

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6151632号
(P6151632)

(45) 発行日 平成29年6月21日(2017.6.21)

(24) 登録日 平成29年6月2日(2017.6.2)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4N	5/369	(2011.01)
HO4N	5/225	(2006.01)
HO4N	9/07	(2006.01)
GO3B	15/00	(2006.01)
GO2B	3/10	(2006.01)

HO 4 N	5/369	
HO 4 N	5/225	300
HO 4 N	9/07	A
GO 3 B	15/00	B
GO 2 B	3/10	

請求項の数 12 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2013-263660 (P2013-263660)

(22) 出願日

平成25年12月20日(2013.12.20)

(65) 公開番号

特開2015-119456 (P2015-119456A)

(43) 公開日

平成27年6月25日(2015.6.25)

審査請求日

平成28年3月2日(2016.3.2)

(73) 特許権者 306037311

富士フィルム株式会社

東京都港区西麻布2丁目26番30号

(74) 代理人 100083116

弁理士 松浦 憲三

(72) 発明者 小野 修司
東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フィルム株式会社内

審査官 松永 隆志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像モジュール及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

特性が異なるX(Xは2以上の整数)個の被写体像を同時に撮像し、前記X個の被写体像の少なくとも1つの被写体像に対し、複数の波長域の画素信号を出力する撮像モジュールであって、

被写体光が入射するX個の領域を有し、X個の領域毎に特性が異なる被写体像を同じ像面で重ねて結像させる多様レンズと、

前記多様レンズの瞳像を前記X個の領域毎に分割する瞳分割手段と、

前記瞳分割手段によって分割されたX個の瞳像をそれぞれ受光するX個の受光領域に対応して配設されたY(YはX+1以上の整数)個の光電変換器と、を備え、

前記X個の受光領域のうちの少なくとも1つの受光領域には、複数の光電変換器が配設され、

前記1つの受光領域に配設された複数の光電変換器は、前記複数の波長域の画素信号を出力し、

前記瞳分割手段は、2次元状に配列されたマイクロレンズから構成されたアレイレンズであって、前記光電変換器の入射面側に配設され、各マイクロレンズにより前記多様レンズの瞳像を前記Y個の光電変換器に入射させるアレイレンズであり、

前記アレイレンズは、各マイクロレンズにより前記光電変換器上にそれぞれ入射させる瞳像のうち、互いに隣り合う前記瞳像の一部同士を前記光電変換器上で重複させる撮像モジュール。

10

20

【請求項 2】

前記多様レンズは、中央の第1の光学系と、前記第1の光学系の周辺部に設けられ、該第1の光学系とは特性が異なる第2の光学系とからなる請求項1に記載の撮像モジュール。

【請求項 3】

前記多様レンズは、前記第1の光学系及び第2の光学系のうちの一方が広角光学系であり、他方が望遠光学系である請求項2に記載の撮像モジュール。

【請求項 4】

前記多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、前記第2の光学系は前記中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系である請求項2又は3に記載の撮像モジュール。

10

【請求項 5】

前記多様レンズは、中央の第1の光学系と、前記第1の光学系の周辺部に設けられ、該第1の光学系とは特性が異なる第2の光学系とからなり、

前記瞳分割手段及び前記Y個の光電変換器を単位ブロックとすると、前記単位ブロックは、格子状に配列された 3×3 個の光電変換器を有し、

前記多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、前記第2の光学系は前記中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系であり、

前記第1の光学系に対応する中央瞳像は、前記単位ブロックの中央の光電変換器に入射し、

20

前記第2の光学系に対応する環状瞳像は、前記単位ブロックの周囲の8個の光電変換器に入射し、

格子状に配列された 4×4 個の光電変換器を基本ブロックとし、該基本ブロックが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されてイメージセンサが構成されている請求項1に記載の撮像モジュール。

【請求項 6】

特性が異なるX(Xは2以上の整数)個の被写体像を同時に撮像し、前記X個の被写体像の少なくとも1つの被写体像に対し、複数の波長域の画素信号を出力する撮像モジュールであって、

被写体光が入射するX個の領域を有し、X個の領域毎に特性が異なる被写体像を同じ像面で重ねて結像させる多様レンズと、

30

前記多様レンズの瞳像を前記X個の領域毎に分割する瞳分割手段と、

前記瞳分割手段によって分割されたX個の瞳像をそれぞれ受光するX個の受光領域に対応して配設されたY(YはX+1以上の整数)個の光電変換器と、を備え、

前記X個の受光領域のうちの少なくとも1つの受光領域には、複数の光電変換器が配設され、

前記1つの受光領域に配設された複数の光電変換器は、前記複数の波長域の画素信号を出力し、

前記瞳分割手段は、2次元状に配列されたマイクロレンズから構成されたアレイレンズであって、前記光電変換器の入射面側に配設され、各マイクロレンズにより前記多様レンズの瞳像を前記Y個の光電変換器に入射させるアレイレンズであり、

40

前記多様レンズは、中央の第1の光学系と、前記第1の光学系の周辺部に設けられ、該第1の光学系とは特性が異なる第2の光学系とからなり、

前記多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、前記第2の光学系は前記中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系であり、

前記アレイレンズは、各マイクロレンズにより前記Y個の光電変換器にそれぞれ結像させる瞳像のうち、互いに隣り合う前記環状光学系に対応する環状瞳像の一部同士を前記Y個の光電変換器上で重複させるとともに、互いに隣り合う前記中央光学系に対応する中央瞳像と前記第2の光学系に対応する環状瞳像の一部とを重複させ、

前記環状光学系は、前記中央光学系に対応する中央瞳像と重複する環状瞳像の一部に対

50

応する部分が遮光され、又は前記中央光学系に対応する中央瞳像と重複する環状瞳像の一部に対応する部分が欠落して形成されている撮像モジュール。

【請求項 7】

特性が異なるX（Xは2以上の整数）個の被写体像を同時に撮像し、前記X個の被写体像の少なくとも1つの被写体像に対し、複数の波長域の画素信号を出力する撮像モジュールであって、

被写体光が入射するX個の領域を有し、X個の領域毎に特性が異なる被写体像を同じ像面で重ねて結像させる多様レンズと、

前記多様レンズの瞳像を前記X個の領域毎に分割する瞳分割手段と、

前記瞳分割手段によって分割されたX個の瞳像をそれぞれ受光するX個の受光領域に対応して配設されたY（YはX+1以上の整数）個の光電変換器と、を備え、

前記X個の受光領域のうちの少なくとも1つの受光領域には、複数の光電変換器が配設され、

前記1つの受光領域に配設された複数の光電変換器は、前記複数の波長域の画素信号を出力し、

前記瞳分割手段は、2次元状に配列されたマイクロレンズから構成されたアレイレンズであって、前記光電変換器の入射面側に配設され、各マイクロレンズにより前記多様レンズの瞳像を前記Y個の光電変換器に入射させるアレイレンズであり、

前記多様レンズは、中央の第1の光学系と、前記第1の光学系の周辺部に設けられ、該第1の光学系とは特性が異なる第2の光学系とからなり、

前記多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、前記第2の光学系は前記中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系であって、特性が異なる第3の光学系と第4の光学系とが交互に配置されてなる環状光学系であり、

前記アレイレンズは、各マイクロレンズにより前記Y個の光電変換器にそれぞれ結像させる瞳像のうち、互いに隣り合う前記環状光学系の第3の光学系に対応する第1の環状瞳像同士を前記Y個の光電変換器上で重複させるとともに、互いに隣り合う前記環状光学系の第4の光学系に対応する第2の環状瞳像同士を前記Y個の光電変換器上で重複させる撮像モジュール。

【請求項 8】

前記光電変換器が六方格子状に配列され、

前記瞳分割手段及び前記Y個の光電変換器を単位ブロックとすると、前記単位ブロックは、1個の中央の光電変換器と周囲の6個の光電変換器とからなり、

前記中央光学系に対応する中央瞳像は、前記中央の光電変換器に入射し、前記環状光学系の第3の光学系に対応する第1の環状瞳像は、前記周囲の6個の光電変換器のうちの前記中央の光電変換器から120度3方向の3個の光電変換器に入射し、前記環状光学系の第4の光学系に対応する第2の環状瞳像は、前記周囲の6個の光電変換器のうちの前記中央の光電変換器から120度3方向の他の3個の光電変換器に入射する請求項7に記載の撮像モジュール。

【請求項 9】

前記多様レンズの中央光学系は広角光学系であり、前記環状光学系の第3の光学系及び第4の光学系はそれぞれ焦点距離の異なる望遠光学系である請求項7又は8に記載の撮像モジュール。

【請求項 10】

前記多様レンズの中央光学系は広角光学系であり、前記環状光学系の第3の光学系及び第4の光学系はそれぞれ撮影距離の異なる望遠光学系である請求項7又は8に記載の撮像モジュール。

【請求項 11】

前記環状光学系は、光束を2回以上反射させる反射光学系を有する請求項4から10のいずれか1項に記載の撮像モジュール。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項に記載の撮像モジュールと、前記瞳分割手段及び前記 Y 個の光電変換器を単位ブロックとすると、前記 1 つの単位ブロック内の光電変換器から出力される画素信号に基づいて、前記複数の波長域の情報からなる少なくとも 1 つの画像を構成する 1 画素分の画像信号を生成する画像生成部と、を備えた撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は撮像モジュール及び撮像装置に関し、特に特性の異なる複数の画像を同時に撮像することができる撮像モジュール及び撮像装置に関する。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、図 2 0 に示すように同一の光軸上に配置された中央部の中央光学系（広角レンズ）1 a と、その周辺部の環状光学系（望遠レンズ）1 b であって、中央光学系 1 a とは特性の異なる環状光学系 1 b とからなる撮影光学系 1 と、イメージセンサ 3 と、イメージセンサ 3 の入射面側に配設された複数のマイクロレンズ（瞳結像レンズ）から構成されたアレイレンズ 2 であって、各マイクロレンズにより撮影光学系の瞳像をイメージセンサ 3 上に結像させるアレイレンズ 2 と、を備えた撮像装置が提案されている（特許文献 1）。

【0 0 0 3】

上記撮影光学系 1 の像面はアレイレンズ 2 上にあり、アレイレンズ 2 が撮影光学系 1 の瞳像をイメージセンサ 3 上に結像させる。

20

【0 0 0 4】

図 2 1 は、イメージセンサ 3 上の 1 つの受光セル 3 a と、アレイレンズ 2 の 1 つのマイクロレンズがイメージセンサ 3 上に結像させる撮影光学系 1 の瞳像とを示している。この瞳像は、中央光学系 1 a に対応する中央瞳像（広角レンズ成分）と、環状光学系 1 b に対応する環状瞳像（望遠レンズ成分）とを有している。

【0 0 0 5】

図 2 2 (a) は、1 つのマイクロレンズ当たりに、イメージセンサ 3 の 5×5 の受光セル 3 a を割り付けた一例を示す。

【0 0 0 6】

30

図 2 2 (a) に示すように、 5×5 の 25 個の受光セル群毎に、その中央部の受光セルに中央瞳像（広角レンズ成分）が受光し、その周辺部の受光セルに環状瞳像（望遠レンズ成分）が受光する。

【0 0 0 7】

25 個の受光セル群毎に、広角レンズ成分を受光する受光セルから広角画像の 1 画素分の画像信号が生成され、同様に望遠レンズ成分を受光する受光セルから望遠画像の 1 画素分の画像信号が生成され、これにより図 2 2 (b) 及び (c) に示すように広角レンズに対応する広角画像と、望遠レンズに対応する望遠画像とが得られる。

【0 0 0 8】

図 2 2 に示す例では、イメージセンサ 3 の受光セル数と、イメージセンサ 3 から得られる広角画像及び望遠画像の画素数との関係は、受光セル数 : 画素数 (\times 画像数) = 25 : 1 ($\times 2$) となる。

40

【0 0 0 9】

図 2 2 に示すように 1 つのマイクロレンズ当たりにイメージセンサ 3 の 5×5 の受光セル 3 a を割り付けると、イメージセンサ 3 の受光セル数に比べてイメージセンサ 3 から得られる特性の異なる画像（上記の例では、広角画像と望遠画像）の画素数が大幅に低下するという問題がある。

【0 0 1 0】

イメージセンサ 3 から得られる特性の異なる画像の画素数の低下を抑える最もシンプルな方法は、1 つのマイクロレンズ当たりに割り付ける受光セルの数（割付数）を減らすこと

50

とである。割付数を減らした分だけ、取り出すことができる特性の異なる画像の画素数を増やすことができる。

【0011】

図23(a)及び(b)は、それぞれ1つのマイクロレンズ当たりにイメージセンサ3の 5×5 の受光セル3aを割り付けた例と、 3×3 の受光セル3aを割り付けた例とを示している。

【0012】

即ち、撮影光学系を同心円分割にした場合、アレイレンズの1マイクロレンズ当たりに割り付けることができる受光セルの割付数は、 3×3 が限界となっており、この場合のイメージセンサ3の受光セル数と、イメージセンサ3から得られる広角画像又は望遠画像の画素数との関係は、受光セル数：画素数 = 9 : 1となる。10

【0013】

ところで、特許文献1には、カラー画像を撮像すべく、予め定められたパターンで受光素子にカラーフィルタが配列されている旨の記載があるが、具体的なカラーフィルタ配列に関する記載はない。

【0014】

一方、特許文献2、3には、一般的な撮像レンズと、イメージセンサの入射面側に配設されたアレイレンズ(マイクロレンズアレイ)とを使用し、撮像レンズの通過光線を、レンズアレイによって複数の視点からの光線に分離しつつ、イメージセンサの各受光セルに入射させ、受光量に基づく画素信号を取得する撮像装置が記載されている。20

【0015】

特許文献2、3には、1つのマイクロレンズを通過した光線が、 3×3 個の受光セルに受光される記載があり、更にイメージセンサ上には、ベイヤ配列のカラーフィルタが設けられ、受光セル毎に赤(R)、緑(G)、青(B)のいずれかのカラーフィルタが設けられている記載がある。

【0016】

各マイクロレンズに対応する 3×3 個の受光セルから同一位置の受光セルの出力信号を抽出して画像を再構成することにより、9つの視点画像を生成することができるが、このようにして生成された視点画像もベイヤ配列のカラー画像(モザイク画像)になる(特許文献2の図11参照)。30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献1】特開2012-253670号公報

【特許文献2】特開2013-90059号公報

【特許文献3】特開2013-115532号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

いま、特許文献1に記載の撮像装置において、図24(a)に示すように特許文献2、3に記載のような一般的なベイヤ配列を有するイメージセンサを適用し、かつ 3×3 の受光セルを1つのマイクロレンズに割り付けた構成の撮像装置について考察する。尚、この構成を有する撮像装置は公知のものではない。40

【0019】

図24(a)に示したイメージセンサ及びアレイレンズは、格子状の 6×6 の受光セル(2×2 のアレイレンズ)を基本ブロックとし、この基本ブロックが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

【0020】

図24(b)は基本ブロックを示しており、基本ブロックは、1つのマイクロレンズと、その1つのマイクロレンズ当たり 3×3 の受光セルとを単位ブロックとして、4つの單50

位ブロックから構成されている。

【0021】

図24(c1)及び(c2)は、それぞれ単位ブロック(3×3)の中央の受光セル(図20に示した中央光学系1aを通過した光束が入射する受光セル)のグループと、周囲の8個の受光セル(図20に示した環状光学系1bを通過した光束が入射する受光セル)のグループとを示す。

【0022】

図24(c1)に示すように中央の受光セルのグループの画像は、ベイヤ配列のモザイク画像となる。これにより、ベイヤ配列のモザイク画像をデモザイク処理(同時化処理ともいう)することにより、問題なくカラー画像を得ることができる。

10

【0023】

一方、図24(c2)に示すように周囲の8個の受光セルのグループは、RGBの全ての受光セルを含む8個の受光セルと、Rの受光セルが無い8個の受光セルと、Bの受光セルが無い8個の受光セルとが混在し、RGBの受光セルの配置としてバランスを欠いたものとなる。

【0024】

具体的には、中央の受光セルがGの受光セルである3×3の受光セルの周囲の8個の受光セルは、2個のRの受光セル、4個のGの受光セル、2個のBの受光セルを有し、RGBのすべての色情報がある。

【0025】

一方、中央の受光セルがRである3×3の受光セルの周囲の8個の受光セルは、4個のGの受光セル、4個のBの受光セルを有し、Rの受光セルが無く、同様に中央の受光セルがBである3×3の受光セルの周囲の8個の受光セルは、4個のRの受光セル、4個のGの受光セルを有し、Bの受光セルが無い。

20

【0026】

従って、Rの受光セル、又はBの受光セルがない3×3の受光セルの周囲の8個の受光セルは、隣接する単位ブロックで獲得されるRの受光セル、又はBの受光セルを使って補完するなどの処理が必要となり、手間がかかる上に、周囲8個の受光セルのグループにより生成される画像の解像性能が低下するという問題が生じる。

【0027】

30

また、前述したように撮影光学系を同心円分割にした場合、アレイレンズの1マイクロレンズ当たりに割り付けることができる受光セルの割付数は、3×3が限界となっており、同時に撮像される特性の異なる画像の画素数が低減するという問題がある。

【0028】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、同時に撮像される特性の異なる複数の画像の画質及び解像度の向上を図ることができる撮像モジュール及び撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0029】

上記目的を達成するために本発明の一の態様に係る撮像モジュールは、特性が異なるX(Xは2以上の整数)個の被写体像を同時に撮像し、X個の被写体像の少なくとも1つの被写体像に対し、複数の波長域の画素信号を出力する撮像モジュールであって、被写体光が入射するX個の領域を有し、X個の領域毎に特性が異なる被写体像を同じ像面で重ねて結像させる多様レンズと、多様レンズの瞳像をX個の領域毎に分割する瞳分割手段と、瞳分割手段によって分割されたX個の瞳像をそれぞれ受光するX個の受光領域に対応して配設されたY(Y+1以上の整数)個の光電変換器と、を備え、X個の受光領域のうちの少なくとも1つの受光領域には、複数の光電変換器が配設され、1つの受光領域に配設された複数の光電変換器は、複数の波長域の画素信号を出力する。

40

【0030】

本発明の一の態様によれば、X個の領域毎に特性が異なる多様レンズの瞳像であって、

50

瞳分割手段によって分割されたX個の瞳像を、X個の受光領域に対応して配設されたY(X+1以上の整数)個の光電変換器に入射させるようにしている。そして、X個の受光領域のうちの少なくとも1つの受光領域には複数の光電変換器を配設し、複数の光電変換器は複数の波長域の画素信号を出力するため、同時に撮像される特性の異なるX枚の画像のうちの少なくとも1つの画像については、1つの瞳像に対応する複数の光電変換器から複数の波長域の画素信号を取得することができ、1画素当たりの解像度を向上させることができる。

【0031】

本発明の他の態様に係る撮像モジュールにおいて、1つの受光領域に配設された複数の光電変換器は、複数の波長域の情報からなる画像を構成する画素を生成するために必要な全ての波長域の画素信号を出力することが好ましい。10

【0032】

1つの受光領域に配設された複数の光電変換器は、複数の波長域の情報からなる画像を構成する画素を生成するために必要な全ての波長域の画素信号を出力するため、X個の画像のうちの少なくとも1つの画像については、1つの受光領域に配設された複数の光電変換器からの画素信号のみを使用して、デモザイク処理された1画素の画像信号を得ることができる。

【0033】

逆に、1つの受光領域に配設された複数の光電変換器から出力される複数の画素信号内に、複数の波長域の情報からなる画像を構成する画素を生成するために必要な全ての波長域の画素信号が含まれていない場合(特定の波長域の画素信号が欠落している場合)には、周囲のY個の光電変換器から出力される画素信号(特定の波長域の画素信号)を補間して特定の波長域の画素信号を生成する必要があり、この場合には、出力画像の解像度(実質的な画素数)が低下するという問題が生じるが、本発明の他の態様によれば、このような問題を解消することができる。20

【0034】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、瞳分割手段は、2次元状に配列されたマイクロレンズから構成されたアレイレンズであって、光電変換器の入射面側に配設され、各マイクロレンズにより多様レンズの瞳像をY個の光電変換器に入射させるアレイレンズであることが好ましい。30

【0035】

本発明の他の態様に係る撮像モジュールにおいて、瞳分割手段及びY個の光電変換器を単位ブロックとすると、1つの受光領域に配設された複数の光電変換器は、同じ波長域の画素信号を出力する2以上の光電変換器を含み、2以上の光電変換器は、単位ブロックの中心に対して対称位置に配置されていることが好ましい。

【0036】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、1つの受光領域に配設された複数の光電変換器は、赤(R)、緑(G)、及び青(B)の波長域毎の画素信号を出力する。これにより、1つの受光領域に配設された複数の光電変換器から全ての色情報を取得することができ、高精細なカラー画像を生成することができる。40

【0037】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズは、中央の第1の光学系と、第1の光学系の周辺部に設けられ、第1の光学系とは特性が異なる第2の光学系とからなるものが好ましい。中央の第1の光学系と第1の光学系の周辺部に設けられた第2の光学系とにより構成された多様レンズは、例えば、上下に分割した光学系からなる撮影光学系に比べてレンズ性能が優れたものになる。

【0038】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズは、第1の光学系及び第2の光学系のうちの一方が広角光学系であり、他方が望遠光学系である。これにより、1回の撮像により広角画像と、望遠画像とを同時に取得することができる。50

【 0 0 3 9 】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、第2の光学系は中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系であることが好ましい。

【 0 0 4 0 】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、第2の光学系は中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系であり、瞳分割手段及びY個の光電変換器を単位ブロックとすると、単位ブロックは、格子状に配列された 3×3 個の光電変換器を有し、中央光学系に対応する中央瞳像は、単位ブロックの中央の光電変換器に入射し、環状光学系に対応する環状瞳像は、単位ブロックの周囲の8個の光電変換器に入射することが好ましい。10

【 0 0 4 1 】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、単位ブロックの中央の光電変換器は、赤(R)、緑(G)及び青(B)の波長域の画素信号のうちのいずれか1つの画素信号を出力し、かつ複数の単位ブロックの中央の光電変換器は、R、G及びBの波長域の画素信号を出力する光電変換器が周期的に配列されていることが好ましい。これにより、 3×3 個の光電変換器の中央の光電変換器から出力される画素信号は、R、G及びBの波長域の画素信号を含み、1つの画像を生成するために必要な全ての波長域の画素信号を得ることができる。

【 0 0 4 2 】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、単位ブロックの周囲の8個の光電変換器は、Gの波長域の画素信号を出力する4個の光電変換器と、Rの波長域の画素信号を出力する2個の光電変換器と、Bの波長域の画素信号を出力する2個の光電変換器とからなることが好ましい。これにより、RGBの画素信号の個数の比率は、1:2:1になり、輝度信号を得るために最も寄与するGの光電変換器を多く配置することができる。20

【 0 0 4 3 】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、格子状に配列された 6×6 個の光電変換器を基本ブロックとし、基本ブロックが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されてイメージセンサが構成されていることが好ましい。 6×6 個の光電変換器の基本ブロックが水平方向及び垂直方向に繰り返されているため、後段でのデモザイク処理等の画像処理を行う際に、繰り返しパターンにしたがって処理を行うことができる。30

【 0 0 4 4 】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、アレイレンズは、各マイクロレンズにより光電変換器上にそれぞれ入射させる瞳像のうち、互いに隣り合う瞳像の一部同士を光電変換器上で重複させることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

アレイレンズの1マイクロレンズ当たりに割り付ける光電変換器の割付数を、 3×3 よりも少ない割り付けにすると、隣接するマイクロレンズの瞳像同士が重なり始める(クロストークが発生する)。一般にクロストークが発生している光電変換器からは、光線空間(ライトフィールド)を取り出すことができず、特許文献2、3のように各瞳像から同じ視点位置に対応する画素信号を1つずつ取り出し、画像を再構成する場合には、正しい画像が生成できなくなる。40

【 0 0 4 6 】

しかしながら、本発明の場合、同時に撮像される特性の異なるX枚の画像の画素信号を取得することができればよいため、少なくともX個の受光領域(異なる受光領域)に対応する瞳像同士が重ならなければよい。即ち、互いに隣り合う瞳像の一部同士が光電変換器上で重複しても、同じ特性の瞳像の近傍の像が重なるだけであり、多少の特性変化はあるが、画像として破綻することはない。

【 0 0 4 7 】

このように、アレイレンズは、互いに隣り合う瞳像の一部同士が光電変換器上で重複さ50

せるため、アレイレンズの1マイクロレンズ当たりに実質的に割り付けられる光電変換器の割付数を 3×3 よりも少なくすることができ、その結果、同時に撮像される特性の異なる画像の画素数を増加させることができる。

【0048】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズは、中央の第1の光学系と、第1の光学系の周辺部に設けられ、第1の光学系とは特性が異なる第2の光学系とからなり、瞳分割手段及びY個の光電変換器を単位ブロックとすると、単位ブロックは、格子状に配列された 3×3 個の光電変換器を有し、多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、第2の光学系は中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系であり、第1の光学系に対応する中央瞳像は、単位ブロックの中央の光電変換器に入射し、第2の光学系に対応する環状瞳像は、単位ブロックの周囲の8個の光電変換器に入射し、格子状に配列された 4×4 個の光電変換器を基本ブロックとし、基本ブロックが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されてイメージセンサが構成されていることが好ましい。10

【0049】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズは、中央の第1の光学系と、第1の光学系の周辺部に設けられ、第1の光学系とは特性が異なる第2の光学系とからなり、多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、第2の光学系は中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系であり、アレイレンズは、各マイクロレンズによりY個の光電変換器にそれぞれ結像させる瞳像のうち、互いに隣り合う環状光学系に対応する環状瞳像の一部同士をY個の光電変換器上で重複させるとともに、互いに隣り合う中央光学系に対応する中央瞳像と第2の光学系に対応する環状瞳像の一部とを重複させ、環状光学系は、中央光学系に対応する中央瞳像と重複する環状瞳像の一部に対応する部分が遮光され、又は中央光学系に対応する中央瞳像と重複する環状瞳像の一部に対応する部分が欠落して形成されていることが好ましい。20

【0050】

本発明の更に他の態様によれば、環状光学系は、一部が遮光され、又は一部が欠落して形成され、中央瞳像と環状瞳像とが光電変換器上で重複しないようにしている。これにより、アレイレンズの1マイクロレンズ当たりの実質的な光電変換器の割当数を更に減少させることができることが可能になる。

【0051】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズは、中央の第1の光学系と、第1の光学系の周辺部に設けられ、第1の光学系とは特性が異なる第2の光学系とからなり、多様レンズの第1の光学系は円形の中央光学系であり、第2の光学系は中央光学系に対して同心円状に配設された環状光学系であって、特性が異なる第3の光学系と第4の光学系とが交互に配置されてなる環状光学系であり、アレイレンズは、各マイクロレンズによりY個の光電変換器にそれぞれ結像させる瞳像のうち、互いに隣り合う環状光学系の第3の光学系に対応する第1の環状瞳像同士をY個の光電変換器上で重複させるとともに、互いに隣り合う環状光学系の第4の光学系に対応する第2の環状瞳像同士をY個の光電変換器上で重複させることができ。これにより、1回の撮像により3種類の特性の異なる画像を同時に取得することができる。40

【0052】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、光電変換器が六方格子状に配列され、瞳分割手段及びY個の光電変換器を単位ブロックとすると、単位ブロックは、1個の中央の光電変換器と周囲の6個の光電変換器とからなり、中央光学系に対応する中央瞳像は、中央の光電変換器に入射し、環状光学系の第3の光学系に対応する第1の環状瞳像は、周囲の6個の光電変換器のうちの中央の光電変換器から120度3方向の3個の光電変換器に入射し、環状光学系の第4の光学系に対応する第2の環状瞳像は、周囲の6個の光電変換器のうちの中央の光電変換器から120度3方向の他の3個の光電変換器に入射することができ。好ましい。

【0053】

50

20

30

40

50

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズの中央光学系は広角光学系であり、環状光学系の第3の光学系及び第4の光学系はそれぞれ焦点距離の異なる望遠光学系であることが好ましい。これにより、1回の撮像により広角画像と、それぞれ撮影倍率の異なる2枚の望遠画像とを同時に取得することができる。

【0054】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、多様レンズの中央光学系は広角光学系であり、環状光学系の第3の光学系及び第4の光学系はそれぞれ撮影距離の異なる望遠光学系であることが好ましい。これにより、1回の撮像により広角画像と、撮影距離の異なる被写体に対して合焦した2枚の望遠画像とを同時に取得することができる。

【0055】

本発明の更に他の態様に係る撮像モジュールにおいて、環状光学系は、光束を2回以上反射させる反射光学系を有することが好ましい。これにより、環状光学系の光軸方向の寸法を短くすることができ、装置をコンパクトにすることができる。

10

【0056】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置は、上記のいずれかの撮像モジュールと、瞳分割手段及びY個の光電変換器を単位ブロックとすると、1つの単位ブロック内の光電変換器から出力される画素信号に基づいて、複数の波長域の情報からなる少なくとも1つの画像を構成する1画素分の画像信号を生成する画像生成部と、を備えている。

【0057】

本発明の他の態様によれば、同時に撮像されるX枚の画像のうちの少なくとも1つの画像については、単位ブロック内の画素信号を使用して1画素分のデモザイク処理された画像信号を生成することができ、画像の画質及び解像度の向上を図ることができる。

20

【発明の効果】

【0058】

本発明によれば、同時に撮像される特性の異なる複数の画像のうちの少なくとも1つの画像の画質及び解像度の向上を図ることができる。また、アレイレンズは、互いに隣り合う多様レンズの瞳像の一部同士を光電変換器上で重複させるため、アレイレンズの1マイクロレンズ当たりに実質的に割り付けられる光電変換器の割付数を少なくすることができ、その結果、同時に撮像可能な特性の異なる画像の画素数を増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0059】

【図1】本発明に係る撮像モジュールを含む撮像装置の外観斜視図

【図2】図1に示した撮像装置の内部構成の実施形態を示すブロック図

【図3】図1に示した撮像装置に適用された撮影光学系の第1の実施形態を示す断面図

【図4】本発明に係る撮像装置の第1の実施形態を説明するために用いたアレイレンズ及びイメージセンサの要部拡大図

【図5】本発明に係る撮像装置に適用されるイメージセンサに配設されたカラーフィルタの第1の実施形態のカラーフィルタ配列等を示す図

【図6】本発明に係る撮像装置に適用されるイメージセンサに配設されたカラーフィルタの第2の実施形態のカラーフィルタ配列等を示す図

40

【図7】イメージセンサにおける好適なカラーフィルタ配列を説明するために用いた図

【図8】イメージセンサにおける好適なカラーフィルタ配列を説明するために用いた他の図

【図9】本発明に係る撮像装置の第2の実施形態を説明するために用いたアレイレンズ及びイメージセンサの要部拡大図

【図10】本発明に係る撮像装置の第2の実施形態におけるイメージセンサのカラーフィルタ配列等を示す図

【図11】第2の実施形態におけるイメージセンサのカラーフィルタ配列の第1の変形例を示す図

【図12】第2の実施形態におけるイメージセンサのカラーフィルタ配列の第2の変形例

50

を示す図

【図13】第2の実施形態におけるイメージセンサのカラーフィルタ配列の第3の変形例を示す図

【図14】本発明に係る撮像装置の第3の実施形態を説明するために用いた撮影光学系、アレイレンズ及びイメージセンサ等を示す図

【図15】本発明に係る撮像装置の第4の実施形態を説明するために用いた撮影光学系、アレイレンズ及びイメージセンサ等を示す図

【図16】第4の実施形態におけるイメージセンサのカラーフィルタ配列を示す図

【図17】図1に示した撮像装置に適用可能な撮影光学系の第2の実施形態を示す断面図

【図18】撮像装置の他の実施形態であるスマートフォンの外観図

10

【図19】スマートフォンの要部構成を示すブロック図

【図20】中央光学系及び環状光学系を有する撮影光学系、アレイレンズ及びイメージセンサを備えた従来の撮像装置を示す図

【図21】1つの受光セルと瞳像との関係を示す図

【図22】従来のイメージセンサ上に結像される各瞳像の一例を示す図

【図23】従来のイメージセンサ上に結像される各瞳像の他の例を示す図

【図24】発明が解決しようとする課題を説明するために用いた図

【発明を実施するための形態】

【0060】

以下、添付図面に従って本発明に係る撮像モジュール及び撮像装置の実施の形態について説明する。

20

【0061】

<撮像装置の外観>

図1は本発明に係る撮像モジュールを含む撮像装置の外観斜視図である。図1に示すように、撮像装置10の前面には、多様レンズ(撮影光学系)12、フラッシュ発光部19等が配置され、上面にはシャッタボタン38-1が設けられている。L1は多様レンズ12の光軸を表す。

【0062】

図2は撮像装置10の内部構成の実施形態を示すブロック図である。

【0063】

30

この撮像装置10は、撮像した画像をメモリカード54に記録するもので、主として多様レンズ12、アレイレンズ16、及びイメージセンサ18等を含む撮像モジュール11に特徴がある。

【0064】

[撮影光学系]

図3は、撮像装置10(撮像モジュール11)に適用された多様レンズの第1の実施形態を示す断面図である。

【0065】

図3に示すように多様レンズ12は、それぞれ同一の光軸上に配置された中央部の中央光学系(第1の光学系)13とその周辺部の環状光学系(第2の光学系)14とから構成されている。

40

【0066】

中央光学系13は、第1レンズ13a、第2レンズ13b、第3レンズ13c、第4レンズ13d、及び共通レンズ15から構成された広角光学系(広角レンズ)であり、アレイレンズ16上に広角画像を結像させる。

【0067】

環状光学系14は、第1レンズ14a、第2レンズ14b、第1反射ミラー14c(反射光学系)、第2反射ミラー14d(反射光学系)、及び共通レンズ15から構成された望遠光学系(望遠レンズ)であり、アレイレンズ16上に望遠画像を結像させる。第1レンズ14a、及び第2レンズ14bを介して入射した光束は、第1反射ミラー14c及び

50

第2反射ミラー14dにより2回反射された後、共通レンズ15を通過する。第1反射ミラー14c及び第2反射ミラー14dにより光束が折り返されることにより、焦点距離の長い望遠光学系(望遠レンズ)の光軸方向の長さを短くしている。

【0068】

[本発明に係る撮像装置の第1の実施形態]

次に、本発明に係る撮像装置の第1の実施形態について説明する。

【0069】

図4は、図2及び図3に示したアレイレンズ16及びイメージセンサ18の要部拡大図である。

【0070】

アレイレンズ16は、複数のマイクロレンズ(瞳結像レンズ)16aが2次元状に配列されて構成されており、各マイクロレンズの水平方向及び垂直方向の間隔は、イメージセンサ18の受光セル(光電変換器)18aの3つ分の間隔に対応している。即ち、アレイレンズ16の各マイクロレンズは、水平方向及び垂直方向の各方向に対して、2つ置きの受光セルの位置に対応して形成されたものが使用される。

10

【0071】

また、アレイレンズ16の各マイクロレンズ16aは、多様レンズ12の中央光学系13及び環状光学系14に対応する、円形の中央瞳像(第1の瞳像)17a及び環状瞳像(第2の瞳像)17bを、イメージセンサ18の対応する受光領域の受光セル18a上に結像させる。

20

【0072】

図4に示す第1の実施形態のアレイレンズ16及びイメージセンサ18によれば、アレイレンズ16の1マイクロレンズ16a当たりに付き、格子状(正方格子状)の3×3個の受光セル18aが割り付けられている。以下、1つのマイクロレンズ16a及び1つのマイクロレンズ16aに対応する受光セル群(3×3個の受光セル18a)を単位ブロックという。

【0073】

中央瞳像17aは、単位ブロックの中央の受光セル18aのみに結像し、環状瞳像17bは、単位ブロックの周囲の8個の受光セル18aに結像する。

【0074】

30

本発明に係る撮像装置10(撮像モジュール11)によれば、後述するように中央光学系13に対応する広角画像と、環状光学系14に対応する望遠画像とを同時に撮像することができる。

【0075】

[イメージセンサの第1の実施形態]

図5は本発明に係る撮像装置10(撮像モジュール11)に適用されるイメージセンサ18を示す図であり、特にイメージセンサ18に配設されたカラーフィルタの第1の実施形態のカラーフィルタ配列等を示す図である。尚、図5上で、アレイレンズ16は省略されているが、円形で示した領域は、アレイレンズ16の各マイクロレンズ16aにより瞳像が結像される3×3個の受光セルを含む単位ブロックを示している。

40

【0076】

図5(a)に示すようにイメージセンサ18の撮像面上には、各受光セル上に配設されたカラーフィルタにより構成されるカラーフィルタ配列が設けられる。

【0077】

このカラーフィルタ配列は、赤(R)、緑(G)、及び青(B)の各波長域の光を透過させる3原色のカラーフィルタ(以下、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタという)により構成されている。そして、各受光セル上には、RGBフィルタのいずれかが配置される。以下、Rフィルタが配置された受光セルを「R受光セル」、Gフィルタが配置された受光セルを「G受光セル」、Bフィルタが配置された受光セルを「B受光セル」という。

【0078】

50

図5(a)に示すカラーフィルタ配列は、 6×6 個の受光セルを基本ブロックB(図5(a))の太枠で示したブロック、及び図5(b)参照)とし、基本ブロックBが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

【0079】

図5(b)に示すように基本ブロックBは、4個の単位ブロックB1～B4により構成されている。

【0080】

図5(c1)及び(c2)は、それぞれ4個の単位ブロックB1～B4の中央の受光セル(図3に示した中央光学系13を通過した光束が入射する受光セル)のグループと、周囲の8個の受光セル(図3に示した環状光学系14を通過した光束が入射する受光セル)のグループとを示す。10

【0081】

図5(c1)に示すように中央の受光セルのグループの画像は、ペイヤ配列のモザイク画像となる。これにより、ペイヤ配列のモザイク画像をデモザイク処理することにより、問題なくカラー画像を得ることができる。

【0082】

一方、図5(c2)に示すように、単位ブロックB1～B4の各中央の受光セルの周囲の8個の受光セルのグループは、8個の受光セル内にRGBの全ての受光セル(R受光セル、G受光セル、B受光セル)を含み、かつ単位ブロックB1～B4にかかわらず、RGBの受光セルが同じパターンで配置されている。20

【0083】

具体的には、各単位ブロックB1～B4の4隅の4つの受光セルは、G受光セルが配置され、中央の受光セルを挟んで上下の2個の受光セルは、R受光セルが配置され、中央の受光セルを挟んで左右の2個の受光セルは、B受光セルが配置されている。

【0084】

また、R受光セル、G受光セル、及びB受光セルは、それぞれ単位ブロックの中央の受光セル(中心)に対して対称位置に配置されている。これにより、単位ブロック内のRGBの受光セルの出力信号を使用して、その単位ブロック毎のデモザイク処理(同時化処理)後の、画像を構成する1つの画素(RGBの画素値)を生成することができる。

【0085】

即ち、単位ブロック内の4個のG受光セルの出力信号(画素値)の平均値を求ることにより、単位ブロック(1マイクロレンズ)の中心位置におけるG画素の画素値を取得することができ、同様に単位ブロック内の2個のR受光セルの画素値の平均値、及び2個のB受光セルの画素値の平均値を求ることにより、それぞれ単位ブロックの中心位置におけるR画素及びB画素の画素値を取得することができる。30

【0086】

これにより、単位ブロックの周囲の8個の受光セルのグループにより生成される、環状光学系14(望遠光学系)に対応する望遠画像については、単位ブロック内のRGBの受光セルの画素値を使用してデモザイク処理を行うことができ、周囲の単位ブロックの受光セルの画素値を補間して特定の波長域の画素の画素値を生成する必要がなく、出力画像の解像度(実質的な画素数)を低下させることができない。40

【0087】

また、単位ブロックB1～B4の周囲の8個の受光セルは、2個のR受光セル、4個のG受光セル、2個のB受光セルを有し、RGBの受光セルの比率は、1:2:1になり、輝度信号を得るために最も寄与するG受光セルが多く配置されている。

【0088】

図2に戻って、撮像装置10(撮像モジュール11)は、図3で説明した中央光学系13及び環状光学系14を有する多様レンズ12と、図4及び図5で説明した第1の実施形態のアレイレンズ16及びイメージセンサ18とを備えている。装置全体の動作は、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)56に格納された50

カメラ制御プログラムに基づいて、中央処理装置（CPU）40によって統括制御される。尚、EEPROM56には、カメラ制御プログラムの他に、イメージセンサ14の画素の欠陥情報、画像処理等に使用する各種のパラメータやテーブル等が記憶されている。

【0089】

撮像装置10には、シャッタボタン38-1、モードダイヤル（モード切替装置）、再生ボタン、MENU/OKキー、十字キー、BACKキー等の操作部38が設けられている。この操作部38からの信号はCPU40に入力され、CPU40は入力信号に基づいて撮像装置10の各回路を制御し、例えば、撮影動作制御、画像処理制御、画像データの記録／再生制御、液晶モニタ（LCD）30の表示制御などを行う。

【0090】

シャッタボタン38-1（図1）は、撮影開始の指示を入力する操作ボタンであり、半押し時にONするS1スイッチと、全押し時にONするS2スイッチとを有する二段ストローク式のスイッチで構成されている。

【0091】

モードダイヤルは、静止画を撮影するオート撮影モード、マニュアル撮影モード、人物、風景、夜景等のシーンポジション、及び動画を撮影する動画モードを切り替える選択手段である。また、モードダイヤルは、撮影モード時に、中央光学系13を介して結像される広角画像（第1の画像）を取得する第1の撮影モード、環状光学系14を介して結像される望遠画像（第2の画像）を取得する第2の撮影モード、広角画像及び望遠画像を同時に取得するハイブリッド撮影モード等を切り替える選択手段として機能する。

【0092】

再生ボタンは、撮影記録した静止画又は動画を液晶モニタ30に表示させる再生モードに切り替えるためのボタンである。MENU/OKキーは、液晶モニタ30の画面上にメニューを表示させる指令を行うためのメニューボタンとしての機能と、選択内容の確定及び実行などを指令するOKボタンとしての機能とを兼備した操作キーである。十字キーは、上下左右の4方向の指示を入力する操作部であり、メニュー画面から項目を選択したり、各メニューから各種設定項目の選択を指示したりするボタン（カーソル移動操作手段）として機能する。また、十字キーの上／下キーは撮影時のズームスイッチあるいは再生モード時の再生ズームスイッチとして機能し、左／右キーは再生モード時のコマ送り（順方向／逆方向送り）ボタンとして機能する。BACKキーは、選択項目など所望の対象の消去や指示内容の取消し、あるいは1つ前の操作状態に戻らせるときなどに使用される。

【0093】

撮影モード時において、被写体光は、多様レンズ12及びアレイレンズ16を介してイメージセンサ18の受光面に結像される。

【0094】

イメージセンサ18の各受光セル（光電変換器）の受光面に結像された被写体像は、その入射光量に応じた量の信号電圧（または電荷）に変換される。

【0095】

イメージセンサ18に蓄積された信号電圧（または電荷）は、受光セルそのもの若しくは付設されたキャパシタに蓄えられる。蓄えられた信号電圧（または電荷）は、センサ制御部32により、X-Yアドレス方式を用いたMOS型撮像素子（いわゆるCMOSセンサ）の手法を用いて、受光セル位置の選択とともに読み出される。

【0096】

これにより、イメージセンサ18から中央光学系13に対応する中央の受光セルのグループの広角画像を示す画素信号と、環状光学系14に対応する周囲8個の受光セルのグループの望遠画像を示す画素信号とを読み出すことができる。

【0097】

イメージセンサ18から読み出された画素信号（電圧信号）は、相関二重サンプリング処理（センサ出力信号に含まれるノイズ（特に熱雑音）等を軽減することを目的として、受光セル毎の出力信号に含まれるフィードスルー成分レベルと信号成分レベルとの差をと

10

20

30

40

50

ることにより正確な画素データを得る処理)により受光セル毎の画素信号がサンプリングホールドされ、増幅されたのちA/D変換器20に加えられる。A/D変換器20は、順次入力する画素信号をデジタル信号に変換して画像入力コントローラ22に出力する。尚、MOS型センサでは、A/D変換器が内蔵されているものがあり、この場合、イメージセンサ18から直接デジタル信号が出力される。

【0098】

イメージセンサ18の受光セル位置を選択して画素信号を読み出すことにより、広角画像を示す画素信号と望遠画像を示す画素信号とを選択的に読み出すことができる。

【0099】

即ち、イメージセンサ18の中央瞳像17aが入射する受光セルの画素信号を選択的に読み出すことにより、1マイクロレンズ当たり1個の受光セル(3×3の受光セルの中央の受光セル)の広角画像を示す画素信号(ベイヤ配列のモザイク画像を示す画素信号)を取得することができ、一方、イメージセンサ18の環状瞳像17bが入射する、8個の受光セルの画素信号を選択的に読み出すことにより、1マイクロレンズ当たり8個の画素信号を取得することができる。10

【0100】

尚、イメージセンサ18から全ての画素信号を読み出してメモリ(SDRAM)48に一時的に記憶させ、デジタル信号処理部(画像生成部)24がメモリ48に記憶させた画素信号に基づいて上記と同様に広角画像と望遠画像の2つ画像の画素信号のグループ分けを行ってもよい。20

【0101】

また、デジタル信号処理部24は、画像入力コントローラ22を介して入力するデジタルの画素信号(RGBの点順次のR信号、G信号、B信号)に対して、オフセット処理、ガンマ補正処理、及びRGBのモザイク画像の信号に対するデモザイク処理等の所定の信号処理を行う。ここで、デモザイク処理とは、単板式のイメージセンサ18のカラーフィルタ配列に対応したRGBのモザイク画像から画素毎に全ての色情報を算出する処理であり、同時化処理ともいう。例えば、RGB3色のカラーフィルタからなるイメージセンサ18の場合、RGBからなるモザイク画像から画素毎にRGB全ての色情報を算出する処理である。30

【0102】

即ち、デジタル信号処理部24に含まれるデモザイク処理部は、広角画像(ベイヤ配列のモザイク画像)のG受光セルの位置には、R受光セル、B受光セルが無いため、そのG受光セルの周囲のR受光セル、B受光セルのR信号、B信号をそれぞれ補間して、G受光セルの位置におけるR信号、B信号を生成する。同様に、モザイク画像のR受光セルの位置には、G受光セル、B受光セルが無いため、そのR受光セルの周囲のG受光セル、B受光セルのG信号、B信号をそれぞれ補間してR受光セルの位置におけるG信号、B信号を生成し、また、モザイク画像のB受光セルの位置には、G受光セル、R受光セルが無いため、そのB受光セルの周囲のG受光セル、R受光セルのG信号、R信号をそれぞれ補間してB受光セルの位置におけるG信号、R信号を生成する。40

【0103】

一方、望遠画像は、1マイクロレンズ16a当たり8個(3×3の単位ブロックの周囲8個)のモザイク画像からなり、かつ8個の受光セル内には、RGBの全ての色情報(R受光セル、G受光セル、B受光セル)が含まれているため、デモザイク処理部は、単位ブロック内の8個の受光セルの出力信号を使用して単位ブロック毎にデモザイク処理した、画像を構成する1つの画素(RGBの画素値)を生成することができる。

【0104】

具体的には、望遠画像のモザイク画像をデモザイク処理するデモザイク処理部(画像生成部)は、単位ブロック内の4個のG受光セルの画素値の平均値を求めることにより、単位ブロック(1マイクロレンズ)の中心位置における画素のGの画素値を算出し、同様に単位ブロック内の2個のR受光セルの画素値の平均値、及び2個のB受光セルの画素値の50

平均値を求ることにより、それぞれ単位ブロックの中心位置における画素の R の画素値及び B の画素値を算出する。

【 0 1 0 5 】

上記デモザイク処理部により生成される広角画像及び望遠画像の 2 つのデモザイク画像のうちの望遠画像のデモザイク画像は、単位ブロック内の 8 個の受光セルの出力信号を使用してデモザイク処理が行われるため、周囲の単位ブロックの受光セルの出力信号を使用（補間）してデモザイク処理が行われる広角画像のデモザイク画像よりも解像度が実質的に高いものとなる。

【 0 1 0 6 】

また、デジタル信号処理部 24 は、デモザイク処理部によりデモザイク処理された R G B の色情報（R 信号、G 信号、B 信号）から輝度信号 Y と色差信号 C b , C r を生成する R G B / Y C 変換等を行う。 10

【 0 1 0 7 】

デジタル信号処理部 24 で処理され画像信号は、V R A M (Video Random Access Memor y) 50 に入力される。V R A M 50 から読み出された画像信号はビデオ・エンコーダ 28 においてエンコーディングされ、カメラ背面に設けられている液晶モニタ 30 に出力され、これにより被写体像が液晶モニタ 30 の表示画面上に表示される。

【 0 1 0 8 】

操作部 38 のシャッタボタン 38 - 1 の第 1 段階の押下（半押し）があると、C P U 40 は、A E 動作を開始させ、A / D 変換器 20 から出力される画像データは、A E 検出部 44 に取り込まれる。 20

【 0 1 0 9 】

A E 検出部 44 では、画面全体の画像信号を積算し、又は画面中央部と周辺部とで異なる重みづけをした画像信号を積算し、その積算値を C P U 40 に出力する。C P U 40 は、A E 検出部 44 から入力する積算値より被写体の明るさ（撮影 E v 値）を算出し、この撮影 E v 値に基づいて絞り（図示せず）の絞り値及びイメージセンサ 18 の電子シャッタ（シャッタスピード）を所定のプログラム線図に従って決定し、その決定した絞り値に基づいて絞りを制御すると共に、決定したシャッタスピードに基づいてセンサ制御部 32 を介してイメージセンサ 18 での電荷蓄積時間を制御する。 30

【 0 1 1 0 】

A E 動作が終了し、シャッタボタン 38 - 1 の第 2 段階の押下（全押し）があると、その押下に応答して A / D 変換器 20 から出力される画像データが画像入力コントローラ 22 からメモリ (SDRAM: Synchronous Dynamic RAM) 48 に入力され、一時的に記憶される。メモリ 48 に一時的に記憶された画像信号は、デジタル信号処理部 24 により適宜読み出され、ここで所定の信号処理が行われて再びメモリ 48 に記憶される。

【 0 1 1 1 】

メモリ 48 に記憶された画像信号は、それぞれ圧縮伸張処理部 26 に出力され、JPEG (Joint Photographic Experts Group) などの所定の圧縮処理が実行されたのち、メディア・コントローラ 52 を介してメモリカード 54 に記録される。 40

【 0 1 1 2 】

そして、モードダイヤルにより第 1 の撮影モード又は第 2 の撮影モードが選択されると、広角画像又は望遠画像を選択的に取得することができ、モードダイヤルによりハイブリッド撮影モードが選択されると、広角画像と望遠画像とを同時に取得することができる。これにより、広角光学系と望遠光学系のメカ的な切り替えや、ズームレンズのズーム操作なしに、広角画像と望遠画像とを取得することができる。

【 0 1 1 3 】

[イメージセンサの第 2 の実施形態]

図 6 は本発明に係る撮像装置 10 (撮像モジュール 11) に適用されるイメージセンサ 18 の他の実施形態を示す図であり、特にイメージセンサ 18 に配設されたカラーフィルタの第 2 の実施形態のカラーフィルタ配列等を示す図である。 50

【 0 1 1 4 】

図6(a)に示すようにイメージセンサ18の他の実施形態のカラーフィルタ配列は、図5(a)に示したカラーフィルタ配列と同様に、 6×6 個の受光セルを基本ブロックB(図6(a)の太枠で示したブロック、及び図6(b)参照)とし、基本ブロックBが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

【 0 1 1 5 】

図6(b)に示すように基本ブロックBは、4個の単位ブロックB1～B4により構成されている。

【 0 1 1 6 】

図6(c1)及び(c2)は、それぞれ4個の単位ブロックB1～B4の中央の受光セルのグループと、周囲の8個の受光セルのグループとを示す。 10

【 0 1 1 7 】

図6(c1)に示すように中央の受光セルのグループの画像は、ペイヤ配列のモザイク画像となる。これにより、ペイヤ配列のモザイク画像をデモザイク処理することにより、問題なくカラー画像を得ることができる。

【 0 1 1 8 】

一方、図6(c2)に示すように、単位ブロックB1～B4の各中央の受光セルの周囲の8個の受光セルのグループは、8個の受光セル内にRGBの全ての受光セル(R受光セル、G受光セル、B受光セル)を含み、かつ単位ブロックB1～B4にかかわらず、RGBの受光セルが同じパターンで配置されている。 20

【 0 1 1 9 】

具体的には、各単位ブロックB1～B4の中央の受光セルを挟んで上下左右の4個の受光セルは、G受光セルが配置され、単位ブロックの左上及び右下の2個の受光セルは、R受光セルが配置され、単位ブロックの右上及び左下の2個の受光セルは、B受光セルが配置されている。

【 0 1 2 0 】

また、R受光セル、G受光セル、及びB受光セルは、それぞれ単位ブロックの中央の受光セル(中心)に対して対称位置に配置されている。これにより、単位ブロック内のRGBの受光セルの出力信号を使用して、その単位ブロック毎のデモザイク処理後の、画像を構成する1つの画素(RGBの画素値)を生成することができる。 30

【 0 1 2 1 】

即ち、単位ブロック内の4個のG受光セルの画素値の平均値を求ることにより、単位ブロック(1マイクロレンズ)の中心位置におけるG受光セルの画素値を取得することができ、同様に単位ブロック内の2個のR受光セルの画素値の平均値、及び2個のB受光セルの画素値の平均値を求ることにより、それぞれ単位ブロックの中心位置における画素のRの画素値及びBの画素値を取得することができる。

【 0 1 2 2 】

また、単位ブロックB1～B4の周囲の8個の受光セルは、2個のR受光セル、4個のG受光セル、2個のB受光セルを有し、RGBの受光セルの比率は、1：2：1になり、輝度信号を得るために最も寄与するG受光セルが多く配置されている。 40

【 0 1 2 3 】

尚、上記の実施形態では、単位ブロックB1～B4の中央の受光セルのグループの画像は、ペイヤ配列のモザイク画像になるように各中央の受光セルにカラーフィルタが一定のパターンで周期的に配置されているが、これに限らず、各中央の受光セルに配置されるカラーフィルタは、GストライプR/G完全市松、X-Trans(登録商標)配列等のカラーフィルタを配置してもよく、要は全ての波長域の画素信号を得ることができるようにカラーフィルタが配列されていればよい。

【 0 1 2 4 】

[より好適な周囲8画素のフィルタ配置(1)]

3×3個の受光セルを有する単位ブロックの周囲の8個の受光セルに対するカラーフィ 50

ルタ配置は、図5及び図6に示した第1、第2の実施形態以外にも種々の配置が考えられる。

【0125】

図7(a)及び(b)は、それぞれ図5(a)に示したカラーフィルタの第1の実施形態を示し、特に多様レンズ12のうちの環状光学系14を透過してくる光束が、マイクロレンズ16aの指向性により入射する、 3×3 個の単位ブロックの周囲の8個の受光セルにおける入射領域を示している。

【0126】

図7(a)に示すように画像中心(イメージセンサ18の光軸近くの単位ブロック)では、環状光学系14を透過してくる光束の入射領域は、きれいな円環状となるので、周囲の8個の受光セルにおけるRGBのフィルタ配置の差は生じない。
10

【0127】

一方、光学レンズの一般的な性質として、光軸から離れた画像周辺になるほど「けられ」が生じることが知られている。本例の環状光学系14のように円環瞳を持つ光学レンズの場合には、センサ面への入射光パターンは、「けられ」によって円形から三日月状になる(図7(b)~(e))。

【0128】

即ち、イメージセンサ18の周辺では、単位ブロックの周囲8個の受光セルのうち、偏った受光セルでしか光を検出できなくなりがちである。このようなときにも、全色の情報を獲得するためには、各波長域の画素信号を出力するRGBの受光セルを、満遍なく8個の受光セルに割り付けておくことが好ましい。
20

【0129】

図7(b)に示すカラーフィルタ配列(第1の実施形態)の場合、イメージセンサ18の4隅周辺の単位ブロックであっても、周囲8個のRGBの受光セルに三日月状の光束が満遍なく入射し、三日月状の光束が入射するRGBの各受光セルの面積比は、ほぼ等しくなる($G = R = B$)。

【0130】

また、図7(c)に示すカラーフィルタ配列(図6(a)に示した第2の実施形態)の場合も、周囲8個のRGBの受光セルに三日月状の光束が満遍なく入射し、三日月状の光束が入射するRGBの各受光セルの面積比は、ほぼ等しくなる($G = R = B$)。
30

【0131】

一方、図7(d)に示すカラーフィルタ配列の場合、周囲8個のRGBの受光セルが、周囲の方向に関して満遍なく配置されておらず、三日月状の光束が入射するRGBの各受光セルの面積比は、不均一になる($G > R > B$)。同様に図7(e)に示すカラーフィルタ配列の場合も、周囲8個のRGBの受光セルが、周囲の方向に関して満遍なく配置されておらず、三日月状の光束が入射するRGBの各受光セルの面積比は、不均一になる($G > R = B$)。

【0132】

上記のように、 3×3 個の受光セルを有する単位ブロックの周囲8個の受光セルのフィルタ配置としては、図5(a)及び図6(b)に示した第1、第2の実施形態のように、RGBの受光セルが周囲の方位に関して満遍なく(重心が単位ブロックの中心に来るよう)配置することがより好ましい。
40

【0133】

[より好適な周囲8画素のフィルタ配置(2)]

次に、カラーフィルタの製造工程及び混信(クロストーク)を低減する観点から、より好適な周囲8個の受光セルのフィルタ配置について説明する。

【0134】

図8(a)及び(b)は、それぞれ図5(a)及び図6(b)に示した第1、第2の実施形態のカラーフィルタ配列に関して示している。

【0135】

10

20

30

40

50

図8(a)に示すように、 3×3 個の受光セルを有する単位ブロックを並べたときに、隣接する単位ブロックと接する画素同士の波長フィルタ(カラーフィルタ)は、同種になるように配置するのがより好適である。

【0136】

その理由は、以下の通りである。

【0137】

(1) 同種であれば、フィルタ部を繋げてしまうことができるので、波長フィルタを形成する製造工程が、シンプルになる。

【0138】

(2) 同種(同色)であれば、隣接する単位ブロックからの信号の混信(クロストーク)があった場合でも、空間解像度の低下だけで済む。もし、混信信号が異なる色の成分であった場合には、空間解像度の低下に加えて、色信号の誤差が生じて画像品質が低下する。

【0139】

従って、隣接する単位ブロックと接する画素同士の波長フィルタは、同種になるように配置するのがより好ましい。

【0140】

図8(a)に示す第1の実施形態のカラーフィルタ配列の場合、 3×3 個の受光セルを有する単位ブロックを並べたときの周囲8個の受光セルのうちのG受光セルは、 2×2 個の4個のG受光セルが隣接し、また、周囲8個の受光セルのうちのR受光セルは、垂直方向に2個隣接し、B受光セルは、水平方向に2個隣接する。

【0141】

一方、図8(b)に示す第2の実施形態のカラーフィルタ配列の場合、 3×3 個の受光セルを有する単位ブロックを並べたときの周囲8個の受光セルのうちのG受光セルは、2個隣接するが、周囲8個の受光セルのうちのR受光セル及びB受光セルは、隣接する全ての方向の受光セルと波長フィルタが異なる。

【0142】

従って、図8(a)及び(b)に示す第1、第2の実施形態のカラーフィルタ配列のうち、第1の実施形態のカラーフィルタ配列の方が、カラーフィルタの製造工程がシンプルになり、かつ混信を低減することができるため、より好適なカラーフィルタ配列と言える。

【0143】

<画素の高密度化>

次に、イメージセンサの受光セル数を変えずに、アレイレンズの1マイクロレンズ当たりに割り付ける受光セルの割付数を大幅に低減し、同時に撮像される特性の異なる複数の画像の画素数を増加させる、画素の高密度化を図った実施形態について説明する。

【0144】

[本発明に係る撮像装置の第2の実施形態]

図9は、本発明に係る撮像装置(撮像モジュール)の第2の実施形態を説明するために用いたアレイレンズ116及びイメージセンサ118の要部拡大図である。尚、第2の実施形態の撮像装置は、図1から図3に示した第1の実施形態の撮像装置10とは、主としてアレイレンズ116及びイメージセンサ118が相違するため、以下、その相違点について説明する。

【0145】

図9において、アレイレンズ116は、複数のマイクロレンズ116aが2次元状に配列されて構成されており、各マイクロレンズの水平方向及び垂直方向の間隔は、イメージセンサ118の受光セル118aの2つ分の間隔に対応している。即ち、アレイレンズ116の各マイクロレンズは、水平方向及び垂直方向の各方向に対して、1つ置きの受光セルの位置に対応して形成されたものが使用される。

【0146】

10

20

30

40

50

また、アレイレンズ116の各マイクロレンズ116aは、多様レンズ12の中央光学系13及び環状光学系14に対応する、円形の中央瞳像117a及び環状瞳像117bをイメージセンサ118上に結像させる。

【0147】

ここで、互いに隣り合う環状瞳像117bは、その一部同士がイメージセンサ118上で重なっている。即ち、アレイレンズ116は、イメージセンサ118の入射面側の適宜の位置に配置されており、各マイクロレンズ116aによりイメージセンサ118上にそれぞれ結像させる中央瞳像117a及び環状瞳像117bのうち、互いに隣り合う環状瞳像117bの一部同士がイメージセンサ118上で重複するように構成されている。

【0148】

図9に示す第2の実施形態のアレイレンズ116及びイメージセンサ118によれば、中央瞳像117aは、イメージセンサ118上の1つの受光セル118a(3×3個の中央の受光セル)のみに結像し、環状瞳像117bは、中央瞳像117aが結像する受光セル118aの周囲の8個の受光セル118aに結像する。そして、8個の受光セル118aに結像する中央瞳像117aは、水平方向及び垂直方向(上下左右方向)に隣接する中央瞳像117aと1つの受光セル分の範囲で重複している。

【0149】

本発明に係る撮像装置は、中央光学系13に対応する広角画像と、環状光学系14に対応する望遠画像とを撮像することができればよいため、中央瞳像117aと環状瞳像117bとが重ならなければよい。即ち、互いに隣り合う環状瞳像117bの一部同士がイメージセンサ118上で重複しても画像として破綻することはない。

【0150】

図10(a)及び(b)は、イメージセンサ118に配設されたカラーフィルタ配列等を示す図である。

【0151】

図10(a)に示すようにイメージセンサ118に配設されたカラーフィルタ配列は、4×4個の受光セルを基本ブロックB(図10(a)の太枠で示したブロック)とし、基本ブロックBが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

【0152】

また、図10(b)に示すようにイメージセンサ118は、1マイクロレンズ16a当たり3×3個の受光セルが割り付けられた単位ブロック(4種類の単位ブロックB1～B4)を有しており、隣接する単位ブロックは、互いに1個の受光セル分の範囲で重複している。

【0153】

図10(b)に示す4つの単位ブロックB1～B4は、図5(b)に示した4つの単位ブロックB1～B4と同じカラーフィルタ配列になり、単位ブロックB1～B4の各中央の受光セルのグループの画像は、ベイヤ配列のモザイク画像となる。

【0154】

また、単位ブロックB1～B4の各中央の受光セルの周囲の8個の受光セルのうち、各単位ブロックB1～B4の4隅の4個の受光セルは、G受光セルが配置され、中央の受光セルを挟んで上下の2個の受光セルは、R受光セルが配置され、中央の受光セルを挟んで左右の2個の受光セルは、B受光セルが配置されており、周囲8個の受光セルのRGBの受光セルが、周囲の方向に関して満遍なく配置されている。

【0155】

上記のように本発明に係る撮像装置の第2の実施形態によれば、イメージセンサ118の受光セル数をMとし、イメージセンサから得られる広角画像及び望遠画像の画素数をそれぞれNとすると、受光セル数Mと画素数Nの比は、M:N=4:1となり、第1の実施形態の場合の比(M:N=9:1)よりも大きくすることができる。即ち、広角画像及び望遠画像の画素の高密度化を図ることができ、解像度を向上させることができる。

【0156】

[本発明に係る撮像装置の第2の実施形態の第1の変形例]

図11(a)及び(b)は、それぞれ第2の実施形態の第1の変形例を示す図であり、特に第2の実施形態の第1の変形例は、イメージセンサのカラーフィルタ配列が第2の実施形態と相違する。

【0157】

図11(a)に示すイメージセンサ218は、 4×4 個の受光セルを基本ブロックB(図11(a)の太枠で示したブロック)とし、基本ブロックBが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

【0158】

第2の実施形態の第1の変形例は、図11(a)に示すように基本ブロックB内に 2×2 個のG受光セルが2組存在しており、Gのカラーフィルタの製造工程がシンプルになり、かつ混信を低減することができる。 10

【0159】

また、図11(b)に示すようにイメージセンサ218は、1マイクロレンズ16a当たり 3×3 個の受光セルが割り付けられた単位ブロック(4種類の単位ブロックB1～B4)を有しており、隣接する単位ブロックは、互いに1個の受光セル分の範囲で重複している。

【0160】

図11(b)に示すように4つの単位ブロックB1～B4の周囲8個の受光セルは、いずれも2個のR受光セル、4個のG受光セル、及び2個のB受光セルを有している。また、中心がG受光セルの単位ブロックB1、B4は、R受光セル、B受光セルの配置が異なる2パターンある。 20

【0161】

[本発明に係る撮像装置の第2の実施形態の第2の変形例]

図12(a)及び(b)は、それぞれ第2の実施形態の第2の変形例を示す図であり、特に第2の実施形態の第2の変形例は、イメージセンサのカラーフィルタ配列が前述の実施形態と相違する。

【0162】

図12(a)に示すイメージセンサ318は、 4×4 個の受光セルを基本ブロックB(図12(a)の太枠で示したブロック)とし、基本ブロックBが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。 30

【0163】

第2の実施形態の第2の変形例は、図12(a)に示すように基本ブロックB内に 2×2 個のR受光セルが1組、 2×2 個のG受光セルが2組、及び 2×2 個のB受光セルが1組存在しており、RGBのカラーフィルタの製造工程が最もシンプルになり、かつ混信を最も低減することができる。

【0164】

また、図12(b)に示すようにイメージセンサ318は、1マイクロレンズ16a当たり 3×3 個の受光セルが割り付けられた単位ブロック(4種類の単位ブロックB1～B4)を有しており、隣接する単位ブロックは、互いに1個の受光セル分の範囲で重複している。 40

【0165】

図12(b)に示すように4つの単位ブロックB1～B4のうちの中心がG受光セルの単位ブロックB1、B4の周囲8個の受光セルは、2個のR受光セル、4個のG受光セル、及び2個のB受光セルを有し、中心がR受光セルの単位ブロックB2の周囲8個の受光セルは、3個のR受光セル、4個のG受光セル、及び1個のB受光セルを有し、中心がB受光セルの単位ブロックB3の周囲8個の受光セルは、1個のR受光セル、4個のG受光セル、及び3個のB受光セルを有し、RGBの受光セルの色バランスは、第2実施形態の第1の変形例よりも低い。

【0166】

[本発明に係る撮像装置の第2の実施形態の第3の変形例]

図13(a)及び(b)は、それぞれ第2の実施形態の第3の変形例を示す図であり、特に第2の実施形態の第3の変形例は、イメージセンサのカラーフィルタ配列が前述の実施形態と相違する。

【0167】

図13(a)に示すイメージセンサ418は、正方格子状の4×4個の受光セルを基本ブロックB(図13(a)の太枠で示したブロック)とし、基本ブロックBが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

【0168】

第2の実施形態の第3の変形例は、図13(a)に示すように基本ブロックB内に2×2個のG受光セルが1組存在しており、Gのカラーフィルタの製造工程がシンプルになり、かつ混信を低減することができる。

10

【0169】

また、図13(b)に示すようにイメージセンサ418は、1マイクロレンズ16a当たり3×3個の受光セルが割り付けられた単位ブロック(4種類の単位ブロックB1～B4)を有しており、隣接する単位ブロックは、互いに1個の受光セル分の範囲で重複している。

【0170】

図13(b)に示すように4つの単位ブロックB1～B4のうちの中心がG受光セルの単位ブロックB1、B4の周囲8個の受光セルは、2個のR受光セル、4個のG受光セル、及び2個のB受光セルを有し、中心がR受光セルの単位ブロックB2の周囲8個の受光セルは、1個のR受光セル、4個のG受光セル、及び3個のB受光セルを有し、中心がB受光セルの単位ブロックB3の周囲8個の受光セルは、3個のR受光セル、4個のG受光セル、及び1個のB受光セルを有し、RGBの受光セルの色バランスは、第2実施形態の第1の変形例よりも低い。

20

【0171】

[本発明に係る撮像装置の第3の実施形態]

次に、本発明に係る撮像装置の第3の実施形態について、図14を用いて説明する。尚、第3の実施形態の撮像装置は、第1、2の実施形態とは、主として多様レンズ、アレイレンズ及びイメージセンサが相違するため、以下、その相違点について説明する。

30

【0172】

まず、多様レンズとして、図14(a)に示す中央瞳像17a及び環状瞳像17bが得られる前述した多様レンズ12の代わりに、図14(b)に示す中央瞳像517a及び環状瞳像517bが得られるものを使用する。図14(b)に示す中央瞳像517a及び環状瞳像517bが得られる多様レンズとしては、図3に示した多様レンズ12のうちの環状光学系14の一部を遮光することにより構成することができる。

【0173】

即ち、環状瞳像517bに対応する環状光学系は、上下左右の四方のみに部分的な開口部を形成し、他の部分を遮光することにより構成することができる。これにより、部分的に欠落した環状瞳像517bが得られるようになる。

40

【0174】

尚、環状光学系に対して部分的な開口部及び遮光部を形成する代わりに、中央光学系の上下左右の周辺部(環状光学系の部分的な開口部に対応する位置)のみに、環状光学系と同じ特性の4つの光学系を配置してもよい。

【0175】

一方、アレイレンズの各マイクロレンズは、図14(c)に示すようにイメージセンサ518の格子状に配列された各受光セル518aに対して、千鳥配置されたものとする。また、このアレイレンズの各マイクロレンズによりイメージセンサ上に結像される瞳像は、3×3個の受光セルに入射するようになる。

【0176】

50

この環状瞳像 517b は、隣接する中央瞳像 517a と重なる部分が欠落しているため、中央瞳像 517a と環状瞳像 517b とがイメージセンサ 518 上で重なることがない。

【0177】

その一方、アレイレンズの各マイクロレンズは、千鳥状に密に配置することができ、アレイレンズの 1 マイクロレンズ当たりに割り付けるイメージセンサの受光セルの割付数を、第 2 の実施形態よりも少なくすることができる。即ち、イメージセンサの受光セル数を M とし、イメージセンサから得られる広角画像及び望遠画像の画素数をそれぞれ N とすると、受光セル数 M と画素数 N の比は、M : N = 2 : 1 となる。

【0178】

図 14 (d) は、イメージセンサ 518 に配設されたカラーフィルタ配列を示す図である。

【0179】

図 14 (d) に示すようにイメージセンサ 518 に配設されたカラーフィルタ配列は、 4×4 個の受光セルを基本ブロック B (図 14 (d) の太枠で示したブロック) とし、基本ブロック B が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

【0180】

また、同図において、太枠で示した受光セルが、1 マイクロレンズに対応する 3×3 個の受光セルの中央の受光セルに対応する。

【0181】

千鳥配置されたアレイレンズの各マイクロレンズに対応する 3×3 個の受光セルの中央の受光セルのグループの画像は、RGB の受光セルが千鳥配置されたモザイク画像となる。本例の場合、RGB の受光セルが千鳥配置されるモザイク画像は、水平方向に G 受光セルが連続する G ラインと、B 受光セルと R 受光セルとが交互に配置された B R ラインとが交互に配列される。

【0182】

一方、 3×3 個の受光セルの中央の受光セルを挟む上下左右の 4 個の受光セルは、RGB の受光セルを含む。即ち、中央の G 受光セルを挟む上下の受光セルは、G 受光セルであり、中央の G 受光セルを挟む左右の受光セルは、R 受光セルと B 受光セルである。また、R 又は B の中央の受光セルを挟む上下の受光セルは、R 受光セルと B 受光セルであり、中央の R 又は B 受光セルを挟む左右の受光セルは、G 受光セルである。

【0183】

即ち、上下左右の四方のみに部分的な開口部が形成された環状瞳像 517b (図 14 (b)) に対応する 4 個の受光セルは、RGB の受光セルが満遍なく割り付けられ、1 個の R 受光セル、2 個の G 受光セル、1 個の B 受光セルを有している。

【0184】

これにより、望遠画像を生成する場合に、1 マイクロレンズに対応する 5 個の受光セルのうちの中央の受光セルを挟む上下左右の 4 個の受光セルから、全ての波長域の画素信号を得ることができる。

【0185】

[本発明に係る撮像装置の第 4 の実施形態]

次に、本発明に係る撮像装置の第 4 の実施形態について、図 15 及び図 16 を用いて説明する。尚、第 4 の実施形態の撮像装置は、第 1、2、3 の実施形態とは、主として多様レンズ、アレイレンズ及びイメージセンサが相違するため、以下、その相違点について説明する。

【0186】

まず、多様レンズとして、図 15 (a) に示す中央瞳像 17a 及び環状瞳像 17b が得られる多様レンズ 12 の代わりに、図 15 (b) に示す中央瞳像 617a 及び環状瞳像 617b、617c が得られるものを使用する。

【0187】

10

20

30

40

50

この場合、同心円状に分割された中央光学系及び環状光学系からなる多様レンズのうちの環状光学系は、中央瞳像 617a に対応する中央光学系を中心に、60度ずつ方向が異なる六方のみに部分的な開口部が形成され、かつ120度三方の環状瞳像 617b 及び環状瞳像 617c に対応する開口部に配置された2組の光学系（第3の光学系、第4の光学系）により構成されている。

【0188】

第4の実施形態では、中央瞳像 617a に対応する中央光学系は広角光学系であり、環状瞳像 617b 及び環状瞳像 617c に対応する第3の光学系及び第4の光学系は、それぞれ焦点距離が異なる2種類の望遠光学系である。

【0189】

また、イメージセンサ 618 は、図15(c)に示すように受光セル 618a が六方格子状に配列されている。

【0190】

一方、アレイレンズの各マイクロレンズは、図15(c)に示すようにイメージセンサ 618 の六方格子状に配列された各受光セル 618a に対して、千鳥配置されたものであり、水平方向に1つ置きに配置され、垂直方向に2つ置きに配置されているものとする。

【0191】

そして、アレイレンズの各マイクロレンズによりイメージセンサ 618 上にそれぞれ結像される中央瞳像 617a は、各マイクロレンズの中心位置に対応する1つの受光セルに入射し、環状瞳像 617b（第1の環状瞳像）及び環状瞳像 617c（第2の環状瞳像）は、それぞれ各マイクロレンズの中心位置に対応する1つの受光セルの周囲の6個の受光セル（120度三方に位置する3個×2の受光セル）に入射する。

【0192】

図15(c)に示すように環状瞳像 617b 及び環状瞳像 617c は、それぞれ隣接する環状瞳像 617b 及び環状瞳像 617c とイメージセンサ 618 上で重なるが、環状瞳像 617b と環状瞳像 617c とが重なることはない。

【0193】

イメージセンサ 618 の受光セル数をMとし、イメージセンサ 618 から得られる広角画像、焦点距離が異なる2つの望遠画像の画素数をそれぞれNとすると、受光セル数Mと画素数Nの比は、M : N = 3 : 1 となる。

【0194】

尚、第4の実施形態では、環状瞳像 617b 及び環状瞳像 617c に対応する第3の光学系及び第4の光学系は、それぞれ焦点距離が異なる2種類の望遠光学系であるが、これに限らず、例えば、撮影距離（ピント位置）が異なる2つの望遠光学系であってもよい。

【0195】

図16(a)～(f)は、それぞれイメージセンサ 618 に配設されるカラーフィルタ配列を示す図である。

【0196】

図16(a)に示すカラーフィルタ配列は、左上に示した9個の受光セルを基本ブロックとし、基本ブロックが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

【0197】

また、同図において、太枠で示した受光セルが、1マイクロレンズに対応する7個の受光セル（1つの中央の受光セルと周囲の6個の受光セル）のうちの中央の受光セルに対応する。

【0198】

千鳥配置されたアレイレンズの各マイクロレンズに対応する7個の受光セルの中央の受光セルのグループの画像は、RGBの受光セルが千鳥配置されたモザイク画像となり、水平方向の各ライン上にRGBの受光セルを含んでいる。

【0199】

一方、中央の受光セルの周囲6個の受光セルのうちの、120度三方の環状瞳像 617

10

20

30

40

50

bに対応する120度三方に位置する3個の受光セルには、それぞれRGBの受光セルが1個ずつ割り付けられ、同様に120度三方の環状瞳像617cに対応する120度三方に位置する3個の受光セルも、それぞれRGBの受光セルが1個ずつ割り付けられている。

【0200】

これにより、2つの望遠画像をそれぞれ生成する場合に、1マイクロレンズに対応する7個の受光セルのうちの周囲6個の受光セルから、全ての波長域の画素信号を得ることができる。

【0201】

尚、図16(b)～(f)に示すカラーフィルタ配列も、それぞれ上記図16(a)に示したカラーフィルタ配列と同様に、1マイクロレンズに対応する7個の受光セルのうちの周囲6個の受光セルから、全ての波長域の画素信号を2組得ることができる。 10

【0202】

[撮影光学系の第2の実施形態]

図17は、撮像装置10(撮像モジュール11)に適用可能な多様レンズの第2の実施形態を示す断面図である。

【0203】

この多様レンズ112は、それぞれ同一の光軸上に配置された中央部の中央光学系113とその周辺部の環状光学系114とから構成されている。 20

【0204】

中央光学系113は、第1レンズ113a、第2レンズ113b、及び共通レンズ115から構成された望遠光学系であり、画角θを有している。

【0205】

環状光学系114は、レンズ114a及び共通レンズ115から構成された広角光学系であり、画角θ(θ>θ)を有し、中央光学系113よりも広角である。

【0206】

この多様レンズ112は、図3に示した多様レンズ12と比較すると、反射ミラーを使用しておらず、また、中央光学系113が望遠光学系であり、環状光学系114が広角光学系である点で相違する。 30

【0207】

撮像装置10の他の実施形態としては、例えば、カメラ機能を有する携帯電話機やスマートフォン、PDA(Personal Digital Assistants)、携帯型ゲーム機が挙げられる。以下、スマートフォンを例に挙げ、図面を参照しつつ、詳細に説明する。

【0208】

<スマートフォンの構成>

図18は、撮像装置10の他の実施形態であるスマートフォン500の外観を示すものである。図18に示すスマートフォン500は、平板状の筐体502を有し、筐体502の一方の面に表示部としての表示パネル521と、入力部としての操作パネル522とが一体となった表示入力部520を備えている。また、筐体502は、スピーカ531と、マイクロホン532、操作部540と、カメラ部541とを備えている。尚、筐体502の構成はこれに限定されず、例えば、表示部と入力部とが独立した構成を採用することや、折り畳み構造やスライド機構を有する構成を採用することもできる。 40

【0209】

図19は、図18に示したスマートフォン500の構成を示すブロック図である。図19に示すように、スマートフォン500の主たる構成要素として、無線通信部510と、表示入力部520と、通話部530と、操作部540と、カメラ部541と、記憶部550と、外部入出力部560と、GPS(Global Positioning System)受信部570と、モーションセンサ部580と、電源部590と、主制御部501とを備える。また、スマートフォン500の主たる機能として、基地局装置BSと移動通信網NWとを介した移動無線通信を行う無線通信機能を備える。 50

【0210】

無線通信部510は、主制御部501の指示に従って、移動通信網NWに収容された基地局装置BSに対し無線通信を行うものである。この無線通信を使用して、音声データ、画像データ等の各種ファイルデータ、電子メールデータなどの送受信や、Webデータやストリーミングデータなどの受信を行う。

【0211】

表示入力部520は、主制御部501の制御により、画像（静止画及び動画）や文字情報などを表示して視覚的にユーザに情報を伝達すると共に、表示した情報に対するユーザ操作を検出する、いわゆるタッチパネルであって、表示パネル521と、操作パネル522とを備える。生成された3D画像を鑑賞する場合には、表示パネル521は、3D表示パネルであることが好ましい。10

【0212】

表示パネル521は、LCD(Liquid Crystal Display)、OELD(Organic Electro-Luminescence Display)などを表示デバイスとして用いたものである。

【0213】

操作パネル522は、表示パネル521の表示面上に表示される画像を視認可能に載置され、ユーザの指や尖筆によって操作される一又は複数の座標を検出するデバイスである。このデバイスをユーザの指や尖筆によって操作すると、操作に起因して発生する検出信号を主制御部501に出力する。次いで、主制御部501は、受信した検出信号に基づいて、表示パネル521上の操作位置（座標）を検出する。20

【0214】

図18に示すように、スマートフォン500の表示パネル521と操作パネル522とは一体となって表示入力部520を構成しているが、操作パネル522が表示パネル521を完全に覆うような配置となっている。この配置を採用した場合、操作パネル522は、表示パネル521外の領域についても、ユーザ操作を検出する機能を備えてもよい。換言すると、操作パネル522は、表示パネル521に重なる重畳部分についての検出領域（以下、表示領域と称する）と、それ以外の表示パネル521に重ならない外縁部分についての検出領域（以下、非表示領域と称する）とを備えていてもよい。

【0215】

尚、表示領域の大きさと表示パネル521の大きさとを完全に一致させても良いが、両者を必ずしも一致させる必要はない。また、操作パネル522が、外縁部分と、それ以外の内側部分の2つの感應領域を備えていてもよい。更に、外縁部分の幅は、筐体502の大きさなどに応じて適宜設計されるものである。更にまた、操作パネル522で採用される位置検出方式としては、マトリクススイッチ方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、電磁誘導方式、静電容量方式などが挙げられ、いずれの方式を採用することもできる。30

【0216】

通話部530は、スピーカ531やマイクロホン532を備え、マイクロホン532を通じて入力されたユーザの音声を主制御部501にて処理可能な音声データに変換して主制御部501に出力したり、無線通信部510あるいは外部入出力部560により受信された音声データを復号してスピーカ531から出力するものである。また、図18に示すように、例えば、スピーカ531及びマイクロホン532を表示入力部520が設けられた面と同じ面に搭載することができる。40

【0217】

操作部540は、キースイッチなどを用いたハードウェアキーであって、ユーザからの指示を受け付けるものである。例えば、操作部540は、スマートフォン500の筐体502の表示部の下部、下側面に搭載され、指などで押下されるとオンとなり、指を離すとバネなどの復元力によってオフ状態となる押しボタン式のスイッチである。

【0218】

記憶部550は、主制御部501の制御プログラムや制御データ、通信相手の名称や電50

電話番号などを対応づけたアドレスデータ、送受信した電子メールのデータ、Web ブラウジングによりダウンロードした Web データや、ダウンロードしたコンテンツデータを記憶し、またストリーミングデータなどを一時的に記憶するものである。また、記憶部 550 は、スマートフォン内蔵の内部記憶部 551 と着脱自在な外部メモリスロットを有する外部記憶部 552 により構成される。尚、記憶部 550 を構成するそれぞれの内部記憶部 551 と外部記憶部 552 は、フラッシュメモリタイプ (flash memory type)、ハードディスクタイプ (hard disk type)、マルチメディアカードマイクロタイプ (multimedia card micro type)、カードタイプのメモリ (例えば、Micro SD (登録商標) メモリ等)、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) などの格納媒体を用いて実現される。

10

【0219】

外部入出力部 560 は、スマートフォン 500 に連結される全ての外部機器とのインターフェースの役割を果たすものであり、他の外部機器に通信等 (例えば、ユニバーサルシリアルバス (USB)、IEEE1394など) 又はネットワーク (例えば、インターネット、無線 LAN、ブルートゥース (Bluetooth (登録商標)))、RFID (Radio Frequency Identification)、赤外線通信 (Infrared Data Association : IrDA) (登録商標)、UWB (Ultra Wideband) (登録商標)、ジグビー (ZigBee) (登録商標) など) により直接的又は間接的に接続するためのものである。

【0220】

スマートフォン 500 に連結される外部機器としては、例えば、有 / 無線ヘッドセット、有 / 無線外部充電器、有 / 無線データポート、カードソケットを介して接続されるメモリカード (Memory card) や SIM (Subscriber Identity Module Card) / UIM (User Identity Module Card) カード、オーディオ・ビデオ I/O (Input/Output) 端子を介して接続される外部オーディオ・ビデオ機器、無線接続される外部オーディオ・ビデオ機器、有 / 無線接続されるスマートフォン、有 / 無線接続されるパーソナルコンピュータ、有 / 無線接続されるPDA、有 / 無線接続されるパーソナルコンピュータ、イヤホンなどがある。外部入出力部は、このような外部機器から伝送を受けたデータをスマートフォン 500 の内部の各構成要素に伝達することや、スマートフォン 500 の内部のデータが外部機器に伝送されるようにすることができる。

20

【0221】

GPS 受信部 570 は、主制御部 501 の指示に従って、GPS衛星 ST1 ~ STn から送信されるGPS信号を受信し、受信した複数のGPS信号に基づく測位演算処理を実行し、当該スマートフォン 500 の緯度、経度、高度からなる位置を検出する。GPS 受信部 570 は、無線通信部 510 や外部入出力部 560 (例えば、無線 LAN) から位置情報を取得できるときには、その位置情報を用いて位置を検出することもできる。

30

【0222】

モーションセンサ部 580 は、例えば、3 軸の加速度センサなどを備え、主制御部 501 の指示に従って、スマートフォン 500 の物理的な動きを検出する。スマートフォン 500 の物理的な動きを検出することにより、スマートフォン 500 の動く方向や加速度が検出される。この検出結果は、主制御部 501 に出力されるものである。

40

【0223】

電源部 590 は、主制御部 501 の指示に従って、スマートフォン 500 の各部に、バッテリ (図示しない) に蓄えられる電力を供給するものである。

【0224】

主制御部 501 は、マイクロプロセッサを備え、記憶部 550 が記憶する制御プログラムや制御データに従って動作し、スマートフォン 500 の各部を統括して制御するものである。また、主制御部 501 は、無線通信部 510 を通じて、音声通信やデータ通信を行うために、通信系の各部を制御する移動通信制御機能と、アプリケーション処理機能を備える。

【0225】

50

アプリケーション処理機能は、記憶部550が記憶するアプリケーションソフトウェアに従って主制御部501が動作することにより実現するものである。アプリケーション処理機能としては、例えば、外部入出力部560を制御して対向機器とデータ通信を行う赤外線通信機能や、電子メールの送受信を行う電子メール機能、Webページを閲覧するWebブラウジング機能などがある。

【0226】

また、主制御部501は、受信データやダウンロードしたストリーミングデータなどの画像データ（静止画像や動画像のデータ）に基づいて、映像を表示入力部520に表示する等の画像処理機能を備える。画像処理機能とは、主制御部501が、上記画像データを復号し、この復号結果に画像処理を施して、画像を表示入力部520に表示する機能のこという。

10

【0227】

更に、主制御部501は、表示パネル521に対する表示制御と、操作部540、操作パネル522を通じたユーザ操作を検出する操作検出制御を実行する。

【0228】

表示制御の実行により、主制御部501は、アプリケーションソフトウェアを起動するためのアイコンや、スクロールバーなどのソフトウェアキーを表示し、あるいは電子メールを作成するためのウィンドウを表示する。尚、スクロールバーとは、表示パネル521の表示領域に収まりきれない大きな画像などについて、画像の表示部分を移動する指示を受け付けるためのソフトウェアキーのこという。

20

【0229】

また、操作検出制御の実行により、主制御部501は、操作部540を通じたユーザ操作を検出したり、操作パネル522を通じて、上記アイコンに対する操作や、上記ウィンドウの入力欄に対する文字列の入力を受け付けたり、あるいは、スクロールバーを通じた表示画像のスクロール要求を受け付ける。

【0230】

更に、操作検出制御の実行により主制御部501は、操作パネル522に対する操作位置が、表示パネル521に重なる重畠部分（表示領域）か、それ以外の表示パネル521に重ならない外縁部分（非表示領域）かを判定し、操作パネル522の感応領域や、ソフトウェアキーの表示位置を制御するタッチパネル制御機能を備える。

30

【0231】

また、主制御部501は、操作パネル522に対するジェスチャ操作を検出し、検出したジェスチャ操作に応じて、予め設定された機能を実行することもできる。ジェスチャ操作とは、従来の単純なタッチ操作ではなく、指などによって軌跡を描いたり、複数の位置を同時に指定したり、あるいはこれらを組み合わせて、複数の位置から少なくとも1つについて軌跡を描く操作を意味する。

【0232】

カメラ部541は、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)やCCD(Charge-Coupled Device)などの撮像素子を用いて電子撮影するデジタルカメラである。このカメラ部541に前述した撮像装置10（又は撮像モジュール11）を適用することができる。メカ的な切り替え機構等を必要とせずに、広角画像と望遠画像とを撮影することができ、スマートフォン500のように薄型の携帯端末に組み込むカメラ部として好適である。

40

【0233】

また、カメラ部541は、主制御部501の制御により、撮影によって得た画像データを、例えばJPEG(Joint Photographic coding Experts Group)などの圧縮した画像データに変換し、記憶部550に記録したり、外部入出力部560や無線通信部510を通じて出力することができる。図18に示すにスマートフォン500において、カメラ部541は表示入力部520と同じ面に搭載されているが、カメラ部541の搭載位置はこれに限らず、表示入力部520の背面に搭載されてもよいし、あるいは、複数のカメラ部541が搭載されてもよい。尚、複数のカメラ部541が搭載されている場合には、撮影に供す

50

るカメラ部 541 を切り替えて単独にて撮影したり、あるいは、複数のカメラ部 541 を同時に使用して撮影することもできる。

【 0 2 3 4 】

また、カメラ部 541 はスマートフォン 500 の各種機能に利用することができる。例えば、表示パネル 521 にカメラ部 541 で取得した画像を表示することや、操作パネル 522 の操作入力のひとつとして、カメラ部 541 の画像を利用することができる。また、G P S 受信部 570 が位置を検出する際に、カメラ部 541 からの画像を参照して位置を検出することもできる。更には、カメラ部 541 からの画像を参照して、3 軸の加速度センサを用いずに、あるいは、3 軸の加速度センサと併用して、スマートフォン 500 のカメラ部 541 の光軸方向を判断することや、現在の使用環境を判断することもできる。10
勿論、カメラ部 541 からの画像をアプリケーションソフトウェア内で利用することもできる。

【 0 2 3 5 】

[その他]

本実施形態では、同時に撮像される特性の異なる複数の画像のうちの少なくとも 1 つの画像を生成するための波長域別の画素として、R G B の 3 色の受光セルを 1 マイクロレンズ毎に割り付けるようにしたが、複数波長から 1 出力を得るカラーイメージセンサには、3 色 (R G B など) のカラーイメージセンサの他に 2 色のカラーイメージセンサもあるため、2 色の受光セルを 1 マイクロレンズ毎に割り付けるようにしてもよい。

【 0 2 3 6 】

3 色よりも識別数は少なくなるが、構成が簡便になるため、用途によっては 2 色で十分なケースもあり、この場合、2 つの波長域別の色信号 (色情報) から 1 種の画像出力を得ることになる。20

【 0 2 3 7 】

よって、本発明の最小の構成は、Y 個 (Y = 3) の画素に対して、1 つのマイクロレンズを割り付け、更に 1 つ目のグループに X 個 (X = 2) のセンシングする波長域の異なる受光セルを割り付けて 2 種の波長を検出 (2 色センシング) し、2 つ目のグループに 1 個の受光セルを割り付けて 1 種の波長を検出する構成になる。これにより、1 つ目のグループ (2 色センシング) の実効的なデータサンプリング数をマイクロレンズの数と等しくすることができ、2 つ目のグループのサンプリング数もマイクロレンズの数と等しくすることができます。30

【 0 2 3 8 】

また、1 つの画像を生成するための波長域別の画素信号を出力する受光セルとして、R G B の受光セルの何れかの受光セルの代わりに、又は R G B の受光セルに加えて、透明 (ホワイト) 、エメラルド色等の他の色に対応する色フィルタを有する受光セルを割り付けるようにしてもよい。更に、可視光をカットして赤外光のみを透過させるフィルタを有する受光セルを割り付けるようにしてもよく、これによれば、赤外画像を取得することができる。

【 0 2 3 9 】

また、本実施形態の多様レンズは、中央光学系及び環状光学系のうちの一方を広角光学系、他方を望遠光学系としたが、これに限らず、例えば、合焦距離が異なる 2 種類の光学系、空間周波数特性 (ボケ味) が異なる 2 種類の光学系等、種々の光学系の適用が考えられる。40

【 0 2 4 0 】

更に、本実施形態では、多様レンズとして、複数の特性が異なる光学系が同心円分割されたものを使用したが、これに限らず、上下 4 分割、あるいは上下左右の 4 分割された撮像光学系でもよい。

【 0 2 4 1 】

また、図 3 に示した多様レンズ 12 の反射ミラー型のレンズ構成のうちの反射ミラーは、凹面鏡や凸面鏡に限らず、平面鏡でもよく、また、反射ミラーの枚数も 2 枚に限らず、50

3枚以上設けるようにしてもよい。

【0242】

更にまた、中央光学系及び環状光学系の共通レンズ、又はイメージセンサを光軸方向に移動させる移動機構を設け、これにより焦点調節を行うようにしてもよい。

【0243】

また、本実施形態では、瞳分割手段としてアレイレンズ16を使用したが、これに限らず、アレイレンズ16の各マイクロレンズ16aの位置にピンホールを設け、各ピンホールにより多様レンズの瞳像を複数の受光セルに入射させるもの、受光セル毎に設けたマイクロレンズと遮光マスクとにより、多様レンズの特性の異なる各領域を通過した光束を、異なる受光セルに入射させるもの（例えば、特開2012-253670）を適用することができる。10

【0244】

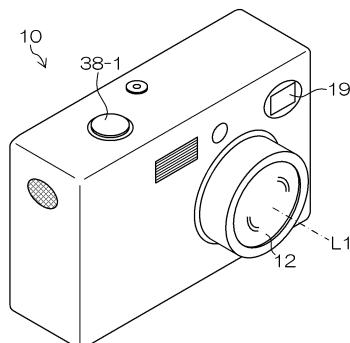
更に、本発明は上述した実施の形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

【符号の説明】

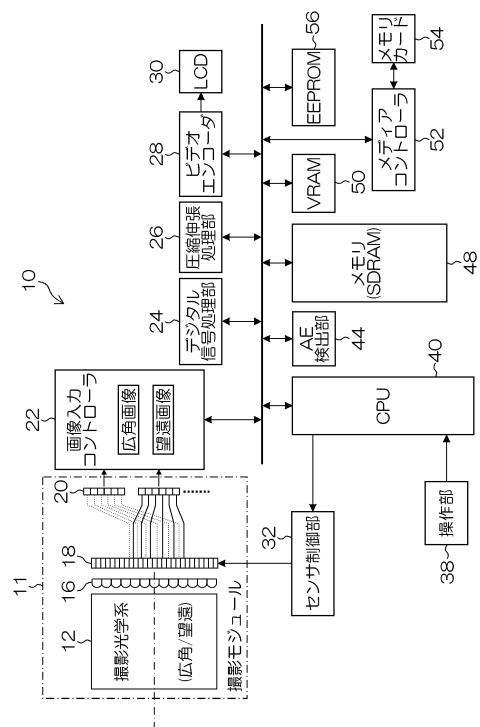
【0245】

10 … 撮像装置、11 … 撮像モジュール、12、112 … 多様レンズ（撮影光学系）、
13、113 … 中央光学系、14、114 … 環状光学系、16、116 … アレイレンズ、
16a、116a … マイクロレンズ、18, 118, 218, 318, 418, 518、
618 … イメージセンサ、18a、118a、518a、618a … 受光セル、24 … デ
ジタル信号処理部、40 … 中央処理装置（CPU）、B … 基本ブロック、B1 ~ B4 … 単
位ブロック20

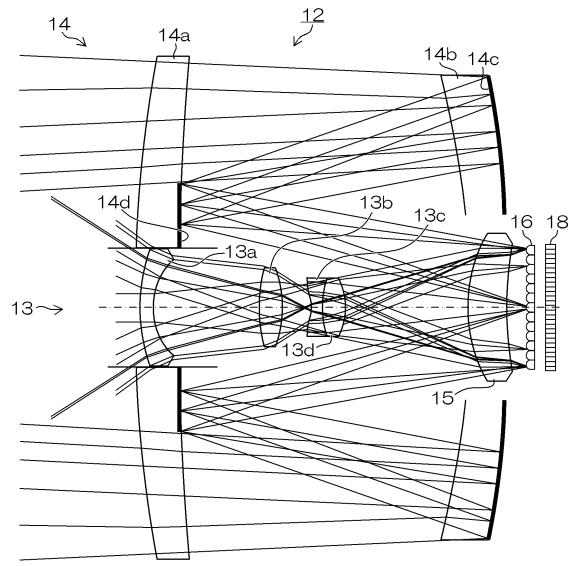
【図1】



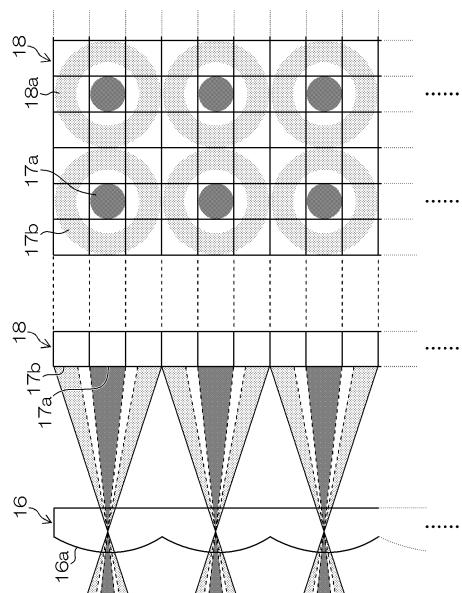
【図2】



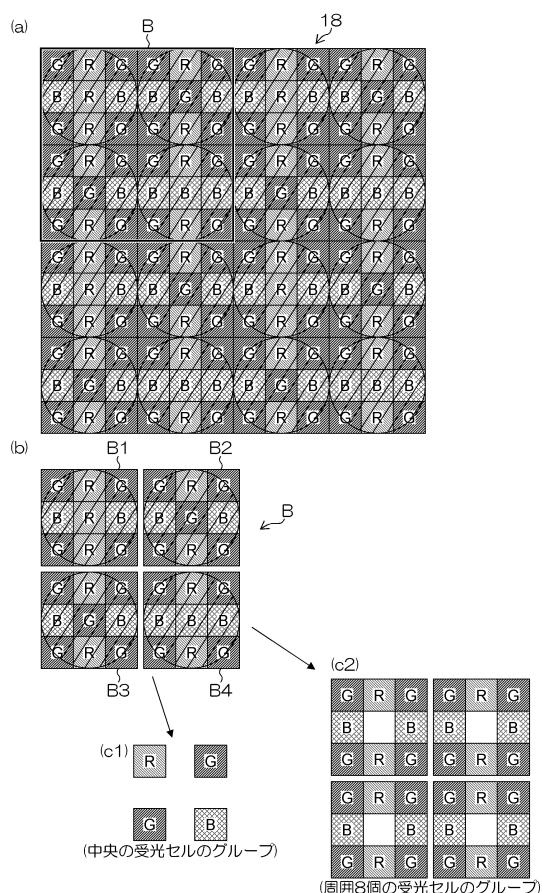
【図3】



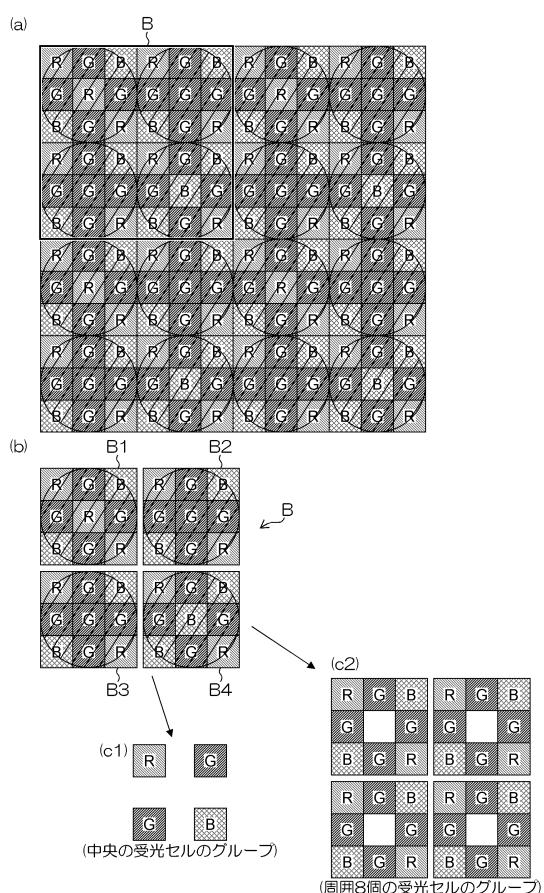
【図4】



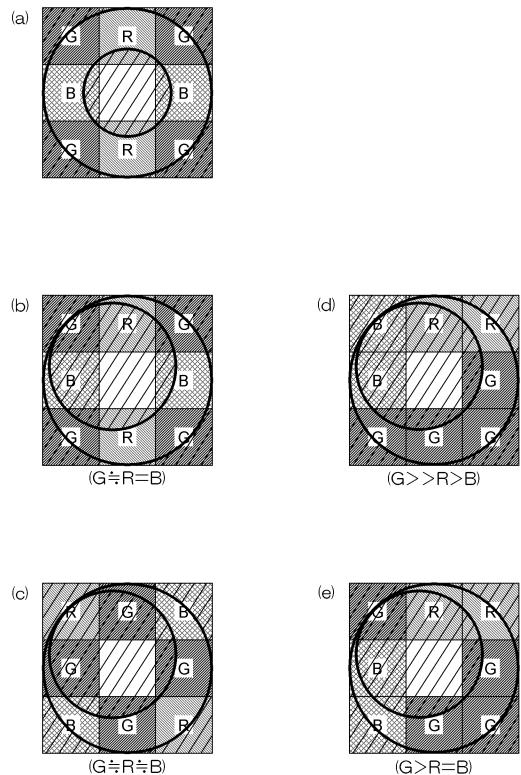
【図5】



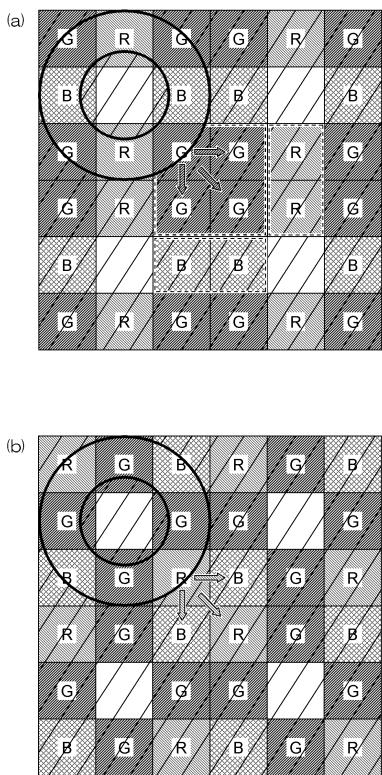
【図6】



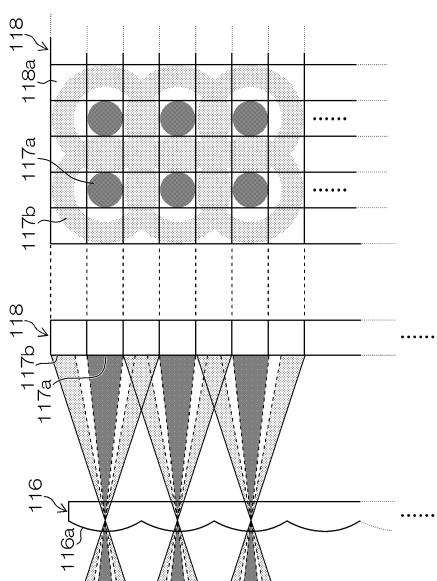
【図7】



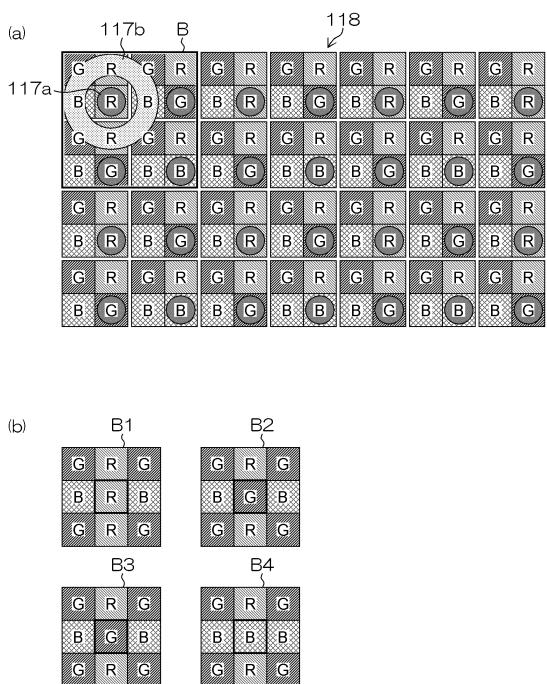
【図8】



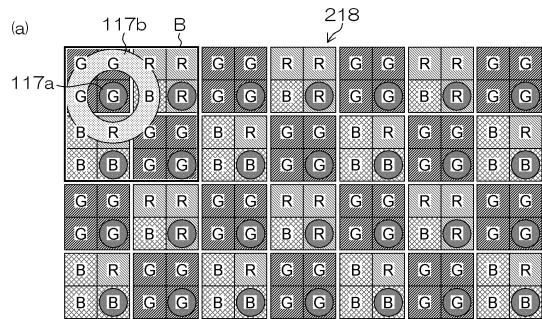
【図9】



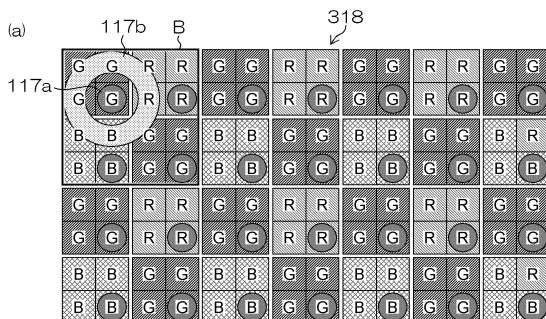
【図10】



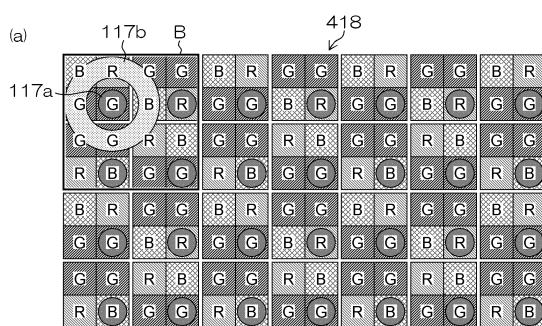
【図11】



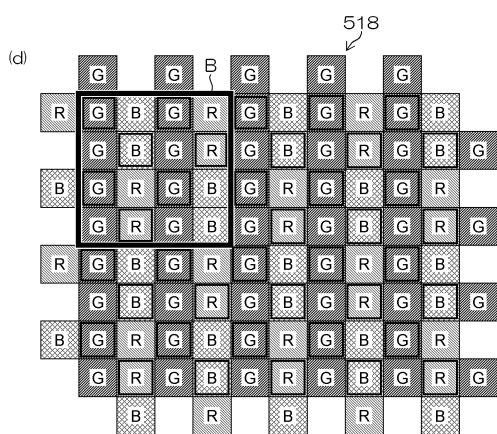
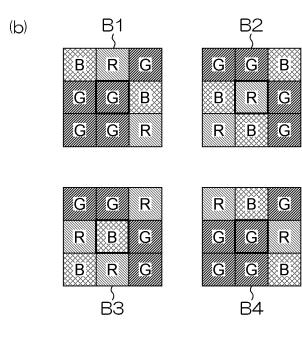
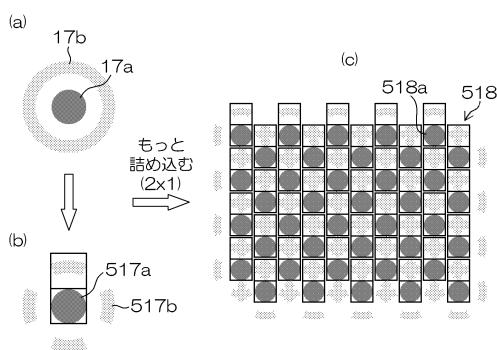
【図12】



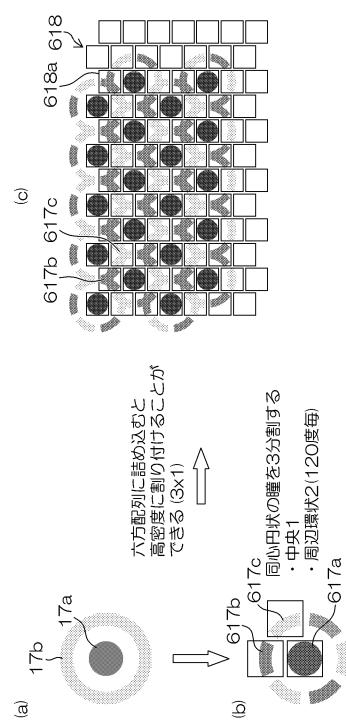
【図13】



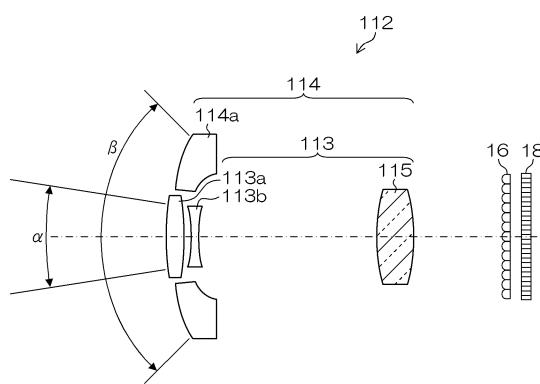
【図14】



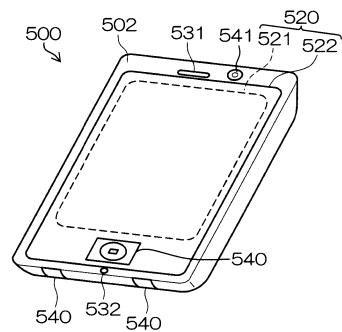
【図15】



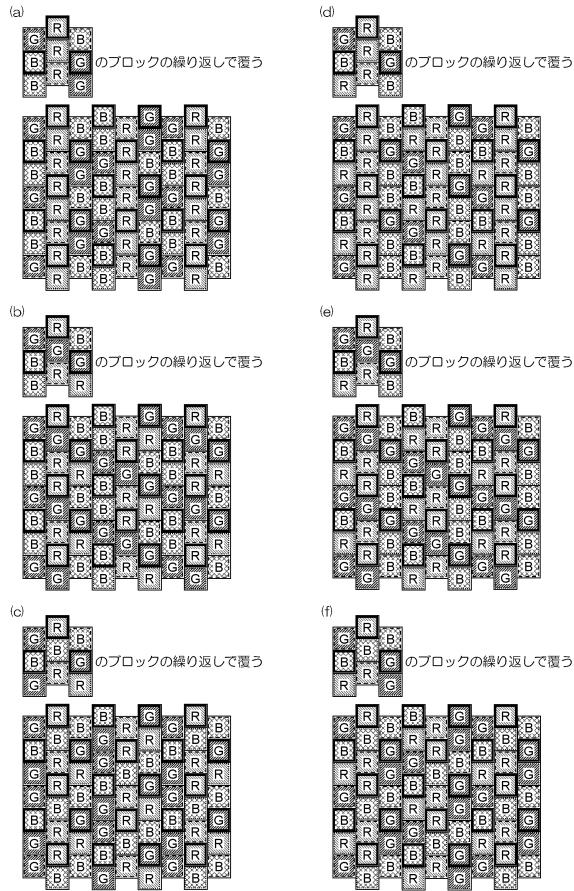
【四 17】



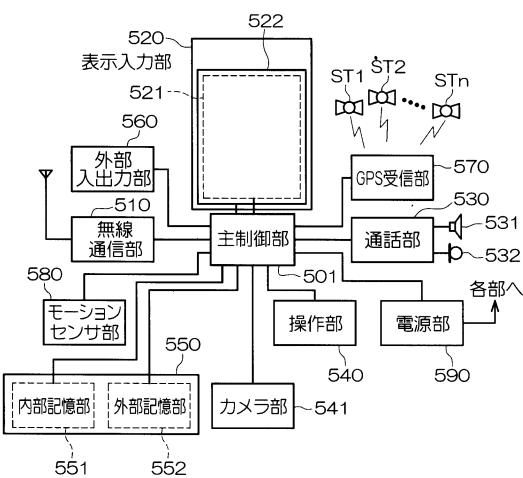
【 図 1 8 】



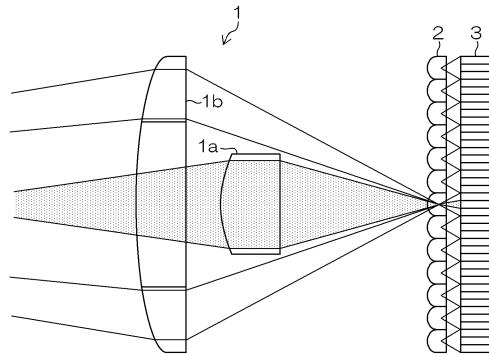
【図16】



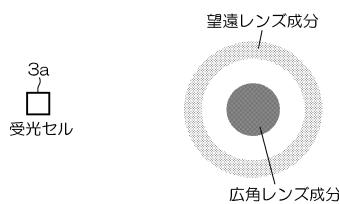
(四 19)



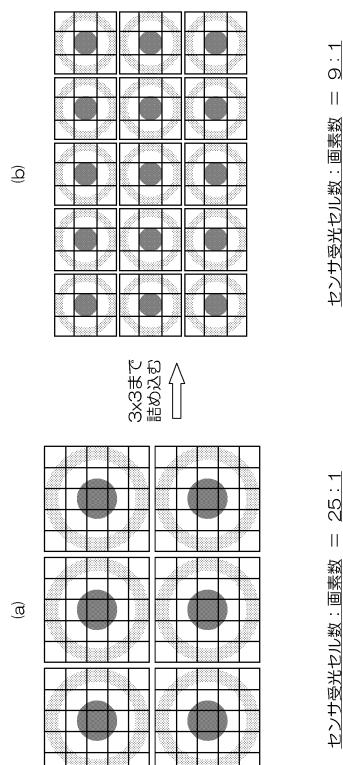
【図20】



【図21】



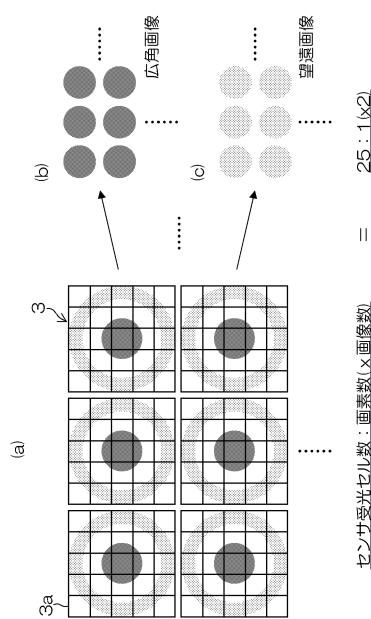
【図23】



サンサン受光セル数 : 画素数 = 9 : 1

サンサン受光セル数 : 画素数 = 25 : 1

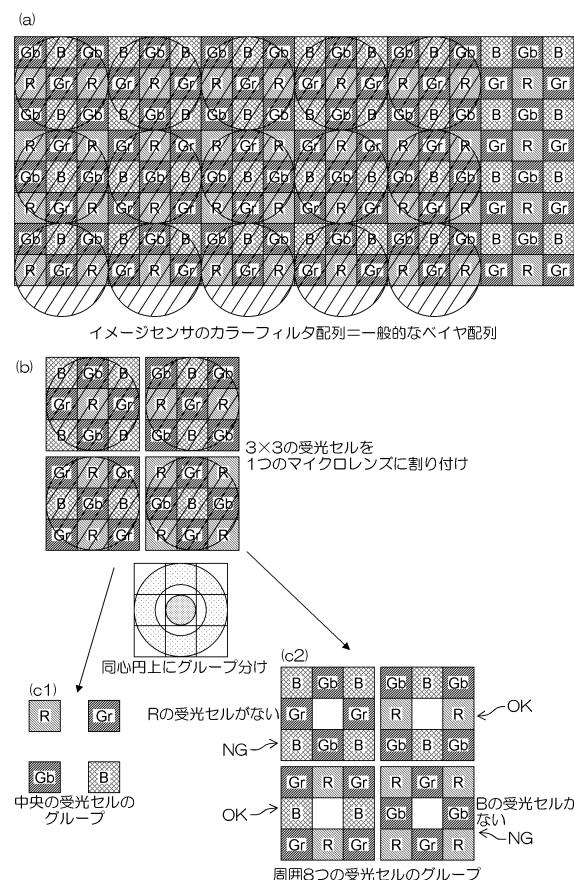
【図22】



サンサン受光セル数 : 画素数(×画像数)

25:1x2

【図24】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I				
G 0 2 B	3/00	(2006.01)	G 0 2 B	3/00	A
			G 0 2 B	3/00	Z

(56)参考文献 特開2012-247645 (JP, A)
特開2012-253670 (JP, A)
特開2010-239337 (JP, A)
特開平5-83746 (JP, A)
国際公開第2013/027488 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N	5 / 3 6 9
G 0 2 B	3 / 0 0
G 0 2 B	3 / 1 0
G 0 3 B	1 5 / 0 0
H 0 4 N	5 / 2 2 5
H 0 4 N	9 / 0 7