

(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2007-155551

(P2007-155551A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 S 13/93 (2006.01)	GO 1 S 13/93	5 H 1 8 0
GO 1 S 13/34 (2006.01)	GO 1 S 13/34	5 J 0 7 0
GO 8 G 1/16 (2006.01)	GO 8 G 1/16	C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-352516 (P2005-352516)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成17年12月6日 (2005.12.6)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	小池 伸 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	5H180 AA01 BB04 BB06 CC12 CC14 EE02 LL04 LL06 5J070 AB19 AC02 AC06 AD02 AE01 AF03 AH14 AH34 AK35 BF01 BF16 BF21

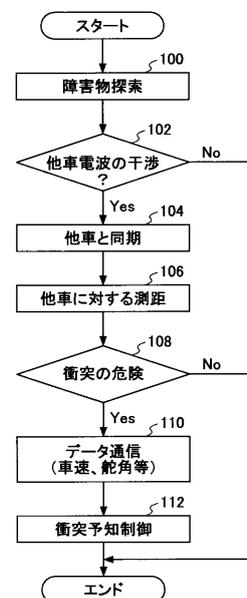
(54) 【発明の名称】 車載レーダ装置

(57) 【要約】

【課題】他車両の発する送信信号である電波との相互干渉が生ずるときにも、確実にその他車両と自車両との相対関係を検知することにある。

【解決手段】周波数変調する電波を、第1変調幅で発するレーダ領域と、その第1変調幅よりも小さい第2変調幅で発する車車間連携領域とを交互に所定時間周期で出現させて送信信号として出力させる。また、その送信信号と受信信号との周波数差を変動周波数とするビート信号を生成させる。更に、送信信号の出力状態が車車間連携領域にあるときにビート信号の変動振幅が所定の下限しきい値よりも大きい場合、自車両の送信信号と他車両の送信信号との電波干渉が生じていると判定させ、その両信号の位相差が解消されるように自車両の送信信号の送信タイミングを変更させる。そして、その送信タイミング変更がなされた後、送信信号と受信信号との位相差に基づいて自車両と他車両との相対距離を検出させる。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周波数変調する電波を、第 1 変調幅で発する第 1 領域と、該第 1 変調幅よりも小さい第 2 変調幅で発する第 2 領域とを交互に所定時間周期で出現させて送信信号として出力する送信信号出力手段と、

前記送信信号出力手段により出力された送信信号と受信信号とを比較してビート信号を生成するビート信号生成手段と、

前記送信信号出力手段による送信信号の出力状態が前記第 2 領域にあるときに前記ビート信号生成手段により生成されるビート信号の変動幅が所定のしきい値よりも大きい場合、自車両の送信信号と他車両の送信信号との干渉が生じていると判定する干渉判定手段と

10

、
前記干渉判定手段により前記干渉が生じていると判定した場合、他車両の送信信号を表す自車両での受信信号との位相差が解消されるように、自車両の送信信号の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、

前記送信タイミング変更手段により前記送信タイミングが変更された後、自車両の送信信号と他車両の送信信号を表す自車両での受信信号との位相差に基づいて、自車両と他車両との相対距離を検出する相対距離検出手段と、

を備えることを特徴とする車載レーダ装置。

【請求項 2】

前記相対距離検出手段により検出された前記相対距離に基づいて、自車両と他車両との衝突を予知する衝突予知手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載の車載レーダ装置。

20

【請求項 3】

前記送信タイミング変更手段により前記送信タイミングが変更された後、送信信号の前記第 2 領域を用いて他車両との情報通信を行う通信手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の車載レーダ装置。

【請求項 4】

前記衝突予知手段により自車両と他車両との衝突が予知された場合、前記通信手段による情報通信により取得した他車両の情報を用いて、該衝突が回避されるように或いは該衝突による衝撃が緩和されるように衝突予知制御を実行する衝突予知制御手段を備えることを特徴とする請求項 3 記載の車載レーダ装置。

30

【請求項 5】

前記第 1 領域の変調継続時間は、前記第 2 領域の変調継続時間よりも短いことを特徴とする請求項 1 記載の車載レーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車載レーダ装置に係り、特に、周波数変調された送信信号と受信信号とから得られるビート信号により対象を検知する車載レーダ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

40

従来から、ミリ波レーダを搭載し、自車両と対象との相対距離や相対速度を検知する車載レーダ装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。かかるレーダ装置においては、まず、自車両から周波数変調する電波が送信信号として送信される。送信信号の送信範囲内に対象が存在する場合には、その送信信号が対象に反射されて、その反射波が自車両に受信される。レーダ装置は、送信信号と受信信号との周波数差を変動周波数とするビート信号を生成する。そして、そのビート信号に基づいて、自車両と対象との相対距離及び相対速度を検知する。

【特許文献 1】特開 2003 - 320866 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0003】

ところで、上記のミリ波レーダを搭載する車両が複数存在し、各々がそれぞれ電波を発信する状況では、電波の相互干渉が生ずる可能性がある。かかる電波干渉が発生すると、送信信号と受信信号との比較によるビート信号に大きな周波数変動が生じ、その結果、レーダ装置としての機能が損われるおそれがある。

【0004】

そこで、かかる電波干渉の発生を回避すべく、自車両に対向する他車両の発する電波に対して偏向面が直交するように形成した送信信号を発信することが考えられる。しかしながら、このように送信信号の偏向面が直交していても、直角方向の成分が存在するため、電波の相互干渉を完全に抑えることはできない。特に、道路交差点などの多数の車両からミリ波電波が送信される領域では、すべての送信信号の偏向面が直交するとは限らず、電波の相互干渉を回避することは困難である。

10

【0005】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、他車両の発する送信信号である電波との相互干渉が生ずるときにも、確実にその他車両と自車両との相対関係を検知することが可能な車載レーダ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的は、周波数変調する電波を、第1変調幅で発する第1領域と、該第1変調幅よりも小さい第2変調幅で発する第2領域とを交互に所定時間周期で出現させて送信信号として出力する送信信号出力手段と、前記送信信号出力手段により出力された送信信号と受信信号とを比較してビート信号を生成するビート信号生成手段と、前記送信信号出力手段による送信信号の出力状態が前記第2領域にあるときに前記ビート信号生成手段により生成されるビート信号の変動幅が所定のしきい値よりも大きい場合、自車両の送信信号と他車両の送信信号との干渉が生じていると判定する干渉判定手段と、前記干渉判定手段により前記干渉が生じていると判定した場合、他車両の送信信号を表す自車両での受信信号との位相差が解消されるように、自車両の送信信号の送信タイミングを変更する送信タイミング変更手段と、前記送信タイミング変更手段により前記送信タイミングが変更された後、自車両の送信信号と他車両の送信信号を表す自車両での受信信号との位相差に基づいて、自車両と他車両との相対距離を検出する相対距離検出手段と、を備える車載レーダ装置により達成される。

20

30

【0007】

この態様の発明において、周波数変調する電波は、比較的大きな第1変調幅で発する第1領域と、比較的小さな第2変調幅で発する第2領域とを交互に所定時間周期で出現されて、送信信号として出力される。通常、周波数変調された送信信号が対象に反射されてその反射波が自車両に受信される場合は、その送信信号と受信信号との周波数差を変動周波数とするビート信号について、自車両と対象との相対距離に応じた周波数変動は生ずるが、その変動幅があまり大きくなることはない。一方、他車両から自車両と同様に周波数変調された送信信号が出力されて自車両に受信される場合は、自車両の送信信号と受信信号との比較によるビート信号について、その変動幅が大きくなることがある。そこで、本発明においては、自車両の送信信号の出力状態が上記第2領域にあるときにその送信信号と受信信号との比較によるビート信号の変動幅が所定のしきい値よりも大きい場合、自車両の送信信号と他車両の送信信号との干渉が生じていると判定される。そして、かかる判定がなされた場合、他車両の送信信号を表す自車両での受信信号との位相差が解消されるように、自車両の送信信号の送信タイミングが変更される。

40

【0008】

自車両において上記の如く送信タイミングが変更されて送信信号が送信された場合、その送信信号が他車両に受信されてその受信に対して他車両が上記の如く送信タイミングを変更して送信信号を送信する状況を考慮すると、自車両の送信信号の送信から他車両の送信信号の受信までに自車両と他車両との相対距離に応じた時間を要し、自車両の送信信号

50

と受信信号とに必ず位相差が発生する。本発明においては、送信信号の送信タイミングが変更された後、かかる位相差に基づいて自車両と他車両との相対距離が検出される。従って、本発明によれば、他車両の発する送信信号である電波との相互干渉が生ずるときにも、確実にその他車両と自車両との相対関係を検知することができる。

【0009】

この場合、前記相対距離検出手段により検出された前記相対距離に基づいて、自車両と他車両との衝突を予知する衝突予知手段を備えることとすれば、他車両の発する送信信号である電波との相互干渉が生ずるときにも、他車両との衝突予知を精度よく行うことができる。

【0010】

また、上記した車載レーダ装置において、前記送信タイミング変更手段により前記送信タイミングが変更された後、送信信号の前記第2領域を用いて他車両との情報通信を行う通信手段を備えることとすれば、自車両の車速などの各種情報を他車両に提供し、或いは、他車両の車速などの各種情報を自車両に取り入れることができる。

【0011】

この場合、前記衝突予知手段により自車両と他車両との衝突が予知された場合、前記通信手段による情報通信により取得した他車両の情報を用いて、該衝突が回避されるように或いは該衝突による衝撃が緩和されるように衝突予知制御を実行する衝突予知制御手段を備えることとすれば、他車両の発する送信信号である電波との相互干渉が生じかつその他車両との衝突が予知されるときにも、その衝突を回避し或いはその衝突による衝撃を緩和する衝突予知制御を精度よく実行することができる。

【0012】

尚、上記した車載レーダ装置において、前記第1領域の変調継続時間は、前記第2領域の変調継続時間よりも短いこととするのが好適である。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、他車両の発する送信信号である電波との相互干渉が生ずるときにも、確実にその他車両と自車両との相対関係を検知することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を用いて、本発明の具体的な実施の形態について説明する。図1は、本発明の一実施例である車載レーダ装置10を備えるシステムの構成図を示す。図1に示す如く、本実施例の車載レーダ装置10は、マイクロコンピュータを主体に構成されたレーダ用電子制御ユニット(以下、レーダECUと称す)12を備えている。レーダECU12は、処理演算を行うCPUと、制御プログラムを格納するROMと、一時的にデータを記憶するRAMと、入出力インタフェースと、を有している。

【0015】

レーダECU12には、レーダアンテナ14が接続されている。レーダアンテナ14は、例えば車両のフロントグリル付近に若しくはフロントバンパ内部に配設されており、送信信号としての電波を送信する送信用アンテナ14aと、受信信号としての電波を受信する受信用アンテナ14bと、を有している。レーダECU12は、制御部16を備えている。制御部16は、送信用アンテナ14aから送信する送信信号を制御すると共に、受信用アンテナ14bに受信された受信信号に基づく各種制御を実行する。

【0016】

レーダECU12は、送信用アンテナ14aに接続する車両前方の所定領域へ向けてミリ波帯の電波を発信するための送信回路20と、受信用アンテナ14bに接続する当該領域内の他車両や停止物などの対象物標から反射される反射波或いは他車両が発信する電波を受信するための受信回路30と、を備えている。

【0017】

送信回路20は、変調電圧発生回路22と、周波数変調回路24と、方向性結合器26

10

20

30

40

50

と、を有している。変調電圧発生回路 22 は、レーダ ECU 12 の制御部 16 からの指令信号に従って振幅が三角形状に変化する三角波を発生し、その三角波を周波数変調回路 24 へ供給する。周波数変調回路 24 は、変調電圧発生回路 22 から供給される三角波を変調信号として搬送波の周波数変調を行い、時間経過に伴って所定の変調幅 f でかつ変調周波数 f_m ($= 1/T$; T は変調電圧発生回路 22 から発せられる三角波の変動周期である。) で三角波状に変調される変調波信号を出力する。また、方向性結合器 26 は、周波数変調回路 24 から出力される変調波信号を、送信用アンテナ 14a に供給すると共に、後述のミキサ 32 に供給する。送信用アンテナ 14a は、方向性結合器 26 から供給される変調波信号を送信信号として車両前方の所定領域へ向けて送信する。

【0018】

受信回路 30 は、ミキサ 32 と、フィルタ 34 と、高速フーリエ変換処理回路 (以下、FFT 処理回路と称す) 36 と、を有している。上記した受信用アンテナ 14b は、車両前方から入力される電波を受信信号として受信する。ミキサ 32 は、受信用アンテナ 14b で受信された受信信号と方向性結合器 26 から供給される送信信号とをミキシングすることにより、両者の周波数差を変動周波数とするビート信号を生成・出力する。フィルタ 34 は、ミキサ 32 から出力されるビート信号を、送信信号の周波数が上昇する区間 (上昇区間) で生成されるビート信号と送信信号の周波数が下降する区間 (下降区間) で生成されるビート信号とに分離する。また、FFT 処理回路 36 は、上昇区間及び下降区間での各ビート信号について FFT 処理を施し、上昇区間でのビート信号の周波数についてのパワースペクトル並びに下降区間でのビート信号の周波数についてのパワースペクトルを算出する。レーダ ECU 12 の制御部 16 は、FFT 処理回路 36 の算出結果に基づいて、自車両と対象物標との相対距離及び相対速度を計算して検出する。

【0019】

本実施例のシステムは、レーダ ECU 12 の制御部 16 に通信線 38 を介して接続する、車両の走行を制御するためのブレーキ制御 ECU 40、エンジン制御 ECU 42、及び変速機制御 ECU 44、並びに、乗員を保護するためのエアバッグ制御 ECU 46 及びシートベルト制御 ECU 48 などを備えている。ブレーキ制御 ECU 40 は、車両の油圧式や電動式の制動ブレーキの作動を制御する。エンジン制御 ECU 42 は、車両の燃料噴射や点火時期などの駆動を制御する。変速機制御 ECU 44 は、車両変速機のシフト位置を制御する。エアバッグ制御 ECU 46 は、車両乗員を保護するためのエアバッグの作動を制御する。また、シートベルト制御 ECU 48 は、電動モータ等を用いてその弛みを取ることで車両乗員の適切な拘束を図ることが可能な乗員シートベルトの伸縮を制御する。

【0020】

尚、車両の走行制御は、ブレーキやエンジン、変速機に限らず、電動パワーステアリングを利用した車両舵角を制御するものであってもよい。また、乗員保護デバイスは、上記の如くエアバッグやシートベルトに限らず、衝突による衝撃を緩和すべく、衝突予知時に車両バンパを車体前方へ移動させる装置や車両シートを基準位置に戻す装置などであってもよい。

【0021】

レーダ ECU 12 の制御部 16 は、検出した自車両と対象物標との相対関係に基づいて、自車両が車両前方の対象物標に衝突する可能性が所定以上に高いか否かの判定 (衝突予知判定) を行う。尚、対象物標に対する相対速度が大きいほど衝突可能性が高く、また、対象物標に対する相対距離が短いほど衝突可能性が高いので、上記の衝突予知判定は、かかる点を考慮した相対速度と相対距離との二次元マップを参照して行うこととすればよい。また、この二次元マップは、制動ブレーキによって衝突を回避できるか否かの境界を示す曲線と、車両操舵によって衝突を回避できるか否かの境界を示す曲線とにより形成されるものであればよい。

【0022】

レーダ ECU 12 の制御部 16 は、対象物標との衝突が予知されると判定した場合、衝突が回避されるように或いは衝突による衝撃が緩和されるように衝突予知制御を実行する

10

20

30

40

50

。具体的には例えば、車両が燃料噴射を停止し、強制的な制動ブレーキを行い、或いは強制的なエンジンブレーキを行うことにより減速されるように制御信号をブレーキ制御 ECU 40、エンジン制御 ECU 42、或いは変速機制御 ECU 44 に対して供給し、また、車両乗員への保護装置が起動されるように制御信号をエアバッグ制御 ECU 46 及びシートベルト制御 ECU 48 に対して供給する。各制御 ECU 40 ~ 48 はそれぞれ、レーダ ECU 12 から衝突予知制御に伴う制御信号の供給を受けると、車両減速のため或いは車両乗員の保護のためにその衝突予知制御の機能が発揮されるような作動を実行する。

【0023】

尚、レーダ ECU 12 の制御部 16 は、検出した自車両と対象物標との相対関係に基づいて、自車両を前方の対象物標である先行車両に追従走行させる制御（車両追従制御）を実行するものであってもよい。具体的には例えば、所定の車間距離（車速に応じたものでもよい。）を保ちながら先行車両に追従するように車速を制御する制御信号をブレーキ制御 ECU 40、エンジン制御 ECU 42、或いは変速機制御 ECU 44 に対して供給するものであってもよい。この場合、各制御 ECU 40 ~ 44 はそれぞれ、レーダ ECU 12 から車両追従制御に伴う制御信号の供給を受けると、その車両追従制御の機能が発揮されるような作動を実行する。

10

【0024】

次に、本実施例の車載レーダ装置 10 の具体的な動作について説明する。

【0025】

車載レーダ装置 10 においては、送信用アンテナ 26 から車両前方の所定領域へ向けてミリ波帯の電波である送信信号が発信される。送信信号の送信領域内に先行車両や停止物などの対象物標が存在するときは、その送信信号がその対象物標に反射され、その反射波が受信アンテナ 30 に受信される。この場合には、レーダ ECU 12 において送信信号と受信信号との比較によるビート信号が生成される。レーダ ECU 12 は、生成されたビート信号について上記の如き信号処理を行うことで、自車両と対象物標との相対距離及び相対速度を検出する。

20

【0026】

従って、本実施例の車載レーダ装置 10 によれば、自車両から送信された送信信号がその送信領域内に存在する先行車両や停止物などの対象物標に反射され、かつ、その反射波が自車両に受信されるときには、自車両とその対象物標との相対距離及び相対速度を適切に検出することが可能である。

30

【0027】

ところで、自車両から送信された送信信号が対象物標に反射されかつその反射波が自車両に受信される場合は、送信信号の送信から反射波の受信までに要する時間が送信信号の変動周期 T に対して極めて短いので、図 2 に示す如く、送信信号と受信信号との周波数差を変動周波数とするビート信号について、自車両と対象との相対距離に応じた周波数変動が生じても、その変動幅があまり大きくなることはない。

【0028】

一方、本実施例の車載レーダ装置 10 を搭載する車両が道路上に複数存在し、かつ、各々の車両がそれぞれ車載レーダ装置 10 から送信信号を発信する状況では、他車両の送信信号が周囲の物体や道路に反射したり、或いは、特に図 3 に示す如く自車両に対向して走行する他車両が存在するときには直接的にその他車両の送信信号が入力されることで、電波の相互干渉が生ずる可能性がある。かかる電波干渉が発生すると、他車両から発信されて自車両に受信された受信信号の受信が自車両の送信信号の送信に対して時間的に大きくずれることがあるので、送信信号と受信信号との比較によるビート信号に比較的大きな周波数変動が生じ得る。このため、電波干渉が生じているときは、通常どおりの手法では、自車両と対象物標との相対関係を精度よく検出することが困難であり、車載レーダ装置 10 としての機能が損われてしまう。

40

【0029】

そこで、本実施例の車載レーダ装置 10 は、他車両の発する送信信号である電波との相

50

互干渉が生ずるときにも、確実にその他車両と自車両との相対関係を検知する点に特徴を有している。以下、図4乃至図6を参照して、本実施例の特徴部について説明する。図4及び図5はそれぞれ、レーダアンテナ14により送受信される信号の周波数の時間変化及び送信信号と受信信号との比較によるビート信号の周波数の時間変化を示す。また、図6は、本実施例の車載レーダ装置10において制御部16が実行する制御ルーチンの一例のフローチャートを示す。

【0030】

本実施例の車載レーダ装置10において、レーダECU12の制御部16は、対象物標の探索を行ってその相対関係を検出すべく、まず、周波数変調される送信信号の変調幅 f を、第1変調幅 f_1 とする時間領域（以下、レーダ領域と称す）と、第1変調幅 f_1 よりも小さい第2変調幅 f_2 とする時間領域（以下、車車間連携領域と称す）とが交互に所定時間周期で出現するように、指令信号を変調電圧発生回路22へ供給する（ステップ100）。尚、レーダ領域が継続する時間 T_r は、車車間連携領域が継続する時間 T_c よりも短く設定される。また、レーダ領域における変調周波数 f_m は、車車間連携領域における変調周波数 f_m よりも小さくてよい。

10

【0031】

自車両の送信信号が反射波として自車両に受信されるときは、送信信号の送信から反射波の受信までに要する時間が送信信号の変動周期 T に対して極めて短いので、図2に示す如く、送信信号と受信信号との周波数差を変動周波数とするビート信号の変動振幅 w は送信信号のレーダ領域でも車車間連携領域でもあまり大きくなることはない。一方、他車両の送信信号が自車両に受信されるときすなわち電波干渉が生ずるときは、図4(A)に示す如く自車両の送信信号（実線で示す）の送信と他車両の送信信号に対する自車両での受信（この受信信号を破線で示す）とに時間的に大きなずれが生じ得る（位相差 T ）。レーダ領域が継続する時間 T_r は上記の如く車車間連携領域が継続する時間 T_c よりも短く設定されるので、自車両の送信信号の車車間連携領域においては他と比べて周波数変動幅の比較的小さなビート信号が必ず現れる。この場合、その周波数変動幅の比較的小さなビート信号の変動振幅 w_c は、図4(B)に示す如く、受信信号が自車両の送信信号の反射波である場合に達し得る最大の変動振幅に比べて大きくなり得る。

20

【0032】

レーダECU12の制御部16は、自車両の送信信号の出力状態が変調幅 f の比較的小さい車車間連携領域にあるときに送信信号と受信信号との比較により生成されるビート信号の変動振幅 w_c が所定の下限しきい値よりも大きくかつ所定の上限しきい値よりも小さいタイミングが存在するか否かを判別することにより、自車両の送信信号と他車両の送信信号との電波干渉が生じているか否かを判別する（ステップ102）。尚、この所定の下限しきい値は、受信信号が自車両の送信信号の反射波である場合にビート信号が達し得る最大の変動振幅であればよく、また、所定の上限しきい値は、比較的小さい変調幅 f_c の送信信号と比較的小さい変調幅 f_c の受信信号とにより生成されるビート信号が達し得る最大の変動振幅であればよい（送信信号と受信信号との位相が 180° 異なるとき）。そして、上記判別の結果、車車間連携領域におけるビート信号の変動振幅 w_c が上記所定範囲にあるときは、自車両から送信する送信信号と他車両から送信する送信信号との電波干渉が生じていると判定する。

30

40

【0033】

制御部16は、自車両の送信信号について電波干渉が生じていると判定したときは、次にまず、送信信号の車車間連携領域においてビート信号の変動振幅 w_c が上記所定範囲外から所定範囲内へ変化したタイミング或いは上記所定範囲内から所定範囲外へ変化するタイミングを検知して、自車両の送信信号と他車両の送信信号を表す自車両での受信信号との位相差 T を検知する。そして、図4(C)に示す如く検知される位相差 T が解消されてほぼゼロとなるように、すなわち、自車両の送信信号が他車両の送信信号を表す自車両での受信信号とほぼ同期するように、自車両の送信信号の送信タイミングを変更する（ステップ104）。かかる処理が実行されると、ビート信号の変動振幅 w が図4(D)

50

)に示す如く極めて小さくなる。以下、上記の位相差 T を小さくほぼゼロとする状態を同期モードと称す。

【0034】

本実施例の車載レーダ装置10を搭載した互いに電波干渉を起こした2台の車両が共に同期モードとなった状態では、以後、上記の如く送信信号と受信信号との位相差 T をゼロにする処理が行われても、電波が2台の車両の距離を往復する時間だけの位相差は必ず発生する。

【0035】

例えば、A車両が図5(A)に示す如く周波数変調する電波を送信信号として送信する場合、B車両には、そのA車両からの送信信号がA車両とB車両との相対距離に応じた時間(具体的には、その相対距離を光速で割ったもの)だけ遅れて受信される(尚、その受信信号の波形を図5(B)において波線で示す)。B車両は、A車両の送信信号を受信すると、そのA車両の送信信号を表す受信信号との位相差が解消されるように送信タイミングを変更して、周波数変調する電波を送信信号として送信する(尚、その送信信号の波形を図5(B)において実線で示す)。この場合、A車両には、そのB車両からの送信信号がA車両とB車両との相対距離に応じた時間(具体的には、その相対距離を光速で割ったもの)だけ遅れて受信される(尚、その受信信号の波形を図5(D)において波線で示す)。従って、同期モードでは常時、A車両が送信する送信信号(図5(D)において実線で示す)とA車両が受信するB車両からの送信信号を表す受信信号(図5(D)において波線で示す)とに、電波がA車両とB車両との距離を往復する時間だけの位相差が発生する。

【0036】

すなわち逆に、自車両の送信信号と他車両の送信信号との電波干渉が生じている状況においても、同期モードが開始された後は、必ず発生する送信信号と受信信号との位相差のずれ量に基づいて両車両の相対距離を検出することが可能である。本実施例の車載レーダ装置10において、レーダECU12の制御部16は、他車両の送信信号との電波干渉が生じていると判定して、送信信号と受信信号との位相差 T をゼロにすべく送信信号の送信タイミングを変更する同期モードを開始した後、送信信号と受信信号との位相差を検知し、その位相差に基づいて、具体的にはその位相差に光速を乗算してその値を“2”で割ることにより、自車両と他車両との相対距離を算出する(ステップ106)。

【0037】

制御部16は、上記の如く送信信号と受信信号との位相差を用いて算出した自車両と他車両との相対距離に基づいて衝突予知判定を行う(ステップ108)。そして、その結果、対象物標としての他車両との衝突が予知されると判定した場合は、次にまず、自車両で検知された自車両の車速や舵角などの情報をその衝突予知対象の他車両に知らせるべく、図5(F)に破線で示す如く送信信号の変調幅 f の小さい車車間連携領域に予め取り決められたルールに従ってその情報を表す信号を重畳し、かかるデータ信号が重畳された送信信号を送信アンテナ14aから送信させる(ステップ110)。

【0038】

各車両の車載レーダ装置10はそれぞれ、相手の車両から送られてくる車車間連携領域に車速等のデータ信号が重畳された送信信号を受信すると、その受信信号に基づいて生成されるビート信号からその重畳されたデータ信号を復調して、相手車両の車速や舵角などの情報を取得する。例えば図5(F)に示す如く、A車両の車載レーダ装置は、B車両から送られてくる車車間連携領域に車速等のデータ信号が重畳された送信信号を受信すると、その受信信号に基づいて生成されるビート信号からその重畳されたデータ信号を復調して、B車両の車速や舵角などの情報を取得する。

【0039】

レーダECU12の制御部16は、電波干渉を起こした対向車両などの他車両との衝突が予知されると判定した後、その相手車両の送信した送信信号を受信してその相手車両の車速や舵角などの情報を取得した場合には、その相手車両の車速や舵角などを考慮してそ

の衝突が回避されるように或いは衝突による衝撃が緩和されるように自車両での衝突予知制御を実行する（ステップ112）。例えば、相手車両が右操舵しているときは、自車両も右操舵することにより衝突が回避されるように電動パワーステアリング装置を作動させる。

【0040】

このように本実施例の車載レーダ装置10においては、送信信号として周波数変調する電波に、変調幅 f の比較的大きなレーダ領域と変調幅 f の比較的小さな車車間連携領域とを設定することで、自車両の送信信号と同様の車載レーダ装置10を搭載する他車両の送信信号との電波干渉が生じているか否かが判定される。具体的には、送信信号の車車間連携領域において送信信号と受信信号との周波数差を変動周波数とするビート信号の周波数変動振幅が所定の下限しきい値よりも大きくかつ所定の上限しきい値よりも小さい場合、その電波干渉が生じていると判定される。

10

【0041】

上記ビート信号の周波数変動振幅は、その受信信号が自車両の送信信号の反射波によるものである場合はあまり大きくなることはないが、その受信信号が他車両の送信した送信信号によるものである場合は比較的大きくなることもある。従って、上記した本実施例の構成によれば、自車両の送信信号と他車両の送信信号との電波干渉を的確に判定することが可能である。

【0042】

また、本実施例の車載レーダ装置10においては、自車両の送信信号と他車両の送信信号との電波干渉が生じていると判定されると、以後、その他車両の送信信号を表す自車両での受信信号との位相差が解消されるように自車両の送信信号の送信タイミングが変更される。しかし、かかる送信タイミングの変更が行われても、以後、両信号の間に電波が自車両と他車両との距離を往復する時間だけの位相差は必ず発生する。本実施例においては、上記の如く自車両の送信信号の送信タイミングが変更された後、送信信号と受信信号との位相差に基づいて自車両と他車両との相対距離が検出される。

20

【0043】

他車両から送信されて自車両に入力される信号は、自車両の送信信号が対象物標に反射されて自車両に入力される反射波に比べて高い強度を有する信号となる。このため、上記した本実施例の構成によれば、反射波を利用して自車両と他車両との相対距離の検出を行う構成に比べて、相対距離の未検出が生ずるのを抑制することができ、検出される相対距離の正確性を向上させることが可能である。従って、本実施例の車載レーダ装置によれば、自車両の送信信号と特に対向車両などの他車両の送信信号とに電波の相互干渉が生ずるときにも、確実にかつ適切にその他車両と自車両との相対距離を検出することが可能となっている。

30

【0044】

本実施例において、上記の如く自車両と他車両との相対距離が検出されると、その相対距離に基づいて自車両と他車両との衝突可能性が算出されてその衝突が予知される。相対距離が短いほど衝突可能性は高くなる。このため、本実施例の車載レーダ装置10によれば、自車両の送信信号と特に対向車両などの他車両の送信信号とに電波の相互干渉が生ずるときにも、自車両と他車両との衝突予知を精度よく行うことが可能となっている。

40

【0045】

また、本実施例の車載レーダ装置10においては、上記の如く電波干渉に起因して自車両の送信信号の送信タイミングが変更されかつ自車両と他車両との衝突が予知された場合、その後、送信信号の車車間連携領域を利用して、自車両で検知された自車両の車速や舵角などの情報をその衝突予知対象の他車両に知らせるデータ通信が行われる。具体的には、送信信号の変調幅 f の小さい車車間連携領域に予め取り決められたルールに従って自車両での検知情報を表す信号が重畳され、かかるデータ信号が重畳された送信信号が送信アンテナ14aから送信される。かかる処理が車載レーダ装置10を搭載する2台の車両でそれぞれ行われれば、それら両車両は、車速などの車両情報を交換することとなる。す

50

なわち、自車両の車速などの車両情報を他車両に提供し、また、他車両の車速などの情報を自車両に取り入れることとなる。

【0046】

本実施例において、上記の如く情報交換のためのデータ通信が行われると、そのデータ通信により取得した相手車両の車速や舵角などを考慮してその衝突が回避されるように或いは衝突による衝撃が緩和されるように自車両での衝突予知制御が実行される。このため、本実施例の車載レーダ装置10によれば、自車両の発する送信信号と他車両の発する送信信号との相互干渉が生じかつその他車両との衝突が予知された場合にも、他車両の車速などの車両情報を取得してそのパラメータを考慮することで、他車両との衝突を回避し或いはその衝突による衝撃を緩和する自車両の衝突予知制御を精度よく実行することが可能となっている。

10

【0047】

尚、上記の実施例においては、周波数変調される送信信号の変調幅 f を第1変調幅 f_r とするレーダ領域が特許請求の範囲に記載した「第1領域」に、その変調幅 f を第1変調幅 f_r よりも小さい第2変調幅 f_c とする車車間連携領域が特許請求の範囲に記載した「第2領域」に、ビート信号の変動振幅についての所定の下限しきい値が特許請求の範囲に記載した「所定のしきい値」に、レーダ領域が継続する時間 T_r が特許請求の範囲に記載した「第1領域の変調継続時間」に、車車間連携領域が継続する時間 T_c が特許請求の範囲に記載した「第2領域の変調継続時間」に、それぞれ相当している。

【0048】

また、上記の実施例においては、レーダECU12の制御部16が、変調幅 f を第1変調幅 f_r とするレーダ領域と第1変調幅 f_c よりも小さい第2変調幅 f_2 とする車車間連携領域とが交互に所定時間周期で出現するように周波数変調される電波を送信信号として送信用アンテナ14aから送信させることにより特許請求の範囲に記載した「送信信号出力手段」が、送信信号と受信信号との周波数差を変動周波数とするビート信号を生成することにより特許請求の範囲に記載した「ビート信号生成手段」が、図6に示すルーチン中ステップ102において肯定判定処理を行うことにより特許請求の範囲に記載した「干渉判定手段」が、ステップ104の処理を実行することにより特許請求の範囲に記載した「送信タイミング変更手段」が、ステップ106の処理を実行することにより特許請求の範囲に記載した「相対距離検出手段」が、ステップ108の処理を実行することにより特許請求の範囲に記載した「衝突予知手段」が、ステップ110の処理を実行することにより特許請求の範囲に記載した「通信手段」が、それぞれ実現されている。

20

30

【0049】

ところで、上記の実施例においては、送信信号の車車間連携領域を利用して行われる他車両との情報交換により取得する当該他車両の車速や舵角などを、その他車両との衝突が予知された場合に行われる衝突予知制御に利用することとしているが、その他車両との相対距離と共に、衝突予知を判定するためのパラメータとして用いることとしてもよい。かかる構成においては、自車両と他車両との衝突予知を相対距離及び通信結果(車速など)に基づいて判定することとなるため、その衝突予知判定を精度よく行うことが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の一実施例である車載レーダ装置を備えるシステムの構成図である。

【図2】レーダアンテナにより送受信される信号の周波数の時間変化及び送信信号と受信信号との比較によるビート信号の周波数の時間変化を示す図である。

【図3】本実施例の車載レーダ装置を搭載する2台の車両が互いに対向する様子を表した図である。

【図4】レーダアンテナにより送受信される信号の周波数の時間変化及び送信信号と受信信号との比較によるビート信号の周波数の時間変化を示す図である。

【図5】レーダアンテナにより送受信される信号の周波数の時間変化及び送信信号と受信

50

信号との比較によるビート信号の周波数の時間変化を示す図である。

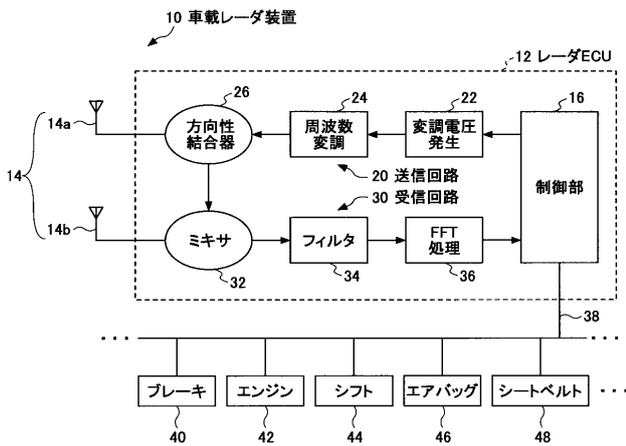
【図6】本実施例の車載レーダ装置において実行される制御ルーチンの一例のフローチャートである。

【符号の説明】

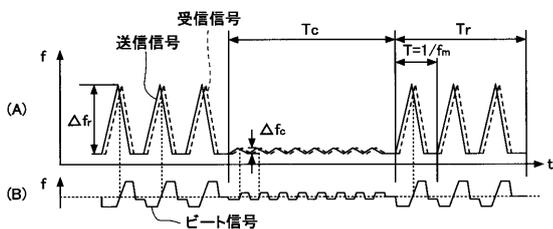
【0051】

- 10 車載レーダ装置
- 12 レーダECU
- 14 レーダアンテナ
- 16 制御部

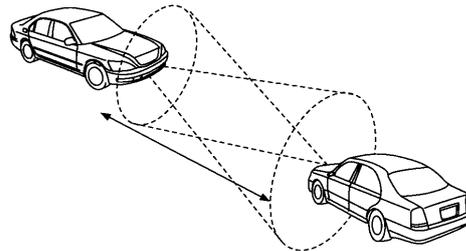
【図1】



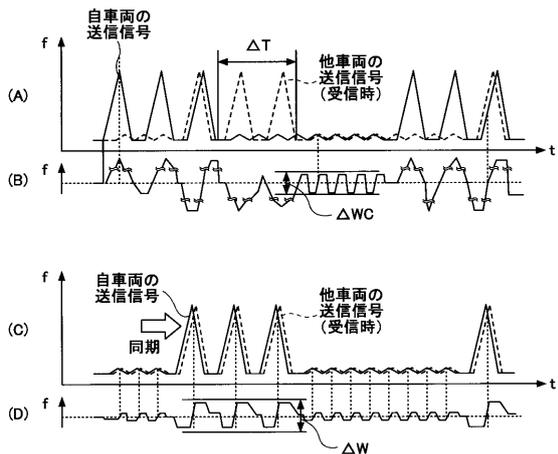
【図2】



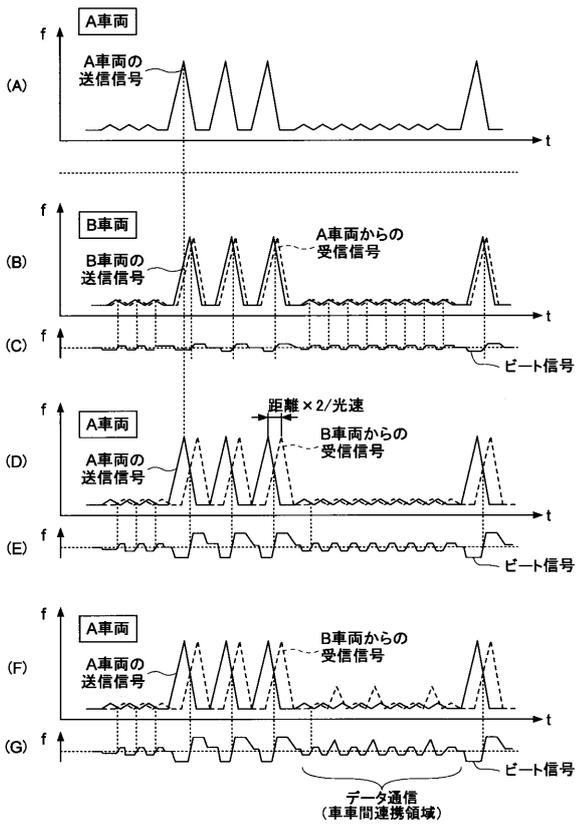
【図3】



【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】

