

(19)日本国特許庁 ( J P )

# 特 許 公 報 ( B 2 )

(11)特許番号

## 特許第3108762号

( P 3 1 0 8 7 6 2 )

(45)発行日 平成12年11月13日(2000.11.13)

(24)登録日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

H03D 7/00

H03D 7/00

D

G01S 7/285

G01S 7/285

Z

H03D 7/02

H03D 7/02

Z

請求項の数 1 (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平9 - 241979

(22)出願日

平成9年8月23日(1997.8.23)

(65)公開番号

特開平11 - 68467

(43)公開日

平成11年3月9日(1999.3.9)

審査請求日

平成9年8月26日(1997.8.26)

(73)特許権者

390014306

防衛庁技術研究本部長

東京都新宿区市谷本村町5番1号

(72)発明者

佐藤 祐司

神奈川県相模原市淵野辺1 - 18 - 32防衛

庁合同宿舍A - 102

(72)発明者

岡田 昌彦

神奈川県相模原市淵野辺1 - 18 - 33相模

原特借宿舍1 - 502

(72)発明者

黒柳 次郎

神奈川県小田原市栢山827横河電子機器

株式会社 防衛事業部第1技術部第2グ

ループ内

(74)代理人

100079290

弁理士 村井 隆

審査官

吉岡 浩

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ミキサ回路

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信波をレベル差のある2つの送信波信号として分岐して出力するとともに、受信波をレベル差のある2つの受信波信号として分岐して出力する結合手段と、

前記結合手段から出力される、レベルの大きい方の送信波信号とレベルの小さい方の受信波信号とのビート信号を出力する第1のミキサ用ダイオードと、

前記結合手段から出力される、レベルの小さい方の送信波信号とレベルの大きい方の受信波信号とのビート信号を出力する第2のミキサ用ダイオードと、

前記第2のミキサ用ダイオードの方が前記第1のミキサ用ダイオードよりもビート信号の検波感度が高くなるように調整する感度調整手段とを具備することを特徴とするミキサ回路。

2

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電波の放射により目標物を検知して所定の指示を行うレーダ等の装置において、送信波と該目標物からの反射波である受信波とのビート信号を検出するためのミキサ回路に関する。

【0002】

【従来の技術】電波式目標検知装置に用いられるレーダにおいては、一般に送信波と目標物から反射された受信波とのビート信号が検出され、該ビート信号に基づいて該電波式目標検知装置と目標物との相対的な位置関係が求められる。

【0003】図5に、かかるレーダにおける電波の送受信部及びミキサ回路(ビート信号検波回路)の従来構成を示す。

【 0 0 0 4 】図 5 において、発振器 1 は送信波としての高周波信号を生成し、これをカップラ（方向性結合器）2 へ供給する。カップラ 2 は、前記高周波信号をサーキュレータ 3 へ供給するとともに、その一部を所定量減衰させて結合手段としてのハイブリッドリング 5 へ供給する。これは、後述する目標物体からの反射波は信号レベルが相当減衰されるので、送信波の信号レベルをこれに合わせるためである。

【 0 0 0 5 】サーキュレータ 3 は、カップラ 2 から供給される高周波信号を送信波信号としてアンテナ 4 へ導くとともに、該アンテナ 4 で受信された反射波信号を受信し、受信波信号としてハイブリッドリング 5 へ供給する。このサーキュレータ 3 を用いることにより、1 つのアンテナ 4 を送受共用にすることができる。アンテナ 4 は、目標物体に対して電波を放射するとともに、該目標物体からの反射波を受信する。

【 0 0 0 6 】ハイブリッドリング 5 は、内部経路を介し、カップラ 2 から供給された送信波信号を混合手段としてのミキサ用ダイオード 6 及び 7 の双方に供給する。ここで、前記内部経路の特性により、ダイオード 6 へはダイオード 7 よりもレベルの大きい送信波信号が供給される。また、同時に内部経路を介して、サーキュレータ 3 から供給された受信波信号をダイオード 6 及び 7 の双方に供給する。ここでも前記内部経路の特性により、送信波信号の場合とは逆に、ダイオード 7 へはダイオード 6 よりもレベルの大きい受信波信号が供給される。

【 0 0 0 7 】ダイオード 6 , 7 は、その「電圧 - 電流特性」における順方向の非線形領域の特性により、供給される送信波信号及び受信波信号の差の周波数を有するビート信号をそれぞれ出力する。ダイオード 6 , 7 としては、高周波に対しても所期の特性が維持されるショットキー型ダイオードが使用される。そして、両ダイオードから出力されるビート信号は、最終的に 1 つのビート信号として出力端子 8 から出力される。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】ところで、混合手段としてのミキサ用ダイオード 6 , 7 を高感度に動作させるためには、その「電圧 - 電流特性」においてできるだけ小さな電圧、電流のところでは特性曲線が曲がっているものが良い。このため、両ダイオードに対しては、図 5 に示すようにバイアス電流を流さないか、あるいは電源を付加し、少量の順方向バイアス電流が両ダイオードに同量流れるようにしていた。

【 0 0 0 9 】しかし、このようにダイオードの検波感度を高く設定すると、レベルの大きな送信波信号が供給されるダイオード 6 においては、発振器 1 の振幅変動等が同時に検波され、出力されるビート信号の雑音成分が増加するという問題があった。

【 0 0 1 0 】そこで、両ダイオードにより大きなバイアス電圧を印加してダイオードの検波感度を低めると、今

度は、レベルの大きな受信波信号が供給されるダイオード 7 においても検波感度が低下するので、出力されるビート信号の信号レベルが低下するという問題が生じた。すなわち、ビート信号の S / N 比は満足のいく値とは言えず、レーダの性能、ひいては電波式目標検知装置の性能をより向上させることが困難になっていた。

【 0 0 1 1 】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、送信波信号と受信波信号とのビート信号の S / N 比を改善させる電波式目標検知装置等のミキサ回路を提供することを目的としている。

【 0 0 1 2 】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のミキサ回路は、送信波をレベル差のある 2 つの送信波信号として分岐して出力するとともに、受信波をレベル差のある 2 つの受信波信号として分岐して出力する結合手段と、前記結合手段から出力される、レベルの大きい方の送信波信号とレベルの小さい方の受信波信号とのビート信号を出力する第 1 のミキサ用ダイオードと、前記結合手段から出力される、レベルの小さい方の送信波信号とレベルの大きい方の受信波信号とのビート信号を出力する第 2 のミキサ用ダイオードと、前記第 2 のミキサ用ダイオードの方が前記第 1 のミキサ用ダイオードよりもビート信号の検波感度が高くなるように調整する感度調整手段とを具備している。

【 0 0 1 4 】上記構成によれば、結合手段により、送信波及び受信波のそれぞれが、レベル差のある 2 つの信号として分岐して出力される。そして、第 1 のミキサ用ダイオードにおいて、その非直線特性により、レベルの大きい方の送信波信号とレベルの小さい方の受信波信号とのビート信号が出力される。また、第 2 のミキサ用ダイオードからは、同様の特性により、レベルの小さい方の送信波信号とレベルの大きい方の受信波信号とのビート信号が出力される。

【 0 0 1 5 】ここで、感度調整手段により、第 2 のミキサ用ダイオードの方が第 1 のミキサ用ダイオードよりもビート信号の検波感度が高くなるように調整されているので、受信波信号の検波感度を維持しつつ、送信波信号に含まれる発振器等に起因する雑音を低下させ、両者を合わせたビート信号の S / N 比が改善される。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るミキサ回路の実施の形態を図面に従って説明する。

【 0 0 1 7 】図 1 は、本発明の一実施の形態における電波式目標検知装置のミキサ回路の構成を示す回路図である。同図において、図 5 と共通する各部には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 1 8 】図 1 において、第 1 のミキサ用ダイオード 6 に順方向バイアスを印加するため、抵抗 1 1 を介して

負電源 1 2 が接続されている。同様に、第 2 のミキサ用ダイオード 7 に順方向バイアスを印加するため、抵抗 1 3 を介して正電源 1 4 が接続されている。これらの抵抗 1 1 , 1 3、電源 1 2 , 1 4 は感度調整手段を構成している。

【 0 0 1 9 】次に、1 6 , 1 7 は、入力信号の直流成分を除去し、出力端子 8 から交流のビート信号のみが出力されるようにするためのカップリングコンデンサである。

【 0 0 2 0 】なお、図 1 の回路は基板上に実装されるものであり、同図において符号を付さない要素は、実装上の配線パターンにより生じたインダクタンス又はキャパシタンス成分に対応するものである。

【 0 0 2 1 】次に、出力端子 8 に得られるビート信号の S / N 比を最大にするように負電源 1 2 , 正電源 1 4 の各出力電圧、及び抵抗 1 1 , 1 3 の各抵抗値を設定するため、本願発明者が行った実験について以下に説明する。

【 0 0 2 2 】< 実験用回路 > 図 2 に、実験用回路の構成を示す。同図において、図 1 と共通する各部には同一の

【 0 0 2 3 】図 2 において、ミキサ用ダイオード 6 , 7 としては型名「MA 4 0 4 1 6」のショットキーダイオードを使用し、抵抗 1 1 , 1 3 は、ともに抵抗値が 1 . 6 k のものを使用した。次に、1 2 ' は出力電圧が「0 ~ - 1 6 V」までのいずれかに設定可能な可変型負電源、1 4 ' は出力電圧が「0 ~ 1 6 V」までのいずれかに設定可能な可変型正電源である。

【 0 0 2 4 】次に、コンデンサ 1 6 , 1 7 としては、容量がともに 3 . 3  $\mu$ F の電解コンデンサ（極性は図に示す通り）を使用した。

【 0 0 2 5 】そして、アンプ 2 8、電解コンデンサ 2 9 を介して出力端子 8 ' を設け、該出力端子 8 ' から出力信号（ビート信号）を得るようにした。

【 0 0 2 6 】< 実験方法 >

#### ①第 1 の実験

負電源 1 2 ' 及び正電源 1 4 ' の各出力電圧を、絶対値を同じにしつつ「0 ~ 1 6」V まで 1 V ずつ変化させ、各場合において出力端子 8 ' に得られるビート信号の信号レベル及びノイズレベルを測定し、その S / N 比を算出した。

#### 【 0 0 2 7 】②第 2 の実験

次に、正電源 1 4 ' の出力電圧を「0 , 1 , 2 , 4 , 6 , ..... , 1 4 , 1 6 ( V )」のように、0 V から 2 V までは 1 V ずつ、それ以降は 2 V ずつ増加させ、各レベルにおいて負電源 1 2 ' の出力電圧を「0 , - 1 , - 2 , - 4 , - 6 , ..... , - 1 4 , - 1 6 ( V )」のように同様に絶対値を増加させて、その各場合において出力端子 8 ' に得られるビート信号の S / N 比を同様に算出した。

【 0 0 2 8 】< 実験結果 > 図 3 は、上記①の実験の結果であり、ここでは、負電源 1 2 ' 及び正電源 1 4 ' の出力電圧がともに 0 V（バイアス電圧： $\pm 0$  V）の場合、すなわち「バイアスをかけない」場合と、高い S / N 比が得られた 3 つの場合の各結果の数値を具体的に示す。

【 0 0 2 9 】また、図 4 は、上記②の実験の結果であり、ここでは、高い S / N 比が得られた 5 つの場合の各結果の数値を具体的に示す。

【 0 0 3 0 】これらの結果より、負電源 1 2 ' 及び正電源 1 4 ' の出力電圧の絶対値が同一の場合、すなわち、ダイオード 6 , 7 に同一のバイアス電圧が印加される場合は、ビート信号の S / N 比が最大で 3 4 . 2 d B（バイアス電圧が  $\pm 6$  V の時）であるが、両電源の各出力電圧のバランスを変えた場合には、S / N 比が最大で 3 6 . 2 d B（バイアス電圧が「+ 0 V , - 4 V」の時）であった。

【 0 0 3 1 】上述した実験結果から、レベルの大きな送信波が入力される第 1 のミキサ用ダイオード 6 に印加するバイアス電圧を高め設定して該ダイオードの検波感度をやや低くし、一方レベルの大きな受信波が入力される第 2 のミキサ用ダイオード 7 に印加するバイアス電圧を低め（又は「0」）に設定して該ダイオードの検波感度を高くすることにより、各バイアス電圧のバランスを同一に設定した場合に比べて S / N 比が 2 d B 程度改善されることがわかった。

【 0 0 3 2 】図 1 の検波回路については、上記実験の結果及び実装の便宜を鑑みて、負電源 1 2 及び正電源 1 4 の出力電圧、抵抗 1 1 及び 1 3 の各抵抗値を適当な値に設定し、第 1 のミキサ用ダイオード 6 に第 2 のミキサ用ダイオード 7 よりも大きなバイアス電圧が印加されるようにする。ここでは、上記実験の結果を反映させて、ダイオード 6 にのみバイアス電圧が印加されるようにした。

【 0 0 3 3 】次に、本実施の形態の動作を図 1 を参照して説明する。

【 0 0 3 4 】発振器 1 により生成された高周波信号は、カップラ 2 を介してサーキュレータ 3 に供給されるとともに、所定量減衰されて結合手段としてのハイブリッドリング 5 に供給される。

【 0 0 3 5 】サーキュレータ 3 は、上記供給された高周波信号を送信波信号としてアンテナ 4 へ導き、アンテナ 4 から電波が放射される。そして、この電波が目標物体により反射された反射波がアンテナ 4 により受信され、サーキュレータ 3 を介して受信信号として結合手段としてのハイブリッドリング 5 に供給される。

【 0 0 3 6 】ハイブリッドリング 5 は、カップラ 2 から供給された送信波信号を、その内部経路を通じて第 1 及び第 2 のミキサ用ダイオード 6 , 7 に供給する。ここで、上述した内部経路の特性により、第 1 のミキサ用ダイオード 6 へ供給される送信波信号のレベルは第 2 のミ

キサ用ダイオード 7 へ供給される送信波信号のレベルよりも大きくなっている。

【 0 0 3 7 】同様に、サーキュレータ 3 から供給された受信波信号についても、ハイブリッドリング 5 によりダイオード 6 及び 7 の双方に供給される。ここでもその内部経路の特性により、第 2 のミキサ用ダイオード 7 へ供給される受信波信号のレベルは第 1 のミキサ用ダイオード 6 へ供給される受信波信号のレベルよりも大きくなっている。

【 0 0 3 8 】ダイオード 6 に供給されるレベルの大きな送信波信号には、発振器 1 に起因する雑音成分が無視できないレベルで重複されている可能性が高いが、ダイオード 6 には負電源 1 2 から順方向のバイアス電流が供給され、その検波感度は低められるので、該雑音成分はほとんど検出されない。

【 0 0 3 9 】一方、バイアス電流の流れないダイオード 7 においては、レベルの大きい受信波信号とレベルの小さい送信波信号とのビート信号が感度良く検出される。

【 0 0 4 0 】また、バイアス印加により負電源 1 2 から出力端子 8 に向かう直流成分についてはカップリングコンデンサ 1 6 により遮断されるので、出力端子 8 には交流のビート信号のみが得られる。

【 0 0 4 1 】すなわち、このミキサ回路によれば、ダイオード 7 に大きく入力される受信波信号の検波感度を維持しつつ、ダイオード 6 に大きく入力される送信波信号に含まれる発振器等に起因する雑音を低下させ、出力端子 8 に得られるビート信号の S / N 比を改善することができる。

【 0 0 4 2 】これにより、本発明によるミキサ回路を用いた目標検知装置においては、

①目標物からの反射波が微弱な場合にも目標物の検知が可能となり、

②より広範囲に存在する目標物の検知が可能になる

等、その性能の向上が期待できる。

【 0 0 4 3 】なお、図 1 の回路においてはダイオード 7 にはバイアス電圧を印加しないように設定したが、使用

するダイオードや回路の特性を鑑みて、両ダイオードにバイアス電圧を印加しつつそのレベルを変えることにより両ダイオードの感度を異ならせるようにしても良い。

【 0 0 4 4 】以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なことは当業者には自明であろう。

【 0 0 4 5 】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るミキサ回路によれば、感度調整手段により、大きな受信波信号（及び小さな送信波信号）が供給される第 2 のミキサ用ダイオードの方が、大きな送信波信号（及び小さな受信波信号）が供給される第 1 のミキサ用ダイオードよりもビート信号の検波感度が高くなるように調整されるので、送信波信号と受信波信号とのビート信号の S / N 比を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るミキサ回路の実施の形態を示す回路図である。

【図 2】同実施の形態に関する、バイアス電圧の大きさによるビート信号の S / N 比比較実験に使用される回路構成を示す回路図である。

【図 3】上記実験に使用される回路構成において第 1 の実験により得られたデータを示す説明図である。

【図 4】同様に、第 2 の実験により得られたデータを示す説明図である。

【図 5】従来の電波式目標検知装置のレーダーにおける電波の送受信部及びビート信号検波回路（ミキサ回路）の構成例を示す回路図である。

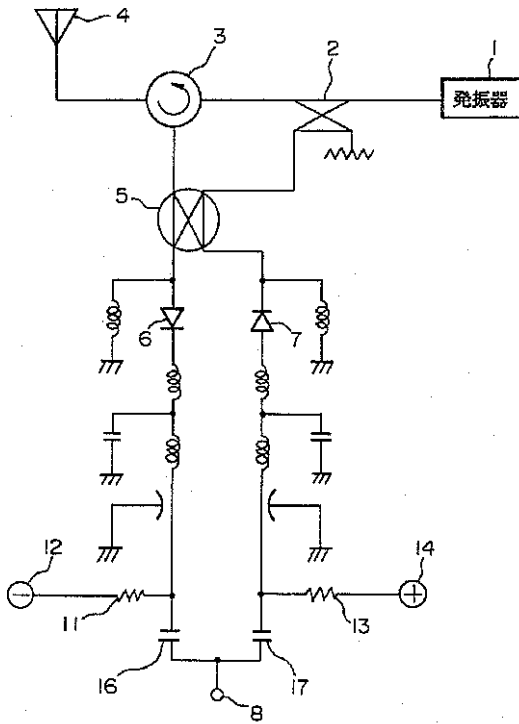
【符号の説明】

- 5 ハイブリッドリング
- 6 第 1 のミキサ用ダイオード
- 7 第 2 のミキサ用ダイオード
- 1 1 , 1 3 抵抗
- 1 2 負電源
- 1 4 正電源

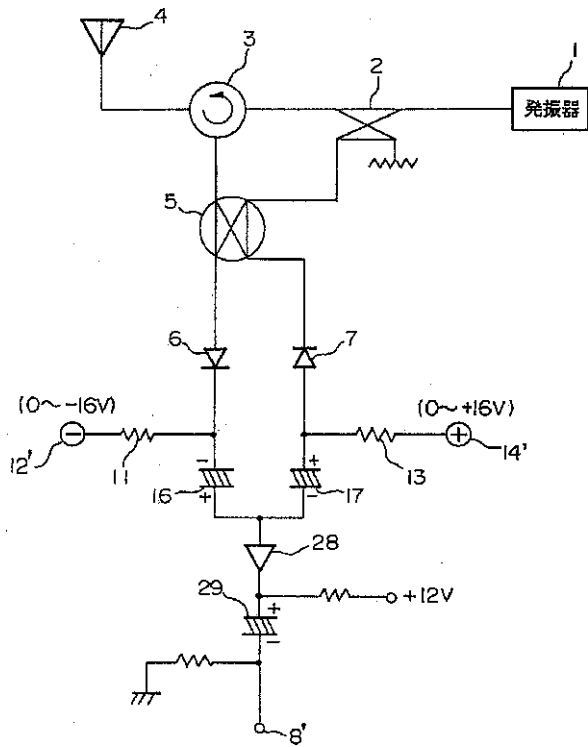
【 図 3 】

バイアス電圧	信号	ノイズ	S / N 比
[V]	S [dB]	N [dB]	[dB]
± 0	- 2 1 . 8	- 5 3 . 2	3 1 . 4
⋮	⋮	⋮	⋮
± 5	- 1 7 . 6	- 5 1 . 7	3 4 . 1
± 6	- 1 7 . 5	- 5 1 . 7	3 4 . 2
± 7	- 1 7 . 5	- 5 1 . 7	3 4 . 1

【 図 1 】



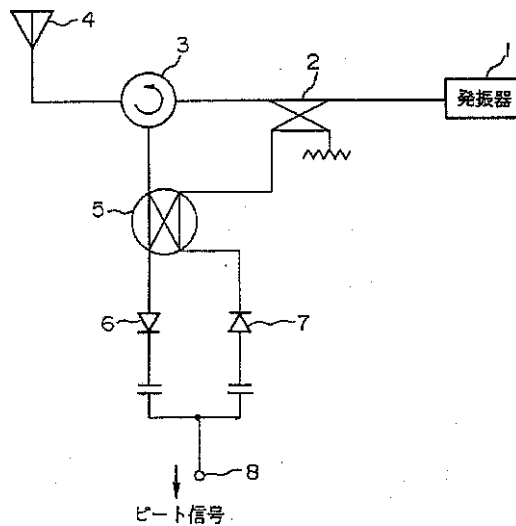
【 図 2 】



【 図 4 】

バイアス電圧		信号	ノイズ	S/N比
正[V]	負[V]	S[dB]	N[dB]	[dB]
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0	-4	-16.6	-52.8	36.2
0	-6	-15.6	-51.5	35.9
0	-8	-15.2	-51.0	35.8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1	-4	-17.7	-53.5	35.8
1	-6	-16.6	-52.3	35.7

【 図 5 】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 昭61 - 13806 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)

H03D 7/02

H03D 7/14