

(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
2023年6月29日(29.06.2023)



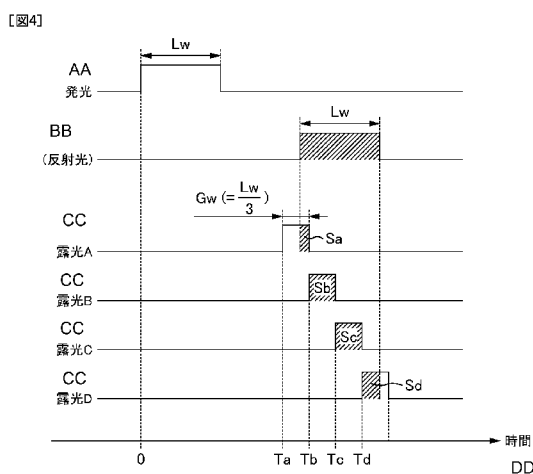
(10) 国際公開番号
WO 2023/120012 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/894 (2020.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/043362
- (22) 国際出願日: 2022年11月24日(24.11.2022)
- (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 2021-211069 2021年12月24日(24.12.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社小糸製作所(KOITO MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1088711 東京都港区高輪4丁目8番3号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者: ▲ 高 ▼ 橋 昌之 (TAKAHASHI Masayuki); 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地 株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP). 中村 安男(NAKAMURA Yasuo); 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地 株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP). 星 健一(HOSHI Kenichi); 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地 株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP). 加藤 大騎(KATO Daiki); 〒4248764 静岡県静岡市清水区北脇500番地 株式会社小糸製作所静岡工場内 Shizuoka (JP).

(54) Title: MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 測定装置



$$Tx = Tb - Lw \times \frac{Sa}{St} \quad (St = Sa + Sb + Sc + Sd)$$

$$= Tc - Lw \times \frac{Sa + Sb}{St}$$

$$= Td - Lw \times \frac{Sa + Sb + Sc}{St}$$

$$L = \frac{Co \times Tx}{2} \quad (Coは光の速度) EE$$

AA Light emitting
BB Reflected light
CC Exposure
DD Time
EE Co is speed of light

(57) Abstract: This measurement device (1) comprises: a light emitting unit (10) that emits pulsed light; an imaging sensor (22) that outputs a signal value corresponding to an amount of exposure for each pixel (221); a timing control unit (32) that exposes reflected light to the pixel (221) of the imaging sensor (22) during an exposure period of an exposure width (Gw) which is set in accordance with an area to be measured and is shorter than a pulse width (Lw) of the pulsed light; and a calculation unit (36) that calculates an arrival time (Tx) of the reflected light, on the basis of the signal values



WO 2023/120012 A1

(74) 代理人: 弁理士法人信栄事務所(SHIN-EL, P.C.);
〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号
虎ノ門イーストビルディング8階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, 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, ME, 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))

(Sa to Sd) corresponding to the three or more consecutive exposure periods (A to D) that can include the pulse width (Lw).

(57) 要約: 測定装置(1)は、パルス光を発光する発光部(10)と、画素(221)ごとの露光量に応じた信号値を出力する撮像センサ(22)と、測定対象となる領域に応じて設定され、前記パルス光のパルス幅(Lw)よりも短い露光幅(Gw)の露光期間に前記撮像センサ(22)の前記画素(221)に反射光を露光させるタイミング制御部(32)と、前記パルス幅(Lw)を包含可能な連続する3以上の前記露光期間(A~D)に対応する前記信号値(Sa~Sd)に基づいて、前記反射光の到達時間(Tx)を算出する算出部(36)と、を備える。

明 細 書

発明の名称：測定装置

技術分野

[0001] 本開示は、測定装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、レーザー光（パルス光）を照射し、反射して戻ってきた光を露光することに基づいて対象物までの距離を測定する間接T o F（Time of Flight）方式の測定装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2021-25833号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の測定装置では、出射光のパルス幅と同じ幅で露光している。距離分解能を高めるにはパルス幅を狭めることが有効であるが、光源の構造上及びコスト上の制約により出射光のパルス幅を狭めるには限界がある。このため、露光の幅を出射光のパルス幅と同じにするという制約があると、距離分解能を高め難い。これにより、測定精度が悪化するおそれがある。

[0005] 本開示は、測定精度を高めることのできる測定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

[0006] 上記目的を達成するための主たる本開示は、パルス光を発光する発光部と、画素ごとの露光量に応じた信号値を出力する撮像センサと、測定対象となる領域に応じて設定され、前記パルス光のパルス幅よりも短い露光幅の露光期間に前記撮像センサの前記画素に反射光を露光させるタイミング制御部と、前記パルス幅を包含可能な連続する3以上の前記露光期間に対応する前記信号値に基づいて、前記反射光の到達時間を算出する算出部と、を備える測

定装置である。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、測定精度を高めることのできる測定装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]図1 Aは、測定装置1の構成説明図である。

[図1B]図1 Bは、発光タイミングと露光タイミングの説明図である。

[図2]図2は、間接T o Fによる画像作成の説明図である。

[図3]図3は、撮像センサ2 2の構成例を示す図である。

[図4]図4は、本実施形態の測定装置1における発光と露光の関係の説明図である。

[図5]図5は、本実施形態の測定装置1の動作の全体フロー図である。

[図6]図6は、画像取得についての説明図である。

[図7]図7は、距離演算処理のフロー図である。

[図8]図8は、距離演算処理の概念説明図である。

[図9]図9は、距離演算処理の概念説明図である。

[図10]図1 0は、比較例における発光と露光の関係の説明図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示を実施するための形態について図面を参照しつつ説明する。

[0010] =====実施形態=====

<<測定装置の概略>>

図1 Aは、測定装置1の構成説明図である。

図1 Aに示す測定装置1は、前方の物体との距離を測定するT o F (Time of Flight) 方式の装置である。本実施形態では、間接T o F方式のカメラが用いられている。このような測定装置1では、霧や雨の影響を除去可能であり、悪天候の場合でも撮影や測定が可能である。測定装置1は、例えば車両に設けられる。

[0011] 図1 Aに示すように、測定装置1は、発光部1 0、撮像部2 0、及び制御

部30を備えている。

[0012] 発光部10は、撮影対象の空間に光を照射（投光）する。発光部10は、制御部30からの指示に従って、光の照射を制御する。発光部10は、光源12と、光源12が発生した光を照射する投光光学系（不図示）を有している。

[0013] 光源12は、発光素子を有する。光源12は、制御部30の制御によってパルス状のレーザー光を発光する。以下、このパルス状の光（パルス光）のことを発光パルスともいう。

[0014] 撮像部20（間接ToFカメラ）は、距離測定の対象物によって反射された光を露光することに基づいて撮像を行う。撮像部20は、撮像センサ22と、入射（露光）した光を撮像センサ22に導く露光光学系（不図示）とを有している。

[0015] 撮像センサ22は、制御部30の指示に応じて撮影対象の撮像を行うとともに、撮像により得られた画像データを、制御部30の画像取得部34に出力する。この画像データを構成する各画素の値（画素データ）は、露光量に応じた信号値を示す。撮像センサ22の詳細については後述する。

[0016] 制御部30は、測定装置1の制御を司る。制御部30は、例えばメモリやCPUなどの素子や回路などのハードウェア構成で実現される。制御部30は、メモリに記憶されたプログラムをCPUが実行することにより、所定の機能を実現する。図1Aには、制御部30によって実現される各種機能が示されている。制御部30は、タイミング制御部32、画像取得部34、時間算出部36、及び距離算出部38を備えている。

[0017] タイミング制御部32は、発光部10の発光タイミング、及び撮像部20の露光タイミングを制御する。発光タイミングや露光タイミングについては後述する。

[0018] 画像取得部34は、撮像部20の撮像センサ22から画像データを取得する。画像取得部34は、取得した画像データを記憶するメモリ（不図示）を有している。

[0019] 時間算出部36は、発光部10が光を照射してから、撮像部20に反射光が到達するまでの到達時間（光の飛行時間：T_{oF}）を算出する。本実施形態において、時間算出部36は、「算出部」に相当する。

[0020] 距離算出部38は、光の到達時間に基づいて、距離を算出する。後述するように、画素ごとに距離を算出することによって、距離画像を取得することができる。

[0021] <<間接T_{oF}について>>

図1Bは、発光タイミングと露光タイミングの説明図である。図2は、間接T_{oF}による距離画像作成の説明図である。

[0022] まず、図1Bに示すように、制御部30（タイミング制御部32）は、発光部10から発光パルスを照射させる。この発光パルスの幅（以下、パルス幅）はL_wである。

[0023] また、制御部30（タイミング制御部32）は、発光パルスの照射から時間T_{delay}後に、撮像部20の撮像センサ22に反射光を露光させる。露光期間は、遅延時間T_{delay}と露光幅G_wによって設定される。

[0024] 時間T_{delay}は、発光パルスの照射から露光期間開始までの時間（遅延時間）である。遅延時間T_{delay}は、測定対象となる領域までの距離に応じて設定される。すなわち、発光部10が発光パルス照射してから撮像センサ22で露光を開始するまでの時間を短く設定すれば、近距離の領域の対象物（光を反射する物体）の画像を取得できる。逆に、発光部10が発光パルス照射してから撮像センサ22で露光を開始するまでの時間を長く設定すれば、遠距離の領域の対象物の画像を取得できる。

[0025] 露光幅G_wは、露光期間の幅（すなわち、露光開始から露光終了までの期間）である。露光期間の幅は、測定対象となる領域の測定方向の長さを規定する。よって、露光幅G_wが短いほど、距離分解能が高くなる。

[0026] 本実施形態では、図2に示すように、測定対象となる領域までの距離に応じて、異なる露光期間を設定する。なお、図2では、簡略化のため4つの領域が示されているが、実際には領域の数Nは4よりも多い。

- [0027] 発光及び露光は、図1Bに示す周期 T_p で複数回繰り返される。これは、後述する撮像センサ22における電荷の蓄積のためである。また、領域 i が遠いほど、繰り返し回数 n_i が多く設定される。これは、領域 i が遠いほど、反射光が弱くなるためである。
- [0028] 領域ごとに得られる画像には、その領域に存在する対象物（光を反射した物体）が撮影されている。この領域ごとの画像のことを「レンジ画像」と呼ぶことがある。なお、画像を構成する各画素の値（画像データ）は、露光量に応じた信号値を示している。
- [0029] 本実施形態の測定装置1は、図2に示すように、異なる距離の複数の領域の画像データを取得し、取得した複数の画像データに基づいて、対象物までの距離を示す距離画像を取得できる。この距離画像のことを「フレーム」と呼ぶことがある。
- [0030] なお、1回の発光に対して測定可能な領域が1つの場合、多数の領域の画像データの取得に時間がかかるため、測定時間が長くなる（FPS（Frame Per Seconds）の高速化が難しい）。そこで、本実施形態では、1回の発光に対して、複数の露光期間を設定し、1回の発光に対して、複数の領域を測定する。このため、本実施形態では、撮像センサ22として、マルチタップのCMOSイメージセンサを用いている。但し、撮像センサ22は、マルチタップのCMOSイメージセンサに限られるものではない。また、1回の発光に対して測定可能な領域が1つであっても良い。
- [0031] <<撮像センサ22について>>
- 図3は、撮像センサ22の構成例を示す図である。
- 図3に示すように、撮像センサ22には複数の画素221が2次元配置（例えば 640×480 ）されている。それぞれの画素221の中に、1つの受光素子PDと、この1つの受光素子PDに対応する複数（ここでは4つ）の信号読み出し部RU1～RU4が設けられている。信号読み出し部RU1～RU4はそれぞれ同じ構成である（構成要素の符号の数字のみ異なる）。以下の説明において、信号読み出し部については、主に信号読み出し部RU

1 を用いて説明する。

- [0032] 受光素子 P D は、露光量に応じた電荷を発生する素子（例えばフォトダイオード）である。
- [0033] 信号読み出し部 R U 1 は、蓄積部 C S 1、トランジスタ G 1、リセットトランジスタ R T 1、ソースフォロアトランジスタ S F 1、選択トランジスタ S L 1 を有している。
- [0034] 蓄積部 C S 1 は、受光素子 P D で発生した電荷を蓄積するように構成されており、蓄積容量 C 1 とフローティングディフュージョン F D 1 とを有している。
- [0035] トランジスタ G 1 は、受光素子 P D と蓄積部 C S 1 の間に設けられている。トランジスタ G 1 は、制御部 3 0 のタイミング制御部 3 2 の指示に基づいて所定の露光期間（例えば、後述する露光期間 A）にオンし、受光素子 P D が発生した電荷を蓄積部 C S 1 に供給する。同様に、トランジスタ G 2 ~ G 4 は、それぞれ、タイミング制御部 3 2 の指示に基づいて、受光素子 P D が発生した電荷を蓄積部 C S 2 ~ C S 4 に供給する。すなわち、トランジスタ G 1 ~ G 4 は、受光素子 P D で発生した電荷を露光期間に応じて蓄積部 C S 1 ~ C S 4 に振り分ける「駆動回路」に相当する。
- [0036] このように、本実施形態の撮像センサ 2 2 は、4 つの露光期間に発生した電荷を、それぞれ、露光期間ごとに対応する蓄積部（C S 1 ~ C S 4）に分けて蓄積することができる。各蓄積部には、繰り返し回数 n に応じて、繰り返し電荷が蓄積される。各蓄積部に蓄積された電荷は、それぞれの露光期間に受光素子 P D が露光した露光量に相当する。蓄積部に蓄積された電荷に基づいて信号値が出力される。蓄積部に蓄積された電荷に基づく信号値は、それぞれの露光期間の露光量に応じた信号値となる。
- [0037] このような撮像センサ 2 2 によって、1 回の撮影で 4 つの領域を測定することができる。つまり、1 回の撮影で 4 枚のレンジ画像が得られる。この 1 回の撮影で得られる枚数（ここでは 4 枚）のレンジ画像のことを「サブフレーム」と呼ぶことがある。また、この 1 回の撮影で測定される複数の領域（

ここでは4つの領域)のことを「ゾーン」と呼ぶことがある。

[0038] <<距離の演算について>>

本実施形態の距離の演算について説明する前にまず、比較例について説明する。

[0039] <比較例>

図10は、比較例における発光と露光の関係の説明図である。

図10において、発光パルスのパルス幅は L_w である。また、反射光のパルス幅も L_w とする。比較例では、露光Aと露光Bが設定されている。

[0040] 露光Aには、所定の領域Aに対応する露光期間（露光期間A）が設定されている。発光パルスの発光開始（時間0）に対する露光Aの遅延時間は遅延時間 T_a （図1Bの T_{delay} に相当）である。また、露光Aにおける露光幅は G_w' （ $=L_w$ ）である。撮像センサ22の画素221は、この露光幅 G_w' の露光期間Aにおける反射光の露光量に応じた信号値 S_a を取得する。

[0041] 露光Bには、領域Bに対応する露光期間（露光期間B）が設定されている。領域Bは、測定方向において領域Aに隣接する領域である。発光パルスの発光開始（時間0）に対する露光Bの遅延時間は遅延時間 T_b （図1Bの T_{delay} に相当： $T_b = T_a + L_w$ に相当）である。また、露光Bにおける露光幅も G_w' （ $=L_w$ ）である。撮像センサ22の画素221は、露光期間Bにおける反射光の露光量に応じた信号値 S_b を取得する。

[0042] T_x は、光（発光パルス）を照射してから、反射光が到達するまでの到達時間（光の飛行時間： T_{oF} ）である。比較例では、到達時間 T_x は、

$$T_x = T_b - L_w \times S_a / (S_a + S_b) \dots \dots (1) \text{で求められる}$$

。

[0043] なお、対象物までの距離を L とすると、対象物までの距離 L は、到達時間 T_x に基づいて算出される。すなわち、光は、到達時間 T_x の間に、距離 L の2倍の距離を進むことになるので、光の速度を C_o とすると、

$$L = (C_o \times T_x) / 2 \dots \dots (2) \text{となる。}$$

[0044] 比較例では、露光幅 G_w' は、発光パルスのパルス幅 L_w と同じ値に設定

されている。また、前述したように、距離分解能を高めるためには、パルス幅を狭めることが有効である。但し、光源の構成上又はコスト上の制約によりパルス幅 L_w を狭められないことがある。このため、露光幅 G_w' をパルス幅 L_w と同じにするという制約があると、距離分解能を高め難い。

[0045] <本実施形態>

図4は、本実施形態の測定装置1における発光と露光の関係の説明図である。

図4において、発光パルスのパルス幅（及び反射光のパルス幅）は、比較例と同じ L_w である。但し、本実施形態では、露光A、露光B、露光C、及び露光Dが設定されている。また、露光A～Dの露光期間の幅（露光幅）は、それぞれ G_w である。なお、露光A～DのH/Lのレベルは、図3のトランジスタG1～G4のオンオフを示している。例えば、露光Aの露光期間A（露光幅 G_w ）で、トランジスタG1がオンになり、受光素子PDで発生した電荷が蓄積部CS1の蓄積容量C1に蓄積される。

[0046] 露光Aには、領域Aに対応する露光期間（露光期間A）が設定されている。発光パルスの発光開始（時間0）に対する露光Aの遅延時間は遅延時間 T_a （図1Bの T_{delay} に相当）である。

[0047] 露光幅 G_w は、比較例の露光幅 G_w' よりも短い。すなわち、露光Aの露光期間は、発光パルスのパルス幅 L_w よりも短く設定されている。このように露光期間が短いことにより、比較例と比べて測定精度を高めることができる。なお、露光期間Aの露光幅 G_w は、発光パルスのパルス幅 L_w の整数分の1に設定されている。ここでは、露光幅 G_w は、発光パルスのパルス幅 L_w の3分の1に設定されている。ただし、露光幅 G_w は、発光パルスのパルス幅 L_w の3分の1に限られるものではない。

[0048] 撮像センサ22の画素221は、露光幅 G_w の露光期間Aにおける反射光の露光量に応じた信号値 S_a を取得する。この信号値 S_a は、領域Aの画像（レンジ画像）の画像データを構成する画素の値（画素データ）に相当する。図4では、説明のため、1回の露光での電荷に基づいて説明しているが、

実際には、信号値 S （ここでは信号値 S_a ）は、繰り返し回数 n で露光を繰り返して蓄積した電荷（露光量に相当）に応じた信号値になる。

[0049] 露光 $B \sim D$ には、それぞれ、領域 $B \sim D$ に対応する露光期間（露光期間 $B \sim D$ ）が設定されている。なお、領域 B は、測定方向において領域 A に隣接する領域であり、領域 C は、測定方向において領域 B に隣接する領域であり、領域 D は、測定方向において領域 C に隣接する領域である。

[0050] 発光パルスの発光開始（時間 0 ）に対する露光 B の遅延時間は、遅延時間 T_b （図 $1 B$ の T_{delay} に相当： $T_b = T_a + L_w$ に相当）である。

[0051] 露光 $B \sim D$ における露光幅は、露光 A における露光幅と同様に、 $G_w (= L_w)$ である。撮像センサ 22 の画素 221 は、露光 $B \sim D$ のそれぞれの露光期間 $B \sim D$ において、反射光の露光量に応じた信号値 $S_b \sim S_d$ を取得する。信号値 $S_b \sim S_d$ は、それぞれ、領域 $B \sim D$ の画像（レンジ画像）の画像データを構成する画素の値（画素データ）に相当する。

[0052] 領域 $A \sim D$ は、「パルス幅を包含可能な連続する 3 以上の露光期間」に相当し、ここでは 4 つ分の露光期間に相当する。また、「パルス幅を包含可能な連続する露光期間の数」は、「 L_w / G_w の整数部分よりも 1 多い数」である。本実施形態の場合、 $L_w / G_w = 3$ であり、露光期間の数は 4 （露光 $A \sim D$ ）に設定されている。これにより、最小限の露光期間の数を設定できる。

[0053] 次に、到達時間 T_x の算出方法について説明する。

[0054] 本実施形態では、制御部 30 （詳しくは時間算出部 36 ）は、パルス幅 L_w を包含可能な連続する 3 以上の露光期間に対応する信号値に基づいて、反射光の到達時間 T_x を算出する。具体的には、制御部 30 は、パルス幅 L_w を包含可能な連続する 3 以上の露光期間に対応する信号値の合計 S_t に対する、当該 3 以上の露光期間のうちのいずれか 2 つの露光期間の境界タイミングよりも前の露光量に相当する信号値 S_x の割合（ S_x / S_t ）に基づいて、反射光の到達時間 T_x を算出する。

[0055] なお、パルス幅 L_w を包含可能な連続する 3 以上の露光期間は、ここでは

露光A～Dの各期間（露光期間A～D）である。ここで、3以上としている理由は、露光期間の幅（露光幅） G_w がパルス幅 L_w よりも短く設定されている状況で、パルス幅 L_w の反射光を露光できる期間を確保するためである。ここでは、パルス幅 L_w を包含可能な連続する3以上の露光期間に対応する信号値は、信号値 S_a 、 S_b 、 S_c 、及び S_d である。

[0056] また、信号値の合計 S_t は、ここでは、信号値 S_a 、 S_b 、 S_c 、及び S_d の合計である（ $S_t = S_a + S_b + S_c + S_d$ ）。境界タイミングは、ここでは、図4の T_b 、 T_c 、又は T_d である。

[0057] 境界タイミングよりも前の露光量に相当する信号値を S_x とすると、境界タイミングが T_b の場合は、 $S_x = S_a$ 、境界タイミングが T_c の場合は、 $S_x = S_a + S_b$ 、境界タイミングが T_d の場合は、 $S_x = S_a + S_b + S_c$ となる。

[0058] ここで、到達時間 T_x は、例えば、境界タイミング T_b に着目した場合、信号値の合計 S_t を用いて、

$$T_x = T_b - L_w \times S_a / S_t \dots \dots \dots (3) \text{ となる。}$$

[0059] 同様に、境界タイミング T_c に着目した場合、及び境界タイミング T_d に着目した場合は、それぞれ、

$$T_x = T_c - L_w \times (S_a + S_b) / S_t \dots \dots \dots (4)$$

$$T_x = T_d - L_w \times (S_a + S_b + S_c) / S_t \dots \dots \dots (5) \text{ となる。}$$

すなわち、到達時間 T_x は、算出された信号値の割合（ $= S_x / S_t$ ）とパルス幅 L_w との積の値を境界タイミング T_s から引いた時間（ $T_x = T_s - L_w \times S_x / S_t$ ）に相当する。

[0060] 光は、到達時間 T_x の間に、距離 L の2倍の距離を進むことになる。このため、制御部30（詳しくは距離算出部38）は、距離 L を、比較例と同様に、式（2）の $L = (C_o \times T_x) / 2$ に従って算出することができる。

[0061] ところで、露光期間Aにおける信号値 S_a が小さい場合がある。この場合、信号値 S_a の誤差が大きくなる（信号値 S_a の S/N 比が大きいおそれがある）。つまり、上記の算出式のうち式（3）に基づいて到達時間 T_x や距

離し T_s が算出されると、誤差が大きくなるおそれがある。このため、境界タイミング T_s は、パルス幅 L_w を包含可能な3以上の露光期間のうち2番目以降の2つの露光期間の境界であることが望ましい。ここでは、境界タイミング T_s は、 T_c 又は T_d であることが望ましい。つまり、本実施形態では、制御部30（詳しくは時間算出部36）は、到達時間 T_x を、上記3つの算出式のうち2番目（式（4））又は3番目（式（5））の算出式に従って算出する。これにより、信号値 S_a の誤差の影響を軽減できる。

[0062] <測定装置1の動作について>

図5は、本実施形態の測定装置1（主に制御部30）の動作を説明する全体フロー図である。制御部30は、メモリに記憶されたプログラムをCPUが実行することにより、図中の各処理を実行する。図6は、画像取得についての説明図である。図6では、複数の領域1～Nのうち領域1～8の画像を取得するタイミングが示されている。図6のタイミングを示す図のうち、上図の左側は、ゾーン1（領域1～4）の画像を取得するタイミングを示し、右側は、ゾーン2（領域5～8）の画像を取得するタイミングを示している。

[0063] 領域1～4と、領域5～8とでは、発光タイミングに対する露光タイミングの遅延時間がそれぞれ異なっている。具体的には、領域5～8は、領域1～4と比べて、それぞれ、発光タイミングに対する露光タイミング（図1Bの T_{delay} に相当するタイミング）が遅くなっている。図6の下図は、発光パルスを基準にしたときの領域1～8の露光タイミングの説明図である。本来であれば、図6の上図に示すように、領域1～4の発光と、領域5～8の発光は別々であるが、下図では、発光タイミングを基準にして、領域1～8の露光タイミングを示している。このように、領域4と領域5とでは発光タイミングは別々であるが、発光パルスを基準にすると領域4と領域5の露光期間は連続する。このため、前述の「パルス幅 L_w を包含可能な連続する3以上の露光期間」は、発光タイミングが同じ露光期間（例えば領域1～4に対応する露光期間）だけで構成されるものに限らず、発光タイミングが異なる

露光期間（例えば領域4及び領域5に対応する露光期間）が含まれても良い。

[0064] まず、制御部30のタイミング制御部32は、発光部10を周期 T_p で発光させるとともに、発光タイミングに応じて撮像部20の露光タイミングを制御する。そして、画像取得部34は、各露光タイミングにおいて撮像部20で撮像された画像を取得する(S10)。最初は領域1~4の画像を取得する。つまり、画像の各画素について、発光タイミングから遅延した露光期間A~Dにて撮像部20の撮像センサ22に露光を行わせる。制御部30は、周期 T_p ごとに露光を繰り返し行わせ、蓄積部CS1~CS4に電荷を蓄積させて、蓄積させた電荷（信号値 $S_a \sim S_d$ ）を取得する。そして、取得した領域1~4のレンジ画像（サブフレーム）の画像データを画像取得部34の画像メモリに書き込む(S11)。

[0065] 次に、同様にして、制御部30は、領域5~8までの画像を取得する。図6に示すように、領域5~8における発光タイミングに対する遅延時間（露光A~Dの遅延時間）は、領域1~4の場合よりも長く設定されている。また、前述したように、測定対象の領域が遠くなるほど、繰り返し回数（電荷の蓄積回数）が多くなるように設定されている。そして、領域5~8のレンジ画像（サブフレーム）の画像データを画像取得部34の画像メモリに書き込む。

[0066] そして、制御部30は、領域Nまでの画像（全領域の画像）を取得したか否かの判断を行う(S12)。領域Nまでの全領域の画像を取得していない場合(S12でNO)、制御部30は、ステップS10に戻り、さらに画像を取得する。領域Nまでの全領域の画像を取得した場合(S12でYES)、制御部30（詳しくは時間算出部36及び距離算出部38）は、距離演算処理を行い、距離画像を取得する(S13)。

[0067] 図7は、距離演算処理のフロー図である。また、図8は、距離演算処理の概念説明図であり、図9は、距離演算処理の概念説明図である。なお、図9は、実質的に図8と等価の説明図である。

- [0068] まず、制御部30（時間算出部36）は、演算対象となる画素の座標を特定する（S131）。すなわち、2次元における画素の座標を特定する。
- [0069] 次に、制御部30は、領域1～Nの画像から、特定座標の画素の値（信号値）をそれぞれ取得する（S132）。つまり、図8に示すように、制御部30は、領域1～Nの画像から同じ座標（特定座標）の画素の値を取得する。
- [0070] 次に、制御部30は、図8に示すように、反射光を露光した連続する領域の4つの画素を抽出する（S133）。制御部30は、例えば、階調値の合計が最も高くなる4つの画素を抽出することによって、反射光を露光した連続する領域の4つの画素を抽出する。若しくは、制御部30は、例えば、最大の階調値（露光量が多いことを示す値）の画素の前後に位置する4つの画素を抽出しても良い。図8では、反射光を露光した連続する領域A～Dの4つの画素（同じ座標の画素）を抽出しており、それぞれの階調値はS_a、S_b、S_c、及びS_dであるものとする。なお、抽出した階調値S_a、S_b、S_c及びS_dは、「パルス幅L_wを包含可能な連続する3以上の露光期間に対応する信号値」に相当する。
- [0071] 制御部30の時間算出部36は、前述した式（4）又は式（5）により、4つの階調値（S_a、S_b、S_c、S_d）を用いて、到達時間T_xを算出する（S134）。また、制御部30の距離算出部38は、時間算出部36で算出された到達時間T_xと、光の速度C_oを用いて、式（2）により距離Lを求める（S135）。全ての画素の演算が終了していない場合（S136でN_o）には、制御部30は、ステップS131に戻り、次の画素（別の座標の画素）について同様の演算を行う。全ての画素についての演算が終了した場合（S136でYES）には、制御部30は、距離演算処理を終了する。なお、制御部30は、全ての画素に対して距離演算処理を行うことによって、距離画像（フレーム：図2参照）を取得できる。
- [0072] 距離演算処理（S13）の後、制御部30は、距離画像をメモリに書き込む（S14）。また、制御部30は、距離画像に対して色変換処理を行う（

S 1 5)。色変換処理とは、距離に応じて、各画素の色を色分けする処理である。これにより、物体の存在や物体までの距離が分かりやすくなる。そして、制御部 3 0 は、表示処理を行う (S 1 6)。この表示処理は、色分けされた距離画像を、ディスプレイに表示する処理である。なお、色変換処理 (S 1 5) 及び表示処理 (S 1 6) は行わなくても良い。

[0073] 制御部 3 0 は、処理終了しない場合 (S 1 7 で N O)、ステップ S 1 0 に戻り、再び領域 1 ~ N の画像取得を繰り返す。処理終了の場合 (S 1 7 で Y E S)、制御部 3 0 は測定動作を終了する。

[0074] =====まとめ=====

以上、本実施形態の測定装置 1 について説明した。測定装置 1 は、発光パルスを発光する発光部 1 0 と、画素 2 2 1 ごとの露光量に応じた信号値を出力する撮像センサ 2 2 と、測定対象となる領域に応じて設定され、発光パルスのパルス幅 L_w よりも短い露光幅 G_w の露光期間に撮像センサ 2 2 の画素 2 2 1 に反射光を露光させるタイミング制御部 3 2 と、パルス幅 L_w を包含可能な連続する露光期間 A ~ D に対応する信号値 ($S_a \sim S_d$) に基づいて、反射光の到達時間 T_x を算出する時間算出部 3 6 を備えている。これにより、距離分解能を高めることができ、測定精度を高めることができる。

[0075] 時間算出部 3 6 は、露光期間 A ~ D のうちのいずれかの 2 つの露光期間 (例えば露光期間 C 及び D) の境界タイミング (例えば T_c 及び T_d) よりも前の露光量に相当する信号値 S_x の割合に基づいて、反射光の到達時間 T_x を算出する。2 つの露光期間は露光期間 B 及び C でもよく、この場合境界タイミングは T_b 及び T_c であってもよい。2 つの露光期間は露光期間 B 及び D でもよく、この場合境界タイミングは T_b 及び T_d であってもよい。

[0076] より具体的には、露光期間 A ~ D に対応する信号値 ($S_a \sim S_d$) の合計を S_t とし、発光パルスの発光から境界タイミングまでの時間を T_s としたとき、時間算出部 3 6 は、到達時間 T_x を、

$$T_x = T_s - L_w \times (S_x / S_t)$$
として算出する。これにより、到達時間 T_x の測定精度を高めることができる。

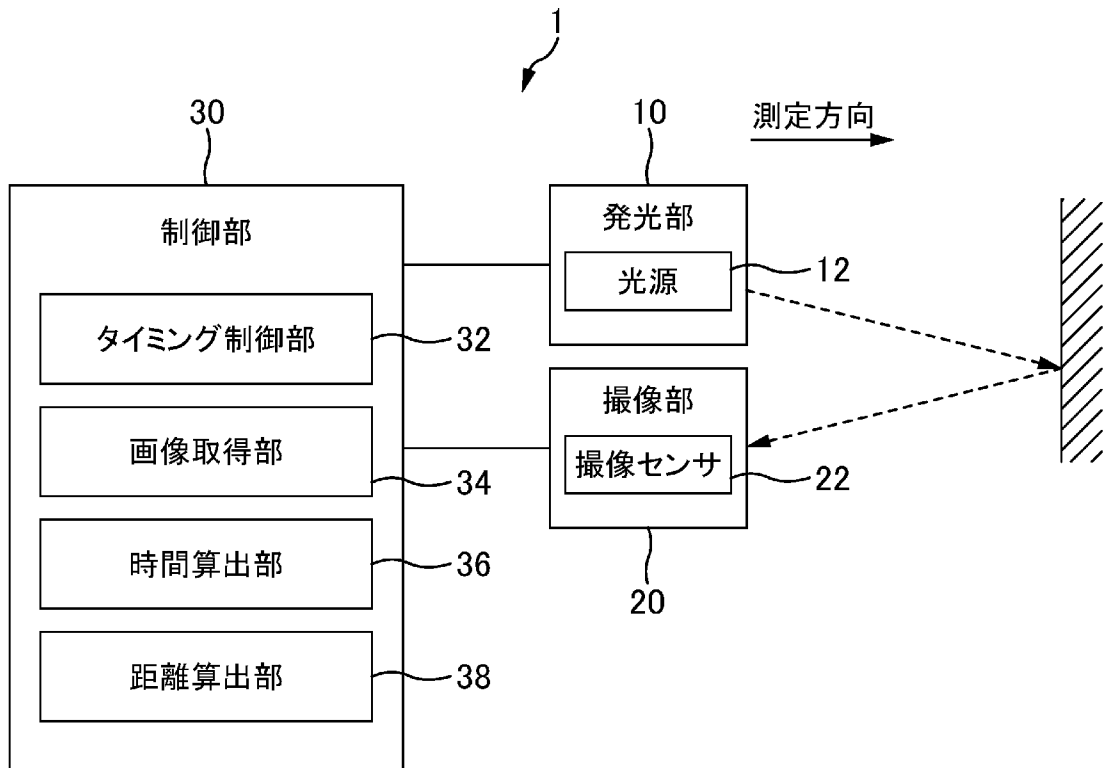
- [0077] 境界タイミングは、パルス幅 L_w を包含可能な露光期間A～Dのうちの2番目以降の露光期間B～Dの2つの境界のタイミング（境界タイミング T_c 及び T_d ）が望ましい。これにより、信号値 S_a の誤差の影響を軽減できる。
- [0078] 時間算出部36は、パルス幅 L_w を包含可能な連続する露光期間の数を、 L_w/G_w の整数部の3より1多い4として、到達時間 T_x を算出する。これにより、最小限の露光期間の数を設定できる。
- [0079] タイミング制御部32は、露光期間の幅 G_w を、発光パルスのパルス幅 L_w の整数分の1（本実施形態では3分の1）に設定する。これにより、測定精度を高めることができる。
- [0080] 撮像センサ22は、画素221ごとに、露光量に応じた電荷を発生する受光素子PDと、電荷を蓄積する4つの蓄積部CS1～CS4と、露光期間A～Dに応じて電荷をそれぞれの蓄積部CS1～CS4に振り分けて蓄積させる駆動回路（トランジスタG1～G4）とを有し、1つの発光パルスによって発生した電荷を露光期間A～Dに応じてそれぞれの蓄積部CS1～CS4に振り分けて蓄積させる。これにより、1回の発光に対して、複数の露光期間を設定でき、1回の発光に対して、複数の領域を測定することができる。
- [0081] 上記の実施形態は、本開示の理解を容易にするためのものであり、本開示を限定して解釈するためのものではない。また、本開示は、その趣旨を逸脱することなく、変更や改良され得るとともに、本開示にはその等価物が含まれるのはいうまでもない。
- [0082] 本出願は、2021年12月24日出願の日本出願第2021-211069号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

請求の範囲

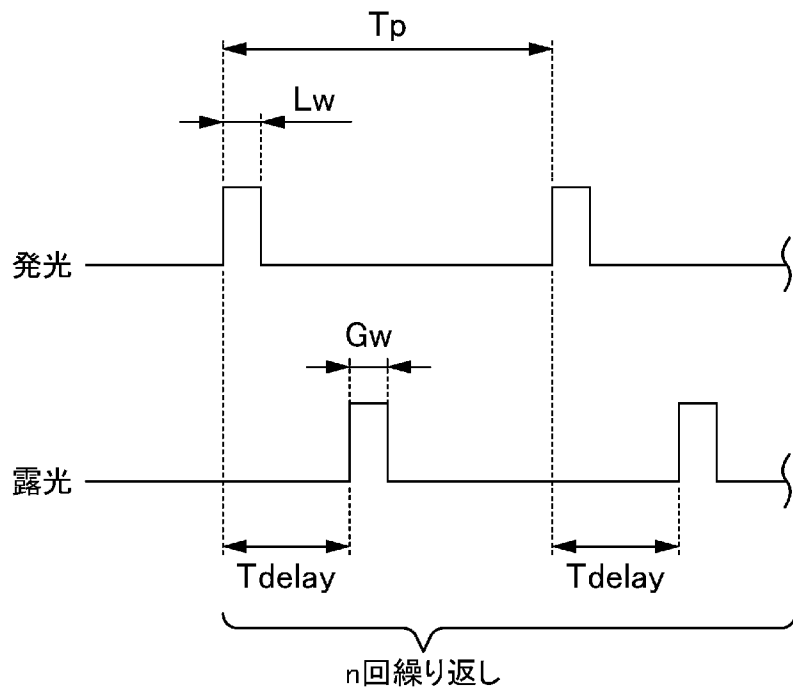
- [請求項1] パルス光を発光する発光部と、
画素ごとの露光量に応じた信号値を出力する撮像センサと、
測定対象となる領域に応じて設定され、前記パルス光のパルス幅よりも短い露光幅の露光期間に前記撮像センサの前記画素に反射光を露光させるタイミング制御部と、
前記パルス幅を包含可能な連続する3以上の前記露光期間に対応する前記信号値に基づいて、前記反射光の到達時間を算出する算出部と、
を備える測定装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の測定装置であって、
前記算出部は、前記パルス幅を包含可能な3以上の前記露光期間のうちいずれかの2つの前記露光期間の境界タイミングよりも前の前記露光量に相当する信号値の割合に基づいて、前記反射光の到達時間を算出する測定装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の測定装置であって、
前記パルス光の前記パルス幅を Lw とし、
前記パルス幅を包含可能な連続する3以上の前記露光期間に対応する前記信号値の合計を S_t とし、
前記境界タイミングよりも前の前記露光量に相当する前記信号値を S_x とし、
前記パルス光の発光から前記境界タイミングまでの時間を T_s としたとき、
前記算出部は、前記到達時間 T_x を、
$$T_x = T_s - Lw \times (S_x / S_t)$$
として算出する測定装置。
- [請求項4] 請求項2又は3に記載の測定装置であって、
前記境界タイミングは、前記パルス幅を包含可能な3以上の前記露光期間のうち2番目以降の前記露光期間の2つの境界のタイミングである測定装置。

- [請求項5] 請求項1～4の何れか一項に記載の測定装置であって、
前記パルス光の前記パルス幅を L_w とし、
前記露光期間の幅を G_w としたとき、
前記算出部は、前記パルス幅を包含可能な連続する前記露光期間の数を、 L_w / G_w の整数部より1多い数として、前記到達時間を算出する、
測定装置。
- [請求項6] 請求項1～5の何れか一項に記載の測定装置であって、
前記タイミング制御部は、
前記露光期間の幅を、前記パルス光の前記パルス幅の整数分の1に設定する、
測定装置。
- [請求項7] 請求項1～6の何れか一項に記載の測定装置であって、
前記撮像センサは、
前記画素ごとに、露光量に応じた電荷を発生する受光素子と、
前記電荷を蓄積する複数の蓄積部と、前記露光期間に応じて前記電荷をそれぞれの前記蓄積部に振り分けて蓄積させる駆動回路とを有し、
1つの前記パルス光によって発生した前記電荷を前記露光期間に応じてそれぞれの前記蓄積部に振り分けて蓄積させる、
測定装置。

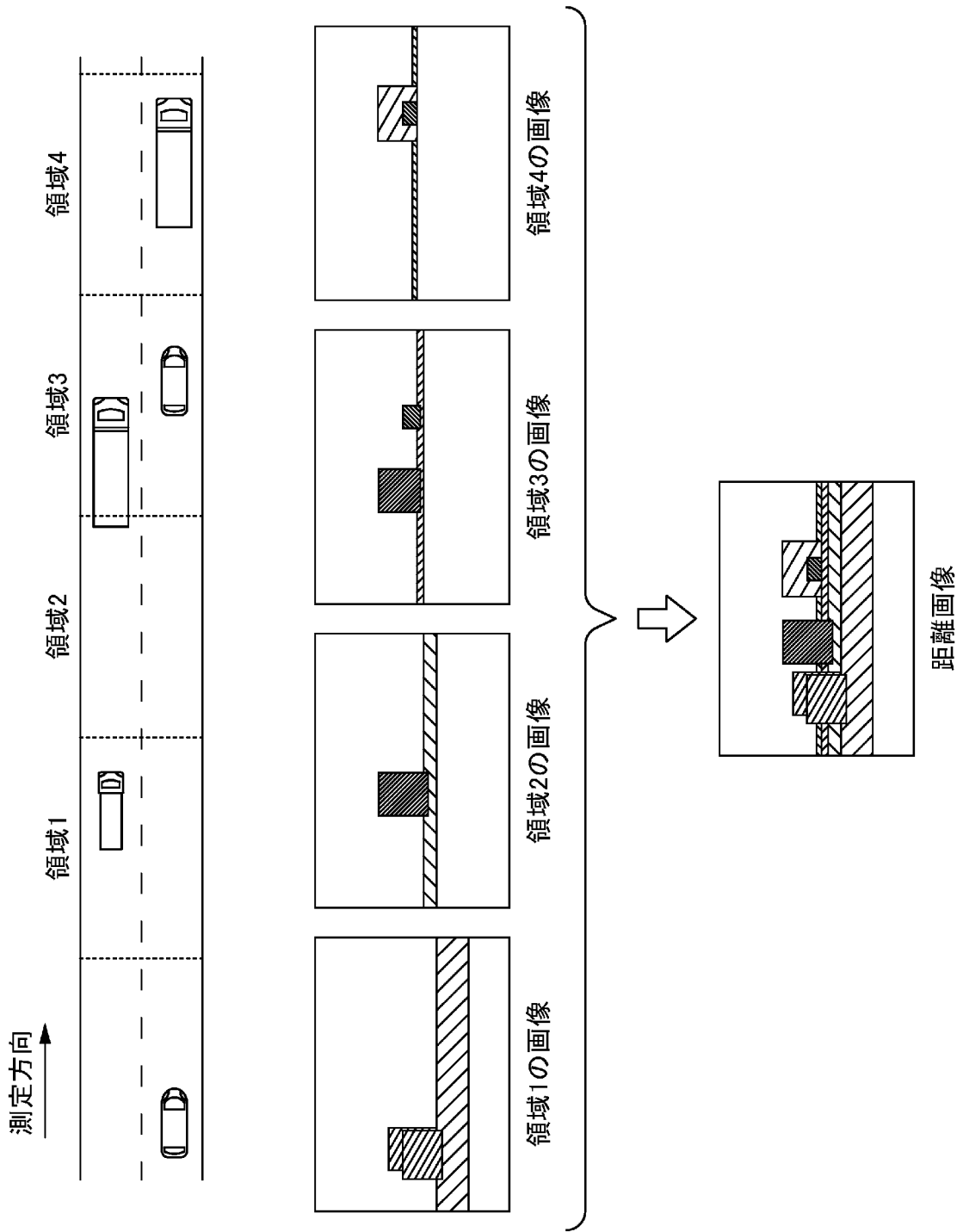
[図1A]



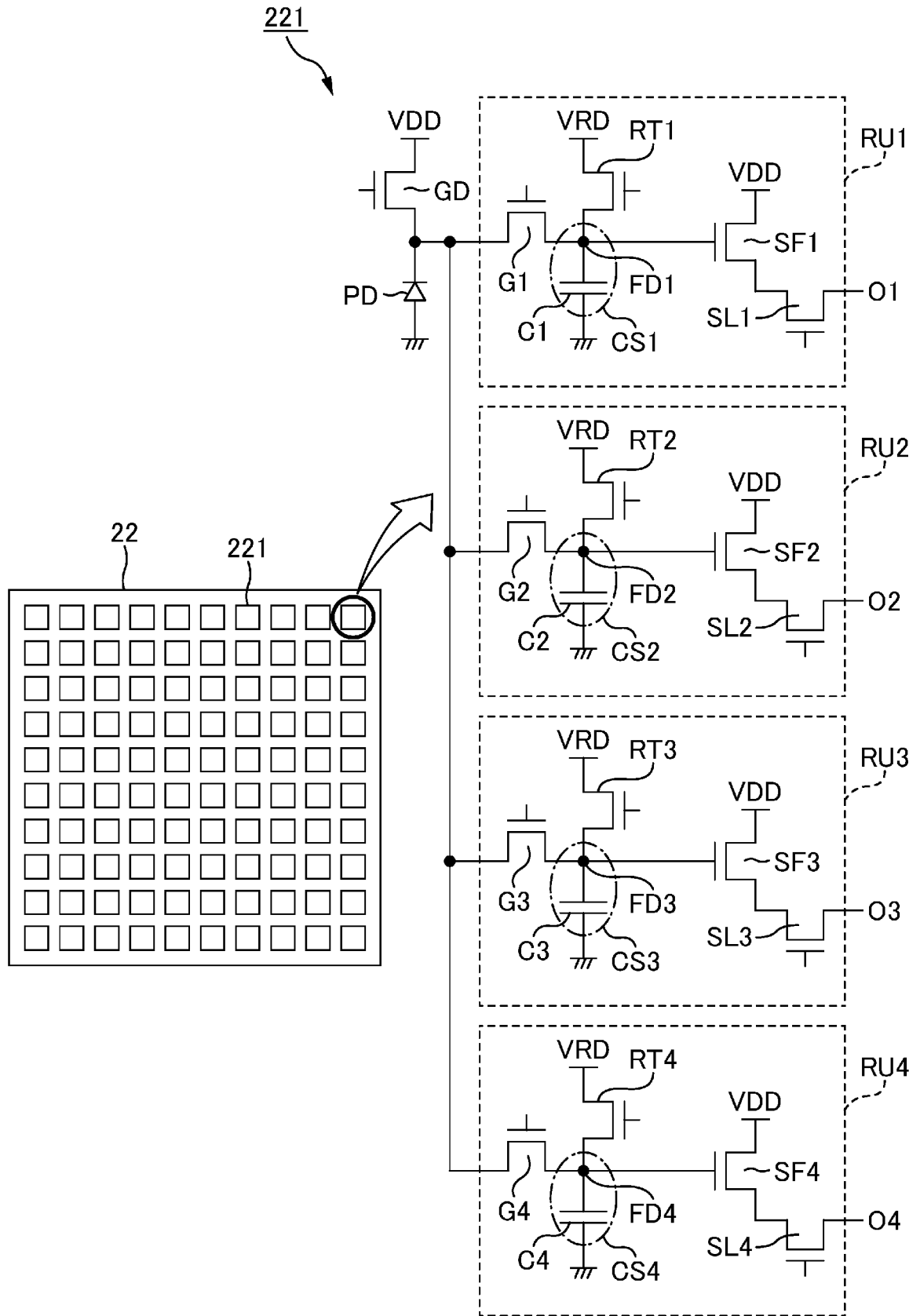
[図1B]



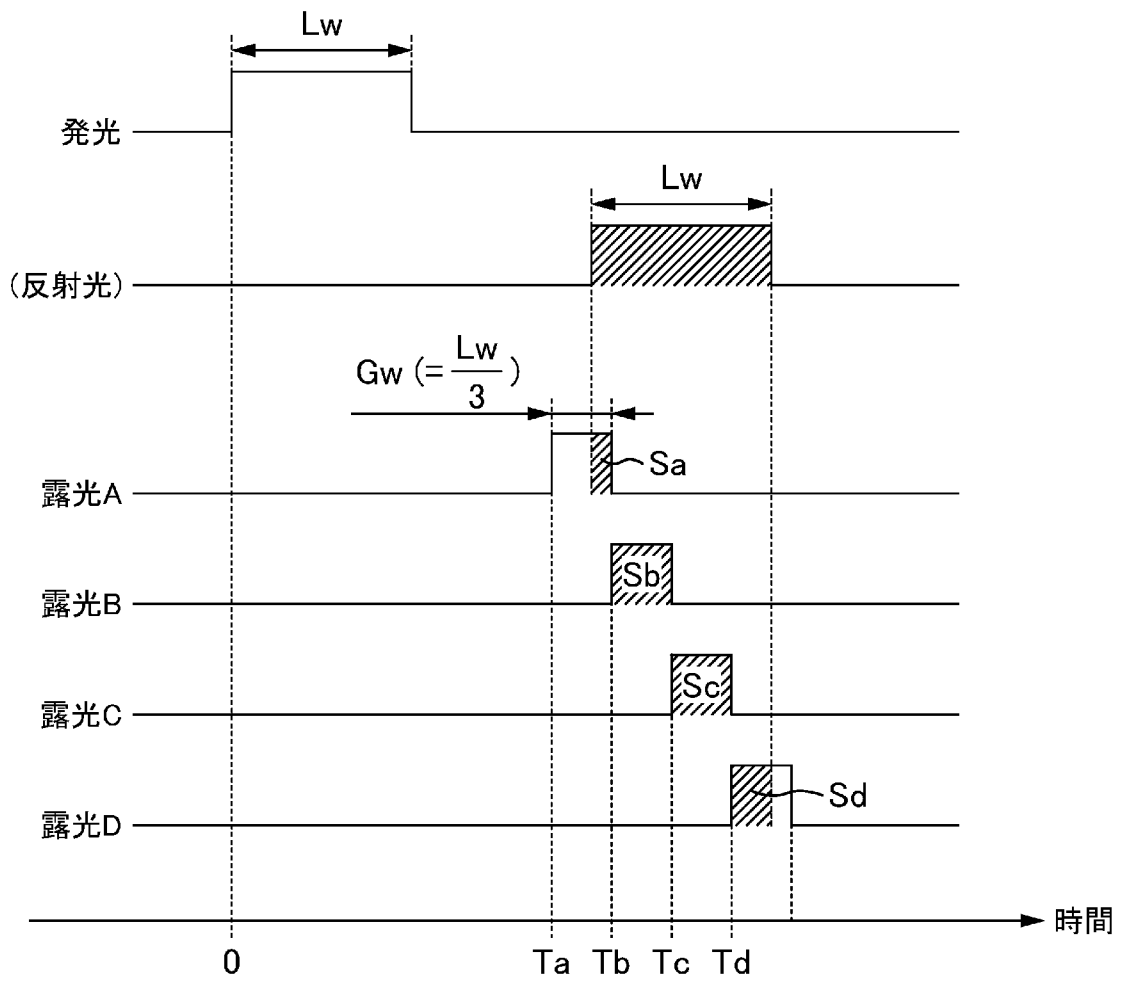
[図2]



[図3]



[図4]



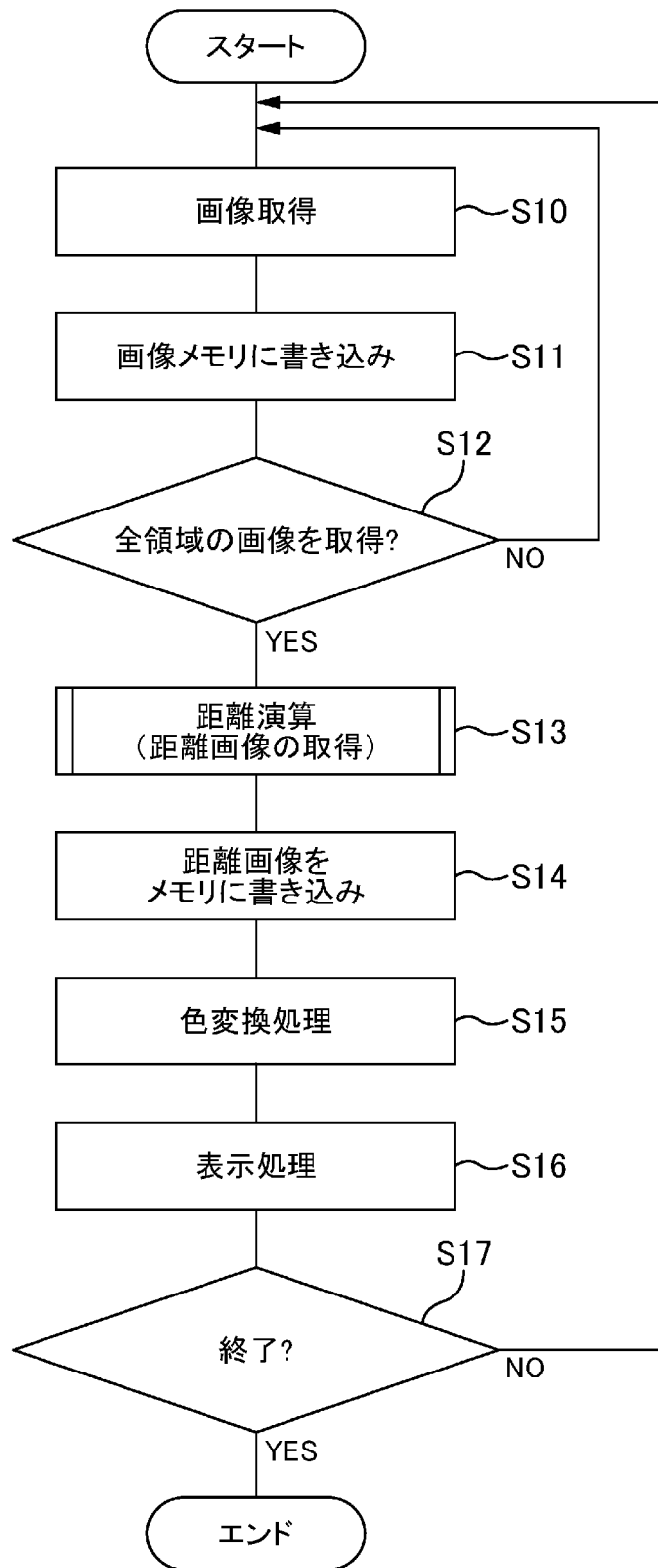
$$Tx = Tb - Lw \times \frac{Sa}{St} \quad (St = Sa + Sb + Sc + Sd)$$

$$= Tc - Lw \times \frac{Sa + Sb}{St}$$

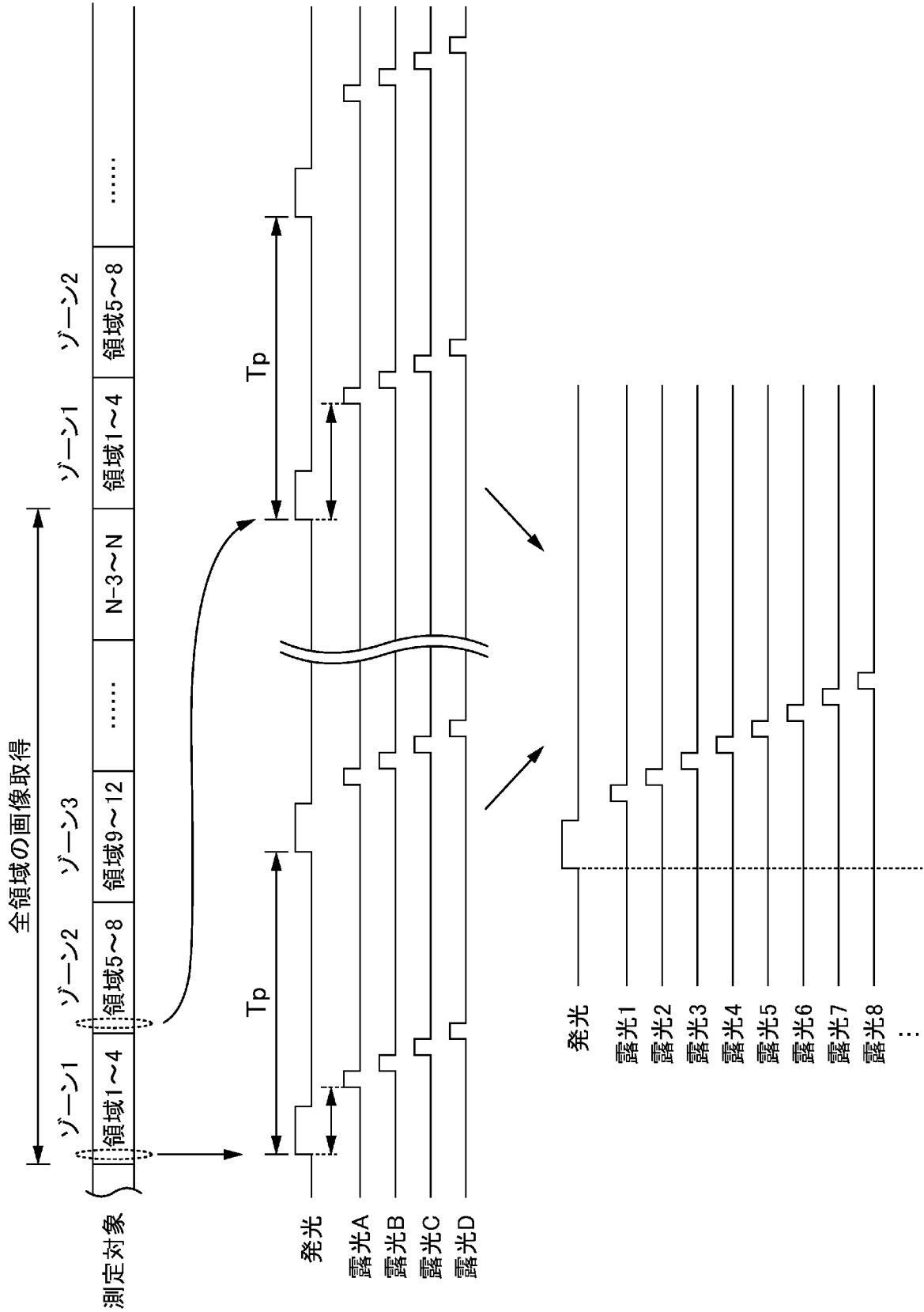
$$= Td - Lw \times \frac{Sa + Sb + Sc}{St}$$

$$L = \frac{Co \times Tx}{2} \quad (Co \text{は光の速度})$$

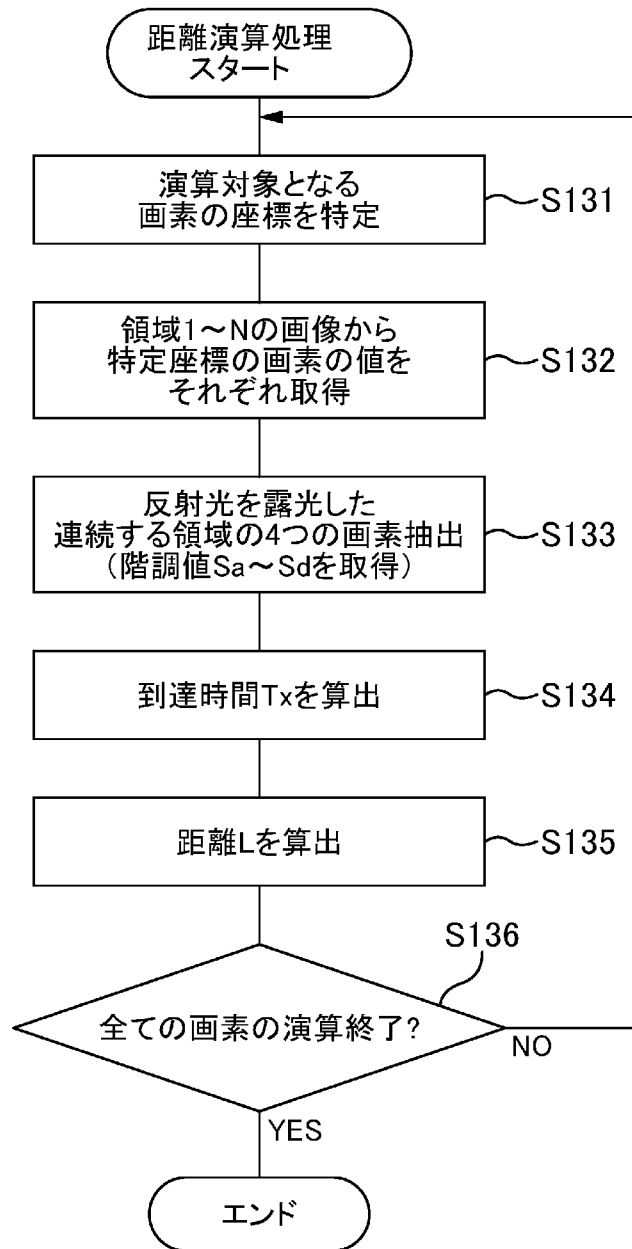
[図5]



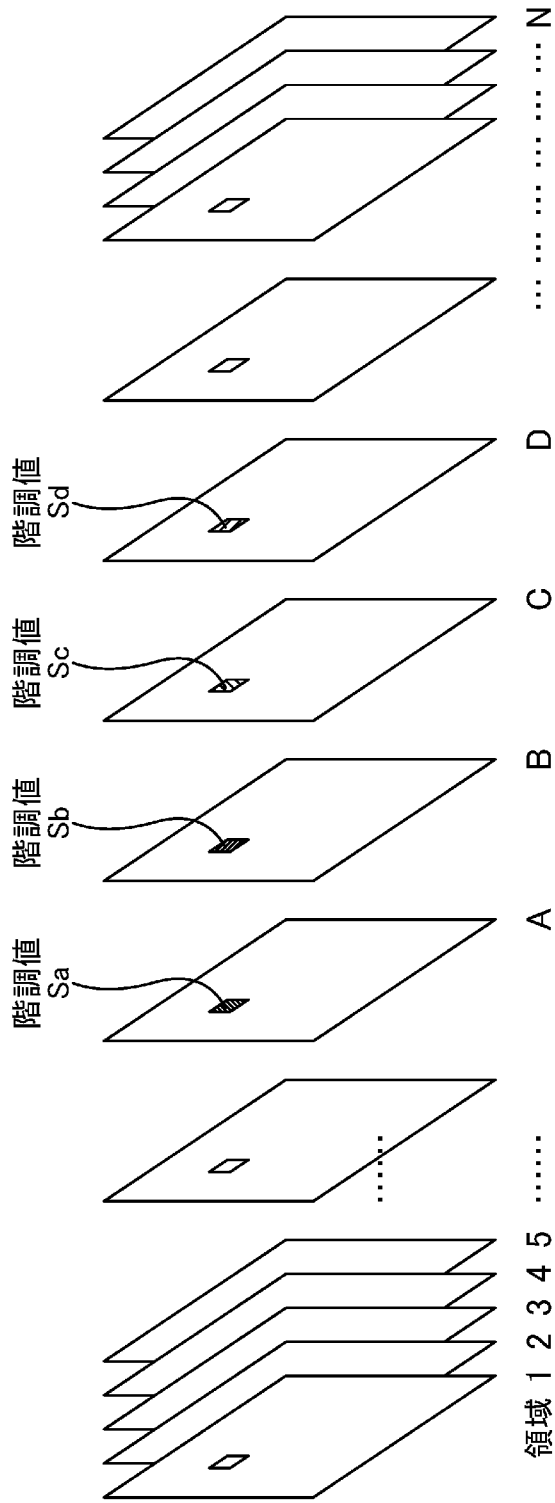
[図6]



[図7]



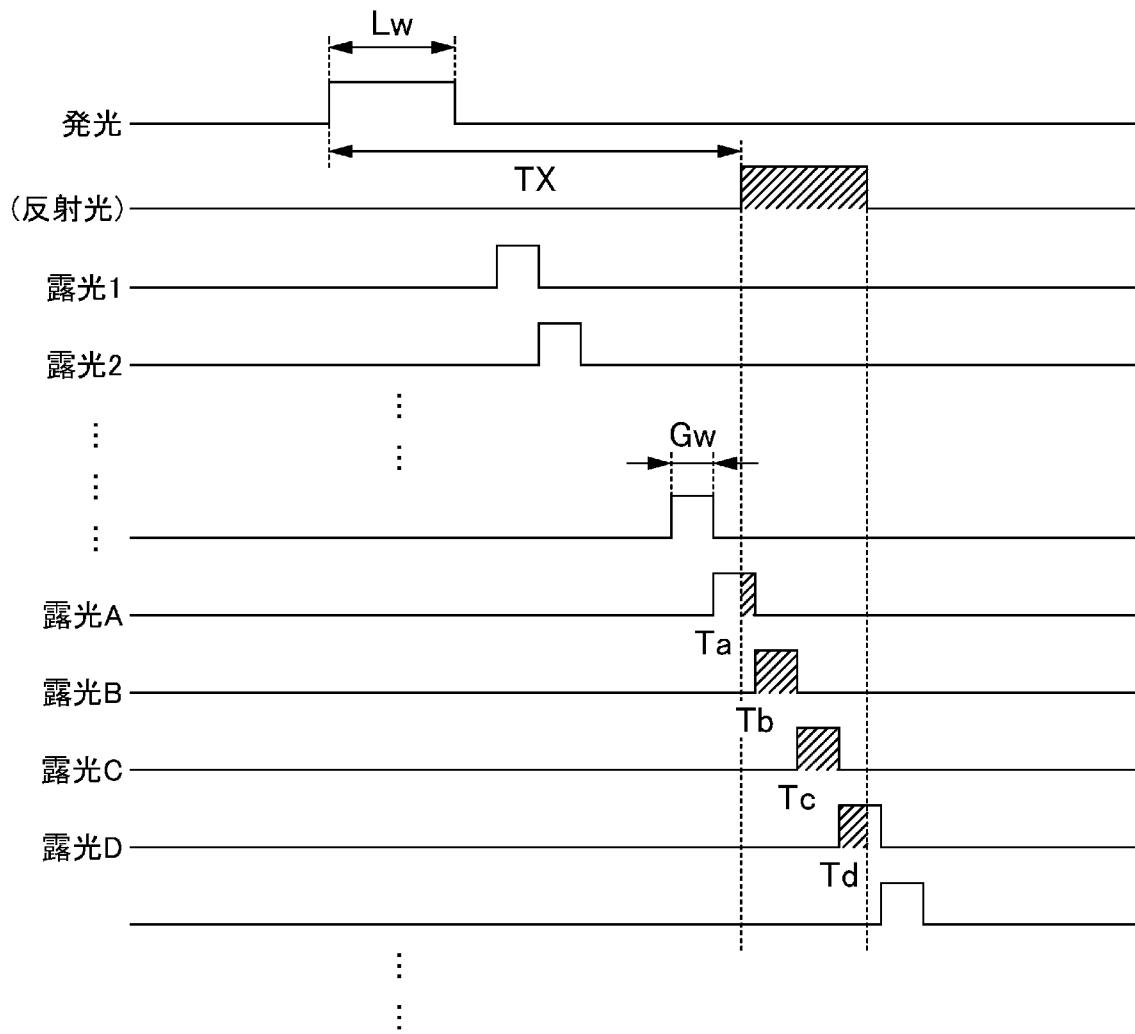
[図8]



到達時間を算出

$$Tx = Ts - Lw \times \frac{Sx}{St}$$

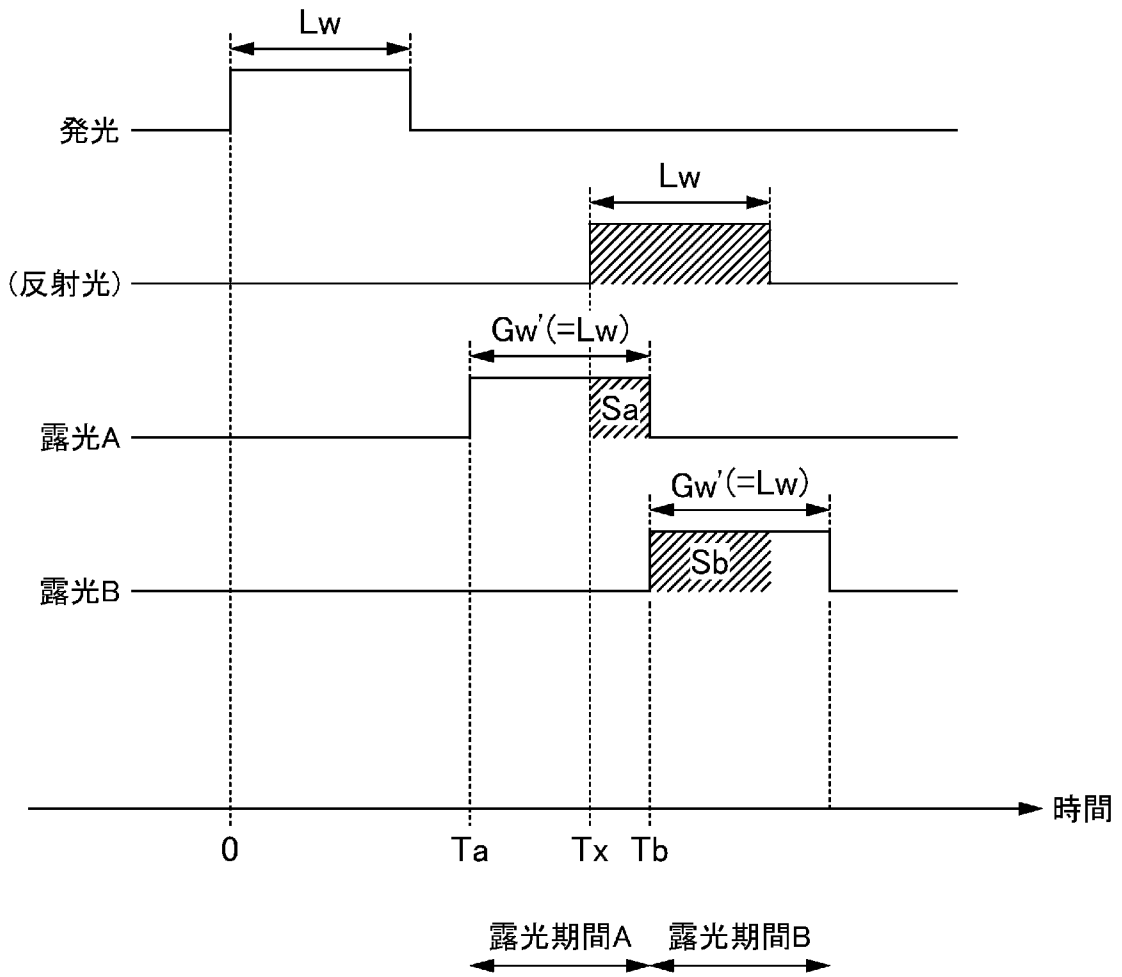
[図9]



反射光の到達時間

$$T_x = T_s - L_w \times \frac{S_x}{S_t}$$

[図10]



$$T_x = T_b - L_w \times \frac{S_a}{S_a + S_b}$$

$$L = \frac{C_o \times T_x}{2} \quad (C_o \text{は光の速度})$$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/043362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 17/894</i> (2020.01)i FI: G01S17/894		
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) G01S 7/48 - G01S 7/51; G01S 17/00 - G01S 17/95		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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 A	JP 2016-095234 A (DENSO CORP) 26 May 2016 (2016-05-26) paragraphs [0013]-[0022], [0032], fig. 12	1, 5-7 2-4
A	JP 2017-530344 A (BASLER AG) 12 October 2017 (2017-10-12) paragraphs [0115]-[0123], fig. 24, 27	1-7
A	US 2020/0158838 A1 (THE UNIVERSITY COURT OF THE UNIVERSITY OF EDINBURGH) 21 May 2020 (2020-05-21) fig. 2B	1-7
A	WO 2021/201269 A1 (KOITO MANUFACTURING CO., LTD.) 07 October 2021 (2021-10-07) paragraphs [0098]-[0116], fig. 19-21	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 13 December 2022		Date of mailing of the international search report 27 December 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/043362

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2016-095234	A	26 May 2016	US 2017/0315238 A1 paragraphs [0077]-[0086], [0097], fig. 12 WO 2016/075945 A1	
JP	2017-530344	A	12 October 2017	DE 102014013099 A1 paragraphs [0156]-[0163], fig. 24, 27 WO 2016/034408 A1	
US	2020/0158838	A1	21 May 2020	JP 2022-510817 A WO 2020/106813 A1 CN 113260874 A KR 10-2021-0093306 A	
WO	2021/201269	A1	07 October 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 17/894(2020.01)i FI: G01S17/894		
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）） G01S 7/48 - G01S 7/51; G01S 17/00 - G01S 17/95 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 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022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 2016-095234 A (株式会社デンソー) 26.05.2016 (2016 - 05 - 26) * [0013]-[0022], [0032], 図12 *	1, 5-7
A		2-4
A	JP 2017-530344 A (バスラー アーゲー) 12.10.2017 (2017 - 10 - 12) * [0115]-[0123], 図24, 27 *	1-7
A	US 2020/0158838 A1 (THE UNIVERSITY COURT OF THE UNIVERSITY OF EDINBURGH) 21.05.2020 (2020 - 05 - 21) * 図2B *	1-7
A	WO 2021/201269 A1 (株式会社小糸製作所) 07.10.2021 (2021 - 10 - 07) * [0098]-[0116], 図19-21 *	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 13. 12. 2022	国際調査報告の発送日 27. 12. 2022	
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） 高場 正光 2M 2910 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

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/JP2022/043362

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-095234 A	26.05.2016	US 2017/0315238 A1 * [0077]-[0086], [0097], 図12 * WO 2016/075945 A1	
JP 2017-530344 A	12.10.2017	DE 102014013099 A1 * [0156]-[0163], 図24, 27 * WO 2016/034408 A1	
US 2020/0158838 A1	21.05.2020	JP 2022-510817 A WO 2020/106813 A1 CN 113260874 A KR 10-2021-0093306 A	
WO 2021/201269 A1	07.10.2021	(ファミリーなし)	