

(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
2019年10月10日(10.10.2019)



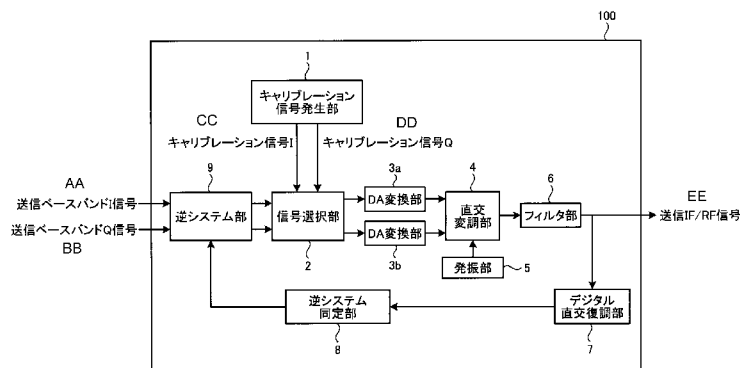
(10) 国際公開番号
WO 2019/193641 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 27/36 (2006.01) H04B 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/014170
- (22) 国際出願日: 2018年4月2日(02.04.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石岡 和明 (ISHIOKA, Kazuaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, 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: WIRELESS COMMUNICATION DEVICE

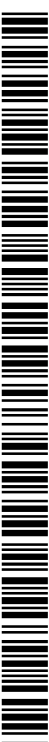
(54) 発明の名称: 無線通信装置

[図1]



- 1 Calibration signal generation unit
- 2 Signal selection unit
- 3a, 3b DA conversion unit
- 4 Quadrature modulation unit
- 5 Oscillation unit
- 6 Filter unit
- 7 Digital quadrature demodulation unit
- 8 Inverse system identification unit
- 9 Inverse system unit
- AA Transmission baseband I signal
- BB Transmission baseband Q signal
- CC Calibration signal I
- DD Calibration signal Q
- EE Transmission IF/RF signal

(57) Abstract: A wireless communication device (100) according to the present invention is characterized by being provided with a calibration signal generation unit (1) for generating a first signal for which the power spectrum on a frequency axis is comb-shaped, a quadrature modulation unit (4) for modulating the first signal, an inverse system identification unit (8) for identifying an inverse system of the quadrature modulation unit using the first signal, and an inverse system unit (9) for correcting distortion occurring in the quadrature modulation unit using the identified inverse system, and furthermore



WO 2019/193641 A1

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))

is characterized in that the first signal is orthogonal to a signal in which the frequency of the first signal is inverted.

(57) 要約 : 本発明にかかる無線通信装置 (100) は、周波数軸上における電力スペクトルが楕円形状となる第1の信号を発生させるキャリアブレーション信号発生部 (1) と、第1の信号を変調する直交変調部 (4) と、第1の信号を用いて直交変調部の逆システムを同定する逆システム同定部 (8) と、同定された逆システムを用いて直交変調部で発生するゆがみを補正する逆システム部 (9) とを備え、第1の信号は第1の信号の周波数を反転させた信号と直交することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：無線通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、直交変調器を備える無線通信装置に関する。

背景技術

[0002] 3 G P P (3rd Generation Partnership Project) において標準化された L T E (Long Term Evolution) の仕様では、ベースバンド I Q (In-phase Quadrature) 信号が定義され、ベースバンド I Q 信号は直交変調によりアップコンバートされる。直交変調方式には 6 4 Q A M (Quadrature Amplitude Modulation) 等の直交変調方式がある。直交変調方式による変調を実現するためにアナログ回路の直交変調器を用いた場合、I Q 振幅インバランス、I Q 遅延時間差、または I Q 直交度などのアナログ回路特有の誤差に起因する波形のゆがみが発生する。

[0003] 近年、アナログ回路の誤差を解消するために直交変調をデジタル回路で行い I F (Intermediate Frequency) 信号、または R F (Radio Frequency) 信号を直接 D A (Digital Analog) 変換器から出力、または A D (Analog Digital) 変換器に入力する方式がある。しかし、D A 変換器には、信号帯域幅よりはるかに高いサンプルレートが必要であり、D A 変換器を使用すると、コストおよび消費電力が大幅に増大する。このため、従来のアナログ回路の直交変調器を用いて誤差をデジタル回路で補正する方式を用いる場合がある。

[0004] 特許文献 1 は、運用中の送信信号をアナログ回路の直交変調器に入力し、アナログ回路の直交変調器から出力される信号をデジタル直交検波器に入力し、デジタル直交検波器から出力される信号をデジタル回路で補正する方式を開示する。特許文献 1 に記載の方法は、アナログ回路の直交変調器を用いた場合に発生する誤差をデジタル回路で補正する際に直交変調器の特性をシステム同定し、同定したシステムの逆システムを用いて I Q ベースバンド信

号を補正する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-115463号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に記載の技術によれば、直交変調器の特性を正確にシステム同定する必要があるが、直交変調器で発生するわずかなゆがみを正確に検出することは難しく、ゆがみを正確に検出できないため復調を行うことができないという問題があった。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、直交変調器の特性によるゆがみを抑制する無線通信装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる無線通信装置は、周波数軸上における電力スペクトルが楕円形状となる第1の信号を発生させるキャリアブレーション信号発生部と、第1の信号を変調する直交変調部と、第1の信号を用いて直交変調部の逆システムを同定する逆システム同定部と、同定された逆システムを用いて直交変調部で発生するゆがみを補正する補正部と、を備え、第1の信号は第1の信号の周波数を反転させた信号と直交することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明にかかる無線通信装置は、直交変調器の特性によるゆがみを抑制することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態にかかる無線通信装置を示す図

[図2]実施の形態にかかるキャリアブレーション信号発生部の機能ブロックを示す図

[図3]実施の形態にかかるベース信号メモリが格納するベース信号の電力スペクトルを示す図

[図4]実施の形態にかかるキャリブレーション信号発生部が出力する電力スペクトルの一例を示す図

[図5]実施の形態にかかる直交変調部の機能ブロックを示す図

[図6]実施の形態にかかるデジタル直交復調部の機能ブロックを示す図

[図7]実施の形態にかかる制御回路の構成例を示す図

[図8]実施の形態にかかる直交変調部で発生する誤差をモデリングする方法を示す図

[図9]実施の形態にかかる逆システム同定部の機能ブロックを示す図

[図10]実施の形態にかかる逆システム部の機能ブロックを示す図

[図11]実施の形態にかかる逆システム部を簡略化して表現した図

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、本発明の実施の形態にかかる無線通信装置を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0012] 実施の形態.

図1は、実施の形態にかかる無線通信装置を示す図である。無線通信装置100は、キャリブレーション信号発生部1と、信号選択部2と、DA変換部3aと、DA変換部3bと、直交変調部4と、発振部5と、フィルタ部6と、デジタル直交復調部7と、逆システム同定部8と、逆システム部9とを備える。無線通信装置100はキャリブレーション時、つまり直交変調部4の特性を検出し、特性によって発生する誤差を補正する時と、通常の送信時つまり送信ベースバンド信号I, Qを送信する時とで動作が異なる。

[0013] キャリブレーション時の無線通信装置100の動作について説明する。キャリブレーション信号発生部1は、キャリブレーション信号I, Qを信号選択部2に送信する。キャリブレーション信号I, Qは第1の信号とも呼ばれる。信号選択部2は、キャリブレーション信号I, QをそれぞれDA変換部

3 a および D A 変換部 3 b に送信する。D A 変換部 3 a および D A 変換部 3 b は、デジタルのキャリブレーション信号をアナログのキャリブレーション信号に変換する。D A 変換部が 2 つあるのは I 信号と Q 信号とで正負非対称なスペクトルを複素数で表現するためである。直交変調部 4 は、キャリブレーション信号 I と、発振部 5 で発振させた R F 搬送正弦波とをミキシングする。また、直交変調部 4 は、キャリブレーション信号 Q と、発振部 5 で発振させた 90 度の位相オフセットを含む R F 搬送正弦波とをミキシングする。直交変調部 4 のミキシングによりキャリブレーション信号 I, Q は、アップコンバートされる。発振部 5 が発生する信号はローカル信号とも呼ばれる。フィルタ部 6 は、アップコンバートされたキャリブレーション信号 I, Q に周波数のフィルタリングを行い、キャリブレーション信号 I, Q に含まれる、閾値より高い不要な高い周波数成分を除去し、I F 信号または R F 信号を出力する。フィルタ部 6 は B P F (Band Pass Filter) である。本実施の形態において閾値は特に限定されない。デジタル直交復調部 7 は、I F 信号または R F 信号をデジタルベースバンド信号 I, Q に変換する。逆システム同定部 8 は、デジタルベースバンド信号 I, Q を用いて逆システムを同定する。逆システム部 9 は、逆システム同定部 8 により計算された逆システムを示す行列をベースバンド信号 I, Q に乗算することで、直交変調部 4 で発生するゆがみを補正する。逆システム部 9 は補正部とも呼ばれる。

[0014] 通常の実送時の無線通信装置 100 の動作について説明する。逆システム部 9 は、送信ベースバンド信号 I, Q を受信する。逆システム部 9 は、送信ベースバンド信号 I, Q に直交変調部 4 がもつ特性の逆の特性である逆特性を加える。信号選択部 2 は逆システム部 9 から出力される送信ベースバンド信号 I, Q をそれぞれ D A 変換部 3 a, 3 b に送信する。直交変調部 4 は、D A 変換部 3 a, 3 b の出力と発振部 5 の出力とをミキシングしアップコンバートする。フィルタ部 6 は、周波数のフィルタリングを行い、I F 信号または R F 信号を出力する。無線通信装置 100 は、通常の実送時に直交変調部 4 のゆがみを補正した送信を行うことができる。

[0015] 図2は、実施の形態にかかるキャリアレーション信号発生部1の機能ブロックを示す図である。キャリアレーション信号発生部1は、ベース信号メモリ11と、カウンタ12と、数値制御部13と、複素乗算器14とを備える。

[0016] 図3は、実施の形態にかかるベース信号メモリ11が格納するベース信号の電力スペクトルを示す図である。ベース信号メモリ11は、図3に示す周波数領域の電力スペクトルの時間領域の信号をベース信号として格納する。サブキャリア毎の信号は複素数 C_m (m は整数)で表される。図3に示すようにベース信号は全てのサブキャリアで電力を有する。

[0017] また、ベース信号メモリ11は、カウンタ12からメモリアドレスを掃引することで図3に記載のベース信号を a 回繰り返し出力する。ベース信号を a 回繰り返し出力することで、サブキャリア数で a 個の間隔のスペクトルとなる。数値制御部13は、 f_k Hzの周波数を発生させる。 f_k は後述する式(2)における $i = k$ である場合の周波数である。数値制御部13は、NCO (Numerical Controlled Oscillator) と呼ばれる。複素乗算器14は、周波数をオフセット (シフト) させ、周波数領域で畳み込みを行い、キャリアレーション信号の電力スペクトルを得る。ベース信号は、ZC (Zadoff Chu) 系列の様な包絡線変動の少ない信号が好ましいが、周波数特性がサブキャリア毎に振幅が0でない信号であれば特に限定されない。NCOの出力は式(1)で示される。

$$\text{NCOの出力} = \exp(2\pi \times f_k \times j / F) \cdots (1)$$

[0018] 式(1)において、 j は虚数単位を表し、 F は信号のサンプルレート F [Hz]を示す。また、 k は1以上 $a/2$ 未満の整数である。 k は後述する式(3)によって算出される。

[0019] 図4は、実施の形態にかかるキャリアレーション信号発生部1が出力する電力スペクトルの一例を示す図である。キャリアレーション信号発生部1の出力は、サブキャリア間隔が f_s [Hz] 間隔のインパルス状のスペクトルである。各サブキャリアの周波数 f_i [Hz]は式(2)のように算出される。

$$f_i = f_s \times i \cdots (2)$$

[0020] 例えば、図4において、 C_1 と C_5 との間のサブキャリア間隔は $4 f_s$ である。式(2)において、 i は $-n$ 以上、 n 以下の整数とし、サブキャリアの総数は $2n+1$ とする。図4では $n=28$ である場合の電力スペクトルを示す。本実施の形態では、 f_i をサブキャリアと呼ぶ。なお、ベース信号メモリ11に格納される波形の時間長を T とすると、 $1/(Ta) = f_s$ が成り立つ。

[0021] 本実施の形態では、式(3)を満たすサブキャリアは電力を有する。式(3)を満たさないサブキャリアは電力を有せず、値は0となる。

$$i \bmod a = k \cdots (3)$$

[0022] 式(3)において a は定数である。 a は3以上の整数である。図4は $a=4$ 、 $k=1$ である場合の電力スペクトルを示す。

[0023] サブキャリア毎の信号を複素数 C_m (m は整数) で表す。 m とサブキャリア番号 i との関係は式(4)に示される。

$$i = a \times m + k \cdots (4)$$

[0024] 式(2)、式(3)、および式(4)によって定義されたキャリアレーション信号は、周波数軸上で楕形の電力スペクトルとなる。また、サブキャリア周波数をオフセットするため周波数の正負を反転した場合、キャリアレーション信号は、必ず反転前の信号の0の部分と重なる。つまり、キャリアレーション信号は、周波数の正負を反転させた電力スペクトルが、反転前の信号の電力スペクトルが0の部分と重なるように、式(3)を満たす a の等間隔の電力スペクトルを有する。このため、無線通信装置100は、直交変調部4の特性によって発生する誤差と、キャリアレーション信号との分離を容易にすることができる。また、キャリアレーション信号は、周波数の正負を反転させた電力スペクトルが、反転前の信号の電力スペクトルが0の部分と重なるように、式(3)を満たす a の等間隔の電力スペクトルを有すれば、生成方法は特に限定されない。

[0025] 図5は、実施の形態にかかる直交変調部4の機能ブロックを示す図である

。直交変調部4は、乗算器41と、位相器42と、乗算器43と、加算器44とを備える。

[0026] 乗算器41は、発振部5が出力するローカル信号とベースバンド信号Iとを乗算する。位相器42は、ローカル信号に 90° の位相オフセットを含ませる。乗算器43は、位相器42が出力するローカル信号とベースバンド信号Qとを乗算する。加算器44は、乗算器41が出力する信号と、乗算器43が出力する信号とを加算する。乗算器41、位相器42、乗算器43、および加算器44が行う一連の動作は直交変調と呼ばれる。なお、直交変調部4の取り扱う信号はアナログ信号である。

[0027] 図6は、実施の形態にかかるデジタル直交復調部7の機能ブロックを示す図である。デジタル直交復調部7は、AD変換部71と、数値制御部72と、乗算器73と、乗算器74と、ローパスフィルタ部75aと、ローパスフィルタ部75bとを備える。

[0028] AD変換部71は、IF信号またはRF信号をデジタル信号に変換する。AD変換部71は変換する時、エリアシングによる波形ゆがみが発生しないように十分に高いサンプルレートで変換する必要がある。数値制御部72は、キャリア周波数 f_c の複素信号を発生させ、乗算器73に出力する。また、数値制御部72は、 90° の位相オフセットを含ませた複素信号を乗算器74に出力する。乗算器73は、デジタル信号と複素信号とを乗算しローパスフィルタ部75aに出力する。乗算器74はデジタル信号と 90° の位相オフセットを含ませた複素信号とを乗算しローパスフィルタ部75bに出力する。ローパスフィルタ部75a、75bは、それぞれ不要な周波数成分を除去し、ベースバンド信号I、Qを出力する。デジタル直交復調部7は、周波数変換をすべてデジタル処理で行うため直交誤差が発生しない。

[0029] 実施の形態にかかるキャリブレーション信号発生部1、信号選択部2、DA変換部3a、DA変換部3b、直交変調部4、発振部5、フィルタ部6、デジタル直交復調部7、逆システム同定部8、および逆システム部9は各処理を行う電子回路である処理回路により実現される。

[0030] 本処理回路は、専用のハードウェアであっても、メモリ及びメモリに格納されるプログラムを実行するCPU (Central Processing Unit、中央演算装置) を備える制御回路であってもよい。ここでメモリとは、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリなどの、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスクなどが該当する。本処理回路がCPUを備える制御回路である場合、この制御回路は例えば、図7に示す構成の制御回路200となる。

[0031] 図7に示すように、制御回路200は、CPUであるプロセッサ200aと、メモリ200bとを備える。図7に示す制御回路200により実現される場合、プロセッサ200aがメモリ200bに記憶された、各処理に対応するプログラムを読みだして実行することにより実現される。また、メモリ200bは、プロセッサ200aが実施する各処理における一時メモリとしても使用される。

[0032] 図8は、実施の形態にかかる直交変調部4で発生する誤差をモデリングする方法を示す図である。入力、フィルタ、および出力はすべて複素数で表現される。直交変調部4で発生するゆがみは、直交誤差と、I軸およびQ軸の振幅レベルのアンバランスによって発生する誤差とが周波数特性を持つことでモデリングすることができる。この場合、これらの誤差は、周波数軸上のスペクトル反転成分として現れる。また、これらの誤差は、時間軸上では複素共役を用いて表現することができる。

[0033] 図8において、 $x(t)$ は、キャリアレーション信号発生部1の出力である。 $y(t)$ は、デジタル直交復調部7の出力である。本実施の形態では、無線通信装置100は、 $x(t)$ および $y(t)$ を用いてシステム同定することで、直交変調部4で発生する誤差をモデリングすることができる。ここで $x(t)$ および $y(t)$ に示される t は、時間を表す。 $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $filter1$ 、 $filter2$ を、それぞれ周波数軸に変換した値をそれぞれ $X(f)$ 、 $Y(f)$ 、 $H1(f)$ 、 $H2(f)$ とすると式(5)が成立する。

$$Y(f) = H_1(f) X(f) + H_2(f) X(-f)^* \dots \quad (5)$$

[0034] 式(5)において、 f は周波数を、 $*$ は複素共役を表す。 $y(t)$ の複素共役についても同様に周波数軸に変換すると式(6)となる。

$$Y(-f)^* = H_2(-f)^* X(f) + H_1(-f)^* X(-f)^* \dots \quad (6)$$

[0035] $Y(f)$ および $Y(-f)^*$ を行列で表すと式(7)となる。

[0036] [数1]

$$\begin{pmatrix} Y(f) \\ Y(-f)^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} H_1(f) & H_2(f) \\ H_2(-f)^* & H_1(-f)^* \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X(f) \\ X(-f)^* \end{pmatrix} \dots (7)$$

[0037] $X(f)$ は逆行列により式(8)によって算出される。

[0038] [数2]

$$\begin{pmatrix} X(f) \\ X(-f)^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} H_1(f) & H_2(f) \\ H_2(-f)^* & H_1(-f)^* \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y(f) \\ Y(-f)^* \end{pmatrix} = \frac{1}{E(f)} \begin{pmatrix} H_1(-f)^* & -H_2(f) \\ -H_2(-f)^* & H_1(f) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y(f) \\ Y(-f)^* \end{pmatrix} \dots (8)$$

[0039] $E(f)$ は式(9)で表される。

$$E(f) = H_1(f) H_1(-f)^* - H_2(f) H_2(-f)^* \dots \quad (9)$$

[0040] $X(f)$ のみを抽出すると式(10)となる。

[0041] [数3]

$$X(f) = \frac{H_1(-f)^* Y(f) - H_2(f) Y(-f)^*}{E(f)} \dots (10)$$

[0042] つまり周波数軸上の図8のシステムを求めることでこの周波数軸上の逆システムを式(10)で算出することができる。キャリアレーション信号発生部1の出力とこの周波数判定成分とは分離が容易であるため、 H_1 および H_2 を高精度に求めることができる。

[0043] 図9は、実施の形態にかかる逆システム同定部8の機能ブロックを示す図である。逆システム同定部8は、フーリエ変換部81と、主信号同定部82と、周波数同定部83と、逆システム計算部84とを備える。

[0044] フーリエ変換部81は、デジタル直交復調部7の出力をFFT (Fast Fou

rier Transform) により周波数軸に変換する。主信号同定部 8 2 は、サブキャリアの信号を抽出する。周波数同定部 8 3 は、周波数反転したサブキャリアの信号を抽出する。主信号同定部 8 2 および周波数同定部 8 3 は、それぞれ抽出した信号に対応するベース信号を複素数で除算することでサブキャリア毎のシステム同定を行う。ここで測定精度を改善するために複数回の測定を実行し、測定結果を平均化し平均化した結果をシステム同定の結果としてもよい。また、周波数分解能を上げるためにシステム同定時に周波数方向の補間処理を行っても良い。逆システム計算部 8 4 は、主信号同定部 8 2 および周波数同定部 8 3 がそれぞれ算出した $H_1(f)$ 、 $H_2(f)$ を用いて、式 (10) で示される周波数軸上の逆システムの周波数特性を計算し出力する。

[0045] 図 10 は、実施の形態にかかる逆システム部 9 の機能ブロックを示す図である。図 11 は、実施の形態にかかる逆システム部 9 を簡略化して表現した図である。逆システム部 9 は、トランスバーサルフィルタ部 9 1-1 ~ 9 1-p と、加算器 9 2 と、加算器 9 3 とを備える。逆システム部 9 は、p 段のトランスバーサルフィルタで構成される。トランスバーサルフィルタは、図 11 に示す 4 つの実数フィルタで表すことができる。図 11 の `filter__a` のタップ係数は図 10 で示される $a_0 \sim a_{p-1}$ である。`filter__b` のタップ係数は図 10 で示される $b_0 \sim b_{p-1}$ である。`filter__c` のタップ係数は図 10 で示される $c_0 \sim c_{p-1}$ である。`filter__d` のタップ係数は図 10 で示される $d_0 \sim d_{p-1}$ である。これら 4 つのフィルタを周波数軸で表したものを $A(f)$ 、 $B(f)$ 、 $C(f)$ 、および $D(f)$ とするとこれらは、逆システム同定部 8 が求めた H_1 、および H_2 を用いて式 (11) ~ 式 (14) で算出される。

$$A(f) = (H_{11}(f) - H_{21}(f)) / E(f) \dots (11)$$

$$B(f) = (H_{1Q}(f) - H_{2Q}(f)) / E(f) \dots (12)$$

$$C(f) = (-H_{1Q}(f) - H_{2Q}(f)) / E(f) \dots (13)$$

$$D(f) = (H_{11}(f) + H_{21}(f)) / E(f) \dots (14)$$

[0046] 式(11)～式(14)は、すべて実数で表される。算出された $A(f)$ ～ $D(f)$ を時間軸に変換することで、図9に示すタップ係数 $a_0 \sim a_{p-1}$ 、 $b_0 \sim b_{p-1}$ 、 $c_0 \sim c_{p-1}$ 、および $d_0 \sim d_{p-1}$ を求めることができる。時間軸に変換するにはフーリエ変換を行えばよく、 $a_0 \sim a_{p-1}$ をベクトル a 、 $b_0 \sim b_{p-1}$ をベクトル b 、 $c_0 \sim c_{p-1}$ をベクトル c 、 $d_0 \sim d_{p-1}$ をベクトル d 、 $A(f)$ をベクトル A 、 $B(f)$ をベクトル B 、 $C(f)$ をベクトル C 、および $D(f)$ をベクトル D で表すと、DFT行列 F を用いて以下の式で計算される。

$$a = F^+ A \dots (15)$$

$$b = F^+ B \dots (16)$$

$$c = F^+ C \dots (17)$$

$$d = F^+ D \dots (18)$$

$$F^+ = F^H (F F^H)^{-1}$$

[0047] F^+ は F の一般逆行列を表し、算出された a 、 b 、 c および d は、最小2乗法の解となる。なお、式(15)～式(18)をさらに拡張し重み付最小2乗法を用いてもよい。

[0048] 以上説明したように、本実施の形態では、無線通信装置100は、キャリアブレーション信号発生部1がキャリアブレーション信号を発生させる。キャリアブレーション信号を用いて直交変調部4が変調する。DA変換部3aおよびDA変換部3bは、デジタルのキャリアブレーション信号をアナログのキャリアブレーション信号に変換する。フィルタ部6は、アップコンバートされたキャリアブレーション信号 I 、 Q に周波数のフィルタリングを行い、キャリアブレーション信号 I 、 Q に含まれる不要な高い周波数成分を除去し、 I 、 F 信号または R 、 F 信号を出力する。デジタル直交復調部7は、 I 、 F 信号または R 、 F 信号をデジタル処理で復調し、逆システム同定部8は復調された信号を用いて、逆システムを同定することにより、直交変調部4の特性により発生する誤差を算出する。逆システム部9は、算出された逆システムを用いて、送信ベースバンド信号に直交変調部4の逆特性を掛ける。逆システム部9で送信ベ

ースバンド信号に逆特性を掛けることにより、直交変調部4の特性により発生する誤差を補正することで、直交変調器4の特性によるゆがみを抑制することができる。

[0049] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

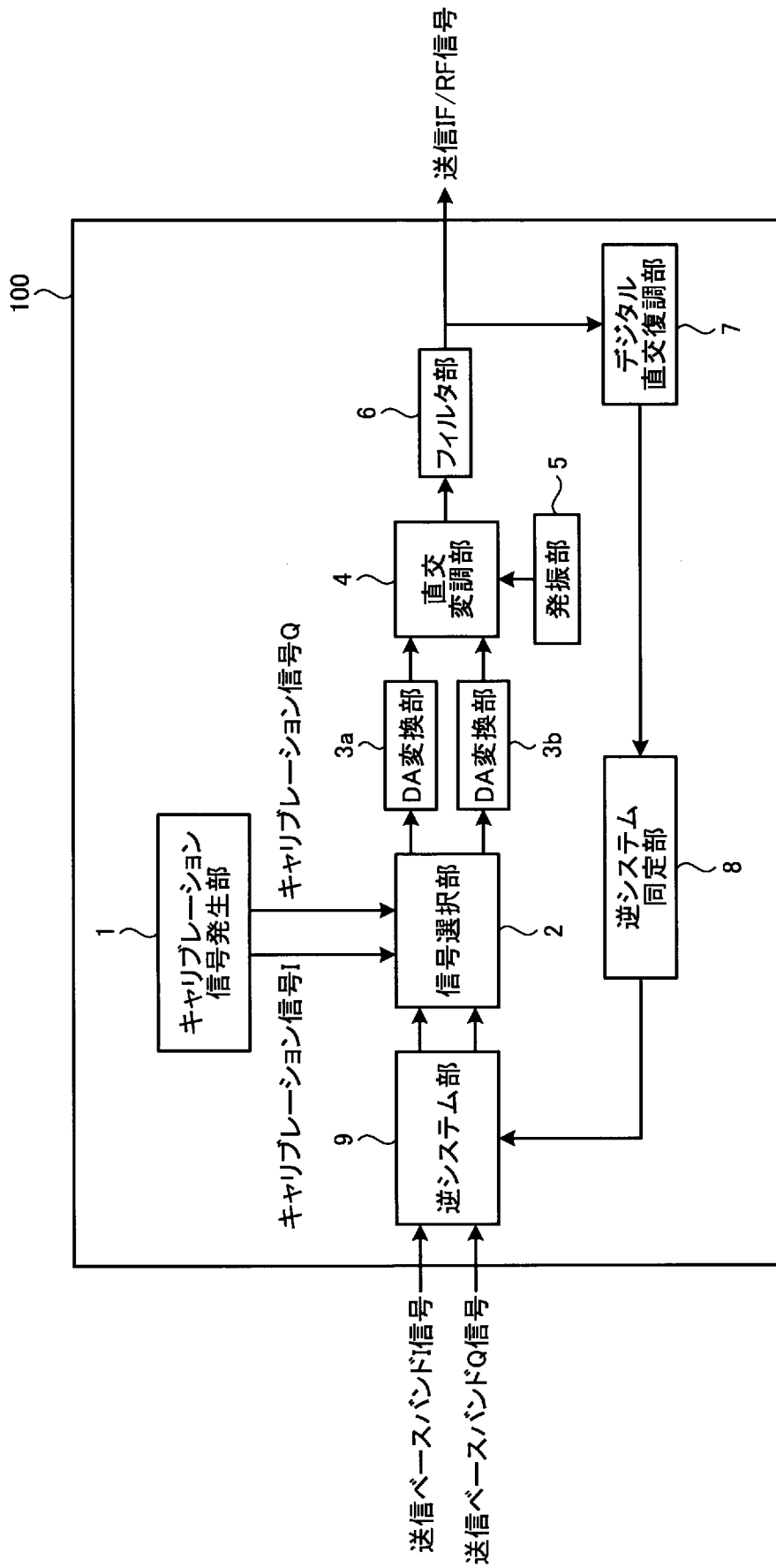
[0050] 1 キャリブレーション信号発生部、2 信号選択部、3 a, 3 b DA変換部、4 直交変調部、5 発振部、6 フィルタ部、7 デジタル直交復調部、8 逆システム同定部、9 逆システム部、11 ベース信号メモリ、12 カウンタ、13, 72 数値制御部、14 複素乗算器、41, 43, 73, 74 乗算器、42 位相器、44, 92, 93 加算器、71 AD変換部、75 a, 75 b ローパスフィルタ部、81 フーリエ変換部、82 主信号同定部、83 周波数同定部、84 逆システム計算部、91-1~91-p トランスバーサルフィルタ部、100 無線通信装置、200 制御回路、200 a プロセッサ、200 b メモリ。

請求の範囲

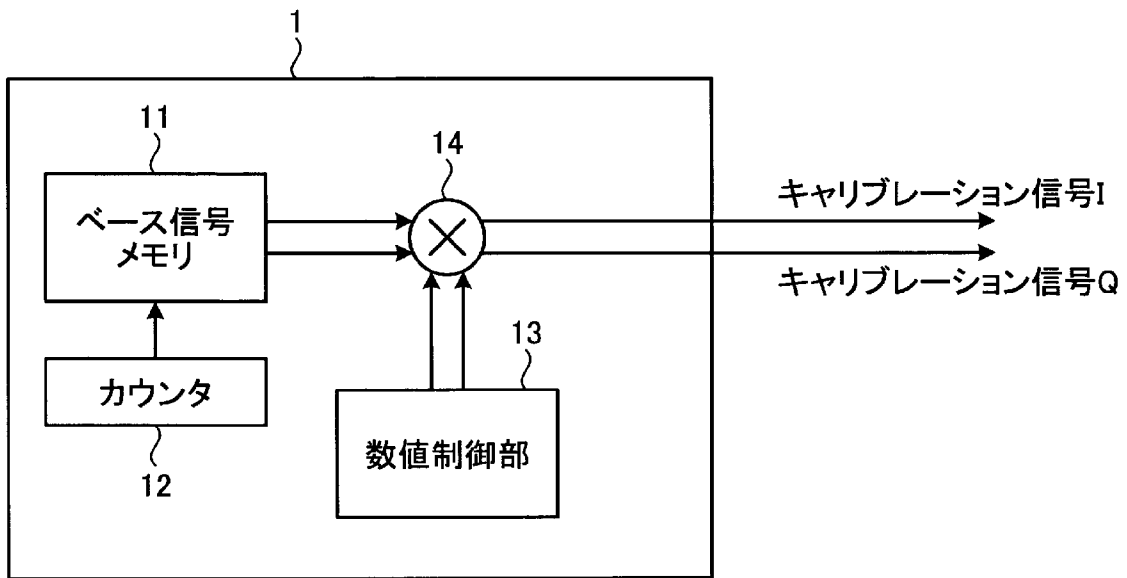
- [請求項1] 周波数軸上における電力スペクトルが楕円形状となる第1の信号を発生させるキャリアレーション信号発生部と、
前記第1の信号を変調する直交変調部と、
前記第1の信号を用いて前記直交変調部の逆システムを同定する逆システム同定部と、
同定された前記逆システムを用いて前記直交変調部で発生するゆがみを補正する補正部と、
を備え、
前記第1の信号は前記第1の信号の周波数を反転させた信号と直交することを特徴とする無線通信装置。
- [請求項2] 前記キャリアレーション信号発生部は、
電力スペクトルの周波数をオフセットすることで前記電力スペクトルを等間隔で生成する前記第1の信号を発生させることを特徴とする請求項1に記載の無線通信装置。
- [請求項3] 変調した前記第1の信号をデジタル処理で復調するデジタル直交復調部を備え、
前記逆システム同定部が用いる前記第1の信号は、前記デジタル直交復調部が復調した第1の信号であることを特徴とする請求項1または2に記載の無線通信装置。
- [請求項4] 前記キャリアレーション信号発生部が発生させる前記第1の信号はデジタル信号であり、前記直交変調部で変調された前記第1の信号をアナログ信号に変換するDA変換部と、
前記アナログ信号に含まれる閾値より高い周波数成分を除去するフィルタ部と、
を備え、
前記デジタル直交復調部が用いる前記第1の信号は前記フィルタ部が前記周波数成分を除去した前記第1の信号であることを特徴とする

請求項 3 に記載の無線通信装置。

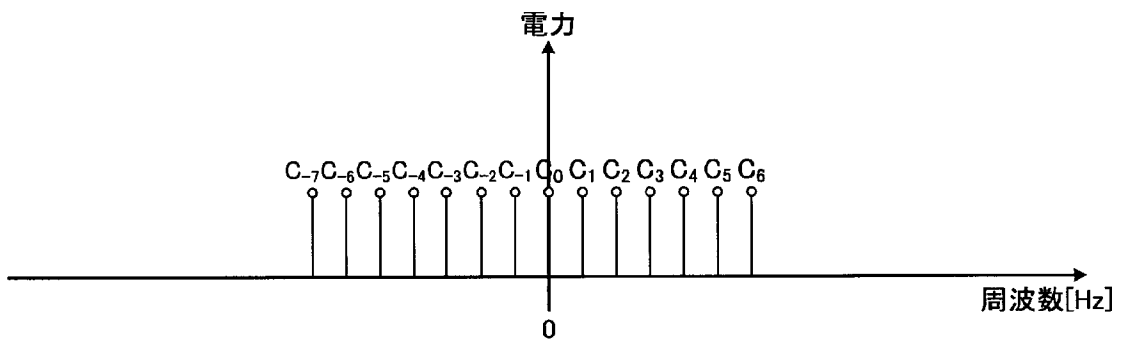
[図1]



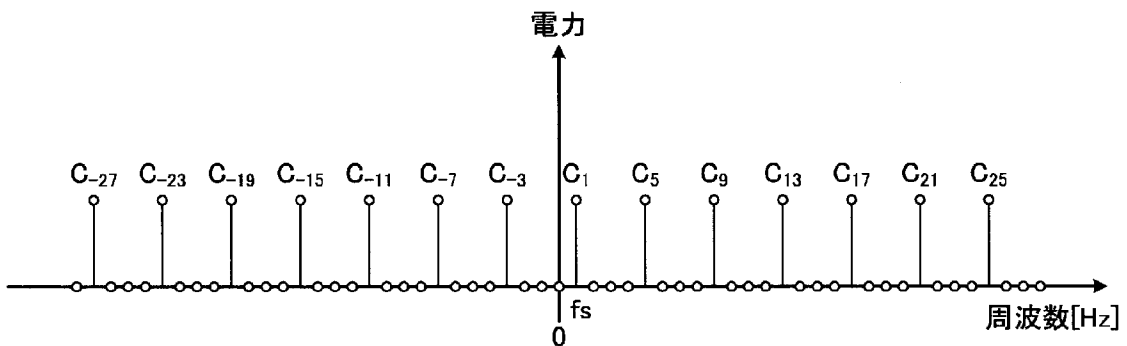
[図2]



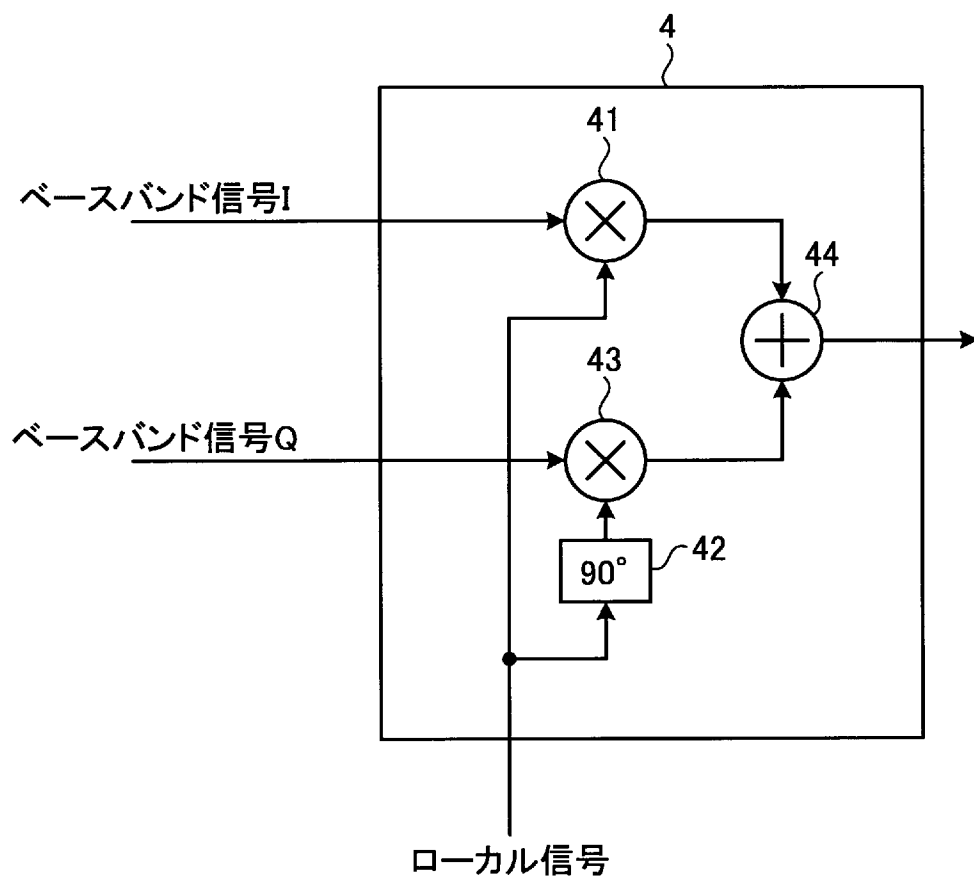
[図3]



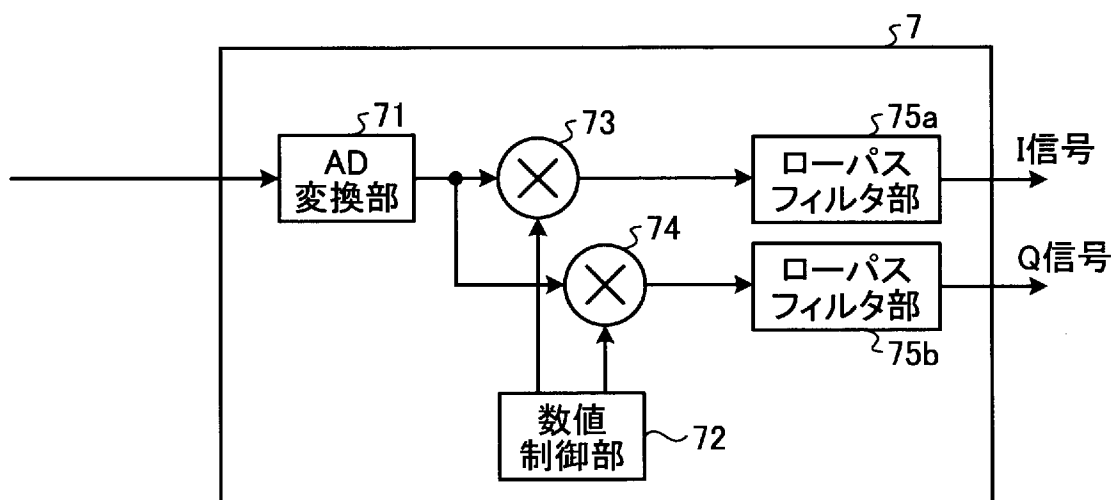
[図4]



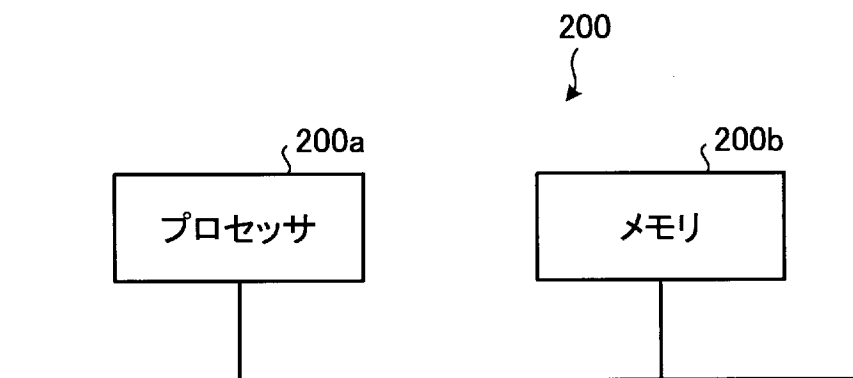
[図5]



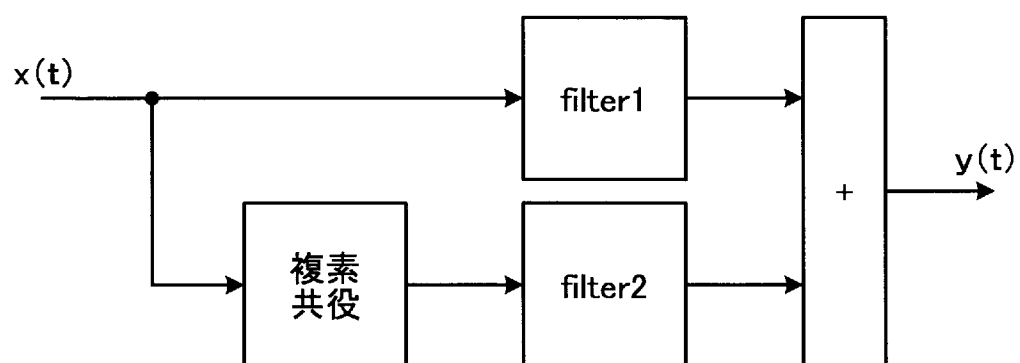
[図6]



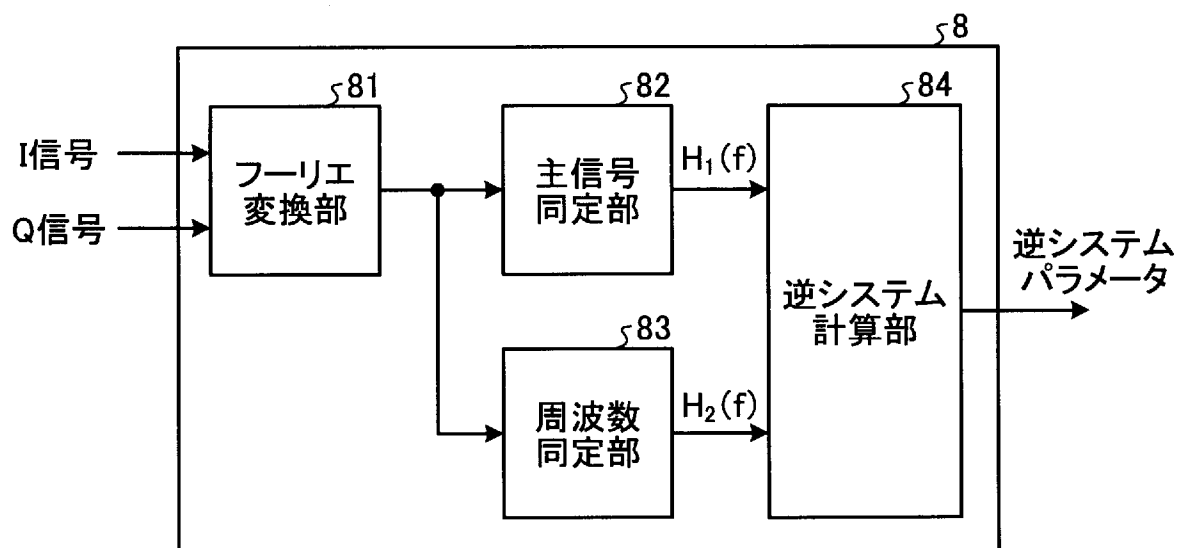
[図7]



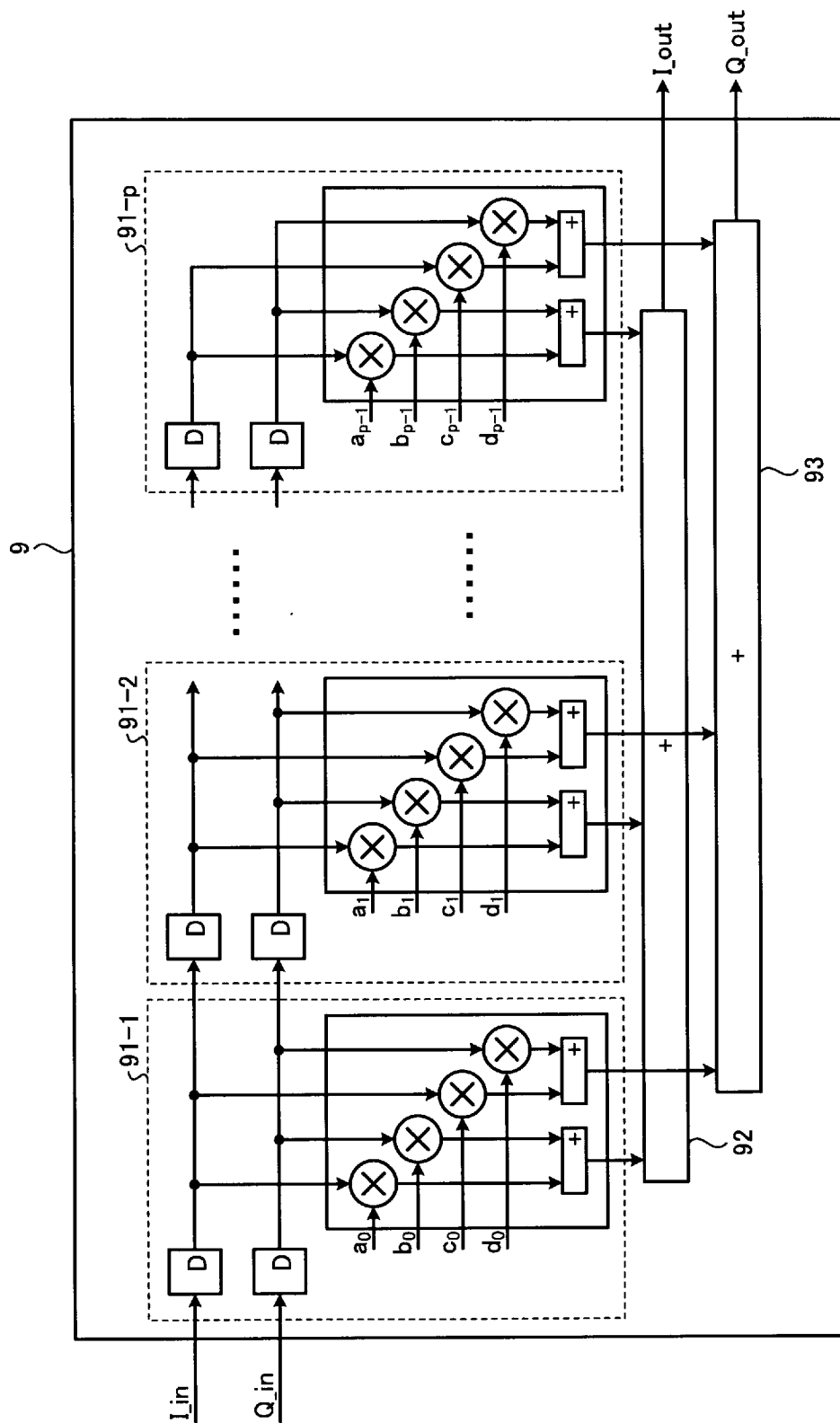
[図8]



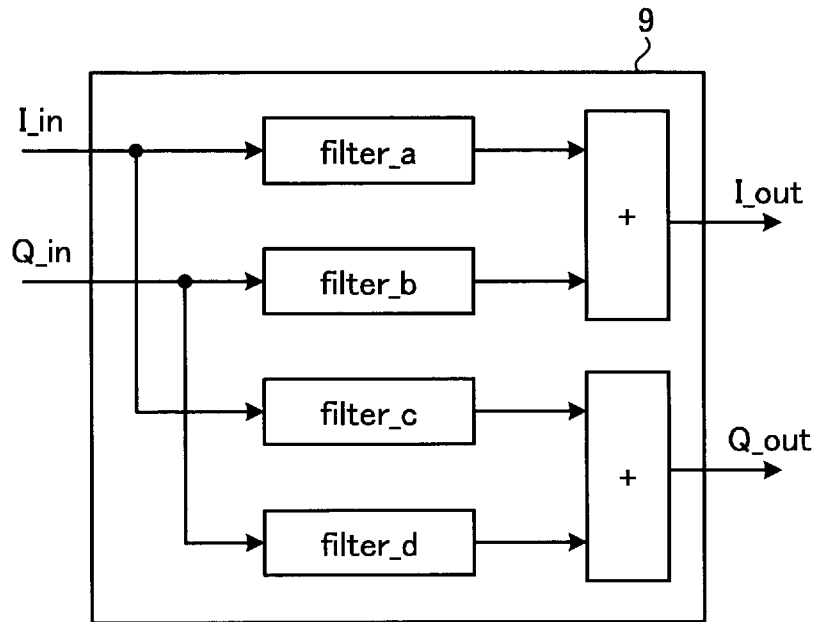
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/014170

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04L27/36(2006.01) i, H04B1/04(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. H04L27/36, H04B1/04

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.
Y	JP 2009-117897 A (TOSHIBA CORP.) 28 May 2009, paragraphs [0013]-[0094] (Family: none)	1-4
Y	JP 2008-283288 A (TOSHIBA CORP.) 20 November 2008, fig. 7-9 & US 2008/0279292 A1, fig. 7-9	1-4
A	JP 2012-44236 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 01 March 2012, paragraph [0061] (Family: none)	1-4
A	JP 2011-512770 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 21 April 2011, fig. 2 & US 2010/0329394 A1, fig. 2 & WO 2009/104909 A2 & EP 2243266 A2 & KR 10-2009-0089531 A & CN 101946478 A	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search
05.06.2018

Date of mailing of the international search report
12.06.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04L27/36(2006.01)i, H04B1/04(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. H04L27/36, H04B1/04

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
Y	JP 2009-117897 A（株式会社東芝）2009.05.28, 段落[0013]-[0094] （ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2008-283288 A（株式会社東芝）2008.11.20, 図7-9 & US 2008/0279292 A1, FIG. 7-9	1-4
A	JP 2012-44236 A（日本電信電話株式会社）2012.03.01, 段落[0061] （ファミリーなし）	1-4

☑ 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
 「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

05.06.2018

国際調査報告の発送日

12.06.2018

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）

福田 正悟

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5K

3861

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 2011-512770 A (サムスン エレクトロニクス カンパニー リミテッド) 2011.04.21, 図 2 & US 2010/0329394 A1, Fig. 2 & WO 2009/104909 A2 & EP 2243266 A2 & KR 10-2009-0089531 A & CN 101946478 A	1-4