

明 細 書

発明の名称：

レーダ装置、レーダ送信信号制御方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、レーダ装置、レーダ送信信号制御方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、所定の探知領域に電波信号を送信して、その反射信号を受信することにより、探知領域の物標探知を行うレーダ装置が知られている。近年、レーダ装置は、小型化に伴い、半導体等の固体化レーダが多く用いられている。固体化レーダは、遠方を探知可能にするためにパルス圧縮技術が用いられる。パルス圧縮技術には、パルス幅が長い長パルスが利用される。しかし、長パルスはレーダ近傍が不感領域となるため、この不感領域を検知可能にするために、パルス幅が長パルスよりも短い短パルスが長パルスと組み合わせられる。長パルスと短パルスは交互に送信される。長パルスの送信後に長パルスの反射エコーの受信時間が設けられ、短パルスの送信後に短パルスの反射エコーの受信時間が設けられる。

[0003] しかしながら、短パルスの反射エコーが長パルスの受信時間に入り込む、又は、その逆に長パルスの反射エコーが短パルスの受信時間に入り込むといった、いわゆる二次エコーが発生する場合がある。

[0004] 特許文献1には、二次エコー対策のために、長パルスと短パルスとを繰り返し送信するにあたり、パルスの送信順序を入れ替えることが開示されている。例えば、長パルス、短パルスの順番に送信した後は、短パルス、長パルスの順に送信する。

[0005] 特許文献2には、一つのパルス信号を所定の繰り返し周期で送信し、所定の繰り返し周期の数と同数のアンテナを用いることが記載されている。

[0006] 特許文献3には、短パルスの送信開始から長パルスの送信開始までの時間

を周期的に変更することにより、短パルスが長パルスの受信期間に入り込むことによる短パルスの二次エコー（偽像）を除去できるとの記載がある。しかし、長パルス同士の間隔は等間隔又は無作為であるため、長パルスの二次エコー問題が解決されていないようである。また、パルスの送信間隔を無作為に変更してしまうと、ドップラ速度の観測が難しくなる。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特許第5697877号公報
特許文献2：特許第6169116号公報
特許文献3：特開昭61-133885号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 本開示の目的は、ドップラ速度の観測が可能であり、且つ、長パルス及び短パルスの双方の二次エコーを検知可能なレーダ装置、レーダ送信信号制御方法、及びプログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

- [0009] 本開示のレーダ装置は、
異なるパルス幅の第1パルス及び第2パルスを交互に送信する送信部と、
前記第1パルスの送信開始から次の前記第1パルスの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔、第2送信間隔、及び第3送信間隔の順序で繰り返し変更し、
前記第2パルスの送信開始から次の前記第2パルスの送信開始までの送信間隔を、前記第3送信間隔を始めとする、前記第1パルスと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御する送信制御部と、
を備える。
- [0010] このように、第1パルスの送信間隔が、第1送信間隔、第2送信間隔及び第3送信間隔の順序で繰り返し変更され、第2パルスの送信間隔が、第3送

信間隔を始めとして第1パルスと同じ順序で変更される。よって、第1パルスの送信開始から第2パルスの送信開始までの間隔と、第2パルスの送信開始から第1パルスの送信開始までの間隔とが、常に周期的に変化することになり、第1パルス及び第2パルスの二次エコーを検知でき、除去可能となる。それでいて、第1パルス及び第2パルスの送信間隔は周期性を有するので、ドップラ速度を算出可能となる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]一実施形態に係るレーダ装置の構成を示す図
- [図2]送信概念を模式的に示した図
- [図3]一実施形態の送信制御による送信タイミングチャート及び反射波の受信タイミングチャート
- [図4]図3に示す受信信号を、各々のスイープと距離の関係にプロットした図
- [図5]図3に示す送信制御において他の事例における反射波の受信タイミングチャート
- [図6]従来技術の送信制御において図5と同じ事例における送信タイミングチャート及び反射波の受信タイミングチャート
- [図7]送信制御の変形例における送信タイミングチャート
- [図8]変形例におけるレーダ装置の構成を示す図
- [図9]変形例におけるレーダ装置の構成を示す図
- [図10]送信処理部が実行するレーダ送信信号制御処理ルーチンを示すフローチャート

発明を実施するための形態

- [0012] 以下、本開示の一実施形態を、図面を参照して説明する。
- [0013] 図1は、本実施形態のレーダ装置の構成を示す図である。図2は、送信概念を模式的に示した図である。図3は、本実施形態の送信制御による送信タイミングチャート及び反射波の受信タイミングチャートである。
- [0014] 図1に示すように、レーダ装置は、アンテナ1と、サーキュレータ2と、送信処理部3と、受信処理部4と、を有する。レーダ装置を送信機のみとし

て機能させる場合には受信処理部4を省略可能である。

[0015] <送信制御>

送信処理部3は、送信部30及び送信制御部31を有する。送信部30は、図3に示す第1パルスPL（長パルス）および第2パルスPS（短パルス）の二種類のパルスを生成し、順次、サーキュレータ2へ出力する。これにより、アンテナ1を介して異なるパルス幅の第1パルスPL（長パルス）及び第2パルスPS（短パルス）を交互に送信する。送信制御部31は、送信制御情報を送信部30に与えることにより、送信部30を制御する。第1パルスPL及び第2パルスPSは、パルス幅が異なっていればよい。本明細書では、パルス幅が相対的に長い長パルスを第1パルスPLとし、パルス幅が相対的に短い短パルスを第2パルスPSとして説明しているが、第1パルスPLが短パルスとし、第2パルスPSが長パルスとしてもよい。

[0016] 図2に示すように、長パルスPLは、所定の探知領域Ar2を探知するための所定パルス幅を有する遠距離観測用のパルス信号である。短パルスPSは、長パルスPLの不感領域である近距離探知領域Ar1を探知するための近距離観測用のパルス信号である。図3に示すように、第1パルスPLの送信時間（パルス幅）はTS1で表され、第1パルスPLの受信時間はTW1で表される。第2パルスPSの送信時間（パルス幅）はTS2で表され、第2パルスPSの受信時間はTW2で表される。本実施形態では、各々のパルスの受信時間TW1、TW2の後に信号を受信しない待機時間を設けているが、待機時間の有無は適宜変更可能である。

[0017] サーキュレータ2は、送信部30から出力された第1パルスPL（長パルス）および第2パルスPS（短パルス）をアンテナ1に伝送する。アンテナ1は、サーキュレータ2を介して入力された第1パルスPL（長パルス）および第2パルスPS（短パルス）を所定の指向性で外部へ放射する。この構成により、図2に示すように、第1パルスPL（長パルス）および第2パルスPS（短パルス）が、方位を順次変えながら放射される。

[0018] 送信制御部31は、図3に示すように、第1パルスPLの送信開始から次

の第1パルスP Lの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔P R T 1、第2送信間隔P R T 2及び第3送信間隔P R T 3の順序で繰り返し変更するように構成されている。第1送信間隔P R T 1、第2送信間隔P R T 2及び第3送信間隔P R T 3は、互いに長さが異なる。本実施形態では、第1送信間隔P R T 1、第2送信間隔P R T 2及び第3送信間隔P R T 3の順に送信間隔が長くなるが、これは一例であり、種々変更可能である。本明細書では、時間軸で表記するため、送信間隔をパルス繰り返し時間（P R T ; Pulse Repetition Time）で表記しているが、パルス繰り返し周波数（P R F ; Pulse Repetition Frequency）も同義である。図3に示すように、第2パルスP Sは第1パルスP Lの送信間隔中に送信される。同様に、第1パルスP Lは第2パルスP Sの送信間隔中に送信される。

[0019] また、送信制御部31は、第2パルスP Sの送信開始から次の第2パルスP Sの送信開始までの送信間隔を、第1パルスP Lと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御する。ただし、第1パルスP Lの送信間隔は、第1送信間隔P R T 1を始めとするが、第2パルスP Sの送信間隔は、第3送信間隔P R T 3を始めとする。これは、第2パルスP Sの送信間隔には、当該第2パルスP Sの送信間隔と重複する期間における第1パルスP Lの送信間隔と同じ送信間隔を使用できないためである。例えば、図3において、1つ目の第2パルスP Sの送信間隔と、1つ目及び2つ目の第1パルスP Lの送信間隔が重複している。そのため、1つ目の第2パルスP Sの送信間隔には、1つ目の第1パルスP Lの第1送信間隔P R T 1および2つ目の第1パルスP Lの第2送信間隔P R T 2と同じ間隔を使用できず、第3送信間隔P R T 3のみ使用することができる。このようにすれば、第1パルスP Lの送信開始から第2パルスP Sの送信開始までの期間、および、第2パルスP Sの送信開始から第1パルスの送信開始までの期間の双方が常に変動することになる。

[0020] 本開示の送信制御のメリットを説明する。

[0021] 図3は、第1パルスP L（長パルス）の反射波R Lが第1パルスP Lの受

信時間 TW_1 に到来するが、第2パルス PS （短パルス）の反射波 RS が第2パルス PS の受信時間 TW_2 に到来せず、次の第1パルス PL の受信時間 TW_1 に到来してしまう例である。図3において、第1パルス PL の送信開始から第1パルスの反射波 RL の到来まで時間 D_1 を要する。よって、アンテナ1から物標までの距離は、時間 D_1 に応じて算出可能となる。一方、第2パルス PS の送信開始から第2パルスの反射波 RS の到来まで時間 D_2 を要する。第2パルス PS の送信開始から次の第1パルス PL の送信開始までの間隔が常に異なるように送信制御しているため、第1パルス PL の送信開始時点 P_1 に対して第2パルス PS の反射波 RS が出現する位置が周期的に異なることになる。すなわち、第1パルス PL の送信開始から偽像である第2パルスの反射波 RS の到来までの時間が、 CD_1 、 CD_2 、 CD_3 のように周期的に異なることになる。図4は、受信信号を、各々のスイープと距離の関係にプロットした図である。図4に示すように、偽像である二次エコー（第2パルスの反射波 RS ）が、スイープ毎に距離方向に3つに分裂するため、縞模様となり、スイープ方向の密度が従来手法よりも下がるので、公知の干渉除去機能で除去しやすくなる。なお、偽像ではない一次エコーの場合には、スイープ毎に距離方向に分裂せず、スイープ方向に連続し、スイープ方向の密度が二次エコーに比べて高い。

[0022] 図5は、第1パルス PL （長パルス）の反射波 RL が第1パルス PL の受信時間 TW_1 に到来せず、次の第2パルス PS （短パルス）の受信時間 TW_2 に到来してしまう例である。図5において、第1パルス PL の送信開始から第1パルスの反射波 RL の到来まで時間 D_3 を要する。第1パルス PL の送信開始から次の第2パルス PS の送信開始までの間隔が常に異なるように送信制御しているため、第2パルス PS の送信開始時点 P_2 に対して第1パルスの反射波 RL が出現する位置が周期的に異なることになる。したがって、図3の例と同様に、偽像である二次エコー（第1パルスの反射波 RL ）が、スイープ毎に距離方向に3つに分裂するため、縞模様となり、スイープ方向の密度が後述する従来手法よりも下がるので、公知の干渉除去機能で除去

しやすくなる。

[0023] 本開示の送信制御に対して、従来技術と考えている送信制御を図6に示して説明する。図6は、長パルスP Lの送信開始から次の長パルスP Lの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔P R T 1及び第2送信間隔P R T 2の順序で繰り返し変更する。短パルスP Sは、長パルスP Lの送信開始から所定間隔I V 1経過後に送信開始する。図6は、図5と同じ例であり、長パルスP Lの反射波R Lが長パルスP Lの受信時間T W 1に到来せず、次の短パルスP Sの受信時間T W 2に到来してしまう例である。

[0024] 図6に示す送信制御は、長パルスP Lの送信間隔を周期的に変更しているので、短パルスP Sの送信開始から次の長パルスP Lの送信開始までの間隔が周期的に変化する。そのため、短パルスP Sの反射波が長パルスP Lの受信時間T W 1に入り込んでも、長パルスP Lの送信開始時点P 1に対して短パルスP Sの反射波が出現する位置が周期的に変化する。よって、短パルスP Sが二次エコーとなる場合には、干渉除去機能で除去しやすい。

[0025] しかしながら、図6に示す送信制御は、長パルスP Lの送信開始から短パルスP Sの送信開始までの間隔I V 1が固定であるので、短パルスP Sの送信開始時点P 2に対して第1パルスの反射波R Lが出現する位置が一定となる。すなわち、短パルスP Sの送信開始から偽像である長パルスの反射波R Lの到来までの時間が一定間隔C D 4となる。したがって、長パルスの反射波R Lは二次エコーであるが、図4に示すような縞模様とならず、干渉除去機能で除去することができず、一次エコーとして取り扱われ、誤検知となる。

[0026] 本開示の送信制御における二次エコーを干渉除去機能で除去することを確実にするためには、次の3つの条件を満たすことが好ましい。

第1条件は、送信間隔のうち最も短い送信間隔(P R T 1)は、第1パルスP L及び第2パルスP Sのそれぞれの送信時間T S 1、T S 2及び受信時間T W 1、T W 2の合計である送受信時間(T S 1 + T W 1 + T S 2 + T W 2)以上である。

第2条件は、送信間隔のうち最も短い送信間隔 ($PRT1$) と二番目に短い送信間隔 ($PRT2$) の合計 ($PRT1 + PRT2$) は、送信間隔のうち三番目に短い送信間隔 ($PRT3$) と前記送受信時間 ($TS1 + TW1 + TS2 + TW2$) との合計の時間 ($PRT3 + TS1 + TW1 + TS2 + TW2$) 以上である。

第3条件は、第1パルス PL 及び第2パルス PS のうちパルス幅が長いパルス PL の送信時間 $TS1$ と、最も短い送信間隔 ($PRT1$) の合計 ($TS1 + PRT1$) が、二番目に短い送信間隔 ($PRT2$) 以上であり、パルス幅が長いパルス PL の送信時間 $TS1$ と、二番目に短い送信間隔 ($PRT2$) の合計 ($TS1 + PRT2$) が、三番目に短い送信間隔 ($PRT3$) 以上である。

[0027] なお、図3及び図5の例では、第1パルス PL の受信時間 $TW1$ および第2パルス PS の受信時間 $TW2$ が一定であるが、これに限定されない。例えば、図7に示すように、第1パルス PL の受信時間の後の待機時間を無くし、第1パルス PL の送信完了後から次の第2パルス PS の送信開始までの期間を、第1パルス PL の受信時間 ($TW1-1$ 、 $TW1-2$ 、 $TW1-3$) とすることが可能である。同様に、第2パルス PS の受信時間の後の待機時間を無くし、第2パルス PS の送信完了後から次の第1パルス PL の送信開始までの期間を、第2パルス PS の受信時間 ($TW2-1$ 、 $TW2-2$ 、 $TW2-3$) とすることが可能である。このようにすれば、送信間隔 ($PRT1$ 、 $PRT2$ 、 $PRT3$) 毎にパルス PL 、 PS の受信時間 ($TW1-1$ 、 $TW1-2$ 、 $TW1-3$ 、 $TW2-1$ 、 $TW2-2$ 、 $TW2-3$) の長さが異なることになる。

[0028] <受信制御>

図1に示すように、アンテナ1は、外部から到来した電波を受信して受信信号をサーキュレータ2へ出力する。この受信信号には、アンテナ1から放射した第1パルス PL および第2パルス PS の反射信号が含まれている。サーキュレータ2は、アンテナ1から伝搬された受信信号を受信処理部4へ伝

送する。

- [0029] 受信処理部4は、送信処理部3からの送信制御情報に基づき受信時間TW1、TW2に受信処理を実行する。本開示のレーダ装置をドップラレーダに適用するためには、第1パルスPL（長パルス）と第2パルスPS（短パルス）の送信間隔のタイミングが異なっているため、従来のみではドップラ演算できない。そこで、図1に示すように、受信処理部4は、A/D変換部40と、第1パルス受信処理部41と、第2パルス受信処理部42と、時間調整部43と、合成部44と、ドップラ速度算出部45と、を有する。
- [0030] A/D変換部40は、サーキュレータ2を介して取得した受信信号を、所定サンプリングタイムでアナログーデジタル変換して、所定ビット数からなる受信データを生成する。
- [0031] 第1パルス受信処理部41は、第1パルスPLの受信信号の受信処理を実行する。この処理は公知であるため詳細な説明は省略する。ここでは、第1パルスの受信信号の送信間隔がPRT1、PRT2、PRT3の順である。
- [0032] 第2パルス受信処理部42は、受信データのうち第2パルス受信処理部42の受信信号の受信処理を実行する。ここでは、第2パルスの受信信号の送信間隔がPRT3、PRT1、PRT2の順である。
- [0033] 時間調整部43は、第1パルスPLまたは第2パルスの受信信号の時間を、ドップラ速度算出部45が用いるパルスの送信タイミングに合致するように調整する。具体的には、第2パルスPSが第1パルスPLよりも1周期先行して送信しているので、1パルス分遅らせる処理を行う遅延器である。これにより、第2パルスPSの受信信号の送信間隔がPRT1、PRT2、PRT3の順となり、第1パルスPLのタイミングと一致する。
- [0034] 合成部44は、第1パルスPL及び第2パルスPSの処理データを連結する。ドップラ速度算出部45は、第1パルスPLの送信タイミング情報（送信間隔PRT1、PRT2、PRT3を含む）を用い、第1パルスPL及び第2パルスPSの少なくとも一方の位相差に基づきドップラ速度を算出する。送信タイミング情報は、送信処理部3からの送信制御情報から得ることが

できる。

[0035] <変形例>

なお、図1に示す例では、ドップラ速度算出部45が第1パルスPLの送信タイミング情報に基づきドップラ処理を実行しているが、これに限定されない。例えば、図8に示すように、ドップラ速度算出部45が第2パルスPSの送信タイミング情報（送信間隔PRT3、PRT1、PRT2）を用いる場合には、第1パルス受信処理部41の出力信号をパルス1つ分早める促進器としての時間調整部143を設ければよい。

[0036] また、図1及び図8の例では、第1パルス及び第2パルスの受信データを合成した後にドップラ処理を実行しているが、これに限定されない。例えば、図9に示すように、ドップラ速度算出部243と、ドップラ速度算出部244と、合成部245とを設ければよい。ドップラ速度算出部243は、第1パルス受信処理部41の出力データと第1パルスの送信タイミング情報に基づきドップラ速度を算出する。ドップラ速度算出部244は、第2パルス受信処理部42の出力データと第2パルスの送信タイミング情報に基づきドップラ速度を算出する。合成部245は、2つのドップラ速度算出部243、244からのデータを合成する。

[0037] [レーダ送信信号制御方法]

上記レーダ装置が実行する、レーダ送信信号制御方法について図10を参照しつつ説明する。

[0038] まず、ステップST1において、送信部30が、異なるパルス幅の第1パルスPL及び第2パルスPSを交互に送信する。ステップST2において、送信制御部31が、第1パルスPLの送信開始から次の第1パルスPLの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔PRT1、第2送信間隔PRT2、及び第3送信間隔PRT3の順序で繰り返し変更し、

第2パルスPSの送信開始から次の第2パルスPSの送信開始までの送信間隔を、第3送信間隔PRT3を始めとする、第1パルスPLと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御する。

- [0039] 以上のように、本実施形態のレーダ装置は、
異なるパルス幅の第1パルスPL及び第2パルスPSを交互に送信する送信部30と、第1パルスPLの送信開始から次の第1パルスPLの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔PRT1、第2送信間隔PRT2、及び第3送信間隔PRT3の順序で繰り返し変更し、
第2パルスPSの送信開始から次の第2パルスPSの送信開始までの送信間隔を、第3送信間隔PRT3を始めとする、第1パルスPLと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御する送信制御部31と、
を備える。
- [0040] 本実施形態のレーダ送信信号制御方法は、
異なるパルス幅の第1パルスPL及び第2パルスPSを交互に送信し、
第1パルスPLの送信開始から次の第1パルスPLの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔PRT1、第2送信間隔PRT2、及び第3送信間隔PRT3の順序で繰り返し変更し、
第2パルスPSの送信開始から次の第2パルスPSの送信開始までの送信間隔を、第3送信間隔PRT3を始めとする、第1パルスPLと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御する。
- [0041] このように、第1パルスPLの送信間隔が、第1送信間隔PRT1、第2送信間隔PRT2及び第3送信間隔PRT3の順序で繰り返し変更され、第2パルスPSの送信間隔が、第3送信間隔PRT3を始めとして第1パルスPLと同じ順序で変更される。よって、第1パルスPLの送信開始から第2パルスPSの送信開始までの間隔と、第2パルスPSの送信開始から第1パルスPLの送信開始までの間隔とが、常に周期的に変化することになり、第1パルスPL及び第2パルスPSの二次エコーを検知でき、除去可能となる。それでいて、第1パルスPL及び第2パルスPSの送信間隔は周期性を有するので、ドップラ速度を算出可能となる。
- [0042] 本実施形態において、送信間隔のうち最も短い送信間隔(PRT1)は、第1パルスPL及び第2パルスPSのそれぞれの送信時間TS1、TS2及

び受信時間 $TW1$ 、 $TW2$ の合計である送受信時間 ($TS1 + TW1 + TS2 + TW2$) 以上であり、

送信間隔のうち最も短い送信間隔 ($PRT1$) と二番目に短い送信間隔 ($PRT2$) の合計 ($PRT1 + PRT2$) は、送信間隔のうち三番目に短い送信間隔 ($PRT3$) と前記送受信時間 ($TS1 + TW1 + TS2 + TW2$) との合計の時間 ($PRT3 + TS1 + TW1 + TS2 + TW2$) 以上であり、

第1パルス PL 及び第2パルス PS のうちパルス幅が長いパルス PL の送信時間 $TS1$ と、最も短い送信間隔 ($PRT1$) の合計 ($TS1 + PRT1$) が、二番目に短い送信間隔 ($PRT2$) 以上であり、パルス幅が長いパルス PL の送信時間 $TS1$ と、二番目に短い送信間隔 ($PRT2$) の合計 ($TS1 + PRT2$) が、三番目に短い送信間隔 ($PRT3$) 以上である。

[0043] この条件を満たせば、二次エコーを干渉除去機能で除去することを確実にすることが可能となる。

[0044] 本実施形態において、第1送信間隔 $PRT1$ 、第2送信間隔 $PRT2$ 、第3送信間隔 $PRT3$ の順に送信間隔が長い。本開示の好適な適用例である。

[0045] 図7に示す実施形態において、送信間隔 ($PRT1$ 、 $PRT2$ 、 $PRT3$) 毎にパルスの受信時間 ($TW1-1$ 、 $TW1-2$ 、 $TW1-3$ 、 $TW2-1$ 、 $TW2-2$ 、 $TW2-3$) の長さが異なる。各々のパルスの受信時間 $TW1$ 、 $TW2$ の後に信号を受信しない待機時間を設けずに、各々のパルスの受信時間 $TW1$ 、 $TW2$ を次のパルスの送信開始までにし、待機時間を無くすることも可能である。この場合、送信間隔毎にパルスの受信時間の長さが異なる。このようにすれば、長パルス PL の待機時間がない場合には探知範囲を拡大することができ、短パルスの待機時間がない場合には近距離探知領域 $Ar1$ と探知領域 $Ar2$ の境界を目立にくくすることが可能となる。

[0046] 本実施形態の装置において、第1パルス PL 及び第2パルス PS の反射波を含む受信信号と、送信間隔 ($PRT1$ 、 $PRT2$ 、 $PRT3$) とに基づいて、ドップラ速度を算出するドップラ速度算出部 (45、243、244)

を更に備える。

[0047] この構成によれば、物標のドップラ速度を算出可能となる。

[0048] 図1及び図8に示す実施形態において、第1パルスPLまたは第2パルスPSの受信信号の時間を、ドップラ速度算出部45、243、244が用いるパルスの送信タイミングに合致するように調整する時間調整部43、143を更に備える。

[0049] この構成によれば、ドップラ速度算出部45、243、244が、第1パルスPL及び第2パルスPSを同時にドップラ演算することができる。

[0050] 本実施形態では、第1パルスPL及び第2パルスPSは、一方が近距離観測用の短パルスであり、他方が遠距離観測用の長パルスである。本開示の好適な適用例である。

[0051] 本実施形態に係るプログラムは、上記方法を1又は複数のプロセッサに実行させるプログラムである。

[0052] 以上、本開示の実施形態について図面に基づいて説明したが、具体的な構成は、これらの実施形態に限定されるものでないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した実施形態の説明だけではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0053] 例えば、本実施形態では、送信間隔は3つであるが、これに限定されない。送信間隔は3つ以上にすることができる。例えば、送信間隔が、PRT1、PRT2、PRT3、PRT4の4つとした場合には、第1パルスPLの送信間隔を、PRT1、PRT2、PRT3、PRT4の順序でPRT1を始めとして繰り返し変更する。第2パルスPSの送信間隔を、PRT3又はPRT4のいずれかを始めとし、第1パルスと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更することが好ましい。

[0054] 例えば、特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限

り、任意の順序で実現できる。特許請求の範囲、明細書、および図面中のフローに関して、便宜上「まず」、「次に」等を用いて説明したとしても、この順で実行することが必須であることを意味するものではない。

[0055] 上記の各実施形態で採用している構造を他の任意の実施形態に採用することは可能である。

[0056] 各部の具体的な構成は、上述した実施形態のみに限定されるものではなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

符号の説明

[0057]	30	送信部
	31	送信制御部
	PL	第1パルス
	PS	第2パルス
	PRT1	第1送信間隔（送信間隔）
	PRT2	第2送信間隔（送信間隔）
	PRT3	第3送信間隔（送信間隔）
	TW1	受信時間
	TW2	受信時間
	TS1	送信時間
	TS2	送信時間
	45	ドップラ速度算出部
	243	ドップラ速度算出部
	244	ドップラ速度算出部
	43	時間調整部
	143	時間調整部

用語

[0058] 必ずしも全ての目的または効果・利点が、本明細書中に記載される任意の特定の実施形態に則って達成され得るわけではない。従って、例えば当業者であれば、特定の実施形態は、本明細書中で教示または示唆されるような他

の目的または効果・利点を必ずしも達成することなく、本明細書中で教示されるような1つまたは複数の効果・利点を達成または最適化するように動作するように構成され得ることを想到するであろう。

[0059] 本明細書中に記載される全ての処理は、1つまたは複数のコンピュータまたはプロセッサを含むコンピューティングシステムによって実行されるソフトウェアコードモジュールにより具現化され、完全に自動化され得る。コードモジュールは、任意のタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体または他のコンピュータ記憶装置に記憶することができる。一部または全ての方法は、専用のコンピュータハードウェアで具現化され得る。

[0060] 本明細書中に記載されるもの以外でも、多くの他の変形例があることは、本開示から明らかである。例えば、実施形態に応じて、本明細書中に記載されるアルゴリズムのいずれかの特定の動作、イベント、または機能は、異なるシーケンスで実行することができ、追加、併合、または完全に除外することができる（例えば、記述された全ての行為または事象がアルゴリズムの実行に必要というわけではない）。さらに、特定の実施形態では、動作またはイベントは、例えば、マルチスレッド処理、割り込み処理、または複数のプロセッサまたはプロセッサコアを介して、または他の並列アーキテクチャ上で、逐次ではなく、並列に実行することができる。さらに、異なるタスクまたはプロセスは、一緒に機能し得る異なるマシンおよび/またはコンピューティングシステムによっても実行され得る。

[0061] 本明細書中に開示された実施形態に関連して説明された様々な例示的論理ブロックおよびモジュールは、プロセッサなどのマシンによって実施または実行することができる。プロセッサは、マイクロプロセッサであってもよいが、代替的に、プロセッサは、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシン、またはそれらの組み合わせなどであってもよい。プロセッサは、コンピュータ実行可能命令を処理するように構成された電気回路を含むことができる。別の実施形態では、プロセッサは、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、またはコンピュ

ータ実行可能命令を処理することなく論理演算を実行する他のプログラマブルデバイスを含む。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組み合わせ、例えば、デジタル信号プロセッサ(デジタル信号処理装置)とマイクロプロセッサの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと組み合わせた1つ以上のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実装することができる。本明細書中では、主にデジタル技術に関して説明するが、プロセッサは、主にアナログ素子を含むこともできる。例えば、本明細書中に記載される信号処理アルゴリズムの一部または全部は、アナログ回路またはアナログとデジタルの混合回路により実装することができる。コンピューティング環境は、マイクロプロセッサ、メインフレームコンピュータ、デジタル信号プロセッサ、ポータブルコンピューティングデバイス、デバイスコントローラ、または装置内の計算エンジンに基づくコンピュータシステムを含むが、これらに限定されない任意のタイプのコンピュータシステムを含むことができる。

[0062] 特に明記しない限り、「できる」「できた」「だろう」または「可能性がある」などの条件付き言語は、特定の実施形態が特定の特徵、要素および/またはステップを含むが、他の実施形態は含まないことを伝達するために一般に使用される文脈内での意味で理解される。従って、このような条件付き言語は、一般に、特徵、要素および/またはステップが1つ以上の実施形態に必要とされる任意の方法であること、または1つ以上の実施形態が、これらの特徵、要素および/またはステップが任意の特定の実施形態に含まれるか、または実行されるかどうかを決定するための論理を必然的に含むことを意味するという訳ではない。

[0063] 語句「X、Y、Zの少なくとも1つ」のような選言的言語は、特に別段の記載がない限り、項目、用語等が X, Y, Z, のいずれか、又はそれらの任意の組み合わせであり得ることを示すために一般的に使用されている文脈で理解される(例: X, Y, Z)。従って、このような選言的言語は、一般的には、特定の実施形態がそれぞれ存在するXの少なくとも1つ、Yの少なくとも1つ、またはZ

の少なくとも1つ、の各々を必要とすることを意味するものではない。

[0064] 本明細書中に記載されかつ/または添付の図面に示されたフロー図における任意のプロセス記述、要素またはブロックは、プロセスにおける特定の論理機能または要素を実装するための1つ以上の実行可能命令を含む、潜在的にモジュール、セグメント、またはコードの一部を表すものとして理解されるべきである。代替の実施形態は、本明細書中に記載された実施形態の範囲内に含まれ、ここでは、要素または機能は、当業者に理解されるように、関連する機能性に応じて、実質的に同時にまたは逆の順序で、図示または説明されたものから削除、順不同で実行され得る。

[0065] 特に明示されていない限り、「一つ」のような数詞は、一般的に、1つ以上の記述された項目を含むと解釈されるべきである。従って、「～するように設定された一つのデバイス」などの語句は、1つ以上の列挙されたデバイスを含むことを意図している。このような1つまたは複数の列挙されたデバイスは、記載された引用を実行するように集合的に構成することもできる。例えば、「以下のA、BおよびCを実行するように構成されたプロセッサ」は、Aを実行するように構成された第1のプロセッサと、BおよびCを実行するように構成された第2のプロセッサとを含むことができる。加えて、導入された実施例の具体的な数の列挙が明示的に列挙されたとしても、当業者は、このような列挙が典型的には少なくとも列挙された数(例えば、他の修飾語を用いない「2つの列挙と」の単なる列挙は、通常、少なくとも2つの列挙、または2つ以上の列挙を意味する)を意味すると解釈されるべきである。

[0066] 一般に、本明細書中で使用される用語は、一般に、「非限定」用語(例えば、「～を含む」という用語は「それだけでなく、少なくとも～を含む」と解釈すべきであり、「～を持つ」という用語は「少なくとも～を持っている」と解釈すべきであり、「含む」という用語は「以下を含むが、これらに限定されない。」などと解釈すべきである。)を意図していると、当業者には判断される。

[0067] 説明の目的のために、本明細書中で使用される「水平」という用語は、そ

の方向に関係なく、説明されるシステムが使用される領域の床の平面または表面に平行な平面、または説明される方法が実施される平面として定義される。「床」という用語は、「地面」または「水面」という用語と置き換えることができる。「垂直/鉛直」という用語は、定義された水平線に垂直/鉛直な方向を指します。「上側」「下側」「下」「上」「側面」「より高く」「より低く」「上の方に」「～を越えて」「下の」などの用語は水平面に対して定義されている。

[0068] 本明細書中で使用される用語の「付着する」、「接続する」、「対になる」及び他の関連用語は、別段の注記がない限り、取り外し可能、移動可能、固定、調節可能、及び/または、取り外し可能な接続または連結を含むと解釈されるべきである。接続/連結は、直接接続及び/または説明した2つの構成要素間の中間構造を有する接続を含む。

[0069] 特に明示されていない限り、本明細書中で使用される、「およそ」、「約」、および「実質的に」のような用語が先行する数は、列挙された数を含み、また、さらに所望の機能を実行するか、または所望の結果を達成する、記載された量に近い量を表す。例えば、「およそ」、「約」及び「実質的に」とは、特に明示されていない限り、記載された数値の10%未満の値をいう。本明細書中で使用されているように、「およそ」、「約」、および「実質的に」などの用語が先行して開示されている実施形態の特徴は、さらに所望の機能を実行するか、またはその特徴について所望の結果を達成するいくつかの可変性を有する特徴を表す。

[0070] 上述した実施形態には、多くの変形例および修正例を加えることができ、それらの要素は、他の許容可能な例の中にあるものとして理解されるべきである。そのような全ての修正および変形は、本開示の範囲内に含まれることを意図し、以下の特許請求の範囲によって保護される。

請求の範囲

- [請求項1] 異なるパルス幅の第1パルス及び第2パルスを交互に送信する送信部と、
- 前記第1パルスの送信開始から次の前記第1パルスの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔、第2送信間隔、及び第3送信間隔の順序で繰り返し変更し、
- 前記第2パルスの送信開始から次の前記第2パルスの送信開始までの送信間隔を、前記第3送信間隔を始めとする、前記第1パルスと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御する送信制御部と、を備える、レーダ装置。
- [請求項2] 前記送信間隔のうち最も短い送信間隔は、前記第1パルス及び前記第2パルスのそれぞれの送信時間及び受信時間の合計である送受信時間以上であり、
- 前記送信間隔のうち最も短い送信間隔と二番目に短い送信間隔の合計は、前記送信間隔のうち三番目に短い送信間隔と前記送受信時間との合計の時間以上であり、
- 前記第1パルス及び前記第2パルスのうちパルス幅が長いパルスの送信時間と、前記最も短い送信間隔の合計が、前記二番目に短い送信間隔以上であり、
- 前記パルス幅が長いパルスの送信時間と、前記二番目に短い送信間隔の合計が、前記三番目に短い送信間隔以上である、請求項1に記載のレーダ装置。
- [請求項3] 前記第1送信間隔、前記第2送信間隔、前記第3送信間隔の順に前記送信間隔が長い、請求項1又は2に記載のレーダ装置。
- [請求項4] 前記送信間隔毎に前記パルスの受信時間の長さが異なる、請求項1から3までのいずれか一項に記載のレーダ装置。
- [請求項5] 前記第1パルス及び前記第2パルスの反射波を含む受信信号と、前記送信間隔とに基づいて、ドップラ速度を算出するドップラ速度算出

部を、

更に備える請求項1から4までのいずれか一項に記載のレーダ装置。

[請求項6] 前記第1パルスまたは前記第2パルスの受信信号の時間を、前記ドップラ速度算出部が用いる前記パルスの送信タイミングに合致するように調整する時間調整部、
を更に備える請求項5に記載のレーダ装置。

[請求項7] 前記第1パルス及び前記第2パルスは、一方が近距離観測用の短パルスであり、他方が遠距離観測用の長パルスである、
請求項1から6までのいずれか一項に記載のレーダ装置。

[請求項8] 異なるパルス幅の第1パルス及び第2パルスを交互に送信し、
前記第1パルスの送信開始から次の前記第1パルスの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔、第2送信間隔、及び第3送信間隔の順序で繰り返し変更し、
前記第2パルスの送信開始から次の前記第2パルスの送信開始までの送信間隔を、前記第3送信間隔を始めとする、前記第1パルスと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御する、
レーダ送信信号制御方法。

[請求項9] 異なるパルス幅の第1パルス及び第2パルスを交互に送信し、
前記第1パルスの送信開始から次の前記第1パルスの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔、第2送信間隔、及び第3送信間隔の順序で繰り返し変更し、
前記第2パルスの送信開始から次の前記第2パルスの送信開始までの送信間隔を、前記第3送信間隔を始めとする、前記第1パルスと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御すること、
を1又は複数のプロセッサに実行させるプログラム。

要 約 書

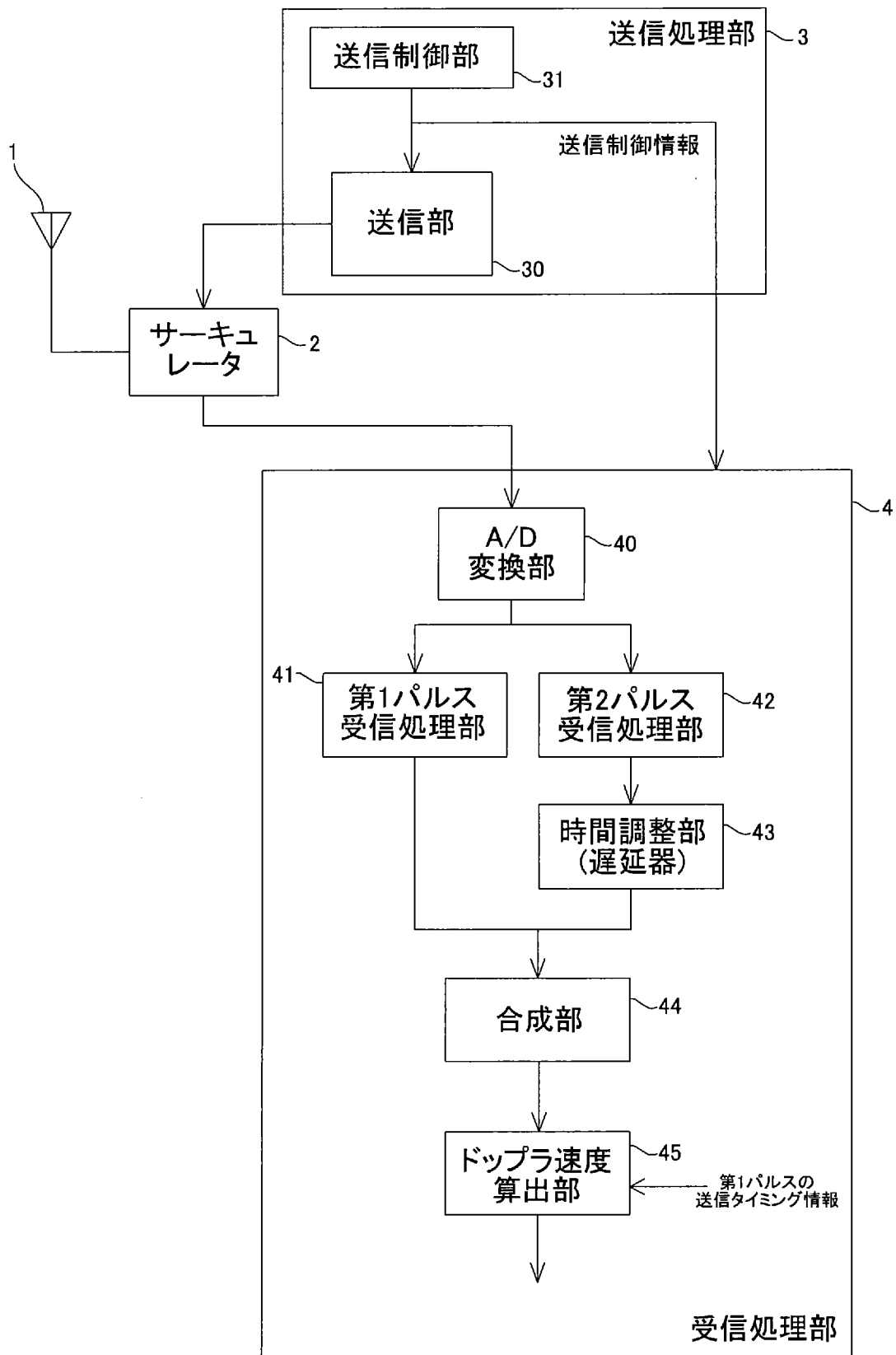
【要約】

【課題】 ドップラ速度の観測が可能であり、且つ、長パルス及び短パルスの双方の二次エコーを検知可能なレーダ装置、レーダ送信信号制御方法、及びプログラムを提供する。

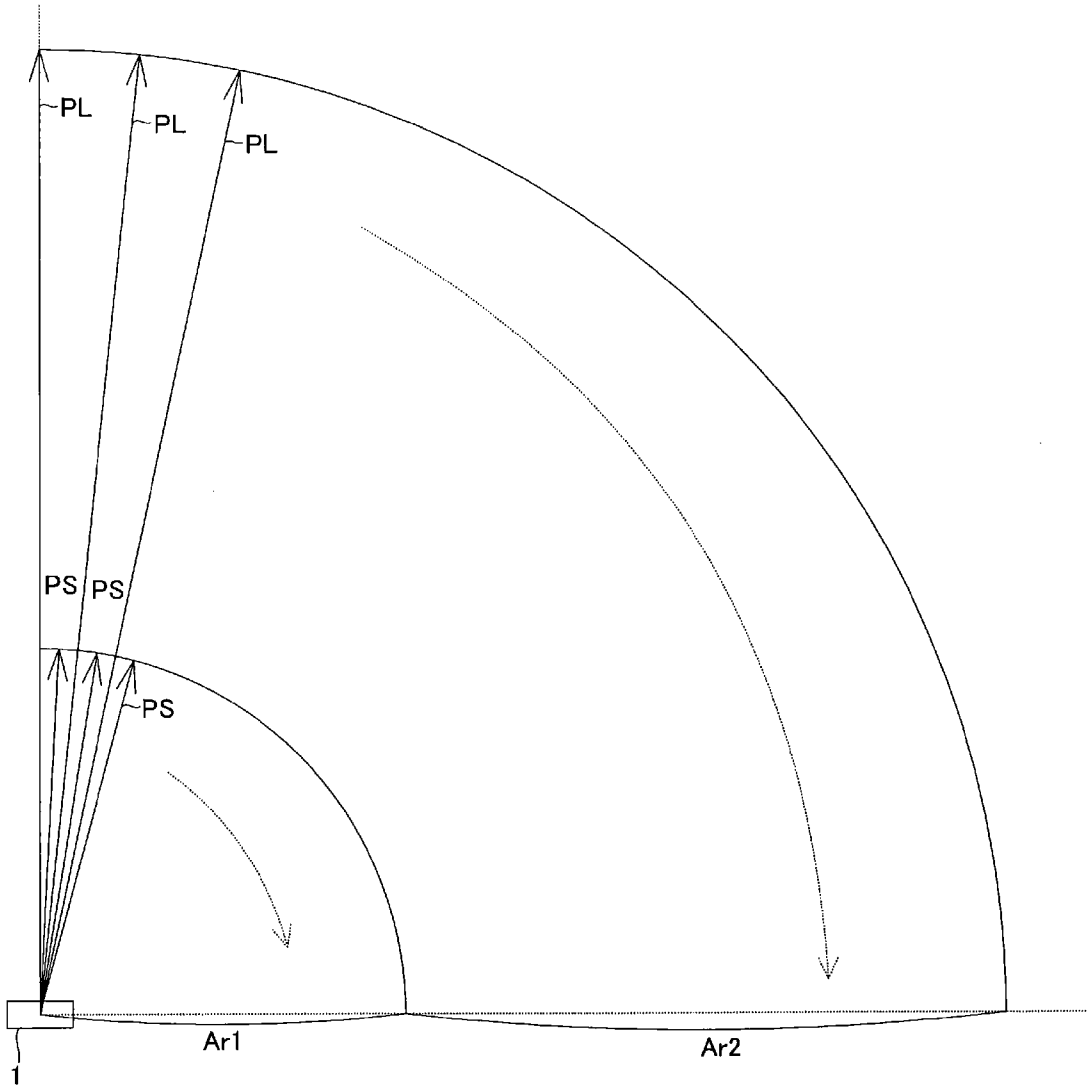
【解決手段】 レーダ装置は、送信部30と、送信制御部31と、を有する。送信部30は、異なるパルス幅の第1パルスPL及び第2パルスPSを交互に送信する。送信制御部31は、第1パルスPLの送信開始から次の第1パルスPLの送信開始までの送信間隔を、第1送信間隔PRT1、第2送信間隔PRT2、及び第3送信間隔PRT3の順序で繰り返し変更し、第2パルスPSの送信開始から次の第2パルスPSの送信開始までの送信間隔を、第3送信間隔PRT3を始めとする、第1パルスPLと同じ送信間隔の順序で繰り返し変更するように制御する。

【選択図】 図3

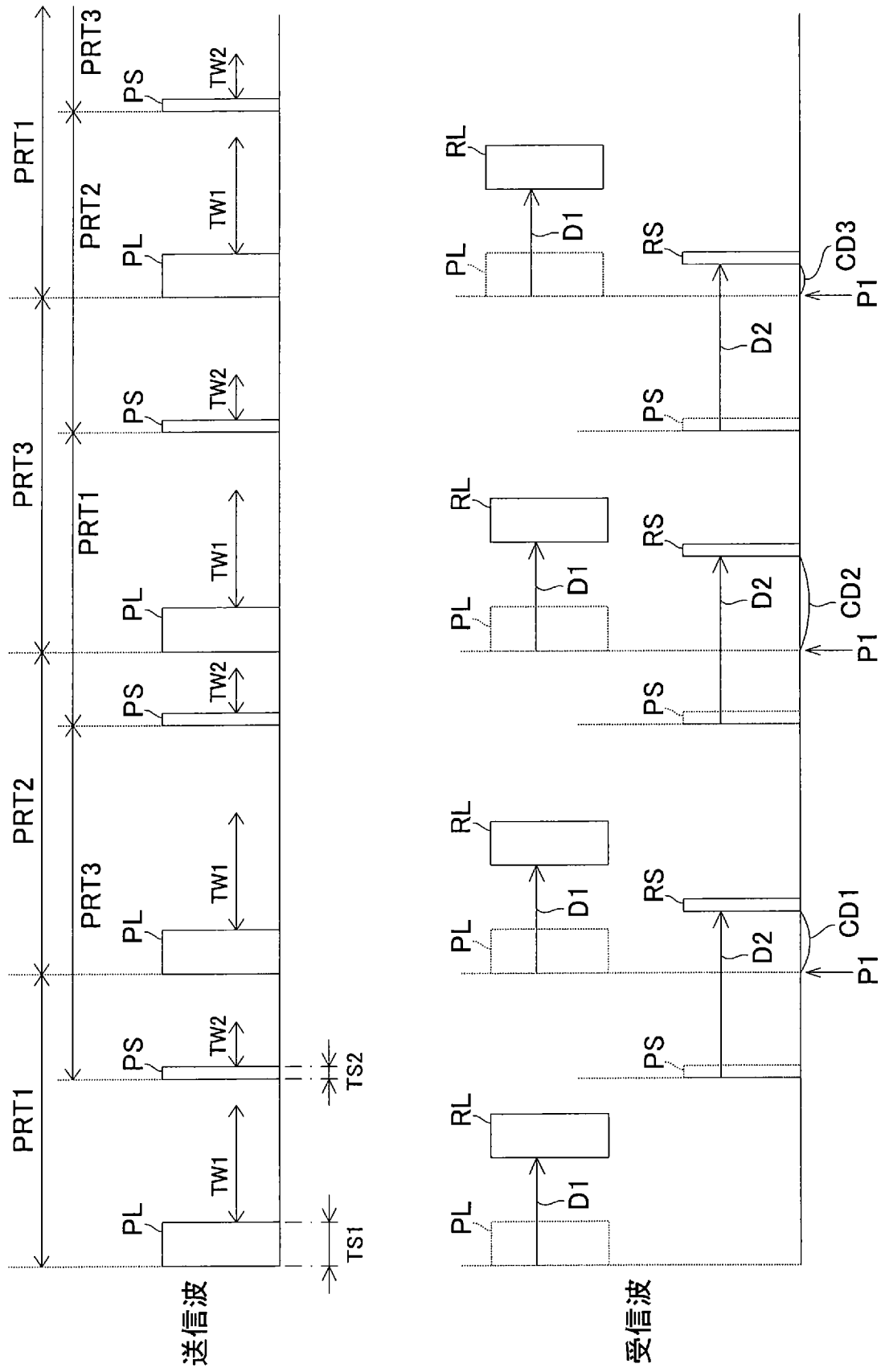
[図1]



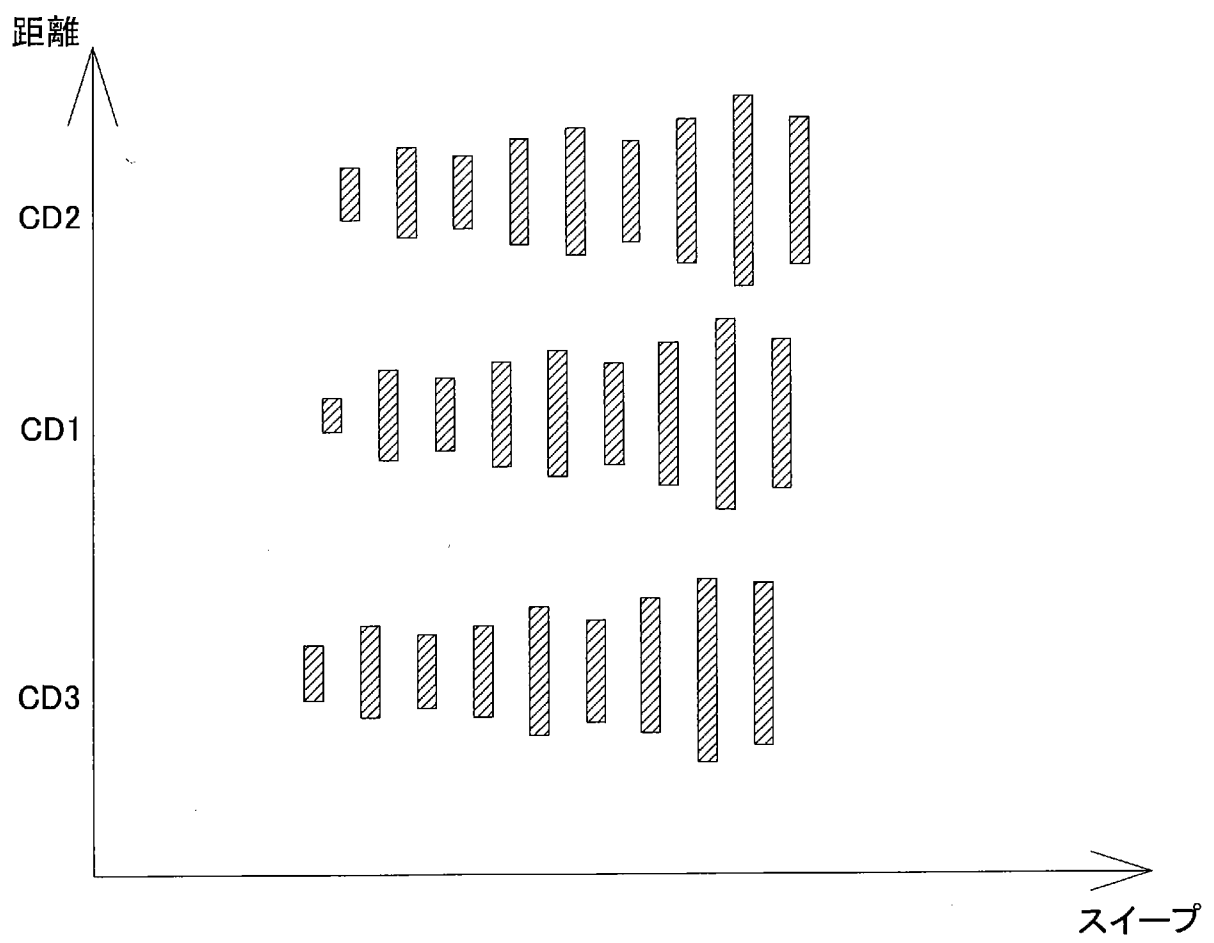
[図2]



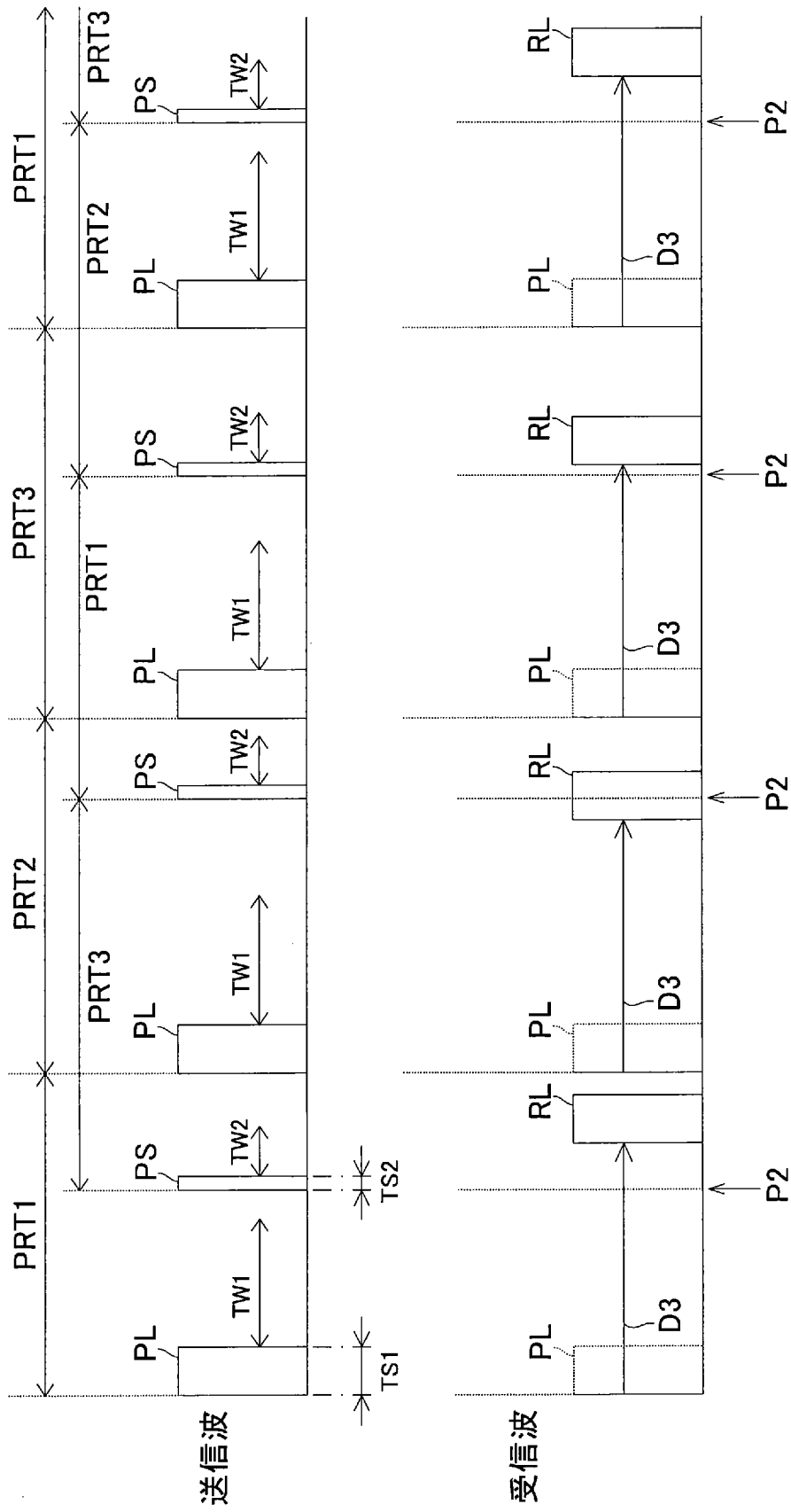
[図3]



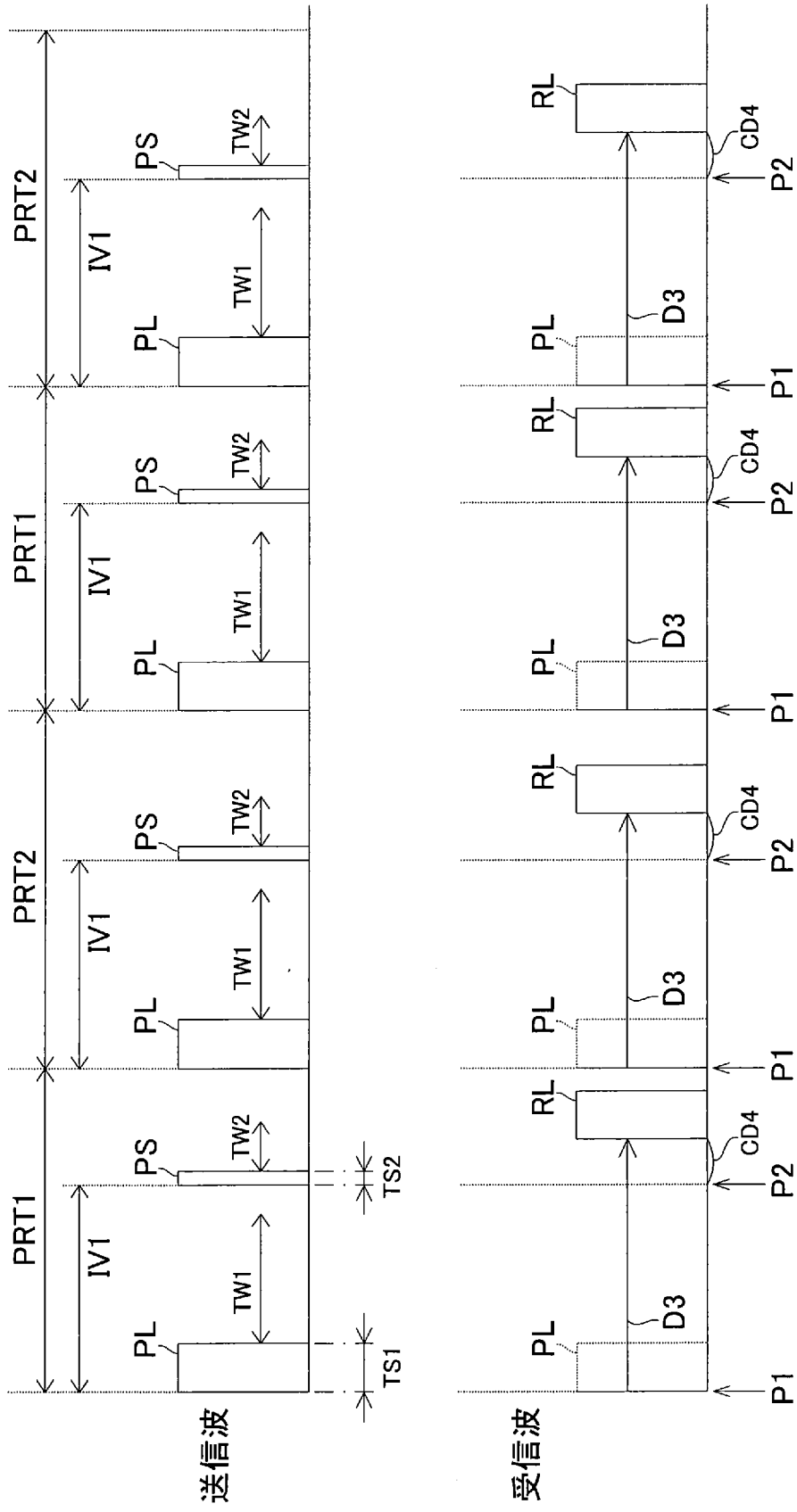
[図4]



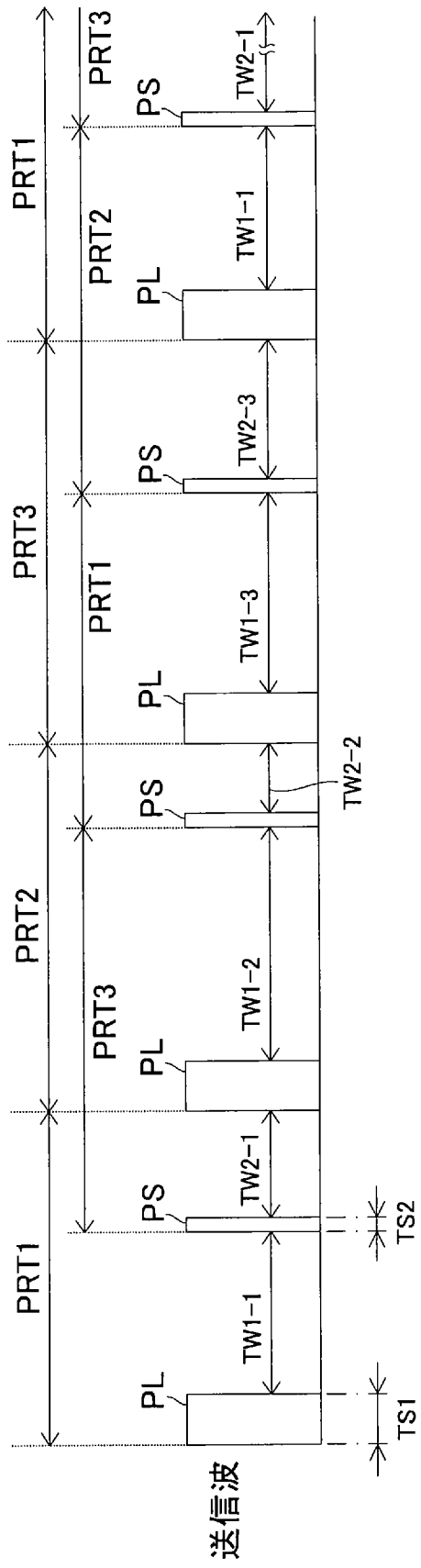
[図5]



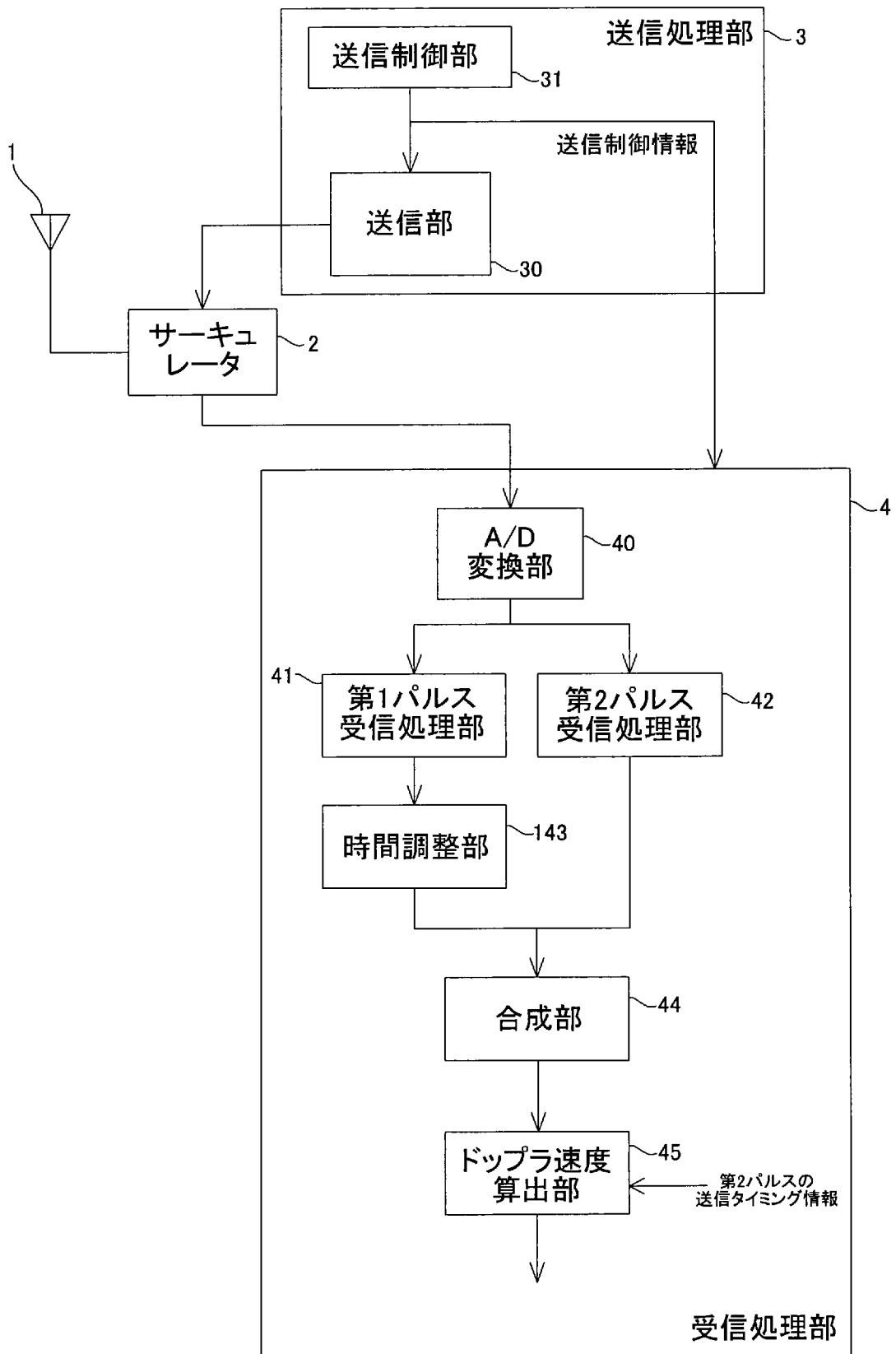
[図6]



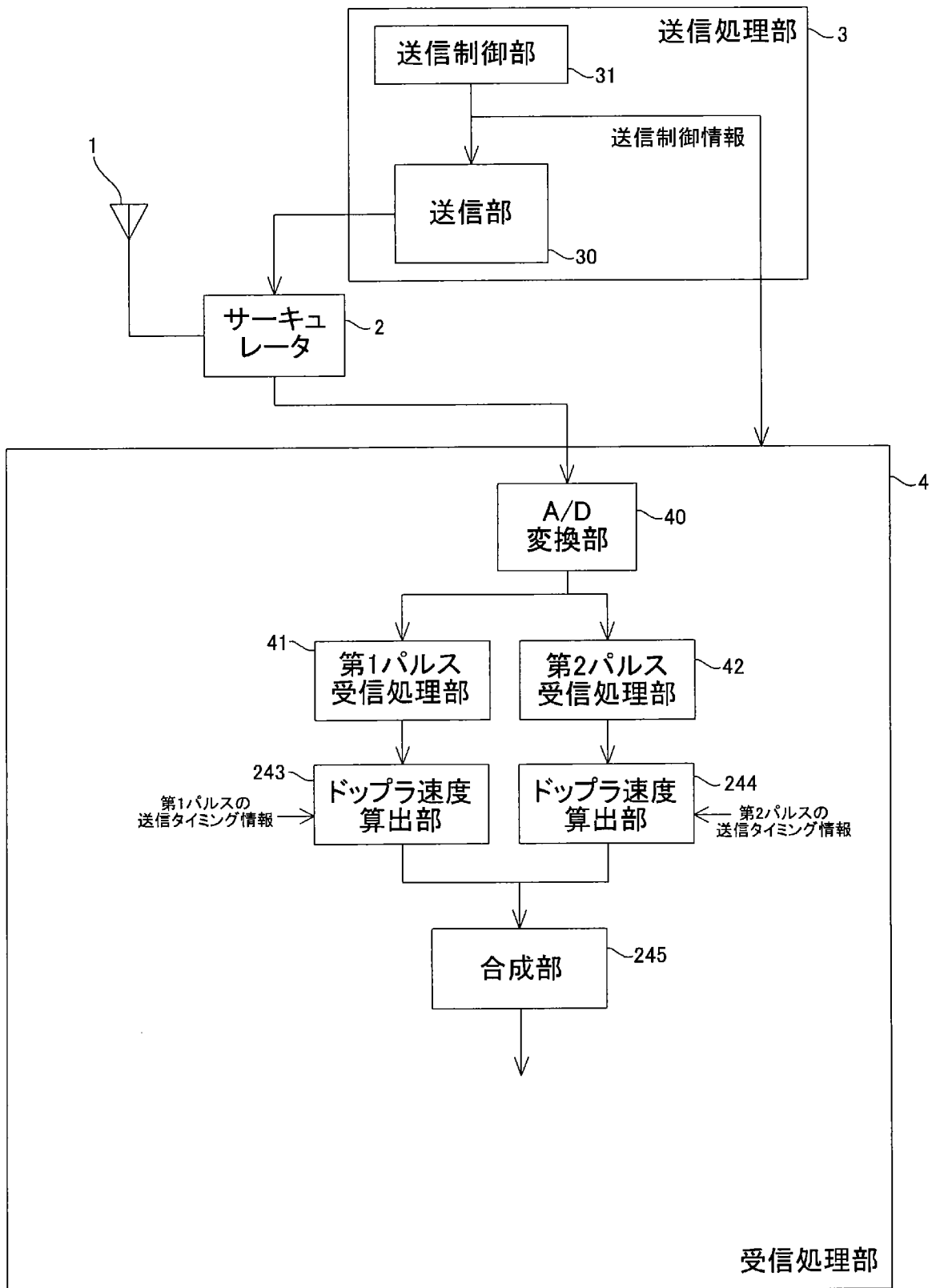
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

