

(11)特許出願公開番号

特開2017-223461

(P2017-223461A)

(43) 公開日 平成29年12月21日(2017. 12. 21)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

GO 1 S 13/58 (2006.01)

GO 1 S 13/58

5 J 070

GO 1 S 13/93 (2006.01)

G O 1 S 13/93 220

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-117102 (P2016-117102)

(22) 出願日 平成28年6月13日 (2016. 6. 13)

(71) 出願人 314012076

パナソニックIPマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号

(74) 代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

(72) 發明者 四十九 直也

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

(72) 発明者 西村 洋文

大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内

Fターム(参考)	5J070	AC02	AC06	AC13	AD05	AE09
		AF03	AH14	AH31	AH34	BA01

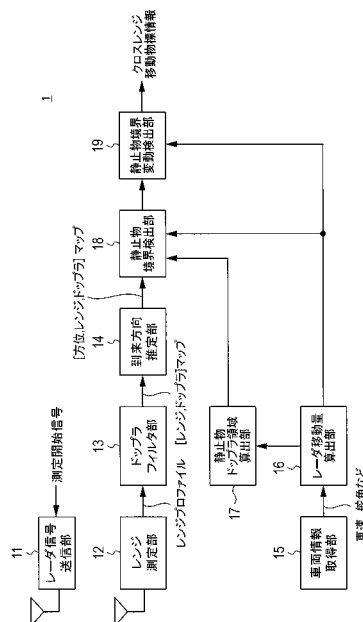
(54) 【発明の名称】 レーダ装置および検出方法

(57) 【要約】

【課題】クロスレンジ方向に移動する目標物を周辺静止物から分離して検出できるレーダ装置および検出方法を提供する。

【解決手段】移動体に設置されたレーダ装置は、レーダ信号を送信する送信部と、物体によって前記レーダ信号が反射されたエコー信号を受信する受信部と、エコー信号を用いて、静止物が存在する領域の境界を検出する静止物境界検出部と、静止物が存在する領域の境界が時間変化する領域を検出し、時間変化する領域の移動方向が、受信部に対してクロスレンジ方向である場合、時間変化する領域を、移動する第1物体として検出する静止物境界変動検出部と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レーダ信号を送信する送信部と、
物体によって前記レーダ信号が反射されたエコー信号を受信する受信部と、
前記エコー信号を用いて、静止物が存在する領域の境界を検出する静止物境界検出部と

、
前記静止物が存在する領域の境界が時間変化する領域を検出し、前記時間変化する領域の移動方向が、前記受信部に対してクロスレンジ方向である場合、前記時間変化する領域を、移動する第 1 物体として検出する静止物境界変動検出部と、
を備える移動体に設置されたレーダ装置。

10

【請求項 2】

前記移動体の移動量を示す情報を用いて前記レーダ装置の速度を算出するレーダ移動量算出部と、

前記レーダ装置の速度を用いて、前記レーダ装置の方位、レンジにより規定される検知範囲内における静止物のドップラ速度を算出する静止物ドップラ領域算出部と、

前記エコー信号を解析し、前記方位毎、前記レンジ毎、および、前記エコー信号が示すドップラ速度毎に対応づけられた前記エコー信号の反射強度を示す I Q データを生成する受信信号解析部と、
を更に備え、

前記静止物境界検出部は、前記 I Q データの中で前記静止物のドップラ速度に対応する反射強度を用いて前記静止物が存在する領域の境界を検出する、

20

請求項 1 に記載のレーダ装置。

【請求項 3】

前記 I Q データは、前記方位を示す軸、前記レンジを示す軸、および、前記ドップラ速度を示す軸により規定される 3 次元のマップであり、

前記静止物境界検出部は、前記 3 次元のマップから前記レンジを示す軸と前記方位を示す軸とにより規定される 2 次元平面へ前記静止物のドップラ速度に対応する前記反射強度を写像し、前記 2 次元平面上の反射強度が示す境界を前記静止物が存在する領域の境界として検出する、

請求項 2 に記載のレーダ装置。

30

【請求項 4】

前記静止物境界検出部は、現在の静止物が存在する領域の境界と、過去の静止物が存在する領域の境界を現在の座標系に変換した境界との平滑化処理を行い、平滑化処理後の境界を前記静止物が存在する領域の境界として前記静止物境界変動検出部へ出力する、

請求項 3 に記載のレーダ装置。

【請求項 5】

前記 I Q データは、前記方位を示す軸、前記レンジを示す軸、および、前記ドップラ速度を示す軸により規定される 3 次元のマップであり、

前記静止物境界検出部は、前記 3 次元のマップから、前記方位を示す軸と前記ドップラ速度を示す軸とにより規定される 2 次元平面へ、前記静止物のドップラ速度に対応する前記反射強度を写像し、前記 2 次元平面上の反射強度が示す境界を前記静止物が存在する領域の境界として検出する、

40

請求項 2 に記載のレーダ装置。

【請求項 6】

前記静止物境界変動検出部は、前記静止物が存在する領域の境界に含まれる凸部が時間の変化に伴って移動する場合、前記凸部を前記第 1 物体として検出する、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 7】

前記 I Q データの中で前記静止物のドップラ速度とは異なるドップラ速度に対応する反射強度に基づき、クロスレンジ方向とは異なる方向に移動する第 2 物体を検出する移動体

50

検出部と、

前記第 1 物体の位置情報と、前記第 2 物体の位置情報とを、統合して出力する検出結果結合部と、

を更に備える、

請求項 2 から 6 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

【請求項 8】

レーダ信号を送信し、

物体によって前記レーダ信号が反射されたエコー信号を受信し、

前記エコー信号を用いて、静止物が存在する領域の境界を検出し、

前記静止物が存在する領域の境界が時間変化する領域を検出し、

10

前記時間変化する領域の移動方向が、受信部に対してクロスレンジ方向である場合、前記時間変化する領域を、移動する第 1 物体として検出する、

移動体に設置されたレーダ装置における検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、移動物体を検出するレーダ装置および検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、レーダ装置に関する様々な技術が開示されている。例えば、特許文献 1 には、レーダ装置が放射する同一ビーム幅内の同一レンジに、検出対象となる物体（以下、目標物）が複数存在する場合、各目標物の移動速度の差に基づくドップラ周波数の差をドップラフィルタで抽出し、各目標物を分離して検出するレーダ装置の技術が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4 6 4 3 4 7 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

しかしながら、特許文献 1 の技術では、目標物の移動速度がレーダ装置を搭載する車両等の移動速度と同等である場合、すなわち、目標物とレーダ装置との相対速度がゼロに近い場合、ドップラフィルタを用いた分離は困難である。また、目標物がクロスレンジ方向（目標物とレーダ装置とを結ぶ直線に略垂直な方向）に移動する場合、レーダ装置によって観測される目標物のドップラ周波数は、レーダ装置の周辺に静止して存在する建物等の物体（以下、周辺静止物という）のドップラ周波数と同等になるため、目標物を周辺静止物から分離して検出することが困難である。

【0005】

本開示の非限定的な実施例は、クロスレンジ方向に移動する目標物を周辺静止物から分離して検出できるレーダ装置および検出方法を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様は、レーダ信号を送信する送信部と、物体によって前記レーダ信号が反射されたエコー信号を受信する受信部と、前記エコー信号を用いて、静止物が存在する領域の境界を検出する静止物境界検出部と、前記静止物が存在する領域の境界が時間変化する領域を検出し、前記時間変化する領域の移動方向が、前記受信部に対してクロスレンジ方向である場合、前記時間変化する領域を、移動する第 1 物体として検出する静止物境界変動検出部と、を備える移動体に設置されたレーダ装置である。

【0007】

本開示の一態様は、レーダ信号を送信し、物体によって前記レーダ信号が反射されたエ

50

コー信号を受信し、前記エコー信号を用いて、静止物が存在する領域の境界を検出し、前記静止物が存在する領域の境界が時間変化する領域を検出し、前記時間変化する領域の移動方向が、受信部に対してクロスレンジ方向である場合、前記時間変化する領域を、移動する第1物体として検出する、移動体に設置されたレーダ装置における検出方法である。

【0008】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、集積回路、コンピュータプログラム、または、記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【発明の効果】

【0009】

本開示の一態様によれば、クロスレンジ方向に移動する目標物を周辺静止物から分離して検出できる。

【0010】

本開示の一態様における更なる利点および効果は、明細書および図面から明らかにされる。かかる利点および／または効果は、いくつかの実施形態並びに明細書および図面に記載された特徴によってそれぞれ提供されるが、1つまたはそれ以上の同一の特徴を得るために必ずしも全てが提供される必要はない。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】 ドップラ周波数を用いた目標物の検出方法を示す図

【図2】 本開示の実施の形態1に係るレーダ装置の構成の一例を示すブロック図

【図3A】 レンジプロファイルの一例を示す図

【図3B】 時系列に蓄積されたレンジプロファイルの一例を示す図

【図3C】 「レンジ、ドップラ」マップの一例を示す図

【図3D】 「方位、レンジ、ドップラ」マップの一例を示す図

【図4A】 静止している目標物と車両との位置関係の一例を示す図

【図4B】 静止物ドップラ領域の第1の例を示す図

【図4C】 静止物ドップラ領域の第2の例を示す図

【図5A】 レーダ装置を基準とした静止物境界の一例を示す図

【図5B】 レーダ装置を基準とした静止物境界の一例を示す図

【図6】 本開示の実施の形態1に係る静止物境界検出部と静止物境界変動検出部との構成の一例を示すブロック図

【図7A】 本開示の実施の形態1における静止物境界の検出方法の一例を示す図

【図7B】 本開示の実施の形態1における静止物境界の検出方法の一例を示す図

【図8A】 座標変換部における座標変換処理を示す図

【図8B】 座標変換部における座標変換処理を示す図

【図9】 境界スムージング部におけるスムージング処理の一例を示す図

【図10】 凸部方位境界検出部によって検出される凸部の一例を示す図

【図11】 凸部方位境界検出部における検出処理の一例を示す図

【図12A】 凸部方位テーブルの一例を示す図

【図12B】 レーダ装置が過去において観測した静止物境界の一例を示す図

【図12C】 レーダ装置が現在において観測した静止物境界の一例を示す図

【図13】 本開示の実施の形態2に係る静止物境界検出部の構成の一例を示すブロック図

【図14A】 本開示の実施の形態2における静止物境界の検出方法の一例を示す図

【図14B】 本開示の実施の形態2における静止物境界の検出方法の一例を示す図

【図15】 本開示の実施の形態3に係るレーダ装置の構成の一例を示すブロック図

【図16A】 検出結果結合部における結合処理を示す図

【図16B】 検出結果結合部における結合処理を示す図

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

20

30

40

50

(本開示に至る経緯)

まず、本開示に至る経緯について説明する。本開示は、クロスレンジ方向（目標物とレーダ装置とを結ぶ直線に略垂直な方向）に移動する目標物を検出するレーダ装置および検出方法に関する。

【0013】

近年、車両の安全運転支援に関する技術開発が盛んである。車両の安全運転支援のためには、車両の周辺状況を的確に認識する技術が肝要である。車両の周辺状況を認識するためには、車両にレーダ装置を搭載することが知られている。

【0014】

車両は移動するため、車両の周辺状況は時々刻々と大きく変化する。そのため、車両に搭載されるレーダ装置が周辺状況を認識するために必要な演算量は、増加する傾向にある。一方で、レーダ装置のハードウェアリソースは限られているため、その限られたリソースを用いて周辺状況を認識するためには、演算の簡易化が必要とされる。

【0015】

レーダ装置を用いて、簡易な演算で周辺状況を認識するためには、例えば、レーダ装置が、目標物と周辺静止物とを含む周辺の物体からの反射波を受信し、受信した反射波から抽出したドップラ周波数を用いて、移動する目標物と周辺静止物とを分離して検出するという方法が考えられる。

【0016】

図1は、ドップラ周波数を用いた目標物の検出方法を示す図である。図1に示す扇形の範囲Rは、車両に搭載されるレーダ装置の検知範囲を例示している。また、図1には、範囲R内を移動する目標物X（例えば、歩行者）が示される。

【0017】

レーダ装置が観測可能なドップラ速度（ドップラ周波数を速度に変換した値）は、目標物Xの移動速度（移動ベクトル）のうち、目標物Xとレーダ装置とを結ぶ直線方向（以下、レンジ方向という）の速度成分である。レンジ方向の速度成分が大きい状況（図1において、目標物Xが範囲Rの両端付近を移動する状況）では、目標物Xのドップラ速度が周辺静止物と異なる。そのため、レーダ装置は、ドップラ速度を用いて、目標物Xを周辺静止物から分離して検出することができる。

【0018】

一方で、目標物Xがレンジ方向に略垂直なクロスレンジ方向に移動し、レンジ方向の速度成分が小さい状況（図1において、目標物Xが範囲Rの中央付近を移動する状況）では、目標物Xのドップラ速度がゼロに近づき、周辺静止物のドップラ速度との差が小さくなってしまう。そのため、レーダ装置は、ドップラ速度を用いて、目標物Xを周辺静止物から分離して検出することが困難である。

【0019】

このような事情に鑑み、目標物のドップラ速度と周辺静止物のドップラ速度との差が小さい場合であっても、目標物を周辺静止物から分離して検出する本開示に至った。

【0020】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は一例であり、本開示は以下の実施の形態により限定されるものではない。

【0021】

(実施の形態1)

図2は、本実施の形態1に係るレーダ装置1の構成の一例を示すブロック図である。レーダ装置1は、車両等の移動体に搭載され、周辺の物体を検出する。レーダ装置1は、レーダ信号送信部11、レンジ測定部12、ドップラフィルタ部13、到来方向推定部14、車両情報取得部15、レーダ移動量算出部16、静止物ドップラ領域算出部17、静止物境界検出部18および静止物境界変動検出部19を有する。以下、各構成について、図面を参照しながら説明する。

【0022】

レーダ信号送信部11は、測定開始信号が入力されるとセンシングを行うためのレーダ信号を送信する。レーダ信号送信部11は、1つ以上の送信アンテナを介して、レーダ信号を送信する。

【0023】

レンジ測定部12は、レーダ信号が目標物で反射したエコー信号を、1つ以上の受信アンテナを介して受信し、受信信号処理を行う。そして、レンジ測定部12は、レーダ信号の送信からエコー信号の受信までの遅延時間を用いて目標物までのレンジ（距離）を示すレンジプロファイルを算出する。

【0024】

図3Aは、レンジプロファイルの一例を示す図である。図3Aの横軸は、レンジを示している。レンジプロファイルは、受信信号処理後のエコー信号の各レンジにおける反射強度をI Q成分（つまり、複素数）で示している。つまり、図3Aにおける各レンジのグリッドには、複素数の値が含まれている。レンジ測定部12は、図3Aに示すレンジプロファイルを算出し、ドップラフィルタ部13へ出力する。

【0025】

ドップラフィルタ部13は、レンジ測定部12から取得するレンジプロファイルを時系列に蓄積する。ドップラフィルタ部13は、蓄積したレンジプロファイルの各レンジビン（同一レンジの時系列）におけるプロファイルデータをフーリエ変換し、ドップラ周波数の解析を行い、[レンジ, ドップラ] マップを生成する。

【0026】

図3Bは、時系列に蓄積されたレンジプロファイルの一例を示す図である。図3Bの横軸はレンジを示し、縦軸は時間を示している。図3Cは、[レンジ, ドップラ] マップの一例を示す図である。図3Cの横軸はレンジを示し、縦軸はドップラ速度を示している。

【0027】

ドップラフィルタ部13は、図3Bに示す、時系列に蓄積されたレンジプロファイルの各レンジビンにおけるプロファイルデータをフーリエ変換し、各レンジのドップラ周波数を算出する。そして、ドップラフィルタ部13は、算出したドップラ周波数をドップラ速度に変換する。具体的には、レーダ信号の波長を λ 、ドップラ周波数を f_d とすると、ドップラ速度 v_d は次式（1）を用いて算出される。

$$v_d = -\lambda \times f_d / 2 \quad (1)$$

目標物が相対的にレーダ装置1から遠ざかる方向である場合、ドップラ速度 v_d は正となる。目標物が相対的にレーダ装置1に近づく方向である場合、ドップラ速度 v_d は負となる。

【0028】

ドップラフィルタ部13は、ドップラ周波数をドップラ速度に変換し、図3Cに示す[レンジ, ドップラ] マップを生成する。[レンジ, ドップラ] マップとは、横軸をレンジ、縦軸をドップラ速度とし、各レンジビンにおけるドップラ速度の空間スペクトラムを示したマップである。ドップラフィルタ部13は、[レンジ, ドップラ] マップを到来方向推定部14へ出力する。

【0029】

レンジ測定部12、ドップラフィルタ部13は、1つ以上の受信アンテナから得られる受信信号それぞれに対して処理を実施し、受信アンテナ毎の[レンジ, ドップラ] マップを出力する。

【0030】

到来方向推定部14は、ドップラフィルタ部13から取得する受信アンテナ毎の[レンジ, ドップラ] マップの各[レンジ, ドップラ] ビンにおけるI Q(In-phase Quadrature)データを用いて、所定の到来方向推定アルゴリズムによって、受信したエコー信号の到来方向を推定する。なお、到来方向推定アルゴリズムとしては、例えば、ビームフォーマ法、Capon法、または、MUSIC法などが用いられる。そして、到来方向推定部1

10

20

30

40

50

4は、[方位，レンジ，ドップラ] マップを生成する。上記アルゴリズムでは、受信アンテナ毎の[レンジ、ドップラ] ビンにおけるI Qデータの位相差などを用いて到来方向を推定する。

【0031】

図3Dは、[方位，レンジ，ドップラ] マップの一例を示す図である。図3Dにおける3つの軸は、それぞれ、方位、レンジ、ドップラ速度を示している。到来方向推定部14は、図3Cに示した[レンジ，ドップラ] マップの各[レンジ、ドップラ] ビンにおけるデータから、到来方向（つまり、レーダ装置1における方位方向）を推定し、図3Dに示す[方位，レンジ，ドップラ] マップを生成する。つまり、[方位，レンジ，ドップラ] マップとは、各[方位，レンジ，ドップラ] ビンにおける電力（空間スペクトラム）を示したマップである。到来方向推定部14は、[方位，レンジ，ドップラ] マップを静止物境界検出部18へ出力する。

10

【0032】

レンジ測定部12、ドップラフィルタ部13、および、到来方向推定部14は、受信したエコー信号を解析し、方位毎、レンジ毎、および、ドップラ速度毎の反射強度を示す空間スペクトラムのデータを生成する受信信号解析部として機能する。

【0033】

車両情報取得部15は、車両に搭載された図示しない各種センサから、車速、蛇角、旋回速度等の車両の移動量に関する車両情報を取得し、レーダ移動量算出部16へ出力する。

20

【0034】

レーダ移動量算出部16は、車両情報取得部15から取得する車両情報と、既知のレーダ装置1の設置位置の情報とを用いて、レーダ装置1の移動速度を示すレーダ速度ベクトルを算出する。レーダ移動量算出部16は、算出したレーダ速度ベクトルを静止物ドップラ領域算出部17へ出力する。

【0035】

静止物ドップラ領域算出部17は、レーダ移動量算出部16から取得したレーダ速度ベクトルから、レンジ方向の速度成分を算出する。

【0036】

具体的に、静止物ドップラ領域算出部17における静止物ドップラ領域算出処理について、図4A～図4Cを参照して説明する。図4Aは、静止している目標物と車両との位置関係の一例を示す図である。図4Bは、静止物ドップラ領域の第1の例を示す図である。図4Cは、静止物ドップラ領域の第2の例を示す図である。

30

【0037】

図4Aには、車両と、車両に搭載されたレーダ装置1と、レーダ装置1の検知範囲内の目標物とが示される。図4Aに示すx軸は、レーダ装置1の正面方向を示し、y軸はx軸に垂直な軸である。図4Aに示すx-y平面は、車両が走行する路面に略平行な平面である。また、レーダ移動量算出部16により算出されたレーダ速度ベクトル V_s と、目標物に対するレンジ方向の速度成分 V_{sr} が示されている。

【0038】

なお、図4Aにおける目標物は、静止している物体である。

40

【0039】

速度ベクトル V_s とx軸とのなす角度を θ_s とし、レーダ装置1と目標物とを結ぶ直線（つまり、目標物に対するレンジ方向）とx軸とのなす角度を θ とし、レーダ装置1から遠ざかる方向を正とすると、速度成分 V_{sr} は、次式（2）により算出される。

$$V_{sr} = |V_s| \times \cos(\theta_s - \theta) \quad (2)$$

【0040】

そして、目標物のドップラ速度に相当する速度成分 V_t の大きさは、次式（3）により算出される。

$$V_t = -V_{sr} = -|V_s| \times \cos(\theta_s - \theta) \quad (3)$$

50

【0041】

図4Bは、式(3)において、 $|V_s| = 40$ [km/h]、 $\theta_s = 70$ [度]とした場合の速度成分 V_t をプロットした図である。図4Bにおける横軸は式(3)における θ 、つまり、目標物が存在する方位であり、縦軸はレーダ装置1から遠ざかる方向を正とした場合の速度成分 V_t である。

【0042】

静止物ドップラ領域算出部17は、速度ベクトル V_s と式(3)とに基づき、速度成分 V_t を θ 毎に算出する。そして、静止物ドップラ領域算出部17は、算出した速度成分 V_t に含まれる誤差を考慮した所定のマージンを与えた領域(図4Bにおいて、点線で挟まれた領域)を静止物ドップラ領域として算出する。例えば、図4Bでは、速度成分 V_t に対して、上方マージンを5 [km/h]、下方マージンを-5 [km/h]とした静止物ドップラ領域が示されている。なお、上方マージン、下方マージンは、例えば、速度ベクトルに応じて、適宜、設定することができる。

10

【0043】

なお、レーダ装置1は車両に搭載されているため、レーダ速度ベクトルは時々刻々と変化する。そのため、静止物ドップラ領域算出部17が算出する静止物ドップラ領域も、レーダ速度ベクトルの変化に応じて、時々刻々と変化する。図4Cには、静止物ドップラ領域の変化の一例が示される。

【0044】

図4Cは、式(3)において、 $|V_s| = 10$ [km/h]、 $\theta_s = 90$ [度]とした場合の速度成分 V_t をプロットした図である。図4Cにおける横軸は式(3)における θ 、つまり、目標物が存在する方位であり、縦軸は目標物が存在する方向を正とした場合の速度成分 V_t である。また、図4Cには、上方マージンを5 [km/h]、下方マージンを-5 [km/h]とした静止物ドップラ領域が示されている。

20

【0045】

図4Cと図4Bとに示されるように、静止物ドップラ領域は、レーダ速度ベクトル V_s の大きさ($|V_s|$)や角度(θ_s)に応じて変化する。静止物ドップラ領域算出部17は、算出した静止物ドップラ領域を静止物境界検出部18へ出力する。

【0046】

静止物境界検出部18は、エコー信号を用いて、静止物が存在する領域の境界(以下、静止物境界という)を検出する。具体的には、静止物境界検出部18は、到来方向推定部14から取得する[方位, レンジ, ドップラ]マップと静止物ドップラ領域算出部17から取得する静止物ドップラ領域とを用いて、レーダ装置1を基準とした静止物境界を検出する。

30

【0047】

静止物境界とは、レーダ装置1の検知範囲内において、静止物と見なされる物体からの反射が検出された点のうち、レーダ装置1に最も近い点を結んだ線である。静止物と見なされる物体からの反射か否かは、ドップラ速度に基づいて判定される。例えば、反射点のドップラ速度が、図4Bや図4Cに示される静止物ドップラ領域に入る反射点は静止物と見なせばよい。

40

【0048】

静止物境界は、例えば、[方位, レンジ]平面上の複数の座標を結んだ線によって示される。

【0049】

そして、静止物境界検出部18は、誤差による静止物境界の変動を抑制するために、レーダ速度ベクトルを用いて、過去の静止物境界を現在の座標系に変換し、スムージング処理を行う。静止物境界検出部18は、検出した静止物境界を静止物境界変動検出部19へ出力する。

【0050】

静止物境界変動検出部19は、静止物境界検出部18から取得する静止物境界を用いて

50

、静止物境界の時間変動を検出する。

【0051】

静止物境界検出部18と静止物境界変動検出部19の詳細については後述するが、その概要について図5A、図5Bを参照して説明する。

【0052】

図5A、図5Bは、レーダ装置1を基準とした静止物境界の一例を示す図である。図5A、図5Bには、レーダ装置1の検知範囲R内を移動する目標物Xが、静止物の前を移動する様子が示されている。

【0053】

図5Aでは、目標物Xはクロスレンジ方向とは異なる方向に移動しており、レーダ装置1は、レーダ装置1を基準としたレンジ方向（目標物とレーダ装置とを結ぶ直線方向）のドップラ速度成分を観測できる。よって、レーダ装置1で観測される目標物Xのドップラ速度は静止物ドップラ領域外の値となる。そのため、目標物Xは静止物境界から分離されている。

【0054】

一方で、図5Bの場合、目標物Xはクロスレンジ方向に近い方向に移動しているため、目標物Xのドップラ速度は静止物と同等の値が観測される。つまり、目標物Xのドップラ速度は静止物ドップラ領域内の値となる。そのため、目標物Xは静止物と見なされ、目標物Xは静止物境界から分離されない。

【0055】

なお、レーダ装置1の検知範囲Rのどの位置であっても、クロスレンジ方向に近い方向に移動する目標物Xのドップラ速度は静止物と同等の値が観測される。つまり、図5Aの位置に目標物Xが位置し、クロスレンジ方向に近い方向に移動する場合、目標物Xのドップラ速度は静止物と同等の値が観測される。

【0056】

ただし、目標物Xは移動しているため、目標物Xが静止物境界から分離されていない場合であっても、目標物Xの移動に伴って静止物境界が時間に応じて変動する。その際、クロスレンジ方向に移動する、つまり、静止物ドップラ領域内を移動する目標物Xは、図5Bに示すように、静止物境界に凸部として表われる場合が多い。

【0057】

そのため、本実施の形態1では、静止物境界検出部18が図5A、図5Bに示すような静止物境界を検出し、静止物境界変動検出部19が静止物境界に含まれる凸部の時間変動に基づいて、クロスレンジ方向に移動する、つまり、静止物ドップラ領域内を移動する目標物Xを検出する。

【0058】

次に、静止物境界検出部18と静止物境界変動検出部19の詳細について、図6を参照して説明する。

【0059】

図6は、本実施の形態1に係る静止物境界検出部18と静止物境界変動検出部19との構成の一例を示すブロック図である。なお、理解の容易のために、図6には、レーダ移動量算出部16、静止物ドップラ領域算出部17も併せて示されている。

【0060】

静止物境界検出部18は、境界検出部181および境界追従検出部182を有する。

【0061】

境界検出部181は、到来方向推定部14から取得する〔方位、レンジ、ドップラ〕マップと静止物ドップラ領域算出部17から取得する静止物ドップラ領域とを用いて、レーダ装置1を基準とした、現在の静止物境界を検出する。

【0062】

図7A、図7Bは、本実施の形態1における静止物境界の検出方法の一例を示す図である。境界検出部181は、図7Aに示すように、〔方位、レンジ、ドップラ〕マップにお

10

20

30

40

50

いて、静止物ドップラ領域に対応する領域のデータを、方位軸とレンジ軸とにより規定される〔方位、レンジ〕平面へ写像する。

【0063】

その際、境界検出部181は、1つの方位、1つのレンジにおいて、複数のデータを写像する場合（例えば、図7Aにおける矢印Wの方向への写像）、空間スペクトラムの加算、電力の加算、あるいは、最大値の選択等の方法により、複数のデータから1つのデータを算出し、〔方位、レンジ〕平面へ写像する。以下では、写像された後の〔方位、レンジ〕平面上のデータを、〔方位、レンジ〕マップと呼ぶ。

【0064】

図7Bは、〔方位、レンジ〕マップを示している。〔方位、レンジ、ドップラ〕マップにおける静止物ドップラ領域に対応する領域のデータが、〔方位、レンジ〕平面に写像されるため、〔方位、レンジ〕マップに示されるデータのうち所定の閾値よりも大きいデータの座標は、静止物からの反射が検出された点（以下、静止物反射点）に相当する。

【0065】

境界検出部181は、図7Bに示すように、〔方位、レンジ〕マップの各方位ビンにおいて、静止物反射点のレンジ座標が最小となる座標を、現在の静止物境界として検出する。

【0066】

なお、周辺静止物（例えば、建物）が存在しないなどの理由により、所定の閾値を超える空間スペクトラム電力が存在しない場合、境界検出部181は、静止物境界のレンジ座標を無限遠として設定する。

【0067】

また、境界検出部181は、〔方位、レンジ〕マップを所定の領域に分割し、分割後の領域における静止物反射点が所定数以上である場合に、分割後の領域の境界を現在の静止物境界として検出してもよい。

【0068】

境界検出部181は、検出した現在の静止物境界を境界追従検出部182へ出力する。

【0069】

境界追従検出部182は、現在の静止物境界と過去の静止物境界とを用いて、スムージング処理を行う。過去の静止物境界とは、レーダ装置1における1回の測定時間を1フレーム、現在フレームをNフレームとすると、現在より所定数Pフレーム前（Pは1以上の整数）のN-PフレームからN-1フレームまでの静止物境界である。具体的に、境界追従検出部182は、バッファ182a、座標変換部182bおよび境界スムージング部182cを有する。

【0070】

バッファ182aには、境界検出部181から取得する現在の静止物境界と、レーダ移動量算出部16から取得する現在のレーダ速度ベクトルとが対応付けて記憶される。バッファ182aには、複数フレームの静止物境界とレーダ速度ベクトルが格納される。

【0071】

座標変換部182bは、バッファ182aに格納された過去の静止物境界と、対応する過去のレーダ速度ベクトルとを読み出し、過去の静止物境界を現在の座標系に変換する。

【0072】

各フレーム時間間隔が微小な時間（数msec間隔程度）であるため、各フレーム間のレーダ移動速度は一定であると想定できる。つまり、各フレーム間のレーダ装置1の移動量を示すレーダ移動ベクトルは、各フレームにおけるレーダ速度ベクトルに1フレームの時間を乗ずることにより得られる。過去のある時点から現在までのレーダ移動ベクトルは、各フレーム間のレーダ移動ベクトルを加算することで得られる。

【0073】

座標変換部182bは、過去のレーダ速度ベクトルからレーダ移動ベクトルを算出し、過去の静止物境界をレーダ移動ベクトルの逆方向にシフトさせる。つまり、座標変換部1

10

20

30

40

50

８２ｂは、過去の静止物境界を、レーダ装置１を基準とした相対的な移動ベクトル（相対移動ベクトル）分シフトさせる。

【００７４】

図８Ａ、図８Ｂは、座標変換部１８２ｂにおける座標変換処理を示す図である。図８Ａには、過去の静止物境界と、レーダ移動ベクトルとが示されている。図８Ｂには、過去の静止物境界と、過去の静止物境界を相対移動ベクトル分シフトさせた現在の静止物境界とが示されている。

【００７５】

座標変換部１８２ｂは、方位、レンジによって示される過去の静止物境界を、レーダ装置１の位置を原点とする $x-y$ 座標系に変換する。そして、座標変換部１８２ｂは、変換後の静止物境界を相対移動ベクトル分シフトさせ、図８Ｂに示す現在の静止物境界を得る。座標変換部１８２ｂは、 $x-y$ 座標系によって示される現在の静止物境界を、方位、レンジによって示される座標系に変換する。

【００７６】

座標変換部１８２ｂは、方位、レンジによって示される現在の静止物境界を境界スムージング部１８２ｃへ出力する。

【００７７】

境界スムージング部１８２ｃは、現在の静止物境界を境界検出部１８１から取得し、過去の静止物境界を変換して得られた現在の静止物境界を座標変換部１８２ｂから取得する。そして、境界スムージング部１８２ｃは、２つの静止物境界のスムージングを行う。

【００７８】

図９は、境界スムージング部１８２ｃにおけるスムージング処理の一例を示す図である。図９には、[方位，レンジ]平面上に、境界検出部１８１から取得した現在の静止物境界Ａと、座標変換部１８２ｂから取得した現在の静止物境界Ｂ（つまり、過去の静止物境界を変換して得られた現在の静止物境界）とが示されている。

【００７９】

境界スムージング部１８２ｃは、スムージング処理として、各方位ビンにおける静止物境界Ａのレンジ座標と静止物境界Ｂのレンジ座標とを平均化する。境界スムージング部１８２ｃは、いずれかの静止物境界のレンジ座標が存在しない方位ビンにおいては、存在するレンジ座標の平均化を行う。

【００８０】

境界スムージング部１８２ｃは、スムージング処理を施した現在の静止物境界を静止物境界変動検出部１９へ出力する。

【００８１】

静止物境界変動検出部１９は、図６に示すように、バッファ１９１、座標変換部１９２、凸部方位境界検出部１９３、凸部方位境界変動算出部１９４および出力判定部１９５を有する。

【００８２】

バッファ１９１には、境界スムージング部１８２ｃから取得する現在の静止物境界と、レーダ移動量算出部１６から取得する現在のレーダ速度ベクトルとが対応付けて記憶される。バッファ１９１には、複数フレームの静止物境界とレーダ速度ベクトルが格納される。

【００８３】

座標変換部１９２は、バッファ１９１に格納された過去の静止物境界と、対応する過去のレーダ速度ベクトルとを読み出し、過去の静止物境界を現在の座標系に変換する。座標変換部１９２における座標変換処理は、座標変換部１８２ｂの座標変換処理と同様であるので、詳細な説明は省略する。

【００８４】

座標変換部１９２は、座標変換処理によって、過去の静止物境界を現在の座標系に変換した静止物境界と、現在の静止物境界とを凸部方位境界検出部１９３へ出力する。

10

20

30

40

50

【0085】

凸部方位境界検出部193は、座標変換部192から取得する現在の境界において、[方位, レンジ] 平面のレンジ方向に凸となる方位を検出する。

【0086】

図10は、凸部方位境界検出部193によって検出される凸部の一例を示す図である。凸部方位境界検出部193は、図10に示す点A、Bを、静止物境界における凸となる方位として検出する。

【0087】

具体的に、凸部方位境界検出部193は、図10に示す静止物境界の方位軸方向において、各静止物境界のレンジ座標の差分を算出する。そして、凸部方位境界検出部193は、レンジ座標の差分と所定の閾値とを比較し、静止物境界における凸となる方位を検出する。

10

【0088】

図11は、凸部方位境界検出部193における検出処理の一例を示す図である。図11には、図10に示した静止物境界の方位軸方向において、各静止物境界のレンジ座標の差分が示されている。

【0089】

凸部方位境界検出部193は、図11に示すように、レンジ成分の差分が所定の閾値 Th_U 以上、または、 Th_L 以下となる方位を検出する。図11の場合、 Th_L 以下となる方位が点Aの方位であり、 Th_U 以上となる方位の左隣（方位軸方向で負の方向）の方位が点Bの方位となる。凸部方位境界検出部193は、点A、点Bの方位を凸部の方位として検出し、検出した方位を凸部方位境界変動算出部194へ出力する。

20

【0090】

凸部方位境界変動算出部194は、凸部方位境界検出部193から取得する凸部の方位を時点毎に凸部方位テーブルに格納する。そして、凸部方位境界変動算出部194は、凸部方位テーブルにおいて、凸部の時間変動によって、静止物境界に含まれる移動物体を判定する。

【0091】

図12Aは、凸部方位テーブルの一例を示す図である。図12Aの各行は各時点をフレーム番号で示し、各列は方位を示している。凸部方位境界変動算出部194は、凸部を示すマーク（図12Aの場合、AまたはB）をフレーム番号毎に凸部方位テーブルに格納する。

30

【0092】

目標物がレーダ装置1の検知範囲内を横切るように移動する場合、目標物の移動方向がクロスレンジ方向となる領域（以下、クロスレンジ領域という）が発生する。その場合、目標物がクロスレンジ領域に進入すると、静止物境界に凸部が発生する。そして、目標物がクロスレンジ領域内を移動すると、発生した凸部が方位方向に移動する。

【0093】

具体的には、凸部方位境界変動算出部194は、凸部方位テーブルにマークが格納された時点を、目標物がクロスレンジ領域に進入した時点として判定する。そして、凸部方位境界変動算出部194は、凸部の時系列での変化を観測することによって、凸部に対応する目標物の移動方向を判定する。

40

【0094】

図12Aに示す凸部方位テーブルの場合、 $n-3$ 時点では凸部を示すマークが格納されていないが、 $n-2$ 時点ではA、Bのマークが格納されている。そして、 $n-2$ 時点で格納されたA、Bのマークは、 $n-1$ 時点、 n 時点において、方位軸方向の正の方向に移動する。

【0095】

この場合、凸部方位境界変動算出部194は、 $n-2$ 時点で目標物がクロスレンジ領域に進入したと判定する。また、凸部方位境界変動算出部194は、 $n-2$ 時点から n 時点

50

までの間に、目標物が方位軸方向の正の方向に移動していると判定する。

【0096】

凸部方位境界変動算出部194は、クロスレンジ領域に進入した目標物の方位および移動方向を出力判定部195へ出力する。その際、凸部方位境界変動算出部194は、目標物の方位方向の移動量に基づき目標物の速度を算出し、出力判定部195へ出力してもよい。

【0097】

なお、凸部方位テーブルには、静止物の形状に起因した凸部が含まれる場合もある。この場合、静止物の形状に起因した凸部のマークは、各時点において同一の方位方向に格納される。凸部方位境界変動算出部194は、凸部の時系列での変化を観測しているため、

10

同一の方位方向に格納される凸部のマークを目標物として判定しない。

【0098】

出力判定部195は、凸部方位境界変動算出部194から取得した目標物の方位および移動方向（および速度）と座標変換部192から取得した現在の静止物境界とを用いて、クロスレンジ移動物標情報を生成する。

【0099】

具体的には、出力判定部195は、現在の静止物境界の〔方位、レンジ〕平面上の目標物の方位に対応する領域を目標物の現在の位置と判定し、目標物の現在の位置をクロスレンジ移動物標情報として生成する。また、出力判定部195は、クロスレンジ移動物標情報として、目標物の移動方向（および速度）を含めて生成してもよい。

20

【0100】

図12Bは、レーダ装置1が過去において観測した静止物境界の一例を示す図である。なお、図12Bは、目標物が人である例を示している。人は、静止物の前を移動しているが、レーダ装置1を基準として、クロスレンジ方向ではない方向に移動している。このため、人は静止物境界として検出されない。つまり、人は移動物体として検出される。

【0101】

次に、図12Cは、レーダ装置1が現在において観測した静止物境界の一例を示す図である。なお、図12Cは、目標物が人である例を示している。静止物の前を移動する人の移動方向は、レーダ装置1との位置関係が変化したため、レーダ装置1を基準にしてクロスレンジ方向に移動する方向に変化した。このため、レーダ装置1が検出する静止物境界は、人の境界を含む。

30

【0102】

ここで、過去に検出した静止物境界を現在の座標系に変換した静止物境界は、人の境界を含まない。従って、レーダ装置1は、現在の座標系に変換した過去の静止物境界と現在の静止物境界を比較し、検出された凸部がクロスレンジ方向に移動する目標物（図12Cでは人）と判定することができる。

【0103】

さらに、レーダ装置1は、検出された凸部の方位変動を観測することで、クロスレンジ方向に移動する目標物を追従検出することが可能となる。

【0104】

以上説明したように、本実施の形態1では、静止物ドップラ領域算出部17が、レーダ装置1の速度を用いてレーダ装置1の検知範囲内における静止物のドップラ速度を算出し、静止物境界検出部18が、方位毎、レンジ毎、および、ドップラ速度毎のエコー信号の反射強度を示すマップを取得し、静止物のドップラ速度に対応する反射強度からレーダ装置を基準とした静止物境界を検出する。そして、静止物境界変動算出部19が、静止物境界の時間変化に基づき、静止物境界に含まれる移動物体を算出する。この構成により、クロスレンジ方向に移動する、つまり、静止物ドップラ領域内を移動する目標物のドップラ速度が周辺静止物と同等になってしまっても、目標物を周辺静止物から分離して検出できる。

40

【0105】

50

(実施の形態 2)

実施の形態 1 では、静止物境界検出部が静止物境界を検出する際に、[方位、レンジ、ドップラ] マップにおける静止物ドップラ領域に対応する領域のデータを、方位軸とレンジ軸とにより規定される [方位、レンジ] 平面へ写像する例について説明した。本実施の形態 2 では、[方位、レンジ、ドップラ] マップにおける静止物ドップラ領域に対応する領域のデータを、方位軸とドップラ軸とにより規定される [方位、ドップラ] 平面へ写像する例について説明する。

【0106】

図 13 は、本実施の形態 2 に係る静止物境界検出部 28 の構成の一例を示すブロック図である。図 13 において、図 2、図 6 と同様の構成については、同一の符番を付し、説明を省略する。

10

【0107】

本実施の形態 2 に係るレーダ装置は、図 2 に示したレーダ装置 1 において、静止物境界検出部 18 が、図 13 に示す静止物境界検出部 28 に置き換わった構成を有する。

【0108】

静止物境界検出部 28 は、方位ドップラ平面写像部 281、クラスタリング部 282 および境界検出部 283 を有する。以下、それぞれの構成について、図 14 A、図 14 B を参照して説明する。

【0109】

図 14 A、図 14 B は、本実施の形態 2 における静止物境界の検出方法の一例を示す図である。

20

【0110】

方位ドップラ平面写像部 281 は、到来方向推定部 14 (図 2 参照) から取得する [方位、レンジ、ドップラ] マップのデータを、図 14 A に示すように、方位軸とドップラ軸とにより規定される [方位、ドップラ] 平面へ写像する。その際、方位ドップラ平面写像部 281 は、1 つの方位、1 つのドップラにおいて、複数のデータを写像する場合、空間スペクトラムの加算、電力の加算、あるいは、最大値の選択、等の方法により、複数のデータから 1 つのデータを算出し、[方位、ドップラ] 平面へ写像する。また、方位ドップラ平面写像部 281 は、[方位、ドップラ] 平面へ写像する際に、写像前のデータの各レンジ成分を写像後のデータに対応付けて保持しておく。以下では、写像された後の [方位、ドップラ] 平面上のデータを、[方位、ドップラ] マップと呼ぶ。

30

【0111】

クラスタリング部 282 は、方位ドップラ平面写像部 281 から [方位、ドップラ] マップを取得し、静止物ドップラ領域算出部 17 から静止物ドップラ領域を取得する。そして、クラスタリング部 282 は、図 14 B に示すように、[方位、ドップラ] マップにおける静止物ドップラ領域に対応する領域のデータを抽出し、抽出したデータの内、反射点に対応するレンジ成分が近傍であるか否かを判定し、レンジ座標が近傍である反射点をクラスタリングする。クラスタリングを行うことで複数の反射点を一つの物標にまとめて扱うことができる。

【0112】

クラスタリング部 282 は、静止物ドップラ領域内で、隣接する反射点のレンジ成分の差分が所定の範囲以下であれば、近傍であると判定すればよい。

40

【0113】

クラスタリング部 282 は、クラスタリング処理後の [方位、ドップラ] マップを境界検出部 283 へ出力する。

【0114】

境界検出部 283 は、クラスタリング部 282 から取得するクラスタリング処理後の [方位、ドップラ] マップにおいて、クラスタリングされた反射点の両端の座標の方位成分 (図 14 B における点 A、点 B) を検出する。そして、境界検出部 283 は、検出した点 A、点 B の方位と、それぞれの方位に対応付けたレンジ成分から、[方位、レンジ] 平面

50

のデータを生成する。その結果、境界検出部 283 は、図 10 に示した静止物境界と同様の静止物境界を「方位、レンジ」平面のデータとして生成する。

【0115】

境界検出部 283 は、図 10 に示した静止物境界と同様の静止物境界を静止物境界変動検出部 19 へ出力する。

【0116】

以上説明したように、本実施の形態 2 では、静止物境界検出部 28 が、方位毎、レンジ毎、および、ドップラ速度毎のエコー信号の反射強度を示すマップを取得し、静止物のドップラ速度に対応するマップの反射強度を、方位軸とドップラ軸とにより規定される「方位、ドップラ」平面に写像することにより、レーダ装置 1 を基準とした静止物境界を検出する。

10

【0117】

「方位、ドップラ」マップにおける静止物ドップラ領域の I Q データを抽出することで、検出対象物を周辺静止物とクロスレンジ方向に移動する、つまり、静止物ドップラ領域内のドップラ速度が観測される移動体に限定することができる。すなわち、レンジ方向のドップラ速度成分を有する移動体を検出対象から除外できるので、クラスタリング部 282 におけるクラスタリングが誤る確率を低減することができる。

【0118】

本構成のようにクラスタリング後の方位境界の時間変動を検出することで、クロスレンジ方向に移動する目標物のドップラ速度が周辺静止物と同等になってしまっても、目標物を周辺静止物から分離して検出できる。

20

【0119】

（実施の形態 3）

本実施の形態 3 では、クロスレンジ方向に移動する、つまり、静止物ドップラ領域内を移動する目標物と、クロスレンジ方向とは異なる方向に移動する目標物とを検出する例について説明する。

【0120】

図 15 は、本実施の形態 3 に係るレーダ装置 3 の構成の一例を示すブロック図である。図 15 において、図 2 と同様の構成については、同一の符番を付し、説明を省略する。

【0121】

30

本実施の形態 3 に係るレーダ装置 3 は、図 2 に示したレーダ装置 1 に、移動体検出部 31 と検出結果結合部 32 とを追加した構成を有する。

【0122】

移動体検出部 31 は、到来方向推定部 14 から取得する「方位、レンジ、ドップラ」マップのデータを、方位軸とドップラ軸とにより規定される「方位、ドップラ」平面へ写像する。

【0123】

その際、移動体検出部 31 は、1 つの方位、1 つのドップラにおいて、複数のデータを写像する場合、空間スペクトラムの加算、電力の加算、あるいは、最大値の選択、等の方法により、複数のデータから 1 つのデータを算出し、「方位、ドップラ」平面へ写像する。

40

【0124】

また、移動体検出部 31 は、「方位、ドップラ」平面へ写像する際に、写像前のデータの各レンジ成分を写像後のデータに対応付けて保持しておく。以下では、写像された後の「方位、ドップラ」平面上のデータを、「方位、ドップラ」マップと呼ぶ。

【0125】

移動体検出部 31 は、「方位、ドップラ」マップにおいて、レンジ成分が近傍である反射点をクラスタリングする。また、移動体検出部 31 は、静止物ドップラ領域算出部 17 から静止物ドップラ領域を取得する。そして、移動体検出部 31 は、クラスタリング後の「方位、ドップラ」平面において、静止物ドップラ領域外の領域に存在する反射点を検出

50

する。

【0126】

前述の通り、静止物ドップラ領域内に存在する反射点は、静止物から反射した点、または、クロスレンジ方向に移動する、つまり、静止物ドップラ領域内のドップラ速度が観測される目標物から反射した点である。移動体検出部31は、静止物ドップラ領域外の領域に存在する反射点を検出することにより、クロスレンジ方向とは異なる方向に移動する目標物を検出できる。

【0127】

移動体検出部31は、検出した目標物の反射点の位置を示す情報を検出結果結合部32へ出力する。

【0128】

検出結果結合部32は、移動体検出部31から、クロスレンジ方向とは異なる方向に移動する目標物の位置を示す情報を取得する。検出結果結合部32は、静止物境界変動検出部19から、クロスレンジ方向に移動する、つまり、静止物ドップラ領域内のドップラ速度が観測される目標物の位置を示すクロスレンジ移動物標情報を取得する。そして、検出結果結合部32は、クロスレンジ方向とは異なる方向に移動する目標物の位置と、クロスレンジ方向に移動する目標物の位置とを結合する。

【0129】

図16A、図16Bは、検出結果結合部32における結合処理を示す図である。図16Aは、クロスレンジ方向とは異なる方向に移動する目標物Xを示し、図16Bは、クロスレンジ方向に移動する目標物Xを示している。検出結果結合部32は、図16Aに示す目標物Xの位置と図16Bに示す目標物Xの位置とを結合し、レーダ装置3の検知範囲内における目標物Xの位置を示す移動物標情報として出力する。

【0130】

以上説明したように、本実施の形態3のレーダ装置3は、クロスレンジ方向とは異なる方向に移動する目標物を検出する移動体検出部31、および、クロスレンジ方向とは異なる方向に移動する目標物の位置と、クロスレンジ方向に移動する目標物の位置とを結合して出力する検出結果結合部32を有する。この構成により、レーダ装置の検知範囲内で移動する目標物の検出を途切れることなく行うことができ、検知範囲内の目標物の追従をより効果的に行うことができる。

【0131】

なお、本実施の形態3では、レーダ装置3が図2に示した静止物境界検出部18を有する例について説明したが、本開示はこれに限定されない。静止物境界検出部18は、図13に示した静止物境界検出部28に置き換えられてもよい。

【0132】

なお、上記の各実施の形態では、3次元の〔方位、レンジ、ドップラ〕マップを用いて、2次元の平面上に写像を行い、静止物境界を検出する例について説明したが、本開示はこれに限定されない。静止物境界を検出する際に用いられるデータは、方位毎、レンジ毎、および、ドップラ速度毎に対応づけられたエコー信号の反射強度を示すデータであれば、3次元のマップに限定されない。そして、静止物境界検出部は、当該データに含まれる静止物のドップラ速度に対応する反射強度のデータを用いて、静止物境界を算出する。その際、静止物境界検出部は、2次元の平面への写像を行わずに、反射強度の強弱に基づき、静止物境界を算出してもよい。

【0133】

以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本開示はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。また、開示の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

【0134】

上記各実施の形態では、本開示はハードウェアを用いて構成する例にとって説明したが、本開示はハードウェアとの連携においてソフトウェアでも実現することも可能である。

【0135】

また、上記各実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には、入力端子および出力端子を有する集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように1チップ化されてもよい。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

【0136】

また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサを用いて実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA (Field Programmable Gate Array)、LSI内部の回路セルの接続又は設定を再構成可能なりコンフィギュラブルプロセッサ (Reconfigurable Processor) を利用してもよい。

10

【0137】

さらには、半導体技術の進歩又は派生する別技術により、LSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックを集積化してもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

【産業上の利用可能性】

【0138】

本開示は、車両に搭載されるレーダ装置に有用である。

20

【符号の説明】

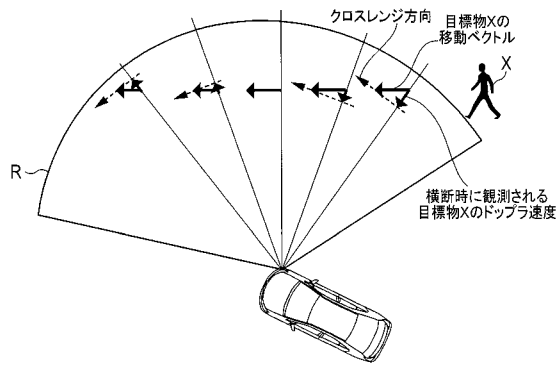
【0139】

- 1、3 レーダ装置
- 11 レーダ信号送信部
- 12 レンジ測定部
- 13 ドップラフィルタ部
- 14 到来方向推定部
- 15 車両情報取得部
- 16 レーダ移動量算出部
- 17 静止物ドップラ領域算出部
- 18、28 静止物境界検出部
- 19 静止物境界変動検出部
- 31 移動体検出部
- 32 検出結果結合部
- 181、283 境界検出部
- 182 境界追従検出部
- 182a、191 バッファ
- 182b、192 座標変換部
- 182c 境界スムージング部
- 193 凸部方位境界検出部
- 194 凸部方位境界変動算出部
- 195 出力判定部
- 281 方位ドップラ平面写像部
- 282 クラスタリング部

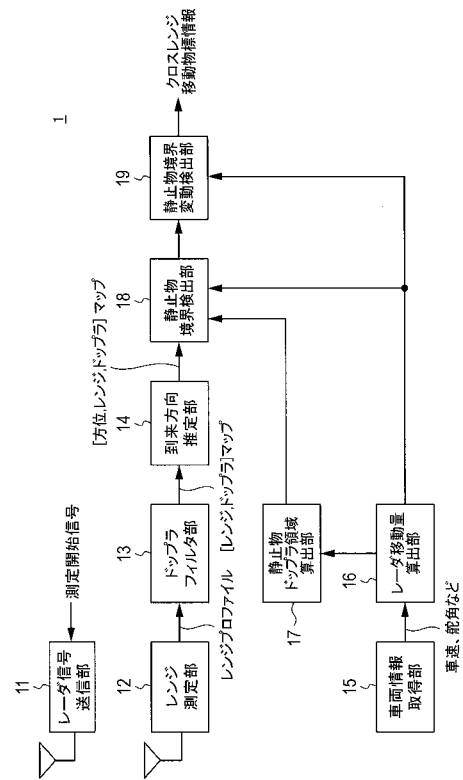
30

40

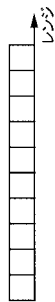
【図 1】



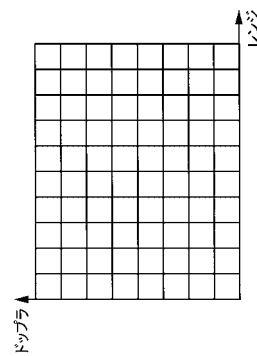
【図 2】



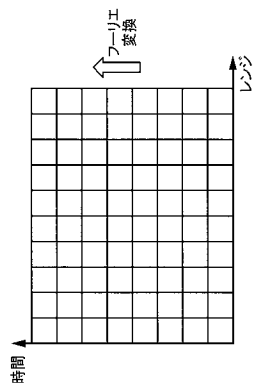
【図 3 A】



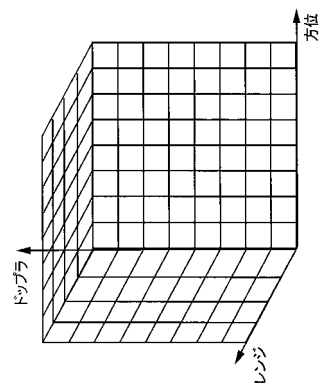
【図 3 C】



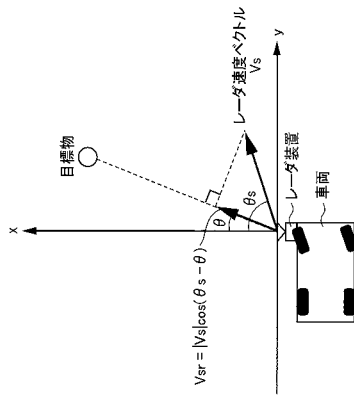
【図 3 B】



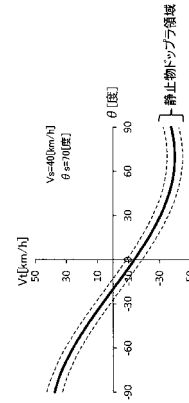
【図 3 D】



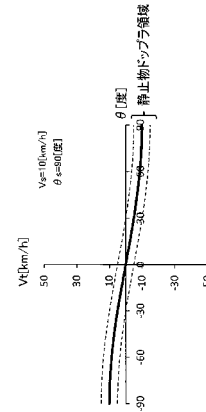
【図 4 A】



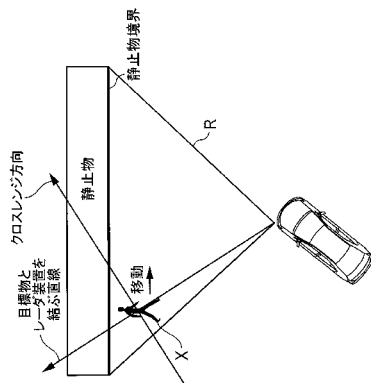
【図 4 B】



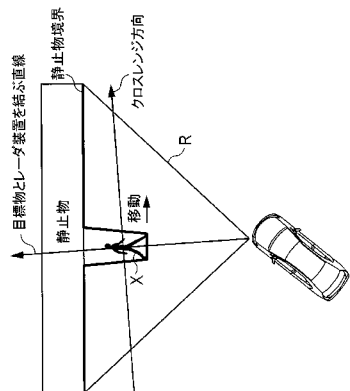
【図 4 C】



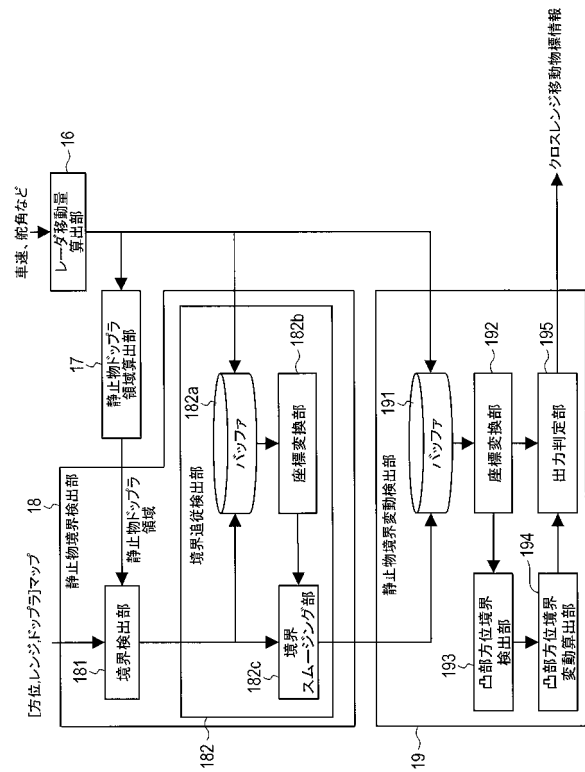
【図 5 A】



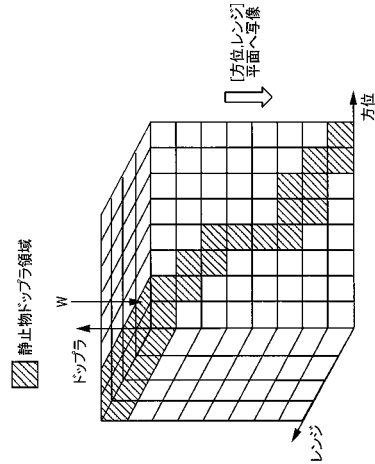
【図 5 B】



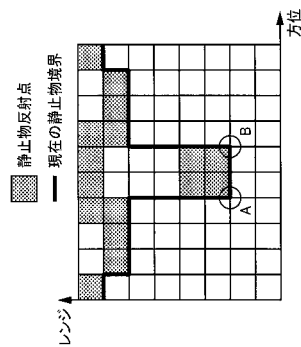
【図 6】



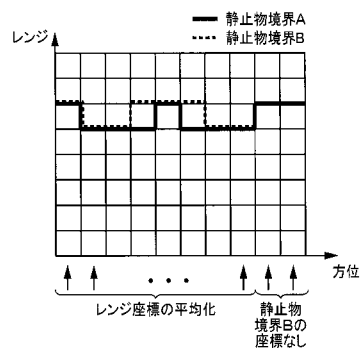
【図 7 A】



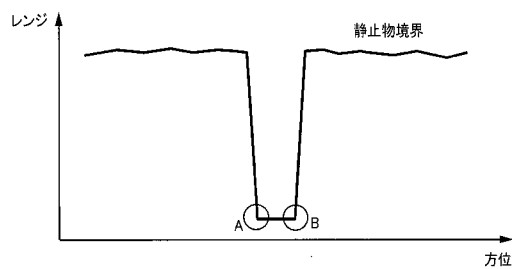
【図 7 B】



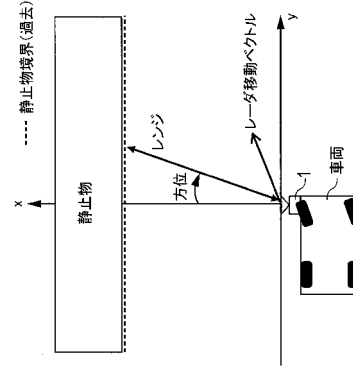
【図 9】



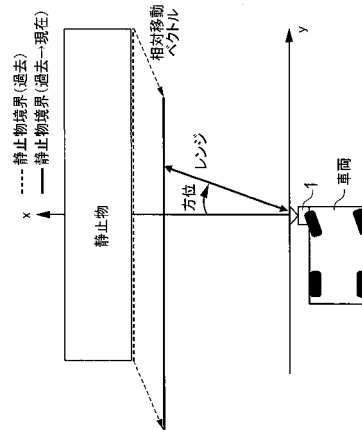
【図 1 0】



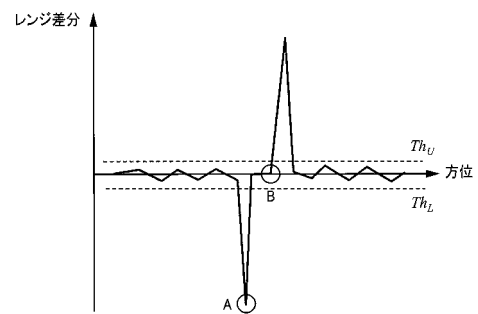
【図 8 A】



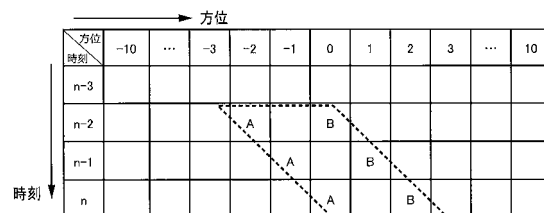
【図 8 B】



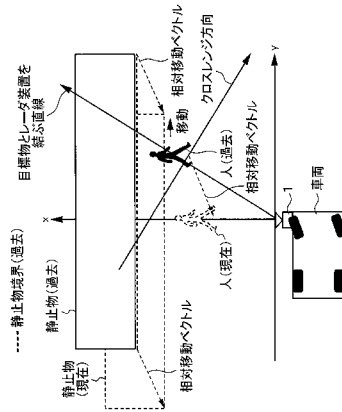
【図 1 1】



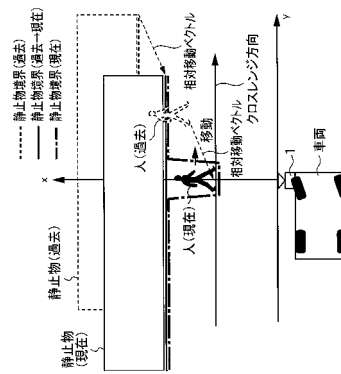
【図 1 2 A】



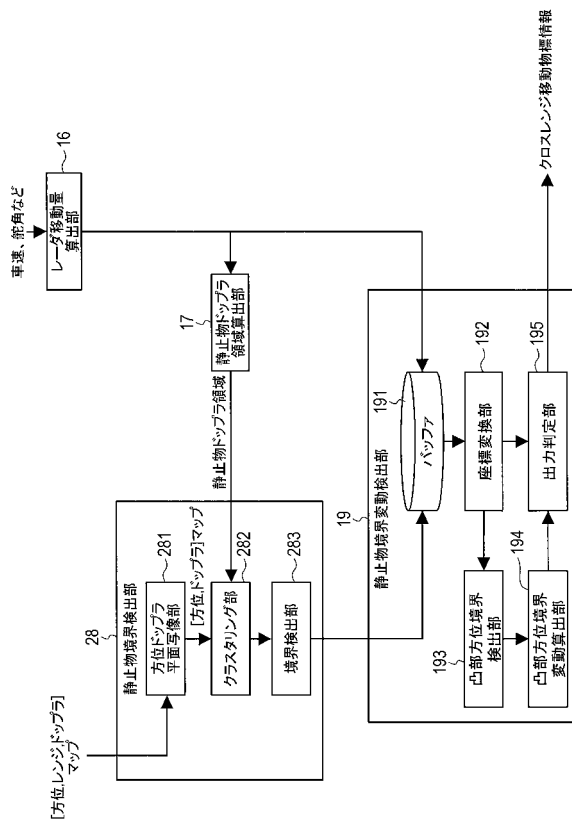
【図 1 2 B】



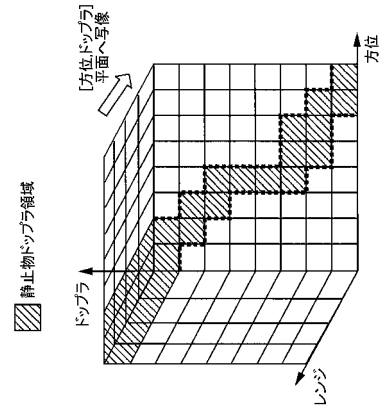
【図 1 2 C】



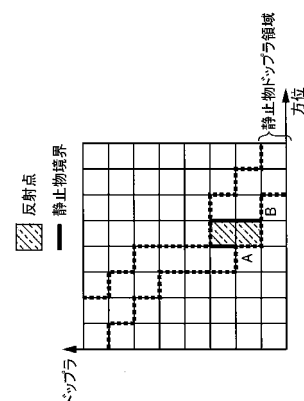
【図 1 3】



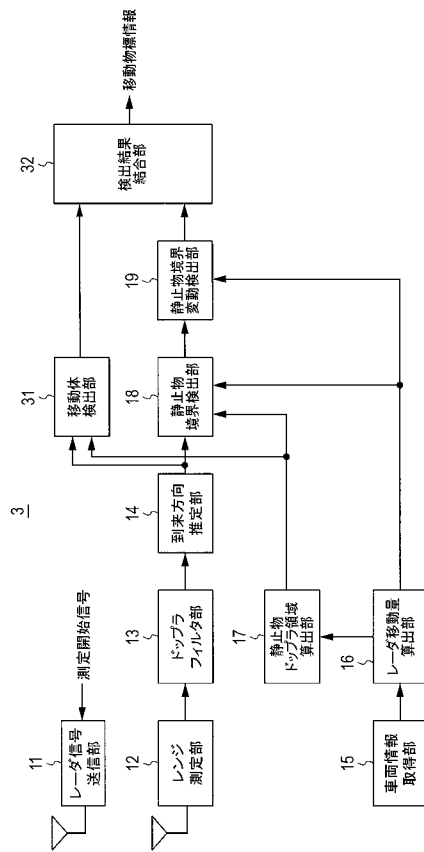
【図 1 4 A】



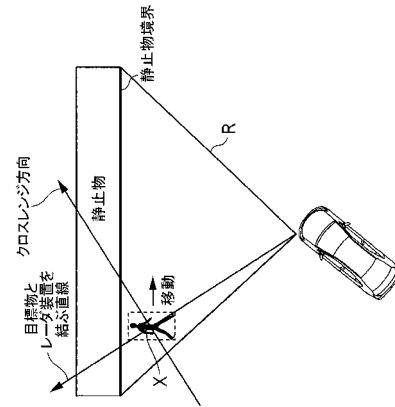
【図 1 4 B】



【図 15】



【図 16 A】



【図 16 B】

