

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7654571号
(P7654571)

(45)発行日 令和7年4月1日(2025.4.1)

(24)登録日 令和7年3月24日(2025.3.24)

(51)国際特許分類		F I		
H 1 0 F	39/18 (2025.01)	H 1 0 F	39/18	A
H 1 0 F	39/12 (2025.01)	H 1 0 F	39/12	D
H 0 4 N	25/70 (2023.01)	H 0 4 N	25/70	
H 0 4 N	25/62 (2023.01)	H 0 4 N	25/62	

請求項の数 19 (全35頁)

(21)出願番号	特願2021-574506(P2021-574506)	(73)特許権者	316005926 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
(86)(22)出願日	令和2年12月10日(2020.12.10)	(74)代理人	100120031 弁理士 宮嶋 学
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/046121	(72)発明者	徳満 千絵 神奈川県厚木市旭町4丁目14-1 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/153030	審査官	加藤 俊哉
(87)国際公開日	令和3年8月5日(2021.8.5)		
審査請求日	令和5年11月27日(2023.11.27)		
(31)優先権主張番号	特願2020-12445(P2020-12445)		
(32)優先日	令和2年1月29日(2020.1.29)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体撮像装置およびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

前記基板内に設けられた複数の光電変換部と、

前記基板内にて、互いに隣接する4つの光電変換部の間に設けられた電荷蓄積部と、

前記基板内の溝内に設けられた遮光膜と、

を備える固体撮像装置であって、

前記溝は、

前記基板内にて、互いに隣接する2つの光電変換部の間に設けられた第1部分と、

前記電荷蓄積部の周りに設けられた第2部分とを含み、

前記第2部分は、前記4つの光電変換部のうちの少なくとも第1光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第1開口部を有し、前記4つの光電変換部のうちの少なくとも第2光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通しており、

前記第1開口部は、前記電荷蓄積部に対して、前記固体撮像装置の画素アレイ領域の中心の反対側に設けられており、

前記画素アレイ領域は、第1領域と、前記画素アレイ領域の中心に対して前記第1領域の反対側に設けられた第2領域と、前記第1領域と前記第2領域との間に設けられた第3領域と、前記画素アレイ領域の中心に対して前記第3領域の反対側に設けられた第4領域とを含み、

前記第2領域内の前記第1開口部は、前記画素アレイ領域の中心に対して、前記第1領域

内の前記第 1 開口部の反対側に設けられており、
前記第 4 領域内の前記第 1 開口部は、前記画素アレイ領域の中心に対して、前記第 3 領域
内の前記第 1 開口部の反対側に設けられている、
 固体撮像装置。

【請求項 2】

前記第 2 部分はさらに、前記 4 つの光電変換部のうちの第 3 光電変換部と前記電荷蓄積部との間と、前記 4 つの光電変換部のうちの第 4 光電変換部と前記電荷蓄積部との間とで前記基板を貫通している、請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 部分は、前記基板内を縦方向に延びる板状の形状を有する、請求項 1 に記載の固体撮像装置。 10

【請求項 4】

前記第 2 部分は、前記基板内を縦方向に延びる筒状の形状を有する、請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記第 2 部分は、前記第 1 開口部を通過する横断面において C 字形の形状を有する、請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記遮光膜は、前記溝内に絶縁膜を介して設けられた金属層または半導体層を含む、請求項 1 に記載の固体撮像装置。 20

【請求項 7】

前記第 2 部分はさらに、前記 4 つの光電変換部のうちの第 3 光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第 2 開口部を有し、前記 4 つの光電変換部のうちの第 4 光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通している、請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記第 3 光電変換部は、前記電荷蓄積部に対して、前記第 1 光電変換部の反対側に設けられている、請求項 7 に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記第 1 光電変換部用のリセットトランジスタは、前記電荷蓄積部に対して、前記第 3 光電変換部側に設けられている、請求項 7 に記載の固体撮像装置。 30

【請求項 10】

前記第 1 部分は、前記 2 つの光電変換部の間に第 3 開口部を有する、請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 11】

さらに、前記第 3 開口部付近の前記基板内に設けられ、前記 2 つの光電変換部に共通の電荷蓄積部を備える、請求項 10 に記載の固体撮像装置。

【請求項 12】

さらに、前記光電変換部上にて前記基板の上面に設けられたモスアイ構造を備える、請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 13】 40

基板内に複数の光電変換部を形成し、
 前記基板内にて、互いに隣接する 4 つの光電変換部の間に電荷蓄積部を形成し、
 前記基板内に溝を形成し、
 前記溝内に遮光膜を形成する、
ことを含む固体撮像装置の製造方法であって、
 前記溝は、
 前記基板内にて、互いに隣接する 2 つの光電変換部の間に設けられた第 1 部分と、
 前記電荷蓄積部の周りに設けられた第 2 部分とを含み、
 前記第 2 部分は、前記 4 つの光電変換部のうちの少なくとも第 1 光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第 1 開口部を有し、前記 4 つの光電変換部のうちの少なくとも第 2 光電変

換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通するように形成され、
 前記第 1 開口部は、前記電荷蓄積部に対して、前記固体撮像装置の画素アレイ領域の中心の反対側に形成され、
 前記画素アレイ領域は、第 1 領域と、前記画素アレイ領域の中心に対して前記第 1 領域の反対側に設けられた第 2 領域と、前記第 1 領域と前記第 2 領域との間に設けられた第 3 領域と、前記画素アレイ領域の中心に対して前記第 3 領域の反対側に設けられた第 4 領域とを含み、
 前記第 2 領域内の前記第 1 開口部は、前記画素アレイ領域の中心に対して、前記第 1 領域内の前記第 1 開口部の反対側に形成され、
 前記第 4 領域内の前記第 1 開口部は、前記画素アレイ領域の中心に対して、前記第 3 領域内の前記第 1 開口部の反対側に形成される、

10

固体撮像装置の製造方法。

【請求項 1 4】

前記第 2 部分はさらに、前記 4 つの光電変換部のうちの第 3 光電変換部と前記電荷蓄積部との間と、前記 4 つの光電変換部のうちの第 4 光電変換部と前記電荷蓄積部との間とで前記基板を貫通するように形成される、請求項 1 3 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 1 5】

前記第 2 部分はさらに、前記 4 つの光電変換部のうちの第 3 光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第 2 開口部を有し、前記 4 つの光電変換部のうちの第 4 光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通するように形成される、請求項 1 3 に記載の固体撮像装置の製造方法。

20

【請求項 1 6】

前記第 1 部分は、前記 2 つの光電変換部の間に第 3 開口部を有するように形成される、請求項 1 3 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 1 7】

さらに、前記光電変換部上にて前記基板の上面にモスアイ構造を形成することを含む、請求項 1 3 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 1 8】

前記溝は、前記基板の表面から前記溝の一部を形成し、前記基板の裏面から前記溝の別の一部を形成することで形成される、請求項 1 3 に記載の固体撮像装置の製造方法。

30

【請求項 1 9】

前記溝は、前記基板の表面および裏面の一方のみから前記基板を加工することで形成される、請求項 1 3 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、固体撮像装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

固体撮像装置は、フォトダイオード (PD) の光電変換により得られた電荷を、例えば浮遊拡散部 (FD) などの電荷蓄積部に一時的に蓄積した後に読み出す。このような固体撮像装置では、浮遊拡散部への迷光を抑制するために、網目状の平面形状を有する遮光膜のクロス部に浮遊拡散部を配置する場合がある。これにより、浮遊拡散部を遮光膜により遮光することが可能となる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【文献】特開 2 0 1 7 - 1 6 8 5 6 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0004】

しかしながら、浮遊拡散部の遮光が不十分な場合には、浮遊拡散部が迷光に応じて光電変換を行ってしまい、浮遊拡散部が偽信号を発生させるおそれがある。

【0005】

そこで、本開示は、電荷蓄積部の遮光性を向上させることが可能な固体撮像装置およびその製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の第1の側面の固体撮像装置は、基板と、前記基板内に設けられた複数の光電変換部と、前記基板内にて、互いに隣接する4つの光電変換部の間に設けられた電荷蓄積部と、前記基板内の溝内に設けられた遮光膜とを備え、前記溝は、前記基板内にて、互いに隣接する2つの光電変換部の間に設けられた第1部分と、前記電荷蓄積部の周りに設けられた第2部分とを含み、前記第2部分は、前記4つの光電変換部のうちの少なくとも第1光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第1開口部を有し、前記4つの光電変換部のうちの少なくとも第2光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通している。これにより、電荷蓄積部の多くの部分を遮光膜により遮光し、電荷蓄積部の遮光性を向上させることが可能となる。

10

【0007】

また、この第1の側面において、前記第2部分はさらに、前記4つの光電変換部のうちの第3光電変換部と前記電荷蓄積部との間と、前記4つの光電変換部のうちの第4光電変換部と前記電荷蓄積部との間とで前記基板を貫通していてもよい。これにより、第2、第3、および第4光電変換部から電荷蓄積部への迷光を抑制し、電荷蓄積部の遮光性をさらに向上させることが可能となる。

20

【0008】

また、この第1の側面において、前記第1部分は、前記基板内を縦方向に延びる板状の形状を有していてもよい。これにより、光電変換部間の迷光を、板状の第1部分により抑制することが可能となる。

【0009】

また、この第1の側面において、前記第2部分は、前記基板内を縦方向に延びる筒状の形状を有していてもよい。これにより、光電変換部から電荷蓄積部への迷光を、筒状の第2部分により抑制することが可能となる。

30

【0010】

また、この第1の側面において、前記第2部分は、前記第1開口部を通過する横断面においてC字形の形状を有していてもよい。これにより、第1光電変換部以外の光電変換部から電荷蓄積部への迷光を抑制することが可能となる。

【0011】

また、この第1の側面において、前記遮光膜は、前記溝内に絶縁膜を介して設けられた金属層または半導体層を含んでいてもよい。これにより例えば、絶縁膜により素子分離絶縁膜の機能を実現し、金属層または半導体層により遮光膜の機能を実現することが可能となる。

40

【0012】

また、この第1の側面において、前記第2部分はさらに、前記4つの光電変換部のうちの第3光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第2開口部を有し、前記4つの光電変換部のうちの第4光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通していてもよい。これにより例えば、第1光電変換部用の回路素子を第3光電変換部付近に好適に配置しつつ、電荷蓄積部の遮光性を向上させることが可能となる。

【0013】

また、この第1の側面において、前記第3光電変換部は、前記電荷蓄積部に対して、前記第1光電変換部の反対側に設けられていてもよい。これにより例えば、第1光電変換部用の回路素子を、電荷蓄積部に対して、第1光電変換部の反対側に好適に配置することが

50

可能となる。

【0014】

また、この第1の側面において、前記第1光電変換部用のリセットトランジスタは、前記電荷蓄積部に対して、前記第3光電変換部側に設けられていてもよい。これにより例えば、第1光電変換部用のリセットトランジスタを好適に配置することが可能となる。

【0015】

また、この第1の側面において、前記第1部分は、前記2つの光電変換部の間に第3開口部を有していてもよい。これにより例えば、第3開口部付近に回路素子を好適に配置することが可能となる。

【0016】

また、この第1の側面の固体撮像装置はさらに、前記第3開口部付近の前記基板内に設けられ、前記2つの光電変換部に共通の電荷蓄積部を備えていてもよい。これにより、この電荷蓄積部を好適に配置することが可能となる。

【0017】

また、この第1の側面の固体撮像装置はさらに、前記光電変換部上にて前記基板の上面に設けられたモスアイ構造を備えていてもよい。これにより、モスアイ構造のメリットを享受しつつ、モスアイ構造に起因する迷光を遮光膜により抑制することが可能となる。

【0018】

また、この第1の側面において、前記第1開口部は、前記電荷蓄積部に対して、前記固体撮像装置の画素アレイ領域の中心の反対側に設けられていてもよい。各光電変換部には一般に画素アレイ領域の中心から多くの光が入射するため、これにより第1開口部が迷光の原因になることを効果的に抑制することが可能となる。

【0019】

また、この第1の側面において、前記画素アレイ領域は、第1領域と、前記画素アレイ領域の中心に対して前記第1領域の反対側に設けられた第2領域と、前記第1領域と前記第2領域との間に設けられた第3領域と、前記画素アレイ領域の中心に対して前記第3領域の反対側に設けられた第4領域とを含み、前記第2領域内の前記第1開口部は、前記画素アレイ領域の中心に対して、前記第1領域内の前記第1開口部の反対側に設けられ、前記第4領域内の前記第1開口部は、前記画素アレイ領域の中心に対して、前記第3領域内の前記第1開口部の反対側に設けられていてもよい。これにより、第1から第4領域のそれぞれで好適な位置に第1開口部を設けることが可能となる。

【0020】

本開示の第2の側面の固体撮像装置の製造方法は、基板内に複数の光電変換部を形成し、前記基板内にて、互いに隣接する4つの光電変換部の間に電荷蓄積部を形成し、前記基板内に溝を形成し、前記溝内に遮光膜を形成することを含み、前記溝は、前記基板内にて、互いに隣接する2つの光電変換部の間に設けられた第1部分と、前記電荷蓄積部の周りに設けられた第2部分とを含み、前記第2部分は、前記4つの光電変換部のうちの少なくとも第1光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第1開口部を有し、前記4つの光電変換部のうちの少なくとも第2光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通するように形成される。これにより、電荷蓄積部の多くの部分を遮光膜により遮光し、電荷蓄積部の遮光性を向上させることが可能となる。

【0021】

また、この第2の側面において、前記第2部分はさらに、前記4つの光電変換部のうちの第3光電変換部と前記電荷蓄積部との間と、前記4つの光電変換部のうちの第4光電変換部と前記電荷蓄積部との間とで前記基板を貫通するように形成されてもよい。これにより、第2、第3、および第4光電変換部から電荷蓄積部への迷光を抑制し、電荷蓄積部の遮光性をさらに向上させることが可能となる。

【0022】

また、この第2の側面において、前記第2部分はさらに、前記4つの光電変換部のうちの第3光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第2開口部を有し、前記4つの光電変換部の

10

20

30

40

50

うちの第4光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通するように形成されてもよい。これにより例えば、第1光電変換部用の回路素子を第3光電変換部付近に配置しつつ、電荷蓄積部の遮光性を向上させることが可能となる。

【0023】

また、この第2の側面において、前記第1部分は、前記2つの光電変換部の間に第3開口部を有するように形成されてもよい。これにより例えば、第3開口部付近に回路素子を配置することが可能となる。

【0024】

また、この第2の側面の固体撮像装置の製造方法はさらに、前記光電変換部上にて前記基板の上面にモスアイ構造を形成することを含んでいてもよい。これにより、モスアイ構造のメリットを享受しつつ、モスアイ構造に起因する迷光を遮光膜により抑制することが可能となる。

10

【0025】

また、この第2の側面において、前記第1開口部は、前記電荷蓄積部に対して、前記固体撮像装置の画素アレイ領域の中心の反対側に形成されていてもよい。各光電変換部には一般に画素アレイ領域の中心から多くの光が入射するため、これにより第1開口部が迷光の原因になることを効果的に抑制することが可能となる。

【0026】

また、この第2の側面において、前記溝は、前記基板の表面から前記溝の一部を形成し、前記基板の裏面から前記溝の別の一部を形成することで形成されてもよい。これにより、基板の厚さよりも浅い開口部（溝の一部）を複数回形成することで、溝を形成することが可能となる。

20

【0027】

また、この第2の側面において、前記溝は、前記基板の表面および裏面の一方のみから前記基板を加工することで形成されてもよい。これにより、基板を加工する回数を低減しつつ、溝を形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】第1実施形態の固体撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態の固体撮像装置の構造を示す横断面図である。

30

【図3】第1実施形態の固体撮像装置の構造を示す縦断面図である。

【図4】第1実施形態の固体撮像装置の構造を示す別の縦断面図である。

【図5】第1実施形態の固体撮像装置の製造方法を示す縦断面図(1/2)である。

【図6】第1実施形態の固体撮像装置の製造方法を示す縦断面図(2/2)である。

【図7】第1実施形態の溝の形成方法の第1の例を示す縦断面図(1/2)である。

【図8】第1実施形態の溝の形成方法の第1の例を示す縦断面図(2/2)である。

【図9】第1実施形態の溝の形成方法の第2の例を示す縦断面図(1/2)である。

【図10】第1実施形態の溝の形成方法の第2の例を示す縦断面図(2/2)である。

【図11】第1実施形態の溝の形成方法の第3の例を示す縦断面図である。

【図12】第1実施形態の溝の形成方法の第4の例を示す縦断面図である。

40

【図13】第2実施形態の固体撮像装置の構造を示す横断面図である。

【図14】第2実施形態の固体撮像装置の構造を示す縦断面図である。

【図15】第2実施形態の固体撮像装置の構造を示す別の縦断面図である。

【図16】第3実施形態の固体撮像装置の構造を示す横断面図である。

【図17】第3実施形態の固体撮像装置の構造を示す縦断面図である。

【図18】第4実施形態の固体撮像装置の構造を示す横断面図である。

【図19】第4実施形態の固体撮像装置の構造を示す縦断面図である。

【図20】第4実施形態の固体撮像装置の構造を示す別の縦断面図である。

【図21】第5実施形態の固体撮像装置の構造を示す平面図および横断面図である。

【図22】電子機器の構成例を示すブロック図である。

50

【図 2 3】移動体制御システムの構成例を示すブロック図である。

【図 2 4】図 2 3 の撮像部の設定位置の具体例を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

【0030】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態の固体撮像装置の構成を示すブロック図である。

【0031】

図 1 の固体撮像装置は、C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor)
型の固体撮像装置であり、複数の画素 1 を有する画素アレイ領域 2 と、制御回路 3 と、垂
直駆動回路 4 と、複数のカラム信号処理回路 5 と、水平駆動回路 6 と、出力回路 7 と、複
数の垂直信号線 8 と、水平信号線 9 とを備えている。

10

【0032】

各画素 1 は、光電変換部として機能するフォトダイオードと、複数の画素トランジスタ
とを備えている。画素トランジスタの例は、転送トランジスタ、リセットトランジスタ、
増幅トランジスタ、選択トランジスタなどの M O S トランジスタである。

【0033】

画素アレイ領域 2 は、2 次元アレイ状に配置された複数の画素 1 を有している。画素ア
レイ領域 2 は、光を受光して光電変換を行い、光電変換により生成された信号電荷を増幅
して出力する有効画素領域と、黒レベルの基準になる光学的黒を出力するための黒基準画
素領域 (図示せず) とを含んでいる。一般に、黒基準画素領域は有効画素領域の外周部に
配置されている。

20

【0034】

制御回路 3 は、垂直同期信号、水平同期信号、およびマスタクロックに基づいて、垂直
駆動回路 4、カラム信号処理回路 5、水平駆動回路 6 等の動作の基準となる種々の信号を
生成する。制御回路 3 により生成される信号は、例えばクロック信号や制御信号であり、
垂直駆動回路 4、カラム信号処理回路 5、水平駆動回路 6 等に入力される。

【0035】

垂直駆動回路 4 は、例えばシフトレジスタを備えており、画素アレイ領域 2 内の各画素
1 を行単位で順次垂直方向に選択走査する。垂直駆動回路 4 はさらに、各画素 1 が受光量
に応じて生成した信号電荷に基づく画素信号を、垂直信号線 8 を通してカラム信号処理回
路 5 に供給する。

30

【0036】

カラム信号処理回路 5 は、例えば画素アレイ領域 2 内の画素 1 の列ごとに配置されてお
り、1 行分の画素 1 から出力された信号の信号処理を、黒基準画素領域からの信号に基づ
いて列ごとに行う。この信号処理の例は、ノイズ除去や信号増幅である。カラム信号処理
回路 5 の出力段には、水平選択スイッチ (図示せず) が水平信号線 9 との間に設けられて
いる。

【0037】

水平駆動回路 6 は、例えばシフトレジスタを備えており、水平走査パルスを順次出力す
ることでカラム信号処理回路 5 のそれぞれを順番に選択し、カラム信号処理回路 5 のそれ
ぞれから画素信号を水平信号線 9 に出力させる。

40

【0038】

出力回路 7 は、カラム信号処理回路 5 のそれぞれから水平信号線 9 を通して順次に供給
される信号に対し信号処理を行い、この信号処理が行われた信号を出力する。

【0039】

図 2 は、第 1 実施形態の固体撮像装置の構造を示す横断面図である。図 2 は、図 1 の画
素アレイ領域 2 に含まれる 9 つの画素 1 を示しており、より詳細には、1 つの画素 1 とこ
れに隣接する 8 つの画素 1 とを示している。

50

【 0 0 4 0 】

図 2 は、互いに垂直な X 軸、Y 軸、および Z 軸を示している。X 方向および Y 方向は横方向（水平方向）に相当し、Z 方向は縦方向（垂直方向）に相当する。また、+ Z 方向は上方向に相当し、- Z 方向は下方向に相当する。- Z 方向は、厳密に重力方向に一致していてもよいし、厳密には重力方向に一致していなくてもよい。

【 0 0 4 1 】

図 2 はさらに、X 軸に対して傾いた X' 軸と、Y 軸に対して傾いた Y' 軸とを示している。X' 方向および Y' 方向は、X 方向および Y 方向と同様に、横方向（水平方向）に相当する。図 2 はさらに、X' 方向に平行な A - A' 線と、Y' 方向に平行な B - B' 線とを示している。

10

【 0 0 4 2 】

図 3 は、第 1 実施形態の固体撮像装置の構造を示す縦断面図である。図 4 は、第 1 実施形態の固体撮像装置の構造を示す別の縦断面図である。図 3 は、図 2 に示す A - A' 線に沿った断面（X' Z 断面）を示し、図 4 は、図 2 に示す B - B' 線に沿った断面（Y' Z 断面）を示している。なお、図 2 は、図 3 に示す A - A' 線や、図 4 に示す B - B' 線に沿った断面（XY 断面）を示している。ただし、図 2 は、説明を分かりやすくするため、この XY 断面内にある構成要素だけでなく、この XY 断面より低い位置にある一部の構成要素も示している。

【 0 0 4 3 】

以下、図 2 ~ 図 4 を参照し、本実施形態の固体撮像装置の構造を説明する。

20

【 0 0 4 4 】

本実施形態の固体撮像装置は、図 2 ~ 図 4 に示すように、複数のフォトダイオード P D と、複数の浮遊拡散部 F D と、複数の転送トランジスタ T R と、複数のリセットトランジスタ R S T とを備えている。これらのフォトダイオード P D は、本開示の光電変換部の例であり、これらの浮遊拡散部 F D は、本開示の電荷蓄積部の例である。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の固体撮像装置はさらに、支持基板 1 1 と、複数の配線層 1 2、1 3、1 4 と、層間絶縁膜 1 5 と、複数のコンタクトプラグ 1 6 と、各転送トランジスタ T R に含まれるゲート絶縁膜 1 7、ゲート電極 1 8、および側壁絶縁膜 1 9 とを備えている。

【 0 0 4 6 】

本実施形態の固体撮像装置はさらに、基板 2 1 と、各フォトダイオード P D に含まれる n 型半導体領域 2 2 および p 型半導体領域 2 3 と、各浮遊拡散部 F D に含まれる n + 型半導体領域 2 4 とを備えている。これらの n 型半導体領域 2 2、p 型半導体領域 2 3、および n + 型半導体領域 2 4 は、基板 2 1 内に設けられている。

30

【 0 0 4 7 】

本実施形態の固体撮像装置はさらに、基板 2 1 内に設けられた溝 3 1 と、溝 3 1 内に設けられた素子分離部 3 2 と、素子分離部 3 2 等に含まれる素子分離絶縁膜 3 3 および遮光膜 3 4 と、平坦化膜 3 5 と、カラーフィルタ層 3 6 と、オンチップレンズ 3 7 とを備えている。溝 3 1 は、本開示の第 1 部分の例である複数の線状溝 3 1 a と、本開示の第 2 部分の例である複数の環状溝 3 1 b とを含んでいる。同様に、素子分離部 3 2 は、複数の線状部 3 2 a と、複数の環状部 3 2 b とを含んでいる。また、遮光膜 3 4 は、溝 3 1 内に設けられた内部遮光膜 3 4 a と、溝 3 1 外に設けられた外部遮光膜 3 4 b とを含んでいる。

40

【 0 0 4 8 】

基板 2 1 は例えば、シリコン (S i) 基板などの半導体基板である。図 3 および図 4 において、基板 2 1 の - Z 方向の面は基板 2 1 の表面 S 1 であり、基板 2 1 の + Z 方向の面は基板 2 1 の裏面 S 2 である。本実施形態の固体撮像装置は裏面照射型であるため、基板 2 1 の裏面 S 2 が、基板 2 1 の光入射面となる。基板 2 1 の厚さは、例えば 1 ~ 6 μ m である。基板 2 1 は例えば、半導体基板と、この半導体基板の表面または裏面に形成された半導体層と、を含む積層基板としてもよい。

【 0 0 4 9 】

50

基板 2 1 は、各フォトダイオード P D に含まれる n 型半導体領域 2 2 および p 型半導体領域 2 3 と、各浮遊拡散部 F D に含まれる n + 型半導体領域 2 4 とを含んでいる。図 2 ~ 図 4 に示すように、n 型半導体領域 2 2 は、各フォトダイオード P D のおおむね中央に位置し、p 型半導体領域 2 3 は、おおむね n 型半導体領域 2 2 の周囲に位置している。n + 型半導体領域 2 4 は、基板 2 1 の表面 S 1 付近に位置している。

【 0 0 5 0 】

なお、本実施形態の基板 2 1 内の p 型半導体領域と n 型半導体領域は、互いに入れ替えてもよい。例えば、n 型半導体領域 2 2、p 型半導体領域 2 3、および n + 型半導体領域 2 4 はそれぞれ、p 型半導体領域、n 型半導体領域、および p + 型半導体領域に変更してもよい。

10

【 0 0 5 1 】

各フォトダイオード P D は、p n 接合を形成している n 型半導体領域 2 2 と p 型半導体領域 2 3 とを含んでおり、受光した光を電荷に変換して信号電荷を生成する光電変換部として機能する。図 2 は、9 つの画素 1 用に設けられた 9 つのフォトダイオード P D を示しており、より詳細には、1 つのフォトダイオード P D とこれに隣接する 8 つのフォトダイオード P D とを示している。本実施形態のフォトダイオード P D は、図 2 に示すように、正方格子の形状の 2 次元アレイ状に配置されている。

【 0 0 5 2 】

各浮遊拡散部 F D は、n + 型半導体領域 2 4 を含んでおり、対応するフォトダイオード P D により生成された信号電荷を蓄積する電荷蓄積部や、この信号電荷を電圧信号に変換して出力する電荷電圧変換部として機能する。図 2 は、4 つの浮遊拡散部 F D を示している。本実施形態の浮遊拡散部 F D は、図 2 に示すように、正方格子の形状の 2 次元アレイ状に配置されている。

20

【 0 0 5 3 】

本実施形態の各浮遊拡散部 F D は、互いに隣接する 4 つのフォトダイオード P D の間に設けられている。例えば、図 2 の左上の浮遊拡散部 F D は、図 2 の左上、左、上、および中央の 4 つのフォトダイオード P D の間に設けられている。この浮遊拡散部 F D は、後述するように、図 2 の中央のフォトダイオード P D 用の電荷蓄積部として使用される。同様に、図 2 の各浮遊拡散部 F D は、その右下のフォトダイオード P D 用の電荷蓄積部として使用される。なお、本実施形態の浮遊拡散部 F D は、図 3 および図 4 に示すように、正確には A - A ' 線や B - B ' 線より低い位置に配置されているが、説明を分かりやすくするために図 2 に図示されている。

30

【 0 0 5 4 】

各転送トランジスタ T R は、基板 2 1 の表面 S 1 に設けられており、対応するフォトダイオード P D から対応する浮遊拡散部 F D に信号電荷を転送する。例えば、図 3 に示す転送トランジスタ T R は、図 3 に示すフォトダイオード P D からその左の浮遊拡散部 F D に信号電荷を転送する。図 2 では、この転送トランジスタ T R は、図 2 の中央のフォトダイオード P D とその左上の浮遊拡散部 F D との間に配置されている。なお、本実施形態の転送トランジスタ T R は、正確には A - A ' 線や B - B ' 線より低い位置に配置されているが、説明を分かりやすくするために図 2 に図示されている。

40

【 0 0 5 5 】

各リセットトランジスタ R S T は、転送トランジスタ T R と同様に基板 2 1 の表面 S 1 に設けられており、対応する浮遊拡散部 F D を初期化、すなわち、対応する浮遊拡散部 F D の電位を電源電位 (V D D 電位) にリセットする。例えば、図 2 の左上の浮遊拡散部 F D は、その左上のリセットトランジスタ R S T により初期化される。なお、本実施形態のリセットトランジスタ R S T は、正確には A - A ' 線や B - B ' 線より低い位置に配置されているが、説明を分かりやすくするために図 2 に図示されている。

【 0 0 5 6 】

以上のように、図 2 の中央のフォトダイオード P D により生成された信号電荷は、図 2 の左上の転送トランジスタ T R により、図 2 の左上の浮遊拡散部 F D に蓄積される。この

50

浮遊拡散部FDは、図2の左上のリセットトランジスタRSTにより初期化される。

【0057】

支持基板11は、基板21の下方に層間絶縁膜15を介して設けられている。支持基板11は例えば、シリコン基板などの半導体基板である。支持基板11は、基板21の強度を確保するために設けられている。層間絶縁膜15は例えば、酸化シリコン膜などの絶縁膜である。

【0058】

配線層12～14は、層間絶縁膜15内に設けられ、多層配線構造をなしている。本実施形態の多層配線構造は、3層の配線層12～14を含んでいるが、4層以上の配線層を含んでもよい。配線層12～14の各々は、種々の配線を含んでおり、転送トランジスタTRやリセットトランジスタRSTなどの画素トランジスタは、これらの配線を用いて駆動される。配線層12～14は例えば、タングステン(W)層、銅(Cu)層、アルミニウム(Al)層などの金属層を含んでいる。配線層12～14は、反射膜や遮光膜として機能する配線Mを含んでもよい。

10

【0059】

コンタクトプラグ16は、層間絶縁膜15内にて配線層14上に形成されている。コンタクトプラグ16は例えば、浮遊拡散部FDのn+型半導体領域24の下面や、転送トランジスタTRのゲート電極18の下面に接している。

【0060】

各転送トランジスタTRのゲート絶縁膜17、ゲート電極18、および側壁絶縁膜19は、基板21の表面S1に設けられており、層間絶縁膜15により覆われている。具体的には、ゲート絶縁膜17およびゲート電極18は、基板21の表面S1に順に形成されており、側壁絶縁膜19は、ゲート電極18の側面に形成されている。図3では、ゲート電極18が、n型半導体領域22とn+型半導体領域24との間のp型半導体領域23下にゲート絶縁膜17を介して設けられている。

20

【0061】

溝31は、基板21内に設けられ、基板21内を縦方向(Z方向)に延びている。図2に示すように、本実施形態の溝31は、おおむね網目状の平面形状を有している。より詳細には、本実施形態の溝31は、複数の線状溝31aと、複数の環状溝31bとを含んでいる。

30

【0062】

各線状溝31aは、図2に示すように、X方向またはY方向に延びる直線状の平面形状を有している。各線状溝31aは、Z方向にも延びているため、XZ平面またはYZ平面に平行な板状の形状を有している。本実施形態の各線状溝31aは、基板21を貫通しており、基板21の裏面S2から表面S1まで延びている。各線状溝31aは、互いに隣接する2つのフォトダイオードPDの間に設けられている。例えば、図2の中央のフォトダイオードPDの左の線状部31aは、図2の中央および左の2つのフォトダイオードPDの間に設けられている。

【0063】

各環状溝31bは、Z方向に延びる筒状の形状を有しているが、筒状の形状の一部に開口部E1を有している。開口部E1は、基板21内において溝31が形成されていない部分である。よって、各環状溝31bの内側の基板部分と、各環状溝31bの外側の基板部分は、開口部E1内の基板部分により互いに接続されている。本実施形態の各環状溝31bは、図3に示すように、基板21を貫通している部分と、基板21を貫通していない部分とを含んでいる。基板21を貫通していない部分は、基板21の裏面S2から延びているが、基板21の表面S1に達していない。本実施形態の開口部E1は、基板21を貫通していない部分の下に位置している。開口部E1は、本開示の第1開口部の例である。

40

【0064】

本実施形態の各環状溝31bは、その上部においてO字形(環状)の平面形状を有し、その下部においてC字形の平面形状を有している。図2は、各環状溝31bのC字形の平

50

面形状を示している。別言すると、各環状溝 3 1 b は、開口部 E 1 を通過する横断面 (X Y 断面) において、 C 字形の形状を有している。各環状溝 3 1 b は、 4 つの線状溝 3 1 a の間に設けられており、対応する浮遊拡散部 F D の周りに設けられている。

【 0 0 6 5 】

素子分離部 3 2 は、溝 3 1 内に順に形成された素子分離絶縁膜 3 3 および遮光膜 3 4 を含んでいる。素子分離絶縁膜 3 3 は、溝 3 1 の側面および底面に形成されている。遮光膜 3 4 は、溝 3 1 内に素子分離絶縁膜 3 3 を介して埋め込まれている。素子分離部 3 2 は、複数の線状溝 3 1 a 内に形成された複数の線状部 3 2 a と、複数の環状溝 3 1 b 内に形成された複数の環状部 3 2 b とを含んでいる。各線状部 3 2 a は、素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に含んでいる。同様に、各環状部 3 2 b は、素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に含んでいる。

10

【 0 0 6 6 】

素子分離絶縁膜 3 3 は、画素 1 同士 (例えばフォトダイオード P D 同士) を電氣的に分離するための絶縁膜として機能する。素子分離絶縁膜 3 3 は、例えば酸化シリコン膜である。素子分離絶縁膜 3 3 は、透明な絶縁膜でも遮光性のある絶縁膜でもよいが、遮光性がある場合の素子分離絶縁膜 3 3 は、遮光膜としても機能する。本実施形態の素子分離絶縁膜 3 3 は、透明な絶縁膜であり、溝 3 1 内だけでなく、各フォトダイオード P D 上にて基板 2 1 の裏面 S 2 にも形成されている (図 3 および図 4 を参照) 。なお、素子分離絶縁膜 3 3 は、負の固定電荷を有する固定電荷膜を含んでいてもよい。

【 0 0 6 7 】

遮光膜 3 4 は、光を遮光する膜であり、固体撮像装置内のある場所から別の場所に光が侵入することを抑制するために設けられている。遮光膜 3 4 は例えば、タングステン層などの金属層や、吸光係数の高いカルコパイライト構造の化合物半導体層である。例えば、線状溝 3 1 a 内の遮光膜 3 4 は、あるフォトダイオード P D から別のフォトダイオード P D に光が侵入するのを抑制することができ、環状溝 3 1 b 内の遮光膜 3 4 は、フォトダイオード P D から浮遊拡散部 F D に光が侵入するのを抑制することができる。本実施形態の遮光膜 3 4 は、溝 3 1 内に設けられた内部遮光膜 3 4 a だけでなく、溝 3 1 外に設けられた外部遮光膜 3 4 b も含んでいる (図 3 および図 4 を参照) 。外部遮光膜 3 4 b は、各環状溝 3 1 a 上に設けられており、平坦化膜 3 5 から浮遊拡散部 F D に光が侵入するのを抑制することができる。なお、遮光膜 3 4 は絶縁膜でもよい。

20

30

【 0 0 6 8 】

平坦化膜 3 5 は、基板 2 1 の裏面 S 2 を覆うように形成されており、これにより基板 2 1 の裏面 S 2 上の面が平坦となっている。平坦化膜 3 5 は例えば、樹脂膜などの有機膜である。平坦化膜 3 5 は有機膜以外の絶縁膜でもよく、この場合、この絶縁膜の上面を C M P (Chemical Mechanical Polishing) により平坦化してもよい。

【 0 0 6 9 】

カラーフィルタ層 3 6 は、平坦化膜 3 5 上に画素 1 ごとに形成されている。例えば、赤色 (R) 、緑色 (G) 、または青色 (B) 用のカラーフィルタ層 3 6 が、赤色、緑色、または青色の画素 1 のフォトダイオード P D の上方に配置されている。また、赤外光用のカラーフィルタ層 3 6 が、赤外光の画素 1 のフォトダイオード P D の上方に配置されている。カラーフィルタ層 3 6 は、所定の波長の光が透過できる性質を有しており、カラーフィルタ層 3 6 を透過した光が、平坦化膜 3 5 や素子分離絶縁膜 3 3 を介してフォトダイオード P D に入射する。

40

【 0 0 7 0 】

オンチップレンズ 3 7 は、カラーフィルタ層 3 6 上に画素 1 ごとに形成されている。オンチップレンズ 3 7 は、入射した光を集光する性質を有しており、オンチップレンズ 3 7 により集光された光は、カラーフィルタ層 3 6 、平坦化膜 3 5 、および素子分離絶縁膜 3 3 を介してフォトダイオード P D に入射する。

【 0 0 7 1 】

次に、引き続き図 2 ~ 図 4 を参照し、本実施形態の溝 3 1 のさらなる詳細を説明する。

50

【 0 0 7 2 】

上述のように、図 2 の左上の浮遊拡散部 F D は、左上、左、上、および中央の 4 つのフォトダイオード P D の間に設けられている。また、図 2 の中央のフォトダイオード P D により生成された信号電荷は、左上の浮遊拡散部 F D に蓄積される。

【 0 0 7 3 】

そこで、図 2 の左上の環状溝 3 1 b は、中央のフォトダイオード P D とこの浮遊拡散部 F D との間のみ開口部 E 1 を有し、左上、左、および上のフォトダイオード P D とこの浮遊拡散部 F D との間には開口部 E 1 を有していない。これにより、中央のフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D に開口部 E 1 を介して信号電荷を転送でき、かつ、その他のフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D への迷光を抑制することができる。中央のフォトダイオード P D は、本開示の第 1 光電変換部の例である。左上、左、および上のフォトダイオード P D は、本開示の第 2、第 3、および第 4 光電変換部の例である。

10

【 0 0 7 4 】

図 2 の左上の環状溝 3 1 b は、左上、左、および上のフォトダイオード P D と左上の浮遊拡散部 F D との間で基板 2 1 を貫通している。よって、これらのフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D への迷光は、環状溝 3 1 b 内の遮光膜 3 4 により効果的に抑制することができる。

【 0 0 7 5 】

一方、図 2 の左上の環状溝 3 1 b は、中央のフォトダイオード P D と左上の浮遊拡散部 F D との間に、開口部 E 1 が残るように形成されている。よって、このフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D に、開口部 E 1 を介して信号電荷を容易に転送することができる。理由は、このフォトダイオード P D とこの浮遊拡散部 F D との間に遮光膜 3 4 が存在すると、信号電荷を転送しにくくなるからである。さらには、中央のフォトダイオード P D と左上の浮遊拡散部 F D との間に、基板 2 1 を貫通しない環状溝 3 1 b を設けることで、このフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D への迷光もある程度抑制することが可能となる。

20

【 0 0 7 6 】

なお、図 2 の左上の環状溝 3 1 b は、左上のフォトダイオード P D とこの浮遊拡散部 F D との間と、左のフォトダイオード P D とこの浮遊拡散部 F D との間と、上のフォトダイオード P D とこの浮遊拡散部 F D との間のすべてで基板 2 1 を貫通していなくてもよい。例えば、図 2 の左上の環状溝 3 1 b は、左上のフォトダイオード P D とこの浮遊拡散部 F D との間にも開口部を有していてもよい。このような開口部については、第 2 実施形態にて説明する。

30

【 0 0 7 7 】

なお、溝 3 1 に関する以上の説明は、図 2 の左上の環状溝 3 1 b 以外の環状溝 3 1 b にも同様に適用可能である。

【 0 0 7 8 】

図 5 および図 6 は、第 1 実施形態の固体撮像装置の製造方法を示す縦断面図である。図 5 の A から図 6 の B は、図 3 に対応する縦断面を示している。

【 0 0 7 9 】

まず、図 5 の A に示すように、基板 2 1 内や基板 2 1 上に、n 型半導体領域 2 2、p 型半導体領域 2 3、および n + 型半導体領域 2 4 や、転送トランジスタ T R のゲート絶縁膜 1 7、ゲート電極 1 8、および側壁絶縁膜 1 9 を形成する。この段階で、リセットトランジスタ R S T のゲート絶縁膜、ゲート電極、および側壁絶縁膜も形成される。このようにして、フォトダイオード P D や浮遊拡散層 F D や画素トランジスタが形成される。フォトダイオード P D や浮遊拡散層 F D は、図 2 に示すような 2 次元アレイ状に配置される。転送トランジスタ T R やリセットトランジスタ R S T も、図 2 に示すようなレイアウトで配置される。次に、図 5 の A に示すように、基板 2 1 上に、コンタクトプラグ 1 6、層間絶縁膜 1 5、および配線層 1 2 ~ 1 4 を形成する。なお、図 5 の A の工程は、基板 2 1 の表面 S 1 を上向きにし、基板 2 1 の裏面 S 2 を下向きにした状態で実行される。

40

50

【 0 0 8 0 】

次に、図5のBに示すように、基板21の表面S1に層間絶縁膜15を介して支持基板11を接着させた後、基板21の上下を反転させる。図5のBは、基板21の表面S1を下向きにし、基板21の裏面S2を上向きにした状態を示している。

【 0 0 8 1 】

次に、図5のBに示すように、基板21を裏面S2から薄膜化した後、基板21内に裏面S2からのエッチングにより溝31を形成する。溝31は、上述の線状溝31a（不図示）と環状溝31bとを含むように形成される。本実施形態の線状溝31aは、基板21を貫通するように形成される。一方、本実施形態の環状溝31bは、基板21を貫通する部分と、基板21を貫通しない部分とを含むように形成される。その結果、基板21を貫通しない部分の下に、環状溝31bの開口部E1が形成される。溝31は、図2～図4に示すようなレイアウトで形成される。溝31の形成工程の詳細は後述する。

10

【 0 0 8 2 】

次に、図6のAに示すように、基板21の裏面S2に素子分離絶縁膜33と遮光膜34とを順に形成する。その結果、素子分離絶縁膜33が、溝31の側面および底面やフォトダイオードPD上に形成される。さらには、遮光膜34が、溝31内に素子分離絶縁膜33を介して埋め込まれると共に、フォトダイオードPD上に素子分離絶縁膜33を介して形成される。このようにして、溝31内に素子分離部32が形成される。より詳細には、線状溝31a内に線状部32aが形成され（不図示）、環状溝31b内に環状部32bが形成される。

20

【 0 0 8 3 】

次に、図6のBに示すように、溝31外の遮光膜34をエッチングにより加工する。その結果、遮光膜34が、溝31内の内部遮光膜34aと、溝31外の外部遮光膜34bとを含むように加工される。外部遮光膜34bは、環状溝31b上に形成される。

【 0 0 8 4 】

その後、フォトダイオードPD上に素子分離絶縁膜33を介して平坦化膜36、カラーフィルタ層37、およびオンチップレンズ38が順に形成される。このようにして、本実施形態の固体撮像装置が製造される。

【 0 0 8 5 】

次に、図7から図12を参照し、本実施形態の溝31の形成方法の種々の例について説明する。図7のAから図12のBは、図5のB（または図6のB）に対応する縦断面を示している。ただし、説明を分かりやすくするため、支持基板11、配線層12～14、層間絶縁膜15、コンタクトプラグ16、ゲート絶縁膜17、ゲート電極18、側壁絶縁膜19、n型半導体領域22、p型半導体領域23、およびn+型半導体領域24の図示は省略されている。

30

【 0 0 8 6 】

図7および図8は、溝31の形成方法の第1の例を示す縦断面図である。

【 0 0 8 7 】

まず、基板21の裏面S2からのエッチングによって、基板21内に溝31の一部（上部）を形成する（図7のA）。具体的には、線状溝31aおよび環状溝31bの各々が、高さHの位置まで形成される。

40

【 0 0 8 8 】

次に、基板21の裏面S2からのエッチングによって、基板21内に溝31の残部（下部）を形成する（図7のB）。この際、各線状溝31aは、基板21を貫通するように加工される。一方、各環状溝31bは、基板21を貫通する部分と、基板21を貫通しない部分とを含むように加工される。図7のBの工程では、各環状溝31bは、基板21を貫通する部分のみが加工され、基板21を貫通しない部分は加工されない。その結果、基板21を貫通しない部分の下に、環状溝31bの開口部E1が形成される。このようにして、溝31が形成される。

【 0 0 8 9 】

50

本例ではその後、図 6 の A および B の工程を実行する。その結果、溝 3 1 内に素子分離部 3 2 が形成される（図 8 の A）。素子分離部 3 2 は、素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に含むように形成される。

【 0 0 9 0 】

なお、本例では、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の下部を形成し、その後、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の上部を形成してもよい。すなわち、図 7 の B の工程を実行し、その後図 7 の A の工程を実行してもよい。この場合、図 7 の B の工程は、基板 2 1 の表面 S 1 に、支持基板 1 1、配線層 1 2 ~ 1 4、層間絶縁膜 1 5、コンタクトプラグ 1 6、ゲート絶縁膜 1 7、ゲート電極 1 8、および側壁絶縁膜 1 9 を形成する前に実行される。一方、図 7 の A の工程は、基板 2 1 の表面 S 1 にこれらを形成する前に実行してもよいし、基板 2 1 の表面 S 1 にこれらを形成した後に実行してもよい。

10

【 0 0 9 1 】

この場合、素子分離部 3 2 は、次のように形成してもよい。まず、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の下部を形成し、溝 3 1 の下部内に素子分離絶縁膜 3 3 ' と遮光膜 3 4 ' とを順に形成する（図 8 の B）。次に、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の上部を形成し、溝 3 1 の上部内に素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に形成する（図 8 の B）。その結果、溝 3 1 内に、素子分離部 3 2 が、素子分離絶縁膜 3 3、3 3 ' と遮光膜 3 4、3 4 ' とを順に含むように形成される。素子分離絶縁膜 3 3 ' と遮光膜 3 4 ' の材料は例えば、それぞれ素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 の材料と同じである。

20

【 0 0 9 2 】

図 9 および図 1 0 は、溝 3 1 の形成方法の第 2 の例を示す縦断面図である。

【 0 0 9 3 】

まず、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に、溝 3 1 の一部としての溝 3 1 c を形成する（図 9 の A）。次に、溝 3 1 c 内に素子分離絶縁膜 3 8 を形成する（図 9 の A）。その結果、溝 3 1 c 内に素子分離部が形成される。この素子分離部は例えば、基板 2 1 の表面 S 1 のトランジスタ同士を電氣的に分離するために使用される。素子分離絶縁膜 3 8 は、透明な絶縁膜でも遮光性のある絶縁膜でもよいが、ここでは遮光性のある絶縁膜とすることが望ましい。遮光性がある場合の素子分離絶縁膜 3 8 は、遮光膜としても機能する。なお、溝 3 1 c や素子分離絶縁膜 3 8 は、基板 2 1 の表面 S 1 に、支持基板 1 1、配線層 1 2 ~ 1 4、層間絶縁膜 1 5、コンタクトプラグ 1 6、ゲート絶縁膜 1 7、ゲート電極 1 8、および側壁絶縁膜 1 9 を形成する前に形成される。

30

【 0 0 9 4 】

次に、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の一部（上部）を形成する（図 9 の A）。具体的には、線状溝 3 1 a および環状溝 3 1 b の各々が、高さ H の位置まで形成される。

【 0 0 9 5 】

次に、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の残部（下部）を形成する（図 9 の B）。この際、各線状溝 3 1 a は、単独で基板 2 1 を貫通するか、溝 3 1 c と共に基板 2 1 を貫通するように加工される。すなわち、溝 3 1 c（素子分離絶縁膜 3 8）の上方の線状溝 3 1 a は、溝 2 1 c（素子分離絶縁膜 3 8）に到達するように形成される。一方、各環状溝 3 1 b は、単独または溝 3 1 c と共に基板 2 1 を貫通する部分と、基板 2 1 を貫通しない部分とを含むように加工される。図 9 の B の工程では、各環状溝 3 1 b は、単独または溝 3 1 c と共に基板 2 1 を貫通する部分のみが加工され、基板 2 1 を貫通しない部分は加工されない。その結果、基板 2 1 を貫通しない部分の下に、環状溝 3 1 b の開口部 E 1 が形成される。このようにして、線状溝 3 1 a、環状溝 3 1 b、および溝 3 1 c を含む溝 3 1 が形成される。

40

【 0 0 9 6 】

本例ではその後、図 6 の A および B の工程を実行する。その結果、溝 3 1（線状溝 3 1

50

a および環状溝 3 1 b) 内に素子分離部 3 2 が形成される。素子分離部 3 2 は、素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に含むように形成される。本例では、溝 3 1 c 内の素子分離部も、素子分離部 3 2 の一部となる。

【 0 0 9 7 】

なお、溝 3 1 c 内の素子分離部は、素子分離絶縁膜 3 8 と遮光膜 3 9 とを順に含むように形成されてもよい (図 1 0 の A) 。この場合、素子分離絶縁膜 3 8 と遮光膜 3 9 の材料は例えば、それぞれ素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 の材料と同じにしてもよい。

【 0 0 9 8 】

また、溝 3 1 c の底面は、上述の高さ H の位置まで形成されてもよい (図 1 0 の B) 。この場合、その後図 9 の A の工程を実行し、図 9 の B の工程は省略してもよい (図 1 0 の B) 。このようにして、線状溝 3 1 a 、環状溝 3 1 b 、および溝 3 1 c を含む溝 3 1 が形成される。なお、この場合の溝 3 1 c 内の素子分離部は、図 1 0 の A の手法で形成されてもよい。

10

【 0 0 9 9 】

また、本例の溝 3 1 は、以下の手順で形成してもよい。まず、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 c を形成する。溝 3 1 c は、図 9 の A の工程と同様に、基板 2 1 の表面 S 1 から形成される。次に、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の一部 (下部) を形成する。溝 3 1 の下部は、図 9 の B の工程とは異なり、基板 2 1 の表面 S 1 から形成される。次に、溝 3 1 (線状溝 3 1 a および環状溝 3 1 b) の下部内に図 8 の B の工程と同様の素子分離絶縁膜 3 3 ' と遮光膜 3 4 ' とを順に形成し、溝 3 1 c 内に素子分離絶縁膜 3 8 を形成する。次に、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の残部 (上部) を形成する。溝 3 1 の上部は、図 9 の A の工程と同様に、基板 2 1 の裏面 S 2 から形成される。次に、溝 3 1 の上部内に素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に形成する。

20

【 0 1 0 0 】

図 1 1 は、溝 3 1 の形成方法の第 3 の例を示す縦断面図である。

【 0 1 0 1 】

まず、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の一部を形成する (図 1 1 の A) 。具体的には、各線状溝 3 1 a の全部と、各環状溝 3 1 b のうちの基板 2 1 を貫通する部分とが形成される。図 1 1 の A では、各線状溝 3 1 a の全部と、各環状溝 3 1 b の当該部分とが、基板 3 1 を貫通するように形成される。

30

【 0 1 0 2 】

次に、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の残部を形成する (図 1 1 の B) 。具体的には、各環状溝 3 1 b のうちの基板 2 1 を貫通しない部分が形成される。図 1 1 の B では、各環状溝 3 1 b の当該部分が、高さ H の位置まで形成される。その結果、基板 2 1 を貫通しない部分の下に、環状溝 3 1 b の開口部 E 1 が形成される。このようにして、溝 3 1 が形成される。

【 0 1 0 3 】

本例ではその後、図 6 の A および B の工程を実行する。その結果、溝 3 1 内に素子分離部 3 2 が形成される。素子分離部 3 2 は、素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に含むように形成される。

40

【 0 1 0 4 】

なお、図 1 1 の A では、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の一部を形成してもよい。この場合、図 1 1 の A の工程は、基板 2 1 の表面 S 1 に、支持基板 1 1 、配線層 1 2 ~ 1 4 、層間絶縁膜 1 5 、コンタクトプラグ 1 6 、ゲート絶縁膜 1 7 、ゲート電極 1 8 、および側壁絶縁膜 1 9 を形成する前に実行される。一方、図 1 1 の B の工程は、基板 2 1 の表面 S 1 にこれらを形成する前に実行してもよいし、基板 2 1 の表面 S 1 にこれらを形成した後に実行してもよい。

【 0 1 0 5 】

また、本例では、図 1 1 の B の工程を実行し、その後図 1 1 の A の工程を実行しても

50

よい。

【 0 1 0 6 】

図 1 2 は、溝 3 1 の形成方法の第 4 の例を示す縦断面図である。

【 0 1 0 7 】

まず、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に、溝 3 1 の一部としての溝 3 1 c を形成する（図 1 2 の A）。次に、溝 3 1 c 内に素子分離絶縁膜 3 8 を形成する（図 1 2 の A）。その結果、溝 3 1 c 内に素子分離部が形成される。この素子分離部は例えば、基板 2 1 の表面 S 1 のトランジスタ同士を電氣的に分離するために使用される。素子分離絶縁膜 3 8 は、透明な絶縁膜でも遮光性のある絶縁膜でもよいが、ここでは遮光性のある絶縁膜とすることが望ましい。遮光性がある場合の素子分離絶縁膜 3 8 は、遮光膜としても機能する。なお、溝 3 1 c や素子分離絶縁膜 3 8 は、基板 2 1 の表面 S 1 に、支持基板 1 1、配線層 1 2 ~ 1 4、層間絶縁膜 1 5、コンタクトプラグ 1 6、ゲート絶縁膜 1 7、ゲート電極 1 8、および側壁絶縁膜 1 9 を形成する前に形成される。

10

【 0 1 0 8 】

次に、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の一部を形成する（図 1 2 の A）。具体的には、各線状溝 3 1 a の全部と、各環状溝 3 1 b のうちの基板 2 1 を貫通する部分とが形成される。図 1 2 の A では、各線状溝 3 1 a の全部と、各環状溝 3 1 b の当該部分とが、基板 3 1 を単独で貫通するか、基板 3 1 を溝 3 1 c と共に貫通するように形成される。

【 0 1 0 9 】

次に、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の残部を形成する（図 1 2 の B）。具体的には、各環状溝 3 1 b のうちの基板 2 1 を貫通しない部分が形成される。図 1 2 の B では、各環状溝 3 1 b の当該部分が、高さ H の位置まで形成される。その結果、基板 2 1 を貫通しない部分の下に、環状溝 3 1 b の開口部 E 1 が形成される。このようにして、線状溝 3 1 a、環状溝 3 1 b、および溝 3 1 c を含む溝 3 1 が形成される。

20

【 0 1 1 0 】

本例ではその後、図 6 の A および B の工程を実行する。その結果、溝 3 1（線状溝 3 1 a および環状溝 3 1 b）内に素子分離部 3 2 が形成される。素子分離部 3 2 は、素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に含むように形成される。本例では、溝 3 1 c 内の素子分離部も、素子分離部 3 2 の一部となる。

30

【 0 1 1 1 】

なお、本例では、図 1 2 の B の工程を実行し、その後図 1 2 の A の工程を実行してもよい。

【 0 1 1 2 】

また、本例の溝 3 1 c 内の素子分離部は、図 1 0 の A の素子分離部と同様に、素子分離絶縁膜 3 8 と遮光膜 3 9 とを順に含むように形成されてもよい。この場合、素子分離絶縁膜 3 8 と遮光膜 3 9 の材料は例えば、それぞれ素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 の材料と同じにしてもよい。

【 0 1 1 3 】

また、本例の溝 3 1 は、以下の手順で形成してもよい。まず、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 c を形成する。溝 3 1 c は、図 1 2 の A の工程と同様に、基板 2 1 の表面 S 1 から形成される。次に、基板 2 1 の表面 S 1 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の一部を形成する。具体的には、各線状溝 3 1 a の全部と、各環状溝 3 1 b のうちの基板 2 1 を貫通する部分とが形成される。溝 3 1 の当該一部は、図 1 2 の A の工程とは異なり、基板 2 1 の表面 S 1 から形成される。次に、溝 3 1（線状溝 3 1 a および環状溝 3 1 b）の当該一部内に図 8 の B の工程と同様の素子分離絶縁膜 3 3' と遮光膜 3 4' とを順に形成し、溝 3 1 c 内に素子分離絶縁膜 3 8 を形成する。次に、基板 2 1 の裏面 S 2 からのエッチングによって、基板 2 1 内に溝 3 1 の残部を形成する。具体的には、各環状溝 3 1 b のうちの基板 2 1 を貫通しない部分が形成される。

40

50

溝 3 1 の当該残部は、図 1 2 の B の工程と同様に、基板 2 1 の裏面 S 2 から形成される。次に、溝 3 1 の当該残部内に素子分離絶縁膜 3 3 と遮光膜 3 4 とを順に形成する。

【 0 1 1 4 】

なお、第 1 から第 4 の例は、後述する第 2 から第 5 実施形態にも適用可能である。

【 0 1 1 5 】

以上のように、本実施形態の溝 3 1 は、複数の線状溝 3 1 a と複数の環状溝 3 1 b とを含むように形成され、各環状溝 3 1 b は、基板 2 1 を貫通する部分と、基板 2 1 を貫通しない部分とを含むように形成される。その結果、本実施形態の各環状溝 3 1 b は、基板 2 1 を貫通しない部分の下に、開口部 E 1 を有するように形成される。

【 0 1 1 6 】

よって、本実施形態によれば、所定のフォトダイオード P D から浮遊拡散部 F D に開口部 E 1 を介して信号電荷を転送することを可能としつつ、その他のフォトダイオード P D から浮遊拡散部 F D への迷光を環状溝 3 1 b 内の遮光膜 3 4 により抑制することが可能となる。また、本実施形態によれば、あるフォトダイオード P D から別のフォトダイオード P D への迷光を、線状溝 3 1 a 内の遮光膜 3 4 により抑制することが可能となる。また、本実施形態によれば、溝 3 1 内の素子分離絶縁膜 3 3 や遮光膜 3 4 により、画素 1 間の混色を抑制することが可能となる。

【 0 1 1 7 】

以上のように、本実施形態によれば、浮遊拡散部 F D の遮光性を向上させることが可能となる。

【 0 1 1 8 】

(第 2 実施形態)

図 1 3 は、第 2 実施形態の固体撮像装置の構造を示す横断面図である。図 1 3 は、図 2 と同様に、図 1 の画素アレイ領域 1 に含まれる 9 つの画素 1 を示している。

【 0 1 1 9 】

図 1 4 は、第 2 実施形態の固体撮像装置の構造を示す縦断面図である。図 1 5 は、第 2 実施形態の固体撮像装置の構造を示す別の縦断面図である。図 1 4 は、図 1 3 に示す A - A ' 線に沿った断面 (X ' Z 断面) を示し、図 1 5 は、図 1 3 に示す B - B ' 線に沿った断面 (Y ' Z 断面) を示している。なお、図 1 3 は、図 1 4 に示す A - A ' 線や、図 1 5 に示す B - B ' 線に沿った断面 (X Y 断面) を示している。ただし、図 1 3 は、説明を分かりやすくするため、この X Y 断面内にある構成要素だけでなく、この X Y 断面より低い位置にある一部の構成要素も示している。

【 0 1 2 0 】

以下、図 1 3 ~ 図 1 5 を参照し、本実施形態の固体撮像装置の構造を説明する。

【 0 1 2 1 】

本実施形態の固体撮像装置は、第 1 実施形態の固体撮像装置と同様の構成要素を備えている。ただし、本実施形態の各環状溝 3 1 b は、Z 方向に延びる筒状の形状を有しているが、筒状の形状の一部に開口部 E 1 と開口部 E 2 とを有している。開口部 E 2 は、開口部 E 1 と同様に、基板 2 1 内において溝 3 1 が形成されていない部分である。よって、各環状溝 3 1 b の内側の基板部分と、各環状溝 3 1 b の外側の基板部分は、開口部 E 2 内の基板部分により互いに接続されている。本実施形態の各環状溝 3 1 b は、図 1 4 と図 1 5 に示すように、基板 2 1 を貫通している部分と、基板 2 1 を貫通していない部分とを含んでいる。基板 2 1 を貫通していない部分は、基板 2 1 の裏面 S 2 から延びているが、基板 2 1 の表面 S 1 に達していない。本実施形態の開口部 E 2 は、開口部 E 1 と同様に、基板 2 1 を貫通していない部分の下に位置している。開口部 E 2 は、本開示の第 2 開口部の例である。

【 0 1 2 2 】

次に、本実施形態の溝 3 1 のさらなる詳細を説明する。

【 0 1 2 3 】

図 1 3 の左上の浮遊拡散部 F D は、左上、左、上、および中央の 4 つのフォトダイオー

10

20

30

40

50

ド P D の間に設けられている。また、図 1 3 の中央のフォトダイオード P D により生成された信号電荷は、左上の浮遊拡散部 F D に蓄積される。また、図 1 3 の左上の浮遊拡散部 F D は、左上のリセットトランジスタ R S T により初期化される。

【 0 1 2 4 】

そこで、図 1 3 の左上の環状溝 3 1 b は、この浮遊拡散部 F D とこのリセットトランジスタ R S T との間に開口部 E 2 を有している。これにより、リセットトランジスタ R S T を浮遊拡散部 F D の左上に配置しても、浮遊拡散部 F D とリセットトランジスタ R S T とを容易に電氣的に接続することができる。中央のフォトダイオード P D は、本開示の第 1 光電変換部の例であり、左上のフォトダイオード P D は、本開示の第 3 光電変換部の例である。左および上のフォトダイオード P D は、本開示の第 2 および第 4 光電変換部の例である。図 1 3 では、第 3 光電変換部が、この浮遊拡散部 F D に対して第 1 光電変換部の反対側に配置され、このリセットトランジスタ R S T が、この浮遊拡散部 F D に対して第 3 光電変換部側に配置されている。

10

【 0 1 2 5 】

図 1 3 の左上の環状溝 3 1 b は、左および上のフォトダイオード P D と左上の浮遊拡散部 F D との間で基板 2 1 を貫通している。よって、これらのフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D への迷光は、環状溝 3 1 b 内の遮光膜 3 4 により効果的に抑制することができる。

【 0 1 2 6 】

一方、図 1 3 の左上の環状溝 3 1 b は、中央のフォトダイオード P D と左上の浮遊拡散部 F D との間に、開口部 E 1 が残るように形成されている。よって、このフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D に、開口部 E 1 を介して信号電荷を容易に転送することができる。理由は、このフォトダイオード P D とこの浮遊拡散部 F D との間に遮光膜 3 4 が存在すると、信号電荷を転送しにくくなるからである。さらには、中央のフォトダイオード P D と左上の浮遊拡散部 F D との間に、基板 2 1 を貫通しない環状溝 3 1 b を設けることで、このフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D への迷光もある程度抑制することが可能となる。

20

【 0 1 2 7 】

また、図 1 3 の左上の環状溝 3 1 b は、左上のフォトダイオード P D と左上の浮遊拡散部 F D との間に、開口部 E 2 が残るように形成されている。よって、リセットトランジスタ R S T を浮遊拡散部 F D の左上に配置しても、浮遊拡散部 F D とリセットトランジスタ R S T とを容易に電氣的に接続することができる。さらには、左上のフォトダイオード P D と左上の浮遊拡散部 F D との間に、基板 2 1 を貫通しない環状溝 3 1 b を設けることで、このフォトダイオード P D からこの浮遊拡散部 F D への迷光もある程度抑制することが可能となる。

30

【 0 1 2 8 】

なお、溝 3 1 に関する以上の説明は、図 1 3 の左上の環状溝 3 1 b 以外の環状溝 3 1 b にも同様に適用可能である。

【 0 1 2 9 】

本実施形態の固体撮像装置は、図 5 および図 6 に示す方法により製造可能である。ただし、図 5 の B の工程では、溝 3 1 を、環状溝 3 1 b の開口部 E 1 と同様に、環状溝 3 1 b の開口部 E 2 が形成されるように形成する。

40

【 0 1 3 0 】

本実施形態によれば、浮遊拡散部 F D とリセットトランジスタ R S T とを容易に電氣的に接続することを可能としつつ、浮遊拡散部 F D への迷光を抑制することが可能となる。

【 0 1 3 1 】

(第 3 実施形態)

図 1 6 は、第 3 実施形態の固体撮像装置の構造を示す横断面図である。図 1 6 は、図 2 と同様に、図 1 の画素アレイ領域 1 に含まれる 9 つの画素 1 を示している。図 1 6 はさらに、X 方向に平行な C - C ' 線を示している。

50

【 0 1 3 2 】

図 1 7 は、第 3 実施形態の固体撮像装置の構造を示す縦断面図である。図 1 7 は、図 1 6 に示す C - C ' 線に沿った断面 (X Z 断面) を示している。なお、図 1 6 は、図 1 7 に示す C - C ' 線に沿った断面 (X Y 断面) を示している。ただし、図 1 6 は、説明を分かりやすくするため、この X Y 断面内にある構成要素だけでなく、この X Y 断面より低い位置にある一部の構成要素も示している。

【 0 1 3 3 】

なお、本実施形態の固体撮像装置に関し、図 1 6 に示す A - A ' 線に沿った構造は、図 3 に示す構造と同じであり、図 1 6 に示す B - B ' 線に沿った構造は、図 4 に示す構造と同じである。

【 0 1 3 4 】

以下、図 1 6 および図 1 7 を参照し、本実施形態の固体撮像装置の構造を説明する。

【 0 1 3 5 】

本実施形態の固体撮像装置は、第 1 実施形態の固体撮像装置と同様の構成要素を備えている。ただし、図 1 6 の左の線状溝 3 1 a は、Z 方向に延びる板状の形状を有しているが、板状の形状の一部に開口部 E 3 を有している。開口部 E 3 は、開口部 E 1 と同様に、基板 2 1 内において溝 3 1 が形成されていない部分である。よって、この線状溝 3 1 a の左側の基板部分と、この線状溝 3 1 a の右側の基板部分は、開口部 E 3 内の基板部分により互いに接続されている。本実施形態のこの線状溝 3 1 a は、基板 2 1 を貫通している部分 (図 1 7) と、基板 2 1 を貫通していない部分とを含んでいる。基板 2 1 を貫通していない部分は、基板 2 1 の裏面 S 2 から延びているが、基板 2 1 の表面 S 1 に達していない。本実施形態の開口部 E 3 は、開口部 E 1 と同様に、基板 2 1 を貫通していない部分の下に位置している。開口部 E 3 は、本開示の第 3 開口部の例である。

【 0 1 3 6 】

本実施形態の固体撮像装置はさらに、浮遊拡散部 F D と異なる複数の浮遊拡散部 O F D と、転送トランジスタ T R と異なる複数の転送トランジスタ O F G とを備えている。図 1 6 は、これらの浮遊拡散部 O F D のうちの 1 つと、これらの転送トランジスタ O F G のうちの 2 つとを示している。浮遊拡散部 O F D は、上述の電荷蓄積部と異なる電荷蓄積部の例である。

【 0 1 3 7 】

本実施形態の固体撮像装置はさらに、各浮遊拡散部 O F D に含まれる n + 型半導体領域 2 5 を備えている。n + 型半導体領域 2 5 は、基板 2 1 内に設けられており、基板 2 1 の表面 S 1 付近に位置している。

【 0 1 3 8 】

各浮遊拡散部 O F D は、n + 型半導体領域 2 5 を含んでいる。本実施形態の各浮遊拡散部 O F D は、互いに隣接する 2 つのフォトダイオード P D の間に設けられている。例えば、図 1 6 の浮遊拡散部 O F D は、図 1 6 の中央および左の 2 つのフォトダイオード P D の間に設けられており、開口部 E 3 内に位置している。この浮遊拡散部 O F D は、後述するように、図 1 6 の中央および左のフォトダイオード P D に共通の電荷蓄積部として使用される。なお、本実施形態の浮遊拡散部 O F D は、図 1 7 に示すように、正確には C - C ' 線より低い位置に配置されているが、説明を分かりやすくするために図 1 6 に図示されている。

【 0 1 3 9 】

各転送トランジスタ O F G は、基板 2 1 の表面 S 1 に設けられており、対応するフォトダイオード P D の付近に配置されている。図 1 7 の転送トランジスタ O F G は、上述の転送トランジスタ T R と同様に、ゲート絶縁膜 1 7 と、ゲート電極 1 8 と、側壁絶縁膜 1 9 とを含んでいる。本実施形態の各転送トランジスタ O F G は、対応するフォトダイオード P D と浮遊拡散部 O F D との間に設けられており、強烈光が入射した際に、対応するフォトダイオード P D からあふれる電荷を排出するために使用される。なお、本実施形態の転送トランジスタ O F G は、図 1 7 に示すように、正確には C - C ' 線より低い位置に配置さ

10

20

30

40

50

れているが、説明を分かりやすくするために図 16 に図示されている。

【0140】

本実施形態の固体撮像装置は、図 5 および図 6 に示す方法により製造可能である。ただし、図 5 の B の工程では、溝 31 を、環状溝 31b の開口部 E1 と同様に、線状溝 31a の開口部 E3 が形成されるように形成する。また、浮遊拡散部 OFD、転送トランジスタ OFG、および n+ 型半導体領域 25 は、図 5 の A の工程で形成される。

【0141】

本実施形態によれば、線状溝 31a に開口部 E3 を設けることで、各浮遊拡散部 OFD を 2 つのフォトダイオード PD に共通の電荷蓄積部として使用することが可能となる。

【0142】

(第 4 実施形態)

図 18 は、第 4 実施形態の固体撮像装置の構造を示す横断面図である。図 18 は、図 2 と同様に、図 1 の画素アレイ領域 1 に含まれる 9 つの画素 1 を示している。

【0143】

図 19 は、第 4 実施形態の固体撮像装置の構造を示す縦断面図である。図 20 は、第 4 実施形態の固体撮像装置の構造を示す別の縦断面図である。図 19 は、図 18 に示す A - A' 線に沿った断面 (X'Z 断面) を示し、図 20 は、図 18 に示す B - B' 線に沿った断面 (Y'Z 断面) を示している。なお、図 18 は、図 19 に示す A - A' 線や、図 20 に示す B - B' 線に沿った断面 (XY 断面) を示している。ただし、図 18 は、説明を分かりやすくするため、この XY 断面内にある構成要素だけでなく、この XY 断面より低い位置にある一部の構成要素も示している。

【0144】

以下、図 18 ~ 図 20 を参照し、本実施形態の固体撮像装置の構造を説明する。

【0145】

本実施形態の固体撮像装置は、第 1 実施形態の固体撮像装置の構成要素に加えて、各フォトダイオード PD 上にて基板 21 の上面 (裏面 S2) に設けられたモスアイ構造 26 を備えている。

【0146】

モスアイ構造 26 は、基板 21 の上面に設けられた微小な凹凸構造であり、複数の凸部と複数の凹部とを含んでいる。これらの凹部は例えば、-Z 方向に伸びるピラミッド形状を有し、2次元アレイ状に配置されている。素子分離絶縁膜 33 や平坦化膜 35 は、これらの凹部内に埋め込まれている。本実施形態によれば、各フォトダイオード PD 上にモスアイ構造 26 を設けることで、入射光の反射を低減して固体撮像装置の感度を向上させることが可能となる。

【0147】

しかしながら、モスアイ構造 26 は、フォトダイオード PD への入射光を浮遊拡散部 FD へと散乱させて、浮遊拡散部 FD への迷光を生じさせるおそれがある。そこで、本実施形態では、第 1 実施形態で説明したように、浮遊拡散部 FD をおおむね環状溝 31b で包囲し、フォトダイオード PD と浮遊拡散部 FD との接続部を開口部 E1 に限定している。よって、本実施形態によれば、モスアイ構造 26 のメリットを享受しつつ、モスアイ構造 26 に起因する浮遊拡散部 FD への迷光を抑制することが可能となる。

【0148】

なお、本実施形態のモスアイ構造 26 は、第 1 実施形態以外の各実施形態にも適用可能である。

【0149】

本実施形態の固体撮像装置は、図 5 および図 6 に示す方法により製造可能である。ただし、図 6 の A の工程を行う前に、基板 21 の裏面 S2 にモスアイ構造 26 を形成する。

【0150】

(第 5 実施形態)

図 21 は、第 5 実施形態の固体撮像装置の構造を示す平面図および横断面図である。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 1 】

図 2 1 の A は、図 1 の画素アレイ領域 2 の構造を模式的に示す平面図である。図 2 1 の A は、画素アレイ領域 2 に含まれる 4 つの部分領域 2 a、2 b、2 c、2 d と、画素アレイ領域 2 の中心 C とを示している。本実施形態の画素アレイ領域 2 は、この中心 C を通る境界線 L 1、L 2 で 4 つの部分領域 2 a ~ 2 d に分割されている。中心 C は 4 象限の原点に相当する。

【 0 1 5 2 】

部分領域 2 a は、図 2 1 の A の左上に位置している。部分領域 2 b は、図 2 1 の A の右下に位置し、中心 C に対して部分領域 2 a の反対側に設けられている。部分領域 2 c は、図 2 1 の A の右上に位置し、部分領域 2 a と部分領域 2 b との間に設けられている。部分領域 2 d は、図 2 1 の A の左下に位置し、中心 C に対して部分領域 2 c の反対側に設けられている。部分領域 2 a ~ 2 d の各々は、複数の画素 1 を含んでいる。部分領域 2 a、2 b、2 c、2 d はそれぞれ、本開示の第 1、第 2、第 3、および第 4 領域の例である。

10

【 0 1 5 3 】

なお、各部分領域内の画素 1 の個数は、他の部分領域内の画素 1 の個数と同じでもよいし、他の部分領域内の画素 1 の個数と異なってもよい。従って、画素アレイ領域 2 の中心 C は、画素アレイ領域 2 内の全画素 1 の正確な中心に位置していてもよいし、画素アレイ領域 2 内の全画素 1 の正確な中心からずれた点に位置していてもよい。

【 0 1 5 4 】

図 2 1 の B は、図 1 の画素アレイ領域 2 の構造を示す横断面図であり、図 2 1 の A の平面図の詳細を示す横断面図となっている。図 2 1 の B は、部分領域 2 a に含まれる 9 つの画素 1 と、部分領域 2 b に含まれる 9 つの画素 1 と、部分領域 2 c に含まれる 9 つの画素 1 と、部分領域 2 d に含まれる 9 つの画素 1 とを示している。

20

【 0 1 5 5 】

図 2 1 の B に示すように、部分領域 2 a ~ 2 d の各々は、図 2 に示す構造と同様の構造を有している。ただし、部分領域 2 a は、中央のフォトダイオード P D に対応する浮遊拡散部 F D、転送トランジスタ T R、およびリセットトランジスタ R S T を、中央のフォトダイオード P D の右下に備えており、この浮遊拡散部 F D の周りの環状溝 3 1 b は、その左上に開口部 E 1 を有している。また、部分領域 2 b は、中央のフォトダイオード P D に対応する浮遊拡散部 F D 等をその左上に備えており、この浮遊拡散部 F D の周りの環状溝 3 1 b は、その右下に開口部 E 1 を有している。また、部分領域 2 c は、中央のフォトダイオード P D に対応する浮遊拡散部 F D 等をその左下に備えており、この浮遊拡散部 F D の周りの環状溝 3 1 b は、その右上に開口部 E 1 を有している。また、部分領域 2 d は、中央のフォトダイオード P D に対応する浮遊拡散部 F D 等をその右上に備えており、この浮遊拡散部 F D の周りの環状溝 3 1 b は、その左下に開口部 E 1 を有している。

30

【 0 1 5 6 】

このように、各部分領域内の各環状溝 3 1 b の開口部 E 1 は、その環状溝 3 1 b に対して、中心 C の反対側に設けられている。よって、部分領域 2 a 内の開口部 E 1 は、中心 C に対して、部分領域 2 b 内の開口部 E 1 の反対側に設けられている。同様に、部分領域 2 c 内の開口部 E 1 は、中心 C に対して、部分領域 2 d 内の開口部 E 1 の反対側に設けられている。

40

【 0 1 5 7 】

本実施形態の固体撮像装置では、画素アレイ領域 2 の中心 C 付近に強い光が入射し、この光が、図 2 1 の B にて矢印で示すように、部分領域 2 a ~ 2 d に進行していくと考えられる。そのため、開口部 E 1 が中心 C 側を向いていると、開口部 E 1 から浮遊拡散部 F D への迷光が生じやすい。よって、本実施形態の各開口部 E 1 は、中心 C の反対側を向いている。これにより、各開口部 E 1 から浮遊拡散部 F D への迷光を効果的に抑制することが可能となる。なお、境界線 L 1、L 2 付近の画素アレイ領域 2 の構造は、固体撮像装置の実装に応じて好適な態様で設定してもよい。

【 0 1 5 8 】

50

本実施形態の固体撮像装置は、図5および図6に示す方法により製造可能である。ただし、図5のBの工程では、各部分領域内の開口部E1を、図21のBに示す方向に形成する。

【0159】

(応用例)

図22は、電子機器の構成例を示すブロック図である。図22に示す電気機器は、カメラ100である。

【0160】

カメラ100は、レンズ群などを含む光学部101と、第1から第5実施形態のいずれかの固体撮像装置である撮像装置102と、カメラ信号処理回路であるDSP(Digital Signal Processor)回路103と、フレームメモリ104と、表示部105と、記録部106と、操作部107と、電源部108とを備えている。また、DSP回路103、フレームメモリ104、表示部105、記録部106、操作部107、および電源部108は、バスライン109を介して相互に接続されている。

【0161】

光学部101は、被写体からの入射光(像光)を取り込んで、撮像装置102の撮像面上に結像する。撮像装置102は、光学部101により撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して、画素信号として出力する。

【0162】

DSP回路103は、撮像装置102により出力された画素信号について信号処理を行う。フレームメモリ104は、撮像装置102で撮像された動画または静止画の1画面を記憶しておくためのメモリである。

【0163】

表示部105は、例えば液晶パネルや有機ELパネルなどのパネル型表示装置を含んでおり、撮像装置102で撮像された動画または静止画を表示する。記録部106は、撮像装置102で撮像された動画または静止画を、ハードディスクや半導体メモリなどの記録媒体に記録する。

【0164】

操作部107は、ユーザによる操作の下に、カメラ100が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源部108は、DSP回路103、フレームメモリ104、表示部105、記録部106、および操作部107の動作電源となる各種の電源を、これらの供給対象に対して適宜供給する。

【0165】

撮像装置102として、第1から第5実施形態のいずれかの固体撮像装置を使用することで、良好な画像の取得が期待できる。

【0166】

当該固体撮像装置は、その他の様々な製品に応用することができる。例えば、当該固体撮像装置は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボットなどの種々の移動体に搭載されてもよい。

【0167】

図23は、移動体制御システムの構成例を示すブロック図である。図23に示す移動体制御システムは、車両制御システム200である。

【0168】

車両制御システム200は、通信ネットワーク201を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図23に示した例では、車両制御システム200は、駆動系制御ユニット210と、ボディ系制御ユニット220と、車外情報検出ユニット230と、車内情報検出ユニット240と、統合制御ユニット250とを備えている。図23はさらに、統合制御ユニット250の構成部として、マイクロコンピュータ251と、音声画像出力部252と、車載ネットワークI/F(Interface)253とを示している。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 9 】

駆動系制御ユニット 2 1 0 は、各種プログラムに従って、車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット 2 1 0 は、内燃機関や駆動用モータなどの車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置や、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構や、車両の舵角を調節するステアリング機構や、車両の制動力を発生させる制動装置などの制御装置として機能する。

【 0 1 7 0 】

ボディ系制御ユニット 2 2 0 は、各種プログラムに従って、車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット 2 2 0 は、スマートキーシステム、キーレスエントリーシステム、パワーウィンドウ装置、各種ランプ（例えば、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker、フォグランプ）などの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット 2 2 0 には、鍵を代替する携帯機から発信される電波または各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット 2 2 0 は、このような電波または信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプなどを制御する。

10

【 0 1 7 1 】

車外情報検出ユニット 2 3 0 は、車両制御システム 2 0 0 を搭載した車両の外部の情報を検出する。車外情報検出ユニット 2 3 0 には、例えば撮像部 2 3 1 が接続される。車外情報検出ユニット 2 3 0 は、撮像部 2 3 1 に車外の画像を撮像させると共に、撮像された画像を撮像部 2 3 1 から受信する。車外情報検出ユニット 2 3 0 は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識、路面上の文字などの物体検出処理または距離検出処理を行ってもよい。

20

【 0 1 7 2 】

撮像部 2 3 1 は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部 2 3 1 は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。撮像部 2 3 1 が受光する光は、可視光であってもよいし、赤外線などの非可視光であってもよい。撮像部 2 3 1 は、第 1 から第 5 実施形態のいずれかの固体撮像装置を含んでいる。

【 0 1 7 3 】

車内情報検出ユニット 2 4 0 は、車両制御システム 2 0 0 を搭載した車両の内部の情報を検出する。車内情報検出ユニット 2 4 0 には例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部 2 4 1 が接続される。例えば、運転者状態検出部 2 4 1 は、運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット 2 4 0 は、運転者状態検出部 2 4 1 から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合いまたは集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。このカメラは、第 1 から第 5 実施形態のいずれかの固体撮像装置を含んでいてもよく、例えば、図 2 2 に示すカメラ 1 0 0 でもよい。

30

【 0 1 7 4 】

マイクロコンピュータ 2 5 1 は、車外情報検出ユニット 2 3 0 または車内情報検出ユニット 2 4 0 で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構、または制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット 2 1 0 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 2 5 1 は、車両の衝突回避、衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、衝突警告、レーン逸脱警告などの A D A S (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

40

【 0 1 7 5 】

また、マイクロコンピュータ 2 5 1 は、車外情報検出ユニット 2 3 0 または車内情報検出ユニット 2 4 0 で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構、または制動装置を制御することにより、運転者の操作によらずに自律的に走行する自動運転などを目的とした協調制御を行うことができる。

【 0 1 7 6 】

50

また、マイクロコンピュータ 251 は、車外情報検出ユニット 230 で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット 220 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 251 は、車外情報検出ユニット 230 で検知した先行車または対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替えるなどの防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

【0177】

音声画像出力部 252 は、車両の搭乗者または車外に対して視覚的または聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置に、音声および画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 23 の例では、このような出力装置として、オーディオスピーカ 261、表示部 262、およびインストルメントパネル 263 が示されている。表示部 262 は例えば、オンボードディスプレイまたはヘッドアップディスプレイを含んでいてもよい。

10

【0178】

図 24 は、図 23 の撮像部 231 の設定位置の具体例を示す平面図である。

【0179】

図 24 に示す車両 300 は、撮像部 231 として、撮像部 301、302、303、304、305 を備えている。撮像部 301、302、303、304、305 は例えば、車両 300 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア、車室内のフロントガラスの上部などの位置に設けられる。

【0180】

フロントノーズに備えられる撮像部 301 は、主として車両 300 の前方の画像を取得する。左のサイドミラーに備えられる撮像部 302 と、右のサイドミラーに備えられる撮像部 303 は、主として車両 300 の側方の画像を取得する。リアバンパまたはバックドアに備えられる撮像部 304 は、主として車両 300 の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 305 は、主として車両 300 の前方の画像を取得する。撮像部 305 は例えば、先行車両、歩行者、障害物、信号機、交通標識、車線などの検出に用いられる。

20

【0181】

図 24 は、撮像部 301、302、303、304（以下「撮像部 301～304」と表記する）の撮像範囲の例を示している。撮像範囲 311 は、フロントノーズに設けられた撮像部 301 の撮像範囲を示す。撮像範囲 312 は、左のサイドミラーに設けられた撮像部 302 の撮像範囲を示す。撮像範囲 313 は、右のサイドミラーに設けられた撮像部 303 の撮像範囲を示す。撮像範囲 314 は、リアバンパまたはバックドアに設けられた撮像部 304 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 301～304 で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両 300 を上方から見た俯瞰画像が得られる。以下、撮像範囲 311、312、313、314 を「撮像範囲 311～314」と表記する。

30

【0182】

撮像部 301～304 の少なくとも 1 つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部 301～304 の少なくとも 1 つは、複数の撮像装置を含むステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像装置であってもよい。

【0183】

例えば、マイクロコンピュータ 251（図 23）は、撮像部 301～304 から得られた距離情報を基に、撮像範囲 311～314 内における各立体物までの距離と、この距離の時間的变化（車両 300 に対する相対速度）を算出する。マイクロコンピュータ 251 は、これらの算出結果に基づいて、車両 300 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 300 とほぼ同じ方向に所定の速度（例えば、0 km/h 以上）で走行する立体物を、先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ 251 は、先行車の手前にあらかじめ確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように、この例によれば、運転者の操作によらずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

40

50

【 0 1 8 4 】

例えば、マイクロコンピュータ 2 5 1 は、撮像部 3 0 1 ~ 3 0 4 から得られた距離情報を基に、立体物に関する立体物データを、2 輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ 2 5 1 は、車両 3 0 0 の周辺の障害物を、車両 3 0 0 のドライバが視認可能な障害物と、視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 2 5 1 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 2 6 1 や表示部 2 6 2 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 2 1 0 を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

10

【 0 1 8 5 】

撮像部 3 0 1 ~ 3 0 4 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 2 5 1 は、撮像部 3 0 1 ~ 3 0 4 の撮像画像中に歩行者が存在するか否かを判定することで、歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は例えば、赤外線カメラとしての撮像部 3 0 1 ~ 3 0 4 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順により行われる。マイクロコンピュータ 2 5 1 が、撮像部 3 0 1 ~ 3 0 4 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 2 5 2 は、当該認識された歩行者に強調のための方角輪郭線を重畳表示するように、表示部 2 6 2 を制御する。また、音声画像出力部 2 5 2 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 2 6 2 を制御してもよい。

20

【 0 1 8 6 】

以上、本開示の実施形態について説明したが、これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲内で、種々の変更を加えて実施してもよい。例えば、2 つ以上の実施形態を組み合わせる実施してもよい。

【 0 1 8 7 】

なお、本開示は、以下のような構成を取ることにもできる。

【 0 1 8 8 】

(1)

基板と、

前記基板内に設けられた複数の光電変換部と、

前記基板内にて、互いに隣接する 4 つの光電変換部の間に設けられた電荷蓄積部と、

前記基板内の溝内に設けられた遮光膜とを備え、

前記溝は、

前記基板内にて、互いに隣接する 2 つの光電変換部の間に設けられた第 1 部分と、

前記電荷蓄積部の周りに設けられた第 2 部分とを含み、

前記第 2 部分は、前記 4 つの光電変換部のうちの少なくとも第 1 光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第 1 開口部を有し、前記 4 つの光電変換部のうちの少なくとも第 2 光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通している、固体撮像装置。

30

【 0 1 8 9 】

(2)

前記第 2 部分はさらに、前記 4 つの光電変換部のうちの第 3 光電変換部と前記電荷蓄積部との間と、前記 4 つの光電変換部のうちの第 4 光電変換部と前記電荷蓄積部との間とで前記基板を貫通している、(1) に記載の固体撮像装置。

40

【 0 1 9 0 】

(3)

前記第 1 部分は、前記基板内を縦方向に延びる板状の形状を有する、(1) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 1 】

(4)

50

前記第 2 部分は、前記基板内を縦方向に延びる筒状の形状を有する、(1) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 2 】

(5)

前記第 2 部分は、前記第 1 開口部を通過する横断面において C 字形の形状を有する、(4) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 3 】

(6)

前記遮光膜は、前記溝内に絶縁膜を介して設けられた金属層または半導体層を含む、(1) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 4 】

(7)

前記第 2 部分はさらに、前記 4 つの光電変換部のうちの第 3 光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第 2 開口部を有し、前記 4 つの光電変換部のうちの第 4 光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通している、(1) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 5 】

(8)

前記第 3 光電変換部は、前記電荷蓄積部に対して、前記第 1 光電変換部の反対側に設けられている、(7) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 6 】

(9)

前記第 1 光電変換部用のリセットトランジスタは、前記電荷蓄積部に対して、前記第 3 光電変換部側に設けられている、(7) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 7 】

(1 0)

前記第 1 部分は、前記 2 つの光電変換部の間に第 3 開口部を有する、(1) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 8 】

(1 1)

さらに、前記第 3 開口部付近の前記基板内に設けられ、前記 2 つの光電変換部に共通の電荷蓄積部を備える、(1 0) に記載の固体撮像装置。

【 0 1 9 9 】

(1 2)

さらに、前記光電変換部上にて前記基板の上面に設けられたモスアイ構造を備える、(1) に記載の固体撮像装置。

【 0 2 0 0 】

(1 3)

前記第 1 開口部は、前記電荷蓄積部に対して、前記固体撮像装置の画素アレイ領域の中心の反対側に設けられている、(1) に記載の固体撮像装置。

【 0 2 0 1 】

(1 4)

前記画素アレイ領域は、第 1 領域と、前記画素アレイ領域の中心に対して前記第 1 領域の反対側に設けられた第 2 領域と、前記第 1 領域と前記第 2 領域との間に設けられた第 3 領域と、前記画素アレイ領域の中心に対して前記第 3 領域の反対側に設けられた第 4 領域とを含み、

前記第 2 領域内の前記第 1 開口部は、前記画素アレイ領域の中心に対して、前記第 1 領域内の前記第 1 開口部の反対側に設けられ、

前記第 4 領域内の前記第 1 開口部は、前記画素アレイ領域の中心に対して、前記第 3 領域内の前記第 1 開口部の反対側に設けられている、(1 3) に記載の固体撮像装置。

【 0 2 0 2 】

10

20

30

40

50

(1 5)

基板内に複数の光電変換部を形成し、

前記基板内にて、互いに隣接する４つの光電変換部の間に電荷蓄積部を形成し、

前記基板内に溝を形成し、

前記溝内に遮光膜を形成する、

ことを含み、

前記溝は、

前記基板内にて、互いに隣接する２つの光電変換部の間に設けられた第１部分と、

前記電荷蓄積部の周りに設けられた第２部分とを含み、

前記第２部分は、前記４つの光電変換部のうちの少なくとも第１光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第１開口部を有し、前記４つの光電変換部のうちの少なくとも第２光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通するように形成される、固体撮像装置の製造方法。

10

【 0 2 0 3 】

(1 6)

前記第２部分はさらに、前記４つの光電変換部のうちの第３光電変換部と前記電荷蓄積部との間と、前記４つの光電変換部のうちの第４光電変換部と前記電荷蓄積部との間とで前記基板を貫通するように形成される、(1 5) に記載の固体撮像装置の製造方法。

【 0 2 0 4 】

(1 7)

前記第２部分はさらに、前記４つの光電変換部のうちの第３光電変換部と前記電荷蓄積部との間に第２開口部を有し、前記４つの光電変換部のうちの第４光電変換部と前記電荷蓄積部との間で前記基板を貫通するように形成される、(1 5) に記載の固体撮像装置の製造方法。

20

【 0 2 0 5 】

(1 8)

前記第１部分は、前記２つの光電変換部の間に第３開口部を有するように形成される、(1 5) に記載の固体撮像装置の製造方法。

【 0 2 0 6 】

(1 9)

さらに、前記光電変換部上にて前記基板の上面にモスアイ構造を形成することを含み、(1 5) に記載の固体撮像装置の製造方法。

30

【 0 2 0 7 】

(2 0)

前記第１開口部は、前記電荷蓄積部に対して、前記固体撮像装置の画素アレイ領域の中心の反対側に形成される、(1 5) に記載の固体撮像装置の製造方法。

【 0 2 0 8 】

(2 1)

前記溝は、前記基板の表面から前記溝の一部を形成し、前記基板の裏面から前記溝の別の一部を形成することで形成される、(1 5) に記載の固体撮像装置の製造方法。

40

【 0 2 0 9 】

(2 2)

前記溝は、前記基板の表面および裏面の一方のみから前記基板を加工することで形成される、(1 5) に記載の固体撮像装置の製造方法。

【 符号の説明 】

【 0 2 1 0 】

1 : 画素、2 : 画素アレイ領域、2 a、2 b、2 c、2 d : 部分領域、

3 : 制御回路、4 : 垂直駆動回路、5 : カラム信号処理回路、

6 : 水平駆動回路、7 : 出力回路、8 : 垂直信号線、9 : 水平信号線、

1 1 : 支持基板、1 2、1 3、1 4 : 配線層、

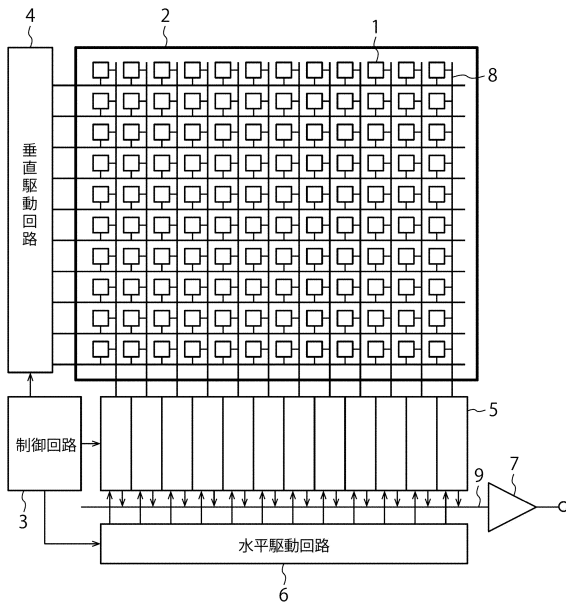
50

- 15 : 層間絶縁膜、16 : コンタクトプラグ、
- 17 : ゲート絶縁膜、18 : ゲート電極、19 : 側壁絶縁膜、
- 21 : 基板、22 : n型半導体領域、23 : p型半導体領域、
- 24、25 : n+型半導体領域、26 : モスアイ構造、
- 31 : 溝、31a : 線状溝、31b : 環状溝、31c : 溝、
- 32 : 素子分離部、32a : 線状部、32b : 環状部、
- 33、33' : 素子分離絶縁膜、34、34' : 遮光膜、
- 34a : 内部遮光膜、34b : 外部遮光膜、35 : 平坦化膜、
- 36 : カラーフィルタ層、37 : オンチップレンズ、
- 38 : 素子分離絶縁膜、39 : 遮光膜

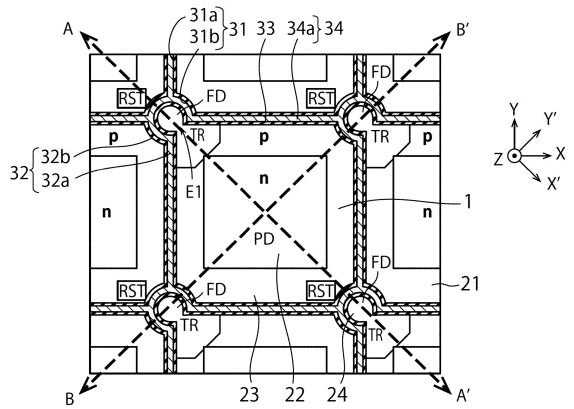
10

【図面】

【図1】



【図2】



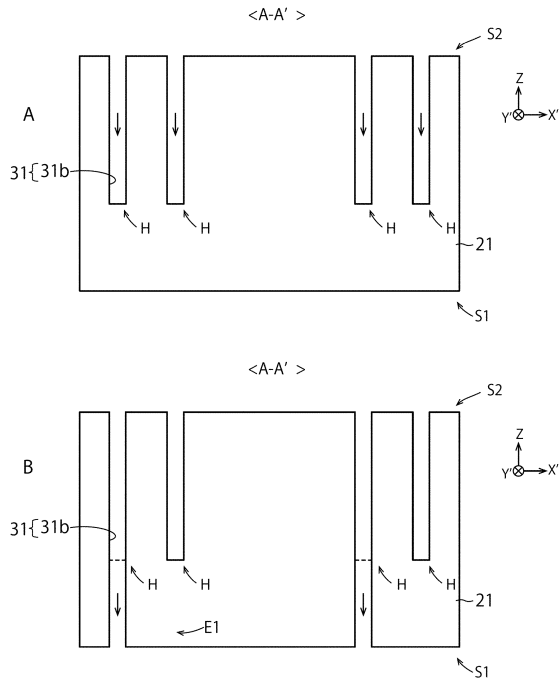
20

30

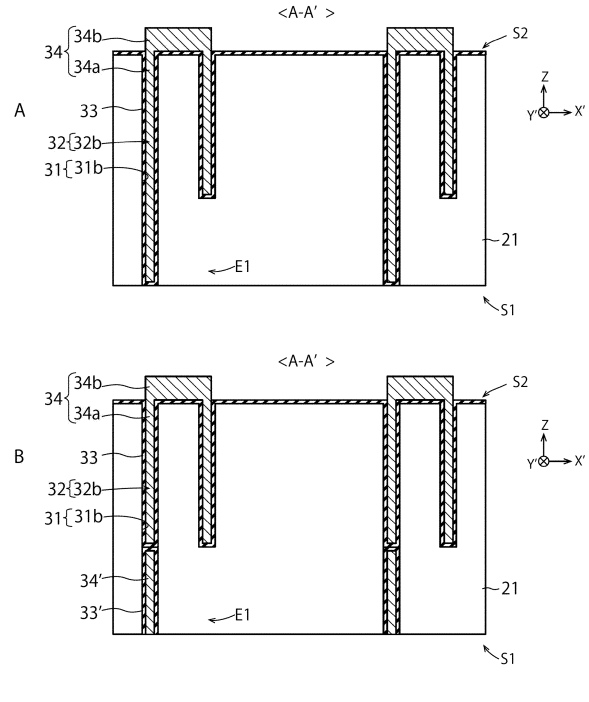
40

50

【 図 7 】



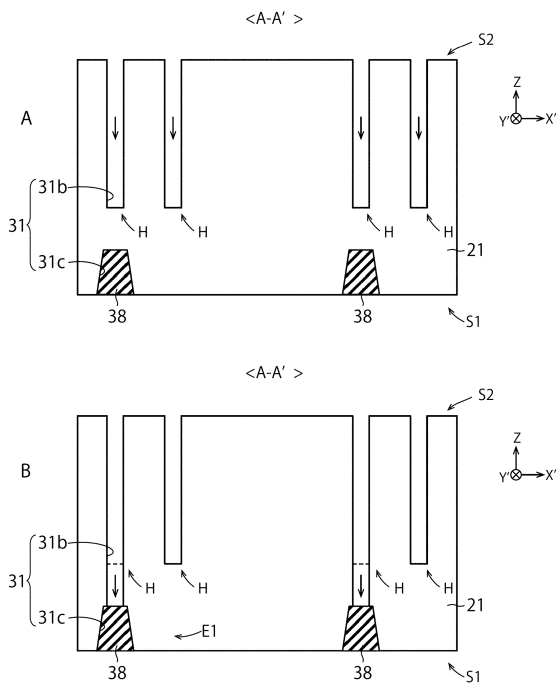
【 図 8 】



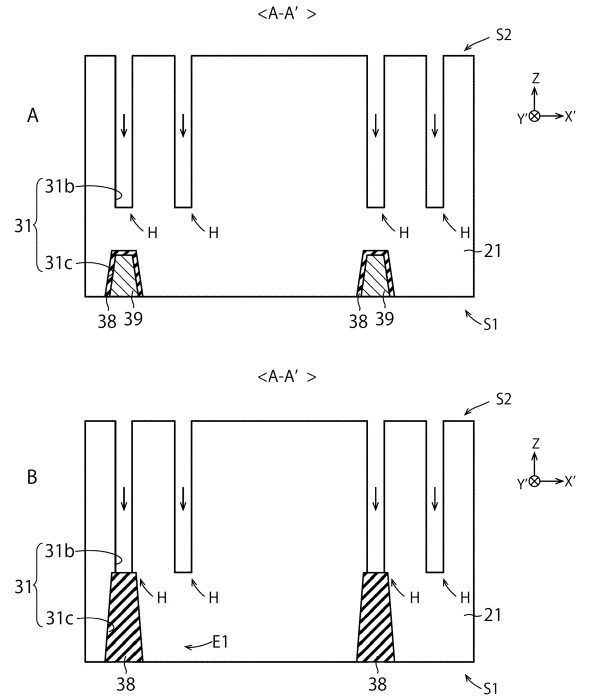
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

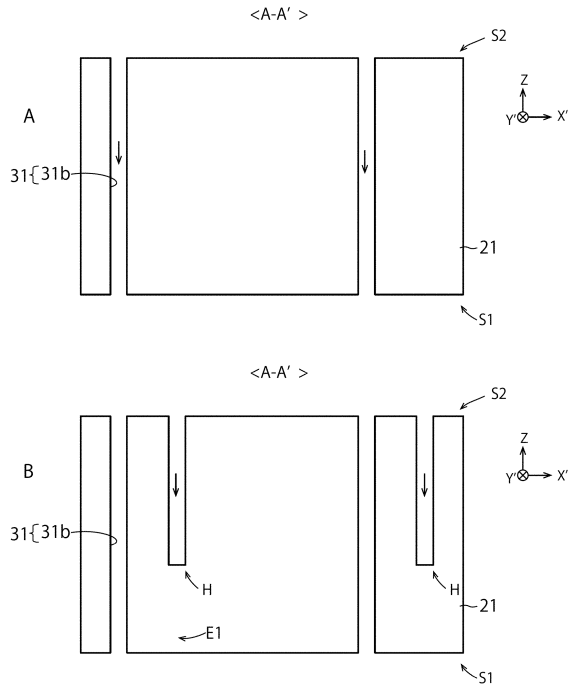


30

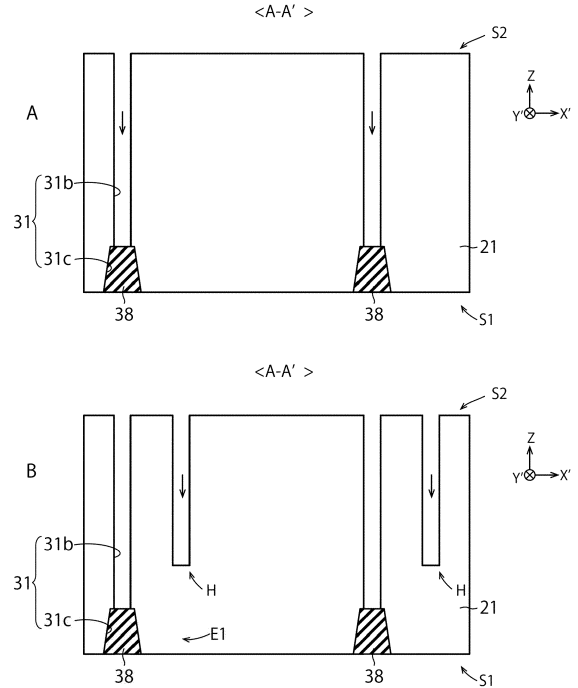
40

50

【 図 1 1 】



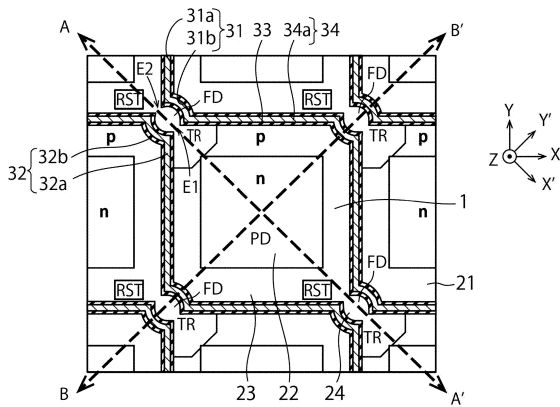
【 図 1 2 】



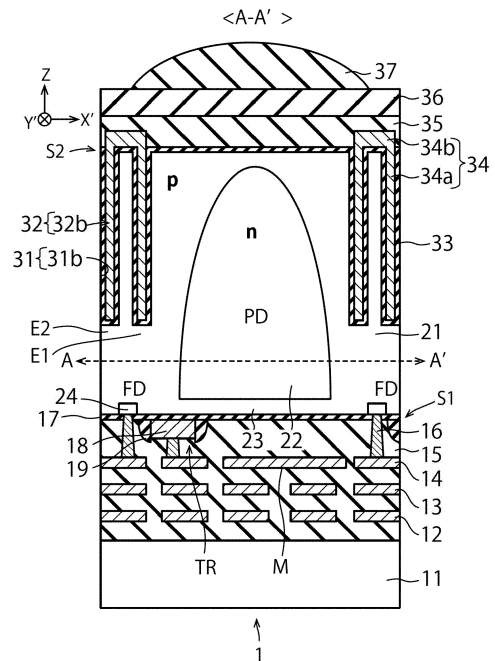
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

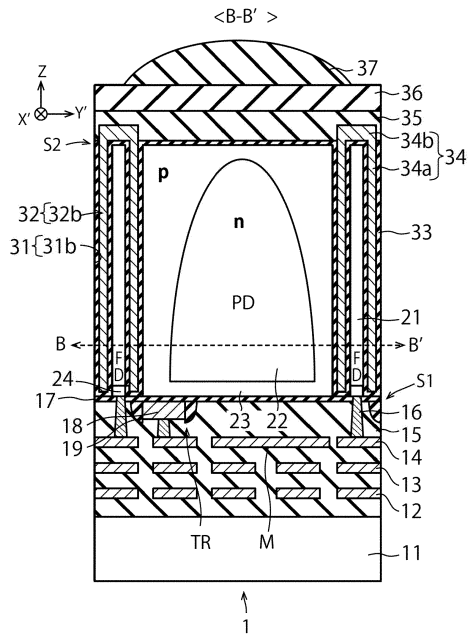


30

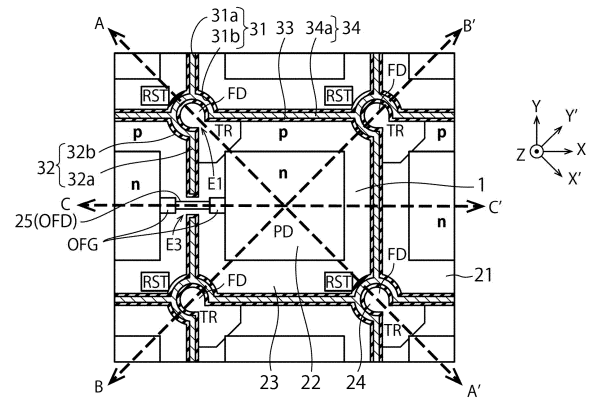
40

50

【 図 1 5 】



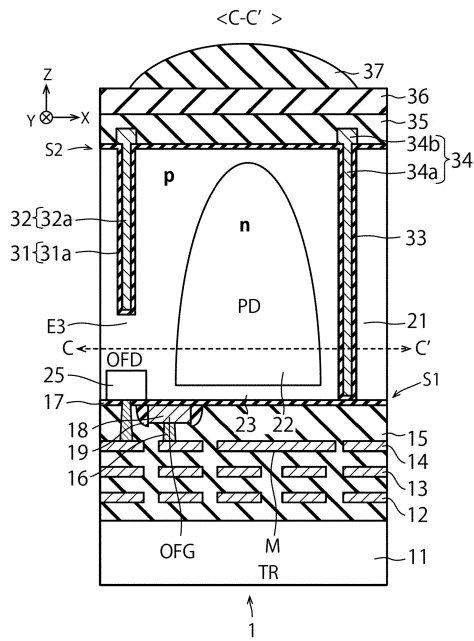
【 図 1 6 】



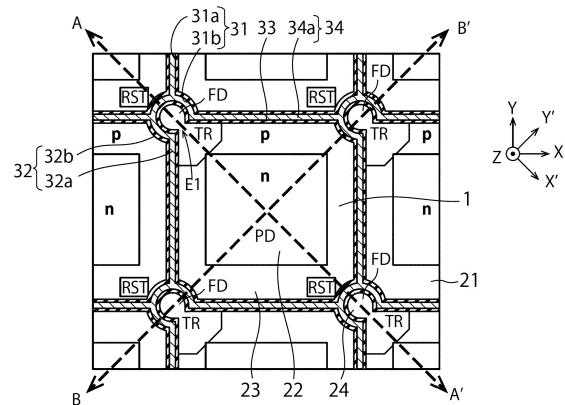
10

20

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

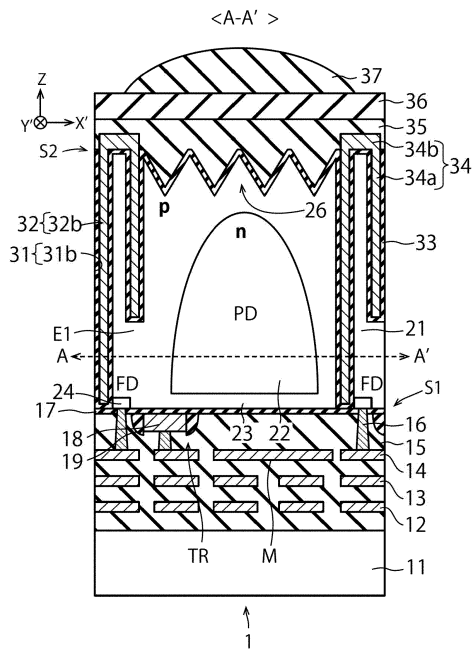


30

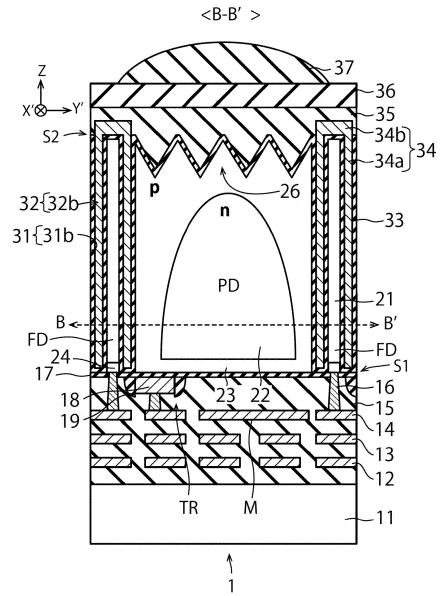
40

50

【図19】



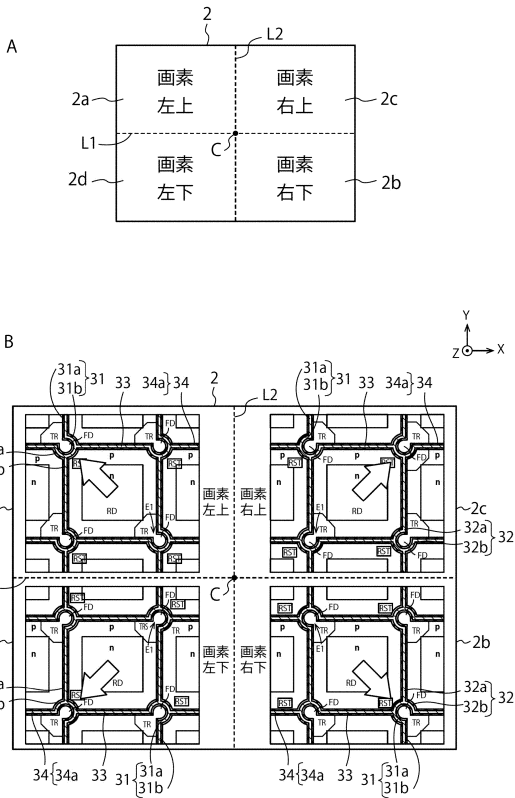
【図20】



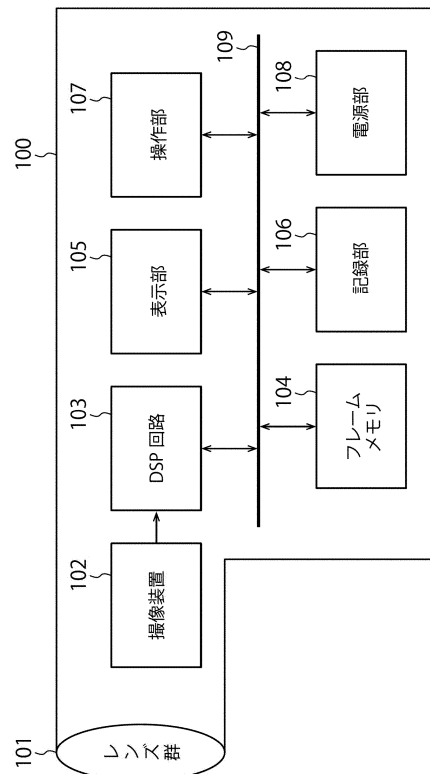
10

20

【図21】



【図22】

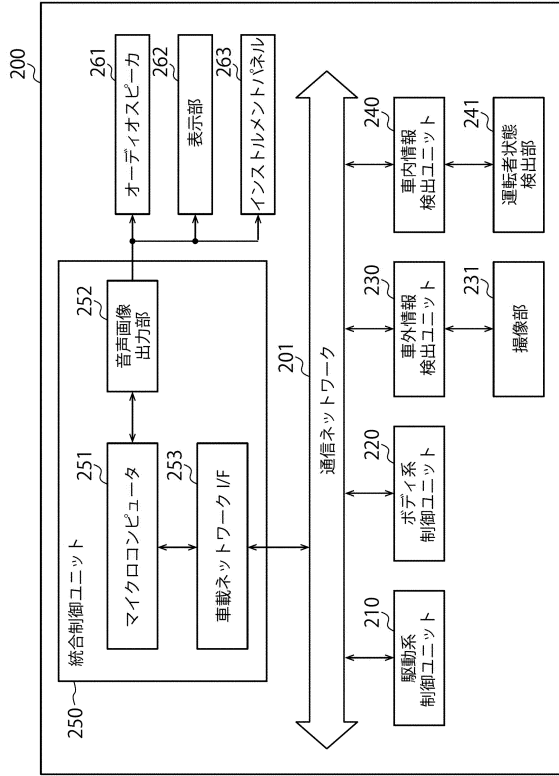


30

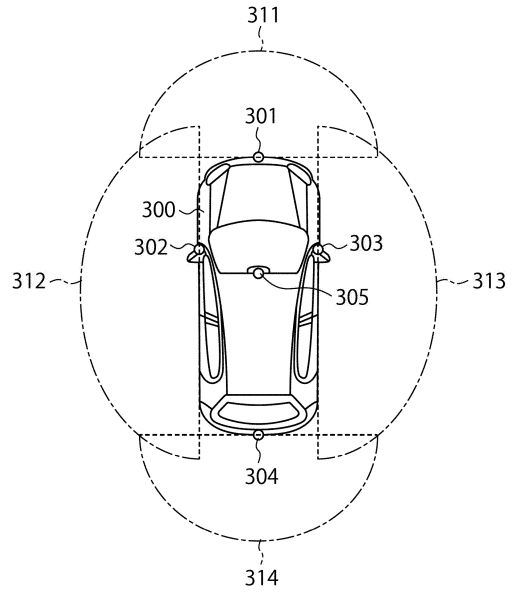
40

50

【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2018/083990(WO,A1)
特開2017-152921(JP,A)
特開2004-128193(JP,A)
国際公開第2018/216477(WO,A1)
国際公開第2015/001987(WO,A1)
特開2014-096490(JP,A)
国際公開第2018/008614(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H10F | 39/18 |
| H10F | 39/12 |
| H04N | 25/70 |
| H04N | 25/62 |