(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2019-78531
(P2019-78531A)
(43)公開日　令和1年5月23日(2019.5.23)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01C 3/06	(2006.01)	G01C	3/06	120Q	2F112
G01S 17/36	(2006.01)	G01S	17/36		5J084

審査請求 未請求　請求項の数 4　OL　（全 11 頁）

(21)出願番号　特願2017-202901 (P2017-202901)
(22)出願日　平成29年10月19日 (2017.10.19)

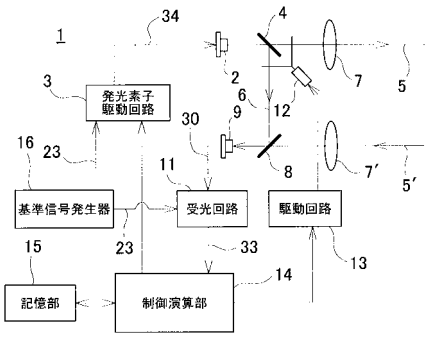
(71)出願人　000220343
株式会社トプコン
東京都板橋区蓮沼町７５番１号
(74)代理人　100083563
弁理士　三好　祥二
(72)発明者　東海林　直樹
東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内
(72)発明者　松本　昌絵
東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

Fターム(参考)　2F112 AD01　BA06　BA07　CA12　DA09
DA25　DA28　EA03　FA07　FA32

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光波距離計及びフィードバック信号の変調周波数決定方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】測距結果に対するノイズの影響を低減し、測距精度の向上を図る光波距離計及びフィードバック信号の変調周波数決定方法を提供する。
【解決手段】測距光５を発する発光素子２と、所定の周波数でバースト発光される信号を出力する発光素子駆動回路３を有する測距光射出部と、測距光の一部を内部参照光６として分割する光路分割部材４と、測定対象物からの反射測距光５′及び内部参照光を受光する受光素子９と、受光信号３０に基づき中間周波数信号３３を生成する受光回路１１と、受光回路１１を制御し、各受光信号を基に測定対象物迄の距離を演算する制御演算部１４とを具備し、受光回路１１は、基準信号発生器１６から基準信号２３が入力され、電圧制御発振器と、中間周波数信号生成器と、比較器と、ループフィルタを有し、制御演算部１４は、中間周波数サンプリング信号の周波数と直交する周波数と、フィードバック信号の周波数を一致させる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
測距光を発する発光素子と、前記測距光が所定の周波数でバースト発光される様前記発光素子に所定の信号を出力する発光素子駆動回路とを有する測距光射出部と、前記測距光の一部を内部参照光として分割する光路分割部材と、測定対象物からの反射測距光及び前記内部参照光を受光しそれぞれ受光信号を発する受光素子と、前記受光信号に基づき中間周波数信号を生成する受光回路と、該受光回路を制御し、各受光信号を基に前記測定対象物迄の距離を演算する制御演算部とを具備し、前記受光回路は所定周波数の基準信号を出力する基準信号発生器と、入力される信号の電圧に応じた周波数を有するローカル信号及びフィードバック信号を出力する電圧制御発振器と、前記ローカル信号と前記受光信号に基づき前記中間周波数信号を出力する中間周波数信号生成器と、比較器と、ループフィルタとを有し、前記比較器は前記基準信号と前記フィードバック信号の位相差に基づき比較信号を出力し、前記ループフィルタは前記比較信号を電圧信号として前記電圧制御発振器に出力し、該電圧制御発振器は前記比較信号に基づき前記フィードバック信号を前記基準信号と同期させ、前記制御演算部は、前記中間周波数信号をサンプリングして得られたサンプリング信号をＤＦＴ処理して得られる曲線上で、該サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と、前記フィードバック信号の周波数とを一致させる光波距離計。
【請求項２】
前記基準信号の周波数を整数分の１倍する第１分周器と、前記フィードバック信号の周波数を整数分の１倍する第２分周器とを更に具備し、前記制御演算部は、前記比較器に入力される前記フィードバック信号の周波数が、前記サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と一致する様に前記第１分周器と前記第２分周器の倍率を設定する請求項１に記載の光波距離計。
【請求項３】
前記制御演算部は、前記フィードバック信号の周波数が、前記サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と一致する様に前記サンプリング信号の区間幅を変更する請求項１に記載の光波距離計。
【請求項４】
電圧制御発振器から出力されるローカル信号と受光信号に基づき中間周波数信号を発し、中間周波数信号を発する受光回路を有し、測距光の一部を分割した内部参照光と測定対象物からの反射測距光との位相差により前記測定対象物迄の距離を測定する光波距離計に於いて、前記中間周波数信号をサンプリングして得られたサンプリング信号をＤＦＴ処理し、ＤＦＴ処理により得られる曲線上で、前記サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と、フィードバック信号の周波数とを一致させるフィードバック信号の変調周波数決定方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、変調された測距光を測定対象物に照射し、測定対象物からの反射測距光を受光して、測距光を分割した内部参照光と反射測距光との位相差により測定対象物迄の距離を測定する光波距離計及びフィードバック信号の変調周波数決定方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
光波距離計に於いて、距離測定を高精度に行う為には、照射する測距光に混じるノイズを低減する必要がある。
【０００３】
測定対象物迄の距離を測定する光波距離計として、中間周波数（ＩＦ：Ｉｎｔｅｒｍｅｄｉａｔｅ　Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ）を用いるスーパーヘテロダイン方式の光波距離計がある。

【０００４】
スーパーヘテロダイン方式の光波距離計は、２つの信号の周波数差を中間周波数へと変換し、変換された中間周波数を増幅して用いるものであり、複雑なカウンタ回路等を用いることなく高い周波数に変調した測距光を用いた測距が行える。
【０００５】
然し乍ら、スーパーヘテロダイン方式の光波距離計は、位相同期回路（ＰＬＬ：Ｐｈａｓｅ　Ｌｏｃｋｅｄ　Ｌｏｏｐ）にて、比較器に入力されるフィードバック信号に於ける周波数のスプリアス（不要な周波数成分）が中間周波数に混じることがある。
【０００６】
フィードバック信号のスプリアスが中間周波数に混じった場合、測距に於けるノイズの１つである周期性誤差（サイクリックエラー）を引起こし、測距精度の低下を招く虞れがある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特許第４３３０９０２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
本発明は、測距結果に対するノイズの影響を低減し、測距精度の向上を図る光波距離計及びフィードバック信号の変調周波数決定方法を提供するものである。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
本発明は、測距光を発する発光素子と、前記測距光が所定の周波数でバースト発光される様前記発光素子に所定の信号を出力する発光素子駆動回路とを有する測距光射出部と、前記測距光の一部を内部参照光として分割する光路分割部材と、測定対象物からの反射測距光及び前記内部参照光を受光しそれぞれ受光信号を発する受光素子と、前記受光信号に基づき中間周波数信号を生成する受光回路と、該受光回路を制御し、各受光信号を基に前記測定対象物迄の距離を演算する制御演算部とを具備し、前記受光回路は所定周波数の基準信号を出力する基準信号発生器と、入力される信号の電圧に応じた周波数を有するローカル信号及びフィードバック信号を出力する電圧制御発振器と、前記ローカル信号と前記受光信号に基づき前記中間周波数信号を出力する中間周波数信号生成器と、比較器と、ループフィルタとを有し、前記比較器は前記基準信号と前記フィードバック信号の位相差に基づき比較信号を出力し、前記ループフィルタは前記比較信号を電圧信号として前記電圧制御発振器に出力し、該電圧制御発振器は前記比較信号に基づき前記フィードバック信号を前記基準信号と同期させ、前記制御演算部は、前記中間周波数信号をサンプリングして得られたサンプリング信号をＤＦＴ処理して得られる曲線上で、該サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と、前記フィードバック信号の周波数とを一致させる光波距離計に係るものである。
【００１０】
又本発明は、前記基準信号の周波数を整数分の１倍する第１分周器と、前記フィードバック信号の周波数を整数分の１倍する第２分周器とを更に具備し、前記制御演算部は、前記比較器に入力される前記フィードバック信号の周波数が、前記サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と一致する様に前記第１分周器と前記第２分周器の倍率を設定する光波距離計に係るものである。
【００１１】
又本発明は、前記制御演算部は、前記フィードバック信号の周波数が、前記サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と一致する様に前記サンプリング信号の区間幅を変更する光波距離計に係るものである。
【００１２】

更に又本発明は、電圧制御発振器から出力されるローカル信号と受光信号に基づき中間周波数信号を発し、中間周波数信号を発する受光回路を有し、測距光の一部を分割した内部参照光と測定対象物からの反射測距光との位相差により前記測定対象物迄の距離を測定する光波距離計に於いて、前記中間周波数信号をサンプリングして得られたサンプリング信号をＤＦＴ処理し、ＤＦＴ処理により得られる曲線上で、前記サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と、フィードバック信号の周波数とを一致させるフィードバック信号の変調周波数決定方法に係るものである。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、測距光を発する発光素子と、前記測距光が所定の周波数でバースト発光される様前記発光素子に所定の信号を出力する発光素子駆動回路とを有する測距光射出部と、前記測距光の一部を内部参照光として分割する光路分割部材と、測定対象物からの反射測距光及び前記内部参照光を受光しそれぞれ受光信号を発する受光素子と、前記受光信号に基づき中間周波数信号を生成する受光回路と、該受光回路を制御し、各受光信号を基に前記測定対象物迄の距離を演算する制御演算部とを具備し、前記受光回路は所定周波数の基準信号を出力する基準信号発生器と、入力される信号の電圧に応じた周波数を有するローカル信号及びフィードバック信号を出力する電圧制御発振器と、前記ローカル信号と前記受光信号に基づき前記中間周波数信号を出力する中間周波数信号生成器と、比較器と、ループフィルタとを有し、前記比較器は前記基準信号と前記フィードバック信号の位相差に基づき比較信号を出力し、前記ループフィルタは前記比較信号を電圧信号として前記電圧制御発振器に出力し、該電圧制御発振器は前記比較信号に基づき前記フィードバック信号を前記基準信号と同期させ、前記制御演算部は、前記中間周波数信号をサンプリングして得られたサンプリング信号をＤＦＴ処理して得られる曲線上で、該サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と、前記フィードバック信号の周波数とを一致させるので、前記ローカル信号の周波数に存在するスプリアスに起因する周期性誤差の影響を測距結果から除去することができる。

【００１４】

又本発明によれば、電圧制御発振器から出力されるローカル信号と受光信号に基づき中間周波数信号を発し、中間周波数信号を発する受光回路を有し、測距光の一部を分割した内部参照光と測定対象物からの反射測距光との位相差により前記測定対象物迄の距離を測定する光波距離計に於いて、前記中間周波数信号をサンプリングして得られたサンプリング信号をＤＦＴ処理し、ＤＦＴ処理により得られる曲線上で、前記サンプリング信号が有する周波数と直交する周波数と、フィードバック信号の周波数とを一致させるので、前記ローカル信号の周波数に存在するスプリアスに起因する周期性誤差の影響を測距結果から除去することができるという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】本発明の実施例に係る光波距離計の基本構成を示す構成図である。

【図２】該光波距離計に於ける受光回路を示す構成図である。

【図３】図２の電圧制御発振器から出力したローカル信号のスペクトルを測定した図であり、（Ａ）は比較器に入力される周波数が高い場合を示す説明図であり、（Ｂ）は比較器に入力される周波数が低い場合を示す説明図である。

【図４】（Ａ）は、中間周波数信号をサンプリングしたサンプリング信号を示すグラフであり、（Ｂ）は該サンプリング信号をＤＦＴ処理して得られる曲線を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【００１７】

先ず、図１に於いて、光波距離計１の基本構成を説明する。

【００１８】

発光素子２（例えば、レーザダイオード：ＬＤ）は、発光素子駆動回路３によって所定周波数に強度変調されたレーザ光線を射出する。該レーザ光線は、光路分割部材であるハーフミラー４によって測距光５と内部参照光６とに分割される。前記ハーフミラー４を透過した前記測距光５は、対物レンズ７を透して測定対象物（図示せず）に照射される。該測定対象物で反射された反射測距光５′は、対物レンズ７′、ハーフミラー８を通して受光素子９に受光される。尚、該受光素子９としては、フォトダイオード、例えばアバランシフォトダイオード（ＡＰＤ）が用いられている。

【００１９】

前記発光素子２、前記発光素子駆動回路３等は、測距光射出部を構成し、前記受光素子９、受光回路１１（後述）等は、受光信号処理部を構成する。基準信号発生器１６は、前記発光素子駆動回路３と前記受光回路１１に基準信号２３を出力する。

【００２０】

前記ハーフミラー４で反射された前記内部参照光６は、前記反射測距光５′の光路上の前記ハーフミラー８で反射され、前記受光素子９に受光される。

【００２１】

前記測距光５の光路と前記内部参照光６の光路に掛渡り、光路切替え器１２が設けられている。該光路切替え器１２は、駆動回路１３によって光路の切替えが行われ、前記反射測距光５′と前記内部参照光６とが交互に前記受光素子９に受光される。該受光素子９の受光信号は、前記受光回路１１に入力される。

【００２２】

該受光回路１１は、前記受光素子９からの受光信号３０（後述）を増幅、Ａ／Ｄ変換する等、所要の信号処理を実行する中で、中間周波数信号３３（後述）を生成する。

【００２３】

制御演算部１４は、前記発光素子駆動回路３を制御し、該発光素子駆動回路３を介して前記発光素子２の発光状態を制御する。又、前記制御演算部１４は、前記駆動回路１３を制御し、前記受光素子９に入射する前記反射測距光５′と前記内部参照光６との切替えを行う。

【００２４】

又、前記制御演算部１４は、前記受光信号３０から前記内部参照光６と前記反射測距光５′との位相差（受光時間差）を求めて距離を演算している。又、前記内部参照光６と前記反射測距光５′との位相差を求めることで、前記受光回路１１のドリフト等、回路上の不安定要素が除去される。更に前記制御演算部１４は、前記中間周波数信号３３に基づき、離散フーリエ変換（ＤＦＴ：ｄｉｓｃｒｅｔｅ　Ｆｏｕｒｉｅｒ　ｔｒａｎｓｆｏｒｍ）処理等所定の処理を行う。

【００２５】

前記制御演算部１４は、記憶部１５に格納された各種プログラムを実行し、距離測定に必要な所要の演算を実行する。

【００２６】

更に、前記制御演算部１４は、前記発光素子駆動回路３を介して、前記発光素子２が断続的に発光（バースト発光）する様、該発光素子２を制御する。

【００２７】

前記記憶部１５には、測距に必要な演算の為の各種プログラムが格納されている。例えば、前記受光回路１１から出力される信号を増幅、Ａ／Ｄ変換する等の信号処理を実行する為の信号処理プログラム、前記受光回路１１から出力される前記中間周波数信号３３をサンプリングし、サンプリングしたバースト波形に対して（ＤＦＴ）処理を実行する為の演算プログラム、前記発光素子２を所望の周波数で発光させる為の発光処理信号３４の周波数を決定する演算プログラム等が格納されている。又、前記記憶部１５には、測距結果、演算結果等の各種データが格納される。

【００２８】

図２は、本発明の実施例に係る前記受光回路１１の概略構成図を示している。尚、前記

基準信号発生器１６を前記受光回路１１に含めてもよい。

【００２９】

前記受光回路１１は、第１分周器１０と、比較器１７と、ループフィルタ１８と、電圧制御発振器（ＶＣＯ：Ｖｏｌｔａｇｅ　Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｄ　Ｏｓｃｉｌｌａｔｏｒ）１９と、第２分周器２１と、中間周波数信号生成器２２とを有し、前記基準信号発生器１６からの前記基準信号２３が入力される様になっている。又、前記受光回路１１は、位相同期回路（ＰＬＬ：Ｐｈａｓｅ　Ｌｏｃｋｅｄ　Ｌｏｏｐ）を構成している。

【００３０】

前記基準信号発生器１６は、例えば３０ＭＨｚの前記基準信号２３を出力する。又、前記電圧制御発振器１９は、入力された信号の電圧に対応した周波数（ローカル周波数）の信号を出力するものであり、例えば１２０ＭＨｚのローカル信号２６を発すると共に、該ローカル信号２６と同様の周波数のフィードバック信号（ＦＤ信号）２４′を出力する。

【００３１】

前記基準信号発生器１６から発せられた前記基準信号２３は、前記第１分周器１０を介して、第１分周信号２０として前記比較器１７に入力される。又、前記電圧制御発振器１９から発せられた前記フィードバック信号２４′は、前記第２分周器２１を介して、フィードバック信号２４として前記比較器１７に入力される。

【００３２】

前記第１分周器１０は、分周比を任意に変更可能であり、前記基準信号発生器１６からの前記基準信号２３の周波数を１／ｍ倍（ｍは整数）する。即ち、前記第１分周信号２０は、前記基準信号２３の周波数を１／ｍ倍した周波数の信号となる。

【００３３】

又、前記第２分周器２１は、分周比を任意に変更可能であり、前記電圧制御発振器１９からの前記フィードバック信号２４′の周波数を１／ｎ倍（ｎは整数）する。即ち、前記フィードバック信号２４は、前記フィードバック信号２４′の周波数を１／ｎ倍した周波数の信号となる。

【００３４】

位相同期回路では、前記比較器１７に同じ周波数の２つの信号が入力され、該比較器１７により２つの信号の位相差が求められる。本実施例では、前記第１分周信号２０と前記フィードバック信号２４の周波数が等しくなる。ここで、前記基準信号２３の周波数は３０ＭＨｚであり、前記ローカル信号２６のローカル周波数を１２０ＭＨｚ、前記第１分周信号２０の周波数を５ＭＨｚとしたい場合、ｍ＝６、ｎ＝２４となる。

【００３５】

尚、後述するスプリアスの周波数は、前記比較器１７に入力される信号の周波数により決定される。従って、前記第１分周器１０と前記第２分周器２１の倍率を変更することで、スプリアスの周波数を制御することができる。

【００３６】

一方で、前記第１分周信号２０と前記フィードバック信号２４とでは、位相にズレが生じている。前記比較器１７は、前記第１分周信号２０の位相と前記フィードバック信号２４の位相とを比較し、前記第１分周信号２０と前記フィードバック信号２４のズレ（位相の差分）を比較信号２５として出力する。該比較信号２５の周波数は、前記第１分周信号２０、前記フィードバック信号２４の周波数と等しく、例えば５ＭＨｚである。

【００３７】

前記比較信号２５は、前記ループフィルタ１８へと入力される。該ループフィルタ１８は、例えばローパスフィルタであり、前記比較信号２５から交流成分を取除き、又位相差を直流電圧信号に変換し、比較信号２５′として前記電圧制御発振器１９にフィードバックされる。

【００３８】

該電圧制御発振器１９は、前記ループフィルタ１８から入力された前記比較信号２５′の電圧に基づき、前記第１分周信号２０と前記フィードバック信号２４との周波数差が０

となる様に前記フィードバック信号２４′、前記ローカル信号２６を出力する。従って、前記電圧制御発振器１９からは、前記第１分周器１０から発せられる前記第１分周信号２０のｎ倍の周波数で、位相が同期した前記ローカル信号２６が前記中間周波数信号生成器２２に出力される。

【００３９】

該中間周波数信号生成器２２は、前記ローカル信号２６と、前記受光素子９から入力された受光信号３０とに基づき、中間周波数（ｆIF）を有する前記中間周波数信号３３を前記制御演算部１４に出力する。尚、前記ローカル信号２６の周波数を１２０ＭＨｚ、前記受光信号３０の周波数を１２０＋７．５ＭＨｚとした場合、前記中間周波数信号３３の周波数（中間周波数）は７．５ＭＨｚとなる。

【００４０】

ここで、前記光波距離計１により測距を行う場合、先ず前記発光素子２が発光駆動され、更に該発光素子２は前記測距光５をバースト発光する。尚、本実施例では、バースト周期を１０μｓｅｃ（１００ＫＨｚ）、バースト区間幅を１μｓｅｃ（１ＭＨｚ）として前記測距光５をバースト発光している。

【００４１】

前記制御演算部１４は、前記受光素子９に受光された前記反射測距光５′の受光信号と、前記内部参照光６の受光信号のいずれかに基づき、前記受光回路１１で生成された前記中間周波数信号３３について、所定の区間幅分だけサンプリングする。又、前記制御演算部１４は、サンプリングした前記中間周波数信号３３（サンプリング信号）に対しＤＦＴ処理を行う。

【００４２】

又、前記制御演算部１４は、前記中間周波数信号３３に対してＤＦＴ処理を行い、位相を求める場合に得られる周波数の中で、前記反射測距光５′と前記内部参照光６との位相差を求め、該位相差に基づき測定対象物迄の距離を演算する。

【００４３】

図３（Ａ）、図３（Ｂ）は、前記ローカル信号２６と前記比較信号２５のスプリアス２８ａ，２８ｂ（不要な周波数成分）との関係を示したグラフである。尚、図３（Ａ）は前記比較器１７に入力される前記フィードバック信号２４のフィードバック周波数（±ｆFD）を高くした場合を示し、図３（Ｂ）は該フィードバック周波数を低くした場合を示している。

【００４４】

図３（Ａ）、図３（Ｂ）に示す様に、前記スプリアス２８ａ，２８ｂは前記ローカル信号２６のローカル周波数（ｆL）から前記フィードバック信号２４のフィードバック周波数（±ｆFD）だけ離れた位置に発生する。例えば、ローカル周波数を１２０ＭＨｚ、前記フィードバック周波数を５ＭＨｚとした場合、前記スプリアス２８ａ，２８ｂは１２０±５ＭＨｚの位置に発生する。

【００４５】

前記中間周波数を７．５ＭＨｚとした場合、前記スプリアス２８ａは５ＭＨｚの位置に発生する。

【００４６】

又、図３（Ａ）、図３（Ｂ）に示す様に、前記比較器１７に入力される前記フィードバック信号２４のフィードバック周波数が高い場合には、前記ローカル周波数に対して遠い位置に前記スプリアス２８ａ，２８ｂが生じ、前記フィードバック周波数が低い場合には、前記ローカル周波数に対して近い位置に前記スプリアス２８ａ，２８ｂが生じる。

【００４７】

前記フィードバック周波数が適切である場合、図３（Ａ）に示す様に、前記スプリアス２８ａ，２８ｂは前記ローカル信号２６の信号領域（グラフの幅）２７よりも外側に生じる。一方で、前記フィードバック周波数が適切ではない場合、図３（Ｂ）に示す様に、前記スプリアス２８ａ，２８ｂが前記信号領域２７の内部に存在する場合、前記スプリアス

２８ａ，２８ｂが周期性誤差としてＤＦＴ処理結果に大きく影響してしまう。
【００４８】
前記スプリアス２８ａ，２８ｂが周期性誤差としてＤＦＴ処理結果に影響すると、測距結果に周期性誤差が混じり、測距精度の低下を招く。
【００４９】
以下、図４（Ａ）、図４（Ｂ）を用い、測距結果に周期性誤差が影響を及ぼさない様な、前記フィードバック周波数の決定方法について説明する。
【００５０】
図４（Ａ）は、中間周波数（ｆIF）を有する前記中間周波数信号３３のサンプリング例を示したものである。尚、図４（Ａ）では、前記中間周波数信号３３のうち、１０μｓｅｃ（１００ＫＨｚ）のバースト波形２９をサンプリング処理し、サンプリング信号３２としている。又、図４（Ｂ）は、該サンプリング信号３２に対して、ＤＦＴ処理することで得られた周波数分布曲線（以下、曲線３１）を示している。
【００５１】
該曲線３１は、ＤＦＴ処理により得られた各周波数に於ける振幅を線で結んだものとなっている。前記曲線３１は、前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数に於いて、出力が０となる波形形状となっている。ここで、前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数とは、該サンプリング信号３２が有する周波数との相関がない（０となる）周波数、即ち所定区間で２つの周波数の積分値が０となる周波数を示す。
【００５２】
上記した様に、前記曲線３１に於いて、前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数は、演算の結果０となる周波数である。即ち、前記直交する周波数は、測距の演算結果に影響を及ぼさない周波数である。尚、隣接する前記直交する周波数間の間隔は、前記バースト波形２９の１周期分の周波数と等しくなっている。
【００５３】
前記フィードバック周波数（ｆFD）が前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数（例えば、図４（Ｂ）中周波数ｆａの点）と一致していた場合、該直交する周波数に前記スプリアス２８ａ，２８ｂが生じる。この為、該スプリアス２８ａ，２８ｂに起因する周期性誤差が測距演算結果に影響を及ぼすことがない。
【００５４】
一方で、前記フィードバック周波数（ｆFD）が前記サンプリング信号３２が有する周波数とは直交しない周波数（例えば、図４（Ｂ）中周波数ｆｂの点）であった場合、該直交しない周波数、即ち演算の結果０とならない周波数に前記スプリアス２８ａ，２８ｂが生じる。この為、該スプリアス２８ａ，２８ｂに起因する周期性誤差が測距演算結果に影響を及ぼすこととなる。
【００５５】
従って、前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数（前記曲線３１上で出力が０となる周波数）ｆａ、ｆａ′と、前記フィードバック周波数（ｆFD）とが一致する様、該フィードバック周波数を設定し、前記直交する周波数に前記スプリアス２８ａ，２８ｂが生じる様にする。これにより、周波数ｆａ、ｆａ′に存在するスプリアスに起因する周期性誤差が、測距結果に影響を及ぼすのを防止することができる。
【００５６】
前記制御演算部１４は、前記フィードバック周波数が決定された周波数となる様、前記第１分周器１０と前記第２分周器２１の倍率を設定する。尚、条件を満たす周波数が複数ある場合には、前記フィードバック周波数の候補として決定する。
【００５７】
従って、測距を行なう際のノイズの１つである周期性誤差を測距結果から除去することができ、前記光波距離計１の測距精度を向上させることができる。
【００５８】

尚、本実施例では、前記制御演算部１４が前記第１分周器１０と前記第２分周器２１の倍率を設定し、前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数（前記曲線３１の出力が０となる位置）に前記スプリアス２８ａ，２８ｂが発生する様、該スプリアス２８ａ，２８ｂの発生位置を調整することで、周期性誤差の測距演算結果への影響を防止している。

【００５９】

一方で、前記スプリアス２８ａ，２８ｂの発生位置を固定とし、前記曲線３１の波形形状（前記直交する周波数）を調整し、該曲線３１の出力が０となる位置に前記スプリアス２８ａ，２８ｂが発生する様にしてもよい。

【００６０】

前記曲線３１の波形形状は、前記中間周波数、バースト周期、バースト区間等により決定される。又、前記曲線３１の波形形状は、前記制御演算部１４がサンプリング処理する前記中間周波数信号３３の区間幅によっても変化する。

【００６１】

上記した様に、前記制御演算部１４によりサンプリングする前記中間周波数信号３３の区間幅を調整させることで、前記曲線３１の波形形状、即ち前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数を変更することができる。

【００６２】

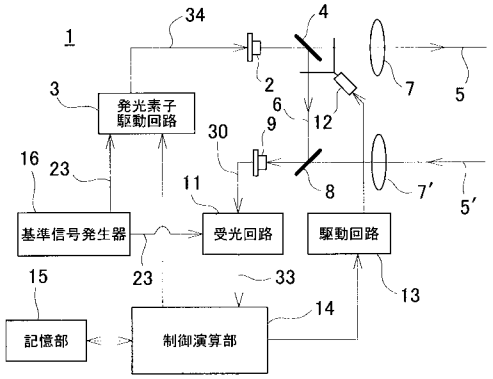
従って、前記第１分周信号２０や前記ローカル信号２６の周波数を固定とした場合や、回路組立て後に前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交しない周波数に前記スプリアス２８ａ，２８ｂが発生することが判明した場合等であっても、前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数と、前記フィードバック周波数とを一致させることができる。この為、前記スプリアス２８ａ，２８ｂを前記サンプリング信号３２が有する周波数と直交する周波数に生じさせることができ、周期性誤差の測距演算結果への影響を防止することができる。

【符号の説明】

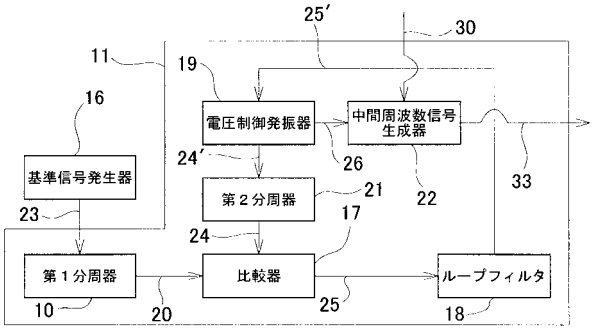
【００６３】

１	光波距離計
２	発光素子
３	発光素子駆動回路
５	測距光
６	内部参照光
９	受光素子
１０	第１分周器
１４	制御演算部
１５	記憶部
１６	基準信号発生器
１７	比較器
１８	ループフィルタ
１９	電圧制御発振器
２１	第２分周器
２２	中間周波数信号生成器
２３	基準信号
２４	フィードバック信号
２５	比較信号
２６	ローカル信号
３１	曲線
３２	サンプリング信号
３３	中間周波数信号

【図１】

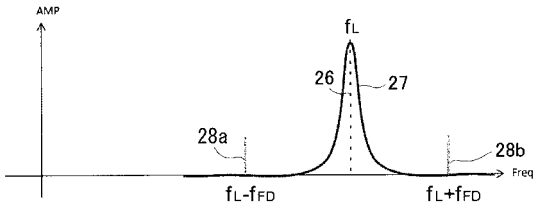


【図２】

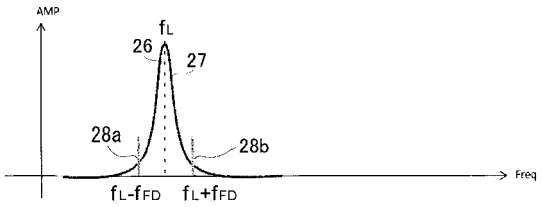


【図３】

(A)

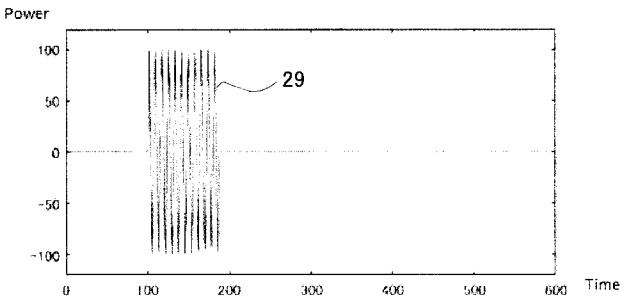


(B)

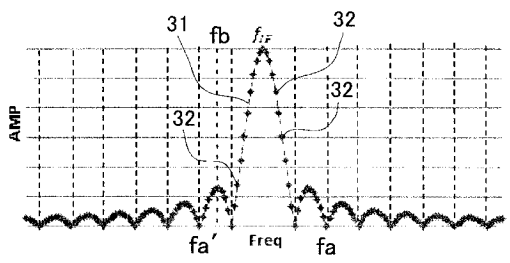


【図４】

(A)



(B)



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5J084 AA05 AD02 BA04 BA36 BA52 BB02 BB24 BB38 CA04 CA08
CA24 CA26 CA48 CA51 CA54 CA64 DA01 EA01 EA04