

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-118412

(P2010-118412A)

(43) 公開日 平成22年5月27日(2010.5.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 27/14 (2006.01)	HO 1 L 27/14 D	4 M 1 1 8
HO 4 N 5/335 (2006.01)	HO 4 N 5/335 U	5 C 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-289203 (P2008-289203)
 (22) 出願日 平成20年11月11日(2008.11.11)

(71) 出願人 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100109210
 弁理士 新居 広守
 (72) 発明者 網川 裕之
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内
 (72) 発明者 真弓 周一
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内
 Fターム(参考) 4M118 AA01 AA10 AB01 BA10 BA14
 CA04 FA06 FA25 FA33 GA02
 GC07 GD04 GD07 GD16
 5C024 CX41 CY47 EX43 GX03 GX24
 GY01 GY31

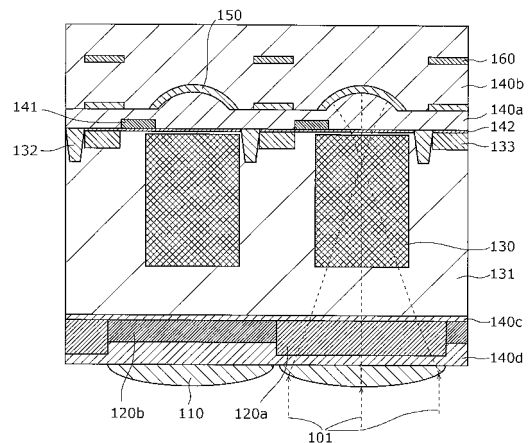
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】複数の画素が2次元状に配置されて撮像領域が構成された固体撮像装置であって、1つの画素は、半導体基板131内に設けられ、光を電荷信号に変換する光電変換部130と、半導体基板131の第1面上に設けられ、第1面に入射する光を光電変換部130上に集光させるマイクロレンズ110と、半導体基板131の第1面と反対側の第2面上に設けられ、光電変換部130に蓄積された信号電荷の読出しを制御するゲート電極141と、第2面上に設けられた反射膜150とを備え、反射膜150は、マイクロレンズ110を介して第1面に入射し、半導体基板131を透過した光を光電変換部130に反射する曲面形状を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画素が 2 次元状に配置されて撮像領域が構成された固体撮像装置であって、
 1 つの前記画素は、
 半導体基板内に設けられ、光を電荷信号に変換する光電変換部と、
 前記半導体基板の第 1 面上に設けられ、前記第 1 面に入射する光を前記光電変換部上に
 集光させるマイクロレンズと、
 前記半導体基板の前記第 1 面と反対側の第 2 面上に設けられ、前記光電変換部に蓄積さ
 れた信号電荷の読出しを制御する周辺回路と、
 前記第 2 面上に設けられた反射膜とを備え、
 前記反射膜は、前記マイクロレンズを介して前記第 1 面に入射し、前記半導体基板を透
 過した光を前記光電変換部に反射する曲面形状を有する
 固体撮像装置。

10

【請求項 2】

前記第 2 面に対して垂直方向から眺めたときの前記反射膜の面積は、前記第 1 面に対
 して垂直方向から眺めたときの前記マイクロレンズの面積よりも小さい
 請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記撮像領域の周辺部の画素において、前記光電変換部の前記撮像領域の中央部に向か
 う方向における中心と、前記マイクロレンズの前記撮像領域の中央部に向かう方向におけ
 る中心とはずれており、
 前記ずれの量は、前記撮像領域の中心部より離れた画素ほどより大きくなる
 ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の固体撮像装置。

20

【請求項 4】

前記反射膜は、金属膜または合金膜である
 請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記 1 つの画素は、さらに、前記反射膜と前記半導体基板とを電氣的に接続し、前記半
 導体基板の電位を固定するコンタクトを備える
 請求項 4 記載の固体撮像装置。

30

【請求項 6】

前記コンタクトは、前記光電変換部と前記反射膜との間の領域以外に形成される
 請求項 4 記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記反射膜は、電源電圧に電位固定される
 請求項 4 記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記反射膜は、前記光電変換部から出力された信号電荷を保持するキャパシタの金属層
 として形成されている
 請求項 4 記載の固体撮像装置。

40

【請求項 9】

前記マイクロレンズの焦点は、前記光電変換部上にあり、
 前記反射膜の焦点は、前記光電変換部上にあり、
 前記反射膜の焦点距離は、前記マイクロレンズの焦点距離より短い
 請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 10】

複数の画素が 2 次元状に配置されて撮像領域が構成され、1 つの前記画素が、半導体基
 板内に設けられ、入射光を電荷信号に変換する光電変換部と、前記半導体基板の第 1 面上
 に設けられ、前記第 1 面に入射する光を前記光電変換部上に集光させるマイクロレンズと
 、前記半導体基板の前記第 1 面と反対側の第 2 面上に設けられ、前記光電変換部に蓄積さ

50

れた信号電荷の読出しを制御する周辺回路と前記第2面上に設けられた反射膜とを備え、前記反射膜は、前記マイクロレンズを介して前記第1面に入射し、前記半導体基板を透過した光を前記光電変換部に反射する曲面形状を有する固体撮像装置の製造方法であって、前記第2面上に第1透明材料を形成し、前記光電変換部の上方の前記第1透明材料上に局所的に第2透明材料を形成し、前記第2透明材料を覆うように前記第1透明材料及び前記第2透明材料上に第3透明材料を形成した後、前記第3透明材料上に反射材料を形成し、前記光電変換部の上方の前記反射材料が残るように前記反射材料を除去して前記反射膜とする

固体撮像装置の製造方法。

【請求項11】

前記固体撮像装置は、さらに、配線層を備え、前記除去において、前記配線層が形成される領域の前記反射材料が残るように前記反射材料を除去して前記配線層とする

請求項10記載の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、回路部が配置される半導体基板の表面と反対側にある、半導体基板の裏面に光電変換部の受光面が配置された裏面照射型の固体撮像装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサ等の固体撮像装置では、チップ面積の小型化及び画素数の増加が進んでおり、それらの両方に対応するために1画素あたりの面積の縮小が必要不可欠となっている。それに伴い、回路部が配置されたチップ基板（半導体基板）の表面側より光が入射される固体撮像装置では、回路部の配線や電極により光が遮断され、光電変換部で十分な光が得られなくなっている。このような問題を解決する技術として、配線や電極のない半導体基板の裏面側より光を入射させ、半導体基板内部で光電変換を行うことで、効率よく光電変換部に十分な光を得るようにした裏面照射型の固体撮像装置が報告されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

図10は、特許文献1に示された従来技術としての裏面照射型の固体撮像装置の断面図である。

【0004】

図10より、半導体基板631の光601の入射面側（裏面側）には、マイクロレンズ610、カラーフィルタ620a及び620b、並びに層間絶縁膜640c及び640dが形成されている。半導体基板631中には、光601を信号電荷に変換する光電変換部（フォトダイオード）630、素子分離632及びフローティングディフュージョン部633が形成されている。半導体基板631の光601の入射面と反対側（表面側）には、MOSトランジスタのゲート電極641及びゲート酸化膜642、層間絶縁膜640a及び640b、反射膜650、並びに配線660が形成されている。

【0005】

このような裏面照射型構造の固体撮像装置の場合、半導体基板631の裏面側より光601が入射し、入射した光601はマイクロレンズ610により半導体基板631中の光電変換部630にて集光され、光電変換される。しかし、半導体基板631に入射した光601は完全に光電変換部630で吸収されず、その一部は透過して半導体基板631の表面側から出射される。従って、光電変換部630（半導体基板631）を透過した光601が配線660により様々な方向へ反射するのを防ぐため、ダミーメタルやシリサイド膜から構成される反射膜650が光電変換部630上方に設けられている。

【特許文献1】特開2006-120805号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0006】**

ところで、図10に示した従来技術の固体撮像装置では、マイクロレンズ610を通った光601は、マイクロレンズ610の焦点が光電変換部630にあるため、焦点を中心に広がりながら半導体基板631の表面側に透過する。この透過した光601は平坦な反射膜650で反射され、再度光電変換部630へ戻ってくる。しかし、反射膜650に対して斜め方向の光が反射膜650に入射すると、透過してきた光電変換部630とは別の光電変換部630に反射光605aが入射し、また配線660に反射光605bが到達する。従って、図10の固体撮像装置は色分離特性が悪化するという課題を有している。

【0007】

また、シリサイド膜による反射膜650はその薄さから、強い光が入射した時には十分に光を反射できない。従って、図10の固体撮像装置は、半導体基板631の裏面側から入射した光601を効率的に光電変換部630に導くことができず、感度が低下するという課題を有している。

【0008】

そこで、本発明は、かかる問題点に鑑み、色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置およ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】**【0009】**

上記目的を達成するために、本発明の固体撮像装置は、複数の画素が2次元状に配置されて撮像領域が構成された固体撮像装置であって、1つの前記画素は、半導体基板内に設けられ、光を電荷信号に変換する光電変換部と、前記半導体基板の第1面上に設けられ、前記第1面に入射する光を前記光電変換部上に集光させるマイクロレンズと、前記半導体基板の前記第1面と反対側の第2面上に設けられ、前記光電変換部に蓄積された信号電荷の読出しを制御する周辺回路と、前記第2面上に設けられた反射膜とを備え、前記反射膜は、前記マイクロレンズを介して前記第1面に入射し、前記半導体基板を透過した光を前記光電変換部に反射する曲面形状を有することを特徴とする。

【0010】

これによって、光電変換部に光が入射する面を半導体基板の第1面（裏面）に配置した裏面照射型の固体撮像装置において、半導体基板の第2面（表面）上に曲面形状を持つ反射膜が配置される。従って、第1面から入射し半導体基板を透過して第2面から出射された透過光を、透過光の出射方向に関わらず反射させ、既に透過してきた画素の光電変換部に再度集光させることが可能となり、感度を向上させることができる。同時に、既に透過してきた画素とは別の画素の光電変換部に透過光が入射することを防ぎ、色分離特性を向上させることができる。その結果、高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置を実現できる。

【0011】

ここで、前記第2面に対して垂直方向から眺めたときの前記反射膜の面積は、前記第1面に対して垂直方向から眺めたときの前記マイクロレンズの面積よりも小さくてもよい。

【0012】

これによって、反射膜の面積を小さくし、隣接する配線層の設計の自由度を上げることができる。

【0013】

また、前記撮像領域の周辺部の画素において、前記光電変換部の前記撮像領域の中央部に向かう方向における中心と、前記マイクロレンズの前記撮像領域の中央部に向かう方向における中心とはずれており、前記ずれの量は、前記撮像領域の中心部より離れた画素ほどより大きくてもよい。

【0014】

これによって、撮像領域の中心部から距離が離れた周辺部の画素において斜めに入射する光の集光位置と、撮像領域の中心部の画素において垂直に入射する光の集光位置とを同

10

20

30

40

50

じにすることができる。従って、撮像領域の周辺部の画素において、光電変換部に対する反射膜の位置をシフトさせなくても光電変換部を透過した光を再度、同じ光電変換部に集光させることができる。その結果、感度及び色分離特性を更に向上させ、更に高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置を実現できる。

【0015】

また、前記反射膜は、金属膜または合金膜であってもよい。

これによって、反射膜の形成において、従来のMOSプロセスを用いることが可能となる。その結果、必要な領域にだけ反射膜を形成することが容易になり、光電変換部を透過した光を確実に再度同じ光電変換部に集光させる反射膜を形成することができる。

【0016】

さらに、反射膜が電気伝導を持つ材料で構成されるので、画素の電源配線、あるいは半導体基板の電位を固定するための配線として反射膜を用いることが可能となる。その結果、画素の電源配線を強化し、また信号振幅が画素の配置位置に依存して一定の傾きとなること(シェーディング)を防止することができる。

【0017】

また、前記1つの画素は、さらに、前記反射膜と前記半導体基板とを電氣的に接続し、前記半導体基板の電位を固定するコンタクトを備えてもよい。このとき、前記反射膜は、電源電圧に電位固定されてもよい。

【0018】

これによって、半導体基板の電位が安定し、シェーディングを防止することが出来る。

また、前記コンタクトは、前記光電変換部と前記反射膜との間の領域以外に形成されてもよい。

【0019】

これによって、半導体基板の透過光がコンタクトにより散乱されることを防ぐことができる。

【0020】

また、前記反射膜は、前記光電変換部から出力された信号電荷を保持するキャパシタの金属層として形成されていてもよい。

【0021】

これによって、半導体基板の透過光を反射しつつ、光電変換部で発生した信号電荷を一時的に保持する容量の一部として反射膜を用いることが可能となる。従って、反射膜と容量とを別々に形成するより、プロセス工程数を削減し、また画素の信号線や電源配線等の配線レイアウトの自由度を上げることが可能となる。

【0022】

また、容量を構成する金属層は曲率を持つため、平行平板で容量を形成するより単位面積あたりの容量を大きくすることができる。

【0023】

また、本発明は、複数の画素が2次元状に配置されて撮像領域が構成され、1つの前記画素が、半導体基板内に設けられ、入射光を電荷信号に変換する光電変換部と、前記半導体基板の第1面上に設けられ、前記第1面に入射する光を前記光電変換部上に集光させるマイクロレンズと、前記半導体基板の前記第1面と反対側の第2面上に設けられ、前記光電変換部に蓄積された信号電荷の読出しを制御する周辺回路と前記第2面上に設けられた反射膜とを備え、前記反射膜は、前記マイクロレンズを介して前記第1面に入射し、前記半導体基板を透過した光を前記光電変換部に反射する曲面形状を有する固体撮像装置の製造方法であって、前記第2面上に第1透明材料を形成し、前記光電変換部の上方の前記第1透明材料上に局所的に第2透明材料を形成し、前記第2透明材料を覆うように前記第1透明材料及び前記第2透明材料上に第3透明材料を形成した後、前記第3透明材料上に反射材料を形成し、前記光電変換部の上方の前記反射材料が残るように前記反射材料を除去して前記反射膜とする固体撮像装置の製造方法とすることもできる。

【0024】

10

20

30

40

50

これによって、色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置の製造方法を実現できる。

【0025】

ここで、前記固体撮像装置は、さらに、配線層を備え、前記除去において、前記配線層が形成される領域の前記反射材料が残るように前記反射材料を除去して前記配線層としてもよい。

【0026】

これによって、配線層及び反射膜を同時に形成することができ、プロセス工程数を削減することができる。

【発明の効果】

10

【0027】

本発明によれば、色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な裏面照射型の固体撮像装置及びその製造方法を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

(第1の実施形態)

以下、図面を参照しながら、本発明の第1の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。

【0029】

図1は、本実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。

20

本実施形態の固体撮像装置は、複数の画素が2次元状に配置されて撮像領域が構成された裏面照射型の固体撮像装置であって、1つの画素は、光電変換部(フォトダイオード)130、マイクロレンズ110、カラーフィルタ120a及び120b、素子分離132、フローティングディフュージョン部(FD部)133、層間絶縁膜140a、140b、140c及び140d、ゲート電極141、ゲート酸化膜142、反射膜150並びに配線160を備える。同固体撮像装置では、半導体基板131の裏面側から入射した光101は図1の破線で示される軌跡をたどり、光電変換部130に集光され、光電変換部130で光電変換される。

【0030】

半導体基板131の光101の入射面側(裏面側)には、マイクロレンズ110、異なる色のカラーフィルタ120a及び120b、並びに層間絶縁膜140c及び140dが形成されている。半導体基板131は、例えばシリコン基板である。

30

【0031】

半導体基板131内には、素子分離132、光電変換部130及びフローティングディフュージョン部133が形成されている。半導体基板131の素子分離132によって区切られた各領域は、それぞれ1つの画素を構成する。

【0032】

半導体基板131の光101の入射面と反対側(表面側)には、光電変換部130に蓄積された信号電荷の読出しを制御するMOSトランジスタのゲート電極141及びゲート酸化膜142、反射膜150、配線160、並びに層間絶縁膜140a及び140bが形成されている。

40

【0033】

光電変換部130は、電子蓄積領域としてn型層が設けられ、その上方に正孔蓄積領域として半導体基板131表面にp型層が設けられた構造を有する。光電変換部130は、素子分離132によって分離された領域に位置して光101を電荷信号に変換する。

【0034】

反射膜150は、例えばアルミニウム膜等の金属膜又は合金膜等であり、マイクロレンズ110を介して半導体基板131の裏面側に入射した後、半導体基板131を透過して半導体基板131の表面側から出射される光101を反射し、光電変換部130に反射する曲面形状を下面に有する。具体的には、反射膜150は、半導体基板131の表面から

50

離れる向きに窪む曲面形状を有する。

【0035】

これにより、マイクロレンズ110の焦点の位置を半導体基板131の表面側に近づけ、半導体基板131を透過して層間絶縁膜140aに入射する光101の入射幅を狭くすることができる。従って、入射する光101のゲート電極141下部への入射が防がれるため、より多くの光を反射膜150に入射させて、光電変換部130に反射させることが可能となる。その結果、半導体基板131の透過光を光電変換部130に導き、より効果的に透過光の散乱を抑制し、感度の低下を防ぐことができる。

【0036】

半導体基板131の表面（光101が入射する裏面と反対の面）に対して垂直方向から眺めたときの反射膜150の面積は、半導体基板131の裏面に対して垂直方向から眺めたときのマイクロレンズ110の面積よりも小さい。図1の固体撮像装置では、マイクロレンズ110の集光位置が反射膜150に近いため、反射膜150の面積を設定しても特に透過光の散乱は問題とならない。このように反射膜150の面積を小さくすることにより、隣接する配線層の設計の自由度を上げることが出来る。

10

【0037】

マイクロレンズ110は、半導体基板131の裏面側から入射する光101を光電変換部130上に集光させる。マイクロレンズ110は、層間絶縁膜140dの屈折率よりも高い屈折率の材料から構成され、半導体基板131の裏面側に向かって凸の半球面のレンズ曲面を有する。つまり、マイクロレンズ110は、光101の入射面に半球面形状を持つ。

20

【0038】

ゲート電極141、ゲート酸化膜142及び配線160は、本発明の周辺回路の一例である。

【0039】

マイクロレンズ110の焦点距離は、マイクロレンズ110の屈折率及び曲率半径と、層間絶縁膜140c及び140dの屈折率と、カラーフィルタ120a及び120bの屈折率と、半導体基板131の屈折率とにより決まる。従って、層間絶縁膜140c及び140dの各膜厚と、これら屈折率及び曲率半径のパラメータとは、マイクロレンズ110の焦点が光電変換部130上にあるように最適な値に設定される。

30

【0040】

反射膜150の焦点距離は、層間絶縁膜140a及び半導体基板131の屈折率の比と、反射膜150の曲率半径とにより決まる。従って、層間絶縁膜140aの膜厚と、これら屈折率の比及び曲率半径のパラメータとは、反射膜150の焦点が光電変換部130上にあり、かつ反射膜150の焦点距離がマイクロレンズ110の焦点距離より短くなるように最適な値に設定される。

【0041】

なお、図1では半導体基板131に入射する光101と反射膜150により反射される光の光線は重なって図示されている。しかし、入射する光101の集光位置と反射される光の集光位置は重なる必要はなく、共に光電変換部130上にあればよい。

40

【0042】

図2は、図1に示す固体撮像装置の画素回路（画素トランジスタ回路）の構成を示す回路図である。

【0043】

図2より、画素回路は、光電変換を行うフォトダイオード200と、光電変換により発生した信号電荷をFD部に転送する読出しトランジスタ211と、読出しトランジスタ211により転送された信号電荷を増幅する増幅トランジスタ230と、FD部及びフォトダイオード200をリセットするリセットトランジスタ220と、垂直信号線241に信号電荷を読み出す画素を選択する選択トランジスタ240とを有している。

【0044】

50

なお、このような回路構成は従来の固体撮像装置と同様の構成であり、本実施形態の画素回路は、他の回路構成、例えば選択トランジスタを持たない3トランジスタの構成や読出しトランジスタを持たない構成であってもよい。

【0045】

以上のように、本実施形態の固体撮像装置によれば、所定の画素の光電変換部130を透過した光は、反射膜150により反射され、再度所定の画素の光電変換部130に入射する。従って、所定の画素の光電変換部130を透過した光101が所定の画素以外の別の画素の光電変換部130で光電変換されることはなくなり、色分離特性の悪化やフレアの発生を防ぐことができる。また、透過光を効果的に利用できるため、特に長波長側の光に対して感度の低下を防ぐことができる。その結果、色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置を実現できる。

10

【0046】

図3は、上記構造を有する固体撮像装置の製造方法、特に、曲面形状を持つ反射膜150の製造方法を説明するための断面図である。なお、図3において、図1と共通の構成要素については同一符号を付し、その説明を省略する。

【0047】

まず、図3Aに示すように、光電変換部130、素子分離132、フローティングディフュージョン部133及びゲート酸化膜142が形成された半導体基板131の表面上に、ゲート電極141を形成した後、プラズマCVD法等により例えば透明材料であるSiO₂膜146を成膜し、CMP等でSiO₂膜146を平坦化する。なお、SiO₂膜146は本発明の第1透明材料の一例である。

20

【0048】

次に、図3Bに示すように、平坦化されたSiO₂膜146上にプラズマCVD法等により、所望の厚さの透明材料であるSiO₂膜143を成膜する。なお、SiO₂膜143は本発明の第2透明材料の一例である。

【0049】

次に、図3Cに示すように、フォトリソグラフィー法によってSiO₂膜143の光電変換部130上方に位置する部分(図3CのAで示される部分)を局所的にプロテクトし、リアクティブイオンエッチング法(RIE)によって残りの部分(図3CのBで示される部分)のSiO₂膜143を除去する。このエッチングにより、光電変換部130の上方のSiO₂膜146上に局所的に直方体状のSiO₂膜143が残される。

30

【0050】

次に、図3Dに示すように、SiO₂膜146及び局所的に残されたSiO₂膜143の上に、プラズマCVD法等により再度透明材料であるSiO₂膜145を成膜する。このとき、直方体状のSiO₂膜143を覆うようなドーム状のSiO₂膜145がSiO₂膜143及び146上に成膜される。このドーム状のSiO₂膜145の表面は、ほぼ球面である。これにより、SiO₂膜143、145及び146から構成される層間絶縁膜140aが形成される。なお、SiO₂膜145は本発明の第3透明材料の一例である。

【0051】

ここで、SiO₂膜145の球面の形状が後の工程で形成される反射膜150の表面の形状となる。従って、SiO₂膜145の球面の曲率半径は、反射膜150の焦点が光電変換部130に位置するように、その長さが調整される。このような長さの調整は、ゲート電極141を形成後に形成されるSiO₂膜146の膜厚、直方体状のSiO₂膜143の厚さ、及びドーム状のSiO₂膜145の膜厚を調整することにより行われる。

40

【0052】

また、SiO₂膜143をRIEにより除去する際、エッチングガスの混合比を調整して、意図的に異方性エッチングに等方性エッチングが付加され、断面図が台形である直方体状のSiO₂膜143が形成される。これにより、プラズマCVD法等により再度成膜されたSiO₂膜145をより球面体に近いドーム状のSiO₂膜にすることが可能となる。

50

【 0 0 5 3 】

次に、図 3 E に示すように、ドーム状に成膜された SiO_2 膜 1 4 5 の上に、例えばアルミニウム膜等の光を反射する反射材料 1 5 1 を堆積させる。反射材料 1 5 1 はドーム状に成膜された SiO_2 膜 1 4 5 に沿って堆積されるため、 SiO_2 膜 1 4 5 の表面形状が反映され、曲面形状を持った反射材料 1 5 1 が形成される。

【 0 0 5 4 】

次に、図 3 F に示すように、フォトリソグラフィー法によって反射材料 1 5 1 の光電変換部 1 3 0 上方に位置する部分（図 3 F の C で示される部分）を局所的にプロテクトし、R I E によって残りの部分（図 3 F の D で示される部分）の反射材料 1 5 1 を除去する。これにより、光電変換部 1 3 0 の上方に局所的に反射材料 1 5 1 が残される。この局所的に残された反射材料 1 5 1 により反射膜 1 5 0 が構成される。その後、従来の製造方法と同様の工程を用いて図 1 の固体撮像装置が製造される。

10

【 0 0 5 5 】

以上のように、本実施形態の固体撮像装置の製造方法によれば、光電変換部 1 3 0 上方に曲面形状を持つ反射膜 1 5 0 が形成される。従って、半導体基板 1 3 1 の裏面から入射し、光電変換部 1 3 0 を透過した光を反射させて、同じ光電変換部 1 3 0 に再度集光させる構造を固体撮像装置に付加することができる。その結果、色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置の製造方法を実現できる。

【 0 0 5 6 】

なお、本実施形態の固体撮像装置の製造方法において、反射膜 1 5 0 の土台となる層間絶縁膜 1 4 0 a としては SiO_2 膜に限定されず SiO_2 膜以外の絶縁膜を用いることができ、また反射膜としては上述したアルミニウム膜に限定されずアルミニウム膜以外の金属膜を用いことも出来る。

20

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態の固体撮像装置の製造方法において、反射膜 1 5 0 を電源配線等にも用いたい場合は、反射材料 1 5 1 の除去において、配線が形成される領域の反射材料 1 5 1 が残るように反射材料 1 5 1 を除去して配線を形成してもよい。具体的には、各画素の反射材料 1 5 1 が互いに接続されるように反射材料 1 5 1 の所望の領域をフォトリソグラフィー法でプロテクトし、R I E により不要な領域の反射材料 1 5 1 を除去してもよい。

【 0 0 5 8 】

（第 2 の実施形態）

以下、図面を参照しながら、本発明の第 2 の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。なお、以下では第 1 の実施形態に係る固体撮像装置と異なる点を中心に説明する。

30

【 0 0 5 9 】

図 4 は、本実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。なお、図 4 において、図 1 と共通の構成要素については同一符号を付して、その説明を省略する。

【 0 0 6 0 】

本実施形態の固体撮像装置は、マイクロレンズ 2 1 0 が半導体基板 1 3 1 の表面側に向かって凸（下方に凸）のレンズ形状を有し、光 1 0 1 の入射面と反対側の面に半球面形状を持つという点で第 1 の実施形態の固体撮像装置と異なる。また、マイクロレンズ 2 1 0 の光 1 0 1 が入射する平坦な面上にマイクロレンズ 2 1 0 よりも硬度の高いカバー膜 2 1 3 が形成されているという点でも第 1 の実施形態の固体撮像装置と異なる。

40

【 0 0 6 1 】

マイクロレンズ 2 1 0 は、半導体基板 1 3 1 の裏面側に設けられ、半導体基板 1 3 1 の裏面側から入射する光 1 0 1 を光電変換部 1 3 0 上に集光させる。マイクロレンズ 2 1 0 は、層間絶縁膜 1 4 0 d の屈折率よりも高い屈折率の材料から構成される。マイクロレンズ 2 1 0 の焦点距離は、マイクロレンズ 2 1 0 の屈折率及び曲率半径と、層間絶縁膜 1 4 0 c 及び 1 4 0 d の屈折率と、カラーフィルタ 1 2 0 a 及び 1 2 0 b の屈折率と、半導体基板 1 3 1 の屈折率とにより決まる。従って、層間絶縁膜 1 4 0 c 及び 1 4 0 d の各膜厚と、これら屈折率及び曲率半径のパラメータとは、マイクロレンズ 2 1 0 の焦点が光電変

50

換部 130 上に来るように最適な値に設定される。

【0062】

カバー膜 213 は、半導体基板 131 の裏面側に設けられ、フォトリソ膜等に比較して硬度が高くゴミが付着しても除去しやすい材料、例えば窒化シリコンや酸化シリコンで構成される。

【0063】

上記構造を有する固体撮像装置において、マイクロレンズ 210 は、光 101 の入射面に半球面形状を持つ第 1 の実施形態のマイクロレンズ 110 と同様に、入射する光 101 を光電変換部 130 に集光させることができる。そして、半導体基板 131 を透過した光は反射膜 150 により、再度同じ光電変換部 130 に集光され、光電変換が行われる。従って、第 1 の実施形態と同様の光電変換効率を得られる。

10

【0064】

以上のように本実施形態の固体撮像装置によれば、第 1 の実施形態の固体撮像装置と同様の理由により、色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置を実現できる。

【0065】

また、本実施形態の固体撮像装置によれば、マイクロレンズ 210 が形成され、光 101 が入射する半導体基板 131 の裏面側は平坦化される。従って、半導体基板 131 の裏面側のマイクロレンズ 110 が形成された部分で凸部を有する第 1 の実施形態の固体撮像装置に比べて、外部からの損傷を受けにくい。

20

【0066】

また、本実施形態の固体撮像装置によれば、マイクロレンズ 210 の材料としてフォトリソ膜等が使用されるが、マイクロレンズ 210 の表面は、カバー膜 213 で覆われる。従って、半導体基板 131 の裏面側でマイクロレンズ 110 が表面に露出する第 1 の実施形態の固体撮像装置に比べて、外部からの損傷を受けにくい。

【0067】

また、本実施形態の固体撮像装置によれば、パッケージに組み立てる場合、カバー膜 213 上に空間を設ける必要がなく、例えば樹脂封止を行うことができ、チップ強度の向上や低コストを実現することが出来る。

【0068】

(第 3 の実施形態)

以下、図面を参照しながら、本発明の第 3 の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。なお、以下では第 1 の実施形態に係る固体撮像装置と異なる点を中心に説明する。

30

【0069】

図 5 は、本実施形態に係る固体撮像装置のマイクロレンズ 110 及び光電変換部 130 の大きさ及び位置関係を概念的に示す平面図(撮像面を示す平面図)である。なお、図 5 において、説明の簡略化のため、撮像領域 301 の画素は横 9 画素、縦 7 画素の合計 63 画素のみを示しているが、実際には撮像領域 301 は数十万から数千万画素で構成される。図 5 において、図 1 と同一の構成については同一符号を付して、その説明を省略する。

【0070】

本実施形態の固体撮像装置は、マイクロレンズ 110 と光電変換部 130 との位置関係が撮像領域 301 の中心部の画素(図 5 の E で示される画素)と周辺部の画素(図 5 の F で示される画素)とで異なるという点で第 1 の実施形態の固体撮像装置と異なる。具体的には、撮像領域 301 の中心部の画素ではマイクロレンズ 110 の中心と光電変換部 130 の中心とが一致し、撮像領域 301 の周辺部の画素ではマイクロレンズ 110 の中心と光電変換部 130 の中心とがずれているという点で第 1 の実施形態の固体撮像装置と異なる。このずれ量(シフト量)は、撮像領域 301 の中心部より離れた画素ほどより大きな値となる。なお、マイクロレンズ 110 及び光電変換部 130 の中心とは、撮像面において撮像領域 301 の中央部に向かう方向における中心である。

40

【0071】

50

図6は、固体撮像装置の撮像領域301の周辺部の画素における構造を示す断面図である。なお、図6において、図1と同一の構成については同一符号を付して、その説明を省略する。

【0072】

本実施形態の固体撮像装置では、撮像領域301の中心部に近づく方向（図6のa方向）に、マイクロレンズ110並びにカラーフィルタ120a及び120bの中心が光電変換部130の中心から大きくシフトして配置されている。

【0073】

また、本実施形態の固体撮像装置では、光101の光電変換部130における集光位置は、撮像領域301の中心部と周辺部とでほぼ等しい位置となる。従って、反射膜150と光電変換部130との位置関係は、撮像領域301の中心部と周辺部とで同じとされる。

10

【0074】

以上のように本実施形態の固体撮像装置によれば、第1の実施形態の固体撮像装置と同様の理由により、色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置を実現できる。

【0075】

また、本実施形態の固体撮像装置によれば、カメラレンズ等により撮像領域301上に結像される光101の入射角は、撮像領域301の中心部の画素と周辺部の画素とで異なり、中心部の画素では光101は画素にほぼ真上から入射され、周辺部の画素では光101は画素に斜めに入射される。しかし、周辺部の画素では、撮像領域301の中心部に近づく方向に、マイクロレンズ310の中心が光電変換部130の中心から大きくシフトしているため、撮像領域301の画素の位置にかかわらず、全ての画素において入射する光101を対応する光電変換部130に集光させることができる。従って、色分離特性及び感度を更に向上させて更に高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置を実現できる。

20

【0076】

また、本実施形態の固体撮像装置において、反射膜150と光電変換部130との位置関係は、撮像領域301の中心部と周辺部とで同じである。従って、撮像領域301の中心部と周辺部とにおいて、配線レイアウトが周期的に同じものとなるため、配線間の寄生容量が等しくなる。その結果、例えばフローティングディフュージョン部133の寄生容量の差異等が要因となるシェーディングの発生を防止することが出来る。

30

【0077】

なお、本実施形態の固体撮像装置において、マイクロレンズ112は第2の実施形態で示した光101の入射面に半球面形状を持つマイクロレンズであってもよい。

【0078】

（第4の実施形態）

以下、図面を参照しながら、本発明の第4の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。なお、以下では第1の実施形態に係る固体撮像装置と異なる点を中心に説明する。

【0079】

図7は、本実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。なお、図7において、図1と共通の構成要素については同一符号を付して、その説明を省略する。

40

【0080】

本実施形態の固体撮像装置は、隣接する画素の反射膜450が接続されているという点で第1の実施形態の固体撮像装置と異なる。また、互いに接続された反射膜450を半導体基板131と電氣的に接続し、半導体基板131の電位を固定するコンタクト490が層間絶縁膜140aに設けられているという点でも第1の実施形態の固体撮像装置と異なる。

【0081】

反射膜450は、半導体基板131の裏面側に設けられた例えばアルミニウム膜の金属膜又は合金膜等であり、半導体基板131の裏面側に入射した後、半導体基板131を透

50

過して半導体基板 131 の表面側から出射される透過光を反射し、光電変換部 130 に反射する曲面形状を下面に有する。具体的には、反射膜 150 は、光電変換部 130 上方の部分において、半導体基板 131 の表面から離れる向きに窪む曲面形状を有する。反射膜 450 には、外部から所定の電圧が印加され、電源電位に固定されている。

【0082】

反射膜 450 の焦点距離は、層間絶縁膜 140 a 及び半導体基板 131 の屈折率の比と、反射膜 450 の曲率半径とにより決まる。従って、層間絶縁膜 140 a の膜厚と、これら屈折率の比及び曲率半径のパラメータとは、反射膜 450 の焦点が光電変換部 130 上にあり、かつ反射膜 450 の焦点距離がマイクロレンズ 110 の焦点距離より短くなるように最適な値に設定される。

10

【0083】

コンタクト 490 は、層間絶縁膜 140 a において、半導体基板 131 を透過した光がコンタクト 490 により散乱されることを防ぐため、光電変換部 130 の上方以外（光電変換部 130 と反射膜 450 との間の領域以外）の部分に設けられている。

【0084】

以上のように本実施形態の固体撮像装置によれば、第 1 の実施形態の固体撮像装置と同様の理由により、色分離特性及び感度を向上させて高画質の画像を得ることが可能な固体撮像装置を実現できる。

【0085】

また、本実施形態の固体撮像装置によれば、反射膜 450 に電圧が印加されて画素内部の半導体基板 131 に固定電位が供給される。従って、各画素内部の半導体基板 131 の電位が安定し、信号振幅が画素の配置位置に依存して一定の傾きとなること（シェーディング）を防止することが出来る。

20

【0086】

なお、本実施形態の固体撮像装置において、反射膜 450 は図 2 で示した画素回路の電源電圧を供給する配線として用いられてもよい。また、画素回路が選択トランジスタ 240 を有さない 3 トランジスタの構成の場合、画素回路の電源電圧はパルス状の電圧となるが、反射膜 450 はこの電源電圧を供給する配線として用いられてもよい。

【0087】

また、本実施形態の固体撮像装置において、マイクロレンズ 112 は第 2 の実施形態で示した光 101 の入射面に半球面形状を持つマイクロレンズであってもよい。また、本実施形態の固体撮像装置において、マイクロレンズ 110 及び光電変換部 130 の位置関係は第 3 の実施形態で示した位置関係であってもよい。

30

【0088】

（第 5 の実施形態）

以下、図面を参照しながら、本発明の第 5 の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。なお、以下では、第 1 の実施形態に係る固体撮像装置と異なる点を中心に説明する。

【0089】

図 8 は、本実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。なお、図 8 において、図 1 と共通の構成要素については同一符号を付して、その説明を省略する。

40

【0090】

本実施形態の固体撮像装置は、反射膜 550 上に順次形成された絶縁膜 560 及び金属膜 570 を備え、各画素に配置されている反射膜 550 が MIM 容量の一部として形成されているという点で第 1 の実施形態の固体撮像装置と異なる。また、半導体基板 131 と反射膜 550 とを電氣的に接続するコンタクト 590 が層間絶縁膜 140 a に設けられているという点でも第 1 の実施形態の固体撮像装置と異なる。

【0091】

反射膜 550 は、半導体基板 131 の裏面側に設けられた例えばアルミニウム膜等の金属膜又は合金膜等であり、半導体基板 131 の裏面側に入射した後、半導体基板 131 を

50

透過して半導体基板 131 の表面側から出射される透過光を反射し、光電変換部 130 に反射する曲面形状を下面に有する。具体的には、反射膜 550 は、光電変換部 130 上方の部分において、半導体基板 131 の表面から離れる向きに窪む曲面形状を有する。

【0092】

反射膜 550 の焦点距離は、層間絶縁膜 140 a 及び半導体基板 131 の屈折率の比と、反射膜 550 の曲率半径とにより決まる。従って、層間絶縁膜 140 a の膜厚と、これら屈折率の比及び曲率半径のパラメータとは、反射膜 550 の焦点が光電変換部 130 上にあり、かつ反射膜 550 の焦点距離がマイクロレンズ 110 の焦点距離より短くなるように最適な値に設定される。

【0093】

絶縁膜 560 は、金属膜 570 及び反射膜 550 と接する形で層間絶縁膜 140 b 内に設けられる。金属膜 570 は、例えばアルミニウム膜等の金属膜又は合金膜等であり、絶縁膜 560 を挟んで反射膜 550 と対向した形で層間絶縁膜 140 b 内に設けられる。

【0094】

コンタクト 590 は、層間絶縁膜 140 a において、半導体基板 131 を透過した光がコンタクト 590 により散乱されることを防ぐため、光電変換部 130 の上方以外の部分に設けられている。

【0095】

図 9 は、図 8 に示す固体撮像装置の画素回路（画素トランジスタ回路）の構成を示す回路図である。なお、図 9 において、図 2 と共通の構成要素については同一符号を付して、その説明を省略する。

【0096】

本実施形態の画素回路は、ダイナミックレンジの拡大をするため、光電変換により発生した信号電荷を蓄積する信号蓄積容量 270 と容量選択トランジスタ 260 とを有しているという点で第 1 の実施形態の画素回路と異なる。信号蓄積容量 270 は、反射膜 550、金属膜 570 及び絶縁膜 560 により形成される容量であり、光電変換部 130 から出力された信号電荷を保持する。

【0097】

次に、本実施形態に係る固体撮像装置の駆動方法（動作）について説明する。

まず、容量選択トランジスタ 260 が ON とされ、フォトダイオード 200 と信号蓄積容量 270 とが導通状態にされる。その後、リセットトランジスタ 220 が ON とされ、FD 部とフォトダイオード 200 と信号蓄積容量 270 とが初期化される。そして、リセットトランジスタ 220 が OFF とされて第 1 露光が開始される。この第 1 露光を行う期間としては、光量の不足による画素内部の黒つぶれを少なくするために長めの期間に設定される。

【0098】

次に、第 1 露光が終了した後、容量選択トランジスタ 260 が OFF にされ、第 1 露光の結果として発生した信号電荷が信号蓄積容量 270 に蓄積される。

【0099】

次に、再びリセットトランジスタ 220 が ON にされ、フォトダイオード 200 と FD 部とが初期化される。その後、リセットトランジスタ 220 が OFF とされて第 2 露光が開始される。この第 2 露光を行う期間としては、画面内明部の白飛びを少なくするように第 1 露光期間よりも短めの期間に設定される。第 2 露光が終了した後、容量選択トランジスタ 260 が再び ON にされて、第 2 露光の結果として発生した信号電荷と第 1 露光の結果として既に信号蓄積容量 270 に蓄積されている信号電荷とが画素内で混合される。そして、選択トランジスタ 240 が ON とされ、混合された信号電荷が垂直信号線 241 に読み出される。

【0100】

これら一連の動作により、第 1 露光の時に白飛びした領域は第 2 露光の時に発生した信号電荷により補われ、また、同時に、第 2 露光の時に黒潰れした領域は第 1 露光の時に発

10

20

30

40

50

生した信号電荷により補われる。従って、明暗差の大きい画面内の白飛び、黒潰れが緩和され、光の明暗に対するダイナミックレンジが拡大させることができる。

【0101】

以上のように本実施形態の固体撮像装置によれば、半導体基板131を透過した光を光電変換部130に導く反射膜550が容量として機能するように形成される。従って、画素で発生した信号電荷を一時的に保持するメモリとして反射膜550を用いることができる。その結果、反射膜550と容量とを別々に形成するより、プロセス工程数を削減でき、また画素の信号線や電源配線等の配線レイアウトの自由度を上げることができる。また、反射膜550は曲率を持つため、容量の単位面積あたりの容量値を平行平板で形成された容量より大きくすることができる。

10

【0102】

なお、本実施形態の固体撮像装置において、マイクロレンズ112は第2の実施形態で示した光101の入射面に半球面形状を持つマイクロレンズであってもよい。また、本実施形態の固体撮像装置において、マイクロレンズ110及び光電変換部130の位置関係は第3の実施形態で示した位置関係であってもよい。

【0103】

以上、第1～第5の実施形態で説明したように、裏面照射型の固体撮像装置において、半導体基板の裏面側からマイクロレンズを通して半導体基板に光が入射して光電変換部で集光され、集光された光の一部は半導体基板を透過し、半導体基板の表面側から出射される。しかし、半導体基板の表面側には、透過光が他の画素へ不正に入射するのを防止し、透過光を反射して再度同じ光電変換部に集光させる曲面形状を持つ反射膜が設けられる。従って、透過光を再度同じ光電変換部へ集光させることが可能となり、感度を向上させることができると共に、別の画素の光電変換部に透過光が入射することを防ぐことができる。その結果、画質の悪化を防止することができる。

20

【0104】

以上、本発明の固体撮像装置及びその製造方法について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の要旨を逸脱しない範囲内で当業者が思いつく各種変形を施したものも本発明の範囲内に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0105】

本発明は、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ及びカメラ付き携帯等の撮像装置及びその製造方法等に利用可能であり、特に高感度が必要とされるビデオカメラ、医療用内視鏡カメラ、車載カメラ及び監視カメラ等に利用可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図2】同固体撮像装置の画素回路の構成を示す回路図である。

【図3A】同固体撮像装置の反射膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図3B】同固体撮像装置の反射膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図3C】同固体撮像装置の反射膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図3D】同固体撮像装置の反射膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図3E】同固体撮像装置の反射膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図3F】同固体撮像装置の反射膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図5】本発明の第3の実施形態におけるマイクロレンズ及び光電変換部の大きさ及び位置関係を概念的に示す平面図である。

【図6】同実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図7】本発明の第4の実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図8】本発明の第5の実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図9】同固体撮像装置の画素回路の構成を示す回路図である。

40

50

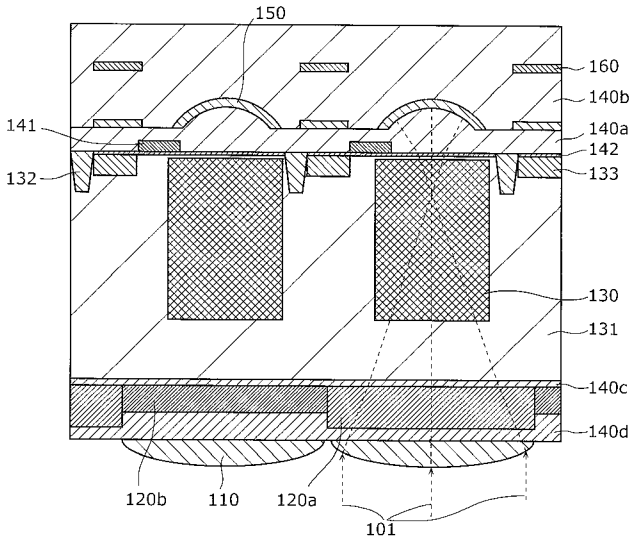
【図10】従来の固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【符号の説明】

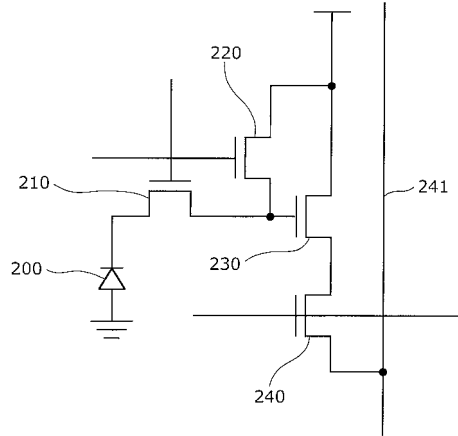
【0107】

101、601	光	
110、210、610	マイクロレンズ	
120a、120b、620a、620b	カラーフィルタ	
130	光電変換部	
131、631	半導体基板	
132、632	素子分離	
133、633	フローティングディフュージョン部	10
140a、140b、140c、140d、640a、640b、640c、640	層間絶縁膜	
d 141、641	ゲート電極	
142、642	ゲート酸化膜	
143、145、146	SiO ₂ 膜	
150、450、550	反射膜	
151	反射材料	
160、660	配線	
200	フォトダイオード	
211	読出しトランジスタ	20
213	カバー膜	
220	リセットトランジスタ	
230	増幅トランジスタ	
240	選択トランジスタ	
241	垂直信号線	
260	容量選択トランジスタ	
270	信号蓄積用容量	
301	撮像領域	
490、590	コンタクト	
560	絶縁膜	30
570	金属膜	
605a、605b	反射光	

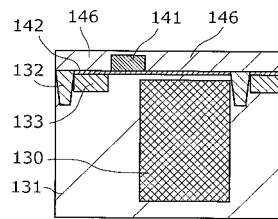
【 図 1 】



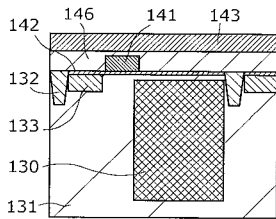
【 図 2 】



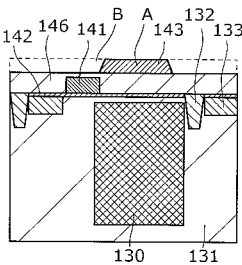
【 図 3 A 】



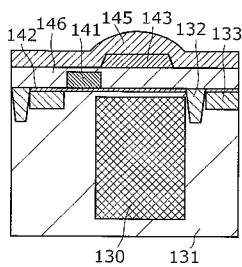
【 図 3 B 】



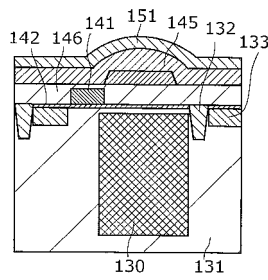
【 図 3 C 】



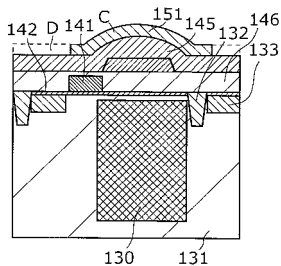
【 図 3 D 】



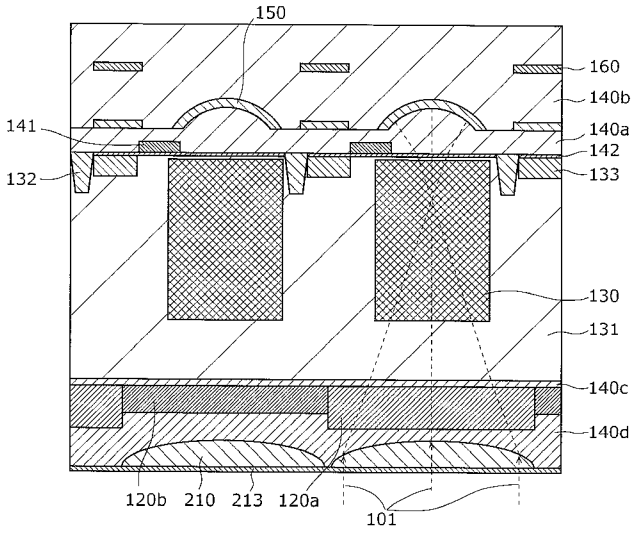
【 図 3 E 】



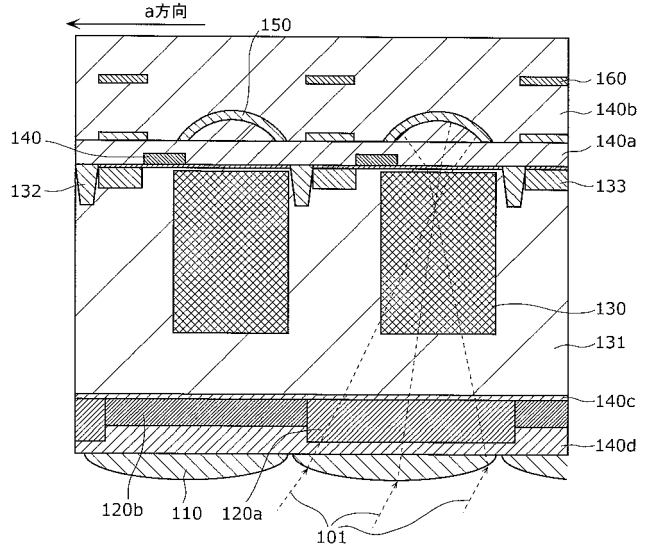
【 図 3 F 】



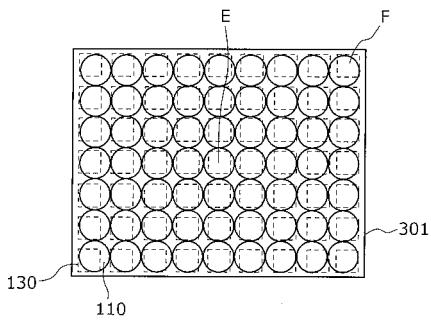
【 図 4 】



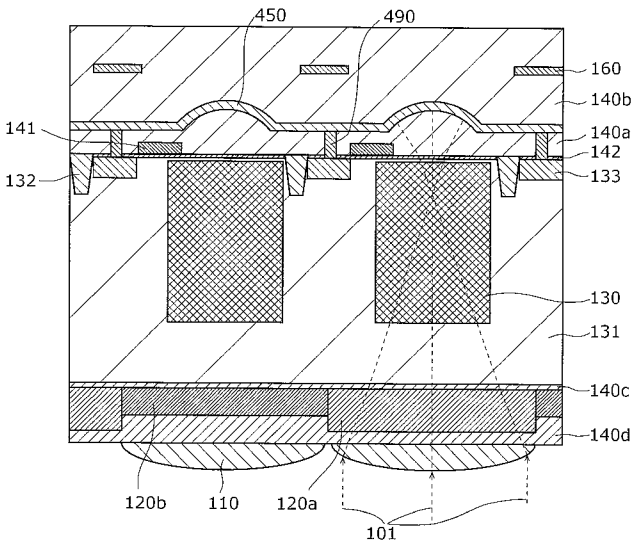
【 図 6 】



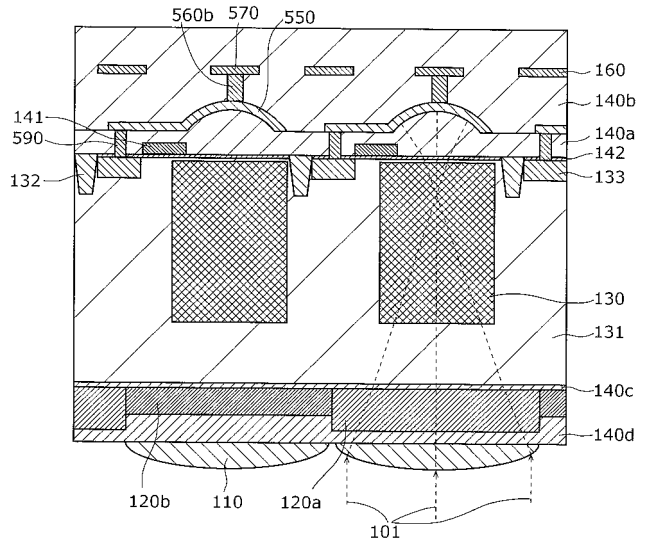
【 図 5 】



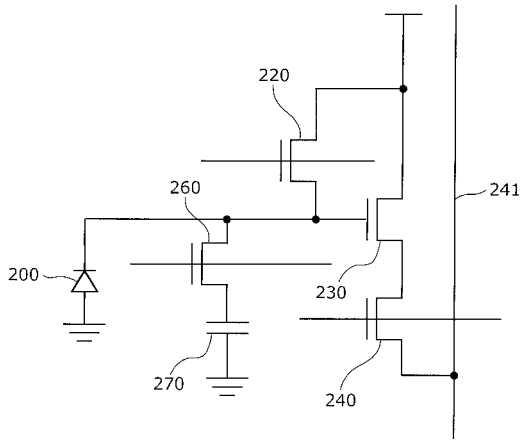
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

