

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-201787  
(P2016-201787A)

(43) 公開日 平成28年12月1日(2016.12.1)

(51) Int.Cl.  
H03F 3/24 (2006.01)

F I  
H03F 3/24

テーマコード (参考)  
5J500

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-224869 (P2015-224869)  
(22) 出願日 平成27年11月17日 (2015.11.17)  
(31) 優先権主張番号 特願2015-82069 (P2015-82069)  
(32) 優先日 平成27年4月13日 (2015.4.13)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000006231  
株式会社村田製作所  
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
(74) 代理人 100079108  
弁理士 稲葉 良幸  
(74) 代理人 100109346  
弁理士 大貫 敏史  
(74) 代理人 100117189  
弁理士 江口 昭彦  
(74) 代理人 100134120  
弁理士 内藤 和彦  
(74) 代理人 100126480  
弁理士 佐藤 睦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力増幅モジュール

(57) 【要約】

【課題】 DC - DCコンバータから供給される電源電圧を用いる電力増幅モジュールにおいて、受信帯域雑音特性の劣化を抑制する。

【解決手段】 電力増幅モジュールは、第1の信号を増幅して第2の信号を出力する第1の電力増幅器と、DC - DCコンバータから供給される第1の電圧が入力され、第1の電圧のノイズを除去した第2の電圧を、第1の電力増幅器の電源電圧として出力する第1のノイズ除去回路と、を備える。

【選択図】 図5

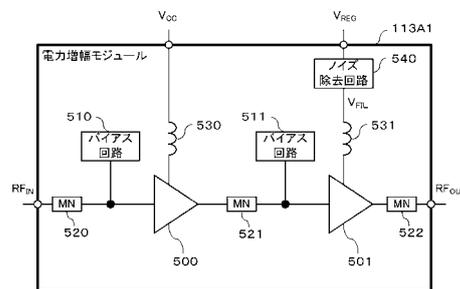


図5

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 の信号を増幅して第 2 の信号を出力する第 1 の電力増幅器と、  
DC - DC コンバータから供給される第 1 の電圧が入力され、前記第 1 の電圧のノイズを除去した第 2 の電圧を、前記第 1 の電力増幅器の電源電圧として出力する第 1 のノイズ除去回路と、  
を備え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であって、  
前記第 1 の電圧は、前記第 1 の信号の振幅に応じて変動する、  
電力増幅モジュール。

10

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の電力増幅モジュールであって、  
前記第 1 の電圧は、前記電力増幅モジュールの平均出力電力に応じて変動する、  
電力増幅モジュール。

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の電力増幅モジュールであって、  
前記 DC - DC コンバータが内蔵されている、  
電力増幅モジュール。

**【請求項 5】**

請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の電力増幅モジュールであって、  
前記第 1 のノイズ除去回路は、周波数制御信号に応じて、ノイズ除去の周波数を調整可能である、  
電力増幅モジュール。

20

**【請求項 6】**

請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の電力増幅モジュールであって、  
第 3 の信号を増幅して前記第 1 の信号を出力する第 2 の電力増幅器をさらに備える、  
電力増幅モジュール。

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載の電力増幅モジュールであって、  
前記第 1 のノイズ除去回路は、さらに、前記第 2 の電圧を、前記第 2 の電力増幅器の電源電圧として出力する、  
電力増幅モジュール。

30

**【請求項 8】**

請求項 6 に記載の電力増幅モジュールであって、  
前記第 1 の電圧が入力され、前記第 1 の電圧のノイズを除去した第 3 の電圧を、前記第 2 の電力増幅器の電源電圧として出力する第 2 のノイズ除去回路をさらに備える、  
電力増幅モジュール。

**【請求項 9】**

請求項 8 に記載の電力増幅モジュールであって、  
前記第 1 の信号とは異なる周波数帯域の第 4 の信号を増幅して第 5 の信号を出力する第 3 の電力増幅器をさらに備え、  
前記第 1 のノイズ除去回路は、さらに、前記第 2 の電圧を、前記第 3 の電力増幅器の電源電圧として出力する、  
電力増幅モジュール。

40

**【請求項 10】**

請求項 9 に記載の電力増幅モジュールであって、  
第 6 の信号を増幅して前記第 4 の信号を出力する第 4 の電力増幅器をさらに備え、  
前記第 2 のノイズ除去回路は、さらに、前記第 3 の電圧を、前記第 4 の電力増幅器の電源電圧として出力する、

50

電力増幅モジュール。

【請求項 1 1】

請求項 8 に記載の電力増幅モジュールであって、

前記第 1 の信号とは異なる周波数帯域の第 4 の信号を増幅して第 5 の信号を出力する第 3 の電力増幅器と、

前記第 1 の電圧が入力され、前記第 1 の電圧のノイズを除去した第 4 の電圧を、前記第 3 の電力増幅器の電源電圧として出力する第 3 のノイズ除去回路と、

をさらに備える電力増幅モジュール。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の電力増幅モジュールであって、

第 6 の信号を増幅して前記第 4 の信号を出力する第 4 の電力増幅器と、

前記第 1 の電圧が入力され、前記第 1 の電圧のノイズを除去した第 5 の電圧を、前記第 4 の電力増幅器の電源電圧として出力する第 4 のノイズ除去回路と、

をさらに備える電力増幅モジュール。

【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】

携帯電話等の移動体通信機においては、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、携帯電話においては、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、位相および振幅のずれや歪み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)が広くなることが多い。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。

【0003】

他方、携帯電話においては、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)方式を採用した電力増幅モジュールが開示されている。また、平均出力電力に応じて電源電圧を制御する平均電力トラッキング(A P T : Average Power Tracking)方式を採用した電力増幅モジュールも知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2 0 0 5 - 5 1 3 9 4 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

エンベロープトラッキング方式や平均電力トラッキング方式の電力増幅モジュールでは、電源電圧を変化させるために、D C - D C コンバータが用いられる。そのため、エンベロープトラッキング動作や平均電力トラッキング動作の際には、電源回路から出力されるノイズにより、電力増幅モジュールの受信帯域雑音特性が劣化することがある。

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、D C - D C コンバータから供給

10

20

30

40

50

される電源電圧を用いる電力増幅モジュールにおいて、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面に係る電力増幅モジュールは、第1の信号を増幅して第2の信号を出力する第1の電力増幅器と、DC-DCコンバータから供給される第1の電圧が入力され、第1の電圧のノイズを除去した第2の電圧を、第1の電力増幅器の電源電圧として出力する第1のノイズ除去回路と、を備える。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、DC-DCコンバータから供給される電源電圧を用いる電力増幅モジュールにおいて、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【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】RF部の構成の一例を示す図である。

【図3】固定の電源電圧を用いて電力増幅を行った場合の電力損失の一例を示す図である。

【図4】エンベロープトラッキングによる可変の電源電圧を用いて電力増幅を行った場合の電力損失の一例を示す図である。

【図5】電力増幅モジュール113Aの構成例を示す図である。

【図6A】ノイズ除去回路540の構成例を示す図である。

【図6B】ノイズ除去回路540の他の構成例を示す図である。

【図6C】ノイズ除去回路540の他の構成例を示す図である。

【図6D】ノイズ除去回路540の他の構成例を示す図である。

【図7】電力増幅モジュール113Aの他の構成例を示す図である。

【図8】電力増幅モジュール113Aの他の構成例を示す図である。

【図9】送信ユニットの他の構成例を示す図である。

【図10】電力増幅モジュール113Bの構成例を示す図である。

【図11】電力増幅モジュール113Bの他の構成例を示す図である。

【図12】電力増幅モジュール113Bの他の構成例を示す図である。

【図13】電力増幅モジュール113Bの他の構成例を示す図である。

【図14】電力増幅モジュール113Bの他の構成例を示す図である。

【図15】電力増幅モジュール113Bの他の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

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100A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100Aは、無線周波数(RF: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。

【0011】

図1に示すように、送信ユニット100Aは、ベースバンド部110、RF部111、電源回路112、電力増幅モジュール113A、フロントエンド部114、及びアンテナ115を備える。なお、本実施形態では、電力増幅モジュール113Aは、エンベロープトラッキング方式を採用しているものとして説明するが、平均電力トラッキング方式等、電源電圧が変動する他の方式を採用するものであってもよい。後述する電力増幅モジュール

10

20

30

40

50

ル 1 1 3 B についても同様である。

【 0 0 1 2 】

ベースバンド部 1 1 0 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 1 1 0 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 1 0 M H z 程度である。

【 0 0 1 3 】

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（ $R F_{IN}$ ）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。また、R F 部 1 1 1 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 A に供給される電圧  $V_{REG}$  が R F 信号の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 C T R L を出力する。つまり、R F 部 1 1 1 は、エンベロープトラッキングを行うために電源制御信号 C T R L を出力する。

10

【 0 0 1 4 】

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 : I n t e r m e d i a t e F r e q u e n c y）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。

【 0 0 1 5 】

電源回路 1 1 2 は、R F 部 1 1 1 から出力される電源制御信号 C T R L に応じたレベルの電源電圧  $V_{REG}$  を生成し、電力増幅モジュール 1 1 3 A に供給する。電源回路 1 1 2 は、例えば、電源制御信号 C T R L に応じたレベルの電圧  $V_{REG}$  を入力電圧（例えば所定レベルの電源電圧  $V_{CC}$  等）から生成する D C - D C コンバータ（昇圧又は降圧）を含むことができる。なお、前述のとおり、電源回路 1 1 2 は、エンベロープトラッキング方式に限られず、平均電力トラッキング方式等、他の方式に基づいて電圧  $V_{REG}$  を生成してもよい。

20

【 0 0 1 6 】

電力増幅モジュール 1 1 3 A は、電源回路 1 1 2 から供給される電圧  $V_{REG}$  に基づいて、R F 部 1 1 1 から出力される R F 信号（ $R F_{IN}$ ）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（ $R F_{OUT}$ ）を出力する。

30

【 0 0 1 7 】

フロントエンド部 1 1 4 は、増幅信号（ $R F_{OUT}$ ）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 1 8 】

図 2 は、R F 部 1 1 1 の構成の一例を示す図である。図 2 に示すように、R F 部 1 1 1 は、遅延回路 2 0 0 , 2 0 1、R F 変調部 2 0 2、振幅レベル検出部 2 0 3、及びデジタル - アナログ変換器（D A C : D i g i t a l t o A n a l o g C o n v e r t e r）2 0 4 を備える。

【 0 0 1 9 】

遅延回路 2 0 0 , 2 0 1 は、R F 信号が電力増幅モジュール 1 1 3 A に入力されるタイミングと、R F 信号の振幅レベルに応じた電圧  $V_{REG}$  が電力増幅モジュール 1 1 3 A に供給されるタイミングとを合わせるために、I Q 信号を所定時間遅延させる回路である。

40

【 0 0 2 0 】

R F 変調部 2 0 2 は、I Q 信号から R F 信号を生成して出力する。具体的には、R F 変調部 2 0 2 は、例えば、I 信号と搬送波信号とを乗算器で合成するとともに、Q 信号と、9 0 度位相をずらした搬送波信号とを乗算器で合成し、これらの合成信号を減算器で合成することにより、R F 信号を得ることができる。

【 0 0 2 1 】

振幅レベル検出部 2 0 3 は、I Q 信号に基づいて変調信号の振幅レベルを検出する。ここで検出される振幅レベルは、R F 変調部 2 0 2 から出力される R F 信号の振幅レベルに

50

応じたものとなる。

【 0 0 2 2 】

D A C 2 0 4 は、振幅レベル検出部 2 0 3 から出力される電源制御信号をアナログ信号に変換して出力する。

【 0 0 2 3 】

図 3 及び図 4 を参照して、エンベロープトラッキングによる電源電圧制御の一例を説明する。図 3 には、固定の電源電圧を用いて電力増幅を行った場合の電力損失の一例が示されている。図 3 に示すように、R F 信号の振幅レベルが大きく変化する場合、R F 信号の振幅の最大レベルに合わせた固定の電源電圧を採用すると、R F 信号の振幅レベルが小さい区間における電力損失は大きなものとなる。

10

【 0 0 2 4 】

図 4 には、エンベロープトラッキングによる可変の電源電圧を用いて電力増幅を行った場合の電力損失の一例が示されている。図 4 に示すように、R F 信号の振幅レベルに応じて電源電圧を変動させることにより、電力損失を低減させることができる。

【 0 0 2 5 】

本実施形態では、電源回路 1 1 2 は、R F 部 1 1 1 から出力される電源制御信号に基づいて、電力増幅モジュール 1 1 3 A に供給される電圧  $V_{REG}$  を、R F 信号の振幅レベルに応じたレベルに制御する。

【 0 0 2 6 】

図 5 は、電力増幅モジュール 1 1 3 A の構成例を示す図である。図 5 に示すように、電力増幅モジュール 1 1 3 A 1 は、電力増幅器 5 0 0 , 5 0 1、バイアス回路 5 1 0 , 5 1 1、整合回路 5 2 0 , 5 2 1 , 5 2 2、インダクタ 5 3 0 , 5 3 1、及びノイズ除去回路 5 4 0 を含んでいる。

20

【 0 0 2 7 】

電力増幅器 5 0 0 , 5 0 1 は、二段の増幅器を構成しており、入力される R F 信号 ( $R F_{IN}$ ) を増幅して、増幅信号 ( $R F_{OUT}$ ) を出力する。各電力増幅器は、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) を含んで構成され、入力される信号を増幅して出力する。1 段目 (ドライブ段) の電力増幅器 5 0 0 (第 2 の電力増幅器) は、入力信号 (第 3 の信号) を増幅した信号 (第 1 の信号) を出力する。2 段目 (パワー段) の電力増幅器 5 0 1 (第 1 の電力増幅器) は、電力増幅器 5 0 0 から出力される信号 (第 1 の信号) を増幅した信号 (第 2 の信号) を出力する。

30

【 0 0 2 8 】

バイアス回路 5 1 0 , 5 1 1 は、それぞれ、電力増幅器 5 0 0 , 5 0 1 に対してバイアスを供給する。

【 0 0 2 9 】

整合回路 5 2 0 , 5 2 1 , 5 2 2 は、回路間のインピーダンスをマッチングさせるために設けられている。整合回路 5 2 0 , 5 2 1 , 5 2 2 は、それぞれ、例えば、インダクタやキャパシタを用いて構成される。

【 0 0 3 0 】

インダクタ 5 3 0 , 5 3 1 は、R F 信号のアイソレーション用に設けられている。

40

【 0 0 3 1 】

ノイズ除去回路 5 4 0 (第 1 のノイズ除去回路) は、電源回路 1 1 2 から供給される電圧  $V_{REG}$  (第 1 の電圧) のノイズを除去した電圧  $V_{FIL}$  (第 2 の電圧) を生成する。具体的には、ノイズ除去回路 5 4 0 は、R F 信号の送受信周波数間隔 (送信信号の周波数と受信信号の周波数との間隔) の周波数のノイズを除去する。なお、ノイズ除去回路 5 4 0 は、電圧  $V_{REG}$  のノイズを除去するものであり、電圧  $V_{FIL}$  の電圧値は、電圧  $V_{REG}$  の電圧値と実質的に同等である。

【 0 0 3 2 】

電力増幅モジュール 1 1 3 A 1 では、1 段目の電力増幅器 5 0 0 には、所定レベルの電圧  $V_{CC}$  が、電源電圧として供給される。他方、2 段目の電力増幅器 5 0 1 には、ノイズ除

50

去回路 540 によってノイズが除去された電圧  $V_{FIL}$  が供給される。即ち、電力増幅モジュール 113A1 では、2 段目の電力増幅器 501 が、エンベロープトラッキング方式により動作する。

#### 【0033】

図 6A は、ノイズ除去回路 540 の構成例を示す図である。図 6A に示すように、ノイズ除去回路 540A は、インダクタ 600 及びキャパシタ 601 を含む。インダクタ 600 は、第 1 の端子に電圧  $V_{REG}$  が供給され、第 2 の端子がインダクタ 531 に接続される。キャパシタ 601 は、第 1 の端子がインダクタ 600 の第 2 の端子に接続され、第 2 の端子が接地される。この接続により、インダクタ 600 及びキャパシタ 601 は、低域通過フィルタ (LPF: Low Pass Filter) を構成する。これにより、ノイズ除去回路 540A は、電圧  $V_{REG}$  のノイズを除去した電源電圧  $V_{FIL}$  を出力する。なお、ノイズ除去回路 540A では、例えば、LPF のカットオフ周波数が RF 信号の送受信周波数間隔より低い周波数となるように、インダクタ 600 及びキャパシタ 601 が選択される。

10

#### 【0034】

図 6B は、ノイズ除去回路 540 の他の構成例を示す図である。図 6B に示すように、ノイズ除去回路 540B は、インダクタ 610 及びキャパシタ 611 を含む。インダクタ 610 は、第 1 の端子に電圧  $V_{REG}$  が供給され、第 2 の端子がキャパシタ 611 の第 1 の端子に接続される。キャパシタ 611 は、第 1 の端子がインダクタ 610 の第 2 の端子に接続され、第 2 の端子が接地される。この接続により、インダクタ 610 及びキャパシタ 611 は、LC 直列共振回路となることにより、帯域阻止フィルタ (BEF: Band Elimination Filter) を構成する。これにより、ノイズ除去回路 540B は、電圧  $V_{REG}$  のノイズを除去した電源電圧  $V_{FIL}$  を出力する。なお、ノイズ除去回路 540B では、例えば、BEF の阻止周波数の帯域に RF 信号の送受信周波数間隔が含まれるように、インダクタ 610 及びキャパシタ 611 が選択される。このとき、インダクタ 610 やキャパシタ 611 の Q 値や素子値を調整することで、広い周波数帯域を減衰させることや、特定の周波数のみを減衰させることが可能となる。

20

#### 【0035】

図 6C は、ノイズ除去回路 540 の他の構成例を示す図である。図 6C に示すノイズ除去回路 540C は、図 6A に示したノイズ除去回路 540A のキャパシタ 601 が、キャパシタ 620 に変更されている点を除き、ノイズ除去回路 540A と同一である。ノイズ除去回路 540A と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。キャパシタ 620 は、周波数制御信号に応じて容量値を変更可能な可変キャパシタである。従って、ノイズ除去回路 540C では、キャパシタ 620 の容量値を変更することにより、LPF のカットオフ周波数を調整することができる。

30

#### 【0036】

図 6D は、ノイズ除去回路 540 の他の構成例を示す図である。図 6D に示すノイズ除去回路 540D は、図 6B に示したノイズ除去回路 540B のキャパシタ 611 が、キャパシタ 630 に変更されている点を除き、ノイズ除去回路 540B と同一である。ノイズ除去回路 540B と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。キャパシタ 630 は、周波数制御信号に応じて容量値を変更可能な可変キャパシタである。従って、ノイズ除去回路 540D では、キャパシタ 630 の容量値を変更することにより、BEF の阻止周波数を調整することができる。

40

#### 【0037】

ここで、電力増幅モジュールにおける受信帯域雑音特性について検討する。電力増幅モジュールを、エンベロープトラッキング方式ではなく、通常の方式 (平均電力追従モード) で動作させる際の受信帯域雑音レベルは、Band 5 (824 ~ 849 MHz) において -135 dBm / Hz 程度である。

#### 【0038】

電力増幅モジュールをエンベロープトラッキング方式で動作させる場合の受信帯域雑音レベル P は、エンベロープトラッキング用の電源回路における送受信周波数間隔の周波数

50

での雑音レベルを  $P_{ET}$ 、電力増幅モジュールにおける受信帯域雑音レベルを  $P_{PA}$ 、電力増幅モジュールのコンバージョンゲインを  $G$  とすると、電源回路のノイズ除去を考慮しない場合、 $P = P_{ET} \times G + P_{PA}$  となる。

【0039】

例えば、 $P_{ET} = -130 \text{ dBm/Hz}$ 、 $P_{PA} = -135 \text{ dBm/Hz}$ 、 $G = -3 \text{ dB}$  とすると、 $P = -130.88 \text{ dBm/Hz}$  となる。従って、通常の方式の場合と比較して、受信帯域雑音レベルが約  $4 \text{ dBm/Hz}$  劣化する。

【0040】

電力増幅モジュール 113A1 では、ノイズ除去回路 540 によって、電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去される。例えば、ノイズ除去回路 540 により、 $P_{ET}$  が  $10 \text{ dB}$  低下したとすると、 $P = -134.36 \text{ dBm/Hz}$  となる。従って、通常の方式の場合からの受信帯域雑音レベルの劣化は、約  $0.5 \text{ dBm/Hz}$  に改善される。

10

【0041】

このように、電力増幅モジュール 113A1 では、ノイズ除去回路 540 によって電源電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。

【0042】

図 7 は、電力増幅モジュール 113A の他の構成例を示す図である。電力増幅モジュール 113A2 は、1 段目の電力増幅器 500 にも、ノイズ除去回路 540 から出力される電圧  $V_{FIL}$  が供給されている点を除き、図 5 に示した電力増幅モジュール 113A1 と同一の構成である。電力増幅モジュール 113A1 と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

20

【0043】

電力増幅モジュール 113A2 では、1 段目の電力増幅器 500 及び 2 段目の電力増幅器 501 の双方に、ノイズ除去回路 540 によってノイズが除去された電圧  $V_{FIL}$  が供給される。即ち、電力増幅モジュール 113A2 では、電力増幅器 500、501 の双方が、エンベロープトラッキング方式により動作する。

【0044】

電力増幅モジュール 113A2 においても、電力増幅モジュール 113A1 と同様に、ノイズ除去回路 540 によって電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。

30

【0045】

図 8 は、電力増幅モジュール 113A の他の構成例を示す図である。電力増幅モジュール 113A3 は、ノイズ除去回路 700 をさらに備える点を除き、図 7 に示した電力増幅モジュール 113A2 と同一の構成である。電力増幅モジュール 113A2 と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

【0046】

ノイズ除去回路 700 (第 2 のノイズ除去回路) は、ノイズ除去回路 540 と同様に、電源電圧  $V_{REG}$  (第 1 の電圧) のノイズを除去した電圧  $V_{FIL2}$  (第 3 の電圧) を生成する。ノイズ除去回路 700 の構成は、ノイズ除去回路 540 と同様であるため説明を省略する。

40

【0047】

電力増幅モジュール 113A3 では、1 段目の電力増幅器 500 には、ノイズ除去回路 700 によってノイズが除去された電圧  $V_{FIL2}$  が供給される。また、2 段目の電力増幅器 501 には、ノイズ除去回路 540 によってノイズが除去された電圧  $V_{FIL}$  が供給される。即ち、電力増幅モジュール 113A3 では、電力増幅器 500、501 の双方が、エンベロープトラッキング方式により動作する。

【0048】

電力増幅モジュール 113A3 においても、電力増幅モジュール 113A2 と同様に、ノイズ除去回路 540、700 によって電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去されることにより、受

50

信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。さらに、電力増幅モジュール 1 1 3 A 3 では、1 段目と 2 段目で別々にノイズ除去回路が設けられている。これにより、各段の特性に応じてノイズ除去の特性を調整することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

図 9 は、送信ユニットの他の構成例を示す図である。送信ユニット 1 0 0 B は、図 1 に示した電力増幅モジュール 1 1 3 A の代わりに電力増幅モジュール 1 1 3 B を備える点を除いて、送信ユニット 1 0 0 A と同一の構成である。送信ユニット 1 0 0 A と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 0 】

電力増幅モジュール 1 1 3 B は、電源回路 1 1 2 を内蔵する。図 1 0 は、電力増幅モジュール 1 1 3 B の構成例を示す図である。電力増幅モジュール 1 1 3 B 1 は、電源回路 1 1 2 を内蔵する点を除いて、図 5 に示した電力増幅モジュール 1 1 3 A 1 と同一の構成である。電力増幅モジュール 1 1 3 A 1 と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

10

【 0 0 5 1 】

エンベロープトラッキング用の電源回路を内蔵した電力増幅モジュール 1 1 3 B 1 では、電源回路と電力増幅器との距離が近く、配線等による電圧低減の影響を低減できる。また、電力増幅器と電源回路を最短で接続することができるため、レイアウトの小型化や、配線部等からの放射ノイズの抑制が可能となる。

【 0 0 5 2 】

図 1 1 は、電力増幅モジュール 1 1 3 B の他の構成例を示す図である。電力増幅モジュール 1 1 3 B 2 は、電源回路 1 1 2 を内蔵する点を除いて、図 7 に示した電力増幅モジュール 1 1 3 A 2 と同一の構成である。電力増幅モジュール 1 1 3 A 2 と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

20

【 0 0 5 3 】

電力増幅モジュール 1 1 3 B 2 においても、電力増幅モジュール 1 1 3 A 2 と同様に、ノイズ除去回路 5 4 0 によって電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 は、電力増幅モジュール 1 1 3 B の他の構成例を示す図である。電力増幅モジュール 1 1 3 B 3 は、電源回路 1 1 2 を内蔵する点を除いて、図 8 に示した電力増幅モジュール 1 1 3 A 3 と同一の構成である。電力増幅モジュール 1 1 3 A 3 と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

30

【 0 0 5 5 】

電力増幅モジュール 1 1 3 B 3 においても、電力増幅モジュール 1 1 3 A 3 と同様に、ノイズ除去回路 5 4 0 によって電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

図 1 3 は、電力増幅モジュール 1 1 3 B の他の構成例を示す図である。図 1 2 に示した電力増幅モジュール 1 1 3 B 3 と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

40

【 0 0 5 7 】

電力増幅モジュール 1 1 3 B 4 は、第 1 の周波数帯域（ハイバンド）及び第 2 の周波数帯域（ローバンド）に対応している。具体的には、電力増幅器 5 0 0 H , 5 0 1 H は、ハイバンド用の電力増幅器を構成している。1 段目の電力増幅器 5 0 0 H（第 2 の電力増幅器）は、ハイバンドの入力信号（第 3 の信号）を増幅した信号（第 1 の信号）を出力する。2 段目の電力増幅器 5 0 1 H（第 1 の電力増幅器）は、電力増幅器 5 0 0 H から出力される信号（第 1 の信号）を増幅した信号（第 2 の信号）を出力する。また、電力増幅器 5 0 0 L , 5 0 1 L は、ローバンド用の電力増幅器を構成している。1 段目の電力増幅器 5 0 0 L（第 4 の電力増幅器）は、ローバンドの入力信号（第 6 の信号）を増幅した信号（第 4 の信号）を出力する。2 段目の電力増幅器 5 0 1 L（第 3 の電力増幅器）は、電力増

50

幅器 500L から出力される信号（第 4 の信号）を増幅した信号（第 5 の信号）を出力する。

【0058】

電力増幅モジュール 113B4 では、1 段目の電力増幅器 500H, 500L には、ノイズ除去回路 700 によってノイズが除去された電圧  $V_{FIL2}$  が供給される。また、2 段目の電力増幅器 501H, 501L には、ノイズ除去回路 540 によってノイズが除去された電圧  $V_{FIL}$  が供給される。即ち、電力増幅モジュール 113B4 では、電力増幅器 500H, 500L, 501H, 501L の全てが、エンベロープトラッキング方式により動作する。

【0059】

電力増幅モジュール 113B4 においても、電力増幅モジュール 113B3 と同様に、ノイズ除去回路 540, 700 によって電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。さらに、電力増幅モジュール 113B4 では、ハイバンドとローバンドでノイズ除去回路 700, 540 を共有することにより、コスト上昇を抑制することが可能となる。

【0060】

図 14 は、電力増幅モジュール 113B の他の構成例を示す図である。図 13 に示した電力増幅モジュール 113B4 と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

【0061】

電力増幅モジュール 113B5 は、電力増幅モジュール 113B4 と同様に、第 1 の周波数帯域（ハイバンド）及び第 2 の周波数帯域（ローバンド）に対応している。

【0062】

電力増幅モジュール 113B5 では、ノイズ除去回路がハイバンドとローバンドで別々に設けられている。具体的には、ハイバンドの 1 段目の電力増幅器 500H には、ノイズ除去回路 700H によってノイズが除去された電源電圧  $V_{FIL2-H}$  が供給される。また、ハイバンドの 2 段目の電力増幅器 501H には、ノイズ除去回路 540H によってノイズが除去された電源電圧  $V_{FIL-H}$  が供給される。また、ローバンドの 1 段目の電力増幅器 500L には、ノイズ除去回路 700L によってノイズが除去された電源電圧  $V_{FIL2-L}$  が供給される。そして、ローバンドの 2 段目の電力増幅器 501L には、ノイズ除去回路 540L によってノイズが除去された電源電圧  $V_{FIL-L}$  が供給される。

【0063】

電力増幅モジュール 113B5 においても、電力増幅モジュール 113B4 と同様に、ノイズ除去回路 540H, 540L, 700H, 700L によって電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。さらに、電力増幅モジュール 113B5 では、ノイズ除去回路がハイバンドとローバンドで別々に設けられていることにより、それぞれのバンドに合わせた適切なノイズ除去が可能となる。

【0064】

図 15 は、電力増幅モジュール 113B の他の構成例を示す図である。図 13 に示した電力増幅モジュール 113B4 と同等の構成には同等の符号を付して説明を省略する。

【0065】

電力増幅モジュール 113B6 では、電力増幅モジュール 113B4 と異なり、2 段目の電力増幅器のみが、エンベロープトラッキング方式により動作する。具体的には、2 段目の電力増幅器 501H, 501L には、電圧  $V_{REG}$  のノイズを除去した電圧  $V_{FIL}$  が供給される一方、1 段目の電力増幅器 500H, 500L には、電圧  $V_{CC}$  が供給される。

【0066】

電力増幅モジュール 113B6 においても、電力増幅モジュール 113B4 と同様に、ノイズ除去回路 540 によって電源電圧  $V_{REG}$  のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。なお、図 14 に示した電力増幅モジュール 113B5 においても、2 段目の電力増幅器のみがエンベロープトラッキング方式により動作する構成とすることができる。

10

20

30

40

50

## 【0067】

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113A1~113A3, 113B1~113B3によれば、RF信号の振幅に応じて変動する電圧 $V_{REG}$ のノイズを除去した電圧 $V_{FIL}$ が、電力増幅器501の電源電圧として供給される。これにより、エンベロープトラッキング方式の電力増幅モジュールにおける、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。なお、本実施形態では、エンベロープトラッキング方式を採用する電力増幅モジュールの場合について説明したが、平均電力トラッキング方式等、電源電圧が変動する他の方式を採用する電力増幅モジュールにおいても、同様の効果を得ることができる。

## 【0068】

なお、電力増幅モジュール113A1~113A3, 113B1~113B3は、二段の電力増幅器により構成されているが、電力増幅器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。

## 【0069】

また、電力増幅モジュール113B1~113B3によれば、電圧 $V_{REG}$ を生成する電源回路112を内蔵した構成において、電圧 $V_{REG}$ のノイズを除去した電圧 $V_{FIL}$ が、電力増幅器501の電源電圧として供給される。

## 【0070】

また、電力増幅モジュール113A1~113A3, 113B1~113B3では、図6Cや図6Dに例示したように、ノイズ除去の周波数を調整可能な構成とすることができる。これにより、マルチバンドに対応している場合において、利用する周波数の送受信周波数間隔に応じて、ノイズ除去の周波数を調整することが可能となる。

## 【0071】

また、電力増幅モジュール113A1~113A3, 113B1~113Bによれば、二段の電力増幅器を備える構成においても、電圧 $V_{REG}$ のノイズを除去した電圧 $V_{FIL}$ を電力増幅器501に供給することにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。

## 【0072】

なお、電力増幅モジュール113A2, 113B2に示したように、1段目(ドライブ段)の電力増幅器500に対しても、電圧 $V_{REG}$ のノイズを除去した電圧 $V_{FIL}$ を供給することにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。

## 【0073】

また、電力増幅モジュール113A3, 113B3に示したように、電圧 $V_{REG}$ のノイズを除去した電圧 $V_{FIL2}$ を1段目の電力増幅器500に供給するノイズ除去回路700を備えることも可能である。これにより、各段の特性に応じてノイズ除去の特性を調整することが可能となる。

## 【0074】

また、電力増幅モジュール113B4によれば、ハイバンドの電力増幅器500H, 501Hとローバンドの電力増幅器500L, 501Lとを備える構成においても、電力増幅モジュール113B3と同様に、ノイズ除去回路540, 700によって電圧 $V_{REG}$ のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。さらに、電力増幅モジュール113B4では、ハイバンドとローバンドでノイズ除去回路700, 540を共有することにより、コスト上昇を抑制することが可能となる。

## 【0075】

また、電力増幅モジュール113B5によれば、ハイバンドの電力増幅器500H, 501Hとローバンドの電力増幅器500L, 501Lとを備える構成においても、電力増幅モジュール113B4と同様に、ノイズ除去回路540H, 540L, 700H, 700Lによって電源電圧 $V_{REG}$ のノイズが除去されることにより、受信帯域雑音特性の劣化を抑制することができる。さらに、電力増幅モジュール113B5では、ノイズ除去回路がハイバンドとローバンドで別々に設けられていることにより、それぞれのバンドに合わ

10

20

30

40

50

せた適切なノイズ除去が可能となる。

【0076】

なお、電力増幅モジュール113B4, 113B5では、周波数帯域をハイバンド及びローバンドの2つとしたが、周波数帯域の数はこれに限られず、3つ以上であってもよい。

【0077】

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。

10

【符号の説明】

【0078】

100A, 100B 送信ユニット  
 110 ベースバンド部  
 111 RF部  
 112 電源回路  
 113A, 113A1, 113A2, 113A3, 113B, 113B1, 113B2, 113B3, 113B4, 113B5, 113B6 電力増幅モジュール  
 114 フロントエンド部  
 115 アンテナ  
 200, 201 遅延回路  
 202 RF変調部  
 203 振幅レベル検出部  
 204 DAC  
 500, 500H, 500L, 501, 501H, 501L 電力増幅器  
 510, 510H, 510L, 511, 511H, 511L バイアス回路  
 520, 520H, 520L, 521, 521H, 521L, 522, 522H, 522L 整合回路  
 530, 530H, 530L, 531, 531H, 531L, 600, 610 インダクタ  
 540, 540A, 540B, 540C, 540D, 540H, 540L, 700, 700H, 700L ノイズ除去回路  
 601, 611, 620 キャパシタ

20

30

【 図 1 】

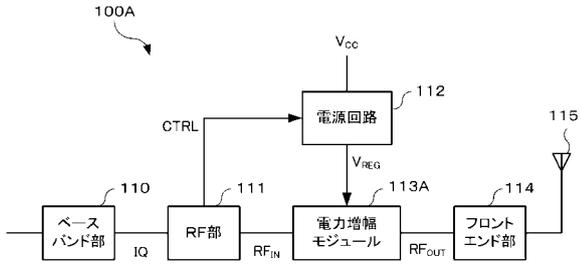


図1

【 図 3 】

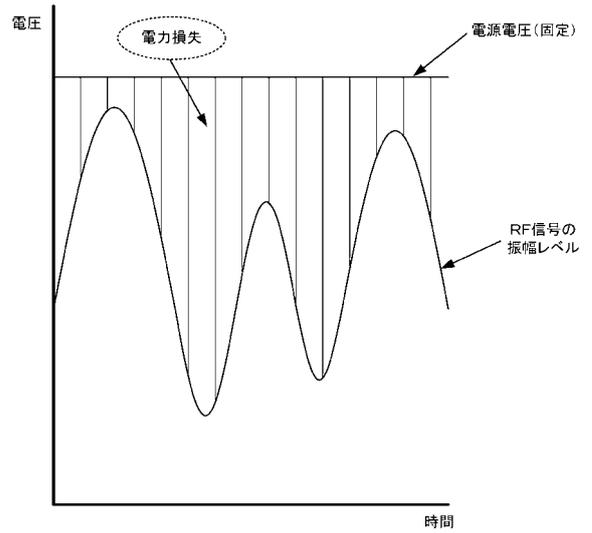


図3

【 図 2 】

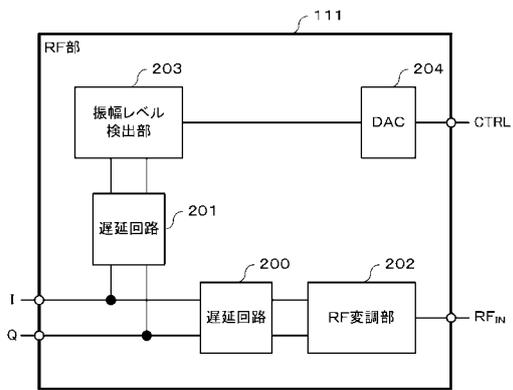


図2

【 図 4 】

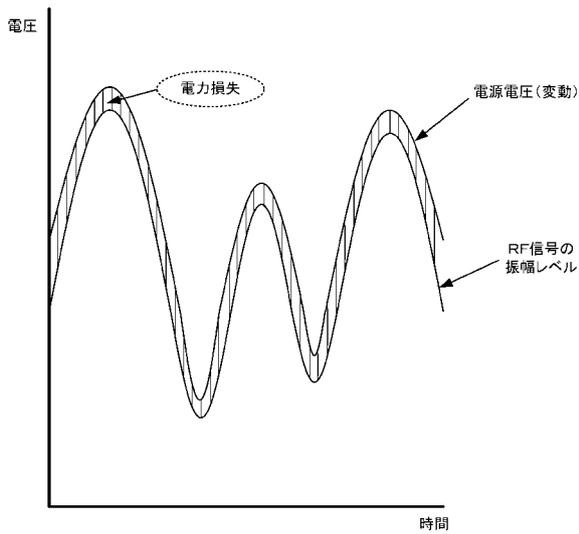


図4

【 図 5 】

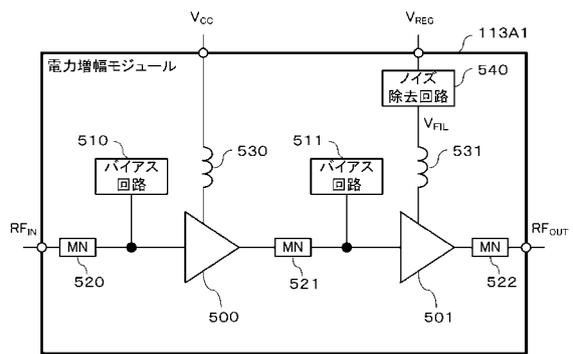


図5

【図 6 A】

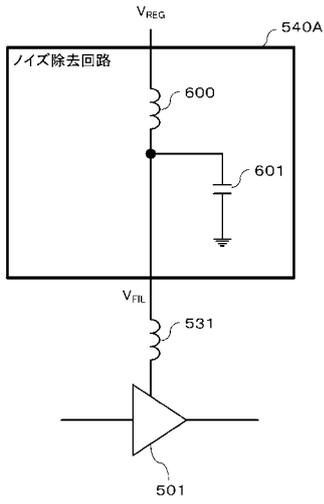


図6A

【図 6 B】

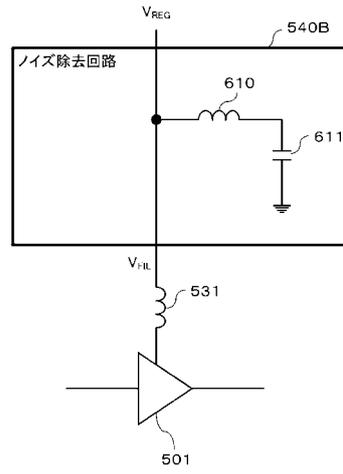


図6B

【図 6 C】

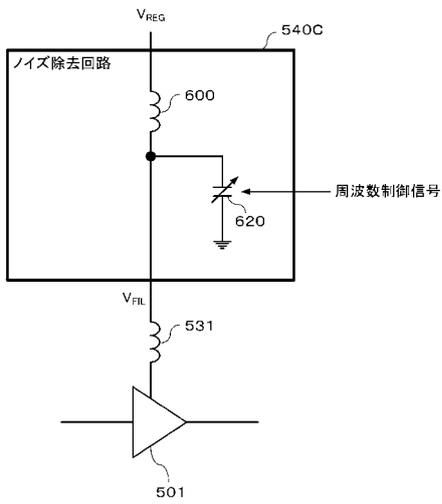


図6C

【図 6 D】

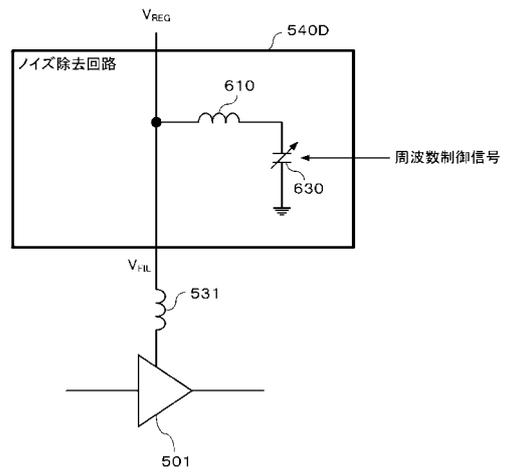


図6D

【 図 7 】

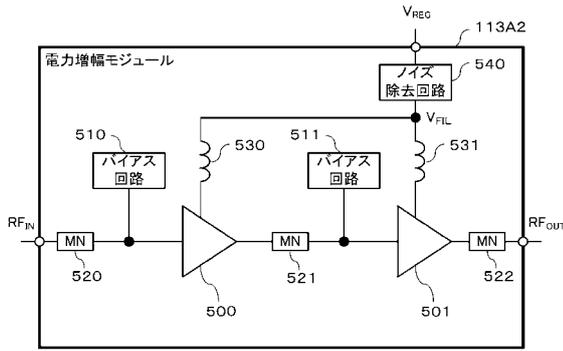


図7

【 図 8 】

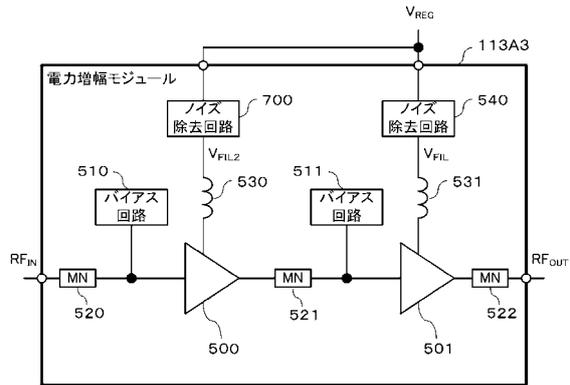


図8

【 図 9 】

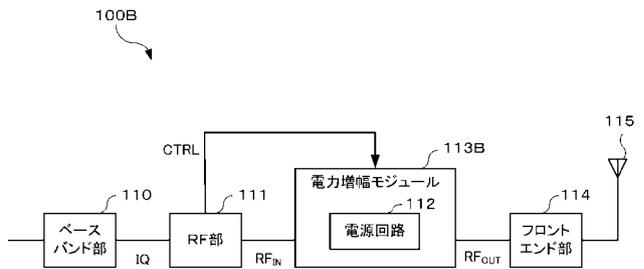


図9

【 図 10 】

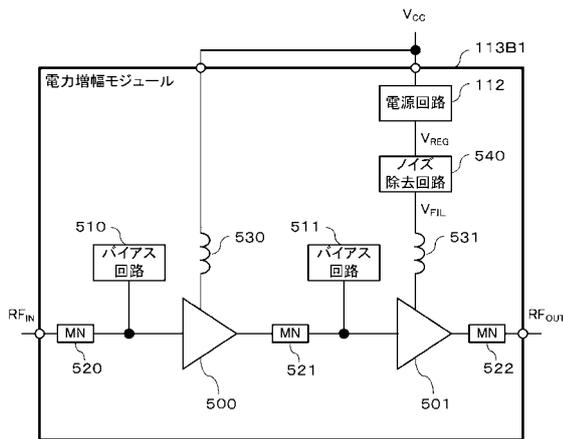


図10

【 図 11 】

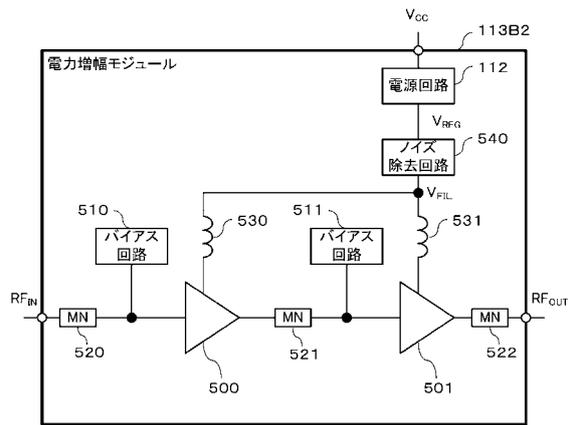


図11

【図 1 2】

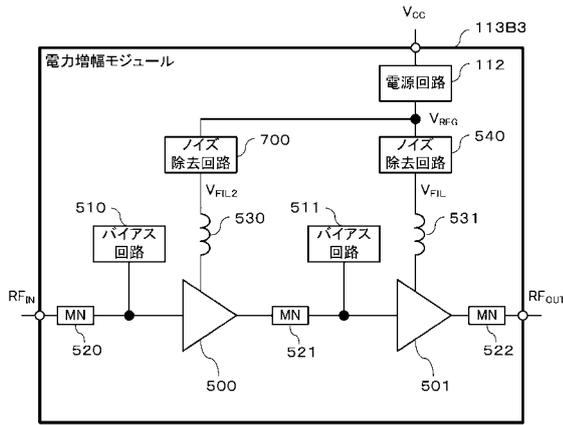


図 12

【図 1 3】

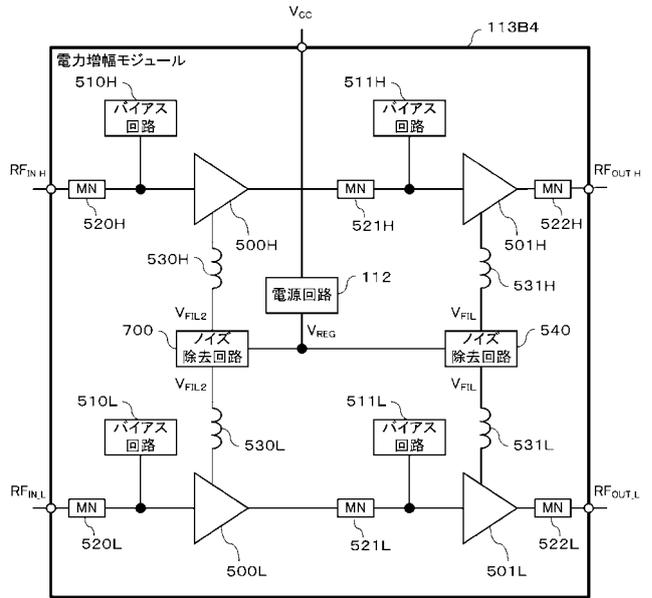


図 13

【図 1 4】

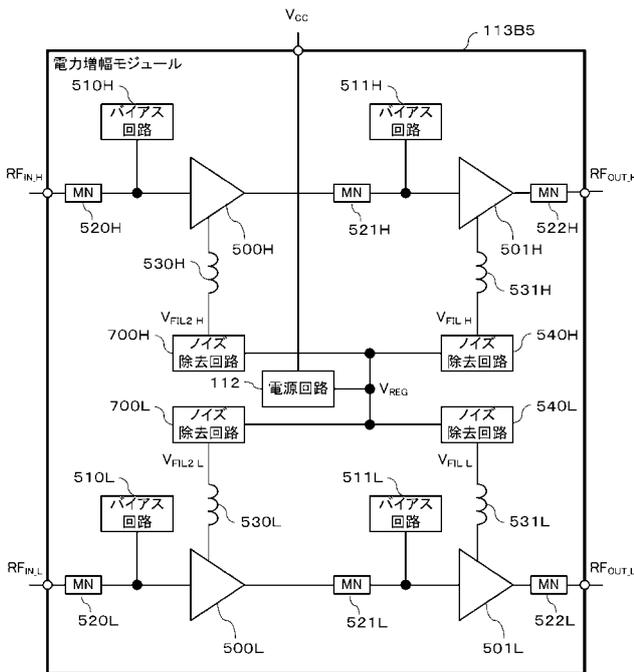


図 14

【図 1 5】

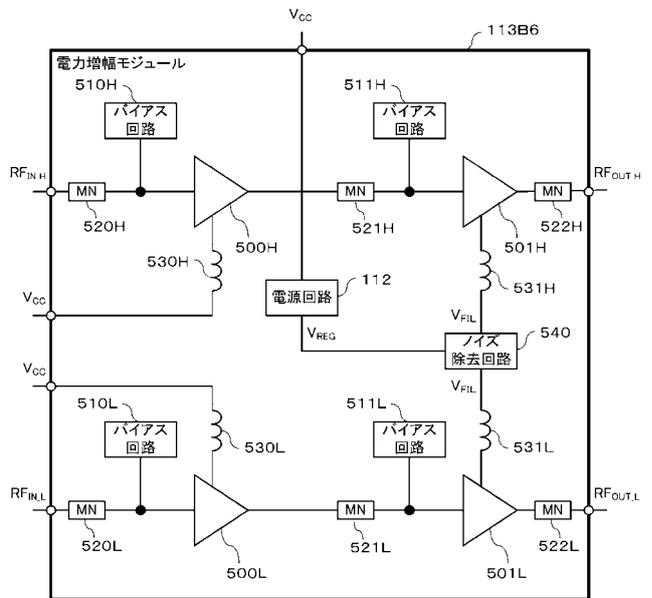


図 15

---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 剛

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

(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 AA04 AA41 AC36 AC46 AF10 AF20 AH06 AH29 AH33  
AK12 AK29 AK49 AS14 AT01