

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5693906号
(P5693906)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl. F I
G O I S 13/34 (2006.01) G O I S 13/34

請求項の数 7 (全 29 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|-------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-230678 (P2010-230678) | (73) 特許権者 | 000006013 |
| (22) 出願日 | 平成22年10月13日(2010.10.13) | | 三菱電機株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2012-83265 (P2012-83265A) | | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| (43) 公開日 | 平成24年4月26日(2012.4.26) | (74) 代理人 | 100110423 |
| 審査請求日 | 平成22年10月13日(2010.10.13) | | 弁理士 曾我 道治 |
| 審判番号 | 不服2014-3614 (P2014-3614/J1) | (74) 代理人 | 100111648 |
| 審判請求日 | 平成26年2月26日(2014.2.26) | | 弁理士 梶並 順 |
| | | (74) 代理人 | 100122437 |
| | | | 弁理士 大宅 一宏 |
| | | (74) 代理人 | 100147566 |
| | | | 弁理士 上田 俊一 |
| | | (74) 代理人 | 100161171 |
| | | | 弁理士 吉田 潤一郎 |
| | | (74) 代理人 | 100161115 |
| | | | 弁理士 飯野 智史 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

4つの変調区間を有する送信信号を送信波として放射する送信部と、
前記送信波がターゲットで反射した反射波を受信信号として受信する受信部と、
前記送信信号と前記受信信号とをミキシングしてビート信号を生成するミキシング部と

、
前記ビート信号に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット検出部と、を備え、

前記ターゲット検出部は、

周波数解析された前記ビート信号から、前記変調区間の各々におけるピーク周波数を抽出するピーク周波数抽出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、前記4つの変調区間のうち2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第1ペアを生成し、前記第1ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第1ペア距離・相対速度算出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、上記2つの変調区間とは異なる2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第2ペアを生成し、前記第2ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第2ペア距離・相対速度算出部と、

前記第1ペアの距離および相対速度と前記第2ペアの距離および相対速度とがそれぞれ等しい場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を確定するターゲット確定部と、

10

20

前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を推定するターゲット推定部と、を有し、

前記ターゲット推定部は、

前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、線形予測法を用いて、今回の距離および相対速度をそれぞれ推定する今回ターゲット距離・相対速度推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第1ペアの2つのピーク周波数を推定する第1ペアピーク周波数推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数を推定する第2ペアピーク周波数推定部と、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第1ペアピーク調査部と、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第2ペアピーク調査部と、

前記第1ペアピーク調査部および前記第2ペアピーク調査部の調査結果により、前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット距離・相対速度算出部と、を含み、

前記ターゲット距離・相対速度算出部は、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの一方のピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、前記第2ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合に、

前記第1ペアの2つのピーク周波数に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項2】

4つの変調区間を有する送信信号を送信波として放射する送信部と、

前記送信波がターゲットで反射した反射波を受信信号として受信する受信部と、

前記送信信号と前記受信信号とをミキシングしてビート信号を生成するミキシング部と

、前記ビート信号に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット検出部と、を備え、

前記ターゲット検出部は、

周波数解析された前記ビート信号から、前記変調区間の各々におけるピーク周波数を抽出するピーク周波数抽出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、前記4つの変調区間のうち2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第1ペアを生成し、前記第1ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第1ペア距離・相対速度算出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、上記2つの変調区間とは異なる2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第2ペアを生成し、前記第2ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第2ペア距離・相対速度算出部と、

前記第1ペアの距離および相対速度と前記第2ペアの距離および相対速度とがそれぞれ等しい場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を確定する

10

20

30

40

50

ターゲット確定部と、

前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を推定するターゲット推定部と、を有し、

前記ターゲット推定部は、

前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、線形予測法を用いて、今回の距離および相対速度をそれぞれ推定する今回ターゲット距離・相対速度推定部と、

10

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第1ペアの2つのピーク周波数を推定する第1ペアピーク周波数推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数を推定する第2ペアピーク周波数推定部と、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第1ペアピーク調査部と、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第2ペアピーク調査部と、

20

前記第1ペアピーク調査部および前記第2ペアピーク調査部の調査結果により、前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット距離・相対速度算出部と、を含み、

前記ターゲット距離・相対速度算出部は、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの一方のピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、前記第1ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合に、

30

前記第2ペアの2つのピーク周波数に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項3】

4つの変調区間を有する送信信号を送信波として放射する送信部と、

前記送信波がターゲットで反射した反射波を受信信号として受信する受信部と、

前記送信信号と前記受信信号とをミキシングしてビート信号を生成するミキシング部と、

前記ビート信号に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット検出部と、を備え、

40

前記ターゲット検出部は、

周波数解析された前記ビート信号から、前記変調区間の各々におけるピーク周波数を抽出するピーク周波数抽出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、前記4つの変調区間のうち2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第1ペアを生成し、前記第1ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第1ペア距離・相対速度算出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、上記2つの変調区間とは異なる2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第2ペアを生成し、前記第2ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第2ペア距離・相対速度算出部と、

前記第1ペアの距離および相対速度と前記第2ペアの距離および相対速度とがそれぞれ

50

等しい場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を確定するターゲット確定部と、

前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を推定するターゲット推定部と、を有し、

前記ターゲット推定部は、

前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、線形予測法を用いて、今回の距離および相対速度をそれぞれ推定する今回ターゲット距離・相対速度推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第1ペアの2つのピーク周波数を推定する第1ペアピーク周波数推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数を推定する第2ペアピーク周波数推定部と、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第1ペアピーク調査部と、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第2ペアピーク調査部と、

前記第1ペアピーク調査部および前記第2ペアピーク調査部の調査結果により、前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット距離・相対速度算出部と、を含み、

前記ターゲット距離・相対速度算出部は、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの2つのピーク周波数が、ともにピーク周波数として抽出されていない場合に、

前記第1ペアの2つのピーク周波数に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項4】

4つの変調区間を有する送信信号を送信波として放射する送信部と、

前記送信波がターゲットで反射した反射波を受信信号として受信する受信部と、

前記送信信号と前記受信信号とをミキシングしてビート信号を生成するミキシング部と、

前記ビート信号に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット検出部と、を備え、

前記ターゲット検出部は、

周波数解析された前記ビート信号から、前記変調区間の各々におけるピーク周波数を抽出するピーク周波数抽出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、前記4つの変調区間のうち2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第1ペアを生成し、前記第1ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第1ペア距離・相対速度算出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、上記2つの変調区間とは異なる2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第2ペアを生成し、前記第2ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第2ペア距離・相対速度算出部と、

前記第1ペアの距離および相対速度と前記第2ペアの距離および相対速度とがそれぞれ

10

20

30

40

50

等しい場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を確定するターゲット確定部と、

前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を推定するターゲット推定部と、を有し、

前記ターゲット推定部は、

前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、線形予測法を用いて、今回の距離および相対速度をそれぞれ推定する今回ターゲット距離・相対速度推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第1ペアの2つのピーク周波数を推定する第1ペアピーク周波数推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数を推定する第2ペアピーク周波数推定部と、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第1ペアピーク調査部と、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第2ペアピーク調査部と、

前記第1ペアピーク調査部および前記第2ペアピーク調査部の調査結果により、前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット距離・相対速度算出部と、を含み、

前記ターゲット距離・相対速度算出部は、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの2つのピーク周波数が、ともにピーク周波数として抽出されていない場合に、

前記第2ペアの2つのピーク周波数に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項5】

4つの変調区間を有する送信信号を送信波として放射する送信部と、

前記送信波がターゲットで反射した反射波を受信信号として受信する受信部と、

前記送信信号と前記受信信号とをミキシングしてビート信号を生成するミキシング部と、

前記ビート信号に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット検出部と、を備え、

前記ターゲット検出部は、

周波数解析された前記ビート信号から、前記変調区間の各々におけるピーク周波数を抽出するピーク周波数抽出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、前記4つの変調区間のうち2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第1ペアを生成し、前記第1ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第1ペア距離・相対速度算出部と、

前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、上記2つの変調区間とは異なる2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第2ペアを生成し、前記第2ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第2ペア距離・相対速度算出部と、

前記第1ペアの距離および相対速度と前記第2ペアの距離および相対速度とがそれぞれ

10

20

30

40

50

等しい場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を確定するターゲット確定部と、

前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を推定するターゲット推定部と、を有し、

前記ターゲット推定部は、

前記ターゲット確定部において前回のサイクルで確定された前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度に基づいて、線形予測法を用いて、今回の距離および相対速度をそれぞれ推定する今回ターゲット距離・相対速度推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第1ペアの2つのピーク周波数を推定する第1ペアピーク周波数推定部と、

前記今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された前記今回の距離および相対速度に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数を推定する第2ペアピーク周波数推定部と、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第1ペアピーク調査部と、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの2つのピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第2ペアピーク調査部と、

前記第1ペアピーク調査部および前記第2ペアピーク調査部の調査結果により、前記ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出するターゲット距離・相対速度算出部と、を含み、

前記ターゲット距離・相対速度算出部は、

前記第1ペアピーク周波数推定部で推定された前記第1ペアの一方のピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、前記第1ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されておらず、

前記第2ペアピーク周波数推定部で推定された前記第2ペアの一方のピーク周波数が、前記ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、前記第2ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合に、

前記第1ペアの抽出されたピーク周波数と前記第2ペアの抽出されたピーク周波数とに基づいて、前記ターゲットまでの距離および前記ターゲットとの相対速度を算出する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項6】

前記第1ペアピーク調査部および前記第2ペアピーク調査部は、前記第1ペアピーク周波数推定部または前記第2ペアピーク周波数推定部で推定されたピーク周波数と、前記ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数との差が所定範囲内である場合に、ピーク周波数として抽出されていると判定することを特徴とする請求項1から請求項5までの何れか1項に記載のレーダ装置。

【請求項7】

前記所定範囲は、0近傍であることを特徴とする請求項6に記載のレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、対象物体（以下、「ターゲット」と称する）に送信信号を電磁波として放射し、送信信号がターゲットで反射した反射信号を受信して、反射信号に基づいてターゲット情報を算出するレーダ装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

従来から、連続的に周波数を変調した送信信号をターゲットに対して送信し、ターゲットで反射した反射信号を受信して、送信信号と反射信号とをミキシングして得られるビート信号のピーク周波数に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出する周波数変調型のレーダ装置が知られている。

【 0 0 0 3 】

この種のレーダ装置において、ターゲットまでの距離 R およびターゲットとの相対速度 V は、一般的な FM - CW (F r e q u e n c y M o d u l a t i o n C o n t i n u o u s W a v e) レーダの原理に基づいて、以下のように算出される。

【 0 0 0 4 】

まず、送信信号に対して、繰り返し周波数 f_m 、変調幅 F の三角波の周波数変調が施される。これにより、送信信号および反射信号の周波数は、それぞれ時間的に変化することとなる。ここで、送信信号および反射信号の周波数が時間的に線形に増加する上昇区間におけるビート信号のピーク周波数を f_u とし、送信信号および反射信号の周波数が時間的に線形に減少する下降区間におけるビート信号のピーク周波数を f_d とすると、これらのピーク周波数は、それぞれ次式 (1)、(2) で表される。

【 0 0 0 5 】

$$f_u = f_r - f_p \quad \dots (1)$$

$$f_d = f_r + f_p \quad \dots (2)$$

【 0 0 0 6 】

式 (1)、(2) において、 f_r はターゲットまでの距離 R に比例する量であり、 f_p はターゲットとの相対速度 V (接近方向が +) に比例する量であって、それぞれ次式 (3)、(4) で表される。なお、式 (3)、(4) において、 C は光速を示し、 f_0 は送信信号の中心周波数を示す。

【 0 0 0 7 】

$$f_r = (4 \cdot f_m \cdot F / C) \cdot R \quad \dots (3)$$

$$f_p = (2 \cdot f_0 / C) \cdot V \quad \dots (4)$$

【 0 0 0 8 】

よって、ターゲットまでの距離 R およびターゲットとの相対速度 V は、式 (1) ~ (4) から、次式 (5)、(6) で表されるピーク周波数 f_u 、 f_d の加減処理を用いて、それぞれ次式 (7)、(8) で表される。

【 0 0 0 9 】

$$f_u + f_d = 2 f_r \quad \dots (5)$$

$$f_u - f_d = - 2 f_p \quad \dots (6)$$

$$R = M_1 \cdot f_r = M_1 \cdot (f_u + f_d) / 2 \quad \dots (7)$$

$$V = M_2 \cdot f_p = M_2 \cdot (- f_u + f_d) / 2 \quad \dots (8)$$

【 0 0 1 0 】

ただし、次式 (9) ~ (1 2) が成立する。

【 0 0 1 1 】

$$M_1 = C / (4 \cdot f_m \cdot F) \quad \dots (9)$$

$$M_2 = C / (2 \cdot f_0) \quad \dots (10)$$

$$f_u = R / M_1 - V / M_2 \quad \dots (11)$$

$$f_d = R / M_1 + V / M_2 \quad \dots (12)$$

【 0 0 1 2 】

このように、上昇区間におけるビート信号のピーク周波数 f_u と下降区間におけるビート信号のピーク周波数 f_d とが分かれば、式 (7)、(8) を用いて、ターゲットまでの距離 R およびターゲットとの相対速度 V を算出することができる。

【 0 0 1 3 】

ここで、上述したレーダ装置では、ターゲットが単一の場合には、ターゲットまでの距離 R およびターゲットとの相対速度 V を正確に算出することができるものの、例えば路上

10

20

30

40

50

の他車両を検出する状況等、複数のターゲットが存在する場合には、各ターゲットまでの距離および各ターゲットとの相対速度を正確に算出することが困難になる。

【0014】

以下、ターゲット a、b の 2 つのターゲットが存在する場合を例に挙げて、各ターゲットまでの距離および各ターゲットとの相対速度を算出する処理について説明する。なお、この説明において、ターゲット a についての値には添え字 a を付し、ターゲット b についての値には添え字 b を付すこととする。

【0015】

まず、上昇区間におけるビート信号のピーク周波数 f_{ua} 、 f_{ub} と下降区間におけるビート信号のピーク周波数 f_{da} 、 f_{db} とに基づいて、ターゲット a、b までの距離 R_a 、 R_b およびターゲット a、b との相対速度 V_a 、 V_b を算出するためには、それぞれのターゲット a、b の上昇区間および下降区間におけるビート信号のピーク周波数のペアを検出し、このペアを式 (7)、(8) に代入する必要がある。

【0016】

しかしながら、2 つのターゲットが存在する場合には、ターゲット a、b の上昇区間および下降区間におけるビート信号のピーク周波数のペアとして、 $\{f_{ua}, f_{da}\}$ のペアおよび $\{f_{ub}, f_{db}\}$ のペアからなる正しい組み合わせと、 $\{f_{ua}, f_{db}\}$ のペアおよび $\{f_{ub}, f_{da}\}$ のペアからなる間違った組み合わせとの 2 通りが存在することとなる。

【0017】

このとき、 $\{f_{ua}, f_{da}\}$ のペアおよび $\{f_{ub}, f_{db}\}$ のペアからなる正しい組み合わせが選択された場合には、ターゲット a までの距離 R_a およびターゲット a との相対速度 V_a 、並びにターゲット b までの距離 R_b およびターゲット b との相対速度 V_b が正確に算出される。

【0018】

これに対して、 $\{f_{ua}, f_{db}\}$ のペアおよび $\{f_{ub}, f_{da}\}$ のペアからなる間違った組み合わせが選択された場合には、実際のターゲット a、b までの距離 R_a 、 R_b およびターゲット a、b との相対速度 V_a 、 V_b とは異なる値が算出される。このように、複数のターゲットが存在する場合には、複数のピーク周波数が発生するので、誤ったペアが生成される (誤ペアリングを生じる) 可能性が高くなる。

【0019】

そこで、誤ペアリングの発生を防止するために、同一のターゲットで反射した反射信号に基づいて算出されたターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度であれば、送信信号の繰り返し周波数 f_m 、変調幅 F または中心周波数 f_0 (以下、「変調信号」と称する) が変化した場合であっても、距離および相対速度の値が変わらないという性質を利用した、以下のようなレーダ装置が知られている。

【0020】

すなわち、このレーダ装置では、まず、同一のターゲットに対して、繰り返し周波数 f_m 、変調幅 F または中心周波数 f_0 を切り替える前の変調信号と切り替えた後の変調信号とが送信される。続いて、切り替え前の変調信号の上昇区間および下降区間におけるビート信号のピーク周波数のペア $\{f_{u1}, f_{d1}\}$ と、切り替え後の変調信号の上昇区間および下降区間におけるビート信号のピーク周波数のペア $\{f_{u2}, f_{d2}\}$ とに基づいて、それぞれターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度が算出される。

【0021】

次に、切り替え前の変調信号に基づいて算出された距離 R_1 および相対速度 V_1 と、切り替え後の変調信号に基づいて算出された距離 R_2 および相対速度 V_2 とが比較される。この結果、距離および相対速度について双方が同一の値であれば、正しいペアリングが実行されたと判断され、算出されたターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度が確定される (例えば、特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0022】

【特許文献1】特開2002-236170号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

しかしながら、従来技術には、以下のような課題がある。

すなわち、特許文献1に記載されたレーダ装置では、上述したように、切り替え前および切り替え後の変調信号の上昇区間および下降区間におけるビート信号のピーク周波数のペア $\{f_{u1}, f_{d1}\}$ 、 $\{f_{u2}, f_{d2}\}$ に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度が確定される。

10

【0024】

そのため、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができない場合には、ピーク周波数のペアを生成することができないので、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を得ることができないという問題がある。

【0025】

なお、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができない場合とは、送受信機やA/D変換器で発生するノイズ、機器のばらつきや温度特性によるオフセット電圧、送受信アンテナ間の結合、レドーム等による至近距離からの反射信号、他のターゲットからの反射信号、マルチパス信号等が、所望のターゲットで反射した反射信号に重畳し、この受信信号から得られるビート信号を周波数解析しても、周波数が所定範囲の部分に反映され、ピーク周波数として抽出できない場合等が考えられる。

20

【0026】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、誤ペアリングの発生を防止するとともに、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合であっても、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を得ることができるレーダ装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0027】

この発明に係るレーダ装置は、4つの変調区間を有する送信信号を送信波として放射する送信部と、送信波がターゲットで反射した反射波を受信信号として受信する受信部と、送信信号と受信信号とをミキシングしてビート信号を生成するミキシング部と、ビート信号に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出するターゲット検出部と、を備え、ターゲット検出部は、周波数解析されたビート信号から、変調区間の各々におけるピーク周波数を抽出するピーク周波数抽出部と、ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、4つの変調区間のうち2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第1ペアを生成し、第1ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第1ペア距離・相対速度算出部と、ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、上記2つの変調区間とは異なる2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第2ペアを生成し、第2ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第2ペア距離・相対速度算出部と、第1ペアの距離および相対速度と第2ペアの距離および相対速度とがそれぞれ等しい場合に、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を確定するターゲット確定部と、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、ターゲット確定部において前回のサイクルで確定されたターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を推定するターゲット推定部と、を有し、ターゲット推定部は、ターゲット確定部において前回のサイクルで確定されたターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度に基づいて、線形予測法を用いて、今回の距離および相対速度をそれぞれ推定する今回ターゲット距離・相対速度推定部

30

40

50

と、今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された今回の距離および相対速度に基づいて、第1ペアの2つのピーク周波数を推定する第1ペアピーク周波数推定部と、今回ターゲット距離・相対速度推定部で推定された今回の距離および相対速度に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数を推定する第2ペアピーク周波数推定部と、第1ペアピーク周波数推定部で推定された第1ペアの2つのピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第1ペアピーク調査部と、第2ペアピーク周波数推定部で推定された第2ペアの2つのピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する第2ペアピーク調査部と、第1ペアピーク調査部および第2ペアピーク調査部の調査結果により、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出するターゲット距離・相対速度算出部と、を含み、ターゲット距離・相対速度算出部は、第1ペアピーク周波数推定部で推定された第1ペアの2つのピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第2ペアピーク周波数推定部で推定された第2ペアの一方のピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第2ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合に、第1ペアの2つのピーク周波数に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出するものである。

10

【発明の効果】

【0028】

20

この発明に係るレーダ装置によれば、ターゲット検出部は、周波数解析されたビート信号から、4つの変調区間の各々におけるピーク周波数を抽出するピーク周波数抽出部と、ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、4つの変調区間のうち2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第1ペアを生成し、第1ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第1ペア距離・相対速度算出部と、ピーク周波数抽出部で抽出されたピーク周波数から、上記2つの変調区間とは異なる2つの変調区間のピーク周波数をペアリングして第2ペアを生成し、第2ペアの距離および相対速度をそれぞれ算出する第2ペア距離・相対速度算出部と、第1ペアの距離および相対速度と第2ペアの距離および相対速度とがそれぞれ等しい場合に、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を確定するターゲット確定部と、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、ターゲット確定部において前回のサイクルで確定されたターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を推定するターゲット推定部とを有している。

30

そのため、誤ペアリングの発生を防止するとともに、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも1つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合であっても、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

40

【図1】この発明の実施の形態1に係るレーダ装置を示すブロック構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1に係るレーダ装置における4つの変調区間を有する送信信号（制御電圧）の波形を例示する説明図である。

【図3】この発明の実施の形態1に係るレーダ装置におけるターゲット検出部の動作の前半部分を示すフローチャートである。

【図4】この発明の実施の形態1に係るレーダ装置におけるターゲット検出部の動作の後半部分を示すフローチャートである。

【図5】(a)～(d)は、この発明の実施の形態1に係るレーダ装置における変調区間毎のビート周波数スペクトルを示す説明図である。

【図6】この発明の実施の形態2に係るレーダ装置におけるターゲット検出部の動作の後

50

半部分を示すフローチャートである。

【図7】(a)～(d)は、この発明の実施の形態2に係るレーダ装置における変調区間毎のビート周波数スペクトルを示す説明図である。

【図8】この発明の実施の形態3に係るレーダ装置におけるターゲット検出部の動作の後半部分を示すフローチャートである。

【図9】(a)～(d)は、この発明の実施の形態3に係るレーダ装置における変調区間毎のビート周波数スペクトルを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、この発明に係るレーダ装置の好適な実施の形態につき図面を用いて説明するが、各図において同一、または相当する部分については、同一符号を付して説明する。なお、以下の実施の形態では、2つのターゲットが存在する場合を例に挙げて説明するが、これに限定されず、ターゲットの数は、3つ以上であってもよい。

【0031】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係るレーダ装置を示すブロック構成図である。図1において、このレーダ装置は、ターゲット検出部1、制御電圧発生器2、電圧制御発振器3(VCO: Voltage Controlled Oscillator、以下「VCO3」と称する)、分配器4、送信アンテナ5(送信部)、受信アンテナ6(受信部)、ミキサ7(ミキシング部)、A/Dコンバータ8、および高速フーリエ変換器9(FFT: Fast Fourier Transform、以下「FFT9」と称する)を備えている。

【0032】

ターゲット検出部1は、2つのターゲット21、22までの距離およびターゲット21、22との相対速度を算出し、ターゲット情報として外部装置(図示せず)に出力する。ここで、ターゲット検出部1は、CPU(Central Processing Unit)とプログラムを格納したメモリとを有するマイクロプロセッサ(図示せず)で構成されている。

【0033】

制御電圧発生器2は、ターゲット検出部1の制御下で4つの変調区間を有する制御電圧(詳細については、後述する)を発生し、VCO3に出力する。VCO3は、制御電圧発生器2からの制御電圧に応じて、周波数が時間的に上昇変調および下降変調された送信信号を発生し、分配器4に出力する。分配器4は、VCO3からの送信信号を、送信アンテナ5およびミキサ7に分配して出力する。送信アンテナ5は、分配器4からの送信信号を、送信波W1として空間に放射する。

【0034】

受信アンテナ6は、送信波W1がターゲット21、22で反射した反射波W2を受信信号として受信し、ミキサ7に出力する。ミキサ7は、分配器4からの送信信号と受信アンテナ6からの受信信号とをミキシングし、ビート信号を生成して、A/Dコンバータ8に出力する。A/Dコンバータ8は、ミキサ7からのビート信号をアナログ信号からデジタル信号に変換し、FFT9に出力する。FFT9は、A/Dコンバータ8からのデジタル化されたビート信号に対して周波数解析を施し、周波数解析結果(ビート周波数スペクトル)をターゲット検出部1に出力する。

【0035】

続いて、ターゲット検出部1の詳細な構成について説明する。

ターゲット検出部1は、ピーク周波数抽出部10、第1ペア距離・相対速度算出部11、第2ペア距離・相対速度算出部12、ターゲット確定部13、今回ターゲット距離・相対速度推定部14、第1ペアピーク周波数推定部15、第2ペアピーク周波数推定部16、第1ペアピーク調査部17、第2ペアピーク調査部18、およびターゲット距離・相対速度算出部19を有している。ここで、今回ターゲット距離・相対速度推定部14、第1

10

20

30

40

50

ペアピーク周波数推定部 15、第2ペアピーク周波数推定部 16、第1ペアピーク調査部 17、第2ペアピーク調査部 18、およびターゲット距離・相対速度算出部 19は、ターゲット推定部 20を構成している。

【0036】

ピーク周波数抽出部 10は、FFT 9からのビート信号の周波数解析結果に基づいて、ピーク周波数を抽出する。第1ペア距離・相対速度算出部 11は、4つの変調区間のうち2つの変調区間のピーク周波数 $\{f_{u1}, f_{d1}\}$ をペアリングして第1ペアを生成し、第1ペアの距離 R_1 および相対速度 V_1 をそれぞれ算出して、ターゲット確定部 13に出力する。第2ペア距離・相対速度算出部 12は、上記2つの変調区間とは異なる2つの変調区間のピーク周波数 $\{f_{u2}, f_{d2}\}$ をペアリングして第2ペアを生成し、第2ペアの距離 R_2 および相対速度 V_2 をそれぞれ算出して、ターゲット確定部 13に出力する。

10

【0037】

ターゲット確定部 13は、第1ペア距離・相対速度算出部 11で算出された第1ペアの距離 R_1 および相対速度 V_1 と、第2ペア距離・相対速度算出部 12で算出された第2ペアの距離 R_2 および相対速度 V_2 とがそれぞれほぼ等しい場合に、ターゲット 21、22までの距離 R およびターゲット 21、22との相対速度 V を確定し、ターゲット情報として外部装置に出力する。

【0038】

今回ターゲット距離・相対速度推定部 14は、ターゲット確定部 13において前回のサイクルで確定されたターゲット 21、22までの距離 R_0 およびターゲット 21、22との相対速度 V_0 に基づいて、線形予測法を用いて、今回の距離 R_E および相対速度 V_E をそれぞれ推定する。

20

【0039】

第1ペアピーク周波数推定部 15は、今回ターゲット距離・相対速度推定部 14で推定された距離 R_E および相対速度 V_E に基づいて、第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1}, f_{de1}\}$ を推定する。第2ペアピーク周波数推定部 16は、今回ターゲット距離・相対速度推定部 14で推定された距離 R_E および相対速度 V_E に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ を推定する。

【0040】

第1ペアピーク調査部 17は、第1ペアピーク周波数推定部 15で推定された第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1}, f_{de1}\}$ が、ピーク周波数抽出部 10でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する。第2ペアピーク調査部 18は、第2ペアピーク周波数推定部 16で推定された第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ が、ピーク周波数抽出部 10でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する。

30

【0041】

ターゲット距離・相対速度算出部 19は、第1ペアピーク調査部 17および第2ペアピーク調査部 18において、第1ペアの2つのピーク周波数がピーク周波数として抽出され、第2ペアの一方のピーク周波数がピーク周波数として抽出され、第2ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていないという調査結果が得られた場合に、第1ペアの2つのピーク周波数に基づいて、距離 R_N および相対速度 V_N を算出する。

40

【0042】

このとき、ターゲット確定部 13は、ターゲット距離・相対速度算出部 19で算出された距離 R_N および相対速度 V_N を、ターゲット 21、22までの距離 R およびターゲット 21、22との相対速度 V と確定する。

【0043】

なお、ターゲット距離・相対速度算出部 19は、第1ペアピーク調査部 17および第2ペアピーク調査部 18において、第2ペアの2つのピーク周波数がピーク周波数として抽出され、第1ペアの一方のピーク周波数がピーク周波数として抽出され、第1ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていないという調査結果が得られた場合に、第2ペアの2つのピーク周波数に基づいて、距離 R_N および相対速度 V_N を算出する。

50

【 0 0 4 4 】

以下、図 1、2 を参照しながら、この発明の実施の形態 1 に係るレーダ装置の動作について説明する。図 2 は、この発明の実施の形態 1 に係るレーダ装置における 4 つの変調区間を有する送信信号（制御電圧）の波形を例示する説明図である。

【 0 0 4 5 】

まず、ターゲット検出部 1 から制御電圧発生器 2 に対して変調開始命令が出力されると、制御電圧発生器 2 から、図 2 に示されるような、あらかじめ設定された 4 つの変調区間（例えば、三角状の第 1 上昇区間、第 1 下降区間、第 2 上昇区間および第 2 下降区間）を有する制御電圧が発生される。制御電圧発生器 2 で発生された制御電圧は、VCO3 に入力され、VCO3 からは、制御電圧に応じて変調区間毎に周波数変調された、4 つの変調区間を有する送信信号が出力される。

10

【 0 0 4 6 】

ここで、第 1 上昇区間および第 1 下降区間と第 2 上昇区間および第 2 下降区間とでは、繰り返し周波数 f_m 、変調幅 F および中心周波数 f_0 が互いに異なる送信信号が VCO3 から出力される。すなわち、第 1 上昇区間および第 1 下降区間では、繰り返し周波数 f_{m1} 、変調幅 F_1 および中心周波数 f_{0_1} の送信信号が出力され、第 2 上昇区間および第 2 下降区間では、繰り返し周波数 f_{m2} 、変調幅 F_2 および中心周波数 f_{0_2} の送信信号が出力される。

【 0 0 4 7 】

VCO3 からの送信信号は、分配器 4 において、送信アンテナ 5 およびミキサ 7 に分配して出力される。送信アンテナ 5 に出力された送信信号は、送信波 W_1 として空間に放射される。続いて、送信波 W_1 がターゲット 21、22 で反射した反射波 W_2 は、受信アンテナ 6 により受信信号として受信され、ミキサ 7 に出力される。ミキサ 7 に入力された受信信号は、分配器 4 からの送信信号とミキシングされてビート信号が生成され、A/D コンバータ 8 に出力される。

20

【 0 0 4 8 】

ミキサ 7 からのビート信号は、A/D コンバータ 8 において、第 1 上昇区間、第 1 下降区間、第 2 上昇区間および第 2 下降区間のそれぞれについて、アナログ信号からデジタル信号に変換され、FFT9 に出力される。A/D コンバータ 8 からのデジタル化されたビート信号は、FFT9 において、高速フーリエ変換を用いた周波数解析が施される。FFT9 により算出された周波数解析結果（ビート周波数スペクトル）は、第 1 上昇区間、第 1 下降区間、第 2 上昇区間および第 2 下降区間のそれぞれについて、ターゲット検出部 1 に出力される。

30

【 0 0 4 9 】

ターゲット検出部 1 内では、まず、ピーク周波数抽出部 10 において、FFT9 からのビート信号の周波数解析結果に基づいて、ピーク周波数が抽出される。続いて、第 1 ペア距離・相対速度算出部 11 において、ピーク周波数抽出部 10 で抽出された第 1 上昇区間および第 1 下降区間のピーク周波数 $\{f_{u1}, f_{d1}\}$ が第 1 ペアとしてペアリングされ、第 1 ペアの距離 R_1 および相対速度 V_1 がそれぞれ算出される。また、第 2 ペア距離・相対速度算出部 12 において、ピーク周波数抽出部 10 で抽出された第 2 上昇区間および第 2 下降区間のピーク周波数 $\{f_{u2}, f_{d2}\}$ が第 2 ペアとしてペアリングされ、第 2 ペアの距離 R_2 および相対速度 V_2 がそれぞれ算出される。

40

【 0 0 5 0 】

次に、ターゲット確定部 13 において、第 1 ペア距離・相対速度算出部 11 で算出された第 1 ペアの距離 R_1 および相対速度 V_1 と、第 2 ペア距離・相対速度算出部 12 で算出された第 2 ペアの距離 R_2 および相対速度 V_2 とがそれぞれほぼ等しい場合には、ターゲット 21、22 までの距離 R およびターゲット 21、22 との相対速度 V が確定され、ターゲット情報として外部装置に出力される。

【 0 0 5 1 】

このとき、今回ターゲット距離・相対速度推定部 14 では、ターゲット確定部 13 にお

50

いて前回のサイクルで確定されたターゲット 2 1、2 2 までの距離 R O およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V O に基づいて、線形予測法を用いて、今回の距離 R E および相対速度 V E がそれぞれ推定される。

【 0 0 5 2 】

続いて、第 1 ペアピーク周波数推定部 1 5 において、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 で推定された距離 R E および相対速度 V E に基づいて、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } が推定される。また、第 2 ペアピーク周波数推定部 1 6 において、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 で推定された距離 R E および相対速度 V E に基づいて、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2} , f_{de2} } が推定される。

【 0 0 5 3 】

次に、第 1 ペアピーク調査部 1 7 において、第 1 ペアピーク周波数推定部 1 5 で推定された第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } が、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出されているか否かが調査される。また、第 2 ペアピーク調査部 1 8 において、第 2 ペアピーク周波数推定部 1 6 で推定された第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2} , f_{de2} } が、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出されているか否かが調査される。

【 0 0 5 4 】

続いて、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 では、第 1 ペアピーク調査部 1 7 および第 2 ペアピーク調査部 1 8 において、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数がピーク周波数として抽出され、第 2 ペアの方のピーク周波数がピーク周波数として抽出され、第 2 ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていないという調査結果が得られた場合に、第 1 ペアのピーク周波数に基づいて、距離 R N および相対速度 V N が算出される。

【 0 0 5 5 】

このとき、ターゲット確定部 1 3 において、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 で算出された距離 R N および相対速度 V N が、ターゲット 2 1、2 2 までの距離 R およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V と確定される。

【 0 0 5 6 】

なお、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 では、第 1 ペアピーク調査部 1 7 および第 2 ペアピーク調査部 1 8 において、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数がピーク周波数として抽出され、第 1 ペアの方のピーク周波数がピーク周波数として抽出され、第 1 ペアの他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていないという調査結果が得られた場合に、第 2 ペアのピーク周波数に基づいて、距離 R N および相対速度 V N が算出される。

【 0 0 5 7 】

以下、図 3、4 のフローチャートを参照しながら、この発明の実施の形態 1 に係るレーダ装置におけるターゲット検出部 1 の動作について詳細に説明する。なお、この説明において、ターゲット 2 1 についての値には添え字 a を付し、ターゲット 2 2 についての値には添え字 b を付すこととする。

【 0 0 5 8 】

まず、ピーク周波数抽出部 1 0 は、FFT 9 からのビート信号の周波数解析結果（ビート周波数スペクトル）に基づいて、ピーク周波数を抽出する（ステップ S 1 0 1）。具体的には、ピーク周波数抽出部 1 0 は、ビート周波数スペクトルの振幅に対して検出閾値を設定し、振幅が検出閾値以上であり、かつ振幅が前後のビート周波数スペクトルよりも大きなビート周波数スペクトルのビート周波数を、ピーク周波数として抽出する。

【 0 0 5 9 】

ここで、図 5 を参照しながら、ピーク周波数抽出部 1 0 でのピーク周波数の抽出処理についてさらに説明する。図 5 (a) は、第 1 上昇区間のビート周波数スペクトルを示し、図 5 (b) は、第 1 下降区間のビート周波数スペクトルを示し、図 5 (c) は、第 2 上昇区間のビート周波数スペクトルを示し、図 5 (d) は、第 2 下降区間のビート周波数スペクトルを示し、図 5 (a) ~ (d) の横軸および縦軸は、それぞれビート周波数および振幅を示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

図5において、ピーク周波数抽出部10は、第1上昇区間においてピーク周波数「 f_{u1_a} 、 f_{u1_b} 」を抽出し、第1下降区間において「 f_{d1_a} 、 f_{d1_b} 」を抽出し、第2上昇区間において「 f_{u2_b} 」を抽出し、第2下降区間において「 f_{d2_a} 、 f_{d2_b} 」を抽出する。なお、図5は、第2上昇区間において、ターゲット21についてのピーク周波数を抽出できなかった場合を例示している。

【 0 0 6 1 】

図3に戻って、第1ペア距離・相対速度算出部11は、ステップS101で抽出された第1上昇区間および第1下降区間のピーク周波数{ f_{u1} 、 f_{d1} }をペアリングして第1ペアを生成し、第1ペアの距離 R_1 および相対速度 V_1 をそれぞれ算出する(ステップS102)。このとき、第1ペア距離・相対速度算出部11は、一般的なFM-CWレーダの原理に基づいて、すなわち上記式(7)、(8)を用いて、ピーク周波数{ f_{u1} 、 f_{d1} }から第1ペアの距離 R_1 および相対速度 V_1 をそれぞれ算出する。

10

【 0 0 6 2 】

図5の例では、第1ペア距離・相対速度算出部11は、第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{u1_a} 、 f_{d1_a} }から距離 R_{1_aa} および相対速度 V_{1_aa} を算出し、第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{u1_a} 、 f_{d1_b} }から距離 R_{1_ab} および相対速度 V_{1_ab} を算出し、第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{u1_b} 、 f_{d1_a} }から距離 R_{1_ba} および相対速度 V_{1_ba} を算出し、第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{u1_b} 、 f_{d1_b} }から距離 R_{1_bb} および相対速度 V_{1_bb} を算出する。

20

【 0 0 6 3 】

続いて、第2ペア距離・相対速度算出部12は、ステップS101で抽出された第2上昇区間および第2下降区間のピーク周波数{ f_{u2} 、 f_{d2} }をペアリングして第2ペアを生成し、第2ペアの距離 R_2 および相対速度 V_2 をそれぞれ算出する(ステップS103)。このとき、第2ペア距離・相対速度算出部12は、一般的なFM-CWレーダの原理に基づいて、すなわち上記式(7)、(8)を用いて、ピーク周波数{ f_{u2} 、 f_{d2} }から第2ペアの距離 R_2 および相対速度 V_2 をそれぞれ算出する。

【 0 0 6 4 】

図5の例では、第2ペア距離・相対速度算出部12は、第2ペアの2つのピーク周波数{ f_{u2_b} 、 f_{d2_a} }から距離 R_{2_ba} および相対速度 V_{2_ba} を算出し、第2ペアの2つのピーク周波数{ f_{u2_b} 、 f_{d2_b} }から距離 R_{2_bb} および相対速度 V_{2_bb} を算出する。

30

【 0 0 6 5 】

次に、ターゲット確定部13は、第1ペア距離・相対速度算出部11で算出された第1ペアの距離 R_1 および相対速度 V_1 と、第2ペア距離・相対速度算出部12で算出された第2ペアの距離 R_2 および相対速度 V_2 とが、それぞれほぼ等しい組み合わせを、ターゲット21、22までの距離 R およびターゲット21、22との相対速度 V として確定する(ステップS104)。

【 0 0 6 6 】

なお、ターゲット確定部13は、ターゲット21、22までの距離 R を、第1ペアの距離 R_1 と第2ペアの距離 R_2 との平均とし、ターゲット21、22との相対速度 V を、第1ペアの相対速度 V_1 と第2ペアの相対速度 V_2 との平均としてもよいし、第1ペアおよび第2ペアの何れかの距離および相対速度としてもよい。

40

【 0 0 6 7 】

図5の例では、第1ペア距離・相対速度算出部11が、第1ペアの距離 R_{1_aa} および相対速度 V_{1_aa} 、距離 R_{1_ab} および相対速度 V_{1_ab} 、距離 R_{1_ba} および相対速度 V_{1_ba} 、並びに距離 R_{1_bb} および相対速度 V_{1_bb} を算出し、第2ペア距離・相対速度算出部12が、第2ペアの距離 R_{2_ba} および相対速度 V_{2_ba} 、並びに距離 R_{2_bb} および相対速度 V_{2_bb} を算出している。

【 0 0 6 8 】

50

このとき、ターゲット確定部 1 3 は、ターゲット 2 2 についての第 1 ペアの距離 R_{1_bb} および相対速度 V_{1_bb} と、ターゲット 2 2 についての第 2 ペアの距離 R_{2_bb} および相対速度 V_{2_bb} とが、それぞれほぼ等しいので、これらをターゲット 2 2 までの距離 $R_{_b}$ およびターゲット 2 2 との相対速度 $V_{_b}$ として確定する。

【 0 0 6 9 】

しかしながら、ターゲット確定部 1 3 は、ターゲット 2 1 についての第 1 ペアの距離 R_{1_aa} および相対速度 V_{1_aa} と距離および相対速度のほぼ等しい第 2 ペアが存在しないので、ターゲット 2 1 までの距離 $R_{_a}$ およびターゲット 2 1 との相対速度 $V_{_a}$ を確定することができない。これは、第 2 上昇区間において、ターゲット 2 1 についてのピーク周波数「 f_{u2_a} 」を抽出できなかったため、第 2 ペアの距離 R_{2_aa} および相対速度 V_{2_aa} が算出できないからである。

10

【 0 0 7 0 】

したがって、第 1 ペアの距離 R_{1_aa} および相対速度 V_{1_aa} 、第 1 ペアの距離 R_{1_ab} および相対速度 V_{1_ab} 、第 1 ペアの距離 R_{1_ba} および相対速度 V_{1_ba} 、並びに第 2 ペアの距離 R_{2_ba} および相対速度 V_{2_ba} は、距離および相対速度のほぼ等しいペアが存在しないので、従来は誤ペアリングとして除外される。

【 0 0 7 1 】

続いて、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 は、ターゲット確定部 1 3 において前回のサイクルで確定されたターゲットの個数 N をカウントして記憶する（ステップ S 1 0 5）。図 5 の例では、前回確定したターゲットの個数 N は、「2」とする。

20

【 0 0 7 2 】

次に、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 は、ターゲット確定部 1 3 において前回確定されたターゲット 2 1、2 2 までの距離 R_O およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V_O に基づいて、一般的な線形予測法である次式（1 3）、（1 4）を用いて、今回の距離 R_E および相対速度 V_E をそれぞれ推定する（ステップ S 1 0 6）。なお、式（1 3）、（1 4）において、 t は前回から今回までの処理時間を示し、相対速度 V_O は接近方向が + を示す。

【 0 0 7 3 】

$$R_E = R_O - V_O \cdot t \quad \dots (13)$$

$$V_E = V_O \quad \dots (14)$$

30

【 0 0 7 4 】

図 5 の例では、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 は、前回確定されたターゲット 2 1 についての距離 R_{O_aa} および相対速度 V_{O_aa} と、ターゲット 2 2 についての距離 R_{O_bb} および相対速度 V_{O_bb} とに基づいて、ターゲット 2 1 についての今回の距離 R_{E_aa} および相対速度 V_{E_aa} と、ターゲット 2 2 についての今回の距離 R_{E_bb} および相対速度 V_{E_bb} とを推定する。

【 0 0 7 5 】

続いて、第 1 ペアピーク周波数推定部 1 5 は、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 で推定された距離 R_E および相対速度 V_E に基づいて、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } を推定する（ステップ S 1 0 7）。すなわち、第 1 ペアピーク周波数推定部 1 5 は、推定された距離 R_E および相対速度 V_E に基づいて、上記式（1 1）、（1 2）を用いて、第 1 上昇区間および第 1 下降区間のピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } を推定する。

40

【 0 0 7 6 】

図 5 の例では、第 1 ペアピーク周波数推定部 1 5 は、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 で推定されたターゲット 2 1 についての距離 R_{E_aa} および相対速度 V_{E_aa} に基づいて、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1_a} , f_{de1_a} } を推定する。また、第 1 ペアピーク周波数推定部 1 5 は、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 で推定されたターゲット 2 2 についての距離 R_{E_bb} および相対速度 V_{E_bb} に基づいて、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1_b} , f_{de1_b} } を推定する。

50

【 0 0 7 7 】

次に、第2ペアピーク周波数推定部16は、今回ターゲット距離・相対速度推定部14で推定された距離 R_E および相対速度 V_E に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ を推定する(ステップS108)。すなわち、第2ペアピーク周波数推定部16は、推定された距離 R_E および相対速度 V_E に基づいて、上記式(11)、(12)を用いて、第2上昇区間および第2下降区間のピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ を推定する。

【 0 0 7 8 】

図5の例では、第2ペアピーク周波数推定部16は、今回ターゲット距離・相対速度推定部14で推定されたターゲット22についての距離 R_{E_aa} および相対速度 V_{E_aa} に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2_a}, f_{de2_a}\}$ を推定する。また、第2ペアピーク周波数推定部16は、今回ターゲット距離・相対速度推定部14で推定されたターゲット22についての距離 R_{E_bb} および相対速度 V_{E_bb} に基づいて、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2_b}, f_{de2_b}\}$ を推定する。

10

【 0 0 7 9 】

続いて、第1ペアピーク調査部17は、第1ペアピーク周波数推定部15で推定された第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1}, f_{de1}\}$ が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する(ステップS109)。具体的には、第1ペアピーク調査部17は、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたピーク周波数 $\{f_{ue1}, f_{de1}\}$ と、ピーク周波数抽出部10で抽出されたピーク周波数との差が所定範囲内(例えば0)である場合に、ピーク周波数として抽出されていると判定する。

20

【 0 0 8 0 】

図5の例では、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたターゲット21についての第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1_a}, f_{de1_a}\}$ は、ピーク周波数抽出部10によって両方がピーク周波数 $\{f_{u1_a}, f_{d1_a}\}$ として抽出されている。また、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたターゲット22についての第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1_b}, f_{de1_b}\}$ は、ピーク周波数抽出部10によって両方がピーク周波数 $\{f_{u1_b}, f_{d1_b}\}$ として抽出されている。

【 0 0 8 1 】

次に、第2ペアピーク調査部18は、第2ペアピーク周波数推定部16で推定された第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する(ステップS110)。具体的には、第2ペアピーク調査部18は、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ と、ピーク周波数抽出部10で抽出されたピーク周波数との差が所定範囲内(例えば0)である場合に、ピーク周波数として抽出されていると判定する。

30

【 0 0 8 2 】

図5の例では、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたターゲット21についての第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2_a}, f_{de2_a}\}$ は、ピーク周波数抽出部10によって一方のみがピーク周波数 $\{f_{d2_a}\}$ として抽出されている。また、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたターゲット22についての第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2_b}, f_{de2_b}\}$ は、ピーク周波数抽出部10によって両方がピーク周波数 $\{f_{u2_b}, f_{d2_b}\}$ として抽出されている。

40

【 0 0 8 3 】

続いて、ターゲット距離・相対速度算出部19は、第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1}, f_{de1}\}$ の両方が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出され、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ の一方のみが、ピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出されているか否かを判定する(ステップS111)。

50

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 1 1 において、 Y e s と判定された場合、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } の両方が、ピーク周波数抽出部 1 0 でそれぞれピーク周波数として抽出され、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2} , f_{de2} } の一方のみが、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出されているので、ピーク周波数抽出部 1 0 で抽出された第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{u1} , f_{d1} } に基づいて、上記式 (7)、(8) を用いて、ターゲット 2 1、2 2 までの距離 R_N およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V_N を算出する (ステップ S 1 1 2)。

【 0 0 8 5 】

図 5 の例では、ターゲット 2 1 についての第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1_a} , f_{de1_a} } の両方がそれぞれピーク周波数 { f_{u1_a} , f_{d1_a} } として抽出され、ターゲット 2 1 についての第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2_a} , f_{de2_a} } の一方のみがピーク周波数 { f_{d2_a} } として抽出されているので、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、抽出された第 1 ペアのピーク周波数 { f_{u1_a} , f_{d1_a} } に基づいて、ターゲット 2 1 までの距離 R_{N_a} およびターゲット 2 1 との相対速度 V_{N_a} を算出する。

【 0 0 8 6 】

一方、ステップ S 1 1 1 において、 N o と判定された場合、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2} , f_{de2} } の両方が、それぞれピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出され、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } の一方のみが、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出されているか否かを判定する (ステップ S 1 1 3)。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 1 3 において、 Y e s と判定された場合、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2} , f_{de2} } の両方が、ピーク周波数抽出部 1 0 でそれぞれピーク周波数として抽出され、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } の一方のみが、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出されているので、ピーク周波数抽出部 1 0 で抽出された第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{u2} , f_{d2} } に基づいて、上記式 (7)、(8) を用いて、ターゲット 2 1、2 2 までの距離 R_N およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V_N を算出する (ステップ S 1 1 4)。

【 0 0 8 8 】

また、図 5 の例では、ターゲット 2 2 についての第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1_b} , f_{de1_b} } の両方がそれぞれピーク周波数 { f_{u1_b} , f_{d1_b} } として抽出され、ターゲット 2 2 についての第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2_b} , f_{de2_b} } の両方がそれぞれピーク周波数 { f_{u2_b} , f_{d2_b} } として抽出されているので、ステップ S 1 1 3 において、 N o と判定され、ステップ S 1 1 6 (後述する) に移行する。

【 0 0 8 9 】

次に、ターゲット確定部 1 3 は、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 で算出されたターゲット 2 1、2 2 までの距離 R_N およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V_N を、ターゲット 2 1、2 2 までの距離 R およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V と確定する (ステップ S 1 1 5)。図 5 の例では、ターゲット確定部 1 3 は、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 で算出されたターゲット 2 1 までの距離 R_{N_a} およびターゲット 2 1 との相対速度 V_{N_a} を、ターゲット 2 1 までの距離 $R_{_a}$ およびターゲット 2 1 との相対速度 $V_{_a}$ として確定する。

【 0 0 9 0 】

続いて、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 は、ステップ S 1 0 5 でカウントした、前回のサイクルで確定されたターゲットの個数 N 分 (図 5 の例では、「 2 」個分) の

10

20

30

40

50

処理が終了したか否かを判定する（ステップ S 1 1 6）。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 1 1 6 において、処理が終了した（すなわち、Y e s）と判定された場合には、図 4 の処理を終了する。

一方、ステップ S 1 1 6 において、処理が終了していない（すなわち、N o）と判定された場合には、ステップ S 1 0 6 に戻って、ステップ S 1 0 6 ~ ステップ S 1 1 6 の処理が繰り返し実行される。

【 0 0 9 2 】

以上のように、実施の形態 1 によれば、ターゲット推定部は、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも 1 つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、ターゲット確定部において前回のサイクルで確定されたターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を推定する。

10

また、ターゲット距離・相対速度算出部は、第 1 ペアピーク周波数推定部で推定された第 1 ペアの 2 つのピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第 2 ペアピーク周波数推定部で推定された第 2 ペアの方のピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第 2 ペアの方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合に、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出する。

また、ターゲット距離・相対速度算出部は、第 2 ペアピーク周波数推定部で推定された第 2 ペアの 2 つのピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第 1 ペアピーク周波数推定部で推定された第 1 ペアの方のピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第 1 ペアの方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合に、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出する。

20

そのため、誤ペアリングの発生を防止するとともに、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも 1 つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合であっても、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を得ることができる。

【 0 0 9 3 】

30

実施の形態 2 .

上記実施の形態 1 では、第 1 ペアピーク周波数推定部 1 5 で推定された第 1 ペアの 2 つのピーク周波数および第 2 ペアピーク周波数推定部 1 6 で推定された第 2 ペアの 2 つのピーク周波数のうち、何れか 1 つのピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合（図 5 の場合）について説明した。この実施の形態 2 では、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数または第 2 ペアの 2 つのピーク周波数が、ピーク周波数として抽出されていない場合（図 7 の場合）について説明する。なお、この発明の実施の形態 2 に係るレーダ装置を示すブロック構成図は、上記実施の形態 1 の図 1 と同様なので、説明を省略する。

【 0 0 9 4 】

以下、図 3、6 のフローチャートを参照しながら、この発明の実施の形態 2 に係るレーダ装置におけるターゲット検出部 1 の動作について詳細に説明する。なお、この説明において、ターゲット 2 1 についての値には添え字 a を付し、ターゲット 2 2 についての値には添え字 b を付すこととする。また、上記実施の形態 1 と同様の処理については、説明を省略する。

40

【 0 0 9 5 】

まず、ピーク周波数抽出部 1 0 は、F F T 9 からのビート信号の周波数解析結果（ビート周波数スペクトル）に基づいて、ピーク周波数を抽出する（ステップ S 1 0 1）。具体的には、ピーク周波数抽出部 1 0 は、ビート周波数スペクトルの振幅に対して検出閾値を設定し、振幅が検出閾値以上であり、かつ振幅が前後のビート周波数スペクトルよりも大きなビート周波数スペクトルのピーク周波数を、ピーク周波数として抽出する。

50

【 0 0 9 6 】

ここで、図7を参照しながら、ピーク周波数抽出部10でのピーク周波数の抽出処理についてさらに説明する。図7(a)は、第1上昇区間のピーク周波数スペクトルを示し、図7(b)は、第1下降区間のピーク周波数スペクトルを示し、図7(c)は、第2上昇区間のピーク周波数スペクトルを示し、図7(d)は、第2下降区間のピーク周波数スペクトルを示し、図7(a)~(d)の横軸および縦軸は、それぞれピーク周波数および振幅を示す。

【 0 0 9 7 】

図7において、ピーク周波数抽出部10は、第1上昇区間においてピーク周波数「 f_{u1_a} 、 f_{u1_b} 」を抽出し、第1下降区間において「 f_{d1_a} 、 f_{d1_b} 」を抽出し、第2上昇区間において「 f_{u2_b} 」を抽出し、第2下降区間において「 f_{d2_b} 」を抽出する。なお、図7は、第2上昇区間において、ターゲット21についてのピーク周波数を抽出できず、第2下降区間において、ターゲット21についてのピーク周波数を抽出できなかった場合を例示している。

10

【 0 0 9 8 】

図3に戻って、ステップS102から図6のステップS108までの処理は、上記実施の形態1と同様なので、説明を省略する。

【 0 0 9 9 】

続いて、第1ペアピーク調査部17は、第1ペアピーク周波数推定部15で推定された第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue1} 、 f_{de1} }が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する(ステップS109)。具体的には、第1ペアピーク調査部17は、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたピーク周波数{ f_{ue1} 、 f_{de1} }と、ピーク周波数抽出部10で抽出されたピーク周波数との差が所定範囲内(例えば0)である場合に、ピーク周波数として抽出されていると判定する。

20

【 0 1 0 0 】

図7の例では、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたターゲット21についての第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue1_a} 、 f_{de1_a} }は、ピーク周波数抽出部10によって両方がピーク周波数{ f_{u1_a} 、 f_{d1_a} }として抽出されている。また、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたターゲット22についての第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue1_b} 、 f_{de1_b} }は、ピーク周波数抽出部10によって両方がピーク周波数{ f_{u1_b} 、 f_{d1_b} }として抽出されている。

30

【 0 1 0 1 】

次に、第2ペアピーク調査部18は、第2ペアピーク周波数推定部16で推定された第2ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue2} 、 f_{de2} }が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する(ステップS110)。具体的には、第2ペアピーク調査部18は、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたピーク周波数{ f_{ue2} 、 f_{de2} }と、ピーク周波数抽出部10で抽出されたピーク周波数との差が所定範囲内(例えば0)である場合に、ピーク周波数として抽出されていると判定する。

40

【 0 1 0 2 】

図7の例では、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたターゲット21についての第2ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue2_a} 、 f_{de2_a} }は、ともにピーク周波数として抽出されていない。また、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたターゲット22についての第2ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue2_b} 、 f_{de2_b} }は、ピーク周波数抽出部10によって両方がピーク周波数{ f_{u2_b} 、 f_{d2_b} }として抽出されている。

【 0 1 0 3 】

続いて、ターゲット距離・相対速度算出部19は、第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue1} 、 f_{de1} }の両方が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽

50

出され、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ の両方が、ピーク周波数として抽出されていないか否かを判定する(ステップS211)。

【0104】

ステップS211において、Yesと判定された場合、ターゲット距離・相対速度算出部19は、第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1}, f_{de1}\}$ の両方が、ピーク周波数抽出部10でそれぞれピーク周波数として抽出され、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ の両方が、ピーク周波数として抽出されていないので、ピーク周波数抽出部10で抽出された第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{u1}, f_{d1}\}$ に基づいて、上記式(7)、(8)を用いて、ターゲット21、22までの距離RNおよびターゲット21、22との相対速度VNを算出する(ステップS112)。

10

【0105】

図7の例では、ターゲット21についての第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1_a}, f_{de1_a}\}$ の両方がそれぞれピーク周波数 $\{f_{u1_a}, f_{d1_a}\}$ として抽出され、ターゲット21についての第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2_a}, f_{de2_a}\}$ の両方がピーク周波数として抽出されていないので、ターゲット距離・相対速度算出部19は、抽出された第1ペアのピーク周波数 $\{f_{u1_a}, f_{d1_a}\}$ に基づいて、ターゲット21までの距離RN_aおよびターゲット21との相対速度VN_aを算出する。

【0106】

一方、ステップS211において、Noと判定された場合、ターゲット距離・相対速度算出部19は、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ の両方が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出され、第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1}, f_{de1}\}$ の両方が、ピーク周波数として抽出されていないか否かを判定する(ステップS213)。

20

【0107】

ステップS213において、Yesと判定された場合、ターゲット距離・相対速度算出部19は、第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2}, f_{de2}\}$ の両方が、ピーク周波数抽出部10でそれぞれピーク周波数として抽出され、第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1}, f_{de1}\}$ の両方が、ピーク周波数として抽出されていないので、ピーク周波数抽出部10で抽出された第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{u2}, f_{d2}\}$ に基づいて、上記式(7)、(8)を用いて、ターゲット21、22までの距離RNおよびターゲット21、22との相対速度VNを算出する(ステップS114)。

30

【0108】

また、図7の例では、ターゲット22についての第1ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue1_b}, f_{de1_b}\}$ の両方がそれぞれピーク周波数 $\{f_{u1_b}, f_{d1_b}\}$ として抽出され、ターゲット22についての第2ペアの2つのピーク周波数 $\{f_{ue2_b}, f_{de2_b}\}$ の両方がそれぞれピーク周波数 $\{f_{u2_b}, f_{d2_b}\}$ として抽出されているので、ステップS213において、Noと判定され、ステップS116に移行する。

【0109】

次に、ターゲット確定部13は、ターゲット距離・相対速度算出部19で算出されたターゲット21、22までの距離RNおよびターゲット21、22との相対速度VNを、ターゲット21、22までの距離Rおよびターゲット21、22との相対速度Vと確定する(ステップS115)。図7の例では、ターゲット確定部13は、ターゲット距離・相対速度算出部19で算出されたターゲット21までの距離RN_aおよびターゲット21との相対速度VN_aを、ターゲット21までの距離R_aおよびターゲット21との相対速度V_aとして確定する。

40

【0110】

続いて、今回ターゲット距離・相対速度推定部14は、ステップS105でカウントした、前回のサイクルで確定されたターゲットの個数N分(図7の例では、「2」個分)の

50

処理が終了したか否かを判定する（ステップ S 1 1 6）。

【 0 1 1 1 】

ステップ S 1 1 6 において、処理が終了した（すなわち、Y e s）と判定された場合には、図 6 の処理を終了する。

一方、ステップ S 1 1 6 において、処理が終了していない（すなわち、N o）と判定された場合には、ステップ S 1 0 6 に戻って、ステップ S 1 0 6 ~ ステップ S 1 1 6 の処理が繰り返し実行される。

【 0 1 1 2 】

以上のように、実施の形態 2 によれば、ターゲット推定部は、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも 1 つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、ターゲット確定部において前回のサイクルで確定されたターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を推定する。

また、ターゲット距離・相対速度算出部は、第 1 ペアピーク周波数推定部で推定された第 1 ペアの 2 つのピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第 2 ペアピーク周波数推定部で推定された第 2 ペアの 2 つのピーク周波数が、ともにピーク周波数として抽出されていない場合に、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出する。

また、ターゲット距離・相対速度算出部は、第 2 ペアピーク周波数推定部で推定された第 2 ペアの 2 つのピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第 1 ペアピーク周波数推定部で推定された第 1 ペアの 2 つのピーク周波数が、ともにピーク周波数として抽出されていない場合に、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出する。

そのため、誤ペアリングの発生を防止するとともに、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも 1 つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合であっても、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を得ることができる。

【 0 1 1 3 】

実施の形態 3 .

上記実施の形態 1 では、第 1 ペアピーク周波数推定部 1 5 で推定された第 1 ペアの 2 つのピーク周波数および第 2 ペアピーク周波数推定部 1 6 で推定された第 2 ペアの 2 つのピーク周波数のうち、1 つのピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合（図 5 の場合）について説明した。また、上記実施の形態 2 では、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数または第 2 ペアの 2 つのピーク周波数が、ピーク周波数として抽出されていない場合（図 7 の場合）について説明した。

【 0 1 1 4 】

この実施の形態 3 では、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数のうち一方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されておらず、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数のうち一方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合（図 9 の場合）について説明する。なお、この発明の実施の形態 3 に係るレーダ装置を示すブロック構成図は、上記実施の形態 1 の図 1 と同様なので、説明を省略する。

【 0 1 1 5 】

以下、図 3、8 のフローチャートを参照しながら、この発明の実施の形態 3 に係るレーダ装置におけるターゲット検出部 1 の動作について詳細に説明する。なお、この説明において、ターゲット 2 1 についての値には添え字 a を付し、ターゲット 2 2 についての値には添え字 b を付すこととする。また、上記実施の形態 1 と同様の処理については、説明を省略する。

【 0 1 1 6 】

まず、ピーク周波数抽出部 1 0 は、FFT 9 からのビート信号の周波数解析結果（ビート周波数スペクトル）に基づいて、ピーク周波数を抽出する（ステップ S 1 0 1）。具体

10

20

30

40

50

的には、ピーク周波数抽出部 10 は、ビート周波数スペクトルの振幅に対して検出閾値を設定し、振幅が検出閾値以上であり、かつ振幅が前後のビート周波数スペクトルよりも大きなビート周波数スペクトルのビート周波数を、ピーク周波数として抽出する。

【0117】

ここで、図9を参照しながら、ピーク周波数抽出部10でのピーク周波数の抽出処理についてさらに説明する。図9(a)は、第1上昇区間のビート周波数スペクトルを示し、図9(b)は、第1下降区間のビート周波数スペクトルを示し、図9(c)は、第2上昇区間のビート周波数スペクトルを示し、図9(d)は、第2下降区間のビート周波数スペクトルを示し、図9(a)~(d)の横軸および縦軸は、それぞれビート周波数および振幅を示す。

10

【0118】

図9において、ピーク周波数抽出部10は、第1上昇区間においてピーク周波数「 f_{u1_a} 、 f_{u1_b} 」を抽出し、第1下降区間において「 f_{d1_b} 」を抽出し、第2上昇区間において「 f_{u2_b} 」を抽出し、第2下降区間において「 f_{d2_a} 、 f_{d2_b} 」を抽出する。なお、図9は、第1下降区間において、ターゲット21についてのピーク周波数を抽出できず、第2上昇区間において、ターゲット21についてのピーク周波数を抽出できなかった場合を例示している。

【0119】

図3に戻って、ステップS102から図8のステップS108までの処理は、上記実施の形態1と同様なので、説明を省略する。

20

【0120】

続いて、第1ペアピーク調査部17は、第1ペアピーク周波数推定部15で推定された第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue1} 、 f_{de1} }が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する(ステップS109)。具体的には、第1ペアピーク調査部17は、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたピーク周波数{ f_{ue1} 、 f_{de1} }と、ピーク周波数抽出部10で抽出されたピーク周波数との差が所定範囲内(例えば0)である場合に、ピーク周波数として抽出されていると判定する。

【0121】

図9の例では、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたターゲット21についての第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue1_a} 、 f_{de1_a} }は、ピーク周波数抽出部10によって一方のみがピーク周波数{ f_{u1_a} }として抽出されている。また、第1ペアピーク周波数推定部15で推定されたターゲット22についての第1ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue1_b} 、 f_{de1_b} }は、ピーク周波数抽出部10によって両方がピーク周波数{ f_{u1_b} 、 f_{d1_b} }として抽出されている。

30

【0122】

次に、第2ペアピーク調査部18は、第2ペアピーク周波数推定部16で推定された第2ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue2} 、 f_{de2} }が、それぞれピーク周波数抽出部10でピーク周波数として抽出されているか否かを調査する(ステップS110)。具体的には、第2ペアピーク調査部18は、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたピーク周波数{ f_{ue2} 、 f_{de2} }と、ピーク周波数抽出部10で抽出されたピーク周波数との差が所定範囲内(例えば0)である場合に、ピーク周波数として抽出されていると判定する。

40

【0123】

図9の例では、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたターゲット21についての第2ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue2_a} 、 f_{de2_a} }は、ピーク周波数抽出部10によって一方のみがピーク周波数{ f_{d2_a} }として抽出されている。また、第2ペアピーク周波数推定部16で推定されたターゲット22についての第2ペアの2つのピーク周波数{ f_{ue2_b} 、 f_{de2_b} }は、ピーク周波数抽出部10によって両方がピーク周波数{ f_{u2_b} 、 f_{d2_b} }として抽出されている。

50

【 0 1 2 4 】

続いて、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } の一方のみが、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出され、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2} , f_{de2} } の一方のみが、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出されているか否かを判定する (ステップ S 3 1 1)。

【 0 1 2 5 】

ステップ S 3 1 1 において、Yes と判定された場合、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1} , f_{de1} } の一方のみが、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出され、第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2} , f_{de2} } の一方のみが、ピーク周波数抽出部 1 0 でピーク周波数として抽出されているので、ピーク周波数抽出部 1 0 で抽出された第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{u1} , f_{d1} } および第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{u2} , f_{d2} } に基づいて、上記式 (9) ~ (1 2) を用いて、ターゲット 2 1、2 2 までの距離 RN およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 VN を算出する (ステップ S 3 1 2)。

【 0 1 2 6 】

このとき、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、第 1 上昇区間および第 1 下降区間では、繰り返し周波数 f_{m1} 、変調幅 F_1 および中心周波数 f_{0_1} を用い、第 2 上昇区間および第 2 下降区間では、繰り返し周波数 f_{m2} 、変調幅 F_2 および中心周波数 f_{0_2} を用いる。

【 0 1 2 7 】

図 9 の例では、ターゲット 2 1 についての第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1_a} , f_{de1_a} } の一方のみがピーク周波数 { f_{u1_a} } として抽出され、ターゲット 2 1 についての第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2_a} , f_{de2_a} } の一方のみがピーク周波数 { f_{d2_a} } として抽出されているので、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、抽出された第 1 ペアのピーク周波数 { f_{u1_a} } と抽出された第 2 ペアのピーク周波数 { f_{d2_a} } に基づいて、ターゲット 2 1 までの距離 RN_a およびターゲット 2 1 との相対速度 VN_a を算出する。

【 0 1 2 8 】

具体的には、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 は、上記式 (9) ~ (1 2) から次式 (1 5) ~ (2 0) を導き、式 (1 7)、(2 0) の連立方程式を解くことにより、ターゲット 2 1 までの距離 RN_a およびターゲット 2 1 との相対速度 VN_a を算出する。

【 0 1 2 9 】

$$M_{11} = C / (4 \cdot f_{m1} \cdot F_1) \quad \dots (1 5)$$

$$M_{21} = C / (2 \cdot f_{0_1}) \quad \dots (1 6)$$

$$f_{u1_a} = RN_a / M_{11} - VN_a / M_{21} \quad \dots (1 7)$$

$$M_{12} = C / (4 \cdot f_{m2} \cdot F_2) \quad \dots (1 8)$$

$$M_{22} = C / (2 \cdot f_{0_2}) \quad \dots (1 9)$$

$$f_{d2_a} = RN_a / M_{12} + VN_a / M_{22} \quad \dots (2 0)$$

【 0 1 3 0 】

また、図 9 の例では、ターゲット 2 2 についての第 1 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue1_b} , f_{de1_b} } の両方がそれぞれピーク周波数 { f_{u1_b} , f_{d1_b} } として抽出され、ターゲット 2 2 についての第 2 ペアの 2 つのピーク周波数 { f_{ue2_b} , f_{de2_b} } の両方がそれぞれピーク周波数 { f_{u2_b} , f_{d2_b} } として抽出されているので、ステップ S 3 1 1 において、No と判定され、ステップ S 1 1 6 に移行する。

【 0 1 3 1 】

次に、ターゲット確定部 1 3 は、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 で算出されたターゲット 2 1、2 2 までの距離 RN およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 VN を、タ

10

20

30

40

50

ターゲット 2 1、2 2 までの距離 R およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V と確定する (ステップ S 1 1 5)。図 9 の例では、ターゲット確定部 1 3 は、ターゲット距離・相対速度算出部 1 9 で算出されたターゲット 2 1 までの距離 R_{N_a} およびターゲット 2 1 との相対速度 V_{N_a} を、ターゲット 2 1 までの距離 $R_{_a}$ およびターゲット 2 1 との相対速度 $V_{_a}$ として確定する。

【0132】

続いて、今回ターゲット距離・相対速度推定部 1 4 は、ステップ S 1 0 5 でカウントした、前回のサイクルで確定されたターゲットの個数 N 分 (図 9 の例では、「2」個分) の処理が終了したか否かを判定する (ステップ S 1 1 6)。

【0133】

ステップ S 1 1 6 において、処理が終了した (すなわち、Yes) と判定された場合には、図 8 の処理を終了する。

一方、ステップ S 1 1 6 において、処理が終了していない (すなわち、No) と判定された場合には、ステップ S 1 0 6 に戻って、ステップ S 1 0 6 ~ ステップ S 1 1 6 の処理が繰り返し実行される。

【0134】

以上のように、実施の形態 3 によれば、ターゲット推定部は、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも 1 つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合に、ターゲット確定部において前回のサイクルで確定されたターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度に基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を推定する。

また、ターゲット距離・相対速度算出部は、第 1 ペアピーク周波数推定部で推定された第 1 ペアの一方のピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第 1 ペア他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されておらず、第 2 ペアピーク周波数推定部で推定された第 2 ペアの一方のピーク周波数が、ピーク周波数抽出部でピーク周波数として抽出され、第 2 ペア他方のピーク周波数がピーク周波数として抽出されていない場合に、第 1 ペアの抽出されたピーク周波数と第 2 ペアの抽出されたピーク周波数とに基づいて、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を算出する。

そのため、誤ペアリングの発生を防止するとともに、ビート信号のピーク周波数のうち、少なくとも 1 つのピーク周波数を抽出することができず、ピーク周波数のペアを生成することができない場合であっても、ターゲットまでの距離およびターゲットとの相対速度を得ることができる。

【0135】

なお、上記実施の形態 1 ~ 3 では、ターゲット 2 1、2 2 までの距離 R およびターゲット 2 1、2 2 との相対速度 V を算出する方式として、一般的な FM - CW レーダの原理を用いた方式を示したが、これに限定されず、送信信号をパルス状に区切って変調した FM - パルスドップラーレーダ方式や、その他のレーダ方式を用いてもよい。

【0136】

また、上記実施の形態 1 ~ 3 では、4 つの変調区間として、三角状の第 1 上昇区間、第 1 下降区間、第 2 上昇区間および第 2 下降区間 (第 1 上昇区間および第 1 下降区間では、繰り返し周波数 f_{m1} 、変調幅 F_1 および中心周波数 f_{0_1} 、第 2 上昇区間および第 2 下降区間では、繰り返し周波数 f_{m2} 、変調幅 F_2 および中心周波数 f_{0_2}) を用いた場合を示したが、これに限定されない。変調区間は、区間毎に上昇または下降、繰り返し周波数 f_m 、変調幅 F または中心周波数 f_0 が異なってもよいし、4 つ以上の複数変調区間を有していてもよい。

【符号の説明】

【0137】

1 ターゲット検出部、2 制御電圧発生器、3 VCO、4 分配器、5 送信アンテナ (送信部)、6 受信アンテナ (受信部)、7 ミキサ (ミキシング部)、8 A/D コンバータ、9 FFT、10 ピーク周波数抽出部、11 第 1 ペア距離・相対速度

10

20

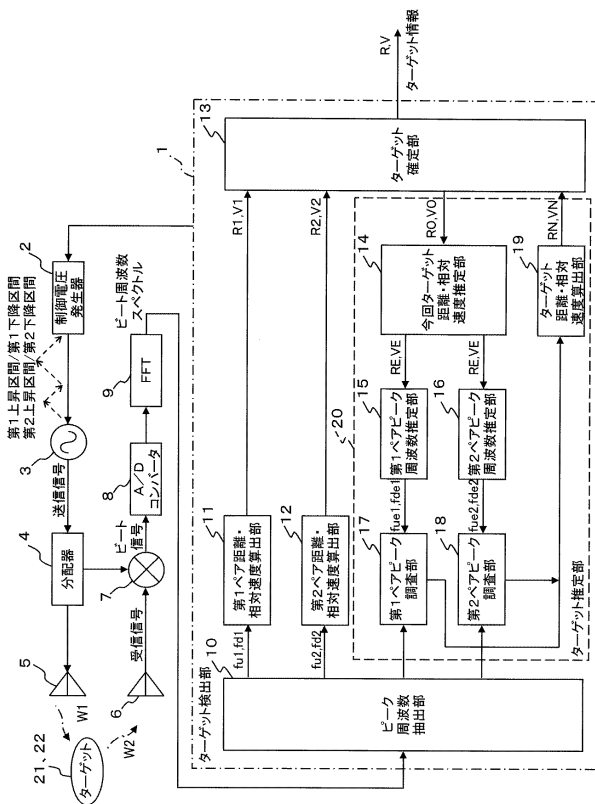
30

40

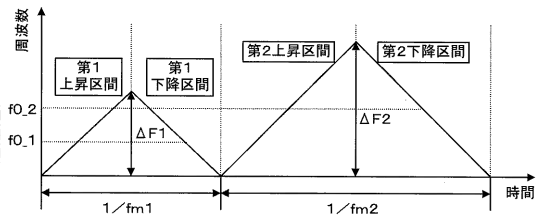
50

算出部、12 第2ペア距離・相対速度算出部、13 ターゲット確定部、14 今回ターゲット距離・相対速度推定部、15 第1ペアピーク周波数推定部、16 第2ペアピーク周波数推定部、17 第1ペアピーク調査部、18 第2ペアピーク調査部、19 ターゲット距離・相対速度算出部、20 ターゲット推定部、21、22 ターゲット、W1 送信波、W2 反射波。

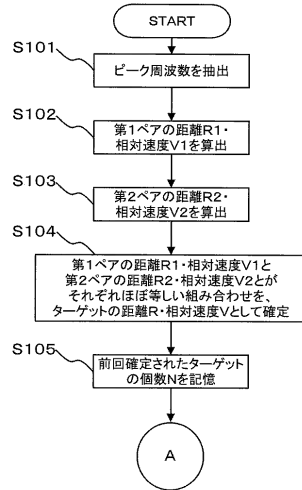
【図1】



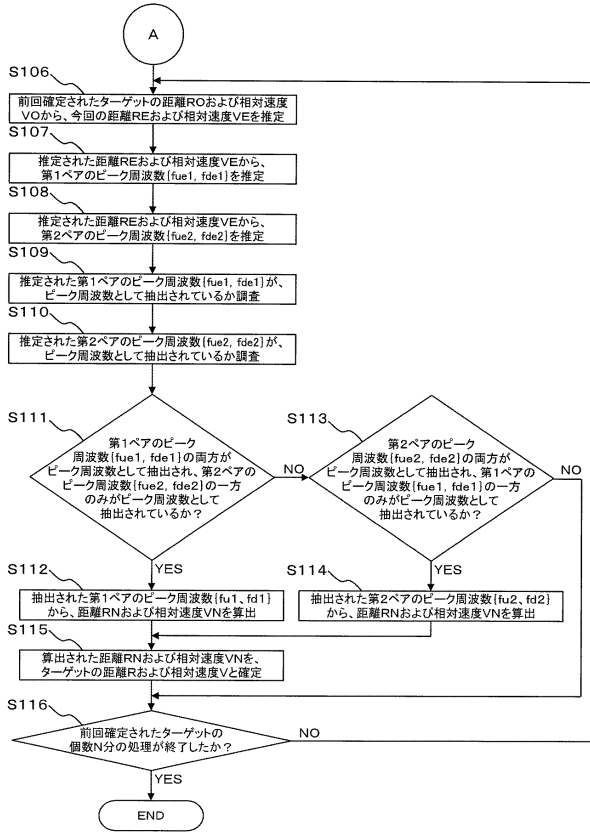
【図2】



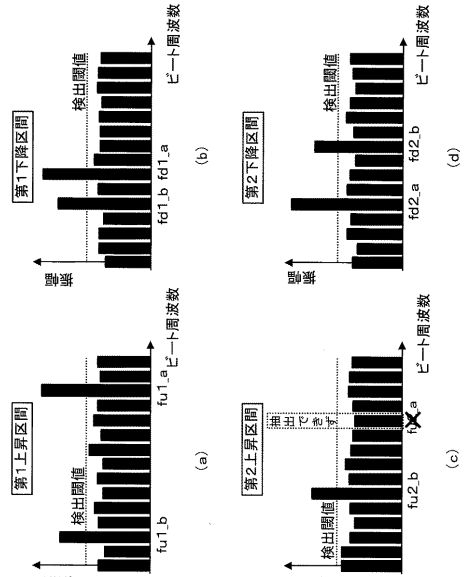
【図3】



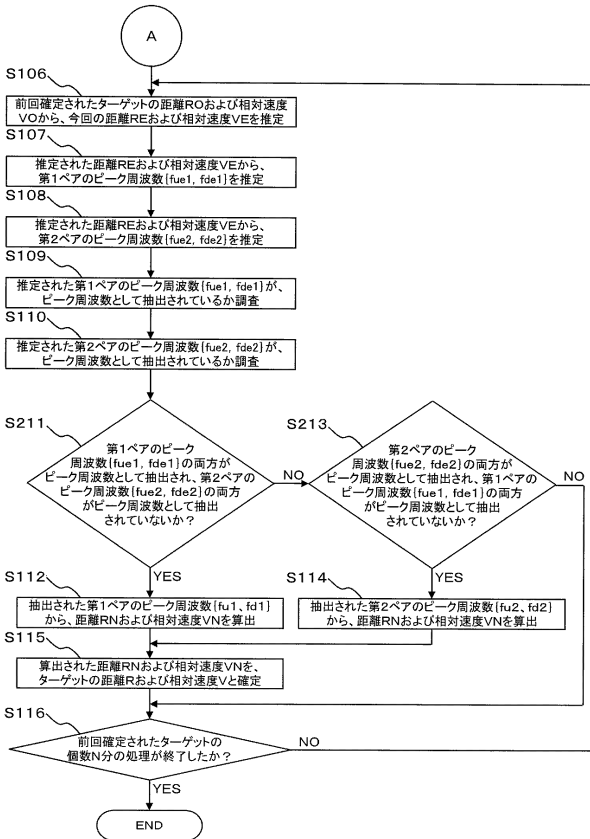
【図4】



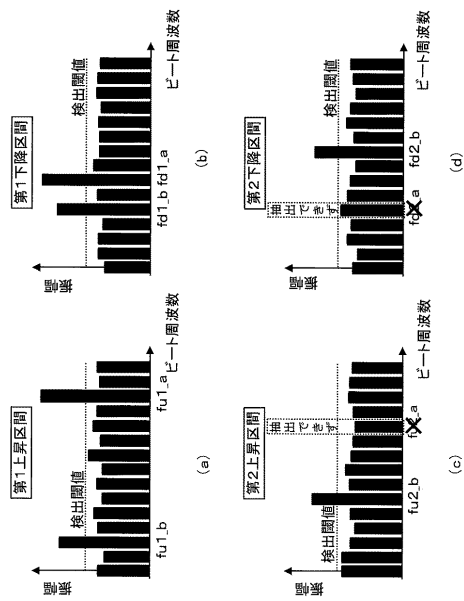
【図5】



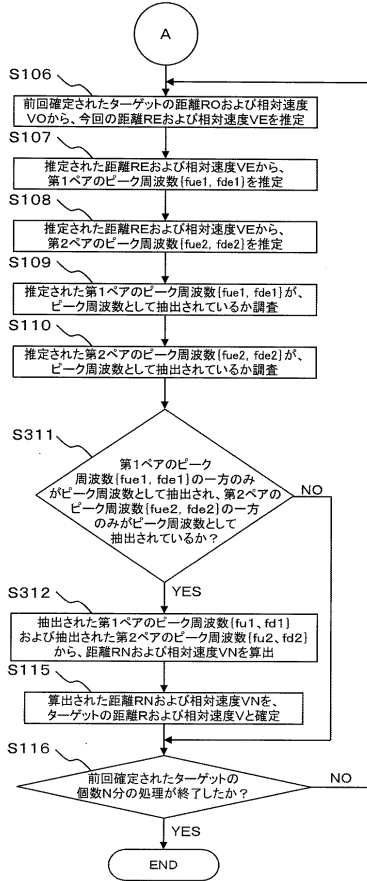
【図6】



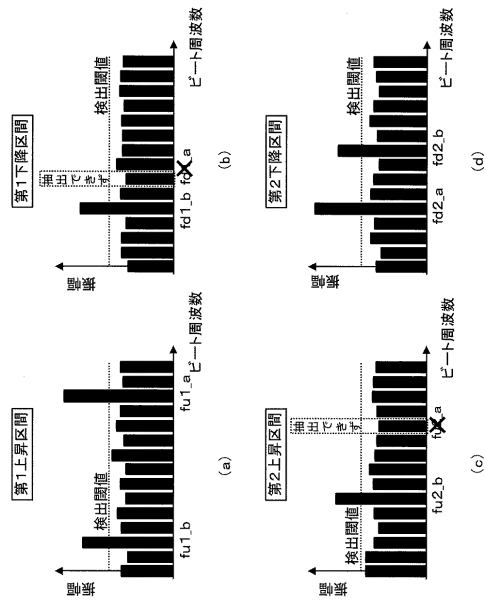
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 中川 才
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

合議体

審判長 新川 圭二

審判官 清水 稔

審判官 関根 洋之

(56)参考文献 特開平10-20025(JP,A)
特開平11-38129(JP,A)
特開2003-167047(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01S 13/34