

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4796287号
(P4796287)

(45) 発行日 平成23年10月19日 (2011.10.19)

(24) 登録日 平成23年8月5日 (2011.8.5)

(51) Int.Cl.		F I	
H O 1 L	27/14	(2006.01)	H O 1 L 27/14 D
G O 2 B	3/00	(2006.01)	G O 2 B 3/00 A
H O 4 N	5/369	(2011.01)	H O 4 N 5/335 6 9 0

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-231318 (P2004-231318)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成16年8月6日 (2004.8.6)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2006-49721 (P2006-49721A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成18年2月16日 (2006.2.16)	(74) 代理人	100109210
審査請求日	平成18年10月23日 (2006.10.23)		弁理士 新居 広守
		(72) 発明者	栗山 俊寛
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		審査官	瀧内 健夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光電変換素子と、前記光電変換素子上方に形成された少なくとも2層以上の凸型のマイクロレンズとを有する複数の単位セルが2次元状に配列されて撮像領域が形成された固体撮像装置であって、

前記マイクロレンズの凸面の最大曲率は、少なくとも2層以上のマイクロレンズ層において、前記撮像領域の中心部よりも前記撮像領域の外周部側にある前記単位セルでは大きくなり、

前記マイクロレンズの底面からの高さは、少なくとも2層以上のマイクロレンズ層において、前記撮像領域の中心部よりも前記撮像領域の外周部側にある前記単位セルでは高くなり、

前記撮像領域の外周部側にある前記単位セルのマイクロレンズの底面形状は、少なくとも2層以上のマイクロレンズ層において、前記撮像領域の中心部にある前記単位セルのマイクロレンズの底面形状と同一である

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

光電変換素子と、前記光電変換素子上方に形成された凸型のマイクロレンズとを有する複数の単位セルが2次元状に配列されて撮像領域が形成された固体撮像装置であって、

前記マイクロレンズの底面からの高さは、前記撮像領域の中心部よりも前記撮像領域の外周部側にある前記単位セルでは高くなり、

10

20

前記マイクロレンズの凸面の最大曲率は、前記撮像領域の中心部よりも前記撮像領域の外周部側にある前記単位セルでは大きくなり、

前記撮像領域の外周部側にある前記単位セルのマイクロレンズの底面形状は、前記撮像領域の中心部にある前記単位セルのマイクロレンズの底面形状と同一である

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】

前記単位セルにおいて、前記光電変換素子と前記マイクロレンズとの間にさらに凸型のマイクロレンズを備えている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置に関し、特に光電変換素子上方に設けられるマイクロレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルビデオカメラ（ＤＶＣ）、デジタルスチルカメラ（ＤＳＣ）及びカメラ付携帯電話の普及に伴い、固体撮像装置の市場は大きく拡大している。このような動きの中、固体撮像装置の高感度化が強く望まれている。

【0003】

20

現在、ＣＣＤ型あるいはＭＯＳ型固体撮像装置では、光電変換素子を有する複数の単位セルを２次元状に配列して撮像領域を形成し、被写体からの光信号を電気信号に変換している。このような固体撮像装置において、感度は入射光量に対する光電変換素子の出力電流の大きさによって定義されるため、入射した光を確実に光電変換素子に導入することが感度向上のための重要な要素となる。よって、一般的に、光電変換素子上方にマイクロレンズを設けて光電変換素子への集光効率を向上させることが行われている。

【0004】

ところで、マイクロレンズの集光効率は光の入射角度に依存して低下する。すなわち、光電変換素子に垂直に入る光については高効率に光電変換素子へ集光することができるが、斜めに入る光に対しては高効率に光電変換素子へ集光することができない。よって、入射光が広がり角を持つ場合には、撮像領域の中央部と周辺部とで光の入射角が異なるため、周辺部の光電変換素子への集光効率が低下するという問題がある。

30

【0005】

このような問題を解決する先行技術としては、特許文献 1 に記載のＣＣＤ型固体撮像装置がある。図 1 1 は特許文献 1 に記載のＣＣＤ型固体撮像装置の概略上面図である。また、図 1 2（a）は単位セル 3 1 及びその周辺領域（図 1 1 の H 部）の概略断面図であり、図 1 2（b）は単位セル 3 1 及びその周辺領域（図 1 1 の I 部）の概略断面図であり、図 1 2（c）は単位セル 3 1 及びその周辺領域（図 1 1 の J 部）の概略断面図である。

【0006】

従来のＣＣＤ型固体撮像装置は、図 1 1 に示されるように、光電変換素子としてのフォトダイオード、凸型の第 1 のマイクロレンズ及び第 2 のマイクロレンズを有し、２次元状に配列された複数の単位セル 3 1 と、単位セル 3 1 に対応して列毎に配設され、単位セル 3 1 から読み出した信号電荷を列方向に転送する複数の垂直ＣＣＤ 3 2 と、複数の単位セル 3 1 及び垂直ＣＣＤ 3 2 からなる撮像領域 3 3 と隣接し、垂直ＣＣＤ 3 2 から信号電荷を読み出し、読み出した信号電荷を行方向に転送する水平ＣＣＤ 3 4 とから構成される。

40

【0007】

以上のような構成を有するＣＣＤ型固体撮像装置の撮像領域 3 3 の中心部において、撮像領域 3 3 に入射した光は、図 1 2（a）に示されるように、第 1 のマイクロレンズ 4 1 によって集光され、カラーフィルタ 4 2 によって色分離された後、平坦化膜 4 3 を通過して層内レンズとしての第 2 のマイクロレンズ 4 4 によって更に集光される。第 2 のマイク

50

ロレンズ 4 4 によって集光された光は、平坦化膜 4 5 を通過して遮光メタル膜 4 6 の開口部に入り、半導体基板としての S i 基板 4 7 に形成されたフォトダイオード 4 7 a に入る。フォトダイオード 4 7 a に入った光は信号電荷へ光電変換され、生成した信号電荷は電荷転送部 4 7 b に送られる。電荷転送部 4 7 b は、絶縁膜 4 9 で覆われたゲート絶縁膜 4 8 a 上のゲート電極 4 8 により電圧が加えられて信号電荷を転送する。ここで、第 1 のマイクロレンズ 4 1 に入る光はフォトダイオード 4 7 a の光入射面に対して垂直方向を向いており、かつ第 1 のマイクロレンズ 4 1 及び第 2 のマイクロレンズ 4 4 は垂直方向の光をフォトダイオード 4 7 a に導く形状を有する。よって、第 1 のマイクロレンズ 4 1 に入る光は、遮光メタル膜 4 6 には進行せず、フォトダイオード 4 7 a に進行する。

【 0 0 0 8 】

10

また同様に、撮像領域 3 3 の右側周辺部において、撮像領域 3 3 に入射した光は、図 1 2 (b) に示されるように、第 1 のマイクロレンズ 4 1 及び第 2 のマイクロレンズ 4 4 によって集光された後、フォトダイオード 4 7 a に入り、光電変換されて電荷転送部 4 7 b により信号電荷が転送される。ここで、第 1 のマイクロレンズ 4 1 に入る光はフォトダイオード 4 7 a の光入射面に対して斜め方向を向いており、第 1 のマイクロレンズ 4 1 及び第 2 のマイクロレンズ 4 4 は中心部のマイクロレンズと同一形状を有している。しかし、第 2 のマイクロレンズ 4 4 の中心軸 L 1 は開口部の中心軸 K から撮像領域 3 3 の中心部寄り、つまり左側にずれており、また第 1 のマイクロレンズ 4 1 の中心軸 L 2 は開口部の中心軸 K から第 2 のマイクロレンズ 4 4 よりも更に左側にずれているので、第 1 のマイクロレンズ 4 1 に入る光は、フォトダイオード 4 7 a に進行する。

20

【 0 0 0 9 】

さらに同様に、撮像領域 3 3 の左側周辺部において、撮像領域 3 3 に入射した光は、図 1 2 (c) に示されるように、第 1 のマイクロレンズ 4 1 及び第 2 のマイクロレンズ 4 4 によって集光された後、フォトダイオード 4 7 a に入り、光電変換されて電荷転送部 4 7 b により信号電荷が転送される。ここで、第 1 のマイクロレンズ 4 1 に入射する光は、フォトダイオード 4 7 a の光入射面に対して斜め方向を向いており、第 1 のマイクロレンズ 4 1 及び第 2 のマイクロレンズ 4 4 は中心部のマイクロレンズと同一形状を有している。しかし、第 2 のマイクロレンズ 4 4 の中心軸 M 1 は開口部の中心軸 K から撮像領域 3 3 の中心部寄り、つまり右側にずれており、また第 1 のマイクロレンズ 4 1 の中心軸 M 2 は開口部の中心軸 K から第 2 のマイクロレンズ 4 4 よりも更に右側にずれているので、第 1 のマイクロレンズ 4 1 に入る光は、フォトダイオード 4 7 a に進行する。

30

【 0 0 1 0 】

以上のように、特許文献 1 に記載の C C D 型固体撮像装置は、撮像領域の周辺部において、マイクロレンズの中心軸を開口部の中心軸から撮像領域の中心部寄りにずらすことにより、周辺部のフォトダイオードへの集光効率の低下を防止して固体撮像装置の高感度化を実現している。

【特許文献 1】特開平 1 0 - 2 2 9 1 8 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

40

しかしながら、特許文献 1 に記載の C C D 型固体撮像装置では、薄型化を実現することができないという問題がある。すなわち、固体撮像装置を薄型化すると撮像領域の周辺部に入射する光の入射角が大きくなるので、撮像領域の周辺部のマイクロレンズを大きくずらして集光しなければならないが、隣接するマイクロレンズ間の距離によりマイクロレンズをずらせる距離が制限されるため、感度を犠牲にすること無く固体撮像装置の薄型化を実現できないのである。このとき、単位セルの大きさは固体撮像装置の多画素化に伴って小さくなるので、高画質化のための固体撮像装置の多画素化を実現しようとした場合、フォトダイオードへの集光効率を高く維持することが困難となる。よって、薄型化とともに、固体撮像装置の多画素化を実現しようとした場合に、この問題が特に顕著となる。

【 0 0 1 2 】

50

そこで、本発明は、かかる問題点に鑑み、感度を犠牲にすること無く薄型化及び高画質化を実現することが可能な固体撮像装置及びその製造方法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】

【0013】

上記目的を達成するために、本発明の固体撮像装置は、光電変換素子と、前記光電変換素子上方に形成された凸型のマイクロレンズとを有する複数の単位セルが2次元状に配列されて撮像領域が形成された固体撮像装置であって、前記単位セルが有するマイクロレンズは、前記撮像領域の中心部から外周に向かうにつれて凸面の最大曲率が大きくなることを特徴とする。ここで、前記撮像領域の中心部の単位セルが有するマイクロレンズは、マイクロレンズの凸面における頂点を通り、前記光電変換素子の光入射面に対して垂直な断面が線対称の形状であり、前記撮像領域の周辺部の単位セルが有するマイクロレンズは、マイクロレンズの凸面における頂点を通り、前記光電変換素子の光入射面に対して垂直な断面が線対称でない形状であってもよいし、前記撮像領域の周辺部の単位セルが有するマイクロレンズは、前記撮像領域の中心部の単位セルが有するマイクロレンズと同一の底面形状をし、前記撮像領域の周辺部の単位セルが有するマイクロレンズの底面からの高さは、前記撮像領域の中心部の単位セルが有するマイクロレンズの底面からの高さより高くてもよい。

10

【0014】

これによって、中心部から周辺に向かうにつれてマイクロレンズの凸面における頂点が開口部の中心軸から徐々に中心方向あるいは進行方向にずれていく、あるいはマイクロレンズの高さが中心部のマイクロレンズから徐々に高くなり、周辺部の光電変換素子への集光効率の低下が防止されるので、感度を犠牲にすること無く固体撮像装置の薄型化及び高画質化を実現することができる。

20

【0015】

また、前記固体撮像装置は、複数のマイクロレンズ層が積層されたレンズ構造を有し、前記マイクロレンズの凸面の最大曲率は、少なくとも2層以上のマイクロレンズ層において、前記撮像領域の中心部から外周に向かうにつれて大きくなってよい。

【0016】

これによって、固体撮像装置の集光効率を高くすることができるので、固体撮像装置の更なる高感度化を実現することができる。

30

また、本発明は、固体撮像装置のマイクロレンズ形成に用いられるグレースケールマスクであって、前記グレースケールマスクには、複数の単位パターンが2次元状に形成され、前記グレースケールマスクの中心部の前記単位パターンは、線対称な透過率分布を有し、前記グレースケールマスクの周辺部の前記単位パターンは、線対称でない透過率分布を有することを特徴とするグレースケールマスクとすることもできる。

【0017】

これによって、撮像領域の外周に向かうにつれて凸面の最大曲率が大きくなるマイクロレンズを簡易に形成することができるので、感度を犠牲にすること無く薄型化及び高画質化を実現することが可能な固体撮像装置を低コストで作製することができる。

【0018】

40

また、本発明は、上記グレースケールマスクを用いてマイクロレンズを形成するレンズ形成ステップを含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法とすることもできる。

これによって、感度化、薄型化及び高画質化された固体撮像装置からデータが出力されるので、画質に優れた小型のカメラを実現することができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明に係る固体撮像装置及びその製造方法によれば、高感度化、薄型化及び高画質化を実現することが可能な固体撮像装置及びその製造方法を提供することができる。

よって、本発明により、画質に優れた小型のカメラを実現することができ、実用的価値は極めて高い。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態における固体撮像装置について、図面を参照しながら説明する。

図1は、本実施の形態のCCD型固体撮像装置の概略上面図である。また、図2(a)は単位セル11及びその周辺領域(図1のA部)の概略断面図であり、図2(b)は単位セル11及びその周辺領域(図1のB部)の概略断面図であり、図2(c)は単位セル11及びその周辺領域(図1のC部)の概略断面図である。

【0021】

本実施の形態のCCD型固体撮像装置は、図1に示されるように、光電変換素子としてのフォトダイオード、凸型の第1のマイクロレンズ及び第2のマイクロレンズを有し、2次元状に配列された複数の単位セル11と、単位セル11に対応して列毎に配設され、単位セル11から読み出した信号電荷を列方向に転送する複数の垂直CCD12と、複数の単位セル11及び垂直CCD12からなる撮像領域13と隣接し、垂直CCD12から信号電荷を読み出し、読み出した信号電荷を行方向に転送する水平CCD14とから構成される。

【0022】

以上のような構成を有するCCD型固体撮像装置の撮像領域13の中心部において、撮像領域13に入射した光は、図2(a)に示されるように、第1のマイクロレンズ21aによって集光され、カラーフィルタ22によって色分離された後、平坦化膜23を通過して層内レンズとしての第2のマイクロレンズ24aによって更に集光される。第2のマイクロレンズ24aによって集光された光は、平坦化膜25を通過して遮光メタル膜26の開口部に入り、半導体基板としてのSi基板27に形成されたフォトダイオード27aに入る。フォトダイオード27aに入った光は信号電荷へ光電変換され、生成した信号電荷は電荷転送部27bに送られる。電荷転送部27bは、絶縁膜29で覆われたゲート絶縁膜28a上のゲート電極28により電圧が加えられて信号電荷を転送する。ここで、第1のマイクロレンズ21a及び第2のマイクロレンズ24aの底面から最も高い位置にある凸面における頂点O1、O2は、フォトダイオード27aの光入射面の中心を通り、光入射面に垂直な開口部の中心軸N上にあり、第1のマイクロレンズ21aに入る光は、フォトダイオード27aの光入射面に対して垂直方向を向いている。よって、第1のマイクロレンズ21aに入る光は、遮光メタル膜26には進行せず、フォトダイオード27aに進行する。このとき、撮像領域の中心部における感度は、光入射面に対する光入射角に依存して変化し、図3(a)のようになる。つまり、光入射角が0度のときに最大となる。

【0023】

また同様に、撮像領域13の右側周辺部において、撮像領域13に入射した光は、図2(b)に示されるように、第1のマイクロレンズ21b及び第2のマイクロレンズ24bによって集光された後、フォトダイオード27aに入り、光電変換されて電荷転送部27bにより信号電荷が転送される。ここで、第1のマイクロレンズ21bに入る光は、フォトダイオード27aの光入射面に対して斜め方向を向いている。しかし、第1のマイクロレンズ21b及び第2のマイクロレンズ24bは中心部の第1のマイクロレンズ21a及び第2のマイクロレンズ24aと異なる形状を有し、凸面の最大曲率がそれぞれ中心部の第1のマイクロレンズ21a及び第2のマイクロレンズ24aの凸面の最大曲率よりも大きく、凸面における頂点P1、P2が開口部の中心軸Nから撮像領域33の中心部寄り、つまり左側にずれているので、第1のマイクロレンズ21bに入る光は、フォトダイオード27aに進行する。このとき、撮像領域の周辺部における感度は、光入射面に対する光入射角に依存して変化し、図3(b)のようになる。つまり、光入射角が0度のときに最大とならない。

【0024】

さらに同様に、撮像領域13の左側周辺部において、撮像領域13に入射した光は、図

10

20

30

40

50

2(c)に示されるように、第1のマイクロレンズ21c及び第2のマイクロレンズ24cによって集光された後、フォトダイオード27aに入り、光電変換されて電荷転送部27bにより信号電荷が転送される。ここで、第1のマイクロレンズ21cに入射する光は、フォトダイオード27aの光入射面に対して斜め方向を向いている。しかし、第1のマイクロレンズ21c及び第2のマイクロレンズ24cは中心部の第1のマイクロレンズ21a及び第2のマイクロレンズ24aと異なる形状を有し、凸面の最大曲率がそれぞれ中心部の第1のマイクロレンズ21a及び第2のマイクロレンズ24aの凸面の最大曲率よりも大きく、凸面における頂点Q1、Q2が開口部の中心軸Nから撮像領域33の中心部寄り、つまり右側にずれているので、第1のマイクロレンズ21cに入る光は、フォトダイオード27aに進行する。このとき、撮像領域の周辺部における感度は、光入射角が0度のときに最大とならない。

10

【0025】

ここで、第1のマイクロレンズ及び第2のマイクロレンズの凸面の最大曲率は、図4のCCD型固体撮像装置の概略断面図に示されるように、それぞれ撮像領域13の中心部から外周に向かうにつれて大きくなり、開口部の中心軸からの第1のマイクロレンズ及び第2のマイクロレンズの頂点のずれが大きくなっている。すなわち、撮像領域13の中心部から右側周辺部に向けて（図4のD方向に向けて）開口部の中心軸からの頂点のずれが大きくなり、線対称な断面形状を有する第1のマイクロレンズ21a及び第2のマイクロレンズ24aから、線対称で無い断面形状を有する第1のマイクロレンズ21b及び第2のマイクロレンズ24bに変化している。また同様に、撮像領域13の中心部から左側周辺部に向けて（図4のE方向に向けて）開口部の中心軸からの頂点のずれが大きくなり、線対称な断面形状を有する第1のマイクロレンズ21a及び第2のマイクロレンズ24aから、線対称で無い断面形状を有する第1のマイクロレンズ21c及び第2のマイクロレンズ24cに変化している。このとき、マイクロレンズの断面形状とは、マイクロレンズの底面dから最も高い位置にあるマイクロレンズの凸面における頂点eを通り、フォトダイオード27aの光入射面に対して垂直な断面の形状をいう。

20

【0026】

なお、線対称な断面形状を有する形状としては、例えば上面図が図5(a)に示されるような真円状で描かれ、断面図（図5(a)のa-a'線の断面図）が図5(d)に示されるようなa-a'線の中点を通るa-a'線に垂直な線で対称の半円状で描かれる半球形状がある。また、上面図が図5(b)に示されるような楕円状で描かれ、断面図（図5(b)のa-a'線、b-b'線及びc-c'線の断面図）が図5(d)に示されるようなa-a'線、b-b'線あるいはc-c'線の中点を通るa-a'線、b-b'線あるいはc-c'線に垂直な線で対称の半円状で描かれる半球形状もある。さらに、上面図が図5(c)に示されるような正八角形状で描かれ、断面図（図5(c)のa-a'線及びb-b'線の断面図）が図5(d)に示されるようなa-a'線あるいはb-b'線の中点を通るa-a'線あるいはb-b'線に垂直な線で対称の半円状で描かれる半球形状もある。

30

【0027】

一方、線対称で無い断面形状を有する形状としては、例えば上面図が図5(a)に示されるような真円状で描かれ、断面図（図5(a)のa-a'線の断面図）が図6(a)に示されるようなa-a'線の中点を通るa-a'線に垂直な線で非対称な半円状で描かれる半球形状がある。また、上面図が図5(b)に示されるような楕円状で描かれ、断面図（図5(b)のa-a'線、b-b'線及びc-c'線の断面図）が図6(b)に示されるようなa-a'線、b-b'線あるいはc-c'線の中点を通るa-a'線、b-b'線あるいはc-c'線に垂直な線で非対称な半円状で描かれる半球形状もある。さらに、上面図が図5(c)に示されるような正八角形状で描かれ、断面図（図5(c)のa-a'線及びb-b'線の断面図）がa-a'線あるいはb-b'線の中点を通るa-a'線あるいはb-b'線に垂直な線で非対称な図6(b)に示されるような半円状で描かれる半球形状もある。

40

50

【 0 0 2 8 】

次に、マイクロレンズの形成方法について説明する。

図 7 は、線対称の断面形状を有する中心部のマイクロレンズの形成方法を示す図である。

【 0 0 2 9 】

まず、図 7 (a) に示されるように、無機系あるいは有機系の透明材料から構成されるレンズ材料 6 0 上に、ポジ型レジスト 6 1 を形成する。そして、グレースケールマスク 6 2 を用いてポジ型レジスト 6 1 を露光した後、現像し、線対称の断面形状を有する半球形状のポジ型レジスト 6 1 を形成する。

【 0 0 3 0 】

次に、図 7 (b) に示されるように、エッチバックによりポジ型レジスト 6 1 の半球形状をレンズ材料 6 0 に転写する。これによって、線対称の断面形状を有する半球形状のマイクロレンズが形成される。

【 0 0 3 1 】

ここで、グレースケールマスク 6 2 には複数の単位パターンが 2 次元状に形成されており、中心部の複数の単位パターンのそれぞれは、線対称な透過率分布を有する。よって、グレースケールマスク 6 2 の中心部の単位パターンを透過する光の強度は、図 7 (c) のようになる。

【 0 0 3 2 】

図 8 は、線対称で無い断面形状を有する周辺部のマイクロレンズの形成方法を示す図である。

まず、図 8 (a) に示されるように、無機系あるいは有機系の透明材料から構成されるレンズ材料 7 0 上に、ポジ型レジスト 7 1 を形成する。そして、グレースケールマスク 6 2 を用いてポジ型レジスト 7 1 を露光した後、現像し、線対称で無い断面形状を有する半球形状のポジ型レジスト 7 1 を形成する。

【 0 0 3 3 】

次に、図 8 (b) に示されるように、エッチバックによりポジ型レジスト 7 1 の半球形状をレンズ材料 7 0 に転写する。これによって、線対称で無い断面形状を有する半球形状のマイクロレンズが形成される。

【 0 0 3 4 】

ここで、グレースケールマスク 6 2 の周辺部の複数の単位パターンのそれぞれは、線対称で無い透過率分布を有する。よって、グレースケールマスク 6 2 の周辺部の単位パターンを透過する光の強度は、図 8 (c) のようになる。このとき、単位パターンでの中心からの最も濃い位置あるいは淡い位置のずれ、つまり中心からの透過率の最も低い位置あるいは高い位置のずれは、グレースケールマスク 6 2 の中心部の単位パターンから外周部の単位パターンに向かうにつれて大きくなっている。

【 0 0 3 5 】

以上のように本実施の形態の C C D 型固体撮像装置によれば、撮像領域の周辺部に入射する、光電変換素子の光入射面に対して斜め方向を向いた光を光電変換素子に導き、周辺部の光電変換素子への集光効率の低下を防止することができるので、本実施の形態の C C D 型固体撮像装置は、C C D 型固体撮像装置の高感度化を実現することができる。

【 0 0 3 6 】

また、本実施の形態の C C D 型固体撮像装置によれば、マイクロレンズの曲率を制御することにより周辺部の光電変換素子への集光効率の低下を防止する。よって、特許文献 1 に記載の C C D 型固体撮像装置のように隣接するマイクロレンズ間の距離に制限されることなく C C D 型固体撮像装置の薄型化及び高画質化を実現できるので、本実施の形態の C C D 型固体撮像装置は、感度を犠牲にすること無く C C D 型固体撮像装置の薄型化及び高画質化を実現することができる。

【 0 0 3 7 】

以上、本発明に係る C C D 型固体撮像装置について実施の形態に基づいて説明したが、

10

20

30

40

50

本発明は、この実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形または修正が可能であることはいうまでもない。

【0038】

例えば、上記実施の形態のCCD型固体撮像装置では、線対称の断面形状を有するマイクロレンズが撮像領域の中心部に形成され、線対称で無い断面形状を有するマイクロレンズが撮像領域の周辺部に形成されとした。しかし、マイクロレンズの凸面の最大曲率が撮像領域の中心部から外周に向かうにつれて大きくなればこれに限られず、図9に示されるように、底面形状が同一で高さ h_1 、 h_2 の異なる、線対称の断面形状を有するマイクロレンズが撮像領域の中心部及び周辺部に形成されてもよい。すなわち、高さ h_1 が高くなるように、撮像領域の中心部から右側周辺部に向けて（図9のF方向に向けて）第1のマイクロレンズ81aから第1のマイクロレンズ81bに、撮像領域の中心部から左側周辺部に向けて（図9のG方向に向けて）第1のマイクロレンズ81aから第1のマイクロレンズ81cに形状が変化し、また高さ h_2 が高くなるように、撮像領域の中心部から右側周辺部に向けて第2のマイクロレンズ84aから第2のマイクロレンズ84bに、撮像領域の中心部から左側周辺部に向けて第2のマイクロレンズ84aから第2のマイクロレンズ84cに形状が変化してもよい。

【0039】

また、上記実施の形態のCCD型固体撮像装置では、線対称の断面形状、及び線対称で無い断面形状を有する半球形状のレジストをレンズ材料の上に形成し、エッチバックによりそのレジストの半球形状をレンズ材料に転写して、線対称の断面形状、及び線対称で無い断面形状を有する半球形状のマイクロレンズを形成するとした。しかし、転写では無く、マイクロレンズを構成する感光性の透明な樹脂、例えばアクリル系樹脂に、グレースケールマスクを用いた露光、現像を施すことにより線対称の断面形状、あるいは線対称で無い断面形状を有する半球形状のマイクロレンズを形成してもよい。

【0040】

また、上記実施の形態のCCD型固体撮像装置は、2層のマイクロレンズ層が積層された2層のレンズ構造を有し、2層のマイクロレンズ層の両方は凸面の最大曲率が撮像領域の中心部から外周に向かうにつれて大きくなるマイクロレンズを有するとした。しかし、2層のマイクロレンズ層のうちの片方のみが、凸面の最大曲率が撮像領域の中心部から外周に向かうにつれて大きくなるマイクロレンズを有していてもよい。

【0041】

また、上記実施の形態のCCD型固体撮像装置は、2層のレンズ構造を有し、フォトダイオード上方には第1のマイクロレンズ及び第2のマイクロレンズが形成されとした。しかし、CCD型固体撮像装置は、凸面の最大曲率が撮像領域の中心部から外周に向かうにつれて大きくなるマイクロレンズを有する2層以上のマイクロレンズ層が積層された多層のレンズ構造を有してもよい。これによって、CCD型固体撮像装置の集光効率を高くすることができるので、CCD型固体撮像装置の更なる高感度化を実現することができる。また、CCD型固体撮像装置は、凸面の最大曲率が撮像領域の中心部から外周に向かうにつれて大きくなる1層のマイクロレンズ層からなる1層のレンズ構造を有してもよい。

【0042】

また、上記実施の形態では、凸面の最大曲率が撮像領域の中心部から外周に向かうにつれて大きくなるマイクロレンズを有する固体撮像装置としてCCD型固体撮像装置を例示して説明したが、固体撮像装置は、MOS型固体撮像装置であってもよい。

【0043】

（第2の実施の形態）

以下、本発明の実施の形態における固体撮像装置を搭載したカメラについて、図面を参照しながら説明する。

【0044】

図10は、第2の実施の形態のカメラのブロック図である。

図10に示されるように、カメラは、レンズ90と、固体撮像装置91と、駆動回路9

10

20

30

40

50

２と、信号処理部 ９３と、外部インターフェイス部 ９４とからなる。

【００４５】

上記構成を有するカメラにおいて、外部に信号が出力されるまでの処理は以下のような順序に沿っておこなわれる。

（１）レンズ ９０を光が通過し、固体撮像装置 ９１に入る。

（２）信号処理部 ９３は、駆動回路 ９２を通して固体撮像装置 ９１を駆動し、固体撮像装置 ９１からの出力信号を取り込む。

（３）信号処理部 ９３で処理した信号を、外部インターフェイス部 ９４を通して外部に出力する。

【００４６】

以上のように本実施の形態のカメラによれば、高感度化、薄型化及び高画質化された固体撮像装置からデータが出力される。よって、本実施の形態のカメラは、画質に優れた小型のカメラを実現することができる。

【産業上の利用可能性】

【００４７】

本発明は、固体撮像装置に利用でき、特に光電変換素子上方に設けられるマイクロレンズ等に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００４８】

【図 １】本発明の第 １の実施の形態の ＣＣＤ型固体撮像装置の概略上面図である。

【図 ２】（ａ）単位セル及びその周辺領域（図 １の Ａ部）の概略断面図である。（ｂ）単位セル及びその周辺領域（図 １の Ｂ部）の概略断面図である。（ｃ）単位セル及びその周辺領域（図 １の Ｃ部）の概略断面図である。

【図 ３】（ａ）撮像領域の中心部における感度の光入射角依存性を示す図である。（ｂ）撮像領域の周辺部における感度の光入射角依存性を示す図である。

【図 ４】マイクロレンズの形状変化を説明するための同 ＣＣＤ型固体撮像装置の概略断面図である。

【図 ５】（ａ）線対称の断面形状を有する形状を説明するための上面図である。（ｂ）線対称の断面形状を有する形状を説明するための上面図である。（ｃ）線対称の断面形状を有する形状を説明するための上面図である。（ｄ）線対称の断面形状を有する形状を説明するための断面図である。

【図 ６】（ａ）線対称で無い断面形状を有する形状を説明するための断面図である。（ｂ）線対称で無い断面形状を有する形状を説明するための断面図である。

【図 ７】線対称の断面形状を有するマイクロレンズの形成方法を示す図である。

【図 ８】線対称で無い断面形状を有するマイクロレンズの形成方法を示す図である。

【図 ９】マイクロレンズの形状変化の変形例を説明するための同 ＣＣＤ型固体撮像装置の概略断面図である。

【図 １０】本発明の第 ２の実施の形態のカメラのブロック図である。

【図 １１】特許文献 １に記載の ＣＣＤ型固体撮像装置の概略上面図である。

【図 １２】（ａ）単位セル及びその周辺領域（図 １１の Ｈ部）の概略断面図である。（ｂ）単位セル及びその周辺領域（図 １１の Ｉ部）の概略断面図である。（ｃ）単位セル及びその周辺領域（図 １１の Ｊ部）の概略断面図である。

【符号の説明】

【００４９】

１１、３１ 単位セル

１２、３２ 垂直 ＣＣＤ

１３、３３ 撮像領域

１４、３４ 水平 ＣＣＤ

２１ａ、２１ｂ、２１ｃ、４１、８１ａ、８１ｂ、８１ｃ 第 １のマイクロレンズ

２２、４２ カラーフィルタ

10

20

30

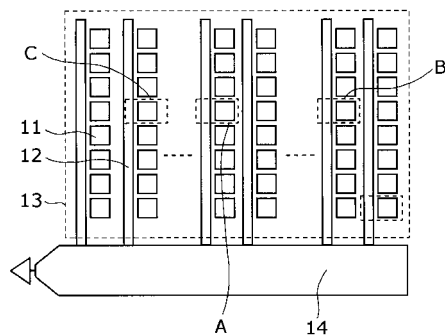
40

50

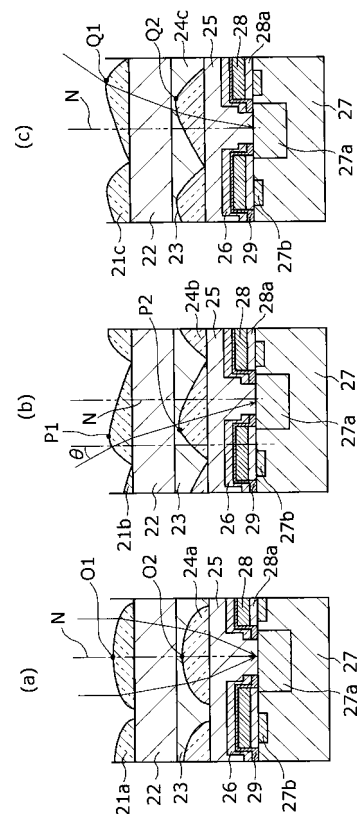
- 23、25、43、45 平坦化膜
 24a、24b、24c、44、84a、84b、84c 第2のマイクロレンズ
 26、46 遮光メタル膜
 27、47 Si基板
 27a、47a フォトダイオード
 27b、47b 電荷転送部
 28、48 ゲート電極
 28a、48a ゲート絶縁膜
 29、49 絶縁膜
 60、70 レンズ材料
 61、71 ポジ型レジスト
 62 グレースケールマスク
 90 レンズ
 91 固体撮像装置
 92 駆動回路
 93 信号処理部
 94 外部インターフェイス部

10

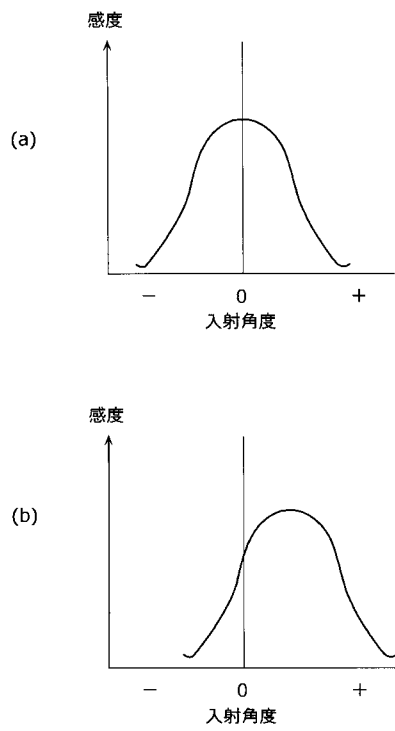
【図1】



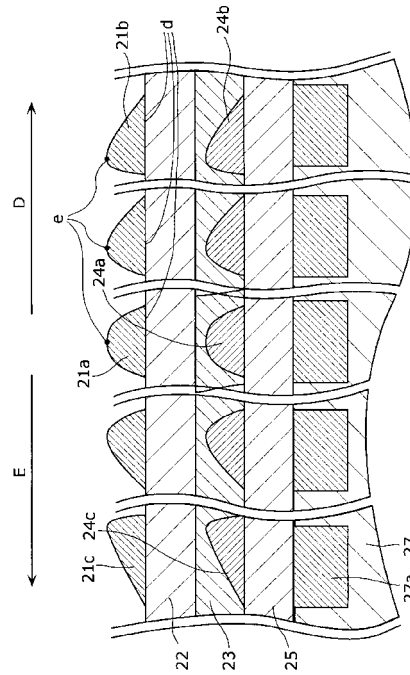
【図2】



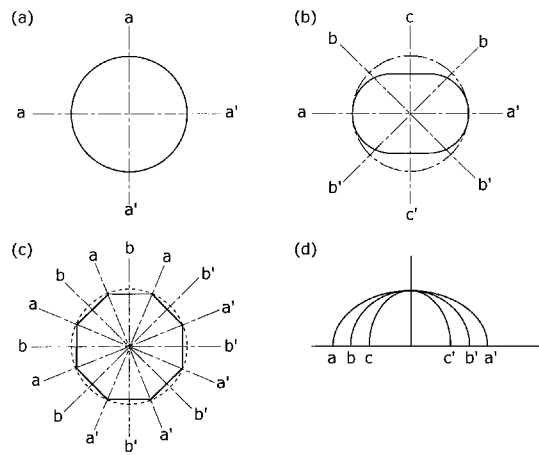
【図 3】



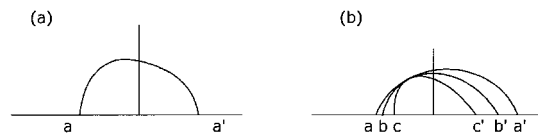
【図 4】



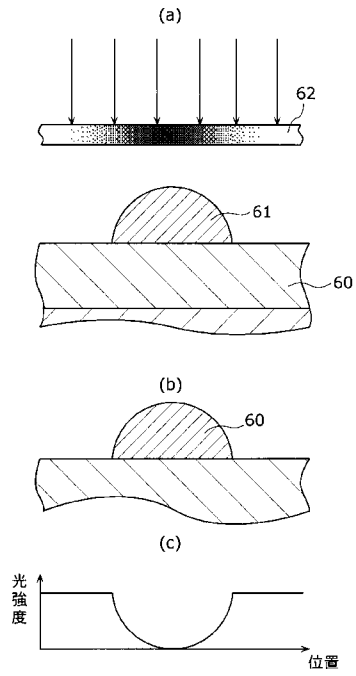
【図 5】



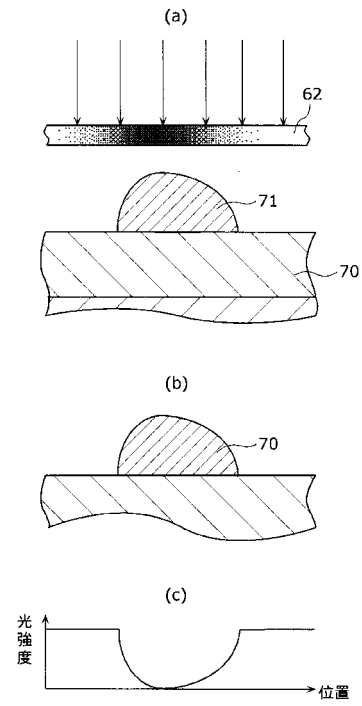
【図 6】



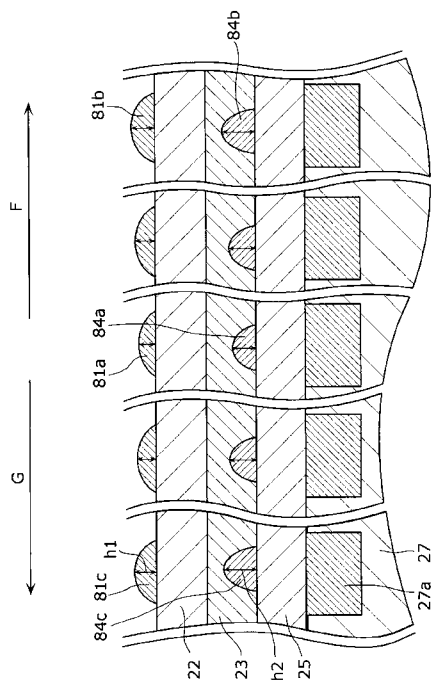
【図 7】



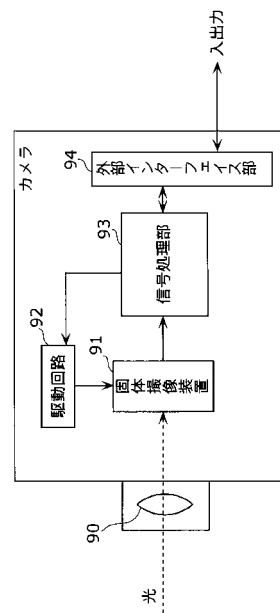
【図 8】



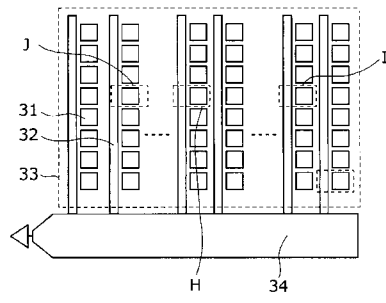
【図 9】



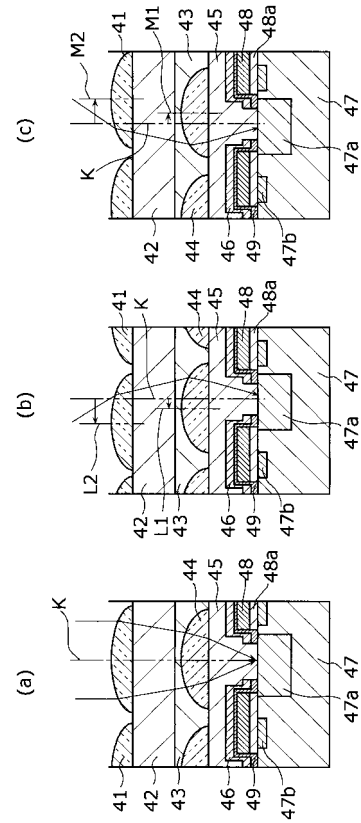
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭63-147365(JP,A)
特開平04-075382(JP,A)
特開平10-229180(JP,A)
特開平08-116041(JP,A)
特開2001-160973(JP,A)
特開2002-365784(JP,A)
特表2002-530895(JP,A)
特開平11-340446(JP,A)
特開2004-347693(JP,A)
特開平06-132502(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/14 - 27/148
G02B 3/00
H04N 5/369