

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-178976

(P2015-178976A)

(43) 公開日 平成27年10月8日(2015.10.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO1S 17/10 (2006.01)</b>	GO1S 17/10	2F112
<b>GO1C 3/06 (2006.01)</b>	GO1C 3/06 120Q	5J084
<b>GO1S 7/484 (2006.01)</b>	GO1C 3/06 140	
	GO1S 7/484	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2014-55726 (P2014-55726)  
 (22) 出願日 平成26年3月19日 (2014.3.19)

(71) 出願人 000006747  
 株式会社リコー  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
 (74) 代理人 100102901  
 弁理士 立石 篤司  
 (72) 発明者 植平 将嵩  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
 (72) 発明者 大森 淳史  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
 (72) 発明者 酒井 浩司  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

最終頁に続く

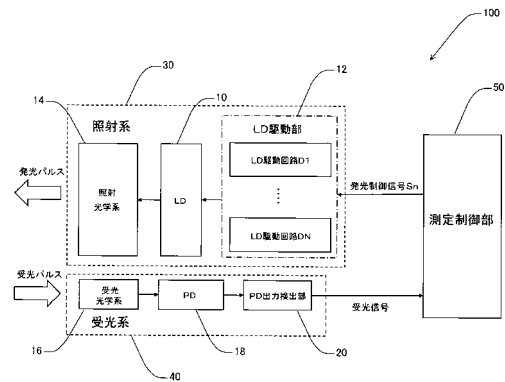
(54) 【発明の名称】 距離測定装置、移動体及び距離測定方法

(57) 【要約】

【課題】 対象物までの距離の測定精度を向上できる距離測定装置を提供すること。

【解決手段】 距離測定装置100は、LD10を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定装置であり、LD10の発光を制御するための発光制御信号が入力されると、LD10に駆動電流を供給するLD駆動回路を複数(N個)備え、発光制御信号は、N個のLD駆動回路D1~DNのいずれかに出力され、N個のLD駆動回路D1~DNは、発光制御信号に対する応答時間(応答速度)が互いに異なる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光源を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定装置において、

前記光源の発光を制御するための発光制御信号が入力されると、前記光源に駆動電流を供給する光源駆動回路を複数備え、

前記発光制御信号は、前記複数の光源駆動回路のいずれかに出力され、

前記複数の光源駆動回路は、前記発光制御信号に対する応答速度が互いに異なることを特徴とする距離測定装置。

## 【請求項 2】

10

前記複数の光源駆動回路は、前記駆動電流の目標電流値が互いに異なり、

前記複数の光源駆動回路それぞれの前記応答速度は、前記目標電流値が小さいほど速いことを特徴とする請求項 1 に記載の距離測定装置。

## 【請求項 3】

前記複数の光源駆動回路のいずれかに前記発光制御信号を出力して前記対象物までの距離を取得し、取得された距離に応じた前記応答速度を有する前記光源駆動回路に前記発光制御信号を出力して前記対象物までの距離を測定する測定制御部を更に備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の距離測定装置。

## 【請求項 4】

前記測定制御部は、前記取得された距離が短いほど、前記応答速度が速い前記光源駆動回路に前記発光制御信号を出力することを特徴とする請求項 3 に記載の距離測定装置。

20

## 【請求項 5】

前記複数の光源駆動回路のいずれかに前記発光制御信号を出力して前記対象物からの反射光の強度を取得し、取得された強度に応じた前記応答速度を有する前記光源駆動回路に前記発光制御信号を出力して前記対象物までの距離を測定する測定制御部を更に備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の距離測定装置。

## 【請求項 6】

前記測定制御部は、前記取得された強度が大きいほど、前記応答速度が速い前記光源駆動回路に前記発光制御信号を出力することを特徴とする請求項 5 に記載の距離測定装置。

## 【請求項 7】

30

光源を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定装置において、

前記光源の発光を制御するための発光制御信号が入力されると、前記光源に駆動電流を供給する光源駆動回路を複数備え、

前記発光制御信号は、前記複数の光源駆動回路のいずれかに出力され、

前記複数の光源駆動回路は、前記駆動電流の目標電流値が互いに異なることを特徴とする距離測定装置。

## 【請求項 8】

前記複数の光源駆動回路は、前記発光制御信号に対する応答速度が互いに異なり、

前記複数の光源駆動回路それぞれの前記応答速度は、前記目標電流値が小さいほど速いことを特徴とする請求項 7 に記載の距離測定装置。

40

## 【請求項 9】

前記複数の光源駆動回路それぞれは、前記駆動電流の電流源としてのトランジスタを有し、

前記複数の光源駆動回路のトランジスタの電流増幅率は、互いに異なることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の距離測定装置。

## 【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の距離測定装置を備える移動体。

## 【請求項 11】

光源を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物ま

50

での距離を測定する距離測定方法において、

前記光源の発光を制御するための発光制御信号に対する応答速度が互いに異なる複数の光源駆動回路のいずれかに前記発光制御信号を出力して前記光源を発光させ、前記対象物までの距離を取得する工程と、

取得された前記距離に応じた前記応答速度を有する前記光源駆動回路に前記発光制御信号を出力して前記光源を発光させ、前記対象物までの距離を測定する工程と、を含む距離測定方法。

【請求項 1 2】

光源を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定方法において、

前記光源の発光を制御するための発光制御信号に対する応答速度が互いに異なる複数の光源駆動回路のいずれかに前記発光制御信号を出力して前記光源を発光させ、前記対象物からの反射光の強度を取得する工程と、

取得された前記強度に応じた前記応答速度を有する前記光源駆動回路に前記発光制御信号を出力して前記光源を発光させ、前記対象物までの距離を測定する工程と、を含む距離測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、距離測定装置、移動体及び距離測定方法に係り、更に詳しくは、光源を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定装置、該距離測定装置を備える移動体及び前記距離を測定する距離測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光源を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定するレーザレーダが知られている（例えば特許文献 1 参照）。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、特許文献 1 に開示されているレーザレーダでは、対象物までの距離の測定精度に向上の余地があった。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、光源を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定装置において、前記光源の発光を制御するための発光制御信号が入力されると、前記光源に駆動電流を供給する光源駆動回路を複数備え、前記発光制御信号は、前記複数の光源駆動回路のいずれかに出力され、前記複数の光源駆動回路は、前記発光制御信号に対する応答速度が互いに異なることを特徴とする距離測定装置である。

【発明の効果】

【0005】

本発明によれば、対象物までの距離の測定精度を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】一実施形態に係る距離測定装置の概略構成を示す図である。

【図 2】LD 駆動部を説明するための図である。

【図 3】図 3 (A) 及び図 3 (B) は、それぞれ発光制御信号 S1、SN と、対応する発光パルスとを示すグラフである。

【図 4】図 4 (A) 及び図 4 (B) は、それぞれ発光制御信号 S1、SN と、対応する発

10

20

30

40

50

光パルスと、対応する受光パルスとを示すグラフである。

【図5】測定制御部により設定された距離のN個の閾値L<sub>1</sub>～L<sub>N</sub>を示す図である。

【図6】測定制御部による制御を説明するためのフローチャートである。

【図7】変形例の測定制御部により設定された受光信号の信号強度のN個の閾値V<sub>1</sub>～V<sub>N</sub>について説明するための図である。

【図8】変形例の測定制御部による制御を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に、本発明の一実施形態の距離測定装置100について、図1～図6を参照して説明する。

10

【0008】

図1には、距離測定装置100の概略的構成がブロック図にて示されている。

【0009】

距離測定装置100は、一例として、移動体としての自動車に搭載され、光源を発光させて対象物（例えば先行車、障害物、歩行者等）に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して該対象物までの距離を測定する。

【0010】

距離測定装置100は、図1に示されるように、一例として、照射系30、受光系40、測定制御部50などを備えている。

【0011】

距離測定装置100は、一例として、自動車のECU（エレクトロニックコントロールユニット）に接続され、該ECUからの要求（距離測定要求）に従い、対象物までの距離を測定し、その測定結果（距離情報）を該ECUに出力する。ECUは、入力された測定結果に基づいて、自動車の動作制御（例えば速度制御、操舵制御等）を行う。

20

【0012】

照射系30は、一例として、光源としてのLD10（レーザダイオード）、LD10を駆動するLD駆動部12、照射光学系14などを含む。LD10は、半導体レーザの一種であり、端面発光レーザとも呼ばれる。

【0013】

測定制御部50は、上記ECUから距離測定要求を受けると、LD10の発光を制御するための発光制御信号（例えば矩形パルス信号）をLD駆動部12に出力する。

30

【0014】

LD駆動部12は、測定制御部50からの発光制御信号が入力されると、LD10に駆動電流（例えば矩形パルス電流）を供給（印加）し、パルス発光させる。ここでは、LD10から周期的に射出されるレーザ光（発光パルス）のパルス幅は、例えば数ns～50nsであり、パルス周期は、例えば数μs～50μsである。

【0015】

詳述すると、LD駆動部12は、図2に示されるように、互いに並列に接続されたN個（Nは2以上の整数）のLD駆動回路D<sub>1</sub>～D<sub>N</sub>を含む。

【0016】

各LD駆動回路は、LD10の順方向に駆動電流を流すように該LD10に対して直列に接続されている。

40

【0017】

各LD駆動回路は、駆動電流の電流源としてのトランジスタを有しており、該トランジスタがON/OFFされることで、LD10に対する通電のON/OFFが制御される。

【0018】

各LD駆動回路のトランジスタのON/OFFは、測定制御部50からの発光制御信号によって制御される。すなわち、発光制御信号がハイレベルのときにトランジスタがONとなり、ローレベルのときにトランジスタがOFFとなる。

【0019】

50

すなわち、各LD駆動回路は、発光制御信号が入力されるとLD10に駆動電流を供給する。

【0020】

ここで、測定制御部50は、N個のLD駆動回路D1～DNのうち一のLD駆動回路Dn(1≦n≦N)に発光制御信号Sn(1≦n≦N)を出力する。すなわち、測定制御部50は、N個のLD駆動回路から、発光制御信号の出力対象となる1つのLD駆動回路を選択する。

【0021】

なお、N個の発光制御信号S1～SNは、実質的に同一の矩形パルス信号である。この場合、各LD駆動回路のトランジスタに供給されるベース電流の電流値は略等しい。

10

【0022】

また、N個のLD駆動回路D1～DNのトランジスタの電流増幅率C1～CNは、互いに異なっている。ここでは、一例として、 $C1 > C2 > \dots > CN$ に設定されている。

【0023】

そこで、N個のLD駆動回路D1～DNの駆動電流(矩形パルス電流)の目標電流値(振幅)I1～INは、互いに異なっている。ここでは、一例として、 $I1 > I2 > \dots > IN$ に設定されている。

【0024】

ここで、対象物を確実に検出するために、該対象物までの距離(例えば数10m～100m)に応じて、LDから例えば数10W～100W程度の高出力のパルス光を出力することが好ましい。すなわち、駆動電流の目標電流値を、例えば数10A～100A程度とすることが好ましい。

20

【0025】

ところで、後に詳述するように、各LD駆動回路のトランジスタの電流増幅率が大きいほど、該LD駆動回路の発光制御信号に対する応答時間が長くなる(応答速度が遅くなる)。逆に言うと、各LD駆動回路のトランジスタの電流増幅率が小さいほど、該LD駆動回路の発光制御信号に対する応答時間が短くなる(応答速度が速くなる)。

【0026】

すなわち、N個のLD駆動回路D1～DNの、対応する発光制御信号S1～SNに対する応答時間Tr1～TrNは、互いに異なる。ここでは、一例として、 $Tr1 > Tr2 > \dots > TrN$ が成立する(図3(A)及び図3(B)参照)。

30

【0027】

「発光制御信号に対する応答時間」は、LDからの発光パルスの立ち上がりにおいて、例えば光出力がピーク出力の10%になったときから90%になったときまでの所要時間を意味する。

【0028】

LD10から射出されたレーザ光(発光パルス)は、照射光学系14により導光され、対象物に照射される。

【0029】

詳述すると、照射光学系14は、一例として、LD10からのレーザ光の光路上に配置され、該レーザ光の拡散を抑制する照射レンズ(例えばカップリングレンズ)と、該照射レンズを介したレーザ光の光路上に配置された光偏向器(例えばポリゴンミラー、ガルバノスミラー、MEMSミラー)とを含む。

40

【0030】

そこで、LD10からのレーザ光は、照射レンズにより所定のビームプロファイルのレーザ光に成形された後、光偏向器で例えば水平面内において偏向され、対象物に照射される。すなわち、レーザ光により対象物が例えば水平方向に走査される。結果として、対象物の例えば水平方向の広範囲な領域に対する距離測定が可能となる。

【0031】

受光系40は、受光光学系16、受光素子としてのPD18(フォトディテクタ)、P

50

D出力検出部20を含む。

【0032】

対象物に照射されたレーザ光は対象物で反射（散乱）され、その一部の反射光（散乱光）が受光光学系16を介してPD18に導かれる。

【0033】

受光光学系16は、一例として、受光レンズ（例えば集光レンズ）を含み、対象物からの反射光のうち入射光（光偏向器で偏向され対象物に入射するレーザ光の経路とほぼ同じ経路を辿ってくる反射光をPD18に結像させる。

【0034】

PD18は、対象物からの反射光を受光すると、PD出力検出部20に、該反射光の光量に応じた電気信号である受光信号を出力する。

10

【0035】

PD出力検出部20での動作としては、受光信号の信号増幅及び受光信号のタイミング検出の2つの動作がある。受光信号の信号増幅についてはアンプなどの信号増幅器を用いて増幅し、受光信号のタイミング検出についてはコンパレータなどの比較器を用いて、PD18からの受光信号の一定出力（スレッシュレベル）以上となる立ち上り波形部を検出する。PD出力検出部20は、受光信号（立ち上がり波形部）を検出すると、その検出タイミングを測定制御部50に出力する。

【0036】

測定制御部50は、上述の如く一のLD駆動回路Dnに発光制御信号Sn（1 ≤ n ≤ N）を出力し、該発光制御信号Snの出力タイミングとPD出力検出部20からの受光信号の検出タイミングとの時間差を対象物との間の往復距離（対象物までの距離の2倍）と推定し、該時間差を距離に換算することで、対象物との間の往復距離、ひいては対象物までの距離を測定する。

20

【0037】

詳述すると、測定制御部50は、発光制御信号Snの立ち上がりタイミングで計時を開始し、PD出力検出部20からの受光信号の検出タイミングで計時を終了する時計機能を有する。この時計機能で計測された時間は、距離測定装置100と対象物との間をレーザ光が伝播（往復）している時間であり、この時間を距離に換算することで、対象物との間の往復距離を求めることができる。なお、駆動信号のパルス周期は例えば数μs～50μsであり、測定制御部50は、対象物との間の往復距離をリアルタイムで算出する。

30

【0038】

ここで、LD駆動部12について詳細に説明する。上述の如く、LD駆動部12はN個のLD駆動回路D1～DNを有しており、LD駆動回路D1～DNの対応する発光制御信号S1～SNに対する応答時間はTr1～TrNに設定されている。

【0039】

ところで、LDから発光パルスを得るためには、LD駆動回路を構成するトランジスタなどの電流源により瞬間的に大電流を供給する。特に、長距離測定に対応するためにLDに供給する電流量を大きくするとき、トランジスタやLDなどが許容できる電流量（許容電流量）を大きく設計する必要があるが、一般的にトランジスタの許容電流量（電流増幅率）と応答速度はトレードオフの関係にあるため、トランジスタを含む種類のLD駆動回路における許容電流量と応答速度を適宜所望の大きさにすることは該トランジスタの素子特性上、困難である。

40

【0040】

例えば許容電流量（電流増幅率）が大きく応答速度が遅いトランジスタをLD駆動回路に用いた場合、発光パルス及び受光パルス（受光信号）の応答時間が長くなるため、各発光パルスに対応する受光パルスの立ち上がり波形部が閾値（スレッシュレベル）を超える時間の誤差が大きくなり、測定距離の誤差が生じやすくなる。つまり、LD駆動回路で測定距離の長距離化を優先すると、近距離においての距離分解能の低下を招く。

【0041】

50

本実施形態では、例えば高速応答な発光パルスが必要なときは応答時間が短いLD駆動回路を選択し、高出力な発光パルスが必要なときは応答時間が長く、より大電流を供給できるLD駆動回路を選択することができる。すなわち、許容電流量と応答速度が所望の大きさのLD駆動回路を適宜選択できる。

#### 【0042】

次に、各LD駆動回路の対応する発光制御信号に対する応答時間について説明する。図3(A)には、応答時間 $T_{r1}$ のLD駆動回路D1に対して出力される発光制御信号S1と、該発光制御信号S1が出力されたLD駆動回路D1により駆動されたLD10からの発光パルスとが示されている。図3(B)には、応答時間 $T_{r1}$ よりも短い応答時間 $T_{rN}$ のLD駆動回路DNに対して出力される発光制御信号SNと、該発光制御信号SNが出力されたLD駆動回路DNにより駆動されたLD10からの発光パルスとが示されている。

10

#### 【0043】

前述したLD10を駆動するトランジスタの素子特性により、応答時間が $T_{r1} \sim T_{rN}$ のLD駆動回路D1～DNのピーク光出力をそれぞれ $P1 \sim PN$ とすると、 $T_{r1} > T_{r2} > \dots > T_{rN}$ が成り立つとき、 $P1 > P2 > \dots > PN$ となる。

#### 【0044】

以下に、光波形の応答時間が測距(距離測定)における距離分解能(測距精度)に与える影響について、図4(A)及び図4(B)を参照して説明する。

#### 【0045】

図4(A)に示される、例えば応答時間 $T_{r1}$ のLD駆動回路D1を用いた測距において、対象物の反射率(反射位置)が変化して受光パルスの信号強度が例えば $1/2$ に低下したとき、発光制御信号の立ち上がりタイミング(ONタイミング)から該信号強度が閾値 $V_{t1}$ を越えるまでの時間に誤差 $T_{d1}$ が生じる。Time Of Flight方式における測定距離を $L1$ 、光速を $c$ とすると、直前の発光制御信号の立ち上がりタイミングと、該発光制御信号に対応する直前の受光パルスの検出タイミングとの時間差 $T1$ を用いて、 $L1 = c(T1 + T_{d1}) / 2$ が成立する。この場合、距離測定装置100の距離分解能は $T_{d1}$ に依存しているといえる。

20

#### 【0046】

これに対し、例えば応答時間が $T_{rN}$ ( $T_{rN} < T_{r1}$ )のLD駆動回路DNを用いた測距では、発光制御信号の立ち上がりタイミングから受光パルスの立ち上がり波形部が閾値 $V_{tN}$ を越えるまでの時間の誤差は $T_{dN}$ となる。そこで、測定距離を $L_N$ 、光速を $c$ とすると、 $L_N = c(T_N + T_{dN}) / 2$ が成立する。応答時間 $T_{r1} > T_{rN}$ のとき、誤差 $T_{d1} > T_{dN}$ が成り立つため、応答時間 $T_{rN}$ のLD駆動回路DNによる測距の距離分解能は応答時間 $T_{r1}$ のLD駆動回路D1による測距の距離分解能と比べて相対的に高くなる。

30

#### 【0047】

以上の説明から分かるように、発光制御信号の出力対象としてのLD駆動回路が、該発光制御信号に対する応答時間が短いものであるほど測距の距離分解能が高くなる。

#### 【0048】

次に、対象物までの距離の範囲(レンジ)に応じたLD駆動回路の選択動作について、図5及び図6を参照して説明する。図6のフローチャートは、測定制御部50で実行される処理アルゴリズムに基づいている。

40

#### 【0049】

ここでは、図5に示されるように距離測定装置100が測定可能な距離 $L$ を、 $L2 \sim L1$ 、 $\dots$ 、 $L_N \sim L(N-1)$ の $N-1$ 個の距離範囲(距離レンジ)に分割した状態を想定する。ここでは、 $L1 > L2 > \dots > L_N$ である。ここでの動作は、距離測定装置100が起動された時点から開始される。

#### 【0050】

最初のステップQ1では、LD駆動回路D1に発光制御信号S1を出力する。この結果

50

、LD駆動回路D1からLD10に目標電流値I1の駆動電流が供給され、LD10が光出力P1で発光する。このように、先ず、対象物を確実に検出するために、駆動電流の目標電流値が最大の(最も高出力な)LD駆動回路D1によりLD10を駆動し、光出力P1で発光させる。

【0051】

次のステップQ2では、対象物を検出したか否かを判断する。ここでの判断は、LD10からの光出力P1の発光パルスによるPD18からの受光信号がPD出力検出部20で検出された場合に肯定され、検出されない場合に否定される。なお、例えば対象物までの距離Lが距離L1(例えば100m)に比べて著しく長い場合には、対象物を検出できない。ステップQ2での判断が肯定されると、ステップQ3に移行する。一方、ステップQ2での判断が否定されると、フローは、終了する。

10

【0052】

ステップQ3では、対象物までの距離Lを測定し、取得する。ここでは、上記発光制御信号S1による光出力P1の発光パルスを用いて距離Lを測定する。

【0053】

次のステップQ4では、距離Lの測定を続行するか否かを判断する。ここでは、ステップQ4での判断は、例えばユーザにより自動車の自動運転制御モードが選択されている場合に肯定され、選択されていない場合に否定される。ステップQ4での判断が肯定されると、ステップQ5に移行する。一方ステップQ4での判断が否定されると、フローは終了する。

20

【0054】

ステップQ5では、nに1をセットする。ステップQ5が実行されると、ステップQ6に移行する。

【0055】

ステップQ6では、測定された距離LがLn以下であるか否かを判断する。ステップQ6での判断が否定されると、ステップQ7に移行する。一方、ステップQ6での判断が肯定されると、ステップQ9に移行する。

【0056】

ステップQ7では、LD制御回路Dnに発光制御信号Snを出力する。これにより、LD駆動回路DnからLD10に目標電流値In(1 ≤ n ≤ N)の駆動電流が供給され、LD10が光出力Pn(1 ≤ n ≤ N)で発光する。ステップQ7が実行されると、ステップQ8に移行する。

30

【0057】

ステップQ8では、発光制御信号Snによる光出力Pnの発光パルスを用いて距離Lを測定、更新し(取得し)、更新された距離Lを自動車のECUに出力する。ステップQ8が実行されると、ステップQ4に戻る。

【0058】

ステップQ9では、n < Nであるか否かを判断する。ステップQ9での判断が肯定されると、ステップQ10に移行する。一方、ステップQ9での判断が否定されると、フローは終了する。

40

【0059】

ステップQ10では、nをインクリメントする。ステップQ10が実行されると、ステップQ6に戻る。

【0060】

以上のようにして、距離Lの測定値、すなわち距離レンジに応じた適切な応答速度及び光出力を有するLD駆動回路Dnに発光制御信号Snが出力され、該LD駆動回路DnによりLD10が駆動される。結果として、対象物の距離に応じて、適切な光出力を維持しながら適切な距離分解能を得ることができる。

【0061】

なお、上記ステップQ1では、LD駆動回路D1に発光制御信号S1を出力しているが

50



、これに限らず、要は、複数のLD駆動回路D1～DNのいずれかに発光制御信号を出力すれば良い。この場合、対象物を確実に検出する観点から、目標電流値がより大きい（発光制御信号に対する応答速度がより遅い）LD駆動回路に発光制御信号を出力することが好ましい。

【0062】

また、図6のフローチャートにおいて、ステップQ4を実行しなくても良い。すなわち、ステップQ3の次にステップQ5を実行しても良い。この場合、ステップQ8が実行された後、ステップQ5に戻る。

【0063】

ここで、例えば距離測定装置100を自動車の動作制御に用いる場合には、安全上の観点から対象物までの距離が短いほど要求される測距精度は高くなる一方、対象物までの距離が長いほど測距に要求される光出力は大きくなる。

10

【0064】

以上説明した本実施形態の距離測定装置100は、第1の観点からすると、LD10を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定装置であり、LD10の発光を制御するための発光制御信号が入力されると、LD10に駆動電流を供給するLD駆動回路を複数（N個）含み、発光制御信号は、N個のLD駆動回路D1～DNのいずれかに出力され、N個のLD駆動回路D1～DNは、発光制御信号に対する応答時間（応答速度）が互いに異なる。

20

【0065】

また、本実施形態の距離測定装置100を用いる距離測定方法は、LD10を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定方法であり、LD10の発光を制御するための発光制御信号に対する応答時間（応答速度）が互いに異なる複数の光源駆動回路のいずれかに発光制御信号を出力してLD10を発光させ、対象物までの距離を取得する工程と、取得された距離に応じた前記応答時間を有するLD駆動回路に発光制御信号を出力してLD10を発光させ、対象物までの距離を測定する工程と、を含む。

【0066】

本実施形態の距離測定装置100及び距離測定方法では、例えば対象物までの距離に応じて、発光制御信号に対する応答時間（応答速度）が適切なLD駆動回路でLD10を駆動でき、該距離の測定誤差を低減できる。

30

【0067】

結果として、対象物までの距離の測定精度を向上できる。

【0068】

また、N個のLD駆動回路D1～DNは、駆動電流の目標電流値が互いに異なり、N個のLD駆動回路D1～DNそれぞれの前記応答時間は、目標電流値が大きいほど長くなる。換言すると、各LD駆動回路の発光制御信号に対する応答速度は、該LD駆動回路の目標電流値が大きいほど遅くなる。

【0069】

この場合、例えば対象物までの距離に応じて、前記目標電流値及び前記応答時間が適切なLD駆動回路でLD10を駆動でき、省電力化を図りつつ安定した高精度の距離測定（測距）を行うことができる。

40

【0070】

また、距離測定装置100は、N個のLD駆動回路D1～DNのいずれかに発光制御信号を出力して対象物までの距離を取得し（測定し）、取得（測定）された距離に応じた前記応答時間を有するLD駆動回路に発光制御信号を出力して対象物までの距離を測定（再測定）する測定制御部50を更に備えている。

【0071】

また、測定制御部50は、前記取得された距離が短いほど、前記応答時間が短い（前記応答速度が速い）LD駆動回路に発光制御信号を出力する。

50

## 【 0 0 7 2 】

また、距離測定装置 1 0 0 は、第 2 の観点からすると、L D 1 0 を発光させて対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を受光して前記対象物までの距離を測定する距離測定装置であり、L D 1 0 の発光を制御するための発光制御信号が入力されると、L D 1 0 に駆動電流を供給する L D 駆動回路を複数 ( N 個 ) 含み、発光制御信号は、N 個の L D 駆動回路 D 1 ~ D N のいずれかに出力され、N 個の L D 駆動回路 D 1 ~ D N は、前記駆動電流の目標電流値が互いに異なる。

## 【 0 0 7 3 】

この場合、例えば対象物までの距離に応じて、駆動電流の目標電流値が適切な L D 駆動回路で L D 1 0 を駆動でき、該距離を安定して ( 確実に ) 測定でき、該距離の測定誤差を低減できる。

10

## 【 0 0 7 4 】

結果として、対象物までの距離の測定精度を向上できる。

## 【 0 0 7 5 】

また、N 個の L D 駆動回路 D 1 ~ D N は、発光制御信号に対する応答時間 ( 応答速度 ) が互いに異なり、N 個の L D 駆動回路 D 1 ~ D N それぞれの前記応答時間は、前記目標電流値が大きいほど長くなる。換言すると、各 L D 駆動回路の発光制御信号に対する応答速度は、該 L D 駆動回路の目標電流値が大きいほど遅くなる。

## 【 0 0 7 6 】

この場合、例えば対象物までの距離に応じて、前記目標電流値及び前記応答時間が適切な L D 駆動回路で L D 1 0 を駆動でき、省電力化を図りつつ安定した高精度の距離測定を行うことができる。

20

## 【 0 0 7 7 】

そこで、本実施形態では、距離測定装置 1 0 0 が搭載された自動車を提供でき、該自動車では、距離測定装置 1 0 0 から高精度な測定結果に基づいて E C U が動作制御 ( 例えば速度制御等 ) を正確に行うことができる。

## 【 0 0 7 8 】

次に、変形例の距離測定装置 2 0 0 について、図 7 及び図 8 を参照して説明する。距離測定装置 2 0 0 は、測定制御部での制御が異なる点を除いて、上記実施形態の距離測定装置 1 0 0 と実質的に同一の構成及び機能を有する。

30

## 【 0 0 7 9 】

距離測定装置 2 0 0 は、対象物からの反射光による受光信号 ( 受光パルス ) の信号強度に応じて L D 駆動回路を選択する。ここでは、図 7 に示されるように、P D 出力検出部 2 0 が検出可能な受光信号の信号強度 V の範囲 ( 強度レンジ ) を、 $V_2 \sim V_1$ 、 $\dots$ 、 $V_N \sim V_{(N-1)}$  の N - 1 個の強度レンジに分割した状態を想定する。ここでは、 $V_1 > V_2 > \dots > V_N$  である。図 8 のフローチャートは、測定制御部で実行される処理アルゴリズムに基づいている。

## 【 0 0 8 0 】

最初のステップ J 1 では、L D 駆動回路 D 1 に発光制御信号 S 1 を出力する。この結果、L D 駆動回路 D 1 から L D 1 0 に目標電流値 I 1 の駆動電流が供給され、L D 1 0 が光出力 P 1 で発光する。このように、先ず、対象物を確実に検出するために、駆動電流の目標電流値が最大の ( 最も高出力な ) L D 駆動回路 D 1 により L D 1 0 を駆動し、光出力 P 1 で発光させる。

40

## 【 0 0 8 1 】

次のステップ J 2 では、対象物を検出したか否かを判断する。ここでの判断は、L D 1 0 からの光出力 P 1 の発光パルスによる P D 1 8 からの受光信号が P D 出力検出部 2 0 で検出された場合に肯定され、検出されない場合に否定される。なお、例えば対象物までの距離 L が距離 L 1 ( 例えば 1 0 0 m ) に比べて著しく長い場合には、対象物を検出できない。ステップ J 2 での判断が肯定されると、ステップ J 3 に移行する。一方、ステップ J 2 での判断が否定されると、フローは、終了する。

50

## 【0082】

ステップJ3では、受光信号の信号強度Vを計測し、取得する。ここでは、上記発光制御信号S1による光出力P1の発光パルスを用いて信号強度Vを計測する。

## 【0083】

次のステップJ4では、距離Lの測定を続行するか否かを判断する。ここでは、ステップJ4での判断は、例えばユーザにより自動車の自動運転制御モードが選択されている場合に肯定され、選択されていない場合に否定される。ステップJ4での判断が肯定されると、ステップJ5に移行する。一方ステップJ4での判断が否定されると、フローは終了する。

## 【0084】

ステップJ5では、nにNをセットする。ステップJ5が実行されると、ステップJ6に移行する。

## 【0085】

次のステップJ6では、信号強度VがVn以上であるか否かを判断する。ステップJ6での判断が否定されると、ステップJ7に移行する。一方、ステップJ6での判断が肯定されると、ステップJ10に移行する。

## 【0086】

ステップJ7では、LD制御回路Dnに発光制御信号Snを出力する。この結果、LD駆動回路DnからLD10に目標電流値In(1~N)の駆動電流が供給され、LD10が光出力Pn(1~N)で発光する。ステップJ7が実行されると、ステップJ8に移行する。

## 【0087】

ステップJ8では、上記発光制御信号Snによる光出力Pnの発光パルスを用いて距離Lを測定し、測定された距離Lを自動車のECUに出力する。ステップJ8が実行されると、ステップJ9に移行する。

## 【0088】

ステップJ9では、上記発光制御信号Snによる光出力Pnの発光パルスに対応する受光パルスの信号強度Vを計測し、更新する(取得する)。ステップJ9が実行されると、ステップJ4に戻る。

## 【0089】

ステップJ10では、n>1であるか否かを判断する。ステップJ10での判断が肯定されると、ステップJ11に移行する。一方、ステップJ10での判断が否定されると、フローは終了する。

## 【0090】

ステップJ11では、nをディクリメントする。ステップJ11が実行されると、ステップJ6に戻る。

## 【0091】

以上のようにして、受光信号の信号強度、すなわち強度レンジに応じた適切な応答速度及び光出力を有するLD駆動回路Dnに発光制御信号Snが出力され、該LD駆動回路DnによりLD10が駆動される。結果として、受光信号の信号強度Vに応じて、適切な光出力を維持しながら、高い反射率の対象物ほど、対象物までの距離が近いほど、高分解能で測距できる。すなわち、対象物の反射率や対象物までの距離に応じて、適切な距離分解能で測距を行うことができる。

## 【0092】

以上説明した変形例の距離測定装置200は、N個のLD駆動回路D1~DNのいずれかに発光制御信号を出力して受光信号の信号強度(対象物からの反射光の強度)を取得し、取得された信号強度に応じた、発光制御信号に対する応答速度を有するLD駆動回路に発光制御信号を出力して対象物までの距離を測定する。

## 【0093】

変形例の距離測定装置200を用いる距離測定方法は、発光制御信号に対する応答時間

10

20

30

40

50

(応答速度)が互いに異なるN個のLD駆動回路D1~DNのいずれかに発光制御信号を出力してLD10を発光させ、受光信号の信号強度(対象物からの反射光の強度)を取得する工程と、取得された信号強度に応じた前記応答時間を有するLD駆動回路に発光制御信号を出力してLD10を発光させ、対象物までの距離を測定する工程と、を含む。

【0094】

変形例の距離測定装置200及び距離測定方法では、取得された信号強度に応じて、すなわち対象物の反射率や対象物までの距離に応じて、発光制御信号の出力対象のLD駆動回路を切り換えることができる。

【0095】

この結果、信号強度が強い場合(対象物の反射率が高い場合や対象物までの距離が短い場合)には、光パルスの応答速度を速くして対象物までの距離を高分解で測定でき、信号強度が弱い場合(対象物の反射率が低い場合や対象物までの距離が長い場合)には、光パルスの光出力を大きくして対象物までの距離を確実に測定できる。

10

【0096】

また、測定制御部は、取得された信号強度が大きいほど、前記応答時間が短いLD駆動回路に発光制御信号を出力する。換言すると、測定制御部は、取得された信号強度が大きいほど、発光制御信号に対する応答速度が速いLD駆動回路に発光制御信号を出力する。

【0097】

この場合、取得される信号強度の変化に応じて、光パルスの応答速度及び光出力を適切に制御することができる。

20

【0098】

なお、図8のフローチャートにおいて、ステップJ8、J9の順序は、逆であっても良い。また、ステップJ4を実行しなくても良い。すなわち、ステップJ3の次にステップJ5を実行しても良い。この場合、ステップJ9が実行された後、ステップJ5に戻る。

【0099】

なお、上記実施形態及び変形例では、光源として、単一のLDを用いているが、これに限られない。例えば、複数のLDが1次元又は2次元に配列されたLDアレイ、半導体レーザーの一種であるVCSEL(面発光レーザー)、VCSELが1次元又は2次元に配列されたVCSELアレイ、半導体レーザー以外のレーザー、LED(発光ダイオード)、複数のLEDが1次元又は2次元に配列されたLEDアレイ、有機EL素子、複数の有機EL素子が1次元又は2次元に配列された有機ELアレイなどを用いても良い。複数のLDが1次元配列されたLDアレイとしては、複数のLDが積層されたスタック型のLDアレイや複数のLDが横に並べられたLDアレイが挙げられる。

30

【0100】

また、上記実施形態及び変形例では、発光制御信号及び駆動電流の波形は、矩形波とされているが、これに限らず、例えば台形波、三角波、鋸波、正弦波等の他の波形であっても良い。なお、駆動電流の波形は、発光制御信号の波形と略同一の波形になることは言うまでもない。

【0101】

また、上記実施形態及び変形例の距離測定装置の構成は、適宜変更可能である。例えば、照射光学系は、照射レンズ及び光偏向器を有していなくても良いし、他の光学素子(例えばミラー)を有していても良い。また、受光光学系は、受光レンズを有していなくても良いし、他の光学素子(例えばミラー)を有していても良い。

40

【0102】

また、上記実施形態及び変形例では、距離測定装置が搭載される移動体として自動車を例に説明したが、該移動体は、自動車以外の車両(例えば電車)、航空機、ヘリコプター、船舶等であっても良い。

【0103】

以上の説明から明らかなように、本発明の距離測定装置は、対象物との間の往復の距離を測定する所謂Time of Flight(TOF)法を用いた距離測定装置であり

50

、移動体におけるセンシングの他、モーションキャプチャ技術、測距計などの産業分野などで幅広く用いられる。すなわち、本発明の距離測定装置は、必ずしも移動体に搭載されなくても良い。

【0104】

以上の説明から分かるように、本発明の距離測定装置及び距離測定方法は、発光制御信号の立ち上がりタイミングと、受光パルスの立ち上がり波形部が閾値を越えるタイミングとの時間差から距離を計測するTOF方式において特に効果的である。TOF方式では受光パルスの応答時間が長くなると、信号強度に応じて閾値を越える時間に誤差が生じやすくなるため測距における距離分解能が低下する。この現象はLD駆動回路の長距離化に伴い顕著になる。なぜなら、LD駆動回路において光源を駆動するトランジスタの基本特性として、出力が高くなるほど応答速度が遅くなる、という傾向があるからである。そこで、本発明の距離測定装置及び距離測定方法では、高出力で応答速度の遅いLD駆動回路と、低出力で応答速度の速いLD駆動回路を測定距離や対象物の反射率に応じて切り換えることで、測定距離の長距離化と近距離での良好な距離分解能とを両立することが可能になる。

10

【0105】

要するに、本発明の距離測定装置及び距離測定方法では、対象物からの反射光による受光パルスの信号強度が得にくい長距離測定においては高出力のLD駆動回路で測距を行い、受光パルスの信号強度が得やすい短距離測定においては高速応答のLD駆動回路で測距を行う。

20

【符号の説明】

【0106】

10...LD(光源)、12...LD駆動部(光源駆動部)、50...測定制御部、100、200...距離測定装置、D1~DN...LD駆動回路(光源駆動回路)。

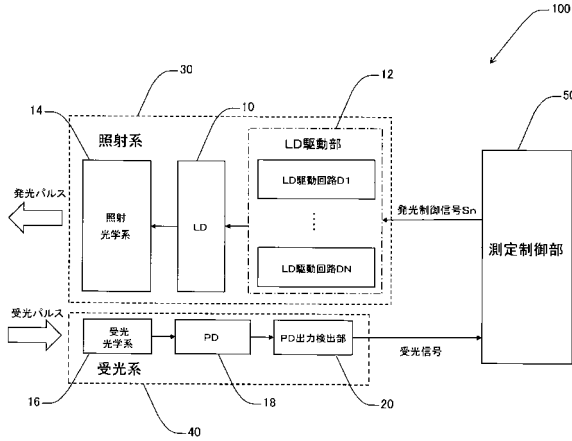
【先行技術文献】

【特許文献】

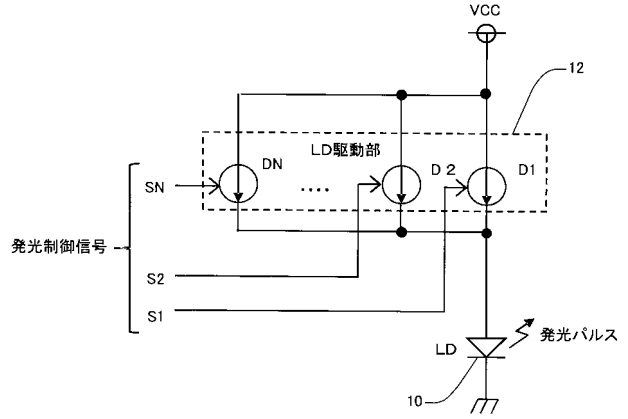
【0107】

【特許文献1】特開2012-93195号公報

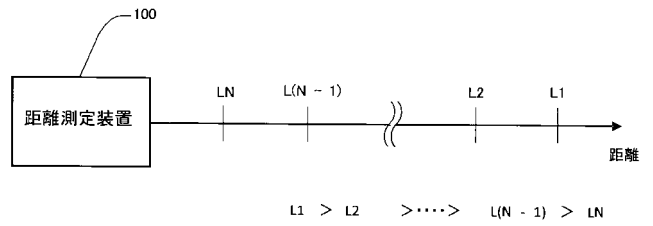
【図1】



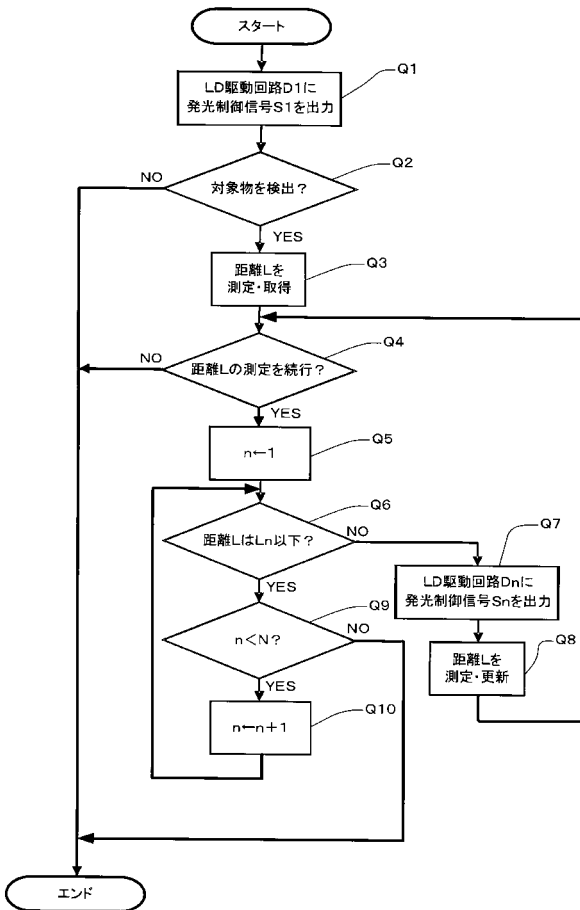
【図2】



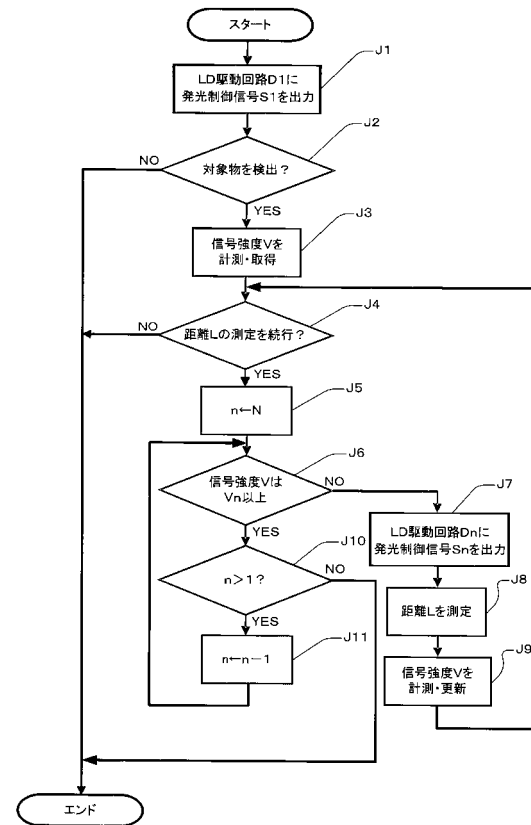
【図5】



【図6】

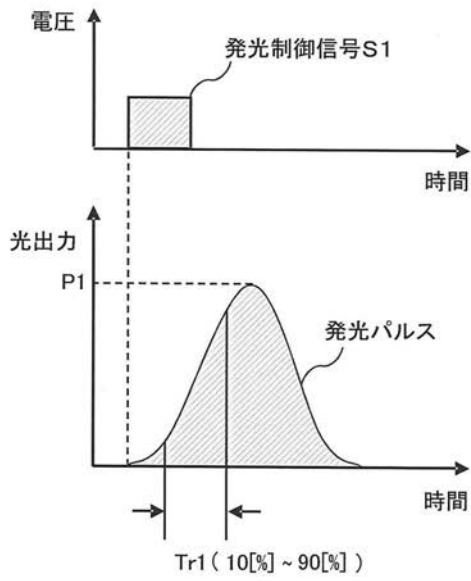


【図8】

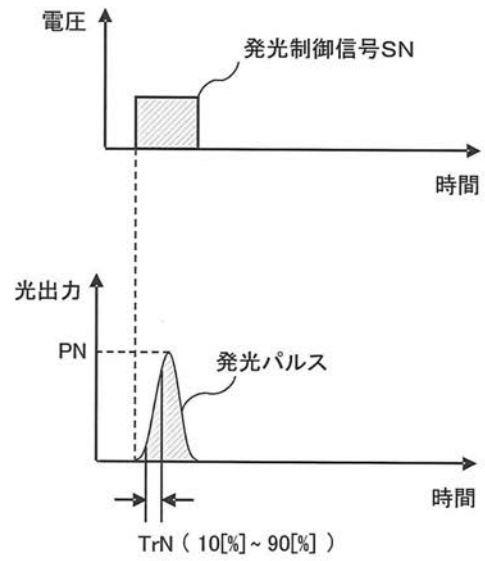


【 図 3 】

(A)

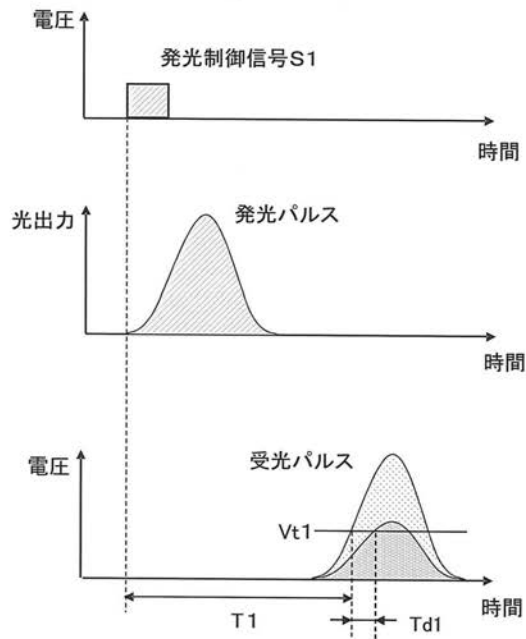


(B)

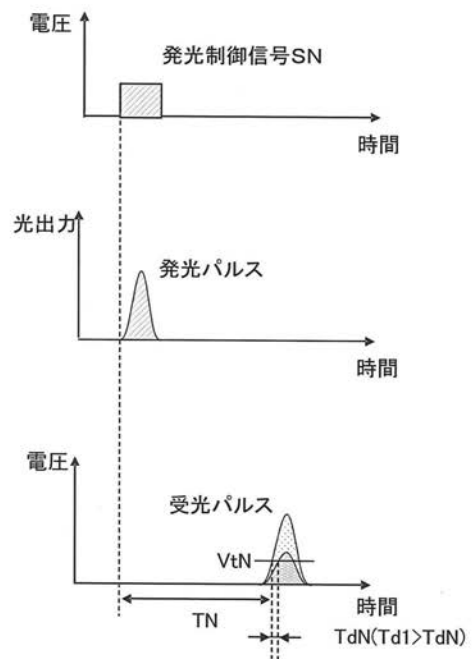


【 図 4 】

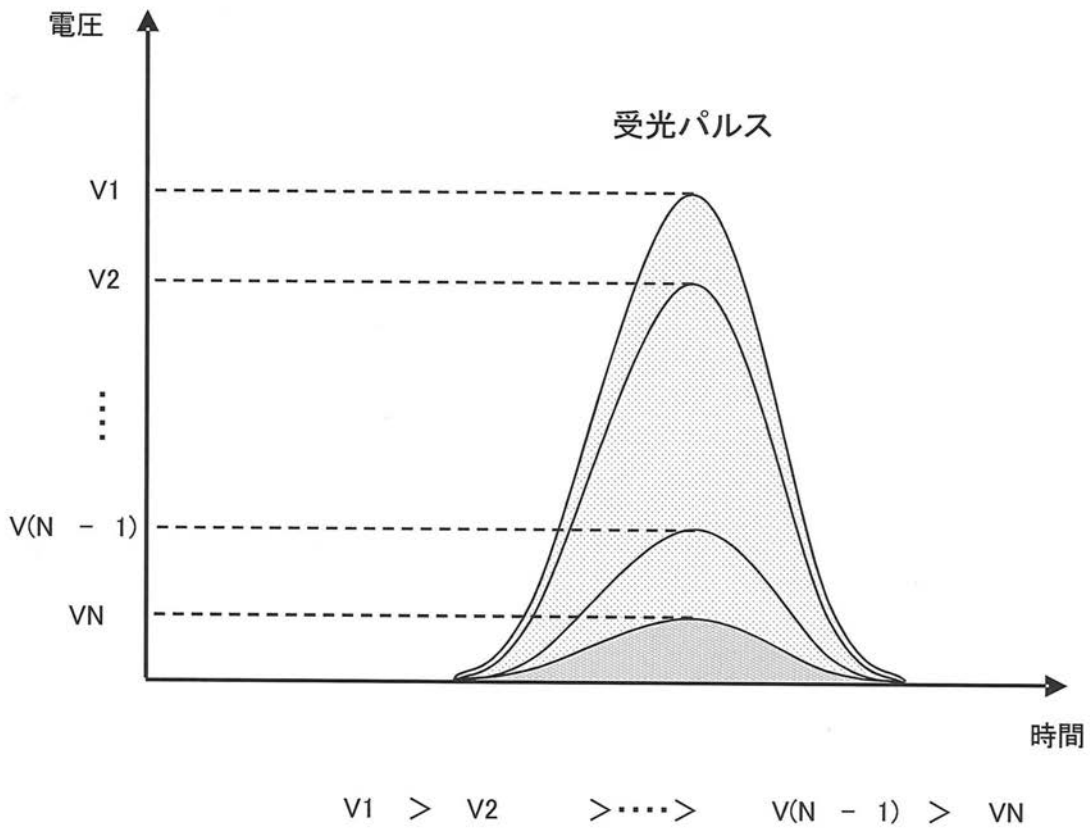
(A)



(B)



【図7】





---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F112 AD01 BA06 CA05 DA08 DA25 EA05 EA07 FA45 GA01  
5J084 AA05 AB01 AC02 AD01 BA04 BA11 BA12 BA36 BA48 BB04  
BB28 CA03 CA11 CA19 CA23 CA69 EA04 EA22 EA23