

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4549195号
(P4549195)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日(2010.7.16)

(51) Int.Cl. F I
 HO 4 N 5/335 (2006.01) HO 4 N 5/335 7 4 O
 HO 1 L 27/14 (2006.01) HO 1 L 27/14 D
 HO 4 N 101/00 (2006.01) HO 4 N 101:00

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-11795 (P2005-11795)	(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17年1月19日(2005.1.19)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
(65) 公開番号	特開2006-203449 (P2006-203449A)	(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(43) 公開日	平成18年8月3日(2006.8.3)	(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
審査請求日	平成20年1月15日(2008.1.15)	(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(72) 発明者	長野 明彦 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】 固体撮像素子およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画素を有する固体撮像素子において、
 前記複数の画素のそれぞれが、
 光を集光するマイクロレンズと、
 前記マイクロレンズにより集光された光を光電変換する光電変換部と、
 前記マイクロレンズと前記光電変換部の間に配置され、前記マイクロレンズから前記光電変換部に向かう光の光路に対応する位置に開口部を有する複数の金属電極層と、
 前記複数の金属電極層間を接続する導電部と、
 前記マイクロレンズと前記光電変換部の間に配置され、前記マイクロレンズ側に凸の凸レンズ形状部を有する透明膜層とを具備し、
 前記凸レンズ形状部は、その厚み方向の少なくとも一部が、前記複数の金属電極層の内の少なくとも1つの金属電極層に形成された前記開口部内に進入して配置されるとともに、
 前記透明膜層は、前記導電部の配置領域を除いた部分に前記金属電極層を被覆するように形成されていることを特徴とする固体撮像素子。

10

【請求項2】

固体撮像素子を製造する方法であって、
 シリコン基板に、入射した光を光電変換する光電変換部を形成する光電変換部形成工程と、
 前記光電変換部の上方に、該光電変換部に入射する光の光路に対応する位置に開口部を

20

有する第1の金属電極層を形成する第1の金属電極層形成工程と、

前記第1の金属電極層に接続される導電部を形成する導電部形成工程と、

前記第1の金属電極層の上方に、前記光電変換部に入射する光の光路に対応する位置に開口部を有し、前記導電部に接続される第2の金属電極層を形成する第2の金属電極層形成工程と、

前記第2の金属電極層上に、該第2の金属電極層の前記開口部に対応する位置に前記光電変換部とは反対方向に凸の凸レンズ形状部を有する透明膜層を、前記凸レンズ形状部の厚み方向の少なくとも一部が前記開口部内に進入するように、かつ前記導電部の配置領域を除いた部分に前記金属電極層を被覆するように形成する透明膜層形成工程と、

前記透明膜層の上方に、前記光電変換部に光を集光するマイクロレンズを形成するマイクロレンズ形成工程と、
を具備することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルスチルカメラ等の撮像装置に用いられる固体撮像素子の受光効率を向上させる技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年デジタルスチルカメラは低価格になってきているが、その一因は固体撮像素子のチップサイズが小さくなってきていることにある。固体撮像素子のチップサイズが小さくなることによって、撮影光学系を含めた撮像ユニットが小さくなるが、更なる小型化のために撮影光学系自体の小型化も図られてきている。撮影光学系を小型化するためには、撮影光学系の射出瞳を固体撮像素子に近づける必要があり、その結果固体撮像素子の画面周辺に入射する光の、光軸に対する傾き角度（入射角）が大きくなっていく。固体撮像素子に入射する光の入射角が大きくなると光電変換部に光が到達しにくくなる。

【0003】

そのため、例えば特許文献1に開示されている固体撮像装置では、固体撮像装置のオンチップマイクロレンズと光電変換部との間に、光電変換部側に凸の平凸レンズを設け、光電変換部の面積が小さい固体撮像装置においても広い光線入射角範囲において受光効率を向上できるようにしている。

【0004】

また特許文献2には、光電変換部の直上に凸レンズを設けた固体撮像装置が開示されている。

【特許文献1】特開平11-274443号公報

【特許文献2】特開2000-164839号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に開示されている固体撮像装置では、オンチップマイクロレンズと光電変換部との間に設けられた平凸レンズが光電変換部側に凸の形状をなしているため、入射角の大きい光の一部は凸レンズ部で全反射してしまい、光を光電変換部に有効に導くことができないという欠点があった。

【0006】

そこで凸レンズ部で全反射を起こさないようにする一つの手法として、固体撮像素子200の断面図である図9に示すように、オンチップマイクロレンズ25と光電変換部11との間にオンチップマイクロレンズ25側に凸の凸平レンズ40を設けることが考えられる。しかし、金属電極層31と保護層41を形成した後に凸平レンズ40を形成すると、保護層41からオンチップマイクロレンズ25側に向かって凸平レンズ40が突出するため、オンチップマイクロレンズ25と凸平レンズ40との距離が長くなり、結果的に、オ

10

20

30

40

50

ンチップマイクロレンズ 25 と光電変換部 11 との距離も長くなって、入射角の大きい光が光電変換部 11 に導かれにくくなるという欠点があった。

【0007】

また、特許文献 2 の固体撮像装置では、凸レンズが光電変換部の直上、即ち光電変換部に近接して形成されているため、その凸レンズは光電変換部に入射する光の集光にはほとんど寄与していないという欠点があった。

【0008】

従って、本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、固体撮像素子において、マイクロレンズに大きい入射角で入射した光を効率良く光電変換部に導くことができるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係わる固体撮像素子は、複数の画素を有する固体撮像素子において、前記複数の画素のそれぞれが、光を集光するマイクロレンズと、前記マイクロレンズにより集光された光を光電変換する光電変換部と、前記マイクロレンズと前記光電変換部の間に配置され、前記マイクロレンズから前記光電変換部に向かう光の光路に対応する位置に開口部を有する複数の金属電極層と、前記複数の金属電極層間を接続する導電部と、前記マイクロレンズと前記光電変換部の間に配置され、前記マイクロレンズ側に凸の凸レンズ形状部を有する透明膜層とを具備し、前記凸レンズ形状部は、その厚み方向の少なくとも一部が、前記複数の金属電極層の内の少なくとも 1 つの金属電極層に形成された前記開口部内に進入して配置されるとともに、前記透明膜層は、前記導電部の配置領域を除いた部分に前記金属電極層を被覆するように形成されていることを特徴とする。

【0010】

また、本発明に係わる固体撮像素子の製造方法は、固体撮像素子を製造する方法であって、シリコン基板に、入射した光を光電変換する光電変換部を形成する光電変換部形成工程と、前記光電変換部の上方に、該光電変換部に入射する光の光路に対応する位置に開口部を有する第 1 の金属電極層を形成する第 1 の金属電極層形成工程と、前記第 1 の金属電極層に接続される導電部を形成する導電部形成工程と、前記第 1 の金属電極層の上方に、前記光電変換部に入射する光の光路に対応する位置に開口部を有し、前記導電部に接続される第 2 の金属電極層を形成する第 2 の金属電極層形成工程と、前記第 2 の金属電極層上に、該第 2 の金属電極層の前記開口部に対応する位置に前記光電変換部とは反対方向に凸の凸レンズ形状部を有する透明膜層を、前記凸レンズ形状部の厚み方向の少なくとも一部が前記開口部内に進入するように、かつ前記導電部の配置領域を除いた部分に前記金属電極層を被覆するように形成する透明膜層形成工程と、前記透明膜層の上方に、前記光電変換部に光を集光するマイクロレンズを形成するマイクロレンズ形成工程と、を具備することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、固体撮像素子において、マイクロレンズに大きい入射角で入射した光を効率良く光電変換部に導くことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の好適な実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0013】

(第 1 の実施形態)

図 1 乃至図 3 は本発明の第 1 の実施形態に係わる固体撮像素子を示す図であり、図 1 は CMOS 型の固体撮像素子の概略側断面図、図 2 及び図 3 は CMOS 型の固体撮像素子の製造プロセスを説明するための図である。

【0014】

10

20

30

40

50

図 1 を参照して、本実施形態の CMOS 型の固体撮像素子の構造について説明する。

【 0 0 1 5 】

デジタルカメラ等に用いられる固体撮像素子は数百万の画素で構成されているが、図 1 は固体撮像素子 1 の 1 画素分の断面を示している。

【 0 0 1 6 】

固体撮像素子 1 に入射した光は、オンチップマイクロレンズ 2 5 にて集光され平坦化層 2 4、カラーフィルタ層 2 3、平坦化層 2 2、シリコン窒化膜層 4 0、及び層間絶縁膜層 2 1、2 0 を透過して、シリコン基板 1 0 に形成された光電変換部 1 1 へ導かれる。

【 0 0 1 7 】

なお、図中、1 2 は光電変換部 1 1 で発生した電荷を転送するための第 1 の電極であるポリシリコン電極である。また、転送された電荷を選択的に固体撮像素子の外部に出力するための第 2 の電極 3 0 及び第 3 の電極 3 1 が層間絶縁膜層 2 0、2 1 上に配設されている。第 2 の電極 3 0 及び第 3 の電極 3 1 は、通常アルミ等の金属から形成されている。また、6 0 は第 2 の電極 3 0 と第 3 の電極 3 1 を接続するビアである。

10

【 0 0 1 8 】

本実施形態の固体撮像素子 1 では、シリコン窒化膜層 4 0 は従来の保護層を兼ねるため第 3 の電極 3 1 を被覆するように形成され、また第 3 の電極 3 1 の開口部分 3 1 a では、オンチップマイクロレンズ 2 5 にて集光された光が通過する領域に、光入射側に凸のレンズ部 4 0 a が形成されている。オンチップマイクロレンズ 2 5 で集光された光はシリコン窒化膜層 4 0 の凸レンズ部 4 0 a で光電変換部 1 1 に向かう方向に偏向されるため、凸レンズ部 4 0 a への入射角の大きい光も光電変換部 1 1 に効率よく導くことが可能となっている。また、凸レンズ部 4 0 a は光入射側に凸の形状であるため、凸レンズの表面で入射光の全反射は発生しない。

20

【 0 0 1 9 】

また、シリコン窒化膜層 4 0 の凸レンズ部 4 0 a の厚さ t_1 は、第 3 の電極 3 1 の厚さ t_a とほぼ等しくなるように構成されているため、平坦性が良く、シリコン窒化膜層 4 0 の凸レンズ部 4 0 a の形成後の平坦化処理を容易にしている。

【 0 0 2 0 】

図 2 及び図 3 は本実施形態の CMOS 型固体撮像素子 1 の製造プロセスを説明するための図である。図 2 及び図 3 では、固体撮像素子 1 の画面中心付近の 1 画素の断面構造を示している。

30

【 0 0 2 1 】

まず、シリコン基板 1 0 を熱酸化してシリコン基板 1 0 の表面に不図示のシリコン酸化膜 SiO_2 を形成する。さらに、シリコン基板 1 0 中に光電変換領域を形成するために、フォトレジスト 5 0 を塗布し、所定パターンのフォトマスクを介して露光を行い、さらに現像処理を行う。ポジ型のフォトレジストの場合、現像処理することにより光が照射された領域、すなわち光電変換領域に対応する領域 5 0 a のフォトレジスト 5 0 が溶解し、図 2 (a) に示すように、シリコン酸化膜 SiO_2 の一部が露出する。さらに、シリコン基板 1 0 に対してイオンを打ち込むことにより、光電変換部 1 1 を形成する。

【 0 0 2 2 】

シリコン基板 1 0 中に光電変換部 1 1 が形成されると、光電変換部 1 1 にて発生した電荷を転送するための第 1 の電極 1 2 をシリコン基板 1 0 の表面に形成する工程に進む。

40

【 0 0 2 3 】

まず、シリコン基板 1 0 の表面に、フォトレジスト 5 1 を塗布し不図示のフォトマスクで覆って露光する。フォトマスクは、光電変換部 1 1 の一部を覆う第 1 の電極 1 2 に対応する領域は光を透過し、その他の領域は光を遮光するように構成されている。さらにフォトレジスト 5 1 を現像処理することにより、光が照射された領域、すなわち第 1 の電極 1 2 に対応する領域 5 1 a のフォトレジスト 5 1 が溶解し、図 2 (b) に示すように、シリコン酸化膜 SiO_2 の一部が露出する。さらに、図 2 (c) に示すように、ポリシリコン膜 1 2 a を形成し、フォトレジスト 5 1 を剥離することによって第 1 の電極 1 2 を形成する

50

。

【0024】

第1の電極12が形成されると、図2(d)に示すように、第2の電極30を形成するための第1の層間絶縁膜層20を形成し平坦化を行う。第1の層間絶縁膜層20は屈折率が約1.46のシリコン酸化膜 SiO_2 で形成されている。

【0025】

次に、第2の電極30を形成する工程に進む。

【0026】

まず、フォトレジスト52を塗布し第2の電極30のパターンに対応したフォトマスクで覆って露光後、現像処理する。フォトレジスト52を現像処理することにより、光が照射された領域すなわち第2の電極30に対応する領域52aのフォトレジスト52が溶解し、図2(e)に示すように、第1の層間絶縁膜層20の一部が露出する。

【0027】

さらに、CVD装置等にてアルミニウムAlを蒸着し、フォトレジスト52を剥離することにより第2の電極30を形成する。さらに、図2(f)に示すように、第2の電極30の上に、第3の電極31を形成するための第2の層間絶縁膜層21をシリコン酸化膜 SiO_2 で形成する。

【0028】

次に、第2の電極30と第3の電極31を接続するためのビア60を形成する工程に進む。

【0029】

まずフォトレジスト53を塗布しビア60の位置に対応したフォトマスクで覆って露光後、現像処理する。フォトレジスト53を現像処理することにより、光が照射された領域すなわちビア60に対応する領域53aのフォトレジスト53が溶解し、第2の層間絶縁膜層21の一部が露出する。次に、ドライエッチング処理を行うことによって、図2(g)に示すように、第2の層間絶縁膜層21にビア60を形成する。さらに、ビア60に金属プラグ60aを埋め込む。

【0030】

次に、第3の電極31を形成する工程に進む。

【0031】

まず、フォトレジスト54を塗布し、第3の電極31のパターンに対応したフォトマスクで覆って露光後、現像処理する。フォトレジスト54を現像処理することにより、光が照射された領域すなわち第3の電極31に対応する領域54aのフォトレジスト54が溶解し、図2(h)に示すように、第2の層間絶縁膜層21の一部が露出する。

【0032】

さらに、CVD装置等にてアルミニウムAlを蒸着し、フォトレジスト54を剥離することにより、図2(i)に示すように第3の電極31を形成する。

【0033】

さらに、シリコン窒化膜層40を所定の厚さ成膜して保護層を兼ねるように形成するとともに、集光効率を向上させる凸レンズ部40aを第3の電極31の開口部31aに設ける工程に進む。

【0034】

まず、第3の電極31の上に、シリコン窒化膜層40を所定の厚さで成膜する。

【0035】

次に、第3の電極31の開口部31aに凸レンズ部40aを形成するために、まず図2(j)に示すように、シリコン窒化膜層40の上にフォトレジスト55を塗布して平坦化する。次に、図2(k)に示すように、フォトレジスト55を凸レンズを形成するためのフォトマスクを介して露光し、現像処理を行う。

【0036】

電極31の開口部31aに対応する領域55aのフォトレジスト55に所定の凸レンズ

10

20

30

40

50

形状が形成されると、ドライエッチング処理を行うことにより、図3(1)に示すように、フォトレジスト55の凸レンズ形状をシリコン窒化膜層40に転写する。このとき、シリコン窒化膜層40に形成された凸レンズ部40aの頂点は、第3の電極31の表面よりも光入射側になるように構成され、シリコン窒化膜層40が第3の電極31と層間絶縁膜層21を覆うことによって保護層として機能する。

【0037】

さらに、図3(m)に示すように、カラーフィルタ層23を形成するための平坦化膜22を成膜する。このとき、第3の電極31の開口部31aにはシリコン窒化膜層40が埋め込まれていて平坦性が比較的良好いため、平坦化膜22の厚さは薄くて済み、受光効率の向上に寄与する。

10

【0038】

さらに、図3(n)に示すように、カラーフィルタ層23を形成し、その上にオンチップマイクロレンズを形成するための平坦化膜24を成膜する。

【0039】

さらに、図3(o)に示すように、オンチップマイクロレンズ25を形成するためのフォトレジスト56が成膜され、オンチップマイクロレンズ形状に対応したフォトマスクで覆って露光後、現像処理する(図3(o))。

【0040】

さらに、フォトレジスト56を熱溶融することにより、オンチップマイクロレンズ25を形成する。

20

【0041】

(第2の実施形態)

図4乃至図7は本発明の第2の実施形態に係わる固体撮像素子を示す図であり、図4はCMOS型の固体撮像素子の概略側断面図、図5及び図6はCMOS型の固体撮像素子の製造プロセスを説明するための図、図7はCMOS型の固体撮像素子の1画素の概略平面図である。なお、本実施形態では、第1の実施形態と同一機能の部材には、同一の符号を付している。

【0042】

図4を参照して、本実施形態のCMOS型の固体撮像素子の構造について説明する。

【0043】

固体撮像素子100に入射した光は、オンチップマイクロレンズ25にて集光され平坦化層24、カラーフィルタ層23、平坦化層22、保護層41、層間絶縁膜層21、シリコン窒化膜層40、及び層間絶縁膜層20を透過して、シリコン基板10に形成された光電変換部11へ導かれる。

30

【0044】

なお、図中、12は光電変換部11で発生した電荷を転送するための第1の電極であるポリシリコン電極である。また、転送された電荷を選択的に固体撮像素子の外部に出力するための第2の電極30及び第3の電極31が層間絶縁膜層20, 21上に配設されている。第2の電極30及び第3の電極31は、通常アルミ等の金属から形成されている。また、60は第2の電極30と第3の電極31を接続するビアである。

40

【0045】

本実施形態の固体撮像素子100では、シリコン窒化膜層40は第2の電極30を被覆するように形成され、また第2の電極30の開口部分30aのオンチップマイクロレンズ25にて集光された光が通過する領域には、光入射側に凸のレンズ部40aが形成されている。オンチップマイクロレンズ25で集光された光はシリコン窒化膜層40の凸レンズ部40aで光電変換部11の方向に偏向されるため、凸レンズ部40aへの入射角の大きい光も光電変換部11に効率よく導くことが可能となっている。また、凸レンズ部40aは光入射側に凸の形状であるため、凸レンズ40aの表面で入射光の全反射は発生しない。

【0046】

50

また、シリコン窒化膜層40の凸レンズ部40aの厚さ t_1 は、第2の電極30の厚さ t_a とほぼ等しくなるように構成されているため、平坦性が良く、シリコン窒化膜層40の凸レンズ部40aの形成後の平坦化処理を容易にしている。

【0047】

図5及び図6は本実施形態のCMOS型の固体撮像素子100の製造プロセスを説明するための図である。図5及び図6では、固体撮像素子100の画面中心付近の1画素の断面構造を示している。

【0048】

まず、シリコン基板10を熱酸化してシリコン基板10の表面に不図示のシリコン酸化膜SiOを形成する。さらに、シリコン基板10中に光電変換領域を形成するために、フォトレジスト50を塗布し、所定パターンのフォトリソマスクを介して露光を行い、さらに現像処理を行う。ポジ型のフォトレジストの場合、現像処理することにより光が照射された領域、すなわち光電変換領域に対応する領域50aのフォトレジスト50が溶解し、図5(a)に示すように、シリコン酸化膜SiOの一部が露出する。さらに、シリコン基板10に対してイオンを打ち込むことにより、光電変換部11を形成する。

【0049】

シリコン基板10中に光電変換部11が形成されると、光電変換部11にて発生した電荷を転送するための第1の電極12をシリコン基板10の表面に形成する工程に進む。

【0050】

まず、シリコン基板10の表面に、フォトレジスト51を塗布し不図示のフォトリソマスクで覆って露光する。フォトリソマスクは、光電変換部11の一部を覆う第1の電極12に対応する領域は光を透過し、その他の領域は光を遮光するように構成されている。さらにフォトレジスト51を現像処理することにより、光が照射された領域すなわち第1の電極12に対応する領域51aのフォトレジスト51が溶解し、図5(b)に示すように、シリコン酸化膜SiOの一部が露出する。さらに、図5(c)に示すように、ポリシリコン膜12aを形成し、フォトレジスト51を剥離することによって第1の電極12を形成する。

【0051】

第1の電極12が形成されると、図5(d)に示すように、第2の電極30を形成するための第1の層間絶縁膜層20を形成し平坦化を行う。第1の層間絶縁膜層20は屈折率が約1.46のシリコン酸化膜SiO₂から形成されている。

【0052】

次に、第2の電極30を形成する工程に進む。

【0053】

まず、フォトレジスト52を塗布し第2の電極30のパターンに対応したフォトリソマスクで覆って露光後、現像処理する。フォトレジスト52を現像処理することにより、光が照射された領域すなわち第2の電極30に対応する領域52aのフォトレジスト52が溶解し、図5(e)に示すように、第1の層間絶縁膜層20の一部が露出する。

【0054】

さらに、CVD装置等にてアルミニウムAlを蒸着し、フォトレジスト52を剥離することにより、図5(f)に示すように、第2の電極30を形成する。

【0055】

次に、図5(g)に示すように、シリコン窒化膜層40を所定の厚さ成膜し、電極30の開口部30aを埋める。さらに集光効率を向上させる凸レンズ部40aを、オンチップマイクロレンズ25にて集光された光が通過する電極30の開口部領域30aに設けるために、シリコン窒化膜層40の上にフォトレジスト53を塗布して平坦化する。

【0056】

次に、図5(h)に示すように、フォトレジスト53を、フォトレジスト53に凸レンズ部53aとピア領域53bを形成するためのフォトリソマスクで覆って露光を行い、現像処理を行う。

【0057】

10

20

30

40

50

第2の電極30の開口部30aに対応する領域のフォトレジスト53に所定の凸レンズ形状53aが形成され、第2の電極30に対応する領域のフォトレジスト53に窪み53bが形成されると、図5(i)に示すように、ドライエッチング処理を行うことによりフォトレジスト53の凸レンズ形状53a及び窪み53bをシリコン窒化膜層40に転写する。このとき、シリコン窒化膜層40に形成された凸レンズ部40aの頂点は、第2の電極30の表面より光入射側になるように構成され、またシリコン窒化膜層40に形成された窪み40bはシリコン窒化膜層40に被覆された電極30の一部をむき出しにするように構成される。

【0058】

図7は、図5(i)に示した固体撮像素子の製造工程での平面図である。

10

【0059】

図7において、第2の電極30は上下方向に延びて配設され、第2の電極30を被覆するようにシリコン窒化膜層40が成膜されている。第2の電極30の開口部30aで、オンチップマイクロレンズ25にて集光される光が通過する領域には凸レンズ部40aが形成され、第3の電極31との間でビアが形成される領域40bは第2の電極30がむき出しになっている。その結果、第2の電極30の段差になっている領域にシリコン窒化膜層40が埋め込まれているため、平坦性が向上している。

【0060】

第2の電極30の開口部30aにシリコン窒化膜層40が埋め込まれると、図5(j)に示すように、第3の電極31を形成するための第2の層間絶縁膜層21をシリコン酸化膜SiO₂で形成する。

20

【0061】

次に、第2の電極30と第3の電極31を接続するためのビア60を形成する工程に進む。

【0062】

まずフォトレジスト54を塗布しビアの位置に対応したフォトマスクで覆って露光後、現像処理する。フォトレジスト54を現像処理することにより、光が照射された領域、すなわちビア60に対応する領域54aのフォトレジスト54が溶解し、第2の層間絶縁膜層21の一部が露出する。次に、ドライエッチング処理を行うことにより、図5(k)に示すように、第2の層間絶縁膜層21にビア60を形成する。さらに、図5(l)に示すように、ビア60に金属プラグ60aを埋め込む。

30

【0063】

次に、第3の電極31を形成する工程に進む。

【0064】

まず、フォトレジスト55を塗布し第3の電極31のパターンに対応したフォトマスクで覆って露光後、現像処理する。フォトレジスト55を現像処理することにより、光が照射された領域、すなわち第3の電極31に対応する領域55aのフォトレジスト55が溶解し、図6(m)に示すように、第2の層間絶縁膜層21の一部が露出する。

【0065】

さらに、CVD装置等にてアルミニウムAlを蒸着し、フォトレジスト55を剥離することにより、図6(n)に示すように第3の電極31を形成する。

40

【0066】

次に、図6(o)に示すように、保護層41を成膜する。保護層41は通常、シリコン窒化酸化膜で形成される。

【0067】

さらに、図6(p)に示すように、カラーフィルタ層を形成するための平坦化膜22を成膜する。

【0068】

さらに、カラーフィルタ層23を形成し、その上にオンチップマイクロレンズを形成するための平坦化膜24を成膜する。さらに平坦化膜24の上に、図6(q)に示すように

50

、オンチップマイクロレンズ 25 が形成される。オンチップマイクロレンズ 25 は、公知のレジストリフロー法で形成される。

【0069】

本実施形態では、シリコン窒化膜層 40 に形成された凸レンズ部 40a の頂点は、第 2 の電極 30 の表面より光入射側になるように構成された例を示したが、図 8 の CMOS 型の固体撮像素子の概略側断面図に示すように、シリコン窒化膜層 40 に形成された凸レンズ部 40a の頂点を、第 2 の電極 30 の表面とほぼ同一面に位置するように構成し、第 2 の電極 30 と第 3 の電極 31 との間隔をより短くするように構成しても構わない。

【0070】

以上説明したように、上記の実施形態によれば、固体撮像素子のオンチップマイクロレンズと光電変換部との間に複数の金属電極層を有し、該金属電極層が形成されている少なくとも一つの面に該金属電極層の厚さと略等しいかそれよりも厚い透明な高屈折率膜層が形成され、該高屈折率膜層のうちオンチップマイクロレンズを透過した光が通過する領域は光入射側に凸の凸レンズ形状を成すように構成することにより、オンチップマイクロレンズと光電変換部との距離が長くならず、入射角の大きい光も効率よく光電変換部に導くことが可能となる。

【0071】

また、前記高屈折率膜層のレンズ部の厚さは、前記金属電極層の厚さと略等しく構成することにより、凸レンズ部形成後の平坦化処理を容易にすることが可能となる。

【0072】

また、前記高屈折率膜層は、前記金属電極層を被覆するように構成することにより、新たに保護層を設けるプロセスを省くことが可能となる。

さらに、前記複数の金属電極層間を接続する配線を有し、前記高屈折率膜層は配線形成領域を除いて形成することにより、金属電極層間に凸レンズを設けることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図 1】第 1 の実施形態の CMOS 型の固体撮像素子の概略側断面図である。

【図 2】第 1 の実施形態の CMOS 型の固体撮像素子の製造プロセスを説明するための図である。

【図 3】第 1 の実施形態の CMOS 型の固体撮像素子の製造プロセスを説明するための図である。

【図 4】第 2 の実施形態の CMOS 型の固体撮像素子の概略側断面図である。

【図 5】第 2 の実施形態の CMOS 型の固体撮像素子の製造プロセスを説明するための図である。

【図 6】第 2 の実施形態の CMOS 型の固体撮像素子の製造プロセスを説明するための図である。

【図 7】第 2 の実施形態の CMOS 型の固体撮像素子の 1 画素の概略平面図である。

【図 8】CMOS 型の固体撮像素子の変形例の概略側断面図である。

【図 9】CMOS 型の固体撮像素子の概略側断面図である。

【符号の説明】

【0074】

- 1, 100, 200 固体撮像素子
- 10 シリコン基板
- 11 光電変換部
- 12 電極
- 20, 21 層間絶縁膜層
- 22, 24 平坦化膜
- 23 カラーフィルタ層
- 25 オンチップマイクロレンズ
- 30, 31 電極

10

20

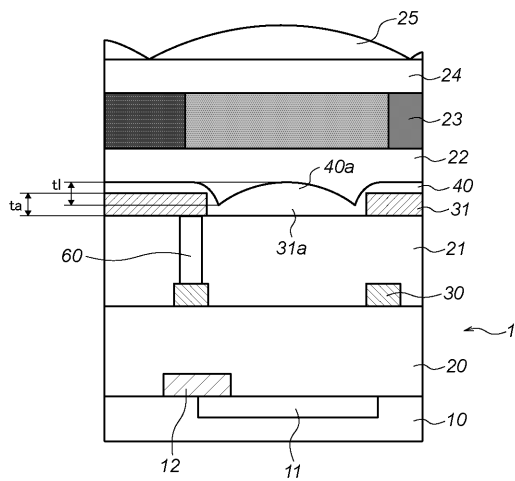
30

40

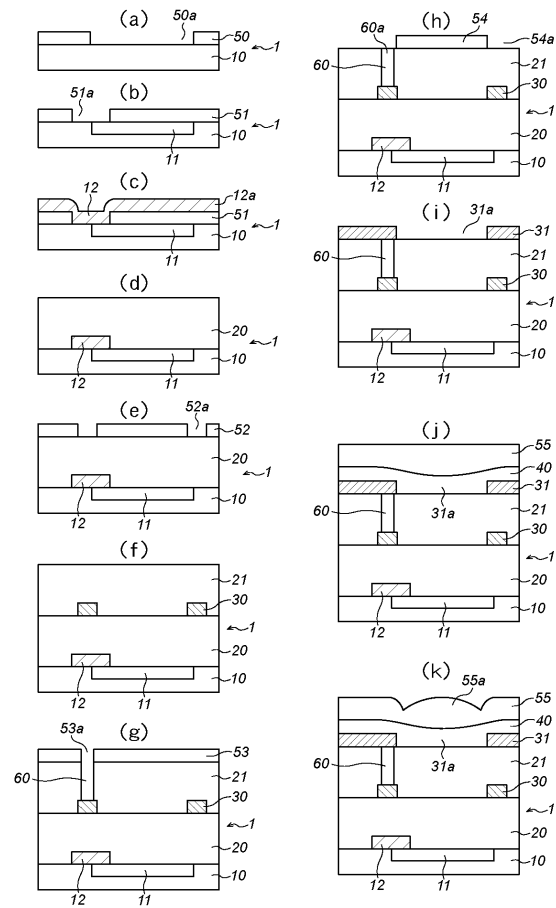
50

- 4 0 シリコン窒化膜層
- 4 1 シリコン窒化酸化膜層

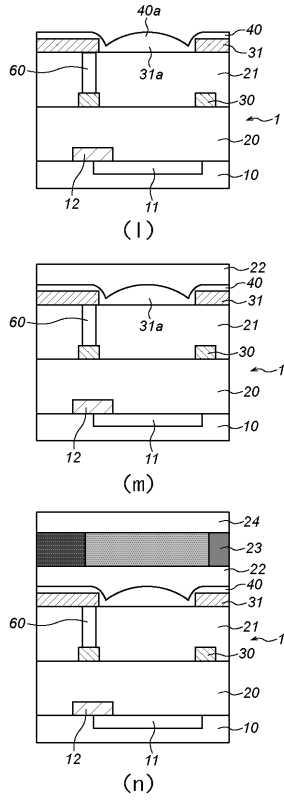
【図 1】



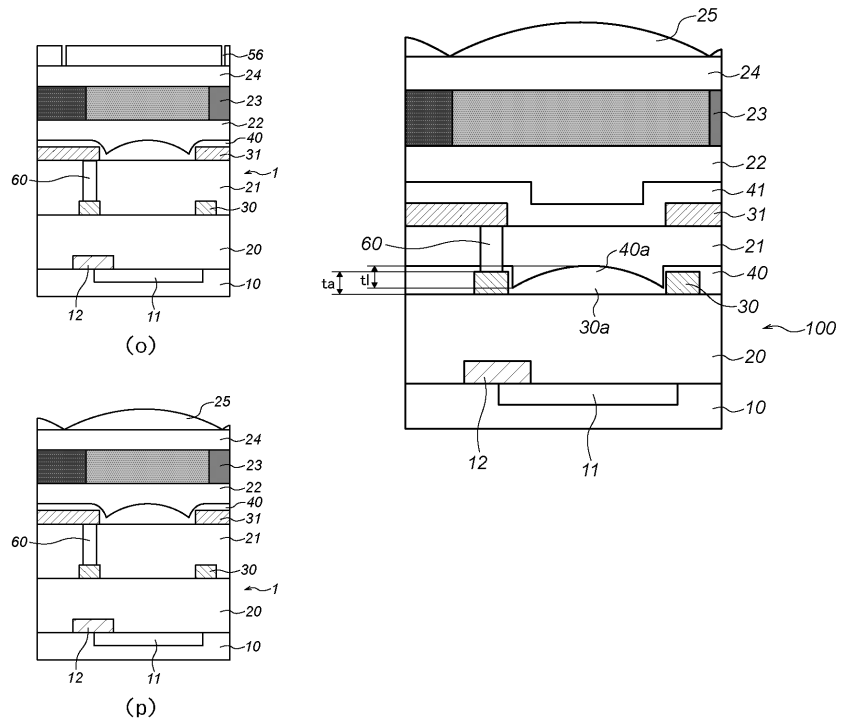
【図 2】



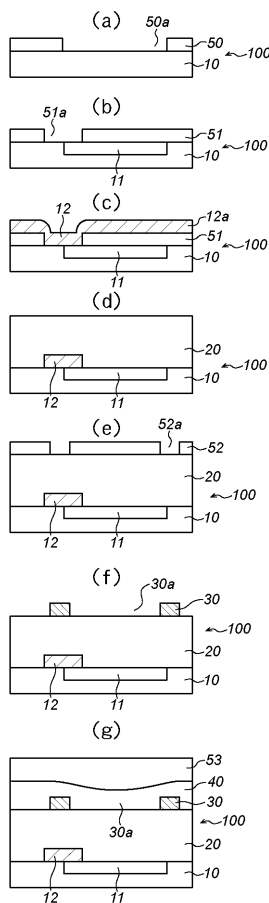
【図3】



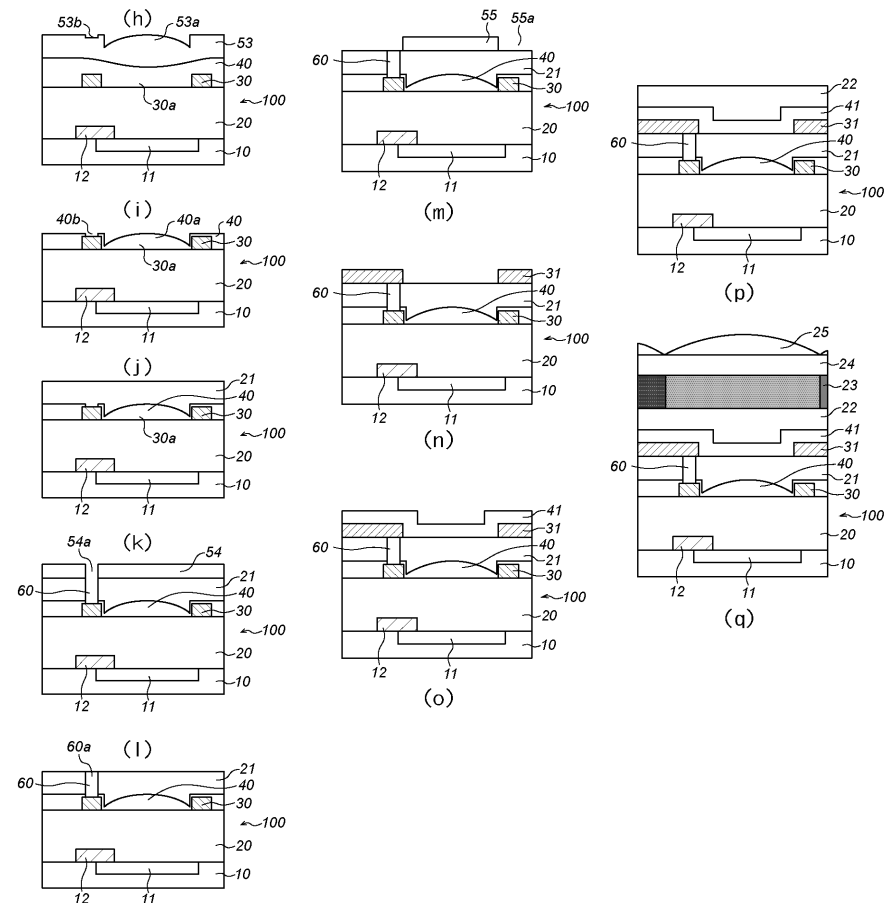
【図4】



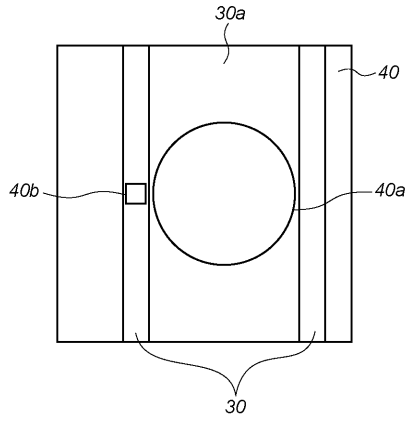
【図5】



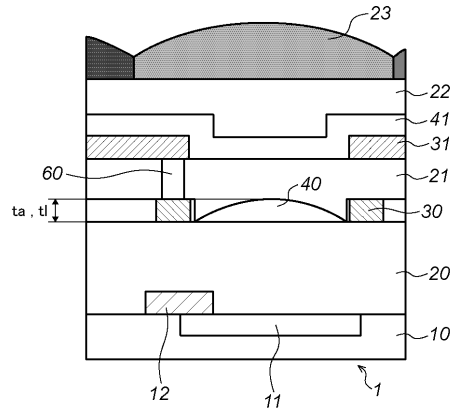
【図6】



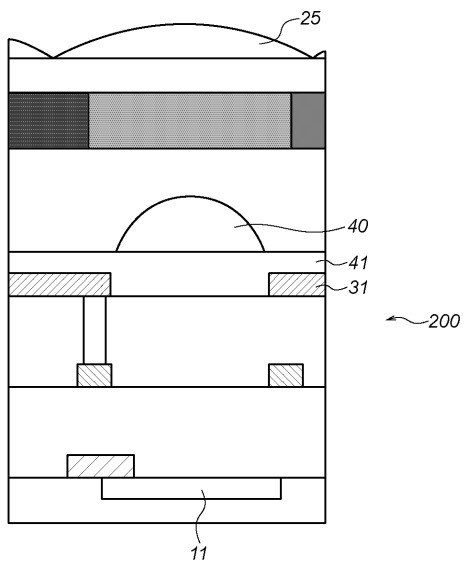
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

審査官 鈴木 肇

- (56)参考文献 特開2004-221532(JP,A)
特開2000-164839(JP,A)
特開2005-012189(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/30 - 5/335
H01L 21/339
H01L 27/14
H01L 27/146 - 27/148
H01L 29/762