザイキング処理を行う際に、欠けている色情報を取得している隣接画素が増加するために、色補間精度が向上する。また、第1の画素5011には補色系カラーフィルタ503が形成されているため、第1の画素5011の感度は高感度である。従って、4画素で1組の単位画像領域を構成することなく、高感度かつ色再現性の高い撮像素子500を構成することができる。

[0168] 以上、この発明の第1の実施形態～第5の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0169] 上記各実施態様の撮像素子は、第1基板と、複数の第1受光素子と、複数の第1カラーフィルタと、第2基板と、複数の第2受光素子と、複数の第2カラーフィルタと、信号処理部とを備える。複数の第1受光素子は、第1基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第1の信号を出力する。複数の第1カラーフィルタは、第1受光素子の受光面の各々に配置され、少なくとも第2波長帯域と第3波長帯域とを包含する第1波長帯域の光を透過する。第2基板は、第1基板を透過した光が照射されるように配置される。

。複数の第2受光素子は、第2基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第2の信号を出力する。複数の第2カラーフィルタは、第2受光素子の受光面の各々に配置され、第2波長帯域の光を透過する。信号処理部は、第1の信号と第2の信号とを用いて、複数の第1受光素子の各々に対応する画素信号を生成する。これにより、感度および色再現性の精度を高くすることができる。

符号の説明

- [0170] 1 0 0, 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0, 5 0 0 . . . 撮像素子
 1 0 1, 2 0 1, 3 0 1, 4 0 1, 5 0 1 . . . 第1の基板
 1 0 2, 2 0 2, 3 0 2, 4 0 2, 5 0 2 . . . 第2の基板
 1 0 3, 2 0 3, 3 0 3, 4 0 3, 5 0 3 . . . 補色系カラーフィルタ
 1 0 4, 2 0 4, 3 0 4, 4 0 4, 5 0 4 . . . 原色系カラーフィルタ
 1 0 5 . . . 接続部
 1 0 6 . . . 信号処理部
 1 2 1, 1 2 2, 2 2 1, 2 2 2, 3 2 1, 3 2 2, 5 2 1, 5 2 2 . .
・ 単位画素領域
 1 0 1 1, 2 0 1 1, 3 0 1 1, 4 0 1 1, 5 0 1 1 . . . 第1の画素
 1 0 2 1, 2 0 2 1, 3 0 2 1, 4 0 2 1, 5 0 2 1 . . . 第2の画素

請求の範囲

[請求項1]

第1基板と、

前記第1基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第1の信号を出力する複数の第1受光素子と、

前記第1受光素子の受光面の各々に配置され、少なくとも第2波長帯域と第3波長帯域とを包含する第1波長帯域の光を透過する複数の第1カラーフィルタと、

前記第1基板を透過した光が照射されるように配置された第2基板と、

前記第2基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第2の信号を出力する複数の第2受光素子と、

前記第2受光素子の受光面の各々に配置され、前記第2波長帯域の光を透過する複数の第2カラーフィルタと、

前記第1の信号と前記第2の信号とを用いて、前記複数の第1受光素子の各々に対応する画素信号を生成する信号処理部と、

を備える撮像素子。

[請求項2]

前記第1波長帯域は、R G B表色系に対するC M Y補色系における、マゼンタ色（M）の光の波長帯域である場合、前記第3波長帯域は、前記R G B表色系における、青色（B）の光の波長帯域であり、

前記第1波長帯域は、R G B表色系に対するC M Y補色系における、黄色（Y）の光の波長帯域である場合、前記第3波長帯域は、前記R G B表色系における、緑色（G）の光の波長帯域であり、

前記第2波長帯域は、前記R G B表色系における、赤色（R）の光の波長帯域である

請求項1に記載の撮像素子。

[請求項3]

前記第1基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第3の信号を出力する複数の第3受光素子と、

前記第3受光素子の受光面の各々に配置され、少なくとも第5波長

帯域を包含する第4波長帯域の光を透過する複数の第3カラーフィルタと、

前記第2基板に規則的に配置され、照射された光の強度に対応する第4の信号を出力する複数の第4受光素子と、

前記第4受光素子の受光面の各々に配置され、第5波長帯域の光を透過する複数の第4カラーフィルタと、

を備え、

前記信号処理部は、前記第3の信号と前記第4の信号とを用いて、前記複数の第3受光素子の各々に対応する前記画素信号を生成する

請求項1に記載の撮像素子。

[請求項4]

前記第4波長帯域は、RGB表色系に対するCMY補色系における、シアン色(C)の光の波長帯域または黄色(Y)の光の波長帯域であり、

前記第5波長帯域は、前記RGB表色系における、緑色(G)の光の波長帯域である

請求項3に記載の撮像素子。

[請求項5]

前記第4波長帯域は、前記第5波長帯域と等しい

請求項3に記載の撮像素子。

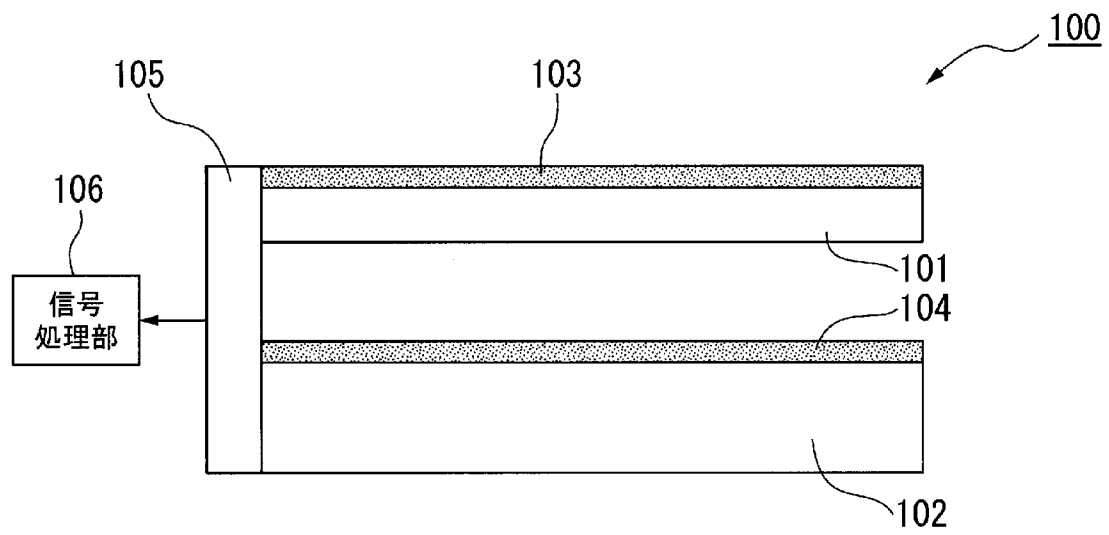
[請求項6]

前記第2受光素子の前記受光面の受光面積は、前記第1受光素子の前記受光面の受光面積より大きく、

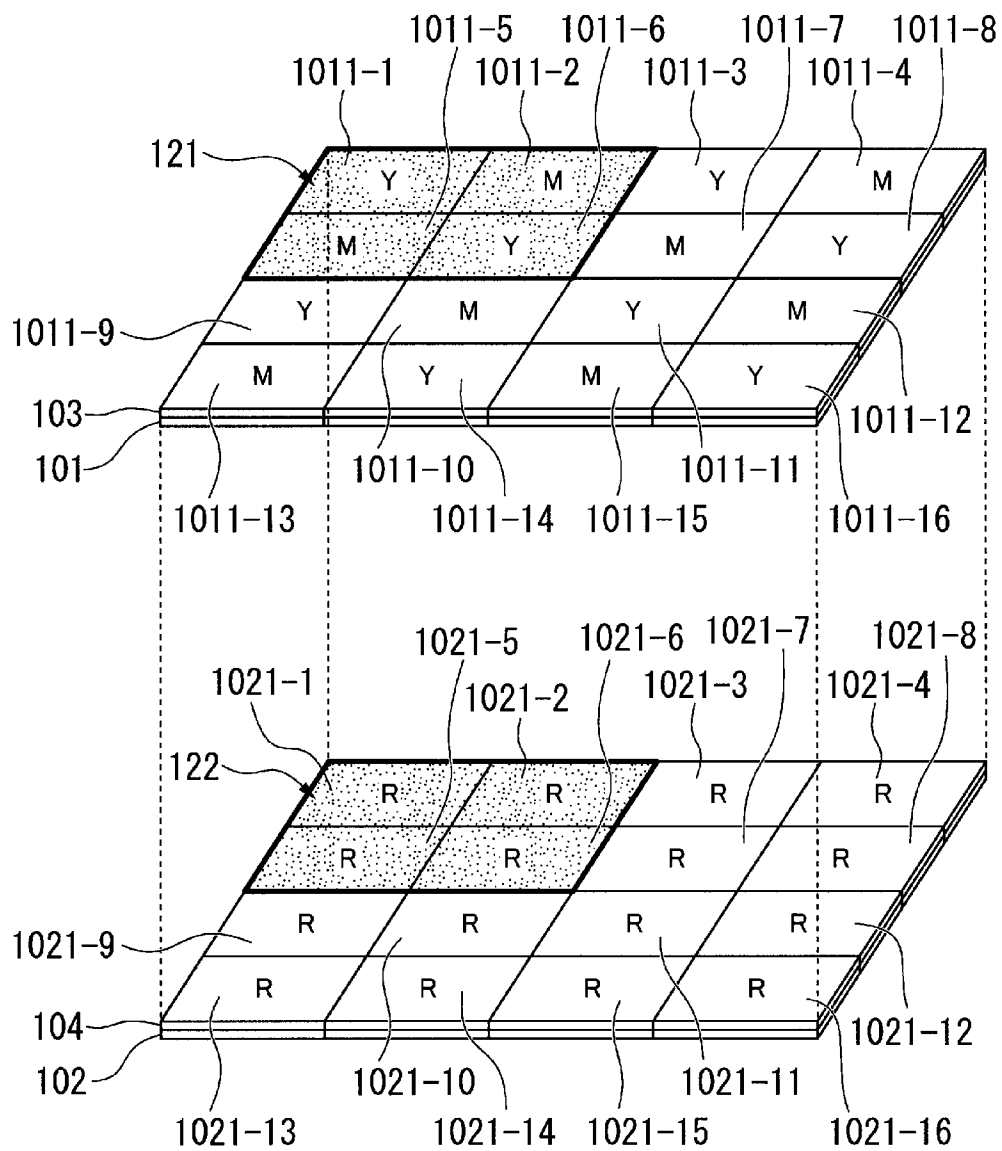
前記複数の前記第2受光素子の各々は、前記複数の前記第1受光素子に1対1の対応関係となるように配置されている

請求項1に記載の撮像素子。

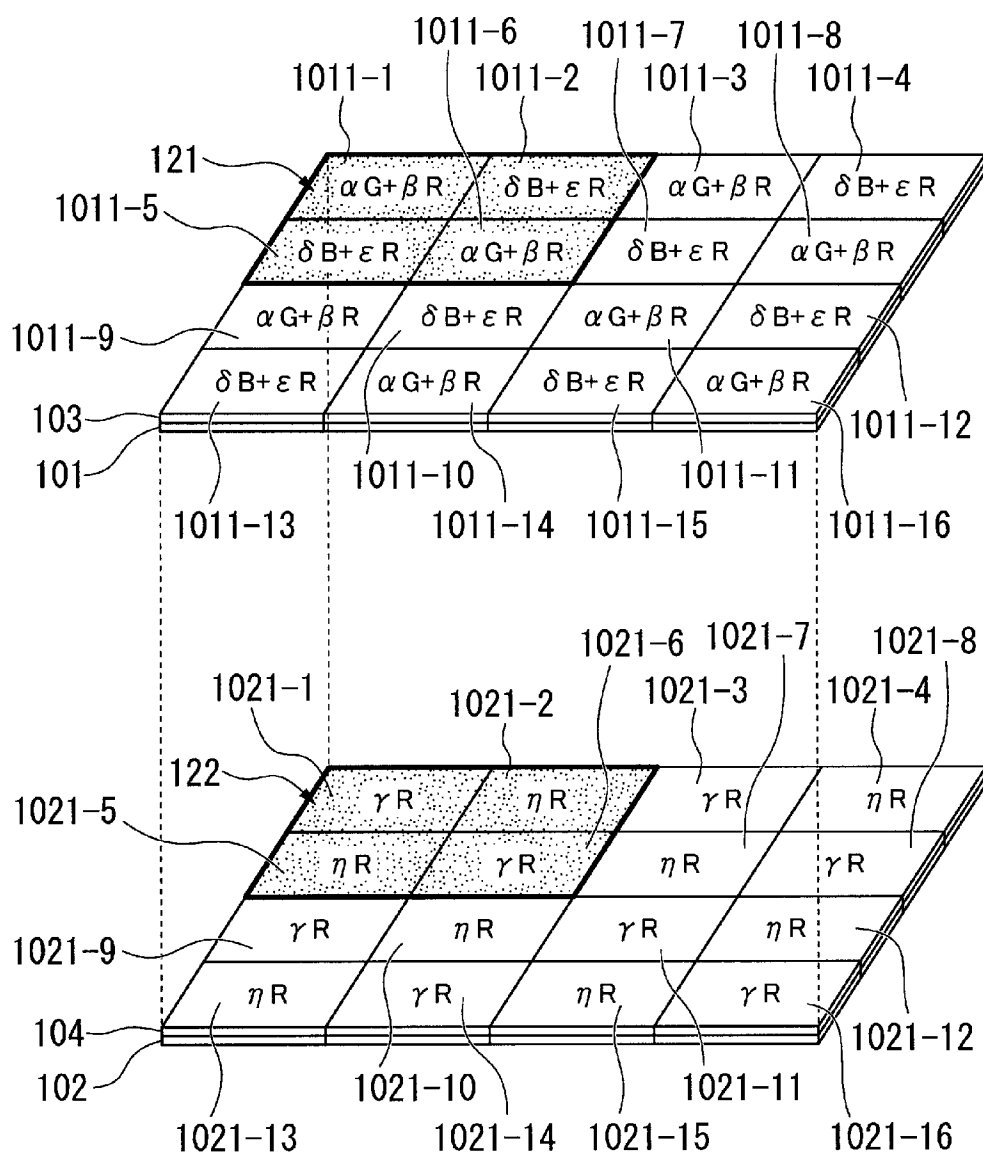
[図1]



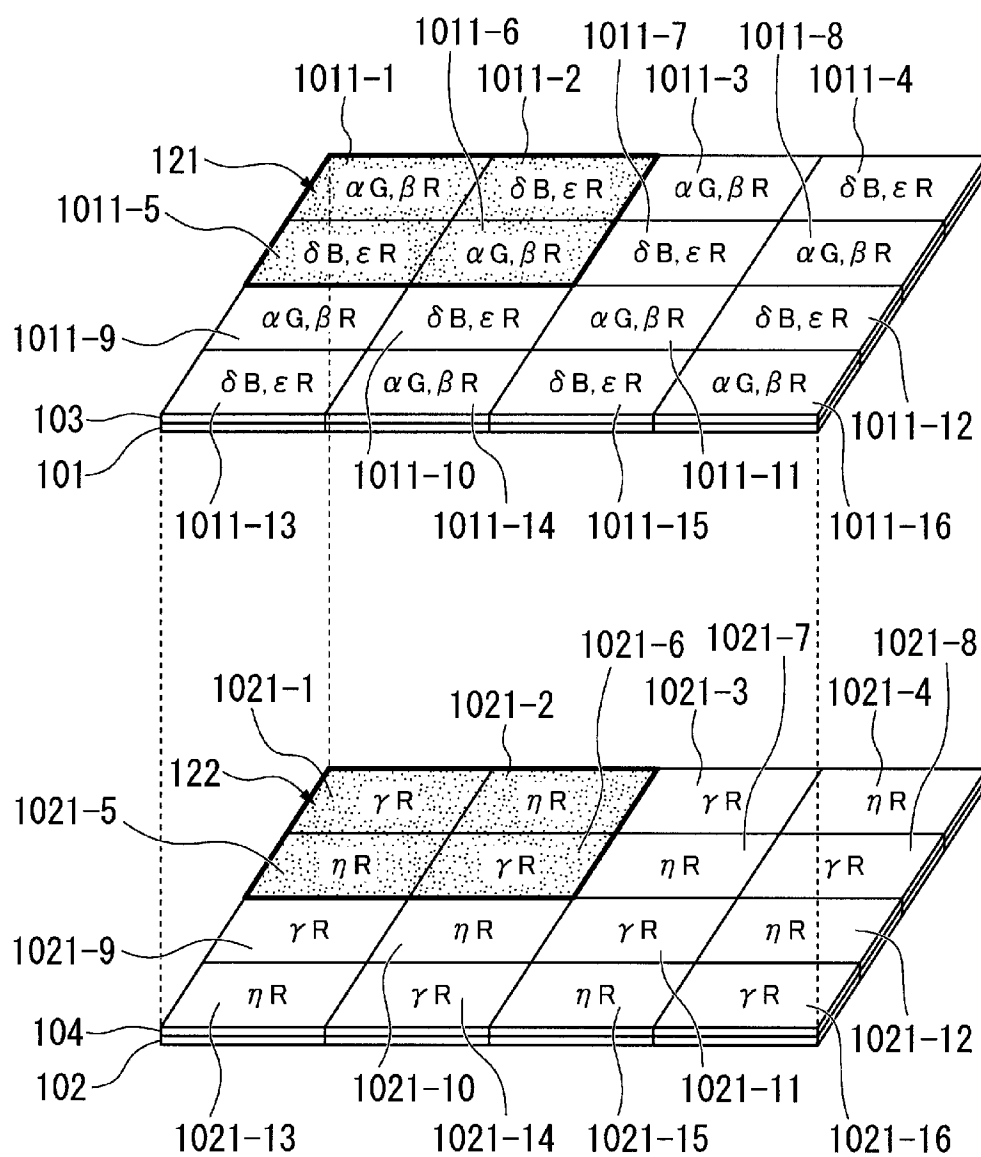
[図2]



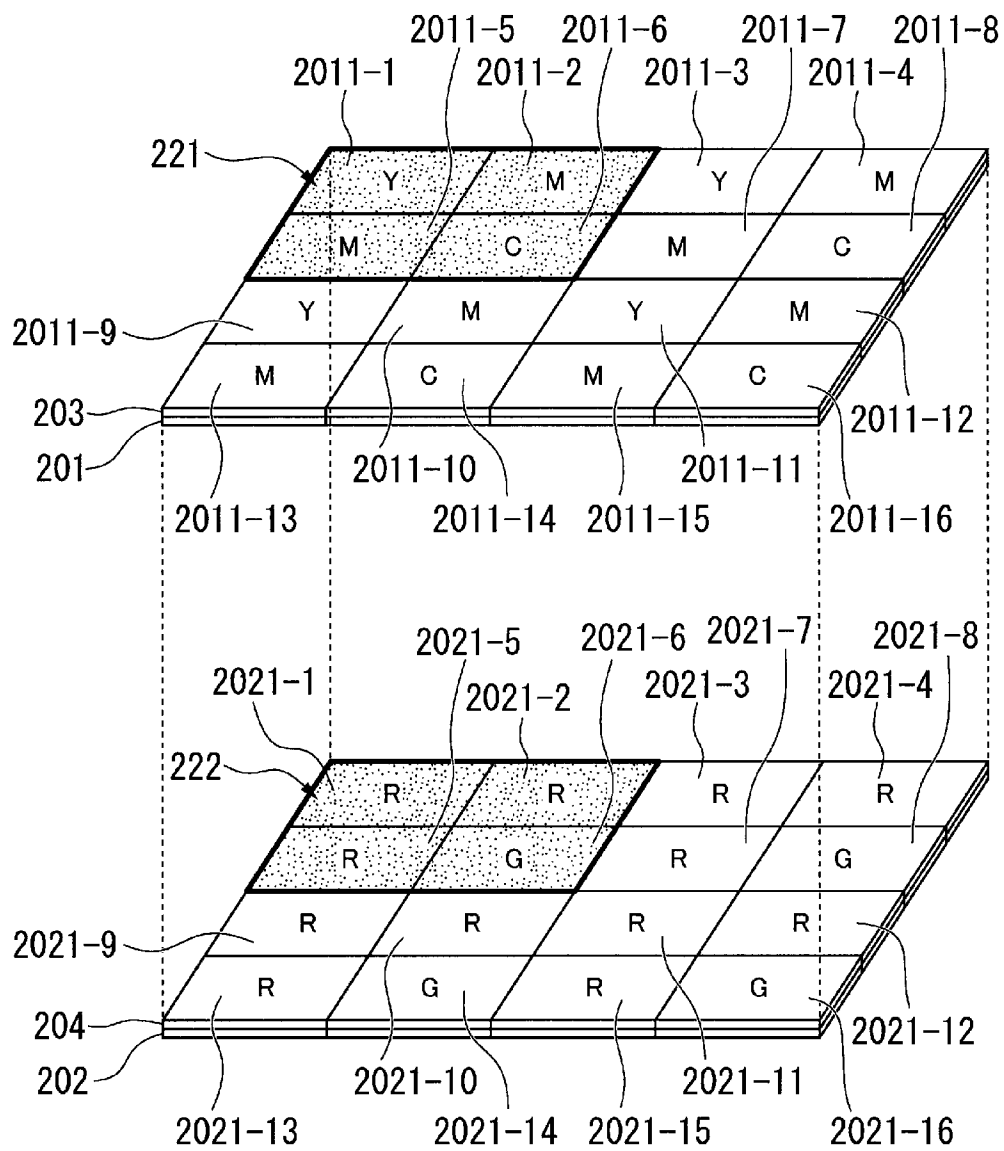
[図3]



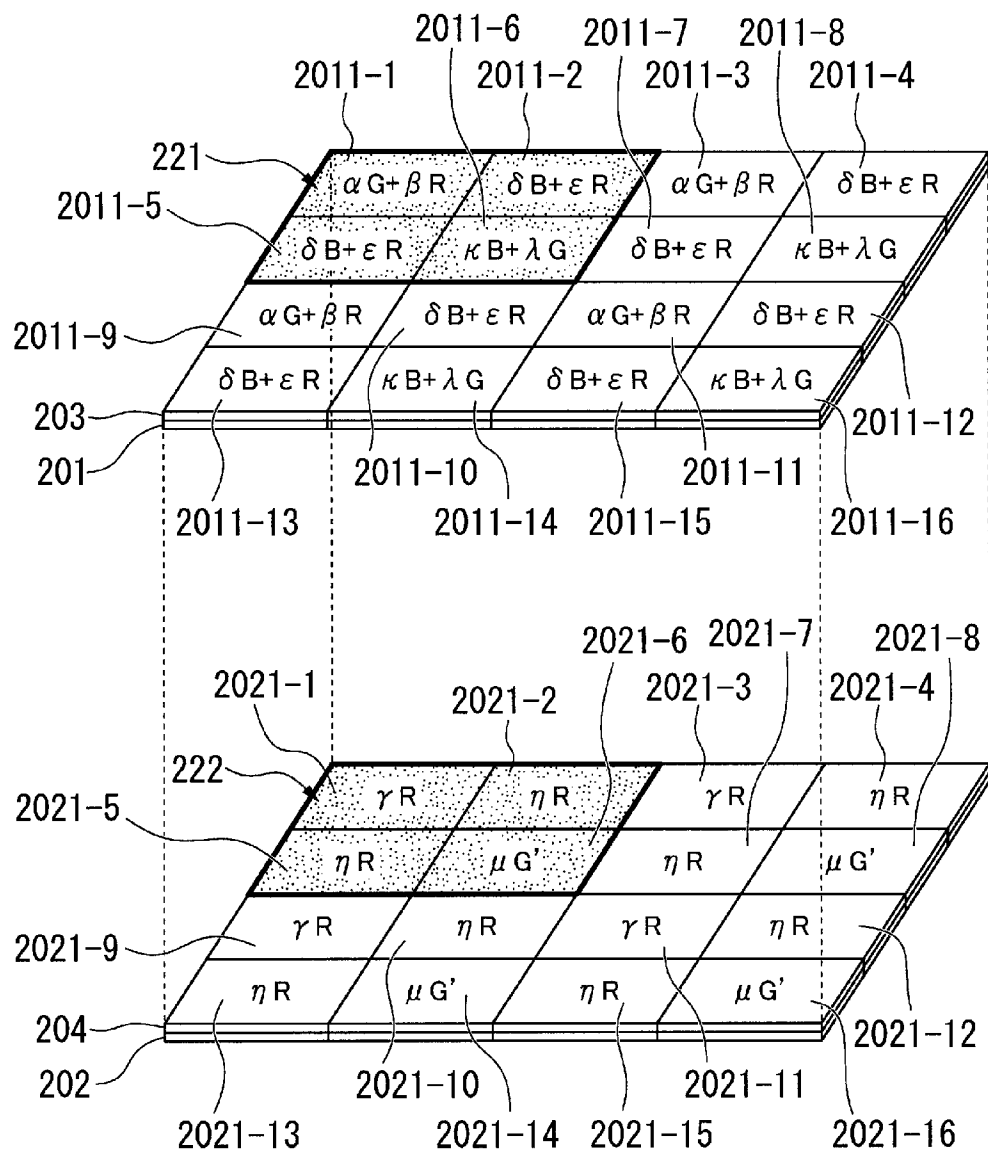
[図4]



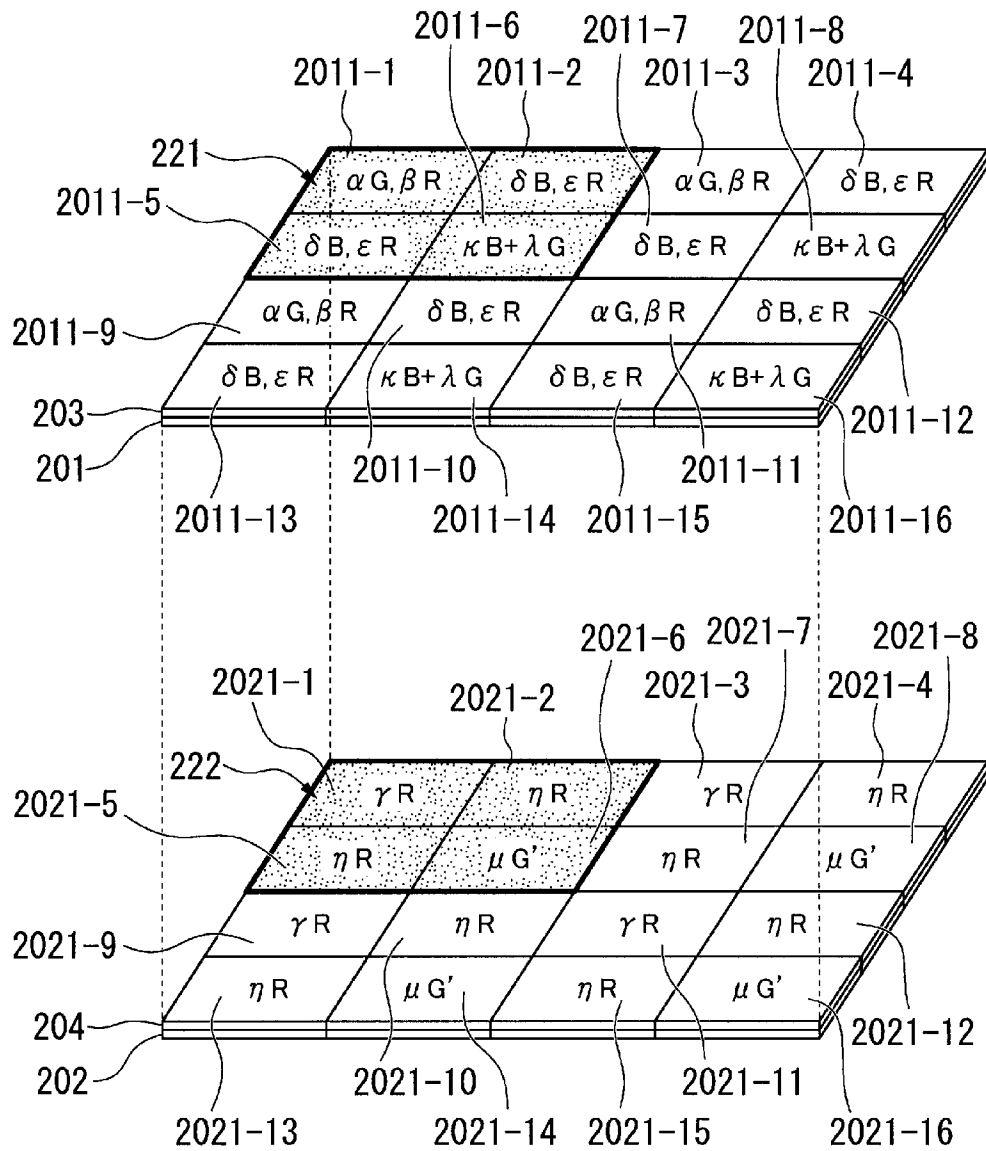
[図5]



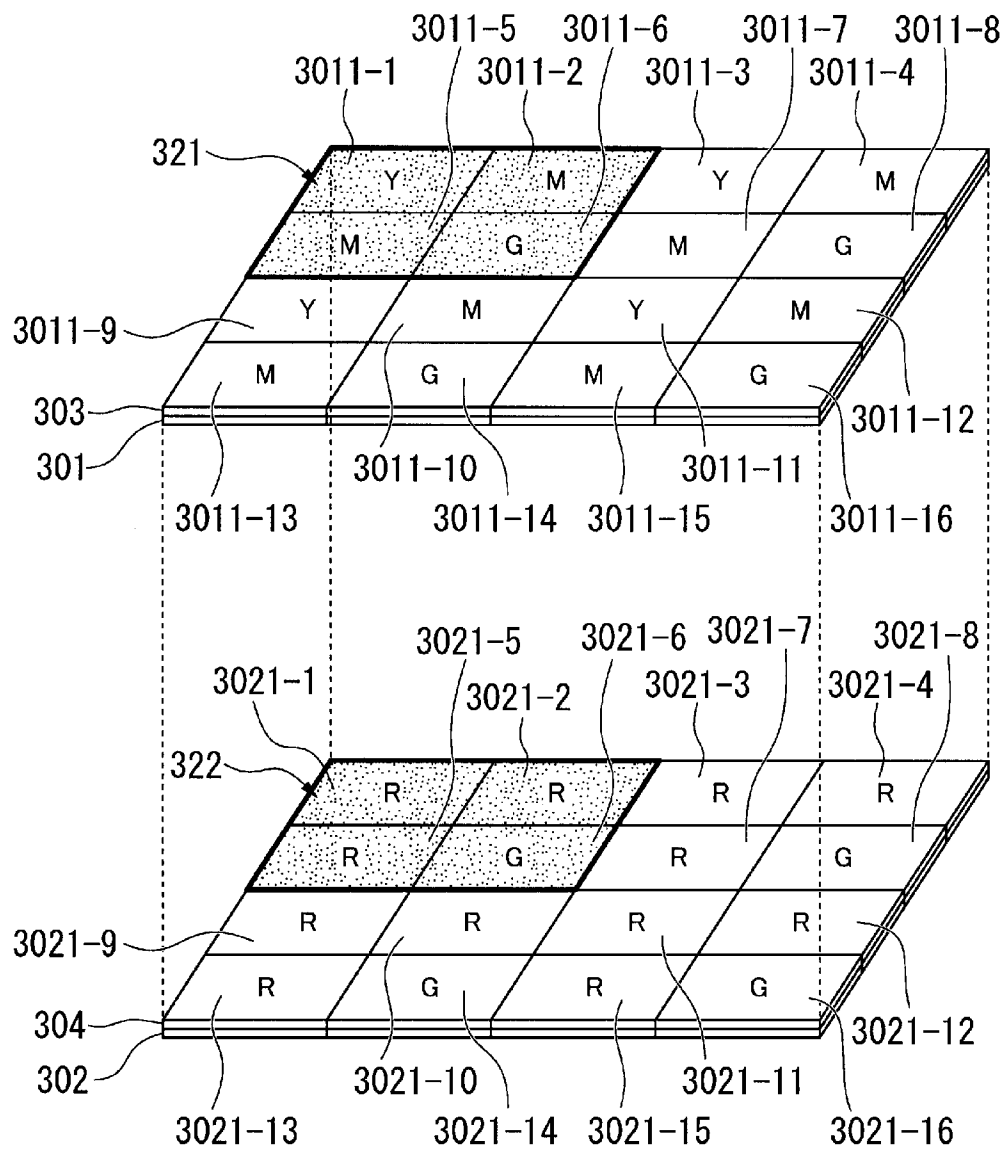
[図6]



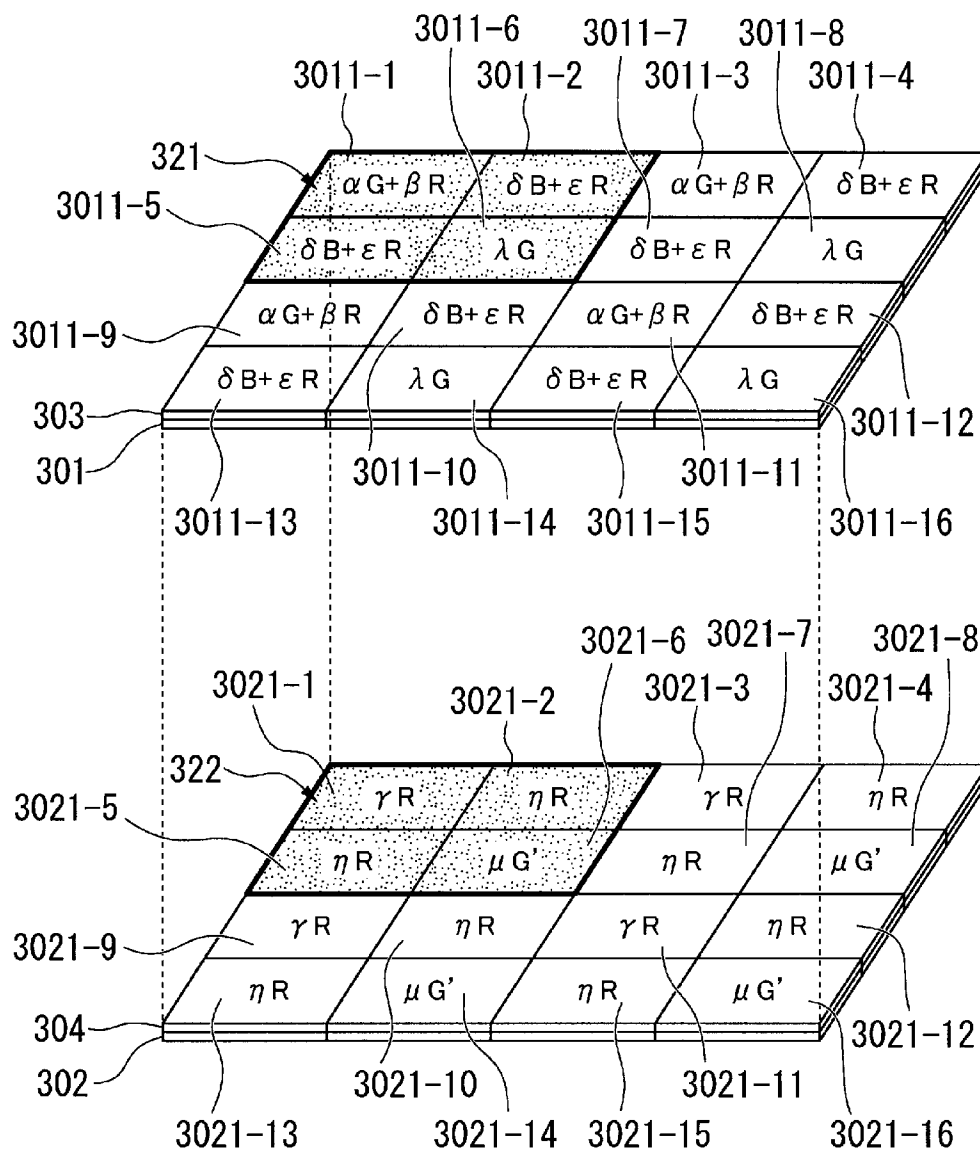
[図7]



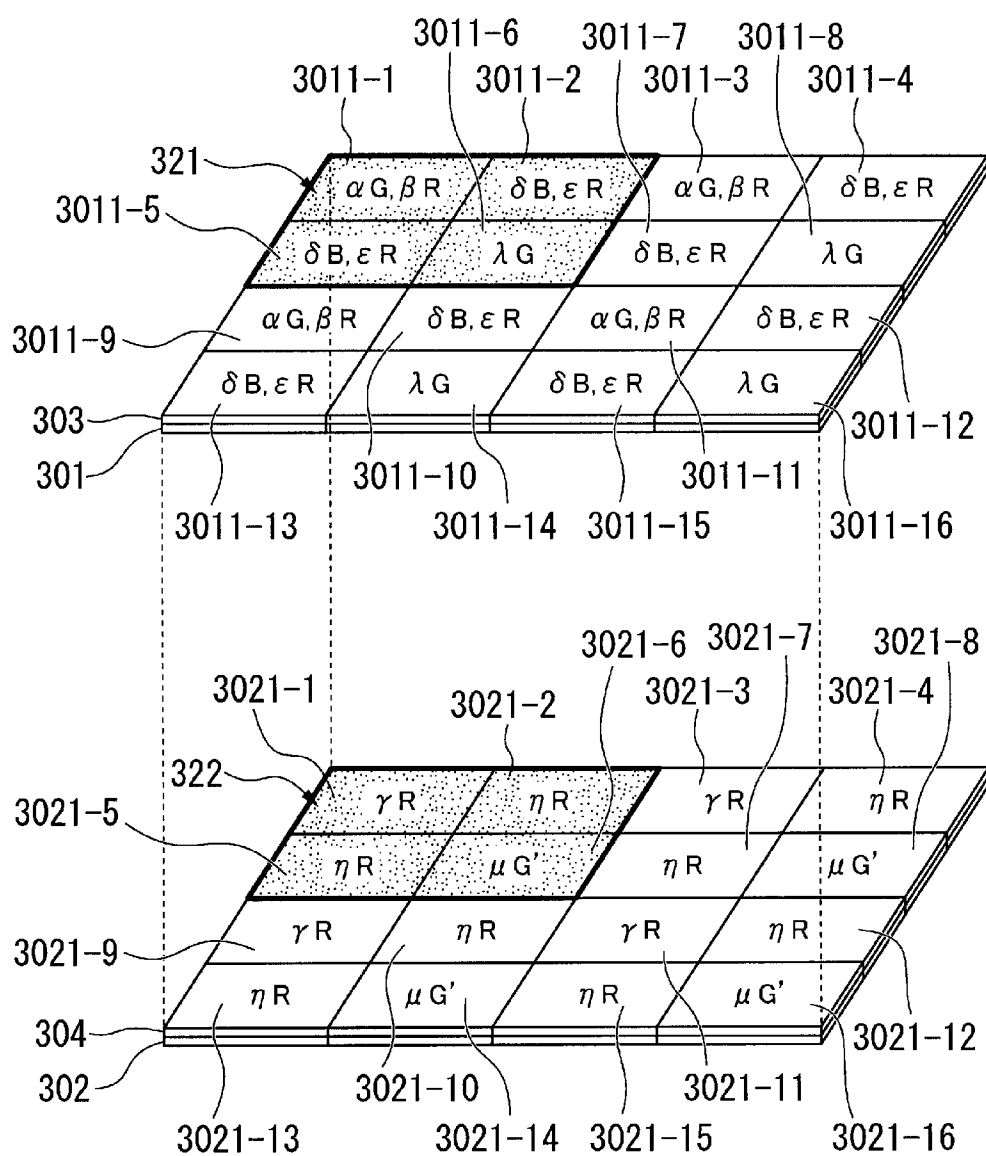
[図8]



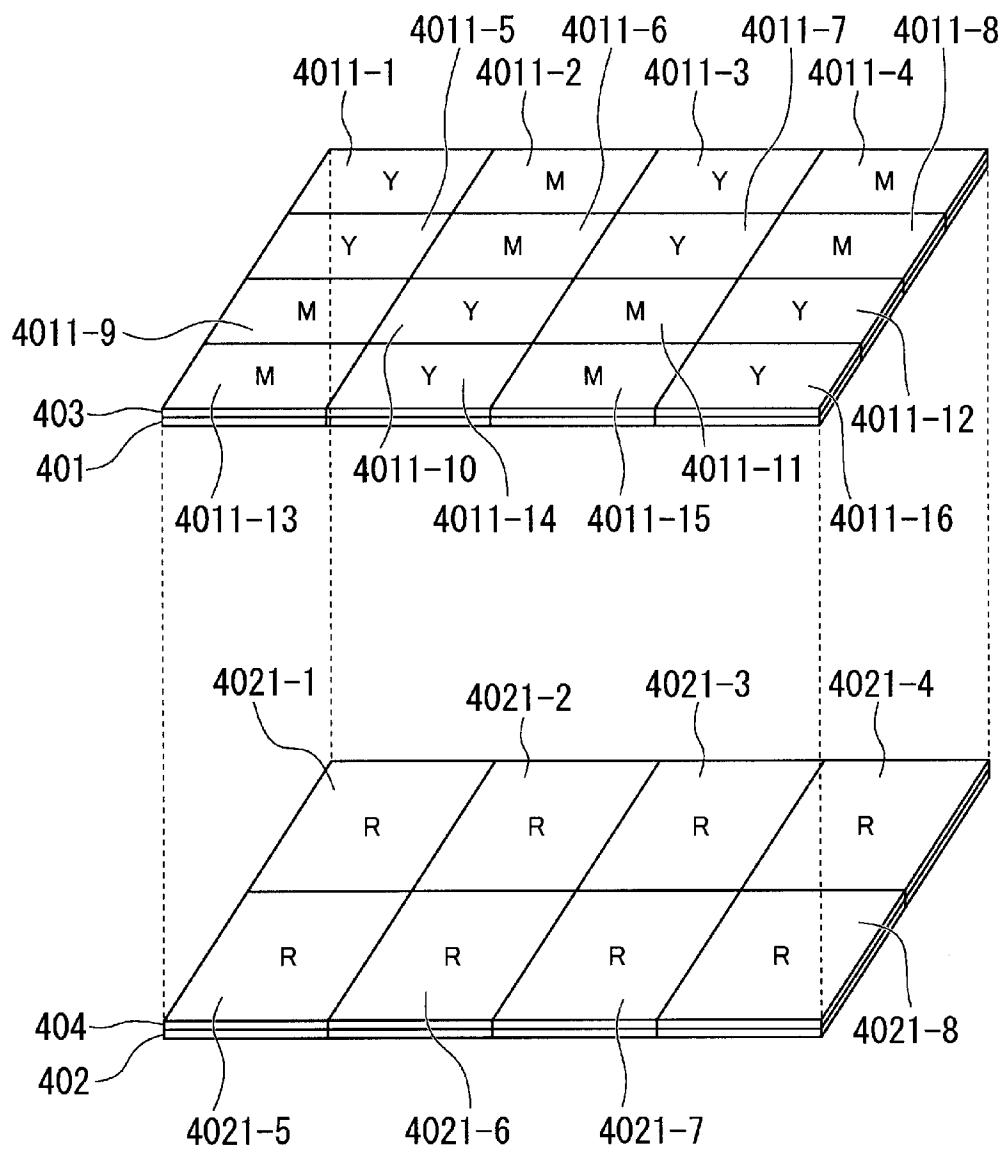
[図9]



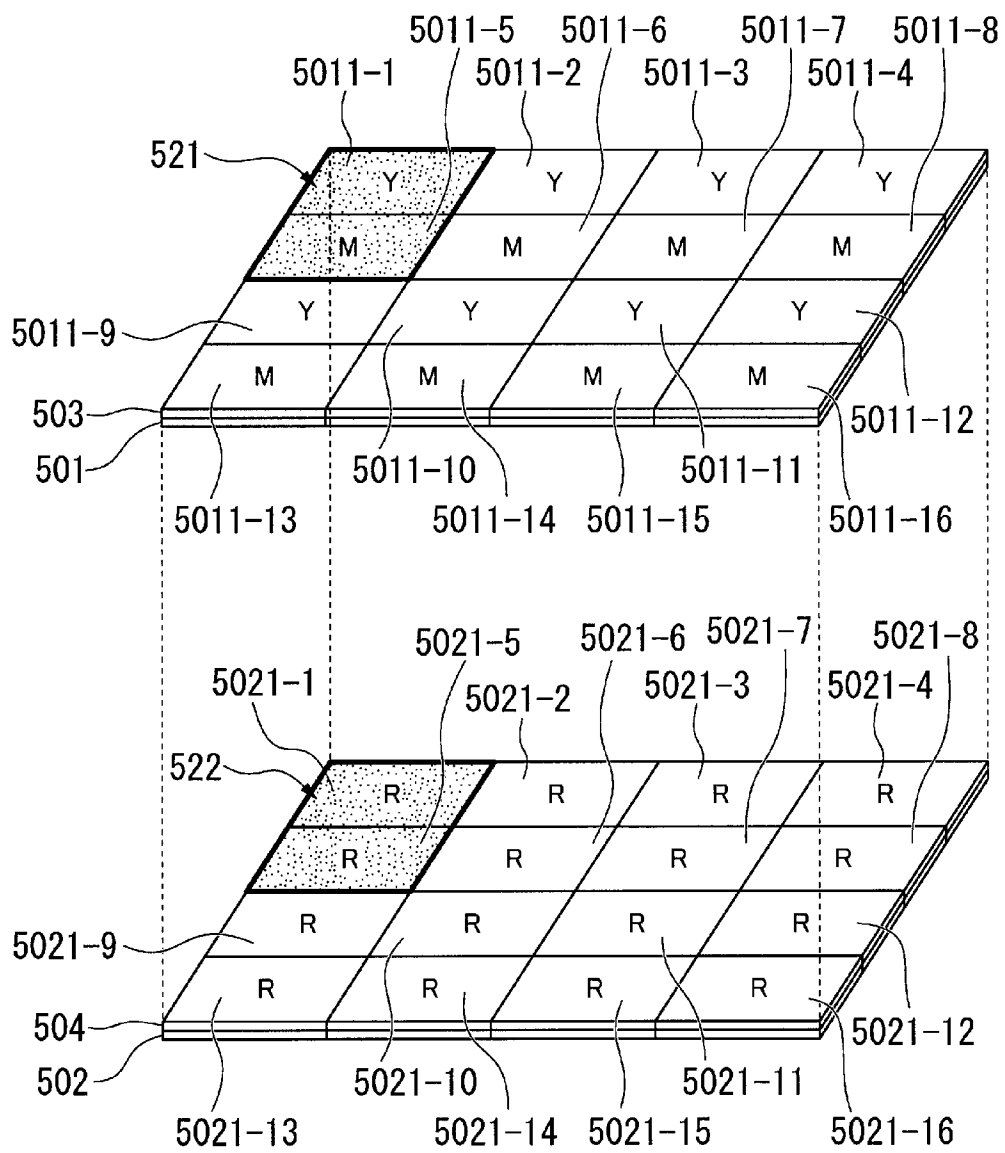
[図10]



[図11]



[図12]



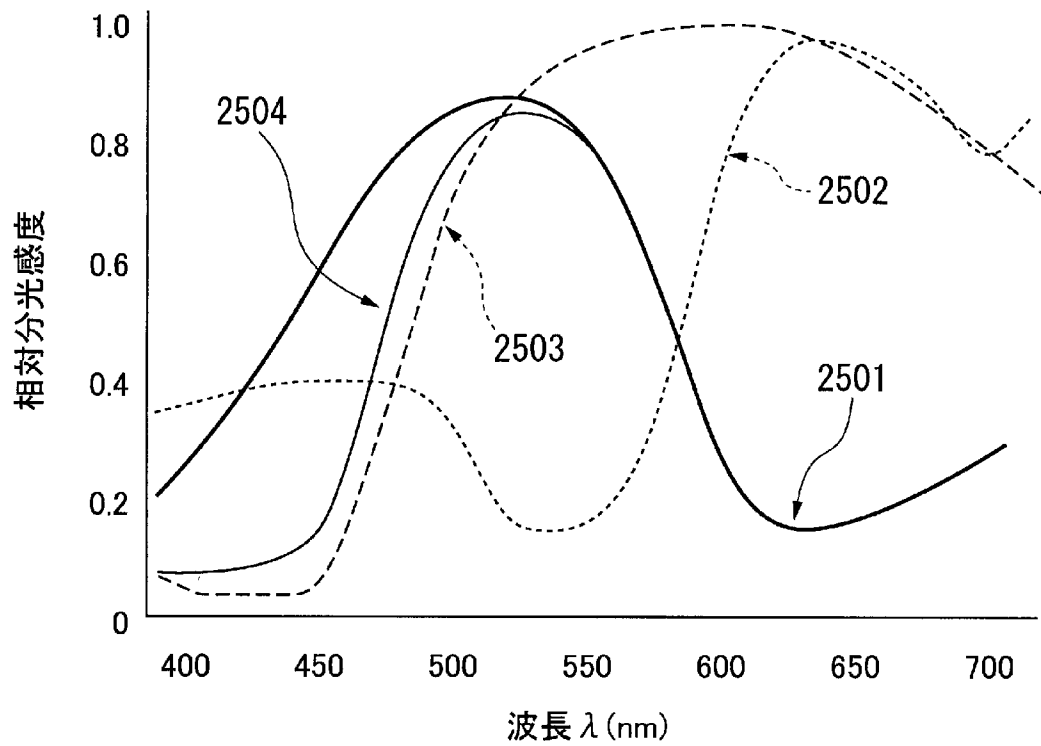
[図13]

G	R	G	R
B	G	B	G
G	R	G	R
B	G	B	G

[図14]

Y	C	Y	C
M	G	M	G
Y	C	Y	C
G	M	G	M

[図15]



[図16]

	R	G	B
G	0.11	0.86	0.08
M	0.50	0.29	0.51
C	0.11	0.92	0.75
Y	0.81	0.98	0.08

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/076032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N9/07, G02B5/20, H04N5/369

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2013-070030 A (Sony Corp.), 18 April 2013 (18.04.2013), paragraphs [0247] to [0251]; fig. 25A & US 2013/0057699 A1 & WO 2014/017314 A & TW 201411821 A & CN 102983143 A	1 2-6
A	JP 2010-135700 A (Sony Corp.), 17 June 2010 (17.06.2010), paragraphs [0040], [0050]; fig. 2 (Family: none)	1-6
P, A	JP 2014-135535 A (Olympus Corp.), 24 July 2014 (24.07.2014), paragraphs [0058] to [0060]; fig. 11 & US 2014/0194748 A1	1-6

☐ 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
08 December, 2014 (08.12.14)

Date of mailing of the international search report
16 December, 2014 (16.12.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

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, H04N5/369(2011.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N9/07, G02B5/20, H04N5/369

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 2013-070030 A（ソニー株式会社）2013.04.18,	1
A	段落【0247】-【0251】，第25A図 & US 2013/0057699 A1	2 - 6
A	& WO 2014/017314 A & TW 201411821 A & CN 102983143 A	
A	JP 2010-135700 A（ソニー株式会社）2010.06.17,	1 - 6
	段落【0040】，【0050】，第2図（ファミリーなし）	
P, A	JP 2014-135535 A（オリンパス株式会社）2014.07.24,	1 - 6
	段落【0058】-【0060】，第11図 & US 2014/0194748 A1	

☐ 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 8 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 2 . 2 0 1 4

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100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鈴木 明

5 V

9 1 8 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3571