

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4624195号
(P4624195)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(51) Int.Cl.

H03D 9/06 (2006.01)

F 1

H03D 9/06
H03D 9/06D
B

請求項の数 4 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2005-188645 (P2005-188645)
 (22) 出願日 平成17年6月28日 (2005.6.28)
 (65) 公開番号 特開2006-50581 (P2006-50581A)
 (43) 公開日 平成18年2月16日 (2006.2.16)
 審査請求日 平成20年1月18日 (2008.1.18)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-191733 (P2004-191733)
 (32) 優先日 平成16年6月29日 (2004.6.29)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (72) 発明者 竹之下 健
 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地3号
 京セラ株式会社中央研究所内
 (72) 発明者 早田 和樹
 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地3号
 京セラ株式会社中央研究所内
 (72) 発明者 岸田 裕司
 京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地3号
 京セラ株式会社中央研究所内

審査官 上田 智志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高周波送受信器およびレーダ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高周波信号を発生する高周波発振器と、
 2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、
 前記一方の出力部に接続され、この一方の出力部に分岐された高周波信号を変調して送信用高周波信号を出力する変調器と、

第1の端子、第2の端子および第3の端子を有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、前記変調器の出力が前記第1の端子に入力される信号分離器と、

前記第2の端子に接続された送受信アンテナと、

前記分岐器の他方の出力部と前記信号分離器の第3の端子とに接続され、前記分岐器の他方の出力部から出力される分岐された高周波信号と前記送受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を出力するミキサーと、を具備する高周波送受信器であつて、

前記ミキサーは、前記分岐器の他方の出力部と前記信号分離器の第3の端子とに接続される2つの入力端と、1つもしくは2つの出力端と、を有する結合器と、前記出力端に設けられた高周波検波用素子と、前記高周波検波用素子に接続され、該高周波検波用素子に流れるバイアス電流を調節するトリマブルチップ抵抗と、を含み、

オフ状態にある前記変調器を透過する高周波信号をW_a₂、前記分岐器の前記他方の出

力部から前記ミキサーおよび前記信号分離器を通って前記変調器の前記出力部に透過し、前記変調器の前記出力部の出力端で反射する高周波信号を $W b_2$ とし、これら $W a_2$ および $W b_2$ のそれぞれの強度を $P a_2$ および $P b_2$ としたときに、前記トリマブルチップ抵抗の抵抗値を変化させて前記高周波検出用素子に流れる電流を変化させることにより $P a_2 = P b_2$ となるように前記ミキサーの前記 2 つの入力端間の透過係数が設定され、

前記 $W a_2$ と前記 $W b_2$ との中心周波数における位相差を θ としたときに、 $\theta = (2N + 1) \cdot \pi$ (ただし、N は整数である。) となるように、前記分岐器の前記一方の出力部の出力端と前記変調器との間の線路長、または前記分岐器の前記他方の出力部の出力端と前記ミキサーおよび前記信号分離器を通った前記変調器との間の線路長が設定されていることを特徴とする高周波送受信器。

10

【請求項 2】

前記高周波検出用素子は、ショットキーバリアダイオードであることを特徴とする請求項 1 記載の高周波送受信器。

【請求項 3】

高周波信号を発生する高周波発振器と、

2 つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波発振器から与えられる前記高周波信号を一方の出力部および他方の出力部から選択的に出力する切替えスイッチと、

第 1 の端子、第 2 の端子および第 3 の端子を有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、前記一方の出力部から出力される高周波信号が前記第 1 の端子に入力される信号分離器と、

20

前記第 2 の端子に接続された送受信アンテナと、

前記切替えスイッチの他方の出力部および前記信号分離器の第 3 の端子に接続され、前記切替えスイッチの他方の出力部から出力される高周波信号と前記送受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を出力するミキサーと、を具備する高周波送受信器であって、

前記ミキサーは、前記切替えスイッチの他方の出力部と前記信号分離器の第 3 の端子とに接続される 2 つの入力端と、1 つもしくは 2 つの出力端と、を有する結合器と、前記出力端に設けられた高周波検波用素子と、前記高周波検波用素子に接続され、該高周波検波用素子に流れるバイアス電流を調節するトリマブルチップ抵抗と、を含み、

30

前記切替えスイッチの一方の出力部から、該切替えスイッチがオフ状態のときに透過する高周波信号を $W a_2$ 、前記切替えスイッチの他方の出力部から前記ミキサーおよび前記信号分離器を通って該切替えスイッチの一方の出力部で反射する高周波信号を $W b_2$ とし、これら $W a_2$ および $W b_2$ のそれぞれの強度を $P a_2$ および $P b_2$ としたときに、前記トリマブルチップ抵抗の抵抗値を変化させて前記高周波検出用素子に流れる電流を変化させることにより $P a_2 = P b_2$ となるように前記ミキサーの前記 2 つの入力端間の透過係数が設定され、

前記 $W a_2$ と前記 $W b_2$ との中心周波数における位相差を θ としたときに、 $\theta = (2N + 1) \cdot \pi$ (ただし、N は整数である。) となるように、前記切替えスイッチの他方の出力部から前記ミキサーおよび前記信号分離器を通って該切替えスイッチの一方の出力部に至る線路の線路長が設定されていることを特徴とする高周波送受信器。

40

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の高周波送受信器と、

この高周波送受信器から出力される前記中間周波信号を処理して探知対象物までの距離情報を検出する距離情報検出器と、を具備することを特徴とするレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ミリ波集積回路やミリ波レーダモジュール等に用いられるミキサーに関する

50

ものであり、詳細には、ミキサーの構成要素である高周波検波用素子のバイアス供給回路が半固定抵抗器を備えており、この半固定抵抗器によりミキシング特性やミキサーにおける透過特性等を所望の状態にチューニングすることができるミキサーおよびそれを具備する高周波送受信器に関するものである。

【0002】

また本発明は、上記高周波送受信器を具備するレーダ装置ならびにそれを搭載したレーダ装置搭載車両およびレーダ装置搭載小型船舶に関するものである。

【背景技術】

【0003】

従来のミキサーの例として、例えば特許文献1～特許文献4に開示されているようなものが知られている。特許文献1に開示されているようなミキサーは、非放射性誘電体線路(NonRadiative Dielectric Waveguideで、以下、N R Dガイドともいう。)を用いたミキサーにおいて、誘電体線路の端部に高周波検波用素子としてのショットキーバリアダイオードと、このショットキーバリアダイオードにバイアスを供給するための基板とを設けるとともに磁力線の向きを90°変える方向変換器を介して空洞共振器を設け、この空洞共振器に共振周波数を変化させる可動部を挿入した構成であり、この可動部を動かして空洞共振器の共振周波数を変化させることにより誘電体線路側からショットキーバリアダイオードをみたインピーダンスを変化させることができるというものである。

【0004】

また、このようなミキサーを組み込んで使用され、ミリ波レーダモジュールやミリ波無線通信機等への応用が期待される高周波送受信器としては、例えば、特許文献5に開示されているものがある。この特許文献5に開示されている高周波送受信器は、パルス変調方式の高周波送受信器として知られているものである。

【0005】

このようなパルス変調方式の従来の高周波送受信器は、図18に模式的なブロック回路図で示すように、例えば、高周波信号を発生させる高周波発振器61と、この高周波発振器61の出力端側に接続された、その高周波信号を分岐して一方の出力部62bと他方の出力部62cとに出力する分岐器62と、分岐器62の一方の出力部62b側に接続された、その高周波信号の一部を変調し、送信用の高周波信号として出力する変調器63と、第1，第2および第3の端子64a，64b，64cを有し、変調器63の出力部の出力端63aに第1の端子64aが接続され、第1の端子64aから入力された高周波信号を第2の端子64bに出力し、第2の端子64bから入力された高周波信号を第3の端子64cに出力するサーチュレータ64と、サーチュレータ64の第2の端子64bに接続された送受信アンテナ65と、分岐器62の他方の出力部62cとサーチュレータ64の第3の端子64cとの間に接続された、分岐器62の他方の出力部62cに出力されたローカル信号L0としての高周波信号と送受信アンテナ65で受信した高周波信号RFとを混合して中間周波信号を出力するミキサー66とから構成されていた。

【0006】

また、このような高周波送受信器は、高周波回路要素間を接続し、高周波信号を伝送する高周波用伝送線路としては非放射性誘電体線路が好適であることが知られている。

【0007】

この非放射性誘電体線路は、従来はマイクロ波やミリ波の高周波信号を伝送させるためには金属導波管が多く用いられてきたのに対し、近年の高周波モジュールの小型化の要求により、誘電体線路を高周波信号の導波路として用いた高周波モジュールが開発されている背景で、高周波信号の伝送損失が少ないことで注目されている高周波用伝送線路である。

【0008】

この非放射性誘電体線路の基本的な構成は、図17に部分破断斜視図で示すように、所定の間隔aをもって平行配置された平行平板導体51，52の間に、断面形状が長方形等の矩形状の誘電体線路53を配置した構成であり、この間隔aが高周波信号の波長に対してa / 2であれば、外部から誘電体線路53へのノイズの侵入をなくし、かつ外部への高周波

10

20

30

40

50

信号の放射をなくして、誘電体線路53中で高周波信号を効率良く伝搬させることができる。なお、高周波信号の波長_λは使用周波数における空気中（自由空間）での波長である。

【0009】

また、このような高周波送受信器を具備する従来のレーダ装置およびそれを搭載したレーダ装置搭載車両の例は、例えば、特許文献6に開示されている。

【特許文献1】特開平10-242766号公報

【特許文献2】特開2001-203537号公報

【特許文献3】特開2002-158540号公報

【特許文献4】特開2002-290113号公報

【特許文献5】特開2000-258525号公報

【特許文献6】特開2003-35768号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、特許文献1に開示されているようなミキサーでは、ミキシング特性やミキサーにおける透過特性を調整する調整機構（この例では空洞共振器および可動部の調整機構に相当する。）が高周波用伝送線路の端部に設けられた高周波検波用素子の延長上に設けられ、その構造的な寸法を調整することにより、高周波信号が伝送されるその調整機構の電気長を変化させて、その端部におけるインピーダンスを変化させるようにしたものなので、構造的にわずかな遊びがあっても電気長が変わってしまうことがあり、制御性が良くないという問題点があった。また、そのような遊びがほとんどないものとしようとすれば調整機構そのものが大がかりとなってしまって、あまり現実的ではないという問題点があった。

20

【0011】

また、振動や熱的な膨張収縮等によって、例えば空洞共振器および可動部といった調整機構における電気長がずれるために、調整して最良の状態に一度設定しておいても容易にその状態から離れてしまうことがあり、安定性が良くないという問題点があった。

【0012】

また、このようなミキサーを具備する従来の高周波送受信器では、ミキサーのチューニングの精度や安定性が良くないために受信感度が均一とならず、良好な特性のものを安定して得ることが難しいという問題点があった。

30

【0013】

また、特許文献5に開示されている高周波送受信器では、図18にその構成を模式的なブロック回路図で示すように、ローカル信号L0の一部が、ミキサー66で反射した後、サーチューレタ64の第3の端子64cから第1の端子64aに漏洩し、さらにこの漏洩した高周波信号がオフ状態にある変調器63で全反射して不要な高周波信号として送受信アンテナ65から送信されてしまい、これにより、変調器63がオン状態にある時とオフ状態にある時とに送受信アンテナ65から送信されるそれぞれの送信用高周波信号の強度の比であるオン／オフ比が低下してしまい、送受信性能が低下するという問題点があった。すなわち、このような不要な高周波信号が送信されると、本来受信すべき高周波信号RFに、不要な高周波信号が混入してしまって、受信すべき高周波信号RFの一部が正しく受信できなくなるという問題点があった。

40

【0014】

また、このような高周波送受信器を用いたレーダ装置では、遠くの探知対象物で反射した強度の弱い高周波信号が、変調器63がオフ状態にある時に送信された、ノイズである高周波信号に埋もれてしまうことにより、探知できる範囲が狭かったり、誤探知が起りたりするために探知対象物の探知が遅れたりすることがあるという問題点があった。

【0015】

また、このようなレーダ装置を搭載した車両や小型船舶では、探知対象物をレーダ装置で探知することによってその情報に基づいて回避や制動等の適切な挙動をとることが行な

50

われているが、探知対象物の探知が遅れるために、その探知の後にそれら車両や小型船舶に急激な挙動を起こさせてしまうことがあるという問題点があった。

【0016】

本発明は以上のような従来の技術における改善が望まれる問題点を解決すべく案出されたものであり、その目的は、ミキサーの構成要素である高周波検波用素子のバイアス供給回路が、半固定抵抗器を具備しており、この半固定抵抗器によりミキシング特性やミキサーにおける透過特性等をチューニングすることができるミキサーを提供することにある。また、そのミキサーを具備することにより、簡単な構成で、変調器がオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることを抑制して、送信出力のオン／オフ比を高くすることにより、送受信性能を高くすることができる高性能な高周波送受信器を提供することにある。10

【0017】

また、本発明の他の目的は、そのような高性能な高周波送受信器を具備するレーダ装置ならびにそのレーダ装置を備えたレーダ装置搭載車両およびレーダ装置搭載小型船舶を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明のミキサーは、2つの入力端および1つもしくは2つの出力端を有する結合器の前記出力端に高周波検波用素子が設けられており、この高周波検波用素子に接続されたバイアス供給回路が前記高周波検波用素子に流れるバイアス電流を調節する半固定抵抗器を具備することを特徴とするものである。20

【0019】

また、本発明のミキサーは、上記構成において、前記半固定抵抗器は、トリマブルチップ抵抗であることを特徴とするものである。

【0020】

本発明の請求項3に係る第1の高周波送受信器は、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、前記一方の出力部に接続され、この一方の出力部に分岐された高周波信号を変調して送信用高周波信号を出力する変調器と、第1の端子、第2の端子および第3の端子を有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、前記変調器の出力が前記第1の端子に入力される信号分離器と、前記第2の端子に接続された送受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力部と前記第3の端子との間に前記2つの入力端のそれぞれが接続され、前記他方の出力部から出力される分岐された高周波信号と前記送受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記1つもしくは2つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することを特徴とするものである。30

【0021】

また、本発明の第1の高周波送受信器は、上記構成において、オフ状態にある前記変調器を透過する高周波信号をW_a₂、前記分岐器の前記他方の出力部から前記ミキサーおよび前記信号分離器を通って前記変調器の前記出力部に透過し、前記変調器の前記出力部の出力端で反射する高周波信号をW_b₂とし、これらW_a₂およびW_b₂のそれぞれの強度をP_a₂およびP_b₂としたときに、前記ミキサーの前記2つの入力端間の透過係数を、P_a₂ = P_b₂となるように設定したことを特徴とするものである。40

【0022】

また、本発明の第1の高周波送受信器は、この構成において、前記分岐器の前記一方の出力部の出力端と前記変調器との間の線路長、または前記分岐器の前記他方の出力部の出力端と前記ミキサーおよび前記信号分離器を通った前記変調器との間の線路長を、前記W_a₂と前記W_b₂との中心周波数における位相差をとしたときに、= (2N + 1) · (ただし、Nは整数である。) となるように設定したことを特徴とするものである。

【0023】

10

20

30

40

50

本発明の請求項 6 に係る第 2 の高周波送受信器は、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、前記一方の出力部に接続され、この一方の出力部に分岐された高周波信号を変調して送信用高周波信号を出力する変調器と、入力端子と出力端子とを有し、前記変調器の出力部に前記入力端子が接続され、前記入力端子側から出力端子側へ前記送信用高周波信号を透過させるアイソレータと、このアイソレータの前記出力端子に接続された送信アンテナと、受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力部と前記受信アンテナとの間に前記 2 つの入力端のそれぞれが接続され、前記他方の出力部に分岐された高周波信号と前記受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記 1 つもしくは 2 つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することを特徴とするものである。 10

【 0 0 2 4 】

本発明の請求項 7 に係る第 3 の高周波送受信器は、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波発振器から与えられる前記高周波信号を一方の出力部および他方の出力部から選択的に出力する切替えスイッチと、第 1 の端子、第 2 の端子および第 3 の端子を有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、前記一方の出力部から出力される高周波信号が前記第 1 の端子に入力される信号分離器と、この第 2 の端子に接続された送受信アンテナと、前記他方の出力部に前記 2 つの入力端のうちの一方が接続され、前記第 3 の端子に前記 2 つの入力端のうちの他方が接続され、前記他方の出力部から出力される高周波信号と前記送受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記 1 つもしくは 2 つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することを特徴とするものである。 20

【 0 0 2 5 】

本発明の請求項 8 に係る第 4 の高周波送受信器は、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波発振器から与えられる前記高周波信号を一方の出力部および他方の出力部から選択的に出力する切替え器と、前記一方の出力端に接続された送信アンテナと、受信アンテナと、前記他方の出力部に前記入力端のうち一方が接続され、前記受信アンテナに前記 2 つの入力端のうち他方が接続され、前記他方の出力部から出力される高周波信号と前記受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記 1 つもしくは 2 つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することを特徴とするものである。 30

【 0 0 2 6 】

本発明の請求項 9 に係る第 5 の高周波送受信器は、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、第 1 の端子、第 2 の端子および第 3 の端子を有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、前記一方の出力部の出力が前記第 1 の端子に入力される信号分離器と、前記第 2 の端子に接続された送受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力部と前記第 3 の端子との間に前記 2 つの入力端のそれぞれが接続され、前記他方の出力部から出力される分岐された高周波信号と前記送受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記 1 つもしくは 2 つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することを特徴とするものである。 40

【 0 0 2 7 】

本発明の請求項 10 に係る第 6 の高周波送受信器は、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、この分岐器の前記一方の出力部に接続された送信アンテナと、受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力部と前記受信アンテナとの間に前記 2 つの入力端のそれぞれが接続され、前記他方の出力部に分岐された高周波信号と前記受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記 1 つも 50

しくは2つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することを特徴とするものである。

【0028】

本発明のレーダ装置は、上記各構成の本発明のいずれかの高周波送受信器と、この高周波送受信器から出力される前記中間周波信号を処理して探知対象物までの距離情報を検出する距離情報検出器とを具備することを特徴とするものである。

【0029】

本発明のレーダ装置搭載車両は、上記構成の本発明のレーダ装置を備え、このレーダ装置を探知対象物の検出に用いることを特徴とするものである。

【0030】

本発明のレーダ装置搭載小型船舶は、上記構成の本発明のレーダ装置を備え、このレーダ装置を探知対象物の検出に用いることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0031】

本発明のミキサーによれば、2つの入力端および1つもしくは2つの出力端を有する結合器の前記出力端に高周波検波用素子が設けられており、この高周波検波用素子に接続されたバイアス供給回路が前記高周波検波用素子に流れるバイアス電流を調節する半固定抵抗器を具備することから、半固定抵抗器が、高周波検波用素子に対してミキシング特性やミキサーにおける透過特性等を調整する時にはバイアス電流を適当な値に設定し、それ以外の時には電気長を調整するのと比べて機械的な遊びがややあってもその一度設定したバイアス電流の値が安定に保たれるように動作するため、電気長を調整するのと比べて機械的な遊びがあっても設定後の状態を安定に保持することができるので、ミキシング特性やミキサーにおける透過特性等を精度良く安定にチューニングすることができるミキサーとなる。

【0032】

また、本発明のミキサーによれば、前記半固定抵抗器は、トリマブルチップ抵抗であるときには、トリマブルチップ抵抗には可動部分がないため外部からの振動等の外力が加わっても設定した抵抗値を確実に保つので、さらに安定にチューニングすることができるミキサーとなる。

【0033】

本発明の第1の高周波送受信器によれば、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、前記一方の出力部に接続され、この一方の出力部に分岐された高周波信号を変調して送信用高周波信号を出力する変調器と、第1の端子、第2の端子および第3の端子を有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、前記変調器の出力が前記第1の端子に入力される信号分離器と、前記第2の端子に接続された送受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力部と前記第3の端子との間に前記2つの入力端のそれぞれが接続され、前記他方の出力部から出力される分岐された高周波信号と前記送受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記1つもしくは2つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することから、ミキサーが、高周波検波用素子の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため、良好な受信感度を安定して得られる高性能な高周波送受信器となる。

【0034】

また、本発明の第1の高周波送受信器によれば、オフ状態にある前記変調器を透過する高周波信号をW_a₂、前記分岐器の前記他方の出力部から前記ミキサーおよび前記信号分離器を通って前記変調器の前記出力部に透過し、前記変調器の前記出力部の出力端で反射する高周波信号をW_b₂とし、これらW_a₂およびW_b₂のそれぞれの強度をP_a₂およびP_b₂としたときに、前記ミキサーの前記2つの入力端間の透過係数を、P_a₂ = P_b₂となるように設定したときには、ミキサーがチューニングされることによりその入力端

10

20

30

40

50

間の透過係数を調整する働きをして、オフ状態にある変調器を透過する高周波信号の強度 P_{a_2} と、ミキサー側からサーチュレータを通って変調器の出力端で反射する高周波信号の強度 P_{b_2} とをほぼ同じにすることができるため、これらの高周波信号を効果的に干渉させて互いに減衰させることができるので、変調器がオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることを抑制して送受信性能を高くすることができる高性能な高周波送受信器となる。

【0035】

また、本発明の第1の高周波送受信器によれば、前記分岐器の前記一方の出力部の出力端と前記変調器との間の線路長、または前記分岐器の前記他方の出力部の出力端と前記ミキサーおよび前記信号分離器を通った前記変調器との間の線路長を、前記 W_{a_2} と前記 W_{b_2} との中心周波数における位相差を π としたときに、 $\phi = (2N + 1) \cdot \pi$ (ただし、Nは整数である。) となるように設定したときには、変調器の出力端とサーチュレータとの間においてこれら W_{a_2} と W_{b_2} とが逆位相で合波され、互いに打ち消し合って最も効果的に減衰するので、変調器がオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることをさらに効果的に抑制して送受信性能を高くすることができる高性能な高周波送受信器となる。

【0036】

本発明の第2の高周波送受信器によれば、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、前記一方の出力部に接続され、この一方の出力部に分岐された高周波信号を変調して送信用高周波信号を出力する変調器と、入力端子と出力端子とを有し、前記変調器の出力部に前記入力端子が接続され、前記入力端子側から出力端子側へ前記送信用高周波信号を透過させるアイソレータと、このアイソレータの前記出力端子に接続された送信アンテナと、受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力部と前記受信アンテナとの間に前記2つの入力端のそれぞれが接続され、前記他方の出力部に分岐された高周波信号と前記受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記1つもしくは2つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することから、送受別体のアンテナを用いた高周波送受信器においても、ミキサーが、高周波検波用素子の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため良好な受信感度を安定して得られる高性能な高周波送受信器となる。

【0037】

本発明の第3の高周波送受信器によれば、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波発振器から与えられる前記高周波信号を一方の出力部および他方の出力部から選択的に出力する切替えスイッチと、第1の端子、第2の端子および第3の端子を有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、前記一方の出力部から出力される高周波信号が前記第1の端子に入力される信号分離器と、この第2の端子に接続された送受信アンテナと、前記他方の出力部に前記2つの入力端のうちの一方が接続され、前記第3の端子に前記2つの入力端のうちの他方が接続され、前記他方の出力部から出力される高周波信号と前記送受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記1つもしくは2つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することから、ミキサーが、高周波検波用素子の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため良好な受信感度を安定して得られる高性能な高周波送受信器となる。

【0038】

本発明の第4の高周波送受信器によれば、高周波信号を発生する高周波発振器と、2つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波発振器から与えられる前記高周波信号を一方の出力部および他方の出力部から選択的に出力する切替え器と、前記一方の出力端に接続された送信アンテナと、受信アンテナと、前記他方の出力部に前記入力端

10

20

30

40

50

のうち一方が接続され、前記受信アンテナに前記 2 つの入力端のうち他方が接続され、前記他方の出力部から出力される高周波信号と前記受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記 1 つもしくは 2 つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することから、送受別体のアンテナを用いた高周波送受信器においても、ミキサーが、高周波検波用素子の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため良好な受信感度を安定して得られる高性能な高周波送受信器となる。

【 0 0 3 9 】

本発明の第 5 の高周波送受信器によれば、高周波信号を発生する高周波発振器と、2 つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、第 1 の端子、第 2 の端子および第 3 の端子を有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、前記一方の出力部の出力が前記第 1 の端子に入力される信号分離器と、前記第 2 の端子に接続された送受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力部と前記第 3 の端子との間に前記 2 つの入力端のそれぞれが接続され、前記他方の出力部から出力される分岐された高周波信号と前記送受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記 1 つもしくは 2 つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することから、ミキサーが、高周波検波用素子の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため、良好な受信感度を安定して得られる高性能な高周波送受信器となる。

【 0 0 4 0 】

本発明の第 6 の高周波送受信器によれば、高周波信号を発生する高周波発振器と、2 つの出力部を有し、前記高周波発振器に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力部と他方の出力部とに出力する分岐器と、この分岐器の前記一方の出力部に接続された送信アンテナと、受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力部と前記受信アンテナとの間に前記 2 つの入力端のそれぞれが接続され、前記他方の出力部に分岐された高周波信号と前記受信アンテナで受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記 1 つもしくは 2 つの出力端から出力する上記各構成の本発明のいずれかのミキサーとを具備することから、ミキサーが、高周波検波用素子の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため、良好な受信感度を安定して得られる高性能な高周波送受信器となる。

【 0 0 4 1 】

本発明のレーダ装置によれば、上記各構成のいずれかの高周波送受信器と、この高周波送受信器から出力される前記中間周波信号を処理して探知対象物までの距離情報を検出する距離情報検出器とを具備することから、高周波送受信器が送信出力のオン / オフ比の高い良好な高周波信号を送信し、良好な受信感度で受信するため、速く確実に探知対象物を探知することができるとともに至近距離や遠方の探知対象物をも確実に探知することができるレーダ装置となる。

【 0 0 4 2 】

また、本発明のレーダ装置搭載車両によれば、上記構成の本発明のレーダ装置を備え、このレーダ装置を探知対象物の検出に用いることから、レーダ装置が速く確実に探知対象物である他の車両や障害物等を探知することができるため、例えばそれらを回避するための急激な挙動を車両に起こさせることなく、車両の適切な制御や運転者への適切な警告をすることができるレーダ装置搭載車両となる。

【 0 0 4 3 】

また、本発明のレーダ装置搭載小型船舶によれば、上記構成の本発明のレーダ装置を備え、このレーダ装置を探知対象物の検出に用いることから、レーダ装置が速く確実に探知対象物である他の小型船舶障害物等を探知することができるため、例えばそれらを回避するための急激な挙動を小型船舶に起こさせることなく、小型船舶の適切な制御や操縦者への適切な警告をすることができるレーダ装置搭載小型船舶となる。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

まず、本発明のミキサーおよびそれを具備する高周波送受信器について、図面を参照しつつ以下に詳細に説明する。

【0045】

図1は本発明のミキサーの実施の形態の一例を示す模式的な回路図である。また、図2は本発明のミキサーの実施の形態の他の例を示す模式的な図であり、(a)は平面図、(b)はそのA部の要部斜視図である。また、図3は図2に示すミキサーにおける高周波検波部の例を模式的に示す平面図である。また、図4は図1に示すバイアス供給回路の構成要素であるトリマブルチップ抵抗の例を示す模式的な図であり、(a)は平面図、(b)はその側面図である。また、図5(a)～(e)は、それぞれ図4に示すトリマブルチップ抵抗における他のトリミング方法の例を示す模式的な平面図である。また、図6および図7は、それぞれ本発明の第1の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図および平面図である。また、図8は非放射性誘電体線路型の変調器に用いられるダイオードが実装された基板の一例を模式的に示す斜視図である。また、図9および図10は、それぞれ本発明の第2の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図および平面図である。また、図11は本発明の第3の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。また、図12は本発明の第4の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。また、図13は本発明の第5の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。また、図14は本発明の第6の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。また、図15は本発明の高周波送受信器の実施例における高周波信号W_{a2}, W_{b2}の強度P_{a2}, P_{b2}を示す線図である。また、図16は本発明の高周波送受信器の実施例について送信出力のオン/オフ比特性を示す線図である。また、図17は非放射性誘電体線路の基本的な構成を示す部分破断斜視図である。

10

20

30

【0046】

図1, 図4, 図5において、1は結合器、2は高周波検波用素子としてのショットキーバリアダイオード、3は半固定抵抗器としてのトリマブルチップ抵抗、4はチョークインダクタ、5は直流電圧源、3aは誘電体基体、3bは抵抗体層、3c1, 3c2は電極、3d, 3d1～3d4はトリミング部である。

30

【0047】

また、図2, 図3, 図6～図14において、11は高周波発振器、12は分岐器（例えば、方向性結合器である。）、13は変調器、14は信号分離器としてのサーキュレータ、15は送受信アンテナ、16はミキサー、17はスイッチ、18はアイソレータ、19は送信アンテナ、20は受信アンテナ、21, 31は下側の平板導体、22, 32は第1の誘電体線路、23, 33は第2の誘電体線路、24, 34は磁性体としてのフェライト板、25, 35は第3の誘電体線路、26, 36は第4の誘電体線路、27, 37は第5の誘電体線路、28, 38a, 38bは無反射終端器、39は第6の誘電体線路、40, 44は基板、41, 46はチョーク型バイアス供給線路、42, 47は接続端子、43は高周波変調用素子、45は高周波検波用素子、12a, 71a, 73aは入力部、12b, 71b, 73bは一方の出力部、12c, 71c, 73cは他方の出力部、13aは変調器13の入力部、13bは変調器13の出力部、18aは入力端子、18bは出力端子、14a, 24a, 34a, 72b, 75aは第1の端子、14b, 24b, 34b, 72a, 75bは第2の端子、14c, 24c, 34c, 72c, 75cは第3の端子である。また、71は切替え器としての切替えRFスイッチ、72は信号分離器としての第2の切替えRFスイッチである。また、73, 74はそれぞれ分岐器の構成要素としてのラットレス型ハイブリッド結合器、終端抵抗、75, 76はそれぞれ信号分離器の構成要素としての第2のラットレス型ハイブリッド結合器、終端抵抗である。なお、図2において平板導体は図示していない。また、図7および図10において、上側の平板導体は図示していない。

40

【0048】

本発明のミキサーの実施の形態の一例は、図1に回路図で示すように、2つの入力端1

50

a , 1 b および 1 c もしくは 2 c (この例では 1 c)の出力端 1 c を有する結合器 1 の出力端 1 c に高周波検波用素子としてのショットキーバリアダイオード 2 が設けられており、このショットキーバリアダイオード 2 に接続されたバイアス供給回路 C がショットキーバリアダイオード 2 に流れるバイアス電流を調節するトリマブルチップ抵抗 3 を備えている構成である。また、この構成において、結合器 1 はコプレーナ線路等の高周波用伝送線路で構成されており、2 つの高周波信号を合波させるものである。

【 0 0 4 9 】

具体的には、結合器 1 の出力端 1 c は、ショットキーバリアダイオード 2 のアノードに接続され、ショットキーバリアダイオード 2 のカソードは接地される。バイアス供給回路 C はショットキーバリアダイオード 2 のアノードに接続される。

10

【 0 0 5 0 】

また、本発明のミキサーの実施の形態の他の例は、図 2 に示すように、2 つの入力端 26 a , 27 a および 2 つの出力端 26 b , 27 b を有する方向性結合器 DC (Directional Coupler) の出力端 26 b , 27 b に高周波検波用素子としてのショットキーバリアダイオード 45 (図 1 におけるショットキーバリアダイオード 2 に相当するものである。) が設けられており、このショットキーバリアダイオード 45 (2) に接続された図 1 に示すようなバイアス供給回路 C がショットキーバリアダイオード 45 (2) に流れるバイアス電流を調節するトリマブルチップ抵抗 3 を備えている構成である。この構成において、方向性結合器 DC は、中途が電磁結合するように近接させるか接合させた誘電体線路 26 および誘電体線路 27 を平板導体 (図示せず) で挟んだ非放射性誘電体線路により構成されている。この非放射性誘電体線路の構成は、誘電体線路 26 および誘電体線路 27 のそれぞれについて、図 17 に部分破断斜視図で示す構成と同様である。また、ショットキーバリアダイオード 45 (2) は、図 3 に平面図で示すように、基板 44 上に形成された導電体層からなる幅の広い線路 46 a と幅の狭い線路 46 b とが / 4 (/ 4 は誘電体線路 26 , 27 に伝送させる高周波信号の波長) の周期で交互に接続されて成るチョーク型バイアス供給線路 46 の途中の途切れた部分に形成された接続端子 47 に接続され、このショットキーバリアダイオード 45 (2) が接続された基板 44 が、誘電体線路 26 , 27 の出力端 26 b , 27 b のそれぞれに出力される高周波信号がショットキーバリアダイオード 45 (2) に入射するように配置されている。

20

【 0 0 5 1 】

また、上記各構成において、バイアス供給回路 C は、図 1 に回路図で示すように、チョークインダクタ 4 および直流電圧源 5 を備えており、ショットキーバリアダイオード 2 にチョークインダクタ 4 とトリマブルチップ抵抗 3 と直流電圧源 5 とが順次接続されている。なお、チョーク型バイアス供給線路 46 は、チョークインダクタ 4 に相当するものである。

30

【 0 0 5 2 】

そして、トリマブルチップ抵抗 3 は、図 4 に示すように、例えば、アルミニナセラミックス等の誘電体から成る誘電体基体 3 a 上に Ni - Cr 合金等の抵抗体から成る抵抗体層 3 b が形成されており、この抵抗体層 3 b の両端に接続されるとともに誘電体基体 3 a の両端を覆うように電極 3 c 1 , 3 c 2 が形成されているようなものであり、このトリマブルチップ抵抗 3 の抵抗体層 3 b に YAG (イットリウム・アルミニウム・ガーネット) レーザ等からのレーザ光を照射して抵抗体層 3 b の一部分を適当な面積だけ蒸発させたり、酸化させたりしてトリミング部 3 d を形成することにより電極 3 c 1 , 3 c 2 間の抵抗値を変化させることができるといったものである。

40

【 0 0 5 3 】

例えば、抵抗体層 2 b の上に、抵抗体層 2 b を保護するとともに、YAG レーザを 90% 以上通すような絶縁膜を設け、絶縁膜の上から抵抗体層 2 b の一部を酸化させてトリミング部 2 d を形成して抵抗値を変化させれば、抵抗体層 2 b を保護するための工程を別途設ける必要がなくなるため生産性が良好になるとともに、抵抗体層 2 b が保護されているため、この後の製造工程や周囲の環境等により抵抗値が変化することを防ぐことができるので安定した特性の高周波発振器を得ることができる。

50

【0054】

図1～図4に示す例の本発明のミキサーによれば、従来のミキサーと同様に、2つの入力端1a, 1b(26a, 27a)から入力された高周波信号を混合(ミキシング)して中間周波信号を出力するように動作する。その際、ミキシング特性やミキサーにおける透過特性はショットキーバリアダイオード2(45)に流れるバイアス電流に依存することとなるが、本発明においては、直流電圧源5とショットキーバリアダイオード2(45)との間にバイアス電流を調整する半固定抵抗器としてのトリマブルチップ抵抗3を設けたので、このトリマブルチップ抵抗3の抵抗値をトリミング等の方法によって調整することにより、バイアス電流を調節し、ミキシング特性やミキサーにおける透過特性を最適な状態に調整(チューニング)することができる。

10

【0055】

なお、本発明において、ミキシング特性とは、主にミキシングされる高周波信号の強度と出力される中間周波信号の強度との相対的な比で表されるコンバージョンゲイン特性を指しており、ミキサーにおける透過特性とは、ミキサーの2つの入力端を透過する高周波信号の透過特性を指している。

【0056】

なお、上記のようなトリマブルチップ抵抗3の働きは、トリマブルチップ抵抗3の他にも回転方式や接点方式等の機械式のトリマ抵抗やポテンショメータ等の半固定抵抗器を用いても同様に得ることができるが、トリマブルチップ抵抗3は外部から振動が加わっても抵抗値がずれない点や、温度や湿度に対する信頼性が高い点で好ましい。

20

【0057】

このトリマブルチップ抵抗3は、具体的には次のように使用すればよい。すなわち、図4に示すように、抵抗体層3bの電極3c1, 3c2が接続されていない周辺部の外側から内側に向かって例えばYAGレーザ光を照射して、直線状の切り込み(直線状カット)を入れてトリミング部3dを形成すればよい。この直線状カット等のトリミング部3dの面積によりトリマブルチップ抵抗3の抵抗値が変わり、この面積を大きくするに従って抵抗体層3bの断面における電流が流れる断面積が小さくなるため、その抵抗値を大きくすることができる。通常は、所望の調整範囲で抵抗値の初期値が小さめのものを選定し、その抵抗値を大きくする方向で調整するようにすればよい。また、直線状カットによってトリミング部3dの面積を広げる際には、幅はYAGレーザ光のスポットサイズで決まる一定の大きさとしておいて、そのYAGレーザ光を一軸方向に走査するようにしてその走査する方向にその面積を広げるようにすればよい。また、その際、次の走査をする前に同じ部位で複数回、パルス状のYAGレーザ光を照射すればよい。このようにすれば抵抗値の調整(トリミング)を高精度で行なうことができる。

30

【0058】

また、図4に示すような直線状カットの他にも、図5(a)に平面図で示すように、上記のような直線状カットを抵抗体層3bの中央部にいわゆる島状に設けたトリミング部3dとしてもよい。また、図5(b)に同様に示すように、上記のような直線状カットを第1カット3d1として設けた後、同様の直線状カットを第2カット3d2として第1カット3d1から少し離れた位置に第1カット3d1よりも短い長さで設けてもよい(ダブルカット)。また、図5(c)に同様に示すように、そのようなダブルカットに対して、第1カット3d1を設けた辺に対向する辺に第2カット3d2を設けるようにしたダブルカットとしてもよい。また、図5(d)に同様に示すように、図5(c)に示すようなダブルカット3d1, 3d2と、これと同様のダブルカット3d3, 3d4とを櫛歯状に設けてもよい(サーペンタインカット)。図5(b)～(d)に示すようにトリミング部3d, 3d1～3d4を形成すれば、第2カット3d2, 3d4によってより緻密に抵抗値を設定することができるので、より高精度なトリミングによる調整を行なうことができる。特に、図5(d)に示すように、櫛歯状にカット部2d1～2d4を設けるときには、抵抗体層2bの線路長を長くすることができるので抵抗値を広い範囲で調整することができるので好ましい。

40

50

【 0 0 5 9 】

また、図5(e)に同様に示すように、直線状カットに対して走査する方向を途中でほぼ直角に曲げたL字状の切り込み(Lカット)を設けてよい。この場合には、抵抗体層3bにかかる応力が緩和されて抵抗体層3bにマイクロクラックが入りにくくなり、マイクロクラックの影響による抵抗値のドリフトを小さくすることができる。

【 0 0 6 0 】

なお、このようなトリマブルチップ抵抗3は、1つでも十分な調整幅のトリミングが可能なものであるが、これを複数個直列や並列に接続する等したものを用いても構わない。

【 0 0 6 1 】

このようなトリマブルチップ抵抗2は、ミキサー16を高周波送受信器に組み付けたときに、外部に露出するように設けられる。これによって高周波送受信器にミキサー16を組み付けた状態で、トリマブルチップ抵抗2の抵抗値を変化させることができる。

10

【 0 0 6 2 】

本発明のミキサーの実施の形態の例によれば、上記構成とすることから、半固定抵抗器としてのトリマブルチップ抵抗3が、高周波検波用素子としてのショットキーバリアダイオード45(2)に対してミキシング特性やミキサーにおける透過特性等を調整する時にはバイアス電流を適当な値に設定し、それ以外の時、例えば、高周波発振器を高周波送受信器などの製品に組み込んだ時にはその一度設定したバイアス電流の値が保たれるように動作するため、高周波検波用素子の延長上に設けた高周波用伝送線路による調整機構の電気長を調整するのと比べて、機械的な遊びを少なくしたり設定後の状態を安定に保持したりすることができるので、ミキシング特性やミキサーにおける透過特性等を精度良く安定にチューニングすることができる。また、半固定抵抗器をトリマブルチップ抵抗3とすれば、トリマブルチップ抵抗3には可動部分がないため、調整後に外部から振動等の外力が加わっても設定した抵抗値を安定に保つので、安定にチューニングする上で好適である。

20

【 0 0 6 3 】

なお、トリマブルチップ抵抗3の他にも上記のような半固定抵抗器を使用しても構わない。本発明でいう半固定抵抗器とは、抵抗値を可変に設定することができて、かつ設定した抵抗値が不用意に変動しない特性を持ち合わせたものということであって、特に抵抗値の調整回数の仕様については、例えば少なくとも数十回程度の調整に耐えられるようなものであれば、それ以上は如何様であっても構わない。

30

【 0 0 6 4 】

なお、本発明のミキサーにおいては、高周波用伝送線路として、コプレーナ線路や非放射性誘電体線路の他にも、ストリップ線路、マイクロストリップ線路、グランド付きコプレーナ線路、スロット線路、導波管、誘電体導波管等を用いてもよい。

【 0 0 6 5 】

次に、本発明の第1の高周波送受信器の実施の形態の一例は、図6にブロック回路図で示すように、高周波信号を発生する高周波発振器11と、この高周波発振器11に接続された、高周波信号を分岐して一方の出力部12bと他方の出力部12cとに出力する分岐器12と、一方の出力部12bに接続された、この一方の出力部12bに分岐された高周波信号を変調して送信用高周波信号を出力する変調器13と、磁性体の周囲に第1の端子14a、第2の端子14bおよび第3の端子14cを有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、変調器13の出力が第1の端子14aに入力されるサーチュレータ14と、このサーチュレータ14の第2の端子14bに接続された送受信アンテナ15と、分岐器12の他方の出力部12cとサーチュレータ14の第3の端子14cとの間に2つの入力端子16a、16bのそれぞれが接続され、他方の出力部12cに分岐された高周波信号と送受信アンテナ15で受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を前記1つもしくは2つの出力端から(この例では、1つの出力端から)出力する上記各構成の本発明の実施の形態の例のいずれかのミキサー16とを備えている構成である。

40

【 0 0 6 6 】

また、上記構成において、好ましい構成として、オフ状態にある変調器13を透過する高

50

周波信号を W_{a_2} 、分岐器12の他方の出力部12cからミキサー16およびサーチュレータ14を通って変調器13の出力端13bに透過し、変調器13の出力部13bの出力端で反射する高周波信号を W_{b_2} とし、これら W_{a_2} および W_{b_2} のそれぞれの強度を P_{a_2} および P_{b_2} としたときに、ミキサー16の2つの入力端16a, 16b間の透過係数を、 $P_{a_2} = P_{b_2}$ となるように設定している。

【0067】

また、この構成において、さらに好ましい構成として、分岐器12の一方の出力部12bと変調器13との間の線路長もしくは分岐器12の他方の出力部12cとミキサー16およびサーチュレータ14を通った変調器13との間の線路長を、 W_{a_2} と W_{b_2} との中心周波数における位相差をとしたときに、 $= (2N + 1) \cdot$ (ただし、Nは整数である。) となるように設定している。位相差が $= (2N + 1) \cdot$ となるように設定するには、第1の誘電体線路22の線路長を長くする分だけ第2の誘電体線路23の線路長を短くするか、または第1の誘電体線路22の線路長を短くする分だけ第2の誘電体線路23の線路長を長くすればよい。このようにすれば、変調器13を除く他の回路要素の配置を変えなくてもよくなり、このような調整を容易にできる。なお、この場合において、第1の誘電体線路22と第5の誘電体線路27とを近接もしくは接合させた部分(分岐器12を構成する部分)の位置は変えないようにする。

【0068】

また、図6に示す本発明の第1の高周波送受信器は、上記各構成要素間を接続するための高周波用伝送線路として、非放射性誘電体線路を用いている。この非放射性誘電体線路の基本的な構成は、図17に部分破断斜視図で示すものと同様である。

【0069】

すなわち、図6に示す本発明の第1の高周波送受信器は、具体的には、図7に平面図で示すように、高周波信号の波長の2分の1以下の間隔で平行に配置された平板導体21(他方の平板導体は図示していない。)間に、第1の誘電体線路22の一端が接続された、高周波ダイオードから出力された高周波信号を周波数変調するとともに高周波信号として第1の誘電体線路22を伝搬させて出力する高周波発振器11と、第1の誘電体線路22の他端に接続された、その高周波信号をパルス信号に応じて入力部13a側に反射するかまたは出力部13b側に透過させる変調器13と、変調器13の出力部13bに一端が接続された第2の誘電体線路23と、平板導体21に平行に配設されたフェライト板24の周縁部に、それぞれ高周波信号の入出力端子とされた第1の端子24a, 第2の端子24bおよび第3の端子24cを有し、この順に、一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力する、第1の端子24aが第2の誘電体線路23の他端に接続されたサーチュレータ14と、サーチュレータ14のフェライト板24の周縁部に放射状に配置され、かつ第2の端子24bおよび第3の端子24cにそれぞれの一端が接続された第3の誘電体線路25および第4の誘電体線路26と、第3の誘電体線路25の他端に接続された送受信アンテナ15と、中途を第1の誘電体線路22の中途に近接もしくは接合させた、第1の誘電体線路22を伝搬する高周波信号の一部を分岐して伝搬させる第5の誘電体線路27と、第5の誘電体線路27の高周波発振器11側の一端に接続された無反射終端器28と、第4の誘電体線路26の他端と第5の誘電体線路27の他端との間に接続された、第5の誘電体線路27から入力される高周波信号と送受信アンテナ15で受信してサーチュレータ14から入力される高周波信号とを混合して中間周波信号を出力する上記各構成の本発明の実施の形態の例のいずれかのミキサー16とを備えている構成である。

【0070】

また、上記構成において、好ましい構成として、ミキサー16の2つの入力端16a, 16b間の透過係数を、オフ状態にある変調器13を透過し第2の誘電体線路23に入力される高周波信号を W_{a_2} 、第1の誘電体線路22および第5の誘電体線路27の近接部もしくは接合部ならびに第5の誘電体線路27および第4の誘電体線路26の近接部もしくは接合部からサーチュレータ14を通って変調器13の出力部13bに透過し、変調器13の出力部13bの出力端で反射し、第2の誘電体線路23に入力される高周波信号を W_{b_2} とし、これら W_{a_2} および

10

20

30

40

50

W_{b_2} のそれぞれの強度を P_{a_2} および P_{b_2} としたときに、 $P_{a_2} = P_{b_2}$ となるように設定している。なお、このようにするには、本発明のミキサーのチューニング機能を用いて、ミキサー16の2つの入力端16a, 16b間の透過係数を調整すればよい。

【0071】

また、この構成において、さらに好ましい構成として、第1の誘電体線路22と第5の誘電体線路27とを近接もしくは接合させた部分（この部分が分岐器12を構成している。）から第1の誘電体線路22の他端までの線路長（分岐器12と変調器13との間の線路長に相当する。）もしくは第1の誘電体線路22と第5の誘電体線路27とを近接もしくは接合させた部分から第5の誘電体線路27の他端までの線路長と第4の誘電体線路26の線路長と第2の誘電体線路23の線路長との合計の線路長（ミキサー16側の分岐器12と変調器13との間の線路長に相当する。）を、オフ状態にある変調器13を透過する高周波信号を W_{a_2} 、第1の誘電体線路22と第5の誘電体線路27とを近接もしくは接合させた部分の第5の誘電体線路27からミキサー16、第4の誘電体線路26およびサーチュレータ14を通って変調器13の出力部13bに透過し、変調器13の出力部13bの出力端で反射する高周波信号を W_{b_2} とし、これら W_{a_2} と W_{b_2} との中心周波数における位相差を π としたときに、 $P_{a_2} = P_{b_2} = (2N + 1) \cdot \pi$ となるように設定している。

なお、前述のように、第1の誘電体線路22および第5の誘電体線路27は、それらの近接部もしくは接合部において分岐器12を構成している。

【0072】

なお、図7において、第1の端子24a、第2の端子24b、第3の端子24cは、それぞれ図6における第1の端子14a、第2の端子14b、第3の端子14cに対応している。

【0073】

この構成において、変調器13は、図8に斜視図で示すように、基板40の表面に形成されたチョーク型バイアス供給線路41の途中の途切れた部位に形成された接続端子42に高周波変調用素子としてのダイオード43を接続した高周波変調部を、第1の誘電体線路22と第2の誘電体線路23との間に、第1の誘電体線路22から出力される高周波信号がダイオード43に入射するように挿入している。チョーク型バイアス供給線路41は、前述した図3に示すチョーク型バイアス供給線路46と同様の形状を有する。この構成において、高周波変調用素子としてのダイオード43には、PINダイオードを用いればよい。また、ダイオード43の代わりにトランジスタやマイクロ波モノリシック集積回路（MMIC）を用いても構わない。

【0074】

本発明の高周波送受信器における変調器13には、このような透過形の変調器が好適である。また、透過型の変調器の代わりに、高周波信号を透過させたり反射したりすることができる半導体スイッチやMEMS（Micro Electro Mechanical System：微小電気機械システム）スイッチ等のスイッチを用いてもよい。

【0075】

以上のように構成された図6および図7に示す本発明の第1の高周波送受信器は、従来の高周波送受信器と同様に動作する。しかしながら、その際、ミキサー16として本発明のミキサーを備えているため、ミキサー16が、高周波検波用素子としてのショットキーバリアダイオード2(45)の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため、良好な受信感度を安定して得られる高性能な高周波送受信器となる。

【0076】

また、さらに、ミキサー16の2つの入力端16a, 16b間の透過係数を、オフ状態にある変調器13を透過する高周波信号を W_{a_2} 、分岐器12の他方の出力部12cからミキサー16およびサーチュレータ14を通って変調器13の出力部13bの出力端に透過し、変調器13の出力部13bの出力端で反射する高周波信号を W_{b_2} とし、これら W_{a_2} および W_{b_2} のそれぞれの強度を P_{a_2} および P_{b_2} としたときに、 $P_{a_2} = P_{b_2}$ となるように設定していることから、これら W_{a_2} および W_{b_2} を干渉させて互いに減衰させることができるので、簡単な構成で、変調器13がオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号とし

10

20

30

40

50

て送信されることを抑制して、送信出力のオン／オフ比を高くすることができ、送受信性能を高くすることができる。

【0077】

$P_{a_2} = P_{b_2}$ とするとよい理由としては、高周波信号 W_{a_2} の強度である P_{a_2} （単位：ワット）と高周波信号 W_{b_2} の強度である P_{b_2} （単位：ワット）とがほぼ同じになることにより、高周波信号 W_{a_2} と高周波信号 W_{b_2} とが効果的に干渉して、これら高周波信号 W_{a_2} , W_{b_2} のそれぞれの強度の合計である $P_{a_2} + P_{b_2}$ よりも大幅に、これら高周波信号 W_{a_2} , W_{b_2} が合波する際の強度を小さくすることができるからである。このことは、2つの高周波信号を干渉させる場合の一般的な干渉の理論に従うものである。一方、 $P_{a_2} \neq P_{b_2}$ とすると、高周波信号 W_{a_2} , W_{b_2} が互いに干渉して弱め合う効果が小さくなるため、高周波信号 W_{a_2} , W_{b_2} が合波する際の強度は高周波信号 W_{a_2} , W_{b_2} のそれぞれの強度の合計である $P_{a_2} + P_{b_2}$ と比べてあまり変わらなくなり、変調器13がオフ状態にある時の高周波信号の出力を小さくすることができず、オン／オフ比を高くすることができなくなる。10

【0078】

また、さらに、分岐器12の一方の出力部12bと変調器13との間の線路長もしくは分岐器12の他方の出力部12cとミキサー16およびサーキュレータ14を通った変調器13との間の線路長を、 W_{a_2} と W_{b_2} との中心周波数における位相差を π としたときに、 $\phi = (2N + 1) \cdot \pi$ （ただし、Nは整数である。）となるように設定していることから、変調器13の出力部13bの出力端とサーキュレータ14との間ににおいてこれら W_{a_2} と W_{b_2} とが逆位相で合波され、互いに打ち消し合って最も効果的に減衰するので、変調器13がオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることをさらに効果的に抑制して、送信出力のオン／オフ比を高くすることができ、送受信性能を高くすることができる。20

【0079】

また、上記構成に対して、好ましくは、ミキサー16の出力端には、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けるとよい。

【0080】

ミキサー16の出力端に、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けたときには、信号分離器としてのサーキュレータ14の第1の端子14aと第3の端子14cとの間のアイソレーションの不足等で、サーキュレータ14の第3の端子14cに送信用高周波信号の一部が漏洩したとしても、この漏洩した高周波信号に対する中間周波信号を出力させないように、スイッチ17がそのような中間周波信号を遮断するように動作させることができるので、受信すべき高周波信号を受信側で識別しやすくすることができる。30

【0081】

次に、本発明の第2の高周波送受信器の実施の形態の一例は、図9にブロック回路図で示すように、高周波信号を発生する高周波発振器11と、この高周波発振器11に接続された、高周波信号を分岐して一方の出力部12bと他方の出力部12cとに出力する分岐器12と、一方の出力部12bに接続され、この一方の出力部12bに分岐された高周波信号を変調して送信用高周波信号を出力する変調器13と、この変調器13の出力部13bに入力端子18aが接続され、入力端子18a側から出力端子18b側へ送信用高周波信号を透過させるアイソレータ18と、このアイソレータ18に接続された送信アンテナ19と、分岐器12の他方の出力部12c側に接続された受信アンテナ20と、分岐器12の他方の出力部12cと受信アンテナ20との間に2つの入力端子16a, 16bのそれぞれが接続された、他方の出力部12cに分岐された高周波信号と受信アンテナ20で受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を1つもしくは2つの出力端から（この例では、1つの出力端から）出力する上記構成の本発明の実施の形態の例のミキサー16とを備えている構成である。40

【0082】

また、図9に示す本発明の第2の高周波送受信器は、上記各構成要素間を接続するため

の高周波用伝送線路として、非放射性誘電体線路を用いている。この非放射性誘電体線路の基本的な構成は、図17に部分破断斜視図で示すものと同様である。

【0083】

すなわち、図9に示す本発明の第2の高周波送受信器は、具体的には、図10に平面図で示すように、高周波信号の波長の2分の1以下の間隔で平行に配置された平板導体31（他方の平板導体は図示していない。）間に、第1の誘電体線路32の一端が接続された、高周波ダイオードから出力された高周波信号を周波数変調するとともに第1の誘電体線路32を伝搬させて出力する高周波発振器11と、第1の誘電体線路32の他端に接続された、その高周波信号をパルス信号に応じて入力部13a側に反射するかまたは出力部13b側に透過させる変調器13と、変調器13の出力部13bに一端が接続された第2の誘電体線路33と、平板導体31に平行に配設されたフェライト板34の周縁部に、それぞれ高周波信号の入出力端子とされた第1の端子34a、第2の端子34bおよび第3の端子34cを有し、この順に、一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力する、第1の端子34aが第2の誘電体線路33の他端に接続されたサーキュレータ14と、サーキュレータ14のフェライト板34の周縁部に放射状に配置され、かつ第2の端子34bおよび第3の端子34cにそれぞれの一端が接続された第3の誘電体線路35および第4の誘電体線路36と、第3の誘電体線路35の他端に接続された送信アンテナ19と、中途を第1の誘電体線路32の中途に近接もしくは接合させた、第1の誘電体線路32を伝搬する高周波信号の一部を分岐して伝搬させる第5の誘電体線路37と、第4の誘電体線路36の他端に接続された無反射終端器38aと、第5の誘電体線路37の高周波発振器11側の一端に接続された無反射終端器38bと、一端が受信アンテナ20に接続された第6の誘電体線路39と、第5の誘電体線路37の他端と第6の誘電体線路39の他端との間に接続された、第5の誘電体線路37から入力される高周波信号と受信アンテナ20で受信して第6の誘電体線路39から入力される高周波信号とを混合して中間周波信号を出力する上記各構成の本発明の実施の形態の例のいずれかのミキサー16とを備えている構成である。なお、第1の誘電体線路32および第5の誘電体線路37は、それらの近接部もしくは接合部において分岐器12を構成している。また、サーキュレータ14と第4の誘電体線路36と無反射終端器38aとでアイソレータ18が構成される。なお、図10において第1の端子34a、第2の端子34bは、それぞれ図9における入力端子18a、出力端子18bに対応している。

【0084】

以上のように構成された本発明の第2の高周波送受信器は、従来の高周波送受信器と同様に動作する。しかしながら、その際、ミキサー16として本発明のミキサーを備えているため、ミキサー16が、高周波検波用素子としてのショットキーバリアダイオード2(45)の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため良好な受信感度を安定して得られる高性能なものとなる。

【0085】

また、上記構成に対して、好ましくは、ミキサー16の出力端には、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けるとよい。

【0086】

ミキサー16の出力端に、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けたときには、送信アンテナ19と受信アンテナ20との間のアイソレーションの不足等で、受信アンテナ20に送信用高周波信号の一部が漏洩したとしても、この漏洩した高周波信号に対する中間周波信号を出力させないように、スイッチ17がそのような中間周波信号を遮断するように動作させることができるので、受信すべき高周波信号を受信側で識別しやすくすることができる。

【0087】

次に、図11に示す本発明の第3の高周波送受信器の実施の形態の一例は、高周波信号を発生する高周波発振器11と、この高周波発振器11に接続され、高周波信号を切り替えて一方の出力部71bに送信用高周波信号RFtとして出力するかまたは他方の出力部71cにローカル信号LOとして出力する切替え器としての切替えRFスイッチ71と、第1の端子として

10

20

30

40

50

の入力端72b、第3の端子としての出力端72cおよび第2の端子としての入出力端72aを有し、一方の出力部71bに入力端72bが接続され、入出力端72aを入力端72bまたは出力端72cに切り替えて接続する、信号分離器としての第2の切替えRFスイッチ72と、この第2の切替えRFスイッチ72の入出力端72aに接続された送受信アンテナ15と、切替えRFスイッチ71の他方の出力端71cと第2の切替えRFスイッチ72の出力端72cとの間に接続され、他方の出力部71cに出力されたローカル信号LOと送受信アンテナ15で受信した高周波信号RFrとを混合して中間周波信号を1つもしくは2つの出力端から（この例では、1つの出力端から）出力する上記構成の本発明の実施の形態の例のミキサー16とを備えている構成である。

【0088】

10

また、上記構成に対して、好ましくは、ミキサー16の出力端には、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けるとよい。

【0089】

ミキサー16の出力端に、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けたときには、信号分離器としての第2のRFスイッチ72の第1の端子72bと第3の端子72cとの間のアイソレーションの不足等で、第2のRFスイッチ72の第3の端子72cに送信用高周波信号の一部が漏洩したとしても、この漏洩した高周波信号に対する中間周波信号を出力させないように、スイッチ17がそのような中間周波信号を遮断するように動作させることができるので、受信すべき高周波信号を受信側で識別しやすくすることができる。

20

【0090】

さらに、本発明の第3の高周波送受信器においても、本発明の第1の高周波送受信器と同様に、送信用高周波信号のオン／オフ比を高くすることが望ましい。

【0091】

具体的には、本発明の第3の高周波送受信器においては、切替え器71の一方の出力部71bからオフ状態のときに透過する高周波信号をW_{a2}、切替え器71の他方の出力部71cからミキサー16、信号分離器72を通り切替え器71の一方の出力部71bの出力端で反射される高周波信号をW_{b2}とし、これらW_{a2}およびW_{b2}のそれぞれの強度をP_{a2}およびP_{b2}としたときに、ミキサー16の2つの入力端間の透過係数を、P_{a2} = P_{b2}となるように設計すればよい。このことから、これらW_{a2}およびW_{b2}を干渉させて互いに減衰させることができるので、簡単な構成で、切替え器71が一方の出力部71cに対してオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることを抑制して、送信出力のオン／オフ比を高くすることができ、送受信性能を高くすることができる。

30

【0092】

P_{a2} = P_{b2}とするとよい理由としては、高周波信号W_{a2}の強度であるP_{a2}（単位：ワット）と高周波信号W_{b2}の強度であるP_{b2}（単位：ワット）とがほぼ同じになることにより、高周波信号W_{a2}と高周波信号W_{b2}とが効果的に干渉して、これら高周波信号W_{a2}、W_{b2}のそれぞれの強度の合計であるP_{a2} + P_{b2}よりも大幅に、これら高周波信号W_{a2}、W_{b2}が合波する際の強度を小さくすることができるからである。このことは、2つの高周波信号を干渉させる場合の一般的な干渉の理論に従うものである。一方、P_{a2} ≠ P_{b2}とすると、高周波信号W_{a2}、W_{b2}が互いに干渉して弱め合う効果が小さくなるため、高周波信号W_{a2}、W_{b2}が合波する際の強度は高周波信号W_{a2}、W_{b2}のそれぞれの強度の合計であるP_{a2} + P_{b2}と比べてあまり変わらなくなり、切替え器71が一方の出力部71cに対してオフ状態にある時の高周波信号の出力を小さくすることができず、オン／オフ比を高くすることができなくなる。

40

【0093】

また、さらに、切替え器71の他方の出力部71cとミキサー16および信号分離器72を通った切替え器71の一方の出力部71bとの間の線路長を、W_{a2}とW_{b2}との中心周波数における位相差をπとしたときに、π = (2N + 1) · π（ただし、Nは整数である。）となるように設定すれば、切替え器71の一方の出力部71bの出力端と信号分離器72との間にお

50

いてこれらW_a₂とW_b₂とが逆位相で合波され、互いに打ち消し合って最も効果的に減衰するので、切替え器71が一方の出力部71bに対してオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることをさらに効果的に抑制して、送信出力のオン／オフ比を高くすることができ、送受信性能を高くすることができる。

【0094】

また、図12に示す本発明の第4の高周波送受信器の実施の形態の一例は、高周波信号を発生する高周波発振器11と、この高周波発振器11に接続された、高周波信号を切り替えて一方の出力部71bに送信用高周波信号RFtとして出力するかまたは他方の出力部71cにローカル信号LOとして出力する、切替え器としての切替えRFスイッチ71と、一方の出力部71bに接続された送信アンテナ19と、切替えRFスイッチ71の他方の出力部71c側に接続された受信アンテナ20と、切替えRFスイッチ71の他方の出力部71cと受信アンテナ20との間に接続され、他方の出力部71cに出力されたローカル信号LOと受信アンテナ20で受信した高周波信号RFrとを混合して中間周波信号をつもしくは2つの出力端から（この例では、1つの出力端から）出力する上記構成の本発明の実施の形態の例のミキサー16とを備えている構成である。10

【0095】

また、上記構成に対して、好ましくは、ミキサー16の出力端には、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けるとよい。

【0096】

ミキサー16の出力端に、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けたときには、送信アンテナ19と受信アンテナ20との間のアイソレーションの不足等で、受信アンテナ20に送信用高周波信号の一部が漏洩したとしても、この漏洩した高周波信号に対する中間周波信号を出力させないように、スイッチ17がそのような中間周波信号を遮断するように動作させることができるので、受信すべき高周波信号を受信側で識別しやすくすることができる。20

【0097】

次に、図13に示す本発明の第5の高周波送受信器の実施の形態の一例は、高周波信号を発生する高周波発振器11と、この高周波発振器11に接続された、高周波信号を分岐して一方の出力部73bと他方の出力部73cとに出力する分岐器としてのラットレス型ハイブリッド結合器73および一方の出力部73bと他方の出力部73cとの間に接続された終端抵抗74（ラットレス型ハイブリッド結合器73と終端抵抗74とで信号分離器を構成する。）と、第1の端子75a、第2の端子75bおよび第3の端子75cを有し、この順に一つの端子から入力された高周波信号を隣接する次の端子より出力するとともに、一方の出力部73bの出力が第1の端子75aに入力される第2のラットレス型ハイブリッド結合器75および第1の端子75aと第3の端子75cとの間に接続された終端抵抗76（第2のラットレス型ハイブリッド結合器75と終端抵抗76とで信号分離器を構成する。）と、この第2のラットレス型ハイブリッド結合器75の第2の端子75aに接続された送受信アンテナ15と、ラットレス型ハイブリッド結合器73の他方の出力部73cと第2のラットレス型ハイブリッド結合器75の第3の端子75cとの間に接続された、他方の出力部73cに分岐された高周波信号と送受信アンテナ15で受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を1つもしくは2つの出力端から（この例では、1つの出力端から）出力する上記各構成の本発明の実施の形態の例のいずれかのミキサー16とを備えている構成である。30

【0098】

また、上記構成に対して、好ましくは、ミキサー16の出力端には、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けるとよい。

【0099】

ミキサー16の出力端に、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉（スイッチング）するスイッチ17を設けたときには、信号分離器としての第2のラットレス型ハイブリッド結合器75の第1の端子75aと第3の端子75cとの間のアイソレーションの不足等で、第2のラットレス型ハイブリッド結合器75の第3の端子75cに送信用高周波信号4050

の一部が漏洩したとしても、この漏洩した高周波信号に対する中間周波信号を出力させないように、スイッチ17がそのような中間周波信号を遮断するように動作させることができるので、受信すべき高周波信号を受信側で識別しやすくすることができる。

【0100】

また、上記構成に対して、ラットレス型ハイブリッド結合器73の一方の出力部73bから第2のラットレス型ハイブリッド結合器75、ミキサー16を介しラットレス型ハイブリッド結合器73の他方の出力部73cまでの線路長を、ラットレス型ハイブリッド結合器73の一方の出力部73bから出力される高周波信号の周波数と、他方の出力部73cから出力される高周波信号の周波数との中心周波数における位相差を π としたときに、 $\phi = (2N + 1) \cdot \pi$ (ただし、Nは整数である。)となるように設定すれば、他方の出力部73cから出力される高周波信号の内ミキサー16を透過する高周波信号と、一方の出力部73bから出力される高周波信号の内第1の端子75aと第3の端子75cとの間を透過する高周波信号とが逆位相で合波され、互いに打ち消し合って最も効果的に減衰するので、不要な信号を効果的に抑制できるので、ノイズの少ない高周波送受信器となる。

【0101】

また、図14に示す本発明の第6の高周波送受信器の実施の形態の一例は、高周波信号を発生する高周波発振器11と、この高周波発振器11に接続された、高周波信号を分岐して一方の出力部73bと他方の出力部73cとに出力する分岐器としてのラットレス型ハイブリッド結合器73および一方の出力端73bと他方の出力端73cとの間に接続された終端抵抗74 (ラットレス型ハイブリッド結合器73と終端抵抗74とで信号分離器を構成する。)と、ラットレス型ハイブリッド結合器73の一方の出力端73bに接続された送信アンテナ19と、ラットレス型ハイブリッド結合器73の他方の出力端73c側に接続された受信アンテナ20と、ラットレス型ハイブリッド結合器73の他方の出力端73cと受信アンテナ20との間に接続された、他方の出力端73cに分岐された高周波信号と受信アンテナ20で受信した高周波信号とを混合して中間周波信号を1つもしくは2つの出力端から (この例では、1つの出力端から) 出力する上記構成の本発明の実施の形態の例のミキサー16とを備えている構成である。

【0102】

また、上記構成に対して、好ましくは、ミキサー16の出力端には、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉 (スイッチング) するスイッチ17を設けるとよい。

【0103】

ミキサー16の出力端に、外部からの開閉制御信号に応じて中間周波信号を開閉 (スイッチング) するスイッチ17を設けたときには、送信アンテナ19と受信アンテナ20との間のアイソレーションの不足等で、受信アンテナ20に送信用高周波信号の一部が漏洩したとしても、この漏洩した高周波信号に対する中間周波信号を出力させないように、スイッチ17がそのような中間周波信号を遮断するように動作させることができるので、受信すべき高周波信号を受信側で識別しやすくすることができる。

【0104】

また、本発明の第3、第4、第5および第6の高周波送受信器において、高周波用伝送線路としては非放射性誘電体線路、誘電体導波管線路、導波管、誘電体導波管、ストリップ線路、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路およびスロット線路等が好適である。

【0105】

また、切替えRFスイッチ71および第2の切替えRFスイッチ72としては上記変調器13の例と同様のものを用いればよい。具体的には、上記第1および第2の高周波送受信器における変調器13は、透過特性を変えることでオン / オフを切替えてパルス変調させていたが、第3および第4の高周波送受信器においては、上記変調器13を、オン / オフの切替えをさせていたものから、入力端71aから出力端71bまたは出力端71cへの接続状態の切替え、第2の端子72aから第1の端子72bまたは第3の端子72cへの接続状態の切替えをさせるものとする。このようなRFスイッチ71は、第1および第2の高周波送受信器における分岐器12と変調器13との働きを兼ねるものとなるので、高周波送受信器を構成する部品

10

20

30

40

50

数を少なくすることができるので好ましい。

【0106】

また、切替えRFスイッチ71は、好ましくは、入力された高周波信号を分岐して一方の出力部71bと他方の出力部71cとに出力する分岐器と、それら一方の出力部71bおよび他方の出力部71cのそれぞれに接続された第1および第2のPINダイオードとを備えており、それら第1および第2のPINダイオードの少なくとも一方に順方向バイアス電圧を印加するバイアス回路が接続されているものとする。その理由は、第1および第2のPINダイオードの少なくとも一方が低インピーダンスとなるため、第1および第2のPINダイオードをスイッチングしても高周波信号の入力側（高周波発振器11側）から見たインピーダンスを常に低くかつ安定にすることができる。アイソレータ等を用いなくても高周波発振器11の負荷変動を抑制し、高周波信号の発振周波数を安定にできるからである。10

【0107】

また、切替えRFスイッチ71のスイッチングと第2の切替えRFスイッチ72のスイッチングとを、ローカル信号LOと受信した高周波信号RFrとが同時にミキサー16に入力されるように同調させると、所望の中間周波信号を効率よく出力させることができるので好ましい。

【0108】

本発明の第1～第6の高周波送受信器はいずれも、ミキサーが、高周波検波用素子の特性やその実装状態に応じてミキシング特性やミキサーにおける透過特性をチューニングする働きをするため良好な受信感度を安定して得られる高性能なものとなる。20

【0109】

本発明の高周波送受信器において、第1～第6の誘電体線路22, 23, 25～27, 32, 33, 35～37, 39の材質には、四フッ化エチレン、ポリスチレン等の樹脂、または低比誘電率のコーディエライト($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$)セラミックス、アルミナ(Al_2O_3)セラミックス、ガラスセラミックス等のセラミックスが好ましく、これらはミリ波帯域の高周波信号において低損失である。

【0110】

また、第1～第6の誘電体線路22, 23, 25～27, 32, 33, 35～37, 39の断面形状は基本的には矩形状であるが、矩形の角部を丸めた形状であってもよく、高周波信号の伝送に使用される種々の断面形状のものを使用することができる。30

【0111】

また、フェライト板24, 34の材質には、フェライトの中でも、例えば高周波信号に対しては、亜鉛・ニッケル・鉄酸化物($Zn_aNi_bFe_cO_x$)が好適である。

【0112】

また、フェライト板24, 34の形状は、通常は円板状とされるが、その他、平面形状が正多角形状であってもよい。その場合は、接続される誘電体線路の本数をn本(nは3以上の整数)とすると、その平面形状は正m角形(mは3以上のnより大きい整数)とするのがよい。

【0113】

また、平板導体21, 31および図示していない他方の平板導体の材質には、高い電気伝導度および良好な加工性等の点で、Cu, Al, Fe, Ag, Au, Pt, SUS(ステンレススチール), 真鍮(Cu-Zn合金)等の導体板が好適である。あるいは、セラミックス、樹脂等から成る絶縁板の表面にこれらの導体層を形成したものでもよい。40

【0114】

また、無反射終端器28, 38a, 38bは、それら無反射終端器28, 38a, 38bが接続される第5の誘電体線路27, 第4および第5の誘電体線路36, 37の端部に対して、両側の側面(平板導体21, 31および図示していない他方の平板導体の内面と対向しない面)の上下端部に、膜状の抵抗体または電波吸収体を付着させて構成すればよい。その際、抵抗体の材質としては、ニッケルクロム合金またはカーボンが好適である。また、電波吸収体の材質50

としては、パーマロイまたはセンダストが好適である。これらの材質を用いれば、効率良くミリ波信号を減衰させることができる。また、これら以外の材質で、ミリ波信号を減衰させることができるもの用いても構わない。

【 0 1 1 5 】

また、基板40, 44は、四フッ化エチレン、ポリスチレン、ガラスセラミックス、ガラスエポキシ樹脂、エポキシ樹脂、いわゆる液晶ポリマー等の熱可塑性樹脂等から成る板状の基体の一主面に、アルミニウム(A1), 金(Au), 銅(Cu)等から成るストリップ導体等によるチヨーク型バイアス供給線路41, 46を形成したものが使用される。

【 0 1 1 6 】

なお、本発明の高周波送受信器においては、本発明のミキサーを備えている構成が重要であり、各回路要素間を接続する高周波用伝送線路としては、非放射性誘電体線路の他にも、導波管、誘電体導波管、ストリップ線路、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路、スロット線路、同軸線路、またはこれらを変形した高周波用伝送線路を、使用する周波数帯域や用途に応じて選択して用いても構わない。また、高周波信号として使用する周波数帯域は、ミリ波帯の他にも、マイクロ波帯またはそれ以下の周波数帯にも有効である。10

【 0 1 1 7 】

また、高周波発振器、変調器およびミキサーには、ダイオードの代わりにバイポーラトランジスタ、電界効果トランジスタ(FET)またはこれらを集積化した集積回路(CMOS, MMIC等)を用いても構わない。また、本発明の第1および第2の高周波送受信器において、サーチュレータ14の代わりに、デュプレクサ、スイッチ、ハイブリッド回路等を用いても構わない。同様に、本発明の第3の高周波送受信器において、第2の切替えスイッチ72の代わりに、サーチュレータ、デュプレクサ、ハイブリッド回路を用いても構わない。なお、ハイブリッド回路には、上記第2のラットレス型ハイブリッド結合器75の他、プランチライン型ハイブリッド回路等も含まれる。20

【 0 1 1 8 】

また、第5および第6の高周波送受信器においては、分岐器73としてラットレス型ハイブリッド結合器73および終端抵抗74の代わりのものとして、方向性結合器を用いても構わない。また、信号分離器として第2のラットレス型ハイブリッド結合器75を用いた例について説明したが、第2のラットレス型ハイブリッド結合器75および終端抵抗76の代わりのものとして、デュプレクサ、サーチュレータまたは切替えRFスイッチ等を用いても構わない。30

【 0 1 1 9 】

次に、本発明のレーダ装置ならびにそれを搭載したレーダ装置搭載車両およびレーダ装置搭載小型船舶について説明する。

【 0 1 2 0 】

本発明のレーダ装置の実施の形態の一例は、上記各構成の本発明の第1乃至第6のいずれかの高周波送受信器と、この高周波送受信器から出力される中間周波信号を処理して探知対象物までの距離情報を検出する距離情報検出器とを具備している構成である。

【 0 1 2 1 】

本発明のレーダ装置によれば、上記構成としたことから、本発明の高周波送受信器が良好な受信感度を安定して得られる高性能なものであり、また、送信出力のオン/オフ比の高い良好な高周波信号を送信するため、速く確実に探知対象物を探知することができるとともに至近距離や遠方の探知対象物をも確実に探知することができるレーダ装置を提供することができる。40

【 0 1 2 2 】

本発明のレーダ装置搭載車両は、上記本発明のレーダ装置を備え、このレーダ装置を探知対象物の検出に用いる構成である。

【 0 1 2 3 】

本発明のレーダ装置搭載車両によれば、このような構成としたことから、従来のレーダ装置搭載車両と同様に、レーダ装置で検出された距離情報に基づいて車両の挙動を制御し50

たり、運転者に例えば路上の障害物や他の車両等を探知したことを音、光もしくは振動で警告したりすることができるが、本発明のレーダ装置搭載車両においては、探知対象物である路上の障害物や他の車両等をレーダ装置が早く確実に探知するため、急激な挙動を車両に起こさせることなく、車両の適切な制御や運転者への適切な警告をすることができる。また車両が振動しても、前述したトリマブルチップ抵抗2の抵抗値が変化せず、また車両においてレーダ装置が車外に設けられても、温度や湿度に対して抵抗値が変化しにくいので、設定されたミキシング特性および透過特性を良好に維持することができるので、安定したレーダ装置によって安定した検出動作を実現することができる。

【0124】

なお、本発明のレーダ装置搭載車両は、具体的には、汽車、電車、自動車等旅客や貨物を輸送するための車はもちろんのこと、自転車、原動機付き自転車、遊園地の乗り物、ゴルフ場のカート等にも用いることができる。10

【0125】

また、本発明のレーダ装置搭載小型船舶は、上記本発明のレーダ装置を備え、このレーダ装置を探知対象物の検出に用いる構成である。

【0126】

本発明のレーダ装置搭載小型船舶によれば、このような構成としたことから、従来のレーダ装置搭載車両と同様に、小型船舶において、レーダ装置で検出された距離情報に基づいて小型船舶の挙動を制御したり、操縦者に例えば暗礁等の障害物、他の船舶もしくは他の小型船舶等を探知したことを音、光もしくは振動で警告したりするように動作するが、本発明のレーダ装置搭載小型船舶においては、探知対象物である暗礁等の障害物、他の船舶もしくは他の小型船舶等をレーダ装置が早く確実に探知するため、急激な挙動を小型船舶に起こさせることなく、小型船舶の適切な制御や操縦者への適切な警告をすることができる。また船舶が振動しても、前述したトリマブルチップ抵抗2の抵抗値が変化せず、また船舶においてレーダ装置が車外に設けられても、温度や湿度に対して抵抗値が変化しにくいので、設定されたミキシング特性および透過特性を良好に維持することができるので、安定したレーダ装置によって安定した検出動作を実現することができる。20

【0127】

なお、本発明のレーダ装置搭載小型船舶は、具体的には、小型船舶の免許もしくは免許なしで操縦することができる船舶であって、総トン数20トン未満の船舶である手漕ぎボート、ディンギー、水上オートバイ、船外機搭載の小型バスボート、船外機搭載のインフレータブルボート（ゴムボート）、漁船、遊漁船、作業船、屋形船、トーイングボート、スポーツボート、フィッシングボート、ヨット、外洋ヨット、クルーザーまたは総トン数20トン以上のプレジャーボートに用いることができる。30

【0128】

かくして、本発明によれば、ミキサーの構成要素である高周波検波用素子のバイアス供給回路が、半固定抵抗器を具備しており、この半固定抵抗器によりミキシング特性やミキサーにおける透過特性等を所望の状態にチューニングすることができるミキサーを提供することができ、また、そのミキサーを具備することにより、簡単な構成で、変調器がオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることを抑制して、送信出力のオン／オフ比を高くすることにより、送受信性能を高くすることができる高性能な高周波送受信器およびそのような高性能な高周波送受信器を具備するレーダ装置ならびにそのレーダ装置を備えたレーダ装置搭載車両およびレーダ装置搭載小型船舶を提供することできる。40

【実施例】

【0129】

図6および図7に示す本発明の第1の高周波送受信器を以下のようにして構成した。平行平板導体21および図示していない他方の平板導体として厚さ6mmの2枚のA1板を1.8mmの間隔で配置し、それらの間に、断面形状が1.8mm（高さ）×0.8mm（幅）の矩形であり、比誘電率が4.8のコーディライトセラミックスから成る第1～第5の誘電体

線路22, 23, 25~27を配置した。その際、サーチュレータ14は、直径が2mmであり、厚さが0.23mmである2枚のフェライト板24の一方を上側平板導体に、他方を下側平板導体にそれぞれ密着させ、その中心軸同士が同じ直線上にあって互いに対向するように配置し、フェライト板24の周囲に放射状に第2の誘電体線路23, 第3の誘電体線路25および第4の誘電体線路26を配置して構成した。また、分岐器12は、第1の誘電体線路22の中途と第5の誘電体線路27の中途とを最近接部の間隔を2.1mmとして近接させ、第5の誘電体線路27の高周波発振器11側の端部に無反射終端器28を接続して構成した。また、変調器13は、第1の誘電体線路22と第2の誘電体線路23との間に、厚さ0.2mmの低誘電率の熱可塑性樹脂から成る有機樹脂基板(比誘電率 $r=3.0$)からなる基板40を用いたミリ波変調用スイッチを配置して構成した。高周波変調用スイッチの一主面(第1の誘電体線路22と反対側の面)には、図8に示す幅の広い線路と幅の狭い線路とを交互に形成して成る銅から成るチョーク型バイアス供給線路41を形成し、幅の広い線路の長さは $l_1/4=0.7\text{mm}$ (高周波信号の周波数76.3GHzの波長約4mmに対して l_1 は2.8mmであり、誘電体基板において短波長化されている。)とし、幅の狭い線路の長さは $l_1/4=0.7\text{mm}$ とし、幅の広い線路の幅は1.5mm、幅の狭い線路の幅は0.2mmとした。また、高周波発振器11として、ガンドライオード素子を用いたピル型の電圧制御発振器(VCO)を、第1の誘電体線路22を伝搬する高周波信号の定在波の電界の強いところの平板導体21に設けた貫通孔に一端が接続された導波管の他端に接続した。また、送受信アンテナ15を、第3の誘電体線路23のフェライト板24と反対側の端部に接続した。なお、フェライト板24には、比誘電率が13.5であり、飽和磁化が3,300G(ガウス)(JIS C 2561直流磁気測定による磁束密度Bm)である材質のものを使用した。
10

【0130】

そして、ミキサー16は、図2に示すように、第4の誘電体線路26の中途と第5の誘電体線路27の中途とを最近接部の間隔を1.1mmとして近接させるとともに、第4の誘電体線路26のフェライト板24と反対側の端部と第5の誘電体線路27の分岐器12と反対側の端部とのそれに厚さ0.2mmの低誘電率の熱可塑性樹脂から成る有機樹脂基板(比誘電率 $r=3.0$)からなる基板44を用いた高周波検波部を配置して、バランス型ミキサーを構成した。高周波検波部の一主面(第4および第5の誘電体線路26, 27と反対側の面)には、図3に示すように幅の広い線路46aと幅の狭い線路46bとを交互に形成して成る銅から成るチョーク型バイアス供給線路46を形成し、幅の広い線路46aの長さは $l_1/4=0.7\text{mm}$ (高周波信号の周波数76.3GHzの波長約4mmに対して l_1 は2.8mmであり、誘電体基板において短波長化されている。)とし、幅の狭い線路46bの長さは $l_1/4=0.7\text{mm}$ とし、幅の広い線路46aの幅は1.5mm、幅の狭い線路46bの幅は0.2mmとした。また、このチョーク型バイアス供給線路46の端部に図1に回路図で示すように直流電圧源5および図5(a)に示すようなトリマブルチップ抵抗3を接続した。また、高周波信号 W_{a_2}, W_{b_2} の位相差が送信用高周波信号の中心周波数である76.3GHzにおいてほぼとなるように第1および第2の誘電体線路22, 23の線路長を設定した。
20

【0131】

このようにして構成した高周波送受信器について、まず、トリマブルチップ抵抗3の抵抗値を調整して、ミキサー16のショットキーバリアダイオード2(45)に流れるバイアス電流を0~5mAの範囲で変化させ、そのときの高周波信号 W_{a_2}, W_{b_2} のそれぞれの強度 P_{a_2}, P_{b_2} をミリ波帯用のベクトルネットワークアナライザを使用して、次のように測定した。ベクトルネットワークアナライザの第1の試験端子(テストポート1)を、VCOが接続された導波管の端部にそのVCOを取り外して接続し、第2の試験端子(テストポート2)を、第3の誘電体線路25の送受信アンテナ19が接続された端部にその送受信アンテナ19を取り外して接続し、それら第1および第2の試験端子間の透過特性 S_{21} を測定した。その際、オフ状態にある変調器13を透過する高周波信号 W_{a_2} について測定するときには、第1の誘電体線路22と第5の誘電体線路27との間に電磁波を遮蔽するための金属板を挿入して高周波信号 W_{b_2} を遮断し、変調器13の出力部13bの出力端で反射する高周波信号 W_{b_2} について測定するときには、第1の誘電体線路22と第2の誘電体線路25の透過特性 S_{21} を測定した。このようにして構成した高周波送受信器について、まず、トリマブルチップ抵抗3の抵抗値を調整して、ミキサー16のショットキーバリアダイオード2(45)に流れるバイアス電流を0~5mAの範囲で変化させ、そのときの高周波信号 W_{a_2}, W_{b_2} のそれぞれの強度 P_{a_2}, P_{b_2} をミリ波帯用のベクトルネットワークアナライザを使用して、次のように測定した。ベクトルネットワークアナライザの第1の試験端子(テストポート1)を、VCOが接続された導波管の端部にそのVCOを取り外して接続し、第2の試験端子(テストポート2)を、第3の誘電体線路25の送受信アンテナ19が接続された端部にその送受信アンテナ19を取り外して接続し、それら第1および第2の試験端子間の透過特性 S_{21} を測定した。その際、オフ状態にある変調器13を透過する高周波信号 W_{a_2} について測定するときには、第1の誘電体線路22と第5の誘電体線路27との間に電磁波を遮蔽するための金属板を挿入して高周波信号 W_{b_2} を遮断し、変調器13の出力部13bの出力端で反射する高周波信号 W_{b_2} について測定するときには、第1の誘電体線路22と第2の誘電体線路25の透過特性 S_{21} を測定した。
30

路23との間に高周波変調用スイッチの代わりに電磁波を遮蔽するための金属板を挿入し、高周波信号W_{a₂}を遮断した。すなわち、それらW_{a₂}およびW_{b₂}のそれぞれについて独立に透過特性S_{2₁}を測定した。そして、第1の試験端子から出力される高周波信号の強度を0dBmとし、透過特性S_{2₁}の測定値からP_{a₂}, P_{b₂}を得た。図15にその一例を線図で示す。

【0132】

図15は本発明の高周波送受信器の実施例における高周波信号W_{a₂}, W_{b₂}の強度P_{a₂}, P_{b₂}を示す線図であり、横軸はミキサーのバイアス電流（単位：mA）、縦軸は高周波信号の強度（単位：dBm）を示しており、黒丸のプロットが、周波数が76.3GHzの高周波信号W_{a₂}の強度P_{a₂}、黒四角のプロットが、周波数が76.3GHzの高周波信号W_{b₂}の強度P_{b₂}をそれぞれ示している。
10

【0133】

図15からミキサーのバイアス電流が変化することにより高周波信号W_{b₂}の強度P_{b₂}が変化することがわかり、このことから、トリマブルチップ抵抗3の抵抗値を変化させることにより、ショットキーバリアダイオード2(45)に流れるバイアス電流が変化し、それにより高周波検波部が接続されている第4および第5の誘電体線路26, 27の出力端26b, 27bのインピーダンスが変化し、ミキサーの2つの入力端16a, 16b間の透過係数を変化させることができることが確認できた。そして、この例におけるミキサーのバイアス電流が2mA程度のときのように、トリマブルチップ抵抗3を適切に設定することにより、高周波信号W_{a₂}の強度P_{a₂}と高周波信号W_{b₂}の強度P_{b₂}とがほぼ同じとなるよう 20 にすることができることがわかった。

【0134】

次に、実際にこの高周波送受信器を動作させて、ミキサーのバイアス電流が0~2.5mAであるときにおけるオン/オフ比特性を次のように測定した。すなわち、VCOを発振出力が変わらないように安定に発振させ、第3の誘電体線路25の送受信アンテナ15が接続された端部に、その送受信アンテナ15を取り外してミリ波帯用のスペクトラムアナライザの試験端子を接続し、その端部から出力される高周波信号の強度を変調器13がオン状態であるときとオフ状態であるときとのそれについて、除々に周波数を走査しながら測定し、それらの測定値の比であるオン/オフ比を得た。そして、その結果を図16の線図に示した。なお、変調器13がオン状態であるときの送信出力としての高周波信号の強度（単位：ワット）をW_{on}とし、変調器13がオフ状態であるときの送信出力としての高周波信号の強度（単位：ワット）をW_{off}とした。
30

【0135】

図16は本発明の高周波送受信器の実施例について送信出力のオン/オフ比特性を示した線図であり、横軸は周波数（単位：GHz）、縦軸は送信出力のオン/オフ比を逆数（-10log(W_{on}/W_{off})）（単位：dB）で表し、白抜き四角、白抜き丸、白抜き三角、黒四角、黒丸、黒三角の各プロットは、順にミキサーのバイアス電流が0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5mAであるときの送信出力のオン/オフ比特性の代表的な実測値を示している。なお、図16において、オン/オフ比は逆数で表されており、プロットされた実測値が小さいほどオン/オフ比が高く送信出力のオン/オフ比特性としては良好であることを示している。
40

【0136】

図16に示した測定結果から、高周波信号W_{a₂}の強度P_{a₂}と高周波信号W_{b₂}の強度P_{b₂}とがほぼ同じとなるミキサーのバイアス電流が2.0mAのときに、送信用高周波信号の中心周波数である76.3GHzにおいて、オン/オフ比が最も高くなっていることがわかり、高周波信号W_{a₂}, W_{b₂}の強度がP_{a₂}=P_{b₂}となるようにトリマブルチップ抵抗3の抵抗値をチューニングすることにより、変調器13の出力端3bとサーキュレータ4との間ににおいてW_{a₂}とW_{b₂}とが逆位相で合波され、互いに打ち消し合って効果的に減衰するため、変調器13がオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることを抑制して送信出力のオン/オフ比を高くすることができるところが確認 50

できた。

【0137】

ミキサーのミキシング特性および透過特性を調整するときには、トリマブルチップ抵抗3の抵抗値を、このトリマブルチップ抵抗3における最も低い値から徐々に大きくしていった。これによりショットキーバリアダイオード2に流れるバイアス電流を減少させることができる。トリマブルチップ抵抗3は不可逆性の抵抗であるので、このようにショットキーバリアダイオード2に流れるバイアス電流の大きさを一方向に変化させていくことにより、ミキサーのミキシング特性および透過特性を調整する。

【0138】

なお、以上と同様の評価を本発明の第2～第6の高周波送受信器についても行なったところ、同様に送信出力のオン／オフ比が高い良好な結果が得られた。 10

【0139】

そして、最後に、この高周波送受信器を備えたレーダ装置を構成し、レーダ装置に近づいてくる探知対象物を探知するレーダ探知テストを行なったところ、ミキサーが適切に動作するように上記のようなチューニングをしたレーダ装置は速く確実に距離情報を出力することを確認した。

【0140】

かくして、本発明のミキサーは、高周波検波用素子のバイアス供給回路が半固定抵抗器を具備しており、この半固定抵抗器によりミキシング特性やミキサーにおける透過特性等をチューニングすることができるミキサーとなった。また、そのミキサーを具備した本発明の高周波送受信器は、簡単な構成で、変調器がオフ状態にある時に送信用高周波信号の一部が不要な信号として送信されることを抑制して、送信出力のオン／オフ比を高くすることにより、送受信性能を高くすることができる高性能な高周波送受信器となった。また、本発明のレーダ装置は、速く確実にレーダ探知をすることができるレーダ装置となった。 20

【0141】

なお、本発明は以上の実施の形態の例および実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更を施すことは何等差し支えない。例えば、半固定抵抗器として、複数の固定抵抗が接続された固定抵抗ネットワークの接点をリレーで切り替えるようにしたもの用いてもよい。この場合には、固定抵抗ネットワークの抵抗値を動的に設定することができ、例えば、環境条件の変化に応じてミキサー16の動作が適切になるように動的にミキサー16のバイアス電流を変更したり、変調器13の動作に同期させてミキサー16のバイアス電流を変更したりするといったようなことができるものとなる。 30

【図面の簡単な説明】

【0142】

【図1】本発明のミキサーの実施の形態の一例を示す模式的な回路図である。

【図2】本発明のミキサーの実施の形態の他の例を示す模式的な図であり、(a)は平面図、(b)はそのA部の要部斜視図である。

【図3】図2に示すミキサーにおける高周波検波部の例を模式的に示す平面図である。

【図4】図1に示すバイアス供給回路の構成要素であるトリマブルチップ抵抗の例を示す模式的な図であり、(a)は平面図、(b)はその側面図である。 40

【図5】(a)～(e)は、それぞれ図4に示すトリマブルチップ抵抗における他のトリミング方法の例を示す模式的な平面図である。

【図6】本発明の第1の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。

【図7】図6に示す高周波送受信器の模式的な平面図である。

【図8】非放射性誘電体線路型の変調器に用いられるダイオードが実装された基板の一例を模式的に示す斜視図である。

【図9】本発明の第2の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。 50

【図10】図9に示す高周波送受信器の模式的な平面図である。

【図11】本発明の第3の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。

【図12】本発明の第4の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。

【図13】本発明の第5の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。

【図14】本発明の第6の高周波送受信器の実施の形態の一例を示す模式的なブロック回路図である。

【図15】本発明の高周波送受信器の実施例における高周波信号W_{a₂}, W_{b₂}の強度P_{a₂}, P_{b₂}を示す線図である。 10

【図16】本発明の高周波送受信器の実施例について送信出力のオン／オフ比特性を示す線図である。

【図17】非放射性誘電体線路の基本的な構成を示す部分破断斜視図である。

【図18】従来の高周波送受信器の例を示す模式的なブロック回路図である。

【符号の説明】

【0143】

1 : 結合器(方向性結合器)

2 : ショットキーバリアダイオード

3 : トリマブルチップ抵抗

20

3 a : 誘電体基体

3 b : 抵抗体層

3 c 1 , 3 c 2 : 電極

3 d , 3 d 1 ~ 3 d 4 : トリミング部

4 : チョークインダクタ

5 : 直流電圧源

11 : 高周波発振器

12 : 分岐器

12 a : 入力端

12 b : 一方の出力部

30

12 c : 他方の出力部

13 : 変調器

13 a : 入力部

18 a : 入力端子

13 b : 出力部

18 b : 出力端子

14 : サーキュレータ

14 a , 24 a , 34 a : 第1の端子

14 b , 24 b , 34 b : 第2の端子

14 c , 24 c , 34 c : 第3の端子

40

15 : 送受信アンテナ

16 : ミキサー

17 : スイッチ

18 : アイソレータ

19 : 送信アンテナ

20 : 受信アンテナ

21 , 31 : 平板導体

22 , 32 : 第1の誘電体線路

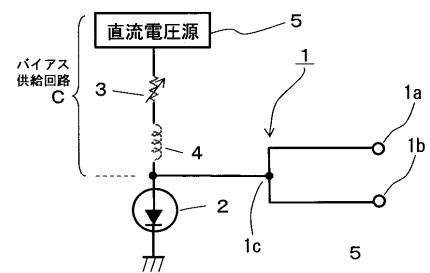
23 , 33 : 第2の誘電体線路

24 , 34 : フェライト板

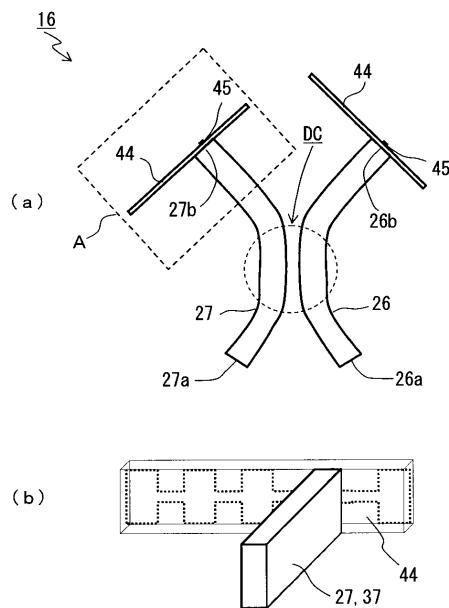
50

- 25 , 35 : 第 3 の誘電体線路
26 , 36 : 第 4 の誘電体線路
27 , 37 : 第 5 の誘電体線路
28 , 38 a , 38 b : 無反射終端器
39 : 第 6 の誘電体線路
40 , 44 : 基板
41 , 46 : チョーク型バイアス供給線路
42 , 47 : 接続端子
43 : 高周波変調用素子 (PIN ダイオード)
45 : 高周波検波用素子 (ショットキーバリアダイオード) 10
71 : 切替え器としての切替え RF スイッチ
71 a : 入力部
71 b : 一方の出力部
71 c : 他方の出力部
72 : 信号分離器としての第 2 の切替え RF スイッチ
72 a : 第 2 の端子としての入出力端
72 b : 第 1 の端子としての入力端
72 c : 第 3 の端子としての出力端
73 : 分岐器としてのラットレス型ハイブリッド結合器
73 a : 入力部 20
73 b : 一方の出力部
73 c : 他方の出力部
74 : 終端抵抗
75 : 信号分離器としての第 2 のラットレス型ハイブリッド結合器
75 a : 第 1 の端子
75 b : 第 2 の端子
75 c : 第 3 の端子
76 : 終端抵抗

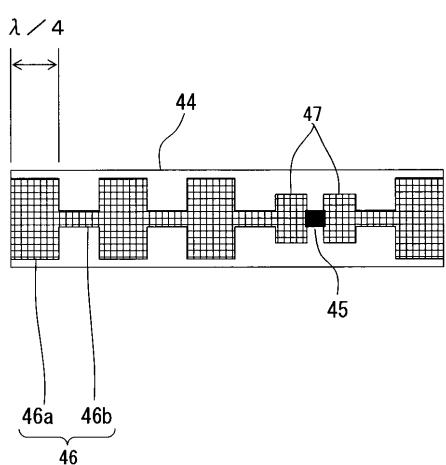
【図1】



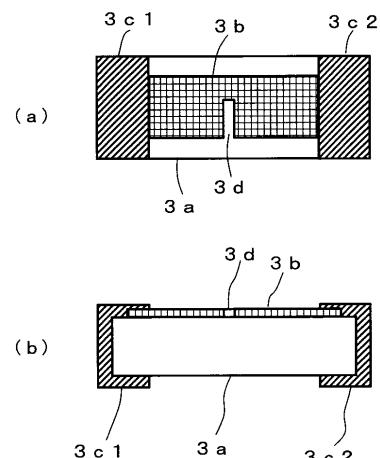
【図2】



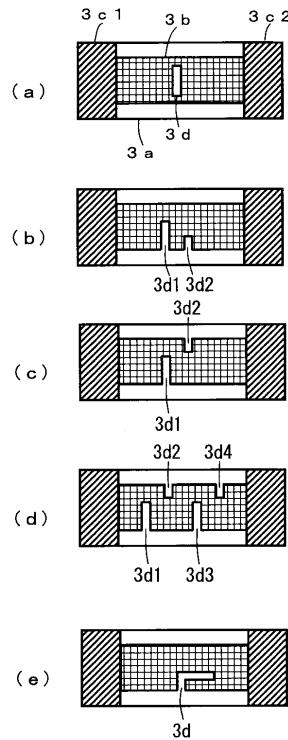
【図3】



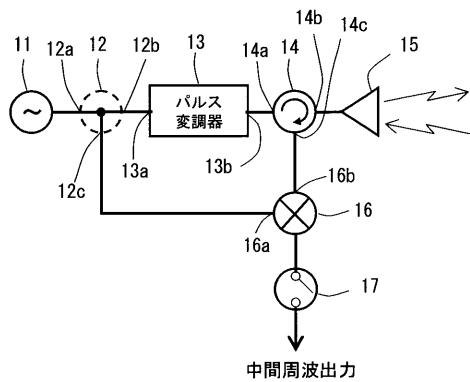
【図4】



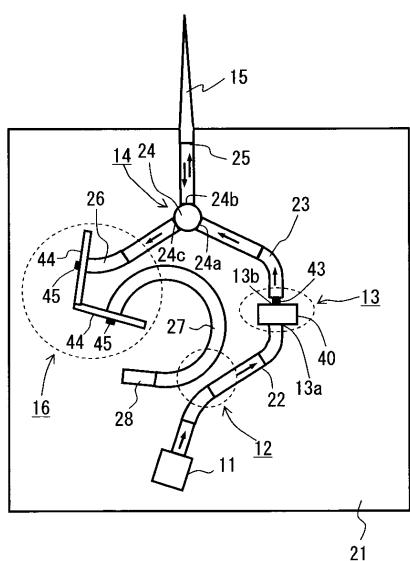
【図5】



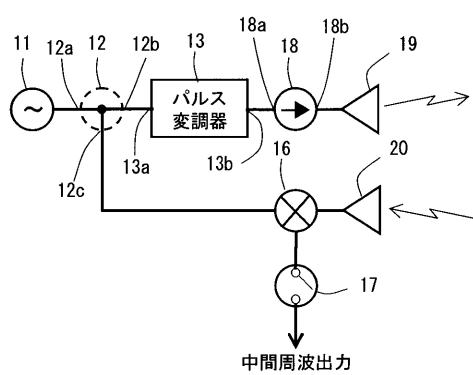
【図6】



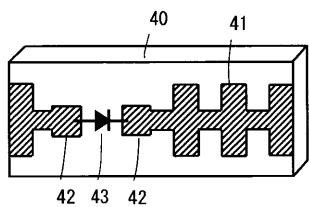
【図7】



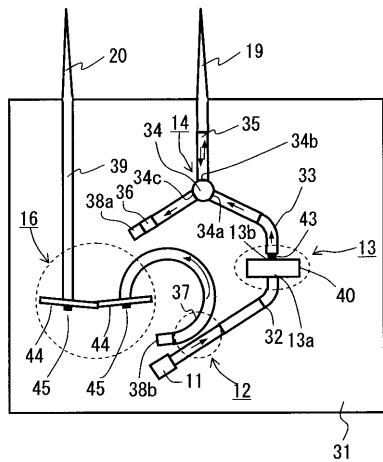
【図9】



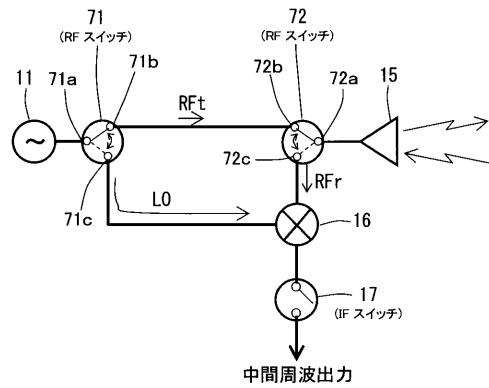
【図8】



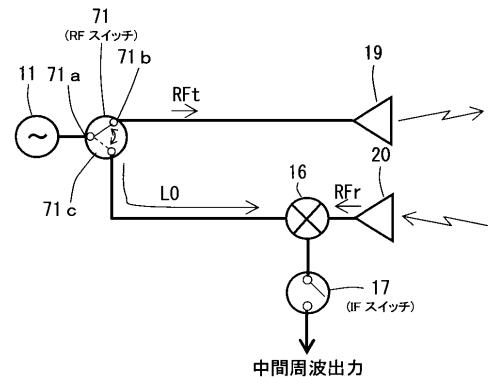
【図10】



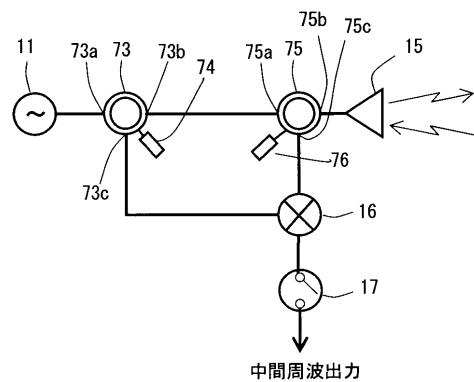
【図11】



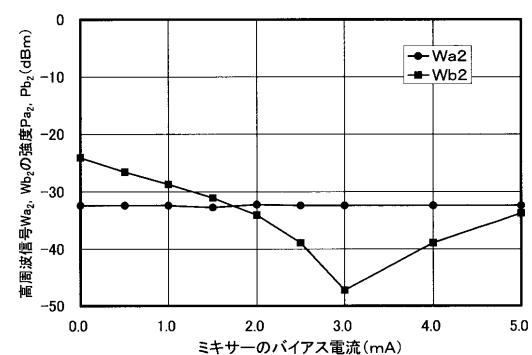
【図12】



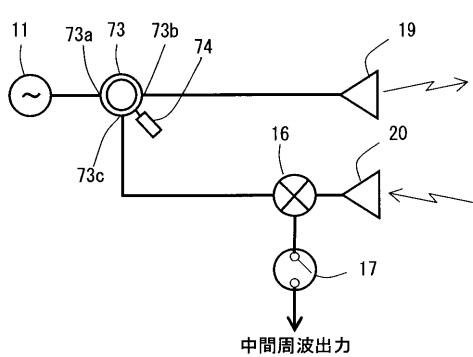
【図13】



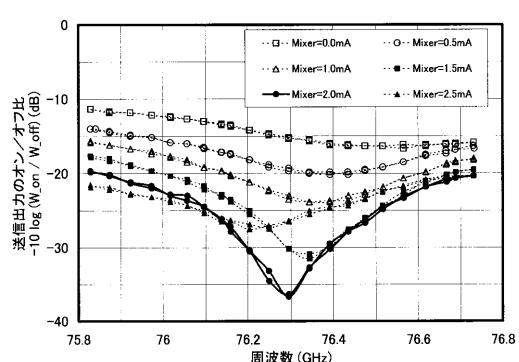
【図15】



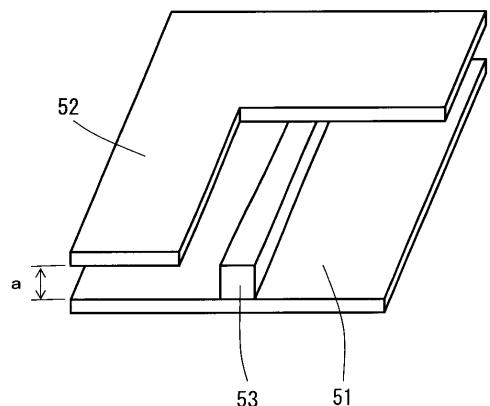
【図14】



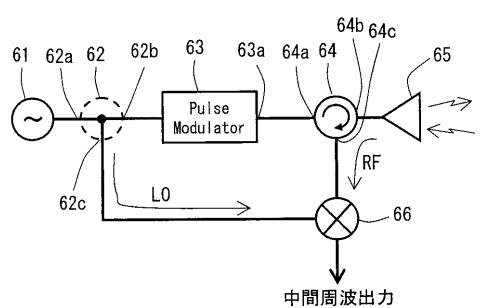
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-032238(JP,A)
特開2003-124003(JP,A)
特開2003-077702(JP,A)
特開平04-323583(JP,A)
特開平11-352219(JP,A)
特開2000-338233(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03D 7/00-7/22, 9/06,
H01P 1/15,
H01C 7/00,
G01S 13/50