

(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
2021年9月23日(23.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/186911 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 27/146 (2006.01) *H01L 29/78* (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/003105

(22) 国際出願日: 2021年1月28日(28.01.2021)

(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 2020-047531 2020年3月18日(18.03.2020) 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).

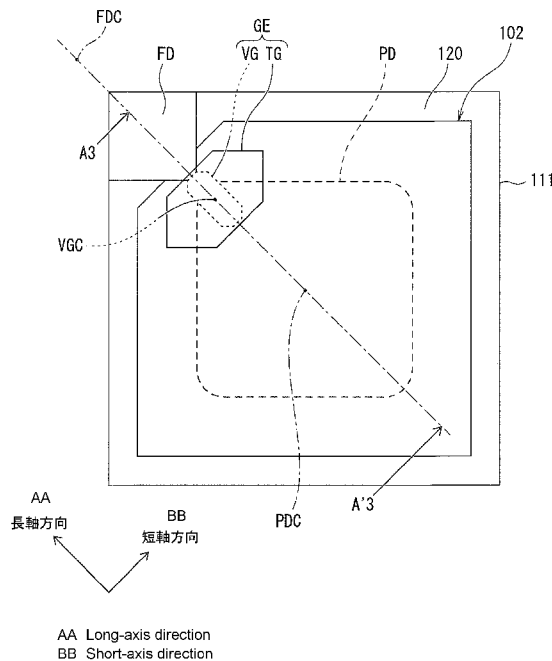
(72) 発明者: 蓮見 良治(HASUMI Ryoji); 〒2430014
神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 田中 秀 ▲ てつ ▼, 外 (TANAKA Hidetetsu et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山トラストタワー32階 特許業務法人日栄国際特許事務所 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,

(54) Title: IMAGING DEVICE AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 撮像装置及び電子機器



(57) Abstract: Provided are an imaging device and an electronic apparatus having high charge transfer efficiency. The imaging device is provided with a semiconductor substrate and a vertical transistor provided on the semiconductor substrate. The semiconductor substrate has a hole portion opening on a first major surface side. The vertical transistor includes a first gate electrode provided in the hole portion, and a first gate insulating film provided between an inner wall of the hole portion and the first gate electrode. A cross section of the first gate electrode taken in a plane parallel to the first

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

major surface has a thin and long shape in a <100> crystal orientation direction of the semiconductor substrate.

(57) 要約: 電荷の転送効率に優れた撮像装置及び電子機器を提供する。撮像装置は、半導体基板と、半導体基板に設けられた縦型トランジスタと、を備える。半導体基板には、第1主面側に開口する孔部が設けられている。縦型トランジスタは、孔部内に設けられた第1ゲート電極と、孔部の内壁と第1ゲート電極との間に設けられた第1ゲート絶縁膜と、を有する。第1ゲート電極を第1主面に平行な面で切断した断面は、半導体基板の結晶方位<100>方向に細長い形状を有する。

明 細 書

発明の名称：撮像装置及び電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、撮像装置及び電子機器に関する。

背景技術

[0002] フォトダイオードと、フォトダイオードで光電変換された電荷を読み出すトランジスタとを備えた固体撮像素子においては、素子占有面積の縮小とフォトダイオードでの受光面積の拡大とを目的として、電荷を転送するための転送トランジスタを縦型にする構成が知られている（例えば、特許文献1参照）。縦型トランジスタは、半導体基板に形成した孔部と、孔部の内壁を覆う状態で形成されたゲート絶縁膜と、ゲート絶縁膜を介して孔部内を埋め込む状態で形成されたゲート電極と、を備える。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-14751号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 半導体基板内に形成された孔部の内壁は、種々の結晶面を有する。半導体材料（例えば、Si）の結晶面として、代表的には、(110)面と、(110)面に対して45°傾斜した(100)面とがある。(110)面と(100)面とでは熱酸化レートに差異があるため、孔部の内壁に形成されるゲート絶縁膜には、結晶面に応じた膜厚差が生じる。この膜厚差がポテンシャル障壁となって、電荷の転送が阻害される可能性がある。

[0005] 本開示はこのような事情に鑑みてなされたもので、電荷の転送効率に優れた撮像装置及び電子機器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様に係る撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に設け

られた縦型トランジスタと、を備え、前記半導体基板には、第1主面側に開口する孔部が設けられており、前記縦型トランジスタは、前記孔部内に設けられた第1ゲート電極と、前記孔部の内壁と前記第1ゲート電極との間に設けられた第1ゲート絶縁膜と、を有し、前記第1ゲート電極を前記第1主面に平行な面で切断した断面は、前記半導体基板の結晶方位 $\langle 100 \rangle$ 方向に細長い形状を有する。

[0007] これによれば、孔部の内壁のうち、第1ゲート絶縁膜が厚膜に形成される (110) 面は、第1ゲート電極を第1主面に平行な面で切断した断面の長軸方向の端部付近に配置される。そして、 (110) 面の熱酸化により、長軸方向の端部付近には、第1ゲート絶縁膜の厚膜部が形成される。半導体基板において厚膜部と接する領域（厚膜領域）が縦型トランジスタのソース端及びドレイン端にそれぞれ配置されることにより、厚膜領域に生じるポテンシャル障壁を、ソース端及びドレイン端に生じる各電位勾配で相殺し、低減することができる。これにより、縦型トランジスタの電荷 e^- の転送効率を向上させることができる。

[0008] 本開示の一態様に係る電子機器は、光学部品と、前記光学部品を透過した光が入射する撮像装置と、前記撮像装置から出力される信号を処理する信号処理回路と、を備え、前記撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に設けられた縦型トランジスタと、を備え、前記半導体基板には、第1主面側に開口する孔部が設けられており、前記縦型トランジスタは、前記孔部内に設けられた第1ゲート電極と、前記孔部の内壁と前記第1ゲート電極との間に設けられた第1ゲート絶縁膜と、を有し、前記第1主面に平行な面で切断した断面は、前記半導体基板の結晶方位 $\langle 100 \rangle$ 方向に細長い形状を有する。これによれば、電荷の転送効率に優れた撮像装置を備える電子機器を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本開示の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図2]図2は、本開示の実施形態に係る撮像装置の画素共有構造の一例を示す

平面図である。

[図3]図3は、本開示の実施形態に係る画素の構成例を示す平面図である。

[図4]図4は、本開示の実施形態に係る画素の構成例を示す断面図である。

[図5]図5は、本開示の実施形態に係る第1ゲート電極及び第1ゲート絶縁膜の構成例1を示す断面図である。

[図6]図6は、本開示の実施形態に係る第1ゲート電極及び第1ゲート絶縁膜の構成例2を示す断面図である。

[図7]図7は、本開示の実施形態に係る第1ゲート電極周辺の半導体基板のポテンシャル分布を模式的に示すグラフである。

[図8]図8は、本開示の比較例に係る第1ゲート電極及び第1ゲート絶縁膜の構成を示す断面図である。

[図9]図9は、本開示の比較例に係る第1ゲート電極周辺の半導体基板のポテンシャル分布を模式的に示すグラフである。

[図10]図10は、本開示の実施形態の変形例1に係る画素の構成を示す平面図である。

[図11]図11は、本開示の実施形態の変形例2に係る画素の構成を示す平面図である。

[図12]図12は、本開示の実施形態の変形例3に係る画素の構成を示す平面図である。

[図13]図13は、本開示の実施形態の変形例4に係る画素の構成を示す平面図である。

[図14]図14は、本開示の実施形態の変形例5に係る画素の構成を示す平面図である。

[図15]図15は、本開示に係る技術（本技術）を電子機器に適用した例を示す概念図である。

[図16]図16は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図17]図17は、図16に示すカメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を

示すブロック図である。

[図18]図18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。

[図19]図19は、撮像部の設置位置の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下において、図面を参照して本開示の実施形態を説明する。以下の説明で参照する図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、厚さと平面寸法との関係、各層の厚さの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚さや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

[0011] また、以下の説明における上下等の方向の定義は、単に説明の便宜上の定義であって、本開示の技術的思想を限定するものではない。例えば、対象を90°回転して観察すれば上下は左右に変換して読まれ、180°回転して観察すれば上下は反転して読まれることは勿論である。

[0012] また、以下の説明において、平面視とは、後述の半導体基板111の表面111aの法線方向から見ることを意味する。

[0013] <実施形態>

(全体の構成例)

図1は、本開示の実施形態に係る撮像装置100の構成例を示す図である。図1に示す撮像装置100は、例えば、CMOS固体撮像装置である。図1に示すように、撮像装置100は、半導体基板111（例えば、シリコン基板）に、複数の光電変換素子を含む画素102が規則的に2次元的に配列された画素領域（いわゆる、撮像領域）103と、周辺回路部とを有して構成される。画素102は、光電変換素子となるフォトダイオードと、複数の画素トランジスタ（いわゆる、MOSトランジスタ）を有して成る。複数の画素トランジスタは、転送トランジスタ、リセットトランジスタ及び増幅ト

ランジスタの3つのランジスタで構成することができる。複数の画素ランジスタは、上記3つのランジスタに選択ランジスタ追加して、4つのランジスタで構成することもできる。単位画素の等価回路は通常と同様であるので、詳細説明は省略する。

[0014] 画素102は、共有画素構造とすることもできる。共有画素構造は、複数のフォトダイオードと、複数の転送ランジスタと、共有される1つのフローティングディフュージョンと、共有される1つずつの他の画素ランジスタとから構成される。すなわち、共有画素構造では、複数の単位画素を構成するフォトダイオード及び転送ランジスタが、転送ランジスタを除く他の1つずつの画素ランジスタを共有して構成される。

[0015] 周辺回路部は、垂直駆動回路104と、カラム信号処理回路105と、水平駆動回路106と、出力回路107と、制御回路108などを有して構成される。

[0016] 制御回路108は、入力クロックと、動作モードなどを指令するデータを受け取り、また撮像装置の内部情報などのデータを出力する。すなわち、制御回路108は、垂直同期信号、水平同期信号及びマスタクロックに基いて、垂直駆動回路104、カラム信号処理回路105及び水平駆動回路106などの動作の基準となるクロック信号や制御信号を生成する。そして、制御回路108は、これらの信号を垂直駆動回路104、カラム信号処理回路105及び水平駆動回路106等に入力する。

[0017] 垂直駆動回路104は、例えばシフトレジスタによって構成され、画素駆動配線を選択し、選択された画素駆動配線に画素を駆動するためのパルスを供給し、行単位で画素を駆動する。すなわち、垂直駆動回路104は、画素領域103の各画素102を行単位で順次垂直方向に選択走査し、垂直信号線109を通して、各画素102の光電変換素子において受光量に応じて生成した信号電荷に基く画素信号をカラム信号処理回路105に供給する。

[0018] カラム信号処理回路105は、画素102の例えば列ごとに配置されており、1行分の画素102から出力される信号を画素列ごとにノイズ除去など

の信号処理を行う。すなわちカラム信号処理回路105は、画素102固有の固定パターンノイズを除去するためのCDSや、信号増幅、AD変換等の信号処理を行う。カラム信号処理回路105の出力段には水平選択スイッチ（図示せず）が水平信号線110との間に接続されて設けられる。

[0019] 水平駆動回路106は、例えばシフトレジスタによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによって、カラム信号処理回路105の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路105の各々から画素信号を水平信号線110に出力させる。

[0020] 出力回路107は、カラム信号処理回路105の各々から水平信号線110を通して順次に供給される信号に対し、信号処理を行って出力する。例えば、出力回路107は、バッファリングだけする場合もあるし、黒レベル調整、列ばらつき補正、各種デジタル信号処理などを行う場合もある。入出力端子112は、外部と信号のやりとりをする。

[0021] （画素の構成例）

図2は、本開示の実施形態に係る撮像装置100の画素共有構造の一例を示す平面図である。図2に示すように、撮像装置100では、例えば縦方向および横方向にそれぞれ2個ずつ配列された計4つの画素102が、1つの共有画素構造を構成している。1つの共有画素構造は、4つのフォトダイオードPD（本開示の「光電変換部」の一例）と、4つの転送トランジスタTr（本開示の「縦型トランジスタ」の一例）と、共有される1つのフローティングディフュージョンFD（本開示の「電界保持部」の一例）と、共有される1つの選択トランジスタ（図示せず）と、共有される1つのリセットトランジスタ（図示せず）と、共有される1つの増幅トランジスタ（図示せず）とを含む。

[0022] フローティングディフュージョンFDは、1つの共有画素構造を構成する4つの画素102の中央部に配置されている。フローティングディフュージョンFDの近傍に、転送トランジスタTrのゲート電極GEが配置されている。4つの画素102の各ゲート電極GEは、1つのフローティングディフ

ュージョンFDを平面視で囲むように配置されている。各画素102の外周には、画素分離部120が設けられている。画素分離部120は、例えば、半導体基板111とは異なる導電型の不純物拡散層、又は、ディープトレンチアイソレーションなどで構成されている。

[0023] 図2において、紙面の垂直方向上側が半導体基板111の表面101a側であり、複数の配線層と層間絶縁膜とからなる多層配線層（いずれも図示せず）が設けられている。一方、図2において、紙面の垂直方向下側が半導体基板111の裏面側であり、光が入射される光入射面であって、オンチップレンズやカラーフィルタ等（いずれも図示せず）が設けられている。撮像装置100は、半導体基板111の裏面側から入射された光を光電変換する裏面照射型のCMOSイメージセンサである。

[0024] 図3は、本開示の実施形態に係る画素102の構成例を示す平面図である。図4は、本開示の実施形態に係る画素102の構成例を示す断面図である。図4は、図3をA3-A'3線で切断した断面を模式的に示している。半導体基板111は、例えば、単結晶のシリコン基板、又は、図示しない基板上にエピタキシャル成長法で形成された単結晶のシリコン層である。図4に示すように、半導体基板111の導電型は、例えばP型である。

[0025] 図3及び図4に示すように、フォトダイオードPDは、P型の半導体基板111の内部に設けられている。フォトダイオードPDは、例えばN型の不純物拡散層で構成されている。フォトダイオードPDは、半導体基板111の裏面側から入射される入射光を光電変換し、得られた電荷 e^- を蓄積する。

[0026] 転送トランジスタTrは、半導体基板111の内部から表面111a（本開示の「第1主面」の一例）上にかけて設けられている。転送トランジスタTrは、例えば、ゲート電極GEと、ゲート電極GEと半導体基板111との間に設けられたゲート絶縁膜1とを有し、フォトダイオードPDをソースとし、フローティングディフュージョンFDをドレインとする、N型の縦型トランジスタである。転送トランジスタTrは、フォトダイオードPDからフローティングディフュージョンFDへ電荷 e^- を転送する。

- [0027] フローティングディフュージョンFDは、半導体基板111の表面111a側に設けられており、例えばN型の不純物拡散層で構成されている。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Trから転送されてきた電荷 e^- を保持する。
- [0028] 転送トランジスタTrの構造について、より詳しく説明する。半導体基板111には、表面111a側に開口し、フォトダイオードPDと隣り合う孔部H1が設けられている。ゲート電極GEは、第1ゲート絶縁膜11を介して孔部H1内に配置され、縦方向（すなわち、半導体基板111の厚さ方向）に延設された第1ゲート電極VGと、第2ゲート絶縁膜12上に設けられ、第1ゲート電極VGに接続する第2ゲート電極TGとを有する。第1ゲート電極VGと第2ゲート電極TGは、例えば、不純物がドーピングされたポリシリコン膜で構成されている。または、第1ゲート電極VGと第2ゲート電極TGは、金属等で構成されていてもよい。第1ゲート電極VGと第2ゲート電極TGは、一体に形成されている。
- [0029] ゲート絶縁膜1は、孔部H1の内壁と第1ゲート電極VGとの間に設けられた第1ゲート絶縁膜11と、半導体基板111の表面111a側に設けられ、第1ゲート絶縁膜11と接する第2ゲート絶縁膜12とを有する。第2ゲート絶縁膜12は、半導体基板111の表面111aと第2ゲート電極TGとの間に位置する。第1ゲート絶縁膜11と第2ゲート絶縁膜12は、例えば、半導体基板111を熱酸化することにより形成されたシリコン酸化膜である。第1ゲート絶縁膜11と第2ゲート絶縁膜12は、一体に形成されている。
- [0030] フォトダイオードPDで光電変換により生じた電荷 e^- は、転送トランジスタTrの第1ゲート電極VGに沿って縦方向（例えば、半導体基板111の厚さ方向）に転送され、その後、第2ゲート電極TGに沿って水平方向（例えば、半導体基板111の表面111aに水平な方向）に転送され、フローティングディフュージョンFDに到達する。フォトダイオードPDからフローティングディフュージョンFDへ電荷 e^- が転送される際、電荷 e^- は第1

ゲート電極V Gを回り込むように、第1ゲート電極V Gの側面に沿って移動する。

[0031] なお、図示しないが、半導体基板111において、第1ゲート絶縁膜11を挟んで第1ゲート電極V Gと対向する領域には、電荷転送チャネルが設けられていてもよい。また、半導体基板111において、第2ゲート絶縁膜12を挟んで第2ゲート電極T Gと対向する領域にも、電荷転送チャネルが設けられていてもよい。電荷転送チャネルは、例えば、P型の不純物拡散層で構成される。上記領域に電荷転送チャネルを設けることによって、転送トランジスタの諸特性（例えば、閾値電圧や、オフ時の耐圧など）を所望値に合わせ込むことが可能である。

[0032] （結晶方位）

図2から図4に示した半導体基板111は、例えばシリコン基板である。半導体基板111の表面111aは、例えば、結晶面が(100)面又は(100)面と等価な面である。(100)面と等価な面として、(010)、(001)、(-100)、(0-10)及び(00-1)の各面が挙げられる。本明細書では、説明の便宜上から、(100)面と等価な面を単に(100)面という。

[0033] 結晶面の法線方向が結晶方位である。(100)面の結晶方位は<100>方向である。本明細書では、説明の便宜上から、(100)面の結晶方位だけでなく、(100)面と等価な面の結晶方位も、単に<100>方向という。

[0034] 結晶方位<110>方向は、<100>方向と45°の角度で交差する。本明細書では、説明の便宜上から、結晶方位<110>方向だけでなく、<110>方向と等価な結晶方位も、単に<110>方向という。

[0035] （第1ゲート電極の構成例）

図5は、本開示の実施形態に係る第1ゲート電極V G及び第1ゲート絶縁膜11の構成例1を示す断面図である。図5は、第1ゲート電極V G及び第1ゲート絶縁膜11を半導体基板111の表面111aに平行な面（以下、

水平面ともいう)で切断した断面を示している。図5に示すように、第1ゲート電極VGを水平面で切断した断面(以下、VG断面ともいう)は、半導体基板111の結晶方位<100>方向に細長い形状を有する。例えば、VG断面は、平面視で<100>方向に細長い八角形の形状を有する。第1ゲート電極VGのVG断面の長軸方向における一端はフォトダイオードPD側に位置し、VG断面の長軸方向における他端はフローティングディフュージョンFD側に位置する。また、第1ゲート電極VGのVG断面の長軸方向における一端と、VG断面の長軸方向における他端は、それぞれ第2ゲート電極TG下に位置する。

[0036] 第1ゲート電極VGの周囲に位置する第1ゲート絶縁膜11を水平面で切断した断面(以下、絶縁膜断面ともいう)の外周も、平面視で<100>方向に細長い八角形の形状を有する。

[0037] 図6は、本開示の実施形態に係る第1ゲート電極VG及び第1ゲート絶縁膜11の構成例2を示す断面図である。図6は、第1ゲート電極VG及び第1ゲート絶縁膜11を半導体基板111の表面111aに平行な水平面で切断した断面を示している。本実施形態において、第1ゲート電極VGを水平面で切断した断面(VG断面)は、平面視で<100>方向に細長ければよい。図5では、VG断面は、<100>方向に細長い八角形の各側辺が直線状である場合を示したが、本実施形態はこれに限定されない。図6に示すように、VG断面において、<110>方向を向く側辺の少なくとも一部は、平面視で内側へ凹むように湾曲していてもよい。また、VG断面の形状は八角形に限定されない。

[0038] 第1ゲート電極VGの周囲に位置する第1ゲート絶縁膜11を水平面で切断した断面(絶縁膜断面)の外周も、平面視で<100>方向に細長ければよく、八角形に限定されない。図6に示すように、絶縁膜断面の外周は、平面視で<100>方向に細長い楕円の形状であってもよい。

[0039] 図5に示す構成例1、図6に示す構成例2のいずれの場合においても、第1ゲート絶縁膜11は、半導体基板111の孔部H1(図4参照)の内壁を

熱酸化することによって形成される。孔部H1の内壁は、結晶面が(100)面である第1内壁IW1と、結晶面が(110)面である第2内壁IW2と、を有する。第1ゲート絶縁膜11は、第1内壁IW1と第1ゲート電極VGとの間に位置する第1部位21と、第2内壁IW2と第1ゲート電極VGとの間に位置する第2部位22と、を有する。第1部位21は、結晶面が(100)面である第1内壁IW1を熱酸化することにより形成される。第2部位22は、結晶面が(110)面である第2内壁IW2を熱酸化することにより形成される。

[0040] 第1部位21よりも第2部位22の方が膜厚が大きい。この膜厚差は、熱酸化の下地となる内壁の結晶面の違いによる。(100)面よりも(110)面の方が熱酸化され易く、酸化膜が厚く形成され易い。例えば、第2部位22の膜厚は、第1部位21の膜厚の1.1倍以上2.0倍以下である。図5及び図6のいずれの場合においても、第2部位22は、第1ゲート電極VGの断面(VG断面)の長軸方向の両端部にそれぞれ位置する。

[0041] 図7は、本開示の実施形態に係る第1ゲート電極VG周辺の半導体基板11のポテンシャル分布を模式的に示すグラフである。図7において、 T_{r_on} とは、第1ゲート電極VGに閾値電圧以上の電圧が印加され、転送トランジスタTrがオン(on)の状態にあるときを意味する。 T_{r_off} とは、第1ゲート電極VGに電圧が印加されておらず、転送トランジスタTrがオフ(off)の状態にあるときを意味する。また、図7において、E1は、第1ゲート電極VGに沿って形成されるチャネル領域の、フォトダイオードPD側の端部(ソース端)を示す。図7において、E2は、第1ゲート電極VGに沿って形成されるチャネル領域の、フローティングディフュージョンFD側の端部(ドレイン端)を示す。

[0042] 半導体基板11において第2部位22と接する領域(以下、厚膜領域ともいう)は、半導体基板において第1部位21と接する領域(以下、薄膜領域ともいう)と比べて、 T_{r_on} による反転層が形成されにくく、ポテンシャル障壁が生じ易い。そのため、厚膜領域は、薄膜領域よりも電荷 e^- が流

れにくい。一方で、ソース端E 1、ドレイン端E 2は、電位の勾配が付きやすく、電荷 e^- が流れ易い。

[0043] 本開示の実施形態では、V G断面を<1 0 0>方向に細長い形状とすることにより、ソース端E 1、ドレイン端E 2の各位置に、厚膜領域を配置することができる。これにより、転送トランジスタT rは、厚膜領域に生じるポテンシャル障壁を、ソース端E 1、ドレイン端E 2の電位勾配で相殺し低減することができる。これにより、転送トランジスタT rは、電荷 e^- の転送効率を向上させることができる。

[0044] なお、本開示の実施形態では、半導体基板1 1 1の表面1 1 1 aの法線方向から見て（平面視で）、フローティングディフュージョンF Dの中心部F D Cと、第1ゲート電極V Gを水平面で切断したV G断面の中心部V G Cと、フォトダイオードP Dの中心部P D Cとが、直線又はほぼ直線上に並んでいることが好ましい。フォトダイオードP Dのポテンシャルエネルギーは、フォトダイオードP Dの中心部P D Cで最大となるため、単位光量当たりの電荷 e^- の転送効率を高めることができる。

[0045] また、上記の各中心部F D C、V G C、P D Cを結ぶ直線は、V G断面の長軸方向に平行又はほぼ平行であることが好ましい。これにより、電荷 e^- の転送経路における薄膜領域の割合を高めることができる。このため、転送トランジスタT rは、電荷 e^- の転送効率をさらに向上させることができる。

[0046] （比較例）

図8は、本開示の比較例に係る第1ゲート電極V G'及び第1ゲート絶縁膜1 1'の構成を示す断面図である。図5は、第1ゲート電極V G'及び第1ゲート絶縁膜1 1を半導体基板1 1 1'の表面に平行な水平面で切断した断面を示している。図8に示すように、第1ゲート電極V G'を水平面で切断した断面は、一方向への偏りが小さい、正八角形に近い形状を有する。また、第1ゲート電極V G'の周囲に位置する第1ゲート絶縁膜1 1'を水平面で切断した断面の外周は、正円に近い形状を有する。

[0047] 図8に示す比較例において、第1ゲート絶縁膜1 1'は、半導体基板1 1

1' の孔部 H 1' の内壁を熱酸化することによって形成される。孔部 H 1' の内壁は、結晶面が (1 0 0) 面である第 1 内壁 I W 1' と、結晶面が (1 1 0) 面である第 2 内壁 I W 2' と、を有する。第 1 ゲート絶縁膜 1 1' は、第 1 内壁 I W 1' と第 1 ゲート電極 V G との間に位置する第 1 部位 2 1' と、第 2 内壁 I W 2' と第 1 ゲート電極 V G' との間に位置する第 2 部位 2 2' と、を有する。第 1 部位 2 1' よりも第 2 部位 2 2' の方が膜厚が大きい。この膜厚差は、熱酸化の下地となる内壁の結晶面の違いによる。(1 0 0) 面よりも (1 1 0) 面の方が熱酸化され易く、酸化膜が厚く形成され易い。

[0048] 図 9 は、本開示の比較例に係る第 1 ゲート電極 V G 周辺の半導体基板 1 1' のポテンシャル分布を模式的に示すグラフである。図 9 において、 $T r' \text{---} o n$ とは、第 1 ゲート電極 V G' に閾値電圧以上の電圧が印加され、転送トランジスタがオン (o n) の状態にあるときを意味する。 $T r' \text{---} o f f$ とは、第 1 ゲート電極 V G' に電圧が印加されておらず、転送トランジスタがオフ (o f f) の状態にあるときを意味する。また、図 9 において、E 1' は、第 1 ゲート電極 V G' に沿って形成されるチャネル領域の、フォトダイオード P D' 側の端部（すなわち、ソース端）を示す。図 9 において、E 2 は、第 1 ゲート電極 V G' に沿って形成されるチャネル領域の、フローティングディフュージョン F D' 側の端部（すなわち、ドレイン端）を示す。

[0049] 第 2 部位 2 2' と接する半導体領域（厚膜領域）は、第 1 部位 2 1' と接する半導体領域（薄膜領域）よりも、 $T r' \text{---} o n$ による反転層は形成されにくい。図 9 に示すように、比較例では、電位の勾配が付きやすいソース端 E 1' 、ドレイン端 E 2' と、厚膜領域とが互いに異なる位置に配置されている。図 9 の場合は、厚膜領域に生じるポテンシャル障壁を、ソース端 E 1' 、ドレイン端 E 2' の電位勾配で相殺することができないため、図 7 の場合と比べて電荷 e^- が流れにくい。

[0050] （実施形態の効果）

以上説明したように、本開示の実施形態に係る撮像装置100は、半導体基板111と、半導体基板111に設けられた縦型の転送トランジスタ T_r と、を備える。半導体基板111には、表面111a側に開口する孔部H1が設けられている。転送トランジスタ T_r は、孔部H1内に設けられた第1ゲート電極VGと、孔部H1の内壁と第1ゲート電極VGとの間に設けられた第1ゲート絶縁膜11と、を有する。第1ゲート電極VGを半導体基板111の表面111aに平行な水平面で切断した断面は、半導体基板111の結晶方位<100>方向に細長い形状を有する。

[0051] これによれば、孔部H1の内壁のうち、第1ゲート絶縁膜11が厚膜に形成される(110)面は、VG断面の長軸方向の端部付近に配置される。そして、(110)面の熱酸化により、長軸方向の端部付近には、第1ゲート絶縁膜11の厚膜部である第2部位22が形成される。半導体基板111において、第2部位22と接する領域(厚膜領域)が、転送トランジスタ T_r のソース端E1、ドレイン端E2にそれぞれ配置される。これにより、厚膜領域に生じるポテンシャル障壁を、ソース端E1、ドレイン端E2に生じる各電位勾配で相殺し、低減することができる。これにより、転送トランジスタ T_r の電荷 e^- の転送効率を向上させることができる。

[0052] (変形例1)

図10は、本開示の実施形態の変形例1に係る画素102Aの構成を示す平面図である。図10に示すように、本開示の実施形態では、第1ゲート電極VGのVG断面の長軸方向における両端のうち、フォトダイオードPD側の端部は、第2ゲート電極TG下からフォトダイオードPD側へはみ出してもよい。この場合、電荷 e^- の転送経路は、フォトダイオードPDから、厚膜領域を介さずに転送トランジスタ T_r の薄膜領域に直接接続する。転送トランジスタ T_r のソース端E1は薄膜領域に配置され、ソース側(フォトダイオードPD側)の厚膜領域は電荷 e^- の転送経路から外れる。このような構成であっても、転送トランジスタ T_r は、電荷 e^- の転送効率を向上させることができる。

[0053] (変形例 2)

図 1 1 は、本開示の実施形態の変形例 2 に係る画素 1 0 2 B の構成を示す平面図である。図 1 1 に示すように、本開示の実施形態では、第 1 ゲート電極 V G の V G 断面の長軸方向における両端のうち、フローティングディフュージョン F D 側の端部は、第 2 ゲート電極 T G 下からフローティングディフュージョン F D 側へはみ出している。この場合、電荷 e^- の転送経路は、転送トランジスタ T r の薄膜領域から、厚膜領域を介さずにフローティングディフュージョン F D に直接接続する。転送トランジスタ T r のドレイン端 E 2 は薄膜領域に配置され、ドレイン側（フローティングディフュージョン F D 側）の厚膜領域は電荷 e^- の転送経路から外れる。このような構成であっても、転送トランジスタ T r は、電荷 e^- の転送効率を向上させることができる。

[0054] (変形例 3)

図 1 2 は、本開示の実施形態の変形例 3 に係る画素 1 0 2 C の構成を示す平面図である。図 1 2 に示すように、本開示の実施形態では、第 1 ゲート電極 V G の V G 断面の長軸方向における両端が、第 2 ゲート電極 T G 下からそれぞれはみ出している。V G 断面のフォトダイオード P D 側の端部は第 2 ゲート電極 T G 下からフォトダイオード P D 側へはみ出し、かつ、V G 断面のフローティングディフュージョン F D 側の端部は第 2 ゲート電極 T G 下からフローティングディフュージョン F D 側へはみ出している。

[0055] この場合、電荷 e^- の転送経路は、フォトダイオード P D から厚膜領域を介さずに転送トランジスタ T r の薄膜領域に直接接続し、薄膜領域から厚膜領域を介さずにフローティングディフュージョン F D に直接接続する。転送トランジスタ T r のソース端 E 1 は薄膜領域に配置され、ソース側（フォトダイオード P D 側）の厚膜領域は電荷 e^- の転送経路から外れる。転送トランジスタ T r のドレイン端 E 2 は薄膜領域に配置され、ドレイン側（フローティングディフュージョン F D 側）の厚膜領域は電荷 e^- の転送経路から外れる。このような構成であっても、転送トランジスタ T r は、電荷 e^- の転送効率を

向上させることができる。

[0056] (変形例4、5)

図13は、本開示の実施形態の変形例4に係る画素102Dの構成を示す平面図である。図14は、本開示の実施形態の変形例5に係る画素102Eの構成を示す平面図である。なお、図13、図14では、第2ゲート電極TGの図示を省略している。図13及び図14に示すように、本開示の実施形態では、1つの画素102DにN（Nは、2以上の整数）本の第1ゲート電極VGが設けられていてもよい。N本の第1ゲート電極VGは、VG断面の短軸方向へ間隔を置いて並んで配置されている。短軸方向とは、平面視で長軸方向と直交する方向である。図13はN=2の場合を示し、図14はN=3の場合を示している。このような構成であれば、Nの数が多いほど電荷 e^- の転送経路が増えるので、転送トランジスタTrのオン抵抗を低減することができる。

[0057] <その他の実施形態>

上記のように、本開示は実施形態及び変形例によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面は本開示を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。本開示に係る技術（本技術）はここでは記載していない様々な実施形態等を含むことは勿論である。

[0058] 例えば、上記の実施形態では、4つの画素102が1つの共有画素構造を構成していることを説明したが、本技術はこれに限定されない。本技術において、画素102は共有画素構造でなくてもよい。具体的には、1つの画素102が、1つのフォトダイオードと、1つの転送トランジスタと、1つのフローティングディフュージョンと、1つのリセットトランジスタと、1つの増幅トランジスタとで構成されていてもよく、さらに、これらに1つの選択トランジスタを追加して構成されていてもよい。同様に、画素102A、102B、102C、102D、102Eの各々も、共有画素構造でなくてもよい。このように、本技術は、上述した実施形態の要旨を逸脱しない範囲で

、構成要素の種々の省略、置換及び変更のうち少なくとも１つを行うことができる。また、本明細書に記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0059] ＜電子機器への適用例＞

本開示に係る技術（本技術）は、例えば、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなど（以下、カメラと総称する。）の撮像システム、撮像機能を備えた携帯電話機等のモバイル機器、または、撮像機能を備えた他の機器といった各種の電子機器に適用することができる。

[0060] 図１５は、本開示に係る技術（本技術）を電子機器３００に適用した例を示す概念図である。図１５に示すように、電子機器３００は、例えばカメラであり、固体撮像装置２０１、光学レンズ２１０、シャッタ装置２１１、駆動回路２１２、及び、信号処理回路２１３を有する。光学レンズ２１０は、本開示の「光学部品」の一例である。

[0061] 光学レンズ２１０を透過した光が固体撮像装置２０１に入射する。例えば、光学レンズ２１０は、被写体からの像光（入射光）を固体撮像装置２０１の撮像面上に結像させる。これにより固体撮像装置２０１内に、一定期間、信号電荷が蓄積される。シャッタ装置２１１は、固体撮像装置２０１への光照射期間及び遮光期間を制御する。駆動回路２１２は、固体撮像装置２０１の転送動作等及びシャッタ装置２１１のシャッタ動作を制御する駆動信号を供給する。駆動回路２１２から供給される駆動信号（タイミング信号）により、固体撮像装置２０１の信号転送を行う。信号処理回路２１３は、各種の信号処理を行う。例えば、信号処理回路２１３は、固体撮像装置２０１から出力される信号を処理する。信号処理が行われた映像信号は、メモリ等の記憶媒体に記憶され、あるいは、モニタに出力される。

[0062] なお、電子機器３００におけるシャッタ動作は、機械式シャッタではなく、固体撮像装置２０１による電子式シャッタ（例えば、グローバルシャッタ）で実現されてもよい。電子機器３００におけるシャッタ動作が電子式シャッタで実現される場合、図１５のシャッタ装置２１１は省略されてもよい。

[0063] 電子機器３００では、上述した撮像装置１００が固体撮像装置２０１に適用される。これにより、性能の向上が図られた電子機器３００を得ることができる。なお、電子機器３００は、カメラに限られるものではない。電子機器３００は、撮像機能を備えた携帯電話機等のモバイル機器、または、撮像機能を備えた他の機器であってもよい。

[0064] ＜内視鏡手術システムへの応用例＞

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、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0065] 図１６は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[0066] 図１６では、術者（医師）１１１３１が、内視鏡手術システム１１０００を用いて、患者ベッド１１１３３上の患者１１１３２に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム１１０００は、内視鏡１１１００と、気腹チューブ１１１１１やエネルギー処置具１１１１２等の、その他の術具１１１１０と、内視鏡１１１００を支持する支持アーム装置１１１２０と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート１１２００と、から構成される。

[0067] 内視鏡１１１００は、先端から所定の長さの領域が患者１１１３２の体腔内に挿入される鏡筒１１１０１と、鏡筒１１１０１の基端に接続されるカメラヘッド１１１０２と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒１１１０１を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡１１１００を図示しているが、内視鏡１１１００は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0068] 鏡筒１１１０１の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡１１１００には光源装置１１２０３が接続されており、当該光源装置１１２０３によって生成された光が、鏡筒１１１０１の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者１１１３２の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視

鏡 1 1 1 0 0 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0069] カメラヘッド 1 1 1 0 2 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU： Camera Control Unit）1 1 2 0 1 に送信される。

[0070] CCU 1 1 2 0 1 は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡 1 1 1 0 0 及び表示装置 1 1 2 0 2 の動作を統括的に制御する。さらに、CCU 1 1 2 0 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

[0071] 表示装置 1 1 2 0 2 は、CCU 1 1 2 0 1 からの制御により、当該CCU 1 1 2 0 1 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。

[0072] 光源装置 1 1 2 0 3 は、例えばLED（Light Emitting Diode）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡 1 1 1 0 0 に供給する。

[0073] 入力装置 1 1 2 0 4 は、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置 1 1 2 0 4 を介して、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、内視鏡 1 1 1 0 0 による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示等を入力する。

[0074] 処置具制御装置 1 1 2 0 5 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 1 1 1 1 2 の駆動を制御する。気腹装置 1 1 2 0 6 は、内視鏡 1 1 1 0 0 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患

者 1 1 1 3 2 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 1 1 1 1 1 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 1 1 2 0 7 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 1 1 2 0 8 は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0075] なお、内視鏡 1 1 1 0 0 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 1 1 2 0 3 は、例えば L E D、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。R G Bレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 1 1 2 0 3 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、R G Bレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 1 1 1 0 2 の撮像素子の駆動を制御することにより、R G Bそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0076] また、光源装置 1 1 2 0 3 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 1 1 1 0 2 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0077] また、光源装置 1 1 2 0 3 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（N a r r o w B a n d I m a g i n g）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍

光を観察すること（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置 11203 は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0078] 図 17 は、図 16 に示すカメラヘッド 11102 及び CCU 11201 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0079] カメラヘッド 11102 は、レンズユニット 11401 と、撮像部 11402 と、駆動部 11403 と、通信部 11404 と、カメラヘッド制御部 11405 と、を有する。CCU 11201 は、通信部 11411 と、画像処理部 11412 と、制御部 11413 と、を有する。カメラヘッド 11102 と CCU 11201 とは、伝送ケーブル 11400 によって互いに通信可能に接続されている。

[0080] レンズユニット 11401 は、鏡筒 11101 との接続部に設けられる光学系である。鏡筒 11101 の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド 11102 まで導光され、当該レンズユニット 11401 に入射する。レンズユニット 11401 は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。

[0081] 撮像部 11402 は、撮像素子で構成される。撮像部 11402 を構成する撮像素子は、1 つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる多板式）であってもよい。撮像部 11402 が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によって RGB それぞれに対応する画像信号が生成され、それらが合成されることによりカラー画像が得られてもよい。あるいは、撮像部 11402 は、3D（Dimensional）表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための 1 対の撮像素子を有するように構成されてもよい。3D 表示が行われることにより、術者 11131 は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部 11402 が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応

して、レンズユニット１１４０１も複数系統設けられ得る。

[0082] また、撮像部１１４０２は、必ずしもカメラヘッド１１１０２に設けられなくてもよい。例えば、撮像部１１４０２は、鏡筒１１１０１の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0083] 駆動部１１４０３は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部１１４０５からの制御により、レンズユニット１１４０１のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部１１４０２による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0084] 通信部１１４０４は、ＣＣＵ１１２０１との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部１１４０４は、撮像部１１４０２から得た画像信号をＲＡＷデータとして伝送ケーブル１１４００を介してＣＣＵ１１２０１に送信する。

[0085] また、通信部１１４０４は、ＣＣＵ１１２０１から、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を受信し、カメラヘッド制御部１１４０５に供給する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。

[0086] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、ユーザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいてＣＣＵ１１２０１の制御部１１４１３によって自動的に設定されてもよい。後者の場合には、いわゆるＡＥ（Ａｕｔｏ Ｅｘｐｏｓｕｒｅ）機能、ＡＦ（Ａｕｔｏ Ｆｏｃｕｓ）機能及びＡＷＢ（Ａｕｔｏ Ｗｈｉｔｅ Ｂａｌａｎｃｅ）機能が内視鏡１１１００に搭載されていることになる。

[0087] カメラヘッド制御部１１４０５は、通信部１１４０４を介して受信したＣＣＵ１１２０１からの制御信号に基づいて、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御する。

- [0088] 通信部 11411 は、カメラヘッド 11102 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 11411 は、カメラヘッド 11102 から、伝送ケーブル 11400 を介して送信される画像信号を受信する。
- [0089] また、通信部 11411 は、カメラヘッド 11102 に対して、カメラヘッド 11102 の駆動を制御するための制御信号を送信する。画像信号や制御信号は、電気通信や光通信等によって送信することができる。
- [0090] 画像処理部 11412 は、カメラヘッド 11102 から送信された RAW データである画像信号に対して各種の画像処理を施す。
- [0091] 制御部 11413 は、内視鏡 11100 による術部等の撮像、及び、術部等の撮像により得られる撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部 11413 は、カメラヘッド 11102 の駆動を制御するための制御信号を生成する。
- [0092] また、制御部 11413 は、画像処理部 11412 によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部等が映った撮像画像を表示装置 11202 に表示させる。この際、制御部 11413 は、各種の画像認識技術を用いて撮像画像内における各種の物体を認識してもよい。例えば、制御部 11413 は、撮像画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具 11112 の使用時のミスト等を認識することができる。制御部 11413 は、表示装置 11202 に撮像画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させてもよい。手術支援情報が重畳表示され、術者 11131 に提示されることにより、術者 11131 の負担を軽減することや、術者 11131 が確実に手術を進めることが可能になる。
- [0093] カメラヘッド 11102 及び CCU 11201 を接続する伝送ケーブル 11400 は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。
- [0094] ここで、図示する例では、伝送ケーブル 11400 を用いて有線で通信が

行われていたが、カメラヘッド１１１０２とＣＣＵ１１２０１との間の通信は無線で行われてもよい。

[0095] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術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、内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２、ＣＣＵ１１２０１の画像処理部１１４１２等に適用され得る。具体的には、上述した撮像装置１００を撮像部１０４０２に適用することができる。内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２、ＣＣＵ１１２０１の画像処理部１１４１２等には本開示に係る技術を適用することにより、より鮮明な術部画像を得ることができるため、術者が術部を確実に確認することが可能になる。また、内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２、ＣＣＵ１１２０１の画像処理部１１４１２等には本開示に係る技術を適用することにより、より低レイテンシで術部画像を得ることができるため、術者が術部を触接観察している場合と同様の感覚で処置を行うことが可能になる。

[0096] なお、ここでは、一例として内視鏡手術システムについて説明したが、本開示に係る技術は、その他、例えば、顕微鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0097] ＜移動体への応用例＞

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。

[0098] 図１８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。

[0099] 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１８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。

[0100] 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。

[0101] 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inker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。

[0102] 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。

- [0103] 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、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。
- [0104] 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。
- [0105] 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。
- [0106] 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。
- [0107] 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。

[0108] 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 18 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もよい。

[0109] 図 19 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0110] 図 19 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。

[0111] 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。

[0112] なお、図 19 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 1 2 1 0 2, 1 2 1 0 3 の撮像範囲を示し、撮像範囲 1 2 1 1 4 は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部 1 2 1 0 4 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 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 1 2 1 0 0 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0113] 撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 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 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 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。

[0114] 例えば、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 から得られた距離情報を基に、撮像範囲 1 2 1 1 1 ないし 1 2 1 1 4 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 1 2 1 0 0 に対する相対速度）を求めることにより、特に車両 1 2 1 0 0 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 1 2 1 0 0 と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 k m / 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 1 2 0 5 1 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。

[0115] 例えば、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 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 1 2 0 5 1 は、車両 1 2 1 0 0 の周辺の障害物を、車両 1 2 1 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 1 2 0 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。

[0116] 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どう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。

[0117] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両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等に適用され得る。具体的には、上述した撮像装置１００を撮像部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、より見やすい撮影画像を得ることができるため、ドライバの疲労を軽減することが可能になる。

[0118] なお、本開示は以下のような構成も取ることができる。

(１) 半導体基板と、

前記半導体基板に設けられた縦型トランジスタと、を備え、

前記半導体基板には、第１主面側に開口する孔部が設けられており、

前記縦型トランジスタは、

前記孔部内に設けられた第１ゲート電極と、

前記孔部の内壁と前記第1ゲート電極との間に設けられた第1ゲート絶縁膜と、を有し、

前記第1ゲート電極を前記第1主面に平行な面で切断した断面は、前記半導体基板の結晶方位 $\langle 100 \rangle$ 方向に細長い形状を有する、撮像装置。

(2) 前記内壁は、

結晶面が(100)面である第1内壁と、

結晶面が(110)面である第2内壁と、を有し、

前記第1ゲート絶縁膜は、

前記第1内壁と前記第1ゲート電極との間に位置する第1部位と、

前記第2内壁と前記第1ゲート電極との間に位置する第2部位と、を有し、

前記第1部位よりも前記第2部位の方が膜厚が大きい、
前記(1)に記載の撮像装置。

(3) 前記第2部位は、前記第1ゲート電極の前記断面の長軸方向の端部に位置する、

前記(2)に記載の撮像装置。

(4) 前記第2部位の膜厚は、前記第1部位の膜厚の1.1倍以上2.0倍以下である、前記(2)又は(3)に記載の撮像装置。

(5) 前記縦型トランジスタは、

前記半導体基板の前記第1主面側に設けられた第2ゲート絶縁膜と、

前記第2ゲート絶縁膜上に設けられ、前記第1ゲート電極に接続する第2ゲート電極と、をさらに有する、

前記(1)から(4)のいずれか1項に記載の撮像装置。

(6) 前記半導体基板の内部に設けられた光電変換部と、

前記半導体基板の前記第1主面側に設けられ、前記光電変換部で生成された電荷を保持する電荷保持部と、をさらに備え、

前記第1ゲート電極の前記断面の長軸方向における一端は前記光電変換部側に位置し、前記長軸方向における他端は前記電荷保持部側に位置し、

前記縦型トランジスタは、前記光電変換部で生じた電荷を前記電荷保持部に転送する、前記（１）から（５）のいずれか１項に記載の撮像装置。

（７）前記半導体基板の前記第１主面の法線方向からの平面視で、前記電荷保持部の中心部と、前記第１ゲート電極の前記断面の中心部と、前記光電変換部の中心部とが、直線又はほぼ直線上に並んでいる、
前記（６）に記載の撮像装置。

（８）前記第１ゲート電極の前記断面の長軸方向における両端は、前記第２ゲート電極下に位置する、
前記（５）に記載の撮像装置。

（９）前記第１ゲート電極の前記断面の長軸方向における両端のうち、少なくとも一方は、前記第２ゲート電極下からはみ出している、
前記（５）に記載の撮像装置。

（１０）前記縦型トランジスタは、前記第１ゲート電極を複数有し、
前記複数の第１ゲート電極は、前記断面の短軸方向へ間隔を置いて並んでいる、
前記（１）から（９）のいずれか１項に記載の撮像装置。

（１１）前記第１主面は、結晶面が（１００）面又は（ $\bar{1}00$ ）面と等価な面である、
前記（１）から（１０）のいずれか１項に記載の撮像装置。

（１２）光学部品と、
前記光学部品を透過した光が入射する撮像装置と、
前記撮像装置から出力される信号を処理する信号処理回路と、を備え、
前記撮像装置は、
半導体基板と、
前記半導体基板に設けられた縦型トランジスタと、を備え、
前記半導体基板には、第１主面側に開口する孔部が設けられており、
前記縦型トランジスタは、
前記孔部内に設けられた第１ゲート電極と、

前記孔部の内壁と前記第1ゲート電極との間に設けられた第1ゲート絶縁膜と、を有し、

前記第1主面に平行な面で切断した断面は、前記半導体基板の結晶方位<100>方向に細長い形状を有する、電子機器。

符号の説明

[0119] 1 ゲート絶縁膜

11、11' 第1ゲート絶縁膜

12 第2ゲート絶縁膜

21、21' 第1部位

22、22' 第2部位

100 撮像装置

101a、111a 表面

102、102A、102B、102C、102D、102E 画素

103 画素領域（撮像領域）

104 垂直駆動回路

105 カラム信号処理回路

106 水平駆動回路

107 出力回路

108 制御回路

109 垂直信号線

110 水平信号線

111、111' 半導体基板

112 入出力端子

120 画素分離部

201 固体撮像装置

210 光学レンズ

211 シャッタ装置

212 駆動回路

- 2 1 3 信号処理回路
- 3 0 0 電子機器
- 1 0 4 0 2 撮像部
- 1 1 0 0 0 内視鏡手術システム
- 1 1 1 0 0 内視鏡
- 1 1 1 0 1 鏡筒
- 1 1 1 0 2 カメラヘッド
- 1 1 1 1 0 術具
- 1 1 1 1 1 気腹チューブ
- 1 1 1 1 2 エネルギー処置具
- 1 1 1 2 0 支持アーム装置
- 1 1 1 3 1 術者（医師）
- 1 1 1 3 1 術者
- 1 1 1 3 2 患者
- 1 1 1 3 3 患者ベッド
- 1 1 2 0 0 カート
- 1 1 2 0 1 カメラコントロールユニット（CCU： Camera Control Unit）
- 1 1 2 0 2 表示装置
- 1 1 2 0 3 光源装置
- 1 1 2 0 4 入力装置
- 1 1 2 0 5 処置具制御装置
- 1 1 2 0 6 気腹装置
- 1 1 2 0 7 レコーダ
- 1 1 2 0 8 プリンタ
- 1 1 4 0 0 伝送ケーブル
- 1 1 4 0 1 レンズユニット
- 1 1 4 0 2 撮像部

- 1 1 4 0 3 駆動部
- 1 1 4 0 4 通信部
- 1 1 4 0 5 カメラヘッド制御部
- 1 1 4 1 1 通信部
- 1 1 4 1 2 画像処理部
- 1 1 4 1 3 制御部
- 1 2 0 0 0 車両制御システム
- 1 2 0 0 1 通信ネットワーク
- 1 2 0 1 0 駆動系制御ユニット
- 1 2 0 2 0 ボディ系制御ユニット
- 1 2 0 3 0 車外情報検出ユニット
- 1 2 0 3 1 撮像部
- 1 2 0 4 0 車内情報検出ユニット
- 1 2 0 4 1 運転者状態検出部
- 1 2 0 5 0 統合制御ユニット
- 1 2 0 5 1 マイクロコンピュータ
- 1 2 0 5 2 音声画像出力部
- 1 2 0 6 1 オーディオスピーカ
- 1 2 0 6 2 表示部
- 1 2 0 6 3 インstrumentメントパネル
- 1 2 1 0 0 車両
- 1 2 1 0 1 撮像部
- 1 2 1 0 2 撮像部
- 1 2 1 0 3 撮像部
- 1 2 1 0 4 撮像部
- 1 2 1 0 5 撮像部
- 1 2 1 1 1 撮像範囲
- 1 2 1 1 2 撮像範囲

1 2 1 1 3 撮像範囲
1 2 1 1 4 撮像範囲
CCU 1 1 2 0 1 撮像部
CCU 1 1 2 0 1 カメラヘッド
E 1、E 1' ソース端
E 2、E 2' ドレイン端
F D フローティングディフュージョン
F D C、P D C、V G C 中心部
G E ゲート電極
H 1、H 1' 孔部
I 車載ネットワーク
I W 1、I W 1' 第1内壁
I W 2、I W 2' 第2内壁
P D フォトダイオード
T G、T G' 第2ゲート電極
T r 転送トランジスタ
V G、V G' 第1ゲート電極

請求の範囲

- [請求項1] 半導体基板と、
前記半導体基板に設けられた縦型トランジスタと、を備え、
前記半導体基板には、第1主面側に開口する孔部が設けられており、
前記縦型トランジスタは、
前記孔部内に設けられた第1ゲート電極と、
前記孔部の内壁と前記第1ゲート電極との間に設けられた第1ゲート絶縁膜と、を有し、
前記第1ゲート電極を前記第1主面に平行な面で切断した断面は、
前記半導体基板の結晶方位 $\langle 100 \rangle$ 方向に細長い形状を有する、撮像装置。
- [請求項2] 前記内壁は、
結晶面が (100) 面である第1内壁と、
結晶面が (110) 面である第2内壁と、を有し、
前記第1ゲート絶縁膜は、
前記第1内壁と前記第1ゲート電極との間に位置する第1部位と、
前記第2内壁と前記第1ゲート電極との間に位置する第2部位と、
を有し、
前記第1部位よりも前記第2部位の方が膜厚が大きい、請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記第2部位は、前記第1ゲート電極の前記断面の長軸方向の端部に位置する、請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項4] 前記第2部位の膜厚は、前記第1部位の膜厚の1.1倍以上2.0倍以下である、請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項5] 前記縦型トランジスタは、
前記半導体基板の前記第1主面側に設けられた第2ゲート絶縁膜と、

前記第 2 ゲート絶縁膜上に設けられ、前記第 1 ゲート電極に接続する第 2 ゲート電極と、をさらに有する、請求項 1 に記載の撮像装置。

[請求項6]

前記半導体基板の内部に設けられた光電変換部と、

前記半導体基板の前記第 1 主面側に設けられ、前記光電変換部で生成された電荷を保持する電荷保持部と、をさらに備え、

前記第 1 ゲート電極の前記断面の長軸方向における一端は前記光電変換部側に位置し、前記長軸方向における他端は前記電荷保持部側に位置し、

前記縦型トランジスタは、前記光電変換部で生じた電荷を前記電荷保持部に転送する、請求項 1 に記載の撮像装置。

[請求項7]

前記半導体基板の前記第 1 主面の法線方向からの平面視で、前記電荷保持部の中心部と、前記第 1 ゲート電極の前記断面の中心部と、前記光電変換部の中心部とが、直線又はほぼ直線上に並んでいる、請求項 6 に記載の撮像装置。

[請求項8]

前記第 1 ゲート電極の前記断面の長軸方向における両端は、前記第 2 ゲート電極下に位置する、請求項 5 に記載の撮像装置。

[請求項9]

前記第 1 ゲート電極の前記断面の長軸方向における両端のうち、少なくとも一方は、前記第 2 ゲート電極下からはみ出している、請求項 5 に記載の撮像装置。

[請求項10]

前記縦型トランジスタは、前記第 1 ゲート電極を複数有し、

前記複数の第 1 ゲート電極は、前記断面の短軸方向へ間隔を置いて並んでいる、請求項 1 に記載の撮像装置。

[請求項11]

前記第 1 主面は、結晶面が (100) 面又は (100) 面と等価な面である、請求項 1 に記載の撮像装置。

[請求項12]

光学部品と、

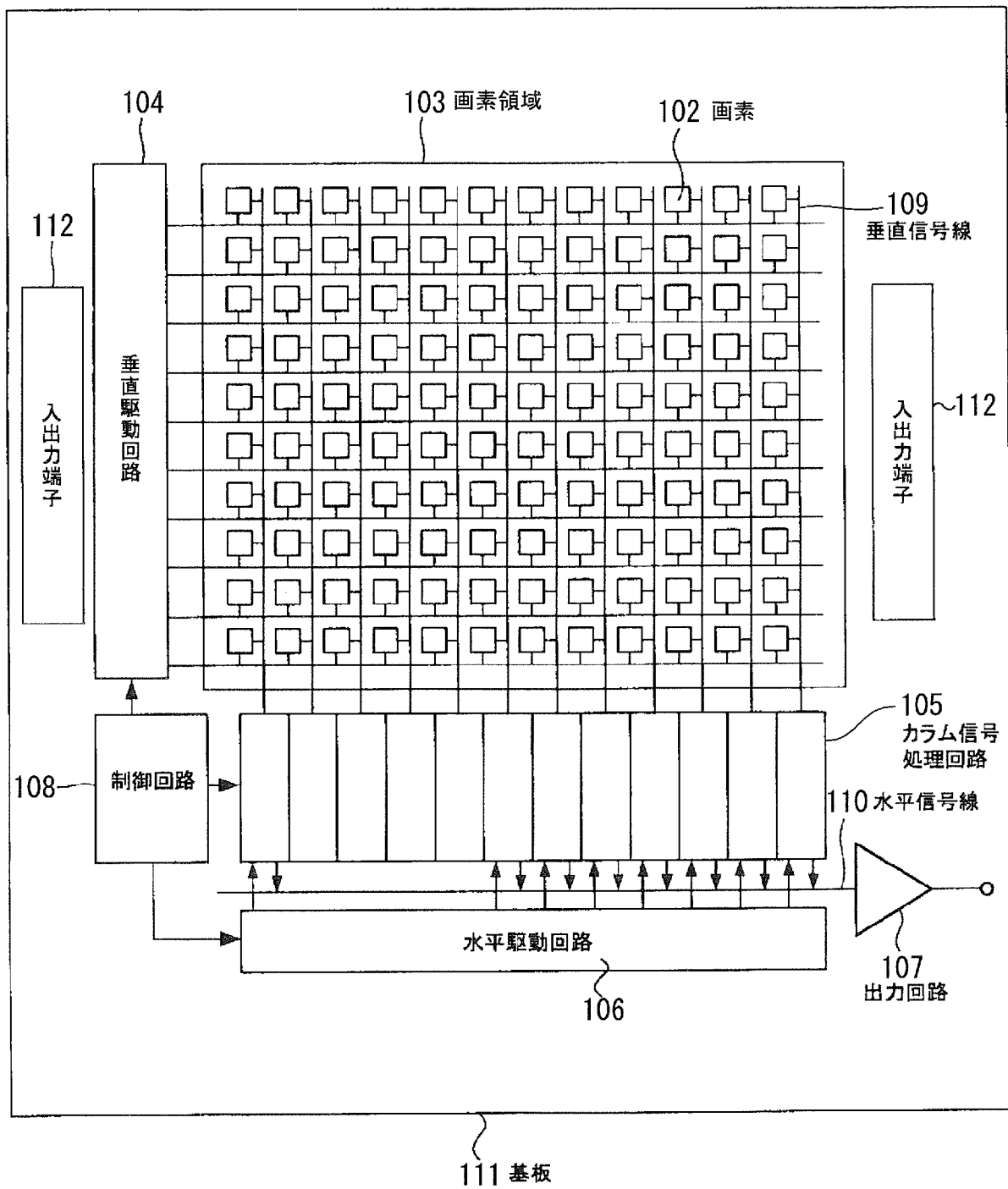
前記光学部品を透過した光が入射する撮像装置と、

前記撮像装置から出力される信号を処理する信号処理回路と、を備え、

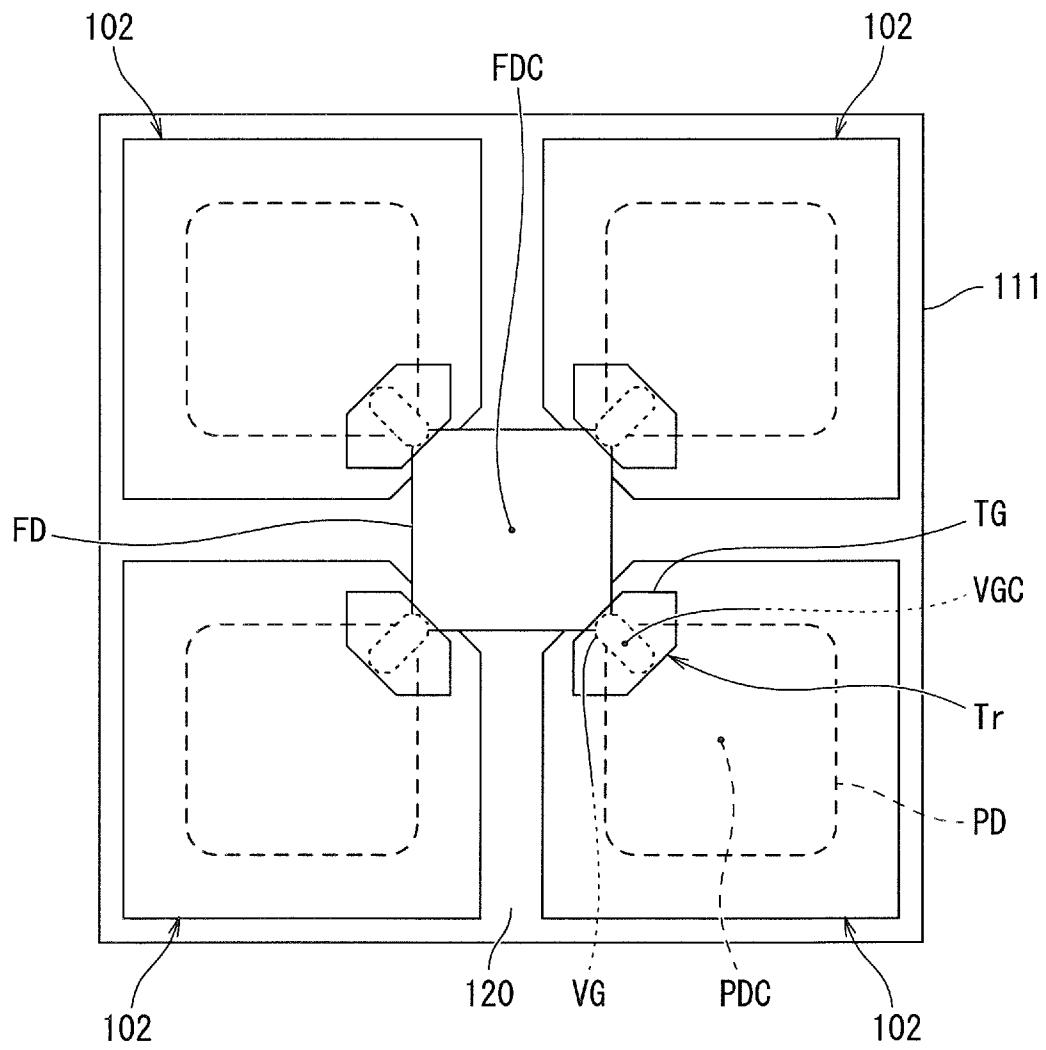
前記撮像装置は、
半導体基板と、
前記半導体基板に設けられた縦型トランジスタと、を備え、
前記半導体基板には、第 1 主面側に開口する孔部が設けられており
、
前記縦型トランジスタは、
前記孔部内に設けられた第 1 ゲート電極と、
前記孔部の内壁と前記第 1 ゲート電極との間に設けられた第 1 ゲー
ト絶縁膜と、を有し、
前記第 1 主面に平行な面で切断した断面は、前記半導体基板の結晶
方位<1 0 0>方向に細長い形状を有する、電子機器。

[図1]

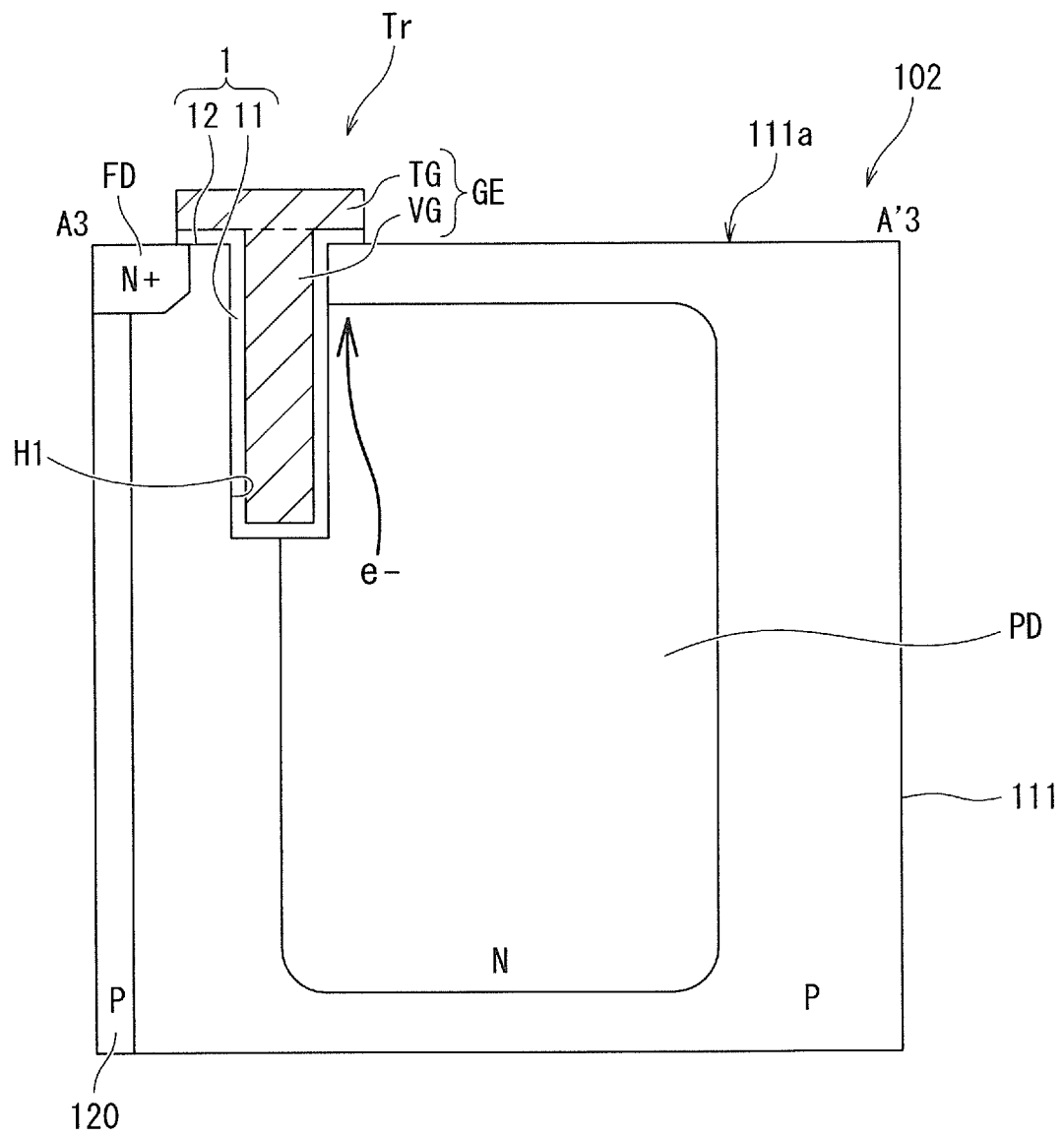
100 撮像装置



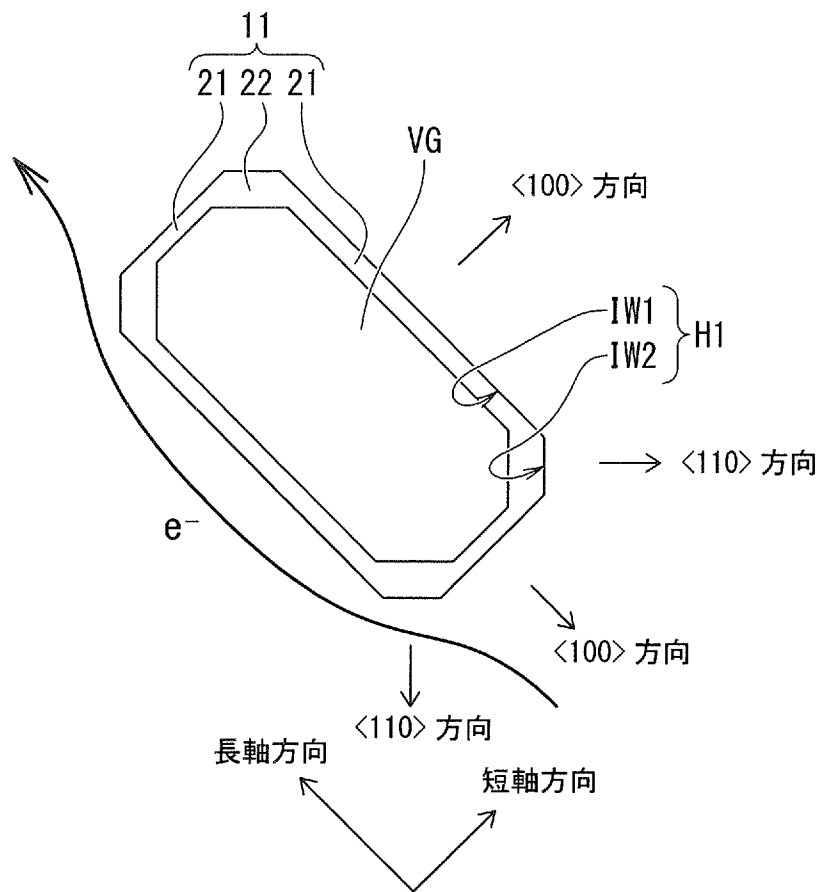
[図2]



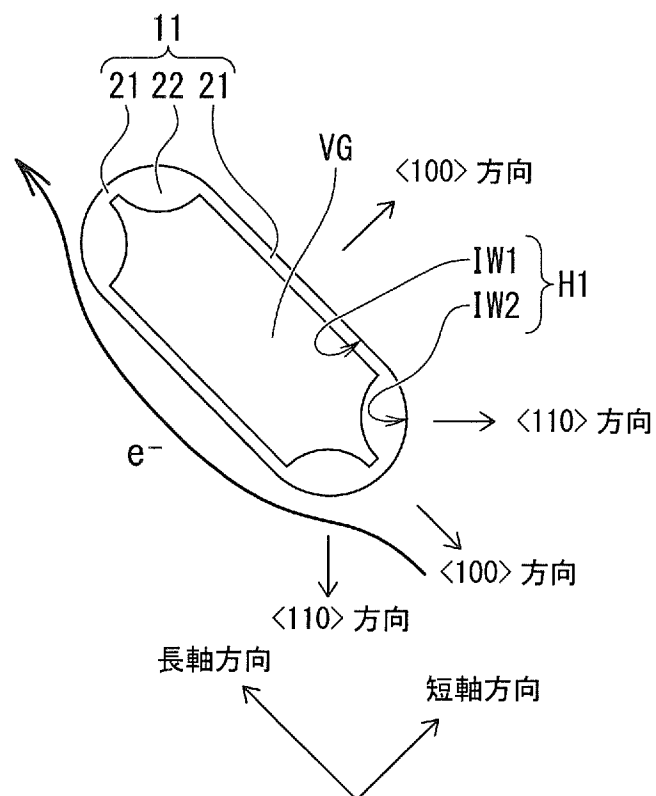
[図4]



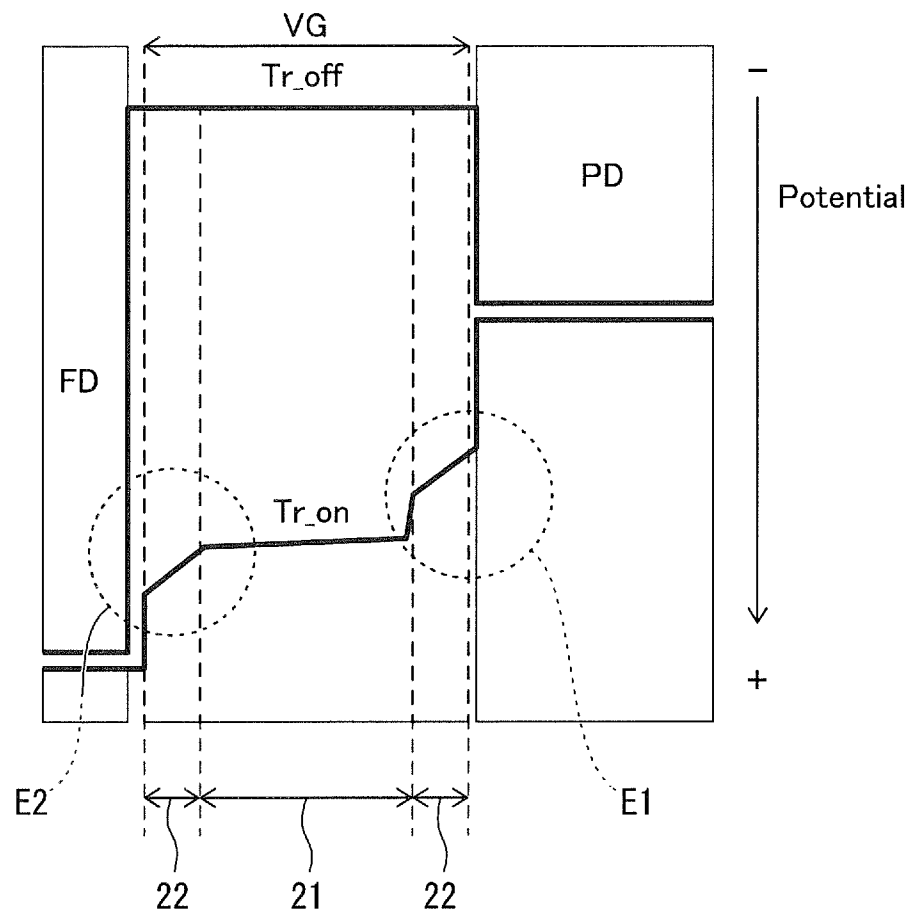
[図5]



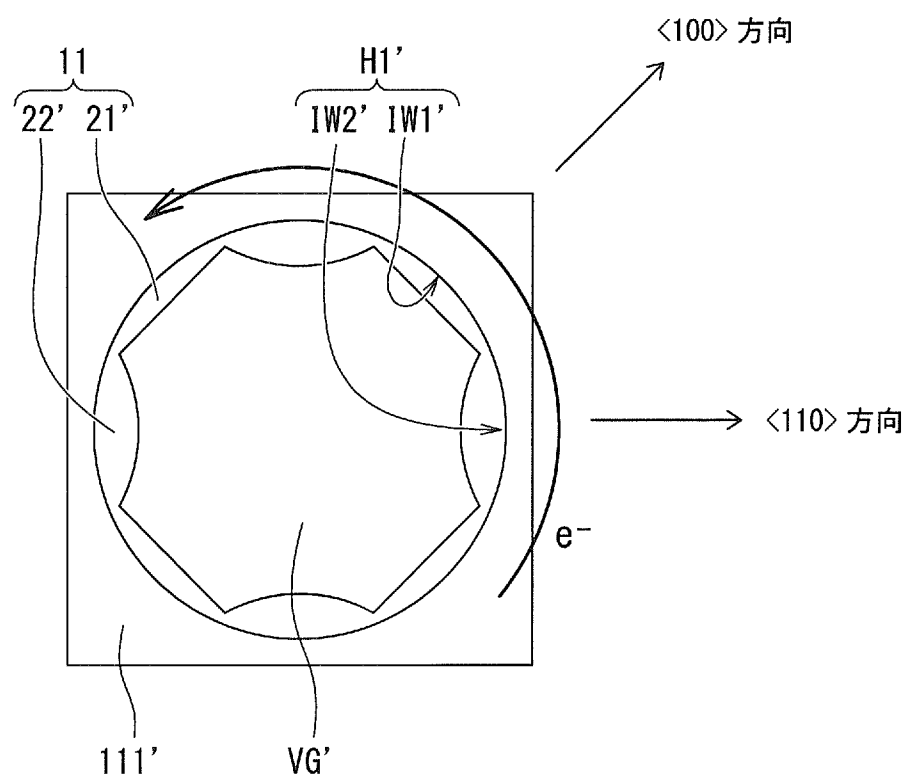
[図6]



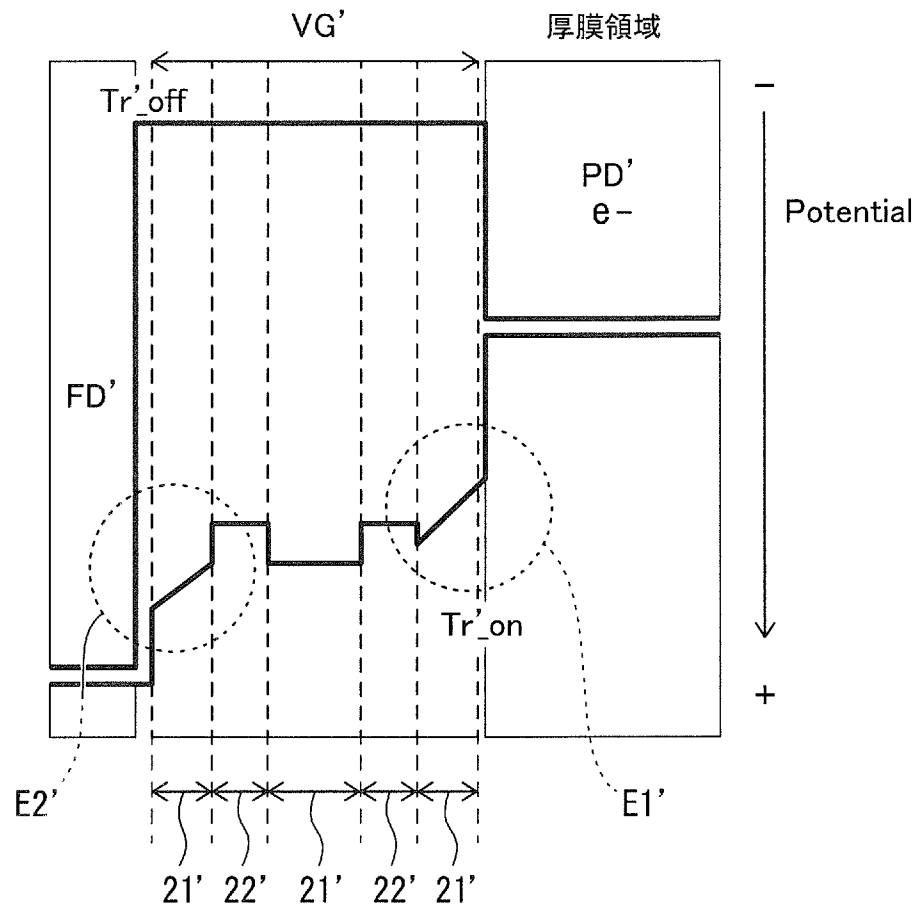
[図7]



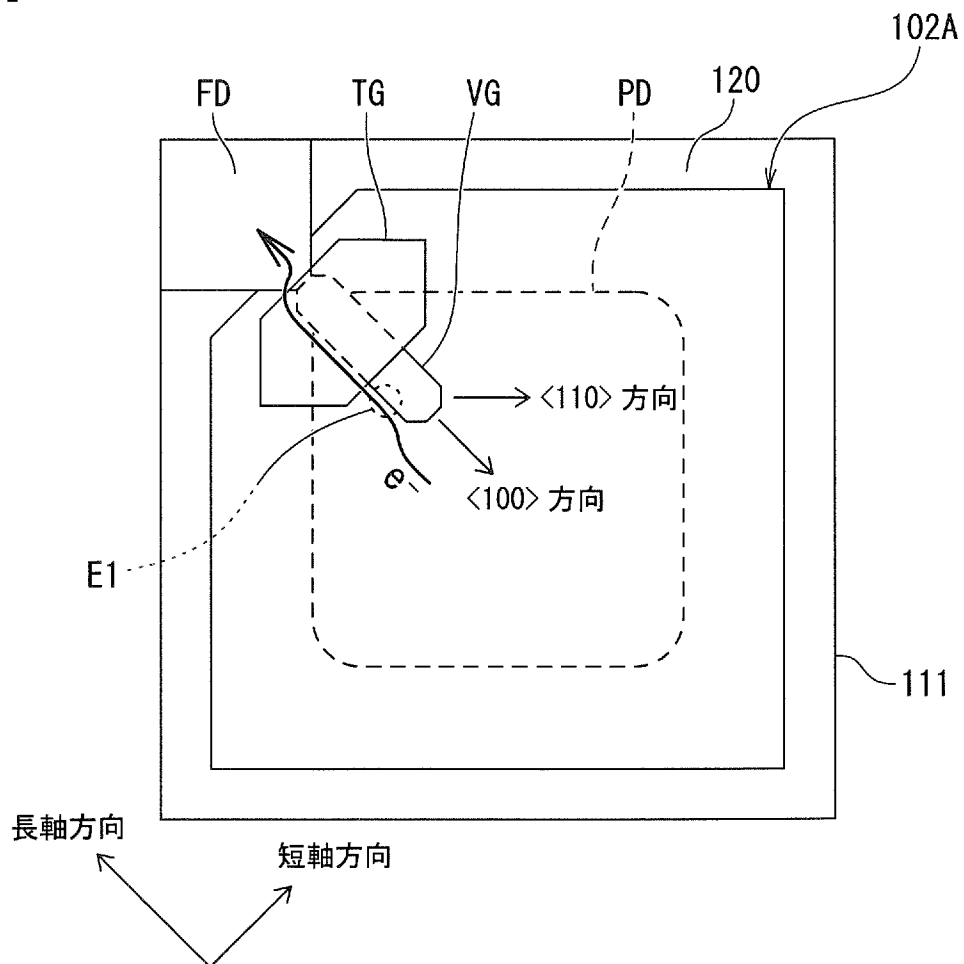
[図8]



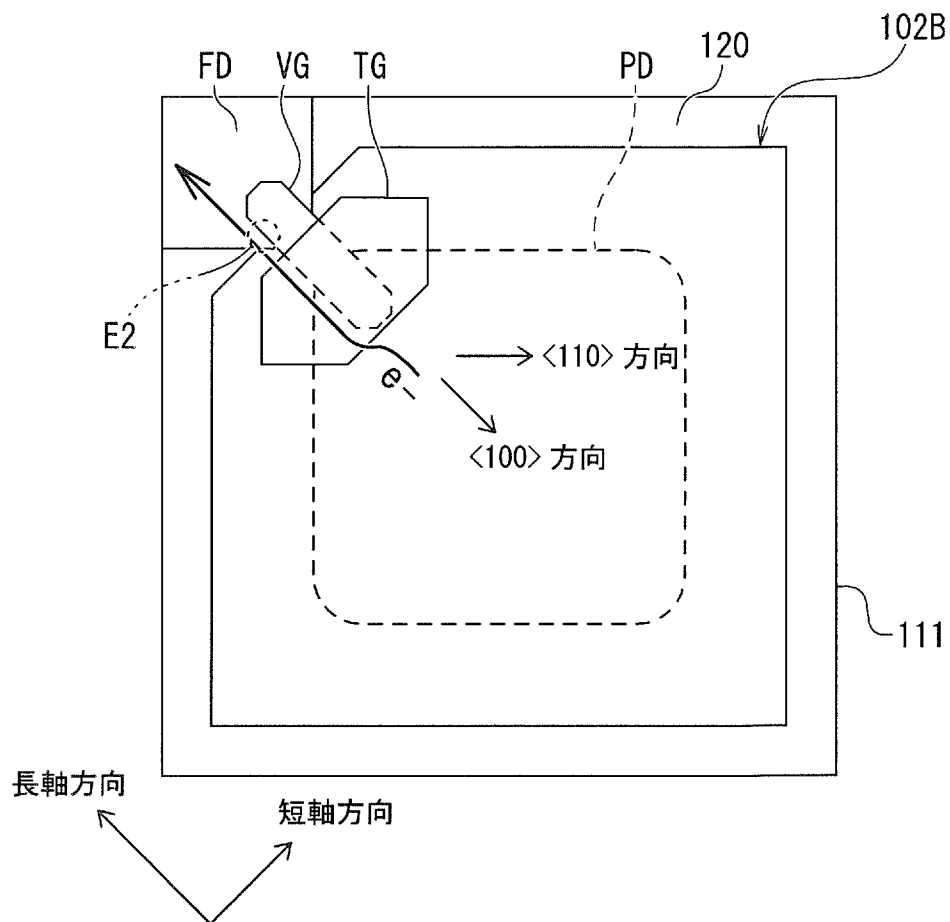
[図9]



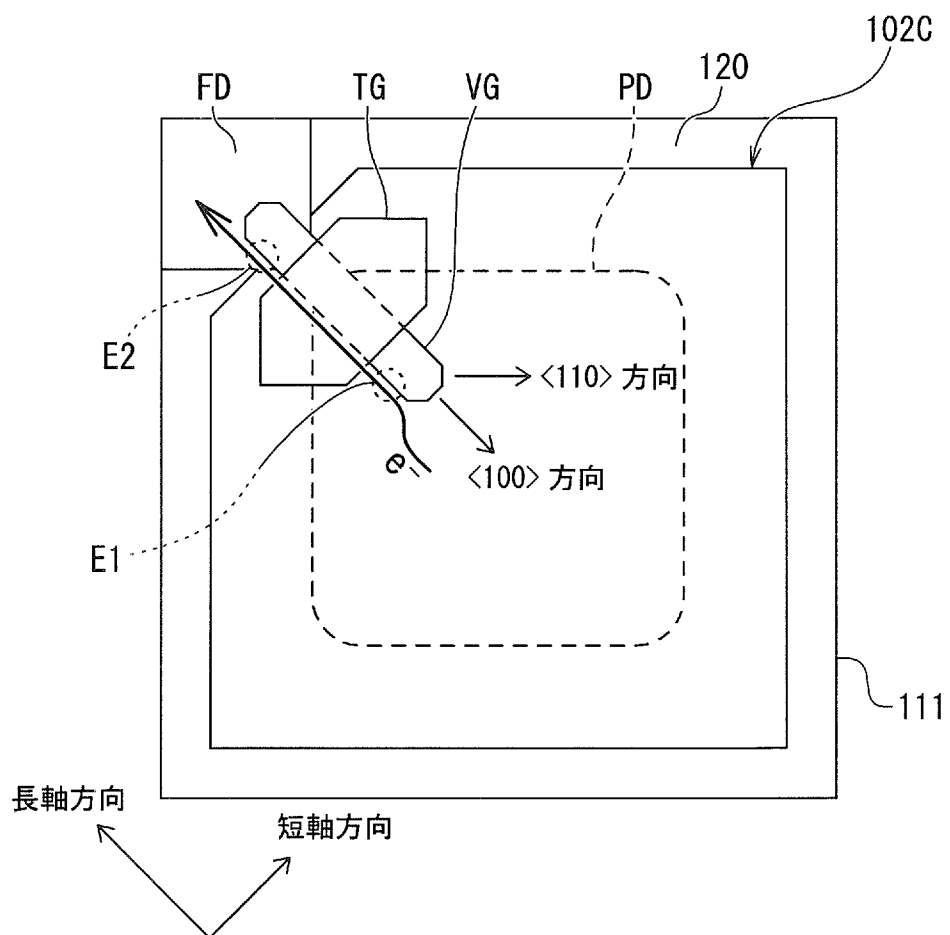
[図10]



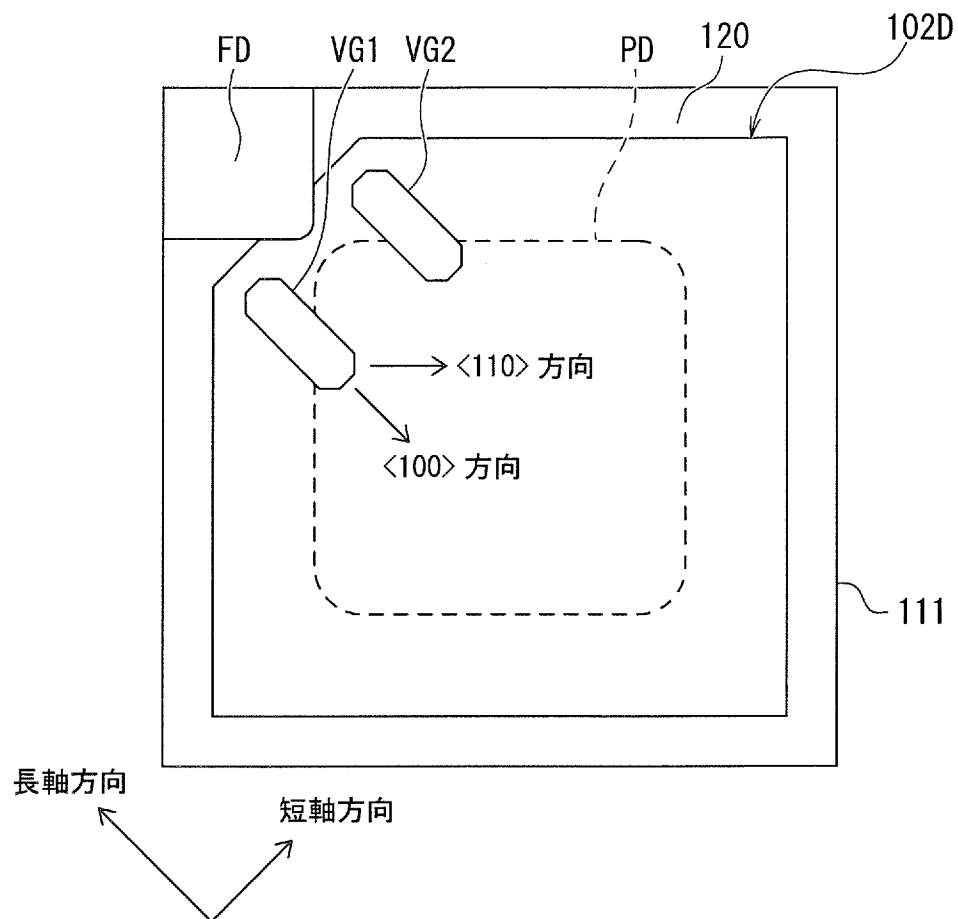
[図11]



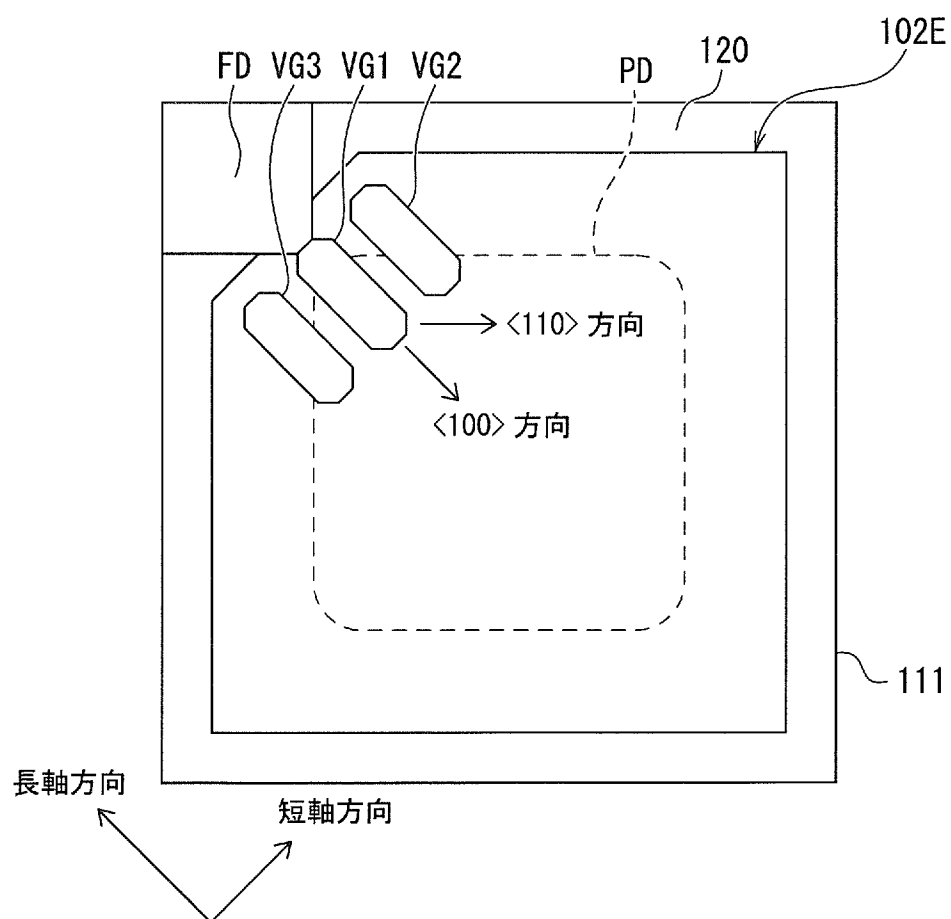
[図12]



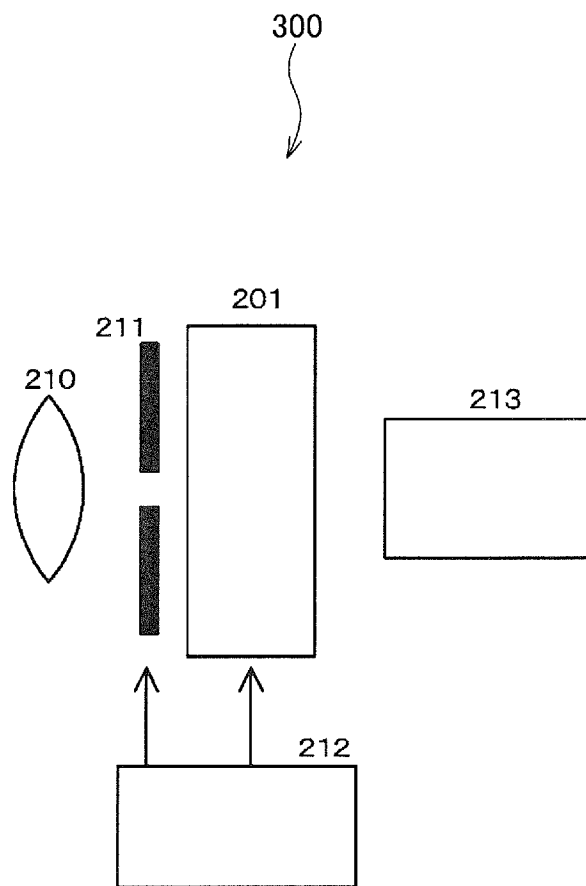
[図13]



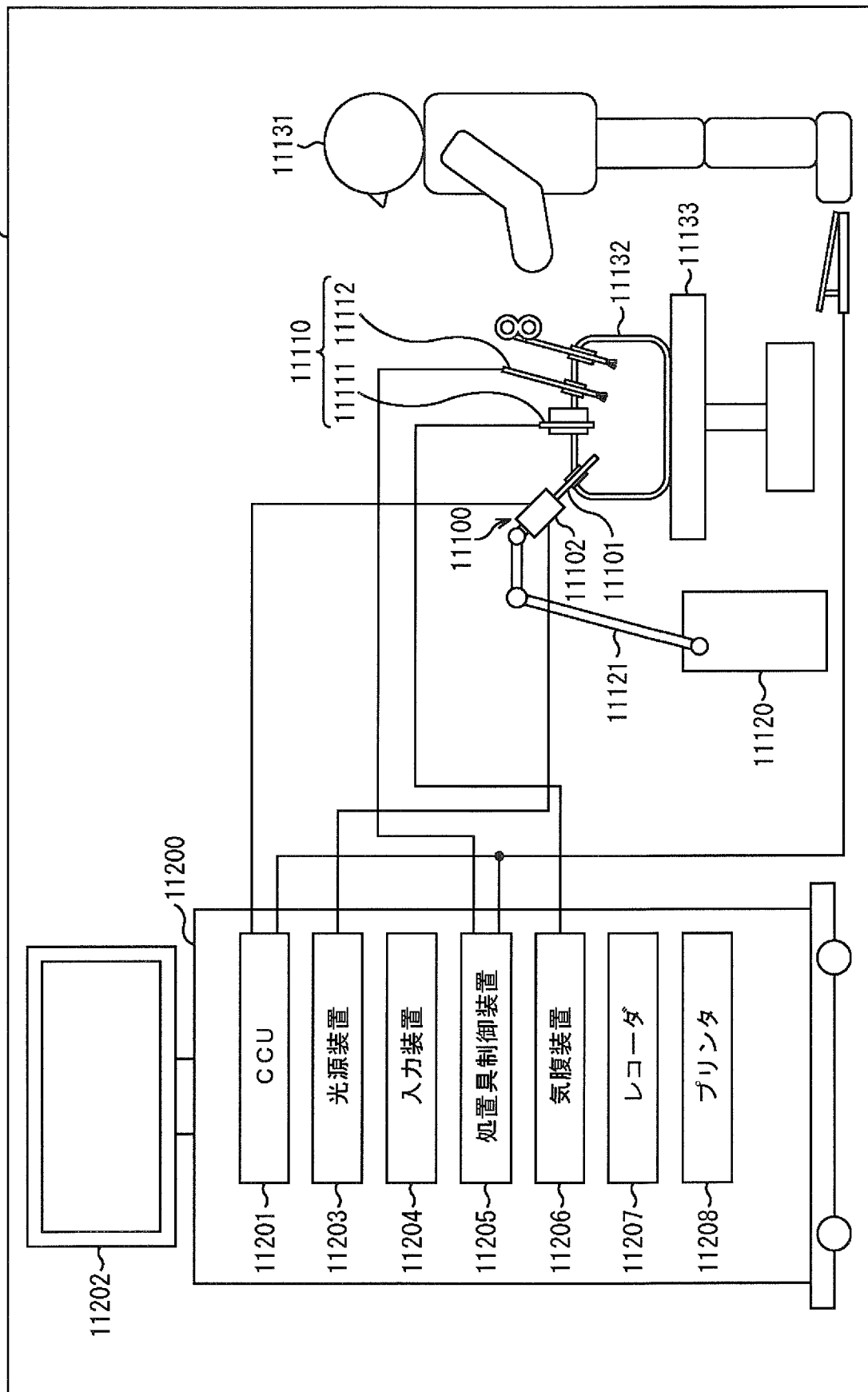
[図14]



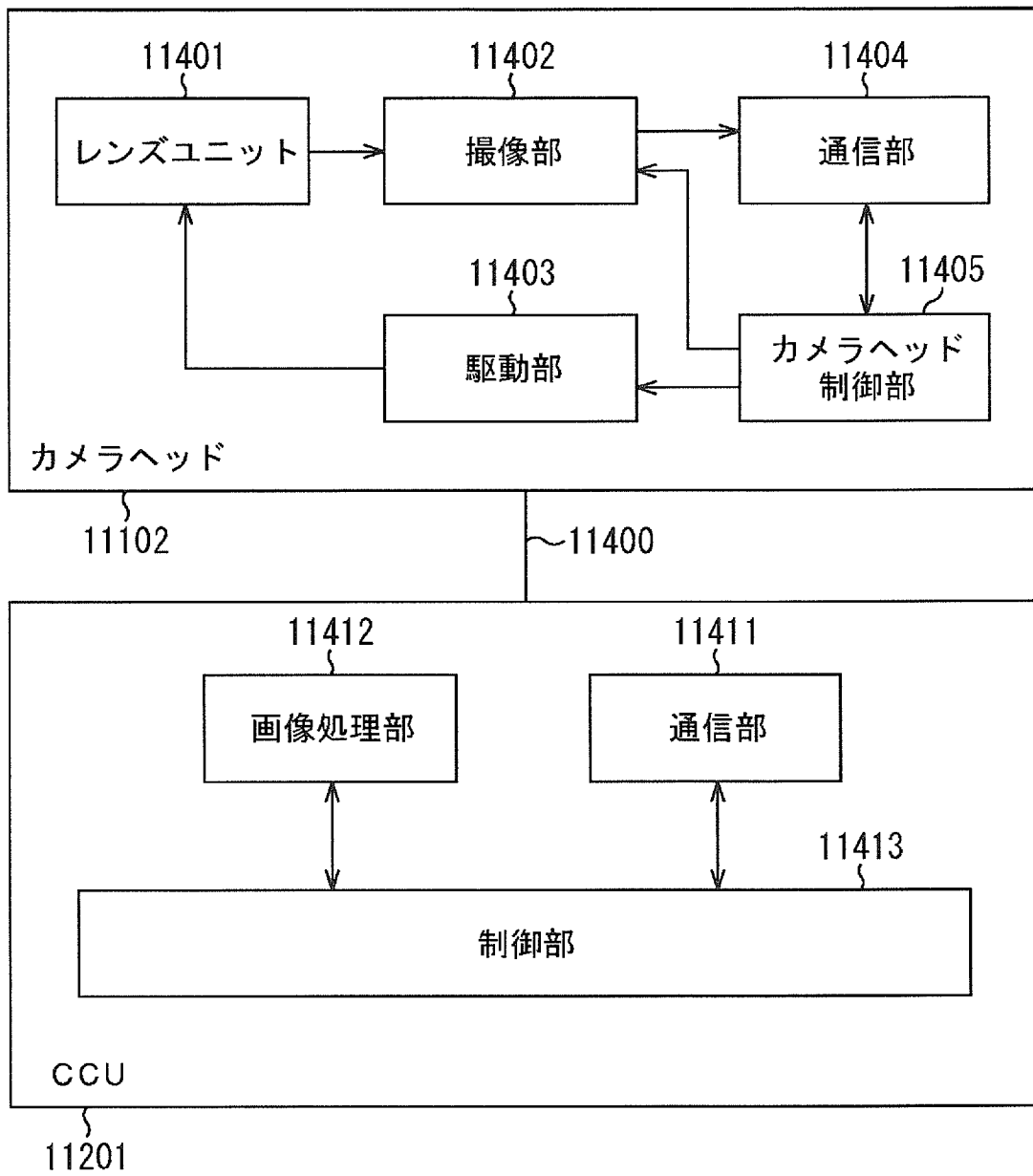
[図15]



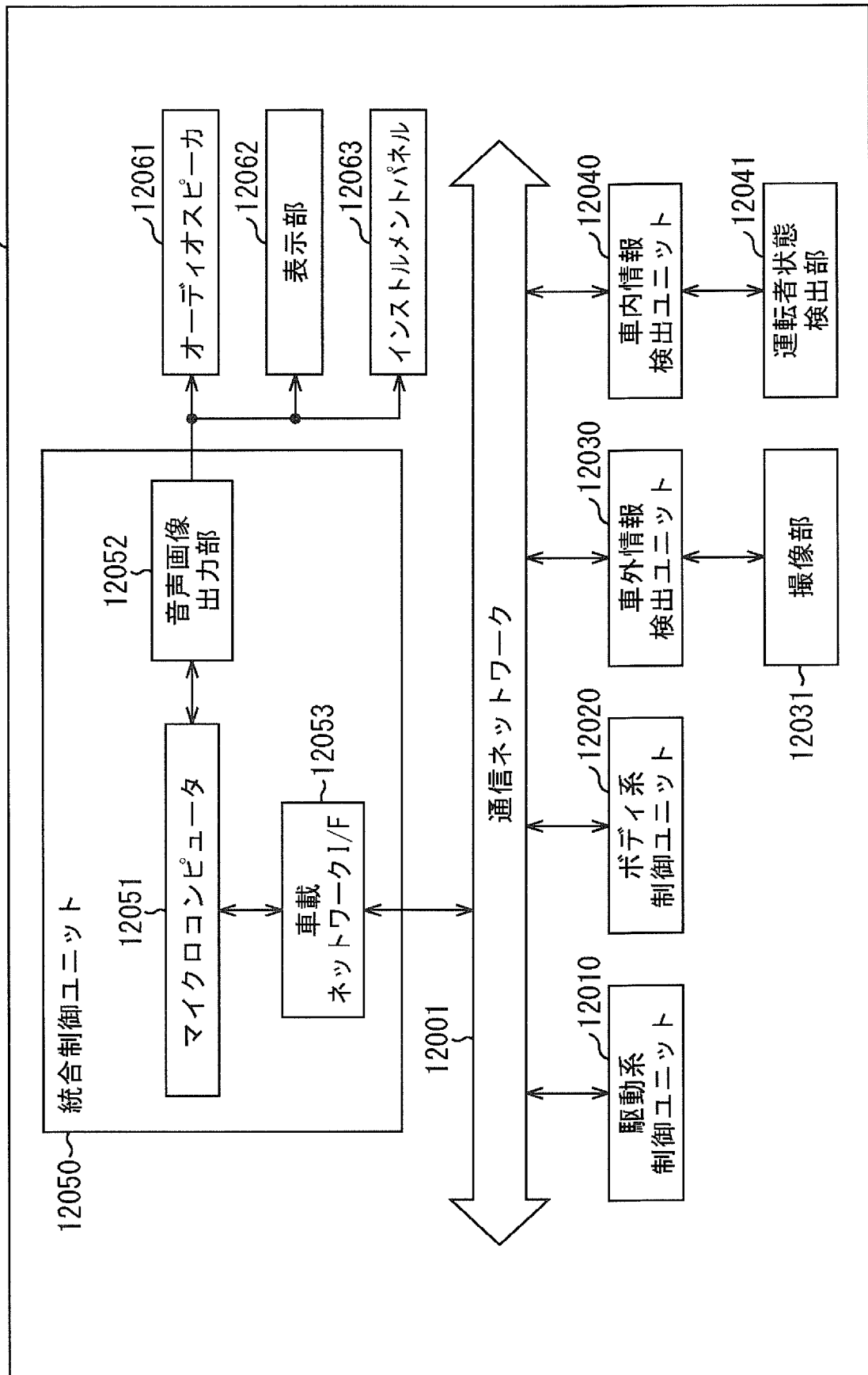
[図16]



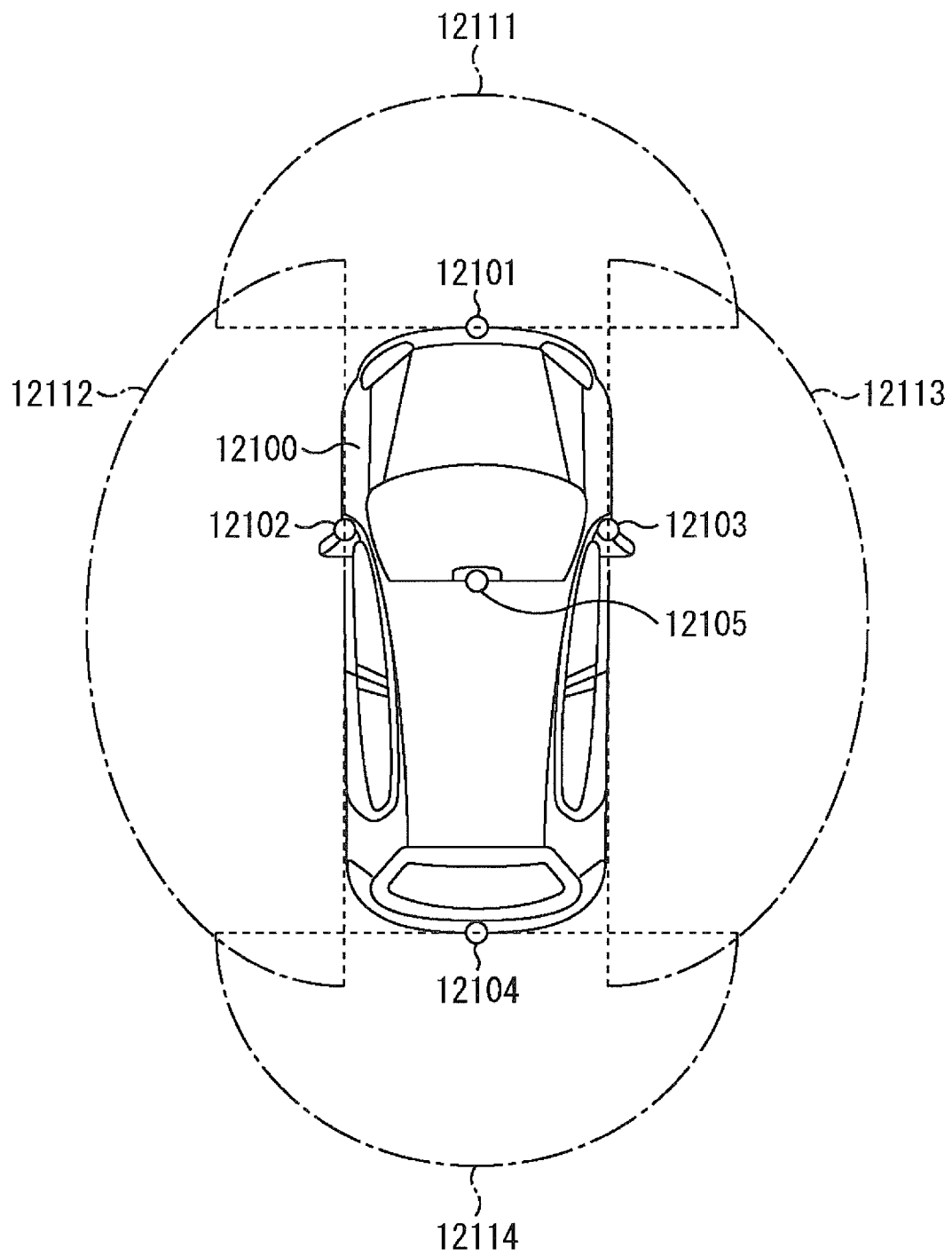
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/003105

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L27/146 (2006.01) i, H01L21/336 (2006.01) i, H01L29/78 (2006.01) i, H04N5/369 (2011.01) i

FI: H01L27/146A, H04N5/369, H01L29/78301V

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, H01L21/336, H01L29/78, H04N5/369

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
Y A	JP 2013-69846 A (TOSHIBA CORPORATION) 18 April 2013 (2013-04-18), paragraphs [0078]-[0164], [0204]-[0208], fig. 4-8, 12	1, 5-12 2-4
Y A	JP 2015-53411 A (SONY CORPORATION) 19 March 2015 (2015-03-19), paragraphs [0043]-[0057], [0088]-[0095], [0107]-[0119], fig. 3, 4, 10, 11, 14, 15	1, 5-12 2-4
Y	JP 2009-49260 A (SEIKO INSTRUMENTS INC.) 05 March 2009 (2009-03-05), paragraphs [0006]-[0009], fig. 1-3	1, 5-12
Y	JP 2012-18973 A (RENESAS ELECTRONICS CORP.) 26 January 2012 (2012-01-26), paragraphs [0030], [0073]-[0076], [0112]-[0120], fig. 15-17, 43-50	1, 5-12



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

22 March 2021

Date of mailing of the international search report

30 March 2021

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/JP2021/003105

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014/0252420 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 September 2014 (2014-09-11), entire text, all drawings	1-12
A	JP 2010-114273 A (SONY CORPORATION) 20 May 2010 (2010-05-20), entire text, all drawings	1-12
A	JP 2017-183636 A (SONY CORPORATION) 05 October 2017 (2017-10-05), entire text, all drawings	1-12
A	JP 2003-515952 A (INFINEON TECHNOLOGIES NORTH AMERICA CORP.) 07 May 2003 (2003-05-07), entire text, all drawings	1-12
A	JP 2004-153256 A (IBM) 27 May 2004 (2004-05-27), entire text, all drawings	1-12
A	US 6358867 B1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 19 March 2002 (2002-03-19), entire text, all drawings	1-12
A	US 6362040 B1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 26 March 2002 (2002-03-26), entire text, all drawings	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/003105

JP 2013-69846 A	18 April 2013	US 2013/0076934 A1 paragraphs [0100]-[0190], [0232]-[0238], fig. 4-8, 12 CN 103024295 A TW 201322436 A
JP 2015-53411 A	19 March 2015	US 2015/0069471 A1 paragraphs [0067]-[0081], [0115]-[0122], [0134]-[0146], fig. 3, 4, 10, 11, 14, 15 CN 104425535 A
JP 2009-49260 A	05 March 2009	WO 2009/025308 A1 TW 200929540 A
JP 2012-18973 A	26 January 2012	US 2012/0007151 A1 paragraphs [0079], [0125]-[0129], [0170]-[0179], fig. 15-17, 43-50 CN 102315251 A KR 10-2012-0004337 A
US 2014/0252420 A1	11 September 2014	KR 10-2014-0111492 A
JP 2010-114273 A	20 May 2010	US 2009/0303371 A1 entire text, all drawings EP 2133918 A2 CN 101609837 A KR 10-2009-0127828 A TW 201003907 A
JP 2017-183636 A	05 October 2017	US 2019/0123079 A1 entire text, all drawings WO 2017/169884 A1 EP 3439040 A1 CN 108886046 A
JP 2003-515952 A	07 May 2003	US 6150670 A entire text, all drawings WO 2001/041201 A1 EP 1234325 A1 TW 508669 B KR 10-2002-0059817 A
JP 2004-153256 A	27 May 2004	US 2004/0082197 A1 entire text, all drawings DE 10350354 A1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/003105

US 6358867 B1	19 March 2002	WO 2001/098563 A2
		TW 523829 B

US 6362040 B1	26 March 2002	EP 1124258 A2
		TW 531848 B

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 27/146(2006.01)i; H01L 21/336(2006.01)i; H01L 29/78(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i FI: H01L27/146 A; H04N5/369; H01L29/78 301V														
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）） H01L27/146; H01L21/336; H01L29/78; H04N5/369														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021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												
Y A	JP 2013-69846 A（株式会社東芝）18.04.2013（2013-04-18） [0078] - [0164], [0204] - [0208], 図4-8, 12	1,5-12 2-4												
Y A	JP 2015-53411 A（ソニー株式会社）19.03.2015（2015-03-19） [0043] - [0057], [0088] - [0095], [0107] - [0119], 図3, 4, 10, 11, 14, 15	1,5-12 2-4												
Y	JP 2009-49260 A（セイコーインスツル株式会社）05.03.2009（2009-03-05） [0006] - [0009], 図1-3	1,5-12												
Y	JP 2012-18973 A（ルネサスエレクトロニクス株式会社）26.01.2012（2012-01-26） [0030], [0073] - [0076], [0112] - [0120], 図15-17, 43-50	1,5-12												
A	US 2014/0252420 A1（SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.）11.09.2014（2014-09-11） 全文, 全図	1-12												
☒ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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	
* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"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														
国際調査を完了した日 22.03.2021	国際調査報告の発送日 30.03.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 柴山 将隆 5F 3035 電話番号 03-3581-1101 内線 3559													

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
A	JP 2010-114273 A (ソニー株式会社) 20.05.2010 (2010 - 05 - 20) 全文, 全図	1-12
A	JP 2017-183636 A (ソニー株式会社) 05.10.2017 (2017 - 10 - 05) 全文, 全図	1-12
A	JP 2003-515952 A (インフィネオン テクノロジーズ ノース アメリカ コーポレイ ション) 07.05.2003 (2003 - 05 - 07) 全文, 全図	1-12
A	JP 2004-153256 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーショ ン) 27.05.2004 (2004 - 05 - 27) 全文, 全図	1-12
A	US 6358867 B1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 19.03.2002 (2002 - 03 - 19) 全文, 全図	1-12
A	US 6362040 B1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 26.03.2002 (2002 - 03 - 26) 全文, 全図	1-12

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/003105

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2013-69846	A	18.04.2013	US	2013/0076934	A1	
				[0100]-[0190], [0232]-[0238], Figs.4-8, 12			
				CN	103024295	A	
				TW	201322436	A	
JP	2015-53411	A	19.03.2015	US	2015/0069471	A1	
				[0067]-[0081], [0115]-[0122], [0134]-[0146], Figs.3, 4, 10, 11, 14, 15			
				CN	104425535	A	
JP	2009-49260	A	05.03.2009	WO	2009/025308	A1	
				TW	200929540	A	
JP	2012-18973	A	26.01.2012	US	2012/0007151	A1	
				[0079], [0125]-[0129], [0170]-[0179], Figs.15-17, 43-50			
				CN	102315251	A	
				KR	10-2012-0004337	A	
US	2014/0252420	A1	11.09.2014	KR	10-2014-0111492	A	
JP	2010-114273	A	20.05.2010	US	2009/0303371	A1	
				全文, 全図			
				EP	2133918	A2	
				CN	101609837	A	
				KR	10-2009-0127828	A	
				TW	201003907	A	
JP	2017-183636	A	05.10.2017	US	2019/0123079	A1	
				全文, 全図			
				WO	2017/169884	A1	
				EP	3439040	A1	
				CN	108886046	A	
JP	2003-515952	A	07.05.2003	US	6150670	A	
				全文, 全図			
				WO	2001/041201	A1	
				EP	1234325	A1	
				TW	508669	B	
				KR	10-2002-0059817	A	
JP	2004-153256	A	27.05.2004	US	2004/0082197	A1	
				全文, 全図			
				DE	10350354	A1	
US	6358867	B1	19.03.2002	WO	2001/098563	A2	
				TW	523829	B	
US	6362040	B1	26.03.2002	EP	1124258	A2	
				TW	531848	B	