

(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
2018年1月4日(04.01.2018)



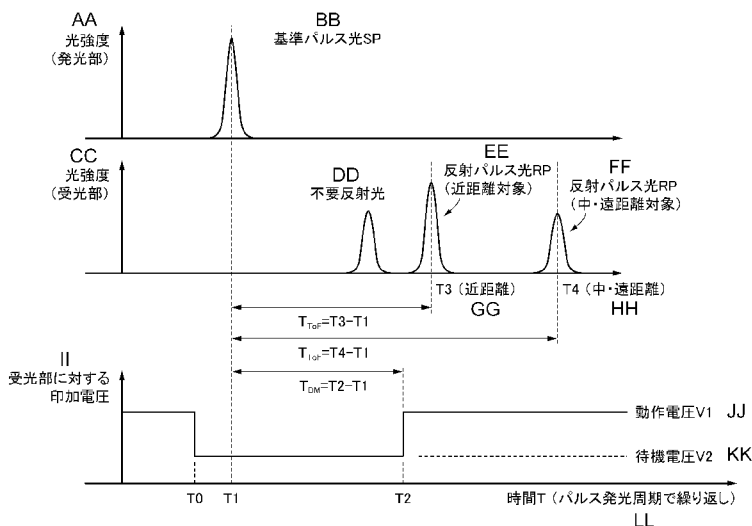
(10) 国際公開番号
WO 2018/003227 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/10 (2006.01) G01C 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/014609
- (22) 国際出願日: 2017年4月10日(10.04.2017)
- (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 2016-126997 2016年6月27日(27.06.2016) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大畑 豊治 (OOHATA, Toyoharu); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 杉浦 正知, 外(SUGIURA, Masatomo et al.); 〒1710022 東京都豊島区南池袋1-1-11 カドラービル402 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, 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, 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,

(54) Title: DISTANCE MEASURING DEVICE AND DISTANCE MEASURING METHOD

(54) 発明の名称: 測距装置および測距方法

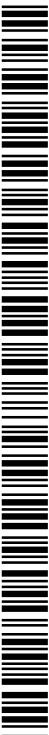
[図7]



- AA... LIGHT INTENSITY (LIGHT EMITTING UNIT)
- BB... REFERENCE PULSED LIGHT SP
- CC... LIGHT INTENSITY (LIGHT RECEIVING UNIT)
- DD... UNNECESSARY REFLECTED LIGHT
- EE... REFLECTED PULSED LIGHT RP (OBJECT AT SHORT DISTANCE)
- FF... REFLECTED PULSED LIGHT RP (OBJECT AT INTERMEDIATE/LONG DISTANCE)
- GG... T3 (SHORT DISTANCE)
- HH... T4 (INTERMEDIATE/LONG DISTANCE)
- II... VOLTAGE APPLIED TO LIGHT RECEIVING UNIT
- JJ... OPERATING VOLTAGE V1
- KK... STANDBY VOLTAGE V2
- LL... TIME T (REPEATED WITH PULSED LIGHT EMISSION PERIOD)

(57) Abstract: Disclosed is a distance measuring device that is provided with a control unit that executes a control to apply, to a light receiving unit, an operating voltage for operating the light receiving unit, said control being performed at second timing after a lapse of a predetermined time from first timing at which a light emitting unit is operated.

(57) 要約: 発光部を動作させる第1タイミングから所定時間、経過した第2タイミングで、受光部を動作させる動作電圧を該受光部に印加する制御を実行する制御部を備える測距装置である。



WO 2018/003227 A1

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)）

明 細 書

発明の名称：測距装置および測距方法

技術分野

[0001] 本開示は、測距装置および測距方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、測定対象物までの距離を測定する測距装置が知られている（例えば下記特許文献1を参照のこと）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-078424号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このような分野では、測距の精度を向上させることが望まれている。

[0005] したがって、本開示は、測距の精度を向上させる測定装置および測距方法を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0006] 上述の課題を解決するために、本開示は、例えば、

発光部を動作させる第1タイミングから所定時間、経過した第2タイミングで、受光部を動作させる動作電圧を該受光部に印加する制御を実行する制御部を備える測距装置である。

[0007] また、本開示は、例えば、

制御部が、発光部を動作させる第1タイミングから所定時間、経過した第2タイミングで、受光部を動作させる動作電圧を該受光部に印加する制御を実行する測距方法である。

発明の効果

[0008] 本開示の少なくとも一つの実施形態によれば、測距の精度を向上させるこ

とができる。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれの効果であってもよい。また、例示された効果により本開示の内容が限定して解釈されるものではない。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本開示の一実施形態に係る測距装置の構成例を説明するためのブロック図である。

[図2]図2は、本開示の一実施形態に係る受光部の構成例を説明するための図である。

[図3]図3は、受光部から出力される受光信号の波形例を示す図である。

[図4]図4は、受光部から出力される受光信号のピーク電圧と遅延時間との関係の一例を説明するための図である。

[図5]図5は、受光部から出力される受光信号のパルス毎の積分値の度数分布の計測例を示す図である。

[図6]図6 A乃至図6 Eは、測距装置において生じ得る測距の誤差等を説明するための図である。

[図7]図7は、本開示の一実施形態に係る測距装置の動作例を説明するための図である。

[図8]図8は、応用例に係る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9]図9は、応用例に係る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

[0010] 以下、本開示の実施形態等について図面を参照しながら説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

<1. 一実施形態>

<2. 変形例>

<3. 応用例>

以下に説明する実施形態等は本開示の好適な具体例であり、本開示の内容

がこれらの実施形態等に限定されるものではない。

[0011] <1. 一実施形態>

「測距装置の構成例」

図1は、本開示の一実施形態に係る測距装置（測距装置1）の構成例を示す。測距装置1は、例えば、測距の一方式であるTOF (Time Of Flight)方式が適用される装置である。TOF方式の一例について概略的に説明する。TOF方式では、距離を測定する対象である測定対象物に対して基準光（参照光）としてのパルス光（以下適宜、基準パルス光と称する）が照射される。基準パルス光が測定対象物により反射され、反射光としてのパルス光（以下適宜、反射パルス光と称する）が受光部で受光される。基準パルス光が出射されてから反射パルス光を受光部が受光するまでに要する時間が光の飛行時間に対応する。この飛行時間に光速 c (m/s)を乗算し、乗算結果に $1/2$ を乗算することで測定対象物までの距離が算出される。以上がTOF方式の一例である。

[0012] 本実施形態に係る測距装置1は、屋内外での様々な環境下における使用を想定して、光学的な部品や走査ミラー等の保護、防汚を目的として、筐体（筐体10）内に各部品を収納している。筐体10は、箱状、円筒状等、任意の形状を取り得るものであり、必ずしも閉空間を形成する必要はなく部分的に開放された形状のものでもよい。筐体10には、後述する発光部が発光した光を透過させるための光学窓11が形成されている。光学窓11を介して出射された光が測定対象物MTに照射されるとともに、測定対象物MTにより反射された光が光学窓11を介して筐体10内に取り込まれる。光学窓11は、光学窓11による反射を減少させるために、出射する光の光軸に対して $5 \sim 10$ 度程度傾けて設けられている。

[0013] 筐体10内の各部について説明する。測距装置1は、制御部21と、発光部（投光部と称される場合もある）22と、受光部23と、信号処理部24と、第1電源回路25と、第2電源回路26と、スイッチング回路27と、ビームスプリッタBSと、走査ミラーSMとを備えている。

- [0014] 制御部21は、CPU(Central Processing Unit)等から構成されており、測距装置1の各部を制御する。制御部21は、例えば、発光部22を発光させるタイミングを制御し、当該タイミングを信号処理部24に供給する。また、制御部21は、例えば、スイッチング回路27を制御することによるスイッチング制御を実行する。
- [0015] 発光部22は、光源として例えばパルスレーザーダイオードと、パルスレーザーダイオードを駆動するドライバ等（これらの図示は省略している）とを備えている。制御部21による制御に応じてドライバが動作し、ドライバが動作することにより、パルスレーザーダイオードから基準パルス光SPが出射される。一例として、発光部22からは、波長830nm（ナノメートル）程度、半値幅300ps（ピコ秒）以下の基準パルス光SPが10MHz（メガヘルツ）の繰り返しをもって出射される。
- [0016] 受光部23は、基準パルス光SPが測定対象物MTにより反射され、光学窓11を介して筐体10内に入射する反射パルス光RPを受光する。受光部23の詳細については後述する。
- [0017] 信号処理部24は、機能ブロックとして例えば、増幅部24aと、計測部24bと、算出部24cとを備えている。増幅部24aは、例えば、受光部23から出力される電圧を所定の増幅率をもって線形（リニア）に増幅する回路である。計測部24bは、増幅部24aから出力される電圧が所定の閾値 V_{th} に達するエッジ点を検出することにより、受光部23が反射パルス光RPを受光した受光タイミングを計測する回路である。計測部24bは、計測した受光タイミングを算出部24cに出力する。本実施形態における計測部24bは、計測したタイミングをデジタル値に変換して出力する時間-デジタル変換器（以下適宜、TDC(Time Digital Converter)と称する）により構成されている。
- [0018] 算出部24cは、マイクロコンピュータやFPGA(Field Programmable Gate Array)等から構成されている。算出部24cは、発光部22を発光（動作）させるタイミングと、計測部24bにより計測された受光タイミングと

に基づいて、測定対象物MTまでの距離を算出する。例えば、発光部22が発光したタイミングと受光タイミングの差を求めることで、発光部22から出射された基準パルス光SPの飛行時間 T_{TOF} を算出し、この飛行時間 T_{TOF} に光速 c を乗算し、その結果に $1/2$ を乗算することで測定対象物MTまでの距離を算出する。なお、距離を算出する処理において、補正処理等のその他の処理が行われてもよい。

[0019] 第1電源回路25は、例えば、受光部23を動作させる直流電圧（以下適宜、動作電圧と称する）を供給する定電圧回路である。第2電源回路26は、例えば、受光部23を動作させない程度の直流電圧（以下適宜、待機電圧と称する）を供給する定電圧回路である。第1、第2電源回路25、26は、電池、キャパシタ等の蓄電素子でもよいし、商用電源等の交流電圧を整流する回路でもよい。また、コンデンサ等を含む電圧を安定化させるための回路が含まれていてもよい。

[0020] スイッチング回路27は、接点27aと、接点27bとを備えている。接点27aが第1電源回路25に接続されている。接点27bが第2電源回路26に接続されている。制御部21による制御に応じて、スイッチの接続箇所が接点27aまたは接点27bに切り替えられる。なお、スイッチが接点27aおよび接点27bのいずれにも接続されていない状態があってもよい。

[0021] ビームスプリッタBSは、光路を分岐させる。ビームスプリッタBSにより、発光部22から出射された基準パルス光SPが光学窓11に導かれる。また、ビームスプリッタBSにより、測定対象物MTにより反射された反射パルス光RPが受光部23に導かれる。

[0022] 走査ミラーSMは、例えばポリゴンミラーやガルバノスキャナミラー等の可動鏡から構成されており、発光部22から繰り返し出射される基準パルス光SPを例えば上下左右の2次元方向に走査する。走査ミラーSMにより広範囲の測距が可能となる。なお、限られた1点の測距を行う場合には、走査ミラーSMは必ずしも必要ではない。

[0023] 「受光部について」

次に、受光部23の一例について詳細に説明する。本実施形態では、受光部23の一例として、マルチピクセル型のSPAD (Single Photon Avalanche Diode)を使用している。図2に示すように、受光部23は、複数の受光素子232から構成されている。受光素子232は、アバランシェフォトダイオード232aと、アバランシェフォトダイオード232aに直列に接続されたクエンチング抵抗232bとから成る。すなわち、受光部23は、1個の受光素子（1個のSPAD）232を基本単位とし、複数の受光素子232が2次元に電氣的に接続（例えば、並列接続）された構成（マルチピクセル型）を成している。

[0024] また、受光部23は、その出力側に接続される抵抗233を備えている。抵抗233により受光部23から出力される電流信号が電圧信号に変換される。複数の受光素子232と抵抗233との間の接続点AAに対して後段の信号処理部24が接続されており、信号処理部24に対して受光部23から出力される電圧信号が供給される。

[0025] 上述したように、受光部23に対して、第1、第2電源回路25、26の一方が接続される。第1電源回路25は、例えば、受光部23に当該受光部23の動作電圧を印加するための電源251と、電源電圧を安定化するための、抵抗252aおよびコンデンサ252bから成る平滑回路252とを備えている。また、第2電源回路26は、例えば、受光部23に当該受光部23の待機電圧を印加するための電源261と、電源電圧を安定化するための、抵抗262aおよびコンデンサ262bから成る平滑回路262とを備えている。なお、第1、第2電源回路25、26の構成が異なってもよい。

[0026] 受光部23において生じるアバランシェ現象について説明する。なお、説明の便宜を考慮して、1個の受光素子232を例にして説明するが、他の受光素子についても同様の現象が生じる。アバランシェフォトダイオード232aに対してブレークダウン電圧（降伏電圧）以上の逆電圧を印加された状

態でフォトン（光子）が入射すると、アバランシェフォトダイオード 232 a は電子正孔対を生成し電子と正孔とが各々高電界で加速されて次々と雪崩のように新たな電子正孔対を生成する。この現象がアバランシェ現象と称される。なお、アバランシェ現象は、アバランシェ増幅やアバランシェ増倍と称されることもある。アバランシェフォトダイオード 232 a は、単一のフォトンを受光するとアバランシェ増倍を起こし、 $10^5 \sim 10^6$ の増倍率でアバランシェ電流を発生する。一方で、アバランシェフォトダイオード 232 a に対してブレークダウン電圧未満の逆電圧が印加された状態でフォトンが入射しても、アバランシェ現象は生じない。

[0027] アバランシェフォトダイオード 232 a は、アバランシェ現象が生じている間、換言すれば、信号（以下適宜、受光信号と称する）を出力した後、内部の空乏層にかかる電圧が計測可能な状態までの電圧に戻るまでの間は、別のフォトンを受光しても反応しない若しくは光入力に対する感度が低下した状態になる。この不感期間（回復時間や再充電期間とも称される）は、波形としてみれば受光信号のレベルが指数関数的に減少していき所定レベル（例えば、閾値 V_{th} ）以下まで低下する期間であり、一般に数 ns（ナノ秒）～数十 ns 程度である。

[0028] アバランシェフォトダイオード 232 a に対する印加電圧を降伏電圧まで下げることによりアバランシェ現象を止めることができる。この機能は、アバランシェフォトダイオード 232 a に直列に接続されたクエンチング抵抗 232 b により実現することができ、アバランシェ電流によるクエンチング抵抗 232 b の端子間の電圧上昇によってバイアス電圧が降下してアバランシェ電流が止まる。

[0029] 図 3 は、受光部 23 から出力される受光信号の理想的な波形を示している。図 3 において、横軸は時間を示しており、縦軸は電圧を示している。なお、実際の波形は図示した波形に熱的な要因等によるパルス状またはランダムなノイズ波形がのった状態になる。

[0030] 受光部 23 からの受光信号は、フォトンを受光すると急峻な立ち上がりを

示し、レベルがピーク電圧（以下適宜、波高値とも称する）に達した後、指数関数的にレベルが減少する。ブレイクダウン電圧以上の逆バイアス電圧が印加された受光部 23 では個々の受光素子 232 内のアバランシェフォトダイオード 232a が一度に 1 個の光子検出により決まった波形・ピーク電圧の電流パルスを出し、全受光素子の合計電流が受光部 23 の出力端子から出力される。この信号を抵抗 233 に通すことにより受光部 23 からの受光信号を電圧信号として取り扱うことができる。

[0031] 図 3 に例示するように、受光部 23 が受光した光子数（光子数）に応じて、波高値および波形を積分した積分値が離散化される。換言すれば、受光部 23 からの受光信号の波高値を得ることで受光部 23 が受光した光子数を得ることができる。

[0032] 図 4 は、受光信号のピーク電圧 V_p と立ち上がり開始から閾値 V_{th} での検出までの遅延時間 t_d との関係を示した図である。図 4 において、横軸は受光光子数に応じて離散化された受光信号のピーク電圧または受光信号の電圧を積分した積分値を示しており、縦軸は遅延時間 t_d を示している。図 4 では、受光信号の離散化に伴って遅延時間 t_d も離散化されることが示されている。また、図 4 では、ピーク電圧 V_p やその時間積分値の離散化間隔は検出光子数 1 個の増分に対応して一定であり、微弱信号ほど遅延時間 t_d の離散化間隔が大きくなることが示されている。

[0033] 実際には受光信号およびその増幅信号には熱雑音等のアナログ的なノイズが含まれるが、受光素子 232 での電流増倍作用により高い S/N (Signal-to-Noise Ratio) を示す。このため、ノイズによる信号の変動幅よりも検出光子数毎の離散化間隔のほうが大きい値となり、受光信号のパルスピーク値や積分値の度数分布を計測すると、図 5 に示すように検出光子数に対応した値のところに極大値をもつヒストグラムが得られる。

[0034] すなわち、受光部 23 として例えばマルチピクセル型の SPAD を用いることで、微弱な光を受光した場合でも高い S/N の信号を得ることができる。さらに、受光部 23 からの受光信号をピーク電圧等に応じて離散化した信

号として取り扱うことが可能となる。そして、受光信号のピーク電圧または積分値を検出する回路を用いその出力から整数単位のフォトン数を計数し、そのフォトン数に応じたデジタル信号を出力することができる。

[0035] なお、ブレイクダウン電圧は、受光部 23 の構成（受光素子 232 の接続数）等に応じて異なるが、例えば、30～70V の範囲内である。第 1 電源回路 25 は、動作電圧として例えば（ブレイクダウン電圧＋オーバー電圧）の電圧を受光部 23 に印加する。また、第 2 電源回路 26 は、待機電圧として例えば（ブレイクダウン電圧－オーバー電圧）の電圧を受光部 23 に印加する。オーバー電圧は、例えば、数 V 程度に設定される。

[0036] 「測距の誤差等について」

次に、上述した構成を有する測距装置 1 において起こり得る測距の誤差等について図 6 A 乃至図 6 E を参照して説明する。図 6 の各図において、横軸は時間軸を示し、縦軸は SPAD からなる受光部 23 の受光信号の電圧レベル（信号強度）を示しており、各図において、受光信号の波形が模式的に示されている。また、図 6 の各図において、タイミング T_a は、発光部 22 から基準パルス光 SP が出射されたタイミングを示している。なお、本例では、図示されている受光信号は、受光部 23 の増幅部 24 a による増幅処理がなされた後の信号として説明する。また、受光部 23 が第 1 電源回路 25 に接続され、受光部 23 には動作電圧が印加されているものとして説明する。

[0037] 図 6 A は、測定対象物 MT が測距装置 1 に対して比較的、近距離（例えば、10cm～1m 程度）に位置する場合を示している。測定対象物 MT により反射された反射パルス光 RP が受光部 23 に入射し、受光信号のレベルが閾値 V_{th} を超えたタイミングである受光タイミング T_b が計測部 24 b により計測される。算出部 24 c は、タイミングの差分（ $T_b - T_a$ ）を算出して、その結果に光速 c および $1/2$ を乗算して測定対象物 MT までの距離を算出する。

[0038] 図 6 B は、測定対象物 MT が測距装置 1 に対して比較的、遠距離に位置する場合を示している。測定対象物 MT により反射された反射パルス光 RP が

受光部 2 3 に入射し、受光部 2 3 が閾値 V_{th} を超えたタイミングである受光タイミング T_c が計測部 2 4 b により計測される。なお、図 6 B の例は測定対象物 M T が測距装置 1 に対して比較的、遠距離に位置する場合であるので、受光タイミング T_c は受光タイミング T_b よりも時間的に後のタイミングである。算出部 2 4 c は、タイミングの差分 ($T_c - T_a$) を算出して、その結果に光速 c および $1/2$ を乗算して測定対象物 M T までの距離を算出する。

[0039] ところで、測距装置 1 の光学窓 1 1 には、汚れ、ゴミ、傷等（以下、汚れ等と総称する）が付着する場合がある。測距装置 1 を使用した測距の際に、汚れ等の付着した表面を基準パルス光 S P が通過する場合に光が散乱され、その一部が散乱迷光 S L として反射光の検出光路を通過して受光部 2 3 に入射する。図 6 C は、この場合の受光部 2 3 からの受光信号の例を示している。発光部 2 2 から基準パルス光 S P が出射された後、すぐに散乱迷光 S L が受光部 2 3 に入射する。

[0040] 本例では受光部 2 3 に動作電圧が印加されているので、散乱迷光 S L が受光部 2 3 に入射するとアバランシェ現象が生じ、受光部 2 3 から受光信号が出力する。そして、受光信号のレベルが指数関数的に減少する不感期間となる。

[0041] 仮に、図 6 D に示すように、測定対象物 M T が比較的、遠距離に位置し、不感期間後、換言すれば、散乱迷光 S L により生じた受光信号のレベルが閾値 V_{th} より低下した後に、測定対象物 M T による反射パルス光 R P が受光部 2 3 に入射した場合には、図 6 B に示した場合と同様にして測定対象物 M T までの距離を適切に算出することができる。

[0042] しかしながら、図 6 E に示すように、不感期間内に当該不感期間に相当する距離（例えば、10 cm ~ 1 m 前後）に位置する測定対象物 M T からの反射パルス光 R P が受光部 2 3 に入射しても受光部 2 3 から適切な受光信号が得られなくなる。すなわち、受光信号のレベルが閾値 V_{th} 以上のレベルの範囲内で変動する状態となり、反射パルス光 R P を受光したことにより生じる受

光信号のレベルが閾値 V_{th} を超えた受光タイミングを検出することができない。このため、測定対象物 MT までの距離を適切に算出することが困難となる。なお、図 6 E に示すように、不感期間内でもアバランシェ現象は起きないものの、受光部 23 は、入射する反射パルス光 RP により僅かなレベルの信号を出力する場合もあるが、この場合でも上述した理由により測定対象物 MT までの距離を適切に算出することが困難となる。

[0043] このように、光学窓 11 に付着した汚れ等に起因して、測距装置 1 に対して近距離に位置する測定対象物 MT 等に対する距離を検知不能になる問題や、大きな検知誤差が生じる問題が生じ得る。以下、これらの問題点にも対応可能とされた測距装置 1 の動作例について説明する。

[0044] 「測距装置の動作例」

図 7 は、測距装置 1 の動作例を説明するための図である。制御部 21 は、発光部 22 を例えばタイミング T_1 で駆動する制御を実行する。なお上述したように、本実施形態では、制御部 21 は、一定の周期でもって発光部 22 を繰り返し駆動する。少なくとも発光部 22 を動作させるタイミング T_1 では、制御部 21 は、スイッチが接点 27b に接続されるようにスイッチング回路 27 を制御する。これにより、受光部 23 には、待機電圧 V_2 が印加される。なお、本実施形態では、スイッチング動作の遅延等を考慮して、タイミング T_1 より時間的に前のタイミング T_0 でスイッチング制御が行われるようにしているが、タイミング T_1 でスイッチング制御が行われてもよい。

[0045] 制御部 21 は、少なくともタイミング T_1 から所定時間、経過したタイミング T_2 までの期間（以下適宜、非動作期間 T_{DM} と称する）は、受光部 23 に待機電圧 V_2 が印加される制御を実行する。すなわち、制御部 21 は、非動作期間 T_{DM} の間は、スイッチが接点 27b に接続される制御を実行する。非動作期間 T_{DM} は、所定の距離に基づいて設定される。所定の距離は、例えば、発光部 22 と光学窓 11 との間の光学的な距離（光路の長さ）である。非動作期間 T_{DM} は、この光学的な距離の 2 倍を光速 c で除算した時間程度で設定すればよい。これにより、光学窓 11 の汚れ等による散乱迷光 SL が受光部 23

に入射してもアバランシェ現象が起きず誤った測距がなされることを防止することができる。

[0046] 所定の距離は、測距装置 1 による測距が可能な最短測定距離若しくは測距装置 1 に設定されている最短測定距離でもよい。例えば、最短測定距離が 15 cm であるとするとき当該位置にある測定対象物 MT による反射パルス光 RP が受光部 23 により受光されるまでの時間は、およそ 1 ns 程度である。すなわち、これ以前に受光部 23 に入射し得るのは、散乱迷光 SL と考えることができるので、この期間を非動作期間 T_{DM} としてもよい。これらを踏まえて、具体例として、非動作期間 T_{DM} は 0.5 ns ~ 2 ns の範囲内で設定される。

[0047] 制御部 21 は、非動作期間 T_{DM} が経過するタイミング T2 で、スイッチが接点 27a に接続されるようにスイッチング回路 27 を制御する。これにより、受光部 23 には、動作電圧 V1 が印加される。そして、受光部 23 には、測定対象物 MT による反射パルス光 RP が入射され、受光部 23 から受信信号が出力される。受光部 23 からの受信信号が信号処理部 24 に供給される。受信信号が増幅部 24a により増幅された後、計測部 24b により受信タイミングが計測される。図 7 では、測定対象物 MT が測距装置 1 に対して近距離にある場合の受信タイミング T3 と、測定対象物 MT が測距装置 1 に対して中・遠距離にある場合の受信タイミング T4 とが例示されている。

[0048] 算出部 24c は、タイミング T1 と受信タイミング T3 (受信タイミング T4 でもよい) との差分等を求めることにより、基準パルス光 SP の飛行時間 T_{TOF} を算出する。そして、算出部 24c は、飛行時間 T_{TOF} に対して光速 c および $1/2$ を乗算して測定対象物 MT までの距離を算出する。なお、図示等は省略しているが、算出された測定対象物 MT までの距離を示す距離データが他の装置に伝送され、当該装置のアプリケーションに応じた使用がなされる。

[0049] そして、制御部 21 は、次の周期の発光のタイミング T1 の直前 (タイミング T0) でスイッチング制御を実行し、スイッチを接点 27a から接点 2

7bに切り替える。これにより、受光部23には待機電圧V2が印加される。

[0050] 以上説明した一実施形態によれば、散乱迷光が受光部に入射する可能性がある期間、受光部には動作電圧ではなく待機電圧を印加する構成とした。これにより、散乱迷光SLが入射することにより、本来、測定すべき時間帯以前に受光部から不要な受光信号が出力されてしまうことを防止できる。また、近距離に位置する測定対象物に対する測距を適切に行うことができ、測距の精度を向上させることができる。

[0051] <2. 変形例>

以上、本開示の複数の実施形態について具体的に説明したが、本開示の内容は上述した実施形態に限定されるものではなく、本開示の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

[0052] 本開示の測距装置は、測距装置単体としてではなく、各種の機器に組み込まれて使用されてもよい。例えば、プロジェクタ装置に測距装置が組み込まれてもよい。そして、投影面である壁面の各点に対して測距がなされるようにし、当該壁面の凹凸を識別するようにしてもよい。識別した壁面の凹凸に応じて投影画像の画像データの全体または一部に補正処理（コントラスト改善処理や色調改善処理等）が行われてもよい。また、本開示の測距装置は、ゲーム機器、撮像装置、スマートフォン、携帯電話、パーソナルコンピュータ等の各種の電子機器にも適用可能である。

[0053] 本開示の測距装置は、歩行者や障害物等までの距離を検知し、距離に応じてブレーキを作動させる安全装置にも適用可能である。すなわち、本開示の測距装置は、このような安全装置が使用され得る自動車、電車、飛行機、ヘリコプター、小型飛行体等の移動体にも適用可能である。また、本開示の測距装置は、ロボット（接客用ロボットや災害救助用ロボット、掃除用ロボット等）や防犯装置にも適用可能である。

[0054] 測距装置が他の装置に組み込まれる場合には、測距装置の構成が当該他の装置の構成と共通化されてもよい。例えば、測距装置が自動車に適用される

場合には、電源回路として自動車のバッテリーの一部が使用されてもよいし、発光部として自動車のLED (Light Emitting Diode)等のヘッドライトが使用されてもよい。

[0055] 上述した一実施形態では、測距装置が2つの電源回路を備える構成について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、測距装置が、受光部に動作電圧を印加するための1つの電源回路のみを備えるようにしてもよい。この構成の場合には、非動作期間には、受光部が当該電源回路に接続されない（電圧が印加されない）制御が行われる。

[0056] 受光部としてSPADを使用した場合には、オーバー電圧の大きさに応じて受光部の感度が変化する。一般には、オーバー電圧が大きくなるほど、暗電流等のノイズ成分に比べて検出光子1個当たりの出力電流が大きくなり受光部の感度が向上する。測距装置が、動作電圧におけるオーバー電圧が異なる複数の電源回路を備える構成でもよい。そして、用途に応じて動作電圧を印加するための電源回路を切り替え、受光部の感度を可変できる構成が採用されてもよい。

[0057] 上述した測距装置の構成は適宜、変更することができる。例えば、測距装置は、受光部や発光部の少なくとも一方を備える構成でもよい。また、測距装置が、信号処理部と、第1電源回路と、第2電源回路と、スイッチング回路とを備える構成でもよい。また、信号処理部の一部の機能（例えば、算出部の機能）を測距装置と異なる他の装置が有するようにし、当該他の装置が測定対象物までの距離を算出する処理を行うようにしてもよい。

[0058] 上述した一実施形態における測距装置が他の装置に組み込まれて使用される場合には、筐体がなくてもよい。受光部を構成する受光素子は、SPADに限定されることはなく、例えば不感期間を有する他の受光素子を適用することができる。受光部に適用されるSPADの個数や接続態様は適宜、変更できる。SPADに接続されるクエンチング抵抗は、抵抗に限らずトランジスタ等の他の回路素子でもよい。計測部は、TDCに限定されることはなく、例えば、所定の波形の減衰波形と、当該所定の波形を遅延反転させた波形

とを足し合わせてゼロクロス点を検出するCFD (Constant Fraction Discriminator)等でもよい。ビームスプリッタに代えてハーフミラー等が使用されてもよい。上述した一実施形態において、非動作期間若しくは受光部に待機電圧が印加される期間は、信号処理部が動作しない、すなわち、増幅処理や受光タイミング計測処理、距離算出処理等が行われなないようにしてもよい。

[0059] 測距装置が、光学窓の汚れ等に起因する散乱迷光が生じるか否かの確認処理を行うようにしてもよい。例えば、測距装置若しくは測距装置が組み込まれる機器の起動時に、受光部に動作電圧を印加した状態で発光部から基準パルスを出射し、非動作期間に相当する期間に受光部に散乱迷光が入射するか否かを制御部が判断するようにしてもよい。そして、散乱迷光が受光部に入射した場合に、一実施形態で説明した処理が行われ、散乱迷光が受光部に入射しない場合には、光学窓に測距に影響を与える程の汚れ等がないものとして、例えば、受光部に常に動作電圧をする処理が行われるようにしてもよい。

[0060] 上述の実施形態において挙げた構成、方法、工程、形状、材料および数値などはあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる構成、方法、工程、形状、材料および数値などを用いてもよい。また、本開示は、装置、方法、複数の装置からなるシステム等により実現することができ、実施形態および変形例で説明した事項は、技術的な矛盾が生じない限り相互に組み合わせることができる。

[0061] なお、本開示は、以下のような構成も取ることができる。

(1)

発光部を動作させる第1タイミングから所定時間、経過した第2タイミングで、受光部を動作させる動作電圧を該受光部に印加する制御を実行する制御部を備える測距装置。

(2)

前記所定時間は、所定の距離に基づいて設定される時間である

(1)に記載の測距装置。

(3)

前記所定の距離は、最短測定距離または前記発光部と光学窓との間の距離である

(2)に記載の測距装置。

(4)

前記所定時間は、 $0.5\text{ ns} \sim 2\text{ ns}$ の範囲内である

(1)乃至(3)の何れかに記載の測距装置。

(5)

少なくとも、前記動作電圧を前記受光部に印加する第1電源回路および前記動作電圧より低い待機電圧を前記受光部に印加する第2電源回路と、

前記第1電源回路と前記第2電源回路とを切り替えるスイッチング部とを備え、

前記制御部は、前記第2タイミングで、前記スイッチング部に対して前記第2電源回路から前記第1電源回路に切り替える制御を実行するように構成された

(1)乃至(4)の何れかに記載の測距装置。

(6)

前記制御部は、前記第1タイミングまたはそれ以前に、前記スイッチング部に対して前記第1電源回路から前記第2電源回路に切り替える制御を実行するように構成された

(5)に記載の測距装置。

(7)

前記第1タイミングと、前記発光部から出射した基準光が測定対象物によって反射した反射光を受光した第3タイミングとに基づいて、前記測定対象物までの距離を算出する算出部を備える

(1)乃至(6)の何れかに記載の測距装置。

(8)

前記算出部は、待機電圧が前記受光部に印加される期間は、距離を算出す

る処理を実行しないように構成された

(7)に記載の測距装置。

(9)

前記受光部および前記発光部の少なくとも一方を備える

(1)乃至(8)の何れかに記載の測距装置。

(10)

SPADにより構成されて成る前記受光部を備える

(1)乃至(8)の何れかに記載の測距装置。

(11)

制御部が、発光部を動作させる第1タイミングから所定時間、経過した第2タイミングで、受光部を動作させる動作電圧を該受光部に印加する測距方法。

[0062] <3. 応用例>

本開示に係る技術は、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、建設機械、農業機械（トラクター）など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。

[0063] 図8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7000の概略的な構成例を示すブロック図である。車両制御システム7000は、通信ネットワーク7010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8に示した例では、車両制御システム7000は、駆動系制御ユニット7100、ボディ系制御ユニット7200、バッテリー制御ユニット7300、車外情報検出ユニット7400、車内情報検出ユニット7500、及び統合制御ユニット7600を備える。これらの複数の制御ユニットを接続する通信ネットワーク7010は、例えば、CAN (Controller Area Network)、LIN (Local Interconnect Network)、LAN (Local Area Network) 又はFlexRay (登録商標) 等

の任意の規格に準拠した車載通信ネットワークであってよい。

[0064] 各制御ユニットは、各種プログラムにしたがって演算処理を行うマイクロコンピュータと、マイクロコンピュータにより実行されるプログラム又は各種演算に用いられるパラメータ等を記憶する記憶部と、各種制御対象の装置を駆動する駆動回路とを備える。各制御ユニットは、通信ネットワーク7010を介して他の制御ユニットとの間で通信を行うためのネットワークI/Fを備えるとともに、車内外の装置又はセンサ等との間で、有線通信又は無線通信により通信を行うための通信I/Fを備える。図8では、統合制御ユニット7600の機能構成として、マイクロコンピュータ7610、汎用通信I/F7620、専用通信I/F7630、測位部7640、ビーコン受信部7650、車内機器I/F7660、音声画像出力部7670、車載ネットワークI/F7680及び記憶部7690が図示されている。他の制御ユニットも同様に、マイクロコンピュータ、通信I/F及び記憶部等を備える。

[0065] 駆動系制御ユニット7100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7100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。駆動系制御ユニット7100は、ABS (Anti-lock Brake System) 又はESC (Electronic Stability Control) 等の制御装置としての機能を有してもよい。

[0066] 駆動系制御ユニット7100には、車両状態検出部7110が接続される。車両状態検出部7110には、例えば、車体の軸回転運動の角速度を検出するジャイロセンサ、車両の加速度を検出する加速度センサ、あるいは、アクセルペダルの操作量、ブレーキペダルの操作量、ステアリングホイールの操舵角、エンジン回転数又は車輪の回転速度等を検出するためのセンサのうちの少なくとも一つが含まれる。駆動系制御ユニット7100は、車両状態

検出部 7110 から入力される信号を用いて演算処理を行い、内燃機関、駆動用モータ、電動パワーステアリング装置又はブレーキ装置等を制御する。

[0067] ボディ系制御ユニット 7200 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 7200 は、キーレスエントリーシステム、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мп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 7200 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 7200 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。

[0068] バッテリ制御ユニット 7300 は、各種プログラムにしたがって駆動用モータの電力供給源である二次電池 7310 を制御する。例えば、バッテリ制御ユニット 7300 には、二次電池 7310 を備えたバッテリ装置から、バッテリ温度、バッテリ出力電圧又はバッテリの残存容量等の情報が入力される。バッテリ制御ユニット 7300 は、これらの信号を用いて演算処理を行い、二次電池 7310 の温度調節制御又はバッテリ装置に備えられた冷却装置等の制御を行う。

[0069] 車外情報検出ユニット 7400 は、車両制御システム 7000 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 7400 には、撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 のうちの少なくとも一方が接続される。撮像部 7410 には、ToF (Time of Flight) カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラ及びその他のカメラのうちの少なくとも一つが含まれる。車外情報検出部 7420 には、例えば、現在の天候又は気象を検出するための環境センサ、あるいは、車両制御システム 7000 を搭載した車両の周囲の他の車両、障害物又は歩行者等を検出するための周囲情報検出センサのうちの少なくとも一つが含まれる。

[0070] 環境センサは、例えば、雨天を検出する雨滴センサ、霧を検出する霧セン

サ、日照度合いを検出する日照センサ、及び降雪を検出する雪センサのうちの少なくとも一つであってよい。周囲情報検出センサは、超音波センサ、レーダ装置及びLIDAR (Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging) 装置のうちの少なくとも一つであってよい。これらの撮像部7410及び車外情報検出部7420は、それぞれ独立したセンサないし装置として備えられてもよいし、複数のセンサないし装置が統合された装置として備えられてもよい。

[0071] ここで、図9は、撮像部7410及び車外情報検出部7420の設置位置の例を示す。撮像部7910, 7912, 7914, 7916, 7918は、例えば、車両7900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のうちの少なくとも一つ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7910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7918は、主として車両7900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7912, 7914は、主として車両7900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7916は、主として車両7900の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部7918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。

[0072] なお、図9には、それぞれの撮像部7910, 7912, 7914, 7916の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲aは、フロントノーズに設けられた撮像部7910の撮像範囲を示し、撮像範囲b, cは、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部7912, 7914の撮像範囲を示し、撮像範囲dは、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部7916の撮像範囲を示す。例えば、撮像部7910, 7912, 7914, 7916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7900を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0073] 車両7900のフロント、リア、サイド、コーナ及び車室内のフロントガ

ラスの上部に設けられる車外情報検出部7920, 7922, 7924, 7926, 7928, 7930は、例えば超音波センサ又はレーダ装置であってよい。車両7900のフロントノーズ、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に設けられる車外情報検出部7920, 7926, 7930は、例えばLIDAR装置であってよい。これらの車外情報検出部7920~7930は、主として先行車両、歩行者又は障害物等の検出に用いられる。

[0074] 図8に戻って説明を続ける。車外情報検出ユニット7400は、撮像部7410に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像データを受信する。また、車外情報検出ユニット7400は、接続されている車外情報検出部7420から検出情報を受信する。車外情報検出部7420が超音波センサ、レーダ装置又はLIDAR装置である場合には、車外情報検出ユニット7400は、超音波又は電磁波等を発信させるとともに、受信された反射波の情報を受信する。車外情報検出ユニット7400は、受信した情報に基づいて、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。車外情報検出ユニット7400は、受信した情報に基づいて、降雨、霧又は路面状況等を認識する環境認識処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット7400は、受信した情報に基づいて、車外の物体までの距離を算出してもよい。

[0075] また、車外情報検出ユニット7400は、受信した画像データに基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等を認識する画像認識処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット7400は、受信した画像データに対して歪補正又は位置合わせ等の処理を行うとともに、異なる撮像部7410により撮像された画像データを合成して、俯瞰画像又はパノラマ画像を生成してもよい。車外情報検出ユニット7400は、異なる撮像部7410により撮像された画像データを用いて、視点変換処理を行ってもよい。

[0076] 車内情報検出ユニット7500は、車内の情報を検出する。車内情報検出

ユニット7500には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部7510が接続される。運転者状態検出部7510は、運転者を撮像するカメラ、運転者の生体情報を検出する生体センサ又は車室内の音声を集音するマイク等を含んでもよい。生体センサは、例えば、座面又はステアリングホイール等に設けられ、座席に座った搭乗者又はステアリングホイールを握る運転者の生体情報を検出する。車内情報検出ユニット7500は、運転者状態検出部7510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。車内情報検出ユニット7500は、集音された音声信号に対してノイズキャンセリング処理等の処理を行ってもよい。

[0077] 統合制御ユニット7600は、各種プログラムにしたがって車両制御システム7000内の動作全般を制御する。統合制御ユニット7600には、入力部7800が接続されている。入力部7800は、例えば、タッチパネル、ボタン、マイクロフォン、スイッチ又はレバー等、搭乗者によって入力操作され得る装置によって実現される。統合制御ユニット7600には、マイクロフォンにより入力される音声を音声認識することにより得たデータが入力されてもよい。入力部7800は、例えば、赤外線又はその他の電波を利用したリモートコントロール装置であってもよいし、車両制御システム7000の操作に対応した携帯電話又はPDA (Personal Digital Assistant) 等の外部接続機器であってもよい。入力部7800は、例えばカメラであってもよく、その場合搭乗者はジェスチャにより情報を入力することができる。あるいは、搭乗者が装着したウェアラブル装置の動きを検出することで得られたデータが入力されてもよい。さらに、入力部7800は、例えば、上記の入力部7800を用いて搭乗者等により入力された情報に基づいて入力信号を生成し、統合制御ユニット7600に出力する入力制御回路などを含んでもよい。搭乗者等は、この入力部7800を操作することにより、車両制御システム7000に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりする。

- [0078] 記憶部 7690 は、マイクロコンピュータにより実行される各種プログラムを記憶する ROM (Read Only Memory)、及び各種パラメータ、演算結果又はセンサ値等を記憶する RAM (Random Access Memory) を含んでもよい。また、記憶部 7690 は、HDD (Hard Disc Drive) 等の磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス又は光磁気記憶デバイス等によって実現してもよい。
- [0079] 汎用通信 I/F 7620 は、外部環境 7750 に存在する様々な機器との間の通信を仲介する汎用的な通信 I/F である。汎用通信 I/F 7620 は、GSM (Global System of Mobile communications) (登録商標)、WiMAX、LTE (Long Term Evolution) 若しくは LTE-A (LTE-Advanced) などのセルラー通信プロトコル、又は無線 LAN (Wi-Fi (登録商標) ともいう)、Bluetooth (登録商標) などのその他の無線通信プロトコルを実装してよい。汎用通信 I/F 7620 は、例えば、基地局又はアクセスポイントを介して、外部ネットワーク (例えば、インターネット、クラウドネットワーク又は事業者固有のネットワーク) 上に存在する機器 (例えば、アプリケーションサーバ又は制御サーバ) へ接続してもよい。また、汎用通信 I/F 7620 は、例えば P2P (Peer To Peer) 技術を用いて、車両の近傍に存在する端末 (例えば、運転者、歩行者若しくは店舗の端末、又は MTC (Machine Type Communication) 端末) と接続してもよい。
- [0080] 専用通信 I/F 7630 は、車両における使用を目的として策定された通信プロトコルをサポートする通信 I/F である。専用通信 I/F 7630 は、例えば、下位レイヤの IEEE 802.11p と上位レイヤの IEEE 1609 との組合せである WAVE (Wireless Access in Vehicle Environment)、DSRC (Dedicated Short Range Communications)、又はセルラー通信プロトコルといった標準プロトコルを実装してよい。専用通信 I/F 7630 は、典型的には、車車間 (Vehicle to Vehicle) 通信、路車間 (Vehicle to Infrastructure) 通信、車両と家との間 (Vehicle to H

ome) の通信及び歩車間 (Vehicle to Pedestrian) 通信のうちの1つ以上を含む概念であるV2X通信を遂行する。

- [0081] 測位部7640は、例えば、GNSS (Global Navigation Satellite System) 衛星からのGNSS信号 (例えば、GPS (Global Positioning System) 衛星からのGPS信号) を受信して測位を実行し、車両の緯度、経度及び高度を含む位置情報を生成する。なお、測位部7640は、無線アクセスポイントとの信号の交換により現在位置を特定してもよく、又は測位機能を有する携帯電話、PHS若しくはスマートフォンといった端末から位置情報を取得してもよい。
- [0082] ビーコン受信部7650は、例えば、道路上に設置された無線局等から発信される電波あるいは電磁波を受信し、現在位置、渋滞、通行止め又は所要時間等の情報を取得する。なお、ビーコン受信部7650の機能は、上述した専用通信I/F7630に含まれてもよい。
- [0083] 車内機器I/F7660は、マイクロコンピュータ7610と車内に存在する様々な車内機器7760との間の接続を仲介する通信インタフェースである。車内機器I/F7660は、無線LAN、Bluetooth (登録商標)、NFC (Near Field Communication) 又はWUSB (Wireless USB) といった無線通信プロトコルを用いて無線接続を確立してもよい。また、車内機器I/F7660は、図示しない接続端子 (及び、必要であればケーブル) を介して、USB (Universal Serial Bus)、HDMI (High-Definition Multimedia Interface) (登録商標)、又はMHL (Mobile High-definition Link) 等の有線接続を確立してもよい。車内機器7760は、例えば、搭乗者が有するモバイル機器若しくはウェアラブル機器、又は車両に搬入され若しくは取り付けられる情報機器のうちの少なくとも1つを含んでいてもよい。また、車内機器7760は、任意の目的地までの経路探索を行うナビゲーション装置を含んでいてもよい。車内機器I/F7660は、これらの車内機器7760との間で、制御信号又はデータ信号を交換する。

- [0084] 車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 は、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 と通信ネットワーク 7 0 1 0 との間の通信を仲介するインタフェースである。車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 は、通信ネットワーク 7 0 1 0 によりサポートされる所定のプロトコルに則して、信号等を送受信する。
- [0085] 統合制御ユニット 7 6 0 0 のマイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、汎用通信 I / F 7 6 2 0、専用通信 I / F 7 6 3 0、測位部 7 6 4 0、ビーコン受信部 7 6 5 0、車内機器 I / F 7 6 6 0 及び車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、各種プログラムにしたがって、車両制御システム 7 0 0 0 を制御する。例えば、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、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 7 1 0 0 に対して制御指令を出力してもよい。例えば、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 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 A D A S (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行ってもよい。また、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、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ってもよい。
- [0086] マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、汎用通信 I / F 7 6 2 0、専用通信 I / F 7 6 3 0、測位部 7 6 4 0、ビーコン受信部 7 6 5 0、車内機器 I / F 7 6 6 0 及び車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、車両と周辺 of 構造物や人物等の物体との間の 3 次元距離情報を生成し、車両の現在位置の周辺情報を含むローカル地図情報を作成してもよい。また、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、取得される情報に基づき、車両の衝突、歩行者等の近接又は通行止めの道路への進入等の危険を予測し、警告用信号を生成してもよい。警告用信号は、例えば、警告音を発生させたり、警告ランプを点灯させたりするための信号であってよ

い。

[0087] 音声画像出力部 7670 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 8 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 7710、表示部 7720 及びインストルメントパネル 7730 が例示されている。表示部 7720 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。表示部 7720 は、AR (Augmented Reality) 表示機能を有していてもよい。出力装置は、これらの装置以外の、ヘッドホン、搭乗者が装着する眼鏡型ディスプレイ等のウェアラブルデバイス、プロジェクタ又はランプ等の他の装置であってもよい。出力装置が表示装置の場合、表示装置は、マイクロコンピュータ 7610 が行った各種処理により得られた結果又は他の制御ユニットから受信された情報を、テキスト、イメージ、表、グラフ等、様々な形式で視覚的に表示する。また、出力装置が音声出力装置の場合、音声出力装置は、再生された音声データ又は音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して聴覚的に出力する。

[0088] なお、図 8 に示した例において、通信ネットワーク 7010 を介して接続された少なくとも二つの制御ユニットが一つの制御ユニットとして一体化されてもよい。あるいは、個々の制御ユニットが、複数の制御ユニットにより構成されてもよい。さらに、車両制御システム 7000 が、図示されていない別の制御ユニットを備えてもよい。また、上記の説明において、いずれかの制御ユニットが担う機能の一部又は全部を、他の制御ユニットに持たせてもよい。つまり、通信ネットワーク 7010 を介して情報の送受信がされるようになっていれば、所定の演算処理が、いずれかの制御ユニットで行われるようになってもよい。同様に、いずれかの制御ユニットに接続されているセンサ又は装置が、他の制御ユニットに接続されるとともに、複数の制御ユニットが、通信ネットワーク 7010 を介して相互に検出情報を送受信してもよい。

[0089] なお、上述した実施形態及び変形例で説明した測距装置の構成、機能等は、例えば、車外情報検出ユニット7400に対して適用することができる。

符号の説明

- [0090] 1 . . . 測距装置
2 1 . . . 制御部
2 2 . . . 発光部
2 3 . . . 受光部
2 4 . . . 信号処理部
2 4 b . . . 計測部
2 4 c . . . 算出部
2 5 . . . 第1電源回路
2 6 . . . 第2電源回路
2 7 . . . スイッチング回路
M T . . . 測定対象物

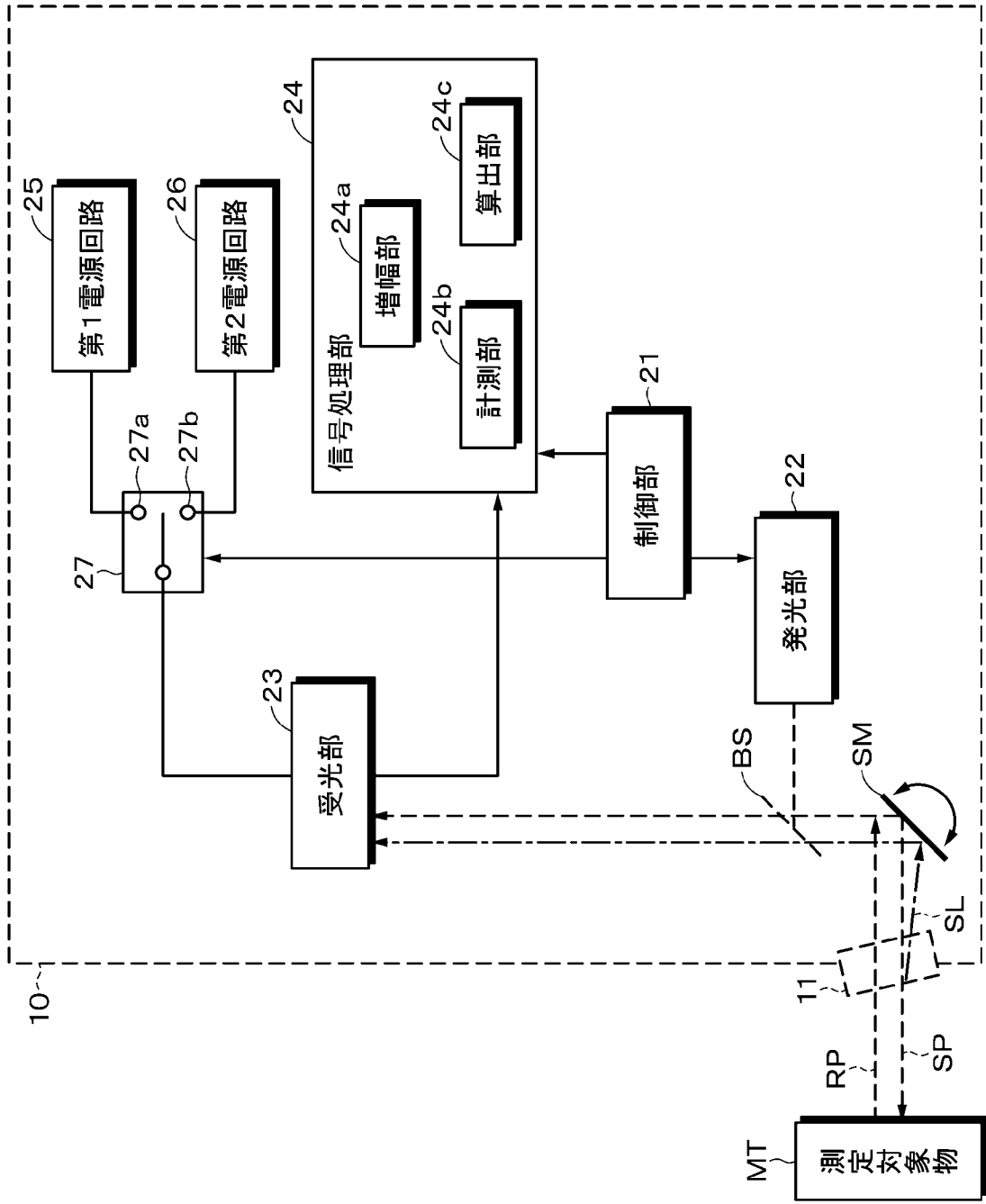
請求の範囲

- [請求項1] 発光部を動作させる第1タイミングから所定時間、経過した第2タイミングで、受光部を動作させる動作電圧を該受光部に印加する制御を実行する制御部を備える測距装置。
- [請求項2] 前記所定時間は、所定の距離に基づいて設定される時間である
請求項1に記載の測距装置。
- [請求項3] 前記所定の距離は、最短測定距離または前記発光部と光学窓との間の距離である
請求項2に記載の測距装置。
- [請求項4] 前記所定時間は、0.5ns～2nsの範囲内である
請求項1に記載の測距装置。
- [請求項5] 少なくとも、前記動作電圧を前記受光部に印加する第1電源回路および前記動作電圧より低い待機電圧を前記受光部に印加する第2電源回路と、
前記第1電源回路と前記第2電源回路とを切り替えるスイッチング部とを備え、
前記制御部は、前記第2タイミングで、前記スイッチング部に対して前記第2電源回路から前記第1電源回路に切り替える制御を実行するように構成された
請求項1に記載の測距装置。
- [請求項6] 前記制御部は、前記第1タイミングまたはそれ以前に、前記スイッチング部に対して前記第1電源回路から前記第2電源回路に切り替える制御を実行するように構成された
請求項5に記載の測距装置。
- [請求項7] 前記第1タイミングと、前記発光部から出射した基準光が測定対象物によって反射した反射光を受光した第3タイミングとに基づいて、前記測定対象物までの距離を算出する算出部を備える
請求項1に記載の測距装置。

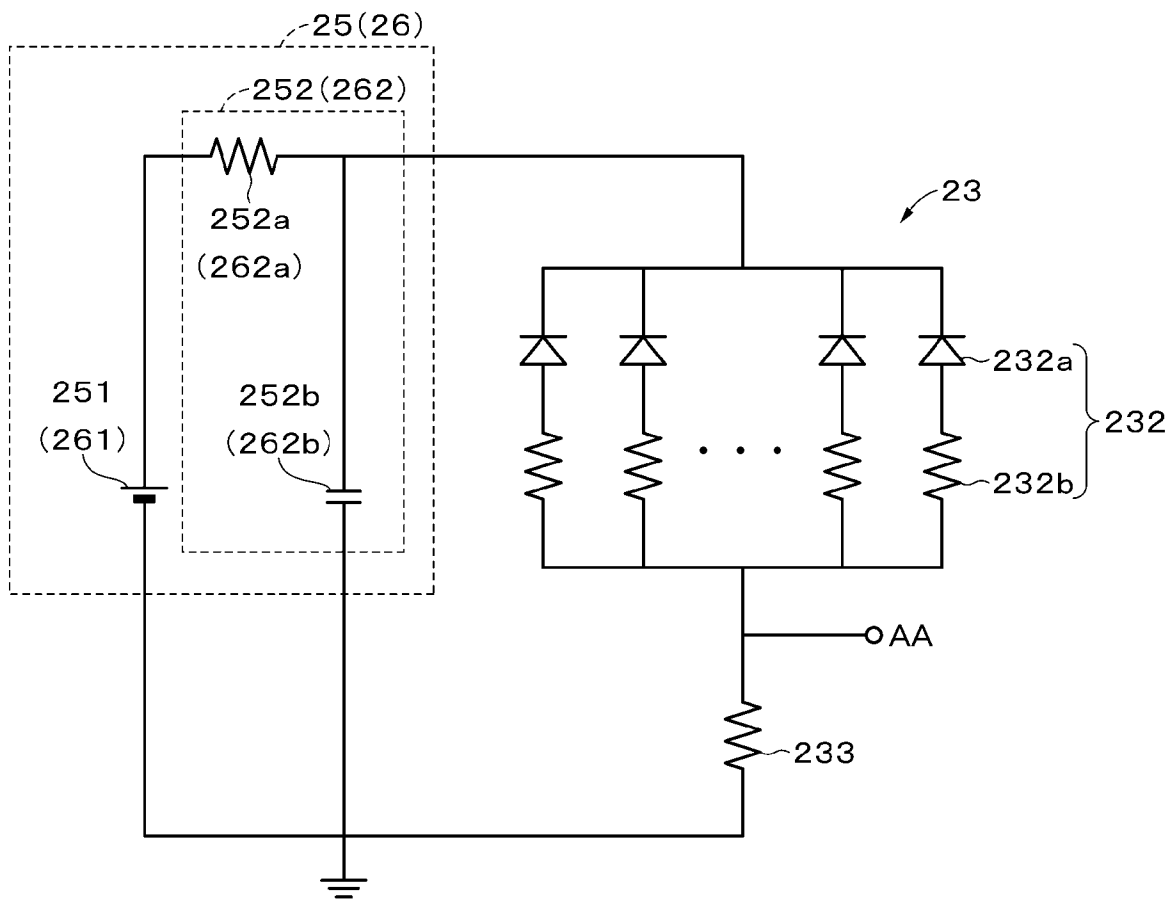
- [請求項8] 前記算出部は、待機電圧が前記受光部に印加される期間は、距離を算出する処理を実行しないように構成された請求項7に記載の測距装置。
- [請求項9] 前記受光部および前記発光部の少なくとも一方を備える請求項1に記載の測距装置。
- [請求項10] SPADにより構成されて成る前記受光部を備える請求項1に記載の測距装置。
- [請求項11] 制御部が、発光部を動作させる第1タイミングから所定時間、経過した第2タイミングで、受光部を動作させる動作電圧を該受光部に印加する制御を実行する測距方法。

[図1]

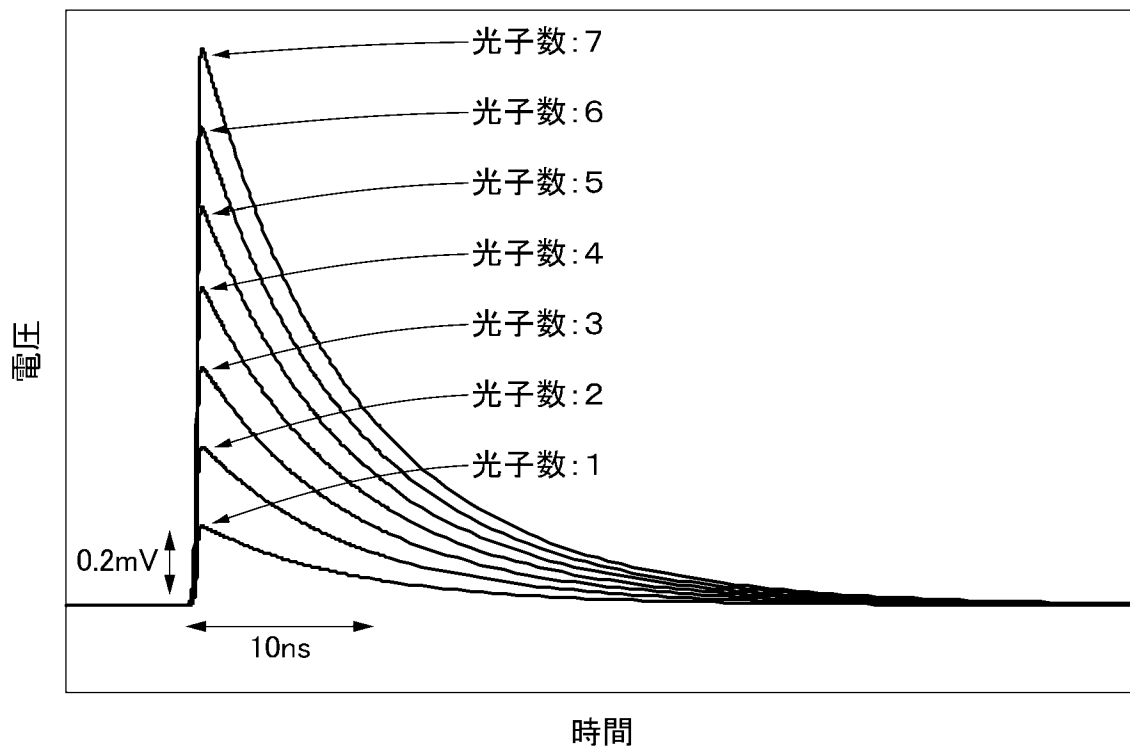
1



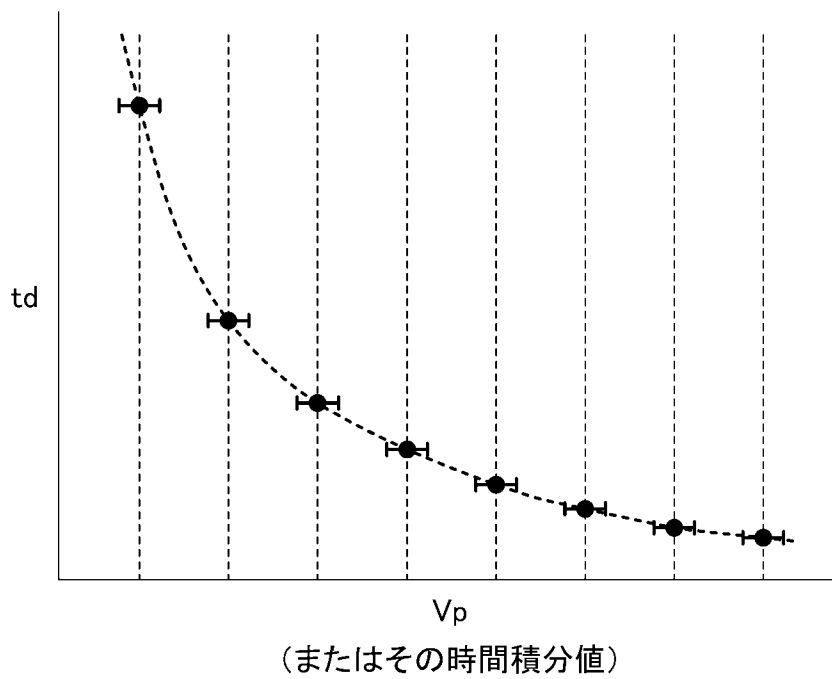
[図2]



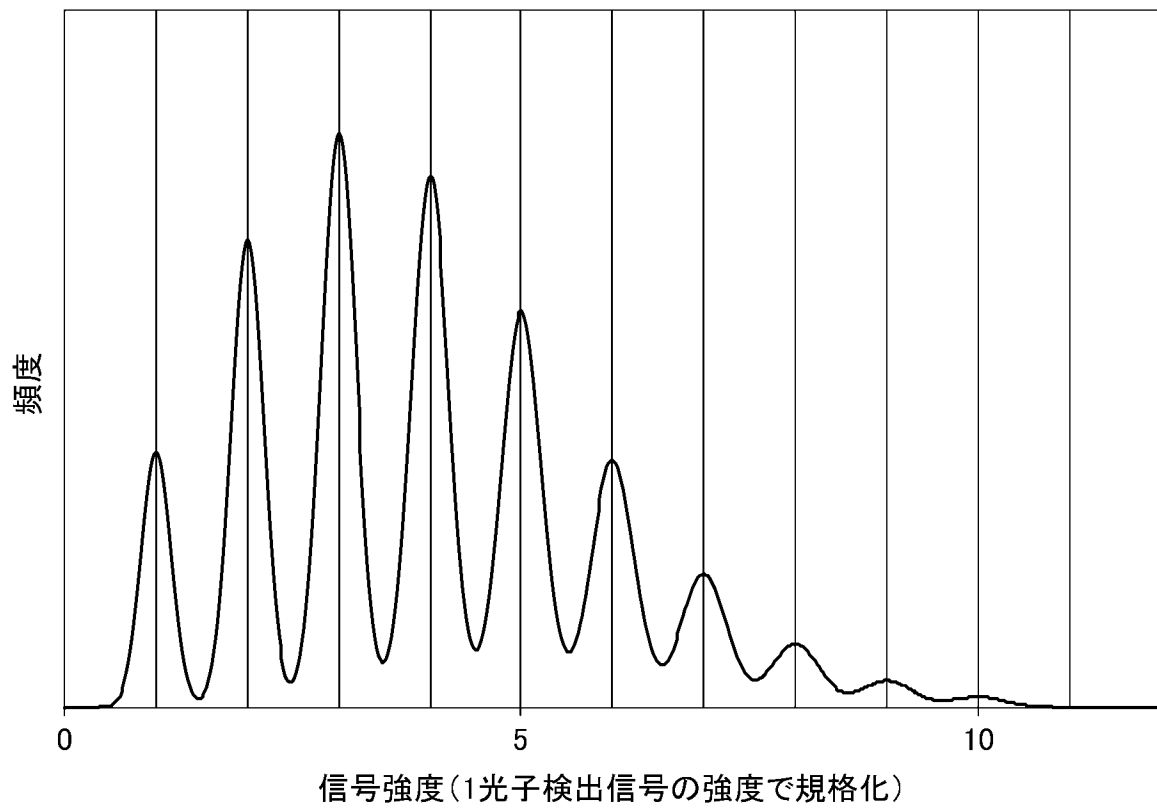
[図3]



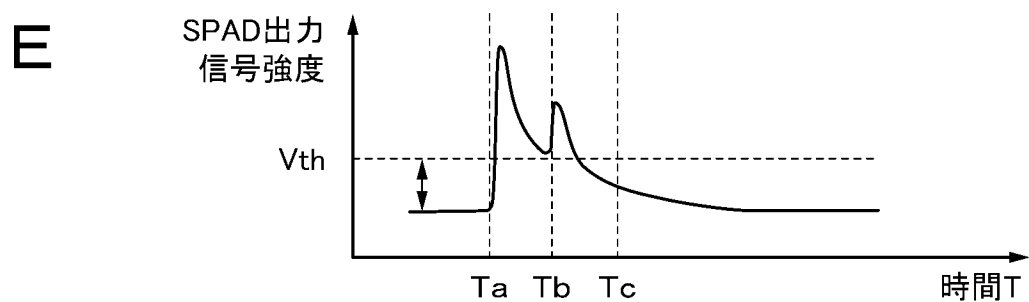
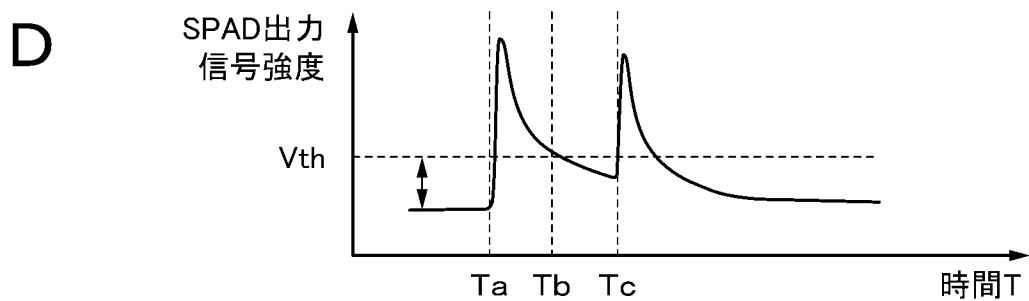
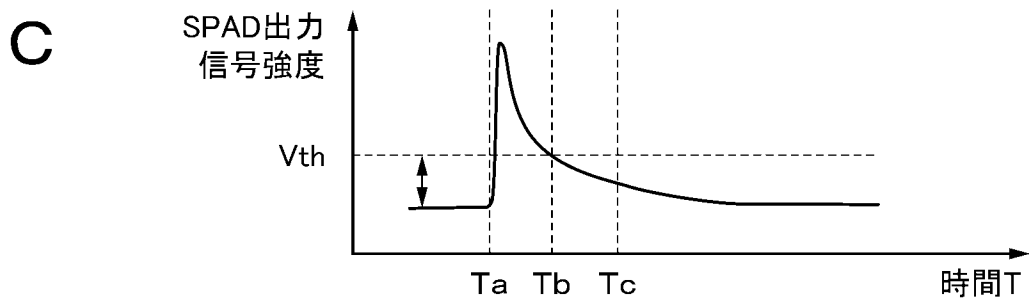
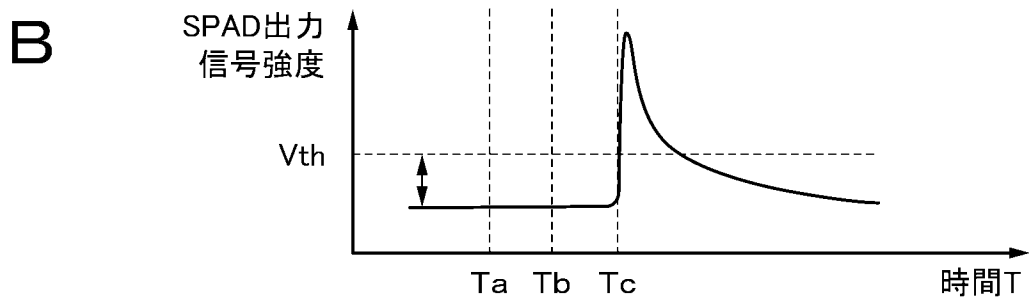
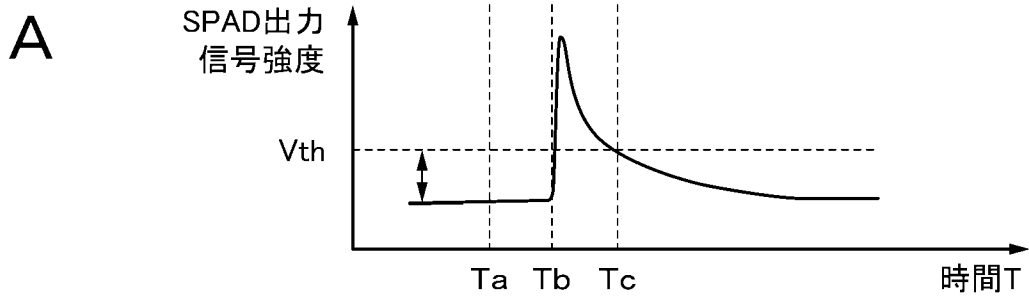
[図4]



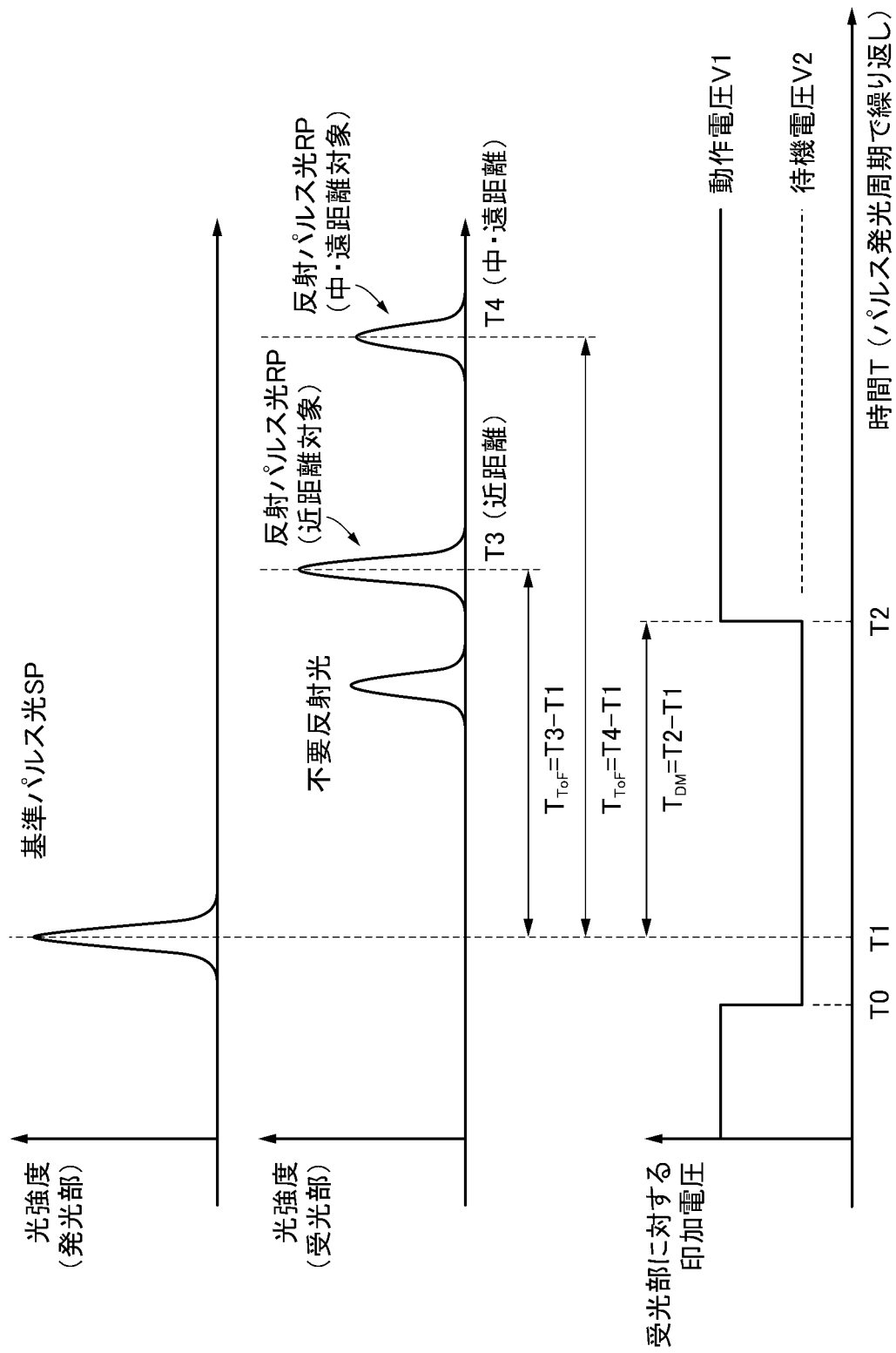
[図5]



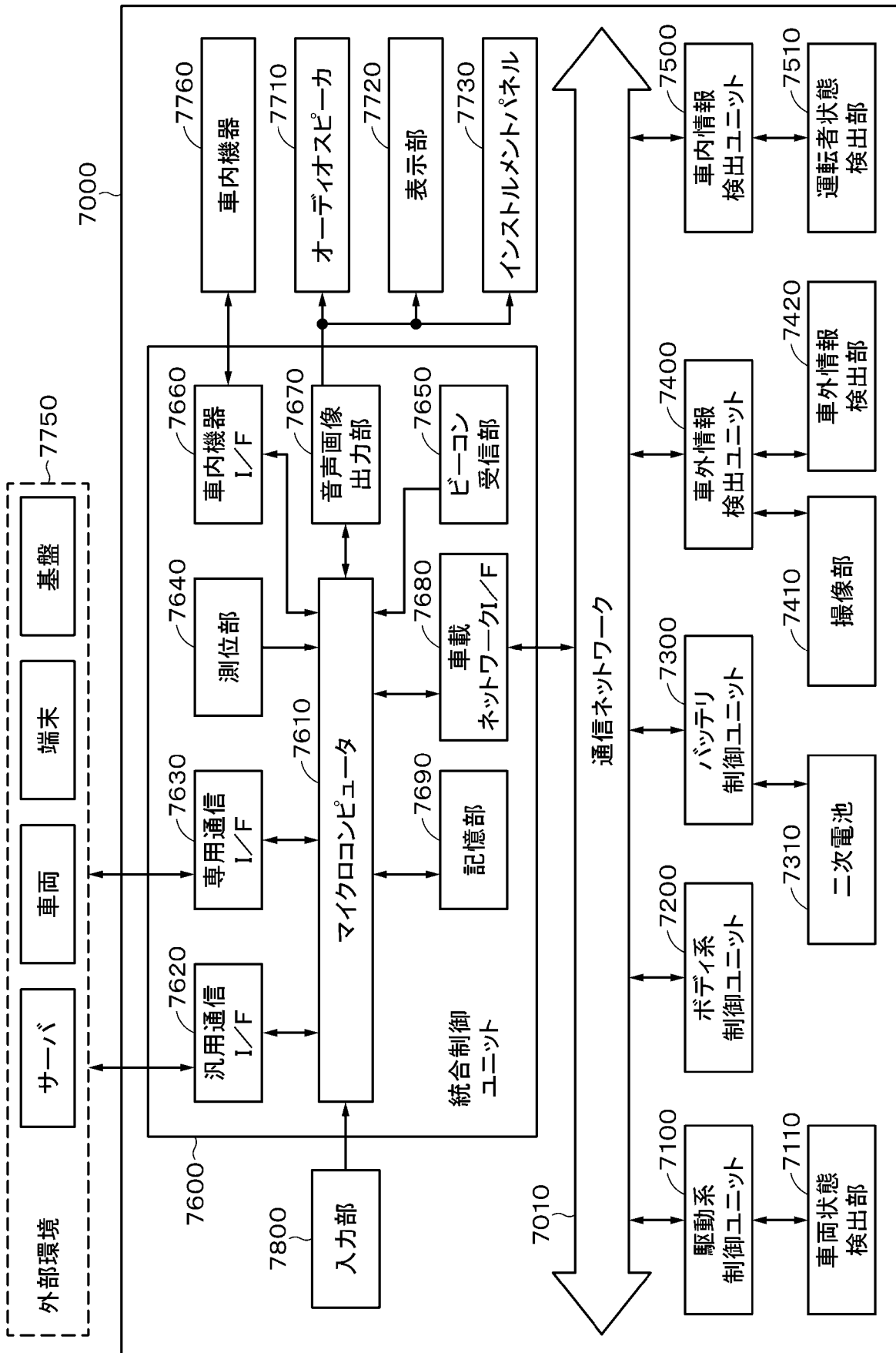
[図6]



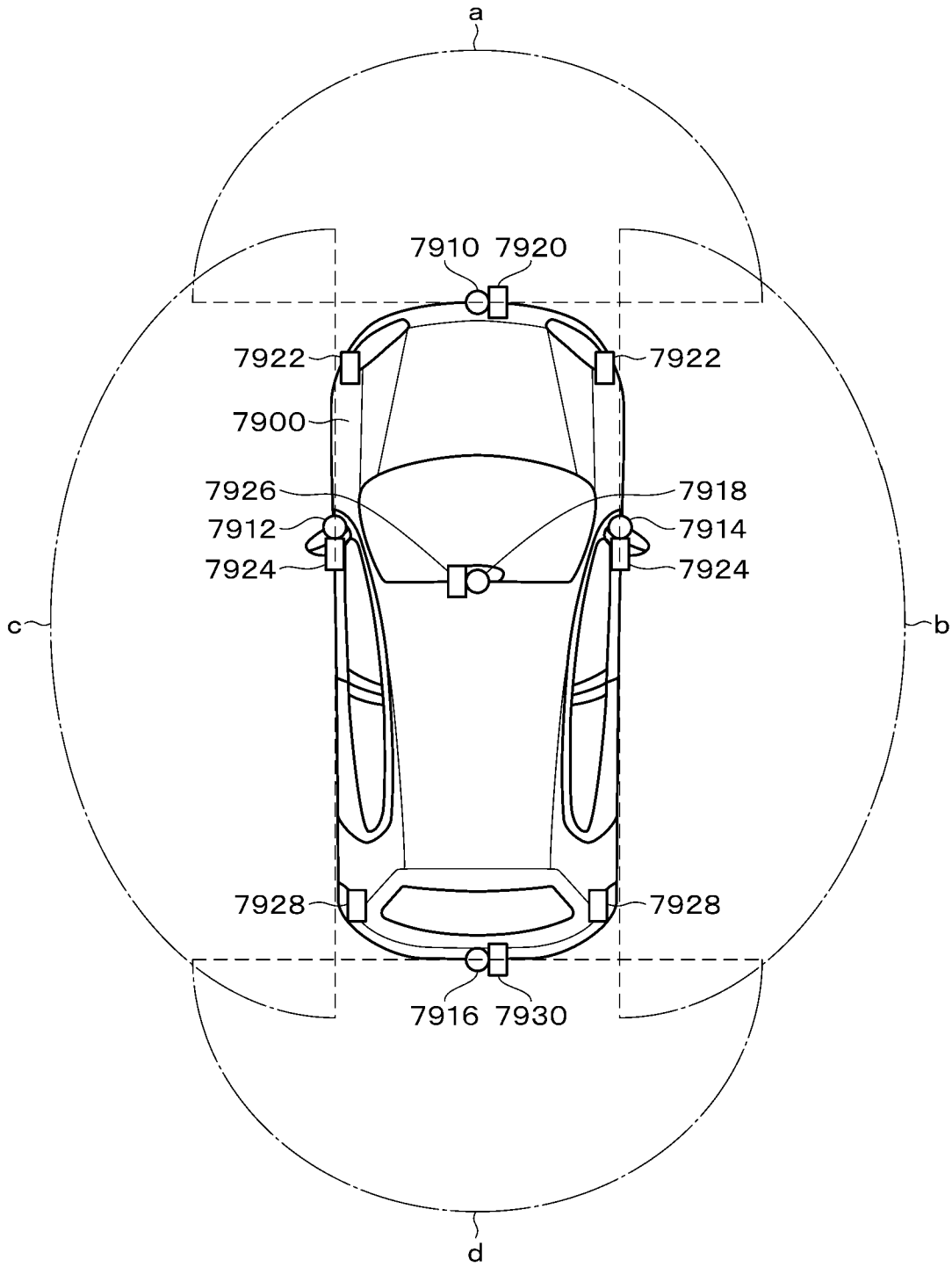
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/014609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S17/10(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)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-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, G01C3/06

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 1996-2017

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

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	JP 2015-117970 A (Denso Corp.), 25 June 2015 (25.06.2015), paragraphs [0015] to [0016], [0024] to [0027], [0043] to [0045], [0063] to [0065], [0069] to [0074]; fig. 1, 7	1-11
A	JP 10-153417 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 09 June 1998 (09.06.1998), paragraphs [0013] to [0020]; fig. 2 to 3	3
A	US 5198657 A (TROST, P.K.), 30 March 1993 (30.03.1993), fig. 1, 3A to 3B; column 12, line 50 to column 13, line 63	1-11

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
19 June 2017 (19.06.17)

Date of mailing of the international search report
27 June 2017 (27.06.17)

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/JP2017/014609

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 2015/0177369 A1 (KOSTAMOVARA, J.), 25 June 2015 (25.06.2015), fig. 3, 8; paragraphs [0055], [0085]	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2017/014609

JP 2015-117970 A	2015.06.25	(Family: none)	
JP 10-153417 A	1998.06.09	JP 3755216 B2	2006.03.15
US 5198657 A	1993.03.30	US 5220164 A	1993.06.15
US 2015/0177369 A1	2015.06.25	EP 2887096 A1	2015.06.24

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S17/10(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)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. G01S 7/48 - G01S 7/51, G01S 17/00 - G01S 17/95, G01C 3/06

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	JP 2015-117970 A（株式会社デンソー）2015.06.25 * [0015]-[0016], [0024]-[0027], [0043]-[0045], [0063]-[0065], [0069]-[0074], 図 1, 7 *	1-11
A	JP 10-153417 A（石川島播磨重工業株式会社）1998.06.09 * [0013]-[0020], 図 2-3 *	3

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 19.06.2017	国際調査報告の発送日 27.06.2017
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 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） 高場 正光	2 S	2910
	電話番号 03-3581-1101 内線 3216		

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	US 5198657 A (TROST, P. K.) 1993. 03. 30 * 図 1, 3A-3B, 第 12 欄第 50 行-第 13 欄第 63 行 *	1-11
A	US 2015/0177369 A1 (KOSTAMOVAARA, J.) 2015. 06. 25 * 図 3, 8, [0055], [0085] *	1-11

JP 2015-117970 A	2015.06.25	(ファミリーなし)	
-----	-----	-----	-----
JP 10-153417 A	1998.06.09	JP 3755216 B2	2006.03.15
-----	-----	-----	-----
US 5198657 A	1993.03.30	US 5220164 A	1993.06.15
-----	-----	-----	-----
US 2015/0177369 A1	2015.06.25	EP 2887096 A1	2015.06.24
-----	-----	-----	-----