

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6166640号
(P6166640)

(45) 発行日 平成29年7月19日(2017.7.19)

(24) 登録日 平成29年6月30日(2017.6.30)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 27/146 (2006.01)
H O 4 N 5/369 (2011.01)H O 1 L 27/146 D
H O 4 N 5/369

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-219506 (P2013-219506)
 (22) 出願日 平成25年10月22日(2013.10.22)
 (65) 公開番号 特開2015-82566 (P2015-82566A)
 (43) 公開日 平成27年4月27日(2015.4.27)
 審査請求日 平成28年7月13日(2016.7.13)

(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 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置、その製造方法及びカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光電変換部が配された基板と、前記基板の一方の側に配された遮光部材と、前記基板の他方の側に配された配線部材と、を備え、各々が前記遮光部材に設けられた複数の開口のいずれかに対応して行列状に配列された複数の画素を有する固体撮像装置であって、

前記複数の画素のそれぞれは、前記光電変換部と、前記基板の前記一方の側に配されたレンズと、を有し、

前記遮光部材は、各画素に対応する開口が、当該画素の前記レンズの前記光電変換部とは反対側の面と前記光電変換部との間に位置するように設けられており、

前記複数の画素は、 m および n を自然数として、第 m 行かつ第 n 列の第1の画素と、第 $m+1$ 行かつ第 $n+1$ 列の第2の画素と、第 m 行かつ第 $n+1$ 列の第3の画素と、を含み、

前記複数の開口は、前記第1の画素に対応する第1の開口と、前記第2の画素に対応する第2の開口と、前記第3の画素に対応する第3の開口とを含み、

前記第1の開口と前記第2の開口との距離は、前記第1の開口と前記第3の開口との距離よりも大きく、

前記第1の画素の前記レンズと前記第2の画素の前記レンズとは、前記レンズとは異なる屈折率を有する誘電体部材を介して互いに離れており、

前記第1の画素の前記レンズと前記第3の画素の前記レンズとは、前記遮光部材の上で

10

20

接触しており、

前記誘電体部材は、前記遮光部材の前記第 1 の開口と前記第 2 の開口との間の部分に接している、

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

複数の光電変換部が配された基板と、前記基板の一方の側に配された遮光部材と、前記基板の他方の側に配された配線部材と、を備え、各々が前記遮光部材に設けられた複数の開口のいずれかに対応して行列状に配列された複数の画素を有する固体撮像装置であって、

前記複数の画素のそれぞれは、前記光電変換部と、前記基板の前記一方の側に配された レンズと、を有し、

前記遮光部材は、各画素に対応する開口が、当該画素の前記 レンズの前記光電変換部とは反対側の面と前記光電変換部との間に位置するように設けられており、

前記複数の画素は、 m および n を自然数として、第 m 行かつ第 n 列の第 1 の画素と、第 $m + 1$ 行かつ第 $n + 1$ 列の第 2 の画素と、第 m 行かつ第 $n + 1$ 列の第 3 の画素と、を含み、

前記複数の開口は、前記第 1 の画素に対応する第 1 の開口と、前記第 2 の画素に対応する第 2 の開口と、前記第 3 の画素に対応する第 3 の開口とを含み、

前記第 1 の開口と前記第 2 の開口との距離は、前記第 1 の開口と前記第 3 の開口との距離よりも大きく、

前記第 1 の画素の前記 レンズと前記第 2 の画素の前記 レンズとは、前記 レンズとは異なる屈折率を有する誘電体部材を介して互いに離れており、

前記第 1 の画素の前記 レンズと前記第 3 の画素の前記 レンズとは、前記遮光部材の上で接触しており、

前記誘電体部材は、前記遮光部材の前記第 1 の開口と前記第 2 の開口との間の部分を覆う、前記 レンズとは異なる屈折率を有する誘電体膜に接している、

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】

前記遮光部材の前記第 1 の開口と前記第 3 の開口との間の部分と、前記誘電体部材との距離は、前記遮光部材の厚さよりも小さい、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

同じ行における前記画素のピッチを P として、前記基板から前記 レンズの頂点までの距離は、 $P / 4$ より大きく、 $2 \times P$ より小さい、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記第 1 の画素の前記 レンズと前記第 3 の画素の前記 レンズとの距離は、最大で $(2 - 1) \times P$ である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記 レンズは、前記基板の受光面に垂直な方向において、前記遮光部材に重なっている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記 レンズは、前記基板の受光面に平行な方向において、前記遮光部材で囲まれている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記複数の画素のそれぞれは、前記 レンズの前記基板とは反対側に配されたマイクロレンズを更に有する、 ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装

10

20

30

40

50

置。

【請求項 9】

前記誘電体部材の屈折率は前記レンズよりも低く、
前記誘電体部材は、前記レンズと前記マイクロレンズとの間に延在する、
ことを特徴とする請求項 8 に記載の固体撮像装置。

【請求項 10】

前記誘電体部材は、
その前記マイクロレンズの側の面および前記レンズの側の面が前記レンズの前記面に沿
っているコーティング膜を含む、
ことを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の固体撮像装置。

10

【請求項 11】

前記誘電体部材は、
その前記レンズの側の面が前記レンズの前記面に沿っており、その前記マイクロレンズ
の側の面が前記レンズの側の前記面よりも平坦である平坦化膜を含む、
ことを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 12】

前記遮光部材の前記開口は、円形状または矩形形状である、
ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置と、
前記固体撮像装置からの信号を処理する処理部と、を備える、
ことを特徴とするカメラ。

20

【請求項 14】

複数の光電変換部が配された基板の一方の側に各々が前記複数の光電変換部に対応する
複数の開口を有する遮光部材が設けられ、前記基板の他方の側に配線部材が設けられた状
態で、前記遮光部材の上にレンズ材料膜を形成する工程と、

前記レンズ材料膜の上に前記複数の開口の各々に対応した凸形状のレジストパターンを
形成する工程と、

前記レジストパターンと前記レンズ材料膜とのエッチングを行うことによって前記レン
ズ材料膜をレンズ形状に加工する工程と、を有し、

30

前記複数の開口は、第 1 の開口と、前記第 1 の開口に隣り合う第 2 の開口と、前記第 1
の開口および前記第 2 の開口に隣り合う第 3 の開口と、を含んでおり、前記第 1 の開口と
前記第 2 の開口との距離は、前記第 1 の開口と前記第 3 の開口との距離よりも大きく、

前記加工する工程では、前記遮光部材の前記第 1 の開口と前記第 2 の開口との間の部分
が露出し且つ前記遮光部材の前記第 1 の開口と前記第 3 の開口との間の部分が露出しない
ように前記エッチングを行う、

ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 15】

複数の光電変換部が配された基板の一方の側に各々が前記複数の光電変換部に対応する
複数の開口を有する遮光部材が設けられ、前記基板の他方の側に配線部材が設けられた状
態で、前記遮光部材の上に誘電体膜を介してレンズ材料膜を形成する工程と、

40

前記レンズ材料膜の上に前記複数の開口の各々に対応した凸形状を有するレジストパ
ターンを形成する工程と、

前記レジストパターンと前記レンズ材料膜とのエッチングを行うことによって前記レン
ズ材料膜をレンズ形状に加工する工程と、を有し、

前記複数の開口は、第 1 の開口と、前記第 1 の開口に隣り合う第 2 の開口と、前記第 1
の開口および前記第 2 の開口に隣り合う第 3 の開口と、を含んでおり、前記第 1 の開口と
前記第 2 の開口との距離は、前記第 1 の開口と前記第 3 の開口との距離よりも大きく、

前記加工する工程では、前記遮光部材の前記第 1 の開口と前記第 2 の開口との間の部分
の上に位置する前記誘電体膜が露出し且つ前記遮光部材の前記第 1 の開口と前記第 3 の開

50

口との間の部分の上に位置する前記誘電体膜が露出しないように前記エッチングを行う、
ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置、その製造方法及びカメラに関する。

【背景技術】

【0002】

裏面照射型の固体撮像装置は、光電変換部を含む基板と、当該基板の裏面側に配された光学系と、当該基板の表面側に配され、配線層および層間絶縁膜を含む構造とを備える。

10

【0003】

基板の裏面側には、混色の原因となる隣接画素間の光の漏れを防止するため、光電変換部の上に開口を有する遮光部材が設けられる。当該遮光部材は、例えば金属材料等の遮光性の材料で構成されうる。また、光学系は、マイクロレンズを含む他、光感度を向上させるために光電変換部とマイクロレンズとの間に配されたインナーレンズを含みうる。特許文献1には、裏面照射型の固体撮像装置において、層内レンズと遮光膜を用いることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【特許文献1】特開2011-135100号公報

【特許文献2】特開2009-272650号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

図1を参照しながら、光電変換部PDを含む基板SUBと、マイクロレンズML及びインナーレンズILを含む光学系OPと、開口Oを有する金属パターンPMと、を含む裏面照射型の固体撮像装置IDの構成例を述べる。図1(a)は、固体撮像装置IDのうち金属パターンPMの上面を示した模式図であり、図1(b)は、カットラインA-A'における固体撮像装置IDの断面構造を示した模式図である。

30

【0006】

インナーレンズILを形成するレンズ部材は、金属パターンPMの上に、金属パターンPMを覆うように設けられうる。マイクロレンズML側から金属パターンPMの上面に光Lが入射すると、図1(b)に例示されるように、インナーレンズILを形成するレンズ部材の内部で多重反射が生じうる。多重反射による光Lが光電変換部PDに入射することによって、固体撮像装置IDで得られる画像の品質の低下をもたらさうる。

【0007】

ところで、図1(a)に示されるように、金属パターンPMの上面において、カットラインA-A'方向の開口O間の距離D1は、水平方向の開口O間の距離D2よりも大きい。上述の多重反射による影響の大部分は、距離D2の部分で生じた多重反射によるものである。

40

【0008】

特許文献2には、表面照射型の固体撮像装置が開示されている。表面照射型の構造に対して、裏面照射型の構造では、配線層および層間絶縁膜を含む構造が基板と光学系との間に配されない。そのため、裏面照射型の構造では、インナーレンズを形成するレンズ部材に覆われた金属遮光部材と、光電変換部を含む基板との距離が、表面照射型の構造に比べて小さく、上述の多重反射による光の影響を受けやすい。

【0009】

本発明は、発明者による上記課題の認識を契機として為されたものであり、裏面照射型の固体撮像装置で得られる画像の高品質化に有利な技術を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一つの側面は固体撮像装置にかかり、前記固体撮像装置は、複数の光電変換部が配された基板と、前記基板の一方の側に配された遮光部材と、前記基板の他方の側に配された配線部材と、を備え、各々が前記遮光部材に設けられた複数の開口のいずれかに対応して行列状に配列された複数の画素を有する固体撮像装置であって、前記複数の画素のそれぞれは、前記光電変換部と、前記基板の前記一方の側に配されたレンズと、を有し、前記遮光部材は、各画素に対応する開口が、当該画素の前記レンズの前記光電変換部とは反対側の面と前記光電変換部との間に位置するように設けられており、前記複数の画素は、 m および n を自然数として、第 m 行かつ第 n 列の第1の画素と、第 $m+1$ 行かつ第 $n+1$ 列の第2の画素と、第 m 行かつ第 $n+1$ 列の第3の画素と、を含み、前記複数の開口は、前記第1の画素に対応する第1の開口と、前記第2の画素に対応する第2の開口と、前記第3の画素に対応する第3の開口とを含み、前記第1の開口と前記第2の開口との距離は、前記第1の開口と前記第3の開口との距離よりも大きく、前記第1の画素の前記レンズと前記第2の画素の前記レンズとは、前記レンズとは異なる屈折率を有する誘電体部材を介して互いに離れており、前記第1の画素の前記レンズと前記第3の画素の前記レンズとは、前記遮光部材の上で接触しており、前記誘電体部材は、前記遮光部材の前記第1の開口と前記第2の開口との間の部分に接している、ことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、裏面照射型の固体撮像装置で得られる画像の高品質化に有利な技術を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】裏面照射型の固体撮像装置の構成の参考例を説明する図。

【図2】裏面照射型の固体撮像装置のいくつかの実施形態の構成例を説明する図。

【図3】裏面照射型の固体撮像装置におけるインナーレンズ部分の構成例を説明する図。

【図4】裏面照射型の固体撮像装置におけるインナーレンズ部分の他の構成例を説明する図。

【図5】裏面照射型の固体撮像装置の製造方法の例の一部を説明する図。

30

【図6】裏面照射型の固体撮像装置におけるインナーレンズ部分の他の構成例を説明する図。

【図7】裏面照射型の固体撮像装置におけるインナーレンズ部分の他の構成例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

(第1実施形態)

図2および3を参照しながら、第1実施形態の固体撮像装置I1を説明する。図2は、固体撮像装置I1の断面構成を示す模式図である。固体撮像装置I1は、シリコン基板等の基板SUBと、基板SUBの一方の面であるbs面(裏面)側に配された光学系OPと、基板SUBの他方の面であるfs面(表面)側に配され、配線層及び層間絶縁膜を含む配線部材STと、を備えている。

40

【0014】

固体撮像装置I1は、複数の行および複数の列を形成するように配列された複数の画素Pを有する。説明の容易化のため、ここでは3つの画素Pを含む部分について図示している。各画素Pは、基板SUBに設けられた光電変換部PDと、光電変換部PDの上に配されたマイクロレンズ10と、光電変換部PDとマイクロレンズ10との間に配されたインナーレンズ40と、を有する。光学系OPは、複数のマイクロレンズ10で構成されたマイクロレンズアレイと、複数のインナーレンズ40で構成されたインナーレンズアレイを含む。インナーレンズアレイはマイクロレンズアレイと基板SUBとの間に位置する。各

50

画素 P は、マイクロレンズ 10 とインナーレンズ 40 との間に配されたカラーフィルタ 20 を含みうる。光学系 OP は、複数のカラーフィルタ 20 で構成されたカラーフィルタアレイを含む。カラーフィルタアレイはインナーレンズアレイとマイクロレンズアレイとの間に位置する。

【0015】

光電変換部 PD は、例えば PN 接合型のフォトダイオードであり、N 型半導体領域 71 を P 型半導体領域 72 の中に設けることによって形成されうる。インナーレンズ 40 は、基板 SUB の上に、例えば保護膜 60 を介して設けられうる。インナーレンズ 40 には例えば窒化シリコンが用いられ、インナーレンズ 40 はプラズマ CVD 法や高密度プラズマ CVD 法によって形成されうる。隣り合うインナーレンズ 40 同士の間には、誘電体部材 30 が位置している。誘電体部材 30 は、インナーレンズ 40 とは異なる材料からなり、異なる屈折率を有する。誘電体部材 30 とカラーフィルタ 20 あるいはマイクロレンズ 10 とは、屈折率が互いに異なってもよいし、同じであってもよい。誘電体部材 30 は典型的には固体であるが、液体や気体であってもよい。また、マイクロレンズ 10 とインナーレンズ 40 との間には、透光部材であるカラーフィルタ 20 および平坦化膜が配されうる。カラーフィルタ 20 は、インナーレンズ 40 の上に平坦化膜を介して設けられうる。本実施形態では、インナーレンズ 40 間の誘電体部材 30 がマイクロレンズ 10 とインナーレンズ 40 との間に延在して、透光部材である平坦化膜を兼ねている。しかし、マイクロレンズ 10 とインナーレンズ 40 との間の透光部材とインナーレンズ 40 間の誘電体部材とは別の部材であってもよい。

【0016】

基板 SUB の上には、光電変換部 PD の上に開口 O を有する遮光部材 50 が配されている。遮光部材 50 は、例えば金属材料等の遮光性の材料で構成されればよい。開口 O は遮光部材 50 に複数設けられており、各開口 O は複数の画素 P の何れかに対応する。各画素 P において、開口 O は、光電変換部 PD とインナーレンズ 40 の上面（マイクロレンズ 10 側の表面）との間に位置する。

【0017】

基板 SUB の fs 面側には、配線パターン 91 が配された配線層と層間絶縁膜 92 とを含む配線部材 ST が設けられる。また、基板 SUB の fs 面には、光電変換部 PD から画素信号を読み出すための各トランジスタが設けられ、ここでは、fs 面にゲート絶縁膜を介して設けられたゲート電極 80 を図示している。また、配線パターン 91 および層間絶縁膜 92 を覆うように、パッシベーション膜 100 が設けられる。パッシベーション膜 100 には例えば窒化シリコンが用いられ、パッシベーション膜 100 はプラズマ CVD 法や高密度プラズマ CVD 法によって形成される。なお、説明の容易化のため、ここでは 2 層の配線層を含む配線部材 ST を図示したが、層数はこれに限られるものではない。

【0018】

以上のようにして、固体撮像装置 I1 は裏面照射型の構造を採っている。

【0019】

図 3 は、基板 SUB と光学系 OP との境界領域（以下「領域 K」と称する）を説明する模式図であり、主にインナーレンズ 40 及び遮光部材 50 について示している。図 3 (a) は、遮光部材 50 の上面と、インナーレンズ 40 の外縁とを示している。説明の容易化のため、ここでは 3 行 × 3 列の画素 P に対応する開口 O を図示している。開口 O は、例えば円形状である。インナーレンズ 40 は、遮光部材 50 の上面の一部 p50 を覆うように設けられている。従って、受光面である bs 面に垂直な方向において、インナーレンズ 40 と遮光部材 50 は重なっている。なお、図中では、遮光部材 50 の上面のうち、インナーレンズ 40 によって覆われていない部分を q50 と示している。また、互いに隣接するインナーレンズ 40 同士は、互いに離隔されており、遮光部材 50 の上で接触していない。

【0020】

図 3 (b) は、カットライン B - B' における固体撮像装置 I1 の断面構造のうち領域

Kの部分を示した模式図である。カットラインB - B'は、ここでは行方向に沿ったカットラインであるが、列方向についても同様である。列方向と行方向を総称して対辺方向と称する。図3(c)は、図3(b)と同様に、カットラインC - C'における当該領域Kの部分を示した模式図である。カットラインC - C'は、行列を形成する画素アレイにおいて、m及びnを自然数として、第m行かつ第n列の画素と、第m + 1行かつ第n + 1列の画素とを通る方向に沿ったカットラインである。第m行かつ第n列の画素と、第m + 1行かつ第n - 1列の画素とを通る方向についても同様である。これらの方向を、対角方向と称する。

【0021】

インナーレンズ40には、例えば窒化シリコン(屈折率2.0)等の高屈折率材料が用いられうる。インナーレンズ40の上には、インナーレンズ40よりも屈折率の低い誘電体部材30が設けられる。これによりインナーレンズ40は集光レンズとして機能する。誘電体部材30は平坦化膜として機能している。この平坦化膜には、例えば有機樹脂(屈折率1.5)等の透光性の材料が用いられればよく、その他の誘電体部材が形成されてもよい。インナーレンズ40に入射した光は、例えば図3(b)に示されるように、その上面で屈折して、光電変換部PDに向かって集光される。

【0022】

以上の構造によると、隣接インナーレンズ40同士が互いに離隔されており、遮光部材50の上で接触していない。特に、対角方向における(カットラインC - C'上の)隣接インナーレンズ40同士が、遮光部材50の上で接触していない。そして、対角方向における隣接インナーレンズ40同士の間に位置する誘電体部材30が遮光部材50の上面の一部q50に接している。これにより、対角方向で隣接するインナーレンズ間40は、インナーレンズ40と同じ屈折率を有する部分が不連続となっている。また、対辺方向における隣接インナーレンズ40同士の間に位置する誘電体部材30が遮光部材50に接している。この構造によると、遮光部材50の上面にインナーレンズ40を形成するレンズ材料部材によって覆われていない部分q50を有するため、マイクロレンズ10側から遮光部材50の上面に光が入射することによって生じる多重反射の大部分が防止される。その結果、光電変換部PDに入射する光のうち、多重反射による光の量が低減される。よって、本実施形態によると、裏面照射型の固体撮像装置で得られる画像の高品質化に有利である。

【0023】

同じ行あるいは同じ列など、対辺方向における画素のピッチをPとして、基板SUBの受光面であるbs面(裏面)からインナーレンズ40の頂点までの距離は、 $2 \times P$ より小さくなるように設けられるとよい。これは、対角方向で表面が接触する仮想球を基板SUBの上に行列状に敷き詰める場合の仮想球の直径が、対角方向における画素のピッチ($2 \times P$)と等しいからである。

【0024】

また、対角方向におけるインナーレンズ40の間隔をLとして、 $0 < L < (2 - 1) \times P$ とすることで、光漏れを低減しつつ、対角方向におけるインナーレンズ40の幅を最大化することが可能となる。

【0025】

また、インナーレンズ40は、遮光部材50の開口Oの内側(遮光部材50の側壁および保護膜60の上面)に設けられている。従って、インナーレンズ40は、受光面であるbs面と平行な方向において、遮光部材50に囲まれている。インナーレンズ40が、例えば水素雰囲気の下で形成された窒化シリコンで構成されている場合には、当該窒化シリコンからの水素原子によって、基板SUBの表面のダングリングボンドが終端されうる。即ち、インナーレンズ40を構成する窒化シリコンを遮光部材50の開口内に配することにより、固体撮像装置I1の製造の際には、ダングリングボンドを終端するための水素が供給される。これにより、固体撮像装置I1の暗電流が低減され、画像の高品質化にさらに有利である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

以上では、図 2 および図 3 を参照しながら本発明の 1 つの形態を例示したが、本発明はこの構造に限られるものではない。例えば、遮光部材 5 0 は第 2 の保護膜（不図示）で覆われていてもよく、当該第 2 の保護膜は、例えばインナーレンズ 4 0 の下に遮光部材 5 0 および保護膜 6 0 を覆うように設けられてもよい。この構造において、当該第 2 の保護膜と保護膜 6 0 とは、基板 S U B とインナーレンズ 4 0 との間で生じうる光の反射を防止する反射防止膜として機能するように設けられてもよい。

【 0 0 2 7 】

（第 2 実施形態）

図 3 では平坦化膜としての誘電体部材 3 0 を示したが、図 4 では誘電体部材 3 0 がコーティング膜 3 1 と平坦化膜 3 2 とを含む形態を示している。コーティング膜 3 1 はインナーレンズ 4 0 の上面（マイクロレンズ 1 0 側の表面）に沿って設けられ、マイクロレンズ 1 0 側に突出した上面（マイクロレンズ 1 0 側の表面）を有する。コーティング膜 3 1 は保護膜及び / 又は反射防止膜として機能し得る。反射防止膜としてのコーティング膜 3 1 は、インナーレンズ 4 0 の屈折率よりも低い屈折率を有する層を含む多層膜または単層膜である。典型的には、反射防止膜としてのコーティング膜 3 1 の屈折率は、インナーレンズ 4 0 の屈折率よりも低く、平坦化膜 3 2 の屈折率よりも高い。インナーレンズ 4 0 に窒化シリコンを用いる場合には、コーティング膜 3 1 には酸窒化シリコンを用いることができる。

【 0 0 2 8 】

インナーレンズ 4 0 は、その上面（マイクロレンズ 1 0 側の表面）がコーティング膜 3 1 で覆われており、当該コーティング膜は、遮光部材 5 0 の上面とインナーレンズ 4 0 の上面とを覆うように設けられてもよい。コーティング膜 3 1 は遮光部材 5 0 に接触して設けることができる。即ち、インナーレンズ 4 0 を形成するレンズ部材が、コーティング膜 3 0 を隔てて遮光部材 5 0 の上で離隔されていればよい。当該反射防止膜は、入射光の波長を λ として、光学膜厚が $\lambda/4$ になるように設けられうるため十分に薄く、隣接画素への光漏れに対する影響は無視してよい。

【 0 0 2 9 】

インナーレンズ 4 0 の間を離隔する膜は、インナーレンズ 4 0 よりも屈折率がより低い膜であることが好ましい。平坦化膜 3 2 がコーティング膜 3 1 よりも屈折率が低いのであれば、平坦化膜 3 2 をより遮光部材 5 0 に近接させることが好ましい。コーティング膜 3 1 は、遮光部材 5 0 よりも厚さが小さくなるように形成されるとよい。本例では、コーティング膜 3 1 の凹形状に対応して、平坦化膜 3 2 は凸形状を形成しうる。したがって、平坦化膜 3 2 の凸形状の部分と遮光部材 5 0 との距離を遮光部材 5 0 の厚さよりも小さくできる。

【 0 0 3 0 】

また、図 3 では、遮光部材 5 0 の開口 O の形状が円形状の構造を例示したが、図 4 に例示されるように、開口 O の形状は矩形形状でもよい。図 4 は、開口 O の形状が矩形形状の構造における上述の領域 K の部分を、図 3 と同様に示している。開口 O の形状が矩形形状の構造においても、カットライン C - C ' 上の隣接インナーレンズ 4 0 間距離は、カットライン B - B ' 上の隣接インナーレンズ 4 0 間距離に比べて大きい。よって、この構造によっても、カットライン C - C ' 上の隣接インナーレンズ 4 0 が互いに接触していないことによって上述と同様の効果が得られる。なお、ここでは矩形形状の開口 O を例示したが、六角形や八角形等の多角形状についても同様である。

【 0 0 3 1 】

（第 3 実施形態）

上述の固体撮像装置 I 1 は、公知の半導体製造プロセスを用いて製造することができる。以下では、図 5 を参照しながら、固体撮像装置 I 1 のうち、主に遮光部材 5 0 およびインナーレンズ 4 0 の形成方法について述べる。

【 0 0 3 2 】

まず、図5の(a)に例示されるように、上述の基板SUBを準備して、基板SUBのfs面(表面)側に配線部材を形成する。そして基板SUBを薄化した後、基板SUBのbs面に保護膜60を介して、開口Oを有する遮光部材50を形成する。遮光部材50は、例えばアルミニウム、タングステン、銅などの金属材料を用いて単層で形成されてもよいし、アルミニウム膜の上に窒化チタンを設けた積層構造で形成されてもよい。

【0033】

次に、図5の(b)に例示されるように、開口Oを有する遮光部材50を覆うように、窒化シリコンなどで構成されたレンズ材料膜45を形成する。レンズ材料膜45は、例えば、プラズマCVD法や高密度プラズマCVD法によって形成されうる。その後、図5の(c)に例示されるように、例えばCMP法によって部材45の表面の平坦化を行う。

10

【0034】

次に、図5の(d)に例示されるように、平坦化されたレンズ材料膜45の上に、凸形状(所望のレンズ形状)のレジストパターン41を形成する。レジストパターン41は、例えばフォトリソグラフィ法および熱リフロー法を用いて形成されうる。レジストパターン41は、階調露光法を用いて形成されてもよい。その後、レジストパターン41を用いたエッチングによってレンズ材料膜45の加工を行う。具体的には、レジストパターン41をエッチングマスクとして用いてドライエッチングを行う。これにより、レジストパターン41の形状がレンズ材料膜45に転写され、レジストパターン41の形状にしたがうインナーレンズ40が形成される。

【0035】

20

図5の(e)は、ドライエッチングを行っている途中の様子を示す模式図である。図5の(f)は、ドライエッチング後(インナーレンズ40の形成が完了した後)の様子を示す模式図である。当該ドライエッチングは遮光部材50の上面の一部が露出するように為され、これによって、上述のとおり、隣接インナーレンズ40同士が遮光部材50の上で接触していない構造が形成される。

【0036】

なお、当該ドライエッチングによって、インナーレンズ40間距離を調整することもできる。例えばドライエッチングのプロセス条件を調整して、図5の(e)に例示されるように、部材45の露出された表面46にエッチング反応生成物が堆積しやすい条件にしてもよい。これによって、インナーレンズ40間距離を、図5の(d)のレジストパターン41間距離より小さくすることも可能である。また、この条件によると、窒化シリコンの部材45のエッチングレートが遮光部材50のエッチングレートよりも大きくできるため、エッチングによる遮光部材50への損傷が低減されうる。インナーレンズ40を形成した後は、例えば温度450°以下の熱処理が為されてもよい。

30

【0037】

その後、インナーレンズ40を覆うように平坦化膜30を形成し、その上にカラーフィルタ20およびマイクロレンズ10を形成することによって、固体撮像装置I1が得られる。

【0038】

(第4実施形態)

40

図6を参照しながら第4実施形態を説明する。図6は、本実施形態における領域Kの部分を、第1実施形態(図3)と同様にして例示している。本実施形態は、主に、カットラインB-B'上で隣接インナーレンズ40同士が遮光部材50の上で接触している、という点で第1実施形態と構造が異なる。即ち、カットラインC-C'上の隣接インナーレンズ40同士が遮光部材50の上で接触していないのに対して、カットラインB-B'上の隣接インナーレンズ40同士が遮光部材50の上で接触して、隣接インナーレンズ40同士が境界を成している。

【0039】

ここで、インナーレンズ40の上面が球面形状を有するように、例えば、同じ行あるいは同じ列など、対辺方向における複数の画素のピッチをPとしたときに、基板SUBのb

50

s面からインナーレンズ40の頂点までの距離が、 $P/4$ より大きくなるように設けられるとよく、 $P/3$ より大きくなるように設けられるとさらによい。また、カットラインB-B'上で互いに接触している隣接インナーレンズ40は、球面形状が維持されるように設けられるとよい。例えば、各インナーレンズ40は、図6(b)に示されるように、隣接インナーレンズ40間(境界近傍)の凹形状の部分がV字形状を形成するように設けられるとよい。当該V字形状は、遮光部材50よりも厚さが小さくなるように形成されうるとよい。インナーレンズ40間の凹形状に対応して、誘電体部材30は凸形状を形成しうる。したがって、誘電体部材30の該凸形状の部分と遮光部材50との距離を遮光部材50の厚さよりも小さくできる。

【0040】

10

なお、遮光部材50は、一般に100~500nm程度の厚さで設けられ、例えば200~300nm程度の厚さで設けられうる。また、当該V字形状は、各インナーレンズ40の傾斜が、例えば45°以上になるように形成されうるとよい。また、当該V字形状は、各インナーレンズ40の接触部分における傾斜が10°以下の略平坦な領域が、例えば100nm以下になるように形成されうるとよい。このような構造により、当該凹形状の部分の近傍に入射した光による隣接画素への光漏れが防止されうる。

【0041】

以上の構造によると、カットラインC-C'上の隣接インナーレンズ40同士が遮光部材50の上で接触していないのに対して、カットラインB-B'上の隣接インナーレンズ40同士が遮光部材50の上で接触している。この構造によると、マイクロレンズ10側から遮光部材50の上面に光が入射することによって生じうる多重反射の大部分を防止しつつ、インナーレンズ40の平面視における面積を第1実施形態よりも大きくすることが可能である。よって、本実施形態によると、第1実施形態と同様の効果を得つつ、光感度をさらに向上させることができる。

20

【0042】

(第5実施形態)

図7を参照しながら第5実施形態を説明する。図7の構造では、遮光部材50は、インナーレンズ40とは異なる屈折率を有する誘電体膜65で覆われている。なお、図7に例示されるように、開口Oの形状は、前述の第2実施形態と同様に、矩形形状でもよい。

【0043】

30

本実施形態では、対角方向で隣接するインナーレンズ間40に位置する誘電体部材30は、第1~4実施形態のように遮光部材50に接するのではなく、誘電体膜65に接している。これにより、対角方向で隣接するインナーレンズ間40は、インナーレンズ40と同じ屈折率を有する部分が不連続となっており、第1~4実施形態と同様に、多重反射による光の量が低減される。この誘電体膜65は、第1実施形態において説明した第2の保護膜として機能しうる。本例では、誘電体膜65は遮光部材50の側面および上面を覆っているが、誘電体膜65は遮光部材の上面のみを覆い、側面を覆わなくてもよい。

【0044】

また、誘電体膜65は例えばインナーレンズ40と基板SUBとの間にさらに延在して保護膜60を覆うように設けられている。この構造では、誘電体膜65および保護膜60は、基板SUBとインナーレンズ40との間で生じる光の反射を防止する反射防止膜として機能しうる。例えばインナーレンズ40に窒化シリコンを用いれば、誘電体膜65にインナーレンズ40よりも低い屈折率を有する酸窒化シリコンを用いることができる。誘電体膜65の屈折率は、インナーレンズ40の屈折率よりも高くてもよい。本実施形態においても、誘電体部材30と遮光部材50との距離は遮光部材50の厚さよりも小さいことが好ましい。このような構造は、誘電体膜65の厚さを遮光部材50の厚さよりも小さくすることで実現できる。

40

【0045】

このような誘電体膜65が遮光部材50の上面に設けられる形態においては、第3実施形態で説明したレンズ材料膜45のエッチングにおいて、遮光部材50ではなく、レンズ

50

材料膜 45 の形成前に設けられた誘電体膜 65 を露出するように行えばよい。開口を有する遮光部材 50 の形成後に、遮光部材 50 の上面および側面を覆う様に誘電体膜 65 を設け、その上に、レンズ材料膜 45 を形成すればよい。遮光部材 50 を成す開口を有しない遮光膜の上に誘電体膜を形成した後、この誘電体膜と遮光膜 50 とを一括してエッチングすることで、開口を有する遮光部材 50 を形成する。このようにして、開口を有する遮光部材 50 の上面を覆い、側面を覆わない誘電体膜を形成することができる。

【0046】

インナーレンズ 40 の上面が反射防止膜で覆われている場合には、当該反射防止膜は、インナーレンズ 40 の上面を覆うように設けられうる。図 7 でも誘電体部材 30 がコーティング膜 31 (第 1 膜) と平坦化膜 32 (第 2 膜) とを含む構成を示している。コーティング膜 31 はインナーレンズ 40 の上面 (マイクロレンズ 10 側の表面) に沿って設けられ、マイクロレンズ 10 側に突出した上面 (マイクロレンズ 10 側の表面) を有する。コーティング膜 31 は保護膜及び / 又は反射防止膜として機能し得る。

10

【0047】

インナーレンズ 40 は、その上面 (マイクロレンズ 10 側の表面) がコーティング膜 31 で覆われており、当該コーティング膜は、遮光部材 50 の上面とインナーレンズ 40 の上面とを覆うように設けられてもよい。コーティング膜 31 は遮光部材 50 に接触して設けることができる。即ち、インナーレンズ 40 を形成するレンズ部材が、コーティング膜 30 を隔てて遮光部材 50 の上で離隔されていればよい。当該反射防止膜は、入射光の波長を λ として、光学膜厚が $\lambda/4$ になるように設けられうるため十分に薄く、隣接画素への光漏れに対する影響は無視してよい。さらに、コーティング膜 30 は遮光部材 50 の上で離隔されており、平坦化膜 32 が遮光部材 50 に接触して設けられている。

20

【0048】

このように、遮光部材 50 の上で、複数の膜がインナーレンズ 40 を離隔することにより、光漏れを一層低減することができる。以上では、インナーレンズ 40 を離隔するように遮光部材 50 に接触する誘電体部材 30 として平坦化膜やコーティング膜を挙げた。しかし、これに限定されることなく、カラーフィルタ 20 やマイクロレンズ 10 を誘電体部材 30 に接触する誘電体部材 30 として用いてもよい。

【0049】

また、既に述べたように、開口 O の形状は矩形形状でもよい。この構造によっても上述と同様の効果が得られる。なお、ここでは矩形形状の開口 O を例示したが、六角形や八角形等の多角形状についても同様である。

30

【0050】

以上の 5 つの実施形態を述べたが、本発明はこれら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、変更や組み合わせが可能であり、他の実施形態によっても為されうる。

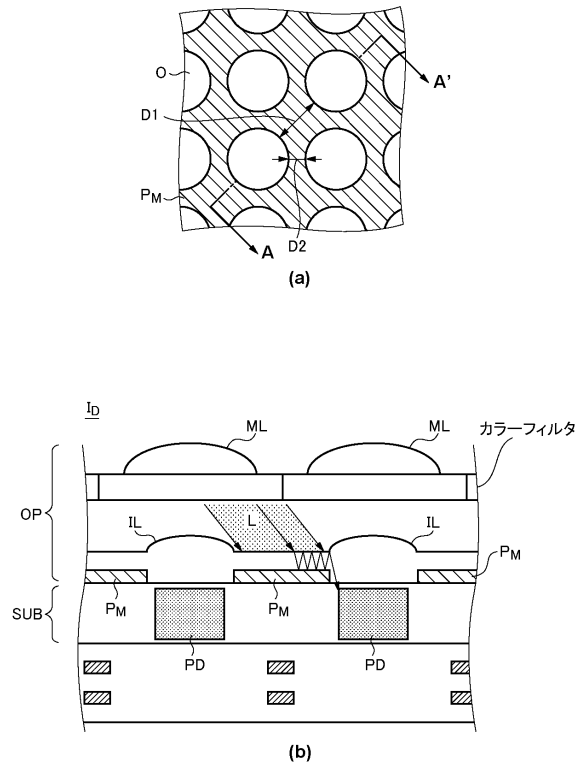
【0051】

(撮像システム)

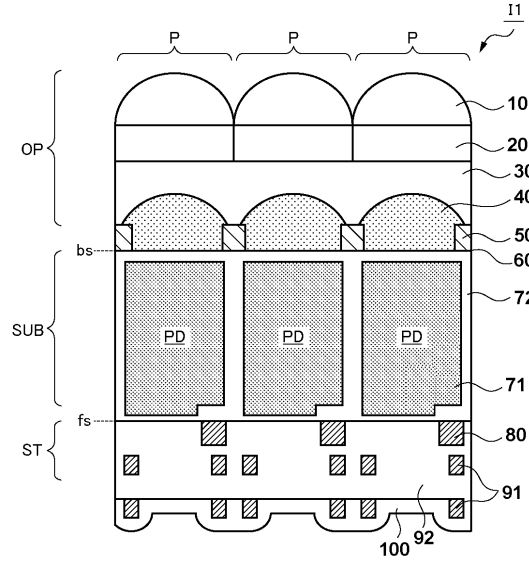
また、以上の各実施形態は、カメラ等に代表される撮像システムに含まれる固体撮像装置について述べた。撮像システムの概念には、撮影を主目的とする装置のみならず、撮影機能を補助的に備える装置 (例えば、パーソナルコンピュータ、携帯端末) も含まれる。撮像システムは、上記の実施形態として例示された本発明に係る固体撮像装置と、この固体撮像装置から出力される信号を処理する処理部とを含みうる。この処理部は、A/D 変換されたデジタルデータを処理するプロセッサを含みうる。A/D 変換器は、光電変換部を有する基板 SUB 上に設けることもできるし、光電変換部を有する基板 SUB とは別の基板に設けることもできる。A/D 変換器が形成された別の基板を、光電変換部を有する基板 SUB と接合して積層型の固体撮像装置としてもよい。

40

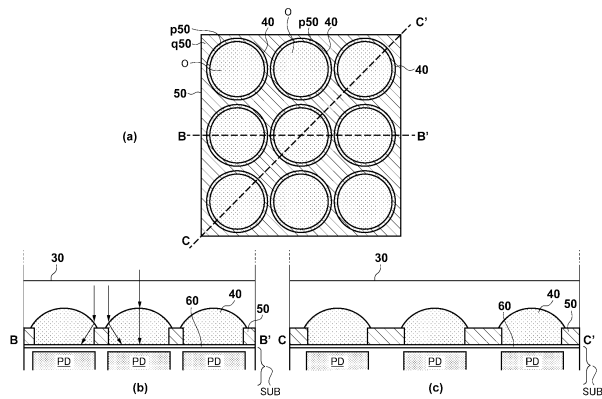
【図 1】



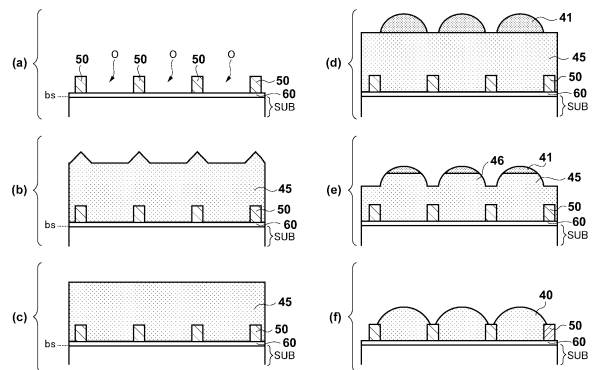
【図 2】



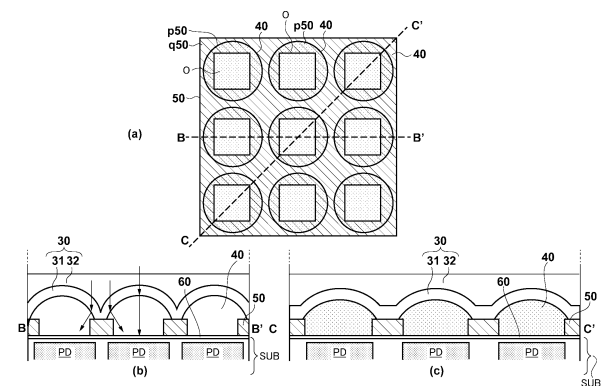
【図 3】



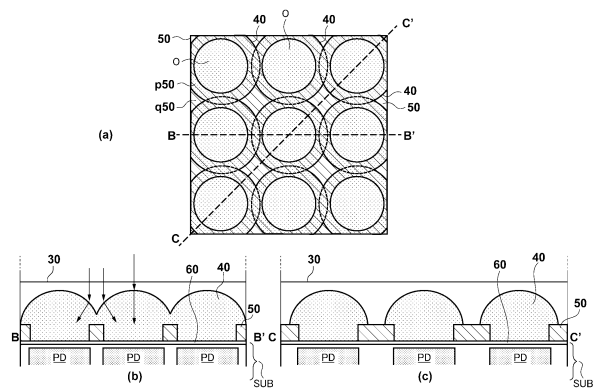
【図 5】



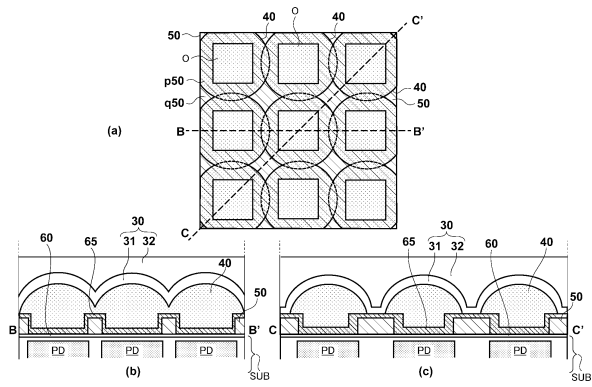
【図 4】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 関根 康弘
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2008-210846(JP,A)
特開2003-332548(JP,A)
特開2012-182432(JP,A)
特開2010-080648(JP,A)
特開2010-186818(JP,A)
特開2014-011304(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/339
H01L 27/14 - 27/148
H01L 29/762
H04N 5/30 - 5/378