

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5109863号
(P5109863)

(45) 発行日 平成24年12月26日(2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int. Cl. F I
 H O 3 F 3/68 (2006.01) H O 3 F 3/68 B
 H O 3 F 3/24 (2006.01) H O 3 F 3/24

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2008-204493 (P2008-204493)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成20年8月7日(2008.8.7)	(74) 代理人	100082175 弁理士 高田 守
(65) 公開番号	特開2010-41588 (P2010-41588A)	(74) 代理人	100106150 弁理士 高橋 英樹
(43) 公開日	平成22年2月18日(2010.2.18)	(72) 発明者	中山 正敏 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
審査請求日	平成23年5月23日(2011.5.23)	(72) 発明者	前村 公正 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内

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】

入力信号を少なくとも3つ以上の増幅経路に分配し、増幅した後、合成して出力する電力増幅器であって、

各増幅経路にそれぞれ設けられた単位増幅器と、

各増幅経路の単位増幅器の入力側にそれぞれ設けられた入力側移相回路と、

各増幅経路の単位増幅器の出力側にそれぞれ設けられた出力側移相回路とを有し、

第1の動作時には、全ての増幅器が動作し、

前記第1の動作時よりも出力電力が小さい第2の動作時には、少なくとも2つ以上の単位増幅器が増幅動作し、少なくとも1つの単位増幅器がOFF状態となり、

各増幅経路の通過位相は等しいが、各増幅経路の出力側移相回路の通過位相はそれぞれ異なり、

前記増幅経路は4つであり、

この4つの増幅経路に設けられた単位増幅器は、それぞれ第1～第4の単位増幅器であり、

前記第1～第4の単位増幅器の出力側に設けられた出力側移相回路は、それぞれ第1～第4の出力側移相回路であり、

前記第2の動作時には、前記第1及び第2の単位増幅器が増幅動作し、前記第3及び第4の単位増幅器がOFF状態となり、

前記第1の出力側移相回路の通過位相と前記第2の出力側移相回路の通過位相との差は

10

20

90 ± 25.5度であり、

前記第3の出力側移相回路の通過位相と前記第4の出力側移相回路の通過位相との差は90 ± 25.5度であり、

前記第1及び第2の出力側移相回路の通過位相と前記第3及び第4の出力側移相回路の通過位相との差は45 ± 11.25度又は135 ± 11.25度であることを特徴とする電力増幅器。

【請求項2】

入力信号を少なくとも3つ以上の増幅経路に分配し、増幅した後、合成して出力する電力増幅器であって、

各増幅経路にそれぞれ設けられた単位増幅器と、

各増幅経路の単位増幅器の入力側にそれぞれ設けられた入力側移相回路と、

各増幅経路の単位増幅器の出力側にそれぞれ設けられた出力側移相回路とを有し、

第1の動作時には、全ての増幅器が動作し、

前記第1の動作時よりも出力電力が小さい第2の動作時には、少なくとも2つ以上の単位増幅器が増幅動作し、少なくとも1つの単位増幅器がOFF状態となり、

各増幅経路の通過位相は等しいが、各増幅経路の出力側移相回路の通過位相はそれぞれ異なり、

前記増幅経路は3であり、

この3つの増幅経路に設けられた単位増幅器は、それぞれ第1～第3の単位増幅器であり、

前記第1～第3の単位増幅器の出力側に設けられた出力側移相回路は、それぞれ第1～第3の出力側移相回路であり、

前記第2の動作時には、前記第1及び第2の単位増幅器が増幅動作し、前記第3の単位増幅器がOFF状態となり、

前記第1の出力側移相回路の通過位相と前記第2の出力側移相回路の通過位相との差は90 ± 25.5度であり、

前記第1及び第2の出力側移相回路の通過位相と前記第3の出力側移相回路の通過位相との差は45 ± 11.25度又は135 ± 11.25度であることを特徴とする電力増幅器。

【請求項3】

入力信号を少なくとも3つ以上の増幅経路に分配し、増幅した後、合成して出力する電力増幅器であって、

各増幅経路にそれぞれ設けられた単位増幅器と、

各増幅経路の単位増幅器の入力側にそれぞれ設けられた入力側移相回路と、

各増幅経路の単位増幅器の出力側にそれぞれ設けられた出力側移相回路とを有し、

第1の動作時には、全ての増幅器が動作し、

前記第1の動作時よりも出力電力が小さい第2の動作時には、少なくとも2つ以上の単位増幅器が増幅動作し、少なくとも1つの単位増幅器がOFF状態となり、

各増幅経路の通過位相は等しいが、各増幅経路の出力側移相回路の通過位相はそれぞれ異なり、

前記増幅経路は3であり、

この3つの増幅経路に設けられた単位増幅器は、それぞれ第1～第3の単位増幅器であり、

前記第1～第3の単位増幅器の出力側に設けられた出力側移相回路は、それぞれ第1～第3の出力側移相回路であり、

前記第2の動作時には、前記第1及び第2の単位増幅器が増幅動作し、前記第3の単位増幅器がOFF状態となり、

前記第1の出力側移相回路の通過位相と前記第2の出力側移相回路の通過位相との差は60 ± 15度であり、

前記第1及び第2の出力側移相回路の通過位相と前記第3の出力側移相回路の通過位相

10

20

30

40

50

との差は 60 ± 15 度又は 120 ± 15 度であることを特徴とする電力増幅器。

【請求項 4】

前記第 2 の動作時において単位増幅器が OFF 状態の増幅経路を切り離すスイッチを更に有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の電力増幅器。

【請求項 5】

前記入力信号の分配点及び合成点から単位増幅器が OFF 状態の増幅経路を見たインピーダンスがオープンになるように、各増幅経路の入力側移相回路及び出力側移相回路の位相量が設定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の電力増幅器。

【請求項 6】

前記第 2 の動作時において動作する単位増幅器のコレクタ電圧又はドレイン電圧を制御する電圧制御手段を更に有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の電力増幅器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、要求される飽和出力電力が異なる複数の通信システム、例えば GSM (Global System for Mobile Communications) と W - CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) に対応した移動体通信端末に用いられる電力増幅器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

携帯電話に代表される移動体通信端末は広く一般に用いられるようになった。様々な場所での利用を想定して、複数の通信システム、例えば GSM と W - CDMA に対応した単一の移動体通信端末が求められている。各通信システムの電力増幅器に必要な飽和出力電力は、例えば GSM では 3 W、W - CDMA では 1 . 2 W 程度と差が有る。なお、W - CDMA では、歪み特性を満足するために飽和出力電力よりも小さな電力で動作させる（いわゆるバックオフ動作）必要があるため、飽和出力電力は動作時の出力電力（0 . 5 W 程度）の 2 倍から 3 倍になる。

20

【0003】

飽和出力電力の大きな GSM 用の電力増幅器を、そのまま出力の小さな状態（W - CDMA）で動作させると効率が大幅に低下する。これを避けるために、従来の携帯電話端末では GSM 用と CDMA 用の電力増幅器をそれぞれ設けていた。

30

【0004】

また、移動体通信端末の低コスト化・小型化のために、電力増幅器とアンテナ間に設けられていたアイソレータが省略されつつある。図 17 は、アイソレータを省略した電力増幅器を示す図である。アイソレータを省略すると、人体や周辺機器などによるアンテナ ANT 周辺の高周波環境の変化によりアンテナ ANT のインピーダンス Z_{ant} が変化した場合に、増幅器 A から見た負荷インピーダンス Z_L が変化する。

【0005】

図 18 は、図 17 の電力増幅器の特性を示すスミスチャートである。図 18 に示すように、負荷インピーダンス Z_L の変化に伴って、増幅器の効率特性や歪特性が大きく変化してしまう。

40

【0006】

この負荷インピーダンスの変化による特性変化（負荷依存性）を小さくするために、バランス増幅器（平衡増幅器）が用いられる。図 19 は、バランス増幅器を示す図である（例えば、特許文献 1 ~ 3 参照）。このバランス増幅器は、入力端子 IN から入力した入力信号を 2 つの増幅経路に分配し、増幅した後、合成して出力端子 OUT から出力する。出力端子 OUT はアンテナ ANT に接続されている。

【0007】

2 つの増幅経路にそれぞれ単位増幅器 A 1 , A 2 が設けられている。単位増幅器 A 1 の入力側に入力側移相回路 PIN 1、出力側に出力側移相回路 POUT 1 が設けられている

50

。単位増幅器 A 2 の入力側に入力側移相回路 P I N 2、出力側に出力側移相回路 P O U T 2 が設けられている。

【 0 0 0 8 】

図 2 0 は、アンテナインピーダンスが 5 0 の場合における図 1 9 のバランス増幅の特性を示すスミスチャートである。単位増幅器 A 1、A 2 から見た負荷インピーダンス Z L 1、Z L 2 は概ね等しい値になる。

【 0 0 0 9 】

位相を進ませる場合を +、位相を遅らせる場合を - とすると、各移相回路の通過位相は、P I N 1 では - 4 5 度、P I N 2 では + 4 5 度、P O U T 1 では + 4 5 度、P O U T 2 では - 4 5 度である。即ち、出力側移相回路 P O U T 1、P O U T 2 の通過位相の差が 9 0 度である。これにより、アンテナインピーダンスが 5 0 から変動した場合でも、図 2 1 に示すように、負荷インピーダンス Z L 1、Z L 2 の位相が常に 1 8 0 度異なる。従って、それぞれの増幅器の負荷インピーダンス変動による特性変動を補うため、増幅器全体での負荷依存性が小さい。

【特許文献 1】特開平 9 - 6 4 7 5 8 号公報の図 7

【特許文献 2】特表 2 0 0 6 - 5 2 1 0 6 0 号公報の図 2

【特許文献 3】特開 2 0 0 6 - 3 1 1 3 0 0 号公報の図 4

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

要求される出力電力が異なる 2 つの通信システムに対応した移動体通信端末用の電力増幅器として、以下の参考例 1 と参考例 2 がある。

【 0 0 1 1 】

図 2 2 は、参考例 1 に係る電力増幅器を示す図である。G S M 用のバランス増幅器 B 1 と W - C D M A 用のバランス増幅器 B 2 の何れか一方を、スイッチ S W 1、S W 2 により通信システムごとに選択する。なお、図中において、バランス増幅器 B 1 で単位増幅器の数が多いたのは、大きな出力電力を得るために大きな（面積の大きな）トランジスタを用いることを意味している。

【 0 0 1 2 】

図 2 3 は、参考例 2 に係る電力増幅器を示す図である。単位増幅器 A 1、A 2 と電源 V C C との間に、例えば D C ・ D C コンバータなどの電圧制御手段 C N T を設けている。電圧制御手段 C N T は、各通信システムで要求される増幅器の出力電力に応じて、バイポーラトランジスタや F E T などからなる単位増幅器 A 1、A 2 のコレクタ電圧又はドレイン電圧を制御して、増幅器の飽和出力電力を変化させる。これにより、出力電力の異なる通信システムにおいて高効率動作を維持することができる。

【 0 0 1 3 】

参考例 1 では、要求される出力電力が異なる通信システムごとにバランス増幅器 B 1 とバランス増幅器 B 2 を設けているため、一方の通信システムを用いている場合に、他方の通信システム用の電力増幅器が無駄になる。従って、電力増幅器を構成する半導体チップや周辺回路の面積が大きくなり、サイズ及びコストが大きという問題があった。また、電力増幅器とアンテナ A N T の間のスイッチ S W 2 は、大きな電力に耐える必要があるため、通過損失が大き。従って、単位増幅器 A 1、A 2 の出力を大きくする必要があり、消費電力が大きという問題があった。

【 0 0 1 4 】

参考例 2 では、要求される出力電力が大きく異なる通信システムの場合、コレクタ電圧又はドレイン電圧の切換え範囲が大きくなり過ぎて、トランジスタが良好に動作する電圧範囲を越えてしまうという問題があった。また、電圧を切換えるか又は可変する D C ・ D C コンバータなどの電流容量を大きくする必要があるので、消費電力、サイズ及びコストが大きという問題があった。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的は、増幅器全体での負荷依存性が小さく、消費電力、サイズ及びコストを低減することができる電力増幅を得るものである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、入力信号を少なくとも3つ以上の増幅経路に分配し、増幅した後、合成して出力する電力増幅器であって、各増幅経路にそれぞれ設けられた単位増幅器と、増幅経路の単位増幅器の入力側にそれぞれ設けられた入力側移相回路と、各増幅経路の単位増幅器の出力側にそれぞれ設けられた出力側移相回路とを有し、第1の動作時には、全ての増幅器が動作し、前記第1の動作時よりも出力電力が小さい第2の動作時には、少なくとも2つ以上の単位増幅器が増幅動作し、少なくとも1つの単位増幅器がOFF状態となり、各増幅経路の通過位相は等しいが、各増幅経路の出力側移相回路の通過位相はそれぞれ異なることを特徴とする電力増幅器である。

10

【発明の効果】

【0017】

本発明により、増幅器全体での負荷依存性が小さく、消費電力、サイズ及びコストを低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

実施の形態1.

20

図1は、本発明の実施の形態1に係る電力増幅器を示す図である。この電力増幅器は、入力端子INから入力した入力信号を4つの増幅経路に分配し、増幅した後、合成して出力端子OUTから出力する。出力端子OUTはアンテナANTに接続されている。

【0019】

4つの増幅経路にそれぞれ単位増幅器A1～A4（第1～第4の単位増幅器）が設けられている。単位増幅器A1の入力側に入力側移相回路PIN1、PIN2、単位増幅器A2の入力側に入力側移相回路PIN1、PIN3、単位増幅器A3の入力側に入力側移相回路PIN4、PIN5、単位増幅器A4の入力側に入力側移相回路PIN4、PIN6が設けられている。

【0020】

30

単位増幅器A1の出力側に出力側移相回路POUT1、POUT2（第1の出力側移相回路）、単位増幅器A2の出力側に出力側移相回路POUT3、POUT2（第2の出力側移相回路）、単位増幅器A3の出力側に出力側移相回路POUT4、POUT5（第3の出力側移相回路）、単位増幅器A4の出力側に出力側移相回路POUT6、POUT5（第4の出力側移相回路）が設けられている。

【0021】

分配器D1は、入力端子INから入力された入力信号を2つに分割して入力側移相回路PIN1、PIN4に出力する。分配器D2は、入力側移相回路PIN1の出力信号を2つに分割して入力側移相回路PIN2、PIN3に出力する。分配器D3は、入力側移相回路PIN4の出力信号を2つに分割して入力側移相回路PIN5、PIN6に出力する。

40

【0022】

合成器C1は、出力側移相回路POUT1、POUT3の出力信号を合成して出力側移相回路POUT2に出力する。合成器C2は、出力側移相回路POUT4、POUT6の出力信号を合成して出力側移相回路POUT5に出力する。合成器C3は、出力側移相回路POUT2、POUT5の出力信号を合成して出力端子OUTに出力する。

【0023】

入力側移相回路PIN4と分配器D1との間にスイッチSW1が設けられている。出力側移相回路POUT5と合成器C3との間にスイッチSW2が設けられている。単位増幅器A1、A2、入力側移相回路PIN2、PIN3、出力側移相回路POUT1、POU

50

T 3、分配器 D 2 及び合成器 C 1 は、第 1 のバランス増幅器 B 1 を構成する。単位増幅器 A 3、A 4、入力側移相回路 P I N 5、P I N 6、出力側移相回路 P O U T 4、P O U T 6、分配器 D 3 及び合成器 C 2 は、第 2 のバランス増幅器 B 2 を構成する。

【 0 0 2 4 】

移相回路は、一般的に良く知られている L C 回路（集中定数回路）によって構成することができる。図 2 は位相を進ませる移相回路の一例を示す図であり、図 3 は位相を遅らせる移相回路の一例を示す図である。インダクタ L のインダクタンス及びキャパシタ C の容量値を選択することで、所望の通過位相を得ることができる。なお、移相回路を増幅器の整合回路を兼ねた回路構成とすることもできる。また、移相回路を分布定数回路によって構成してもよい。

10

【 0 0 2 5 】

位相を進ませる場合を +、位相を遅らせる場合を - とすると、各移相回路の通過位相は以下の通りである。P I N 1 では - 2 2 . 5 度、P I N 2 では - 4 5 度、P I N 3 では + 4 5 度、P I N 4 では + 2 2 . 5 度、P I N 5 では - 4 5 度、P I N 6 では + 4 5 度、P O U T 1 では + 4 5 度、P O U T 2 では + 2 2 . 5 度、P O U T 3 では - 4 5 度、P O U T 4 では + 4 5 度、P O U T 5 では - 2 2 . 5 度、P O U T 6 では - 4 5 度である。

【 0 0 2 6 】

このように各増幅経路の通過位相は等しいが、各増幅経路の出力側移相回路の通過位相はそれぞれ異なる。具体的には、第 1 の出力側移相回路 P O U T 1、P O U T 2 の通過位相と第 2 の出力側移相回路 P O U T 3、P O U T 2 の通過位相との差は 9 0 度である。第 3 の出力側移相回路 P O U T 4、P O U T 5 の通過位相と第 4 の出力側移相回路 P O U T 6、P O U T 5 の通過位相との差は 9 0 度である。第 1 及び第 2 の出力側移相回路の通過位相と第 3 及び第 4 の出力側移相回路の通過位相との差は 4 5 度又は 1 3 5 度である。

20

【 0 0 2 7 】

図 1 の電力増幅器の動作について説明する。G S M など、大きな（飽和）出力電力が要求される動作時（第 1 の動作時）には、スイッチ S W 1、S W 2 は O N 状態になり、全ての増幅器が動作する。入力された高周波信号は、単位増幅器 A 1 ~ A 4 に分配され、増幅された後、合成されてアンテナ A N T に供給される。この際、各増幅経路の通過位相は等しいため、各増幅経路で増幅された信号は同位相で合成される。

【 0 0 2 8 】

ここで、アンテナ A N T のインピーダンス Z_{ant} が規定の値（例えば 5 0 Ω ）の場合には、単位増幅器 A 1 ~ A 4 から見た負荷インピーダンス $Z_{L1} \sim Z_{L4}$ は概ね等しい値になる。一方、インピーダンス Z_{ant} が 5 0 Ω と異なる場合には、各単位増幅器の出力側に設けられた出力側移相回路の影響により、負荷インピーダンス $Z_{L1} \sim Z_{L4}$ の位相はそれぞれ異なる。

30

【 0 0 2 9 】

各単位増幅器の出力端から出力側移相回路を通過してアンテナ A N T で反射されて戻ってくる波の位相が、負荷インピーダンス $Z_{L1} \sim Z_{L4}$ の位相に相当する。従って、負荷インピーダンス $Z_{L1} \sim Z_{L4}$ の位相は下記のようなになる。

$$Z_{L1} \text{ の位相 : } + 4 5 + 2 2 . 5 + 2 2 . 5 + 4 5 = + 1 3 5$$

$$Z_{L2} \text{ の位相 : } - 4 5 + 2 2 . 5 + 2 2 . 5 - 4 5 = - 4 5$$

$$Z_{L3} \text{ の位相 : } + 4 5 - 2 2 . 5 - 2 2 . 5 + 4 5 = + 4 5$$

$$Z_{L4} \text{ の位相 : } - 4 5 - 2 2 . 5 - 2 2 . 5 - 4 5 = - 1 3 5$$

40

【 0 0 3 0 】

負荷インピーダンス Z_{L1} の位相を基準にすると、下記のように負荷インピーダンス $Z_{L1} \sim Z_{L4}$ は 9 0 度ごと位相が異なる。

$$Z_{L1} \text{ の位相 : } 0$$

$$Z_{L2} \text{ の位相 : } - 1 8 0$$

$$Z_{L3} \text{ の位相 : } - 9 0$$

$$Z_{L4} \text{ の位相 : } + 9 0$$

50

【 0 0 3 1 】

図 4 は、図 1 の電力増幅器の特性を示すスミスチャートである。 Γ_{ant} が 50 からずれた場合に、各単位増幅器の負荷インピーダンス $Z_{L1} \sim Z_{L4}$ は、90 度ごとに位相が異なるため、スミスチャートの全周 360 度において 4 方向に均等に分かれる。従って、各単位増幅器特性の負荷依存性が補い合うため、増幅器全体での負荷依存性は小さい。特に、2 つの単位増幅器を持つ図 19 のバランス増幅器よりも、増幅器全体での負荷依存性は小さくなる。

【 0 0 3 2 】

一方、W - C D M A など、要求される（飽和）出力電力が相対的に小さな動作時（第 2 の動作時）には、単位増幅器 A 1, A 2 が増幅動作し、単位増幅器 A 3, A 4 が O F F 状態となる。そして、スイッチ S W 1, S W 2 は O F F 状態となり単位増幅器 A 3, A 4 の増幅経路を切り離す。具体的には、ベース又はゲートバイアスでトランジスタを O F F 状態（例えばピンチ O F F 状態）にするか、コレクタ又はドレインを制御して O F F 状態（例えば電圧 0 V）にする。入力された高周波信号は、単位増幅器 A 1, A 2 に分配され、増幅された後、合成されてアンテナ A N T に供給される。

10

【 0 0 3 3 】

アンテナ A N T のインピーダンス Γ_{ant} が 50 の場合には、単位増幅器 A 1, A 2 の負荷インピーダンス Z_{L1}, Z_{L2} は概ね等しい値になる。 Γ_{ant} が 50 からずれた場合に、負荷インピーダンス Z_{L1}, Z_{L2} は 180 度位相が異なるため、スミスチャート上でほぼ反対向きになる。従って、単位増幅器 A 1, A 2 の負荷依存性が補い合うため、増幅器全体での負荷依存性は小さい。

20

【 0 0 3 4 】

また、本実施の形態は参考例 1 とは異なり、G S M などの大電力が要求される動作時に動作しない無駄な増幅器が無い。従って、電力増幅器を構成する半導体チップや周辺回路の面積を小さくすることができるため、サイズ及びコストを低減することができる。そして、電力増幅器とアンテナ A N T の間に通過損失が大きいスイッチを設ける必要が無いため、消費電力を低減することができる。また、第 1 のバランス増幅器 B 1 と第 2 のバランス増幅器 B 2 として、同じ構成のブロック（モジュール）を 2 つ用いれば良いので、量産性が良い。

【 0 0 3 5 】

なお、第 1 の出力側移相回路 P O U T 1, P O U T 2 の通過位相と第 2 の出力側移相回路 P O U T 3, P O U T 2 の通過位相との差は完全に 90 度である必要はなく、 90 ± 25.5 度であればよい。同様に、第 3 の出力側移相回路 P O U T 4, P O U T 5 の通過位相と第 4 の出力側移相回路 P O U T 6, P O U T 5 の通過位相との差は完全に 90 度である必要はなく、 90 ± 25.5 度であればよい。第 1 及び第 2 の出力側移相回路の通過位相と第 3 及び第 4 の出力側移相回路の通過位相との差は、完全に 45 度又は 135 度である必要はなく、 45 ± 11.25 度又は 135 ± 11.25 度であればよい。これにより、アンテナインピーダンスが 50 からずれた場合に、各単位増幅器が見る負荷インピーダンスがスミスチャート上でほぼ均等に分散されるため、増幅器全体での負荷依存性は小さい。

30

40

【 0 0 3 6 】

実施の形態 2 .

図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る電力増幅器を示す図である。実施の形態 1 とは移相回路の数及び通過位相が異なる。

【 0 0 3 7 】

単位増幅器 A 1 の入力側に入力側移相回路 P I N 1、単位増幅器 A 2 の入力側に入力側移相回路 P I N 2、単位増幅器 A 3 の入力側に入力側移相回路 P I N 3、単位増幅器 A 4 の入力側に入力側移相回路 P I N 4 が設けられている。

【 0 0 3 8 】

単位増幅器 A 1 の出力側に出力側移相回路 P O U T 1（第 1 の出力側移相回路）、単位

50

増幅器 A 2 の出力側に出力側移相回路 P O U T 2 (第 2 の出力側移相回路)、単位増幅器 A 3 の出力側に出力側移相回路 P O U T 3 (第 3 の出力側移相回路)、単位増幅器 4 の出力側に出力側移相回路 P O U T 4 (第 4 の出力側移相回路) が設けられている。

【 0 0 3 9 】

各移相回路の通過位相は、P I N 1 では - 6 7 . 5 度、P I N 2 では + 2 2 . 5 度、P I N 3 では - 2 2 . 5 度、P I N 4 では + 6 7 . 5 度、P O U T 1 では + 6 7 . 5 度、P O U T 2 では - 2 2 . 5 度、P O U T 3 では + 2 2 . 5 度、P O U T 4 では - 6 7 . 5 度である。

【 0 0 4 0 】

実施の形態 1 と同様に、各増幅経路の通過位相は等しいが、各増幅経路の出力側移相回路の通過位相はそれぞれ異なる。具体的には、第 1 の出力側移相回路 P O U T 1 の通過位相と第 2 の出力側移相回路 P O U T 2 の通過位相との差は 9 0 度である。第 3 の出力側移相回路 P O U T 3 の通過位相と第 4 の出力側移相回路 P O U T 4 の通過位相との差は 9 0 度である。第 1 及び第 2 の出力側移相回路の通過位相と第 3 及び第 4 の出力側移相回路の通過位相との差は 4 5 度又は 1 3 5 度である。これにより、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。また、実施の形態 1 よりも移相回路の数が少ないため、更にサイズ及びコストを低減することができる。

【 0 0 4 1 】

実施の形態 3 .

図 6 は、本発明の実施の形態 3 に係る電力増幅器を示す図である。実施の形態 2 とは移相回路の通過位相が異なる。各移相回路の通過位相は、P I N 1 では - 9 0 度、P I N 2 では 0 度、P I N 3 では - 4 5 度、P I N 4 では + 4 5 度、P O U T 1 では + 9 0 度、P O U T 2 では 0 度、P O U T 3 では + 4 5 度、P O U T 4 では - 4 5 度である。これにより、実施の形態 2 と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 4 2 】

実施の形態 4 .

図 7 は、本発明の実施の形態 4 に係る電力増幅器を示す図である。この電力増幅器は、入力端子 I N から入力した入力信号を 3 つの増幅経路に分配し、増幅した後、合成して出力端子 O U T から出力する。出力端子 O U T はアンテナ A N T に接続されている。

【 0 0 4 3 】

3 つの増幅経路にそれぞれ単位増幅器 A 1 (第 1 の単位増幅器)、単位増幅器 A 2 (第 2 の単位増幅器)、単位増幅器 A 3 , A 4 (第 3 の単位増幅器) が設けられている。単位増幅器 A 1 の入力側に入力側移相回路 P I N 1 , P I N 2、単位増幅器 A 2 の入力側に入力側移相回路 P I N 1 , P I N 3、単位増幅器 A 3 , A 4 の入力側に入力側移相回路 P I N 4 , P I N 5 が設けられている。

【 0 0 4 4 】

単位増幅器 A 1 の出力側に出力側移相回路 P O U T 1 , P O U T 2 (第 1 の出力側移相回路)、単位増幅器 A 2 の出力側に出力側移相回路 P O U T 3 , P O U T 2 (第 2 の出力側移相回路)、単位増幅器 A 3 , A 4 の出力側に出力側移相回路 P O U T 4 , P O U T 5 (第 3 の出力側移相回路) が設けられている。

【 0 0 4 5 】

分配器 D 1 は、入力端子 I N から入力された入力信号を 2 つに分割して入力側移相回路 P I N 1 , P I N 4 に出力する。分配器 D 2 は、入力側移相回路 P I N 1 の出力信号を 2 つに分割して入力側移相回路 P I N 2 , P I N 3 に出力する。分配器 D 3 は、入力側移相回路 P I N 5 の出力信号を 2 つに分割して単位増幅器 A 3 , A 4 に出力する。

【 0 0 4 6 】

合成器 C 1 は、出力側移相回路 P O U T 1 , P O U T 3 の出力信号を合成して出力側移相回路 P O U T 2 に出力する。合成器 C 2 は、単位増幅器 A 3 , A 4 の出力信号を合成して出力側移相回路 P O U T 4 に出力する。合成器 C 3 は、出力側移相回路 P O U T 2 , P O U T 5 の出力信号を合成して出力端子 O U T に出力する。

【 0 0 4 7 】

入力側移相回路 P I N 4 と分配器 D 1 との間にスイッチ S W 1 が設けられている。出力側移相回路 P O U T 5 と合成器 C 3 との間にスイッチ S W 2 が設けられている。各移相回路の通過位相は、P I N 1 では + 2 2 . 5 度、P I N 2 では - 4 5 度、P I N 3 では + 4 5 度、P I N 4 では - 2 2 . 5 度、P I N 5 では - 4 5 度、P O U T 1 では + 4 5 度、P O U T 2 では - 2 2 . 5 度、P O U T 3 では - 4 5 度、P O U T 4 では + 4 5 度、P O U T 5 では + 2 2 . 5 度である。

【 0 0 4 8 】

このように各増幅経路の通過位相は等しいが、各増幅経路の出力側移相回路の通過位相はそれぞれ異なる。具体的には、第 1 の出力側移相回路 P O U T 1 , P O U T 2 の通過位相と第 2 の出力側移相回路 P O U T 3 , P O U T 2 の通過位相との差は 9 0 度である。第 1 及び第 2 の出力側移相回路の通過位相と第 3 の出力側移相回路 P O U T 4 , P O U T 5 の通過位相との差は 4 5 度又は 1 3 5 度である。

10

【 0 0 4 9 】

図 7 の電力増幅器の動作について説明する。G S M など、大きな（飽和）出力電力が要求される動作時（第 1 の動作時）には、スイッチ S W 1 , S W 2 は O N 状態になり、全ての増幅器が動作する。入力された高周波信号は、単位増幅器 A 1 ~ A 4 に分配され、増幅された後、合成されてアンテナ A N T に供給される。この際、各増幅経路の通過位相は等しいため、各増幅経路で増幅された信号は同位相で合成される。

【 0 0 5 0 】

ここで、アンテナ A N T のインピーダンス Z_{ant} が 5 0 からずれた場合に、各単位増幅器の負荷インピーダンスは位相が異なるため、スミスチャートの全周 3 6 0 度において 3 方向に分かれる。従って、各単位増幅器特性の負荷依存性が補い合うため、増幅器全体での負荷依存性は小さい。特に、2 つの単位増幅器を持つ図 1 9 のバランス増幅器よりも、増幅器全体での負荷依存性は小さくなる。

20

【 0 0 5 1 】

一方、W - C D M A など、要求される（飽和）出力電力が相対的に小さな動作時（第 2 の動作時）には、単位増幅器 A 1 , A 2 が増幅動作し、単位増幅器 A 3 , A 4 が O F F 状態となる。そして、スイッチ S W 1 , S W 2 は O F F 状態となり単位増幅器 A 3 , A 4 の増幅経路を切り離す。入力された高周波信号は、単位増幅器 A 1 , A 2 に分配され、増幅された後、合成されてアンテナ A N T に供給される。

30

【 0 0 5 2 】

アンテナ A N T のインピーダンス Z_{ant} が 5 0 からずれた場合に、負荷インピーダンス Z_{L1} , Z_{L2} は 1 8 0 度位相が異なるため、スミスチャート上でほぼ反対向きになる。従って、単位増幅器 A 1 , A 2 の負荷依存性が補い合うため、増幅器全体での負荷依存性は小さい。

【 0 0 5 3 】

その他、実施の形態と同様の効果を得ることができる。また、実施の形態 1 よりも移相回路の数が少ないため、更にサイズ及びコストを低減することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、第 1 の出力側移相回路 P O U T 1 , P O U T 2 の通過位相と第 2 の出力側移相回路 P O U T 3 , P O U T 2 の通過位相との差は完全に 9 0 度である必要はなく、 90 ± 25.5 度であればよい。第 1 及び第 2 の出力側移相回路の通過位相と第 3 の出力側移相回路の通過位相との差は、完全に 4 5 度又は 1 3 5 度である必要はなく、 45 ± 11.25 度又は 135 ± 11.25 度であればよい。

40

【 0 0 5 5 】

また、入力側移相回路 P I N 5 の通過位相を + 4 5 度、出力側移相回路 P O U T 4 の通過位相を - 4 5 度としてもよい。さらに、入力側移相回路 P I N 4 , P I N 5 を 1 つの移相回路とし、出力側移相回路 P O U T 4 , P O U T 5 を 1 つの移相回路とするなどの変形も可能である。

50

【 0 0 5 6 】

また、実施の形態 1 との比較のために単位増幅器 A 3 , A 4 を分けて説明したが、これは同相合成を行うので 1 つの単位増幅器と見なすことができる。従って、3 つの増幅経路にそれぞれ単位増幅器が設けられている。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 5 .

図 8 は、本発明の実施の形態 5 に係る電力増幅器を示す図である。実施の形態 4 とは移相回路の数及び通過位相が異なる。

【 0 0 5 8 】

単位増幅器 A 1 の入力側に入力側移相回路 P I N 1、単位増幅器 A 2 の入力側に入力側移相回路 P I N 2、単位増幅器 A 3 , A 4 の入力側に入力側移相回路 P I N 3 が設けられている。

10

【 0 0 5 9 】

単位増幅器 A 1 の出力側に出力側移相回路 P O U T 1 (第 1 の出力側移相回路)、単位増幅器 A 2 の出力側に出力側移相回路 P O U T 2 (第 2 の出力側移相回路)、単位増幅器 A 3 , A 4 の出力側に出力側移相回路 P O U T 3 (第 3 の出力側移相回路) が設けられている。

【 0 0 6 0 】

各移相回路の通過位相は、P I N 1 では - 3 0 度、P I N 2 では + 3 0 度、P I N 3 では - 9 0 度、P O U T 1 では + 3 0 度、P O U T 2 では - 3 0 度、P O U T 3 では + 9 0 度である。

20

【 0 0 6 1 】

このように各増幅経路の通過位相は等しいが、各増幅経路の出力側移相回路の通過位相はそれぞれ異なる。具体的には、第 1 の出力側移相回路 P O U T 1 の通過位相と第 2 の出力側移相回路 P O U T 2 の通過位相との差は 6 0 度である。第 1 及び第 2 の出力側移相回路の通過位相と第 3 の出力側移相回路 P O U T 3 の通過位相との差は 6 0 度又は 1 2 0 度である。

【 0 0 6 2 】

この実施の形態の場合は、小電力動作時 (第 2 の動作時) のバランス動作は完全ではなくなるが、増幅器全体での負荷依存性をある程度小さくすることができる。一方、大電力動作時 (第 1 の動作時) には、各単位増幅器が見るインピーダンスは 1 2 0 度異なり、スミスチャートの全周 3 6 0 度において 3 方向に均等に分かれるため、実施の形態 5 の場合よりは負荷依存性を小さくすることができる。

30

【 0 0 6 3 】

なお、第 1 の出力側移相回路 P O U T 1 の通過位相と第 2 の出力側移相回路 P O U T 2 の通過位相との差は完全に 6 0 度である必要はなく、 60 ± 15 度であればよい。第 1 及び第 2 の出力側移相回路の通過位相と第 3 の出力側移相回路 P O U T 3 の通過位相との差は、完全に 6 0 度又は 1 2 0 度である必要はなく、 60 ± 15 度又は 120 ± 15 度であればよい。

【 0 0 6 4 】

実施の形態 6 .

図 9 は、本発明の実施の形態 6 に係る電力増幅器を示す図である。実施の形態 1 と比べて、入力側移相回路 P I N 4 とスイッチ S W 1 の配置が入れ替わり、出力側移相回路 P O U T 5 とスイッチ S W 2 の配置が入れ替わっている。

40

【 0 0 6 5 】

小電力動作時 (第 2 の動作時) には、スイッチ S W 1 , S W 2 が O F F になり、単位増幅器 A 3 , A 4 も動作しない。このように第 2 のバランス増幅器 B 2 側に移相回路 P O U T 5 が有るため、アンテナ A N T のインピーダンスが 5 0 の場合でも、第 1 のバランス増幅器 B 1 からアンテナ A N T 側を見たインピーダンス $Z L_b 1$ は 5 0 にならない。

【 0 0 6 6 】

50

一般に増幅器の動作時出力電力が異なれば最適な負荷インピーダンスも異なるため、小電力動作時に Z_{L_b1} が50Ωであることが第1のバランス増幅器にとって最適であるとは限らない。また、移相回路の通過位相が所望の値であればバランス増幅器動作を行うことができるため、移相回路とスイッチの順番は任意である。そこで、小電力動作時に Z_{L_b1} が最適になるように、スイッチと移相回路の配置を決めればよい。なお、例えば移相回路 $POUT5$ を10度と12.5度の移相回路に分割してその間にスイッチ $SW2$ を設けてもよいし、単位増幅器 $A3$ 、 $A4$ と $POUT4$ 、 $POUT6$ との間にスイッチ $SW2$ を設けても良い。このように小電力動作時の負荷インピーダンスを最適化することで、更に効率や歪み特性を改善することができる。

【0067】

10

実施の形態7.

図10は、本発明の実施の形態7に係る電力増幅器を示す図である。実施の形態1とはスイッチの数及び配置、移相回路の通過位相が異なる。

【0068】

スイッチ $SW1$ は分配器 $D1$ と移相回路 $PIN3$ の間に設けられ、スイッチ $SW2$ は合成器 $C1$ と移相回路 $POUT3$ の間に設けられ、スイッチ $SW3$ は分配器 $D3$ と移相回路 $PIN6$ の間に設けられ、スイッチ $SW4$ は合成器 $C2$ と移相回路 $POUT6$ の間に設けられている。

【0069】

各移相回路の通過位相は、 $PIN1$ では-45度、 $PIN2$ では-22.5度、 $PIN3$ では+22.5度、 $PIN4$ では+45度、 $PIN5$ では-22.5度、 $PIN6$ では+22.5度、 $POUT1$ では+22.5度、 $POUT2$ では+45度、 $POUT3$ では-22.5度、 $POUT4$ では+22.5度、 $POUT5$ では-45度、 $POUT6$ では-22.5度である。

20

【0070】

図10の電力増幅器の動作について説明する。GSMなど、大電力動作時(第1の動作時)には、スイッチ $SW1$ ~ $SW4$ はON状態になり、全ての増幅器が動作する。一方、小電力動作時(第2の動作時)には、単位増幅器 $A1$ 、 $A3$ が増幅動作し、単位増幅器 $A2$ 、 $A4$ がOFF状態となる。そして、スイッチ $SW1$ ~ $SW4$ はOFF状態となり単位増幅器 $A2$ 、 $A4$ の増幅経路を切り離す。

30

【0071】

これにより実施の形態1と同様の効果を得ることができる。また、各スイッチ $SW1$ ~ $SW4$ の通過電力は実施の形態1に比べて小さくなるため、比較的損失の小さなスイッチを用いることができる。従って、増幅器全体の効率を向上させることができる。さらに、小電力動作時に動作しているトランジスタ素子が物理的に離れているため、放熱などの点で有利である。

【0072】

なお、4つの増幅経路の出力側位相差が45度おきであり、小電力時に動作する2つの増幅経路の出力側位相差が90度であれば良いので、各移相回路の通過位相の組み合わせは上記組み合わせに限定されない。

40

【0073】

実施の形態8.

図11は、本発明の実施の形態8に係る電力増幅器を示す図である。実施の形態7と比べて、入力側移相回路 $PIN3$ とスイッチ $SW1$ の配置が入れ替わり、入力側移相回路 $PIN6$ とスイッチ $SW3$ の配置が入れ替わり、出力側移相回路 $POUT3$ とスイッチ $SW2$ の配置が入れ替わり、出力側移相回路 $POUT6$ とスイッチ $SW4$ の配置が入れ替わっている。

【0074】

小電力動作時にスイッチ $SW1$ ~ $SW4$ がOFFとなるが、移相回路 $POUT3$ 、 $POUT6$ が分配器 $C1$ 、 $C2$ に接続されている。これにより、小電力動作時に動作する単位

50

増幅器 A 1 , A 3 から見た負荷インピーダンス Z_{L_e1} , Z_{L_e3} を最適化することができるため、更に効率や歪み特性を改善することができる。

【 0 0 7 5 】

実施の形態 9 .

図 1 2 は、本発明の実施の形態 9 に係る電力増幅器を示す図である。この電力増幅器は、実施の形態 6 の構成においてスイッチ S W 1 , S W 2 を S P D T (Single Pole Double Throw) スイッチとしたものである。

【 0 0 7 6 】

スイッチ S W 1 , S W 2 は、大電力動作時には第 2 のバランス増幅器 B 2 に接続され、小電力動作時にはインピーダンス素子 Z_{ti} , Z_{to} に接続される。これにより小電力動作時に動作する単位増幅器 A 1 , A 2 から見た負荷インピーダンス Z_{L_b1} を最適化することができるため、更に効率や歪み特性を改善することができる。

【 0 0 7 7 】

なお、単位増幅器 A 1 , A 3 に要求されるインピーダンスの条件によっては、インピーダンス素子 Z_{ti} , Z_{to} と移相回路 P I N 5 , P I N 6 , P O U T 4 , P O U T 6 の配置を入れ換えても良い。

【 0 0 7 8 】

実施の形態 1 0 .

図 1 3 は、本発明の実施の形態 1 0 に係る電力増幅器を示す図である。この電力増幅器は、実施の 7 の構成においてスイッチ S W 1 ~ S W 4 を S P D T スイッチとしたものである。

【 0 0 7 9 】

スイッチ S W 1 ~ S W 4 は、大電力動作時には増幅経路側に接続され、小電力動作時にはインピーダンス素子 Z_{ti} , Z_{to} に接続される。これにより、小電力動作時に動作する単位増幅器 A 1 , A 3 から見た負荷インピーダンス Z_{L_e1} , Z_{L_e3} を最適化することができるため、更に効率や歪み特性を改善することができる。

【 0 0 8 0 】

実施の形態 1 1 .

図 1 4 は、本発明の実施の形態 1 1 に係る電力増幅器を示す図である。実施の形態 1 と比べてスイッチ S W 1 , S W 2 が設けられていない。

【 0 0 8 1 】

O F F 状態のトランジスタは、その寄生容量によって出力側から見たインピーダンス (アドミタンス Y_{tr_off}) は容量性を持つことが多い。この容量性により、外部から単位増幅器が O F F 状態の増幅経路を見たインピーダンスはオープンにならない。そこで、実施の形態 1 では、小電力動作時にスイッチ S W 1 , S W 2 を O F F することによって、O F F 状態の単位増幅器 A 3 , A 4 の増幅経路を切り離していた。

【 0 0 8 2 】

小電力動作時には単位増幅器 A 3 , A 4 は O F F 状態となる。O F F 状態の単位増幅器 A 3 , A 4 の出力側から見たアドミタンス Y_{tr_off} は、トランジスタの寄生容量により容量性となることが多い。

【 0 0 8 3 】

図 1 5 は、図 1 4 の電力増幅器の特性を示すスミスチャートである。単位増幅器 A 3 , A 4 の出力側に設けられた移相回路 P O U T 4 ~ P O U T 6 によって、移相回路 P O U T 4 , P O U T 5 の出力端におけるアドミタンス Y_{oe3} , Y_{oe4} は、 Y_{tr_off} を基準としてスミスチャート上で反対側になる。これを合成した点でのアドミタンスはこれを合計した値になる。移相回路 P O U T 5 の出力端におけるアドミタンス Y_{ob2} はオープン点に近い値となる。従って、合成器 C 3 から小電力動作時に O F F 状態の単位増幅器 A 3 , A 4 の増幅経路を見たインピーダンスがオープンになる。このため、O F F 状態の単位増幅器 A 3 , A 4 の増幅経路を切り離すためのスイッチ S W 1 , S W 2 を省略しても、O F F 状態の単位増幅器 A 3 , A 4 の増幅経路の影響を無くすことができる。

【 0 0 8 4 】

ここで、単位増幅器の出力側に整合回路が設けられることが有るので、Y t r _ o f f が必ずしも容量性であるとは限らない。仮に誘導性である場合には、 -22.5 度の移相回路 P O U T 5 の代わりに $+22.5$ 度の移相回路とすることで、上記で説明した場合と同等の効果が得られる。

【 0 0 8 5 】

入力側についても同様に回路を構成する。この時、入力信号の分配点から O F F 状態の単位増幅器 A 3 , A 4 の増幅経路を見たインピーダンスがオープンになるように入力側移相回路の移相量を設定する。ただし、合成器で電力が合成されるために、各増幅経路の通過位相を等しくする必要がある。なお、移相回路 P I N 4 ~ P I N 6 の通過位相量の合計が規定の値であれば良いので、移相回路 P I N 4 ~ P I N 6 の通過位相量を例えば $+12.5$ 度、 -35 度、 $+55$ 度としてもよい。

10

【 0 0 8 6 】

以上のように、単位増幅器 A 3 , A 4 がバランス増幅器を構成していること、各単位増幅器の入出力に移相量の異なる移相回路を有していることを利用し、移相回路の通過位相量を設定することにより、O F F 状態の単位増幅器 A 3 , A 4 の増幅経路を見たインピーダンスがオープンになるようにできる。これにより、スイッチを省略することができるため、スイッチによる損失を無くして増幅器の効率を向上させることができる。

【 0 0 8 7 】

なお、実施の形態 2 ~ 1 0 の構成においても同様に移相回路の通過位相量を調整すれば、スイッチ S W 1 ~ S W 4 を省略することができる。

20

【 0 0 8 8 】

実施の形態 1 2 .

図 1 6 は、本発明の実施の形態 1 2 に係る電力増幅器を示す図である。実施の形態 1 と異なり、単位増幅器 A 1 , A 2 と電源 V C C との間に、例えば D C ・ D C コンバータなどの電圧制御手段 C N T を設けている。電圧制御手段 C N T は、各通信システムで要求される増幅器の出力電力に応じて、バイポーラトランジスタや F E T などからなる単位増幅器 A 1 , A 2 のコレクタ電圧又はドレイン電圧を制御して、増幅器の飽和出力電力を変化させる（切換える）。

【 0 0 8 9 】

図 1 6 の電力増幅器の動作について説明する。大電力動作時には、実施の形態 1 と同様に全ての単位増幅器が動作する。この時、4つの単位増幅器のコレクタ電圧又はドレイン電圧は等しい。

30

【 0 0 9 0 】

一方、小電力動作時には、実施の形態 1 と同様に単位増幅器 A 1 , A 2 が増幅動作し、単位増幅器 A 3 , A 4 が O F F 状態となり、スイッチ S W 1 , S W 2 は O F F 状態となる。さらに、第 1 と第 2 単位増幅器の増幅素子のコレクタ電圧あるいはドレイン電圧を変化させることで、小電力動作時に最適な飽和出力電力を実現することができる。

【 0 0 9 1 】

ここで、大電力動作時と小電力動作時に要求される飽和出力電力の差は一般的には 3 d B ではない。すなわち、両者の飽和出力電力は 2 対 1 ではない。従って、それぞれの動作時に最適な飽和出力電力を有する増幅器とするためには、実施の形態 1 では単位増幅器 A 1 , A 2 と単位増幅器 A 3 , A 4 として飽和出力電力が違うものを用いる必要がある。この場合、全ての単位増幅器が動作する大電力動作時には、4つの単位増幅器によるバランス動作が完全には実現できず、負荷依存性が増大してしまう。一方、実施の形態 1 において全ての単位増幅器 A 1 ~ A 4 の飽和出力電力を等しくすると、全ての単位増幅器が動作する大電力動作時のバランス増幅器動作は良好になるが、小電力動作時では最適な飽和出力電力を有する増幅器とすることができず、効率が低下する場合がある。

40

【 0 0 9 2 】

これに対し、本実施の形態では、全ての単位増幅器の飽和出力電力が等しいので、大出

50

力動作時に全ての単位増幅器からなる完全なバランス動作が実現し、増幅器全体での負荷依存性が小さい。そして、小電力動作時にも増幅器の飽和出力電力を最適にすることができるため、増幅器の効率を向上することができる。

【0093】

また、第1のバランス増幅器B1と第2のバランス増幅器B2として、トランジスタの大きさまで含めて全く同じものを用いることができるので、更に量産性が向上し、更にコストを低減することができる。

【0094】

また、電圧制御手段CNTにより制御しなければならない電流値は、参考例2に比べ、大幅に少なくなる。従って、電圧制御手段CNTの大きさ、損失、コストなどを低減することができる。

10

【0095】

なお、実施の形態2~11に同様に電圧制御手段CNTを設けてもよい。これにより、本実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0096】

なお、実施の形態1~12では、大電力が要求されるシステムと小電力が要求されるシステムに共用できる電力増幅器について説明した。これに限らず、同じ通信システムにおいても、例えば基地局からの距離などによって出力電力を可変する動作をする電力増幅器にも上記の構成を適用することができる。

【0097】

20

また、実施の形態1~12において、増幅経路が3つ又は4つの場合について説明したが、これに限らず、増幅経路が3つ以上であればよい。この場合、第2の動作時には、少なくとも2つ以上の単位増幅器が増幅動作し、少なくとも1つの単位増幅器がOFF状態となる。この場合、単位増幅器の数をn個とすると、各単位増幅器の出力側移相回路の互いの位相差を $(180/n)$ 度とするのが好ましい。

【0098】

また、各単位増幅器の入出力側の通過位相が相対的に規定の値になっていれば良いので、移相回路、分配器及び合成器の代わりに、90度ハイブリッドカップラなど、分配合成機能と複数の入出力経路に位相差を発生させる機能が一体化された回路を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

30

【0099】

【図1】本発明の実施の形態1に係る電力増幅器を示す図である。

【図2】位相を進ませる移相回路の一例を示す図である。

【図3】位相を遅らせる移相回路の一例を示す図である。

【図4】図1の電力増幅器の特性を示すスミスチャートである。

【図5】本発明の実施の形態2に係る電力増幅器を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態3に係る電力増幅器を示す図である。

【図7】発明の実施の形態4に係る電力増幅器を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態5に係る電力増幅器を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態6に係る電力増幅器を示す図である。

40

【図10】本発明の実施の形態7に係る電力増幅器を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態8に係る電力増幅器を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態9に係る電力増幅器を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態10に係る電力増幅器を示す図である。

【図14】本発明の実施の形態11に係る電力増幅器を示す図である。

【図15】図14の電力増幅器の特性を示すスミスチャートである。

【図16】本発明の実施の形態12に係る電力増幅器を示す図である。

【図17】アイソレータを省略した電力増幅器を示す図である。

【図18】図17の電力増幅器の特性を示すスミスチャートである。

【図19】バランス増幅器を示す図である。

50

【図20】アンテナインピーダンスが50 の場合における図19のバランス増幅の特性を示すスミスチャートである。

【図21】アンテナインピーダンスが50 から変動した場合における図19のバランス増幅の特性を示すスミスチャートである。

【図22】参考例1に係る電力増幅器を示す図である。

【図23】参考例2に係る電力増幅器を示す図である。

【符号の説明】

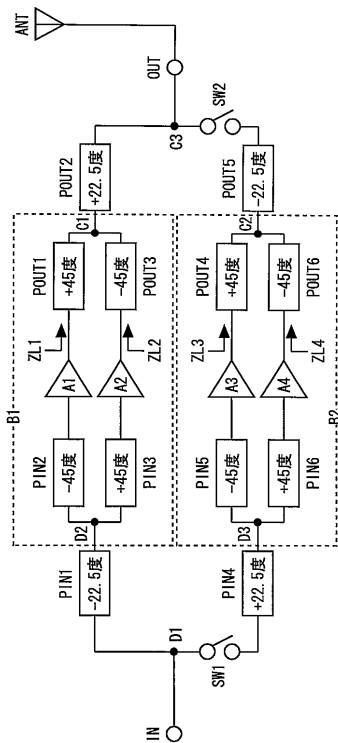
【0100】

A1～A4 単位増幅器

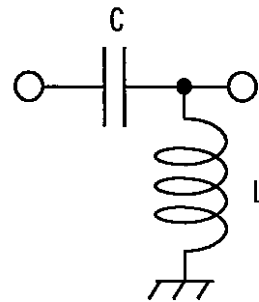
PIN1～PIN6 入力側移相回路

POUT1～POUT6 出力側移相回路

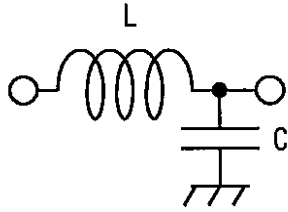
【図1】



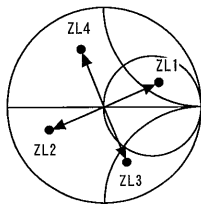
【図2】



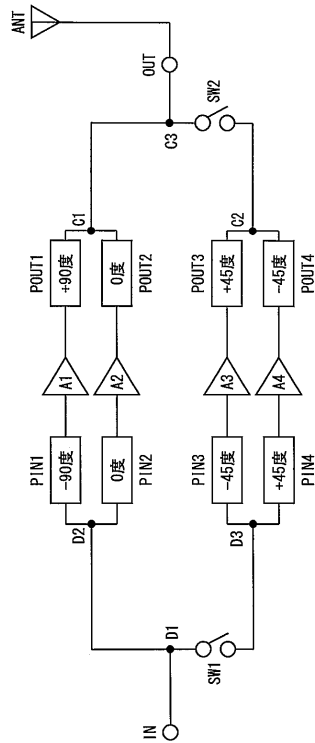
【 図 3 】



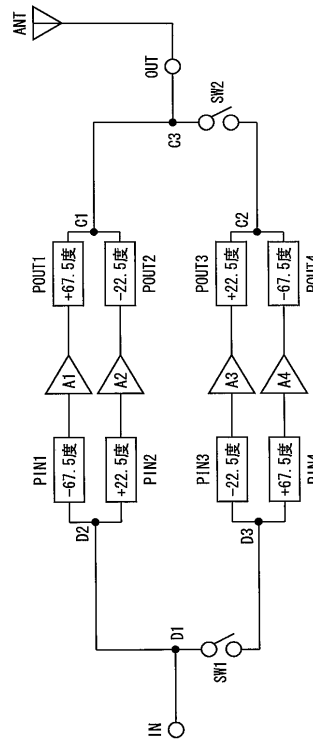
【 図 4 】



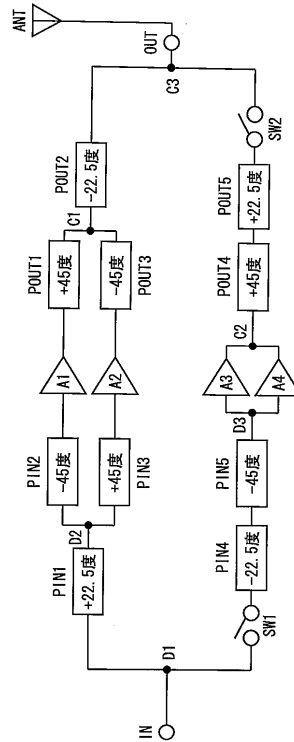
【 図 6 】



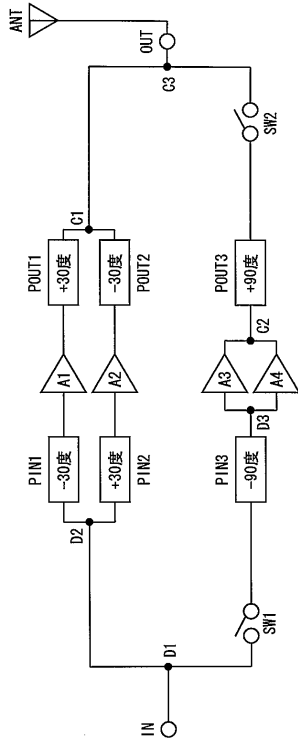
【 図 5 】



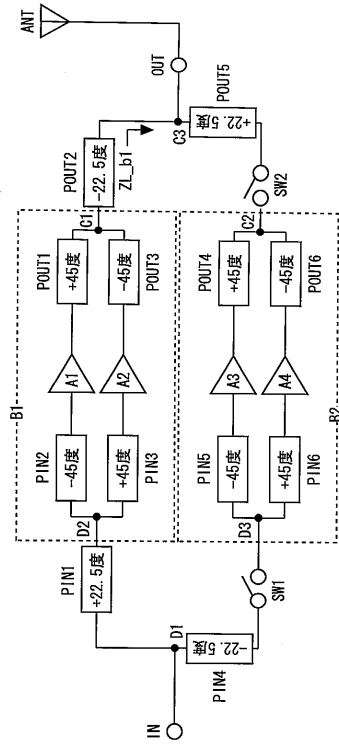
【 図 7 】



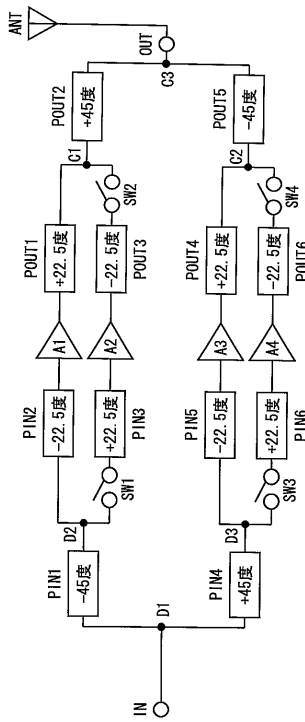
【 図 8 】



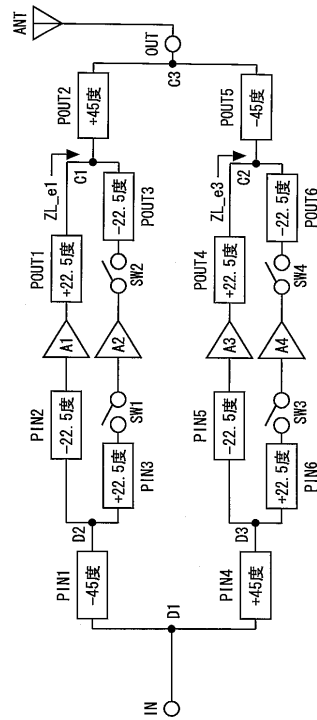
【 図 9 】



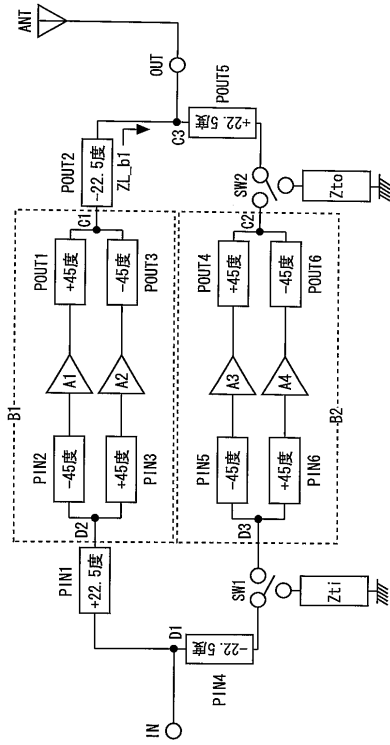
【 図 10 】



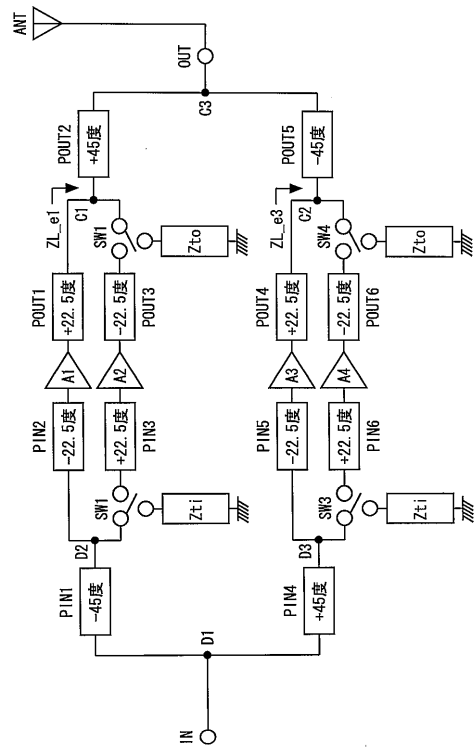
【 図 11 】



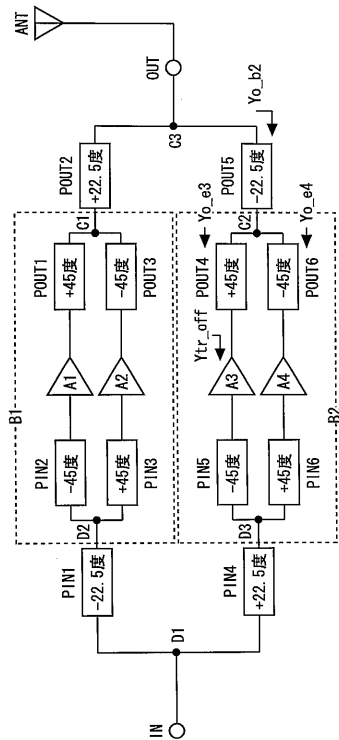
【 図 1 2 】



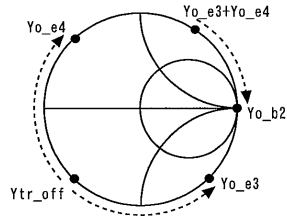
【 図 1 3 】



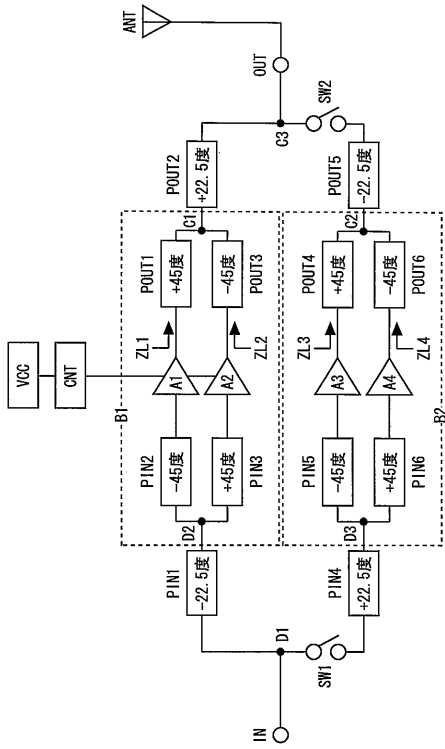
【 図 1 4 】



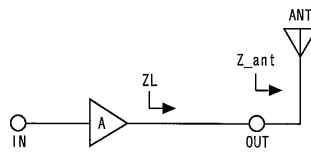
【 図 1 5 】



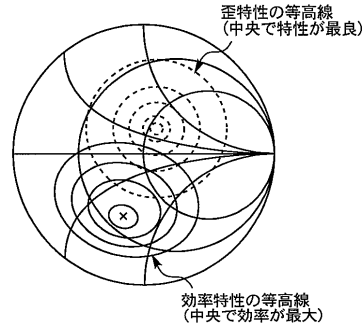
【図16】



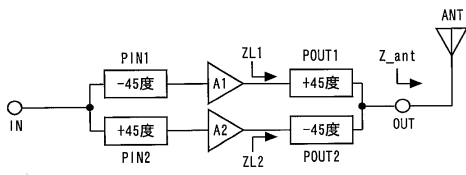
【図17】



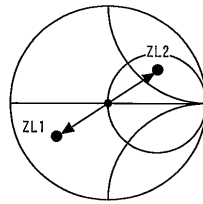
【図18】



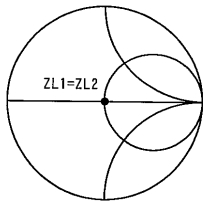
【図19】



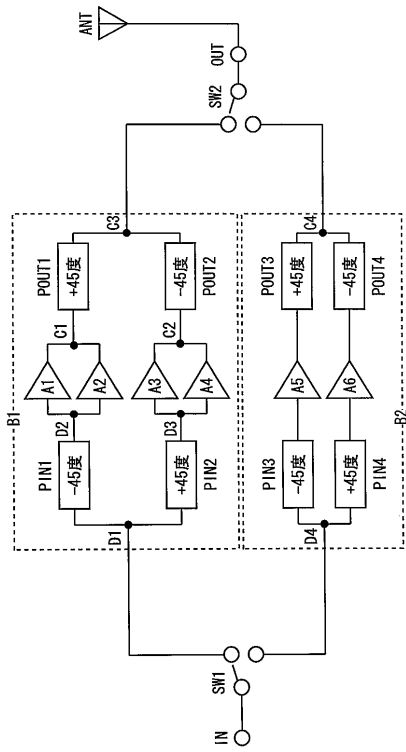
【図21】



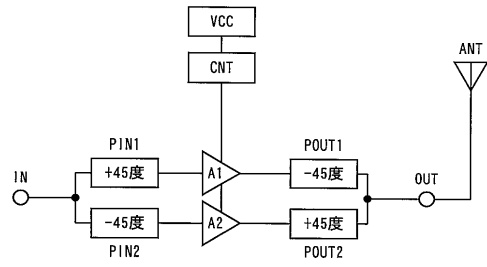
【図20】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 弥政 和宏
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 山本 和也
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 松塚 隆之
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 北林 文政
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 安井 雅史

- (56)参考文献 特開平04-054006(JP,A)
特開平09-064758(JP,A)
特開平11-112362(JP,A)
特開昭62-031209(JP,A)
特開2008-035487(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03F 1/00-3/45, 3/50-3/52,
3/62-3/64, 3/68-3/72