

(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
2014年3月27日(27.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/045927 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/282 (2006.01) *G01S 13/28* (2006.01)
G01S 7/40 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/074308
- (22) 国際出願日: 2013年9月10日(10.09.2013)
- (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 2012-206031 2012年9月19日(19.09.2012) JP
- (71) 出願人: 古野電気株式会社 (FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 浅田 泰暢(ASADA, Yasunobu); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 清水 昭典(SHIMIZU, Akinori); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 後藤 英公(GO-TOH, Eikoh); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP).

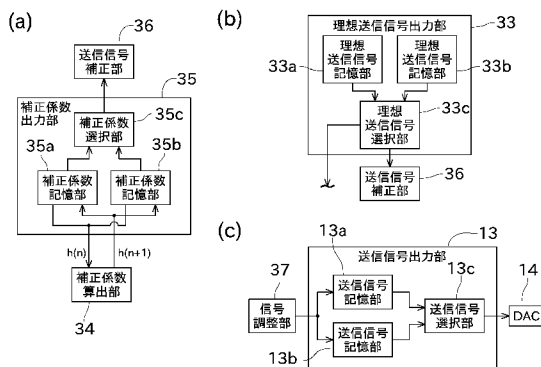
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: PULSE COMPRESSION RADAR

(54) 発明の名称: パルス圧縮レーダ



13 Transmission signal output unit
13a, 13b Transmission signal storage unit
13c Transmission signal selection unit
14 DAC
33 Ideal transmission signal output unit
33a, 33b Ideal transmission signal storage unit
33c Ideal transmission signal selection unit
34 Correction coefficient calculation unit
35 Correction coefficient output unit
35a, 35b Correction coefficient storage unit
35c Correction coefficient selection unit
36 Transmission signal correction unit
37 Signal adjustment unit

(57) Abstract: [Problem] To provide a pulse compression radar capable of transmitting multiple types of transmission signals, wherein it is possible to transmit transmission signals in which distortions are appropriately removed even when the transmission signals were just switched. [Solution] A radar device (pulse compression radar) calculates a correction coefficient on the basis of a transmission signal before distortions occurred and a transmission signal (return signal) outputted from a power amplifier. The radar device is provided with a correction coefficient output unit (35) which stores the correction coefficients of multiple types of transmission signals and which outputs a correction coefficient corresponding to the transmission signal transmitted by an antenna. The correction coefficient outputted from the correction coefficient output unit (35) is outputted to a transmission signal correction unit (36). The transmission signal correction unit (36) corrects the transmission signal outputted from an ideal transmission signal output unit (33) by using the aforementioned correction coefficient by taking into consideration the distortions that occur during the amplification of the power amplifier.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/045927 A1



【課題】複数種類の送信信号を送信可能なパルス圧縮レーダにおいて、送信信号の切替直後であっても歪みが適切に除去された送信信号を送信可能な構成を提供する。【解決手段】レーダ装置（パルス圧縮レーダ）は、歪みが生じる前の送信信号と、パワーアンプが出力する送信信号（帰還信号）と、に基づいて、補正係数を算出する。レーダ装置は、複数種類の送信信号の補正係数を記憶し、アンテナが送信する送信信号に対応する補正係数を出力する補正係数出力部 35 を備える。補正係数出力部 35 が出力する補正係数は、送信信号補正部 36 に出力される。送信信号補正部 36 は、この補正係数を用いて、パワーアンプの増幅時に生じる歪みを考慮して、理想送信信号出力部 33 が出力した送信信号を補正する。

明 細 書

発明の名称：パルス圧縮レーダ

技術分野

[0001] 本発明は、プリディストーション処理を行うパルス圧縮レーダに関する。

背景技術

[0002] 従来から、所定の幅のパルスを送信し、受信時にパルス幅を圧縮する処理を行うパルス圧縮レーダが知られている。パルス圧縮レーダでは、増幅部（パワーアンプ等）によって増幅された信号を送信することがあるが、信号を増幅した場合、非線形の歪みが生じることがある。この非線形の歪みを補正する方法として、プリディストーション処理が知られている。

[0003] プリディストーション処理では、外部に送信される信号の一部を帰還させて非線形の歪みを取得し、この歪みを考慮して補正を行う。具体的には、この歪みに基づいて補正用データを求め、当該補正用データによって、送信信号が増幅部による増幅後に理想的な波形になるように、増幅前の送信信号を予め補正する。この処理を繰り返すことにより、補正用データは収束し、送信信号の歪みを効果的に除去することができる。

[0004] 特許文献1から3までは、この種のプリディストーション処理を行う送信装置を開示する。特許文献1では、補正用データを素早く収束させるために、補正用データを算出する際の係数を段階的に変化させる構成を開示する。特許文献2は、補正用データを素早く収束させるために、補正用データの初期値を設定する構成を開示する。特許文献3は、取得した歪みに基づいて効果的な補正用データを算出するための構成を開示する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平6－310946号公報

特許文献2：特開平6－310947号公報

特許文献3：特開2002－223171号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、レーダ装置においても、上記のプリディストーション処理は行われることがある。レーダ装置は、複数種類の送信信号を必要に応じて切り替えて送信する場合がある。例えば、近距離用にパルス幅の短い送信信号を用い、遠距離用にパルス幅の長い送信信号を用いる構成や、レーダ装置間の干渉を防止するために送信周波数を変える構成等が知られている。

[0007] この種のレーダ装置においてプリディストーション処理を行う場合、送信信号に応じて適切な補正用データは異なるため、送信信号を切り替えて直後は適切に歪みを補正できない。この点、特許文献1から3まではあくまで1種類の送信信号を送信する構成においてプリディストーション処理を行うことを前提としている。従って、これらの特許文献からは上記の課題を解決することができない。

[0008] なお、特許文献2の構成は、送信信号を補正する旨の記載もなく、送信側の回路は、送信信号ではなく較正用の信号を受信側の回路へ送信する構成である。従って、特許文献2のレーダ装置は、プリディストーション方式とは大きく異なる方式を採用している。従って、特許文献2には、当然プリディストーション用の回路又はそれに類似する回路も記載されていない。つまり、特許文献2は、上記の課題に対し、解決及びその示唆を与えるものではない。

[0009] 本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、複数種類の送信信号を送信可能なパルス圧縮レーダにおいて、送信信号の切替直後であっても歪みが適切に除去された送信信号を送信可能な構成を提供することにある。

課題を解決するための手段及び効果

[0010] 本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

[0011] 本発明の観点によれば、以下の構成のパルス圧縮レーダが提供される。即

ち、このパルス圧縮レーダは、理想送信信号出力部と、送信信号増幅部と、アンテナと、信号帰還回路と、補正用データ算出部と、補正用データ出力部と、送信信号補正部と、を備える。前記理想送信信号出力部は、歪みが生じる前の送信信号（理想的な波形の送信信号）を出力する。前記送信信号増幅部は、入力された送信信号を増幅して出力する。前記アンテナは、前記送信信号増幅部が出力した送信信号を外部に送信するとともに、当該送信信号の反射信号を受信信号として受信する。前記信号帰還回路は、前記送信信号増幅部が出力した送信信号を帰還信号として帰還させる。前記補正用データ算出部は、前記帰還信号と、前記理想送信信号出力部が出力した送信信号と、に基づいて、増幅により生じる歪みを打ち消すための補正用データを求める。前記補正用データ出力部は、複数種類の送信信号についての前記補正用データを記憶し、当該補正用データから、前記アンテナが送信する送信信号に対応する前記補正用データを出力する。前記送信信号補正部は、前記補正用データ出力部が選択した前記補正用データに基づいて、前記理想送信信号出力部が出力した送信信号を補正するを補正する。

[0012] これにより、パルス圧縮レーダは、複数種類の補正用データを記憶可能であるため、例えば送信する送信信号を切り替えたときに、当該送信信号を以前に送信した時の補正用データを利用できる。従って、補正用データを求め直さなくて良いため、送信信号を切り替えた直後から歪みの少ない送信信号を送信することができる。

[0013] 前記のパルス圧縮レーダにおいては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、このパルス圧縮レーダは、前記アンテナが受信した受信信号に基づいて物標に関する情報を求める信号処理部を備える。そして、前記アンテナが受信した受信信号を前記信号処理部へ伝達する回路と、前記帰還信号を前記補正用データ算出部まで伝達する回路と、の少なくとも一部同士が共通である。

[0014] これにより、2つの回路の少なくとも一部同士を共通にすることができるので、回路構成を単純にすることができるとともに、信号の変換等を行う機

器（ミキサ等）の個数を減らしてコストを低減させることができる。

[0015] 前記のパルス圧縮レーダにおいては、前記送信信号補正部により補正された送信信号を複数種類記憶し、これらの送信信号から選択した送信信号を前記送信信号増幅部へ出力する送信信号出力部を備えることが好ましい。

[0016] これにより、送信信号を切り替えた場合において、補正用データを用いて送信信号を補正することなく補正後の送信信号を送信できる。従って、一層素早く歪みの無い送信信号を送信することができる。

[0017] 前記のパルス圧縮レーダにおいては、前記理想送信信号出力部は、歪みが生じる前の送信信号を複数種類記憶することが好ましい。

[0018] これにより、予め複数種類の送信信号について歪みが生じる前の送信信号を記憶しておくことで、送信信号を切り替える度に理想送信信号を求めなくて良い。従って、処理量を軽減するとともに、送信信号の切替の直後から、補正用データの更新を行うことができる。

[0019] 前記のパルス圧縮レーダにおいては、前記アンテナは、複数種類の送信信号を切り替えながら送信することが好ましい。

[0020] これにより、送信信号の切替直後であっても歪みを低減できるという上記の効果を一層有効に発揮させることができる。

[0021] 前記のパルス圧縮レーダにおいては、前記帰還信号を記憶するとともに、前記補正用データ算出部が前記補正用データを求めるまでは記憶中の前記帰還信号を記憶し続ける帰還信号記憶部を備えることが好ましい。

[0022] これにより、補正用データの算出が完了する前に新たな帰還信号が出力されてきた場合であっても、帰還信号記憶部は現在の帰還信号を記憶し続けるため、補正用データの算出を適切に継続することができる。

[0023] 前記のパルス圧縮レーダにおいては、前記補正用データ算出部は、前記理想送信信号出力部が出力した送信信号と、前記帰還信号と、を比較し、当該比較結果に基づいて、前記補正用データを再計算するか否かを決定することが好ましい。

[0024] これにより、例えば送信信号の歪みが大きい場合は補正用データを新たに

算出して更新するとともに、送信信号の歪みが小さい場合は以前に求めた補正用データを利用する等の制御が可能となる。従って、補正用データ算出部の負荷を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の一実施形態に係るレーダ装置のブロック図。

[図2]補正係数出力部及び送信信号出力部の詳細な構成を示すブロック図。

[図3]送信トリガ、送信信号、及びスイッチのタイミングチャート。

[図4]プリディストーション処理によって送信信号の歪みが解消したことを示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0026] 次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は、レーダ装置1のブロック図である。

[0027] 本実施形態のレーダ装置1は、船舶に搭載されるタイプのパルス圧縮レーダであり、外部に送信信号を送信するとともに、その反射信号（受信信号）を解析することで、物標の位置や速度を検出することができる。

[0028] 図3に示すようにレーダ装置1は、パルス幅の短い送信信号（短パルス信号）と、パルス幅の長い送信信号（長パルス信号）と、を交互に送信する。長パルス信号は、受信時にパルス幅を圧縮することで、遠方の物標を明確に検出することができる。しかし、長パルス信号は、信号を送信している途中で反射信号がレーダ装置1に到達するため、近距離の物標を探知できない。そのため、レーダ装置1は、この近距離の物標を探知するために、短パルス信号を送信する。また、レーダ装置1は、この2種類の送信信号について、上述のプリディストーション処理を行う構成である。以下、レーダ装置1の詳細な構成について説明する。

[0029] レーダ装置1は、プリディストーション処理（詳細な処理方法は後述）を行った送信信号を送信信号出力部13に記憶する。そして、送信信号の送信タイミングを定めるトリガパルス（送信トリガ）が生成されると、送信信号出力部13は、送信信号を出力する（図3を参照）。この送信信号は、図1

に示すように、DAC 14、ミキサ 15、パワーアンプ（送信信号増幅部）16、サーキュレータ 11を経由して、アンテナ 10から外部へ送信される。

[0030] DAC 14は、送信信号出力部 13が出力する送信信号を、デジタル信号からアナログ信号に変換し、変換後の送信信号をミキサ 15へ出力する。

[0031] ミキサ 15は、この送信信号を、局部発振器 12が出力する局部発振器信号（局発信号）と混合する。これにより、送信信号の周波数を送信周波数まで引き上げることができる。ミキサ 15は、周波数が引き上げられた送信信号をパワーアンプ 16へ出力する。

[0032] パワーアンプ 16は、この送信信号を増幅し、サーキュレータ 11を介して、アンテナ 10から外部へ送信する。なお、パワーアンプ 16によって送信信号が増幅されることで、送信信号に非線形の歪みが生じ得る。しかし、本実施形態ではこの歪みを考慮して補正された（プリディストーション処理が行われた）送信信号がパワーアンプ 16へ入力されているため、非線形の歪みの無い（少ない）電波が送信信号として送信される。

[0033] なお、パワーアンプ 16が出力する送信信号は、信号帰還回路 42を介して、スイッチ 23にも出力される。スイッチ 23へ出力された送信信号（帰還信号）は、プリディストーション処理を行うために利用される。

[0034] アンテナ 10は、上記のように送信信号を送信し、この送信信号が物標（エコー源）に反射して戻ってきた反射信号を受信信号として受信するように構成されている。また、アンテナ 10は、所定の回転速度で水平面内を回転しながら、電波の送受信を繰り返し行うように構成されている。以上の構成で、自船を中心として水平面内を360°にわたってスキャンし、周囲の物標の様子を取得することができる。

[0035] サーキュレータ 11は、パワーアンプ 16からの高エネルギーの送信信号が受信側の回路に入力されないように、かつ、受信信号が受信側の回路に適切に入力されるように、信号の経路を適宜切り替えることができる。

[0036] 次に、アンテナ 10が受信した受信信号を処理する構成について説明する

。受信信号は、サーキュレータ 11 を通過した後に、リミッタ 21、LNA (Low Noise Amplifier) 22、スイッチ 23、ミキサ 24、ADC 25 を通過する。そして、レーダ映像作成部 (信号処理部) 26 によってレーダ映像が作成され、このレーダ映像が表示部 27 に表示される。なお、以下の説明では、この受信信号が通る経路を受信回路 41 と称することがある。以下、それぞれの機器について説明する。

[0037] リミッタ 21 は、過大な信号レベルの信号が後段の機器に流れ込むことを防止する。リミッタ 21 は、例えば信号レベルが所定以上の信号を抑圧する。

[0038] LNA 22 は、受信信号の信号レベルを増幅する処理を行う。この LNA 22 を経由することで、微弱な受信信号の信号レベルを後段の処理が行える程度まで増幅することができる。

[0039] スイッチ 23 には、LNA 22 から出力される受信信号と、パワーアンプ 16 から出力される前記帰還信号と、が入力される。スイッチ 23 は、これらの信号のうち一方を後段のミキサ 24 へ出力する。

[0040] スイッチ 23 の切替タイミングは、図 3 に示すように、レーダ装置 1 の送信信号の送信タイミングに依存している。つまり、レーダ装置 1 は、送信信号を送信する送信期間と、反射信号を受信する受信期間と、を所定のタイミングで切り替えており、送信と受信とを並行して行わない。そして、スイッチ 23 は、レーダ装置 1 が送信期間である場合、帰還信号をミキサ 24 へ出力する。一方、スイッチ 23 は、レーダ装置 1 が受信期間である場合、受信信号をミキサ 24 へ出力する。これにより、帰還信号と受信信号が同じ経路を通る場合であっても、信号同士が混合されることを防止できる。

[0041] ミキサ 24 は、ミキサ 15 と同様に、帰還信号又は受信信号と、局部発振器 12 の局発信号と、を混合することで、帰還信号又は受信信号の周波数を引き下げることができる。ミキサ 24 は、周波数が引き下げられた帰還信号又は受信信号を ADC 25 へ出力する。

[0042] ADC 25 は、帰還信号又は受信信号を、アナログ信号からデジタル信号

へ変換する。ADC 25 は、帰還信号を帰還信号記憶部 31 へ出力し、受信信号をレーダ映像生成部 26 へ出力する。

[0043] レーダ映像生成部 26 は、ADC 25 から入力された受信信号に送信信号等を考慮してパルス圧縮処理を行い、パルス圧縮処理後の信号に基づいて、レーダ映像を作成する。具体的には、レーダ映像生成部 26 は、アンテナ 10 が送信信号を送信したタイミングと、反射信号を受信したタイミングと、の時間差に基づいて物標までの距離を求める。また、レーダ映像生成部 26 は、アンテナ 10 の回転位相（向き）に基づいて当該物標の方向を取得する。以上のようにして、レーダ映像生成部 26 は、レーダ映像を生成する。

[0044] 表示部 27 は、液晶ディスプレイ等を備えており、レーダ映像生成部 26 が作成したレーダ映像を表示することができる。

[0045] 次に、プリディストーション処理を行う構成について説明する。

[0046] レーダ装置 1 は、プリディストーション処理を行う構成として、帰還信号記憶部 31 と、信号調整部 32 と、理想送信信号出力部 33 と、補正係数算出部（補正用データ算出部）34 と、補正係数出力部（補正用データ出力部）35 と、送信信号補正部 36 と、信号調整部 37 と、を備えている。

[0047] 帰還信号記憶部 31 には、前述のように、スイッチ 23 が出力した帰還信号が入力される。帰還信号記憶部 31 には、送信信号の送信毎に帰還信号が入力されるが、補正係数算出部 34 等がプリディストーション処理を行っている間は、帰還信号を更新しないものとする。これにより、ある帰還信号を用いたプリディストーション処理が完了する前に次の帰還信号が帰還信号記憶部 31 に入力された場合であっても、利用中の帰還信号による補正処理を継続して行うことができる。

[0048] 信号調整部 32 は、補正係数算出部 34 等によるプリディストーション処理を適切に行うために、帰還信号を調整する。信号調整部 32 は、例えば、比較を行うために振幅や位相を調整する処理等を行う。信号調整部 32 による信号調整後の帰還信号は、補正係数算出部 34 へ出力される。

[0049] 理想送信信号出力部 33 は、図 2（b）に示すように、理想送信信号記憶

部 3 3 a, 3 3 b と、理想送信信号選択部 3 3 c と、を備えている。理想送信信号記憶部 3 3 a は、短パルス信号について、歪みが生じる前の送信信号（理想的な波形の信号、理想信号、リファレンス信号）を記憶している。理想送信信号記憶部 3 3 b は、長パルス信号の理想信号を記憶している。理想送信信号選択部 3 3 c は、この 2 つの理想信号のうち何れか一方を選択し、補正係数算出部 3 4 へ出力する。

[0050] 補正係数算出部 3 4 には、この理想信号と、信号調整後の帰還信号と、が入力される。補正係数算出部 3 4 は、両信号に基づいて、プリディストーション処理に必要な補正係数を算出する。補正係数とは、帰還信号と理想信号との差を定量的に示す係数である。本実施形態において補正係数算出部 3 4 は、以下の式（1）の演算を行うことにより、補正係数 $h(n)$ を算出する。

[数1]

$$h_n = h_{n-1} + \mu h_{n-1} (x - y) \bar{y} \quad (1)$$

[0051] ここで、 x は理想信号であり、 y は帰還信号であり、 μ はステップサイズである。ステップサイズは、応答性（追従性）を定める係数である。また、現在の補正係数 $h(n)$ は、直前に求めた補正係数 $h(n-1)$ に基づいて求められる。つまり、補正係数算出部 3 4 は、過去の状況と現在の状況とを加味して、補正係数を刻々と更新していく。

[0052] ここで、過去の状況をどれだけ加味するかは、 μ （ステップサイズ）によって決定される。ステップサイズが大きいと現在の状況を重視するため、理想信号と帰還信号との差を素早く補正することができるが、補正係数が発散してしまうことがある。一方、ステップサイズが小さいと補正係数が発散する可能性は低い、理想信号と帰還信号との差を素早く補正することができない。ステップサイズは、以上のことを考慮して定められる。

[0053] 補正係数出力部 3 5 は、複数種類の信号の補正係数を記憶している。具体的には、補正係数出力部 3 5 は、図 2（a）に示すように、補正係数記憶部

35 a, 35 b と、補正係数選択部 35 c と、を備えている。

[0054] 補正係数記憶部 35 a は、短パルス信号の補正係数を記憶している。従って、補正係数算出部 34 は、帰還信号が短パルス信号である場合は、補正係数記憶部 35 a の記憶する補正係数を用いて、新たな補正係数を算出する。そして、補正係数算出部 34 は、新たに求めた補正係数を補正係数記憶部 35 a に記憶する（更新する）。

[0055] 補正係数記憶部 35 b は、長パルス信号の補正係数を記憶している。従って、補正係数算出部 34 は、上記と同様に、補正係数記憶部 35 b の記憶する補正係数と帰還信号（長パルス信号）を用いて、新たな補正係数を算出し、補正係数記憶部 35 b に記憶する。

[0056] 補正係数選択部 35 c は、補正係数記憶部 35 a, 35 b のうち一方に記憶された補正係数を読み出し、送信信号補正部 36 へ出力する。例えば、アンテナ 10 が短パルス信号を送信する場合、補正係数記憶部 35 a に記憶された補正係数を読み出し、送信信号補正部 36 へ出力する。

[0057] 送信信号補正部 36 は、この補正係数を用いて、短パルス信号の理想信号（理想送信信号記憶部 33 a に記憶される信号）に予め所定の歪みを加えて送信信号を生成する。送信信号補正部 36 によって生成された送信信号は、信号調整部 37 に出力される。

[0058] 信号調整部 37 は、後段の DAC 14 に合わせて送信信号のレートを調整したり、振幅を調整したりする。信号調整部 37 が調整した送信信号は送信信号出力部 13 へ出力される。

[0059] 送信信号出力部 13 は、図 2 (c) に示すように、送信信号記憶部 13 a, 13 b と、送信信号選択部 13 c と、を備えている。信号調整部 37 から出力された信号が短パルス信号であった場合、当該短パルス信号は、送信信号記憶部 13 a に記憶される。一方、信号調整部 37 から出力された信号が長パルス信号であった場合、当該長パルス信号は、送信信号記憶部 13 b に記憶される。送信信号選択部 13 c は、前述のように送信トリガが示すタイミングに応じて、短パルス信号又は長パルス信号を選択して DAC 14 へ出

力する。この送信信号は、パワーアンプ 16 によって増幅された後に外部へ送信される。

[0060] ここで、パワーアンプ 16 に入力される送信信号は、送信信号補正部 36 によってプリディストーション処理が行われている（予め歪められている）。従って、パワーアンプ 16 により歪みが発生することで、歪み同士が打ち消し合い、送信信号の波形が理想信号に近似する。

[0061] レーダ装置 1 は、以上のようにして、プリディストーション処理を行う。また、補正係数算出部 34 等は、新たに帰還信号が入力されると、当該帰還信号に基づいて補正係数を求め直す。送信信号補正部 36 は、この新たな補正係数によって送信信号を補正する。このように、プリディストーション処理が繰り返されることで、送信信号に含まれる歪みをより高精度に除去できる。

[0062] 従来のように 1 種類しか補正係数を記憶しない構成では、送信信号の切替直後に再び補正係数を算出する必要がある。従って、送信毎に送信信号を切り替えるレーダ装置では送信信号の歪みを除去することが困難であった。この点、本実施形態のレーダ装置 1 は、短パルス信号の補正係数と、長パルス信号の補正係数と、の両方を同時に記憶することができる。従って、両方の送信信号について並行して補正係数を更新し続けることができるので、送信毎に送信信号を切り替える構成であっても、送信信号の歪みを除去することができる。

[0063] 図 4 には、プリディストーション処理によって送信信号の歪みが解消したことを示すデータが概略的に示されている。図 4（a）は、プリディストーション処理を行っていない送信信号をパルス圧縮した信号と、理想信号をパルス圧縮した信号と、を比較する図である。図 4（b）は、プリディストーション処理を十分な回数行った送信信号をパルス圧縮した信号と、理想信号をパルス圧縮した信号と、を比較する図である。図 4（a）の送信信号をパルス圧縮した信号には、歪みの影響による指向性の劣化が発生している。これに対し、図 4（b）の送信信号をパルス圧縮した信号にはこのような劣化

が殆ど見当たらない。つまり、本実施形態の処理により、送信信号の歪みを除去することができる。

[0064] 次に、信号帰還回路 4 2 を備えることによる利点について説明する。

[0065] 信号帰還回路 4 2 がない構成では、プリディストーション用の回路のためのミキサ及び D A C に加え、レーダ映像作成用の回路のためのミキサ及び D A C が必要となる。これに対し、本実施形態では、プリディストーション用の回路と、レーダ映像作成用の回路と、が一部共通する構成である。そのため、両回路でミキサ 1 5 及び D A C 1 4 を共通にすることができる。従って、ミキサ及び D A C の数を減らすことができるので、コストを低減することができる。

[0066] また、信号帰還回路 4 2 がない構成では、局部発振器 1 2 の局発信号を 3 つの機器に送信する必要があるので、回路構成が複雑になる可能性がある。これに対し、本実施形態では、局部発振器 1 2 の局発信号を 2 つの機器に送信するだけで良いので、レーダ装置 1 のスペースを有効に活用して配線を行うことができ、回路構成を簡単することができる。

[0067] 次に、補正係数算出部 3 4 で行われる演算の負荷を軽減するための制御について説明する。補正係数を算出する演算は比較的負荷が大きいため、以下のように制御を行って、必要なときにのみ補正係数が算出される構成にすることができる。以下、具体的に説明する。

[0068] この制御を行う場合、補正係数算出部 3 4 は、補正係数を算出する前に理想信号と帰還信号を比較して両信号が近似しているか否かを判定する。そして、補正係数算出部 3 4 は、両信号が近似していると判定した場合、送信信号の歪みは十分に除去されているものとして、補正係数を算出しない。この場合、送信信号補正部 3 6 は、以前に求めた補正係数を用いてプリディストーション処理を行う。

[0069] 一方、補正係数算出部 3 4 は、両信号が近似していないと判定した場合、送信信号の歪みが十分に除去されていないとして、補正係数を算出する。この場合、送信信号補正部 3 6 は、新たに求めた補正係数を用いてプリディス

トーション処理を行う。

[0070] 以上のような制御を行うことで、補正係数算出部 34 の負荷を軽減できる。なお、信号の比較は、帰還信号が入力される毎に行う必要は必ずしもなく、例えば両信号が近似している場合は、所定回数毎に信号を比較しても良い。

[0071] 以上に説明したように、本実施形態のレーダ装置 1 は、理想送信信号出力部 33 と、パワーアンプ 16 と、アンテナ 10 と、信号帰還回路 42 と、補正係数算出部 34 と、補正係数出力部 35 と、送信信号補正部 36 と、を備える。理想送信信号出力部 33 は、歪みが生じる前の送信信号を出力する。パワーアンプ 16 は、入力された送信信号を増幅して出力する。アンテナ 10 は、パワーアンプ 16 が出力した送信信号を外部に送信するとともに、当該送信信号の反射信号を受信信号として受信する。信号帰還回路 42 は、パワーアンプ 16 が出力した送信信号を帰還信号として帰還させる。補正係数算出部 34 は、帰還信号と、理想送信信号出力部 33 が出力した送信信号と、に基づいて、増幅により生じる歪みを打ち消すための補正係数を求める。補正係数出力部 35 は、複数種類の送信信号についての補正係数を記憶し、当該補正係数から、アンテナが送信する送信信号に対応する補正係数を出力する。送信信号補正部 36 は、補正係数出力部 35 が選択した補正係数に基づいて、パワーアンプ 16 に入力される送信信号を補正する。

[0072] これにより、レーダ装置 1 は、複数種類の補正係数を記憶可能であるため、例えば送信する送信信号を切り替えたときに、当該送信信号を以前に送信した時の補正係数を利用できる。従って、補正係数を求め直さなくて良いため、送信信号を切り替えた直後から歪みの少ない送信信号を送信することができる。

[0073] 以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

[0074] 異なる種類の送信信号の例として、上記実施形態で示したパルス幅の違う送信信号を挙げたが、異なる補正係数が必要であれば異なる送信信号に該当

するものとする。例えば、送信周波数の変化態様（チャープ）が異なる送信信号も異なる種類の送信信号に該当する。

[0075] 上記実施形態では、2種類の送信信号を交互に送信する構成であるが、ユーザの指示や状況に応じて送信信号を切り替える構成であっても良い。また、レーダ装置は、2種類の送信信号を送信する構成に限られず、例えば3種類以上の送信信号を送信する構成であっても良い。この場合、補正係数記憶部は、少なくとも送信信号の種類に応じた個数は設けられることが好ましい。

[0076] 信号増幅部はパワーアンプ16に限られず、送信信号に歪みが生じる可能性があれば、任意の機器を使用することができる。

[0077] 補正用データ算出部（補正係数算出部34）は、プリディストーション処理を行う際に必要な補正用データを算出する構成であれば良く、式（1）以外の方法で補正用データを算出しても良い。また、補正用データ算出部は、「係数」を算出する必要は必ずしもなく、補正に必要な何らかのデータを算出する構成であれば良い。なお、補正係数出力部35の記憶対象も同様に補正係数に限られない。

[0078] 信号処理部（レーダ映像生成部26）は、物標に関する情報を求める構成であれば良く、レーダ映像まで生成せずに物標の位置のみを求める構成であっても良い。

[0079] 図1のブロック図で示した構成は一例であり、本発明の構成を備えていれば、機器の追加、削除、位置の変更等を適宜行うことができる。例えば、ADC25の後段にハイパスフィルタを備える構成であっても良い。また、補正係数算出部34と、補正係数記憶部35a、35bとの間に、補正係数の送受信を中継する機器を設けても良い。同様に、信号調整部37と、送信信号記憶部13a、13bとの間に、送信信号の送信を中継する機器を設けても良い。

[0080] 本発明は、船舶用のレーダ装置に限られず、航空機等の他の移動体に搭載されるレーダ装置に適用することができる。また、移動体に搭載される用途

以外にも、航路監視用のレーダ装置にも適用することができる。

符号の説明

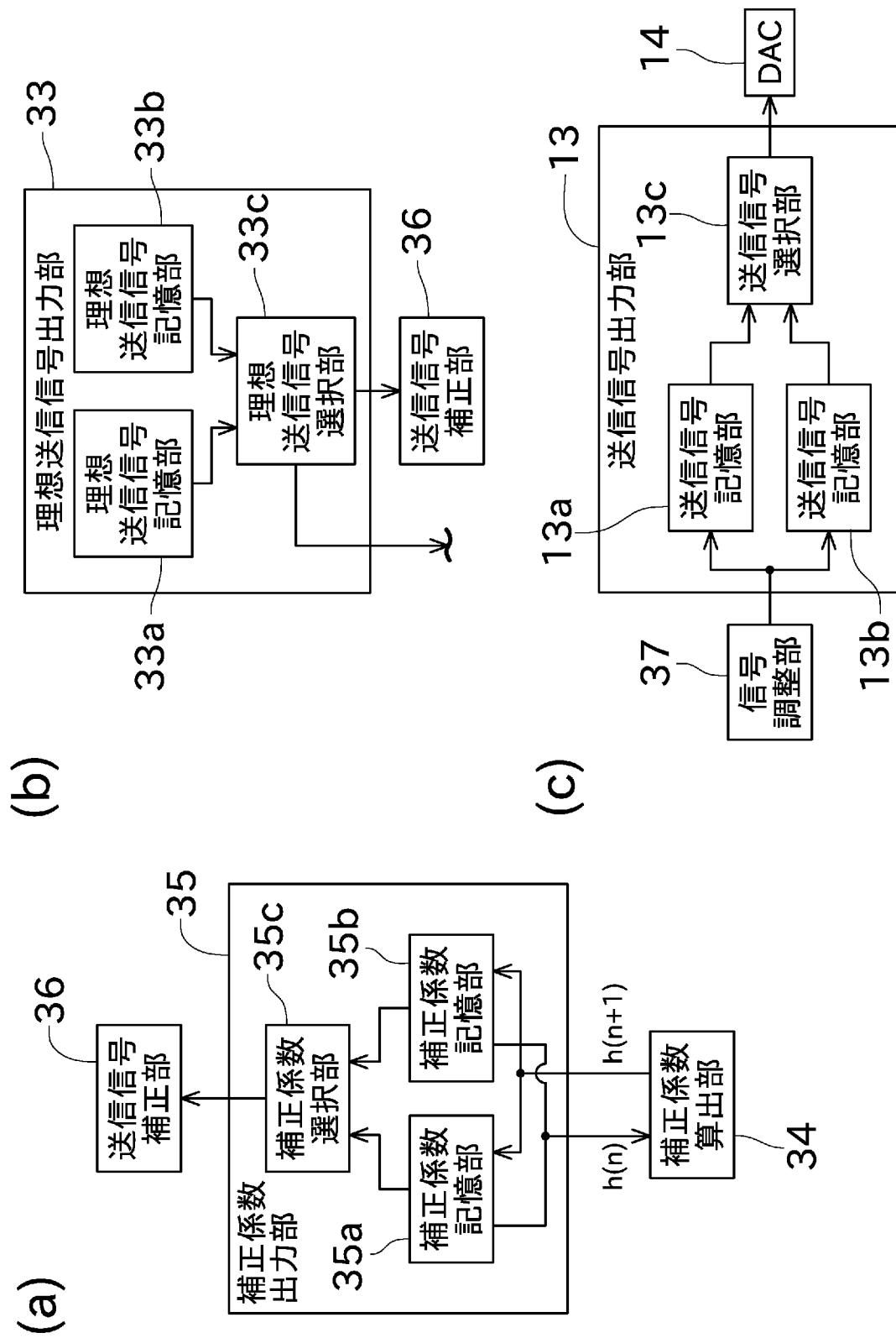
- [0081] 1 レーダ装置（パルス圧縮レーダ）
- 1 3 送信信号出力部
- 1 3 a, 1 3 b 送信信号記憶部
- 1 3 c 送信信号選択部
- 1 6 パワーアンプ（送信信号増幅部）
- 2 1 リミッタ
- 2 2 L N A
- 2 3 スイッチ
- 2 4 ミキサ
- 2 5 A D C
- 3 1 帰還信号記憶部
- 3 3 理想送信信号記憶部
- 3 4 補正係数算出部（補正用データ算出部）
- 3 5 補正係数出力部（補正用データ出力部）
- 3 5 a, 3 5 b 補正係数記憶部
- 3 5 c 補正係数選択部
- 3 6 送信信号補正部
- 4 1 受信回路
- 4 2 信号帰還回路

請求の範囲

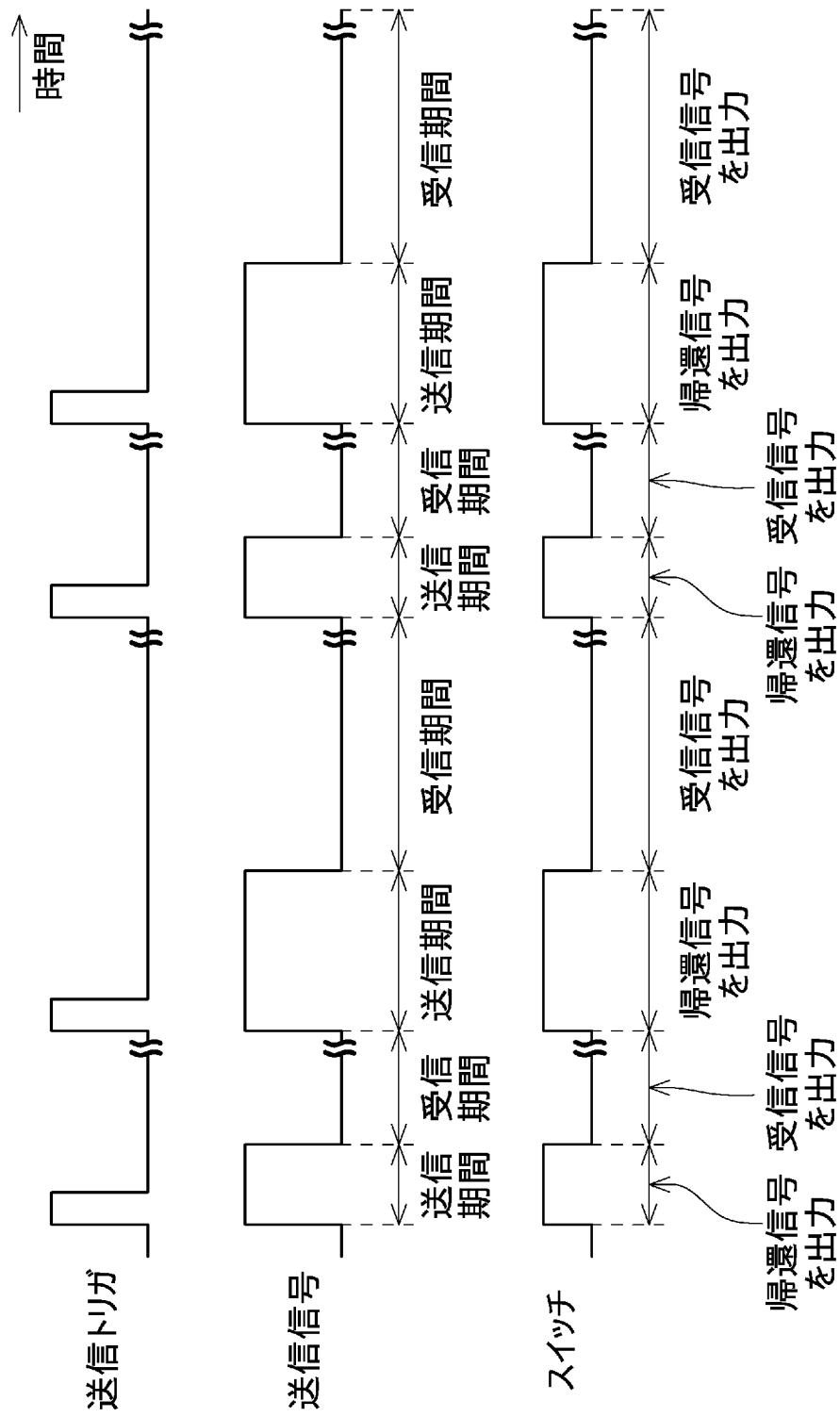
- [請求項1] 歪みが生じる前の送信信号を出力する理想送信信号出力部と、
入力された送信信号を増幅して出力する送信信号増幅部と、
前記送信信号増幅部が出力した送信信号を外部に送信するとともに、
当該送信信号の反射信号を受信信号として受信するアンテナと、
前記送信信号増幅部が出力した送信信号を帰還信号として帰還させる信号帰還回路と、
前記帰還信号と、前記理想送信信号出力部が出力した送信信号と、
に基づいて、増幅により生じる歪みを打ち消すための補正用データを求める補正用データ算出部と、
複数種類の送信信号についての前記補正用データを記憶し、当該補正用データから、前記アンテナが送信する送信信号に対応する前記補正用データを出力する補正用データ出力部と、
前記補正用データ出力部が選択した前記補正用データに基づいて、
前記理想送信信号出力部が出力した送信信号を補正する送信信号補正部と、
を備えることを特徴とするパルス圧縮レーダ。
- [請求項2] 請求項1に記載のパルス圧縮レーダであって、
前記アンテナが受信した受信信号に基づいて物標に関する情報を求める信号処理部を備え、
前記アンテナが受信した受信信号を前記信号処理部へ伝達する回路と、
前記帰還信号を前記補正用データ算出部まで伝達する回路と、の
少なくとも一部同士が共通であることを特徴とするパルス圧縮レーダ。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載のパルス圧縮レーダであって、
前記送信信号補正部により補正された送信信号を複数種類記憶し、
これらの送信信号から選択した送信信号を前記送信信号増幅部へ出力する送信信号出力部を備えることを特徴とするパルス圧縮レーダ。

- [請求項4] 請求項 1 から 3 までの何れか一項に記載のパルス圧縮レーダであって、
 前記理想送信信号出力部は、歪みが生じる前の送信信号を複数種類記憶することを特徴とするパルス圧縮レーダ。
- [請求項5] 請求項 1 から 4 までの何れか一項に記載のパルス圧縮レーダであって、
 前記アンテナは、複数種類の送信信号を切り替えながら送信することを特徴とするパルス圧縮レーダ。
- [請求項6] 請求項 1 から 5 までの何れか一項に記載のパルス圧縮レーダであって、
 前記帰還信号を記憶するとともに、前記補正用データ算出部が前記補正用データを求めるまでは記憶中の前記帰還信号を記憶し続ける帰還信号記憶部を備えることを特徴とするパルス圧縮レーダ。
- [請求項7] 請求項 1 から 6 までの何れか一項に記載のパルス圧縮レーダであって、
 前記補正用データ算出部は、前記理想送信信号出力部が出力した送信信号と、前記帰還信号と、を比較し、当該比較結果に基づいて、前記補正用データを再計算するか否かを決定することを特徴とするパルス圧縮レーダ。

[図2]

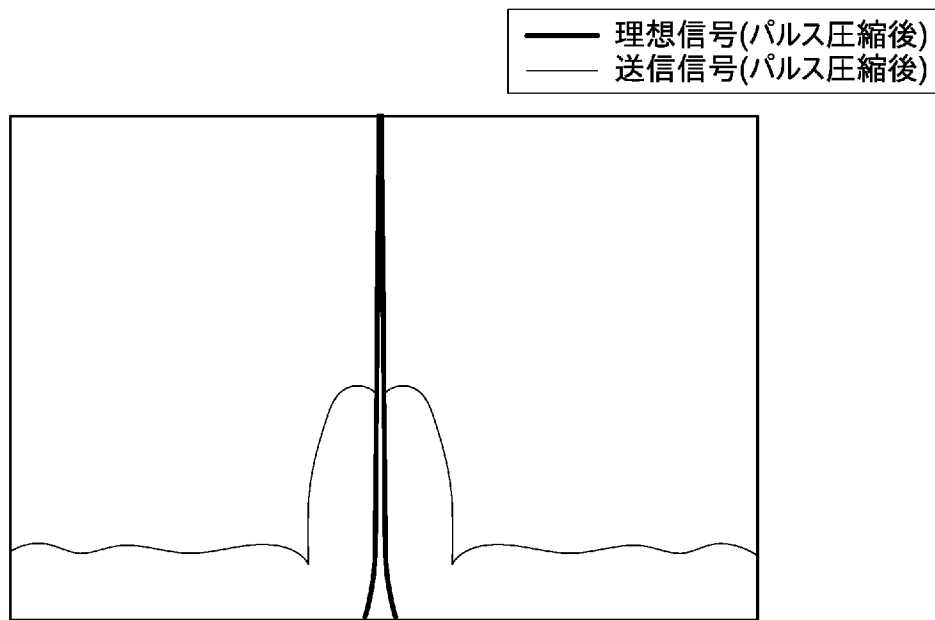


[図3]



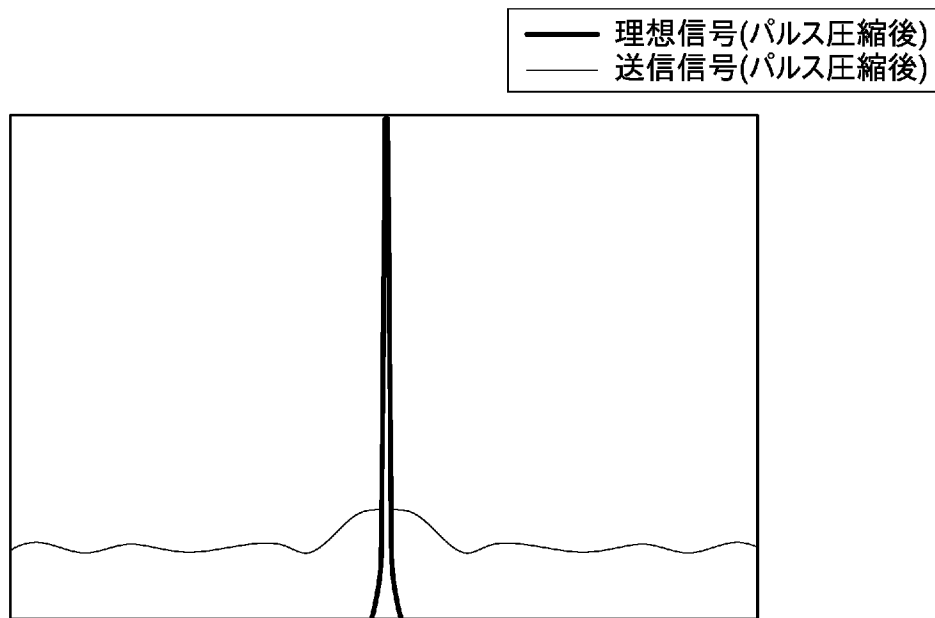
[図4]

(a)



プリディストーション前の送信信号をパルス圧縮した信号と
理想信号をパルス圧縮した信号との比較

(b)



プリディストーション前の送信信号をパルス圧縮した信号と
理想信号をパルス圧縮した信号との比較

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/074308

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S7/282(2006.01)i, G01S7/40(2006.01)i, G01S13/28(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)

G01S7/282, G01S7/40, G01S13/28

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 64-26178 A (Toshiba Corp.), 27 January 1989 (27.01.1989), page 1, right column, line 3 to page 3, lower left column, line 10; page 4, upper left column, lines 9 to 15; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-7
Y	JP 62-159073 A (NEC Corp.), 15 July 1987 (15.07.1987), page 2, upper left column, line 1 to page 5, upper right column, line 8; fig. 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 2008-175552 A (Japan Radio Co., Ltd.), 31 July 2008 (31.07.2008), paragraphs [0017], [0027] (Family: none)	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
07 October, 2013 (07.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/074308

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-343131 A (Toshiba Corp.), 21 December 2006 (21.12.2006), paragraphs [0026] to [0029], [0040] to [0043]; fig. 2, 5 (Family: none)	2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S7/282(2006.01)i, G01S7/40(2006.01)i, G01S13/28(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（I P C））

Int.Cl. G01S7/282, G01S7/40, G01S13/28

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 64-26178 A（株式会社東芝）1989.01.27, 第1頁右欄第3行-第3頁左下欄第10行, 第4頁左上欄第9-15行, 第1-2図（ファミリーなし）	1 - 7
Y	JP 62-159073 A（日本電気株式会社）1987.07.15, 第2頁左上欄第1行-第5頁右上欄第8行, 第1図（ファミリーなし）	1 - 7
Y	JP 2008-175552 A（日本無線株式会社）2008.07.31, 段落 0017, 0027（ファミリーなし）	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

0 7 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

中村 説志

2 S

3 2 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 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 2006-343131 A (株式会社東芝) 2006. 12. 21, 段落 0026-0029, 0040-0043, 図 2, 5 (ファミリーなし)	2