

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線周波数信号が差動入力され、前記無線周波数信号を増幅した増幅信号を差動出力する第 1 ~ 第 4 の差動増幅器と、

前記第 1 の差動増幅器の差動出力と接続される第 1 の入力側巻線と、

前記第 2 の差動増幅器の差動出力と接続される第 2 の入力側巻線と、

前記第 3 の差動増幅器の差動出力と接続される第 3 の入力側巻線と、

前記第 4 の差動増幅器の差動出力と接続される第 4 の入力側巻線と、

前記第 1 の入力側巻線と電磁界結合された第 1 の出力側巻線と、

前記第 2 の入力側巻線と電磁界結合された第 2 の出力側巻線と、

前記第 3 の入力側巻線と電磁界結合された第 3 の出力側巻線と、

前記第 4 の入力側巻線と電磁界結合された第 4 の出力側巻線と、

動作モードを示すモード信号に基づいて、前記第 1 ~ 第 4 の差動増幅器へのバイアス電圧の供給を制御するバイアス回路と、

を備え、

前記第 1 ~ 第 4 の出力側巻線は直列接続され、

前記第 1 の入力側巻線と前記第 1 の出力側巻線との巻線比は 2 : 1 であり、

前記第 2 の入力側巻線と前記第 2 の出力側巻線との巻線比は 2 : 1 であり、

前記第 3 の入力側巻線と前記第 3 の出力側巻線との巻線比は 2 : 1 であり、

前記第 4 の入力側巻線と前記第 4 の出力側巻線との巻線比は 2 : 1 であり、

前記バイアス回路は、

前記動作モードが、前記無線周波数信号の振幅レベルに応じて電源電圧を制御する第 1 の方式の場合、前記第 1 ~ 第 3 の差動増幅器に前記バイアス電圧を供給し、前記第 4 の差動増幅器への前記バイアス電圧の供給を停止し、

前記動作モードが、平均出力電力に応じて前記電源電圧を制御する第 2 の方式の場合、前記第 1 ~ 第 4 の差動増幅器に前記バイアス電圧を供給する、

電力増幅モジュール。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電力増幅モジュールと、

前記第 1 ~ 第 4 の差動増幅器に前記電源電圧を供給する電源回路と、

を備え、

前記電源回路は、

D C D C コンバータ及びリニアアンプを備え、

前記第 1 の方式の場合、前記 D C D C コンバータ及び前記リニアアンプを用いて、前記無線周波数信号の振幅レベルに応じた前記電源電圧を生成し、

前記第 2 の方式の場合、前記 D C D C コンバータを用いて、平均出力電力に応じた前記電源電圧を生成する、

送信ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力増幅モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話の通信網を利用する携帯端末においては、基地局へ送信する信号の電力を増幅するために電力増幅モジュールが用いられる。近年、携帯端末においては、高速なデータ通信の規格である、H S U P A (High Speed Uplink Packet Access) や L T E (Long Term Evolution)、L T E - A d v a n c e d などの変調方式が採用されてきている。このような通信規格では、通信速度を向上させるために、位相や振幅のずれを小さくすることが重要となる。すなわち、電力増幅モジュールに高い線形性が求められる。また、このよ

10

20

30

40

50

うな通信規格では、通信速度を向上させるために、信号の振幅が変化する範囲（ダイナミックレンジ）が広がることが多い。そして、ダイナミックレンジが大きい場合においても線形性を高くするためには、高い電源電圧が必要となり、電力増幅モジュールにおける消費電力が大きくなる傾向にある。

【 0 0 0 3 】

一方、携帯端末においては、通話や通信の可能時間を長くするために、消費電力を低減させることが求められる。例えば、特許文献 1 には、入力される変調信号の振幅レベルに応じて電力増幅モジュールの電源電圧を制御することによって電力効率の向上を図る、エンベロープトラッキング（E T : Envelope Tracking）方式が開示されている。また例えば、特許文献 2 には、平均出力電力に応じて電力増幅モジュールの電源電圧を制御することによって電力効率の向上を図る、平均電力トラッキング（A P T : Average Power Tracking）方式が開示されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 0 5 - 5 1 3 9 4 3 号 公 報

【 特許文献 2 】 特表 2 0 1 5 - 5 1 2 1 6 0 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

E T 方式においては、E T モジュレータと呼ばれる昇圧可能な電源 I C により電源電圧が与えられる。他方、A P T 方式においては、降圧 D C D C コンバータにより電源電圧が与えられる。そのため、リチウムイオン電池を用いる携帯端末における電力増幅モジュールに供給される電源電圧の最大値は、例えば、E T 方式の場合は 4 . 5 V 程度、A P T 方式の場合は 3 . 4 V 程度となる。

20

【 0 0 0 6 】

電力増幅モジュールの飽和出力電力 P_{OUT} は、電源電圧を V_{CC} 、ロードインピーダンスを R_L とすると、 $P_{OUT} = (1/2) \times (V_{CC}^2 / R_L)$ となる。上述のように、E T 方式と A P T 方式では、電源電圧 V_{CC} の最大値が異なる。そのため、E T 方式及び A P T 方式において同一の最大出力電力を得るためには、E T 方式及び A P T 方式で、ロードインピーダンス R_L を変えなければならない。従って、E T 方式の電力増幅モジュールと A P T 方式の電力モジュールを別々に設計する必要がある。

30

【 0 0 0 7 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、E T 方式及び A P T 方式の両方に対応した電力増幅モジュール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 】

【 0 0 0 8 】

本発明の一側面に係る電力増幅モジュールは、無線周波数信号が差動入力され、無線周波数信号を増幅した増幅信号を差動出力する第 1 ~ 第 4 の差動増幅器と、第 1 の差動増幅器の差動出力と接続される第 1 の入力側巻線と、第 2 の差動増幅器の差動出力と接続される第 2 の入力側巻線と、第 3 の差動増幅器の差動出力と接続される第 3 の入力側巻線と、第 4 の差動増幅器の差動出力と接続される第 4 の入力側巻線と、第 1 の入力側巻線と電磁界結合された第 1 の出力側巻線と、第 2 の入力側巻線と電磁界結合された第 2 の出力側巻線と、第 3 の入力側巻線と電磁界結合された第 3 の出力側巻線と、第 4 の入力側巻線と電磁界結合された第 4 の出力側巻線と、動作モードを示すモード信号に基づいて、第 1 ~ 第 4 の差動増幅器へのバイアス電圧の供給を制御するバイアス回路と、を備え、第 1 ~ 第 4 の出力側巻線は直列接続され、各電磁界結合における入力側巻線と出力側巻線との巻線比は 2 : 1 であり、バイアス回路は、動作モードが、エンベロープトラッキング方式の場合、第 1 ~ 第 3 の差動増幅器にバイアス電圧を供給し、第 4 の差動増幅器へのバイアス電圧の供給を停止する。動作モードが、平均電力トラッキング方式の場合、第 1 ~ 第 4 の差動

40

50

増幅器にバイアス電圧を供給する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、差動増幅器の出力インピーダンスを制御することで、E T方式及びA P T方式の両方に対応した電力増幅モジュールを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態である電力増幅モジュールを含む送信ユニットの構成例を示す図である。

【図2】電源回路の構成例を示す図である。

10

【図3】電力増幅モジュールの構成例を示す図である。

【図4A】E T方式の場合における出力整合の状態を示す図である。

【図4B】図4Aに示した構成を、エミッタ接地（又はソース接地）増幅回路を用いて表した構成における出力整合の状態を示す図である。

【図5A】A P T方式の場合における出力整合の状態を示す図である。

【図5B】図5Aに示した構成を、エミッタ接地（又はソース接地）増幅回路を用いて表した構成における出力整合の状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。図1は、本発明の一実施形態である電力増幅モジュールを含む送信ユニットの構成例を示す図である。送信ユニット100は、例えば、携帯電話等の移動体通信機において、音声やデータなどの各種信号を基地局へ送信するために用いられる。本実施形態の送信ユニット100は、無線周波数（R F : Radio Frequency）における複数の周波数帯域（マルチバンド）に対応している。なお、移動体通信機は基地局から信号を受信するための受信ユニットも備えるが、ここでは説明を省略する。

20

【0012】

図1に示すように、送信ユニット100は、ベースバンド部110、R F部111、電源回路112、電力増幅モジュール113、フロントエンド部114、及びアンテナ115を備える。

30

【0013】

ベースバンド部110は、H S U P AやL T E等の変調方式に基づいて、音声やデータなどの入力信号を変調し、変調信号を出力する。本実施形態では、ベースバンド部110から出力される変調信号は、振幅および位相をI Q平面上で表したI Q信号（I信号及びQ信号）として出力される。I Q信号の周波数は、例えば、数M H zから数10 M H z程度である。

【0014】

また、ベースバンド部110は、電力増幅モジュール113の動作モードを指示するモード信号M O D Eを出力する。本実施形態では、電力増幅モジュール113は、E T方式（第1の方式）及びA P T方式（第2の方式）により動作可能である。例えば、ベースバンド部110は、電力増幅モジュール113の出力が所定レベル以上である場合はE T方式を指示するモード信号M O D Eを出力し、電力増幅モジュール113の出力が所定レベル未満である場合はA P T方式を指示するモード信号M O D Eを出力することができる。また例えば、ベースバンド部110は、E T方式の動作時における電源回路112からのノイズの影響が比較的小さい周波数帯域の場合はE T方式を指示するモード信号M O D Eを出力し、当該ノイズの影響が比較的大きい周波数帯域の場合はA P T方式を指示するモード信号M O D Eを出力することができる。

40

【0015】

さらに、ベースバンド部110は、電力増幅モジュールの動作方式に応じて電源電圧を制御するための制御信号を出力する。具体的には、例えば、E T方式の場合、ベースバン

50

ド部 1 1 0 は、I Q 信号に基づいて変調信号の振幅レベルを検出し、電力増幅モジュール 1 1 3 に供給される電源電圧 V_{CC} が R F 信号のエンベロープ（振幅レベル）に応じたレベルとなるように、電源回路 1 1 2 に対して電源制御信号 $CTRL_{ET}$ を出力する。また、例えば、A P T 方式の場合、ベースバンド部 1 1 0 は、電力増幅モジュール 1 1 3 に供給される電源電圧 V_{CC} が電力増幅モジュール 1 1 3 の平均出力電力に応じたレベルとなるように、電源回路 1 1 2 に対して電源制御信号 $CTRL_{APT}$ を出力する。

【 0 0 1 6 】

R F 部 1 1 1 は、ベースバンド部 1 1 0 から出力される I Q 信号から、無線送信を行うための R F 信号 (RF_{IN}) を生成する。R F 信号は、例えば、数百 M H z から数 G H z 程度である。なお、R F 部 1 1 1 において、I Q 信号から R F 信号へのダイレクトコンバージョンが行われるのではなく、I Q 信号が中間周波数 (I F : Intermediate Frequency) 信号に変換され、I F 信号から R F 信号が生成されることとしてもよい。

10

【 0 0 1 7 】

電源回路 1 1 2 は、モード信号 M O D E 及び電源制御信号 $CTRL_{ET}$ 又は $CTRL_{APT}$ に基づいて、バッテリー電圧 V_{BAT} から、動作方式に応じたレベルの電源電圧 V_{CC} を生成し、電力増幅モジュール 1 1 3 に供給する。具体的には、電源回路 1 1 2 は、E T 方式の場合、電源制御信号 $CTRL_{ET}$ に応じた電源電圧 V_{CC} を生成する。また、電源回路 1 1 2 は、A P T 方式の場合、電源制御信号 $CTRL_{APT}$ に応じた電源電圧 V_{CC} を生成する。電源回路 1 1 2 の詳細については後述する。

20

【 0 0 1 8 】

電力増幅モジュール 1 1 3 は、電源回路 1 1 2 から供給される電源電圧 V_{CC} に基づいて、R F 部 1 1 1 から出力される R F 信号 (RF_{IN}) の電力を、基地局に送信するために必要なレベルまで増幅し、増幅信号 (RF_{OUT}) を出力する。電力増幅モジュール 1 1 3 の詳細については後述する。

【 0 0 1 9 】

フロントエンド部 1 1 4 は、増幅信号 (RF_{OUT}) に対するフィルタリングや、基地局から受信する受信信号とのスイッチングなどを行う。フロントエンド部 1 1 4 から出力される増幅信号は、アンテナ 1 1 5 を介して基地局に送信される。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、電源回路 1 1 2 の構成例を示す図である。図 2 に示すように、電源回路 1 1 2 は、リニアアンプ (L A) 2 0 0 、 D C D C コンバータ 2 1 0 、ハイパスフィルタ (H P F) 2 2 0 、ローパスフィルタ (L P F) 2 3 0 、バイアス回路 2 4 0 、及びキャパシタ 2 5 0 を備える。

30

【 0 0 2 1 】

リニアアンプ 2 0 0 は、バッテリー電圧 V_{BAT} を電源として、入力信号を線形増幅して得られる出力電圧を出力する。

【 0 0 2 2 】

D C D C コンバータ 2 1 0 は、バッテリー電圧 V_{BAT} を入力電圧として、当該入力電圧を、降圧した電圧を出力する。具体的には、E T 方式の場合、D C D C コンバータ 2 1 0 は、電源制御信号 $CTRL_{ET}$ に応じた電圧を出力する。また、A P T 方式の場合、D C D C コンバータ 2 1 0 は、電源制御信号 $CTRL_{APT}$ に応じた電圧を出力する。

40

【 0 0 2 3 】

ハイパスフィルタ 2 2 0 は、電源制御信号 $CTRL_{ET}$ の高周波成分を通過させるフィルタである。また、ローパスフィルタ 2 3 0 は、電源制御信号 $CTRL_{ET}$ の低周波成分を通過させるフィルタである。なお、電源制御信号 $CTRL_{ET}$ は、R F 信号 (RF_{IN}) のエンベロープに応じた信号である。

【 0 0 2 4 】

バイアス回路 2 4 0 は、リニアアンプ 2 0 0 にバイアス電圧を供給する。バイアス回路 2 4 0 は、E T 方式の場合はバイアス電圧を供給し、A P T 方式の場合はバイアス電圧の供給を停止する。

50

【0025】

キャパシタ250は、リニアアンプ200から出力される電圧と、DCDCコンバータ210から出力される電圧とを合成する合成回路である。

【0026】

電源回路112の動作の一例について説明する。

【0027】

ET方式の場合、バイアス回路240は、リニアアンプ200にバイアス電圧を供給する。従って、リニアアンプ200及びDCDCコンバータ210の両方が動作する。リニアアンプ200は、ハイパスフィルタ220を介して入力される電源制御信号CTRL_{ET}に応じた電圧を出力する。また、DCDCコンバータ210は、ローパスフィルタ230を介して入力される電源制御信号CTRL_{ET}に応じた電圧を出力する。そして、リニアアンプ200から出力される電圧と、DCDCコンバータ210から出力される電圧が、キャパシタ250によって合成され、RF信号(RF_{IN})のエンベロープに応じた電源電圧V_{CC}として出力される。ET方式の場合に出力される電源電圧V_{CC}の範囲は、0.5V~4.5V程度である。

10

【0028】

APT方式の場合、バイアス回路240は、リニアアンプ200へのバイアス電圧の供給を停止する。従って、リニアアンプ200は動作せず、DCDCコンバータ210のみが動作する。DCDCコンバータ210は、電源制御信号CTRL_{APT}に応じた電圧を出力する。そして、DCDCコンバータ210から出力される電圧が、平均出力電力に応じた電源電圧V_{CC}として出力される。APT方式の場合に出力される電源電圧V_{CC}の範囲は、0.5V~3.4V程度である。

20

【0029】

図3は、電力増幅モジュール113の構成例を示す図である。図3に示すように、電力増幅モジュール113は、差動増幅器A11~A14, A21~A24、トランスフォーマTR1, TR2, TR3、及びバイアス回路300, 310を備える。

【0030】

差動増幅器A11~A14, A21~A24のそれぞれは、トランジスタの差動対を含み、差動対に差動入力される信号を増幅した増幅信号を差動出力する。トランジスタは、FETであってもよいし、バイポーラトランジスタ(例えば、ヘテロ接合バイポーラトランジスタ(HBT))であってもよい。

30

【0031】

差動増幅器A11~A14の差動入力は、トランスフォーマTR1の出力側巻線L21~L24と接続されている。また、差動増幅器A11~A14の差動出力は、トランスフォーマTR2の入力側巻線L31~L34と接続されている。同様に、差動増幅器A21~A24(第1~第4の差動増幅器)の差動入力は、トランスフォーマTR2の出力側巻線L41~L44と接続されている。また、差動増幅器A21~A24の差動出力は、トランスフォーマTR3の入力側巻線L51~L54と接続されている。

【0032】

トランスフォーマTR1は、入力側巻線L11, L12, L13, L14及び出力側巻線L21, L22, L23, L24を含む。入力側巻線L11~L14は、直列接続され、入力側巻線L11の一端にRF信号(RF_{IN})が入力され、入力側巻線L14の一端が接地される。入力側巻線L11及び出力側巻線L21は、電磁界結合されている。同様に、入力側巻線L12~L14及び出力側巻線L22~L24も電磁界結合されている。従って、トランスフォーマTR1では、入力側巻線L11~L14に入力されたRF信号(RF_{IN})に応じたRF信号が、出力側巻線L21~L24に出力される。

40

【0033】

トランスフォーマTR2は、入力側巻線L31, L32, L33, L34及び出力側巻線L41, L42, L43, L44を含む。入力側巻線L31及び出力側巻線L41は、電磁界結合されている。同様に、入力側巻線L32~L34及び出力側巻線L42~L4

50

4も電磁界結合されている。従って、トランスフォーマTR2では、入力側巻線L31～L34に入力されたRF信号に応じたRF信号が、出力側巻線L41～L44に出力される。なお、入力側巻線L31～L34の midpoint には、差動増幅器A11～A14に供給される電源電圧 V_{CC} が印加される。

【0034】

トランスフォーマTR3は、入力側巻線L51, L52, L53, L54(第1～第4の入力側巻線)及び出力側巻線L61, L62, L63, L64(第1～第4の出力側巻線)を含む。出力側巻線L61～L64は、直列接続され、出力側巻線L64の一端が接地される。入力側巻線L51及び出力側巻線L61は、電磁界結合されている。同様に、入力側巻線L52～L54及び出力側巻線L62～L64も電磁界結合されている。従って、トランスフォーマTR3では、入力側巻線L51～L54に入力されたRF信号に応じたRF信号(RF_{OUT})が、出力側巻線L61の一端から出力される。なお、入力側巻線L51～L54の midpoint には、差動増幅器A21～A24に供給される電源電圧 V_{CC} が印加される。また、入力側巻線L51～L54及び出力側巻線L61～L64の巻線比は、それぞれ2:1である。

10

【0035】

バイアス回路300は、差動増幅器A11～A14にバイアス電圧を供給する。具体的には、差動増幅器を構成するトランジスタがFETの場合、バイアス回路300は、FETのゲートにバイアス電圧を供給する。また例えば、差動増幅器を構成するトランジスタがバイポーラトランジスタの場合、バイアス回路300は、バイポーラトランジスタのベースにバイアス電圧を供給する。

20

【0036】

バイアス回路310は、バイアス回路300と同様に、差動増幅器A21～A24にバイアス電圧を供給する。ただし、バイアス回路310は、モード信号MODEに基づいて、バイアス電圧の供給を制御する。具体的には、ET方式の場合、バイアス回路310は、差動増幅器A21～A23にバイアス電圧を供給し、差動増幅器A24へのバイアス電圧の供給を停止する。また、APT方式の場合、バイアス回路310は、差動増幅器A21～A24にバイアス電圧を供給する。

【0037】

電力増幅モジュール113は、上述の構成により、二段の増幅回路を構成している。即ち、差動増幅器A11～A14が、1段目(ドライバ段)の増幅回路を構成し、差動増幅器A21～A24が、2段目(出力段)の増幅回路を構成している。このような構成により、電力増幅モジュール113は、RF信号(RF_{IN})を増幅した増幅信号(RF_{OUT})を出力する。電力増幅モジュール113における増幅回路の段数は二段に限られず、一段であってもよいし、三段以上であってもよい。ただし、いずれの段数の場合であっても、最終段の増幅回路については、バイアス回路310によるバイアス電圧の供給制御が行われる。

30

【0038】

なお、電力増幅モジュール113において、トランスフォーマTR1は、電力増幅モジュール113の入力と、1段目の増幅回路の入力との間の整合回路を構成している。同様に、トランスフォーマTR2は、1段目の増幅回路の出力と2段目の増幅回路の入力との間の整合回路を構成している。トランスフォーマTR3は、2段目の増幅回路の出力と電力増幅モジュール113の出力との間の整合回路(出力整合)を構成している。

40

【0039】

ここで、電力増幅モジュール113におけるロードインピーダンスについて説明する。

【0040】

まず、ET方式の場合のロードインピーダンスについて説明する。

【0041】

図4Aは、ET方式の場合における出力整合の状態を示す図である。なお、ET方式の場合、差動増幅器A24にはバイアス電圧が供給されないため、差動増幅器A21～A2

50

3の3つの差動増幅器による動作となっている。ここで、差動増幅器の差動出力の各々の出力電圧を V_{OUT} 、出力電流を I_{OUT} とすると、各トランスフォーマの1次側に入力される電圧は $2 \times V_{OUT}$ 、電流は I_{OUT} である。トランスフォーマの巻数比($N_1 : N_2$)、変圧比($V_1 : V_2$)、及び変流比($I_1 : I_2$)の関係式： $N_2 / N_1 = V_2 / V_1 = I_1 / I_2$ から、巻線比2 : 1の各トランスフォーマでの変換により、2次側に出力される電圧が V_{OUT} 、電流が $2 \times I_{OUT}$ となる。そして、2次側では、3つの巻線が直列に接続されているため、出力電圧が $3 \times V_{OUT}$ 、出力電流が $2 \times I_{OUT}$ となる。従って、当該構成におけるロードインピーダンス R_{LD} は、 $R_{LD} = (3 \times V_{OUT}) / (2 \times I_{OUT})$ となる。

【0042】

図4Bは、図4Aに示した構成を、エミッタ接地(又はソース接地)増幅回路を用いて表した構成における出力整合の状態を示す図である。当該構成では、出力電圧が V_{OUT} 、出力電流が $6 \times I_{OUT}$ となる。従って、エミッタ接地(又はソース接地)増幅回路換算におけるロードインピーダンス R_{LS} は、 $R_{LS} = V_{OUT} / (6 \times I_{OUT}) = (1/9) \times \{ (3 \times V_{OUT}) / (2 \times I_{OUT}) \} = (1/9) \times R_{LD}$ となる。従って、 R_{LD} を50 とすると、 R_{LS} は約5.6 となる。

10

【0043】

次に、APT方式の場合のロードインピーダンスについて説明する。

【0044】

図5Aは、APT方式の場合における出力整合の状態を示す図である。なお、APT方式の場合、差動増幅器A21~A24の4つの差動増幅器による動作となっている。図4Aの場合と同様に、差動増幅器の差動出力の各々の出力電圧を V_{OUT} 、出力電流を I_{OUT} とすると、各トランスフォーマの1次側に入力される電圧は $2 \times V_{OUT}$ 、電流は I_{OUT} である。巻線比2 : 1のトランスフォーマでの変換により、2次側に出力される電圧が V_{OUT} 、電流が $2 \times I_{OUT}$ となる。そして、2次側では、4つの巻線が直列に接続されているため、出力電圧が $4 \times V_{OUT}$ 、出力電流が $2 \times I_{OUT}$ となる。従って、当該構成におけるロードインピーダンス R_{LD} は、 $R_{LD} = (4 \times V_{OUT}) / (2 \times I_{OUT})$ となる。

20

【0045】

図5Bは、図5Aに示した構成を、エミッタ接地(又はソース接地)増幅回路を用いて表した構成における出力整合の状態を示す図である。当該構成では、出力電圧が V_{OUT} 、出力電流が $8 \times I_{OUT}$ となる。従って、エミッタ接地(又はソース接地)増幅回路換算におけるロードインピーダンス R_{LS} は、 $R_{LS} = V_{OUT} / (8 \times I_{OUT}) = (1/16) \times \{ (4 \times V_{OUT}) / (2 \times I_{OUT}) \} = (1/16) \times R_{LD}$ となる。従って、 R_{LD} を50 とすると、 R_{LS} は約3.1 となる。

30

【0046】

上述のように、電力増幅モジュール113において、エミッタ接地(又はソース接地)増幅回路換算におけるロードインピーダンスは、ET方式では約5.6、APT方式では約3.1 となる。電源電圧 V_{CC} の最大値を、ET方式では4.5V、APT方式では3.4Vとすると、飽和出力電力 P_{OUT} の最大値は、ET方式では約32.7dBm、APT方式では約32.6dBmとなる。即ち、電力増幅モジュール113では、最大出力電力を、ET方式とAPT方式でほぼ同一にすることができる。

40

【0047】

なお、この最大出力電力において、変調信号によるピーク電力の伸びを4.5dB、出力整合による損失を1dBとすると、平均出力電力は27dBm程度となる。従って、アンテナまでの損失が4dB許容されることとなり、セルラー向けとして適切な設計である。

【0048】

以上、本発明の例示的な実施形態について説明した。電力増幅モジュール113によれば、ET方式の場合、差動増幅器A21~A23にバイアス電圧が供給され、差動増幅器A24へのバイアス電圧の供給が停止される。また、APT方式の場合、差動増幅器A21~A24にバイアス電圧が供給される。このように、バイアス電圧の供給制御により、

50

同一の電力増幅モジュール 1 1 3 により、エミッタ接地（又はソース接地）増幅回路換算におけるロードインピーダンスを調整し、最大出力電力を、E T 方式と A P T 方式でほぼ同一にすることができる。

【 0 0 4 9 】

このように、電力増幅モジュール 1 1 3 によれば、モード信号 M O D E により E T 方式と A P T 方式を切り替えることが可能となる。従って、例えば、受信帯域と送信帯域が近接している周波数帯域において、E T 方式によるノイズの影響が懸念される場合には、当該周波数帯域については A P T 方式とし、他の周波数帯域については E T 方式とするという動作が可能となる。

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態の送信ユニット 1 0 0 においては、電源回路 1 1 2 は、E T 方式及び A P T 方式で兼用である。従って、電源回路を個別に設ける必要がなく、回路規模の増大を抑制することができる。また、A P T 方式の場合には、リニアアンプ 2 0 0 の動作が停止されるため、消費電力の増大を抑制することができる。

【 0 0 5 1 】

以上説明した各実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更 / 改良され得るととともに、本発明にはその等価物も含まれる。即ち、各実施形態に当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、各実施形態が備える各要素およびその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、各実施形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 2 】

1 0 0 送信ユニット
 1 1 0 ベースバンド部
 1 1 1 R F 部
 1 1 2 電源回路
 1 1 3 電力増幅モジュール
 1 1 4 フロントエンド部
 1 1 5 アンテナ
 2 0 0 リニアアンプ
 2 1 0 D C D C コンバータ
 2 2 0 ハイパスフィルタ
 2 3 0 ローパスフィルタ
 2 4 0 , 3 0 0 , 3 1 0 バイアス回路
 2 5 0 キャパシタ
 A 1 1 , A 1 2 , A 1 3 , A 1 4 , A 2 1 , A 2 2 , A 2 3 , A 2 4 差動増幅器
 T R 1 , T R 2 , T R 3 トランスフォーマ
 L 1 1 , L 1 2 , L 1 3 , L 1 4 , L 3 1 , L 3 2 , L 3 3 , L 3 4 , L 5 1 , L 5 2
 , L 5 3 , L 5 4 入力側巻線
 L 2 1 , L 2 2 , L 2 3 , L 2 4 , L 4 1 , L 4 2 , L 4 3 , L 4 4 , L 6 1 , L 6 2
 , L 6 3 , L 6 4 出力側巻線

10

20

30

40

【 図 1 】

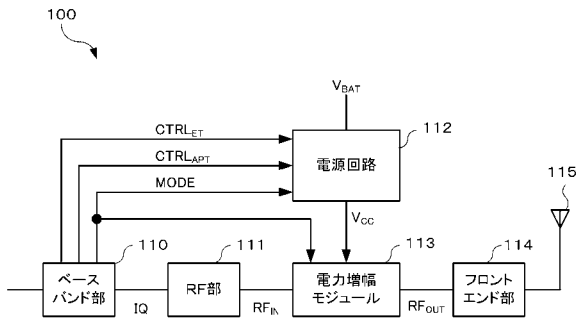


図1

【 図 2 】

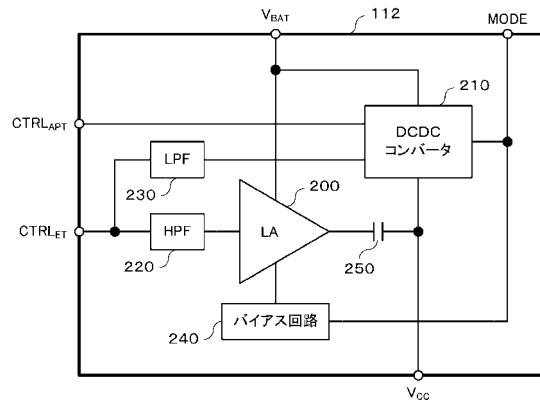


図2

【 図 3 】

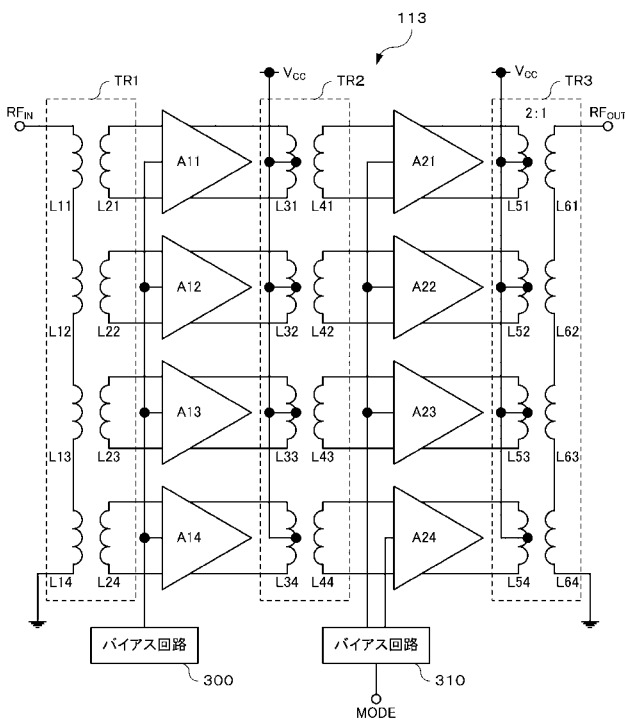
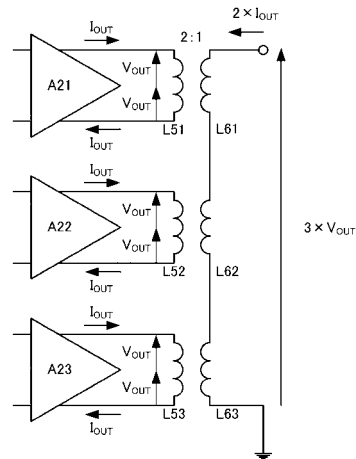


図3

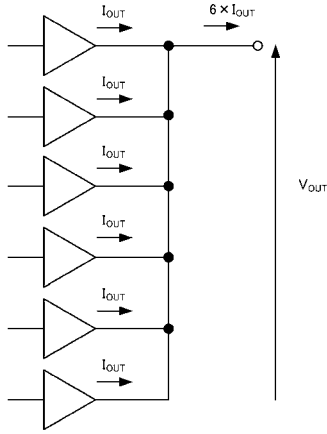
【 図 4 A 】



$$R_{LD} = (3 \times V_{OUT}) / (2 \times I_{OUT}) = 50 \Omega$$

図4A

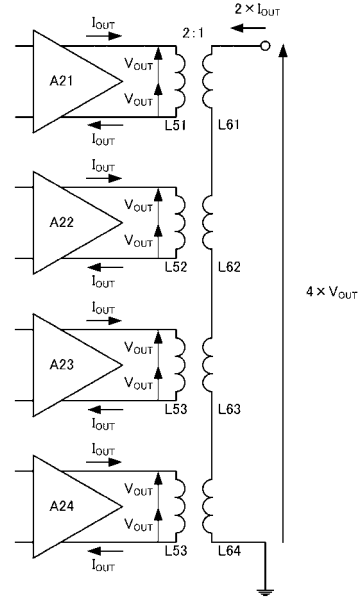
【 図 4 B 】



$$R_{L,S} = V_{OUT} / (6 \times I_{OUT}) = (1/9) \times \{ (3 \times V_{OUT}) / (2 \times I_{OUT}) \} = (1/9) \times R_{L,D} = 5.6 \Omega$$

図4B

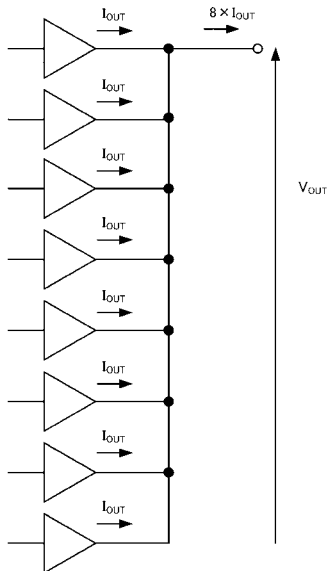
【 図 5 A 】



$$R_{L,D} = (4 \times V_{OUT}) / (2 \times I_{OUT}) = 50 \Omega$$

図5A

【 図 5 B 】



$$R_{L,S} = V_{OUT} / (8 \times I_{OUT}) = (1/16) \times \{ (4 \times V_{OUT}) / (2 \times I_{OUT}) \} = (1/16) \times R_{L,D} = 3.1 \Omega$$

図5B

フロントページの続き

(72)発明者 竹中 幹一郎

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J500 AA01 AA21 AA41 AC36 AC46 AF15 AF18 AH35 AK12 AK42
AK46 AK49 AS14 RG02 RG03 RU08