(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
2022年2月10日(10.02.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/029904 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 17/32 (2020.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/029917

(22) 国際出願日： 2020年8月5日(05.08.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 後藤 広樹 (**GOTO, Hiroki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 三本 雅(**MITSUMOTO, Masashi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

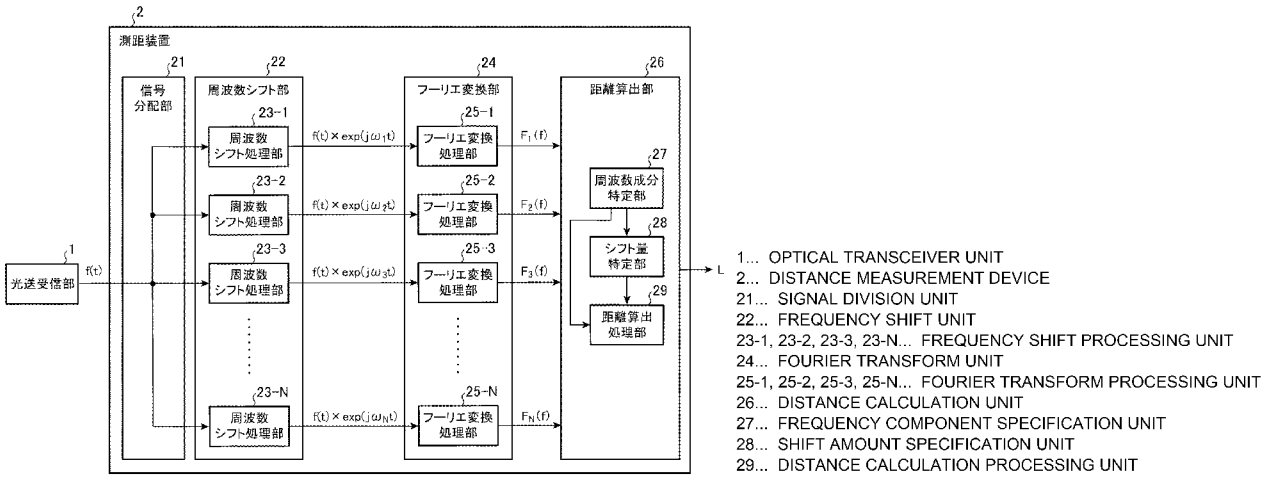
(74) 代理人: 特許業務法人山王内外特許事務所 (**SANNO PATENT ATTORNEYS OFFICE**); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目１２番４号 赤坂山王センタービル５階 Tokyo (JP).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE, DISTANCE MEASUREMENT METHOD, AND RADAR DEVICE

(54) 発明の名称： 測距装置、測距方法及びレーダ装置

[図1]



(57) Abstract: This distance measurement device (2) is configured so as to comprise: a signal division unit (21) that divides a digital signal into N units (where N is an integer equal to or greater than 2), the digital signal indicating interference light between reflected light, which is reflected from a distance measurement object and which is produced due to the distance measurement object being irradiated with a portion of frequency sweeping light that changes in frequency over time, and reference light, which is the remainder of the frequency scanning light; a frequency shift unit (22) that shifts the frequencies of each of the N digital signals after the division performed by the signal division unit (21), the frequencies being shifted by mutually different shift amounts; a Fourier transform unit (24) that conducts Fourier transformation on each of the N digital signals after the frequency shift performed by the frequency shift unit (22); and a distance calculation unit (26) that specifies a frequency component according to the distance measurement object from among a plurality of frequency components included in all of the N signals after the Fourier transformation conducted by the Fourier transform unit

WO 2022/029904 A1

[続葉有]

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, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(24), specifies shift amounts according to the Fourier-transformed signals that include the specified frequency component from among a plurality of shift amounts used by the frequency shift unit (22) in shifting the frequencies, and calculates the distance from the distance measurement device (2) to the distance measurement object according to the sum of the specified shift amounts.

(57) 要約:時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光の一部が測距対象物に照射されることによる測距対象物からの反射光と、周波数掃引光の残りである参照光との干渉光を示すデジタル信号をＮ(Ｎは、２以上の整数)個に分配する信号分配部(２１)と、信号分配部(２１)による分配後のＮ個のデジタル信号におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量だけシフトする周波数シフト部(２２)と、周波数シフト部(２２)による周波数シフト後のＮ個のデジタル信号のそれぞれをフーリエ変換するフーリエ変換部(２４)と、フーリエ変換部(２４)によるフーリエ変換後のＮ個の信号の全てに含まれている複数の周波数成分の中から、測距対象物に係る周波数成分を特定し、周波数シフト部(２２)によって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量の中から、特定した周波数成分を含むフーリエ変換後の信号に係るシフト量を特定し、特定した周波数成分の周波数と、特定したシフト量との和から、測距装置(２)から測距対象物までの距離を算出する距離算出部(２６)とを備えるように、測距装置(２)を構成した。

明　細　書

発明の名称 ： 測距装置、測距方法及びレーダ装置

技術分野

[0001] 本開示は、測距装置から測距対象物までの距離を算出する測距装置及び測距方法と、測距装置を備えるレーダ装置とに関するものである。

背景技術

[0002] 測距装置の中には、周波数掃引光の一部が測距対象物に照射されることによる測距対象物からの反射光と、周波数掃引光の残りである参照光との干渉光を示すデジタル信号をフーリエ変換（ＦＦＴ：Ｆａｓｔ　Ｆｏｕｒｉｅｒ　Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ）するＦＦＴ変換器を備え、ＦＦＴ変換器によるＦＦＴ後の信号に基づいて、測距装置から測距対象物までの距離を算出する測距装置（以下「従来の測距装置」という）がある。

[0003] ところで、デジタル信号をズームＦＦＴするズームＦＦＴ変換器を備えるミリ波レーダ装置がある（例えば、特許文献１を参照）。当該ズームＦＦＴ変換器は、デジタル信号の一部を間引き、間引き後のデジタル信号をＦＦＴするものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－４３１３９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来の測距装置では、ＦＦＴ変換器におけるＦＦＴのサンプリング点数を増やすことによって、周波数分解能を高めるほど、距離の算出精度を高めることができる。しかし、ＦＦＴのサンプリング点数は、無制限に増やすことは困難である。したがって、従来の測距装置では、所望の周波数分解能が得られないため、所望の距離の算出精度が得られないことがあるという課題があった。

特許文献１に開示されているズームＦＦＴ変換器を従来の測距装置に適用すれば、同じサンプリング点数であっても、周波数分解能が高まることがある。しかし、当該ズームＦＦＴ変換器がデジタル信号の一部を間引くことによって、スプリアスが発生する状況、又は、所望の信号が雑音に埋もれてしまう状況を生じることがある。スプリアスが発生している状況下、又は、所望の信号が雑音に埋もれてしまう状況下では、周波数分解能が高まっているとしても、距離を算出できないことがあるため、上記課題を解決できない。

[0006] 本開示は、上記のような課題を解決するためになされたもので、同じサンプリング点数であっても、従来の測距装置よりも、距離の算出精度を高めることができる測距装置及び測距方法を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る測距装置は、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光の一部が測距対象物に照射されることによる測距対象物からの反射光と、周波数掃引光の残りである参照光との干渉光を示すデジタル信号をＮ（Ｎは、２以上の整数）個に分配する信号分配部と、信号分配部による分配後のＮ個のデジタル信号におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量だけシフトする周波数シフト部と、周波数シフト部による周波数シフト後のＮ個のデジタル信号のそれぞれをフーリエ変換するフーリエ変換部と、フーリエ変換部によるフーリエ変換後のＮ個の信号の全てに含まれている複数の周波数成分の中から、測距対象物に係る周波数成分を特定し、周波数シフト部によって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量の中から、特定した周波数成分を含むフーリエ変換後の信号に係るシフト量を特定し、特定した周波数成分の周波数と、特定したシフト量との和から、測距装置から測距対象物までの距離を算出する距離算出部とを備えるものである。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、同じサンプリング点数であっても、従来の測距装置よりも、距離の算出精度を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１に係る測距装置２を備えるレーダ装置を示す構成図である。

[図2]光送受信部１の内部を示す構成図である。

[図3]周波数掃引光の一例を示す説明図である。

[図4]実施の形態１に係る測距装置２のハードウェアを示すハードウェア構成図である。

[図5]測距装置２が、ソフトウェア又はファームウェア等によって実現される場合のコンピュータのハードウェア構成図である。

[図6]実施の形態１に係る測距装置２の処理手順である測距方法を示すフローチャートである。

[図7]フーリエ変換処理部２５－ｎ（ｎ＝１，・・・，Ｎ）によるフーリエ変換後の信号$F_n(f)$に含まれている複数の周波数成分FC_nの中の最大の周波数成分$FC_{n,max}$を示す説明図である。

[図8]実施の形態２に係る測距装置２を備えるレーダ装置を示す構成図である。

[図9]実施の形態２に係る測距装置２のハードウェアを示すハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示をより詳細に説明するために、本開示を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

[0011] 実施の形態１.

図１は、実施の形態１に係る測距装置２を備えるレーダ装置を示す構成図である。

図１に示すレーダ装置は、光送受信部１及び測距装置２を備えている。

光送受信部１は、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光の一部を測距対象物に照射したのち、測距対象物によって反射された周波数掃引光である反射光を受信する。

光送受信部１は、反射光と、周波数掃引光の残りである参照光との干渉光

を示すデジタル信号ｆ（ｔ）を測距装置２に出力する。ｔは、時刻である。

[0012] 図２は、光送受信部１の内部を示す構成図である。

光送受信部１は、周波数掃引光源１１、光分岐部１２、センサヘッド部１５、光干渉計１７、光検出器１８及びアナログデジタル変換器（以下「Ａ／Ｄ変換器」という）１９を備えている。

周波数掃引光源１１は、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光を光分岐部１２に出力する。

図３は、周波数掃引光の一例を示す説明図である。

周波数掃引光の周波数は、時間の経過に伴って、最低周波数f_{min}から最高周波数f_{max}まで変化する。周波数掃引光の周波数は、最高周波数f_{max}に到達すると、一旦、最低周波数f_{min}に戻ってから、再度、最低周波数f_{min}から最高周波数f_{max}まで変化する。

[0013] 光分岐部１２は、光カプラ１３及びサーキュレータ１４を備えている。

光カプラ１３は、周波数掃引光源１１から出力された周波数掃引光を照射光と参照光とに分岐する。

光カプラ１３は、照射光をサーキュレータ１４に出力し、参照光を光干渉計１７に出力する。

サーキュレータ１４は、光カプラ１３から出力された照射光をセンサヘッド部１５の集光光学素子１６に出力する。

サーキュレータ１４は、集光光学素子１６から出力された反射光を光干渉計１７に出力する。

[0014] センサヘッド部１５は、集光光学素子１６を備えている。

集光光学素子１６は、例えば、２枚の非球面レンズによって実現される。

集光光学素子１６は、サーキュレータ１４から出力された照射光を測距対象物に集光させる。

即ち、集光光学素子１６が備えている２枚の非球面レンズのうち、前段の非球面レンズは、サーキュレータ１４から出力された照射光を平行光に変換する。

後段の非球面レンズは、前段の非球面レンズによる変換後の平行光を集光することによって、測距対象物に光を照射させる。

また、集光光学素子１６は、測距対象物からの反射光を集光し、反射光をサーキュレータ１４に出力する。

[0015] 光干渉計１７は、サーキュレータ１４から出力された反射光と、光カプラ１３から出力された参照光との干渉光を生成し、干渉光を光検出器１８に出力する。

光検出器１８は、光干渉計１７から出力された干渉光を検出し、干渉光を電気信号に変換する。

光検出器１８は、電気信号をＡ／Ｄ変換器１９に出力する。

Ａ／Ｄ変換器１９は、光検出器１８から出力された電気信号をアナログ信号からデジタル信号ｆ（ｔ）に変換し、デジタル信号ｆ（ｔ）を測距装置２に出力する。

[0016] 図１に示す測距装置２は、信号分配部２１、周波数シフト部２２、フーリエ変換部２４及び距離算出部２６を備えている。

図４は、実施の形態１に係る測距装置２のハードウェアを示すハードウェア構成図である。

信号分配部２１は、例えば、図４に示す信号分配回路３１によって実現される。

信号分配部２１は、光送受信部１から出力されたデジタル信号ｆ（ｔ）をＮ個に分配する。Ｎは、２以上の整数である。

信号分配部２１は、Ｎ個のデジタル信号ｆ（ｔ）を周波数シフト部２２に出力する。

[0017] 周波数シフト部２２は、例えば、図４に示す周波数シフト回路３２によって実現される。

周波数シフト部２２は、Ｎ個の周波数シフト処理部２３－１～２３－Ｎを備えている。

周波数シフト部２２は、信号分配部２１による分配後のＮ個のデジタル信

号におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量だけシフトする。

周波数シフト部２２は、周波数シフト後のＮ個のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_1$ｔ）～ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_N$ｔ）をフーリエ変換部２４に出力する。

[0018] 周波数シフト処理部２３－１は、光送受信部１から出力されたデジタル信号ｆ（ｔ）の周波数をシフト量Δｆ$_1$だけシフトし、周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_1$ｔ）をフーリエ変換部２４のフーリエ変換処理部２５－１に出力する。ω$_1$は、シフト量Δｆ$_1$に２πが乗算されている角周波数である。

図１に示す測距装置２では、シフト量Δｆ$_1$＝０であり、周波数シフト処理部２３－１は、デジタル信号ｆ（ｔ）の周波数をシフトしていない。このため、ｆ（ｔ）＝ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_1$ｔ）である。

したがって、測距装置２は、周波数シフト処理部２３－１を備えずに、光送受信部１とフーリエ変換処理部２４－１とが直接接続されていてもよい。

ただし、シフト量Δｆ$_1$＝０は、一例であり、シフト量Δｆ$_1$≠０であってもよい。シフト量Δｆ$_1$≠０であれば、測距装置２は、周波数シフト処理部２３－１を備えている必要がある。

[0019] 周波数シフト処理部２３－２は、光送受信部１から出力されたデジタル信号ｆ（ｔ）の周波数をシフト量Δｆ$_2$だけシフトし、周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_2$ｔ）をフーリエ変換部２４のフーリエ変換処理部２５－２に出力する。ω$_2$は、シフト量Δｆ$_2$に２πが乗算されている角周波数である。

周波数シフト処理部２３－３は、光送受信部１から出力されたデジタル信号ｆ（ｔ）の周波数をシフト量Δｆ$_3$だけシフトし、周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_3$ｔ）をフーリエ変換部２４のフーリエ変換処理部２５－３に出力する。ω$_3$は、シフト量Δｆ$_3$に２πが乗算されている角周波数である。

[0020] 周波数シフト処理部２３－Ｎは、光送受信部１から出力されたデジタル信

号ｆ（ｔ）の周波数をシフト量Δｆ$_N$だけシフトし、周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_N$ｔ）をフーリエ変換部２４のフーリエ変換処理部２５－Ｎに出力する。ω$_N$は、シフト量Δｆ$_N$に２πが乗算されている角周波数である。

なお、Δｆ$_1$＜Δｆ$_2$＜Δｆ$_3$＜・・・＜Δｆ$_N$である。

[0021] フーリエ変換部２４は、例えば、図４に示すフーリエ変換回路３３によって実現される。

フーリエ変換部２４は、Ｎ個のフーリエ変換処理部２５－１～２５－Ｎを備えている。

フーリエ変換部２４は、周波数シフト部２２による周波数シフト後のＮ個のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_n$ｔ）（ｎ＝１，・・・，Ｎ）のそれぞれをフーリエ変換する。

フーリエ変換部２４は、フーリエ変換後のＮ個の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）を距離算出部２６に出力する。ｆは、周波数である。

[0022] フーリエ変換処理部２５－１は、周波数シフト処理部２３－１による周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_1$ｔ）をフーリエ変換する。

フーリエ変換処理部２５－１は、フーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）を距離算出部２６に出力する。

フーリエ変換処理部２５－２は、周波数シフト処理部２３－２による周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_2$ｔ）をフーリエ変換する。

フーリエ変換処理部２５－２は、フーリエ変換後の信号Ｆ$_2$（ｆ）を距離算出部２６に出力する。

[0023] フーリエ変換処理部２５－３は、周波数シフト処理部２３－３による周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_3$ｔ）をフーリエ変換する。

フーリエ変換処理部２５－３は、フーリエ変換後の信号Ｆ$_3$（ｆ）を距離算

出部２６に出力する。

フーリエ変換処理部２５－Ｎは、周波数シフト処理部２３－Ｎによる周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω_Nｔ）をフーリエ変換する。

フーリエ変換処理部２５－Ｎは、フーリエ変換後の信号F_N（ｆ）を距離算出部２６に出力する。

[0024] 距離算出部２６は、例えば、図４に示す距離算出回路３４によって実現される。

距離算出部２６は、周波数成分特定部２７、シフト量特定部２８及び距離算出処理部２９を備えている。

距離算出部２６は、フーリエ変換部２４によるフーリエ変換後のＮ個の信号F_1（ｆ）～F_N（ｆ）の全てに含まれている複数の周波数成分の中から、測距対象物に係る周波数成分ＦＣ（f_T）を特定する。

距離算出部２６は、周波数シフト部２２によって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量Δf_1～Δf_Nの中から、特定した周波数成分ＦＣ（f_T）を含むフーリエ変換後の信号F_n（ｆ）に係るシフト量Δf_nを特定する。

距離算出部２６は、特定した周波数成分ＦＣ（f_T）の周波数f_Tと、特定したシフト量Δf_nとの和から、測距装置２から測距対象物までの距離Ｌを算出する。

[0025] 周波数成分特定部２７は、フーリエ変換処理部２５－１～２５－Ｎによるフーリエ変換後の信号F_1（ｆ）～F_N（ｆ）の全てに含まれている複数の周波数成分の中から、測距対象物に係る周波数成分ＦＣ（f_T）を特定する。

周波数成分特定部２７は、測距対象物に係る周波数成分ＦＣ（f_T）をシフト量特定部２８に出力し、特定した周波数成分ＦＣ（f_T）の周波数f_Tを距離算出処理部２９に出力する。

[0026] シフト量特定部２８は、周波数シフト処理部２３－１～２３－Ｎによって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量Δf_1～Δf_Nの中から、

周波数成分特定部２７により特定された周波数成分ＦＣ（f_T）を含むフーリエ変換後の信号F_n（ｆ）に係るシフト量Δf_nを特定する。

シフト量特定部２８は、特定したシフト量Δf_nを距離算出処理部２９に出力する。

[0027] 距離算出処理部２９は、周波数成分特定部２７により特定された周波数成分ＦＣ（f_T）の周波数f_Tと、シフト量特定部２８により特定されたシフト量Δf_nとの和を算出する。

距離算出処理部２９は、周波数成分ＦＣ（f_T）の周波数f_Tとシフト量Δf_nとの和$f_T+\Delta f_n$から、測距装置２から測距対象物までの距離Ｌを算出する。

[0028] 図１では、測距装置２の構成要素である信号分配部２１、周波数シフト部２２、フーリエ変換部２４及び距離算出部２６のそれぞれが、図４に示すような専用のハードウェアによって実現されるものを想定している。即ち、測距装置２が、信号分配回路３１、周波数シフト回路３２、フーリエ変換回路３３及び距離算出回路３４によって実現されるものを想定している。

信号分配回路３１、周波数シフト回路３２、フーリエ変換回路３３及び距離算出回路３４のそれぞれは、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ－Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）、又は、これらを組み合わせたものが該当する。

[0029] 測距装置２の構成要素は、専用のハードウェアによって実現されるものに限るものではなく、測距装置２が、ソフトウェア、ファームウェア、又は、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現されるものであってもよい。

ソフトウェア又はファームウェアは、プログラムとして、コンピュータのメモリに格納される。コンピュータは、プログラムを実行するハードウェアを意味し、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎ

ｉｔ）、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、あるいは、ＤＳＰ（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｓｉｇｎａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｏｒ）が該当する。

[0030] 図５は、測距装置２が、ソフトウェア又はファームウェア等によって実現される場合のコンピュータのハードウェア構成図である。

測距装置２が、ソフトウェア又はファームウェア等によって実現される場合、信号分配部２１、周波数シフト部２２、フーリエ変換部２４及び距離算出部２６におけるそれぞれの処理手順をコンピュータに実行させるためのプログラムがメモリ４１に格納される。そして、コンピュータのプロセッサ４２がメモリ４１に格納されているプログラムを実行する。

[0031] また、図４では、測距装置２の構成要素のそれぞれが専用のハードウェアによって実現される例を示し、図５では、測距装置２がソフトウェア又はファームウェア等によって実現される例を示している。しかし、これは一例に過ぎず、測距装置２における一部の構成要素が専用のハードウェアによって実現され、残りの構成要素がソフトウェア又はファームウェア等によって実現されるものであってもよい。

[0032] 次に、図１に示すレーダ装置の動作について説明する。

まず、光送受信部１の周波数掃引光源１１は、図３に示すように、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光を光分岐部１２の光カプラ１３に出力する。

光カプラ１３は、周波数掃引光源１１から周波数掃引光を受けると、周波数掃引光を照射光と参照光とに分岐する。

光カプラ１３は、照射光をサーキュレータ１４に出力し、参照光を光干渉計１７に出力する。

[0033] サーキュレータ１４は、光カプラ１３から照射光を受けると、照射光をセンサヘッド部１５の集光光学素子１６に出力する。

集光光学素子１６は、サーキュレータ１４から照射光を受けると、照射光を測距対象物に集光させる。

また、集光光学素子１６は、測距対象物からの反射光を集光し、反射光をサーキュレータ１４に出力する。

サーキュレータ１４は、集光光学素子１６から反射光を受けると、反射光を光干渉計１７に出力する。

[0034] 光干渉計１７は、サーキュレータ１４から出力された反射光と、光カプラ１３から出力された参照光との干渉光を生成する。

光干渉計１７は、干渉光を光検出器１８に出力する。

光検出器１８は、光干渉計１７から出力された干渉光を検出し、干渉光を電気信号に変換する。

光検出器１８は、電気信号をＡ／Ｄ変換器１９に出力する。

Ａ／Ｄ変換器１９は、光検出器１８から電気信号を受けると、電気信号をアナログ信号からデジタル信号ｆ（ｔ）に変換する。

Ａ／Ｄ変換器１９は、デジタル信号ｆ（ｔ）を測距装置２に出力する。

[0035] 測距装置２は、光送受信部１から出力されたデジタル信号ｆ（ｔ）に基づいて、測距装置２から測距対象物までの距離Ｌを算出する。

図６は、実施の形態１に係る測距装置２の処理手順である測距方法を示すフローチャートである。

以下、測距装置２の動作を具体的に説明する。

信号分配部２１は、光送受信部１からデジタル信号ｆ（ｔ）を受けると、デジタル信号ｆ（ｔ）をＮ個に分配する（図６のステップＳＴ１）。

信号分配部２１は、Ｎ個のデジタル信号ｆ（ｔ）を周波数シフト部２２に出力する。

[0036] 周波数シフト部２２は、信号分配部２１による分配後のＮ個のデジタル信号ｆ（ｔ）におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量だけシフトする（図６のステップＳＴ２）。

即ち、周波数シフト部２２の周波数シフト処理部２３－ｎ（ｎ＝１，・・・，Ｎ）は、光送受信部１からデジタル信号ｆ（ｔ）を受けると、デジタル信号ｆ（ｔ）の周波数をシフト量Δf_nだけシフトする。$\Delta f_1 < \Delta f_2 < \Delta f$

$_3$＜・・・＜Δｆ$_N$である。

周波数シフト処理部２３－ｎは、周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_n$ｔ）をフーリエ変換部２４のフーリエ変換処理部２５－ｎに出力する。

複数のシフト量Δｆ$_1$～Δｆ$_N$は、周波数シフト処理部２３－ｎの内部メモリに格納されていてもよいし、測距装置２の外部から与えられるものであってもよい。

[0037] 図１に示す測距装置２では、例えば、シフト量Δｆ$_1$＝０であり、周波数シフト処理部２３－１は、デジタル信号ｆ（ｔ）の周波数をシフトしていない。このため、ｆ（ｔ）＝ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_1$ｔ）である。

Δｆ$_1$、Δｆ$_2$、Δｆ$_3$、・・・、＜Δｆ$_N$は、例えば、以下の式（１）のように表される。

$$\Delta f_1 = 0$$

$$\Delta f_2 = \frac{f_{1,max} \times R \times 1}{N}$$

$$\Delta f_3 = \frac{f_{1,max} \times R \times 2}{N}$$

$$\vdots$$

$$\Delta f_N = \frac{f_{1,max} \times R \times (N-1)}{N} \qquad (1)$$

式（１）において、Ｒは、フーリエ変換処理部２５－ｎによるフーリエ変換後の信号Ｆ$_n$（ｆ）の周波数分解能である。

ｆ$_{1,max}$は、フーリエ変換処理部２５－１によるフーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）に含まれている複数の周波数成分ＦＣ$_1$の中の最大の周波数成分ＦＣ$_{1,max}$の周波数である。

シフト量Δｆ$_1$～Δｆ$_N$の周波数分解能は、式（１）に示すように、フーリエ変換後の信号Ｆ$_n$（ｆ）の周波数分解能Ｒに応じて設定されている。即ち、シフト量Δｆ$_1$～Δｆ$_N$の周波数分解能は、測距対象物の測距分解能に応じて

設定されている。

[0038] ω_nは、シフト量Δf_nに2πが乗算されている角周波数である。

角周波数ω_nは、デジタル信号ｆ（ｔ）のサンプリングレートと、フーリエ変換処理部２５－ｎにおけるＦＦＴのサンプリング点数との比よりも小さくする必要がある。

例えば、サンプリングレートが１［ＧＳａ／ｓ］、ＦＦＴのサンプリング点数が４０９６、Ｎ＝６４である場合、フーリエ変換処理部２５－ｎは、２４４．１［ｋＨｚ］の周波数分解能Ｒで、後述するピーク周波数を算出することができる。２４４．１［ｋＨｚ］＝１［ＧＳａ／ｓ］／４０９６である。よって、角周波数をω_n＝（２４４．１／６４）×2π＝３．８［ｋＨｚ］×2πとすれば、フーリエ変換処理部２５－ｎは、ＦＦＴのサンプリング点数が２６２１４４のフーリエ変換処理部と同等の周波数分解能でピーク周波数を算出することができる。

なお、ＦＦＴのサンプリング点数が２６２１４４であれば、周波数分解能Ｒが３．８［ｋＨｚ］＝１［ＧＳａ／ｓ］／２６２１４４になる。

一方、ＦＦＴのサンプリング点数が４０９６であれば、周波数分解能Ｒが２４４．１［ｋＨｚ］＝１［ＧＳａ／ｓ］／４０９６になる。

例えば、ＦＦＴのサンプリング点数が４０９６であるとき、周波数シフト部２２が、３．８［ｋＨｚ］ずつ互いに異なる周波数のシフト量で、デジタル信号の周波数をそれぞれシフトさせる。そして、後述するフーリエ変換部２４が、周波数シフト後のそれぞれのデジタル信号をＦＦＴすれば、２４４．１［ｋＨｚ］の周波数分解能Ｒで、周波数成分の振幅値が得られる。周波数成分の振幅値は、測距装置２から測距対象物までの距離に係る値であるほど、大きくなる傾向がある。

したがって、後述する距離算出部２６が、全てのＦＦＴの結果の中から、周波数成分の振幅値が例えば最大になるときの、周波数のシフト量とピーク周波数とを得れば、ＦＦＴのサンプリング点数が２６２１４４であるときと同等の周波数分解能Ｒで、測距装置２から測距対象物までの距離を得ること

ができる。

[0039] フーリエ変換部２４は、周波数シフト部２２による周波数シフト後のＮ個のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_1$ｔ）～ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_N$ｔ）のそれぞれをフーリエ変換する（図６のステップＳＴ３）。

即ち、フーリエ変換部２４のフーリエ変換処理部２５－ｎ（ｎ＝１，・・・，Ｎ）は、周波数シフト処理部２３－１による周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_n$ｔ）をフーリエ変換する。

フーリエ変換処理部２５－ｎは、フーリエ変換後の信号Ｆ$_n$（ｆ）を距離算出部２６に出力する。

[0040] 距離算出部２６の周波数成分特定部２７は、フーリエ変換処理部２５－１～２５－Ｎから、フーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）を取得する。

周波数成分特定部２７は、フーリエ変換処理部２５－１～２５－Ｎによるフーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）の全てに含まれている複数の周波数成分を互いに比較することによって、複数の周波数成分の中から、最大の周波数成分ＦＣ$_{n,\ max}$を抽出する（図６のステップＳＴ４）。

[0041] 図７は、フーリエ変換処理部２５－ｎ（ｎ＝１，・・・，Ｎ）によるフーリエ変換後の信号Ｆ$_n$（ｆ）に含まれている複数の周波数成分ＦＣ$_n$の中の最大の周波数成分ＦＣ$_{n,\ max}$を示す説明図である。

ＦＣ$_{1,\ max}$は、フーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）に含まれている複数の周波数成分ＦＣ$_1$の中の最大の周波数成分である。

ＦＣ$_{2,\ max}$は、フーリエ変換後の信号Ｆ$_2$（ｆ）に含まれている複数の周波数成分ＦＣ$_2$の中の最大の周波数成分である。

ＦＣ$_{N,\ max}$は、フーリエ変換後の信号Ｆ$_N$（ｆ）に含まれている複数の周波数成分ＦＣ$_N$の中の最大の周波数成分である。

図７では、最大の周波数成分ＦＣ$_{1,\ max}$～ＦＣ$_{N,\ max}$の中で、シフト量Δｆ$_n$が５０［ｋＨｚ］に係る信号Ｆ$_n$（ｆ）の最大の周波数成分ＦＣ$_{n,\ max}$が、最も大きい例を示している。即ち、最大の周波数成分ＦＣ$_{1,\ max}$～ＦＣ$_{N,\ max}$の中で、フーリエ変換後の信号Ｆ$_4$（ｆ）の最大の周波数成分ＦＣ$_{4,\ max}$が、

最も大きい例を示している。

図７の例では、シフト量Δｆ$_4$が５０［ｋＨｚ］に係る信号Ｆ$_4$（ｆ）の最大の周波数成分ＦＣ$_{4,max}$の周波数であるピーク周波数ｆ$_T$が、約４０．４５［ＭＨｚ］である。

[0042] 周波数成分特定部２７は、抽出した最大の周波数成分ＦＣ$_{n,max}$を、測距対象物に係る周波数成分ＦＣ（ｆ$_T$）として、シフト量特定部２８に出力する。

また、周波数成分特定部２７は、最大の周波数成分ＦＣ$_{n,max}$の周波数であるピーク周波数ｆ$_T$を距離算出処理部２９に出力する。

図１に示すレーダ装置では、周波数成分特定部２７が、複数の周波数成分の中から、最大の周波数成分ＦＣ$_{n,max}$を、測距対象物に係る周波数成分ＦＣ（ｆ$_T$）として抽出している。しかし、測距対象物に係る周波数成分ＦＣ（ｆ$_T$）は、最大の周波数成分ＦＣ$_{n,max}$に限るものではなく、実用上問題がなければ、周波数成分特定部２７が、複数の周波数成分の中から、例えば、２番目に大きな周波数成分を、測距対象物に係る周波数成分ＦＣ（ｆ$_T$）として抽出するようにしてもよい。

[0043] シフト量特定部２８は、周波数成分特定部２７から、測距対象物に係る周波数成分ＦＣ（ｆ$_T$）を取得する。

シフト量特定部２８は、周波数シフト処理部２３－１～２３－Ｎによって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量Δｆ$_1$～Δｆ$_N$の中から、周波数成分ＦＣ（ｆ$_T$）を含むフーリエ変換後の信号Ｆ$_n$（ｆ）に係るシフト量Δｆ$_n$を特定する（図６のステップＳＴ５）。

複数のシフト量Δｆ$_1$～Δｆ$_N$は、シフト量特定部２８の内部メモリに格納されていてもよいし、測距装置２の外部から与えられるものであってもよい。

シフト量特定部２８は、特定したシフト量Δｆ$_n$を距離算出処理部２９に出力する。

[0044] 距離算出処理部２９は、周波数成分特定部２７から、最大の周波数成分ＦＣ$_{n,max}$の周波数であるピーク周波数ｆ$_T$を取得し、シフト量特定部２８から

シフト量Δｆ$_n$を取得する。

距離算出処理部２９は、以下の式（２）に示すように、ピーク周波数ｆ$_T$とシフト量Δｆ$_n$との和Σｆを算出する（図６のステップＳＴ６）。

$$\Sigma f = f_T + \Delta f_n \qquad (2)$$

距離算出処理部２９は、以下の式（３）に示すように、ピーク周波数ｆ$_T$とシフト量Δｆ$_n$との和Σｆから、測距装置２から測距対象物までの距離Ｌを算出する（図６のステップＳＴ７）。

$$L = \Sigma f \times k \qquad (3)$$

式（３）において、ｋは、光送受信部１における光のセンシング条件に係る係数である。係数ｋは、距離算出処理部２９の内部メモリに格納されていてもよいし、測距装置２の外部から与えられるものであってもよい。

距離算出処理部２９は、算出した距離Ｌを外部に出力する。

[0045] 以上の実施の形態１では、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光の一部が測距対象物に照射されることによる測距対象物からの反射光と、周波数掃引光の残りである参照光との干渉光を示すデジタル信号をＮ（Ｎは、２以上の整数）個に分配する信号分配部２１と、信号分配部２１による分配後のＮ個のデジタル信号におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量だけシフトする周波数シフト部２２と、周波数シフト部２２による周波数シフト後のＮ個のデジタル信号のそれぞれをフーリエ変換するフーリエ変換部２４と、フーリエ変換部２４によるフーリエ変換後のＮ個の信号の全てに含まれている複数の周波数成分の中から、測距対象物に係る周波数成分を特定し、周波数シフト部２２によって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量の中から、特定した周波数成分を含むフーリエ変換後の信号に係るシフト量を特定し、特定した周波数成分の周波数と、特定したシフト量との和から、測距装置２から測距対象物までの距離を算出する距離算出部２６とを備えるように、測距装置２を構成した。したがって、測距装置２は、同じサンプリング点数であっても、従来の測距装置よりも、距離の算出精度を高めることができる。

[0046] 実施の形態２．

実施の形態２では、信号分配部２１、周波数シフト部２２及びフーリエ変換部２４の代わりに、計算器５１を備えている測距装置２について説明する。

[0047] 図８は、実施の形態２に係る測距装置２を備えるレーダ装置を示す構成図である。

図８に示すレーダ装置は、光送受信部１及び測距装置２を備えている。

測距装置２は、計算器５１、データ蓄積部５２及び距離算出部２６を備えている。

図９は、実施の形態２に係る測距装置２のハードウェアを示すハードウェア構成図である。

[0048] 計算器５１は、例えば、図９に示す計算回路６１によって実現される。

計算器５１は、光送受信部１から、干渉光を示すデジタル信号ｆ（ｔ）を取得する。

計算器５１は、デジタル信号ｆ（ｔ）の周波数を互いに異なるシフト量Δｆ$_{n}$（ｎ＝１，・・・，Ｎ）だけＮ回シフトする。

計算器５１は、周波数シフト後のそれぞれのデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_{n}$ｔ）をフーリエ変換する。

計算器５１は、フーリエ変換後の信号Ｆ$_{n}$（ｆ）をデータ蓄積部５２に出力する。

図８に示すレーダ装置では、計算器５１の処理が表記されている。即ち、計算器５１における周波数のシフト処理として、「周波数シフト」が表記され、計算器５１におけるフーリエ変換処理として、「ＦＦＴ」が表記されている。

[0049] データ蓄積部５２は、例えば、図９に示すデータ蓄積回路６２によって実現される。

データ蓄積部５２は、計算器５１から出力されたフーリエ変換後の信号Ｆ$_{1}$（ｆ）～Ｆ$_{N}$（ｆ）を記憶する。

[0050] 図８では、測距装置２の構成要素である計算器５１、データ蓄積部５２及び距離算出部２６のそれぞれが、図９に示すような専用のハードウェアによって実現されるものを想定している。即ち、測距装置２が、計算回路６１、データ蓄積回路６２及び距離算出回路３４によって実現されるものを想定している。

ここで、データ蓄積回路６２は、例えば、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、フラッシュメモリ、ＥＰＲＯＭ（Ｅｒａｓａｂｌｅ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、ＥＥＰＲＯＭ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ Ｅｒａｓａｂｌｅ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）等の不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、あるいは、ＤＶＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ Ｄｉｓｃ）が該当する。

計算回路６１及び距離算出回路３４のそれぞれは、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ、ＦＰＧＡ、又は、これらを組み合わせたものが該当する。

[0051] 測距装置２の構成要素は、専用のハードウェアによって実現されるものに限るものではなく、測距装置２が、ソフトウェア、ファームウェア、又は、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現されるものであってもよい。

測距装置２が、ソフトウェア又はファームウェア等によって実現される場合、データ蓄積部５２が、図５に示すメモリ４１上に構成される。また、計算器５１及び距離算出部２６におけるそれぞれの処理手順をコンピュータに実行させるためのプログラムがメモリ４１に格納される。そして、図５に示すプロセッサ４２がメモリ４１に格納されているプログラムを実行する。

[0052] また、図９では、測距装置２の構成要素のそれぞれが専用のハードウェアによって実現される例を示し、図５では、測距装置２がソフトウェア又はフ

ァームウェア等によって実現される例を示している。しかし、これは一例に過ぎず、測距装置２における一部の構成要素が専用のハードウェアによって実現され、残りの構成要素がソフトウェア又はファームウェア等によって実現されるものであってもよい。

[0053] 次に、図８に示すレーダ装置の動作について説明する。

計算器５１及びデータ蓄積部５２以外は、図１に示すレーダ装置と同様であるため、ここでは、計算器５１及びデータ蓄積部５２の動作のみを説明する。

計算器５１は、信号分配部２１から、干渉光を示すデジタル信号ｆ（ｔ）を取得する。

計算器５１は、デジタル信号ｆ（ｔ）の周波数を互いに異なるシフト量Δｆ$_{n}$（ｎ＝１，・・・，Ｎ）だけＮ回シフトする。

即ち、計算器５１は、周波数のシフト処理をシリアルにＮ回実施することによって、デジタル信号ｆ（ｔ）の周波数を互いに異なるシフト量Δｆ$_{n}$（ｎ＝１，・・・，Ｎ）だけシフトしている。

図１に示すレーダ装置では、Ｎ個の周波数シフト処理部２３－１～２３－Ｎが、周波数のシフト処理を並列に実施することによって、Ｎ個のデジタル信号ｆ（ｔ）におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量Δｆ$_{1}$～Δｆ$_{N}$だけシフトしている。

計算器５１により得られる周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_{1}$ｔ）～ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_{N}$ｔ）と、周波数シフト処理部２３－１～２３－Ｎにより得られる周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_{1}$ｔ）～ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_{N}$ｔ）とは、同じである。

[0054] 計算器５１は、周波数シフト後のそれぞれのデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_{n}$ｔ）をフーリエ変換する。

即ち、計算器５１は、フーリエ変換処理をシリアルにＮ回実施することによって、周波数シフト後のそれぞれのデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_{n}$ｔ）（ｎ＝１，・・・，Ｎ）をフーリエ変換している。

図１に示すレーダ装置では、Ｎ個のフーリエ変換処理部２５－１～２５－Ｎが、フーリエ変換処理を並列に実施することによって、Ｎ個の周波数シフト後のデジタル信号ｆ（ｔ）×ｅｘｐ（ｊω$_n$ｔ）（ｎ＝１，・・・，Ｎ）をフーリエ変換している。

計算器５１により得られるフーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）と、フーリエ変換処理部２５－１～２５－Ｎにより得られるフーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）とは、同じである。

計算器５１は、フーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）をデータ蓄積部５２に出力する。

[0055] データ蓄積部５２は、計算器５１から出力されたフーリエ変換後の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）を記憶する。

距離算出部２６は、データ蓄積部５２から、フーリエ変換後のＮ個の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）を取得する。

距離算出部２６は、実施の形態１に記載の方法によって、フーリエ変換後のＮ個の信号Ｆ$_1$（ｆ）～Ｆ$_N$（ｆ）から、測距装置２から測距対象物までの距離Ｌを算出する。

[0056] 図８に示すレーダ装置では、計算器５１が、周波数のシフト処理をシリアルにＮ回実施し、フーリエ変換処理をシリアルにＮ回実施している。しかし、これは一例に過ぎず、計算器５１が、図１に示す信号分配部２１を備えることによって、図１に示す周波数シフト部２２と同様に、周波数のシフト処理を並列に実施し、図１に示すフーリエ変換部２４と同様に、フーリエ変換処理を並列に実施するようにしてもよい。

[0057] なお、本開示は、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0058] 本開示は、測距対象物を測距する測距装置及び測距方法に適している。

本開示は、測距装置を備えるレーダ装置に適している。

符号の説明

[0059] １　光送受信部、２　測距装置、１１　周波数掃引光源、１２　光分岐部、１３　光カプラ、１４　サーキュレータ、１５　センサヘッド部、１６　集光光学素子、１７　光干渉計、１８　光検出器、１９　Ａ／Ｄ変換器、２１　信号分配部、２２　周波数シフト部、２３－１～２３－Ｎ　周波数シフト処理部、２４　フーリエ変換部、２５－１～２５－Ｎ　フーリエ変換処理部、２６　距離算出部、３１　信号分配回路、３２　周波数シフト回路、３３　フーリエ変換回路、３４　距離算出回路、４１　メモリ、４２　プロセッサ、５１　計算器、５２　データ蓄積部、６１　計算回路、６２　データ蓄積回路。

請求の範囲

[請求項1] 時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光の一部が測距対象物に照射されることによる前記測距対象物からの反射光と、前記周波数掃引光の残りである参照光との干渉光を示すデジタル信号をＮ（Ｎは、２以上の整数）個に分配する信号分配部と、

前記信号分配部による分配後のＮ個のデジタル信号におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量だけシフトする周波数シフト部と、

前記周波数シフト部による周波数シフト後のＮ個のデジタル信号のそれぞれをフーリエ変換するフーリエ変換部と、

前記フーリエ変換部によるフーリエ変換後のＮ個の信号の全てに含まれている複数の周波数成分の中から、前記測距対象物に係る周波数成分を特定し、前記周波数シフト部によって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量の中から、特定した周波数成分を含むフーリエ変換後の信号に係るシフト量を特定し、特定した周波数成分の周波数と、特定したシフト量との和から、測距装置から前記測距対象物までの距離を算出する距離算出部と

を備えた測距装置。

[請求項2] 前記周波数シフト部は、前記信号分配部による分配後のＮ個のデジタル信号のうち、いずれか１つのデジタル信号の周波数をシフトするＮ個の周波数シフト処理部を備え、

それぞれの周波数シフト処理部は、他の周波数シフト処理部と異なるデジタル信号の周波数を、他の周波数シフト処理部と異なるシフト量だけシフトすることを特徴とする請求項１記載の測距装置。

[請求項3] 前記フーリエ変換部は、それぞれの周波数シフト処理部による周波数シフト後のデジタル信号をフーリエ変換するＮ個のフーリエ変換処理部を備えていることを特徴とする請求項２記載の測距装置。

[請求項4] 前記距離算出部は、

前記Ｎ個のフーリエ変換処理部によるフーリエ変換後の信号の全てに含まれている複数の周波数成分の中から、前記測距対象物に係る周波数成分を特定する周波数成分特定部と、

前記周波数シフト部によって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量の中から、前記周波数成分特定部により特定された周波数成分を含むフーリエ変換後の信号に係るシフト量を特定するシフト量特定部と、

前記周波数成分特定部により特定された周波数成分の周波数と、前記シフト量特定部により特定されたシフト量との和から、測距装置から前記測距対象物までの距離を算出する距離算出処理部と

を備えていることを特徴とする請求項３記載の測距装置。

[請求項5] 前記信号分配部、前記周波数シフト部及び前記フーリエ変換部の代わりに、計算器を備え、

前記計算器は、

前記干渉光を示すデジタル信号の周波数を互いに異なるシフト量だけＮ回シフトし、周波数シフト後のそれぞれのデジタル信号をフーリエ変換することを特徴とする請求項１記載の測距装置。

[請求項6] 信号分配部が、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光の一部が測距対象物に照射されることによる前記測距対象物からの反射光と、前記周波数掃引光の残りである参照光との干渉光を示すデジタル信号をＮ（Ｎは、２以上の整数）個に分配し、

周波数シフト部が、前記信号分配部による分配後のＮ個のデジタル信号におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量だけシフトし、

フーリエ変換部が、前記周波数シフト部による周波数シフト後のＮ個のデジタル信号のそれぞれをフーリエ変換し、

距離算出部が、前記フーリエ変換部によるフーリエ変換後のＮ個の信号の全てに含まれている複数の周波数成分の中から、前記測距対象

物に係る周波数成分を特定し、前記周波数シフト部によって、周波数のシフトに用いられている複数のシフト量の中から、特定した周波数成分を含むフーリエ変換後の信号に係るシフト量を特定し、特定した周波数成分の周波数と、特定したシフト量との和から、測距装置から前記測距対象物までの距離を算出する

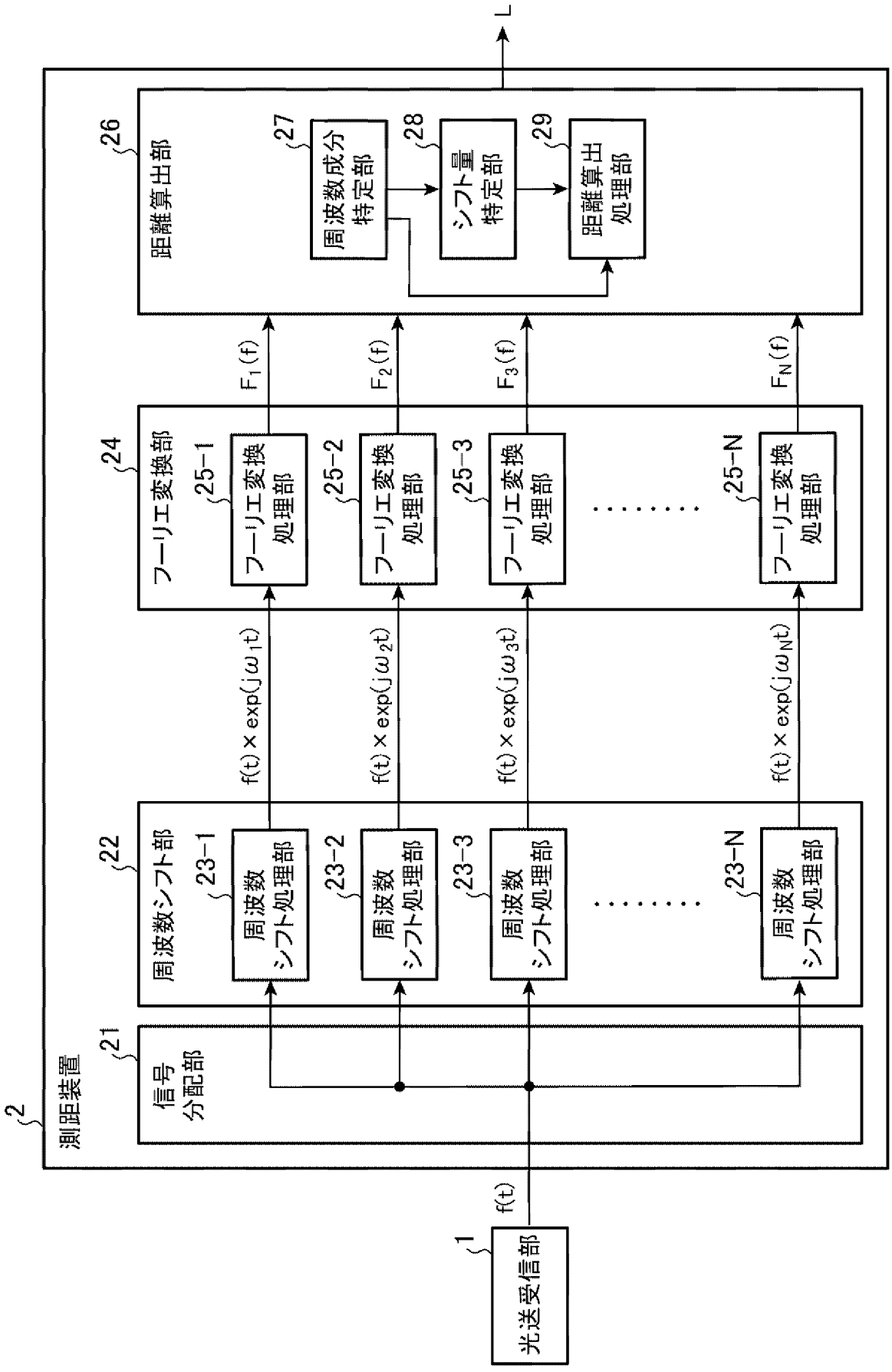
測距方法。

[請求項7] 請求項１から請求項５のうちのいずれか１項記載の測距装置と、

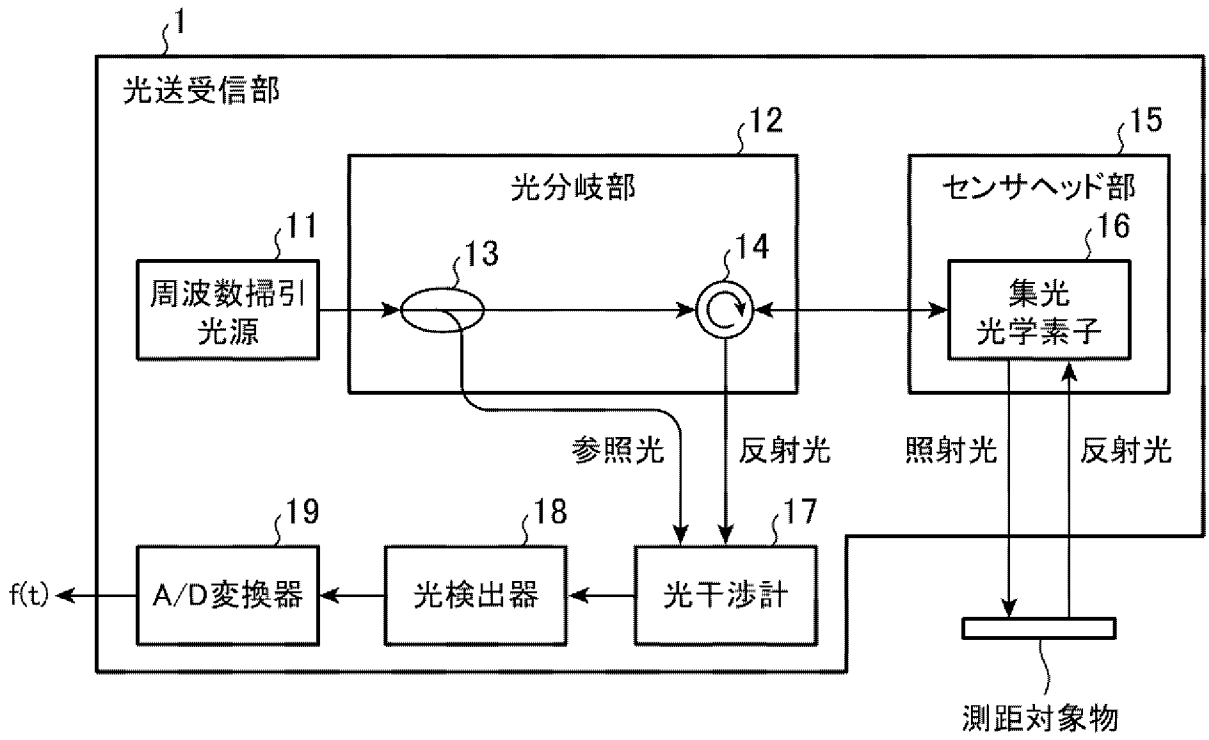
時間の経過に伴って周波数が変化する周波数掃引光の一部を測距対象物に照射したのち、前記測距対象物によって反射された周波数掃引光である反射光を受信し、前記反射光と、前記周波数掃引光の残りである参照光との干渉光を示すデジタル信号を前記測距装置に出力する光送受信部と

を備えたことを特徴とするレーダ装置。

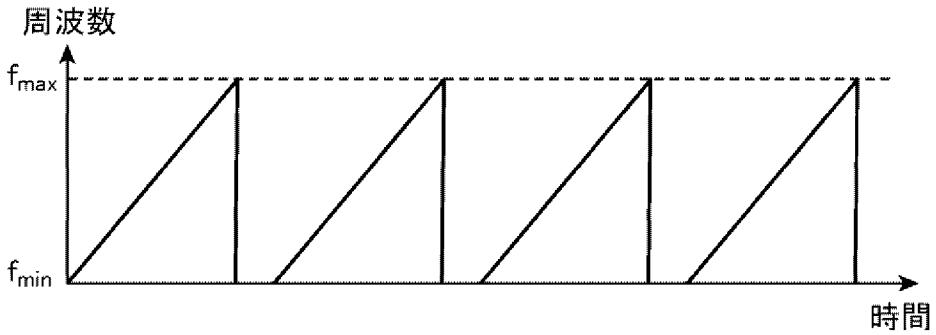
[図1]


L
26
距離算出部
27
周波数成分特定部
28
シフト量特定部
29
距離算出処理部
24
フーリエ変換部
25-1
25-2
25-3
25-N
フーリエ変換処理部
$F_1(f)$
$F_2(f)$
$F_3(f)$
$F_N(f)$
22
周波数シフト部
23-1
23-2
23-3
23-N
周波数シフト処理部
$f(t) \times \exp(j\omega_1 t)$
$f(t) \times \exp(j\omega_2 t)$
$f(t) \times \exp(j\omega_3 t)$
$f(t) \times \exp(j\omega_N t)$
21
信号分配部
2
測距装置
f(t)
1
光送受信部

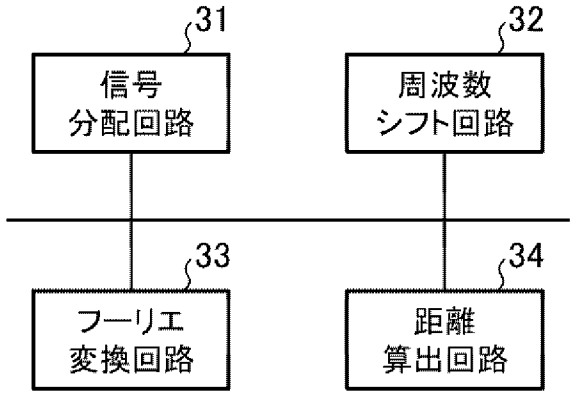
[図2]


1
光送受信部
12
光分岐部
15
センサヘッド部
11
周波数掃引
光源
13
14
16
集光
光学素子
参照光
反射光
照射光
反射光
19
18
17
f(t)
A/D変換器
光検出器
光干渉計
測距対象物

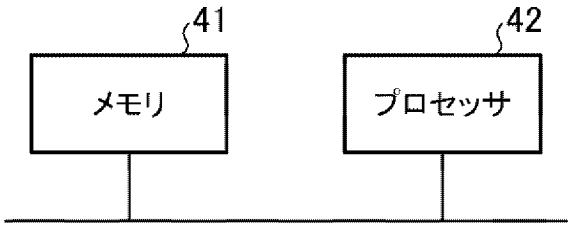
[図3]


周波数
f_{max}
f_{min}
時間

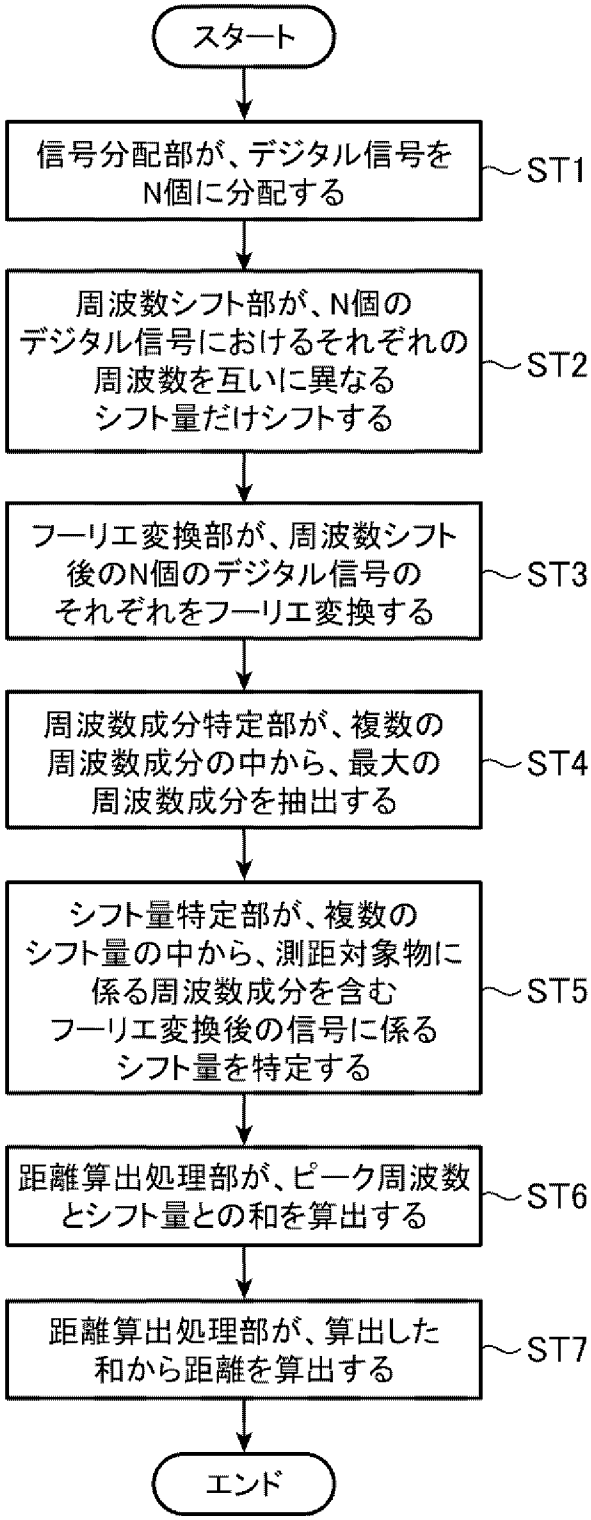
[図4]


31
信号
分配回路
32
周波数
シフト回路
33
フーリエ
変換回路
34
距離
算出回路

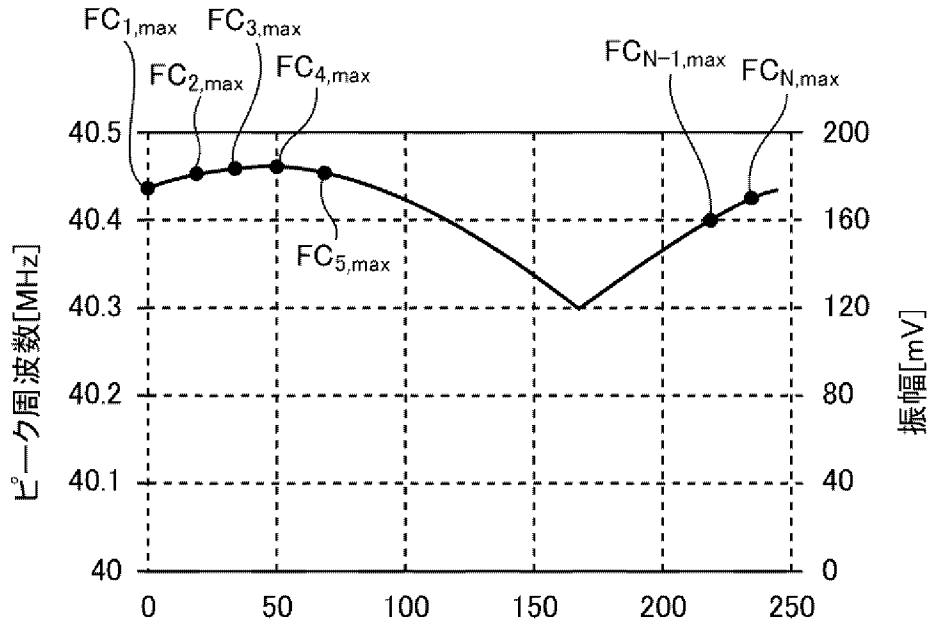
[図5]


41
メモリ
42
プロセッサ

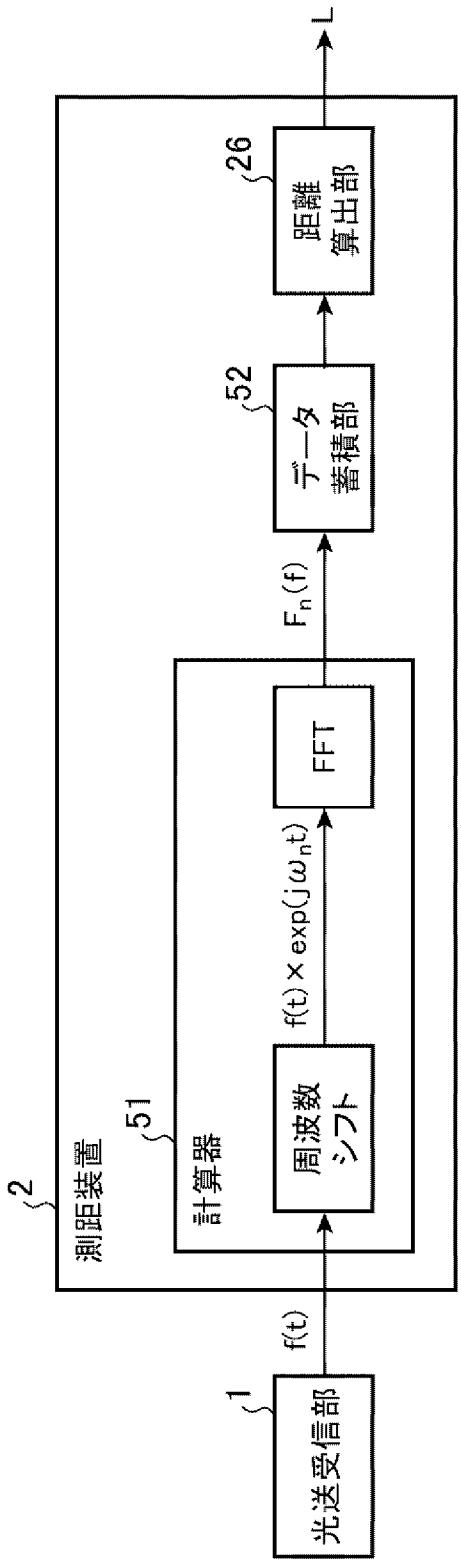
[図6]


スタート
信号分配部が、デジタル信号をN個に分配する
ST1
周波数シフト部が、N個のデジタル信号におけるそれぞれの周波数を互いに異なるシフト量だけシフトする
ST2
フーリエ変換部が、周波数シフト後のN個のデジタル信号のそれぞれをフーリエ変換する
ST3
周波数成分特定部が、複数の周波数成分の中から、最大の周波数成分を抽出する
ST4
シフト量特定部が、複数のシフト量の中から、測距対象物に係る周波数成分を含むフーリエ変換後の信号に係るシフト量を特定する
ST5
距離算出処理部が、ピーク周波数とシフト量との和を算出する
ST6
距離算出処理部が、算出した和から距離を算出する
ST7
エンド

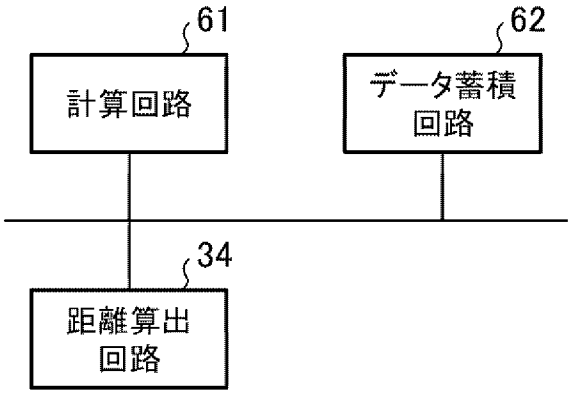
[図7]


FC1,max
FC3,max
FC2,max
FC4,max
FCN−1,max
FCN,max
FC5,max
40.5
40.4
40.3
40.2
40.1
40
200
160
120
80
40
0
0
50
100
150
200
250
ピーク周波数[MHz]
振幅[mV]

[図8]


L
26
距離
算出部
52
データ
蓄積部
$F_n(f)$
FFT
$f(t) \times \exp(j\omega_n t)$
周波数
シフト
51
計算器
2
測距装置
f(t)
1
光送受信部

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/029917

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01S17/32(2020.01)i
FI: G01S17/32

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)
Int. Cl. G01S7/48-7/51, 17/00-17/95

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	WO 2018/230474 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 20 December 2018, entire text, all drawings	1-7
A	JP 10-253750 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 25 September 1998, entire text, all drawings	1-7
A	JP 2006-177907 A (NEC CORP.) 06 July 2006, entire text, all drawings	1-7
A	JP 2003-43139 A (HITACHI, LTD.) 13 February 2003, entire text, all drawings	1-7

☒ 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	Date of mailing of the international search report
03.09.2020	24.09.2020
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/JP2020/029917

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 2006-522341 A (THE GENERAL HOSPITAL CORPORATION) 28 September 2006, entire text, all drawings	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/029917

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/230474 A1	20.12.2018	(Family: none)	
JP 10-253750 A	25.09.1998	(Family: none)	
JP 2006-177907 A	06.07.2006	US 2006/0220946 A1 entire text, all drawings	
JP 2003-43139 A	13.02.2003	(Family: none)	
JP 2006-522341 A	28.09.2006	CN 103293126 A entire text, all drawings EP 2436307 A1 KR 10-2013-0138867 A US 2015/0077755 A1 WO 2005/047813 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/029917

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01S 17/32(2020.01)i
FI: G01S17/32

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））

G01S7/48-7/51, 17/00-17/95

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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
A	WO 2018/230474 A1 (国立研究開発法人産業技術総合研究所) 20.12.2018 (2018-12-20) 全文全図	1-7
A	JP 10-253750 A (三菱電機株式会社) 25.09.1998 (1998-09-25) 全文全図	1-7
A	JP 2006-177907 A (日本電気株式会社) 06.07.2006 (2006-07-06) 全文全図	1-7
A	JP 2003-43139 A (株式会社日立製作所) 13.02.2003 (2003-02-13) 全文全図	1-7
A	JP 2006-522341 A (ザ・ジェネラル・ホスピタル・コーポレイション) 28.09.2006 (2006-09-28) 全文全図	1-7

☐ 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	国際調査報告の発送日
03.09.2020	24.09.2020

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）
梶田　真也 2S 3303
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/JP2020/029917

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/230474 A1	20.12.2018	（ファミリーなし）	
JP 10-253750 A	25.09.1998	（ファミリーなし）	
JP 2006-177907 A	06.07.2006	US 2006/0220946 A1 全文全図	
JP 2003-43139 A	13.02.2003	（ファミリーなし）	
JP 2006-522341 A	28.09.2006	CN 103293126 A 全文全図 EP 2436307 A1 KR 10-2013-0138867 A US 2015/0077755 A1 WO 2005/047813 A1	