

(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 5 月 22 日(22.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/077149 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/295 (2006.01) *G01S 13/28* (2006.01)
G01S 7/12 (2006.01) *G01S 13/30* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/079823
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 5 日(05.11.2013)
- (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 2012-252641 2012 年 11 月 16 日(16.11.2012) 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 5 2 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 大 浩司(DAI, Koji); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 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, IR, 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.

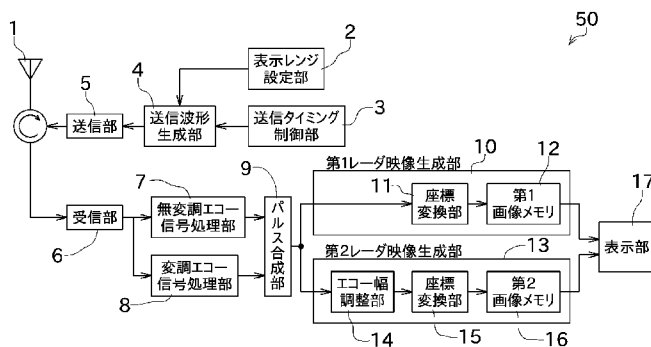
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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: RADAR DEVICE AND RADAR VIDEO DISPLAY METHOD

(54) 発明の名称: レーダ装置、及びレーダ映像表示方法



- 2 Display range setting unit
3 Transmission timing control unit
4 Transmission waveform generation unit
5 Transmission unit
6 Receiver unit
7 Unmodulated echo signal processing unit
8 Modulated echo signal processing unit
9 Pulse compositing unit
10 First radar video generation unit
11 Coordinate conversion unit
12 First image memory
13 Second radar video generation unit
14 Echo width adjustment unit
15 Second image memory
16 Second image memory
17 Display unit

(57) Abstract: [Problem] In a radar device able to simultaneously or selectively display radar videos of a plurality of display ranges, to provide a configuration where a decrease in PRF is curbed. [Solution] A transmission unit (5) transmits a pulse signal at a pulse width corresponding to a display range (R1). An echo width adjustment unit (14) adjusts, in accordance with a display range (R2), the pulse widths of each of the echoes included in a received echo signal. A first radar video generation unit (10) generates radar video for the display range (R1) on the basis of a composite echo signal. A second radar video generation unit (13) generates radar video for the display range (R2) on the basis of a composite echo signal for which the pulse widths of the echoes have been adjusted by the echo width adjustment unit (14).

(57) 要約: 【課題】複数の表示レンジのレーダ映像を同時に又は選択的に表示できるレーダ装置において、PRFの低下を抑えた構成を提供する。
【解決手段】送信部5は、表示レンジR1に応じたパルス幅でパルス信号を送信する。エコー幅調整部14は、受信したエコー信号に含まれる各エコーのパルス幅を、表示レンジR2に応じて調整する。第1レーダ映像生成部10は、表示レンジR1のレーダ映像を合成エコー信号に基づいて生成する。第2レーダ映像生成部13は、表示レンジR2のレーダ映像を、エコー幅調整部14によってエコーのパルス幅が調整された合成エコー信号に基づいて生成する。

明 細 書

発明の名称：レーダ装置、及びレーダ映像表示方法

技術分野

[0001] 本発明は、主として、複数の表示レンジのレーダ映像を同時に、又は切り換えて表示可能なレーダ装置に関する。

背景技術

[0002] 船舶用レーダ装置等において、ユーザは、表示レンジが異なるレーダ映像を目的に応じて使い分けている。例えばユーザは、自船の近傍の様子を詳細に確認したい場合には、狭い表示レンジのレーダ映像を利用する。また、ユーザは、遠方の様子を確認したい場合には、広い表示レンジのレーダ映像を利用する。

[0003] この種のレーダ装置においては、レーダ映像の表示レンジに応じて、送信するパルス信号のパルス幅が予め決められている。例えば、レーダ映像の表示レンジが狭い場合、比較的狭いパルス幅でパルス信号を送信する。これにより、距離分解能を向上させることができるので、自船近傍の詳細な様子を確認したいというニーズに応えることができる。

[0004] 一方で、表示レンジが広い場合、物標からのエコー信号の信号対雑音電力比が低下して、レーダ映像上でエコー像の視認性が低下する場合がある。そこで、レーダ映像の表示レンジが広い場合、比較的広いパルス幅でパルス信号を送信する。これにより、物標からのエコーのパルス幅も広くなるので、物標からのエコー信号の信号対雑音電力比が向上し、当該エコー像の視認性を向上させることができる。

[0005] 以上のように、従来のレーダ装置においては、送信するパルス信号のパルス幅を、表示レンジに応じて異ならせている。

[0006] 特許文献1は、表示レンジが互いに異なる2つのレーダ映像を生成して同時に表示する「2画面同時表示モード」を実現したレーダ装置を開示している。

[0007] 特許文献 1 の構成は、例えば図 3 (a) に示すように、表示レンジ R 1 用のパルス信号と、表示レンジ R 2 用のパルス信号と、を交互に送信するものである。そして、R 1 用のパルス信号の送受信期間中に得られたエコーに基づいて表示レンジ R 1 のレーダ映像を生成し、R 2 用のパルス信号の送受信期間中に得られたエコーに基づいて表示レンジ R 2 のレーダ映像を生成する。R 1 用と R 2 用のパルス信号のパルス幅をそれぞれの表示レンジに応じて適切に設定しておくことにより、各表示レンジのレーダ映像を適切に生成することができる。

[0008] これとは別に、パルス圧縮レーダ装置が知られている。パルス圧縮レーダでは、周波数変調されたパルス信号（変調パルス）を送信し、周囲から受信したエコーをパルス圧縮処理することにより、S/N 比を向上させることができる。

[0009] パルス圧縮後の S/N 比を向上させるという観点では、送信する変調パルスのパルス幅は広い方が好ましい。しかし、変調パルスのパルス幅を広くした場合、当該変調パルスの送受信期間中の不感地帯が大きくなる（近距離からのエコーを受信できない）ことが問題となる。

[0010] そこで、パルス圧縮レーダ装置においては、変調パルスの不感地帯を補うために、パルス幅が狭い無変調パルス（周波数変調されていないパルス信号）を併用する場合がある。例えば、図 3 (b) に示すように、狭いパルス幅の無変調パルスと、広いパルス幅の変調パルスと、を交互に送信し、無変調パルスの送受信期間中に得られた近距離からのエコー信号と、変調パルスの送受信期間中に得られた遠方からのエコー信号と、を合成して合成エコー信号を生成する。この合成エコー信号に基づいてレーダ映像を生成することにより、図 4 に示すように、無変調パルスに基づく近距離のレーダ映像と、変調パルスに基づく遠方のレーダ映像と、を合成したレーダ映像を得ることができる。これにより、近距離から遠距離まで物標を探知できる。

[0011] なお、上記構成のパルス圧縮レーダの場合、近距離からのエコーは無変調のエコーであるため、パルス圧縮による S/N 比向上の効果が得られない。

従って、近距離からのエコーはノイズの影響を比較的受け易くなるが、近距離からのエコーはもともと信号レベルが大きく、ノイズに埋もれにくいため、実用上は問題ない。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2007-298417号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 上記のように、パルス圧縮レーダ装置では、2種類のパルス（無変調パルス及び変調パルス）を送信する。また、「2画面同時表示モード」を実現するためには、2つの表示レンジ（R1及びR2）に応じて、2種類のパルス幅でパルス信号を送信する。

[0014] パルス圧縮レーダ装置で「2画面同時表示モード」を実現することも考えられるが、この場合、無変調パルス及び変調パルスをそれぞれ2種類のパルス幅で送信することになるので、計4種類のパルス信号を順番に送信する必要がある。具体的には図3（c）に示すように、R1用の無変調パルス、R1用の変調パルス、R2用の無変調パルス、及びR2用の変調パルス、の4種類のパルス信号を順番に送信する。

[0015] このように4種類のパルス信号を順番に送信するため、各パルスの送信間隔Tが長くなり、パルス繰り返し周波数PRF（ $= 1 / T$ ）が低下する。PRFの低下は、探知性能の劣化、ドップラ処理のS/C改善度低下、コヒーレント積分のS/N改善度低下を招く。

[0016] 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、複数の表示レンジのレーダ映像を同時に又は選択的に表示できるレーダ装置において、PRFの低下を抑えた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

[0017] 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。

[0018] 本発明の観点によれば、以下の構成のレーダ装置が提供される。即ち、このレーダ装置は、送信部と、受信部と、第1レーダ映像生成部と、第2レーダ映像生成部と、表示部と、エコー幅調整部と、を備える。前記送信部は、パルス信号を送信する。前記受信部は、前記パルス信号の送受信期間中にエコー信号を受信する。前記第1レーダ映像生成部は、第1表示レンジのレーダ映像を前記エコー信号に基づいて生成する。前記第2レーダ映像生成部は、前記第1表示レンジよりも広い第2表示レンジのレーダ映像を前記エコー信号に基づいて生成する。前記表示部は、前記第1表示レンジのレーダ映像と、前記第2表示レンジのレーダ映像と、を同時に又は選択的に表示する。前記エコー幅調整部は、前記エコー信号又は前記レーダ映像に含まれる各エコーのパルス幅を、前記レーダ映像の表示レンジに応じて調整する。

[0019] 即ち、従来のレーダ装置では、表示レンジごとに異なるパルス幅でパルス信号を送信していた。これに対して、本発明の構成は、受信したエコー信号に含まれるエコーの幅を、表示レンジに応じて調整する。このように、エコーのパルス幅を事後的に調整するので、表示レンジごとにパルス幅を異ならせてパルス信号を送信する必要がない。従って、送信するパルス信号の種類が少なく済み、PRFの低下を防ぐことができる。

[0020] 上記のレーダ装置において、前記第1レーダ映像生成部と、前記第2レーダ映像生成部は、共通のエコー信号に基づいて、それぞれの表示レンジのレーダ映像を生成することが好ましい。

[0021] このように、異なる複数の表示レンジで使用するエコー信号を共通化することにより、送信するパルス信号の種類が少なく済み、PRFの低下を防ぐことができる。

[0022] 上記のレーダ装置において、前記第1レーダ映像生成部及び第2レーダ映像生成部の少なくとも何れか一方は、前記エコー幅調整部によってエコーのパルス幅を調整されたエコー信号に基づいてレーダ映像を生成することが好ましい。

[0023] このように、エコーのパルス幅を調整する処理を、レーダ映像が生成される前の段階で行うことにより、各表示レンジのレーダ映像を適切に生成できる。

[0024] 上記のレーダ装置は、以下のように構成することが好ましい。即ち、前記送信部は、前記第1表示レンジに応じたパルス幅で前記パルス信号を送信する。前記エコー幅調整部は、前記エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を、前記第2表示レンジに応じたパルス幅まで伸長する。前記第1レーダ映像生成部は、前記エコー幅調整部によってエコーのパルス幅が調整されていないエコー信号に基づいて前記第1表示レンジのレーダ映像を生成する。前記第2レーダ映像生成部は、前記エコー幅調整部によってエコーのパルス幅が伸長されたエコー信号に基づいて前記第2表示レンジのレーダ映像を生成する。

[0025] このように、第1表示レンジに応じたパルス幅でパルス信号を送信することにより、第1表示レンジのレーダ映像は従来通りに生成できる。また、エコーの幅を伸長することにより、第1表示レンジよりも広い第2表示レンジのレーダ映像に適したエコー幅とすることができる。これにより、第2表示レンジのレーダ映像も適切に生成できる。

[0026] 上記のレーダ装置は、以下のように構成されることが好ましい。即ち、前記送信部は、無変調パルスと、変調パルスと、を少なくとも送信する。前記受信部は、前記無変調パルスの送受信期間中に無変調エコー信号を受信するとともに、前記変調パルスの送受信期間中には変調エコー信号を受信する。また、このレーダ装置は、前記変調エコー信号をパルス圧縮して圧縮済エコー信号を生成する変調エコー信号処理部を備える。前記第1レーダ映像生成部及び前記第2レーダ映像生成部は、それぞれ、前記変調エコー信号及び前記圧縮済エコー信号に基づいて前記レーダ映像を生成する。前記エコー幅調整部は、前記変調エコー信号及び前記圧縮済エコー信号の少なくとも何れか一方のエコー信号に含まれるエコーのパルス幅を、前記レーダ映像の表示レンジに応じて調整する。

[0027] パルス圧縮レーダ装置の場合、送信するパルス信号の種類が最低２種類（無変調パルスと変調パルス）必要となる。そこで、このようなパルス圧縮レーダ装置に本発明の構成を適用することにより、送信するパルスの種類を少なくしてPRFの低下を抑えるという本発明の効果を良好に発揮できる。

[0028] 上記のレーダ装置は、以下のように構成されることが好ましい。即ち、このレーダ装置は、前記無変調エコー信号及び前記圧縮済エコー信号を合成して合成エコー信号を生成するパルス合成部を備える。前記エコー幅調整部は、前記合成エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を前記表示レンジに応じて調整する。

[0029] 無変調エコー信号と圧縮済エコー信号を合成した後でエコー幅の調整処理を行うので、無変調エコー信号と圧縮済エコー信号のそれぞれに個別に処理を施す必要がない。これにより、演算処理が簡単になるとともに、より自然なレーダ映像を生成することができる。

[0030] 本発明の別の観点によれば、以下のレーダ映像表示方法が提供される。即ち、このレーダ映像表示方法は、送信工程と、受信工程と、第１レーダ映像生成工程と、第２レーダ映像生成工程と、表示工程と、エコー幅調整工程と、を含む。前記送信工程では、パルス信号を送信する。前記受信工程では、前記パルス信号の送受信期間中にエコー信号を受信する。前記第１レーダ映像生成工程では、第１表示レンジのレーダ映像を前記エコー信号に基づいて生成する。前記第２レーダ映像生成工程では、前記第１表示レンジよりも広い第２表示レンジのレーダ映像を前記エコー信号に基づいて生成する。前記表示工程では、前記第１表示レンジのレーダ映像と、前記第２表示レンジのレーダ映像と、を同時に又は選択的に表示する。前記エコー幅調整工程では、前記エコー信号又は前記レーダ映像に含まれる各エコーのパルス幅を、前記レーダ映像の表示レンジに応じて調整する。

図面の簡単な説明

[0031] [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]本実施形態のレーダ映像が送信するパルス信号と送信トリガの関係を示

す図。

[図3]従来のレーダ装置が送信するパルス信号を例示する図。

[図4]無変調パルスと変調パルスを合成した合成パルス信号に基づくレーダ映像を説明する模式図。

発明を実施するための形態

[0032] 次に、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1に示すのは、本実施形態に係るレーダ装置50のブロック図である。本実施形態のレーダ装置50は、船舶用のパルスレーダ装置として構成されている。

[0033] 本実施形態のレーダ装置50は、互いに異なる表示レンジを有する2つレーダ映像を並べて同時に表示する「2画面同時表示モード」で動作できるように構成されている。なお、本実施形態のレーダ装置50は、レーダ映像を1つのみ表示する通常モードでも動作可能であるが、これについての説明は省略する。以下、もっぱら「2画面同時表示モード」を実現するための構成について説明する。

[0034] アンテナ1は、鋭い指向性を有し、高周波信号を送受信可能に構成されている。アンテナ1は、水平面内を所定周期で回転しながら信号の送受信を繰り返す周知の構成である。

[0035] 表示レンジ設定部2は、レーダ装置50が表示するレーダ映像の表示レンジを設定する。表示レンジとしては、例えばR1、R2、R3……の複数段階の表示レンジの中から、1つ又は複数の表示レンジをユーザが選択して設定できる。なお、ここでは「2画面同時表示モード」を前提としているので、互いに異なる2種類の表示レンジ（例えばR1及びR2）が表示レンジ設定部2に設定されているものとして説明する。なお、表示レンジの大小関係は、 $R1 < R2$ とする。

[0036] 送信タイミング制御部3は、アンテナ1から送信するパルス信号の送信タイミングを制御する送信トリガを出力する。

[0037] 送信波形生成部4は、高周波信号を発生させる発振器を有している。本実施形態では半導体（固体化）発振器が採用されており、周波数変調させた高

周波信号を出力可能に構成されている。図2に示すように、送信波形生成部4は、送信タイミング制御部3から送信トリガが入力されるたびに、無変調パルスと変調パルスを交互に出力するように構成されている。なお、無変調パルスとは、搬送周波数が一定の（周波数変調されていない）パルス状の信号のことである。また、変調パルスとは、搬送周波数が時間に応じて連続的に変化するように周波数変調されたパルス状の信号（例えばチャープ信号）のことである。

[0038] 送信部5は、送信波形生成部4が出力したパルス信号（無変調パルス又は変調パルス）を増幅して、アンテナ1に出力する。これにより、アンテナ1から無変調パルス及び変調パルスが交互に出力される。

[0039] あるパルス信号が送信された後、次のパルス信号が送信されるまでの期間を、前記パルス信号の送受信期間という。送信タイミング制御部3は、送信波形生成部4が出力するパルス信号の種類（無変調パルスか変調パルスか）に応じて、トリガ信号を出力する間隔を制御するように構成されている。これにより、各パルス信号（無変調パルス及び変調パルス）の送受信期間を適切に制御できる。

[0040] あるパルス信号の送受信期間中にアンテナ1で受信された一連の信号を「エコー信号」と呼ぶ。例えば無変調パルスの送受信期間中にアンテナ1で受信された一連の信号を「無変調エコー信号」と呼び、変調パルスの送受信期間中にアンテナ1で受信された一連の信号を「変調エコー信号」と呼ぶ。また、各エコー信号に含まれている個々のエコー（例えば物標からのエコー）のことを単に「エコー」と呼ぶ。

[0041] 受信部6は、アンテナ1が受信したエコー信号（無変調エコー信号又は変調エコー信号）を増幅して、無変調エコー信号処理部7又は変調エコー信号処理部8に出力する。

[0042] 無変調エコー信号処理部7は、無変調エコー信号に対して所定の信号処理を施して、パルス合成部9に出力する。この信号処理としては、例えば、感度調整、クラッタ除去処理などである。

- [0043] 変調エコー信号処理部 8 は、変調エコー信号に対してパルス圧縮処理を施して、パルス合成部 9 に出力する。なお、パルス圧縮処理は公知であるから、説明は省略する。変調エコー信号処理部 8 が出力する信号を、圧縮済エコー信号と呼ぶ。
- [0044] パルス合成部 9 は、無変調エコー信号処理部 7 が出力した無変調エコー信号と、変調エコー信号処理部 8 が出力した圧縮済エコー信号と、を合成して合成エコー信号を出力する。なお、この合成処理については従来技術として説明したので、ここでの説明は省略する。
- [0045] 第 1 レーダ映像生成部 10 は、パルス合成部 9 が出力した合成エコー信号に基づいて、P P I (P l a n P o s i t i o n I n d i c a t o r) スコープ形式でレーダ映像を生成するように構成されている。この第 1 レーダ映像生成部 10 は、表示レンジ設定部 2 に設定されている 2 つの表示レンジのうち、狭い方（本実施形態の場合は表示レンジ R 1）の表示レンジのレーダ映像を生成する。第 1 レーダ映像生成部 10 が生成した表示レンジ R 1 のレーダ映像は、第 1 画像メモリ 12 に記憶される。
- [0046] 第 2 レーダ映像生成部 13 も、パルス合成部 9 が出力した合成エコー信号に基づいて、P P I スコープ形式でレーダ映像を生成するように構成されている。この第 2 レーダ映像生成部 13 は、表示レンジ設定部 2 に設定されている 2 つの表示レンジのうち、広い方（本実施形態の場合は表示レンジ R 2）の表示レンジのレーダ映像を生成する。第 2 レーダ映像生成部 13 が生成した表示レンジ R 2 のレーダ映像は、第 2 画像メモリ 16 に記憶される。
- [0047] 第 1 画像メモリ 12 に記憶されている表示レンジ R 1 のレーダ映像と、第 2 画像メモリ 16 に記憶されている表示レンジ R 2 のレーダ映像は、それぞれ表示部 17 に転送される。表示部 17 は、表示レンジ R 1 のレーダ映像と、表示レンジ R 2 のレーダ映像を、並べて同時に表示する。
- [0048] このように、本実施形態のレーダ装置 50 は、異なる表示レンジのレーダ映像を同時に表示する「2 画面同時表示モード」を実現できる。
- [0049] 続いて、本実施形態のレーダ装置 50 の特徴的な構成を説明する。

[0050] 既に説明したように、従来のレーダ装置では、送信するパルス信号のパルス幅を、レーダ映像の表示レンジごとに異ならせていた。このため、2画面同時表示モードを実現しようとした場合は、2種類の表示レンジに応じて2種類のパルス幅のパルス信号を順番に送信する必要があったため、送信するパルス信号の種類が多くなり、PRFが低下していた。

[0051] これに対し、本実施形態のレーダ装置50は、受信したエコー信号に含まれるエコーのパルス幅を、レーダ映像の表示レンジに応じて調整するように構成している。

[0052] つまり、本実施形態のレーダ装置50は、エコー信号を受信した後で、いわば事後的にパルス幅を調整する。このように本実施形態のレーダ装置50は、エコー信号を受信した後でパルス幅を調整するので、パルス信号を送信する段階では、表示レンジごとにパルス幅を異ならせておく必要がない。

[0053] そこで、本実施形態のレーダ装置50では、図2に示すように、1種類のパルス幅の無変調パルスと、1種類パルス幅の変調パルスと、の計2種類のパルス信号を交互に送信するように構成している。このように、本実施形態の構成によれば、無変調パルスと変調パルスは、それぞれ1種類のパルス幅で送信すれば良い。

[0054] 以上のように、本実施形態のレーダ装置50は、パルス圧縮レーダ装置において「2画面同時表示モード」を実現したものでありながら、送信するパルス信号の種類は計2種類で良いので、4種類のパルス信号を順番に送信していた従来の構成（図3（c））に比べてPRFを向上させることができる。

[0055] 続いて、本実施形態のレーダ装置50が送信するパルス信号のパルス幅について説明する。

[0056] 本実施形態のレーダ装置50の場合、受信したエコー信号に含まれるエコーのパルス幅を表示レンジに応じて事後的に調整するので、送信するパルス信号のパルス幅は、レーダ映像を生成するのに適したパルス幅である必要がない。ただし、2つの表示レンジ（R1及びR2）のうち、何れか一方の表

示レンジに適したパルス幅でパルス信号を送信しておけば、当該一方の表示レンジのレーダ映像は従来どおり（エコーのパルス幅を調整せずに）生成できるため好適である。

[0057] そこで本実施形態の送信波形生成部 4 は、表示レンジ設定部 2 に設定されている複数の表示レンジ（本実施形態の場合は R 1 及び R 2）のうち最も狭い表示レンジ（本実施形態の場合は R 1）に適したパルス幅でパルス信号を出力するように構成されている。

[0058] 即ち、図 2 に示すように、本実施形態の送信波形生成部 4 は、表示レンジ R 1 に適したパルス幅の無変調パルスと、同じく表示レンジ R 1 に適したパルス幅の変調パルスと、を交互に出力する。

[0059] 続いて、受信したエコー信号に基づいてレーダ映像を生成する構成について説明する。

[0060] 前述のように、本実施形態のレーダ装置 5 0 が送信する無変調パルス及び変調パルスは、それぞれ表示レンジ R 1 に適したパルス幅となっている。従って、アンテナ 1 が受信したエコー信号を合成した合成エコー信号（パルス合成部 9 の出力）に含まれるエコーのパルス幅は、表示レンジ R 1 に適したパルス幅となっている。

[0061] そこで、本実施形態の第 1 レーダ映像生成部 1 0 は、合成エコー信号をそのまま（エコーのパルス幅を調整せずに）用いて、表示レンジ R 1 のレーダ映像を生成するように構成されている。

[0062] 第 1 レーダ映像生成部 1 0 は、前述の第 1 画像メモリ 1 2 と、座標変換部 1 1 と、を備えている。第 1 画像メモリ 1 2 は、X Y 直交座標系で表現されたデジタルの画素データの集合から成る 2 次元のラスタ画像データとして、レーダ映像を記憶するように構成されている。

[0063] 周知のように、本実施形態のようなパルスレーダ装置において、アンテナが受信したエコー信号は、 $r\theta$ 座標系（極座標系）で表現できる（なお、 r はエコー発生源までの距離、 θ はアンテナが向く方向である）。座標変換部 1 1 は、パルス合成部 9 が出力した $r\theta$ 座標系の合成エコー信号のうち、表

示レンジR 1に相当する範囲を直交座標系に座標変換して、第1画像メモリ12に記憶する。これにより、第1画像メモリ12上に、表示レンジR 1のレーダ映像がP P I形式で形成される。なお、 $r\theta$ 座標系のエコー信号を座標変換してP P I形式のレーダ映像を生成する構成は公知であるから、詳細は省略する。

[0064] このように、本実施形態のレーダ装置50は、表示レンジR 1に適したパルス幅でパルス信号を送信しているので、従来のレーダ装置と同様の処理によって、表示レンジR 1のレーダ映像を合成エコー信号に基づいて適切に生成できる。

[0065] 一方、本実施形態のレーダ装置50が送信する無変調パルス及び変調パルスは、必ずしも、表示レンジR 2に適したパルス幅とはなっていない。従って、アンテナ1が受信したエコー信号を合成した合成エコー信号（パルス合成部9の出力）に含まれるエコーのパルス幅は、表示レンジR 2に適したパルス幅とはなっていない。このため、表示レンジR 2のレーダ映像を生成する際には、合成エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を調整する必要が生じる。

[0066] そこで本実施形態の第2レーダ映像生成部13は、座標変換部15及び第2画像メモリ16に加えて、更にエコー幅調整部14を備えている。

[0067] エコー幅調整部14は、パルス合成部9が出力した合成エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を、表示レンジR 2に適したパルス幅となるように調整するように構成されている。

[0068] なお前述のように、合成エコー信号に含まれるエコーのパルス幅は、表示レンジR 2よりも狭い表示レンジR 1に適したパルス幅となっているため、表示レンジR 2用の信号としては信号対雑音電力比が低い。このため、仮にこのパルス幅のエコーをそのまま用いて表示レンジR 2のレーダ映像を生成した場合は、エコー像の視認性が低下するおそれがある。

[0069] そこで、本実施形態のエコー幅調整部14は、合成エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を、R 2に適した（視認性の高い）パルス幅まで伸長する

処理を行う。

[0070] エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を伸長する処理は、前記エコー信号に対して、例えば公知の移動平均フィルタやガウシアンフィルタなど、公知のローパスフィルタやぼかしフィルタを適用することにより実現できる。

[0071] 第2画像メモリ16は、XY直交座標系で表現されたデジタルの画素データの集合から成る2次元のラスタ画像データとして、レーダ映像を記憶するように構成されている。

[0072] 座標変換部15は、エコー幅調整部14によってエコーが伸長された合成エコー信号のうち、表示レンジR2に相当する範囲を直交座標系に座標変換して、第2画像メモリ16に記憶する。これにより、第2画像メモリ16上に、表示レンジR2のレーダ映像がPPI形式で形成される。

[0073] このように、本実施形態のレーダ装置50は、合成エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を、表示レンジR2に適したパルス幅まで伸長することにより、当該表示レンジR2のレーダ映像におけるエコー像の視認性を向上させることができるので、表示レンジR2のレーダ映像を適切に生成、表示することができる。

[0074] 以上のように、本実施形態の第1レーダ映像生成部10及び第2レーダ映像生成部13は、共通のエコー信号（具体的には合成エコー信号）に基づいて、それぞれの表示レンジのレーダ映像を生成している。このように、複数の表示レンジのレーダ映像を、共通のエコー信号に基づいて生成することにより、必要なエコー信号の種類を少なくできる。結果として、送信しなければならないパルス信号の種類を少なくでき、PRFの減少を抑えることができるのである。

[0075] 次に、各パルス信号の送受信期間について説明する。

[0076] 周知のように、より遠方からのエコーを適切に受信するためには、パルス信号の送受信期間（次のパルス信号が送信されるまでの期間）をより長くする。本実施形態の場合、2つの表示レンジ（R1及びR2）のレーダ映像を生成するために共通のパルス信号を利用しているので、両方の表示レンジ（

R 1 及び R 2) の表示範囲をカバーできる送受信期間が設定される必要がある。ここで $R 1 < R 2$ であるから、パルス信号の送受信期間は、広い方の表示レンジである R 2 を基準に設定されることが好ましい。

[0077] そこで、本実施形態では、変調パルスの送受信期間を、表示レンジ R 2 の表示範囲と同じか、それよりも長くなるように設定している。これにより、変調パルスの送受信期間中に、表示レンジ R 1 及び R 2 の表示範囲のエコーを確実に受信できる。

[0078] なお、無変調パルスの送受信間隔は、変調パルスのパルス幅よりも広ければ良い。前述のように、無変調パルスの送受信期間中には、変調パルスのパルス幅に相当する不感地帯からのエコーを受信できれば十分であるためである。

[0079] 以上で説明した本実施形態のレーダ装置 5 0 によれば、以下のようなレーダ映像表示方法を実現することができる。即ち、このレーダ映像表示方法は、送信工程と、受信工程と、第 1 レーダ映像生成工程と、第 2 レーダ映像生成工程と、表示工程と、エコー幅調整工程と、を含む。

[0080] 前記送信工程では、送信部 5 が、表示レンジ R 1 に応じたパルス幅でパルス信号を送信する。前記受信工程では、受信部 6 が、前記パルス信号の送受信期間中にエコー信号を受信する。

[0081] 前記エコー幅調整工程では、エコー幅調整部 1 4 が、エコー信号に含まれる各エコーのパルス幅を、表示レンジ R 2 に応じて調整する。

[0082] 前記第 1 レーダ映像生成工程では、第 1 レーダ映像生成部 1 0 が、エコー幅調整部 1 4 によってエコーのパルス幅が調整されていないエコー信号に基づいて表示レンジ R 1 のレーダ映像を生成する。

[0083] 前記第 2 レーダ映像生成工程では、第 2 レーダ映像生成部 1 3 が、エコー幅調整部 1 4 によってエコーのパルス幅が調整されたエコー信号に基づいて表示レンジ R 2 のレーダ映像を生成する。

[0084] 前記表示工程では、表示部 1 7 が、表示レンジ R 1 のレーダ映像と、表示レンジ R 2 のレーダ映像と、を同時に表示する。

- [0085] このレーダ映像表示方法により、表示レンジR 1とR 2のレーダ映像を、同時に表示できる。そして、この方法によれば、パルス幅が異なるパルス信号を表示レンジごとに送信する必要がないので、送信するパルス信号の種類が少なく済み、PRFの低下を防ぐことができる。
- [0086] 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。
- [0087] 本発明の構成は、船舶用のレーダ装置に限らず、その他の用途のレーダ装置にも広く利用できる。
- [0088] 上記実施形態では、2つの表示レンジのレーダ映像を表示部17に同時に表示する構成としているが、これに限らない。例えば、表示部17は、表示レンジR 1のレーダ映像と、表示レンジR 2のレーダ映像を、選択的に切り替えて表示するように構成されていても良い。
- [0089] 図1では、第1レーダ映像生成部10と第2レーダ映像生成部13が別々のブロックとして記載されているが、レーダ映像生成部10、13が別々の構成である必要はない。即ち、1つのレーダ映像生成部が時分割で処理することにより、第1レーダ映像生成部10と第2レーダ映像生成部13の両方の機能を実現しても良い。
- [0090] 上記実施形態では、2種類（R 1及びR 2）の表示レンジのレーダ映像を同時に（又は選択的に）表示するように構成されているが、3種類以上の表示レンジのレーダ映像を同時に（又は選択的に）表示する構成であっても本願発明の構成を適用できる。即ち、第3の表示レンジのレーダ映像を生成する第3レーダ映像生成部、第4の表示レンジのレーダ映像を生成する第4レーダ映像生成部……等を更に備えていても良い。
- [0091] 上記実施形態において、エコー幅調整部14は、合成エコー信号（パルス合成部9の出力）に対してパルス幅を調整する処理を行っている。しかしこれに代えて、無変調エコー信号処理部7が出力する無変調エコー信号と、変調エコー信号処理部8が出力する圧縮済エコー信号と、に対してそれぞれパルス幅を調整する処理を行い、その後、パルス合成部9が両者を合成して合

成エコー信号を生成しても良い。

[0092] また、例えば、画像メモリ 12, 16 上に生成された直交座標系のレーダ映像に対して、表示レンジに応じてエコー像のパルス幅を調整する処理を行っても良い。

[0093] 上記実施形態では、2つの表示レンジ（R1及びR2）のレーダ映像を、同じ無変調パルスと変調パルスに基づいて生成している。つまり2つの表示レンジで、無変調パルスと変調パルスを共用している。しかしこれに限らず、例えば、変調パルスのみ共有し、無変調パルスは共用しない構成としても良い。即ち、この場合、R1用の無変調パルス、R2用の無変調パルス、R1とR2の共用の無変調パルス、の3種類のパルス信号を順番に送信する。パルスの種類が3種類になるため、上記実施形態に比べるとPRFは低下するが、無変調パルスはR1とR2で異なるパラメータで信号処理（感度調整、クラッタ除去処理）できるというメリットがある。

[0094] 上記実施形態のエコー幅調整部14は、エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を伸長する処理を行っているが、これとは逆に、エコーのパルス幅を短縮する処理を行っても良い。

[0095] また、上記実施形態では、表示レンジR1のレーダ映像を生成する際には、エコーのパルス幅を調整する処理を行っていない。しかしこれに限らず、例えば表示レンジR1とR2の両方で、それぞれの表示レンジに応じてエコーのパルス幅を調整する処理を行っても良い。

[0096] 上記実施形態のレーダ装置は、無変調パルスと変調パルスを送信するパルス圧縮レーダとして構成されている。しかしこれに限定されるわけではなく、例えば無変調のパルスのみを送信する通常のレーダであっても、本願発明を適用してPRFの低下を防止する効果を得ることができる。

符号の説明

- [0097] 5 送信部
 6 受信部
 10 第1レーダ映像生成部

1 3 第2レーダ映像生成部

1 4 エコー幅調整部

1 7 表示部

5 0 レーダ装置

請求の範囲

- [請求項1] パルス信号を送信する送信部と、
 前記パルス信号の送受信期間中にエコー信号を受信する受信部と、
 第1表示レンジのレーダ映像を前記エコー信号に基づいて生成する
 第1レーダ映像生成部と、
 前記第1表示レンジよりも広い第2表示レンジのレーダ映像を前記
 エコー信号に基づいて生成する第2レーダ映像生成部と、
 前記第1表示レンジのレーダ映像と、前記第2表示レンジのレーダ
 映像と、を同時に又は選択的に表示する表示部と、
 前記エコー信号又は前記レーダ映像に含まれる各エコーのパルス幅
 を、前記レーダ映像の表示レンジに応じて調整するエコー幅調整部と
 、
 を備えることを特徴とするレーダ装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のレーダ装置であって、
 前記第1レーダ映像生成部と、前記第2レーダ映像生成部は、共通
 のエコー信号に基づいて、それぞれの表示レンジのレーダ映像を生成
 することを特徴とするレーダ装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載のレーダ装置であって、
 前記第1レーダ映像生成部及び第2レーダ映像生成部の少なくとも
 何れか一方は、前記エコー幅調整部によってエコーのパルス幅を調整
 されたエコー信号に基づいてレーダ映像を生成することを特徴とする
 レーダ装置。
- [請求項4] 請求項3に記載のレーダ装置であって、
 前記送信部は、前記第1表示レンジに応じたパルス幅で前記パルス
 信号を送信し、
 前記エコー幅調整部は、前記エコー信号に含まれるエコーのパルス
 幅を、前記第2表示レンジに応じたパルス幅まで伸長し、
 前記第1レーダ映像生成部は、前記エコー幅調整部によってエコー

のパルス幅が調整されていないエコー信号に基づいて前記第 1 表示レンジのレーダ映像を生成し、

前記第 2 レーダ映像生成部は、前記エコー幅調整部によってエコーのパルス幅が伸長されたエコー信号に基づいて前記第 2 表示レンジのレーダ映像を生成することを特徴とするレーダ装置。

[請求項5]

請求項 1 から 4 までの何れか一項に記載のレーダ装置であって、

前記送信部は、無変調パルスと、変調パルスと、を少なくとも送信し、

前記受信部は、前記無変調パルスの送受信期間中に無変調エコー信号を受信するとともに、前記変調パルスの送受信期間中には変調エコー信号を受信し、

前記変調エコー信号をパルス圧縮して圧縮済エコー信号を生成する変調エコー信号処理部を備え、

前記第 1 レーダ映像生成部及び前記第 2 レーダ映像生成部は、それぞれ、前記変調エコー信号及び前記圧縮済エコー信号に基づいて前記レーダ映像を生成し、

前記エコー幅調整部は、前記変調エコー信号及び前記圧縮済エコー信号の少なくとも何れか一方のエコー信号に含まれるエコーのパルス幅を、前記レーダ映像の表示レンジに応じて調整することを特徴とするレーダ装置。

[請求項6]

請求項 5 に記載のレーダ装置であって、

前記無変調エコー信号及び前記圧縮済エコー信号を合成して合成エコー信号を生成するパルス合成部を備え、

前記エコー幅調整部は、前記合成エコー信号に含まれるエコーのパルス幅を前記表示レンジに応じて調整することを特徴とするレーダ装置。

[請求項7]

パルス信号を送信する送信工程と、

前記パルス信号の送受信期間中にエコー信号を受信する受信工程と

、

第1表示レンジのレーダ映像を前記エコー信号に基づいて生成する
第1レーダ映像生成工程と、

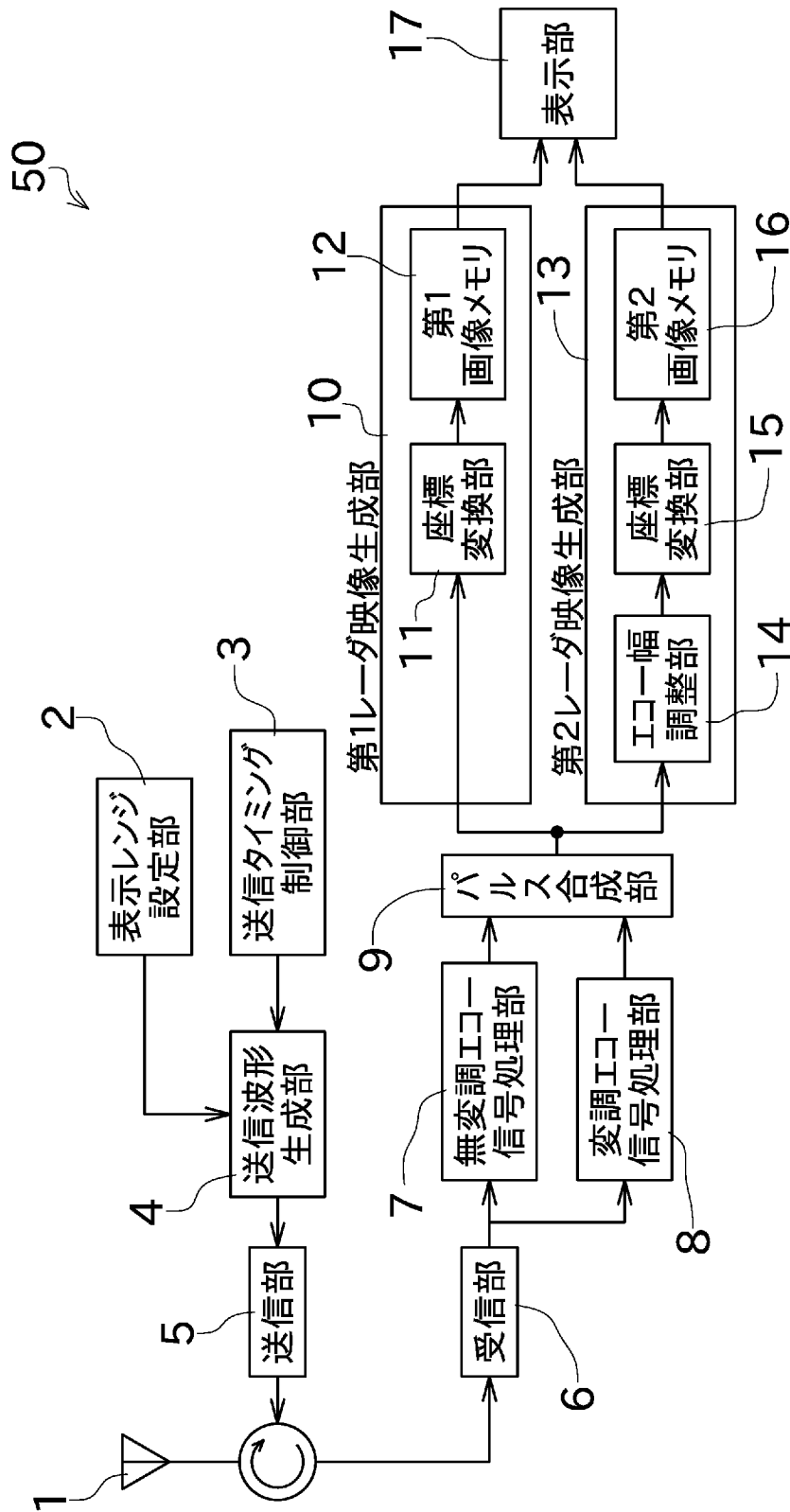
前記第1表示レンジよりも広い第2表示レンジのレーダ映像を前記
エコー信号に基づいて生成する第2レーダ映像生成工程と、

前記第1表示レンジのレーダ映像と、前記第2表示レンジのレーダ
映像と、を同時に又は選択的に表示する表示工程と、

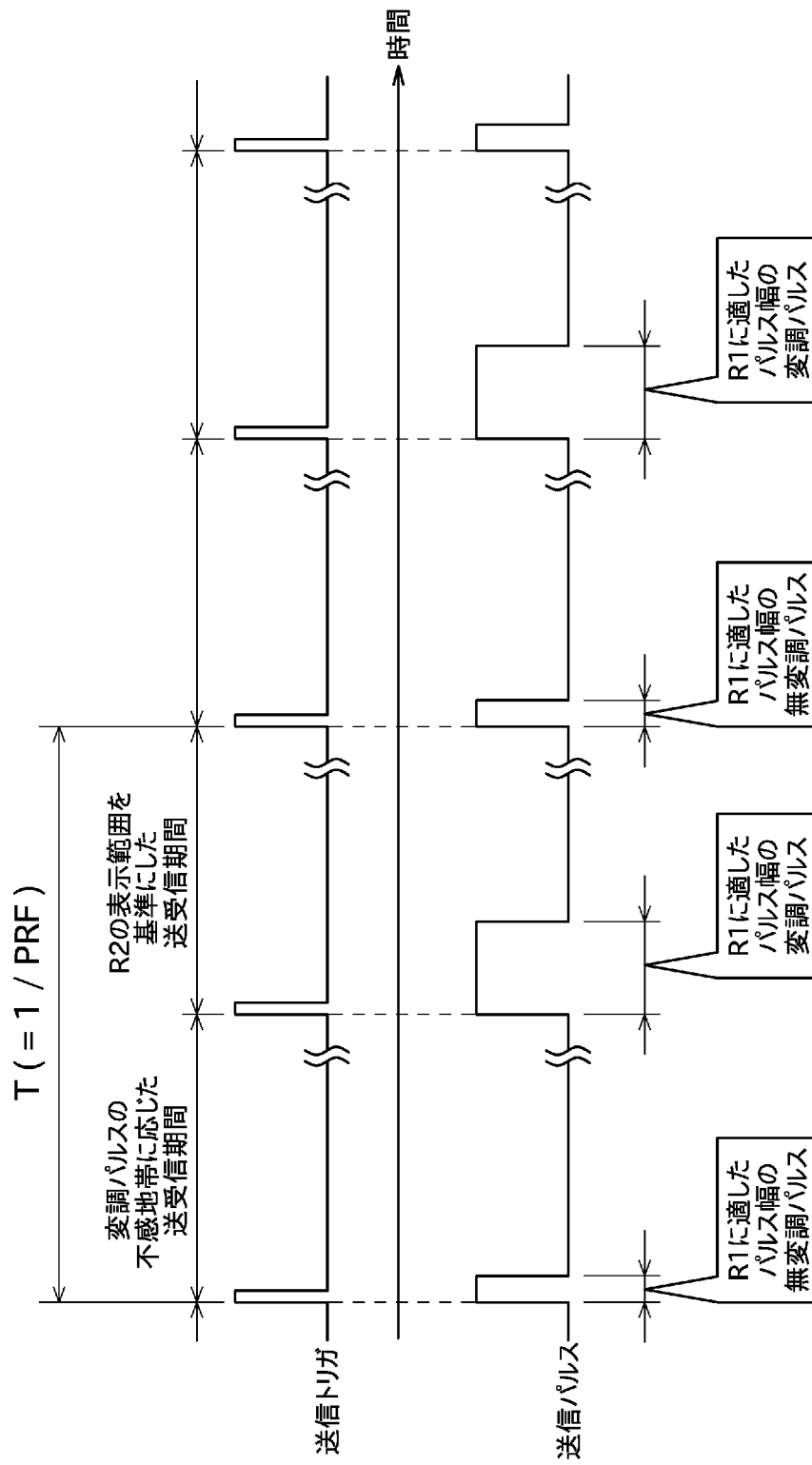
前記エコー信号又は前記レーダ映像に含まれる各エコーのパルス幅
を、前記レーダ映像の表示レンジに応じて調整するエコー幅調整工程
と、

を含むことを特徴とするレーダ映像表示方法。

[図1]

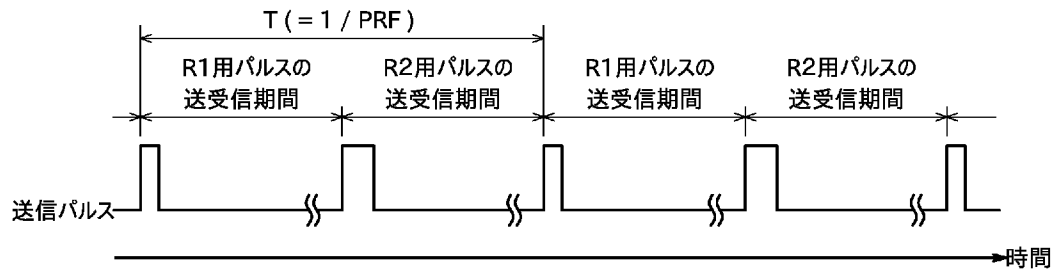


[図2]

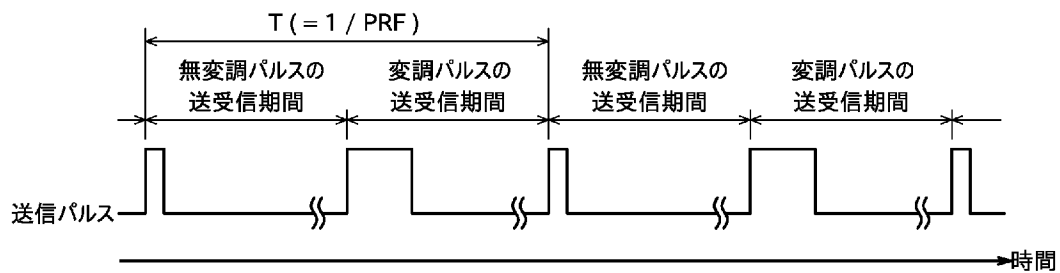


[図3]

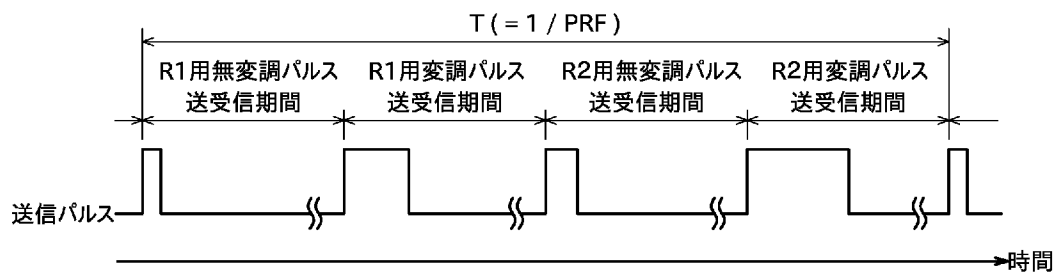
(a)2画面同時表示モード(従来技術)



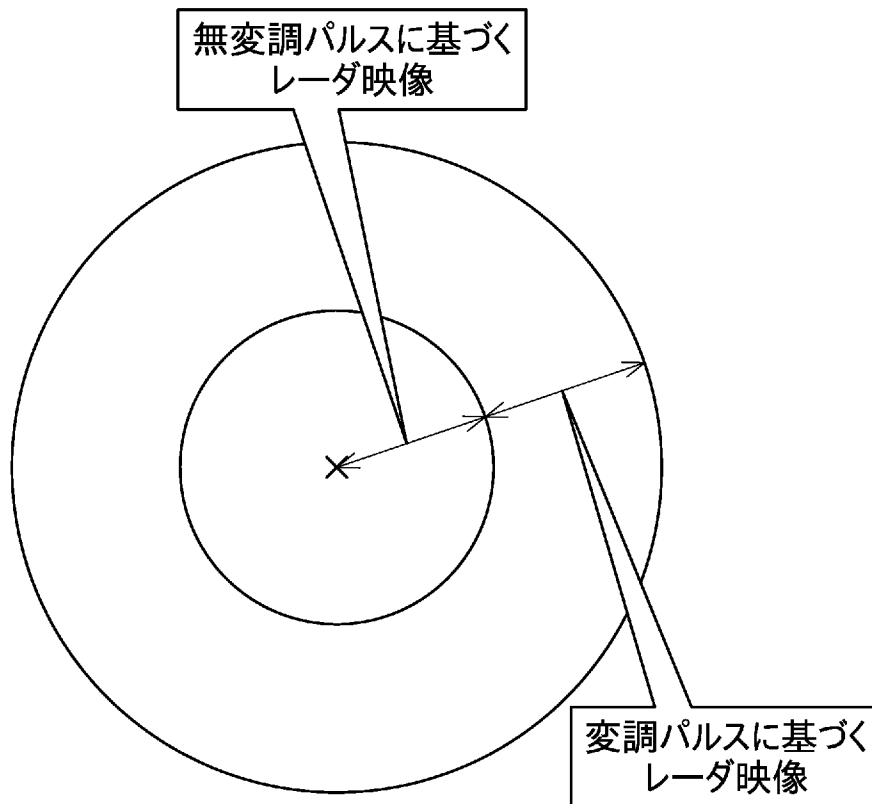
(b)パルス圧縮レーダ(従来技術)



(c)パルス圧縮レーダ+2画面同時表示モード(従来技術)



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079823

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S7/295(2006.01)i, G01S7/12(2006.01)i, G01S13/28(2006.01)i, G01S13/30(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)

G01S7/295, G01S7/12, G01S13/28, G01S13/30

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 2007-298417 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 15 November 2007 (15.11.2007), paragraphs [0003] to [0004], [0006] & US 2007/0252751 A1	1-7
Y	JP 2002-243842 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 28 August 2002 (28.08.2002), paragraphs [0003], [0006], [0010] to [0011], [0024] (Family: none)	1-7
Y	JP 2008-175582 A (Toshiba Corp.), 31 July 2008 (31.07.2008), paragraph [0003] (Family: none)	5-6

☐ 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
21 November, 2013 (21.11.13)

Date of mailing of the international search report
03 December, 2013 (03.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01S7/295(2006.01)i, G01S7/12(2006.01)i, G01S13/28(2006.01)i, G01S13/30(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. G01S7/295, G01S7/12, G01S13/28, G01S13/30			
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 2007-298417 A（古野電気株式会社）2007.11.15, 段落 0003-0004, 0006 & US 2007/0252751 A1	1 - 7	
Y	JP 2002-243842 A（古野電気株式会社）2002.08.28, 段落 0003, 0006, 0010-0011, 0024（ファミリーなし）	1 - 7	
Y	JP 2008-175582 A（株式会社東芝）2008.07.31, 段落 0003（ファミリーなし）	5 - 6	
☐ 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 2 1 . 1 1 . 2 0 1 3		国際調査報告の発送日 0 3 . 1 2 . 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 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8	2 S 3 2 0 6