

(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2006-50580

(P2006-50580A)

(43) 公開日 平成18年2月16日(2006.2.16)

(51) Int.C1.	F 1	テーマコード (参考)
<b>HO3B</b> 9/12 (2006.01)	HO3B 9/12	5J070
<b>GO1S</b> 7/03 (2006.01)	GO1S 7/03	C 5K011
<b>GO1S</b> 7/28 (2006.01)	GO1S 7/28	Z
<b>GO1S</b> 13/93 (2006.01)	GO1S 13/93	S
<b>HO4B</b> 1/38 (2006.01)	GO1S 13/93	Z
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 28 頁)		最終頁に続く
(21) 出願番号	特願2005-188644 (P2005-188644)	(71) 出願人 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
(22) 出願日	平成17年6月28日 (2005.6.28)	(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
(31) 優先権主張番号	特願2004-191732 (P2004-191732)	(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
(32) 優先日	平成16年6月29日 (2004.6.29)	F ターム (参考) 5J070 AB24 AC02 AD01 AD02 AE01 AE02 AF03 AF05 5K011 AA00 DA02 DA03 DA05 DA15 DA21 DA24 EA01 JA01 KA13
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	

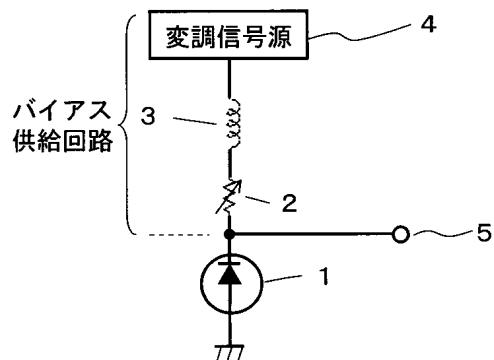
(54) 【発明の名称】高周波発振器、それを用いた高周波送受信器およびレーダ装置ならびにレーダ装置搭載車両およびレーダ装置搭載小型船舶

## (57) 【要約】

【課題】 発振特性をチューニングすることができる高周波発振器を提供すること。

【解決手段】 高周波信号を発生する高周波発振用素子としてのガンダイオード(51)と、ガンダイオード(51)に接続された共振器(54)と、共振器(54)に設けられた、共振周波数を変化させる可変容量素子としてのバラクタダイオード1(55)と、バラクタダイオード1(55)に接続された、容量を変化させるために印加するバイアス電圧を供給するバイアス供給回路(56)とを備えており、このバイアス供給回路(56)は、バラクタダイオード1(55)に印加するバイアス電圧を調節する半固定抵抗器としてのトリマブルチップ抵抗2を具備している高周波発振器である。トリマブルチップ抵抗2の抵抗値を調整することによりバラクタダイオード1の容量値を制御して発振特性を所望の状態にチューニングすることができる。

【選択図】 図1



**【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用素子と、  
該高周波発振用素子に接続された共振器と、  
該共振器に設けられた、共振周波数を変化させる可変容量素子と、  
該可変容量素子に接続された、容量を変化させるために印加するバイアス電圧を供給する  
バイアス供給回路とを具備しており、  
該バイアス供給回路は、前記バイアス電圧を調節する半固定抵抗器を具備することを特徴  
とする高周波発振器。

**【請求項 2】**

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請求項 1 記載の高  
周波発振器。

**【請求項 3】**

前記バイアス供給回路は、前記可変容量素子に試験用のバイアス電圧を印加するための  
試験用端子を具備することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の高周波発振器。

**【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発振器と、  
2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐し  
て一方の出力端と他方の出力端とに出力する分岐器と、  
前記一方の出力端に接続された、この一方の出力端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、  
この信号分離器の前記第 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端と前記信号分離器の前記第 3 の端子との間に接続された、  
前記他方の出力端に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ことを特徴とする高周波送受信  
器。

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の高周波発振器と、  
2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐し  
て一方の出力端と他方の出力端とに出力する分岐器と、  
前記一方の出力端に接続された、この一方の出力端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、前記変調器の出力端に前記入力端子が接続され、前記入力  
端子側から前記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、  
前記分岐器の前記他方の出力端側に接続された受信アンテナと、  
前記分岐器の前記他方の出力端と前記受信アンテナとの間に接続された、前記他方の出力  
端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  
波信号を出力するミキサーとを具備することを特徴とする高周波送受信器。

**【請求項 6】**

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の高周波発振器と、  
2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を一方の  
出力端および他方の出力端から選択的に出力する切替え器と、  
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、前記一方の出力端から出力される高  
周波信号が前記第 1 の端子に入力される信号分離器と、  
前記第 2 の端子に接続された送受信アンテナと、

10

20

30

40

50

前記他方の出力端と前記第3の端子とに接続され、前記他方の出力端から出力される高周波信号と前記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含むことを特徴とする高周波送受信器。

【請求項7】

請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の高周波発振器と、  
2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を一方の出力端および他方の出力端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、  
前記他方の出力端と前記受信アンテナとに接続され、前記他方の出力端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出力するミキサーとを含むことを特徴とする高周波送受信器。

【請求項8】

請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の高周波発振器と、  
2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力端と他方の出力端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、前記分岐器の前記一方の出力端からの出力が前記第1の端子に入力される信号分離器と、  
この信号分離器の前記第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端と前記信号分離器の前記第3の端子との間に接続され、前記他方の出力端に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ことを特徴とする高周波送受信器。

【請求項9】

請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の高周波発振器と、  
2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力端と他方の出力端とに出力する分岐器と、  
前記分岐器の前記一方の出力端に接続された送信アンテナと、  
前記分岐器の前記他方の出力端側に接続された受信アンテナと、  
前記分岐器の前記他方の出力端と前記受信アンテナとの間に接続された、前記他方の出力端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出力するミキサーとを具備することを特徴とする高周波送受信器。

【請求項10】

請求項4乃至請求項9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。

【請求項11】

請求項10記載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レーダ装置搭載車両。

【請求項12】

請求項10記載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レーダ装置搭載小型船舶。

【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高周波発振器に関するものであり、詳細には、高周波発振器の構成要素である可変容量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発振周波数や周波数変調幅等の発振特性を所望の状態にチューニングすることができる高周波発振器およびそれを用い

10

20

30

40

50

た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】

従来から、ミリ波集積回路やミリ波レーダモジュール等に組み込まれて使用される、例えば、図15に模式的な断面図で示すような高周波発振器が知られている。図15に示す高周波発振器は、一端が短絡端51aとして短絡され、他端が出力端51bとして開放された導波管51の中途に設けられた高周波信号を発生するガンダイオード52と、このガンダイオード52にバイアス電圧を印加するためのバイアス供給回路53と、導波管51の短絡端51aとガンダイオード52が設けられた部位との間で構成される共振器54に設けられた、可変容量素子としてのバラクタダイオード55と、このバラクタダイオード55にバイアス電圧を印加するためのバイアス供給回路56とを備えている

そして、従来は、このような高周波発振器に用いられるバイアス供給回路56には、例えば、チップ抵抗等の固定抵抗器が備えられ、その固定抵抗器の抵抗値によりバラクタダイオード55に印加されるバイアス電圧が設定されていた。

#### 【0004】

このような従来の高周波発振器の例は、バイアス供給回路53によりバイアス電圧をガンダイオード52に印加することによりガンダイオード52からミリ波帯の高周波信号を発生させ、この高周波信号を共振器54で共振させて、例えば77G H zといった周波数の高周波信号を導波管51の出力端51bから出力させることができる。その際、その周波数は、共振器54に設けられたバラクタダイオード55の容量値を変化させることによって変化させることができ、この容量値は、バラクタダイオード55に印加されるバイアス電圧により変化させることができる。すなわち、バイアス供給回路56から出力されてバラクタダイオード55に印加されるバイアス電圧を制御することにより高周波発振器の発振周波数を制御することができ、例えば変調信号として三角波等の電圧信号を発生する変調信号源をバイアス供給回路56に備えることにより、周波数変調された高周波信号として出力させるようにすることができる。

#### 【0005】

また、このような従来の高周波発振器の例は、高周波用伝送線路として導波管51の代わりに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。)を用いてもよく、そのような従来例は例えば特許文献1～特許文献4に開示されている。

#### 【0006】

この非放射性誘電体線路の基本的な構成は、図16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61, 62の間に、断面形状が長方形等の矩形状の誘電体線路63を配置した構成であり、この間隔aが高周波信号の波長 $\lambda$ に対して $a = \lambda/2$ であれば、外部から誘電体線路63へのノイズの侵入をなくし、かつ外部への高周波信号の放射をなくして、誘電体線路63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 $\lambda$ は使用周波数における空気中(自由空間)での波長である。

#### 【0007】

また、このような従来の高周波発振器は、例えば、特許文献5に開示されているように、高周波信号を送受信する高周波送受信器に組み込まれ、さらにこの高周波送受信器を組み込んだレーダ装置として用いられる。このような高周波送受信器あるいはレーダ装置において、高周波発振器は、例えばミリ波帯の高周波信号を発生させるとともに、この高周波信号に対して特定の周波数範囲で周波数の下限値から上限値まで周波数が上昇と下降とを繰り返すといった周波数変調がなされた高周波信号を出力するように動作する。そして、高周波発振器から出力された高周波信号は、変調器でさらにパルス変調されて送信用高周波信号として送受信アンテナまたは送信アンテナから出力されるように動作する。なお

10

20

30

40

50

、高周波発振器から出力された高周波信号が送信用高周波信号としてそのまま出力される場合もある。

#### 【0008】

また、その他にも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が、例えば、特許文献6に開示されている。

【特許文献1】特開平6-268445号公報

【特許文献2】特開平6-268446号公報

【特許文献3】特開平6-268447号公報

【特許文献4】特開平6-291552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

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

しかしながら、上記従来の高周波発振器や特許文献1～特許文献4に開示されているような高周波発振器では、高周波発振器の出力端に接続される高周波用伝送線路や他の高周波回路要素の接続状態や動作状態（これらを負荷条件という。）が微妙に異なることにより、発振周波数や周波数変調幅等の発振特性が変化してしまうといったことが起こりやすくて、所望の発振特性を安定して得にくいという問題点があった。

#### 【0010】

また、このような高周波発振器を用いた高周波送受信器では、量産する際に、高周波発振器に接続される高周波回路要素の負荷条件や高周波発振器自身の負荷特性が個々に異なることがあり、組み込まれている高周波発振器が所望の発振特性となりにくいため、良好な送受信性能を安定して得にくいという問題点があった。

#### 【0011】

本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は、高周波発振器の構成要素である可変容量素子のバイアス供給回路により発振周波数や周波数変調幅等の発振特性をチューニングすることができ、良好な発振特性を安定して得ることができる高周波発振器およびそれを用いた高性能な高周波送受信器を提供することにある。

#### 【0012】

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】

#### 【0013】

本発明の高周波発振器は、高周波信号を発生する高周波発振用素子と、この高周波発振用素子に接続された共振器と、この共振器に設けられた、共振周波数を変化させる可変容量素子と、この可変容量素子に接続された、容量を変化させるために印加するバイアス電圧を供給するバイアス供給回路とを具備しており、このバイアス供給回路は、前記バイアス電圧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。

#### 【0014】

また、本発明の高周波発振器は、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。

#### 【0015】

また、本発明の高周波発振器は、上記各構成において、前記バイアス供給回路は、前記可変容量素子に試験用のバイアス電圧を印加するための試験用端子を具備することを特徴とするものである。

#### 【0016】

本発明の請求項4に係る第1の高周波送受信器は、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一

10

20

30

40

50

方の出力端と他方の出力端とに出力する分岐器と、前記一方の出力端に接続された、この一方の出力端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、この信号分離器の前記第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端と前記信号分離器の前記第3の端子との間に接続された、前記他方の出力端に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ことを特徴とするものである。

【0017】

なお、信号分離器の第3の端子は分岐器の他方の出力端側に接続されているが、この他方の出力端に直接接続されているものではなく、間にミキサーを介して接続されているものである。

【0018】

本発明の請求項5に係る第2の高周波送受信器は、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力端と他方の出力端とに出力する分岐器と、前記一方の出力端に接続された、この一方の出力端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、前記変調器の出力端に前記入力端子が接続され、前記入力端子側から前記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、前記分岐器の前記他方の出力端側に接続された受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力端と前記受信アンテナとの間に接続された、前記他方の出力端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出力するミキサーとを具備することを特徴とするものである。

【0019】

本発明の請求項6に係る第3の高周波送受信器は、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を一方の出力端および他方の出力端から選択的に出力する切替え器と、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、前記一方の出力端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、前記第2の端子に接続された送受信アンテナと、前記他方の出力端と前記第3の端子とに接続され、前記他方の出力端から出力される高周波信号と前記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含むことを特徴とするものである。

【0020】

本発明の請求項7に係る第4の高周波送受信器は、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を一方の出力端および他方の出力端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、前記他方の出力端と前記受信アンテナとに接続され、前記他方の出力端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出力するミキサーとを含むことを特徴とするものである。

【0021】

本発明の請求項8に係る第5の高周波送受信器は、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力端と他方の出力端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、前記分岐器の前記一方の出力端からの出力が前記第1の端子に入力される信号分離器と、この信号分離器の前記第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端と前記信号分離器の前記第3の端子との間に接続され、前記他方

10

20

30

40

50

の出力端に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ことを特徴とするものである。

#### 【0022】

本発明の請求項9に係る第6の高周波送受信器は、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力端と他方の出力端とに出力する分岐器と、前記分岐器の前記一方の出力端に接続された送信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力端側に接続された受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力端と前記受信アンテナとの間に接続された、前記他方の出力端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出力するミキサーとを具備することを特徴とするものである。

10

#### 【0023】

本発明のレーダ装置は、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。

#### 【0024】

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。

#### 【0025】

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。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0026】

本発明の高周波発振器によれば、高周波信号を発生する高周波発振用素子と、この高周波発振用素子に接続された共振器と、この共振器に設けられた、共振周波数を変化させる可変容量素子と、この可変容量素子に接続された、容量を変化させるために印加するバイアス電圧を供給するバイアス供給回路とを具備しており、このバイアス供給回路は、前記バイアス電圧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、発振特性の調整時にはバイアス電圧を適当な値に設定し、それ以外の時にはその一度設定したバイアス電圧の値が保たれるように動作するため、そのバイアス供給回路により適切な容量に調整された可変容量素子によって高周波発振用素子の発振特性が最適となるようにチューニングすることができ、しかもその良好な発振特性を安定に維持することができる高周波発振器となる。

30

#### 【0027】

また、本発明の高周波発振器は、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、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、良好な発振特性を安定して確実に維持することができる高周波発振器となる。

#### 【0028】

また、本発明の高周波発振器は、上記各構成において、前記バイアス供給回路は、前記可変容量素子に試験用のバイアス電圧を印加するための試験用端子を具備するときには、試験用端子に試験用の電圧が入力されることにより、高周波送受信器に組み込まれた場合の高周波発振器の可変容量素子に印加すべきバイアス電圧を予め正確に知ることができるために、調整に手間取ることなく半固定抵抗器に設定すべき抵抗値を正確かつ確実に設定することができる高周波発振器となる。また、半固定抵抗器が可逆的に抵抗値を変化させることができないものであっても、設定すべきバイアス電圧の値から半固定抵抗器を設定すべき抵抗値が得られるので、半固定抵抗器を設定すべき抵抗値に確実に設定することができる高周波発振器となる。

40

#### 【0029】

本発明の第1の高周波送受信器によれば、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力

50

端と他方の出力端とに出力する分岐器と、前記一方の出力端に接続された、この一方の出力端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、この信号分離器の前記第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端と前記信号分離器の前記第3の端子との間に接続された、前記他方の出力端に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ことから、高周波発振器が、高周波送受信器に組み込まれた状態で最適な発振特性にチューニングされて、その良好な発振特性が保たれるように動作するため、良好な送受信性能を安定して得ることができる高周波送受信器となる。また、発振特性が最適に調整されるため、環境条件が変わって発振特性が変化することにより良好な送受信特性が得られなくなるまでのマージンを広くすることができるので、環境条件が変化しても安定な送受信性能を得ることができる高周波送受信器となる。

### 【0030】

本発明の第2の高周波送受信器によれば、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力端と他方の出力端とに出力する分岐器と、前記一方の出力端に接続された、この一方の出力端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、前記変調器の出力端に前記入力端子が接続され、前記入力端子側から前記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、前記分岐器の前記他方の出力端側に接続された受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力端と前記受信アンテナとの間に接続された、前記他方の出力端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出力する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、高周波発振器が、高周波送受信器に組み込まれた状態で最適な発振特性にチューニングされて、その良好な発振特性が保たれるように動作するため、良好な送受信性能を安定して得ることができる高周波送受信器となる。また、発振特性が最適に調整されるため、環境条件が変わって発振特性が変化することにより良好な送受信特性が得られなくなるまでのマージンを広くすることができるので、環境条件が変化しても安定な送受信性能を得ることができる高周波送受信器となる。

### 【0031】

本発明の第3の高周波送受信器によれば、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を一方の出力端および他方の出力端から選択的に出力する切替え器と、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、前記一方の出力端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、前記第2の端子に接続された送受信アンテナと、前記他方の出力端と前記第3の端子とに接続され、前記他方の出力端から出力される高周波信号と前記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含むことから、高周波発振器が、高周波送受信器に組み込まれた状態で最適な発振特性にチューニングされて、その良好な発振特性が保たれるように動作するため、良好な送受信性能を安定して得ることができる高周波送受信器となる。また、発振特性が最適に調整されるため、環境条件が変わって発振特性が変化することにより良好な送受信特性が得られなくなるまでのマージンを広くすることができるので、環境条件が変化しても安定な送受信性能を得ることができるので、環境条件が変化しても安定な送受信性能を得ることができる高周波送受信器となる。

### 【0032】

本発明の第4の高周波送受信器によれば、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を一方の出力端および他方の出力端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

10

20

30

40

50

テナと、受信アンテナと、前記他方の出力端と前記受信アンテナとに接続され、前記他方の出力端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出力するミキサーとを含むことから、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、高周波発振器が、高周波送受信器に組み込まれた状態で最適な発振特性にチューニングされて、その良好な発振特性が保たれるように動作するため、良好な送受信性能を安定して得ることができる高周波送受信器となる。また、発振特性が最適に調整されるため、環境条件が変わって発振特性が変化することにより良好な送受信特性が得られなくなるまでのマージンを広くすることができるので、環境条件が変化しても安定な送受信性能を得ることができる高周波送受信器となる。

## 【0033】

10

本発明の第5の高周波送受信器によれば、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力端と他方の出力端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、前記分岐器の前記一方の出力端からの出力が前記第1の端子に入力される信号分離器と、この信号分離器の前記第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端と前記信号分離器の前記第3の端子との間に接続された、前記他方の出力端に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ことから、高周波発振器が、高周波送受信器に組み込まれた状態で最適な発振特性にチューニングされて、その良好な発振特性が保たれるように動作するため、良好な送受信性能を安定して得ることができる高周波送受信器となる。また、発振特性が最適に調整されるため、環境条件が変わって発振特性が変化することにより良好な送受信特性が得られなくなるまでのマージンを広くすることができるので、環境条件が変化しても安定な送受信性能を得ることができる高周波送受信器となる。

## 【0034】

20

本発明の第6の高周波送受信器によれば、上記本発明の高周波発振器と、2つの出力端を有し、前記高周波発振器の出力端側に接続され、前記高周波信号を分岐して一方の出力端と他方の出力端とに出力する分岐器と、前記分岐器の前記一方の出力端に接続された送信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力端側に接続された受信アンテナと、前記分岐器の前記他方の出力端と前記受信アンテナとの間に接続され、前記他方の出力端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出力する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、高周波発振器が、高周波送受信器に組み込まれた状態で最適な発振特性にチューニングされて、その良好な発振特性が保たれるように動作するため、良好な送受信性能を安定して得ることができる高周波送受信器となる。また、発振特性が最適に調整されるため、環境条件が変わって発振特性が変化することにより良好な送受信特性が得られなくなるまでのマージンを広くすることができるので、環境条件が変化しても安定な送受信性能を得ることができる高周波送受信器となる。

## 【0035】

30

本発明のレーダ装置によれば、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、高周波送受信器の送受信性能が良好であり、また安定しているため、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。

## 【0036】

40

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

50

とができるレーダ装置搭載車両となる。

【0037】

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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

初めに、本発明の高周波発振器およびそれを用いた高周波送受信器について、図面を参考しつつ以下に詳細に説明する。

【0039】

図1は本発明の高周波発振器の実施の形態の一例における可変容量素子とそのバイアス供給回路を示す模式的なブロック回路図である。また、図2(a)および(b)は、それぞれ図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およびそのトリミング方法の例を示す模式的な平面図および側面図である。また、図3(a)~(e)は、それぞれ図2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4および図5は、それぞれ本発明の第1および第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。また、図6および図7は、それぞれ図4および図5に示す高周波送受信器の模式的な平面図である。また、図8は図4~図7に示す高周波送受信器の変調器における高周波変調部の例を示す模式的な斜視図である。また、図9および図10は、それぞれ本発明の第3および第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11および図12は、それぞれ本発明の第5および第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13は本発明の高周波発振器の実施例におけるトリマブルチップ抵抗のトリミング処理回数とその抵抗値との関係を示す線図である。また、図14は本発明の高周波発振器の実施例におけるトリマブルチップ抵抗の抵抗値と発振周波数との関係を示す線図である。また、図15は高周波発振器の例を示す模式的な断面図である。また、図16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。

【0040】

図1~図3において、1は可変容量素子としてのバラクタダイオード、2は半固定抵抗器としてのトリマブルチップ抵抗、3はチョークインダクタ、4は変調信号源、5は試験用端子、2aはトリマブルチップ抵抗2の誘電体基体、2bはトリマブルチップ抵抗2の抵抗体層、2c1, 2c2はトリマブルチップ抵抗2の電極、2d, 2d1~2d4は抵抗体層2bのトリミング部である。

【0041】

また、図4~図12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チュレータ、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はチョーク型バイアス供給線路、42は端子、43は高周波変調用素子、45は高周波検波用素子、12a, 71a, 73aは入力端、12b, 71b, 73bは一方の出力端、12c, 71c, 73cは他方の出力端、13aは入力端、13bは出力端、18aは入力端子、18bは出力端子、14a, 24a, 34a, 72b, 75bは第1の端子、14b, 24b, 34b, 72a, 75a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

10

20

30

40

50

，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6および図7において、上側の平板導体は図示していない。

【0042】

また、図15において、51は導波管、52は高周波発振用素子としてのガンダイオード、53，56はバイアス供給回路、54は共振器、55は可変容量素子としてのバラクタダイオード、51aは短絡端、51bは出力端である。また、図16において、61，62は平板導体、63は誘電体線路である。

【0043】

本発明の高周波発振器の実施の形態の一例は、図15および図1に示すように、高周波信号を発生する高周波発振用素子としてのガンダイオード52と、ガンダイオード52に接続された共振器54と、共振器54に設けられた、共振周波数を変化させる可変容量素子としてのバラクタダイオード55(1)と、バラクタダイオード55(1)に接続された、容量を変化させるために印加するバイアス電圧を供給するバイアス供給回路56とを備えており、このバイアス供給回路56は、バイアス電圧を調節する半固定抵抗器としてのトリマブルチップ抵抗2を備えている構成である。

【0044】

また、バイアス供給回路56は、さらにチョークインダクタ3および変調信号源4を備えており、バラクタダイオード1，トリマブルチップ抵抗2，チョークインダクタ3および変調信号源4が直列に接続されている。変調信号源4は、トリマブルチップ抵抗2およびチョークインダクタ3を介してバラクタダイオード1にバイアス電圧を供給する。変調信号源4が供給するバイアス電圧は、一定の直流電圧である。バラクタダイオード1のアノードは接地され、カソードはトリマブルチップ抵抗2に接続される。さらに詳細には、トリマブルチップ抵抗2と変調信号源4との間にチョークインダクタ3が接続される。本実施の形態では、バイアス供給回路10は、正の電圧をバラクタダイオード1に逆バイアスとなるように印加するが、バイアス供給回路10が負の電圧をバラクタダイオード1に逆バイアスとなるように印加する場合には、前記バラクタダイオード1のカソードが接地され、アノードがトリマブルチップ抵抗2に接続される。

【0045】

また、バラクタダイオード1へのバイアス供給回路には、バラクタダイオード1とバイアス供給回路との間に、必ずしも必要ではないが、バラクタダイオード1に並列に試験用のバイアス電圧を印加する電圧源を接続するための試験用端子5が設けられている。さらに詳細には、バラクタダイオード1とトリマブルチップ抵抗2との接続部位に試験用端子5が接続される。試験用端子5に電位を与えることによって、バラクタダイオード1のみに電圧を印加することができる。

【0046】

上記構成において、トリマブルチップ抵抗2は、図2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2a上にNi-Cr合金等の抵抗体から成る抵抗体層2bが形成されており、この抵抗体層2bの両端に接続されるとともに誘電体基体2aの両端を覆うように電極2c1，2c2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2の抵抗体層2b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2bの一部分を適当な面積だけ蒸発させたり、酸化させたりすることでトリミング部2dを形成することにより電極2c1，2c2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。例えば、抵抗体層2bの上に抵抗体層2b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2bの一部を酸化させてトリミング部2dを形成して抵抗値を変化させれば、抵抗体層2b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2b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。

10

20

30

40

50

## 【0047】

そして、高周波発振器において、トリマブルチップ抵抗2は、従来のバイアス供給回路56においてチップ抵抗等の固定抵抗器を用いていた場合と同様に、その抵抗値によりバラクタダイオード1(55)に印加される電圧を適当な値に設定し、バラクタダイオード1(55)に適当な容量値を設定することにより適当な発振周波数や周波数変調幅等の発振特性が得られるといった働きをする。ただし、トリマブルチップ抵抗2は、チップ抵抗等の固定抵抗器とは異なり、高周波発振器を高周波送受信器に組み込む際に既にそれが一括リフロー工程等によって高周波発振器の構成要素として接続されていたとしても、トリマブルチップ抵抗2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負荷条件に適応させて発振特性のチューニングを実施することができる。なお、通常は、負荷条件である高周波発振器の出力端51bから出力端51bに接続される高周波回路要素側を見たインピーダンスが様々であったり、ガンダイオード51の負荷特性が様々であったりするので、トリマブルチップ抵抗2の抵抗値を調整することにより負荷条件に適応させて発振特性のチューニングを実施することによって、大量に生産される高周波発振器11における発振特性を揃えることができるとともに、所望の発振特性を得ることができるようになるので歩留まりを向上させることができ。 10

## 【0048】

なお、上記のようなトリマブルチップ抵抗2の働きは、トリマブルチップ抵抗2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2は、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

## 【0049】

このトリマブルチップ抵抗2は、具体的には次のように使用すればよい。すなわち、図2に示すように、抵抗体層2bの電極2c1, 2c2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2dを形成すればよい。この直線状カット等のトリミング部2dの面積によりトリマブルチップ抵抗2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2bの断面において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2d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

## 【0050】

また、図2に示すような直線状カットの他にも、図3(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2bの中央部にいわゆる島状に設けたトリミング部2dとしてもよい。また、図3(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2d1として設けた後、同様の直線状カットを第2カット2d2として第1カット2d1から少し離れた位置に第1カット2d1よりも短い長さで設けてもよい(ダブルカット)。また、図3(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2d1を設けた辺に対向する辺に第2カット2d2を設けるようにしたダブルカットとしてもよい。また、図3(d)に同様に示すように、図3(c)に示すようなダブルカット2d1, 2d2と、これと同様のダブルカット2d3, 2d4とを櫛歯状に設けてもよい(サーペンタインカット)。図3(b)~(d)に示すようにトリミング部2d, 2d1~2d4を形成すれば、第2カット2d2, 2d4によってより緻密に抵抗値を設定することができるため、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3(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。 40

るので好ましい。

【0051】

また、図3(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)を設けてもよい。この場合には、抵抗体層2bにかかる応力が緩和されて抵抗体層2b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。

【0052】

なお、このようなトリマブルチップ抵抗2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。

【0053】

このようなトリマブルチップ抵抗2は、高周波発振器11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高周波発振器11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。

【0054】

本発明の高周波発振器の実施の形態の一例によれば、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2が、発振特性の調整時にはバイアス電圧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圧の値が保たれるように動作するため、このトリマブルチップ抵抗2を具備するバイアス供給回路により適切な容量に調整された可変容量素子によって高周波発振用素子の発振特性が最適となるようにチューニングすることができ、しかもその良好な発振特性を安定に維持することができる。また、トリマブルチップ抵抗2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、良好な発振特性を安定して確実に維持することができる。

【0055】

なお、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。

【0056】

また、本発明の高周波発振器の実施の形態の一例によれば、バラクタダイオード1とバイアス供給回路との間に、バラクタダイオード1に並列に試験用のバイアス電圧を印加する電圧源を接続するための試験用端子5が設けられているときには、試験用端子5に試験用のバイアス電圧が印加されることにより、バラクタダイオード1に印加すべきバイアス電圧を予め正確に知ることができるために、それに基づいて、調整に手間取ることなくトリマブルチップ抵抗2に設定すべき抵抗値を正確かつ確実に設定することができる。また、半固定抵抗器がトリマブルチップ抵抗2のように可逆的に抵抗値を変化させることができないものであっても、設定すべきバイアス電圧の値からトリマブルチップ抵抗2に設定すべき抵抗値が前もって得られるので、トリマブルチップ抵抗2に設定すべき抵抗値を確実に設定することができる。なお、このような試験をしなくても過去のデータ等から設定すべき抵抗値が得られるような場合には、必ずしも試験用端子5を設ける必要はない。

【0057】

なお、通常、バラクタダイオード1の容量値は印加されるバイアス電圧の電圧値に対して非線形に変化するが、周波数変調において周波数を変化させる幅(周波数変調幅)を一定としたいようなときには、変調信号源の振幅を調整するようにトリマブルチップ抵抗2を用いてもよい。具体的には、変調信号を出力する例えば差動増幅器を構成する演算増幅器(オペアンプ)の帰還回路である反転入力端子もしくは非反転入力端子と出力端子との間に接続される抵抗に、上記のようなトリマブルチップ抵抗2を用いればよい。このようにすれば、周波数変調の中心周波数を調整した上で周波数変調幅をも調整することができるものとなる。

【0058】

10

20

30

40

50

なお、本発明の高周波発振器においては、高周波用伝送線路として、導波管51の他にも、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、グランド付きコプレーナ線路、スロット線路、誘電体導波管、非放射性誘電体線路等を用いてもよい。

【0059】

次に、図4に示す本発明の第1の高周波送受信器の実施の形態の一例は、上記本発明の高周波発振器である高周波発振器11と、2つの出力端12b,12cを有し、高周波発振器11の出力端側に接続され、高周波信号を分岐して一方の出力端12bと他方の出力端12cとに出力する分岐器12と、一方の出力端12bに接続された、この一方の出力端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に入力される信号分離器としてのサーキュレータ14と、このサーキュレータ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の他方の出力端12cとサーキュレータ14の第3の端子14cとの間に接続された、他方の出力端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出力するミキサー16とを備えている構成である。

【0060】

また、図5に示す本発明の第2の高周波送受信器の実施の形態の一例は、上記本発明の高周波発振器である高周波発振器11と、2つの出力端12b,12cを有し、高周波発振器11の出力端側に接続され、高周波信号を分岐して一方の出力端12bと他方の出力端12cとに出力する分岐器12と、一方の出力端12bに接続された、この一方の出力端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、入力端子18aと出力端子18bとを有し、変調器13の出力端13bに入力端子18aが接続された、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の他方の出力端12c側に接続された受信アンテナ20と、分岐器12の他方の出力端12cと受信アンテナ20との間に接続された、他方の出力端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出力するミキサー16とを備えている構成である。

【0061】

また、図9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、上記本発明の高周波発振器である高周波発振器11と、2つの出力端71b,71cを有し、高周波発振器11の出力端側に接続され、高周波信号を一方の出力端71bに送信用高周波信号RFtを、他方の出力端71cからローカル信号L0を切替えて選択的に出力する切替え器としてのRFスイッチ71と、第1の端子としての入力端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、一方の出力端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、入出力端(第2の端子)72aに接続された送受信アンテナ15と、他方の出力端71cと出力端(第3の端子)72cとに接続され、他方の出力端71cから出力される高周波信号(ローカル信号)L0とアンテナ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出力するミキサー16とを備えている構成である。

【0062】

言い換えると、信号分離器である第2の切替えRFスイッチ72は、第1の端子72b、第2の端子72aおよび第3の端子72cを有し、第1の端子72b、第2の端子72aおよび第3の端子72c間の接続状態を切替えることによって、第1の端子72bに切替RFスイッチ71から送信用高周波信号が与えられ、第1の端子72bから入力される高周波信号を第2の端子72aから出力し、第2の端子72aから入力される高周波信号を第3の端子72cから出力する。

【0063】

また、図10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、上記本発明の高周波発振器である高周波発振器11と、2つの出力端71b,71cを有し、高周波発振器11

10

20

30

40

50

の出力端側に接続され、高周波信号を分岐して一方の出力端71bに送信用高周波信号RFtを、他方の出力端71cからローカル信号L0を切替えて選択的に出力する切替え器としてのRFスイッチ71と、一方の出力端71bに接続された送信アンテナ19と、受信アンテナ20と、切替えRFスイッチ71の他方の出力端71cと受信アンテナ20との間に接続され、他方の出力端71cに出力された高周波信号（ローカル信号）L0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出力するミキサー16とを備えている構成である。

#### 【0064】

また、図11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、上記本発明の高周波発振器である高周波発信器11と、2つの出力端73b, 73cを有し、高周波発振器11の出力端側に接続され、高周波信号を分岐して一方の出力端73bと他方の出力端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とで分岐器を構成する。）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、第1の端子75aが一方の出力端73bに接続されてラットレス型ハイブリッド結合器73で分岐された高周波信号が第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75b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の他方の出力端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、他方の出力端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出力するミキサー16とを備えている構成である。

#### 【0065】

また、図12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、上記本発明の高周波発振器である高周波発信器11と、2つの出力端73b, 73cを有し、高周波発振器11の出力端側に接続され、高周波信号を分岐して一方の出力端73bと他方の出力端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とで分岐器を構成する。）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出力するミキサー16とを備えている構成である。

#### 【0066】

また、上記各構成に対して、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。

#### 【0067】

このような図4, 図5, 図9, 図10, 図11, 図12に示す高周波送受信器は、従来の高周波送受信器と同様に動作するが、所望の発振特性を得るところの負荷条件が個別に変動しても、高周波発振器がそれら個々の負荷条件に応じて発振特性をチューニングする働きをするため、所定の周波数および出力の送信用高周波信号を安定に出力することができる。

#### 【0068】

また、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チュレータ14の第1の端子14aと第3の端子14cとの間、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、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との間または送信アンテナ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、サーチュレータ14の第3の端子14c,

10

20

30

40

50

第2のRFスイッチ72の第3の端子72c, 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または受信アンテナ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。

【0069】

また、さらに具体的には、図4および図5のそれぞれに示す本発明の第1および第2の高周波送受信器は、上記各構成要素間を接続して高周波信号を伝送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16に部分破断斜視図で示すものと同様である。

10

【0070】

すなわち、図4にブロック回路図で示す本発明の第1の高周波送受信器は、図6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第1の誘電体線路22を伝搬させて出力する上記本発明の高周波発振器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端13a側に反射するかまたは出力端13b側に透過させる変調器13と、変調器13の出力端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ミキサー16とを備えている。なお、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。

20

30

【0071】

また、図5にブロック回路図で示す本発明の第2の高周波送受信器は、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上記本発明の高周波発振器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端13a側に反射するかまたは出力端13b側に透過させる変調器13と、変調器13の出力端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チュレータ14と、サーチュレータ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

40

50

、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ミキサー16とを備えている。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。

#### 【0072】

なお、図6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4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。また、図7において、第1の端子34a、第2の端子34b、第3の端子34cは、それぞれ図5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。

10

#### 【0073】

これらの構成において、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、32と第2の誘電体線路23、33との間に、第1の誘電体線路22、32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。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リシック集積回路(MMIC)を用いても構わない。

20

#### 【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】

また、本発明の高周波発振器は、このような変調器13を用いた高周波送受信器の他に、そのような変調器13を用いないものに対しても有効である。この場合には、上記本発明の第1および第2の高周波送受信器に対して、変調器13を取り除き、第1の誘電体線路22、32の入力端13a側の端部と第2の誘電体線路23、33の出力端13b側の端部とを接続するようすればよい。

30

#### 【0076】

また、ミキサー16は、図8に示すものと同様の2つの基板44のそれぞれに高周波検波用素子としてのダイオード45を設けた高周波検波部を、第4の誘電体線路26(第5の誘電体線路37)および第5の誘電体線路27(第6の誘電体線路39)のそれぞれに、第4の誘電体線路26(第5の誘電体線路37)および第5の誘電体線路27(第6の誘電体線路39)のそれぞれから出力された高周波信号が各ダイオード45に入射するように接続し、かつ第4の誘電体線路26と第5の誘電体線路27と(第5の誘電体線路37と第6の誘電体線路39と)が電磁結合するように、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(第5の誘電体線路37の中途と第6の誘電体線路39の中途と)を近接させるかまたは接合させている。この構成において、高周波検波用素子としてのダイオード45には、ショットキーバリアダイオードを用いればよい。また、ダイオード45の代わりにトランジスタやマイクロ波モリシック集積回路(MMIC)を用いても構わない。

40

#### 【0077】

また、第1および第2の高周波送受信器においては、信号分離器としてサーチュレータ14を用いた例について説明したが、サーチュレータ14の代わりのものとして、デュプレクサ、スイッチまたはハイブリッド回路等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のラットレー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。

#### 【0078】

50

このように、高周波用伝送線路として非放射性誘電体線路を用いて高周波送受信器を構成すれば、高周波送受信器の内部において高周波信号を低損失に伝送することができるため、安定した送受信性能を得ることができる。また、送信用高周波信号の出力を大きくすることができるため、受信側に複雑な増幅回路を必要としないという利点がある。

【0079】

図4～図7にブロック回路図および平面図で示す本発明の第1および第2の高周波送受信器の実施の形態の例は、高周波発振器11が、高周波送受信器に組み込まれた状態で最適な発振特性にチューニングされて、その良好な発振特性が保たれるように動作するため、良好な送受信性能を安定して得ることができるものとなる。また、発振特性が最適に調整されるため、環境条件が変わって発振特性が変化することにより良好な送受信特性が得られなくなるまでのマージンを広くすることができるので、環境条件が変化しても安定な送受信性能を得ることができるものとなる。

10

【0080】

次に、本発明の第1および第2の高周波送受信器の構成要素について詳細に説明する。

【0081】

本発明の第1および第2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, 26, 27, 32, 33, 35, 36, 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(2MgO·2Al2O3·5SiO2)セラミックス、アルミナ(Al2O3)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において低損失である。

20

【0082】

また、第1～第6の誘電体線路22, 23, 25, 26, 27, 32, 33, 35, 36, 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。

【0083】

また、フェライト板24, 34の材質には、フェライトの中でも、例えばミリ波信号に対しては、亜鉛・ニッケル・鉄酸化物(ZnNiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)が好適である。

【0084】

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。

30

【0085】

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、効率良く高周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、高周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。

40

【0086】

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。

【0087】

なお、本発明の第3～第6の高周波送受信器においても、図4～図8に示す高周波送受信器の例と同様に、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

50

びスロット線路等を用いればよい。

【0088】

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数を少なくすることができるので好ましい。

【0089】

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端と他方の出力端とに出力する分岐器と、それら一方の出力端および他方の出力端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とい。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ので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することができるからである。

【0090】

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L0と受信高周波信号RFrとが同時にミキサー16に入力されるよう同調させると、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。

【0091】

また、第3および第4の高周波送受信器においては、信号分離器として第2の切替えRFスイッチ72を用いた例について説明したが、第2の切替えRFスイッチ72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ハイブリッド回路等を用いても構わない。

【0092】

また、第5および第6の高周波送受信器においては、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。また、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。

【0093】

なお、本発明においては、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。

【0094】

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。

【0095】

本発明のレーダ装置は、上記本発明の第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。

【0096】

本発明のレーダ装置によれば、上記構成としたことから、高周波送受信器の送受信性能が良好であり、また安定しているため、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

10

20

30

40

50

ることができる。

【0097】

また、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。

【0098】

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、設定された発振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。

【0099】

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。

【0100】

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。

【0101】

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、設定された発振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。

【0102】

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、トーリングボート、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。

【0103】

かくして、本発明によれば、高周波発振器の構成要素である可変容量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発振周波数や周波数変調幅等の発振特性を所望の状態にチューニングすることができ、良好な発振特性を安定して得ることができる高周波発振器およびそれを用いた高性能な高周波送受信器を提供することができる。

【0104】

また、本発明によれば、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を提供

10

20

30

40

50

することができる。

【実施例】

【0105】

図1に回路図で示すバラクタダイオード1を内蔵したピル型のガンダイオードに、図1に回路図で示すようにバイアス供給回路を接続して高周波発振器を構成した。まず、トリマブルチップ抵抗2として、その抵抗値の調整範囲として所望の周波数の可変範囲を得ることができる1~10k(この場合は初期値が1kであり、調整可能な最大値が10kである。)のものを選定し、複数のトリマブルチップ抵抗2について図3(a)に示すようなトリミングを行なって、その抵抗値の制御性について確認した。図13にその一例を線図で示す。

10

【0106】

図13は、本発明の高周波発振器の実施例におけるトリマブルチップ抵抗2のトリミング処理回数とその抵抗値との関係を示す線図であり、横軸はトリミング処理回数としてのパルス状のレーザ光の照射回数N(単位:回)を、縦軸はトリマブルチップ抵抗2の電極2c1, 2c2間の抵抗値Rt(単位:k)を示しており、黒四角および黒丸の点はそれぞれ比較的スポットサイズの大きいレーザ光および比較的スポットサイズの小さいレーザ光を抵抗体層2bに照射したときのレーザ光の照射回数Nに対する抵抗値Rtの実測値を示している。

【0107】

図13に示す結果から、トリマブルチップ抵抗2の抵抗値はレーザ光の照射回数Nにほぼ比例して増加し、その増加の割合は照射するレーザ光のスポットサイズにより異なっており、これらレーザ光のスポットサイズおよび照射回数Nによりトリマブルチップ抵抗2の抵抗値を適切に調整することができることがわかった。また、レーザ光を照射する際に、抵抗体層2bの同じ位置に複数回の照射を行なってから次の位置にレーザ光の照射点を走査するといった方法でレーザ光の照射を行なったが、比較的スポットサイズの小さいレーザ光を用いてトリミングを行なったときに顕著にわかる通り、同じ照射点での照射回数Nが増えるに従って抵抗値Rtが飽和する傾向にあることがわかり、この方法によれば所望の抵抗値に再現性よく確実にトリミングすることができることがわかった。また、このよ

20

30

うな走査を複数回繰り返すことにより抵抗値Rtが階段状に段々に増加していくおり、この方法によれば緻密にトリミングすることができることがわかった。また、以上のことから、さらに緻密にトリミングするには、走査のピッチを少なくしたりレーザ光のスポットサイズをさらに小さくしたりして、階段状に増加する抵抗値Rtの増加の幅を狭くすればよいことが推察された。

【0108】

なお、この実施例では、一回の照射当たりにトリミングされる面積は、レーザ光のスポットサイズをレーザ光を透過させるスリットの幅を変えて一回の照射当たりの照射面積を変えることにより制御したが、レーザ光の強度や一回の照射当たりの照射時間により制御するようにしても構わない。

【0109】

次に、このトリマブルチップ抵抗2を用いて、レーザ光の強度を適宜変えながら上記のようなトリミングを複数回行なって、発振特性の中でも特性の変化が顕著である発振周波数の制御性について確認した。その一例を図14に線図で示す。

40

【0110】

図14は、本発明の高周波発振器の実施例におけるトリマブルチップ抵抗2の抵抗値と発振周波数との関係を示す線図であり、横軸はトリマブルチップ抵抗2の抵抗値Rt(単位:k)を、縦軸は高周波発振器の発振周波数ft(単位:GHz)を示しており、実線は抵抗値Rtの設定値に対する発振周波数ftの実測値を示している。なお、高周波発振器の負荷条件は一定とした。

【0111】

図14に示す結果から、抵抗値Rtの設定値を1~10k程度の範囲で変化させるとそれ

50

に比例して発振周波数が直線的に変化しており、この例では周波数を76.5GHzを中心には $\pm 0.2\text{GHz}$ 程度変化させることができることから、トリマブルチップ抵抗2により発振周波数 $f_t$ を十分に調整することができる事が確認できた。

#### 【0112】

次に、このような高周波発振器を用いて図4および図6に示す高周波送受信器を30台試作して、それぞれに上記のような方法で発振周波数 $f$ を調整してから、第3の誘電体線路25の端部に接続された送受信アンテナ15を取り外してその端部にスペクトラムアナライザの試験端子(テストポート)を接続して、その接続部から出力される周波数変調がかかった送信用高周波信号を30台全てについて測定したところ、30台とも周波数変調がかかった送信用高周波信号の発振周波数(周波数変調の中心周波数)および周波数変調幅が均一であり、良好な発振特性を有している事が確認された。なお、この実施例においては、バラクタダイオードの特性が比較的均一であったため、周波数変調幅を調整する必要はなかった。

#### 【0113】

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、高周波発振器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、速く確実に安定して距離情報を出力することを確認した。

#### 【0114】

かくして、本発明によれば、高周波発振器の構成要素である可変容量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発振周波数や周波数変調幅等の発振特性を所望の状態にチューニングすることができ、良好な発振特性を安定して得ることができる高周波発振器となった。また、それを用いた高周波送受信器は高性能なものとなった。

#### 【0115】

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、ガンダイオード52のバイアス供給回路53を、ガンダイオード52に印加するバイアス電圧を調節する半固定抵抗器を具備するものとしてもよい。この場合には、発振出力や負荷特性をも調整することができる高周波発振器となる。また、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高周波発振器11の動作が適切になるように動的に高周波発振器11のバイアス電圧を変更したり、変調器13の動作に同期させて高周波発振器11のバイアス電圧を変更したりするといったことができるものとなる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0116】

【図1】本発明の高周波発振器の実施の形態の一例における可変容量素子とそのバイアス供給回路を示す模式的なブロック回路図である。

【図2】(a)および(b)は、それぞれ図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およびそのトリミング方法の例を示す模式的な平面図および側面図である。

【図3】(a)～(e)は、それぞれ図2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4】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5】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。

【図6】図4に示す高周波送受信器の模式的な平面図である。

【図7】図5に示す高周波送受信器の模式的な平面図である。

【図 8】図 4～図 7 に示す高周波送受信器の変調器における高周波変調部の例を示す模式的な斜視図である。

【図 9】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 10】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 11】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 12】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 13】本発明の高周波発振器の実施例におけるトリマブルチップ抵抗のトリミング処理回数とその抵抗値との関係を示す線図である。

【図 14】本発明の高周波発振器の実施例におけるトリマブルチップ抵抗の抵抗値と発振周波数との関係を示す線図である。

【図 15】高周波発振器の例を示す模式的な断面図である。

【図 16】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。

【符号の説明】

【0 1 1 7】

- 1 : バラクタダイオード
- 2 : トリマブルチップ抵抗
- 2 a : 誘電体基体
- 2 b : 抵抗体層
- 2 c 1 : 電極
- 2 c 2 : 電極
- 2 d : トリミング部
- 2 d 1 , 2 d 3 : 第 1 カット
- 2 d 2 , 2 d 4 : 第 2 カット
- 3 : チョークインダクタ
- 4 : 変調信号源
- 5 : 試験用端子
- 11 : 高周波発振器
- 12 : 分岐器
- 12 a : 入力端
- 12 b : 一方の出力端
- 12 c : 他方の出力端
- 13 : 変調器
- 13 a : 入力端
- 13 b : 出力端
- 14 : 信号分離器としてのサークュレータ
- 14 a : 第 1 の端子
- 14 b : 第 2 の端子
- 14 c : 第 3 の端子
- 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
- 18 a : 入力端子
- 18 b : 出力端子
- 19 : 送信アンテナ
- 20 : 受信アンテナ

10

20

30

40

50

- 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  
 24a, 34a: 第1の端子  
 24b, 34b: 第2の端子  
 24c, 34c: 第3の端子  
 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, 38a, 38b: 無反射終端器  
 39: 第6の誘電体線路  
 40, 44: 基板  
 41: チョーク型バイアス供給線路  
 42: 端子  
 43: 高周波変調用素子  
 45: 高周波検波用素子  
 51: 導波管  
 52: ガンダイオード  
 53, 56: バイアス供給回路  
 54: 共振器  
 55: バラクタダイオード  
 51a: 短絡端  
 51b: 出力端  
 61, 62: 平板導体  
 63: 誘電体線路  
 71: 切替え器としての切替えRFスイッチ  
 71a: 入力端  
 71b: 一方の出力端  
 71c: 他方の出力端  
 72: 信号分離器としての第2の切替えRFスイッチ  
 72a: 第2の端子  
 72b: 第1の端子  
 72c: 第3の端子  
 73: 分岐器としてのラットレス型ハイブリッド結合器  
 73a: 入力端  
 73b: 一方の出力端  
 73c: 他方の出力端  
 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  
 75a: 第1の端子  
 75b: 第2の端子  
 75c: 第3の端子  
 76: 終端抵抗

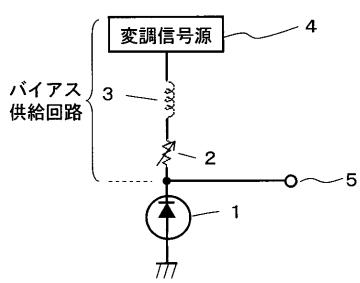
10

20

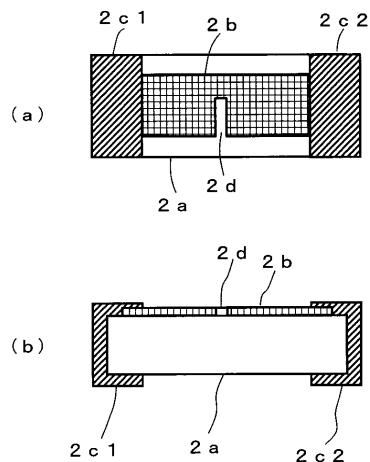
30

40

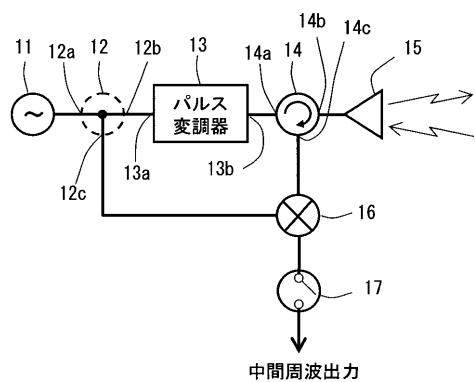
【図1】



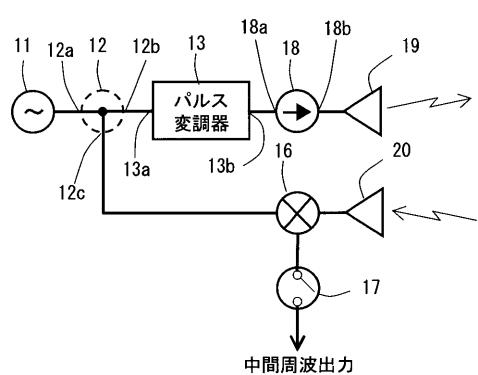
【 図 2 】



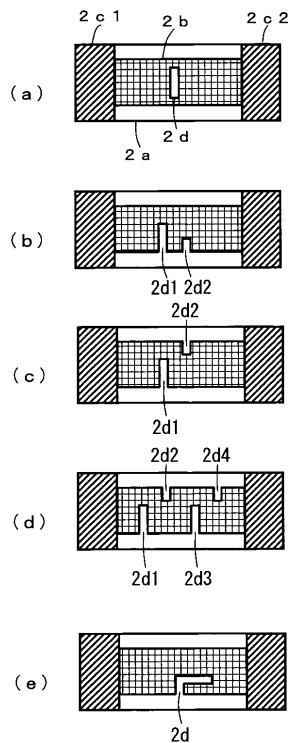
【図4】



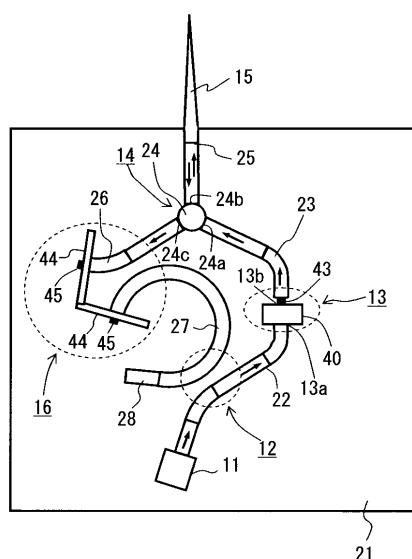
【図5】



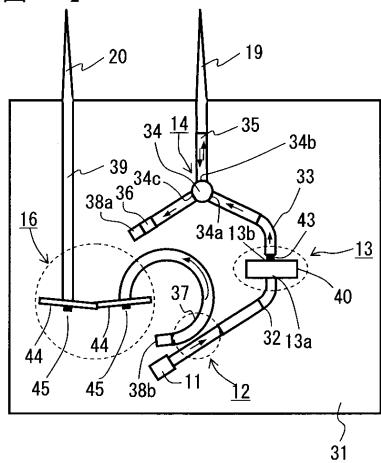
【 図 3 】



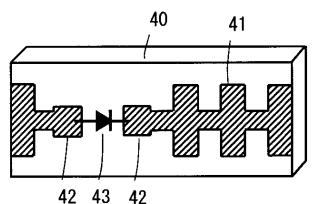
【 図 6 】



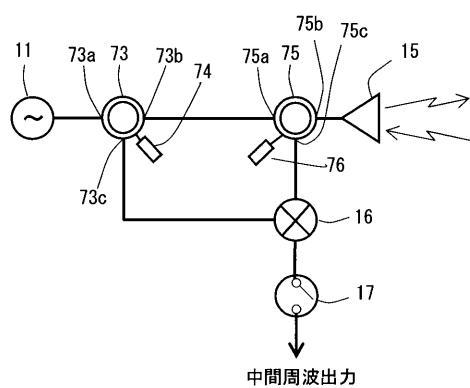
【図7】



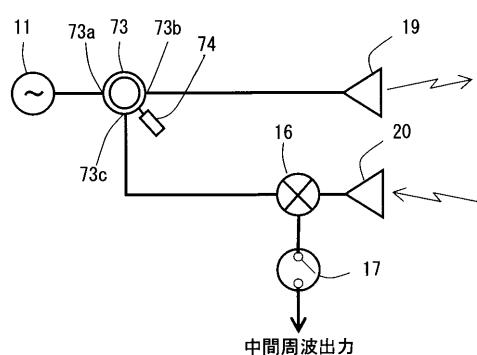
【図8】



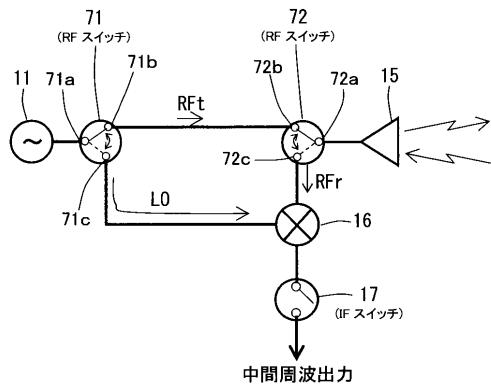
〔 図 11 〕



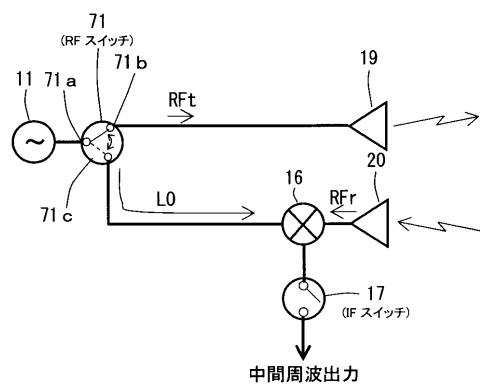
【 図 1 2 】



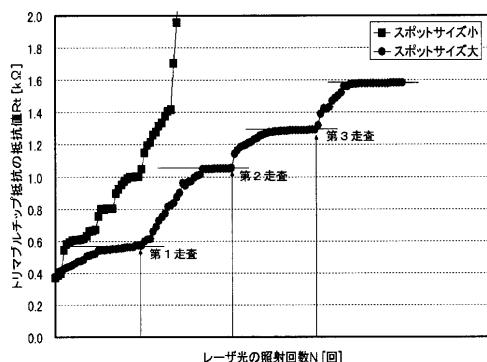
【 図 9 】



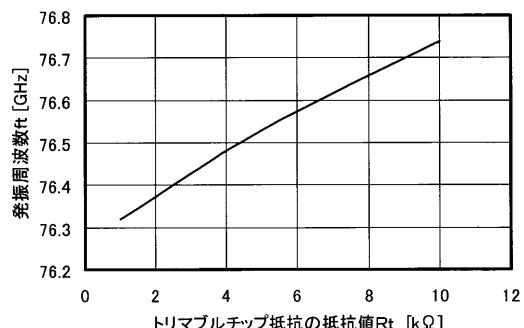
【 义 1 0 】



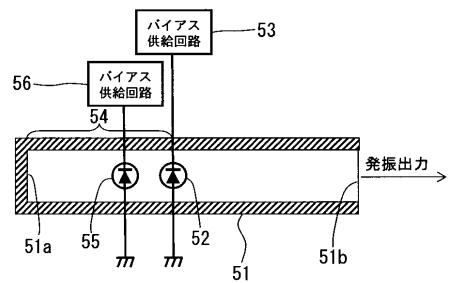
【図13】



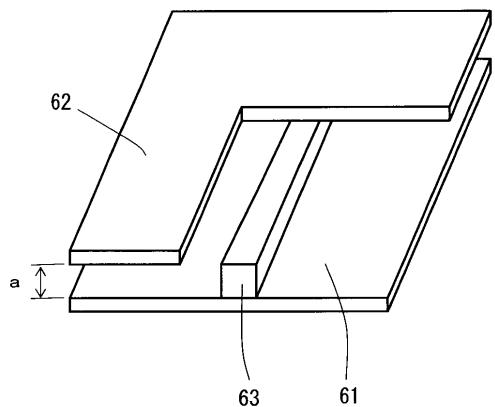
【 义 1 4 】



【図15】



【図16】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

**H 04 B 1/40 (2006.01)**

F I

H 04 B 1/38  
H 04 B 1/40

テーマコード(参考)