(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2005-156337
(P2005-156337A)
(43)公開日　平成17年6月16日(2005.6.16)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
G01S 13/93	G01S 13/93	Z	5J070
G01S 13/44	G01S 13/44		

審査請求 未請求　請求項の数 19　OL　（全 16 頁）

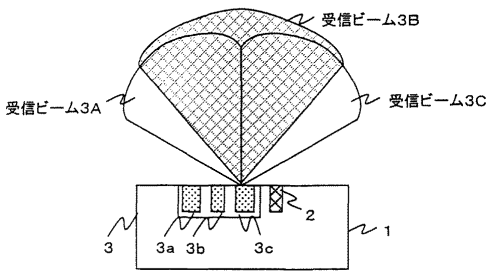
(21)出願番号　特願2003-394872 (P2003-394872)
(22)出願日　平成15年11月26日 (2003.11.26)

(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100075096
弁理士　作田　康夫
(74)代理人　100100310
弁理士　井上　学
(72)発明者　泉　　枝穂
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号
株式会社日立製作所
日立研究所内
(72)発明者　黒田　浩司
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号
株式会社日立製作所
日立研究所内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】車載用レーダ装置

(57)【要約】
【課題】
車両の周囲の広範囲な領域の障害物を検知して衝突を判断したい場合、複数のセンサを取り付けて検知する方法では、個々のセンサから角度情報を得ないため、計測精度が悪く、また、可動部で広角度を実現した場合には、装置が大きく複雑になる問題点があった。
【解決手段】
１つの送信アンテナで広範囲に電波を照射し、左右と中央の方向を検知するような３つの受信アンテナを設け、受信するビームがオーバーラップしている部分においてはモノパルス方式で角度検知をおこなう。
【選択図】図１

図 1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
電波を放射する送信アンテナと、
物体による該電波の反射波を受信するための第１，第２，第３の３つの受信アンテナとを備え、
前記第２の受信アンテナの左右方向の幅が、前記第１及び第３の受信アンテナの左右方向の幅よりも小さいことを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項２】
請求項１記載の車載用レーダ装置であって、
前記第１の受信アンテナの電波放射方向と前記第２の受信アンテナの電波放射方向とが所定以上の角度を為し、かつ、
前記第３の受信アンテナの電波放射方向と前記第２の受信アンテナの電波放射方向とが所定以上の角度を為すことを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項３】
請求項２記載の車載用レーダ装置であって、
右側，中央，左側の３つのアンテナ取り付け面を有する保持部材を備え、
前記第２の受信アンテナが前記中央のアンテナ取り付け面に備えられ、前記第１及び第３の受信アンテナがそれぞれ前記右側及び左側のアンテナ取り付け面に備えられることを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項４】
請求項２記載の車載用レーダ装置であって、
前記３つの受信アンテナはホーンアンテナであることを特徴とする車両用レーダ装置。
【請求項５】
請求項１記載の車載用レーダ装置であって、
少なくとも前記第１及び第３の受信アンテナは、複数の小アンテナ列により構成されており、
前記複数の小アンテナ列のうち、前記第２の受信アンテナに最も近い列の受信電力が、前記第２の受信アンテナから最も遠い列の受信電力よりも小さいことを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項６】
請求項１記載の車載用レーダ装置であって、
前記第１，第２，第３の受信アンテナを左右方向に並べて配置し、前記第２の受信アンテナの上部または下部に前記送信アンテナを配置することを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項７】
請求項１記載の車載用レーダ装置であって、
前記第１の受信アンテナと前記第３の受信アンテナとの間に、前記第２の受信アンテナと前記送信アンテナとを配置することを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項８】
請求項１記載の車載用レーダ装置であって、
レドームに、送信する電波の方位角度に応じた曲率をもたせることを特徴とするレーダ装置。
【請求項９】
請求項１記載の車載用レーダ装置であって、
前記３つの受信アンテナの受信信号のうち、２つ以上の受信アンテナにおいて、一致するピーク信号が得られた場合、角度検出を行うことを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項１０】
請求項９記載の車載用レーダ装置であって、
角度検出を行わないときは、角度の出力値を、角度検出不能を意味する所定の値とすることを特徴とする車載用レーダ装置。

【請求項１１】
請求項１記載の車載用レーダ装置であって、
前記第１，第２，第３の受信アンテナの故障を、ノイズレベルの時間変化及びピーク信号の消失により検知し、
前記３つの受信アンテナのうち、少なくとも一つの故障を検知したときは、角度の出力値を、故障を意味する所定値とすることを特徴とするレーダ装置。
【請求項１２】
電波を放射する送信アンテナと、
物体による該電波の反射波を受信するための第１，第２，第３の受信アンテナとを備え、
前記第１の受信アンテナの受信ビームと前記第２の受信アンテナの受信ビームとのオーバーラップする範囲が所定以上であり、かつ、
前記第２の受信アンテナの受信ビームと前記第３の受信アンテナの受信ビームとのオーバーラップする範囲が所定以上であることを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項１３】
請求項１２記載の車載用レーダ装置であって、
前記第１の受信アンテナの受信ビームと前記第３の受信アンテナの受信ビームとのオーバーラップする範囲が所定以下であることを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項１４】
請求項１２記載の車載用レーダ装置であって、
レドームに、送信する電波の方位角度に応じた曲率をもたせることを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項１５】
請求項１２記載の車載用レーダ装置であって、
前記第１の受信アンテナの受信ビームと前記第２の受信アンテナの受信ビームとのオーバーラップする範囲、及び、前記第２の受信アンテナの受信ビームと前記第３の受信アンテナの受信ビームとのオーバーラップする範囲において、角度検出機能を有することを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項１６】
請求項１２記載の車載用レーダ装置であって、
前記送信アンテナは、第１，第２の二つの送信アンテナを有し、前記第１の送信アンテナの送信ビームと前記第２の送信アンテナの送信ビームとのオーバーラップする範囲が所定以下であることを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項１７】
請求項１６記載の車載用レーダ装置であって、
前記第１の送信アンテナの送信処理と、前記第２送信アンテナの送信処理とを時分割で行うことを特徴とする車載用レーダ装置。
【請求項１８】
請求項１６記載の車載用レーダ装置において、
前記第１の送信アンテナの送信周波数と、前記第２の送信アンテナの送信周波数との差が所定値以上であることを特徴とするレーダ装置。
【請求項１９】
電波を放射する送信アンテナと、
物体による該電波の反射波を受信するための第１，第２，第３の受信アンテナとを備え、
前記第２の受信アンテナの左右方向の幅が、前記第１及び第３の受信アンテナの左右方向の幅よりも小さい車載用レーダ装置を備えた車両の走行制御装置であって、
自車両の走行する車線の両隣の車線に障害物を検知し、自車両の走行する車線に障害物を検知しない場合には、所定の速度まで自車両を減速させることを特徴とする車両の走行制御装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、車載用レーダ装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
自動車の衝突を予測して予めシートベルトの巻き取りや非常ブレーキの動作を行うプリクラッシュセーフティが実用化されている。
【０００３】
一方、自車前方の車両や障害物を検知するレーダ装置としては、車間距離制御（ＡＣＣ：Adaptive Cruise Control）用として、レーザレーダとミリ波レーダが一般的に知られているが、なかでもミリ波レーダは、雨や霧の状態でも安定してターゲット（ここでは、レーダでとらえた反射物をターゲットと称することもある）を捉えることができ、全天候型のセンサとして期待されている。
【０００４】
このミリ波レーダは、送信アンテナから上記周波数帯域の電波を送出し、車両などのターゲットからの反射波を受信して、送信波に対する受信波のドプラー変調特性を検出してターゲットとの距離，相対速度を検出するものである。
【０００５】
ミリ波レーダの変調方式は、ＦＭＣＷ方式や２周波ＣＷ（Continuous Wave）方式など、いくつか提案されている。
【０００６】
このなかで、２周波ＣＷ方式は、比較的近接する２個の周波数を切り替えて送信し、これらの受信波の変調度合いを利用してターゲットに対する距離，相対速度等を検出するものであり、発振周波数が２個で済むことから発振器などの回路構成が簡単で済むなどの利点がある。
【０００７】
また、２周波ＣＷ方式において、受信アンテナを左／右に２分割して、左右アンテナの受信信号（左右受信信号と称することもある）の和・差電力比や左右受信信号の位相差からレーダビームに対する前方ターゲットの存在角度（方位角度）を検出する方式があり、この方式は、一般にモノパルス方式と呼ばれている。
【０００８】
このモノパルス方式により、方向検出のためのスキャン機構を必要とせずに１個のワイドビームによりターゲットの存在角度を検出でき、アンテナサイズがビーム幅に反比例することからアンテナ自体を小型化できるなど、数多くの利点を有している。
【０００９】
【特許文献１】特開平１０－５９１２０号公報
【特許文献２】特開２００２－１１１３５９号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
このように２周波ＣＷモノパルス方式ミリ波レーダは、種々の利点を有する反面、プリクラッシュ用のレーダに適用する上では次のような改善すべき点があった。
【００１１】
（１）この方式は、受信されるドプラー変調信号波形（反射波）をＦＦＴ（高速フーリエ変換）により周波数スペクトル解析を行う技術を採用すれば、各相対速度のターゲットに対応したスペクトルピークが表れるため、前方にターゲットが複数存在する場合であってもターゲットを分離できるが、相対速度が完全に等しい２個以上のターゲットが前方に存在する場合には、一つのスペクトルとして認識してしまうことになるため、これらを分離することができない。

【００１２】
（２）原理的には、完全に相対速度の等しい２個のターゲットをミリ波レーダによって同時に捕捉した場合、両ターゲットの車両進行方向を基準にして左右方向（横方向）の位置は、その両ターゲットからの反射電力の強さ（反射強度）の比で決まる位置（ここでは、この位置を反射重心位置あるいは反射中心位置と称することもある）にターゲットがあるように検知される。
【００１３】
そのため、例えば、レーダ装置を搭載した車両の走行車線（自車線）に対し、その左右の車線に車両が横方向に並んで前方停止しており、ミリ波レーダがそれらの車両を同時に捉えた場合、左右の車両が自車線に横たわる一つの塊となって捕らえられたり、自車線上に停止車両が存在するかのように捉えられたりする場合があり得る。このため、例えば左右の車線に車両が停止している間をすり抜けるような場合や、前方に車両が通行可能な空間があり、運転者の簡単なハンドル操作で安全に通過できるような場合にも非常ブレーキが動作する可能性がある。
【課題を解決するための手段】
【００１４】
レーダ装置において、物体による反射波を受信するための第１，第２，第３の３つの受信アンテナとを備え、上記第２の受信アンテナの左右方向の幅を、前記第１及び第３の受信アンテナの左右方向の幅よりも小さくする。
【００１５】
または、上記第１の受信アンテナの受信ビームと上記第２の受信アンテナの受信ビームとのオーバーラップする範囲が所定以上であり、かつ、上記第２の受信アンテナの受信ビームと上記第３の受信アンテナの受信ビームとのオーバーラップする範囲が所定以上となるように構成する。
【発明の効果】
【００１６】
自車両に対して略同一の相対速度及び距離を持つターゲットが複数ある場合に、これらを別々に検知できる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１７】
以下、本発明を各実施の形態に従って説明する。
【００１８】
図１から図１４を用いて、本発明の第１の実施の形態について説明する。
【００１９】
図１は、レーダ装置１のアンテナ部の構成の一実施例を示す図である。図１の構成において、レーダ装置１は光や電波を照射して物体を検知し、その物体の速度や距離や角度を検出する。レーダ装置１は、送信アンテナ２と、少なくとも３個の受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃとを備える。
【００２０】
送信アンテナ２から照射された光や電波は、主に送信アンテナ２の形状により決定される角度で広がりながら大気中を伝播するが、その強度は概ねアンテナからの距離に応じて減衰するため、送信アンテナからある程度以上離れた位置では有意な信号を伝達することが出来なくなる。送信アンテナ２から照射された光や電波が所定以上の強度を保って到達する範囲を以下送信ビームと称する。送信ビームの形状及び大きさは送信アンテナの形状及び出力により決定される。また送信アンテナと同様に、受信アンテナにも信号を受信できる範囲があり、この範囲を受信ビームと称する。受信ビームの形状も受信アンテナの形状及び出力により決定される。
【００２１】
本実施例の受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃは、図１に示すような受信ビーム形状となるように構成する。すなわち、受信アンテナ３ａは、受信ビーム３Ａのようなビーム形状で

運転者から見て左側の電波を受信し、受信アンテナ３ｂは、受信ビーム３Ｂのようなビーム形状で中心部の広範囲を受信し、受信アンテナ３ｃは、受信ビーム３Ｃのようなビーム形状で運転者から見て右側の電波を受信する。

【００２２】

レーダ装置１の構造を図２に示す。レーダ装置１は、送信アンテナ２と受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃより構成されるアンテナ部１ａ，発信器４，変調器５，ミキサ６，アナログ回路７，Ａ／Ｄコンバータ８，ＦＦＴ処理部９，信号処理部１０，ハイブリッド回路１１を備える。

【００２３】

ここで、発信器４は変調器５からの変調信号に基づいてミリ波帯の高周波信号を出力し、この高周波信号が送信信号として送信アンテナ２より放射される。放射された送信信号は照射している領域内の物体に反射し、受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃで受信される。

【００２４】

ここで、まずハイブリッド回路１１は、受信アンテナ３ａの受信信号と受信アンテナ３ｂの受信信号とを加算及び減算して和信号(ＳumＡＢ)と差信号（ＤiffＡＢ）を生成する。同様にハイブリッド回路１１は受信アンテナ３ｂの受信信号と受信アンテナ３ｃの受信信号とを加算及び減算して和信号(ＳumＢＣ）と差信号（ＤiffＢＣ）を生成する。

【００２５】

続いてミキサ６は、上記の和信号及び差信号と各受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃで受信された信号とを周波数変換する。このミキサ６には発信器４から送信信号も供給されており、送信信号と受信信号とのミキシングによって発生する低周波信号がアナログ回路７へ出力される。この低周波信号には、物体の存在に由来する送信信号の周波数と受信信号の周波数との差異が反映される（ドップラーシフト）。アナログ回路７は入力された信号を増幅してＡ／Ｄコンバータ８へ出力する。Ａ／Ｄコンバータ８は入力された信号をディジタル信号に変換し、ＦＦＴ処理部９に供給する。ＦＦＴ処理部９では、高速フーリエ変換（ＦＦＴ：Fast Fourier Transform）により信号の周波数スペクトラムを振幅と位相の情報として計測し信号処理部１０へ送る。信号処理部１０では、ＦＦＴ処理部９で得た周波数領域でのデータより、距離，相対速度が算出され、距離計測値，相対速度計測値として出力される。

【００２６】

以下、本発明の信号処理の詳細について、２周波ＣＷ(Continuous Wave) 方式を用いた場合の実施例を図３から図５を用いて説明する。ここで２周波ＣＷ(Continuous Wave) 方式とは、検出対象物とレーダ装置との相対速度に起因する送信信号と受信信号の周波数差（ドップラーシフト）を利用して物体の相対速度を計測する方式において、送信信号の周波数が単一ではなく、２つの周波数を所定の時間間隔で交互に切り替える方式をいう。

【００２７】

同じ相対速度を有する対象物であっても、送信信号の周波数が異なる場合には、レーダ装置からの距離によって位相のずれ方が異なる。２周波ＣＷ方式はこの性質を利用する方式であり、送信信号の周波数を切り替え、それぞれの周波数における受信信号の位相情報から物体までの距離を計測する方式である。

【００２８】

２周波ＣＷ方式のレーダ装置では、発信器４へ変調信号を入力し、図４(ａ)に示すように２つの周波数ｆ１，ｆ２を時間的に切り替えながら送信する。例えば、図３のような位置に車両１２ｂが存在する場合、送信アンテナ２から送信された電波は前方の車両１２ｂで反射され、反射信号を受信アンテナ３ｂと受信アンテナ３ｃで受信する。このとき車両１２ｂは受信アンテナ３ａの受信ビームから外れているので、受信アンテナ３ａは車両１２ｂによる反射信号を受信しない。続いて、受信アンテナ３ｂ，３ｃで受信した受信信号と発信器４の信号をミキサ６で掛け合わせ、それらのビート信号を得る。直接ベースバンドに変換するホモダイン方式の場合、ミキサ６からの出力のビート信号がすなわちドップラー周波数となり、次式で算出される。

【００２９】
【数１】

$$f_d = \frac{2 \cdot f_c}{c} R'$$

【００３０】
ここで、ｆｃは搬送波周波数であり、Ｒ′は相対速度、ｃは光速である。受信側では、それぞれの送信周波数における受信信号を、アナログ回路部７で分離復調し、それぞれの送信周波数に対する受信信号をＡ／Ｄコンバータ８でＡ／Ｄ変換する。Ａ／Ｄ変換で得られたディジタルのサンプルデータをＦＦＴ処理部９で高速フーリエ変換処理し、受信されたビート信号の全周波数帯域での周波数スペクトラムを得る。ＦＦＴ処理の結果得られたピーク信号に対し、２周波ＣＷ方式の原理に基づいて、図４（ｂ）に示すような送信周波数ｆ１と送信周波数ｆ２のそれぞれに対するピーク信号のパワースペクトルを計測し、２つのパワースペクトルの位相差φから距離(range）を次式で算出する。
【００３１】
【数２】

$$range = \frac{c \cdot \phi}{4\pi \cdot \Delta f}$$

$$\Delta f = f2 \cdot f1$$

【００３２】
以上により、ターゲットの相対速度だけでなく、ターゲットとの距離を算出することが出来る。
【００３３】
続いて、ターゲットとの相対速度，距離に加え、ターゲットが存在する方位角度を計測する方法の一例を図３を用いて説明する。
【００３４】
図３はレーダ装置を車両に搭載した状態を、車両の上側からみた模式図である。図３に示すように、受信アンテナ３ａの受信ビーム３Ａの中心線を受信アンテナ３ｂの受信ビーム３Ｂの中心線に対して左側にオフセットし、受信アンテナ３ｃの受信ビーム３Ｃの中心線を受信アンテナ３ｂの受信ビーム３Ｂの中心線に対して右側にオフセットするように受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃを設定する。
【００３５】
図３において受信ビーム３Ａは、左前方を角度θ１でカバーするような範囲であり、具体的にはθ１は５０°以上が望ましい。
【００３６】
同様に、受信ビーム３Ｃは、右前方を角度θ２でカバーするような範囲であり、具体的にはθ２は５０°以上が望ましい。なお受信ビーム３Ｂは、θ１及びθ２よりも広角度θでカバーするような範囲であり、具体的にはθは１００°以上が望ましい。
【００３７】
ここで受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃは、受信ビーム３Ａと受信ビーム３Ｂとが所定の角度Ｘａオーバーラップし、受信ビーム３Ｂと受信ビーム３Ｃとが所定の角度Ｘｂオーバーラップするように設定する。具体的にはＸａ及びＸｂは５０％以上が望ましい。
【００３８】
このように２つの受信アンテナの受信ビームをオーバーラップさせた範囲では、２つの受信アンテナによる受信信号の差異から、ターゲットの方位角度を求めることが可能となる。
【００３９】
また、本実施例の受信ビーム形状によれば、オーバーラップさせる領域を左右に分けた

ので、車両１２ａと車両１２ｂを別々に検知することができる。すなわち、車両１２ａは、受信アンテナ３ａ及び３ｂに検知されるが受信アンテナｃには検知されず、車両１２ｂは受信アンテナ３ｂ及び３ｃに検知されるが受信アンテナａには検知されないので、車両１２ａと車両１２ｂが自車両に対して略同一の相対速度及び距離を持つ場合でも、別々に検知することが可能となり、従来のレーダ装置のように車両１２ａと１２ｂを一つの塊として検知したり、方位角度を誤検知したりすることを抑制できる。図３は、θ＝１００°程度，θ１＝θ２＝６０°程度とした場合の受信ビーム形状の例を図示している。

【００４０】

図５は、上記受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃの受信電力パターンをそれぞれ示している。上記各受信ビームの範囲は、図５における受信パターンが、角度方向に関して所定値ＸｌまたはＸ２以上オーバーラップするようなアンテナの構成によって実現できる。

【００４１】

図５は、受信パターン３ＸａとＸｃが満たす方位角度が、受信パターン３Ｘｂの５０％とそれぞれオーバーラップするようにＸ１およびＸ２を設定している例である。このとき、受信パターン３Ｘａと受信パターン３Ｘｃについては、オーバーラップＸ３は小さい方が望ましく、オーバーラップしているＸ３に対する受信電力Ｙが、例えば２０ｄＢ以下になるような受信パターンとすることが望ましい。

【００４２】

上記ハイブリッド回路１１で生成された、受信アンテナ３ａと受信アンテナ３ｂで受信した信号の和信号（ＳｕｍＡＢ）と差信号（Ｄｉｆｆ ＡＢ）、および受信アンテナ３ｂと受信アンテナ３ｃで受信した信号の和信号（ＳｕｍＢＣ）と差信号（Ｄｉｆｆ ＢＣ）を用いて物体１２ｂの方位角θを特定する方法について図６を用いて説明する。

【００４３】

図６は、レーダ中心よりも右側の範囲における受信信号の和信号（ＳｕｍＢＣ）と差信号（ＤｉｆｆＢＣ）のパターンを示している。ここで和信号と差信号のパターンは図６に示すように一定であるので、ターゲットが車両１２ｂのようにアンテナの取り付け位置から見て右側に存在するときは、受信アンテナ３ｂと受信アンテナ３ｃに入力された信号の和信号（ＳｕｍＢＣ）と差信号（Ｄｉｆｆ ＢＣ）を算出し、受信信号の電力の比率から方位角θを特定する。同様にターゲットが車両１２ａのようにレーダ取り付け位置から見て左側に存在する物体を検知する場合も、受信アンテナ３ａと受信アンテナ３ｂに入力された信号の和信号（ＳｕｍＡＢ）と差信号（Ｄｉｆｆ ＡＢ）を算出し、受信信号の電力の比率から方位角θを検出する。

【００４４】

以上のように、１つのレーダ装置で広範囲を検知可能であり、検知物体の距離と相対速度のみではなく、角度も検出できるので、物体の検出精度が向上する。また、本実施例によると、左右を別々に検出するため、自車の前方に車両が左右１台ずつ静止しているようなシーンにおいて、両方の車両の位置を分離検出することが可能となる。また本実施例によれば、先述したスキャン式レーダのような可動部が不要となるので、装置をさらに小型化することができる。

【００４５】

さらに、上記のようなレーダ装置を用いることにより、車間距離制御や衝突軽減制御の質を向上することができる。

【００４６】

例えば、図７（ａ）に示すように、自車両が交差点の手前で直進レーンを走行しており、左右の車線（右折レーン及び左折レーン）に車両が停止しているような場合に、従来のレーダ装置を用いた場合は、図７（ｂ）のように左右の車両が一体となって検知され、自車両に障害物があるように検知される。このため、車間距離制御であれば車両は減速し、衝突軽減制御であれば非常ブレーキやシートベルトの巻き取り機構が動作してしまう。また図７（ａ）のような道路状況では、運転者は車間距離制御や衝突軽減制御が動作しないと考えることが通常であり、そのまま通り抜けられると判断するため、車両に制動力が発

生することは予想していない。よって図７（ａ）に示す状況において、車間距離制御や衝突軽減制御が動作すれば、運転者に不快感を与えるばかりでなく危険な場合もある。

【００４７】

これに対し本発明のレーダ装置によれば、左右の車線（右折レーン及び左折レーン）に存在する車両は図７（ｃ）に示すように検知される為、車間距離制御による減速や衝突軽減制御の作動を防止し、左右の車両の間をすり抜けることが可能となる。このとき、自車速が所定の速度より大きい場合には所定の速度まで減速してすり抜けるような制御をすることも可能である。よって、本発明のレーダ装置を用いることにより、運転者の期待に合致した走行制御が実現できる。

【００４８】

尚、図３ではθ＝１００°程度，θ１＝θ２＝６０°程度としたが、図８のように、θ＝１００°程度に対し、θ１やθ２を９０°程度とさらに大きくしてもよい。これによって、車両の前方において１台のレーダで検知できるエリアをさらに拡大することができ、割り込みや出会い頭の衝突軽減を行う際の検知手段としてより好適なレーダ装置となる。この場合、図８中の斜線部のように二つの受信ビームがオーバーラップする部分では、上記方法による角度検出機能を伴い、それ以外の受信ビームａまたはｃの部分に関しては、ターゲットの距離及び相対速度を算出する。

【００４９】

次に、本発明に係るレーダ装置のアンテナ部とレドーム１３の実施例を説明する。

【００５０】

図９はアンテナ部の構造をアンテナの送受信面に対して横方向から見た図である。レーダ装置を車両に取り付ける際には、図９に示す側が上側となり、アンテナの送受信面が車両の前方を向くように取り付ける。

【００５１】

図９（ａ）は送受信アンテナに平面アンテナを採用した実施例である。１つの送信アンテナ２と３つの受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃを保持部材１４に水平に配置し、受信アンテナ３ａ，３ｃの受信ビームが受信アンテナ３ｂの受信ビームに対してそれぞれ左側，右側にオフセットした指向を有するように設定する。ここで、送信ビーム及び受信ビームの幅はアンテナの左右方向の幅に略反比例するので、例えば図３に示すような受信ビーム形状を実現するためには、受信アンテナ３ａ及び３ｃの左右方向の幅は、受信アンテナの左右方向の幅に比べて広くする必要がある。また、受信ビームを右側または左側にオフセットする手段としては、後述するように受信アンテナの保持部材１４をそれぞれ左右に傾斜させる構成でも良いが、図１０（ａ）に示すように、各受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃを複数の小アンテナのアレイとして構成し、形成したい受信ビームの形状に応じて各小アンテナの受信電力を異ならせる構成でも良い。

【００５２】

例えば、図１０（ｂ）に示すように、受信アンテナ３ｃ上の全ての小アンテナの受信電力を同等とすれば、左右にオフセットのない受信ビームを形成することが出来る。これに対し、例えば図１０（ｃ）に示すように、受信アンテナ３ｃの小アンテナ群のうち、少なくとも右端の列３１ａの受信電力を他の小アンテナに比べて低く設定すれば、受信ビーム３Ｃを運転者からみて右側にオフセットさせることが出来る。

【００５３】

また、この実施例では送信アンテナ２を右側に、受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃを左側に配置しているが、送信アンテナ２を左側、受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃを右側に配置しても良い。

【００５４】

また、送信アンテナ２から送信した電波がレドーム１３によって反射されて受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃに受信されると電波干渉を生じる。この電波干渉を防ぐために、レドーム１３は曲率を持つ形状とし、電波干渉の起こりうる箇所には電波吸収体を備えることが望ましい。電波干渉の起こりうる場所とは、例えば送信アンテナと受信アンテナの間

１４ａや、レドーム１３と保持部材１４との取付部１４ｂの付近を意味する。上記以外の箇所でも電波干渉は発生し得るが、上記箇所では特に電波干渉が発生しやすいので、この部分に電波吸収体を備えることで電波干渉の発生を抑制することが出来る。

【００５５】

また、レドーム１３の曲率は、送信アンテナ２から照射される電波が、できるだけ入射点におけるレドームの接平面に直角に入射するように定めることが望ましい。

【００５６】

レドーム１３に対して電波が直角に入射する場合には、電波の波長に併せてレドーム１３の厚みと材質を適切に選定することにより、レドーム１３で反射される電波の強度を低下させることが可能であるが、電波がレドーム１３に対して斜めに入射する場合は、レドーム１３の厚みや材質によって反射波の強度を十分に低下させることは困難である。

【００５７】

そこで、図９（ａ）に示すようにレドーム１３を曲率を有する形状とすることで、送信アンテナ２から照射される電波が直角に近い角度で入射するようにすることが可能となり、電波干渉を低減することができる。なお図９（ａ）ではレドーム左右方向の曲率しか描かれていないが、上下方向に対しても同様に曲率を持たせた構造とすることが、電波干渉の低減に対して有効である。

【００５８】

図９（ｂ）は、保持部材１４が３つの面を持つような構造にした実施例である。この場合、送信アンテナ２と受信アンテナ３ｂを中央の面１４ｂに配置し、受信アンテナ３ａを左側の面１４ａ，受信アンテナ３ｃを右側の面１４ｃに配置することで、図３に示すような受信ビーム３Ａ，３Ｂ，３Ｃの形状を実現できる。

【００５９】

図９（ｃ）は、ホーンアンテナを用いた場合で、それぞれ左方向と中央と右方向を向くように設置している。このアンテナを用いると、構造が簡単であり、造りやすく、また、各アンテナ間における電波干渉も防ぎやすい。

【００６０】

図１１は、保持部材１４における送信アンテナ２と３つの受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃの配置を示す図であり、レーダ装置を車両に取り付けた状態において車両の正面から見た図である。

【００６１】

図１１（ａ）は、図９（ａ）のような平面アンテナを用いた場合に、送信アンテナ２と受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃを並列に配置した例である。

【００６２】

図１１（ｂ）は、図９（ａ）または図９（ｂ）に示すようなアンテナ部の構造の場合に、送信アンテナ２と受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃを縦列に配置する例である。この構成によれば、３つの受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃが隣接して並んでいるため、ハイブリッド回路１１への接続を考慮した場合に配線の効率が良い。また、送信アンテナ２の送信ビームの中心線と中央の受信アンテナ３ｂの受信ビーム３Ｂの中心線とが略一致し、オフセットを考慮する必要がなくなるので、演算処理が簡略化できる。

【００６３】

図１１（ｃ）は、送信アンテナ２と中央の受信アンテナ３ｂとを並列して配置し、その両側に受信アンテナ３ａおよび３ｃを配置する例である。ここで送信アンテナ２と受信アンテナ３ｂは、いずれも受信アンテナ３ａ，３ｃよりも角度の広い送信ビーム又は受信ビームを要求されるが、既に述べたようにアンテナの左右方向の幅とアンテナのビームの角度とは概ね反比例するため、通常の場合、送信アンテナ２及び受信アンテナ３ｂの左右方向の幅は、受信アンテナ３ａ，３ｃの左右方向の幅よりも狭くなる。よって図１１（ｃ）のように幅の狭い送信アンテナ２と受信アンテナ３ｂを並べて中央に配置することで、アンテナ全体を小型化することができる。

【００６４】

次に、本実施例におけるレーダ装置で、検知物体の相対速度，距離，角度を検出する処理について、図１２に示すフローチャートおよび図１３を用いて説明する。まず、３つの受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃで受信した各信号について、ステップ１５においてＦＦＴ処理をおこなう。図１３は、１つの受信アンテナで受信した信号に対してＦＦＴ処理をおこなった結果を表している。ステップ１６において、各ＦＦＴ信号に対してピーク信号を検出する。ピーク信号とは、図１３において、受信電力の値がある閾値（ノイズレベル）を超えたものである。３つのアンテナそれぞれより検出したピーク信号に対して、それぞれのドップラ周波数ｆｐの値を比較し、アンテナ３ａで受信した信号とアンテナ３ｂで受信した信号のドップラ周波数が一致した場合(すなわちｆｐの差が所定以内となった場合)はステップ１７に進む。この場合、二つの受信アンテナ（３ａ，３ｂ）で同じターゲットに対する受信信号が得られるので、ステップ１７において和信号と差信号を計算し、ステップ１８において角度検出をおこなう。またステップ１９において相対速度と距離の算出をおこなう。同様に、ステップ１６において、受信アンテナ３ｂで受信した信号と受信アンテナ３ｃで受信した信号のドップラ周波数が一致した場合、ステップ２０に進む。この場合も、二つのアンテナ（３ｂ，３ｃ）で同じターゲットに対する受信信号が得られるので、ステップ２０において和信号と差信号を計算し、ステップ２１において角度検出をおこなう。また、ステップ２２において、相対速度と距離の算出をおこなう。ステップ１６において、受信信号のピークが、受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃのいずれか一つでしか得られなかった場合は、図１においてアンテナビームが重ならない部分でターゲットが検知された場合であるからステップ２３に進む。ステップ２３では相対速度と距離の算出を行い、方位角度の算出は行わない。このとき方位角度の出力値として、角度検出不能であることを意味する所定値を出力することで、故障等による角度検出不能ではなく、ターゲットの位置に起因する角度検出不能であることを、レーダ装置の出力を利用する制御装置に対して伝えることができる。ここで角度検出不能を意味する特殊値は、例えば１００[deg] などのように、受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃの取り付け形状から通常は出力されることのない角度とする。

【００６５】

以上より、まず始めに各受信アンテナでの受信信号を計測することで、左右のどちらにターゲットがあるかを検出することができる。ここで前述の例のようにθ＝１００°程度，θ１＝θ２＝６０°程度の受信アンテナを用いた場合には、ターゲットは必ずアンテナ３ｂで検知されることになり、どのような場合にも角度検出が可能である。この例のように全ての検知エリアに対して距離および角度を検出する際には、少なくとも５本の信号線が必要となる。

【００６６】

次に、本レーダ装置１の自己診断機能について、図１４を用いて説明する。図１４において、レーダ装置１は、車両内の他のユニットとの通信をおこなうために、バス２６と接続されている通信Ｉ／Ｆを二つ備えている。通信Ｉ／Ｆ２４は、レーダ装置１で検知したターゲットの情報として、距離や相対速度や角度情報を出力するためのインターフェースである。通信Ｉ／Ｆ２５は、レーダ装置１の自己診断機能の出力に用いるためのインターフェースである。

【００６７】

次に、受信アンテナの故障を検出する方法について述べる。図１２におけるステップ１５で各受信アンテナのＦＦＴ処理をおこなう際に、図１３のようにノイズレベルを計算している。

【００６８】

受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃのいずれかの受信信号において、ノイズレベルの時間変化が無くなり、かつ図１３に表すようなピークｆｐがステップ１６で得られなくなった場合、受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃのいずれかが故障し、角度検出が不可能であると判断して距離のみを検出する。このとき角度の出力として故障を意味する特殊値を出力することで、レーダ装置の出力を利用する制御装置に対し、いずれかのレーダが故障しているこ

とを伝えることが出来る。ここで故障を意味する特殊値は、例えば１００[deg]などのように、受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃの取り付け形状から通常は出力されることのない角度とする。

【００６９】

図１５から図１８を用いて、本発明の第２の実施の形態について説明する。

【００７０】

図１５は、本実施例のレーダ装置１のアンテナ部の構成と送信ビームの形状を示している。図１５において、アンテナ部は、２個の送信アンテナ２ａ，２ｂおよび３個の受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃより構成されている。送信アンテナ２ａは、送信ビーム２Ａのような形状で、運転者から見て左側に電波を送信し、送信アンテナ２ｂは、送信ビーム２Ｂのようなビーム形状で、運転者から見て右側に電波を送信する。

【００７１】

ここで、本実施例におけるレーダ装置１の構造について図１６を用いて説明する。アンテナ部は送信アンテナ２ａ，２ｂと受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃより構成されており、変調器５からの変調信号に基づく発信周波数で発信器４より発信されたミリ波帯の高周波信号が送信アンテナ２ａと２ｂより放射される。照射している領域内の物体に反射して返ってきた電波信号は、受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃで受信される。受信アンテナ３ａと受信アンテナ３ｂで受信した信号の和信号と差信号、および受信アンテナ３ｂと受信アンテナ３ｃで受信した信号の和信号と差信号をハイブリッド回路１１で生成し、それらの信号と、各受信アンテナ３ａ，３ｂ，３ｃで受信された信号がミキサ６ａ，６ｂで周波数変換される。このミキサ６ａと６ｂには、発信器４からの信号も供給されており、この信号のミキシングによって発生する低周波信号がアナログ回路７へ出力される。

【００７２】

図１５において、送信ビーム２Ａは、左側を角度θ１でカバーするような範囲であり、具体的にはθ１は５０°以上が望ましい。同様に、送信ビーム２Ｂは、右側を角度θ２でカバーするような範囲であり、具体的にはθ２は５０°以上が望ましい。

【００７３】

図１７は、上記送信アンテナ２ａ，２ｂの送信電力パターンをそれぞれ示している。上記各送信ビームの範囲を実現するためには、図１７における送信パターン２Ｘａと送信パターン２Ｘｂのオーバーラップする範囲が少ない方が望ましい。オーバーラップしている方位角度Ｘ４に対する受信電力Ｙが２０ｄＢ以下になるような送信パターンによって実現できる。

【００７４】

図１８は、検知したい車両などのターゲットが左側にあり、右側に反射の強い壁などがあるようなシーンを表している。図１８の直線のように、左側のターゲットからの反射波を受信して信号処理をおこなえば、本来、検知すべきターゲットの検知結果を得ることができる。しかし、点線のような経路で返ってきた反射波を受信すると、右側にも物体があるという検知結果となり、マルチパスという問題が発生する。そこで、本実施例のように、左右に分けて異なる周波数の送信電波を送る。例えば、中心周波数が７６.５ＧＨｚのレーダ装置においては、左右の送信電波の周波数の差が１ＧＨｚ以上となるように二種類の送信周波数を送信することにより、左と右で検知すべきターゲットを各々で検知することができ、上記マルチパスの問題を解決するために有効である。

【００７５】

また、上記送信電波を左右に分けて送信する際に、時分割で送信することにより、ミキサの数を一つ減らすことが可能となり、装置を小型で実現する際に有効である。

【図面の簡単な説明】

【００７６】

【図１】本発明にかかる送受信アンテナ及び受信ビーム形状の一例を示す図。

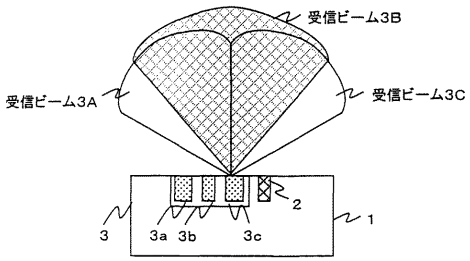
【図２】レーダ装置の構成例を示す図。

【図３】本発明の受信ビーム形状の一例を示す図。

【図４】２周波ＣＷ方式の原理を示す図。
【図５】３つの受信アンテナパターンを示す図。
【図６】モノパルス方式の角度測定の原理を示す図。
【図７】本発明にかかるレーダ装置の効果の一例を示す図。
【図８】本発明の受信ビーム形状の一例を示す図。
【図９】アンテナの構成例を示す図。
【図１０】アンテナの構成例を示す図。
【図１１】平面アンテナでの構成例を示す図。
【図１２】３つの受信アンテナで距離と相対速度と角度を算出する信号処理のフローを示す図。
【図１３】受信信号のＦＦＴ波形を示す図。
【図１４】２つの通信Ｉ／Ｆを備えたレーダ装置の構成例を示す図。
【図１５】２つの送信アンテナを備えたアンテナ構成と送信ビームの形状を示す図。
【図１６】２つの送信アンテナと３つの受信アンテナを備えたレーダ構成の一例を示す図。
【図１７】２つの送信アンテナパターンを示す図。
【図１８】マルチパスの影響の一例を示す図。
【符号の説明】
【００７７】
１…レーダ装置、２，２ａ，２ｂ…送信アンテナ、２Ａ，２Ｂ…送信ビーム、２Ｘａ，２Ｘｂ…送信パターン、３，３ａ，３ｂ，３ｃ…受信アンテナ、３Ａ，３Ｂ，３Ｃ…受信ビーム、３Ｘａ，３Ｘｂ，３Ｘｃ…受信パターン、４…発信器、５…変調器、６，６ａ，６ｂ…ミキサ、７…アナログ回路、８…Ａ／Ｄコンバータ、９…ＦＦＴ処理部、１０…信号処理部、１１…ハイブリッド回路、１２ａ，１２ｂ…車両、１３…レドーム、１４…保持部材、２４，２５…通信Ｉ／Ｆ、２６…バス、３１ｃ…小アンテナ列。

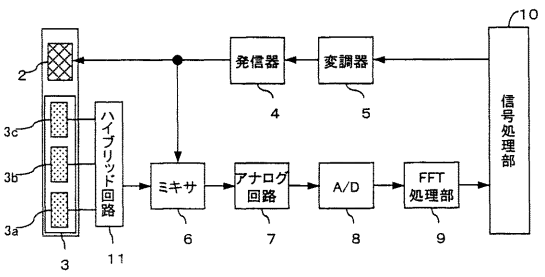
【図１】

図 1



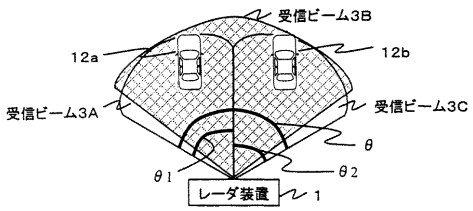
【図２】

図 2



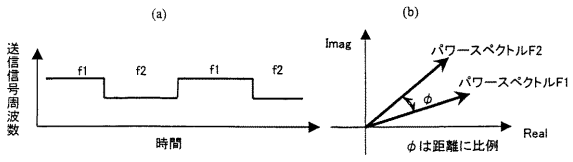
【図３】

図 3



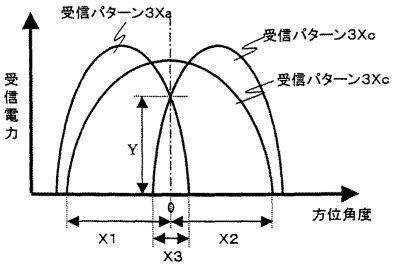
【図４】

図 4



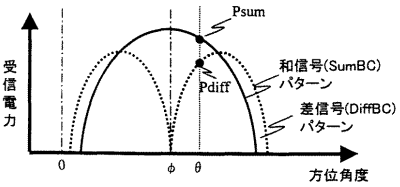
【図５】

図 5



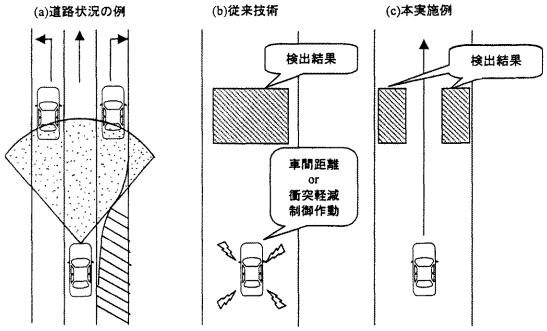
【図６】

図 6



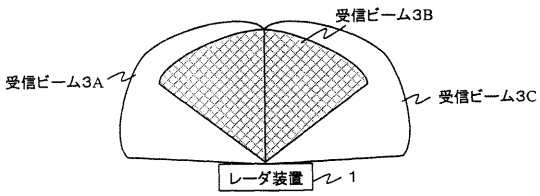
【図７】

図 7



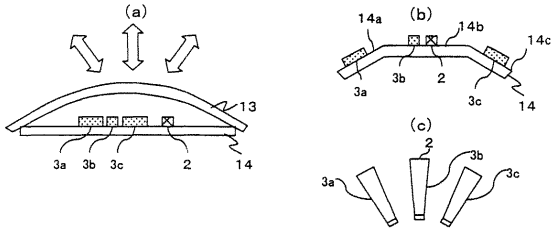
【図８】

図 8



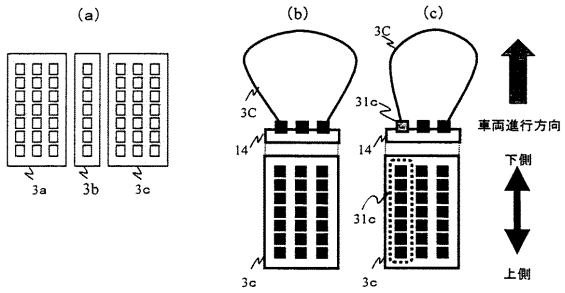
【図９】

図 9



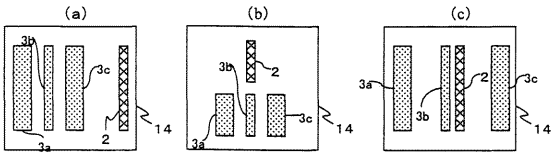
【図１０】

図 10



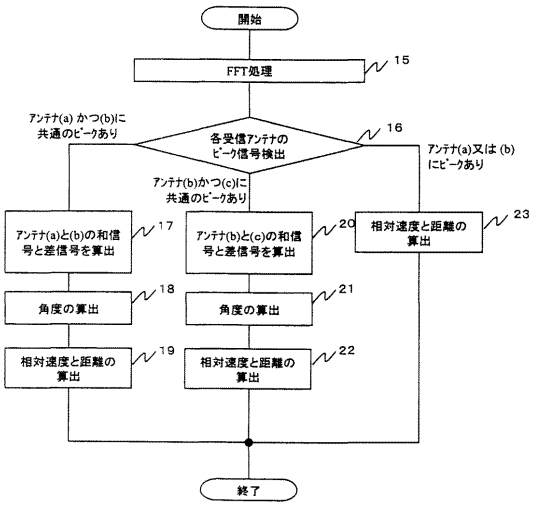
【図１１】

図 11



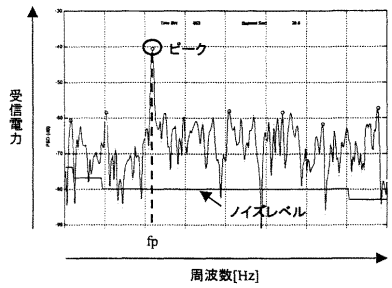
【図１２】

図 12



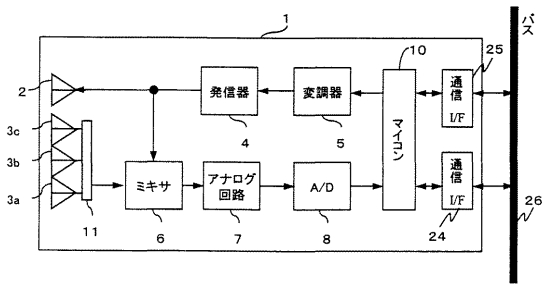
【図１３】

図 13



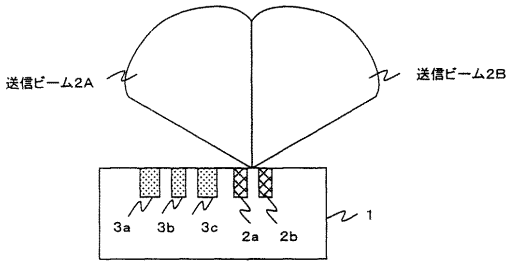
【図１４】

図 14



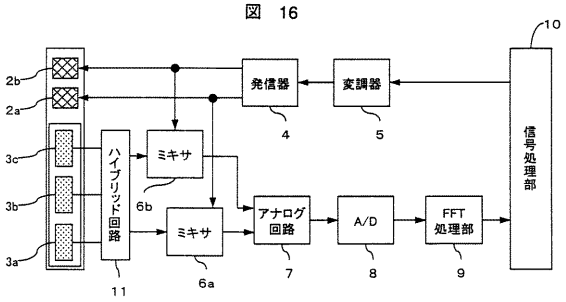
【図１５】

図 15



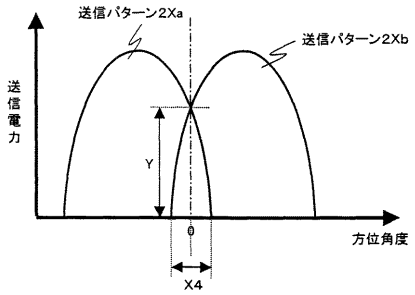
【図１６】

図 16



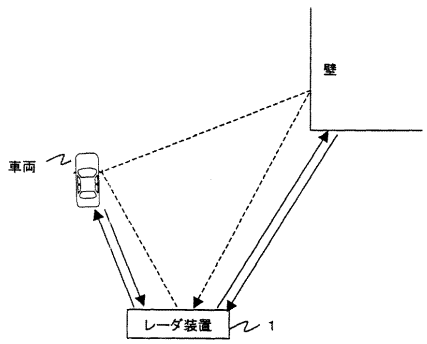
【図１７】

図 17



【図１８】

図 18



フロントページの続き

(72)発明者　倉垣　　智
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号　株式会社日立製作所日立研究所内

Ｆターム(参考) 5J070 AB17 AB24 AC01 AC02 AC13 AD07 AE01 AF03 AH35 AK22
BA01 BF07