

(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
2014年11月13日(13.11.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/181619 A1

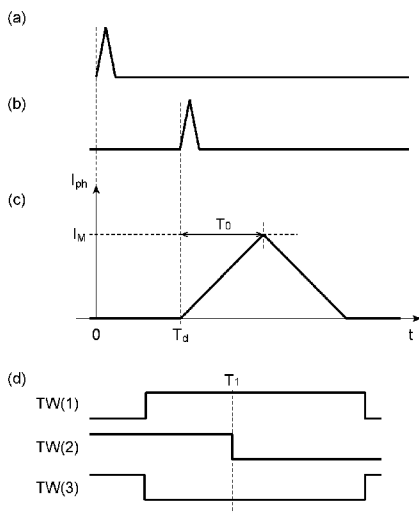
- (51) 国際特許分類:
G01S 7/483 (2006.01) H01L 27/146 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
G01S 17/10 (2006.01) H04N 5/374 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/059947
- (22) 国際出願日: 2014年4月4日(04.04.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-100657 2013年5月10日(10.05.2013) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人静岡大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4228529 静岡県静岡市駿河区大谷836 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 川人 祥二(KAWAHITO Shoji); 〒4328561 静岡県浜松市中区城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大学電子工学研究所内 Shizuoka (JP). 安富 啓太(YASUTOMI Keita); 〒4328561 静岡県浜松市中区城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大学大学院工学研究科内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 距離計測装置

[図6]



(57) Abstract: The present invention makes highly accurate distance detection with enhanced resolution possible. An aspect of the present invention relates to a distance measurement device provided with a photoelectric conversion element having a light receiving unit for converting incident light to electric charge, an electric charge storage unit for storing the electric charge, an electric charge discharge unit for discharging the electric charge, and a gate electrode for controlling the transfer of the electric charge from the light receiving unit to the electric charge storage unit and the transfer of the electric charge from the light receiving unit to the electric charge discharge unit; a control unit that controls the timing of the irradiation, onto an object, of pulse light having a pulse width that is sufficiently shorter than the response time of the light receiving unit and performs control such that control pulse voltages having at least two types of phases are generated on the basis of the irradiation timing and applied to the gate electrode; an electric charge reading unit for respectively reading, as a first and second electric signal, a first and second electric charge stored in the electric charge storage unit in accordance with the application of the control pulse voltages having two types of phases; and a calculation unit for calculating the distance to the object on the basis of the first and second electric signal.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/181619 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

分解能を高めた精度の高い距離検出を可能にする。本発明の一側面に係る距離計測装置は、入射光を電荷に変換する受光部と、電荷を蓄積する電荷蓄積部と、電荷を排出する電荷排出部と、受光部から電荷蓄積部への電荷の転送、及び受光部から電荷排出部への電荷の転送を制御するゲート電極とを有する光電変換素子と、対象物に向けた受光部の応答時間よりも十分短いパルス幅のパルス光の照射タイミングを制御し、照射タイミングを基準にして少なくとも2種類の位相の制御パルス電圧を生成しゲート電極に印加するように制御する制御部と、2種類の位相の制御パルス電圧のそれぞれの印加に伴って電荷蓄積部に蓄積された第1及び第2の電荷を、第1及び第2の電気信号としてそれぞれ読み出す電荷読出部と、第1及び第2の電気信号を基に対象物までの距離を算出する算出部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：距離計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、光の飛行時間を計測することで対象物までの距離を検出する距離計測装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、光の飛行時間を計測することで距離計測が可能なTOF (Time of Flight) 法を用いたCCD (Charge Coupled Device) イメージセンサやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の距離計測画像センサが実現されている。従来の距離計測画像センサの多くは数メートルから数十メートルまでの範囲での計測を目的とし、計測の分解能は数ミリから数センチメートルに留まっている。

[0003] これらの距離計測画像センサにおける変調方式は、パルス変調方式（下記非特許文献1参照。）及び正弦波変調方式（下記非特許文献2参照。）に大別される。両者の方式は、光の遅れ時間に依存した信号をセンサ上でロックイン検出を行うことで検出し、複数の位相の信号から距離を算出する方式である。前者の場合では、距離分解能は、光源のパルス幅に比例し、蓄積電子数の平方根に反比例する。後者の場合では、距離分解能は、正弦波変調の周波数及び蓄積電子数の平方根に反比例する。従って、光源のパルス幅を短くし蓄積電子数を多くすること、或いは変調周波数を高くし蓄積電子数を多くすることで高分解能化を図ることができる。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：S. Kawahito et al., “A CMOS time-of-flight range image sensor with gates-on-field-oxide structure” ; IEEE Sensors Journal, Vol. 7, No. 12, pp.1578-1586, Dec 2007.

非特許文献2：T. Spirig et al., “The lock-in CCD-two-dimensional sync

hronous detection of light” , IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 31, No. 9, pp.1705-1708, Sep. 1995.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記の従来のパルス変調方式において100万個の蓄積電子数で10 μ m以下の分解能を実現するためには100ps以下のパルス幅が必要となり、精度の高い光源のパルス波形やセンサの応答波形を生成することは困難である。また、上記従来の正弦波変調方式においても、同様に3GHz以上の変調周波数が必要となり、ロックイン検出時の復調のためのパルス信号の供給が困難である。その結果、従来の変調方式では分解能を高めた精度の高い距離検出が困難である。

[0006] そこで、本発明は、かかる課題に鑑みて為されたものであり、分解能を高めた精度の高い距離検出を可能にする距離計測装置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

[0007] 上記課題を解決するため、本発明の一側面にかかる距離計測装置は、入射光を電荷に変換する受光部と、電荷を蓄積する電荷蓄積部と、電荷を排出する電荷排出部と、受光部から電荷蓄積部への電荷の転送、及び受光部から電荷排出部への電荷の転送を制御するゲート電極とを有する光電変換素子と、対象物に向けた受光部の応答時間よりも十分短いパルス幅のパルス光の照射タイミングを制御し、照射タイミングを基準にして少なくとも2種類の位相の制御パルス電圧を生成しゲート電極に印加するように制御する制御部と、2種類の位相の制御パルス電圧のそれぞれの印加に伴って電荷蓄積部に蓄積された第1及び第2の電荷を、第1及び第2の電気信号としてそれぞれ読み出す電荷読出部と、第1及び第2の電気信号を基に対象物までの距離を算出する算出部と、を備える。

[0008] このような距離計測装置によれば、受光部の応答時間よりも十分短いパルス幅のパルス光の対象物に向けた照射タイミングが制御され、その照射タイ

ミングを基準とした2種類の位相の制御パルス電圧がゲート電極に印加されることにより、受光部においてパルス光の入射に応じて変換された電荷を、電荷蓄積部に変調させて蓄積させることができる。そして、2種類の位相の制御パルス電圧によって変調された第1及び第2の電荷が電荷読出部によって第1及び第2の電気信号として読み出され、算出部によって第1及び第2の電気信号を基に対象物までの距離が算出される。このようにすれば、受光部のインパルス光の応答特性を利用して距離が算出されるので、入射光の波形の時間幅の変化に伴ったセンサ応答波形の劣化による計測精度の低下を防止することができる。その結果、分解能を高めた精度の高い距離検出を実現することができる。

[0009] 算出部は、受光部のインパルス応答特性を近似することにより、第1及び第2の電気信号の比を基に距離を算出してもよい。このような算出部を備えれば、受光部の蓄積電荷数と受光部の応答時間により計測距離の分解能が決定される。これにより、入射光の波形の時間幅の変化に伴ったセンサ応答波形の劣化による計測精度の低下を確実に防止できる。

[0010] 例えば、算出部は受光部のインパルス応答特性を1次関数或いは2次関数で近似する、ことでもよい。

[0011] また、制御部は、2種類の位相と異なる位相の制御パルス電圧をさらに生成するように制御し、電荷読出部は、該制御パルスの印加に伴って電荷蓄積部に蓄積された第3の電荷を、第3の電気信号としてさらに読み出し、算出部は、第3の電気信号によって補正された第1及び第2の電気信号を基に対象物までの距離を算出してもよい。この場合、第1及び第2の電荷に含まれるオフセット電荷を第3の電荷としてキャンセルすることができるので、算出される距離の精度をさらに向上できる。

[0012] さらに、光電変換素子は受光部が複数配列されて構成されていることでもよい。このような構成を採れば、受光部で変換されてから蓄積部に蓄積されるまでの電荷の走行距離を短くすることができ、受光感度と高速変調とを両立させることができる。その結果、距離計測装置の感度及び応答速度を向上

させることができる。

[0013] またさらに、光電変換素子は、バッファ回路をさらに有し、制御パルス電圧は、バッファ回路を介してゲート電極に印加されるように構成されていてもよい。かかるバッファ回路を備えれば、ゲート電極に負荷の小さいバッファ回路を介して制御パルス電圧が印加されるので、制御パルス電圧の波形の劣化が防止され、計測される距離の精度を高めることができる。

発明の効果

[0014] 本発明の一側面によれば、分解能を高めた精度の高い距離検出を可能にする距離計測装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施形態に係る距離計測装置であるカメラ装置1を含む測定システム100の概略構成を示す図である。

[図2]図1のカメラ装置1の概略構成を示すブロック図である。

[図3]図2の画素アレイ部5内の画素 X_{ij} の構成を示す回路図である。

[図4]図3の画素 X_{ij} に設けられた半導体素子15の積層構造を示す斜視図である。

[図5]図4の半導体素子15において、ゲート電極31に電圧を印加した際の垂直断面におけるポテンシャル分布を示す図である。

[図6]図2のタイミング発生回路8によって制御された発光タイミング及び画素における電荷蓄積タイミングを示すタイミングチャートである。

[図7]図1のカメラ装置1を含む測定システム200の概略構成を示す図である。である。

[図8]図7の測定システム200を用いて評価したカメラ装置1による計測距離の精度及び計測距離の分解能を示すグラフである。

[図9]本発明の変形例における発光タイミング及び画素における電荷蓄積タイミングを示すタイミングチャートである。

[図10]本発明の変形例における発光タイミング及び画素における電荷蓄積タイミングを示すタイミングチャートである。

[図11]従来の正弦波変調方式の距離計測画像センサにおいて対象物に照射される照射光 L_e 及び検出される受信光 L_r の時間波形を示すタイミングチャートである。

[図12]従来のパルス変調方式の距離計測画像センサにおいて扱われる各種信号の時間波形を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しつつ本発明に係る距離計測装置の一実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、各図面は説明用のために作成されたものであり、説明の対象部位を特に強調するように描かれている。そのため、図面における各部材の寸法比率は、必ずしも実際のものとは一致しない。

[0017] 図1は、本発明の一実施形態に係る距離計測装置であるカメラ装置1を含む測定システム100の概略構成を示す図である。この測定システム100は、対象物Saまでの距離をTOF (Time Of Flight) 法を用いて測定するために用いられ、対象物Saに向けて光を照射するレーザ光源3と、対象物Saからの反射光を検出して距離を算出するカメラ装置1とを含んで構成されている。レーザ光源3は、後述するカメラ装置1の受光部の応答時間よりも十分短いパルス幅のパルス光を照射可能な光源装置であり、例えば、中心波長445nm、パルス幅100psのパルス光を照射可能に構成されている。なお、レーザ光源3の照射する光の中心波長及びパルス幅は上記値には限定されず、様々な値に設定され得る。

[0018] 図2は、カメラ装置1の構成を示すブロック図である。カメラ装置1は、同図に示すように、画素アレイ部5と周辺回路部6, 7, 8, 9, 10とが同一の半導体チップ上に集積化されて構成され、回路部11が半導体チップの外部のカメラ装置1内部の別回路上に構成されている。なお、回路部11が画素アレイ部5と周辺回路部6, 7, 8, 9, 10とともに同一の半導体チップ上に集積化されていてもよい。

[0019] 画素アレイ部5には、2次元マトリクス状に多数の画素（光電変換素子） X_{ij} （ i は1～ m の整数、 j は1～ n の整数）が配列されており、方形状の撮像領域を構成している。そして、この画素アレイ部5の周辺部には、複数の画素 X_{ij} の水平方向の画素行に沿って水平走査回路6が設けられるとともに、複数の画素 X_{ij} の垂直方向の画素列に沿って垂直走査回路7が設けられている。これらの水平走査回路6及び垂直走査回路7にはタイミング発生回路（制御部）8が接続されている。

[0020] タイミング発生回路8、水平走査回路6及び垂直走査回路7によって画素アレイ部5内の画素 X_{ij} が順次走査され、画素信号の読み出しや初期化が実行される。すなわち、画素アレイ部5を垂直走査回路7によって各画素行単位で垂直方向に走査することにより、走査された画素列に含まれる各画素列の画素信号を各画素列毎に設けられた垂直信号線によって読み出す構成となっている。各画素列の画素信号の読み出しは、垂直信号線毎に設けられたノイズキャンセル回路9、及び出力バッファ回路10を経由して出力することにより行われる。さらに、各画素列の画素信号の読み出し時には、水平走査回路6によって画素 X_{ij} の水平方向の走査が行われる。タイミング発生回路8は、上述したような画素アレイ部5の画素 X_{ij} の垂直走査及び水平走査のタイミングの制御を行うと共に、測定システム100に設けられたレーザ光源3のパルス光の照射タイミングの制御、及びその照射タイミングを基準にした各画素 X_{ij} における電荷蓄積及び電荷排出のタイミングの制御を行う。

[0021] 図3は、画素アレイ部5内の画素 X_{ij} の構成を示す回路図であり、図4は、画素 X_{ij} に設けられた半導体素子15の積層構造を示す斜視図である。これらの図に示すように、画素 X_{ij} 内には画素回路として機能する半導体素子15が複数配列されて設けられている。半導体素子15は、第1導電型（p型）の半導体領域21と、半導体領域21の上部の一部に埋め込まれ、光が入射される第2導電型（n型）の受光用表面埋込領域（受光部）23と、半導体領域21の上部の一部に受光用表面埋込領域（受光部）23に隣接して設けられ、受光用表面埋込領域（受光部）23が生成した電荷を蓄積する第2導電

型 (n^+ 型) の電荷蓄積領域 (電荷蓄積部) 25 と、半導体領域 21 の上部の一部に受光用表面埋込領域 23 の近傍に分離して埋め込まれた第 2 導電型 (n^+ 型) の排出ドレイン領域 (電荷排出部) 27 とが形成されている。この排出ドレイン領域 27 は、受光用表面埋込領域 23 で生成された電子を排出するための部位であり、受光用表面埋込領域 23 の電荷蓄積領域 25 と接する境界線と略垂直に交わる境界線の近傍に設けられている。これらの受光用表面埋込領域 23 とその領域の直下の半導体領域 21 とで、対象物 S a からの反射光 (入射光) を電荷 (電子) に変換する埋め込みフォトダイオード D 1 を構成している。なお、第 1 導電型の半導体領域 21 の代わりに、第 1 導電型の半導体基板上に形成した半導体基板よりも低不純物濃度の第 1 導電型のエピタキシャル成長層を用いてもよい。

[0022] また、半導体素子 15 の受光用表面埋込領域 23 の上部には、 p^+ 型のピニング層 29 が更に配置されている。ピニング層 29 は、ダーク時の埋め込みフォトダイオード D 1 の表面での電荷の形成を抑制するための層であり、ダーク電流削減のためには設けられていてもよい。ダーク電流が問題とならない用途では、ピニング層 29 が省略されてもよい。さらに、半導体領域 21 上の埋め込みフォトダイオード D 1 と排出ドレイン領域 27 との間には、埋め込みフォトダイオード D 1 と排出ドレイン領域 27 との間に形成される転送チャネルの電位を制御して、埋め込みフォトダイオード D 1 から排出ドレイン領域 27 への電荷の排出を制御するためのゲート電極 31 が形成されている。

[0023] 図 5 (a) 及び (b) には、ゲート電極 31 に電圧を印加した際の半導体素子 15 の垂直断面におけるポテンシャル分布を示している。具体的には、図 5 (a) には、埋め込みフォトダイオード D 1 の領域から電荷蓄積領域 25 にかけての X-X' 線に沿った垂直断面におけるポテンシャル分布を示しており、埋め込みフォトダイオード D 1 の領域から電荷蓄積領域 25 にかけて電位勾配が形成されている。また、図 5 (b) には、埋め込みフォトダイオード D 1 の領域から排出ドレイン領域 27 にかけての Y-Y' 線に沿った

垂直断面におけるポテンシャル分布を示しており、実線がゲート電圧に低電圧を印加した際の分布、点線がゲート電極 31 に高電圧を印加した際の分布をそれぞれ示している。このように、ゲート電極 31 に低電圧を印加した際には、埋め込みフォトダイオード D1 の領域と排出ドレイン領域 27 との間に電位障壁が形成されることにより埋め込みフォトダイオード D1 の領域と排出ドレイン領域 27 との間の転送チャネルが閉じられ、入射光 L_{in} の入射に伴って生成される電子 e^- は全てが電荷蓄積領域 25 に転送される。その一方で、ゲート電極 31 に高電圧を印加した際には、埋め込みフォトダイオード D1 の領域と排出ドレイン領域 27 との間の電位障壁が無くなり電位勾配が形成されることにより埋め込みフォトダイオード D1 の領域と排出ドレイン領域 27 との間の転送チャネルが開かれ、入射光 L_{in} の入射に伴って生成される電子 e^- は全てが排出ドレイン領域 27 に転送される。すなわち、ゲート電極 31 に高電圧を印加した際には、埋め込みフォトダイオード D1 の領域と排出ドレイン領域 27 との間の転送チャネルの電荷転送効果の方が、埋め込みフォトダイオード D1 の領域と電荷蓄積領域 25 との間の電荷転送効果よりも支配的であるため、発生する電子 e^- は全てが排出ドレイン領域 27 に転送される。このように、ゲート電極 31 は、埋め込みフォトダイオード D1 から電荷蓄積領域 25 への電荷の転送を制御するためのバーチャルスイッチ 33 としての機能も併せ持つ。

[0024] 図 3 に戻って、画素 X_{ij} には、タイミング発生回路 8 から印加される制御パルス電圧 TW を反転させて制御パルス電圧 TD としてゲート電極 31 に与えるバッファ回路 35 をさらに備えている。具体的には、バッファ回路 35 は、インバータ回路である。このバッファ回路 35 を備えることにより、画素 X_{ij} のゲート電極 31 に直接接続される負荷を小さくすることができ、制御パルス電圧 TW の波形の劣化を防止できる。

[0025] さらに、画素 X_{ij} には、制御パルス電圧 TW の印加に伴って電荷蓄積領域 25 に蓄積された電荷を電気信号として読み出す読出回路（電荷読出部）37 が設けられている。この読出回路 37 は、信号読み出しトランジスタ 37a

と、スイッチングトランジスタ37bと、リセットトランジスタ37cとを含んで構成されている。信号読み出しトランジスタ37aのゲート電極は電荷蓄積領域25に接続され、信号読み出しトランジスタ37aのドレイン電極はバイアス電源に接続され、信号読み出しトランジスタ37aのソース電極は、画素選択用のスイッチングトランジスタ37bのドレイン電極に接続されている。スイッチングトランジスタ37bのソース電極は垂直信号線に接続され、スイッチングトランジスタ37bのゲート電極には、画素列の選択用制御信号Sが垂直走査回路7から与えられる。選択用制御信号Sをハイレベルに設定することにより、スイッチングトランジスタ37bが導通され、信号読み出しトランジスタ37aで増幅された電荷蓄積領域25に蓄積された電荷量に対応する電位の電気信号が垂直信号線に出力される。リセットトランジスタ37cは、そのソース電極が電荷蓄積領域25に接続され、そのドレイン電極はバイアス電源に接続され、そのゲート電極には垂直走査回路7からリセット信号Rが与えられる。このリセットトランジスタ37cは、リセット信号Rがハイレベルに設定された際に、電荷蓄積領域25に蓄積された電荷を吐き出すことにより電荷蓄積領域25をリセットする。

[0026] 図2に示す算出回路（算出部）11は、タイミング発生回路8によるタイミング制御により画素 X_{ij} から読み出された電気信号を基に、対象物S aまでの距離を算出する。

[0027] 以下、タイミング発生回路8及び算出回路11による距離算出動作の手順を説明する。図6は、タイミング発生回路8によって制御された発光タイミング及び電荷蓄積タイミングを示すタイミングチャートであり、図6(a)は、レーザ光源3から照射されるパルス光の時間波形、図6(b)は、画素 X_{ij} によって受光される反射光の時間波形、図6(c)は、画素 X_{ij} の反射光に対する応答特性である光電流 I_{pn} の時間波形、図6(d)は、画素 X_{ij} のゲート電極31に印加される制御パルス電圧TWの時間波形である。

[0028] まず、タイミング発生回路8により所定周波数で繰り返し発光するように発光タイミングが決定され、その発光タイミングでレーザ光源3からパルス

光が照射されるように、タイミング発生回路8からトリガー信号が供給される。それに応じて、発光タイミング後に対象物S aまでの距離に対応した時間差 t_d で画素Xijに反射光が入射することになる。ここで画素Xijに入射する反射光のパルス幅は、画素Xijの受光部の応答時間よりも十分短い値（例えば、パルス幅100 p s e c以下）に設定されている。その結果、画素Xijの受光部における入射光に対する応答波形はインパルス応答とほぼ等しくなる。すなわち、発光タイミング基準とした反射光の入射時刻 t_d から受光部の応答時間 T_0 で極大値 I_M まで立ち上がり、その後応答時間 T_0 で立ち下がるような単一の三角波に近い応答波形となる。

[0029] このような画素Xijの応答波形に対応して、タイミング発生回路8により、発光タイミングを基準にして3種類の位相差を有する制御パルス電圧TW (1), TW (2), TW (3)を繰り返し生成するように制御される。具体的には、制御パルス電圧TW (1)は、発光タイミング後の所定期間だけハイレベルとなるような矩形パルス波に設定される。また、制御パルス電圧TW (2)は、発光タイミングから発光タイミング後の時刻 T_1 までハイレベルとなり、制御パルス電圧TW (1)とハイレベル区間が一部重複するような矩形パルス波に設定される。また、制御パルス電圧TW (3)は、制御パルス電圧TW (1)を反転させたような矩形パルス波に設定される。

[0030] このようにして、タイミング発生回路8により、発光タイミング後に繰り返し制御パルス電圧TW (1)が印加されるように制御された後に、画素Xijから制御パルス電圧TW (1)の印加に伴って電荷蓄積領域25に蓄積された第1の電荷を第1の電気信号として読み出すように制御される。また、タイミング発生回路8により、発光タイミング後に繰り返し制御パルス電圧TW (2)が印加されるように制御された後に、画素Xijから制御パルス電圧TW (2)の印加に伴って電荷蓄積領域25に蓄積された第2の電荷を第2の電気信号として読み出すように制御される。同様に、タイミング発生回路8により、発光タイミング後に繰り返し制御パルス電圧TW (3)が印加されるように制御された後に、画素Xijから制御パルス電圧TW (3)の印加に伴

って電荷蓄積領域 25 に蓄積された第 3 の電荷を第 3 の電気信号として読み出すように制御される。

[0031] その後、算出回路 11 は、読み出された第 1 ～第 3 の電気信号の値をそれぞれ正規化することにより蓄積電子数 N_1 , N_2 , N_3 に変換する。ここで、画素 X_{ij} の光電流のインパルス応用波形を、下記式 (1) に示す 1 次関数により近似する。

[数1]

$$I_{ph} = \begin{cases} 0 & (t < t_d) \\ \frac{I_M}{T_0}(t - t_d) & (t_d \leq t < T_0 + t_d) \\ I_M - \frac{I_M}{T_0}(t - t_d - T_0) & (T_0 + t_d \leq t < 2T_0 + t_d) \end{cases} \quad \dots (1)$$

この 1 次関数によれば、理想的には各制御パルス電圧 $TW(1)$, $TW(2)$, $TW(3)$ の印加に応じて蓄積される電子数は、時間差 t_d が $T_1 - T_0 < t_d \leq T_1$ の範囲で、下記式 (2) によって計算できる。

[数2]

$$\begin{aligned} N_1 &= \int_{t_d}^{t_d+2T_0} \frac{I_M}{qT_0}(t - t_d) dt \\ &= \frac{I_M \cdot T_0}{q} \\ N_2 &= \int_{t_d}^{T_1} \frac{I_M}{qT_0}(t - t_d) dt \\ &= \frac{I_M}{2qT_0}(T_1 - t_d)^2 \quad \dots (2) \\ N_3 &= 0 \end{aligned}$$

[0032] そこで、算出回路 11 は、上記式 (2) の関係を利用することにより、光の飛行時間である時間差 t_d を、下記式 (3) を用いて算出する。このとき、算出回路 11 は、蓄積電子数 N_1 , N_2 のそれぞれを蓄積電子数 N_3 で補正した値の比 r を計算する。

[数3]

$$t_d = T_1 - T_0 \sqrt{2r}$$

$$r = \frac{N_2 - N_3}{N_1 - N_3} \quad \dots (3)$$

さらに、算出回路 11 は、算出された時間差 t_d を基に対象物 S a までの距離 L を、光の速さを c [m/s] として、下記式 (4) により算出して出力する。

[数4]

$$L = \frac{c}{2} (T_1 - \sqrt{2r} T_0) \quad \dots (4)$$

なお、上記式 (4) によって測定可能な距離 L の範囲は、下記式 (5) で計算される値の範囲となり、画素 X_{ij} のインパルス応答の応答時間 T_0 に比例する。

[数5]

$$\frac{c}{2} T_0 \left(\frac{c}{2} (T_1 - T_0) < L \leq \frac{c}{2} T_1 \right) \quad \dots (5)$$

また、ショットノイズが支配的な状態において測定可能な距離 L の分解能 σ_L は、下記式 (6) で計算される値となり、蓄積電子数 N_1 の平方根に反比例し、画素 X_{ij} のインパルス応答の応答時間 T_0 に比例する。例えば、蓄積電子数 $N_1 = 10^6$ 、応答時間 $T_0 = 100 \text{ psec}$ 、パラメータ r の取りうる値を $0 \sim 0.5$ とした場合は、測定可能な距離 L の範囲は 15 mm 、測定可能な分解能 σ_L は $10.6 \mu\text{m} \sim 13 \mu\text{m}$ となる。

[数6]

$$\sigma_L = \frac{cT_0}{2} \sqrt{\frac{1+r}{2N_1}} \quad \dots (6)$$

[0033] 以上説明したカメラ装置 1 によれば、画素 X_{ij} の受光部の応答時間よりも十分短いパルス幅のパルス光の対象物 S_a に向けた照射タイミングが制御され、その照射タイミングを基準とした 2 種類の位相の制御パルス電圧 $TW(1)$ 、 $TW(2)$ がゲート電極 31 に印加されることにより、画素 X_{ij} の受光部においてパルス光の入射に応じて変換された電荷を、電荷蓄積領域 25 に変調させて蓄積させることができる。そして、2 種類の位相の制御パルス電圧 $TW(1)$ 、 $TW(2)$ によって変調された第 1 及び第 2 の電荷が読出回路 37 によって第 1 及び第 2 の電気信号として読み出され、第 1 及び第 2 の電気信号を基に対象物 S_a までの距離が算出される。このようにすれば、画素 X_{ij} の受光部のインパルス光の応答特性を利用して距離が算出されるので、入射光の波形の時間幅の変化に伴ったセンサ応答波形の劣化による計測精度の低下を防止することができる。その結果、分解能を高めた精度の高い距離検出を実現することができる。

[0034] カメラ装置 1 における計測精度の向上の効果を、従来方式と比較して具体的に説明する。図 11 には、従来の正弦波変調方式の距離計測画像センサにおいて対象物に照射される照射光 L_e 及び検出される受信光 L_r の時間波形を示している。この従来の正弦波変調方式では、受信光 L_r の照射光 L_e に対する位相遅れ $\Delta\phi$ が検出され、対象物までの距離 d が、この位相遅れ $\Delta\phi$ を基に、下記式(7)；

[数7]

$$d = \frac{c\Delta\phi}{4\pi f_m} \dots (7)$$

により算出される (f_m は変調周波数)。ここで、この場合の計測可能な距離 d の範囲 L 及び分解能 σ_L は、下記式(8)により計算される。距離 d の範囲 L は、変調周波数 f_m に反比例する。また、計測可能な距離 d の分解能 σ_L は、変調周波数 f_m に反比例し、蓄積電子数 N_s の平方根に反比例する。

[数8]

$$\begin{aligned} \text{Range: } L &= \frac{c}{2f_m} \\ \sigma_L &= \frac{L}{4\sqrt{N_s}} = \frac{c}{2 \cdot 4f_m\sqrt{N_s}} \quad \dots (8) \end{aligned}$$

例えば、蓄積電子数 $N_s = 10^6$ の場合で、距離分解能を $10 \mu\text{m}$ 以下にしたい場合には、変調周波数 f_m を 3.75 GHz に設定する必要がある。このような変調周波数の実現は、ロックイン検出のための変調ゲートパルスの供給が困難になるために現実的ではない。

[0035] また、図12には、従来のパルス変調方式の距離計測画像センサにおいて扱われる各種信号の時間波形を示しており、(a)には対象物に照射される照射光の時間波形、(b)には検出される反射光の時間波形、(c)にはセンサで検出される電荷量の時間波形、(d)及(e)にはセンサに印加される2種類の位相の変調ゲートパルスの時間波形がそれぞれ示されている。この場合の計測可能な距離の範囲 L 及び分解能 σ_L は、下記式(9)により計算される。距離の範囲 L は、照射光のパルス幅 T_0 に比例する。また、計測可能な距離の分解能 σ_L は、照射光のパルス幅 T_0 に比例し、蓄積電子数 N_s の平方根に反比例する。

[数9]

$$\begin{aligned} \text{Range: } L &= \frac{cT_0}{2} \\ \sigma_L &= \frac{L}{\sqrt{N_s}} = \frac{c}{2} \frac{T_0}{\sqrt{N_s}} \quad \dots (9) \end{aligned}$$

例えば、蓄積電子数 $N_s = 10^6$ の場合で、距離分解能を $10 \mu\text{m}$ 以下にしたい場合には、照射光のパルス幅 T_0 を 67 psec 以下に設定する必要がある。このような狭いパルス幅の照明光を精度よく生成することは困難である。

その結果、従来方式の正弦波変調方式及びパルス変調方式では、計測の分解能を小さくしながら測定精度を保つことは困難である。

[0036] これに対して本実施形態のカメラ装置 1 によれば、画素 X_{ij} の受光部の応答時間よりも十分短いパルス幅の照射光を用い、受光部のインパルス応答を利用して距離を算出するため、分解能を高めるために変調周波数を高める必要が無い。その結果、光源からの照射光の波形の歪や、受光部の応答波形の歪の影響が少なく、同時に変調ゲートパルスの供給も容易に実現できる。

[0037] 特に、カメラ装置 1 の算出回路 11 は、画素 X_{ij} の受光部のインパルス応答特性を 1 次関数に近似することにより距離を算出するので、画素 X_{ij} の受光部の蓄積電子数 N_1 と受光部の応答時間 T_0 により計測距離の分解能が決定される。これにより、入射光の波形の時間幅の変化に伴ったセンサ応答波形の劣化や、変調周波数の変化に伴った応答波形の劣化による計測精度の低下を確実に防止できる。

[0038] また、算出回路 11 は、蓄積電子数 N_1 、 N_2 を蓄積電子数 N_3 で補正した後に距離を算出する。この場合、蓄積電子数 N_1 、 N_2 に含まれるオフセット電荷の分をキャンセルすることができるので、算出される距離の精度をさらに向上できる。

[0039] さらに、画素 X_{ij} には、半導体素子 15 が複数配列されて含まれているので、画素 X_{ij} の受光面積を変えずに電荷の走行距離を短くすることができる。その結果、受光感度と高速変調を両立することができ、距離計測の感度及び応答速度を向上させることができる。

[0040] またさらに、画素 X_{ij} はバッファ回路 35 をさらに有しているので、ゲート電極 31 に負荷の小さいバッファ回路 35 を介して制御パルス電圧が印加されるので、制御パルス電圧の波形の劣化が防止され、計測される距離の精度を高めることができる。

[0041] ここで、カメラ装置 1 による距離計測の評価結果を示す。図 7 には、評価に用いた測定システム 200 の構成を示している。測定システム 200 には、カメラ装置 1 とレーザ光源 3 の他、デジタル遅延生成器 101 及びミラー

102を用いた。カメラ装置1から出力されたトリガー信号を、デジタル遅延生成器101を介してレーザ光源3に様々な遅延時間で遅延させて入力させ、それに伴ってレーザ光源3から照射されたレーザ光を、ミラー102によって反射させることによってカメラ装置1によって受光させた。このような測定システム200によって、対象物までの距離を等価的に変化させ、それに対してカメラ装置1によって算出された計測距離を評価した。図8は、測定システム200によって評価された計測距離の精度及び計測距離の分解能を示すグラフである。この結果により、距離が0～50mmの範囲で非線形性が5%以下の精度に保たれており、距離が0～50mmの範囲で約400μm以下の距離分解能が実現できていることが分かった。

[0042] なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。

[0043] 例えば、カメラ装置1の算出回路11は、画素 X_{ij} の受光部の応答特性を1次関数で近似して距離を算出していたが、その他の2次以上の高次関数によって近似してもよい。図9には、2次関数による近似を利用したカメラ装置1による発光タイミング及び電荷蓄積タイミングを示すタイミングチャートであり、図9(a)は、レーザ光源3から照射されるパルス光の時間波形、図9(b)は、画素 X_{ij} によって受光される反射光の時間波形、図9(c)は、画素 X_{ij} の反射光に対する応答特性として近似された光電流 I_{ph} の時間波形、図9(d)は、画素 X_{ij} のゲート電極31に印加される制御パルス電圧 TW の時間波形である。この場合、光電流 I_{ph} の応答波形は、下記式(10)に示すような2次関数によって近似される。

[数10]

$$I_{ph} = \begin{cases} 0 & (t < t_d) \\ \frac{I_M}{T_0^2}(t - t_d)^2 & (t_d \leq t < T_0 + t_d) \\ I_M - \frac{I_M}{T_0^2}(t - t_d - T_0)^2 & (T_0 + t_d \leq t < 2T_0 + t_d) \end{cases} \quad \dots(10)$$

この2次関数によれば、理想的には各制御パルス電圧 $TW(1)$ 、 $TW(2)$ 、 $TW(3)$ の印加に応じて蓄積される電子数は、下記式(11)によ

て計算できる。

[数11]

$$\begin{aligned}
 N_1 &= \int_{t_d}^{t_d+2T_0} \frac{I_M}{qT_0^2} (t-t_d)^2 dt \\
 N_2 &= \int_{t_d}^{T_1} \frac{I_M}{qT_0^2} (t-t_d)^2 dt \\
 N_3 &= 0
 \end{aligned} \quad \dots(11)$$

この関係を利用して、算出回路11は、光の飛行時間である時間差 t_d を、下記式(12)を用いて算出する。

[数12]

$$\begin{aligned}
 t_d &= T_1 - T_0 \left(\frac{3}{2} r \right)^{\frac{1}{3}} \\
 r &= \frac{N_2 - N_3}{N_1 - N_3}
 \end{aligned} \quad \dots(12)$$

さらに、算出回路11は、対象物Saまでの距離Lを、下記式(13)により算出して出力することができる。

[数13]

$$L = \frac{c}{2} \left(T_1 - T_0 \left(\frac{3}{2} r \right)^{\frac{1}{3}} \right) \quad \dots(13)$$

[0044] また、カメラ装置1の算出回路11は、画素Xijのゲート電極31に印加される2種類の制御パルス電圧TW(1)、TW(2)の遅延差 ΔT を利用して距離を算出してもよい。図10には、遅延差 ΔT を利用したカメラ装置1による発光タイミング及び電荷蓄積タイミングを示すタイミングチャートであり、図10(a)は、レーザ光源3から照射されるパルス光の時間波形、図10(b)は、画素Xijによって受光される反射光の時間波形、図10(c)

) は、画素 X_{ij} の反射光に対する応答特性である光電流 I_{ph} の時間波形、図10(d)は、画素 X_{ij} のゲート電極31に印加される制御パルス電圧 TW の時間波形である。この場合、制御パルス電圧 $TW(2)$ が制御パルス電圧 $TW(1)$ に対して遅延差 ΔT の時間で遅れるように設定される。また、制御パルス電圧 $TW(3)$ は、反射光の応答特性がゼロとなるような区間でハイレベルとされるように設定される。このとき、光電流 I_{ph} の応答波形は、上記式(1)に示すような1次関数によって近似される。この1次関数によれば、理想的には各制御パルス電圧 $TW(1)$ 、 $TW(2)$ 、 $TW(3)$ の印加に応じて蓄積される電子数は、下記式(14)によって計算できる。

[数14]

$$\begin{aligned} N_1 &= \int_{t_d}^{T_1} \frac{I_M}{qT_0} (t - t_d) dt \\ N_2 &= \int_{t_d}^{T_1 + \Delta T} \frac{I_M}{qT_0} (t - t_d) dt \\ N_3 &= 0 \end{aligned} \quad \dots(14)$$

この関係を利用して、算出回路11は、光の飛行時間である時間差 t_d を、下記式(15)を用いて算出する。

[数15]

$$\begin{aligned} t_d &= T_1 + \frac{\Delta T}{1 - r^{1/2}} \\ r &= \frac{N_1 - N_3}{N_2 - N_3} \end{aligned} \quad \dots(15)$$

さらに、算出回路11は、対象物 S_a までの距離 L を、下記式(16)により算出して出力することができる。

[数16]

$$L = \frac{c}{2} \left(T_1 + \frac{\Delta T}{1 - r^{1/2}} \right) \quad \dots(16)$$

この場合の計測可能な距離の分解能 σ_L は、下記式(17)により計算される。計測可能な距離の分解能 σ_L は、遅延差 ΔT に比例し、蓄積電子数 N_2 の平方根に反比例する。

[数17]

$$\sigma_L = \frac{c \Delta T}{4 \sqrt{N_2}} \left(\frac{(1+r)^{1/2}}{(1-r^{1/2})} \right) \dots (17)$$

[0045] 上記のような応答特性として2次関数を利用して距離を算出するカメラ装置1、及び遅延差 ΔT を利用して距離を算出するカメラ装置1によっても、分解能を高めた精度の高い距離検出を実現することができる。

符号の説明

[0046] D1…埋め込みフォトダイオード(受光部)、Sa…対象物、1…カメラ装置(距離計測装置)、3…レーザ光源、5…画素アレイ部、6…水平走査回路、7…垂直走査回路、8…タイミング発生回路(制御部)、10…出力バッファ回路、11…算出回路(算出部)、15…半導体素子、23…受光用表面埋込領域(受光部)、25…電荷蓄積領域(電荷蓄積部)、27…排出ドレイン領域(電荷排出部)、31…ゲート電極、35…バッファ回路、37…読出回路(電荷読出部)、100…測定システム、Xij…画素(光電変換素子)。

請求の範囲

- [請求項1] 入射光を電荷に変換する受光部と、電荷を蓄積する電荷蓄積部と、前記電荷を排出する電荷排出部と、前記受光部から前記電荷蓄積部への電荷の転送、及び前記受光部から前記電荷排出部への電荷の転送を制御するゲート電極とを有する光電変換素子と、
- 対象物に向けた前記受光部の応答時間よりも十分短いパルス幅のパルス光の照射タイミングを制御し、前記照射タイミングを基準にして少なくとも2種類の位相の制御パルス電圧を生成し前記ゲート電極に印加するように制御する制御部と、
- 前記2種類の位相の制御パルス電圧のそれぞれの印加に伴って前記電荷蓄積部に蓄積された第1及び第2の電荷を、第1及び第2の電気信号としてそれぞれ読み出す電荷読出部と、
- 前記第1及び第2の電気信号を基に前記対象物までの距離を算出する算出部と、
- を備える距離計測装置。
- [請求項2] 前記算出部は、前記受光部のインパルス応答特性を近似することにより、前記第1及び前記第2の電気信号の比を基に前記距離を算出する、
- 請求項1記載の距離計測装置。
- [請求項3] 前記算出部は、前記受光部のインパルス応答特性を1次関数或いは2次関数で近似する、
- 請求項2記載の距離計測装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記2種類の位相と異なる位相の制御パルス電圧をさらに生成するように制御し、
- 前記電荷読出部は、該制御パルスの印加に伴って電荷蓄積部に蓄積された第3の電荷を、第3の電気信号としてさらに読み出し、
- 前記算出部は、前記第3の電気信号によって補正された前記第1及び第2の電気信号を基に前記対象物までの距離を算出する、

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の距離計測装置。

[請求項5] 前記光電変換素子は、前記受光部が複数配列されて構成されている

、

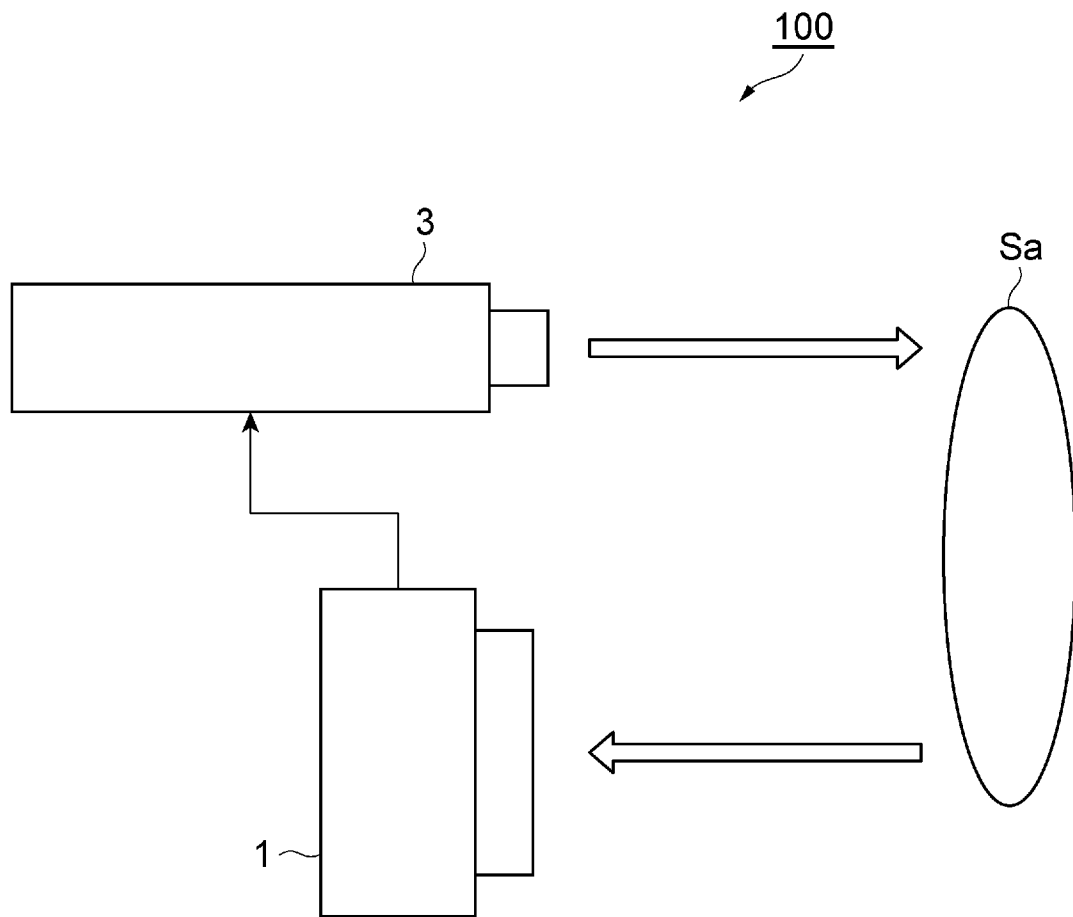
請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の距離計測装置。

[請求項6] 前記光電変換素子は、バッファ回路をさらに有し、

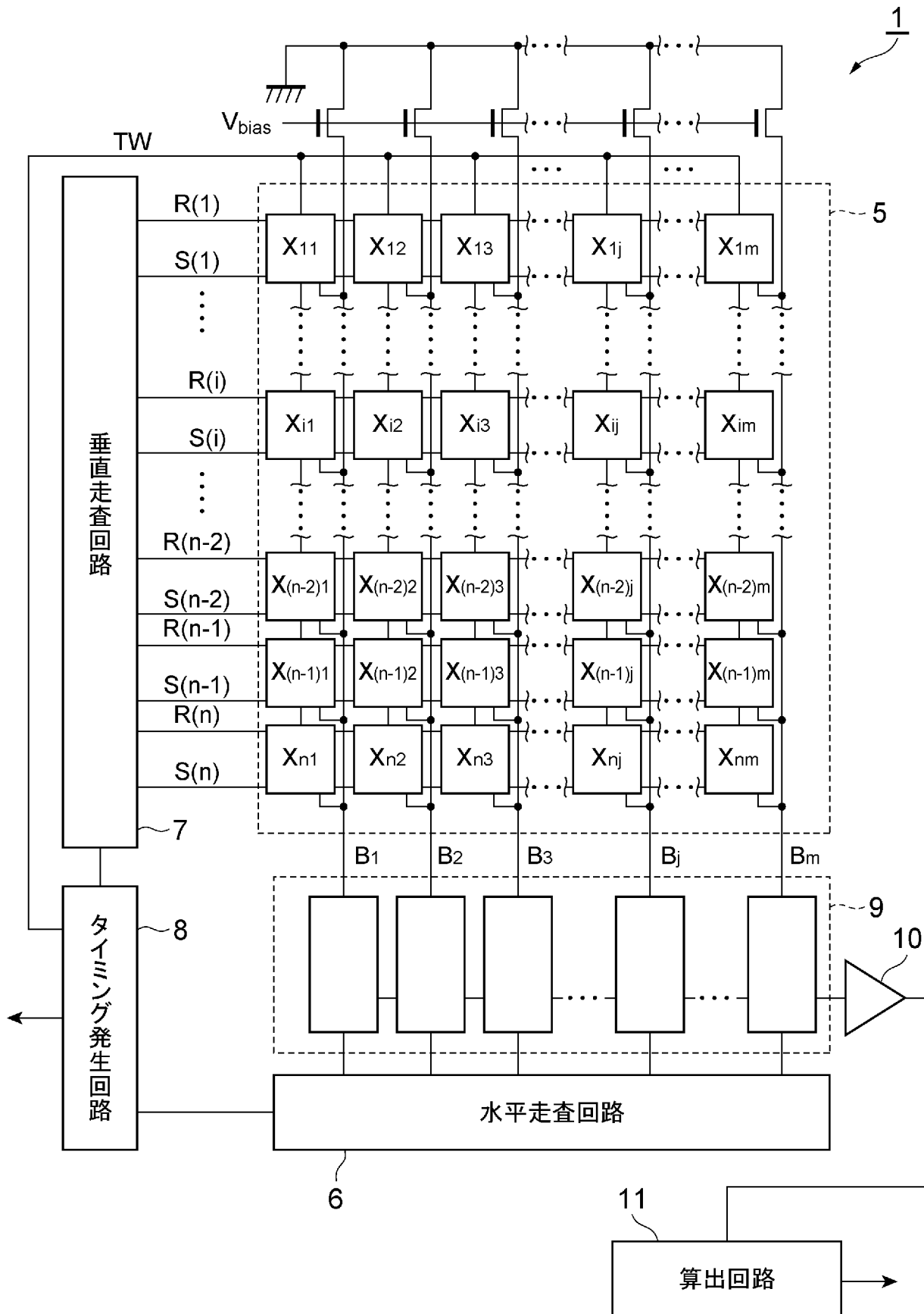
前記制御パルス電圧は、前記バッファ回路を介して前記ゲート電極に印加されるように構成されている、

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の距離計測装置。

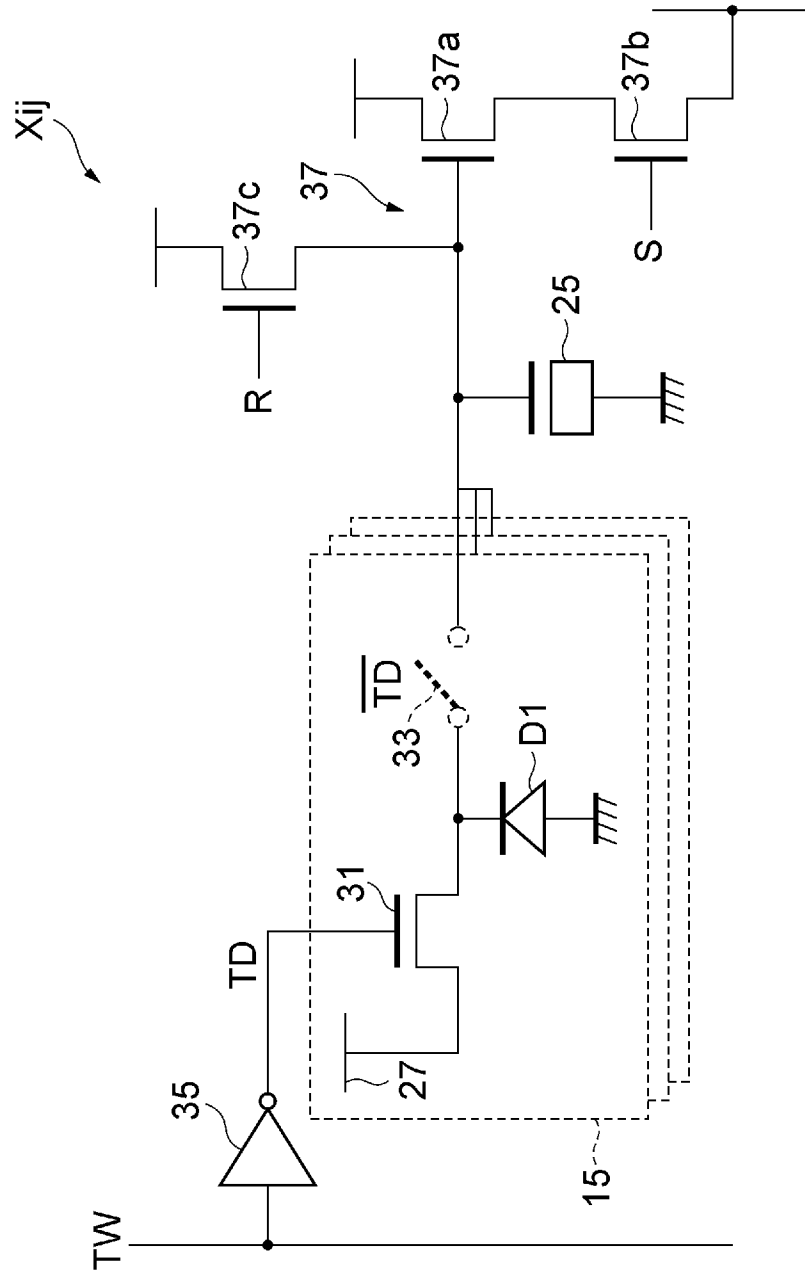
[図1]



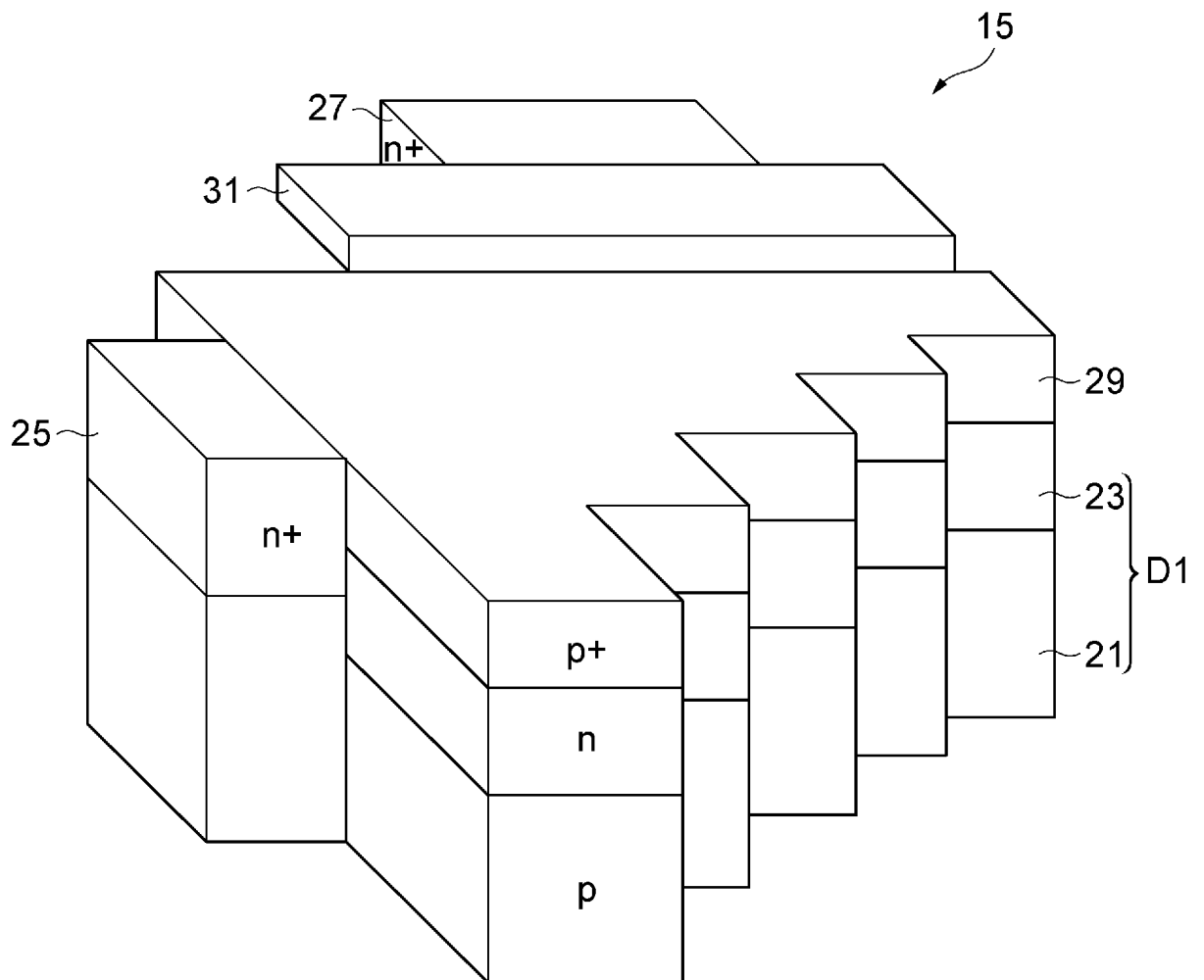
[図2]



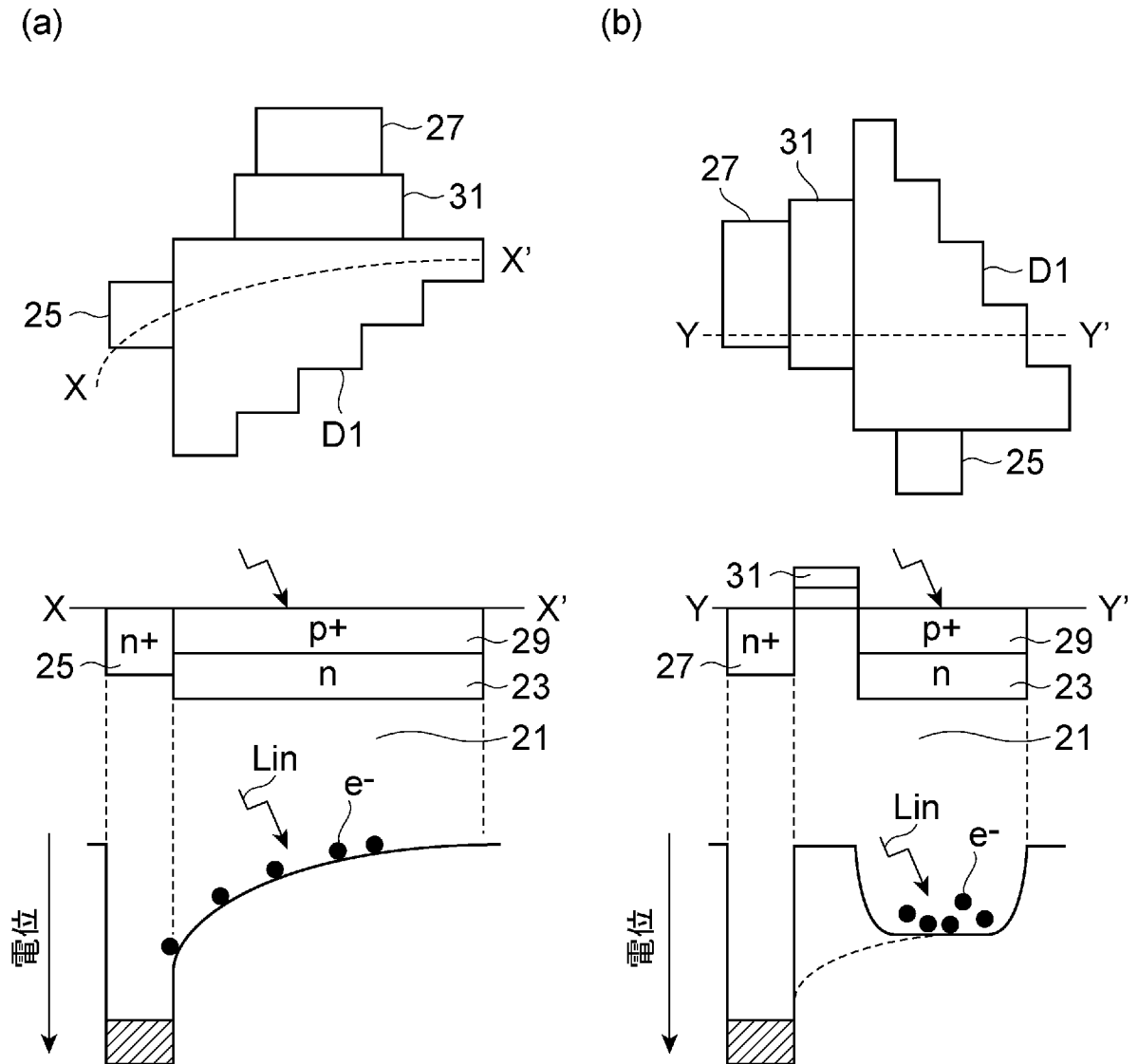
[図3]



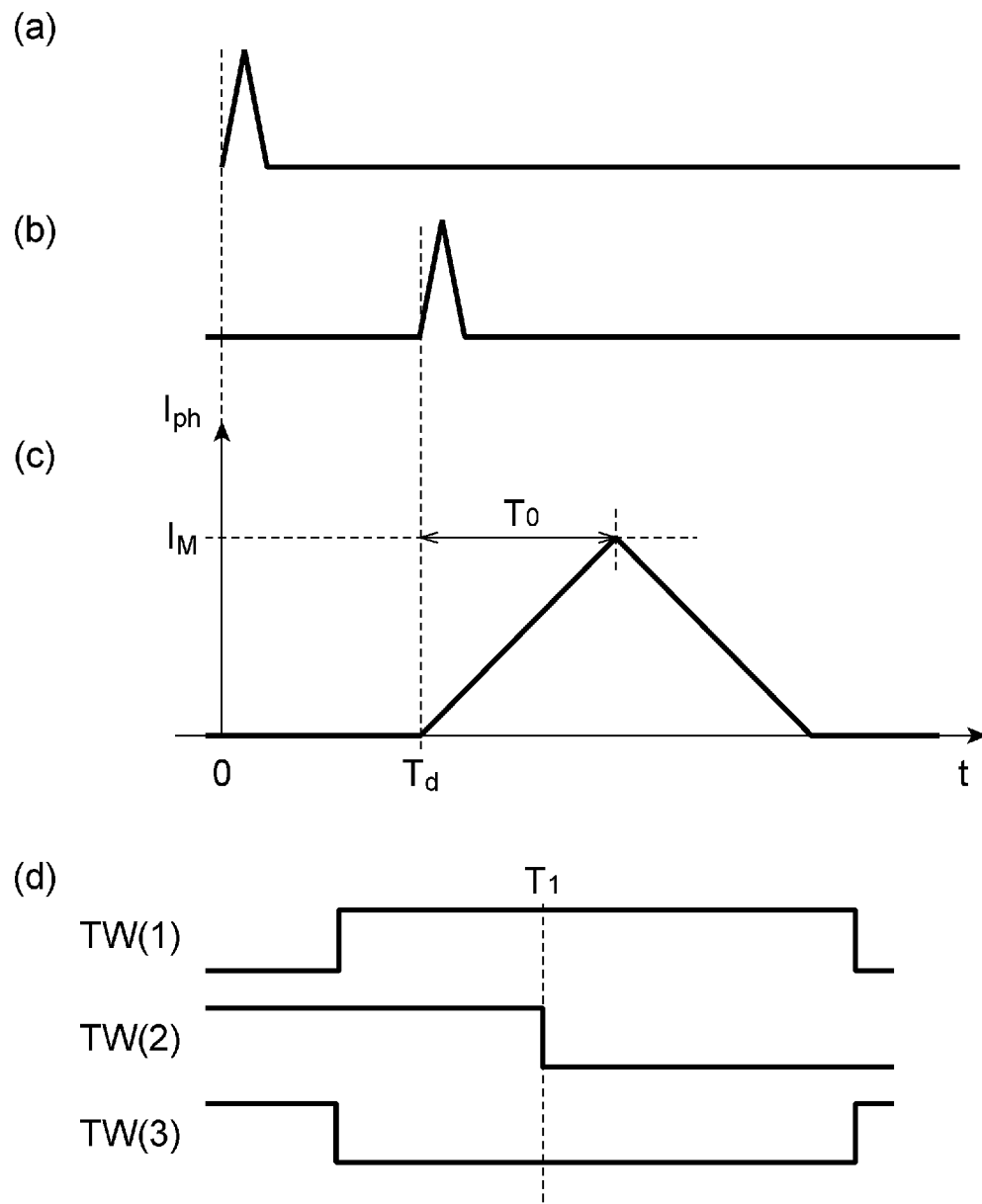
[図4]



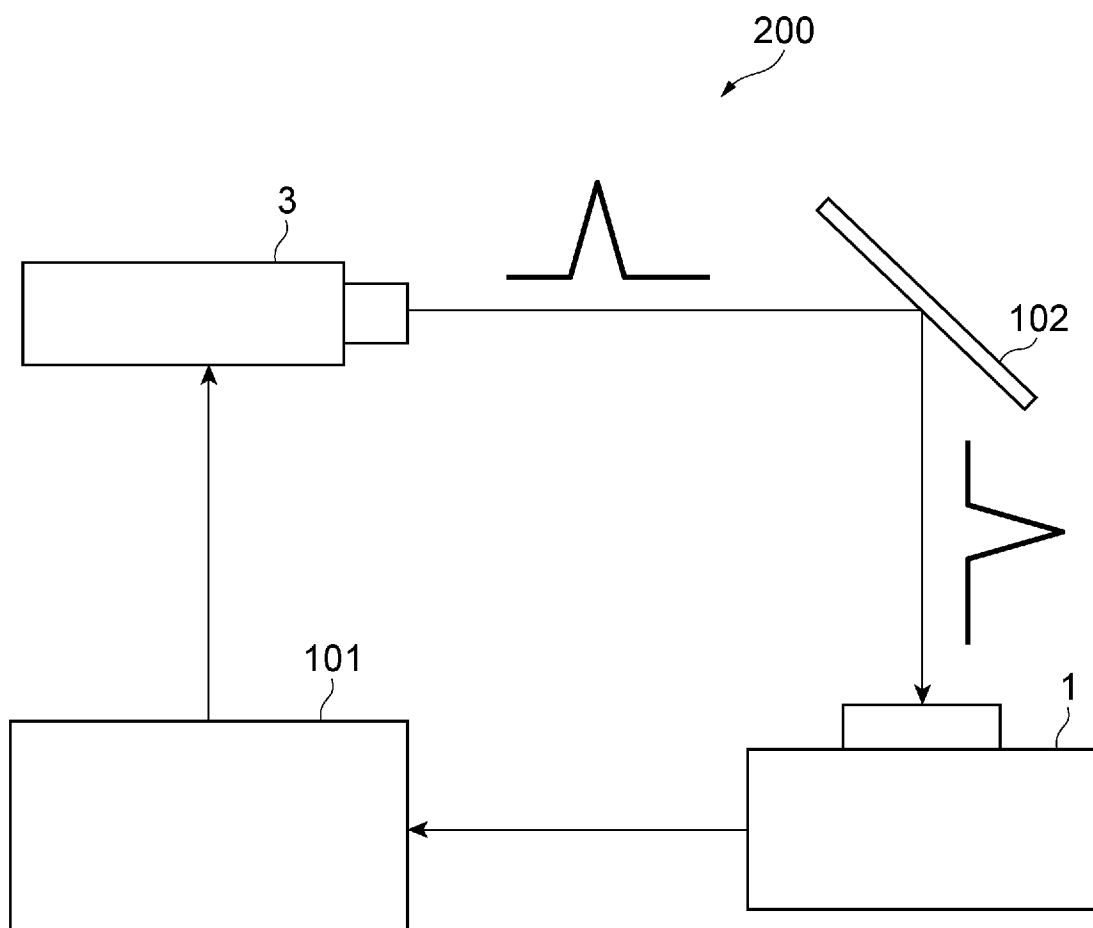
[図5]



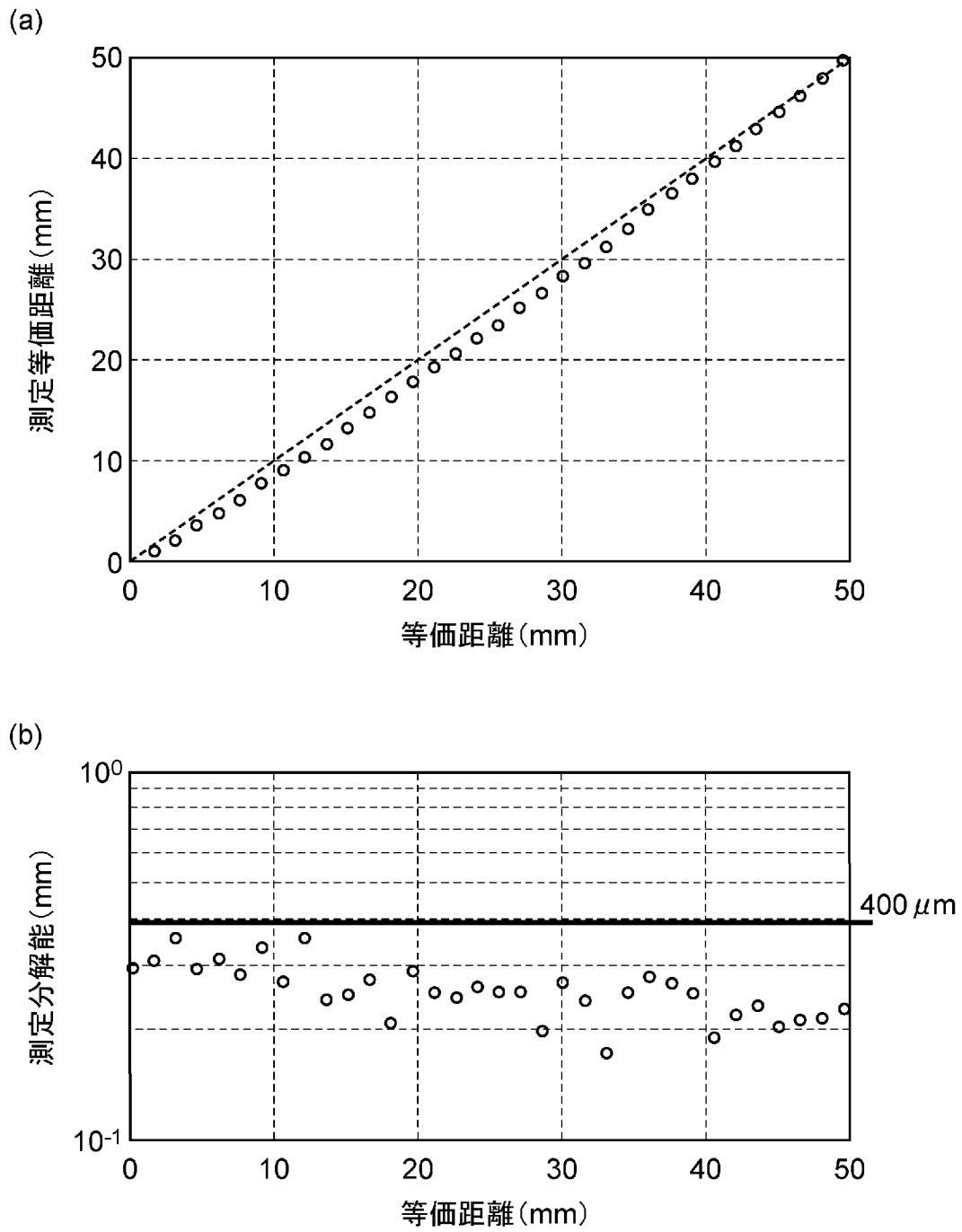
[図6]



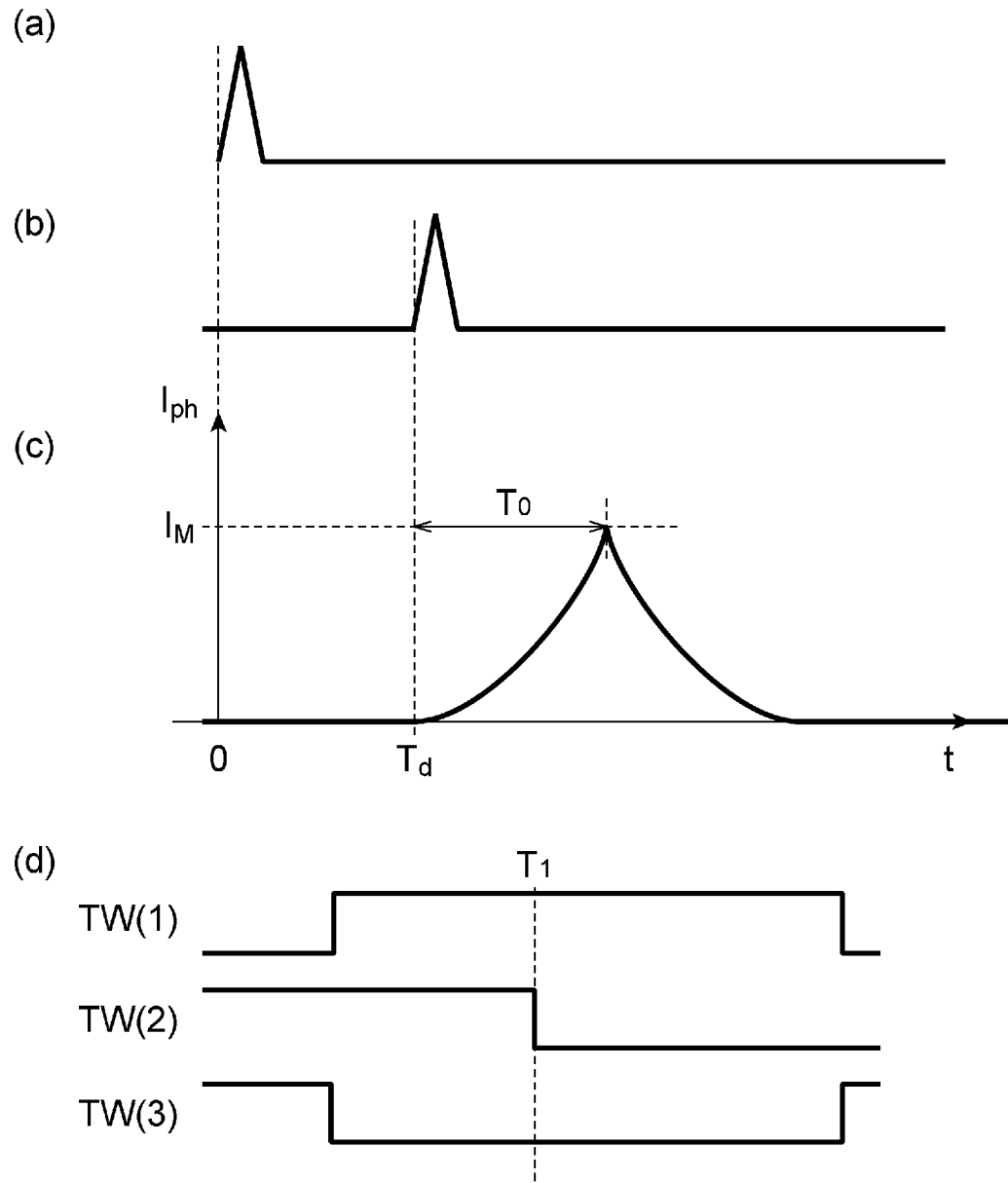
[図7]



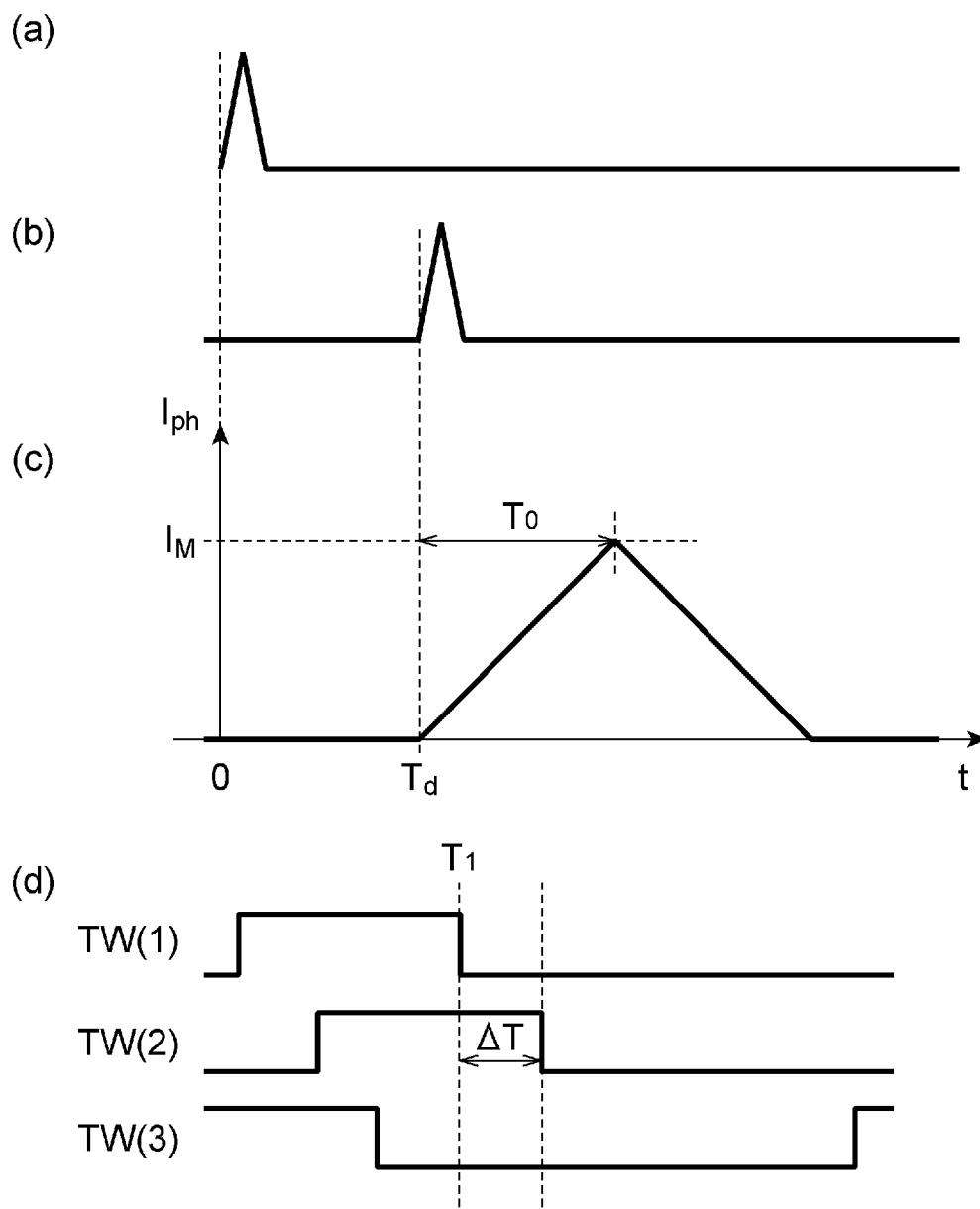
[図8]



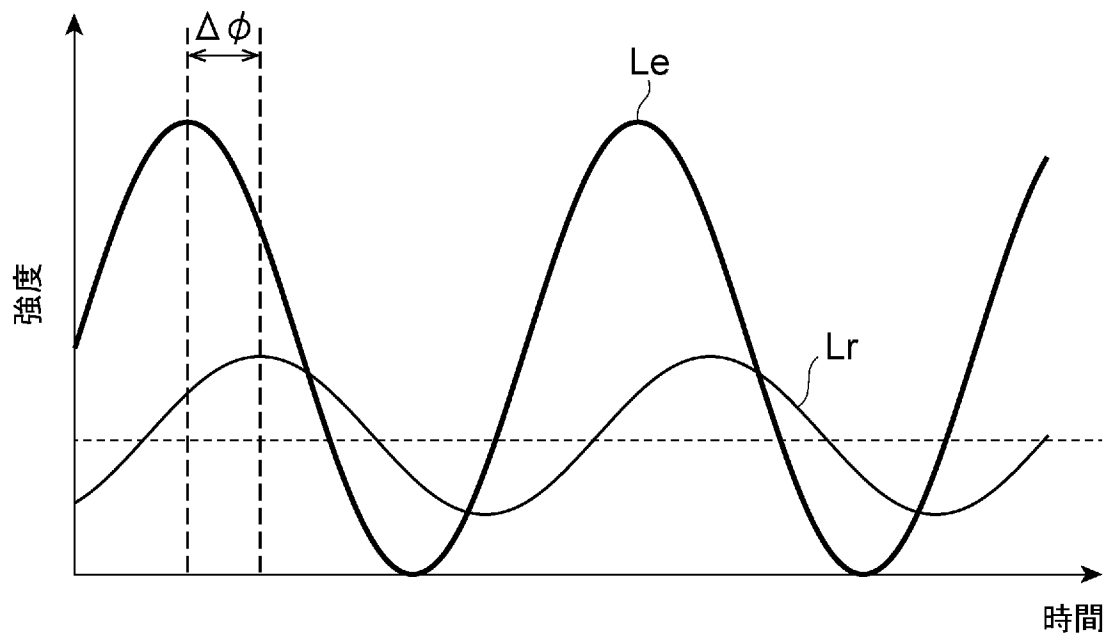
[図9]



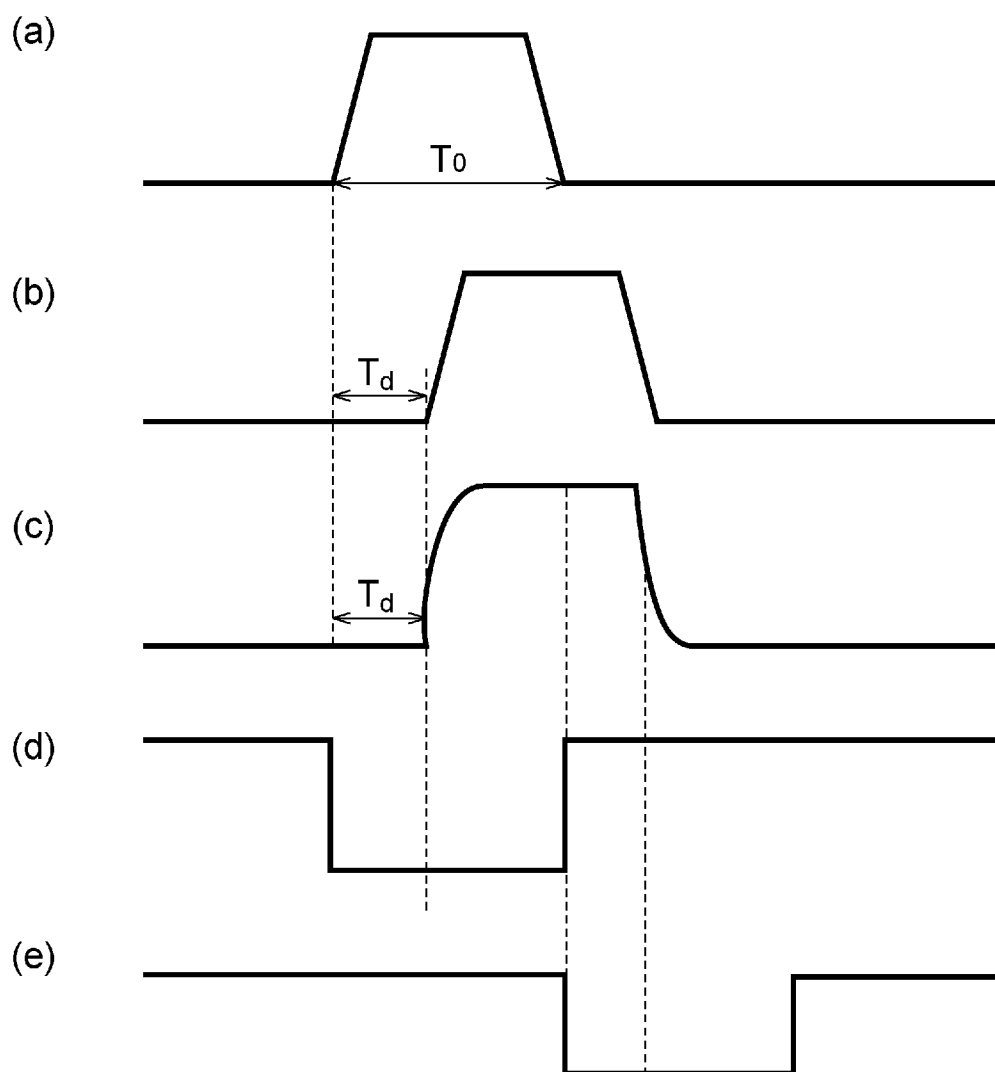
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/059947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S7/483(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S17/10(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)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)
G01S7/48-7/51, G01C3/00-3/32, H01L27/14, 29/76, H04N5/222-5/257, H04N5/30-5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	JP 2012-215481 A (Honda Motor Co., Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	WO 2008/069141 A1 (National University Corporation Shizuoka University), 12 June 2008 (12.06.2008), entire text; all drawings & US 2010/0073541 A1 & WO 2008/069141 A1 & KR 10-2009-0085124 A	1-6
A	JP 2007-121116 A (Sharp Corp.), 17 May 2007 (17.05.2007), entire text; all drawings & US 2007/0097349 A1 & CN 1991407 A	1-6

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 20 June, 2014 (20.06.14)	Date of mailing of the international search report 01 July, 2014 (01.07.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059947

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-217060 A (Honda Motor Co., Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), entire text; all drawings & US 2012/0248290 A1	1-6

特許協力条約

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)

[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 FP14-0162-00	今後の手続きについては、様式PCT/ISA/220 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 5 9 9 4 7	国際出願日 (日.月.年) 0 4 . 0 4 . 2 0 1 4	優先日 (日.月.年) 1 0 . 0 5 . 2 0 1 3
出願人 (氏名又は名称) 国立大学法人静岡大学		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (PCT18条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語に関し、この国際調査は以下のものに基づき行った。

出願時の言語による国際出願

出願時の言語から国際調査のための言語である _____ 語に翻訳された、
この国際出願の翻訳文 (PCT規則12.3(a)及び23.1(b))

b. この国際調査報告は、PCT規則91の規定により国際調査機関が認めた又は国際調査機関に通知された明らかな誤りの訂正を考慮して作成した (PCT規則43.6の2(a))。

c. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでいる (第I欄参照)。

2. 請求の範囲の一部の調査ができない (第II欄参照)。

3. 発明の単一性が欠如している (第III欄参照)。

4. 発明の名称は 出願人が提出したものを承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は 出願人が提出したものを承認する。

第IV欄に示されているように、法施行規則第47条第1項 (PCT規則38.2) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 図面に関して

a. 要約書とともに公表される図は、

第 6 図とする。 出願人が示したとおりである。

出願人は図を示さなかったため、国際調査機関が選択した。

本図は発明の特徴を一層よく表しているため、国際調査機関が選択した。

b. 要約とともに公表される図はない。

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. G01S7/483(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S17/10(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/374(2011.01)i</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. G01S7/48-7/51, G01C3/00-3/32, H01L27/14, 29/76, H04N5/222-5/257, H04N5/30-5/335</p>														
<p>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</p> <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>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014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	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2014年													
日本国実用新案登録公報	1996-2014年													
日本国登録実用新案公報	1994-2014年													
<p>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）</p>														
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-215481 A（本田技研工業株式会社）2012.11.08, 全文全図（ファミリーなし）</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2008/069141 A1（国立大学法人静岡大学）2008.06.12, 全文全図 & US 2010/0073541 A1 & WO 2008/069141 A1 & KR 10-2009-0085124 A</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2007-121116 A（シャープ株式会社）2007.05.17, 全文全図 & US 2007/0097349 A1 & CN 1991407 A</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>			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	A	JP 2012-215481 A（本田技研工業株式会社）2012.11.08, 全文全図（ファミリーなし）	1-6	A	WO 2008/069141 A1（国立大学法人静岡大学）2008.06.12, 全文全図 & US 2010/0073541 A1 & WO 2008/069141 A1 & KR 10-2009-0085124 A	1-6	A	JP 2007-121116 A（シャープ株式会社）2007.05.17, 全文全図 & US 2007/0097349 A1 & CN 1991407 A	1-6
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												
A	JP 2012-215481 A（本田技研工業株式会社）2012.11.08, 全文全図（ファミリーなし）	1-6												
A	WO 2008/069141 A1（国立大学法人静岡大学）2008.06.12, 全文全図 & US 2010/0073541 A1 & WO 2008/069141 A1 & KR 10-2009-0085124 A	1-6												
A	JP 2007-121116 A（シャープ株式会社）2007.05.17, 全文全図 & US 2007/0097349 A1 & CN 1991407 A	1-6												
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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）</p> <p>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「&」同一パテントファミリー文献</p>														
<p>国際調査を完了した日</p> <p>20.06.2014</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>01.07.2014</p>													
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁（ISA/J P）</p> <p>郵便番号100-8915</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官（権限のある職員）</p> <p>目黒 大地</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3258</p>	<table border="1"> <tr> <td>2S</td> <td>5060</td> </tr> </table>	2S	5060										
2S	5060													

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
A	JP 2012-217060 A (本田技研工業株式会社) 2012. 11. 08, 全文全図 & US 2012/0248290 A1	1-6