

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6077967号  
(P6077967)

(45) 発行日 平成29年2月8日(2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日(2017.1.20)

(51) Int. Cl.	F 1		
<b>HO4N 5/374 (2011.01)</b>	HO4N	5/335	740
<b>HO4N 5/225 (2006.01)</b>	HO4N	5/225	D
<b>GO3B 15/00 (2006.01)</b>	GO3B	15/00	B
<b>GO3B 19/07 (2006.01)</b>	GO3B	15/00	H
<b>GO2B 17/08 (2006.01)</b>	GO3B	15/00	M
請求項の数 15 (全 24 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2013-175718 (P2013-175718)  
 (22) 出願日 平成25年8月27日 (2013. 8. 27)  
 (65) 公開番号 特開2015-46691 (P2015-46691A)  
 (43) 公開日 平成27年3月12日 (2015. 3. 12)  
 審査請求日 平成27年11月11日 (2015. 11. 11)

(73) 特許権者 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 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 富士フイルム株式会社内  
 審査官 鈴木 明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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撮像光学系と、

2次元状に配列された複数の受光素子から構成されたイメージセンサと、

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、前記イメージセンサの入射面側に配設され、各マイクロレンズにより前記撮像光学系の瞳像を前記イメージセンサ上に結像させるアレイレンズと、を備え、

前記アレイレンズは、各マイクロレンズにより前記イメージセンサ上にそれぞれ結像させる瞳像のうち、互いに隣り合う前記第2の光学系に対応する第2の瞳像の一部同士を前記イメージセンサ上で重複させる撮像装置。

【請求項2】

前記イメージセンサから前記第1の光学系に対応する第1の瞳像と前記第2の光学系に対応する第2の瞳像とを読み出し、前記第1の瞳像からなる第1の画像と前記第2の瞳像からなる第2の画像とを生成する画像生成部を備える請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】

前記撮像光学系の第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イメージセンサ上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イ

メージセンサ上で重複させる請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記アレイレンズの各マイクロレンズにより前記イメージセンサ上にそれぞれ結像される瞳像は  $3 \times 3$  画素の画像サイズを有し、

前記中央光学系に対応する中央瞳像は、前記  $3 \times 3$  画素の中央画素に対応する受光素子に入射し、

前記環状光学系に対応する環状瞳像は、前記  $3 \times 3$  画素の中央画素の周囲の 8 画素に対応する受光素子に入射し、

前記イメージセンサの画素数を  $M$ 、前記中央瞳像からなる第 1 の画像及び前記環状瞳像からなる第 2 の画像の画素数をそれぞれ  $N$  とすると、前記画素数  $M$  と画素数  $N$  の比は、 $M : N = 4 : 1$  である請求項 3 に記載の撮像装置。

10

【請求項 5】

前記撮影光学系の第 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イメージセンサ上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イメージセンサ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環状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請求項 2 に記載の撮像装置。

20

【請求項 6】

前記アレイレンズの各マイクロレンズにより前記イメージセンサ上にそれぞれ結像される瞳像は、 $3 \times 3$  画素の画像サイズを有し、前記中央光学系に対応する中央瞳像は、前記  $3 \times 3$  画素の中央画素に対応する受光素子に入射し、前記環状光学系に対応する環状瞳像は、前記  $3 \times 3$  画素の中央画素の周囲の 8 画素に対応する受光素子に入射し、

前記イメージセンサの画素数を  $M$ 、前記中央瞳像からなる第 1 の画像及び前記環状瞳像からなる第 2 の画像の画素数をそれぞれ  $N$  とすると、前記画素数  $M$  と画素数  $N$  の比は、 $M : N = 2 : 1$  である請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記撮影光学系は、前記第 1 の光学系及び第 2 の光学系のうち的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 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

30

【請求項 8】

前記撮影光学系の第 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、

前記中央光学系は前記環状光学系より広角である請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記撮影光学系の第 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イメージセンサ上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イメージセンサ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イメージセンサ上で重複させる請求項 2 に記載の撮像装置。

40

【請求項 10】

前記イメージセンサは、前記複数の受光素子が六方格子状に配列され、

前記アレイレンズの各マイクロレンズにより前記イメージセンサ上にそれぞれ結像される瞳像は、中央画素と該中央画素の周囲の 6 画素の 7 画素の画像サイズを有し、前記中央

50

光学系に対応する中央瞳像は、前記7画素の中央画素に対応する受光素子に入射し、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、前記中央画素の周囲の6画素のうちの前記中央画素から120度3方向の3画素に対応する受光素子に入射し、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、前記中央画素の周囲の6画素のうちの前記中央画素から120度3方向の他の3画素に対応する受光素子に入射し、

前記イメージセンサの画素数をM、前記中央瞳像からなる第1の画像、前記第1の環状瞳像からなる第2の画像、及び前記第2の環状瞳像からなる第3の画像の画素数をそれぞれNとすると、前記画素数Mと画素数Nの比は、 $M : N = 3 : 1$ である請求項9に記載の撮像装置。

【請求項11】

10

前記撮影光学系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9又は10に記載の撮像装置。

【請求項12】

前記撮影光学系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9又は10に記載の撮像装置。

【請求項13】

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12に記載の撮像装置。

20

【請求項14】

前記イメージセンサは、光束を最初に反射させる反射光学系よりも対物側に位置する請求項13に記載の撮像装置。

【請求項15】

前記中央光学系と前記環状光学系とは、一部の光学系を共通に使用する請求項12から14のいずれか1項に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像装置に関し、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装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、図15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）1aと、その周辺部の環状光学系（望遠レンズ）1bであって、中央光学系1aとは特性の異なる環状光学系1b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）。

【0003】

40

上記撮影光学系1及びアレイレンズ2からなる撮影光学系1において、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。

【0004】

図16は、イメージセンサ3上の1つの受光セル3a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1aに対応する中央瞳像（広角レンズ成分）と、環状光学系1bに対応する環状瞳像（望遠レンズ成分）とを有している。

【0005】

図17(a)は、1つのマイクロレンズ当たり、イメージセンサ3の5×5の受光セ

50

ル 3 a を割り付けた一例を示す。

【 0 0 0 6 】

図 1 7 ( a ) に示すように、 $5 \times 5$  の 2 5 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 】

2 5 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 1 7 ( 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。

10

【 0 0 0 8 】

図 1 7 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。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 2 5 3 6 7 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 1 0 】

図 1 7 に示すように 1 つのマイクロレンズ当たりイメージセンサ 3 の  $5 \times 5$  の受光セル 3 a を割り付けると、イメージセンサ 3 の画素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 1 】

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割り付ける受光セルの数 ( 割付数 ) を減らすことである。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。

30

【 0 0 1 2 】

しかしながら、中央部の中央光学系 1 a と環状光学系 1 b とからなる撮影光学系 1 の場合 ( 同心円状に分割した撮影光学系の場合 )、例えば撮影光学系を上下に 2 分割し、それぞれ異なる特性の光学系にする上下分割の撮影光学系に比べてレンズ性能が優れているものの、取り出すことができる画像の画素数を十分に増やすことができないという問題がある。

【 0 0 1 3 】

図 1 8 ( a ) 及び ( b ) は、それぞれ 1 つのマイクロレンズ当たりイメージセンサ 3 の  $5 \times 5$  の受光セル 3 a を割り付けた例と、 $3 \times 3$  の受光セル 3 a を割り付けた例とを示している。

40

【 0 0 1 4 】

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割り付けることができる受光セルの割付数は、 $3 \times 3$  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。

【 0 0 1 5 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、アレイレンズの 1 マイクロレンズ当たり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画像の画素数を増加させることができる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 】

50

## 【0016】

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装置は、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撮影光学系と、2次元状に配列された複数の受光素子から構成されたイメージセンサと、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、イメージセンサの入射面側に配設され、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上に結像させるアレイレンズと、を備え、アレイレンズは、各マイクロレンズによりイメージセンサ上にそれぞれ結像させる瞳像のうち、互いに隣り合う第2の光学系に対応する第2の瞳像の一部同士をイメージセンサ上で重複させる。

## 【0017】

アレイレンズの1マイクロレンズあ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、 $3 \times 3$ 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画素からは、光線空間(ライトフィールド)を取り出すことができず、瞳像から1画素ずつ取り出し、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。

## 【0018】

しかしながら、本発明の場合、第1の光学系に対応する画像と、第2の光学系に対応する画像とを取得することができればよいため、少なくとも第1の光学系に対応する瞳像と、第2の光学系に対応する瞳像とが重ならなければよい。即ち、互いに隣り合う第2の光学系に対応する第2の瞳像の一部同士がイメージセンサ上で重複しても、第2の光学系が作る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。

## 【0019】

このように、アレイレンズは、互いに隣り合う第2の光学系に対応する第2の瞳像の一部同士がイメージセンサ上で重複させるため、アレイレンズの1マイクロレンズあたりに実質的に割り付けられるイメージセンサの受光セルの割付数を $3 \times 3$ 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。

## 【0020】

本発明の他の態様に係る撮像装置において、イメージセンサから第1の光学系に対応する第1の瞳像と第2の光学系に対応する第2の瞳像とを読み出し、第1の瞳像からなる第1の画像と第2の瞳像からなる第2の画像とを生成する画像生成部を備えることが好ましい。1つの第1の瞳像及び第2の瞳像からは、それぞれ第1の画像及び第2の画像を構成する画素群のうちの1画素がそれぞれ作成される。また、第2の瞳像は、少なくともイメージセンサ上で2画素以上の画素に対応するが、これらの画素が適宜加算されて1画素とされる。

## 【0021】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影光学系の第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イメージセンサ上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イメージセンサ上で重複させることが好ましい。

## 【0022】

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ため、第1の光学系及び第2の光学系は、それぞれ撮影光学系の光軸に対して点对称の形状となる。これにより、分割された撮影光学系ではあるが、良好な光学性能が得られる。

## 【0023】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、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上にそれぞれ結像される瞳像は $3 \times 3$ 画素の画像サイズを有し、中央光

10

20

30

40

50

学系に対応する中央瞳孔は、 $3 \times 3$ 画素の中央画素に対応する受光素子に入射し、環状光学系に対応する環状瞳孔は、 $3 \times 3$ 画素の中央画素の周囲の8画素に対応する受光素子に入射し、イメージセンサの画素数をM、中央瞳孔からなる第1の画像及び環状瞳孔からなる第2の画像の画素数をそれぞれNとすると、画素数Mと画素数Nの比は、 $M : N = 4 : 1$ である。即ち、アレイレンズの1マイクロレンズ当たりの実質的なイメージセンサ上の画素数の割当数を4画素にすることができ、撮影光学系を同心円分割とし、隣接する瞳孔同士を重複させない場合に考えられる最小の割当数である9画素に比べて大幅に割当数を少なくすることができる。

【0024】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影光学系の第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イメージセンサ上にそれぞれ結像させる瞳孔のうち、互いに隣り合う環状光学系に対応する環状瞳孔の一部同士をイメージセンサ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孔と環状光学系に対応する環状瞳孔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孔と重複する環状瞳孔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孔と重複する環状瞳孔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。

10

【0025】

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、中央瞳孔と環状瞳孔とがイメージセンサ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イメージセンサ上の画素数の割当数を更に減少させることが可能になる。

20

【0026】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、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上にそれぞれ結像される瞳孔は、 $3 \times 3$ 画素の画像サイズを有し、中央光学系に対応する中央瞳孔は、 $3 \times 3$ 画素の中央画素に対応する受光素子に入射し、環状光学系に対応する環状瞳孔は、 $3 \times 3$ 画素の中央画素の周囲の8画素に対応する受光素子に入射し、イメージセンサの画素数をM、中央瞳孔からなる第1の画像及び環状瞳孔からなる第2の画像の画素数をそれぞれNとすると、画素数Mと画素数Nの比は、 $M : N = 2 : 1$ である。即ち、アレイレンズの1マイクロレンズ当たりの実質的なイメージセンサ上の画素数の割当数を2画素にすることができ。

30

【0027】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影光学系は、第1の光学系及び第2の光学系のうち的一方が広角光学系であり、他方が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望遠画像とを同時に取得することができる。

【0028】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影光学系の第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、中央光学系は環状光学系より広角であることが好ましい。

【0029】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影光学系の第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イメージセンサ上にそれぞれ結像させる瞳孔のうち、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の環状瞳孔同士をイメージセンサ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の環状瞳孔同士をイメージセンサ上で重複させることが好ましい。

40

【0030】

本発明の更に他の態様によれば、特性の異なる3種類の光学系(第1、第3、第4の光学系)により撮影光学系を構成することができ、1回の撮像により3種類の特性の異なる

50

画像を同時に取得することができ、かつアレレンズの1マイクロレンズ当たりの実質的なイメージセンサ上の画素数の割当数も低減することができる。

【0031】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、イメージセンサは、複数の受光素子が六方格子状に配列され、アレレンズの各マイクロレンズによりイメージセンサ上にそれぞれ結像される瞳像は、中央画素と中央画素の周囲の6画素の7画素の画像サイズを有し、中央光学系に対応する中央瞳像は、7画素の中央画素に対応する受光素子に入射し、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、中央画素の周囲の6画素のうちの中央画素から120度3方向の3画素に対応する受光素子に入射し、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、中央画素の周囲の6画素のうちの中央画素から120度3方向の他の3画素に対応する受光素子に入射し、イメージセンサの画素数をM、中央瞳像からなる第1の画像、第1の環状瞳像からなる第2の画像、及び第2の環状瞳像からなる第3の画像の画素数をそれぞれNとすると、画素数Mと画素数Nの比は、 $M:N=3:1$ である。即ち、アレレンズの1マイクロレンズ当たりの実質的なイメージセンサ上の画素数の割当数を3画素にすることができる。

10

【0032】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影光学系は、中央光学系が広角光学系であり、環状光学系の第3の光学系及び第4の光学系がそれぞれ焦点距離が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。

20

【0033】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影光学系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。

【0034】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、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。

【0035】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、イメージセンサは、光束を最初に反射させる反射光学系よりも対物側に位置することが好ましい。これにより、撮影光学系の内側にイメージセンサを配置することができ、装置の光軸方向の寸法を短くすることができる。

30

【0036】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、中央光学系と環状光学系とは、一部の光学系を共通に使用することが好ましい。これにより、装置をコンパクトにし、かつコストダウンを図ることができる。

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、第1の光学系とその周辺部の第2の光学系とからなる撮影光学系において、アレレンズは、互いに隣り合う第2の光学系に対応する第2の瞳像の一部同士がイメージセンサ上で重複させるため、アレレンズの1マイクロレンズ当たりに実質的に割り付けられるイメージセンサの受光セル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。

40

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明に係る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

50

【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】隣接する瞳像（環状瞳像）がイメージセンサ上で重ならない場合と重なる場合とを示す図

【図6】イメージセンサの各受光セル上の赤（R）、緑（G）、青（B）のカラーフィルタの配列を示す図

【図7】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図

【図8】第2の実施形態の撮影光学系（環状光学系）の変形例を示す図

【図9】図8（c）に示す環状光学系を有する撮影光学系に適用可能な他のアレイレンズを説明するために用いた図

10

【図10】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図

【図11】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12】図1に示した撮像装置に適用可能な撮影光学系の第3の実施形態を示す断面図

【図13】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

【図14】スマートフォンの要部構成を示すブロック図

【図15】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16】1つの受光セルと瞳像との関係を示す図

【図17】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18】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

20

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、添付図面に従って本発明に係る撮像装置の実施の形態について説明する。

【0040】

< 撮像装置の外観 >

図1は本発明に係る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、撮影光学系12、フラッシュ発光部19等が配置され、上面にはシャッターボタン38-1が設けられている。L1は撮影光学系12の光軸を表す。

【0041】

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。

30

【0042】

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、主として撮影光学系12、アレイレンズ16、及びイメージセンサ18に特徴がある。

【0043】

[ 撮影光学系 ]

図3は、撮像装置10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である。

【0044】

図3に示すように撮影光学系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

【0045】

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。

【0046】

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

50



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。

【0047】

[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。

【0048】

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

【0049】

アレイルレンズ 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 18a の 2 つ分の間隔に対応している。即ち、アレイルレンズ 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、1 つ置き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。

【0050】

また、アレイルレンズ 16 の各マイクロレンズ 16a は、撮影光学系 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 上に結像させる。

【0051】

ここで、互いに隣り合う環状瞳像 17b は、その一部同士がイメージセンサ 18 上で重なっている。即ち、アレイルレンズ 16 は、イメージセンサ 18 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 16a によりイメージセンサ 18 上にそれぞれ結像させる中央瞳像 17a 及び環状瞳像 17b のうち、互いに隣り合う環状瞳像 17b の一部同士がイメージセンサ 18 上で重複するように構成されている。

【0052】

図 4 に示す第 1 の実施形態のアレイルレンズ 16 及びイメージセンサ 18 によれば、中央瞳像 17a は、イメージセンサ 18 上の 1 つの受光セル 18a（3 × 3 画素の中央画素）のみに結像し、環状瞳像 17b は、中央瞳像 17a が結像する受光セル 18a の周囲の 8 つの受光セル 18a に結像する。そして、8 つの受光セル 18a に結像する中央瞳像 17a 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 17a と 1 つの受光セル分の範囲で重複している。

【0053】

本発明に係る撮像装置 10 は、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撮像することができればよいため、中央瞳像 17a と環状瞳像 17b とが重ならなければよい。即ち、互いに隣り合う環状瞳像 17b の一部同士がイメージセンサ 18 上で重複しても画像として破綻することはない。

【0054】

図 5 (a) 及び (b) はそれぞれ隣接する瞳像（環状瞳像）がイメージセンサ上で重ならない場合と、上記の第 1 の実施形態のように重なる場合とを示す図である。

【0055】

撮影光学系を中央光学系と環状光学系とに同心円状に分割にした場合、図 5 (a) に示すように環状瞳像がイメージセンサ上で重ならない範囲で、アレイルレンズの 1 マイクロレンズ当たり割り付けることができる受光セルの割付数は、3 × 3 が限界となっているが、本発明の第 1 の実施形態によれば、図 5 (b) に示すようにイメージセンサ 18 の受光セル数（画素数）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、画素数 M と画素数 N の比は、 $M : N = 4 : 1$  となる。

【0056】

図 2 に戻って、撮像装置 10 は、図 3 で説明した中央光学系 13 及び環状光学系 14 を有する撮影光学系 12 と、図 4 で説明した第 1 の実施形態のアレイルレンズ 16 及びイメージセンサ 18 を備えている。装置全体の動作は、中央処理装置（CPU）40 によって統

10

20

30

40

50

括制御される。

【 0 0 5 7 】

撮像装置 1 0 には、シャッターボタン 3 8 - 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 3 8 が設けられている。この操作部 3 8 からの信号は CPU 4 0 に入力され、CPU 4 0 は入力信号に基づいて撮像装置 1 0 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）3 0 の表示制御などを行う。

【 0 0 5 8 】

シャッターボタン 3 8 - 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 S 1 スイッチと、全押し時に ON する S 2 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。

10

【 0 0 5 9 】

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 1 3 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 1 4 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。

【 0 0 6 0 】

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 3 0 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 3 0 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。

20

【 0 0 6 1 】

撮影モード時において、被写体光は、撮影光学系 1 2 及びアレイレンズ 1 6 を介してイメージセンサ 1 8 の受光面に結像される。

30

【 0 0 6 2 】

イメージセンサ 1 8 の各受光セル（受光素子）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。

【 0 0 6 3 】

イメージセンサ 1 8 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 3 2 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、画素位置の選択とともに読み出される。

40

【 0 0 6 4 】

これにより、イメージセンサ 1 8 から中央光学系 1 3 に対応する画素群からなる広角画像を示す画像信号と、環状光学系 1 4 に対応する画素群からなる望遠画像を示す画像信号とを読み出すことができる。

【 0 0 6 5 】

イメージセンサ 1 8 から読み出された画像信号（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、センサの 1 画素毎の出力信号に含まれるフィードスルー成分レベルと画素信号成分レベルとの差をとることにより正確な画素データを得る処理）により画素毎の画像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 2 0 に加えられる。A / D 変換器 2 0

50

は、順次入力する画像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。

【0066】

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

【0067】

即ち、イメージセンサ 18 の中央瞳孔像 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、広角画像を示す画像信号を取得することができ、一方、イメージセンサ 18 の環状瞳孔像 17b が入射する、受光セルの画素信号を選択的に読み出し、かつ同じ環状瞳孔像 17b が入射する 8 つの受光セルの画素信号を加算して望遠画像の 1 画素の画素信号を生成し、これを環状瞳孔像 17b 毎に行うことで望遠画像の画像信号を取得することができる。

10

【0068】

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 つの画像信号を生成してもよい。

【0069】

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像信号に対して、オフセット処理、ガンマ補正処理等の所定の信号処理を行う。また、後述するように広角画像及び望遠画像の画像信号として、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) のカラー画像信号を取得する場合には、デジタル信号処理部 24 は、RGB の画像信号に対するデモザイク処理を行う。ここで、デモザイク処理とは、単板式のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列に対応した 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、RGB 3 色のカラーフィルタからなる撮像素子の場合、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。更に、デジタル信号処理部 24 は、デモザイク処理された RGB の画像信号から輝度信号 Y と色差信号 Cb, Cr を生成する RGB/YC 変換等を行う。

20

【0070】

デジタル信号処理部 24 で処理され画像データは、VRAM (Video Random Access Memory) 50 に入力される。VRAM 50 から読み出された画像データはビデオ・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。

30

【0071】

操作部 38 のシャッターボタン 38-1 の第 1 段階の押下 (半押し) があると、CPU 40 は、AE 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、AE 検出部 44 に取り込まれる。

【0072】

AE 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 CPU 40 に出力する。CPU 40 は、AE 検出部 44 から入力する積算値より被写体の明るさ (撮影 Ev 値) を算出し、この撮影 Ev 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。

40

【0073】

AE 動作が終了し、シャッターボタン 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

50

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。

【0074】

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。

【0075】

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。

10

【0076】

上記の実施形態では、同じ環状瞳孔 17b が入射する 8 つの受光セルの画素信号を加算して望遠画像の 1 画素の画素信号を生成するようにしたが、これに限らず、まず、図 6 に示すようにイメージセンサ 18 の各受光セル上の赤 (R)、緑 (G)、青 (B) のカラーフィルタを配列する。そして、デジタル信号処理部 24 は、同じ環状瞳孔 17b が入射する 8 つの受光セルのうちの、4 隅の 4 つの G フィルタが配置された 4 つの受光セルの画素信号を加算して 1 つの G 信号を生成し、左右 2 つの R フィルタが配置された 2 つの受光セルの画素信号を加算して 1 つの R 信号を生成し、上下 2 つの B フィルタが配置された 2 つの受光セルの画素信号を加算して 1 つの B 信号を生成する。

20

【0077】

換言すると、G フィルタが配置された 1 つの受光セルの画素信号は、望遠画像の 4 つの G 画素 (その受光セルを中心とする 4 画素) の G 信号の生成に使用され、R フィルタが配置された 1 つの受光セルの画素信号は、望遠画像の 2 つの R 画素 (その受光セルを挟んだ左右の 2 画素) の R 信号の生成に使用され、B フィルタが配置された 1 つの受光セルの画素信号は、望遠画像の 2 つの B 画素 (その受光セルを挟んだ上下の 2 画素) の B 信号の生成に使用されることになる。

【0078】

このようにして、同時化処理 (デモザイク処理) された R、G、B 信号 (望遠画像のカラー画像信号) を取得することができる。

30

【0079】

一方、中央瞳孔 17a が入射する各受光セル上には、所定のフィルタ配列 (ベイヤー配列、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することにより、広角画像のカラー画像信号を取得することができる。この広角画像の RGB の画像信号に対しては、デジタル信号処理部 24 によりデモザイク処理を行う必要がある。

【0080】

[ 本発明に係る撮像装置の第 2 の実施形態 ]

次に、本発明に係る撮像装置の第 2 の実施形態について説明する。尚、第 1 の実施形態の撮像装置とは、主として撮影光学系及びアレイレンズが相違するため、以下、その相違点について説明する。

40

【0081】

まず、撮影光学系として、図 7 (a) に示す中央瞳孔 17a 及び環状瞳孔 17b が得られる前述した撮影光学系 12 の代わりに、図 7 (b) に示す中央瞳孔 117a 及び環状瞳孔 117b が得られるものを使用する。図 7 (b) に示す中央瞳孔 117a 及び環状瞳孔 117b が得られる撮影光学系としては、図 3 に示した撮影光学系 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。

【0082】

即ち、環状瞳孔 117b 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

50

に欠落した環状瞳像 1 1 7 b が得られるようにする。

【 0 0 8 3 】

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。

【 0 0 8 4 】

一方、アレイレンズの各マイクロレンズは、図 7 ( c ) に示すようにイメージセンサ 1 8 の正方格子状に配列された各受光セル 1 8 a 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、 $3 \times 3$  の画像サイズとなるようにする。

10

【 0 0 8 5 】

この環状瞳像 1 1 7 b は、隣接する中央瞳像 1 1 7 a と重なる部分が欠落しているため、中央瞳像 1 1 7 a と環状瞳像 1 1 7 b とがイメージセンサ 1 8 上で重なることがない。

【 0 0 8 6 】

その一方、アレイレンズの各マイクロレンズは、千鳥状に蜜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割り付けるイメージセンサの受光セルの割付数を、第 1 の実施形態よりも少なくすることができる。即ち、イメージセンサの画素数を  $M$  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、画素数  $M$  と画素数  $N$  の比は、 $M : N = 2 : 1$  となる。

20

【 0 0 8 7 】

[ 本発明に係る撮像装置の第 2 の実施形態の変形例 ]

図 8 ( a ) から ( c ) は、それぞれ第 2 の実施形態の撮影光学系（環状光学系）の変形例を示す図であり、特に環状光学系に対する開口部及び遮光部が相違する。

【 0 0 8 8 】

図 8 ( a ) に示す環状光学系は、第 2 の実施形態の環状光学系（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光学系）の代わりに、上と左右の三方に部分的な開口部が形成されて構成されている。

【 0 0 8 9 】

また、図 8 ( b ) に示す環状光学系は、上と左の二方に部分的な開口部が形成され、図 8 ( c ) に示す環状光学系は、上と下の二方に部分的な開口部が形成されている。

30

【 0 0 9 0 】

図 8 ( a ) から ( c ) に示す環状光学系を有する撮影光学系の場合、アレイレンズの各マイクロレンズは、図 7 ( c ) に示した第 2 の実施形態と同様に、イメージセンサの各受光セルに対して千鳥配置されたものを使用することができる。

【 0 0 9 1 】

また、図 8 ( c ) に示す環状光学系を有する撮影光学系の場合には、図 9 に示すようにアレイレンズの水平方向のマイクロレンズは、イメージセンサ 1 8 の受光セル 1 8 a 毎に対応して形成され、垂直方向のマイクロレンズは、1 つ置き受光セル 1 8 a に対応して形成されたものを使用することができる。

40

【 0 0 9 2 】

図 8 ( a ) から ( c ) に示した第 2 の実施形態の変形例の場合も、イメージセンサの画素数を  $M$  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、画素数  $M$  と画素数  $N$  の比は、 $M : N = 2 : 1$  となる。

【 0 0 9 3 】

[ 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説明する。尚、第 1 の実施形態の撮像装置とは、主として撮影光学系及びアレイレンズが相違するため、以下、その相違点について説明する。

【 0 0 9 4 】

まず、撮影光学系として、図 1 0 ( a ) に示す中央瞳像 1 7 a 及び環状瞳像 1 7 b が得

50

られる撮影光学系 1 2 の代わりに、図 1 0 ( b ) に示す中央瞳像 2 1 7 a 及び環状瞳像 2 1 7 b、2 1 7 c が得られるものを使用する。

【 0 0 9 5 】

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撮影光学系のうちの環状光学系は、中央瞳像 2 1 7 a 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中に部分的な開口部が形成され、かつ120度三方の環状瞳像 2 1 7 b 及び環状瞳像 2 1 7 c 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。

【 0 0 9 6 】

第3の実施形態では、中央瞳像 2 1 7 a に対応する中央光学系は広角光学系であり、環状瞳像 2 1 7 b 及び環状瞳像 2 1 7 c 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。

【 0 0 9 7 】

また、イメージセンサ 2 1 8 は、図 1 0 ( c ) に示すように受光セル 2 1 8 a が六方格子状に配列されている。

【 0 0 9 8 】

一方、アレレンズの各マイクロレンズは、図 1 0 ( c ) に示すようにイメージセンサ 2 1 8 の六方格子状に配列された各受光セル 2 1 8 a 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。

【 0 0 9 9 】

そして、アレレンズの各マイクロレンズによりイメージセンサ 2 1 8 上にそれぞれ結像される中央瞳像 2 1 7 a 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 2 1 7 b (第1の環状瞳像) 及び環状瞳像 2 1 7 c (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。

【 0 1 0 0 】

図 1 0 ( c ) に示すように環状瞳像 2 1 7 b 及び環状瞳像 2 1 7 c は、それぞれ隣接する環状瞳像 2 1 7 b 及び環状瞳像 2 1 7 c とイメージセンサ 2 1 8 上で重なるが、環状瞳像 2 1 7 b と環状瞳像 2 1 7 c とが重なることはない。

【 0 1 0 1 】

イメージセンサ 2 1 8 の画素数を M とし、イメージセンサ 2 1 8 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、画素数 M と画素数 N の比は、 $M : N = 3 : 1$  となる。

【 0 1 0 2 】

尚、第3の実施形態では、環状瞳像 2 1 7 b 及び環状瞳像 2 1 7 c 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。

【 0 1 0 3 】

[ 撮影光学系の第2の実施形態 ]

図 1 1 は、撮像装置 1 0 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である。

【 0 1 0 4 】

この撮影光学系 1 1 2 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 1 1 3 とその周辺部の環状光学系 1 1 4 とから構成されている。

【 0 1 0 5 】

中央光学系 1 1 3 は、第1レンズ 1 1 3 a、第2レンズ 1 1 3 b、第3レンズ 1 1 3 c、共通レンズ 1 1 5 a、及びカバーガラス 1 1 5 b から構成された広角光学系である。尚、カバーガラス 1 1 5 b は、アレレンズ 1 6 (図3参照)の前面に配設されたものである。

【 0 1 0 6 】

10

20

30

40

50

環状光学系 1 1 4 は、第 1 レンズ 1 1 4 a、第 1 反射ミラー 1 1 4 b、第 2 反射ミラー 1 1 4 c、第 2 レンズ 1 1 4 d、共通レンズ 1 1 5 a、及びカバーガラス 1 1 5 b から構成された望遠光学系である。第 1 レンズ 1 1 4 a に入射した光束は、第 1 反射ミラー 1 1 4 b 及び第 2 反射ミラー 1 1 4 c により 2 回反射された後、第 2 レンズ 1 1 4 d、共通レンズ 1 1 5 a、及びカバーガラス 1 1 5 b を通過する。第 1 反射ミラー 1 1 4 b 及び第 2 反射ミラー 1 1 4 c 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の光軸方向の長さを短くしている。

【 0 1 0 7 】

この第 2 の実施形態の撮影光学系 1 1 2 によれば、撮影光学系 1 1 2 の内側（第 1 反射ミラー 1 1 4 b よりも対物側）にアレイレンズ 1 6 及びイメージセンサ 1 8 を配置することができ、装置の光軸方向の寸法を短くすることができる。

10

【 0 1 0 8 】

[ 撮影光学系の第 3 の実施形態 ]

図 1 2 は、撮像装置 1 0 に適用可能な撮影光学系の第 3 の実施形態を示す断面図である。

【 0 1 0 9 】

この撮影光学系 2 1 2 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 2 1 3 とその周辺部の環状光学系 2 1 4 とから構成されている。

【 0 1 1 0 】

中央光学系 2 1 3 は、第 1 レンズ 2 1 3 a、第 2 レンズ 2 1 3 b、及び共通レンズ 2 1 5 から構成された望遠光学系であり、画角  $\theta$  を有している。

20

【 0 1 1 1 】

環状光学系 2 1 4 は、レンズ 2 1 4 a 及び共通レンズ 2 1 5 から構成された広角光学系であり、画角  $\theta > \theta$  を有し、中央光学系 2 1 3 よりも広角である。

【 0 1 1 2 】

この撮影光学系 2 1 2 は、図 3 に示した撮影光学系 1 2 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 2 1 3 が望遠光学系であり、環状光学系 2 1 4 が広角光学系である点で相違する。

【 0 1 1 3 】

撮像装置 1 0 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。

30

【 0 1 1 4 】

< スマートフォンの構成 >

図 1 3 は、撮像装置 1 0 の他の実施形態であるスマートフォン 5 0 0 の外観を示すものである。図 1 3 に示すスマートフォン 5 0 0 は、平板状の筐体 5 0 2 を有し、筐体 5 0 2 の一方の面に表示部としての表示パネル 5 2 1 と、入力部としての操作パネル 5 2 2 とが一体となった表示入力部 5 2 0 を備えている。また、筐体 5 0 2 は、スピーカ 5 3 1 と、マイクロホン 5 3 2、操作部 5 4 0 と、カメラ部 5 4 1 とを備えている。尚、筐体 5 0 2 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

【 0 1 1 5 】

図 1 4 は、図 1 3 に示すスマートフォン 5 0 0 の構成を示すブロック図である。図 1 4 に示すように、スマートフォンの主たる構成要素として、無線通信部 5 1 0 と、表示入力部 5 2 0 と、通話部 5 3 0 と、操作部 5 4 0 と、カメラ部 5 4 1 と、記憶部 5 5 0 と、外部入出力部 5 6 0 と、GPS(Global Positioning System)受信部 5 7 0 と、モーションセンサ部 5 8 0 と、電源部 5 9 0 と、主制御部 5 0 1 とを備える。また、スマートフォン 5 0 0 の主たる機能として、基地局装置 B S と移動通信網 N W とを介した移動無線通信を行う無線通信機能を備える。

【 0 1 1 6 】

50

無線通信部 5 1 0 は、主制御部 5 0 1 の指示に従って、移動通信網 N W に収容された基地局装置 B S 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、W e b データやストリーミングデータなどの受信を行う。

【 0 1 1 7 】

表示入力部 5 2 0 は、主制御部 5 0 1 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 5 2 1 と、操作パネル 5 2 2 とを備える。生成された 3 D 画像を鑑賞する場合には、表示パネル 5 2 1 は、3 D 表示パネルであることが好ましい。

10

【 0 1 1 8 】

表示パネル 5 2 1 は、LCD(Liquid Crystal Display)、OLED(Organic Electro-Luminescence Display)などを表示デバイスとして用いたものである。

【 0 1 1 9 】

操作パネル 5 2 2 は、表示パネル 5 2 1 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 5 0 1 に出力する。次いで、主制御部 5 0 1 は、受信した検出信号に基づいて、表示パネル 5 2 1 上の操作位置（座標）を検出する。

20

【 0 1 2 0 】

図 1 3 に示すように、スマートフォン 5 0 0 の表示パネル 5 2 1 と操作パネル 5 2 2 とは一体となって表示入力部 5 2 0 を構成しているが、操作パネル 5 2 2 が表示パネル 5 2 1 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 5 2 2 は、表示パネル 5 2 1 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 5 2 2 は、表示パネル 5 2 1 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 5 2 1 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。

【 0 1 2 1 】

尚、表示領域の大きさと表示パネル 5 2 1 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 5 2 2 が、外縁部分と、それ以外の内側部分の 2 つの感応領域を備えていてもよい。更に、外縁部分の幅は、筐体 5 0 2 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 5 2 2 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

【 0 1 2 2 】

通話部 5 3 0 は、スピーカ 5 3 1 やマイクロホン 5 3 2 を備え、マイクロホン 5 3 2 を通じて入力されたユーザの音声を主制御部 5 0 1 にて処理可能な音声データに変換して主制御部 5 0 1 に出力したり、無線通信部 5 1 0 あるいは外部入出力部 5 6 0 により受信された音声データを復号してスピーカ 5 3 1 から出力するものである。また、図 1 3 に示すように、例えば、スピーカ 5 3 1 を表示入力部 5 2 0 が設けられた面と同じ面に搭載し、マイクロホン 5 3 2 を筐体 5 0 2 の側面に搭載することができる。

40

【 0 1 2 3 】

操作部 5 4 0 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 5 4 0 は、スマートフォン 5 0 0 の筐体 5 0 2 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、指を離すとパ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。

【 0 1 2 4 】

記憶部 5 5 0 は、主制御部 5 0 1 の制御プログラムや制御データ、通信相手の名称や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、W e b ブラウ

50



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。

**【0125】**

10

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。

**【0126】**

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

**【0127】**

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

**【0128】**

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。

**【0129】**

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、バッテリー(図示しない)に蓄えられる電力を供給するものである。

40

**【0130】**

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。

**【0131】**

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

50

に従って主制御部 5 0 1 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 5 6 0 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。

【 0 1 3 2 】

また、主制御部 5 0 1 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（静止画像や動画のデータ）に基づいて、映像を表示入力部 5 2 0 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 5 0 1 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、映像を表示入力部 5 2 0 に表示する機能のことをいう。

10

【 0 1 3 3 】

更に、主制御部 5 0 1 は、表示パネル 5 2 1 に対する表示制御と、操作部 5 4 0、操作パネル 5 2 2 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。

【 0 1 3 4 】

表示制御の実行により、主制御部 5 0 1 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 5 2 1 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をいう。

【 0 1 3 5 】

20

また、操作検出制御の実行により、主制御部 5 0 1 は、操作部 5 4 0 を通じたユーザ操作を検出したり、操作パネル 5 2 2 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。

【 0 1 3 6 】

更に、操作検出制御の実行により主制御部 5 0 1 は、操作パネル 5 2 2 に対する操作位置が、表示パネル 5 2 1 に重なる重畳部分（表示領域）か、それ以外の表示パネル 5 2 1 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 5 2 2 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。

【 0 1 3 7 】

30

また、主制御部 5 0 1 は、操作パネル 5 2 2 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、複数の位置から少なくとも一つについて軌跡を描く操作を意味する。

【 0 1 3 8 】

カメラ部 5 4 1 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 5 4 1 に前述した撮像装置 1 0 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 5 0 0 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

【 0 1 3 9 】

また、カメラ部 5 4 1 は、主制御部 5 0 1 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 5 5 0 に記録したり、外部入出力部 5 6 0 や無線通信部 5 1 0 を通じて出力することができる。図 1 3 に示すにスマートフォン 5 0 0 において、カメラ部 5 4 1 は表示入力部 5 2 0 と同じ面に搭載されているが、カメラ部 5 4 1 の搭載位置はこれに限らず、表示入力部 5 2 0 の背面に搭載されてもよいし、あるいは、複数のカメラ部 5 4 1 が搭載されてもよい。尚、複数のカメラ部 5 4 1 が搭載されている場合には、撮影に供するカメラ部 5 4 1 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 5 4 1 を

50

同時に使用して撮影することもできる。

【0140】

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、GPS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。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。

10

【0141】

[その他]

図3に示した撮影光学系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、3枚以上設けるようにしてもよい。

【0142】

また、本実施形態の撮影光学系は、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。

20

【0143】

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。

【0144】

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。

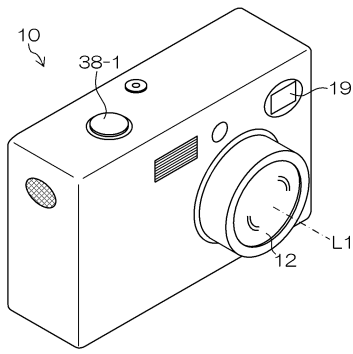
【符号の説明】

【0145】

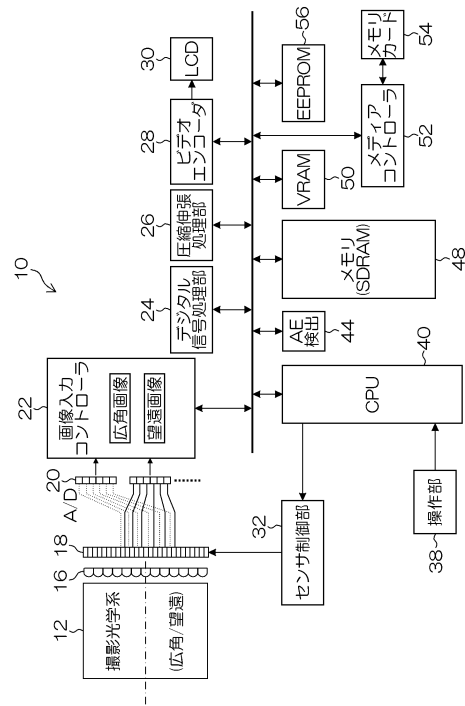
10...撮像装置、12、112、212...撮影光学系、13、113、213...中央光学系、14、114、214...環状光学系、16...アレイレンズ、16a...マイクロレンズ、18...イメージセンサ、18a...受光セル、24...デジタル信号処理部、40...中央処理装置(CPU)

30

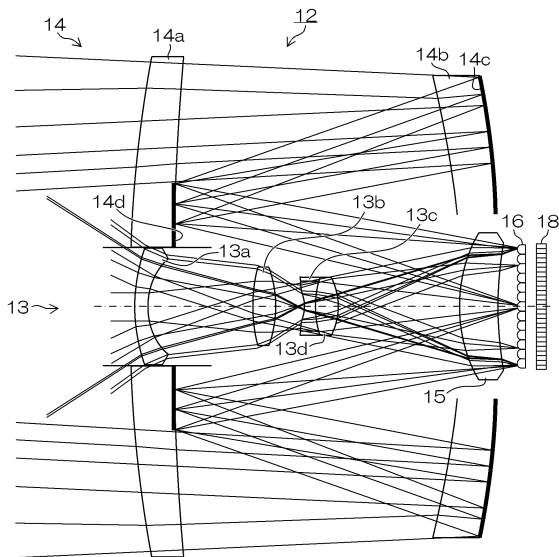
【図1】



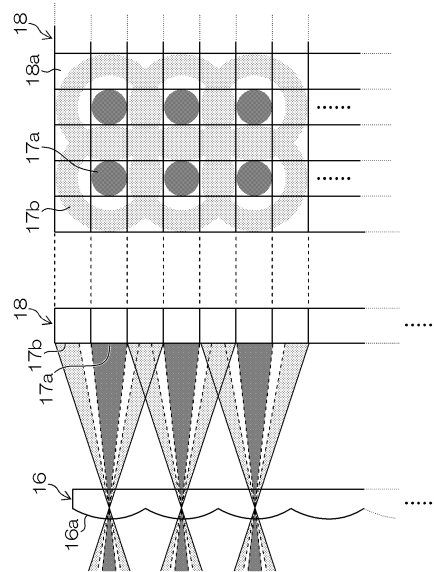
【図2】



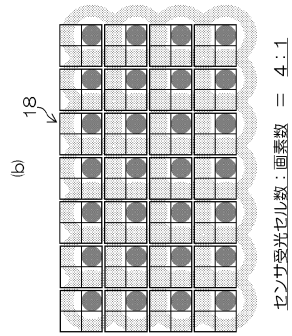
【図3】



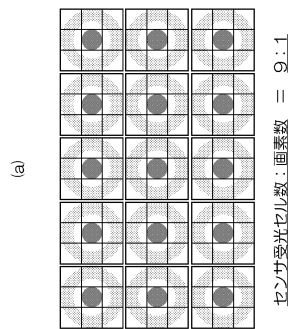
【図4】



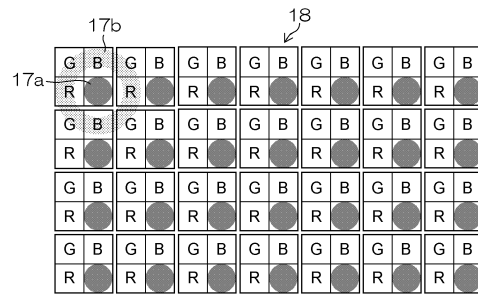
【図 5】



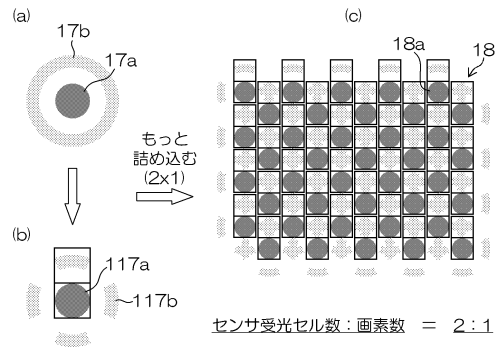
もっと詰め込む (2x2) ↑



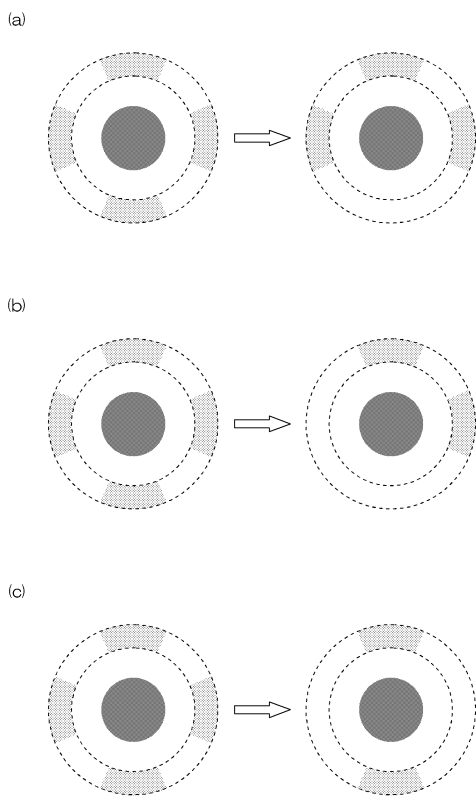
【図 6】



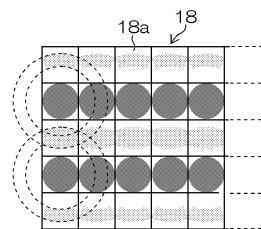
【図 7】



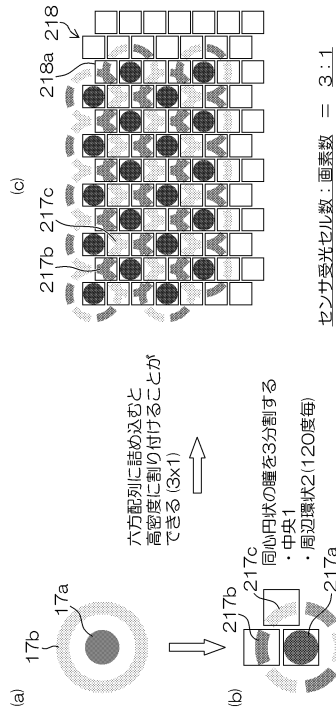
【図 8】



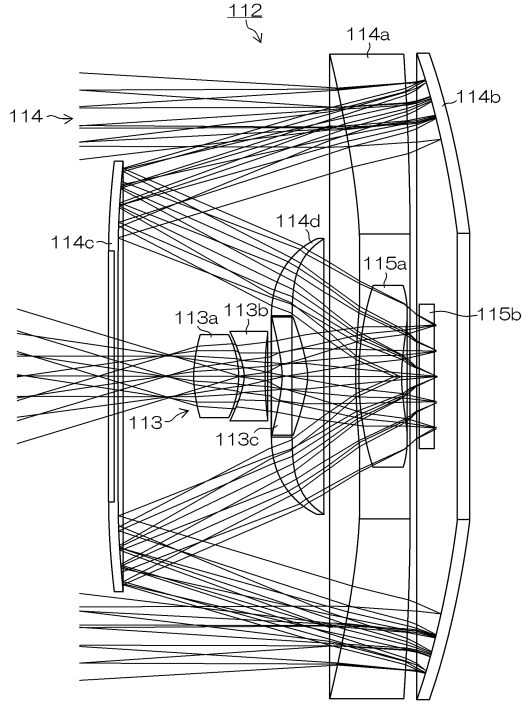
【図 9】



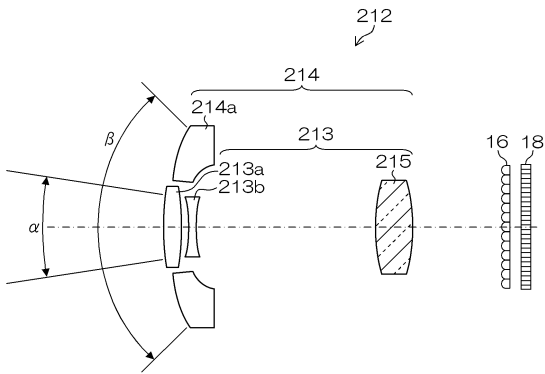
【図10】



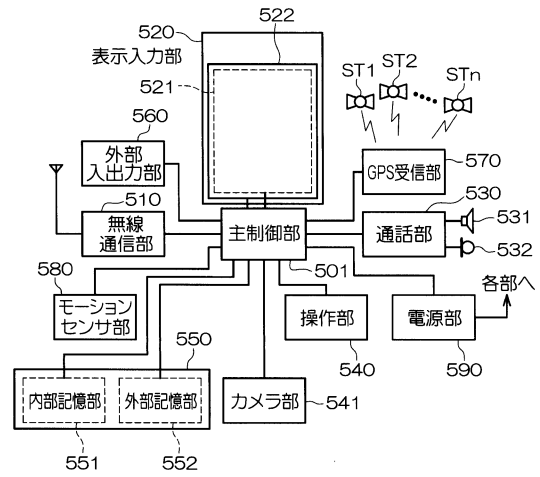
【図11】



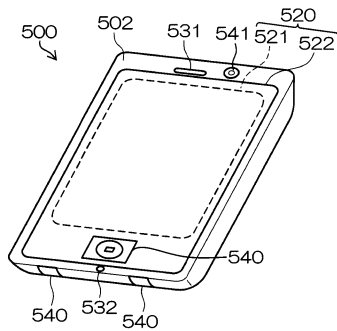
【図12】



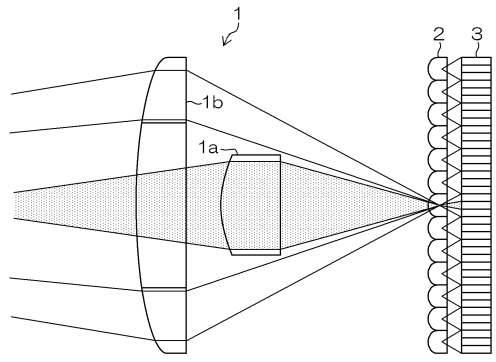
【図14】



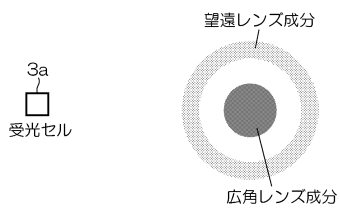
【図13】



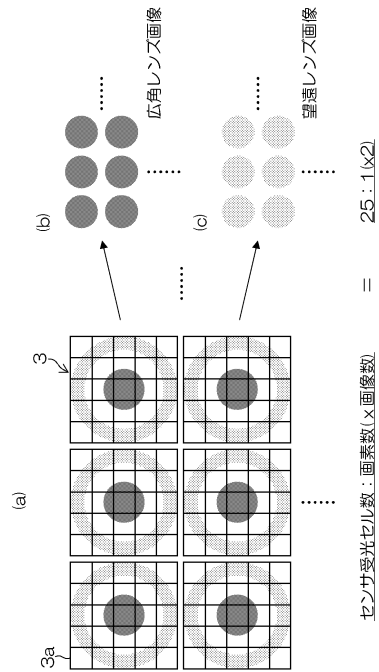
【図15】



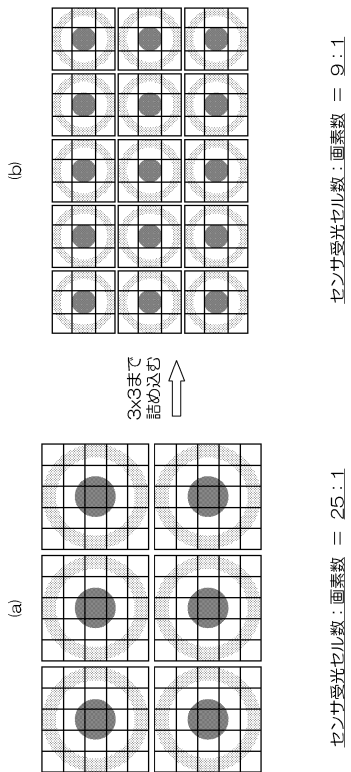
【図16】



【図17】



【図18】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<b>G 0 2 B</b>	<b>13/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 0 3 B</b>	<b>19/07</b>	
<b>G 0 2 B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 0 2 B</b>	<b>17/08</b>	<b>Z</b>
<b>G 0 2 B</b>	<b>13/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 0 2 B</b>	<b>13/04</b>	<b>D</b>
			<b>G 0 2 B</b>	<b>3/00</b>	<b>A</b>
			<b>G 0 2 B</b>	<b>13/02</b>	

- (56)参考文献 特開2012-105059(JP,A)  
 特開2012-244243(JP,A)  
 特開2013-4635(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 0 - 5 / 3 7 8  
 H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7  
 G 0 2 B 3 / 0 0  
 G 0 2 B 1 3 / 0 2  
 G 0 2 B 1 3 / 0 4  
 G 0 2 B 1 7 / 0 8  
 G 0 3 B 1 5 / 0 0  
 G 0 3 B 1 9 / 0 7