

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハイブリッドカブラで、
 シンセサイザによって生成された信号を受信するステップと、
 受信された信号を 2 つの出力ポートに結合させるステップと、
 パルス送信機で、
 コントローラからパルス送信活性化信号を受信するステップと、
 ハイブリッドカブラの 2 つの出力ポートのうちの第 1 の方から入力信号を受信するステップと、
 活性化信号が受信されたならば、受信した入力信号を増幅するステップであって、増幅が、所定の望ましいパルス出力送信設定に基づくことを特徴とする、増幅するステップと、

周波数変調連続波 (F M C W) 送信機で、
 コントローラから F M C W 送信活性化信号を受信するステップと、
 ハイブリッドカブラの他の出力ポートから入力信号を受信するステップと、
 F M C W 送信活性化信号が受信されているならば、受信された入力信号を増幅するステップであって、増幅が、所定の望ましい F M C W 出力出力設定に基づくことを特徴とする、増幅するステップと、
 指向性カブラで、
 パルス送信機または F M C W 送信機のいずれかからローパスフィルタ (L P F) に受信された信号を差し向けるステップと、
 アイソレータで、
 指向性カブラから負荷まで受信された信号を差し向けるステップと、
 を有することを特徴とする方法。

【請求項 2】

コントローラと、
 シンセサイザによって生成された信号を受信し、受信した信号を 2 つの出力ポートに結合するように構成されたハイブリッドカブラと、
 前記ハイブリッドカブラの 2 つの出力ポートのうちの第 1 の方に取り付けられたパルストランスマッタであって、該パルストランスマッタが、コントローラから制御信号を受信するように構成され、ることを特徴とするパルストランスマッタと、
 前記ハイブリッドカブラの 2 つの出力ポートのうちの第 2 の方に取り付けられた周波数変調連続波 (F M C W) 送信機であって、 F M C W の送信機が、コントローラから制御信号を受信するように構成される、ことを特徴とする周波数変調連続波 (F M C W) 送信機と、

パルストランスマッタに取り付けられるアイソレータと、
 アイソレータに取り付けられた第 1 の入力ポートと、
 F M C W 送信機に取り付けられた第 2 の入力ポートと、
 ローパスフィルタ (L P F) に接続された出力ポートと、
 を備える指向性カブラと、
 を有するシステム。

【請求項 3】

パルス送信機によって受信された制御信号がパルス送信活性化信号からなり、パルス送信機が、ハイブリッドカブラの 2 つの出力ポートのうちの第 1 の方から入力信号を受信し、活性化信号が受信されたとき、受信された入力信号を増幅するように構成され、増幅が、所定の望ましいパルス出力送信設定に基づき、 F M C W によって受信された制御信号が F M C W 送信活性化信号からなり、 F M C W がハイブリッドカブラの他の出力ポートから入力信号を受信し、 F M C W 送信活性化信号が受信されたとき、所定の望ましい F M C W 出力送信設定に基いて受信された入力信号を増幅するように構成され、指向性カブラが、アイソレータを介してパルス送信機又はローパスフィルタ (L P F) に対する F M C W 送

信機のいずれかから受信された指向性信号に構成され、アイソレータが、指向性カブラから負荷に受信された信号を差し向けるように構成される、ことを特徴とする請求項2に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

同時係属出願

[0001] 本出願は、2012年9月10日に本願の米国特許出願番号第61/698,903号の利益を享受し、2012年9月24日に本願の米国特許同時継続出願番号第13/625,767号に関し、いずれもリファレンスとして本願明細書に組み入れられる。

10

【背景技術】

【0002】

[0002] 現在、海洋および航空両方のアプリケーションが、3~10フィート程度の非常に高域の分解能で適度な範囲(5-7海里(NM))に非常に短い最小範囲(<10フィート)に加えて、長距離と適度な範囲の分解能の組み合わせを提供することができるレーダ装置が存在しない。現在の商用海のレーダー・システムは、適度な高レンジ解像度を備えたロングレンジ能力に抑えるためのパルスまたはパルス圧縮方法のいずれかを採用する。例えば、Honeywell社のRDR4000非線形周波数変調(NLFM)パルス圧縮レーダー、ケルビンヒューズLFMパルス圧縮マリンレーダー、JRSソリッドステート海洋レーダー、およびNGC/スペリマリンソリッドステートパルス圧縮レーダシステムを含む。海洋レーダーは現在、パルス(すべてのサプライヤー)タイプ、または、周波数変調連続波(FMCW)(Navico)タイプのシステムである。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

[0003] 本発明は、二重モード・レーダーオペレーションを許容するシステム及び方法を提供する。典型的な送信システムは、シンセサイザによって生じる信号を受信し、受け取られる信号を2つの出力ポートに連結する複合型カブラを含む。パルス送信機は、コントローラからのパルス送信活性化信号を受信し、活性化信号が受信されたとき、ハイブリッドカブラの2つの出力ポートのうち第1の方から入力信号を受信し、所定の望ましいパルス出力送信設定に基づいて受信された入力信号を増幅する。周波数変調連続波(FMCW)送信機は、FMCWコントローラからの送信活性化信号を受信し、活性化信号が受信されたとき、ハイブリッドカブラの他の出力ポートからの入力信号を受信し、所定の所望のFMCW出力送信設定に基づいて受信された入力信号を増幅する。アイソレータはFMCW動作中のパルス発信器と、パルス送信コンポーネントから反射受電からFMCW送信機を保護する。

30

【0004】

[0004] 本発明は、非常に低い挿入損失を成し遂げることを必要とする大きい機械式スイッチ(同軸または導波管)を避ける。FMCWおよびパルス圧縮モードにはさむときに、本発明はスイッチ-時間限界を避ける。

40

【0005】

[0005] 両方の送信機に対応するときに、本発明は最高可能な効率および最も低い可能な損失を許す。本発明は、多数のアプリケーションの賛成高い範囲決議については、FMCWモードのちょうど2、3のメーターの非常に短い最小限の範囲を許して、可変の範囲決定を有する長期の検出のための強力パルス-圧縮モードができるようにする。

【0006】

[0006] 本発明の好適な他の実施形態は、以下の図面に関して以下に詳細に記載される。

【図面の簡単な説明】

【0007】

50

【図1】[0007] 図1は、本発明の実施形態に従って形成される典型的な送信機システムのブロック図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態に従って形成される典型的な送信機システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

[0008] 図1は、二重モード、低出力レーダー・システムを提供するように構成される車両（例えばボート、航空機）のための典型的な一部のレーダー・システム20を示す。システム20は、二重モード送信機24、シンセサイザ26、コントローラ28（例えばフィールドプログラム可能ゲート・アレイ（FPGA））、アンテナ30、および、任意に、サーキュレータ32を包含する。完全なレーダー・システムは、他の構成要素（例えばデジタル信号プロセッサおよび出力装置）を含む。

10

【0009】

[0009] 送信機24は、シンセサイザ26からベース信号を受信し、コントローラ28で判断されるオペレーションモード（すなわち、送信周波数）によって受信されたベース信号からの送信信号を生成する。

【0010】

[0010] ある実施形態では、ユーザは、コントローラ28と関連するユーザ・インタフェースを使用しているオペレーションモードを手動でセットする。ある実施形態では、オペレーションモードは、受信された情報に基づいて、コントローラ28によって自動的にセットされる。典型的な受信された情報は、システム20と関連する車両のオペレーション状態に関する情報を含む。

20

【0011】

[0011] アンテナ30が、送受信アンテナである場合、サーキュレータ32は送信機24からアンテナ30まで送られる信号の調整およびアンテナ30で受け取られる信号のために含まれ、それからレシーバ・システム（図示せず）に送信される。

【0012】

[0012] この問題を解決するための第1の最も明白な方法は、ハイパワー送信器の入力および出力で単純な単極ダブルスロー（SPDT）スイッチの使用を提案することであり、その結果、低電力モードでは、励磁パワーレベルは、ハイパワー送信器の周りにバイパスされ、ハイパワーパルスモードでは、バイパスは除去され、高電力送信機はアンテナに直接接続される。

30

【0013】

[0013] しかし、それが出力スイッチの挿入損失の利用できるパルス送信機パワーの相当な量（最低で20乃至30%）を消し、有意なサイズおよび重量を加えて、大きいコスト影響を有する一組の機械式同軸のまたは導波管スイッチを必要とするので、この方法は例外的に浪費的である。この方法はまた、送信波形の迅速なインターリーブを許可しない。機械式スイッチ（超低損失（高い隔離））の中で切り替えをして連続的な急流はまた、高い失敗レートおよび低い全体的な平均故障間隔（MTBF）に結果としてなる。PINダイオード・スイッチの使用は可能であるが、はるかに高い挿入損失は、ダイオードの最大送信電力に載置されたスイッチング限界で発生する。任意損失のスイッチを使用すると、アンテナに送達最終的な電力が必要なレベルに維持されるように、増大する送信電力を必要とする。これは、劇的にコスト、サイズ、重量および力（CSWAP）を増やす。

40

【0014】

[0014] 図2に示すように、送信機24は、複合型カプラ66、パルス送信機60、アイソレータ68、周波数変調連続波（FMCW）送信機62、指向性カプラ70およびローパスフィルタ（LPF）72を含む。複合型カプラ66は、シンセサイザ26からベース信号を受信する。典型的なシンセサイザはフラクショナルNシンセサイザを有するダイレクトデジタルシンセサイザ（DDS）を含み、それらは、アメリカの同時係属特許出願番号第13/625,767号に記載され、本願明細書にリファレンスとして組み入れられる。

50

【 0 0 1 5 】

[0015] シンセサイザ26は、送信機24のオペレーティング・モードを決定する2つの異なる信号を出力する。シンセサイザ26は、連続的に送信機24の動作に類似している三角形の長い連続線形周波数変調波形（線形周波数ランプダウンに続く線形周波数ランプアップ）を生成する際には、低電力FMCW送信装置62が用いられる。連続波モード（FMCW）において、波形はミリ秒の長さの持続期間を有することができる。高電力パルスが要求されるとき、シンセサイザ26は、数マイクロ秒乃至数程度の継続時間を有する線形または非線形周波数変調の短いバーストを生成する。強力なパルス・モードにおいて、強力な送信機経路（パルス送信機60）は、作動中である。これらの波形の各々は、典型的に透過可能な波形の必要条件としてのスイートとして使用するFPGAに記憶されている。

10

【 0 0 1 6 】

[0016] 低出力送信機（FMCW送信機62）は、指向性カブラ70および任意の可変減衰器80のリバースアイソレーションによって保護されている。絶縁装置68は、指向性カブラ70からエネルギーに対して望まれていない方向の結合を妨げる。低出力モード（すなわちFMCW送信モード）において作動するとき、絶縁装置68はエネルギーがスイッチを切られたパルス送信機60から反射するのを防止する。

【 0 0 1 7 】

[0017] FMCW送信機62は、指向性カブラ70および可変減衰器80のリバースアイソレーションによって、強力なパルス送信機60の強力なレベルから保護される。絶縁装置68は、以下の2つの理由で提供される：

20

- 1) アンブに反射され、潜在的に重大な永続的な損害を与える大量の送信機パワーが生じるアンテナ30の失敗からの強力なパルス送信機60を保護する；
- 2) FMCWモードで、電力が出力サーキュレータ32の方向に主に結合されるとき、いくらかの電力はオフになり、高電力送信機60に向けて送信される。

アイソレータ68がなければFMCWトランスミッタ62からの電力は、出力サーキュレータ32に向かって戻って力が反映されるので、未定義の位相と振幅との送信目的とする力で結合する。これは、最終的に受信したときに深刻な歪みの原因となり、結果、送信された信号で振幅と位相変調の大規模なレベルにつながる可能性がある。この歪曲は、レシーバ感度およびレンジ解像度を減らす。アイソレータ68は、アイソレータ68の負荷に吸収されると、出力サーキュレータ32の方に反映されていない、高電力送信機60に向けて、望ましくない方向に進行するパワーを発生する。

30

【 0 0 1 8 】

[0018] 高電力パルス送信機60に直接生成された信号をアンテナ30への途中で重大な挿入損失が発生しないように常にアンテナ30に接続されている。FMCW送信機62のための電力は、0.1乃至0.2Wがアンテナ30に結合されて、1乃至2ワット（W）レベルまで上昇する。指向性カブラ70は、減少した結合レベルでパワーを出力伝送線へ移す。その結合レベルは、低電力送信機62に達している非常に強力な送信機60から、アイソレーションを提供する。一般的に、指向性カブラは3乃至20dBまでのFORWARD転送損失を持っている。よって、10デシベルカブラに関して、2Wattトランスミッタは、10デシベルカブラだけ減少し、33dBmに対応し、方向性結合器33～10デシベル=23dBm、又は、0.20ワットがアンテナ30に前進方向に対しておいて送られた。リバースまたは望まれていないアイソレーションは、約15乃至20dBである。それは、100ワットのハイパワー送信機（50dBm）は、50乃至20デシベルリバースアイソレーション=30 dBmまたは1ワットに減少していることを意味する。次いで、減衰器は、30dBに設定され、FMCW送信機62は、30dBm-30dB =0dBm または1ミリワットを経験するだけである。これはちょっともないですが、この電力レベルは低CSWAPで非常に簡単に達成される（対40乃至300W）。

40

【 0 0 1 9 】

[0019] 変調器/シンセサイザーが非常に低い損失と適切な波形を生成することができるようにハイブリッドカブラ66と方向性結合器70（または、交互に送信するための導波路方向性結合器 > 40W）を使用することによって、変調器/シンセサイザーが、単極ダブルスロ

50

スイッチを用いた典型的なデザインに比べて非常に低い損失を備えた適切な波形を生成することができる。提案されたシステムの唯一の重要な損失は、ハイブリッドアイソレート電力分割器（複合型カブラ）のために、入力ドライバステージにある。しかし、これらの損失は、ローコストであり、それらの損失を克服することは低いCSWAPである<1Wレベルで起こる。

【0020】

[0020] 本発明において、指向性カブラは、典型的には< 0.4デシベル (dB) の挿入損失および指向性損失を経験する。複合型カブラ66は、いつでもシンセサイザ26に連続負荷を提供する。それがいかなる所望の波形も生成しやすいために、シンセサイザ26は常に動いている。PLLオフチューリングや負荷を劇的に変化させると、出力周波数の大きな変化の原因となるPLLへの大きな変化を紹介します。この不安定性は、ロード変化の後、時間が安定した出力を取り除いき、生じることを必要とする。シンセサイザが安定させるのを待つことは、FMCWとパルスモードとの間でパルス転送レートまたはスイッチングレートを減速する。

10

【0021】

[0021] FMCWにおいて、ちょうど2、3のメータの非常に短い最小限の範囲のモード目的は、検出されることができる。強力パルス-圧縮モードの、ロングレンジの目的は可変の範囲決定によって検出されることができる。

【0022】

[0022] ある実施形態では、パルス伝送出力時方向性結合器70は、アンテナ30（例えば、30 dBmの入力と20 dBmの出力アンテナへ）に向けた10デシベル方向性結合を提供する。方向性結合器70の積荷は、パルス送信機力 - 指向性（例えば50dBm - 20dBm=30dBmピーク）のために大きさを設定される。指向性カブラ70は、FMCW送信機62（例えば、50dBm-20dB=30dBm）を保護するために>20 dBカブラ指向性を有する。

20

【0023】

[0023] ある実施形態では、FMCW可変減衰器は、追加された減衰量の約20デシベルを提供する。可変減衰器80は、強力パルス送信モードの間、保護のためのそれ以上の減衰において切り替えをする。また、可変減衰器80はFMCWモードの出力パワーを調整するために用いることができる。可変減衰器80を正確に単に自己ジャムレベル以下に送信電力を制御するために使用される。FMCW送信部62は、FPGAからの制御信号の制御下で高電力パルスモード時にOFFに付勢される。FMCW送信機62は、FMCWモードだけの間、動いている2WのCW装置である。

30

【0024】

[0024] ハイブリッドカブラ66は、PLL動作を保護するために「オフFMCWトランスミッタ」からの反射電力を吸収するアイソレート負荷を包含する。

[0025] 本発明の好ましい実施形態が例示されて、上記したように、記載されると共に、多くの変化は本発明の精神と範囲から逸脱することなく、なされることができる。したがって、本発明の範囲は、好ましい実施形態の開示によって制限されない。その代わりに、あとに続く特許請求の範囲を参照することで、本発明は完全に決定されなければならない。

40

【 図 1 】

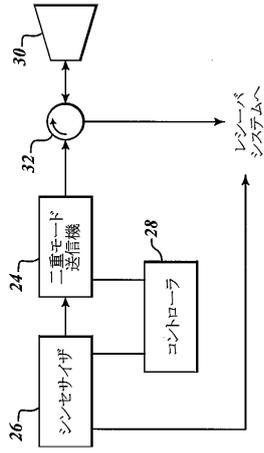
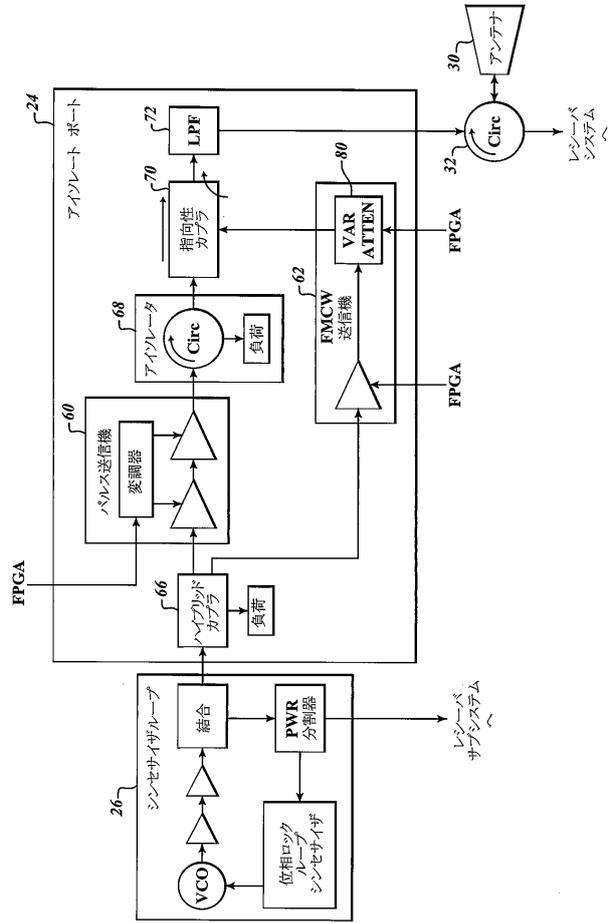


FIG.1

【 図 2 】



レシーバ、サブシステム

レシーバ、システム

フロントページの続き

(74)代理人 100147681

弁理士 夫馬 直樹

(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 0 7 9 6 2 - 2 2 4 5 , モーリスタウン, コロンビア・ロード

1 0 1 , ピー・オー・ボックス 2 2 4 5 , 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ピー

Fターム(参考) 5J070 AB08 AF03 AF05 AF06 AH31 AH39 AK21

【外国語明細書】

2014095690000001.pdf