

(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2005-181237
(P2005-181237A)

(43) 公開日 平成17年7月7日(2005.7.7)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 S 13/93	GO 1 S 13/93	5 J 0 7 0
GO 1 S 13/44	GO 1 S 13/44	5 J 0 8 4
GO 1 S 17/08	GO 1 S 17/08	
GO 1 S 17/93	GO 1 S 17/88	A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-426104 (P2003-426104)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成15年12月24日 (2003.12.24)		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	中村 和人
			茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
			株式会社日立製作所
			オートモティブシステムグループ内
		F ターム (参考)	5J070 AB15 AB24 AC02 AC06 AD02
			AD03 AD06 AD07 AE01 AF03
			AG04 AH40 AJ10 AK04 AK22
			BA01 BD01 BD06
			5J084 AA05 AB01 AC02 EA11 EA40

(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【要約】

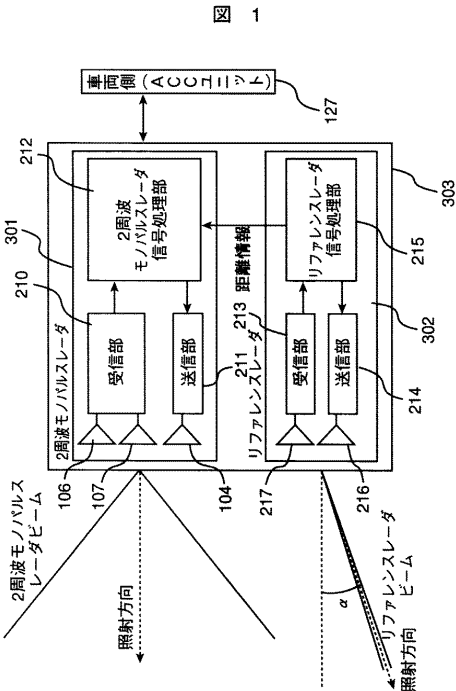
【課題】

モノパルスレーダ装置はアンテナやアンプを使用するため、温度特性や経時変化によりゲインが変化し、和信号、差信号の大きさが変化する。このため実際の和信号と差信号の比率の特性と、記憶されている特性との間にずれが生じ、ターゲットの方位角度の検知精度が低下する。

【解決手段】

従来のモノパルスレーダに、少なくとも距離検知可能な狭角ビームを持つレーダを組み合わせることにより、角度特性のずれを補正し、方位角度の検知精度低下を抑制することが出来る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前方に電波を放射する送信部と、ターゲットによる反射波を受信する 2 以上の受信アンテナとを備え、少なくともターゲットとの距離及び角度を検出するモノパルスレーダ部と、

少なくともターゲットとの距離を検出するリファレンスレーダ部とを備え、

前記リファレンスレーダ部の信号放射方向が、前記モノパルスレーダ部の電波放射方向と所定の角度を為すことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 2】

前方に電波を放射する送信部と、ターゲットによる反射波を受信する 2 以上の受信アンテナとを備え、少なくともターゲットとの距離及び角度を検出するモノパルスレーダ部と、

少なくともターゲットとの距離を検出するリファレンスレーダ部とを備え、

少なくともターゲットとの距離を検出するリファレンスレーダを、その電波放射方向が前記モノパルスレーダの電波放射方向と所定の設定角を為すように配置し、

前記モノパルスレーダが検知したターゲットの角度と前記設定角との差が所定以上である場合は、前記モノパルスレーダの角度検出結果を補正することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記モノパルスレーダ部は 2 周波 CW 方式でターゲットとの距離及び相対速度を検出することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 において、前記リファレンスレーダ部はレーザレーダであることを特徴とするレーダ装置。

【請求項 5】

請求項 1 または 2 において、前記リファレンスレーダ部は電波式レーダであることを特徴とするレーダ装置。

【請求項 6】

請求項 1 または 2 において、前記リファレンスレーダ部のビーム幅は 0.5 度以下であることを特徴とするレーダ装置。

【請求項 7】

請求項 1 または 2 において、前記モノパルスレーダの角度補正結果を記憶する記憶手段を有することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 8】

前方に電波を放射する送信部と、ターゲットによる反射波を受信する 2 以上の受信アンテナとを備え、少なくともターゲットとの距離及び角度を検出するモノパルスレーダの角度検出結果の補正方法であって、

少なくともターゲットとの距離を検出するリファレンスレーダを、その電波放射方向が前記モノパルスレーダの電波放射方向と所定の設定角を為すように配置し、

前記モノパルスレーダが検知したターゲットの角度と前記設定角との差が所定以上である場合は、前記モノパルスレーダの角度検出結果を補正することを特徴とするモノパルスレーダの角度検出結果補正方法。

【請求項 9】

請求項 8 において、

前記モノパルスレーダによって検出されたターゲットの中から、前記リファレンスレーダにより検出されたターゲットと略同一の距離を示すターゲットを選出し、該ターゲットが一つの場合に補正を行うことを特徴とするモノパルスレーダの角度検出結果補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両と先行車もしくは障害物などの物標との距離、相対速度、角度を検出するミリ波レーダ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ミリ波等の電波を用いた電波レーダは、雨、霧等が存在する悪天候でも電波のビームの減衰量が小さく、遠距離まで到達するため、航空管制、気象観測分野で広く用いられてきた。最近では、自動車の予防安全の分野において、先行車との車間距離、相対速度、角度を計測するミリ波レーダが研究開発され、商品化されつつある。その電波レーダの方式にはいくつかあるが、代表的なものの一つとしてモノパルス方式のレーダがある。

【0003】

モノパルス方式とは、ターゲット（検出対象物）で反射される電波を2つのアンテナで同時に受信し、2つの信号の位相差を検出することでターゲットの方位（角度）を検知する方式であり、機械的な可動部を有することなくターゲットの方位（角度）を検知することが出来るので、レーダの小型化、高信頼化に有効とされている（センサ・アクチュエータ／ウィーク‘99総合シンポジウム 自動車とセンサ技術、3.2方向検出方式、図4）。

【0004】

【非特許文献1】センサ・アクチュエータ／ウィーク‘99総合シンポジウム 自動車とセンサ技術

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

モノパルス方式のレーダ装置では、2つの受信信号の和（以下、和信号と称する）及び2つの受信信号の差（以下、差信号と称する）を導出し、この和信号と差信号の電力の比率を、図8に示すような予め記憶した和信号／差信号の電力比率の特性と比較して先行車の角度を検知する。

【0006】

しかしながら、レーダ装置はアンテナやアンプを使用するため、温度特性や経時変化によりゲインが変化し、和信号、差信号の大きさが変化する。例えば、出荷時に記憶した角度テーブルが図11の203であったものが、温度変化によりアンプ118のゲインが変化すると、実際の角度テーブルが202もしくは204に変化する。

【0007】

このため、実際の和信号と差信号の比率の特性と、記憶されている特性との間にずれが生じ、ターゲットの方位角度の検知精度が低下するという課題があった。

【0008】

本発明は、以上の事項を考慮してなされたものであり、ターゲット方位角度の検知精度低下を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

モノパルスレーダに、少なくとも距離検知可能なレファレンスレーダを、モノパルスレーダの電波放射方向とレファレンスレーダの信号放射方向が所定の設定角を為すように組み合わせる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、モノパルスレーダの方位角度の検知精度低下を抑制することが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0012】

10

20

30

40

50

図 1 は本発明の一実施例を示すブロック図である。まず、本実施例のレーダ装置は大きくモノパルスレーダ部 301 とリファレンスレーダ部 302 から構成される。ここでは、モノパルスレーダ部 301 が 2 周波 CW 方式のレーダである場合について説明する。

【0013】

まず、2 周波モノパルスレーダ部 301 の詳細について説明する。図 2 は 2 周波モノパルスレーダ部 301 のブロック図である。ミリ波発振器 101 は変調信号 102 を発生する変調器 103 により変調され、時分割で f_1 , f_2 ($\Delta f: f_2 - f_1$) の二つの周波数の送信信号を送信アンテナ 104 から発射する。送信信号は先行車 105 で反射して受信信号となり、二つの受信アンテナ 106, 107 で受信される。

【0014】

この時、先行車 105 と 2 周波モノパルスレーダ部 301 間に相対速度 V がある場合、ドップラ周波数 f_{d1} , f_{d2} が発生し、受信信号の周波数は $f_1 + f_{d1}$, $f_2 + f_{d2}$ となる。これらの受信信号は加算器 109 で加算され和 (SUM) 信号 110 に、また、減算器 111 で減算され差 (DIFF) 信号 112 に変換される。和信号 110 及び差信号 112 がミキサ 113, 114 を通過すると、 f_{d1} , f_{d2} のそれぞれの情報を含む、時分割した信号 (中間周波数信号 115, 116 (以下 IF 信号とする)) となる。

【0015】

和信号と差信号の IF 信号 115, 116 はアンプ 117, 118 により増幅された後、変調信号 102 に同期したスイッチ 119, 120 により和信号, 差信号毎に、それぞれ二つの LPF (ローパスフィルタ) 121, 122 の方向に分配される。

【0016】

図 3 に変調信号 102 と IF 信号 115, 116 の関係を示す。LPF 121, 122 を通過した IF 信号は、通過する前の時分割した IF 信号 115, 116 の包絡線からなる二つの信号となる。この信号が変調周波数 f_1 , f_2 に対するドップラ信号である。このドップラ信号を ADC (A/D 変換器) 123, 124 によって離散値化し、DSP (Digital Signal Processor) 125 で FFT (Fast Fourier Transform) 解析処理すると、ドップラ周波数 f_{d1} , f_{d2} と二つのアンテナによる受信信号の位相差 $\phi_1 - \phi_2$ が求まる。

【0017】

ここで、先行車 105 との相対速度 V は次式より求めることが出来る。

【0018】

【数 1】

$$V = \frac{C \cdot f_{d1}}{2 \cdot f_1} \quad \dots (1)$$

【0019】

または

【0020】

【数 2】

$$V = \frac{C \cdot f_{d2}}{2 \cdot f_2} \quad \dots (2)$$

ここで、 C : 電波伝播速度である。

【0021】

いま、 $f_{d1} \ll f_1$, $f_{d2} \ll f_2$, $\Delta f \ll f_1$ の場合、 f_{d1} , f_{d2} となるため、

【0022】

10

20

30

40

【数 3】

$$V \cong \frac{C \cdot f_{d1}}{2 \cdot f_0} \quad \dots (3)$$

ここで、 $f_0 = (f_1 + f_2) / 2$ である。

【0023】

また、車間距離 R は次式により表すことが出来る。

【0024】

【数 4】

$$R = \frac{C \cdot (\phi_1 - \phi_2)}{4\pi \cdot \Delta f} \quad \dots (4)$$

【0025】

ここで、図 4 に示すように、自車両 201 とその前方に先行車 105 があり、それぞれの走行速度が V_1 、 V_2 ($V_1 > V_2$) である時、相対速度は $(V_1 - V_2)$ となる。この時、相対速度に対するドップラ信号周波数を f_{d1} 、 f_{d2} とした場合に、その信号を FFT 解析した結果を図 5 に示す。

【0026】

ここで、 f_{d1} 、 f_{d2} とすると、図 5 に示すようにドップラ周波数 f_{d1} に対応した周波数軸にスペクトルが現れる。この周波数情報と位相情報から、先行車両の相対速度 ($V_1 - V_2$)、及び距離 D を求めることが出来る。そして、求めた相対速度や距離はシステム制御マイコン 126 により、車両側上位システム 127 に出力される。

【0027】

次に、角度検知方式について説明する。図 6 は二つの受信アンテナ 106、107 に正面方向から受信信号が入力する場合を示している。ターゲットがレーダの正面にある図 6 の場合、各受信アンテナに入力される信号は同位相であるため、加算することにより和信号は振幅が元の 2 倍になり、減算することにより差信号は振幅が 0 となることがわかる。

【0028】

これに対し、図 7 は二つの受信アンテナにある角度から受信信号が入力する場合を示している。ターゲットがレーダに対してある角度を持つ図 7 の場合、各受信アンテナの信号は逆位相であるため、加算することにより和信号は振幅が 0 になり、減算することにより差信号は振幅が元の 2 倍になることがわかる。このように、二つの受信アンテナ 106、107 で受信する信号はターゲットから反射してくる信号の入力角度により位相差 γ が生じ、和信号と差信号の電力は、受信信号の入力する角度に対して図 8 に示すような特性を示す。この特性から、DSP 125 における和信号及び差信号の FFT 解析結果からターゲットの方位角度を検知することができる。

【0029】

例えば、正面にあるターゲットからの受信信号により得られた和信号、差信号の FFT 解析結果を図 9 に示す。図 9 では和信号は電力が大きく、差信号は電力が小さくなっている。これらの電力の比率が 0 であるとき、図 8 の差／和グラフから、そのターゲットの方位角度は 0 度と判断される。

【0030】

また、正面ではない、ある角度のターゲットからの受信信号により得られた和信号、差信号の FFT 解析結果を図 10 に示す。図 10 では和信号と差信号は電力がほぼ等しくなっている。例えばこれらの電力の比率が 1 であるとき、図 8 の差／和グラフから、そのターゲットの方位角度は β 度と判断される。このように、モノパルス方式のレーダでは和信号と差信号の比率から角度を求めることができる。

10

20

30

40

50

【0031】

和信号と差信号の電力はターゲットの角度に対して、図8に示した特性をもつが、この特性はアンテナ、受信回路等のゲインによって異なる。

【0032】

例えば203の特性を示すレーダを基準とすると、このレーダよりも差信号のゲインが大きいレーダの場合、その特性は図11の点線202のようになる。これに対し、このレーダよりも差信号のゲインが小さい場合、その特性は図11の破線204のようになる。

【0033】

このように和信号及び差信号の比率の特性は、アンテナ、受信回路等のゲインによって変化するので、個体差や製造ばらつきが生じる。これらの個体差、製造ばらつきを吸収するため、この特性は各個体毎に図2に示す角度テーブル記憶部128に記憶される。 10

【0034】

この2周波モノパルス方式の信号処理は、FFT解析の結果からスペクトルを検出し、1つの先行車両に対して、対応したスペクトルが存在し、その周波数から相対速度、また、位相情報から距離、電力強度から方位角度を同時に求めることが可能であるため、複雑な信号処理を用いることなく、安定した先行車両検知が可能となる利点がある。

【0035】

図1に戻って、リファレンスレーダ部302は送信部214、送信アンテナ216、受信アンテナ217、受信部213、リファレンスレーダ信号処理部215から構成される。リファレンスレーダ部302は、電波を送受信するものでも、レーザ光を送受信するものでもどちらでも良い。ただし、電波を用いた場合は電波信号に対する気象条件等の影響が2周波モノパルスレーダ部301と同じになるので、後述する角度検出値の補正の際に、それぞれのレーダ部301および302の検出結果が同一距離であるか否かの判定が容易である（図13、S506）。一方レーザを用いた場合は電波に比べて直進性が良いので、リファレンスレーダ部302のビーム幅を狭くすることが容易である。 20

【0036】

リファレンスレーダ部302は、少なくともターゲットの距離を検知できるものとし、角度に関しては検知することができる必要はなく、簡便で安価なレーダを使用することができる。

【0037】

リファレンスレーダ部302は、その電波若しくはレーザの放射方向が2周波モノパルスレーダ部301の電波放射方向と所定の設定角 α を為すように取り付けられており、リファレンスレーダ部302の送信する電波もしくはレーザ光は、送信アンテナ216により細く（例えば0.5度に）絞られている。リファレンスレーダ部302の検知範囲の幅（ビーム幅）はより狭い方が、2周波モノパルスレーダ部の角度検知結果の補正制度が高くなる。ここでリファレンスレーダ部302の電波若しくはレーザの放射方向は、アンテナの向きを変えることで実現できる。 30

【0038】

上記によりリファレンスレーダ部302は送信アンテナ216が向けられた規定の角度 α 方向にのみ電波等（電波、レーザなど）を放射するので、図12に示すように、2周波モノパルスレーダ部301の電波放射方向に対して角度 α を為す方向に存在するターゲット401の距離Lを検知することが出来る。 40

【0039】

リファレンスレーダ部302のリファレンスレーダ信号処理部215で算出したターゲット401の距離Lは2周波モノパルスレーダ信号処理部212に転送される。

【0040】

2周波モノパルスレーダ信号処理部212は、リファレンスレーダ信号処理部215からの距離情報に基づき、図13に示すフローに従って、本実施例の特徴である角度テーブル記憶部128の角度テーブルの補正処理を行う。図13に示す補正処理のフローについて以下に説明する。 50

【0041】

まず、ステップS501において、ADCで離散値化した和信号と差信号のFFT処理を行う。次にステップS502において、FFT処理結果からターゲットのスペクトルを抽出する。続いてステップS503において距離、相対速度、及び角度を計算し、ステップS504でリファレンスレーダ部302からの距離検知情報があるかを判定する。

【0042】

ステップS504で距離検知情報がない場合はそのままステップS505に進み、検知したターゲットの情報を上位システムに出力する。ステップS504でリファレンスレーダ部302からの距離検知情報がある場合はステップS506に進む。

【0043】

ステップS506では、2周波モノパルスレーダ部の信号処理結果にリファレンスレーダ部302の検知距離と同じ距離を示すターゲットが存在するか判定する。

【0044】

ここで、そのようなターゲットが存在しない場合はステップS505に進み、検知したターゲットの情報を上位システムに出力する。ここで上記のようなターゲットが存在する場合はステップS507に進む。

【0045】

ステップS507においては、リファレンスレーダ部302と同距離のターゲット数が1個であるかを判定する。ここでターゲットが2個以上である場合は、どのターゲットがリファレンスレーダ部302の検出物と同じターゲットであるか判断できないため、補正処理は行わずにステップS505に進む。ここでターゲット1個である場合は、そのターゲットはリファレンスレーダ部302で検出しているターゲットと同じであると判断し、ステップS508に進む。

【0046】

ステップS508では、ステップS507で2周波モノパルスレーダ部301とリファレンスレーダ部302の双方で検出されていると判断されたターゲットに対し、2周波モノパルスレーダ部301において検出された角度と、リファレンスレーダ部302の設定角 α （図12参照）との差（以下、角度差と称する）が、ある規定値（例えば0.5度）より大きいか判定する。

【0047】

ここで上記の角度差が規定値より小さい場合は、2周波モノパルスレーダ部301の角度検出結果は正しいものと判断し、補正処理を行うことなくステップS505に進む。ここで上記の角度差が規定値以上である場合は、角度検出値が真値に対してずれているものと判断し、ステップS509において角度テーブル記憶部128に記録された和信号及び差信号の比率特性を補正し、ステップS510で実際に角度テーブル記憶部のデータを更新し、ステップS511で、2周波モノパルスレーダ部301の角度検出結果に対し、再計算を行う。

【0048】

なお、次の計算ステップから補正、更新後の和信号及び差信号の比率特性を用いることとしても良いが、本実施例のように、特性変化を検出したときの検知結果から補正值を用いるようにした方が、検出結果の信頼性が高くなる。

【0049】

続いて、角度テーブルの補正方法について、図14を使用して説明する。図14の実線601は角度テーブル記憶部128に記憶されている角度テーブルである。今、2周波モノパルスレーダ信号処理部212で計算された差／和がBである時、その値から算出される方位角度値は β となる。この β の真値が α である時、角度テーブルは実線601から破線602に補正される。そして、この補正した角度テーブル602をステップS510で角度テーブル記憶部128に記憶する。ステップS511では補正した角度テーブルに基づき、2周波モノパルス信号処理部は、ステップS503で算出したターゲットすべてに関して方位角度を再計算する。そして、ステップS505において、再計算した方位角度

10

20

30

40

50

と距離、相対速度情報を上位システムに出力する。

【0050】

以上のように本実施例によれば、従来の信号処理の構成に簡易な変更を追加することでターゲットの角度検知の基準となる信号を検出することができるので、モノパルス方式の角度計測結果の誤差を求め補正することができる。よってモノパルス方式のレーダ装置の角度検知精度を向上することができる。

【0051】

最後に、本発明の好適な実施形態を列挙する。

【0052】

車両前方に設置され、前方車両もしくは障害物などの物標との距離、相対速度、角度を計測するミリ波レーダ装置において、角度検知方法の異なる2種類のレーダをそなえ、その一方のレーダの角度計測結果を基準として、他方の角度計測結果を補正することの特徴とするミリ波レーダ装置。 10

【0053】

車両前方に設置され、前方車両もしくは障害物などの物標との距離、相対速度、角度を計測するミリ波レーダ装置において、角度検知方法がモノパルス方式のレーダと、角度検知方式がモノパルス方式でないレーダをそなえ、角度検知方式がモノパルス方式でないレーダの角度計測結果を基準として、モノパルス方式の角度計測結果を補正することの特徴とするミリ波レーダ装置を提供する。

【0054】

車両前方に設置され、前方車両もしくは障害物などの物標との距離、相対速度、角度を計測するミリ波レーダ装置において、角度検知方法がモノパルス方式のレーダと、設定した既知の角度方向に狭角のビームを送受信することで、該設定角度に存在する物標の距離を検知するレーダをそなえ、狭角ビームを送受信するレーダの該設定を基準として、モノパルス方式の角度計測結果を補正することの特徴とするミリ波レーダ装置。 20

【0055】

上記のようなミリ波レーダ装置は、角度補正結果を記憶する記憶手段を備えることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明のミリ波レーダ装置を表すブロック図である。
【図2】従来の方式の2周波モノパルスレーダのブロック図を表す図である。
【図3】ダイプレックスドップラ方式の変調信号とIF信号の関係を表す図である。
【図4】自車両と先行車両との位置関係図である。
【図5】ドップラ信号の周波数スペクトル図である。
【図6】レーダの正面から受信信号が入力される時の受信電波の位相状態を表す図である。 30

【図7】正面でない角度から受信信号が入力される時の受信電波の位相状態を表す図である。

【図8】モノパルス角度検知方式の和信号、差信号の特性を表す図である。 40

【図9】レーダの正面から受信信号が入力される時のドップラ信号の周波数スペクトル図である。

【図10】正面でない角度から受信信号が入力される時のドップラ信号の周波数スペクトル図である。

【図11】モノパルス角度検知方式の和信号、差信号の特性変化を表す図である。

【図12】リファレンスレーダとターゲットの関係を表す図である。

【図13】本発明の信号処理フローを表す図である。

【図14】角度テーブル補正方法を表す図である。

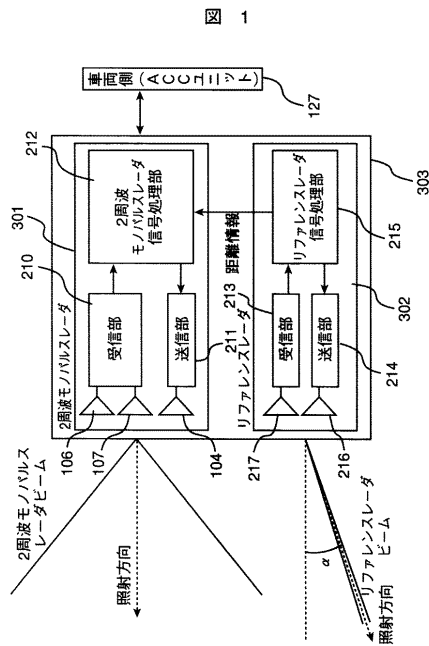
【符号の説明】

【0057】

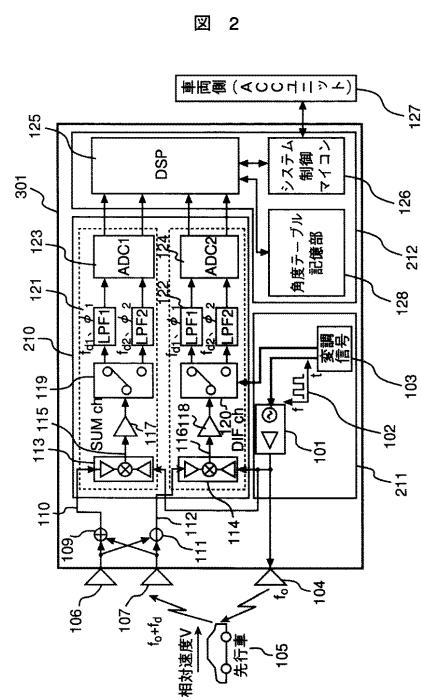
101…ミリ波発振器、102…変調信号、103…変調器、104…送信アンテナ、105…先行車、106, 107…受信アンテナ、110…和(SUM)信号、111…減算器、112…差(DIF)信号、113, 114…ミキサ、115, 116…中間周波数信号、117, 118…アンプ、119, 120…スイッチ、121, 122…LPF(ローパスフィルタ)、123, 124…A/D変換器、125…DSP(Digital Signal Processor)、126…システム制御マイコン、127…車両側上位システム、210…2周波モノパルスレーダ受信部、211…2周波モノパルスレーダ送信部、212…2周波モノパルスレーダ信号処理部、213…リファレンスレーダ受信部、214…リファレンスレーダ送信部、215…リファレンスレーダ信号処理部、216…リファレンスレーダ送信アンテナ、217…リファレンスレーダ受信アンテナ、301…2周波モノパルスレーダ部、302…リファレンスレーダ部、401…ターゲット。

10

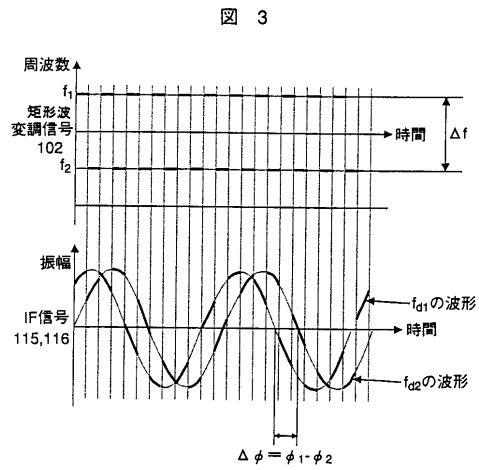
【図1】



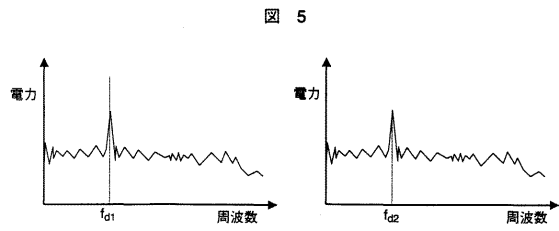
【図2】



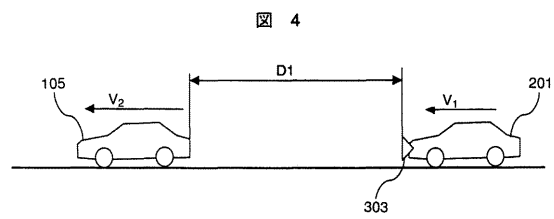
【図 3】



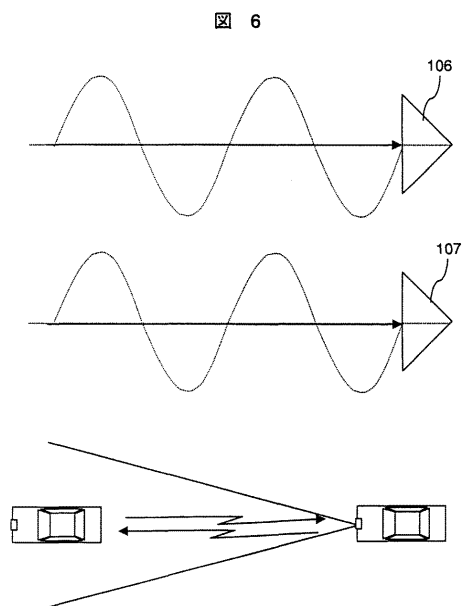
【図 5】



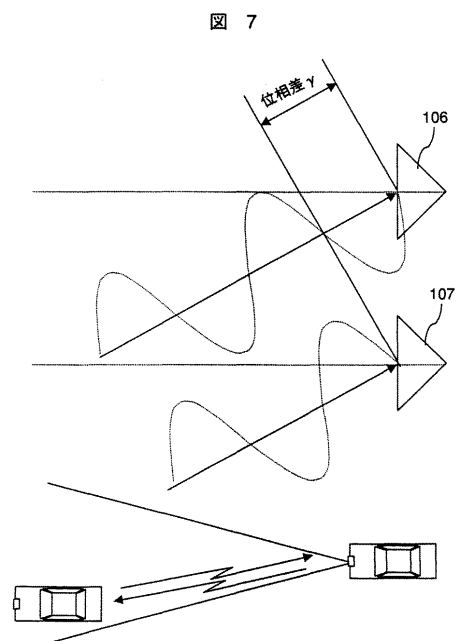
【図 4】



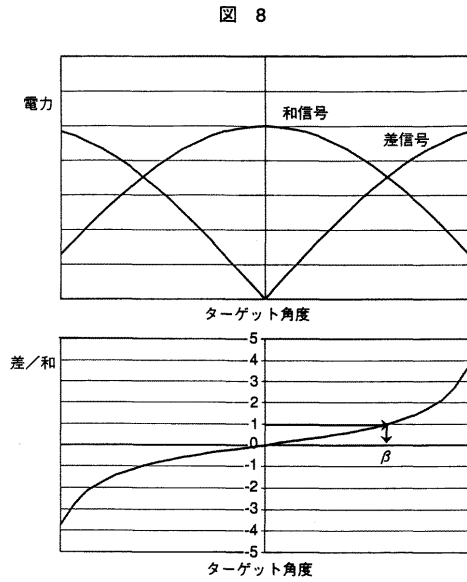
【図 6】



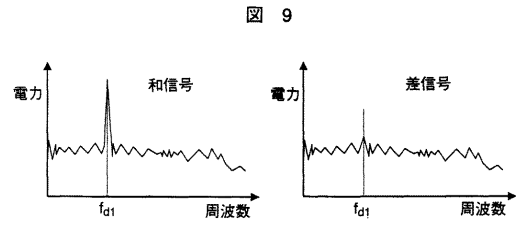
【図 7】



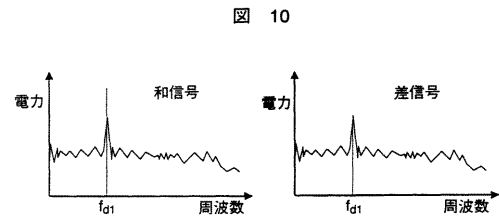
【図 8】



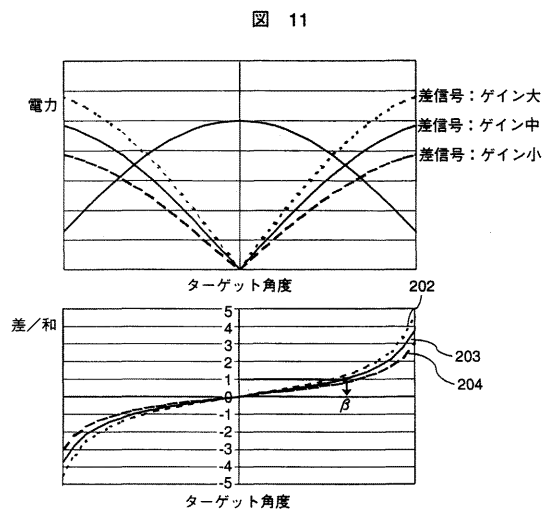
【図 9】



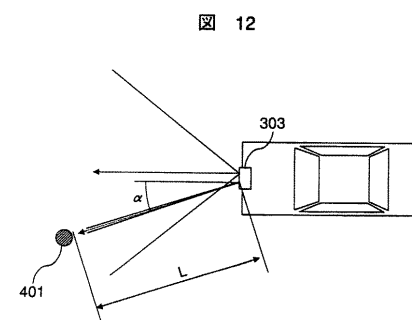
【図 10】



【図 11】

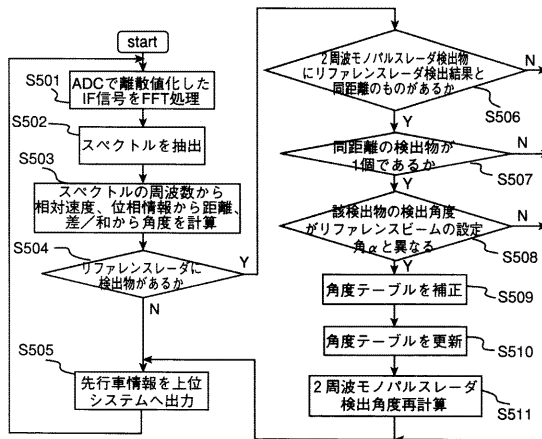


【図 12】



【図 13】

図 13



【図 14】

図 14

