

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6292814号
(P6292814)

(45) 発行日 平成30年3月14日(2018.3.14)

(24) 登録日 平成30年2月23日(2018.2.23)

(51) Int. Cl.		F I			
GO2B	3/00	(2006.01)	GO2B	3/00	A
GO2B	3/02	(2006.01)	GO2B	3/02	
HO1L	27/146	(2006.01)	HO1L	27/146	D
HO4N	5/369	(2011.01)	HO4N	5/369	

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-212298 (P2013-212298)	(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
(22) 出願日	平成25年10月9日(2013.10.9)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2015-75663 (P2015-75663A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成27年4月20日(2015.4.20)	(72) 発明者	五十嵐 一也 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
審査請求日	平成28年8月12日(2016.8.12)	(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子アレイ、光電変換装置、及び撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

同一平面上に位置する、少なくとも第1の光学素子と第2の光学素子と第3の光学素子と第4の光学素子と第5の光学素子と第6の光学素子を含む複数の光学素子を備えた光学素子アレイであって、

前記第2の光学素子は、前記アレイ領域の中心から前記第1の光学素子よりも離れて設けられ、

前記第3の光学素子は、前記アレイ領域の中心から前記第2の光学素子よりも離れて設けられ、

前記第4の光学素子は、前記第1の光学素子に隣接して設けられ、

前記第5の光学素子は、前記第2の光学素子に隣接して設けられ、

前記第6の光学素子は、前記第3の光学素子に隣接して設けられ、

前記第1の光学素子の前記平面への正射影は、第1の端部と、前記第1の端部よりも前記第2の光学素子の近くに位置し、前記第1の端部と前記アレイ領域の中心とを通る直線上に位置する第2の端部とを有し、

前記第1の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第1の位置に位置し、

前記第2の光学素子の前記平面への正射影は、前記直線上に位置する第3の端部と、前記直線上に位置し、前記第3の端部よりも前記アレイ領域の中心から離れた第4の端部とを有し、

前記第 2 の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第 2 の位置に位置し、

前記第 3 の光学素子の前記平面への正射影は、前記直線上に位置する第 5 の端部と、前記直線上に位置し、前記第 5 の端部よりも前記アレイ領域の中心から離れた第 6 の端部とを有し、

前記第 3 の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第 3 の位置に位置し、

前記第 4 の光学素子の前記平面への正射影は、前記直線上に位置する第 7 の端部と、前記直線上に位置し、前記第 7 の端部よりも前記アレイ領域の中心から離れた第 8 の端部とを有し、

前記第 4 の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第 4 の位置に位置し、

前記第 5 の光学素子の前記平面への正射影は、前記直線上に位置する第 9 の端部と、前記直線上に位置し、前記第 9 の端部よりも前記アレイ領域の中心から離れた第 10 の端部とを有し、

前記第 5 の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第 5 の位置に位置し、

前記第 6 の光学素子の前記平面への正射影は、前記直線上に位置する第 11 の端部と、前記直線上に位置し、前記第 11 の端部よりも前記アレイ領域の中心から離れた第 12 の端部とを有し、

前記第 6 の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第 6 の位置に位置し、

前記第 3 の端部と前記第 2 の位置との間隔は、前記第 1 の端部と前記第 1 の位置との間隔より短く、

前記第 5 の端部と前記第 3 の位置との間隔は、前記第 3 の端部と前記第 2 の位置との間隔よりも短く、

前記第 9 の端部と前記第 5 の位置との間隔は、前記第 1 の端部と前記第 1 の位置との間隔より短く、

前記第 11 の端部と前記第 6 の位置との間隔は、前記第 3 の端部と前記第 2 の位置との間隔より短く、

前記平面に垂直で、且つ前記直線を含む前記第 1 の光学素子の断面において、前記第 1 の光学素子は、前記第 1 の光学素子の前記頂点から前記第 2 の端部まで延在する第 1 の外縁を備え、

前記平面に垂直で、且つ前記直線を含む前記第 2 の光学素子の断面において、前記第 2 の光学素子は、前記第 2 の光学素子の前記頂点から前記第 4 の端部まで延在する第 2 の外縁を備え、

前記平面に垂直で、且つ前記直線を含む前記第 3 の光学素子の断面において、前記第 3 の光学素子は、前記第 3 の光学素子の頂点から前記第 6 の端部まで延在する第 3 の外縁を備え、

前記第 2 の外縁の曲率半径、または前記第 2 の外縁の曲率半径の中央値が、前記第 1 の外縁の曲率半径、または前記第 1 の外縁の曲率半径の中央値の 80% 以上 120% 以下であり、かつ、前記第 3 の外縁の曲率半径、または前記第 3 の外縁の曲率半径の中央値の 80% 以上 120% 以下であり、

前記第 2 の光学素子と前記第 5 の光学素子との間の間隔は、前記第 1 の光学素子と前記第 4 の光学素子との間の間隔よりも長く、

前記第 3 の光学素子と前記第 6 の光学素子との間の間隔は、前記第 2 の光学素子と前記第 5 の光学素子との間の間隔よりも長いことを特徴とする光学素子アレイ。

【請求項 2】

前記第 3 の端部と前記第 4 の端部との間の間隔は、前記第 1 の端部と前記第 2 の端部との間の間隔よりも短いことを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子アレイ。

10

20

30

40

50

【請求項 3】

前記第 2 の光学素子は、前記断面を基準に対称の形状を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学素子アレイ。

【請求項 4】

前記第 5 の端部と前記第 6 の端部との間の間隔は、前記第 3 の端部と前記第 4 の端部との間の間隔よりも短いことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイ。

【請求項 5】

前記光学素子アレイは、複数の前記第 1 の光学素子が配された第 1 領域と、複数の前記第 2 の光学素子が配された第 2 領域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。

10

【請求項 6】

前記第 2 の光学素子の前記平面への正射影は、前記第 2 の光学素子内の前記直線上に位置する第 7 の位置にて、前記平面上に位置し、且つ前記直線に垂直な別の直線に沿った第 1 の幅と、前記第 2 の光学素子内の前記直線上に位置し、前記第 7 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 8 の位置にて、前記別の直線に沿った前記第 1 の幅よりも狭い第 2 の幅を有し、

前記平面に垂直で、且つ前記第 1 の幅を含む前記第 2 の光学素子の第 1 の断面において、前記第 2 の光学素子は、第 1 の曲率半径と、最も高い第 1 の高さを備え、

前記平面に垂直で、且つ前記第 2 の幅を含む前記第 2 の光学素子の第 2 の断面において、前記第 2 の光学素子は、第 2 の曲率半径と、最も高い第 2 の高さを備え、

20

前記第 2 の曲率半径は、前記第 1 の曲率半径よりも大きく、前記第 2 の高さは前記第 1 の高さよりも低い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 2 の光学素子の前記平面への正射影は、前記第 2 の光学素子内の前記直線上に位置する第 7 の位置にて、前記平面上に位置し、且つ前記直線に垂直な別の直線に沿った第 1 の幅と、前記第 2 の光学素子内の前記直線上に位置し、前記第 7 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 8 の位置にて、前記別の直線に沿った前記第 1 の幅よりも狭い第 2 の幅を有し、

30

前記平面に垂直で、且つ前記第 1 の幅を含む前記第 2 の光学素子の第 1 の断面において、前記第 2 の光学素子は、最も高い第 1 の高さを備え、

前記平面に垂直で、且つ前記第 2 の幅を含む前記第 2 の光学素子の第 2 の断面において、前記第 2 の光学素子は、最も高い第 2 の高さを備え、

前記第 2 の高さは前記第 1 の高さよりも低く、前記第 8 の位置は前記第 2 の光学素子の前記平面への正射影の外縁に位置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 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光学素子アレイと、

前記第 1 の光学素子に対応して設けられた第 1 の光電変換素子と、前記第 2 の光学素子に対応して設けられた第 2 の光電変換素子を含む半導体基板と、を有する光電変換装置。

40

【請求項 9】

前記第 1 の光電変換素子は第 1 の画素を構成し、前記第 2 の光電変換素子は第 2 の画素を構成し、

前記第 1 の画素と前記第 2 の画素の前記平面への正射影は、それぞれ中心を有する矩形領域を有し、

前記第 1 の光学素子と前記第 2 の光学素子の前記平面への正射影は、それぞれ中心を有し、

前記第 1 の画素と前記第 2 の画素と前記第 1 の光学素子と前記第 2 の光学素子の前記平面への正射影において、前記第 2 の光学素子の中心と前記第 2 の画素の前記矩形領域の中

50

心は、前記直線に沿って位置し、前記第2の光学素子の中心は、前記第2の画素の前記矩形領域の中心から、前記アレイ領域の中心に向かって、第1の長さだけ離れて位置することを特徴とする請求項8に記載の光電変換装置。

【請求項10】

請求項8または9に記載の光電変換装置と、
前記光電変換装置からの信号を処理する信号処理部を有する撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学素子アレイ、それを用いた光電変換装置、及び撮像システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

光電変換装置には、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よく集光させるために、光電変換装置の外側方向（周辺）にあるマイクロレンズの凸面における最大曲率を、光電変換装置の中心にあるマイクロレンズの凸面における最大曲率を大きくすることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-049721号公報

20

【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は、凸面の最大曲率についての検討がなされているものの、マイクロレンズ端部の曲率については検討がなされていない。また、マイクロレンズ端部の曲率とマイクロレンズアレイにおけるマイクロレンズの位置の関係についても検討がなされていない。

【0005】

光学素子端部の曲率が、光学素子アレイのアレイ領域における光学素子の位置によって変わってしまうと、アレイ領域の周辺において、光学素子の集光性能が低下してしまう可能性がある。アレイ領域の周辺における光学素子の集光性能の低下は、光電変換装置においては、画像のシェーディングとなる可能性がある。

30

【0006】

そこで、本発明では、アレイ領域の周辺における光学素子の集光性能の低下を抑制することが可能な光学素子アレイ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】

【0007】

本発明の光学素子アレイは、同一平面上に位置する、少なくとも第1の光学素子と第2の光学素子とを含む複数の光学素子を備えた光学素子アレイであって、前記第1の光学素子は、前記同一平面の領域であって、前記複数の光学素子が位置する領域であるアレイ領域の中心に位置し、前記第2の光学素子は、前記アレイ領域の中心から前記第1の光学素子よりも離れて設けられ、前記第1の光学素子の前記平面への正射影は、第1の端部と、前記第1の端部よりも前記第2の光学素子の近くに位置し、前記第1の端部と前記アレイ領域の中心とを通る直線上に位置する第2の端部とを有し、前記第1の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記第1の端部と前記第2の端部から等しい間隔で、且つ前記直線上の第1の位置に位置し、前記第2の光学素子の前記平面への正射影は、前記直線上に位置する第3の端部と、前記直線上に位置し、前記第3の端部よりも前記アレイ領域の中心から離れた第4の端部とを有し、前記第2の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第2の位置に位置しており、前記第3の端部と前記第2の位置との間隔は、前記第1の端部と前記第1の位置との間隔より短く、前記平面に垂直で、且つ前記直線を

40

50

含む前記第 1 の光学素子の断面において、前記第 1 の光学素子は、前記第 1 の光学素子の前記頂点から前記第 2 の端部まで延在する第 1 の外縁を備え、前記平面に垂直で、且つ前記直線を含む前記第 2 の光学素子の断面において、前記第 2 の光学素子は、前記第 2 の光学素子の前記頂点から前記第 4 の端部まで延在する第 2 の外縁を備え、前記第 2 の外縁の曲率半径、または前記第 2 の外縁の曲率半径の中央値が、前記第 1 の外縁の曲率半径、または前記第 1 の外縁の曲率半径の中央値の 80%以上 120%以下である。

【0008】

また、本発明の光学素子アレイは、同一平面上に位置する、少なくとも第 1 の光学素子と第 2 の光学素子とを含む複数の光学素子を備えた光学素子アレイであって、前記第 2 の光学素子は、前記同一平面の領域であって、前記複数の光学素子が位置する領域であるアレイ領域の中心から、前記第 1 の光学素子よりも離れて設けられ、前記第 1 の光学素子の前記平面への正射影は、第 1 の端部と、前記第 1 の端部よりも前記アレイ領域の中心から離れて位置し、前記第 1 の端部と前記アレイ領域の中心とを通る直線上に位置する第 2 の端部とを有し、前記第 1 の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第 1 の位置に位置し、前記第 2 の光学素子の前記平面への正射影は、前記直線上に位置する第 3 の端部と、前記直線上に位置し、前記第 3 の端部よりも前記アレイ領域の中心から離れた第 4 の端部とを有し、前記第 2 の光学素子の頂点の前記平面への正射影は、前記直線上の第 2 の位置に位置し、前記第 3 の端部と前記第 2 の位置との間隔は、前記第 1 の端部と前記第 1 の位置との間隔よりも短く、前記平面に垂直で、且つ前記直線を含む前記第 1 の光学素子の断面において、前記第 1 の光学素子は、前記第 1 の光学素子の前記頂点から前記第 2 の端部まで延在する第 1 の外縁を備え、前記平面に垂直で、且つ前記直線を含む前記第 2 の光学素子の断面において、前記第 2 の光学素子は、前記第 2 の光学素子の前記頂点から前記第 4 の端部まで延在する第 2 の外縁を備え、前記第 2 の外縁の曲率半径または前記第 2 の外縁の曲率半径の中央値が、前記第 1 の外縁の曲率半径または前記第 1 の外縁の曲率半径の中央値の 80%以上 120%以下である。

【発明の効果】

【0009】

本発明によって、アレイ領域の周辺における光学素子の集光性能の低下を抑制した光学素子アレイを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】第 1 の実施形態を説明するための平面模式図である。

【図 2】第 1 の実施形態を説明するための断面模式図である。

【図 3】第 1 の実施形態を説明するための断面模式図である。

【図 4】第 2 の実施形態を説明するための断面模式図である。

【図 5】第 2 の実施形態を説明するための平面模式図である。

【図 6】第 2 の実施形態を説明するためのグラフである。

【図 7】第 3 の実施形態を説明するための断面模式図である。

【図 8】第 4 の実施形態を説明するための断面模式図と平面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本開示の光学素子アレイの構成について、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。そして、本開示の光学素子アレイは、光電変換装置や表示装置、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。

【0012】

以下の説明において、ある中心 O を通る X 軸方向（第 1 の方向）と Y 軸方向（第 2 の方向）と Z 軸方向（第 3 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 θ だけ傾いた方向 131 を第 1 の方向とし、方向 131 に垂直な方向を第 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

10

20

30

40

50

)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、それに垂直な方向を第2の方向としてもよい。但し、以下の説明において、第1の方向と第2の方向を含む面に沿って、光学素子アレイが設けられているものとする。

【0013】

(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及び図2を用いて説明を行う。図1は、光学素子アレイ100を示す平面模式図である。平面模式図は、各素子をX軸と、X軸に垂直なY軸を含む平面に投影した投影像(正射影像)を示している。

【0014】

光学素子アレイ100は、同一平面上に複数の光学素子110を有する。アレイ領域120は、複数の光学素子110が配列した領域である。アレイ領域120の正射影は中心(以下、中心O)を有する。アレイ領域120の中心Oは、光学的に機能する複数の光学素子110が、少なくとも1つの方向に沿って配列した領域の中心である。ここで、光学的に機能しない光学素子とは、例えば、光電変換装置のオプティカルブラック領域や周辺回路領域などを含む遮光領域に対応して設けられる光学素子とする。複数の光学素子110は、複数の光学素子110の正射影像において、1つの方向を示す直線上にそれぞれの中心が位置するように、配置されている。

【0015】

本実施形態では、複数の光学素子110は、X軸と、X軸に垂直なY軸を含む面に配されている。具体的には、複数の光学素子110は、X軸に沿った方向(以下、X軸方向)に沿ってn列(nは自然数)、Y軸に沿った方向(以下、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。つまり、1つの方向をX軸方向(直線)としている。図1では、各光学素子110の座標を(m, n)と示している。以下、説明のために、光学素子111(第1の光学素子)と光学素子112(第2の光学素子)に注目して説明を行う。なお、図1に示すように、本実施形態において光学素子111はアレイ領域120の中心Oに位置し、光学素子112は光学素子111からX軸方向に沿って長さ141だけ離れて位置している。また、ここで、複数の光学素子110の底面が前述の面に含まれているとする。

【0016】

図2は、光学素子111と光学素子112の、X軸方向と、Z軸に沿った方向(以下、Z軸方向)を含む面における断面模式図である。ここで、Z軸は、X軸とY軸の両者に対して垂直である。また、以下の説明において、光学素子のX軸方向に沿った長さを長さとし、光学素子のY軸方向に沿った長さを幅とし、光学素子のZ軸方向に沿った長さを高さとする。光学素子111と光学素子112の形状について、詳細に説明する。

【0017】

光学素子111は、半球状の形状を有し、X軸方向とZ軸方向を含む面においてZ軸の位置に頂点を有し、Z軸に線対称の形状を有している。図2(a)において、断面211において、光学素子111は、第1の方向に沿って位置する第1の端部201と第2の端部202を含む。ここで、端部は、点であっても線であってもよい。しかし、以下の説明において、端部は、第1の方向(直線)における点となる。断面211に示すように、光学素子111はZ=0の位置に、X軸に沿った底面243を有する。光学素子111の第1の端部201は中心OからX軸方向の反対の方向に離れて位置し、光学素子111の第2の端部202は中心OからX軸方向に離れて位置する。X軸方向における、第1の端部201と第2の端部202との間の長さは、長さ220である。第1の端部201と第2の端部202との長さは、光学素子111のX軸方向に平行な長さの中で最も長いことが好ましい。ここで、2つの位置の長さは、間隔や距離とも言える。

【0018】

図2(a)に示すように、光学素子111は、正射影像においてX軸方向の第1の位置207に位置する、第1の頂点205を有する。光学素子111は、頂点205を通る底面243の法線を基準に、回転対称の形状を有する。ここで、頂点とは、光学素子の最も

10

20

30

40

50

高さが高い部分である。光学素子は、上面が平らであってもよく、その場合には平らな面の任意の点の高さを頂点の高さとみなす。以下の説明においても、頂点は同様の意味を有するものとする。第1の頂点205は、Z軸方向に沿って、底面243から長さ230の位置に存在する。つまり、光学素子111の高さは、長さ230である。また、正射影像において、第1の位置207と第1の端部201との間の長さ、第1の位置207と第2の端部202との間の長さは、等しい長さにある。光学素子111が長さ220の矩形領域である単位セルに設けられているとみなす場合には、第1の頂点205は単位セルの中心C1に位置すると言える。なお、本実施形態において、第1の位置207は、図1のアレイ領域120の中心Oに位置するものとしている。

【0019】

光学素子112は、非球面形状を有する。光学素子112は、断面212を基準にした場合には対称（線対称）である。しかし、光学素子112は、第2の頂点206を通る底面244に対する法線を基準にした回転対称にはならない形状を有している。光学素子112の形状として、例えば、後に説明する図8のような平面形状や、ティアドロップ型と称される形状がある。

【0020】

図2(a)において、断面212は、光学素子112の第3の端部203と第4の端部204を含む。断面212に示すように、光学素子112はX軸に沿ってZ=0の位置に、底面244を有する。光学素子112の第3の端部203は中心O側（中心側）に位置し、光学素子112の第4の端部204は中心Oと反対側に位置する。X軸方向における、第3の端部203と第4の端部204の間の長さは、長さ221である。第3の端部203と第4の端部204の間の長さは、光学素子112のX軸方向に平行な長さの中で最も長いことが好ましい。

【0021】

図2(a)に示すように、光学素子112は、X軸方向の第2の位置208にある第2の頂点206を有する。第2の頂点206は、Z軸方向に沿って、底面244から長さ230の位置に存在する。つまり、光学素子112の高さは、光学素子111の高さと等しい長さ230である。また、正射影像において、第2の位置208と第3の端部203との間の長さは、第2の位置208と第4の端部204との間の長さよりも短い。光学素子112が長さ220の矩形領域である単位セルに設けられているとみなす場合には、第2の頂点206は単位セルの中心C2から長さ223だけ中心O側に近くに位置すると言える。

【0022】

ここで、光学素子111と光学素子112を比較すると、X軸方向において、第1の端部201と第1の位置207の間の長さは、第3の端部203と第2の位置208の間の長さよりも長い。つまり、第2の頂点206の光学素子112の中心に対する位置関係は、第1の頂点205の光学素子111の中心との位置関係に比べて、光学素子112の中心から、中心O側へシフトしている。また、第3の端部203と第4の端部204の間の長さである長さ221は、第1の端部201と第2の端部202の間の長さである長さ220よりも長さ222だけ短い。

【0023】

そして、光学素子111と光学素子112は、以下の複数の外縁を有する。光学素子111は、第1の頂点205から第2の端部202まで延在する外縁241（第1の外縁）を有する。同様に、光学素子112は、第2の頂点206から第4の端部204まで延在する外縁242（第2の外縁）を有する。外縁242の曲率半径は、外縁241の曲率半径と等しい。このような形状を有することで、光学素子の頂点がシフトした場合において、X軸方向に沿って中心Oから離れた位置においても、光学素子の集光性能の低下を低減することが可能となる。また、外縁241、及び又は外縁242の各部分での曲率半径が異なる場合には、外縁241の曲率半径の中央値、及び又は外縁242の曲率半径の中央値を求めればよい。なお、これら曲率半径、及び曲率半径の中央値は80%以上120%

10

20

30

40

50

以下の範囲であれば本実施形態の効果を得ることができる。つまり、これらの曲率半径、及び曲率半径の中央値は、 $\pm 20\%$ の差までは効果を得ることができる。ここで、中央値とはメジアンである。

【0024】

次に、図2(b)にて本実施形態の光学素子アレイを光電変換装置に適用した場合を説明する。図2(b)は図2(a)と対応した光学素子アレイを有する光電変換装置の一部の断面模式図である。複数の光電変換素子251が設けられている半導体基板250の上に、複数の配線層と複数の絶縁層を有する多層配線構造252と、複数のカラーフィルタを含むカラーフィルタ層253と、平坦化層254が設けられている。そして、平坦化層254の上に、光学素子アレイ100が設けられている。ここで、半導体基板とは、例えばN型の半導体基板であり、エピタキシャル層や、ウエルとなるP型の半導体領域を含んでいる。光電変換素子は、例えば、フォトダイオードである。図2(b)では、光電変換素子を構成するN型の半導体領域を示している。ここで、画素は、矩形領域であり、単位セルとも言える。画素は少なくとも1つの光電変換素子を含む。本実施形態では、光学素子アレイ100の複数の光学素子のそれぞれに対応して1つの画素が設けられている。つまり、光電変換装置の画素が複数配置された撮像領域に対応して、光学素子アレイ100が設けられている。ここで、撮像領域とは画像信号を得るための画素が配列した領域であり、撮像領域の中心とは光信号を得るための画素が配列した領域の中心である。この時、光信号を得るための画素が配列した領域には、オプティカルブラック画素や回路領域は含まない。図2(b)では、3個の光学素子111と3個の光学素子112を示している。3個の光学素子111に対応して3個の光電変換素子(第1の光電変換素子)が設けられ、3個の光学素子112に対応して3個の光電変換素子(第2の光電変換素子)が設けられている。3個の光学素子111は、互いの間にギャップを有しておらず、互いに接している。ここで、ギャップとは光学素子と光学素子の間の平らな領域である。一方、3個の光学素子112は、互いの間にギャップG1を有している。このような光電変換装置における光の挙動を以下に説明する。

【0025】

まず、一般的に、光電変換装置の撮像領域の上方には、撮像レンズ(不図示)が配置される。撮像レンズは、その光軸が撮像領域の中心と対応するように配置され、被写体からの光を撮像領域の面に結像させる。この時、撮像領域の中心では主光線の入射角度が小さく、撮像領域の周辺では主光線の入射角度が大きい。ここで、入射角度は、例えば、光電変換装置の上面に垂直な方向と主光線が成す角を示す。ここで、撮像領域の周辺において感度を向上させるには、入射する光を集光し、光電変換装置の光電変換素子の受光面に対する光の入射角度を垂直方向に近づけるようにすることが必要となる。

【0026】

図2(b)において、光261は、撮像領域の中心であり光学素子アレイ100の中心へ入射する主光線を示したものであり、半導体基板250の表面255に対してほぼ垂直に入射する。光線262は、撮像領域の中心から離れた位置であり光学素子アレイ100の中心から離れた位置へ入射する光の主光線を示したものであり、半導体基板250の表面255に対して斜めに入射する。ここで、光学素子112は、光線262の光電変換素子の受光面に対する入射角度を小さくすることができる。その結果、撮像領域の周辺においても高い集光性を得ることができる。よって、撮像領域周辺において感度を向上することが可能となる。

【0027】

次に、図3を用いて本実施形態の光学素子の効果について説明する。図3は、図2の光学素子と異なる形状を有する光学素子312を有する光学素子アレイ300を用いた場合について示している。図3(a)は、図2(a)と対応した光学素子111と光学素子312の断面模式図であり、図3(b)は、図2(b)と対応した光学素子111と光学素子312を有する光電変換装置の断面模式図である。ここで、図3の構成において光学素子111は図2の光学素子111と等しいため説明を省略する。

【 0 0 2 8 】

図3(a)に示す光学素子312の断面は、光学素子312の中心O側の端部303と中心Oと反対側の端部304を含み、X軸に沿った断面である。断面に示すように、光学素子312はX軸に沿ってZ=0の位置に、底面を有する。光学素子312の端部303は中心O側に位置し、光学素子312の端部304は中心Oと反対側に位置する。X軸方向における、端部303と端部304の間の長さは、長さ220である。端部303と端部304の間の長さは、光学素子312のX軸方向に平行な長さの中で最も長い。

【 0 0 2 9 】

図3(a)に示すように、光学素子312は、X軸方向の位置308にある頂点306を有する。頂点306は、Z軸方向に沿って、底面から長さ230の位置に存在する。つまり、光学素子312の高さは、光学素子111の高さと等しい長さ230である。また、位置308と端部303との間の長さは、位置308と端部304との間の長さよりも短い。光学素子312が長さ220の矩形領域である単位セルに設けられているとみなす場合には、頂点306は単位セルの中心C3から長さ223だけ中心O側に近くに位置すると言える。

【 0 0 3 0 】

図3(a)に示す光学素子312の断面は、光学素子111と同様に、頂点306から端部304を結ぶ外縁342を有する。ここで、光学素子312と図2の光学素子112との違いは、X軸方向に沿った長さ、外縁の曲率半径である。外縁342は、図2の光学素子112の外縁242の曲率半径と異なる。つまり、外縁342は、光学素子111の外縁241の曲率半径と異なる。この時、外縁342の曲率半径、あるいは曲率半径の中央値は、外縁241の曲率半径、あるいは曲率半径の中央値の80%以上120%以下の範囲に含まれていない。具体的には、外縁342の曲率半径は、外縁241の曲率半径の80%以上120%以下の範囲よりも大きい。

【 0 0 3 1 】

このような光学素子312を有する光電変換装置に、図2(b)に示したように光線262が入射した場合を図3(b)に示している。光学素子312は、図2(b)の光学素子112に比べて光学素子312の集光能力が小さく、光線262は光電変換素子251ではなく配線層へ入射してしまう。

【 0 0 3 2 】

一方、図2(b)に示した光学素子112は、曲率半径が光学素子111と等しい。このような光学素子アレイによって、アレイ領域の周辺における光学素子の集光性能の低下を抑制することが可能となる。また、それを用いた光電変換装置では、撮像領域の周辺における光量の低下を抑制することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

なお、本実施形態の光学素子アレイは、次の方法によって作成が可能である。例えば、光電変換装置において、多層配線構造の上にカラーフィルタ層253を形成する。その後、光学素子を形成するための感光性レジストを成膜する。感光性レジストは、例えばポジ型であり、スピコート法によって成膜可能である。そして、上述した光学素子アレイの形状に基づいて形成されたフォトマスクを用いて、感光性レジストを露光、現像することにより、光学素子を形成することができる。フォトマスクは、ハーフトーンマスクや面積階調マスクを用いることができる。面積階調マスクとは、微細な遮光体の密度・面積を調整することにより透過率を制御したフォトマスクである。光学素子アレイは、他の手法を用いて形成しても良い。なお、製造上のばらつきにより光学素子の高さや形状が設計したものから変化してしまう場合には、以下の範囲のばらつきであれば、周辺における感度の低下の抑制効果を得られる。まず、周辺の光学素子が撮像領域中心の光学素子に対して、高さで80%以上120%以下、外縁における曲率半径で80%以上120%以下の値を有することである。更に好ましくは、高さで90%以上110%以下、外縁における曲率半径で90%以上110%以下に抑えることが望ましい。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

本実施形態では、正射影像において、アレイ領域120の中心Oに光学素子111の頂点が位置していたが、正射影像において、アレイ領域120の中心Oと光学素子との位置関係が異なってもよい。例えば、中心Oが2つの光学素子の間にあってもよく、中心Oと光学素子111の頂点がオフセットしていてもよい。

【0035】

(第2の実施形態)

本実施形態の光学素子アレイについて、図4を用いて説明する。本実施形態の光学素子アレイ400は、光学素子113(第3の光学素子)を有する。図4(a)は光学素子の断面模式図であり、図4(b)は光電変換装置の断面模式図である。図4(a)及び図4(b)において、光学素子112は図2(a)及び図2(b)と等しいものであり、説明を省略する。

10

【0036】

図4(a)及び図4(b)において、光学素子113は、図1に示すように、中心OからX軸方向に沿って、光学素子112よりも離れて、長さ142だけ離れて位置している。光学素子113は、断面413を基準にした場合には対称で、第3の頂点407を通る底面445に対する法線を基準にした場合には非対称となる形状を有している。

【0037】

図4(a)において、断面413は、光学素子113の第5の端部405と第6の端部406を含む。断面413に示すように、光学素子113はX軸に沿ってZ=0の位置に、底面445を有する。光学素子113の第5の端部405は中心O側に位置し、光学素子113の第6の端部406は中心Oと反対側に位置する。X軸方向における、第5の端部405と第6の端部406の間の長さは、長さ421である。第5の端部405と第6の端部406の間の長さは、光学素子113のX軸方向に平行な長さの中で最も長い。

20

【0038】

図4(a)に示すように、光学素子113は、X軸方向の第3の位置409にある第3の頂点407を有する。第3の頂点407は、Z軸方向に沿って、底面445から長さ230の位置に存在する。つまり、光学素子113の高さは、光学素子112の高さと等しい長さ230である。また、第3の位置409と第5の端部405との間の長さは、第3の位置409と第6の端部406との間の長さよりも短い。光学素子113が長さ220の矩形領域である単位セルに設けられているとみなす場合には、第3の頂点407は単位セルの中心C4から長さ423だけ中心O側に近くに位置すると言える。

30

【0039】

ここで、光学素子112と光学素子113を比較すると、X軸方向において、第3の端部203と第2の位置208の間の長さは、第5の端部405と第3の位置409の間の長さよりも長い。つまり、第3の頂点407の光学素子113の中心に対する位置関係は、第2の頂点206の光学素子112の中心との位置関係に比べて、光学素子113の中心から、中心O側へシフトしている。また、第5の端部405と第6の端部406の間の長さである長さ421は、長さ220よりも短く、第3の端部203と第4の端部204の間の長さである長さ221よりも短い。つまり、長さ222よりも長さ422の方が長い。

40

【0040】

そして、光学素子113は、断面413において、第3の頂点407から第6の端部406まで延在する外縁442(第3の外縁)を有する。外縁442は、光学素子112の断面212における外縁242と曲率半径が等しい。このような形状を有することで、X軸方向に沿って光学素子112よりも更に、中心Oから離れた位置においても、光学素子の集光性能の低下を抑制することが可能となる。また、外縁242と外縁442の場合にも、第1の実施形態と同様に、曲率半径の中央値を求めてもよく、それら値は、80%以上120%以下の範囲で本実施形態の効果を得ることができる。

【0041】

なお、光学素子113とX軸方向に光学素子113の隣に位置する他の光学素子との間

50

には長さ422のギャップG2が生じている。一方、光学素子112においては、X軸方向に光学素子112と隣接する他の光学素子との間には、長さ422よりも短い長さ222のギャップG1が生じている。このように、光学素子アレイの中心Oから外周に向かうほど、光学素子間のギャップの長さが長くなる。なお、光学素子111と、X軸方向に光学素子111と隣接する他の光学素子との間の長さは、長さ222よりも短く、場合によっては接している（不図示）。このような複数の光学素子を含む光学素子アレイは、中心Oから離れた位置においても、光学素子の集光性能の低下を低減することが可能となる。また、図4(b)に示すように光電変換装置に適用した場合には、中心Oから離れた位置における光学素子の集光性能の低下をより低減することが可能となる。

【0042】

また、図4(b)においては、光学素子アレイ100の複数の光学素子の単位セルと、光電変換装置の画素は、それぞれの中心が一致するように設けられている。しかし、アレイ領域120の周辺において光の入射角度が大きい場合は、各光学素子の単位セルをアレイ領域120の中心Oへ向かう方向へシフトしても良い。以下、図5を用いて詳細に説明する。

【0043】

図5は、光学素子アレイ100を有する光電変換装置500の平面模式図である。光電変換装置500は、光電変換装置500の画素510が複数配置された撮像領域520を有する。図5では、アレイ領域120を撮像領域520に重ねて示しており、模式的に画素510を含む矩形の単位セルと、光学素子110を含む矩形の単位セルとを重ねて示している。ここで、アレイ領域120の中心Oは撮像領域520の中心と一致している。そして、各光学素子110の中心は各画素510の中心よりも中心Oに近づくように任意の長さだけシフトしている。撮像領域520の外周に近い画素において、入射角度の大きい斜め光が入射する場合にも、光路に光学素子が位置するため、集光特性の低下を抑制することができる。このように光学素子と画素との位置を調整してもよい。また、画素の中心と光学素子の中心をシフトさせる他の方法として、例えば、光学素子110を含む単位セルの大きさ（面積）が、画素510を含む単位セルの大きさ（面積）よりも小さくしてもよい。更に、画素の中心と光学素子の中心をシフトさせる他の方法として、例えば、図2に示したギャップの大きさを変更する方法もある。

【0044】

図5における光学素子アレイのシフト量は、撮像領域の中心からの長さに応じて増加する。シフト量について、図6を用いて説明する。図6の横軸は撮像領域の中心から撮像領域の外側へ向かう方向における、撮像領域の中心からの長さであり、縦軸は光学素子の頂点のシフト量である。図6では、シフト量の例を3つ示している。線Aはシフト量が撮像領域の中心からの長さに対して正比例している例である。線Bはシフト量が撮像領域の中心からの長さに対して放物線状に非線形増加している例である。線Cは、撮像領域の中心から任意の長さだけ離れた位置から、シフト量が増加している例である。このようにシフト量は任意の形態が選択可能である。シフト量の決定方法としては、光電変換装置の開口率や、光電変換素子から光学素子までの高さや、各材質の屈折率や、光の入射角度等の設計データを基に決定することができる。

【0045】

また、図2(b)に示すように、撮像領域の周辺で光学素子の外縁の曲率半径を一定に保つため、光学素子112は隣接する光学素子との間に平坦な領域であるギャップを設けている。ギャップの長さについて、図7を用いて説明する。図7の横軸は撮像領域の中心から撮像領域の外側へ向かう方向における、撮像領域の中心からの長さであり、縦軸はギャップの長さである。図7では、ギャップの長さの例を3つ示している。線Aはギャップの長さが撮像領域の中心からの長さに対して正比例している例である。線Bはギャップの長さが撮像領域の中心からの長さに対して放物線状に非線形増加している例である。線Cは、撮像領域の中心から任意の長さだけ離れた位置から、ギャップの長さが増加している例である。シフト量と同様に、ギャップの長さは任意の形態が選択可能である。また、シフト量

10

20

30

40

50

を線 B の例とするときには、同様に变化するギャップの長さの線 B を選択すると、光学素子の外縁の曲率半径の設計がより容易になる。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、第 1 ~ 第 3 の光学素子として、図 1 における光学素子 1 1 1、光学素子 1 1 2、光学素子 1 1 3 を例に示した。しかし、頂点のシフト量や、ギャップの長さの関係は、例えば、図 1 における光学素子 1 1 2、光学素子 1 1 3、光学素子 1 1 4 の 3 つの光学素子の間においても成り立つ。光学素子 1 1 4 は、図 1 に示すように、中心 O から X 軸方向に沿って、光学素子 1 1 3 よりも離れて位置し、光学素子 1 1 2 や光学素子 1 1 3 と同様に、高さ 2 3 0 を有する。この時、光学素子 1 1 4 の頂点のシフト量やギャップの長さなどは、上述した関係を満たすように設計可能である。

10

【 0 0 4 7 】

また、光学素子アレイにおいて、第 1 ~ 第 3 の光学素子はそれぞれが 1 個ずつ設けられている場合や、第 1 ~ 第 3 の光学素子がそれぞれ異なる個数で設けられている場合など、任意の構成が選択可能である。例えば、光学素子アレイに第 1 ~ 第 3 の光学素子のそれぞれが複数ずつ設けられていてもよい。この場合には、光学素子アレイは、複数の第 1 の光学素子が配された第 1 領域と、複数の第 2 の光学素子が配された第 2 領域と、複数の第 3 の光学素子が配された第 3 領域を有することができる。

【 0 0 4 8 】

(第 3 の実施形態)

図 7 は、本実施形態の光電変換装置を示す断面模式図である。図 7 (a) は、図 2 (b) に対応する断面模式図である。光学素子アレイ 7 0 0 は、光学素子 7 1 1 と光学素子 7 1 2 を有する。光学素子 7 1 1 は、図 2 (b) の光学素子 1 1 1 とは、隣接する光学素子との境界が高さ 7 2 1 だけ上方に位置しており、高さ 7 2 1 の部材と光学素子 1 1 1 とが一体となった形状を有している点で異なる。光学素子 7 1 2 は、図 2 (b) の光学素子 1 1 2 とは、隣接する光学素子との間にギャップがない点で異なる。図 2 (b) と同様に、光学素子 7 1 1 の高さと同様に、光学素子 7 1 2 の高さは、長さ 7 2 2 である。そして、図 2 (b) と同様に、光学素子 7 1 2 の頂点は、単位セル内において光学素子 7 1 1 の頂点よりも、撮像領域の中心へシフトしている。このような形状であっても、光学素子 7 1 1 の高さと同様に、光学素子 7 1 2 の高さを等しく、光学素子 7 1 1 の頂点と端部との間の外縁における曲率半径と光学素子 7 1 2 の頂点と端部との間の外縁における曲率半径を等しくすることができる。また、光学素子アレイにおいて撮像領域の周辺に対応した部分にギャップがないため、第 1 の実施形態に比べて、撮像領域の周辺においてより多くの入射光を集光させることが可能となる。その結果、撮像領域の周辺における光量の低下をより抑制することが可能となる。

20

30

【 0 0 4 9 】

なお、光学素子アレイの形状はこれに限らず、例えば、図 7 (b) に示すような形状であってもよい。図 7 (b) は、図 7 (a) に対応する断面模式図である。光学素子アレイ 1 7 0 0 は、光学素子 1 7 1 1 と光学素子 1 7 1 2 を有する。光学素子 1 7 1 1 は、図 7 (a) の光学素子 7 1 1 と同じものである。光学素子 1 7 1 2 は、図 7 (a) の光学素子 7 1 2 とは、隣接する光学素子との境界が高さ 7 2 3 だけ上方に位置している点で異なる。図 7 (a) と同様に、光学素子 1 7 1 2 の頂点は、単位セル内において光学素子 1 7 1 1 の頂点よりも、撮像領域の中心へシフトしている。このような形状であっても、光学素子 1 7 1 1 の高さと同様に、光学素子 1 7 1 2 の高さを等しく、光学素子 1 7 1 1 の頂点と端部との間の外縁における曲率半径と光学素子 1 7 1 2 の頂点と端部との間の外縁における曲率半径を等しくすることができる。

40

【 0 0 5 0 】

(第 4 の実施形態)

本実施形態では、他の実施形態における光学素子 1 1 2 の一例の形状を説明する。図 8 (a) は光学素子 1 1 2 の平面模式図であり、図 8 (b) と図 8 (c) は光学素子 1 1 2 の断面模式図である。

50

【 0 0 5 1 】

図 8 (a) は、X 軸方向と Y 軸方向を含む面における光学素子 1 1 2 の底面 8 0 0 を示す平面模式図である。底面 8 0 0 は、X 軸方向と Y 軸方向を含む面に対して光学素子 1 1 2 を投影した像 (正射影像) と等しい。底面 8 0 0 にあるように、光学素子 1 1 2 は、X 軸方向に沿って長さ L_1 を有し、Y 軸方向に沿って長さ L_1 を有する。ここで、底面 8 0 0 内 (光学素子内) には、X 軸方向に位置 P 1 ~ 位置 P 6 が存在し、中心 O から位置 P 3、位置 P 1、位置 P 6、位置 P 5、位置 P 2、位置 P 4 の順で並んでいる。

【 0 0 5 2 】

光学素子 1 1 2 の底面 8 0 0 において、領域 8 5 0 の最も中心 O に近い、Y 軸方向に沿った外縁 8 1 1 が位置 P 3 に配される。光学素子 1 1 2 の底面 8 0 0 において、領域 8 5 0 の最も中心 O に遠い、Y 軸方向に沿った外縁 8 1 5 が位置 P 4 に配される。光学素子 1 1 2 の底面 8 0 0 の中心は、位置 P 3 と位置 P 4 の中心の位置、位置 P 5 に配される。つまり、位置 P 3 から長さ L_1 だけ離れた位置に位置 P 4 があり、位置 P 3 から長さ L_1 の半分 ($L_1 / 2$) だけ離れた位置に位置 P 5 がある。そして、位置 P 6 は、後述するように光学素子 1 1 2 の頂点の X 軸方向における位置を示す。なお、領域 8 5 0 は、他の実施形態において説明した単位セルであり、アレイ領域 1 2 0 に 2 次元に設けられるマトリクスの 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 5 3 】

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

【 0 0 5 4 】

底面 8 0 0 は、X 軸方向における位置 P 1 (第 4 の位置) にて、Y 軸方向に沿った幅 W_1 (第 1 の幅) を有する。そして、底面 8 0 0 は、X 軸方向における位置 P 2 (第 5 の位置) にて、Y 軸方向に沿った幅 W_2 (第 2 の幅) を有する。更に底面 8 0 0 は、位置 P 3、位置 P 4 のそれぞれにおいて、Y 軸方向に沿った幅 W_3 、幅 W_4 を有する。そしてこれらの幅は、長さの関係において、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 8 (a) において、 $W_1 = L_1$ となっている。

【 0 0 5 5 】

位置 P 1 は、位置 P 3 から長さ L_1 の半分以下の長さの任意の位置であり、位置 P 2 は、位置 P 3 から長さ L_1 の半分より離れた任意の位置である。若しくは、位置 P 1 は、位置 P 3 から長さ L_1 の半分より近い任意の位置であり、位置 P 2 は、位置 P 3 から長さ L_1 の半分以上離れた任意の位置である。位置 P 1 と位置 P 2 とは、中心 O からの長さとして、 $P_2 > P_1$ の関係を満たす。

【 0 0 5 6 】

図 8 (b) は、図 8 (a) の X 軸に沿った光学素子 1 1 2 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光学素子 1 1 2 の断面 8 2 0 は、外縁 8 3 1 ~ 外縁 8 3 3 によって構成される。外縁 8 3 1 は点 8 2 1 と点 8 2 2 を結ぶ直線であり、外縁 8 3 2 は点 8 2 2 と点 8 2 3 を結ぶ曲線であり、外縁 8 3 3 は点 8 2 3 と点 8 2 4 を結ぶ曲線である。光学素子 1 1 2 は、位置 P 1 において、高さ H_1 (第 1 の高さ) を有し、位置 P 2 において高さ H_2 (第 2 の高さ) を有し、位置 P 6 において高さ H_3 を有する。ここで、高さの関係は、 $H_3 > H_1 > H_2$ である。この時、高さ H_3 は、光学素子 1 1 2 において最も高い。つまり、位置 P 6 の点 8 2 3 は、光学素子 1 1 2 の頂点である。光学素子 1 1 2

10

20

30

40

50

は、その頂点を位置 P 5 よりも中心 O に近い位置 P 6 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、光学素子 1 1 2 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、位置 P 1 から位置 P 5 まで高さ H 3 を有していてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、図 8 (b) に示すように、光学素子 1 1 2 において、外縁 8 3 2 は外縁 8 3 3 よりも曲率半径が小さい部分を有する。なお、外縁 8 3 2 は外縁 8 3 3 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、外縁 8 3 3 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 軸方向に沿った外縁 8 3 3 の中心 (位置 P 6 と位置 P 4 の中心) における外縁 8 3 3 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。もしくは、他の実施形態と同様に、外縁の曲率半径の中央値を取ってもよい。

【 0 0 5 8 】

図 8 (c) は、図 8 (a) の位置 P 1 と位置 P 2 における光学素子 1 1 2 の断面を示したものである。断面 8 4 1 は、図 8 (a) の位置 P 1 にて、Y 軸方向に沿った光学素子 1 1 2 の断面である。断面 8 4 2 は、図 8 (a) の位置 P 2 にて、Y 軸方向に沿った光学素子 1 1 2 の断面である。断面 8 4 1 において、光学素子 1 1 2 は、幅 W 1 を有し、断面 8 4 1 の頂点であり、最も高い第 1 の高さ H 1 を有する。また、断面 8 4 1 において、その外縁は曲率半径 R 1 (第 1 の曲率半径) を有する。断面 8 4 2 において、光学素子 1 1 2 は、幅 W 2 を有し、断面 8 4 2 の頂点であり、最も高い高さ H 2 を有する。本実施形態では、これら頂点を有するが、上述したように高さ H 1 、 H 2 を有する部分が点でなくてもよい。そして、断面 8 4 2 において、その外縁は曲率半径 R 2 (第 2 の曲率半径) を有する。この曲率半径の関係は、 $R 1 < R 2$ である。なお、 $R 1 = R 2$ であってもよいが、この場合には幅 W 2 の長さが短くなり、面積占有率が低下してしまう場合がある。この場合には、光学素子の幅 W 2 が図 8 (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幅 W 2 の外縁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。

【 0 0 5 9 】

図 8 で示したように光学素子 1 1 2 は、位置 P 1 にて、幅 W 1 と、高さ H 1 と、曲率半径 R 1 を有し、位置 P 2 にて、幅 W 2 と、高さ H 2 と、曲率半径 R 2 を有する。これらが $W 1 > W 2$ 、 $H 1 > H 2$ 、 $R 1 < R 2$ の関係を有することで、光学素子 1 1 2 は、従来の技術に比べて、高い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。

【 0 0 6 0 】

本発明は以上の実施形態に限られるものではなく、目的、状態、用途及び機能その他の仕様に応じて、適宜、変更が可能であり、他の実施形態に適用することが可能である。

【 0 0 6 1 】

また、以上の実施形態は、カメラ等に代表される撮像システムに適用されうる。撮像システムの概念には、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、上記の実施形態に例示された本発明に係る光電変換装置と、当該光電変換装置から出力される信号を処理する信号処理部とを含む。当該信号処理部は、例えば、A / D 変換器および当該 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。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 2 】

- 1 1 1 第 1 の光学素子
- 1 1 2 第 2 の光学素子
- 2 0 1 第 1 の端部

10

20

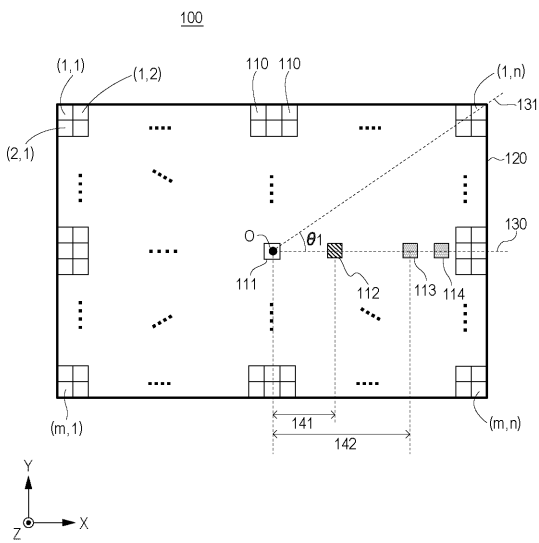
30

40

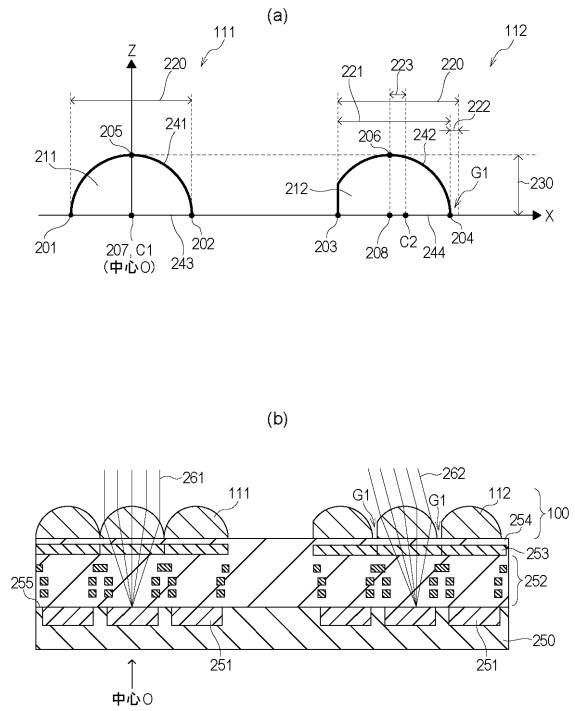
50

- 2 0 2 第 2 の 端 部
- 2 0 3 第 3 の 端 部
- 2 0 4 第 4 の 端 部
- 2 0 5 第 1 の 頂 点
- 2 0 6 第 2 の 頂 点
- 2 4 1 第 1 の 外 縁
- 2 4 2 第 2 の 外 縁
- 2 0 7 第 1 の 位 置
- 2 0 8 第 2 の 位 置

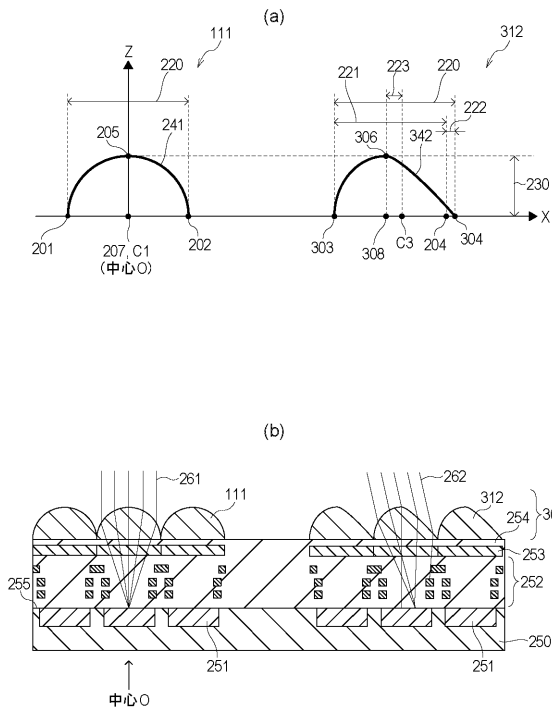
【 図 1 】



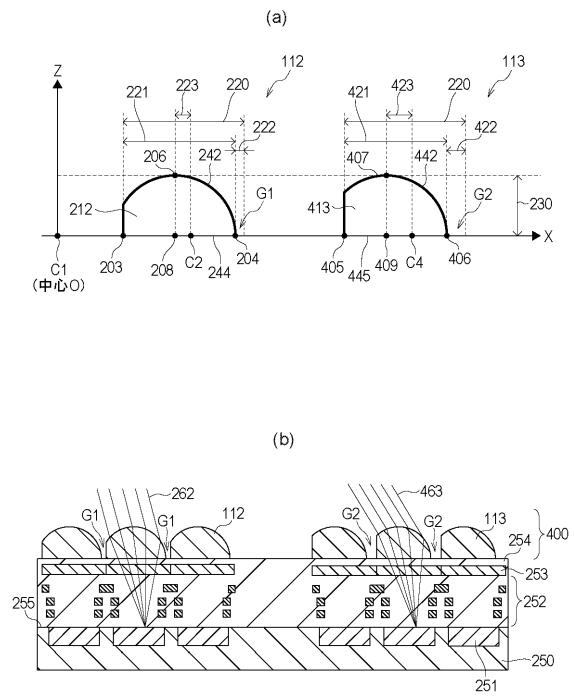
【 図 2 】



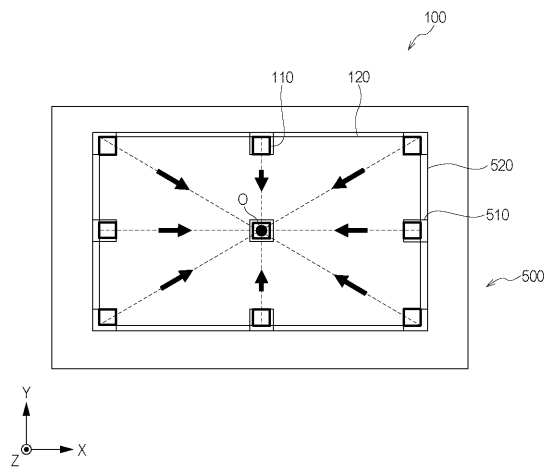
【図3】



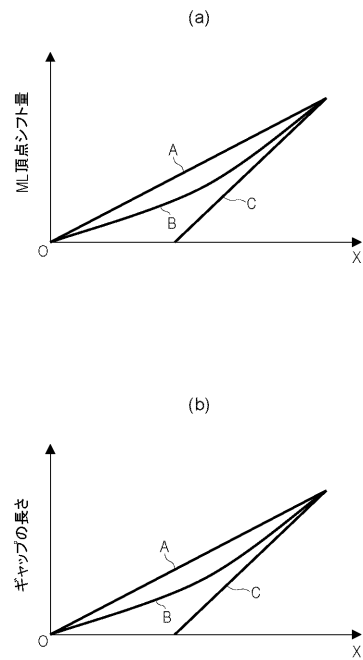
【図4】



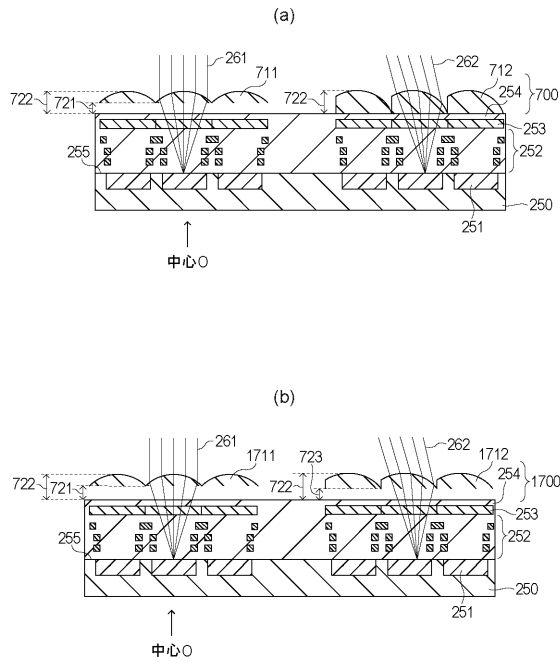
【図5】



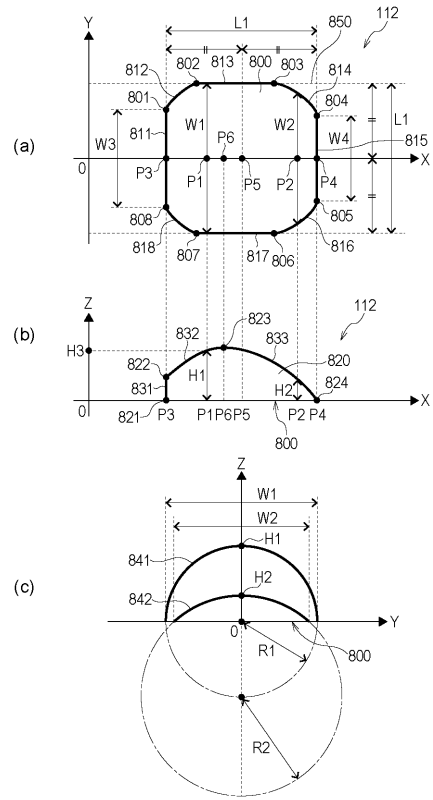
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 伊庭 潤
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

審査官 廣田 健介

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0011936(US, A1)
特開2004-347693(JP, A)
特開2006-049721(JP, A)
特開2007-335723(JP, A)
特開2009-222850(JP, A)
特開2008-153370(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 3/00 - 3/14
H01L 27/14 - 27/148
H04N 5/30 - 5/378