

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4027349号
(P4027349)

(45) 発行日 平成19年12月26日(2007.12.26)

(24) 登録日 平成19年10月19日(2007.10.19)

(51) Int. Cl.		F I	
H03F 1/30	(2006.01)	H03F 1/30	A
H03F 1/32	(2006.01)	H03F 1/32	
H03F 3/19	(2006.01)	H03F 3/19	
H03F 3/24	(2006.01)	H03F 3/24	

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2004-185274 (P2004-185274)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成16年6月23日(2004.6.23)		シャープ株式会社
(62) 分割の表示	特願2002-273169 (P2002-273169)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
原出願日	平成14年9月19日(2002.9.19)	(74) 代理人	100084146
(65) 公開番号	特開2004-266875 (P2004-266875A)		弁理士 山崎 宏
(43) 公開日	平成16年9月24日(2004.9.24)	(74) 代理人	100100170
審査請求日	平成16年6月23日(2004.6.23)		弁理士 前田 厚司
(31) 優先権主張番号	特願2002-51600 (P2002-51600)	(74) 代理人	100122286
(32) 優先日	平成14年2月27日(2002.2.27)		弁理士 仲倉 幸典
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	作野 圭一
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		審査官	石原 由晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力増幅器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コレクタ端子が信号出力端子に接続されたエミッタ接地バイポーラトランジスタと、上記エミッタ接地バイポーラトランジスタのベース端子とベースバイアス電圧供給端子との間に接続された抵抗と、

上記エミッタ接地バイポーラトランジスタのベース端子と上記ベースバイアス電圧供給端子との間に上記抵抗に対して並列に接続され、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通であるインピーダンス回路部とを備え、

上記インピーダンス回路部は、

一方の端子が上記エミッタ接地バイポーラトランジスタのベース端子に接続され、他方の端子が信号入力端子に接続された第1のインピーダンス回路と、

一方の端子が上記信号入力端子に接続され、他方の端子が上記ベースバイアス電圧供給端子に接続された第2のインピーダンス回路とを有し、

上記第1のインピーダンス回路または上記第2のインピーダンス回路の少なくとも一方が直流成分に対して開放であると共に、上記第1のインピーダンス回路および第2のインピーダンス回路の両方が交流成分に対して導通であることを特徴とする電力増幅器。

【請求項2】

請求項1に記載の電力増幅器において、

上記エミッタ接地バイポーラトランジスタと上記抵抗と上記第1のインピーダンス回路とが構成する増幅部を複数個だけ備え、

10

20

上記複数の増幅部の第１のインピーダンス回路または上記第２のインピーダンス回路の少なくとも一方が直流成分に対して開放であると共に上記第１のインピーダンス回路および第２のインピーダンス回路の両方が交流成分に対して導通であることを特徴とする電力増幅器。

【請求項３】

請求項１または２に記載の電力増幅器において、

上記第１または第２インピーダンス回路のうちの少なくとも一方が、キャパシタを有し、このキャパシタによって、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通になっていることを特徴とする電力増幅器。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【０００１】

この発明は、携帯電話等の高周波帯で使用される低歪みで発熱に対する動作安定度の高い電力増幅器に関する。

【背景技術】

【０００２】

バイポーラトランジスタは、GaAsヘテロ接合バイポーラトランジスタを代表として、携帯電話等の電力増幅器に用いられている。

【０００３】

また、バイポーラトランジスタは、熱的な正帰還特性を有するデバイスであり、発熱によってベースおよびコレクタ電流が増大するので、熱的な安定動作のために、温度上昇によるコレクタ電流増大を抑制する回路が付加されるのが一般的である。

20

【０００４】

また、送信用電力増幅器にバイポーラトランジスタを使用する場合は、出力電力を大きくするために、複数のバイポーラトランジスタを並列に接続して所定の出力電力を得ることが一般的である。この場合、個別のトランジスタ間の温度の不均一性によって、特定のトランジスタに電流が集中してしまい、理想的な並列動作が得られなかったり、最悪の場合、素子破壊を招いたりする。このため、温度上昇によるコレクタ電流増大を抑制する回路の付加は必須である。

【０００５】

30

この温度上昇によるコレクタ電流増大を抑制する回路として、ベース端子とベースバイアス電源の間に抵抗を挿入した回路がある。この回路では、温度上昇によるベース電流増大が、上記抵抗での電圧降下によって抑制されるので、結果的にコレクタ電流の増大が抑制される。

【０００６】

この回路構成を複数のバイポーラトランジスタの並列動作に適用した従来例(米国特許(US 5608353))を、図１１に示す。

【０００７】

この従来例は、 n 個のバイポーラトランジスタ $Q101 \sim Q10n$ の並列動作を行う回路であり、 $Q101 \sim Q10n$ はエミッタ接地バイポーラトランジスタ、 $RB101 \sim RB10n$ は、各トランジスタ $Q101 \sim Q10n$ のベース端子とベース電源 VB の間に接続された抵抗である。また、 $C101 \sim C10n$ は、各トランジスタ $Q101 \sim Q10n$ のベース端子と信号入力端子 $RFIN$ の間に接続されたキャパシタである。このキャパシタ $C101 \sim C10n$ は、信号入力端子 $RFIN$ とベース電源端子 VB を直流に対して分離しつつ、信号入力端子 $RFIN$ から入力された高周波信号を各バイポーラトランジスタ $Q101 \sim Q10n$ のベース端子に導く機能を有する。

40

【０００８】

また、この回路では、個別のバイポーラトランジスタ $Q101 \sim Q10n$ の温度が不均一になり、各バイポーラトランジスタ $Q101 \sim Q10n$ のベース電流の不均一な分布が生じた場合でも、抵抗 $RB101 \sim RB10n$ での電圧降下が、ベース電流が低いトランジ

50

スタQ10k ($k = 1 \sim n$)では小さく、ベース電流が高いトランジスタQ10k ($k = 1 \sim n$)では大きくなる。この結果として、各バイポーラトランジスタQ10k ($k = 1 \sim n$)のコレクタ電流が均一化され、熱的な安定動作が得られる。

【0009】

しかしながら、近年のデジタル変復調方式を用いる通信装置用の電力増幅器に、上記従来例におけるバイポーラトランジスタ回路を使用する場合には、以下の課題がある。

【0010】

すなわち、デジタル変調方式としては、QPSK(4元位相偏移変調)やQAM(4元振幅変調)等、信号の振幅と位相の両方に情報を乗せる方式が一般に用いられるため、信号波形の忠実な増幅が必要であり、電力増幅器には低歪み動作が要求される。したがって、このような電力増幅器では、入力信号の電流振幅(ベース電流振幅)の増大に比例した出力電流振幅(コレクタ電流振幅)を出力する必要がある。

10

【0011】

ところが、上記従来例では、コレクタ電流振幅が大きくなるに従い、ベース電流の増大によって、抵抗RB101～RB10nでの電圧降下が大きくなるので、ベース電流振幅の増大とコレクタ電流振幅の増大が比例関係を維持できなくなる。これは、いわゆるゲインコンプレッションであり、増幅器に振幅歪みが生じてしまう。

【特許文献1】米国特許第5608353号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0012】

そこで、この発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、熱的に安定動作しかつ低歪の電力増幅器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】

【0013】

上記目的を達成するため、この発明の電力増幅器は、コレクタ端子が信号出力端子に接続されたエミッタ接地バイポーラトランジスタと、上記エミッタ接地バイポーラトランジスタのベース端子とベースバイアス電圧供給端子との間に接続された抵抗と、

上記エミッタ接地バイポーラトランジスタのベース端子と上記ベースバイアス電圧供給端子との間に上記抵抗に対して並列に接続され、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通であるインピーダンス回路部とを備え、

30

上記インピーダンス回路部は、

一方の端子が上記エミッタ接地バイポーラトランジスタのベース端子に接続され、他方の端子が信号入力端子に接続された第1のインピーダンス回路と、

一方の端子が上記信号入力端子に接続され、他方の端子が上記ベースバイアス電圧供給端子に接続された第2のインピーダンス回路とを有し、

上記第1のインピーダンス回路または上記第2のインピーダンス回路の少なくとも一方が直流成分に対して開放であると共に、上記第1のインピーダンス回路および第2のインピーダンス回路の両方が交流成分に対して導通であることを特徴としている。

【0014】

40

この発明の電力増幅器では、上記抵抗に対して並列に接続され、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通であるインピーダンス回路部が、交流信号に関して上記抵抗をバイパスするバイパス経路を構成する。これにより、上記ベースバイアス電圧供給端子から上記抵抗に向かうベース電流の交流成分の一部が上記バイパス経路へ割り振られる。したがって、上記抵抗での電圧降下の増大が実効的に抑制され、上記ゲインコンプレッションを抑制することができ、電力増幅器の低歪み動作が可能となる。

【0015】

また、上記インピーダンス回路部は、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通であるので、温度上昇によるベース電流増大を上記抵抗での電圧降下によって抑制できる。これにより、結果的に、コレクタ電流の増大が抑制され、熱的な安定動作と低

50

歪み動作の両立が可能となる。

【0016】

また、請求項1の発明では、バイポーラトランジスタのベース端子とベースバイアス電圧供給端子の間に接続された抵抗の両端には、第1および第2のインピーダンス回路を経由した高周波成分についてのバイパス経路ができる。したがって、上記ベースバイアス電圧供給端子から上記抵抗に向かうベース電流の交流成分の一部が上記バイパス経路へ割り振られる。したがって、上記抵抗での電圧降下の増大が実効的に抑制され、上記ゲインコンプレッションを抑制することができ、電力増幅器の低歪み動作が可能となる。

【0017】

また、上記第1および第2のインピーダンス回路の少なくとも一方は、その両端インピーダンスが直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通であるため、温度上昇によるベース電流増大を上記抵抗での電圧降下によって抑制できる。これにより、結果的に、コレクタ電流の増大が抑制され、熱的な安定動作と低歪み動作の両立が可能となる。

10

【0018】

また、一実施形態は、上記エミッタ接地バイポーラトランジスタと上記抵抗と上記第1のインピーダンス回路とが構成する増幅部を複数個だけ備え、

上記複数個の増幅部の第1のインピーダンス回路または上記第2のインピーダンス回路の少なくとも一方が直流成分に対して開放であると共に上記第1のインピーダンス回路および第2のインピーダンス回路の両方が交流成分に対して導通である。

20

【0019】

この一実施形態では、上記増幅部を複数個だけ備え、上記エミッタ接地バイポーラトランジスタを複数個だけ並列接続して電力増幅器を構成した。この場合においても、直流に対しては開放となる第1のインピーダンス回路または第2のインピーダンス回路の少なくとも一方をもって、交流信号に関して上記抵抗をバイパスするバイパス経路を構成する。

【0020】

この構成により、上記ベースバイアス電圧供給端子と各バイポーラトランジスタのベース端子との間のベース電流の交流成分の一部が上記バイパス経路へ割り振られる。これにより、実効的に各抵抗での電圧降下の増大が抑制され、上記従来例で見られたゲインコンプレッションを抑制することができ、電力増幅器の低歪み動作が可能となる。

30

【0021】

また、温度上昇によるベース電流増大は、各抵抗での電圧降下によって抑制されるので、結果的に、各バイポーラトランジスタのコレクタ電流の増大が抑制され、熱的に均一かつ安定な動作と低歪み動作の両立が可能となる。

【0022】

また、一実施形態では、上記第1または第2インピーダンス回路のうちの少なくとも一方が、キャパシタを有し、このキャパシタによって、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通になっている。

【0023】

この実施形態の電力増幅器では、上記第1または第2のインピーダンス回路の少なくとも一方は上記キャパシタをもって、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通な回路とすることができる。したがって、簡単な回路構成をもって第1または第2のインピーダンス回路の少なくとも一方を実現できる。

40

【0024】

また、一実施形態では、上記第2のインピーダンス回路は、キャパシタを有し、このキャパシタによって、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通になっている。

【0025】

この実施形態では、上記第2のインピーダンス回路は、上記キャパシタをもって、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通の回路とすることができる。したが

50

って、簡単な回路構成でもって上記第2のインピーダンス回路を実現できる。

【0026】

また、一実施形態では、ベース電圧供給手段を備え、上記ベース電圧供給端子と上記ベース電圧供給手段との間に可変インピーダンス回路が接続されている。

【0027】

この実施形態では、上記可変インピーダンス回路は、入力される信号の振幅に依存して、インピーダンスが変化する。このような可変インピーダンス回路は、たとえば、可変インピーダンス素子としてのダイオードあるいはバイポーラトランジスタを含んでいる。この可変インピーダンス回路によれば、入力信号電力の増大に伴って、ベース電圧供給手段から供給される電流が増大したときに、ベース電圧供給手段とベース電圧供給端子との間のインピーダンスが低下し、可変インピーダンス回路での電圧降下が低減される。したがって、この実施形態は、歪みをさらに抑制できる電力増幅器となる。

10

【0028】

一方、上記可変インピーダンス素子は温度に依存する特性を有するので、上記可変インピーダンス素子の付加は電力増幅器の熱的不安定動作を招く要因になるが、上記エミッタ接地バイポーラトランジスタのベース端子とベースバイアス電圧供給端子との間に接続された抵抗による熱的安定動作効果によって、上記熱的不安定動作を回避できる。

【発明の効果】

【0029】

この発明の電力増幅器は、エミッタ接地バイポーラトランジスタのベース端子とベースバイアス電圧供給端子との間に接続された抵抗に対して並列に接続され、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通であるインピーダンス回路部が、交流信号に関して上記抵抗をバイパスするバイパス経路を構成する。これにより、ベースバイアス電圧供給端子から上記抵抗に向かうベース電流の交流成分の一部が上記バイパス経路へ割り振られる。したがって、上記抵抗での電圧降下の増大が実効的に抑制され、上記ゲインコンプレッションを抑制することができ、電力増幅器の低歪み動作が可能となる。

20

【0030】

また、上記インピーダンス回路部は、直流成分に対して開放であると共に交流成分に対して導通であるので、温度上昇によるベース電流増大を上記抵抗での電圧降下によって抑制できる。これにより、結果的に、コレクタ電流の増大が抑制され、熱的な安定動作と低歪み動作の両立が可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下に、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0032】

(第1の実施の形態)

図1に、この発明の電力増幅器の第1の実施の形態を示す。この第1実施形態の電力増幅器は、ベース端子B、コレクタ端子C_oを有したエミッタ接地型バイポーラトランジスタQ₁と、ベースバイアス電圧供給端子V_Bとベース端子Bの間に接続された抵抗R_Bを備える。上記エミッタ接地型バイポーラトランジスタQ₁のコレクタ端子C_oは信号出力端子R_{FOUT}に接続されている。

40

【0033】

また、この第1実施形態の電力増幅器は、2端子P_{a1}、P_{b1}を有する第1のインピーダンス回路Z₁を備え、このインピーダンス回路Z₁は、その端子P_{a1}が信号入力端子R_{FIN}に接続され、端子P_{b1}が上記ベース端子Bに接続されている。また、この第1実施形態は、第2のインピーダンス回路Z₂を備え、この第2のインピーダンス回路Z₂の端子P_aが上記信号入力端子R_{FIN}に接続され、端子P_bが上記ベースバイアス電圧供給端子V_Bに接続されている。

【0034】

ここで、第1インピーダンス回路Z₁と第2インピーダンス回路Z₂のうちの少なくとも

50

も一方は、その2端子間が直流成分に対して開放状態であるとともに交流成分に対して導通状態である。上記第1インピーダンス回路Z1と第2インピーダンス回路ZZがインピーダンス回路部Z11をなす。

【0035】

したがって、この第1実施形態では、直流に対してはベースバイアス電圧供給端子VBとベース端子Bとの間にあるのは抵抗RBのみである。したがって、温度上昇によるベース電流増大が上記抵抗RBでの電圧降下によって抑制される。これにより、結果的に、エミッタ接地型バイポーラトランジスタQ1のコレクタ電流の増大を抑制できるので、トランジスタQ1の周囲温度の変化あるいは自己発熱に対して安定な動作を確保できる。

【0036】

一方、信号入力端子RFINから入力された高周波信号は、インピーダンス回路Z1を経由して、ベース端子Bに導かれる。高周波的には、バイポーラトランジスタQ1のベース端子Bとベースバイアス電圧供給端子VBの間に接続された抵抗RBの両端には、第1,第2インピーダンス回路Z1,Z2を経由した高周波成分についてのバイパス経路ができる。したがって、上記ベースバイアス電圧供給端子VBから上記抵抗RBに向かうベース電流の交流成分の一部が上記バイパス経路へ割り振られてベース端子Bに向う。したがって、実効的に、上記抵抗RBでの電圧降下の増大が抑制され、上述したゲインコンプレッションを抑制することができ、電力増幅器の低歪み動作が可能となる。

【0037】

また、この第1実施形態では、第1,第2のインピーダンス回路Z1,Z2によって、抵抗RBに対する高周波成分についてのバイパス経路を形成しているので、このバイパス経路での信号の通過位相あるいは通過振幅を変えることによって、ベース端子Bに注入される電流波形を調整できる。また、この第1実施形態では、上記バイパス経路を、2つのインピーダンス回路Z1,Z2で構成しているので、上述のような、ベース端子Bへ注入される電流波形の調整の自由度が高い回路構成となる。

【0038】

(第2の実施の形態)

次に、図2に、この発明の電力増幅器の第2の実施の形態を示す。この第2の実施形態は、前述の第1の実施形態に比べて、具体的かつ簡素な実施形態の一例であり、図1における第1のインピーダンス回路Z1をキャパシタC1で構成し、第2のインピーダンス回路ZZをキャパシタCa1で構成したものである。

【0039】

この第2実施形態によれば、直流に対して開放となるとともに交流に対して導通となる第1,第2のインピーダンス回路Z1,Z2をキャパシタC1,Ca1のような簡素な素子で回路構成でき、前述の第1実施形態と同様に、熱的な安定動作と低歪み動作の両立を実現できる。

【0040】

(第3の実施の形態)

次に、図3に、この発明の第3の実施形態を示す。この第3実施形態は、前述の第2実施形態において、キャパシタCa1に直列に抵抗Ra1を接続した直列回路を第2のインピーダンス回路としたものである。第1のインピーダンス回路は、第2実施形態と同様、キャパシタC1で構成した。

【0041】

この第3実施形態によれば、この第2のインピーダンス回路を構成する抵抗Ra1の抵抗値によって、抵抗RBを流れるベース電流の交流成分を調整できる。したがって、この第3実施形態によれば、第2の実施形態に比べて、電力増幅器のゲインコンプレッションを高精度に抑制できる。

【0042】

(第1の参考例)

次に、図4に、この発明の電力増幅器の第1の参考例を示す。この第1参考例は、ベ

10

20

30

40

50

ス端子Bとコレクタ端子C_oを有するエミッタ接地型バイポーラトランジスタQ₁と、ベースバイアス電圧供給端子V_Bとベース端子Bの間に接続された抵抗R_Bとを有する。上記エミッタ接地型バイポーラトランジスタQ₁のコレクタ端子C_oは信号出力端子R_FO_UTに接続されている。

【0043】

また、この第1参考例は、信号入力端子R_FI_Nに端子P_a1が接続され、ベース端子Bに端子P_b1が接続された第1のインピーダンス回路Z₁と、ベースバイアス電圧供給端子V_Bに端子P_aが接続され、ベース端子Bに端子P_bが接続された第2のインピーダンス回路Z₂を有する。この第1,第2のインピーダンス回路Z₁,Z₂がインピーダンス回路部Z_I2をなす。

10

【0044】

この第1参考例では、第2のインピーダンス回路Z₂は、その2端子P_a,P_b間が直流に対して開放状態にあるとともに交流に対して導通となる。したがって、この第4実施形態では、直流に対してはベースバイアス電圧供給端子V_Bとベース端子Bの間にあるのは抵抗R_Bのみである。

【0045】

したがって、この第1参考例では、温度上昇によるベース電流増大を、上記抵抗R_Bでの電圧降下によって抑制できるので、結果的にコレクタ電流の増大を抑制できる。したがって、トランジスタQ₁の周囲温度の変化あるいは自己発熱に対する安定な動作を確保できる。

20

【0046】

一方、信号入力端子R_FI_Nから入力された高周波信号は、インピーダンス回路Z₁を経由してベース端子Bに導かれる。この第1参考例では、高周波的には、バイポーラトランジスタQ₁のベース端子Bとベースバイアス電圧供給端子V_Bの間に接続された抵抗R_Bの両端には、第2インピーダンス回路Z₂が構成する高周波成分についてのバイパス経路ができる。したがって、上記抵抗R_Bに向かうベース電流の交流成分の一部が上記バイパス経路へ割り振られることになり、実効的に上記抵抗R_Bでの電圧降下の増大が抑制され、上記従来例の課題であるゲインコンプレッションを抑制することができ、電力増幅器の低歪み動作が可能となる。

【0047】

30

(第2の参考例)

次に、図5に、この発明における電力増幅器の第2の参考例を示す。この第2参考例は、第1の参考例のより具体的かつ簡素な一例である。すなわち、この第2参考例では、図4に示した第1インピーダンス回路Z₁をキャパシタC₁とし、第2インピーダンス回路Z₂をキャパシタC_a1としたものである。

【0048】

この第2参考例では、このようなキャパシタC₁,キャパシタC_a1からなる簡素な回路構成の第1インピーダンス回路Z₁,第2インピーダンス回路Z₂によって、第1参考例と同様に、熱的な安定動作と低歪み動作とを両立できる。

【0049】

40

なお、上記第1実施形態から第2参考例においては、1つのバイポーラトランジスタQ₁を備えたが、上記信号入力端子R_FI_Nと信号出力端子R_FO_UTとの間に並列接続された複数のエミッタ接地バイポーラトランジスタを備えてもよい。

【0050】

(第4の実施形態)

次に、図6に、この発明の電力増幅器の第4の実施形態を示す。この第4実施形態は、エミッタ接地型のn個のバイポーラトランジスタQ₁~Q_nを備える。エミッタ接地型バイポーラトランジスタQ₁~Q_nは、そのコレクタ端子C_o1~C_onが信号出力端子R_FO_UTに接続され、エミッタが接地されている。

【0051】

50

また、1番目のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ Q_1 は、そのベース端子 B_1 が第1のインピーダンス回路 Z_1 の端子 P_{b1} および抵抗 R_{B1} に接続されている。また、上記インピーダンス回路 Z_1 の端子 P_{a1} は、信号入力端子 $RFIN$ に接続され、抵抗 R_{B1} はベース端子 B_1 とベースバイアス電圧供給端子 V_B との間に接続されている。

【0052】

同様に、 k 番目($k = 2 \sim n$)のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ Q_k ($k = 2 \sim n$)のベース端子 B_k は、 k 番目の第1インピーダンス回路 Z_k ($k = 2 \sim n$)の端子 P_{bk} ($k = 2 \sim n$)および k 番目の抵抗 R_{Bk} に接続されている。また、 k 番目のインピーダンス回路 Z_k ($k = 2 \sim n$)の端子 P_{ak} ($k = 2 \sim n$)は、信号入力端子 $RFIN$ に接続され、 k 番目の抵抗 R_{Bk} ($k = 2 \sim n$)は k 番目のトランジスタ Q_k ($k = 2 \sim n$)のベース端子 B_k とベースバイアス電圧供給端子 V_B との間に接続されている。

10

【0053】

また、1個の第2のインピーダンス回路 Z_Z は、信号入力端子 $RFIN$ とベースバイアス電圧供給端子 V_B との間に接続されている。

【0054】

上記1番目のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ Q_1 と第1のインピーダンス回路 Z_1 と抵抗 R_{B1} が1番目の増幅部 U_1 を構成し、上記 k 番目のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ Q_k と第1のインピーダンス回路 Z_k と抵抗 R_{Bk} が k 番目の増幅部 U_k を構成している。したがって、この第6実施形態では、 n 個のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ と n 個の抵抗 $R_{B1} \sim R_{Bn}$ と n 個の第1インピーダンス回路 $Z_1 \sim Z_n$ からなる n 個の増幅部 $U_1 \sim U_n$ を備え、この n 個の増幅部 $U_1 \sim U_n$ は、信号出力端子 $RFOUT$ と信号入力端子 $RFIN$ 、ベースバイアス電圧供給端子 V_B との間に並列に接続されている。

20

【0055】

この第4実施形態では、 n 個の第1インピーダンス回路($Z_1 \sim Z_n$)のすべてと、1個の第2インピーダンス回路 Z_Z とのうちの少なくとも一方は、その2端子間が直流成分に対して開放状態にあるとともに交流成分に対して導通である。

【0056】

したがって、この第4実施形態では、直流に対してはベースバイアス電圧供給端子 V_B と各バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のベース端子 $B_1 \sim B_n$ の間にあるのは抵抗 $R_{B1} \sim R_{Bn}$ のみである。

30

【0057】

したがって、この第4実施形態では、温度上昇による各バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のベース電流増大を上記抵抗 R_{Bk} ($k = 1 \sim n$)での電圧降下によって抑制できる。したがって、結果的に、各バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のコレクタ電流の増大を抑制できる。したがって、各バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ の周囲温度の変化あるいは自己発熱に対して安定な動作を確保できる。

【0058】

一方、信号入力端子 $RFIN$ から入力された高周波信号は、第1インピーダンス回路 $Z_1 \sim Z_n$ によって、各バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のベース端子 $B_1 \sim B_n$ に導かれる。

40

【0059】

この第4実施形態では、高周波的には、各バイポーラトランジスタ Q_k ($k = 1 \sim n$)のベース端子 B_k ($k = 1 \sim n$)とベースバイアス電圧供給端子 V_B の間に接続された抵抗 R_{Bk} ($k = 1 \sim n$)の両端には、第2のインピーダンス回路 Z_Z と第1のインピーダンス回路 Z_k ($k = 1 \sim n$)を経由した高周波成分についてのバイパス経路が形成される。したがって、上記抵抗 R_{Bk} ($k = 1 \sim n$)に向かうベース電流の交流成分の一部が上記バイパス経路へ割り振られる。このため、実効的に、上記抵抗 R_{Bk} ($k = 1 \sim n$)での電圧降下の増大が抑制され、上記従来例の課題であるゲインコンプレッションを抑制することができ、電力増幅器の低歪み動作が可能となる。

50

【0060】

また、この第4実施形態では、1個の第2インピーダンス回路 Z_k および n 個の第1インピーダンス回路 Z_k ($k = 1 \sim n$)によって、 n 個の抵抗 R_{Bk} ($k = 1 \sim n$)についての高周波成分についてのバイパス経路を形成している。この場合、各バイパス経路での信号の通過位相あるいは通過振幅を変えることによって、各バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のベース端子 $B_1 \sim B_n$ に注入される電流波形を調整できる。この第4実施形態では、上記各バイパス経路において2つのインピーダンス回路 Z_k, Z_k ($k = 1 \sim n$)が介在しているので、この2つのインピーダンス回路 Z_k, Z_k ($k = 1 \sim n$)によって、各ベース端子 $B_1 \sim B_n$ へ注入される電流波形の調整の自由度を高くすることができる。

【0061】

10

なお、携帯電話や無線LAN(ローカルエリア・ネットワーク)等の通信装置に用いられる送信用電力増幅器では、所定の出力を得るために、この第4実施形態のごとく、複数のバイポーラトランジスタを並列に接続して増幅動作をするのが一般的である。したがって、この第4実施形態の電力増幅器によれば、これらの用途に使用する場合の好ましい実施形態となる。

【0062】

(第5の実施の形態)

次に、図7に、この発明の電力増幅器の第5の実施の形態を示すものである。この第5実施形態は、前述の第4実施形態のより具体的かつ簡素な実施形態の一例である。この第5実施形態は、図6における n 個のインピーダンス回路 $Z_1 \sim Z_n$ を、 n 個のキャパシタ $C_1 \sim C_n$ で構成し、かつ、1つの第2インピーダンス回路 Z_k を1個のキャパシタ C_{ax} で構成したものである。

20

【0063】

この第5実施形態の電力増幅器によれば、 n 個のキャパシタ $C_1 \sim C_n$ 、1個のキャパシタ C_{ax} で第1、第2のインピーダンス回路を構成した簡素な回路構成でもって、前述の第4実施形態と同様、熱的な安定動作と低歪み動作とを両立できる。

【0064】

(第6の実施の形態)

次に、図8に、この発明の電力増幅器の第6の実施形態を示す。この第6実施形態は、前述の第5実施形態におけるキャパシタ C_{ax} に換えて、このキャパシタ C_{ax} に抵抗 R_{ax} を直列に接続した直列回路を備え、この直列回路が第2のインピーダンス回路を構成している。

30

【0065】

この第6実施形態では、1個の抵抗 R_{ax} の抵抗値によって、 n 個の各抵抗 R_{Bk} ($k = 1 \sim n$)を流れるベース電流の交流成分を調整できる。したがって、この第6実施形態によれば、第5の実施形態に比べて、電力増幅器のゲインコンプレッションを高精度に抑制できる。

【0066】

(第3の参考例)

次に、図9に、この発明の電力増幅器の第3の参考例を示す。この第3参考例は、 n 個のエミッタ接地型のバイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ を備えている。この n 個のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のコレクタ端子 $C_{o1} \sim C_{on}$ は信号出力端子 $RFOUT$ に接続されている。

40

【0067】

この n 個のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のうちの1番目のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ Q_1 のベース端子 B_1 と信号入力端子 $RFIN$ との間には1番目の第1のインピーダンス回路 Z_1 が接続されている。また、上記ベース端子 B_1 とベースバイアス電圧供給端子 V_B との間には、1番目の抵抗 R_{B1} と1番目の第2のインピーダンス回路 Z_{x1} とが並列に接続されている。

【0068】

50

同様に、 k 番目のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ Q_k ($k = 2 \sim n$) のベース端子 B_k ($k = 2 \sim n$) と信号入力端子 $RFIN$ との間には、 k 番目の第 1 のインピーダンス回路 Z_k ($k = 2 \sim n$) が接続されている。また、上記ベース端子 B_k とベースバイアス電圧供給端子 VB との間には、 k 番目の抵抗 RB_k と k 番目の第 2 のインピーダンス回路 Z_{xk} ($k = 2 \sim n$) とが並列に接続されている。

【0069】

上記 1 番目のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ Q_1 と第 1 のインピーダンス回路 Z_1 と抵抗 RB_1 と第 2 のインピーダンス回路 Z_{x1} が 1 番目の増幅部 V_1 を構成し、上記 k 番目のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ Q_k と第 1 のインピーダンス回路 Z_k と抵抗 RB_k と第 2 のインピーダンス回路 Z_{xk} が k 番目の増幅部 V_k を構成している。したがって、この第 3 参考例では、 n 個のエミッタ接地型バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ と n 個の抵抗 $RB_1 \sim RB_n$ と n 個の第 1 インピーダンス回路 $Z_1 \sim Z_n$ と n 個の第 2 インピーダンス回路 $Z_{x1} \sim Z_{xn}$ からなる n 個の増幅部 $V_1 \sim V_n$ を備え、この n 個の増幅部 $V_1 \sim V_n$ は、信号出力端子 $RFOUT$ と信号入力端子 $RFIN$ 、ベースバイアス電圧供給端子 VB との間に並列に接続されている。

10

【0070】

この第 3 参考例では、上記 n 個の第 2 のインピーダンス回路 Z_{xk} ($k = 1 \sim n$) は、その 2 端子 P_{xak} , P_{xbk} ($k = 1 \sim n$) 間が直流成分に対して開放状態にあると共に交流成分に対して導通である。

【0071】

20

したがって、この第 3 参考例では、直流に対しては、ベースバイアス電圧供給端子 VB と各バイポーラトランジスタ Q_k ($k = 1 \sim n$) のベース端子 B_k ($k = 1 \sim n$) の間にあるのは抵抗 RB_k ($k = 1 \sim n$) のみである。したがって、この第 9 実施形態では、温度上昇によるベース電流増大が、上記抵抗 RB_k ($k = 1 \sim n$) での電圧降下によって抑制される。したがって、結果的に、各バイポーラトランジスタ Q_k ($k = 1 \sim n$) のコレクタ電流の増大を抑制できるから、トランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ の周囲温度の変化あるいは自己発熱に対して安定な動作を確保できる。

【0072】

一方、信号入力端子 $RFIN$ から入力された高周波信号は、 n 個の第 1 のインピーダンス回路 $Z_1 \sim Z_n$ によって、各バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のベース端子 $B_1 \sim B_n$ に導かれる。

30

【0073】

また、この参考例では、高周波的には、各バイポーラトランジスタ $Q_1 \sim Q_n$ のベース端子 $B_1 \sim B_n$ とベースバイアス電圧供給端子 VB の間に接続された抵抗 $RB_1 \sim RB_n$ の両端には、第 2 のインピーダンス回路 $Z_{x1} \sim Z_{xn}$ を経由した高周波成分についてのバイパス経路ができる。したがって、上記抵抗 $RB_1 \sim RB_n$ に向かって流れるベース電流の交流成分の一部が上記バイパス経路へ割り振られるので、上記抵抗 $RB_1 \sim RB_n$ での電圧降下の増大を実効的に抑制でき、ゲインコンプレッションを抑制でき、電力増幅器の低歪み動作が可能となる。

【0074】

40

携帯電話や無線 LAN 等の通信装置に用いられる送信用電力増幅器では、所定の出力を得るために複数のバイポーラトランジスタを並列に接続して増幅動作をするのが一般的である。したがって、この第 3 参考例における電力増幅器はこれらの用途に使用する場合は好ましい実施形態となる。

【0075】

(第 4 の参考例)

次に、図 10 に、この発明の電力増幅器の第 4 の参考例を示す。この第 4 参考例は、前述の第 3 参考例のより具体的かつ簡素な一例である。すなわち、この第 4 参考例は、図 9 における第 2 のインピーダンス回路 $Z_{x1} \sim Z_{xn}$ をキャパシタ $C_{x1} \sim C_{xn}$ で構成し、第 1 のインピーダンス回路 $Z_1 \sim Z_n$ をキャパシタ $C_1 \sim C_n$ で構成している。

50

この第4参考例によれば、このような簡素な回路構成でもって、熱的な安定動作と低歪み動作の両立を実現できる。

【0076】

(第7の実施の形態)

次に、図12に、この発明の第7の実施の形態を示す。この第7実施形態の電力増幅器は、上述の図1に示される第1実施形態の電力増幅器Amp1のベースバイアス電圧供給端子VBとベース電圧供給手段であるベース電圧供給回路121との間に、可変インピーダンス回路122が接続されている。

【0077】

上記可変インピーダンス回路122のインピーダンスは、この可変インピーダンス回路122を流れる電流値に依存する。つまり、この可変インピーダンス回路122の存在により、入力信号電力の増大に伴って上記ベース電圧供給回路121から供給される電流が増大したときに、ベースバイアス電圧供給端子VBとベース電圧供給回路121との間のインピーダンスが低下する。したがって、上記増幅用バイポーラトランジスタQ1のベースBへの入力信号の信号電力が増大したときに、上記可変インピーダンス回路122での電圧降下が低減されることになるので、電力増幅器としての歪みを一層抑制することができる。

【0078】

また、上記可変インピーダンス回路122は、例えば、可変インピーダンス素子としてのダイオード、バイポーラトランジスタのベース-エミッタ接合、あるいはベース-コレクタ接合などにより実現される。これらの可変インピーダンス素子は、温度に依存する特性を有するため、増幅用バイポーラトランジスタQ1のベース-エミッタ接合の温度特性に上記可変インピーダンス素子が持つ温度特性が重畳される。従来では、このことに起因して、温度上昇によるベース電流の増大がより顕著になり、電力増幅器の熱的不安定動作を招く要因になっていた。これに対して、この第11実施形態では、増幅器Amp1を構成する図1の抵抗RBによる電圧降下によって、温度上昇によるベース電流の増大を抑制でき、かつ、この抵抗RBを付加しても電力増幅器の低歪み動作を実現できる。

【0079】

(第8の実施の形態)

次に、図13に、第8の実施形態を示す。この第8実施形態は、図12に示した第7の実施の形態における可変インピーダンス回路122をより具体的な回路構成の可変インピーダンス回路132とした。

【0080】

この第8実施形態の構成例では、可変インピーダンス素子をダイオードDxとした。このダイオードDxは、ベース電圧供給手段であるベース電圧供給回路121とベースバイアス電圧供給端子VBとの間に、ベースバイアス電圧供給端子VBに向かって順方向に接続されている。このダイオードDxとベース電圧供給回路121との間に抵抗Rx1が接続され、このダイオードDxと抵抗Rx1との接続点Pxとグランドとの間に、抵抗Rx2とキャパシタCxとが直列に接続されている。

【0081】

この抵抗Rx1, Rx2、およびキャパシタCxは、バイアス調整および可変インピーダンス量の調整のためのものであり、各素子(抵抗Rx1, Rx2およびキャパシタCx)の抵抗値, 容量値は適宜設定される。

【0082】

(第9の実施の形態)

次に、図14に、第9の実施形態を示す。この第9の実施形態は、図12に示した第7の実施の形態における可変インピーダンス回路122をより具体的な回路構成の可変インピーダンス回路142とした。

【0083】

この第9実施形態の構成においては、可変インピーダンス素子はバイポーラトランジス

10

20

30

40

50

タ Q_x のベース - エミッタ接合により構成される。このバイポーラトランジスタ Q_x は、エミッタがベースバイアス電圧供給端子 V_B に接続され、コレクタが抵抗 R_{x1} を介して、ベース電圧供給手段であるベース電圧供給回路121に接続されている。また、このバイポーラトランジスタ Q_x のベースは、上記コレクタに接続されている。

【0084】

上記コレクタと抵抗 R_{x1} との接続点 P_{x1} は、上記コレクタとベースとの接続点 P_{x2} に接続され、この接続点 P_{x2} とグランドとの間には、抵抗 R_{x2} とキャパシタ C_x が直列に接続されている。

【0085】

この抵抗 R_{x1} 、 R_{x2} 、およびキャパシタ C_x は、バイアス調整および可変インピーダンス量の調整のためのものであり、各素子(R_{x1} 、 R_{x2} および C_x)の抵抗値、容量値は適宜設定される。

【0086】

(第10の実施の形態)

次に、図15に、第10の実施の形態を示す。この第10実施形態は、図12の第7実施形態のベース電圧供給回路121に替えて、第1のベース電圧供給回路151と第2のベース電圧供給回路152を備える。また、この第10実施形態では、図12の可変インピーダンス回路122に替えて、可変インピーダンス回路153を備える。

【0087】

この第10実施形態では、可変インピーダンス素子をバイポーラトランジスタ Q_x とした。このバイポーラトランジスタ Q_x は、エミッタがベースバイアス電圧供給端子 V_B に接続され、コレクタが第2のベース電圧供給回路152に接続されている。また、このバイポーラトランジスタ Q_x のベースは、抵抗 R_{x11} を経由して、第1のベース電圧供給回路151に接続されている。また、上記ベースと抵抗 R_{x11} との接続点 P_{x11} とグランドとの間には、抵抗 R_{x22} とキャパシタ C_{xx} とが直列に接続されている。

【0088】

図15に示す構成例においては、可変インピーダンス素子はバイポーラトランジスタ Q_x のベース - エミッタ接合により構成されるが、バイポーラトランジスタ Q_x のベースが第1ベース電圧供給回路151に接続され、コレクタが第2ベース電圧供給回路152に接続されている点が、図14の構成例と異なる。この第10実施形態では、ベースバイアス電圧供給端子 V_B へ供給する電流は、バイポーラトランジスタ Q_{x1} のコレクタに直結された第2ベース電圧供給回路152から供給できる。したがって、電力増幅器Amp1の図1に示す電力増幅用トランジスタ Q_1 へのベース電流供給能力が高く、高出力時のゲインコンプレッションを抑制できる。

【0089】

なお、図12～図15に示した第7～第10の実施形態では、電力増幅器Amp1として、図1に示した第1実施形態を備えたが、この電力増幅器Amp1を、図2、図3、図6、図7、図8に示した第2～第6実施形態のうちのいずれか1つの電力増幅器としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】この発明の電力増幅器の第1の実施形態を示す回路図である。

【図2】この発明の電力増幅器の第2の実施形態を示す回路図である。

【図3】この発明の電力増幅器の第3の実施形態を示す回路図である。

【図4】この発明の電力増幅器の第1の参考例を示す回路図である。

【図5】この発明の電力増幅器の第2の参考例を示す回路図である。

【図6】この発明の電力増幅器の第4の実施形態を示す回路図である。

【図7】この発明の電力増幅器の第5の実施形態を示す回路図である。

【図8】この発明の電力増幅器の第6の実施形態を示す回路図である。

【図9】この発明の電力増幅器の第3の参考例を示す回路図である。

10

20

30

40

50

【図 1 0】この発明の電力増幅器の第 4 の参考例を示す回路図である。

【図 1 1】従来の電力増幅器を示す回路図である。

【図 1 2】この発明の電力増幅器の第 7 の実施形態を示す回路図である。

【図 1 3】この発明の電力増幅器の第 8 の実施形態を示す回路図である。

【図 1 4】この発明の電力増幅器の第 9 の実施形態を示す回路図である。

【図 1 5】この発明の電力増幅器の第 1 0 の実施形態を示す回路図である。

【符号の説明】

【 0 0 9 1 】

Q 1 ~ Q n ... エミッタ接地型バイポーラトランジスタ、

Q x ... バイポーラトランジスタ、

D x ... ダイオード、

Z 1 ~ Z n ... 第 1 のインピーダンス回路、

Z Z , Z x 1 ~ Z x n ... 第 2 のインピーダンス回路、

R F I N ... 信号入力端子、R F O U T ... 信号出力端子、

V B ... ベースバイアス電圧供給端子、

B , B 1 ~ B n ... ベース端子、C o , C o 1 ~ C o n ... コレクタ端子、

R B , R B 1 ~ R B n , R x 1 , R x 1 1 , R x 2 , R x 2 2 ... 抵抗、

C 1 ~ C n , C a 1 , C a x , C x 1 ~ C x n , C x , C x x ... キャパシタ、

1 2 1 , 1 5 1 , 1 5 2 ... ベース電圧供給回路、

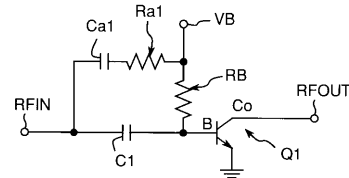
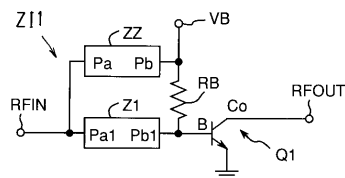
1 2 2 , 1 3 2 , 1 4 2 , 1 5 3 ... 可変インピーダンス回路。

10

20

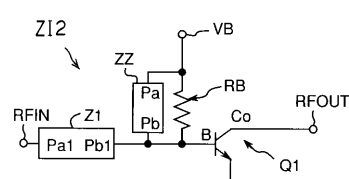
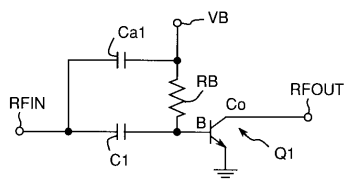
【 図 1 】

【 図 3 】

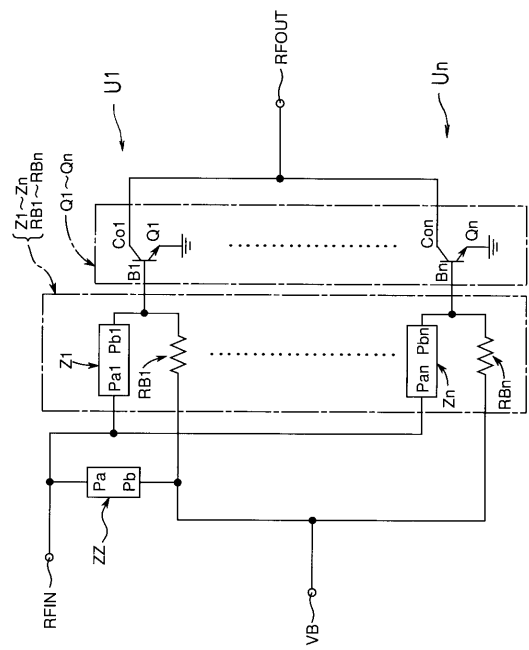


【 図 2 】

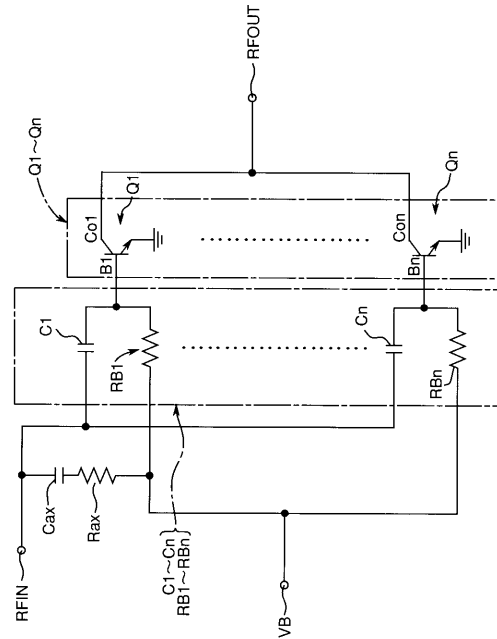
【 図 4 】



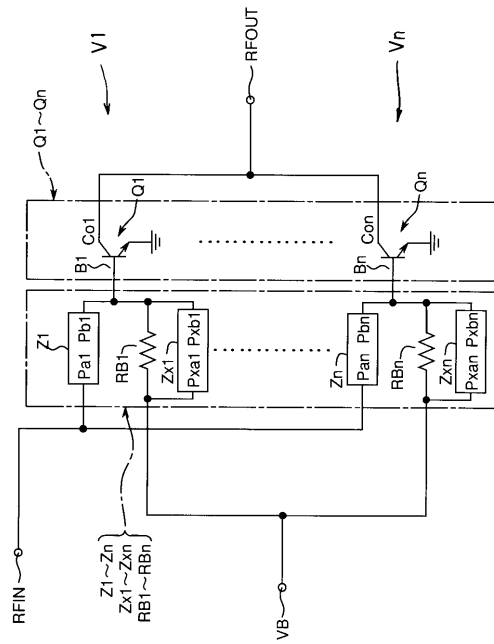
【 図 6 】



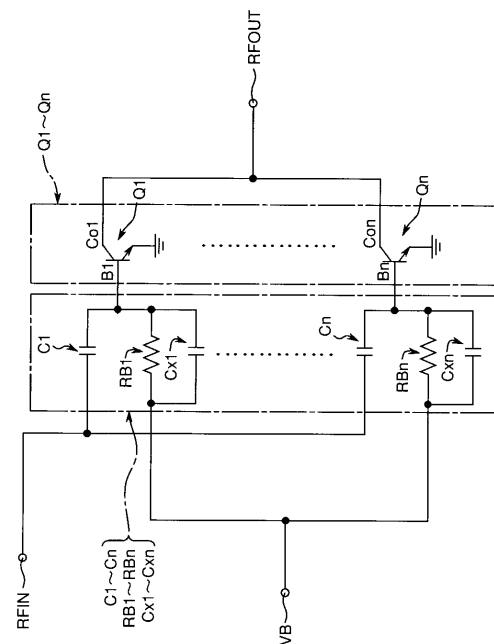
【 図 8 】



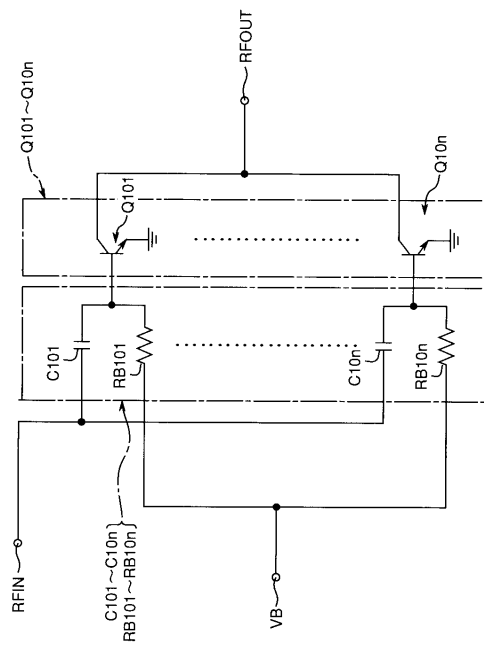
【図 9】



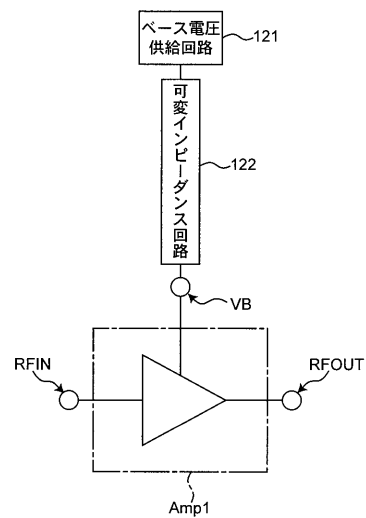
【図 10】



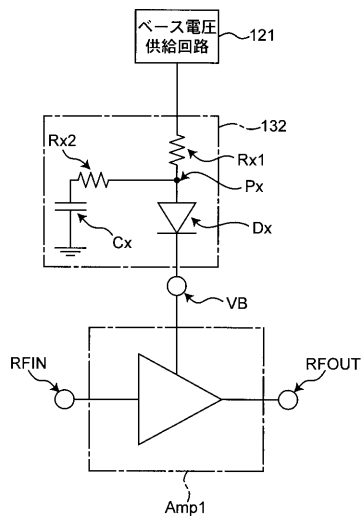
【図 11】



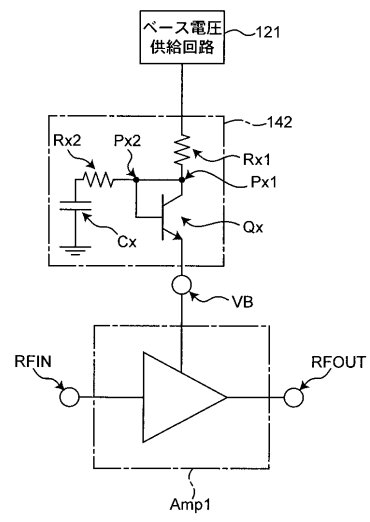
【図 12】



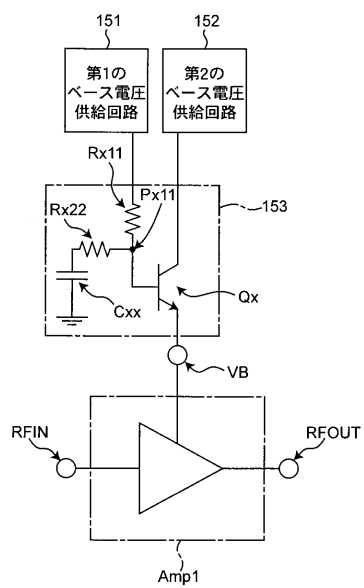
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭56-155516(JP,U)
実開昭62-193315(JP,U)
特開2001-094360(JP,A)
特開昭57-115006(JP,A)
実開昭58-173922(JP,U)
米国特許第05608353(US,A)
特開2001-313531(JP,A)
特開2001-196865(JP,A)
特開平09-260964(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03F 1/00-3/72