(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2012-169530
(P2012-169530A)
(43)公開日　平成24年9月6日(2012.9.6)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 27/146	(2006.01)	H01L	27/14	A	4M118
H01L 27/14	(2006.01)	H01L	27/14	D	5C024
H04N 5/374	(2011.01)	H04N	5/335	740	

審査請求 未請求　請求項の数 18　ＯＬ　（全 45 頁）

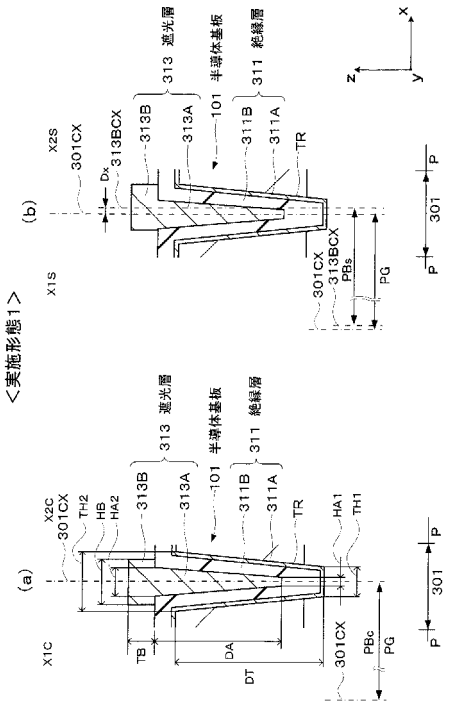
(21)出願番号　特願2011-30840(P2011-30840)
(22)出願日　平成23年2月16日(2011.2.16)

(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　100094053
弁理士　佐藤　隆久
(72)発明者　渡辺　一史
福岡県福岡市早良区百道浜二丁目３番２号
ソニーセミコンダクタ九州株式会社内

Ｆターム(参考)　4M118 AB01 BA14 CA04 CA18 CA32
DD04 DD12 EA01 EA14 FA25
FA26 FA27 FA28 FA33 GA02
GB03 GB06 GB07 GB11 GC07
GC08 GC14 GD03 GD04 GD07
5C024 AX01 CY47 DX01 EX43 EX52
GX03 GX16 GX18 GX24 GY31

(54)【発明の名称】固体撮像装置、および、その製造方法、電子機器

(57)【要約】
【課題】撮像画像の画像品質を向上させる。
【解決手段】半導体基板１０１の画素分離部３０１に形成されたトレンチＴＲの内部に第１遮光部３１３Ａを設ける。これと共に、その第１遮光部３１３Ａの上面側に第２遮光部３１３Ｂを設ける。ここでは、画素領域ＰＡの中心よりも周辺において、第２遮光部３１３Ｂの中心が、画素分離部３０１の中心に対して、画素領域ＰＡの周辺の側へ多くシフトするように、第２遮光部３１３Ｂを形成する。つまり、少なくとも第２遮光部について「瞳補正」を実施する。
【選択図】図５



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体基板の画素領域に間を隔てて並ぶ複数の画素のそれぞれに対応して、複数が前記半導体基板の内部に設けられており、入射光を受光面で受光する光電変換部と、
前記画素領域において前記複数の画素の間に介在するように前記半導体基板の内部に設けられている画素分離部と
を有し、
前記画素分離部は、
前記半導体基板の前記入射面側に形成されたトレンチの内部に設けられている第１遮光部と、
前記半導体基板の前記入射面側の面上であって、前記第１遮光部の前記入射面側に設けられている第２遮光部と
を少なくとも含み、
前記第２遮光部は、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該第２遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている、
固体撮像装置。
【請求項２】
前記画素分離部は、
前記トレンチの内部の面を被覆する絶縁層
を更に含み、
前記第１遮光部は、前記絶縁層を介して前記トレンチの内部を埋め込むように形成されている、
請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項３】
前記絶縁層は、
前記トレンチの内側の面を被覆する第１絶縁膜と、
前記第１絶縁膜を介在して前記トレンチの内側の面を被覆する第２絶縁膜と
を含み、
前記第１絶縁膜は、屈折率が前記半導体基板と前記第２絶縁膜との間の材料を用いて形成されている、
請求項２に記載の固体撮像装置。
【請求項４】
前記トレンチは、前記半導体基板において前記入射面側の幅が、前記入射面と反対側の面の側の幅よりも広くなるように形成されている、
請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項５】
前記第２遮光部は、前記半導体基板の前記入射面側の面において、前記トレンチが位置する部分の範囲内に位置するように形成されている、
請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項６】
前記第２遮光部は、前記画素領域の周辺部分における幅が、前記画素領域の中心部分における幅よりも狭くなるように形成されている、
請求項５に記載の固体撮像装置。
【請求項７】
前記画素分離部は、
前記光電変換部において信号電荷を蓄積する半導体領域とは異なる導電型の不純物が拡散された画素分離拡散層
を有する、
請求項１に記載の固体撮像装置。

【請求項８】
前記トレンチは、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該トレンチの中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている、
請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項９】
前記第１遮光部は、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該第１遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている、
請求項８に記載の固体撮像装置。
【請求項１０】
前記第１遮光部と前記第２遮光部とのそれぞれは、当該第１遮光部の中心軸と当該第２遮光部の中心軸とが互いに一致するように形成されている、
請求項９に記載の固体撮像装置。
【請求項１１】
前記画素分離部は、
前記光電変換部において信号電荷を蓄積する半導体領域とは異なる導電型の不純物が拡散された画素分離拡散層
を有し、
前記トレンチは、前記半導体基板において前記画素分離拡散層が形成された部分に形成されている、
請求項８に記載の固体撮像装置。
【請求項１２】
前記トレンチは、前記半導体基板において、前記入射面の側の面と、前記入射面とは反対側の面との間を貫通するように形成されている、
請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項１３】
前記第１遮光部は、前記半導体基板において、前記入射面の側の面と、前記入射面とは反対側の面との間を貫通するように形成されている、
請求項１２に記載の固体撮像装置。
【請求項１４】
前記半導体基板において前記入射面とは反対側の面に設けられており、前記光電変換部で生成された信号電荷を電気信号として出力する画素トランジスタと、
前記半導体基板において前記入射面とは反対側の面にて、前記画素トランジスタを被覆するように設けられている配線層と
を有する、
請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項１５】
前記第１遮光部は、前記半導体基板において、前記入射面の側の面と、前記入射面とは反対側の面との間を貫通し、前記配線層において絶縁層中に設けられた配線に接続されている、
請求項１４に記載の固体撮像装置。
【請求項１６】
前記入射光が前記受光面へ透過するカラーフィルタ
を含み、
前記カラーフィルタは、
互いに異なる波長範囲の光について透過率が高い複数種のフィルタ層が、前記複数の画素のそれぞれに対応して互いに隣接して配置されている、
請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項１７】

入射光を受光面で受光する光電変換部を、半導体基板の画素領域に間を隔てて並ぶ複数の画素のそれぞれに対応するように、前記半導体基板の内部に複数設ける光電変換部形成工程と、
前記画素領域において前記複数の画素の間に介在するように前記半導体基板の内部に画素分離部を設ける画素分離部形成工程と
を有し、
前記画素分離部形成工程では、
前記半導体基板の前記画素分離部において前記入射面側に形成されたトレンチの内部に第１遮光部を設けると共に、前記半導体基板の前記入射面側の面上であって前記第１遮光部の前記入射面側に第２遮光部を少なくとも設け、
前記第２遮光部の形成工程では、前記画素領域の中心よりも周辺において、前記第２遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように、前記第２遮光部を形成する、
固体撮像装置の製造方法。
【請求項１８】
半導体基板の画素領域に間を隔てて並ぶ複数の画素のそれぞれに対応して、複数が前記半導体基板の内部に設けられており、入射光を受光面で受光する光電変換部と、
前記画素領域において前記複数の画素の間に介在するように前記半導体基板の内部に設けられている画素分離部と
を有し、
前記画素分離部は、
前記半導体基板の前記入射面側に形成されたトレンチの内部に設けられている第１遮光部と、
前記半導体基板の前記入射面側の面上であって、前記第１遮光部の前記入射面側に設けられている第２遮光部と
を少なくとも含み、
前記第２遮光部は、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該第２遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている、
電子機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本技術は、固体撮像装置、および、その製造方法、電子機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラなどの電子機器は、固体撮像装置を含む。たとえば、固体撮像装置として、ＣＭＯＳ（Ｃｏｍｐｌｅｍｅｎｔａｒｙ Ｍｅｔａｌ Ｏｘｉｄｅ Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ）型イメージセンサ、ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｄｅｖｉｃｅ）型イメージセンサを含む。
【０００３】
固体撮像装置は、基板の画素領域に複数の画素が配列されている。各画素においては、光電変換部が設けられている。光電変換部は、たとえば、フォトダイオードであり、入射光を受光面で受光し光電変換することによって、信号電荷を生成する。
【０００４】
固体撮像装置のうち、ＣＣＤ型イメージセンサは、画素領域において、垂直方向に並ぶ複数の画素の列の間に、垂直転送部が設けられている。垂直転送部は、垂直転送チャネル領域にゲート絶縁膜を介して対面するように複数の転送電極が設けられており、電荷読出し部によって光電変換部から読み出された信号電荷を、垂直方向へ転送するように構成されている。

【０００５】
これに対して、ＣＭＯＳ型イメージセンサは、光電変換部のほかに、画素トランジスタを含むように、画素が構成されている。画素トランジスタは、光電変換部で生成された信号電荷を読み出して、信号線へ電気信号として出力するように構成されている。
【０００６】
固体撮像装置では、一般に、基板において、複数の配線が積層された多層配線層が設けられた表面側に設けられており、その表面側から入射する光を、光電変換部が受光面で受光する。
【０００７】
「表面照射型」の場合には、マイクロレンズと受光面との間に、多層配線層が介在し集光面と受光面との間の距離が長い。このため、受光面に対して傾斜して光が入射したときには、その多層配線層に含まれる配線に、その光が遮られて、受光面に到達しない場合がある。よって、感度を向上させることが困難な場合がある。
【０００８】
このため、基板において多層配線層が設けられた表面とは反対側の裏面側から入射する光を、光電変換部が受光する「裏面照射型」が提案されている。
【０００９】
固体撮像装置においては、一の画素に入射した入射光が、その一の画素のフォトダイオードに入射せずに、隣接する他の画素のフォトダイオードに入射する場合がある。このため、このような光学的な現象に起因して信号にノイズが含まれることになり、撮像画像の画像品質が低下する場合がある。たとえば、カラー画像を撮像する場合において、入射光が受光面に対して傾斜して入射したときには、その直下の受光面に入射せずに、本来、他の色の着色光を受光する他の受光面へ入射する場合がある。このため、いわゆる「混色」が発生して、撮像したカラー画像において色調のズレが生じ、画像品質が低下する場合がある。このような不具合の発生を抑制するために、複数の画素の間に遮光膜を設けている（たとえば、特許文献１，２参照）。
【００１０】
また、複数の画素が配列された画素領域の中心部分においては、外付けの光学系を介して入射する主光線の角度が、受光面に対して、ほぼ垂直であるのに対して、その画素領域の周辺部分においては、入射する主光線の角度が傾斜している。このため、撮像画像の中心部分が明るい画像になり、周辺部分が暗い画像になる場合がある。つまり、いわゆるシェーディング現象が発生して、画像品質が低下する場合がある。このような不具合を改善するために、「瞳補正」と称して、オンチップレンズ等の配置を補正することが、実施されている。具体的には、画素領域の周辺において配置されるオンチップレンズの位置が、受光面に対して、画素領域の中心側へシフトするように、オンチップレンズを設けることが実施されている。たとえば、画素領域にて並ぶ複数の光電変換部のピッチよりも、オンチップレンズのピッチが狭くなるように、各部を配置している（たとえば、特許文献３などを参照）。
【００１１】
また、固体撮像装置では、光電変換部が設けられた半導体基板の界面準位に起因して暗電流が発生することを抑制して画像品質を向上させるために、光電変換部をＨＡＤ（Ｈｏｌｅ　Ａｃｃｕｍｕｌａｔｉｏｎ　Ｄｉｏｄｅ）構造にすることが提案されている。ＨＡＤ構造では、ｎ型の電荷蓄積領域の受光面上に正電荷蓄積（ホール）蓄積領域を形成することで、暗電流の発生を抑制している。そして、この正電荷蓄積領域を光電変換部の界面部分に形成するために、「負の固定電荷を有する膜」をピニング層として設けて、暗電流の発生を抑制することが提案されている。たとえば、酸化ハフニウム膜（HfO_2膜）のような高誘電体膜を、「負の固定電荷を有する膜」として用いている（たとえば、特許文献４などを参照）。
【００１２】
また、暗電流の発生を抑制するために、「裏面照射型」の表面側に、制御ゲートを設け

、その制御ゲートに負電圧を印加することが提案されている（たとえば、特許文献５などを参照）。その他、暗電流の発生を抑制するために、光を受光する受光面部分が開口した金属遮光膜に負電圧を印加することが提案されている（たとえば、特許文献６などを参照）

【００１３】

このように、固体撮像装置においては、撮像画像の画像品質を向上させるために、種々の技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１４】

【特許文献１】特開２０１０－１０９２９５号公報
【特許文献２】特開２０１０－１８６８１８号公報
【特許文献３】特許３５５１４３７号
【特許文献４】特開２００８－３０６１５４号公報
【特許文献５】特開２００７－２５８６８４号公報
【特許文献６】特開平５－２７５６７３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１５】

固体撮像装置においては、さらに、撮像画像の画像品質などを向上させることが望まれている。

【００１６】

したがって、本技術は、撮像画像の画像品質などを向上可能な、固体撮像装置、および、その製造方法、電子機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【００１７】

本技術の固体撮像装置および電子機器は、半導体基板の画素領域に間を隔てて並ぶ複数の画素のそれぞれに対応して、複数が前記半導体基板の内部に設けられており、入射光を受光面で受光する光電変換部と、前記画素領域において前記複数の画素の間に介在するように前記半導体基板の内部に設けられている画素分離部とを有し、前記画素分離部は、前記半導体基板の前記入射面側に形成されたトレンチの内部に設けられている第１遮光部と、前記半導体基板の前記入射面側の面上であって、前記第１遮光部の前記入射面側に設けられている第２遮光部とを少なくとも含み、前記第２遮光部は、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該第２遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている。

【００１８】

本技術の固体撮像装置の製造方法は、入射光を受光面で受光する光電変換部を、半導体基板の画素領域に間を隔てて並ぶ複数の画素のそれぞれに対応するように、前記半導体基板の内部に複数設ける光電変換部形成工程と、前記画素領域において前記複数の画素の間に介在するように前記半導体基板の内部に画素分離部を設ける画素分離部形成工程とを有し、前記画素分離部形成工程では、前記半導体基板の前記画素分離部において前記入射面側に形成されたトレンチの内部に第１遮光部を設けると共に、前記半導体基板の前記入射面側の面上であって前記第１遮光部の前記入射面側に第２遮光部を少なくとも設け、前記第２遮光部の形成工程では、前記画素領域の中心よりも周辺において、前記第２遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように、前記第２遮光部を形成する。

【００１９】

本技術においては、半導体基板の画素分離部に形成されたトレンチの内部に第１遮光部を設けると共に、その第１遮光部の入射面側に第２遮光部を設ける。ここでは、画素領域の中心よりも周辺において、第２遮光部の中心が、画素分離部の中心に対して、画素領域

の周辺の側へ多くシフトするように、第２遮光部を形成する。つまり、すくなくとも第２遮光部について「瞳補正」を実施する。

【発明の効果】

【００２０】

本技術によれば、撮像画像の画像品質等を向上可能な、固体撮像装置、および、その製造方法、電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】図１は、実施形態１において、カメラの構成を示す構成図である。

【図２】図２は、実施形態１において、固体撮像装置の全体構成を示す図である。

【図３】図３は、実施形態１において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図４】図４は、実施形態１において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図５】図５は、実施形態１において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図６】図６は、実施形態１において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図７】図７は、実施形態１において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図８】図８は、実施形態１において、撮像を実施する際に、画素Ｐの画素トランジスタＴｒへ送信する制御信号を示すタイミングチャートである。

【図９】図９は、実施形態１において、固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図１０】図１０は、実施形態１において、固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図１１】図１１は、実施形態１において、固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図１２】図１２は、実施形態１において、固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図１３】図１３は、実施形態１において、固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【図１４】図１４は、実施形態１において、固体撮像装置に入射光が入射する様子を示す断面図である。

【図１５】図１５は、実施形態２において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図１６】図１６は、実施形態２において、固体撮像装置に入射光が入射する様子を示す断面図である。

【図１７】図１７は、実施形態３において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図１８】図１８は、実施形態３において、固体撮像装置に入射光が入射する様子を示す断面図である。

【図１９】図１９は、実施形態４において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図２０】図２０は、実施形態４において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図２１】図２１は、実施形態５において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図２２】図２２は、実施形態６において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図２３】図２３は、実施形態７において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図２４】図２４は、実施形態８において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【図２５】図２５は、実施形態９において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

実施形態について、図面を参照して説明する。

【００２３】

なお、説明は、下記の順序で行う。

１．実施形態１（画素分離部の遮光膜の上部を「瞳補正」する場合）

２．実施形態２（画素分離部の遮光膜の上部を「瞳補正」する場合）

３．実施形態３（画素分離部の遮光膜の上部を「瞳補正」する場合）

４．実施形態４（画素分離部に拡散層を設ける場合）

５．実施形態５（画素分離部の遮光膜の上部および下部を「瞳補正」する場合）

６．実施形態６（画素分離部の遮光膜の上部および下部を「瞳補正」する場合）

７．実施形態７（画素分離部の遮光膜の上部および下部を「瞳補正」する場合）

８．実施形態８（画素分離部の遮光膜を貫通させる場合）

９．実施形態９（画素分離部の遮光膜を貫通させる場合）
１０．その他
【００２４】
＜１．実施形態１＞
（Ａ）装置構成
（Ａ－１）カメラの要部構成
図１は、実施形態１において、カメラの構成を示す構成図である。
【００２５】
図１に示すように、カメラ４０は、固体撮像装置１と、光学系４２と、制御部４３と、信号処理部４４とを有する。
【００２６】
カメラ４０において、固体撮像装置１は、光学系４２を介して被写体像として入射する入射光Ｈを撮像面ＰＳで受光し光電変換して信号電荷を生成する。ここでは、固体撮像装置１は、制御部４３から出力される制御信号に基づいて駆動し、生成した信号電荷を読み出して、電気信号を出力する。
【００２７】
光学系４２は、結像レンズや絞りなどの光学部材を含み、入射光Ｈを、固体撮像装置１の撮像面ＰＳへ集光するように配置されている。
【００２８】
制御部４３は、各種の制御信号を固体撮像装置１と信号処理部４４とに出力し、固体撮像装置１と信号処理部４４とを制御して駆動させる。
【００２９】
信号処理部４４は、固体撮像装置１から出力された電気信号をローデータとして信号処理を実施することによって、被写体像についてデジタル画像を生成するように構成されている。
【００３０】
本実施形態では、図１に示すように、撮像面ＰＳの中心部分においては、光学系４２から出射される光線Ｈ１が、撮像面ＰＳに対して垂直な角度で、入射光Ｈとして入射する。一方で、撮像面ＰＳの周辺部分においては、主光線Ｈ２が、撮像面ＰＳに対して垂直な方向に対して傾斜した角度で、入射光Ｈとして入射する。ここでは、撮像面ＰＳの中心から周囲へ向かって入射光の主光線Ｈ２が傾斜する。これは、後述の光学系４２を構成する絞りによって形成される射出瞳距離が有限であることに起因する。
【００３１】
（Ａ－２）固体撮像装置の要部構成
固体撮像装置１の全体構成について説明する。
【００３２】
図２は、実施形態１において、固体撮像装置の全体構成を示す図である。
【００３３】
本実施形態の固体撮像装置１は、ＣＭＯＳ型イメージセンサであり、図２に示すように、半導体基板１０１を含む。半導体基板１０１においては、たとえば、単結晶シリコン基板が薄膜化されたものであり、画素領域ＰＡと、周辺領域ＳＡとが面に設けられている。
【００３４】
画素領域ＰＡは、図２に示すように、矩形形状であり、複数の画素Ｐが水平方向ｘと垂直方向ｙとのそれぞれに等間隔で配置されている。つまり、画素Ｐがマトリクス状に並んでいる。
【００３５】
画素領域ＰＡにおいて、画素Ｐは、入射光を受光して信号電荷を生成するように構成されている。そして、その生成した信号電荷が、画素トランジスタ（図示なし）によって読み出されて電気信号として出力される。画素Ｐの詳細な構成については、後述する。
【００３６】

周辺領域ＳＡは、図２に示すように、画素領域ＰＡの周囲に位置している。そして、この周辺領域ＳＡにおいては、周辺回路が設けられている。

【００３７】

具体的には、図２に示すように、垂直駆動回路１３と、カラム回路１４と、水平駆動回路１５と、外部出力回路１７と、タイミングジェネレータ（ＴＧ）１８と、シャッター駆動回路１９とが、周辺回路として設けられている。

【００３８】

垂直駆動回路１３は、図２に示すように、周辺領域ＳＡにおいて、画素領域ＰＡの側部に設けられており、画素領域ＰＡの画素Ｐを行単位で選択して駆動させるように構成されている。

【００３９】

カラム回路１４は、図２に示すように、周辺領域ＳＡにおいて、画素領域ＰＡの下端部に設けられており、列単位で画素Ｐから出力される信号について信号処理を実施する。ここでは、カラム回路１４は、ＣＤＳ（Ｃｏｒｒｅｌａｔｅｄ Ｄｏｕｂｌｅ Ｓａｍｐｌｉｎｇ；相関二重サンプリング）回路（図示なし）を含み、固定パターンノイズを除去する信号処理を実施する。

【００４０】

水平駆動回路１５は、図２に示すように、カラム回路１４に電気的に接続されている。水平駆動回路１５は、たとえば、シフトレジスタを含み、カラム回路１４において画素Ｐの列ごとに保持されている信号を、順次、外部出力回路１７へ出力させる。

【００４１】

外部出力回路１７は、図２に示すように、カラム回路１４に電気的に接続されており、カラム回路１４から出力された信号について信号処理を実施後、外部へ出力する。外部出力回路１７は、ＡＧＣ（Ａｕｔｏｍａｔｉｃ Ｇａｉｎ Ｃｏｎｔｒｏｌ）回路１７ａとＡＤＣ回路１７ｂとを含む。外部出力回路１７においては、ＡＧＣ回路１７ａが信号にゲインをかけた後に、ＡＤＣ回路１７ｂがアナログ信号からデジタル信号へ変換して、外部へ出力する。

【００４２】

タイミングジェネレータ１８は、図２に示すように、垂直駆動回路１３、カラム回路１４、水平駆動回路１５，外部出力回路１７，シャッター駆動回路１９のそれぞれに電気的に接続されている。タイミングジェネレータ１８は、各種のタイミング信号を生成し、垂直駆動回路１３、カラム回路１４、水平駆動回路１５，外部出力回路１７，シャッター駆動回路１９に出力することで、各部について駆動制御を行う。

【００４３】

シャッター駆動回路１９は、画素Ｐを行単位で選択して、画素Ｐにおける露光時間を調整するように構成されている。

【００４４】

（Ａ－３）固体撮像装置の詳細構成

本実施形態にかかる固体撮像装置の詳細内容について説明する。

【００４５】

図３～図７は、実施形態１において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【００４６】

図３は、画素Ｐの断面図である。図３では、図２に示す画素領域ＰＡの中心部分に配置された一の画素であって、Ｘ１－Ｘ２部分を示している。

【００４７】

図４は、画素Ｐの上面図であり、図２に示す画素領域ＰＡの中心部分に配置された４つの画素Ｐを示している。図４では、説明の都合で、破線などの実線以外の線を用いて、各部材を示している部分がある。

【００４８】

図５は、画素分離部３０１の断面図である。図６は、画素分離部３０１の上面図である

。図５，図６において、（ａ）は、図２に示す画素領域ＰＡの中心部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｃ－Ｘ２Ｃ部分を示している。これに対して、（ｂ）は、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。つまり、図５，図６では、水平方向ｘに並ぶ一対の画素Ｐの間に設けられた画素分離部３０１を示している。図示を省略しているが、垂直方向ｙに並ぶ一対の画素Ｐの間に設けられた画素分離部３０１についても、図５，図６と同様な形態で設けられている。

【００４９】

また、図７は、画素Ｐの回路構成を示している。

【００５０】

図３に示すように、固体撮像装置１は、半導体基板１０１の内部にフォトダイオード２１が設けられている。ここでは、薄膜化された単結晶シリコンの半導体基板１０１に設けられている。

【００５１】

半導体基板１０１の裏面（図３では上面）には、カラーフィルタＣＦ、マイクロレンズＭＬなどの部材が設けられている。

【００５２】

これに対して、半導体基板１０１の表面（図３では、下面）には、図３では図示していないが、図７に示す画素トランジスタＴｒが設けられている。そして、図３に示すように、その画素トランジスタＴｒを被覆するように配線層１１１が設けられており、配線層１１１において、半導体基板１０１の側に対して反対側の面には、支持基板ＳＳが設けられている。

【００５３】

つまり、本実施形態の固体撮像装置１は、「裏面照射型ＣＭＯＳイメージセンサ」であって、裏面（上面）側から入射する入射光Ｈを、フォトダイオード２１が受光し、カラー画像を撮像によって生成するように構成されている。

【００５４】

各部の詳細について順次説明する。

【００５５】

（ａ）フォトダイオード２１について

固体撮像装置１において、フォトダイオード２１は、図２に示した複数の画素Ｐに対応するように、複数が画素領域ＰＡに配置されている。つまり、撮像面（ｘｙ面）において、水平方向ｘと、この水平方向ｘに対して直交する垂直方向ｙとのそれぞれに並んで設けられている。

【００５６】

フォトダイオード２１は、入射光Ｈを受光面ＪＳで受光し光電変換することによって信号電荷を生成して蓄積するように、複数が半導体基板１０１の内部に間を隔てて設けられている。

【００５７】

ここでは、図３に示すように、半導体基板１０１の裏面（図３では上面）側から入射する入射光Ｈをフォトダイオード２１が受光する。フォトダイオード２１の上方には、図３に示すように、平坦化膜ＨＴ，カラーフィルタＣＦ，マイクロレンズＭＬが設けられており、各部を順次介して入射した入射光Ｈを、受光面ＪＳで受光して光電変換が行われる。

【００５８】

図３に示すように、フォトダイオード２１は、半導体基板１０１内に設けられている。

【００５９】

たとえば、フォトダイオード２１は、ｎ型半導体領域１０１ｎが、電荷（ここでは、電子）を蓄積する電荷蓄積領域として形成されている。フォトダイオード２１においては、ｎ型半導体領域１０１ｎは、半導体基板１０１のｐ型半導体領域１０１ｐａ，１０１ｐｃの内部に設けられている。ここでは、ｎ型半導体領域１０１ｎにおいて、半導体基板１０

１の裏面（上面）側には、ｐ型半導体領域１０１ｐｃが設けられている。そして、ｎ型半導体領域１０１ｎにおいて、半導体基板１０１の表面（下面）側には、裏面（上面）側よりも不純物濃度が高いｐ型半導体領域１０１ｐｃが設けられている。つまり、フォトダイオード２１は、ＨＡＤ構造であり、ｎ型半導体領域１０１ｎの上面側と下面側との各界面において、暗電流が発生することを抑制するように、ｐ型半導体領域１０１ｐａ，１０１ｐｃが形成されている。

【００６０】

図３に示すように、複数の画素Ｐの間を電気的に分離する画素分離部３０１が設けられており、フォトダイオード２１は、この画素分離部３０１で区画された画素Ｐの領域内に設けられている。たとえば、図４に示すように、画素分離部３０１が複数の画素Ｐの間に介在するように格子状に形成されており、フォトダイオード２１は、この画素分離部３０１で区画された画素Ｐの領域内に形成されている。

【００６１】

そして、図７に示すように、各フォトダイオード２１は、アノードが接地されており、蓄積した信号電荷（ここでは、電子）が、画素トランジスタＴｒによって読み出され、電気信号として垂直信号線２７へ出力されるように構成されている。

【００６２】

（ｂ）カラーフィルタＣＦについて

固体撮像装置１において、カラーフィルタＣＦは、図３に示すように、半導体基板１０１の裏面（図３では上面）の側に設けられている。

【００６３】

ここでは、図３に示すように、半導体基板１０１の裏面（上面）を被覆するように、平坦化膜ＨＴが光透過材料で形成されており、その平坦化膜ＨＴを介して、半導体基板１０１の裏面（上面）に、カラーフィルタＣＦが形成されている。

【００６４】

カラーフィルタＣＦは、図４に示すように、赤色フィルタ層ＣＦＲと、緑色フィルタ層ＣＦＧと、青色フィルタ層ＣＦＢとを含む。赤色フィルタ層ＣＦＲと、緑色フィルタ層ＣＦＧと、青色フィルタ層ＣＦＢとのそれぞれは、隣接して配置されており、いずれかが、複数の画素Ｐのそれぞれに対応して設けられている。

【００６５】

ここでは、図４に示すように、赤色フィルタ層ＣＦＲと、緑色フィルタ層ＣＦＧと、青色フィルタ層ＣＦＢとのそれぞれが、ベイヤー配列で並ぶように配置されている。すなわち、複数の緑色フィルタ層ＣＦＧが市松状になるように、対角方向へ並んで配置されている。そして、赤色フィルタ層ＣＦＲと青色フィルタ層ＣＦＢとが、複数の緑色フィルタ層ＣＦＧにおいて、対角方向に並ぶように配置されている。

【００６６】

カラーフィルタＣＦにおいて、赤色フィルタ層ＣＦＲは、赤色に対応する波長帯域（たとえば、６２５～７４０ｎｍ）で光透過率が高い。つまり、赤色フィルタ層ＣＦＲは、入射光Ｈが赤色光として受光面ＪＳへ透過するように形成されている。

【００６７】

また、カラーフィルタＣＦにおいて、緑色フィルタ層ＣＦＧは、緑色に対応する波長帯域（たとえば、５００～５６５ｎｍ）で光透過率が高い。つまり、緑色フィルタ層ＣＦＧは、赤色フィルタ層ＣＦＲよりも短い波長範囲の光について光透過率が高く、入射光Ｈが緑色光として受光面ＪＳへ透過するように形成されている。

【００６８】

また、カラーフィルタＣＦにおいて、青色フィルタ層ＣＦＢは、青色に対応する波長帯域（たとえば、４５０～４８５ｎｍ）で光透過率が高い。つまり、青色フィルタ層ＣＦＢは、緑色フィルタ層ＣＦＧよりも短い波長範囲の光について光透過率が高く、入射光が青色光として受光面ＪＳへ透過するように形成されている。

【００６９】

このように、カラーフィルタＣＦは、互いに異なる波長範囲の光について透過率が高い複数種のフィルタ層ＣＦＲ，ＣＦＧ，ＣＦＢが、複数の画素Ｐのそれぞれに対応し、互いに隣接して配置されている。

【００７０】

（ｃ）マイクロレンズＭＬについて

固体撮像装置１において、マイクロレンズＭＬは、図３に示すように、半導体基板１０１の裏面（図３では上面）の側において、カラーフィルタＣＦの上面に設けられている。

【００７１】

マイクロレンズＭＬは、各画素Ｐに対応するように複数が配置されている。マイクロレンズＭＬは、半導体基板１０１の裏面側において凸状に突き出した凸レンズであり、各画素Ｐのフォトダイオード２１へ入射光Ｈを集光するように構成されている。たとえば、マイクロレンズＭＬは、樹脂などの有機材料を用いて形成されている。

【００７２】

（ｄ）画素分離部３０１について

固体撮像装置１において、画素分離部３０１は、図３，図４に示すように、複数の画素Ｐの間を区画するように形成されている。そして、画素分離部３０１は、複数の画素Ｐのそれぞれの間を電気的に分離している。つまり、半導体基板３０１の内部において、各画素Ｐのフォトダイオード２１の間を電気的に分離している。

【００７３】

図３に示すように、画素分離部３０１においては、フォトダイオード２１の電荷蓄積領域を構成するｎ型半導体領域１０１ｎの間に、ｐ型半導体領域１０１ｐａ，１０１ｐｃが設けられている。

【００７４】

そして、図３に示すように、画素分離部３０１においては、半導体基板１０１において入射光Ｈが入射する裏面（上面）の側であって、フォトダイオード２１の側部に位置する部分に、トレンチＴＲが設けられている。

【００７５】

そして、図３に示すように、画素分離部３０１は、絶縁層３１１と、遮光層３１３とを含み、これらの各部が、上記のトレンチＴＲの内部に設けられている。

【００７６】

図４に示すように、画素分離部３０１は、平面形状が格子状であって、複数の画素Ｐの間に介在している。そして、この画素分離部３０１に、平面形状が格子状になるように、トレンチＴＲが形成されている。そして、この格子状の画素分離部３０１で区画された矩形の領域内に、フォトダイオード２１が形成されている。

【００７７】

具体的には、図４に示すように、画素分離部３０１は、水平方向ｘに並ぶ一対の画素Ｐの間において、その水平方向ｘに直交する垂直方向ｙへ直線状に延在するように設けられている。これと共に、画素分離部３０１は、垂直方向ｙに並ぶ一対の画素Ｐの間において、水平方向ｘへ直線状に延在するように設けられている。

【００７８】

そして、図４に示すように、トレンチＴＲは、画素分離部３０１と同様に、水平方向ｘに並ぶ一対の画素Ｐの間において、垂直方向ｙへ延在すると共に、垂直方向ｙに並ぶ一対の画素Ｐの間において、水平方向ｘへ延在するように設けられている。絶縁層３１１と、遮光層３１３についても、画素分離部３０１、トレンチＴＲと同様に、各画素Ｐの間において、垂直方向ｙおよび水平方向ｘへ延在するように設けられている。

【００７９】

図５，図６に示すように、画素分離部３０１は、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心に位置する部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺に位置する部分（（ｂ）の場合）とにおいて、一部が異なる態様で形成されている。

【００８０】

図５，図６に示すように、画素分離部３０１において、トレンチＴＲは、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺部分（（ｂ）の場合）とにおいて、同様に形成されている。

【００８１】

具体的には、図５に示すように、トレンチＴＲは、水平方向ｘと深さ方向ｚとに沿った面（ｘｚ面）の断面が、テーパー状であって、半導体基板１０１の裏面（上面）側の幅ＴＨ２が、表面（下面）側の幅ＴＨ１よりも広くなるように形成されている。また、トレンチＴＲは、図５に示すように、この断面が、深さ方向ｚに沿った軸に対して対称になるように形成されている。

【００８２】

そして、図６に示すように、トレンチＴＲは、垂直方向ｙへ側面が延在するように形成されている。

【００８３】

本実施形態では、図５，図６の（ａ）で示すように、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分では、トレンチＴＲは、一対の画素Ｐの間において、水平方向ｘにおける中心軸が、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致している。（ｂ）に示すように、画素領域ＰＡ（図２参照）の周辺部分についても、トレンチＴＲは、一対の画素Ｐの間において、水平方向ｘにおける中心軸が、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致するように形成されている。

【００８４】

そして、図５，図６に示すように、半導体基板１０１の裏面（上面）側に形成されたトレンチＴＲの内面を被覆するように、絶縁層３１１が設けられている。絶縁層３１１は、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺部分（（ｂ）の場合）とにおいて、同様に形成されている。

【００８５】

そして、図５，図６に示すように、絶縁層３１１で内面が被覆されたトレンチＴＲの内部を埋め込むように、遮光層３１３が設けられている。遮光層３１３は、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺部分（（ｂ）の場合）とにおいて、一部が異なる態様で形成されている。

【００８６】

図５，図６では、水平方向ｘに並ぶ一対の画素Ｐの間に設けられた画素分離部３０１について示したが、垂直方向ｙに並ぶ一対の画素Ｐの間に設けられた画素分離部３０１についても、これと同様に形成されている。

【００８７】

画素分離部３０１を構成する各部の詳細について説明する。

【００８８】

（ｄ－１）絶縁層３１１

絶縁層３１１は、図３に示すように、画素分離部３０１に設けられている。

【００８９】

ここでは、絶縁層３１１は、トレンチＴＲの内側であって、側面および底面を被覆するように形成されている。

【００９０】

これと共に、絶縁層３１１は、図３に示すように、画素分離部３０１の他に、半導体基板１０１の裏面（上面）において、入射光Ｈが入射する受光面ＪＳを被覆するように形成されている。

【００９１】

本実施形態においては、絶縁層３１１は、図３に示すように、第１絶縁膜３１１Ａと第２絶縁膜３１１Ｂとを含む。

【００９２】

第１絶縁膜３１１Ａは、図３に示すように、画素分離部３０１においては、トレンチＴ

Ｒの内側であって、側面および底面を被覆するように形成されている。また、第１絶縁膜３１１Ａは、図３に示すように、半導体基板１０１の裏面（上面）において、入射光Ｈが入射する受光面ＪＳを被覆するように形成されている。

【００９３】

第２絶縁膜３１１Ｂは、図３に示すように、画素分離部３０１では、トレンチＴＲの内側において、第１絶縁膜３１１Ａを介して、トレンチＴＲの側面および底面を被覆するように形成されている。また、第２絶縁膜３１１Ｂは、図３に示すように、半導体基板１０１の裏面（上面）において、第１絶縁膜３１１Ａを介在して、受光面ＪＳを被覆するように形成されている。

【００９４】

図５，図６に示すように、第１絶縁膜３１１Ａおよび第２絶縁膜３１１Ｂは、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺部分（（ｂ）の場合）とにおいて、同様に形成されている。

【００９５】

第１絶縁膜３１１Ａと第２絶縁膜３１１Ｂとのそれぞれは、SiO_2，ＳｉＮ，Ｌｏｗ－ｋ材料（ＳｉＯＣ，ＳｉＬＫ）などの絶縁材料を用いて形成されている。

【００９６】

ここでは、第１絶縁膜３１１Ａは、屈折率が、第２絶縁膜３１１Ｂと、半導体基板１０１との間の材料を用いて形成されることが好適である。つまり、トレンチＴＲ内において、順次、屈折率が低くなるように、第１絶縁膜３１１Ａと第２絶縁膜３１１Ｂとを積層することが好適である。このようにすることで、半導体基板１０１の側からトレンチＴＲへ進行する光が、その界面で反射されることを好適に防止できる。

【００９７】

なお、絶縁層３１１については、第１絶縁膜３１１Ａと第２絶縁膜３１１Ｂとの２つの膜で構成する場合について説明したが、これに限定されない。絶縁膜３１１を３以上の複数の膜で構成しても良い。この他に、絶縁層３１１を単一の材料で構成していも良い。

【００９８】

（ｄ－２）遮光層３１３

遮光層３１３は、図３，図４に示すように、画素分離部３０１に設けられている。

【００９９】

本実施形態においては、遮光層３１３は、図３，図４に示すように、第１遮光部３１３Ａと、第２遮光部３１３Ｂとを含み、第１遮光部３１３Ａと、第２遮光部３１３Ｂとが一体になるように設けられている。

【０１００】

遮光層３１３のうち、第１遮光部３１３Ａは、図３に示すように、絶縁層３１１を介して、トレンチＴＲの内部を埋め込むように形成されている。第１遮光部３１３Ａは、半導体基板１０１の裏面（上面）において、トレンチＴＲが設けられた部分の範囲内に設けられている。

【０１０１】

ここでは、第１遮光部３１３Ａは、図３に示すように、水平方向ｘと深さ方向ｚとに沿った面（ｘｚ面）の断面が、テーパー状になるように形成されている。つまり、図５（ａ）に示すように、半導体基板１０１の裏面（上面）側の幅ＨＡ２が、表面（下面）側の幅ＨＡ１よりも広くなるように、第１遮光部３１３Ａが形成されている。また、第１遮光部３１３Ａは、この断面が、深さ方向ｚに沿った軸に対して対称になるように形成されている。

【０１０２】

図５，図６に示すように、第１遮光部３１３Ａは、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺部分（（ｂ）の場合）とにおいて、同様に形成されている。

【０１０３】

具体的には、図５，図６の（ａ）に示すように、画素領域ＰＡの中心部分では、第１遮光部３１３Ａは、水平方向ｘに並ぶ一対の画素Ｐの間において、水平方向ｘにおける中心軸が、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致している。

【０１０４】

また、図５，図６の（ｂ）に示すように、画素領域ＰＡの周辺部分についても、第１遮光部３１３Ａは、水平方向ｘにおける中心軸が、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致するように形成されている。

【０１０５】

遮光層３１３のうち、第２遮光部３１３Ｂは、図３に示すように、絶縁層３１１を介して、半導体基板１０１の裏面（上面）の上方に形成されている。第２遮光部３１３Ｂは、下面が第１遮光部３１３Ａの上面と連結されている。また、第２遮光部３１３Ｂは、絶縁層３１１で被覆された半導体基板１０１の裏面（上面）の上方に、凸状に突出するように設けられている。第２遮光部３１３Ｂは、半導体基板１０１の裏面（上面）において、トレンチＴＲが設けられた部分の範囲内に設けられている。

【０１０６】

ここでは、第２遮光部３１３Ｂは、図３に示すように、水平方向ｘに隣接して並ぶ一対の画素Ｐの間においては、水平方向ｘと深さ方向ｚとに沿った面（ｘｚ面）の断面が、矩形状になるように形成されている。そして、第２遮光部３１３Ｂは、図５（ａ）に示すように、水平方向ｘにおける幅ＨＢが、第１遮光部３１３Ａの幅ＨＢ１，ＨＢ２よりも広くなるように形成されている。また、第２遮光部３１３Ｂは、この断面が、深さ方向ｚに沿った軸に対して対称になるように形成されている。

【０１０７】

図５，図６に示すように、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺部分（（ｂ）の場合）とにおいて、互いに異なった位置に形成されている。

【０１０８】

具体的には、図５，図６の（ａ）で示すように、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分では、第２遮光部３１３Ｂは、断面（ｘｚ面）の水平方向ｘにおける中心軸が、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致するように形成されている。

【０１０９】

一方で、図５，図６の（ｂ）に示すように、画素領域ＰＡ（図２参照）の周辺部分では、第２遮光部３１３Ｂは、この断面（ｘｚ面）の水平方向ｘにおける中心軸３１３ＢＣＸが、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致していない。ここでは、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図５では右側）へシフトするように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。すなわち、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘで離れるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。

【０１１０】

このように、遮光層３１３のうち、第１遮光部３１３Ａについては、いわゆる「瞳補正」が実施されておらず、第２遮光部３１３Ｂについては、「瞳補正」が実施されている。つまり、第１遮光部３１３Ａのシフト量がゼロであるので、第１遮光部３１３Ａのシフト量よりも、第２遮光部３１３Ｂのシフト量Ｄｘが大きくなるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。

【０１１１】

本実施形態では、画素領域ＰＡを中心部と、その周辺部とに区画し、画素領域ＰＡを中心部については、図５，図６の（ａ）のように、第２遮光部３１３Ｂを設け、周辺部については、図５，図６の（ｂ）のように、第２遮光部３１３Ｂを設けている。具体的には、画素領域ＰＡの中心部では、図５（ａ）に示すように、水平方向ｘに等間隔で並ぶ第２遮光部３１３ＢのピッチＰＢｃが、水平方向ｘに等間隔で並ぶ画素分離部３０１のピッチＰ

Ｇと同じになるように形成されている。つまり、図６（ａ）に示すように、第２遮光部３１３Ｂのうち垂直方向ｙへ延在する部分が水平方向ｘに並んだピッチＰＢｃと、画素分離部３０１のうち垂直方向ｙへ延在する部分が水平方向ｘに並んだピッチＰＧとが、互いに同じである。これに対して、画素領域ＰＡを周辺部では、図５（ｂ）に示すように、水平方向ｘに等間隔で並ぶ第２遮光部３１３Ｂのピッチ ＰＢｓが、水平方向ｘに等間隔で並ぶ画素分離部３０１のピッチＰＧよりも広くなるように形成されている。つまり、図６（ｂ）に示すように、第２遮光部３１３Ｂのうち垂直方向ｙへ延在する部分が水平方向ｘに並んだピッチＰＢｃは、画素分離部３０１のうち垂直方向ｙへ延在する部分が水平方向ｘに並んだピッチＰＧよりも広い。図示を省略しているが、垂直方向ｙにおいても、これと同様に、第２遮光部３１３Ｂを設けている。

【０１１２】

この他に、第２遮光部３１３Ｂについて、画素領域ＰＡの中心から周辺へ向かうに伴って、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間のシフト量Ｄｘが大きくなるように形成してもよい。具体的には、水平方向ｘに並ぶ複数の画素Ｐの間の各画素分離部３０１に設けられる第２遮光部３１３Ｂのそれぞれについて、その水平方向ｘにおけるピッチが、その画素分離部３０１のピッチよりも広くなるように形成する。また、垂直方向ｙに並ぶ複数の画素Ｐの間の各画素分離部３０１に設けられる第２遮光部３１３Ｂのそれぞれについて、その垂直方向ｙにおけるピッチが、その画素分離部３０１のピッチよりも広くなるように形成する。すなわち、画素領域ＰＡにおいて一対の画素Ｐの間のそれぞれに設けた画素分離部３０１と第２遮光部３１３とについて、その画素分離部３０１よりも第２遮光部３１３の方が広いピッチで等間隔に並ぶように形成する。

【０１１３】

上記の遮光層３１３は、光を反射することで遮光する遮光材料を用いて形成されている。たとえば、Ｔｉ，ＴｉＮ，Ｗ，Ａｌなどの金属材料を用いて、遮光層３１３が形成されている。

【０１１４】

本実施形態では、第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂとが同一材料であって、両者が一体になるように形成したが、これに限定されない。第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂとを互いに異なる材料で形成しても良い。つまり、遮光層３１３は、積層構造であってもよい。

【０１１５】

（ｅ）画素トランジスタＴｒについて

固体撮像装置１において、画素トランジスタＴｒは、図２に示した複数の画素Ｐに対応するように複数が設けられている。

【０１１６】

画素トランジスタＴｒは、図７に示すように、転送トランジスタ２２と増幅トランジスタ２３と選択トランジスタ２４とリセットトランジスタ２５とを含み、フォトダイオード２１から信号電荷を読み出して電気信号として出力するように構成されている。

【０１１７】

画素トランジスタＴｒを構成する各トランジスタ２２～２５は、図３では図示していないが、半導体基板１０１において配線層１１１が設けられる表面に設けられている。たとえば、各トランジスタ２２～２５は、ＮチャネルのＭＯＳトランジスタであって、各ゲートが、たとえば、ポリシリコンを用いて形成されている。そして、各トランジスタ２２～２５は、配線層１１１で被覆されている。

【０１１８】

画素トランジスタＴｒにおいて、転送トランジスタ２２は、図７に示すように、フォトダイオード２１で生成された信号電荷を、フローティング・ディフュージョンＦＤに転送するように構成されている。具体的には、転送トランジスタ２２は、図７に示すように、フォトダイオード２１のカソードと、フローティング・ディフュージョンＦＤとの間に設

けられている。そして、転送トランジスタ２２は、ゲートに転送線２６が電気的に接続されている。転送トランジスタ２２では、転送線２６からゲートに送信される転送信号ＴＧに基づいて、フォトダイオード２１において蓄積された信号電荷を、フローティング・ディフュージョンＦＤに転送する。

【０１１９】

画素トランジスタＴｒにおいて、増幅トランジスタ２３は、図７に示すように、フローティング・ディフュージョンＦＤにおいて、電荷から電圧へ変換された電気信号を増幅して出力するように構成されている。具体的には、増幅トランジスタ２３は、図７に示すように、ゲートが、フローティング・ディフュージョンＦＤに電気的に接続されている。また、増幅トランジスタ２３は、ドレインが電源供給線Ｖｄｄに電気的に接続され、ソースが選択トランジスタ２４に電気的に接続されている。増幅トランジスタ２３は、選択トランジスタ２４がオン状態になるように選択されたときには、定電流源Ｉから定電流が供給されて、ソースフォロアとして動作する。このため、増幅トランジスタ２３では、選択トランジスタ２４に選択信号が供給されることによって、フローティング・ディフュージョンＦＤにおいて、電荷から電圧へ変換された電気信号が増幅される。

【０１２０】

画素トランジスタＴｒにおいて、選択トランジスタ２４は、図７に示すように、選択信号に基づいて、増幅トランジスタ２３によって出力された電気信号を、垂直信号線２７へ出力するように構成されている。具体的には、選択トランジスタ２４は、図７に示すように、選択信号が供給されるアドレス線２８にゲートが接続されている。そして、選択トランジスタ２４は、選択信号が供給された際にはオン状態になり、上記のように増幅トランジスタ２３によって増幅された出力信号を、垂直信号線２７に出力する。

【０１２１】

画素トランジスタＴｒにおいて、リセットトランジスタ２５は、図７に示すように、リセットトランジスタ２５は、増幅トランジスタ２３のゲート電位をリセットするように構成されている。具体的には、リセットトランジスタ２５は、図７に示すように、リセット信号が供給されるリセット線２９にゲートが電気的に接続されている。また、リセットトランジスタ２５は、ドレインが電源供給線Ｖｄｄに電気的に接続され、ソースがフローティング・ディフュージョンＦＤに電気的に接続されている。そして、リセットトランジスタ２５は、リセット線２９から送信されたリセット信号に基づいて、フローティング・ディフュージョンＦＤを介して、増幅トランジスタ２３のゲート電位を、電源電圧にリセットする。

【０１２２】

図８は、実施形態１において、撮像を実施する際に、画素Ｐの画素トランジスタＴｒへ送信する制御信号を示すタイミングチャートである。

【０１２３】

図８において、（ａ）は、選択トランジスタ２４のゲートへ入力する選択信号ＳＥＬを示している。そして、（ｂ）は、リセットトランジスタ２５のゲートへ入力するリセット信号ＲＳＴを示している。そして、（ｃ）は、転送トランジスタ２２のゲートへ入力する転送信号ＴＧを示している。（図７参照）。

【０１２４】

図８に示すように、撮像を実施する際には、第１の時点ｔ１において、選択信号ＳＥＬをハイレベルとして、選択トランジスタ２４をオン状態にする。そして、第２の時点ｔ２において、リセット信号ＲＳＴをハイレベルとして、リセットトランジスタ２５をオン状態にする。これにより、増幅トランジスタ２３のゲート電位をリセットする（図７参照）。

【０１２５】

そして、図８に示すように、第３の時点ｔ３においては、リセット信号ＲＳＴをローレベルにして、リセットトランジスタ２５をオフ状態にする。そして、この後、リセットレベルに対応した電圧を、出力信号として、カラム回路１４へ読み出す（図２，図７参照）

。
【０１２６】
そして、図８に示すように、第４の時点ｔ４においては、転送信号ＴＧをハイレベルにして、転送トランジスタ２２をオン状態にする。これにより、フォトダイオード２１で蓄積された信号電荷をフローティングディフュージョンＦＤへ転送する（図７参照）。
【０１２７】
そして、図８に示すように、第５の時点ｔ５においては、転送信号ＴＧをローレベルにして、転送トランジスタ２２をオフ状態にする。この後、その蓄積された信号電荷の量に応じた信号レベルの電圧を、出力信号として、カラム回路４へ読み出す（図２，図７参照）。
【０１２８】
カラム回路１４においては、先に読み出したリセットレベルの信号と、後に読み出した信号レベルの信号とを差分処理して信号を蓄積する（図２，図７参照）。
【０１２９】
これにより、画素Ｐごとに設けられた各トランジスタのＶｔｈのバラツキ等によって発生する固定的なパターンノイズが、キャンセルされる。
【０１３０】
上記のように画素Ｐを駆動する動作は、各トランジスタ２２，２４，２５の各ゲートが、水平方向ｘに並ぶ複数の画素Ｐからなる行単位で接続されていることから、その行単位に並ぶ複数の画素Ｐについて同時に行われる。
【０１３１】
具体的には、上述した垂直駆動回路１３によって供給される選択信号によって、水平ライン（画素行）単位で垂直な方向に順次選択される。そして、タイミングジェネレータ１８から出力される各種タイミング信号によって各画素Ｐのトランジスタが制御される。これにより、各画素における信号が垂直信号線２７を通して画素Ｐの列毎にカラム回路１４に読み出される（図２，図７参照）。
【０１３２】
そして、カラム回路１４で蓄積された信号が、水平駆動回路１５によって選択されて、外部出力回路１７へ順次出力される（図２，図７参照）。
【０１３３】
そして、この撮像で得た信号を信号処理部４４がローデータとして信号処理を実施して、デジタル画像を生成する（図１参照）。
【０１３４】
（ｆ）配線層１１１について
固体撮像装置１において、配線層１１１は、図３に示すように、半導体基板１０１のうち、カラーフィルタＣＦ、マイクロレンズＭＬなどの各部が設けられた裏面（上面）とは反対側の表面（下面）に設けられている。
【０１３５】
配線層１１１は、配線１１１ｈと絶縁層１１１ｚとを含み、絶縁層１１１ｚ内において、配線１１１ｈが各素子に電気的に接続するように形成されている。配線層１１１は、いわゆる多層配線層であり、絶縁層１１１ｚを構成する層間絶縁膜と配線１１１ｈとが交互に複数回、積層されて形成されている。ここでは、配線１１１ｈは、図７で示した、転送線２６，アドレス線２８，垂直信号線２７，リセット線２９などの各配線として機能するように、複数が絶縁層１１１ｚを介して積層して形成されている。
【０１３６】
そして、配線層１１１において、半導体基板１０１が位置する側に対して反対側の面には、支持基板ＳＳが設けられている。たとえば、厚みが数百μｍのシリコン半導体からなる基板が、支持基板ＳＳとして設けられている。
【０１３７】
（Ｂ）製造方法

上記の固体撮像装置１を製造する製造方法の要部について説明する。

【０１３８】

図９～図１３は、実施形態１において、固体撮像装置の製造方法を示す図である。

【０１３９】

各図は、図３と同様に、断面を示している。

【０１４０】

本実施形態では、各図に示す工程（ａ）～（ｅ）を順次経て、図３等に示した固体撮像装置１について製造をする。

【０１４１】

各工程の詳細について、順次、示す。

【０１４２】

（ａ）フォトダイオード２１等の形成

まず、図９に示すように、フォトダイオード２１等の形成を実施する。

【０１４３】

ここでは、単結晶シリコン半導体からなる半導体基板１０１の表面から不純物をイオン注入することで、フォトダイオード２１等の各部を形成する。たとえば、半導体基板１０１の全面に、ｐ型半導体領域１０１ｐａを形成後、これよりも不純物濃度が高いｐ型半導体領域１０１ｐｃを形成する。そして、半導体基板１０１においてフォトダイオード２１を形成する部分に、ｎ型半導体領域１０１ｎを形成する。

【０１４４】

たとえば、下記の不純物濃度になるように、各部を形成する。

・ｐ型半導体領域１０１ｐａの不純物濃度：５．０ｘ１０^{16}～５．０ｘ１０^{17}ｃｍ$^{-3}$

・ｐ型半導体領域１０１ｐｃの不純物濃度：５．０ｘ１０^{17}～５．０ｘ１０^{18}ｃｍ$^{-3}$

・ｎ型半導体領域１０１ｎの不純物濃度：５．０ｘ１０^{15}～５．０ｘ１０^{16}ｃｍ$^{-3}$

【０１４５】

そして、その半導体基板１０１の表面に、画素トランジスタＴｒ（図７では図示なし）を形成後、その画素トランジスタＴｒを被覆するように、配線層１１１を形成する。そして、配線層１１１の表面に支持基板ＳＳを貼り合わせる。

【０１４６】

この後、半導体基板１０１を、薄膜化する。たとえば、下記の条件になるように、薄膜化を実施することが好適である。

・薄膜化後の半導体基板１０１の厚み：２～１０μｍ

・方法：化学機械研磨（ＣＭＰ）法（その他、ドライエッチング、ウットエッチングでも可。または、ＣＭＰとドライエッチング、ウエットエッチングの組み合わせでも良い。）

【０１４７】

なお、ＳＯＩ基板（図示無し）の半導体層にフォトダイオード２１，画素トランジスタＴｒ等の部材を形成し、上記と同様に、配線層１１１，支持基板ＳＳを設けた後に、薄膜化処理を実施しても良い。

【０１４８】

（ｂ）トレンチＴＲの形成

つぎに、図１０に示すように、トレンチＴＲを形成する。

【０１４９】

ここでは、半導体基板１０１において、複数の画素Ｐの間に位置する画素分離部３０１に、トレンチＴＲを形成する。

【０１５０】

たとえば、半導体基板１０１の裏面（上面）に、トレンチＴＲを形成する部分が開口したマスク（図示無し）を形成後、そのマスクを用いて、半導体基板１０１について加工することで、トレンチＴＲを形成する。たとえば、半導体基板１０１についてドライエッチ

ング処理を実施して、トレンチＴＲを形成する。そして、そのマスクについて除去する。
【０１５１】
本実施形態では、たとえば、下記の条件になるように、トレンチＴＲを形成することが好適である。
・下面側の幅ＴＨ１：１００ｎｍ～４００ｎｍ
（幅ＴＨ１が１００ｎｍ以下では、絶縁膜３１１を埋め込む際、絶縁膜３１１自身が有する自己応力によって欠陥発生確率が多くなる場合がある。また、幅ＴＨ１が広すぎると、フォトダイオード２１の形成領域の面積が減少してしまい、飽和電子量が減少する。）
・上面側の幅ＴＨ２：２００ｎｍ～５００ｎｍ
（幅ＴＨ２は、リソグラフィー解像で決まる。幅ＹＨ２は、例えばＫｒＦを光源指定使用する露光機での値である。
・深さＤＴ：１００ｎｍ～６００ｎｍ
（混色が発生しやすい領域は、受光面ＪＳからの深さＤＴが１００ｎｍ～５００ｎｍの位置に分布しており、その部分をトレンチＴＲで分断することで混色を抑制できる。）
【０１５２】
（ｃ）第１絶縁膜３１１Ａの形成
つぎに、図１１に示すように、第１絶縁膜３１１Ａを形成する。
【０１５３】
ここでは、図１１に示すように、第１絶縁膜３１１Ａについて、画素分離部３０１においてトレンチＴＲの内側であって、側面および底面を被覆するように形成する。これと共に、第１絶縁膜３１１Ａについて、半導体基板１０１の裏面（上面）を被覆するように形成する。
【０１５４】
たとえば、第１絶縁膜３１１Ａについては、下記の条件で形成することが好適である。
・材料：HfO_2（屈折率ｎ＝２．１），ＴａＯ（屈折率ｎ＝２．２）、ZrO_2（屈折率ん＝２．３）、Al_2O_3（屈折率ｎ＝２．１）
・厚み：４０ｎｍから６０ｎｍ
・形成方法：アトミックレイヤーデポジッション（ＡＬＤ）法、スパッタ法、金属有機気相ＣＶＤ法（ＭＯＣＶＤ法）
【０１５５】
（ｄ）第２絶縁膜３１１Ｂの形成
つぎに、図１２に示すように、第２絶縁膜３１１Ｂを形成する。
【０１５６】
ここでは、図１２に示すように、第２絶縁膜３１１Ｂについて、トレンチＴＲの内側において、第１絶縁膜３１１Ａを介して、トレンチＴＲの側面および底面を被覆するように形成する。これと共に、第２絶縁膜３１１Ｂについて、第１絶縁膜３１１Ａを介在して半導体基板１０１の裏面（上面）を被覆するように形成する。
【０１５７】
第２絶縁膜３１１Ｂについては、たとえば、下記の条件で形成することが好適である。
・材料：SiO_2（屈折率ｎ＝１．５），ＳｉＯＣ（屈折率ｎ＝１．１）
・厚み：５０ｎｍ～５００ｎｍ
・形成方法：スパッタ法、ＣＶＤ法
【０１５８】
（ｅ）遮光層３１３の形成
つぎに、図１３に示すように、遮光層３１３を形成する。
【０１５９】
ここでは、図１３に示すように、遮光層３１３を画素分離部３０１に設ける。
【０１６０】
本実施形態においては、第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂとの両者が一体になるように、遮光層３１３を設ける。

【０１６１】
具体的には、第１遮光部３１３Ａが絶縁層３１１を介してトレンチＴＲの内部を埋め込まれると共に、第２遮光部３１３Ｂが絶縁層３１１を介して半導体基板１０１の裏面（上面）を被覆するように、遮光層３１３を形成する。
【０１６２】
遮光層３１３の形成については、まず、光を遮光する遮光材料を、絶縁層３１１を介してトレンチＴＲの内部に埋め込むことで、第１遮光部３１３Ａを形成する。そして、これと共に、光を遮光する遮光材料を、半導体基板１０１の裏面（上面）を被覆するように成膜する。そして、その半導体基板１０１の裏面（上面）を被覆する部分をパターン加工することで、第２遮光部３１３Ｂを形成する。
【０１６３】
たとえば、下記の条件で、遮光層３１３を形成する。
・材料：Ｔｉ，Ｔｉ，Ｗ，Ａｌなどの金属材料
・第１遮光部３１３Ａの下面側の幅ＨＡ１：０ｎｍ～５０ｎｍ
（幅としての制限はなく、トレンチＴＲの形状と絶縁膜３１１の膜厚により決定される。）
・第１遮光部３１３Ａの上面側の幅ＨＡ２：５０～２００ｎｍ
（幅としての制限はなく、トレンチＴＲの形状と絶縁膜３１１の膜厚により決定される。）
・第１遮光部３１３Ａの深さＤＡ：１００ｎｍ～３００ｎｍ
（半導体基板１０１の上面から第１遮光部３１３Ａが配線層１１１の側に、５０ｎｍ以上入り込んでいることで、光学的特性の改善が顕著に現れる。）
・第２遮光部３１３Ｂの幅ＨＢ：２００ｎｍ～３００ｎｍ
・第２遮光部３１３Ｂ厚みＴＢ：１００ｎｍ～５００ｎｍ
（遮光層３１３に使用する金属材料と成膜方法により最適化される。指標としては、６００ｎｍ～８００ｎｍの光減衰率がー８０ｄＢになるように、この厚みが設定される。）
【０１６４】
また、図５，図６に示したように、第２遮光部３１３Ｂについては、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺部分（（ｂ）の場合）とにおいて、互いに異なった位置になるように形成する。
【０１６５】
ここでは、画素領域ＰＡの周辺部分においては、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図５（ｂ）では右側）へシフトするように、第２遮光部３１３Ｂを形成する。すなわち、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘで離れるように、第２遮光部３１３Ｂを形成する。
【０１６６】
このように、第２遮光部３１３Ｂについては、いわゆる「瞳補正」を実施して形成する。
【０１６７】
たとえば、シフト量Ｄｘは、画素Ｐのサイズ及びマイクロレンズＭＬと受光面ＪＳとの距離で決定される。シフト量Ｄｘの算出は、たとえば、光線追跡方法やＦＤＴＤ法を用いて実施される。
【０１６８】
（ｆ）カラーフィルタＣＦ，マイクロレンズＭＬの形成
つぎに、図３に示したように、カラーフィルタＣＦ，マイクロレンズＭＬの各部材を形成する。
【０１６９】
ここでは、遮光層３１３が設けられた半導体基板１０１の裏面（上面）に、平坦化膜Ｈ

Ｔを形成する。
【０１７０】
この後、カラーフィルタＣＦを形成する。
【０１７１】
たとえば、顔料や染料などの色素と感光性樹脂とを含む塗布液を、スピンコート法などのコーティング方法によって塗布して塗膜を形成後、リソグラフィ技術によって、その塗膜をパターン加工する。このようにして、各フィルタ層ＣＦＲ，ＣＦＧ，ＣＦＢを形成することで、カラーフィルタＣＦを設ける。
【０１７２】
この後、カラーフィルタＣＦの上面に、マイクロレンズＭＬを設ける。
【０１７３】
たとえば、感光性樹脂膜をフォトリソグラフィ技術でパターン加工した後に、リフロー処理でレンズ形状に変形させることで、マイクロレンズＭＬを形成する。この他に、レンズ材膜上にレンズ形状のレジストパターンを形成後、そのレジストパターンをマスクとしてエッチバック処理を実施することで、マイクロレンズＭＬを形成しても良い。
【０１７４】
このように各工程を順次実施することで、「裏面照射型」のＣＭＯＳ型イメージセンサを完成させる。
【０１７５】
（Ｃ）まとめ
以上のように、本実施形態では、画素分離部３０１が、画素領域ＰＡにおいて複数の画素Ｐの間に介在するように半導体基板１０１の内部に設けられている。画素分離部３０１においては、半導体基板１０１の裏面（上面）側に形成されたトレンチＴＲの内部に第１遮光部３１３Ａが設けられている。これと共に、半導体基板１０１の裏面（上面）上には、第２遮光部３１３Ｂが、設けられている。ここでは、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡの中心よりも周辺において、その第２遮光部３１３Ｂの中心が、画素分離部３０１の中心に対して、画素領域ＰＡの周辺の側へ多くシフトするように形成されている。
【０１７６】
つまり、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂについて、「瞳補正」が実施されている。
【０１７７】
図１４は、実施形態１において、固体撮像装置に入射光が入射する様子を示す断面図である。
【０１７８】
図１４では、図５（ｂ）と同様に、画素領域ＰＡの周辺部分（図１，図２参照）を示している。図１４において、（ａ）は、本実施形態と異なり、第２遮光部３１３Ｂについては、「瞳補正」を実施しなかった場合を示している。これに対して、（ｂ）は、本実施形態の場合であり、「瞳補正」を実施した場合を示している。
【０１７９】
図１４に示すように、画素領域ＰＡの周辺部分（図１，図２参照）においては、半導体基板１０１の裏面に対して垂直に光線が入射せず、傾斜した光線Ｈ２が入射する。ここでは、光線Ｈ２は、半導体基板１０１の裏面へ向かう際に、画素領域ＰＡの中心から周辺へ進行するように傾斜する。
【０１８０】
傾斜して入射する光線Ｈ２のうち、光ベクトルＬ１は、図１４（ａ），（ｂ）に示すように、絶縁層３１１に入射後、遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａで反射される。そして、その反射された光ベクトルＬ１が、フォトダイオード２１に入射し、光電変換される。
【０１８１】
また、傾斜して入射する光線Ｈ２のうち、光ベクトルＬ２，Ｌ３は、図１４（ａ），（ｂ）に示すように、遮光層３１３の第２遮光部３１３Ｂで遮光される。このうち、光ベク

トルＬ２は、遮光層３１３の第２遮光部３１３Ｂの側面で反射される。
【０１８２】
このとき、図１４（ａ）に示すように、第２遮光部３１３Ｂについて、「瞳補正」を実施しなかった場合には、その反射した部分から、半導体基板１０１の裏面までの距離が長いので、光電変換される前に減衰する。
【０１８３】
これに対して、図１４（ｂ）に示すように、第２遮光部３１３Ｂについて、「瞳補正」を実施した場合には、その反射した部分から、半導体基板１０１の裏面までの距離が短いので減衰されずに、フォトダイオード２１へ入射し、光電変換される。このように、「瞳補正」を実施した場合には、効率的に光をフォトダイオード２１へ到達可能である。よって、撮像画像の画像品質を向上可能である。
【０１８４】
また、傾斜して入射する光線Ｈ２のうち、光ベクトルＬ４は、図１４（ａ）に示すように、第２遮光部３１３Ｂについて、「瞳補正」を実施しなかった場合、第２遮光部３１３Ｂで遮光されず、隣接する画素Ｐのフォトダイオード２１へ入射する。このため、「混色」などが生じ、撮像画像の画像品質が低下する場合がある。
【０１８５】
しかしながら、図１４（ｂ）に示すように、第２遮光部３１３Ｂについて、「瞳補正」を実施した場合、光ベクトルＬ４は、第２遮光部３１３Ｂで遮光され、隣接する画素Ｐのフォトダイオード２１へ入射しない。このため、本実施形態では、「混色」などの発生を抑制し、撮像画像の画像品質を向上可能である。
【０１８６】
したがって、本実施形態においては、撮像画像の画像品質を向上できる。
【０１８７】
また、本実施形態では、絶縁層３１１を構成する第１絶縁膜３１１Ａが、トレンチＴＲの内側の面を被覆するように設けられている。また、第１絶縁膜３１１Ａを介在してトレンチＴＲの内側の面を被覆するように、第２絶縁膜３１１Ｂが設けられている。第１絶縁膜３１１Ａは、屈折率が半導体基板１０１と第２絶縁膜３１１Ｂとの間の材料を用いて形成されている。このため、半導体基板１０１とトレンチＴＲとの界面においては、屈折率の差が小さいので、その界面において光が反射することを抑制できる。
よって、穂実施形態では、表面反射率抑制の効果を更に好適に奏することができる。
【０１８８】
＜２．実施形態２＞
（Ａ）装置構成など
図１５は、実施形態２において、固体撮像装置の要部を示す図である。
【０１８９】
図１５は、図５および図６の（ｂ）と同様に、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。図１５において、（ａ）は、画素分離部３０１の断面図であり、（ｂ）は、画素分離部３０１の上面図である。
【０１９０】
図１５に示すように、本実施形態では、図５および図６の（ｂ）と対比して判るように、画素領域ＰＡの周辺部分において、遮光層３１３の第２遮光部３１３Ｂの位置が、実施形態１と異なる。この点、および、これに関連する点を除き、本実施形態は、実施形態１と同様である。このため、重複する部分については、適宜、記載を省略する。
【０１９１】
図１５に示すように、遮光層３１３のうち、第１遮光部３１３Ａについては、実施形態１の場合と同様に、絶縁層３１１を介して、トレンチＴＲの内部を埋め込むように形成されている。
【０１９２】

遮光層３１３のうち、第２遮光部３１３Ｂは、図１５に示すように、絶縁層３１１を介して、半導体基板１０１の裏面（上面）の上方に形成されている。

【０１９３】

また、画素領域ＰＡ（図２参照）の周辺部分では、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図５では右側）へシフトするように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。つまり、第２遮光部３１３Ｂについては、いわゆる「瞳補正」が実施されている。

【０１９４】

しかし、本実施形態では、図１５に示すように、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間のシフト量Ｄｘが、実施形態１の場合よりも大きくなるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。

【０１９５】

具体的には、実施形態１の場合には、半導体基板１０１の裏面（上面）において、トレンチＴＲの上面が位置する部分の範囲内に、第２遮光部３１３Ｂが位置するように形成されている（図５，図６の（ｂ）などを参照）。

【０１９６】

一方で、本実施形態では、図１５（ａ），（ｂ）に示すように、第２遮光部３１３Ｂは、半導体基板１０１の裏面（上面）において、トレンチＴＲの上面が位置する部分の範囲と、その範囲以外の部分に位置するように形成されている。すなわち、半導体基板１０１の裏面（上面）において、トレンチＴＲの上面が位置する部分の範囲から所定のシフト量Ｇｘがシフトするように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。

【０１９７】

これにより、本実施形態では、遮光層３１３は、第１遮光部３１３Ａの上面が、第２遮光部３１３Ｂで被覆されず、露出して光が入射する部分を含むように形成されている。

【０１９８】

（Ｂ）まとめ

以上のように、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡの中心よりも周辺において、その第２遮光部３１３Ｂの中心が、画素分離部３０１の中心に対して、画素領域ＰＡの周辺の側へ多くシフトするように形成されている。

【０１９９】

つまり、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂについて、「瞳補正」が実施されている。

【０２００】

したがって、本実施形態においては、実施形態１の場合と同様に、撮像画像の画像品質を向上できる。

【０２０１】

特に、本実施形態においては、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間のシフト量Ｄｘが、実施形態１の場合よりも大きくなるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている（図１５参照）。

【０２０２】

このため、本実施形態では、実施形態１の場合よりも、さらに効率的に光をフォトダイオード２１へ到達可能である。また、「混色」などの発生をさらに効果的に抑制できる。

【０２０３】

図１６は、実施形態２において、固体撮像装置に入射光が入射する様子を示す断面図である。

【０２０４】

図１６では、図１５（ａ）と同様に、画素領域ＰＡの周辺部分（図１，図２参照）を示している。

【０２０５】

図１６に示すように、画素領域ＰＡの周辺部分（図１，図２参照）においては、半導体

基板１０１の裏面に対して垂直に光線が入射せず、傾斜した光線Ｈ２が入射する。ここでは、光線Ｈ２は、半導体基板１０１の裏面へ向かう際に、画素領域ＰＡの中心から周辺へ進行するように傾斜する。

【０２０６】

この傾斜して入射する光線Ｈ２のうち、光ベクトルＬ１は、図１６に示すように、絶縁層３１１に入射後、遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａで反射される。そして、その反射された光ベクトルＬ１が、フォトダイオード２１に入射し、光電変換される。

【０２０７】

傾斜して入射する光線Ｈ２のうち、光ベクトルＬ２，Ｌ３は、図１６に示すように、遮光層３１３の第２遮光部３１３Ｂで遮光される。このうち、光ベクトルＬ３は、遮光層３１３の第２遮光部３１３Ｂの側面で反射される。そして、フォトダイオード２１へ入射し、光電変換される。このため、本実施形態では、効率的に光をフォトダイオード２１へ到達可能である。よって、撮像画像の画像品質を向上可能である。

【０２０８】

傾斜して入射する光線Ｈ２のうち、光ベクトルＬ４は、図１６に示すように、第２遮光部３１３Ｂで遮光され、隣接する画素Ｐのフォトダイオード２１へ入射しない。本実施形態では、実施形態１の場合よりも、第２遮光部３１３Ｂが画素領域ＰＡの周辺側へシフトするように「瞳補正」がされている。このため、本実施形態では、さらに効果的に、「混色」などの発生を抑制し、撮像画像の画像品質を向上可能である。

【０２０９】

＜３．実施形態３＞

（Ａ）装置構成など

図１７は、実施形態３において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【０２１０】

図１７は、図１５と同様に、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。図１７において、（ａ）は、画素分離部３０１の断面図であり、（ｂ）は、画素分離部３０１の上面図である。

【０２１１】

図１７に示すように、本実施形態においては、図１５と対比して判るように、遮光層３１３の第２遮光部３１３Ｂの幅ＨＢＳが、実施形態２と異なる。この点、および、これに関連する点を除き、本実施形態は、実施形態２と同様である。このため、重複する部分については、適宜、記載を省略する。

【０２１２】

遮光層３１３のうち、第２遮光部３１３Ｂは、図１７に示すように、実施形態２の場合と同様に、絶縁層３１１を介して、半導体基板１０１の裏面（上面）の上方に形成されている。

【０２１３】

また、画素領域ＰＡ（図２参照）の周辺部分では、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図１７では右側）へシフトするように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。つまり、第２遮光部３１３Ｂについては、いわゆる「瞳補正」が実施されている。

【０２１４】

さらに、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間のシフト量Ｄｘが、実施形態２と同様に、実施形態１の場合よりも大きくなるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。

【０２１５】

しかし、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂは、実施形態２の場合と異なり、半導体基板１０１の裏面（上面）において、トレンチＴＲの上面が位置する部分の範囲内に位置するように形成されている。

【０２１６】
また、第２遮光部３１３Ｂは、図１７に示すように、画素領域ＰＡの周辺部分では、幅ＨＢＳが、中心部分よりも狭くなるように形成されている。第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡの中心部分では、実施形態１の場合と同様な幅ＨＢで形成されている（図５（ａ）参照）。
【０２１７】
これにより、本実施形態の遮光層３１３においては、実施形態２と同様に、第１遮光部３１３Ａの上面が、第２遮光部３１３Ｂで被覆されず、露出する部分を含むように形成されている。
【０２１８】
（Ｂ）まとめ
以上のように、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡの中心よりも周辺において、その第２遮光部３１３Ｂの中心が、画素分離部３０１の中心に対して、画素領域ＰＡの周辺の側へ多くシフトするように形成されている。
【０２１９】
つまり、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂについて、「瞳補正」が実施されている。
【０２２０】
したがって、本実施形態においては、実施形態２の場合と同様に、撮像画像の画像品質を向上できる。
【０２２１】
実施形態２の場合には、図１５（ａ）に示したように、画素領域ＰＡの周辺部分では、トレンチＴＲの上面が位置する部分の範囲以外の部分にも、第２遮光部３１３Ｂが位置している。このため、実施形態２では、実効的な遮光幅ＥＨは、第２遮光部３１３Ｂの幅ＨＢと第１遮光部３１３Ａの上面が露出した部分の幅とを加算した値になる。
【０２２２】
これに対して、本実施形態では、図１７に示すように、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡの周辺部分では、半導体基板１０１の裏面（上面）において、トレンチＴＲの上面が位置する部分の範囲内に位置するように形成されている。そして、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡの周辺部分では、幅ＨＢＳが、中心部分よりも狭くなるように形成されている。このため、本実施形態では、実効的な遮光幅ＥＨは、第２遮光部３１３Ｂの幅ＨＢＳと第１遮光部３１３Ａの上面が露出した部分の幅とを加算した値になる。
【０２２３】
このように、画素領域ＰＡの周辺部分では、本実施形態における第２遮光部３１３Ｂの幅ＨＢＳは、実施形態２の場合の幅ＨＢよりも狭い。このため、実効的な遮光幅ＥＨは、本実施形態の場合（図１７（ａ）参照）が、実施形態２の場合（図１５（ａ）参照）よりも狭い。
【０２２４】
実施形態２の場合のように実効的な遮光幅ＥＨが広い場合には、感度の低下が生ずる。そして、この感度の低下が画素領域ＰＡ内で連続的に発生するので、「シェーディング」が撮像画像に生じ、画像品質の低下が生ずる場合がある。しかしながら、本実施形態においては、上記したように、実効的な遮光幅ＥＨは、実施形態２の場合よりも狭いので、「シェーディング」の発生を抑制し、画像品質を向上できる。
【０２２５】
図１８は、実施形態３において、固体撮像装置に入射光が入射する様子を示す断面図である。
【０２２６】
図１８では、図１７（ａ）と同様に、画素領域ＰＡの周辺部分（図１，図２参照）を示している。
【０２２７】

図１８に示すように、画素領域ＰＡの周辺部分（図１，図２参照）において、第２遮光部３１３Ｂの幅ＨＢＳが狭い場合には、まわり込みによる光Ｌ５が、他の画素へ進行する場合がある。

第２遮光部３１３Ｂで反射した光が、屈折率が低い第２絶縁膜３１１Ｂの中に進入すると、回りこみが発生する。そうすると、第１遮光部３１３Ａと、その第１遮光部３１１Ａに囲まれた第２遮光部３１１Ｂは、光導波路として機能するため、その回りこんだ光Ｌ５が、他の画素Ｐへまわり込む場合がある。

【０２２８】

このため、この光Ｌ５に起因して、「混色」の発生が増加することが考えられる。

【０２２９】

しかしながら、本実施形態では、トレンチＴＲ内に第１遮光部３１３Ａが設けられているので、この光Ｌ５を第１遮光部３１３Ａが遮光し、他の画素Ｐへ入射しない。よって、本実施形態では、「混色」の発生を効果的に抑制可能である。

【０２３０】

＜４．実施形態４＞

（Ａ）装置構成など

図１９，図２０は、実施形態４において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【０２３１】

図１９は、図５と同様に、画素分離部３０１の断面図である。図２０は、図６と同様に、画素分離部３０１の上面図である。図１９，図２０において、（ａ）は、図２に示す画素領域ＰＡの中心部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｃ－Ｘ２Ｃ部分を示している。これに対して、（ｂ）は、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。

【０２３２】

図１９，図２０に示すように、本実施形態においては、図５，図６と対比して判るように、画素分離拡散層１０１ｐｂが更に設けられている。この点、および、これに関連する点を除き、本実施形態は、実施形態１と同様である。このため、重複する部分については、適宜、記載を省略する。

【０２３３】

図１９，図２０に示すように、画素分離拡散層１０１ｐｂは、画素分離部３０１に設けられている。

【０２３４】

画素分離拡散層１０１ｐｂは、フォトダイオード２１において信号電荷を蓄積するｎ型半導体領域１０１ｎとは異なる導電型の不純物が拡散されて形成されている。具体的には、画素分離拡散層１０１ｐｂは、半導体基板１０１にｐ型不純物がイオン注入されることで形成されており、複数の画素Ｐのそれぞれに設けられたフォトダイオード２１（図３参照）の間を電気的に分離している。

【０２３５】

たとえば、画素分離拡散層１０１ｐｂは、下記の条件で形成されている。

・不純物濃度：5×10^{16}～5×10^{18} cm^{-3}

【０２３６】

画素分離拡散層１０１ｐｂは、図１９，図２０に示すように、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分および周辺部分において、水平方向ｘにおける中心軸が、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致するように形成されている。図示を省略しているが、垂直方向ｙにおいても、画素分離拡散層１０１ｐｂは、垂直方向ｙにおける中心軸が、画素分離部３０１の垂直方向ｙにおける中心軸に一致するように形成されている。

【０２３７】

そして、この画素分離拡散層１０１ｐｂが設けられた半導体基板１０１に、実施形態１と同様に、トレンチＴＲが設けられ、絶縁層３１１と遮光層３１３とが、そのトレンチＴ

Ｒの内部に設けられている。
【０２３８】
つまり、図１９，図２０に示すように、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（（ａ）の場合）と、画素領域ＰＡの周辺部分（（ｂ）の場合）とにおいて、互いに異なった位置に形成されている。
【０２３９】
（Ｂ）まとめ
以上のように、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡの中心よりも周辺において、その第２遮光部３１３Ｂの中心が、画素分離部３０１の中心に対して、画素領域ＰＡの周辺の側へ多くシフトするように形成されている。
【０２４０】
つまり、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂについて、「瞳補正」が実施されている。
【０２４１】
また、画素分離拡散層１０１ｐｂを設けているので、複数の画素Ｐの間における分離を好適に発現させることができる。
【０２４２】
したがって、本実施形態においては、実施形態１の場合と同様に、撮像画像の画像品質を向上できる。
【０２４３】
本実施形態では、半導体基板１０１に、実施形態１と同様に、トレンチＴＲを設け、そのトレンチＴＲの内部に絶縁層３１１と遮光層３１３とを設ける場合について示したが、これに限定されない。実施形態２，実施形態３と同様に、遮光層３１３などを形成しても良い。
【０２４４】
＜５．実施形態５＞
（Ａ）装置構成など
図２１は、実施形態５において、固体撮像装置の要部を示す図である。
【０２４５】
図２１は、図１９および図２０の（ｂ）と同様に、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。図２１において、（ａ）は、画素分離部３０１の断面図であり、（ｂ）は、画素分離部３０１の上面図である。
【０２４６】
図２１に示すように、本実施形態では、図１９および図２０の（ｂ）と対比して判るように、画素領域ＰＡの周辺部分においては、トレンチＴＲ，絶縁層３１１，遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａの位置が、実施形態４と異なる。この点、および、これに関連する点を除き、本実施形態は、実施形態４と同様である。このため、重複する部分については、適宜、記載を省略する。
【０２４７】
図２１に示すように、画素分離部３０１は、実施形態４と同様に、画素分離拡散層１０１ｐｂが設けられている。
【０２４８】
そして、画素分離部３０１においては、図２１に示すように、半導体基板１０１の裏面（上面）側に、トレンチＴＲが設けられている。また、画素分離部３０１においては、絶縁層３１１と遮光層３１３とのそれぞれが、トレンチＴＲの内部に設けられている。
【０２４９】
具体的には、トレンチＴＲは、図２１に示すように、実施形態４の場合と異なり、画素領域ＰＡ（図２参照）の周辺部分では、水平方向ｘにおける中心軸３１３ＡＣＸが、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致しない。

【０２５０】
ここでは、図２１に示すように、トレンチＴＲの中心軸３１３ＡＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図２１では右側）へシフトするように、トレンチＴＲが形成されている。すなわち、トレンチＴＲの中心軸３１３ＡＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘで離れるように、トレンチＴＲが形成されている。
【０２５１】
本実施形態では、トレンチＴＲは、画素分離拡散層１０１ｐｂが形成された部分に形成されている。
【０２５２】
そして、図２１に示すように、そのトレンチＴＲの内面を被覆するように、絶縁層３１１が、実施形態４と同様に設けられている。
【０２５３】
ここでは、図２１に示すように、画素領域ＰＡの周辺部では、トレンチＴＲがシフトしているので、絶縁層３１１についても、これと同様に、シフトした位置に設けられている。つまり、トレンチＴＲ内の絶縁層３１１の中心軸３１３ＡＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図２１では右側）へシフトするように、絶縁層３１１が形成されている。
【０２５４】
そして、図２１に示すように、絶縁膜３１１で内面が被覆されたトレンチＴＲの内部を埋め込むように、遮光層３１３が設けられている。
【０２５５】
ここでは、遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａは、実施形態４の場合と異なり、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（図１９（ａ）参照）と、画素領域ＰＡの周辺部分（図２１（ａ）の場合）とにおいて、異なった位置に形成されている。
【０２５６】
具体的には、図２１で示すように、画素領域ＰＡ（図２参照）の周辺部分では、第１遮光部３１３Ａは、水平方向ｘにおける中心軸３１３ＡＣＸが、画素分離部３０１の水平方向ｘにおける中心軸３０１ＣＸに一致していない。第１遮光部３１３Ａの中心軸３１３ＡＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図２１では右側）へシフトするように、第１遮光部３１３Ａが形成されている。すなわち、第１遮光部３１３Ａの中心軸３１３ＡＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘで離れるように、第１遮光部３１３Ａが形成されている。
【０２５７】
また、遮光層３１３の第２遮光部３１３Ｂは、実施形態４の場合と同様に、画素領域ＰＡ（図２参照）の中心部分（図１９（ａ）参照）と、画素領域ＰＡの周辺部分（図２１（ａ）の場合）とにおいて、異なった位置に形成されている。ここでは、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図２１では右側）へシフトするように、第１遮光部３１３Ａが形成されている。すなわち、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘで離れるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。
【０２５８】
このように、本実施形態では、トレンチＴＲ、絶縁層３１１、および、遮光層３１３を構成する第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂとの両者について、いわゆる「瞳補正」が実施されている。ここでは、各画素分離部３０１において、第１遮光部３１３Ａの中心軸３１３ＡＣＸと第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸとが互いに一致するように、遮光層３１３が形成されている。
【０２５９】

本実施形態では、画素領域ＰＡを中心部と、その周辺部とに区画し、画素領域ＰＡを中心部では、図１９および図２０の（ａ）のように、遮光層３１３などの各部を設けている。これに対して、画素領域ＰＡの周辺部では、図２１の（ａ），（ｂ）のように、遮光層３１３などの各部を設けている。

【０２６０】

この他に、遮光層３１３などの各部については、画素領域ＰＡの中心から周辺へ向かうに伴って、各部の中心軸３１３ＡＣＸ，３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間のシフト量Ｄｘが大きくなるように形成してもよい。

【０２６１】

具体的には、水平方向ｘに並ぶ複数の画素Ｐの間の各画素分離部３０１に設けられるトレンチＴＲ、第１遮光部３１３Ａ、第２遮光部３１３Ｂについて、その水平方向ｘにおけるピッチが、その画素分離部３０１のピッチよりも広くなるように形成する。また、垂直方向ｙに並ぶ複数の画素Ｐの間の各画素分離部３０１に設けられるトレンチＴＲ、第１遮光部３１３Ａ、第２遮光部３１３Ｂについて、その垂直方向ｙにおけるピッチが、その画素分離部３０１のピッチよりも広くなるように形成する。

【０２６２】

すなわち、画素領域ＰＡにおいて一対の画素Ｐの間のそれぞれに設けた画素分離部３０１とトレンチＴＲとについて、画素分離部３０１よりもトレンチＴＲの方が広いピッチで画素領域ＰＡに並ぶように形成する。また、画素領域ＰＡにおいて一対の画素Ｐの間のそれぞれに設けた画素分離部３０１と第１遮光部３１３Ａとについて、画素分離部３０１よりも第１遮光部３１３Ａの方が広いピッチで画素領域ＰＡに並ぶように形成する。また、画素領域ＰＡにおいて一対の画素Ｐの間のそれぞれに設けた画素分離部３０１と、第２遮光部３１３Ｂとについて、画素分離部３０１よりも第２遮光部３１３Ｂの方が広いピッチで画素領域ＰＡに並ぶように形成する。さらに、トレンチＴＲと第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂとについては、画素領域ＰＡにおいて互いに同じピッチで並ぶように形成する。

【０２６３】

（Ｂ）まとめ

以上のように、本実施形態では、第２遮光部３１３Ｂは、画素領域ＰＡの中心よりも周辺において、その第２遮光部３１３Ｂの中心が、画素分離部３０１の中心に対して、画素領域ＰＡの周辺の側へ多くシフトするように形成されている。

【０２６４】

したがって、本実施形態においては、実施形態４の場合と同様に、撮像画像の画像品質を向上できる。

【０２６５】

この他に、本実施形態では、トレンチＴＲ、絶縁層３１１、および、遮光層３１３を構成する第１遮光部３１３Ａについても、いわゆる「瞳補正」が実施されている。

【０２６６】

実施形態３のように、画素領域ＰＡの周辺部において、第２遮光部３１３Ｂの幅を狭くする場合には（図１７参照）、第２遮光部３１３Ｂの加工が容易でない場合がある。しかし、本実施形態では、画素領域ＰＡの全体において、トレンチＴＲ、絶縁層３１１、および、遮光層３１３の構造が同一であり、第２遮光部３１３Ｂの幅が狭くないので、好適に加工を実施できる。

【０２６７】

また、本実施形態では、画素分離拡散層１０１ｐｂが形成された部分にトレンチＴＲを形成している。このため、感度や飽和電子数を変えずに、「瞳補正」を実施できる。

【０２６８】

＜６．実施形態６＞

（Ａ）装置構成など

図２２は、実施形態６において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【０２６９】
図２２は、図２１と同様に、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。図２２において、（ａ）は、画素分離部３０１の断面図であり、（ｂ）は、画素分離部３０１の上面図である。
【０２７０】
図２２に示すように、本実施形態では、図２１と対比して判るように、画素領域ＰＡの周辺部分においては、遮光層３１３の第２遮光部３１３Ｂの位置が、実施形態５と異なる。この点、および、これに関連する点を除き、本実施形態は、実施形態５と同様である。このため、重複する部分については、適宜、記載を省略する。
【０２７１】
図２２に示すように、遮光層３１３のうち、第１遮光部３１３Ａについては、実施形態５の場合（図２１参照）と同様に、絶縁層３１１を介して、トレンチＴＲの内部を埋め込むように形成されている。
【０２７２】
具体的には、画素領域ＰＡ（図２参照）の周辺部分では、第１遮光部３１３Ａの中心軸３１３ＡＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図２１では右側）へシフトするように、第１遮光部３１３Ａが形成されている。すなわち、第１遮光部３１３Ａの中心軸３１３ＡＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘで離れるように、第１遮光部３１３Ａが形成されている。
【０２７３】
また、第２遮光部３１３Ｂは、図２２に示すように、絶縁層３１１を介して、半導体基板１０１の裏面（上面）の上方に形成されている。
【０２７４】
具体的には、画素領域ＰＡ（図２参照）の周辺部分では、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図２１では右側）へシフトするように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。すなわち、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘｂで離れるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。
【０２７５】
本実施形態では、図２２に示すように、シフト量Ｄｘｂが、実施形態５の場合（図２１参照）よりも大きくなるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。つまり、図２２に示すように、第１遮光部３１３Ａのシフト量Ｄｘよりも、第２遮光部３１３Ｂのシフト量Ｄｘｂが大きくなるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている。
【０２７６】
（Ｂ）まとめ
以上のように、本実施形態では、トレンチＴＲ、絶縁層３１１、および、遮光層３１３を構成する第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂについて、いわゆる「瞳補正」が実施されている。
【０２７７】
したがって、本実施形態においては、実施形態５の場合と同様に、撮像画像の画像品質を向上できる。
【０２７８】
特に、本実施形態においては、第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間のシフト量Ｄｘが、実施形態５の場合よりも大きくなるように、第２遮光部３１３Ｂが形成されている（図２２参照）。つまり、実施形態５の遮光層３１３を、実施形態２の遮光層３１３で置換した構成である。
【０２７９】

このため、本実施形態では、実施形態２で説明したように、実施形態５の場合よりも、さらに効率的に光をフォトダイオード２１へ到達可能である。また、「混色」などの発生をさらに効果的に抑制できる。

【０２８０】

本実施形態では、実施形態５の遮光層３１３を、実施形態２の遮光層３１３で置換した構成であるが、これに限定されない。実施形態５の遮光層３１３を、実施形態３の遮光層３１３で置換した構成でも良い。

【０２８１】

＜７．実施形態７＞

（Ａ）装置構成など

図２３は、実施形態７において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【０２８２】

図２３は、図２１と同様に、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。図２３は、画素分離部３０１の断面を示している。

【０２８３】

図２３に示すように、本実施形態では、図２１と対比して判るように、画素領域ＰＡの周辺部分においては、トレンチＴＲ，絶縁層３１１，遮光層３１３の各位置が、実施形態５と異なる。この点、および、これに関連する点を除き、本実施形態は、実施形態５と同様である。このため、重複する部分については、適宜、記載を省略する。

【０２８４】

図２３に示すように、画素分離部３０１においては、実施形態５と同様に、画素分離拡散層１０１ｐｂが設けられている。

【０２８５】

そして、画素分離部３０１においては、図２３に示すように、トレンチＴＲの中心軸３１３ＡＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘで離れるように、トレンチＴＲが形成されている。また、トレンチＴＲ内の絶縁層３１１の中心軸３１３ＡＣＸが、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸよりも、画素領域ＰＡの周辺側（図２参照。図２１では右側）へシフトするように、絶縁層３１１が形成されている。そして、第１遮光部３１３Ａおよび第２遮光部３１３Ｂの中心軸３１３ＡＣＸ，３１３ＢＣＸと、画素分離部３０１の中心軸３０１ＣＸとの間が、水平方向ｘにおいて所定のシフト量Ｄｘで離れるように形成されている。

【０２８６】

このように、本実施形態では、トレンチＴＲ、絶縁層３１１、および、遮光層３１３を構成する第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂとのそれぞれについて、「瞳補正」が同様に実施されている。

【０２８７】

しかしながら、本実施形態では、図２３に示すように、実施形態５の場合よりも、シフト量Ｄｘが大きくなるように、各部が形成されている。

【０２８８】

ここでは、図２３に示すように、トレンチＴＲは、半導体基板１０１の裏面（上面）において、画素分離拡散層１０１ｐｂが形成された部分と、その部分以外の部分に位置するように形成されている。

【０２８９】

また、本実施形態では、半導体基板１０１においてｎ型半導体領域１０１ｎの裏面側に設けられたｐ型半導体領域１０１ｐａの内部に位置するように、トレンチＴＲが形成されている。たとえば、ｐ型半導体領域１０１ｐａは、半導体基板１０１の裏面からの深さが、３００～５００ｎｍになるように形成されており、トレンチＴＲは、この深さよりも浅い深さで形成されている。

【０２９０】

（Ｂ）まとめ
以上のように、本実施形態では、トレンチＴＲ、絶縁層３１１、および、遮光層３１３を構成する第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂについて、いわゆる「瞳補正」が実施されている。
【０２９１】
したがって、本実施形態においては、実施形態５の場合と同様に、撮像画像の画像品質を向上できる。
【０２９２】
フォトダイオード２１の空乏層は、ｐ型半導体領域１０１ｐａ内の深くまでは広がらない。このため、ｐ型半導体領域１０１ｐａが存在する範囲は、光電変換や飽和電子数が変化しない。このため、本実施形態では、画素分離拡散層１０１ｐｂが形成された部分以外の部分にも、トレンチＴＲが形成されているが、感度や、飽和電子数が変化しない。
【０２９３】
＜８．実施形態８＞
（Ａ）装置構成など
図２４は、実施形態８において、固体撮像装置の要部を示す図である。
【０２９４】
図２４は、図２１と同様に、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。図２４は、画素分離部３０１の断面を示している。
【０２９５】
図２４に示すように、本実施形態では、図２１と対比して判るように、画素領域ＰＡの周辺部分においては、トレンチＴＲが、実施形態５の場合と異なる。この点、および、これに関連する点を除き、本実施形態は、実施形態５と同様である。このため、重複する部分については、適宜、記載を省略する。
【０２９６】
トレンチＴＲは、図２４に示すように、半導体基板１０１の裏面（上面）から表面（下面）の間を貫通するように形成されている。
【０２９７】
絶縁層３１１は、図２４に示すように、トレンチＴＲの内側であって、側面を被覆するように形成されている。
【０２９８】
遮光層３１３のうち、第１遮光部３１３Ａは、図２４に示すように、絶縁層３１１を介して、トレンチＴＲの内部を埋め込むように形成されている。ここでは、第１遮光部３１３Ａは、半導体基板１０１の裏面（上面）から表面（下面）の間を貫通するように形成されている。
【０２９９】
そして、第２遮光部３１３Ｂは、絶縁層３１１を介して、半導体基板１０１の裏面（上面）の上方に形成されている。
【０３００】
（Ｂ）まとめ
以上のように、本実施形態では、トレンチＴＲ、絶縁層３１１、および、遮光層３１３を構成する第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂについて、いわゆる「瞳補正」が実施されている。
【０３０１】
したがって、本実施形態においては、実施形態５の場合と同様に、撮像画像の画像品質を向上できる。
【０３０２】
特に、本実施形態では、トレンチＴＲが半導体基板１０１の裏面（上面）から表面（下面）の間を貫通するように形成されている。そして、そのトレンチＴＲの内側に、絶縁層

３１１と、遮光層３１３とが形成されている。遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａは、トレンチＴＲと同様に、半導体基板１０１の裏面（上面）から表面（下面）の間を貫通するように形成されている。

【０３０３】

このため、本実施形態では、半導体基板１０１の深さ方向ｚの全体に渡って、画素Ｐの間を遮光可能である。よって、「混色」の発生などをさらに好適に防止できる。

【０３０４】

本実施形態では、実施形態５の場合において、トレンチＴＲが貫通した構成を示したが、これに限定されない。他の実施形態の場合に、トレンチＴＲを貫通させても良い。

【０３０５】

＜９．実施形態９＞

（Ａ）装置構成など

図２５は、実施形態９において、固体撮像装置の要部を示す図である。

【０３０６】

図２５は、図２４と同様に、図２に示す画素領域ＰＡの周辺部分に配置された画素Ｐの間の画素分離部３０１であって、Ｘ１Ｓ－Ｘ２Ｓ部分を示している。図２５は、画素分離部３０１の断面を示している。

【０３０７】

図２５に示すように、本実施形態では、図２４と対比して判るように、画素領域ＰＡの周辺部分においては、遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａが、実施形態８の場合と異なる。この点、および、これに関連する点を除き、本実施形態は、実施形態８と同様である。このため、重複する部分については、適宜、記載を省略する。

【０３０８】

遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａは、図２５に示すように、半導体基板１０１の裏面（上面）から表面（下面）の間を貫通している。

【０３０９】

これと共に、遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａは、配線層１１１を構成する配線１１１ｈに接続するように設けられている。ここでは、配線層１１１において積層するように設けられた複数の配線１１１ｈのうち、半導体基板１０１に最も近い部分に設けられた配線１１１ｈに、第１遮光部３１３Ａが接続している。第１遮光部３１３Ａは、上記したように、金属材料であって、導電性を有するので、配線１１１ｈに電気的に接続されている。

【０３１０】

遮光層３１３の第１遮光部３１３Ａについては、配線１１１ｈを介して、電圧を印加しても良い。本実施形態においては、撮像動作の実施時に、たとえば、－１．０～３．０Ｖの負電圧を第１遮光部３１３Ａに印加することが好適である。これにより、正孔が界面付近に蓄積されるので、暗電流の発生を好適に防止できる（特開２００７－２５８６８４号公報参照）。

【０３１１】

（Ｂ）まとめ

以上のように、本実施形態では、トレンチＴＲ、絶縁層３１１、および、遮光層３１３を構成する第１遮光部３１３Ａと第２遮光部３１３Ｂについて、いわゆる「瞳補正」が実施されている。

【０３１２】

したがって、本実施形態においては、実施形態５の場合と同様に、撮像画像の画像品質を向上できる。

【０３１３】

また、本実施形態では、第１遮光部３１３Ａは、半導体基板１０１において、裏面（上面）の側の面と、表面（下面）側の面との間を貫通し、配線層１１１において絶縁層１１１ｚ中に設けられた配線１１１ｈに接続されている。そして、その配線１１１ｈを介して

、第１遮光部３１３Ａに電圧を印加することで、暗電流の発生を抑制している。よって、さらに、撮像画像の画像品質を向上できる。

【０３１４】

＜１０．その他＞

本技術の実施に際しては、上記した実施形態に限定されるものではなく、種々の変形例を採用することができる。

【０３１５】

上記の実施形態においては、カメラに本技術を適用する場合について説明したが、これに限定されない。スキャナーやコピー機などのように、固体撮像装置を備える他の電子機器に、本技術を適用しても良い。

【０３１６】

上記の実施形態では、転送トランジスタと増幅トランジスタと選択トランジスタとリセットトランジスタとの４種を、画素トランジスタとして設ける場合について説明したが、これに限定されない。たとえば、転送トランジスタと増幅トランジスタとリセットトランジスタとの３種を、画素トランジスタとして設ける場合に適用しても良い。

【０３１７】

上記の実施形態では、１つのフォトダイオードに対して、転送トランジスタと増幅トランジスタと選択トランジスタとリセットトランジスタとのそれぞれを１つずつ設ける場合について説明したが、これに限定されない。たとえば、複数のフォトダイオードに対して、増幅トランジスタと選択トランジスタとリセットトランジスタのそれぞれを１つずつ設ける場合に適用しても良い。

【０３１８】

また、ＣＭＯＳ型イメージセンサの他に、ＣＣＤ型イメージセンサに本技術を適用しても良い。

【０３１９】

また、上記の固体撮像装置の製造において、画素分離部３０１の形成する部分にトレンチＴＲを形成する際には、他の部分についても、同時に、トレンチを形成しても良い。たとえば、配線層１１１において配線１１１ｈと同様に形成されたパッド電極（図示無し）について表面を露出させる際に、その表面の上方に、上記と同一工程でトレンチを形成しても良い。このようにすることで、さらに、製造効率を向上させることができる。

【０３２０】

また、上記の実施形態の絶縁層３１１については、いわゆるＬＯＣＯＳ（Ｌｏｃａｌ Ｏｘｉｄａｔｉｏｎ ｏｆ Ｓｉｌｉｃｏｎ）プロセスによって形成しても良い。つまり、半導体基板１０１の面を局所的に酸化することで、絶縁層３１１を形成しても良い。

【０３２１】

その他、上記の各実施形態を、適宜、組み合わせても良い。

【０３２２】

つまり、本技術は、下記のような構成も取ることができる。

【０３２３】

（１）半導体基板の画素領域に間を隔てて並ぶ複数の画素のそれぞれに対応して、複数が前記半導体基板の内部に設けられており、入射光を受光面で受光する光電変換部と、

前記画素領域において前記複数の画素の間に介在するように前記半導体基板の内部に設けられている画素分離部と

を有し、

前記画素分離部は、

前記半導体基板の前記入射面側に形成されたトレンチの内部に設けられている第１遮光部と、

前記半導体基板の前記入射面側の面上であって、前記第１遮光部の前記入射面側に設けられている第２遮光部と

を少なくとも含み、

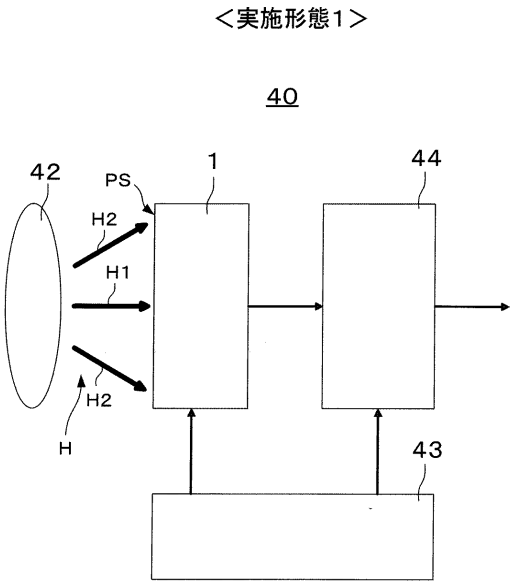
前記第２遮光部は、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該第２遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている、
固体撮像装置。
【０３２４】
（２）
前記画素分離部は、
前記トレンチの内部の面を被覆する絶縁層
を更に含み、
前記第１遮光部は、前記絶縁層を介して前記トレンチの内部を埋め込むように形成されている、
上記（１）に記載の固体撮像装置。
【０３２５】
（３）
前記絶縁層は、
前記トレンチの内側の面を被覆する第１絶縁膜と、
前記第１絶縁膜を介在して前記トレンチの内側の面を被覆する第２絶縁膜と
を含み、
前記第１絶縁膜は、屈折率が前記半導体基板と前記第２絶縁膜との間の材料を用いて形成されている、
上記（２）に記載の固体撮像装置。
（４）
前記トレンチは、前記半導体基板において前記入射面側の幅が、前記入射面と反対側の面の側の幅よりも広くなるように形成されている、
上記（１）～（３）のいずれかに記載の固体撮像装置。
【０３２６】
（５）
前記第２遮光部は、前記半導体基板の前記入射面側の面において、前記トレンチが位置する部分の範囲内に位置するように形成されている、
上記（１）～（４）のいずれかに記載の固体撮像装置。
【０３２７】
（６）
前記第２遮光部は、前記画素領域の周辺部分における幅が、前記画素領域の中心部分における幅よりも狭くなるように形成されている、
上記（５）に記載の固体撮像装置。
【０３２８】
（７）
前記画素分離部は、
前記光電変換部において信号電荷を蓄積する半導体領域とは異なる導電型の不純物が拡散された画素分離拡散層
を有する、
上記（１）～（６）のいずれかに記載の固体撮像装置。
【０３２９】
（８）
前記トレンチは、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該トレンチの中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている、
上記（１）～（７）のいずれかに記載の固体撮像装置。
【０３３０】
（９）

前記第１遮光部は、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該第１遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている、
請求項（８）に記載の固体撮像装置。
【０３３１】
（１０）
前記第１遮光部と前記第２遮光部とのそれぞれは、当該第１遮光部の中心軸と当該第２遮光部の中心軸とが互いに一致するように形成されている、
上記（９）に記載の固体撮像装置。
【０３３２】
（１１）
前記画素分離部は、
前記光電変換部において信号電荷を蓄積する半導体領域とは異なる導電型の不純物が拡散された画素分離拡散層
を有し、
前記トレンチは、前記半導体基板において前記画素分離拡散層が形成された部分に形成されている、
上記（８）に記載の固体撮像装置。
【０３３３】
（１２）
前記トレンチは、前記半導体基板において、前記入射面の側の面と、前記入射面とは反対側の面との間を貫通するように形成されている、
上記（１）～（１２）のいずれかに記載の固体撮像装置。
【０３３４】
（１３）
前記第１遮光部は、前記半導体基板において、前記入射面の側の面と、前記入射面とは反対側の面との間を貫通するように形成されている、
上記（１２）に記載の固体撮像装置。
【０３３５】
（１４）
前記半導体基板において前記入射面とは反対側の面に設けられており、前記光電変換部で生成された信号電荷を電気信号として出力する画素トランジスタと、
前記半導体基板において前記入射面とは反対側の面にて、前記画素トランジスタを被覆するように設けられている配線層と
を有する、
上記（１）～（１３）のいずれかに記載の固体撮像装置。
（１５）
前記第１遮光部は、前記半導体基板において、前記入射面の側の面と、前記入射面とは反対側の面との間を貫通し、前記配線層において絶縁層中に設けられた配線に接続されている、
上記（１４）に記載の固体撮像装置。
【０３３６】
（１６）
前記入射光が前記受光面へ透過するカラーフィルタ
を含み、
前記カラーフィルタは、
互いに異なる波長範囲の光について透過率が高い複数種のフィルタ層が、前記複数の画素のそれぞれに対応して互いに隣接して配置されている、
上記（１）～（１５）のいずれかに記載の固体撮像装置。
【０３３７】

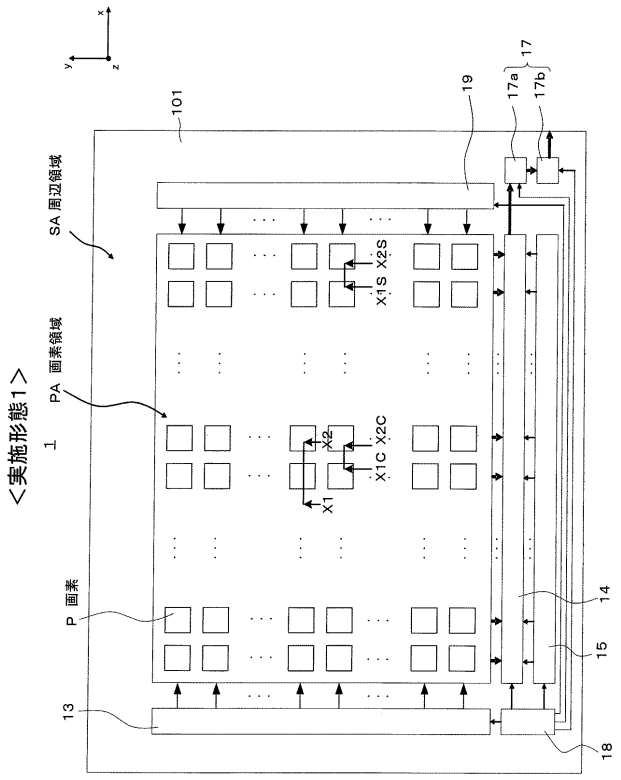
（１７）
入射光を受光面で受光する光電変換部を、半導体基板の画素領域に間を隔てて並ぶ複数の画素のそれぞれに対応するように、前記半導体基板の内部に複数設ける光電変換部形成工程と、
前記画素領域において前記複数の画素の間に介在するように前記半導体基板の内部に画素分離部を設ける画素分離部形成工程と
を有し、
前記画素分離部形成工程では、
前記半導体基板の前記画素分離部において前記入射面側に形成されたトレンチの内部に第１遮光部を設けると共に、前記半導体基板の前記入射面側の面上であって前記第１遮光部の前記入射面側に第２遮光部を少なくとも設け、
前記第２遮光部の形成工程では、前記画素領域の中心よりも周辺において、前記第２遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように、前記第２遮光部を形成する、
固体撮像装置の製造方法。
【０３３８】
（１８）
半導体基板の画素領域に間を隔てて並ぶ複数の画素のそれぞれに対応して、複数が前記半導体基板の内部に設けられており、入射光を受光面で受光する光電変換部と、
前記画素領域において前記複数の画素の間に介在するように前記半導体基板の内部に設けられている画素分離部と
を有し、
前記画素分離部は、
前記半導体基板の前記入射面側に形成されたトレンチの内部に設けられている第１遮光部と、
前記半導体基板の前記入射面側の面上であって、前記第１遮光部の前記入射面側に設けられている第２遮光部と
を少なくとも含み、
前記第２遮光部は、前記画素領域の中心よりも周辺において、当該第２遮光部の中心が、前記画素分離部の中心に対して、前記画素領域の周辺の側へ多くシフトするように形成されている、
電子機器。
【０３３９】
なお、上記の実施形態において、フォトダイオード２１は、光電変換部の一例である。また、上記の実施形態において、カメラ４０は、電子機器の一例である。
【符号の説明】
【０３４０】
１：固体撮像装置、１３：垂直駆動回路、１４：カラム回路、１５：水平駆動回路、１７：外部出力回路、１７ａ：ＡＧＣ回路、１７ｂ：ＡＤＣ回路、１８：タイミングジェネレータ、１９：シャッター駆動回路、２１：フォトダイオード、２２：転送トランジスタ、２３：増幅トランジスタ、２４：選択トランジスタ、２５：リセットトランジスタ、２６：転送線、２７：垂直信号線、２８：アドレス線、２９：リセット線、４０：カメラ、４２：光学系、４３：制御部、４４：信号処理部、１０１：半導体基板、１０１ｎ：ｎ型半導体領域、１０１ｐａ：ｐ型半導体領域、１０１ｐｃ：ｐ型半導体領域、１１１：配線層、１１１ｈ：配線、１１１ｚ：絶縁層、３０１：画素分離部、３１１：絶縁層、３１１Ａ：第１絶縁膜、３１１Ｂ：第２絶縁膜、３１３：遮光層、３１１Ａ：第１遮光部、３１１Ｂ：第２遮光部、ＣＦ：カラーフィルタ、ＣＦＢ：青色フィルタ層、ＣＦＧ：緑色フィルタ層、ＣＦＲ：赤色フィルタ層、ＦＤ：フローティング・ディフュージョン、Ｈ：入射光、ＨＭ：ハードマスク、ＨＴ：平坦化膜、Ｉ：定電流源、ＪＳ：受光面、ＭＬ：マイクロレンズ、Ｐ：画素、ＰＡ：画素領域、ＰＳ：撮像面、ＳＡ：周辺領域、ＳＳ：支持基板

、ＳＺ、絶縁膜、ＴＲ：トレンチ、Ｔｒ：画素トランジスタ

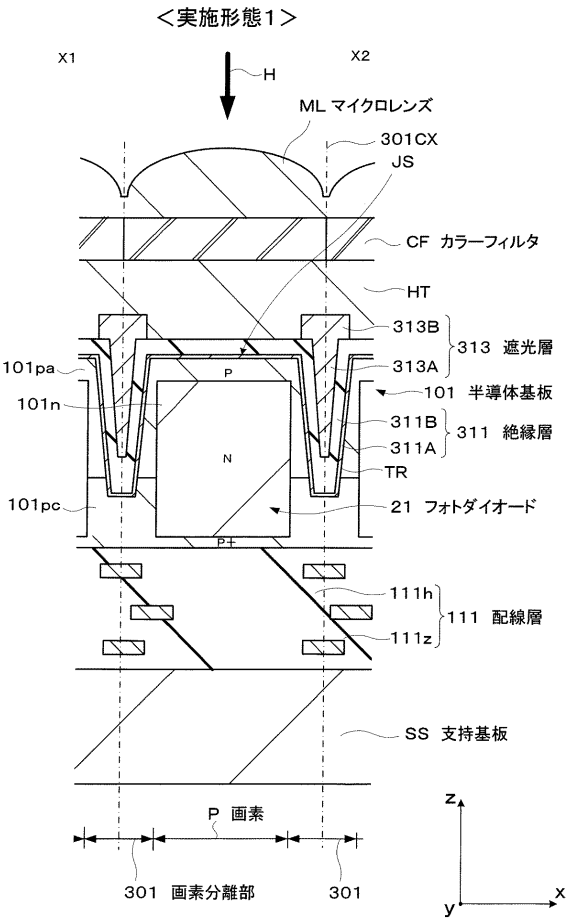
【図１】



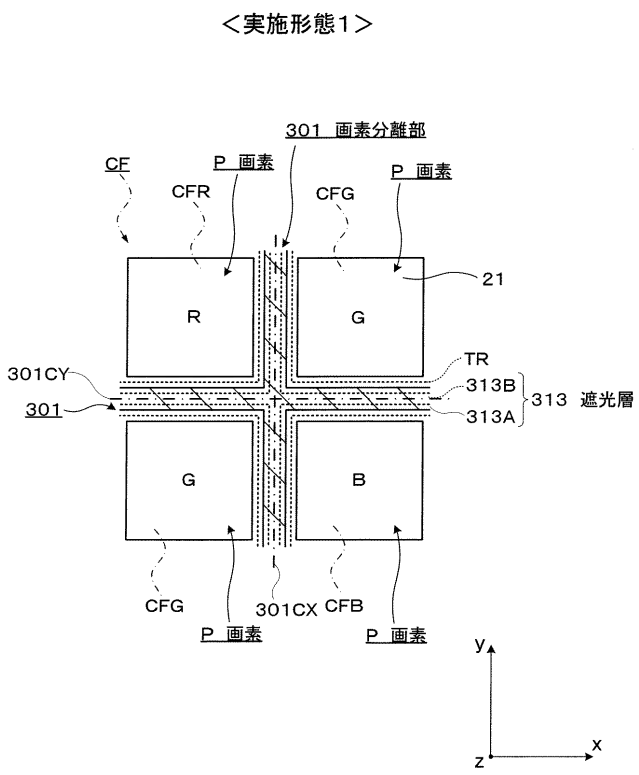
【図２】



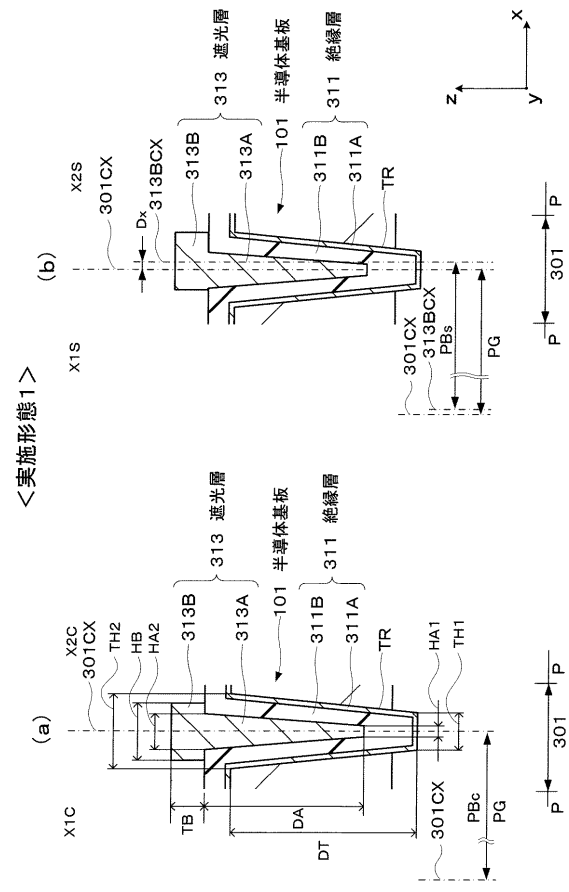
【図３】


＜実施形態1＞
X1
X2
H
ML マイクロレンズ
301CX
JS
CF カラーフィルタ
HT
313B
313A
313 遮光層
101pa
P
101 半導体基板
101n
311B
311A
311 絶縁層
N
TR
101pc
21 フォトダイオード
P+
111h
111z
111 配線層
SS 支持基板
P 画素
301 画素分離部
301
z
y
x

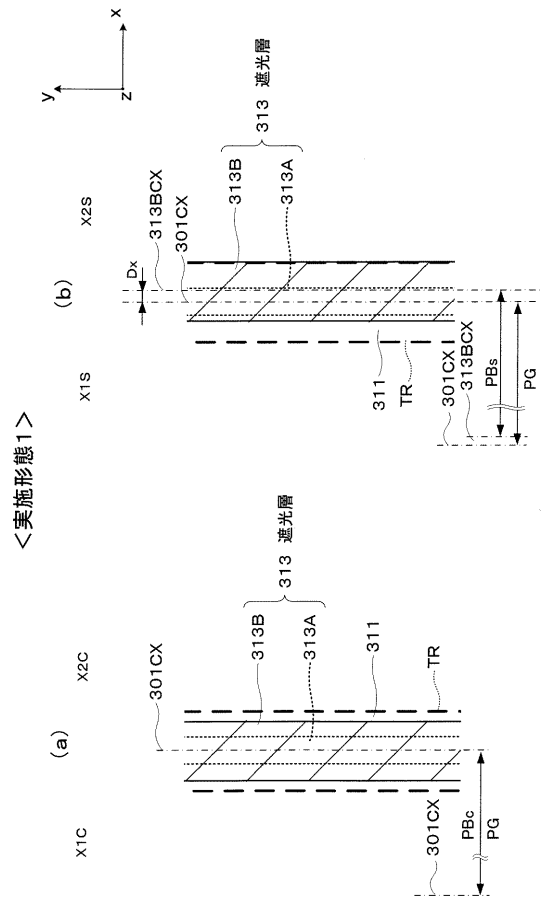
【図４】


＜実施形態1＞
301 画素分離部
CF
P 画素
CFR
CFG
P 画素
21
R
G
TR
301CY
313B
313A
313 遮光層
301
G
B
CFG
301CX
CFB
P 画素
P 画素
y
x
z

【図５】

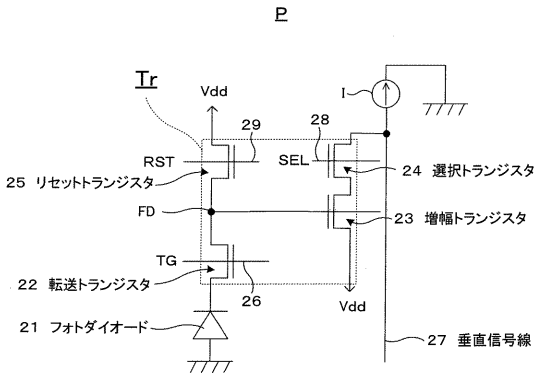

＜実施形態1＞
(b)
(a)
X2S
X1S
X2C
X1C
313 遮光層
半導体基板
311 絶縁層
301CX
313BCX
313B
313A
101
311B
311A
TR
Dx
HA1
TH1
HA2
TH2
HB
TB
DA
DT
PBs
PBc
PG
P
301
z
x
y

【図６】


＜実施形態1＞
(b)
(a)
X2S
X1S
X2C
X1C
313 遮光層
313BCX
301CX
313B
313A
311
TR
Dx
PBs
PBc
PG
z
x
y

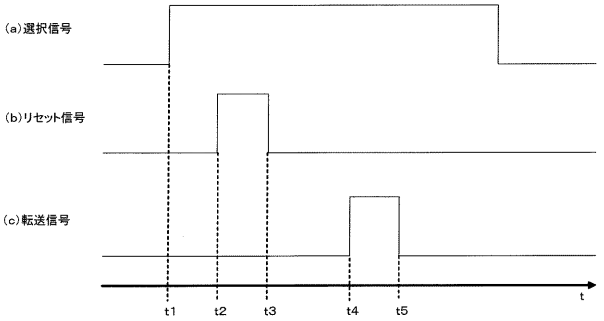
【図７】

＜実施形態1＞



【図８】

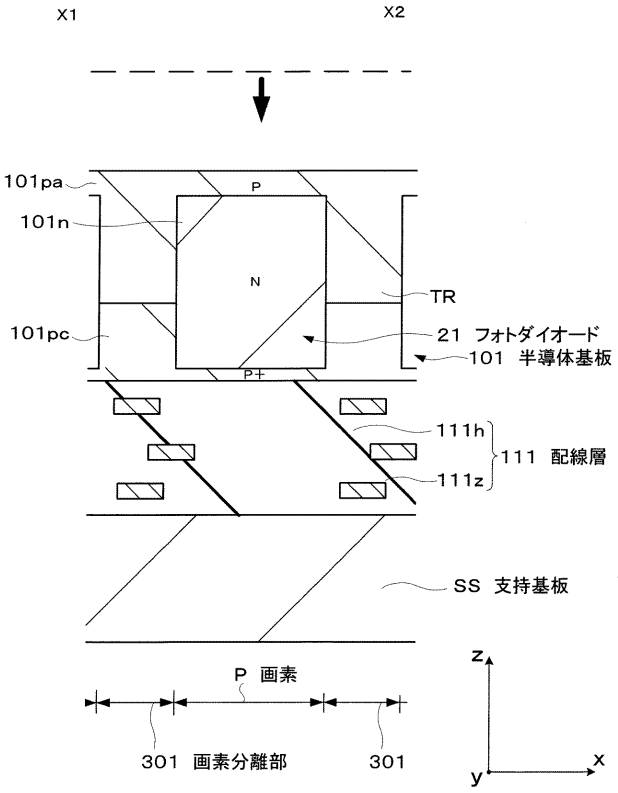
＜実施形態1＞



【図９】

＜実施形態1＞

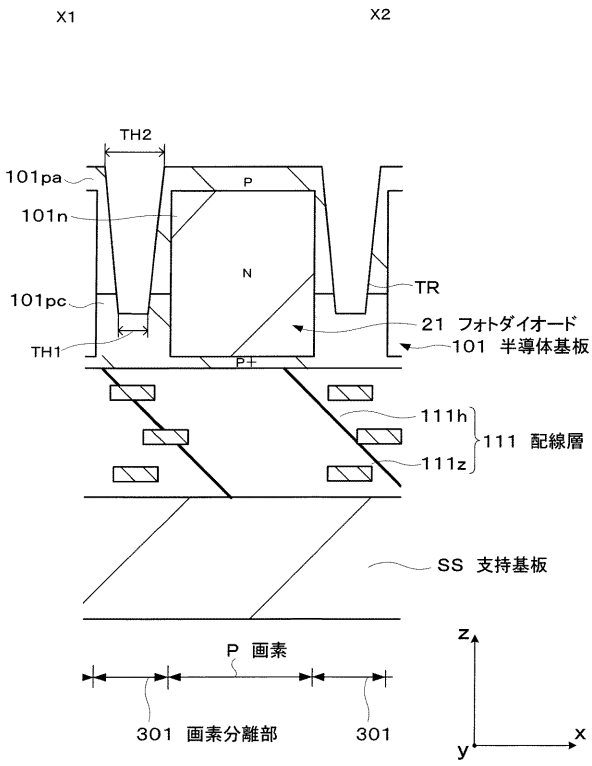
(a)



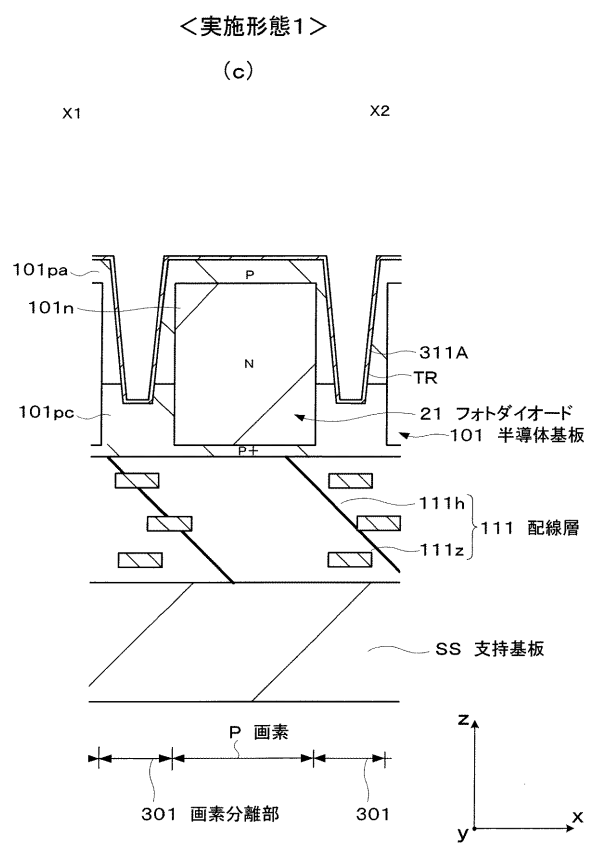
【図１０】

＜実施形態1＞

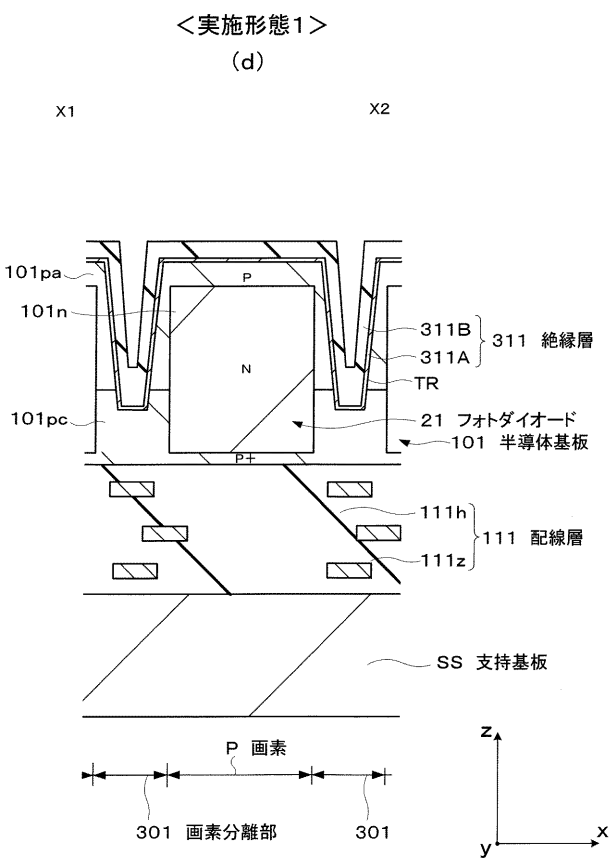
(b)



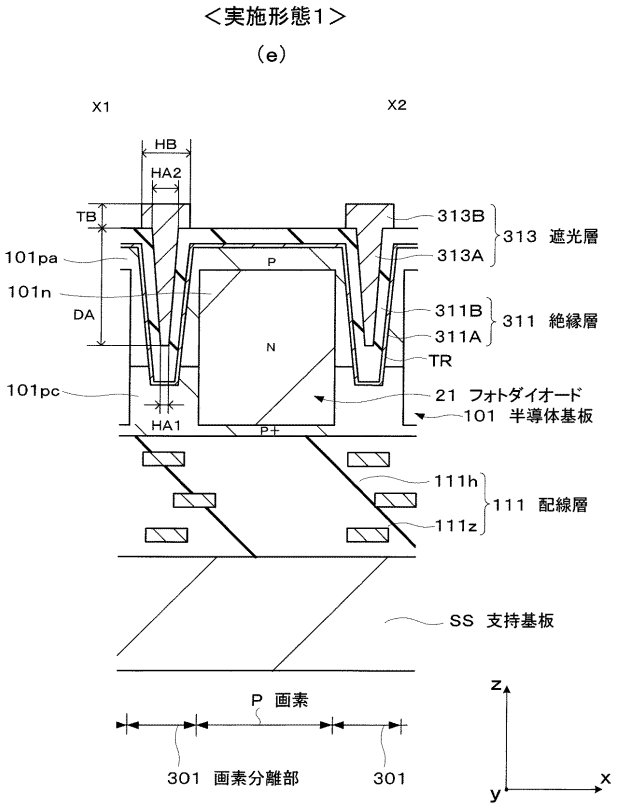
【図１１】



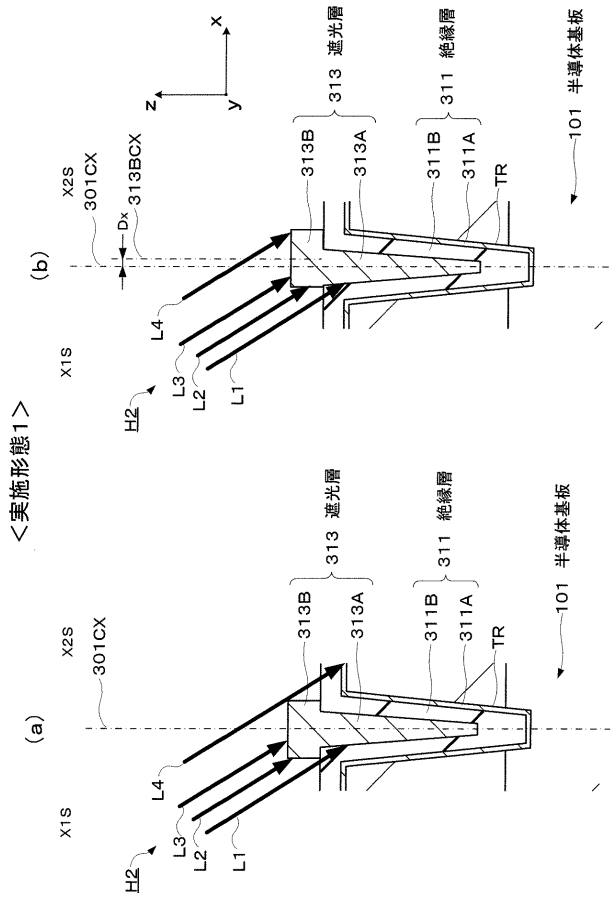
【図１２】



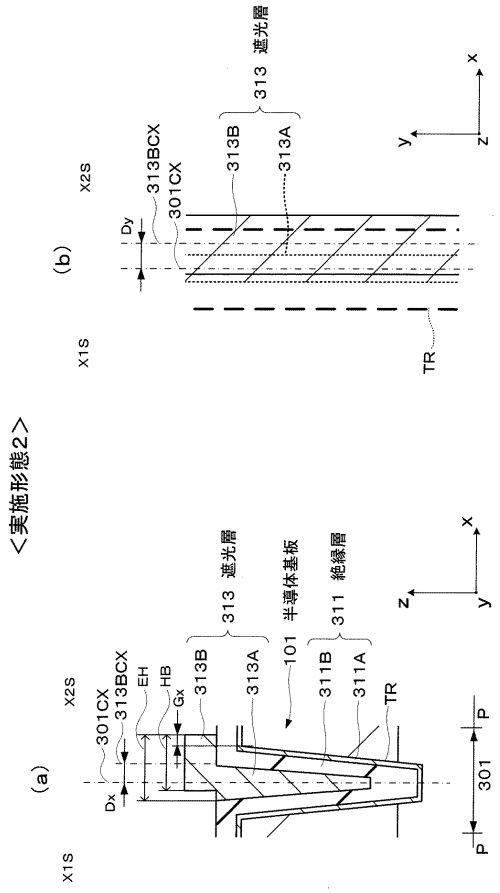
【図１３】



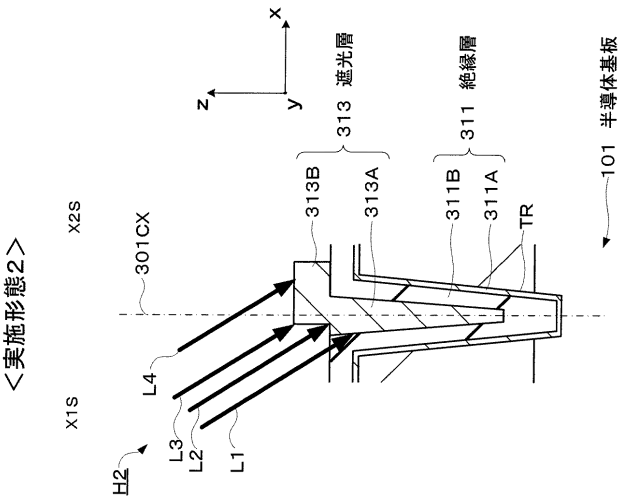
【図１４】



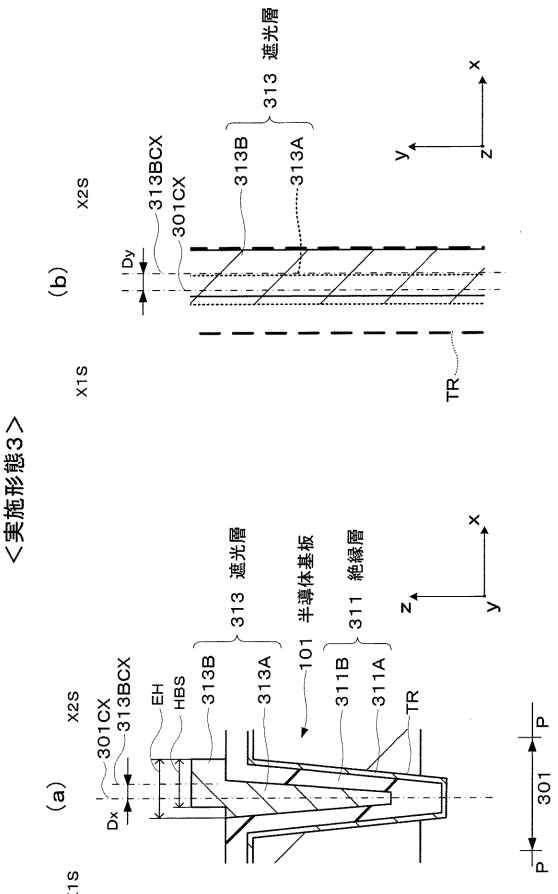
【図１５】



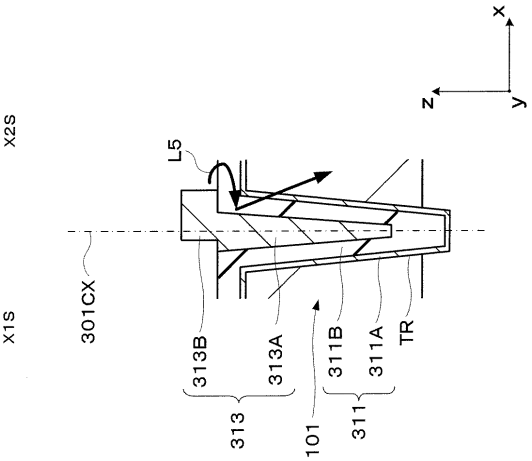
【図１６】



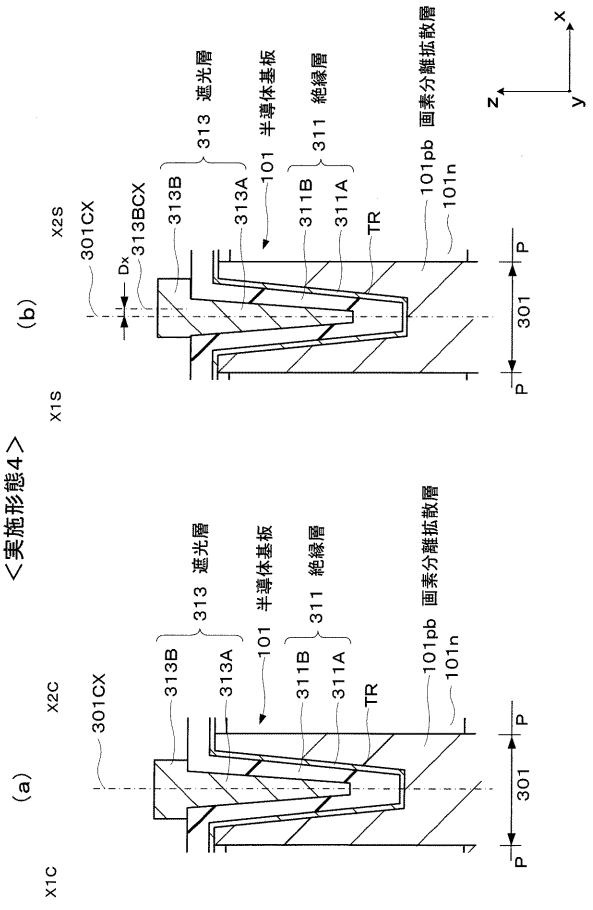
【図１７】



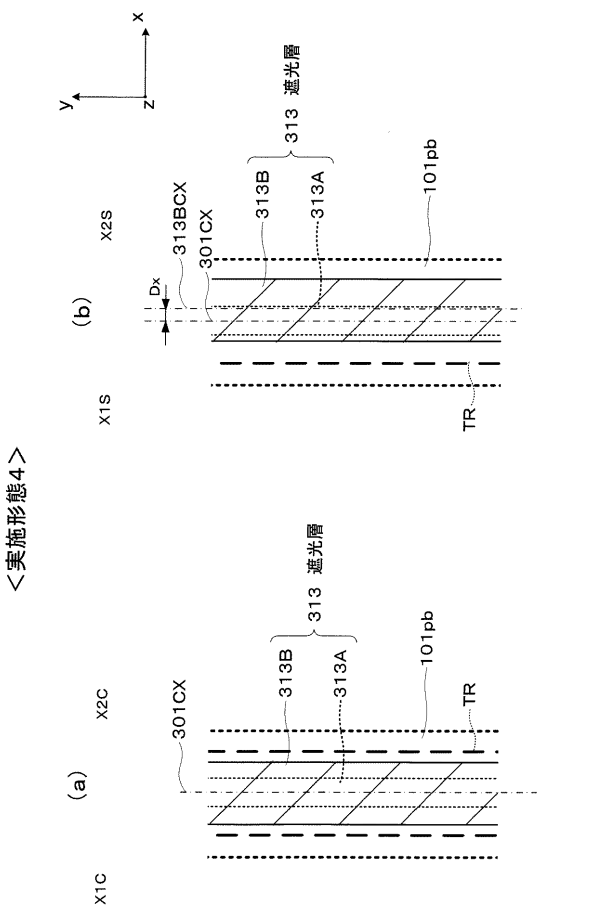
【図１８】



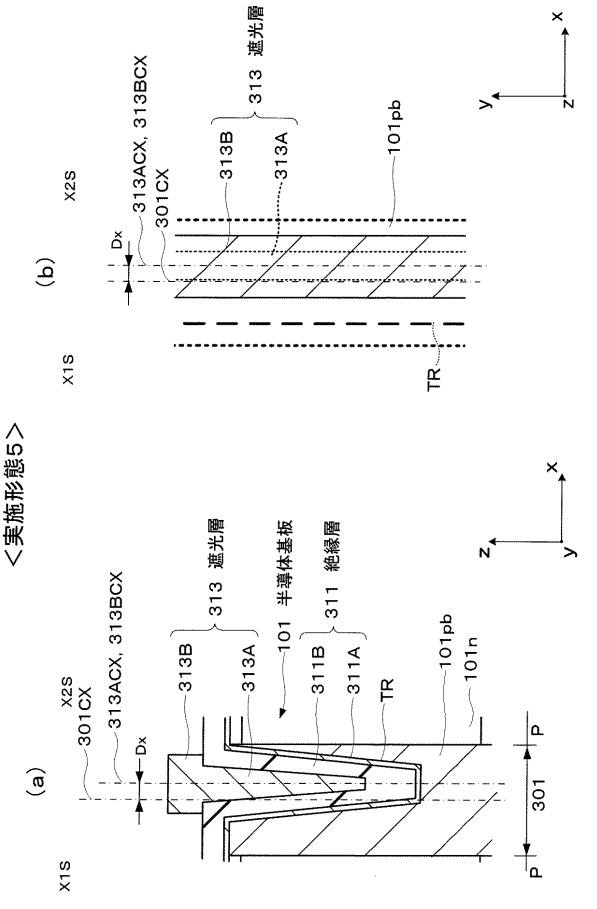
【図１９】



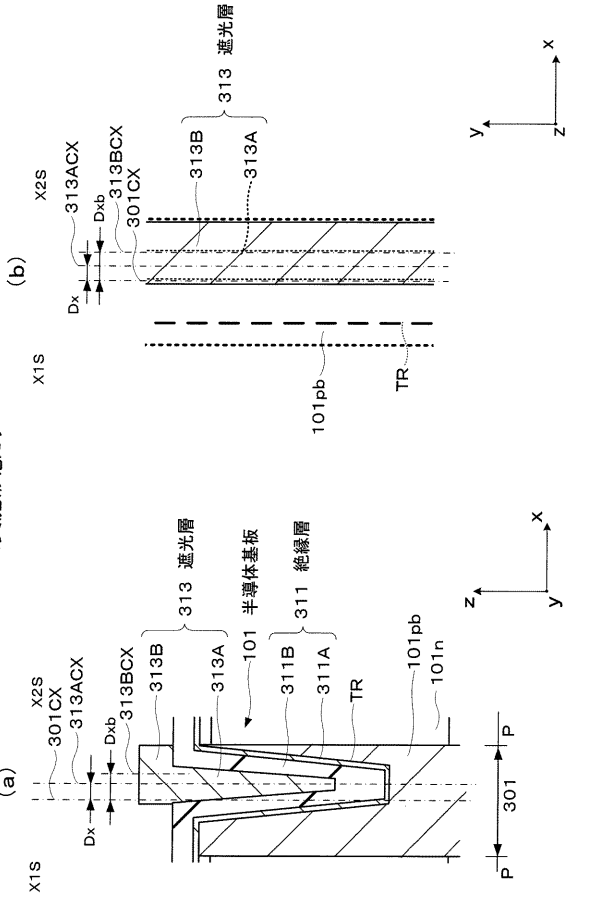
【図２０】



【図２１】

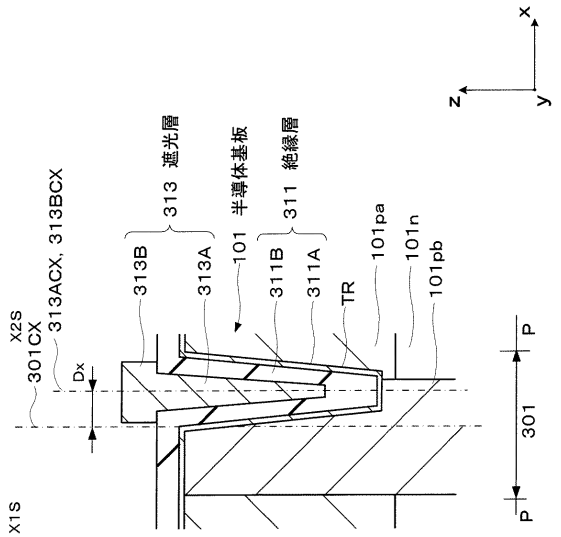


【図２２】



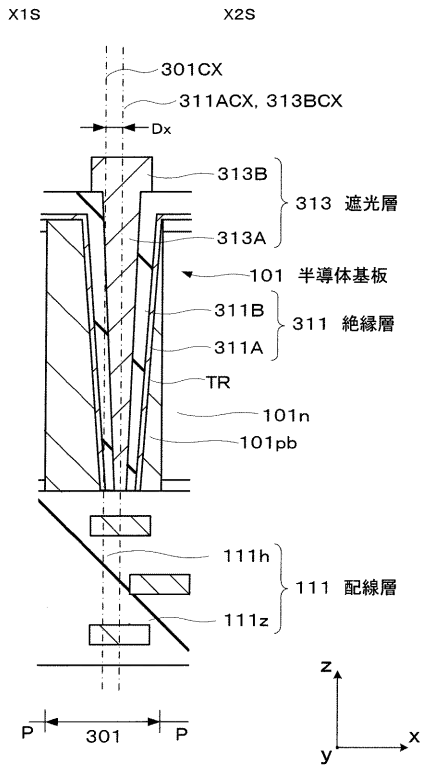
【図２３】

<実施形態7>



【図２４】

<実施形態8>



【図２５】

<実施形態9>

