

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7657565号  
(P7657565)

(45)発行日 令和7年4月7日(2025.4.7)

(24)登録日 令和7年3月28日(2025.3.28)

|                                      |                 |                                     |       |       |  |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------|-------|--|
| (51)国際特許分類                           |                 | F I                                 |       |       |  |
| H 0 4 N                              | 25/10 (2023.01) | H 0 4 N                             | 25/10 |       |  |
| H 1 0 F                              | 39/12 (2025.01) | H 1 0 F                             | 39/12 | D     |  |
| G 0 2 B                              | 5/20 (2006.01)  | G 0 2 B                             | 5/20  | 1 0 1 |  |
| G 0 2 B                              | 3/00 (2006.01)  | G 0 2 B                             | 3/00  | A     |  |
| G 0 2 B                              | 5/00 (2006.01)  | G 0 2 B                             | 5/00  | Z     |  |
| 請求項の数 27 (全73頁)                      |                 |                                     |       |       |  |
| (21)出願番号 特願2020-177398(P2020-177398) |                 | (73)特許権者 390019839                  |       |       |  |
| (22)出願日 令和2年10月22日(2020.10.22)       |                 | 三星電子株式会社                            |       |       |  |
| (65)公開番号 特開2021-69119(P2021-69119A)  |                 | S a m s u n g E l e c t r o n i c s |       |       |  |
| (43)公開日 令和3年4月30日(2021.4.30)         |                 | C o . , L t d .                     |       |       |  |
| 審査請求日 令和5年9月7日(2023.9.7)             |                 | 大韓民国京畿道水原市靈通区三星路 1 2                |       |       |  |
| (31)優先権主張番号 10-2019-0132385          |                 | 9                                   |       |       |  |
| (32)優先日 令和1年10月23日(2019.10.23)       |                 | 1 2 9 , S a m s u n g - r o , Y e o |       |       |  |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 韓国(KR)             |                 | n g t o n g - g u , S u w o n - s i |       |       |  |
| (31)優先権主張番号 10-2019-0132386          |                 | , G y e o n g g i - d o , R e p u b |       |       |  |
| (32)優先日 令和1年10月23日(2019.10.23)       |                 | l i c o f K o r e a                 |       |       |  |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 韓国(KR)             |                 | (74)代理人 110000671                   |       |       |  |
| (31)優先権主張番号 10-2019-0146210          |                 | I B C 一番町弁理士法人                      |       |       |  |
| (32)優先日 令和1年11月14日(2019.11.14)       |                 | (72)発明者 盧 淑 英                       |       |       |  |
|                                      |                 | 大韓民国京畿道水原市靈通区三星路 1 3                |       |       |  |
|                                      |                 | 0 三星綜合技術院内                          |       |       |  |
| 最終頁に続く                               |                 | 最終頁に続く                              |       |       |  |

(54)【発明の名称】 色分離レンズアレイを具備するイメージセンサ、及びそれを含む電子装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

イメージセンサであって、

光を感知する複数の第1光感知セル、及び複数の第2光感知セルを含むセンサ基板と、  
前記複数の第1光感知セルにそれぞれ対応し、第1微小構造を有する複数の第1領域、  
及び前記複数の第2光感知セルにそれぞれ対応し、前記第1微小構造と異なる第2微小構造を有する複数の第2領域を具備する色分離レンズアレイと、を含み、

前記第1微小構造と前記第2微小構造は、前記色分離レンズアレイに入射する入射光のうち、互いに異なる第1波長の光と、第2波長の光とが互いに異なる方向に分岐され、それぞれ第1光感知セル及び第2光感知セルに集光される位相分布を、前記第1領域及び前記第2領域を通過した位置で形成させ、

前記色分離レンズアレイの中心部において、前記第1領域及び前記第2領域の位置は、それにそれぞれ対応する第1光感知セル及び第2光感知セルの位置と一致し、前記色分離レンズアレイの周辺部において、前記第1領域及び前記第2領域の位置は、それにそれぞれ対応する第1光感知セル及び第2光感知セルに対し、前記色分離レンズアレイの中心部方向に向けてシフトされており、

前記第1領域及び第2領域の前記第1微小構造及び第2微小構造は、第1ナノポスト及び前記第1ナノポスト上に積層された第2ナノポストを備えたナノポストを含み、

前記イメージセンサの周辺部において、前記第2ナノポストは、前記第1ナノポストに対して前記イメージセンサの中心部方向に向けてシフトされている、イメージセンサ。

## 【請求項 2】

前記イメージセンサの中心部において、前記第 2 ナノポストの位置は、前記第 1 ナノポストの位置と一致する、請求項 1 に記載のイメージセンサ。

## 【請求項 3】

前記イメージセンサの周辺部において、前記第 2 ナノポストが前記第 1 ナノポストに対してシフトされる程度は、前記イメージセンサの中心部から遠くなるほどさらに大きくなる、請求項 1 または 2 に記載のイメージセンサ。

## 【請求項 4】

イメージセンサであって、

光を感知する複数の第 1 光感知セル、及び複数の第 2 光感知セルを含むセンサ基板と、  
前記複数の第 1 光感知セルにそれぞれ対応し、第 1 微小構造を有する複数の第 1 領域、及び前記複数の第 2 光感知セルにそれぞれ対応し、前記第 1 微小構造と異なる第 2 微小構造を有する複数の第 2 領域を具備する色分離レンズアレイと、を含み、

前記第 1 微小構造と前記第 2 微小構造は、前記色分離レンズアレイに入射する入射光のうち、互いに異なる第 1 波長の光と、第 2 波長の光とが互いに異なる方向に分岐され、それぞれ第 1 光感知セル及び第 2 光感知セルに集光される位相分布を、前記第 1 領域及び前記第 2 領域を通過した位置で形成させ、

前記色分離レンズアレイの中心部において、前記第 1 領域及び前記第 2 領域の位置は、それにそれぞれ対応する第 1 光感知セル及び第 2 光感知セルの位置と一致し、前記色分離レンズアレイの周辺部において、前記第 1 領域及び前記第 2 領域の位置は、それにそれぞれ対応する第 1 光感知セル及び第 2 光感知セルに対し、前記色分離レンズアレイの中心部方向に向けてシフトされており、

前記第 1 領域及び第 2 領域の前記第 1 微小構造及び第 2 微小構造は、第 1 ナノポスト、前記第 1 ナノポスト上に積層された第 2 ナノポスト、及び前記第 2 ナノポスト上に積層された第 3 ナノポストを備えるナノポストを含み、

前記イメージセンサの周辺部において、前記第 2 ナノポストは、前記第 1 ナノポストに対して前記イメージセンサの中心部方向に向けてシフトされており、前記第 3 ナノポストは、前記第 2 ナノポストに対して前記イメージセンサの中心部方向に向けてシフトされている、イメージセンサ。

## 【請求項 5】

前記イメージセンサの中心部において、前記第 2 ナノポストの位置、及び前記第 3 ナノポストの位置は、前記第 1 ナノポストの位置と一致する、請求項 4 に記載のイメージセンサ。

## 【請求項 6】

イメージセンサであって、

光を感知する複数の第 1 光感知セル、及び複数の第 2 光感知セルを含むセンサ基板と、  
前記複数の第 1 光感知セルにそれぞれ対応し、第 1 微小構造を有する複数の第 1 領域、及び前記複数の第 2 光感知セルにそれぞれ対応し、前記第 1 微小構造と異なる第 2 微小構造を有する複数の第 2 領域を具備する色分離レンズアレイと、を含み、

前記第 1 微小構造と前記第 2 微小構造は、前記色分離レンズアレイに入射する入射光のうち、互いに異なる第 1 波長の光と、第 2 波長の光とが互いに異なる方向に分岐され、それぞれ第 1 光感知セル及び第 2 光感知セルに集光される位相分布を、前記第 1 領域及び前記第 2 領域を通過した位置で形成させ、

前記色分離レンズアレイの中心部において、前記第 1 領域及び前記第 2 領域の位置は、それにそれぞれ対応する第 1 光感知セル及び第 2 光感知セルの位置と一致し、前記色分離レンズアレイの周辺部において、前記第 1 領域及び前記第 2 領域の位置は、それにそれぞれ対応する第 1 光感知セル及び第 2 光感知セルに対し、前記色分離レンズアレイの中心部方向に向けてシフトされており、

前記イメージセンサの周辺部において、前記第 1 領域、第 2 領域、第 3 領域、及び第 4 領域のうちいずれか一領域内に配置されたナノポストの線幅は、前記イメージセンサの中心部において、同一領域内の同一位置に配置されたナノポストの線幅より広い、イメージセ

10

20

30

40

50

ンサ。

【請求項 7】

前記イメージセンサの周辺部において、ナノポストの線幅が  $w$  であり、前記イメージセンサの中心部において、ナノポストの線幅が  $w_0$  であるとき、

【数 1】

$$w \sim w_0 \cdot (1 + \sin CRA/10)$$

を満足し、

ここで、 $CRA$  は、前記色分離レンズアレイに入射する光の入射角である、請求項 6 に記載のイメージセンサ。

10

【請求項 8】

前記イメージセンサの最外エッジにおいて、前記ナノポストの線幅は、前記イメージセンサの中心部における前記ナノポストの線幅に比べ、2.5%ないし 6.5%さらに大きい、請求項 6 または 7 に記載のイメージセンサ。

【請求項 9】

前記センサ基板は、光を感知する複数の第 3 光感知セル、及び複数の第 4 光感知セルをさらに含み、

前記色分離レンズアレイは、前記複数の第 3 光感知セルにそれぞれ対応し、第 1 微小構造及び第 2 微小構造と異なる第 3 微小構造を有する複数の第 3 領域、及び前記複数の第 4 光感知セルにそれぞれ対応し、前記第 1 微小構造ないし前記第 3 微小構造と異なる第 4 微小構造を有する複数の第 4 領域を含み、

20

それぞれの第 1 領域、第 2 領域、第 3 領域及び第 4 領域は、4 個の四分面に沿ってそれぞれ配列されている、請求項 1～8 のいずれかに記載のイメージセンサ。

【請求項 10】

前記イメージセンサの中心部において、前記色分離レンズアレイの第 1 領域、第 2 領域、第 3 領域及び第 4 領域の位置は、それにそれぞれ対応する第 1 光感知セル、第 2 光感知セル、第 3 光感知セル及び第 4 光感知セルの位置と一致し、

前記イメージセンサの周辺部において、前記色分離レンズアレイの第 1 領域、第 2 領域、第 3 領域及び第 4 領域は、それにそれぞれ対応する第 1 光感知セル、第 2 光感知セル、第 3 光感知セル及び第 4 光感知セルに対し、前記イメージセンサの中心部に向けてシフトされている、請求項 9 に記載のイメージセンサ。

30

【請求項 11】

前記イメージセンサの周辺部において、前記色分離レンズアレイの第 1 領域、第 2 領域、第 3 領域及び第 4 領域が、それにそれぞれ対応する第 1 光感知セル、第 2 光感知セル、第 3 光感知セル及び第 4 光感知セルに対してシフトされる程度は、前記イメージセンサの中心部から遠くなるほどさらに大きくなる、請求項 10 に記載のイメージセンサ。

【請求項 12】

前記第 1 微小構造ないし前記第 4 微小構造は、前記色分離レンズアレイに入射する入射光のうち、互いに異なる第 1 波長ないし第 3 波長の光が互いに異なる方向に分岐され、第 1 波長の光が、前記第 1 光感知セルと前記第 4 光感知セルとに集光され、第 2 波長の光が前記第 2 光感知セルに集光され、第 3 波長の光が前記第 3 光感知セルに集光される位相分布を、前記第 1 領域ないし前記第 4 領域を通過した位置で形成する、請求項 9～11 のいずれかに記載のイメージセンサ。

40

【請求項 13】

前記第 1 波長は、緑色光であり、前記第 2 波長は、青色光であり、前記第 3 波長は、赤色光である、請求項 12 に記載のイメージセンサ。

【請求項 14】

前記第 1 微小構造ないし前記第 4 微小構造は、

前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第 1 波長の光が、前記第 1 光

50

感知セルの中心部と、前記第 4 光感知セルの中心部とにおいて、 $2N\pi$  の位相分布、前記第 2 光感知セルの中心部と、前記第 3 光感知セルの中心部とにおいて、 $(2N-1)\pi$  の位相分布を形成するようにし、

前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第 2 波長の光が、前記第 1 光感知セルの中心部、及び前記第 4 光感知セルの中心部において、 $(2M-1)\pi$  の位相分布、

前記第 2 光感知セルの中心部において、 $2M\pi$  の位相分布、前記第 3 光感知セルの中心部において、 $(2M-2)\pi$  より大きく、 $(2M-1)\pi$  より小さい位相分布を形成するようにし、

前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第 3 波長の光が、前記第 1 光感知セルの中心部、及び前記第 4 光感知セルの中心部において、 $(2L-1)\pi$  の位相分布、前記第 3 光感知セルの中心部において、 $2L\pi$  の位相分布、前記第 2 光感知セルの中心部において、 $(2L-2)\pi$  より大きく、 $(2L-1)\pi$  より小さい位相分布を形成するようにし、 $N$ 、 $M$  及び  $L$  は、0 より大きい整数である、請求項 12 または 13 に記載のイメージセンサ。

【請求項 15】

前記第 1 領域ないし前記第 4 領域の前記第 1 微小構造ないし前記第 4 微小構造は、複数のナノポストを含み、前記第 1 領域ないし前記第 4 領域は、前記ナノポストの形状、大きさ、配列のうち少なくとも一つが互いに異なる、請求項 9～14 のいずれかに記載のイメージセンサ。

【請求項 16】

前記イメージセンサは、赤色画素、緑色画素、青色画素を含む複数の単位画素が反復配列された画素配列構造を有し、

前記第 1 領域ないし前記第 4 領域において、緑色画素に対応する領域に具備されたナノポストは、第 1 方向、及び第 1 方向に垂直の第 2 方向に沿って互いに異なる分布規則を有する、請求項 15 に記載のイメージセンサ。

【請求項 17】

前記第 1 領域ないし前記第 4 領域において、青色画素及び赤色画素に対応する領域に具備されたナノポストは、前記第 1 方向及び前記第 2 方向に沿って対称的な分布規則を有する、請求項 16 に記載のイメージセンサ。

【請求項 18】

前記色分離レンズアレイの周辺部において、前記第 1 領域及び前記第 2 領域が、それぞれそれぞれ対応する第 1 光感知セル及び第 2 光感知セルに対してシフトされる程度は、前記色分離レンズアレイの中心部から遠くなるほどさらに大きくなる、請求項 1～17 のいずれかに記載のイメージセンサ。

【請求項 19】

前記第 1 領域及び前記第 2 領域が、それにそれぞれそれぞれ対応する第 1 光感知セル及び第 2 光感知セルに対してシフトされる距離  $s$  は、

【数 2】

$$s = d \times \tan(CRA')$$

を満足して、ここで、 $d$  は、前記色分離レンズアレイの下部表面と、前記センサ基板の上部表面との最短直線距離であり、 $CRA'$  は、前記センサ基板に入射する光の入射角である、請求項 1～18 のいずれかに記載のイメージセンサ。

【請求項 20】

前記第 1 微小構造と前記第 2 微小構造は、前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第 1 波長の光が、前記第 1 光感知セルの中心部において、 $2N\pi$  の位相分布、前記第 2 光感知セルの中心部において、 $(2N-1)\pi$  の位相分布を形成し、 $N$  は、0 より大きい整数である、請求項 1～19 のいずれかに記載のイメージセンサ。

## 【請求項 2 1】

前記第 1 微小構造と前記第 2 微小構造は、前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第 2 波長の光が、前記第 1 光感知セルの中心部において、 $(2M-1)\pi$  の位相分布、前記第 2 光感知セルの中心部においては、 $2M\pi$  の位相分布を形成し、M は、0 より大きい整数である、請求項 2 0 に記載のイメージセンサ。

## 【請求項 2 2】

前記センサ基板と前記色分離レンズアレイとの間に配置され、前記センサ基板と前記色分離レンズアレイとの間に距離を形成するスペーサ層をさらに含む、請求項 1 ～ 2 1 のいずれかに記載のイメージセンサ。

## 【請求項 2 3】

前記スペーサ層の理論厚を  $h_t$  とし、前記第 1 光感知セル及び前記第 2 光感知セルそれぞれのピッチを  $p$  とするとき、前記スペーサ層厚  $h$  は、 $h_t - p \leq h \leq h_t + p$  であり、前記スペーサ層の理論厚は、前記色分離レンズアレイが色分離される入射光の波長帯域の中心波長において、前記色分離レンズアレイの焦点距離である、請求項 2 2 に記載のイメージセンサ。

## 【請求項 2 4】

前記スペーサ層の屈折率を  $n$  とし、前記色分離レンズアレイが色分離される光の波長帯域の中心波長を  $\lambda_0$  とするとき、前記スペーサ層の理論厚  $h_t$  は、次式

$$h_t = \frac{np^2}{\lambda_0} - \frac{\lambda_0}{4n}$$

## 【数 3】

によって表現される、請求項 2 3 に記載のイメージセンサ。

## 【請求項 2 5】

前記色分離レンズアレイは、第 1 色分離レンズアレイ、及び前記第 1 色分離レンズアレイ上に配置された第 2 色分離レンズアレイを含み、

前記第 1 色分離レンズアレイの第 1 領域及び第 2 領域の第 1 微小構造及び第 2 微小構造は、複数のナノポストを含み、前記第 2 色分離レンズアレイの第 1 領域及び第 2 領域の第 1 微小構造及び第 2 微小構造は、複数のナノポストを含み、前記第 1 色分離レンズアレイの複数のナノポストの配列形態は、前記第 2 色分離レンズアレイの複数のナノポストの配列形態と異なる、請求項 1 ～ 2 4 のいずれかに記載のイメージセンサ。

## 【請求項 2 6】

被写体から反射された光を集束して光学像を形成する撮像部と、  
請求項 1 ～ 2 5 のいずれかに記載のイメージセンサと、を含み、  
前記イメージセンサは、前記撮像部で形成した光学像を電氣的信号に変換する、電子装置。

## 【請求項 2 7】

前記電子装置は、スマートフォン、携帯電話、PDA (personal digital assistant)、ラップトップまたは PC (personal computer) である、請求項 2 6 に記載の電子装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、色分離レンズアレイを具備するイメージセンサ、及び該イメージセンサを含む電子装置に係り、さらに詳細には、入射光を波長別に分離させて集光することができる色分離レンズアレイを具備するイメージセンサ、及び該イメージセンサを含む電子装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

イメージセンサは、一般的に、カラーフィルタを利用して入射光の色を感知する。ところで、カラーフィルタは、当該色の光を除いた残りの色の光を吸収するために、光利用効率が低下してしまう。例えば、RGBカラーフィルタを使用する場合、入射光の1/3のみを透過させ、残り2/3は吸収してしまうことになるので、光利用効率が約33%ほどに過ぎない。従って、カラーディスプレイ装置やカラーイメージセンサの場合、ほとんどの光損失がカラーフィルタで発生することになる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明が解決しようとする課題は、入射光を波長別に分離させて集光することができる色分離レンズアレイを利用し、光利用効率が向上されたイメージセンサを提供することである。

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、また、該イメージセンサを含む電子装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

一実施形態によるイメージセンサは、光を感知する複数の第1光感知セル、及び複数の第2光感知セルを含むセンサ基板；並びに前記複数の第1光感知セルにそれぞれ対応し、第1微小構造を有する複数の第1領域、及び前記複数の第2光感知セルにそれぞれ対応し、前記第1微小構造と異なる第2微小構造を有する複数の第2領域を具備する色分離レンズアレイ；を含み、前記第1微小構造と前記第2微小構造は、前記色分離レンズアレイに入射する入射光のうち、互いに異なる第1波長の光と、第2波長の光とが互いに異なる方向に分岐され、それぞれ第1光感知セル及び第2光感知セルに集光される位相分布を、前記第1領域及び前記第2領域を通過した位置で形成させ、前記色分離レンズアレイの中心部において、前記第1領域及び前記第2領域の位置は、それにそれぞれ対応する第1光感知セル及び第2光感知セルの位置と一致し、前記色分離レンズアレイの周辺部において、前記第1領域及び前記第2領域の位置は、それにそれぞれ対応する第1光感知セル及び第2光感知セルに対し、前記色分離レンズアレイの中心部方向に向けてもシフトされる。

【0006】

前記色分離レンズアレイの周辺部において、前記第1領域及び前記第2領域が、それにそれぞれ対応する第1光感知セル及び第2光感知セルに対してシフトされる程度は、前記色分離レンズアレイの中心部から遠くなるほどさらに大きくもなる。

【0007】

前記第1領域及び前記第2領域が、それにそれぞれ対応する第1光感知セル及び第2光感知セルに対してシフトされる距離  $s$  は、

【0008】

【数1】

$$s = d \times \tan(CRA')$$

【0009】

を満足することができ、ここで、 $d$  は、前記色分離レンズアレイの下部表面と、前記センサ基板の上部表面との最短直線距離であり、 $CRA'$  は、前記センサ基板に入射する光の入射角である。

【0010】

例えば、前記第1微小構造と前記第2微小構造は、前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第1波長の光が、前記第1光感知セルの中心部において、 $2N\pi$  の位相分布、前記第2光感知セルの中心部において、 $(2N-1)\pi$  の位相分布を形成することができる。ここで、 $N$  は、0より大きい整数である。

## 【0011】

例えば、前記第1微小構造と前記第2微小構造は、前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第2波長の光が、前記第1光感知セルの中心部において、 $(2M-1)\pi$ の位相分布、前記第2光感知セルの中心部においては、 $2M\pi$ の位相分布を形成することができる。ここで、Mは、0より大きい整数である。

## 【0012】

前記イメージセンサは、前記センサ基板と前記色分離レンズアレイとの間に配置され、前記センサ基板と前記色分離レンズアレイとの間に距離を形成するスペーサ層をさらに含んでもよい。

## 【0013】

前記スペーサ層の理論厚を $h_t$ とし、前記第1光感知セル及び前記第2光感知セルそれぞれのピッチを $p$ とすると、前記スペーサ層厚 $h$ は、 $h_t - p \leq h \leq h_t + p$ であり、前記スペーサ層の理論厚は、前記色分離レンズアレイが色分離される入射光の波長帯域の中心波長において、前記色分離レンズアレイの焦点距離でもある。

## 【0014】

前記スペーサ層の屈折率を $n$ とし、前記色分離レンズアレイが色分離される光の波長帯域の中心波長を $\lambda_0$ とすると、前記スペーサ層の理論厚 $h_t$ は、次式

## 【0015】

【数2】

$$h_t = \frac{np^2}{\lambda_0} - \frac{\lambda_0}{4n}$$

## 【0016】

によっても表現される。

## 【0017】

前記センサ基板は、光を感知する複数の第3光感知セル、及び複数の第4光感知セルをさらに含み、前記色分離レンズアレイは、前記複数の第3光感知セルにそれぞれ対応し、第1微小構造及び第2微小構造と異なる第3微小構造を有する複数の第3領域、及び前記複数の第4光感知セルにそれぞれ対応し、前記第1微小構造ないし前記第3微小構造と異なる第4微小構造を有する複数の第4領域を含み、それぞれの第1領域、第2領域、第3領域及び第4領域は、4個の四分面に沿ってもそれぞれ配列される。

## 【0018】

前記イメージセンサの中心部において、前記色分離レンズアレイの第1領域、第2領域、第3領域及び第4領域の位置は、それにそれぞれ対応する第1光感知セル、第2光感知セル、第3光感知セル及び第4光感知セルの位置と一致し、前記イメージセンサの周辺部において、前記色分離レンズアレイの第1領域、第2領域、第3領域及び第4領域は、それにそれぞれ対応する第1光感知セル、第2光感知セル、第3光感知セル及び第4光感知セルに対し、前記イメージセンサの中心部に向けてもシフトされる。

## 【0019】

前記イメージセンサの周辺部において、前記色分離レンズアレイの第1領域、第2領域、第3領域及び第4領域が、それにそれぞれ対応する第1光感知セル、第2光感知セル、第3光感知セル及び第4光感知セルに対してシフトされる程度は、前記イメージセンサの中心部から遠くなるほどさらに大きくもなる。

## 【0020】

前記第1微小構造ないし前記第4微小構造は、前記色分離レンズアレイに入射する入射光のうち、互いに異なる第1波長ないし第3波長の光が互いに異なる方向に分岐され、第1波長の光が、前記第1光感知セルと前記第4光感知セルとに集光され、第2波長の光が、前記第2光感知セルに集光され、第3波長の光が前記第3光感知セルに集光される位相

10

20

30

40

50

分布を、前記第1領域ないし前記第4領域を通過した位置で形成することができる。

【0021】

例えば、前記第1波長は、緑色光であり、前記第2波長は、青色光であり、前記第3波長は、赤色光でもある。

【0022】

前記第1微小構造ないし前記第4微小構造は、前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第1波長の光が、前記第1光感知セルの中心部と、前記第4光感知セルの中心部とにおいて、 $2N\pi$ の位相分布、前記第2光感知セルの中心部と、前記第3光感知セルの中心部とにおいて、 $(2N-1)\pi$ の位相分布を形成するようにし、前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第2波長の光が、前記第1光感知セルの中心部、及び前記第4光感知セルの中心部において、 $(2M-1)\pi$ の位相分布、前記第2光感知セルの中心部において、 $2M\pi$ の位相分布、前記第3光感知セルの中心部において、 $(2M-2)\pi$ より大きく、 $(2M-1)\pi$ より小さい位相分布を形成するようにし、前記色分離レンズアレイを通過した直後の位置において、第3波長の光が、前記第1光感知セルの中心部、及び前記第4光感知セルの中心部において、 $(2L-1)\pi$ の位相分布、前記第3光感知セルの中心部において、 $2L\pi$ の位相分布、前記第2光感知セルの中心部において、 $(2L-2)\pi$ より大きく、 $(2L-1)\pi$ より小さい位相分布を形成することができる。ここで、 $L$ は、0より大きい整数である。

10

【0023】

前記第1領域ないし前記第4領域の前記第1微小構造ないし前記第4微小構造は、複数のナノポストを含み、前記第1領域ないし前記第4領域は、前記ナノポストの形状、大きさ、配列のうち少なくとも一つが互いに異なりもする。

20

【0024】

例えば、前記イメージセンサは、赤色画素、緑色画素、青色画素を含む複数の単位画素が反復配列された画素配列構造を有し、前記第1領域ないし前記第4領域において、緑色画素に対応する領域に具備されたナノポストは、第1方向、及び第1方向に垂直の第2方向に沿って互いに異なる分布規則を有することができる。

【0025】

前記第1領域ないし前記第4領域において、青色画素及び赤色画素に対応する領域に具備されたナノポストは、前記第1方向及び前記第2方向に沿って対称的な分布規則を有することができる。

30

【0026】

前記複数のナノポストそれぞれは、第1ナノポスト、及び前記第1ナノポスト上に積層された第2ナノポストを含み、前記イメージセンサの中心部において、前記第2ナノポストの位置は、前記第1ナノポストの位置と一致し、前記イメージセンサの周辺部において、前記第2ナノポストは、前記第1ナノポストに対し、前記イメージセンサの中心部方向に向けてもシフトされる。

【0027】

前記イメージセンサの周辺部において、前記第2ナノポストが前記第1ナノポストに対してシフトされる程度は、前記イメージセンサの中心部から遠くなるほどさらに大きくもなる。

40

【0028】

前記複数のナノポストそれぞれは、第1ナノポスト、前記第1ナノポスト上に積層された第2ナノポスト、及び前記第2ナノポスト上に積層された第3ナノポストを含み、前記イメージセンサの中心部において、前記第2ナノポストの位置、及び前記第3ナノポストの位置は、前記第1ナノポストの位置と一致し、前記イメージセンサの周辺部において、前記第2ナノポストは、前記第1ナノポストに対し、前記イメージセンサの中心部方向に向けてシフトされており、前記第3ナノポストは、前記第2ナノポストに対し、前記イメージセンサの中心部方向に向けてもシフトされる。

【0029】

50

前記イメージセンサの周辺部において、前記第1領域、前記第2領域、前記第3領域及び前記第4領域のうちある一領域内に配置されたナノポストの線幅は、前記イメージセンサの中心部において、同一領域内の同一位置に配置されたナノポストの線幅よりも広くなる。

【0030】

前記イメージセンサの周辺部において、ナノポストの線幅が $w$ であり、前記イメージセンサの中心部において、ナノポストの線幅が $w_0$ であるとき、

【0031】

【数3】

$$w \sim w_0 \cdot (1 + \sin CRA/10)$$

10

【0032】

を満足することができ、ここで、 $CRA$ は、前記色分離レンズアレイに入射する光の入射角である。

【0033】

前記イメージセンサの最外エッジにおいて、前記ナノポストの線幅は、前記イメージセンサの中心部における前記ナノポストの線幅に比べ、2.5%ないし6.5%さらに大きくもなる。

【0034】

前記色分離レンズアレイは、前記センサ基板のエッジに対して突出して配置され、鉛直方向に前記センサ基板のいかなる光感知セルとも対向しない複数の第1領域、及び複数の第2領域をさらに含んでもよい。

【0035】

前記色分離レンズアレイの全体面積は、前記センサ基板の全体面積よりも小さい。

【0036】

前記色分離レンズアレイは、第1色分離レンズアレイ、及び前記第1色分離レンズアレイ上に配置された第2色分離レンズアレイを含み、前記第1色分離レンズアレイの第1領域及び第2領域の第1微小構造及び第2微小構造は、複数のナノポストを含み、前記第2色分離レンズアレイの第1領域及び第2領域の第1微小構造及び第2微小構造は、複数のナノポストを含み、前記第1色分離レンズアレイの複数のナノポストの配列形態は、前記第2色分離レンズアレイの複数のナノポストの配列形態と異なりもする。

30

【0037】

他の実施形態によるイメージセンサは、光を感知する複数の第1光感知セル、及び複数の第2光感知セルを含むセンサ基板；並びに第1屈折率を有し、第1パターンを形成する第1誘電体、及び第1屈折率より小さい第2屈折率を有し、前記第1パターンの第1誘電体間に充填された第2誘電体を具備し、前記複数の第1光感知セルにそれぞれ対応する複数の第1領域、及び第1屈折率を有し、第1パターンと異なる第2パターンを形成する第1誘電体、及び第1屈折率より小さい第2屈折率を有し、前記第2パターンの第1誘電体間に充填された第2誘電体を具備し、前記複数の第2光感知セルにそれぞれ対応する色分離レンズアレイ；を含み、前記第1領域と前記第2領域は、前記色分離レンズアレイに入射する入射光のうち、互いに異なる第1波長の光と、第2波長の光とが互いに異なる方向に分岐され、それぞれ第1光感知セル及び第2光感知セルに集光される位相分布を、前記第1領域及び前記第2領域を通過した位置で形成させ、前記第1領域及び前記第2領域の第1パターンの形態、及び第2パターンの形態が、前記色分離レンズアレイの中心部から、前記色分離レンズアレイの周辺部に向かって行きながら、漸進的に変化することができる。

40

【0038】

さらに他の実施形態による電子装置は、被写体から反射された光を集束して光学像を形成する撮像部と、前記撮像部で形成した光学像を電気的信号に変換する前述のイメージセ

50

ンサと、を含んでもよい。

【0039】

例えば、前記電子装置は、スマートフォン、携帯電話、PDA (personal digital assistant)、ラップトップ (laptop) またはPC (personal computer) であることがある。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】一実施形態によるイメージセンサのブロック図である。

【図2A】イメージセンサの画素アレイの1つの画素配列を例示的に図示する図面である。

【図2B】イメージセンサの画素アレイの他の画素配列を例示的に図示する図面である。

【図2C】イメージセンサの画素アレイのさらに他の画素配列を例示的に図示する図面である。

【図3】一実施形態による色分離レンズアレイの概略的な構造と動作とを示す概念図である。

【図4A】一実施形態によるイメージセンサの画素アレイの1断面で示される概略的な断面図である。

【図4B】一実施形態によるイメージセンサの画素アレイの他の断面で示される概略的な断面図である。

【図5A】イメージセンサの画素アレイにおける光感知セルの配列を概略的に示す平面図である。

【図5B】イメージセンサの画素アレイにおいて、色分離レンズアレイの複数領域に複数のナノポストが配列された形態を例示的に示す平面図である。

【図5C】図5Bの一部を拡大して詳細に示す平面図である。

【図6A】色分離レンズアレイを通過した青色光の位相分布を示す図面である。

【図6B】対向する光感知セルにおける青色光フォーカシング分布を電算模写した図面である。

【図6C】青色画素に対応する色分離レンズアレイの第2領域とその周辺とに入射した青色光の進行方向を例示的に示す図面である。

【図6D】青色光に対し、色分離レンズアレイと等価的に作用するマイクロレンズアレイを例示的に示す図面である。

【図7A】色分離レンズアレイを通過した緑色光の位相分布を示す図面である。

【図7B】対向する光感知セルにおける緑色光フォーカシング分布を電算模写した図面である。

【図7C】緑色画素に対応する色分離レンズアレイの第1領域とその周辺とに入射した緑色光の進行方向を例示的に示す図面である。

【図7D】緑色光に対し、色分離レンズアレイと等価的に作用するマイクロレンズアレイを例示的に示す図面である。

【図8A】色分離レンズアレイを通過した赤色光の位相分布を示す図面である。

【図8B】対向する光感知セルにおける赤色光フォーカシング分布を電算模写した図面である。

【図8C】赤色画素に対応する色分離レンズアレイの第3領域とその周辺とに入射した赤色光の進行方向を例示的に示す図面である。

【図8D】赤色光に対し、色分離レンズアレイと等価的に作用するマイクロレンズアレイを例示的に示す図面である。

【図9A】光感知セルのピッチが $0.7\mu\text{m}$ である場合、色分離レンズアレイとセンサ基板との距離による色分離レンズアレイの効率変化を例示的に示すグラフである。

【図9B】光感知セルのピッチが $0.7\mu\text{m}$ である場合、色分離レンズアレイとセンサ基板との距離による色分離レンズアレイの効率変化を例示的に示すグラフである。

【図9C】光感知セルのピッチが $0.7\mu\text{m}$ である場合、色分離レンズアレイとセンサ基板との距離による色分離レンズアレイの効率変化を例示的に示すグラフである。

10

20

30

40

50

50

【図 18】図 17 の色分離レンズアレイを具備するイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフである。

【図 19 A】他の実施形態によるイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を、1 断面で示す断面図である。

【図 19 B】他の実施形態によるイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を、他の断面で示す断面図である。

【図 20】一実施形態によるイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフであり、カラーフィルタが具備された場合に係わるグラフである。

【図 21】一実施形態によるイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフであり、カラーフィルタが具備されていない場合に係わるグラフである。

【図 22】一実施形態によるカメラを概略的に示す概念図である。

【図 23 A】イメージセンサ上の位置による色分離レンズアレイのナノポストの配列形態変化を示す平面図である。

【図 23 B】イメージセンサ上の位置による色分離レンズアレイのナノポストの配列形態変化を示す平面図である。

【図 23 C】イメージセンサ上の位置による色分離レンズアレイのナノポストの配列形態変化を示す平面図である。

【図 24】他の実施形態によるイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

【図 25】図 22 に図示されたカメラのイメージセンサに適用された色分離レンズアレイにおいて、二次元配列されたナノポストのシフト形態を例示的に示す平面図である。

【図 26】図 25 に図示された色分離レンズアレイを具備するイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

【図 27】図 26 のイメージセンサの色分離レンズアレイに採用されるナノポストの例示的な形状を示す斜視図である。

【図 28】他の実施形態によるイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

【図 29 A】一実施形態によるイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフであり、イメージセンサ上の位置による主光線角度の変化を考慮しない場合に係わるグラフである。

【図 29 B】一実施形態によるイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフであり、主光線角度の変化を考慮し、ナノポストの位置を変化させた場合に係わるグラフである。

【図 29 C】一実施形態によるイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフであり、主光線角度の変化を考慮し、ナノポストを二段に構成した場合に係わるグラフである。

【図 30 A】他の実施形態によるイメージセンサ上の位置によるナノポストの線幅変化を示す平面図である。

【図 30 B】他の実施形態によるイメージセンサ上の位置によるナノポストの線幅変化を示す平面図である。

【図 31】図 30 に図示されたイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフである。

【図 32】他の実施形態による色分離レンズアレイに採用されるナノポストの 1 形状を示す平面図である。

【図 33】他の実施形態による色分離レンズアレイに採用されるナノポストの他の形状を示す平面図である。

【図 34】他の実施形態による色分離レンズアレイに採用されるナノポストの 1 断面形状を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 3 5】他の実施形態による色分離レンズアレイに採用されるナノポストの他の断面形状を示す断面図である。

【図 3 6】他の実施形態によるイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

【図 3 7】他の実施形態による色分離レンズアレイの概略的な構造と動作とを示す概念図である。

【図 3 8】ベイヤーパターン方式のイメージセンサにも適用される色分離レンズアレイの単位パターンアレイを例示的に示す平面図である。

【図 3 9】図 3 8 に図示された単位パターンアレイを、A - A' ラインに沿って切開した垂直断面を例示的に示す断面図である。

10

【図 4 0】図 3 8 に図示された単位パターンアレイを、B - B' ラインに沿って切開した垂直断面を例示的に示す断面図である。

【図 4 1】図示された単位パターンアレイを複数個含む色分離レンズアレイの配列を例示的に示す平面図である。

【図 4 2 A】図 3 8 に図示された単位パターンアレイにおける第 1 領域を例示的に示す図面である。

【図 4 2 B】それに対応するイメージセンサの画素及びその周辺画素を例示的に示す図面である。

【図 4 3 A】図 3 8 に図示された単位パターンアレイにおける第 2 領域を例示的に示す図面である。

20

【図 4 3 B】それに対応するイメージセンサの画素及びその周辺画素を例示的に示す図面である。

【図 4 4 A】図 3 8 に図示された単位パターンアレイにおける第 3 領域を例示的に示す図面である。

【図 4 4 B】それに対応するイメージセンサの画素及びその周辺画素を例示的に示す図面である。

【図 4 5 A】図 3 8 に図示された単位パターンアレイにおける第 4 領域を例示的に示す図面である。

【図 4 5 B】それに対応するイメージセンサの画素及びその周辺画素を例示的に示す図面である。

30

【図 4 6】他の実施形態による色分離レンズアレイの単位パターンアレイの形態を例示的に示す平面図である。

【図 4 7】他の実施形態による色分離レンズアレイの単位パターンアレイの形態を例示的に示す平面図である。

【図 4 8 A】色分離レンズアレイを採用したイメージセンサの画素アレイの 1 断面で示される概略的な断面図である。

【図 4 8 B】色分離レンズアレイを採用したイメージセンサの画素アレイの他の断面で示される概略的な断面図である。

【図 4 9】他の実施形態による色分離レンズアレイを例示的に示す平面図である。

【図 5 0】図 4 9 に図示された色分離レンズアレイを含むイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

40

【図 5 1】他の実施形態による色分離レンズアレイの複数の単位パターンアレイの配置を例示的に示す平面図である。

【図 5 2】他の実施形態によるイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

【図 5 3】一実施形態によるイメージセンサを含む電子装置を概略的に図示したブロック図である。

【図 5 4】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置の 1 例を示す図面である。

【図 5 5】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置の他の例を示す図面で

50

ある。

【図 5 6】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

【図 5 7】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

【図 5 8】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

【図 5 9】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

【図 6 0】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

10

【図 6 1】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

【図 6 2】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

【図 6 3】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

【図 6 4】一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置のさらに他の例を示す図面である。

【発明を実施するための形態】

20

【0041】

以下、添付された図面を参照し、色分離レンズアレイを具備するイメージセンサ、及びそれを含む電子装置について詳細に説明する。説明される実施形態は、単に例示的なものに過ぎず、そのような実施形態から、多様な変形が可能である。以下の図面において、同一参照符号は、同一構成要素を指し、図面上において、各構成要素の大きさは、説明の明瞭さと便宜さとから誇張されもいる。

【0042】

以下において、「上部」または「上」と記載された表現は、接触し、すぐにその上下左右にあるものだけではなく、非接触で、上下左右にあるものを含んでもよい。

【0043】

30

第1、第2位のような用語は、多様な構成要素の説明にも使用される、1つの構成要素を、他の構成要素から区別する目的だけに使用される。そのような用語は、構成要素の物質または構造が異なることを限定するものではない。

【0044】

単数の表現は、文脈上明白に異なって意味しない限り、複数の表現を含む。また、ある部分がある構成要素を「含み」とするとき、それは、特別に反対となる記載がない限り、他の構成要素を除くものではなく、他の構成要素をさらに含んでもよいということの意味する。

【0045】

また、明細書に記載された「…部」、「モジュール」というような用語は、機能や動作を処理する単位を意味し、それは、ハードウェアまたはソフトウェアによって具現されるか、あるいはハードウェアとソフトウェアとの結合によっても具現される。

40

【0046】

「前記」の用語、及びそれと類似した指示用語の使用は、単数及び複数のいずれにも該当するのである。

【0047】

方法を構成する段階は、説明された順に遂行されなければならないという明白な言及がなければ、適切な順序でも遂行される。また、全ての例示的な用語（「例えば」など）の使用は、単に技術的思想を詳細に説明するためのものであり、特許請求の範囲によって限定されない以上、そのような用語により、権利範囲が限定されるものではない。

50

## 【0048】

図1は、一実施形態によるイメージセンサの概略的なブロック図である。図1を参照すれば、イメージセンサ1000は、画素アレイ1100、タイミングコントローラ(T/C)1010、ロウデコーダ1020及び出力回路1030を含んでもよい。イメージセンサは、CCD(charge coupled device)イメージセンサまたはCMOS(complementary metal oxide semiconductor)イメージセンサでもある。

## 【0049】

画素アレイ1100は、複数のロウ及びカラムに沿って二次元配列された画素を含む。ロウデコーダ1020は、タイミングコントローラ1010から出力されたロウアドレス信号に応答し、画素アレイ1100のロウのうち1行(row)を選択する。出力回路1030は、選択されたロウに沿って配列された複数の画素から、カラム単位で光感知信号を出力する。そのために、出力回路1030は、カラムデコーダとアナログ・デジタル変換器(ADC: analog to digital converter)を含んでもよい。例えば、出力回路1030は、カラムデコーダと画素アレイ1100との間において、カラム別にそれぞれ配置された複数のアナログ・デジタル変換器、またはカラムデコーダの出力端に配置された1つのアナログ・デジタル変換器を含んでもよい。タイミングコントローラ1010、ロウデコーダ1020及び出力回路1030は、1つのチップ、またはそれぞれ別個のチップにも具現される。出力回路1030を介して出力された映像信号を処理するためのプロセッサが、タイミングコントローラ1010、ロウデコーダ1020及び出力回路1030と共に、1つのチップにも具現される。

## 【0050】

画素アレイ1100は、互いに異なる波長の光を感知する複数の画素を含んでもよい。該画素は、図2Aないし図2Cのように、多様な方式によっても配列される。

## 【0051】

まず、図2Aは、イメージセンサ1000において一般的に採択されているベイヤーパターン(Bayer pattern)を示す。図2Aを参照すれば、1つの単位画素は、4つの四分領域(quadrant region)を含み、第1四分面ないし第4四分面が、それぞれ青色画素B、緑色画素G、赤色画素R、緑色画素Gにもなる。そのような単位画素が、第1方向(X方向)及び第2方向(Y方向)に沿って二次元的に反復配列される。言い換えれば、2×2アレイ形態の単位画素内において、一方対角線方向に、2個の緑色画素Gが配置され、他の方対角線方向に、それぞれ1個の青色画素Bと、1個の赤色画素Rとが配置される。全体的な画素配列を見れば、複数の緑色画素Gと、複数の青色画素Bとが第1方向に沿って交互に配列される第1行と、複数の赤色画素Rと、複数の緑色画素Gとが第1方向に沿って交互に配列される第2行が反復して配列される。

## 【0052】

しかし、画素アレイ1100の配列方式は、ベイヤーパターンだけに限定されるものではなく、ベイヤーパターン以外にも、多様な配列方式が可能である。例えば、図2Bを参照すれば、マゼンタ(magenta)画素M、シアン(cyan)画素C、イエロー(yellow)画素Y及び緑色画素Gが1つの単位画素を構成するCYGM方式の配列も可能である。また、図2Cを参照すれば、緑色画素G、赤色画素R、青色画素B及び白色画素Wが1つの単位画素を構成するRGBW方式の配列も可能である。また、図示されていないが、単位画素が3×2アレイ形態を有することもできる。それ以外にも、画素アレイ1100の画素は、イメージセンサ1000の色特性により、多様な方式にも配列される。以下においては、便宜上、イメージセンサ1000の画素アレイ1100が、ベイヤーパターンを有するとして説明するが、以下において説明する実施形態の原理は、ベイヤーパターンではなく、他形態の画素配列にも適用されうる。

## 【0053】

一実施形態によれば、イメージセンサ1000の画素アレイ1100は、それぞれの画素に、それに該当する色の光を集光させるように構成された色分離レンズアレイを含んで

もよい。図3は、一実施形態による色分離レンズアレイの概略的な構造と動作とを示す概念図である。図3を参照すれば、色分離レンズアレイ130は、所定の規則（rule）により、同一平面に配置されたナノポストNPを含む。そのような色分離レンズアレイ130は、スペーサ層120上にも配置される。

#### 【0054】

ここで、該規則は、ナノポストNPの形状、大きさ（幅、高さ）、間隔、配列形態のようなパラメータに適用されるものであり、入射光 $L_i$ に対し、色分離レンズアレイ130が具現するターゲット位相分布TPによっても定められる。ターゲット位相分布TPは、入射光 $L_i$ の波長を分離させて集光するターゲット領域R1、R2を考慮しても定められる。ターゲット位相分布TPは、色分離レンズアレイ130とターゲット領域R1、R2との間に表示されているが、それは、単に図示の便宜によるものである。実際のターゲット位相分布TPは、入射光 $L_i$ が、色分離レンズアレイ130を通過した直後の位置、例えば、色分離レンズアレイ130の下部表面、またはスペーサ層120の上部表面での位相分布を意味する。

#### 【0055】

色分離レンズアレイ130は、互いに異なる第1微小構造と第2微小構造とをそれぞれ有する第1領域131と第2領域132とを含んでもよい。例えば、第1領域131と第2領域132は、それぞれが1または複数のナノポストNPを含んでもよい。第1領域131及び第2領域132は、それぞれ第1ターゲット領域R1及び第2ターゲット領域R2と対向するように配置され、一対一で対応しうる。第1領域131及び第2領域132には、それぞれ3つのナノポストNPが配置されているように図示されているが、それは、例示的なものである。また、ナノポストNPは、第1領域131及び第2領域132のうちある一領域内に、全体的に位置するように図示されているが、それに限定されるものではなく、一部のナノポストNPは、第1領域131と第2領域132との境界にも配置される。

#### 【0056】

色分離レンズアレイ130のナノポストNPは、入射光 $L_i$ に含まれた互いに異なる波長の光を、互いに異なる方向に分岐させて集光する位相分布を形成することができる。例えば、入射光 $L_i$ に含まれた第1波長の光 $L_{\lambda 1}$ は、第1位相分布を有し、第2波長の光 $L_{\lambda 2}$ は、第2位相分布を有するターゲット位相分布TPを形成するように、第1領域131及び第2領域132に分布されるナノポストNPの形状、大きさ、配列などが定められる。そのようなターゲット位相分布TPにより、ナノポストNPのアレイと、所定離隔距離Aにあるターゲット位置R1、R2に、それぞれ第1波長の光 $L_{\lambda 1}$ と第2波長の光 $L_{\lambda 2}$ とが集光されうる。

#### 【0057】

ナノポストNPが、第1領域131に配置される規則と、それが第2領域132に配置される規則は、互いに異なりもする。言い換えれば、第1領域131に具備されたナノポストNPの形状、大きさ、配列のうちいずれか一つは、第2領域132に具備されたナノポストNPの形状、大きさ配列と異なりもする。

#### 【0058】

ナノポストNPは、分岐対象である波長帯域より小さいサブ波長の形状寸法を有することができる。ナノポストNPは、第1波長、第2波長のうち短い波長より、小さい形状寸法を有することができ、入射光 $L_i$ が可視光である場合、400nm、300nmまたは200nmより小さい寸法を有することができる。

#### 【0059】

ナノポストNPは、周辺物質の屈折率に比べ、高い屈折率を有する物質によってもなる。例えば、ナノポストNPは、c-Si (crystalline silicon)、p-Si (polysilicon)、a-Si (amorphous silicon)、III-V化合物半導体 (GaP、GaN、GaAsなど)、SiC、TiO<sub>2</sub>、SiN、及び／またはそれらの組み合わせによってもなる。周辺物質と屈折率差を有するナノポ

ストNPは、通過する光の位相を変化させることができる。それは、サブ波長の形状寸法が引き起こす位相遅延（phase delay）が原因であり、位相が遅延される程度は、ナノポストNPの細部的な形状、寸法、配列形態などが決定する。該周辺物質は、ナノポストNPより低い屈折率を有する誘電体材料物質、例えば、SiO<sub>2</sub>または空気（air）によってもなる。

【0060】

第1波長 $\lambda_1$ と第2波長 $\lambda_2$ は、可視光線波長帯域でもあるが、それに限定されるものではなく、配置されたナノポストNPの規則により、多様な波長帯域を具現することができる。図3は、2つの波長が分岐されて集光されるところを例示したが、それに限定されるものではなく、入射光が、波長により、3方向以上に分岐されて集光されもする。

10

【0061】

以下においては、前述の色分離レンズアレイ130が、イメージセンサ1000の画素アレイ1100に適用された例についてさらに詳細に説明する。

【0062】

図4A及び図4Bは、一実施形態による画素アレイの断面図であり、図5Aは、画素アレイの光感知セル配列を概略的に示す平面図であり、図5Bは、色分離レンズアレイのナノポストが配列された形態を例示的に示す平面図である。

【0063】

図4A及び図4Bを参照すれば、画素アレイ1100は、光をセンシングする複数の光感知セル111、112、113、114を含むセンサ基板110、センサ基板110上に配置された透明なスペーサ層120、及びスペーサ層120上に配置された色分離レンズアレイ130を含む。

20

【0064】

センサ基板110は、光を電気的信号に変換する第1光感知セル111、第2光感知セル112、第3光感知セル113及び第4光感知セル114を含んでもよい。図4Aに図示されているように、第1光感知セル111と第2光感知セル112は、第1方向（X方向）に沿って交互に配列され、Y方向の位置が異なる断面においては、図4Bに図示されているように、第3光感知セル113と第4光感知セル114とが交互にも配列される。そのような領域区分は、入射光を画素単位に区分してセンシングするためのものであり、例えば、第1光感知セル111と第4光感知セル114は、第1画素に該当する第1波長の光をセンシングし、第2光感知セル112は、第2画素に該当する第2波長の光をセンシングし、第3光感知セル113は、第3画素に該当する第3波長の光をセンシングすることができる。以下において、第1波長の光は、緑色光、第2波長の光は、青色光、第3波長の光は、赤色光であり、第1画素、第2画素、第3画素は、それぞれ緑色画素G、青色画素B、赤色画素Rである場合を例として挙げて説明する。セル間境界には、図示されていないが、セル分離のための分離膜がさらに形成されうる。

30

【0065】

スペーサ層120は、色分離レンズアレイ130を支持しながら、センサ基板110と色分離レンズアレイ130との間隔を一定に維持させる役割を行い、可視光に対して透明な材料によってもなる。例えば、スペーサ層120は、SiO<sub>2</sub>、シラノール系ガラス（SOG: siloxane-based spin on glass）のように、色分離レンズアレイ130のナノポストNPの屈折率より低い屈折率を有しながら、可視光帯域において吸収率が低い誘電体材料によってもなる。

40

【0066】

色分離レンズアレイ130は、所定規則によって配列されたナノポストNPを含む。図示されていないが、色分離レンズアレイ130は、ナノポストNPを保護する保護層をさらに具備することができる。該保護層は、ナノポストNPをなす物質の屈折率より低い屈折率を有する誘電体物質によってもなる。

【0067】

色分離レンズアレイ130は、複数の光感知セル111、112、113、114と一

50

対一で対応しながら対向する複数の領域 1 3 1, 1 3 2, 1 3 3, 1 3 4 に区画される。複数の領域 1 3 1, 1 3 2, 1 3 3, 1 3 4 それぞれには、1 または複数のナノポスト N P が配置され、形状、大きさ、配列のうちいずれかが一つが領域によって異なりもする。

【0068】

色分離レンズアレイ 1 3 0 は、第 1 光感知セル 1 1 1 と第 4 光感知セル 1 1 4 とに、第 1 波長の光を分岐させて集光し、第 2 光感知セル 1 1 2 に、第 2 波長の光を分岐させて集光し、第 3 光感知セル 1 1 3 に、第 3 波長の光を分岐させて集光するように領域が区分され、領域ごとに、ナノポスト N P の大きさ、形状、配列が定められる。

【0069】

画素アレイ 1 1 0 0 が、図 2 A に図示されているようなベイヤーパターンの配列を有する場合、図 5 A の第 1 光感知セル 1 1 1 と第 4 光感知セル 1 1 4 は、緑色画素 G に対応し、第 2 光感知セル 1 1 2 は、青色画素 B に対応し、第 3 光感知セル 1 1 3 は、赤色画素 R に対応することになる。

【0070】

図 5 B を参照すれば、色分離レンズアレイ 1 3 0 の第 1 領域 1 3 1 及び第 4 領域 1 3 4 が緑色画素 G に対応し、第 2 光感知セル 1 1 2 と第 2 領域 1 3 2 とが青色画素 B に対応し、第 3 光感知セル 1 1 3 と第 3 領域 1 3 3 とが赤色画素 R に対応する。従って、色分離レンズアレイ 1 3 0 は、二次元配列された複数の単位パターンアレイを含み、それぞれの単位パターンアレイは、2×2 の形態に配列された第 1 領域 1 3 1、第 2 領域 1 3 2、第 3 領域 1 3 3 及び第 4 領域 1 3 4 を含む。

【0071】

図 5 B に図示されているように、緑色画素 G に対応する第 1 領域 1 3 1 及び第 4 領域 1 3 4、青色画素 B に対応する第 2 領域 1 3 2、赤色画素 R に対応する第 3 領域 1 3 3 は、円形断面を有する円柱状のナノポスト N P を含んでもよい。第 1 領域 1 3 1、第 2 領域 1 3 2、第 3 領域 1 3 3 及び第 4 領域 1 3 4 の中心部には、断面積が互いに異なるナノポスト N P が配置され、画素間境界線上の中心、及び画素境界線の交差点にも、ナノポスト N P が配置されうる。画素間境界に配置されたナノポスト N P の断面積は、画素中心部に配置されたナノポスト N P より小さい断面積を有することができる。

【0072】

図 5 C は、図 5 B の一部領域、すなわち、単位パターンアレイを構成する第 1 領域 1 3 1 ないし第 4 領域 1 3 4 のナノポスト N P 配列を詳細に示す。図 5 C において、ナノポスト N P は、単位パターンアレイ内の細部位置により、p 1 ~ p 9 と表示されている。図 5 C を参照すれば、ナノポスト N P のうち、第 1 領域 1 3 1 の中心部に配置されたナノポスト p 1、及び第 4 領域 1 3 4 の中心部に配置されたナノポスト p 4 の断面積が、第 2 領域 1 3 2 の中心部に配置されたナノポスト p 2 や、第 3 領域 1 3 3 の中心部に配置されたナノポスト p 3 の断面積より大きく、第 2 領域 1 3 2 の中心部に配置されたナノポスト p 2 の断面積が、第 3 領域 1 3 3 の中心部に配置されたナノポスト p 3 の断面積より大きい。ただし、それは、1 つの例に過ぎず、必要により、多様な形状、大きさ、配列のナノポスト N P が適用されうる。

【0073】

緑色画素 G に対応する第 1 領域 1 3 1 及び第 4 領域 1 3 4 に具備されたナノポスト N P は、第 1 方向 (X 方向) 及び第 2 方向 (Y 方向) に沿って互いに異なる分布規則を有することができる。例えば、第 1 領域 1 3 1 及び第 4 領域 1 3 4 に配置されたナノポスト N P は、第 1 方向 (X 方向) 及び第 2 方向 (Y 方向) に沿い、異なる大きさ配列を有することができる。図 5 C に図示されているように、ナノポスト N P のうち、第 1 領域 1 3 1 と、その第 1 方向 (X 方向) に隣接した第 2 領域 1 3 2 との境界に位置するナノポスト p 5 の断面積と、第 1 領域 1 3 1 と、その第 2 方向 (Y 方向) に隣接する第 3 領域 1 3 3 との境界に位置するナノポスト p 6 の断面積は、互いに異なる。同様に、第 4 領域 1 3 4 と、その第 1 方向 (X 方向) に隣接した第 3 領域 1 3 3 との境界に位置するナノポスト p 7 の断面積と、第 4 領域 1 3 4 と、その第 2 方向 (Y 方向) に隣接する第 2 領域 1 3 2 との境界

10

20

30

40

50

に位置するナノポスト p 8 の断面積は、互いに異なる。

【0074】

一方、青色画素 B に対応する第 2 領域 1 3 2、及び赤色画素 R に対応する第 3 領域 1 3 3 に配置されたナノポスト NP は、第 1 方向 (X 方向) 及び第 2 方向 (Y 方向) に沿って対称的な分布規則を有することができる。図 5 C に図示されているように、ナノポスト NP のうち、第 2 領域 1 3 2 において、その第 1 方向 (X 方向) に隣接した画素間境界に置かれるナノポスト p 5、及びその第 2 方向 (Y 方向) に隣接した画素間境界に置かれるナノポスト p 8 の断面積は、互いに同じであり、また、第 3 領域 1 3 3 においても、第 1 方向 (X 方向) に隣接した画素間境界に置かれるナノポスト p 7、及び第 2 方向 (Y 方向) に隣接した画素間境界に置かれるナノポスト p 6 の断面積が互いに同じである。

10

【0075】

一方、第 1 領域 1 3 1、第 2 領域 1 3 2、第 3 領域 1 3 3、第 4 領域 1 3 4 それぞれのコーナー、すなわち、4 領域が交差する位置に配置されたナノポスト p 9 は、同じ断面積を有する。そのような分布は、ベイヤーパターンの画素配列に起因する。青色画素 B と赤色画素 R は、いずれも第 1 方向 (X 方向) と第 2 方向 (Y 方向) とに隣接した画素が緑色画素 G と同一である一方、第 1 領域 1 3 1 に対応する緑色画素 G は、第 1 方向 (X 方向) に隣接した画素が青色画素 B であり、第 2 方向 (Y 方向) に隣接した画素が赤色画素 R として互いに異なり、第 4 領域 1 3 4 に対応する緑色画素 G は、第 1 方向 (X 方向) に隣接した画素が赤色画素 R であり、第 2 方向 (Y 方向) に隣接した画素が青色画素 B として互いに異なる。そして、第 1 領域 1 3 1、第 4 領域 1 3 4 に対応する緑色画素 G は、4 対角方向に隣接する画素が緑色画素 G として互いに同じであり、第 2 領域 1 3 2 に対応する青色画素 B は、4 対角方向に隣接する画素が赤色画素 R として互いに同じであり、第 3 領域 1 3 3 に対応する赤色画素 R は、4 対角方向に隣接する画素が青色画素 B として互いに同じである。従って、青色画素 B と赤色画素 R とにそれぞれ対応する第 2 領域 1 3 2 と第 3 領域 1 3 3 とにおいては、4 回対称 (4-fold symmetry) の形態にナノポスト NP が配列され、緑色画素 G に対応する第 1 領域 1 3 1 及び第 4 領域 1 3 4 においては、2 回対称 (2-fold symmetry) の形態にナノポスト NP が配列される。特に、第 1 領域 1 3 1 と第 4 領域 1 3 4 は、互いに対して 90° 回転されている。

20

【0076】

ナノポスト NP は、いずれも対称的な円形の断面形状を有するように図示されているが、それに限定されるものではなく、非対称形状の断面形状を有するナノポストが一部含まれてもよい。例えば、緑色画素 G に対応する第 1 領域 1 3 1 と第 4 領域 1 3 4 とには、第 1 方向 (X 方向) と第 2 方向 (Y 方向) との幅が互いに異なる非対称断面形状を有するナノポストが採用され、青色画素 B と赤色画素 R とにそれぞれ対応する第 2 領域 1 3 2 と第 3 領域 1 3 3 とには、第 1 方向 (X 方向) と第 2 方向 (Y 方向) との幅が同じである対称的な断面形状を有するナノポストが採用される。

30

【0077】

例示された色分離レンズアレイ 1 3 0 の配列規則は、第 1 光感知セル 1 1 1 と第 4 光感知セル 1 1 4 とに第 1 波長の光を分岐させて集光させ、第 2 光感知セル 1 1 2 に第 2 波長の光を分岐させて集光させ、第 3 光感知セル 1 1 3 に第 3 波長の光を分岐させて集光させるターゲット位相分布を具現するための一例示であり、図示されたパターンに限定されるものではない。

40

【0078】

色分離レンズアレイ 1 3 0 を通過した位置において、第 1 波長の光が、第 1 光感知セル 1 1 1 と第 4 光感知セル 1 1 4 とに集光される位相を形成し、第 2 光感知セル 1 1 2 と第 3 光感知セル 1 1 3 とには進まない位相を形成するように、色分離レンズアレイ 1 3 0 の各領域に具備されるナノポスト NP の形状、大きさ、配列が定められうる。

【0079】

同様に、色分離レンズアレイ 1 3 0 を通過した位置において、第 2 波長の光が、第 2 光感知セル 1 1 2 に集光される位相を形成し、第 1 光感知セル 1 1 1、第 3 光感知セル 1 1

50

3 及び第 4 光感知セル 1 1 4 には進まない位相を形成するように、色分離レンズアレイ 1 3 0 の各領域に具備されるナノポスト NP の形状、大きさ、配列が定められうる。

【0080】

また同様に、色分離レンズアレイ 1 3 0 を通過した位置において、第 3 波長の光が、第 3 光感知セル 1 1 3 に集光される位相を形成し、第 1 光感知セル 1 1 1、第 2 光感知セル 1 1 2 及び第 4 光感知セル 1 1 4 には進まない位相を形成するように、色分離レンズアレイ 1 3 0 の各領域に具備されるナノポスト NP の形状、大きさ、配列が定められうる。

【0081】

そのような条件をいずれも満足させるナノポスト NP の形状、大きさ及び／または配列が定められ、そのような色分離レンズアレイ 1 3 0 は、それを通過した直後の光が、次のようなターゲット位相分布を有するようにすることができる。色分離レンズアレイ 1 3 0 を通過した直後位置において、言い換えれば、色分離レンズアレイ 1 3 0 の下部表面、またはスペーサ層 1 2 0 の上部表面において、第 1 波長の光の位相は、第 1 光感知セル 1 1 1 に対応する第 1 領域 1 3 1 の中心部と、第 4 光感知セル 1 1 4 に対応する第 4 領域 1 3 4 の中心部とにおいて  $2N\pi$  であり、第 2 光感知セル 1 1 2 に対応する第 2 領域 1 3 2 の中心部、及び第 3 光感知セル 1 1 3 に対応する第 3 領域 1 3 3 の中心部においては、 $(2N-1)\pi$  の位相を示す分布でもある。ここで、 $N$  は、0 より大きい整数である。言い換えれば、色分離レンズアレイ 1 3 0 を透過した直後の位置において、第 1 波長の光の位相が、第 1 領域 1 3 1 の中心部と、第 4 領域 1 3 4 の中心部とにおいて最大になり、第 1 領域 1 3 1 の中心部と、第 4 領域 1 3 4 の中心部とから遠くなるほど、同心円状にだんだんと小さくなり、第 2 領域 1 3 2 の中心部と、第 3 領域 1 3 3 の中心部とにおいて最小にもなる。例えば、 $N=1$  である場合、色分離レンズアレイ 1 3 0 を透過した位置において、緑色光の位相は、第 1 領域 1 3 1 の中心部と、第 4 領域 1 3 4 の中心部とにおいて、 $2\pi$  であり、第 2 領域 1 3 2 の中心部と、第 3 領域 1 3 3 の中心部とにおいて、 $\pi$  にもなる。ここで、該位相は、光がナノポスト NP を通過する直前の位相に対する相対的な位相値を意味する。

【0082】

また、色分離レンズアレイ 1 3 0 を通過した直後の位置において、第 2 波長の光の位相は、第 2 光感知セル 1 1 2 に対応する第 2 領域 1 3 2 の中心部において、 $2M\pi$  であり、第 1 光感知セル 1 1 1 に対応する第 1 領域 1 3 1 の中心部、及び第 4 光感知セル 1 1 4 に対応する第 4 領域 1 3 4 の中心部においては、 $(2M-1)\pi$  であり、第 3 光感知セル 1 1 3 に対応する第 3 領域 1 3 3 の中心部においては、 $(2M-2)\pi$  より大きく、 $(2M-1)\pi$  より小さくなる分布でもある。ここで、 $M$  は、0 より大きい整数である。言い換えれば、色分離レンズアレイ 1 3 0 を透過した直後の位置において、第 2 波長の光の位相は、第 2 領域 1 3 2 の中心部で最大になり、第 2 領域 1 3 2 の中心部から遠くなるほど、同心円状にだんだんと小さくなり、第 3 領域 1 3 3 の中心部において、局所的に最小になる。例えば、 $M=1$  の場合、色分離レンズアレイ 1 3 0 を透過した位置において、第 2 波長の光の位相は、第 2 領域 1 3 2 の中心部において、 $2\pi$  であり、第 1 領域 1 3 1 の中心部と、第 4 領域 1 3 4 の中心部とにおいて、 $\pi$  であり、第 3 領域 1 3 3 の中心部において、約  $0.2\pi$  ないし  $0.7\pi$  にもなる。

【0083】

また同様に、色分離レンズアレイ 1 3 0 を通過した直後の位置において、第 3 波長の光の位相は、第 3 光感知セル 1 1 3 に対応する第 3 領域 1 3 3 の中心部において、 $2L\pi$  であり、第 1 光感知セル 1 1 1 に対応する第 1 領域 1 3 1、及び第 4 光感知セル 1 1 4 に対応する第 4 領域 1 3 4 の中心部においては、 $(2L-1)\pi$  であり、第 2 光感知セル 1 1 2 に対応する第 2 領域 1 3 2 の中心部においては、 $(2L-2)\pi$  より大きく、 $(2L-1)\pi$  よりも小さい。ここで、 $L$  は、0 より大きい整数である。言い換えれば、色分離レンズアレイ 1 3 0 を透過した直後の位置において、第 3 波長の光の位相は、第 3 領域 1 3 3 の中心部で最大になり、第 3 領域 1 3 3 の中心部から遠くなるほど、同心円状にだんだんと小さくなり、第 2 領域 1 3 2 の中心部において、局所的に最小になる。例えば、 $L=$

1である場合、色分離レンズアレイ130を透過した位置において、第3波長の光の位相は、第3領域133の中心部において、 $2\pi$ であり、第1領域131の中心部と、第4領域134の中心部とにおいて、 $\pi$ であり、第2領域132の中心部において、約 $0.2\pi$ ないし $0.7\pi$ にもなる。

【0084】

前述のように、ターゲット位相分布は、色分離レンズアレイ130を透過した直後の位置における光の位相分布を意味する。色分離レンズアレイ130を通過した光がそのような位相分布を有するならば、第1波長ないし第3波長の光が、それぞれ当該第1光感知セル111ないし当該第4光感知セル114に集まることになる。言い換えれば、色分離レンズアレイ130を透過した光は、波長によって分岐され、それぞれ互いに異なる方向に進んで集光される効果を得ることができる。

【0085】

そのように、当該波長の光が当該光感知セルに集光されるために、所定伝播距離要件が決定され、それにより、スペーサ層120の厚み $h$ が定められうる。スペーサ層120の厚み $h$ は、分岐対象である波長 $\lambda$ 、画素サイズ及び光感知セルの配置周期 $p$ によってもこととなる。スペーサ層120の厚み $h$ は、分岐対象である可視光線波長帯域の中心波長 $\lambda$ より大きくもなり、隣接する光感知セル中心間の距離である光感知セル配置周期 $p$ と比較すれば、 $1p \sim 3p$ の範囲でもある。具体的には、スペーサ層120の厚み $h$ は、 $500\text{ nm}$ ないし $5\text{ }\mu\text{m}$ の範囲でもある。スペーサ層120の厚み $h$ を設定するさらに細部的な事項については、図9Aないし図9E、図10Aないし図10E、及び図11Aないし図11Eを参照してさらに後述する。

【0086】

図6A及び図6Bは、色分離レンズアレイを通過した青色光の位相分布、及び対面する光感知セルにおける青色光フォーカシング分布を電算模写した図面であり、図6Cは、青色画素Bに対応する色分離レンズアレイの第2領域とその周辺とに入射した青色光の進行方向を例示的に示し、図6Dは、青色光に対し、色分離レンズアレイと等価的に作用するマイクロレンズアレイを例示的に示す。

【0087】

図6Aに例示された位相分布について説明すれば、青色画素Bに対応する領域の中心部における位相は、大体のところ $2\pi$ であり、隣接した緑色画素Gに対応する領域の中心部における位相は、大体のところ $\pi$ 値を示し、対角線方向の赤色画素Rに対応する領域の中心部における位相は、大体のところ $\pi$ より小さい値（例えば、約 $0.2\pi$ ないし $0.7\pi$ ）を示す。

【0088】

そのような位相分布は、図6Bのような青色光のフォーカシング分布を示すことができる。該青色光は、青色画素Bに対応する領域にほとんど集光され、他の画素に対応する領域には、青色光がほとんど達しない。

【0089】

結果として、青色画素Bに対応する第2領域132とその周辺とに入射した青色光は、色分離レンズアレイ130を透過した後、図6Cに図示されているように進むことになる。例えば、色分離レンズアレイ130の第2領域132と、第2領域132を取り囲む他の領域の一部とに入射する入射光のうち青色光は、第2領域132直下部の第2光感知セル112上に集光される。言い換えれば、1つの青色画素Bには、その青色画素Bに対応する第2領域132から来る青色光、第2領域132と横方向に隣接する2個の第1領域131から来る青色光、第2領域132と縦方向に隣接する2個の第4領域134から来る青色光、及び第2領域132と対角方向に隣接する4個の第3領域133から来る青色光が入射する。

【0090】

従って、図6Dに図示されているように、色分離レンズアレイ130は、青色光については、第2光感知セル112を中心に配列された複数のマイクロレンズML1アレイと等

10

20

30

40

50

価的な役割を行うことができる。それぞれの等価的なマイクロレンズ  $ML1$  は、それに対応する第2光感知セル  $112$  より大きいために、第2光感知セル  $112$  の領域に入射する青色光だけでなく、第2光感知セル  $112$  を取り囲む他の領域に入射する青色光も、第2光感知セル  $112$  に集光させることができる。例えば、それぞれのマイクロレンズ  $ML1$  は、それに対応する第2光感知セル  $112$  より4倍ほど大きく、それぞれのマイクロレンズ  $ML1$  の四辺は、第2光感知セル  $112$  の四辺と平行でもある。

【0091】

図7A及び図7Bは、色分離レンズアレイを通過した緑色光の位相分布、及び対向する光感知セルにおける緑色光フォーカシング分布を電算模写した図面であり、図7Cは、緑色画素に対応する色分離レンズアレイの第1領域及び第4領域と、その周辺とに入射した緑色光の進行方向を例示的に示し、図7Dは、緑色光に対し、色分離レンズアレイと等価的に作用するマイクロレンズアレイを例示的に示す。

【0092】

図7Aに例示された位相分布について説明すれば、緑色画素Gに対応する領域の中心部における位相は、大体のところ  $2\pi$  であり、隣接した青色画素Bと赤色画素Rとに対応する領域の中心部における位相は、大体のところ  $\pi$  値を示す。

【0093】

そのような位相分布は、図7Bのような緑色光のフォーカシング分布を示すことができる。該緑色光は、2つの緑色画素Gに対応する領域に分けられて集光されており、他の画素に対応する領域には、緑色光がほとんど達しない。

【0094】

結果として、緑色画素Gに対応する第1領域  $131$  及び第4領域  $134$ 、とその周辺とに入射した緑色光は、色分離レンズアレイ  $130$  を透過した後、図7Cに図示されているように進むことになる。例えば、色分離レンズアレイ  $130$  の第1領域  $131$ 、及び第1領域  $131$  を取り囲む他の領域の一部に入射する入射光のうち緑色光は、第1領域  $131$  直下部の第1光感知セル  $111$  上に集光される。また、図示されていないが、色分離レンズアレイ  $130$  の第4領域  $134$ 、及び第4領域  $134$  を取り囲む他の領域の一部に入射する入射光のうち緑色光は、第4領域  $134$  直下部の第4光感知セル  $114$  上に集光される。言い換えれば、1つの緑色画素Gには、その緑色画素Gに対応する第1領域  $131$  または第4領域  $134$  から来る緑色光、第1領域  $131$  または第4領域  $134$  と、横縦方向に隣接する2個の第2領域  $132$  と、2個の第3領域  $133$  とから来る緑色光が入射する。

【0095】

従って、図7Dに図示されているように、色分離レンズアレイ  $130$  は、緑色光については、第1光感知セル  $111$  と第4光感知セル  $114$  とを中心に配列された複数のマイクロレンズ  $ML2$  アレイと等価的な役割を行うことができる。それぞれの等価的なマイクロレンズ  $ML2$  は、それに対応する第1光感知セル  $111$  や第4光感知セル  $114$  より大きいために、第1光感知セル  $111$  と第4光感知セル  $114$  との領域に入射する緑色光だけでなく、第1光感知セル  $111$  と第4光感知セル  $114$  とを取り囲む他の領域に入射する緑色光も、第1光感知セル  $111$  と第4光感知セル  $114$  とに集光させることができる。例えば、それぞれのマイクロレンズ  $ML2$  は、それに対応する第1光感知セル  $111$  または第4光感知セル  $114$  より2倍ほど大きく、それに対応する第1光感知セル  $111$  と第4光感知セル  $114$  とに対し、対角線方向に隣接するようにも配置される。

【0096】

図8A及び図8Bは、色分離レンズアレイを通過した赤色光の位相分布、及び対向する光感知セルにおける赤色光のフォーカシング分布を電算模写した図面であり、図8Cは、赤色画素に対応する色分離レンズアレイの第3領域とその周辺とに入射した赤色光の進行方向を例示的に示し、図8Dは、赤色画素Rに対し、色分離レンズアレイと等価的に作用するマイクロレンズアレイを例示的に示す。

【0097】

図8Aに例示された位相分布について説明すれば、赤色画素Rに対応する領域の中心部

10

20

30

40

50

における位相は、大体のところ  $2\pi$  であり、隣接した緑色画素 G に対応する領域の中心部における位相は、大体のところ  $\pi$  値を示し、対角線方向の青色画素 B に対応する領域の中心部における位相は、大体のところ  $\pi$  より小さい値（例えば、約  $0.2\pi$  ないし  $0.7\pi$ ）を示す。

#### 【0098】

そのような位相分布は、図 8 B のような赤色光のフォーカシング分布を示すことができる。該赤色光は、赤色画素 R に対応する領域に集光されており、他の画素に対応する領域には、赤色光がほとんど達しない。

#### 【0099】

結果として、赤色画素 R に対応する第 3 領域 1 3 3 とその周辺とに入射した光は、色分離レンズアレイ 1 3 0 を透過した後、図 8 C に図示されているように進むことになる。例えば、色分離レンズアレイ 1 3 0 の第 3 領域 1 3 3 と、第 3 領域 1 3 3 を取り囲む他の領域の一部とに入射する入射光のうち赤色光は、第 3 領域 1 3 3 直下部の第 3 光感知セル 1 1 3 上に集光される。言い換えれば、1 つの赤色画素 R には、その赤色画素 R に対応する第 3 領域 1 3 3 から来る赤色光、第 3 領域 1 3 3 と横方向に隣接する 2 個の第 4 領域 1 3 4 から来る赤色光、第 3 領域 1 3 3 と縦方向に隣接する 2 個の第 1 領域 1 3 1 から来る赤色光、及び第 3 領域 1 3 3 と対角線方向に隣接する 4 個の第 2 領域 1 3 2 から来る赤色光が入射する。

#### 【0100】

従って、図 8 D に図示されているように、色分離レンズアレイ 1 3 0 は、赤色光については、第 3 光感知セル 1 1 3 を中心に配列された複数のマイクロレンズ ML 3 アレイと等価的な役割を行うことができる。それぞれの等価的なマイクロレンズ ML 3 は、それに対応する第 3 光感知セル 1 1 3 より大きいために、第 3 光感知セル 1 1 3 の領域に入射する赤色光だけではなく、第 3 光感知セル 1 1 3 を取り囲む他の領域に入射する赤色光も、第 3 光感知セル 1 1 3 に集光させることができる。例えば、それぞれのマイクロレンズ ML 3 は、それに対応する第 3 光感知セル 1 1 3 より 4 倍ほど大きく、それぞれのマイクロレンズ ML 3 の四辺は、第 3 光感知セル 1 1 3 の四辺と平行でもある。

#### 【0101】

図 6 C、図 6 D、図 7 C、図 7 D、図 8 C 及び図 8 D に図示された結果を異なるように表現すれば、色分離レンズアレイ 1 3 0 の第 1 領域 1 3 1 に入射する入射光のうち緑色光は、第 1 領域 1 3 1 に対応する第 1 光感知セル 1 1 1 の中心部に向けて進み、青色光は、第 1 領域 1 3 1 に対応する第 1 光感知セル 1 1 1 周辺の第 2 光感知セル 1 1 2 の中心部に向けて進み、赤色光は、第 1 領域 1 3 1 に対応する第 1 光感知セル 1 1 1 周辺の第 3 光感知セル 1 1 3 の中心部に向けて進む。また、色分離レンズアレイ 1 3 0 の第 2 領域 1 3 2 に入射する入射光のうち青色光は、第 2 領域 1 3 2 に対応する第 2 光感知セル 1 1 2 の中心部に向けて進み、緑色光は、第 2 領域 1 3 2 に対応する第 2 光感知セル 1 1 2 周辺の第 1 光感知セル 1 1 1 及び第 4 光感知セル 1 1 4 の中心部に向けて進み、赤色光は、第 2 領域 1 3 2 に対応する第 2 光感知セル 1 1 2 周辺の第 3 光感知セル 1 1 3 の中心部に向けて進む。同様に、色分離レンズアレイ 1 3 0 の第 3 領域 1 3 3 に入射する入射光のうち赤色光は、第 3 領域 1 3 3 に対応する第 3 光感知セル 1 1 3 の中心部に向けて進み、緑色光は、第 3 領域 1 3 3 に対応する第 3 光感知セル 1 1 3 周辺の第 1 光感知セル 1 1 1 及び第 4 光感知セル 1 1 4 の中心部に向けて進み、青色光は、第 3 領域 1 3 3 に対応する第 3 光感知セル 1 1 3 周辺の第 2 光感知セル 1 1 2 の中心部に向けて進むことになる。最後に、色分離レンズアレイ 1 3 0 の第 4 領域 1 3 4 に入射する入射光のうち緑色光は、第 4 領域 1 3 4 に対応する第 4 光感知セル 1 1 4 の中心部に向けて進み、青色光は、第 4 領域 1 3 4 に対応する第 4 光感知セル 1 1 4 周辺の第 2 光感知セル 1 1 2 の中心部に向けて進み、赤色光は、第 4 領域 1 3 4 に対応する第 4 光感知セル 1 1 4 周辺の第 3 光感知セル 1 1 3 の中心部に向けて進むことになる。

#### 【0102】

そのような色分離と集光は、スペーサ層 1 2 0 の厚みを適切に設定し、さらに効果的に

なさしめる。例えば、スペーサ層 120 の理論厚を、 $h_t$ 、 $\lambda_0$  の波長に対するスペーサ層 120 の屈折率を  $n$  とし、光感知セルのピッチを  $p$  とするとき、次の数式 1 を満足することができる。

【0103】

【数 4】

$$h_t = \frac{np^2}{\lambda_0} - \frac{\lambda_0}{4n} \quad (\text{数式 1})$$

10

【0104】

ここで、スペーサ層 120 の理論厚  $h_t$  は、 $\lambda_0$  の波長を有する光が、色分離レンズアレイ 130 により、光感知セル 111, 112, 113, 114 の上部表面上に集光される焦点距離を意味する。言い換えれば、 $\lambda_0$  の波長を有する光は、色分離レンズアレイ 130 を経ながら、色分離レンズアレイ 130 の下部表面から  $h_t$  ほど離れた距離にフォーカシングされる。

【0105】

数式 1 に記載されているように、スペーサ層 120 の理論厚  $h_t$  は、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチ  $p$  と、スペーサ層 120 の屈折率  $n$  によっても異なる。例えば、可視光線帯域の中心波長  $\lambda_0$  を 540 nm、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチ  $p$  を 0.8  $\mu\text{m}$ 、540 nm の波長におけるスペーサ層 120 の屈折率  $n$  を 1.46 と仮定すれば、スペーサ層 120 の理論厚  $h_t$ 、言い換えれば、色分離レンズアレイ 130 の下部表面と、センサ基板 110 の上部表面との距離は、約 1.64  $\mu\text{m}$  でもある。しかし、スペーサ層 120 の実際厚は、数式 1 に記載された理論厚  $h_t$  だけに制限される必要はない。例えば、色分離レンズアレイ 130 の効率を考慮し、理論厚  $h_t$  を基準に、所定範囲内でスペーサ層 120 の実際厚が選択される。

20

【0106】

図 9 A ないし図 9 E は、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチが 0.7  $\mu\text{m}$  である場合、色分離レンズアレイ 130 とセンサ基板 110 との距離による色分離レンズアレイ 130 の効率変化を例示的に示すグラフである。図 9 A は、色分離レンズアレイ 130 の単位パターンアレイを構成する第 1 領域 131 ないし第 4 領域 134 から、第 2 光感知セル 112 に入射する青色光に対する色分離レンズアレイ 130 の集光効率を示し、図 9 B は、単位パターンアレイを構成する第 1 領域 131 ないし第 4 領域 134 から、第 1 光感知セル 111 と第 4 光感知セル 114 とに入射する緑色光に対する色分離レンズアレイ 130 の集光効率を示し、図 9 C は、単位パターンアレイを構成する第 1 領域 131 ないし第 4 領域 134 から、第 3 光感知セル 113 に入射する赤色光に対する色分離レンズアレイ 130 の集光効率を示す。

30

【0107】

図 9 A 及び図 9 C の場合、1 つの光感知セルについて、4 個の領域が配置されるので、理論上最大値が 4 である。図 9 B の場合には、2 個の光感知セルについて、4 個の領域が配置されるので、理論上最大値が 2 である。図 9 A ないし図 9 C のグラフにおいて、色分離レンズアレイ 130 の集光効率が最も高い距離が、数式 1 を満足する理論厚  $h_t$  になる。図 9 A ないし図 9 C に図示されているように、理論厚  $h_t$  は、波長によって少しずつ異なる。

40

【0108】

図 9 D は、可視光線に対する肉眼の敏感度特性を考慮した色分離レンズアレイの効率変化を例示的に示すグラフである。例えば、肉眼は、一般的に、緑色光に対して敏感度が最も高く、青色光に対して敏感度が最も低い。従って、図 9 A のグラフに最も低い加重値を付与し、図 9 C のグラフに、青色光より高い加重値を付与し、図 9 B に、最も高い加重値を付与した後で合算した値を平均することにより、図 9 D のグラフを得ることができる。

50

図 9 E は、図 9 D のグラフを規準化した結果を示すグラフである。

【0109】

図 9 D 及び図 9 E のグラフを参照すれば、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチが  $0.7\ \mu\text{m}$  である場合、肉眼の敏感度特性を考慮した可視光線全体に対する色分離レンズアレイ 130 の効率は、約  $1.2\ \mu\text{m}$  の距離において最も高い。また、色分離レンズアレイ 130 の効率は、約  $0.5\ \mu\text{m}$  の距離において、最大効率の約 80% ほどになり、約  $1.9\ \mu\text{m}$  の距離において、最大効率の約 95% ほどになる。

【0110】

図 10 A ないし図 10 E は、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチが  $0.8\ \mu\text{m}$  である場合、色分離レンズアレイ 130 とセンサ基板 110 との距離による色分離レンズアレイ 130 の効率変化を例示的に示すグラフである。図 10 A ないし図 10 E を参照すれば、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチが  $0.8\ \mu\text{m}$  である場合、肉眼の敏感度特性を考慮した可視光線全体に対する色分離レンズアレイ 130 の効率は、約  $1.64\ \mu\text{m}$  の距離で最も高い。また、色分離レンズアレイ 130 の効率は、約  $0.8\ \mu\text{m}$  の距離において、最大効率の約 85% ほどになり、約  $2.5\ \mu\text{m}$  の距離において、最大効率の約 93% ほどになる。

【0111】

図 11 A ないし図 11 E は、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチが  $1.0\ \mu\text{m}$  である場合、色分離レンズアレイ 130 とセンサ基板 110 との距離による色分離レンズアレイ 130 の効率変化を例示的に示すグラフである。図 11 A ないし図 11 E を参照すれば、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチが  $1.0\ \mu\text{m}$  である場合、肉眼の敏感度特性を考慮した可視光線全体に対する色分離レンズアレイ 130 の効率は、約  $2.6\ \mu\text{m}$  の距離において最も高い。また、色分離レンズアレイ 130 の効率は、約  $1.6\ \mu\text{m}$  の距離において、最大効率の約 87% ほどになり、約  $3.6\ \mu\text{m}$  の距離において、最大効率の約 94% ほどになる。

【0112】

結果として、スペーサ層 120 の実際厚  $h$  が、数式 1 の理論厚  $h_t$  に比べ、光感知セル 111, 112, 113, 114 のピッチ  $p$  ほど大きかったり小さかったりしても、色分離レンズアレイ 130 は、最大効率の 80% 以上、90% 以上または 95% 以上の高い効率を有するということが分かる。前述の結果を考慮するとき、スペーサ層 120 の実際厚  $h$  は、 $h_t - p \leq h \leq h_t + p$  の範囲内においても選択される。

【0113】

前述の色分離レンズアレイ 130 は、入射光を吸収したり遮断したりせず、波長別に分岐させ、分岐された光を特定領域にそれぞれ集光させることができるために、イメージセンサの光利用効率を向上させることができる。また、色分離レンズアレイ 130 は、向上した色分離性能を有するために、色分離レンズアレイ 130 を採用したイメージセンサは、優秀な色純度を有することができる。また、色分離レンズアレイ 130 を採用したイメージセンサは、イメージセンサにおいて、一般的に採択されているベイヤーパターン方式を維持することができ、既存の画素構造と同一イメージ処理アルゴリズムを活用することができる。さらに、色分離レンズアレイ 130 は、入射光を集光するレンズの役割も行うことができるために、色分離レンズアレイ 130 を採用したイメージセンサは、光をそれぞれの画素に集光させるための別途のマイクロレンズを必要としない。

【0114】

図 12 は、一実施形態による色分離レンズアレイに採用されうるナノポストの例示的な形態を示す斜視図である。図 12 を参照すれば、ナノポストは、直径  $D$ 、高さ  $H$  である円柱形状を有することができる。直径  $D$  及び／または高さ  $H$  は、サブ波長の値を有することができ、直径  $D$  は、ナノポストが配置される位置によっても異なる。

【0115】

ナノポストは、それ以外にも、多様な断面形状を有する柱によっても形成される。図 13 A ないし図 13 H は、イメージセンサの色分離レンズアレイに採用されうるナノポスト

10

20

30

40

50

の例示的な形状を示す平面図である。

【0116】

図13Aのように、ナノポストの断面形状は、外径 $D$ 、内径 $D_i$ である円形リング状でもある。リングの幅 $w$ がサブ波長の値を有することができる。図13Bのように、ナノポストの断面形状は、第1方向（X方向）と第2方向（Y方向）との長軸長及び短軸長 $D_x$ 、 $D_y$ が互いに異なる楕円形状でもある。そのような形状は、例えば、図5Bの実施形態について説明するときに言及したように、緑色画素に対応する第1領域131と第4領域134とも採用される。

【0117】

さらには、ナノポストの断面形状は、図13C、図13D、図13Fに図示されているように、正形状、正方形リング状または十字形状、または、図13E、図13Gに図示されているように、第1方向（X方向）と第2方向（Y方向）との長さ $D_x$ 、 $D_y$ が互いに異なる長形状または十字形状でもある。そのような長形状または十字形状は、図5Bの実施形態について説明するときに言及したように、緑色画素に対応する第1領域131と第4領域134とも採用される。

【0118】

他の例として、ナノポストの断面形状は、図13Hに図示されているように、ナノポストの断面形状は、複数の凹状円弧を有する形状でもある。

【0119】

図14は、他の実施形態による色分離レンズアレイをなすナノポストの配列形態を例示的に示す平面図である。

【0120】

色分離レンズアレイ140は、図2Aで例示したベイヤーパターンの画素配列と対応する形態であり、緑色画素Gに対応する第1領域141、青色画素Bに第2領域142、赤色画素Rに対応する第3領域143、及び緑色画素Gに対応する第4領域144に四分された領域を含んでもよい。図示されていないが、そのような単位パターンアレイが、第1方向（X方向）及び第2方向（Y方向）に沿って反復しても配列される。各領域は、複数のサブ領域にも等分され、サブ領域境界の交差点に、ナノポストNPが配置されうる。図14は、サブ領域の個数が9個である例を示しており、9個にサブ領域を区分した格子点上に、ナノポストNPが配置されており、各領域141、142、143、144の真ん中には、ナノポストNPが配置されず、同サイズの4つのナノポストNPが中心部をなす形態である。周辺部のナノポストNPは、他の領域との境界線上に配置される形態である。ナノポストNPは、単位パターンアレイ内の細部位置により、 $r_1 \sim r_9$ と表示されている。

【0121】

図14を参照すれば、緑色画素に対応する第1領域141の中心部に配置されたナノポスト $r_1$ は、周辺部に配置されたナノポスト $r_5$ 、 $r_6$ 、 $r_9$ より大きい断面積を有し、緑色画素に対応する第4領域144の中心部に配置されたナノポスト $r_4$ は、周辺部に配置されたナノポスト $r_7$ 、 $r_8$ 、 $r_9$ より大きい断面積を有する。緑色画素に対応する第1領域141と第4領域144との中心部に配置されたナノポスト $r_1$ 、 $r_4$ の断面サイズが、青色画素に対応する第2領域142の中心部に配置されたナノポスト $r_2$ 、赤色画素に対応する第3領域143の中心部に配置されたナノポスト $r_3$ の断面サイズより大きくもなる。また、青色画素に対応する第2領域142の中心部に配置されたナノポスト $r_2$ の断面積が、赤色画素に対応する第3領域143の中心部に配置されたナノポスト $r_3$ の断面積より大きくもなる。

【0122】

第2領域142と第3領域143とにおけるナノポストNPは、第1方向（X方向）と第2方向（Y方向）とに沿って対称的にも配置され、第1領域141と第4領域144とのナノポストNPは、第1方向（X方向）と第2方向（Y方向）とに沿って非対称的にも配置される。言い換えれば、青色画素と赤色画素とにそれぞれ対応する第2領域142と

第3領域143とのナノポストNPは、第1方向(X方向)と第2方向(Y方向)とに沿って同一分布規則を有することができ、緑色画素に対応する第1領域141と第4領域144とのナノポストNPは、第1方向(X方向)と第2方向(Y方向)とに沿い、互いに異なる分布規則を有することができる。

【0123】

ナノポストNPのうち、第1領域141と、それに第1方向(X方向)に隣接した第2領域142との境界に位置するナノポストr5の断面積と、第1領域141と、それに第2方向(Y方向)に隣接する第3領域143との境界に位置するナノポストr6の断面積は、互いに異なる。また、第4領域144と、それと第1方向(X方向)に隣接した第3領域143との境界に位置するナノポストr7の断面積と、第4領域144と、それと第2方向(Y方向)に隣接する第2領域142との境界に位置するナノポストr8の断面積は、互いに異なる。

【0124】

一方、第1領域141と、それに第1方向(X方向)に隣接した第2領域142との境界に位置するナノポストr5の断面積と、第4領域144と、それと第2方向(Y方向)に隣接する第2領域142との境界に位置するナノポストr8の断面積とが同一であり、第1領域141と、それと第2方向(Y方向)に隣接した第3領域143との境界に位置するナノポストr6の断面積と、第4領域144と、それと第1方向(X方向)に隣接する第3領域143との境界に位置するナノポストr7の断面積とが同一である。

【0125】

一方、第1領域141、第2領域142、第3領域143、第4領域144それぞれのコーナー、すなわち、4領域が交差する位置に配置されたナノポストr9は、同一断面積を有する。

【0126】

そのように、青色画素と赤色画素とにそれぞれ対応する第2領域142と第3領域143とにおいては、4回対称の形態にナノポストNPが配列され、緑色画素に対応する第1及び第4領域141、144においては、2回対称の形態にナノポストNPが配列され、第1領域141と第4領域144は、互いに対して90°回転されている。そのような形態は、後述する図16、図17の実施形態にも、同一に示される。

【0127】

図15は、さらに他の実施形態による色分離レンズアレイをなすナノポストの配列形態を例示的に示す平面図である。

【0128】

色分離レンズアレイ150は、ベイヤーパターンの画素配列と対応する形態であり、緑色画素に対応する第1領域151、青色画素に第2領域152、赤色画素に対応する第3領域153、及び緑色画素に対応する第4領域154に四分された領域を含んでもよい。

【0129】

各領域は、複数のサブ領域にも等分され、該サブ領域境界の交差点に、ナノポストNPが配置されうる。図15は、サブ領域の個数が16個である例を示すという点において、図14のナノ構造物配列と違いがあり、16個にサブ領域を区分した格子点上に、ナノポストNPが配置されており、それぞれの領域151、152、153、154の真中に、ナノポストNPが配置される。ナノポストNPは、単位パターンアレイ内の細部位置により、s1～s11と表示されている。

【0130】

図15の実施形態は、緑色画素に対応する第1領域151の真ん中に位置したナノポストs1、第4領域154の真ん中に位置したナノポストs4が周辺部に位置したナノポストNPより大きい断面積を有し、また、青色画素に対応する第2領域152、及び赤色画素に対応する第3領域153に配置されたナノポストNPより大きい断面積を有することができる。

【0131】

第1領域151において、断面積が最大であるナノポストs1が真ん中に配置され、周辺部に行くほど断面積がだんだんと小さくなるナノポストs10, s5, s6が配置される。第4領域154においても、断面積が最大であるナノポストs4が真ん中に配置され、周辺部に行くほど断面積がだんだんと小さくなるナノポストs11, s7, s8が配置される。それと異なり、第2領域152においては、中心部に、断面積が同じであるナノポストs2が9個配置され、それより大きい断面積を有するナノポストs5, s8が周辺部に配置される。第3領域153においても、中心部に、断面積が同じであるナノポストs3g9個配置され、それより大きい断面積を有するナノポストs6, s7が周辺部に配置される。第2領域152、第3領域153において、周辺部のナノポストNPは、他の領域との境界線上に配置される形態である。

10

#### 【0132】

図15の実施形態も、図14の実施形態と同様に、第2領域152と第3領域153とのナノポストNPは、第1方向(X方向)と第2方向(Y方向)とに沿って対称的にも配置され、第1領域151と第4領域154とのナノポストNPは、第1方向(X方向)と第2方向(Y方向)とに沿い、非対称的にも配置される。また、第1領域151、第2領域152、第3領域153、第4領域154それぞれのコーナー、すなわち、4領域が隣接する位置に配置されたナノポストs9は、同じ断面積を有する。

#### 【0133】

図16は、さらに他の実施形態による色分離レンズアレイをなすナノポストの配列形態を例示的に示す平面図である。

20

#### 【0134】

色分離レンズアレイ160は、ベイヤーパターンの画素配列と対応する形態であり、緑色画素に対応する第1領域161、青色画素に対応する第2領域162、赤色画素に対応する第3領域163、及び緑色画素に対応する第4領域164に四分された領域を含んでもよい。

#### 【0135】

各領域は、複数のサブ領域にも等分され、該サブ領域内にナノポストNPが配置されうる。色分離レンズアレイ160は、図14と同様に、各領域が9個のサブ領域に区画されるが、ナノポストNPが、サブ領域間の交差点ではなく、内部に配置される点において、違いがある。ナノポストNPは、単位パターンアレイ内の細部位置により、t1～t16と表示されている。

30

#### 【0136】

図16の実施形態は、第1領域161の中心部に位置したナノポストt1と、第4領域164の中心部に位置したナノポストt4とが、その周辺部に位置したナノポストNPだけではなく、第2領域162及び第3領域163に配置されたナノポストNPより断面サイズが大きくもある。

#### 【0137】

第2領域162の中心部に配置されたナノポストt2の断面積は、第3領域163の中心部に配置されたナノポストt3の断面積よりも大きくなる。第2領域162の場合、中心部から、第1方向(X方向)、第2方向(Y方向)に離隔された周辺部に位置するナノポストt6, t10の断面積が、中心部ナノポストt2の断面積よりさらに大きく、それと異なり、中心部から、対角線方向に離隔された周辺部に位置したナノポストt14の断面積は、中心部ナノポストt2の断面積より小さい。

40

#### 【0138】

第3領域163の場合、中心部ナノポストt3の断面積が最も小さく、周辺部のナノポストt7, t11, t15は、いずれも中心部ナノポストt3より大きい断面積を有する。

#### 【0139】

第2領域162と第3領域163とのナノポストNPは、第1方向(X方向)と第2方向(Y方向)とに沿って対称的にも配置され、第1領域161と第4領域164とのナノポストNP配置は、第1方向(X方向)と第2方向(Y方向)とに沿って非対称的にも配置される。言い換えれば、青色画素と赤色画素とにそれぞれ対応する第2領域162と第

50

3領域163とにおけるナノポストNPは、第1方向(X方向)と第2方向(Y方向)とに沿って同一分布規則を示し、緑色画素に対応する第1領域161と第4領域164とにおけるナノポストNPは、第1方向(X方向)と第2方向(Y方向)とに沿って互いに異なる分布規則を示している。

【0140】

第1領域161は、中心部のナノポストt1は、それと第1方向(X方向)に隣接したナノポストt5、及びそれと第2方向(Y方向)に隣接したナノポストt9と互いに異なる断面積を有する。第4領域164も、中心部のナノポストt4は、それと第1方向(X方向)に隣接したナノポストt8、及び第2方向(Y方向)に隣接したナノポストt12と互いに異なる断面積を有する。また、第1領域161中心部のナノポストt1と、それと第1方向(X方向)に隣接したナノポストt5は、第4領域164中心部のナノポストt4と、それと第2方向(Y方向)に隣接したナノポストt12と同一断面積を有し、第1領域161中心部のナノポストt1と、それと第2方向(Y方向)に隣接したナノポストt9は、第4領域164中心部のナノポストt4と、それと第1方向(X方向)に隣接したナノポストt8と同一断面積を有する。第1領域161のコーナーに隣接した位置のナノポストt13、第4領域164のコーナーに隣接した位置のナノポストt16は、同じ断面積を有する。そのように、第1領域161、第4領域164は、互いに対して90°回転されている。

【0141】

第2領域162は、中心部のナノポストt2と第1方向(X方向)に隣接したナノポストt6、及び中心部のナノポストt2と第2方向(Y方向)に隣接したナノポストt10は、互いに同じ断面積を有する。第2領域162のコーナーに隣接した位置のナノポストt14は、同じ断面積を有する。

【0142】

第3領域163の場合も、中心部のナノポストt3と第1方向(X方向)に隣接したナノポストt7、及び中心部のナノポストt3と第2方向(Y方向)に隣接したナノポストt11は、互いに同じ断面積を有する。第3領域163のコーナーに隣接した位置のナノポストt15は、同じ断面積を有する。

【0143】

図17は、さらに他の実施形態による色分離レンズアレイをなす複数のナノポスト配列形態を例示的に示す平面図である。

【0144】

本実施形態のイメージセンサの色分離レンズアレイ170は、最も単純な構造の実施形態である。緑色画素と対応する第1領域171、青色画素と対応する第2領域172、赤色画素と対応する第3領域173、及び緑色画素と対応する第4領域174に、それぞれ1つのナノポストNPが配置され、第1領域171と第4領域174とに具備されたナノポストNPの断面積が最も大きく、第2領域172に具備されたナノポストNPの断面積は、第1領域171に具備されたナノポストNPの断面積より小さく、第3領域173のナノポストNP断面積が最も小さい。

【0145】

図18は、図17の色分離レンズアレイを含むイメージセンサの赤色画素R、緑色画素G、青色画素Bのそれぞれに入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフである。

【0146】

図19A及び図19Bは、他の実施形態による画素アレイの概略的な構造を、それぞれ異なる断面で示す断面図である。

【0147】

画素アレイ1100aは、センサ基板110と色分離レンズアレイ130との間に、カラーフィルタ105がさらに配置された点において、前述の図4A及び図4Bの実施形態と違いがある。カラーフィルタ105は、センサ基板110とスペーサ層120との間にも配置される。

10

20

30

40

50

## 【0148】

画素アレイ1100aは、色分離レンズアレイ130を保護する透明な誘電体層121をさらに含んでもよい。誘電体層121は、隣接したナノポストNP間の空間、及びナノポストNPの上部表面を覆うようにも配置される。誘電体層121は、ナノポストNPの屈折率より低い屈折率を有する物質、例えば、スペーサ層120と同一物質によってもなる。

## 【0149】

カラーフィルタ105は、ベイヤーパターンの画素配列に対応する形態のフィルタ領域を具備する。図19Aに図示されているように、緑色フィルタ領域CF1、青色フィルタ領域CF2が交互に配置され、図19Bに図示されているように、Y方向に離隔された後、行においては、赤色フィルタ領域CF3と緑色フィルタ領域CF1とが交互に配置される。色分離レンズアレイ130が、複数の光感知セル111, 112, 113, 114に互いに異なる波長の光を分岐させて集光させる点において、カラーフィルタ105の構成は、必須な構成要素ではない。ただし、そのように、追加してカラーフィルタ105を具備することにより、色純度が補完され、相当程度に色分離された光がカラーフィルタ105に入射するので、光損失は、大きくない。

## 【0150】

図20及び図21は、イメージセンサの赤色画素R、緑色画素G、青色画素Bに入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフであり、それぞれカラーフィルタが具備された実施形態と、カラーフィルタが具備されていない実施形態のスペクトル分布を示す。

## 【0151】

図20のグラフは、図19A及び図19Bで図示したカラーフィルタを具備したイメージセンサのスペクトルであり、図21のグラフは、図4A及び図4Bで図示したカラーフィルタがないイメージセンサのスペクトルである。図20及び図21は、画素の幅が約0.7 μmであるイメージセンサのシミュレーション結果であり、カラーフィルタが具備された場合、全体的な光量が低くなる傾向があるが、色分離性能は、いずれも比較例に比べ、改善されている。

## 【0152】

前述の実施形態による色分離レンズアレイを含むイメージセンサは、カメラのような多様な光学装置にも適用される。例えば、図22は、一実施形態によるカメラを概念的に示す概念図である。

## 【0153】

図22を参照すれば、一実施形態によるカメラ2000は、物体から反射された光を集束して光学像を形成する対物レンズ2010、及び対物レンズ2010によって形成された光学像を電氣的な映像信号に変換するイメージセンサ1000を含んでもよい。イメージセンサ1000は、前述の色分離レンズアレイを含む。また、カメラ2000は、イメージセンサ1000から出力された電氣的信号を映像信号に処理するプロセッサ2200をさらに含む。プロセッサ2200は、イメージセンサ1000から出力される色相別信号に対し、ノイズ除去、色補間 (color interpolation) のような作業を遂行し、映像を形成する。図示されていないが、カメラ2000は、また、イメージセンサ1000と対物レンズ2010との間に配置される赤外線遮断フィルタ、プロセッサ2200で形成した映像を表示するディスプレイパネル、プロセッサ2200で形成した映像データを保存するメモリをさらに含んでもよい。そのようなカメラ2000は、例えば、携帯電話、ノート型パソコン、タブレットPC (personal computer) のようなモバイル電子装置内にも装着される。

## 【0154】

対物レンズ2010は、カメラ2000の外部にある被写体の像をイメージセンサ1000上にフォーカシングする役割を行う。イメージセンサ1000が、対物レンズ2010の焦点平面上に正確に位置すれば、被写体のある一点から出発した光は、対物レンズ2010を介し、イメージセンサ1000上の一点にさらに集まることになる。例えば、光

10

20

30

40

50

軸 O X 上のある一点 A から出発した光は、対物レンズ 2 0 1 0 を通過した後、光軸 O X 上にあるイメージセンサ 1 0 0 0 の中心に集まることになる。光軸 O X から外れたある一点 B, C, D から出発した光は、対物レンズ 2 0 1 0 によって光軸 O X を横切り、イメージセンサ 1 0 0 0 の周辺部の一点に集まることになる。例えば、図 2 2 において、光軸 O X より上側にある一点 B から出発した光は、光軸 O X を横切り、イメージセンサ 1 0 0 0 の下側端に集まることになり、光軸 O X より下側にある一点 C から出発した光は、光軸 O X を横切り、イメージセンサ 1 0 0 0 の上側端に集まることになる。また、光軸 O X と点 B との間に位置した点 D から出発した光は、イメージセンサ 1 0 0 0 の中心と下側端との間に集まることになる。

【 0 1 5 5 】

従って、互いに異なる点 A, B, C, D からそれぞれ出発した光は、前記点 A, B, C, D と光軸 O X との距離により、互いに異なる角度でイメージセンサ 1 0 0 0 に入射する。イメージセンサ 1 0 0 0 に入射する光の入射角は、一般的に、主光線角度 (C R A : c h i e f r a y a n g l e) と定義される。主光線 (c h i e f r a y) は、被写体の一点から、対物レンズ 2 0 1 0 の中心を通り、イメージセンサ 1 0 0 0 に入射する光線を意味し、主光線角度は、主光線が光軸 O X となす角度を意味する。光軸 O X に、ある点 A から出発した光は、主光線角度が  $0^{\circ}$  であり、イメージセンサ 1 0 0 0 に垂直に入射する。出発点が光軸 O X から遠くなるほど、主光線角度は、増大することになる。

【 0 1 5 6 】

イメージセンサ 1 0 0 0 の観点から見れば、イメージセンサ 1 0 0 0 の中心部に入射する光の主光線角度は、 $0^{\circ}$  であり、イメージセンサ 1 0 0 0 のエッジに行くほど、入射光の主光線角度が大きくなることになる。例えば、点 B と点 C とから出発し、イメージセンサ 1 0 0 0 の最外エッジに入射する光の主光線角度が最も大きく、点 A から出発し、イメージセンサ 1 0 0 0 の中心部に入射する光の主光線角度は、 $0^{\circ}$  である。また、点 D から出発し、イメージセンサ 1 0 0 0 の中心とエッジとの間に入射する光の主光線角度は、点 B と点 C とから出発した光の主光線角度より小さく、 $0^{\circ}$  より大きい。

【 0 1 5 7 】

ところで、前述の色分離レンズアレイは、一般的に、方向性を有することができる。言い換えれば、色分離レンズアレイが、特定の角度範囲で入射する光については、効率的に動作するが、入射角が特定角度範囲から遠くなることになれば、色分離レンズアレイの色分離性能が低下される。従って、イメージセンサ 1 0 0 0 の全体領域において、色分離レンズアレイのナノポストが、いずれも同一配列形態を有せば、イメージセンサ 1 0 0 0 の全体領域において、色分離効率が均一ではなく、イメージセンサ 1 0 0 0 の領域により、色分離効率が異なることになる。それにより、カメラ 2 0 0 0 が提供する映像の品質が低下してしまう。

【 0 1 5 8 】

従って、イメージセンサ 1 0 0 0 上の位置によって異なる入射光の主光線角度を考慮し、色分離レンズアレイのナノポストの配列形態を異ならせて設計することができる。例えば、図 2 3 A ないし図 2 3 C は、イメージセンサ上の位置による色分離レンズアレイのナノポストの配列形態変化を示す概略的な平面図である。特に、図 2 3 A は、イメージセンサ 1 0 0 0 の中心部に配置されたナノポスト N P の位置を示し、図 2 3 B は、イメージセンサ 1 0 0 0 の中心部とエッジとの間に配置されたナノポスト N P の位置を示し、図 2 3 C は、イメージセンサ 1 0 0 0 のエッジに配置されたナノポスト N P の位置を示す。図 2 3 A ないし図 2 3 C は、ナノポスト N P の特定配列を限定するためではなく、ただ、イメージセンサ 1 0 0 0 上の位置によるナノポスト N P の相対的な位置変化について概念的に説明するためのものである。

【 0 1 5 9 】

図 2 3 A ないし図 2 3 C に図示されているように、イメージセンサ 1 0 0 0 の中心部からエッジに行くほど、色分離レンズアレイの第 1 領域、第 2 領域、第 3 領域及び第 4 領域は、それに対応する画素または光感知セルからさらに遠くシフトされて位置することがで

10

20

30

40

50

きる。例えば、イメージセンサ１０００の中心部、または色分離レンズアレイの中心部、またはセンサ基板の中心部において、色分離レンズアレイの第１領域、第２領域、第３領域及び第４領域の位置は、それに対応する緑色画素、青色画素、赤色画素及び緑色画素の位置（または、それに対応する光感知セルの位置）と一致することができる。そして、イメージセンサ１０００の中心部、色分離レンズアレイの中心部、またはセンサ基板の中心部から遠くなるほど、色分離レンズアレイの第１領域、第２領域、第３領域及び第４領域は、それにそれぞれ対応する緑色画素、青色画素、赤色画素及び緑色画素の位置（または、それに対応する光感知セルの位置）からさらに遠くシフトされうる。色分離レンズアレイの第１領域、第２領域、第３領域及び第４領域がシフトされる程度は、色分離レンズアレイに入射する光の主光線角度によっても決定される。特に、イメージセンサ１０００の周辺部、色分離レンズアレイの周辺部、またはセンサ基板の周辺部において、色分離レンズアレイの第１領域、第２領域、第３領域及び第４領域は、それにそれぞれ対応する第１光感知セル、第２光感知セル、第３光感知セル及び第４光感知セルに対し、イメージセンサ１０００の中心部方向に向けてシフトされる。

#### 【０１６０】

以下においては、便宜上、イメージセンサ１０００の中心部と表現するが、イメージセンサ１０００、色分離レンズアレイ及びセンサ基板が互いに対向して配置されるために、イメージセンサ１０００の中心部は、また色分離レンズアレイの中心部、またはセンサ基板の中心部を意味するにもなる。同様に、以下において、イメージセンサ１０００の周辺部／エッジは、色分離レンズアレイの周辺部／エッジ、またはセンサ基板の周辺部／エッジを意味することにもなる。

#### 【０１６１】

図２４は、他の実施形態による画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

#### 【０１６２】

図２４を参照すれば、本実施形態のイメージセンサの画素アレイ１１００ｂは、二段に積層されたナノポストＮＰを具備する色分離レンズアレイ２３０を含むという点において、前述の実施形態と違いがある。ナノポストＮＰは、スペーサ層１２０上に配置された第１ナノポストＮＰ１、及び第１ナノポストＮＰ１上に配置された第２ナノポストＮＰ２を含んでもよい。第２ナノポストＮＰ２は、第１ナノポストＮＰ１に対し、光の傾斜方向に沿ってもシフトされる。例えば、色分離レンズアレイ２３０に入射する光が、右側から左側に傾いた場合、第２ナノポストＮＰ２は、第１ナノポストＮＰ１に対し、右側にもシフトされる。反対に、色分離レンズアレイ２３０に入射する光が、左側から右側に傾いた場合、第２ナノポストＮＰ２は、第１ナノポストＮＰ１に対し、左にもシフトされる。

#### 【０１６３】

また、図２２に図示されたイメージセンサ１０００に入射する光の主光線角度を考慮するとき、第２ナノポストＮＰ２は、第１ナノポストＮＰ１に対し、イメージセンサ１０００の中心部方向に向けてもシフトされる。例えば、イメージセンサ１０００の中心部から左側端に行くほど、第２ナノポストＮＰ２は、第１ナノポストＮＰ１に対し、右側にさらにシフトされ、イメージセンサ１０００の中心部から右側端に行くほど、第２ナノポストＮＰ２は、第１ナノポストＮＰ１に対し、左にさらにシフトされる。

#### 【０１６４】

同様に、色分離レンズアレイ２３０の第３領域２３３と第４領域２３４は、それにそれぞれ対応する赤色画素（または、第３光感知セル）と緑色画素（または、第４光感知セル）とに対し、イメージセンサ１０００の中心部方向に向けてシフトされる。例えば、イメージセンサ１０００の中心部から左側端に行くほど、色分離レンズアレイ２３０の第３領域２３３と第４領域２３４は、それにそれぞれ対応する緑色画素と赤色画素とに対し、右側にさらにシフトされる。図示されていないが、色分離レンズアレイ２３０の他の断面に配置された第１領域及び第２領域も、やはりそれに対応する緑色画素（または、第１光感知セル）と青色画素（または、第２光感知セル）とに対し、イメージセンサ１０００の中心部方向に向けてシフトされる。

【0165】

特に、色分離レンズアレイ230の第3領域233と第4領域234は、それにそれぞれ対応する第3光感知セル113の中心部と、第4光感知セル114の中心部とに、それぞれ赤色光と緑色光とを集光するようにもシフトされる。色分離レンズアレイ230の第3領域233と第4領域234とがシフトされる距離sは、例えば、次の数式2によっても定められる。

【0166】

【数5】

$$s = d \times \tan(CRA')$$

(数式2)

10

【0167】

数式2において、dは、色分離レンズアレイ230の下部表面と、センサ基板110の上部表面との最短直線距離または間隔であり、CRA'は、センサ基板110に入射する光の入射角である。また、CRA'は、次の数式3によっても決定される。

【0168】

【数6】

$$CRA' = \sin^{-1}(\sin CRA \times n)$$

(数式3)

20

【0169】

数式3において、CRAは、色分離レンズアレイ230に入射する光の入射角であり、nは、色分離レンズアレイ230とセンサ基板110との間に配置された材料の屈折率である。従って、色分離レンズアレイ230の第3領域233と第4領域234とがそれに対応する画素からシフトされる距離sは、色分離レンズアレイ230に入射する光の入射角、及び色分離レンズアレイ230とセンサ基板110との間に配置された材料の屈折率によっても決定される。もし色分離レンズアレイ230とセンサ基板110との間に、スペーサ層120だけではなく、カラーフィルタ105も配置される場合、スペーサ層120に入射する光の入射角、及びスペーサ層120の屈折率、並びにカラーフィルタ105に入射する光の入射角、及びカラーフィルタ105の屈折率を考慮し、CRA'が決定される。

30

【0170】

図25は、図22に図示されたカメラのイメージセンサに適用された色分離レンズアレイにおいて、二次元配列されたナノポストのシフト形態を例示的に示す平面図であり、図26は、図25に図示された色分離レンズアレイを具備する画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

【0171】

図25及び図26を参照すれば、イメージセンサ1000の中心部Cにおいて、色分離レンズアレイ230の第1領域ないし第4領域は、それに対応する画素（または、光感知セル）に対してシフトされていない。また、イメージセンサ1000の中心部Cにおいて、第2ナノポストNP2は、第1ナノポストNP1に対してシフトされていない。そして、イメージセンサ1000の周辺部Pにおいて、色分離レンズアレイ230の第1領域ないし第4領域は、イメージセンサ1000の中心部Cに向けてシフトされており、第2ナノポストNP2も、第1ナノポストNP1に対し、イメージセンサ1000の中心部Cに向けてシフトされている。従って、図22に図示されたカメラ2000に採用されたイメージセンサ1000の場合、色分離レンズアレイ230の全体面積は、イメージセンサ1000の画素アレイ1100bの全体面積、またはセンサ基板110の全体面積よりも小さい。

40

【0172】

一方、図24の実施形態には、センサ基板110上にカラーフィルタ105が配置され

50

ているが、イメージセンサ 1000 の周辺部 P において、色分離レンズアレイ 230 が十分な性能を有するならば、図 26 に図示されているように、カラーフィルタ 105 が省略されてもよい。

【0173】

図 27 は、図 26 のイメージセンサの色分離レンズアレイに採用されるナノポストの例示的な形状を示す斜視図である。図 27 に図示されているように、下部の第 1 ナノポスト NP1 と、上部の第 2 ナノポスト NP2 とが互いにずれるようにも積層される。ずれた程度は、図 27 に b で表示されており、この大きさは、イメージセンサ 1000 の中心部 C から周辺部 P に行くほど、すなわち、半径方向に沿っても大きくなる。第 2 ナノポスト NP2 が第 1 ナノポスト NP1 からずれる方向は、周辺部 P から中心部 C に向かう方向になる。特に、ずれた程度 b は、第 2 ナノポスト NP2 の上部表面の中心部に光が入射し、第 1 ナノポスト NP1 の上部表面の中心部に光が入射するようにも決定される。

10

【0174】

そのような構造にナノポスト NP を製造するため、図 26 に図示されているように、誘電体層 121 は、スペーサ層 120 上に配置され、第 1 ナノポスト NP1 間の空間を充填し、第 2 ナノポスト NP2 を支持する第 1 誘電体層 121 a、及び第 2 ナノポスト NP2 を覆う第 2 誘電体層 121 b を含んでもよい。第 1 誘電体層 121 a と第 2 誘電体層 121 b は、第 1 ナノポスト NP1 と第 2 ナノポスト NP2 とをなす材料の屈折率より低い屈折率を材料としても形成される。

【0175】

ナノポスト NP が 2 層に積層された構造を例示したが、それに限定されるものではなく、3 層以上の構造を有することもできる。例えば、図 28 は、他の実施形態による画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

20

【0176】

図 28 を参照すれば、イメージセンサの画素アレイ 1100 c は、三段に積層されたナノポスト NP を具備する色分離レンズアレイ 240 を含む。ナノポスト NP は、スペーサ層 120 上に配置された第 1 ナノポスト NP1、第 1 ナノポスト NP1 上に配置された第 2 ナノポスト NP2、及び第 2 ナノポスト NP2 上に配置された第 3 ナノポスト NP3 を含んでもよい。第 2 ナノポスト NP2 は、第 1 ナノポスト NP1 に対してイメージセンサの中心部に向けてシフトされ、第 3 ナノポスト NP3 は、第 2 ナノポスト NP2 に対してイメージセンサの中心部に向けてシフトされる。

30

【0177】

また、色分離レンズアレイ 240 の第 4 領域 244 は、それに対応する緑色画素または第 4 光感知セル 114 に対し、イメージセンサの中心部に向けてシフトされ、第 3 領域 243 は、それに対応する赤色画素または第 3 光感知セル 113 に対し、イメージセンサの中心部に向けてシフトされる。

【0178】

図 29 A ないし図 29 C は、一実施形態によるイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフであり、それぞれイメージセンサ上の位置による主光線角度の変化を考慮しない場合、主光線角度の変化を考慮し、ナノポストの位置を変化させた場合、主光線角度の変化を考慮し、ナノポストを二段に構成した場合に係わるものである。図 29 A ないし図 29 C において、B0 で表示されたグラフは、主光線角度が 0° である場合、青色画素に入射する光のスペクトル分布であり、G0 で表示されたグラフは、主光線角度が 0° である場合、緑色画素に入射する光のスペクトル分布であり、R0 で表示されたグラフは、主光線角度が 0° である場合、赤色画素に入射する光のスペクトル分布である。また、B26 で表示されたグラフは、主光線角度が 26° である場合、青色画素に入射する光のスペクトル分布であり、Gb26 で表示されたグラフは、主光線角度が 26° である場合、青色画素と、それと第 1 方向に交互に配置された緑色画素とに入射する光のスペクトル分布であり、Gr26 で表示されたグラフは、主光線角度が 26° である場合、赤色画素と、それと第 1 方向に交互に配置

40

50

された緑色画素に入射する光のスペクトル分布であり、R 2 6で表示されたグラフは、主光線角度が0°である場合、赤色画素に入射する光のスペクトル分布である。

【0179】

図29Aのグラフに図示されているように、主光線角度の変化を考慮しない場合、主光線角度が26°である光に係わる色分離レンズアレイの性能が低下されるということが分かる。そして、図29Bのグラフに図示されているように、主光線角度の変化を考慮し、ナノポストをシフトさせた場合、主光線角度が26°である光に係わる色分離レンズアレイの性能が改善された。また、図29Cのグラフに図示されているように、ナノポストのシフトと共に、ナノポストを二段に構成した場合、主光線角度が26°である光に係わる色分離レンズアレイの性能がさらに改善され、主光線角度が0°である光に係わる色分離レンズアレイの性能とほとんど近くなった。

10

【0180】

図30A及び図30Bは、他の実施形態によるイメージセンサ上の位置によるナノポストの線幅変化を示す平面図である。図30Aは、イメージセンサの中心部において、色分離レンズアレイのナノポストNPの線幅を図示し、図30Bは、イメージセンサの周辺部で色分離レンズアレイのナノポストNP'の線幅を例示的に図示する。図30Bに図示された実施形態においては、ナノポストの位置を対応する画素に対してシフトさせ、第2ナノポストNP2'を第1ナノポストNP1'に対してシフトさせるように、ナノポストNP'の線幅をさらに変化させた。ナノポストNP'の線幅変化は、主光線角度により、次の数式4のようにも決定される。

20

【0181】

【数7】

$$w \sim w_0 \cdot (1 + \sin CRA/10) \quad (\text{数式 4})$$

【0182】

数式4で、wは、イメージセンサの周辺部において、ナノポストNP'の線幅であり、w<sub>0</sub>は、イメージセンサの中心部において、ナノポストNPの線幅である。従って、イメージセンサの周辺部に行くほど、ナノポストNP'の線幅が増大することになる。図30Bは、便宜上、ナノポストNP'の線幅増加を誇張して図示されている。イメージセンサの最外エッジにおけるナノポストNP'の線幅は、イメージセンサの中心部における線幅に比べ、約2.5%ないし6.5%ほど増大することができる。

30

【0183】

ここで、該線幅変化は、色分離センサアレイの複数の第1領域、第2領域、第3領域、第4領域のうち、同一領域内の同一位置に配置されたナノポストの線幅を比較したものである。例えば、イメージセンサの中心部において、色分離センサアレイの第1領域の中央に配置されたナノポストの線幅と、イメージセンサの周辺部において、色分離センサアレイの第1領域の中央に配置されたナノポストの線幅とを比較することができる。色分離センサアレイの互いに異なる領域に配置されたナノポスト、または同一領域内において、互いに異なる位置に配置されたナノポストは、線幅の比較対象ではない。

40

【0184】

図31は、図30に図示されたイメージセンサの赤色画素、緑色画素、青色画素にそれぞれ入射する光のスペクトル分布を例示的に示すグラフである。図31のグラフを、図29Cのグラフと比較すれば、ナノポストのシフト、ナノポストの二段構成と共に、ナノポストの線幅をさらに変化させる場合、主光線角度が26°である光に係わる色分離レンズアレイの性能がさらに改善されるということが分かる。

【0185】

図32及び図33は、他の実施形態による色分離レンズアレイに採用されるナノポストの多様な形状を示す平面図である。図32及び図33に図示されているように、多様な形態を有するナノポストがシフトされても配置される。例えば、図32に図示されているよ

50

うに、互いに大きさが異なる長方形の二段積層されたナノポストNP1, NP2が互いに対してもシフトされる。また、図33に図示されているように、二段積層されたリング型ナノポストNP a、二段積層された円形ナノポストNP b、及び二段積層された長方形ナノポストNP cが色分離レンズアレイのそれぞれの領域において、互いに対してもシフトされる。

【0186】

図34及び図35は、他の実施形態による色分離レンズアレイに採用されるナノポストの多様な断面形状を示す断面図である。図34及び図35に図示されているように、ナノポストの側面に傾斜面が形成されうる。例えば、図34に図示された色分離レンズアレイ250は、下部から上部に行くほど、ナノポストの断面積が増大する方式で、ナノポストの側面に傾斜面が形成されている。従って、色分離レンズアレイ250のナノポストは、上部面が下部面より大きい台形状の断面を有する。また、図35に図示された色分離レンズアレイ260は、下部から上部に行くほど、ナノポストの断面積が小さくなる方式で、ナノポストの側面に傾斜面が形成されている。従って、色分離レンズアレイ260のナノポストは、下部面が上部面より大きい台形状の断面を有する。

【0187】

色分離レンズアレイ250, 260の第1領域、第2領域、第3領域及び第4領域にそれぞれ配置されたナノポストの傾斜面の傾斜度は、互いに異なりもする。また、イメージセンサの中心部に対応して位置したナノポストの傾斜面の傾斜度と、イメージセンサの周辺部に対応して位置したナノポストの傾斜面の傾斜度とが互いに異なりもする。

【0188】

図36は、他の実施形態による画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。

【0189】

図36を参照すれば、イメージセンサの画素アレイ1100dは、互いに異なる複数のナノポストの配列を有する第1色分離レンズアレイ280と、第2色分離レンズアレイ290とを含んでもよい。第2色分離レンズアレイ290は、第1色分離レンズアレイ280上にも配置される。第2色分離レンズアレイ290のナノポストは、第1色分離レンズアレイ280のナノポストに対してシフトされた関係を有さず、第2色分離レンズアレイ290のナノポストの配列形態は、第1色分離レンズアレイ280のナノポストの配列形態と異なりもする。

【0190】

そのような第1色分離レンズアレイ280の複数のナノポストの配列と、第2色分離レンズアレイ290の複数のナノポストの配列は、イメージセンサに入射する光の主光線角度を考慮しても決定される。例えば、第2色分離レンズアレイ290と第1色分離レンズアレイ280とを連続して透過し、センサ基板110に入射する光が、入射角と関係なく効率的に色分離されて集光されるように、第1色分離レンズアレイ280と第2色分離レンズアレイ290との複数のナノポストの配列が設計されうる。

【0191】

以上の説明のように、サブ波長のナノポストを所定規則で配した色分離レンズアレイにより、色分離効率を高めることができ、それを採用したイメージセンサの性能が向上する。説明された具体的な形態は、例示的なものであり、それらの多様な変形及び組み合わせが可能である。例えば、可視光線波長帯域を例示して説明したが、それに限定されるものではなく、ナノポスト配列規則により、他の波長帯域の分離も、可能である。また、ナノポストアレイの複数領域それぞれに具備されるナノポスト個数は、多様にも変更される。イメージセンサの画素配列は、ベイヤーパターンを例示して説明したが、それに限定されるものではなく、例えば、赤色画素、緑色画素、青色画素が一方向に順に反復される配列も可能であり、または、図2Bに図示されたCYGM方式の配列や、図2Cに図示されたRGBW方式の配列も可能である。また、2種以上の色相の画素を含む複数の単位画素が反復配列された画素配列パターンにも適用されうる。該色分離レンズアレイは、そのような画素配列に適切な領域区分を採択し、各領域別に、ナノポスト配列規則を選択するこ

とができる。

【0192】

以上のところは、定義可能な形態に形成されたナノポストの配列を介し、色分離レンズアレイを構成するように説明したが、色分離レンズアレイは、定義されえない他の多様な形態の自由パターンによっても構成される。例えば、図37は、他の実施形態による色分離レンズアレイの概略的な構造と動作とを示す概念図である。

【0193】

図37を参照すれば、色分離レンズアレイ330の単位パターンアレイは、それぞれ互いに区分される第1微小構造ないし第4微小構造を有する第1領域331ないし第4領域334を含んでもよい。例えば、第1領域331は、第1パターンを有し、第2領域332は、第1パターンと異なる形態にパターンニングされた第2パターンを有し、第3領域333は、第1パターン及び第2パターンと異なる形態にパターンニングされた第3パターンを有し、第4領域334は、第1パターンないし第3パターンと異なる形態にパターンニングされた第4パターンを有することができる。

【0194】

第1領域331ないし第4領域334は、例えば、 $2 \times 2$ の形態に同一平面に配列される。従って、第1領域331と第2領域332は、第1方向に沿って互いに隣接して配置され、第3領域333と第4領域334も、第1方向に沿って互いに隣接して配置される。そして、第1領域331と第3領域333は、第1方向に垂直の第2方向に沿って互いに隣接して配置され、第3領域333と第4領域334も、第2方向に沿って互いに隣接して配置される。第1領域331と第4領域334は、対角線方向に沿って配列され、第2領域332と第3領域333は、他の対角線方向に沿って配列される。

【0195】

一実施形態によれば、色分離レンズアレイ330に入射する入射光のうち、第1波長の光 $\lambda_1$ は、第1領域331と鉛直方向に沿って対向する第1ターゲット領域R1に集光され、第2波長の光 $\lambda_2$ は、第2領域332と鉛直方向に沿って対向する第2ターゲット領域R2に集光され、第3波長の光 $\lambda_3$ は、第3領域333と鉛直方向に沿って対向する第3ターゲット領域R3に集光され、第4波長の光 $\lambda_4$ は、第4領域334と鉛直方向に沿って対向する第4ターゲット領域R4に集光されるように、第パターン1ないし第4パターンが決定される。そのような第1領域331ないし第4領域334の具体的な第パターン1ないし第4パターンは、色分離レンズアレイ330が適用されるイメージセンサの画素配列及び色特性によっても多様に設計される。

【0196】

例えば、色分離レンズアレイ330を、図2Aに図示されたベイヤーパターン方式のイメージセンサに適用する場合、第1領域331と第4領域334は、緑色画素Gに対向しても配置され、第2領域332は、青色画素Bに対向しても配置され、第3領域333は、赤色画素Rに対向しても配置される。そして、第1波長の光 $\lambda_1$ と第4波長の光 $\lambda_4$ は、緑色光でもあり、第2波長の光 $\lambda_2$ は、青色光でもあり、第3波長の光 $\lambda_3$ は、赤色光でもある。

【0197】

図38は、ベイヤーパターン方式のイメージセンサにも適用される色分離レンズアレイの単位パターンアレイを例示的に示す平面図である。図38を参照すれば、緑色画素Gに対向する第1領域331は、第1パターンを形成する第1誘電体331a、及び第1誘電体331a間に充填された第2誘電体331bを含む。青色画素Bに対向する第2領域332は、第2パターンを形成する第1誘電体332a、及び第1誘電体332a間に充填された第2誘電体332bを含み、赤色画素Rに対向する第3領域333は、第3パターンを形成する第1誘電体333a、及び第1誘電体333a間に充填された第2誘電体333bを含み、緑色画素Gに対向する第4領域334は、第4パターンを形成する第1誘電体334a、及び第1誘電体334a間に充填された第2誘電体334bを含む。

【0198】

第1領域331と第2領域332は、二つとも緑色画素に対向しており、同一形態を有するが、その回転方向は、異なりもする。例えば、図38のように、第4領域334のパターンは、第1領域331のパターンが90°回転された形態を有することができる。そのような違いは、隣接した画素の配置によっても決定される。図38の場合、第1領域331に対向する緑色画素Gの左右には、青色画素Bが配置され、第4領域334に対向する緑色画素Gの左右には、赤色画素Rが配置される違いにおいて、そのように同一であるが、異なる回転方向に配置されたパターンが形成されうる。

【0199】

第1誘電体331a, 332a, 333a, 334aは、いずれも同一材料によってもなり、第2誘電体331b, 332b, 333b, 334bも、いずれも同一材料によってもなる。例えば、第1誘電体331a, 332a, 333a, 334aは、TiO<sub>2</sub>、GaN、SiN<sub>3</sub>、ZnS、ZnSe、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>のように、高屈折率を有しながら、可視光帯域において、吸収率が低い誘電体材料によってもなり、第2誘電体331b, 332b, 333b, 334bは、空気、SiO<sub>2</sub>、シラノール系ガラス(SOG)のように、低屈折率を有しながら、可視光帯域において、吸収率が低い誘電体材料によってもなる。第2誘電体331b, 332b, 333b, 334bが空気によってなる場合、図38に図示された色分離レンズアレイ330は、第1誘電体331a, 332a, 333a, 334aがエッチングされ、簡単に形成されうる。

【0200】

図39は、図38に図示された単位パターンアレイを、A-A'ライン(X方向)に沿って切開した垂直断面を例示的に示す断面図であり、図40は、図38に図示された単位パターンアレイを、B-B'ライン(Y方向)に沿って切開した垂直断面を例示的に示す断面図である。

【0201】

図39及び図40を参照すれば、第1誘電体331a, 332a, 333a, 334aと第2誘電体331b, 332b, 333b, 334bは、鉛直方向に平行に延長されうる。図39及び図40に図示された垂直断面の形態は、例示的なものであり、A-A'ライン及びB-B'ラインの位置により、第1領域331ないし第4領域334の垂直断面の形態が異なりうる。例えば、A-A'ラインが、Y方向に沿って移動することにより、図39に図示された垂直断面の形態が変化することになり、B-B'ラインが、X方向に沿って移動することにより、図40に図示された垂直断面の形態が変化することになる。そのような垂直断面形態の変化と関係なく、第1領域331ないし第4領域334の全ての垂直断面において、第1誘電体331a, 332a, 333a, 334aと第2誘電体331b, 332b, 333b, 334bとが共に存在することができる。

【0202】

図41は、図38に図示された単位パターンアレイを複数個含む色分離レンズアレイの配列を例示的に示す平面図である。図41に図示されているように、色分離レンズアレイ330は、図38に図示された2×2の単位パターンアレイが反復して二次元配列された形態を有することができる。

【0203】

ベイヤーパターン方式のイメージセンサに適用される色分離レンズアレイ330において、第1領域331ないし第4領域334の第パターン1ないし第4パターンは、所定規則を有することができる。例えば、図42Aは、図38に図示された単位パターンアレイにおける第1領域331のパターンを例示的に示し、図42Bは、それに対応するイメージセンサの画素及びその周辺画素を例示的に示す。図42Bを参照すれば、第1領域331に対応する緑色画素Gの左右方向に、青色画素Bが配置され、上下方向には、赤色画素Rが配置される。第1領域331に対応する緑色画素Gの対角線方向には、第4領域334に対応する緑色画素が配置され、図42Bには、表示されていない。従って、第1領域331を透過した透過光のうち青色光は、第1領域331の左右方向に進み、赤色光は、第1領域331の上下方向に進むところと同一な光学的な効果を得るために、第1領域3

10

20

30

40

50

31の第1パターンは、2回対称でもある。例えば、図42Aに図示されているように、第1領域331の第1パターンは、Y方向に沿った第1軸Iに対称であると共に、X方向に沿った第2軸IIに対称でもある。

【0204】

図43Aは、図38に図示された単位パターンアレイにおける第2領域332の形態を例示的に示し、図43Bは、それに対応するイメージセンサの画素及びその周辺画素を例示的に示す。図43Bを参照すれば、第2領域332に対応する青色画素Bの左右方向と上下方向とに緑色画素Gが配置される。そして、2個の交差する対角線方向に、赤色画素Rが配置される。従って、第2領域332を透過した透過光のうち緑色光は、第2領域332の左右方向と上下方向とに進み、赤色光は、第2領域332の対角線方向に進むところと同一な光学的な効果を得るために、第2領域332の第2パターンは、4回対称でもある。例えば、図43Aに図示されているように、第2領域332の第2パターンは、Y方向に沿った第1軸Iに対称であり、X方向に沿った第2軸IIに対称であり、対角線方向に沿った第3軸IIIと第4軸IVとに対称でもある。

【0205】

図44Aは、図38に図示された単位パターンアレイにおける第3領域333の形態を例示的に示し、図44Bは、それに対応するイメージセンサの画素及びその周辺画素を例示的に示す。図44Bを参照すれば、第3領域333に対応する赤色画素Rの左右方向と上下方向とに緑色画素Gが配置される。そして、2個の交差する対角線方向に、青色画素Bが配置される。従って、第3領域333を透過した透過光のうち緑色光は、第3領域333の左右方向と上下方向とに進み、青色光は、第3領域333の対角線方向に進むところと同一な光学的な効果を得るために、第3領域333の第3パターンは4、回対称でもある。例えば、図44Aに図示されているように、第3領域333の第3パターンは、Y方向に沿った第1軸Iに対称であり、X方向に沿った第2軸IIに対称であり、対角線方向に沿った第3軸IIIと第4軸IVとに対称でもある。

【0206】

図45Aは、図38に図示された単位パターンアレイにおける第4領域334の形態を例示的に示し、図45Bは、それに対応するイメージセンサの画素及びその周辺画素を例示的に示す。図45Bを参照すれば、第4領域334に対応する緑色画素Gの左右方向に赤色画素Rが配置され、上下方向には、青色画素Bが配置される。対角線方向には、第1領域331に対応する緑色画素が配置され、図45Bには、表示されていない。従って、第4領域334を透過した透過光のうち赤色光は、第4領域334の左右方向に進み、青色光は、第4領域334の上下方向に進むところと同一な光学的な効果を得るために、第4領域334の第4パターンは、2回対称でもある。例えば、図45Aに図示されているように、第4領域334の第4パターンは、Y方向に沿った第1軸Iに対称であると共に、X方向に沿った第2軸IIに対称でもある。また、図45Bに図示された画素配置は、図42Bに図示された画素配置に対し、90°回転された状態である。従って、第4領域334の第4パターンは、第1領域331の第1パターンに対し、90°回転されたところと同一な形態を有することができる。

【0207】

ベイヤーパターン方式のイメージセンサに適用される色分離レンズアレイ330において、第1領域331ないし第4領域334の第パターン1ないし第4パターンのさらに他の規則として、色分離レンズアレイ330を透過した青色光、緑色光及び赤色光が、所定ターゲット位相分布を有するように、第1領域331ないし第4領域334の第パターン1ないし第4パターンが設計されうる。例えば、色分離レンズアレイ330を透過した青色光が、第2領域332に対応する青色画素Bの位置に集光される位相を形成し、第2領域332に隣接した第1領域331及び第4領域334に対応する位置には進まない位相を形成するように、第1領域331ないし第4領域334の第パターン1ないし第4パターンが定められうる。

【0208】

また、色分離レンズアレイ 330 を透過した緑色光が、第 1 領域 331 と第 4 領域 334 とに対応する緑色画素 G の位置に集光される位相を形成し、第 1 領域 331 と第 4 領域 334 とに隣接した第 2 領域 332 と第 3 領域 333 に対応する位置には進まない位相を形成するように、第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 の第パターン 1 ないし第 4 パターンが定められうる。

【0209】

また、色分離レンズアレイ 330 を透過した赤色光が、第 3 領域 333 に対応する赤色画素 R に集光される位相を形成し、第 3 領域 333 に隣接した第 1 領域 331 と第 4 領域 334 とに対応する位置には進まない位相を形成するように、第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 の第パターン 1 ないし第 4 パターンが定められうる。

【0210】

そのような色分離レンズアレイ 330 が具現するターゲット位相分布は、前述の色分離レンズアレイ 130 について説明したところと同一であるので、詳細な説明は、省略する。第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 の第パターン 1 ないし第 4 パターンにより、色分離レンズアレイ 330 は、図 6 A ないし図 6 D、図 7 A ないし図 7 D、及び図 8 A ないし図 8 D で説明したところと同一な作用を行うことができる。

【0211】

前述のような位相分布を満足する色分離レンズアレイ 330 のパターンは、多様な方式のコンピュータシミュレーションを介して自動化された設計が可能である。例えば、遺伝子アルゴリズム (genetic algorithm)、粒子群集最適化 (particle swarm optimization) アルゴリズム、蟻集団最適化 (ant colony optimization) のような自然模写アルゴリズム (nature-inspired algorithm) を利用したり、アドジョイント最適化 (adjoint optimization) アルゴリズムに基づいた逆説系方式を介し、第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 のパターンを最適化することができる。

【0212】

色分離レンズアレイ 330 設計のために、色分離スペクトル、光効率、信号対ノイズ比などの評価要素をもって、候補色分離レンズアレイの性能を評価しながら、第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 の第パターン 1 ないし第 4 パターンを最適化することができる。例えば、それぞれの評価要素に係わる目標数値をあらかじめ決定した後、多数の評価要素に係わる目標数値との差の和を最小化する方式をもって、第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 の第パターン 1 ないし第 4 パターンを最適化することができる。または、それぞれの評価要素別に性能を指標化し、性能を示す値が最大になるように、第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 の第パターン 1 ないし第 4 パターンを最適化することができる。

【0213】

図 38 に図示された色分離レンズアレイ 330 は、ただ 1 つの例であり、色分離レンズアレイ 330 の第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 の大きさ・厚み、色分離レンズアレイ 330 が適用されるイメージセンサの色特性・画素ピッチ、色分離レンズアレイ 330 とイメージセンサとの距離、入射光の入射角などにより、前述の最適化設計を介し、多様な形態の色分離レンズアレイ 330 を得ることができる。例えば、図 46 は、ベイヤーパターン方式のイメージセンサにも適用される他の実施形態による色分離レンズアレイの単位パターンアレイの形態を例示的に示す平面図であり、図 47 は、ベイヤーパターン方式のイメージセンサにも適用されるさらに他の実施形態による色分離レンズアレイの単位パターンアレイの形態を例示的に示す平面図である。

【0214】

図 38 に図示された第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 それぞれは、 $14 \times 14$  の長方形配列にデジタル化されたバイナリ形態に最適化され、図 46 に図示された第 1 領域 331 ないし第 4 領域 334 のそれぞれは、 $16 \times 16$  の長方形配列にデジタル化されたバイナリ形態に最適化されている。従って、図 38 に図示された色分離レンズアレイ 330 の単位パターンアレイは、 $28 \times 28$  の長方形配列によってなる形態を有し、図 46 に図

10

20

30

40

50

示された色分離レンズの単位パターンアレイは、 $3 \times 3$ の長方形配列によってなる形態を有する。その場合、図39及び図40に図示された第1領域331ないし第4領域334の垂直断面の形態は、A-A'ラインがY方向に沿って移動することにより、またはB-B'ラインがX方向に沿って移動することにより、不連続的に変化することになる。

【0215】

それと異なり、図47に図示された第1領域331ないし第4領域334それぞれは、デジタル化されていない連続的な曲線形態にも最適化される。その場合、図39及び図40に図示された第1領域331ないし第4領域334の垂直断面の形態は、A-A'ラインがY方向に沿って移動することにより、またはB-B'ラインがX方向に沿って移動することにより、連続して変化することになる。

【0216】

図48A及び図48Bは、色分離レンズアレイを採用したイメージセンサの画素アレイのそれぞれ異なる断面で示される概略的な断面図である。図48A及び図48Bを参照すれば、イメージセンサの画素アレイ1100eは、センサ基板110、スペーサ層120及び色分離レンズアレイ330を含んでもよい。色分離レンズアレイ330の第1領域331は、センサ基板110の第1光感知セル111に対応して配置され、色分離レンズアレイ330の第2領域332は、センサ基板110の第2光感知セル112に対応して配置される。また、色分離レンズアレイ330の第2領域332は、センサ基板110は、第2光感知セル112に対応して配置され、色分離レンズアレイ330の第4領域334は、センサ基板110の第4光感知セル114に対応して配置される。図48A及び図48Bには、図示されていないが、センサ基板110とスペーサ層120との間には、カラーフィルタがさらに配置されうる。スペーサ層厚は、前述のように、色分離レンズアレイ330によって分離された互いに異なる波長の光が、それに対応する光感知セル上に集光されるための所定伝播距離要件によって定められる。

【0217】

前述の色分離レンズアレイ330の具体的なパターンは、ただ例示的なものであり、それらの多様な変形が可能である。例えば、色分離レンズアレイ330の第1領域331ないし第4領域334の他のパターン形態により、可視光線以外の波長帯域の分離も、可能である。また、色分離レンズアレイ330の単位パターンアレイを構成する色分離パターンの個数も、色分離レンズアレイ330の適用例によっても多様に変更される。イメージセンサの画素配列は、ベイヤーパターンを例示して説明したが、それに限定されるものではなく、図2B及び図2Cに図示された画素配列にも適用されうる。そのような画素配列に適切なパターンは、色分離レンズアレイ330の領域を採択し、各領域別に前述の最適化方式を介しても決定される。

【0218】

図49は、他の実施形態による色分離レンズアレイを例示的に示す平面図である。図49を参照すれば、色分離レンズアレイ340は、太線で表示された複数の二次元配列された単位パターンアレイを含んでもよい。それぞれの単位パターンアレイは、第1領域341、第2領域342、第3領域343及び第4領域344を含む $2 \times 2$ の次元形態にも配列される。色分離レンズアレイ340の全体構成を見るとき、1行内において、第1領域341と第2領域342とが横方向に沿って交互に配列され、他行内において、第3領域343と第4領域344とが横方向に沿って交互に配列される。また、1列(column)内において、第1領域341と第3領域343とが縦方向に沿って交互に配列され、他列内において、第2領域342と第4領域344とが縦方向に沿って交互に配列される。

【0219】

また、色分離レンズアレイ340は、いかなる単位パターンアレイにも属さない複数の第1領域341ないし第4領域344をさらに含んでもよい。いかなる単位パターンアレイにも属さない第1領域341ないし第4領域344は、色分離レンズアレイ340のエッジに沿っても配列される。言い換えれば、色分離レンズアレイ340の左側エッジに1列を構成する複数の第2領域342と、複数の第4領域344が追加して配列され、右側

10

20

30

40

50

エッジに1列を構成する複数の第1領域341と、複数の第3領域343とが追加して配列され、上部側エッジに1行を構成する複数の第3領域343と、複数の第4領域344とが追加して配列され、下部側エッジに1行を構成する複数の第1領域341と、複数の第2領域342とが追加して配列されうる。

#### 【0220】

図50は、図49に図示された色分離レンズアレイ340を、C-C'ラインに沿って切開した垂直断面である。図50を参照すれば、色分離レンズアレイ340は、センサ基板110のエッジに対し、水平方向に突出して配置され、鉛直方向にセンサ基板110のいかなる光感知セルとも対向しない複数の第1領域341と複数の第2領域342とを含んでもよい。たとえば図50にいずれも図示されていないにしても、図50において、いかなる単位パターンアレイにも属さない複数の第1領域341ないし第4領域344は、いずれも、センサ基板110のエッジに対し、水平方向に突出して配置され、鉛直方向にいかなる光感知セルとも対向しない。

#### 【0221】

図6Aないし図6D、図7Aないし図7D、及び図8Aないし図8Dで説明したように、光感知セルは、鉛直に対応する色分離レンズアレイ340の領域だけではなく、その領域周辺にある多数の他領域からも光を提供される。従って、色分離レンズアレイ340のエッジに沿って追加された第1領域341ないし第4領域344がない場合、センサ基板110のエッジに沿って配列された光感知セルに入射する光の光量が少なくなり、色純度も、低下してしまう。色分離レンズアレイ340のエッジに沿い、追加して第1領域341ないし第4領域344を配列することにより、センサ基板110のエッジに沿って配列された光感知セルにも、センサ基板110の内側に配列された光感知セルと同一に光が提供されうる。そのような図49及び図50に図示された実施形態は、前述の複数のナノポストの配列を含む色分離レンズアレイにも適用されうる。

#### 【0222】

一方、図22に図示されたカメラ2000に適用される場合、入射光の主光線角度を考慮し、色分離レンズアレイの複数の単位パターンアレイの形態を異なるように設計することができる。例えば、図51は、他の実施形態による色分離レンズアレイの複数の単位パターンアレイの配置を例示的に示す平面図である。図51を参照すれば、色分離レンズアレイ350は、イメージセンサ上の位置により、異なるパターンを有する複数の異なる単位パターンアレイ350a~350iを含んでもよい。例えば、単位パターンアレイ350a~350iが配置されたイメージセンサ上の位置に入射する入射光の主光線角度を考慮し、前述の最適化アルゴリズムを介し、それぞれの単位パターンアレイ350a~350iの第1領域ないし第4領域のパターンを決定することができる。イメージセンサの中心部に入射する光の主光線角度が0°であり、イメージセンサのエッジに行くほど、入射光の主光線角度が大きくなる場合、単位パターンアレイ350a~350iの第1領域ないし第4領域のパターンは、イメージセンサの中心部に配置された単位パターンアレイ350eから、イメージセンサのエッジに配置された単位パターンアレイ350a, 350b, 350c, 350d, 350f, 350g, 350h, 350iに向かって行きながら、漸進的に変化することができる。

#### 【0223】

また、イメージセンサ上の位置によって異なる入射光の主光線角度の変化に関係なく、一定色分離効率を得るために、2個の異なる色分離レンズアレイを、2層構造に積層することもできる。例えば、図52は、他の実施形態によるイメージセンサの画素アレイの概略的な構造を示す断面図である。図52を参照すれば、イメージセンサの画素アレイ1100fは、スペーサ層120上に配置された第1色分離レンズアレイ360、及び第1色分離レンズアレイ360上に配置された第2色分離レンズアレイ370を含んでもよい。

#### 【0224】

第1色分離レンズアレイ360は、鉛直方向に沿い、第1光感知セル111と対向して配置される第1領域361、及び鉛直方向に沿い、第2光感知セル112と対向して配置

される第2領域362を含んでもよい。図52の断面図には、第1領域361及び第2領域362のみが図示されているが、第1色分離レンズアレイ360は、他の断面位置において、第3領域と第4領域とをさらに含んでもよい。第2色分離レンズアレイ370は、鉛直方向に沿い、第1光感知セル111と対向して配置される第1領域371、及び鉛直方向に沿い、第2光感知セル112と対向して配置される第2領域372を含んでもよい。従って、第1色分離レンズアレイ360の第1領域361と第2領域362は、それぞれ鉛直方向に沿い、第2色分離レンズアレイ370の第1領域371と第2領域372とに対向しても配置される。また、第2色分離レンズアレイ370も、やはり第3領域と第4領域とをさらに含んでもよい。

#### 【0225】

第1色分離レンズアレイ360の第1領域361と第2領域362は、互いに異なる形態のパターンを有することができ、第2色分離レンズアレイ370の第1領域371及び第2領域372も、互いに異なる形態のパターンを有することができる。また、第1色分離レンズアレイ360の第1領域361は、第2色分離レンズアレイ370の第1領域371及び第2領域372と異なる形態のパターンを有し、第1色分離レンズアレイ360の第2領域362は、第2色分離レンズアレイ370の第1領域371及び第2領域372と異なる形態のパターンを有することができる。

#### 【0226】

そのような構造において、第2色分離レンズアレイ370と第1色分離レンズアレイ360とを連続して透過し、センサ基板110に入射する光が、入射角と関係なく、効率的に色分離されるように、第2色分離レンズアレイ370と第1色分離レンズアレイ360とのパターンを設計することができる。例えば、第2色分離レンズアレイ370は、イメージセンサ上の位置によって異なる形態を有し、入射光進行方向を、第1色分離レンズアレイ360の表面法線にほぼ平行に変化させることができる。その場合、第1色分離レンズアレイ360のパターンは、イメージセンサ上の位置に関係なく、一定でもある。または、第1色分離レンズアレイ360のパターンと、第2色分離レンズアレイ370のパターンは、光が進む方向に沿っても互いにシフトされる。

#### 【0227】

前述の実施形態によるイメージセンサは、カラーフィルタによる光損失がほとんどないために、画素サイズが小さくなくても、画素に十分な量の光を提供することができる。従って、数億個以上の画素を有する超高解像度マイクロ高感度イメージセンサの作製が可能である。そのような超高解像度マイクロ高感度イメージセンサは、多様な高性能光学装置または高性能電子装置にも採用される。例えば、そのような電子装置は、例えば、スマートフォン、携帯電話、携帯電話、PDA (personal digital assistant)、ラップトップ (laptop)、PC、多様な携帯機器、家電製品、保安カメラ、医療用カメラ、自動車、事物インターネット (IoT: Internet of Things)、その他モバイルまたは非モバイルのコンピュータ装置でもあるが、それらに制限されるものではない。

#### 【0228】

図53は、一実施形態によるイメージセンサを含む電子装置を概略的に図示したブロック図である。電子装置は、イメージセンサ1000、プロセッサ2200、メモリ2300、ディスプレイ2400及びバス2500を含む。イメージセンサ1000は、プロセッサ2200の制御により、外部の被写体に係わる映像情報を獲得し、プロセッサ2200に提供する。プロセッサ2200は、イメージセンサ1000から提供された映像情報を、バス2500を介してメモリ2300に保存し、メモリ2300に保存された映像情報をディスプレイ2400に出力し、ユーザに表示することができる。また、プロセッサ2200は、イメージセンサ1000から提供された映像情報に対し、多様な映像処理を施すこともできる。

#### 【0229】

図54ないし図64は、一実施形態によるイメージセンサが適用された電子装置の多様

10

20

30

40

50

な例を示す。

#### 【0230】

一実施形態によるイメージセンサは、映像撮影機能を具備している多様なマルチメディア装置にも適用される。例えば、該イメージセンサは、図54に図示されたカメラ2000にも適用される。カメラ2000は、デジタルカメラまたはデジタルカムコーダでもある。

#### 【0231】

図55を参照すれば、カメラ2000は、撮像部2100、イメージセンサ1000及びプロセッサ2200を含んでもよい。

#### 【0232】

撮像部2100は、被写体OBJから反射された光を集束し、光学像を形成する。撮像部2100は、対物レンズ2010、レンズ駆動部2120、絞り2130及び絞り駆動部2140を含んでもよい。図55には、便宜上、1枚のレンズだけが代表して表示されているが、実際には、対物レンズ2010は、大きさや形態とがそれぞれ異なる複数レンズを含んでもよい。レンズ駆動部2120は、プロセッサ2200と、焦点検出に係わる情報を通信することができ、プロセッサ2200から提供された制御信号により、対物レンズ2010の位置を調節することができる。レンズ駆動部2120は、対物レンズ2010を移動させ、対物レンズ2010と被写体OBJとの距離を調節したり、対物レンズ2010内の個別レンズの位置を調節したりすることができる。レンズ駆動部2120が対物レンズ2010を駆動させることにより、被写体OBJに対する焦点が調節されうる。そのようなカメラ2000は、自動焦点機能を具備することができる。

#### 【0233】

絞り駆動部2140は、プロセッサ2200と光量とに係わる情報を通信することができ、プロセッサ2200から提供された制御信号により、絞り2130を調節することができる。例えば、絞り駆動部2140は、対物レンズ2010を介し、カメラ2000内部に入る光の量により、絞り2130の口径を増減させることができ、絞り2130の開放時間を調節することができる。

#### 【0234】

イメージセンサ1000は、入射される光の強度を基に、電気的なイメージ信号を生成することができる。イメージセンサ1000は、画素アレイ1100、タイミングコントローラ(T/C)1010及び出力回路1030を含んでもよい。たとえ図55には、図示されていないにしても、イメージセンサ1000は、図1に図示されたロウデコーダをさらに含んでもよい。対物レンズ2010及び絞り2130を透過した光は、画素アレイ1100の受光面に、被写体OBJ像を結像させることができる。画素アレイ1100は、光学信号を電気信号に変換するCCDまたはCMOSでもある。画素アレイ1100は、AF機能または距離測定機能を遂行するためのさらなる画素を含んでもよい。また、画素アレイ1100は、前述の色分離レンズアレイを含んでもよい。

#### 【0235】

プロセッサ2200は、カメラ2000の全般的な動作を制御することができ、映像処理機能を具備することができる。例えば、プロセッサ2200は、レンズ駆動部2120、絞り駆動部2140、タイミングコントローラ1010などに、各構成要素の動作のための制御信号を提供することができる。

#### 【0236】

一実施形態によるイメージセンサは、図56に図示されたモバイルフォンまたはスマートフォン3000、図57に図示されたタブレットまたはスマートタブレット3100、図58に図示されたノート型パソコン3200、図59に図示されたテレビまたはスマートテレビ3300などにも適用される。例えば、スマートフォン3000またはスマートタブレット3100は、高解像度イメージセンサがそれぞれ搭載された複数の高解像度カメラを含んでもよい。高解像度カメラを利用し、映像内被写体の深さ情報を抽出したり、映像のアウトフォーカシングを調節したり、映像内被写体を自動的に識別したりすること

10

20

30

40

50

ができる。

【0237】

また、イメージセンサは、図60に図示されたスマート冷蔵庫3400、図61に図示された保安カメラ3500、図62に図示されたロボット3600、または図63に図示された医療用カメラ3700などにも適用される。例えば、スマート冷蔵庫3400は、イメージセンサを利用し、冷蔵庫内にある飲食物を自動的に認識し、特定飲食物の存在いかん、入出庫した飲食物の種類などを、スマートフォンを介してユーザに知らせることができる。また、保安カメラ3500は、超高解像度映像を提供することができ、高い感度を利用し、暗い環境においても、映像内の事物または人を認識することができるようにする。ロボット3600は、人が直接近付くことができない災害現場または産業現場に投入され、高解像度映像を提供することができる。医療用カメラ3700は、診断または手術のための高解像度映像を提供することができ、視野を動的に調節することができる。

10

【0238】

また、イメージセンサは、図64に図示されているように車両3800にも適用される。車両3800は、多様な位置に配置された複数の車両用カメラ3810、3820、3830、3840を含み、それぞれの車両用カメラ3810、3820、3830、3840は、実施形態によるイメージセンサを含んでもよい。車両3800は、複数の車両用カメラ3810、3820、3830、3840を利用し、車両3800の内部または周辺に係わる多様な情報を運転手に提供することができ、映像内の事物または人を自動的に認識し、自律走行に必要な情報を提供することができる。

20

【0239】

前述の色分離レンズアレイを具備するイメージセンサ、及びそれを含む電子装置は、図面に図示された実施形態を参照して説明されたが、それらは、例示的なものに過ぎず、当該分野において当業者であるならば、それらから多様な変形、及び均等な他の実施形態が可能であるという点を理解するであろう。従って、開示された実施形態は、限定的な観点ではなく、説明的な観点から考慮されなければならない。権利範囲は、前述の説明ではなく、特許請求の範囲に示されており、それと同等な範囲内にある全ての差異は、権利範囲に含まれるものであると解釈されなければならない。

【符号の説明】

【0240】

|                         |             |  |
|-------------------------|-------------|--|
| 105                     | カラーフィルタ     |  |
| 110                     | センサ基板       |  |
| 111, 112, 113, 114      | 光感知セル       |  |
| 120                     | スペーサ層       |  |
| 121                     | 誘電体層        |  |
| 130, 140, 150, 160, 170 | 色分離レンズアレイ   |  |
| 131, 141, 151, 161, 171 | 第1領域        |  |
| 132, 142, 152, 162, 172 | 第2領域        |  |
| 133, 143, 153, 163, 173 | 第3領域        |  |
| 134, 144, 154, 164, 174 | 第4領域        |  |
| 1000                    | イメージセンサ     |  |
| 1010                    | タイミングコントローラ |  |
| 1020                    | ロウデコーダ      |  |
| 1030                    | 出力回路        |  |
| 1100                    | 画素アレイ       |  |

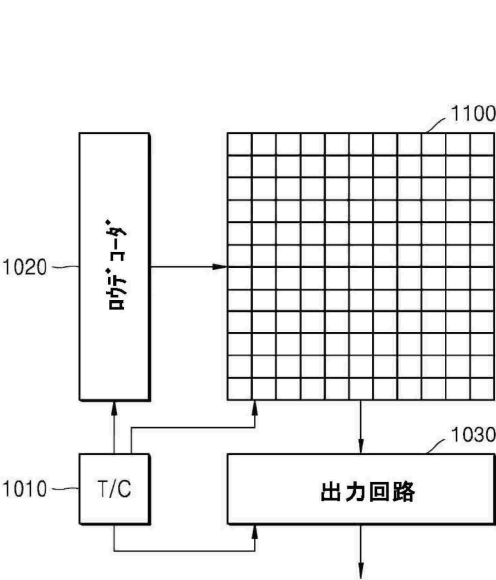
30

40

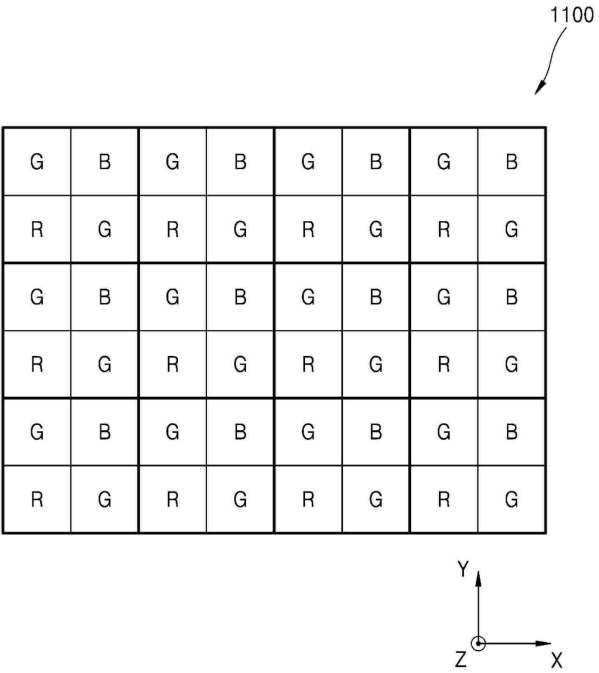
50

【図面】

【図 1】



【図 2 A】



【図 2 B】

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | M | C | M | C | M | C | M |
| Y | G | Y | G | Y | G | Y | G |
| C | M | C | M | C | M | C | M |
| Y | G | Y | G | Y | G | Y | G |
| C | M | C | M | C | M | C | M |
| Y | G | Y | G | Y | G | Y | G |
| C | M | C | M | C | M | C | M |
| Y | G | Y | G | Y | G | Y | G |

【図 2 C】

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R | G | R | G | R | G | R | G |
| B | W | B | W | B | W | B | W |
| R | G | R | G | R | G | R | G |
| B | W | B | W | B | W | B | W |
| R | G | R | G | R | G | R | G |
| B | W | B | W | B | W | B | W |
| R | G | R | G | R | G | R | G |
| B | W | B | W | B | W | B | W |

10

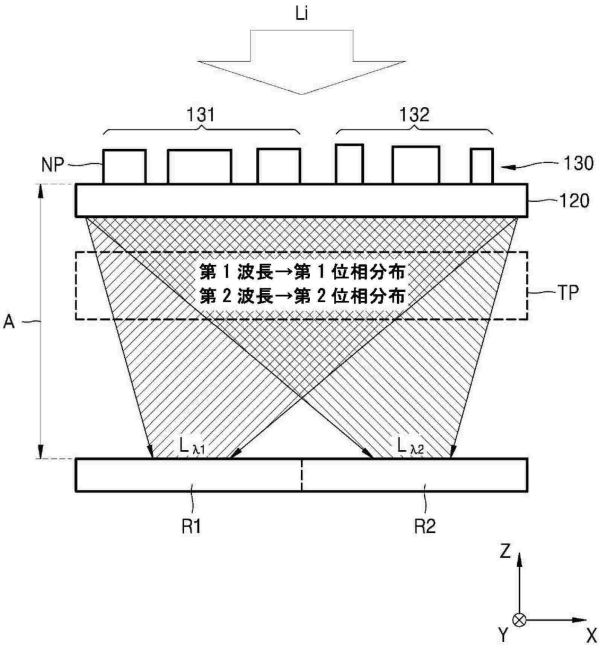
20

30

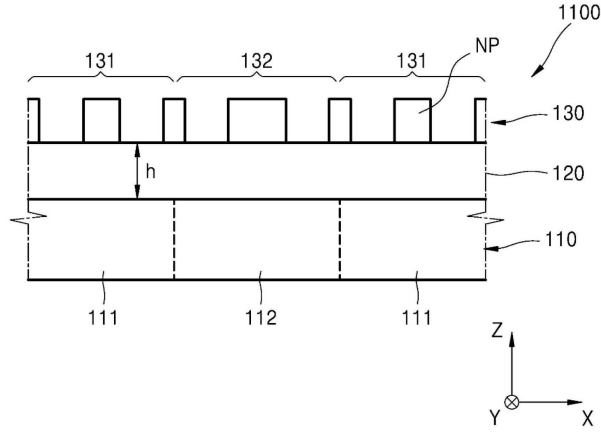
40

50

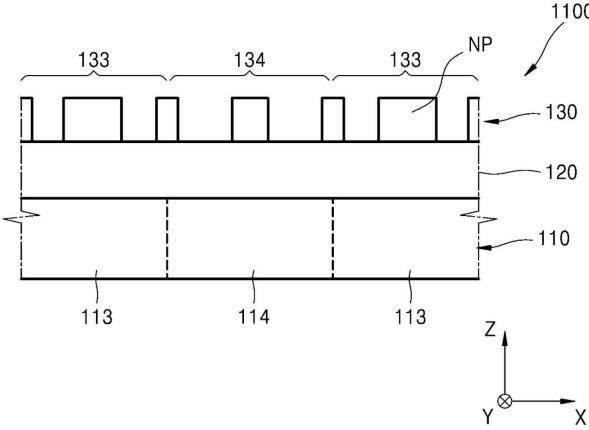
【図 3】



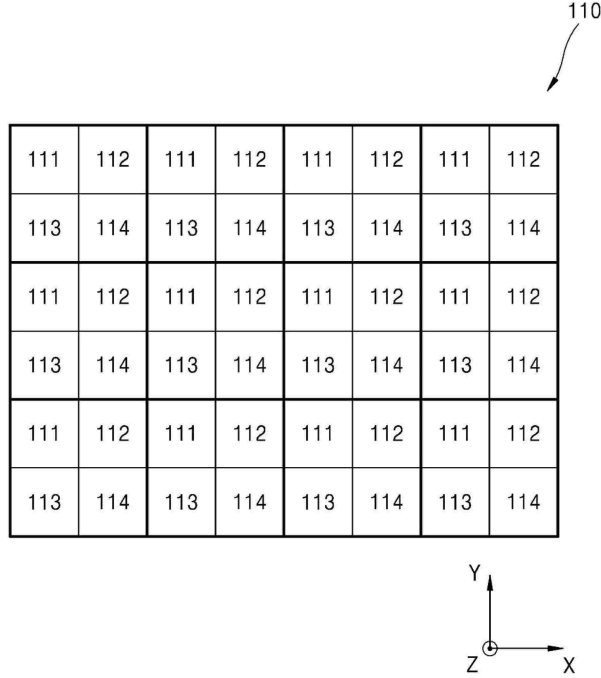
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5 A】



10

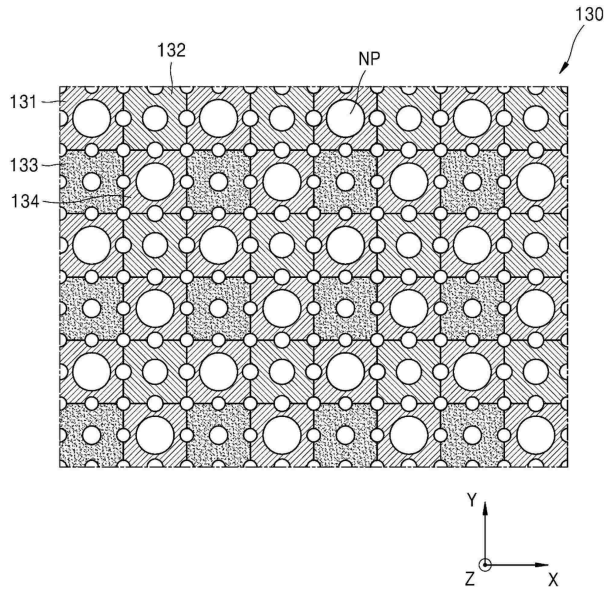
20

30

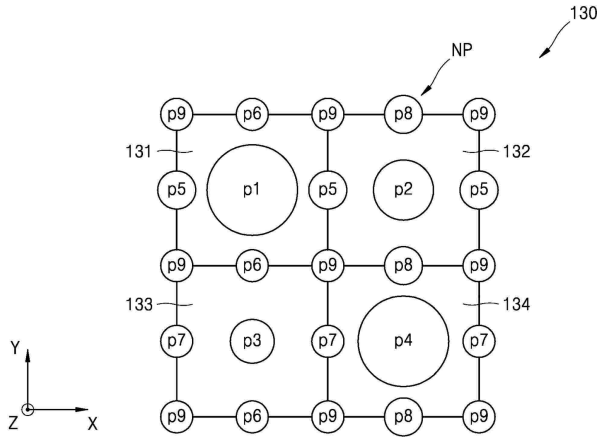
40

50

【図 5 B】

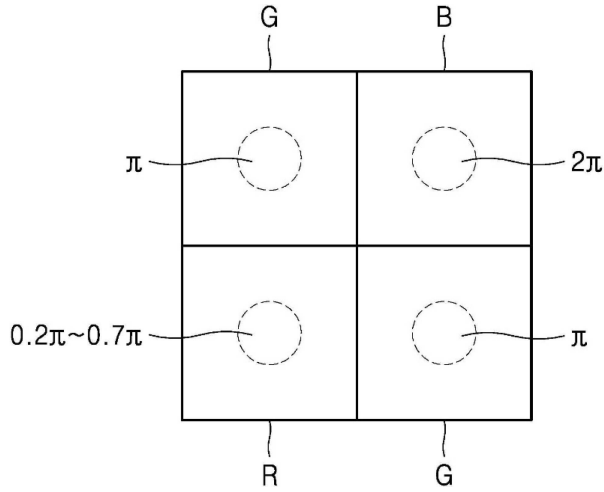


【図 5 C】

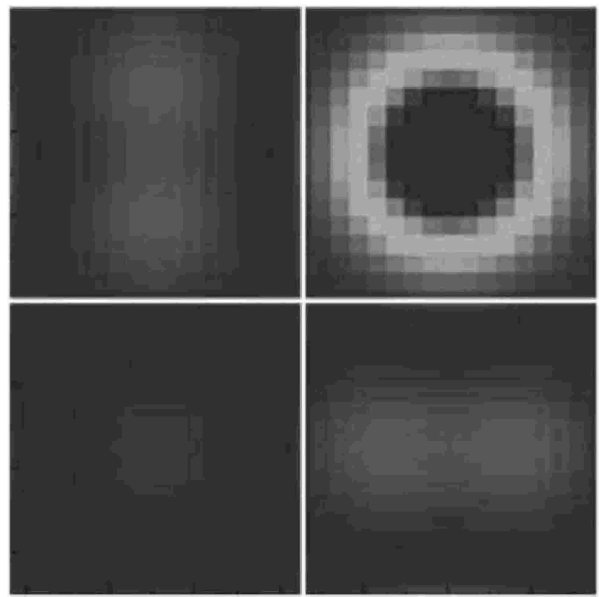


10

【図 6 A】



【図 6 B】



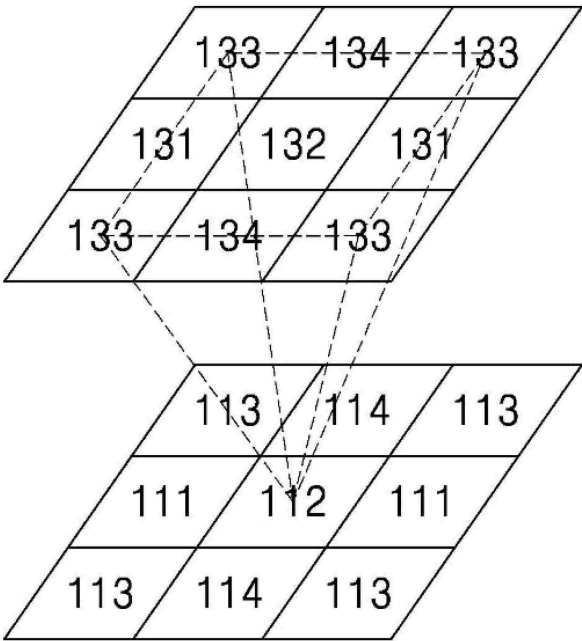
20

30

40

50

【図 6 C】



【図 6 D】

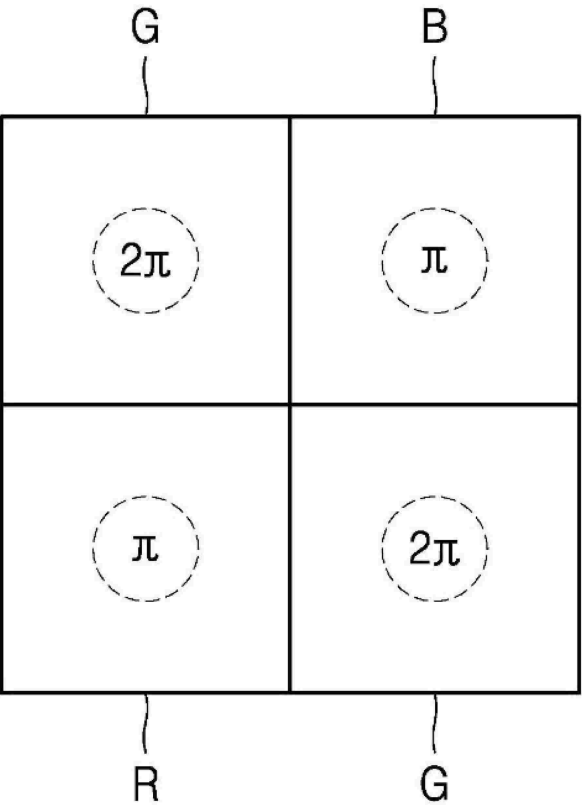
ML1

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 113 | 114 | 113 | 114 | 113 | 114 | 113 |
| 111 | 112 | 111 | 112 | 111 | 112 | 111 |
| 113 | 114 | 113 | 114 | 113 | 114 | 113 |
| 111 | 112 | 111 | 112 | 111 | 112 | 111 |
| 113 | 114 | 113 | 114 | 113 | 114 | 113 |
| 111 | 112 | 111 | 112 | 111 | 112 | 111 |
| 113 | 114 | 113 | 114 | 113 | 114 | 113 |

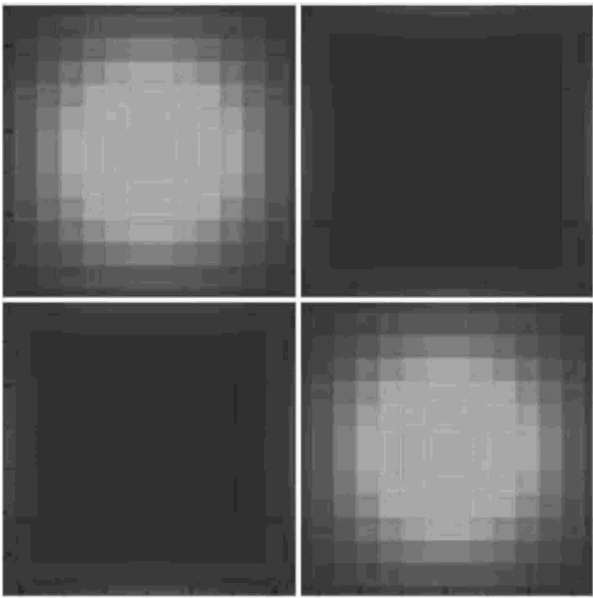
10

20

【図 7 A】



【図 7 B】

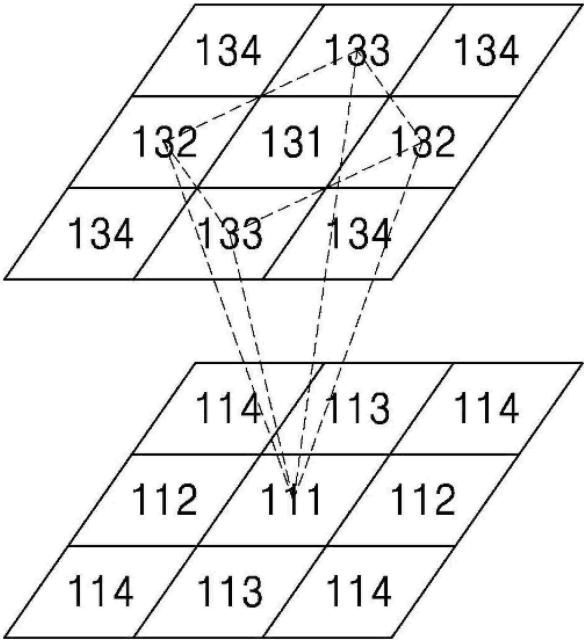


30

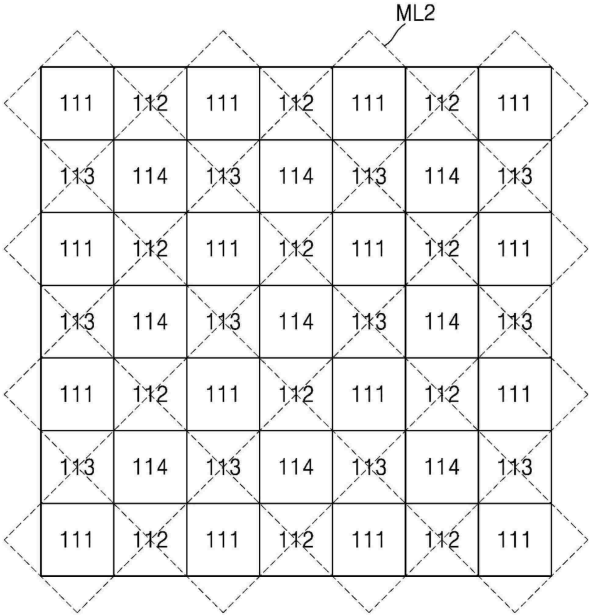
40

50

【図 7 C】



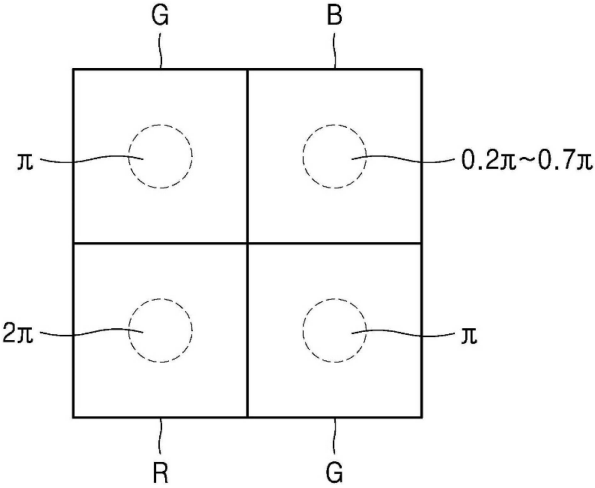
【図 7 D】



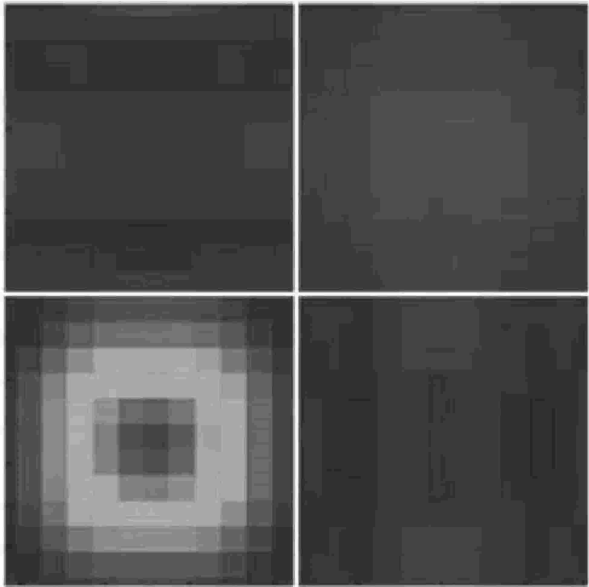
10

20

【図 8 A】



【図 8 B】

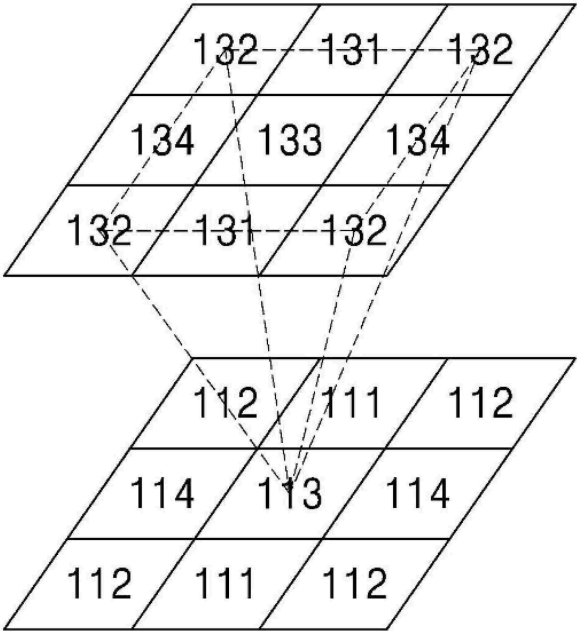


30

40

50

【図 8 C】



【図 8 D】

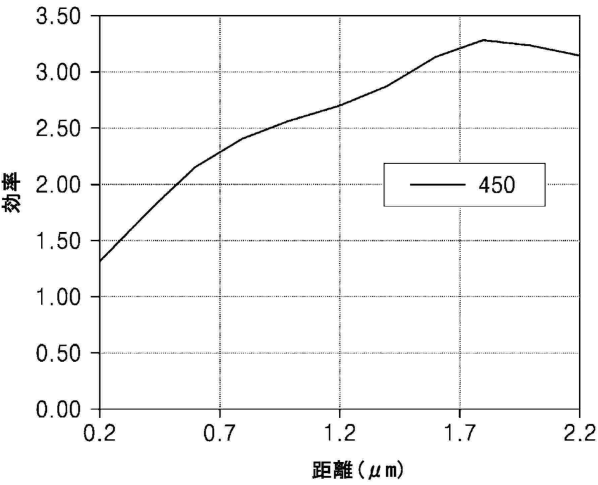
ML3

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 112 | 111 | 112 | 111 | 112 | 111 | 112 |
| 114 | 113 | 114 | 113 | 114 | 113 | 114 |
| 112 | 111 | 112 | 111 | 112 | 111 | 112 |
| 114 | 113 | 114 | 113 | 114 | 113 | 114 |
| 112 | 111 | 112 | 111 | 112 | 111 | 112 |
| 114 | 113 | 114 | 113 | 114 | 113 | 114 |
| 112 | 111 | 112 | 111 | 112 | 111 | 112 |

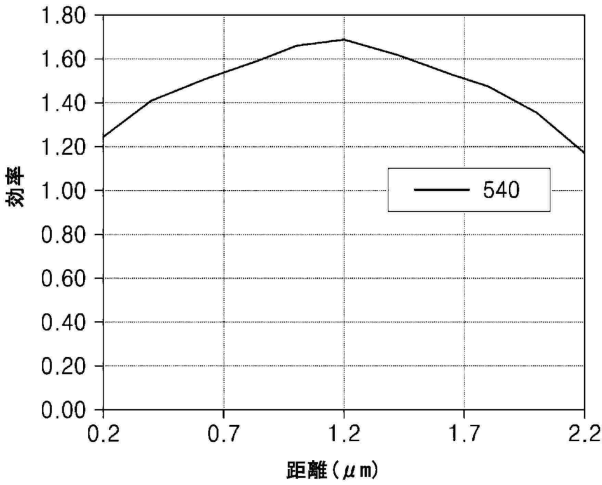
10

20

【図 9 A】



【図 9 B】

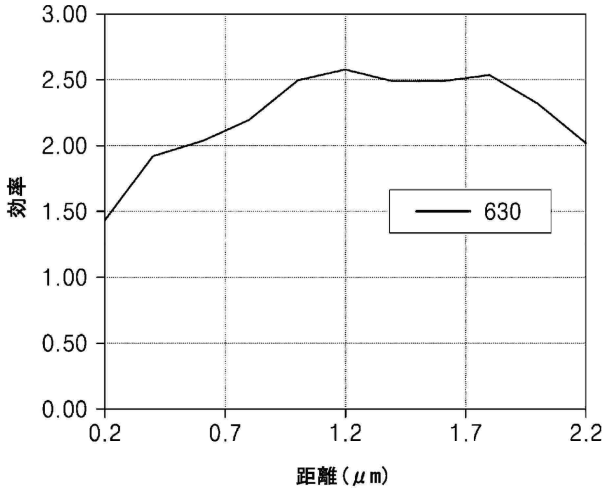


30

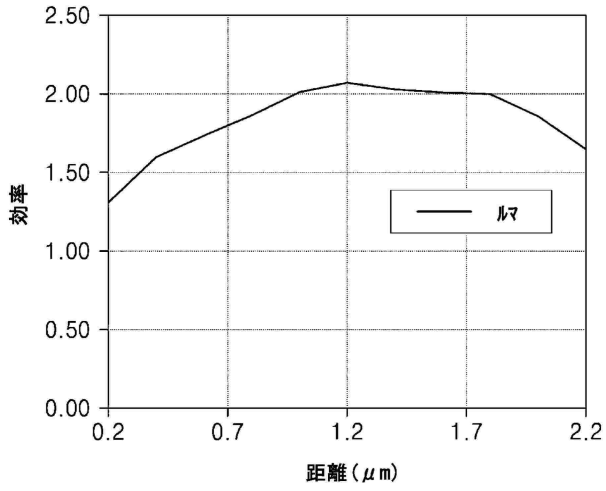
40

50

【図 9 C】

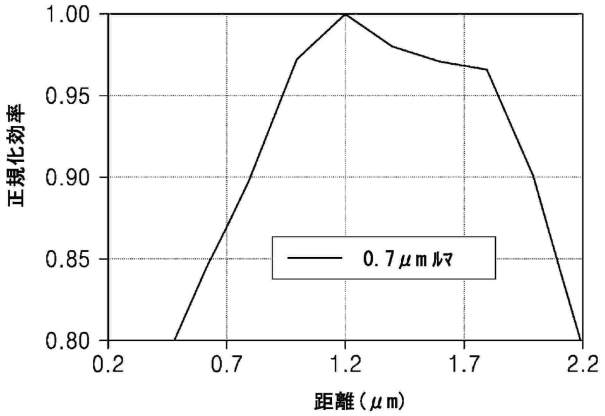


【図 9 D】

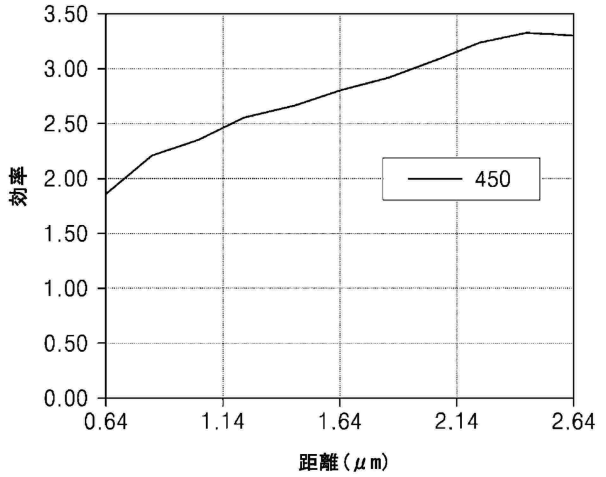


10

【図 9 E】



【図 10 A】



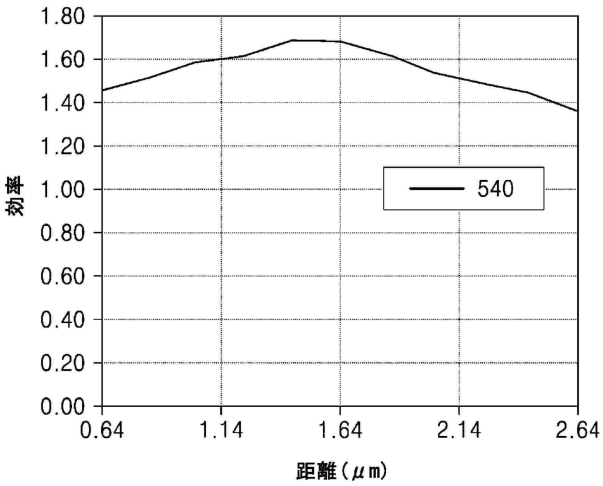
20

30

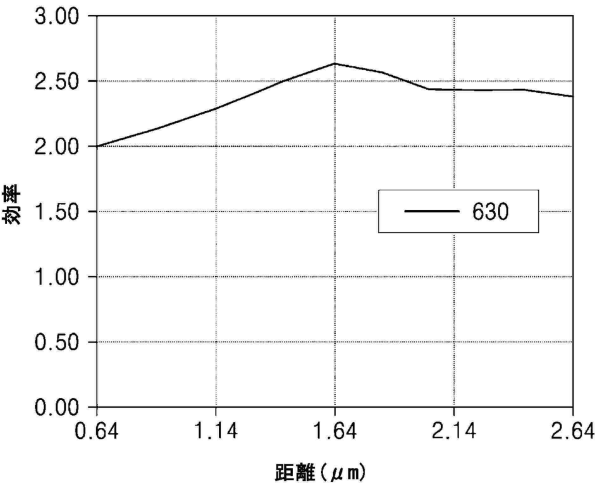
40

50

【図 10 B】

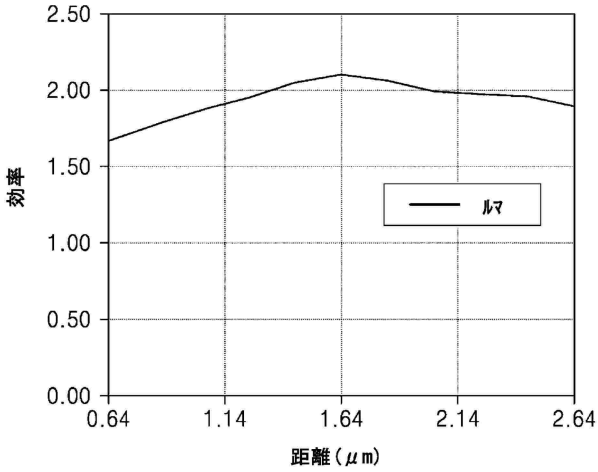


【図 10 C】

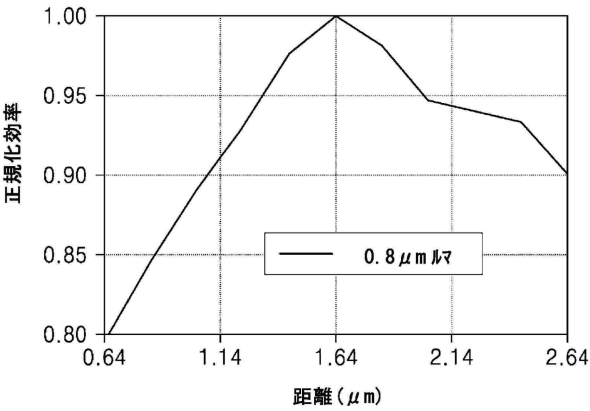


10

【図 10 D】



【図 10 E】



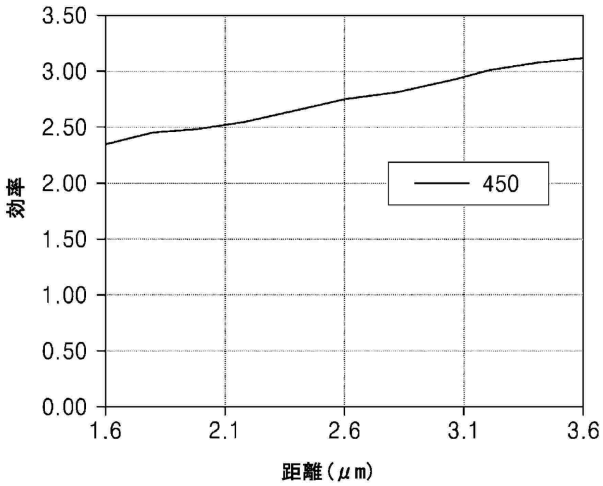
20

30

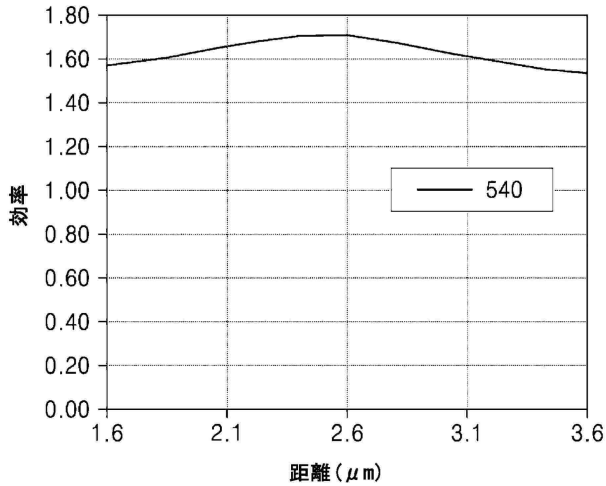
40

50

【図 1 1 A】

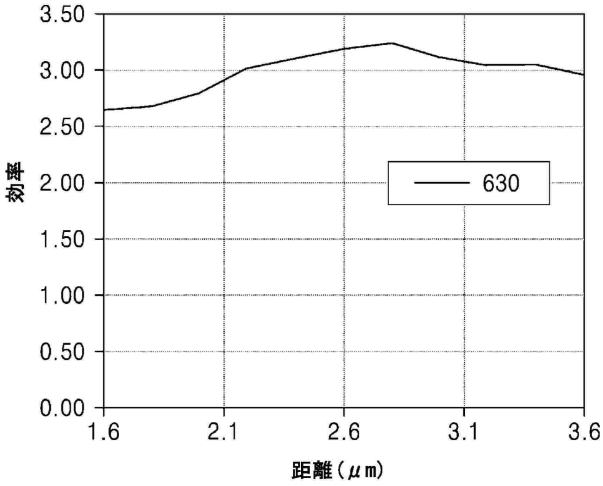


【図 1 1 B】

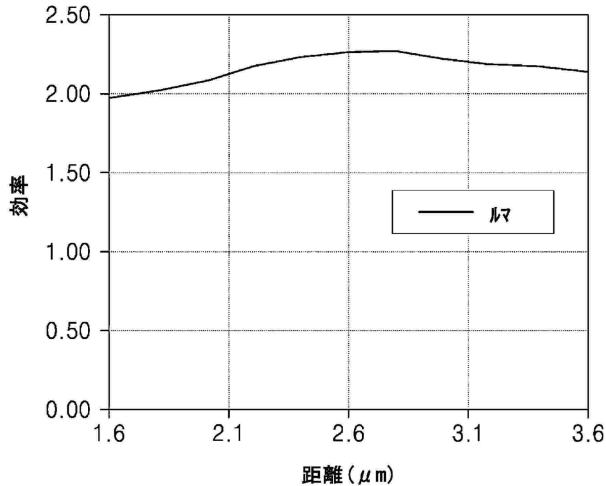


10

【図 1 1 C】



【図 1 1 D】



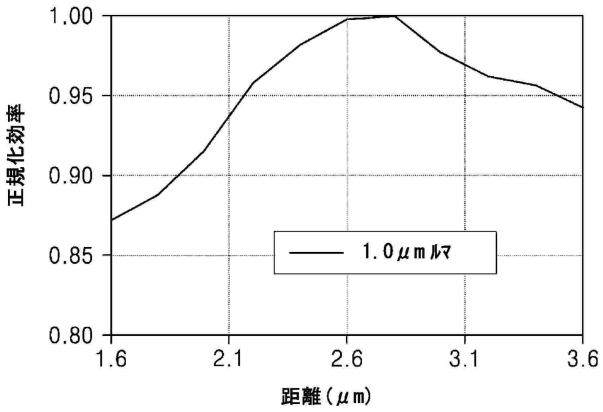
20

30

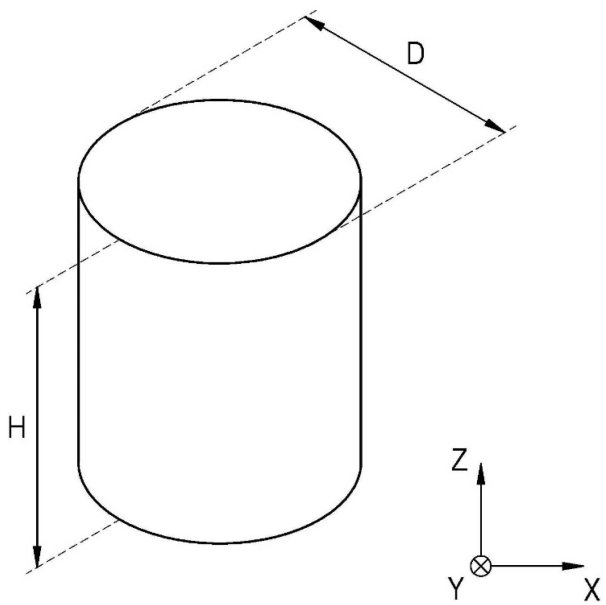
40

50

【図 1 1 E】

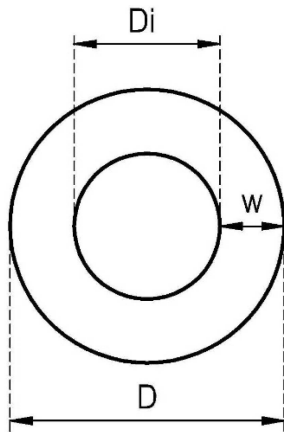


【図 1 2】

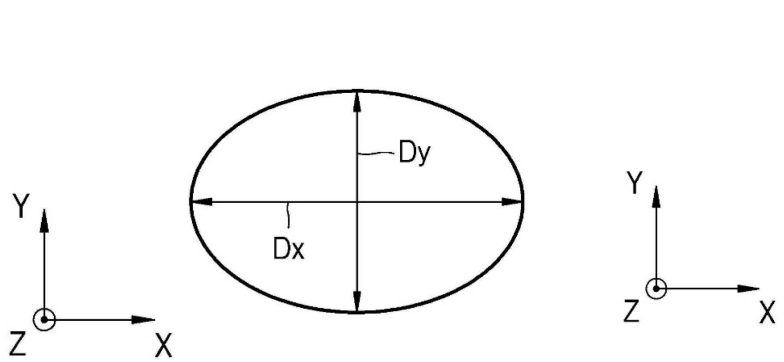


10

【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



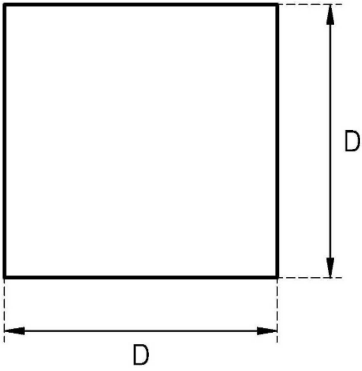
20

30

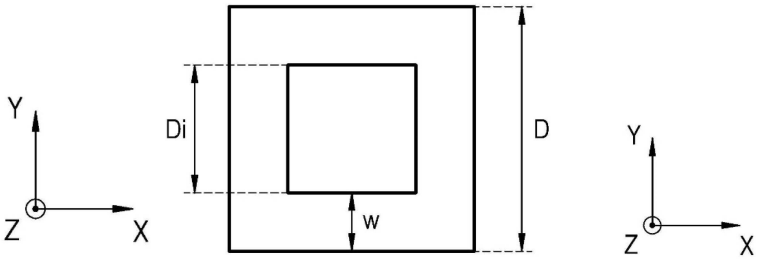
40

50

【図 1 3 C】

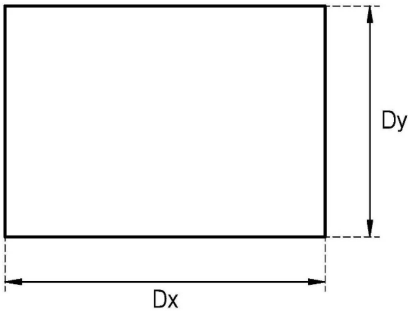


【図 1 3 D】

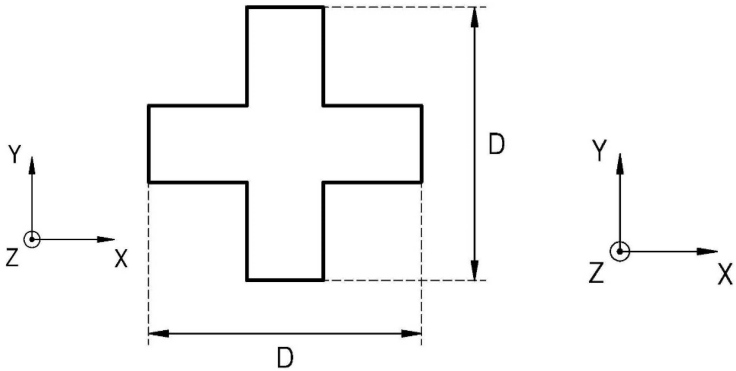


10

【図 1 3 E】

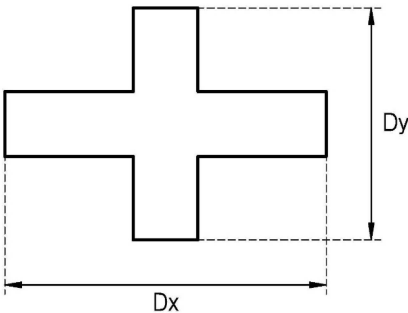


【図 1 3 F】

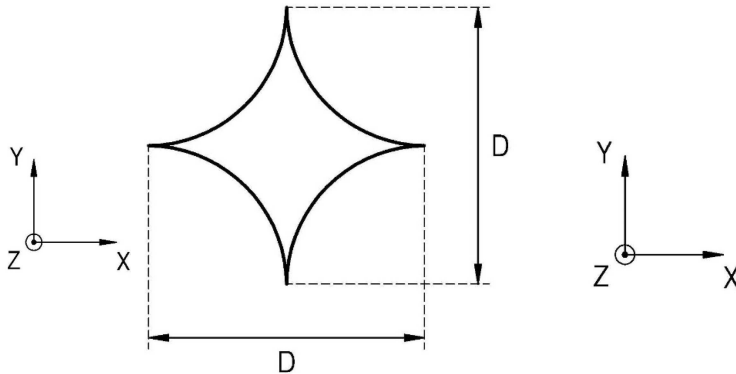


20

【図 1 3 G】



【図 1 3 H】

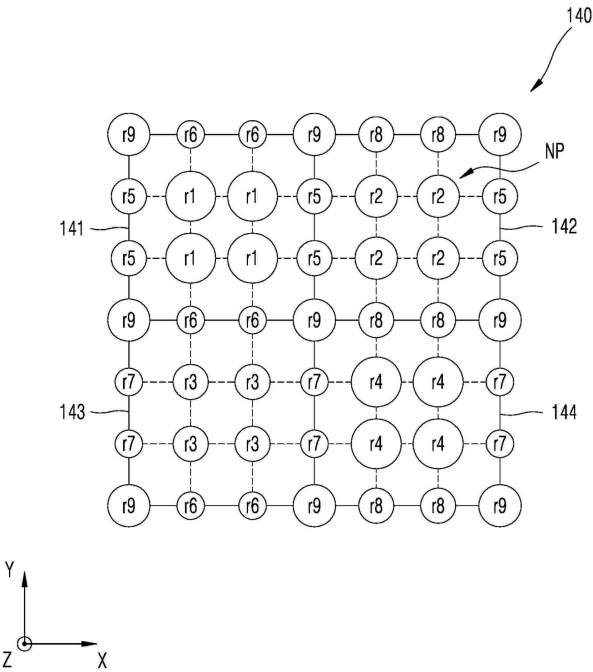


30

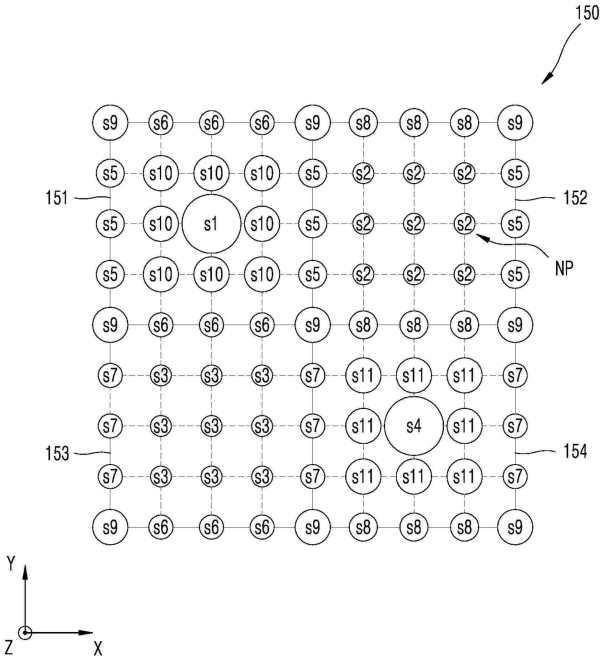
40

50

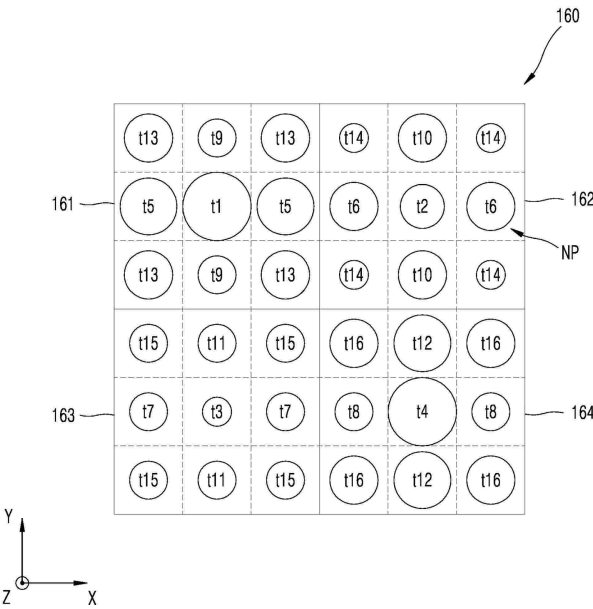
【図 1 4】



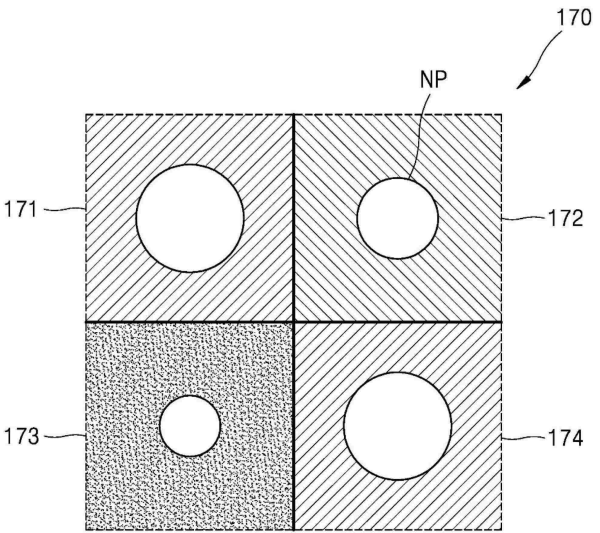
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



10

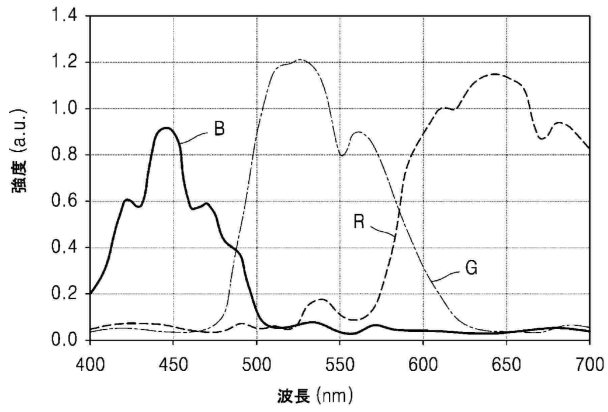
20

30

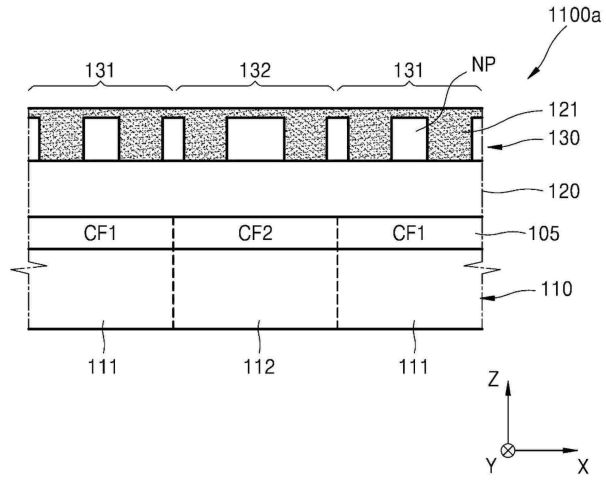
40

50

【図 18】

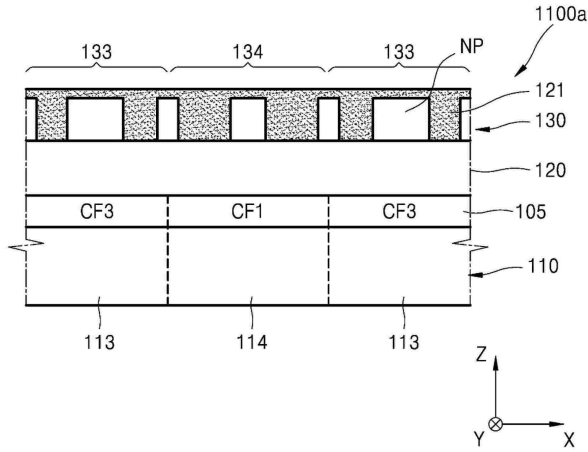


【図 19 A】

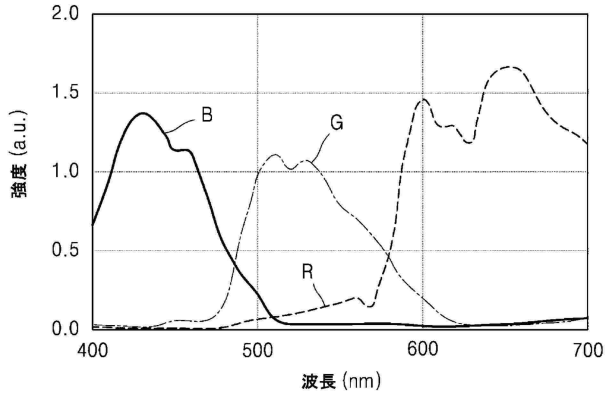


10

【図 19 B】



【図 20】



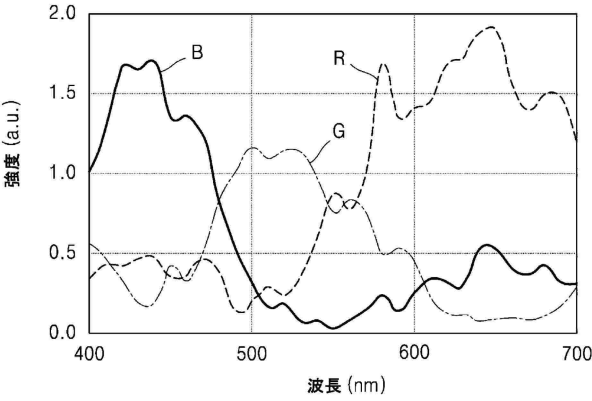
20

30

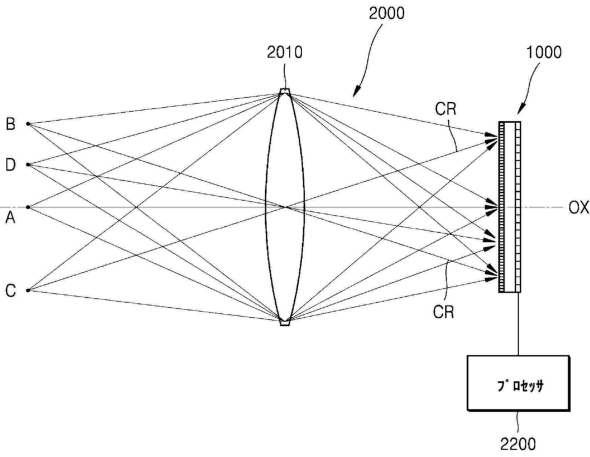
40

50

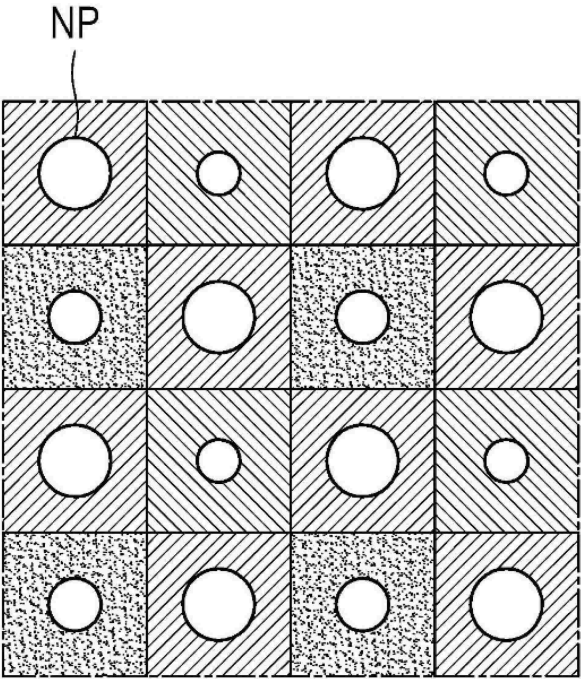
【図 2 1】



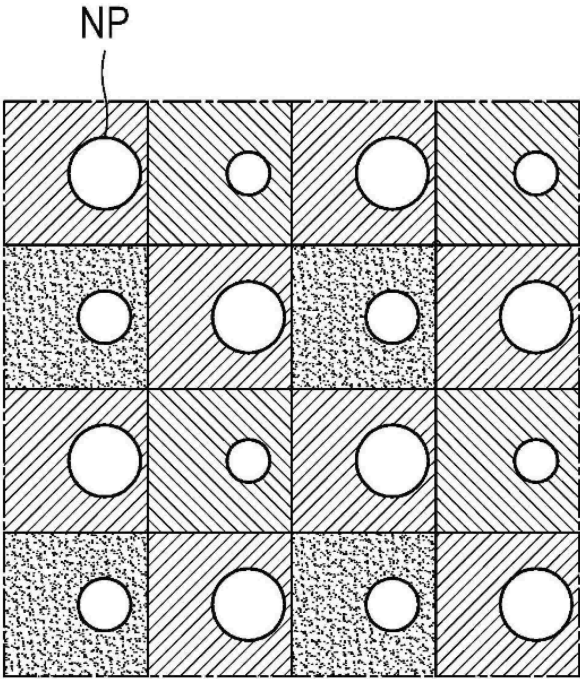
【図 2 2】



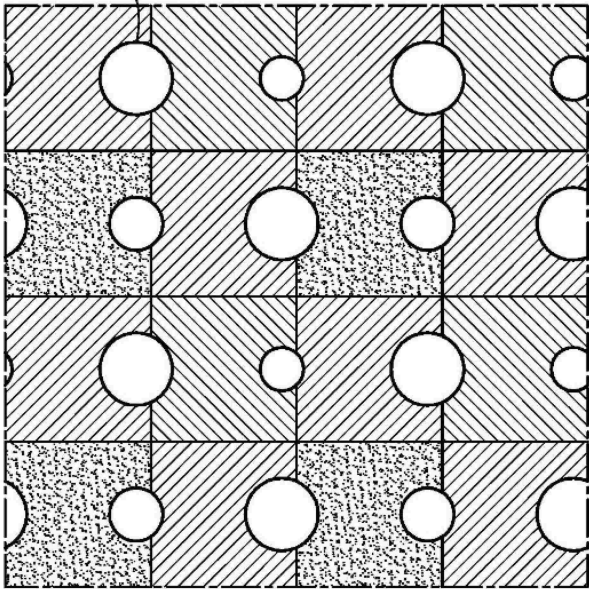
【図 2 3 A】



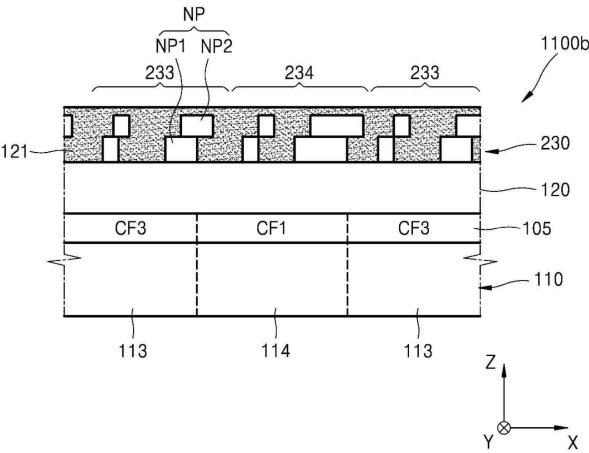
【図 2 3 B】



【図 2 3 C】  
NP



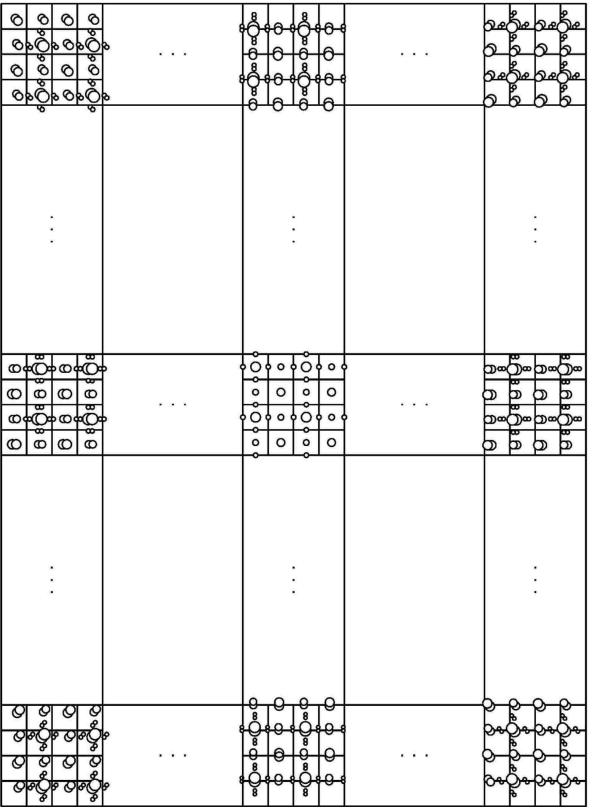
【図 2 4】



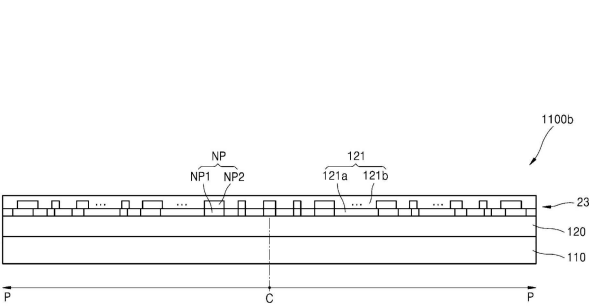
10

20

【図 2 5】



【図 2 6】

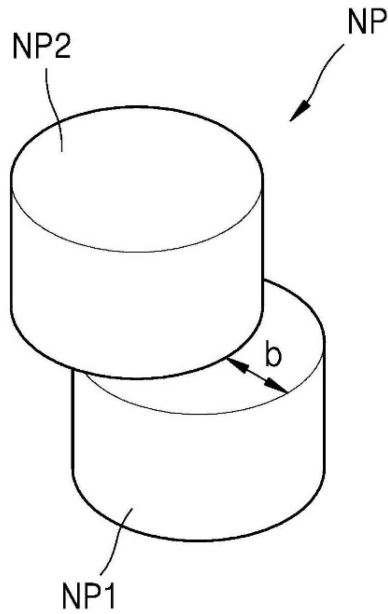


30

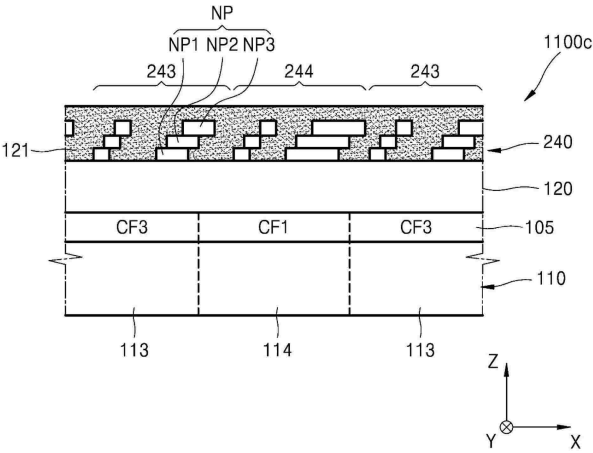
40

50

【図 2 7】

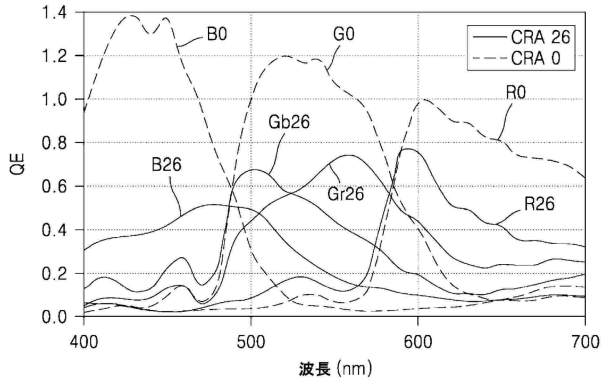


【図 2 8】

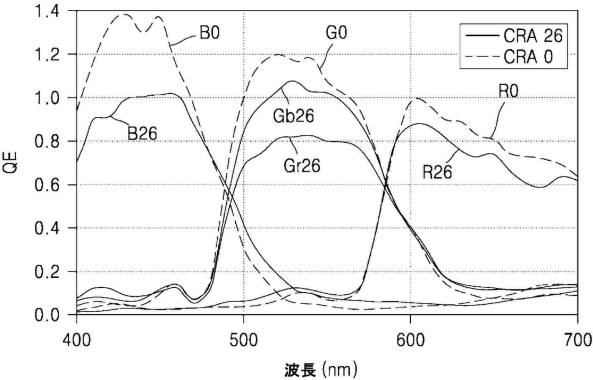


10

【図 2 9 A】



【図 2 9 B】



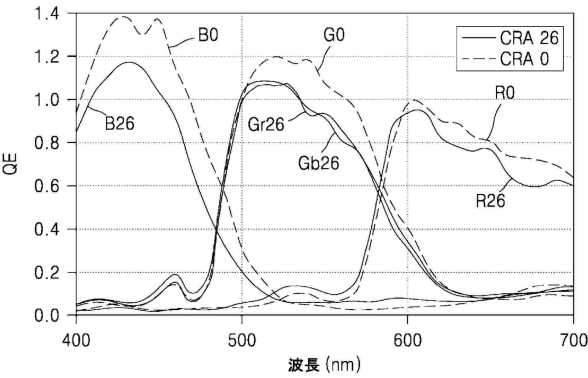
20

30

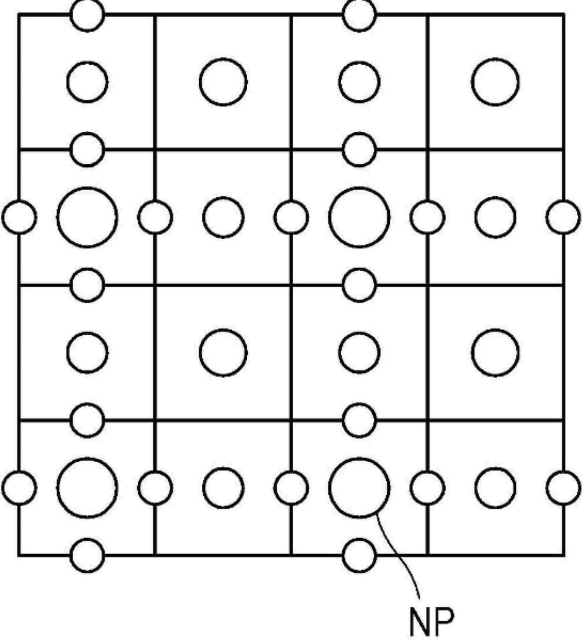
40

50

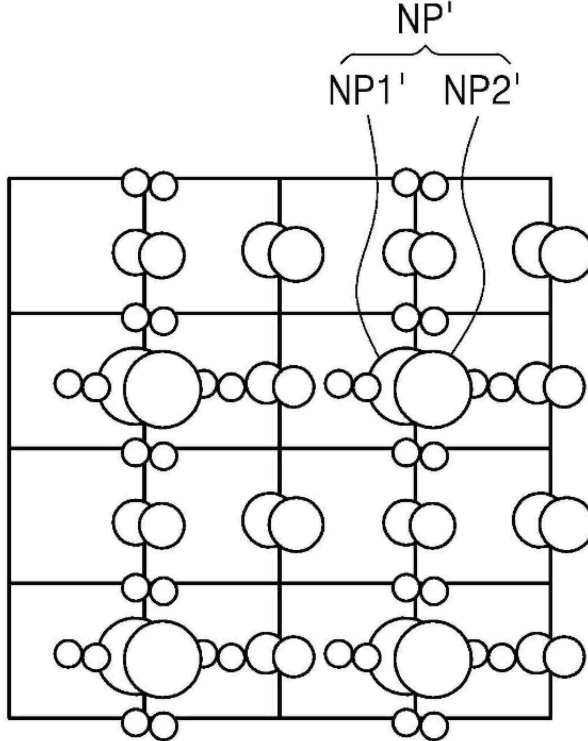
【図 29 C】



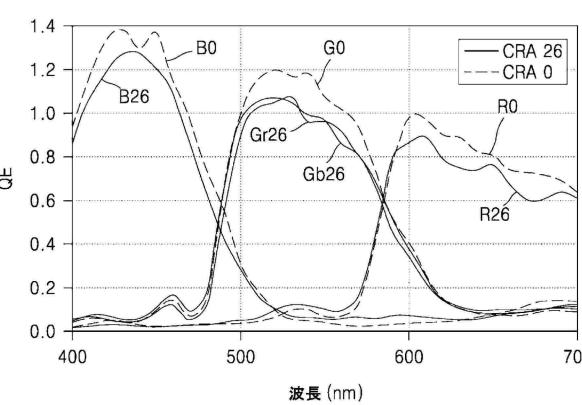
【図 30 A】



【図 30 B】



【図 31】



10

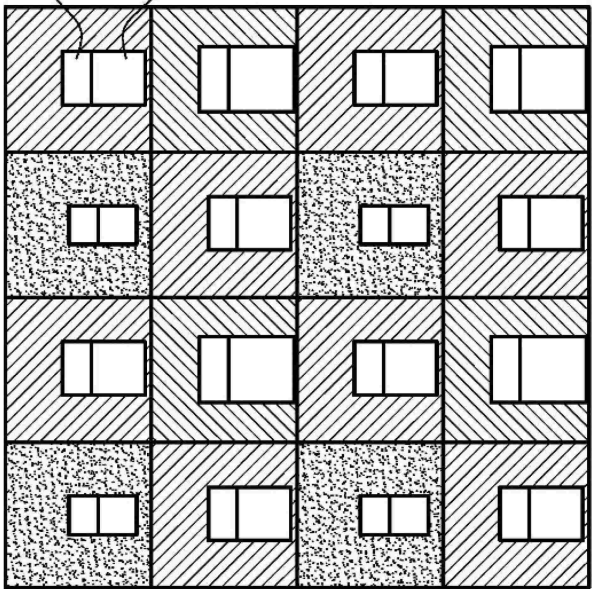
20

30

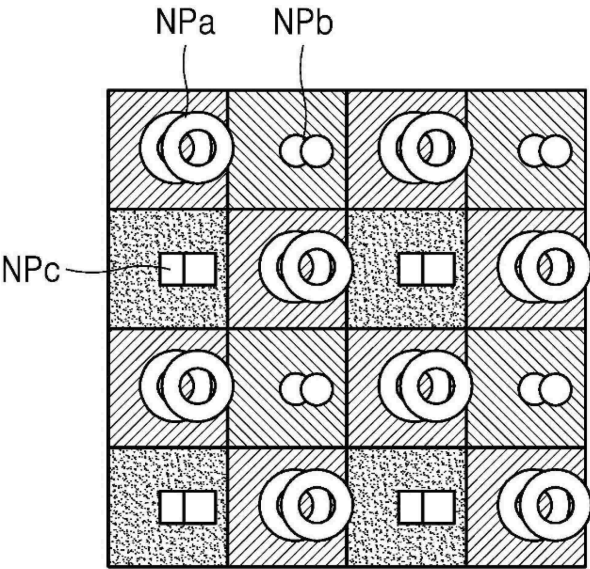
40

50

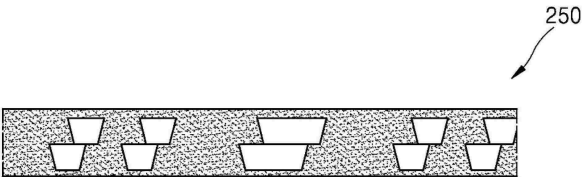
【図 3 2】  
NP1 NP2



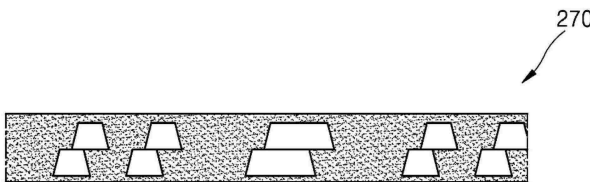
【図 3 3】



【図 3 4】



【図 3 5】



10

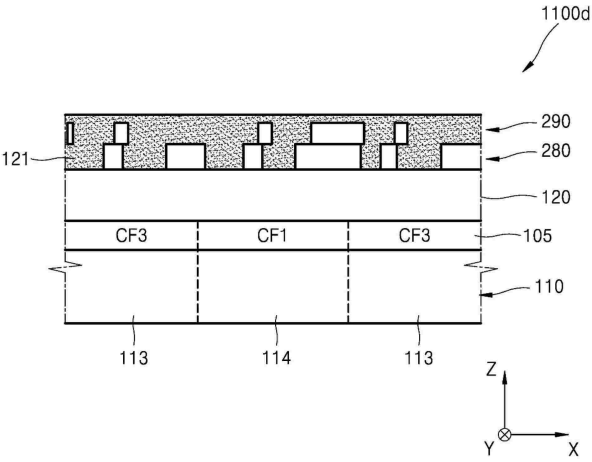
20

30

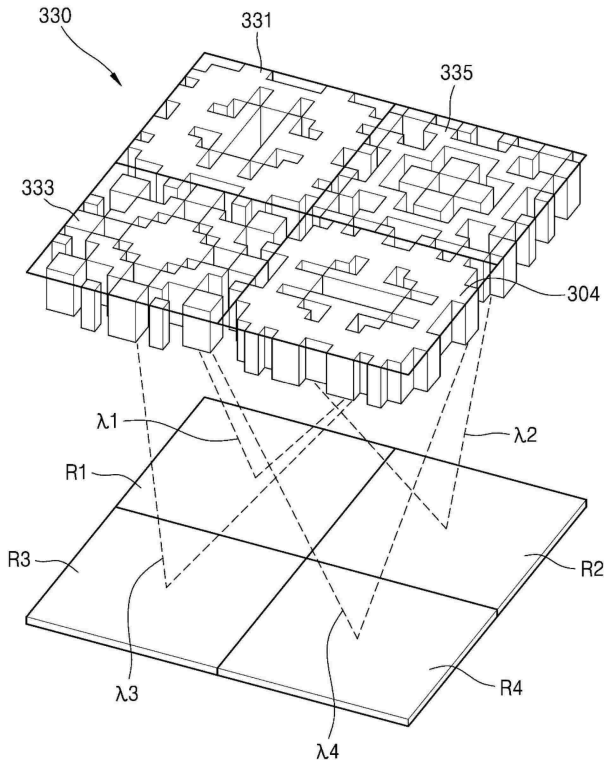
40

50

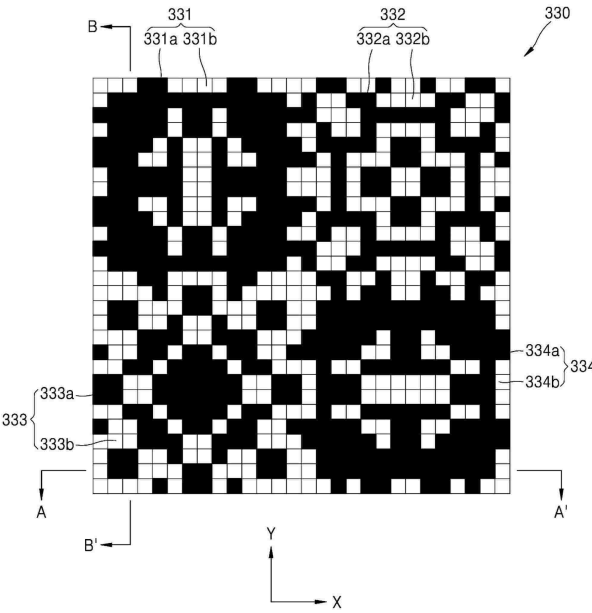
【図 3 6】



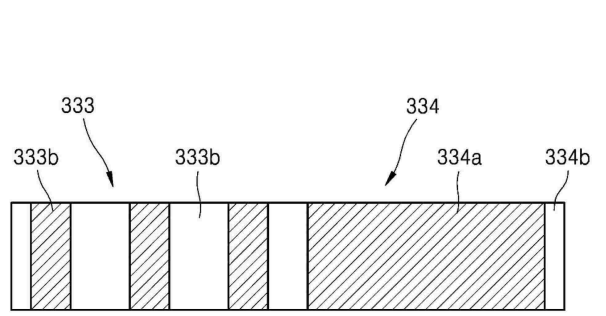
【図 3 7】



【図 3 8】



【図 3 9】



10

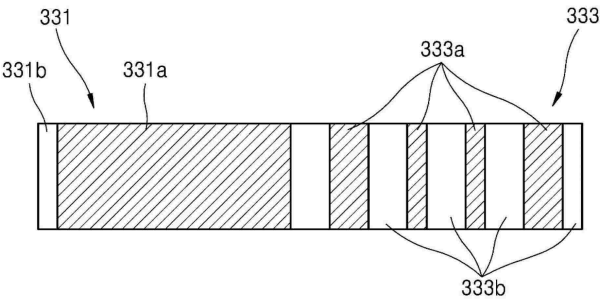
20

30

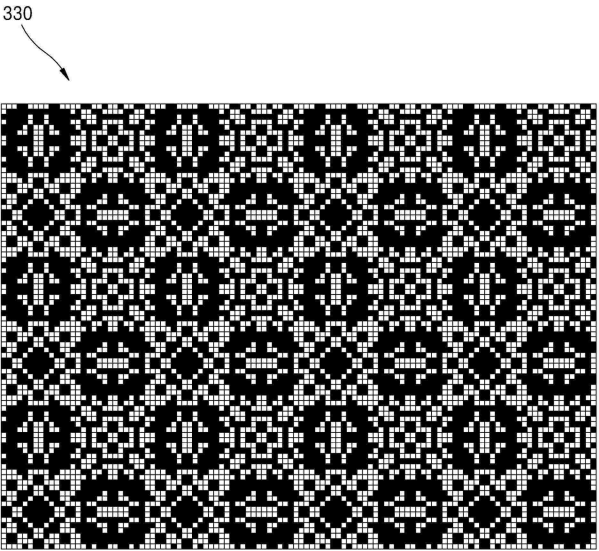
40

50

【図 4 0】

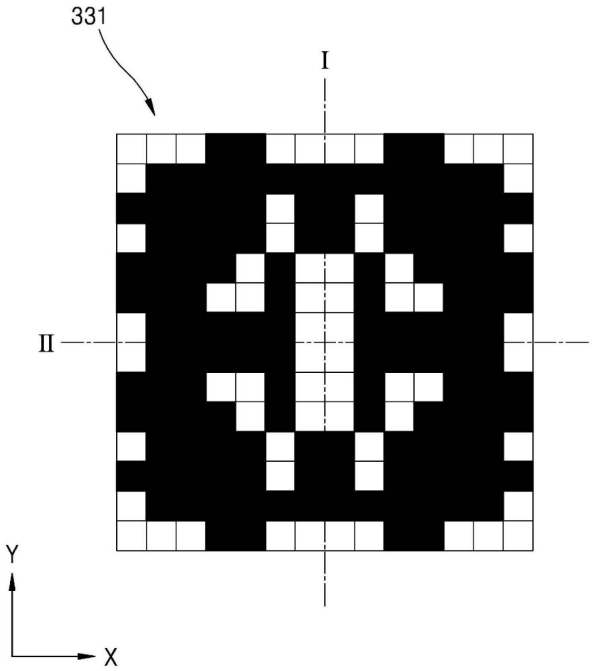


【図 4 1】

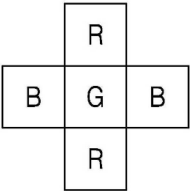


10

【図 4 2 A】



【図 4 2 B】



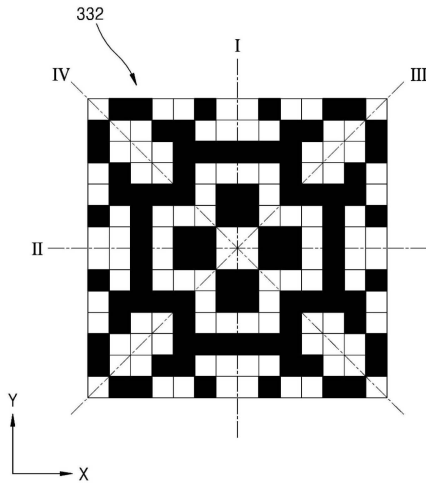
20

30

40

50

【図 4 3 A】

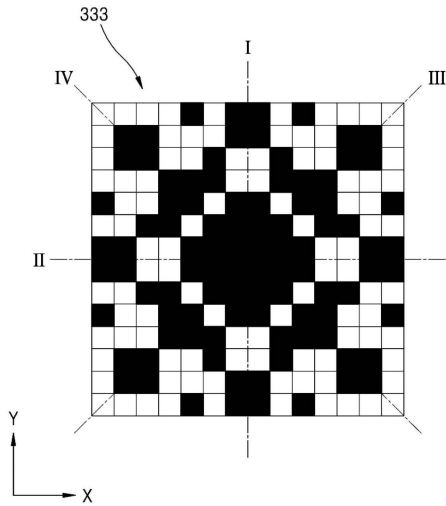


【図 4 3 B】

|   |   |   |
|---|---|---|
| R | G | R |
| G | B | G |
| R | G | R |

10

【図 4 4 A】



【図 4 4 B】

|   |   |   |
|---|---|---|
| B | G | B |
| G | R | G |
| B | G | B |

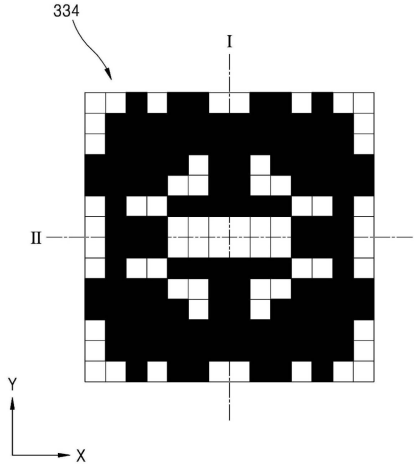
20

30

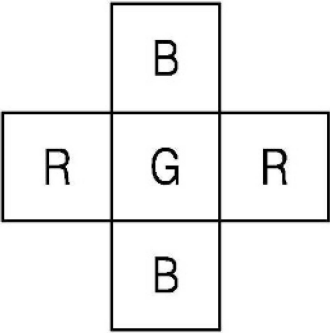
40

50

【図 4 5 A】

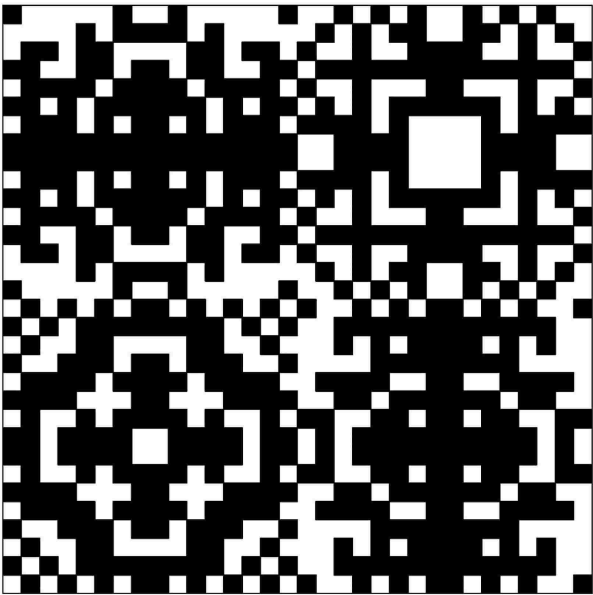


【図 4 5 B】

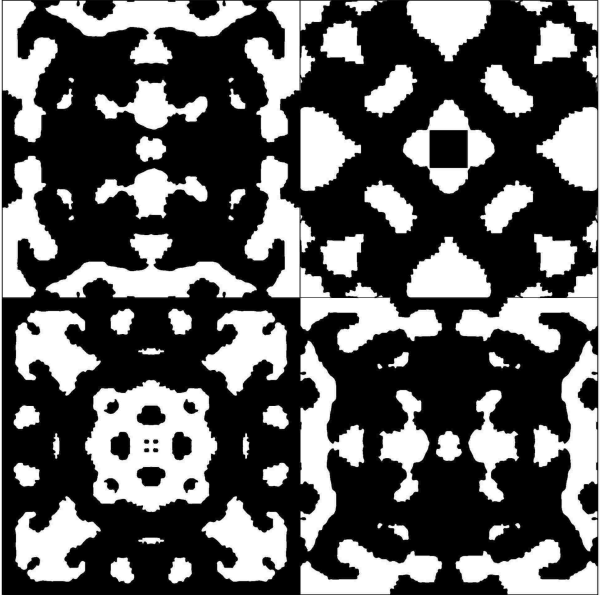


10

【図 4 6】



【図 4 7】



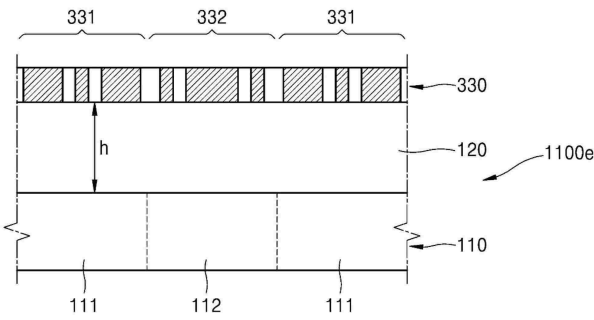
20

30

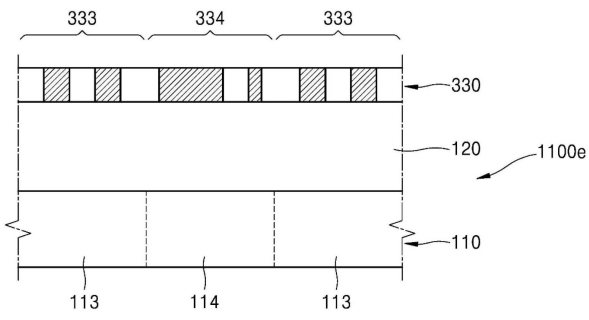
40

50

【図 48 A】

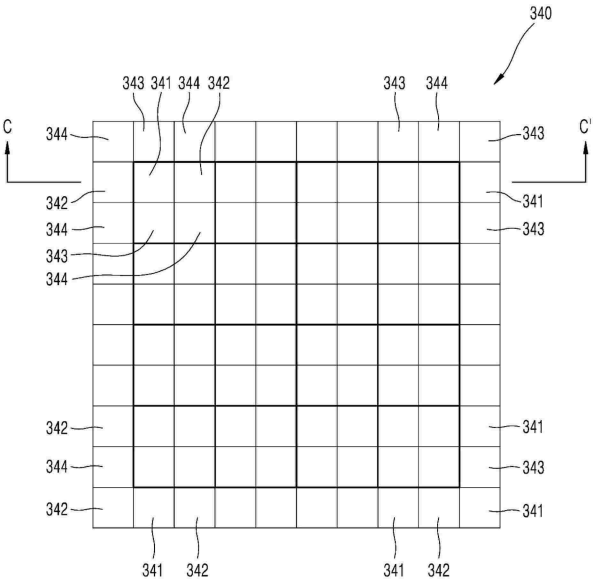


【図 48 B】

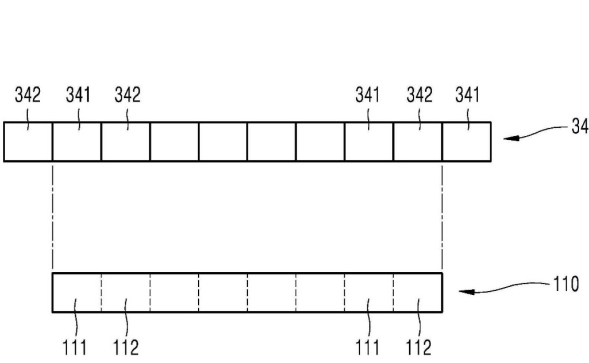


10

【図 49】



【図 50】



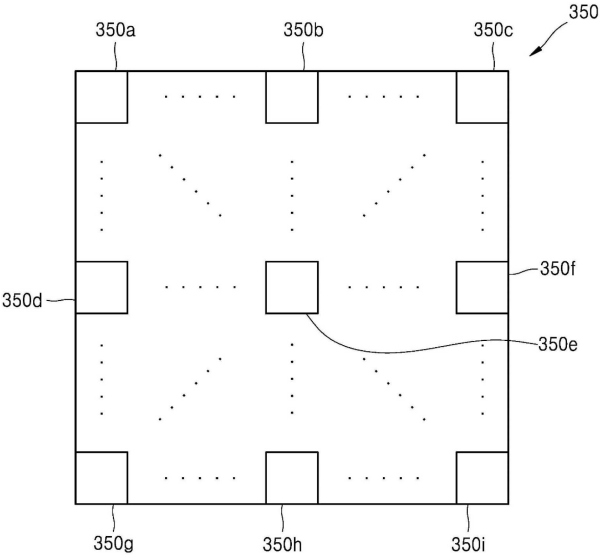
20

30

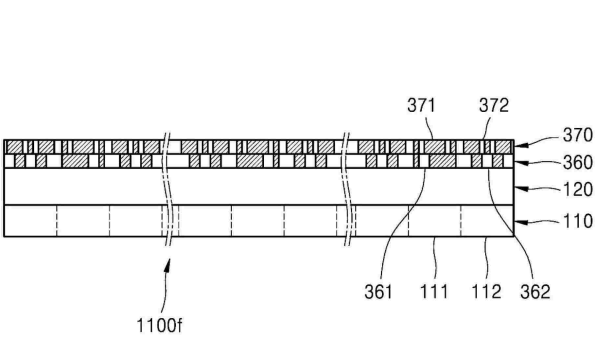
40

50

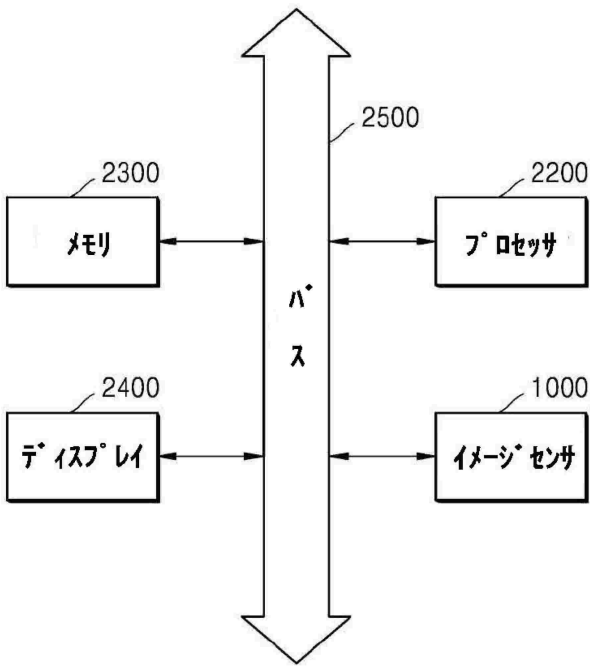
【図 5 1】



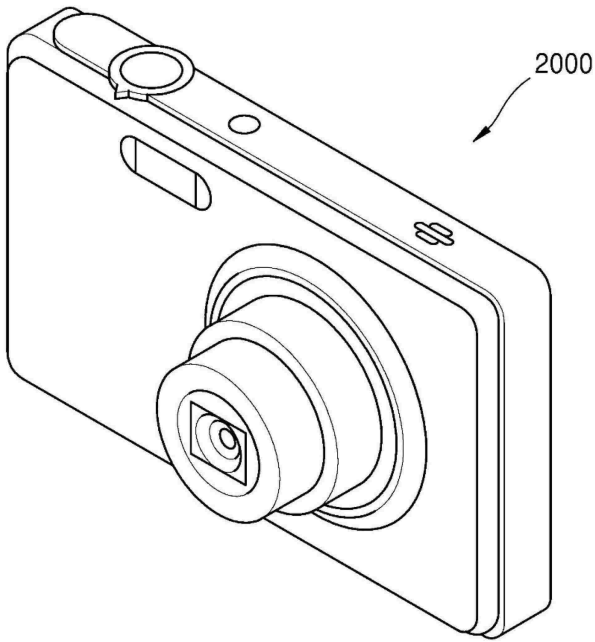
【図 5 2】



【図 5 3】



【図 5 4】



10

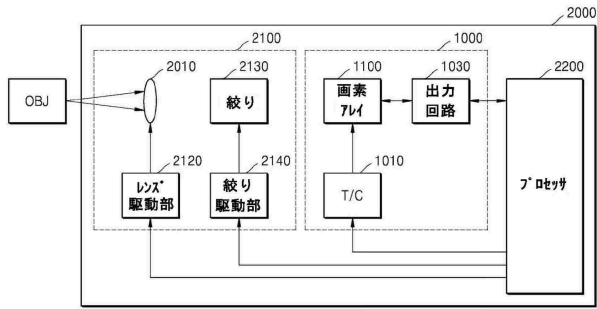
20

30

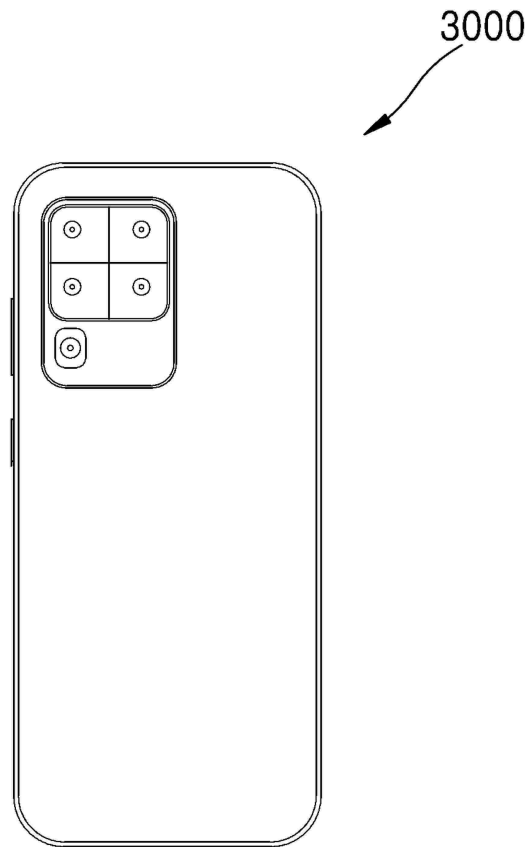
40

50

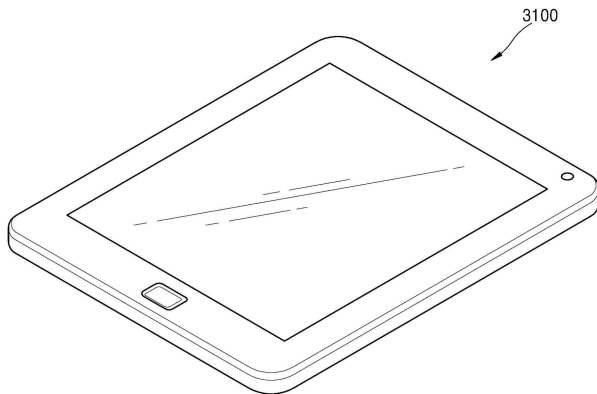
【図 5 5】



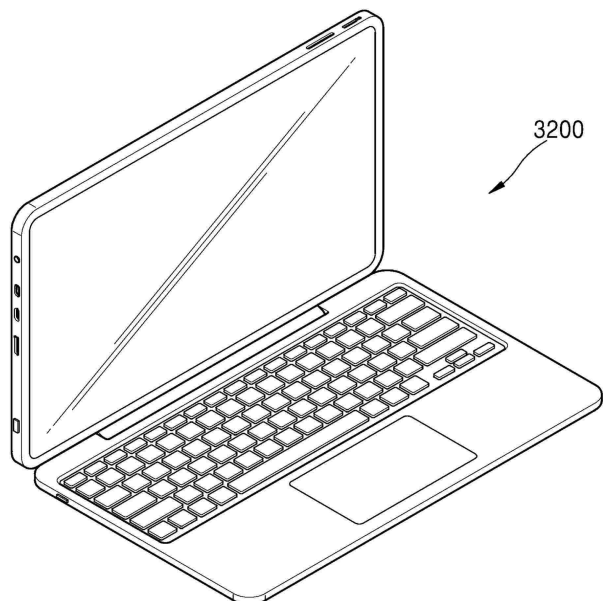
【図 5 6】



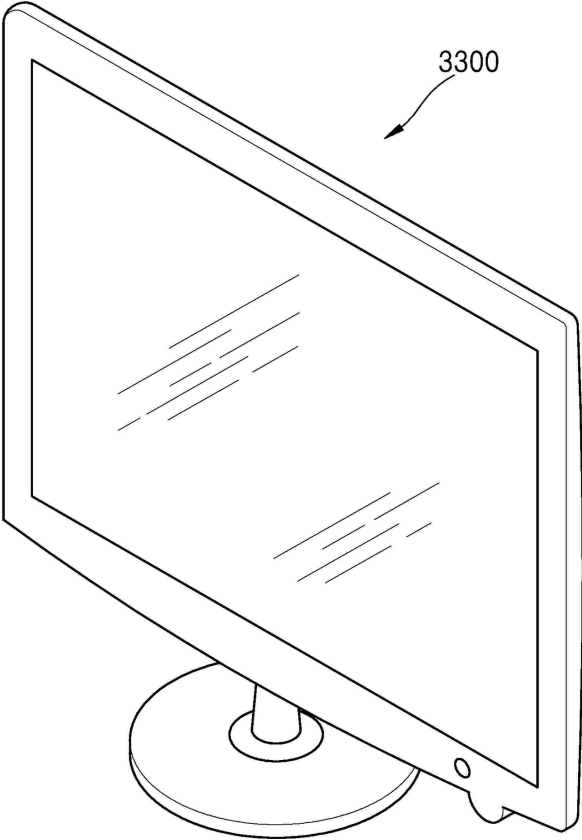
【図 5 7】



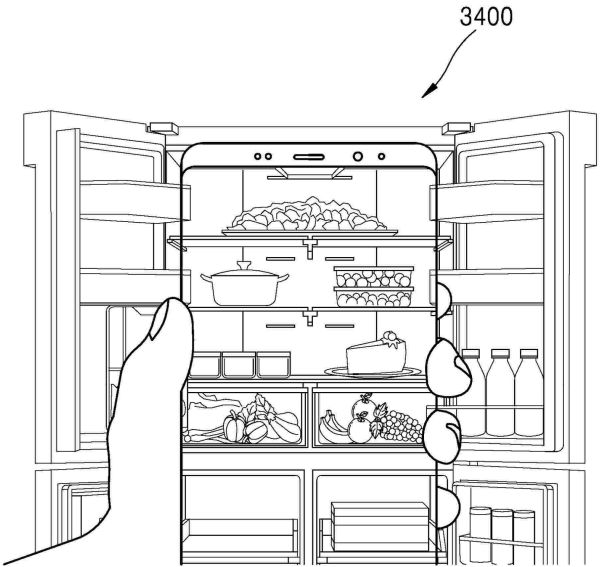
【図 58】



【図 5 9】



【図 6 0】

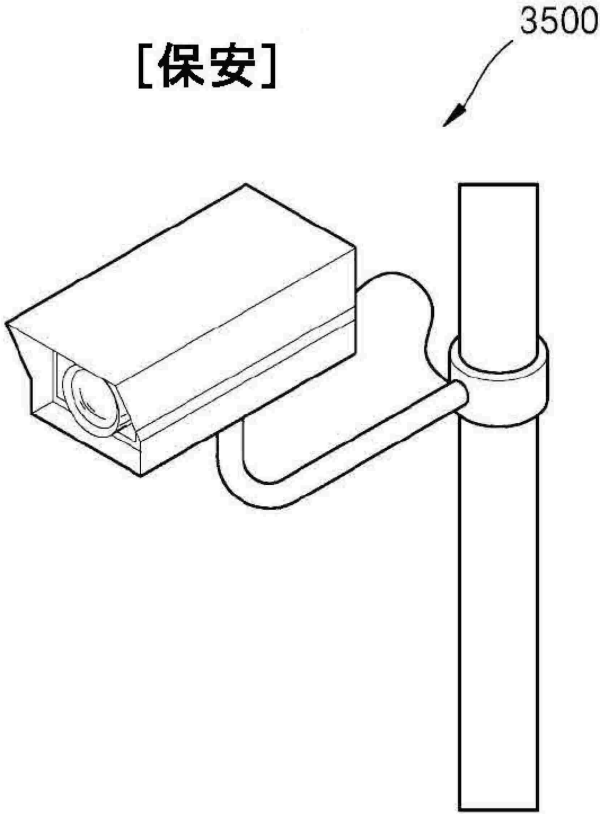


10

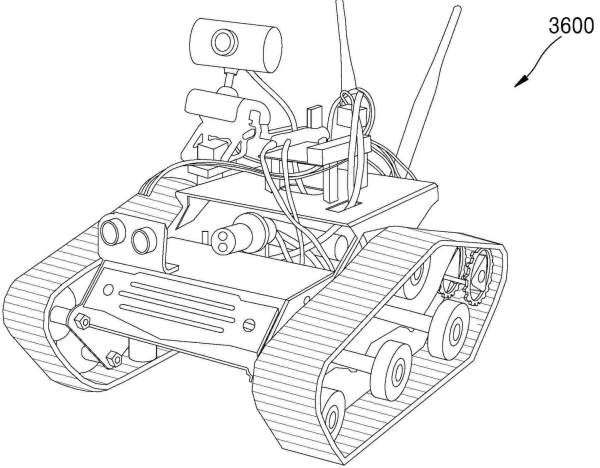
20

【図 6 1】

【保安】



【図 6 2】

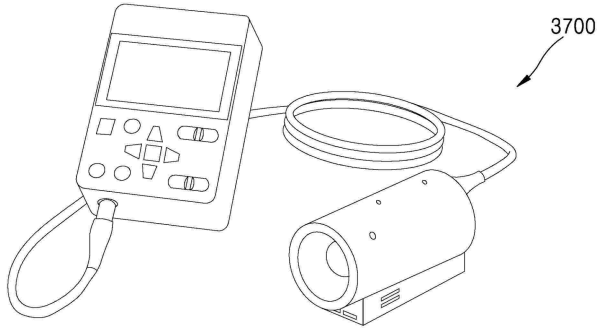


30

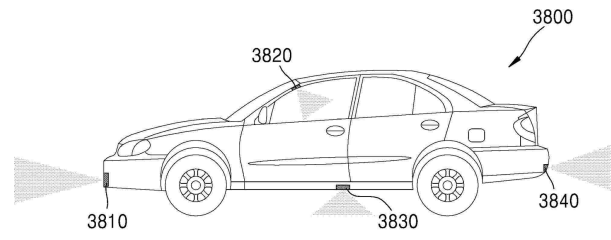
40

50

【図 6 3】



【図 6 4】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2019-0146233

(32)優先日 令和1年11月14日(2019.11.14)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2020-0117777

(32)優先日 令和2年9月14日(2020.9.14)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(72)発明者 尹 鉆 皓

大韓民国京畿道水原市靈通区三星路130 三星綜合技術院内

審査官 越河 勉

(56)参考文献 特開2014-086743 (JP, A)

米国特許出願公開第2017/0179178 (US, A1)

国際公開第2014/083836 (WO, A1)

特開2019-145563 (JP, A)

特表2018-511253 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04N 25/10

H04N 25/13

H10F 39/12

G02B 5/20-5/28

G02B 3/00

G02B 5/00