(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年4月30日(30.04.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/085085 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/374* (2011.01)
H04N 5/335 (2011.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/039743

(22) 国際出願日： 2019年10月9日(09.10.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-199328 2018年10月23日(23.10.2018) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 青木 健之(**AOKI, Takeshi**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人つばさ国際特許事務所 (**TSUBASA PATENT PROFESSIONAL CORPORATION**); 〒1600022 東京都新宿区新宿1丁目15番9号さわだビル3階 Tokyo (JP).

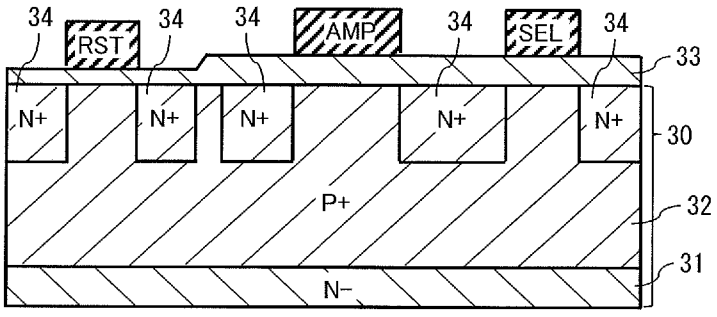
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) **Title:** SOLID-STATE IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称： 固体撮像装置

[図4]



(57) **Abstract:** A solid-state imaging device according to one embodiment of the present disclosure is provided with: a photoelectric conversion element; a transfer transistor; a floating diffusion; a reset transistor; an amplifier transistor; and a selection transistor. A gate insulating film of the reset transistor is formed to be thinner than a gate insulating film of the transfer transistor.

(57) 要約: 本開示の一実施の形態に係る固体撮像装置は、光電変換素子と、転送トランジスタと、フローティングディフュージョンと、リセットトランジスタと、増幅トランジスタと、選択トランジスタとを備えている。リセットトランジスタのゲート絶縁膜は、転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも薄く形成されている。

WO 2020/085085 A1

[続葉有]

TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 固体撮像装置

技術分野

[0001] 本開示は、固体撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 固体撮像装置は、例えば、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置や、撮像機能を有する携帯端末装置などの電子機器に用いられている。固体撮像装置としては、光電変換素子に蓄積された電荷を、ＭＯＳ（Metal Oxide Semiconductor）トランジスタを介して読み出すイメージセンサがある（例えば、特許文献１～４参照）。

[0003] この種のイメージセンサでは、各画素は、光電変換された電荷を保持する浮遊拡散領域（以下、ＦＤと称す。）の信号レベルをリセットするためのリセットトランジスタを有している。リセットトランジスタがオフする際、ＦＤの容量に依存する熱雑音の一種であるｋＴＣノイズが発生する。ｋＴＣノイズはリセットの度にランダムに発生する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００６－２５３３１６号公報

特許文献2：特開２０１０－２１２７１４号公報

特許文献3：特開２０１７－１６３０８７号公報

特許文献4：特開２０１６－６３１４２号公報

発明の概要

[0005] ところで、イメージセンサでは、ｋＴＣノイズの更なる低減が望まれている。従って、ｋＴＣノイズの更なる低減が可能な固体撮像装置を提供することが望ましい。

[0006] 本開示の一実施の形態に係る第１固体撮像装置は、入射光を光電変換する光電変換素子と、光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

転送トランジスタを介して光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンとを備えている。第１固体撮像装置は、さらに、フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、増幅トランジスタからの画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタとを備えている。リセットトランジスタのゲート絶縁膜は、転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも薄く形成されている。

[0007] 本開示の一実施の形態に係る第１固体撮像装置では、リセットトランジスタのゲート絶縁膜が、転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも薄く形成されている。これにより、リセットトランジスタの酸化膜容量が向上し、リセットトランジスタのオン抵抗が小さくなる。

[0008] 本開示の一実施の形態に係る第２固体撮像装置は、入射光を光電変換する光電変換素子と、光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、転送トランジスタを介して光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンとを備えている。第１固体撮像装置は、さらに、フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、増幅トランジスタからの画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタとを備えている。リセットトランジスタのゲート絶縁膜は、転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されている。

[0009] 本開示の一実施の形態に係る第２固体撮像装置では、リセットトランジスタのゲート絶縁膜が、転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されている。これにより、リセットトランジスタの酸化膜容量が向上し、リセットトランジスタのオン抵抗が小さくなる。

[0010] 本開示の一実施の形態に係る第３固体撮像装置は、入射光を光電変換する光電変換素子と、光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

転送トランジスタを介して光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンとを備えている。第１固体撮像装置は、さらに、フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、増幅トランジスタからの画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタとを備えている。リセットトランジスタのＬ長は、転送トランジスタのＬ長よりも短くなっており、リセットトランジスタのW長は、転送トランジスタのW長よりも長くなっている。

[0011] 本開示の一実施の形態に係る第３固体撮像装置では、リセットトランジスタのＬ長は、転送トランジスタのＬ長よりも短くなっており、リセットトランジスタのW長は、転送トランジスタのW長よりも長くなっている。これにより、リセットトランジスタのオン抵抗が小さくなる。

[0012] 本開示の一実施の形態に係る第４固体撮像装置は、入射光を光電変換する光電変換素子と、光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、転送トランジスタを介して光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンとを備えている。第１固体撮像装置は、さらに、フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、増幅トランジスタからの画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタとを備えている。増幅トランジスタおよび選択トランジスタは、ｐウェル層で囲まれたｎウェル層内に形成されたＰＭＯＳトランジスタで構成されている。

[0013] 本開示の一実施の形態に係る第４固体撮像装置では、増幅トランジスタおよび選択トランジスタが、ｐウェル層で囲まれたｎウェル層内に形成されたＰＭＯＳトランジスタで構成されている。これにより、フリッカ係数が低くなるので、１／ｆノイズのレベルが低くなり、ｋＴＣノイズのレベルも低く

なる。

[0014] 本開示の一実施の形態に係る第５固体撮像装置は、入射光を光電変換する光電変換素子と、光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、転送トランジスタを介して光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンとを備えている。第１固体撮像装置は、さらに、フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、増幅トランジスタからの画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタとを備えている。増幅トランジスタのＷＬ面積は、転送トランジスタのＷＬ面積よりも大きくなっている。

[0015] 本開示の一実施の形態に係る第５固体撮像装置では、増幅トランジスタのＷＬ面積は、転送トランジスタのＷＬ面積よりも大きくなっている。これにより、リセットトランジスタの酸化膜容量が向上し、リセットトランジスタのオン抵抗が小さくなる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本開示の一実施の形態に係る固体撮像装置の概略構成の一例を表す図である。

[図2]図１のセンサ画素および読み出し回路の回路構成の一例を表す図である。

[図3]図１のセンサ画素および読み出し回路の平面構成の一例を表す図である。

[図4]図３のＡ－Ａ線における断面構成の一例を表す図である。

[図5]図３のＡ－Ａ線における断面構成の一変形例を表す図である。

[図6]リセットトランジスタのオン抵抗が大きいときと小さいときの、ｋＴＣノイズの周波数特性の一例を表す図である。

[図7]グローバルシャッター方式における１次元ポテンシャルの一例を表す図である。

[図8A]グローバルシャッター方式における撮像制御の一例を表す図である。

[図8B]図８Ａに続く撮像制御の一例を表す図である。

[図8C]図８Ｂに続く撮像制御の一例を表す図である。

[図8D]図８Ｃに続く撮像制御の一例を表す図である。

[図8E]図８Ｄに続く撮像制御の一例を表す図である。

[図8F]図８Ｅに続く撮像制御の一例を表す図である。

[図9]図３の平面構成の一変形例を表す図である。

[図10]図３の平面構成の一変形例を表す図である。

[図11]図４の断面構成の一変形例を表す図である。

[図12]図５の断面構成の一変形例を表す図である。

[図13]上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置を備えた電子機器の概略構成の一例を表す図である。

[図14]図１３の電子機器における撮像動作のフローチャートの一例を表す図である。

[図15]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図16]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

１．実施の形態（固体撮像装置）…図１～図８

２．変形例（固体撮像装置）…図９～図１２

３．適用例（電子機器）…図１３、図１４

４．応用例（移動体）…図１５、図１６

[0018] ＜１．実施の形態＞

[構成]

本開示の一実施の形態に係る固体撮像装置１について説明する。固体撮像装置１は、例えば、ＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサである。なお、本開示は、ＣＭＯＳイメージセンサへの適用

に限られるものではない。固体撮像装置１は、被写体からの光を受光して光電変換し、画像信号を生成することで画像を撮像する。固体撮像装置１は、入射光に応じた画素信号を出力する。

[0019] 図１は、本開示の一実施の形態に係る固体撮像装置１の概略構成の一例を表す。固体撮像装置１は、画素アレイ部１０と、ロジック回路２０とを備えている。画素アレイ部１０は、複数のセンサ画素１１と、複数の読み出し回路１２（後述）とを有している。各センサ画素１１は、光電変換を行って受光量に応じた電荷を出力する。複数のセンサ画素１１は、受光面と対向配置されており、画素アレイ部１０において、行列状に配置されている。各読み出し回路１２は、センサ画素１１から出力された電荷に基づく画素信号を出力する。複数の読み出し回路１２は、例えば、画素アレイ部１０において、１つのセンサ画素１１ごとに１つずつ設けられている。

[0020] 画素アレイ部１０は、複数の画素駆動線ＨＳＬと、複数のデータ出力線ＶＳＬとを有している。画素駆動線ＨＳＬは、センサ画素１１および読み出し回路１２を制御する制御信号が印加される配線であり、例えば、行方向に延在している。データ出力線ＶＳＬは、各読み出し回路１２から出力された画素信号をロジック回路２０に出力する配線であり、例えば、列方向に延在している。

[0021] ロジック回路２０は、例えば、垂直駆動回路２１、カラム信号処理回路２２、水平駆動回路２３およびシステム制御回路２４を有している。ロジック回路２０（具体的には水平駆動回路２３）は、センサ画素１１ごとの出力電圧を外部機器に出力することにより、外部機器に画像データを提供する。

[0022] 垂直駆動回路２１は、例えば、複数のセンサ画素１１を所定の単位画素行ごとに順に選択する。「所定の単位画素行」とは、同一アドレスで画素選択可能な画素行を指している。１つの読み出し回路１２に１つのセンサ画素１１が割り当てられている場合、「所定の単位画素行」は、１画素行を指している。垂直駆動回路２１は、画素駆動線ＨＳＬを介して、各センサ画素１１内のトランジスタ（例えば、転送トランジスタＴＲＧおよび排出トランジス

タＯＦＧ）を制御し、さらに、各読み出し回路１２内のトランジスタ（例えば、リセットトランジスタＲＳＴおよび選択トランジスタＳＥＬ）を制御する。

[0023] カラム信号処理回路２２は、例えば、垂直駆動回路２１によって選択された行の各センサ画素１１から出力される画素信号に対して、ＤＤＳ（Double Delta Sampling）処理を施す。ＤＤＳ処理については、後に詳述する。カラム信号処理回路２２は、例えば、ＤＤＳ処理を施すことにより、画素信号の信号レベルを抽出し、各センサ画素１１の受光量に応じた画素データを保持する。カラム信号処理回路２２は、例えば、データ出力線ＶＳＬごとにカラム信号処理部を有している。カラム信号処理部は、例えば、シングルスロープＡ／Ｄ変換器を含んでいる。シングルスロープＡ／Ｄ変換器は、例えば、比較器およびカウンタ回路を含んで構成されている。水平駆動回路２３は、例えば、カラム信号処理回路２２に保持されている画素データを順次、外部に出力する。システム制御回路２４は、例えば、ロジック回路２０内の各ブロック（垂直駆動回路２１、カラム信号処理回路２２および水平駆動回路２３）の駆動を制御する。

[0024] 図２は、センサ画素１１および読み出し回路１２の回路構成の一例を表す。図２には、１つの読み出し回路１２に１つのセンサ画素１１が割り当てられている場合が例示されている。各センサ画素１１は、互いに共通の構成要素を有している。各センサ画素１１は、例えば、フォトダイオードＰＤと、転送トランジスタＴＲＧと、フローティングディフュージョンＦＤと、排出トランジスタＯＦＧと、排出フローティングディフュージョンＯＦＤとを有している。転送トランジスタＴＲＧおよび排出トランジスタＯＦＧは、例えば、ＮＭＯＳ（Metal Oxide Semiconductor）トランジスタである。フォトダイオードＰＤは、本開示の「光電変換素子」の一具体例に相当する。

[0025] フォトダイオードＰＤは、受光面を介して入射した光（入射光）を光電変換する。フォトダイオードＰＤは、光電変換を行って受光量に応じた電荷を発生する。フォトダイオードＰＤは、例えば、ＰＮ接合型の光電変換素子で

ある。フォトダイオードＰＤのカソードが第１転送トランジスタＴＲＸのソースに電気的に接続されており、フォトダイオードＰＤのアノードが基準電位線（例えばグラウンドＧＮＤ）に電気的に接続されている。

[0026] 転送トランジスタＴＲＧは、フォトダイオードＰＤに接続されている。具体的には、転送トランジスタＴＲＧは、フォトダイオードＰＤとフローティングディフュージョンＦＤとの間に接続されており、転送トランジスタＴＲＧのゲートに印加される制御信号に応じて、フォトダイオードＰＤに保持されている電荷をフローティングディフュージョンＦＤに転送する。例えば、排出トランジスタＯＦＧがオフし、転送トランジスタＴＲＧがオンすると、フォトダイオードＰＤに保持されている電荷が、転送トランジスタＴＲＧを介して、フローティングディフュージョンＦＤに転送される。転送トランジスタＴＲＧのドレイン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おり、転送トランジスタＴＲＧのゲートは画素駆動線ＨＳＬに接続されている。

[0027] 転送トランジスタＴＲＧは、さらに、転送トランジスタＴＲＧのゲートに印加される制御信号に応じて、後述のポテンシャル障壁５０（後述の図６参照）の高さ（ポテンシャルϕ_{TRG}）を制御する。例えば、転送トランジスタＴＲＧがオンしたとき、ポテンシャル障壁５０の高さ（ポテンシャルϕ_{TRG}）がフォトダイオードＰＤのポテンシャルよりも深くなる。また、例えば、転送トランジスタＴＲＧがオフした場合には、ポテンシャル障壁５０の高さ（ポテンシャルϕ_{TRG}）が、後述のポテンシャル障壁４０（後述の図６参照）の高さ（ポテンシャルϕ_{OFG}）と比べて、浅くなる。

[0028] フローティングディフュージョンＦＤは、転送トランジスタＴＲＧを介してフォトダイオードＰＤから出力された電荷を一時的に保持する浮遊拡散領域である。本実施の形態では、フローティングディフュージョンＦＤの他に、フォトダイオードＰＤから出力された電荷を一時的に保持する領域は設けられていない。フローティングディフュージョンＦＤには、例えば、リセットトランジスタＲＳＴが接続されるとともに、増幅トランジスタＡＭＰおよ

び選択トランジスタＳＥＬを介して垂直信号線ＶＳＬが接続されている。

[0029] 排出トランジスタＯＦＧは、フォトダイオードＰＤと電源線ＶＤＤとの間に接続されており、排出トランジスタＯＦＧのゲートに印加される制御信号に応じて、フォトダイオードＰＤを初期化（リセット）する。例えば、排出トランジスタＯＦＧがオンすると、フォトダイオードＰＤの電位が電源線ＶＤＤの電位レベルにリセットされる。すなわち、フォトダイオードＰＤの初期化が行われる。排出トランジスタＯＦＧのドレインが電源線ＶＤＤに接続されるとともに、排出トランジスタＯＦＧのソースがフォトダイオードＰＤに接続されており、排出トランジスタＯＦＧのゲートが画素駆動線ＨＳＬに接続されている。

[0030] リセットトランジスタＲＳＴは、フローティングディフュージョンＦＤと電源線ＶＤＤとの間に接続されており、リセットトランジスタＲＳＴのゲートに印加される制御信号に応じて、フローティングディフュージョンＦＤを初期化（リセット）する。例えば、リセットトランジスタＲＳＴがオンすると、フローティングディフュージョンＦＤの電位が所定の電位（電源線ＶＤＤの電位レベル）にリセットされる。すなわち、フローティングディフュージョンＦＤの初期化が行われる。リセットトランジスタＲＳＴのドレインが電源線ＶＤＤに接続されており、リセットトランジスタＲＳＴのソースがフローティングディフュージョンＦＤに接続されており、リセットトランジスタＲＳＴのゲートが画素駆動線ＨＳＬに接続されている。

[0031] 増幅トランジスタＡＭＰでは、ゲートがフローティングディフュージョンＦＤに接続されており、ドレインが電源線ＶＤＤに接続されており、ソースが選択トランジスタＳＥＬのドレインに接続されている。増幅トランジスタＡＭＰは、フォトダイオードＰＤでの光電変換によって得られる電荷を読み出すソースフォロワ回路の入力部となっている。増幅トランジスタＡＭＰは、増幅トランジスタＡＭＰのソースが選択トランジスタＳＥＬを介して垂直信号線ＶＳＬに接続されていることから、垂直信号線ＶＳＬの一端に接続される定電流源とソースフォロワ回路を構成する。増幅トランジスタＡＭＰは

、フローティングディフュージョンＦＤに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成し、選択トランジスタＳＥＬを介して垂直信号線ＶＳＬに出力する。

[0032] 選択トランジスタＳＥＬでは、ドレインが増幅トランジスタＡＭＰのソースに接続されており、ソースが垂直信号線ＶＳＬに接続されており、ゲートが画素駆動線ＨＳＬに接続されている。選択トランジスタＳＥＬは、選択トランジスタＳＥＬのゲートに印加される制御信号に応じて、増幅トランジスタＡＭＰから出力される画素信号の垂直信号線ＶＳＬへの出力タイミングを制御する。選択トランジスタＳＥＬは、制御信号がオンすると導通状態となり、選択トランジスタＳＥＬに連結されたセンサ画素１１が選択状態となる。センサ画素１１が選択状態になると、増幅トランジスタＡＭＰから出力される画素信号が垂直信号線ＶＳＬを介してカラム信号処理回路２２に読み出される。

[0033] 次に、センサ画素１１および読み出し回路１２の配置について詳細に説明する。図３は、センサ画素１１および読み出し回路１２の平面構成の一例を表す。図４、図５は、図３のＡ－Ａ線における断面構成の一例を表す。図３～図５には、１つの読み出し回路１２に１つのセンサ画素１１が割り当てられている場合が例示されている。図３～図５は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。図４、図５には、不純物濃度の濃さが、「Ｐ＋」、「Ｎ－」、「Ｎ＋」といった表現で示されている。ここで、「Ｐ＋」は$1\times10^{16}cm^{-3}$～$5\times10^{18}cm^{-3}$よりもｐ型不純物（アクセプタ）の濃度が高いことを示している。「Ｎ＋」は「Ｎ－」よりもｎ型不純物（ドナー）の濃度が高いことを示している。「Ｎ－」と記載された箇所では、例えば、ｎ型不純物（ドナー）の濃度が$1\times10^{16}cm^{-3}$～$5\times10^{18}cm^{-3}$の範囲内の値となっている。

[0034] センサ画素１１および読み出し回路１２は、半導体基板３０上に形成されている。半導体基板３０は、例えば、シリコン基板である。半導体基板３０は、半導体基板３０の上面およびその近傍にｐウェル層３２を有しており、

ｐウェル層３２よりも深い箇所にｎ型半導体層３１を有している。ｐウェル層３２は、半導体基板３０の上面およびその近傍に形成されたｐ型半導体領域である。ｐウェル層３２には、複数のｎ型半導体領域３４が形成されている。各ｎ型半導体領域３４は、ｐウェル層３２内に形成されたｎ型不純物濃度の高い半導体領域である。複数のｎ型半導体領域３４は、例えば、転送トランジスタＴＲＧ、排出トランジスタＯＦＧ、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのソース領域およびドレイン領域、フローティングディフュージョンＦＤ、ならびに排出フローティングディフュージョンＯＦＤを構成している。

[0035] 半導体基板３０の表面には、例えば、転送トランジスタＴＲＧ、排出トランジスタＯＦＧ、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬなどに用いられるゲート絶縁膜３３が形成されている。ゲート絶縁膜３３は、例えば、酸化シリコンによって形成されている。なお、ゲート絶縁膜３３の厚さは、全てのトランジスタに対して共通の厚さとなっていてもよいし、トランジスタごとに異なっていてもよい。

[0036] 例えば、図４に示したように、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３が、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３よりも薄くなっていてもよい。このとき、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３は、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも薄くなっていてもよい。リセットトランジスタＲＳＴおよび転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３の厚さの差は、ゲート絶縁膜３３の厚さのばらつきよりも大きい。リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３の厚さは、リセットトランジスタＲＳＴの耐圧を確保できる厚さとなっている。このように、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３を薄くすることにより、リセットトランジスタＲＳＴの酸化膜容量Ｃｏｘが向上し、リセットトランジスタＲＳＴのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。

[0037] また、例えば、図５に示したように、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３が薄くなっていてもよい。このとき、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３は、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも薄くなっていてもよい。リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３の厚さと、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３の厚さとの差は、ゲート絶縁膜３３の厚さのばらつきよりも大きい。リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３の厚さは、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬの耐圧を確保できる厚さとなっている。このように、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３を薄くすることにより、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬの酸化膜容量Ｃｏｘが向上し、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。

[0038] ｐウェル層３２のうち、フォトダイオードＰＤとフローティングディフュージョンＦＤとの間には、例えば、図７に示したように、ポテンシャル障壁５０が形成されている。つまり、センサ画素１１は、フォトダイオードＰＤとフローティングディフュージョンＦＤとの間に、ポテンシャル障壁５０を備えている。ポテンシャル障壁５０は、フォトダイオードＰＤとフローティングディフュージョンＦＤとの間に形成されたｐウェル層３２によって形成されている。転送トランジスタＴＲＧ、排出トランジスタＯＦＧおよびリセットトランジスタＲＳＴがオフしているとき、ポテンシャル障壁５０の高さ（ポテンシャルϕ_{TRG}）は、例えば、フォトダイオードＰＤのポテンシャルより

も高くなっており、例えば、後述のポテンシャル障壁４０の高さ（ポテンシャルϕ_{OFG}）と同程度となっている。

[0039] ｐウェル層３２のうち、フォトダイオードＰＤおよびフローティングディフュージョンＦＤを含む領域の周囲には、例えば、図７に示したように、ポテンシャル障壁４０，６０が形成されている。つまり、センサ画素１１は、フォトダイオードＰＤおよびフローティングディフュージョンＦＤを含む領域の周囲に、ポテンシャル障壁４０，６０を備えている。ポテンシャル障壁４０，６０は、フォトダイオードＰＤおよびフローティングディフュージョンＦＤを含む領域の周囲に形成されたｐウェル層３２によって形成されている。ポテンシャル障壁４０は、ｐウェル層３２のうち、排出トランジスタＯＦＧのゲートと対向する箇所に形成されている。ポテンシャル障壁６０は、ｐウェル層３２のうち、リセットトランジスタＲＳＴのゲートと対向する箇所に形成されている。転送トランジスタＴＲＧ、排出トランジスタＯＦＧおよびリセットトランジスタＲＳＴがオフしているとき、ポテンシャル障壁４０の高さ（ポテンシャルϕ_{OFG}）およびポテンシャル障壁６０の高さ（ポテンシャルϕ_{RST}）は、例えば、フォトダイオードＰＤのポテンシャルよりも高くなっており、例えば、ポテンシャル障壁５０の高さ（ポテンシャルϕ_{TRG}）と同程度となっている。

[0040] [撮像モード]

次に、本実施の形態に係る固体撮像装置１の撮像手順について説明する。

[0041] 固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、例えば後述の操作部２５０からの撮像指令に従って、撮像方式を選択し、選択した撮像方式に対応する動作を実行する。撮像指令として、例えば、グローバルシャッター方式でＤＤＳ処理を行う撮像指令が含まれている。このとき、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、グローバルシャッター方式で、転送トランジスタＴＲＧ、排出トランジスタＯＦＧ、リセットトランジスタＲＳＴ、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬを制御する。固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、さらに、ＤＤ

Ｓ処理を行う。グローバルシャッター方式は、例えばサッカーの試合などの、動きのある被写体の連続撮像（動画撮像）に適した撮像方式である。ＤＤＳ処理は、以下に記載の一連の処理を指す。

[0042] 図８Ａは、グローバルシャッター方式における蓄積開始時の１次元ポテンシャルの一例を表す。図８Ｂは、グローバルシャッター方式における蓄積完了時の１次元ポテンシャルの一例を表す。図８Ｃは、グローバルシャッター方式における全行一括転送時の１次元ポテンシャルの一例を表す。図８Ｄは、グローバルシャッター方式におけるＤ相読み出し時の１次元ポテンシャルの一例を表す。図８Ｅは、グローバルシャッター方式におけるリセット時の１次元ポテンシャルの一例を表す。図８Ｆは、グローバルシャッター方式におけるＰ相読み出し時の１次元ポテンシャルの一例を表す。

[0043] まず、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、撮像を開始する前に、排出トランジスタＯＦＧをオンして、フォトダイオードＰＤに残留する余分な電荷を外部に排出する（図８Ａ）。その後、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、撮像を開始する。具体的には、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、転送トランジスタＴＲＧおよび排出トランジスタＯＦＧがオフしている状態で、電荷の蓄積を開始する。すると、フォトダイオードＰＤにおける光電変換によって生じた電荷N_{sig}は、フォトダイオードＰＤに溜まり始める（図８Ｂ）。

[0044] 固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、フォトダイオードＰＤにおける光電変換が完了したとき、転送トランジスタＴＲＧをオンして、ポテンシャルϕ_{TRG}を深くすることで、フォトダイオードＰＤに蓄積された電荷N_{sig}をフローティングディフュージョンＦＤに排出（転送）する（図８Ｃ）。このとき、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、この転送動作を、全てのセンサ画素１１に対して同時に行う。つまり、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、フローティングディフュージョンＦＤに、入射光によってフォトダイオードＰＤで生成された電荷を蓄積させる蓄積制御を行う。

[0045] その後、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、転送トランジスタＴＲＧをオフする（図８Ｄ）。このとき、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、選択トランジスタＳＥＬをオンしておく。これにより、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、フローティングディフュージョンＦＤの電位（電荷N_{sig}によって生じる電位）に対応する信号レベルの画素信号を増幅トランジスタＡＭＰで生成し、生成された画素信号を、選択トランジスタＳＥＬを介して垂直信号線ＶＳＬに出力する。固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、この読み出し動作を、所定の単位画素行ごとに行う。固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、このようにして得られた信号電圧V_{sig}を、例えば後述のＤＳＰ回路２１０に出力する。つまり、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、フローティングディフュージョンＦＤに保持された電荷のレベルに応じた電圧（信号電圧V_{sig}）を読み出すＤ相読み出し制御を行う。

[0046] 次に、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、リセットトランジスタＲＳＴをオンして、フローティングディフュージョンＦＤに蓄積された電荷を外部に排出する（図８Ｅ）。つまり、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、フローティングディフュージョンＦＤに保持された電荷をリセットするリセット制御を行う。

[0047] その後、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、リセットトランジスタＲＳＴをオフする（図８Ｆ）。このとき、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、選択トランジスタＳＥＬをオンしておく。これにより、ｋＴＣノイズに起因してフローティングディフュージョンＦＤにわずかに蓄積された電荷N_{KTC}によって生じた電位に対応する信号レベルの画素信号を増幅トランジスタＡＭＰで生成し、生成された画素信号を、選択トランジスタＳＥＬを介して垂直信号線ＶＳＬに出力する。固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、この読み出し動作を、所定の単位画素行ごとに行う。固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４

）は、このようにして得られたリセット電圧V_{RST}を、例えば後述のＤＳＰ回路２１０に出力する。つまり、固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、リセット動作後にフローティングディフュージョンＦＤに保持された電荷のレベルに応じた電圧（リセット電圧V_{RST}）を読み出すＰ相読み出し制御を行う。このようにして、グローバルシャッター方式においてＤＤＳ処理が行われる。

[0048] [効果]

次に、本実施の形態に係る固体撮像装置１の効果について説明する。

[0049] 一般に、イメージセンサでは、各画素は、光電変換された電荷を保持するフローティングディフュージョンの信号レベルをリセットするためのリセットトランジスタを有している。リセットトランジスタがオフする際、フローティングディフュージョンの容量に依存する熱雑音の一種であるｋＴＣノイズが発生する。ｋＴＣノイズはリセットの度にランダムに発生する。

[0050] 一般に、ｋＴＣノイズは、相関二重サンプリング（Correlated Double Sampling：ＣＤＳ）と呼ばれるノイズ除去手法により完全に除去することができる。ＣＤＳでは、リセットトランジスタによるリセット後のフローティングディフュージョンの電圧（以下、リセット電圧と称す。）を読み出した後、フォトダイオードにより光電変換された電荷をフローティングディフュージョンに転送し、光電変換された電荷を保持するフローティングディフュージョンの電圧（以下、信号電圧と称す。）を読み出す。そして、リセット電圧と信号電圧との減算を行うことによりｋＴＣノイズを相殺し、ｋＴＣノイズを含まない信号成分を得る。

[0051] このように、信号電圧を読み出す前にフローティングディフュージョンのリセットを行ってリセット電圧を読み出す手法は「前リセット方式」と称される。前リセット方式は、フローティングディフュージョンをリセットしてリセット電圧を読み出すまでの間、光電変換された電荷を保持する機能を有する部位を画素内に備えていることを前提としている。イメージセンサの場合、フォトダイオードが、光電変換を行うと共に、光電変換により得られた

電荷を保持する機能を担っている。

[0052] しかし、グローバルシャッター方式において、光電変換された電荷を保持するフローティングディフュージョンから信号電圧を読み出す場合、ＣＤＳにおいて上述の前リセット方式を採用することはできない。このため、この場合には、フォトダイオードにより生成された電荷をフローティングディフュージョンに保持した状態でフローティングディフュージョンの信号電圧を読み出した後に、フローティングディフュージョンをリセットしてリセット電圧を読み出す「後リセット方式」が用いられる。

[0053] しかし、後リセット方式によれば、リセット電圧に含まれるｋＴＣノイズは信号電圧に含まれるｋＴＣノイズと異なる。また、リセット動作で発生するｋＴＣノイズは一定ではなく、ばらつきを有している。このため、後リセット方式によれば、ＣＤＳにおいてリセット電圧と信号電圧とを減算しても、ｋＴＣノイズを完全に相殺することは困難であるという問題がある。

[0054] 一方、本実施の形態では、グローバルシャッター方式において後リセット方式で撮像動作が行われる。このとき、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３が、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも薄く形成されている。これにより、リセットトランジスタＲＳＴの酸化膜容量Ｃｏｘが向上し、リセットトランジスタＲＳＴのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。従って、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0055] さらに、本実施の形態では、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３は、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも薄く形成されている。これにより、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬの酸化膜容量Ｃｏｘが向上し、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。従って、

ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0056] ＜２．変形例＞

以下に、上記実施の形態に係る固体撮像装置１の変形例について説明する。

[0057] [変形例Ａ]

上記実施の形態において、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３が転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されていてもよい。そのような絶縁材料としては、例えば、酸化物であるＨｆO_2に、ＳｉO_2やＡｌ$_2O_3$などを加えて非晶質化したものが挙げられる。これにより、リセットトランジスタＲＳＴの酸化膜容量Ｃｏｘが向上し、リセットトランジスタＲＳＴのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。従って、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0058] さらに、本変形例において、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３が転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されていてもよい。そのような絶縁材料としては、例えば、酸化物であるＨｆO_2に、ＳｉO_2やＡｌ$_2O_3$などを加えて非晶質化したものが挙げられる。これにより、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬの酸化膜容量Ｃｏｘが向上し、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。従って、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0059] なお、本変形例において、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３が、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３と同等の厚さ、または、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも厚く形成されていてもよい。このようにした場合であっても、リセットトランジスタＲＳＴのゲート

絶縁膜３３が転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されていることにより、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0060] さらに、本変形例において、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３が、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３と同等の厚さ、または、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも厚く形成されていてもよい。このようにした場合であっても、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのゲート絶縁膜３３が転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されていることにより、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0061] [変形例Ｂ]

上記実施の形態および変形例Ａにおいて、リセットトランジスタＲＳＴの移動度が、転送トランジスタＴＲＧの移動度よりも高くなっていてもよい。このようにした場合には、リセットトランジスタＲＳＴのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。従って、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0062] さらに、本変形例において、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬの移動度が、転送トランジスタＴＲＧの移動度よりも高くなっていてもよい。このようにした場合には、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。従って、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。なお、本変形例において、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３が、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３と同等の厚さ、または、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも厚く形成されていてもよい。

[0063] [変形例Ｃ]

上記実施の形態および変形例Ａ，Ｂにおいて、例えば、図９に示したように、リセットトランジスタＲＳＴのＬ長が転送トランジスタＴＲＧのＬ長よりも短くなっており、リセットトランジスタＲＳＴのW長が転送トランジスタＴＲＧのW長よりも長くなっていてもよい。このとき、リセットトランジスタＲＳＴのＷＬ面積（W長×Ｌ長）は、転送トランジスタＴＲＧのＷＬ面積と等しくなっていることが好ましい。ＷＬ面積を小さくすると、フリッカノイズが大きくなる傾向があり、リセットトランジスタＲＳＴのＷＬ面積を、転送トランジスタＴＲＧのＷＬ面積よりも小さくするのはノイズ低減の観点から好ましくないからである。

[0064] このようにした場合には、リセットトランジスタＲＳＴのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロードとなり、ノイズレベルが低くなる。従って、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。なお、本変形例において、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３が、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３と同等の厚さ、または、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも厚く形成されていてもよい。

[0065] [変形例Ｄ]

上記実施の形態および変形例Ａ，Ｂ，Ｃにおいて、増幅トランジスタＡＭＰのＷＬ面積が転送トランジスタＴＲＧのＷＬ面積よりも大きくなっていてもよい。上記実施の形態および変形例Ａ，Ｂ，Ｃにおいて、例えば、図１０に示したように、増幅トランジスタＡＭＰのＬ長が転送トランジスタＴＲＧのＬ長よりも長くなっており、リセットトランジスタＲＳＴのW長が転送トランジスタＴＲＧのW長よりも長くなっていてもよい。このようにした場合には、増幅トランジスタＡＭＰの酸化膜容量Ｃｏｘが向上し、増幅トランジスタＡＭＰのオン抵抗R_{on}が小さくなる。その結果、例えば、図６に示したように、オン抵抗R_{on}が大きい場合と比べて、ｋＴＣノイズの周波数特性がブロ

ードとなり、ノイズレベルが低くなる。従って、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。なお、本変形例において、リセットトランジスタＲＳＴのゲート絶縁膜３３が、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３と同等の厚さ、または、転送トランジスタＴＲＧのゲート絶縁膜３３よりも厚く形成されていてもよい。

[0066] [変形例Ｅ]

上記実施の形態および変形例Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄにおいて、例えば、図１１、図１２に示したように、増幅トランジスタＡＭＰおよび選択トランジスタＳＥＬは、ｐウェル層３２で囲まれたｎウェル層３５内に形成されたＰＭＯＳトランジスタで構成されていてもよい。ｎウェル層３５は、半導体基板３０の上面およびその近傍に形成されたｎ型半導体領域である。ＰＭＯＳトランジスタの移動度は、ＮＭＯＳトランジスタの移動度と比べて低い。これにより、フリッカ係数が低くなるので、１／ｆノイズのレベルが低くなる。また、ｋＴＣノイズのレベルも低くなる。従って、ｋＴＣノイズや、１／ｆノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0067] ＜３．適用例＞

本開示は、固体撮像装置への適用に限られるものではない。すなわち、本技術は、固体撮像装置のほかに光学レンズ系等を有するカメラモジュール、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置、撮像機能を有する携帯端末装置（例えばスマートフォンやタブレット型端末）、又は画像読取部に固体撮像装置を用いる複写機など、固体撮像装置を有する電子機器全般に対して適用可能である。

[0068] 図１３は、上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置１を備えた電子機器２の構成例を示すブロック図である。

[0069] 電子機器２は、例えば、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置や、スマートフォンやタブレット型端末等の携帯端末装置などの電子機器である。電子機器２は、例えば、上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置１、ＤＳＰ回路２１０、フレームメモリ２２０、表示部２３０、

記憶部２４０、操作部２５０および電源部２６０を備えている。電子機器２において、ＤＳＰ回路２１０、フレームメモリ２２０、表示部２３０、記憶部２４０、操作部２５０および電源部２６０は、バスライン２７０を介して相互に接続されている。

[0070] 上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置１は、入射光に応じた画像データを出力する。ＤＳＰ回路２１０は、上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置１から出力される信号（画像データ）を処理する信号処理回路である。ＤＳＰ回路２１０は、例えば、固体撮像装置１から出力される信号電圧V_{sig}を第１画像データとして取得し、固体撮像装置１から出力されるリセット電圧V_{RST}を第２画像データとして取得する。そして、ＤＳＰ回路２１０は、例えば、第１画像データから第２画像データを減算することにより、ｋＴＣノイズが低減された画像データを生成する。

[0071] フレームメモリ２２０は、ｋＴＣノイズが低減された画像データを、フレーム単位で一時的に保持する。表示部２３０は、例えば、液晶パネルや有機EL（Electro Luminescence）パネル等のパネル型表示装置からなり、上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置１で撮像された動画又は静止画を表示する。記憶部２４０は、上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置１で撮像された動画又は静止画の画像データを、半導体メモリやハードディスク等の記録媒体に記録する。操作部２５０は、ユーザによる操作に従い、電子機器２が有する各種の機能についての操作指令を発する。電源部２６０は、ＤＳＰ回路２１０、フレームメモリ２２０、表示部２３０、記憶部２４０および操作部２５０の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

[0072] 次に、電子機器２における撮像手順について説明する。

[0073] 図１４は、電子機器２におけるグローバルシャッター方式での撮像動作のフローチャートの一例を表す。ユーザは、操作部２５０を操作することにより撮像開始を選択する（ステップＳ１０１）。操作部２５０は、ユーザによって撮像開始が選択されると、撮像指令を固体撮像装置１に送信する（ステ

ップＳ１０２）。固体撮像装置１（具体的にはシステム制御回路２４）は、操作部２５０から撮像指示を受けると、例えば図８Ａ～図８Ｆに示した手順で、グローバルシャッター方式の撮像を行う（ステップＳ１０３）。

[0074] 固体撮像装置１は、撮像により得られた画像データ（第１画像データおよび第２画像データ）をＤＳＰ回路２１０に出力する。ＤＳＰ回路２１０は、固体撮像装置１から入力された画像データ（第１画像データおよび第２画像データ）に基づいてｋＴＣノイズ低減処理を行う（ステップＳ１０５）。具体的には、ＤＳＰ回路２１０は、第１画像データから第２画像データを減算することにより、ｋＴＣノイズが低減された画像データを生成する。ＤＳＰ回路２１０は、ｋＴＣノイズが低減された画像データをフレームメモリ２２０に保持させ、フレームメモリ２２０は、必要に応じて、ｋＴＣノイズが低減された画像データを記憶部２４０に記憶させる（ステップＳ１０５）。このようにして、電子機器２における撮像が行われる。

[0075] 電子機器２では、上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置１が用いられている。これにより、ｋＴＣノイズの少ない高精細な撮影画像を得ることができる。

[0076] ＜４．応用例＞

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、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、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0077] 図１５は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0078] 車両制御システム１２０００は、通信ネットワーク１２００１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１５に示した例では、車両制御システム１２０００は、駆動系制御ユニット１２０１０、ボディ系制御ユニット１２０２０、車外情報検出ユニット１２０３０、車内情報検出ユニッ

ト１２０４０、及び統合制御ユニット１２０５０を備える。また、統合制御ユニット１２０５０の機能構成として、マイクロコンピュータ１２０５１、音声画像出力部１２０５２、及び車載ネットワークＩ／Ｆ（ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）１２０５３が図示されている。

[0079] 駆動系制御ユニット１２０１０は、各種プログラムにしたが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１２０１０は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0080] ボディ系制御ユニット１２０２０は、各種プログラムにしたが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１２０２０は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプ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１２０２０には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又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１２０２０は、これらの電波又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、ランプ等を制御する。

[0081] 車外情報検出ユニット１２０３０は、車両制御システム１２０００を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット１２０３０には、撮像部１２０３１が接続される。車外情報検出ユニット１２０３０は、撮像部１２０３１に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット１２０３０は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0082] 撮像部１２０３１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１２０３１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。また、撮像部１２０３１が受光する光は、可視光であってもよいし、赤外線等の非可視光であってもよい。

[0083] 車内情報検出ユニット１２０４０は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット１２０４０には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部１２０４１が接続される。運転者状態検出部１２０４１は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット１２０４０は、運転者状態検出部１２０４１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又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。

[0084] マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット１２０１０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１２０５１は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むＡＤＡＳ（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。

[0085] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０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、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠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。

[0086] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０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１２０２０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１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０で検知した先行車又は対向

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等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。

[0087] 音声画像出力部１２０５２は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及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１５の例では、出力装置として、オーディオスピーカ１２０６１、表示部１２０６２及びインストルメントパネル１２０６３が例示されている。表示部１２０６２は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0088] 図１６は、撮像部１２０３１の設置位置の例を示す図である。

[0089] 図１６では、車両１２１００は、撮像部１２０３１として、撮像部１２１０１，１２１０２，１２１０３，１２１０４，１２１０５を有する。

[0090] 撮像部１２１０１，１２１０２，１２１０３，１２１０４，１２１０５は、例えば、車両１２１００のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部１２１０１及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部１２１０５は、主として車両１２１００の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部１２１０２，１２１０３は、主として車両１２１００の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部１２１０４は、主として車両１２１００の後方の画像を取得する。撮像部１２１０１及び１２１０５で取得される前方の画像は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0091] なお、図１６には、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲１２１１１は、フロントノーズに設けられた撮像部１２１０１の撮像範囲を示し、撮像範囲１２１１２，１２１１３は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部１２１０２，１２１０３の撮像範囲を示し、撮像範囲１２１１４は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像

部１２１０４の撮像範囲を示す。例えば、撮像部１２１０１ないし１２１０４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１２１００を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0092] 撮像部１２１０１ないし１２１０４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１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、複数の撮像素子からなる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素子であってもよい。

[0093] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４から得られた距離情報を基に、撮像範囲１２１１１ないし１２１１４内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両１２１００に対する相対速度）を求めることにより、特に車両１２１００の進行路上にある最も近い立体物で、車両１２１００と略同じ方向に所定の速度（例えば、０ｋｍ／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１２０５１は、先行車の手前に予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。このように運転者の操作に拠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。

[0094] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４から得られた距離情報を元に、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、電柱等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１２０５１は、車両１２１００の周辺の障害物を、車両１２１００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１２０５１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１２０６１や表示部１２０６２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１２０１０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。

[0095] 撮像部１２１０１ないし１２１０４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１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４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１２１０１ないし１２１０４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って行われる。マイクロコンピュータ１２０５１が、撮像部１２１０１ないし１２１０４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１２０５２は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部１２０６２を制御する。また、音声画像出力部１２０５２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１２０６２を制御してもよい。

[0096] 以上、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部１２０３１に適用され得る。具体的には、上記実施の形態およびその変形例に係る固体撮像装置１は、撮像部１２０３１に適用することができる。撮像部１２０３１に本開示に係る技術を適用することにより、ｋＴＣノイズの少ない高精細な撮影画像を得ることができるので、移動体制御システムにおいて撮影画像を利用した高精度な制御を行うことができる。

[0097] 以上、実施の形態およびその変形例、適用例ならびに応用例を挙げて本開示を説明したが、本開示は上記実施の形態等に限定されるものではなく、種々変形が可能である。なお、本明細書中に記載された効果は、あくまで例示である。本開示の効果は、本明細書中に記載された効果に限定されるものではない。本開示が、本明細書中に記載された効果以外の効果を持っていてもよい。

[0098] また、本開示は、以下のような構成を取ることも可能である。

（１）

入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記リセットトランジスタのゲート絶縁膜は、前記転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも薄く形成されている

固体撮像装置。

（２）

前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタのゲート絶縁膜は、前記転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも薄く形成されている

（１）に記載の固体撮像装置。

（３）

グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

（１）または（２）に記載の固体撮像装置。

（４）

前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット

動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

（３）に記載の固体撮像装置。

（５）

入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記リセットトランジスタのゲート絶縁膜は、前記転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されている

固体撮像装置。

（６）

前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタのゲート絶縁膜は、前記転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されている

（５）に記載の固体撮像装置。

（７）

グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制

御部を更に備えた

（５）または（６）に記載の固体撮像装置。

（８）

前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

（７）に記載の固体撮像装置。

（９）

入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記リセットトランジスタのＬ長は、前記転送トランジスタのＬ長よりも短くなっており、

前記リセットトランジスタのW長は、前記転送トランジスタのW長よりも長くなっている

固体撮像装置。

（１０）

グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

（９）に記載の固体撮像装置。

（１１）

前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

（１０）に記載の固体撮像装置。

（１２）

入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタは、ｐウェル層で囲まれたｎウェル層内に形成されたＰＭＯＳトランジスタで構成されている

固体撮像装置。

（１３）

グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

（１２）に記載の固体撮像装置。

（１４）

前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

（１３）に記載の固体撮像装置。

（１５）

入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記増幅トランジスタのＷＬ面積は、前記転送トランジスタのＷＬ面積よ

りも大きくなっている

固体撮像装置。

（１６）

グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

（１５）に記載の固体撮像装置。

（１７）

前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

（１６）に記載の固体撮像装置。

[0099] 本開示の一実施の形態に係る第１固体撮像装置によれば、リセットトランジスタのゲート絶縁膜を転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも薄く形成するようにしたので、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0100] 本開示の一実施の形態に係る第２固体撮像装置によれば、リセットトランジスタのゲート絶縁膜を転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成するようにしたので、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0101] 本開示の一実施の形態に係る第３固体撮像装置によれば、リセットトランジスタのＬ長を転送トランジスタのＬ長よりも短くし、リセットトランジスタのW長を転送トランジスタのW長よりも長くしたので、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0102] 本開示の一実施の形態に係る第４固体撮像装置によれば、増幅トランジス

タおよび選択トランジスタを、ｐウェル層で囲まれたｎウェル層内に形成されたＰＭＯＳトランジスタで構成するようにしたので、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0103] 本開示の一実施の形態に係る第５固体撮像装置によれば、リセットトランジスタのＷＬ面積を転送トランジスタのＷＬ面積よりも大きくしたので、ｋＴＣノイズの少ない画像データを得ることができる。

[0104] 本出願は、日本国特許庁において２０１８年１０月２３日に出願された日本特許出願番号第２０１８－１９９３２８号を基礎として優先権を主張するものであり、この出願のすべての内容を参照によって本出願に援用する。

[0105] 当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、および変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解される。

請求の範囲

[請求項1] 入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記リセットトランジスタのゲート絶縁膜は、前記転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも薄く形成されている

固体撮像装置。

[請求項2] 前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタのゲート絶縁膜は、前記転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも薄く形成されている

請求項１に記載の固体撮像装置。

[請求項3] グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

請求項１に記載の固体撮像装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によっ

て前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

請求項３に記載の固体撮像装置。

[請求項5] 入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記リセットトランジスタのゲート絶縁膜は、前記転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されている

固体撮像装置。

[請求項6] 前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタのゲート絶縁膜は、前記転送トランジスタのゲート絶縁膜よりも誘電率の高い絶縁材料によって形成されている

請求項５に記載の固体撮像装置。

[請求項7] グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

請求項５に記載の固体撮像装置。

[請求項8] 前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フロー

ティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

請求項７に記載の固体撮像装置。

[請求項9] 入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記リセットトランジスタのＬ長は、前記転送トランジスタのＬ長よりも短くなっており、

前記リセットトランジスタのW長は、前記転送トランジスタのW長よりも長くなっている

固体撮像装置。

[請求項10] グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

請求項９に記載の固体撮像装置。

[請求項11] 前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された

電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

請求項１０に記載の固体撮像装置。

[請求項12] 入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタは、ｐウェル層で囲まれたｎウェル層内に形成されたＰＭＯＳトランジスタで構成されている

固体撮像装置。

[請求項13] グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

請求項１２に記載の固体撮像装置。

[請求項14] 前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された

電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

請求項１３に記載の固体撮像装置。

[請求項15] 入射光を光電変換する光電変換素子と、

前記光電変換素子と電気的に接続された転送トランジスタと、

前記転送トランジスタを介して前記光電変換素子から出力された電荷を一時的に保持するフローティングディフュージョンと、

前記フローティングディフュージョンの電位を所定の電位にリセットするリセットトランジスタと、

前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧の画素信号を生成する増幅トランジスタと、

前記増幅トランジスタからの前記画素信号の出力タイミングを制御する選択トランジスタと

を備え、

前記増幅トランジスタのＷＬ面積は、前記転送トランジスタのＷＬ面積よりも大きくなっている

固体撮像装置。

[請求項16] グローバルシャッター方式で、前記転送トランジスタ、前記リセットトランジスタ、前記増幅トランジスタおよび前記選択トランジスタを制御する制御部を更に備えた

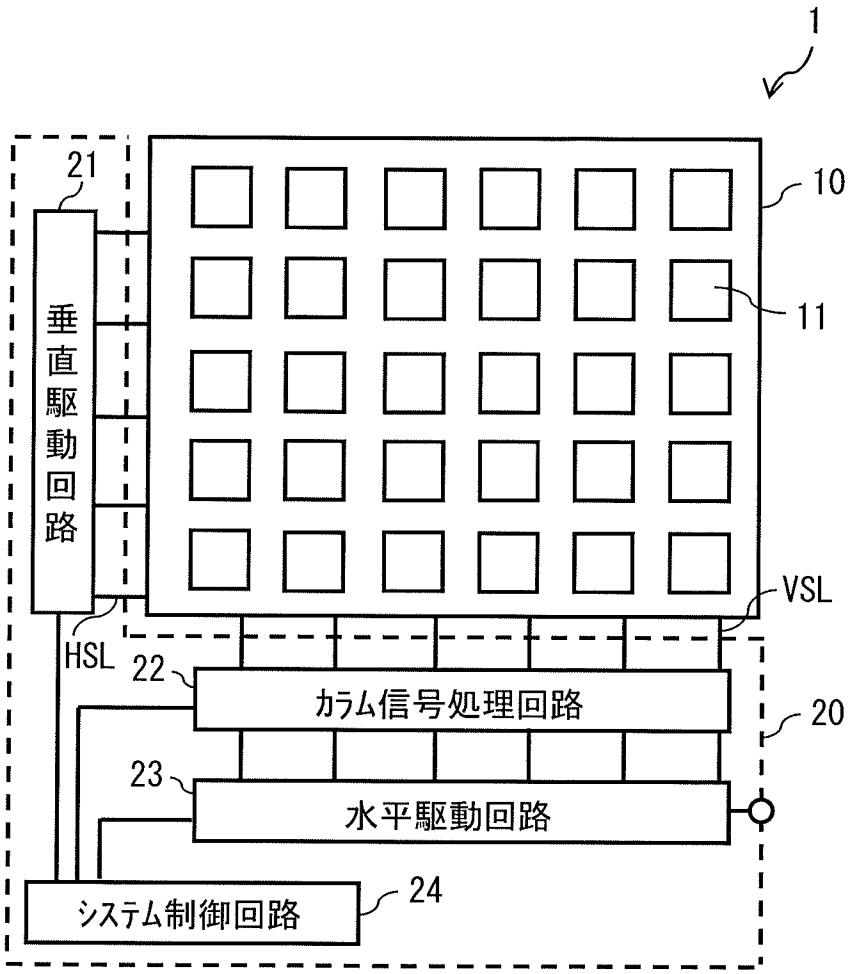
請求項１５に記載の固体撮像装置。

[請求項17] 前記制御部は、前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＤ相読み出し制御、前記フロー

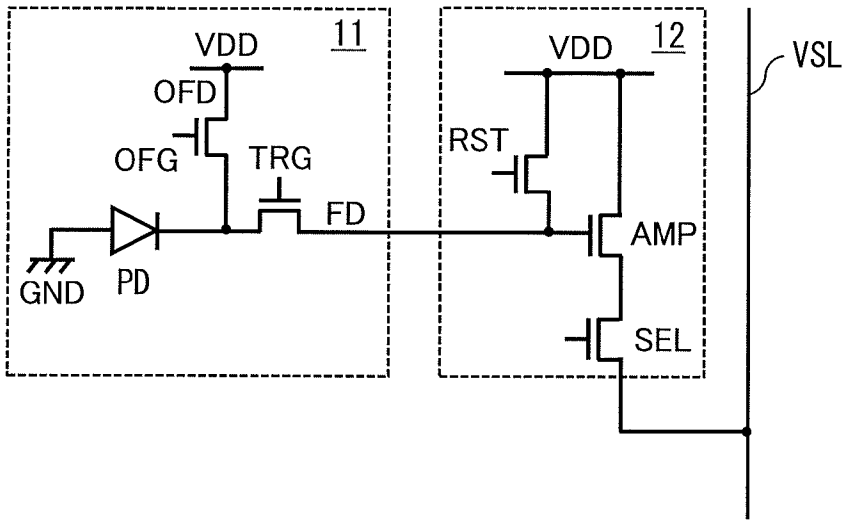
ティングディフュージョンに保持された電荷をリセットするリセット制御、前記リセット動作後に前記フローティングディフュージョンに保持された電荷のレベルに応じた電圧を読み出すＰ相読み出し制御、および、前記フローティングディフュージョンに、前記入射光によって前記光電変換素子で生成された電荷を蓄積させる蓄積制御をこの順に行う

請求項１６に記載の固体撮像装置。

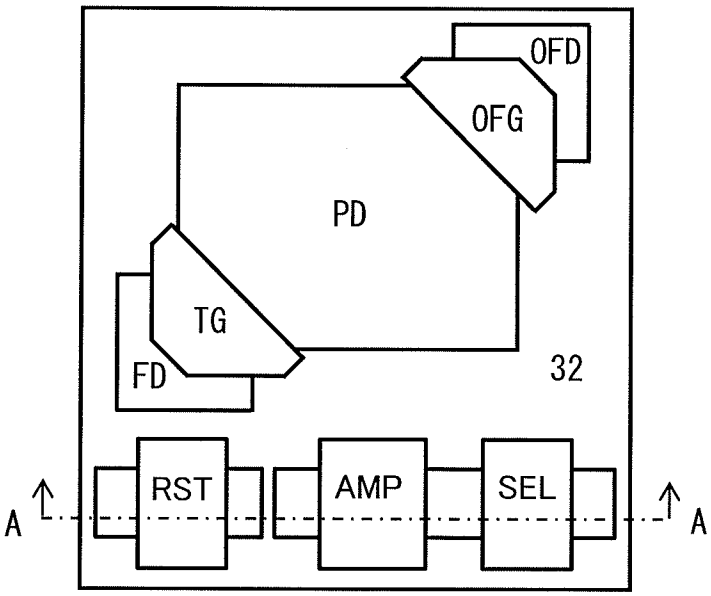
[図1]


1
21
10
11
垂直駆動回路
VSL
HSL
22
カラム信号処理回路
20
23
水平駆動回路
24
システム制御回路

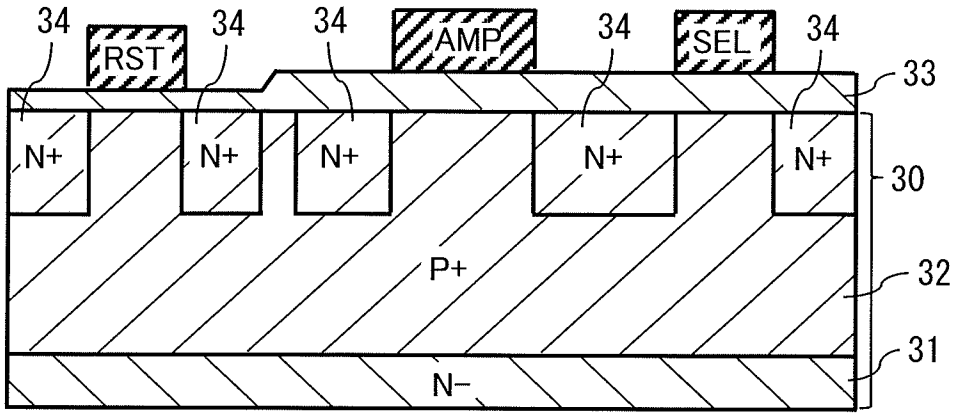
[図2]


VDD
11
OFD
OFG
TRG
FD
GND
PD
VDD
12
RST
AMP
SEL
VSL

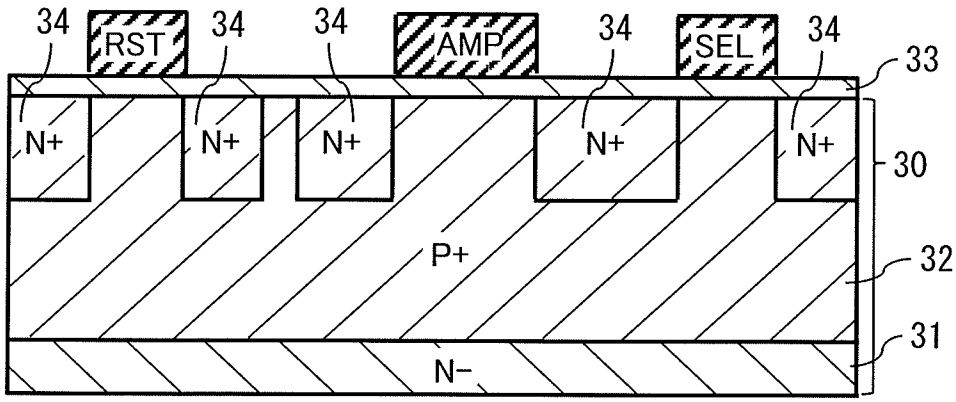
[図3]


OFD
OFG
PD
TG
FD
32
RST
AMP
SEL
A
A

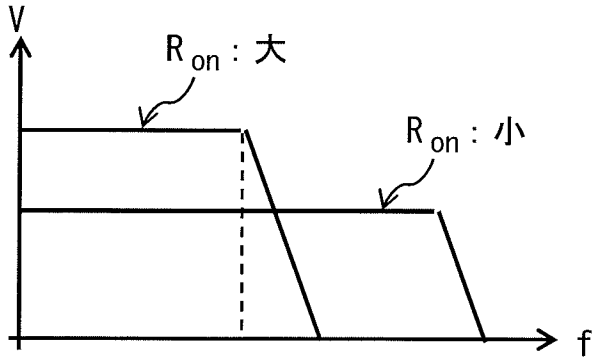
[図4]


34
RST
34
34
AMP
34
SEL
34
33
N+
N+
N+
N+
N+
30
P+
32
31
N−

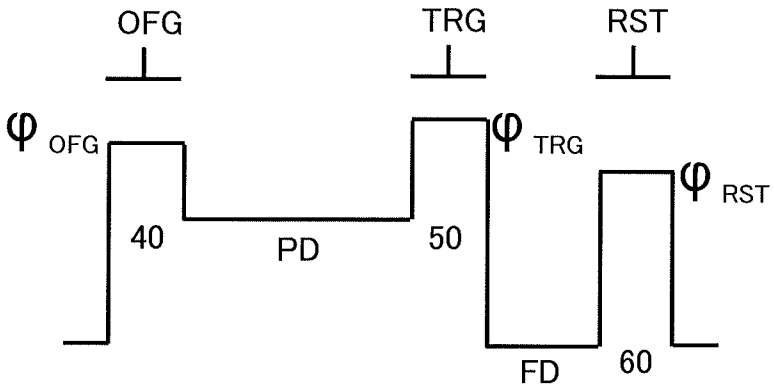
[図5]


34
RST
34
34
AMP
34
SEL
34
33
N+
N+
N+
N+
N+
30
P+
32
31
N−

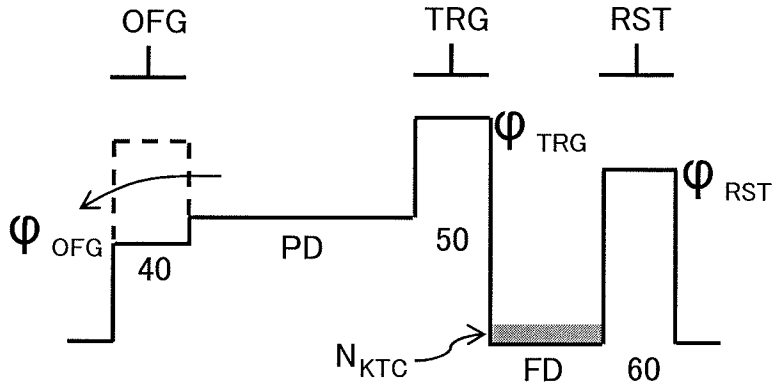
[図6]


V
R on：大
R on：小
f

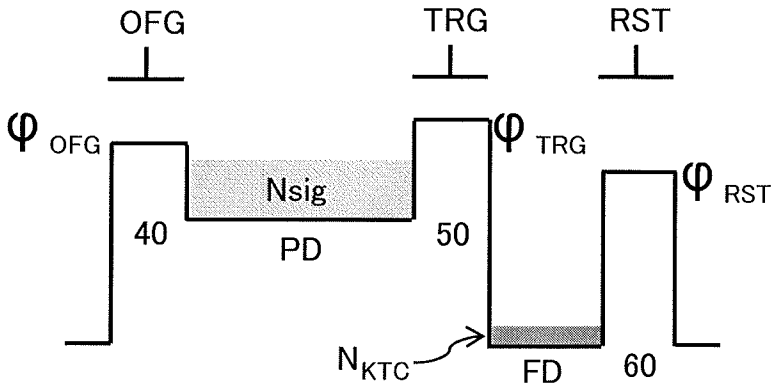
[図7]


OFG
TRG
RST
φ OFG
φ TRG
φ RST
40
PD
50
FD
60

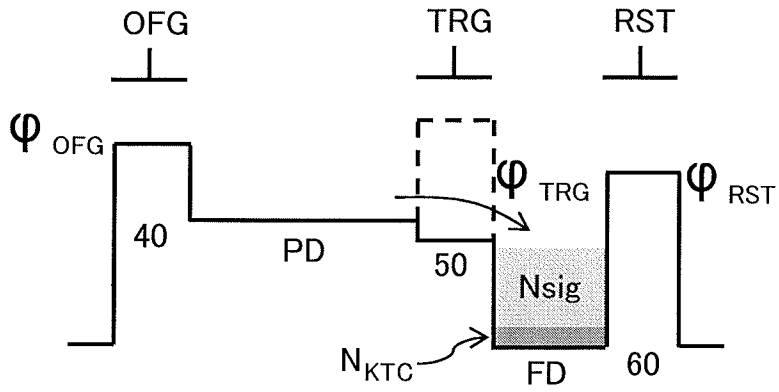
[図8A]


OFG
TRG
RST
φ TRG
φ RST
φ OFG
40
PD
50
N KTC
FD
60

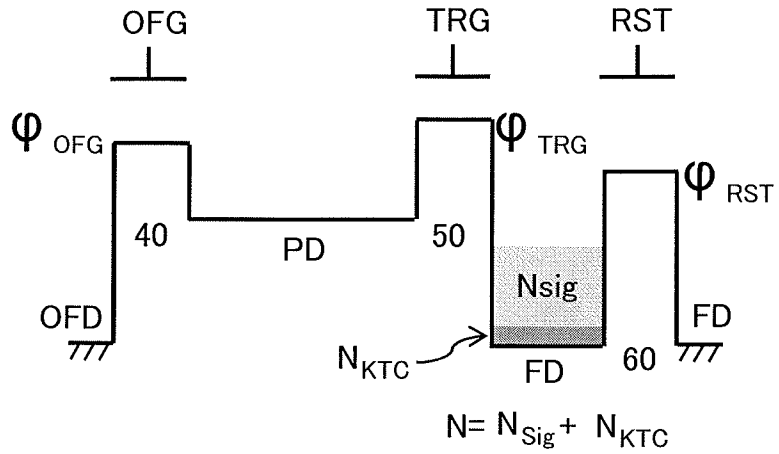
[図8B]


OFG
TRG
RST
φ OFG
φ TRG
φ RST
Nsig
40
PD
50
N KTC
FD
60

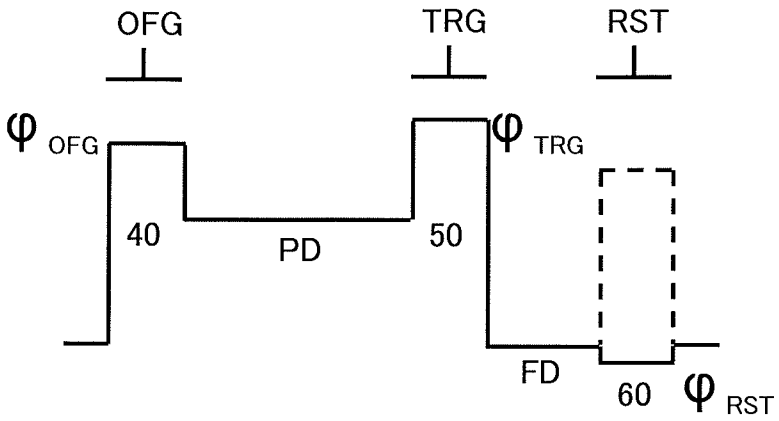
[図8C]


OFG
TRG
RST
φ OFG
φ TRG
φ RST
40
PD
50
Nsig
N KTC
FD
60

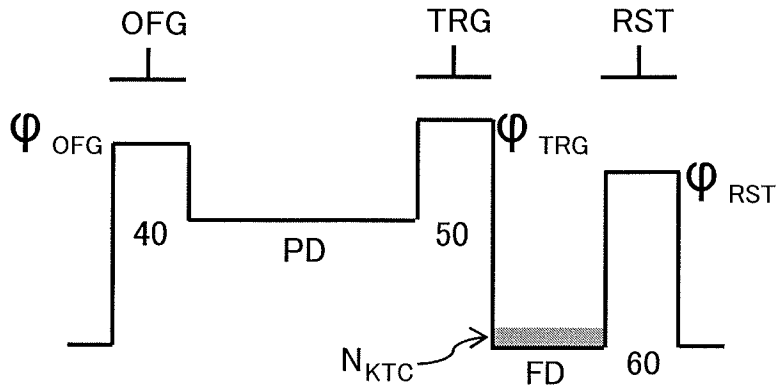
[図8D]


OFG
TRG
RST
φ OFG
φ TRG
φ RST
40
PD
50
Nsig
OFD
FD
N KTC
FD
60
N= N Sig + N KTC

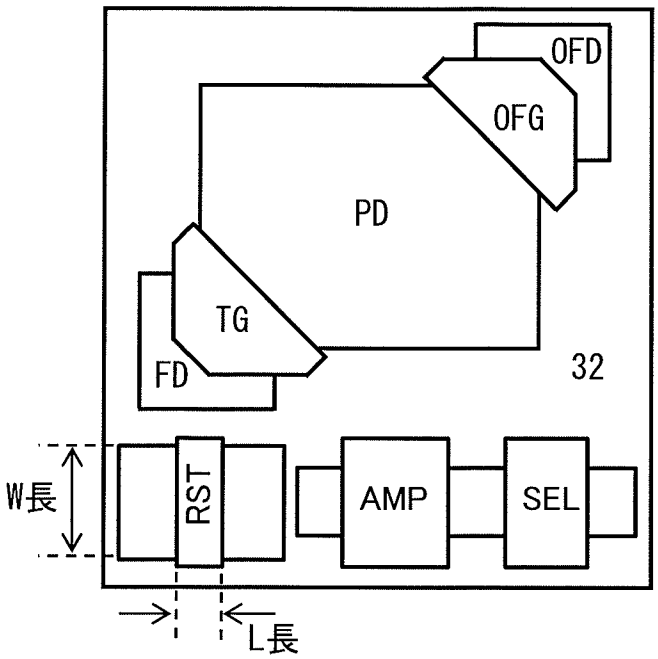
[図8E]


OFG
TRG
RST
φ OFG
φ TRG
40
PD
50
FD
60
φ RST

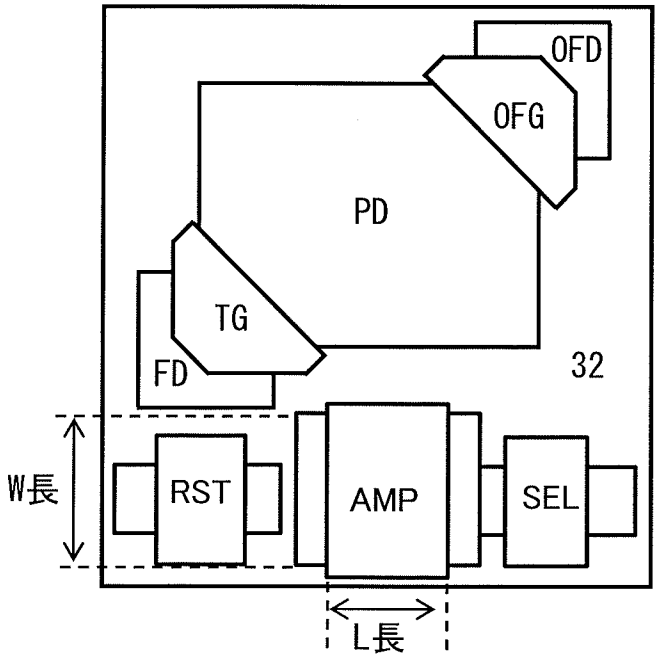
[図8F]


OFG
TRG
RST
φ OFG
φ TRG
φ RST
40
PD
50
N KTC
FD
60

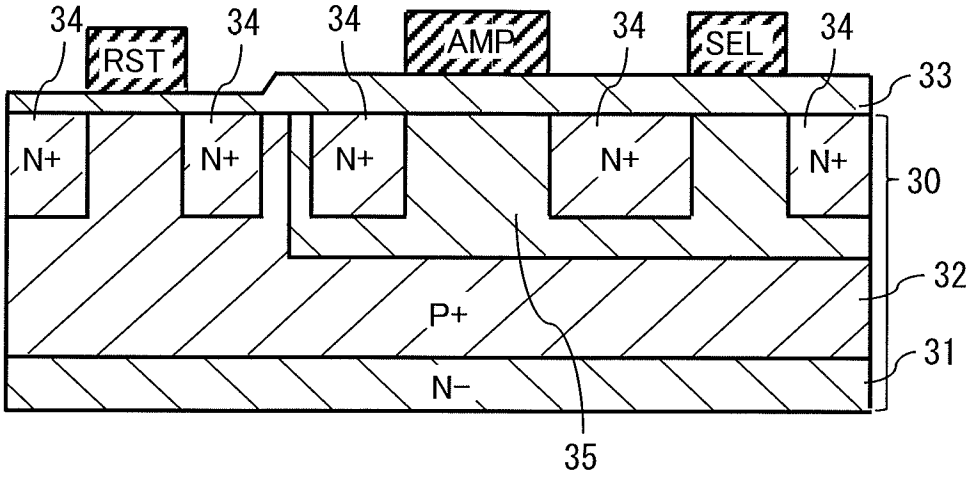
[図9]


OFD
OFG
PD
TG
FD
32
W長
RST
AMP
SEL
L長

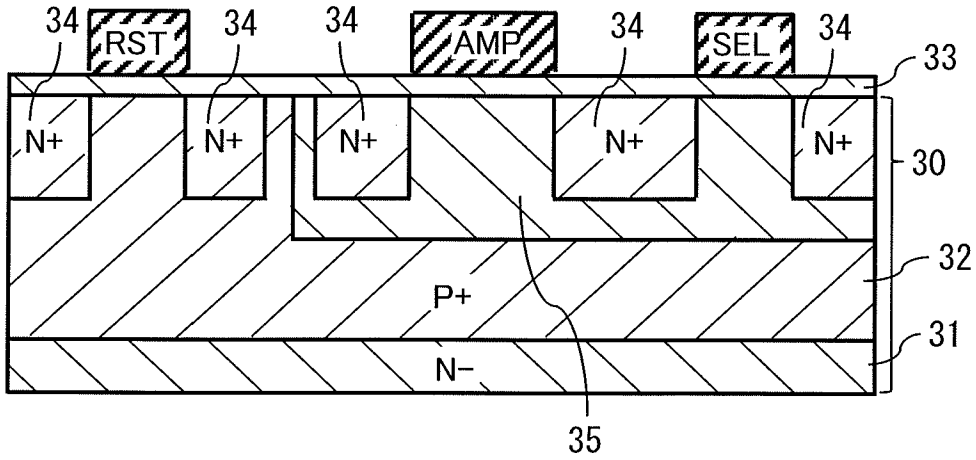
[図10]


OFD
OFG
PD
TG
FD
32
W長
RST
AMP
SEL
L長

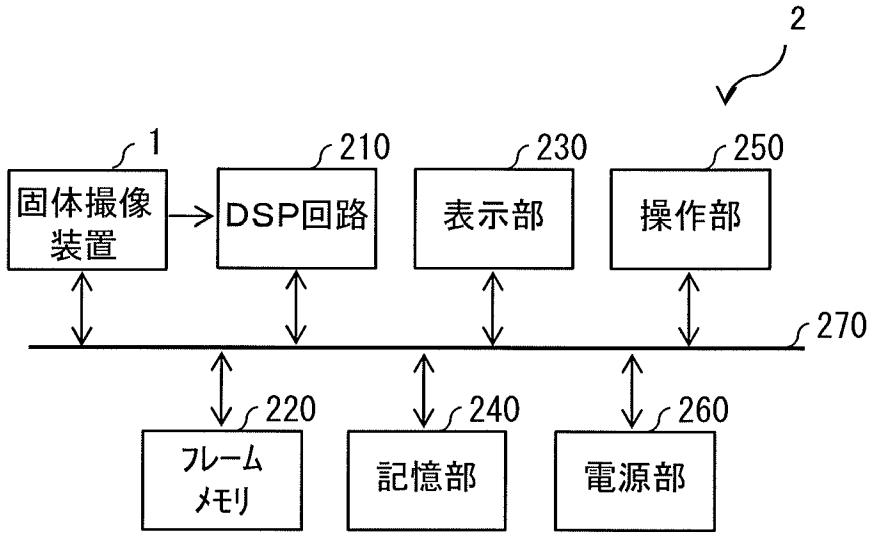
[図11]


34
RST
34
34
AMP
34
SEL
34
33
N+
N+
N+
N+
N+
30
32
P+
31
N−
35

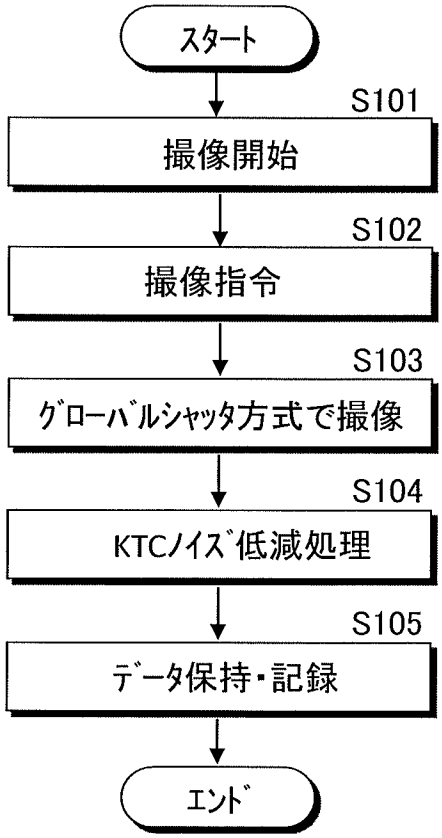
[図12]


34
RST
34
34
AMP
34
SEL
34
33
N+
N+
N+
N+
N+
30
32
P+
31
N−
35

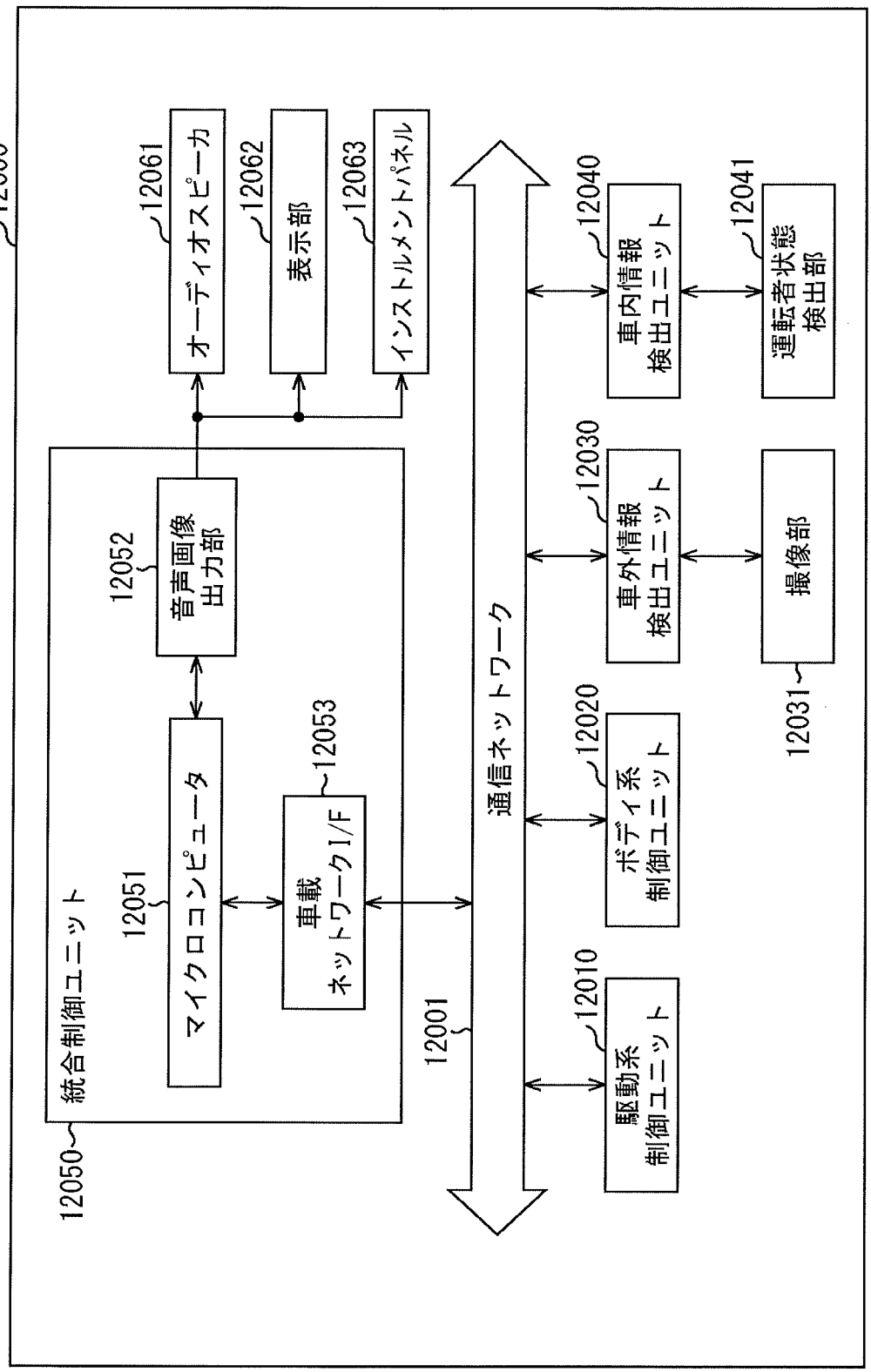
[図13]


2
1
固体撮像装置
210
DSP回路
230
表示部
250
操作部
270
220
フレームメモリ
240
記憶部
260
電源部

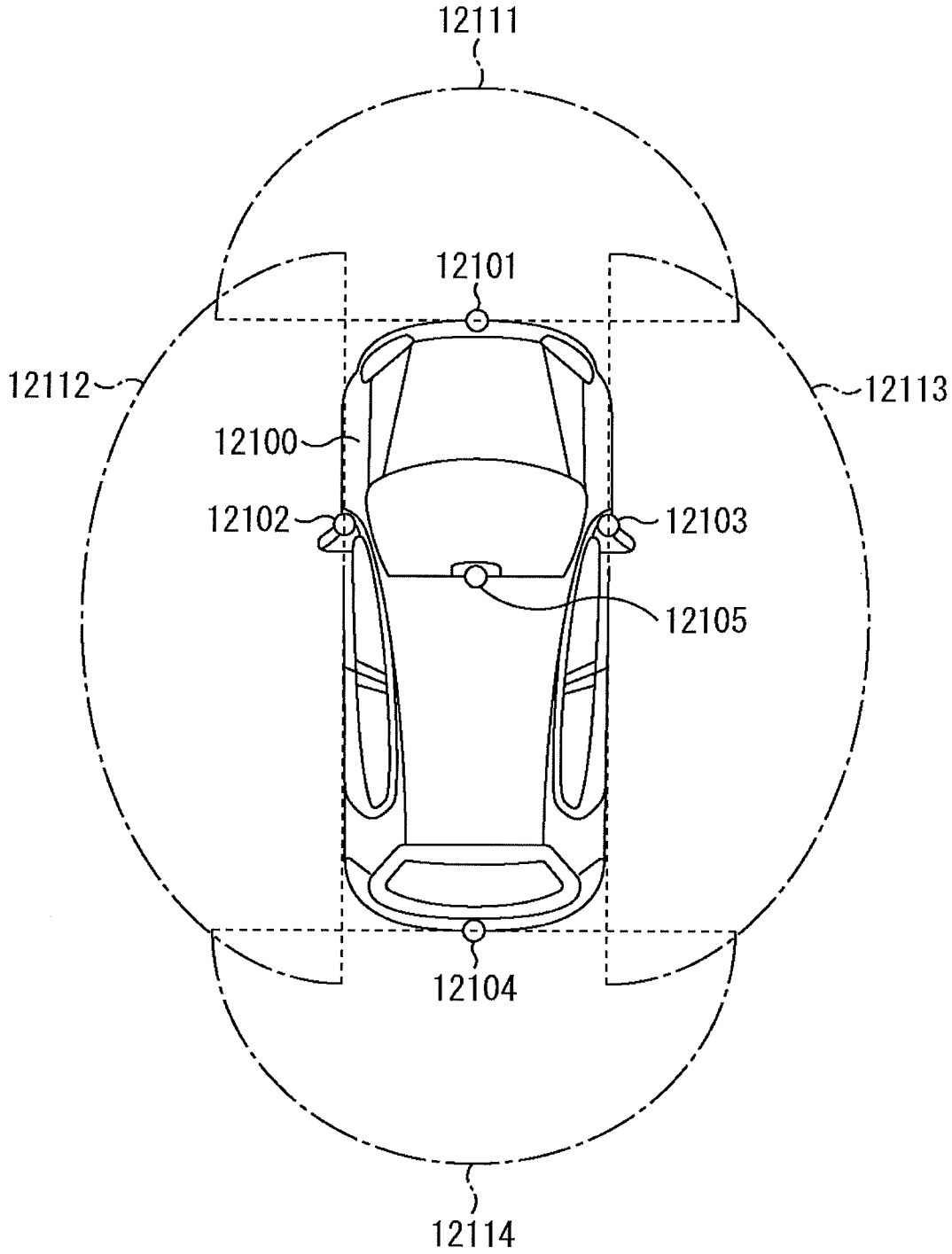
[図14]


スタート
S101
撮像開始
S102
撮像指令
S103
ｸﾞﾛｰﾊﾞﾙｼｬｯﾀ方式で撮像
S104
KTCﾉｲｽﾞ低減処理
S105
ﾃﾞｰﾀ保持・記録
ｴﾝﾄﾞ

[図15]


12000
12061
オーディオスピーカ
12062
表示部
12063
インストルメントパネル
12052
音声画像
出力部
12051
マイクロコンピュータ
12053
車載
ネットワークI/F
12050
統合制御ユニット
12001
通信ネットワーク
12040
車内情報
検出ユニット
12041
運転者状態
検出部
12030
車外情報
検出ユニット
撮像部
12031
12020
ボディ系
制御ユニット
12010
駆動系
制御ユニット

[図16]


12111
12101
12112
12113
12100
12102
12103
12105
12104
12114

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/039743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H01L27/146(2006.01)i, H04N5/335(2011.01)i, H04N5/374(2011.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. H01L27/146, H04N5/335, H04N5/374

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-27668 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 04 February 2010, paragraphs [0012]-[0022], fig. 1-12 & US 2010/0013975 A1, paragraphs [0025]-[0035], fig. 1-12	1, 2 3, 4 5-17
Y	JP 2011-204878 A (SONY CORP.) 13 October 2011, paragraphs [0007]-[0013], fig. 1-39 & US 2011/0234836 A1, paragraphs [0013]-[0021], fig. 1-39	3, 4, 10, 11, 13, 14, 16, 17
X Y	JP 2015-111604 A (SONY CORP.) 18 June 2015, paragraph [0042], fig. 1-25 & WO 2013/150839 A1, paragraph [0042], fig. 1-25	9 10, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03.12.2019	10.12.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/039743

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2011-234366 A (CAELESTE CVBA) 17 November 2011, paragraphs [0042]-[0048], fig. 1-20 & US 2011/0267505 A1, paragraphs [0055]-[0061], fig. 1-20	12 13, 14
X Y	WO 2013/094430 A1 (SONY CORP.) 27 June 2013, paragraphs [0021], [0022], fig. 1-13 & US 2014/0327059 A1, paragraphs [0038], [0039], fig. 1-13	15 16, 17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３９７４３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L27/146(2006.01)i, H04N5/335(2011.01)i, H04N5/374(2011.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L27/146, H04N5/335, H04N5/374

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2010-27668 A (三洋電機株式会社) 2010.02.04, 段落 0012-0022, 図 1-12 & US 2010/0013975 A1, 段落 0025-0035, 図 1-12	1, 2 3, 4 5-17
Y	JP 2011-204878 A (ソニー株式会社) 2011.10.13, 段落 0007-0013, 図 1-39 & US 2011/0234836 A1, 段落 0013-0021, 図 1-39	3, 4, 10, 11, 13, 14, 16, 17

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０３．１２．２０１９	１０．１２．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｆ　９４５８
小山　満
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2015-111604 A (ソニー株式会社) 2015.06.18, 段落 0042,図 1-25 & WO 2013/150839 A1,段落 0042,図 1-25	9 10,11
X Y	JP 2011-234366 A (セレステ・コオペラティーフェ・フェンノートシャップ・メット・ペペルクテ・アーンスプラケレイクハイト) 2011.11.17, 段落 0042-0048,図 1-20 & US 2011/0267505 A1,段落 0055-0061,図 1-20	12 13,14
X Y	WO 2013/094430 A1 (ソニー株式会社) 2013.06.27, 段落 0021,0022,図 1-13 & US 2014/0327059 A1,段落 0038,0039,図 1-13	15 16,17