

(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2005-221335

(P2005-221335A)

(43) 公開日 平成17年8月18日(2005.8.18)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 S 17/36	GO 1 S 17/36	5 J 0 8 4
GO 1 S 7/48	GO 1 S 7/48	Z
GO 1 S 17/88	GO 1 S 17/88	B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-28378 (P2004-28378)	(71) 出願人	000242600 北陽電機株式会社 大阪府大阪市北区曽根崎2丁目1番12号
(22) 出願日	平成16年2月4日(2004.2.4)	(74) 代理人	100064584 弁理士 江原 省吾
		(74) 代理人	100093997 弁理士 田中 秀佳
		(74) 代理人	100101616 弁理士 白石 吉之
		(74) 代理人	100107423 弁理士 城村 邦彦
		(74) 代理人	100120949 弁理士 熊野 剛
		(74) 代理人	100121186 弁理士 山根 広昭

最終頁に続く

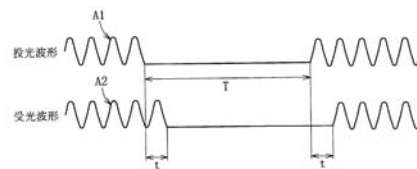
(54) 【発明の名称】 レンジセンサの距離演算方法

(57) 【要約】

【課題】 2種類の周波数で変調して検出エリア及び検出可能エリア内の反射物までの距離演算を行う際の、検出可能エリア外の高反射率の反射物からの反射光による距離演算の誤動作を防止する。

【解決手段】 光を1スキャン毎に、又は、1ステップ毎に異なる2種類の周波数で交互に変調し、1ステップでの発光を変調光の5波長程度の所定の時間帯Tだけ停止して、反射光の発光停止時間との時間ずれから反射光の応答遅れtを検出する。この検出信号に基づいて同じ1ステップ時に算出した距離演算値が適正範囲にあるかを判断し、適正範囲にあると判断すると距離演算値を求めて出力し、適正範囲にないと判断すると検出エリアの最大距離を出力する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周波数変調した光を 1 ステップ毎発光してスキヤニングし、被投射体からの反射光との位相差から被投射体までの距離を計測するレンジセンサにおいて、

光を 1 スキャン毎に、又は、1 ステップ毎に異なる 2 種類の周波数で交互に変調すると共に、1 ステップでの発光を距離演算に影響を与えない所定の時間帯だけ停止して、この発光停止時間帯と反射光の発光停止時間帯の時間ずれから反射光の応答遅れを検出し、この検出信号に基づいて同じ 1 ステップで算出した距離演算値が適正範囲にあるかを判断することを特徴とするレンジセンサの距離演算方法。

【請求項 2】

2 種類の周波数で変調された光による同じ距離演算方向での 1 ステップ時の距離演算値の差が所定の基準値以下で、それぞれの光信号の応答遅れが距離演算を間違える可能性がないと予め設定された距離での所定の最大応答遅れ以下のときのみ、距離演算値が適正範囲にあると判断して出力することを特徴とする請求項 1 記載のレンジセンサの距離演算方法。

10

【請求項 3】

2 種類の周波数で変調された光による同じ距離演算方向での 1 ステップ時の距離演算値の差が所定の基準値より大きく、及び、それぞれの光信号の応答遅れが距離演算を間違える可能性がないと予め設定された距離での所定の最大応答遅れより大きくなるときに、レンジセンサ検出エリアの最大距離を出力することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のレンジセンサの距離演算方法。

20

【請求項 4】

1 ステップ時の発光停止時間帯では距離演算動作をせず、この発光停止時間帯で検出される光信号を距離演算と光信号応答遅れの演算を誤らせる干渉光と認識して処理することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 記載のレンジセンサの距離演算方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ光や LED 光などの光と、この光を回転ミラーでスキヤニングして反射物より帰ってくる反射光との位相差から反射物までの距離を演算する AM 変調方式のレンジセンサの距離演算方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

工場等の床上を無軌道に走行する無人搬送車 (AGV) や回転式掃除ロボットなどに搭載されるスキヤナ型レンジセンサ (距離計測センサ) の光波距離計測法は、光を反射物に向けて投射してから帰ってくるまでの遅延時間を計測して反射物までの距離を求める TOF 方式 (例えば、特許文献 1 参照) と、反射物に投射した光と反射物からの反射光との位相差から反射物までの距離を演算する AM 変調方式 (例えば、特許文献 2 参照) が一般的である。AM 変調方式のレンジセンサの基本構造例と計測法を、図 4 及び図 5 に基づき説明する。

40

【0003】

図 4 のレンジセンサ 11 は、投光光学系 1 と受光光学系 2 をモータ 3 で高速回転させて投光光学系 1 からレーザ光や LED 光の光 A1 を図示しない回転ミラーを使って水平方向に 360 度スキヤニングし、周辺の二次元エリアにある反射物 10 からの反射光 A2 を受光光学系 2 で受光して受光回路 4 に出力し、距離演算回路 5 で演算して距離 L を算出する。投光光学系 1 の投光回路 6 で光 A1 を所定の周波数で変調し、この光 A1 と反射光 A2 の位相との差から距離 L を算出する。特定の周波数 (通常、40 MHz 以上) で変調された光が反射物 10 に当たって反射して帰ってきた場合、図 5 に示すように光の速度と距離により位相差を持つ。この位相差の値は光の速度と距離 L に依存するため、位相差を検出することで距離 L が演算される。周波数変調された光 A1 を回転ミラーにより水平

50

方向に360度スキャンすることにより二次元エリアの距離演算ができる。また、光A1を360度スキャンしつつ上下方向角度を連続的に増減させることにより、三次元エリアの距離演算も可能である。

【0004】

このようなAM変調方式のレンジセンサは、変調周波数の1波長の距離を誤って0mと判断することがある。例えば、50MHzの周波数で変調を加えた場合、光の1波長は約3mであり、レンジセンサが距離演算する検出エリアの最大検出距離が1.5mとすると、このレンジセンサでは動作の安定性を保証するために検出距離1.5mの2倍の3mにある反射物の距離も演算できるように光量余裕度を持たせている。しかし、このレンジセンサの場合、3m近傍にステンレス板などの高反射率のものがあると、反射光のレベルが高いために高レベルの反射光を受光して0mと距離演算し、3m近傍の反射物が極近くにあると判断することがある。このような誤動作を防ぐため、光を複数の周波数で変調して、各周波数の光で演算された距離が一致したときのみ距離演算値が適正であると判断することが行われている。

10

【0005】

変調周波数の種類が多いほど誤動作する確率が下がるが、その反面、複数の周波数での距離演算値の一致を取る必要があって演算時間が長くなり、応答速度が遅くなる。クレーンの位置決めやシートの巻取り厚を測定するレーザー距離計のように光をスキャンしない場合は応答速度に余裕があり、3種類以上の周波数で光を変調して距離演算しても問題とならないが、スキャナ型のレンジセンサでは1スキャン毎に周波数を変えるため、スキャン単位で応答速度が遅くなる。特に、ロボットなどの床上を移動する可動機器に使用されるレンジセンサにおいては、計測する度に各周波数での距離演算値が変わり、結果として精度が悪くなることから、変調周波数は2種類までが限度である。

20

【0006】

2種類の周波数で変調するスキャン型レンジセンサは、例えば図6に示すように所定の半径の検出エリアE1とその約2倍の半径の検出可能エリアE2を持ち、2種類の周波数で変調した光を360度スキャンする。1スキャン時での1ステップ角は、例えば0.5°、1スキャン時間は25msであり、1ステップ毎に光A1が発光されて投射され、1ステップ毎に距離演算が行われる。この場合、1スキャン毎に周波数を変え、連続する2スキャン時の同じステップでの演算距離が一致したと判断されるときに平均値の距離演算値データを出力する。そのため、一致演算のための1回目と2回目の計2回のスキャンと、反射物とスキャンのタイミングずれ分の1スキャンを加えて、1ステップで計測に要する応答時間は3スキャンであり、1スキャン時間25msの2Dレンジセンサの応答時間は75msである。

30

【特許文献1】特開平09-229637号公報

【特許文献2】特開平06-230111号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

[0002]段に記載したTOF方式の距離計は、AM変調方式のような距離を間違えることはないが、AM変調方式と同じような10mm程度の距離精度を実現するには3.3psの時間分解能を有する計算をしなければならない。この場合、フォトダイオードや増幅器の周波数帯域が数GHz以上必要で、非常に高価な部品を使わなくてはならず、しかも、設計が非常に困難となる。その点、2種類の周波数で光を変調するAM変調方式のレンジセンサは高価な部品を使用しなくて済み実用的であるが、次の現実的な問題がある。

40

【0008】

例えば、50MHzと43MHzの2種類の周波数で光を変調する場合、両周波数で変調された両光の波長の整数倍で、両光の波長がほぼ一致する最小公倍数のところで両光による距離演算値の差が小さくなり、誤動作することがある。図7に示すように、43MHzで変調した光の6波長分と50MHzで変調した光の7波長分が、両光の波長の最小公

50

倍数のところとなり、ここでの波長分の差は1MH位相差で約7度となる。また、最小公倍数のところまでの距離は約21mである。検出エリアの最大距離が1.5mのレンジセンサにあっては、21mの距離は反射光の帰ってこない検出エリア外の遠距離なのが通常であるが、21m近傍の距離に回帰反射板やステンレス板などの高反射率の反射物がある場合、反射光が高レベルとなって帰ってくる。このような距離21m近傍の反射物が平面の場合、2周波数の位相差約7度の差は検出可能であるが、例えば図8に示すように、ステンレス板などの反射率のよい反射物10aで反射した直接反射光Kaと、同じく反射率のよい壁などの反射物10bで反射した間接反射光Kbの合成波が帰ってくると、2周波数の位相差演算が大きく狂うことがある。この場合、21m先の反射物が0m近傍にあると判断し、距離を誤認識することになる。

10

【0009】

上述のような2周波数に伴う誤動作発生を抑制する手段として、2周波数の差を10倍以上と極端に大きく設定することが考えられる。このようにすれば誤動作する距離が実用上に問題ない距離まで延びる。しかし、10倍以上の周波数差の信号を増幅する広帯域のアンプ設計が困難になり、特に周波数帯域が広がるほどノイズ成分が増え、感度を高く設定することが困難になり、有効な検出距離が短くなると共に検出精度が悪くなる。

【0010】

本発明の目的とするところは、2種類の周波数で変調して検出エリア内の反射物までの距離演算を行う際の検出エリア外の高反射率反射物からの光による誤動作発生を低減させて、信頼度を向上させたAM変調方式のレンジセンサを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】**【0011】**

本発明は上記目的を達成するため、周波数変調した光を1ステップ毎発光してスキャンし、被投射体からの反射光との位相差から被投射体までの距離を計測するレンジセンサにおいて、光を1スキャン毎に、又は、1ステップ毎に異なる2種類の周波数で交互に変調すると共に、1ステップでの発光を距離演算に影響を与えない所定の時間帯だけ停止して、発光停止時間帯と反射光の発光停止時間帯の時間ずれから反射光の応答遅れを検出し、この検出信号に基づいて同じ1ステップ時に算出した距離演算値が適正範囲にあるかを判断することを特徴とする。

【0012】

ここで、レンジセンサは2種類の周波数で変調した光を距離演算に使用したスキャン型のAM変調方式レンジセンサで、1スキャン毎に2種類の変調周波数を交互に変える、或いは、1スキャン内の1ステップ毎に2種類の変調周波数を交互に変える。前者の場合は、1スキャン時における全ステップの1ステップ毎に同じ1種類の周波数で変調された光が発光され、反射光との位相差から距離演算が行われて、次に1スキャンに移行する際に変調周波数が別の1種類に変えられる。後者の場合は、1スキャン時における1ステップ毎に2種類の変調周波数が交互に変えられ、それぞれの1ステップ毎に周波数変調された光が発光され、反射光との位相差から距離演算が行われる。いずれにおいても、1ステップで発光して投射される光の発光を所定の時間帯で一時停止させ、この投射光における発光停止の時間帯と反射物から帰ってきた反射光における発光停止の時間帯の時間ずれで、光信号の応答遅れを検出し、光信号応答遅れが光の何波長分であるかを算出する。このような1ステップでの発光停止の時間帯設定は、1ステップの最初に設けるか、最後又は中間に設けるなど任意である。また、発光停止時間は光振動の立上がりと立下りを考慮して、変調光の5波長程度の時間が適当である。

30

40

【0013】

例えば、光の1/2波長に相当する最大距離の検出エリアと1波長に相当する検出可能エリアを有するレンジセンサにおいては、1ステップ時の光信号応答遅れ(時間)が光の1波長より小さければ、反射物が検出エリアか検出エリアの2倍の検出可能エリアに存在して、このときの1ステップの距離演算値が適正な範囲にあると判断できる。また、光信号応答遅れ光の1波長より大きければ、反射物が検出可能エリアのさらに外にあって、そ

50

のときの1ステップの距離演算値が間違ふ可能性の高い不適正なものと判断できる。このように適正・不適正を判断することで、検出可能エリア外の高反射率の反射物からの反射光で距離演算を誤ることがなくなり、レンジセンサの信頼性と性能を向上させることができる。

【0014】

本発明においては、2種類の周波数で変調された光による同じ距離演算方向での1ステップ時の距離演算値の差が所定の基準値以下で、それぞれの光信号の応答遅れが距離演算を間違ふ可能性がないと予め設定された距離での所定の最大応答遅れ以下のときのみ、距離演算値が適正範囲にあると判断して出力することができる。

【0015】

ここで、1ステップ時の距離演算値の差が所定の基準値以下の基準値とは、2種類の周波数で変調された光による1ステップ時の距離演算値が一致、又は、ほぼ一致して適正範囲にあると判断できる閾値である。また、距離演算を間違ふ可能性がないと予め設定された距離とは、検出可能エリアの距離に相当し、検出可能エリアの最大距離が光の1波長に相当するとした場合に、光信号の応答遅れが光の1波長に相当する最大応答遅れ以下のときに、反射物が検出可能エリア内において演算距離を間違ふ可能性がなくて、距離演算値が適正範囲にあると判断する。このように距離演算値の差の基準値と光信号応答遅れの検出信号に基づいて距離演算値の適正を判断することで、誤判断が無くなり、尚一層に信頼性が良くなる。

【0016】

また、本発明は、2種類の周波数で変調された光による同じ距離演算方向での1ステップ時の距離演算値の差が所定の基準値より大きく、及び、それぞれの光信号の応答遅れが距離演算を間違ふ可能性がないと予め設定された距離での所定の最大応答遅れより大きくなるときに、レンジセンサ検出エリアの最大距離を出力することができる。

【0017】

この2種類の光による1ステップ時の距離演算値の差が基準値より大きくなるのは検出可能エリア外の距離演算のときであり、光信号応答遅れが所定の最大応答遅れより大きくなるのも検出可能エリア外の距離演算のときで、いずれも距離演算を間違い易いときであり、ここでは一義的に検出エリアの最大距離を出力する。このようにすることで、間違つた距離演算値を出力することが無くなり、さらに信頼性が良くなる。

【0018】

また、本発明の場合、1ステップ時の発光停止時間帯では距離演算動作をせず、この発光停止時間帯で検出される光信号を距離演算と応答遅れ時間の演算を誤らせる干渉光と認識して処理することができる。

【0019】

1ステップ時の距離演算は当然ながら発光の時間帯で行われ、発光停止時間帯では積極的に距離演算動作をしないようにする。このようにすることで、1ステップの発光停止時間帯に外来光が干渉光として入射し、この干渉光が距離演算に使用する光と似た周波数である場合に、干渉光で距離演算をする誤動作が回避できる。また、発光停止時間帯の光信号を干渉光と認識して処理することで、干渉光で光信号応答遅れの演算を間違ふ虞が無くなり、さらに、干渉光と認識することで干渉光に伴うトラブル発生を低減させる処理が可能となる。

【発明の効果】**【0020】**

本発明によれば、レンジセンサの検出エリアの約2倍の検出可能エリアの外の近傍又は遠方に高反射率の反射物が存在して、この反射物から反射光が高い光レベルで帰ってきて、反射光の応答遅れの演算値に基づき反射物までの距離演算値が適正でない判断することで、誤った距離演算値を出力する誤動作が回避できて、高価な回路部品を使用することなくレンジセンサの信頼性を上げ、高性能化を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

【0021】

以下、本発明の実施の形態を図1～図3を参照して説明する。

【0022】

図1及び図2は、光を2種類の周波数で1スキャン毎に交互に変調して360度スキヤニングするAM変調方式のレンジセンサを説明するもので、図1は光の投光波形と受光波形を示し、図2は1スキャン毎に光を2種類の周波数で交互に変調していることを示している。

【0023】

図1の投光波形は投射光A1であり、受光波形は投射光A1が反射物で反射して帰ってきた反射光A2である。投射光A1が360度スキヤニングする1スキャンの間に720ステップあり、1ステップ毎に変調光が発光して投射される。1スキャン毎に交互に変わる変調周波数は、例えば50MHzと43MHzであり、1スキャン時の回転ミラーの回転速度は2400rpm、1スキャン時間は25ms、1ステップの距離演算時間の最大は34.7μsである。

10

【0024】

ここで、本発明においては、1ステップの光の発光（発振）時間帯の中に一時的に発光停止させる発光停止時間帯Tを設ける。発光停止時間帯Tは、1ステップの距離演算に影響を与えない所定の短時間にしてある。例えば、変調周波数が50MHzの場合、変調光の波長は20ns、1演算ステップに使用される信号数は1735個（波長）であり、この場合に5波長分の時間帯で発光停止時間帯Tを設定し、発光停止時間帯以外の発光時間帯の1735 - 5 = 1730個の光信号のみで1ステップでの距離演算を行う。この距離演算は計測点数が多いほど距離精度がよく、1730個の計測点数は良好な距離精度を得るに十分である。また、変調周波数が43MHzの場合、変調光の波長は23.3ns、1演算ステップの信号数は1485個（波長）であり、この場合も5波長分の時間帯で発光停止時間帯Tを設定し、発光停止時間帯以外の発光時間帯の1485 - 5 = 1480個の光信号のみで1ステップの距離演算を行う。この場合の1480個の計測点数も、良好な距離精度を得るに十分である。

20

【0025】

なお、発光停止時間帯Tは、変調光の1波長分に設定することが理論上に考えられる。しかし、反射光を受光して演算する受光回路の周波数特性にもよるが、1波長の発光停止（消灯）では波形が無いのか振動波形なのかの判断がつかず、特に光信号のレベルが低いときの区別が困難となることから、発光停止時間帯Tは5波長程度が実際的である。5波長の発光停止時間帯Tは、変調周波数が50MHzの場合で約100nsであり、1ステップの演算応答時間34.7μsに比べて無視できる範囲であり、距離演算精度に影響を及ぼさない。このことは変調周波数が43MHzにおいても同様である。

30

【0026】

また、1スキャン時の発光停止時間帯以外で行う距離演算は、投射光A1と反射光A2の位相差を求める計測法で行う。この計測法は、ミキサ（掛け算器）を使って位相差信号をDCレベルに変換して求める方法と、光信号を直接AD変換し、デジタルの数値解析演算（フーリエ級数演算）で求める方法が有効である。

40

【0027】

本発明の場合、1ステップ毎に上記距離演算を行うと共に、図1の投光波形の投射光A1が発光（自発光）停止してから、反射光A2の受光波形が消えるまでの時間t、又は、自発光開始から受光波形検出までの時間tを計測して、この時間tが光信号の何波長遅れに相当するかを検出する。この光信号応答遅れ（時間t）は、反射物までの距離に比例することから、この応答遅れが何波長あるかを求めることで、反射物がレンジセンサの検出エリア、検出可能エリアに存在するかどうか判断でき、検出可能エリア外の距離演算を間違い易いエリアでの距離演算値であるかどうか判断できる。このような判断を加えた本発明方法による距離演算動作を、次に説明する。

【0028】

50

1 スキャンの 1 ステップ毎に距離演算をして距離演算値を記憶する。この記憶させた距離演算値と、2 スキャン目の同じステップにおける距離演算値とを比較し、両距離演算値の差が所定の基準値（両値が一致、ほぼ一致すると判断できる閾値）以下の場合に、両距離演算値の平均値を距離演算値として出力する。3 スキャン目も同様に 2 スキャン目の距離演算値と比較して距離を求める。この演算方法による応答遅れは 2 スキャン分の 50 ms、出力応答は 25 ms である。

【0029】

変調周波数が 50 MHz と 43 MHz の場合、変調光の波長は 50 MHz で 2.96 m、43 MHz で 3.44 m になる。ここで、レンジセンサの検出エリアの距離が 1.5 m の場合は、検出エリアの 2 倍の 3 m の検出可能エリア内では両周波数による距離演算値の差が基準値以下であり、検出可能エリア外では両周波数による距離演算値の差が基準値を超えて大きくなる。また、両周波数の波長の整数倍の距離に高反射率の反射物があると、両周波数による距離演算値の差が基準値より小さくなることがある。

10

【0030】

各ステップで距離演算をし、光信号の応答遅れを検出して、光信号の応答遅れが変調光の 1 波長に相当する最大応答遅れ以下であれば、反射物が検出エリアか検出可能エリアのいずれかあって演算距離を間違える可能性がなく、距離演算値が適正範囲にあると判断する。このような判断が 1 スキャン毎に 50 MHz と 43 MHz の各変調周波数で行われる。その結果、距離演算を間違える可能性のある検出エリア外での距離演算値の算出と出力を回避することができ、このように回避することで検出エリア外の高反射率の反射物や、両周波数の波長の整数倍の距離にある高反射率の反射物を 0 m と誤判断することが無くなり、距離演算の信頼性が良くなる。

20

【0031】

また、各変調周波数による各ステップでの光信号応答遅れが、各変調周波数の波長の 1 波長より大きい場合は、高反射率の反射物が検出可能エリア外にあって距離演算を間違える可能性が高いと判断し、このときは検出エリアの最大距離を各ステップでの最終距離演算値（1.5 m）として出力する。このようにしても間違いとはならず、また、距離演算をしない点を作らないこととなり、360 度全方向の距離演算を実現する。

【0032】

また、各変調周波数による各ステップの発光停止時間帯 T では、当然ながら距離演算できる光信号が無くて距離演算動作ができないが、始めから発光停止時間帯 T では距離演算動作をしないようにソフトを組む。このようにすることで、1 ステップの発光停止時間帯 T に他のレンジセンサなどからの外来光が入射し、この外来光が距離演算に使用する変調光と似た周波数で相互に干渉を起す干渉光である場合に、干渉光で距離演算をする誤動作が回避できる。かつ、発光停止時間帯 T に入射する光信号を干渉光としてソフト的に認識することで、光信号応答遅れの演算が容易となり、この演算を間違える虞が無くなる。

30

【0033】

以上の実施形態は、2 種類の変調周波数を 1 スキャン毎に交互に切替えるレンジセンサである。図 3 は、2 種類の変調周波数を 1 ステップ毎に交互に切替えるレンジセンサを説明するものである。このレンジセンサの場合、1 ステップで 50 MHz で変調すると、次の 1 ステップのときは 43 MHz で変調し、このような 50 MHz と 43 MHz の変調を交互に繰り返すようにしている。そして、全ての各ステップで図 1 の場合と同様に発光停止時間帯 T を設けて距離演算動作をさせる。

40

【0034】

このような 1 ステップ毎に 2 種類の変調周波数を交互に切替えるレンジセンサは、1 スキャン毎に切替えるレンジセンサに比べて応答性が格段に速くなり、瞬時の適正な距離演算能力に優れることから、レンジセンサ全体が高速回転して移動する用途に有効である。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】本発明方法を説明するための投射光の投光波形と反射光の受光波形の波形図であ

50

る。

【図2】第1の実施の形態を説明するための距離演算動作パターン図である。

【図3】第2の実施の形態を説明するための投射光スキャン図である。

【図4】一般的なレンジセンサの要部のブロック図である。

【図5】AM変調方式レンジセンサの距離演算法を説明するための波形図である。

【図6】レンジセンサの検出エリアE1と検出可能エリアE2を示す平面図である。

【図7】2種類の周波数で変調した変調光の波形図である。

【図8】レンジセンサが距離演算を間違い易い状況を説明するための概略的な図である。

【符号の説明】

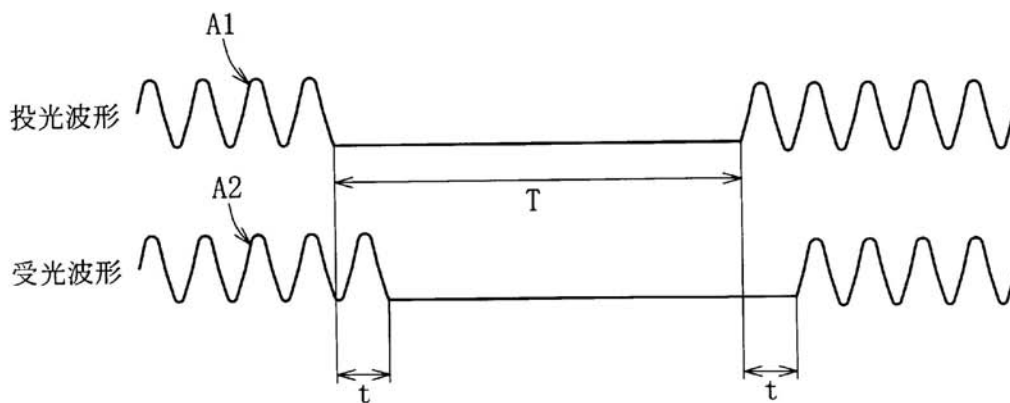
【0036】

10

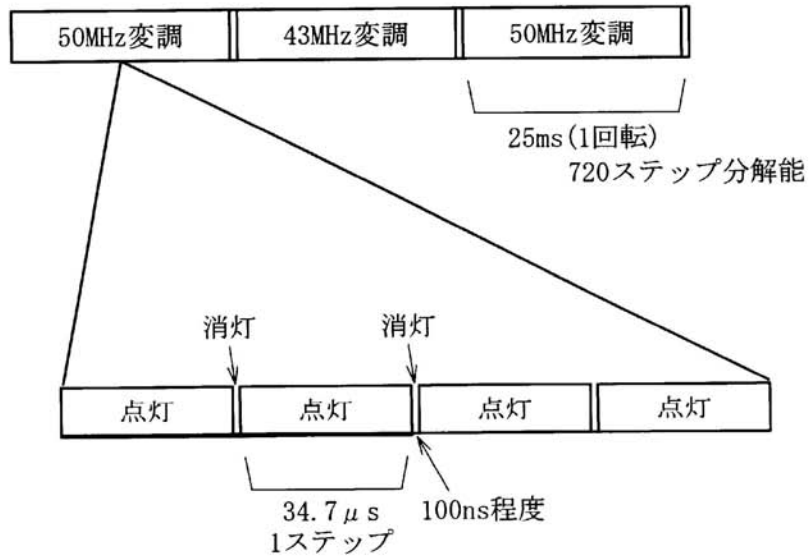
- 1 投光回路
- 2 投光光学系
- 3 受光光学系
- 4 受光回路
- 5 距離演算回路
- 10 反射物
- A1 投射光
- A2 反射光
- T 発光停止時間
- t 光の応答遅れ(時間)

20

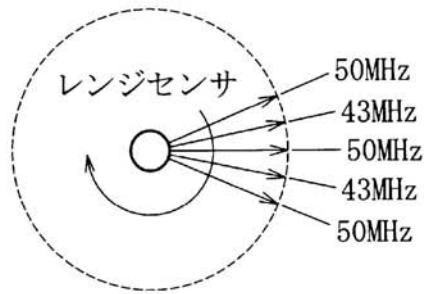
【図1】



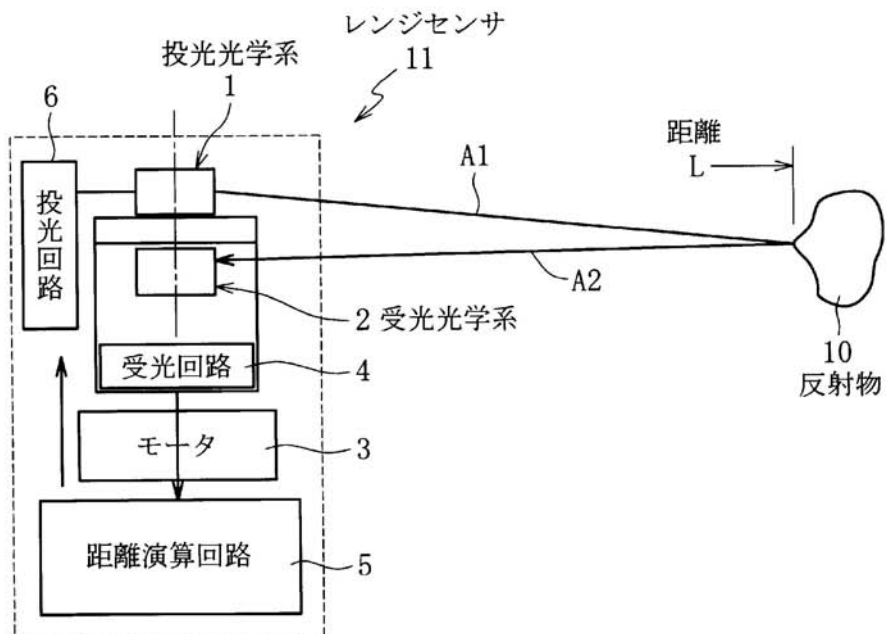
【 図 2 】



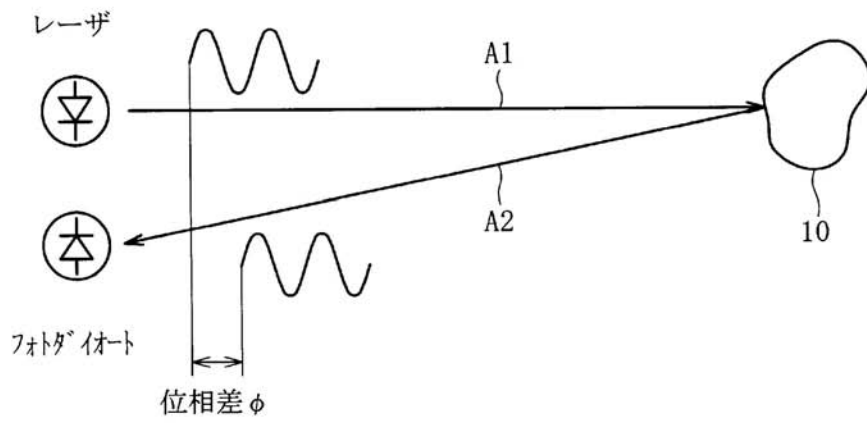
【 図 3 】



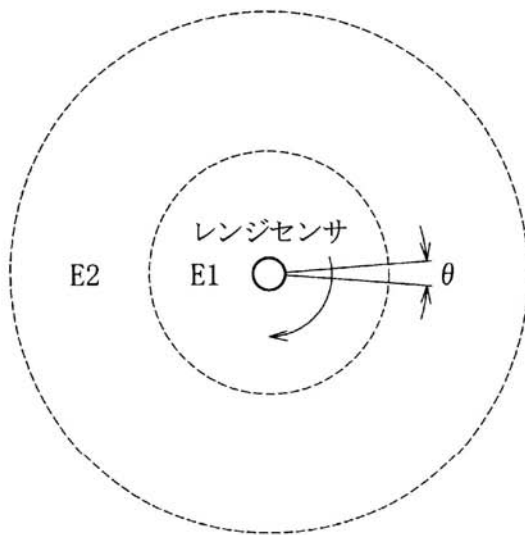
【 図 4 】



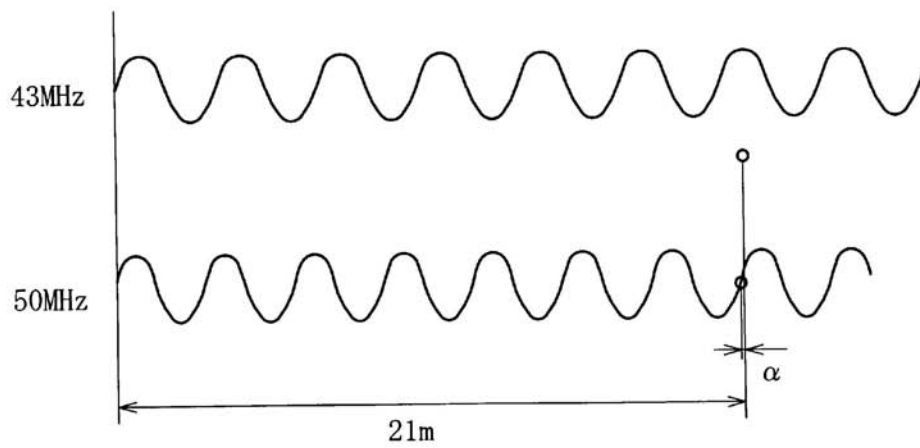
【 図 5 】



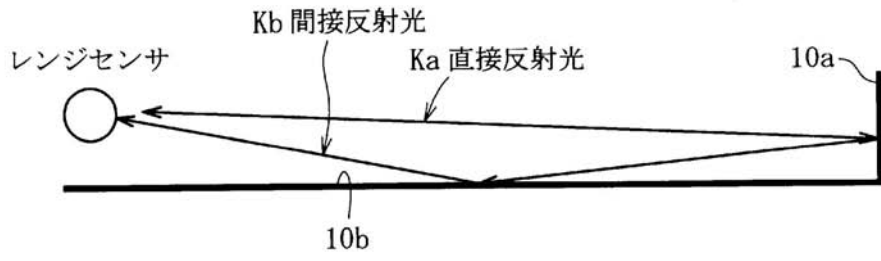
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 森 利宏

大阪府大阪市北区曽根崎2丁目1番12号 北陽電機株式会社内

(72)発明者 川田 浩彦

大阪府大阪市北区曽根崎2丁目1番12号 北陽電機株式会社内

Fターム(参考) 5J084 AA05 AB07 AD02 BA04 BA11 BA36 BA48 BB28 CA04 CA07
EA02 EA20