

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5789081号
(P5789081)

(45) 発行日 平成27年10月7日 (2015. 10. 7)

(24) 登録日 平成27年8月7日 (2015. 8. 7)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 S 13/34 (2006. 01)	GO 1 S 13/34
GO 1 S 7/282 (2006. 01)	GO 1 S 7/282
GO 1 S 7/285 (2006. 01)	GO 1 S 7/285

請求項の数 3 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2009-242514 (P2009-242514)	(73) 特許権者	500575824
(22) 出願日	平成21年10月21日 (2009. 10. 21)		ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
(65) 公開番号	特開2010-101890 (P2010-101890A)		アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245
(43) 公開日	平成22年5月6日 (2010. 5. 6)		
審査請求日	平成24年10月22日 (2012. 10. 22)	(74) 代理人	100140109
(31) 優先権主張番号	12/256, 392		弁理士 小野 新次郎
(32) 優先日	平成20年10月22日 (2008. 10. 22)	(74) 代理人	100075270
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波およびミリメートル波レーダセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

乗り物に配置されたレーダシステムであって、
 中央処理装置（22）と、
 前記乗り物の周りの様々な点に配置され、前記中央処理装置と通信する複数のセンサ送受信器（24）と
 を備え、前記複数のセンサ送受信器は、
 少なくとも1つのアンテナと、
 前記少なくとも1つのアンテナおよび前記中央処理装置と通信する受信電子回路と、
 前記少なくとも1つのアンテナと通信し、前記少なくとも1つのアンテナを通じてレー
 ダ信号を出力するように構成された送信電子回路と
 を備え、前記送信電子回路は、
 電圧制御発振器（VCO）（40）と、
 誘電体共振器型発振器（DRO）（42）と、
 位相ロックループ（PLL）構成要素（50）と、
 ダイレクト・デジタル・シンセサイザ（DDS）（52）と
 前記DROによって生成される信号を、前記VCOによって生成される信号と組み合わせる
 ように構成されたミキサ（48）と、
 前記ミキサの出力を分周し、前記PLL構成要素への入力信号を生成するように構成され
 た構成要素と、

10

20

前記入力信号をフィルタリングして前記PLL構成要素(50)に出力するように構成されたローパスフィルタと、

を備え、前記DDSは前記PLL構成要素のための基準信号を生成し、前記PLL構成要素は前記VCOのための制御信号を発生するように構成され、前記受信電子回路は、前記出力されたレーダ信号に対応するあらゆるレーダ反射を前記少なくとも1つのアンテナから受け取り、前記レーダ反射に関連する信号を前記処理装置に送るよう構成され、

前記中央処理装置は、前記複数のセンサ送受信器から受け取った信号に基づいて出力信号を発生して前記複数のセンサ送受信器を連携するように構成され、前記複数のセンサ送受信器を同期させて特定のオフセット周波数をもたせる、システム。

【請求項2】

10

請求項1に記載のシステムにおいて、前記送信電子回路は前記DDSへの入力が発生するように構成されたクロックをさらに備え、前記中央処理装置は、データを収集して前記乗り物の周囲の情報を発生するためにセンサ送受信器からセンサ送受信器に掃引を行い、予め規定されたプロトコルまたは手動の要求の1つに基づいて前記センサ送受信器の1つに留まり、または予め規定されたプロトコルまたは手動の要求の1つに基づいて前記センサ送受信器の間をジャンプするように構成される、システム。

【請求項3】

複数のセンサ送受信器において、少なくとも1つのアンテナを介してレーダ信号を送信する、送信工程であって、前記送信工程は、

誘電体共振器型発振器(DRO)によって生成される信号を、電圧制御発振器(VCO)によって生成される信号と混合し、

20

混合された前記信号の出力を分周して位相ロックループ(PLL)構成要素への入力信号を生成し、

前記入力信号の高周波数成分を遮断し、残りの低周波数成分を前記PLL構成要素に適用し、

ダイレクト・デジタル・シンセサイザ(DDS)により生成された基準信号を前記PLL構成要素に適用する、各工程を備え、

前記PLL構成要素は前記VCOのための制御信号を発生するように構成される、前記送信工程と、

前記少なくとも1つのアンテナから、送信された前記レーダ信号に対応するレーダ反射を受け取る、レーダ反射受け取り工程と、

30

受け取られた前記レーダ反射に関連する信号を中央処理装置に送る、信号送出工程と、

前記中央処理装置によって、前記受け取られたレーダ反射に関連する前記信号に基づいて出力信号を発生する、出力信号発生工程と、

前記中央処理装置によって前記複数のセンサ送受信器を連携し、前記複数のセンサ送受信器を同期させて特定のオフセット周波数をもたせる、センサ送受信器連携工程と、

を備える方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

適応走行制御、衝突防止警告、ブレーキ適用、駐車、海上脅威検出、または船舶用ドッキングガイダンスなどの機能をもたらすために、乗り物の周りに小型の低コストミリメートル波(MMW)レーダセンサが配置された、多くの自動車、船舶、および航空応用例がある。

【0002】

多くの開発者が、特に生産数量が数十万個になり得る自動車市場向けに、低コストMMWセンサを作り出している。そのほとんどは、FM/CWまたは超広帯域の変調を用いる。通常の用途では、各センサは単一のパッケージ内でそれ自体の変調および信号処理を行う。さらなるセンサを追加するには、レーダおよび信号処理/制御システム一式をそれぞれの位置に追加し、次いでそれぞれからのデータをさらに別の計算プラットフォームにて

50

組み合わせる必要がある。これによって、多くの機能が重複する。

【0003】

MMWレーダ・サブシステムのRF実装は、過度に複雑（周波数通倍システム）であるか、または過度に簡単でRF性能が劣る（直接アンテナに接続され変調されるMMW発振器）かのいずれかとなっている。両方のシステムでは、非常に高い位相ノイズ、ならびに時間および環境変化に対して変調特性の変化が生じる。

【0004】

Boltovetsらへの米国特許第7,324,039号は、開ループXバンド電圧制御発振器の周波数通倍によりMMWレーダ信号を発生することを試みている。FM/CW変調のためのこの選択はまた、変調の非直線性を直接増倍し、Nを通倍率として位相ノイズを20LogN倍に増加させる。両方の要因は、結果としてのシステムの性能を大幅に悪化させる。

10

【0005】

周波数通倍の使用を避けるために直接変調されたMMW VCOを利用する過度に簡単なシステムは、回路の影響、温度、またはアンテナビーム内にある物体の動きによって容易に非線形となる過度に敏感なVCOをもたらす。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第7,324,039号

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、信号発生および信号処理の、可能な最低のコストにて、低位相ノイズおよび正確な変調を有しながらマイクロ波またはMMWレーダセンサの必要な感度を実現するための低コスト手段を提供する。提案のシステムは、すべて共通の制御および信号処理システムによって処理される、1つのセンサから多くのセンサまでスケールリングされる利点を有する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

30

例示のレーダシステムは、処理装置と、（1つまたは複数の）アンテナを有する複数の送受信器とを含む。送受信器、および／または送受信器のアンテナは、乗り物の周りの様々な点に配置される。送受信器は、レーダ信号を出力するための対応するアンテナと通信する受信および送信電子回路を有する。送信電子回路は、電圧制御発振器（VCO）、誘電体共振器型発振器（DRO）、位相ロックループ（PLL）構成要素、およびダイレクト・デジタル・シンセサイザ（DDS）を含む。受信電子回路は、出力されたレーダ信号に対応するあらゆるレーダ反射をアンテナから受け取り、それらのレーダ反射に関連する信号を処理装置に送る。処理装置は、複数の送受信器から受け取った信号に基づいて出力信号を発生する。

【0009】

40

本発明の好ましい実施形態および代替実施形態について、下記の図面を参照して以下に詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】 乗り物または建築物に実装されたシステムのブロック図である。

【図2】 本発明の実施形態により形成された例示の送受信器のシステム図である。

【図3】 本発明の実施形態により形成された例示の送受信器のシステム図である。

【図4】 船舶に実装された図1のシステムを示す図である。

【図5】 自動車に実装された図1のシステムを示す図である。

【図6】 航空機に実装された図1のシステムを示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1に示されるように本発明は、1つまたは複数のレーダ構成要素24と通信するマスタ信号処理装置22を含むシステム20を提供する。レーダ構成要素24は動作周波数、誘電体共振器型発振器(DRO)(例示のDROは、Honeywell Inc.によって製造される)などのMMW周波数にて動作し、かつ時間、温度、および振動に対する周波数安定性をもたらす「開ループ」発振器と混合することにより、マイクロ波またはミリメートル波(MMW)範囲に変換する。DROは、非常に低い位相ノイズを有し、時間、温度、および負荷条件に対する優れた周波数安定性をもたらす。レーダ構成要素24のアレイは、乗り物または建築物に取り付けられ、処理装置22によって制御される。処理装置22は、レーダ構成要素24のいずれかが何らかの物体を検出したかどうかを判定し、その判定をオペレータに出力する。

10

【0012】

処理装置22は、各レーダ構成要素24での変調またはアンテナ走査を変化させるための制御信号を供給する。処理装置22は、一続きの変調速度をレーダ構成要素24に適用することができるようにプログラム可能であり、それによりそれぞれがその用途および乗り物上の位置に対して最適化される。隣接するレーダ構成要素24によって測定された結果は、乗り物の周りの危険または状況についての追加の情報を生じるように直接比較することができる。

20

【0013】

処理装置22は、複数のセンサ(レーダ構成要素24)の連携を可能にし、互いの妨害/干渉を防止するように、それらを同期させ、特定のオフセット周波数をもつようにする。処理装置22はまた、各センサに順次問い合わせを行うことにより、周囲の全体的なイメージ/データを収集するようにセンサからセンサへ「掃印」する能力を有する。これは単一のDSP/信号処理能力を何度も再使用することを可能にし、それによりコスト、電力消費、体積および重量が低減されるという予想外の結果が得られる。処理装置22はまた、1つのセンサ(レーダ構成要素24)に必要なだけ長く留まることができ、または同様に特定のパターンなしに監視の必要に応じてセンサ間をジャンプすることができる。

30

【0014】

図2に示されるように、例示のレーダ構成要素24-1は、適当なマイクロ波またはMMW電圧制御発振器(VCO)40と、予想される最低のVCO周波数より低い予め規定されたレベルの周波数にチューニングされたDRO42を含む。VCOおよびDROの出力はミキサ48にて混合されて中間周波数(IF)を発生し、これは、Analog Devicesによって製造されるADF4111 PLLなどの位相ロックループ(PLL)チップ50への入力信号を生成するように分周することができる。PLLチップ50は、いくらかの分周をもたらし、PLLチップ50を閉じるように位相/周波数検出器およびチャージポンプが用いられる。PLLチップ50は、チャージポンプ、位相/周波数検出器、および分周構成要素を含む。PLLチップ50は、所望の直線性と、DROおよびVCOに存在する100KHzにて約-100dBc/Hzの低位相ノイズをもたらす。

40

【0015】

一実施形態では図2に示されるように、レーダ構成要素24-1はデュアルアンテナ送受信器である。図3に示されるレーダ構成要素24-2は、単一アンテナ送受信器である。レーダ構成要素24-1および24-2内の受信器および送信器構成要素は、単一アンテナ送受信器がアンテナに取り付けられたサーキュレータを含むことを除いて同じである。ダイレクト・デジタル・シンセサイザ(DDS)52は、クロック54からの信号に基づいてPLLチップ50に基準入力信号を供給する。一実施例では、クロック54は125MHzクロックであり、これはDDS52に25~31.25MHzにて基準入力信号を生成させる。DDS周波数は、VCOおよびMMW動作周波数とは無関係である。PLLチップ50の出力は増幅されフィルタリングされ、次いでVCO40に入力される。V

50

CO40は信号を発生し、これは増幅され、バンドパスフィルタによってフィルタリングされ、ミキサ48に送られ、次いで結合器を通じて送信アンテナ、および受信アンテナミキサに送られる。

【0016】

ミキサ48へのRF入力、MMWセンサの送信される全帯域幅のサンプルである。したがって、たとえばセンサが24.00GHzと24.20GHzの間(200MHz BW)で送信する場合は、48RFポートへの入力は24.00から24.20GHzとなる。正確な帯域幅は分周、およびPLLチップ自体の内部のプログラムされた分周に依存する。したがってこのシステムは、多くの周波数範囲に対してプログラム可能である。

【0017】

24.00と24.20GHzの間のFM/CW変調を有する24GHzレーダの場合は、 $F(24.00\text{GHz})$ から $F+0.2\text{GHz}(24.2\text{GHz})$ にチューニングするVCOを選択する。次いでDROは、 $F-0.8(23.2\text{GHz})$ に選ぶ。このDRO周波数が、24と24.2GHzの間のVCO周波数範囲と混合されると、2つの周波数の間の差は0.8から1.0GHzとなる。この0.8から1.0GHzまでの差の周波数はPLLに入力され、そこではPLLチップ(たとえばADF4111)内で32分周されて25~31.25MHzを生じ、これは同じ周波数範囲にわたってDDS入力と比較される。1GHz近くの適度のIF周波数範囲を生成するためにDROを用いることは、分周器の非常に低い分周比を可能にし、または周波数逡倍モジュールの不要化を可能にするのに決定的に重要である。DROは、そうでない他の方法なら大幅に高くなり得る、非常に低い位相ノイズを維持する。

【0018】

より広い帯域幅が望ましい場合は、DDS帯域幅を6.25MHzから12.5MHzに広げることは容易である。DDSチャープ帯域幅は、分周器の分周比を通じてPLLによって増倍される。したがって分周比が32であり、DDSが12.5MHzにわたってチャープする場合は、チャープ帯域幅は $32 \times 25 = 400\text{MHz}$ となり、位相ノイズ性能は200MHzのチャープ帯域幅の場合から変化しない。この場合はPLLチップ(ADF4111)への入力でのIF周波数範囲は、もとの0.8から1.0GHzまでが、0.8から1.2GHzまでに増加することになる。このIF周波数範囲は、変調されたミリメートル波周波数源の実際の帯域幅を追尾することになる。

【0019】

一実施形態では、カーボンファイバ複合材がレーダ構成要素24のそれぞれを封止してレーダ構成要素24が妨害する、または他の乗り物上の他のセンサなどによって妨害されるのを防止する非常に強いEMI/EMC吸収をもたらし、同時に屋外環境からの物理的保護をもたらす。

【0020】

レーダ構成要素24-1および24-2の受信側は、一般的なレーダ受信器構成要素を含む。受信された信号はデジタルに変換され、次いで解析のためにマスタ処理装置22に送られる。構成要素24-1および24-2の間の通信は、データバス、光ファイバコイル、無線を通して、または任意の他の類似手段によって行うことができる。

【0021】

各センサは同じ帯域内(すなわち24GHz、77GHz、35GHz、95GHz)で動作するが、正確に同じ周波数範囲ではない。マスタコントローラ22はセンサ24に命令することができるので、2つのことを行うことができ、すなわち(1)他のいずれのセンサ24からも少なくとも受信器のIF周波数(受信器ミキサ出力)の1倍から2倍だけ周波数がオフセットされた、FM/CW変調のための特定の周波数範囲を設定する。(2)センサの開始および終了時間が正確になるように同期させることができ、それにより周波数変調期間全体にわたってセンサ間のプログラムされた周波数差が常に維持されるようになる。これにより、センサ間の妨害または干渉が正確に防止される。

【0022】

図 4 は、船舶の外面上に取り付けられた 6 個のレーダ構成要素 2 4 と、レーダ構成要素 2 4 からデータを受け取るように配置されたマスタ処理装置 2 2 とを有する船舶の、上面の部分図を示す。図 5 および 6 は、自動車および航空機に取り付けられた同様なシステムを示す。

【 0 0 2 3 】

一実施形態ではシステム 20 は、一般的なデジタル合成型制御ループを用いて 95 GHz までの任意の合法的なレーダ帯域に適合可能である。これは、95 GHz より高くすることができる。ほとんどの典型的な動作帯域がそこで終わることを除いて、95 GHz の基本的な制約はない。100 GHz 以上になると、「近赤外」として知られる帯域に近づき、これは赤外線波長の波長に近づいていることを意味する。

10

【 0 0 2 4 】

独占的所有または権利が請求される本発明の実施形態は、以下の通り定義される。

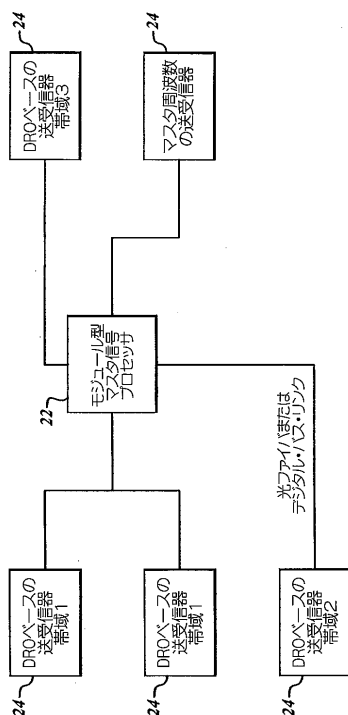
【符号の説明】

【 0 0 2 5 】

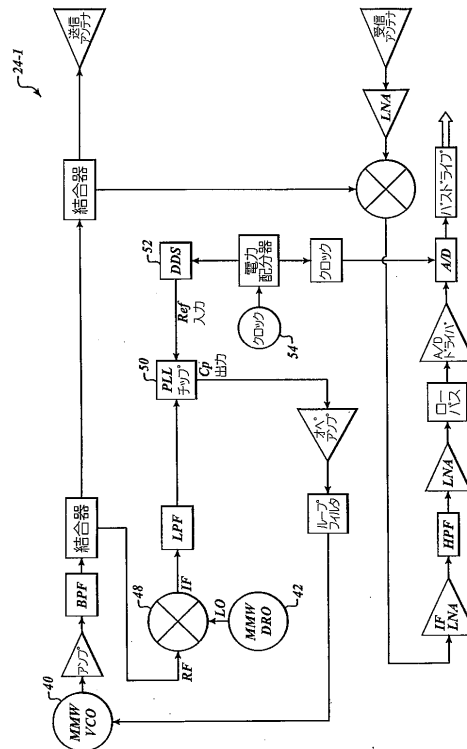
- 2 0 システム
- 2 2 マスタ信号処理装置
- 2 4、2 4-1、2 4-2 レーダ構成要素
- 4 0 MMW電圧制御発振器（VCO）
- 4 2 誘電体共振器型発振器（DRO）
- 4 8 ミキサ
- 5 0 位相ロックループ（PLL）チップ
- 5 2 ダイレクト・デジタル・シンセサイザ（DDS）
- 5 4 クロック

20

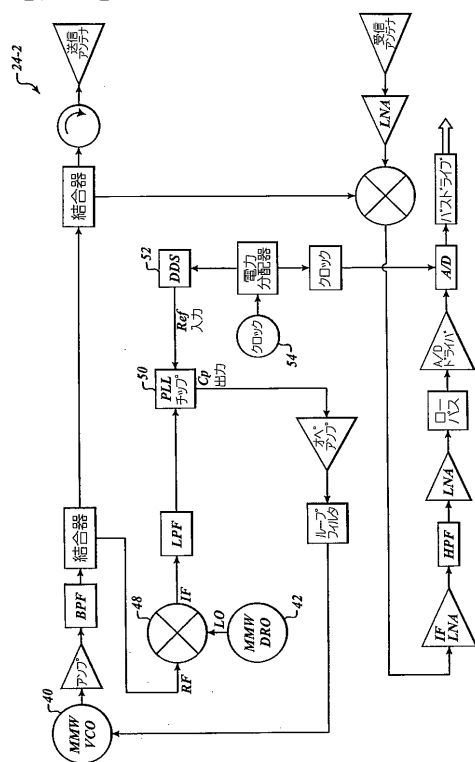
【图 1】



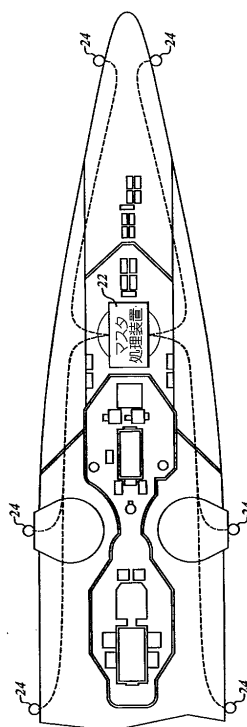
【图 2】



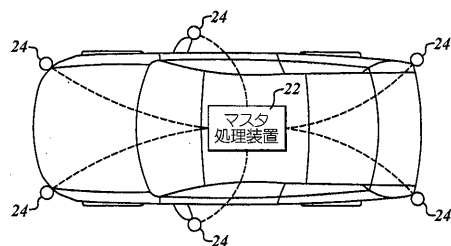
【图 3】



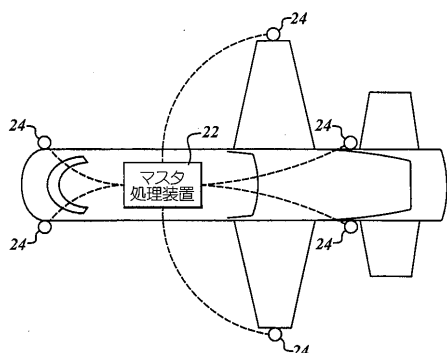
【图 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(74)代理人 100117640

弁理士 小野 達己

(72)発明者 デーヴィッド・シー・ヴァキャンティ

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード
101, ピー・オー・ボックス 2245, ハネウエル・インターナショナル・インコーポレー
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

審査官 吉田 久

(56)参考文献 特開2007-232498 (JP, A)

特開2007-263980 (JP, A)

特表2008-511006 (JP, A)

特開平5-300015 (JP, A)

特開2005-134236 (JP, A)

米国特許出願公開第2006/262007 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 13/00-13/95、
7/00-7/42

B60R 21/00