

(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5月12日(12.05.2022)

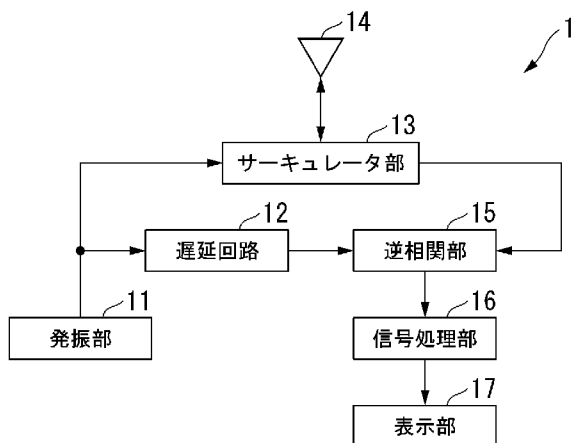


(10) 国際公開番号
WO 2022/097749 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 13/28 (2006.01) *G01S 7/292* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/041049
- (22) 国際出願日: 2021年11月8日(08.11.2021)
- (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 2020-186767 2020年11月9日(09.11.2020) JP
- (71) 出願人: 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY) [JP/JP]; 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目4 4番地1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 瀬在 俊浩 (SEZAI Toshihiro); 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目4 4番地1 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, 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, 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,

(54) Title: DISTANCE MEASURING DEVICE, DISTANCE MEASURING METHOD, AND PROGRAM

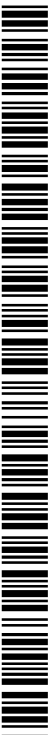
(54) 発明の名称: 距離計測装置、距離計測方法、及びプログラム



- 11 Oscillation unit
- 12 Delay circuit
- 13 Circulator unit
- 15 Inverse correlation unit
- 16 Signal processing unit
- 17 Display unit

(57) Abstract: This distance measuring device is provided with a signal processing unit which transmits a frequency modulated pulse wave toward a target, and which employs Prony's method, using an exponential function having an argument with a real part and an imaginary part, to fit a signal obtained by inverse correlation, in the frequency domain, of an echo wave that has been reflected by the target and has returned with the transmitted pulse wave.

(57) 要約: 距離計測装置は、周波数変調させたパルス波をターゲットに向けて送信し、ターゲットで反射されて戻って来たエコー波を送信したパルス波と周波数領域で逆相関して得られる信号を、引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニー法によりフィッティングする信号処理部、を備える。



WO 2022/097749 A1

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)）

明 細 書

発明の名称：距離計測装置、距離計測方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、距離計測装置、距離計測方法、及びプログラムに関する。

本願は、2020年11月9日に、日本に出願された特願2020-186767号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] パルス圧縮レーダは、周波数が時間に対して直線的に変化するように変調させたパルス電波をターゲットに向けて送信する。パルス圧縮レーダは、ターゲットで反射されてレーダに戻って来たエコー電波をパルス時間幅毎に送信したパルス電波と逆相関処理を行うと、レーダとターゲットの距離の2倍に対応した時刻がピークとなる信号が得られる。パルス圧縮レーダは、ピークとなる時刻を検出すると、ターゲットの距離を計測することができる。以上がパルス圧縮レーダでの距離計測の原理である。この時、周波数変化幅を Δf とすると、距離分解能 Δd は、 $\{c / (2 \Delta f)\}$ で与えられる。ここで c は光速である（例えば非特許文献1参照）。なお、パルス圧縮レーダの距離分解能は、非特許文献1の式(1.14) $R_{res} = c \tau / 2$ のパルス幅 τ に、パルス圧縮後の波形のパルス幅の $1 / \Delta f$ を代入すれば求めることができる。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：吉田孝、“改訂 レーダ技術”、社団法人電子情報通信学会編、コロナ社、平成11年5月25日、p10-13、p274-277

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来技術では、ターゲットの距離が、非特許文献1も記載のように距離分解能単位での計測となる。このため、従来技術では、距離計

測精度、分解能がパルス圧縮レーダの周波数変化幅から定まる値に制限されるという課題があった。

[0005] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであって、計測精度、分解能を送信電波の周波数変化幅から決まる値より向上できる距離計測装置、距離計測方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る距離計測装置は、周波数変調したパルス波をターゲットに向けて送信し、前記ターゲットで反射されて戻って来たエコー波を送信した前記パルス波と周波数領域で逆相関して得られる信号を、引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニー法によりフィッティングする信号処理部、を備える。

[0007] また、本発明の一態様に係る距離計測装置において、前記信号処理部は、前記フィッティングにより得られた指数関数のうち、前記実数部の絶対値が所定値以下の指数関数を抽出するようにしてもよい。

[0008] また、本発明の一態様に係る距離計測装置において、前記信号処理部は、前記抽出した指数関数から振幅の値、及び前記虚数部の値を取得するようにしてもよい。

[0009] また、本発明の一態様に係る距離計測装置において、前記信号処理部は、前記取得した振幅の値、及び前記虚数部の値を含む指数関数情報から、前記ターゲットの相対振幅の値、及び距離の値を取得するようにしてもよい。

[0010] また、本発明の一態様に係る距離計測装置において、前記取得した相対振幅の値、及び距離の値を含むターゲット情報を表示する表示部を更に備えるようにしてもよい。

[0011] 上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る距離計測方法は、コンピュータが、周波数変調したパルス波をターゲットに向けて送信し、前記ターゲットで反射されて戻って来たエコー波を送信した前記パルス波と周波数領域で逆相関して得られる信号を、引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニー法によりフィッティングする。

[0012] 上記目的を達成するため、本発明の一態様に係るプログラムは、コンピュータに、周波数変調したパルス波をターゲットに向けて送信させ、前記ターゲットで反射されて戻って来たエコー波を送信した前記パルス波と周波数領域で逆相関して得られる信号を、引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニー法によりフィッティングさせる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、計測精度、分解能を送信電波の周波数変化幅から決まる値より向上できる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]実施形態に係る距離計測装置の構成例を示すブロック図である。
[図2]実施形態に係る信号処理部の構成例を示すブロック図である。
[図3]実施形態に係る距離測定の処理手順のフローチャートである。
[図4]シミュレーションによって得られたターゲット情報の内、相対振幅が上位5までの情報を示した図である。
[図5]本実施形態におけるシミュレーションによって得られた距離と相対強度の関係を示す図である。
[図6]従来の手法によりシミュレーションを行った結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の例では、距離計測装置をレーダ装置に適用する例を説明する。

[0016] <距離計測装置の構成例>

図1は、本実施形態に係る距離計測装置の構成例を示すブロック図である。図1のように、距離計測装置1は、発振部11、遅延回路12、サーキュレータ部13、アンテナ14、逆相関部15、信号処理部16、および表示部17を備える。

[0017] 距離計測装置1は、例えばパルス圧縮レーダ装置であり、ターゲットに向けてパルス電波（「パルス波」ともいう）を送信し、ターゲットで反射されてレーダに戻って来たエコー電波（「エコー波」ともいう）を送信したパル

ス電波と周波数領域で逆相関して得られる信号を処理することにより、ターゲットの距離を計測する。

[0018] 発振部 1 1 は、周波数が時間に対して直線的に変化するように変調させたパルス電波を、遅延回路 1 2 とサーキュレータ部 1 3 へ出力する。

[0019] 遅延回路 1 2 は、発振部 1 1 から入力されたパルス電波をパルス時間の 0 倍を含む整数倍の時間を遅らせ、逆相関部 1 5 へ出力する。

[0020] サーキュレータ部 1 3 は、発振部 1 1 から入力された電波をアンテナ 1 4 へ出力する。また、サーキュレータ部 1 3 は、アンテナ 1 4 から入力された電波を逆相関部 1 5 へ出力する。

[0021] アンテナ 1 4 は、サーキュレータ部 1 3 から入力された電波をターゲットへ向けて放射するとともに、ターゲットで散乱されて戻ってきたエコー電波を受信し、サーキュレータ部 1 3 へ出力する。アンテナ 1 4 は、例えば、ダイポール系のアンテナ、ホーンアンテナ、パラボラアンテナ、アレイアンテナなど如何なるアンテナでも用いることができる。

[0022] 逆相関部 1 5 は、遅延回路 1 2 から入力されたパルス電波とサーキュレータ部 1 3 から入力された電波を周波数領域で逆相関して得られる信号を信号処理部 1 6 へ出力する。

[0023] 信号処理部 1 6 は、所定の信号処理を施し、ターゲットの相対振幅の値、及び距離の値を表示部 1 7 へ出力する。

[0024] 表示部 1 7 は、例えば液晶表示装置や有機 EL (Electro Luminescence) 表示装置等であり、信号処理部 1 6 からの出力に基づきターゲットの相対強度及び距離に関する情報を表示する。

[0025] <信号処理部 1 6 の構成例>

次に、信号処理部 1 6 の構成例を説明する。図 2 は、本実施形態に係る信号処理部の構成例を示すブロック図である。図 2 のように、信号処理部 1 6 は、指数関数フィッティング部 1 6 1、指数関数抽出部 1 6 2、指数関数情報取得部 1 6 3、およびターゲット情報取得部 1 6 4 を備える。

[0026] 指数関数フィッティング部 1 6 1 は、入力された信号を引数に実数部と虚

数部とを有する指数関数でプロニー（Prony）法によりフィッティングする。なお、プロニー法は、データ系列を指数関数でフィッティングする手法である。

[0027] 指数関数抽出部 162 は、フィッティングにより得られた指数関数のうち、前記実数部の絶対値が所定値以下の指数関数を抽出する。

[0028] 指数関数情報取得部 163 は、抽出した指数関数から振幅の値、前記虚数部の値を取得する。

[0029] ターゲット情報取得部 164 は、取得した指数関数情報から、ターゲットの相対振幅の値、及び距離の値を取得する。

[0030] <距離測定の方法>

次に、距離測定方法例を説明する。

パルス圧縮レーダでは、送信した電波の周波数が時間に対して直線的に変化するように変調させたパルス電波をターゲットに向けて送信する。送信電波信号 $e_T(t)$ は以下で表現される。

[0031] [数1]

$$e_T(t) = \exp \left\{ j \left(2\pi f_0 t + \frac{2\pi \Delta f}{T_c} t^2 \right) \right\} \dots (1)$$

[0032] 式(1)において、 j は虚数単位、 t は時間、 f_0 はキャリア周波数、 c は光速であり、 Δf は周波数変化幅であり、 T_c はパルス時間幅である。ここでは説明を簡略化するために、ターゲットはレーダから $c T_c / 2$ の距離内に存在する場合を考える。

レーダからターゲットまでの距離を R_k とすると、ターゲットのエコー信号は、 $2 R_k / c$ の時間後にレーダに到達するので、エコー信号 $e_{R_k}(t)$ は、次式(2)で表現される。

[0033]

[数2]

$$e_{R_k}(t) = \sigma_k \cdot \exp\left(-j4\pi f_0 \frac{R_k}{c}\right) \cdot \exp\left[j\left\{2\pi f_0 t + \frac{2\pi\Delta f}{T_c}\left(t - \frac{2R_k}{c}\right)^2\right\}\right] \dots (2)$$

[0034] 式(2)において、 σ_k はターゲットの散乱係数である。また、式(2)はターゲットが1個存在している場合のエコー信号である。これを一般化し、 p 個のターゲットが存在している場合のエコー信号 $e_{R_k}(t)$ は、次式(3)となる。

[0035] [数3]

$$e_{R_k}(t) = \sum_{k=1}^p \left(\sigma_k \cdot \exp\left(-j4\pi f_0 \frac{R_k}{c}\right) \cdot \exp\left[j\left\{2\pi f_0 t + \frac{2\pi\Delta f}{T_c}\left(t - \frac{2R_k}{c}\right)^2\right\}\right] \right) \dots (3)$$

[0036] エコー信号と送信信号の逆相関処理は、これらの信号をベースバンドに変換した信号で実施する。送信信号 $e_T(t)$ をベースバンド信号 $b_T(t)$ に変換した式は、次式(4)となる。

[0037] [数4]

$$b_T(t) = \exp\left(j\frac{2\pi\Delta f}{T_c}t^2\right) \dots (4)$$

[0038] エコー信号 $e_{R_k}(t)$ をベースバンド信号 $b_{RT}(t)$ に変換した式は、次式(5)となる。

[0039] [数5]

$$b_{R_k}(t) = \sum_{k=1}^p \left(\sigma_k \cdot \exp\left(-j4\pi f_0 \frac{R_k}{c}\right) \cdot \exp\left[j\frac{2\pi\Delta f}{T_c}\left(t - \frac{2R_k}{c}\right)^2\right] \right) \dots (5)$$

[0040] 逆相関処理はスペクトル領域では除算となるため、効率的に実施できる。

エコー信号 $b_{R_k}(t)$ は、ベースバンド信号 $b_T(t)$ の時間を $2R_k/c$ ずらし、係数を乗じた信号である。このため、ベースバンド信号 $b_T(t)$ のスペクトル信号を $B_T(\omega)$ とすると、 $b_{R_k}(t)$ のスペクトル信号 $B_{R_k}(\omega)$ は $B_T(\omega)$ を使用して次式 (6) で表現される。

[0041] [数6]

$$B_{R_k}(\omega) = B_T(\omega) \sum_{k=1}^p \left\{ \sigma_k \cdot \exp\left(-j4\pi f_0 \frac{R_k}{c}\right) \cdot \exp\left(-j\omega \frac{2R_k}{c}\right) \right\} \dots (6)$$

[0042] 逆相関処理は、スペクトル領域で $B_{R_k}(\omega)$ を $B_T(\omega)$ で割ることで実施される。 $B_{R_k}(\omega)$ を $B_T(\omega)$ で割った信号は、次式 (7) で表現される。

[0043] [数7]

$$\left\{ \frac{B_{R_k}(\omega)}{B_T(\omega)} \right\} = \sum_{k=1}^p \left\{ \sigma_k \cdot \exp\left(-j4\pi f_0 \frac{R_k}{c}\right) \cdot \exp\left(-j\omega \frac{2R_k}{c}\right) \right\} \dots (7)$$

[0044] この信号をフーリエ変換で時間領域に再変換すると逆相関処理が完了する。これが従来の逆相関処理である。

[0045] 式 (7) から分かるように、スペクトル領域で逆相関処理をして得られる信号は、指数関数の和となる。実際に得られる信号は数値で構成されるデータ系列である。データ系列を指数関数にフィッティングする方法としてプロニー法が知られている。このため、本実施形態では、スペクトル領域で逆相関処理をして得られるデータ系列をプロニー法で指数関数にフィッティングすることで、指数関数の振幅 $\sigma_k \cdot \exp(-j4\pi f_0 R_k/c)$ と引数 $(-j2R_k)/c$ を求める。これにより、本実施形態では、ターゲットの距離 R_k を求めることができる。

[0046] この方法では、従来の方法のように帯域 Δf の制約を受けることなく、ターゲットの距離 R_k を数値で直接求めるため、精確に求めることができる。

式 (7) は理想的な場合の式であるが、実際に得られる信号にはノイズが

含まれるため、それをプロニー法でフィッティングすると、 $B_{R_k}(\omega)$ を $B_T(\omega)$ で割った信号 $\{\cdot\hat{\cdot}\}$ は、次式 (8) で表現される信号が得られる。

[0047] [数8]

$$\left\{ \frac{B_{R_k}(\omega)}{B_T(\omega)} \right\} = \sum_{k=1}^p \left[\sigma_k \cdot \exp\left(-j4\pi f_0 \frac{R_k}{c}\right) \cdot \exp\left\{ \left(\alpha_k - j \frac{2R_k}{c} \right) \omega \right\} \right] \dots (8)$$

[0048] 実際の信号をプロニー法でフィッティングすると、 $\alpha_k \cdot \exp(-j4\pi f_0 R_k / c)$ と $(-j2R_k) / c$ の他に α_k も求められる。式 (7) に示したように、理想的な状態ではターゲットに対する α_k は 0 であるので、ノイズが含まれる信号をプロニー法でフィッティングした場合、ターゲットに対する α_k は 0 ではないとしても、小さい値であると考えられる。

[0049] ノイズに対する α_k は、小さい値であるとは限らず、任意の値であると考えられる。 α_k の大きさのこの違いを利用すると、得られた指数関数の中から、ノイズに対する指数関数の一部を取り除くことで、ターゲットに対する指数関数を効率よく抽出することが可能となる。

[0050] <距離計測方法>

次に、距離測定の実施手順を説明する。図 3 は、本実施形態に係る距離測定の実施手順のフローチャートである。

[0051] (ステップ S1) アンテナ 14 は、サーキュレータ部 13 から入力された電波をターゲットへ向けて放射する。

[0052] (ステップ S2) アンテナ 14 は、ターゲットで散乱されて戻ってきたエコー電波を受信する。

[0053] (ステップ S3) 遅延回路 12 は、発振部 11 から入力されたパルス電波をパルス時間の 0 倍を含む整数倍の時間を遅らせる。続けて、逆相関部 15 は、遅延回路 12 から入力されたパルス電波とサーキュレータ部 13 から入力された電波に対して周波数領域で逆相関を行う。

[0054] (ステップ S4) 指数関数フィッティング部 161 は、逆相関処理で得ら

れる信号をプロニー法によりフィッティングする。

[0055] (ステップS5) 指数関数抽出部162は、フィッティングにより得られた指数関数のうち、引数の実数部の絶対値が所定値以下の指数関数を抽出する。

[0056] (ステップS6) 指数関数情報取得部163は、抽出された指数関数から振幅の値、引数の虚数部の値を取得する。

[0057] (ステップS7) ターゲット情報取得部164は、取得された指数関数情報から、ターゲットの相対振幅の値、及び距離の値を取得する。

[0058] なお、上述した例では電波を送受信する例を説明したが、これに限らない。距離計測装置が送受信する対象は電波に限らず、光、音波等であってもよい。このように、光や音波を用いて送受信する装置であっても、パルス圧縮を行う装置に、本実施形態の手法を適用することができる。すなわち、「周波数変調したパルス波」は、電波、光および音波等によるものである。

[0059] <評価>

次に、本実施形態の手法の効果を確認するために行った数値シミュレーション結果例を説明する。

シミュレーション条件は、キャリア周波数が76 [GHz]で、1 [μ秒]の間に周波数が直線的に500 [MHz]増加するように変調させた電波をパルス圧縮レーダから送信する。そして、シミュレーションでは、レーダから20.0 [m]と20.2 [m]の距離に存在しているレーダ散乱断面積が等しい2つのターゲットから散乱され、レーダに戻ってくるエコー電波を信号対雑音比が20 [dB]の環境で取得した際に得られるターゲット情報を検討した。

[0060] 中間周波数信号を引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニー法によりフィッティングして得られた指数関数の内、引数の実数部の絶対値が0.003以下となる指数関数を抽出し、指数関数の振幅値からターゲットの相対振幅を取得し、指数関数の引数の虚数部からターゲットの距離を取得した結果を図4に示す。図4は、シミュレーションによって得られたターゲ

ット情報の内、相対振幅が上位5までの情報を示した図である。

[0061] シミュレーションで得られたターゲット情報の内、距離が10～30[m]までのターゲット情報を図示した結果を図5に示す。図5は、本実施形態におけるシミュレーションによって得られた距離と相対強度の関係を示す図である。図5において、横軸は距離[m]であり、縦軸は相対強度[dB]である。

[0062] 図4より、相対振幅が上位2までと上位3以下とでは、相対振幅が20[dB]以上異なることより、上位2までがターゲットの情報で、上位3以下は雑音による情報であることが分かる。従って、ターゲットは2つ存在していることが分かる。2つのターゲット情報の内の距離は、実際の距離との誤差が4[cm]、9[cm]と非常に小さい。また、2つのターゲットの相対振幅の差は0.48[dB]と非常に小さい。

[0063] シミュレーションで使用した周波数変化幅は500[MHz]であるので、従来の手法で得られる距離計測の精度、分解能は30[cm]である。これに対して、本実施形態によれば、図4、図5のように30[cm]以下に接近している2つのターゲットを識別することができている。また、得られた2つのターゲットの距離の誤差は最大で9[cm]であり、従来の手法の距離計測精度の3分の1未満である。これらより、本実施形態により、パルス圧縮レーダシステムの周波数変化幅から定まる値に制限されることなく、ターゲットの数、距離、及び相対振幅を求められる。

[0064] ここで、比較例を説明する。図6は、従来の手法によりシミュレーションを行った結果を示す図である。図6において、横軸は距離[m]であり、縦軸は相対強度[dB]である。なお、シミュレーション条件は、本実施形態の手法の効果を確認するために行った数値シミュレーションと同じである。図6のように、従来の手法では、ターゲットは20.0[m]付近に存在することが分かるのみで、ターゲットが2つあることを認識することができない。

[0065] 以上のように、本実施形態では、エコー電波と送信電波を周波数領域で逆

相関して得られる信号を引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニ一法によりフィッティングし、フィッティングにより得られた指数関数の引数の実数部の絶対値が所定値以下の指数関数を抽出する。そして、本実施形態では、抽出された指数関数から振幅の値、引数の虚数部の値を取得し、取得された指数関数情報から、ターゲットの相対振幅の値、及び距離の値を取得するようにした。

[0066] これにより、本実施形態によれば、計測精度、分解能を送信電波の周波数変化幅から決まる値より向上できる。

[0067] なお、本発明における距離計測装置1の機能の全てまたは一部を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより距離計測装置1が行う処理の全てまたは一部を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータシステム」は、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）を備えたWWWシステムも含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（RAM）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

[0068] また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体の

ことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

[0069] 以上、本発明を実施するための形態について実施形態を用いて説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形および置換を加えることができる。

符号の説明

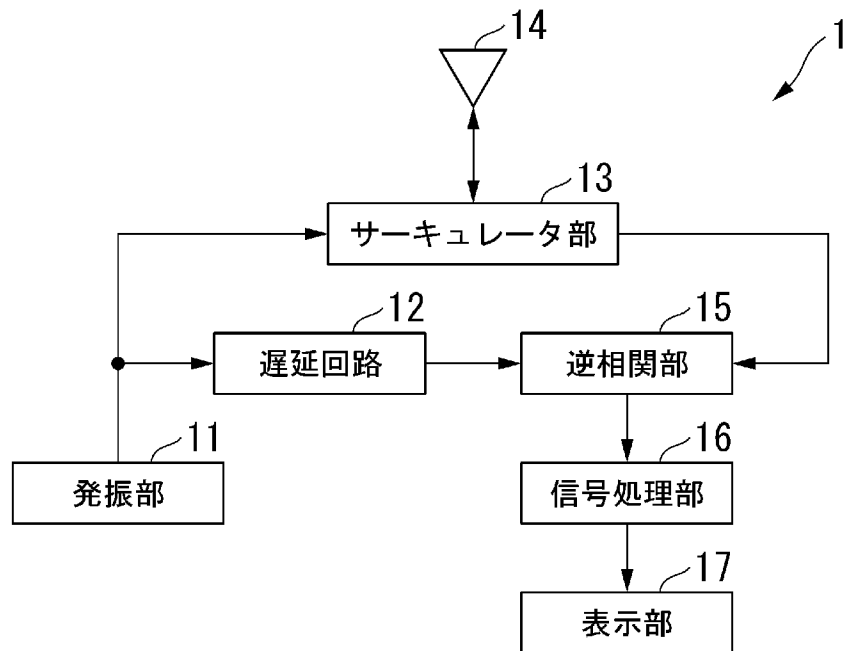
[0070] 1…距離計測装置、11…発振部、12…遅延回路、13…サーキュレータ部、14…アンテナ、15…逆相関部、16…信号処理部、17…表示部、161…指数関数フィッティング部、162…指数関数抽出部、163…指数関数情報取得部、164…ターゲット情報取得部

請求の範囲

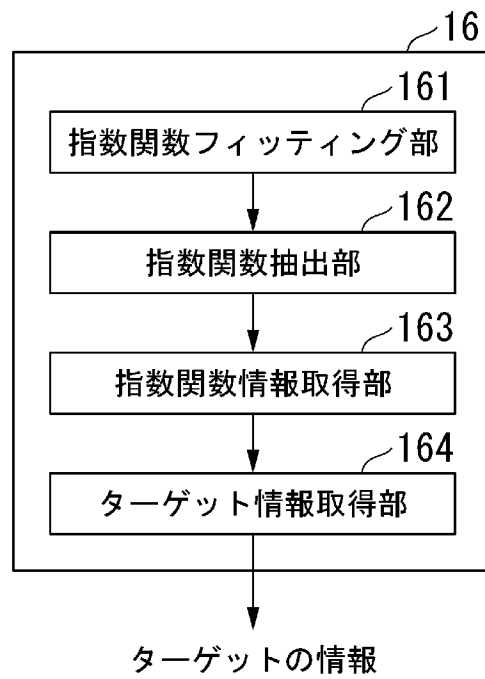
- [請求項1] 周波数変調したパルス波をターゲットに向けて送信し、前記ターゲットで反射されて戻って来たエコー波を送信した前記パルス波と周波数領域で逆相関して得られる信号を、引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニー法によりフィッティングする信号処理部、
を備える距離計測装置。
- [請求項2] 前記信号処理部は、前記フィッティングにより得られた指数関数のうち、前記実数部の絶対値が所定値以下の指数関数を抽出する、
請求項1に記載の距離計測装置。
- [請求項3] 前記信号処理部は、前記抽出した指数関数から振幅の値、及び前記虚数部の値を取得する、
請求項2に記載の距離計測装置。
- [請求項4] 前記信号処理部は、前記取得した振幅の値、及び前記虚数部の値を含む指数関数情報から、前記ターゲットの相対振幅の値、及び距離の値を取得する、
請求項3に記載の距離計測装置。
- [請求項5] 前記取得した相対振幅の値、及び距離の値を含むターゲット情報を表示する表示部を更に備える、
請求項4に記載の距離計測装置。
- [請求項6] コンピュータが、
周波数変調したパルス波をターゲットに向けて送信し、
前記ターゲットで反射されて戻って来たエコー波を送信した前記パルス波と周波数領域で逆相関して得られる信号を、引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニー法によりフィッティングする、
距離計測方法。
- [請求項7] コンピュータに、
周波数変調したパルス波をターゲットに向けて送信させ、
前記ターゲットで反射されて戻って来たエコー波を送信した前記パ

ルス波と周波数領域で逆相関して得られる信号を、引数に実数部と虚数部とを有する指数関数でプロニー法によりフィッティングさせる、プログラム。

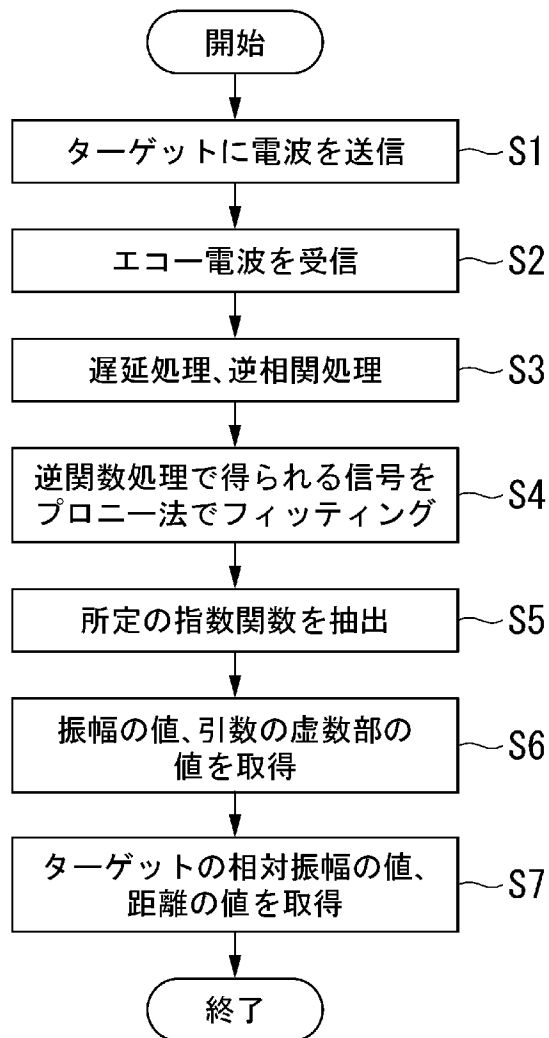
[図1]



[図2]



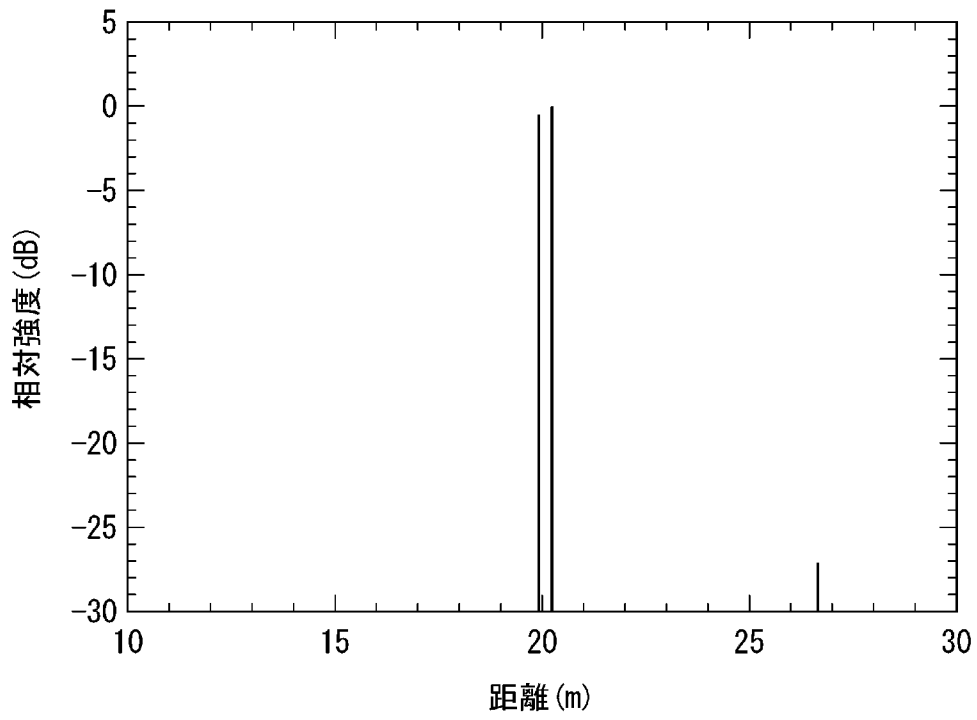
[図3]



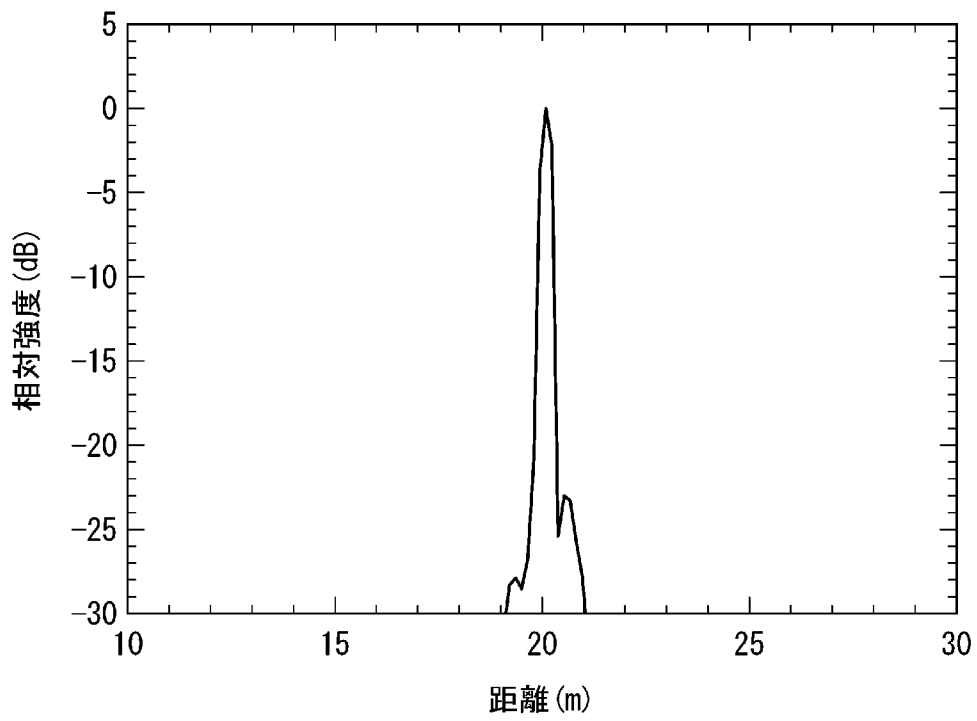
[図4]

順位	相対強度 [dB]	距離 [m]
1	0.00	20.24
2	-0.48	19.91
3	-20.15	61.20
4	-21.51	35.65
5	-22.87	128.36

[圖5]



[圖6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/041049

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 13/28</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/292</i> (2006.01)i FI: G01S13/28 200; G01S7/292 200		
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) G01S7/00-17/95		
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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
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.
Y	JP 2019-168255 A (TOSHIBA CORPORATION) 03 October 2019 (2019-10-03) paragraphs [0014]-[0059], fig. 1-4	1-7
Y	WO 2018/174172 A1 (JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY) 27 September 2018 (2018-09-27) paragraphs [0026]-[0065], fig. 1-9	1-7
A	JP 2019-101004 A (JINRIKI, Masanori) 24 June 2019 (2019-06-24) paragraphs [0012]-[0016]	1-7
A	WO 2019/211923 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 07 November 2019 (2019-11-07) paragraphs [0024]-[0106], fig. 1A-19	1-7
A	JP 04-072588 A (YUUSEISHIYOU TSUUSHIN SOUGOU KENKIYUUSHIYOCHIYOU) 06 March 1992 (1992-03-06) entire text, all drawings	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 13 December 2021		Date of mailing of the international search report 28 December 2021
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2021/041049

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-168255 A	03 October 2019	(Family: none)	
WO 2018/174172 A1	27 September 2018	US 2020/0379082 A1 paragraphs [0034]-[0084], fig. 1-9 GB 2575751 A	
JP 2019-101004 A	24 June 2019	(Family: none)	
WO 2019/211923 A1	07 November 2019	JP 2021-515212 A paragraphs [0024]-[0106], fig. 1A-19 US 2019/0339359 A1 CN 112105954 A	
JP 04-072588 A	06 March 1992	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 13/28(2006.01)i; G01S 7/292(2006.01)i FI: G01S13/28 200; G01S7/292 200		
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）） G01S7/00-17/95 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
Y	JP 2019-168255 A (株式会社東芝) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 段落0014-0059, 図1-4	1-7
Y	WO 2018/174172 A1 (国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構) 27.09.2018 (2018 - 09 - 27) 段落0026-0065, 図1-9	1-7
A	JP 2019-101004 A (神力 正宣) 24.06.2019 (2019 - 06 - 24) 段落0012-0016	1-7
A	WO 2019/211923 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 07.11.2019 (2019 - 11 - 07) 段落0024-0106, 図1A-19	1-7
A	JP 04-072588 A (郵政省通信総合研究所長) 06.03.1992 (1992 - 03 - 06) 全文, 全図	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	“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 “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 “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	13.12.2021	国際調査報告の発送日 28.12.2021
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） 山下 雅人 2S 9303 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/JP2021/041049

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-168255 A	03.10.2019	(ファミリーなし)	
WO 2018/174172 A1	27.09.2018	US 2020/0379082 A1 段落0034-0084, 図1-9 GB 2575751 A	
JP 2019-101004 A	24.06.2019	(ファミリーなし)	
WO 2019/211923 A1	07.11.2019	JP 2021-515212 A 段落0024-0106, 図1A-19 US 2019/0339359 A1 CN 112105954 A	
JP 04-072588 A	06.03.1992	(ファミリーなし)	