(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2012-109496
(P2012-109496A)
(43)公開日　平成24年6月7日(2012.6.7)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 27/14	(2006.01)	H01L	27/14	D	4M118
H01L 27/148	(2006.01)	H01L	27/14	B	5C024
H04N 5/372	(2011.01)	H04N	5/335	720	
H04N 5/369	(2011.01)	H04N	5/335	690	

審査請求 未請求　請求項の数 15　ＯＬ　（全 38 頁）

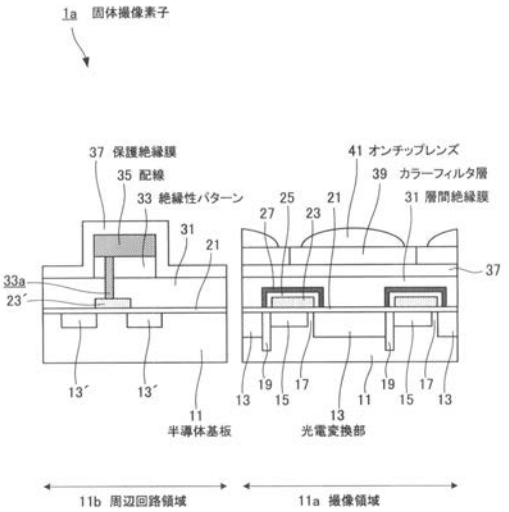
(21)出願番号　特願2010-258876 (P2010-258876)
(22)出願日　平成22年11月19日 (2010.11.19)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　110000925
特許業務法人信友国際特許事務所
(72)発明者　畑野　啓介
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

Ｆターム(参考)　4M118 AA10 AB01 BA10 CA03 CA32
CB13 DA20 EA01 EA14 FA06
FA26 GB02 GC07 GD04
5C024 AX01 CY47 EX43 EX52 GX02
GX07 GY01

(54)【発明の名称】固体撮像素子、固体撮像素子の製造方法、および電子機器

(57)【要約】
【課題】膜厚精度良好な層間絶縁膜で撮像領域を覆うとともに、周辺回路領域においては層間絶縁膜上の配線と下層との間の寄生容量を十分に抑えることができ、これにより撮像特性の向上が図られた固体撮像素子を提供する。
【解決手段】半導体基板１１の表面層に配列された複数の光電変換部１３と、半導体基板１１上を覆う層間絶縁膜３１と、光電変換部１３が配列された周囲における層間絶縁膜３１上に設けられた配線３５とを備え、配線３５と層間絶縁膜３１との間に、層間絶縁膜３１とは別層からなると共に配線３５と同一のパターン形状を有する絶縁性パターン３３が挟持された構成の固体撮像素子１ａ。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体基板の表面層に配列された複数の光電変換部と、
前記半導体基板上を覆う層間絶縁膜と、
前記光電変換部が配列された周囲における前記層間絶縁膜上に設けられた配線とを備え、
前記配線と前記層間絶縁膜との間に、当該層間絶縁膜とは別層からなると共に当該配線と同一のパターン形状を有する絶縁性パターンが挟持された
固体撮像素子。
【請求項２】
前記絶縁性パターンは、前記層間絶縁膜よりも誘電率が低い材料を用いて構成された
請求項１記載の固体撮像素子。
【請求項３】
前記層間絶縁膜は、表面平坦化されている
請求項２記載の固体撮像素子。
【請求項４】
前記層間絶縁膜と前記絶縁性パターンとの間に、当該層間絶縁膜および当該絶縁性パターンとは異なる材料で構成された中間絶縁層が配置された
請求項３に記載の固体撮像素子。
【請求項５】
前記中間絶縁層は、前記絶縁性パターンおよび前記配線と同一のパターン形状を有する
請求項４記載の固体撮像素子。
【請求項６】
前記配線は電源配線である
請求項１～５の何れかに記載の固体撮像素子。
【請求項７】
前記絶縁性パターンと前記配線との積層構造体を覆う状態で、前記層間絶縁膜上に保護絶縁膜が設けられた
請求項１に記載の固体撮像素子。
【請求項８】
前記配線と前記保護絶縁膜との間に、当該配線と同一のパターン形状を有する上層絶縁膜が挟持されている
請求項７記載の固体撮像素子。
【請求項９】
前記絶縁性パターンと前記配線との積層構造体間において、前記保護絶縁膜に空隙が設けられた
請求項７に記載の固体撮像素子。
【請求項１０】
前記層間絶縁膜上に、前記各光電変換部に対応するカラーフィルタ層およびオンチップレンズが設けられている
請求項１に記載の固体撮像素子。
【請求項１１】
前記配線は、前記層間絶縁膜と前記絶縁性パターンとに形成された接続孔を介して、当該層間絶縁膜下の導電層に接続されている
請求項１に記載の固体撮像素子。
【請求項１２】
半導体基板の表面層に複数の光電変換部を配列して形成する工程と、
前記光電変換部が形成された前記半導体基板上に、層間絶縁膜と当該層間絶縁膜とは異なる絶縁層とをこの順に成膜する工程と、
前記絶縁層上において、前記光電変換部が配列された周囲に配線を形成する工程と、

前記配線の上方から前記絶縁層をエッチングすることにより、当該配線と同一形状を有する絶縁性パターンを形成する工程とを行う
固体撮像素子の製造方法。
【請求項１３】
前記絶縁性パターンを形成する工程では、前記層間絶縁膜をエッチングストッパにして前記絶縁層をエッチングする
請求項１２記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項１４】
前記配線を形成する工程の前に、前記層間絶縁膜と前記絶縁膜とに接続孔を形成する工程を行い、
前記配線を形成する工程では、前記接続孔を介して前記層間絶縁膜下の導電層に当該配線を接続させる
請求項１２または１３記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項１５】
固体撮像素子と、
前記固体撮像素子の撮像領域に入射光を導く光学系と、
前記固体撮像素子の出力信号を処理する信号処理回路とを備え、
前記固体撮像素子は、
半導体基板の表面層に配列された複数の光電変換部と、
前記半導体基板上を覆う層間絶縁膜と、
前記光電変換部が配列された周囲における前記層間絶縁膜上に設けられた配線とを備え、
前記配線と前記層間絶縁膜との間に、当該層間絶縁膜とは別層からなると共に当該配線と同一のパターン形状を有する絶縁性パターンが挟持された
電子機器。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、周辺回路領域の層間絶縁膜上に配線を備えた固体撮像素子、この固体撮像素子の製造方法、およびこの固体撮像素子を備えた電子機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
固体撮像素子は、複数の画素がマトリックス状に配置された撮像領域と、各画素の駆動回路が設けられた周辺回路領域とを備えている。撮像領域に配置される各画素は、半導体基板の表面層に形成された不純物拡散層からなる光電変換部と、この光電変換部で得られた電荷を読み出すためのポリシリコン電極とを備えている。一方、周辺回路領域に配置される駆動回路は、半導体基板の表面側に形成された不純物拡散層と半導体基板上に設けられたポリシリコン電極とを用いて構成されたトランジスタおよび容量素子を備えている。
【０００３】
ポリシリコン電極が形成された半導体基板上には、当該ポリシリコン電極を覆う状態で、表面平坦な層間絶縁膜が設けられている。また撮像領域における層間絶縁膜上には、各画素毎にカラーフィルタおよびオンチップレンズが設けられる。一方、周辺回路領域における層間絶縁膜上には、トランジスタおよび容量素子に接続する金属配線が設けられている。
【０００４】
以上のような構成の固体撮像素子において、撮像領域の層間絶縁膜はできるだけ薄く形成することが望ましく、これにより光電変換部に対する集光率の向上が図られる。一方、周辺回路領域の層間絶縁膜はある程度の膜厚を有することが好ましく、これにより層間絶縁膜を挟んで配置された金属配線－ポリシリコン電極間の寄生容量、および金属配線－半

導体基板間の寄生容量が小さく抑えられ、画素駆動の高速化が図られる。つまり、撮像領域における層間絶縁膜の膜厚と、周辺回路領域における層間絶縁膜の膜厚とは、トレードオフの関係にある。

【０００５】

そこで、金属配線の形成に用いたのと同一のマスクを用いて層間絶縁膜を所定膜厚にまでエッチングする方法が提案されている。これにより、撮像領域においては光電変換部への入射光が最大となるように層間絶縁膜を薄膜化し、周辺回路領域においては金属配線とその下層の導電層との間の寄生容量を抑えるように層間絶縁膜の膜厚を維持することが可能とされている（下記特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２００５－３１７７１０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

しかしながら上述した特許文献１の構成では、単一材料からなる層間絶縁膜をパターンエッチングして膜厚調整している。このため、エッチング後の残膜厚の制御性が悪く、高精度に膜厚が制御された層間絶縁膜を撮像領域に残すことが困難である。

【０００８】

また近年、固体撮像素子に対しては、画素数の増加による読み出し速度の向上や、スーパースロー再生などカメラのアプリケーションの多様化への対応が求められている。したがって、周辺回路領域に配置された駆動回路の動作速度を高めるために、金属配線周囲の寄生容量を抑えることが必須となる。

【０００９】

ところが、通常低誘電率膜として用いられている材料は、屈折率が低く光散乱を招くため、光電変換部を覆う層間絶縁膜を構成する材料としては適さない。このため、単一材料からなる層間絶縁膜を用いて上述のように金属配線周囲の寄生容量を抑える効果を高めるためには、周辺回路領域における層間絶縁膜をさらに厚膜化する必要があり、撮像領域と周辺回路領域との間に大きな段差が生じる。このような層間絶縁膜の段差は、この上部に形成するカラーフィルタやオンチップレンズの形成ムラを引き起こし、撮像した画像にムラ（いわゆるシェーディング）を生じさせる要因となる。

【００１０】

そこで本発明は、膜厚精度良好な層間絶縁膜で撮像領域を覆うとともに、周辺回路領域においては層間絶縁膜上の配線と下層との間の寄生容量を十分に抑えることができ、これにより撮像特性の向上が図られた固体撮像素子を提供することを目的とする。また本発明は、このように撮像特性の向上が図られた固体撮像素子の製造方法、およびこのような固体撮像素子を用いた電子機器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】

【００１１】

上記目的を達成するための本発明の固体撮像素子は、半導体基板の表面層に配列された複数の光電変換部と、半導体基板上を覆う層間絶縁膜と、光電変換部が配列された周囲における層間絶縁膜上に設けられた配線とを備えている。そして、配線と層間絶縁膜との間には、層間絶縁膜とは別層からなると共に、配線と同一のパターン形状を有する絶縁性パターンが挟持された構成である。

【００１２】

このような構成の固体撮像素子では、配線と層間絶縁膜との間に、配線と同一のパターン形状を有する絶縁性パターンが挟持されていることから、配線下のみにおいて絶縁膜が厚膜化された状態となる。したがって、配線とこの下方の導電層や半導体基板との間の寄生容量が抑えられ、かつ光電変換部上における層間絶縁膜は薄膜化されて当該光電変換部

に対する集光率が確保される。

【００１３】

また特に絶縁性パターンが層間絶縁膜と別層からなるため、それぞれを異なる材質を用いて構成することができる。このため、例えば光電変換部上を覆う層間絶縁膜としては適さないが、層間絶縁膜よりも誘電率の低い材料を用いて絶縁性パターンを構成する材料選択が可能になる。これにより、絶縁性パターンの膜厚を低く抑えても十分に寄生容量を抑制する効果を得られるようになり、層間絶縁膜上における段差が小さく抑えられる。また例えば、層間絶縁膜に対して高いエッチング選択比でエッチング可能な材質で絶縁性パターンを構成する材料選択が可能になる。これにより、光電変換部上を覆う層間絶縁膜に対するエッチングの影響を排除して膜厚制御性を確保することができ、光電変換部に対する集光性の向上が図られる。

【００１４】

本発明は、以上のような固体撮像素子の製造方法でもあり、次の工程を行うことを特徴としている。先ず、半導体基板の表面層に複数の光電変換部を配列して形成する工程を行う。次に、光電変換部が形成された半導体基板上に、層間絶縁膜と当該層間絶縁膜とは異なる絶縁層とをこの順に成膜する工程を行う。次いで、絶縁層上において、光電変換部が配列形成された周囲に配線を形成する工程を行う。その後、配線の上方から絶縁層をエッチングすることにより、当該配線と同一形状を有する絶縁性パターンを形成する工程を行う。

【００１５】

このような製造方法によれば、層間絶縁膜とは異なる絶縁層をパターンエッチングしてなる絶縁性パターンが、層間絶縁膜と配線との間に挟持された本発明構成の固体撮像素子が得られる。この際、絶縁層は、層間絶縁膜とは異なる膜であるため、層間絶縁膜に対して高いエッチング選択比で当該絶縁層をエッチングすることにより、光電変換部上を覆う層間絶縁膜の膜厚制御性を確保できる。このため、光電変換部に対する集光性の向上が図られる。また、絶縁層として、例えば光電変換部上を覆う層間絶縁膜としては適さないが、層間絶縁膜よりも誘電率の低い材料を用いることにより、絶縁層をエッチングしてなる絶縁性パターンの膜厚を低く抑えても十分に寄生容量を抑制する効果を得られるようになる。このため、層間絶縁膜上における段差が小さく抑えられる。

【００１６】

また本発明は、以上のような固体撮像素子を用いた電子機器でもある。

【発明の効果】

【００１７】

以上説明したように本発明によれば、層間絶縁膜の材質と配線下の絶縁性パターンの材質をそれぞれ選択可能なため、膜厚精度良好な層間絶縁膜で光電変換部を覆い、かつ配線と下層との間の寄生容量を絶縁性パターンによって十分に抑えることができる。この結果、配線の寄生容量を抑えて高速駆動が可能な固体撮像素子において、光電変換部に対する集光性の向上が図られると共に、基板上の段差を抑えてカラーフィルタやオンチップレンズの形成ムラを防止して撮像特性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】第１実施形態の固体撮像素子の構成を説明する要部断面模式図である。

【図２】第１実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図（その１）である。

【図３】第１実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図（その２）である。

【図４】第２実施形態の固体撮像素子の構成を説明する要部断面模式図である。

【図５】第２実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図（その１）である。

【図６】第２実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図（その

２）である。
【図７】第３実施形態の固体撮像素子の構成を説明する要部断面模式図である。
【図８】第３実施形態の固体撮像素子の製造手順の特徴部を説明するための要部断面工程図である。
【図９】第４実施形態の固体撮像素子の構成を説明する要部断面模式図である。
【図１０】第４実施形態の固体撮像素子の製造手順の特徴部を説明するための要部断面工程図（その１）である。
【図１１】第５実施形態の固体撮像素子の構成を説明する要部断面模式図である。
【図１２】第５実施形態の固体撮像素子の製造手順の特徴部を説明するための要部断面工程図である。
【図１３】第６実施形態の固体撮像素子の構成を説明する要部断面模式図である。
【図１４】第６実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図（その１）である。
【図１５】第６実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図（その２）である。
【図１６】第６実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図（その３）である。
【図１７】第７実施形態の電子機器の構成図である。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
以下本発明の実施の形態を図面に基づいて、次に示す順に実施の形態を説明する。
１．第１実施形態（配線下に絶縁性パターンを設けた固体撮像素子の構成例）
２．第２実施形態（エッチングストッパ用の中間絶縁層を設けた固体撮像素子の構成例）
３．第３実施形態（中間絶縁層がパターニングされた固体撮像素子の構成例）
４．第４実施形態（配線上に上層絶縁膜が設けられた固体撮像素子の構成例）
５．第５実施形態（配線間に空隙を設けた固体撮像素子の構成例）
６．第６実施形態（配線が多層配線である固体撮像素子の構成例）
７．第７実施形態（電子機器の実施形態）
尚、各実施形態においては、本発明をＣＣＤ固体撮像素子に適用した構成を例示するが、本発明はこれに限定されることはなく、ＣＭＯＳ型の固体撮像素子への適用も可能である。また各実施形態において共通の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。
【００２０】
≪１．第１実施形態≫
＜固体撮像素子の構成＞
図１は、第１実施形態の固体撮像素子の構成を説明するための要部断面模式図である。この図に示す第１実施形態の固体撮像素子１ａは、例えばｐ型の半導体基板１１を用いて構成されたＣＣＤ固体撮像素子である。固体撮像素子１ａを構成する半導体基板１１には、複数の光電変換部１３がマトリックス状に配置された撮像領域１１ａと、この撮像領域１１ａの周辺に設けられた周辺回路領域１１ｂとが設定されている。
【００２１】
撮像領域１１ａには、ｐ型の半導体基板１１の表面層に形成したｎ型の不純物層からなる複数の光電変換部１３が配列されている。光電変換部１３の一方側の側方には、間隔を有してｎ型の不純物層からなる電荷転送路１５が設けられている。この電荷転送路１５は、例えば垂直方向に配列された光電変換部１３の脇に、各光電変換部１３に共通で配置されている。また光電変換部１３と電荷転送路１５との間のｐ型の半導体基板領域は、光電変換部１３の電荷を電荷転送路１５に読み出すためのチャネル領域１７となる。
【００２２】
光電変換部１３における電荷転送路１５と反対側の側方、および光電変換部１３を垂直方向に挟持する位置には、各光電変換部１３を３方向から囲む状態でチャネルストッパ１

９が設けられている。チャネルストッパ１９はｐ型の不純物層からなる。

【００２３】

光電変換部１３、電荷転送路１５、およびチャネルストッパ１９が設けられた半導体基板１１上には、ゲート絶縁膜２１を介してポリシリコンからなる転送電極２３が設けられている。転送電極２３は、電荷転送路１５と共に電荷転送部を構成するものであり、一方向（ここでは垂直方向）に延設された電荷転送路１５上にわたってパターン配列されている。また転送電極２３の一部は、チャネル領域１７上に延設して配置され、読み出し電極として機能する。

【００２４】

この転送電極２３は、絶縁膜２５を介して遮光膜２７で覆われている。転送電極２３を覆う遮光膜２７には、各光電変換部１３を広く開口している。

【００２５】

一方、周辺回路領域１１ｂには、ｐ型の半導体基板１１の表面層に形成したｎ型の不純物層１３’が設けられている。不純物層１３’が設けられた半導体基板１１上には、撮像領域１１ａと共通のゲート絶縁膜２１を介してポリシリコンからなる電極２３’が配置されている。これにより、周辺回路領域１１ｂには、ｎ型の不純物層１３’とゲート絶縁膜２１と電極２３’とで構成されたトランジスタや、ここでの図示を省略した容量素子が設けられた状態となっている。尚、この周辺回路領域１１ｂには、撮像領域１１ａにおける遮光膜２７と同一層からなる電極や接続配線が配置されていても良い。

【００２６】

以上のように構成された撮像領域１１ａおよび周辺回路領域１１ｂを有する半導体基板１１上には、下層側から順に層間絶縁膜３１、絶縁性パターン３３、配線３５、および保護絶縁膜３７が設けられている。

【００２７】

本第１実施形態においては、層間絶縁膜３１と配線３５との間に、層間絶縁膜３１とは別層の絶縁性パターン３３を設けたところが特徴的である。以下、これらの各構成要素を、下層側から順に説明する。

【００２８】

層間絶縁膜３１は、例えば表面平坦化されたものであり、撮像領域１１ａにおける光電変換部１３への集光効率を考慮した薄い膜厚に制御されているところが特徴的である。この層間絶縁膜３１を構成する材料は、光透過性に優れ、かつ平坦化に適している材料であることが好ましい。このような材料として、例えば酸化シリコンが例示される。この他にも、窒化シリコン、あるいは、窒化シリコンと酸化シリコンの積層された膜が用いられる。尚、層間絶縁膜３１は、平坦化されていなくても良い。また、表面平坦化された層間絶縁膜３１は、撮像領域１１ａにおいて層内レンズを含むものであっても良い。この層内レンズは、例えば転送電極２３による凸形状にならったリフロー膜を用いて構成され、これを覆う状態で表面平坦な層間絶縁膜３１が設けられる。

【００２９】

絶縁性パターン３３は、次に説明する配線３５と同一のパターン形状を有しており、層間絶縁膜３１と配線３５との間に挟持されているところが特徴的である。この絶縁性パターン３３は、層間絶縁膜３１とは別層で構成されたものであり、層間絶縁膜３１と同一材料または異なる材料で構成されていることとする。

【００３０】

絶縁性パターン３３が、層間絶縁膜３１と同一材料からなる場合、層間絶縁膜３１とは異なるプロセスで成膜されたことにより、層間絶縁膜３１に対して選択的にエッチングが可能な材料で絶縁性パターン３３が構成されていることが好ましい。

【００３１】

また絶縁性パターン３３が、層間絶縁膜３１と異なる材料からなる場合、例えば層間絶縁膜３１を構成する材料よりも誘電率の低い材料を用いて絶縁性パターン３３が構成されていることが好ましい。この場合、さらに好ましくは、誘電率ができるだけ低い材料を用

いて層間絶縁膜３１が構成されていることとする。

【００３２】

このような絶縁性パターン３３を構成する材料としては、例えば層間絶縁膜３１を構成する酸化シリコンよりも誘電率が低い材料として、フッ素含有酸化シリコン（ＳｉＯＦ）、ホウ素含有酸化シリコン（ＢＳＧ）、炭素含有酸化シリコン（ＳｉＯＣ）、酸化シリコン中にＳｉ－Ｈ結合を有する水素含有ポリシロキサン（ＨＳＱ）、酸化シリコン中にＳｉ－CH_3結合を有するメチル基含有ポリシロキサン（ＭＳＱ）、ポリイミド系樹脂材料、フッ素樹脂材料、およびアモルファスカーボン等が例示される。さらに、ＳｉＯＣやＭＳＱは、多孔質膜として用いることによりさらに低誘電化される。これらの材料からなる絶縁性パターン３３は、単層構造であっても異なる材料層からなる多層構造であってもよい。

【００３３】

また絶縁性パターン３３が、層間絶縁膜３１と異なる材料からなる場合の他の例として、層間絶縁膜３１に対して選択比が高いエッチング条件でのエッチングが可能な材料を用いて絶縁性パターン３３が構成されていることが好ましい。この場合、上述した酸化シリコンよりも誘電率が低い各材料は、膜密度が低い材料であり、酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１に対して選択比が高いエッチング条件でのエッチングが可能である。このため、絶縁性パターン３３を構成する材料として好ましく用いることができる。

【００３４】

配線３５は、周辺回路領域１１ｂ上のみに配置された絶縁性パターン３３上に積層されている。この配線３５は、絶縁性パターン３３および層間絶縁膜３１に形成された接続孔３３ａを介して、周辺回路領域１１ｂに設けられた電極２３’や不純物層１３’、さらには遮光膜２５と同一層からなる配線や接続配線に接続されている。

これにより、周辺回路領域１１ｂには、撮像領域１１ａの光電変換部１３から電荷を読み出して転送する駆動回路が設けられた状態となっている。このような配線３５の一部は、電源やグランドに接続される電源配線として用いられている。

【００３５】

以上のような配線３５は、金属のように導電性の良好な材料を用いて構成され、かつパターンエッチングが可能な材料を用いて構成されることが好ましく、例えばアルミニウムで構成されていることとする。

【００３６】

保護絶縁膜３７は、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体を覆う状態で、撮像領域１１ａおよび周辺回路領域１１ｂの層間絶縁膜３１上に設けられている。この保護絶縁膜３７は、半導体基板１１側への水分やガス等の浸入を防ぐための、いわゆるパッシベーション膜であり、光透過性を有することとする。このような保護絶縁膜３７は、例えば酸化シリコンや、緻密で耐湿性の高い窒化シリコンからなることとする。

【００３７】

尚、撮像領域１１ａにおける保護絶縁膜３７上には、各光電変換部１３に対応させて、カラーフィルタ層３９およびオンチップレンズ４１が積層されていても良い。

【００３８】

以上のような構成の固体撮像素子１ａでは、配線３５と層間絶縁膜３１との間に、配線３５と同一のパターン形状を有する絶縁性パターン３３が挟持されている。このため、配線３５下のみが、絶縁性パターン３３と層間絶縁膜３１とで絶縁膜厚が厚膜化された状態となる。したがって、配線３５とこの下方の電極２３’や不純物層１３’を含む半導体基板１１との間の寄生容量が抑えられ、かつ光電変換部１３上における層間絶縁膜３１は薄膜化されて光電変換部１３に対する集光率が確保される。

【００３９】

また絶縁性パターン３３は層間絶縁膜３１とは別層からなるため、それぞれを異なる材質を用いて構成することができる。このため、例えば光電変換部１３上を覆う層間絶縁膜３１としては適さないが、層間絶縁膜３１よりも誘電率の低い材料を用いて絶縁性パター

ン３３を構成する材料選択が可能になる。これにより、絶縁性パターン３３の膜厚を低く抑えても十分に寄生容量を抑制する効果を得られるようになり、層間絶縁膜３１上における段差が小さく抑えられる。また例えば、層間絶縁膜３１に対して高いエッチング選択比でエッチング可能な材質で絶縁性パターン３３を構成する材料選択が可能になる。これにより、光電変換部１３上を覆う層間絶縁膜３１の膜厚制御性を確保でき、光電変換部１３に対する集光性の向上が図られる。

【００４０】

この結果、配線の寄生容量を抑えて高速駆動が可能で、かつ光電変換部１３に対する集光性の向上が図られると共に、半導体基板１１の上方の段差を抑えてカラーフィルタ３９やオンチップレンズ４１の形成ムラが防止され、撮像特性の向上を図ることが可能になる。

【００４１】

尚、絶縁性パターン３３として、上述したような酸化シリコンよりも誘電率が低い材料を用いた場合、これらの材料は酸化シリコンよりも屈折率が低い。このため、半導体基板１１に対して斜め方向から絶縁性パターン３３に入射した光は、この絶縁性パターン３３で散乱する。したがって絶縁性パターン３３に入射した光が例えば、配線３５下部に存在するトランジスタや容量素子などに当たり、誤動作することを防止することができる。

【００４２】

＜固体撮像素子の製造方法＞

図２および図３は、第１実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図である。以下、これらの図面に基づいて第１実施形態の固体撮像素子の製造方法を説明する。

【００４３】

先ず、図２（Ａ）に示すように、ｐ型の半導体基板１１を用意し、この表面側に撮像領域１１ａとその周辺回路領域１１ｂとを設定する。そして、撮像領域１１ａにおける半導体基板１１の表面層に、ｎ型の不純物層からなる複数の光電変換部１３、ｎ型の不純物層からなる電荷転送路１５、これらの間のチャネル領域１７、ｐ型の不純物層からなるチャネルストッパ１９を形成する。一方、周辺回路領域１１ｂにおける半導体基板１１の表面層に、ｎ型の不純物層１３’やここでの図示を省略したｐ型の不純物層を形成する。

【００４４】

また、半導体基板１１上にゲート絶縁膜２１を形成し、撮像領域１１ａにおけるゲート絶縁膜２１上に転送電極２３を形成し、周辺回路領域１１ｂにおけるゲート絶縁膜２１上に電極２３’を形成する。これらの転送電極２３および電極２３は、ゲート絶縁膜２１上に成膜したポリシリコン膜をパターンエッチングすることによって形成する。

【００４５】

その後、撮像領域１１ａに、転送電極２３を覆う絶縁膜２５を形成し、さらにこの上部に遮光膜２７を形成し、光電変換部１３を露出する開口を遮光膜２７に形成する。

【００４６】

以上までの工程は、通常の工程に従って行うことができ、特に手順が限定されることはない。

【００４７】

次に、以上の構成要素が形成された半導体基板１１上の全面に、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１を形成する。ここでは半導体基板１１上の段差を埋め込む程度の膜厚で層間絶縁膜３１を成膜し、その後平坦化処理を行う。平坦化処理としては、例えばリアクティブイオンエッチング（reactive ion etching：ＲＩＥ）による全面エッチバック、または化学的機械研磨（chemical mechanical polishing：ＣＭＰ）によって行う。またこの平坦化処理においては、光電変換部１３に対する集光効率が良好となるように、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを制御する。

【００４８】

次に図２（Ｂ）に示すように、層間絶縁膜３１上の全面に絶縁層３３ｓを成膜する。こ

の絶縁層３３ｓは、絶縁性パターンを構成するものであり、層間絶縁膜３１に対して選択的エッチングが可能な材料を用いて成膜されることが好ましく、また層間絶縁膜３１よりも低誘電率である材料を用いて成膜されることが好ましい。このため、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１上に、上述した絶縁性パターンを構成する材料として例示した材料の中から、適宜選択された材料を用いて絶縁層３３ｓを成膜する。

【００４９】

次いで図２（Ｃ）に示すように、絶縁層３３ｓおよび層間絶縁膜３１の必要部分に、拡散層１３’や電極２３’に達する接続孔３３ａを形成する。ここでは、周辺回路領域１１ｂの電極２３’に達する接続孔３３ａを代表的に図示した。

【００５０】

続いて図３（Ａ）に示すように、絶縁層３３ｓ上に配線層３５ｓを成膜する。この際、接続孔３３ａを介して下層の電極２３’に接続されるように配線層３５ｓを形成する。この配線層３５ｓは、配線を構成するものであるため、金属のように導電性の良好な材料を用いて構成されることが好ましく、またマスク上からのパターンエッチングが可能な材料を用いて構成されることとする。

【００５１】

次いで図３（Ｂ）に示すように、リソグラフィー法によって配線層３５ｓ上にレジストパターン４５を形成する。その後、このレジストパターン４５をマスクにして配線層３５ｓをエッチングし、配線層３５ｓをパターニングしてなる配線３５を形成する。この配線３５は、周辺回路領域１１ｂのみに形成され、接続孔３３ａを介して下層の電極２３’に接続される。

【００５２】

引き続き、絶縁層３３ｓをエッチングし、配線３５と同一形状に絶縁層３３ｓをパターニングしてなる絶縁性パターン３３を形成する。この際、配線３５上にレジストパターン４５を残したまま絶縁層３３ｓのエッチングを行い、エッチング終了後にレジストパターン４５を除去しても良いし、レジストパターン４５を除去した後に配線３５をマスクにして絶縁層３３ｓのエッチングを行っても良い。尚、絶縁層３３ｓが有機材料からなるものであれば、レジストパターン４５を残したまま絶縁層３３ｓのエッチングを行うことにより、レジストパターン４５も同時に除去されることになる。

【００５３】

このような絶縁性パターン３３の形成においては、下地となる層間絶縁膜３１をエッチングストッパとし、絶縁層３３ｓを選択的にエッチングする。これにより、層間絶縁膜３１の膜減りを抑え、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを、成膜時の所定膜厚に維持することが好ましい。このため、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１上にポリイミド系樹脂材料からなる絶縁層３３ｓを成膜した場合であれば、酸素プラズマによる絶縁層３３ｓのエッチングを行う。これにより、層間絶縁膜３１に対して選択的に絶縁層３３ｓをエッチングして絶縁性パターン３３を形成すると共に、レジストパターン４５を除去する。この際、絶縁性パターン３３は、配線３５と同一形状にパターニングされるが、エッチング条件によって側壁形状はオーバーハングになったりテーパ形状になる。本発明においては、絶縁性パターン３３の側壁形状は、配線３５の側壁形状と同一である必要はない。

【００５４】

次に、図３（Ｃ）に示すように、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体を覆う状態で、層間絶縁膜３１上に保護絶縁膜３７を成膜する。この保護絶縁膜３７としては、例えば窒化シリコン膜または酸化シリコン膜を成膜する。

【００５５】

以上の後には、図１に示したように、撮像領域１１ａにおける保護絶縁膜３７上に、各光電変換部１３に対応させて、カラーフィルタ層３９およびオンチップレンズ４１を形成する。カラーフィルタ層３９の形成は、各色のカラーフィルタ層を成膜した後これをパターニングする工程を繰り返すことにより行われ、これにより光電変換部１２に対応させて

各色のカラーフィルタが設けられたカラーフィルタ層３９が得られる。またオンチップレンズ４１の形成は、例えばカラーフィルタ層３９上に、レンズ層を成膜してこれをパターニングし、パターニングされレンズ層をリフロー処理することによって行われる。

【００５６】

以上により、図１を用いて説明した固体撮像素子１ａが得られる。

【００５７】

このような固体撮像素子１ａの製造方法によれば、図３（Ｂ）を用いて説明したように、配線３５と同一マスクを用いて絶縁層３３ｓをパターンエッチングすることにより、配線３５の下部のみに配線３５と同一パターンの絶縁性パターン３３が形成される。この際、絶縁層３３ｓは、層間絶縁膜３１とは異なる膜であるため、層間絶縁膜３１に対して高いエッチング選択比で絶縁層３３ｓをエッチングすることにより、光電変換部１３上に層間絶縁膜３１を膜減り無く残すことができる。したがって、光電変換部１３上を覆う層間絶縁膜３１の膜減りを抑えて膜厚ｄの制御性が確保され、光電変換部１３に対する集光性の向上が図られた固体撮像素子１ａを得ることができる。

【００５８】

また絶縁層３３ｓとして、例えば光電変換部１３上を覆う層間絶縁膜３１としては適さないが、層間絶縁膜３１よりも誘電率の低い材料を用いることができる。これにより、絶縁層３３ｓをエッチングしてなる絶縁性パターン３３の膜厚を小さく抑えても十分に寄生容量を抑制する効果を得られるようになる。このため、層間絶縁膜３１上における段差を小さく抑えることが可能になる。これにより、高速駆動が可能で、かつ保護絶縁膜３７上にカラーフィルタ３９やオンチップレンズ４１を形成する際の形成ムラが防止された撮像特性の良好な固体撮像素子１ａを製造することが可能になる。

【００５９】

≪２．第２実施形態≫

＜固体撮像素子の構成＞

図４は、第２実施形態の固体撮像素子の構成を説明するための要部断面模式図である。この図に示す第２実施形態の固体撮像素子１ｂが、図１を用いて説明した第１実施形態の固体撮像素子１ａと異なるところは、層間絶縁膜３１と絶縁性パターン３３との間に、中間絶縁層５１が配置されているところにあり、他の構成は同様であることとする。

【００６０】

この中間絶縁層５１は、層間絶縁膜３１および絶縁性パターン３３とは異なる材料で構成されたものであって、特に絶縁性パターン３３を構成する材料のエッチングに対して、選択比が高くエッチングストッパとなる材料を用いて構成されていることとする。

【００６１】

このような中間絶縁層５１は、光電変換部１３上に残る膜であるため、光透過性を有することとする。さらに、中間絶縁層５１は、光電変換部１３への入射光の反射面を構成することのないように、［中間絶縁層５１の屈折率＜層間絶縁膜３１の屈折率］となる材質で構成されることが好ましい。また、エッチング時の選択性の確保の観点からは、例えば層間絶縁膜３１が酸化シリコンからなる場合には、中間絶縁層５１は窒化シリコン、炭化シリコン、炭窒化シリコンを用いて構成されることが好ましい。ただし、この場合には、中間絶縁層５１と層間絶縁膜３１の屈折率の関係が、前記した関係式を満たさないため、中間絶縁膜５１はできるだけ薄く形成することが好ましい。中間絶縁膜５１の膜厚が薄い場合には、屈折率の関係式を満たさない場合でも反射面の影響による集光能力の低下はほとんど無い。このような中間絶縁層５１は、層間絶縁膜３１および絶縁性パターン３３よりも薄い膜厚で構成されていることとする。

【００６２】

尚、このような構成において、絶縁性パターン３３は、中間絶縁層５１によって層間絶縁膜３１とは別層に隔てられた構成である。この絶縁性パターン３３は、層間絶縁膜３１と同一材料からなる場合であっても、層間絶縁膜３１に対するエッチングの選択性が問われることはない。

【００６３】
以上のような構成の固体撮像素子１ｂであっても、配線３５と層間絶縁膜３１との間に、配線３５と同一のパターン形状を有する絶縁性パターン３３が挟持されている。このため、第１実施形態と同様に、配線３５下のみが、絶縁性パターン３３によって絶縁膜厚が厚膜化された状態となる。したがって、光電変換部１３に対する集光性の向上が図られると共に、半導体基板１１の上方の段差を抑えてカラーフィルタ３９やオンチップレンズ４１の形成ムラが防止され、撮像特性の向上を図ることが可能になる。
【００６４】
＜固体撮像素子の製造方法＞
図５および図６は、第２実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図である。次に、これらの図に基づいて第２実施形態の固体撮像素子の製造方法を説明する。
【００６５】
先ず、図５（Ａ）に示す工程を第１実施形態と同様に行う。すなわち、ｐ型の半導体基板１１の表面側に撮像領域１１ａとその周辺回路領域１１ｂとを設定し、光電変換部１３を含む不純物層、ゲート絶縁膜２１、および電極２３，２３’を形成し、さらに層間絶縁膜３１を形成するまでを行う。層間絶縁膜３１の表面は、光電変換部１３に対する集光効率が良好となるように、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを制御しつつ平坦化処理される。
【００６６】
次に、図５（Ｂ）に示すように、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１上の全面に、本実施形態に特徴的な中間絶縁層５１を成膜する。この中間絶縁層５１は、例えば窒化シリコンを用いて成膜する。
【００６７】
その後、この中間絶縁層５１上に絶縁層３３ｓを成膜する。絶縁層３３ｓは、絶縁性パターンを構成するものであり、中間絶縁層５１に対して選択的エッチングが可能な材料を用いて成膜され、また層間絶縁膜３１および中間絶縁膜５１よりも低誘電率である材料を用いて成膜されることが好ましい。このため、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１および窒化シリコンからなる中間絶縁膜５１上に、第１実施形態において絶縁性パターンを構成する材料として例示した材料の中から、適宜選択された材料を用いて絶縁層３３ｓを成膜する。
【００６８】
次いで、図５（Ｃ）に示すように、絶縁層３３ｓ、中間絶縁層５１、および層間絶縁膜３１の必要部分に、拡散層１３’や電極２３’に達する接続孔３３ａを形成する。ここでは、周辺回路領域１１ｂの電極２３’に達する接続孔３３ａを代表的に図示した。
【００６９】
続いて図６（Ａ）に示すように、絶縁層３３ｓ上に配線層３５ｓを成膜する。この際、接続孔３３ａを介して下層の電極２３’に接続されるように配線層３５ｓを形成する。この配線層３５ｓは、第１実施形態と同様の配線を構成するものであるため、金属のように導電性の良好な材料を用いて構成されることが好ましく、またマスク上からのパターンエッチングが可能な材料を用いて構成されることとする。
【００７０】
次いで図６（Ｂ）に示すように、第１実施形態と同様に、配線層３５ｓ上に形成したレジストパターン４５をマスクにして配線層３５ｓおよび絶縁層３３ｓをエッチングし、配線３５および絶縁性パターン３３の積層構造体を形成する。この際、配線３５上にレジストパターン４５を残したまま絶縁層３３ｓのエッチングを行っても良く、レジストパターン４５を除去した後に配線３５をマスクにして絶縁層３３ｓのエッチングを行っても良いことも第１実施形態と同様である。
【００７１】
この際、特に本第２実施形態では、絶縁性パターン３３の形成において、下地となる中

間絶縁層５１をエッチングストッパとして用い、中間絶縁層５１に対して絶縁層３３ｓを選択的にエッチングすることが重要である。これにより、層間絶縁膜３１の膜減りを確実に抑え、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを所定の値に維持する。このため、例えば窒化シリコンからなる中間絶縁層５１上にポリイミド系樹脂材料からなる絶縁層３３ｓを成膜した場合であれば、酸素プラズマによる絶縁層３３ｓのエッチングを行う。これにより、中間絶縁層５１に対して選択的に絶縁層３３ｓをエッチングして絶縁性パターン３３を形成すると共に、レジストパターン４５を除去する。この際、絶縁性パターン３３は、配線３５と同一形状にパターニングされるが、エッチング条件によって側壁形状はオーバーハングになったりテーパ形状になる。本発明においては、絶縁性パターン３３の側壁形状は、配線３５の側壁形状と同一である必要はないことは、第１実施形態と同様である。

【００７２】

次に、図６（Ｃ）に示すように、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体を覆う状態で、中間絶縁膜５１上に保護絶縁膜３７を成膜する。この保護絶縁膜３７としては、例えば窒化シリコン膜または酸化シリコン膜を成膜する。

【００７３】

以上の後には、図４に示したように、撮像領域１１ａにおける保護絶縁膜３７上に、各光電変換部１３に対応させてカラーフィルタ層３９およびオンチップレンズ４１を形成する。

【００７４】

以上により、図４を用いて説明した固体撮像素子１ｂが得られる。

【００７５】

このような固体撮像素子１ｂの製造方法によれば、図６（Ｂ）を用いて説明したように、配線３５と同一マスクを用いて絶縁層３３ｓをパターンエッチングすることにより、配線３５の下部のみに配線３５と同一パターンの絶縁性パターン３５が形成される。この際、中間絶縁層５１をエッチングストッパとして用いることで、中間絶縁層５１に対して高選択比で絶縁層３３ｓをエッチングすることができる。このため、光電変換部１３上に、中間絶縁層５１および層間絶縁膜３１を膜減り無く残すことができる。したがって、光電変換部１３上を覆う層間絶縁膜３１および中間絶縁層５１の膜厚制御性を確保でき、光電変換部１３に対する集光性の向上が図られた固体撮像素子１ｂを得ることができる。

【００７６】

また、絶縁層３３ｓとして、層間絶縁膜３１および中間絶縁層５１よりも誘電率の低い材料を用いることにより、絶縁層３３ｓをエッチングしてなる絶縁性パターン３３の膜厚を小さく抑えても十分に寄生容量を抑制する効果を得られるようになる。このため、第１実施形態の製造方法と同様に、層間絶縁膜３１上における段差を小さく抑えることが可能になり、カラーフィルタ３９やオンチップレンズ４１を形成する際の形成ムラが防止され、撮像特性の良好な固体撮像素子１ｂを製造することが可能になる。

【００７７】

≪３．第３実施形態≫

＜固体撮像素子の構成＞

図７は、第３実施形態の固体撮像素子の構成を説明するための要部断面模式図である。この図に示す第３実施形態の固体撮像素子１ｃが、他の実施形態の固体撮像素子と異なるところは、層間絶縁膜３１と絶縁性パターン３３との間に、絶縁性パターン３３と同一形状にパターニングされた中間絶縁層パターン５１ａが挟持されているところにある。他の構成は同様である。

【００７８】

この中間絶縁層パターン５１ａは、特に絶縁性パターン３３を構成する材料のエッチングに対して、選択比が高くエッチングストッパとなる材料を用いて構成されていることとする。またこの中間絶縁層パターン５１ａは、下地となる層間絶縁膜３１を構成する材料に対して選択比が高いエッチング条件でのエッチングが可能な材料を用いて構成されてい

ることが好ましい。

【００７９】

このような中間絶縁層パターン５１ａは、例えば層間絶縁膜３１が酸化シリコンからなり、絶縁性パターン３３が上述した酸化シリコンよりも誘電率が低い各材料からなる場合であれば、窒化シリコン、炭化シリコン、炭窒化シリコンを用いて構成される。このような中間絶縁層パターン５１ａは、層間絶縁膜３１および絶縁性パターン３３よりも薄い膜厚で構成されていることとする。

【００８０】

以上のような構成の固体撮像素子１ｃでは、配線３５と層間絶縁膜３１との間に、配線３５と同一のパターン形状を有する絶縁性パターン３３および中間絶縁層パターン５１ａが挟持されている。このため、光電変換部１３上には中間絶縁層パターン５１ａが配置されず、配線３５下においてのみ絶縁性パターン３３および中間絶縁層パターン５１ａによって絶縁膜厚が厚膜化された状態となる。また、光電変換部１３上には中間絶縁層パターン５１ａが配置されていないため、光電変換部１３に対する集光性に対して層間絶縁膜３１上の中間絶縁層パターン５１ａが影響を及ぼすことはない。したがって、第１実施形態と同様に、配線３５とこの下方の電極２３’や不純物層１３’を含む半導体基板１１との間の寄生容量が抑えられ、かつ光電変換部１３上における層間絶縁膜３１は薄膜化されて光電変換部１３に対する集光率が確保される。

【００８１】

＜固体撮像素子の製造方法＞

図８は、第３実施形態の固体撮像素子の製造手順の特徴部を説明するための要部断面工程図である。次に先の図を参照しつつ、図８に基づいて第３実施形態の固体撮像素子の製造方法を説明する。

【００８２】

先ず、第２実施形態において図５（Ａ）～図５（Ｃ）を用いて説明した工程を行い、半導体基板１１上に層間絶縁膜３１、中間絶縁層５１、および絶縁層３３ｓを成膜し、これらに接続孔３３ａを形成するまでを行う。

【００８３】

次に図８（Ａ）に示すように、絶縁層３３ｓ上に配線層３５ｓを成膜する。この工程も第２実施形態と同様に行うこととし、接続孔３３ａを介して下層の電極２３’に接続されるように配線層３５ｓを形成する。

【００８４】

次いで図８（Ｂ）に示すように、配線層３５ｓ上に形成したレジストパターン４５をマスクにして配線層３５ｓおよび絶縁層３３ｓをエッチングし、配線３５および絶縁性パターン３３の積層構造体を形成する。この工程も第２実施形態と同様に行うこととし、下地となる中間絶縁層５１をエッチングストッパとして用い、中間絶縁層５１に対して絶縁層３３ｓを選択的にエッチングし、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを所定の値に維持する。

【００８５】

その後本第３実施形態においては、配線３５をマスクにした中間絶縁層５１のエッチングを行い、中間絶縁層パターン５１ａを形成する。このエッチングにおいては、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１に対して窒化シリコンからなる中間絶縁層５１を選択的にエッチングする。これにより、層間絶縁膜３１の膜減りを確実に抑え、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを所定の値に維持する。

【００８６】

以上のエッチングにおいて、絶縁性パターン３３および中間絶縁層パターン５１ａは、配線３５と同一形状にパターニングされるが、エッチング条件によって側壁形状はオーバーハングになったりテーパ形状になる。本発明においては、絶縁性パターン３３および中間絶縁層パターン５１ａの側壁形状は、配線３５の側壁形状と同一である必要はない。

【００８７】

次に、図８（Ｃ）に示すように、中間絶縁層パターン５１ａ、絶縁性パターン３３、および配線３５の積層構造体を覆う状態で、層間絶縁膜３１上に保護絶縁膜３７を成膜する。この保護絶縁膜３７としては、例えば窒化シリコン膜または酸化シリコン膜を成膜する。

【００８８】

以上の後には、図７に示したように、撮像領域１１ａにおける保護絶縁膜３７上に、各光電変換部１３に対応させてカラーフィルタ層３９およびオンチップレンズ４１を形成する。

【００８９】

以上により、図７を用いて説明した固体撮像素子１ｃが得られる。

【００９０】

このような固体撮像素子１ｃの製造方法によれば、図８（Ｂ）を用いて説明したように、配線３５と同一マスクを用いて絶縁層３３ｓおよび中間絶縁層５１をパターンエッチングする。これにより、配線３５の下部のみに配線３５と同一パターンの絶縁性パターン３５および中間絶縁層パターン５１ａが形成される。この際、中間絶縁層５１をエッチングストッパとして絶縁層３３ｓをエッチングし、さらに層間絶縁膜３１をエッチングストッパとして中間絶縁層５１をエッチングするため、光電変換部１３上に、層間絶縁膜３１を膜減り無く残すことができる。したがって、光電変換部１３上を覆う層間絶縁膜３１の膜厚制御性を確保でき、光電変換部１３に対する集光性の向上が図られた固体撮像素子１ｃを得ることができる。

【００９１】

また、絶縁層３３ｓとして、層間絶縁膜３１よりも誘電率の低い材料を用いることにより、絶縁層３３ｓをエッチングしてなる絶縁性パターン３３の膜厚を小さく抑えても十分に寄生容量を抑制する効果を得られるようになる。このため、第１実施形態の製造方法と同様に、層間絶縁膜３１上における段差を小さく抑えることが可能になり、カラーフィルタ３９やオンチップレンズ４１を形成する際の形成ムラが防止され、撮像特性の良好な固体撮像素子１ｃを製造することが可能になる。

【００９２】

≪４．第４実施形態≫

＜固体撮像素子の構成＞

図９は、第４実施形態の固体撮像素子の構成を説明するための要部断面模式図である。この図に示す第４実施形態の固体撮像素子１ｄが、図１を用いて説明した第１実施形態の固体撮像素子１ａと異なるところは、配線３５と保護絶縁膜３７との間に、上層絶縁膜６１が挟持されているところにあり、他の構成は同様であることとする。

【００９３】

この上層絶縁膜６１は、半導体基板１１上の全面を覆う保護絶縁膜３７による応力を緩和するためのものであり、配線と同一のパターン形状を有する。通常、保護絶縁膜３７は、半導体基板１１側への水分やガス等の浸入を防ぐために、パッシベーション性能の高い窒化シリコンのような材料膜を用いている。このような材料膜は引っ張り応力が強く、配線３５と直接接する場合には、配線３５がストレスマイグレーションにより断線を引き起こし易い。特に線幅が細くアスペクト比が大きい配線３５ほど、保護絶縁膜３７による引っ張り応力の影響を受けやすい。

【００９４】

このため、配線３５と保護絶縁膜３７との間に、当該保護絶縁膜３７による引っ張り応力の影響を緩和するための上層絶縁膜６１を設ける。このような上層絶縁膜６１は、例えば酸化シリコンを用いて構成される。

【００９５】

以上のような構成の固体撮像素子１ｄであれば、第１実施形態で説明したと同様の効果に加えて、次の効果を得ることができる。すなわち、絶縁性パターン３３上に配線３５を積層させたことでアスペクト比が高くなった構成であっても、保護絶縁膜３７によって配

線３５に加わる応力を上層絶縁膜６１で緩和することができる。これにより、配線３５におけるストレスマイグレーションの発生を抑えることが可能になる。この結果、光電変換部１３に対する集光性の向上が図られると共に、カラーフィルタ３９やオンチップレンズ４１の形成ムラを防止して撮像特性の向上が図られた固体撮像素子１ｄにおいて、配線３５の信頼性を確保することが可能になる。

【００９６】

＜固体撮像素子の製造方法＞

図１０は、第４実施形態の固体撮像素子の製造手順の特徴部を説明するための要部断面工程図である。次に先の図を参照しつつ、図１０に基づいて第４実施形態の固体撮像素子の製造方法を説明する。

【００９７】

先ず、第１実施形態において図２（Ａ）～図２（Ｃ）を用いて説明した工程を行い、半導体基板１１上に層間絶縁膜３１および絶縁層３３ｓを成膜し、これらに接続孔３３ａを形成するまでを行う。

【００９８】

次に図１０（Ａ）に示すように、絶縁層３３ｓ上に配線層３５ｓを成膜する。この配線層３５ｓは、他の実施形態と同様に接続孔３３ａを介して下層の電極２３’に接続されるように形成する。

【００９９】

その後、本第４実施形態では、配線層３５ｓ上に上層絶縁膜６１を成膜する。この上層絶縁膜６１は、例えば酸化シリコンを用いて構成される。

【０１００】

次いで図１０（Ｂ）に示すように、リソグラフィー法によって上層絶縁膜６１上にレジストパターン４５を形成する。その後、このレジストパターン４５をマスクにして上層絶縁膜６１および配線層３５ｓをエッチングし、配線層３５ｓをパターニングしてなる配線３５を形成する。この配線３５は、上部に上層絶縁膜６１がされた構成となり、周辺回路領域１１ｂのみに形成される。

【０１０１】

引き続き、絶縁層３３ｓをエッチングし、配線３５と同一形状に絶縁層３３ｓをパターニングしてなる絶縁性パターン３３を形成する。この際、上層絶縁膜６１上にレジストパターン４５を残して絶縁層３３ｓをエッチングし、エッチング終了後にレジストパターン４５を除去しても良い。またレジストパターン４５を除去した後に、上層絶縁膜６１をマスクにして絶縁層３３ｓのエッチングを行っても良い。尚、絶縁層３３ｓが有機材料からなるものであれば、レジストパター４１を残したまま絶縁層３３ｓのエッチングを行うことにより、レジストパターン４５も同時に除去されることになる。

【０１０２】

また、このような絶縁性パターン３３の形成においては、下地となる層間絶縁膜３１に対して絶縁層３３ｓを選択的にエッチングすることは、第１実施形態と同様である。これにより、層間絶縁膜３１の膜減りを抑え、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを所定の値に維持することが好ましい。

【０１０３】

次に、図１０（Ｃ）に示すように、絶縁性パターン３３、配線３５、および上層絶縁膜６１の積層構造体を覆う状態で、層間絶縁膜３１上に保護絶縁膜３７を成膜する。この保護絶縁膜３７としては、例えば窒化シリコン膜を成膜する。

【０１０４】

以上の後には、図９に示したように、他の実施形態と同様に撮像領域１１ａにおける保護絶縁膜３７上に、各光電変換部１３に対応させてカラーフィルタ層３９およびオンチップレンズ４１を形成する。

【０１０５】

以上により、図９を用いて説明した固体撮像素子１ｄが得られる。

【０１０６】
尚、上述した第４実施形態においては、第１実施形態の構成における配線３５と保護絶縁膜３７との間に、配線３５と同一のパターン形状を有する上層絶縁膜６１が挟持されている構成を説明した。しかしながら、本第４実施形態は、第２実施形態および第３実施形態と組み合わせても良く、組み合わせることによってそれぞれの実施形態の効果に加えて第４実施形態に特有の配線の信頼性向上の効果を奏することが可能である。
【０１０７】
≪５.第５実施形態≫
＜固体撮像素子の構成＞
図１１は、第５実施形態の固体撮像素子の構成を説明するための要部断面模式図である。この図に示す第５実施形態の固体撮像素子１ｅが、図１を用いて説明した第１実施形態の固体撮像素子１ａと異なるところは、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体間において、保護絶縁膜３７に空隙Ｂが設けられているところにある。他の構成は同様であることとする。
【０１０８】
すなわち、固体撮像素子１ｅの周辺回路領域１１ｂにおいて、例えば保護絶縁膜３７の膜厚の２倍以下の間隔で配線３５が密に配置されている部分では、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体間に保護絶縁膜３７が埋め込まれた状態となっている。そして積層構造体間に埋め込まれた保護絶縁膜３７部分に空隙Ｂが設けられた構成となっている。一方、周辺回路領域１１ｂにおいて、例えば保護絶縁膜３７の膜厚の２倍以上の間隔で配線３５が疎に配置されている部分では、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体の側壁に沿って保護絶縁膜３５が設けられている。
【０１０９】
以上のような構成の固体撮像素子１ｅであれば、第１実施形態で説明したと同様の効果に加えて、次の効果を得ることができる。すなわち、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体間における保護絶縁膜３７部分に空隙Ｂを設けたことにより、密に配置された配線３５間の寄生容量を抑えることができる。この結果、光電変換部１３に対する集光性の向上が図られると共に、カラーフィルタ３９やオンチップレンズ４１の形成ムラを防止して撮像特性の向上が図られた固体撮像素子１ｅにおいて、配線３５を用いて構成される周辺回路のさらなる高速動作が達成される。
【０１１０】
＜固体撮像素子の製造方法＞
図１２は、第５実施形態の固体撮像素子の製造手順の特徴部を説明するための要部断面工程図である。次に先の図を参照しつつ、図１２に基づいて第５実施形態の固体撮像素子の製造方法を説明する。
【０１１１】
先ず、第１実施形態において図２（Ａ）～図２（Ｂ）を用いて説明した工程を行い、半導体基板１１上に層間絶縁膜３１および絶縁層３３ｓを成膜し、これらに接続孔３３ａを形成するまでを行う。
【０１１２】
次に図１２（Ａ）に示すように、絶縁層３３ｓ上に配線層３５ｓを成膜する。この絶縁層３５ｓは、他の実施形態と同様に接続孔３３ａを介して下層の電極２３’に接続されるように形成する。
【０１１３】
次いで図１２（Ｂ）に示すように、リソグラフィー法によって配線層３５ｓ上にレジストパターン４５を形成する。この際、特に本第５実施形態においては、周辺回路領域１１ｂにおけるレジストパターン４５の配置に粗密があり、図面においてはレジストパターン４５の配置が密な部分を示していることとする。
【０１１４】
次に、レジストパターン４５をマスクにした配線層３５ｓのエッチングによって、周辺

回路領域１１ｂのみに配線３５を形成する。引き続き、絶縁層３３ｓをエッチングし、配線３５と同一形状に絶縁層３３ｓをパターニングしてなる絶縁性パターン３３を形成する。このような絶縁性パターン３３の形成においては、下地となる層間絶縁膜３１に対して絶縁層３３ｓを選択的にエッチングすることは、第１実施形態と同様である。これにより、層間絶縁膜３１の膜減りを抑え、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを所定の値に維持することが好ましい。

【０１１５】

次に、図１２（Ｃ）に示すように、絶縁性パターン３３と配線３５の積層構造体を覆う状態で、層間絶縁膜３１上に保護絶縁膜３７を成膜する。ここで特に本第５実施形態においては、カバレッジ性を抑えた成膜条件で保護絶縁膜３７の成膜を行い、絶縁性パターン３３と配線３５の積層構造体の側壁における成膜を抑える。これにより積層構造体が密に配置された部分においては、積層構造体間が保護絶縁膜３７で埋め込まれる前に、積層構造体間の上部で保護絶縁膜３７を成長させて積層構造体間を閉塞して空隙Ｂを形成する。

【０１１６】

このような保護絶縁膜３７の成膜は、例えば常圧ＣＶＤ法、プラズマＣＶＤ法などの埋め込み特性（カバレッジ性）の低い成膜方法によって行う。また、成膜ガスとして、有機シラン系およびクロロシラン系のガスを用いることなく成膜を行うことにより、埋め込み特性（カバレッジ性）を低く抑えることとする。

【０１１７】

以上の後には、図１１に示したように他の実施形態と同様に、撮像領域１１ａにおける保護絶縁膜３７上に、各光電変換部１３に対応させてカラーフィルタ層３９およびオンチップレンズ４１を形成する。

【０１１８】

以上により、図１１を用いて説明した固体撮像素子１ｅが得られる。

【０１１９】

尚、上述した第５実施形態においては、第１実施形態の構成における絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体間に埋め込まれた保護絶縁膜３７に空隙Ｂを設ける構成を説明した。しかしながら、本第５実施形態は、第２～４実施形態と組み合わせても良く、組み合わせることによってそれぞれの実施形態の効果に加えて本第５実施形態の効果を奏することが可能である。

【０１２０】

≪６．第６実施形態≫

＜固体撮像素子の構成＞

図１３は、第６実施形態の固体撮像素子の構成を説明するための要部断面模式図である。本第６実施形態においては、本発明を多層配線構造に適用した場合の一構成例を説明する。この図に示す個体撮像素子１ｆが、図１を用いて説明した第１実施形態の固体撮像素子１ａと異なるところは、層間絶縁膜３１上で、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体の下層に、埋め込み配線が設けられているところにある。他の構成は同様であることとする。

【０１２１】

すなわち、層間絶縁膜３１上には第１絶縁膜７１が配置され、この第１絶縁膜７１に形成された配線溝７１ａ内に、例えば銅を用いた第１埋込配線７３が設けられている。この第１埋込配線７３は、層間絶縁膜３１に設けられた接続孔を介して例えば電極２３’に接続されている。さらに第２絶縁膜７１上には第２絶縁膜７５が配置され、この第２絶縁膜７５に形成された配線溝７５ａおよびこの底部の接続孔内に、例えば銅を用いた第２埋込配線７７が設けられている。この第２埋込配線７７は、第１埋込配線７３に接続されている。

【０１２２】

第１絶縁膜７１および第２絶縁膜７５は、例えば第1実施形態において酸化シリコンよりも誘電率が低い材料として例示したような、通常の低誘電率材料が用いられる。またこ

れらの第１絶縁膜７１および第２絶縁膜７５は、必要に応じてキャップ絶縁膜や他の機能層を有する積層構造で構成されていることとする。また第１埋込配線７３および第２埋込配線７７は、バリアメタル層を有する積層構造で構成されていることとする。

【０１２３】

また第1埋込配線７３および第２埋込配線７７には、例えば銅（Ｃｕ）のような、ドライエッチングによるパターニングが困難であるが電気抵抗が低い材料を用いることができる。

【０１２４】

以上のような第１絶縁膜７１および第２絶縁膜７５は、周辺回路領域１１ｂのみを覆うこととし、光電変換部１３が設けられた撮像領域１１ａでは除去されている。また、第１埋込配線７３および第２埋込配線７７は、周辺回路領域１１ｂのみに設けられ、撮像領域１１ａに配置された光電変換部１３から電荷を読み出して転送するための駆動回路を構成している。

【０１２５】

以上のように第２埋込配線７７が設けられた半導体基板１１上に、上層層間絶縁膜７９が設けられ、この上層層間絶縁膜７９上における周辺回路領域１１ｂに絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体が配置されている。この配線３５は、絶縁性パターン３３および上層層間絶縁膜７９に設けた接続孔３３ａを介して、第２埋込配線７７に接続されていることとする。

【０１２６】

また絶縁性パターン３３および配線３５の積層構造体を覆う状態で、撮像領域１１ａおよび周辺回路領域１１ｂの上層層間絶縁膜７９上に、保護絶縁膜３７が設けられている。さらに、撮像領域１１ａにおける保護絶縁膜３７上には、各光電変換部１３に対応させて、カラーフィルタ層３９およびオンチップレンズ４１が積層されていても良い。

【０１２７】

このような多層配線構造を有する固体撮像素子１ｆによれば、埋込配線を用いた構成に対して本願発明を適用し、配線３５とこの下方の第２埋込配線７７、第１埋込配線７３、および電極２３’との間の寄生容量を抑えることができる。また、光電変換部１３上には絶縁性パターン３３が配置されず、この上部が層間絶縁膜３１の膜厚ｄと上層層間絶縁膜７９の膜厚ｄ’との合計膜厚ｄ”に維持されて光電変換部１３に対する集光率が確保される。

【０１２８】

通常、半導体基板１１上に多層配線を設ける場合、最上層の配線３５が電源、グランド線として用いられ、高い電圧が印加される。このため、最上層の配線３５の寄生容量を削減することは、回路としての動作速度を早めるうえで最も効果が高い。

【０１２９】

＜固体撮像素子の製造方法＞

図１４～図１６は、第６実施形態の固体撮像素子の製造手順を説明するための要部断面工程図である。次に、これらの図に基づいて第６実施形態の固体撮像素子の製造方法を説明する。

【０１３０】

先ず、図１４（Ａ）に示す工程を他の実施形態と同様に行う。すなわち、ｐ型の半導体基板１１の表面側に撮像領域１１ａとその周辺回路領域１１ｂとを設定し、光電変換部１３を含む不純物層、ゲート絶縁膜２１、および電極２３，２３’を形成し、さらに層間絶縁膜３１を形成するまでを行う。層間絶縁膜３１の表面は、光電変換部１３に対する集光効率が良好となるように、光電変換部１３上における層間絶縁膜３１の膜厚ｄを制御しつつ平坦化処理される。

【０１３１】

次に、図１４（Ｂ）に示すように、層間絶縁膜３１上に、低誘電率材料を用いた第１絶縁膜７１を成膜する。また、周辺回路領域１１ｂにおける第１絶縁膜７１に配線溝７１ａ

を形成し、配線溝７１ａの底部の層間絶縁膜３１に電極２３’に達する接続孔を形成する。その後、配線溝７１ａとその底部の接続孔を埋め込む状態で、電極２３’に接続された第１埋込配線７３を形成する。

【０１３２】

次いで、図１４（Ｃ）に示すように、第１絶縁膜７１上に、低誘電率材料を用いた第２絶縁膜７５を成膜する。また、周辺回路領域１１ｂにおける第２絶縁膜７５の表面層に配線溝７５ａを形成し、配線溝７５ａの底部に第１埋込配線７３に達する接続孔を形成する。その後、配線溝７５ａとその底部の接続孔を埋め込む状態で、第１埋込配線７３に接続された第２埋込配線７７を形成する。

【０１３３】

以上、図１４（Ｂ）および図１４（Ｃ）を用いて説明した工程は、上述した工程手順に限定されることはなく、通常用いられている様々な埋め込み配線の形成方法が適用される。また、必要に応じて第１絶縁膜７１および第２絶縁膜７５を積層構造としたり、第１埋込配線７３および第２埋込配線７７を積層構造としても良い。

【０１３４】

以上のようにして２層構造の埋込配線７３，７７を形成した後、撮像領域１１ａの第１絶縁膜７１および第２絶縁膜７５を除去し、撮像領域１１ａに層間絶縁膜３１を露出させる。この際、低誘電率材料を用いて構成された第１絶縁膜７１および第２絶縁膜７５を、酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１に対して高選択比でエッチング除去する。これにより、層間絶縁膜３１の膜減りを防止し、層間絶縁膜３１を成膜時の膜厚ｄに維持する。

【０１３５】

その後、図１４（Ｄ）に示すように、撮像領域１１ａおよび周辺回路領域１１ｂを覆う状態で、半導体基板１１上に上層層間絶縁膜７９を膜厚ｄ’で成膜し、続いてこの上部に絶縁層３３ｓを成膜する。

【０１３６】

しかる後、図１５（Ａ）に示すように、周辺回路領域１１ｂにおける絶縁層３３ｓおよび上層層間絶縁膜７９の必要部分に、第２埋込配線７７に達する接続孔３３ａを形成する。

【０１３７】

以降は、第１実施形態と同様に行う。

【０１３８】

すなわち先ず、図１５（Ｂ）に示すように、絶縁層３３ｓ上に配線層３５ｓを成膜する。この際、接続孔３３ａを介して下層の第２埋込配線７７に接続されるように配線層３５ｓを形成する。この配線層３５ｓは、配線を構成するものであるため、金属のように導電性の良好な材料を用いて構成されることが好ましく、またマスク上からのパターンエッチングが可能な材料を用いて構成されることとする。

【０１３９】

次いで図１６（Ａ）に示すように、リソグラフィー法によって配線層３５ｓ上にレジストパターン４５を形成する。その後、このレジストパターン４５をマスクにして配線層３５ｓをエッチングし、配線層３５ｓをパターニングしてなる配線３５を形成する。この配線３５は、周辺回路領域１１ｂのみに形成され、接続孔３３ａを介して下層の第２埋込配線７７に接続される。

【０１４０】

引き続き、絶縁層３３ｓをエッチングし、配線３５と同一形状に絶縁層３３ｓをパターニングしてなる絶縁性パターン３３を形成する。この際、配線３５上にレジストパターン４５を残したまま絶縁層３３ｓのエッチングを行い、エッチング終了後にレジストパターン４５を除去しても良いし、レジストパターン４５を除去した後に配線３５をマスクにして絶縁層３３ｓのエッチングを行っても良い。尚、絶縁層３３ｓが有機材料からなるものであれば、レジストパターン４５を残したまま絶縁層３３ｓのエッチングを行うことにより、レジストパターン４５も同時に除去されることになる。

【０１４１】
このような絶縁性パターン３３の形成においては、下地となる上層層間絶縁膜７９に対して絶縁層３３ｓを選択的にエッチングする。これにより、層間絶縁膜３１の膜減りを抑え、光電変換部１３上における層間絶縁膜７９の膜厚ｄ’を所定の値に維持することが好ましい。このため、例えば酸化シリコンからなる層間絶縁膜３１上にポリイミド系樹脂材料からなる絶縁層３３ｓを成膜した場合であれば、酸素プラズマによる絶縁層３３ｓのエッチングを行う。これにより、層間絶縁膜３１に対して選択的に絶縁層３３ｓをエッチングして絶縁性パターン３３を形成すると共に、レジストパターン４５を除去する。この際、絶縁性パターン３３は、配線３５と同一形状にパターニングされるが、エッチング条件によって側壁形状はオーバーハングになったりテーパ形状になる。本発明においては、絶縁性パターン３３の側壁形状は、配線３５の側壁形状と同一である必要はない。
【０１４２】
次に、図１６（Ｂ）に示すように、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体を覆う状態で、上層層間絶縁膜７９上に保護絶縁膜３７を成膜する。この保護絶縁膜３７としては、例えば窒化シリコン膜または酸化シリコン膜を成膜する。
【０１４３】
以上の後には、図１３に示したように、撮像領域１１ａにおける保護絶縁膜３７上に、各光電変換部１３に対応させて、カラーフィルタ層３９およびオンチップレンズ４１を形成する。カラーフィルタ層３９の形成は、各色のカラーフィルタ層を成膜した後これをパターニングする工程を繰り返すことにより行われ、これにより光電変換部１３に対応させて各色のカラーフィルタが設けられたカラーフィルタ層３９が得られる。またオンチップレンズ４１の形成は、例えばカラーフィルタ層３９上に、レンズ層を成膜してこれをパターニングし、パターニングされレンズ層をリフロー処理することによって行われる。
【０１４４】
以上により、図１３を用いて説明した固体撮像素子１ｆが得られる。
【０１４５】
尚、第１実施形態の構成における絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体を多層配線の最上層に設けた構成を説明した。しかしながら、絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体は、多層配線の最上層に限定されることはなく、多層配線の最下層や中間層に設けても良い。
【０１４６】
また、上述した第６実施形態においては、第１実施形態の構成における絶縁性パターン３３と配線３５との積層構造体を多層配線に設けた構成を説明した。しかしながら、本第６実施形態は、第２実施形態～第５実施形態と組み合わせても良く、組み合わせることによってそれぞれの実施形態の効果に加えて第６実施形態に特有の配線の信頼性向上の効果を奏することが可能である。
【０１４７】
さらに以上の第1実施形態～第６実施形態においては、本発明をＣＣＤ固体撮像素子に適用した構成を説明した。しかしながら本発明は、ＣＭＯＳ構成の固体撮像素子への適用も可能である。この場合、撮像領域内において、光電変換部脇の半導体基板上にも配線が設けられるため、この配線の下部に当該配線と同一形状の絶縁性パターンを設けた構成としても良い。
【０１４８】
≪７．第７実施形態≫
上述の各実施形態で説明した本発明に係る固体撮像素子は、例えばデジタルカメラやビデオカメラ等のカメラシステムや、撮像機能を有する携帯電話、あるいは撮像機能を備えた他の機器、などの電子機器に適用することができる。
【０１４９】
図１７は、本発明に係る電子機器の一例として、固体撮像素子を用いたカメラの構成図を示す。本実施形態例に係るカメラは、静止画像又は動画撮影可能なビデオカメラを例と

したものである。本実施形態例のカメラ９１は、固体撮像素子１と、固体撮像素子１の受光センサ部に入射光を導く光学系９３と、シャッタ装置９４と、固体撮像素子１を駆動する駆動回路９５と、固体撮像素子１の出力信号を処理する信号処理回路９６とを有する。

【０１５０】

固体撮像素子１は、上述した各実施形態の構成の固体撮像素子１ａ～１ｆが適用される。光学系（光学レンズ）９３は、被写体からの像光（入射光）を固体撮像素子１の撮像面上に結像させる。これにより、固体撮像素子１内に、一定期間信号電荷が蓄積される。光学系９３は、複数の光学レンズから構成された光学レンズ系としてもよい。シャッタ装置９４は、固体撮像素子１への光照射期間及び遮光期間を制御する。駆動回路９５は、固体撮像素子１の転送動作及びシャッタ装置９４のシャッタ動作を制御する駆動信号を供給する。駆動回路９５から供給される駆動信号（タイミング信号）により、固体撮像素子１の信号転送を行う。信号処理回路９６は、各種の信号処理を行う。信号処理が行われた映像信号は、メモリなどの記憶媒体に記憶され、或いは、モニタに出力される。

【０１５１】

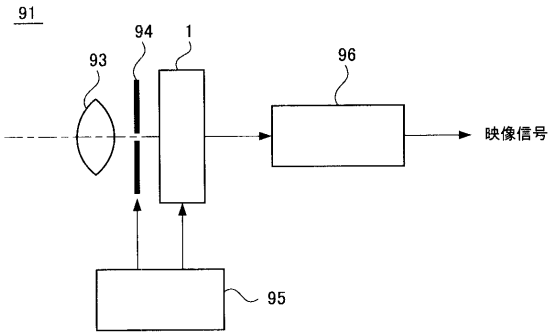
以上説明した本実施形態に係る電子機器によれば、高速駆動が可能で撮像特性の向上が図られた固体撮像素子１を用いたことにより、高画質な画像を得ることが可能になる。

【符号の説明】

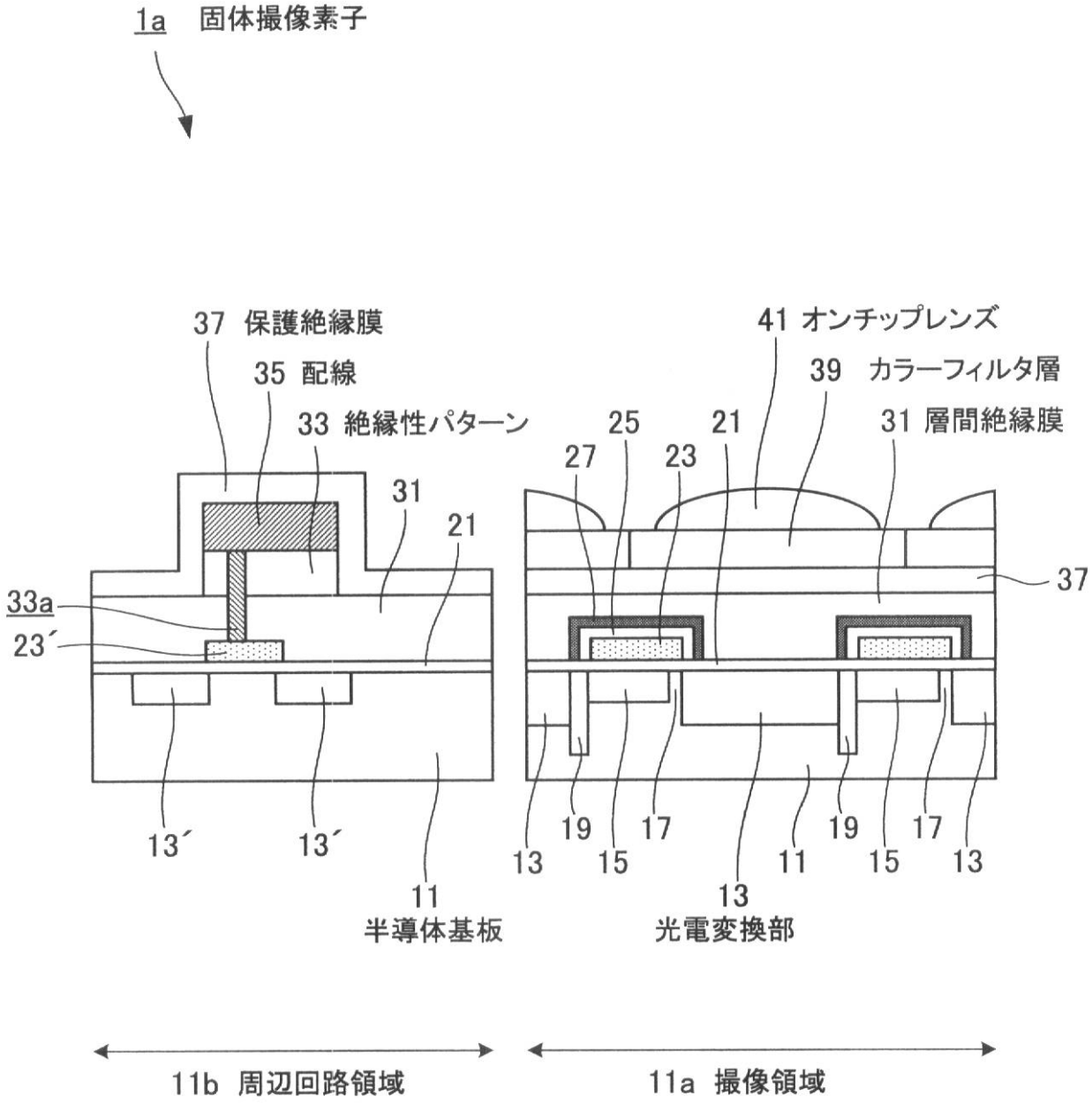
【０１５２】

１，１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄ，１ｅ…固体撮像素子、１１…半導体基板、１１ａ…撮像領域、１１ｂ…周辺回路領域、１３…光電変換部、３１…層間絶縁膜、３３…絶縁性パターン、３３ｓ…絶縁層、３５…配線、３７…保護絶縁膜、５１…中間絶縁層、５１ａ…中間絶縁層パターン、６１…上層絶縁膜、７９…上層層間絶縁膜、９１…電子機器、９３…光学系、９６…信号処理回路、Ｂ…空隙

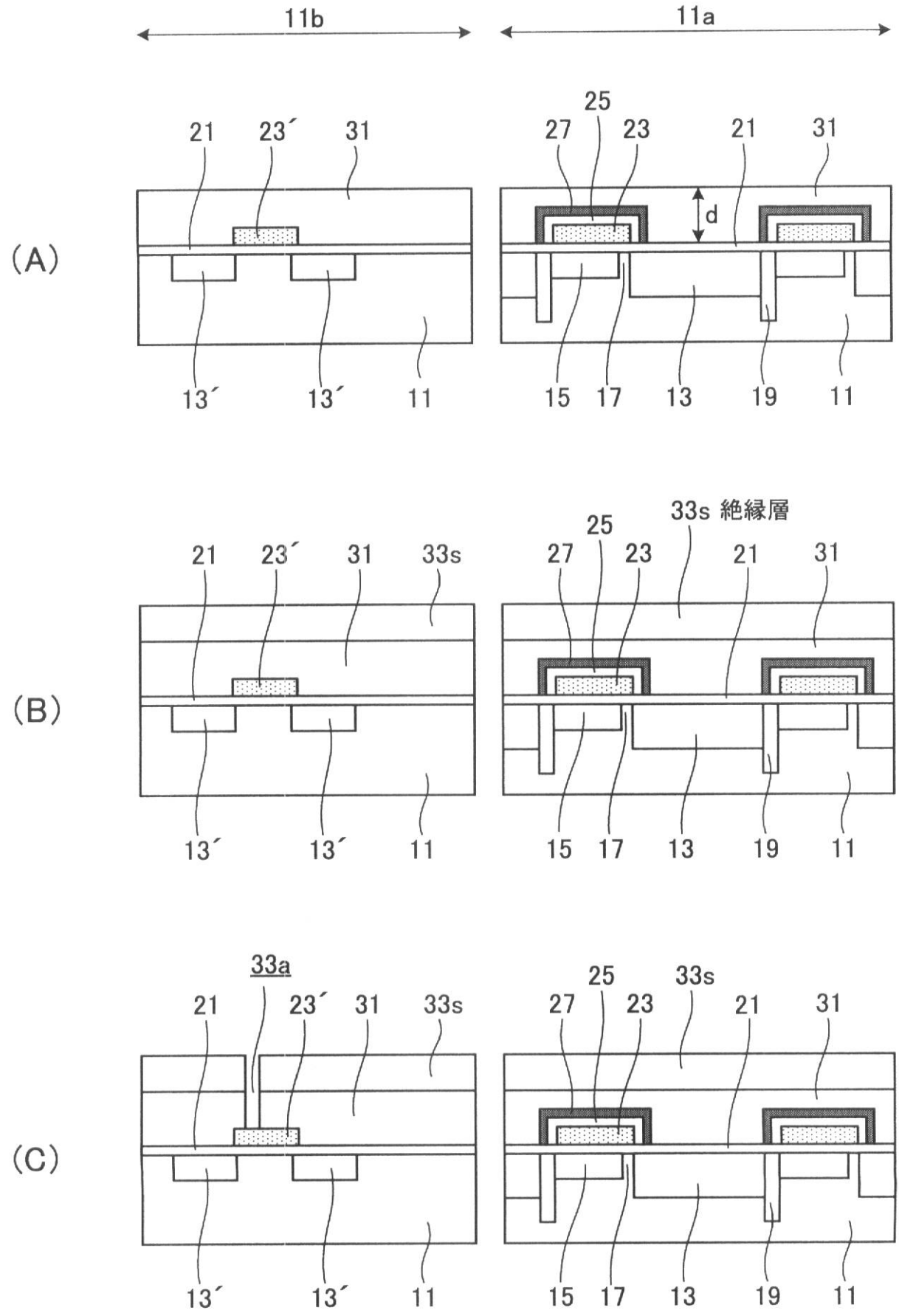
【図１７】



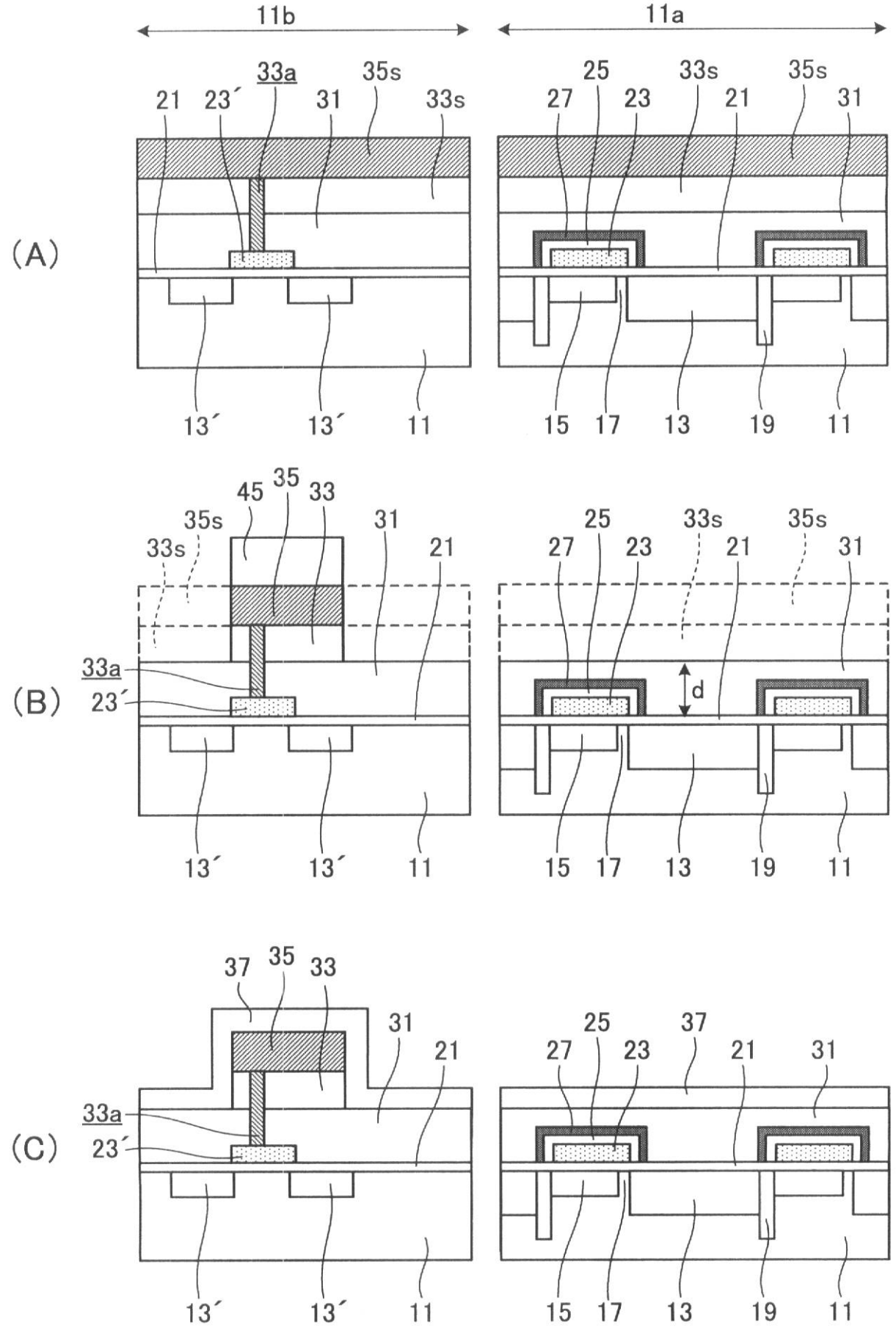
【図１】


1a 固体撮像素子
37 保護絶縁膜
35 配線
33 絶縁性パターン
31
21
33a
23´
13´
13´
11
半導体基板
41 オンチップレンズ
39 カラーフィルタ層
31 層間絶縁膜
25
21
27
23
37
19
17
13
15
11
19
15
17
13
13
光電変換部
11b 周辺回路領域
11a 撮像領域

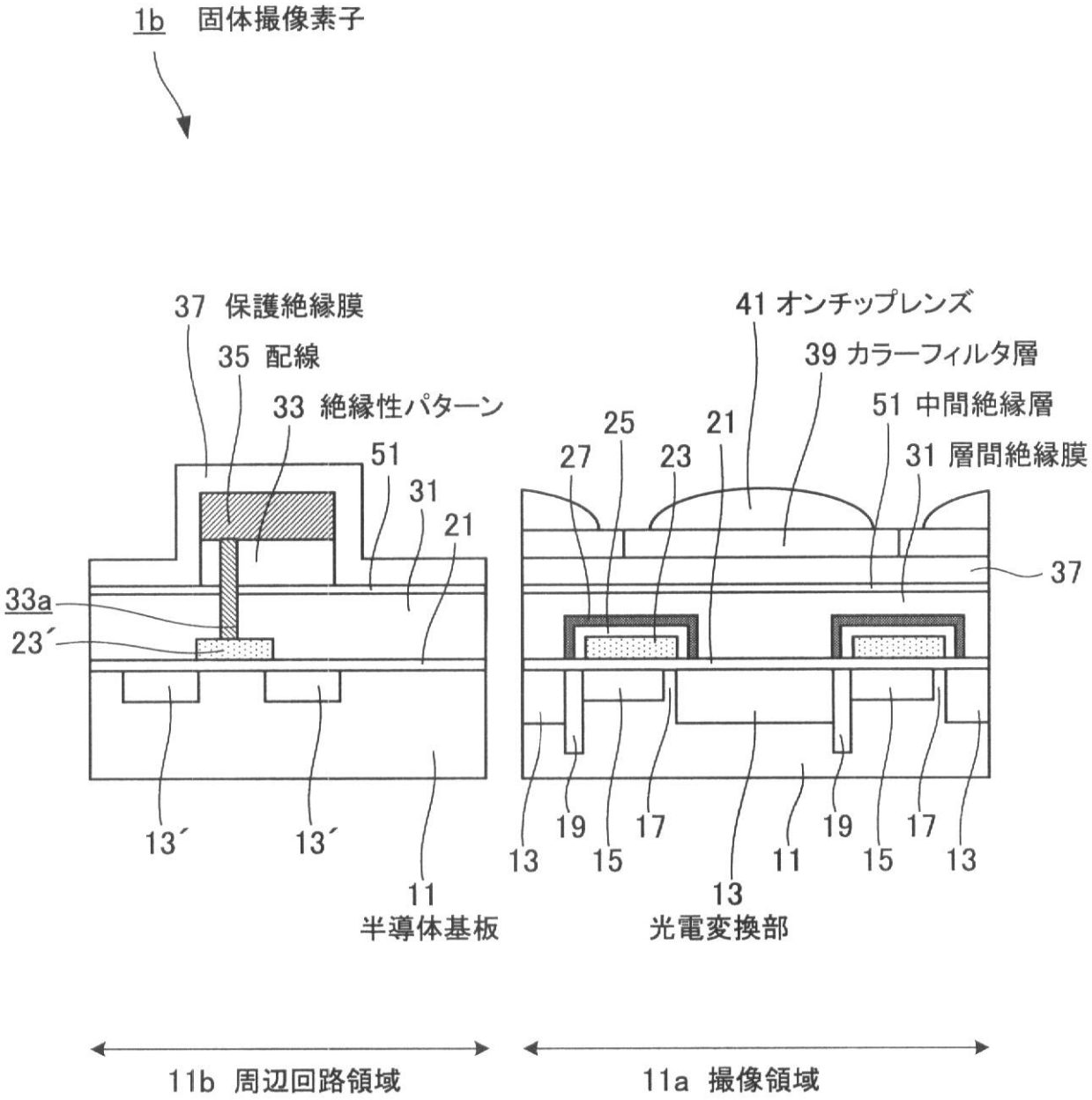
【図２】


11b
11a
(A)
21
23´
31
25
27
23
21
31
d
13´
13´
11
15
17
13
19
11
(B)
21
23´
31
33s
33s 絶縁層
25
27
23
21
31
13´
13´
11
15
17
13
19
11
(C)
33a
21
23´
31
33s
25
27
23
33s
21
31
13´
13´
11
15
17
13
19
11

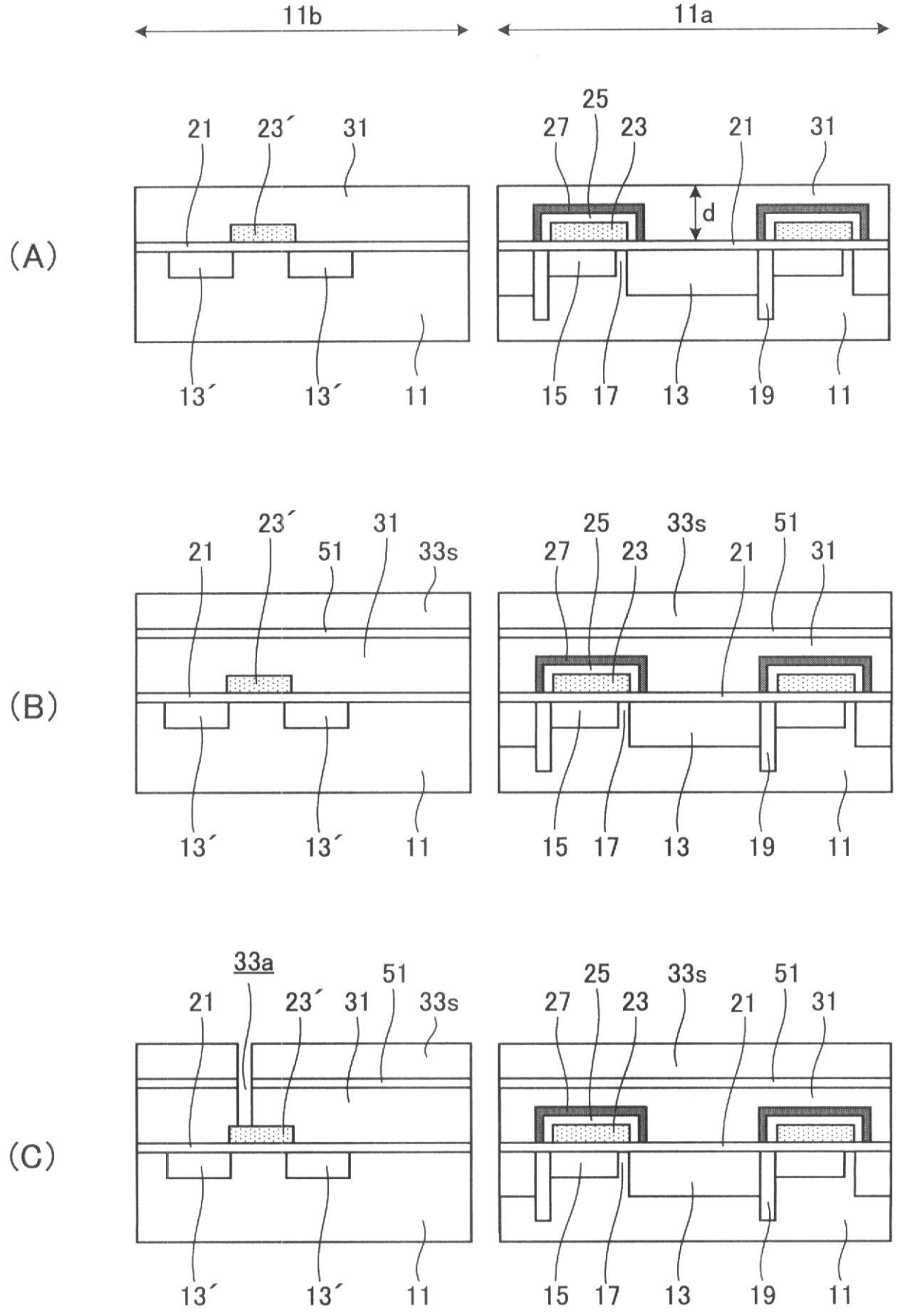
【図３】


(A)
11b
11a
33a
35s
21
23´
31
33s
25
27
23
21
33s
35s
31
13´
13´
11
15
17
13
19
11
(B)
45
35
33
35s
33s
31
21
33a
23´
d
(C)
37
35
33
31
21
25
27
23
37
21
31

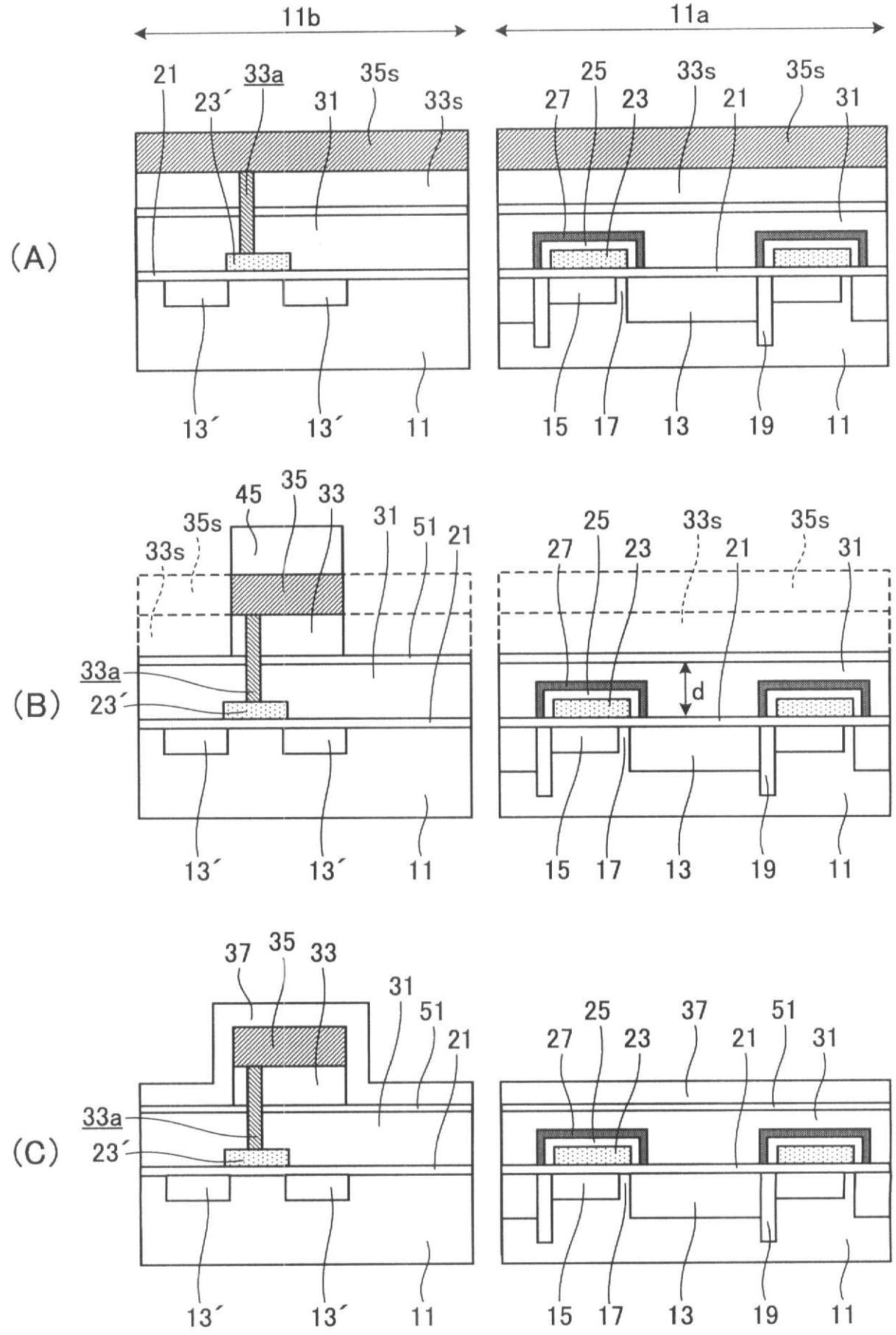
【図４】


1b 固体撮像素子
37 保護絶縁膜
35 配線
33 絶縁性パターン
51
31
21
33a
23´
13´
13´
11
半導体基板
41 オンチップレンズ
39 カラーフィルタ層
51 中間絶縁層
31 層間絶縁膜
25
27
23
21
37
19
17
15
13
11
19
17
15
13
13
光電変換部
11b 周辺回路領域
11a 撮像領域

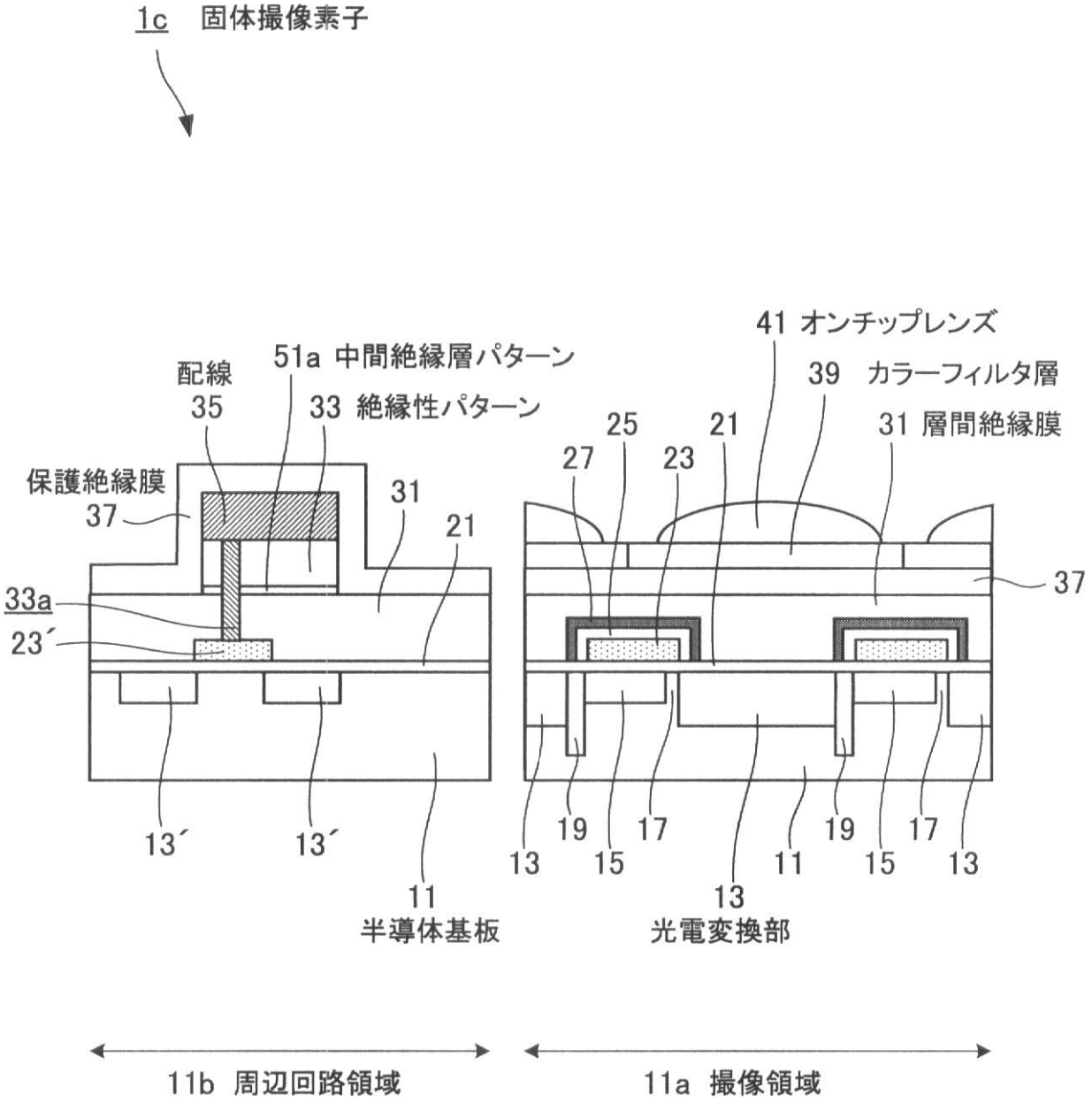
【図５】


11b
11a
(A)
21
23´
31
25
27
23
21
31
d
13´
13´
11
15
17
13
19
11
(B)
23´
31
21
51
33s
25
33s
51
27
23
21
31
13´
13´
11
15
17
13
19
11
(C)
33a
51
21
23´
31
33s
25
33s
51
27
23
21
31
13´
13´
11
15
17
13
19
11

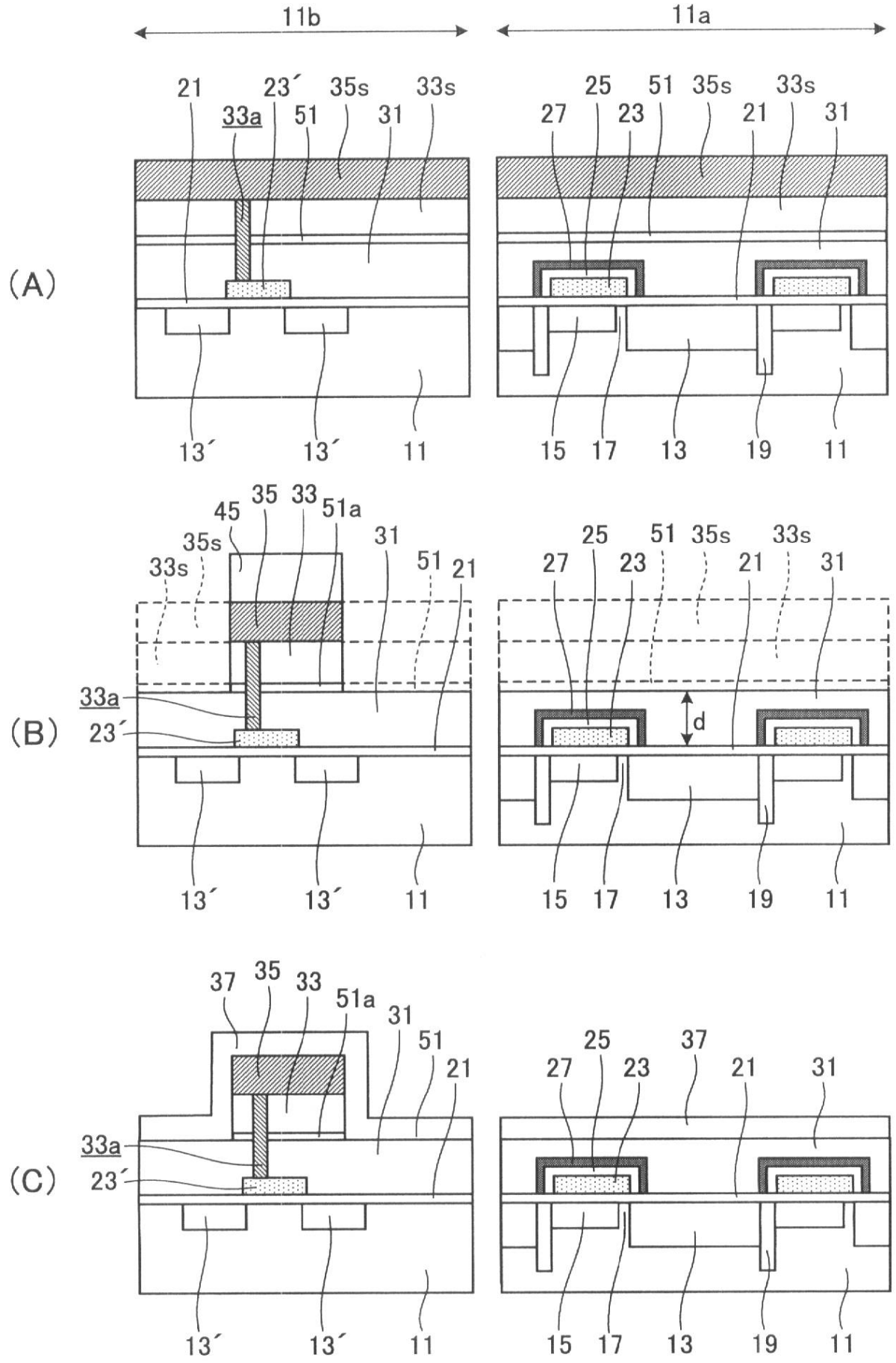
【図６】


11b
11a
(A)
21
33a
23´
31
35s
33s
25
27
23
33s
21
35s
31
13´
13´
11
15
17
13
19
11
(B)
45
35
33
35s
33s
31
51
21
33a
23´
d
(C)
37
35
33
31
51
21
25
27
23
37
21
51
31

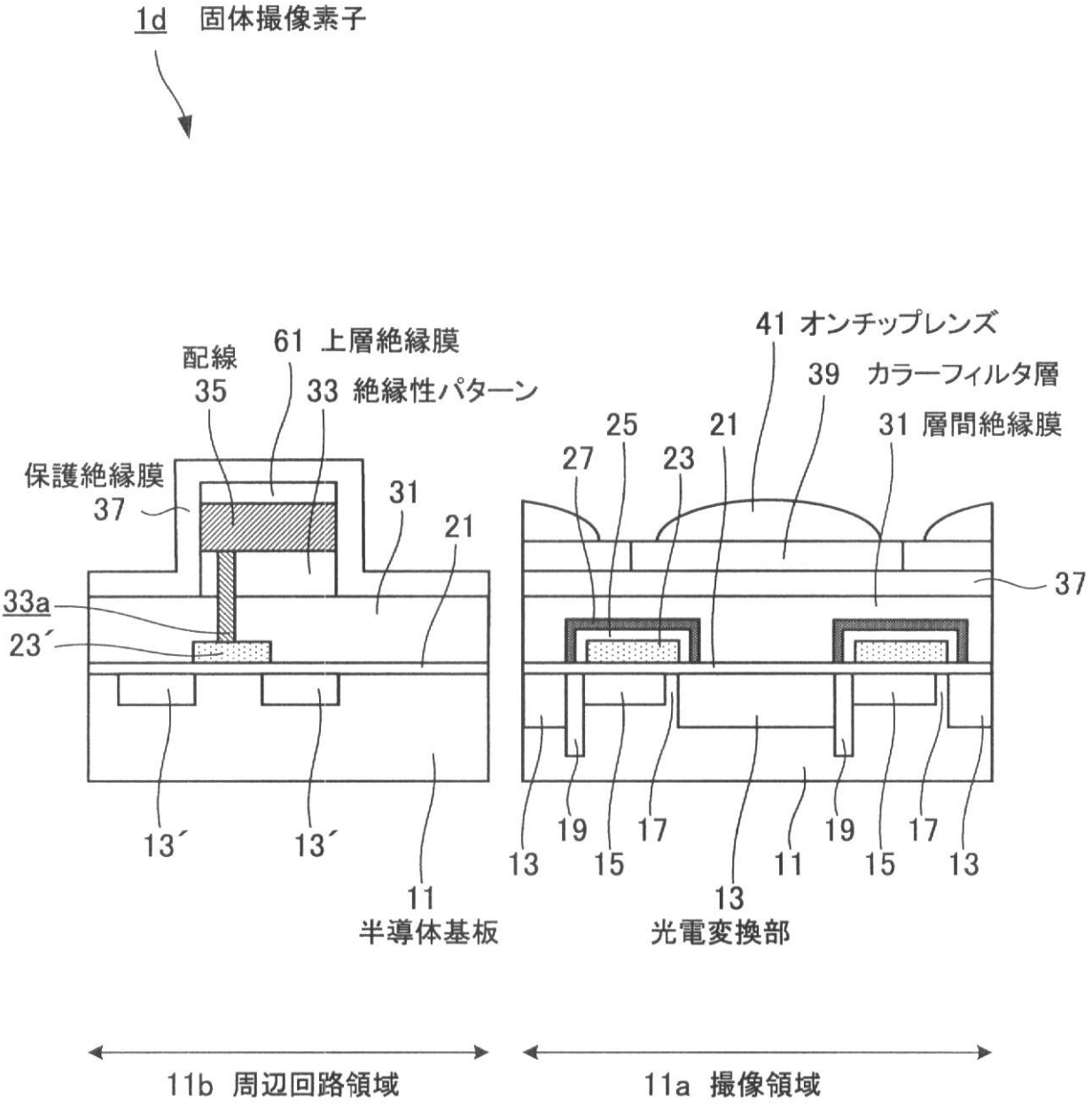
【図７】


1c 固体撮像素子
41 オンチップレンズ
39 カラーフィルタ層
31 層間絶縁膜
51a 中間絶縁層パターン
配線
35
33 絶縁性パターン
保護絶縁膜
37
31
21
25
27
23
33a
23´
37
13´
13´
11
半導体基板
13
19
15
17
11
19
15
17
13
光電変換部
11b 周辺回路領域
11a 撮像領域

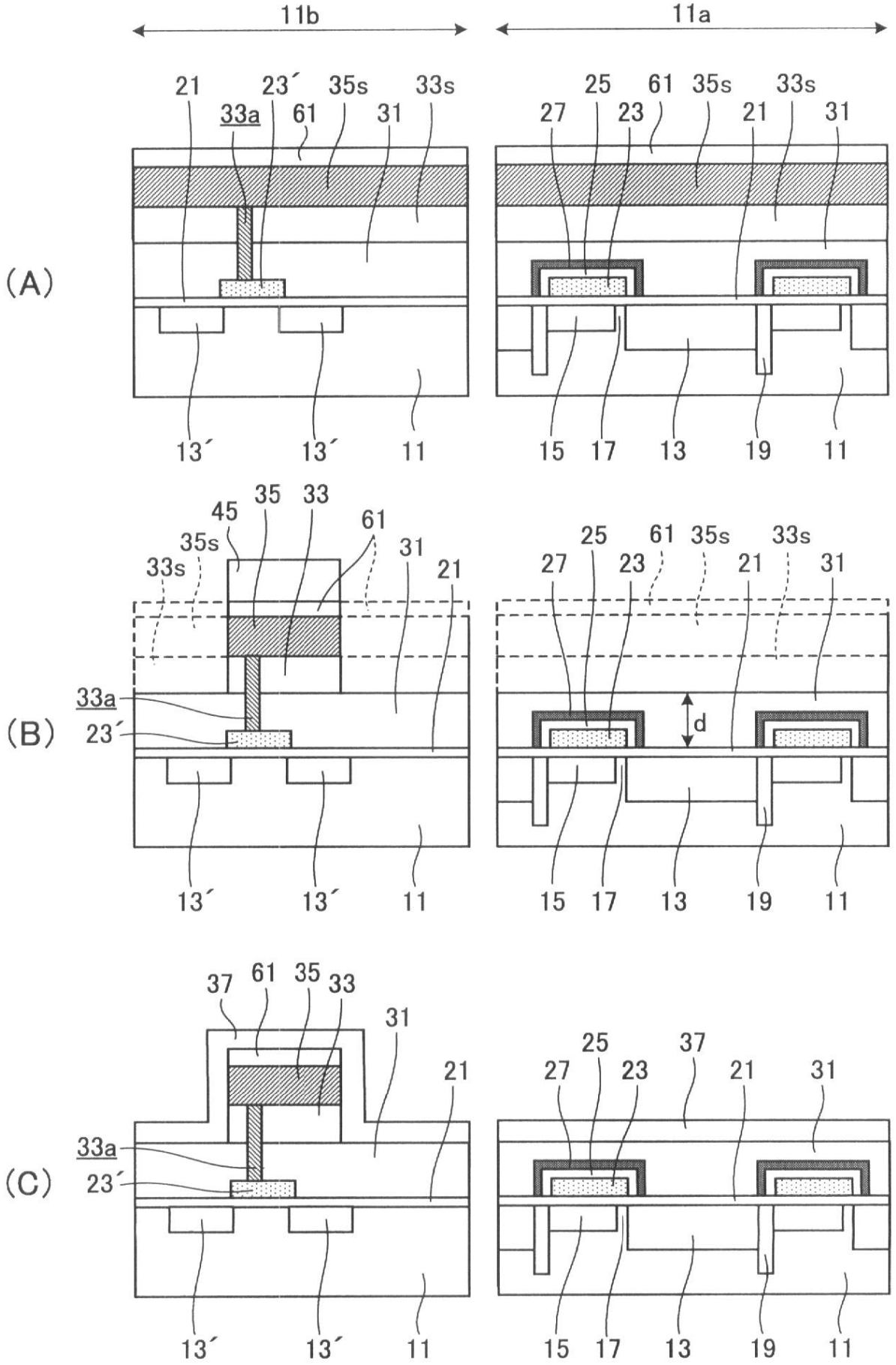
【図８】


11b
11a
(A)
21
23´
35s
33s
33a
51
31
25
27
23
(B)
45
35
33
51a
(C)
37
d
13´
11
15
17
19

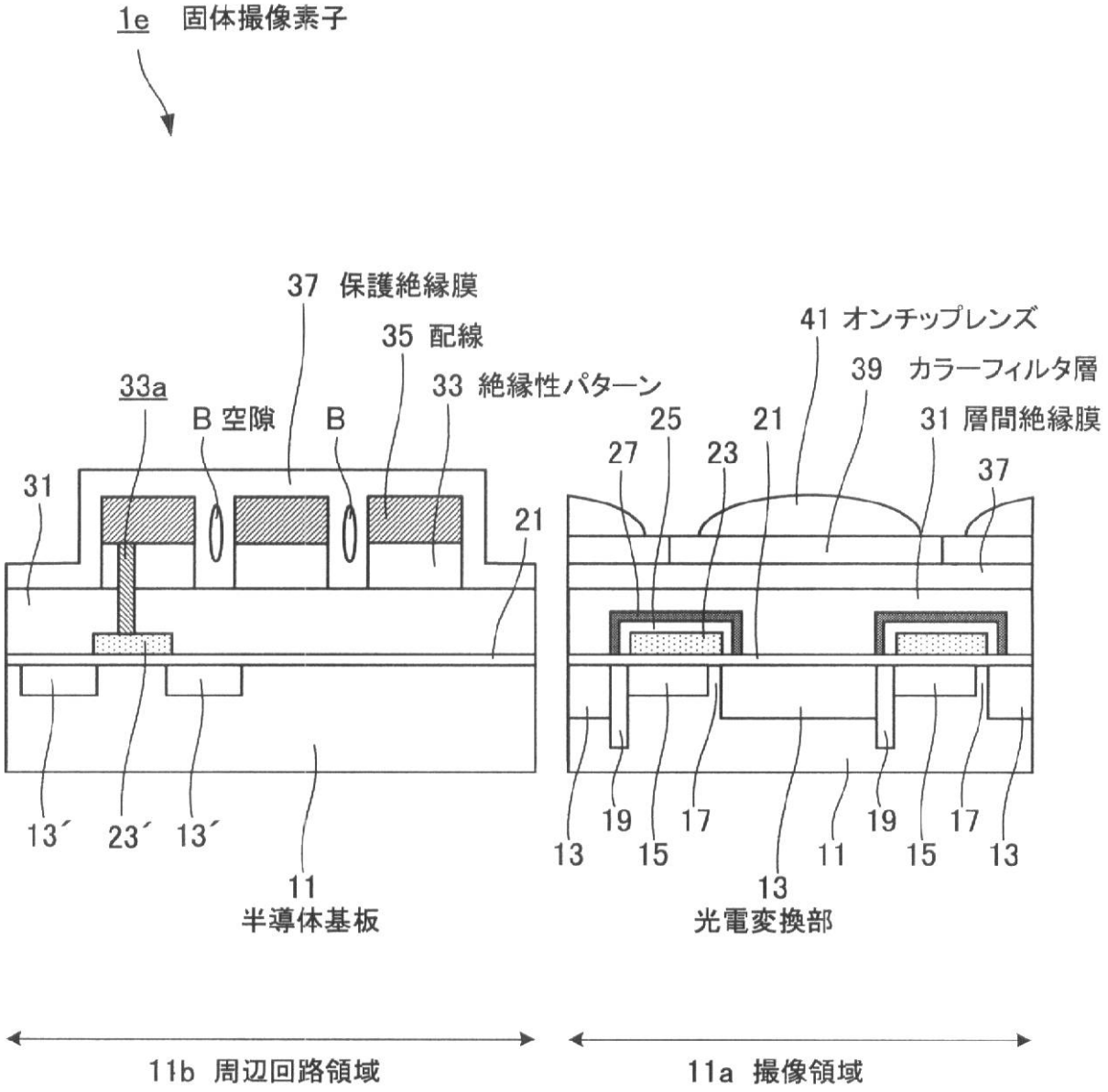
【図９】


1d 固体撮像素子
配線
35
61 上層絶縁膜
33 絶縁性パターン
41 オンチップレンズ
39 カラーフィルタ層
25
21
31 層間絶縁膜
27
23
保護絶縁膜
37
31
21
37
33a
23´
13´
13´
19
17
19
17
13
15
11
15
13
11
半導体基板
13
光電変換部
11b 周辺回路領域
11a 撮像領域

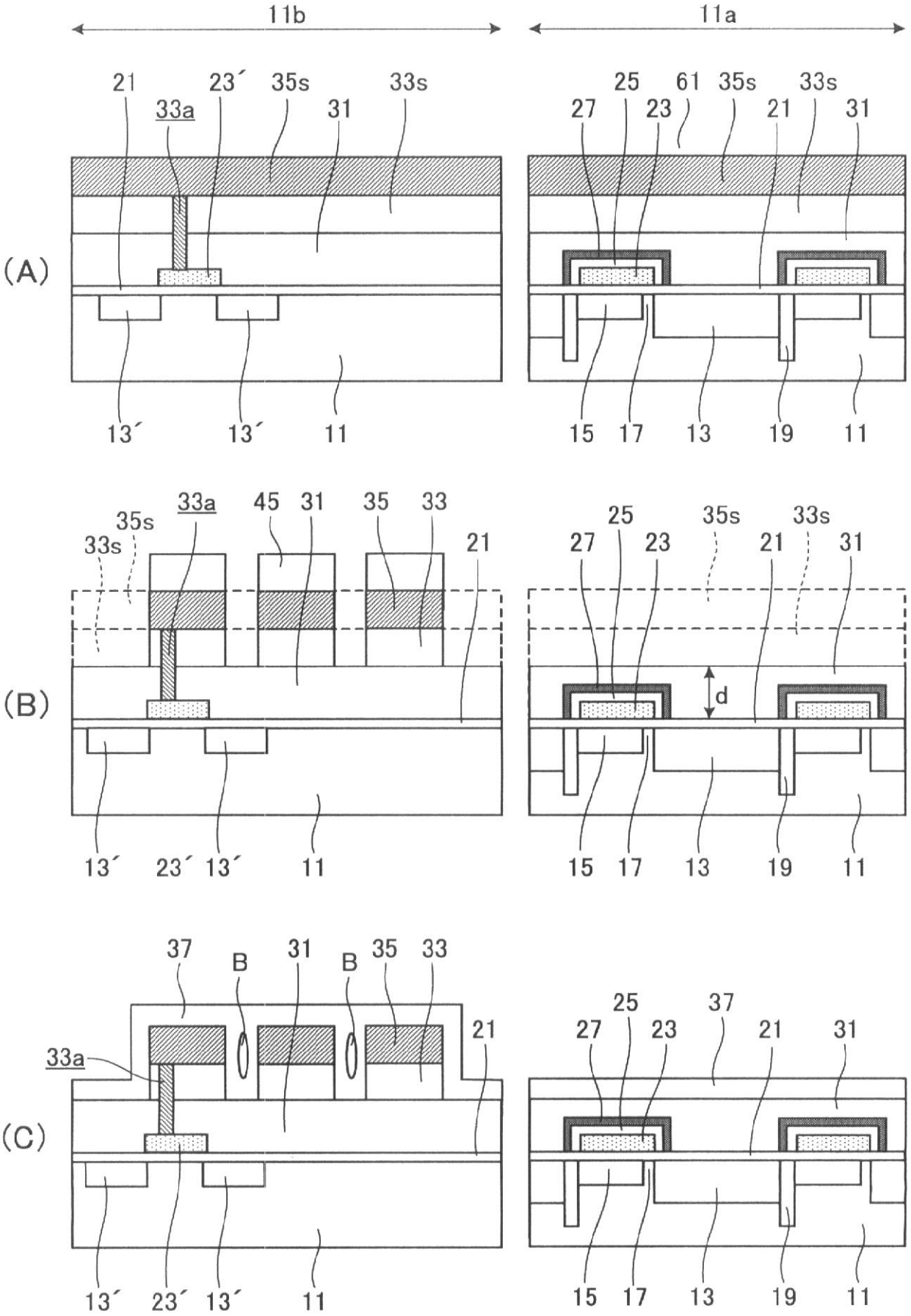
【図１０】


11b
11a
(A)
21
23´
35s
33s
33a
61
31
25
27
23
21
13´
15
17
19
11
(B)
45
35
33
d
(C)
37

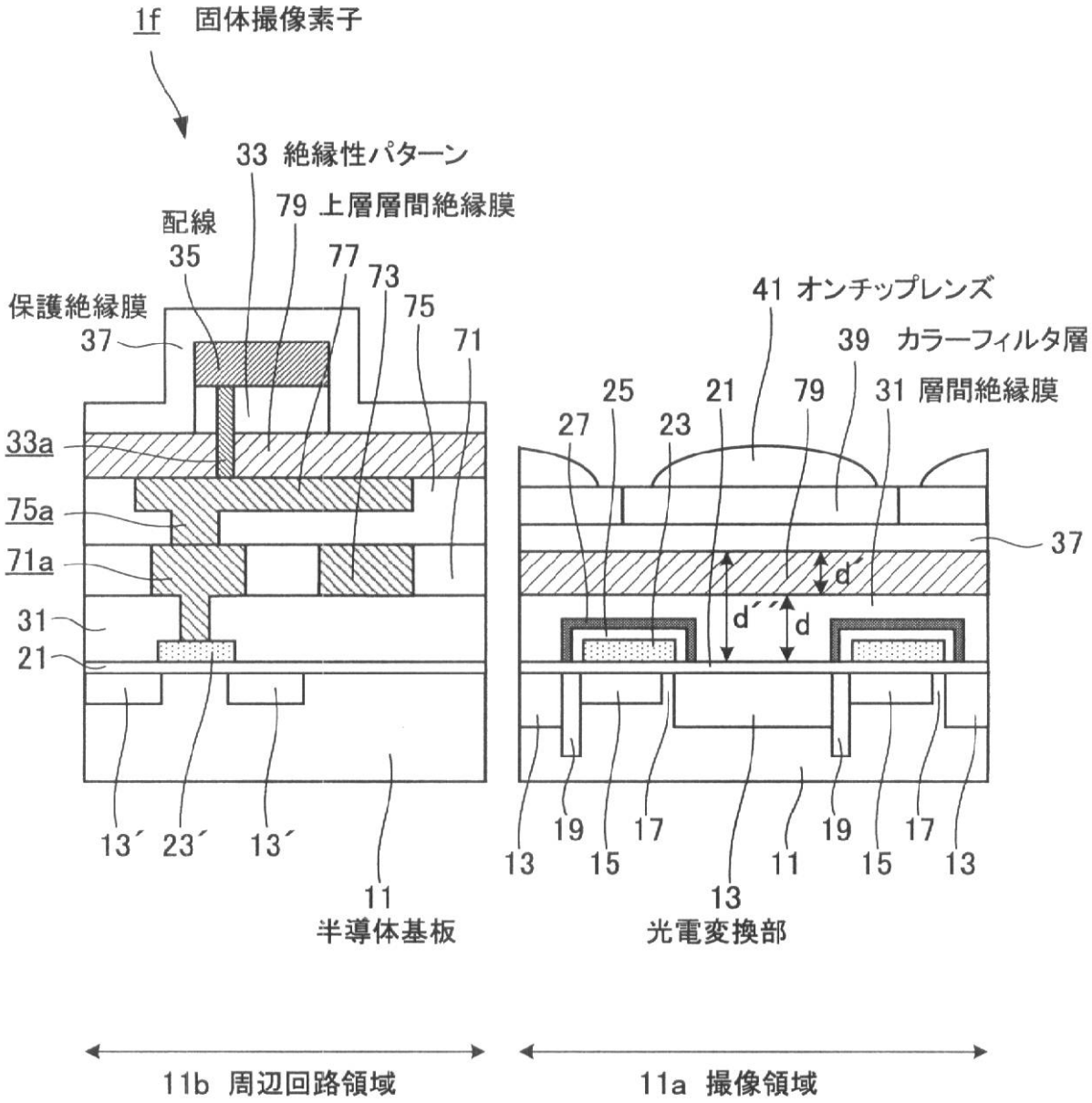
【図１１】


1e 固体撮像素子
37 保護絶縁膜
35 配線
33 絶縁性パターン
33a
B 空隙
B
41 オンチップレンズ
39 カラーフィルタ層
31 層間絶縁膜
31
21
25
27
23
37
13´
23´
13´
11
半導体基板
19
17
13
15
11
13
光電変換部
11b 周辺回路領域
11a 撮像領域

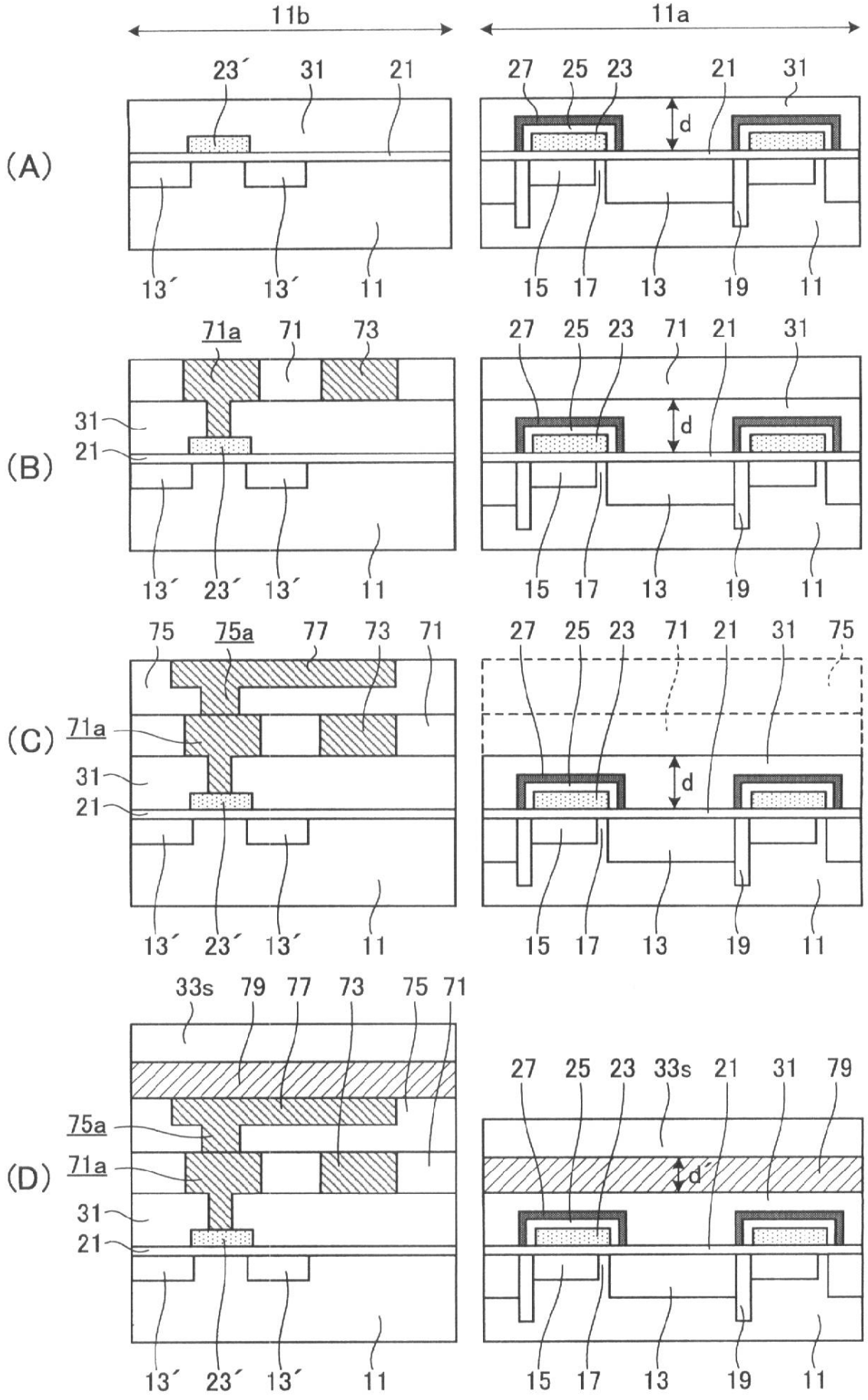
【図１２】


11b
11a
(A)
21
23´
35s
33s
33a
31
25
61
27
23
21
31
13´
13´
11
15
17
13
19
11
(B)
33a
45
31
35
33
35s
33s
21
25
27
23
35s
21
33s
31
d
13´
23´
13´
11
15
17
13
19
11
(C)
37
B
31
B
35
33
21
33a
25
27
23
37
21
31
13´
23´
13´
11
15
17
13
19
11

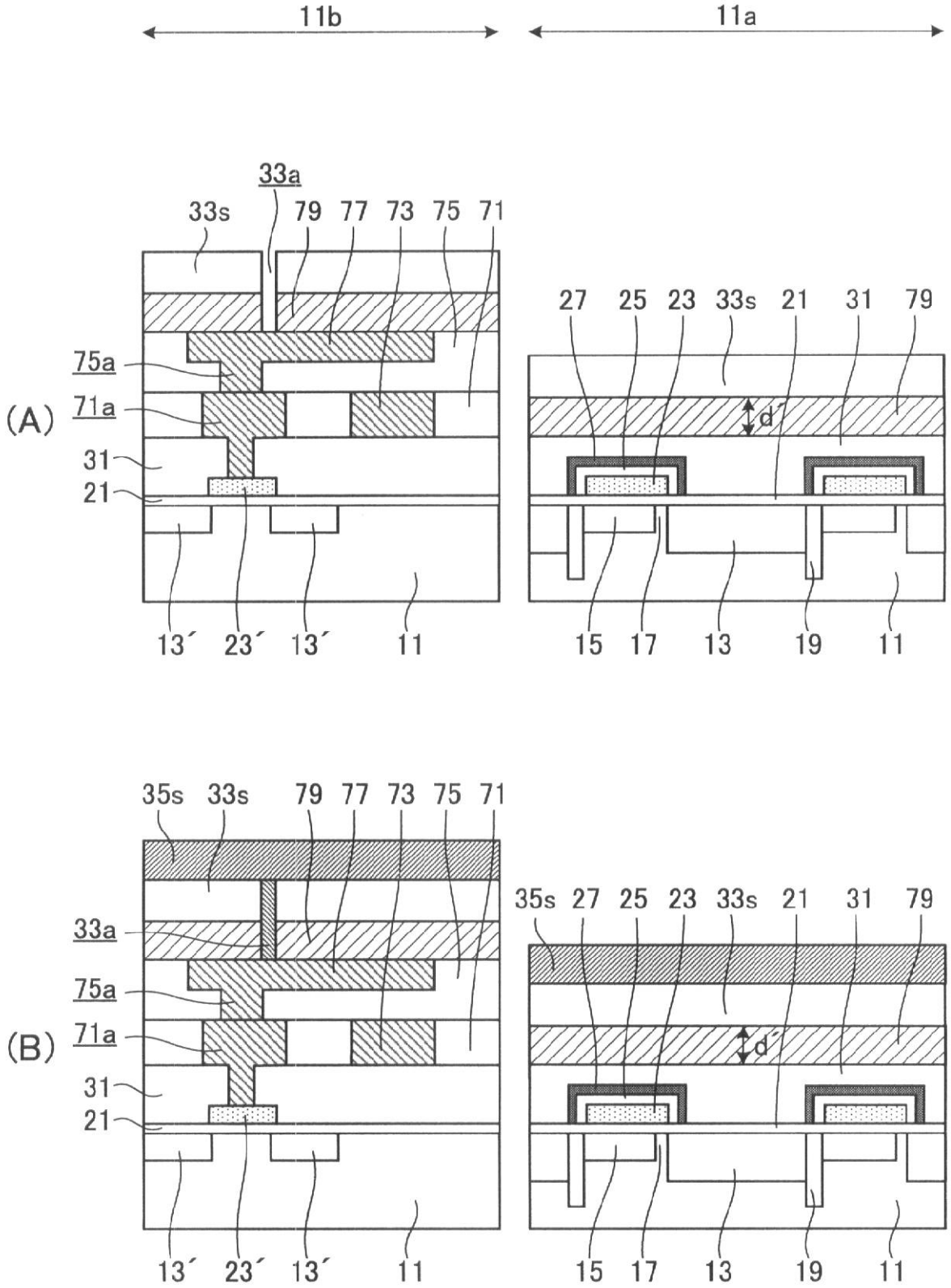
【図１３】


1f 固体撮像素子
33 絶縁性パターン
79 上層層間絶縁膜
配線
35
77
73
75
71
保護絶縁膜
37
33a
75a
71a
31
21
13´
23´
13´
11
半導体基板
41 オンチップレンズ
39 カラーフィルタ層
25
21
79
31 層間絶縁膜
27
23
37
d´
d´´
d
13
19
15
17
11
19
15
17
13
13
光電変換部
11b 周辺回路領域
11a 撮像領域

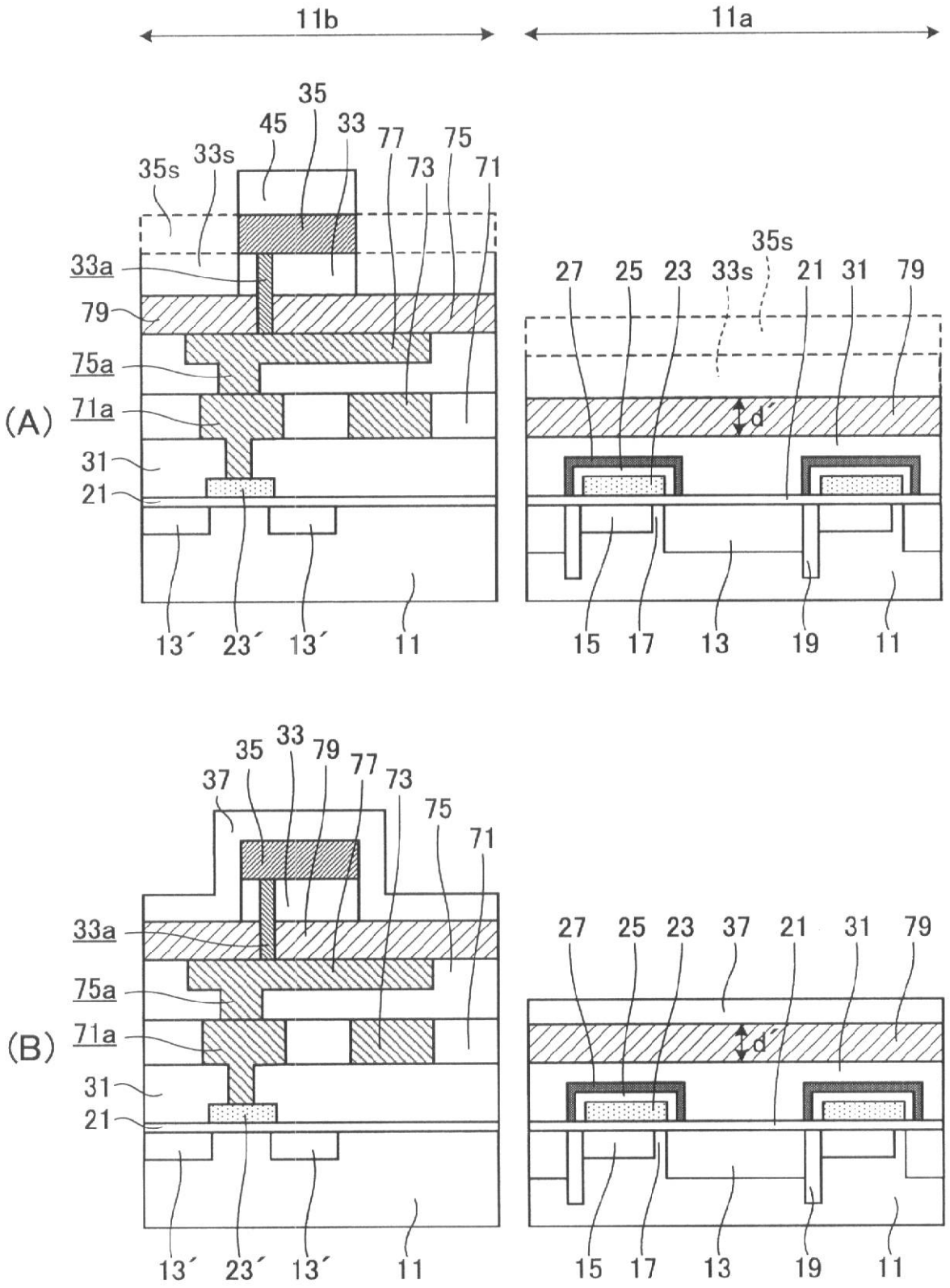
【図１４】


11b
11a
(A)
23´ 31 21
27 25 23 21 31
d
13´ 13´ 11
15 17 13 19 11
(B)
71a 71 73
27 25 23 71 21 31
31
21
d
13´ 23´ 13´ 11
15 17 13 19 11
(C)
75 75a 77 73 71
27 25 23 71 21 31 75
71a
31
21
d
13´ 23´ 13´ 11
15 17 13 19 11
(D)
33s 79 77 73 75 71
27 25 23 33s 21 31 79
75a
71a
31
21
d´
13´ 23´ 13´ 11
15 17 13 19 11

【図１５】


11b
11a
(A)
33a
33s
79
77
73
75
71
75a
71a
31
21
27
25
23
33s
21
31
79
d´
13´
23´
13´
11
15
17
13
19
11
(B)
35s
33s
79
77
73
75
71
33a
75a
71a
31
21
35s
27
25
23
33s
21
31
79
d´
13´
23´
13´
11
15
17
13
19
11

【図１６】


11b
11a
(A)
35
45
33
77
75
35s
33s
73
71
33a
79
75a
71a
31
21
13´
23´
13´
11
35s
27
25
23
33s
21
31
79
d´
15
17
13
19
11
(B)
35
33
79
77
73
37
75
71
33a
75a
71a
31
21
13´
23´
13´
11
27
25
23
37
21
31
79
d´
15
17
13
19
11