

(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  
2010年10月7日(07.10.2010)

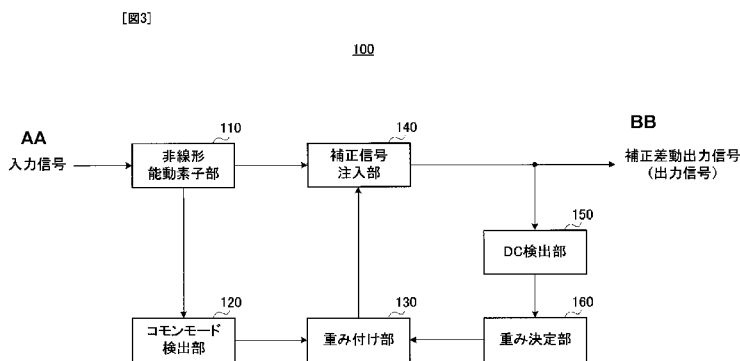
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2010/113527 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04B 1/10 (2006.01) H04B 1/26 (2006.01)  
H03F 1/32 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/002448
  - (22) 国際出願日: 2010年4月2日(02.04.2010)
  - (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 2009-091057 2009年4月3日(03.04.2009) JP
  - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
  - (72) 発明者; および
  - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森田忠士 (MORITA, Tadashi). 清水克人 (SHIMIZU, Yoshito).
  - (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 Tokyo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SECOND-ORDER DISTORTION CORRECTING RECEIVER AND SECOND-ORDER DISTORTION CORRECTING METHOD

(54) 発明の名称: 2次歪補正受信機及び2次歪補正方法



- AA input signal
- 110 non-linear active element unit
- 120 common mode detection unit
- 140 corrected signal injection unit
- 130 weighting unit
- 150 DC detection unit
- 160 weight determining unit
- BB corrected differential output signal (output signal)

(57) Abstract: A second-order distortion correcting receiver and a second-order distortion correcting method, wherein second-order intermodulation distortion can be cancelled with high precision and with a simple circuit configuration, without requiring a complicated adjustment step. A non-linear active element unit (110) performs non-linear processing on an input signal to output a differential output signal and common mode output signal. A common mode detection unit (120) extracts the common mode output signal. A weighting unit (130) weights the extracted common mode output signal and thereby generates a corrected signal. A corrected signal injection unit (140) injects the corrected signal into a differential output signal to output a corrected differential output signal. A DC detection unit (150) calculates the average DC component of the corrected differential output signal. A weight determining unit (160) uses the average DC component to determine the weighting coefficient used by the weighting unit (130). At this time, the weight determining unit (160) sets, as the weighting coefficient, the coefficient that reduces the average DC component included in the corrected differential output signal to zero.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/113527 A1



---

複雑な調整工程を必要とすることなく、簡易な回路構成で、高精度に相互変調2次歪をキャンセルすることができる2次歪補正受信機及び2次歪補正方法を開示する。非線形能動素子部(110)は、入力信号に対して非線形処理を行って、差動出力信号及びコモンモード出力信号を出力する。コモンモード検出部(120)は、コモンモード出力信号を抽出する。重み付け部(130)は、抽出されたコモンモード出力信号に重み付けを行うことにより、補正信号を生成する。補正信号注入部(140)は、補正信号を差動出力信号に注入して、補正差動出力信号を出力する。DC検出部(150)は、補正差動出力信号の平均DC成分を算出する。重み決定部(160)は、平均DC成分を用いて、重み付け部(130)で用いる重み付け係数を決定する。このとき、重み決定部(160)は、補正差動出力信号に含まれる平均DC成分をゼロにする係数を重み付け係数とする。

## 明 細 書

**発明の名称**： 2次歪補正受信機及び2次歪補正方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、無線通信装置に関し、特に相互変調2次歪を補正する2次歪補正受信機及び2次歪補正方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、携帯電話やワンセグ受信機などの無線受信機において、広帯域化が要求されている。より広帯域な受信システムを実現するには、相互変調2次歪のキャンセル機能を強化する必要がある。

[0003] 相互変調2次歪のキャンセル方式の中でよく知られている方法として、非特許文献1に開示された方法がある。図1は、非特許文献1に開示される受信機10の構成を示すブロック図である。非特許文献1に開示される方法では、図1に示すように、IF信号から重み付けされたレファレンス信号を減算させることによって、ミキサ11で発生する相互変調2次歪を調整する。この重み付けに用いる補正係数は以下の方法で決定される。

[0004] ミキサ11からは、LPF (Low Pass Filter) 12に対して差動出力信号が出力され、コモンモード検出部14に対してコモンモード出力信号が出力される。まず、コモンモード検出部14は、ミキサ11のコモンモード出力信号を検出し、その信号に対して、LPF 15はローパスフィルタ処理を行い、その高調波成分を除去する。さらに、ADC (Analog to Digital Converter) 16は、LPF 15の出力をデジタル信号に変換し、デジタル領域のレファレンス信号を生成し、デジタル領域のレファレンス信号をLMS 17に出力する。

[0005] 次に、ミキサ11の差動出力信号に対して、LPF 12は、その高調波信号を除去する。さらに、ADC 13は、LPF 12の出力をデジタル信号に変換して、デジタル領域のIF信号を生成し、デジタル領域のIF信号をLMS 17に出力する。

[0006] LMS (Least Mean Square) 17は、前述のデジタル領域のレファレンス信号とIF信号との間の相関値を求め、LMSアルゴリズムを用いることによって、相互変調2次歪の補正に用いる最適な補正係数を決定する。

[0007] また、別の相互変調2次歪のキャンセル方式として、特許文献1に開示された方法がある。この方式では、図2のように、DC (Direct Current) 検出部22は、ミキサ21の出力に含まれているDC (Direct Current) 成分を検出し、受信機20は、DC成分に応じた定電流を定電流源23からミキサ21の出力に注入することによって、ミキサ出力のDC成分を補正し2次歪を抑圧する。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0008] 特許文献1：米国特許第7421260号明細書

### 非特許文献

[0009] 非特許文献1：IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL. 43, NO. 11, NOVEMBER 2008, "Digital Adaptive IIP2 Calibration Scheme for CMOS Downconversion Mixers"

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、前記非特許文献1の方式では、補正係数を決定するには、ミキサの差動出力信号及びコモンモード出力信号の両方が必要となり、ミキサの差動出力信号のみだけを用いて補正係数を決定することが難しい。さらに、ミキサの差動出力信号とコモンモード出力信号との間で相関を取りLMSアルゴリズムを用いて補正係数を決定するためには、ミキサの差動出力信号及びコモンモード出力信号の両方の中心電圧を精度良く調整する必要がある。そのため、ミキサの差動出力信号及びコモンモード出力信号の両方の中心電圧を調整するための回路が2つ必要となり、その調整に余分な工数が必要になる。

[0011] また、前記特許文献 1 の方式では、相互変調 2 次歪を十分にキャンセルさせることが難しいという課題があった。

[0012] 本発明の目的は、複雑な調整工程を必要とすることなく、簡易な回路構成で、高精度に相互変調 2 次歪をキャンセルすることができる 2 次歪補正受信機及び 2 次歪補正方法を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0013] 本発明の 2 次歪補正受信機は、入力信号に対して非線形処理を行って差動出力信号及びコモンモード出力信号を出力する、非線形特性を持つ能動素子と、前記コモンモード出力信号を抽出するコモンモード検出部と、抽出された前記コモンモード出力信号に重み付けを行うことにより、補正信号を生成する重み付け部と、前記補正信号を前記差動出力信号に注入して、補正差動出力信号を出力する補正信号注入部と、前記補正差動出力信号の平均 DC 成分を算出する DC 成分検出部と、前記平均 DC 成分を用いて、前記重み付け部で用いる重み付け係数を決定する重み決定部と、を具備する構成を採る。

[0014] 本発明の 2 次歪補正方法は、非線形特性を持つ能動素子により発生する 2 次歪成分を除去する 2 次歪補正方法であって、入力信号に対して、前記能動素子が非線形処理を行って得られる差動出力信号及びコモンモード出力信号を抽出し、前記コモンモード出力信号に重み付けを行うことにより、補正信号を生成し、前記補正信号を前記差動出力信号に注入して、補正差動出力信号を出力し、前記補正差動出力信号の平均 DC 成分を算出し、前記平均 DC 成分を用いて、前記重み付けに用いる重み付け係数を決定する。

[0015] これらによれば、補正信号を差動出力信号に注入して得られる補正差動出力信号の平均 DC 成分を用いて、コモンモード出力信号に対して用いる重み付け係数を決定することができるので、簡易な回路構成で、高精度に相互変調 2 次歪をキャンセルすることができる。

### 発明の効果

[0016] 本発明によれば、非線形能動素子の差動出力信号のみを用いて、2 次歪み成分をキャンセルするための重み付け係数を決定することができ、複雑な調

整工程を必要とすることなく、簡易な回路構成で、高精度に相互変調 2 次歪をキャンセルすることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0017] [図1] 非特許文献 1 の受信機の構成を示す図
- [図2] 特許文献 1 の受信機の構成を示す図
- [図3] 本発明の受信機の基本構成を示すブロック図
- [図4] 本発明の実施の形態 1 に係る DC 検出部の内部構成を示すブロック図
- [図5] 本発明の実施の形態 2 に係る受信機の要部構成を示すブロック図
- [図6] 本発明の実施の形態 3 に係る受信機の要部構成を示すブロック図
- [図7] 実施の形態 3 に係るミキサの構成例を示す図
- [図8] 本発明の実施の形態 4 に係る受信機の要部構成を示すブロック図
- [図9] 実施の形態 4 に係るアンプの構成例を示す図
- [図10] 本発明の実施の形態 5 に係る DC 検出部の内部構成を示すブロック図
- [図11] 本発明の実施の形態 6 に係る受信機の要部構成を示すブロック図

### 発明を実施するための形態

- [0018] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。
- [0019] (本発明の 2 次歪補正受信機の基本構成)  
図 3 は、本発明の受信機 100 の基本構成を示すブロック図である。
- [0020] 非線形能動素子部 110 は、入力信号に対して非線形変換し、非線形変換により得られた差動出力信号と、コモンモード出力信号とを出力する。ここで、差動出力信号とは、非線形能動素子部 110 に差動出力型の能動素子を用いた場合（差動システム）に、当該差動システムにおける 2 系統出力信号の差の成分を示す信号である。コモンモード出力信号とは、当該差動システムにおける 2 系統出力信号の和の成分を示す信号である。
- [0021] この非線形能動素子部 110 は、非線形特性を有し、例えばミキサにより構成される。そして、その差動出力信号には、相互変調 2 次歪成分が混入している。
- [0022] コモンモード検出部 120 は、非線形能動素子部 110 から出力されるコ

モンモード出力信号を検出する。ここで検出されるコモンモード出力信号には、信号入力によって発生するDC (Direct Current) 成分、及び、相互変調2次歪成分を含むAC成分の両方の成分が含まれている。

[0023] なお、2次歪成分は、差動出力では打ち消される傾向があり、コモンモード出力では強めあって出力されるという特徴がある。

[0024] そして、重み付け部130は、前述のコモンモード出力信号に対して、後述の重み決定部160により決定される重み付け係数（重み付け係数）を用いて重み付けを行い、補正信号を生成する。

[0025] 補正信号注入部140は、非線形能動素子部110の差動出力信号から、重み付け部130から出力される補正信号を減算して、補正差動出力信号を生成する。これにより、差動出力信号に含まれていた2次歪成分が除去される。なお、歪成分の除去の方法については、後述する。

[0026] 次に、DC検出部150において、補正信号注入部140から出力される補正差動出力信号の平均DC成分を検出する。DC検出部150における平均DC成分の検出方法については、後述する。

[0027] 重み決定部160は、DC検出部150により検出された平均DC成分と、現時点での重み付け係数とから、より最適な重み付け係数を算出し、重み付け部130へ出力する。重み付け係数の算出方法については、後述する。

[0028] （相互変調2次歪成分とDC成分との関係）

ここで、ある信号を非線形能動素子に入力した時に発生する相互変調2次歪とDCオフセットとの関係について説明する。相互変調2次歪は、非線形能動素子の2乗成分によって発生すると言われている。そこで（式1）の2乗演算に関する入出力モデルについて考える。（式1）において、Xが入力信号であり、Yが出力信号である。

[数1]

$$Y = X^2 \quad \dots (1)$$

[0029] 次に、入力信号Xとして、（式2）に示すように、ともに振幅の大きさがAで、周波数の異なる2つのトーン波が入力される場合を考える。

[数2]

$$X = A \cos \omega_1 \cdot t + A \cos \omega_2 \cdot t \quad \dots (2)$$

[0030] その時の出力信号 Y は (式 3) で表わされる。

[数3]

$$Y = A^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \{1 + \cos 2\omega_1 \cdot t + 2 \cos(\omega_1 + \omega_2) \cdot t + 2 \cos(\omega_1 - \omega_2) \cdot t + 1 + \cos 2\omega_2 \cdot t\} \quad \dots (3)$$

[0031] ここでは、非線形能動素子として差動出力型の能動素子を用いた受信機を想定するので、差動出力間のアンバランス成分を表す係数として、K 1 及び K 2 (K 1 - K 2 << 1) を導入する。差動成分それぞれの信号が、K 1 又は K 2 を (式 3) に掛け合わせた信号であるとする、差動出力成分 (Y 1、Y 2) は、それぞれ (式 4)、(式 5) で表すことができる。

[数4]

$$Y_1 = K_1 \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \{1 + \cos 2\omega_1 \cdot t + 2 \cos(\omega_1 + \omega_2) \cdot t + 2 \cos|\omega_1 - \omega_2| \cdot t + 1 + \cos 2\omega_2 \cdot t\} \quad \dots (4)$$

[数5]

$$Y_2 = K_2 \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \{1 + \cos 2\omega_1 \cdot t + 2 \cos(\omega_1 + \omega_2) \cdot t + 2 \cos|\omega_1 - \omega_2| \cdot t + 1 + \cos 2\omega_2 \cdot t\} \quad \dots (5)$$

[0032] 上記 (式 4) 及び (式 5) から、相互変調 2 次歪成分及び DC 成分の各々を抽出し、それらの差動成分として整理する。相互変調 2 次歪成分の差動成分 IM2\_diff は (式 6) で表され、DC 成分の差動成分 DC\_diff は (式 7) で表される。

[数6]

$$IM2\_diff = (K_1 - K_2) \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \cos|\omega_1 - \omega_2| \cdot t \quad \dots (6)$$

[数7]

$$DC\_diff = (K_1 - K_2) \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \quad \dots (7)$$



[0033] 同様に、(式4)と(式5)の中から、相互変調2次歪成分とDC成分の各々を抽出し、それらのコモンモード成分として整理する。相互変調2次歪成分のコモンモード成分  $IM2\_com$  は(式8)で表され、DC成分のコモンモード成分  $DC\_com$  は(式9)で表わされる。

[数8]

$$IM2\_com = (K1 + K2) \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \cos|\omega1 - \omega2| \cdot t \quad \dots (8)$$

[数9]

$$DC\_com = (K1 + K2) \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \quad \dots (9)$$

[0034] ここで上記のコモンモード成分に重み付け係数  $w$  を乗算し、得られる補正信号を非線形能動素子の差動出力信号に注入して得られる補正差動出力信号成分を整理する。補正差動出力信号に含まれる相互変調2次歪成分  $IM2\_out$  は(式10)で表され、補正差動出力信号に含まれるDC成分  $DC\_out$  は(式11)で表される。

[数10]

$$IM2\_out = \{(K1 - K2) + w(K1 + K2)\} \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \cos|\omega1 - \omega2| \cdot t \quad \dots (10)$$

[数11]

$$DC\_out = \{(K1 - K2) + w(K1 + K2)\} \cdot A^2 \cdot \frac{1}{2} \quad \dots (11)$$

[0035] ここで(式11)のDC成分  $DC\_out$  に注目し、この成分が完全にゼロになるような重み付け係数  $w$  を見つけることを考える。DC成分  $DC\_out$  が完全にゼロになるような  $w$  は、(式12)に示す  $w\_cal$  になると予測される。

[数12]

$$w\_cal = -(K1 - K2) / (K1 + K2) \quad \dots (12)$$

[0036] ここで、この  $w = w\_cal$  の状態で、上記補正差動出力信号に含まれる相互変調2次歪成分  $IM2\_out$  を調べる。(式12)の  $w\_cal$  を(

式10)中の $w$ に代入すると、 $IM2\_out$ はゼロになることがわかる。

[0037] つまり、受信機100において、最終出力(補正差動出力信号)に含まれるDC成分がゼロになるような重み付け係数( $w=w\_cal$ )を用いて、コモンモード出力信号を重み付けして、補正信号を生成し、当該補正信号を差動出力信号に注入して最終出力(補正差動出力信号)を出力することにより、最終出力(補正差動出力信号)に含まれる相互変調2次歪成分もゼロになることが分かる。

[0038] 本願発明者らは、上述した相互変調2次歪成分とDC成分との関係を発見し、本願発明に係る2次歪補正受信機及び2次歪補正方法を想到するに至った。

[0039] (実施の形態1)

本実施の形態では、高精度に相互変調2次歪をキャンセルすることができる受信機及び歪補正方法について説明する。なお、本実施の形態に係る受信機の構成は、図3と同様の構成であるため、図3を援用して説明する。

[0040] 非線形能動素子部110は、入力信号に対して非線形変換し、非線形変換により得られた差動出力信号と、コモンモード出力信号とを出力する。この非線形能動素子部110は、非線形特性を有し、例えばミキサにより構成される。そして、差動出力信号には、相互変調2次歪成分が混入している。差動出力信号に含まれるDC成分及び相互変調2次歪成分は、それぞれ、上述した(式6)、(式7)で表される。

[0041] コモンモード検出部120は、非線形能動素子部110から出力されるコモンモード出力信号を検出する。ここで検出されるコモンモード出力信号は、信号入力によって発生するDC成分と、相互変調2次歪成分を含むAC成分の両方の成分が含まれている。これらの成分は、それぞれ、上述した(式8)、(式9)で表される。

[0042] 重み付け部130は、前述のコモンモード出力信号に対して、重み付け係数を用いて重み付けを行い、補正信号を生成する。重み付けは、具体的には、カレントミラー回路を用いたり、可変増幅器を用いたりすることにより実

現できる。

- [0043] コモンモード出力信号に重み付けを行うことによって生成された補正信号は、補正信号注入部 140 において、非線形能動素子部 110 の差動出力信号に注入され、補正差動出力信号が生成される。補正差動出力信号に含まれる DC 成分及び相互変調 2 次歪成分は、それぞれ、上述した (式 10)、(式 11) で表される。
- [0044] DC 検出部 150 は、補正差動出力信号の平均 DC 成分を検出する。図 4 は、DC 検出部 150 の具体的な構成を示すブロック図である。
- [0045] 平均演算部 151 は、それまでに入力されていた補正差動出力信号に対して、平均演算を実施する。この平均演算部 151 の具体的な構成の一例として、一次型の IIR (Infinite Impulse Response) フィルタを用いることができる。
- [0046] カウンタ部 152 ではあらかじめ決定されている一定期間をカウントし、一定期間ごとに更新タイミング信号を更新部 153 に出力する。
- [0047] 更新部 153 は、カウンタ部 152 より一定期間ごとに与えられる更新タイミング信号が入力されると、平均演算部 151 で算出された平均値を更新し、平均 DC 成分として出力する。
- [0048] なお、上記の、あらかじめ決定されている一定期間とは、例えば、20 ミリ秒である。ただし、この「一定期間」としては、通信されるデータに依存せず DC 成分を検出するために、複数のシンボルをまたがるような長い時間が必要であり、その長さは通信方式によって異なる。
- [0049] 再度、図 3 に戻り、重み決定部 160 は、補正差動出力信号に含まれる平均 DC 成分を用いて、重み付け係数を決定する。具体的には、重み決定部 160 は、補正差動出力信号に含まれる平均 DC 成分をゼロにする係数  $w_{ca}$  を重み付け係数とする。係数  $w_{ca}$  は、上述の (式 12) より得られる。
- [0050] また、重み決定部 160 は、DC 検出部 150 で検出した平均 DC 成分と、現時点での重み付け係数 ( $w(t)$ ) から、より最適な次時点での重み付

け係数 ( $w(t+1)$ ) を算出する。次時点での重み付け係数 ( $w(t+1)$ ) は、以下の (式 13) より求めることができる。

[数13]

$$w(t+1) = \text{平均DC} \times \mu + w(t) \quad \dots (13)$$

[0051] (式 13) において、 $\mu$  は更新係数であり、本実施の形態においては、十分に小さい固定の値とする。この更新係数  $\mu$  に大きい値を選択すると、重み付け係数  $w(t)$  が最適値へ収束するまでの時間は短くなるが、受信機 100 を有するシステムの安定度は低くなる傾向がある。一方、更新係数  $\mu$  に小さい値を選択すると、重み付け係数  $w(t)$  が最適値へ収束するまでの時間は長くなるが、システムの安定度は向上するという傾向がある。従って、このシステムにおける最適な更新係数  $\mu$  は、実際に評価を実施することによって最適な値を選択することにより決定されたとする。

[0052] なお、上記の (式 13) による重み付け係数  $w(t)$  の更新を行うためには、図 4 の更新部 153 として、乗算回路及び加算回路を用いることによって容易に実現することができる。また、乗算回路に代えてビットシフトにより乗算を実現してもよい。

[0053] このように、重み決定部 160 で算出された重み付け係数  $w(t)$  は、重み付け部 130 に出力され、重み付け部 130 では、重み付け係数  $w(t)$  が用いられて、コモンモード出力信号に重み付けが実施される。

[0054] なお、上記のシステムは、非線形能動素子部 110 に信号が何も入力されていない時に、補正信号注入部 140 の出力信号の DC オフセット成分が完全にゼロになるように事前に調整されていることを前提にしている。

[0055] そして、事前に補正信号注入部 140 の出力信号の DC オフセット成分が完全にゼロになるように調整された状態で、ある入力信号が非線形能動素子部 110 に入力される状態で、DC 検出部 150 は、補正信号注入部 140 から出力される補正差動出力信号の DC 成分を検出する。そして、重み決定部 160 は、当該 DC 成分がゼロになるように重み付け係数を決定する。そして、重み付け部 130 は、当該重み付け係数を用いてコモンモード出力信

号に重み付けして補正信号を生成する。そして、補正信号注入部 140 は、当該補正信号を差動出力信号に注入することにより、補正差動出力信号から相互変調 2 次歪成分を除去する。

[0056] このように、本実施の形態では、前述した相互変調 2 次歪成分と DC 成分との関係を利用している。すなわち、本実施の形態では、補正差動出力信号の DC 成分が完全にキャンセルできている重み付け係数（（式 12）参照）と、補正差動出力信号の相互変調 2 次歪成分を完全にキャンセルできる重み付け係数とが、同じ値であるという関係を利用している。そのため、重み付け係数を決定する際には、DC 検出部 150 で検出された補正差動出力信号の DC 成分のみを用いればよく、補正差動出力信号及びコモンモード出力信号の中心電圧の調整も不要である。従って、複雑な調整工程を必要とすることなく、簡易な回路構成で、相互変調 2 次歪成分を精度よくキャンセルすることができる。

[0057] 以上のように、非線形能動素子部 110 は、入力信号に対して非線形処理を行って、差動出力信号及びコモンモード出力信号を出力する。コモンモード検出部 120 は、コモンモード出力信号を抽出する。重み付け部 130 は、抽出されたコモンモード出力信号に重み付けを行うことにより、補正信号を生成する。補正信号注入部 140 は、補正信号を差動出力信号に注入して、補正差動出力信号を出力する。DC 検出部 150 は、補正差動出力信号の平均 DC 成分を算出する。重み決定部 160 は、平均 DC 成分を用いて、重み付け部 130 で用いる重み付け係数を決定する。このとき、重み決定部 160 は、補正差動出力信号に含まれる平均 DC 成分をゼロにする係数を重み付け係数とする。

[0058] このようにして、重み付け部 130 は、DC 成分をキャンセルできる重み付け係数（（式 12）参照）を用いて、コモンモード出力信号を重み付けして補正信号を生成し、補正信号注入部 140 が、当該補正信号を差動出力信号に注入して、補正差動出力信号を出力することにより、相互変調 2 次歪成分をキャンセルすることができる。

[0059] 本実施の形態では、重み付け係数は、補正差動出力信号のみを用いて決定されるので、差動出力信号及びコモンモード出力信号の中心電圧を調整するための回路が不要となり、その調整工数も不要になる。そのため、複雑な調整工程を必要とすることなく、簡易な構成で、高精度に相互変調２次歪をキャンセルさせることができる。

[0060] (実施の形態２)

図５は、本実施の形態に係る受信機の要部構成を示すブロック図である。なお、図５の受信機２００において、図３の受信機１００と共通する構成部分には、図３と同一の符号を付して説明を省略する。図５の受信機２００は、図３の受信機１００に対して、コモンモード検出部１２０と重み付け部１３０との間にＬＰＦ２１０を追加した構成を採る。

[0061] ＬＰＦ２１０は、キャンセルしたい相互変調２次歪の成分が通過周波数帯域となり、帯域外の不必要な妨害波などを除去するフィルタを使用する。コモンモード検出部１２０の後段にＬＰＦ２１０を設けることにより、ＬＰＦ２１０が、コモンモード出力信号のうち、相互変調２次歪成分以外の成分を除去するので、重み付け部１３０には、コモンモード出力信号のうち、相互変調２次歪成分と同一の周波数成分のみが入力されるようになる。この結果、重み付け部１３０において、適切な補正信号を生成することができるので、補正信号注入部１４０において、相互変調２次歪成分を精度良くキャンセルすることができる。

[0062] 以上のように、本実施の形態では、受信機２００は、コモンモード検出部１２０と重み付け部１３０との間に、コモンモード出力信号の周波数帯以外の周波数成分を除去するＬＰＦ２１０を具備する。これにより、簡易な回路構成で、さらに高精度に相互変調２次歪をキャンセルすることができる。

[0063] (実施の形態３)

図６は、本実施の形態に係る受信機の要部構成を示すブロック図である。なお、図６の受信機３００において、図５の受信機２００と共通する構成部分には、図５と同一の符号を付して説明を省略する。本実施の形態は、非線

形能動素子部 110 にミキサ 310 を適用した例である。

[0064] ミキサ 310 は、入力信号の周波数をより低い周波数帯へダウンコンバートする。そして、ミキサ 310 は、入力信号の周波数をより低い周波数帯へダウンコンバートする際に得られる差動出力信号及びコモンモード出力信号を、それぞれ、補正信号注入部 140 及びコモンモード検出部 120 に出力する。

[0065] ミキサ 310 は、例えば、図 7 に示すようなダブルバランスミキサの構成を採る。この場合、ミキサ 310 は、入力信号 RF+, RF- をローカル信号 LO+, LO- によりスイッチングを行うことによって、入力信号 RF+, RF- の周波数をより低い周波数帯へダウンコンバートする。なお、ミキサ 310 の構成は、図 7 以外の構成であってもよい。

[0066] (実施の形態 4)

図 8 は、本実施の形態に係る受信機の要部構成を示すブロック図である。なお、図 8 の受信機 400 において、図 5 の受信機 200 と共通する構成部分には、図 5 と同一の符号を付して説明を省略する。本実施の形態は、非線形能動素子部 110 にアンプ 410 を適用した例である。

[0067] アンプ 410 は、入力信号の振幅を調整（増幅）する。そして、アンプ 410 は、入力信号の振幅を調整（増幅）する際に得られる差動出力信号及びコモンモード出力信号を、それぞれ、補正信号注入部 140 及びコモンモード検出部 120 に出力する。

[0068] アンプ 410 は、例えば、図 9 に示すような差動アンプの構成を採る。なお、アンプの構成は、一般的に知られているものを用いればよく、図 9 以外の構成であってもよい。

[0069] (実施の形態 5)

本実施の形態では、DC 検出部の別の内部構成及び動作について説明する。なお、本実施の形態に係る受信機は、実施の形態 1 から実施の形態 4 の受信機の DC 検出部 150 に代えて、DC 検出部 150A を有する点のみが異なり、他の構成は同様である。そのため、本実施の形態に係る受信機の図示

及び説明を省略し、DC検出部150Aについてのみ説明する。

- [0070] 図10は、本実施の形態に係るDC検出部150Aの内部構成を示すブロック図である。なお、図10のDC検出部150Aにおいて、図4のDC検出部150と共通する構成部分には、図4と同一の符号を付して説明を省略する。図10のDC検出部150Aは、図4のDC検出部150に対し、カウンタ部152及び更新部153に代えて、 $\Delta$ DC検出部154及び更新部155を有する。
- [0071] DC検出部150では、更新部153は、一定の期間ごとに平均DC値を更新していた。
- [0072] 一方、DC検出部150Aでは、 $\Delta$ DC検出部154は、平均演算部151で計算される平均DC値(t)と、一つ前のタイムステップにおける平均DC値(t-1)との差を計算する。
- [0073]  $\Delta$ DC検出部154は、平均DC値(t-1)と平均DC値(t)との差が、ある閾値より小さくなれば、平均DC値として収束したと判断する。そして、そのタイミングで、 $\Delta$ DC検出部154は、更新部155に重み付け係数の更新指示を与える。
- [0074] そして、更新部155は、 $\Delta$ DC検出部154からの更新指示に従って、平均DC値を更新する。
- [0075] なお、これらの演算は、例えば数十MHz程度の速度で行われることが考えられる。そのため、上述のタイムステップは数十ナノ秒程度が一般的である。なお、最適な閾値は、システムにより異なるので、実評価により最適な値を決定し用いる事が好ましい。
- [0076] 以上のように、本実施の形態では、DC検出部150Aは、平均DC成分の値の収束度を判定し、値が収束したと判定した場合に、平均DC成分を重み決定部160に出力する。これにより、簡易な回路構成で、高精度に相互変調2次歪をキャンセルすることができるという効果に加えて、より高速に重み付け係数を収束させることができるようになる。
- [0077] (実施の形態6)



本実施の形態では、受信機周辺の電波状態が激変した場合、一時的に、更新係数 $\mu$ （（式13）参照）の値を $\mu\_pred$ に変更する。ここで、 $\mu\_pred$ は、事前に設定されており、重み付け係数の収束完了までに要する時間を短くするために大きな値に設定されている。

[0078] 図11は、本実施の形態に係る受信機の要部構成を示すブロック図である。なお、図11の受信機500において、図5の受信機200と共通する構成部分には、図5と同一の符号を付して説明を省略する。図11の受信機500は、図5の受信機200に対して、通信状況検出部510及び $\mu$ 値制御部520を更に追加した構成を採る。

[0079] 通信状況検出部510は、受信機500の周辺の電波状態の変動を調べる。電波状態の変動を調べる方法としては、EVM（Error Vector Magnitude）指標の変動差、DC検出部150で検出されるDC値の変動差などいろいろな指標による判断が考えられる。以下では、その一例として、通信状況検出部510が、EVM指標の変動差を用いて、電波状況の変動を調べる場合を例に説明する。

[0080] 通信状況検出部510は、補正差動出力信号のEVM値を計算する。次に、通信状況検出部510は、EVM値（ $t$ ）と、一つ前のタイムステップにおけるEVM値（ $t-1$ ）との変動差を計算する。そして、その変動差が、事前に決められた閾値より大きい場合、通信状況検出部510は、 $\mu$ 値制御部520に対して $\mu$ 値変更通知を行う。

[0081]  $\mu$ 値制御部520は、通信状況検出部510からの $\mu$ 値変更通知を受け取ると、 $\mu$ 値を事前に設定された $\mu\_pred$ に変更し、変更後の $\mu$ 値を重み決定部160に出力する。なお、 $\mu$ 値制御部520は、一定時間が経過した後、変更された $\mu$ 値を元の値に再設定し、再設定後の $\mu$ 値を重み決定部160に出力する。

[0082] 以上のように、本実施の形態では、通信状況検出部510は、受信機500の周辺の電波状態の変動を調べ、 $\mu$ 値制御部520は、 $\mu$ 値変更通知を受け取ると、 $\mu$ 値を事前に設定された $\mu\_pred$ に変更し、変更後の $\mu$ 値を

重み決定部 160 に出力する。したがって、重み決定部 160 は、通信の状態の変化が大きい場合、あらかじめ決められた値に変更された更新係数  $\mu$  を用いて、重み係数を決定する。

[0083] このようにして、受信機の電波変動がある場合、更新係数  $\mu$  を一時的に大きな値に変更することにより、重み付け係数の収束に要する時間を早めることができる。そして、一定期間経過した後、すなわち収束の最終段階に達した後に、 $\mu$  値を元の小さな値に再設定することで、トータルでより高速に最適重み付けを決定することができる。このように、本実施の形態によれば、簡易な回路構成で、高精度に相互変調 2 次歪をキャンセルすることができるという効果に加えて、受信機の電波変動があった場合にでも、重み付け係数の収束に要する時間を早めることができる。

[0084] 2009 年 4 月 3 日出願の特願 2009-091057 に含まれる明細書、図面及び要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

### 産業上の利用可能性

[0085] 本発明に係る次歪補正受信機及び 2 次歪補正方法によれば、簡易な回路構成で、相互変調 2 次歪を精度よくキャンセルさせることができる。

### 符号の説明

[0086] 100, 200, 300, 400, 500 受信機  
110 非線形能動素子部  
120 コモンモード検出部  
130 重み付け部  
140 補正信号注入部  
150, 150A DC 検出部  
160 重み決定部  
151 平均演算部  
152 カウンタ部  
153, 155 更新部  
154  $\Delta$ DC 検出部

210 LPF

310 ミキサ

410 アンプ

510 通信状況検出部

520  $\mu$  値制御部

311~316, 411, 412 トランジスタ

## 請求の範囲

- [請求項1] 入力信号に対して非線形処理を行って差動出力信号及びコモンモード出力信号を出力する、非線形特性を持つ能動素子と、  
前記コモンモード出力信号を抽出するコモンモード検出部と、  
抽出された前記コモンモード出力信号に重み付けを行うことにより、補正信号を生成する重み付け部と、  
前記補正信号を前記差動出力信号に注入して、補正差動出力信号を出力する補正信号注入部と、  
前記補正差動出力信号の平均DC成分を算出するDC成分検出部と、  
、  
前記平均DC成分を用いて、前記重み付け部で用いる重み付け係数を決定する重み決定部と、  
を具備する2次歪補正受信機。
- [請求項2] 前記重み決定部は、前記補正差動出力信号に含まれる平均DC成分をゼロにする係数を前記重み付け係数とする、  
請求項1記載の2次歪補正受信機。
- [請求項3] 前記重み決定部は、前記平均DC成分の値と、現時点で用いている前記重み付け係数とを用いて、前記重み付け係数を更新する、  
請求項1記載の2次歪補正受信機。
- [請求項4] 前記重み決定部は、前記平均DC成分の値に所定の更新係数を乗算して得られる値と、現時点で用いている前記重み付け係数とを加算することにより、更新後の重み付け係数を生成する、  
請求項1記載の2次歪補正受信機。
- [請求項5] 前記重み決定部は、通信の状態の変化が大きい場合は、前記更新係数をあらかじめ設定された係数に変更して、前記重み係数を決定する、  
、  
請求項4記載の2次歪補正受信機。
- [請求項6] 前記DC成分検出部は、一定期間ごとに前記平均DC成分の値を前

記重み付け決定部に出力する、

請求項 1 に記載の 2 次歪補正受信機。

[請求項7]

前記 DC 成分検出部は、前記平均 DC 成分の値の収束度を判定し、値が収束したと判定した場合に、前記平均 DC 成分を前記重み決定部に出力する、

請求項 1 に記載の 2 次歪補正受信機。

[請求項8]

前記コモンモード検出部と前記重み付け部との間に設けられ、前記コモンモード出力信号の周波数帯以外の周波数成分を除去するローパスフィルタ部を、更に具備する、

請求項 1 に記載の 2 次歪補正受信機。

[請求項9]

前記能動素子は、ミキサであり、前記入力信号の周波数をダウンコンバートする、

請求項 1 に記載の 2 次歪補正受信機。

[請求項10]

前記能動素子は、アンプであり、前記入力信号の振幅を調整する、  
請求項 1 に記載の 2 次歪補正受信機。

[請求項11]

非線形特性を持つ能動素子により発生する 2 次歪成分を除去する 2 次歪補正方法であって、

入力信号に対して、前記能動素子が非線形処理を行って得られる差動出力信号及びコモンモード出力信号を抽出し、

前記コモンモード出力信号に重み付けを行うことにより、補正信号を生成し、

前記補正信号を前記差動出力信号に注入して、補正差動出力信号を出力し、

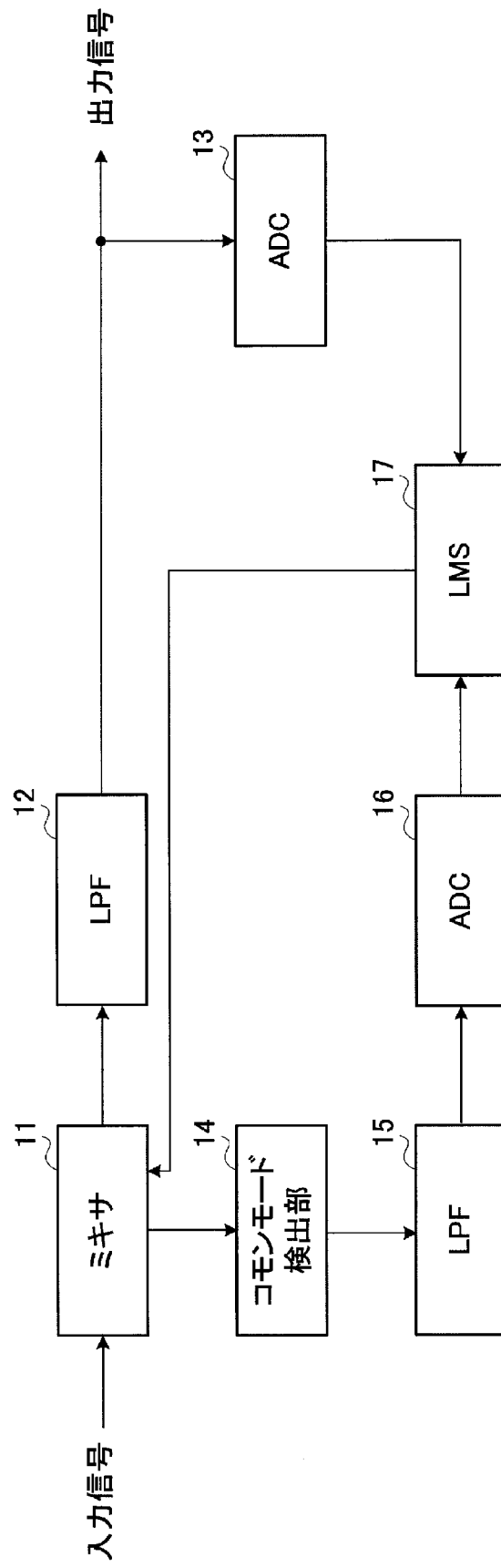
前記補正差動出力信号の平均 DC 成分を算出し、

前記平均 DC 成分を用いて、前記重み付けに用いる重み付け係数を決定する、

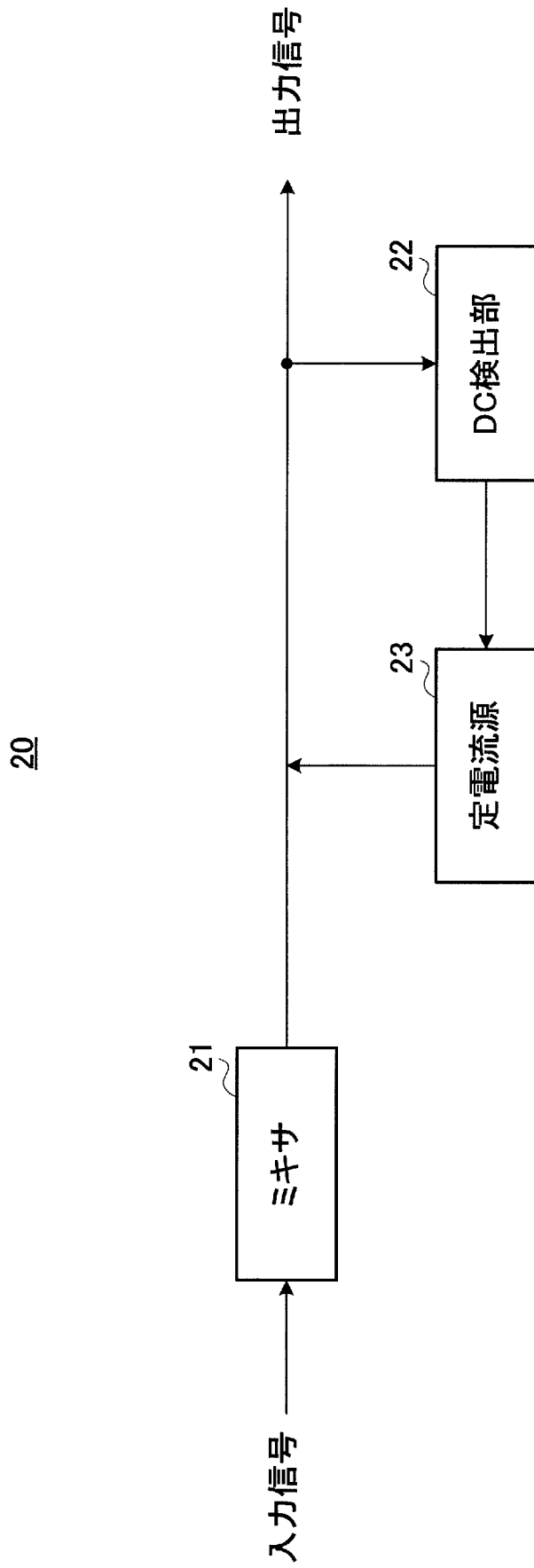
2 次歪補正方法。

[図1]

10

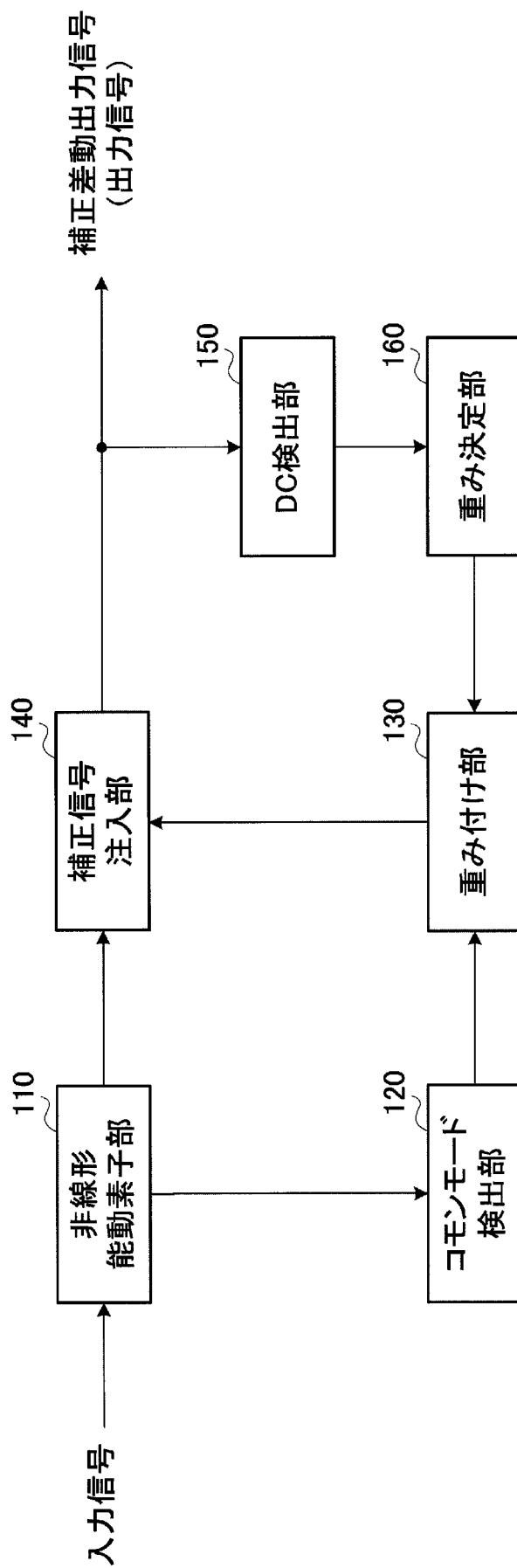


[図2]



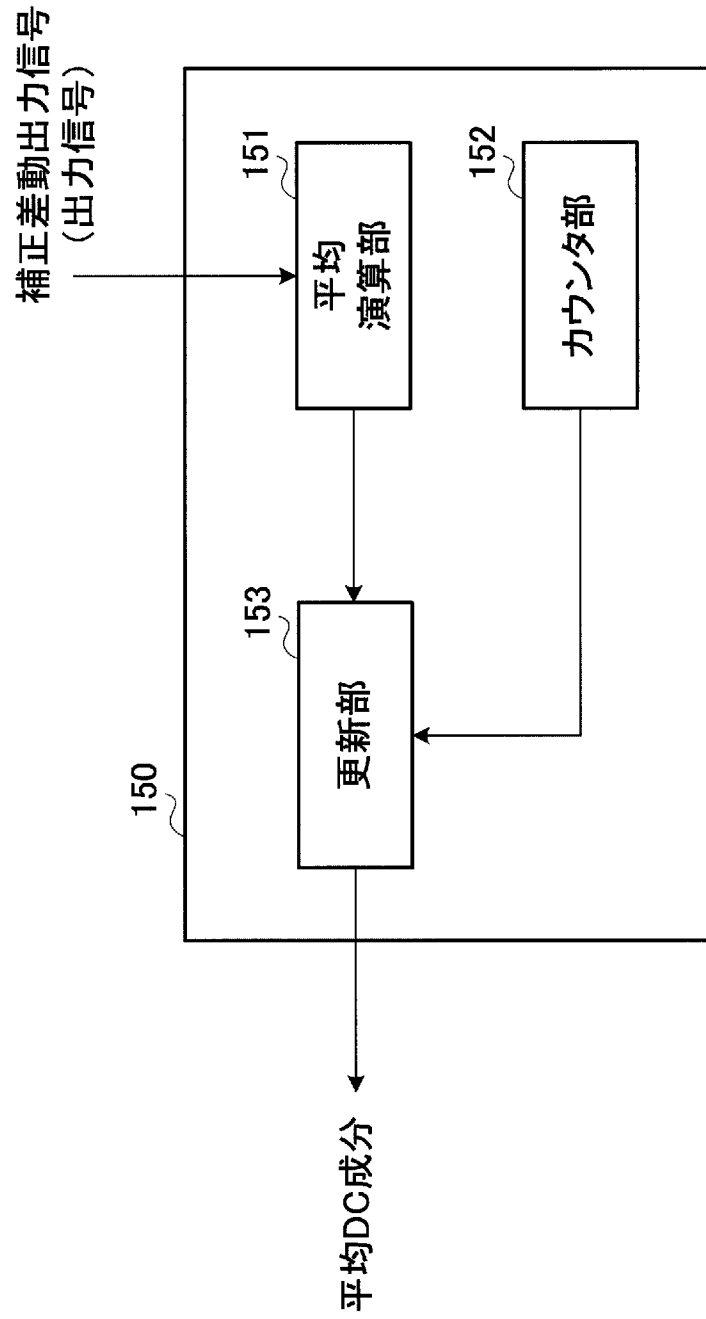
[図3]

100



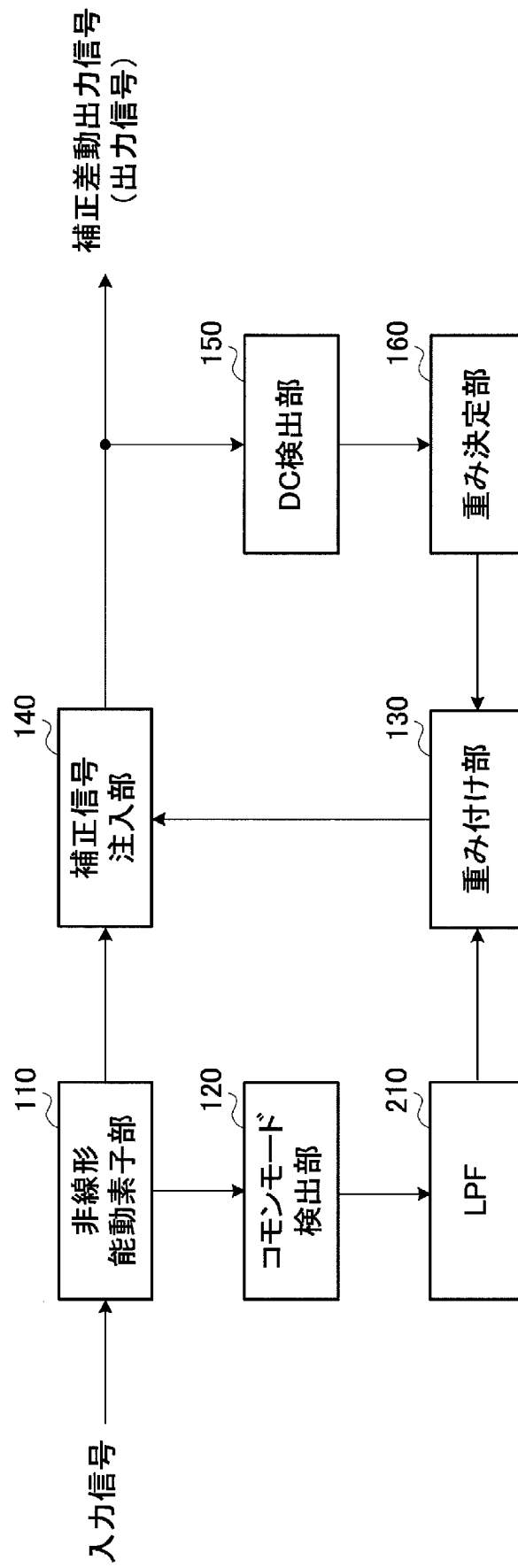


[図4]



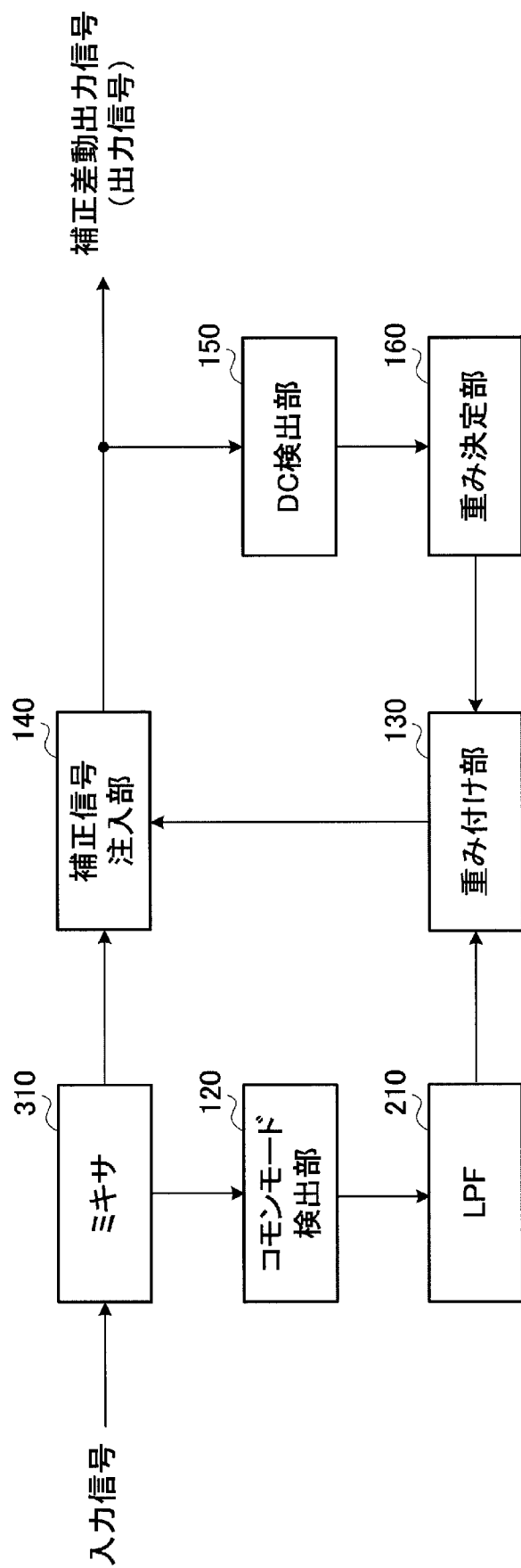
[図5]

200

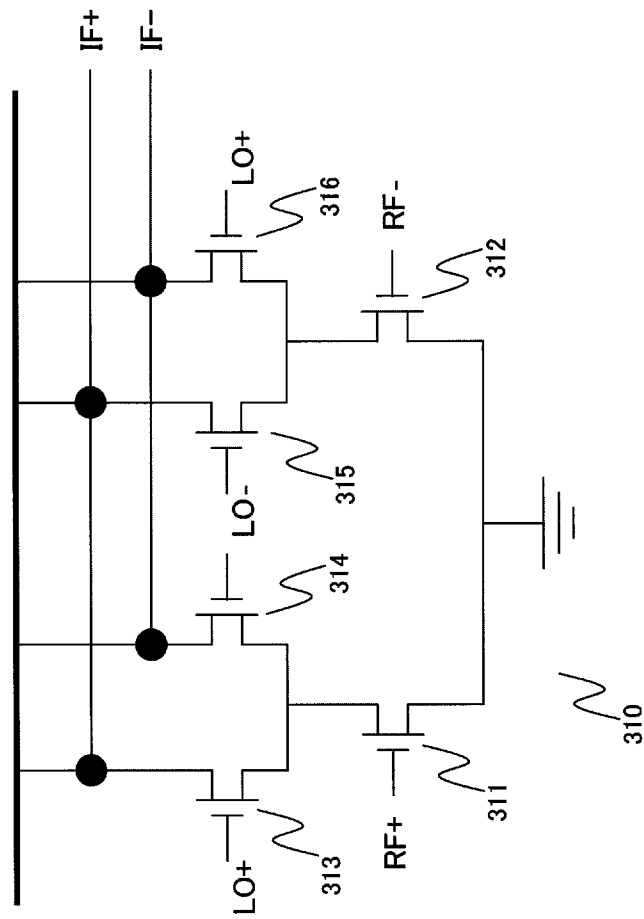


[図6]

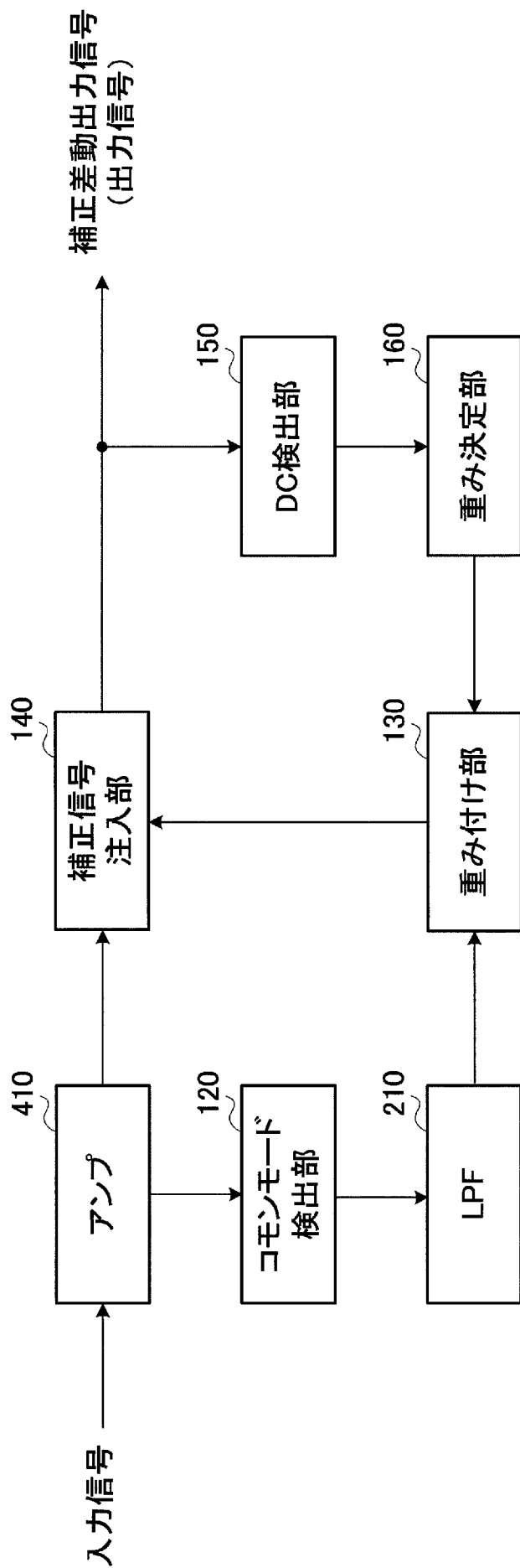
300



[図7]

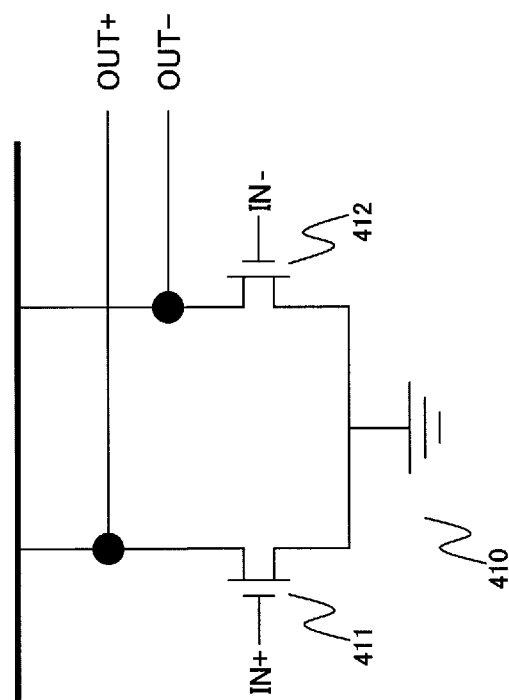


[図8]

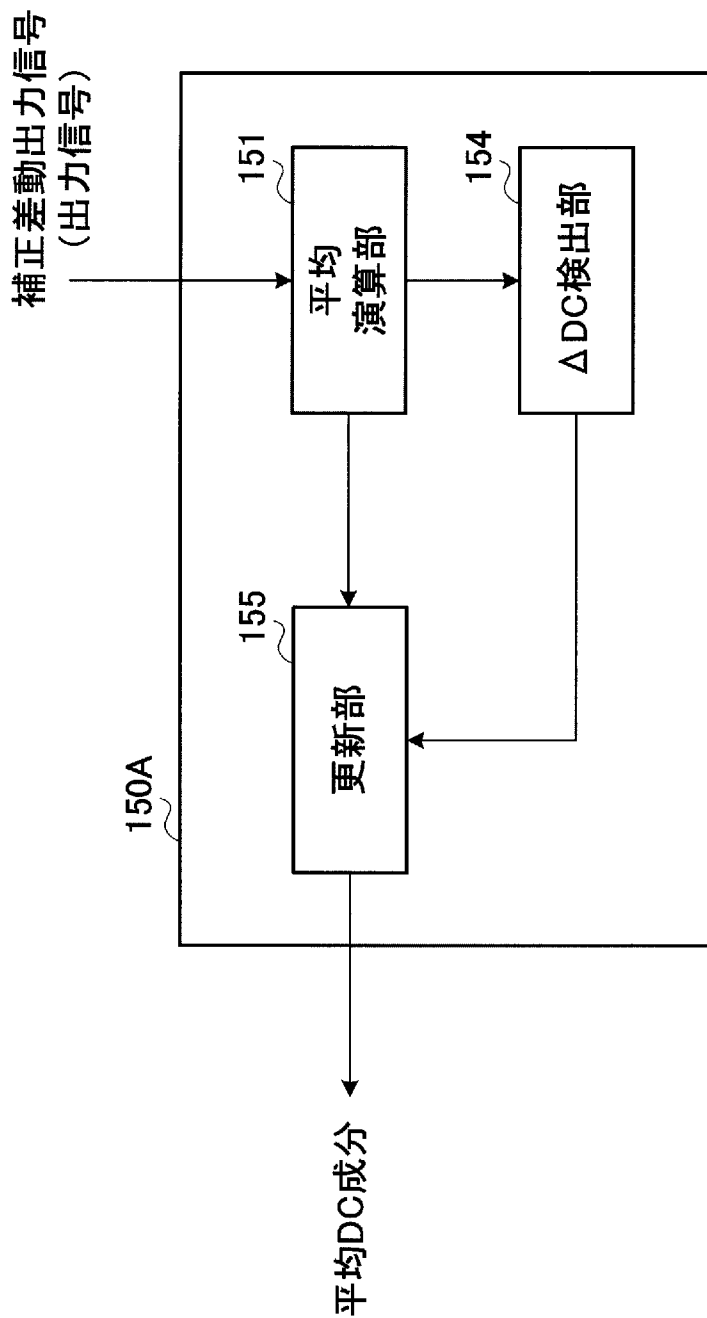


400

[図9]

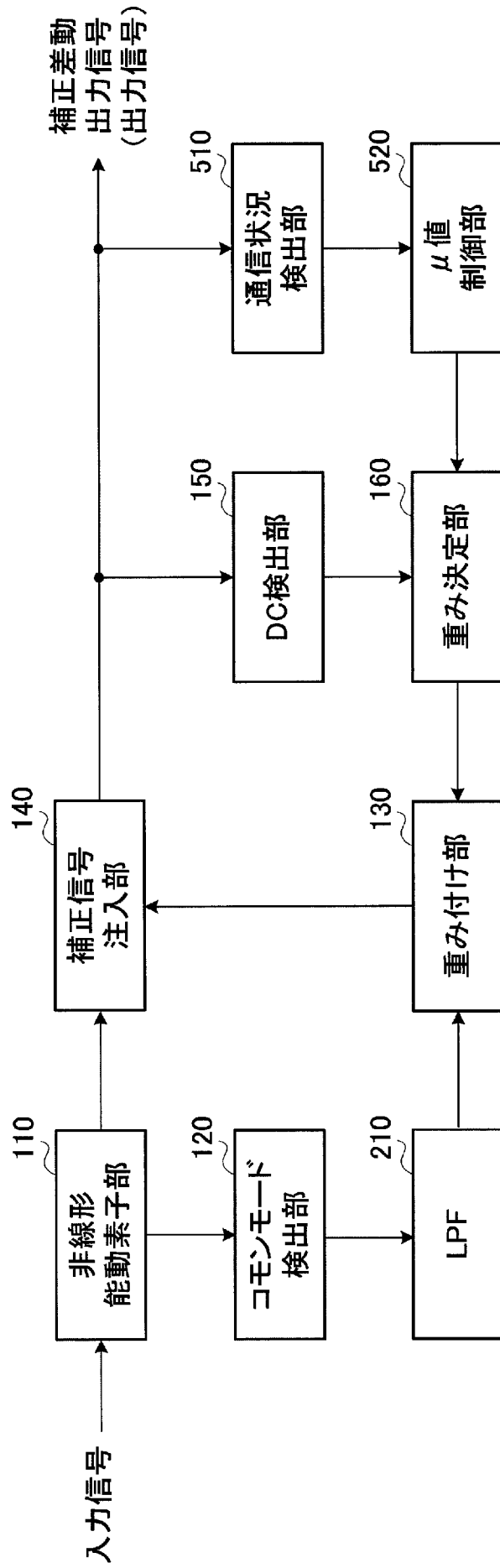


[図10]



[図11]

500





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/002448

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H04B1/10(2006.01) i, H03F1/32(2006.01) i, H04B1/26(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)

H04B1/10, H03F1/32, H04B1/26

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2003-273945 A (NEC Corp.), 26 September 2003 (26.09.2003), paragraphs [0012], [0013]; fig. 3 & US 2003/0174079 A1 & HK 1056798 A & CN 1445932 A	1-11
A	JP 10-093461 A (Toshiba Corp.), 10 April 1998 (10.04.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 6-007329 U (Kenwood Corp.), 28 January 1994 (28.01.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

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  
12 May, 2010 (12.05.10)

Date of mailing of the international search report  
25 May, 2010 (25.05.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/002448

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006/0094361 A1 (Hooman Darane), 04 May 2006 (04.05.2006), paragraphs [0046] to [0053]; fig. 3 & US 2006/0094361 A1 & US 2009/0004983 A1	1-11
A	K.Dufrene, Z.Boos, R.Weigel, Digital Adaptive IIP2 Calibration Scheme for CMOS Downconversion Mixers, IEEE Journal of Solid-State Circuits, United States, 2008.11, vol.43, No.11, p.p.2434-2445	1-11

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04B1/10(2006.01)i, H03F1/32(2006.01)i, H04B1/26(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. H04B1/10, H03F1/32, H04B1/26

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	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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 2003-273945 A (日本電気株式会社) 2003.09.26, 段落【0012】 【0013】, 【図3】 & US 2003/0174079 A1 & HK 1056798 A & CN 1445932 A	1-11
A	JP 10-093461 A (株式会社東芝) 1998.04.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 6-007329 U (株式会社ケンウッド) 1994.01.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11

 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、一般的な技術水準を示すもの  
「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  
「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)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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  
「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  
「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  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.05.2010

国際調査報告の発送日

25.05.2010

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)

石田 昌敏

5W

4181

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	US 2006/0094361 A1 (Hooman Darane) , 2006. 05. 04, 段落[0046]- [0053], FIG. 3 & US 2006/0094361 A1 & US 2009/0004983 A1	1-11
A	K. Dufrene, Z. Boos, R. Weigel, Digital Adaptive IIP2 Calibration Scheme for CMOS Downconversion Mixers, IEEE Journal of Solid-State Circuits, 米国, 2008. 11, vol. 43, No. 11, p. p. 2434-2445	1-11