

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年3月31日(31.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/036721 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 13/93 (2006.01) G01S 13/90 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/004862
- (22) 国際出願日: 2009年9月25日(25.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山田直之 (YAMADA, Naoyuki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 小笠原史朗 (OGASAWARA, Shiro); 〒5640063 大阪府吹田市江坂町1丁目2番30号 大同生命江坂ビル13階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

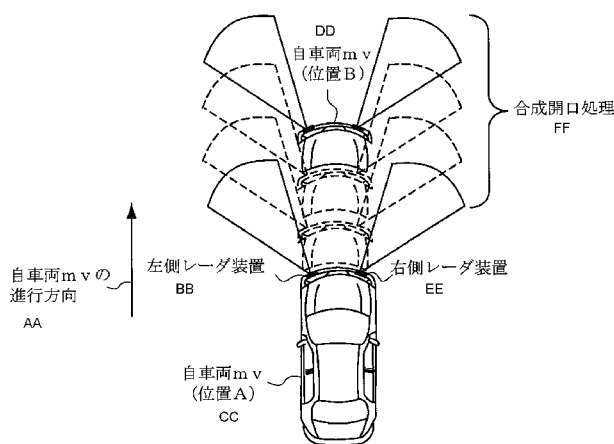
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: IN-VEHICLE RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: 車載用レーダ装置

[図1]



- AA TRAVELING DIRECTION OF VEHICLE mv
- BB LEFT RADAR DEVICE
- CC VEHICLE mv (POSITION A)
- DD VEHICLE mv (POSITION B)
- EE RIGHT RADAR DEVICE
- FF SYNTHETIC APERTURE PROCESSING

(57) Abstract: Provided is an in-vehicle radar device capable of obtaining a high azimuth resolution by a simple configuration. The in-vehicle radar device mounted in a vehicle is provided with a detection means for applying an electromagnetic wave to the periphery of the vehicle and outputting a received signal obtained by a reflected wave reflected by an object existing around the vehicle, a vehicle information calculation means for calculating information relating to the movement of the vehicle by using vehicle information relating to the vehicle, a storage means for storing a plurality of received signals outputted at different points of time by the detection means, and a synthetic aperture processing means for performing synthetic aperture processing on the received signals obtained respectively when the vehicle is in different positions on the basis of the information relating to the movement of the vehicle.

(57) 要約: 簡易な構成で、高い方位分解能を得ることのできる車載用レーダ装置を提供する。車両に搭載される車載用レーダ装置であって、上記車両の周辺に電磁波を照射し、当該車両の周辺に存在する物体から反射された反射波によって得られる受信信号を出力する検出手段と、上記車両の車両情報を用いて、上記車両の移動に関する情報を算出する車両情報算出手段と、上記検出手段が異なる

時点で出力した複数の上記受信信号を記憶する記憶手段と、上記車両の移動に関する情報に基づいて、上記車両が異なる位置でそれぞれ得られた上記受信信号の合成開口処理を行う合成開口処理手段とを備える。

WO 2011/036721 A1

明 細 書

発明の名称：車載用レーダ装置

技術分野

[0001] 本発明は、車載用レーダ装置に関し、より特定的には、車両に搭載され、当該車両の周辺から接近してくる物体を検出する車載用レーダ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、自車両の前方や側方から接近してくる物体を検出するために、当該自車両に搭載される車載用物体検出装置が知られている。具体的には、上記車載用物体検出装置は、レーダ装置（例えば、ミリ波レーダ装置）にて上記自車両に接近してくる物体を検出する。そして、上記車載用物体検出装置は、当該検出結果に基づいて、自車両と物体とが衝突する危険性を判断する。さらに、上記車載用物体検出装置は、自車両と物体との衝突の危険性があると判断した場合など、上記自車両に備わっている各種装置を制御するものである。

[0003] ところで、上述した車載用物体検出装置に用いられるレーダ装置では、自車両の前方や側方に存在する物体について、当該自車両に対する物体の位置、方位、速度などの情報を精度良く取得し、自車両と物体との位置関係を正確に把握することが要求される。しかしながら、一般的な車載用物体検出装置に用いられるレーダ装置では、物体の存在は知ることができても、物体の大きさ（例えば他車両の車幅）までは正確に判別することができないことが多い。その理由の1つとしては、レーダ装置のアンテナの開口面積を大きくできないことが挙げられる。なぜなら、電波を利用するレーダ装置の場合、角度方向の解像度はアンテナの開口面積に比例するからである。すなわち、車載用物体検出装置に用いられるレーダ装置は、車両に搭載することを想定しているため、レーダ装置の大きさに制約があり、アンテナの開口面積をあまり大きくできないからである。

[0004] また、一般的に車載用物体検出装置において、当該車載用物体検出装置に用いられるレーダ装置の解像度を高めるために、当該レーダ装置内に複数の受信アンテナ素子を配置する方法がとられる。そして、一般的に車載用物体検出装置は、それぞれの受信アンテナで受信した信号に対してDBF (Digital Beam Forming) やMUSIC (Multiple Signal Classification) などの処理負荷の高い信号処理方式を用いて不足する解像度を補っているのが現状である。しかしその一方で、少ないアンテナ素子を備えたレーダ装置であっても、あたかも大きな開口面積を有するアンテナを備えるレーダを実現する技術として、例えば、特許文献1に開示されている技術がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭61-201180号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1に開示されている技術は、航空機や人工衛星等の移動プラットフォームに搭載したレーダ装置によって得られた反射波を合成開口することにより地上の目標物を抽出するものである。

[0007] しかしながら、上記特許文献1に開示されている技術は、航空機や人工衛星等にレーダ装置を搭載することを想定しているため、当該技術をそのまま車両には適応することはできない。さらに、上記特許文献1に開示されている技術は、レーダ装置により得られた信号を処理することにより、地上の静止目標を画像データとして再生するものである。そのため、複雑な処理が必要になり、処理負荷が高くなってしまった問題もある。

[0008] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、簡易な構成で、高い方位分解能を得ることのできる車載用レーダ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明は、上記課題を解決するために以下に示すような特徴を有する。
- 車両に搭載される車載用レーダ装置であって、上記車両の周辺に電磁波を照射し、当該車両の周辺に存在する物体から反射された反射波によって得られる受信信号を出力する検出手段と、上記車両の車両情報を用いて、上記車両の移動に関する情報を算出する車両情報算出手段と、上記検出手段が異なる時点で出力した複数の上記受信信号を記憶する記憶手段と、上記車両の移動に関する情報に基づいて、上記車両が異なる位置でそれぞれ得られた上記受信信号の合成開口処理を行う合成開口処理手段とを備える。
- [0010] 本発明の第2の局面は、上記第1の局面において、上記車両情報算出手段は、上記車両の車両情報を用いて、上記受信信号がそれぞれ得られた位置を示す情報を上記車両の移動に関する情報として算出し、上記記憶手段は、上記受信信号が得られた位置を示す情報と共に当該受信信号を記憶し、上記合成開口処理手段は、上記受信信号が得られた位置に基づいて、当該受信信号の合成開口処理を行うことを特徴とする。
- [0011] 本発明の第3の局面は、上記第2の局面において、上記車両情報算出手段は、上記受信信号が得られた時間情報に基づいて、上記受信信号が得られた時間間隔をさらに算出し、上記合成開口処理手段は、上記受信信号が得られた位置および上記受信信号が得られた時間間隔に基づいて、当該受信信号の合成開口処理を行うことを特徴とする。
- [0012] 本発明に第4の局面は、上記第1または第3の局面において、上記車両情報算出手段は、上記車両の車両情報を用いて、さらに上記受信信号がそれぞれ得られた上記車両の向きを示す情報を算出し、上記記憶手段は、上記受信信号が得られた車両の向きを示す情報と共に当該受信信号を記憶し、上記合成開口処理手段は、上記受信信号が得られた車両の向きから得られる上記電磁波を照射した方向および上記受信信号が得られた位置に基づいて、当該受信信号の合成開口処理を行うことを特徴とする。
- [0013] 本発明の第5の局面は、上記第1の局面において、上記車両情報算出手段は、上記車両の車両情報を用いて、上記車両が移動した軌跡を示す情報を上

記車両の移動に関する情報として算出し、上記記憶手段は、上記車両が移動した軌跡を示す情報を第1の軌跡として上記受信信号と共に記憶し、上記合成開口処理手段は、上記合成開口処理手段は、上記第1の軌跡と上記受信信号とから第2の軌跡を算出し、当該第2の軌跡上の異なる位置で上記受信信号がそれぞれ得られたものと想定して当該受信信号の合成開口処理を行うことを特徴とする。

[0014] 本発明の第6の局面は、上記第1の局面において、上記合成開口処理手段は、上記記憶手段に記憶されている上記受信信号のうち、予め定められた数だけ用いて合成開口処理を行うことを特徴とする。

[0015] 本発明の第7の局面は、上記第1の局面において、上記合成開口処理手段は、合成開口処理に用いる上記受信信号の数を予め定められた条件に従い増減することを特徴とする。

[0016] 本発明の第8の局面は、上記第1の局面において、上記合成開口処理手段は、合成開口処理を行うことによって上記車両周辺の物体を検出する処理をさらに行うことを特徴とする。

[0017] 本発明の第9の局面は、上記第1の局面において、上記検出手段は、上記車両の前方および後方の少なくとも一方に搭載されることを特徴とする。

[0018] 本発明の第10の局面は、上記第8の局面において、上記合成開口処理手段が検出した物体と上記車両とが接触する危険性を判断する判定手段をさらに備えることを特徴とする。

発明の効果

[0019] 上記第1の局面によれば、車両の動きを利用して、レーダ装置から得られる受信信号を合成開口処理するので、（搭載する大きさに制約があるため）アンテナの開口面積を大きくすることができなくても、あたかも大きな開口面積を有するレーダ装置で受信したのと同等の特性を実現することができる。したがって、簡易な構成で、高い方位分解能を得ることのできる車載用レーダ装置を提供することができる。

[0020] 上記第2の局面によれば、受信信号と車両の位置を示す情報とが組として

、記憶手段に記憶されるので、容易に合成開口処理を行うことができる。

- [0021] 上記第3の局面によれば、合成開口処理手段は、合成開口処理において受信信号が得られた時間間隔を考慮することができるので、より正確に受信信号について合成開口処理を行うことができる。
- [0022] 上記第4の局面によれば、車両の向きが変化しても、より正確に受信信号について合成開口処理を行うことができる。
- [0023] 上記第5の局面によれば、例えば、ドライバーがハンドル操作を行って車両の動きが複雑になってもより正確に受信信号について合成開口処理を行うことができる。
- [0024] 上記第6の局面によれば、分離検出したいターゲットを想定した合成開口処理が可能となる。つまり、例えば、駐車場の空きスペースに車両を駐車することを想定している場合など、より高い方位分解能が必要とされる場面では、合成開口処理に用いる受信信号の数を予めより多く設定することができる。
- [0025] 上記第7の局面によれば、例えば、理論上の解像度が得られていない場合、合成開口処理に用いる受信信号の数を増やすことができる。
- [0026] 上記第8の局面によれば、合成開口処理を行うことによって車両周辺の物体を検出する処理を行うので、例えば、車両周辺に存在する複数の物体を分離検出することが可能となる。
- [0027] 上記第9の局面によれば、検出手段車両の前方および後方の少なくとも一方に搭載されるので、例えば、駐車場の空きスペースに車両を駐車する際など、車両周辺に存在する複数の物体を分離検出することができ、安全に駐車することができるようになる。
- [0028] 上記第10の局面によれば、合成開口処理手段が検出した物体と車両とが接触する危険性を判断するので、例えば、車両のドライバーに対して注意喚起などの安全措置を講じることができる。

図面の簡単な説明

- [0029] [図1] 図1は、自車両mvの動きと、当該自車両mvに搭載されたレーダ装置

の動きを示した図である。

[図2] 図2は、レーダ装置1の前方搭載位置の一例を示す図である。

[図3] 図3は、一実施形態に係る車載用レーダ装置を含むドライバーサポートシステムの構成の一例を示すブロック図である。

[図4] 図4は、移動体に搭載されたレーダの受信アンテナの動きを説明するための図である。

[図5] 図5は、一実施形態に係る車載用レーダ装置のレーダECU2の各部において行われる処理の一例を示したフローチャートである。

[図6] 図6は、合成開口処理の一例を説明するための図である。

[図7] 図7は、受信信号SR(1)、受信信号(2)および受信信号(3)を用いて合成開口処理をした結果を示す図である。

[図8] 図8は、自車両mvの軌跡の一例を示した図である。

[図9] 図9は、自車両mvの周辺環境の一例を示した図である。

[図10] 図10は、単一の受信系を有するレーダ装置の構成の一例を示した図である。

[図11] 図11は、複数の受信系を有するレーダ装置の構成の一例を示した図である。

[図12] 図12は、レーダ装置1の後方搭載位置の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、図面を参照しつつ、本発明の一実施形態に係る車載用レーダ装置について説明する。なお、本実施形態では、当該車載用レーダ装置を含むドライバーサポートシステム(DSS(Driver Support System))が、車両(以下、自車両mvと称す)に搭載される場合を想定して説明する。

[0031] まず、本実施形態に係る車載用レーダ装置の概要について、簡単に説明する。

[0032] 自車両mvに搭載されたレーダ装置は、自車両mvが移動(走行する)ことによって当該レーダ装置も移動する。図1は、自車両mvの動きと、当該自車両mvに搭載されたレーダ装置の動きを示した図である。なお、図1で

は、レーダ装置は、一例として、自車両m vの前部の左右に搭載されているものとする（図1に示す右側レーダ装置および左側レーダ装置）。

[0033] ここで、例えば、図1に示すように、自車両m vが位置Aから位置Bまで、図1に示す矢印（自車両m vの進行方向）の方向に走行した場合を仮に想定する。このとき、自車両m vが位置Aから位置Bまで移動するまでの間に、例えば、右側レーダ装置から得られた複数の受信信号を合成（合成開口処理）すれば、あたかも大きな開口面積（アンテナ）を有する右側レーダ装置で受信したのと同等の特性を実現することができる。本実施形態に係る車載用レーダ装置は、具体的には、例えば、右側レーダ装置が異なる時点で出力した複数の受信信号を記憶しておき、自車両m vの移動に関する情報に基づいて、自車両m vが異なる位置でそれぞれ得られた受信信号について合成開口処理を行うものである。

[0034] つまり、本実施形態に係る車載用レーダ装置は、自車両m vに搭載されているレーダ装置（アンテナ）の位置や向きが、自車両m vが移動（走行）することに伴って変化することに着目してなされたものである。すなわち、本実施形態に係る車載用レーダ装置は、ある区間（例えば図1に示したような位置Aから位置Bの区間）を動きながらレーダ装置により得られた複数の受信信号を合成開口処理することにより、レーダ装置の方位方向の解像度を高めるものである。

[0035] なお、詳細は後述するが、自車両m vの移動に関する情報とは、受信信号が得られた位置を示す情報であったり、受信信号が得られた位置毎の移動距離であったりする。なお、本実施形態に係る車載用レーダ装置は、自車両m vの向き（つまりアンテナの向き）を示す情報や受信信号が得られた時間情報に基づいて、複数の受信信号を合成開口処理してもよい。

[0036] 図2は、本実施形態に係る車載用レーダ装置を含むドライバーサポートシステムの構成の一例を示すブロック図である。図2に示すように、ドライバーサポートシステムは、右側レーダ装置1 R、左側レーダ装置1 L、車両情報検出部2、レーダECU（Electrical Control Unit）3、車両制御ECU

4、および安全装置5を備える。

[0037] 右側レーダ装置1Rは、当該右側レーダ装置1R内に受信アンテナR-a t Rと送信アンテナT-a t Rとを備える（図示せず）。そして、右側レーダ装置1Rは、自車両m vの所定の位置（例えば、自車両m vの前部右側の前照灯や方向指示器などが搭載されている位置）に設置され、自車両m vの外側に向けて電磁波を照射し、自車両m v前方の周囲を監視している。例えば、図3に示すように、右側レーダ装置1Rは、自車両m vの斜め右前方に向けて電磁波を照射し、当該右側レーダ装置1Rの検出範囲内（図3のAR）に存在するターゲット（例えば、他車両、自転車、歩行者、建造物など）を検出する。

[0038] 左側レーダ装置1Lは、当該左側レーダ装置1L内に受信アンテナR-a t Lと送信アンテナT-a t Lとを備える（図示せず）。そして、左側レーダ装置1Lは、自車両m vの所定の位置（例えば、自車両m vの前部左側の前照灯や方向指示器などが搭載されている位置）に設置され、自車両m vの外側に向けて電磁波を照射し、自車両m v前方の周囲を監視している。例えば、図3に示すように、左側レーダ装置1Lは、自車両m vの斜め左前方に向けて電磁波を照射し、当該左側レーダ装置1Lの検出範囲内（図3のAL）に存在するターゲット（例えば、他車両、自転車、歩行者、建造物など）を検出する。

[0039] なお、以下の説明において、右側レーダ装置1Rと左側レーダ装置1Lとを特に区別する場合を除き、右側レーダ装置1Rおよび左側レーダ装置1Lを総称して、単にレーダ装置1と称する。

[0040] 車両情報検出部2は、自車両m vの車両情報を検出する。具体的には、車両情報検出部2は、自車両m vの速度を検出する速度センサ、自車両m vの移動距離を検出する走行距離センサ、自車両m vのヨーレートを検出するヨーレートセンサ、自車両m vの重心位置に作用する車幅方向の加速度を検出する横加速度センサ（例えば3軸Gセンサ）、自車両m vの舵角を検出する舵角センサ、およびロールセンサ、ロッチセンサ、現在時刻を報知する

時計、などの各種センサ等から車両情報を取得する。なお、当該各種センサから出力される情報（具体的には、自車両 $m v$ の車速、移動距離、ヨーレート、横加速度、舵角、現在時刻等）を車両情報 $i m v$ と称す。

[0041] レーダECU3は、レーダ信号処理部31、車両情報処理部32、合成開口処理部33、情報記憶部34、およびインターフェース回路などを備える情報処理装置である。

[0042] レーダ信号処理部31は、右側レーダ装置1Rから受信信号SRを取得する。同様に、レーダ信号処理部31は、左側レーダ装置1Lから受信信号SLを取得する。なお、レーダ装置1およびレーダ信号処理部31は、請求項に記載の検出手段の一例に相当する。

[0043] 車両情報処理部32は、上記車両情報検出部2から出力される車両情報 $i m v$ に基づいて、レーダ装置1の動きを検出する。なお、車両情報処理部32は、請求項に記載の車両情報処理手段の一例に相当する。

[0044] ここで、車両情報処理部32が行う処理について、図4を用いて簡単に説明する。図4は、移動体（例えば自車両 $m v$ ）に搭載されたレーダ装置の受信アンテナの動きを説明するための図である。一般的に、レーダ装置は、当該レーダに備わった送信アンテナから電磁波を照射し、受信アンテナで反射波を受信している。また、上記レーダ装置が移動体（例えば自車両 $m v$ ）に搭載されている場合、当該移動体の動きに伴ってレーダの受信アンテナも移動することになる。

[0045] なお、図4で示した受信アンテナは、自車両 $m v$ に搭載された右側レーダ装置1Rの受信アンテナ $R - a t R$ であると仮に想定し、また、右側レーダ装置1Rに備わっている受信アンテナ $R - a t R$ および送信アンテナ $T - a t R$ はそれぞれ1つであるとして、以下説明する。さらに自車両 $m v$ は図4の矢印 $V m v$ 方向に直進しているとして、以下説明する。

[0046] 図4に示すように、例えば、ある時刻において受信アンテナ $R - a t R$ が、ある位置にあったとする（例えば、図4の受信アンテナ $R - a t R$ （1）の位置 $P R$ （1））。一方、右側レーダ装置1Rは自車両 $m v$ に搭載されて

いるので、自車両 $m v$ が当該自車両 $m v$ の移動方向（図4の矢印 $V m v$ ）に移動するに伴って、受信アンテナ $R - a t R (1)$ も、図4の矢印方向 $V a t R$ に移動することになる。つまり、図4に示すように、ある位置にある受信アンテナ $R - a t R (1)$ は、自車両 $m v$ が移動（走行）するに伴って、受信アンテナ $R - a t R (2)$ 、受信アンテナ $R - a t R (3)$ と移動することになる。言い換えると、ある位置にある受信アンテナ $R - a t R (1)$ は、時間経過とともに、受信アンテナ $R - a t R (2)$ 、受信アンテナ $R - a t R (3)$ と位置が変化することになる。

[0047] そこで、車両情報処理部32は、受信アンテナ $R - a t R$ の位置を上記車両情報検出部2から出力される車両情報 $i m v$ に基づいて算出する。例えば、車両情報処理部32は、上記車両情報検出部2から出力される車両情報 $i m v$ に基づいて受信アンテナ $R - a t R (1)$ の位置 $P R (1)$ 、受信アンテナ $R - a t R (2)$ の位置 $P R (2)$ 、受信アンテナ $R - a t R (3)$ の位置 $P R (3)$ を算出する。

[0048] 車両情報処理部32が行う処理の一例をより具体的に説明すると、例えば、受信アンテナ $R - a t R (1)$ の位置 $P R (1)$ を基準とした場合、車両情報処理部32は、上記車両情報 $i m v$ に含まれる自車両 $m v$ の移動距離等から、受信アンテナ $R - a t R (2)$ の位置 $P R (2)$ 、受信アンテナ $R - a t R (3)$ の位置 $P R (3)$ を算出することができる。つまり、車両情報処理部32は、上記車両情報 $i m v$ に基づいて、ある位置にある受信アンテナ $R - a t R (1)$ を基準して、受信アンテナ $R - a t R (2)$ および受信アンテナ $R - a t R (3)$ までの距離を算出することができる。言い換えると、車両情報処理部32は、受信アンテナ $R - a t R (1)$ の移動量（自車両 $m v$ の移動にともなう受信アンテナ $R - a t R (1)$ の位置の変化）を算出することができる。

[0049] 図3の説明に戻って、図3に示すように、合成開口処理部33は、後述する情報記憶部34に記憶されている情報に基づいて、合成開口処理を行う。なお、合成開口処理部33が行う合成開口処理の詳細については後述する。

また、合成開口処理部 33 は、請求項に記載の合成開口処理手段の一例に相当する。

[0050] 情報記憶部 34 は、レーダ信号処理部 31 が、右側レーダ装置 1R から取得した受信信号 SR を一時的に記憶する。また、情報記憶部 34 は、レーダ信号処理部 31 が、右側レーダ装置 1R から受信信号 SR を取得したときの、当該右側レーダ装置 1R の位置 PR (つまり、受信アンテナ R-at-R の位置 PR) を一時的に記憶する。なお、このとき、情報記憶部 34 は、受信信号 SR と、当該受信信号 SR を取得したときの右側レーダ装置 1R の位置 PR とを関連付けて一時的に記憶する。また、情報記憶部 34 は、請求項に記載の記憶手段の一例に相当する。

[0051] ここで、上述の図 4 を用いて、右側レーダ装置 1R を例に具体的に説明すると、例えば、受信アンテナ R-at-R (1) の位置を位置 PR (1) とし、当該位置 PR (1) において受信アンテナ R-at-R (1) が受信した受信信号 SR を受信信号 SR (1) と設定する。このようにすれば、情報記憶部 34 には、位置 PR (1) と受信信号 SR (1) とが関連付けられて一時的に記憶される。同様に、例えば、受信アンテナ R-at-R (2) の位置を位置 PR (2) とし、当該位置 PR (2) において受信アンテナ R-at-R (2) が受信した受信信号 SR を受信信号 SR (2) と設定する。つまり、情報記憶部 34 に、位置 PR と受信信号 SR とを関連付けて、時系列的に一時的に記憶させておけば、右側レーダ装置 1R (つまり、受信アンテナ R-at-R) が位置 PR (k) のとき受信した受信信号 SR は、受信信号 SR (k) であることが分かる (k = 1, 2, 3...K)。

[0052] 図 3 の説明に戻って、図 3 に示すように、車両制御 ECU 4 は、レーダ ECU 3 から出力される情報 (具体的には、自車両 mv からターゲットまでの距離、自車両 mv に対してターゲットの存在する方向、およびターゲットの相対速度) に基づいて、自車両 mv とターゲットとが衝突 (接触) する危険性があるか否かを判断する。そして、車両制御 ECU 4 が、自車両 mv とターゲットとが衝突 (接触) する危険性があると判断した場合、安全装置 5 に

指示し、後述する安全措置を講じる。

[0053] 安全装置 5 は、車両制御 ECU 4 からの指示に従って、ターゲットとの衝突の危険性が高い場合には自車両 m v のドライバーに対して注意喚起を行う。また、安全装置 5 は、ターゲットとの衝突が避けられない場合に、自車両 m v の乗員の被害を低減する、乗員保護や衝突条件の緩和を行うための各種装置も含む。以下、安全装置 5 が行う動作、すなわち、ドライバーへの注意喚起、衝突危険回避動作、および衝突被害低減動作等を総称して安全措置と称する。

[0054] 次に、図 5 を参照して、本実施形態に係る車載用レーダ装置のレーダ ECU 3 の各部が行う動作の一例を説明する。なお、以下では、レーダ信号処理部 3 1 が、右側レーダ装置 1 R から受信信号 S R を取得した場合を想定して、レーダ ECU 3 の各部が当該受信信号 S R を用いて合成開口処理を行う場合を例に説明する。また、上述したように、説明を簡単にするために、右側レーダ装置 1 R に受信アンテナを 1 つ備えている場合を想定して、以下説明する。

[0055] 図 5 は、本実施形態に係る車載用レーダ装置のレーダ ECU 3 の各部において行われるの処理の一例を示したフローチャートである。なお、図 5 に示したフローチャートの処理は、レーダ ECU 3 内に備わった所定のプログラムを当該レーダ ECU 3 が実行することによって行われる。さらに、図 5 に示した処理を実行するためのプログラムは、例えばレーダ ECU 3 の記憶領域に予め格納されている。また、レーダ ECU 3 の電源が ON になったとき（例えば、自車両 m v のイグニッションスイッチが ON された場合等）当該レーダ ECU 3 によって図 5 に示したフローチャートの処理が実行される。

[0056] 図 5 のステップ S 1 1 において、レーダ信号処理部 3 1 は、右側レーダ装置 1 R から受信信号 S R を取得し、当該受信信号 S R を車両情報処理部 3 2 へ出力し、次のステップ S 1 2 に処理を進める。

[0057] ステップ S 1 2 において、車両情報処理部 3 2 は、車両情報検出部 2 から出力される車両情報 i m v を取得し、次のステップ S 1 3 に処理を進める。

[0058] ステップS 1 3において、車両情報処理部 3 2は、受信信号SR (k) および車両情報imv (k) を設定する (k = 1、2、3…K)。具体的には、例えば、当該フローチャートの処理が開始されて、レーダECU 3の各部が初めて受信信号SRおよび車両情報imvを取得した場合、車両情報処理部 3 2は、車両情報検出部 2から取得した車両情報imvを車両情報imv (1) とする。そして、同時に、車両情報処理部 3 2は、レーダ信号処理部 3 1から出力された受信信号SRを受信信号SR (1) とする。同様に例えば、当該フローチャートの処理が繰り返されて、レーダECU 3の各部が再び受信信号SRおよび車両情報imvを取得した場合、車両情報処理部 3 2は、車両情報imvおよび受信信号SRをそれぞれ、車両情報imv (2) および受信信号SR (2) とする。そして、車両情報処理部 3 2は、当該ステップでの処理の後、次のステップS 1 4に処理を進める。

[0059] ステップS 1 4において、情報記憶部 3 4は、上記ステップS 1 3において車両情報処理部 3 2から出力される車両情報imv (k) および受信信号SR (k) を一時的に記憶する。例えば、当該フローチャートの処理が開始されることにより、情報記憶部 3 4には、車両情報imv (1) および受信信号SR (1) が記憶され、当該フローチャートの処理が繰り返されることにより、車両情報imv (2) および受信信号SR (2) が記憶されることになる。すなわち、このようにすれば、レーダ信号処理部 3 1が受信信号SRを右側レーダ装置 1 Rから取得したときの車両情報imvを関連付けることができる。その後、情報記憶部 3 4は、次のステップS 1 5に処理を進める。

[0060] ステップS 1 5において、車両情報処理部 3 2は、車両情報imvは複数個記憶されているか否かを判断する。上述したように、当該フローチャートの処理が繰り返されることによって、情報記憶部 3 4には、受信信号SR (1)、受信信号 (2)、受信信号 (3) …、それぞれと関連付けられ車両情報imv (1)、車両情報imv (2)、車両情報imv (3) …が記憶されている。そして、後述より明らかとなるが、次のステップS 1 6において

、右側レーダ装置 1 R（つまり、受信アンテナ R - a t R）の位置 P R を算出するために、車両情報 i m v が複数個必要となる。なお、例えば、情報記憶部 3 4 に車両情報 i m v（1）のみが記憶されている場合、当該ステップの処理において、車両情報処理部 3 2 は、判断を否定し（N O）、ステップ S 1 1 に処理を戻す。一方、例えば、情報記憶部 3 4 に車両情報 i m v（1）および車両情報 i m v（2）が記憶されている場合、当該ステップの処理において、車両情報処理部 3 2 は、判断を肯定し（Y E S）、次のステップ S 1 6 に処理を進める。

[0061] なお、車両情報処理部 3 2 は、情報記憶部 3 4 に車両情報 i m v が複数個記憶されている場合でも、当該複数の車両情報 i m v を参照した結果、自車両 m v は移動していないと判断した場合は、ステップ S 1 5 の処理を否定してもよい。そして、当該複数の車両情報 i m v および当該複数の車両情報 i m v に対応する受信信号 S R を情報記憶部 3 4 から消去してもよい。また、車両情報処理部 3 2 は、情報記憶部 3 4 に車両情報 i m v が複数個記憶されている場合において、当該複数の車両情報 i m v を参照した結果、同じ時点であることを示す車両情報 i m v と当該車両情報 i m v に対応する受信信号 S R が複数記憶されていた場合、重複する車両情報 i m v と当該車両情報 i m v に対応する受信信号 S R とを消去して、ステップ S 1 6 に進めてもよい。具体的には、例えば、情報記憶部 3 4 に、車両情報 i m v（5）と当該車両情報 i m v（5）に対応する受信信号 S R（5）、車両情報 i m v（6）と当該車両情報 i m v（6）に対応する受信信号 S R（6）が記憶されていた場合、車両情報処理部 3 2 は、車両情報 i m v（5）と車両情報 i m v（6）とを参照した結果、車両情報 i m v（5）が得られてから車両情報 i m v（6）が得られるまで、自車両 m v は移動していないと判断した場合、車両情報 i m v（5）または車両情報 i m v（6）を消去してもよい。

[0062] 上記ステップ S 1 5 の判断が肯定（Y E S）された次の処理であるステップ S 1 6 において、車両情報処理部 3 2 は、右側レーダ装置 1 R（つまり、受信アンテナ R - a t R）の位置 P R（k）を算出する。

[0063] 以下、上述した図4を再び参照しながら、当該ステップにおいて車両情報処理部32が行う処理について説明する。例えば、図4において、当該フローチャートの処理が開始されて、レーダ信号処理部31が右側レーダ装置1R（つまり受信アンテナR-atR（1））から初めて受信信号SR（つまり受信信号SR（1））を取得したと仮に想定する。なお、このときの受信アンテナR-atR（1）の位置を位置PR（1）とする。さらに、自車両mvが移動し、次に、レーダ信号処理部31が右側レーダ装置1R（つまり受信アンテナR-atR（2））から受信信号SR（つまり受信信号SR（2））を取得したと仮に想定する。なお、同様に、このときの受信アンテナR-atR（2）の位置を位置PR（2）とする。

[0064] 車両情報処理部32は、ステップS16において、右側レーダ装置1Rの位置PR（k）を算出、つまり上述の例では、受信アンテナR-atR（1）の位置PR（1）の算出する。例えば、当該ステップS16での処理の一例として、当該フローチャートの処理が開始されて、レーダ信号処理部31が右側レーダ装置1R（つまり受信アンテナR-atR（1））から初めて受信信号SR（つまり受信信号SR（1））ときの当該右側レーダ装置1Rの位置PR（1）を基準として、受信アンテナR-atR（1）の位置PR（1）を算出する。この場合、受信アンテナR-atR（1）の位置PR（1）は、位置PR（1）（0、0）となる。そして、車両情報処理部32は、車両情報imv（1）および車両情報imv（2）を参照して、受信アンテナR-atR（1）の位置PR（1）を原点（0、0）とする座標系（x、y）における受信アンテナR-atR（2）の位置PR（2）を算出する。また、受信アンテナR-atRの位置PRは任意の点を原点とする座標系（x、y）において当該位置PRを算出してもよい。このように、受信アンテナR-atRの位置PRをそれぞれ算出することによって、受信アンテナR-atRは、ある時点でどの位置にあるかを知ることができる。なお、車両情報処理部32は、車両情報imvを参照した結果、自車両mvは、（例えば、図4で説明したように）直進していると判断した場合、受信アンテナ

R-a t Rの位置PRをそれぞれの位置は、受信アンテナR-a t Rの移動距離から算出されてもよい。つまり、車両情報処理部32は、自車両mvが直進している場合、位置PRを、例えば、車両情報imvに含まれる移動距離を用いて算出してもよい。

[0065] 図5のフローチャートの説明に戻って、図5のステップS17において、情報記憶部34は、受信信号SRおよび位置PR（を示す情報）を関連付けて、一時的に記憶する。具体的には、情報記憶部34には、レーダ信号処理部31が受信信号SR(k)を右側レーダ装置1Rから取得したときの当該右側レーダ装置1Rの位置PR(k)を組として記憶する。より具体的に説明すると、例えば、レーダ信号処理部31が受信信号SR(2)を右側レーダ装置1Rから取得したときの当該右側レーダ装置1Rの位置PRは、情報記憶部34に位置PR(2)として記憶されることになる。また、上述したように、自車両mvが直進している場合、情報記憶部34は、受信信号(k)を取得してから受信信号(k+1)を取得するまでの受信アンテナR-a t Rの移動距離 Δd を記憶してもよい。すなわち、情報記憶部34は、例えば、レーダ信号処理部31が受信信号(1)を取得してから受信信号(2)を取得するまでの受信アンテナR-a t Rの移動距離 Δd_{21} として記憶してもよい。なお、情報記憶部34は、受信信号SR、位置PR、移動距離 Δd を情報記憶部34に記憶する際に、あわせてレーダ信号処理部31が受信信号SR(k)を右側レーダ装置1Rから取得した時間間隔を記憶してもよい。

[0066] このように、レーダECU3の各部が、上記ステップS11～ステップS17の処理を行うことによって、レーダ信号処理部31が受信信号SR(k)を右側レーダ装置1Rから取得したときの当該レーダ装置1Rの位置PR(k)とを関連付けて記憶することができる。

[0067] そして、ステップS18以降の処理において、合成開口処理部33は、情報記憶部34に記憶されている受信信号SRおよび位置PR（移動量 Δd でもよい）を用いて合成開口処理を行う。なお、合成開口処理部33は、レー

ダ信号処理部 31 が受信信号 $S_R(k)$ を右側レーダ装置 1R から取得した時間間隔を考慮して合成開口処理を行ってもよい。

[0068] 図 5 のステップ S18 において、合成開口処理部 33 は、情報記憶部 34 に記憶されている受信信号 S_R は M 個以上記憶されているか否かを判断する。具体的には、当該ステップ S18 以降の処理において、合成開口処理部 33 は、情報記憶部 34 に記憶されているデータ（受信信号 S_R および、当該受信信号 S_R に対応する位置 P_R （または移動量 Δd ））を複数個用いて、合成開口処理を行う。言い換えると、当該ステップ S18 の処理において、合成開口処理部 33 が合成開口処理を行うことができるだけのデータが予め定められた情報記憶部 34 に記憶されているかを、当該合成開口処理部 33 が判断する。なお、個数とは、受信信号 $S_R(k)$ を 1 個とする。

[0069] そして、ステップ S18 の処理において、合成開口処理部 33 は、判断を肯定した場合（YES）、つまり、情報記憶部 34 に受信信号 S_R が M 個以上記憶されていると判断した場合、次のステップ S19 に処理を進める。一方、合成開口処理部 33 は、判断を否定した場合（YES）、つまり、情報記憶部 34 に受信信号 S_R が M 個以上記憶されていないと判断した場合、上記ステップ S11 に処理を戻す。

[0070] 上記ステップ S18 での判断が肯定された次のステップ S19 において、合成開口処理部 33 は、情報記憶部 34 に記憶されている受信信号 S_R のうち、 N 個の受信信号 S_R を用いて合成開口処理を行う。ここで、図 6 を用いて、当該ステップ S19 において合成開口処理部 33 が行う処理について説明する。また、以下の説明において、合成開口処理に用いる受信信号 S_R は 3 個（ $N=3$ ）として説明する。なお、合成開口処理に用いるデータは 3 個（ $N=3$ ）とした場合、上記ステップ S18 において、情報記憶部 34 にデータが 3 個以上記憶されている必要があるため、 $M \geq 3$ と設定しなければならない。また、後述より明らかとなるが、合成開口処理に用いる受信信号 S_R は N 個にさらに L 個加えて処理をする場合を想定している場合は、 $M \geq (N+L)$ と設定すればよい。

[0071] 図6に示すように、例えば、レーダECU3の各部が、当該フローチャートの処理が開始されて、受信アンテナR-a t R (1)から受信信号SR (1)を初めて取得したと仮に想定する。そして、受信アンテナR-a t R (1)は、自車両m vが移動するに伴って、図6に示すように、受信アンテナR-a t R (2)、受信アンテナR-a t R (3)と移動しているものとする。ここで、上述したように、一例としてN=3しているので、合成開口処理部33は、受信信号SR (1)と受信信号SR (2)と受信信号SR (3)を合成開口処理する場合を例に説明する。つまり、合成開口処理部33は、位置PR (1)から位置PR (3)までの間に受信アンテナR-a t Rから得られた受信信号SRを合成開口する。なお、位置PR (1)から位置PR (3)までの間に受信アンテナR-a t Rが受信した受信信号SR (例えば、振幅や位相を示すデータ)は、それぞれの位置で記憶されている。したがって、合成開口処理部33は、情報記憶部34に記憶されている受信信号SRと当該受信信号SRに対応する位置PRに基づいて合成開口処理を行えばよい。

[0072] なお、合成開口処理部33は、車両情報処理部32によって算出される、受信信号SRが得られた時間間隔を考慮し、当該受信信号SRの合成開口処理を行ってもよい。具体的には、合成開口処理部33は、受信信号SR (1)から受信信号SR (2)が得られたまでの時間間隔、受信信号SR (2)から受信信号SR (3)が得られたまでの時間間隔に基づいて、例えば、位置PR (2)で受信した時刻に受信信号SR (1)および受信信号SR (3)を合わせて、合成開口処理を行ってもよい。一般的に、レーダ装置は、自車両m vの周辺に電磁波を照射し、反射波の戻ってくる反射波を計測することで、物体を検出している。一方、一般的に自車両m vは直進的に進行している場合に限られないので、位置によっては、受信アンテナが受信する受信信号SRは遅れて到達することがある。そのため、合成開口処理部33は、合成開口処理において受信信号SRが得られた時間間隔を考慮すれば、より正確に受信信号SRについて合成開口処理を行うことができる。

- [0073] さらに、一般的に自車両 $m v$ は直進的に進行している場合に限られず、例えば自車両 $m v$ のドライバーがハンドル操作などを行うことにより、それぞれの位置 $P R$ で自車両 $m v$ の向き（受信アンテナ $R - a t R$ の向き）も変わることも考えられる。そのため、合成開口処理部33は、車両情報 $i m v$ を用いて車両情報処理部32によって算出される受信信号 $S R$ がそれぞれ得られた自車両 $m v$ の向きを示す情報と当該受信信号が得られた位置に基づいて、当該受信信号の合成開口処理を行えばよい。具体的には、車両情報 $i m v$ に含まれる、例えば、自車両 $m v$ の舵角、ヨーレート、ロールセンサ、ロッテセンサ、3軸Gセンサ等を用いて、車両情報処理部32は、受信信号 $S R$ がそれぞれ得られた時点の自車両 $m v$ の向きを算出すればよい。
- [0074] 図7は、受信信号 $S R (1)$ 、受信信号(2)および受信信号(3)を用いて合成開口処理をした結果を示す図である。図7に示すように、合成開口処理を行うことにより、受信アンテナを1つ備えたレーダであっても、あたかも受信アンテナ3つを備えたレーダを実現することができる。
- [0075] より具体的に説明すると、例えば、図7のB方向（受信アンテナの正面方向）について合成開口処理を行うことによりローブBのような指向性パターンを得ることができる。また、例えば、図7のC方向やD方向（受信アンテナの正面方向に対して左右の方向）について合成開口処理を行うことによりローブCやローブDのような指向性パターンを得ることができる。つまり、ローブB、ローブC、およびローブDの何れの指向性パターンは、図6で示した指向性パターン（ローブA）と比べて細い。その結果、図7に示したターゲット $T g 1$ およびターゲット $T g 2$ の分離検出が可能となる。言い換えると、受信アンテナの指向性が細くなったことにより、（合成開口処理を行わない場合の）受信アンテナ1つの指向性では分離できなかったターゲット $T g 1$ およびターゲット $T g 2$ を分離検出できるようになる。
- [0076] 図5のフローチャートの説明に戻って、図5のステップS20において合成開口処理部33は、解像度は適切か否かを判断する。なお、当該ステップS20の処理が肯定される場合とは、解像度が適切であった場合である。こ

の場合、合成開口処理部 33 は、合成開口処理部 33 は、判断を肯定した場合（YES）、ステップ S 21 に処理を進める。一方、合成開口処理部 33 は、解像度が適切ではなかった場合、判断を否定した場合はステップ S 22 に処理を進める。

[0077] なお、当該ステップ S 20 の処理が否定される場合とは、所望の解像度が得られていない場合であり、次のステップ S 22 において、合成開口処理部 33 は、N に L だけ加算して、再度ステップ S 19 の処理を行う。なお L の値は任意の整数（1、2、3・・・）である。

[0078] ここで、上記ステップ S 20 において、合成開口処理部 33 が行う具体的な処理について説明する。一般的に、合成開口処理においては、合成開口処理に用いる受信信号 S R の数を増やせば増やすほど、方位方向の解像度が高くなる。つまり、上記ステップ S 19 において一例として合成開口処理に用いる受信信号 S R は 3 個としたが、当該ステップ S 16 において N の値が大きくすればするほど、例えばローブ B よりさらに細い指向性パターンが得られるようになる（ローブ C、ローブ D についても同様）。

[0079] 例えば、合成開口処理部 33 は、解像度は適切か否かを判断する方法の第 1 の例として、まず、受信信号 S R（1）～受信信号 S R（3）および送信信号を解析することにより、右側レーダ装置 1 R からターゲットまでの距離および右側レーダ装置 1 R に対するターゲットの方位を算出する。そして、合成開口処理部 33 は、ほぼ同一の距離にある複数の反射点の方位方向（例えば、図 7 の B 方向（受信アンテナの正面方向））の角度差を演算する。一方、一般的に、合成開口処理に用いるデータの数と方位方向の解像度は比例関係にあるため、例えば、右側レーダ装置 1 R からみて同一距離にある方位の異なる 2 つのターゲットが識別できる最小方位差（理論上の解像度）は予め計算することができる。これによって、合成開口処理部 33 は、解像度は適切か否かを判断することができる。

[0080] また、例えば、合成開口処理部 33 は、解像度は適切か否かを判断する方法の第 2 の例として、合成開口処理部 33 は、受信信号 S R（1）～受信信

号SR(3)および送信信号を解析することにより、反射波の強度(ピークの鋭さ)を指標として、解像度は適切か否か、つまり、所望の解像度が得られているか否かを判断することもできる。例えば、合成開口処理部33は、受信信号SR(1)~受信信号SR(3)および送信信号を解析した結果、得られた反射波の強度(ピークの鋭さ)が所望するピークの鋭さと比べて強度分布が鈍っていたり、なだらかであった場合(反射波の強度分布の勾配がゆるやかであった場合)、解像度は適切ではないと判断することもできる。

[0081] その後、ステップS21において、合成開口処理部33は、右側レーダ装置1Rからターゲットまでの距離および右側レーダ装置1Rに対するターゲットの方位を車両制御ECU4に出力し、次のステップS23に処理を進める。

[0082] なお、上述の図5のステップS20において合成開口処理部33は、解像度は適切か否かを判断し、所望の解像度が得られなかった場合、合成開口処理に用いるデータの数(つまり受信信号の数)を増やす手法を用いた。しかし、解像度は適切か否かを判断する手法として、以下に説明する第3の例も用いることができる。

[0083] 一般的に、車両(例えば自車両mv)の場合、衛星や航空機などと比べて、例えば、ドライバーが常にハンドル操作を行っているため等速直線運動ではない場合が多い。また一方で、合成開口処理は、自車両mvが反射波を受信した位置を正確に求める必要がある。言い換えると、自車両mvが反射波を受信した位置がずれて、反射波が本来得られたであろう位置とは異なる位置で合成開口処理を行うと、所望の解像度が得られない場合がある。

[0084] そこで、合成開口処理部33は、解像度は適切か否かを判断する手法として、第3の例も用いることができる。以下、図8を用いて、合成開口処理部33が解像度は適切か否かを判断する方法の第3の例を説明する。

[0085] 図8は、自車両mvの軌跡の一例を示した図である。図8に示すように、例えば、車両情報処理部32が、a'点を基準にして車両情報検出部2から得られた車両情報imvに基づいて、b'点、c'点およびd'点の位置を

算出した場合、自車両m vは、図8の破線で示したような自車両m vの軌跡を表すことができる。合成開口処理部33は、図8の破線で示した自車両m vの軌跡を基準にして、例えば、モンテカルロ法などにより幾つかのランダムに生成した軌跡を仮定する。そして、合成開口処理部33は、上記ランダムに生成した軌跡を自車両m vが走行したものとして、a' 点の位置、b' 点の位置、c' 点の位置、d' 点の位置それぞれの位置で得られた受信信号を合成開口処理し、反射波の強度（ピークの鋭さ）が最も良好であった軌跡を真の軌跡（図8では単に軌跡と称した）とする。つまり、合成開口処理部33は、図8に示す、a' 点の位置、b点の位置、c点の位置、d点の位置それぞれの位置に基づいて合成開口処理をしたものとして、当該処理結果を車両制御ECU4に出力する。

[0086] なお、合成開口処理部33は、上述の第1の手法および第2の手法では、ステップS20での判断が否定された場合、ステップS22に処理を進めた。しかしながら、合成開口処理部33は、上述の第3の手法ではステップS22に処理を進めて合成開口処理に用いる受信信号を増やしてもよいし、ステップS21に進めてもよい。また、合成開口処理部33は、上述の第1～第3の手法を単独または複数用いてもよい。

[0087] ステップS23において、合成開口処理部33は、処理を終了するか否かを判断する。例えば、合成開口処理部33は、レーダECU3の電源がOFFになったとき（例えば、自車両m vのイグニッションスイッチがOFFされた場合等）当該合成開口処理部33によって図5に示したフローチャートの処理を終了する。一方、合成開口処理部33は、処理を継続すると判断した場合、上記ステップS11に戻って処理を繰り返す。

[0088] 以上説明したように、本実施形態によれば、通常の変載用レーダ装置では得られない、高い方位方向の解像度が得られることができる。ここで、図9を用いてより具体的に説明する。図9は、自車両m vの周辺環境の一例を示した図である。図9に示すように、例えば、自車両m vの周辺に電柱6、歩行者7、および停車している他車両8があったとする。このような場面で、

合成開口処理を行わない場合の受信アンテナ1つの指向性では、例えば、図9のターゲットT_gAとターゲットT_gBとターゲットT_gCとを分離検出することは難しく、そのため電柱6、歩行者7、他車両8といった3つの物体が自車両m_vの周辺に存在することを知ることは難しかった。しかしながら、本実施形態に係る車載用レーダ装置は、合成開口処理を行うことによって指向性が細くなった結果、図9に示したような場面で、ターゲットT_gAおよびターゲットT_gBを分離検出できるようになる。また、本実施形態に係る車載用レーダ装置は、合成開口処理に用いる受信信号S_Rの数を増やせば（具体的には、上記ステップS19のNの値）、図9に示すように、1台の他車両8の右角部および左角部をターゲットT_gCおよびT_gDとして検出できるようになる。その結果、一般的な車載用レーダ装置では得ることのできなかつた物体の大きさ（例えば図9に示す他車両8の車幅）を検出できるようになる。なお、Nの値は、分離検出したいターゲットを想定して予め設定すればよい。

[0089] なお、上述した例では、説明を簡単にするために、右側レーダ装置1Rに備わっている受信アンテナは1つであると仮に想定して、以下説明した。つまり、具体的には、図10に示すような構成を有する右側レーダ装置1R（左側レーダ装置1L）を想定して説明した。上述したように、本実施形態に係る車載用レーダ装置は、自車両m_vに搭載されているレーダ装置1の動きを利用して方位方向の解像度を高めるものである。また、一般的な車載用レーダ装置は、当該車載用レーダ装置単体において、出来る限り高い方位方向の解像度を実現するために、図11に示すように、複数の受信アンテナを備え、DBF、MUSICなどの信号処理により方位方向の解像度を高めている。しかしながら、本実施形態に係る車載用レーダ装置は、図10に示すように、例えば、受信アンテナ1つを備えたシンプルな構成であっても方位方向の解像度を高めることができるようになる。そのため、上記の一般的な車載用レーダ装置に比べて回路構成を簡素化でき、コストの低減、小型化をも実現できるようになる。

[0090] なお、上述では、右側レーダ装置 1 R からレーダ信号処理部 3 1 が受信信号 S R を取得した場合を想定して、レーダ E C U 3 の各部が当該受信信号 S R を用いて合成開口処理を行う場合を例に説明した。しかしながら、左側レーダ装置 1 L からレーダ信号処理部 3 1 が受信信号 S L を取得した場合を想定して、レーダ E C U 3 の各部が当該受信信号 S L を用いて合成開口処理を行ってもよいことは言うまでもない。なお、レーダ E C U 3 の各部が当該受信信号 S L を用いて合成開口処理を行う態様についての説明は、上述の説明によって類推適応可能であるので省略する。

[0091] さらに、上述の図 2 では、右側レーダ装置 1 R および左側レーダ装置 1 L は、自車両 m v 前部の所定の位置（例えば、自車両 m v の前部右側（左側）の前照灯や方向指示器などが搭載されている位置）に設置され、自車両 m v の外側に向けて電磁波を照射し、自車両 m v 前方の周囲を監視している態様を説明した。しかしながら、右側レーダ装置 1 R および左側レーダ装置 1 L は、自車両 m v 後部の所定の位置（例えば、自車両 m v の後部右側（左側）の前照灯や方向指示器などが搭載されている位置）に設置し、自車両 m v の外側に向けて電磁波を照射し、自車両 m v 後方の周囲を監視してもよい。

[0092] 例えば、図 1 2 に示すように、自車両 m v が位置 C から位置 D まで、図 1 2 に示す矢印（自車両 m v の進行方向）の方向に走行した場合、位置 C から位置 D まで移動するまでの間に、例えば、（後方の）レーダ装置 1 が受信した受信信号を合成（合成開口処理）すれば、あたかも大きな開口面積（アンテナ）を有するレーダ装置 1 で受信したのと同等の特性を実現することができる。

[0093] 以上、本発明を詳細に説明してきたが、上述の説明はあらゆる点において本発明の一例にすぎず、その範囲を限定しようとするものではない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0094] 本発明に係る車載用レーダ装置は、簡易な構成で、高い方位分解能を得る

ことのできる、車両に搭載され、当該車両の周辺から接近してくる物体を検出する車載用レーダ装置等に有用である。

符号の説明

- [0095] 1 R…右側レーダ装置
 1 L…左側レーダ装置
 2…車両情報検出部
 3 1…レーダ信号処理部
 3 2…車両情報処理部
 3 3…開口合成処理部
 3 4…情報記憶部
 4…車両制御 ECU
 5…安全装置
 6…電柱
 7…歩行者
 8…他車両

請求の範囲

[請求項1]

車両に搭載される車載用レーダ装置であって、
前記車両の周辺に電磁波を照射し、当該車両の周辺に存在する物体から反射された反射波によって得られる受信信号を出力する検出手段と、
前記車両の車両情報を用いて、前記車両の移動に関する情報を算出する車両情報算出手段と、
前記検出手段が異なる時点で出力した複数の前記受信信号を記憶する記憶手段と、
前記車両の移動に関する情報に基づいて、前記車両が異なる位置でそれぞれ得られた前記受信信号の合成開口処理を行う合成開口処理手段とを備える、車載用レーダ装置。

[請求項2]

前記車両情報算出手段は、前記車両の車両情報を用いて、前記受信信号がそれぞれ得られた位置を示す情報を前記車両の移動に関する情報として算出し、
前記記憶手段は、前記受信信号が得られた位置を示す情報と共に当該受信信号を記憶し、
前記合成開口処理手段は、前記受信信号が得られた位置に基づいて、当該受信信号の合成開口処理を行うことを特徴とする、請求項1に記載の車載用レーダ装置。

[請求項3]

前記車両情報算出手段は、前記受信信号が得られた時間情報に基づいて、前記受信信号が得られた時間間隔をさらに算出し、
前記合成開口処理手段は、前記受信信号が得られた位置および前記受信信号が得られた時間間隔に基づいて、当該受信信号の合成開口処理を行うことを特徴とする、請求項2に記載の車載用レーダ装置。

[請求項4]

前記車両情報算出手段は、前記車両の車両情報を用いて、さらに前記受信信号がそれぞれ得られた前記車両の向きを示す情報を算出し、
前記記憶手段は、前記受信信号が得られた車両の向きを示す情報と

共に当該受信信号を記憶し、

前記合成開口処理手段は、前記受信信号が得られた車両の向きから得られる前記電磁波を照射した方向および前記受信信号が得られた位置に基づいて、当該受信信号の合成開口処理を行うことを特徴とする、請求項 1 または 3 に記載の車載用レーダ装置。

[請求項5] 前記車両情報算出手段は、前記車両の車両情報を用いて、前記車両が移動した軌跡を示す情報を前記車両の移動に関する情報として算出し、

前記記憶手段は、前記車両が移動した軌跡を示す情報を第 1 の軌跡として前記受信信号と共に記憶し、

前記合成開口処理手段は、前記第 1 の軌跡と前記受信信号とから第 2 の軌跡を算出し、当該第 2 の軌跡上の異なる位置で前記受信信号がそれぞれ得られたものと想定して当該受信信号の合成開口処理を行うことを特徴とする、請求項 1 に記載の車載用レーダ装置。

[請求項6] 前記合成開口処理手段は、前記記憶手段に記憶されている前記受信信号のうち、予め定められた数だけ用いて合成開口処理を行うことを特徴とする、請求項 1 に記載の車載用レーダ装置。

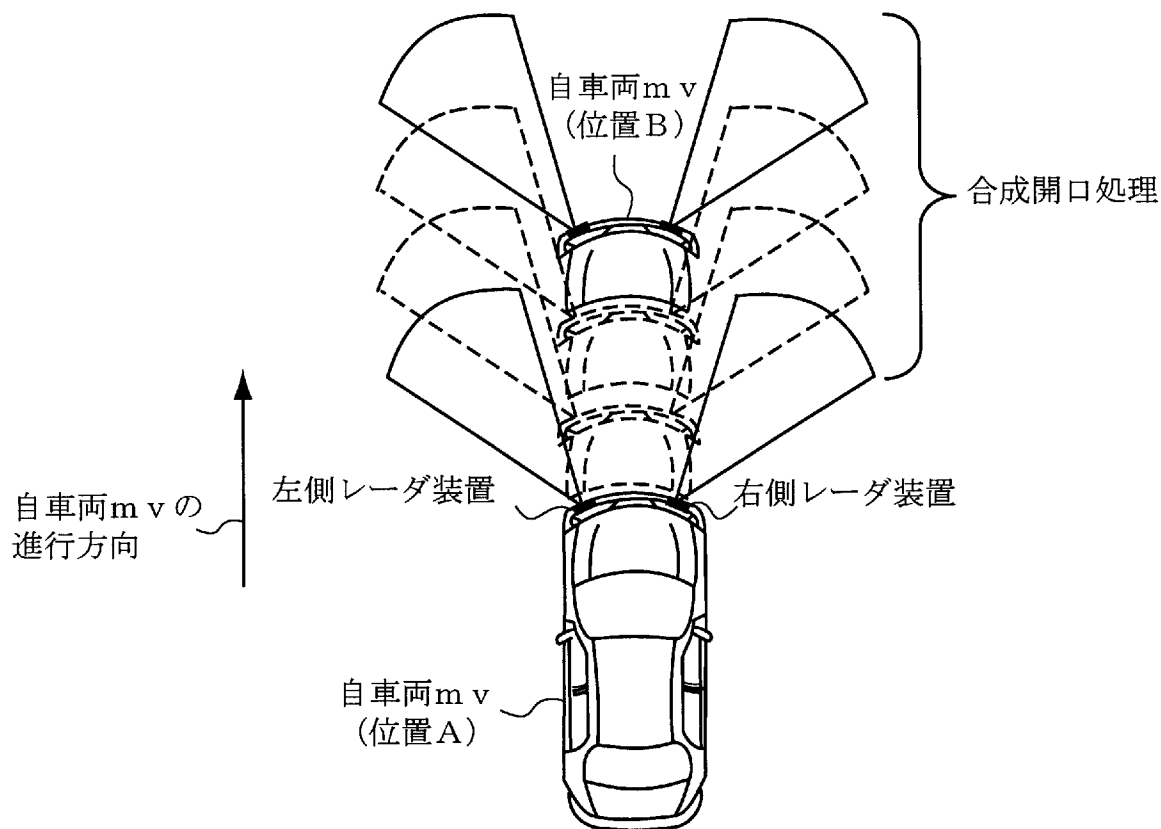
[請求項7] 前記合成開口処理手段は、合成開口処理に用いる前記受信信号の数を予め定められた条件に従い増減することを特徴とする、請求項 1 に記載の車載用レーダ装置。

[請求項8] 前記合成開口処理手段は、前記合成開口処理を行うことによって前記車両周辺の物体を検出する処理をさらに行うことを特徴とする、請求項 1 に記載の車載用レーダ装置。

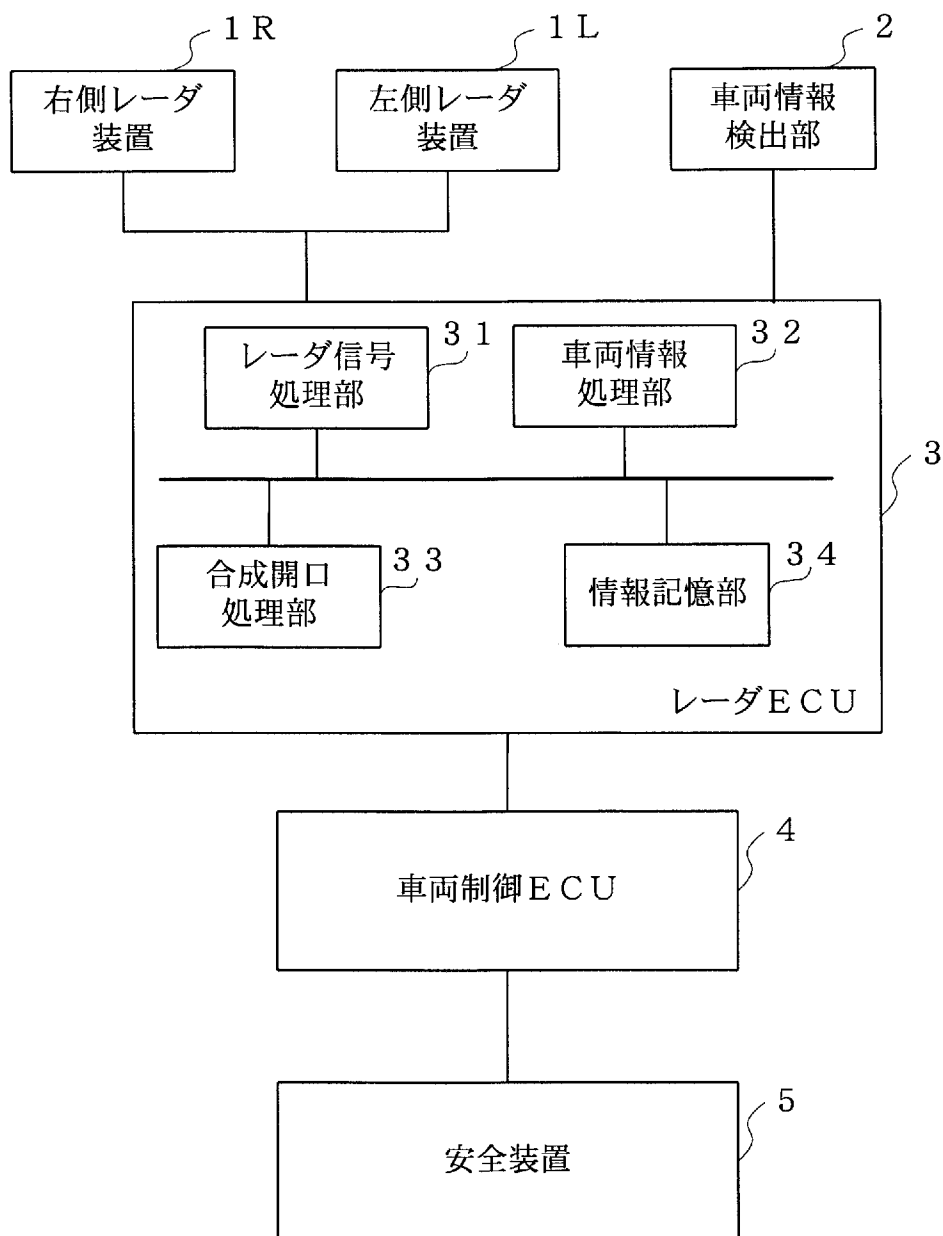
[請求項9] 前記検出手段は、前記車両の前方および後方の少なくとも一方に搭載されることを特徴とする、請求項 1 に記載の車載用レーダ装置。

[請求項10] 前記合成開口処理手段が検出した物体と前記車両とが接触する危険性を判断する判定手段をさらに備えることを特徴とする、請求項 7 に記載の車載用レーダ装置。

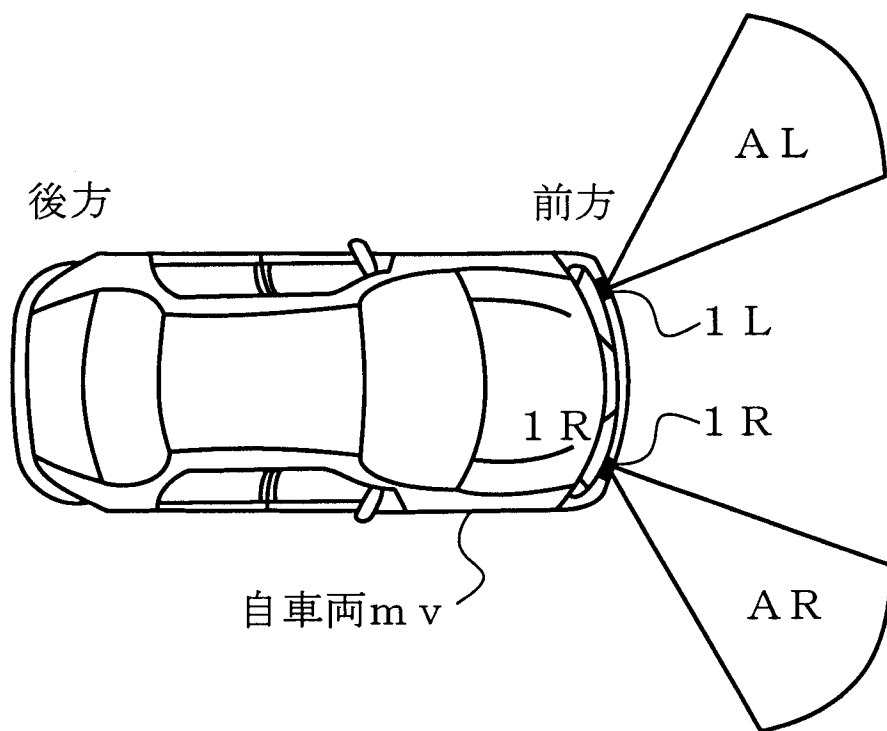
[図1]



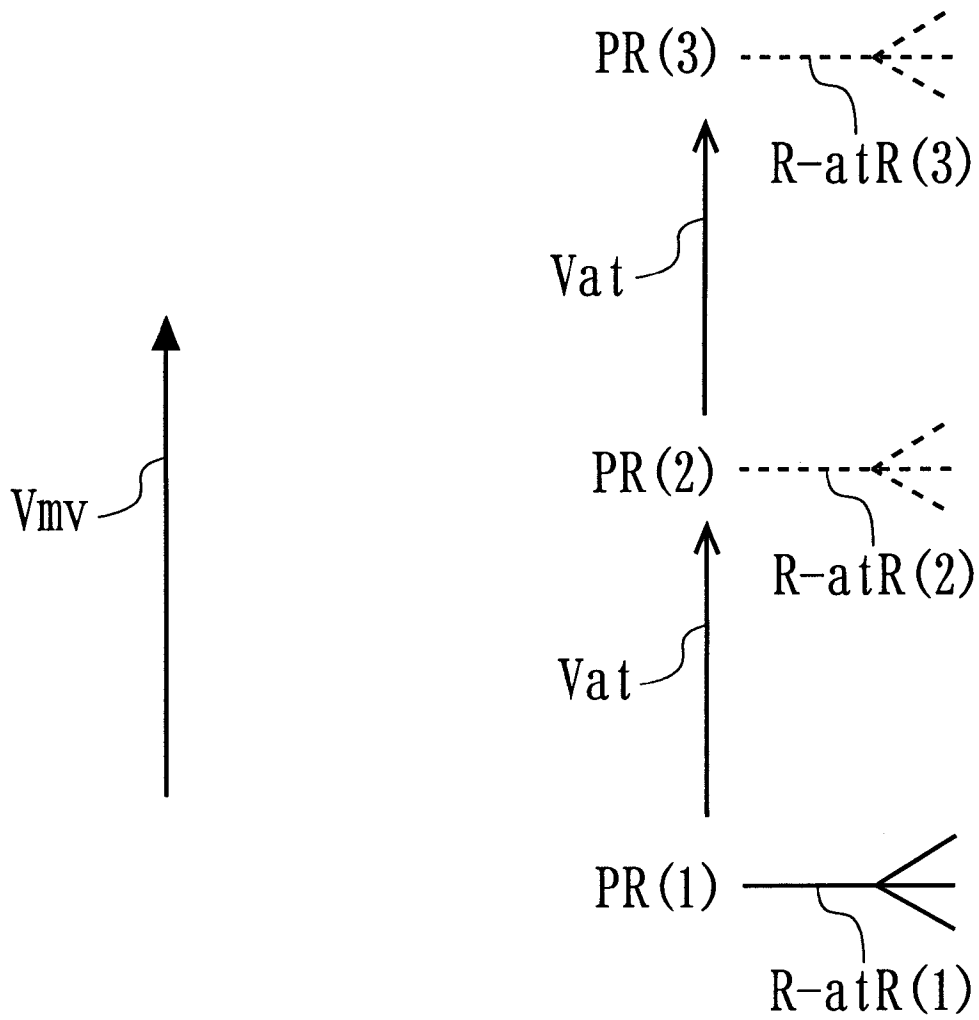
[図2]



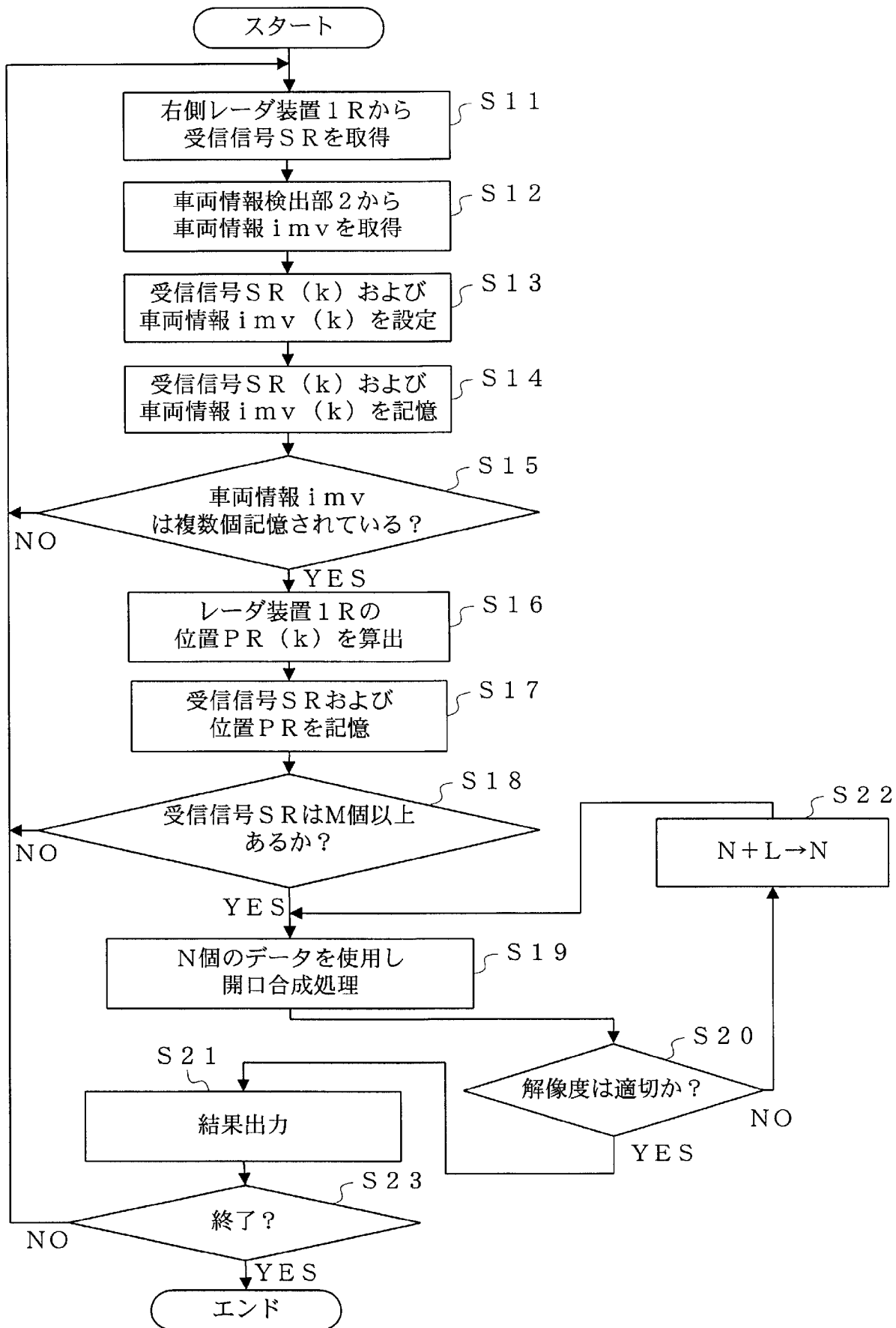
[図3]



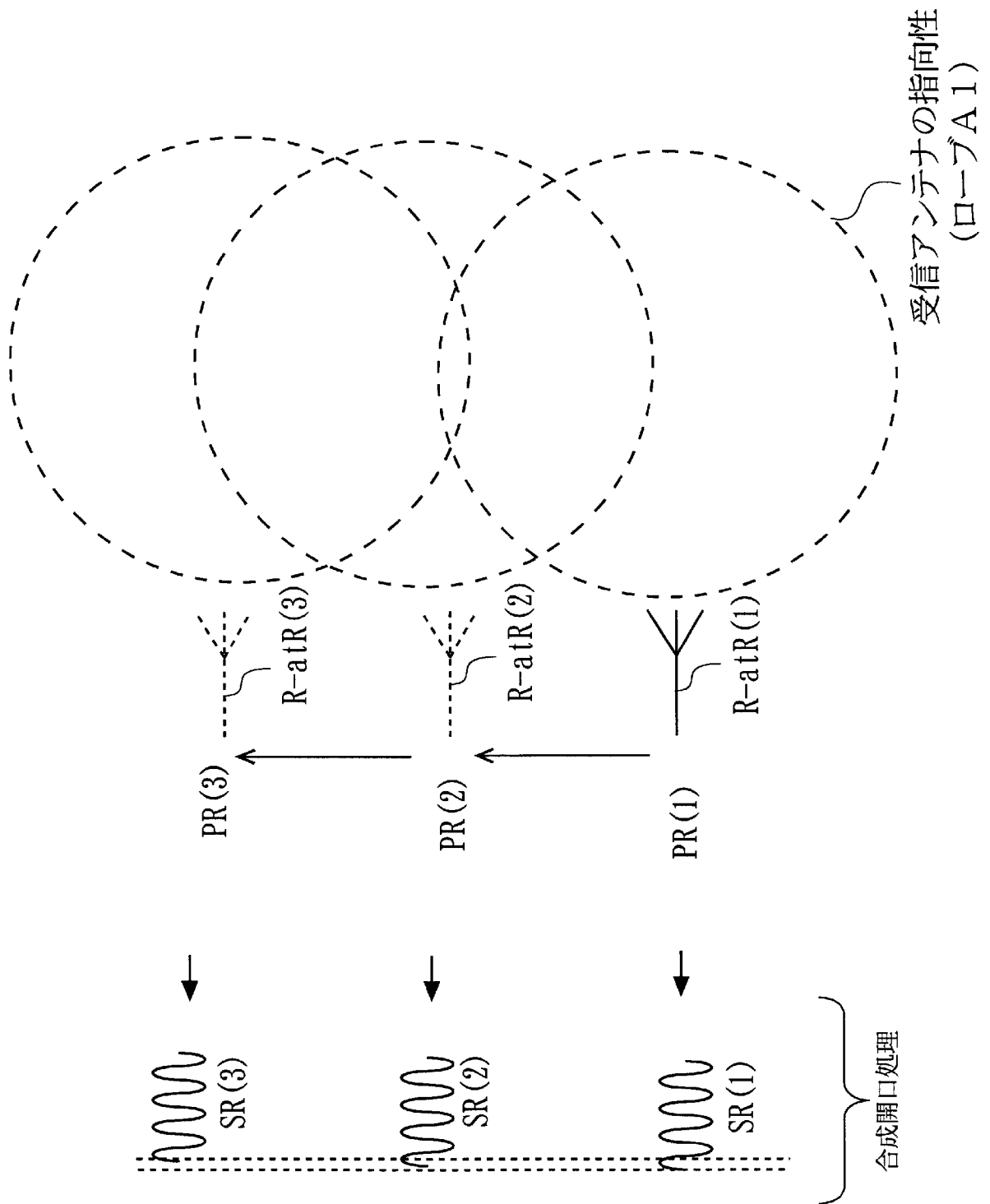
[図4]



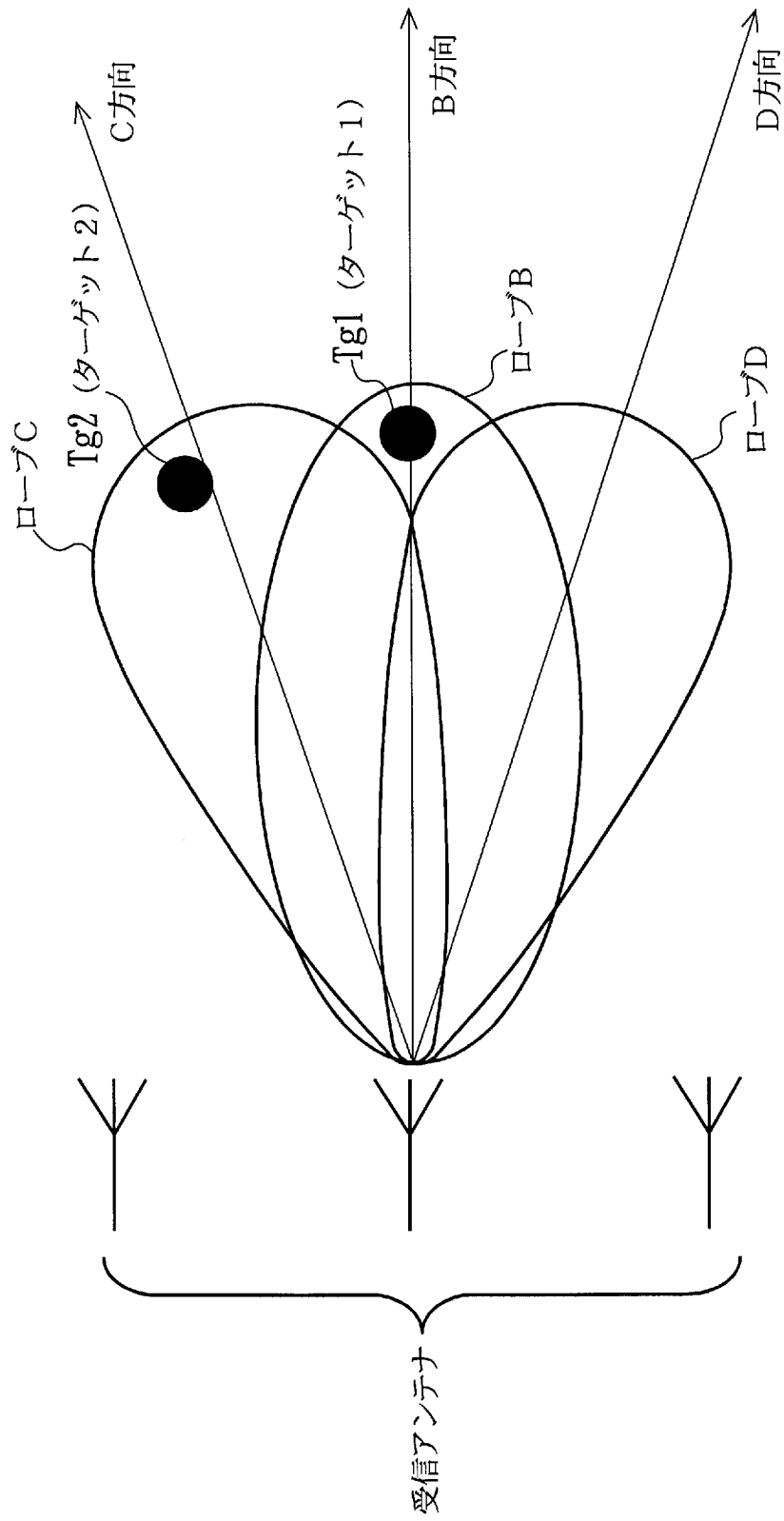
[図5]



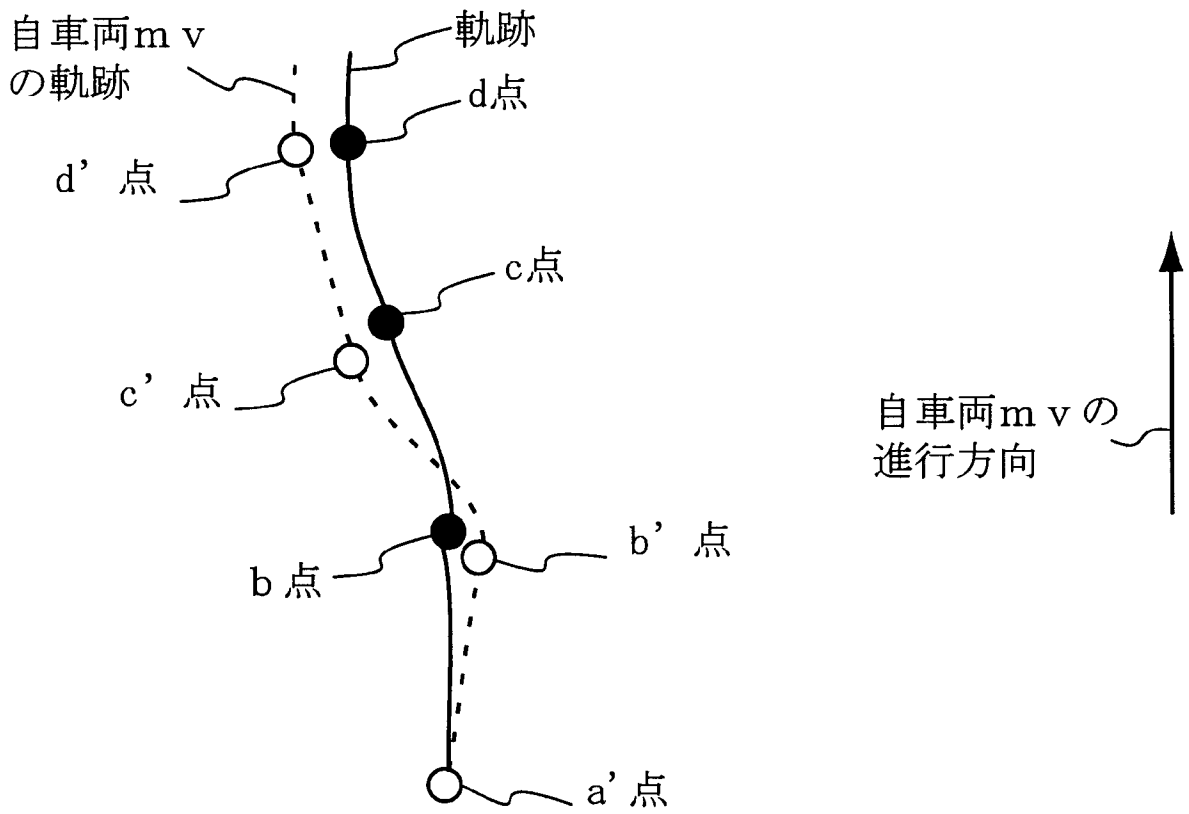
[図6]



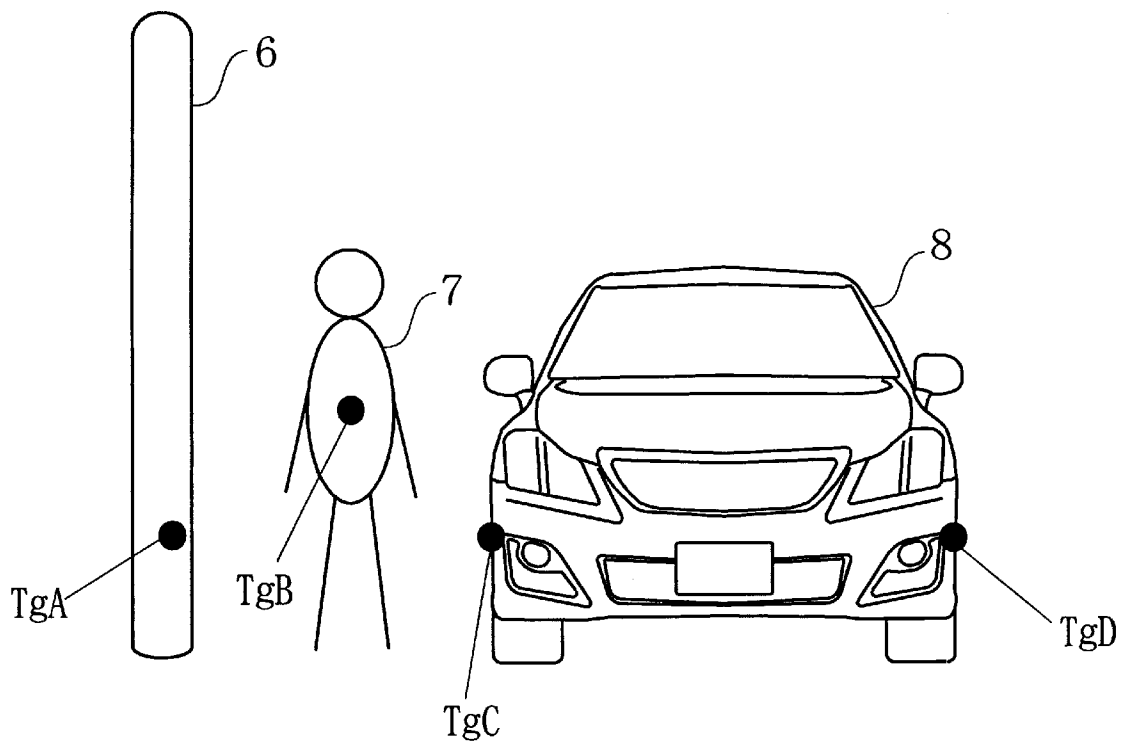
[図7]



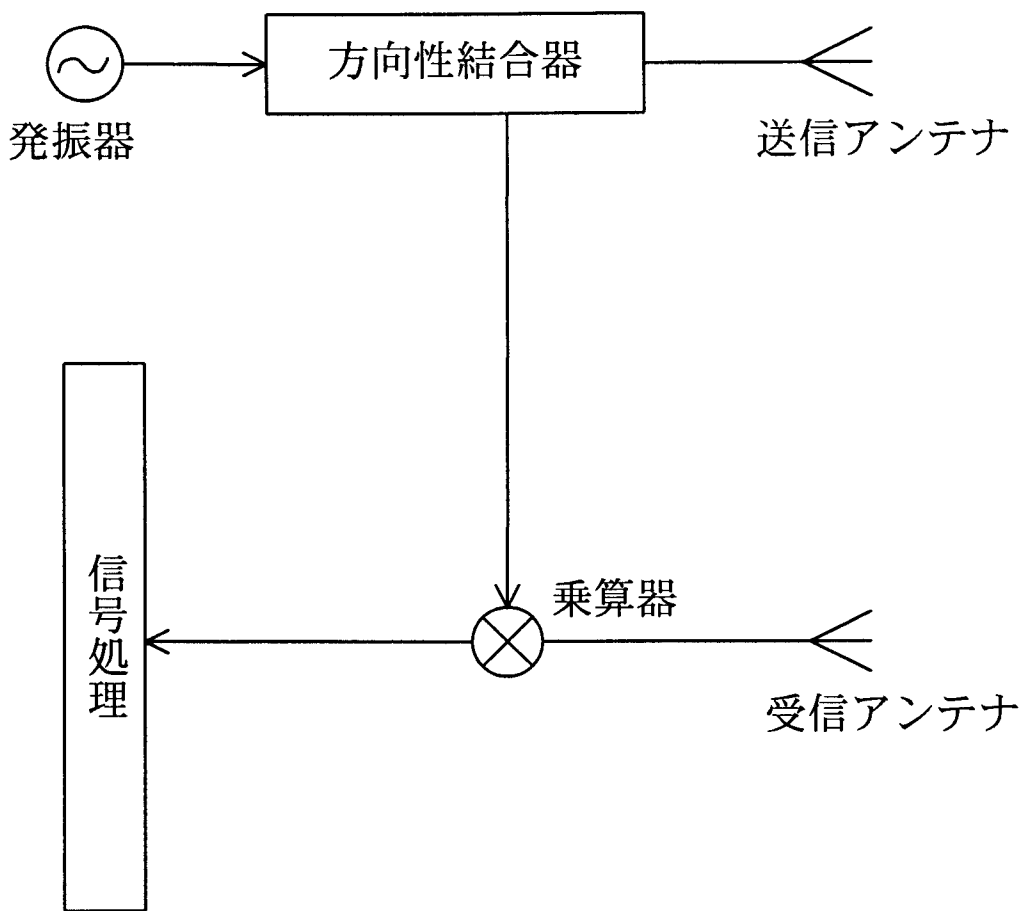
[図8]



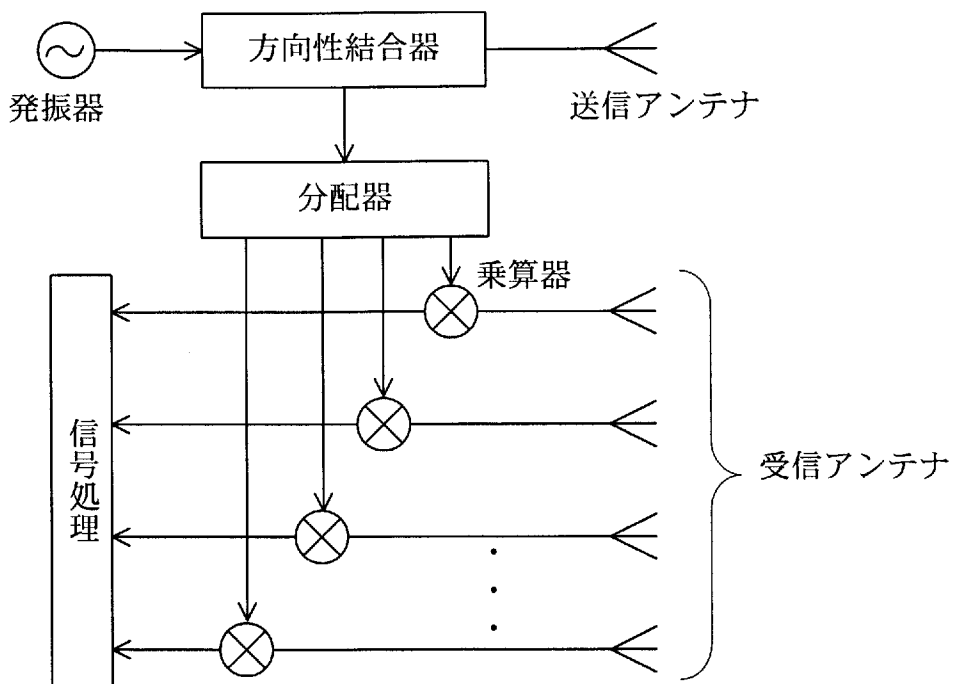
[図9]



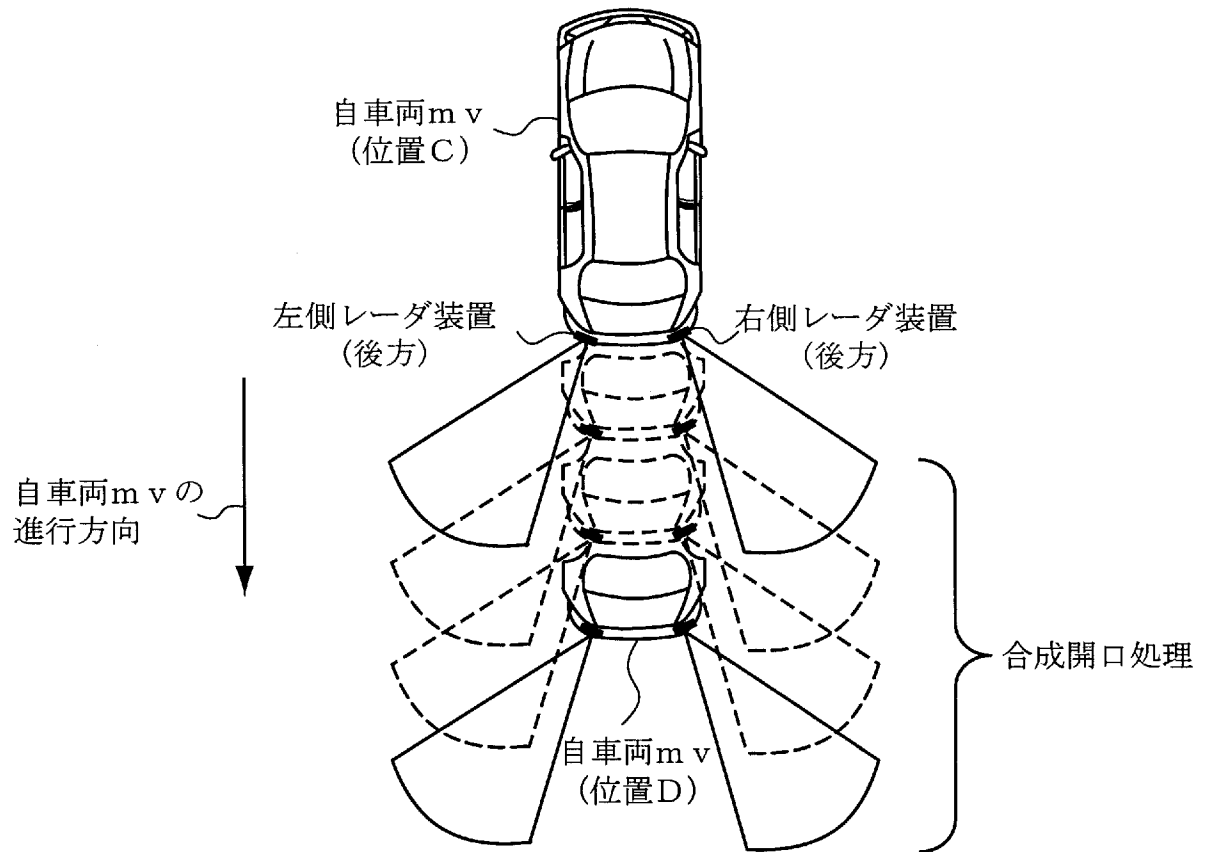
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2009/004862
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S13/93(2006.01)i, G01S13/90(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2008/029038 A1 (Renault S.a.S), 13 March 2008 (13.03.2008), abstract; description, page 3, line 20 to page 8, line 22 & EP 2059831 A	1, 2, 4, 6-10 3, 5
Y A	JP 2009-128019 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 June 2009 (11.06.2009), paragraphs [0006] to [0025]; fig. 1, 2, 4, 7 (Family: none)	1, 2, 4, 6-10 3, 5
Y A	JP 2007-033258 A (NEC Corp.), 08 February 2007 (08.02.2007), claims 1, 2, 5; paragraphs [0061] to [0068] (Family: none)	4 1-3, 5-10

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

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 09 October, 2009 (09.10.09)	Date of mailing of the international search report 20 October, 2009 (20.10.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/004862

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-019952 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 January 2009 (29.01.2009), paragraphs [0023] to [0033] (Family: none)	1-10
A	JP 2001-141812 A (NEC Corp.), 25 May 2001 (25.05.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2007-199085 A (Mitsubishi Electric Corp.), 09 August 2007 (09.08.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01S13/93(2006.01)i, G01S13/90(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2009年
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年
 日本国登録実用新案公報 1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2008/029038 A1 (ルノー・エス・アー・エス) 2008.03.13, 要約, 明細書第3頁第20行-第8頁第22行 & EP 2059831 A	1, 2, 4, 6-10 3, 5
Y A	JP 2009-128019 A (三菱電機株式会社) 2009.06.11, 段落【0006】-【0025】, 図1, 2, 4, 7 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6-10 3, 5

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献</p>
--	---

国際調査を完了した日 09.10.2009	国際調査報告の発送日 20.10.2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 川瀬 徹也 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2007-033258 A (日本電気株式会社) 2007.02.08, 請求項 1, 2, 5, 段落【0061】 - 【0068】 (ファミリーなし)	4 1-3, 5-10
A	JP 2009-019952 A (三菱電機株式会社) 2009.01.29, 段落【0023】 - 【0033】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2001-141812 A (日本電気株式会社) 2001.05.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2007-199085 A (三菱電機株式会社) 2007.08.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10