

(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2009-281868

(P2009-281868A)

(43) 公開日 平成21年12月3日(2009.12.3)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)	
<b>GO1S</b>	<b>7/285</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1S	7/285	Z	5J070
<b>HO4B</b>	<b>1/26</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B	1/26	D	5K020

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-134365 (P2008-134365)  
 (22) 出願日 平成20年5月22日 (2008.5.22)

(71) 出願人 504004979  
 株式会社エクサ・テクノロジー  
 神奈川県川崎市宮前区宮前平1-7-5  
 プラムフィールド4F  
 (74) 代理人 100091258  
 弁理士 吉村 直樹  
 (72) 発明者 鳥塚 英樹  
 神奈川県川崎市宮前区宮前平1-7-5  
 プラムフィールド4F 株式会社エクサ・テクノロジー内  
 (72) 発明者 柴田 清裕  
 神奈川県川崎市宮前区宮前平1-7-5  
 プラムフィールド4F 株式会社エクサ・テクノロジー内

最終頁に続く

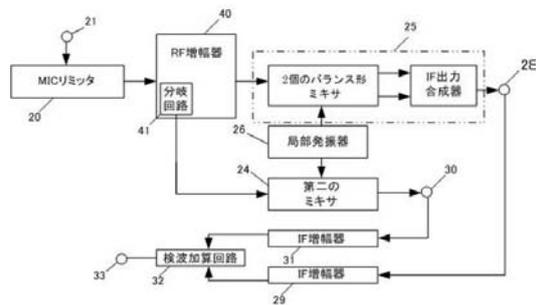
(54) 【発明の名称】 マイクロ波周波数変換器、レーダ受信機

(57) 【要約】

【課題】遠距離から、ごく近距離まで連続して受信可能なレーダ受信機に用いるマイクロ波周波数変換器を提供する。

【解決手段】リミッタ20に入力したパルス変調された第一のマイクロ波信号(RF信号)をFET増幅器40に入力して増幅する。FET増幅器40の出力は、第一のミキサ25に入力する。FET増幅器40のゲートバイアス線路に分岐回路23を接続し漏洩して得られた第二のRF信号をシングル第二のミキサ24に印加する。ミキサ24、25の局発端子には局発振器26の出力を印加する。第一のミキサ25のIF出力は、第一のIF増幅器29に印加する。第二のミキサ24のIF出力は、そのまま第二のIF増幅器31に印加する。IF増幅器29、31の増幅度を適度に調節した後に出力を検波加算回路32によって検波、加算して出力し、レーダ表示装置に映像を表示させる。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

信号端子、局発端子、中間周波数端子を有する 2 つの独立したミキサ回路の各々の局発端子に一つの発振器の出力を分岐して局部発振信号として入力し、かつ上記ミキサ回路の一方の信号端子には、F E T 増幅器の出力信号を直接入力し、上記ミキサ回路の他方の信号端子には、上記 F E T 増幅器のゲートバイアス線路に設けた分岐回路を介して接続するとともに、上記 2 つのミキサ回路の各々の中間周波数端子に独立した中間周波信号を出力可能としてなることを特徴とするマイクロ波周波数変換器。

## 【請求項 2】

リミッタに入力したパルス変調された第一のマイクロ波信号を F E T 増幅器に入力して増幅し、該 F E T 増幅器の出力は、第一のミキサ回路に入力し、前記 F E T 増幅器のゲートバイアス線路に分岐回路を接続し、漏洩して得られた第二のマイクロ波信号を前記第二のミキサ回路に印加し、前記両ミキサ回路の局発端子には局発振器の出力を印加し、前記第一のミキサ回路の I F 出力を第一の I F 増幅器に印加し、前記第二のミキサ回路の I F 出力は、第二の I F 増幅器に印加し、両 I F 増幅器の増幅度を調節した後に出力を検波加算回路によって検波、加算して出力し、レーダ表示装置に映像を表示可能としてなることを特徴とするマイクロ波周波数変換器。

10

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 のマイクロ波周波数変換器において、前記 2 つのミキサ回路の一方のミキサ回路がマイクロ波信号をマイクロ波増幅器で増幅した後に入力する 2 個のミキサと 1 個の I F 出力合成器で構成したイメージ抑圧ミキサであり、他方のミキサ回路がマイクロ波信号の一部を F E T 増幅器のゲートバイアス線路に接続して入力するミキサで構成したものであることを特徴とするマイクロ波周波数変換器。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかのマイクロ波周波数変換器を用いてなることを特徴とするレーダ受信機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、レーダ受信機に用いるマイクロ波周波数変換器と、これを用いたレーダ受信機に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

パルスレーダの構成を図 1 に示す。図 1 のパルスレーダは、マグネトロン 1 から発振周波数が例えば 9 . 4 1 G H z のパルス信号（例えばパルス幅 1  $\mu$  s、出力 1 0 k W）を出力し、サーキュレータ 2 を介してアンテナ 3 から空中に放射し、物体にて反射した信号を再びアンテナ 3 で受け、リミッタ 4 に導く。リミッタ 4 を介して周波数変換器 5 に入力した信号は、局部発振器 6 の出力（局発信号、例えば 9 . 4 7 G H z）と混合し、例えば 6 0 M H z の中間周波数（I F 信号）に変換する。この I F 信号を I F 増幅器 7 にて増幅し、信号処理回路 8 にてビデオ信号に変換し、レーダ表示装置（P P I）9 にて画像を表示する。なお、リミッタ 4 は大きな信号が入力することによって周波数変換器 5 が破損するのを防ぐために用いるものもある。

40

## 【0003】

図 1 に示すようなパルスレーダに用いられるマイクロ波周波数変換器の従来公知の回路構成を図 2 に示す。

## 【0004】

本例のマイクロ波周波数変換器は、2 つの独立したミキサ回路 2 4、2 5 を有する。一方の回路はシングルバランスミキサ 2 4 で、他方の回路は I F 出力合成器 2 7 を含んだダブルバランスミキサ 2 5 であり、これらは各々信号端子、局発端子、中間周波数端子を有

50

する。

【 0 0 0 5 】

この従来公知のマイクロ波周波数変換器は、特許文献 1 に係わるもので、リミッタ 2 0 の入力端子 2 1 に入力したパルス変調したマイクロ波信号 ( R F 信号 ) を R F 増幅器 2 2 で増幅し、ダブルバランスミキサ 2 5 に入れ、局部発振器 2 6 の信号 ( 局発信号 ) と混合し、2つの I F 出力を内蔵の I F 出力合成器 2 7 で合成し、I F 出力端子 2 8 に合成出力を得る。一方、リミッタ 2 0 と R F 増幅器 2 2 の接続部から分岐回路 2 3 を介してシングルバランスミキサ 2 4 の入力端子に入力し、I F 出力を得る。

【 0 0 0 6 】

各ミキサ 2 4、2 5 の局発端子には、局部発振器 2 6 の出力を印加する。ダブルバランスミキサ 2 5 の I F 出力は、I F 出力合成器 2 7 で出力合成し、I F 出力端子 2 8 に出力して I F 増幅器 2 9 に印加する。一方、シングルバランスミキサ 2 4 の I F 出力は、そのまま I F 出力端子 3 0 に出力して I F 増幅器 3 1 に印加する。

10

【 0 0 0 7 】

また各 I F 増幅器 2 9、3 1 の出力は検波加算回路 3 2 によって検波し、加算して出力端子 3 3 にビデオ信号として出力し、信号処理回路を経てレーダ表示装置 ( P P I ) に画像を表示させる。なお、I F 増幅器として対数増幅器を使うこともある。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開 2001-111447 号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

ところでアンテナから発射したレーダパルス信号は、反射物体が遠いほど小さな信号となって受信され、反射物体が近いほど大きな信号として受信され、また、反射物体が小さいほど小さな信号として受信され、反射物体が大きいほど大きな信号として受信される。

【 0 0 1 0 】

これに伴い、入力信号が変動するが、入力電力が増大してゆくとまずダブルバランスミキサ 2 5 の飽和現象が現れる。さらに入力電力が増大してゆくと R F 増幅器 2 2 が飽和し、インピーダンスが変化してゆく。さらに入力電力が増大してゆくとリミッタ 2 0 のインピーダンスが変化してゆく。すなわち、R F 増幅器 2 2 の入力端子の反射係数が増大し、次にリミッタ 2 0 の反射係数が増大する。

30

【 0 0 1 1 】

2 箇所での反射現象が起きるとその間で共振が発生する。この共振現象や各々のインピーダンスが入力電力によって複雑に変化するため、分岐回路 2 3 が接続されている点の位相、振幅がそれに伴い複雑に変化する。すなわち、この共振によって分岐回路 2 3 に誘起されるマイクロ波電力が複雑に変化する。

【 0 0 1 2 】

このため、上述したような従来 of マイクロ波周波数変換器には、次に示す様な欠点がある。

【 0 0 1 3 】

まず、リミッタ 2 0 と R F 増幅器 2 2 の接続部から分岐回路 2 3 を介してシングルバランスミキサ 2 4 の入力端子に接続しているので、分岐回路 2 3 の損失が R F 増幅器 2 2 の入力側に入るため増幅度の減少と N F の劣化となる。

40

【 0 0 1 4 】

また、反射係数が増大する 2 ヶ所の中間点から電力を取り出しているため、分岐回路 2 3 を介して接続されているシングルバランスミキサ 2 4 に入力する電力が大きく変動し、入力電力に対する I F 出力の直線性が得られなくなる。

【 0 0 1 5 】

すなわち、シングルバランスミキサ 2 4 の出力とダブルバランスミキサ 2 5 の出力を合成した時、入出力特性が波うつ様な揺らぎが発生する。これは、R F 信号電力が変化して

50

も I F 出力電力が変化しない現象が現れる可能性が大きいことである。出力電力に変化しない現象が現れるとビデオ信号も変化せず、レーダ表示装置に目標物の有無が表示されない。

【 0 0 1 6 】

これを解消するために、リミッタ 2 0 と R F 増幅器 2 2 の接続部に方向性結合器を接続し、リミッタ 2 0 から R F 増幅器 2 2 に向かって伝播する R F 電力のみを分岐回路 2 3 に誘導する手法があるが、方向性結合器は、動作周波数の  $\lambda / 4$  (  $\lambda$  は動作周波数における R F の波長 ) 以上の長さを必要とすることから、装置が大きくなる欠点がある。

【 0 0 1 7 】

また、リミッタ 2 0 と R F 増幅器 2 2 の接続部から分岐回路 2 3 を介して R F 信号を出力するとこの結合係数に相当する分損失が増大し、入力端子 2 1 から見た N F が増大し、ダブルバランスミキサ 2 5 の出力が減少するという性能低下の原因となっていた。

10

【 0 0 1 8 】

本発明は、遠距離から、ごく近距離まで連続して受信可能なレーダ受信機に用いるマイクロ波周波数変換器を提供するもので、より詳細には、本発明は上記従来の問題点を解消すべく新しなもので、リミッタと R F 増幅器間での共振の影響を少なくしたことにより、広い入力電力範囲にわたって飽和現象が現れない構造にしたことを特徴にしたマイクロ波周波数変換器を提供しようとするものである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 9 】

本発明のうち請求項 1 に係るマイクロ波周波数変換器は、信号端子、局発端子、中間周波数端子を有する 2 つの独立したミキサ回路の各々の局発端子に一つの発振器の出力を分岐して局部発振信号として入力し、かつ上記ミキサ回路の一方の信号端子には、 F E T 増幅器の出力信号を直接入力し、上記ミキサ回路の他方の信号端子には、上記 F E T 増幅器のゲートバイアス線路に設けた分岐回路を介して接続するとともに、上記 2 つのミキサ回路の各々の中間周波数端子に独立した中間周波信号を出力可能としてなることを特徴とする。

20

【 0 0 2 0 】

同請求項 2 に係るものは、リミッタに入力したパルス変調された第一のマイクロ波信号を F E T 増幅器に入力して増幅し、該 F E T 増幅器の出力は、第一のミキサ回路に入力し、前記 F E T 増幅器のゲートバイアス線路に分岐回路を接続し、漏洩して得られた第二のマイクロ波信号を前記第二のミキサ回路に印加し、前記両ミキサ回路の局発端子には局発振器の出力を印加し、前記第一のミキサ回路の I F 出力を第一の I F 増幅器に印加し、前記第二のミキサ回路の I F 出力は、そのまま第二の I F 増幅器に印加し、両 I F 増幅器の増幅度を調節した後出力を検波加算回路によって検波、加算して出力し、レーダ表示装置に映像を表示可能としてなることを特徴とする。

30

【 0 0 2 1 】

同請求項 3 に係るものは、請求項 1 または 2 のマイクロ波周波数変換器において、前記二つのミキサ回路の一方のミキサ回路がマイクロ波信号をマイクロ波増幅器で増幅した後に入力する 2 個のミキサで構成したイメージ抑圧ミキサであり、他方のミキサ回路がマイクロ波信号の一部を F E T 増幅器のゲートバイアス線路に接続して入力するミキサで構成したものであることを特徴とする。

40

【 0 0 2 2 】

同請求項 4 に係るレーダ受信機は、請求項 1 ないし 3 のいずれかのマイクロ波周波数変換器を用いてなることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

なお本発明では、第一のミキサ回路はダブルバランス形に限定されない。シングルエンドミキサが第一のミキサ回路である場合、 I F 合成器がなくなるので、その場合は上述のように、ダブルバランスミキサに I F 合成器を含ませればよい。

【 発明の効果 】

50

## 【 0 0 2 4 】

本発明は、従来のマイクロ波周波数変換器に比べて近距離から反射してきた信号にほぼ比例した電力を受信でき、したがって遠距離だけでなく、近年の船舶レーダの主な使用目的である船舶同士または固定物などとの衝突防止に関して非常に重要な機能であるごく近距離までの目標物体の認識が可能となるという効果がある。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 5 】

以下本発明を実施するための最良の形態を、図3に示す実施例を参照して説明する。なお、以下では従来例として説明した図2と装置と同じブロック、端子は同じ番号付して説明する。

10

## 【 実施例 1 】

## 【 0 0 2 6 】

まず本実施例の構成と動作を説明する。

リミッタ20に入力したパルス変調された第一のマイクロ波信号(RF信号)をFET増幅器40に入力して増幅する。FET増幅器40の出力は、第一のミキサ回路25に入力する。FET増幅器40のゲートバイアス線路に分岐回路23を接続し漏洩して得られた第二のRF信号をシングルバランスミキサである第二のミキサ回路24に印加する。

## 【 0 0 2 7 】

両ミキサ回路24、25の局発端子には局発振器26の出力を印加する。第一のミキサ回路25のIF出力は、内蔵のIF出力合成器27で合成してIF増幅器29に印加する。第二のミキサ回路24のIF出力は、そのままIF増幅器31に印加する。両IF増幅器29、31の増幅度を適度に調節した後に出力を検波加算回路32によって検波、加算して出力し、レーダ表示装置に映像を表示させる。

20

## 【 0 0 2 8 】

次に図3に従って本実施形態の動作原理を説明する。本実施例の従来例との違いは、図4に示す様に、分岐回路41をFET増幅器40のゲートバイアス回路に接続することにある。

## 【 0 0 2 9 】

まずRF増幅器40は、FET(HEMT)からなる。FET(HEMT)のゲートインピーダンスは入力電力の増加に対して単調減少する性質がある。したがって、FET増幅器のゲートバイアス線路の極近傍に分岐回路41を接続すれば、リミッタ20とRF増幅器40間の共振の影響を受けず、分岐回路41への電力は、単調に増加することになる。

30

## 【 0 0 3 0 】

ミキサ回路24への信号端子をFET増幅器50のゲートバイアス線路に結合容量を介して接続することを特徴とする。FET増幅器のゲートバイアス線路は、 $\lambda/4$ バイアス線路と $\lambda/4$ オープンスタブからなり、 $\lambda/4$ バイアス線路と $\lambda/4$ オープンスタブの接続点に固定抵抗を介して負のゲートバイアスを印加している。この $\lambda/4$ バイアス線路と $\lambda/4$ オープンスタブの接続点は、理論的には $\lambda/4$ オープンスタブの特性上接地されるのでRF信号電圧は発生しない。

40

## 【 0 0 3 1 】

しかし、現実的には、 $\lambda/4$ オープンスタブの長さが $\lambda/4$ からずれたり、寄生抵抗分のために、わずかにRF信号電圧が発生している。従来、この $\lambda/4$ バイアス線路に洩れてきたRF信号は、ゲートバイアス回路に含まれる抵抗などで無駄に消費されていた。 $\lambda/4$ バイアス線路と $\lambda/4$ オープンスタブの接続点に洩れ出たRF信号を結合容量で取り出し、RF信号を第二のミキサ回路24へ入力する。すなわち、2つの独立したミキサ回路の各々の局発端子に、1つの発振器の出力を分岐して局部発振信号として入力し、一方のミキサ回路25の信号端子にはマイクロ波信号をFET増幅器で増幅して入力し、他方のミキサ回路24の信号端子はFET増幅器のゲートバイアス線路に接続してマイクロ波信号の一部を入力し、各々の中間周波数端子に独立して中間周波信号を出力するようにし

50

て、IF増幅器で増幅し、検波しビデオ信号に変換した後に足し合わせることによって出力電力の飽和を大幅に改善する。

【0032】

また、従来の信号処理回路の入力段階で2つの信号を足し合わせ、その後の処理は従来通りを行うことを可能とし、使い方に何らの変更も必要としない。

【0033】

本発明の上記目的を達成するために、上述した2つのミキサ回路の一方のミキサ回路25がマイクロ波信号をマイクロ波増幅器で増幅した後に入力する2つのミキサで構成したイメージ抑圧ミキサであり、他方のミキサ回路24がマイクロ波信号の一部をFET増幅器のゲートバイアス線路に接続して入力するミキサで構成することは上述した従来の例と同様の構成とすることで達成できる。

10

【0034】

またこれも従来の例と同様、各ミキサ回路24、25の局発端子には、局部発振器26の出力を印加する。ミキサ回路25のIF出力は、内蔵のIF出力合成器27で出力合成し、IF出力端子28に出力してIF増幅器29に印加する。一方、ミキサ回路24のIF出力は、そのままIF出力端子30に出力してIF増幅器31に印加する。

【0035】

各IF増幅器29、31は、従来同様に対数増幅器を用いるが、その出力はIF増幅器29、31の増幅度を調節してから検波加算回路32によって検波し、加算して出力端子33にビデオ信号として出力し、従来と同様に信号処理回路を経てレーダ表示装置(PPI)に画像を表示させる。

20

【0036】

図5は従来例(A)と本実施例(B)に係るマイクロ波周波数変換器の各IF出力端子の入出力特性を示す。

【0037】

IF出力端子28は、従来のマイクロ波周波数変換器の入出力特性と同一であるが、IF出力端子30では分岐回路41によって分岐させたRF信号が直接のRF信号より10数dBから20数dB減衰した信号であるので、RF入力電力が約+20dBmで飽和が始まる。

【0038】

RF入力電力に対して図5に示した特性の信号を各々IF増幅器(対数増幅器)29、31にて適度な増幅度で増幅し、検波加算回路32で検波し、加算した出力電圧の関係(入出力特性)を図6に示す。この図6から明らかなように、図2に示した従来のマイクロ波周波数変換器の入出力特性に対して本実施形態ではリミッタ20とRF増幅器40間の共振の影響が緩和されていることがわかる。

30

【0039】

このことは、本実施形態のマイクロ波周波数変換器をレーダに使用すると、従来のマイクロ波周波数変換器を使用したレーダに比べて、近距離から反射してきた大きな信号を広い範囲にわたって飽和することなく受信できるので、遠距離からごく近距離まで連続して目標物体の認識が可能となることを意味する。

40

【0040】

なお、上記説明では、ミキサ回路24、25にそれぞれシングルバランス形ミキサ、ダブルバランス形ミキサを用いていたが、これに限ることなく、これらはシングルエンド形、トリプルバランス形などどんな形式のミキサでも使用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0041】

なお、本発明に係るマイクロ波周波数変換器は、レーザ用等のポートなどの小型のレーダに用いるのに適する。

【図面の簡単な説明】

【0042】

50

【図 1】パルスレーダの構成図を示すブロック回路図である。

【図 2】従来のマイクロ波周波数変換器の回路構成を示すブロック回路図である。

【図 3】本発明に係るマイクロ波周波数変換器の一実施形態の回路構成を示すブロック回路図である。

【図 4】本発明に係るマイクロ波周波数変換器の R F 増幅器と分岐回路を示す回路図である。

【図 5】従来 ( A )、および本発明実施例 ( B ) のマイクロ波周波数変換器のミキサ回路出力端子の入出力特性を示すグラフである。

【図 6】従来 ( A )、および本発明実施例 ( B ) のマイクロ波周波数変換器の各 I F 増幅器出力端子の入出力特性を示すグラフである。

10

【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

1 : マグネトロン

2 : サーキュレータ

3 : アンテナ

4 : リミッタ

5 : 周波数変換器

6、26 : 局部発振器

7、29、31 : I F 増幅器

8 : 信号処理回路

20

9 : レーダ表示装置 ( P P I )

20 : リミッタ

22、40 : R F 増幅器

25 : ダブルバランスミキサ

27 : I F 出力合成器

28、30 : I F 出力端子

23、41 : 分岐回路

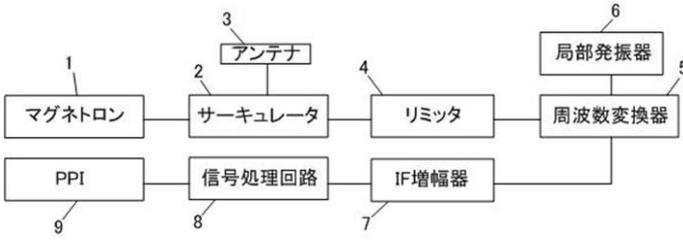
24 : シングルバランスミキサ

32 : 検波加算回路

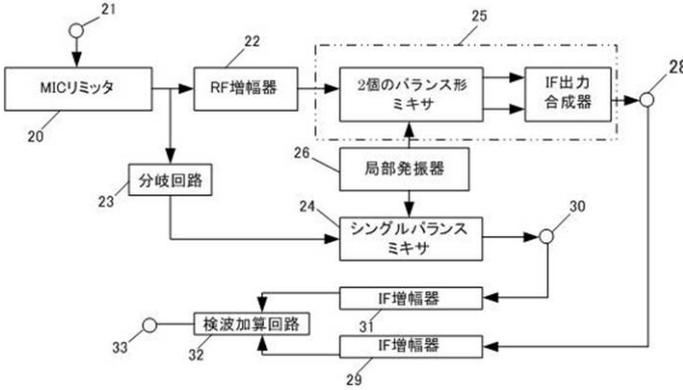
33 : 出力端子

30

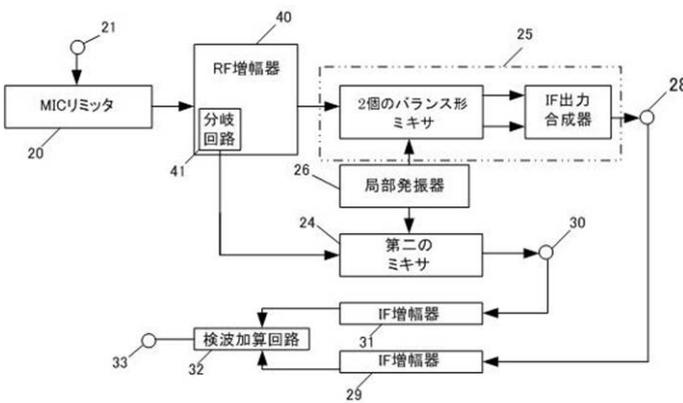
【 図 1 】



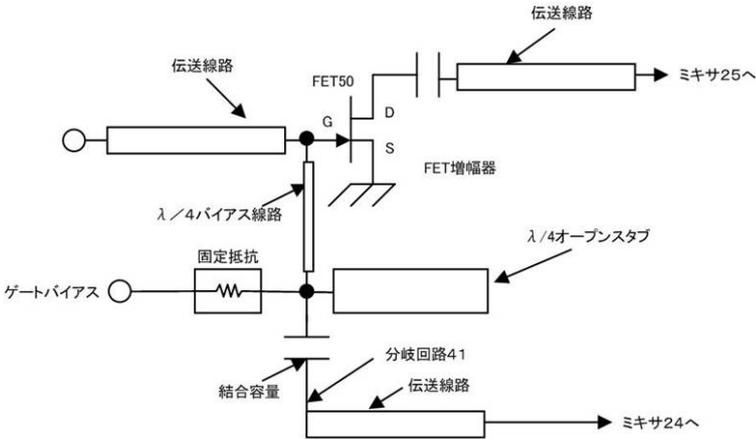
【 図 2 】



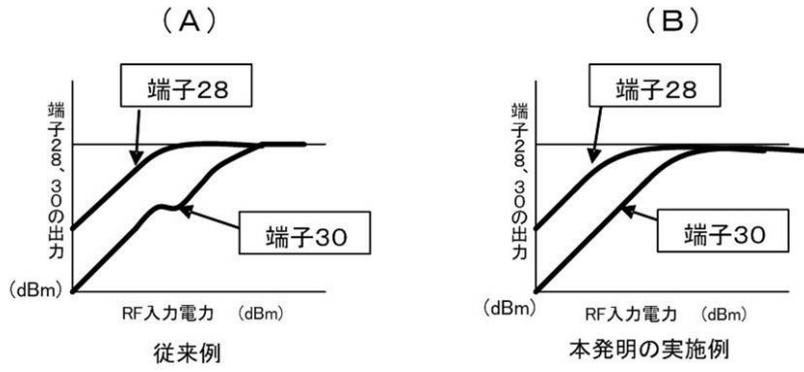
【 図 3 】



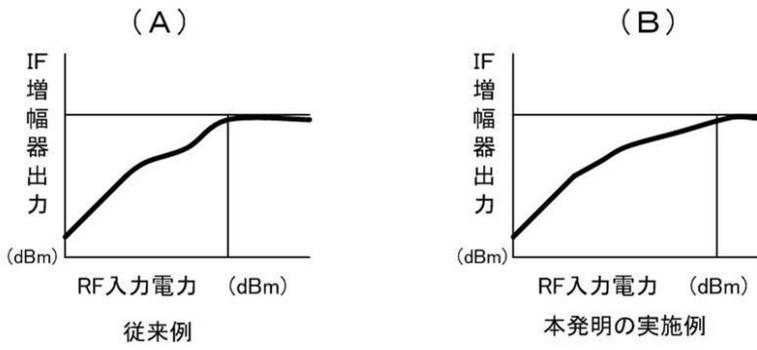
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5J070 AB01 AE02 AF05 AH26 AH32 AK01 AK34 BF15 BG06  
5K020 BB06 DD03 DD29 EE01 EE02 EE03 EE04 FF15 FF16 MM02  
MM07 MM11 MM12