

(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
2014年1月9日(09.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/007281 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) H01L 27/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/068232
- (22) 国際出願日: 2013年7月3日(03.07.2013)
- (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 2012-152679 2012年7月6日(06.07.2012) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 林 健吉(HAYASHI, Kenkichi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目3番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 田中 誠二(TANAKA, Seiji); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目3番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 松浦 憲三(MATSUURA, Kenzo); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号

新宿住友ビル23階 私書箱第176号 新都心国際特許事務所 Tokyo (JP).

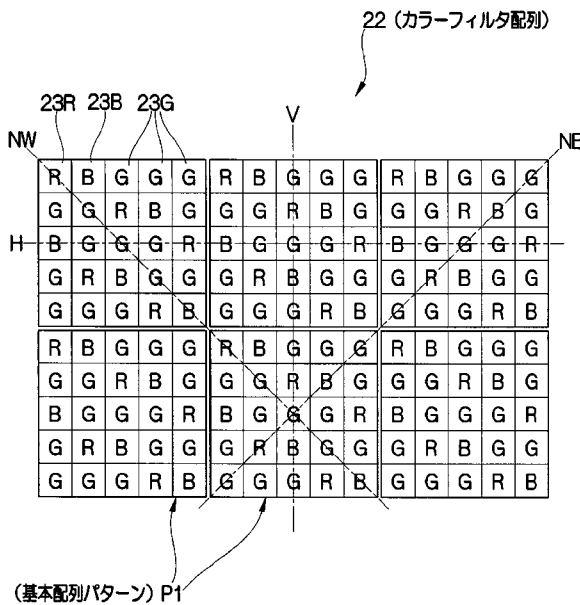
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: COLOUR IMAGING ELEMENT AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: カラー撮像素子及び撮像装置

【図3】



22... (COLOUR FILTER SEQUENCE)
P1... (BASIC SEQUENCE PATTERN)

(57) Abstract: The present invention provides: a colour imaging element, which can reduce the occurrence of false colour and increase resolution, and also enables the simplification of subsequent-stage processing compared to conventional random sequences; and an imaging device that uses said colour imaging element. The present invention comprises a basic sequence pattern (P1), in which a colour filter sequence (22) of the colour imaging element (12) is arranged so as to repeat in the horizontal direction and the vertical direction. The basic sequence pattern (P1) is constituted from RGB filters (23R, 23G, 23B) which are arranged in a sequence pattern corresponding to 5x5 pixels in the horizontal direction and the vertical direction. The ratio of the total number of G pixels is set greater than the ratio of the number of both R and B pixels. The G filter (23G) is arranged in all lines in the horizontal, vertical and diagonal directions of the colour filter sequence (22). One or more of each of the R and B filters (23R, 23B) are arranged in all filter lines in the horizontal and vertical directions of the colour filter sequence in the basic sequence pattern (P1). Filters of a different colour are arranged adjacent to the R and B filters (23R, 23B) in each of the horizontal, vertical and diagonal directions.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/007281 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、偽色の発生の低減化及び高解像度化を図ることができるとともに、従来のランダム配列に比べて後段の処理を簡略化することができるカラー撮像素子と、そのようなカラー撮像素子を用いた撮像装置を提供する。カラー撮像素子 12 のカラーフィルタ配列 22 を、水平方向及び垂直方向に繰り返し配置された基本配列パターン P1 により構成する。基本配列パターン P1 を、水平方向及び垂直方向に 5×5 画素に対応する配列パターンで配列された RGB フィルタ 23 R, 23 G, 23 B で構成する。G 画素の全画素数の比率を、RB の各色の画素数の比率よりも大きくする。G フィルタ 23 G をカラーフィルタ配列 22 の水平、垂直、及び斜め方向の各ライン内に配置する。R、B フィルタ 23 R, 23 B を、基本配列パターン P1 内においてカラーフィルタ配列の水平、垂直方向の各フィルタライン内にそれぞれ 1 以上配置する。R、B フィルタ 23 R, 23 B のそれぞれの水平、垂直、斜めの各方向に、異なる色のフィルタを隣接配置する。

明 細 書

発明の名称：カラー撮像素子及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明はカラー撮像素子及び撮像装置に係り、特に色モワレの発生の低減及び高解像度化が可能なカラー撮像素子、及びそのようなカラー撮像素子を用いた撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 単板式のカラー撮像素子では、各画素上にそれぞれ単色のカラーフィルタが設けられるので各画素が単色の色情報しか持たない。このため、単板カラー撮像素子の出力画像はRAW画像（モザイク画像）となるので、欠落している色の画素を、周囲の画素から補間する処理（デモザイク処理）により多チャンネル画像を得ている。この場合に問題となるのが、高周波の画像信号の再現特性であり、カラー撮像素子は白黒用の撮像素子と比較して、撮像した画像にエリアシングが発生し易い。このため、色モワレ（偽色）の発生を低減しつつ再現帯域を広げて高解像化することが重要な課題である。

[0003] 単板式のカラー撮像素子で最も広く用いられているカラーフィルタの色配列である原色系ベイヤー配列は、緑（G）画素を市松状に、赤（R）、青（B）を線順次に配置している。このため、G信号は斜め方向で、R、B信号は水平、垂直方向の高周波信号を生成する際の再現精度が問題である。

[0004] 図22の（A）部に示すような白黒の縦縞模様（高周波画像）が、図22の（B）部に示すベイヤー配列のカラーフィルタを有するカラー撮像素子に入射した場合、これをベイヤーの色配列に振り分けて色毎に比較すると、図22の（C）部から（E）部に示すようにRは薄い平坦、Bは濃い平坦、Gは濃淡のモザイク状の色画像となる。すなわち、本来、白黒画像であり、RGB間に濃度差（レベル差）が生じないものであるのに、色配列と入力周波数によっては画像に色が付いた状態となってしまう。

[0005] 同様に、図23の（A）部に示すような斜めの白黒の高周波画像が、図2

3の(B)部に示すベイヤー配列のカラーフィルタを有する撮像素子に入射した場合、これをベイヤーの色配列に振り分けて色毎に比較すると、図23の(C)部から(E)部に示すようにRとBは薄い平坦、Gは濃い平坦の色画像となる。仮に黒の値を0、白の値を255とすると、斜めの白黒の高周波画像は、Gのみ255となるため、緑色になってしまう。このようにベイヤー配列では、斜めの高周波画像を正しく再現することができない。

[0006] 一般に単板式のカラー撮像素子を使用する撮像装置では、水晶などの複屈折物質からなる光学ローパスフィルタをカラー撮像素子の前面に配置し、高周波を光学的に落とすことで回避していた。しかし、この方法では、高周波信号の折り返しによる色付は軽減できるが、その弊害で解像度が落ちてしまうという問題がある。

[0007] このような問題を解決するために、カラー撮像素子のカラーフィルタ配列を、任意の着目画素が着目画素の色を含む3色と着目画素の4辺のいずれかにおいて隣接する配列制限条件を満たす3色ランダム配列としたカラー撮像素子が提案されている(特許文献1)。

[0008] また、分光感度が異なる複数のフィルタを有し、そのうち第1のフィルタと第2のフィルタが、画像センサの画素格子の一方の対角方向に第1の周期で交互に配置されているとともに、他方の対角方向に第2の周期で交互に配置されているカラーフィルタ配列の画像センサ(カラー撮像素子)が提案されている(特許文献2)。

[0009] 更に、RGBの3原色のカラー固体撮像素子(カラー撮像素子)において、R、G、Bを水平に配置した3画素のセットを垂直方向にジグザグにずらしながら配置することによって、RGBそれぞれの出現確率を均等にし、かつ撮像面上の任意の直線(水平、垂直、斜めの直線)が全ての色を通過するようにした色配列が提案されている(特許文献3)。

[0010] 更にまた、RGBの3原色のうちのR、Bを水平方向及び垂直方向にそれぞれ3画素おきに配置し、これらのR、Bの間にGを配置したカラー撮像素子が提案されている(特許文献4)。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：特開2000-308080号公報
特許文献2：特開2005-136766号公報
特許文献3：特開平11-285012号公報
特許文献4：特開平8-23543号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] 特許文献1に記載のカラー撮像素子は、フィルタ配列がランダムとなるため後段でのデモザイク処理を行う際に、ランダムパターンごとに最適化する必要があり、デモザイク処理が煩雑になるという問題がある。また、ランダム配列では、低周波の色モアレには有効であるが、高周波部の偽色に対しては有効でない。ここで、デモザイク処理とは、単板式のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列に伴うRGBのモザイク画像から画素毎にRGBの全ての色情報を算出（同時式に変換）する処理であって、デモザイキング処理または同時化処理ともいう（本明細書内において同じ）。
- [0013] また、特許文献2に記載のカラー撮像素子は、G画素（輝度画素）が市松状に配置されているため、限界解像度領域（特に斜め方向）での画素再現精度が良くないという問題がある。
- [0014] 特許文献3に記載のカラー撮像素子は、任意の直線上に全ての色のフィルタが存在するため、偽色の発生を抑えることができる利点がある。一方、特許文献3に記載のカラー撮像素子は、RGBの画素数の比率が等しいため、高周波再現性がベイヤー配列に比べて低下するという問題がある。なお、ベイヤー配列の場合、輝度信号を得るために最も寄与するGの画素数の比率が、R、Bのそれぞれの画素数の2倍になっている。
- [0015] 一方、特許文献4に記載のカラー撮像素子は、R、Bそれぞれの画素数に対するGの画素数の比率が6倍とベイヤー配列よりも高く、水平又は垂直方

向にG画素のみのフィルタラインが存在するため、水平又は垂直方向に高周波部の偽色に対しては有効でない。

[0016] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、偽色の発生の低減化及び高解像度化を図ることができるとともに、従来のランダム配列に比べて後段の処理を簡略化することができるカラー撮像素子を提供することを目的とする。また、本発明は、そのようなカラー撮像素子を用いた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

[0017] 本発明の目的を達成するためのカラー撮像素子は、第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、カラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、カラーフィルタの配列は、カラーフィルタが第1の方向及び第2の方向に $N \times N$ (N は5以上の奇数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、輝度信号を得るための寄与率が第1の色よりも低い2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、第1のフィルタは、カラーフィルタの配列の第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、第2の色の各色の第2のフィルタのそれぞれは、基本配列パターン内の第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つずつ配置され、カラーフィルタの配列内で少なくとも1色の第2のフィルタには、その第1の方向から第4の方向の各方向に、この第2のフィルタとは異なる色の第2のフィルタまたは第1のフィルタが隣接して配置されている。

[0018] また、本発明の目的を達成するためのカラー撮像素子は、第1の方向及び

第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、カラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、カラーフィルタの配列は、カラーフィルタが第1の方向及び第2の方向に $N \times N$ (N は5以上の奇数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、カラーフィルタは、透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲内にある1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、透過率のピークが範囲外にある2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、第1のフィルタは、カラーフィルタの配列の第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、第2の色の各色の第2のフィルタのそれぞれは、基本配列パターン内の第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つずつ配置され、カラーフィルタの配列内で少なくとも1色の第2のフィルタには、その第1の方向から第4の方向の各方向に、この第2のフィルタとは異なる色の第2のフィルタまたは第1のフィルタが隣接して配置されている。

[0019] また、本発明の目的を達成するためのカラー撮像素子は、第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、カラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、カラーフィルタの配列は、カラーフィルタが第1の方向及び第2の方向に $N \times N$ (N は5以上の奇数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、波長500nm以上560nm以下の範囲内で透過率が第1のフィルタよりも低くなる2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ第1のフィルタに対応する第1の色の全画

素数の比率が、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、第1のフィルタは、カラーフィルタの配列の第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、第2の色の各色の第2のフィルタのそれぞれは、基本配列パターン内の第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つずつ配置され、カラーフィルタの配列内で少なくとも1色の第2のフィルタには、その第1の方向から第4の方向の各方向に、この第2のフィルタとは異なる色の第2のフィルタまたは第1のフィルタが隣接して配置されている。

[0020] また、本発明の目的を達成するためのカラー撮像素子は、第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、カラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、カラーフィルタの配列は、カラーフィルタが第1の方向及び第2の方向に $N \times N$ (N は5以上の奇数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、カラーフィルタは、3原色のうち最も輝度信号に寄与する色と3原色とは異なる色の第4色とを含む2色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、第1の色以外の2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ第1のフィルタに対応する第1の色の各色の全画素数の比率が、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、第1のフィルタは、カラーフィルタの配列の第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、第2の色の各色の第2のフィルタのそれぞれは、基本配列パターン内の第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つずつ配置され、カラーフィルタの配列内で少なくとも1色の第2のフィルタには、その第1の方向から第4の方向の各方向に、この第2のフィルタとは異なる色の第2のフィルタまたは第1のフィルタが隣接して配置されている。

- [0021] 本発明によれば、第1のフィルタを、カラーフィルタの配列の第1の方向から第4の方向の各方向のフィルタライン内に1つ以上配置したので、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度を向上させることができる。
- [0022] また、各色の第2のフィルタをそれぞれ、基本配列パターン内においてカラーフィルタの配列の第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つ以上配置するようにしたため、色モワレ（偽色）の発生を低減して高解像度化を図ることができる。
- [0023] また、カラーフィルタの配列は、所定の基本配列パターンが水平方向及び垂直方向に繰り返して配置されているため、後段でのデモザイク処理を行う際に、繰り返しパターンにしたがって処理を行うことができ、従来のランダム配列に比べて後段の処理を簡略化することができる。
- [0024] また、第1のフィルタに対応する第1の色の画素数の比率を、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数のそれぞれの比率よりも大きくしているため、エリアシングを抑制することができ高周波再現性もよい。
- [0025] また、少なくとも1色の第2のフィルタには、その第1の方向から第4の方向の各方向には、この第2のフィルタとは異なる色の第1のフィルタまたは第2のフィルタが隣接して配置されているので、カラーフィルタの配列内に第2のフィルタが均等に配置される。これにより、第2の色の画素のデモザイク処理を精度よく行うことができる。
- [0026] 輝度信号を得るための第1の色の寄与率は50%以上であり、輝度信号を得るための第2の色の寄与率は50%未満であることが好ましい。輝度信号を得るための寄与率が第2のフィルタよりも高い第1のフィルタを、カラーフィルタの配列の第1の方向から第4の方向の各方向のフィルタライン内に1つ以上配置するので、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度を向上させることができる。
- [0027] 基本配列パターン内では、第2の色の各色の第2のフィルタの各方向に、この第2のフィルタとは異なる色の第2のフィルタまたは第1のフィルタが隣接して配置されていることが好ましい。これにより、各色の第2のフィル

タがそれぞれカラーフィルタの配列内に均等に配置される。

[0028] 基本配列パターンは、第1のフィルタ及び第2の色の各色に対応する第2のフィルタを第1の方向に配列させてなるフィルタ列を含み、かつ複数のフィルタ列を第2の方向に配列させてなるものであり、基本配列パターン内のフィルタ列毎に第2の色の各色に対応する第2のフィルタの位置を第1の方向にずらして配置していることが好ましい。これにより、各色の第2のフィルタがそれぞれカラーフィルタの配列内に均等に配置される。

[0029] 第1の方向に対して式(1)で示される θ° 異なる方向を第5の方向としたときに、カラーフィルタの配列には、第2の色の各色に対応する第2のフィルタを別々に第5の方向に沿って等間隔で配置してなる各色の斜めフィルタ配列が、それぞれ第2の方向に沿って等間隔で配置されていることが好ましい。これにより、各色の第2のフィルタがそれぞれカラーフィルタの配列内に均等に配置される。

$$\theta = \tan^{-1}(1/2) \cdots \text{式(1)}$$

第2の色の各色に対応する第2のフィルタのそれぞれは、カラーフィルタの配列内の第3の方向及び第4の方向のフィルタライン内に1つ以上配置されることが好ましい。これにより、第3及び第4の方向に高周波成分を有する入力像によって発生しうる色モワレ(偽色)を低減することができる。

[0030] 基本配列パターン内では、第2の色の各色のうちの1色の第2のフィルタの各方向に、この第2のフィルタとは異なる色の第2のフィルタまたは第1のフィルタが隣接して配置されていることが好ましい。1色の第2のフィルタがそれぞれカラーフィルタの配列内に均等に配置される。

[0031] 基本配列パターンは、第1のフィルタで構成される 2×2 画素に対応する正方配列を含むことが好ましい。これにより、カラーフィルタの配列に、第1のフィルタからなる 2×2 画素に対応する正方配列が含まれるので、この 2×2 画素の画素値を使用して、第1の方向から第4の方向の各方向のうちの相関の高い方向を判別することができる。

[0032] 第1の方向に対して式(1)で示される θ° 異なる方向を第5の方向とし

たときに、カラーフィルタの配列には、第2の色の各色のうちの1色の第2のフィルタを第5の方向に沿って等間隔で配置してなる斜めフィルタ配列が、第2の方向に沿って等間隔で配置されていることが好ましい。これにより、1色の第2のフィルタがそれぞれカラーフィルタの配列内に均等に配置される。

$$\theta = \tan^{-1}(1/2) \cdots \text{式(1)}$$

カラーフィルタが正方形状である場合に、第3の方向及び第4の方向は第1の方向及び第2の方向に対してそれぞれ45°異なることが好ましい。

[0033] 第1の色は、緑及び透明のうち少なくともいずれかを含むことが好ましい。

[0034] 第2の色は、赤と青を含むことが好ましい。

[0035] 本発明の目的を達成するための撮像装置は、撮影光学系と、撮影光学系を介して被写体像が結像するカラー撮像素子と、結像した被写体像を示す画像データを生成する画像データ生成部と、を備え、カラー撮像素子は上記態様のいずれかに係るカラー撮像素子である。

発明の効果

[0036] 本発明のカラー撮像素子及び撮像装置は、カラーフィルタの配列の第1の方向から第4の方向の各方向のフィルタライン内に第1のフィルタを配置するとともに、第1のフィルタに対応する第1の色の画素数の比率を、第1の色以外の2色以上の第2のフィルタに対応する第2の色の画素数の比率よりも大きくするようにした。このため、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度を向上させ、かつエリアシングを抑制することができる。

[0037] また、2色以上の第2の色の各色に対応する第2のフィルタを、基本配列パターン内において、カラーフィルタの配列の第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つ以上配置するようにした。このため、色モワレ（偽色）の発生を低減して高解像度化を図ることができる。さらに、カラーフィルタの配列内に少なくとも1色の第2のフィルタが均等に配置されるので、この第2のフィルタに対応する画素のデモザイク処理を精度よく行うこと

ができる。

[0038] また、カラーフィルタの配列は、所定の基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されているため、後段でのデモザイク処理を行う際に、繰り返しパターンにしたがって処理を行うことができる。これにより、従来のランダム配列に比べて後段の処理を簡略化することができる。

図面の簡単な説明

- [0039] [図1]図1は、デジタルカメラの電氣的構成を示すブロック図である。
- [図2]図2は、カラー撮像素子の撮像面の正面図である。
- [図3]図3は、第1実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。
- [図4]図4は、図3中の基本配列パターンの拡大図である。
- [図5]図5は、斜めフィルタ配列を説明するための説明図である。
- [図6]図6は、図5中の一部を拡大した拡大図である。
- [図7]図7は、複数種類の基本配列パターンについて説明するための説明図である。
- [図8]図8は、第2実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。
- [図9]図9は、第2実施形態の斜めフィルタ配列を説明するための説明図である。
- [図10]図10は、第2-1実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。
- [図11]図11は、第2-2実施形態のカラーフィルタ配列の基本配列パターンの拡大図である。
- [図12]図12は、第2-3実施形態のカラーフィルタ配列の基本配列パターンの拡大図である。
- [図13]図13は、透明フィルタを有する第3実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。
- [図14]図14は、第3実施形態のカラーフィルタ配列の分光感度特性を示したグラフである。
- [図15]図15は、2種類のGフィルタを有する第4実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

[図16]図16は、第4実施形態のカラーフィルタ配列の分光感度特性を示したグラフである。

[図17]図17は、エメラルドフィルタを有する第5実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

[図18]図18は、第5実施形態のカラーフィルタ配列の分光感度特性を示したグラフである。

[図19]図19は、第1実施形態の基本配列パターンを、7×7画素に対応する配列パターンに変更した他実施形態の基本配列パターンの正面図である。

[図20]図20は、第2実施形態の基本配列パターンを、7×7画素に対応する配列パターンに変更した他実施形態の基本配列パターンの正面図である。

[図21]図21は、カラーフィルタ配列をハニカム配列とした他実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

[図22]図22は、従来のベイヤー配列のカラーフィルタを有するカラー撮像素子の課題を説明するために使用した図である。

[図23]図23は、従来のベイヤー配列のカラーフィルタを有するカラー撮像素子の課題を説明するために使用した他の図である。

発明を実施するための形態

[0040] [デジタルカメラの全体構成]

図1は本発明に係るカラー撮像素子を備えるデジタルカメラ9（撮像装置）のブロック図である。デジタルカメラ9は、大別して、撮影光学系10、カラー撮像素子12、撮影処理部14、画像処理部16、駆動部18、制御部20などを備えている。

[0041] 撮影光学系10は、被写体像をカラー撮像素子12の撮像面上に結像する。カラー撮像素子12は、その撮像面上に2次元配列された光電変換素子で構成される複数の画素と、各画素の受光面の上方に設けられたカラーフィルタとを備えた、いわゆる単板式のカラー撮像素子である。ここで、「～上」や「上方」とは、カラー撮像素子12の撮像面に対して被写体光が入射してくる側の方向を指す。

- [0042] カラー撮像素子12に結像された被写体像は、各画素の光電変換素子によって入射光量に応じた信号電荷に変換される。各光電変換素子に蓄積された信号電荷は、制御部20の指令に従って駆動部18から与えられる駆動パルスに基づいて信号電荷に応じた電圧信号（画像信号）としてカラー撮像素子12から順次読み出される。カラー撮像素子12から読み出される画像信号は、カラー撮像素子12のカラーフィルタ配列に対応した赤（R）、緑（G）、青（B）のモザイク画像を示すR、G、B信号である。なお、カラー撮像素子12は、CCD（Charge Coupled Device）型撮像素子、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）型撮像素子などの他の種類の撮像素子であってもよい。
- [0043] カラー撮像素子12から読み出された画像信号は、撮影処理部14（画像データ生成部）に入力される。撮影処理部14は、画像信号に含まれるリセットノイズを除去するための相関二重サンプリング回路（CDS）、画像信号を増幅し、一定レベルの大きさにコントロールするためのAGC回路、及びA/D変換器を有している。この撮影処理部14は、入力された画像信号を相関二重サンプリング処理するとともに増幅した後、デジタルの画像信号に変換してなるRAWデータを画像処理部16に出力する。なお、カラー撮像素子12がMOS型撮像素子である場合は、A/D変換器は撮像素子内に内蔵されていることも多く、また上記相関二重サンプリングは必要としない場合もある。
- [0044] 画像処理部16（画像データ生成部）は、ホワイトバランス補正回路、ガンマ補正回路、デモザイク処理回路（単板式のカラー撮像素子12のカラーフィルタ配列に伴うRGBのモザイク画像から画素毎にRGBの全ての色情報を算出（同時式に変換）する処理回路）、輝度・色差信号生成回路、輪郭補正回路、色補正回路等を有している。画像処理部16は、制御部20からの指令に従い、撮影処理部14から入力したモザイク画像のRAWデータに所要の信号処理を施して、画素毎にRGB全ての色情報を有するRGB画素信号を生成し、これに基づいて輝度データ（Yデータ）と色差データ（Cr

、Cbデータ)とからなる画像データ(YUVデータ)を生成する。

[0045] 画像処理部16で生成された画像データは、圧縮/伸張処理回路により静止画に対しては、JPEG規格に準拠した圧縮処理が施され、動画に対してはMPG2規格に準拠した圧縮処理が施された後、図示しない記録メディア(例えばメモリカード)に記録され、また、液晶モニタ等の表示手段(図示せず)に出力されて表示される。なお、本実施形態において、記録メディアはデジタルカメラ9に着脱可能なものに限られず内蔵式の光磁気記録メディアでもよく、表示手段もデジタルカメラ9に備えられたものに限られず、デジタルカメラ9に接続された外部のディスプレイでもよい。

[0046] [カラー撮像素子]

図2に示すように、カラー撮像素子12の撮像面には、水平方向及び垂直方向に2次元配列された光電変換素子PDで構成される複数の画素21が設けられている。ここで、水平方向は本発明の第1の方向及び第2の方向のうちの一方向に相当し、垂直方向は本発明の第1の方向及び第2の方向のうちの他方向に相当する。

[0047] 図3に示すように、カラー撮像素子12の撮像面上には、各画素21上に配設されたカラーフィルタにより構成されるカラーフィルタ配列22が設けられている。カラーフィルタ配列22は、赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色のカラーフィルタ(以下、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタという)23R、23G、23Bにより構成されている。そして、各画素21上には、RGBフィルタ23R、23G、23Bのいずれかが配置される。以下、Rフィルタ23Rが配置された画素を「R画素」、Gフィルタ23Gが配置された画素を「G画素」、Bフィルタ23Bが配置された画素を「B画素」という。

[0048] ここで、G色は本発明の第1の色に相当し、Gフィルタ23Gは本発明の第1のフィルタに相当する。また、R色及びB色は本発明の第2の色に相当し、RBフィルタ23R、23Bは本発明の第2のフィルタに相当する。第2の色のフィルタに属するRフィルタ23R及びBフィルタ23Bのいずれ

かのフィルタを、以下では「RBフィルタ」ともいう。

[0049] [第1実施形態のカラーフィルタ配列]

カラーフィルタ配列22は、下記の特徴(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、及び(6)を有している。

[0050] [特徴(1)]

図3及び図4に示すように、カラーフィルタ配列22は、5×5画素に対応する正方配列パターンとなる基本配列パターンP1を含み、この基本配列パターンP1が水平方向(H)及び垂直方向(V)に繰り返し配置されている。従って、カラーフィルタ配列22では、各色のRフィルタ23R、Gフィルタ23G、Bフィルタ23Bが所定の周期性をもって配列されている。このため、カラー撮像素子12から読み出されるR、G、B信号のデモザイク処理等を行う際に、繰り返しパターンにしたがって処理を行うことができる。その結果、従来のランダム配列に比べて後段の処理を簡略化することができる。

[0051] また、基本配列パターンP1の単位で間引き処理して画像を縮小する場合に、間引き処理後のカラーフィルタ配列は、間引き処理前のカラーフィルタ配列と同じにすることができ、共通の処理回路を使用することができる。

[0052] 基本配列パターンP1には、水平方向に平行な5種類のフィルタ列25a、25b、25c、25d、25eが垂直方向に配列されている(図4参照)。各フィルタ列25a~25eは、3つのGフィルタ23Gと、1つのRフィルタ23Rと、1つのBフィルタ23Bとをそれぞれ水平方向に配列させてなるものであり、下記特徴(2)~(6)を満たすように、RGBフィルタ23R、23G、23Bの配置が決定されている。

[0053] [特徴(2)]

カラーフィルタ配列22では、その水平(H)、垂直(V)、及び斜め(NE、NW)方向の各フィルタライン内にGフィルタ23Gが配置されている。ここで、NEは斜め右上(左下)方向を意味し、本発明の第3の方向及び第4の方向のうちの一方向に相当する。また、NWは斜め右下(左上)方

向を意味し、本発明の第3の方向及び第4の方向のうち他方向に相当する。RGBフィルタ23R, 23G, 23Bは正形状であるので、NE方向及びNW方向は水平方向、垂直方向に対してそれぞれ45°の方向となる。なお、この角度は、RGBフィルタ23R, 23G, 23Bの水平方向や垂直方向の各辺の長さの増減に応じて増減し得る。例えば、正形状以外の矩形形状のカラーフィルタを用いた場合には、その対角線方向が斜め（NE, NW方向）となる。なお、カラーフィルタが正形状以外の矩形形状であっても、このカラーフィルタあるいは画素を正方格子状に配置した場合には、NE方向及びNW方向は水平方向、垂直方向に対してそれぞれ45°の方向となる。さらに、複数の画素及びカラーフィルタが矩形格子状に配列されている場合には、その矩形格子の対角線の方向が斜め（NE, NW方向）に対応する。

[0054] G色は、輝度（Y）信号（上述の輝度データ）を得るための寄与率がR色、B色よりも高くなる。すなわち、G色よりもR色及びB色の方の寄与率が低くなる。具体的に説明すると、上述の画像処理部16は、画素毎にRGB全ての色情報を有するRGB画素信号から、下記式（1）に従ってY信号を生成する。下記式（1）はカラー撮像素子12でのY信号の生成に一般的に用いられる式である。この式（1）ではG色の輝度信号への寄与率が60%になるため、G色は、R色（寄与率30%）やB色（寄与率10%）よりも寄与率が高くなる。従って、G色が3原色のうち最も輝度信号に寄与する色となる。

[0055] $Y = 0.3R + 0.6G + 0.1B \dots$ 式（1）

このようなGフィルタ23Gが、カラーフィルタ配列22の水平（H）、垂直（V）、及び斜め（NE, NW）方向の各フィルタライン内に配置されるため、入力像において高周波となる方向によらず高周波領域でのデモザイク処理の再現精度を向上させることができる。

[0056] [特徴（3）]

基本配列パターンP1内のRGBフィルタ23R, 23G, 23Bに対応

するR画素、G画素、B画素の画素数は、それぞれ5画素、15画素、5画素になる。従って、RGB画素の各画素数の比率は1:3:1になるので、輝度信号を得るために最も寄与するG画素の画素数の比率は、R画素、B画素のそれぞれの画素数の比率よりも大きくなる。

[0057] このようにG画素の画素数とR、B画素の各画素数との比率が異なり、特に輝度信号を得るために最も寄与するG画素の画素数の比率を、R、B画素の各画素数の比率よりも大きくしているので、デモザイク処理時におけるエリアシングを抑制することができ、かつ高周波再現性もよくすることができる。

[0058] [特徴(4)]

Rフィルタ23R及びBフィルタ23Bは、それぞれ基本配列パターンP1内においてカラーフィルタ配列22の水平方向(H)、及び垂直方向(V)の各フィルタライン内に1つ配置されている。

[0059] Rフィルタ23R及びBフィルタ23Bがそれぞれカラーフィルタ配列22の水平方向(H)、及び垂直方向(V)の各フィルタライン内に配置されるため、色モワレ(偽色)の発生を低減することができる。これにより、偽色の発生を抑制するための光学ローパスフィルタを撮影光学系10の入射面からカラー撮像素子12の撮像面までの光路に配置しないようにでき、又は光学ローパスフィルタを適用する場合でも偽色の発生を防止するために高周波数成分をカットする働きの弱いものを適用することができる。あるいは光学ローパスフィルタを設けなくてもよい。その結果、解像度を損なわないようにすることができる。

[0060] [特徴(5)]

上記の特徴(4)を満たすRフィルタ23Rは、その水平(H)、垂直(V)、及び斜め(NE、NW)方向の各方向(以下、適宜「各方向(H、V、NE、NW)」と略す)に、Gフィルタ23GまたはBフィルタ23Bが隣接して配置されている。また、上記の特徴(4)を満たすBフィルタ23Bは、その各方向(H、V、NE、NW)にGフィルタ23GまたはRフィ

ルタ 2 3 R が隣接して配置されている。従って、R B フィルタ 2 3 R, 2 3 B には、それぞれ異なる色のフィルタが各方向 (H, V, NE, NW) に隣接して配置されている (特徴 (5))。すなわち、同色の R フィルタ 2 3 R 同士または同色の B フィルタ 2 3 B 同士が、各方向 (H, V, NE, NW) に隣接して配置されることはない。

[0061] 上記の特徴 (4) 及び特徴 (5) を満たすために、カラーフィルタ配列 2 2 では、基本配列パターン P 1 内の R B フィルタ 2 3 R, 2 3 B を、各フィルタ列 2 5 a ~ 2 5 e 列毎に水平方向にずらして配置している。具体的には、各フィルタ列 2 5 a ~ 2 5 e のいずれか、例えば、フィルタ列 2 5 a 内に R B フィルタ 2 3 R, 2 3 B を水平方向に隣接して配置させる。そして、フィルタ列 2 5 b 内の R B フィルタ 2 3 R, 2 3 B を、フィルタ列 2 5 a 内の R B フィルタ 2 3 R, 2 3 B に対して水平方向に 2 画素間隔分ずらして配置する。以下同様に、フィルタ列 2 5 d からフィルタ列 2 5 e に向かって順次に、R B フィルタ 2 3 R, 2 3 B の位置を同方向に 2 画素間隔分ずらして配置する。ここで、「画素間隔」とは、基準画素 (1 つの画素) の中心点から隣接画素の中心点まで画素間隔 (ピッチ) をいう。

[0062] このような R B フィルタ 2 3 R, 2 3 B の配置により、図 5 に示すように、カラーフィルタ配列 2 2 には、R B フィルタ 2 3 R, 2 3 B をそれぞれ斜め方向のフィルタライン L_R , L_B に沿って等間隔で配置させてなる斜めフィルタ列 2 7 R, 2 7 B が含まれる。斜めフィルタ列 2 7 R, 2 7 B は斜め方向に隣接しており、この隣接した斜めフィルタ列 2 7 R, 2 7 B がカラーフィルタ配列 2 2 内で垂直方向 (V) に等間隔で配置されている。

[0063] 図 5 中の一部を拡大した図 6 において、本発明の第 5 の方向である斜め方向のフィルタライン L_R , L_B は、水平方向 (H) に対して θ° 傾いている。この θ は下記の式 (2) で表される。下記の式 (2) において、「垂直方向の画素間隔数」及び「水平方向の画素間隔数」は、R フィルタ 2 3 R の水平方向及び垂直方向の画素間隔数、または B フィルタ 2 3 B の水平方向及び垂直方向の画素間隔数である。

[0064] $\theta = \tan^{-1}$ (垂直方向の画素間隔数／水平方向の画素間隔数)
 $= \tan^{-1} (1 / 2) \doteq 26^\circ \dots$ 式(2)

図5に戻って、カラーフィルタ配列22には、斜めフィルタ列27R, 27Bがそれぞれ垂直方向(V)に沿って等間隔で配置される。その結果、カラーフィルタ配列22内には、RBフィルタ23R, 23Bがそれぞれ均等(ほぼ均等を含む)に配置される。

[0065] このように、上記の特徴(4)、(5)を満たすようにRBフィルタ23R, 23Bをカラーフィルタ配列22内に配置した場合には、カラーフィルタ配列22内にRBフィルタ23R, 23Bがそれぞれ均等に配置される。これにより、R画素及びB画素のデモザイク処理を精度良く行うことができる。

[0066] [特徴(6)]

また、上記の特徴(4)、(5)を満たすようにRBフィルタ23R, 23Bをカラーフィルタ配列22内に配置した場合には、カラーフィルタ配列22の斜め方向(NE, NW)フィルタライン上にもRBフィルタ23R, 23Bがそれぞれ1以上配置される。すなわち、各斜め(NE, NW)方向において、Rフィルタ23RとBフィルタ23Bを含むフィルタラインが隣接して周期的に配列している。ここで、斜め方向においてフィルタラインが隣接するとは、1辺の長さが1の正方形であるフィルタを使用した場合、フィルタラインとフィルタラインの間が $\sqrt{2} / 2$ 画素間隔であることを意味する。

[0067] RBフィルタ23R, 23Bがそれぞれ斜め方向の(NE, NW)フィルタライン内にも配置されるので、前述の特徴(4)を満たすだけの場合に対し、斜め方向(NE, NW)に高周波成分を有する入力像によって発生しうる色モワレ(偽色)を低減することができる。これにより、斜め(NE, NW)方向の異方性を有する光学ローパスフィルタを撮影光学系10と撮像面との間に配置しなくても斜め方向に高周波成分を有する入力像により発生しうる色モワレ(偽色)を抑えた画像を再現することができ、又は光学ローパ

スフィルタを適用する場合でも偽色の発生を防止するための高周波数成分をカットする働きの弱いもので特定の色モワレ（偽色）を抑えることができる。あるいは光学ローパスフィルタを設けなくてもよい。その結果、斜め方向の解像度を損なわないようにすることができる。

[0068] 〔その他の特徴〕

なお、図7に示すように、基本配列パターンP1を水平方向（H）、及び垂直方向（V）にそれぞれ1画素ずつシフトした基本配列パターンをP1'、それぞれ2画素ずつシフトした基本配列パターンをP1''とすると、これらの基本配列パターンP1'、P1''を水平方向（H）及び垂直方向（V）に繰り返し配置しても、同じカラーフィルタ配列22になる。このように、図3に示したカラーフィルタ配列22を構成可能な基本配列パターンは複数存在する。第1の実施形態では、図3及び図4に示した基本配列パターンP1を、便宜上、基本配列パターンという。

[0069] 以上のように本発明のカラーフィルタ配列22は、特徴（1）～特徴（6）を有するので、後段でのデモザイク処理の簡略化と、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度の向上と、デモザイク処理時におけるエリアシングの抑制及び高周波再現性の向上と、R画素及びB画素のデモザイク処理の精度向上と、高解像度化とが可能となる。

[0070] 〔第2実施形態のカラー撮像素子〕

次に、図8を用いて本発明の第2実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。なお、第2の実施形態のカラー撮像素子は、上記特徴（5）及び（6）の代わりに下記の特徴（5a）及び特徴（7）を有するカラーフィルタ配列30を備える点を除けば、上記第1実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

[0071] 〔第2実施形態のカラーフィルタ配列〕

カラーフィルタ配列30は、RGBフィルタ23R、23G、23Bが5×5画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンP2を

含み、この基本配列パターンP2が水平方向（H）及び垂直方向（V）に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列30は前述の特徴（1）を有する。

[0072] カラーフィルタ配列30の水平（H）、垂直（V）、及び斜め（NE、NW）方向の各フィルタライン内にはGフィルタ23Gが1以上配置されている。また、基本配列パターンP2内におけるRGB画素の各画素数の比率は、第1実施形態と同様に1：3：1になる。さらに、Rフィルタ23R及びBフィルタ23Bは、それぞれ基本配列パターンP2内においてカラーフィルタ配列30の水平方向（H）、及び垂直方向（V）の各フィルタライン内に1つ以上配置されている。従って、カラーフィルタ配列30は、前述の特徴（2）～（4）を有する。

[0073] [特徴（5a）]

カラーフィルタ配列30では、Rフィルタ23Rの各方向（H、V、NE、NW）に異なる色のフィルタが隣接して配置されているが、Bフィルタ23Bの斜め（NE、NW）方向には同色のBフィルタ23Bが配置されている。

[0074] 図9に示すように、前述の特徴（4）及び（5a）を満たすカラーフィルタ配列30には、Rフィルタ23Rを斜め方向のフィルタライン L_R に沿って等間隔で配置させてなる斜めフィルタ列27Rが垂直方向（V）に沿って等間隔で配置される。その結果、カラーフィルタ配列30内には、Rフィルタ23Rが均等に配置されるので、R画素のデモザイク処理を精度良く行うことができる。

[0075] [特徴（7）]

図8に戻って、前述の特徴（2）～（4）、（5a）を有するカラーフィルタ配列30の基本配列パターンP2には、Gフィルタ23Gが設けられた 2×2 画素に対応する正方配列32が含まれている。

[0076] このような正方配列32に対応する 2×2 のG画素を取り出し、水平方向（H）のG画素の画素値の差分絶対値、垂直方向（V）のG画素の画素値の

差分絶対値、斜め方向（NE，NW）のG画素の画素値の差分絶対値を求めることにより、水平方向（H）、垂直方向（V）、及び斜め方向（NE，NW）のうち、差分絶対値の小さい方向に相関があると判断することができる。その結果、カラーフィルタ配列30では、最小画素間隔のG画素の情報を使用して、水平方向（H）、垂直方向（V）、及び斜め方向（NE，NW）のうちの相関の高い方向判別ができる。この方向判別結果は、周囲の画素から補間する処理（デモザイク処理）に使用することができる。なお、この場合に、例えば前述のデモザイク処理回路（画像処理部16）内に方向判別処理部を設けて、この方向判別処理部で方向判別を行うようにするとよい。

[0077] 以上のように本発明のカラーフィルタ配列30は、前述の特徴（1）～特徴（4）の他に、特徴（5a）、（7）を有するので、後段でのデモザイク処理の簡略化と、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度の向上と、デモザイク処理時におけるエリアシングの抑制及び高周波再現性の向上と、高解像化と、R画素のデモザイク処理の精度向上と、相関の高い方向の判別とが可能になる。

[0078] [第2-1実施形態のカラーフィルタ配列]

前述の特徴（1）～（4）、（5a）、（7）を有するカラーフィルタ配列は、図8に示した配列パターンを有するものに限定されず、これら各特徴を満たす範囲内で適宜変更してもよい。

[0079] 図10に示すように、カラーフィルタ配列34は、基本配列パターンP2とは異なる基本配列パターンP3を水平方向（H）及び垂直方向（V）に繰り返し配置させてなる。基本配列パターンP3は、図中のハッチングで示した部分におけるGフィルタ23GとBフィルタ23Bとの配置が異なる点を除けば、基本配列パターンP2と基本的には同じである。このため、カラーフィルタ配列34は、前述のカラーフィルタ配列30と同様の特徴（1）～（4）、（5a）、（7）を有しており、カラーフィルタ配列30と同様の効果が得られる。

[0080] [第2-2、第2-3実施形態のカラーフィルタ配列]

上記カラーフィルタ配列 30, 34 では、R フィルタ 23R の各方向 (H, V, NE, NW) に異なる色のフィルタを隣接配置しているが、B フィルタ 23B の各方向 (H, V, NE, NW) に異なる色のフィルタを隣接配置してもよい。この場合には、基本配列パターン P2' (図 11 参照) または基本配列パターン P3' (図 12 参照) によりカラーフィルタ配列を構成する。

[0081] 図 11 に示す基本配列パターン P2' は、基本配列パターン P2 における R フィルタ 23R と B フィルタ 23B との配置を逆転させた配列パターンである。また、図 12 に示す基本配列パターン P3' は、基本配列パターン P3 における R フィルタ 23R と B フィルタ 23B との配置を逆転させた配列パターンである。従って、基本配列パターン P2', P3' で構成されるカラーフィルタ配列では、B フィルタ 23B の各方向 (H, V, NE, NW) に異なる色のフィルタが隣接配置されるが、R フィルタ 23R の斜め (NE, NW) 方向には同色の R フィルタ 23R が隣接配置される (特徴 (5b))。

[0082] このように基本配列パターン P2', P3' で構成されるカラーフィルタ配列は、特徴 (1) ~ (4)、(5b)、(7) を有するので、R 画素の代わりに B 画素のデモザイク処理の精度向上が可能になる点を除けば、第 2 実施形態のカラーフィルタ配列と同様の効果が得られる。

[0083] <第 1 のフィルタ (第 1 の色) の条件>

上各記実施形態では、本発明の第 1 の色を有する第 1 のフィルタとして G 色の G フィルタ 23G を例に挙げて説明を行ったが、G フィルタ 23G の代わりに、あるいは G フィルタ 23G の一部に代えて、下記条件 (1) から条件 (4) のいずれかを満たすフィルタを用いても同様の効果が得られる。

[0084] [条件 (1)]

条件 (1) は、輝度信号を得るための寄与率が 50% 以上であることである。この寄与率 50% は、本発明の第 1 の色 (G 色など) と、第 2 の色 (R、B 色など) とを区別するために定めた値であって、輝度データを得るため

の寄与率がR色、B色などよりも相対的に高くなる色が「第1の色」に含まれるように定めた値である。G色の寄与率は上記式(1)に示したように60%となるので条件(1)を満たす。また、G色以外の色の寄与率についても実験やシミュレーションにより取得可能である。従って、G色以外で寄与率が50%以上となる色を有するフィルタも、本発明の第1のフィルタとして用いることができる。なお、寄与率が50%未満となる色は本発明の第2色(R色、B色など)となり、この色を有するフィルタが本発明の第2のフィルタとなる。

[0085] [条件(2)]

条件(2)は、フィルタの透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲内にあることである。フィルタの透過率は、例えば分光光度計で測定された値が用いられる。この波長範囲は、本発明の第1の色(G色など)と、第2の色(R、B色など)とを区別するために定められた範囲であって、前述の寄与率が相対的に低くなるR色、B色などのピークが含まれず、かつ寄与率が相対的に高くなるG色などのピークが含まれるように定められた範囲である。従って、透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲内にあるフィルタを第1のフィルタとして用いることができる。なお、透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲外となるフィルタが本発明の第2のフィルタ(Rフィルタ23R、Bフィルタ23B)となる。

[0086] [条件(3)]

条件(3)は、波長500nm以上560nm以下の範囲内での透過率が第2のフィルタ(Rフィルタ23RやBフィルタ23B)の透過率よりも高いことである。この条件(3)においても、フィルタの透過率は例えば分光光度計で測定された値が用いられる。この条件(3)の波長範囲も、本発明の第1の色(G色など)と、第2の色(R、B色など)とを区別するために定められた範囲であって、R色やB色などよりも前述の寄与率が相対的に高くなる色を有するフィルタの透過率が、RBフィルタ23R、23Bなどの

透過率よりも高くなる範囲である。従って、透過率が波長500nm以上560nm以下の範囲内で相対的に高いフィルタを第1のフィルタとして用い、透過率が相対的に低いフィルタを第2のフィルタとして用いることができる。

[0087] [条件(4)]

条件(4)は、3原色のうち最も輝度信号に寄与する色(例えばRGBのうちのG色)と、この3原色とは異なる色とを含む2色以上のフィルタを、第1のフィルタとして用いることである。この場合には、第1のフィルタの各色以外の色に対応するフィルタが第2のフィルタとなる。

[0088] [第3実施形態のカラー撮像素子]

次に、図13を用いて本発明の第3実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。なお、第3の実施形態のカラー撮像素子は、RGB画素以外に白色光(可視光の波長域の光)を受光する白色画素(クリア画素ともいう)を備える点を除けば、上記第1実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

[0089] [第3実施形態のカラーフィルタ配列]

第3実施形態のカラー撮像素子は、第1実施形態とは異なるカラーフィルタ配列36を備えている。カラーフィルタ配列36は、前述のRGBフィルタ23R、23G、23B、及び透明フィルタ23W(第1のフィルタ)が5×5画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンP4を含み、この基本配列パターンP4が水平及び垂直方向(H、V)に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列36は前述の特徴(1)を有する。

[0090] 基本配列パターンP4は、基本配列パターンP1の一部のGフィルタ23Gを透明フィルタ23Wに置き換えた配列パターンを有している。例えば、水平及び垂直方向(H、V)において他のGフィルタ23Gに隣接しているGフィルタ23Gを、透明フィルタ23Wに置き換えている。このように第

3実施形態のカラー撮像素子では、G画素の一部を白色画素に置き換えている。これにより、高感度化を実現でき、またG画素を残すことで画素サイズを微細化しても色再現性の劣化を抑制することができる。

[0091] 透明フィルタ23Wは、透明色（第1の色）のフィルタである。透明フィルタ23Wは、可視光の波長域に対応する光を透過可能であり、例えばRGBの各色の光の透過率が50%以上となるフィルタである。透明フィルタ23Wの透過率は、Gフィルタ23Gよりも高くなるので、輝度信号を得るための寄与率もG色（60%）よりは高くなり、前述の条件（1）を満たす。

[0092] カラーフィルタ配列36の分光感度特性を示す図14において、透明フィルタ23Wの透過率のピーク（白色画素の感度のピーク）は波長480nm以上570nm以下の範囲内にある。また、透明フィルタ23Wの透過率は波長500nm以上560nm以下の範囲内で、RBフィルタ23R、23Bの透過率よりも高くなる。このため、透明フィルタ23Wは前述の条件（2）、（3）も満たしている。なお、Gフィルタ23Gについても透明フィルタ23Wと同様に前述の条件（1）～（3）を満たしている。

[0093] このように透明フィルタ23Wは、前述の条件（1）～（3）を満たしているので、本発明の第1のフィルタとして用いることができる。なお、カラーフィルタ配列36では、RGBの3原色のうち最も輝度信号に寄与するG色に対応するGフィルタ23Gの一部を透明フィルタ23Wに置き換えているので、前述の条件（4）も満たしている。

[0094] 図13に戻って、カラーフィルタ配列36は、上述の通り、Gフィルタ23Gの一部を透明フィルタ23Wで置き換えた点を除けば、基本的には第1実施形態のカラーフィルタ配列22と同じであるので、第1実施形態と同様の特徴（2）～（6）を有する。従って、第1実施形態で説明した効果と同様の効果が得られる。

[0095] なお、透明フィルタ23Wの配置や個数は図13に示した実施形態に限定されるものではなく、適宜変更してもよい。この場合には、Gフィルタ23G及び透明フィルタ23Wを含む第1のフィルタが、カラーフィルタ配列3

6の水平方向（H）、垂直方向（V）、斜め方向（NE、NW）の各方向のフィルタラインに1個以上含まれていれば、前述の特徴（2）を満たす。

[0096] [第4実施形態のカラー撮像素子]

次に、図15を用いて本発明の第4実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。なお、第4の実施形態のカラー撮像素子は、2種類のG画素を備えている点を除けば、上記第1実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

[0097] [第4実施形態のカラーフィルタ配列]

第4実施形態のカラー撮像素子は、第1実施形態とは異なるカラーフィルタ配列40を備えている。カラーフィルタ配列40は、Rフィルタ23R、第1Gフィルタ23G1及び第2Gフィルタ23G2（第1のフィルタ）、Bフィルタ23Bが5×5画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンP5を含み、この基本配列パターンP5が水平及び垂直方向（H、V）に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列40は前述の特徴（1）を有する。

[0098] 基本配列パターンP5は、第1実施形態の基本配列パターンP1の各Gフィルタ23Gを第1Gフィルタ23G1または第2Gフィルタ23G2に置き換えた配列パターンを有している。例えば本実施形態では、第1Gフィルタ23G1が水平方向に奇数番目のフィルタ列に配置され、第2Gフィルタ23G2は水平方向に偶数番目のフィルタ列に配置されている。

[0099] 第1Gフィルタ23G1は第1の波長帯域のG光を透過し、第2Gフィルタ23G2は第1Gフィルタ23G1と相関の高い第2の波長帯域のG光を透過する（図16参照）。第1Gフィルタ23G1としては、現存のGフィルタ（例えば第1実施形態のGフィルタ23G）を用いることができる。また、第2Gフィルタ23G2としては、第1Gフィルタ23G1と相関の高いフィルタを用いることができる。この場合に、第2Gフィルタ23G2の分光感度曲線のピーク値は、例えば波長500nmから535nmの範囲（

現存のGフィルタの分光感度曲線のピーク値の近傍)にあることが望ましい。なお、4色(R、G1、G2、B)のカラーフィルタを決定する方法は、例えば特開2003-284084号に記載されている方法が用いられる。

[0100] このように第4実施形態のカラー撮像素子により取得される画像の色を4種類とし、取得される色情報を増やすことにより、3種類の色(RGB)のみが取得される場合と較べて、より正確に色を表現することができる。すなわち、眼で違うものに見える色は違う色に、同じものに見える色は同じ色にそれぞれ再現すること(「色の判別性」を向上させること)ができる。

[0101] 第1及び第2Gフィルタ23G1、23G2の透過率は、第1実施形態のGフィルタ23Gの透過率と基本的には同じであるので、輝度信号を得るための寄与率は50%よりは高くなる。従って、第1及び第2Gフィルタ23G1、23G2は前述の条件(1)を満たす。

[0102] また、カラーフィルタ配列40の分光感度特性を示す図16において、各Gフィルタ23G1、23G2の透過率のピーク(各G画素の感度のピーク)は波長480nm以上570nm以下の範囲内にある。さらに、各Gフィルタ23G1、23G2の透過率は波長500nm以上560nm以下の範囲内で、RBフィルタ23R、23Bの透過率よりも高くなる。このため、各Gフィルタ23G1、23G2は前述の条件(2)、(3)も満たしている。

[0103] 図15に戻って、カラーフィルタ配列40は、上述の通り、各Gフィルタ23G1、23G2を有する点を除けば、基本的には第1実施形態のカラーフィルタ配列22と同じであるので、第1実施形態と同様の特徴(2)~(6)を有する。従って、第1実施形態で説明した効果と同様の効果が得られる。

[0104] なお、各Gフィルタ23G1、23G2の配置や個数は図15に示した実施形態に限定されるものではなく、適宜変更してもよい。また、Gフィルタの種類を3種類以上に増加してもよい。

[0105] [第5実施形態のカラー撮像素子]

次に、図17を用いて本発明の第5実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。なお、第5の実施形態のカラー撮像素子は、RGB画素以外に、本発明の第4色に対応するエメラルド（E）色の光を受光するE画素を備える点を除けば、上記第1実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

[0106] [第5実施形態のカラーフィルタ配列]

第5実施形態のカラー撮像素子は、第1実施形態とは異なるカラーフィルタ配列44を備えている。カラーフィルタ配列44は、前述のRGBフィルタ23R、23G、23B、及びEフィルタ23E（第1のフィルタ）が5×5画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンP6を含み、この基本配列パターンP6が水平及び垂直方向（H、V）に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列44は前述の特徴（1）を有する。

[0107] 基本配列パターンP6は、図13に示した第3実施形態の基本配列パターンP4の透明フィルタ23WをEフィルタ23Eに置き換えた配列パターンを有している。このようにGフィルタ23Gの一部をEフィルタ23Eで置き換えた4色のカラーフィルタ配列44を用いることで、輝度の高域成分の再現を向上させ、ジャギネスを低減させるとともに、解像度感の向上を可能とすることができる。

[0108] カラーフィルタ配列44の分光感度特性を示す図18において、Eフィルタ23Eの透過率のピーク（E画素の感度のピーク）は波長480nm以上570nm以下の範囲内にある。また、Eフィルタ23Eの透過率は波長500nm以上560nm以下の範囲内で、RBフィルタ23R、23Bの透過率よりも高くなる。このため、Eフィルタ23Eは前述の条件（2）、（3）を満たしている。また、カラーフィルタ配列44では、RGBの3原色のうち最も輝度信号に寄与するG色に対応するGフィルタ23Gの一部をEフィルタ23Eに置き換えているので、前述の条件（4）も満たしている。

[0109] なお、図18に示した分光特性では、Eフィルタ23EがGフィルタ23Gよりも短波長側にピークを持つが、Gフィルタ23Gよりも長波長側にピークを持つ（少し黄色よりの色に見える）場合もある。このようにEフィルタ23Eとしては、本発明の各条件を満たすものを適宜選択可能であり、例えば、条件（1）を満たすようなEフィルタ23Eを選択することもできる。

[0110] 図17に戻って、カラーフィルタ配列44は、上述の通り、Gフィルタ23Gの一部をEフィルタ23Eで置き換えた点を除けば、基本的には第1実施形態のカラーフィルタ配列22と同じであるので、第1実施形態と同様の特徴（2）～（6）を有する。従って、第1実施形態で説明した効果と同様の効果が得られる。

[0111] なお、Eフィルタ23Eの配置や個数は、図17に示した実施形態とは異なる配置や個数に変更してもよい。この場合には、Gフィルタ23G及びEフィルタ23Eを含む第1のフィルタが、カラーフィルタ配列44の水平方向（H）、垂直方向（V）、斜め方向（NE、NW）の各方向のフィルタラインに1個以上含まれていれば、前述の特徴（2）を満たす。

[0112] また、上記第5実施形態では、Eフィルタ23Eを本発明の第1のフィルタとして用いているが、Eフィルタ23Eの中には例えば前述の条件（1）～（4）を満たさないものもある。従って、このようなEフィルタ23Eについては本発明の第2のフィルタとして用いてもよい。

[0113] [その他]

上記各実施形態の各カラーフィルタ配列は、その基本配列パターンが5×5画素に対応する配列パターンで配列されているが、例えば、図19に示すカラーフィルタ配列48の基本配列パターンP7、及び図20に示すカラーフィルタ配列50の基本配列パターンP8のように、7×7画素に対応する配列パターンで配列されていてもよい。

[0114] 基本配列パターンP7は、第1実施形態の基本配列パターンP1を7×7画素に拡張した点を除けば基本的には基本配列パターンP1と同じであるが

、さらに前述の正方配列32が含まれている。従って、カラーフィルタ配列48は、前述の特徴(1)～(7)を有している。

[0115] 基本配列パターンP8は、第2実施形態の基本配列パターンP2を7×7画素に拡張した点を除けば基本的には基本配列パターンP2と同じである。従って、カラーフィルタ配列50は、第2実施形態のカラーフィルタ配列30と同様の特徴(1)～(4)、(5a)、(7)を有する。

[0116] なお、図示は省略するが、上記第2-1実施形態から第5実施形態の基本配列パターンP3～P6についても、7×7画素に対応する配列パターンで配列させてもよい。さらに、各実施形態の基本配列パターンを9×9画素に対応する配列パターンで配列させてもよく、すなわち、基本配列パターンを、N×N(Nは5以上の奇数)画素に対応する配列パターンで配列させてもよい。ただし、Nを増加させてもデモザイク等の信号処理が複雑化するのに対し、基本配列パターンのサイズを大きくすることによる格別な効果が得られない。従って、信号処理の複雑化を防止する観点から、基本配列パターンのサイズは大きすぎない7×7画素以下が好ましく、5×5画素に対応する基本配列パターンが信号処理を単純化させる観点からより好ましい。

[0117] 上記各実施形態の各カラーフィルタ配列は、各色のカラーフィルタが水平方向(H)及び垂直方向(V)に2次元配列されてなる基本配列パターンを含み、かつこの基本配列パターンが水平方向(H)及び垂直方向(V)に繰り返し配置されてなるが本発明はこれに限定されるものではない。

[0118] 例えば、図21に示すカラーフィルタ配列52のように、RGBフィルタ23R、23G、23Bを斜め方向(NE, NW)に2次元配列してなる所謂ハニカム配列状の基本配列パターンP9を含み、かつ基本配列パターンP9が斜め方向(NE, NW)に繰り返されて配置されてなる配列パターンであってもよい。この場合には、斜め方向(NE, NW)が本発明の第1及び第2の方向になり、水平・垂直方向(H, V)が本発明の第3及び第4の方向となる。

[0119] このようなカラーフィルタ配列52は、第1実施形態のカラーフィルタ配

列 2 2 を撮影光学系 1 0 の光軸回りに 4 5 ° 回転させた配列パターンであるので、上記第 1 実施形態と同様の特徴 (1) ~ (6) を有する。なお、図示は省略するが、前述の基本配列パターン P 2 ~ P 8 についても同様にハニカム配列にしてもよい。

[0120] 上記第 1 実施形態などでは、原色 R G B のカラーフィルタで構成されるカラーフィルタ配列について説明したが、例えば原色 R G B の補色である C (シアン) 、 M (マゼンタ) 、 Y (イエロー) に、G を加えた 4 色の補色系のカラーフィルタのカラーフィルタ配列にも本発明を適用することができる。この場合も上記条件 (1) ~ (4) のいずれかを満たすカラーフィルタを本発明の第 1 のフィルタとし、他のカラーフィルタを第 2 のフィルタとする。

[0121] なお、本発明のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は上述した実施形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であることは言うまでもない。例えば上記各実施形態のカラーフィルタ配列を適宜組み合わせてもよい。また、本発明の第 1 のフィルタとして、G フィルタ 2 3 G、透明フィルタ 2 3 W、第 1 及び第 2 G フィルタ 2 3 G 1、2 3 G 2、E フィルタ 2 3 E などの少なくともいずれか 2 種類を組み合わせるものを用いてもよく、あるいは上記条件 (1) ~ (4) のいずれかを満たすような他の色のフィルタを用いてもよい。さらに、本発明の第 2 のフィルタとして、R B フィルタ 2 3 R、2 3 B 以外の色のフィルタを用いてもよい。

[0122] 上記各実施形態では、デジタルカメラに搭載されるカラー撮像素子について説明したが、例えばスマートフォン、携帯電話機、PDA などの撮影機能を有する各種の電子機器 (撮像装置) に搭載されるカラー撮像素子についても本発明を適用することができる。

符号の説明

[0123] 9…デジタルカメラ、12…カラー撮像素子、21…光電変換素子、22、30、34、36、40、44、48、52…カラーフィルタ配列、23 R…R フィルタ、23 G…G フィルタ、23 G 1…第 1 G フィルタ、23 G 2…第 2 G フィルタ、23 B…B フィルタ、23 W…透明フィルタ、23 E

…Eフィルタ, 3 2…正方配列, P 1 ~ P 9…基本配列パターン

請求の範囲

[請求項1]

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、カラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、

前記カラーフィルタの配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向に $N \times N$ (N は5以上の奇数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、輝度信号を得るための寄与率が前記第1の色よりも低い2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する前記第1の色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する前記第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方向と、前記第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記第2の色の各色の前記第2のフィルタのそれぞれは、前記基本配列パターン内の前記第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つずつ配置され、

前記カラーフィルタの配列内で少なくとも1色の前記第2のフィルタには、その前記第1の方向から前記第4の方向の各方向に、当該第2のフィルタとは異なる色の前記第2のフィルタまたは前記第1のフィルタが隣接して配置されているカラー撮像素子。

[請求項2]

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、カラーフィルタが配設されてな

る単板式のカラー撮像素子であって、

前記カラーフィルタの配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向に $N \times N$ (N は5以上の奇数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲内にある1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、透過率のピークが前記範囲の外にある2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方向と、前記第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記第2の色の各色の前記第2のフィルタのそれぞれは、前記基本配列パターン内の前記第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つずつ配置され、

前記カラーフィルタの配列内で少なくとも1色の前記第2のフィルタには、その前記第1の方向から前記第4の方向の各方向に、当該第2のフィルタとは異なる色の前記第2のフィルタまたは前記第1のフィルタが隣接して配置されているカラー撮像素子。

[請求項3]

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、カラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、

前記カラーフィルタの配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向に $N \times N$ (N は5以上の奇数)画素に対応する配列

パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、波長500nm以上560nm以下の範囲内で透過率が前記第1のフィルタよりも低くなる2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方向と、前記第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記第2の色の各色の前記第2のフィルタのそれぞれは、前記基本配列パターン内の前記第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つずつ配置され、

前記カラーフィルタの配列内で少なくとも1色の前記第2のフィルタには、その前記第1の方向から前記第4の方向の各方向に、当該第2のフィルタとは異なる色の前記第2のフィルタまたは前記第1のフィルタが隣接して配置されているカラー撮像素子。

[請求項4]

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、カラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、

前記カラーフィルタの配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向に $N \times N$ (N は5以上の奇数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、3原色のうち最も輝度信号に寄与する色と前記3原色とは異なる色の第4色とを含む2色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、前記第1の色以外の2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する前記第1の色の各色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する前記第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方向と、前記第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記第2の色の各色の前記第2のフィルタのそれぞれは、前記基本配列パターン内の前記第1の方向及び第2の方向の各フィルタライン内に1つずつ配置され、

前記カラーフィルタの配列内で少なくとも1色の前記第2のフィルタには、その前記第1の方向から前記第4の方向の各方向に、当該第2のフィルタとは異なる色の前記第2のフィルタまたは前記第1のフィルタが隣接して配置されているカラー撮像素子。

[請求項5] 輝度信号を得るための前記第1の色の寄与率は50%以上であり、輝度信号を得るための前記第2の色の寄与率は50%未満である請求項1記載のカラー撮像素子。

[請求項6] 前記基本配列パターン内では、前記第2の色の各色の前記第2のフィルタの前記各方向に、当該第2のフィルタとは異なる色の前記第2のフィルタまたは前記第1のフィルタが隣接して配置されている請求項1から5のいずれか1項記載のカラー撮像素子。

[請求項7] 前記基本配列パターンは、前記第1のフィルタ及び前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタを前記第1の方向に配列させてなるフィルタ列を含み、かつ複数の前記フィルタ列を前記第2の方向に配列させてなるものであり、

前記基本配列パターン内の前記フィルタ列毎に前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタの位置を前記第1の方向にずらして配置している請求項6記載のカラー撮像素子。

[請求項8] 前記第1の方向に対して式(1)で示される θ° 異なる方向を第5の方向としたときに、前記カラーフィルタの配列には、前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタを別々に前記第5の方向に沿って等間隔で配置してなる各色の斜めフィルタ配列が、それぞれ前記第2の方向に沿って等間隔で配置されている請求項7記載のカラー撮像素子。

$$\theta = \tan^{-1}(1/2) \cdots \text{式(1)}$$

[請求項9] 前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタのそれぞれは、前記カラーフィルタの配列内の前記第3の方向及び前記第4の方向のフィルタライン内に1つ以上配置される請求項6から8のいずれか1項記載のカラー撮像素子。

[請求項10] 前記基本配列パターン内では、前記第2の色の各色のうちの1色の前記第2のフィルタの各方向に、当該第2のフィルタとは異なる色の前記第2のフィルタまたは前記第1のフィルタが隣接して配置されている請求項1から5のいずれか1項記載のカラー撮像素子。

[請求項11] 前記基本配列パターンは、前記第1のフィルタで構成される 2×2 画素に対応する正方配列を含む請求項10記載のカラー撮像素子。

[請求項12] 前記第1の方向に対して式(1)で示される θ° 異なる方向を第5の方向としたときに、前記カラーフィルタの配列には、前記第2の色の各色のうちの1色の前記第2のフィルタを前記第5の方向に沿って等間隔で配置してなる斜めフィルタ配列が、前記第2の方向に沿って等間隔で配置されている請求項10または11記載のカラー撮像素子。

$$\theta = \tan^{-1}(1/2) \cdots \text{式(1)}$$

[請求項13] 前記カラーフィルタが正方形である場合に、前記第3の方向及び

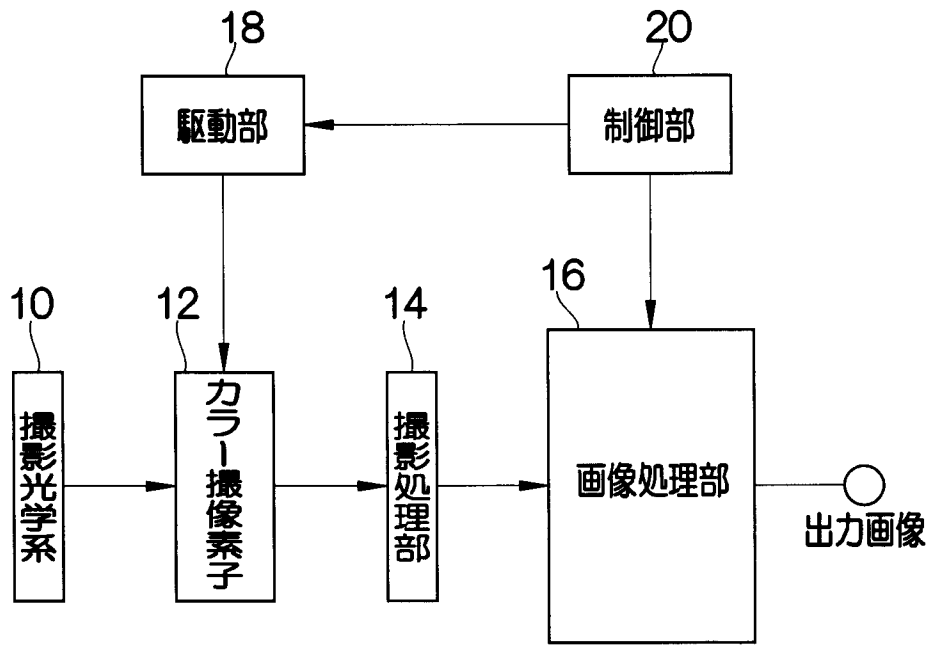
第4の方向は前記第1の方向及び第2の方向に対してそれぞれ45°異なる請求項1から12のいずれか1項記載のカラー撮像素子。

[請求項14] 前記第1の色は、緑及び透明のうち少なくともいずれかを含む請求項1から13のいずれか1項記載のカラー撮像素子。

[請求項15] 前記第2の色は、赤と青を含む請求項1から14のいずれか1項記載のカラー撮像素子。

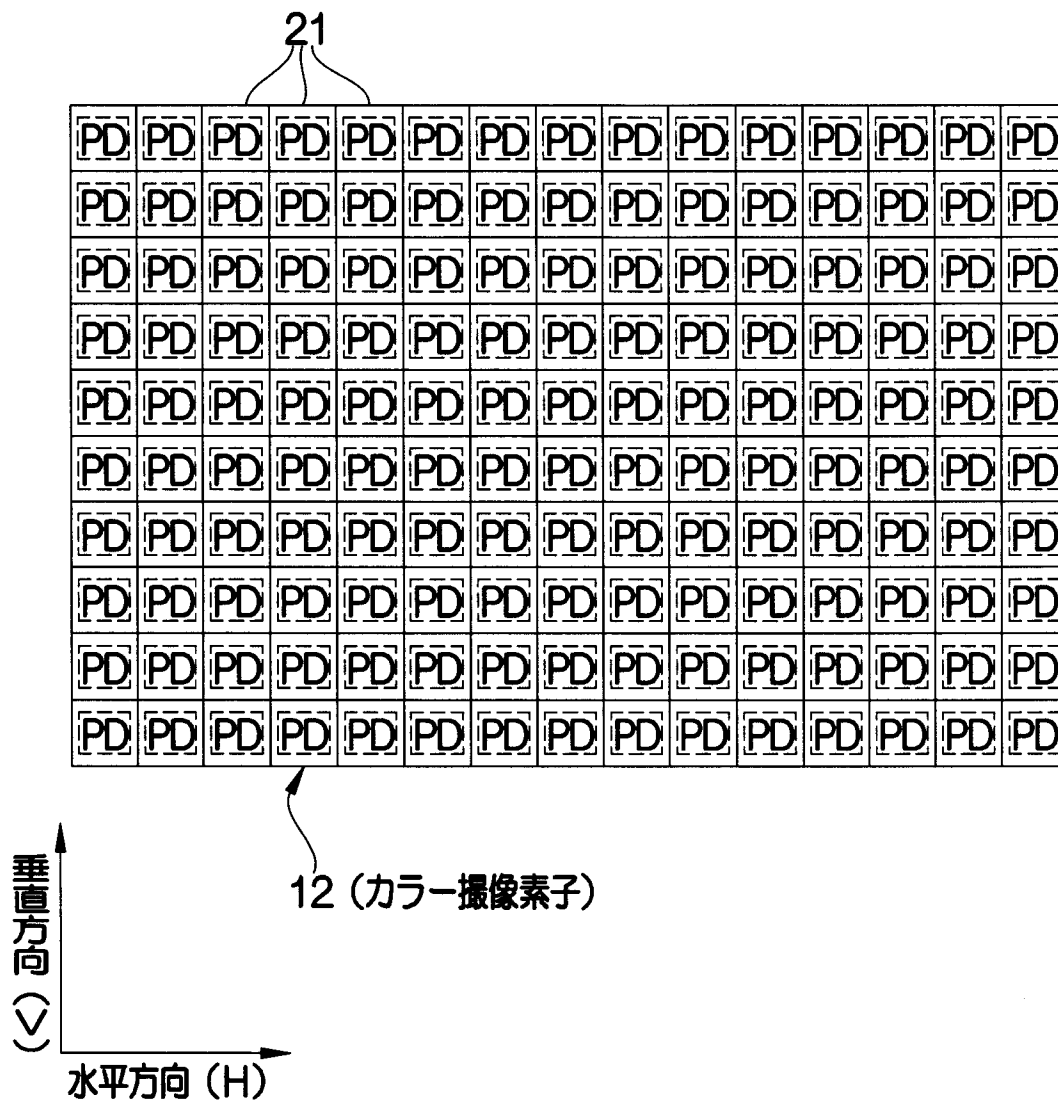
[請求項16] 撮影光学系と、
前記撮影光学系を介して被写体像が結像するカラー撮像素子と、
前記結像した被写体像を示す画像データを生成する画像データ生成部とを備え、
前記カラー撮像素子は、請求項1から15のいずれか1項に記載のカラー撮像素子である、撮像装置。

[図1]

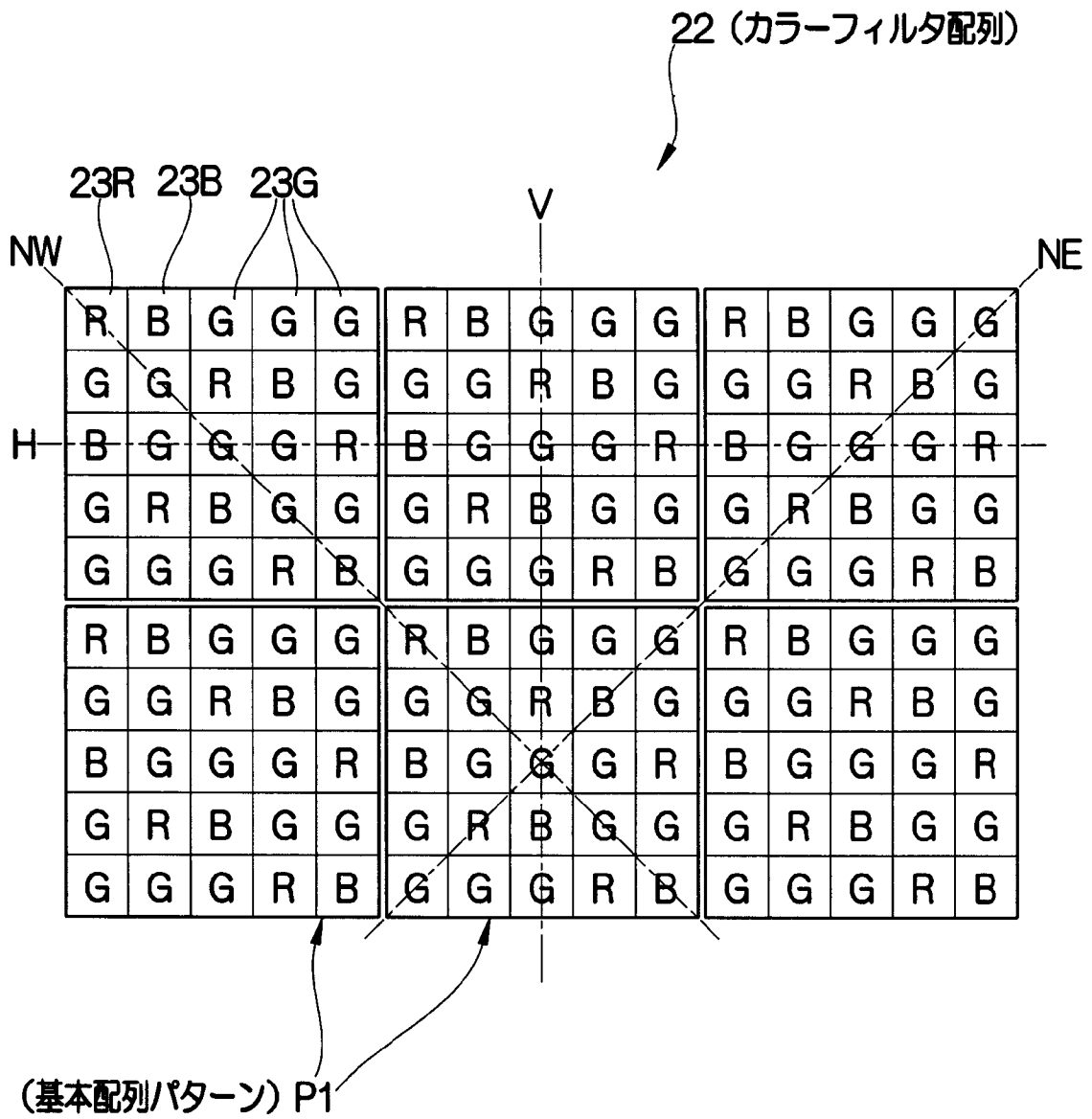


(デジタルカメラ) 9

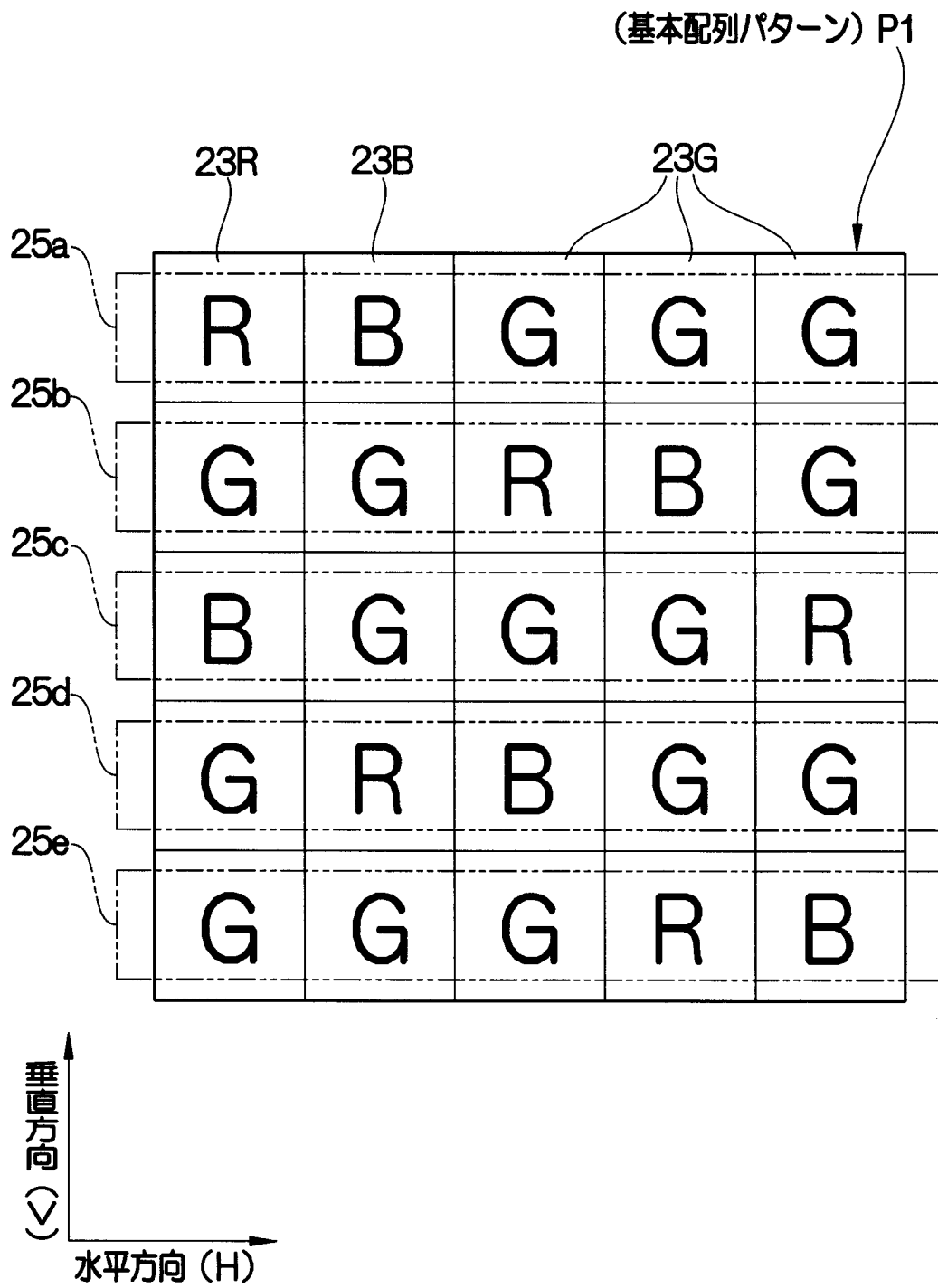
[図2]



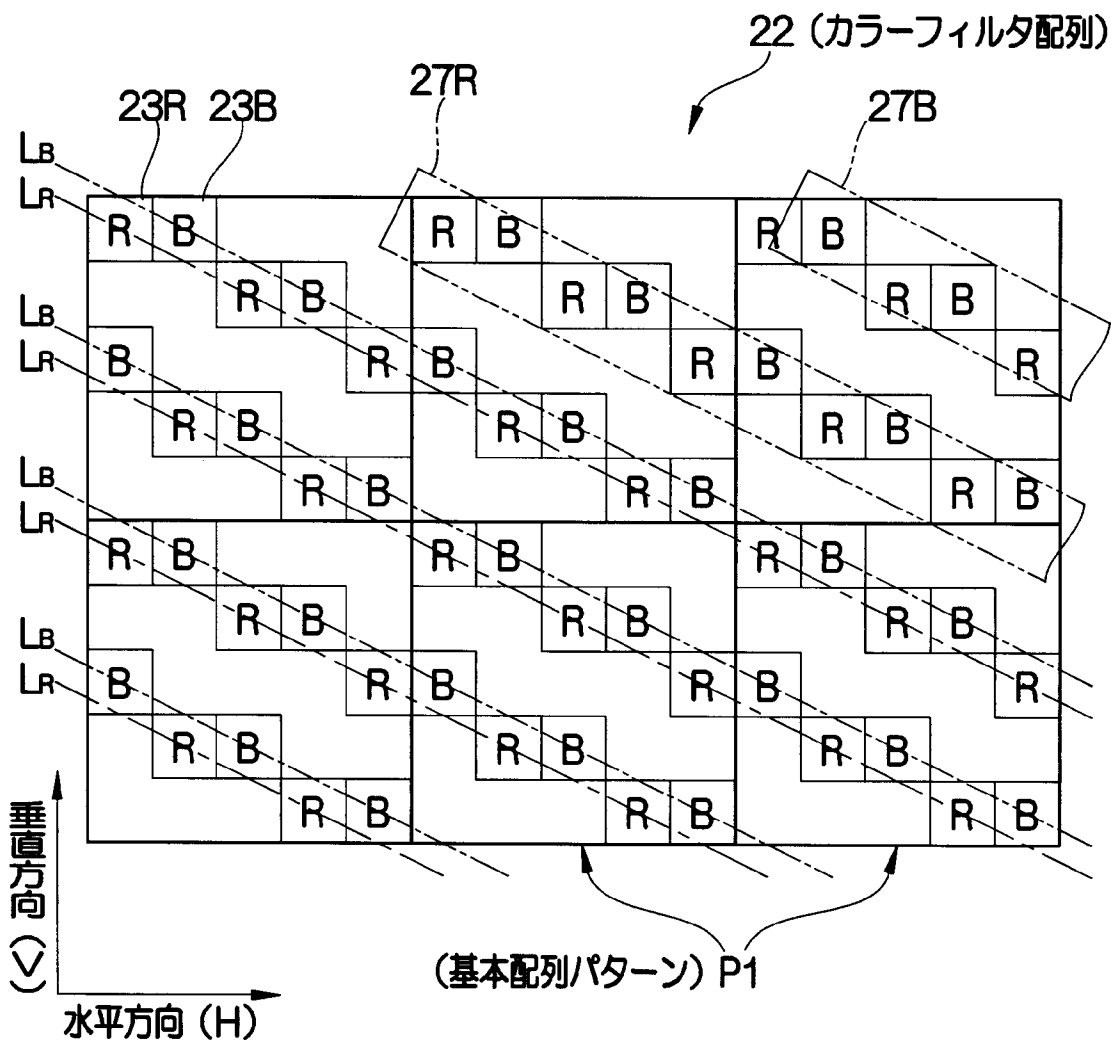
[図3]



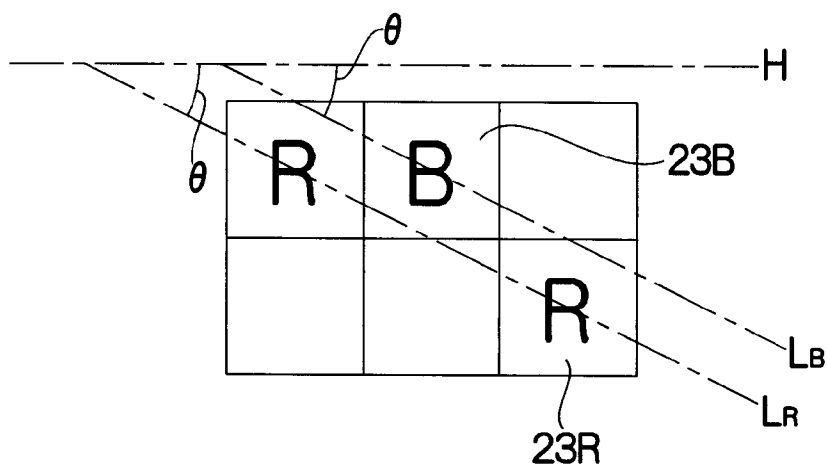
[図4]



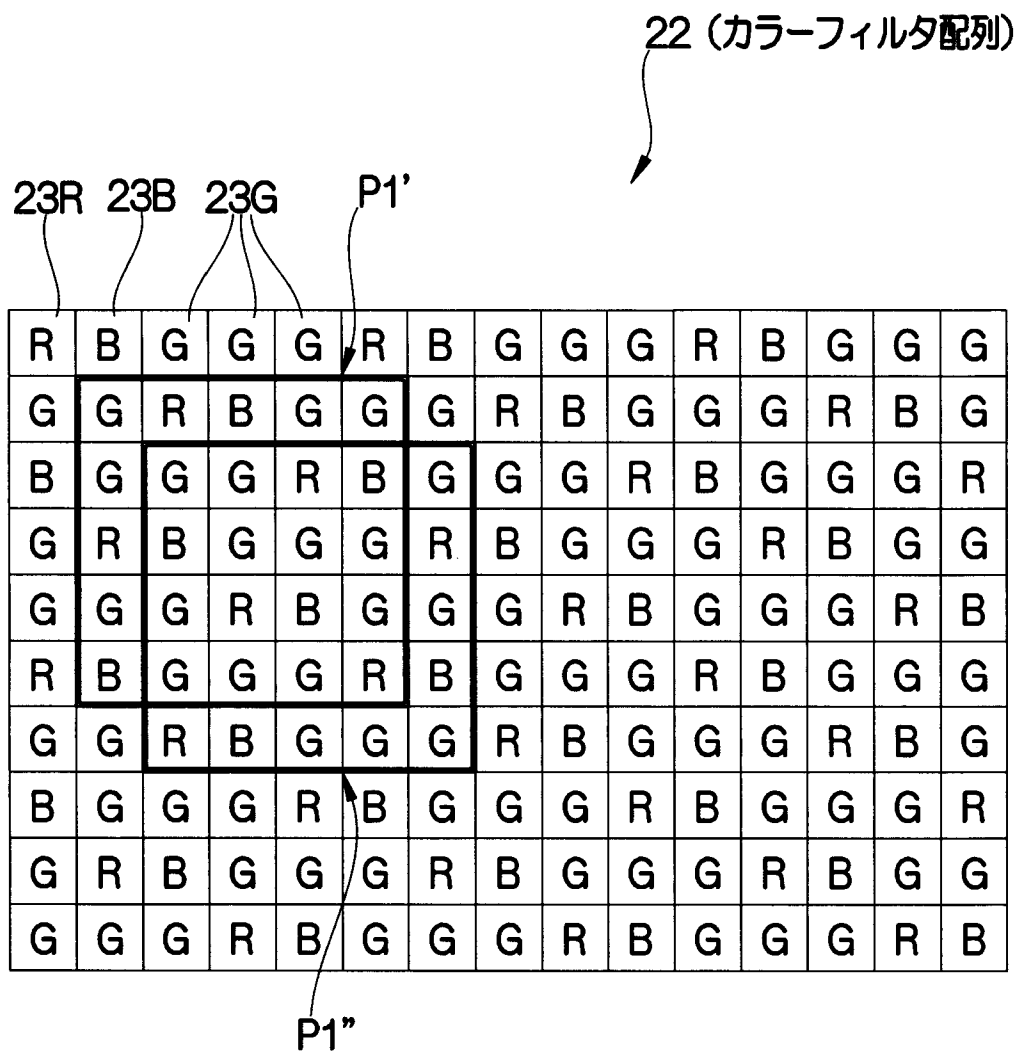
[図5]



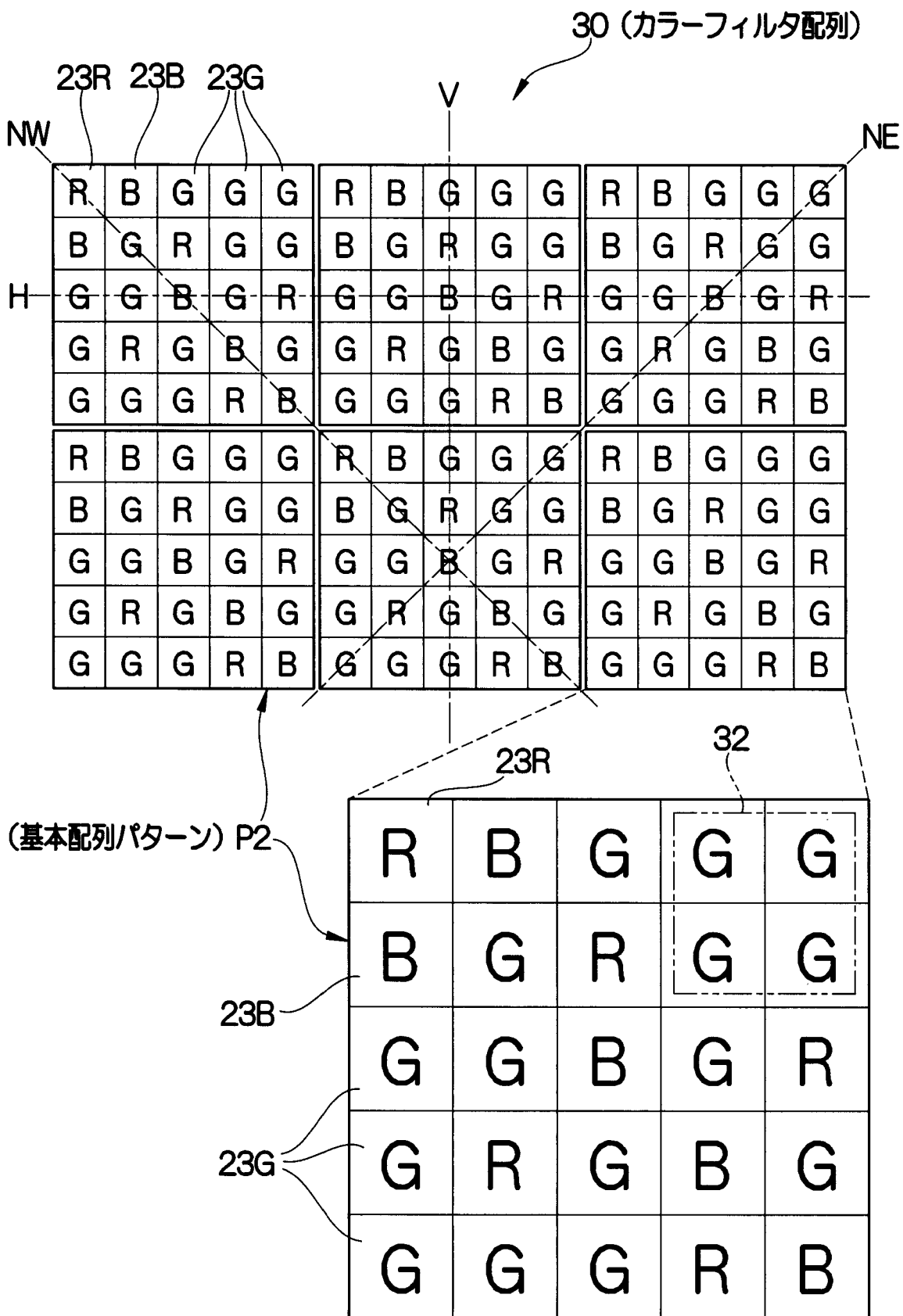
[図6]



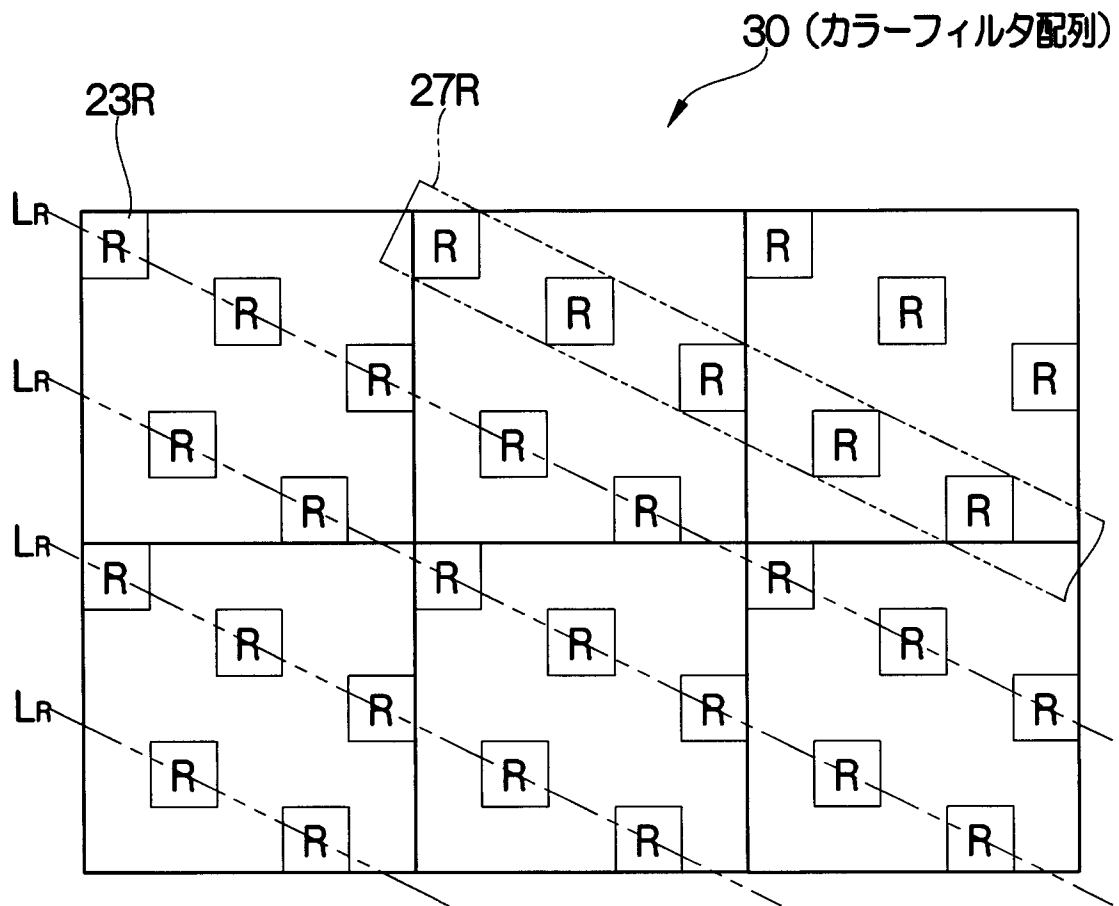
[図7]



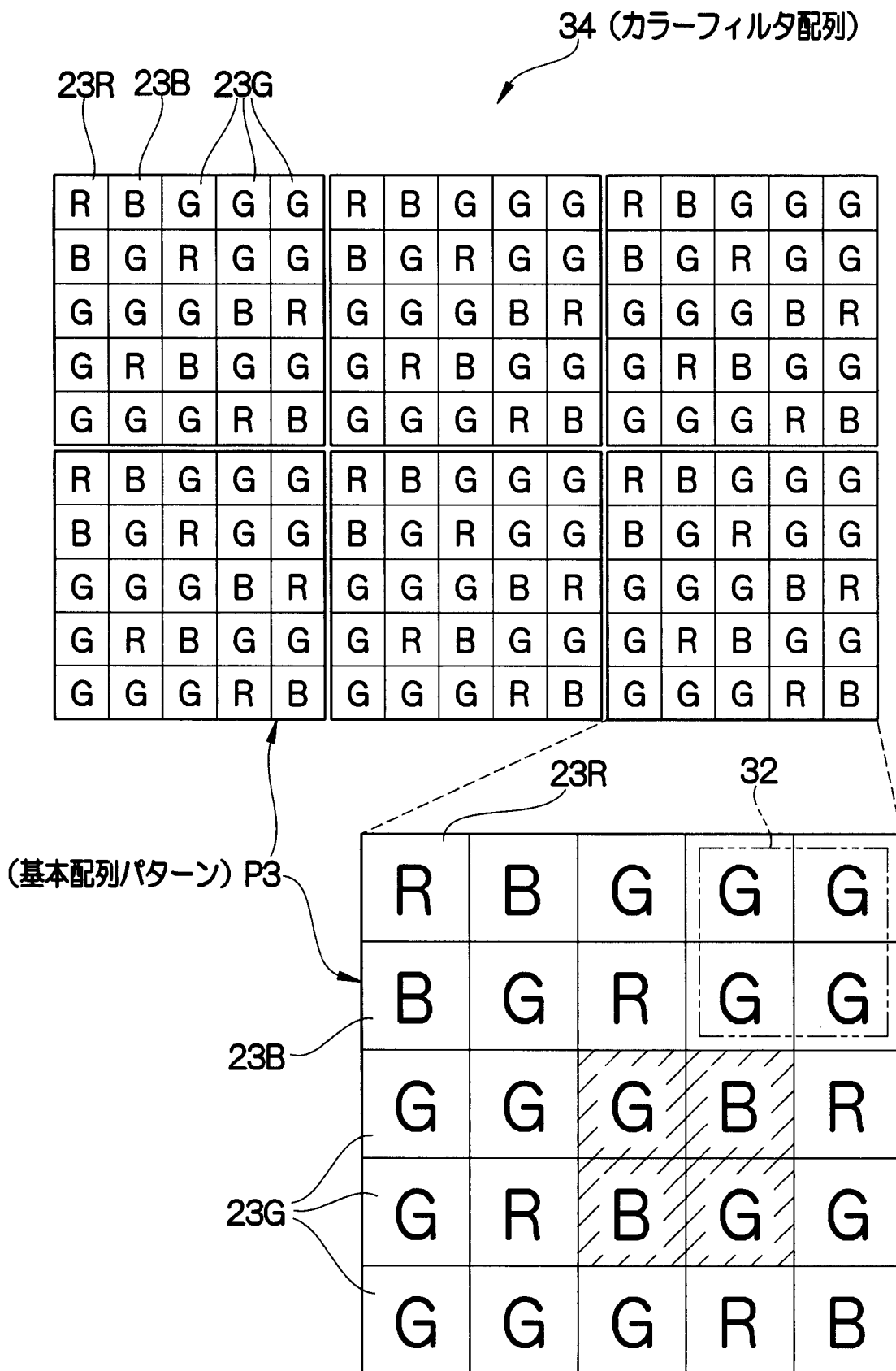
[図8]



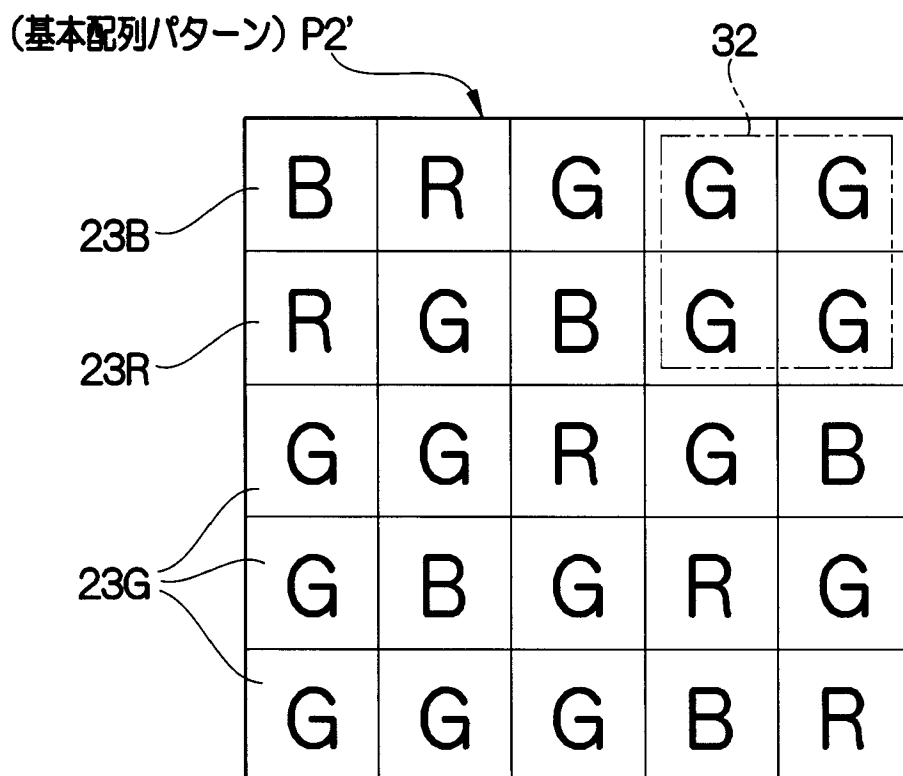
[図9]



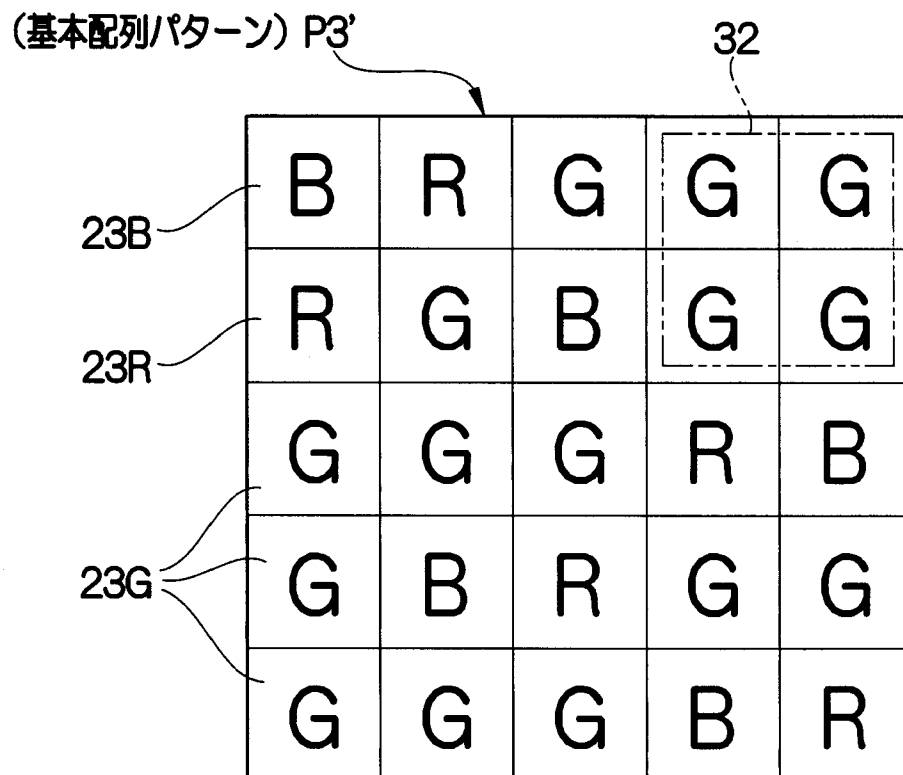
[図10]



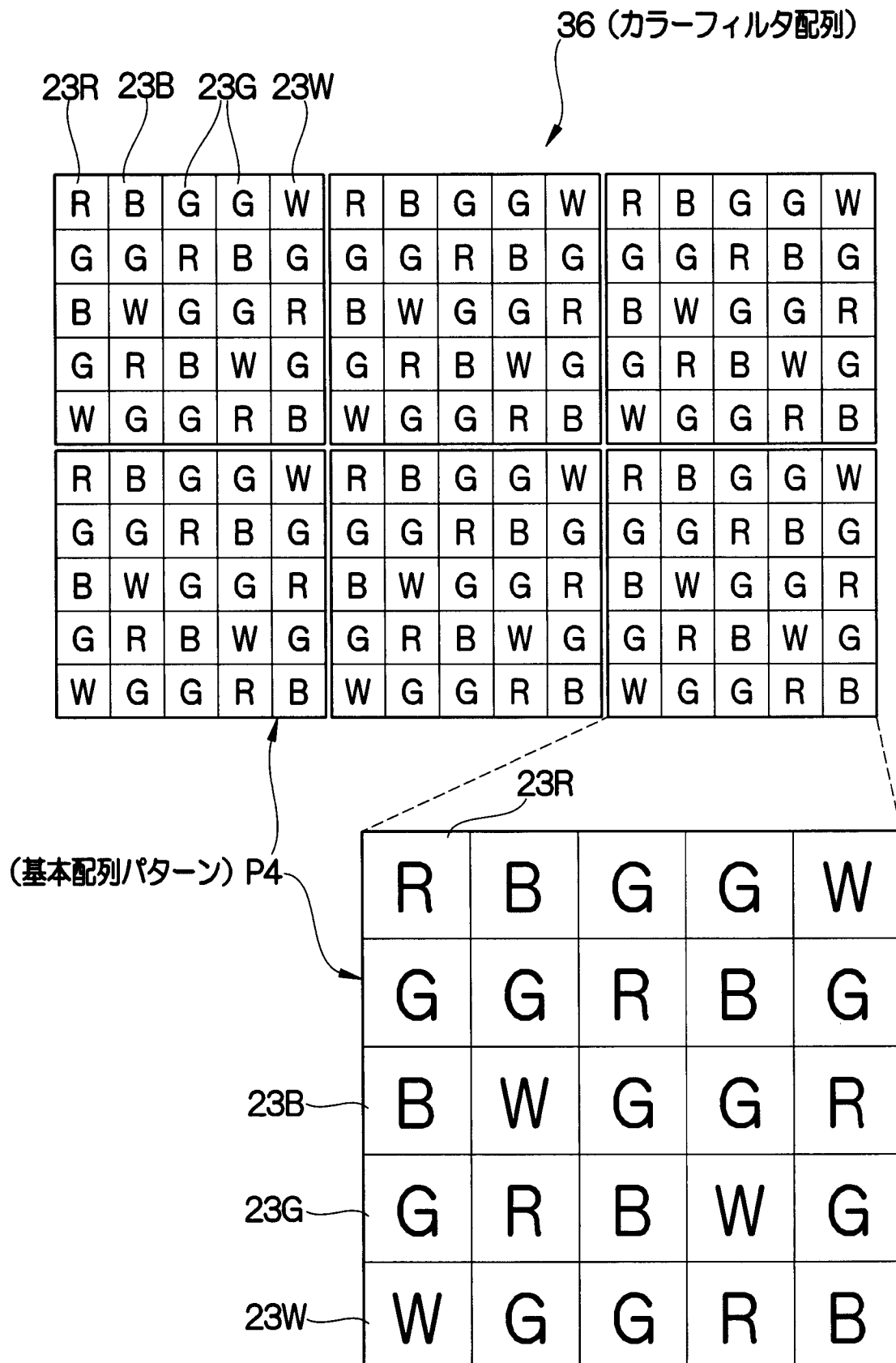
[図11]



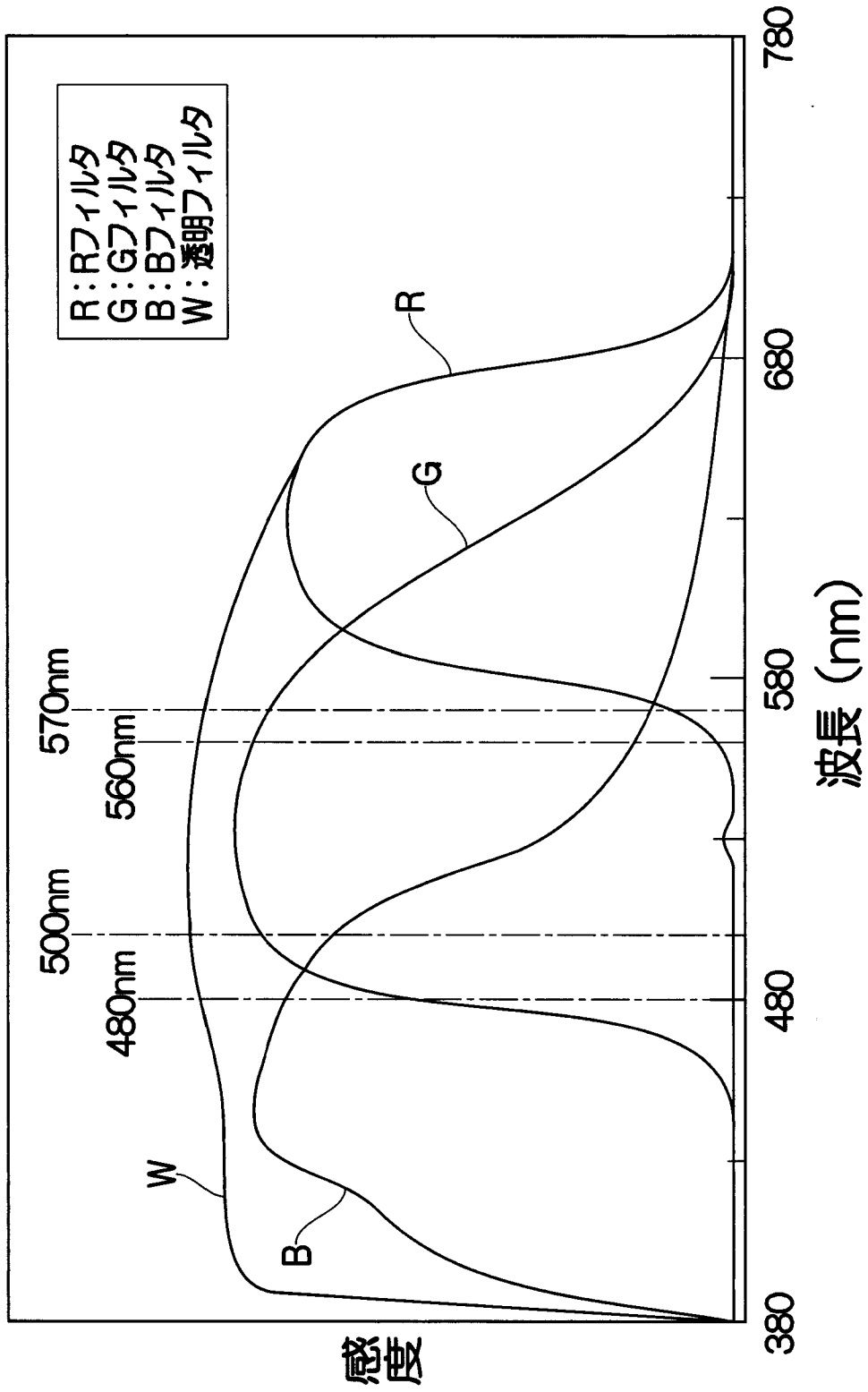
[図12]



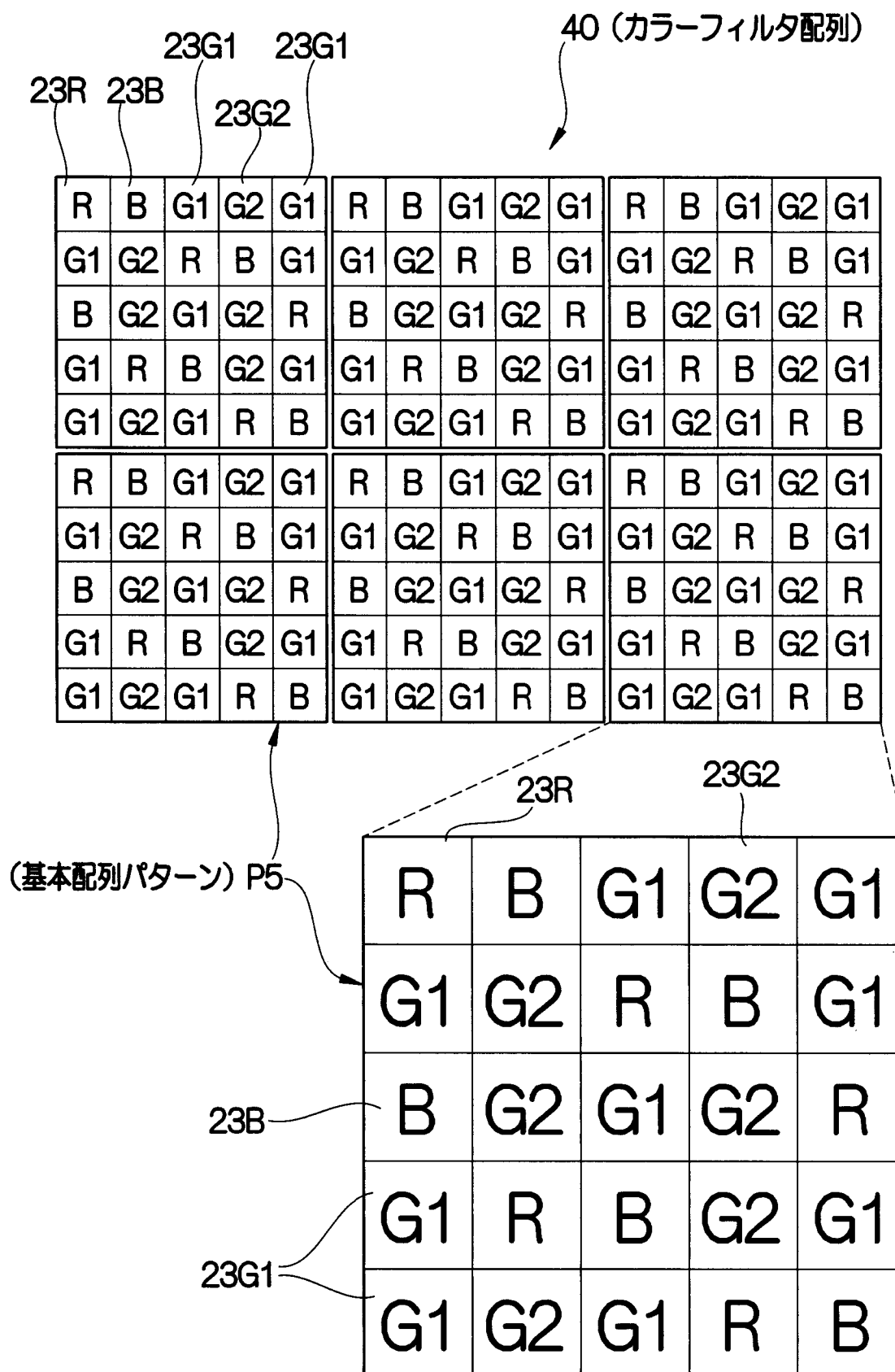
[図13]



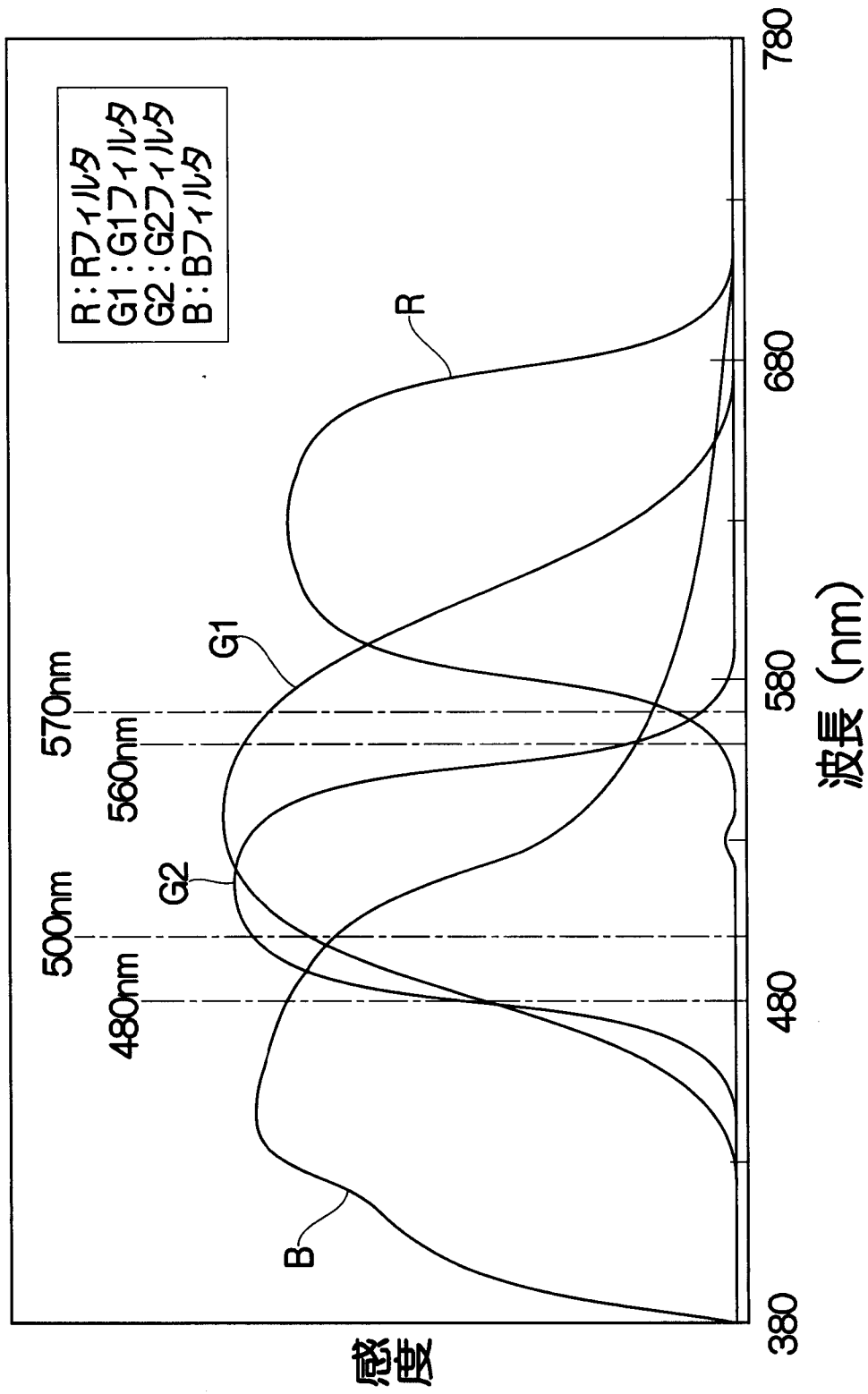
[図14]



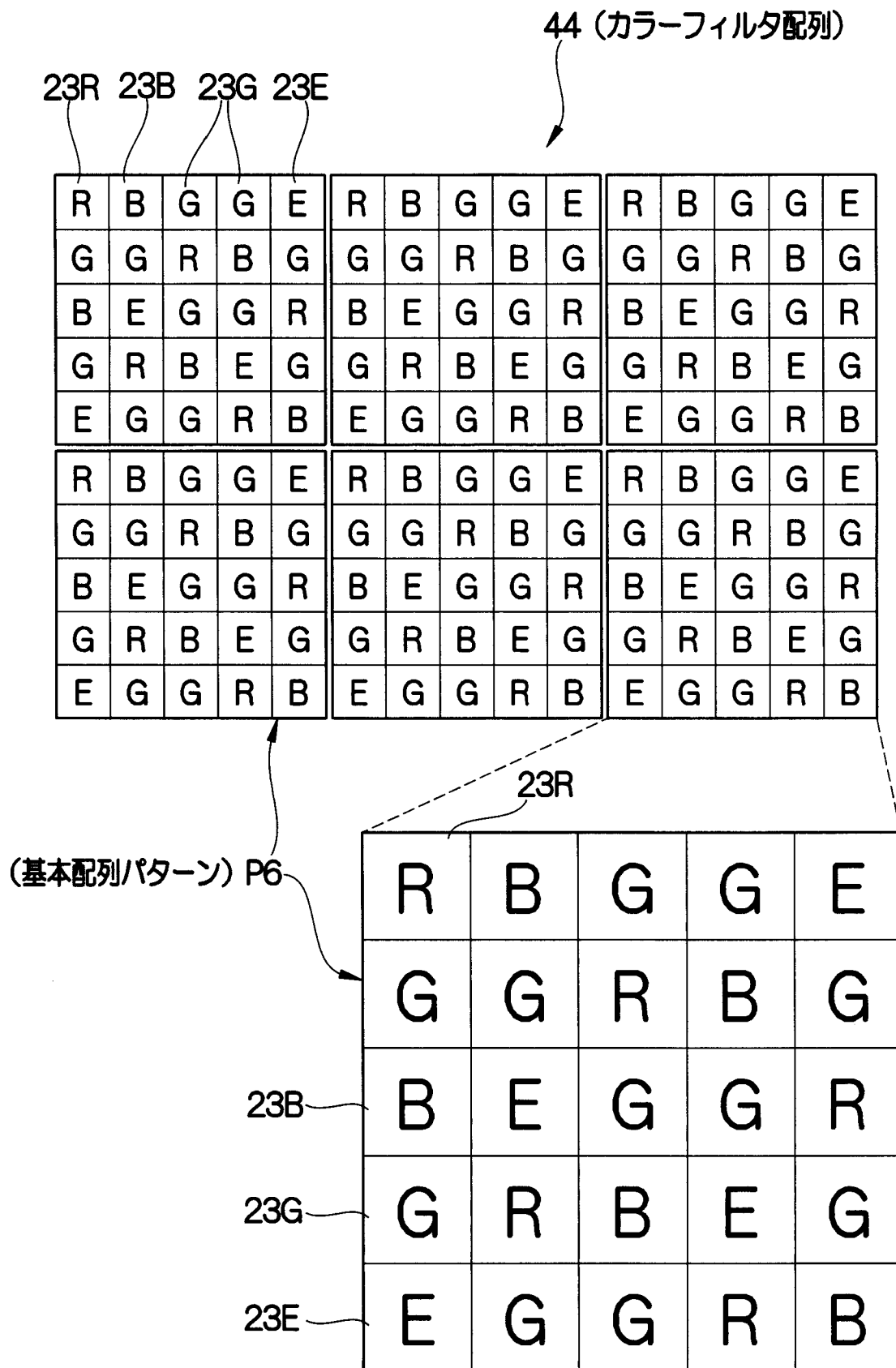
[図15]



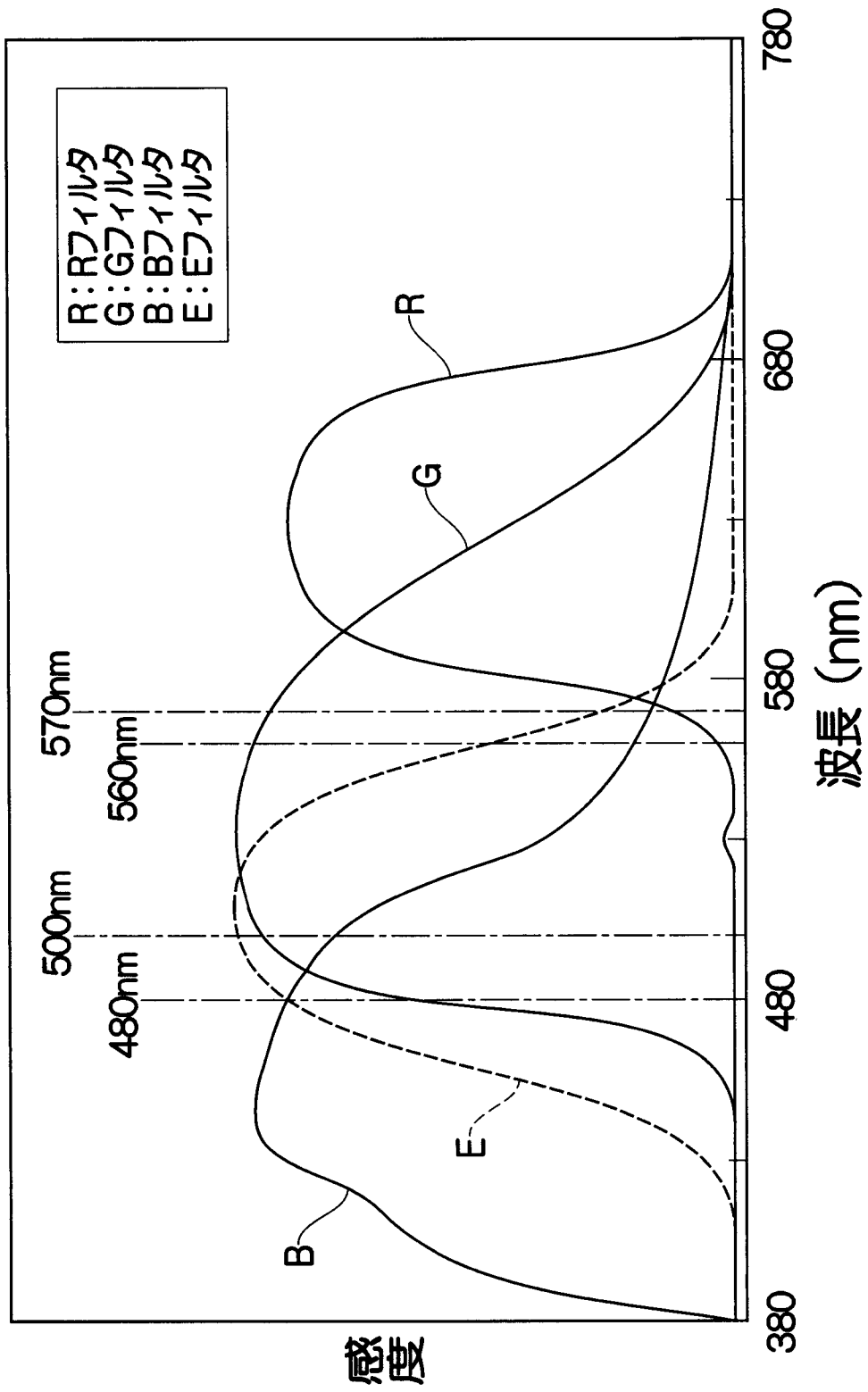
[図16]



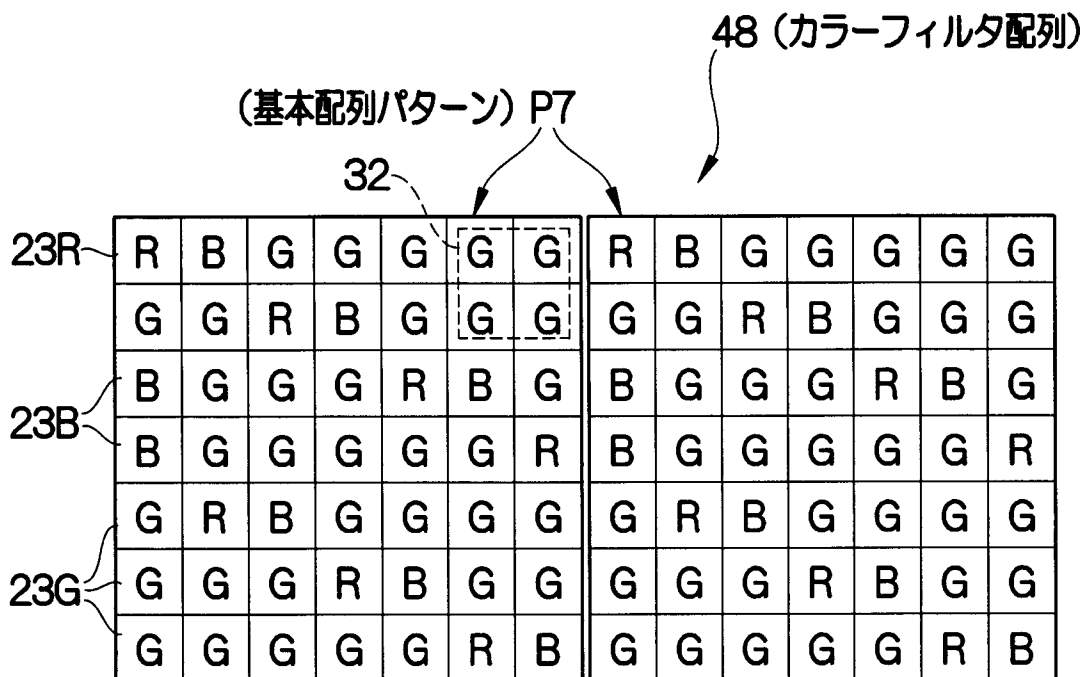
[図17]



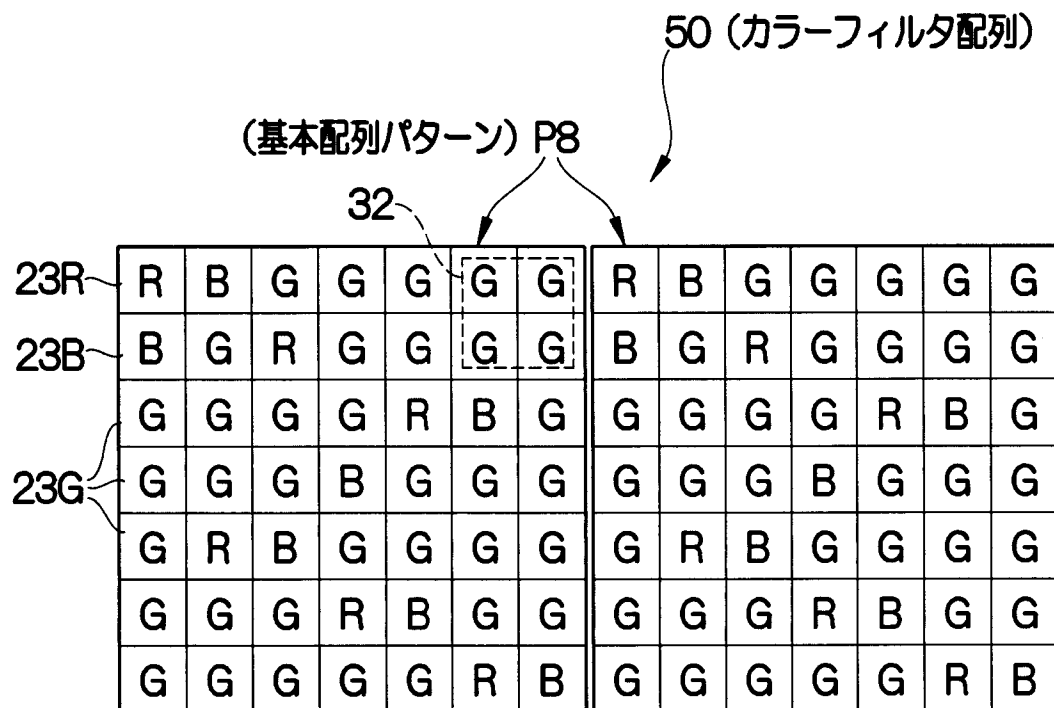
[図18]



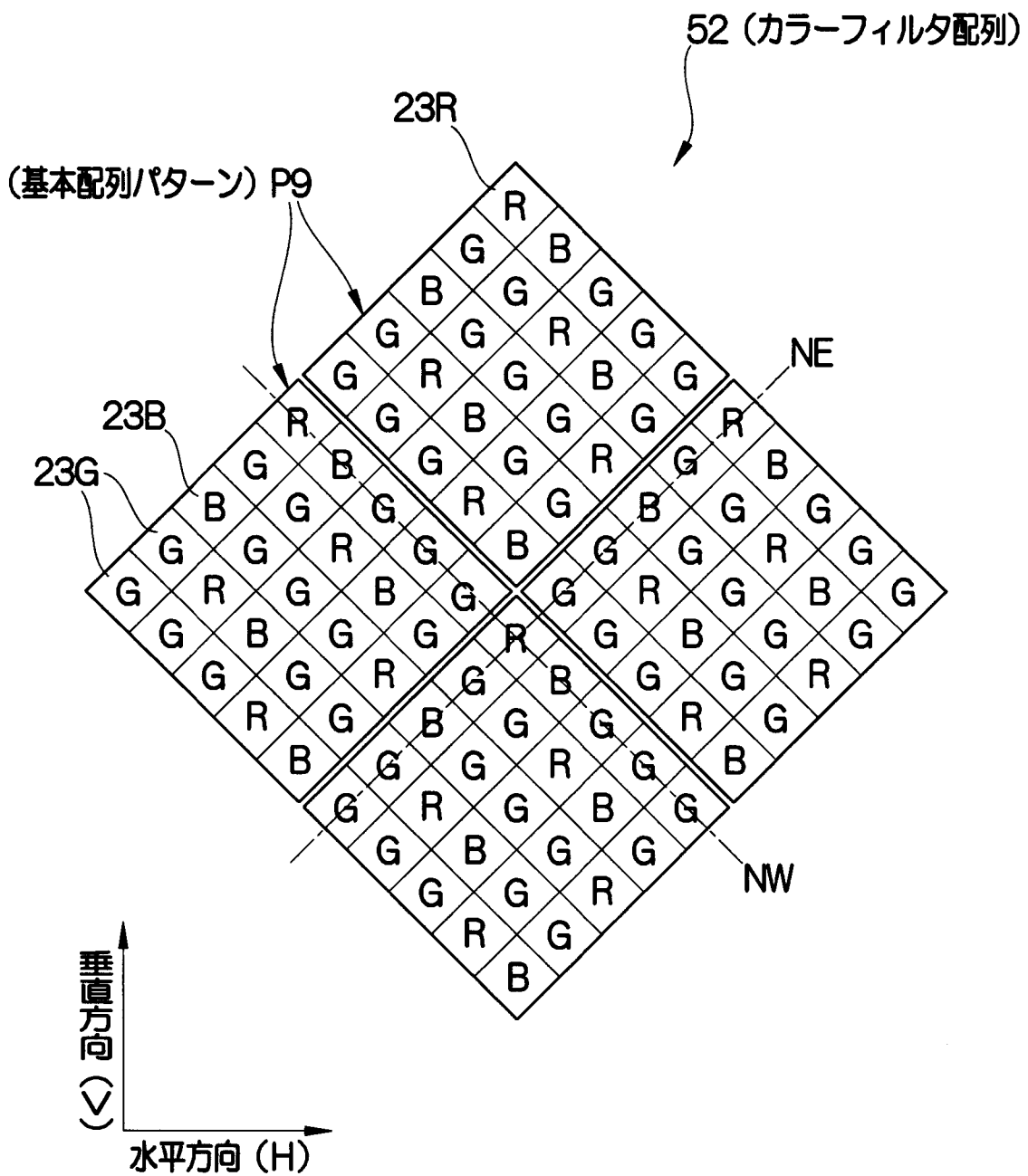
[図19]



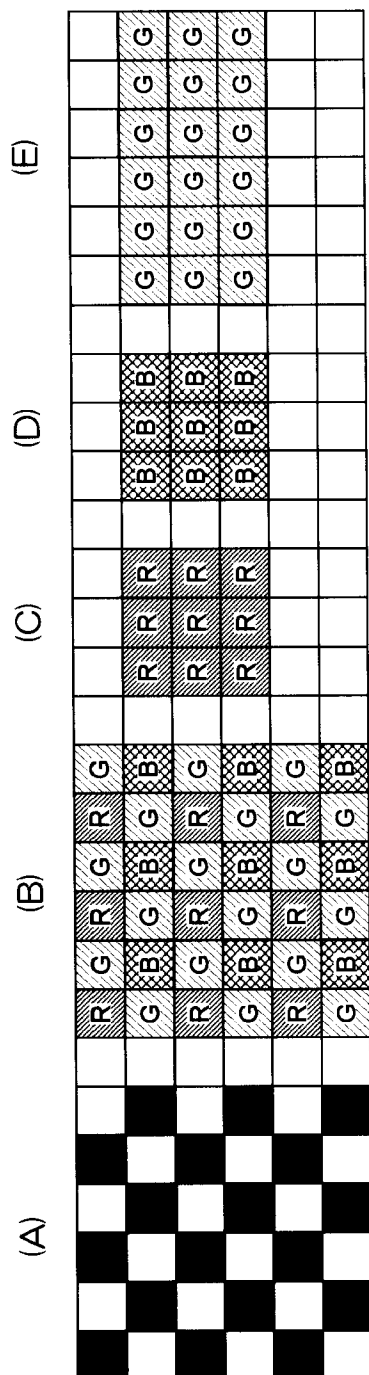
[図20]



[図21]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/068232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N9/07(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, 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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-184904 A (International Business Machines Corp.), 19 July 2007 (19.07.2007), entire text; all drawings & US 2007/0153104 A1 & CN 1992821 A	1-16
A	JP 2009-027684 A (VisEra Technologies Co., Ltd.), 05 February 2009 (05.02.2009), entire text; fig. 9 & US 2009/0027527 A1 & CN 101355093 A & KR 10-2009-0010867 A	1-16
A	JP 2003-153291 A (Canon Inc.), 23 May 2003 (23.05.2003), entire text; fig. 17 & US 2003/0086008 A1	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 06 September, 2013 (06.09.13)	Date of mailing of the international search report 17 September, 2013 (17.09.13)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/068232

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-085664 A (Sony Corp.), 30 March 2001 (30.03.2001), entire text; fig. 16 (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04N9/07(2006.01)i, 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 (IPC)) Int.Cl. H04N9/07, 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-184904 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 2007.07.19, 全文、全図 & US 2007/0153104 A1 & CN 1992821 A	1-16
A	JP 2009-027684 A (采▲ぎょく▼科技股▲ふん▼有限公司) 2009.02.05, 全文、図9 & US 2009/0027527 A1 & CN 101355093 A & KR 10-2009-0010867 A	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 06.09.2013	国際調査報告の発送日 17.09.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 内田 勝久 電話番号 03-3581-1101 内線 3571	5V 3799

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-153291 A (キヤノン株式会社) 2003.05.23, 全文、図17 & US 2003/0086008 A1	1-16
A	JP 2001-085664 A (ソニー株式会社) 2001.03.30, 全文、図16 (フ ァミリーなし)	1-16