

(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  
2017年2月2日(02.02.2017)



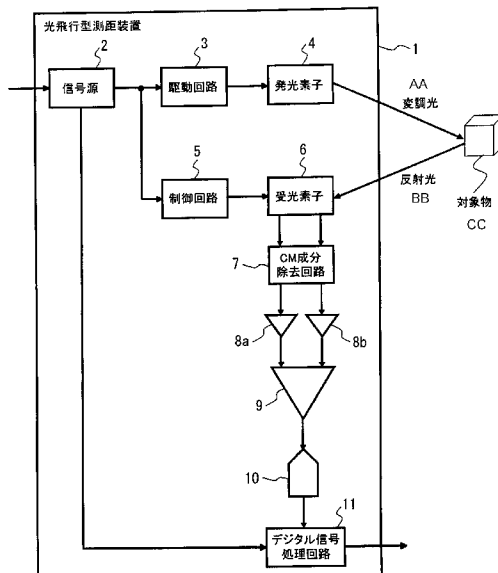
(10) 国際公開番号  
**WO 2017/018399 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**G01S 17/32** (2006.01) **G01C 3/06** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/071797
- (22) 国際出願日: 2016年7月26日(26.07.2016)
- (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 2015-150745 2015年7月30日(30.07.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 長井 利明(NAGAI Toshiaki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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: TIME-OF-FLIGHT DISTANCE MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: 光飛行型測距装置



(57) Abstract: Provided is a time-of-flight distance measuring device that comprises: a light emitting element (4) that emits, into space, modulated light which has been modulated by a pattern having a cycle period; a driving unit (3) that drives the light emitting element (4); a light receiving element (6) that allocates and stores in a plurality of storage capacitors charge corresponding to incident light including reflected light resulting from the modulated light being reflected by a target; a control unit (5) that combines a plurality of exposure periods corresponding to a plurality of different modulation frequencies and controls exposure of the light receiving element (6); and a signal processing unit (11) that calculates the distance from the device itself to the target by using a value sampled by the light receiving element (6). The control unit (5) controls the exposure of the light receiving element (6) so as to have sensitivity to a prescribed higher harmonic in an exposure period corresponding to a harmonic frequency lower than the highest harmonic frequency among a plurality of harmonic frequencies. As a result of the control unit (5) controlling the exposure of the light receiving element (6) so as to have sensitivity to a prescribed higher harmonic, the signal processing unit (11) detects the duty of an emitted light waveform.

(57) 要約:

[続葉有]

- 1 Time-of-flight distance measuring device  
2 Signal source  
3 Driving circuit  
4 Light emitting element  
5 Control circuit  
6 Light receiving element  
7 CM component removing circuit  
11 Digital signal processing circuit  
AA Modulated light  
BB Reflected light  
CC Target

WO 2017/018399 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

光飛行型測距装置は、繰り返し周期を持つパターンで変調された変調光を空間に発光する発光素子 (4) と、発光素子 (4) を駆動する駆動部 (3) と、変調光が対象物で反射した反射光を含む入射光に応じた電荷を複数の蓄積容量に振り分けて蓄積する受光素子 (6) と、互いに異なる複数の変調周波数に対応する複数の露光期間を組み合わせて前記受光素子 (6) の露光を制御する制御部 (5) と、受光素子 (6) によりサンプリングされた値を用いて自装置から対象物までの距離を計算する信号処理部 (11) と、を備える。制御部 (5) は、複数の変調周波数のうち最高変調周波数よりも低い変調周波数に対応する露光期間で所定の高次高調波に感度を有するように受光素子 (6) の露光を制御する。信号処理部 (11) は、制御部 (5) が所定の高次高調波に感度を有するように受光素子 (6) の露光を制御することで、発光波形のデューティーを検出する。

## 明 細 書

**発明の名称：光飛行型測距装置**

### 関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年7月30日に提出された日本特許出願番号2015-150745号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

### 技術分野

[0002] 本開示は光飛行型測距装置に関する。

### 背景技術

[0003] 自装置から対象物までの距離を非接触で計算する装置として、光飛行（TOF：Time of Flight）型測距装置が供されている。光飛行型測距装置は、繰り返し周期を持つパターンで変調された変調光を空間に発光し、変調光が対象物で反射した反射光を含む入射光を受光する。そして、光飛行型測距装置は、受光した入射光に応じた電荷を複数の蓄積容量に振り分けて蓄積し、サンプリングした値を用いて自装置から対象物までの距離を計算する（例えば特許文献1～4参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5579893号公報

特許文献2：特開2010-96730号公報

特許文献3：特許第5585903号公報

特許文献4：特開2010-25906号公報

#### 発明の概要

[0005] この種の光飛行型測距装置においては、発光波形のデューティーがずれると、位相シフトを誤検出してしまい、距離誤差が発生する。このような事情から、発光波形のデューティーを検出し、デューティーのずれを補正することで、距離誤差を適切に低減することが求められている。発光波形のデューティーを検出する方法として、所定の高次高調波に感度を持つシーケンスで

受光素子を駆動させる方法がある。しかしながら、信号経路の周波数特性により高周波成分が減衰してしまうと、デューティーの検出精度が低下してしまう。

[0006] 本開示目的は、発光波形のデューティーを高い精度で検出することができる光飛行型測距装置を提供することにある。

[0007] 本開示の一態様に係る光飛行型測距装置は、繰り返し周期を持つパターンで変調された変調光を空間に発光する発光素子と、発光素子を駆動する駆動部と、変調光が対象物で反射した反射光を含む入射光に応じた電荷を複数の蓄積容量に振り分けて蓄積する受光素子と、互いに異なる複数の変調周波数に対応する複数の露光期間を組み合わせる受光素子の露光を制御する制御部と、受光素子によりサンプリングされた値を用いて自装置から対象物までの距離を計算する信号処理部と、を備える。制御部は、複数の変調周波数のうち最高変調周波数よりも低い変調周波数に対応する露光期間で所定の高次高調波に感度を有するように受光素子の露光を制御する。信号処理部は、制御部が所定の高次高調波に感度を有するように受光素子の露光を制御することで、発光波形のデューティーを検出する。

[0008] 上記の光飛行型測距装置によれば、デューティーのずれが変調周波数に依存せず、低い変調周波数で露光を行うコース測距の露光期間でのデューティーのずれと、高い変調周波数で露光を行うファイン測距の露光期間でのデューティーのずれとの間に相関を有することに着目したものである。コース測距の露光期間とファイン測距の露光期間とを組み合わせる露光を行う場合に、ファイン測距の露光期間ではなく、コース測距の露光期間で所定の高次高調波に感度を有するように受光素子の露光を制御し、発光波形のデューティーを検出するようにした。これにより、信号経路の周波数特性の影響を受けず、発光波形のデューティーを高い精度で検出することができる。そして、コース測距の露光期間で検出したデューティーを用いてデューティーのずれを演算し、その演算結果をファイン測距の露光期間に適用することで、距離誤差を適切に低減することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0009] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。図面においては、
- [図1]図1は、本開示の第1の実施形態の全体構成を示す機能ブロック図であり、
- [図2]図2は、受光素子（2容量構成）の構成を示す図であり、
- [図3]図3は、4位相のシーケンスを示す図であり、
- [図4A]図4Aは、差動出力のシーケンスを示す図であり、
- [図4B]図4Bは、制御信号の駆動波形を省略した、差動出力のシーケンスを示す図であり、
- [図5]図5は、発光波形及び基本波成分を示す図であり、
- [図6A]図6Aは、周波数特性を示す図であり、
- [図6B]図6Bは、振幅を示す図であり、
- [図7]図7は、2次高調波の波形及び非積分期間を示す図であり、
- [図8A]図8Aは、「0」を実現する構成を示す図（その1）であり、
- [図8B]図8Bは、「0」を実現するシーケンスを示す図（その1）であり、
- [図9A]図9Aは、「0」を実現する構成を示す図（その2）であり、
- [図9B]図9Bは、「0」を実現するシーケンスを示す図（その2）であり、
- [図10A]図10Aは、「0」を実現する構成を示す図（その3）であり、
- [図10B]図10Bは、「0」を実現するシーケンスを示す図（その3）であり、
- 、
- [図11]図11は、シーケンスを示す図（その1）であり、
- [図12]図12は、デジタル信号処理回路の構成を示す図であり、
- [図13]図13は、発光波形を示す図であり、
- [図14]図14は、シーケンスを示す図（その2）であり、
- [図15]図15は、シーケンスを示す図（その3）であり、
- [図16]図16は、本開示の第2の実施形態の全体構成を示す機能ブロック図

であり、及び、

[図17]図 1 7 は、駆動回路及びデジタル信号処理回路の構成を示す図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0010] (第 1 の実施形態)

以下、本開示を、例えば車両に搭載可能な車載用の光飛行型測距装置に適用した第 1 の実施形態について図 1 から図 1 5 を参照して説明する。自装置からの距離を計算する対象物は、例えば人、車両、壁等である。光飛行型測距装置 1 は、信号源 2 と、駆動回路 3 (駆動部) と、発光素子 4 と、制御回路 5 (制御部) と、受光素子 6 と、CM (コモンモード) 成分除去回路 7 と、バッファ 8 a, 8 b と、差分検出回路 9 と、AD 変換回路 1 0 と、デジタル信号処理回路 1 1 (信号処理部) とを有する。

[0011] 信号源 2 は、駆動信号を駆動回路 3 及び制御回路 5 に出力することで、発光素子 4 と受光素子 6 との間で同期を確立し、発光素子 4 から発光される変調光に同期して受光素子 6 の露光を制御する。信号源 2 から出力される駆動信号は、発光素子 4 及び受光素子 6 を駆動する矩形パルス (通常数〜数 1 0 MHz) であっても良いし、同期パルスのみであっても良い。発光素子 4 は、変調光としての例えば赤外光を発光する LD (Laser Diode) や LED (Light Emitting Diode) 等である。受光素子 6 は、例えば CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) や CCD (Charge Coupled Device) のプロセスを用いたイメージセンサ等である。

[0012] 受光素子 6 は、図 2 に示すように、PD (Photodiode) 1 2 と、2 個の変調スイッチ 1 3 a, 1 3 b と、2 個の蓄積容量 1 4 a, 1 4 b とを有する。2 個の変調スイッチ 1 3 a, 1 3 b は、例えば MOS トランジスタやトランスファゲート等の MOS 型のデバイス、CCD 構造のデバイス等である。2 個の蓄積容量 1 4 a, 1 4 b は、例えば MOS、CCD、MIM (Metal Insulator Metal) 等の容量素子、配線、PN 接合の寄生容量等である。受光素子 6 は、変調スイッチ 1 3 a, 1 3 b を制御信号 TG 1, TG 2 により駆動

し、受光した入射光により発生する光電子を蓄積容量 14 a, 14 b に振り分け、その振り分けた光電子の電荷量を示す信号を CM 成分除去回路 7 に出力する。制御信号 T G 1, T G 2 は変調光に同期した信号であるので、自装置から対象物までの距離に応じて蓄積容量 14 a, 14 b に振り分けられる光電子の電荷量が変化する。図 2 では、受光素子 6 が 2 個の蓄積容量 14 a, 14 b を有する構成を例示しているが、受光素子 6 が 3 個以上の蓄積容量を有する構成でも良い。

[0013] CM 成分除去回路 7 は、変調光に対して無視できない程度のレベルの背景光が存在する場合に、画素の構成を用いて飽和を回避する。バッファ 8 a, 8 b は、それぞれ例えばソースフォロア回路により構成され、CM 成分除去回路 7 から入力した信号を差分検出回路 9 に出力する。差分検出回路 9 は、例えば差動のアンプにより構成され、バッファ 8 a, 8 b から入力した信号の差分を検出し、その検出した差分に応じた信号を A D 変換回路 10 に出力する。A D 変換回路 10 は、差分検出回路 9 から入力した信号をアナログ信号からデジタル信号に変換してデジタル信号処理回路 11 に出力する。デジタル信号処理回路 11 は、A D 変換回路 10 から入力した信号をデジタル信号処理することで、蓄積容量 14 a, 14 b に振り分けられた光電子の電荷量を演算し、自装置から対象物までの距離を計算し、その計算結果を装置外部に出力する。

[0014] 図 3 は、発光波形のデューティを 50% として受光素子 6 を 4 位相で駆動した場合のシーケンス（変調周期： $T_m$ ，露光期間： $T_w$ ）である。発光素子 4 から発光される変調光の波形（発光波形 110）は、制御信号 T G 1, T G 2 と同期した矩形波で変調している。図 3 では矩形波で変調した場合を例示しているが、正弦波、三角波又は疑似ランダムシーケンス等の波形で変調しても良い。変調光が対象物で反射した反射光の波形（反射波形 120）は、発光波形 110 に対して時間差を有するので、発光波形 110 に対して位相差  $\phi$  だけ遅れた波形となる。一方、制御信号 T G 1, T G 2 は 90 度ずつ位相が異なる矩形波で駆動される。デジタル信号処理回路 11 は、制御

信号 T G 1 - 1, T G 2 - 1 (駆動波形 1 1 1, 1 2 1) で駆動するシーケンスを数十～数十万回程度の周期繰り返した後に、発生した光電荷 Q 1、Q 2 の情報 (電荷電圧変換された電圧値) を取得する。その後、デジタル信号処理回路 1 1 は、制御信号 T G 1 - 2, T G 2 - 2 (駆動波形 1 1 2、1 2 2) で駆動するシーケンスを同様に数十～数十万回程度の周期繰り返した後に、発生した光電荷 Q 3、Q 4 の情報を取得する。そして、デジタル信号処理回路 1 1 は、取得した Q 1 ～Q 4 から離散フーリエ変換 (D F T : Discrete Fourier Transform) を用いて位相差  $\theta$  を以下の演算式 (1) により計算する。

$$[0015] \quad \theta = \tan^{-1} [(Q 1 - Q 3) / (Q 2 - Q 4)] \cdots (1)$$

演算式 (1) は上記 4 つのサンプリングに基づく位相差の演算式であるが、一般の N 位相についても位相差  $\theta$  を以下の演算式 (2) により計算することが可能である。

$$[0016] \quad \theta = \tan^{-1} [(\sum Q k * \sin(2\pi / N * k)) / (\sum Q k * \cos(2\pi / N * k))] \cdots (2)$$

図 4 A、図 4 B は、差動出力のシーケンスである。差分検出回路 9 は、制御信号 T G 1, T G 2 の組み合わせ、例えば制御信号 T G 1 - 1 (駆動波形 1 1 1), T G 2 - 1 (駆動波形 1 2 1) を数十～数十万回繰り返してデジタル値 D 1 (2 0 1) を生成する。同様にして、差分検出回路 9 は、制御信号 T G 1 - 2 (駆動波形 1 1 2), T G 2 - 2 (駆動波形 1 2 2) からデジタル値 D 2 (2 0 2) を生成し、制御信号 T G 1 - 3 (駆動波形 1 1 3), T G 2 - 3 (駆動波形 1 2 3) からデジタル値 D 3 (2 0 3) を生成し、制御信号 T G 1 - 4 (駆動波形 1 1 4), T G 2 - 4 (駆動波形 1 2 4) からデジタル値 D 4 (2 0 4) を生成する。この場合、差分検出回路 9 は、デジタル値 D 1 ～D 4 を、D C 成分を除去した値として出力する。それぞれのデジタル値 D 1 ～D 4 について制御信号 T G 1 が「H」であり且つ T G 2 が「L」であるときに「1」を割り当て、制御信号 T G 1 が「L」であり且つ T G 2 が「H」であるときに「-1」を割り当てて記述する。即ち、D x の波



形について値が「1」及び「-1」の何れであるかにより、制御信号TG1, TG2の状態が一意に決定される。尚、このようにDxが2つの蓄積容量14a, 14bの差分を示す信号であるので、AD変換回路10は、先述した演算式(1)の分子又は分母に相当する演算が実施された信号を出力する。

[0017] 光飛行型測距装置1においては、発光波形のデューティーがずれると、位相シフトを誤検出してしまい、距離誤差が発生する。図5に示すように、理想とする発光波形301に対して実際の発光波形302が出力されていると、理想とする基本波成分(1次成分)311に対して実際の基本波成分312がずれる。この点に関し、所定の高次高調波に感度を持つシーケンスで受光素子6を駆動させることで、発光波形のデューティーのずれを検出する方法がある。しかしながら、信号経路の周波数特性により高周波成分が減衰してしまうと、デューティーのずれの検出精度が低下する。図6A、6Bに示すように、理想とする周波数特性401に対して実際の周波数特性402の高周波成分が減衰すると、基本波成分( $f_1$ )のゲインは低下しないが、2次成分( $f_2$ )のゲインが低下する。

[0018] 本開示では、デューティーのずれの発生が変調周波数に依存しないことに着目した。一般的に位相型の測距センサでは位相回りが発生するために、測定可能距離と精度との間にトレードオフがある。即ち、高い変調周波数では精度が得られるが、測定可能距離が短くなってしまうのに対し、低い変調周波数では測定可能距離を長くできる代わりに精度が犠牲になってしまう。このため、一般的に複数の変調周波数を組み合わせて測距を行い、長い測定可能距離と精度を両立することが行われる。このような低い変調周波数で露光を行うコース測距の露光期間(低い変調周波数に対応する露光期間)と、高い変調周波数で露光を行うファイン測距の露光期間(高い変調周波数に対応する露光期間)とを組み合わせる露光を行う場合に、本開示では、コース測距の露光期間で所定の高次高調波に感度を有するように受光素子6の露光を制御する。即ち、受光素子6において光電子を蓄積容量14a, 14b

に振り分けるための制御信号 T G 1, T G 2 を、コース測距の露光期間では所定の高次高調波の感度を高めるように変更する。具体的には、図 7 に示すように、差動出力のシーケンスにおいて非積分期間（信号を積分せずに破棄する期間）を挿入する。図 7 は、2 次高調波（5 0 1）の感度を高める場合を例示しており、「1」、「-1」に加え、非積分期間である「0」を定義し（挿入し）、「1」、「-1」、「0」を含むデジタル値（5 0 2）とする。即ち、従来のデジタル値（5 0 3）（「1」、「-1」のみであり、「0」を定義しない）では、2 次高調波の成分がキャンセルされてしまうが、非積分期間である「0」を定義することで、2 次高調波の成分がキャンセルされてしまうことを回避する。

[0019] 「0」を実現する方法としては、以下に示す例えば第 1 から第 3 の方法がある。

[0020] 第 1 の方法では、図 8 A、8 B に示すように、変調スイッチ 1 3 a, 1 3 b を同時にオンする期間、即ち、T G 1, T G 2 の両方が「H」となる期間を設けて「0」を実現する。T G 1, T G 2 の両方が「H」となる期間において P D 1 2 に発生した電荷は Q a, Q b に分かれて蓄積容量 1 4 a, 1 4 b に蓄積され、Q a, Q b は等しい値となる。そのため、この成分は C M 成分除去回路 7 及び差分検出回路 9 でキャンセルされ、その結果、A D 変換回路 1 0 は「0」を出力する。

[0021] 第 2 の方法では、図 9 A、9 B に示すように、変調スイッチ 1 3 a, 1 3 b とは別の変調スイッチ 1 3 c を設け、変調スイッチ 1 3 a, 1 3 b を同時にオフし且つ別の変調スイッチ 1 3 c がオンする期間、即ち、T G 1, T G 2 の両方が「L」となり且つ T G 3 が「H」となる期間を設けて「0」を実現する。この T G 1, T G 2 の両方が「L」となり且つ T G 3 が「H」となる期間において P D 1 2 に発生した電荷は固定電位（例えば V D D）に破棄される。

[0022] 第 3 の方法では、図 1 0 A、1 0 B に示すように、Q a, Q b のうち一方を破棄し、2 回分のサンプルを統合して「0」を実現する。即ち、T G 2 が

「H」の期間に蓄積された電荷を破棄する周期と、TG1が「H」の期間に蓄積された電荷を破棄する周期とを統合する。上記した第1の方法ではTG1, TG2の両方を「H」とする期間を設ける必要があり、第2の方法ではTG1, TG2の両方を「L」とする期間を設ける必要があるが、第3の方法は、そのような期間を設ける必要はなく、TG1, TG2を互いに反転する制御を行えば良く、単純な制御で済む利点がある。

[0023] 図11は、コース測距の露光期間とファイン測距の露光期間とを組み合わせた露光パターンにより受光素子6の露光を制御するシーケンスである。コース測距の露光期間では発光波形のデューティを50%として8位相で駆動し、ファイン測距の露光期間では発光波形のデューティを50%として4位相で駆動する。差分検出回路9は、コース測距の露光期間ではデジタル値DC1~DC8(601~608)を出力し、ファイン測距の露光期間ではデジタル値DF1~DF4(611~614)を出力する。

[0024] デジタル信号処理回路11は、図12に示すように、位相角計算回路15と、デューティ検出回路16と、誤差演算回路17と、加算回路18とを有する。位相角計算回路15は、AD変換回路10からデジタル信号を入力すると、その入力したデジタル信号を用いて位相角を計算し、その計算結果を加算回路18に出力する。デューティ検出回路16は、AD変換回路10からデジタル信号を入力すると、その入力したデジタル信号の1次成分の振幅と2次成分の振幅との比率を用いてデューティを検出し、その検出結果を誤差演算回路17に出力する。

[0025] ここで、発光波形のデューティのずれについて説明する。図13に示すように、波形の立上がり期間( $t_r$ )と立下がり期間( $t_f$ )とが同等でないためにデューティにずれを生じていた場合、コース測距の露光期間での発光波形のデューティのずれと、ファイン測距の露光期間での発光波形のデューティのずれとの間には相関を有する。なぜならば、コース測距からファイン測距へと変更する際に変調周波数を上げてても立上がり期間及び立下がり期間がそれぞれ変調周波数を上げる前後で変化しないからである。

これは、立上がり期間及び立下がり期間がそれぞれ駆動回路 3 及び発光素子 4 の応答特性で決まるものであり、変調周波数に依存しないことによる。この点に着目し、誤差演算回路 17 は、コース測距の露光期間でデューティ検出回路 16 から検出結果を入力すると、信号源 2 から入力するコース測距の露光期間での変調周波数を用い、コース測距の露光期間でのデューティの差分を演算する。そして、誤差演算回路 17 は、その演算結果を加算回路 18 に出力する。加算回路 18 は、コース測距の露光期間では、位相角計算回路 15 から計算結果を入力すると、その入力した計算結果をそのまま位相出力として出力する。一方、加算回路 18 は、ファイン測距の露光期間では、位相角計算回路 15 から計算結果を入力すると、その入力した計算結果と誤差演算回路 17 から入力した演算結果とを加算し、その加算結果を位相出力として出力する。デジタル信号処理回路 11 は、上記した処理を行うことで、コース測距の露光期間で計算した発光波形のデューティのずれをファイン測距の露光期間に適用し、距離誤差を低減する。

[0026] 図 14 は、コース測距の露光期間とファイン測距の露光期間とを組み合わせた露光パターンにより受光素子 6 の露光を制御する別のシーケンスである。コース測距の露光期間では上記した図 11 のシーケンスと同様に発光波形のデューティを 50% として 8 位相で駆動し、ファイン測距の露光期間では発光波形のデューティを 25% とし且つ上記した図 11 のシーケンスに対して尖頭値を 2 倍として 8 位相で駆動する。差分検出回路 9 は、コース測距の露光期間ではデジタル値 DC1～DC8 (601～608) を出力し、ファイン測距の露光期間ではデジタル値 DF1～DF8 (621～628) を出力する。図 14 のシーケンスでは図 11 のシーケンスに対して同じ発光パワーでありながらも距離精度を高めることができる。

[0027] 図 15 は、コース測距の露光期間とファイン測距の露光期間とを組み合わせた露光パターンにより受光素子 6 の露光を制御する更に別のシーケンスである。コース測距の露光期間では上記した図 11 のシーケンスと同様に発光波形のデューティを 50% として 8 位相で駆動し、ファイン測距の露

光期間では発光波形のデューティを50%とし且つ上記した図11のシーケンスに対して尖頭値を2倍として4位相で駆動し、バースト発光により駆動する。差分検出回路9は、コース測距の露光期間ではデジタル値DC1～DC8（601～608）を出力し、ファイン測距の露光期間ではデジタル値DF1～DF4（631～634）を出力する。図15のシーケンスでも図11のシーケンスに対して同じ発光パワーでありながらも距離精度を高めることができる。

[0028] 以上に説明したように第1の実施形態によれば、次に示す作用効果を得ることができる。光飛行型測距装置1において、コース測距の露光期間とファイン測距の露光期間とを組み合わせる露光を行う場合に、コース測距の露光期間で2次高調波に感度を有するように受光素子6の露光を制御し、発光波形のデューティを検出するようにした。これにより、信号経路の周波数特性の影響を受けず、発光波形のデューティを高い精度で検出することができる。そして、コース測距の露光期間で検出したデューティを用いてデューティのずれを演算し、その演算結果をファイン測距の露光期間に適用することで、距離誤差を適切に低減することができる。

[0029] 又、デジタル信号処理回路11においてコース測距の露光期間で計算した発光波形のデューティのずれをファイン測距の露光期間に適用するようにした。これにより、デジタル信号処理回路11のみを改良することで、距離誤差を適切に低減することができる。又、ファイン測距の露光期間で発光波形のデューティを25%とし且つ尖頭値を2倍としたりバースト発光したりすることで、距離精度を高めることができる。

[0030] （第2の実施形態）

次に、本開示の第2の実施形態について、図16及び図17を参照して説明する。尚、上記した第1の実施形態と同一部分については説明を省略し、異なる部分について説明する。上記した第1の実施形態は、誤差演算回路17の演算結果を位相角計算回路15から出力される計算結果に反映する構成であるが、第2の実施形態は、誤差演算回路17の演算結果を発光波形に反

映する構成である。

[0031] 光飛行型測距装置 21 は、信号源 2 と、駆動回路 22（駆動部）と、発光素子 4 と、制御回路 5 と、受光素子 6 と、CM 成分除去回路 7 と、バッファ 8a, 8b と、差分検出回路 9 と、AD 変換回路 10 と、デジタル信号処理回路 23（信号処理部）とを有する。駆動回路 22 は、図 17 に示すように、デューティ調整回路 24 を有する。デジタル信号処理回路 23 は、第 1 の実施形態で説明したデジタル信号処理回路 11 から加算回路 18 が省略されており、位相角計算回路 15 と、デューティ検出回路 16 と、誤差演算回路 17 とを有する。誤差演算回路 17 は、演算結果をデューティ調整回路 24 に出力する。デューティ調整回路 24 は、コース測距の露光期間では、信号源 2 から入力した駆動信号に対して発光波形のデューティを調整せずにそのまま発光素子 4 に出力する。一方、誤差演算回路 17 は、ファイン測距の露光期間では、信号源 2 から入力した駆動信号に対して誤差演算回路 17 から入力した演算結果により発光波形のデューティを調整して発光素子 4 に出力する。駆動回路 22 及びデジタル信号処理回路 23 は、上記した処理を行うことで、コース測距の露光期間で計算した発光波形のデューティのずれをファイン測距の露光期間に適用し、距離誤差を低減する。

[0032] 以上に説明したように第 2 の実施形態によれば、上記した第 1 の実施形態と同様の作用効果を得ることができる。即ち、発光波形のデューティを高い精度で検出することができる。又、コース測距の露光期間で検出したデューティを用いてデューティのずれを演算し、その演算結果をファイン測距の露光期間に適用することで、距離誤差を適切に低減することができる。又、駆動回路 22 及びデジタル信号処理回路 23 においてコース測距の露光期間で計算した発光波形のデューティのずれをファイン測距の露光期間に適用するようした。これにより、発光波形のデューティを調整することで、距離誤差を適切に低減することができる。又、デジタル信号処理回路 23 を上記した第 1 の実施形態で説明したデジタル信号処理回路 11 よりも構成を簡素化することができる。

[0033] (その他の実施形態)

本開示は、上記した実施形態にのみ限定されるものではなく、以下のように変形又は拡張することができる。

[0034] 車両以外の用途に適用しても良い。

[0035] 互いに異なる変調周波数に対応する露光期間は2個に限らず3個以上でも良い。即ち、互いに異なる3個以上の変調周波数に対応する3個以上の露光期間を組み合わせる受光素子6の露光を制御する構成であれば、最も高い変調周波数よりも低い変調周波数に対応する露光期間で所定の高次高調波に感度を有するように受光素子6の露光を制御すれば良い。

[0036] デジタル信号処理回路11, 23が信号源2から変調周波数を入力する構成に限らず、デジタル信号処理回路11, 23が装置外部から変調周波数を入力する構成でも良い。

[0037] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

## 請求の範囲

- [請求項1] 繰り返し周期を持つパターンで変調された変調光を空間に発光する発光素子（４）と、
- 前記発光素子を駆動する駆動部（３）と、
- 前記変調光が対象物で反射した反射光を含む入射光に応じた電荷を複数の蓄積容量（１４ a, １４ b）に振り分けて蓄積する受光素子（６）と、
- 互いに異なる複数の変調周波数に対応する複数の露光期間を組み合わせさせて前記受光素子の露光を制御する制御部（５）と、
- 前記受光素子によりサンプリングされた値を用いて自装置から前記対象物までの距離を計算する信号処理部（１１）と、を備え、
- 前記制御部は、前記複数の変調周波数のうち最も高い変調周波数よりも低い変調周波数に対応する露光期間で所定の高次高調波に感度を有するように前記受光素子の露光を制御し、
- 前記信号処理部は、前記制御部が所定の高次高調波に感度を有するように前記受光素子の露光を制御することで、発光波形のデューティーを検出する光飛行型測距装置。
- [請求項2] 請求項１に記載した光飛行型測距装置において、
- 前記信号処理部は、１次成分の振幅と２次成分の振幅との比率を用いて前記発光波形のデューティーを検出する光飛行型測距装置。
- [請求項3] 請求項１又は２に記載した光飛行型測距装置において、
- 前記信号処理部は、前記発光波形のデューティーの検出結果を用いて位相角を補正する光飛行型測距装置。
- [請求項4] 請求項３に記載した光飛行型測距装置において、
- 前記複数の変調周波数のうちの１つであって、かつ、最も高い変調周波数よりも低い変調周波数を、低変調周波数とし、
- 前記信号処理部は、前記低変調周波数に対応する露光期間での前記発光波形のデューティーの検出結果を用いて、前記複数の変調周波数



のうちの1つであって、かつ、前記低変調周波数よりも高い変調周波数に対応する露光期間での位相角を補正する光飛行型測距装置。

[請求項5]           請求項3又は4に記載した光飛行型測距装置において、  
前記信号処理部は、距離誤差の補正をデジタル演算で行う光飛行型測距装置。

[請求項6]           請求項1又は2に記載した光飛行型測距装置において、  
前記信号処理部は、前記発光波形のデューティの検出結果を前記駆動部に出し、

前記駆動部は、前記信号処理部から入力した検出結果を用いて前記発光波形のデューティを調整する光飛行型測距装置。

[請求項7]           請求項6に記載した光飛行型測距装置において、  
前記複数の変調周波数のうちの1つであって、かつ、最も高い変調周波数よりも低い変調周波数を、低変調周波数とし、

前記駆動部は、前記低変調周波数に対応する露光期間での発光波形のデューティの検出結果を用いて、前記複数の変調周波数のうちの1つであって、かつ、前記低変調周波数よりも高い変調周波数に対応する露光期間での前記発光波形のデューティを調整する光飛行型測距装置。

[請求項8]           請求項1から7の何れか一項に記載した光飛行型測距装置において、

前記複数の変調周波数のうちの1つであって、かつ、最も高い変調周波数よりも低い変調周波数を、低変調周波数とし、

前記駆動部は、前記複数の変調周波数のうちの1つであって、かつ、前記低変調周波数よりも高い変調周波数に対応する露光期間では、前記発光波形のデューティを50%よりも短くし、且つ、前記低変調周波数に対応する露光期間に対して発光波形の尖頭値を高くして、前記発光素子を駆動する光飛行型測距装置。

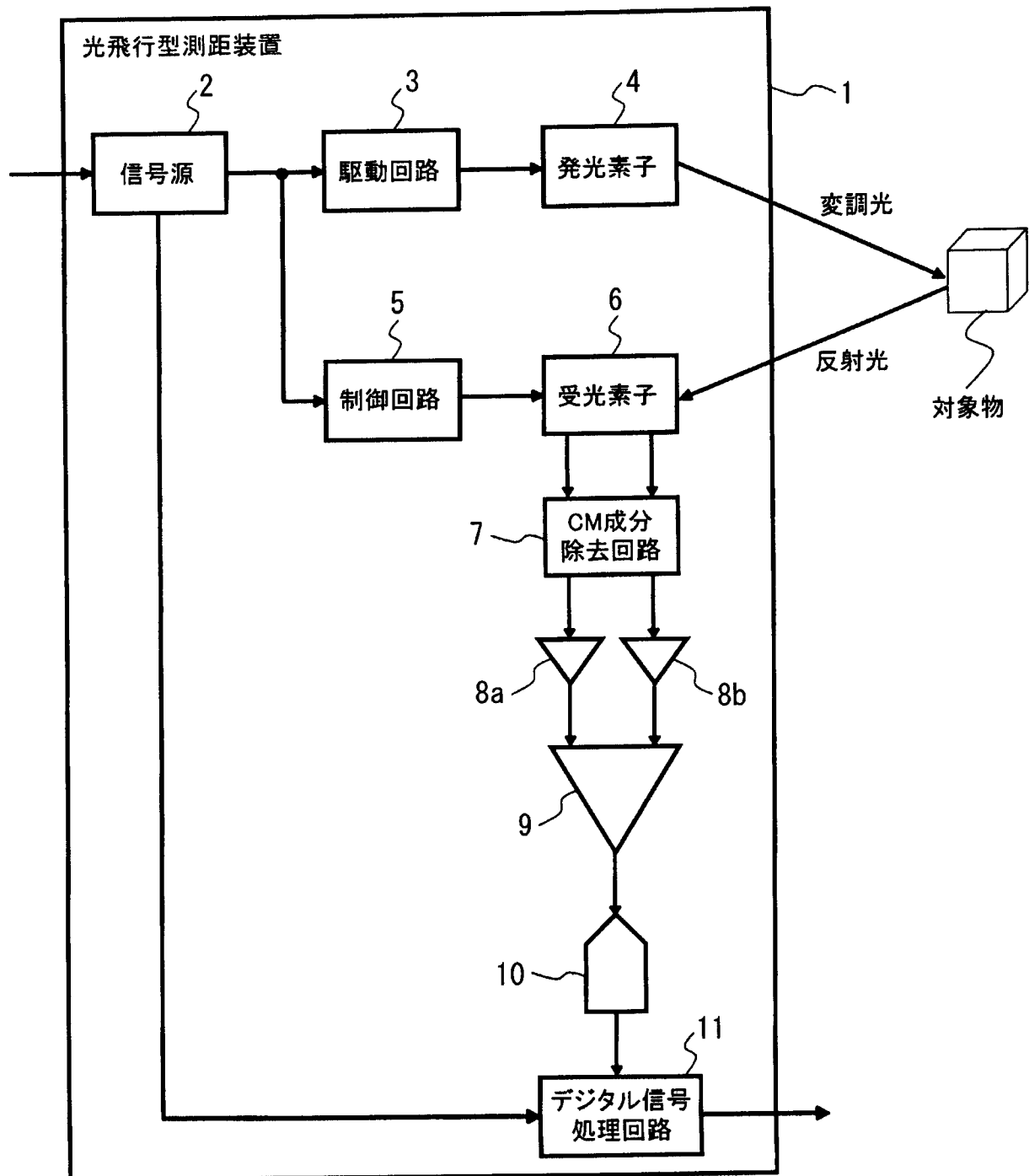
[請求項9]           請求項1から7の何れか一項に記載した光飛行型測距装置において

、

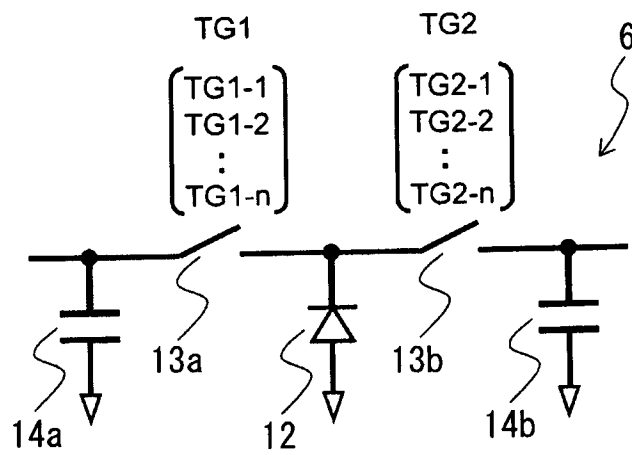
前記複数の変調周波数のうちの1つであって、かつ、最も高い変調周波数よりも低い変調周波数を、低変調周波数とし、

前記駆動部は、前記複数の変調周波数のうちの1つであって、かつ、前記低変調周波数よりも高い変調周波数に対応する露光期間では、前記低変調周波数に対応する露光期間に対して発光波形の尖頭値を高くして前記発光素子を駆動する光飛行型測距装置。

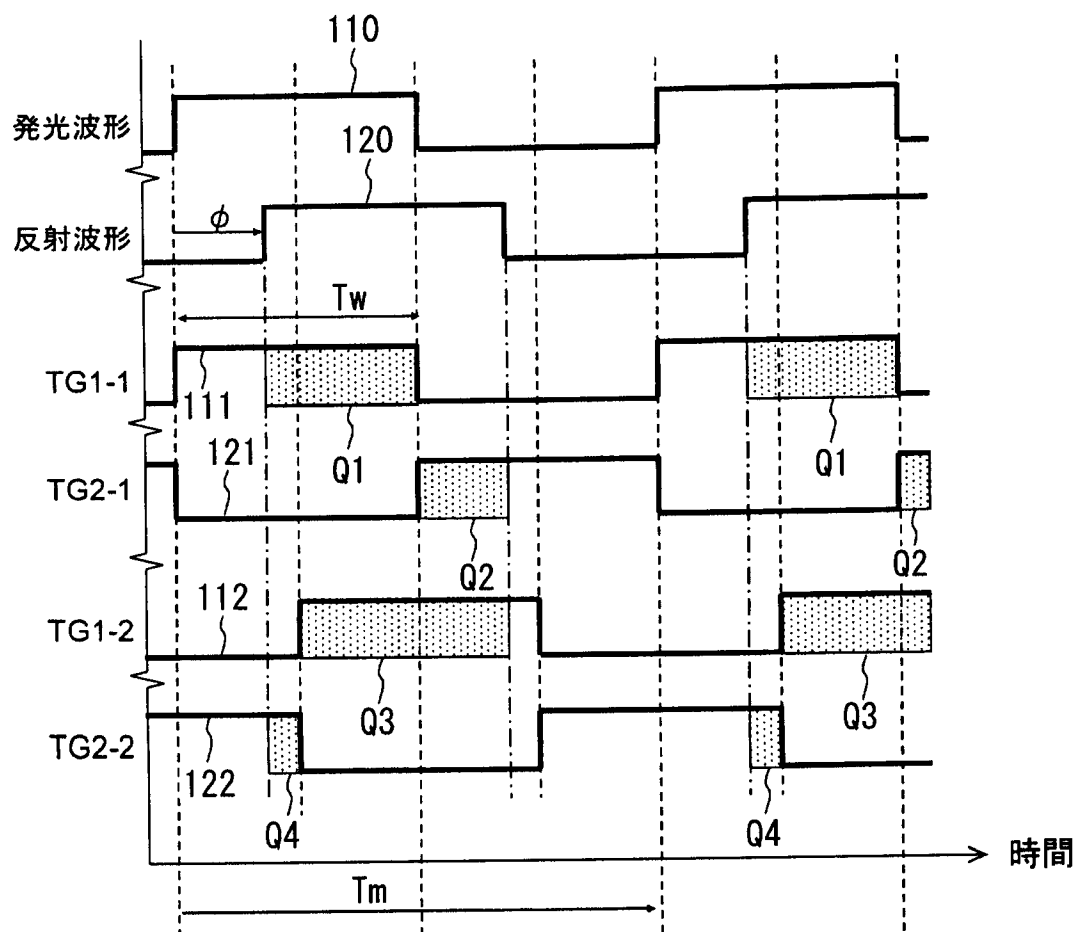
[図1]



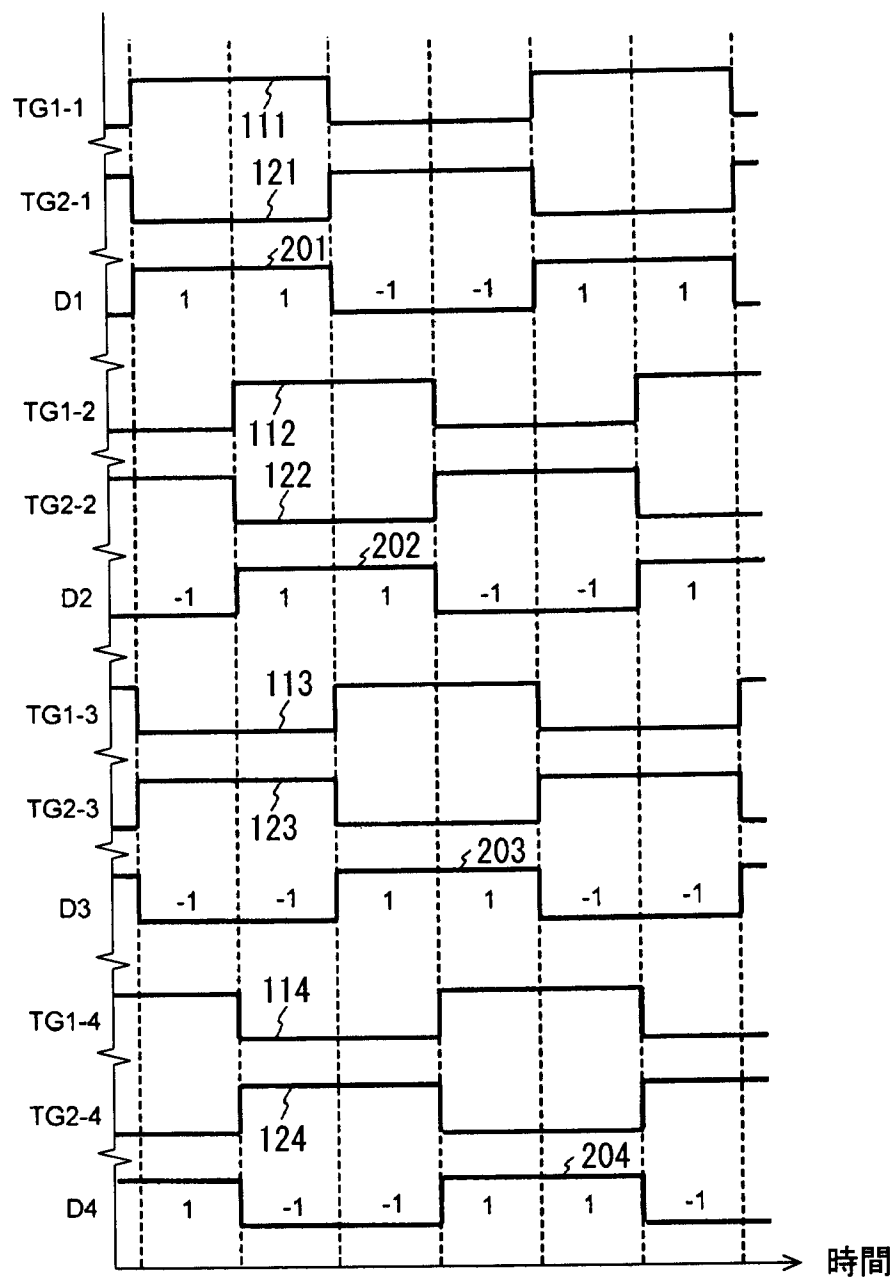
[図2]



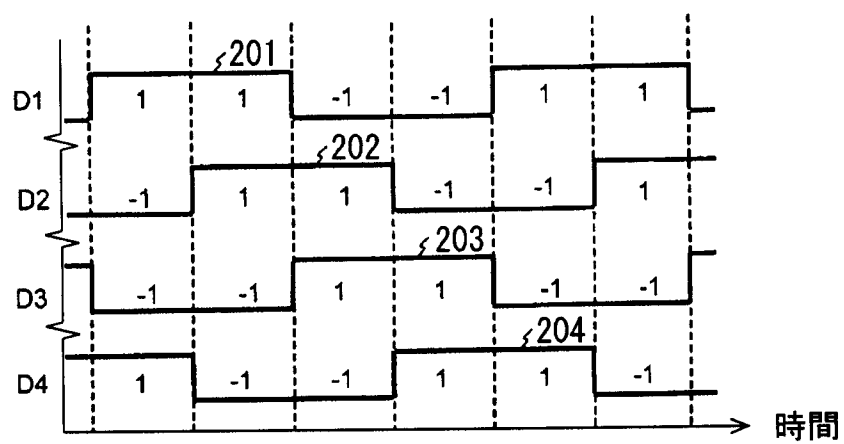
[図3]



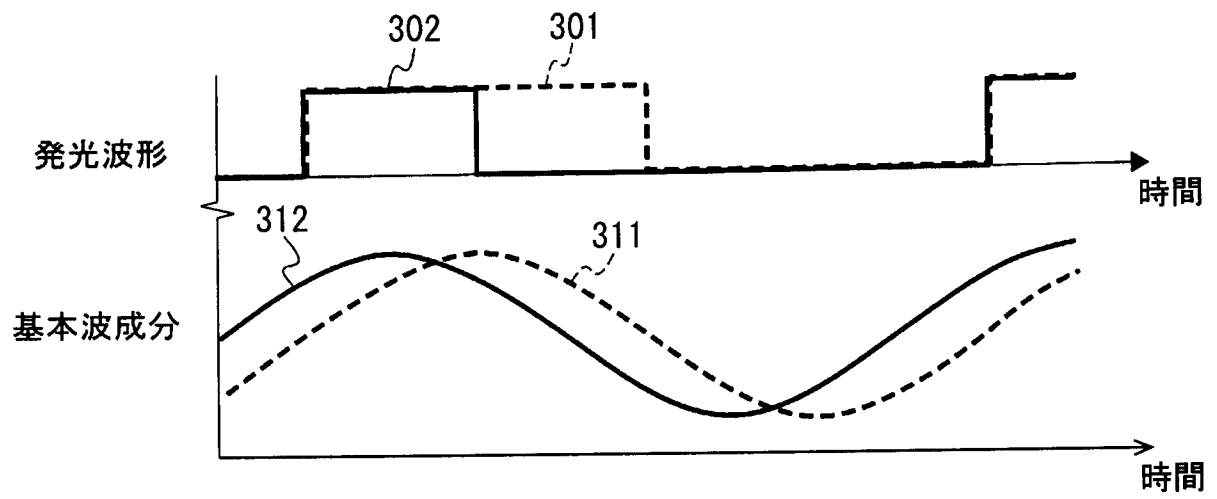
[図4A]



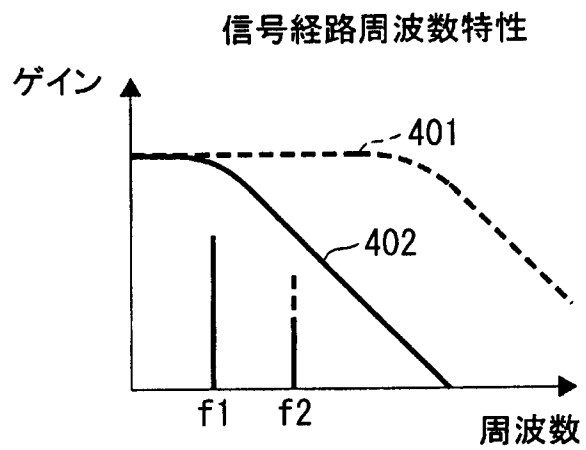
[図4B]



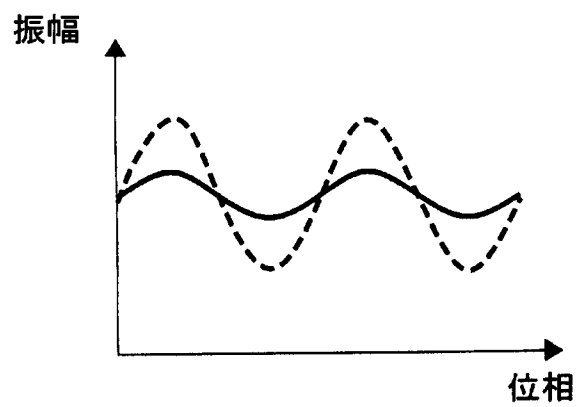
[図5]



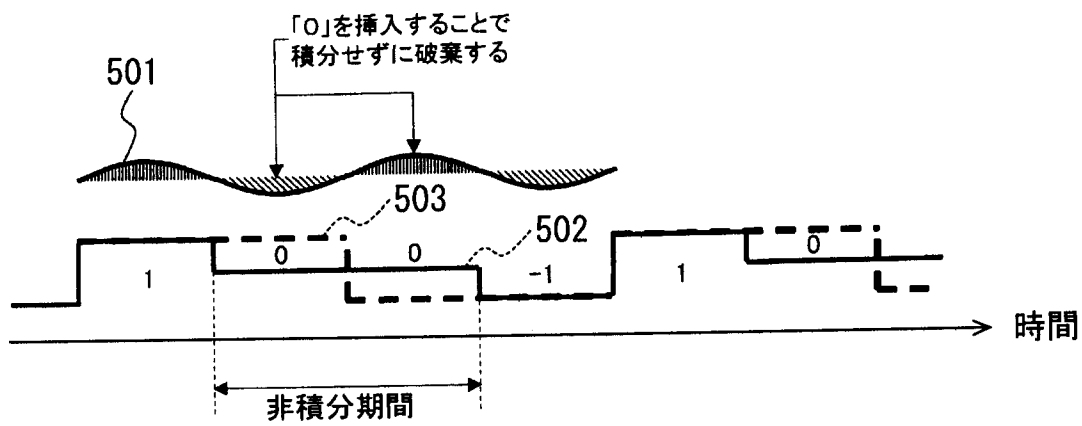
[図6A]



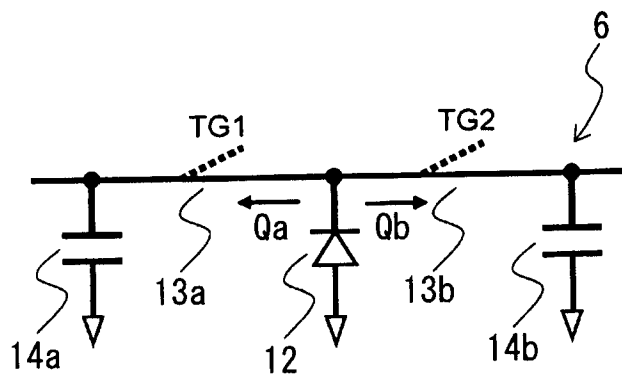
[図6B]



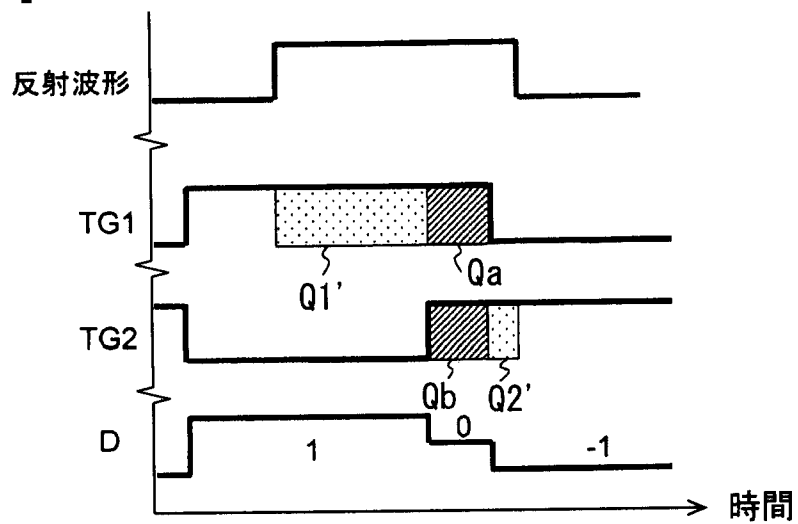
[図7]



[図8A]



[図8B]



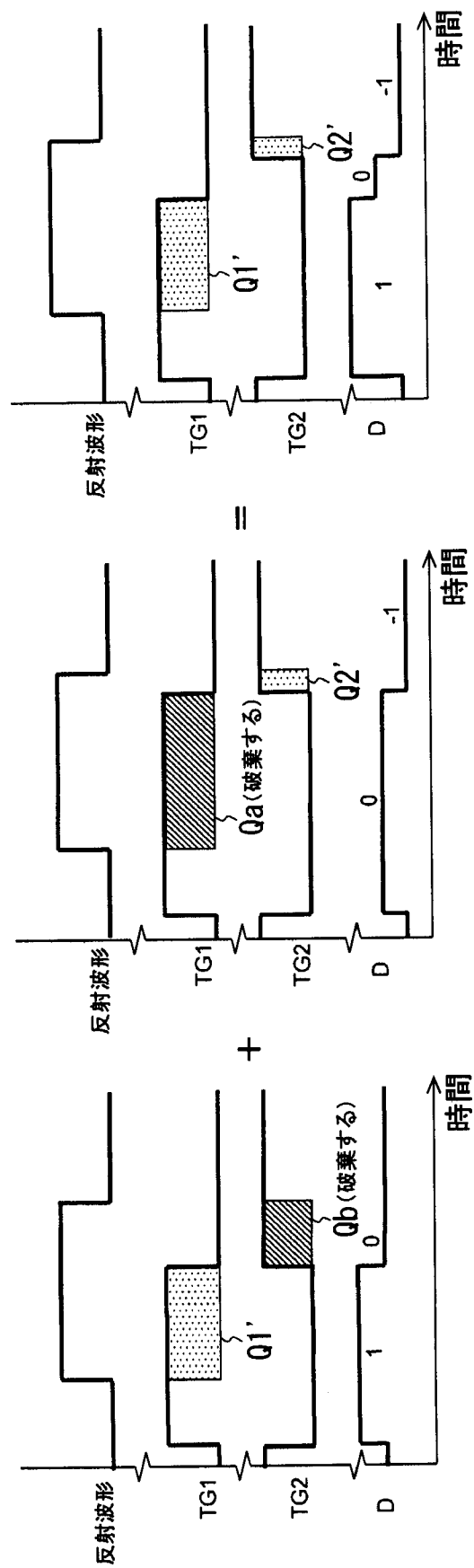
The diagram illustrates the timing of various signals relative to a reflection waveform. The horizontal axis represents time, and the vertical axis lists the signals: 反射波形 (Reflection Waveform), TG1, TG2, TG3, and D.

- 反射波形 (Reflection Waveform):** A square wave that transitions from low to high and then back to low.
- TG1:** A signal that is high during the first high pulse of the reflection waveform. A shaded rectangular region within this high pulse is labeled  $Q1'$ .
- TG2:** A signal that is low during the first high pulse of the reflection waveform and transitions to high during the second high pulse. A shaded rectangular region within this second high pulse is labeled  $Q2'$ .
- TG3:** A signal that is low during both high pulses of the reflection waveform and transitions to high during the second high pulse. A shaded rectangular region within this second high pulse is labeled  $Qa+Qb$ .
- D:** A signal that is high during the first high pulse of the reflection waveform (labeled '1'), low during the second high pulse (labeled '0'), and low during the low period of the reflection waveform (labeled '-1').

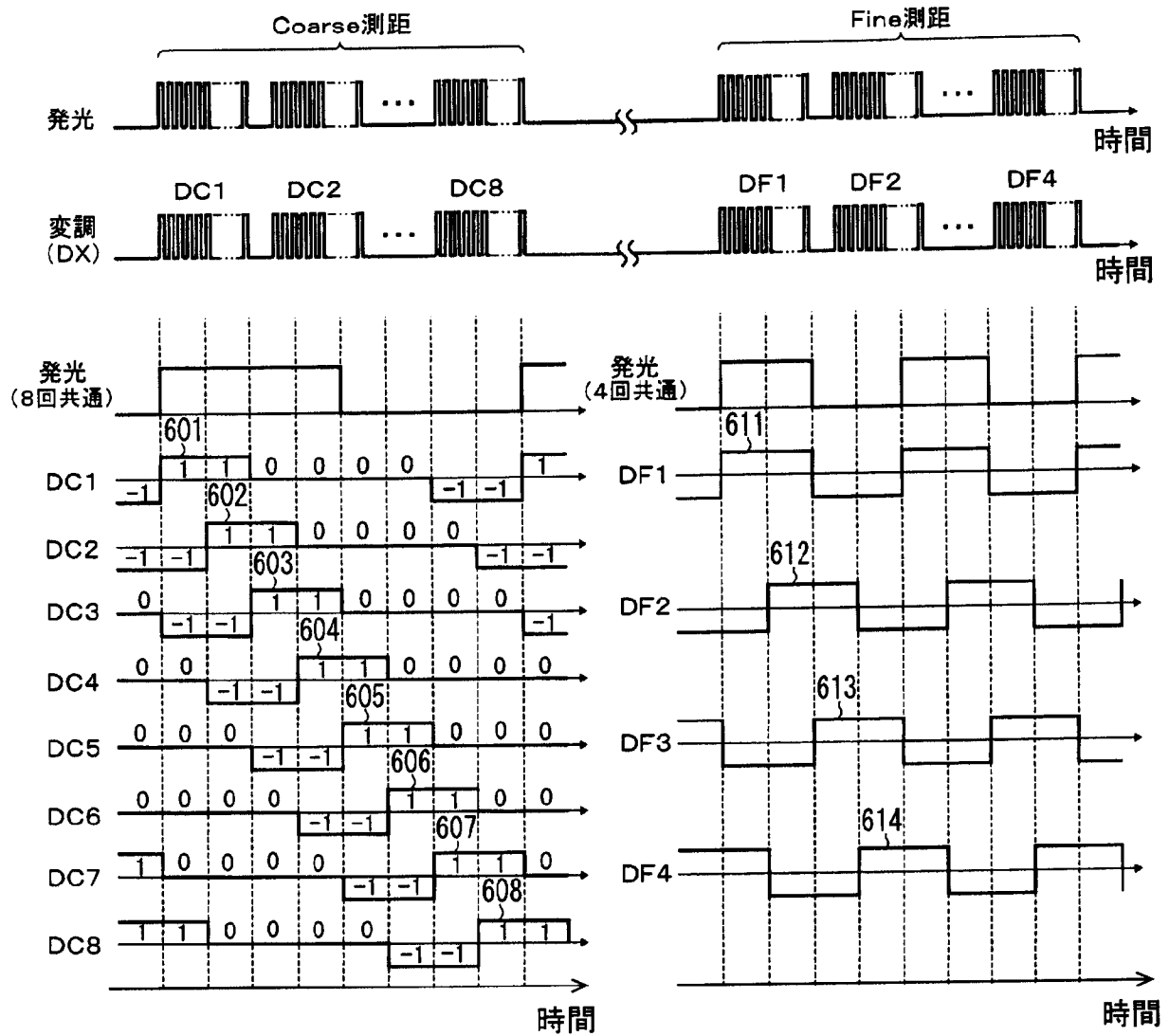
The schematic diagram illustrates a semiconductor device 6. It features a horizontal line representing a common signal path. Three gate transistors, labeled TG1 and TG2, are connected to this line. The load elements, 14a and 14b, are connected to the gates of TG1 and TG2, respectively. These load elements are connected to ground through a series combination of a resistor (13a, 13b) and a diode (12).



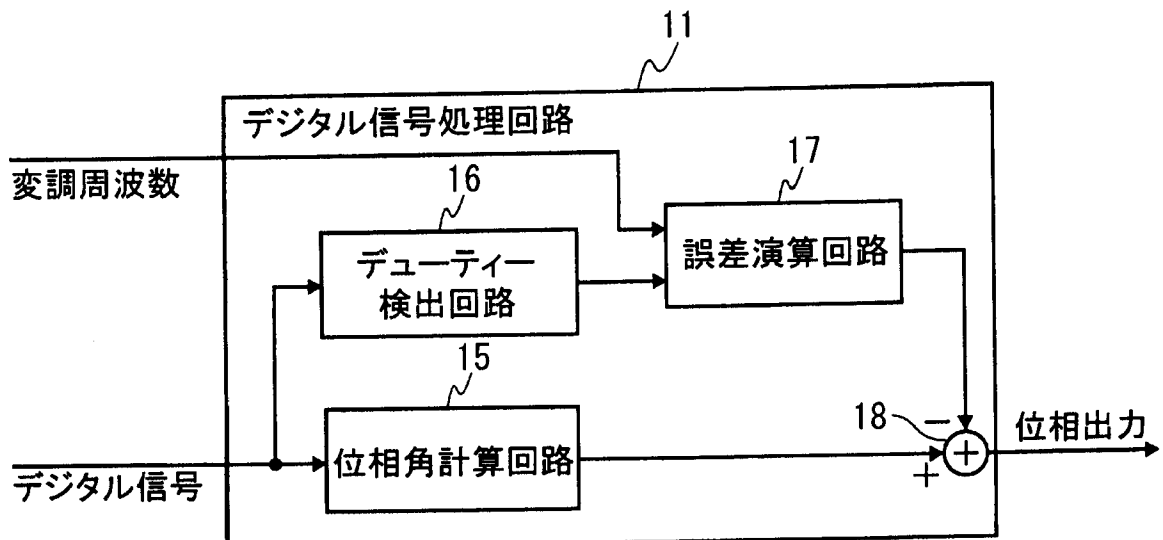
[図10B]



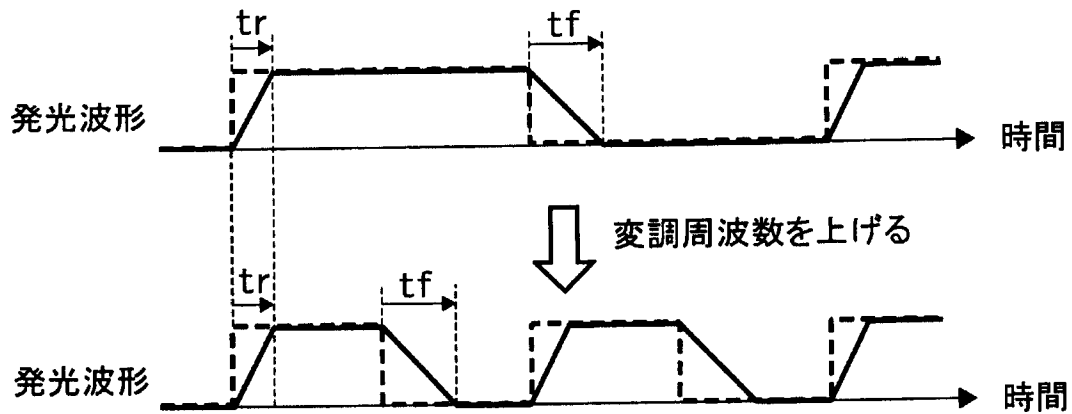
[図11]



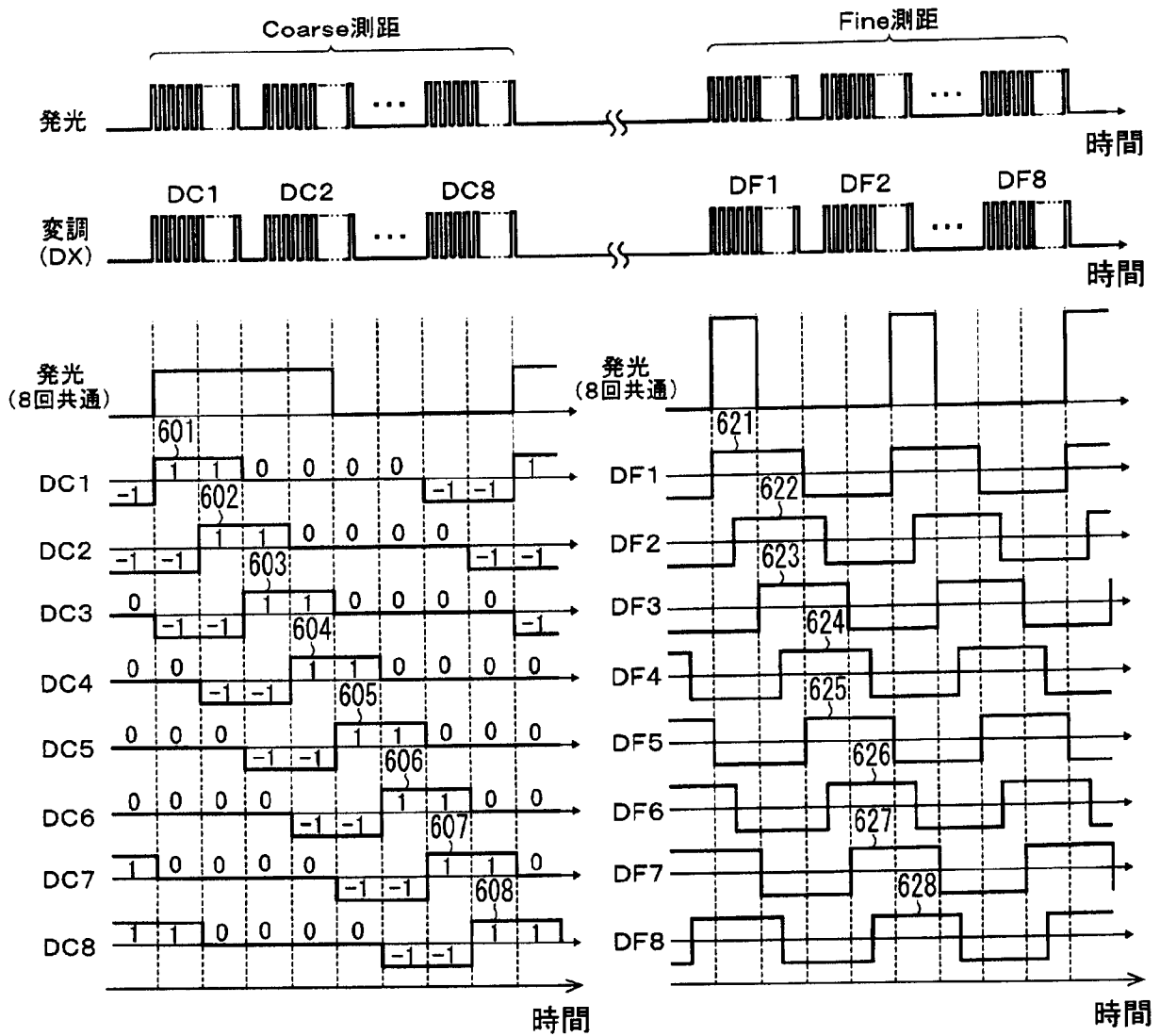
[図12]

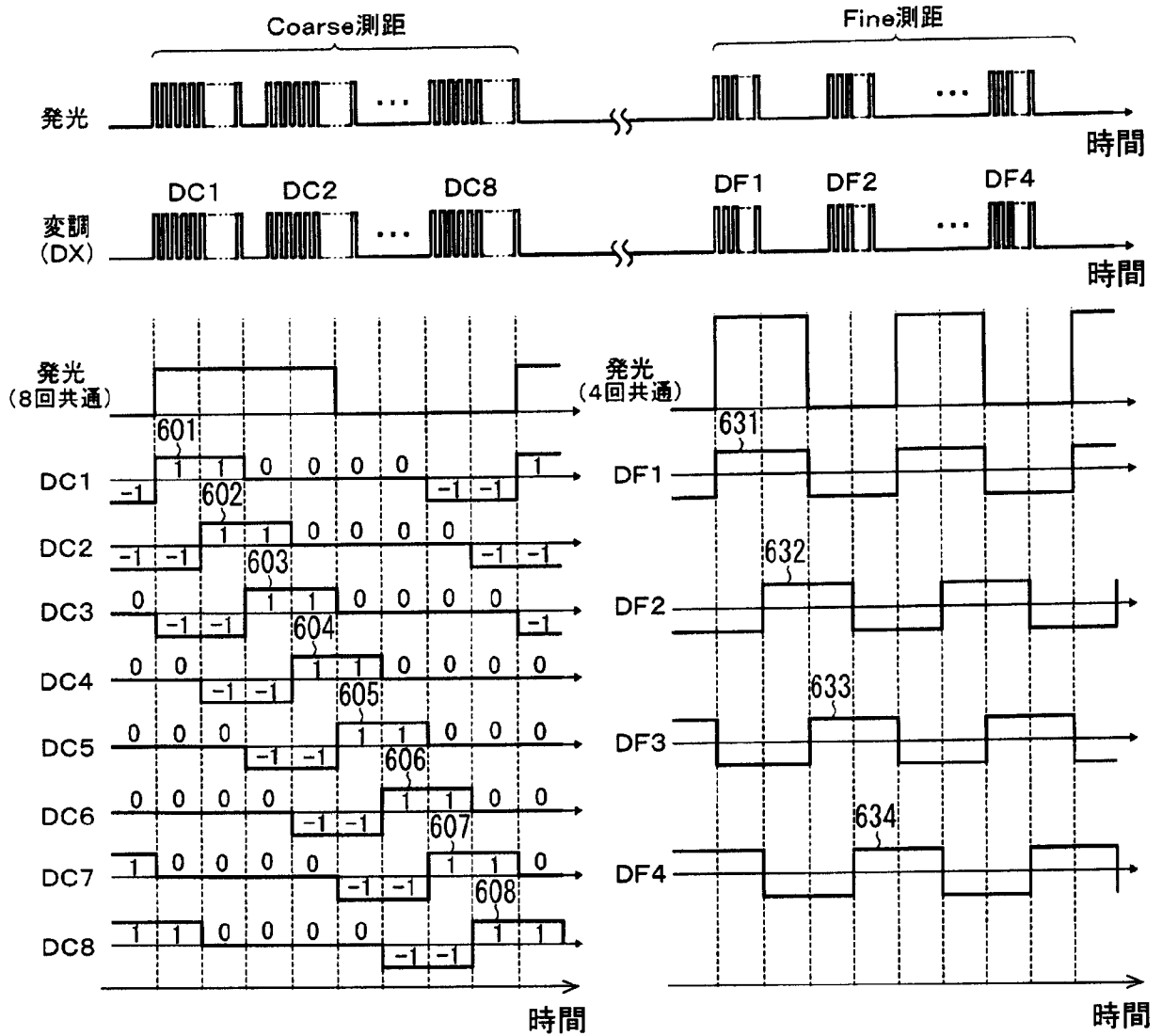


[図13]

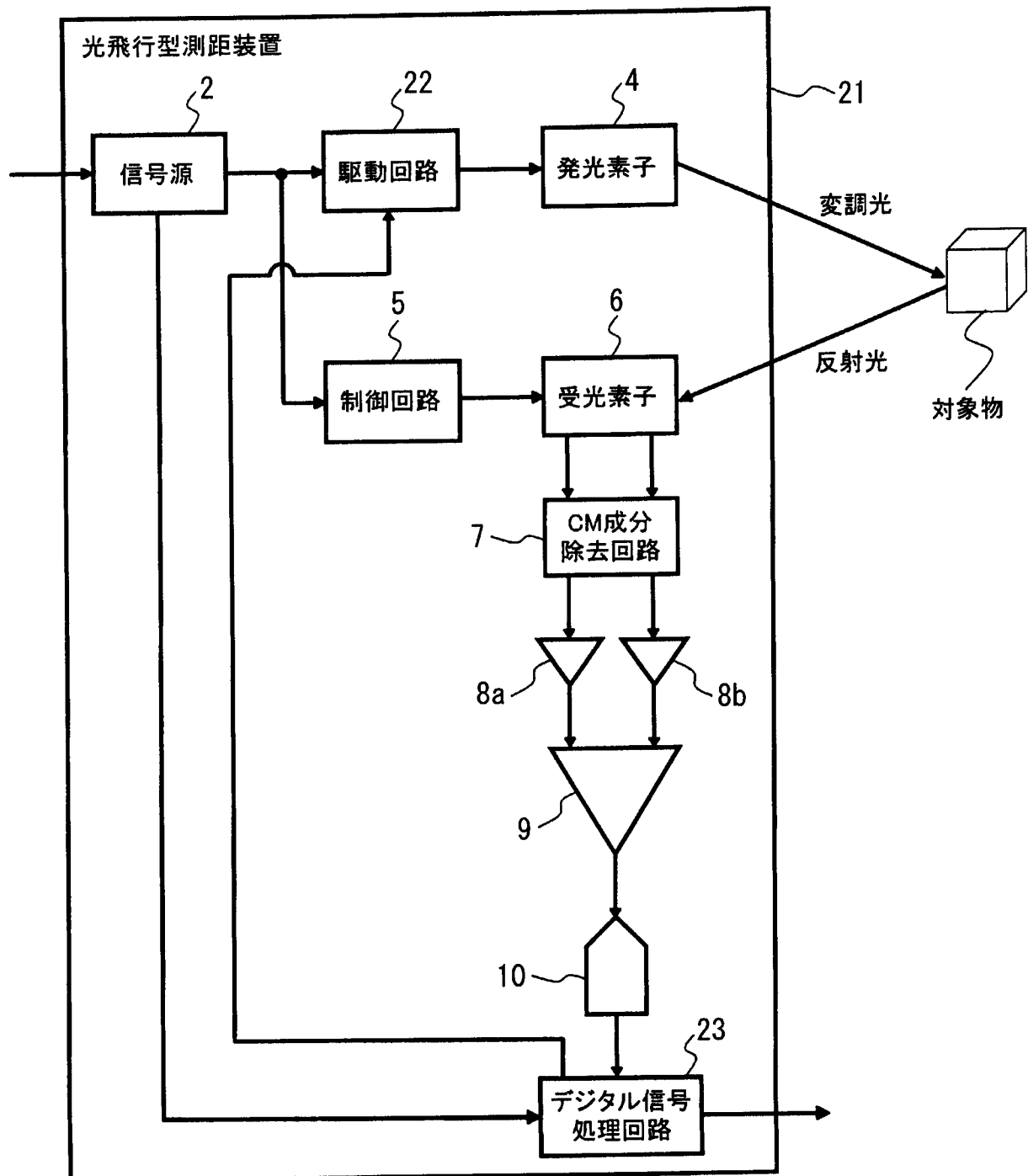


[図14]

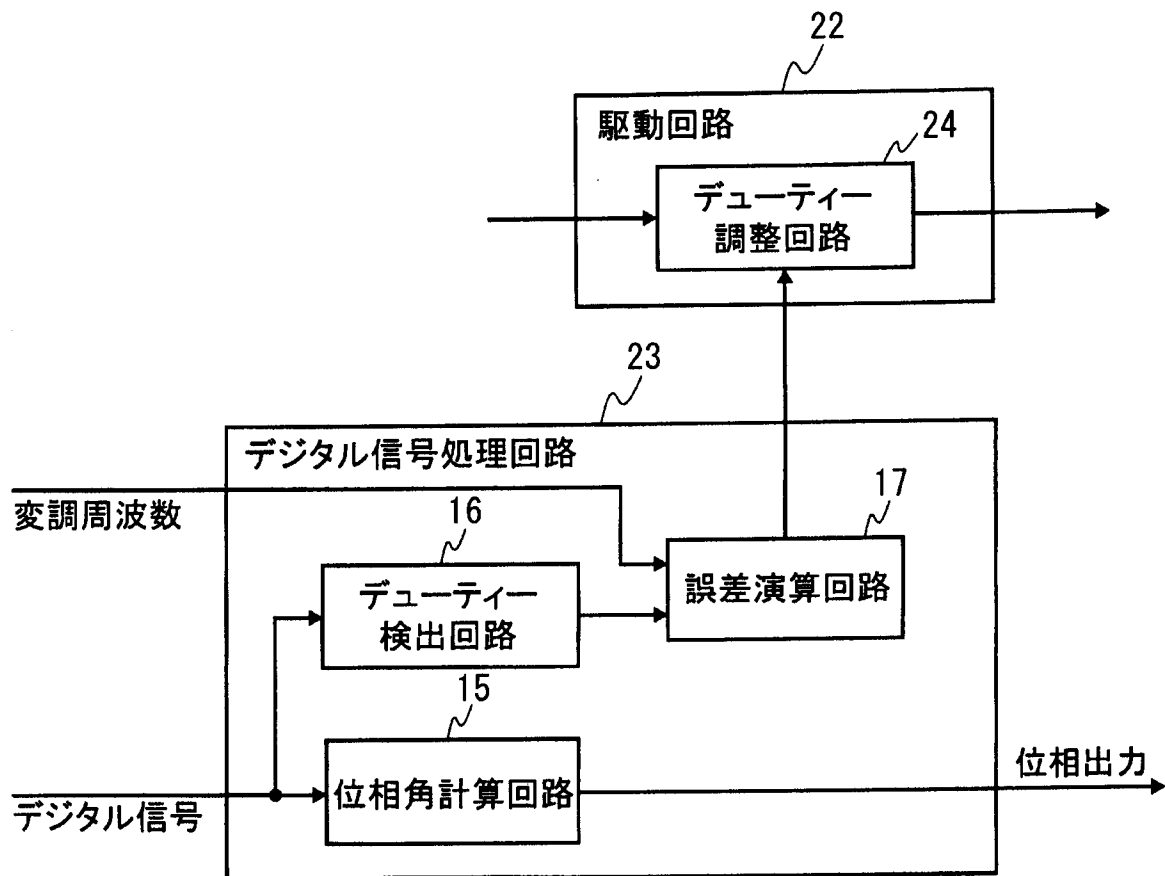




[図16]



[図17]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071797

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S17/32(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)

G01S7/48-7/51, 17/00-17/95, G01C3/00-3/32

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 | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

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 2013-538342 A (Microsoft Corp.),<br>10 October 2013 (10.10.2013),<br>entire text; all drawings<br>& US 2011/0188028 A1<br>entire text; all drawings<br>& WO 2012/012607 A2 & EP 2596321 A2<br>& CN 102393515 A & KR 10-2015-0007192 A | 1-9                   |
| A         | JP 2004-294420 A (Shoji KAWAHITO),<br>21 October 2004 (21.10.2004),<br>entire text; all drawings<br>& US 2006/0192938 A1<br>entire text; all drawings<br>& WO 2004/070313 A1                                                             | 1-9                   |

☒ 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  
14 October 2016 (14.10.16)

Date of mailing of the international search report  
25 October 2016 (25.10.16)

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/JP2016/071797

## 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 2013-076645 A (Stanley Electric Co., Ltd.),<br>25 April 2013 (25.04.2013),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                    | 1-9                   |
| A         | WO 2015/107869 A1 (Panasonic Intellectual<br>Property Management Co., Ltd.),<br>23 July 2015 (23.07.2015),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                       | 1-9                   |
| A         | JP 2015-049148 A (Mega Chips Corp.),<br>16 March 2015 (16.03.2015),<br>entire text; all drawings<br>& WO 2015/030107 A1                                                                                                         | 1-9                   |
| A         | JP 2007-170856 A (Denso Corp.),<br>05 July 2007 (05.07.2007),<br>entire text; all drawings<br>& US 2007/0146682 A1<br>entire text; all drawings                                                                                 | 1-9                   |
| A         | JP 2005-214743 A (Denso Corp.),<br>11 August 2005 (11.08.2005),<br>entire text; all drawings<br>& US 2005/0162638 A1<br>entire text; all drawings<br>& DE 102005004113 A1                                                       | 1-9                   |
| A         | WO 2014/146978 A1 (IEE INTERNATIONAL<br>ELECTRONICS & ENGINEERING S.A.),<br>25 September 2014 (25.09.2014),<br>entire text; all drawings<br>& US 2016/0047913 A1<br>entire text; all drawings<br>& CN 105143916 A & LU 92173 A1 | 1-9                   |
| A         | US 2014/0362364 A1 (WALIGORSKI, Gregory M.),<br>11 December 2014 (11.12.2014),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                   | 1-9                   |



## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S17/32(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. G01S7/48-7/51, 17/00-17/95, G01C3/00-3/32

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 | 1971-2016年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2016年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2016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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2013-538342 A（マイクロソフト コーポレーション）<br>2013.10.10, 全文、全図<br>& US 2011/0188028 A1, entire text, all drawings<br>& WO 2012/012607 A2 & EP 2596321 A2 & CN 102393515 A<br>& KR 10-2015-0007192 A | 1-9            |

☑ 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

「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  
「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

14.10.2016

国際調査報告の発送日

25.10.2016

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）

請園 信博

2 S

4744

電話番号 03-3581-1101 内線 3214

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                      |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2004-294420 A (川人 祥二)<br>2004. 10. 21, 全文、全図<br>& US 2006/0192938 A1, entire text, all drawings<br>& WO 2004/070313 A1                                                            | 1-9            |
| A                     | JP 2013-076645 A (スタンレー電気株式会社)<br>2013. 04. 25, 全文、全図<br>(ファミリーなし)                                                                                                                   | 1-9            |
| A                     | WO 2015/107869 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社)<br>2015. 07. 23, 全文、全図<br>(ファミリーなし)                                                                                                        | 1-9            |
| A                     | JP 2015-049148 A (株式会社メガチップス)<br>2015. 03. 16, 全文、全図<br>& WO 2015/030107 A1                                                                                                          | 1-9            |
| A                     | JP 2007-170856 A (株式会社デンソー)<br>2007. 07. 05, 全文、全図<br>& US 2007/0146682 A1, entire text, all drawings                                                                                | 1-9            |
| A                     | JP 2005-214743 A (株式会社デンソー)<br>2005. 08. 11, 全文、全図<br>& US 2005/0162638 A1, entire text, all drawings<br>& DE 102005004113 A1                                                        | 1-9            |
| A                     | WO 2014/146978 A1 (IEE INTERNATIONAL ELECTRONICS & ENGINEERING<br>S. A.)<br>2014. 09. 25, 全文、全図<br>& US 2016/0047913 A1, entire text, all drawings<br>& CN 105143916 A & LU 92173 A1 | 1-9            |
| A                     | US 2014/0362364 A1 (WALIGORSKI, Gregory M.)<br>2014. 12. 11, 全文、全図<br>(ファミリーなし)                                                                                                      | 1-9            |