



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ポーラ変調方式を用いた送信装置であって、  
ベースバンド変調データをベースバンド振幅変調信号とベースバンド位相変調信号に分離する振幅位相分離手段と、  
前記ベースバンド位相変調信号に基づいて高周波搬送波信号を変調して高周波位相変調信号を形成する位相変調手段と、  
前記位相変調手段の後段側に設けられ、前記高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅手段と、  
前記可変利得増幅手段の後段側に設けられ、前記可変利得増幅手段によって増幅された高周波位相変調信号の電力を増幅する高周波電力増幅器と、  
を具備し、  
前記可変利得増幅手段は、  
前記ベースバンド振幅変調信号をリニア - l o g 変換するリニア - l o g 変換回路と、  
前記リニア - l o g 変換されたベースバンド振幅変調信号と、利得制御信号とに基づいて、前記高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅器と、  
を具備することを特徴とする送信装置。

## 【請求項 2】

前記可変利得増幅手段は、  
前記リニア - l o g 変換回路によってリニア - l o g 変換されたベースバンド振幅変調信号と、前記利得制御信号とを加算する加算回路を、さらに具備し、  
前記可変利得増幅器は、前記加算回路による加算後の信号に基づいて、前記高周波位相変調信号を増幅することを特徴とする請求項 1 に記載の送信装置。

## 【請求項 3】

前記高周波電力増幅器に、前記ベースバンド振幅変調信号及び前記利得制御信号に応じた電源電圧または所定の固定電源電圧を、第 1 及び第 2 の動作モードに応じて選択的に供給する電源電圧供給手段を、さらに具備し、  
前記第 1 の動作モード時には、前記高周波電力増幅器に前記ベースバンド振幅変調信号及び前記利得制御信号に応じて変化させた電源電圧を供給して前記高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させることにより、前記高周波電力増幅器によって、前記ベースバンド振幅変調信号及び前記利得制御信号に応じた振幅変調を行い、  
前記第 2 の動作モード時には、前記高周波電力増幅器に前記固定電源電圧を供給して前記高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させ、前記可変利得増幅手段によって、前記ベースバンド振幅変調信号及び前記利得制御信号に応じた振幅変調を行う  
ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の送信装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の送信装置を有する送信処理部と、  
受信信号を復調する受信処理部と、  
アンテナと、  
前記送信処理部から前記アンテナへの送信信号の供給と、前記アンテナから前記受信処理部への受信信号の供給とを切り替える送受切替部と、  
を具備することを特徴とする無線通信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、特にポーラ変調方式を用いた送信装置及び無線通信装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、包絡線変動成分を含む変調信号を増幅する高周波電力増幅器には、包絡線変動成

10

20

30

40

50

分を線形に増幅するために A 級または A B 級の線形増幅器が用いられてきた。このような線形増幅器は、線形性には優れている反面、常時直流バイアス成分に伴う電力を消費しているために、C 級ないし E 級等の非線形増幅器に比べて電力効率が低い。このため、このような高周波電力増幅器を、電池を電源とする携帯型の無線機に適用した場合、高周波電力増幅器の電力消費量が多いため使用時間が短くなってしまいう事情があった。また、大電力の送信装置を複数設置する無線システムの基地局装置に適用した場合においては、装置の大型化や発熱量の増大を招いてしまいう事情があった。

#### 【 0 0 0 3 】

そこで、高効率の送信装置として、ポーラ変調方式を用いた送信装置が提案されている。図 7 に示すように、ポーラ変調方式を用いた送信装置は、振幅位相分離部 1 0 と、振幅変調信号増幅器 1 1 と、周波数シンセサイザ 1 2 と、非線形増幅器である高周波電力増幅器 1 3 とを有する。

10

#### 【 0 0 0 4 】

振幅位相分離部 1 0 はベースバンド変調信号 S 1 を入力し、これをベースバンド振幅変調信号 S 2 とベースバンド位相変調信号 S 3 に分離する。ベースバンド振幅変調信号 S 2 は振幅変調信号増幅器 1 1 を介して高周波電力増幅器 1 3 の電源電圧として非線形の高周波電力増幅器 1 3 に供給される。ベースバンド位相変調信号 S 3 は周波数シンセサイザ 1 2 に入力される。周波数シンセサイザ 1 2 はベースバンド位相変調信号 S 3 で搬送波信号を位相変調することにより高周波位相変調信号 S 4 を得、これを高周波電力増幅器 1 3 に送出する。これにより、高周波電力増幅器 1 3 は、ベースバンド振幅変調信号 S 2 に応じた電源電圧で高周波位相変調信号 S 4 を増幅し、これを送信出力信号 S 5 として出力する。

20

#### 【 0 0 0 5 】

次に、このポーラ変調方式を用いた送信装置の動作を説明する。まず、ベースバンド変調信号 S 1 を  $S_i(t)$  とすると、 $S_i(t)$  は次式で表すことができる。

#### 【 数 1 】

$$S_i(t) = a(t) \exp[j\phi(t)] \quad \cdots \cdots \cdots (1)$$

ここで、 $a(t)$  は振幅データ、 $\exp[j\phi(t)]$  は位相データをそれぞれ示す。

#### 【 0 0 0 6 】

振幅位相分離部 1 0 により  $S_i(t)$  から振幅データ  $a(t)$  と位相データ  $\exp[j\phi(t)]$  が抽出される。ここで、振幅データ  $a(t)$  はベースバンド振幅変調信号 S 2 に、位相データ  $\exp[j\phi(t)]$  はベースバンド位相変調信号 S 3 に、それぞれ対応する。振幅データ  $a(t)$  は振幅変調信号増幅器 1 1 で増幅されて高周波電力増幅器 1 3 に与えられる。これにより、高周波電力増幅器 1 3 の電源電圧値が振幅データ  $a(t)$  に基づいて設定される。

30

#### 【 0 0 0 7 】

周波数シンセサイザ 1 2 は搬送波角周波数  $\omega_c$  を位相データ  $\exp[j\phi(t)]$  で変調した高周波位相変調信号 S 4 を生成し、これが高周波電力増幅器 1 3 に入力される。ここで、高周波位相変調信号 S 4 を  $S_c$  とすると、 $S_c$  は次式で表すことができる。

40

#### 【 数 2 】

$$S_c = \exp[j\{\omega_c \times t + \phi(t)\}] \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

#### 【 0 0 0 8 】

そして、高周波電力増幅器 1 3 に非線形増幅器を用いることで、この高周波電力増幅器 1 3 の電源電圧値  $a(t)$  と周波数シンセサイザ 1 2 の出力信号とを掛け合わせた信号が高周波電力増幅器 1 3 の利得 G だけ増幅された送信出力信号 S 5 が得られる。ここで、送信出力信号 S 5 を RF 信号  $S_{rf}$  とすると、RF 信号  $S_{rf}$  は次式で表すことができる。

## 【数 3】

$$S_{rf} = G_a(t) S_c = G_a(t) \exp j [\omega_c \times t + \phi(t)] \cdots \cdots (3)$$

## 【0009】

高周波電力増幅器 13 に入力される信号は、振幅方向の変動成分を持たない位相変調信号であるため定包絡線信号となる。したがって、高周波電力増幅器 13 として効率の良い非線形増幅器を使用できるので、高効率の送信装置を提供することができる。この種のポラ変調を用いた技術は、例えば特許文献 1 や特許文献 2 に記載されている。

【特許文献 1】特許第 3 2 0 7 1 5 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 1 5 6 5 5 4 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、ポラ変調方式を用いた従来の送信装置にあっては、高周波電力増幅器 13 の出力電力を制御する場合、高周波電力増幅器 13 は非線形増幅器のため入力信号に対して出力信号は線形に変化しない。したがって、送信電力制御信号（以下これを利得制御信号と呼ぶ）による平均信号レベルの制御も、ベースバンド振幅変調信号による瞬時振幅制御と同様に電源電圧を変化させて行う必要がある。この場合、出力電力の制御範囲がリーク電力や電源電圧に対するトランジスタの動作限界等によって制限されるという事情があった。

20

## 【0011】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置及び無線通信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

## 【0012】

かかる課題を解決するため本発明の送信装置の一つの態様においては、ポラ変調方式を用いた送信装置であって、ベースバンド変調データをベースバンド振幅変調信号とベースバンド位相変調信号に分離する振幅位相分離手段と、前記ベースバンド位相変調信号に基づいて高周波搬送波信号を変調して高周波位相変調信号を形成する位相変調手段と、前記位相変調手段の後段側に設けられ、前記高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅手段と、前記可変利得増幅手段の後段側に設けられ、前記可変利得増幅手段によって増幅された高周波位相変調信号の電力を増幅する高周波電力増幅器と、を具備し、前記可変利得増幅手段は、前記ベースバンド振幅変調信号をリニア - log 変換するリニア - log 変換回路と、前記リニア - log 変換されたベースバンド振幅変調信号と、利得制御信号とに基づいて、前記高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅器と、を具備する構成を採る。

30

## 【0013】

この構成によれば、可変利得増幅手段を設けたので、高周波位相変調信号の増幅処理を全て高周波電力増幅器に受け持たせる場合と比較して、高周波電力増幅器と可変利得増幅手段との増幅処理の組み合わせによって、高周波電力増幅器の性能を加味した増幅処理を行うことができ、ダイナミックレンジの広い送信出力電力を得ることができるようになる。つまり、可変利得増幅手段の利得を制御することで、高周波電力増幅器に入力させる高周波位相変調信号のレベルを制御することにより、リーク電力を低減させることが可能となる。この結果、高周波電力増幅器において、電源電圧による出力電力の制御範囲を拡大させることができる。

40

## 【0014】

加えて、可変利得増幅手段を、ベースバンド振幅変調信号をリニア - log 変換するリニア - log 変換回路と、リニア - log 変換されたベースバンド振幅変調信号と、利得制御信号とに基づいて、高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅器と、を備える構成としたので、高周波位相変調信号に対する、利得制御信号による平均信号レベル制御と、

50

ベースバンド振幅変調信号に基づく瞬時振幅制御の両方を、可変利得増幅器によって行うことができるようになり、高周波位相変調信号を増幅する信号ライン上の構成を簡単化できる。例えば、可変利得増幅器を複数段設ける、又は同一の可変利得増幅器を共用する、といった簡易な構成で、利得制御信号に基づく平均信号レベルの制御と、ベースバンド振幅変調信号に基づく瞬時振幅変動の両方を、高周波位相変調信号に付与することができるようになる。

【0015】

本発明の送信装置の一つの態様においては、可変利得増幅手段は、リニア - log 変換回路によってリニア - log 変換されたベースバンド振幅変調信号と、利得制御信号とを加算する加算回路を、さらに具備し、可変利得増幅器は、加算回路による加算後の信号に基づいて、高周波位相変調信号を増幅する構成を採る。

10

【0016】

この構成によれば、平均信号レベル制御と瞬時振幅制御を同一の可変利得増幅器で行うことができるようになるので、そのぶん可変利得増幅器の段数を減らすことができ、回路規模を削減できる。

【0017】

本発明の送信装置の一つの態様においては、高周波電力増幅器に、ベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号に応じた電源電圧または所定の固定電源電圧を、第1及び第2の動作モードに応じて選択的に供給する電源電圧供給手段を、さらに具備し、第1の動作モード時には、高周波電力増幅器にベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号に応じて変化させた電源電圧を供給して高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させることにより、高周波電力増幅器によって、ベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号に応じた振幅変調を行い、第2の動作モード時には、高周波電力増幅器に固定電源電圧を供給して高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させ、可変利得増幅手段によって、ベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号に応じた振幅変調を行う構成を採る。

20

【0018】

この構成によれば、第1の動作モード時（例えば高レベルの送信出力電力を得る場合）には、高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させることで、電力効率を著しく高めることができる。また第2の動作モード時（例えば低レベルの送信出力電力を得る場合）には、高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させつつ、可変利得増幅手段でベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号による振幅制御を行う。この結果、高周波電力増幅器による電力効率を高く保ちつつ、高周波位相変調信号に対して、広いレベルに亘って、利得制御信号による平均信号レベル制御とベースバンド振幅変調信号による瞬時振幅制御とを良好に施すことができるようになる。

30

【0019】

本発明の無線通信装置の一つの態様においては、上記いずれかの送信装置を有する送信処理部と、受信信号を復調する受信処理部と、アンテナと、送信処理部からアンテナへの送信信号の供給とアンテナから受信処理部への受信信号の供給とを切り替える送受切替部とを具備する構成を採る。

【0020】

この構成によれば、送信装置の電力効率が高いため、搭載している電池電源の使用時間を延ばすことができると共に、送信装置の高周波電力増幅器を小型にできるため、無線通信装置の一層の小型化を図ることができる。また、送信装置の送信出力電力の制御範囲が広いため、通信環境に応じてより高品質の送信信号を形成することもでき、通信品質も改善できる。

40

【発明の効果】

【0021】

このように本発明によれば、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置及び無線通信装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【0022】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

## 【0023】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態を説明するための送信装置の概略構成を示すブロック図である。送信装置100は、ベースバンド変調信号S1をポーラ変調方式を用いて送信するようになっている。

## 【0024】

送信装置100は、ベースバンド変調信号S1を振幅位相分離部101に入力する。振幅位相分離部101はベースバンド変調信号S1をベースバンド振幅変調信号S2とベースバンド位相変調信号S3に分離する。

## 【0025】

ベースバンド振幅変調信号S2は掛算器102に入力される。掛算器102はベースバンド振幅変調信号S2と利得制御信号S12を掛け算し、掛算結果をスイッチ103の端子aに送出する。またスイッチ103の端子bには直流電圧値S11が与えられており、スイッチ103はモード切替信号S10に応じて、利得が掛けられたベースバンド振幅変調信号S2又は直流電圧値S11を続く振幅変調信号増幅器104に出力する。振幅変調信号増幅器104は、スイッチ103から入力された信号から、高周波電力増幅器105の電源電圧を生成し、これを高周波電力増幅器105に供給する。ここで、振幅変調信号増幅器104は電源電圧をベースバンド振幅変調信号S2のレベルに応じて高効率に変化させるために、パルス幅で振幅情報を表すD級増幅器を用いることが好ましい。

## 【0026】

これにより、送信装置100においては、高周波電力増幅器105に、利得制御されたベースバンド変調信号S2に基づく電源電圧を供給するか、または直流電圧値S11に基づく固定電源電圧を供給するかを、モード切替信号S10に応じて選択することができるようになる。すなわち、モード切替信号S10に応じて、高周波電力増幅器105を非線形動作させるか、または線形動作させるかを選択できるようになる。すなわち、スイッチ103は、高周波電力増幅器105に、ベースバンド振幅変調信号S2に応じた電源電圧、または所定の固定電源電圧を選択的に供給する電源電圧供給手段として機能する。

## 【0027】

一方、ベースバンド位相変調信号S3は先ず周波数シンセサイザ106に入力される。周波数シンセサイザ106は、搬送波周波数をベースバンド位相変調信号S3で位相変調することにより高周波位相変調信号S4を得、これを可変利得増幅部201に送出する。

## 【0028】

可変利得増幅部201は、2つの可変利得増幅器202、203と、リニア-10g変換部206と、ディジタル-アナログ変換回路(D/A)204、207と、ローパスフィルタ(LPF)205、208とを有する。

## 【0029】

可変利得増幅部201は、スイッチ111から出力されたベースバンド振幅変調信号S2をリニア-10g変換部206に入力する。リニア-10g変換部206は、ベースバンド振幅変調信号S2を10g変換して出力する。このリニア-10g変換の仕方については詳述しないが既知のディジタル信号処理回路により容易に実現できる。10g変換されたベースバンド振幅変調信号は、ディジタル-アナログ変換回路(D/A)207及びローパスフィルタ(LPF)208を介して可変利得増幅器203の利得制御信号として可変利得増幅器203に入力される。

## 【0030】

また可変利得増幅部201は、利得制御信号S21をディジタル-アナログ変換回路(D/A)204及びローパスフィルタ(LPF)205を介して可変利得増幅器202の利得制御信号として可変利得増幅器202に与える。

## 【0031】

10

20

30

40

50

利得制御信号 S 2 1 は利得制御信号 S 1 2 に加算器 1 1 0 によって利得オフセット信号 S 2 0 ぶんだけオフセットを加えたものである。この利得オフセット信号 S 2 0 は、高周波電力増幅器 1 0 5 を飽和動作あるいはスイッチング動作領域の非線形増幅器として動作させるのに適したレベルの信号を得ることができるように可変利得増幅器 2 0 2 に対して設定されるものである。可変利得増幅器 2 0 2 は、利得制御信号 S 2 1 に応じて高周波位相変調信号 S 4 を増幅し、増幅後の信号を可変利得増幅器 2 0 3 に送出する。

【 0 0 3 2 】

リニア - l o g 変換部 2 0 6 には、スイッチ 1 1 1 を介して、ベースバンド振幅変調信号 S 2 又は下限値制限回路 1 1 2 によって下限値が制限されたベースバンド振幅変調信号 S 2 のいずれかが入力される。なお、下限値制限回路 1 1 2 は、ベースバンド振幅変調信号 S 2 の振幅変動の下限値を制限する。これにより、可変利得増幅器 2 0 3 は、下限値制限されたベースバンド振幅変調信号 S 2 又は下限値制限されないベースバンド振幅変調信号 S 2 のいずれかに基づいて可変利得増幅器 2 0 2 の出力信号に対して振幅変調を行い高周波電力増幅器 1 0 5 に送出する。

10

【 0 0 3 3 】

高周波電力増幅器 1 0 5 は、可変利得増幅部 2 0 1 から出力された高周波位相変調信号を、振幅変調信号増幅器 1 0 4 から供給された電源電圧値を用いて増幅することにより、送信出力信号 S 3 0 を得る。

【 0 0 3 4 】

次に、送信装置 1 0 0 の動作を説明する。図 1 において、高周波電力増幅器 1 0 5 の動作モードは、たとえば、無線基地局から送信装置 1 0 0 への送信電力レベル指定、あるいは送信装置 1 0 0 の受信信号の状態に基づく送信電力レベルに応じて決定される。

20

【 0 0 3 5 】

送信出力信号 S 3 0 のレベルを大きくする場合は、高周波電力増幅器 1 0 5 が非線形増幅器となる動作モードが電力効率の観点から望ましい。一方、送信出力信号 S 3 0 のレベルが低くなり高周波電力増幅器 1 0 5 が非線形増幅器として動作可能な範囲から外れる場合には、高周波電力増幅器 1 0 5 を線形増幅器として動作させた方が望ましい。

【 0 0 3 6 】

この点に着目し、送信装置 1 0 0 では、モード切換信号 S 1 0 を用意し、高周波電力増幅器 1 0 5 の動作モードを非線形増幅器として動作させるモードと、線形増幅器として動作させるモードとで切り換える。モード切換信号 S 1 0 は、所望の送信電力レベルと高周波電力増幅器 1 0 5 の特性とに基づいて設定される。

30

【 0 0 3 7 】

なお、送信装置 1 0 0 に入力されるモード切換信号 S 1 0、直流電圧値 S 1 1、利得制御信号 S 1 2、利得オフセット信号 S 2 0 は、たとえば、図示しない制御部により設定される。

【 0 0 3 8 】

図 1 のスイッチ 1 0 3、1 1 1 の接続は、送信出力信号 S 3 0 のレベルが比較的大きい場合を示すものである。まずこの送信出力信号 S 3 0 のレベルが比較的大きい場合について説明する。この場合、高周波電力増幅器 1 0 5 は飽和動作あるいはスイッチング動作領域の非線形増幅器として動作する。この場合には、高周波電力増幅器 1 0 5 で高周波位相変調信号の振幅変調が行われる。具体的には、モード切換信号 S 1 0 によりスイッチ 1 0 3 の端子 a と端子 c が接続されることにより、スイッチ 1 0 3 の端子 c から出力されたベースバンド振幅変調信号 S 2 と利得制御信号 S 1 2 の掛算値が、振幅変調信号増幅器 1 0 4 で増幅されてから高周波電力増幅器 1 0 5 の電源電圧として高周波電力増幅器 1 0 5 に印加される。この結果、高周波電力増幅器 1 0 5 が振幅変調動作する。

40

【 0 0 3 9 】

一方、高周波位相変調信号 S 4 については、送信出力信号 S 3 0 のレベルが比較的大きい場合、モード切換信号 S 1 0 によりスイッチ 1 1 1 の端子 a と端子 c が接続される。この結果、下限値制限回路 1 1 2 によってベースバンド振幅変調信号 S 2 の振幅変動の下限

50

値を制限された信号が、スイッチ 111 を介して可変利得増幅部 201 のリニア - log 変換部 206 に入力される。これによって、下限値制限されたベースバンド振幅変調信号 S2 に基づいて可変利得増幅器 202 の出力信号に対して可変利得増幅器 203 で振幅変調が行われ、高周波電力増幅器 105 に送出される。

#### 【0040】

ここで、一般に可変利得増幅器は、入力 - 出力間の電圧利得  $V_{out} / V_{IN}$  が利得制御信号の指数関数となる。これを考慮して、この実施の形態では、ベースバンド振幅変調信号 S2 をリニア - log 変換部 206 で log 変換してから可変利得増幅器 203 の利得制御信号として供給することにより、可変利得増幅器 203 をベースバンド振幅変調信号 S2 に対して線形動作させるようになされている。換言すれば、リニア - log 変換部 206 を設けたことにより、可変利得増幅器 203 を用いて、高周波位相変調信号 S4 とベースバンド振幅変調信号 S2 との掛算を実現できるようになる。

10

#### 【0041】

このように、可変利得増幅器 203 によってベースバンド振幅変調信号 S2 を利得とする掛算を行うようにしたことにより、利得制御信号 S12 による平均信号レベル制御と、ベースバンド振幅変調信号 S2 による瞬時振幅制御とを、同様の構成の可変利得増幅器を用いて行うことができるようになる。これにより、増幅器の製造が容易になる。

#### 【0042】

また、本発明の可変利得増幅部は、実際には、図 1 のように単純に 2 つのブロックに分かれた構成となっているのではなく、例えば 3 つの従属接続された可変利得増幅器の 2 つを平均信号レベルを制御するための可変利得増幅器 202 として用い、残りの 1 つを瞬時振幅制御を行うための可変利得増幅器 203 として用いるようになる。この場合、本実施の形態のように、平均信号レベルの制御と瞬時振幅の制御を同様の可変利得増幅器に行うことができると、仕様に応じて、各制御に割り当てる可変利得増幅器の個数を容易に変更できるようになる。この結果、汎用性が増し、使い勝手も向上する。

20

#### 【0043】

図 2 に、可変利得増幅器の構成例を示す。図中、 $V_{in}$  は差動入力信号、 $V_{out}$  は差動出力信号、 $V_d$  は(差動)利得制御信号、 $V_{cc}$  は電源電圧を示す。 $R_E$  はエミッタ抵抗、 $R_L$  は負荷抵抗である。差動入力信号  $V_{in}$  が入力される入力端子に接続されたトランジスタ TR5、TR6 はエミッタ接地されており、コレクタに差動電流  $G_m \cdot V_{in}$  が流れる。ここで、 $G_m$  は次式で表すことができる。

30

#### 【数 4】

$$G_m = \frac{1}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \quad \dots\dots\dots (4)$$

#### 【0044】

さらに利得制御信号  $V_d$  が入力される入力端子に接続されたトランジスタ Tr1、Tr2、Tr3、Tr4 によって、この電流が  $V_d$  に応じて分割され、負荷抵抗  $R_L$  で電圧降下が発生する。その結果、入出力の関係は次式のように表すことができる。

40

#### 【数 5】

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \cdot \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{v_d}{V_T}\right)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

#### 【0045】

$V_d = -$  のときは、負荷抵抗  $R_L$  がつながっていない方 ( $I_{x0}$  の方) に全電流が流れてしまうので、次式となる。



【数 6】

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = 0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

【0046】

逆に  $V_d = +$  のときは、負荷抵抗  $R_L$  がつながっている方 ( $I_{L0}$  の方) に全電流が流れるので、次式となる。

【数 7】

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{C0}} + R_E} \quad \dots\dots\dots (7)$$

10

【0047】

また、 $V_d / V_T \ll -1$  (入力十分小さいとき) は、次式のように近似できる。

【数 8】

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} \cong \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{C0}} + R_E} \cdot \exp\left(\frac{v_d}{V_T}\right) \quad \dots\dots\dots (8)$$

【0048】

20

すなわち入力 - 出力間の電圧利得  $V_{out} / V_{in}$  (= 出力振幅に比例) が利得制御信号 (または振幅制御信号)  $V_d$  の指数関数になっている (= ログリニアになっている)。

【0049】

本実施の形態では、リニア - log 変換部 206 で log 変換した後に、可変利得増幅器 203 で指数を掛けることになるので、結果として線形となる。リニア - log 変換部 206 で行うリニア - log 変換を (5) 式の逆関数にすれば、可変利得増幅器 203 で正確な線形増幅を行うことができる。また入力十分小さいときは、リニア - log 変換部 206 で行うリニア - log 変換を (8) 式の近似式の逆関数にすれば、実用上問題ない。

【0050】

30

因みに、(5) 式の逆関数は次式で表される。

【数 9】

$$v_d = -V_T \cdot \log_e \left( \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{C0}} + R_E} \cdot \frac{1}{A} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここで、 $A$  は振幅信号を示す。

【0051】

また (8) 式の逆関数は次式で表される。

40

【数 10】

$$v_d = V_T \cdot \log_e \left( \frac{\frac{V_T}{I_{C0}} + R_E}{R_L} \cdot A \right) \quad \dots\dots\dots (10)$$

【0052】

このように本実施の形態によれば、リニア - log 変換部 206 と可変利得増幅器 203 とを設け、ベースバンド振幅変調信号  $S_2$  を log 変換し、log 変換後の信号を可変利得増幅器 203 の利得制御信号としたことにより、ベースバンド振幅変調信号  $S_2$  によ

50

る瞬時振幅変動を可変利得増幅器 203 で与えることができるようになる。この結果、高周波位相変調信号 S4 に対する、利得制御信号 S12 による平均信号レベルの制御とベースバンド振幅変調信号 S2 による瞬時振幅変動の両方を可変利得増幅器で行うことができるようになるので、高周波位相変調信号 S4 を増幅する信号ライン上の構成を簡単化できるとともに、汎用性を増すことができ、使い勝手も向上させることができる。

#### 【0053】

また、リニア - log 変換した値をデジタル - アナログ変換して可変利得増幅器 203 に与えることになるので、真数をデジタル - アナログ変換する場合よりも、D/A 207 で必要なビット数が削減され、この結果 D/A 207 の構成を簡単化したり、処理時間を短くすることができる。

10

#### 【0054】

さらに、本実施の形態においては、高周波電力増幅器 105 の前段側に、可変利得増幅部 201 を設け、第 1 の動作モード時には、高周波電力増幅器 105 にベースバンド振幅変調信号 S2 及び利得制御信号 S12 に応じて変化させた電源電圧を供給して高周波電力増幅器 105 を非線形増幅器として動作させることにより、高周波電力増幅器 105 によって、ベースバンド振幅変調信号 S2 及び利得制御信号 S12 に応じた振幅変調を行い、第 2 の動作モード時には、高周波電力増幅器 105 に固定電源電圧を供給して高周波電力増幅器 105 を線形増幅器として動作させ、可変利得増幅部 201 によって、ベースバンド振幅変調信号 S2 及び利得制御信号 S12 に応じた振幅変調を行うようにしたことにより、高周波電力増幅器 105 による電力効率を高く保ちつつ、高周波位相変調信号 S4 に対して、広いレベルに亘って、利得制御信号 S12 による平均信号レベル制御とベースバンド振幅変調信号 S2 による瞬時振幅制御とを良好に施すことができるようになる。

20

#### 【0055】

以下、このことについて詳しく説明する。

#### 【0056】

図 3 は非線形増幅器として用いた場合の高周波電力増幅器 105 の回路構成、図 4 は非線形増幅器として用いた場合の高周波電力増幅器 105 の動作を示す図である。図 3 に示すように、高周波電力増幅器 105 は、非線形増幅器 120 と、その入力側と出力側間に接続された寄生容量 121 とで表すことができる。

#### 【0057】

図 4 は非線形増幅器 120 の電源電圧と出力電力の関係を示している。図 4 に示すように、非線形増幅器 120 では、電源電圧の二乗と出力電力とが比例する。ここで、リーク電力の大きさは、寄生容量 121 と非線形増幅器 120 の入力信号のレベル（可変利得増幅部 201 の出力信号のレベル）とにより定まる。

30

#### 【0058】

ここで、可変利得増幅部 201 を設けない場合について考えると、周波数シンセサイザ 106 の出力はほぼ一定であるからリーク電力も一定となる。その場合、送信出力信号 S30 のレベルを下げるためには、非線形増幅器 120 の電源電圧を下げればよいが、リーク電力に制限され、一定値より出力レベルを下げるできない。

#### 【0059】

これに対して、本実施の形態では、利得制御信号 S12 により可変利得増幅器 202 の利得を制御することで、高周波電力増幅器 105 に入力させる高周波位相変調信号のレベルを制御したことにより、リーク電力を低減させることが可能となる。したがって、高周波電力増幅器 105 において、電源電圧による出力電力の制御範囲を拡大させることができる。

40

#### 【0060】

さらに、可変利得増幅器 203 によって可変利得増幅器 202 の出力信号に対してベースバンド振幅変調信号 S2 に基づいて振幅変調を行うようにしたことにより、高周波電力増幅器 105 の入力レベルはベースバンド振幅変調信号 S2 の瞬時レベル変動に追従しかつリーク電力も低減するので、瞬時レベル変動の再現性を向上させることができる。すな

50

わち、高周波電力増幅器 105 の入力を瞬時出力電力に応じて制御することができる。

【0061】

ここで、高周波電力増幅器 105 の入力レベルを下げすぎると、飽和動作あるいはスイッチング動作領域から外れ、電源電圧の変化に対する線形性が悪化する。そこで、この実施の形態では下限値制限回路 112 を設けることにより、高周波電力増幅器 105 の入力レベルを一定値以上に保っている。

【0062】

次に、送信出力信号 S30 のレベルが比較的小さい場合について説明する。先ず、スイッチ 103 において、モード切換信号 S10 により端子 b と端子 c とが接続される。これにより、振幅変調信号増幅器 104 にスイッチ 103 を介して直流電圧値 S11 が入力され、高周波電力増幅器 105 には振幅変調信号増幅器 104 から一定の電源電圧が印加される。この結果、高周波電力増幅器 105 は入出力関係が線形な線形増幅器として動作する。

【0063】

一方、高周波位相変調信号 S4 については、送信出力信号 S30 のレベルが比較的小さい場合、モード切換信号 S10 によりスイッチ 111 の端子 b と端子 c が接続され、下限値が制限されていないベースバンド振幅変調信号 S2 がリニア - log 変換部 206 に入力され、このベースバンド振幅変調信号 S2 に基づいて可変利得増幅器 202 の出力信号に対して可変利得増幅器 203 で振幅変調が行われ、高周波電力増幅器 105 に送出される。

【0064】

また、送信出力信号 S30 のレベルが比較的小さい場合には、利得オフセット信号 S20 はゼロに設定され、可変利得増幅器 202 には、オフセットされていない利得制御信号 S21 が入力される。高周波電力増幅器 105 は、振幅変調信号増幅器 104 から供給された固定電源電圧の基で可変利得増幅器 203 の出力を線形増幅して、送信出力信号 S30 を得る。

【0065】

このように、本実施の形態の送信装置 100 においては、送信出力信号 S30 のレベルが小さく、高周波電力増幅器 105 において飽和動作あるいはスイッチング動作領域から外れる可能性がある場合、すなわち、電源電圧の変化に対する出力電力の線形性が悪化する可能性がある場合においても、高周波電力増幅器 105 を線形増幅器として動作させることにより、入力信号に対する出力信号の線形性を保ちつつ、出力電力制御範囲を広げることができる。

【0066】

つまり、送信出力信号 S30 のレベルが比較的大きい場合は、高周波電力増幅器 105 を非線形増幅器として用いて高周波電力増幅器 105 に印加される電源電圧でベースバンド振幅変調信号 S2 に基づく瞬時振幅制御と利得制御信号 S12 に基づく平均出力レベル制御を行い、送信出力信号 S30 のレベルが比較的小さい場合は、高周波電力増幅器 105 を線形増幅器として用い、かつ高周波電力増幅器 105 の前段に設けられた可変利得増幅部 201 で瞬時振幅制御および平均出力レベル制御を行うようにしたことにより、広い範囲にわたって送信出力信号 S30 のレベルを制御することができる。

【0067】

また、高周波電力増幅器 105 が非線形動作時に、利得制御信号 S12 に応じて可変利得増幅器 202 の利得を制御して高周波位相変調信号 S4 のレベルを可変させたことにより、高周波電力増幅器 105 でのリーク電力を低減させることができるので、電源電圧による出力電力の制御範囲を拡大することができる。

【0068】

(実施の形態 2)

上述した実施の形態 1 では、可変利得増幅器 203 によって、ベースバンド振幅変調信号 S2 による瞬時振幅変動のみを与える場合について述べたが、本実施の形態では、可変

10

20

30

40

50

利得増幅器 203 でベースバンド振幅変調信号 S2 による瞬時振幅変動に加えて平均信号レベルの制御を行う。

【0069】

これを実現するための構成例を、図5に示す。図1との対応部分に同一符号を付して示す図5において、可変利得増幅部 210 は、加算器 211 で log 変換後のベースバンド振幅変調信号と利得制御信号 2 を加算する。これにより、可変利得増幅器 203 では、ベースバンド振幅変調信号 S2 による瞬時振幅変動と、利得制御信号 2 による平均信号レベル変動を与えることができる。このようにすると、平均信号レベル制御を可変利得増幅器 202 と可変利得増幅器 203 に割り振ることができるので、可変利得増幅器 202 の段数を削減することができ、回路規模を削減することができる。また利得制御信号に対して各可変利得増幅器の性能が限られている場合でも、利得制御信号に応じた十分にダイナミックレンジの広い増幅処理を行うことができるようになる。

10

【0070】

また、図5では、可変利得増幅器 202 でも利得制御信号 1 に応じた平均信号レベル制御を行っているが、場合によっては可変利得増幅器 203 だけで、瞬時振幅制御と平均信号レベル制御を行うことができるようになるので、一段と回路規模を削減できる。

【0071】

また実施の形態1及び本実施の形態では、D/A 207 によるデジタル - アナログ変換の前にリニア - log 変換を行う場合について述べたが、デジタル - アナログ変換の後にリニア - log 変換を行うようにしてもよい。

20

【0072】

(実施の形態3)

図6に、上述した実施の形態1、2の送信装置を適用した無線通信装置の構成を示す。無線通信装置 300 は、実施の形態1、2の送信装置を備えた送信処理部 301 と、受信信号に対して復調処理を含む受信処理を施す受信処理部 302 と、アンテナ 304 と、送信処理部 301 からアンテナ 304 へ送信信号を供給する状態とアンテナ 304 から受信処理部 302 への受信信号を供給する状態を切り替える送受切替部 303 と、を有する。

【0073】

無線通信装置 300 は、例えば携帯電話機や、通信機能を備えた携帯情報端末等の携帯無線端末装置や、無線基地局等である。

30

【0074】

無線通信装置 300 は、実施の形態1、2で示した送信装置 100 を送信処理部 301 に適用したことにより、携帯無線端末装置である場合には、高周波電力増幅器 105 が高出力電力時には非線形増幅器として動作することにより、電力効率が向上し、その分電池の消耗を防止でき、使用時間を延ばすことができる。また、高周波電力増幅器 105 は電力効率が向上された分、小型化でき、また、発熱量も低減できるため、これを搭載する携帯無線端末装置を小型化することもできる。

【0075】

また、無線通信装置 300 は、大電力の送信装置を複数設置する無線システムの基地局装置である場合には、高周波電力増幅器 105 の高出力電力時の電力効率が向上するため、高周波電力増幅器 105 を小型にできると共に発熱量を低減でき、この結果、設備の大型化を防止でき、スペース性を向上させることができる。

40

【0076】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されることなく、その要旨を逸脱しない範囲において、具体的な構成、機能、作用、効果において、他の種々の形態によっても実施することができる。

【産業上の利用可能性】

【0077】

本発明の送信装置及び無線通信装置は、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置を実現することができ、携帯情報端末や無線基地局等の無線通信装置に

50

適用して好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】本発明の実施の形態1に係る送信装置の概略構成を示すブロック図

【図2】可変利得増幅器の構成例を示す接続図

【図3】図1に示した高周波電力増幅器を非線形増幅器として用いた場合の回路構成を示す図

【図4】図1に示した高周波電力増幅器を非線形増幅器として用いた場合の動作を説明する図

【図5】実施の形態2の可変利得増幅部の構成を示すブロック図

10

【図6】本発明の送信装置を搭載した無線通信装置の構成を示すブロック図

【図7】従来の送信装置の構成例を示すブロック図

【符号の説明】

【0079】

100 送信装置

101 振幅位相分離部

102 掛算器

103、111 スイッチ

105 高周波電力増幅器

112 下限値制限回路

20

201 可変利得増幅部

202、203 可変利得増幅器

206 リニア - log 変換部

S1 ベースバンド変調信号

S2 ベースバンド振幅変調信号

S3 ベースバンド位相変調信号

S4 高周波位相変調信号

S10 モード切換信号

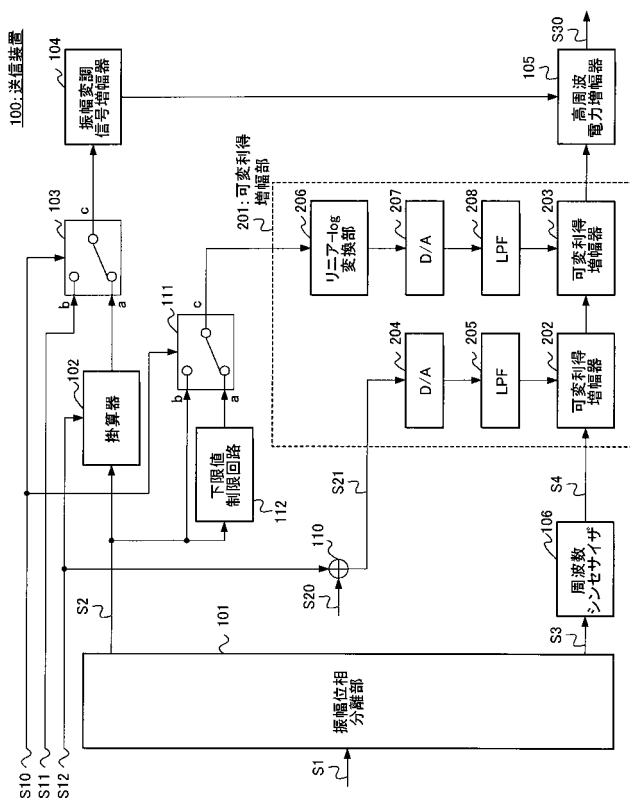
S11 直流電圧値

S12 利得制御信号

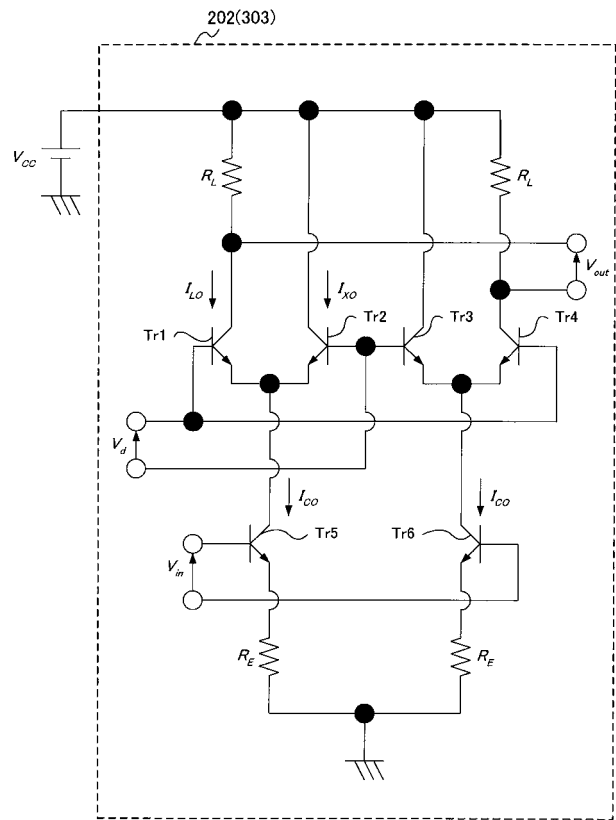
30

S30 送信出力信号

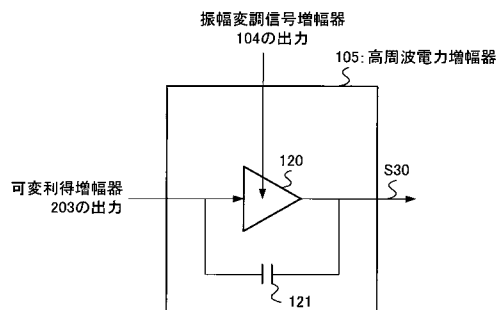
【 図 1 】



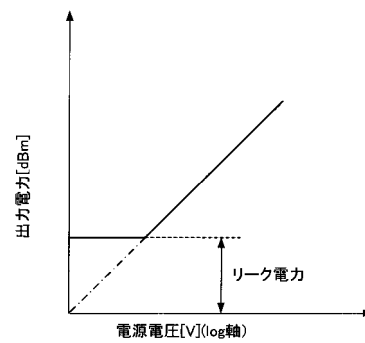
【 図 2 】



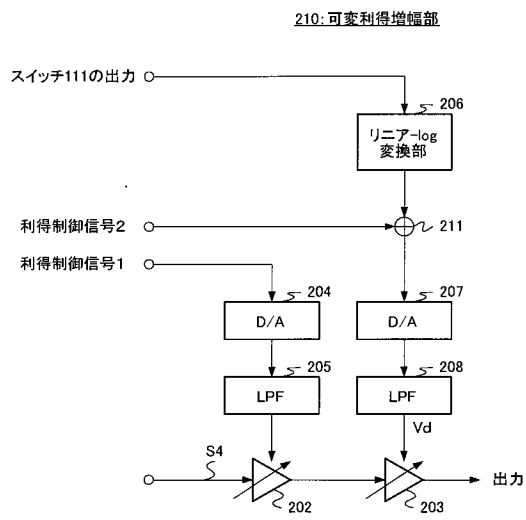
【 図 3 】



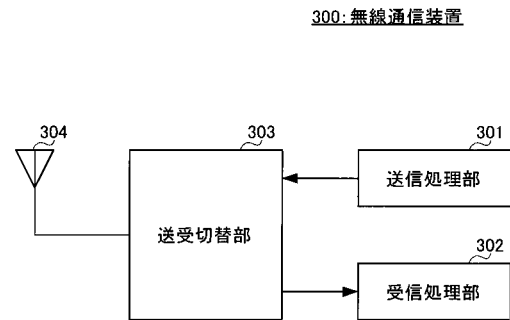
【 図 4 】



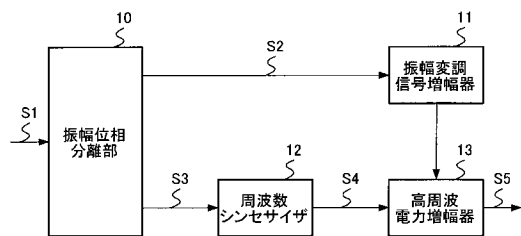
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 原 義博

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

F ターム(参考) 5J500 AA01 AA41 AC32 AC36 AF00 AH02 AH25 AH29 AH38 AK00  
AK02 AK26 AK34 AK42 AM08 AS14 AT01 RG03  
5K004 AA08 JF01  
5K060 CC11 CC12 DD04 FF02 HH01 HH05 HH06 HH25 LL01 MM03