

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年8月2日(02.08.2018)



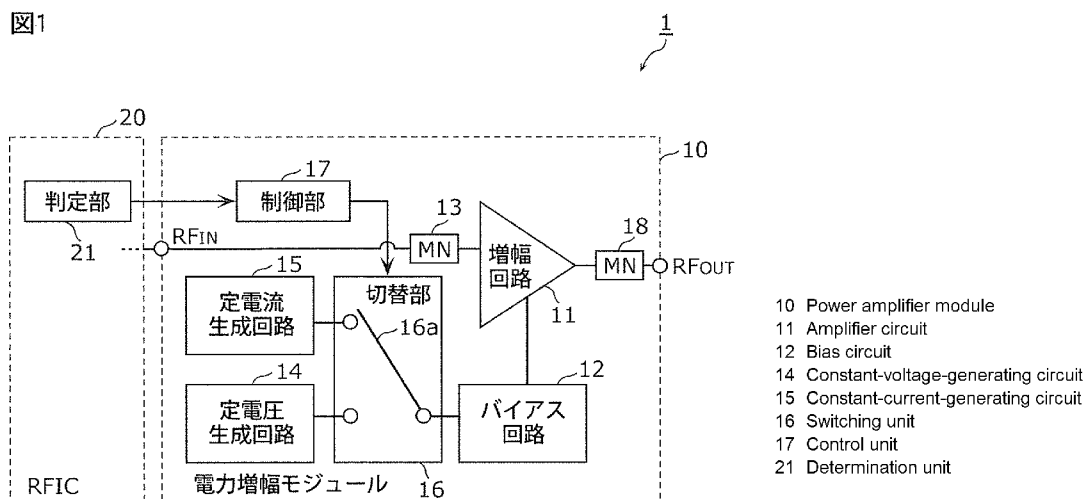
(10) 国際公開番号

WO 2018/139399 A1

- (51) 国際特許分類:
H03F 3/24 (2006.01) H03F 1/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/001741
- (22) 国際出願日: 2018年1月22日(22.01.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-010676 2017年1月24日(24.01.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 廣部 正和 (HIROBE, Masakazu); 〒6178555 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 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 吉川 修一, 外(YOSHIKAWA, Shuichi et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目3番10号タナカ・イトーピア新大阪ビル6階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: POWER AMPLIFIER MODULE, METHOD FOR CONTROLLING POWER AMPLIFIER MODULE, AND HIGH-FREQUENCY FRONT END CIRCUIT

(54) 発明の名称: 電力増幅モジュール、電力増幅モジュールの制御方法および高周波フロントエンド回路



(57) Abstract: A power amplifier module (10) is provided with: an amplifier circuit (11); a bias circuit (12); a constant-voltage-generating circuit (14); a constant-current-generating circuit (15); a switching unit (16); and a control unit (17) for controlling the switching operation of the switching unit (16). The control unit (17) switches the switching unit (16) so as to connect the constant-voltage-generating circuit (14) to an input port of the bias circuit (12) when the output mode is a first output mode in which high-frequency signals of a designated output power or greater are outputted from the amplifier circuit (11), and switches the switching unit (16) so as to connect the constant-current-generating circuit (15) to the input port of the bias circuit (12) when the output mode is a second output mode in which power of less than a designated output power is outputted from the amplifier circuit (11).

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：電力増幅モジュール（10）は、増幅回路（11）と、バイアス回路（12）と、定電圧生成回路（14）と、定電流生成回路（15）と、切替部（16）と、切替部（16）の切り替え動作を制御する制御部（17）とを備え、制御部（17）は、出力モードが、増幅回路（11）から所定の出力電力以上の高周波信号が出力される第1の出力モードである場合に、バイアス回路（12）の入力端に定電圧生成回路（14）を接続させるように切替部（16）を切り替え、増幅回路（11）から所定の出力電力未満の電力が出力される第2の出力モードである場合に、バイアス回路（12）の入力端に定電流生成回路（15）を接続させるように切替部（16）を切り替える。

明 細 書

発明の名称：

電力増幅モジュール、電力増幅モジュールの制御方法および高周波フロントエンド回路

技術分野

[0001] 本発明は、電力増幅モジュール、電力増幅モジュールの制御方法および高周波フロントエンド回路に関する。

背景技術

[0002] 近年、複数の変調方式に対して1つのパワーアンプ（P A）で対応するために、変調方式に応じてバイアス回路に接続される電源を切り替えるマルチモードのパワーアンプが開発されている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1に記載のパワーアンプでは、振幅変調成分を持たない高周波信号をG S M(登録商標)方式（g l o b a l s y s t e m f o r m o b i l e c o m m u n i c a t i o n s）で動作するときには、高効率動作を実現するためにバイアス回路に定電流源を用いる。一方、振幅変調成分を含む高周波信号をE D G E（E n h a n c e d D a t a G S M(登録商標）E n v i r o n m e n t）や3 G方式で動作するときには、パワーアンプの線形動作を実現するため、バイアス回路に定電圧源を用いている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第2 0 1 6 / 0 1 8 9 8 9 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来技術にかかるパワーアンプでは、振幅変調成分を含む高周波信号が入力される場合は、パワーアンプからの出力電力の大小にかかわらず、定電圧源を用いている。出力電力が小さい場合に対応したモード（低出力モード）

の場合に定電圧源を用いると、出力電力が大きくなるにしたがってゲインが増加し、線形性が保てないという問題がある。したがって、低出力モードの場合には、線形性を保つために、定電流源を用いることが好ましい。一方、出力電力が大きい場合に定電流源を用いると、出力電力が大きくなるにしたがってゲインが低下し、飽和出力電力付近における線形性が保てないという問題がある。

[0006] 上記課題に鑑み、本発明は、高出力モードおよび低出力モードのいずれにおいても、線形動作を実現することができる電力増幅モジュール、電力増幅モジュールの制御方法および高周波フロントエンド回路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

[0007] 上記目的を達成するために、本発明にかかる電力増幅モジュールの一態様は、振幅変調成分を含む高周波信号を増幅する増幅回路と、前記増幅回路を動作点にバイアスするバイアス回路と、前記バイアス回路に定電圧を供給する定電圧生成回路と、前記バイアス回路に定電流を供給する定電流生成回路と、前記バイアス回路の入力端の接続先を前記定電圧生成回路または前記定電流生成回路に切り替える切り替え動作を行う切替部と、前記増幅回路により増幅される高周波信号の出力モードに応じて前記切替部の切り替え動作を制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記出力モードが前記増幅回路から所定の出力電力以上の高周波信号が出力される第1の出力モードである場合に、前記バイアス回路の入力端に前記定電圧生成回路を接続させるように前記切替部を切り替え、前記出力モードが前記増幅回路から前記所定の出力電力未満の電力が出力される第2の出力モードである場合に、前記バイアス回路の入力端に前記定電流生成回路を接続させるように前記切替部を切り替える。

[0008] これにより、出力モードが第1の出力モード（高出力モード）である場合には、制御部は、切替部を切り替えて、バイアス回路の入力端に定電圧生成回路を接続させる。これにより、第1の出力モードにおいて、増幅回路のゲ

インの線形性を維持することができる。また、出力モードが第2の出力モード（低出力モード）である場合には、制御部は、切替部を切り替えて、バイアス回路の入力端に定電流生成回路を接続させる。これにより、第2の出力モードにおいて、出力電力の増加に伴う増幅回路のゲインの増加が抑制され、線形性を維持することができる。したがって、第1の出力モードおよび第2の出力モードのいずれにおいても、線形動作を実現することができる電力増幅モジュールを提供することができる。これにより、電力増幅モジュールにおいてアイドル電流を低く抑えた状態でも線形動作を実現することができる。

[0009] また、前記制御部は、さらに、前記振幅変調成分を含む高周波信号が前記増幅回路に入力された場合に、前記出力モードを前記第1の出力モードまたは前記第2の出力モードに決定してもよい。

[0010] これにより、制御部は、振幅変調成分を含む高周波信号が増幅回路に入力された場合に、例えば制御部外から受信した出力モード信号に応じて出力モードを決定し、決定した出力モードに応じて切替部の切り替えを行うことができる。よって、第1の出力モードおよび第2の出力モードのいずれにおいても、線形動作を実現することができる電力増幅モジュールを提供することができる。

[0011] また、前記制御部は、前記増幅回路の出力が抑制される待機時に、前記出力モードを前記第2の出力モードに決定してもよい。

[0012] これにより、待機時または受信機（基地局等）との距離が近い場合等における低出力動作時には第2の出力モードで動作するので、低出力動作時におけるアイドル電流を低く抑えることができる。

[0013] また、前記増幅回路の出力電力を測定する測定部を備え、前記制御部は、前記測定部で測定された出力電力が前記所定の出力電力以上である場合に、前記出力モードを前記第1の出力モードに決定し、前記測定部で測定された出力電力が前記所定の出力電力未満である場合に、前記出力モードを前記第2の出力モードに決定してもよい。

- [0014] これにより、測定部により増幅回路から出力された電力を測定し、測定した電力から出力モードが決定されるので、実際の出力に応じ出力モードを選択して、電力増幅モジュールの線形動作を実現することができる。
- [0015] また、前記所定の出力電力は、17 dBmであってもよい。
- [0016] これにより、少なくとも3G方式、4G方式を用いた通信において、電力増幅モジュールの線形動作を実現することができる。
- [0017] また、本発明にかかる電力増幅モジュールの制御方法の一態様は、振幅変調成分を含む高周波信号が増幅回路に入力された場合に、前記増幅回路から出力される高周波信号の出力モードを、所定の出力電力以上の高周波信号が出力される第1の出力モード、または、前記所定の出力電力未満の電力が出力される第2の出力モードに決定し、前記出力モードが前記第1の出力モードである場合に、切替部により、前記増幅回路を動作点にバイアスするバイアス回路の入力端に、定電圧を供給する定電圧生成回路を接続させ、前記出力モードが前記第2の出力モードである場合に、前記切替部により、前記バイアス回路の入力端に、定電流を供給する定電流生成回路を接続させる。
- [0018] 出力モードが第1の出力モード（高出力モード）である場合には、制御部は、切替部を切り替えて、バイアス回路の入力端に定電圧生成回路を接続させる。これにより、第1の出力モードにおいて、増幅回路のゲインの線形性を維持することができる。また、出力モードが第2の出力モード（低出力モード）である場合には、制御部は、切替部を切り替えて、バイアス回路の入力端に定電流生成回路を接続させる。これにより、第2の出力モードにおいて、出力電力の増加に伴う増幅回路のゲインの増加が抑制され、線形性を維持することができる。したがって、第1の出力モードおよび第2の出力モードのいずれにおいても、線形動作を実現することができる電力増幅モジュールを提供することができる。これにより、電力増幅モジュールにおいてアイドル電流を低く抑えた状態でも線形動作を実現することができる。
- [0019] また、前記所定の出力電力は、17 dBmであってもよい。
- [0020] これにより、少なくとも3G方式、4G方式を用いた通信において、電力

増幅モジュールの線形動作を実現することができる。

[0021] また、本発明にかかる高周波フロントエンド回路の一態様は、上述した特徴を有する電力増幅モジュールと、前記電力増幅モジュールの前記増幅回路により増幅される高周波信号の出力モードを判定する判定部を有するRFICとを備える。

[0022] これにより、RFICの判定部により判定された出力モードに応じて、制御部は、切替部を切り替えて、バイアス回路の入力端に定電圧生成回路または電流生成回路を接続させる。したがって、判定された出力モードが第1の出力モードおよび第2の出力モードのいずれであっても、線形動作を実現することができる。これにより、高周波フロントエンド回路においてアイドル電流を低く抑えた状態でも線形動作を実現することができる。

[0023] また、前記判定部は、前記電力増幅モジュールと、前記電力増幅モジュールから出力される高周波信号を受信する受信機との距離に基づいて、前記出力モードを判定してもよい。

[0024] これにより、受信機との距離に応じて出力モードを変更することができるので、出力モードの線形動作を実現するとともに、フロントエンド回路から効率よく高周波信号を出力することができる。

[0025] また、前記判定部は、前記電力増幅モジュールと、前記電力増幅モジュールから出力される高周波信号を受信する受信機との距離に基づいて、前記所定の出力電力を決定してもよい。

[0026] これにより、受信機との距離に応じて所定の出力電力を決定し、出力モードを変更することができるので、出力モードの線形動作を実現するとともに、フロントエンド回路からより効率よく高周波信号を出力することができる。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、高出力モードおよび低出力モードのいずれにおいても、線形動作を実現することができる電力増幅モジュール、電力増幅モジュールの制御方法および高周波フロントエンド回路を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図 1 は、実施の形態 1 にかかる電力増幅モジュールの構成を示す概略図である。

[図2A]図 2 A は、実施の形態 1 にかかる増幅回路およびバイアス回路の構成を示す回路図である。

[図2B]図 2 B は、実施の形態 1 にかかる増幅回路およびバイアス回路の他の構成を示す回路図である。

[図3A]図 3 A は、実施の形態 1 にかかる電力増幅モジュールが第 2 のモードである場合に、定電圧生成回路および定電流生成回路のそれぞれを用いたときの増幅回路のゲインを示す図である。

[図3B]図 3 B は、実施の形態 1 にかかる電力増幅モジュールが第 1 のモードである場合に、定電圧生成回路および定電流生成回路のそれぞれを用いたときの増幅回路のゲインを示す図である。

[図4]図 4 は、実施の形態 2 にかかる電力増幅モジュールの構成を示す概略図である。

[図5]図 5 は、実施の形態の変形例にかかる高周波モジュールの構成を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置および接続形態などは一例であって本発明を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0030] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略または簡略化する。

[0031] (実施の形態 1)

以下、実施の形態 1 にかかる高周波モジュール 1 および電力増幅モジュール 10 について、図 1 ～図 3 B を用いて説明する。

[0032] [1. 高周波モジュールの構成]

はじめに、高周波モジュール 1 の構成について説明する。図 1 は、本実施の形態にかかる高周波モジュール 1 の構成を示す概略図である。

[0033] 高周波モジュール 1 は、携帯電話等の移動体通信機（端末）に搭載される高周波モジュールである。高周波モジュール 1 は、例えば振幅変調成分を含む高周波信号を用いた 3 G 方式または 4 G 方式により、受信機と高周波信号の送受信を行う。なお、ここでいう受信機とは、高周波モジュール 1 から出力された高周波信号を受信することができる機能を有する機器であり、例えば、他の移動体通信機および基地局等をいう。

[0034] 図 1 に示すように、高周波モジュール 1 は、電力増幅モジュール 10 と、RFIC20 とを備えている。

[0035] 電力増幅モジュール 10 は、電力増幅モジュール 10 から出力される高周波信号 RF_{IN} の電力を、受信機に送信するために必要なレベルまで増幅し、増幅された高周波信号 RF_{OUT} を出力する。

[0036] 電力増幅モジュール 10 は、増幅回路 11 と、バイアス回路 12 と、整合回路 (MN: Matching Network) 13 と、定電圧生成回路 14 と、定電流生成回路 15 と、切替部 16 と、制御部 17 と、整合回路 18 とを備えている。また、RFIC20 は、判定部 21 を備えている。

[0037] 図 2 A は、増幅回路 11 およびバイアス回路 12 の構成を示す回路図である。

[0038] 増幅回路 11 は、増幅回路 11 に入力される振幅変調成分を含む高周波信号 RF_{IN} を増幅し、増幅された高周波信号 RF_{OUT} を出力する回路である。増幅回路 11 は、図 2 A に示すように、トランジスタ 111 を有している。トランジスタ 111 は、例えば、ヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT: Heterojunction Bipolar Transistor

）等のトランジスタであってもよい。

[0039] 図2Aに示すように、トランジスタ111のベースには、高周波信号 RF_{IN} が整合回路13を介して入力される。また、トランジスタ111のベースには、後述するバイアス回路12の出力側（バイアス出力）が接続されている。

[0040] トランジスタ111のコレクタには、電源電圧 V_{CC} が印加されている。電源電圧 V_{CC} は、例えばDCDCコンバータによって生成された所定のレベルの電圧である。また、トランジスタ111のコレクタからは、増幅された高周波信号 RF_{OUT} が出力される。増幅された高周波信号 RF_{OUT} は、さらに整合回路18を介して電力増幅モジュール10の外部に出力される。

[0041] なお、増幅回路11は、トランジスタ111のベースに抵抗が接続され、トランジスタ111のコレクタにインダクタが接続された構成等であってもよい。また、トランジスタ111のコレクタに印加される電圧は、所定のレベルの電源電圧 V_{CC} ではなく、例えば移動体通信機等で用いられるバッテリーから供給されるバッテリー電圧 V_{BAT} であってもよい。

[0042] バイアス回路12は、後述する定電圧生成回路14から供給される定電圧 V_{REF} または定電流生成回路15から供給される定電流 I_{REF} を用いて、増幅回路11を構成するトランジスタ111を動作点にバイアスするための回路である。

[0043] バイアス回路12は、図2Aに示すように、トランジスタ121、122および123を有している。トランジスタ121、122および123は、例えば、HBT等のトランジスタである。

[0044] トランジスタ121のベースとグランドとの間には、トランジスタ122および123が直列に接続されている。また、トランジスタ121のベースには、後述する定電圧生成回路14から供給される定電圧 V_{REF} および定電流生成回路15から供給される定電流 I_{REF} が印加される。トランジスタ121のコレクタには、例えばバッテリー電圧 V_{BAT} が印加される。トランジスタ121のエミッタは、バイアス回路12のバイアス出力であり、増幅回路11に

おけるトランジスタ 111 のベースに接続されている。

[0045] なお、バイアス回路 12 は、トランジスタ 121 のベースおよびコレクタにさらに抵抗を有していてもよい。

[0046] 整合回路 13 および 18 は、増幅回路 11 の入出力のインピーダンスを整合させるための回路である。整合回路 13 および 18 は、例えば、キャパシタやインダクタを用いて構成されている。整合回路 13 は増幅回路 11 の入力側に設けられ、整合回路 18 は増幅回路 11 の出力側に設けられている。

[0047] なお、増幅回路 11 およびバイアス回路 12 は、複数段に配置された構成であってもよい。図 2B は、増幅回路 11 およびバイアス回路 12 の他の構成を示す回路図である。増幅回路 11 およびバイアス回路 12 は、図 2B に示すように、例えば増幅回路 11a とバイアス回路 12a、増幅回路 11b とバイアス回路 12b とにより 2 段に配置された構成であってもよい。この場合、増幅回路 11a の入力側には整合回路 13a が接続され、増幅回路 11b の入力側には整合回路 13b が接続されている。

[0048] 増幅回路 11 およびバイアス回路 12 を複数段の構成とすることにより、増幅回路 11 のゲインを大きくすることができる。増幅回路 11 のゲインを大きくすると、バイアス回路 12 からのバイアス出力の変動の影響も大きくなるが、バイアス回路 12 に供給される電圧は定電圧または定電流であるため、バイアス出力の変動は抑制される。これにより、増幅回路 11 のゲインの変動を抑制し、電力増幅モジュール 10 で増幅される高周波信号の線形性を高めることができる。

[0049] 定電圧生成回路 14 は、バイアス回路 12 の駆動源となる回路である。具体的には、バッテリー電圧 V_{BAT} から定電圧 V_{REF} を生成し、バイアス回路 12 に供給する。これにより、バイアス回路 12 は、増幅回路 11 のベースに定電圧を供給することができる。

[0050] 定電圧生成回路 14 は、図示を省略するが、例えばバンドギャップ回路、オペアンプ、抵抗、およびキャパシタを有している。バンドギャップ回路は、バッテリー電圧 V_{BAT} 等の電源電圧から、電源電圧の変動に依存しないバンド

ギャップ基準電圧（例えば、1.2 V程度）を生成する。オペアンプおよび抵抗により非反転増幅回路が構成されており、非反転増幅回路によりバンドギャップ基準電圧を各抵抗の抵抗値に応じたゲインで増幅して定電圧 V_{REF} が生成される。オペアンプを構成するトランジスタは、例えば、MOSFETとしてもよいし、バイポーラトランジスタとしてもよい。また、キャパシタは、増幅回路11から帰還する電流の影響を抑制するためのデカップリング容量である。なお、定電圧生成回路14の構成は、上述した構成に限らず、他の構成であってもよい。

[0051] なお、定電圧生成回路14および増幅回路11は、同一の基板に形成されていてもよいし異なる基板に形成されていてもよい。例えば、定電圧生成回路14は、MOSFET (MOS Field-Effect Transistor) を用いて構成され、増幅回路11は、ヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT) 等のトランジスタを用いて構成されてもよい。増幅回路11にHBTを用いる場合、HBTを構成する基板の材料には、例えば、SiGe、GaAs、InP、GaN等を用いてもよい。

[0052] 定電流生成回路15は、定電圧生成回路14と同様、バイアス回路12の駆動源となる回路である。定電流生成回路15は、定電流 I_{REF} を生成し、バイアス回路12に供給する。これにより、バイアス回路12は、増幅回路11のベースに定電流を供給することができる。

[0053] 定電流生成回路15は、図示を省略するが、オペアンプ、トランジスタ、抵抗により構成されていてもよい。例えば、抵抗はトランジスタのドレインに接続され、オペアンプは非反転入力端子にバンドギャップ基準電圧が印加され、反転入力端子がトランジスタと抵抗との接続点に接続されている。オペアンプの出力端子は、トランジスタのゲートに接続されている。トランジスタは、例えばP型MOSトランジスタを用いてもよい。

[0054] 切替部16は、バイアス回路12の入力端の接続先を定電圧生成回路14または定電流生成回路15に切り替える切り替え動作を行う回路である。切替部16は、スイッチ16aを有している。スイッチ16aは、例えばトラ

ンジスタによるスイッチであってもよいし、複数の導体を接触または非接触状態とすることによりオンオフを切り替える接触－非接触式のスイッチであってもよい。

[0055] 切替部 16 は、増幅回路 11 で増幅された振幅変調成分を含む高周波信号の出力モードに応じて、後述する制御部 17 の制御によりバイアス回路 12 の接続先を定電圧生成回路 14 または定電流生成回路 15 に切り替える。出力モードとしては、所定の出力電力以上の高周波信号が出力される高出力モードと、所定の出力電力未満の電力が出力される低出力モードとが設定されている。

[0056] 例えば、電力増幅モジュール 10 を有する高周波モジュール 1 を備える移動体通信機と受信機との距離が遠いときには、増幅回路 11 から出力される高周波信号の電力を大きくする必要があるため、高出力モードとする。電力増幅モジュール 10 を有する高周波モジュール 1 を備える移動体通信機と受信機との距離が短い場合、または、低ビットレート通信時等の場合には、増幅回路 11 から出力される高周波信号の電力を大きくする必要はないため、低出力モードとする。増幅回路 11 の出力が抑制される待機時には、低出力モードとしてもよい。

[0057] なお、本実施の形態において、高出力モードは第 1 のモード、低出力モードは第 2 のモードに相当する。また、所定の出力電力とは、例えば 3 G 方式、4 G 方式の場合には、17 dBm である。したがって、少なくとも 3 G 方式、4 G 方式を用いた通信において、電力増幅モジュールの線形動作を実現することができる。なお、所定の出力電力は、これに限らず、その他の値の出力電力であってもよい。

[0058] 制御部 17 は、切替部 16 の切り替え動作を制御するための制御回路である。制御部 17 は、例えばマイコン等であってもよい。制御部 17 は、例えば低出力モードの場合にはバイアス回路 12 の入力端の接続先が定電流生成回路 15 となるように、高出力モードの場合にはバイアス回路 12 の接続先が定電圧生成回路 14 となるように、切替部 16 のスイッチ 16a の動作を

制御する。

[0059] R F I C 2 0 は、移動体通信機に必要な高周波アナログ送受信回路およびその制御回路のうち、デュプレクサ、送信用電力増幅器、アンテナスイッチ等を除く大部分を集積化した I C である。

[0060] R F I C 2 0 は、図 1 に示すように、判定部 2 1 を有している。判定部 2 1 は、増幅回路 1 1 の出力モードが高出力モードに設定されているか低出力モードに設定されているかを判定する。判定部 2 1 は、あらかじめ設定された出力モードを判定することに限らず、後述するように、高周波モジュール 1 から出力された電力を受信する受信機と高周波モジュール 1 との距離に応じて出力モードを判定するものであってもよい。

[0061] [2. 電力増幅モジュールの動作]

次に、電力増幅モジュール 1 0 の動作について説明する。図 3 A は電力増幅モジュール 1 0 が低出力モードで動作する場合に、定電圧生成回路 1 4 および定電流生成回路 1 5 のそれぞれを用いたときの増幅回路 1 1 のゲインを示す図である。図 3 B は、電力増幅モジュール 1 0 が高出力モードで動作する場合に、定電圧生成回路 1 4 および定電流生成回路 1 5 のそれぞれを用いたときの増幅回路のゲインを示す図である。なお、図 3 A および図 3 B において、横軸は定電圧生成回路 1 4 または定電流生成回路 1 5 から出力される電力をログスケール表示 (d B m) したものの、縦軸は増幅回路 1 1 のゲインを示している。

[0062] 電力増幅モジュール 1 0 の出力モードは、例えば、R F I C 2 0 においてあらかじめ設定されている。電力増幅モジュール 1 0 の出力モードは、R F I C 2 0 の判定部 2 1 において判定され、制御部 1 7 に伝達される。なお、出力モードは、電力増幅モジュール 1 0 の外部から送信される構成としてもよい。例えば、電力増幅モジュール 1 0 を有する高周波モジュール 1 から送信される高周波信号を受信する受信機（基地局等）から送信される構成としてもよい。制御部 1 7 は、例えば制御部 1 7 の外部から受信した出力モード信号に応じて出力モードを決定し、決定した出力モードに応じて切替部の切

り替えを行うことができる。

[0063] 出力モードが低出力モードである場合、一般的に、アイドル電流を抑制するために増幅回路 11 のベース電圧を下げて増幅回路 11 のトランジスタ 111 を閾値付近で動作させると、低出力時の利得が低下する傾向がある。ここで、バイアス回路 12 に定電圧生成回路 14 を接続し、定電圧生成回路 14 を駆動源として、バイアス回路 12 に定電圧生成回路 14 から定電圧を供給する。この場合、図 3 A に示すように、電力の増加に伴ってベース電流が大きく増加し、増幅回路 11 の利得（ゲイン）が増加する。つまり、増幅回路 11 のゲインの線形性が劣化することとなる。

[0064] そこで、出力モードが低出力モードである場合には、バイアス回路 12 に定電流生成回路 15 から定電流を供給する。具体的には、出力モードが低出力モードであることが制御部 17 に伝達されると、制御部 17 は、切替部 16 のスイッチ 16 a を切り替えて、バイアス回路 12 を定電流生成回路 15 に接続させる。定電流生成回路 15 からは、トランジスタ 111 のベース－エミッタ間に流れる程度の大きさの電流が供給される。

[0065] 定電流生成回路 15 を用いた場合、バイアス回路 12 はハイインピーダンスとなるため、図 3 A に示すように、電力が増加した場合であってもベース電流を制限することができる。したがって、図 3 A に示すように、増幅回路 11 のゲインの線形性を維持することができる。これにより、低出力モードにおいて、電力増幅モジュール 10 の線形動作を実現することができる。

[0066] また、出力モードが高出力モードである場合に、バイアス回路 12 に定電流生成回路 15 を接続し、定電流生成回路 15 を駆動源として、バイアス回路 12 に定電流生成回路 15 から定電流を供給すると、図 3 B に示すように、電力の増加に伴ってベース電流は減少する。これにより、増幅回路 11 の利得（ゲイン）は減少する。つまり、増幅回路 11 のゲインの線形性が劣化することとなる。

[0067] そこで、出力モードが高出力モードである場合には、バイアス回路 12 に定電圧生成回路 14 から定電流を供給する。具体的には、出力モードが高出

力モードであることが制御部 17 に伝達されると、制御部 17 は、切替部 16 のスイッチ 16 a を切り替えて、バイアス回路 12 を定電圧生成回路 14 に接続させる。定電圧生成回路 14 を用いた場合、バイアス回路 12 はローインピーダンスとなるため、電力を増加してもベース電流を制限することなく電力を供給することができる。したがって、図 3 B に示すように、増幅回路 11 のゲインは減少することなく、線形性を維持することができる。これにより、高出力モードにおいて、電力増幅モジュール 10 の線形動作を実現することができる。

[0068] ここで、制御部 17 は、振幅変調成分を含む高周波信号が増幅回路 11 に入力された場合に、出力モードを高出力モードまたは低出力モードに決定してもよい。また、制御部 17 は、増幅回路 11 の出力が抑制される待機時には、出力モードを低出力モードに決定してもよい。待機時とは、例えば、受信機との通信を維持するのに必要な最低限の出力電力が得られるような電力が増幅回路 11 に入力されている時である。これにより、待機時のアイドル電流を低減し、省電力化を実現することができる。

[0069] [3. 効果等]

以上、本実施の形態にかかる電力増幅モジュール 10 によると、出力モードが低出力モードである場合には、制御部 17 は、切替部 16 のスイッチ 16 a を切り替えて、バイアス回路 12 の入力端に定電流生成回路 15 を接続させる。これにより、低出力モードにおいて、増幅回路 11 のゲインの線形性を維持することができる。また、出力モードが高出力モードである場合には、制御部 17 は、切替部 16 のスイッチ 16 a を切り替えて、バイアス回路 12 の入力端に定電圧生成回路 14 を接続させる。これにより、高出力モードにおいて、増幅回路 11 のゲインは減少することなく、線形性を維持することができる。

[0070] したがって、高出力モードおよび低出力モードのいずれにおいても、線形動作を実現することができる。

[0071] (実施の形態 2)

次に、実施の形態２にかかる高周波モジュール２および電力増幅モジュール２１０について、図４を用いて説明する。図４は、本実施の形態にかかる電力増幅モジュール２１０の構成を示す概略図である。

[0072] 本実施の形態にかかる電力増幅モジュール２１０が実施の形態１にかかる電力増幅モジュール１０と異なる点は、電力増幅モジュール２１０が測定部２１１を備えている点である。

[0073] 図４に示すように、電力増幅モジュール２１０において、測定部２１１は、高周波モジュール２の出力端子に接続されている。測定部２１１は、受信機から送信された高周波モジュール２の受信レベル（電力）を測定（検出）し、測定した受信レベルを判定部２１に伝達する。測定部２１１は、例えば、高周波モジュール２におけるカプラ（図示せず）に設けられていてもよい。なお、受信レベルは、受信機と高周波モジュール２との距離に応じて決定されており、受信レベルに応じて高周波モジュール１の出力電圧が決定される。

[0074] 測定部２１１で測定された受信レベルは、判定部２１において所定の電力よりも大きいか否か判定される。そして、受信レベルが所定の電力よりも大きい場合は、判定部２１は、高出力モードと判定し、制御部１７に高出力モードであることを伝達する。制御部１７は、切替部１６のスイッチ１６ａを切り替えて、バイアス回路１２を定電圧生成回路１４に接続する。これにより、高出力モードにおいて、電力増幅モジュール２１０の線形動作を実現することができる。

[0075] また、測定部２１１で測定された受信レベルが所定の電力よりも小さい場合は、判定部２１は、低出力モードと判定し、制御部１７に低出力モードであることを伝達する。制御部１７は、切替部１６のスイッチ１６ａを切り替えて、バイアス回路１２を定電流生成回路１５に接続する。これにより、低出力モードにおいて、電力増幅モジュール２１０の線形動作を実現することができる。

[0076] 以上、本実施の形態にかかる電力増幅モジュール２１０によると、電力増

幅モジュール 210 は測定部 211 を備え、測定部 211 により高周波モジュール 2 の受信レベルを測定し、測定した受信レベルに応じて出力モードが決定される。これにより、高周波モジュール 2 の出力モードが受信レベルに応じて高出力モードおよび低出力モードのいずれに決定されても、電力増幅モジュール 210 の線形動作を実現することができる。

[0077] (変形例)

なお、高周波モジュール 2 は、上述したように、電力増幅モジュール 210 と R F I C 20 とを備える構成に限らず、その他の構成を含んでもよい。

[0078] 図 5 は、実施の形態の変形例に係る高周波モジュール 3 の構成を示す概略図である。高周波モジュール 3 は、例えば、上述した電力増幅モジュール 10 と、R F I C 20 と、フィルタ 30 と、スイッチ 40 と、カプラ 50 とを備える構成であってもよい。ここで、例えば電力増幅モジュール 10 と、R F I C 20 と、フィルタ 30 と、スイッチ 40 とにより高周波フロントエンド回路 60 が構成されている。

[0079] 高周波フロントエンド回路 60 は、電力増幅モジュール 10 において増幅された高周波信号に対するフィルタリングを行ったり、受信機に送信される送信信号と受信機から受信する受信信号との切り替え等を行ったりする回路である。高周波フロントエンド回路 60 から出力される高周波信号は、カプラ 50 を介してアンテナ 70 から受信機に送信される。

[0080] また、R F I C 20 は、上述したように、判定部 21 を備えている。判定部 21 は、電力増幅モジュール 10 と、電力増幅モジュール 10 から出力される高周波信号を受信する受信機との距離に基づいて、出力モードを判定する。このとき、判定部 21 は、出力モードのみに限らず、電力増幅モジュール 10 と、電力増幅モジュール 10 から出力される高周波信号を受信する受信機との距離に基づいて、出力モードを決定するための所定の出力の値を決定してもよい。なお、電力増幅モジュール 10 から出力される高周波信号とは、電力増幅モジュール 10 から出力され、フィルタ等他の構成を介して高周波モジュール 3 から出力される高周波信号を含む。

[0081] また、カプラ50は、高周波フロントエンド回路60とアンテナ70との間の経路に接続され、高周波フロントエンド回路60とアンテナ70との間の入出力インピーダンスの整合を行っている。なお、カプラ50には、実施の形態2に示した測定部211が設けられていてもよい。

[0082] なお、高周波フロントエンド回路60は、少なくとも電力増幅モジュール10とRFIC20を備えていればよく、上述したフィルタ30、スイッチ40等を含まない構成としてもよい。

[0083] 高周波フロントエンド回路60は、上述したように少なくとも電力増幅モジュール10とRFIC20を備えることにより、高周波フロントエンド回路60から出力される高周波信号の線形性を維持することができる。したがって、高周波フロントエンド回路60の線形動作を実現することができる。

[0084] (その他の実施の形態)

なお、本発明は、上述した実施の形態に記載した構成に限定されるものではなく、例えば以下に示す変形例のように、適宜変更を加えてもよい。

[0085] 例えば、上述した実施の形態では、高周波信号の出力モードとして、高出力モードと低出力モードの2種類について説明したが、出力モードは2種類に限らず、3種類以上としてもよい。また、上述した所定の出力電圧は、17dBmに限らず、適宜変更してもよい。

[0086] また、出力モードは、RFICによりあらかじめ設定されたものであってもよいし、電力増幅モジュールの外部の機器からあらかじめ設定された出力モードが送信されるものであってもよい。また、出力モードは、増幅回路から出力される高周波信号の測定値から決定されるものであってもよい。

[0087] また、高周波モジュールは、少なくとも電力増幅モジュールとRFICとを備えていればよく、これらに加えて、例えば、カプラと、スイッチと、フィルタとを備える構成であってもよい。また、高周波モジュールは、さらにBBICを備える構成であってもよい。また、フロントエンド回路は、少なくとも電力増幅モジュールとRFICとを備えていればよく、これらに加えて、フィルタ、スイッチ等を備える構成であってもよい。

[0088] また、定電圧形成回路および定電流形成回路の構成は、上述した構成に限らず、それぞれ定電圧および定電流を出力するものであればどのような構成であってもよい。また、切替部を構成するスイッチは、例えばトランジスタによるスイッチであってもよいし、複数の導体を接触または非接触状態とすることによりオンオフを切り替える接触－非接触式のスイッチであってもよい。

[0089] その他、上述の実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態、または、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で上述の実施の形態における構成要素および機能を任意に組み合わせることによって実現される形態も本発明に含まれる。

産業上の利用可能性

[0090] 本発明は、パワーアンプを有する高周波モジュールおよび送信装置等を備える、携帯電話等の移動体通信機（端末）、基地局等に利用することができる。

符号の説明

- [0091] 1、2、3 高周波モジュール
10、210 電力増幅モジュール
11、11a、11b 増幅回路
12、12a、12b バイアス回路
13、13a、13b、18 整合回路
14 定電圧生成回路
15 定電流生成回路
16 切替部
16a スイッチ
17 制御部
20 R F I C
21 判定部
30 フィルタ

4 0 スイッチ

5 0 カプラ

6 0 高周波フロントエンド回路

7 0 アンテナ

1 1 1、1 2 1、1 2 2、1 2 3 トランジスタ

2 1 1 測定部

請求の範囲

- [請求項1] 振幅変調成分を含む高周波信号を増幅する増幅回路と、
前記増幅回路を動作点にバイアスするバイアス回路と、
前記バイアス回路に定電圧を供給する定電圧生成回路と、
前記バイアス回路に定電流を供給する定電流生成回路と、
前記バイアス回路の入力端の接続先を前記定電圧生成回路または前記定電流生成回路に切り替える切り替え動作を行う切替部と、
前記増幅回路により増幅される高周波信号の出力モードに応じて前記切替部の切り替え動作を制御する制御部とを備え、
前記制御部は、
前記出力モードが前記増幅回路から所定の出力電力以上の高周波信号が出力される第1の出力モードである場合に、前記バイアス回路の入力端に前記定電圧生成回路を接続させるように前記切替部を切り替え、
前記出力モードが前記増幅回路から前記所定の出力電力未満の電力が出力される第2の出力モードである場合に、前記バイアス回路の入力端に前記定電流生成回路を接続させるように前記切替部を切り替える、
電力増幅モジュール。
- [請求項2] 前記制御部は、さらに、前記振幅変調成分を含む高周波信号が前記増幅回路に入力された場合に、前記出力モードを前記第1の出力モードまたは前記第2の出力モードに決定する、
請求項1に記載の電力増幅モジュール。
- [請求項3] 前記制御部は、前記増幅回路の出力が抑制される待機時に、前記出力モードを前記第2の出力モードに決定する、
請求項1または2に記載の電力増幅モジュール。
- [請求項4] 前記増幅回路の出力電力を測定する測定部を備え、
前記制御部は、

前記測定部で測定された出力電力が前記所定の出力電力以上である場合に、前記出力モードを前記第1の出力モードに決定し、

前記測定部で測定された出力電力が前記所定の出力電力未満である場合に、前記出力モードを前記第2の出力モードに決定する、

請求項1～3のいずれか1項に記載の電力増幅モジュール。

[請求項5] 前記所定の出力電力は、17 dBmである、

請求項1～4のいずれか1項に記載の電力増幅モジュール。

[請求項6] 電力増幅モジュールの制御方法であって、

振幅変調成分を含む高周波信号が増幅回路に入力された場合に、前記増幅回路から出力される高周波信号の出力モードを、所定の出力電力以上の高周波信号が出力される第1の出力モード、または、前記所定の出力電力未満の電力が出力される第2の出力モードに決定し、

前記出力モードが前記第1の出力モードである場合に、切替部により、前記増幅回路を動作点にバイアスするバイアス回路の入力端に、定電圧を供給する定電圧生成回路を接続させ、

前記出力モードが前記第2の出力モードである場合に、前記切替部により、前記バイアス回路の入力端に、定電流を供給する定電流生成回路を接続させる、

電力増幅モジュールの制御方法。

[請求項7] 前記所定の出力電力は、17 dBmである、

請求項6に記載の電力増幅モジュールの制御方法。

[請求項8] 請求項1～5のいずれか1項に記載の電力増幅モジュールと、

前記電力増幅モジュールの前記増幅回路により増幅される高周波信号の出力モードを判定する判定部を有するRFICとを備える、

高周波フロントエンド回路。

[請求項9] 前記判定部は、前記電力増幅モジュールと、前記電力増幅モジュールから出力される高周波信号を受信する受信機との距離に基づいて、前記出力モードを判定する、

請求項 8 に記載の高周波フロントエンド回路。

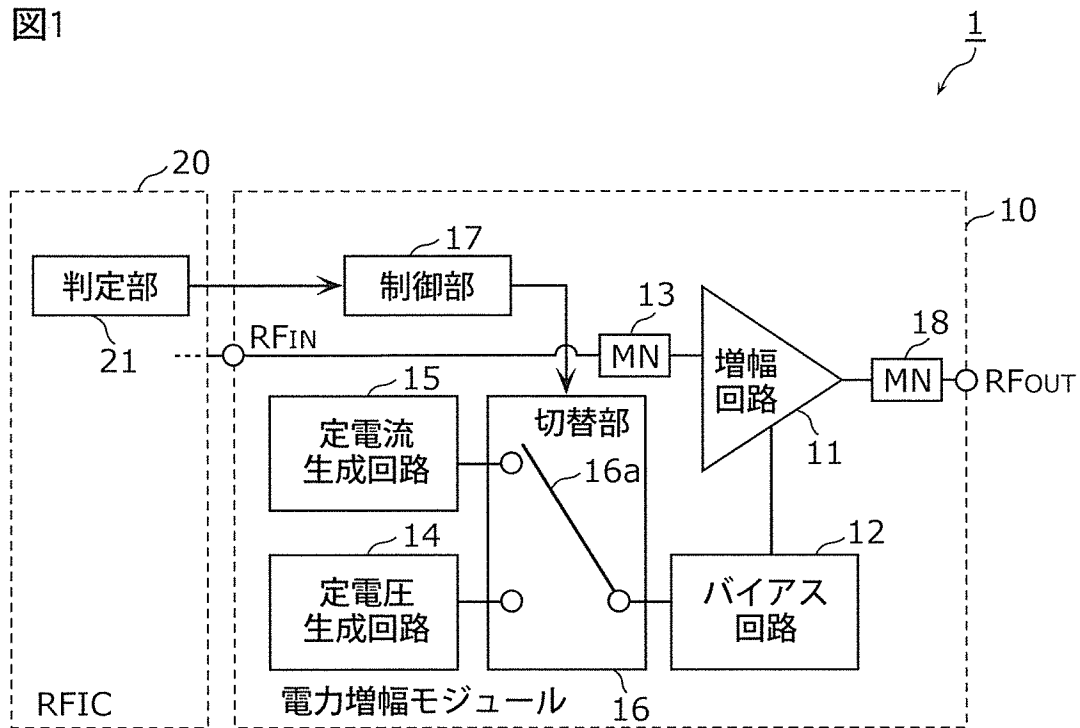
[請求項10]

前記判定部は、前記電力増幅モジュールと、前記電力増幅モジュールから出力される高周波信号を受信する受信機との距離に基づいて、前記所定の出力電力を決定する、

請求項 8 または 9 に記載の高周波フロントエンド回路。

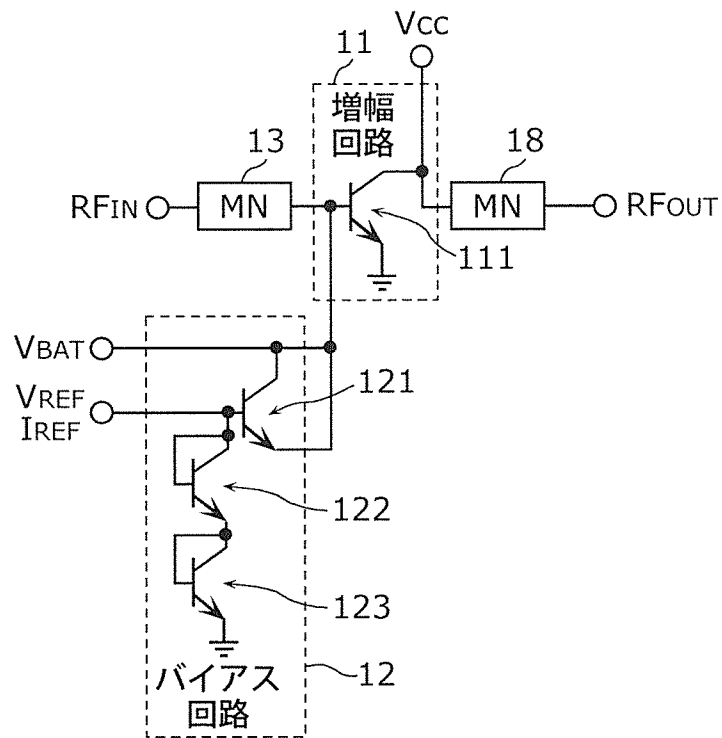
[図1]

図1



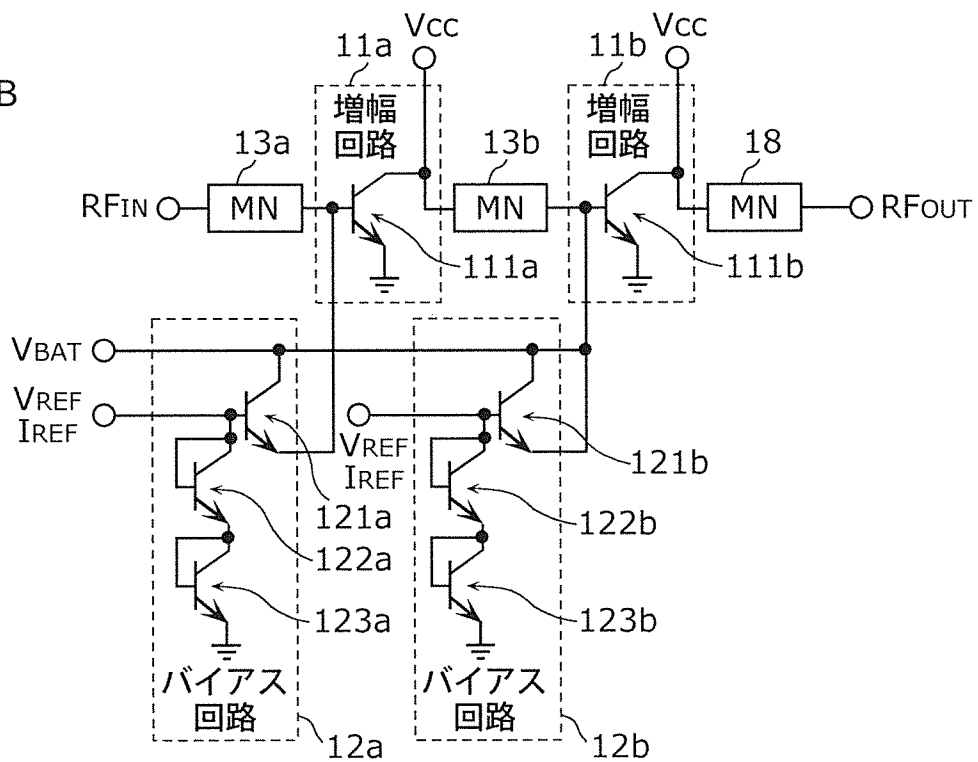
[図2A]

図2A



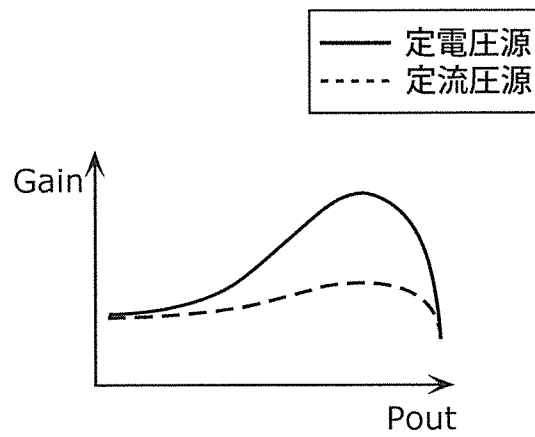
[図2B]

図2B



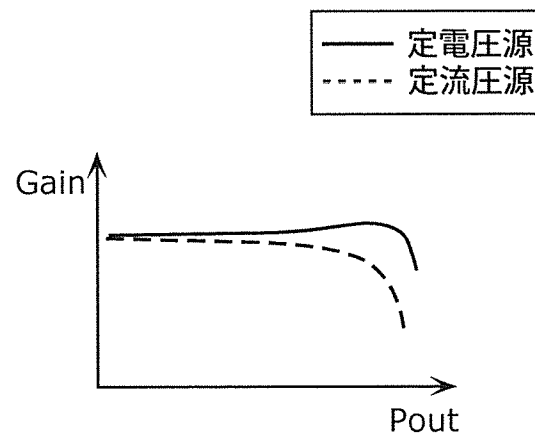
[図3A]

図3A



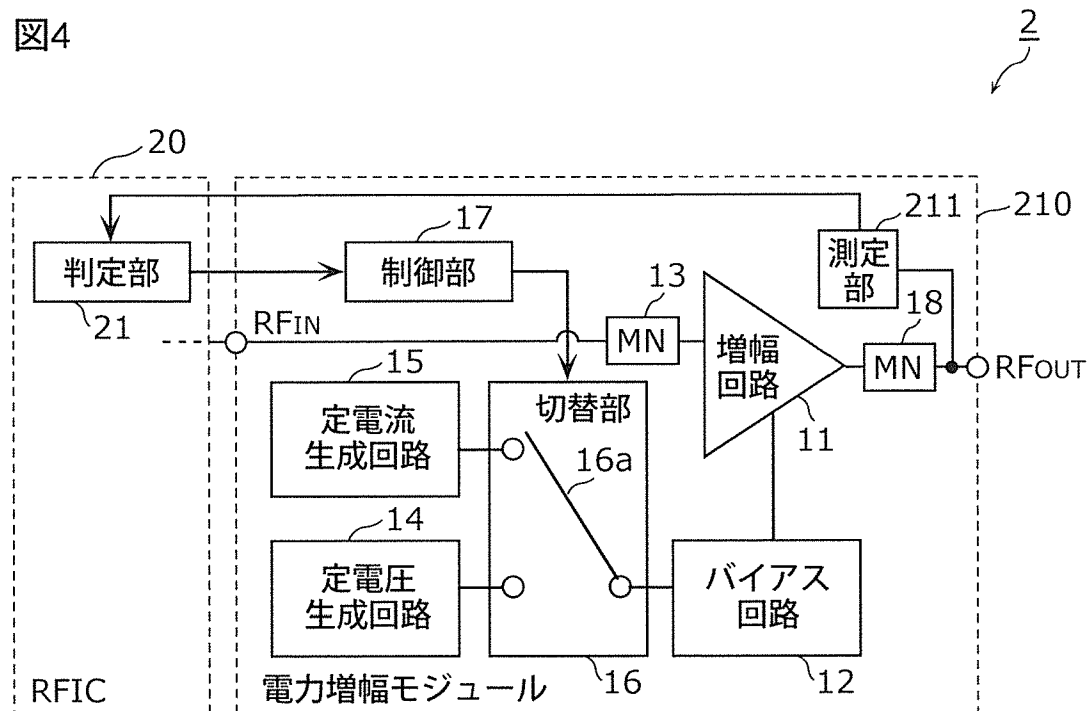
[図3B]

図3B



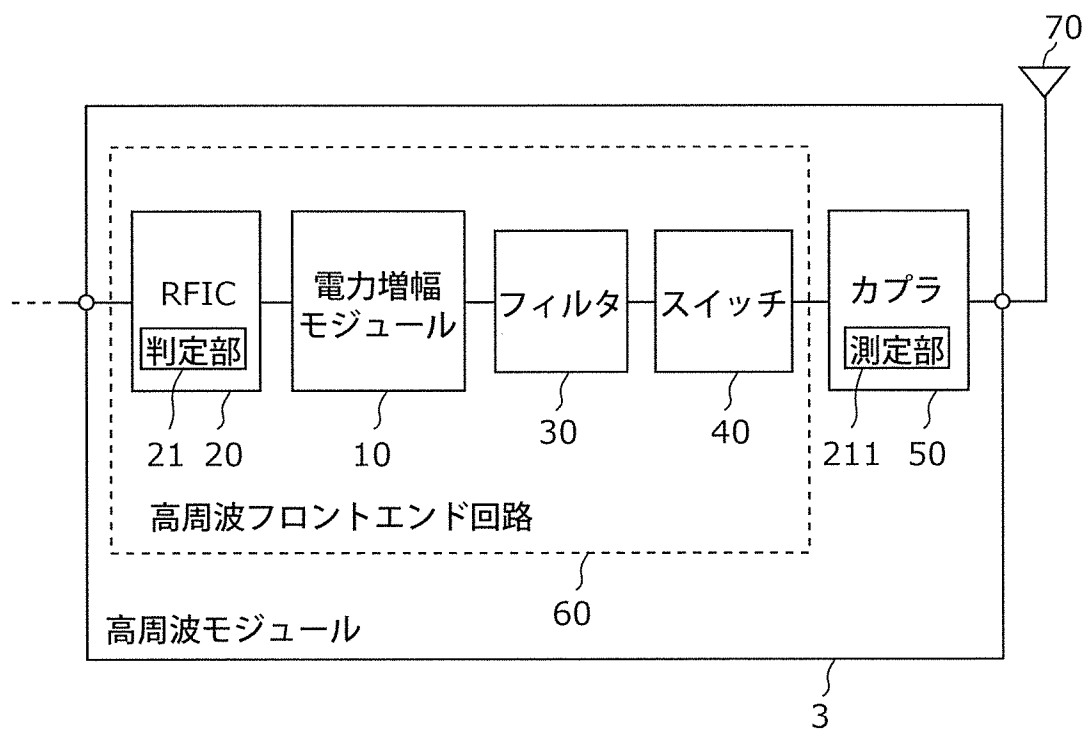
[図4]

図4



[図5]

図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001741

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H03F3/24 (2006.01) i, H03F1/32 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H03F1/00-3/72

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-53759 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 20 March 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2009-164930 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 23 July 2009, entire text, all drawings & US 2009/0174474 A1, entire text, all drawings	1-10
A	WO 02/45254 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 06 June 2002, entire text, all drawings & US 2003/0001677 A1, entire text, all drawings & EP 1341303 A1 & CN 1397106 A	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03.04.2018

Date of mailing of the international search report
17.04.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001741

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-236173 A (TOSHIBA CORPORATION) 19 August 2004, entire text, all drawings & US 2004/0150479 A1, entire text, all drawings	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H03F3/24 (2006.01)i, H03F1/32 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H03F1/00-3/72

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-53759 A (三菱電機株式会社) 2014.03.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2009-164930 A (三菱電機株式会社) 2009.07.23, 全文, 全図 & US 2009/0174474 A1, 全文, 全図	1-10
A	WO 02/45254 A1 (三菱電機株式会社) 2002.06.06, 全文, 全図 & US 2003/0001677 A1, 全文, 全図 & EP 1341303 A1 & CN 1397106 A	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

03.04.2018

国際調査報告の発送日

17.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

及川 尚人

5W

5888

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-236173 A (株式会社東芝) 2004.08.19, 全文, 全図 & US 2004/0150479 A1, 全文, 全図	1-10