

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5791664号
(P5791664)

(45) 発行日 平成27年10月7日 (2015. 10. 7)

(24) 登録日 平成27年8月14日 (2015. 8. 14)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 5/369 (2011. 01)

H O 4 N 5/335 6 9 0

H O 1 L 27/14 (2006. 01)

H O 1 L 27/14 D

H O 4 N 5/335 (2011. 01)

H O 4 N 5/335

G O 2 B 3/00 (2006. 01)

G O 2 B 3/00 A

G O 2 B 3/02 (2006. 01)

G O 2 B 3/02

請求項の数 18 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-137050 (P2013-137050)

(22) 出願日 平成25年6月28日 (2013. 6. 28)

(65) 公開番号 特開2015-12488 (P2015-12488A)

(43) 公開日 平成27年1月19日 (2015. 1. 19)

審査請求日 平成27年1月27日 (2015. 1. 27)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100126240

弁理士 阿部 琢磨

(74) 代理人 100124442

弁理士 黒岩 創吾

(72) 発明者 川端 一成

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ

ノン株式会社内

(72) 発明者 伊庭 潤

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ

ノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子アレイ、及び固体撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光学素子を有する光学素子アレイにおいて、

前記複数の光学素子は、第1の方向に沿って配列し、前記複数の光学素子が配されたアレイ領域の中心から前記第1の方向に沿って第1の距離だけ離れて位置する第1の光学素子を含み、

前記第1の光学素子は、

前記第1の方向と前記第1の方向に直交する第2の方向を含む面に投影された前記第1の光学素子の外縁について、前記第1の光学素子内の前記第1の方向における第1の位置にて、前記第2の方向に沿った第1の幅と、前記第1の光学素子内の前記第1の方向における前記第1の位置よりも前記アレイ領域の中心から離れて位置する第2の位置にて、前記第2の方向に沿った、前記第1の幅よりも狭い第2の幅を有し、

前記第1の光学素子は、

前記第1の位置にて、前記第2の方向に沿った第1の断面をとった場合に、第1の曲率半径と、前記第1の断面において最も高い第1の高さを有し、

前記第2の位置にて、前記第2の方向に沿った第2の断面をとった場合に、前記第1の曲率半径よりも大きな第2の曲率半径と、前記第2の断面において最も高く、前記第1の高さよりも低い第2の高さを有し、

前記投影された前記第1の光学素子の外縁は、前記アレイ領域の中心から最も離れた位置で前記第2の方向に沿った辺を備えることを特徴とする光学素子アレイ。

10

20

【請求項 2】

前記第 1 の方向において、前記第 1 の光学素子は第 1 の長さを有し、

前記第 1 の方向において、前記第 1 の光学素子の前記アレイ領域の中心に最も近い部分は第 3 の位置にあり、前記第 1 の光学素子の前記アレイ領域の中心に最も遠い部分は第 4 の位置にあることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 3】

前記第 1 の方向において、前記第 1 の位置は前記第 3 の位置から前記第 1 の長さの半分より近い距離にあり、前記第 2 の位置は、前記第 3 の位置から前記第 1 の長さの半分以上の距離にある、または、

前記第 1 の方向において、前記第 1 の位置は前記第 3 の位置から前記第 1 の長さの半分以下の距離にあり、前記第 2 の位置は、前記第 3 の位置から前記第 1 の長さの半分より離れた距離にあることを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 4】

前記第 1 の方向において、前記投影された前記第 1 の光学素子の外縁は、第 5 の位置にて、前記第 2 の方向に沿った幅の中で最も広い幅を有し、

前記第 1 の方向において、前記第 5 の位置は、前記第 3 の位置から前記第 1 の長さの半分以上の位置であり、前記第 1 の位置と前記第 2 の位置の間の位置であることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 5】

前記投影された前記第 1 の光学素子の外縁は、前記投影された前記第 1 の光学素子の外縁の外周を接して囲む矩形の面積に対して、80%以上の面積を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイ。

【請求項 6】

前記複数の光学素子は、前記アレイ領域の中心から前記第 1 の方向に沿って前記第 1 の距離より小さい第 2 の距離に位置する第 2 の光学素子を含み、

前記第 2 の光学素子は、前記第 1 の方向と、前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向を含む面に、投影された前記第 2 の光学素子の外縁を有し、

前記第 2 の光学素子は、前記第 1 の方向における前記第 2 の光学素子の投影された前記第 2 の光学素子の外縁の中心にて、最も高い高さを有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイ。

【請求項 7】

前記第 1 の方向と前記第 2 の方向を含む面において、前記アレイ領域は、複数の区分から構成され、

前記複数の区分は、複数の前記第 1 の光学素子が設けられている第 1 の区分と、前記第 1 の区分よりも前記アレイ領域の中心に対して近い位置にあり、複数の前記第 2 の光学素子が設けられている第 2 の区分を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 8】

前記第 1 の方向と前記第 2 の方向を含む面において、前記第 1 の区分及び前記第 2 の区分は、前記第 1 の区分の前記第 1 の方向の長さが、前記第 2 の区分の前記第 1 の方向の長さよりも短いことを特徴とする請求項 7 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 9】

前記第 1 の方向と前記第 2 の方向を含む面において、前記第 1 の区分及び前記第 2 の区分は、同心円形状を有することを特徴とする請求項 8 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 10】

前記第 1 の方向と前記第 2 の方向を含む面において、前記第 1 の区分及び前記第 2 の区分は、帯形状を有することを特徴とする請求項 7 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 11】

前記第 1 の方向と前記第 2 の方向を含む面において、前記第 1 の区分と前記第 2 の区分は、前記第 1 の区分と前記第 2 の区分の境界に、緩衝領域を有し、

前記緩衝領域には、前記第 1 の光学素子と前記第 2 の光学素子が設けられていることを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイ。

【請求項 12】

前記第 2 の光学素子の体積に対する前記第 1 の光学素子の体積の比は、95%以上105%以下であることを特徴とする請求項 6 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイ。

【請求項 13】

前記複数の光学素子は、前記アレイ領域の中心から前記第 1 の方向に沿って前記第 1 の距離より大きい第 3 の距離だけ離れて位置する第 3 の光学素子を含み、

前記第 1 の光学素子は、前記第 1 の方向において、前記投影された前記第 1 の光学素子の外縁の中心から第 4 の距離だけ離れて位置する頂点を有し、

前記第 3 の光学素子は、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向を有する面に投影された前記第 3 の光学素子の外縁を有し、

前記第 3 の光学素子は、前記第 1 の方向において、前記投影された前記第 3 の光学素子の外縁の中心から前記第 4 の距離より大きな第 5 の距離だけ離れて位置する頂点を有することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイ。

【請求項 14】

前記アレイ領域は、複数の区分により構成され、

前記複数の区分は、複数の前記第 1 の光学素子が設けられている第 1 の区分と、前記第 1 の区分よりも前記アレイ領域の中心から離れて位置し、複数の前記第 3 の光学素子が設けられている第 3 の区分を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 15】

前記複数の光学素子は、更に、前記第 2 の方向に配されていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイ。

【請求項 16】

請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイと、

前記複数の光学素子のそれぞれに対応してそれぞれが設けられた複数の画素を有する固体撮像装置。

【請求項 17】

前記第 1 の方向において、前記複数の光学素子の中心の間隔と、前記複数の画素の中心の間隔が等しいことを特徴とする請求項 16 に記載の固体撮像装置。

【請求項 18】

前記第 1 の方向において、前記複数の光学素子の中心の間隔と、前記複数の画素の中心の間隔が異なることを特徴とする請求項 16 に記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学素子アレイ、及び固体撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

固体撮像装置や表示装置等には、マイクロレンズアレイといった光学素子アレイが用いられている。特許文献 1 には、斜め方向から入射する光を効率良く集光させるために、ティアドロップと称する形状のマイクロレンズアレイを固体撮像装置に設けることが開示されている。このティアドロップと称する形状のマイクロレンズは、平面視において、固体撮像装置の外側方向に、漸次幅狭となる曲線形状を有し、外側の端部において頂点を有する形状を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 335723 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載のマイクロレンズでは、平面視において、マイクロレンズの面積占有率が低くなってしまふ。マイクロレンズが設けられていない部分に入射した光は集光されないため、面積占有率が低いと、集光されない光が増大してしまふ。また、特許文献1に記載のマイクロレンズでは、曲率半径が小さくなる部分を有するため、集光能力が低下する可能性がある。

【0005】

そこで、本発明では、高い集光率の光学素子アレイを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の光学素子アレイは、複数の光学素子を有する光学素子アレイにおいて、前記複数の光学素子は、第1方向に沿って配列し、前記複数の光学素子が配されたアレイ領域の中心から前記第1の方向に沿って第1の距離だけ離れて位置する第1の光学素子を含み、前記第1の光学素子は、前記第1の方向と、前記第1の方向に直交する第2の方向を含む面に、底面を有し、前記底面は、前記第1の光学素子内の前記第1の方向における第1の位置にて、前記第2の方向に沿った第1の幅と、前記第1の光学素子内の前記第1の方向における前記第1の位置よりも前記アレイ領域の中心から離れて位置する第2の位置にて、前記第2の方向に沿った、前記第1の幅よりも狭い第2の幅を有し、前記第1の光学素子は、前記第1の位置にて、前記第2の方向に沿った第1の断面をとった時に、第1の曲率半径と、前記第1の断面において最も高い第1の高さを有し、前記第2の位置にて、前記第2の方向に沿った第2の断面をとった時に、前記第1の曲率半径よりも大きな第2の曲率半径と、前記第2の断面において最も高く、前記第1の高さよりも低い第2の高さを有する。

20

【0007】

また、本開示の別の光学素子アレイは、複数の光学素子を有する光学素子アレイにおいて、前記複数の光学素子は、第1方向に沿って配列し、前記複数の光学素子が配されたアレイ領域の中心から前記第1の方向に沿って第1の距離だけ離れて位置する第1の光学素子を含み、前記第1の光学素子は、前記第1の方向と、前記第1の方向に直交する第2の方向を含む面に、底面を有し、前記底面は、前記第1の光学素子内の前記第1の方向における第1の位置にて、前記第2の方向に沿った第1の幅と、前記第1の光学素子内の前記第1の方向における前記第1の位置よりも前記アレイ領域の中心から離れて位置する第2の位置にて、前記第2の方向に沿った、前記第1の幅よりも狭い第2の幅を有し、前記第1の光学素子は、前記第1の位置にて、前記第2の方向に沿った第1の断面をとった時に、前記第1の断面において最も高い第1の高さを有し、前記第2の位置にて、前記第2の方向に沿った第2の断面をとった時に、前記第2の断面において最も高く、前記第1の高さよりも低い第2の高さを有し、前記第2の位置は、前記底面の外縁に位置する。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によって、高い集光率の光学素子アレイを提供することが可能になる。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態の光学素子アレイを説明するための平面模式図。

【図2】第1の実施形態の光学素子を説明するための平面模式図と断面模式図。

【図3】第1の実施形態の光学素子を説明するための平面模式図と断面模式図。

【図4】第1の実施形態の光学素子を説明するための平面模式図。

【図5】第1の実施形態の光学素子を説明するための平面模式図。

【図6】第2の実施形態の光学素子を説明するための平面模式図。

【図7】第3の実施形態の光学素子を説明するための平面模式図。

50

【図 8】第 4 の実施形態の光学素子アレイを説明するための断面模式図と平面模式図。

【図 9】第 4 の実施形態の光学素子アレイの変形例を説明するための平面模式図。

【図 10】第 5 の実施形態の光学素子アレイを説明するための平面模式図。

【図 11】第 6 の実施形態の光学素子アレイを説明するための平面模式図。

【図 12】第 7 の実施形態の固体撮像装置を説明するための断面模式図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本開示の光学素子の構成について、複数の実施形態を用いて説明を行う。各実施形態は適宜変更可能であり、組み合わせ可能である。光学素子アレイは、固体撮像装置や表示装置、それらを用いた撮像システムや表示システムに適用可能である。

10

【0011】

以下の説明において、ある中心 O から X 軸方向（第 1 の方向）と Y 軸方向（第 2 の方向）を基準に用いているが、それらに限定されない。例えば、図 1 に示す X 軸方向から角度 1 だけ傾いた方向 131 を第 1 の方向とし、方向 131 に直交する方向を第 2 の方向としてもよい。つまり、光学素子が配置された領域（アレイ領域）の中央から外周へ放射する任意の方向を第 1 の方向とし、それに直交する方向を第 2 の方向としてもよい。

【0012】

（第 1 の実施形態）

本実施形態の光学素子アレイについて、図 1 ～ 図 7 を用いて説明を行う。図 1 (a) は、光学素子アレイ 100 を示す平面模式図である。光学素子アレイ 100 は、複数の光学素子 110 を有する。アレイ領域 120 は、中心 O を有し、複数の光学素子 110 が配列した領域である。ここでは、 X 軸方向と Y 軸方向を含む面において、複数の光学素子 110 は、 X 軸方向に沿って n 列（ n は自然数）、 Y 軸方向に沿って m 行（ m は自然数）の行列状（2 次元）に配されている。アレイ領域 120 は、1 つの方向（ X 軸方向）に沿って複数の光学素子が配された領域であり、1 つの方向を示す線分の上に、各光学素子の中心が位置するように設定することができる。図 1 (a) では、各光学素子 101 の座標を（ m 、 n ）と示している。以下、説明のために、第 1 の光学素子 111 ～ 第 4 の光学素子 114 に注目して説明を行う。

20

【0013】

第 1 の光学素子 111 ～ 第 4 の光学素子 114 は、複数の光学素子 110 の中の、 X 軸方向に沿った線分 130 上に位置する任意の光学素子である。アレイ領域 120 の中心 O から、アレイ領域 120 の外周へ向かって、第 2 の光学素子 112、第 1 の光学素子 111、第 3 の光学素子 113、第 4 の光学素子 114 の順番で並んでいる。なお、線分 130 から角度 1 だけ回転した任意の線分 131 上においても、同様の光学素子が位置している。

30

【0014】

第 1 の光学素子 111 は、アレイ領域 120 の中心 O から距離 $D1$ （第 1 の距離）だけ離れて位置する。第 2 の光学素子 112 は、アレイ領域 120 の中心 O から距離 $D2$ （第 2 の距離）に位置する。第 3 の光学素子 113 は、アレイ領域 120 の中心 O から距離 $D3$ （第 3 の距離）だけ離れて位置する。第 4 の光学素子 114 は、アレイ領域 120 の中心 O から距離 $D4$ だけ離れて位置する。距離を測る際の光学素子の位置は、 X 軸における光学素子の中心の位置とする。第 2 の光学素子 112 の中心は、アレイ領域 120 の中心 O と同じ位置にあり、第 2 の距離 $D2$ はゼロである。しかし、アレイ領域 120 の中心 O と第 2 の光学素子 112 の中心とが一致していなくてもよい。これらは、 $D2 = 0 < D1 < D3 < D4$ の関係を有する。ここで、アレイ領域 120 の中心からの距離とは、中心 O と、1 つの方向（ X 軸方向）における各光学素子の中心の距離を示す。

40

【0015】

図 1 (b) は、図 1 (a) をより具体的に示した、光学素子アレイ 100 の平面模式図である。

【0016】

50

図 1 (b) において、第 2 の光学素子 1 1 2 は、平面視において、中心 O に位置する頂点を有し、球状の形状を有する。ここで、頂点は、第 2 の光学素子 1 1 2 において最も高い点である。第 1 の光学素子 1 1 1、第 3 の光学素子 1 1 3、第 4 の光学素子 1 1 4 は、平面視において球状ではない、同一の形状を有している。第 1 の光学素子 1 1 1 を例に、図 2 を用いて、その形状を説明する。

【 0 0 1 7 】

図 2 (a) は第 1 の光学素子 1 1 1 の平面模式図であり、図 2 (b) と図 2 (c) は第 1 の光学素子 1 1 1 の断面模式図である。

【 0 0 1 8 】

図 2 (a) は、X 軸方向と Y 軸方向を含む面における第 1 の光学素子 1 1 1 の底面 2 0 0 を示す平面模式図である。底面 2 0 0 は、X 軸方向と Y 軸方向を含む面に対して第 1 の光学素子 1 1 1 を投影した像 (正射影像) の外縁と等しい。底面 2 0 0 にあるように、第 1 の光学素子 1 1 1 は、X 軸方向に沿って第 1 の長さ L_1 を有し、Y 軸方向に沿って第 1 の長さ L_1 を有する。

【 0 0 1 9 】

ここで、底面 2 0 0 内 (光学素子内) には、X 軸方向に第 1 の位置 P 1 ~ 第 6 の位置 P 6 が存在し、中心 O から第 3 の位置 P 3、第 1 の位置 P 1、第 6 の位置 P 6、第 5 の位置 P 5、第 2 の位置 P 2、第 4 の位置 P 4 の順で並んでいる。

【 0 0 2 0 】

光学素子 1 1 1 の底面 2 0 0 の外縁のうち、第 1 の領域 1 2 1 の最も中心 O に近い、Y 軸方向に沿った辺 2 1 1 が第 3 の位置 P 3 に配される。光学素子 1 1 1 の底面 2 0 0 の外縁のうち、第 1 の領域 1 2 1 の最も中心 O に遠い、Y 軸方向に沿った辺 2 1 5 が第 4 の位置 P 4 に配される。光学素子 1 1 1 の底面 2 0 0 の中心は、第 3 の位置 P 3 と第 4 の位置 P 4 の中心の位置、第 5 の位置 P 5 に配される。つまり、第 3 の位置 P 3 から第 1 の長さ L_1 だけ離れた位置に第 4 の位置 P 4 があり、第 3 の位置 P 3 から第 1 の長さ L_1 の半分 ($L_1 / 2$) だけ離れた位置に第 5 の位置 P 5 がある。そして、第 6 の位置 P 6 は、後述するように光学素子 1 1 1 の頂点の X 軸方向における位置を示す。なお、第 1 の領域 1 2 1 は、アレイ領域 1 2 0 に 2 次元に設けられるマトリクスの中の 1 つの格子である。この 1 つの格子には 1 つの光学素子が設けられるものとする。

【 0 0 2 1 】

図 2 (a) に示すように、底面 2 0 0 は、X 軸を基準に、上下に線対称の形状を有し、辺 2 1 1 ~ 2 1 8 によって外縁が構成されている。辺 2 1 1 は点 2 0 1 と点 2 0 8 とを結ぶ直線であり、辺 2 1 2 は点 2 0 1 と点 2 0 2 とを結ぶ曲線である。辺 2 1 3 は点 2 0 2 と点 2 0 3 とを結ぶ直線であり、辺 2 1 4 は点 2 0 3 と点 2 0 4 とを結ぶ曲線である。辺 2 1 5 は点 2 0 4 と点 2 0 5 とを結ぶ直線であり、辺 2 1 6 は点 2 0 5 と点 2 0 6 とを結ぶ曲線である。辺 2 1 7 は点 2 0 6 と点 2 0 7 とを結ぶ直線であり、辺 2 1 8 は点 2 0 7 と点 2 0 8 とを結ぶ曲線である。辺 2 1 1、2 1 5 は Y 軸方向に沿った直線である。辺 2 1 3、2 1 7 は X 軸方向に沿った直線である。辺 2 1 2、2 1 4、2 1 6、2 1 8 は、曲率を有し、各直線の間をつなぐともいえる。

【 0 0 2 2 】

底面 2 0 0 は、X 軸方向における第 1 の位置 P 1 にて、Y 軸方向に沿った第 1 の幅 W_1 を有する。そして、底面 2 0 0 は、X 軸方向における第 2 の位置 P 2 にて、Y 軸方向に沿った第 2 の幅 W_2 を有する。更に底面 2 0 0 は、第 3 の位置 P 3、第 4 の位置 P 4 のそれぞれにおいて、Y 軸方向に沿った第 3 の幅 W_3 、第 4 の幅 W_4 を有する。そしてこれらの幅は少なくとも $W_1 > W_2$ の関係を満たす。更に $W_1 > W_2 > W_3 > W_4$ の関係を満たすことが好ましい。なお、図 2 (a) において、 $W_1 = L_1$ となっている。

【 0 0 2 3 】

第 1 の位置 P 1 は、第 3 の位置 P 3 から第 1 の長さ L_1 の半分以下の距離の任意の位置であり、第 2 の位置 P 2 は、第 3 の位置 P 3 から第 1 の長さ L_1 の半分より離れた任意の位置である。若しくは、第 1 の位置 P 1 は、第 3 の位置 P 3 から第 1 の長さ L_1 の半分よ

10

20

30

40

50

り近い任意の位置であり、第2の位置P2は、第3の位置P3から第1の長さL1の半分以上離れた任意の位置である。第1の位置P1と第2の位置P2とは、中心Oからの距離として、 $P2 > P1$ の関係を満たす。

【0024】

図2(b)は、図2(a)のX軸に沿った第1の光学素子111の断面模式図である。Z軸方向とX軸方向を含む面における第1の光学素子111の断面220において、辺231~辺233によって外縁が構成される。辺231は点221と点222を結ぶ直線であり、辺232は点222と点223を結ぶ曲線であり、辺233は点223と点224を結ぶ曲線である。第1の光学素子111は、第1の位置P1において、第1の高さH1を有し、第2の位置P2において第2の高さH2を有し、第6の位置P4において第3の高さH3を有する。ここで、高さの関係は、 $H3 > H1 > H2$ である。この時、第3の高さH3は、第1の光学素子111において最も高い。つまり、第6の位置P6の点223は、第1の光学素子111の頂点である。第1の光学素子111は、その頂点を第5の位置P5よりも中心Oに近い第6の位置P6に有している。ここで、頂点とは、この断面における最も高い位置である。本実施形態において、第1の光学素子111は頂点を有するが、最も高い部分が点でなくてもよく、例えば、第1の位置P1から第5の位置P5まで高さH3を有していてもよい。

10

【0025】

また、図2(b)に示すように、第1の光学素子111において、辺232は辺233よりも曲率半径が小さい部分を有する。なお、辺232は辺233よりも曲率半径が大きい部分を有してもよい。この構成によって、辺233に入射した光は、強いレンズパワーによって、大きく曲げられ、より集光効率が向上する。ここで、曲率半径は、例えば、光学素子のある断面を取り、その断面形状の任意の点における接線から求めることができる。例えば、X軸方向に沿った辺233の中心(第6の位置P6と第4の位置P4の中心)における辺233の接線を求める。この接線に対する内接円から曲率半径を得ることができる。また、その他の一般的な曲率半径の測定方法によって、各部分の曲率半径を求めることができる。

20

【0026】

図2(c)は、図2(a)の第1の位置P1と第2の位置P2における第1の光学素子111の断面を示したものである。断面241は、図2(a)の第1の位置P1にて、Y軸方向に沿った第1の光学素子111の断面である。断面242は、図2(a)の第2の位置P2にて、Y軸方向に沿った第1の光学素子111の断面である。第1の断面241において、第1の光学素子111は、第1の幅W1を有し、第1の断面241の頂点であり、最も高い第1の高さH1を有する。また、第1の断面241において、その外縁は第1の曲率半径R1を有する。第2の断面242において、第1の光学素子111は、第2の幅W2を有し、第2の断面242の頂点であり、最も高い第2の高さH2を有する。本実施形態では、これら頂点を有するが、上述したように第1の高さH1や第2の高さH2を有する部分が点でなくてもよい。

30

【0027】

そして、第2の断面242において、その外縁は第2の曲率半径R2を有する。この曲率半径の関係は、 $R1 < R2$ である。なお、 $R1 = R2$ であってもよいが、この場合には幅W2が小さくなり、面積占有率が低下してしまう場合がある。この場合には、光学素子の第2の幅W2が図2(a)における外縁を構成すればよい。中心Oから最も離れた位置に第2の幅W2を有する辺が存在することで面積占有率が向上し、より広い範囲の光を取り込むことができる。

40

【0028】

図2で示したように、第1の光学素子111は、第1の位置P1にて、第1の幅W1と、第1の高さH1と、第1の曲率半径R1を有し、第2の位置P2にて、第2の幅W2と、第2の高さH2と、第2の曲率半径R2を有する。これらが $W1 > W2$ 、 $H1 > H2$ 、 $R1 < R2$ の関係を有することで、第1の光学素子111は、従来の技術に比べて、高い

50

集光能力を維持しつつ、高い占有面積を有することができ、集光率を向上することができる。次に、集光率について図 3、図 4 を用いて説明を行う。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、第 1 の光学素子 1 1 1 と、ティアドロップ型の光学素子 3 1 1 を比較した図面である。図 3 (a) は第 1 の光学素子 1 1 1 の底面 2 0 0 を示した平面模式図であり、図 3 (b) は、比較用の光学素子 3 1 1 の底面 3 0 0 を示した平面模式図である。図 3 (c) は第 1 の光学素子 1 1 1 の断面模式図であり、図 3 (d) は、比較用の光学素子 3 1 1 の断面模式図である。図 3 (a) は、図 2 (a) と同一の第 1 の光学素子 1 1 1 を示しており、符号や詳細な説明は省略する。また、図 3 において、面積を説明するため、第 1 の領域 1 2 1 を設定する。第 1 の領域 1 2 1 は、1 辺が第 1 の長さ L_1 を有する正方形であり、各光学素子の外縁に外接する矩形である。図 3 において、各光学素子は第 1 の領域 1 2 1 に設けられているものとする。また、光学素子 1 1 1 と光学素子 3 1 1 は、第 1 の位置 P_1 における形状を等しいものとする。

【 0 0 3 0 】

まず、図 3 (b) にあるように、光学素子 3 1 1 は底面 3 0 0 を有し、底面 3 0 0 は、第 5 の位置 P_5 から第 4 の位置 P_4 に向かって、Y 軸方向に沿った幅が小さくなり、第 4 の位置 P_4 にて、点 3 1 2 となる。つまり、光学素子 3 1 1 の底面 3 0 0 は、光学素子 1 1 1 の底面 2 0 0 よりも面積が小さい。上述したように、本実施形態において、光学素子の正射影の像は、底面と等しいため、光学素子 1 1 1 は光学素子 3 1 1 よりも面積が大きい。また、図 3 (a) において、領域 3 4 1 ~ 領域 3 4 4 は、第 1 の領域 1 2 1 に対して底面 2 0 0 が設けられていない部分であり、図 3 (b) において、領域 3 5 1 ~ 領域 3 5 4 は、第 1 の領域 1 2 1 に対して底面 3 0 0 が設けられていない部分である。これら領域 3 4 1 ~ 領域 3 4 4、領域 3 5 1 ~ 領域 3 5 4 は、光学素子が設けられていないため、光を集光することができない領域（無効領域）である。上述の通り、領域 3 4 1 ~ 領域 3 4 4 の面積の和は、領域 3 5 1 ~ 領域 3 5 4 の面積の和よりも小さい。

【 0 0 3 1 】

ここで、面積占有率とは、X 軸方向と Y 軸方向を含む面において、第 1 の領域 1 2 1 の面積に対して、光学素子が設けられている面積の割合である。上述したように、第 1 の光学素子 1 1 1 の面積占有率は、比較用の光学素子 3 1 1 の面積占有率よりも大きい。具体的には、第 1 の光学素子 1 1 1 の面積占有率は、約 9 1 % であり、比較用の光学素子 3 1 1 の面積占有率は約 7 3 % である。第 1 の領域 1 2 1 に入射する全ての光を 1 0 0 % とすると、集光できる光に 2 0 % 弱の差が生じてしまう。第 1 の光学素子 1 1 1 は、従来の構成に比べて、高い面積占有率を有するため、高い集光率を得ることができる。

【 0 0 3 2 】

図 3 (c) は、図 3 (a) の第 2 の位置 P_2 における、第 1 の光学素子 1 1 1 の Y 軸方向に沿った断面 3 5 1' を示した断面模式図である。図 3 (d) は、図 3 (b) の第 2 の位置 P_2 における、比較用の光学素子 3 1 1 の Y 軸方向に沿った断面 3 5 2' を示した断面模式図である。ここで、図 3 (c) 及び図 3 (d) では、各光学素子による光の挙動を示すため、各底面から等しい距離に仮想の入射面 3 6 1 を設けている。いずれの光学素子にも等しい光 3 8 0、3 8 1 が入射するものとする。光学素子 1 1 1 は、第 2 の位置 P_2 において、幅 W_2 を有し、第 1 の位置 P_1 における第 1 の曲率半径 R_1 よりも大きな第 2 の曲率半径 R_2 を有するため、光学素子 1 1 1 のレンズパワーは大きくはない。よって、光学素子 1 1 1 は、光 3 8 1 のほとんどを集光し、集光した光 3 8 2 を入射面 3 6 1 の適切な位置に集光することができる。一方、光学素子 3 1 1 は、第 2 の位置 P_2 における幅 W_{302} が狭く、小さな曲率半径を有する。従って、光学素子 3 1 1 は、光 3 8 1 の一部しか集光できず、また、小さな曲率半径を有するため光学素子 3 1 1 において大きな屈折が起こり、光 3 8 3 は入射面 3 6 1 に対して大きな角度を有し、迷光となりうる。このように、光学素子 1 1 1 の形状によれば、従来の構造に比べて、集光能力を高め、面積占有率を高めることができるため、集光率を向上させることができる。

【 0 0 3 3 】

次に、図4を用いて、第1の光学素子111と、従来の別の構造である半球状レンズ411との比較を行う。図4(a)は第1の光学素子111の底面200を示した平面模式図であり、図4(b)は、比較用の光学素子411の底面400を示した平面模式図である。図4(c)は第1の光学素子111の断面模式図であり、図4(d)は、比較用の光学素子411の断面模式図である。

【0034】

図4(a)、図4(c)は、図2(a)、図2(b)と同一の第1の光学素子111を示しており、符号や詳細な説明は省略する。図4において、いずれの光学素子も等しい面積の第1の領域121に設けられている。

【0035】

まず、図4(b)に示すように、光学素子411は、底面400を有する。底面400は、第1の長さL1の半分($L1/2$)が半径の円である。に示すように、光学素子411の頂点は、第1の領域121の中心である第5の位置P5に位置する。

【0036】

図4(c)は、図4(a)のX軸に沿った光学素子111の断面451を示した断面模式図である。図4(d)は、図4(b)のX軸に沿った光学素子411の断面452を示した断面模式図である。いずれの光学素子も頂点の高さは、第3の高さH3とする。ここで、図4(c)及び図4(d)では、各光学素子による光の挙動を示すため、各底面から等しい距離に仮想の入射面461を設けている。いずれの光学素子にも、光学素子の受光面の法線に対して角度 θ_2 を有する斜め光481が入射するものとする。

【0037】

まず、光学素子411に入射した光481は、例えば、光481に対して角度 θ_4 を有する光を含む光483となり、集光される。一方、光学素子111に入射した光481は、例えば、光481に対して角度 θ_4 よりも大きな角度 θ_3 を有する光を含む光482となり、集光される。ここで、光学素子111は、第6の位置P6を境に断面451に示されるように傾きが徐々に変化する、各辺における光の屈折の仕方が異なる。本実施形態では、第1の位置P1における曲率半径が、第2の位置P2における曲率半径よりも小さい。また、第4の位置P4に近い位置では、光学素子411に比べて光学素子111は、斜め方向から入射する光(角度 θ_2)をZ軸方向に沿った光(角度 θ_3)にすることができ、斜め方向から入射する光を、効率よく集光させることができる。ここで、 θ_2 が20度~40度の場合には、第1の光学素子111を用いた場合の画素の感度が、光学素子411の場合よりも10~20%向上する。

【0038】

このような第1の光学素子111は、従来の技術に比べて、高い集光能力を有しつつ、高い占有面積を有するため、高い集光率を有する。従って、少なくとも1つの第1の光学素子111をアレイ領域120の中心Oから第1の距離D1だけ離れた位置に設けることで、高い集光率を有する光学素子アレイを提供することが可能となる。

【0039】

なお、第2の位置P2は、上述の条件を満たせば任意であるため、第4の位置P4であってもよい。つまり、辺215が第2の幅W2であってもよい。上述の形態よりも高い面積占有率を有することができる。

【0040】

また、第1の位置P1において、光学素子が頂点を有していてもよい。つまり、第6の位置P6が第1の位置P1と同じ位置であってもよい。更に、本実施形態では第1の位置P1の第1の幅W1が最も大きな幅となっている。しかし、最も大きな幅を有する位置は異なる位置でもよく、第5の位置P5と第2の位置P2との間にあることが望ましい。このような位置に最大の幅を有することで、面積占有率を更に、高めることができる。

【0041】

本実施形態では、第1の領域121が正方形の場合を示した。しかし、第1の領域121は、平面視した時に、光学素子の外縁に外接する矩形であればよく、第1の長さL1の

10

20

30

40

50

辺を有する長方形を含む矩形でもよい。また、複数の光学素子は、少なくとも１次元に配されていればよい。また、第３の位置 P_3 における第３の幅 W_3 は、 $W_3 = L_1$ であってもよい。

【００４２】

なお、本実施形態において、第１の長さ L_1 は、 $0.5 \mu m$ 以上 $50 \mu m$ 以下である。第１の幅 W_1 と第２の幅 W_2 は、 $0.5 \mu m$ 以上 $50 \mu m$ 以下であり、第１の幅 W_1 と第２の幅 W_2 の比は、 0.05 以上 0.99 以下の範囲であり、好ましくは、 0.2 以上 0.8 以下である。第１の高さ H_1 と第２の高さ H_2 は、 $0.1 \mu m$ 以上 $5.0 \mu m$ 以下である。第１の曲率半径 R_1 は、第１の高さ H_1 と第１の幅 W_1 より決まる値であり、第２の曲率半径 R_2 は、第２の高さ H_2 と第２の幅 W_2 より決まる値であり、概ね、 $0.25 \mu m$ 以上 $100 \mu m$ 以下である。この時、第１の光学素子は、幅、高さ、曲率半径を設定し、 80% 以上の面積占有率を有するようにするとよい。例えば、固体撮像装置において、第１の光学素子を 80% 未満の面積占有率にしてしまうと、集光できない光が 20% 以上発生するため、画像の周辺においてシェーディングが顕著に生じてしまうためである。

【００４３】

本実施形態の第１の光学素子は、例えば、フォトリソグラフィ技術を用いて形成することができる。この場合には、第１の光学素子の形状の設計データから求めた透過率を得られる面積階調マスクやグレートンマスクを用いた露光装置にて、フォトレジストを露光し、現像することで、所望の光学素子を得ることができる。

【００４４】

ここで、製造後の第１の光学素子について、図５を用いて説明する。図５は、図２（ｃ）の断面２４１に対応する断面５４１を示した断面模式図である。図５において、図２（ｃ）と同一の構成には同一の符号を付し、説明を省略する。光学素子１１１は、底面２００と接する部分において、底面２００に対して広がって延在する部分５０１を有する。この底面２００と接する部分の広がり、どの部分においても生じる可能性がある。ここで、第１の幅や第２の幅等を実測する場合には、第１の光学素子１１１の最も高い第３の高さ H_3 の 1% の高さとなる地点（ X 軸位置）での、底面２００に平行な断面５００をとり測定することが望ましい。また、隣接する光学素子と接する場合には、その接点で長さや幅を規定する。

【００４５】

（第２の実施形態）

本実施形態の第１の光学素子６１１は、第１の実施形態の第１の光学素子１１１の底面２００の形状を変形したものである。図６は図２（ａ）に対応する平面模式図であり、同一の構成については、符号や説明等を省略する。図６（ａ）及び図６（ｂ）は同一の光学素子６１１を示す平面模式図である。光学素子６１１は、底面６００を有している。底面６００は、図２（ａ）の光学素子１１１の底面２００が有していた辺２１１、２１５に相当する辺を有していない。

【００４６】

図６（ａ）に示すように、底面６００の外縁は、点６０１から第３の位置 P_3 を通り点６０２までを結び、曲線である辺６２１を有する。ここで、底面６００は、第３の位置 P_3 において第３の曲率半径 R_3 を有する。第３の曲率半径 R_3 は、第１の長さ L_1 の半分以上、すなわち $R_3 \geq (L_1 / 2)$ の関係を有する。このような曲率半径を有する形状によって、面積占有率を向上させることができる。また、図６（ｂ）に示すように、底面６００の外縁は、点６０３から第４の位置 P_4 を通り点６０４までを結び、曲線である、辺６２２を有する。ここで、底面６００は、第４の位置 P_4 において第４の曲率半径 R_4 を有する。第４の曲率半径 R_4 は、第１の長さ L_1 の半分以上、すなわち $R_4 \geq (L_1 / 2)$ の関係を有する。このような曲率半径を有する形状によって、 Y 軸方向に沿った幅が大きくなるため、面積占有率を向上させることができる。また、 Y 軸方向に沿った幅が大きくなるため、 Y 軸方向に沿った断面において、その曲率半径が大きくなるため、曲率半径が小さすぎることで、すなわち屈折角が大き過ぎることによる迷光の発生を低減することが

できる。

【 0 0 4 7 】

本実施形態では、2つの位置における底面の曲率半径が $L_1/2$ 以上である構成を示したが、いずれかの位置における底面の曲率半径が $L_1/2$ 以上であればよい。

【 0 0 4 8 】

(第3の実施形態)

本実施形態の第1の光学素子711は、第1の実施形態の第1の光学素子111の底面200の形状を変形したものである。図7は、図2(a)と対応する平面模式図であり、同一の構成については、符号や説明等を省略する。

【 0 0 4 9 】

図7において、光学素子711は底面700を有する。X軸方向において光学素子711の中心は第5の位置P5に位置する。しかし、底面700は、X軸方向における端部が位置P71と位置P72に存在する。図2(a)の辺211に対応する辺711が第3の位置P3ではなく位置P71に、図2(a)の辺215に対応する辺715が第4の位置P4ではなく位置P72にある。つまり、光学素子711は、X軸方向の長さが第1の長さ L_1 よりも短い。つまり、隣接する光学素子との間にはギャップを有している。この場合においても、光学素子に外接する第1領域121'に対する面積占有率は従来の光学素子に比べて高くすることができる。また、この隣接する光学素子との間のギャップの幅を調整することで、瞳補正を行うことや、隣接する光学素子との間の製造を容易にすることができる。なお、ギャップの幅は、X軸方向において、光学素子の長さに対して $L_1/2$ 以下、特に、 $L_1/4$ 以下であることが好ましい。

【 0 0 5 0 】

また、図7において、点701から点702を結ぶ曲線である辺721の接線731と、点703から点704を結ぶ曲線である辺722の接線732との交点は、位置P72よりも中心Oから遠い位置P70に存在する。高い面積占有率を有する光学素子は、このような接線の交点を有する。

【 0 0 5 1 】

本実施形態においては、光学素子711がX軸方向におけるギャップを有するような形状を示したが、Y軸方向にギャップを有する形状であってもよく、X軸方向とY軸方向の両方にギャップを有する形状であってもよい。

【 0 0 5 2 】

また、ここで光学素子と隣の光学素子との境界は、例えば、X軸方向における光学素子の長さの中心と、隣の光学素子の長さの中心との中間の位置とすることができる。Y軸方向についてもこれと同様であり、他の方向についても同様に規定することができる。光学素子の外縁は、例えば、X軸に沿った断面において、隣の光学素子の外縁との接点であり、X軸に沿った断面において光学素子の外縁の接線の傾きがゼロとなる点から求めることができる。X軸における光学素子の長さは、例えば、光学素子の外縁の傾きがゼロとなる2つの点のX軸における位置の距離を求めることによって得られる。また、光学素子と隣の光学素子とが接している場合にも同様に求めることができる。

【 0 0 5 3 】

(第4の実施形態)

本実施形態では、図1の第3の光学素子113と第4の光学素子114が、第1の光学素子111とは異なる形状である場合を説明する。ここで、第1の光学素子811は、図2(b)の第1の光学素子111と同一の構造である。図8(a)は、第1～第4の光学素子811～814の断面模式図であり、それぞれ、図2(b)の断面と対応する断面831～断面834を示している。断面831～834に示すように、第1～第4の光学素子814は、それぞれ異なる形状を有している。第1～第4の光学素子811～814において、それぞれは、等しい第3の高さ H_3 及び第1の長さ L_1 を有する。

【 0 0 5 4 】

ここで、第1～第4の光学素子811～814は、その頂点の位置が異なる。第1の光

10

20

30

40

50

光学素子 8 1 1 は第 6 の位置 P 6、第 2 の光学素子 8 1 2 は第 5 の位置 P 5、第 3 の光学素子は位置 P 8 3、第 4 の光学素子は位置 P 8 4 に、それぞれ頂点を有する。この時、X 軸方向における各光学素子の中心である第 5 の位置 P 5 から頂点の位置は、第 2 の光学素子 8 1 2 において距離 D 8 2 (不図示) にあり、第 1 の光学素子 8 1 1 において距離 D 8 1 (第 4 の距離) だけ離れてある。また、X 軸方向における各光学素子の中心である第 5 の位置 P 5 から頂点の位置は、第 3 の光学素子 8 1 3 において距離 D 8 3 (第 5 の距離) だけ離れてあり、第 4 の光学素子 8 1 4 において距離 D 8 4 だけ離れて位置する。ここで、距離 D 8 2 はゼロである。距離は、 $D 8 2 = 0 < D 8 1 < D 8 3 < D 8 4$ の関係を有する。つまり、アレイ領域の中心 O から離れた位置にある光学素子ほど、その頂点は、X 軸方向において、光学素子の中心から離れて設けられる。光学素子アレイによって、中心 O から外側に向かって、各光学素子の頂点の位置を変化させることで、アレイ領域における集光率のばらつき (アレイ領域周辺での集光量の低下) を抑制することができる。

10

【0055】

また、図 8 (b) に示すように、アレイ領域 1 2 0 は、複数の区分 8 2 1 ~ 8 2 6 のから構成されることが望ましい。複数の区分は、それぞれ帯形状を有しており、第 1 の光学素子 8 1 1 が設けられている第 1 の区分 8 2 1 と、第 1 の区分 8 2 1 よりもアレイ領域 1 2 0 の中心 O の近くに位置し、第 2 の光学素子 8 1 2 が設けられている第 2 の区分 8 2 2 を含む。ここで、第 1 の区分 8 2 1 には、第 1 の光学素子 8 1 1 が複数設けられており、第 2 の区分 8 2 2 には、第 2 の光学素子 8 1 2 が複数設けられている。更に、第 1 の区分 8 2 1 よりも中心 O から離れた第 3 の区分 8 2 3、第 4 の区分 8 2 4 を有していてもよい。第 3 の区分 8 2 3 には、第 3 の光学素子 8 1 3 が複数設けられており、第 4 の区分 8 2 4 には、第 4 の光学素子 8 1 4 が複数設けられている。各区分には互いに等しい形状の光学素子がそれぞれ設けられており、全ての光学素子の形状を変える場合に比べて、設計が容易となる。

20

【0056】

ここで、複数の区分の設け方について、光学素子アレイを固体撮像装置に適用する場合を例に、説明する。一般に、区分の数は少ない方が、光学素子アレイの設計が容易になる。しかし、区分の数が少ない場合には、隣接する区分に設けられた光学素子の形状差が大きくなってしまう。この形状差は、例えば、区分の境界での集光率に差が生じ、固体撮像装置の画素において感度の差として現れ、画像に輝度の差を生じさせてしまう。輝度の差を低減するために、隣接する区分に設けられた光学素子の形状差を小さくする必要がある。この形状差としては、隣接する光学素子に対する体積を 95% 以上 105% 以下であることが好ましい。よって、体積の違いが $\pm 5\%$ 以下になるように、区分の数を調整することが望ましい。

30

【0057】

なお、区分の形状は任意であり、本実施形態のように、各区分で X 軸方向の長さを異ならせてもよい。具体的には、X 軸方向にみて、第 1 の区分 8 2 1 の長さは、第 2 の区分 8 2 2 の長さよりも短く、第 3 区分 8 2 3 の長さよりも長い。また、第 3 区分 8 2 3 の長さは第 4 の区分 8 2 4 の長さよりも長い。しかし、各区分を互いに等しい長さにしてもよい。ここでの長さとは、X 軸方向に沿った、第 1 の区分 8 2 1 の、第 1 の区分 8 2 1 と第 2 の区分 8 2 2 との境界から第 1 の区分 8 2 1 と第 3 の区分 8 2 3 との境界までの長さである。

40

【0058】

更に、例えば、図 9 (a) に示すような、アレイ領域 1 2 0 を格子状に分けてもよく、各区分 9 0 1 の大きさを適宜変更してもよい。図 9 (a) の場合には、中心 O に近いほど、区分 9 0 1 の面積が大きくなるようにしている。このような形状によって、集光率のばらつきを低減することができる。

【0059】

また、図 9 (b) に示すような、中心 O を中心とする同心円形状に区分を設けてもよく、更に、中心 O から放射状に分けた区分 9 0 2 を有する分け方でもよい。また、図 9 (c

50

）に示すような、中心Oを中心とする多角形状に区分を設けてもよく、更に、中心Oから放射状に分けた区分903を有する分け方でもよい。

【0060】

図9(a)～図9(c)に示した場合にも、区分の長さとは、ある方向に沿った、その区分の、その区分と隣接する区分との境界から、その区分と他の隣接する区分との境界までの長さである。

【0061】

(第5の実施形態)

本実施形態は、第4の実施形態の区分の境界に関するものである。図10は、複数の区分の境界を拡大した平面模式図である。

10

【0062】

図10(a)～図10(d)は、2つの区分の境界を示したものである。図10(a)は、区分1001と区分1002との境界を示し、その境界は直線である線1031である。一方、図10(b)は、区分1003と区分1004との境界を示し、その境界はジグザグ線である線1032である。このような構成にすることで、異なる形状を有する光学素子が隣接する部分における集光効率の差による画像の段差を、図10(a)に比べて低減することができる。

【0063】

また、図10(c)は、区分1005と区分1006との境界を示し、境界は不規則なジグザグ線である線1033を有する。このような規則性を有さない形状にすることで、異なる形状を有する光学素子が隣接する部分における集光率の差による画像の段差を、図10(b)に比べて低減することができる。

20

【0064】

そして、図10(d)は、区分1007と区分1008との境界を示し、境界は直線である線1034である。しかし、各区分1007、1008は、線1034を含む緩衝領域1020を有している。緩衝領域1020では、互いの区分の光学素子を一部入れ替えている。例えば、区分1007に、区分1008の光学素子1041を設け、区分1008に、区分1007の光学素子1042を設けている。このように、境界において、いくつかの光学素子を入れ替えることで、異なる形状を有する光学素子が隣接する部分における集光率の差による画像の段差を低減することができる。

30

【0065】

ここで、図10(e)は、図9(b)の境界領域910の拡大図を示している。4つの区分1009～1012の境界領域910において、境界は、ジグザグ線である線1035～1038である。また、4つの区分1009～1012が接する点においては、図10(e)のように、2つの区分1010、1012が2つの区分1009、1011の間に位置するように設けてもよい。

【0066】

(第6の実施形態)

本実施形態の光学素子アレイについて、図11を用いて説明する。本実施形態は、第4の実施形態とは複数の光学素子の形状の異ならせ方が異なる。図11は、第1の光学素子1111、第3の光学素子1113、第4の光学素子1114の平面模式図である。第2の光学素子については、第4の実施形態と同様であるので図示や説明を省略する。

40

【0067】

第1の光学素子1111は、底面1131を有し、重心G1を有する。第3の光学素子1113は、底面1133を有し、重心G3を有する。第4の光学素子1114は、底面1134を有し、重心G4を有する。重心G1は位置P111にあり、重心G3は位置P113にあり、重心G4は位置P114にある。これらの位置と各光学素子の中心である第5の位置P5との距離は、距離D1151～距離D1154であり、 $D1151 < D1153 < D1154$ となっている。このような構造の光学素子を有する光学素子アレイによって、アレイ領域における集光率のばらつきを低減することができる。

50

【0068】

(第7の実施形態)

本実施形態では、上述した光学素子アレイを固体撮像装置に適用した場合について説明する。本実施形態において、固体撮像装置はCMOSセンサである。

【0069】

固体撮像装置1200は、半導体部1280と、半導体部1280の上に設けられた光学素子アレイ1270を有する。光学素子アレイ1270は、複数の光学素子を有する。図12では、第1の光学素子1211、第3の光学素子1213、第4の光学素子1214を示している。第2の光学素子は、他の実施形態と同様であるので図示や説明を省略する。

10

【0070】

半導体部1280は、複数の光学素子と1対1で対応して配された複数の画素を有する。図12では、第1の光学素子1211に対応した第1の画素1291、第3の光学素子1213に対応した第3の画素1293、第4の光学素子1214に対応した第4の画素1294を示している。ここで、各光学素子と、各画素の長さは等しい第1の長さL1を有している。つまり、複数の光学素子の間隔と複数の画素の間隔は等しい。

【0071】

半導体部1280において、各画素は、半導体基板1281に設けられた光電変換素子を有する。光電変換素子は、例えば、P型の半導体領域に設けられた電荷蓄積が可能なN型の半導体領域1282を有する。半導体基板1281の上には、複数の配線層1284と、各配線層の間に設けられた絶縁体からなる層間絶縁膜1283が設けられている。層間絶縁膜1283の上には、保護膜1285と、平坦化膜1286が設けられている。例えば、半導体基板1281はシリコンであり、層間絶縁膜1283は酸化シリコンからなり、複数の配線層1284は銅を主成分とする導電体からなる。保護膜1285は、例えば、窒化シリコンからなり、平坦化膜1286は、例えば、有機材料からなる。なお、半導体基板1281や各配線層の間には、トランジスタなどの回路や、素子分離、プラグ等が設けられているが、図12においては省略している。

20

【0072】

ここで、本実施形態の光学素子アレイは、各画素の中心の位置に対して各光学素子の中心第5の位置P5位置がずれている。各画素の中心の位置は、半導体領域1282の表面に示された位置P12である。例えば、第1の光学素子1211は、第1の画素1291と距離D1201だけ、中心O側にずれている。第3の光学素子1213は、第3の画素1293と距離D1203だけ、中心O側にずれている。第4の光学素子1214は、第4の画素1294と距離D1204だけ、中心O側にずれている。このように、中心Oから離れた位置の光学素子を、中心Oの方向にずらすことによって、固体撮像装置に適用した場合に生じ得る集光率のばらつき(シェーディング)を低減することができる。

30

【0073】

また、各光学素子の画素に対するずらし量である距離D1201、D1203、D1204は、 $D1201 < D1203 < D1204$ の関係を有する。このように、中心Oから離れた位置に存在する光学素子の画素に対するずらし量を大きくすることで、よりシェーディングを低減することが可能となる。

40

【0074】

複数の光学素子の中心と複数の画素の中心との位置関係をずらす場合には、複数の光学素子の間隔と、複数の画素の間隔を異ならせてもよい。光学素子の中心とは、例えば、X軸方向に沿った光学素子の長さの中心であり、Y軸方向に沿った光学素子の幅の中心である。画素の中心とは、例えば、繰り返し単位が設けられる領域のX軸方向に沿った中心であり、Y軸方向に沿った中心である。例えば、X軸方向において、複数の光学素子の大きさと、画素の大きさを変える。また、例えば、X軸方向において、各光学素子同士の大きさを異ならせてもよい。このように、アレイ領域における集光率のばらつきを低減するために、光学素子の大きさや位置は、任意に設定することができる。

50

【 0 0 7 5 】

本実施形態において、固体撮像装置をＣＭＯＳセンサとしたが、ＣＣＤセンサであってもよく、また、カラーフィルタがある形態や、導波路を有する形態や、裏面照射型のセンサであってもよい。

【 0 0 7 6 】

また、本実施形態の固体撮像装置は、カメラ等に代表される撮像システムに含まれる。撮像システム概念には、撮影を主目的とする装置のみならず、撮影機能を補助的に備える装置（例えば、パーソナルコンピュータ、携帯端末）も含まれる。撮像システムは、上記の実施形態として例示された本発明に係る固体撮像装置と、この固体撮像装置から出力される信号を処理する信号処理部を含む。この信号処理部は、例えば、Ａ／Ｄ変換器、及び、このＡ／Ｄ変換器から出力されるデジタルデータを処理するプロセッサを含むことができる。

10

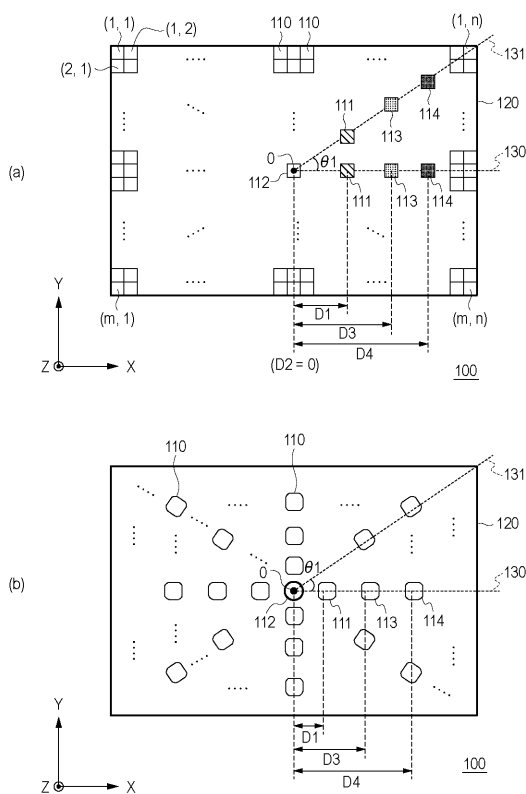
【符号の説明】

【 0 0 7 7 】

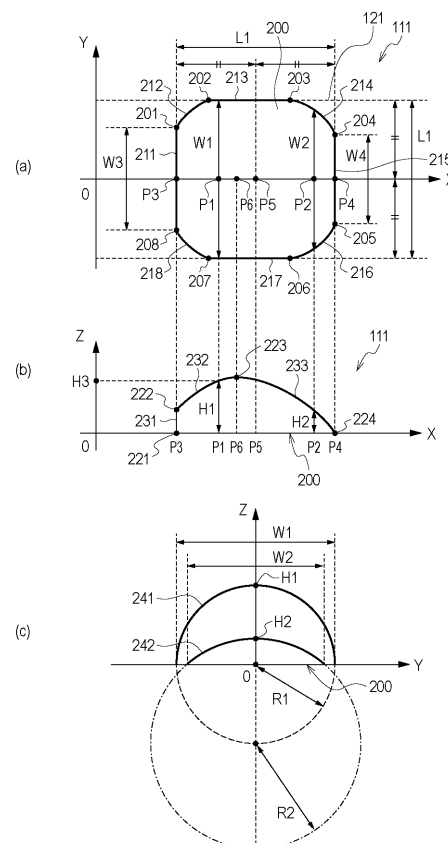
- 1 0 0 底面
- 1 1 1 光学素子
- P 1 第 1 の位置
- P 2 第 2 の位置
- W 1 第 1 の幅
- W 2 第 2 の幅
- H 1 第 1 の高さ
- H 2 第 2 の高さ
- R 1 第 1 の曲率半径
- R 2 第 2 の曲率半径

20

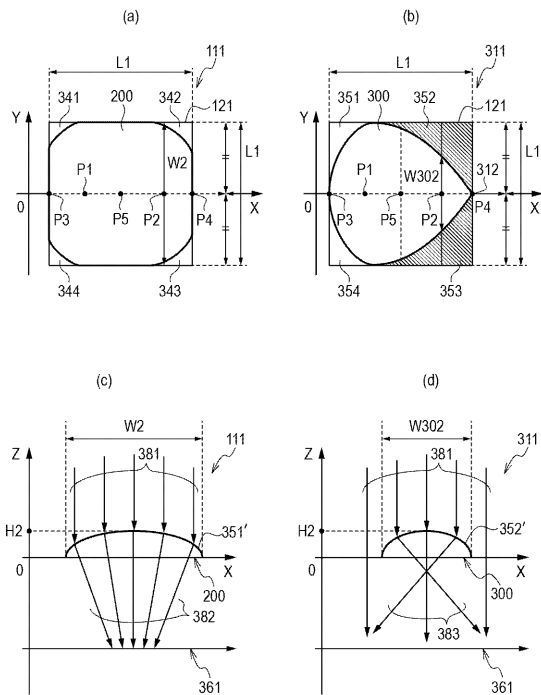
【 図 1 】



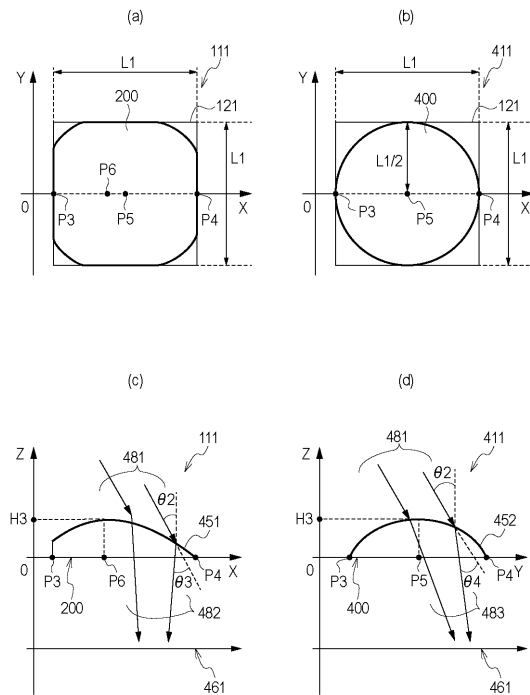
【 図 2 】



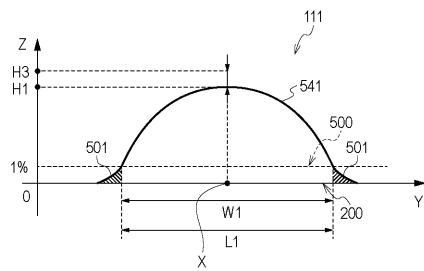
【図 3】



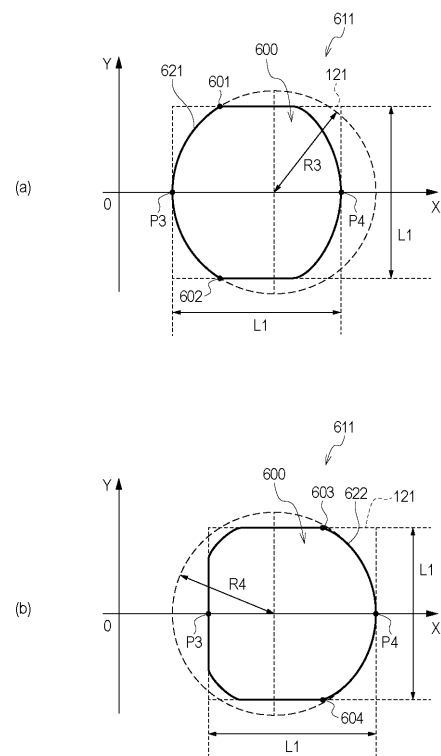
【図 4】



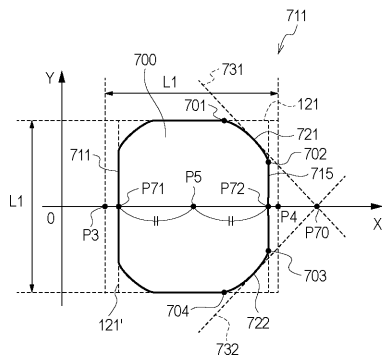
【図 5】



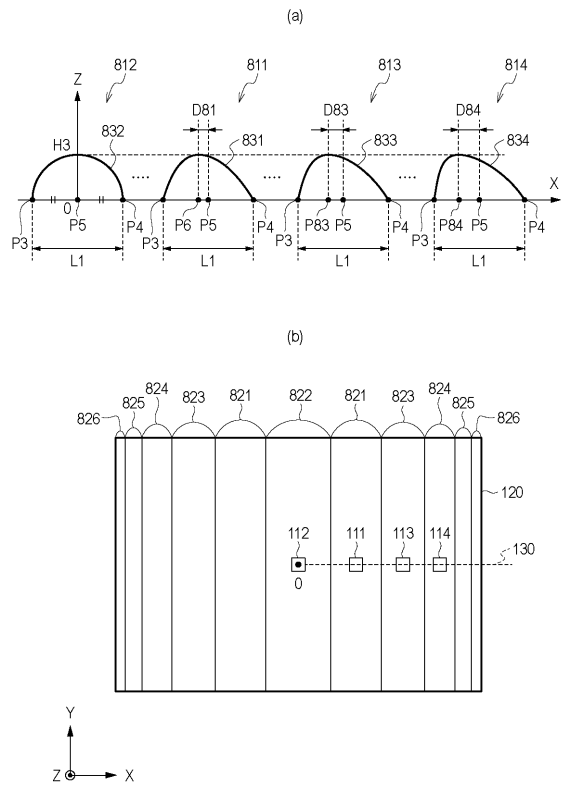
【図 6】



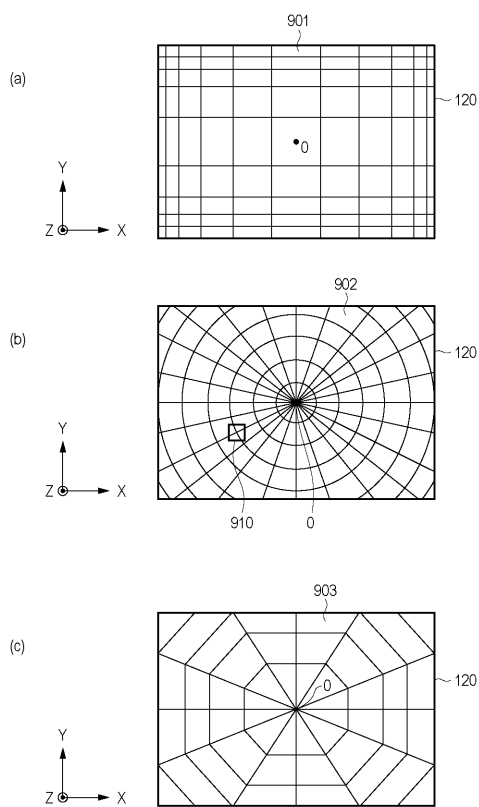
【図 7】



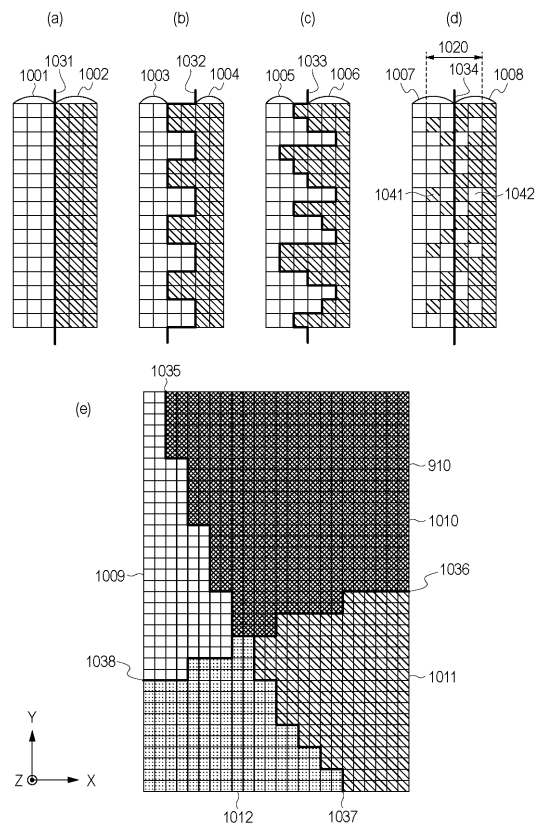
【図 8】



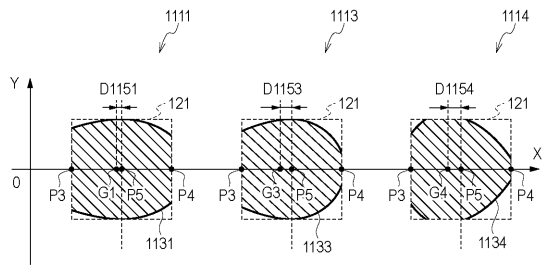
【図 9】



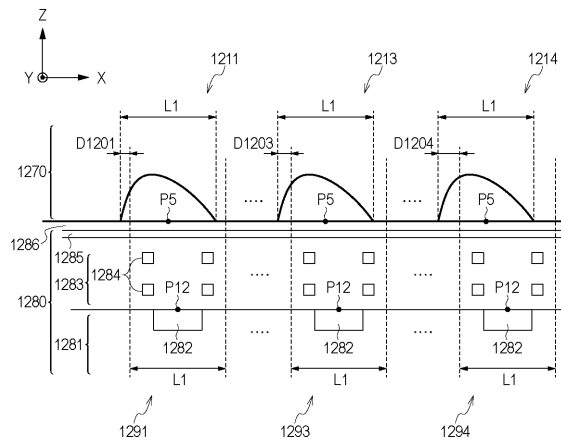
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



1200

フロントページの続き

(72)発明者 和田 全平
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

審査官 鈴木 肇

(56)参考文献 特開2006-049721(JP,A)
特開2004-296590(JP,A)
特開2006-156515(JP,A)
特開2009-276717(JP,A)
特開2002-120230(JP,A)
特開2009-232392(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0174945(US,A1)
特開2006-215547(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	5/30	-	5/378
H01L	21/339		
H01L	27/14	-	27/148
H01L	29/762		
G02B	1/00	-	1/08
G02B	3/00	-	3/14