

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 6 月 2 日(02.06.2016)

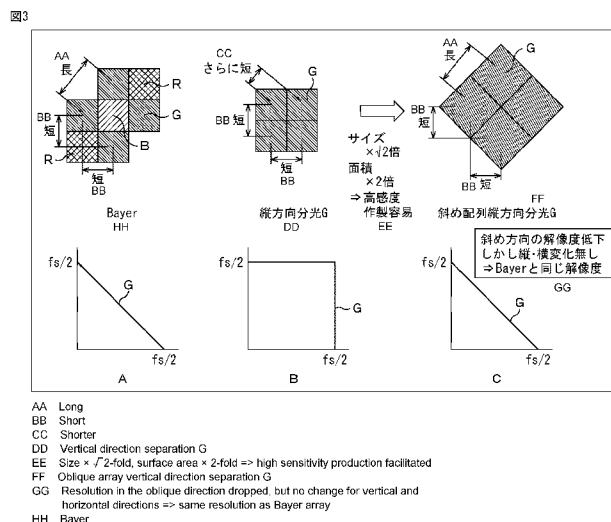


(10) 国際公開番号
WO 2016/084629 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/374* (2011.01)
H01L 27/14 (2006.01) *H04N 9/07* (2006.01)
H04N 5/369 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/081998
- (22) 国際出願日: 2015 年 11 月 13 日(13.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-240051 2014 年 11 月 27 日(27.11.2014) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 戸田 淳(TODA Atsushi); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西川 孝, 外(NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 2 5 号 西新宿木村屋ビルディング 9 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 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: SOLID STATE IMAGING ELEMENT AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(54) 発明の名称: 固体撮像素子および電子機器



(57) Abstract: The present invention relates to a solid state imaging element and electronic equipment, capable of high SN ratio at high sensitivity, without degradation of resolution. Pixel in a photoelectric conversion portion that absorbs a first wavelength on an upper layer are obliquely arrayed two-dimensionally in each of a plurality of horizontal directions and vertical directions, each in a tilted state by approximately 45 degree relative to a square pixel array. Then, in the lower part thereof, pixels from a photoelectric conversion portion are arrayed, each sensitive to light of a second or third wavelength. That is to say, since the pixels are obliquely arrayed with a $\sqrt{2}$ -fold size (twice the surface area) and a 45 degree rotation, the Nyquist domain in the oblique direction becomes as small as a Bayer array, while the Nyquist domain sizes in the vertical and horizontal directions are maintained. The present invention can be applied, for instance, to a solid state imaging element used in an imaging device.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/084629 A1



本開示は、解像度を劣化させることなく、高感度で高 SN 比とすることができる固体撮像素子および電子機器に関する。上層に第 1 の波長を吸収する光電変換部の各画素が 2 次元的に、正方画素配列に対して略 45 度傾けた状態で複数の水平方向および垂直方向のそれぞれに斜め配列される。そして、その下部に第 2 または第 3 の波長の光に感度を持った光電変換部の各画素が配列される。すなわち、画素が $\sqrt{2}$ 倍の大きさ（面積 2 倍）にされて 45 度回転させた斜め配列にされるので、縦・横方向のナイキストドメインの大きさを保ったまま、斜め方向のナイキストドメインが、Bayer と同等まで小さくなる。本開示は、例えば、撮像装置に用いられる固体撮像素子に適用することができる。

明 細 書

発明の名称： 固体撮像素子および電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、固体撮像素子および電子機器に関し、特に、解像度を劣化させることなく、高感度で高SN比とすることができるようにした固体撮像素子および電子機器に関する。

背景技術

[0002] 3層縦方向分光では、RGBの光電変換部が縦方向に積層された構造となっている。この場合、同じ画素サイズのBayer配列に比べて高解像度となり、CZP(Circular Zone Plate)周波数特性において解像できるナイキストドメインが広がる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第5 9 6 5 8 7 5号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、各光電変換部からの信号読み出しのためのTr.(トランジスタ)やFD(フローティングディフュージョン)やプラグ等が1画素の中に別途多数必要になるため、画素の微細化が困難となるとともに、プロセスが複雑となり製造コストが高くなる。

[0005] 一方、画素微細化には1画素に入る単位時間当たりに入射する光子が減るために、感度低下が著しくなり低感度となる。

[0006] 本開示は、このような状況に鑑みてなされたものであり、解像度を劣化させることなく、高感度で高SN比とすることができるものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本技術の一側面の固体撮像素子は、第1の波長の光を変換し、正方面素配列に対して略45度傾けた状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方

向のそれぞれに配列された第1の光電変換部と、前記第1の光電変換部の下部に、第2の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列された第2の光電変換部とを備える。

[0008] 前記第1の波長の光は緑色光であり、前記第1の光電変換部は、有機光電変換膜で構成されている。

[0009] 前記第1の光電変換部の下部に、第3の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列された第3の光電変換部をさらに備えることができる。

[0010] 前記第2の波長の光または第3の波長の光は、それぞれ赤色光と青色光である。

[0011] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、正方面素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列されている。

[0012] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、正方面素配列に対して略0度傾けた状態で配列されている。

[0013] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、Si半導体で構成されている。

[0014] 前記第2の光電変換部は、Si半導体で構成されている。

[0015] 前記第1の光電変換部と第2の光電変換部との間に赤色光を透過するフィルタと青色光を透過するフィルタを配置することで、前記第2の光電変換部の一部は、赤色光電変換部として機能し、前記第2の光電変換部の他の一部は、青色光電変換部として機能することができる。

[0016] 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方面素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列されている。

[0017] 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方面素配列に対して略45度傾けた状態で配列されている。

[0018] 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方面素配列に対して略0度傾けた状態で配列されることで、前記第2の光電変換部のさらに

他の一部の画素上に色フィルタのない画素配列を有する。

[0019] 前記第1の光電変換部と第2の光電変換部との間にレンズをさらに備えることができる。

[0020] 前記第1の光電変換部の上部に、第3の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列された第3の光電変換部をさらに備えることができる。

[0021] 前記第2の波長の光または第3の波長の光は、それぞれ赤色光と青色光である。

[0022] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、正方面素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列されている。

[0023] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、正方面素配列に対して略0度傾けた状態で配列されている。

[0024] 前記第2の光電変換部は、Si半導体で構成されており、前記第3の光電変換部は、有機光電変換膜で構成されている

[0025] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、有機光電変換膜で構成されている。

[0026] 本技術の一側面の電子機器は、第1の波長の光を変換し、正方面素配列に対して略45度傾けた状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列された第1の光電変換部と、前記第1の光電変換部の下部に、第2の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列された第2の光電変換部とを備える固体撮像素子と、前記固体撮像素子から出力される出力信号を処理する信号処理回路と、入射光を前記固体撮像素子に入射する光学系とを有する。

[0027] 本技術の一側面においては、第1の光電変換部として、正方面素配列に対して略45度傾けた状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列され、第2の光電変換部として、前記第1の光電変換部の下部に、第2の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列される。

発明の効果

[0028] 本技術によれば、解像度を劣化させることなく、高感度で高SN比とすることができ。

[0029] なお、本明細書に記載された効果は、あくまで例示であり、本技術の効果は、本明細書に記載された効果に限定されるものではなく、付加的な効果があってもよい。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本技術を適用した固体撮像素子の概略構成例を示すブロック図である。

[図2]Bayer配列と3層縦方向分光構造の比較を示す図である。

[図3]本技術の概要について説明する図である。

[図4]本技術の画素配列の第1の実施の形態の例を示す図である。

[図5]第1の実施の形態のCZP周波数特性の例を示す図である。

[図6]第1の実施の形態のデバイス構造例を示す断面図である。

[図7]第1の実施の形態のデバイス構造例を示す図である。

[図8]本技術の画素配列の第2の実施の形態の例を示す図である。

[図9]第2の実施の形態のCZP周波数特性の例を示す図である。

[図10]第2の実施の形態のデバイス構造例を示す断面図である。

[図11]本技術の画素配列の第3の実施の形態の例を示す図である。

[図12]第3の実施の形態のCZP周波数特性の例を示す図である。

[図13]第3の実施の形態のデバイス構造例を示す断面図である。

[図14]本技術の画素配列の第4の実施の形態の例を示す図である。

[図15]第4の実施の形態のCZP周波数特性の例を示す図である。

[図16]第4の実施の形態のデバイス構造例を示す断面図である。

[図17]本技術の画素配列の第5の実施の形態の例を示す図である。

[図18]第5の実施の形態のCZP周波数特性の例を示す図である。

[図19]第5の実施の形態のデバイス構造例を示す断面図である。

[図20]本技術の画素配列の第6の実施の形態のデバイス構造例を示す断面図である。

[図21]本技術の画素配列の第6の実施の形態のデバイス構造の他の例を示す

断面図である。

[図22] レンズ形状の例を示す図である。

[図23] 1次元の場合の重心の位置の概念図である。

[図24] 本技術の画素配列の第7の実施の形態の例を示す図である。

[図25] 第7の実施の形態のCZP周波数特性の例を示す図である。

[図26] 第7の実施の形態のデバイス構造例を示す断面図である。

[図27] 本技術の画素配列の第7の実施の形態の例を示す図である。

[図28] 第7の実施の形態のCZP周波数特性の例を示す図である。

[図29] 第7の実施の形態のデバイス構造例を示す断面図である。

[図30] 本技術の固体撮像素子を使用する使用例を示す図である。

[図31] 本技術の電子機器の構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、本開示を実施するための形態（以下実施の形態とする）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

0. 概略

1. 第1の実施の形態
2. 第2の実施の形態
3. 第3の実施の形態
4. 第4の実施の形態
5. 第5の実施の形態
6. 第6の実施の形態
7. 第7の実施の形態
8. 第8の実施の形態
9. 第9の実施の形態

[0032] <0. 概略>

[固体撮像素子の概略構成例]

図1は、本技術の各実施の形態に適用されるCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）固体撮像素子の一例の概略構成例を示している。

[0033] 図1に示されるように、固体撮像素子（素子チップ）1は、半導体基板1（例えばシリコン基板）に複数の光電変換素子を含む画素2が規則的に2次元的に配列された画素領域（いわゆる撮像領域）3と、周辺回路部とを有して構成される。

[0034] 画素2は、光電変換素子（例えばフォトダイオード）と、複数の画素トランジスタ（いわゆるMOSトランジスタ）を有してなる。複数の画素トランジスタは、例えば、転送トランジスタ、リセットトランジスタ、および増幅トランジスタの3つのトランジスタで構成することができ、さらに選択トランジスタを追加して4つのトランジスタで構成することもできる。各画素2（単位画素）の等価回路は一般的なものと同様であるので、ここでは詳細な説明は省略する。

[0035] また、画素2は、画素共有構造とすることもできる。画素共有構造は、複数のフォトダイオード、複数の転送トランジスタ、共有される1つのフローティングディフュージョン、および、共有される1つずつの他の画素トランジスタから構成される。

[0036] 周辺回路部は、垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5、水平駆動回路6、出力回路7、および制御回路8から構成される。

[0037] 制御回路8は、入力クロックや、動作モード等を指令するデータを受け取り、また、固体撮像素子1の内部情報等のデータを出力する。具体的には、制御回路8は、垂直同期信号、水平同期信号、およびマスタクロックに基づいて、垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5、および水平駆動回路6の動作の基準となるクロック信号や制御信号を生成する。そして、制御回路8は、これらの信号を垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5、および水平駆動回路6に入力する。

[0038] 垂直駆動回路4は、例えばシフトレジスタによって構成され、画素駆動配線を選択し、選択された画素駆動配線に画素2を駆動するためのパルスを供給し、行単位で画素2を駆動する。具体的には、垂直駆動回路4は、画素領域3の各画素2を行単位で順次垂直方向に選択走査し、垂直信号線9を通し

て各画素2の光電変換素子において受光量に応じて生成した信号電荷に基づいた画素信号をカラム信号処理回路5に供給する。

[0039] カラム信号処理回路5は、画素2の例えば列毎に配置されており、1行分の画素2から出力される信号を画素列毎にノイズ除去等の信号処理を行う。具体的には、カラム信号処理回路5は、画素2固有の固定パターンノイズを除去するためのCDS (Correlated Double Sampling) や、信号増幅、A/D (Analog/Digital) 変換等の信号処理を行う。カラム信号処理回路5の出力段には、水平選択スイッチ（図示せず）が水平信号線10との間に接続されて設けられる。

[0040] 水平駆動回路6は、例えばシフトレジスタによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによって、カラム信号処理回路5の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路5の各々から画素信号を水平信号線10に出力させる。

[0041] 出力回路7は、カラム信号処理回路5の各々から水平信号線10を通して順次に供給される信号に対し、信号処理を行って出力する。出力回路7は、例えば、バッファリングだけを行う場合もあるし、黒レベル調整、列ばらつき補正、各種デジタル信号処理等を行う場合もある。

[0042] 入出力端子12は、外部と信号のやりとりをするために設けられる。

[0043] [Bayer配列と3層縦方向分光構造の比較]

図2は、Bayer配列と3層縦方向分光構造の比較を示す図である。図2の例においては、左側にBayer配列の画素配列、CZP (Circular Zone Plate) 周波数特性が示されており、右側に3層縦方向分光構造の断面構造、画素配列、CZP周波数特性が示されている。

[0044] 画素配列に示されるように、Bayer配列の場合、RGBの各光電変換部が横に並べて配置されているが、3層縦方向分光構造の場合、RGBの各光電変換部(PD)が縦方向に積層された構造となっている。Bayer配列は、表示画面に対して水平かつ垂直な画素配列をしており、一般的に正方配列（正画面素配列）と呼ばれている。

[0045] CZP周波数特性に示されるように、画素サイズが同じで3層縦方向分光構造の場合、Bayer配列に比べて解像度が高い。すなわち、3層縦方向分光構造の場合、BlueとRedに関しては、縦横斜めすべてがBayer配列に比して2倍高い解像度であり、Greenに関しては、縦横がBayer配列と同等の解像度であり、斜めが2倍高い解像度である。なお、 f_s はBayer配列の画素ピッチの逆数で、 $f_s/2$ は、ナイキスト周波数を表す。

[0046] しかしながら、3層縦方向分光構造の場合、断面構造に示されるように、各光電変換部21-1乃至21-3からの信号読み出しのためのTr.(トランジスタ)22、FD(フローティングディフュージョン)23、プラグ24などが1画素の中に多数必要となる。したがって、3層縦方向分光構造の場合、画素の微細化が困難となるとともに、プロセスが複雑となり、製造コストが高くなる。

[0047] 一方で、画素を微細化すると、1画素に入る単位時間あたりに入射する光子が減るために感度低下が著しくなり、低感度となる。

[0048] そこで、本技術においては、上層に第1の波長を吸収する第1の光電変換部の各画素が2次元的に複数の水平方向および垂直方向のそれぞれに斜め方向(すなわち、Bayerの正方配列(表示画面)に対して略45度傾けた状態)で配列される。そして、第1の光電変換部の下部に第2または第3の波長の光に感度を持った光電変換部の各画素が配列される。なお、以下、Bayer配列を正方配列と称し、それに対して、この配列でなる構造を、斜め配列縦方向分光構造と称する。

[0049] [本技術の概要]

図3のA乃至図3のCは、本技術の概要を示す図である。一般的に、写真は縦横に境界線が多く、斜め方向よりも縦・横方向に高解像度のカメラが望まれる。特に、人間の眼の特性はGreenが高解像度であるため、カメラもGreenの高解像度が望まれることから、以下、Greenの解像度について説明していく。

[0050] 図3のAは、Bayerの画素配列とそのCZP周波数特性を示す図である。図3

のBは、縦方向分光のGreenの画素配列とそのCZP周波数特性を示す図である。図3のCは、本技術の斜め配列縦方向分光のGreenの画素配列とそのCZP周波数特性を示す図である。

[0051] 図3のAに示されるように、Bayerの画素配列のGreenの場合、縦・横方向の周期 f_s が短い、斜め45度方向に周期が長いために、CZP周波数特性のナイキストドメインとして、縦・横方向に大きく、斜め方向に小さくなっている。

[0052] 一方、図3のBに示されるように、縦方向分光のGreenの場合、縦・横方向の周期がBayerと同じであるが、斜め45度方向がさらに短く、CZP周波数特性のナイキストドメインとして、縦・横方向より斜め方向に広がる。

[0053] これに対して、図3のCに示されるように、本技術の斜め配列縦方向分光においては、Bayerおよび縦方向分光と比して、画素が $\sqrt{2}$ 倍の大きさ（面積2倍）にされて45度回転させた斜め配列にされる。斜め配列においては、水平垂直方向が、Bayerの正方配列（すなわち、表示画面）と比して、略45度傾けた状態で配列されている。このとき、縦・横方向のナイキストドメインの大きさを保ったまま、斜め方向のナイキストドメインは、Bayerと同等まで小さくなる。これは、Bayerと同じ解像度であるが、画素サイズが大きくなるため、高感度で高SN比になることを意味する。感度は、画素面積に比例するため、このとき2倍の高感度となる。また画素サイズが大きくなるために作製プロセスが容易となり、量産性が向上する。

[0054] さらに、詳しくは後述するが、縦方向分光において、斜め画素と正方面素を組み合わせることで、上下の画素の中心位置が異なってずれるために、この画素のずれが信号処理でさらに解像度を向上させることができる。

[0055] 以下、本技術について詳細を説明する。

[0056] <1. 第1の実施の形態>

[本技術の画素配列の例]

図4は、本技術の画素配列（斜め配列）の第1の実施の形態を示す図である。なお、図4の例においては、比較のために、左側にBayer配列が示されて

いる。

[0057] 図4の画素配列は、Green画素が、左に示されているBayer配列のGreen画素の大きさの $\sqrt{2}$ 倍（面積2倍）の大きさで、かつ、45度方向に斜めに配置された斜め配列である。さらに、図4の画素配列においては、Red画素およびBlue画素はBayer配列と同じく正方配列で、かつ、大きさが2倍（面積4倍）で横方向に配列されている。

[0058] したがって、図4に示されるように、Bayer配列のX方向のRed画素の周期 $X0_R$ = Bayer配列のX方向のBlue画素の周期 $X0_B$ = 本技術の斜め配列のX方向のRed画素の周期 $X1_R$ = 本技術の斜め配列のX方向のBlue画素の周期 $X1_B$ である。Bayer配列のY方向のRed画素の周期 $Y0_R$ = Bayer配列のY方向のBlue画素の周期 $Y0_B$ = 本技術の斜め配列のY方向のRed画素の周期 $Y1_R$ = 本技術の斜め配列のY方向のBlue画素の周期 $Y1_B$ である。

[0059] Bayer配列のX方向のGreen画素の周期 $X0_G$ = Bayer配列のY方向のGreen画素の周期 $Y0_G$ = 本技術の斜め配列のX方向のGreen画素の周期 $X1_G$ = 本技術の斜め配列のY方向のGreen画素の周期 $Y1_G$ である。

[0060] このように、Bayer配列と比較して、画素ピッチの周期が等しくなる。したがって、図5に示されるように、CZP周波数特性において、本技術の斜め配列は、R, G, Bともにナイキストドメインの大きさが同じになり、その解像度は、結果として、Bayer配列と同じ解像度となる。

[0061] なお、図5の例においては、画素ずらしによる解像度の向上は考慮されていないが、縦方向の上下の画素（Green画素と、Red/Blue画素）の中心が異なるために、画素の位置がずれたような効果があり、信号処理で解像度を向上させることができる。

[0062] また、本技術の斜め配列の画素サイズがBayer配列に比べて大きくなるので、Red画素、Blue画素については、画素面積が4倍となるため、感度は4倍となり、Green画素については、画素面積が2倍となるため、感度は2倍となる。

[0063] 図6は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図であり、図7の

Aは、上面図であり、図7のBは、鳥瞰図である。

[0064] Green画素は、例えば、緑色の光を信号に変換する有機光電変換膜52からなり、上部透明電極51-1および下部透明電極51-2で挟んだ有機光電変換膜構造となっている。上部透明電極51-1は、連続膜となっており、下部透明電極51-2は、画素毎に分割されている。この分割された各電極からGreen信号が読み出される。このとき、Green信号をSi基板（図中下）側に読み出すための電源プラグ53は、例えば、図7のAおよび図7のBに示されるように、Si基板側のRed画素/Blue画素の境界の辺りに貫通電極54を用いて接続するように配置させる。貫通電極54は、図示せぬFDに接続されており、そこからGreen信号がSi基板側に読み出される。なお、画素の境界以外に、例えば、画素の四隅であってもよい。

[0065] このようにすることで、Red画素/Blue画素の中央に光が十分入射できるようになり、感度向上を図ることができる。

[0066] Blue画素は、例えば、青色の光を信号に変換するB-PD(フォトダイオード)55からなり、Red画素は、例えば、赤色の光を信号に変換するR-PD56からなり、縦方向積層されている。B-PD55およびR-PD56は、Si-PDで構成されている。B-PD55からのBlue信号は、VG(Vertical Gate)57を介して、Si基板側に読み出される。R-PD56からのRed信号は、ゲート59と隣接して形成されるFD58からSi基板側に読み出される。

[0067] このようなデバイスを作製することで、同じ解像度のBayer配列に比べて、Red, Blueが4倍で、Greenが2倍の高感度で高SN比とすることができる。

[0068] <2. 第2の実施の形態>

[本技術の画素配列の他の例]

図8は、本技術の画素配列（斜め配列）の第2の実施の形態を示す図である。なお、図8の例においては、比較のために、左側にBayer配列が示されている。

[0069] 図8の画素配列は、Green画素が、左に示されているBayer配列のGreen画素の大きさの $\sqrt{2}$ 倍（面積2倍）の大きさで、かつ、45度方向に斜めに配置さ

れた斜め配列である点は、図4の画素配列と共通している。また、図4の画素配列においては、Red画素およびBlue画素はBayer配列と同じく正方配列で、横方向に配列されている点は、図4の画素配列と共通しているが、図8の例においては、Red画素およびBlue画素は市松模様に配列されている。一方、Red画素およびBlue画素は、大きさが1倍（面積1倍）である点が、図4の画素配列と異なっている。

[0070] したがって、図8に示されるように、本技術の斜め配列のX方向のRed画素の周期 $X1_R = \text{Bayer配列のX方向のRed画素の周期} X0_R \times 1/2$ であり、本技術の斜め配列のX方向のBlue画素の周期 $X1_B = \text{Bayer配列のX方向のBlue画素の周期} X0_B \times 1/2$ である。本技術の斜め配列のY方向のRed画素の周期 $Y1_R = \text{Bayer配列のY方向のRed画素の周期} Y0_R \times 1/2$ であり、本技術の斜め配列のY方向のBlue画素の周期 $Y1_B = \text{Bayer配列のY方向のBlue画素の周期} Y0_B \times 1/2$ である。

[0071] また、Bayer配列のX方向のGreen画素の周期 $X0_G = \text{Bayer配列のY方向のGreen画素の周期} Y0_G = \text{本技術の斜め配列のX方向のGreen画素の周期} X1_G = \text{本技術の斜め配列のY方向のGreen画素の周期} Y1_G$ である。

[0072] このように、Bayer配列と比較して、Red画素とBlue画素については、画素ピッチの周期が $1/2$ と短くなる。したがって、図9に示されるように、CZP周波数特性において、本技術の斜め配列は、R,Bともにナイキストドメインが縦・横方向で2倍に大きくなり、その解像度は、Bayer配列と比較して解像度が向上する。

[0073] なお、図9の例においては、画素ずらしによる解像度の向上は考慮されていないが、縦方向の上下の画素（Green画素と、Red/Blue画素）の中心が異なるために、画素の位置がずれたような効果があり、信号処理で解像度を向上させることができる。

[0074] また、本技術の斜め配列において、Green画素については、画素面積が2倍となるため、感度は2倍となる。

[0075] 図10は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図である。

[0076] 図10の例の場合、上部透明電極51-1、下部透明電極51-2、有機

光電変換膜 5 2、電源プラグ 5 3、貫通電極 5 4、B-PD 5 5、R-PD 5 6、FD 5 8、ゲート 5 9 を備える点は、図 6 の例の場合と共通している。なお、図 6 の例の場合、B-PD 5 5 および R-PD 5 6 は 1 画素内に積層されていたが、図 1 0 の例の場合、B-PD 5 5 および R-PD 5 6 は、隣り合う画素にそれぞれ配置されている。

[0077] また、図 1 0 の例の場合、B-PD 5 5 および R-PD 5 6 が積層されていないことから VG 5 7 が除かれている点と、R-OCCF(On Chip Color Filter) 7 1 および B-OCCF 7 2 が追加された点が、図 6 の例の場合と異なっている。

[0078] すなわち、R-OCCF 7 1 は、Red の色フィルタである。R-OCCF 7 1 は、下部透明電極 5 1 - 2 と R-PD 5 6 の間に配置されており、R-PD 5 6 の画素を Red 画素としている。B-OCCF 7 2 は、Blue の色フィルタである。B-OCCF 7 2 は、下部透明電極 5 1 - 2 と B-PD 5 5 の間に配置されており、B-PD 5 5 の画素を Blue 画素としている。

[0079] このようにすることで、分光特性を理想分光に近づけさせ、信号処理の色補正演算時におけるノイズ伝播が小さくなり、結果として高い SN 比の画像を提供することができる。

[0080] なお、図 1 0 の例においては、色フィルタを、Blue と Red とした例を説明したが、有機光電変換膜 5 2 からなる Green 画素が緑光を吸収する分光透過特性を有するので、これがマゼンタフィルタの役割を果たすため、Blue フィルタをシアンフィルタに置き換えてもよい。同様に、Red フィルタをイエロフィルタに置き換えてもよい。また、両者を同時に置き換えるようにしてもよい。

[0081] < 3. 第 3 の実施の形態 >

[本技術の画素配列の他の例]

図 1 1 は、本技術の画素配列（斜め配列）の第 3 の実施の形態を示す図である。なお、図 1 1 の例においては、比較のために、左側に Bayer 配列が示されている。

[0082] 図 1 1 の画素配列は、Green 画素が、左に示されている Bayer 配列の Green 画素の大きさの $\sqrt{2}$ 倍（面積 2 倍）の大きさで、かつ、45 度方向に斜めに配置

された斜め配列である点は、図4の画素配列と共通している。一方、図4の画素配列においては、Red画素およびBlue画素に加えて、Mg(マゼンタ)画素が、Bayer配列と同じく正方配列で、大きさが1倍(面積1倍)で、横方向に配列されている点が、図4の画素配列と異なっている。

[0083] したがって、図11に示されるように、Bayer配列のX方向のRed画素の周期 $X0_R$ =Bayer配列のX方向のBlue画素の周期 $X0_B$ =本技術の斜め配列のX方向のRed画素の周期 $X1_R$ =本技術の斜め配列のX方向のBlue画素の周期 $X1_B$ である。Bayer配列のY方向のRed画素の周期 $Y0_R$ =Bayer配列のY方向のBlue画素の周期 $Y0_B$ =本技術の斜め配列のY方向のRed画素の周期 $Y1_R$ =本技術の斜め配列のY方向のBlue画素の周期 $Y1_B$ である。

[0084] Bayer配列のX方向のGreen画素の周期 $X0_G$ =Bayer配列のY方向のGreen画素の周期 $Y0_G$ =本技術の斜め配列のX方向のGreen画素の周期 $X1_G$ =本技術の斜め配列のY方向のGreen画素の周期 $Y1_G$ である。

[0085] このように、Bayer配列と比較して、画素ピッチの周期が等しくなる。したがって、図12に示されるように、CZP周波数特性において、本技術の斜め配列は、R,G,Bともにナイキストドメインの大きさが同じになり、その解像度は、結果として、Bayer配列と同じ解像度となる。また、Mg画素に関しては、Green画素と同じ解像度となる。

[0086] なお、図12の例においては、画素ずらしによる解像度の向上は考慮されていないが、縦方向の上下の画素(Green画素と、Red,Blue/Mg画素)の中心が異なるために、画素の位置がずれたような効果があり、信号処理で解像度を向上させることができる。

[0087] また、本技術の斜め配列において、Green画素については、画素面積が2倍となるため、感度は2倍となる。さらに、Mg画素は、光の可視光の透過率が高いために、この画素の信号を使った演算処理で高感度化が可能となる。

[0088] 図13は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図である。なお、図13の例においては、2画素しか示されていないため、B-PD55とB-OC CF72が省略されているだけであり、実際には、図13の例においては、図1

OのB-OCCF 7 2およびB-PD 5 5からなるBlue画素も配置されている。

[0089] 図13の例の場合、上部透明電極51-1、下部透明電極51-2、有機光電変換膜52、電源プラグ53、貫通電極54、B-PD55、R-PD56、FD58、ゲート59、R-OCCF71、B-OCCF72を備える点は、図10の例の場合と共通している。

[0090] 図13の例の場合、Mg-PD81が追加された点が、図10の例の場合と異なっている。Mg-PD81は、Mg画素を構成しており、Mg-PD81からのMg信号は、ゲート59と隣接して形成されるFD58からSi基板側に読み出される。なお、Mg-PD81には、OCCFは設けられていない。

[0091] 図13の例においても、図10の例と同様に、BlueとRedの色フィルタを設けることで、分光特性を理想分光に近づけさせ、信号処理の色補正演算時におけるノイズ伝播が小さくなり、結果として高いSN比の画像を提供することができる。

[0092] なお、図13の例においても、色フィルタを、BlueとRedとした例を説明したが、有機光電変換膜52からなるGreen画素が緑光を吸収する分光透過特性を有するので、これがマゼンタフィルタの役割を果たすため、Blueフィルタをシアンフィルタに置き換えてもよい。同様に、Redフィルタをイエロフィルタに置き換えてもよい。また、両者を同時に置き換えるようにしてもよい。

[0093] <4. 第4の実施の形態>

[本技術の画素配列の他の例]

図14は、本技術の画素配列（斜め配列）の第4の実施の形態を示す図である。なお、図14の例においては、比較のために、左側にBayer配列が示されている。

[0094] 図14の画素配列においては、Green, Red, Blue画素すべてが、左に示されているBayer配列の画素の大きさの $\sqrt{2}$ 倍（面積2倍）の大きさで、かつ、45度方向に斜めに配置された斜め配列で、Green画素のみ上層にあり、下層には、Blue画素およびRed画素が横方向に市松模様で配置されている。

[0095] したがって、図14に示されるように、Bayer配列のX方向のRed画素の周期

$X0_R$ = Bayer配列のX方向のBlue画素の周期 $X0_B$ = 本技術の斜め配列のX方向のRed画素の周期 $X1_R$ = 本技術の斜め配列のX方向のBlue画素の周期 $X1_B$ である。Bayer配列のY方向のRed画素の周期 $Y0_R$ = Bayer配列のY方向のBlue画素の周期 $Y0_B$ = 本技術の斜め配列のY方向のRed画素の周期 $Y1_R$ = 本技術の斜め配列のY方向のBlue画素の周期 $Y1_B$ である。

[0096] Bayer配列のX方向のGreen画素の周期 $X0_G$ = Bayer配列のY方向のGreen画素の周期 $Y0_G$ = 本技術の斜め配列のX方向のGreen画素の周期 $X1_G$ = 本技術の斜め配列のY方向のGreen画素の周期 $Y1_G$ である。

[0097] このように、Bayer配列と比較して、画素ピッチの周期が等しくなる。したがって、図15に示されるように、CZP周波数特性において、本技術の斜め配列は、R, G, Bともにナイキストドメインの大きさが同じになり、その解像度は、結果として、Bayer配列と同じ解像度となる。

[0098] また、図14の例においては、本技術の斜め配列の画素サイズがBayer配列に比べて大きくなるので、Red画素、Green画素、Blue画素すべて画素面積が2倍となるために、感度がすべて2倍となる。

[0099] 図16は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図である。

[0100] 図16の例の場合、上部透明電極51-1、下部透明電極51-2、有機光電変換膜52、電源プラグ53、貫通電極54、B-PD55、R-PD56、FD58、ゲート59、R-OCCF71、およびR-OCCF72を備える点は、図10の例の場合とすべて共通している。

[0101] すなわち、図16の例においても、OCCFを設けることで、分光特性を理想分光に近づけさせ、信号処理の色補正演算時におけるノイズ伝播が小さくなり、結果として高いSN比の画像を提供することができる。

[0102] なお、図16の例においても、色フィルタを、BlueとRedとした例を説明したが、有機光電変換膜52からなるGreen画素が緑光を吸収する分光透過特性を有するので、これがマゼンタフィルタの役割を果たすため、Blueフィルタをシアンフィルタに置き換えてもよい。同様に、Redフィルタをイエロフィルタに置き換えてもよい。また、両者を同時に置き換えるようにしてもよい。

[0103] <5. 第5の実施の形態>

[本技術の画素配列の他の例]

図17は、本技術の画素配列（斜め配列）の第5の実施の形態を示す図である。なお、図17の例においては、比較のために、左側にBayer配列が示されている。

[0104] 図17の画素配列においては、図4の画素配列と同様に、Green画素が、左に示されているBayer配列のGreen画素の大きさの $\sqrt{2}$ 倍（面積2倍）の大きさで、かつ、45度方向に斜めに配置された斜め配列である。さらに、図17の画素配列においては、Red画素およびBlue画素も、左に示されている画素の大きさの $\sqrt{2}$ 倍（面積2倍）の大きさで、かつ、45度方向に斜めに配置された斜め配列である。

[0105] したがって、図17に示されるように、本技術の斜め配列のX方向のRed画素の周期 $X1_R = \text{Bayer配列のX方向のRed画素の周期} X0_R \times 1/2$ であり、本技術の斜め配列のX方向のBlue画素の周期 $X1_B = \text{Bayer配列のX方向のBlue画素の周期} X0_B \times 1/2$ である。本技術の斜め配列のY方向のRed画素の周期 $Y1_R = \text{Bayer配列のY方向のRed画素の周期} Y0_R \times 1/2$ であり、本技術の斜め配列のY方向のBlue画素の周期 $Y1_B = \text{Bayer配列のY方向のBlue画素の周期} Y0_B \times 1/2$ である。

[0106] また、Bayer配列のX方向のGreen画素の周期 $X0_G = \text{Bayer配列のY方向のGreen画素の周期} Y0_G = \text{本技術の斜め配列のX方向のGreen画素の周期} X1_G = \text{本技術の斜め配列のY方向のGreen画素の周期} Y1_G$ である。

[0107] このように、Bayer配列と比較して、Red画素とBlue画素については、画素ピッチの周期が $1/2$ と短くなる。したがって、図18に示されるように、CZP周波数特性において、本技術の斜め配列は、R, Bともにナイキストドメインが縦・横方向で2倍に大きくなり、その解像度は、Bayer配列と比較して解像度が向上する。これは、望ましい方向に解像度が向上することを意味している。

[0108] このとき、Red画素、Blue画素、およびGreen画素の画素サイズが、Bayer配列に比して大きくなるので、Red画素、Blue画素、およびGreen画素の面積が

2倍になり、感度も2倍になる。

[0109] 図19は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図である。

[0110] 図19の例の場合、上部透明電極51-1、下部透明電極51-2、有機光電変換膜52、電源プラグ53、貫通電極54、B-PD55、R-PD56、VG57、FD58、ゲート59を備える点は、図6の例の場合と共通している。すなわち、図19においては図示されていないが、図19の例は、Red, Blue画素が斜め配列となった点のみが、図6の例と異なっている。

[0111] このように積層された構造とすることで、Bayer配列に比べて、RedおよびBlueの解像度が向上するとともに、Red, Green, Blue画素ともに2倍の高感度となる。

[0112] <6. 第6の実施の形態>

[本技術の画素配列を適用したデバイスの構成例]

上述した第1乃至第5の実施の形態の構造において、さらにレンズを挿入することで、感度を向上させることが可能である。ただし、最上面のGreen画素に関しては、全面開口（開口率100%）であるために、各Green画素の上にレンズはあってもよいが、必ずしも必要ではない。

[0113] しかしながら、その下にあるSi基板側のBlue画素またはRed画素においては、貫通電極やトランジスタなどが配置されるために、光を検知できるPDの全面開口とならない。このような状況でレンズがない場合、感度低下が顕著に起こることとなる。したがって、感度向上のために、図20に示されるように、Green画素（有機光電変換膜52）とSi-PD（例えば、B-PD55）の間にレンズ91が設けられる。

[0114] 図20は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図である。

[0115] 図20の例の場合、上部透明電極51-1、下部透明電極51-2、有機光電変換膜52、電源プラグ53、貫通電極54、B-PD55、R-PD56、FD58、ゲート59を備える点は、図6の例の場合と共通している。

[0116] 図20の例の場合、下部透明電極51-2とB-PD55との間に、レンズ91が追加されている点のみが、図6の例と異なっている。

- [0117] 図21は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図である。
- [0118] 図21の例の場合、上部透明電極51-1、下部透明電極51-2、有機光電変換膜52、電源プラグ53、貫通電極54、B-PD55、R-PD56、FD58、ゲート59、R-OCCF71、およびB-OCCF72を備える点は、図10の例の場合と共通している。
- [0119] 図21の例の場合、下部透明電極51-2とR-OCCF71との間に、レンズ101が追加され、下部透明電極51-2とB-OCCF72との間に、レンズ102が追加されている点のみが、図10の例と異なっている。
- [0120] すなわち、B-PDまたはR-PDの感度向上のため、図20に示される構造のように、Green画素とPDの間にレンズ91が設けられたり、あるいは、図21に示される構造のように、OCCFの上にレンズ101またはレンズ102が設けられたりする。なお、レンズとOCCFとの位置関係は、OCCFの下に配置するようにしてもよいが、混色を減らすことを考えて、OCCFの上に配置するのが好ましい。
- [0121] また、レンズ材料は、屈折率がレンズの周囲より高い材料であることが望ましい。また、レンズ形状は、図22に示されるように、板状でもよいし、球面のような曲面でもよい。
- [0122] すなわち、図22の例においては、レンズの断面図と上面図が示されている。レンズの形状は、図22に示されるような球面、円盤、BOX、またはデジタルであってもよい。
- [0123] その際、撮像面の中心から端になると、主光線が斜めに入射するために、撮像面中心にずらすような瞳補正を行ってもよい。また、撮像面の端に行くほど、主光線の入射角度が大きくなるが、これに合わせて大きくずらしてもよい。これにより、撮像面の端になるほど感度低下するなどのシェーディング特性が抑えられる。
- [0124] また、図22の右端のデジタルにおいては、屈折率の高い材料と低い材料とが交互に並んで配置されることで、非対称な形状が作製されている。すなわち、重心の位置が画素中心から撮像面中心方向にずらされて作製されてい

る。このように作製することで、主光線が斜め入射するのを補正し、垂直方向にしてSi基板表面に入射させることが可能になり、同じくシェーディング効果が抑えられる。この場合も端に行くほど大きく重心をずらして、撮像面の中心で対称構造となるようにしてもよい。なお、図22に示されるリングパターンは、右から斜め光入射の場合のレンズ形状となっている。

[0125] ここで、重心の定義について、図23を参照して説明する。画素面内または一定エリア面内Dにおいて、屈折率の高い層の屈折率 n_1 、屈折率の低い層の屈折率 n_2 とし、屈折率の分布関数を $f(x, y)$ とする。 x, y 座標において、次の式(1)が成り立つ場合の (x_1, y_1) の位置を重心と定義する。

[数1]

$$\iint_D (x_1 - x)(y_1 - y)f(x, y) dx dy = 0 \quad \dots (1)$$

[0126] これは、重心の位置において、周囲の屈折率の1次モーメントの積分が0であることを意味する。図23は、1次元の場合の重心の位置の概念図を示すが、実際には、2次元となるので、 x, y 座標となり、同時に x, y の積分が0になる条件を満たす位置となる。

[0127] <7. 第7の実施の形態>

[本技術の画素配列を適用したデバイスの構成例]

図24は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図である。

[0128] 図24の例の場合、上部透明電極51-1、下部透明電極51-2、有機光電変換膜52、電源プラグ53、貫通電極54、R-PD56、FD58、ゲート59を備える点は、図10の例の場合と共通している。

[0129] 図24の例の場合、Blue画素が、Si-PDではなく、上部透明電極121-1、下部透明電極121-2で挟まれる有機光電変換膜122で構成される点が異なっている。すなわち、図24の例の場合、B-PD55の代わりに、上部透明電極121-1、下部透明電極121-2、有機光電変換膜122が追加された点、電源プラグ123、孔124、貫通電極125が設けられている点が、図10の例と異なっている。

- [0130] すなわち、図24の例においては、2層（BlueとGreenの有機光電変換膜）がSi基板上に配置されており、Red画素のみが、図10の例と同様にSi-PDで構成される例が示されている。
- [0131] 具体的には、Blue画素は、青色の光を信号に変換する有機光電変換膜122からなり、上部透明電極121-1および下部透明電極121-2で挟んだ有機光電変換膜構造となっている。上部透明電極121-1は、連続膜となっており、下部透明電極121-2は、画素毎に分割されている。この分割された各電極からBlue信号が読み出される。
- [0132] 孔124は、Blue信号をSi基板（図中下）側に読み出すための電源プラグ123をSi基板上に到達させるために、Green画素（すなわち上部透明電極51-1および下部透明電極51-2、有機光電変換膜52）の一部に設けられる。貫通電極125は、貫通電極54と同様にSi基板に形成されて、図示せぬFDに接続されており、そこからBlue信号が読み出される。
- [0133] なお、図25に示されるように、この場合の画素配列は、第5の実施の形態（図17）の場合と同様に、Red画素、Green画素、Blue画素が共に斜め配列となっている。したがって、図26に示されるように、この場合のCZP周波数特性は、第5の実施の形態（図18）と同様のCZP周波数特性となる。
- [0134] したがって、図26に示されるように、CZP周波数特性において、本技術の斜め配列は、R,Bともにナイキストドメインが縦・横方向で2倍に大きくなり、その解像度は、Bayer配列と比較して解像度が向上する。これは、望ましい方向に解像度が向上することを意味している。
- [0135] また、Green画素だけを斜め配列にして、Red画素およびBlue画素を正方配列にしてもよい。その場合、第1の実施の形態（図5）の例と同様のCZP周波数特性となる。さらに、Blue画素だけを斜め配列にしてもよい。その場合、第1の実施の形態のCZP周波数特性において青と緑が入れ替わったものとなる。なお、図24の例において、Green画素の有機光電変換膜52の上にBlue画素の有機光電変換膜122を配置したが、上下の順番はどちらが上でも下でもよい。膜順を変更してもよい。

[0136] < 8. 第 8 の実施の形態 >

[本技術の画素配列を適用したデバイスの構成例]

図 2 7 は、本技術を適用したデバイス構造の断面図を示す図である。

[0137] 図 2 7 の例の場合、上部透明電極 5 1 - 1、下部透明電極 5 1 - 2、有機光電変換膜 5 2、電源プラグ 5 3、貫通電極 5 4、上部透明電極 1 2 1 - 1、下部透明電極 1 2 1 - 2、有機光電変換膜 1 2 2、電源プラグ 1 2 3、孔 1 2 4、貫通電極 1 2 5 を備える点は、図 2 4 の例の場合と共通している。

[0138] 図 2 7 の例の場合、Red画素が、Si-PDではなく、上部透明電極 1 4 1 - 1、下部透明電極 1 4 1 - 2 で挟まれる有機光電変換膜 1 4 2 で構成される点が異なっている。すなわち、図 2 7 の例の場合、R-PD 5 6、FD 5 8、ゲート 5 9 の代わりに、上部透明電極 1 4 1 - 1、下部透明電極 1 4 1 - 2、有機光電変換膜 1 4 2 が追加された点、電源プラグ 1 4 3、孔 1 4 4、孔 1 4 5、貫通電極 1 4 6 が設けられている点が、図 2 4 の例と異なっている。

[0139] すなわち、図 2 7 の例においては、3 層 (Blue と Green の有機光電変換膜) が Si 基板上に配置されている例が示されている。

[0140] 具体的には、Red画素は、赤色の光を信号に変換する有機光電変換膜 1 4 2 からなり、上部透明電極 1 4 1 - 1 および下部透明電極 1 4 1 - 2 で挟んだ有機光電変換膜構造となっている。上部透明電極 1 4 1 - 1 は、連続膜となっており、下部透明電極 1 4 1 - 2 は、画素毎に分割されている。この分割された各電極から Red 信号が読み出される。このとき、Red 信号を Si 基板 (図中下) 側に読み出すための電源プラグ 1 4 3 が設けられる。

[0141] 孔 1 4 4 は、Green 信号を Si 基板 (図中下) 側に読み出すための電源プラグ 5 3 を Si 基板上に到達させるために、Red 画素 (すなわち上部透明電極 1 4 1 - 1 および下部透明電極 1 4 1 - 2、有機光電変換膜 1 4 2) の一部に設けられる。同様に、孔 1 4 5 は、Blue 信号を Si 基板 (図中下) 側に読み出すための電源プラグ 1 2 3 を Si 基板上に到達させるために、Red 画素 (すなわち上部透明電極 1 4 1 - 1 および下部透明電極 1 4 1 - 2、有機光電変換膜 1 4 2) の一部に設けられる。貫通電極 1 4 5 は、貫通電極 5 4 と同様に Si 基板

に形成されて、図示せぬFDに接続されており、そこからRed信号が読み出される。

[0142] なお、図28に示されるように、この場合の画素配列は、第5の実施の形態(図17)の場合と同様に、Red画素、Green画素、Blue画素が共に斜め配列となっている。したがって、図29に示されるように、この場合のCZP周波数特性は、第5の実施の形態(図18)と同様のCZP周波数特性となる。

[0143] したがって、図29に示されるように、CZP周波数特性において、本技術の斜め配列は、R,Bともにナイキストドメインが縦・横方向で2倍に大きくなり、その解像度は、Bayer配列と比較して解像度が向上する。これは、望ましい方向に解像度が向上することを意味している。

[0144] また、Green画素だけを斜め配列にして、Red画素およびBlue画素を正方配列にしてもよい。その場合、第1の実施の形態(図5)の例と同様のCZP周波数特性となる。さらに、Blue画素だけを斜め配列にしてもよい。その場合、第1の実施の形態のCZP周波数特性において青と緑が入れ替わったものとなる。同様に、Red画素だけを斜め配列にしてもよい。その場合、第1の実施の形態のCZP周波数特性において赤と緑が入れ替わったものとなる。なお、図29の例において、Green画素の有機光電変換膜52の上にBlue画素の有機光電変換膜122を配置し、Green画素の有機光電変換膜52の下に、Red画素の有機光電変換膜124を設置したが、上下の順番はどれが上でも下でもよいため、膜順を変更してもよい。

[0145] 以上のように、本技術によれば、Bayer配列と比して、同程度またはそれ以上の解像度を有し、かつ、高感度で高SN比となる。また、画素ずらしによる解像度向上が望める。

[0146] また、本技術によれば、Bayer配列と比して、解像度が同じまたはそれ以上でありながら、画素サイズを大きくできるために、プロセスが簡便で作製しやすく、量産性があり、コスト的なメリットがある。

[0147] 以上においては、本技術を、CMOS固体撮像素子に適用した構成について説明してきたが、CCD (Charge Coupled Device) 固体撮像素子といった固体撮

像素子に適用するようにしてもよい。

[0148] また、上記説明においては、第1の光電変換部として、Green画素の例を説明したが、Green画素の代わりに、Red画素やBlue画素を第1の光電変換部としてもよい。

[0149] なお、本技術は、固体撮像素子への適用に限られるものではなく、撮像装置にも適用可能である。ここで、撮像装置とは、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等のカメラシステムや、携帯電話機等の撮像機能を有する電子機器のことをいう。なお、電子機器に搭載されるモジュールの形態、すなわちカメラモジュールを撮像装置とする場合もある。

[0150] <9. 第9の実施の形態>

[イメージセンサの使用例]

図30は、上述の固体撮像素子を使用する使用例を示す図である。

[0151] 上述した固体撮像素子（イメージセンサ）は、例えば、以下のように、可視光や、赤外光、紫外光、X線等の光をセンシングする様々なケースに使用することができる。

[0152] ・デジタルカメラや、カメラ機能付きの携帯機器等の、鑑賞の用に供される画像を撮影する装置

・自動停止等の安全運転や、運転者の状態の認識等のために、自動車の前方や後方、周囲、車内等を撮影する車載用センサ、走行車両や道路を監視する監視カメラ、車両間等の測距を行う測距センサ等の、交通の用に供される装置

・ユーザのジェスチャを撮影して、そのジェスチャに従った機器操作を行うために、TVや、冷蔵庫、エアコンディショナ等の家電に供される装置

・内視鏡や、赤外光の受光による血管撮影を行う装置等の、医療やヘルスケアの用に供される装置

・防犯用途の監視カメラや、人物認証用途のカメラ等の、セキュリティの用に供される装置

・肌を撮影する肌測定器や、頭皮を撮影するマイクロスコープ等の、美容

の用に供される装置

- ・スポーツ用途等向けのアクションカメラやウェアラブルカメラ等の、スポーツの用に供される装置

- ・畑や作物の状態を監視するためのカメラ等の、農業の用に供される装置

[0153] [電子機器の構成例]

図31は、本技術を適用した電子機器としての、カメラ装置の構成例を示すブロック図である。

[0154] 図31のカメラ装置600は、レンズ群などからなる光学部601、本技術の各構造が採用される固体撮像素子（撮像デバイス）602、およびカメラ信号処理回路であるDSP回路603を備える。また、カメラ装置600は、フレームメモリ604、表示部605、記録部606、操作部607、および電源部608も備える。DSP回路603、フレームメモリ604、表示部605、記録部606、操作部607および電源部608は、バスライン609を介して相互に接続されている。

[0155] 光学部601は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで固体撮像素子602の撮像面上に結像する。固体撮像素子602は、光学部601によって撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。この固体撮像素子602として、上述した実施の形態に係る固体撮像素子を用いることができる。したがって、解像度を劣化させることなく、高感度で高SN比とすることができる。

[0156] 表示部605は、例えば、液晶パネルや有機EL (Electro Luminescence) パネル等のパネル型表示装置からなり、固体撮像素子602で撮像された動画または静止画を表示する。記録部606は、固体撮像素子602で撮像された動画または静止画を、ビデオテープやDVD (Digital Versatile Disk) 等の記録媒体に記録する。

[0157] 操作部607は、ユーザによる操作の下に、カメラ装置600が有する様々な機能について操作指令を発する。電源部608は、DSP回路603、フレームメモリ604、表示部605、記録部606および操作部607の

動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

[0158] なお、本開示における実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0159] また、以上において、1つの装置（または処理部）として説明した構成を分割し、複数の装置（または処理部）として構成するようにしてもよい。逆に、以上において複数の装置（または処理部）として説明した構成をまとめて1つの装置（または処理部）として構成されるようにしてもよい。また、各装置（または各処理部）の構成に上述した以外の構成を付加するようにしてももちろんよい。さらに、システム全体としての構成や動作が実質的に同じであれば、ある装置（または処理部）の構成の一部を他の装置（または他の処理部）の構成に含めるようにしてもよい。つまり、本技術は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0160] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、開示はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有するのであれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例また修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0161] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

（１） 第１の波長の光を変換し、正方画素配列に対して略４５度傾けた状態で各画素が２次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列された第１の光電変換部と、

前記第１の光電変換部の下部に、第２の波長の光を変換し、各画素が２次元的に配列された第２の光電変換部と

を備える固体撮像素子。

（２） 前記第１の波長の光は緑色光であり、前記第１の光電変換部は、

有機光電変換膜で構成されている

前記（１）に記載の固体撮像素子。

（３） 前記第１の光電変換部の下部に、第３の波長の光を変換し、各画素が２次元的に配列された第３の光電変換部を

さらに備える前記（１）または（２）に記載の固体撮像素子。

（４） 前記第２の波長の光または第３の波長の光は、それぞれ赤色光と青色光である

前記（３）に記載の固体撮像素子。

（５） 前記第２の光電変換部および第３の光電変換部は、正方面素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が２次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列されている

前記（３）または（４）に記載の固体撮像素子。

（６） 前記第２の光電変換部および第３の光電変換部は、正方面素配列に対して略０度傾けた状態で配列されている

前記（５）に記載の固体撮像素子。

（７） 前記第２の光電変換部および第３の光電変換部は、Si半導体で構成されている

前記（３）乃至（６）のいずれかに記載の固体撮像素子。

（８） 前記第２の光電変換部は、Si半導体で構成されている

前記（１）または（２）に記載の固体撮像素子。

（９） 前記第１の光電変換部と第２の光電変換部との間に赤色光を透過するフィルタと青色光を透過するフィルタを配置することで、前記第２の光電変換部の一部は、赤色光電変換部として機能し、前記第２の光電変換部の他の一部は、青色光電変換部として機能する

前記（１），（２）または（８）に記載の固体撮像素子。

（１０） 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方面素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が２次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列されている

前記（８）または（９）に記載の固体撮像素子。

（１１） 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方面素配列に対して略４５度傾けた状態で配列されている

前記（８）乃至（１０）のいずれかに記載の固体撮像素子。

（１２） 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方面素配列に対して略０度傾けた状態で配列されることで、前記第２の光電変換部のさらに他の一部の画素上に色フィルタのない画素配列を有する

前記（８）乃至（１１）のいずれかに記載の固体撮像素子。

（１３） 前記第１の光電変換部と第２の光電変換部との間にレンズをさらに備える前記（１）乃至（１２）のいずれかに記載の固体撮像素子。

（１４） 前記第１の光電変換部の上部に、第３の波長の光を変換し、各画素が２次元的に配列された第３の光電変換部を

さらに備える前記（２）に記載の固体撮像素子。

（１５） 前記第２の波長の光または第３の波長の光は、それぞれ赤色光と青色光である

前記（１４）に記載の固体撮像素子。

（１６） 前記第２の光電変換部および第３の光電変換部は、正方面素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が２次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに同じピッチの状態で配列されている

前記（１４）または（１５）に記載の固体撮像素子。

（１７） 前記第２の光電変換部および第３の光電変換部は、正方面素配列に対して略０度傾けた状態で配列されている

前記（１４）乃至（１６）のいずれかに記載の固体撮像素子。

（１８） 前記第２の光電変換部は、Si半導体で構成されており、
第３の光電変換部は、有機光電変換膜で構成されている

前記（１４）乃至（１７）のいずれかに記載の固体撮像素子。

（１９） 前記第２の光電変換部および第３の光電変換部は、有機光電変換膜で構成されている

前記（１４）乃至（１７）のいずれかに記載の固体撮像素子。

（２０） 第１の波長の光を変換し、正画面素配列に対して略４５度傾けた状態で各画素が２次的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列された第１の光電変換部と、

前記第１の光電変換部の下部に、第２の波長の光を変換し、各画素が２次的に配列された第２の光電変換部と

を備える固体撮像素子と、

前記固体撮像素子から出力される出力信号を処理する信号処理回路と、

入射光を前記固体撮像素子に入射する光学系と

を有する電子機器。

符号の説明

[0162] １ 固体撮像素子， ２ 画素， ５１－１ 上部透明電極， ５１－２ 下部透明電極， ５２ 有機光電変膜， ５３ 電源プラグ， ５４ 貫通電極， ５５ B-PD， ５６ R-PD， ５７ VG， ５８ FD， ５９ ゲート， ７１ R-OCCF， ７２ B-OCCF， ８１ Mg-PD， ９１ レンズ， １０１ レンズ， １０２ レンズ， １２１－１ 上部透明電極， １２１－２ 下部透明電極， １２２ 有機光電変膜， １２３ 電源プラグ， １２４ 孔， １２５ 貫通電極， １４１－１ 上部透明電極， １４１－２ 下部透明電極， １４２ 有機光電変膜， １４３ 電源プラグ， １４４ 孔， １４５ 孔， １４６ 貫通電極， ６００ カメラ装置， ６０２ 固体撮像素子

請求の範囲

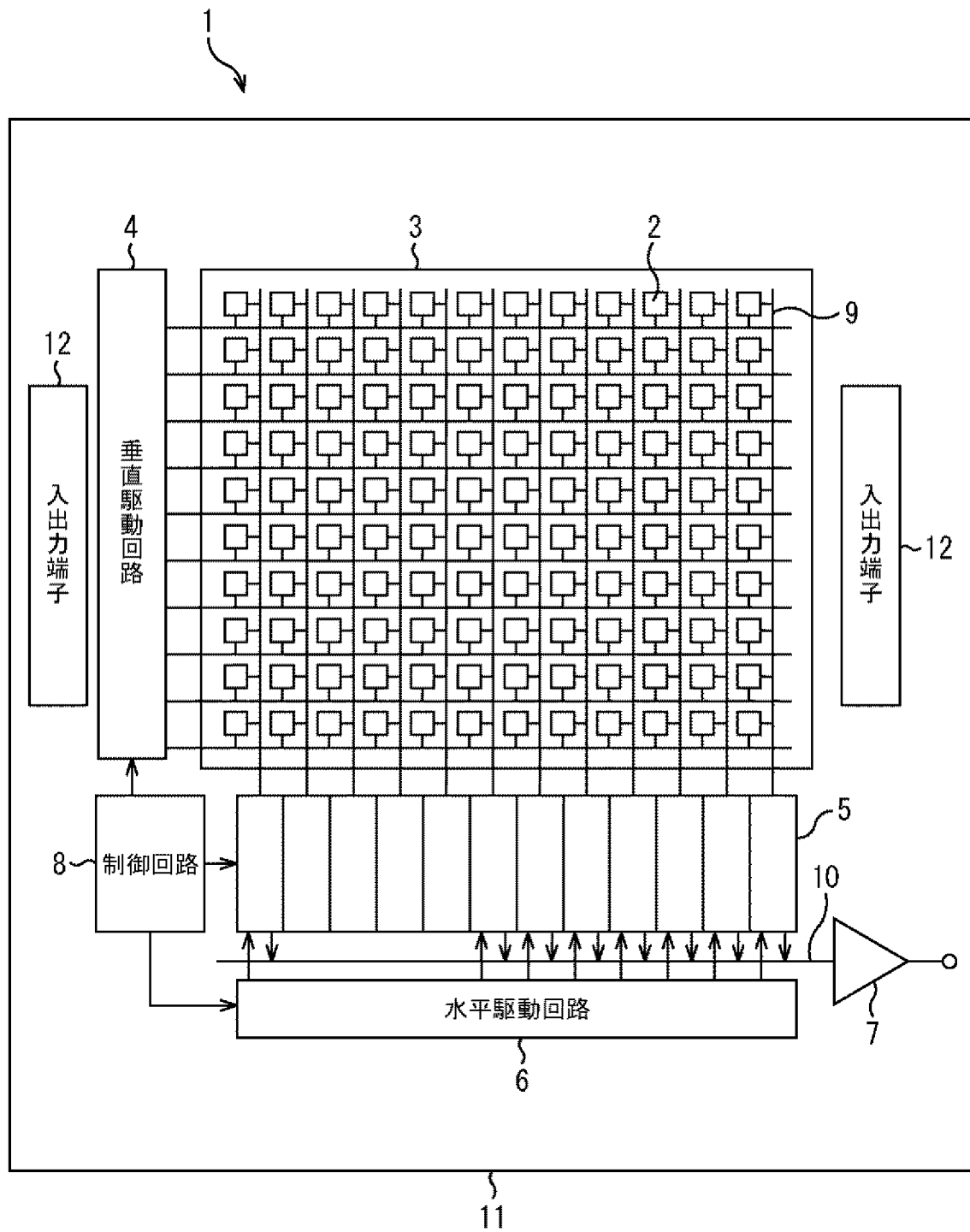
- [請求項1] 第1の波長の光を変換し、正方画素配列に対して略45度傾けた状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列された第1の光電変換部と、
- 前記第1の光電変換部の下部に、第2の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列された第2の光電変換部と
- を備える固体撮像素子。
- [請求項2] 前記第1の波長の光は緑色光であり、前記第1の光電変換部は、有機光電変換膜で構成されている
- 請求項1に記載の固体撮像素子。
- [請求項3] 前記第1の光電変換部の下部に、第3の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列された第3の光電変換部を
- さらに備える請求項2に記載の固体撮像素子。
- [請求項4] 前記第2の波長の光または第3の波長の光は、それぞれ赤色光と青色光である
- 請求項3に記載の固体撮像素子。
- [請求項5] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、正方画素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列されている
- 請求項4に記載の固体撮像素子。
- [請求項6] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、正方画素配列に対して略0度傾けた状態で配列されている
- 請求項5に記載の固体撮像素子。
- [請求項7] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、Si半導体で構成されている
- 請求項6に記載の固体撮像素子。
- [請求項8] 前記第2の光電変換部は、Si半導体で構成されている
- 請求項2に記載の固体撮像素子。

- [請求項9] 前記第1の光電変換部と第2の光電変換部との間に赤色光を透過するフィルタと青色光を透過するフィルタを配置することで、前記第2の光電変換部の一部は、赤色光電変換部として機能し、前記第2の光電変換部の他の一部は、青色光電変換部として機能する
請求項8に記載の固体撮像素子。
- [請求項10] 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方画素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列されている
請求項9に記載の固体撮像素子。
- [請求項11] 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方画素配列に対して略45度傾けた状態で配列されている
請求項10に記載の固体撮像素子。
- [請求項12] 前記赤色光電変換部および青色光電変換部の各画素は、正方画素配列に対して略0度傾けた状態で配列されることで、前記第2の光電変換部のさらに他の一部の画素上に色フィルタのない画素配列を有する
請求項10に記載の固体撮像素子。
- [請求項13] 前記第1の光電変換部と第2の光電変換部との間にレンズをさらに備える請求項9に記載の固体撮像素子。
- [請求項14] 前記第1の光電変換部の上部に、第3の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列された第3の光電変換部をさらに備える請求項2に記載の固体撮像素子。
- [請求項15] 前記第2の波長の光または第3の波長の光は、それぞれ赤色光と青色光である
請求項14に記載の固体撮像素子。
- [請求項16] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、正方画素配列に対して同じ傾きの状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列されている
請求項14に記載の固体撮像素子。

- [請求項17] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部のピッチは、正方画素配列に対して略0度傾けた状態で配列されている
請求項16に記載の固体撮像素子。
- [請求項18] 前記第2の光電変換部は、Si半導体で構成されており、
第3の光電変換部は、有機光電変換膜で構成されている
請求項14に記載の固体撮像素子。
- [請求項19] 前記第2の光電変換部および第3の光電変換部は、有機光電変換膜で構成されている
請求項14に記載の固体撮像素子。
- [請求項20] 第1の波長の光を変換し、正方画素配列に対して略45度傾けた状態で各画素が2次元的に水平方向および垂直方向のそれぞれに配列された第1の光電変換部と、
前記第1の光電変換部の下部に、第2の波長の光を変換し、各画素が2次元的に配列された第2の光電変換部と
を備える固体撮像素子と、
前記固体撮像素子から出力される出力信号を処理する信号処理回路と、
入射光を前記固体撮像素子に入射する光学系と
を有する電子機器。

[図1]

図1

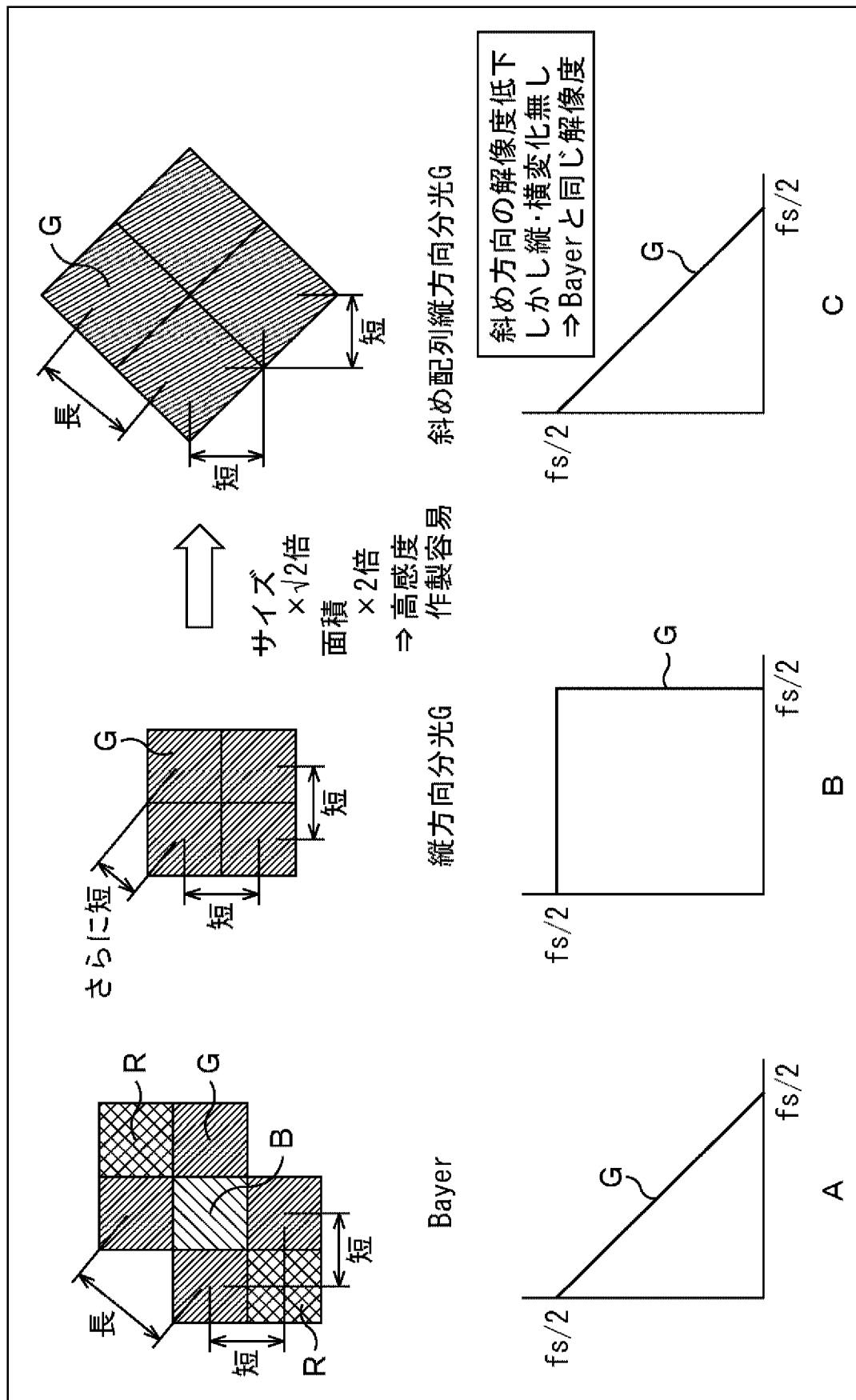


[図2]
図2

断面構造		
画素配列		
CZP周波数特性		
	Bayer 配列	3層縦方向分光

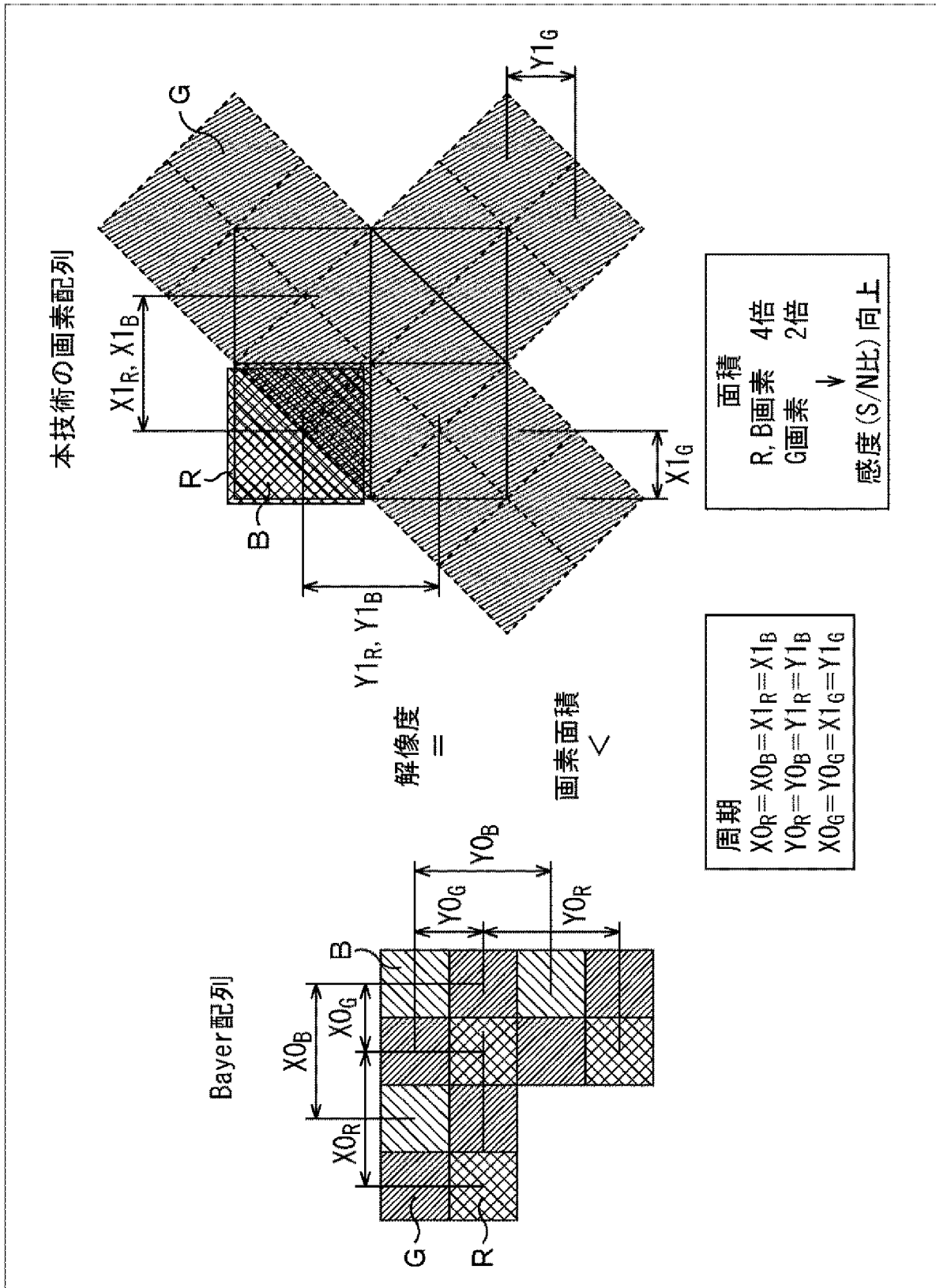
[図3]

図3



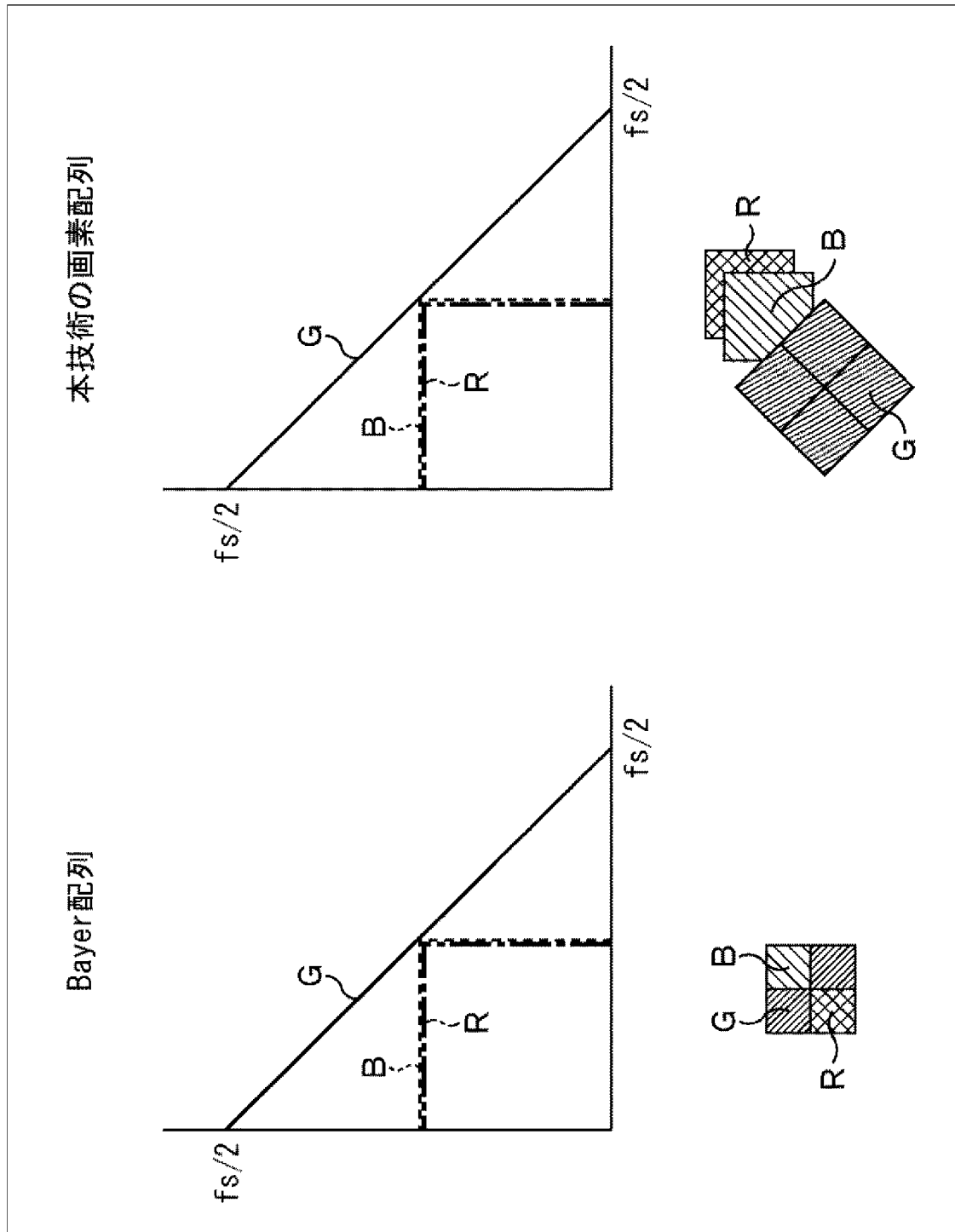
[図4]

図4



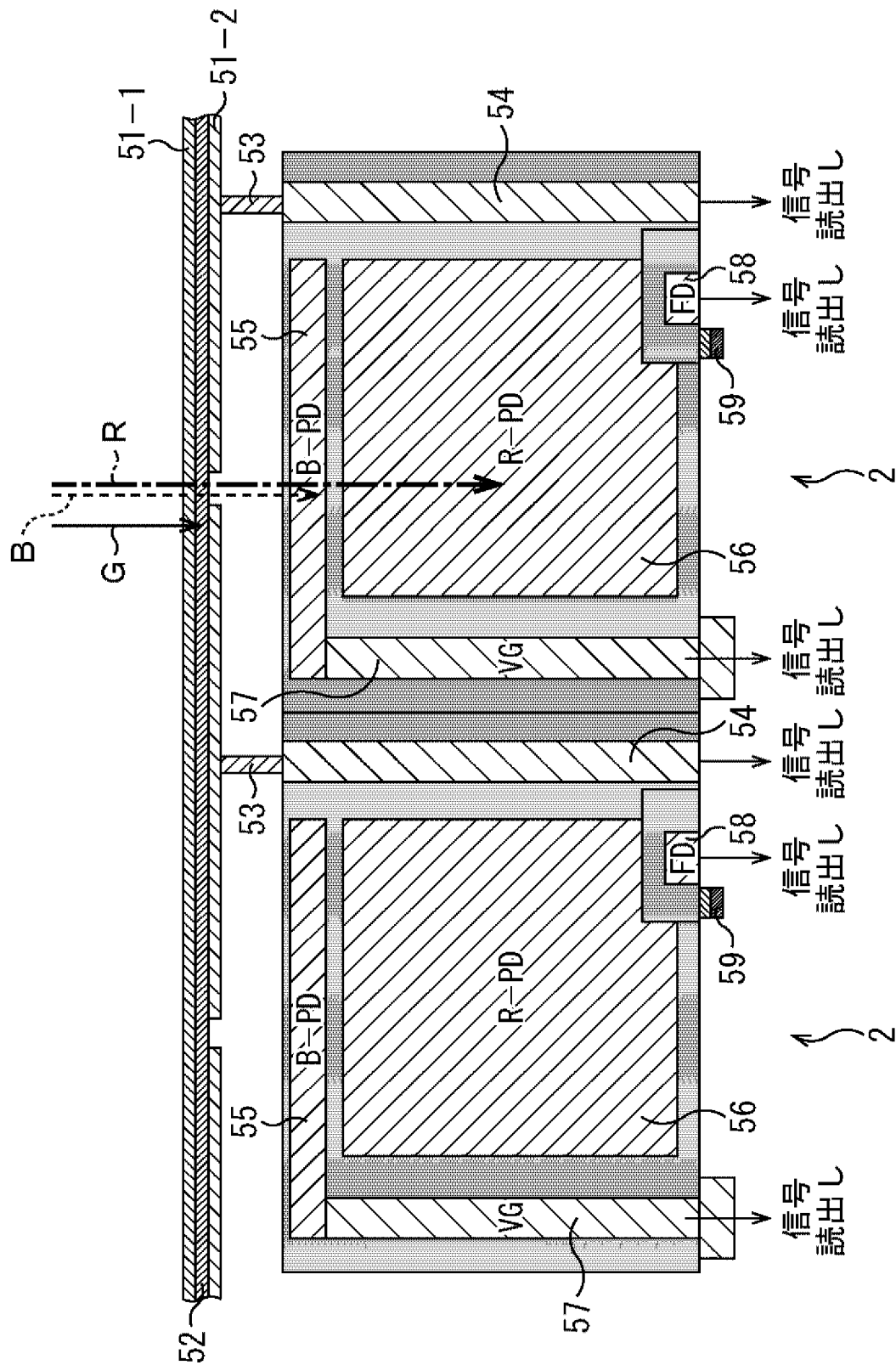
[図5]

図5



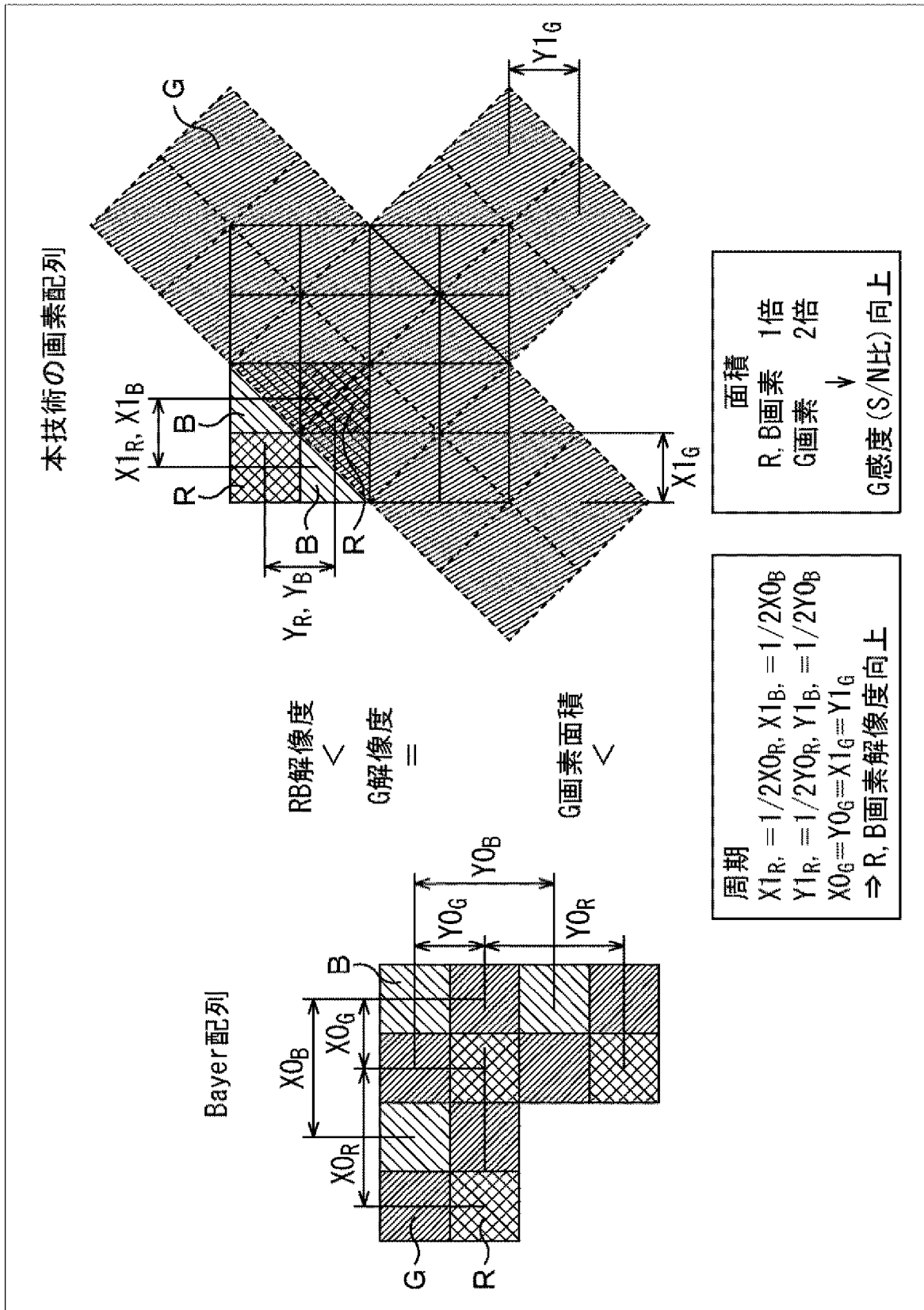
[図6]

図6



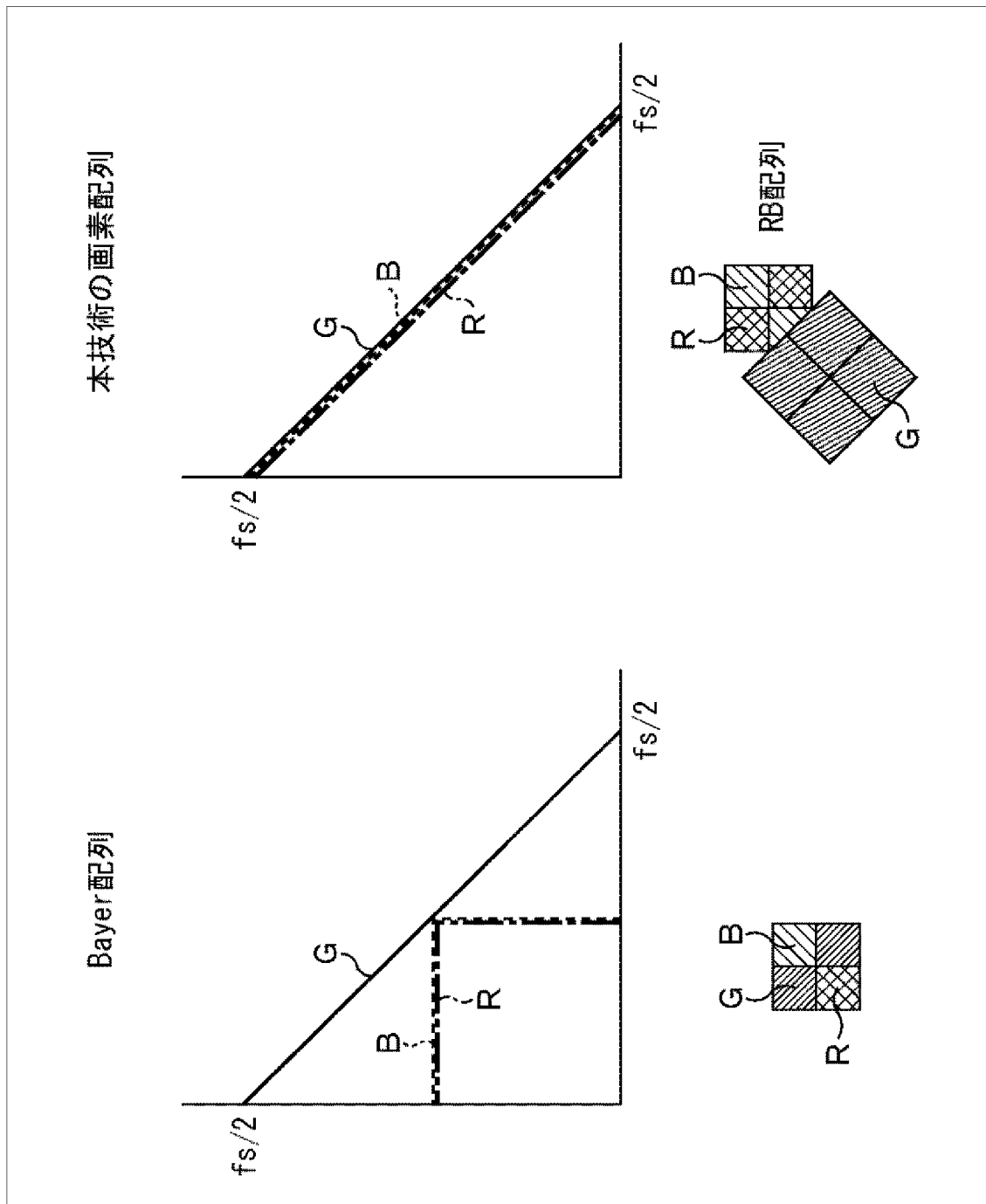
[図8]

図8



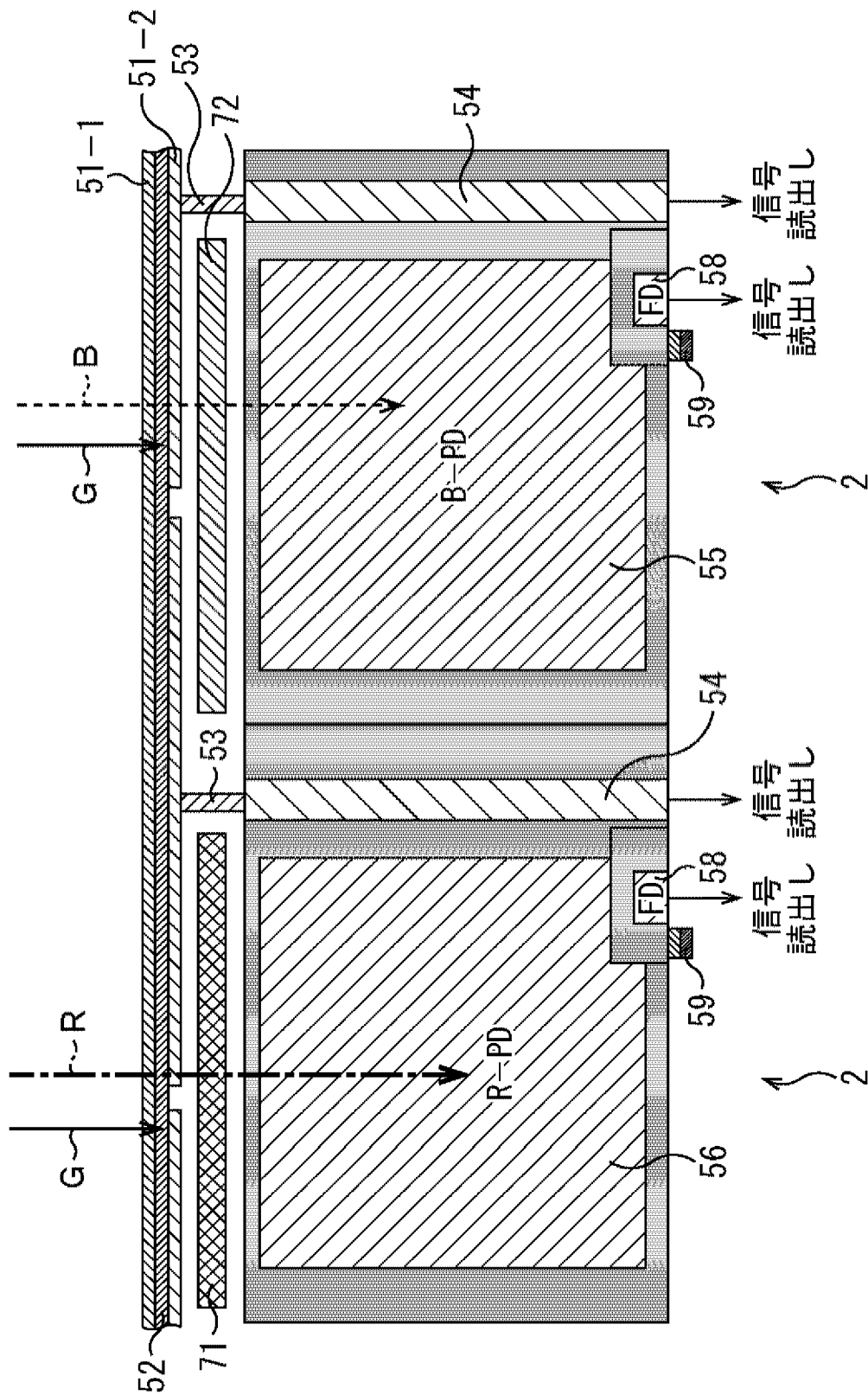
[図9]

図9



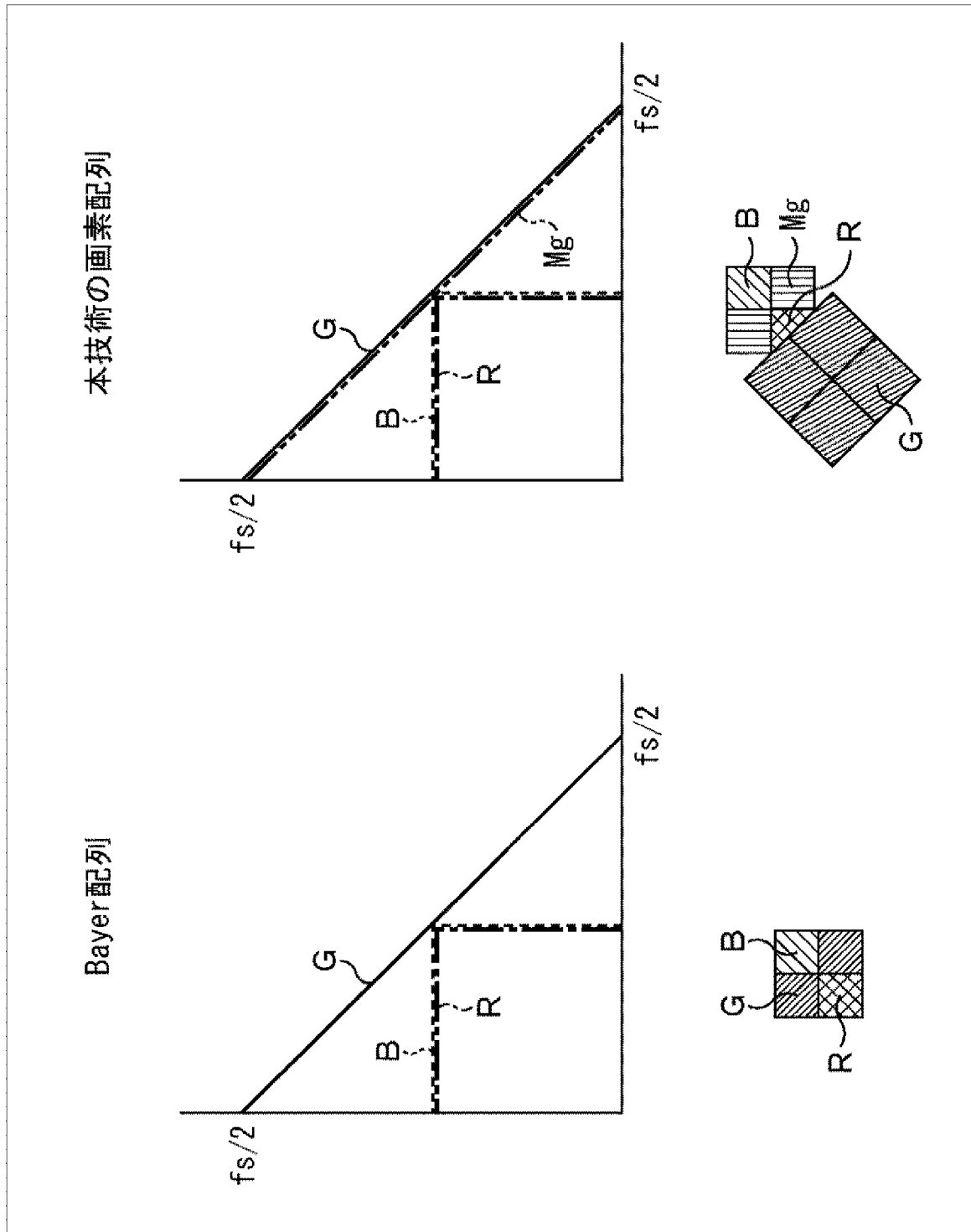
[図10]

図10



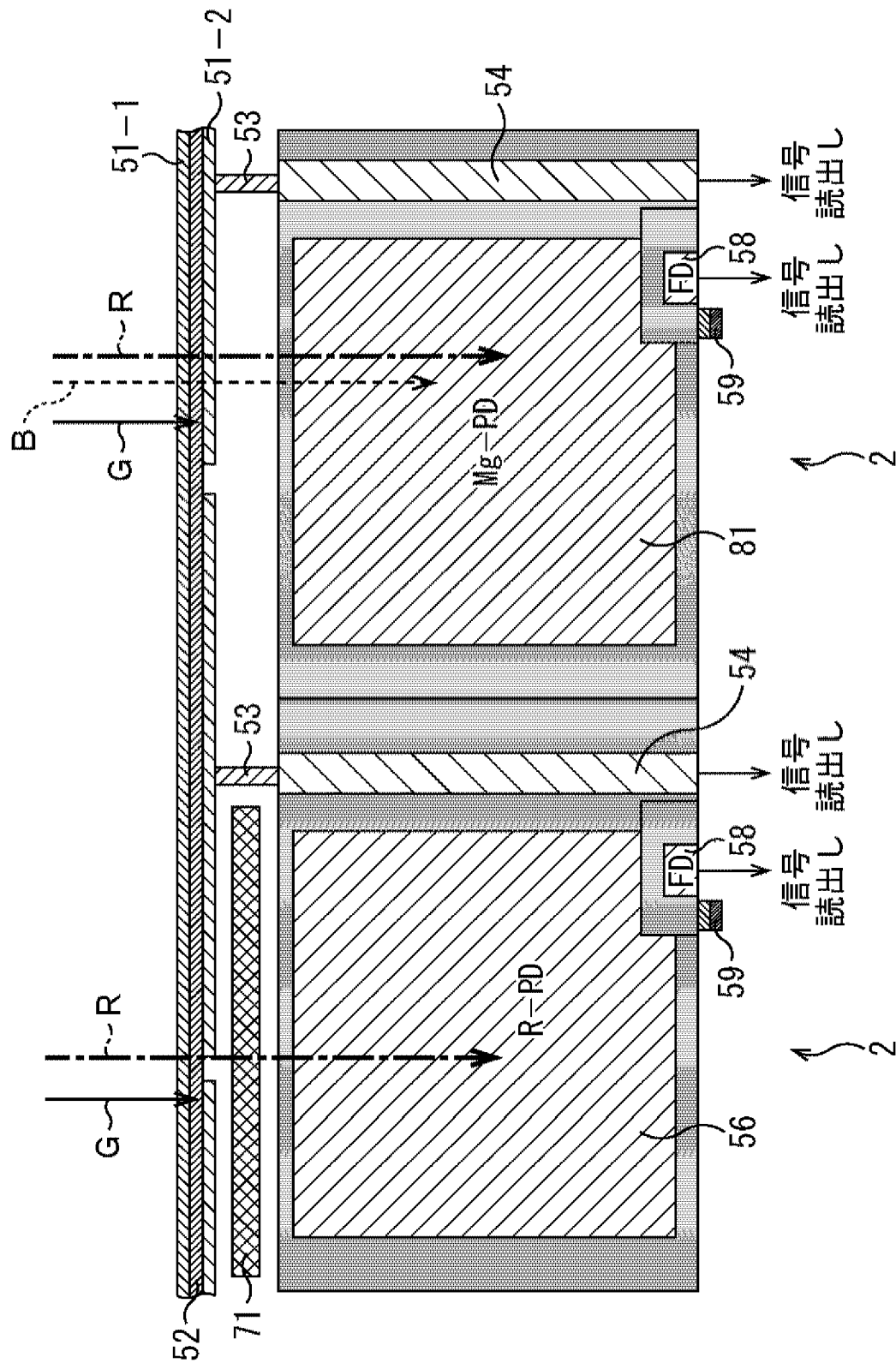
[図12]

図12

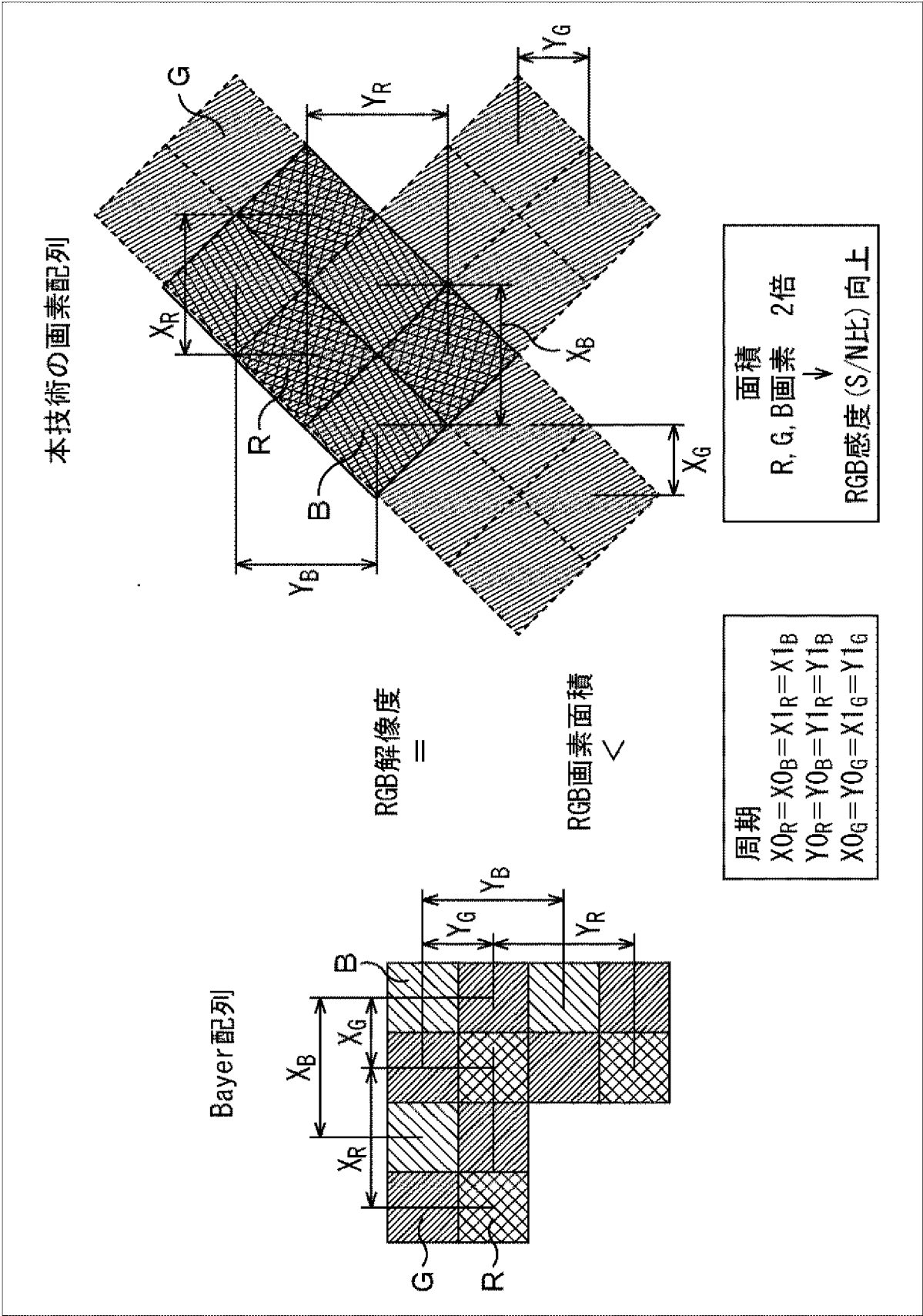


[図13]

図13

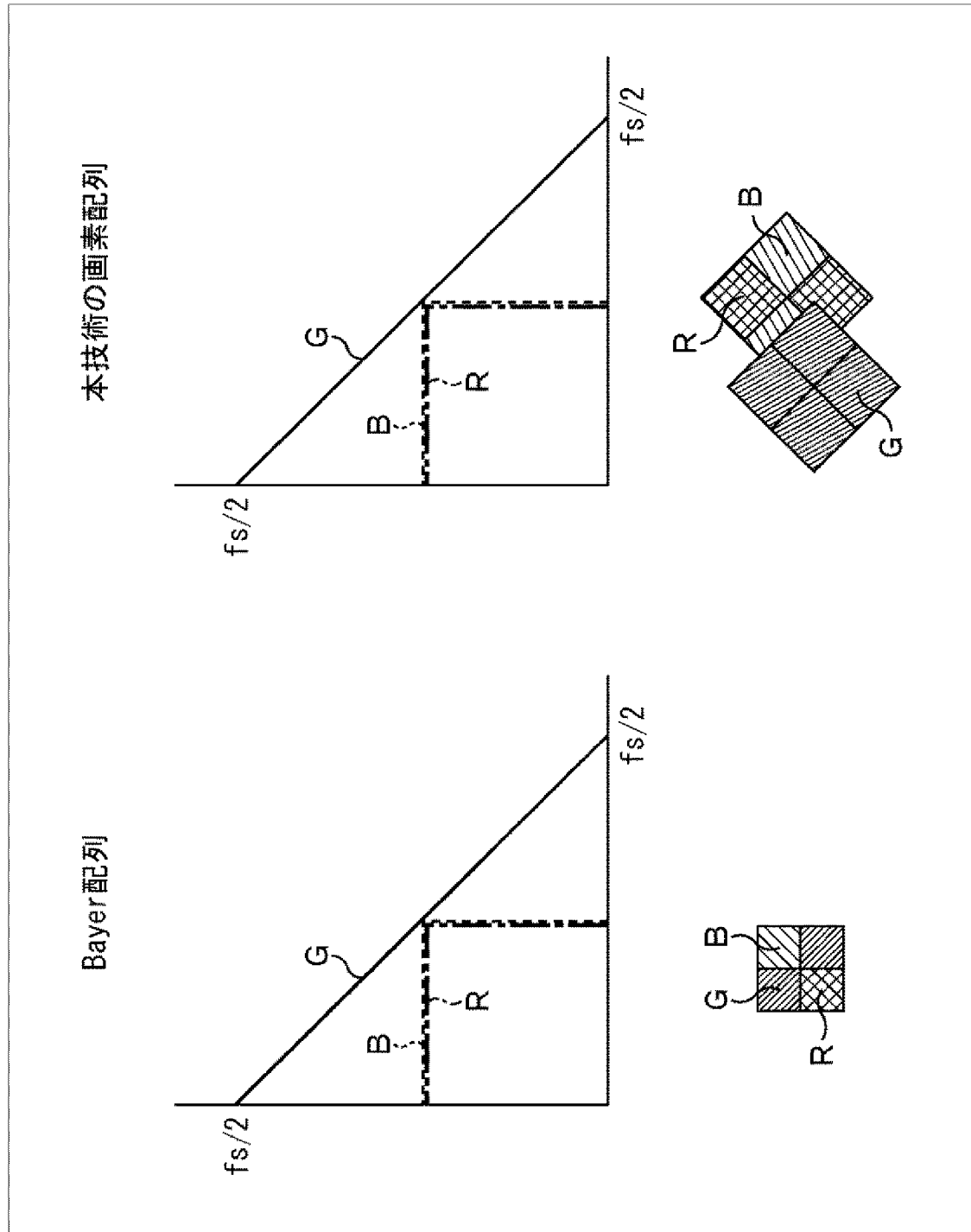


[図14]
図14

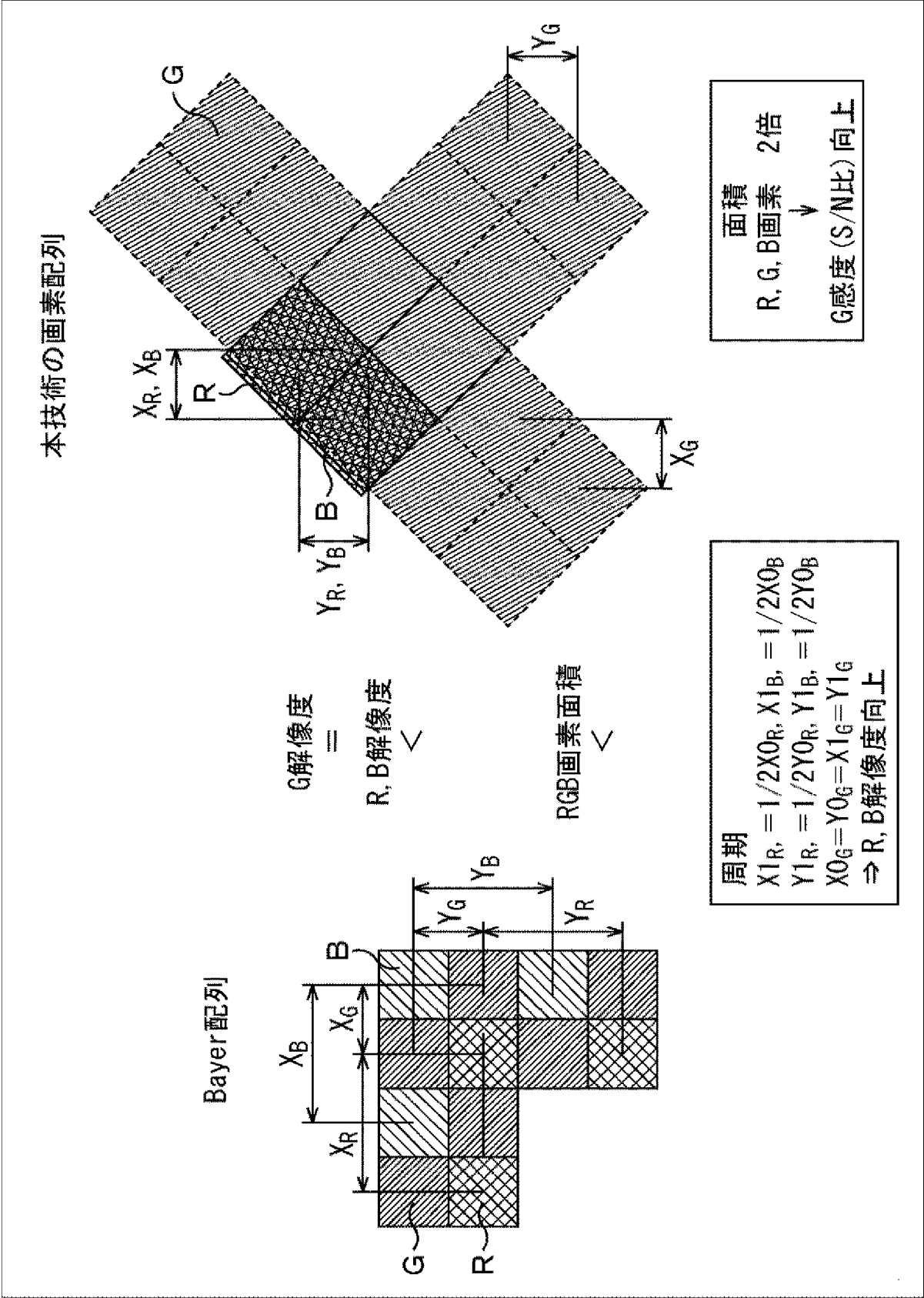


[図15]

図15

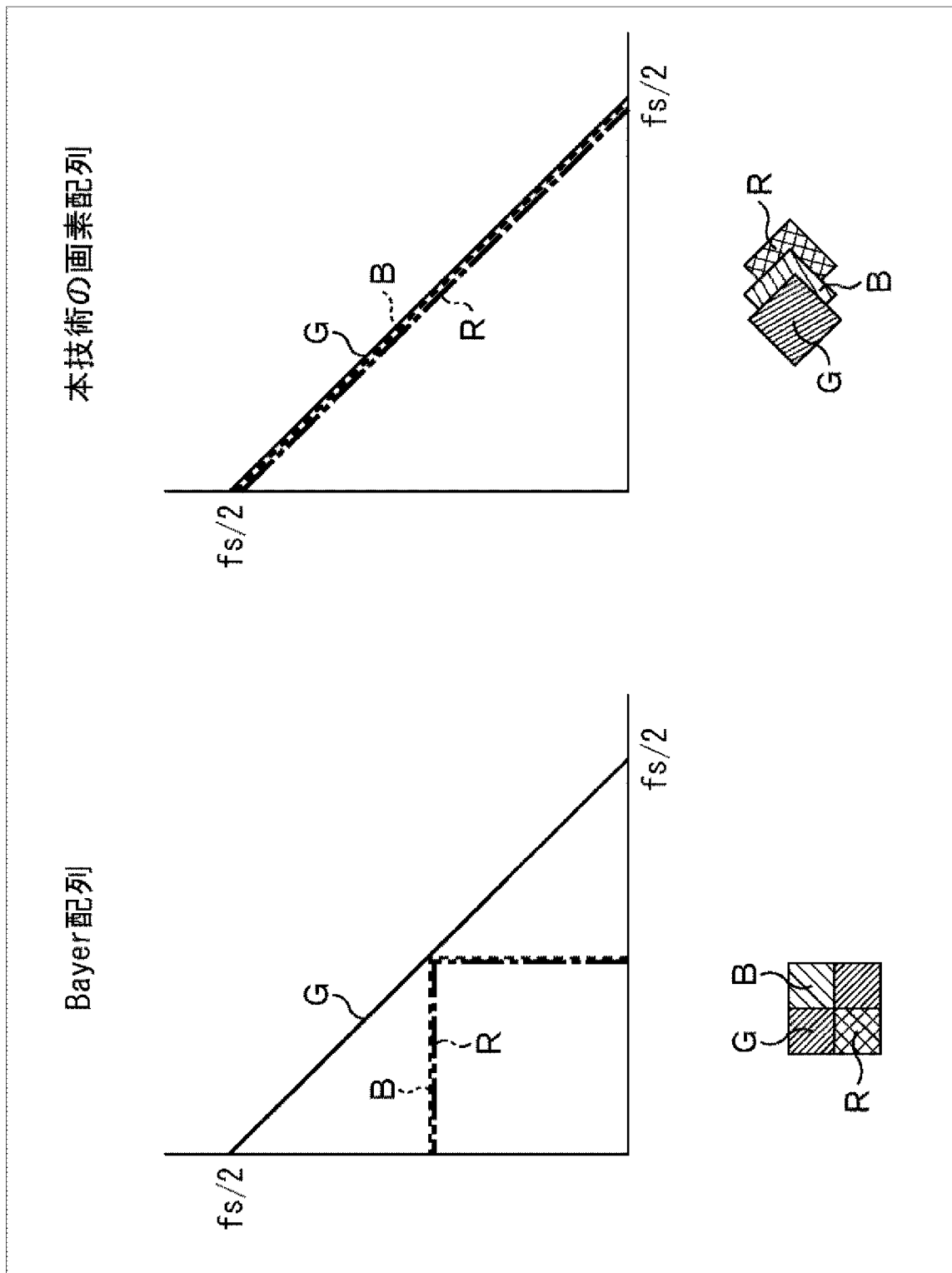


[図17]
図17



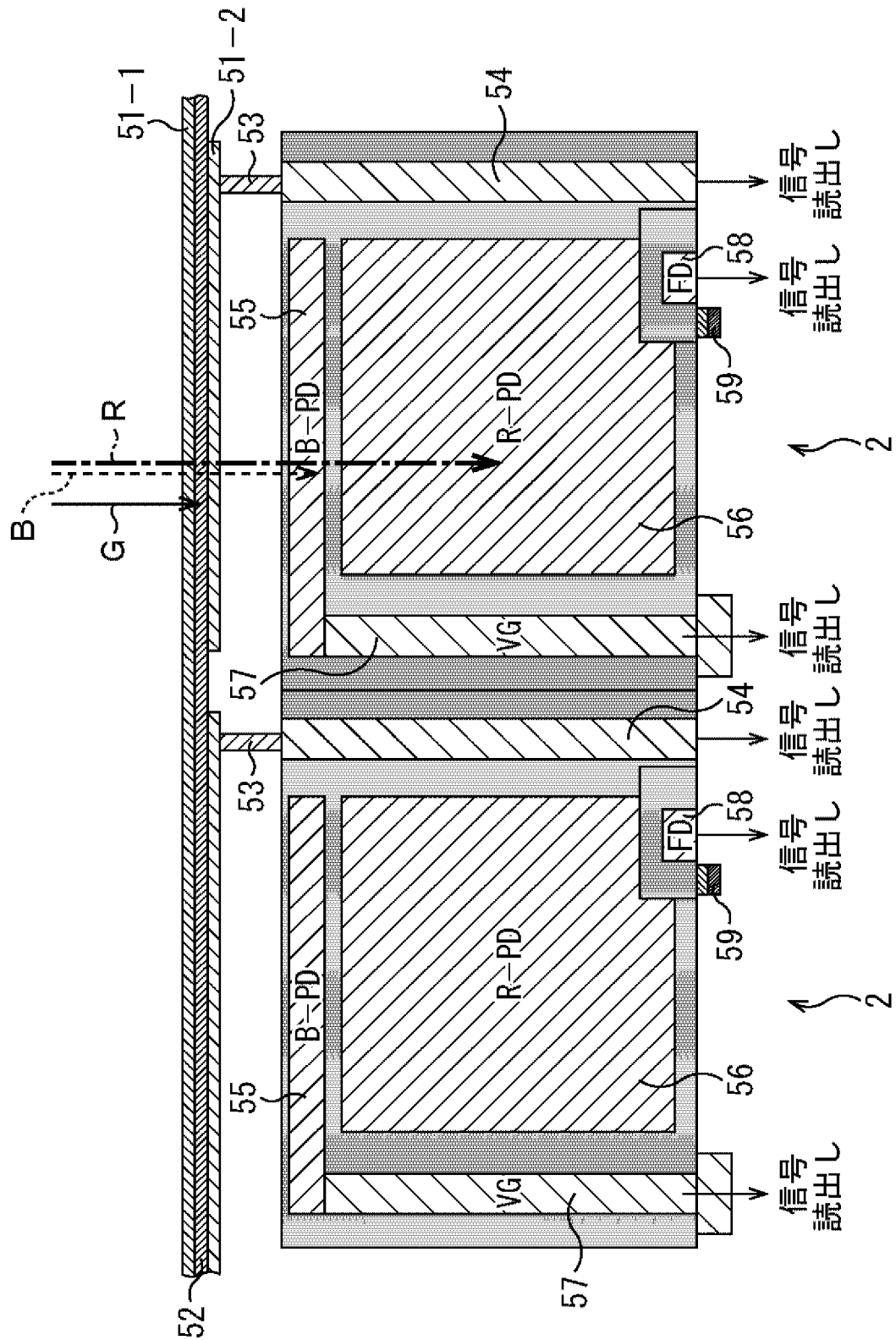
[図18]

図18



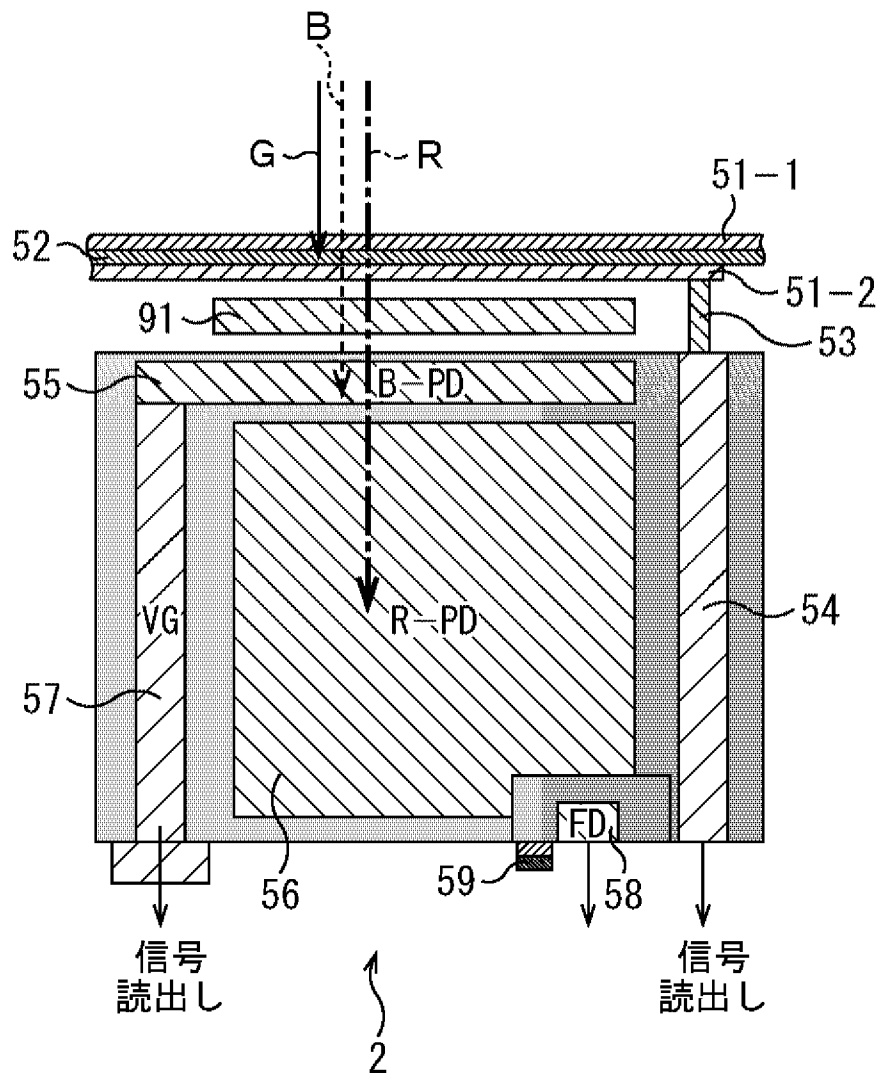
[図19]

図19



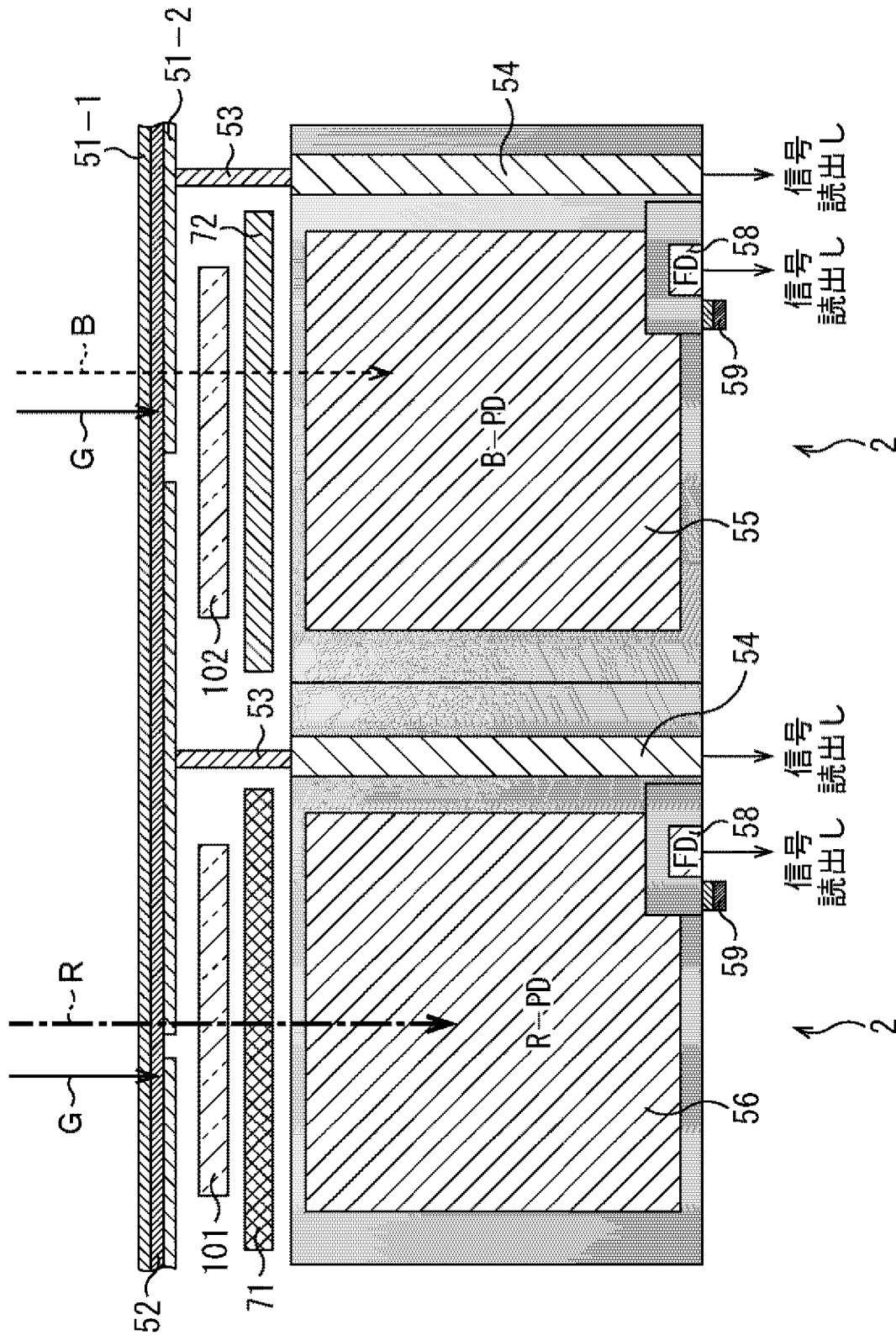
[図20]

図20

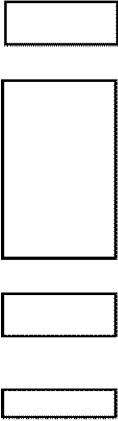
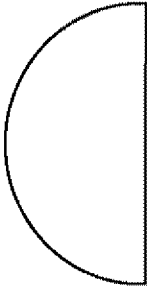
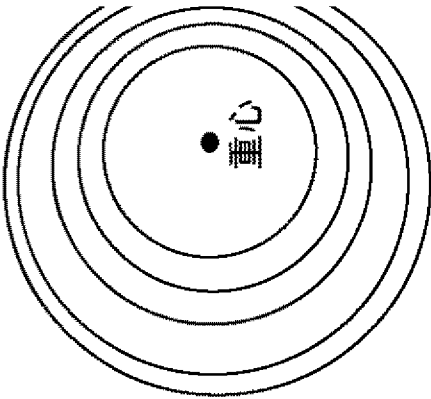
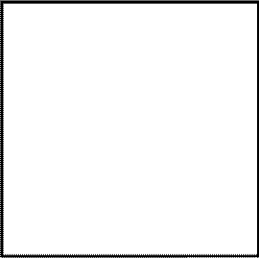
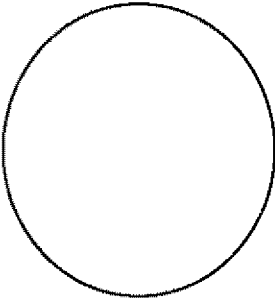


[図21]

図21

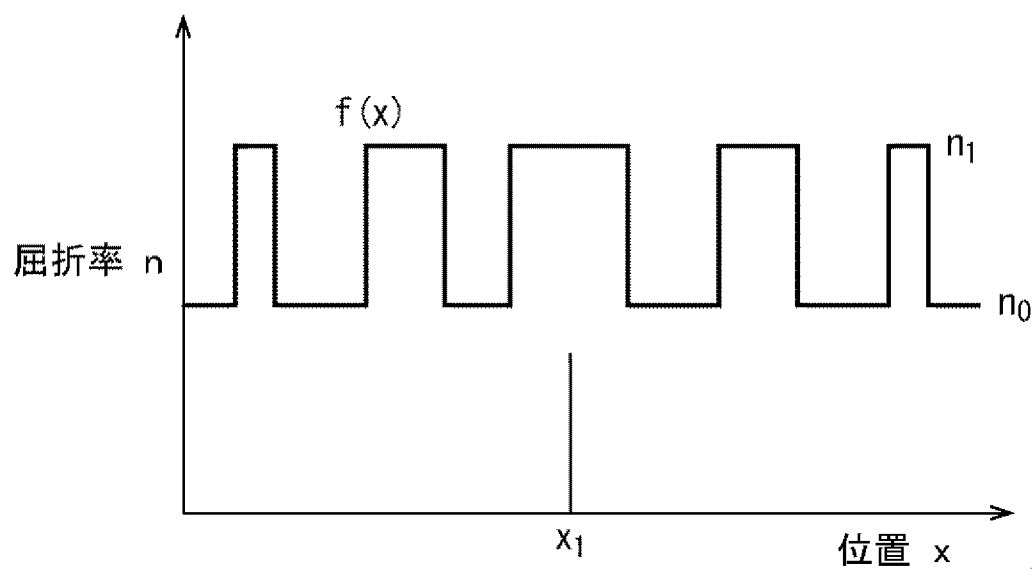


[図22]
図22

断面		デジタル	
		BOX	
		球面	
上面		デジタル	
		BOX	
		円盤	

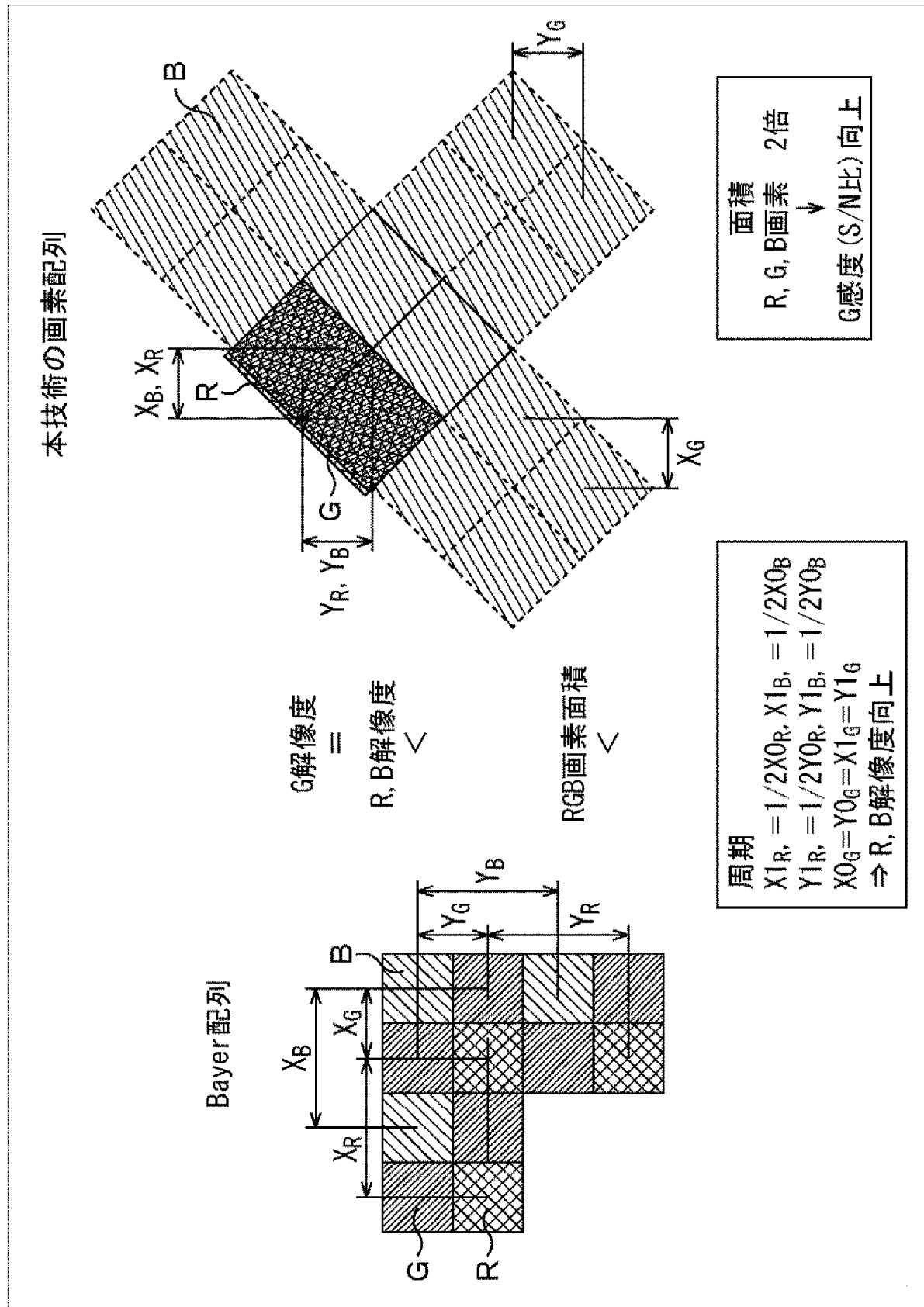
[図23]

図23



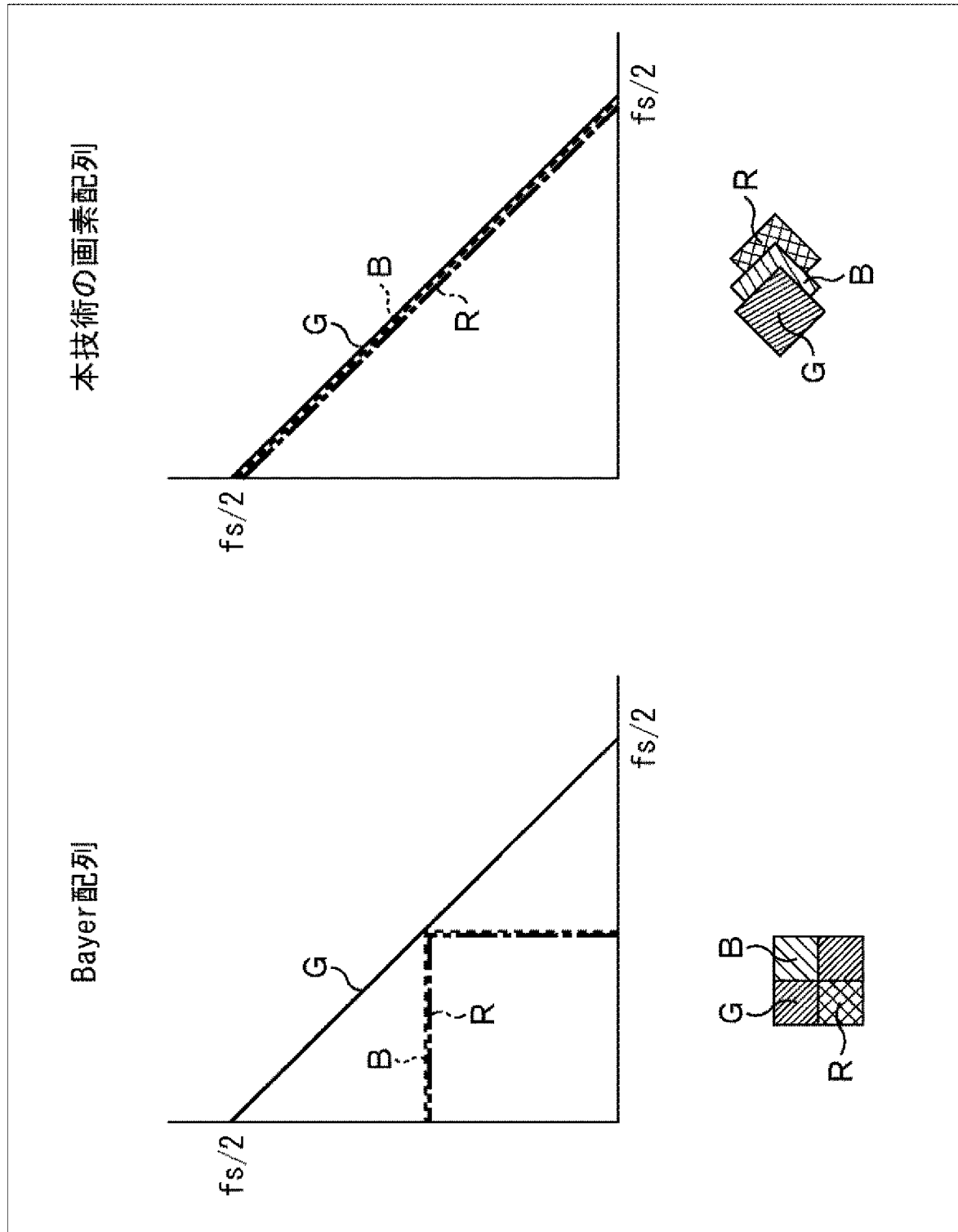
[図25]

図25



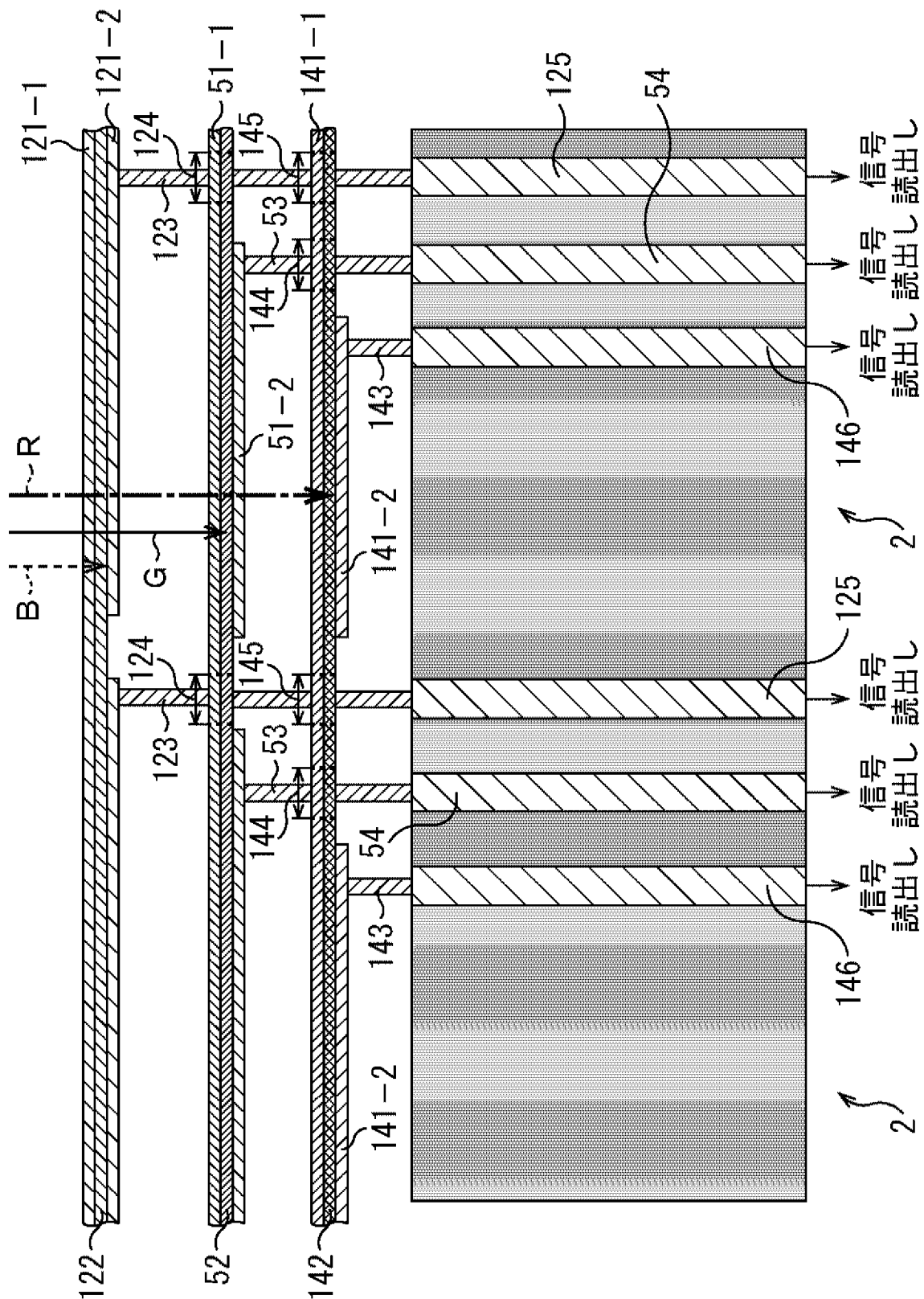
[図26]

図26



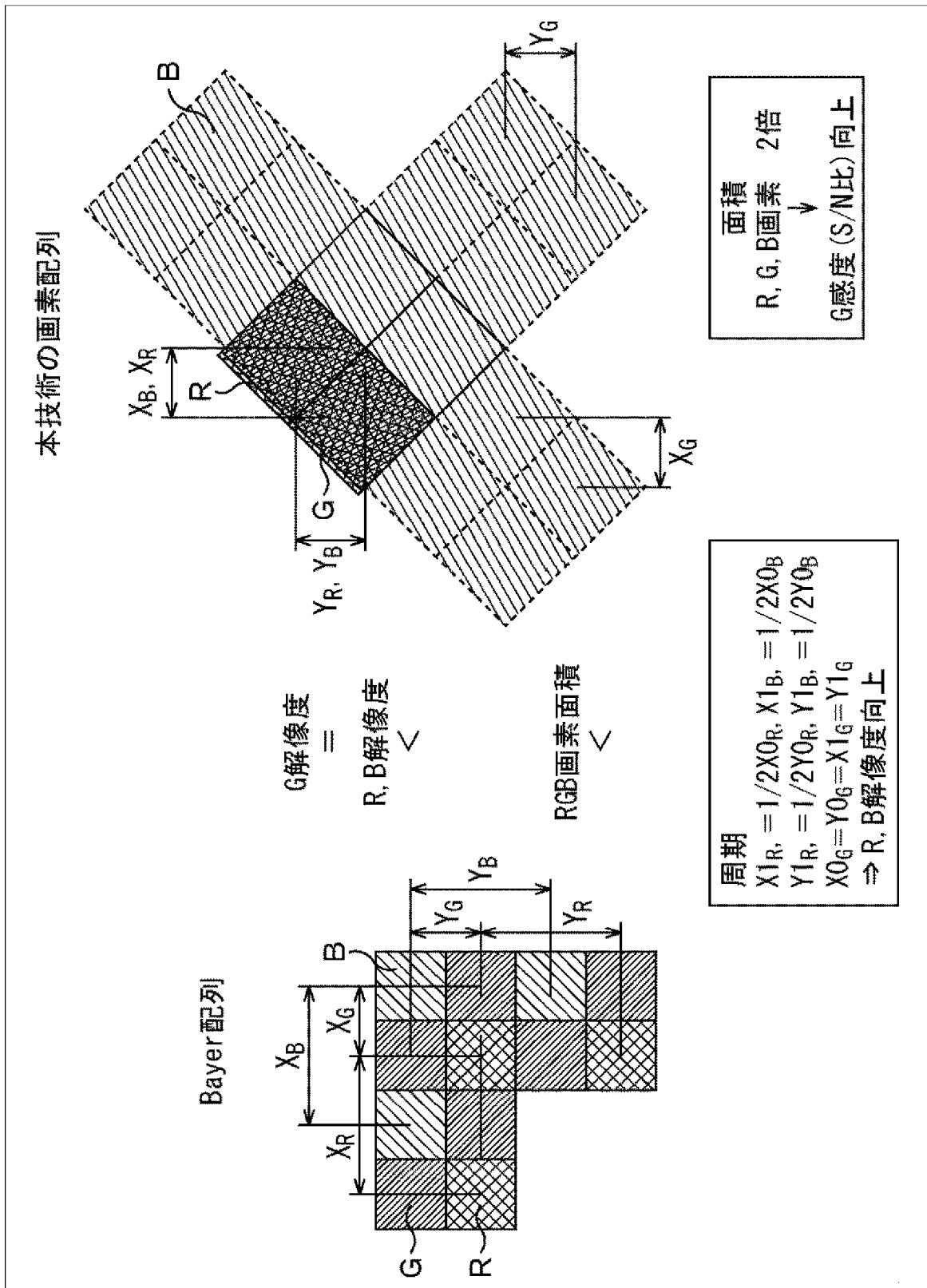
[図27]

図27



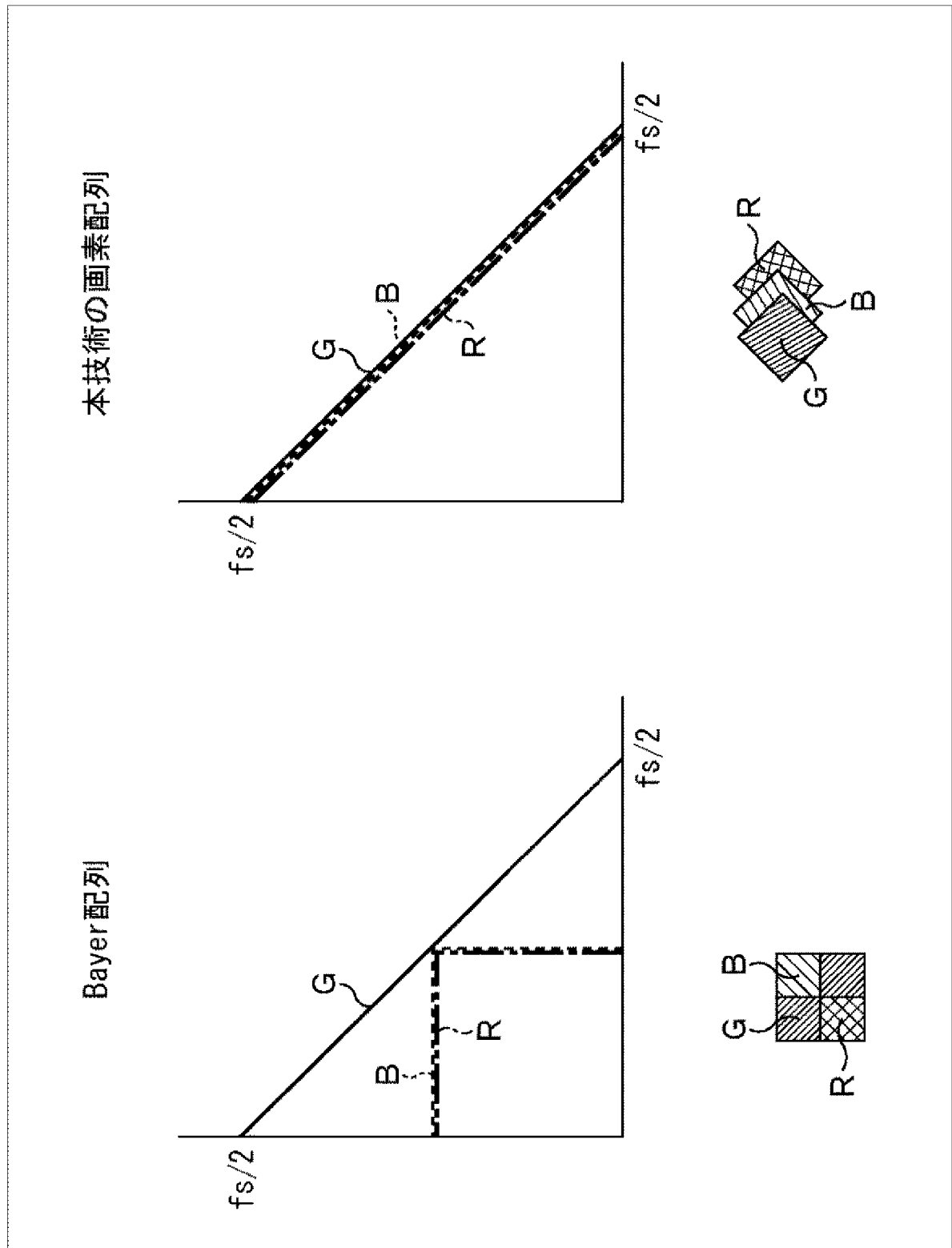
[図28]

図28



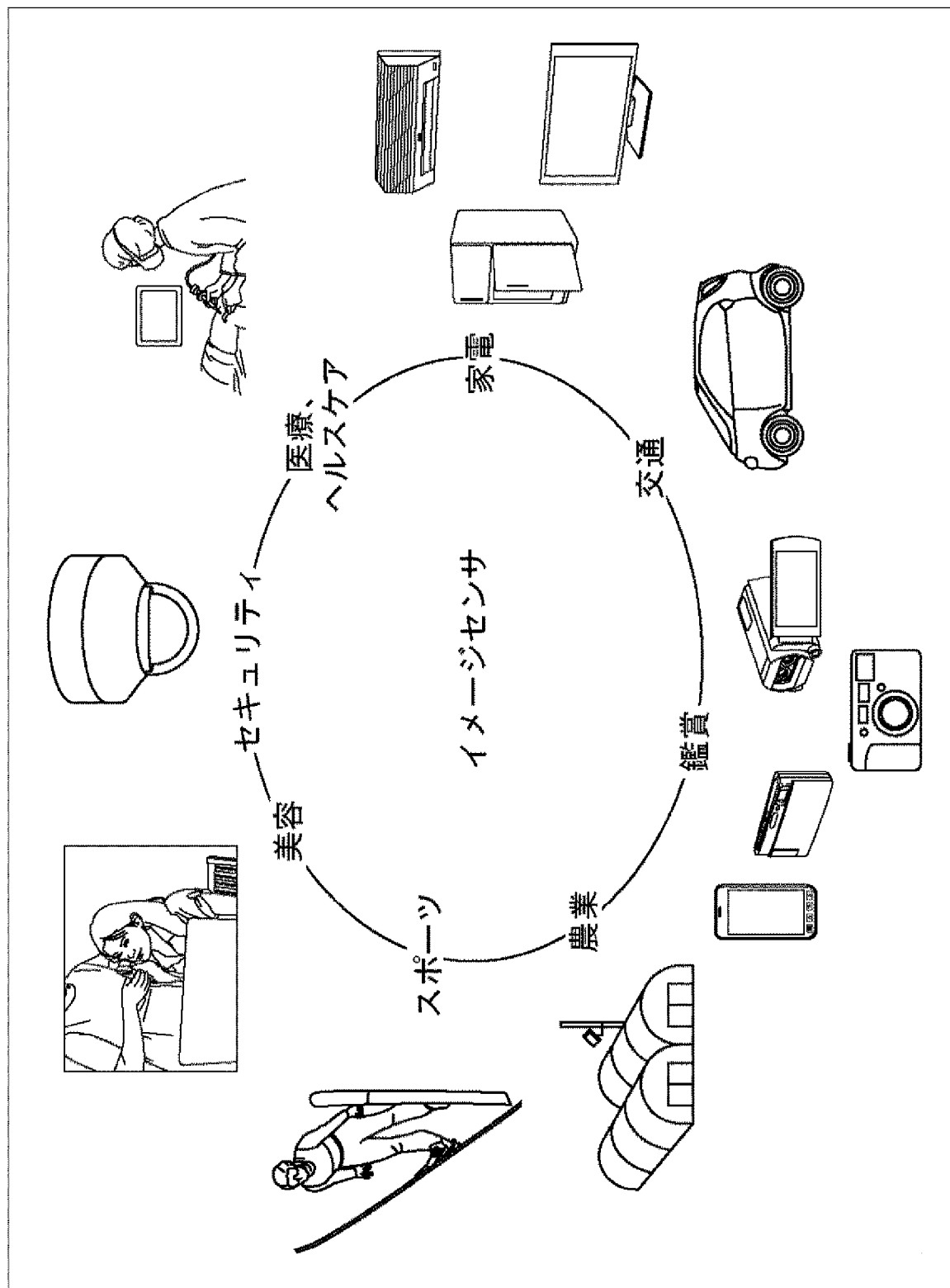
[図29]

図29



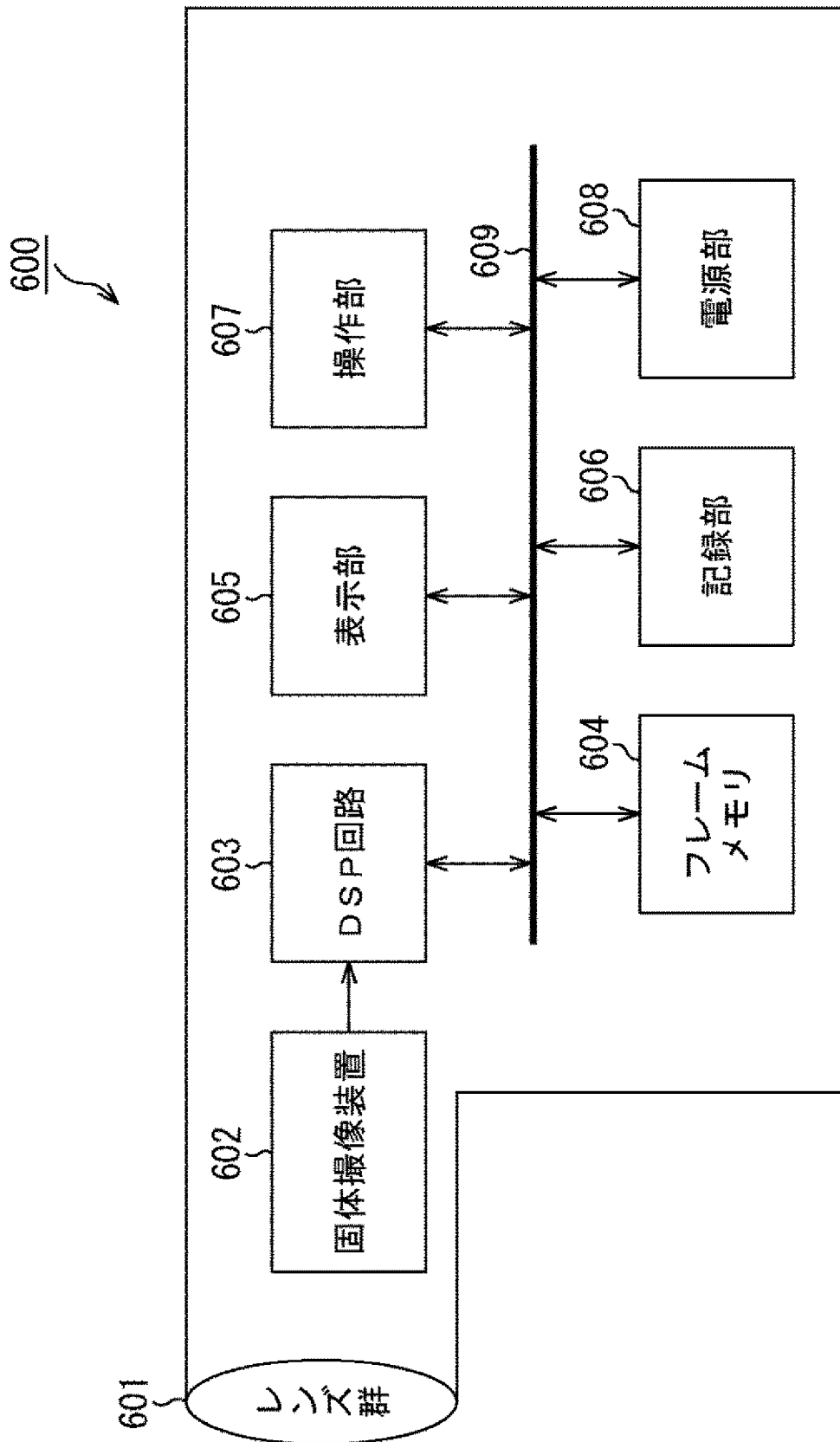
[図30]

図30



[図31]

図31



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081998

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L27/146(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i, H04N5/374(2011.01)i, H04N9/07(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L27/146, H01L27/14, H04N5/369, H04N5/374, H04N9/07

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-054806 A (Canon Inc.), 12 March 2009 (12.03.2009), paragraphs [0015] to [0018]; fig. 2 (Family: none)	1-20
Y	WO 2012/161225 A1 (Sony Corp.), 29 November 2012 (29.11.2012), paragraph [0071]; fig. 10, 11 & US 2014/0071244 A1 paragraphs [0196] to [0204]; fig. 10, 11 & EP 2717561 A1	1-20
Y	JP 2006-270021 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 05 October 2006 (05.10.2006), paragraph [0043]; fig. 2 & US 2006/0201546 A1 paragraph [0124]; fig. 2	5-13

☒ 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
22 January 2016 (22.01.16)

Date of mailing of the international search report
02 February 2016 (02.02.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081998

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-272666 A (Panasonic Corp.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraph [0062]; fig. 7 & WO 2010/134147 A1 paragraph [0062]; fig. 7	9-13
Y	JP 2006-229022 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 31 August 2006 (31.08.2006), paragraphs [0037] to [0039]; fig. 1 & US 2006/0186316 A1 paragraphs [0042] to [0044]; fig. 1	14-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L27/146(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i, H04N5/374(2011.01)i, H04N9/07(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L27/146, H01L27/14, H04N5/369, H04N5/374, H04N9/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-054806 A（キヤノン株式会社） 2009.03.12, 段落[0015]-[0018], 第2図（ファミリーなし）	1-20
Y	WO 2012/161225 A1（ソニー株式会社） 2012.11.29, 段落[0071], 第10, 11図 & US 2014/0071244 A1, 段落[0196]-[0204], 第10, 11図 & EP 2717561 A1	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.01.2016

国際調査報告の発送日

02.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

西出 隆二

5 F

3356

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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
Y	JP 2006-270021 A (富士写真フイルム株式会社) 2006.10.05, 段落[0043], 第2図 & US 2006/0201546 A1, 段落[0124], 第2図	5-13
Y	JP 2010-272666 A (パナソニック株式会社) 2010.12.02, 段落[0062], 第7図 & WO 2010/134147 A1, 段落[0062], 第7図	9-13
Y	JP 2006-229022 A (富士写真フイルム株式会社) 2006.08.31, 段落[0037]-[0039], 第1図 & US 2006/0186316 A1, 段落[0042]-[0044], 第1図	14-19