

(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
2013年9月6日(06.09.2013)



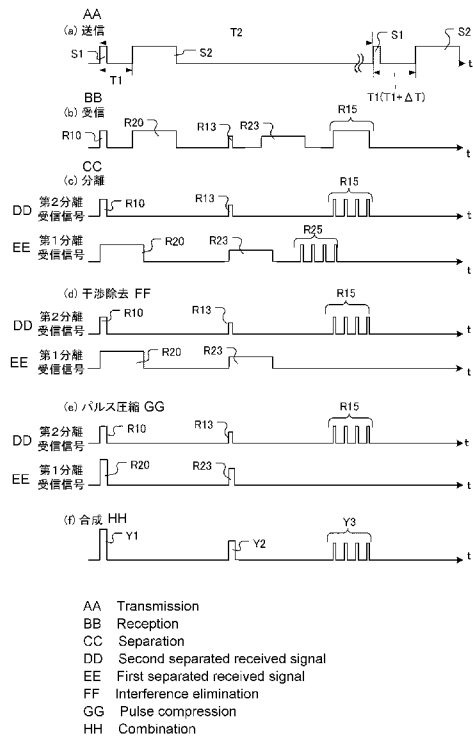
(10) 国際公開番号
WO 2013/129459 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/02 (2006.01) G01S 13/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/055088
- (22) 国際出願日: 2013年2月27日(27.02.2013)
- (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 2012-046228 2012年3月2日(02.03.2012) JP
- (71) 出願人: 東京計器株式会社(TOKYO KEIKI INC.)
[JP/JP]; 〒1448551 東京都大田区南蒲田2丁目1
6番4号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 三村 徹(MIMURA, Toru); 〒1448551 東京
都大田区南蒲田2丁目16番4号 東京計器
株式会社内 Tokyo (JP). 南木 真一(NANMOKU,
Shinichi); 〒1448551 東京都大田区南蒲田2丁目1
6番4号 東京計器株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 石戸 久子(ISHIDO, Hisako); 〒1430023 東
京都大田区山王2-1-8 山王アーバンライ
フ317・318号室 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, 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, KM, 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, 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

[続葉有]

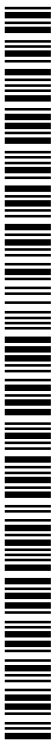
(54) Title: RADAR APPARATUS AND RADAR SIGNAL PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: レーダ装置及びレーダ信号処理方法



(57) Abstract: The objective of the invention is to prevent false images from occurring due to automatic response signals in a radar apparatus using pulse compressions. An antenna, while rotating, transmits an unmodulated pulse wave, also transmits a modulated pulse wave after a lapse of a first time (T1) from the transmission of the unmodulated pulse wave, and further repetitively performs a sweep to receive a reflected wave or an automatic response signal every second time (T2) after the transmissions. For each sweep, the antenna separates the received signals into a first separated received signal having a frequency band corresponding to the modulated pulse wave and a second separated received signal having a frequency band corresponding to the unmodulated pulse wave. The antenna then eliminates discontinuous signals, which are not continuous between adjacent sweeps, on the basis of comparison with the first separated received signals after the separations of those adjacent sweeps, performs a compression process for the first separated received signals after the elimination process, and combines the first and second separated received signals after the compression process.

(57) 要約: パルス圧縮を利用したレーダ装置において、自動応答信号による偽像の発生を防止する。アンテナは、回転しながら、無変調パルス波を送信し、無変調パルス波の送信から第1時間T1を経過後に変調パルス波を送信すると共に、送信後の反射波または自動応答信号の受信を行うスイープを第2時間T2毎に繰り返して行っており、各スイープに対応して、変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第1分離受信信号と、無変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号とに分離し、隣り合うスイープの分離後の第1分離受信信号との比較からスイープ間で連続しない非連続信号を除去し、除去処理後の第1分離受信信号に対して圧縮処理を行い、圧縮処理後の第1分離受信信号と第2分離受信信号の合成を行う。



WO 2013/129459 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 國際調查報告 (條約第 21 條(3))

明 細 書

発明の名称：レーダ装置及びレーダ信号処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、パルス圧縮を利用したレーダ装置において、SART（探索救助用レーダトランスポンダ）やレーダビーコン（以下、レーコンという）といった自動応答装置からの自動応答信号による偽像の発生を防ぐことができるレーダ装置及びレーダ信号処理方法に関する。

背景技術

[0002] 従来のレーダ装置において、特に、ハードウェア等の制約により送信電力を大きくすることができない状況下では、送信電力を疑似的に向上させ、遠距離の探知性能を向上させる技術としてパルス圧縮法を利用することが知られている。パルス圧縮法として、典型的な方法は、線形FM変調波（リニアチャープ波）を送信し、ターゲット等の反射源で反射してきた反射波を受信し、送信波と同じ波形の参照波と受信波との相関をとってパルス圧縮波とする方法である。

[0003] ところで、レーダ装置で受信する信号には、ターゲット等の反射源で反射した反射波以外にも、レーダ信号を受信して自動的に応答する自動応答装置からの応答波も混在することがある。このような自動応答装置としては、SARTやレーコンがあり、これらからの自動応答信号はレーダ装置で表示することが義務付けられていることもある。

[0004] SARTは、生存艇（救命艇及び救命いかだ）の発見と位置特定のために使用されるもので、特定の周波数のレーダ信号を受けると、それに応答して信号を返信するものである。図7は、一般的なレーダ装置50とSART60との送受信を表す具体的な説明図であり、レーダ装置50からのレーダ信号がSART60によって受信されると（図7（a））、SART60は周波数変調波を複数回繰り返して返信するようになっている（図7（b）、（c））。レーダ装置50では、その受信機の受信帯域の成分のみを通過させ

るために（図7（d））、レーダ装置の表示装置には、SARTの存在する位置から後方に複数個の揮点が表示される。

[0005] レーコン70は、標識局に設置されるもので、SARTと同様に、レーダ装置50からのレーダ信号がレーコン70によって受信されると（図8（a））、レーコン70は符号化された応答信号を返信するようになっており（図8（b））、レーダ装置50では、その受信機の受信帯域の成分のみを通過させるために（図8（c））、レーダ装置の表示装置には、レーコンの存在する位置から後方に揮点が表示される。

[0006] レーコンには、受信したレーダ信号の搬送周波数と同じ周波数で応答する周波数アジャイル型レーコンや、レーコン内部に格納された応答設定値に基づき予め設定された搬送周波数で応答する低速掃引型レーコン等、がある。

[0007] しかしながら、パルス圧縮を利用したレーダ装置において、以上のような自動応答信号を受信すると、パルス圧縮処理によって図7（e）に示すように自動応答信号が却って距離方向に拡大されてしまい偽像が発生し、正しく自動応答信号を表示することができなくなる、という問題がある。

[0008] 従来、干渉を除去する方法として、ジッタ方式といった方法（特許文献1）が提案されているものの、前述のような距離方向に拡大されたパルスは、従来の干渉除去方法では十分に除去することができない。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：米国特許第4,973,968号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 本発明はかかる課題に鑑みなされたもので、パルス圧縮を利用したレーダ装置及びレーダ信号処理方法において、自動応答信号による偽像の発生を防止することをその目的とする。

課題を解決するための手段

- [0011] 上記課題を解決するために、本発明は、
変調パルス波を送信し反射源からの反射波及び自動応答装置からの自動応答信号を受信可能となったアンテナを備え、受信信号をパルス圧縮処理してパルス圧縮信号を得ることが可能な、パルス圧縮を利用したレーダ装置において、
前記アンテナは、回転しながら、無変調パルス波または誘引パルス波を送信し、無変調パルス波または誘引パルス波の送信から第1時間を経過後に少なくとも1つの変調パルス波を送信すると共に、送信後の反射波または自動応答信号の受信を行うスイープを第2時間毎に繰り返し行っており、
各スイープに対応して受信信号を受ける受信手段と、
各スイープの受信信号に対して、変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第1分離受信信号を分離する分離手段と、
隣り合うスイープの分離後の第1分離受信信号との比較からスイープ間で連続しない非連続信号を分離後の第1分離受信信号から除去する除去手段と、
除去手段による処理後の第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う圧縮手段と、
を備え、
前記第1時間は、隣り合うスイープ間で異なるように、且つ、自動応答装置の不感帯時間以下に設定されることを特徴とする。
- [0012] 前記分離手段は、前記第1分離受信信号と、無変調パルス波または誘引パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号と、を分離しており、
前記圧縮処理後の第1分離受信信号と前記第2分離受信信号の合成を行う合成手段を、さらに備えることを特徴とする請求項1記載のレーダ装置。
- [0013] 前記アンテナは、各スイープにおいて、誘引パルス波及び変調パルス波よりも前に、変調パルス波よりもパルス幅が短い短パルス波を送信しており、
前記分離手段は、前記第1分離受信信号と、短パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号と、を分離しており、

前記圧縮処理後の第1分離受信信号と前記第2分離受信信号の合成を行う合成手段を、さらに備えるようにすることができる。

[0014] また、本発明は、レーダ信号処理方法において、

無変調パルス波または誘引パルス波を送信し、無変調パルス波または誘引パルス波の送信から第1時間を経過後に少なくとも1つの変調パルス波を送信して、送信後の反射波または自動応答信号の受信を行うスイープを第2時間毎に繰り返し行う工程と、

各スイープの受信信号に対して、変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第1分離受信信号を分離する工程と、

隣り合うスイープの分離後の第1分離受信信号との比較からスイープ間で連続しない非連続信号を分離後の第1分離受信信号から除去する工程と、

除去処理後の第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う工程と、

を備え、前記第1時間は、隣り合うスイープ間で異なるように、且つ、自動応答装置の不感帯時間以下に設定されることを特徴とする。

[0015] 前記分離工程は、前記第1分離受信信号と、無変調パルス波または誘引パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号と、を分離しており、

さらに、圧縮処理後の第1分離受信信号と前記第2分離受信信号の合成を行う工程と、を備えるようにすることができる。

[0016] さらに、本発明は、レーダ信号処理方法において、

無変調パルス波または短パルス波を送信し、無変調パルス波または短パルス波の送信から第3時間を経過後に誘引パルス波を送信し、誘引パルス波の送信から第1時間を経過後に少なくとも1つの変調パルス波を送信して、送信後の反射波または自動応答信号の受信を行うスイープを第2時間毎に繰り返し行う工程と、

各スイープの受信信号に対して、変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第1分離受信信号を分離する工程と、

隣り合うスイープの分離後の第1分離受信信号との比較からスイープ間で連続しない非連続信号を分離後の第1分離受信信号から除去する工程と、

除去処理後の第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う工程と、
を備え、前記第1時間及び第3時間は、隣り合うスイープ間で異なるように、
、且つ、第1時間は自動応答装置の不感帯時間以下に設定されることを特徴
とする。

- [0017] 前記分離工程は、前記第1分離受信信号と、無変調パルス波または短パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号と、を分離しており、
さらに、圧縮処理後の第1分離受信信号と前記第2分離受信信号の合成を行う工程と、を備えるようにすることができる。

発明の効果

- [0018] 本発明によれば、アンテナから無変調パルス波または誘引パルス波を送信後に第1時間を経過して変調パルス波を送信するようになっており、第1時間を自動応答装置の不感帯時間以下とすることにより、自動応答装置は、無変調パルスまたは誘引パルス波にのみ応答するようにすることができる。そして、第1時間を隣り合うスイープ間で異なるようにして、スイープ毎の受信信号から、変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第1分離受信信号を分離して、隣り合うスイープの第1分離受信信号との比較からスイープ間で連続しない非連続信号を除去すれば、自動応答信号を、第1分離受信信号から除去することができる。この除去後に、第1分離受信信号を圧縮処理すれば、自動応答信号を起因とする偽像の発生を防止することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本発明によるレーダ装置のブロック図である。
[図2]図1の信号処理部のブロック図である。
[図3]信号処理部による処理を表す波形図である。
[図4]変調パルス波の一例を表す波形図である。
[図5]干渉除去の説明図である。
[図6]本発明による別実施形態における信号処理部による処理を表す波形図である。
[図7]従来のレーダ装置とSARTとの送受信の関係を表す説明図である。

[図8]従来のレーダ装置とレーコンとの送受信の関係を表す説明図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明する。

[0021] 図1に示したように、本発明によるパルス圧縮を利用したレーダ装置10は、大まかに、回転をしながら電波の送受信を行うアンテナ12と、半導体アンプ及び送受信を切り替えるサーキュレータ等を備えて増幅及び送受切換等を行う送受信機部14と、D/Aコンバータ16と、A/Dコンバータ18と、信号処理部30と、を備える。

[0022] D/Aコンバータ16は、信号処理部30から出力されるデジタル送信信号をアナログ送信信号に変換して送受信機部14へと出力し、A/Dコンバータ18は、送受信機部14から出力されるアナログ受信信号をデジタル受信信号に変換して、信号処理部30へと出力する。

[0023] 信号処理部30では、デジタル信号をソフトウェア処理によって処理することができるようになっており、そのソフトウェア処理によって実行される機能として、大まかに、変調送信波形データに関するデータが格納された送信データ記憶手段32と、無変調パルス送信信号及び変調パルス送信信号を生成する送信波生成手段34と、受信信号を受信する受信手段36と、受信信号及び処理中の信号をスリーブ毎に格納する受信データ記憶手段38と、受信信号を第1分離受信信号と第2分離受信信号とに分離する分離手段40と、第1分離受信信号から干渉信号を除去する干渉除去手段42と、干渉除去された第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う圧縮手段44と、分離された第1分離信号と第2分離信号とを合成する合成手段46と、合成された受信信号を指示器へと送る指示手段48と、を備える。

[0024] 以下、これらの各手段における処理について図3を参照しながら説明する。

[0025] まず、送信波生成手段34は、図3(a)に示すように、アンテナの送信繰り返し周期(第2時間T2)毎に、パルス幅の短い短パルス波である無変調パルス波S1と、無変調パルス波S1よりもパルス幅の長い変調パルス波

S 2 と、の 2 種類の送信信号を生成する。変調パルス波は、例えば、図 4 に示すような、周波数が線形に変化するリニアチャープ波、または周波数が非線形に変化するノンリニアチャープ波等の周波数変調波、または符号列を用いた符号変調波とすることができ、必要に応じて送信データ記憶手段 3 2 で格納された波形、周波数または符号列に関する送信波形データを用いて生成することができる。

[0026] 無変調パルス波と変調パルス波とは、互いの周波数帯域が重ならないように設定され、パルス幅の短い無変調パルス波は、アンテナ 1 2 から距離の短い近距離を、パルス幅の長い変調パルス波は、アンテナ 1 2 からの距離の長い遠距離の探索を行うようにするために、無変調パルス波と変調パルス波との時間間隔（以下、第 1 時間 T_1 ）は、近距離を電波が往復伝搬する時間に対応して設定される。それに加えて、第 1 時間 T_1 は、後述の干渉除去を行うために、スイープ毎に異なるように変化され（図 3（a）でその差異を ΔT で表す）、且つ、自動応答装置の不感帯時間以下またはそれよりも小さくなるように設定される。

[0027] 尚、一つのスイープとは、アンテナの送信繰り返し周期（ T_2 ）による 1 周期の掃引動作を表す。

[0028] 次に、この送信波生成手段 3 4 で生成された送信信号に基づき、送受信機部 1 4 を介してアンテナ 1 2 から送受信が行われると、図 3（b）に示すような受信信号が受信手段 3 6 で受信され、受信データ記憶手段 3 8 に格納される。尚、送信波は強度が強いために、送受信機部 1 4 における回り込みにより、受信手段 3 6 で R 1 0、R 2 0 として受信される。

[0029] ここで、掃引範囲にあるターゲット及び自動応答装置と、受信信号との関係について説明する。

[0030] 近距離にターゲットが存在する場合、無変調パルス波が近距離ターゲットに反射するので、その反射波が伝搬時間に対応する時点においてアンテナ 1 2 で受信されることになる。一方、変調パルス波に対しては、その送信パルス幅が長いために、送信中に反射してアンテナ 1 2 に戻る。送信中は送信波

の回り込みのため、受信機が飽和しており、この期間に受信されたターゲットからの反射波は正しく表示できない。

[0031] また、遠距離にターゲットが存在する場合は、無変調パルス波と変調パルス波の両方がその遠距離ターゲットに反射するので、それらの反射波（図3（b）のR13、R23）が伝搬時間に対応する時点においてアンテナ12で受信されることになる。これらの反射波は、基本的に、送信パルス波と同じ周波数特性を持っている。

[0032] 一方、自動応答装置が掃引範囲に存在する場合、自動応答装置は、無変調パルス波に反応するものの、第1時間経過後に受信される変調パルスに対しては、最初の反応後の不感帯時間に入るため、無反応となる。こうして、無変調パルス波に対応し、自動応答装置に応じて決められた周波数特性を持つ信号（図3（b）のR15）が、アンテナ12で受信される。

[0033] 次に、分離手段40は、受信手段36で受信された1スイープ分の受信信号に対して、無変調パルス波に対応する信号と、変調パルス波に対応する信号とに分離する。この分離として具体的には、図3（c）に示すように、バンドパス処理によって無変調パルス波の周波数帯域を持つ信号（第2分離受信信号とする）と、変調パルス波の周波数帯域を持つ信号（第1分離受信信号とする）とに分離する。

[0034] ここで、第2分離受信信号としては、以下の信号が分離して抽出されることが考えられる。

- ・ 近距離ターゲットからの反射波
- ・ 遠距離ターゲットからの反射波（図3（c）のR13）
- ・ 自動応答装置からの自動応答信号が、無変調パルス波と少なくとも一部重なる周波数帯域を持つ場合、その自動応答信号（図3（c）のR15）

[0035] また、第1分離受信信号としては、以下の信号が分離して抽出されることが考えられる。

- ・ 遠距離ターゲットからの反射波（図3（c）のR23）
- ・ 自動応答装置からの自動応答信号が、変調パルス波と少なくとも一部重なる

る周波数帯域を持つ場合、その自動応答信号（図3（c）のR25）

[0036] 自動応答装置に関しては、例えば、SARTの場合、周波数変調波であるSART信号を返信してくるため、その周波数帯域が、無変調パルス波と変調パルス波のそれぞれの周波数帯域に重なる場合には、SART信号が第1分離受信信号と第2分離受信信号の両方に現れる。

[0037] また、周波数アジャイル型レーコンの場合、無変調パルス波と同じ周波数のパルスを送信してくるため、自動応答信号が第2分離受信信号のみに現れる。

[0038] また、低速掃引型レーコンの場合、その受信時の掃引周波数によって、異なる周波数のパルスを送信してくるため、自動応答信号が第1分離受信信号か第2分離受信信号のいずれか一方のみに現れる。

[0039] 次に、干渉除去手段42は、第1分離受信信号に対して干渉除去処理を行う。干渉除去処理は、隣り合うスイープ間での連続性（つまり方位連続性）を考慮することにより行うことができる。即ち、隣り合うスイープ間では、電波の送信方位と送信タイミングが異なるものの、その差異は僅かであるから、ターゲットが移動していたとしてもターゲットを反射した変調パルス波は、変調パルス波の送信からほとんど同じ時点で受信されると考えられる。一方、無変調パルス波と変調パルス波との間の間隔である第1時間は、スイープ毎に変化させているために、自動応答装置からの無変調パルス波の応答信号は、隣り合うスイープ間で、異なる時点で受信されるため、非連続となる。したがって、隣り合うスイープ間での第1分離受信信号間の受信強度の差を求めれば、その差から、図3（d）に示すように、自動応答装置からの無変調パルス波の応答信号（図3（c）のR25）を除去することができる。

[0040] 図5は、その除去判断例を示したもので、着目するスイープ（ Z^0 ）に対して隣り合うスイープ（ Z^{-1} 、 Z^1 ）の時間軸上、同じ時点での受信強度の差異 $|Z^0 - Z^{-1}|$ 及び $|Z^0 - Z^1|$ が、それぞれ $|Z^0 - Z^{-1}| > \text{閾値}$ 、且つ、 $|Z^0 - Z^1| > \text{閾値}$ を満足する場合に、その信号を除去するものとする。

- [0041] この除去により、自動応答装置からの無変調パルス波に応答した信号を除去することができると共に、それ以外の干渉信号、例えば、他のレーダ装置からの電波が同じ周波数帯域にあり、その電波が干渉信号として混在した場合にもその電波を除去することができる。
- [0042] また、第2分離受信信号についても、同様に干渉除去処理を行って、干渉信号を除去するようにしてもよい。第2分離受信信号においては、ターゲットを反射した無変調パルス波または自動応答装置からの無変調パルス波の応答信号については、隣り合うスイープ間において、連続性が保たれている筈であるので、これらは除去されないで残すことができる。
- [0043] 次に、圧縮手段44は、干渉除去を行った第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う。圧縮処理は、必要に応じて送信データ記憶手段32から読み出された送信波形データから得られる参照信号と第1分離受信信号との相関をとることで行う。
- [0044] 図3(e)に示すように、前記干渉除去を行った第1分離受信信号では、変調パルス波の反射である信号のみが残っているので、圧縮処理を行ったときに、圧縮されて強度が高くなったパルス圧縮信号が得られる。
- [0045] 次に、合成手段46は、第2分離受信信号と、圧縮処理後の第1分離受信信号との合成を行う。このとき、無変調パルス波の送信時点と、変調パルス波の送信時点を一貫させて、第1分離受信信号と第2分離受信信号のノイズレベルをあわせたのちに、1スイープの各時点における受信強度を比較して、強度の高い方を採用するようにすれば、図3(f)に示すように、遠距離ターゲットからの反射波等については、パルス圧縮された受信信号(図3(e)のR20、R23)が合成後の受信信号(図3(f)のY1、Y2)になる。また、第2分離受信信号については、自動応答装置からの自動応答信号(図3(e)のR15)が存在しているので、合成後の受信信号に自動応答信号(図3(f)のY3)も存在することになる。
- [0046] 次に、指示手段48は、この合成された受信信号を映像信号に変換して指示器へと送信する。

- [0047] 以上の処理により、指示器には、近距離ターゲット及び遠距離ターゲットのいずれをも表示することができると共に、自動応答装置からの自動応答信号は、パルス圧縮の影響を受けずに、正しい像として表示することができる。
- [0048] 尚、以上の実施形態においては、受信手段36～指示手段48における各処理を、信号処理部30においてソフトウェア上で行う場合について説明したが、これに限るものではなく、その一部または全部をハードウェア上での処理として行うこととしてもよい。
- [0049] また、以上の実施形態においては、変調パルス波は、各スイープに1つ送信していたが、これに限るものではなく、複数の変調パルス波とすることも可能である。この場合であっても、無変調パルス波から各変調パルス波までの時間間隔は自動応答装置の不感帯時間以下またはそれよりも小さくなるように設定されるとよい。
- [0050] また、以上の実施形態では、無変調パルス波は変調パルスの不感帯である近距離探索をするものであったが、これに限るものではなく、無変調パルス波つまり短パルスを、単に、自動応答装置に応答させるための信号（誘引パルス波）として使用することも可能である。また、自動応答信号を表示する必要がなければ合成手段も省略可能である。図6は、この誘引パルス波を利用した一つの実施形態である。
- [0051] 図6(a)に示すようにこの実施形態においては、送信波生成手段34は、アンテナの送信繰り返し周期（第2時間T2）毎に、パルス幅の短い短パルス波S1と、同様にパルス幅の短い短パルス波である誘引パルス波S3と、短パルス波S1及び誘引パルス波S3よりもパルス幅の長い変調パルス波S2の3種類の送信信号を生成する。短パルス波S1と誘引パルス波S3は、無変調波でも変調波でもよく、互いの周波数は同じでも異なってもよい。短パルス波としては、例えば2 μ 秒以下、好ましくは、1.2 μ 秒以下、変調パルスとしては、例えば30 μ 秒以下、好ましくは20 μ 秒以下のパルス幅とするとよい。

- [0052] 短パルス波S 1と誘引パルス波S 3との間の時間間隔（第3時間T 3）は、自動応答装置の不感帯時間よりも大きく設定される。第3時間T 3は、例えば、指示器において表示されることが要求される距離範囲（表示距離範囲）に応じて設定されるとよい。誘引パルス波S 3と変調パルス波S 2との間の時間間隔（以下、第1時間T 1）は、前実施形態と同様に、自動応答装置の不感帯時間以下またはそれよりも小さくなるように設定される。
- [0053] また、第1時間T 1、アンテナの送信繰り返し周期である第2時間T 2、第3時間T 3は、それぞれスイープ毎に異なるように変化させ、時間T 1 + T 3もスイープ毎に異なるように変化させる。
- [0054] 次に、この送信波生成手段3 4で生成された送信信号に基づき、送受信機部1 4を介してアンテナ1 2から送受信が行われると、図6（b）に示すような受信信号が受信手段3 6で受信され、受信データ記憶手段3 8に格納される。送信波は強度が強いため、送受信機部1 4における回り込みにより、受信手段3 6でR 1 0、R 3 0、R 2 0として受信される。
- [0055] 掃引範囲にターゲットが存在する場合、短パルス波S 1及び誘引パルス波S 3がターゲットに反射するので、その反射波が伝搬時間に対応する時点においてアンテナ1 2で受信されることになる（図6（b）のR 1 3、R 3 3）。また、同様に、変調パルス波S 2についても、ターゲットに反射するので、その反射波が伝搬時間に対応する時点においてアンテナ1 2で受信されることになる（図6（b）のR 2 3）。
- [0056] 一方、自動応答装置が掃引範囲に存在する場合、自動応答装置は、短パルス波S 1に应答して、自動応答装置に応じて決められた周波数特性を持つ信号（図6（b）のR 1 5）が、アンテナ1 2で受信される。また、誘引パルス波S 3に应答して、自動応答装置に応じて決められた周波数特性を持つ信号（図6（b）のR 3 5）が、アンテナ1 2で受信される。しかしながら、自動応答装置は、誘引パルス波S 3から第1時間経過後に受信される変調パルス波S 2に対しては、应答後の不感帯時間に入るため、無应答となる。
- [0057] 次に、分離手段4 0は、受信手段3 6で受信された1スイープ分の受信信

号に対して、短パルス波 S 1 に対応する信号と、変調パルス波 S 2 に対応する信号とに分離する。この分離として具体的には、図 6 (c) に示すように、周波数フィルタ処理によって短パルス波 S 1 の周波数帯域を持つ信号（第 2 分離受信信号とする）と、変調パルス波 S 2 の周波数帯域を持つ信号（第 1 分離受信信号とする）とに分離する。ここでは、短パルス波 S 1 と誘引パルス波 S 3 が同じ周波数帯域にあるものとし、誘引パルス波に対応する信号が第 2 分離受信信号として分離されるものとする。

[0058] 第 2 分離受信信号としては、以下の信号が分離して抽出されることが考えられる。

- ・送信波の回り込み（図 6 (c) の R 1 0、R 3 0）
- ・ターゲットからの反射波（図 6 (c) の R 1 3、R 3 3）
- ・自動応答装置からの自動応答信号が、短パルス波と少なくとも一部重なる周波数帯域を持つ場合、その自動応答信号（図 6 (c) の R 1 5、R 3 5）

[0059] また、第 1 分離受信信号としては、以下の信号が分離して抽出されることが考えられる。

- ・送信波の回り込み（図 6 (c) の R 2 0）
- ・ターゲットからの反射波（図 6 (c) の R 2 3）
- ・自動応答装置からの自動応答信号が、変調パルス波と少なくとも一部重なる周波数帯域を持つ場合、その自動応答信号（図 6 (c) の R 2 5 1、R 2 5 3）

[0060] 次に、干渉除去手段 4 2 は、第 1 分離受信信号に対して干渉除去処理を行う。短パルス波と変調パルス波との間の間隔である第 3 時間 T 3、誘引パルス波と変調パルス波との間の間隔である第 1 時間 T 1 は、スイープ毎に変化させているために、自動応答装置からの短パルス波及び誘引パルス波の応答信号は、隣り合うスイープ間で、異なる時点で受信されるため、非連続となる。したがって、隣り合うスイープ間での第 1 分離受信信号間の受信強度の差を求めれば、その差から、図 6 (d) に示すように、自動応答装置からの応答信号（図 6 (c) の R 2 5 1、R 2 5 3）を除去することができる。

[0061] また、第2分離受信信号についても干渉除去処理を行う。短パルス波と誘引パルス波との間の間隔であるT3は、スイープ毎に変化させているために、誘引パルス波の送信波の回り込み、ターゲットを反射した誘引パルス波、誘引パルス波に应答した自動应答装置からの应答信号は、隣り合うスイープ間で、異なる時点で受信されるため、非連続となる。したがって、隣り合うスイープ間での第2分離受信信号間の受信強度の差を求めれば、その差から、図6(d)に示すように、誘引パルス波の送信波の回り込み(図6(c)のR30)、ターゲットを反射した誘引パルス波(図6(c)のR33)、誘引パルス波に应答した自動应答装置からの应答信号(図6(c)のR35)を除去することができる。しかしながら、ターゲットを反射した短パルス波(図6(c)のR13)、または短パルス波に应答した自動应答装置からの应答信号(図6(c)のR15)は、隣り合うスイープ間において、連続性が保たれている筈であるので、これらは除去されないで残すことができる。

[0062] 尚、ここで、短パルス波と誘引パルス波との周波数帯域を別としている場合には、干渉除去処理の代わりに、分離手段40による分離処理によって、誘引パルス波の送信波の回り込み(図6(c)のR30)及びターゲットを反射した誘引パルス波(図6(c)のR33)を除去することが可能である。但し、誘引パルス波に应答した自動应答装置からの应答信号(図6(c)のR35)については、分離手段40で除去できない可能性もあるので、干渉除去処理で除去するとよい。

[0063] 次に、圧縮手段44は、干渉除去を行った第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う。圧縮処理は、必要に応じて送信データ記憶手段32から読み出された送信波形データから得られる参照信号と第1分離受信信号との相関をとることで行う。

[0064] 図6(e)に示すように、前記干渉除去を行った第1分離受信信号では、変調パルス波の反射である信号のみが残っているので、圧縮処理を行ったときに、圧縮されて強度が高くなったパルス圧縮信号が得られる。

[0065] 次に、合成手段46は、第2分離受信信号と、圧縮処理後の第1分離受信信号との合成を行う。このとき、短パルス波の送信時点と、変調パルス波の送信時点を一貫させて、1スイープの各時点における受信強度を比較して、強度の高い方を採用するようにすれば、図6(f)に示すように、遠距離ターゲットからの反射波等については、パルス圧縮された受信信号(図6(e)のR20、R23)が合成後の受信信号(図3(f)のY1、Y2)になる。また、第2分離受信信号については、自動応答装置からの自動応答信号(図6(e)のR15)が存在しているので、合成後の受信信号に自動応答信号(図6(f)のY3)も存在することになる。

[0066] この実施形態によれば、短パルス波S1と誘引パルス波S3との間の時間間隔T3を十分大きくとっており、例えば、指示器において表示されることが要求される表示距離範囲に応じて設定されるために、その表示距離範囲に存在する自動応答装置を必ず表示することができる。よって、第3時間T3は、表示距離範囲が変更された場合に、それに合わせて変更するとよい。表示距離範囲が非常に短く、第3時間T3が自動応答装置の不感帯時間以下となるような場合には、前実施形態の場合と等価になるから、その場合には、誘引パルス波S3は不要であり、短パルス波S1が誘引パルス波の機能を兼ねることとなる。一方、表示距離範囲が長い場合には、第3時間T3を長くすることで、その間に、自動応答装置の応答信号を変調パルス波S2によって埋没されることなく、受信することができ、且つ、遠距離ターゲットの弱い受信信号をパルス圧縮して得ることができると共に、誘引パルス波S3を設けることで、自動応答信号が変調パルスS2に反応することを防ぐことができる。

符号の説明

- [0067] 10 レーダ装置
12 アンテナ
36 受信手段
40 分離手段

4 2 干涉除去手段

4 4 圧縮手段

4 6 合成手段

T 1 第 1 時間

T 2 第 2 時間

T 3 第 3 時間

R 1 3、R 2 3、R 3 3 反射波

R 1 5、R 2 5、R 3 5 自動応答信号

請求の範囲

[請求項1]

変調パルス波を送信し反射源からの反射波及び自動応答装置からの自動応答信号を受信可能となったアンテナを備え、受信信号をパルス圧縮処理してパルス圧縮信号を得ることが可能な、パルス圧縮を利用したレーダ装置において、

前記アンテナは、回転しながら、無変調パルス波または誘引パルス波を送信し、無変調パルス波または誘引パルス波の送信から第1時間を経過後に少なくとも1つの変調パルス波を送信すると共に、送信後の反射波または自動応答信号の受信を行うスイープを第2時間毎に繰り返し行っており、

各スイープに対応して受信信号を受ける受信手段と、

各スイープの受信信号に対して、変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第1分離受信信号を分離する分離手段と、

隣り合うスイープの分離後の第1分離受信信号との比較からスイープ間で連続しない非連続信号を分離後の第1分離受信信号から除去する除去手段と、

除去手段による処理後の第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う圧縮手段と、

を備え、

前記第1時間は、隣り合うスイープ間で異なるように、且つ、自動応答装置の不感帯時間以下に設定されることを特徴とするレーダ装置。

[請求項2]

前記分離手段は、前記第1分離受信信号と、無変調パルス波または誘引パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号と、を分離しており、

前記圧縮処理後の第1分離受信信号と前記第2分離受信信号の合成を行う合成手段を、さらに備えることを特徴とする請求項1記載のレーダ装置。

[請求項3] 前記アンテナは、各スイープにおいて、誘引パルス波及び変調パルス波よりも前に、変調パルス波よりもパルス幅が短い短パルス波を送信しており、

前記分離手段は、前記第1分離受信信号と、短パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号と、を分離しており、

前記圧縮処理後の第1分離受信信号と前記第2分離受信信号の合成を行う合成手段を、さらに備えることを特徴とする請求項1記載のレーダ装置。

[請求項4] 無変調パルス波または誘引パルス波を送信し、無変調パルス波または誘引パルス波の送信から第1時間を経過後に少なくとも1つの変調パルス波を送信して、送信後の反射波または自動応答信号の受信を行うスイープを第2時間毎に繰り返し行う工程と、

各スイープの受信信号に対して、変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第1分離受信信号を分離する工程と、

隣り合うスイープの分離後の第1分離受信信号との比較からスイープ間で連続しない非連続信号を分離後の第1分離受信信号から除去する工程と、

除去処理後の第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う工程と、を備え、前記第1時間は、隣り合うスイープ間で異なるように、且つ、自動応答装置の不感帯時間以下に設定されることを特徴とするレーダ信号処理方法。

[請求項5] 前記分離工程は、前記第1分離受信信号と、無変調パルス波または誘引パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号と、を分離しており、

さらに、圧縮処理後の第1分離受信信号と前記第2分離受信信号の合成を行う工程と、を備えることを特徴とする請求項4記載のレーダ信号処理方法。

[請求項6] 無変調パルス波または短パルス波を送信し、無変調パルス波または

短パルス波の送信から第3時間を経過後に誘引パルス波を送信し、誘引パルス波の送信から第1時間を経過後に少なくとも1つの変調パルス波を送信して、送信後の反射波または自動応答信号の受信を行うスイープを第2時間毎に繰り返し行う工程と、

各スイープの受信信号に対して、変調パルス波に対応する周波数帯域を持つ第1分離受信信号を分離する工程と、

隣り合うスイープの分離後の第1分離受信信号との比較からスイープ間で連続しない非連続信号を分離後の第1分離受信信号から除去する工程と、

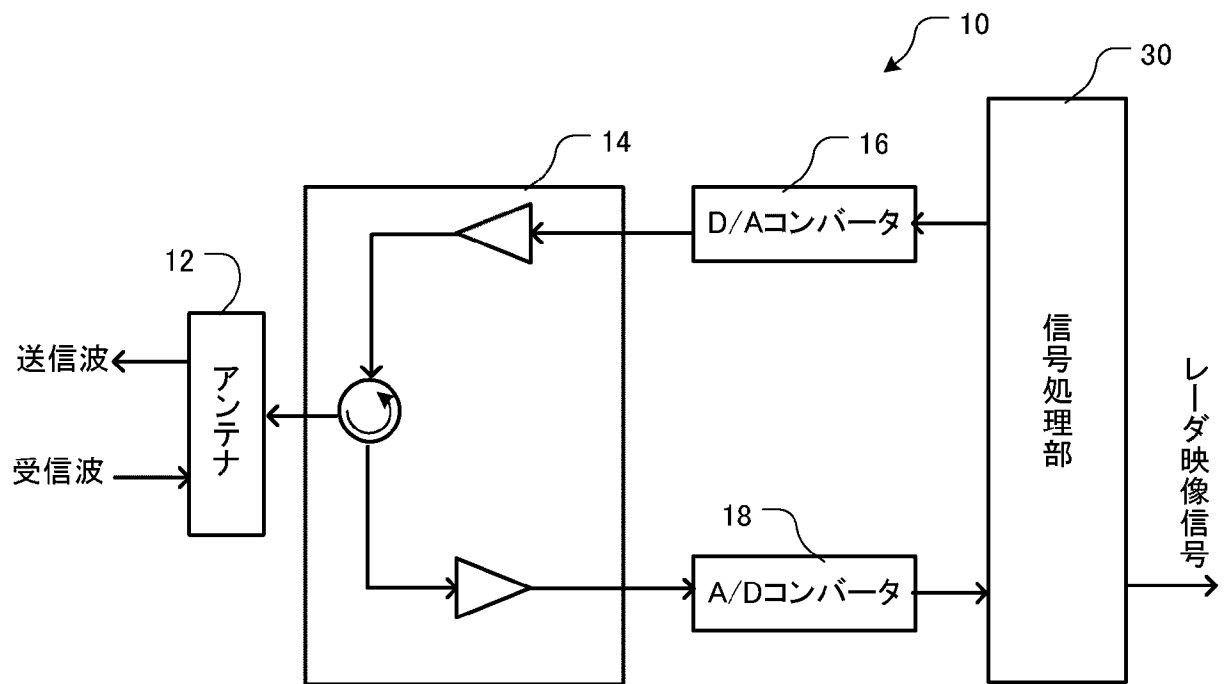
除去処理後の第1分離受信信号に対して圧縮処理を行う工程と、を備え、前記第1時間及び第3時間は、隣り合うスイープ間で異なるように、且つ、第1時間は自動応答装置の不感帯時間以下に設定されることを特徴とするレーダ信号処理方法。

[請求項7]

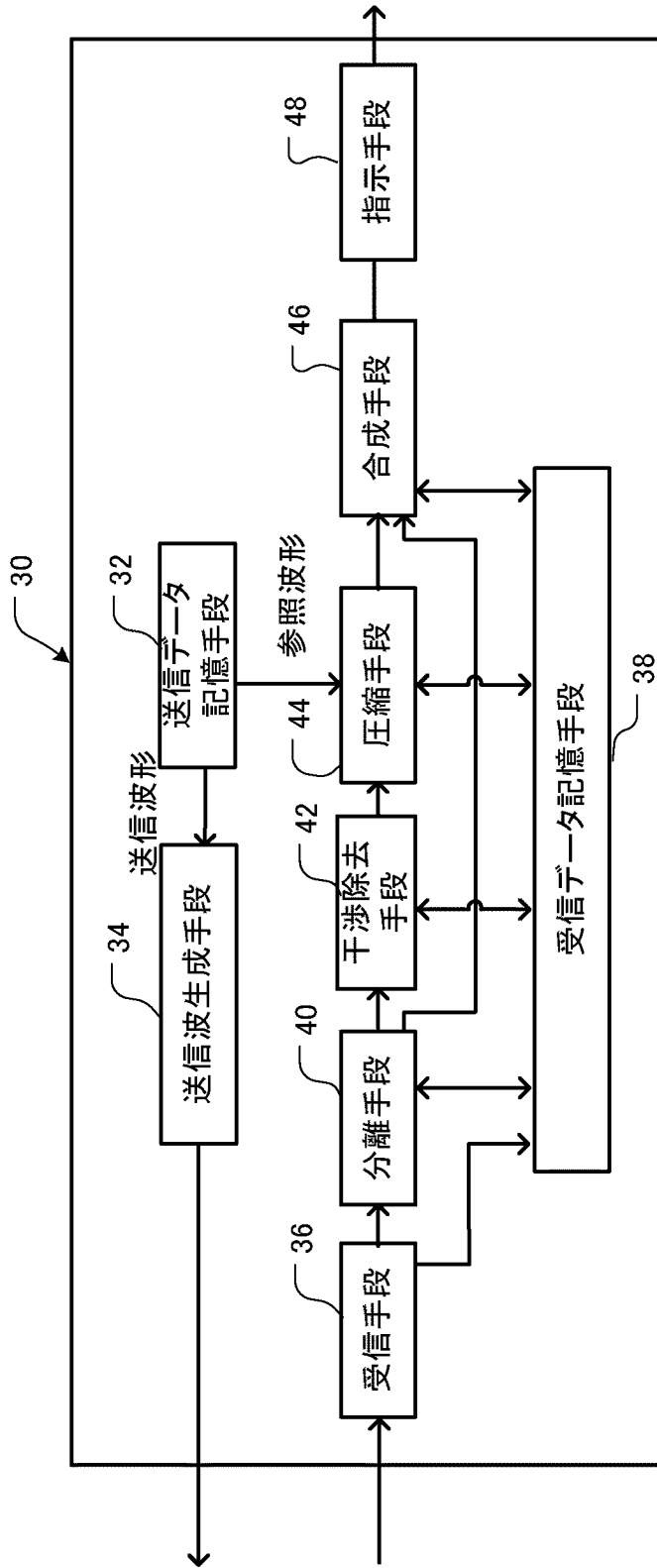
前記分離工程は、前記第1分離受信信号と、無変調パルス波または短パルス波に対応する周波数帯域を持つ第2分離受信信号と、を分離しており、

さらに、圧縮処理後の第1分離受信信号と前記第2分離受信信号の合成を行う工程と、を備えることを特徴とする請求項6記載のレーダ信号処理方法。

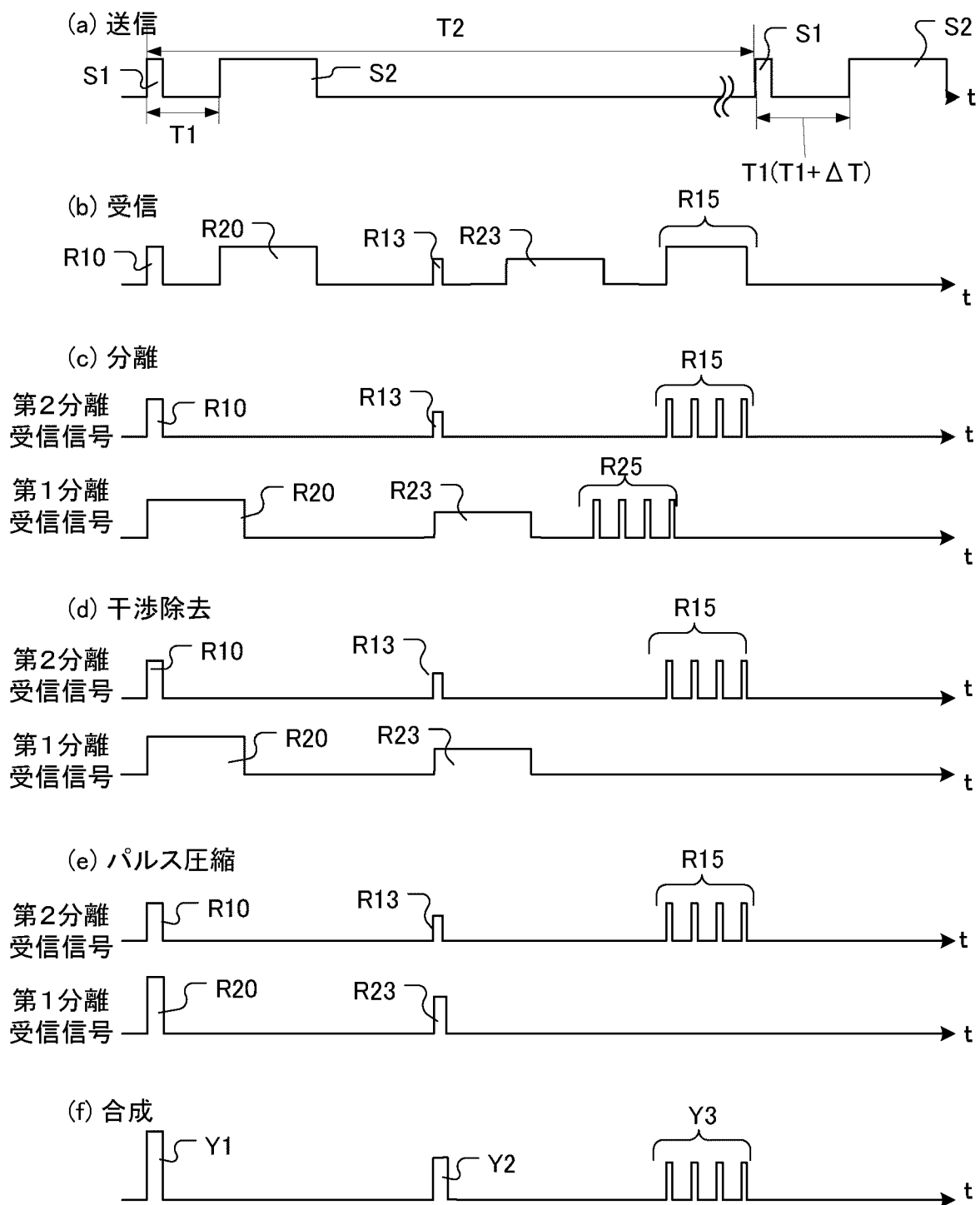
[図1]



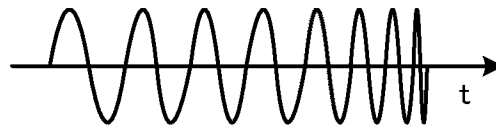
[図2]



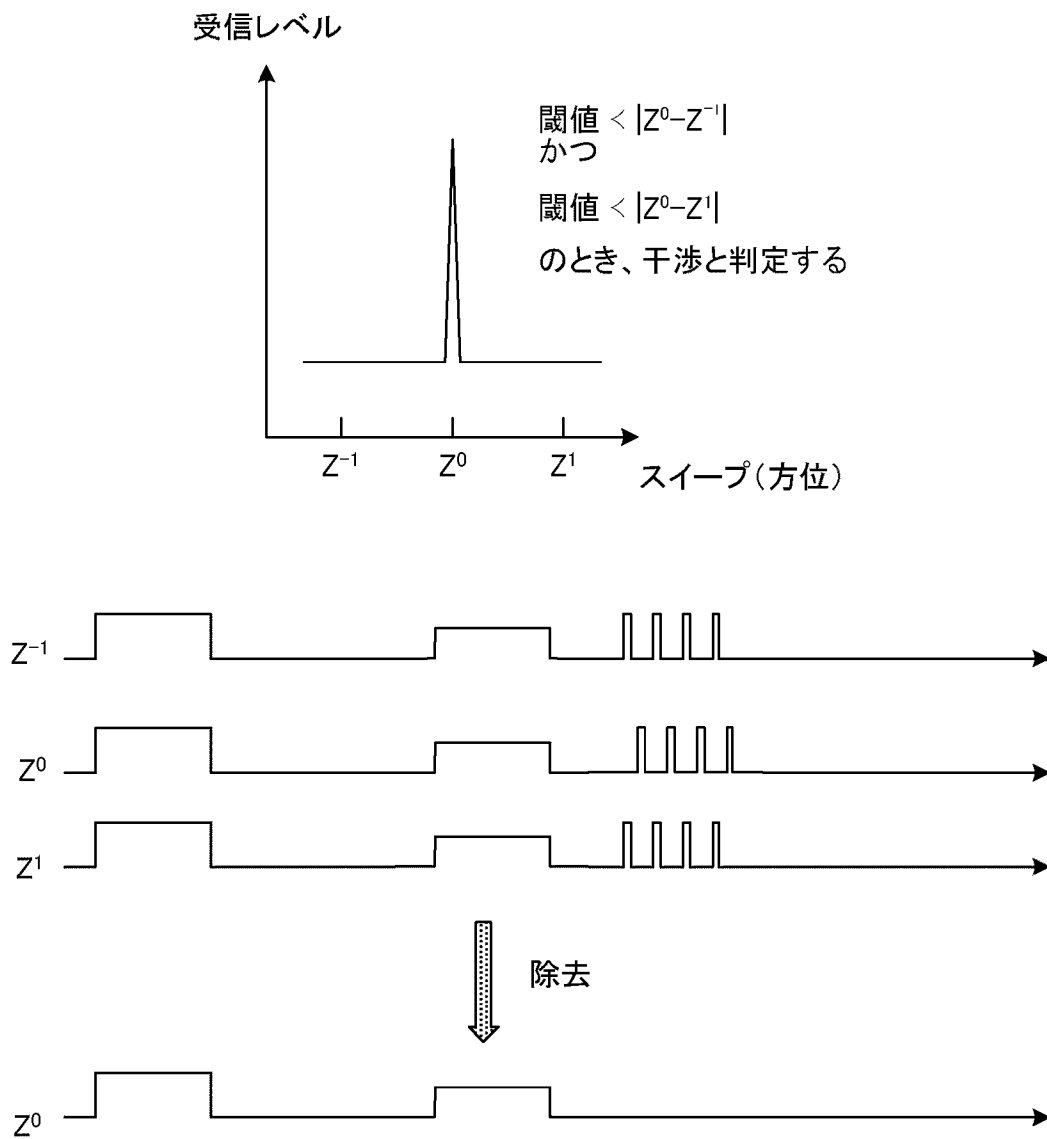
[図3]



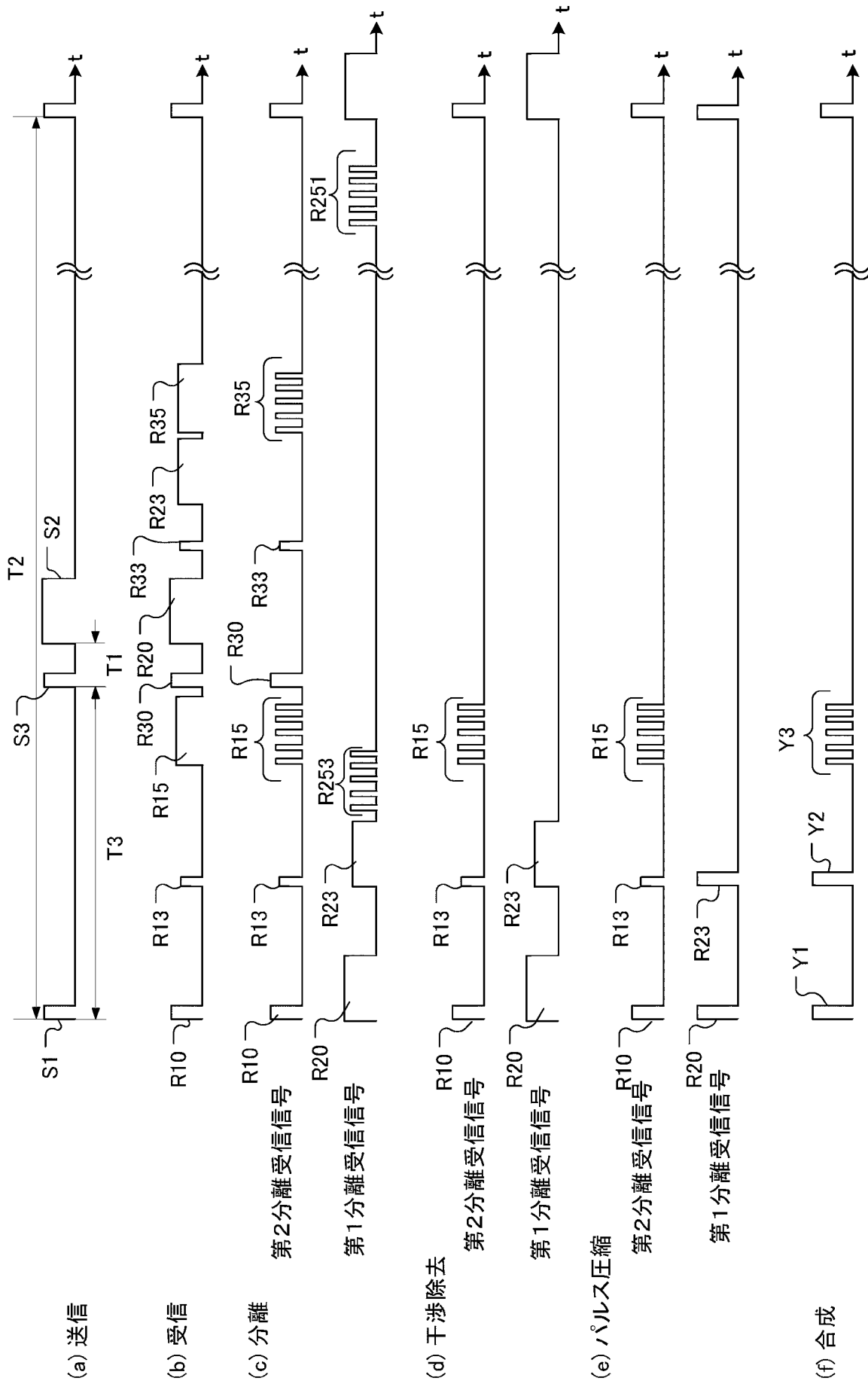
[図4]



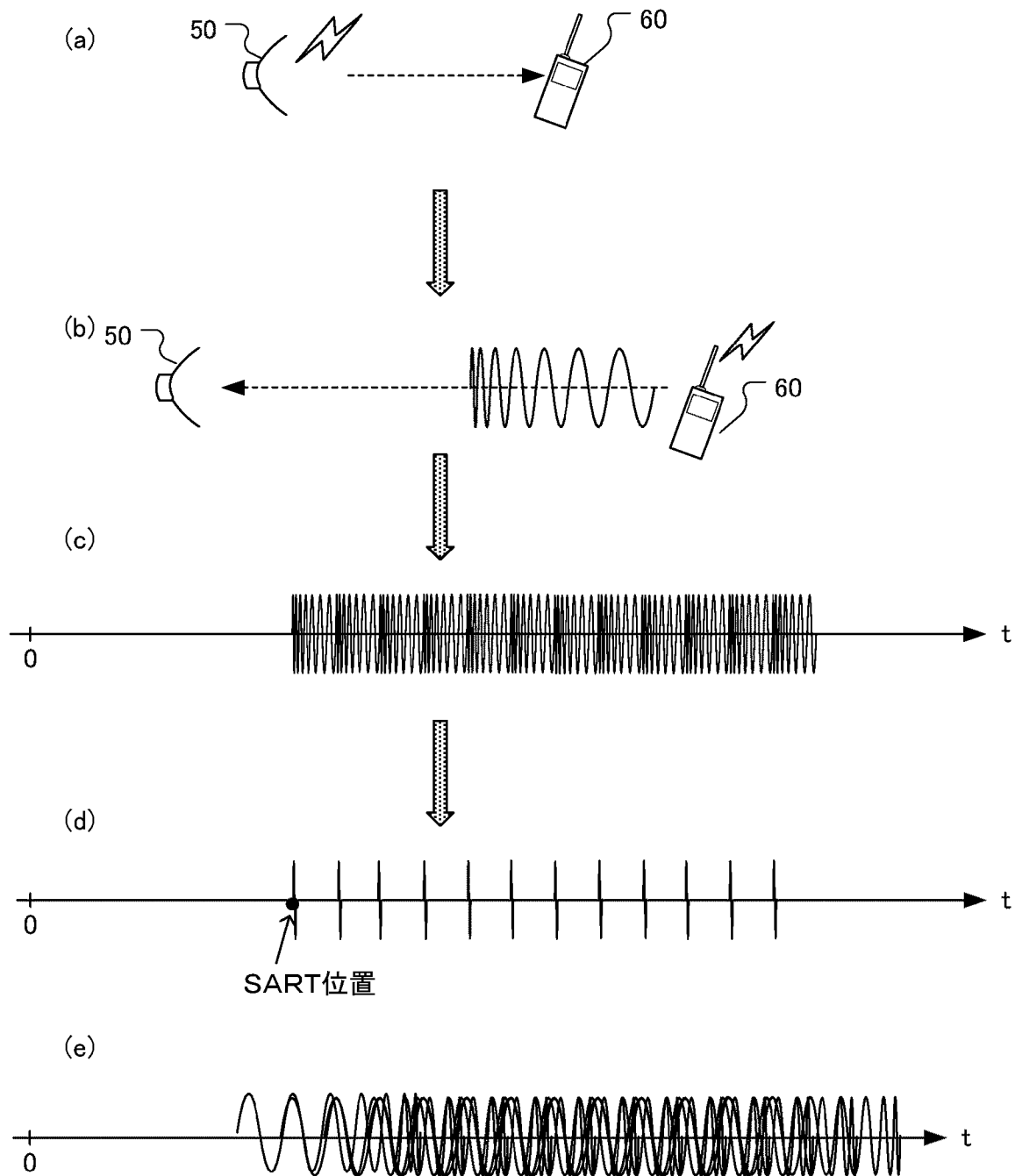
[図5]



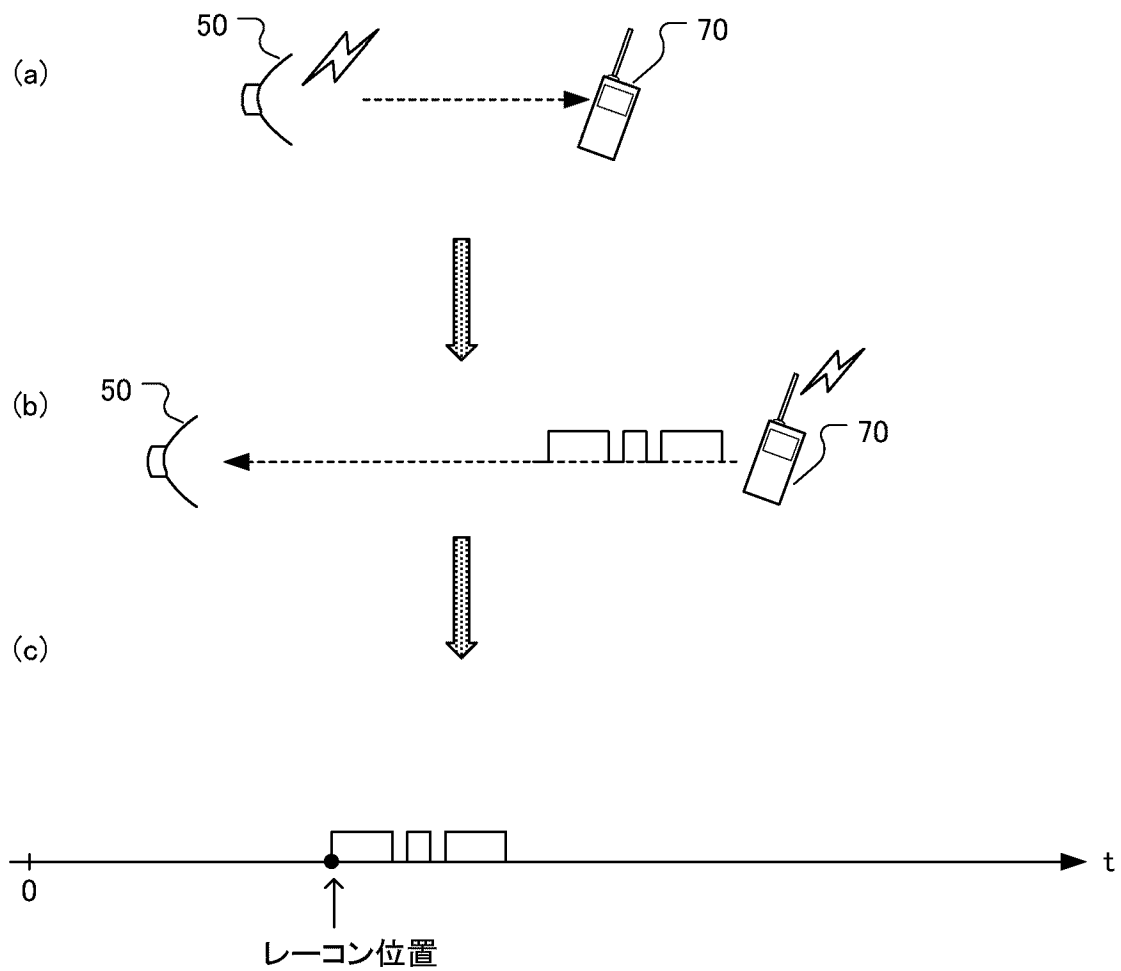
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S7/02(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)
 G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95

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)
 CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-13183 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0027] to [0070], [0005]; fig. 1 to 4 & US 2011/1661 A1 & GB 2473316 A & CN 101943752 A	1-7
A	JP 2000-329847 A (Taiyo Musen Co., Ltd.), 30 November 2000 (30.11.2000), paragraphs [0004] to [0013]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-7
A	JP 8-5732 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 January 1996 (12.01.1996), paragraphs [0021] to [0043]; fig. 1 to 19 (Family: none)	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 21 May, 2013 (21.05.13)	Date of mailing of the international search report 04 June, 2013 (04.06.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055088

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 1-237482 A (Mitsubishi Electric Corp.), 21 September 1989 (21.09.1989), page 8, upper left column, line 3 to page 10, lower left column, line 2; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-7
A	JP 5-107350 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 April 1993 (27.04.1993), paragraphs [0008] to [0022]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01S7/02(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 (IPC))
 Int.Cl. G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95

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 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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)
 CiNii

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	JP 2011-13183 A (古野電気株式会社) 2011. 01. 20, 段落【0027】-【0070】、【0005】、図1-4 & US 2011/1661 A1 & GB 2473316 A & CN 101943752 A	1-7
A	JP 2000-329847 A (太洋無線株式会社) 2000. 11. 30, 段落【0004】-【0013】、図1-2 (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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 21. 05. 2013	国際調査報告の発送日 04. 06. 2013
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 吉田 久 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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
A	JP 8-5732 A (三菱電機株式会社) 1996. 01. 12, 段落【0021】－【0043】, 図1－19 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 1-237482 A (三菱電機株式会社) 1989. 09. 21, 第8 ページ左上欄第3行-第10 ページ左下欄第2行, 第1-4 図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 5-107350 A (三菱電機株式会社) 1993. 04. 27, 段落【0008】－【0022】, 図1－5 (ファミリーなし)	1-7