

(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
2014年3月27日(27.03.2014)



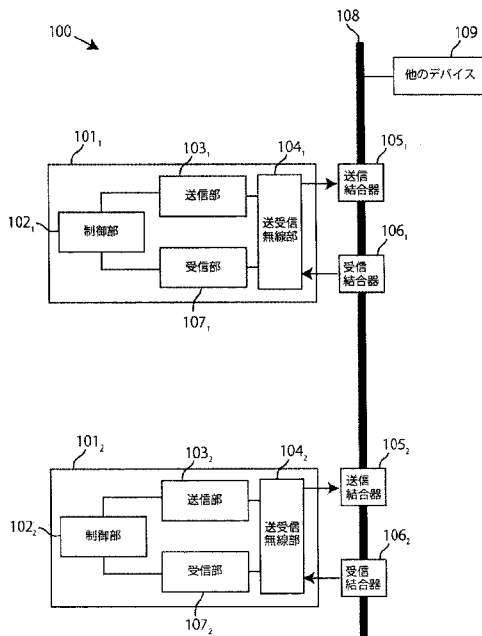
(10) 国際公開番号
WO 2014/045566 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 3/54 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)
H04B 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/005502
- (22) 国際出願日: 2013年9月18日(18.09.2013)
- (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 2012-206932 2012年9月20日(20.09.2012) JP
- (71) 出願人: アイシン精機株式会社(AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: ヴラジック サシャ(VRAZIC, Sacha); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 岡部 譲, 外(OKABE, Yuzuru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-6-5丸の内北口ビル22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, BN, 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, KE, KG, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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,

[続葉有]

(54) Title: POWER LINE COMMUNICATION TRANSCEIVER AND POWER LINE COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 電力線通信用トランシーバ及び電力線通信方法



102 Controller
103 Transmitter
104 Transmission/reception wireless unit
105 Transmission coupler
106 Reception coupler
107 Receiver
109 Another device

(57) Abstract: An embodiment of the present invention provides a power line communication transceiver equipped with a transmitter for transmitting a signal and a receiver for estimating transmission path characteristics. In addition, an embodiment of the present invention provides a power line communication method provided with: a step for estimating transmission path characteristics; a step for generating an interference avoidance mask on the basis of interference with regard to the estimated transmission path characteristics; a step for selecting or cancelling a subcarrier of a signal to be transmitted, using the interference avoidance mask; and a step for transmitting the signal.

(57) 要約: 本発明の一実施形態は、信号を送信する送信部と、伝送路特性を推定する受信部を備える電力線通信用トランシーバを提供する。また、本発明の一実施形態は、伝送路特性を推定するステップと、推定された伝送路特性の干渉を基に干渉回避マスクを生成するステップと、干渉回避マスクを用いて、送信されるべき信号のサブキャリアを選択し又は取り消すステップと、信号を送信するステップを具備する電力線通信方法を提供する。

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：電力線通信用トランシーバ及び電力線通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、電力線通信用トランシーバ及び電力線通信方法に関し、特に、電力線を介したコグニティブ短距離電力線通信技術に関する。

背景技術

[0002] 電力線を介した通信（電力線通信）は、データを信号に符号化し、電力線を通じて電気供給に使用されていない周波数帯域で符号化した信号を送受信する技術である。電力線通信では、電力線を介して送受信される信号は、電力線に接続された様々なデバイスから発生する、干渉、フェーディング、ノイズ等の影響を受ける。

[0003] 特許文献1は、使用者が特別な設定を行うことなく、電力線上で直接通信できない装置間での通信を実現する技術を開示する。特許文献2は、電力線を介してデータを送受信する制御する電力線通信システム及び電力線を介して送受信するデータに妨害を与えるノイズ成分を除去するノイズ成分除去制御する技術を開示する。とくに、特許文献2は、電力線に誘導されたノイズ成分を抽出し、そのノイズ成分に対して逆位相のキャンセル信号を形成してノイズ成分を除去する技術に関する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-21954号公報

特許文献2：特開2009-21678号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 電力線通信は、漏洩電波を考慮し、比較的低い周波数帯域（即ち、30MHz以下）で信号を送信するため、達成可能な最大のデータスループットが制限される。また、電力線に生じるランダムで非静的な強いインパルス性ノ

イズの影響により、電力線通信のパフォーマンスは制限される。そのため、伝送路である電力線によるノイズ、干渉、フェーディングがあっても、高いビットレートで、信頼できる通信を可能にする装置が望まれる。

[0006] 特許文献1の技術は、電力線というノイズ、干渉、フェーディングの影響の強い状況において、パフォーマンスを向上させる技術を開示しない。特許文献2は、入力信号にノイズ成分と逆の振幅を有する信号を加えて送信することで、伝送路のノイズの影響を低減するが、パフォーマンスを低下させるインパルス性ノイズや伝送路ひずみの影響を低減するものではない。そのため、電力線通信において高いビットレート通信を可能にする技術が望まれる。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、低い信号対雑音比及び負の信号対干渉比である電力線等の厳しい通信環境においても、高いビットレート通信を可能にする電力線通信用トランシーバ及び電力線通信方法を提供することを目的とする。本発明の一実施形態は、信号を送信する送信部と、信号を受信し、伝送路特性を推定する受信部を備える電力線通信用トランシーバである。また、本発明の一実施形態は、伝送路特性を推定し、推定された伝送路特性の干渉を基に干渉回避マスクを生成し、そして、生成された干渉回避マスクを用いて、送信されるべき信号のサブキャリアを選択し又は取り消し、その信号を送信することを含む電力線通信方法である。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施形態に係る電力線を介したコグニティブ短距離通信システムを示す模式図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るトランシーバのブロック図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る、第1のトランシーバから第2のトランシーバへのOFDM信号の送信を表す動作タイミング図である。

[図4]本発明の一実施形態に係るトランシーバの干渉推定部のブロック図である。

[図5A]本発明の一実施形態に係る、検知された複素ベースバンドスペクトル、干渉回避マスクの模式図、割り当てられたサブキャリアスペクトルのそれぞれのグラフである。

[図5B]本発明の一実施形態に係る変調されたサブキャリアに干渉回避マスクを掛けあわせることにより割り当てられたサブキャリアを示す模式図である。

[図6]本発明の一実施形態に係る推定された伝送路特性と予測された伝送路特性とを示す模式図である。

[図7]本発明の一実施形態に係るOFDM信号の送信方法を表すフローチャートである。

[図8]クロック、タイミング、周波数同期の一例を示すブロック図である。

[図9]本発明の一実施形態に係るトランシーバの伝送路特性推定部のブロック図である。

[図10]本発明の一実施形態に係るOFDM信号の受信方法を表すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明を実施するための例示的な実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。ただし、以下の実施形態で説明する寸法、材料、形状、構成要素の相対的な位置等は任意であり、本発明が適用される装置の構造又は様々な条件に応じて変更できる。また、特別な記載がない限り、本発明の範囲は、以下に説明される実施形態で具体的に記載された形態に限定されるものではない。なお、以下で説明する図面で、同機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略することもある。

[0010] <システム100の概要>

図1は、本発明の一実施形態に係る電力線を介したコグニティブ短距離電力線通信システム100を示す模式図である。

[0011] システム100は、電力線108を介して互いに通信する第1のトランシーバ101₁及び第2のトランシーバ101₂を含む。電力線108には、第

1 及び第2のトランシーバと通信する送信結合器105 及び受信結合器106 が接続される。さらに、電力線108 には、モータ、インバータ等の他のデバイス109 も接続されている。

[0012] ここで、発明の詳細な説明及び図面の中で参照符号に付された添字「₁」及び「₂」は、それぞれ第1のトランシーバ101₁ 及び第2のトランシーバ101₂ に係る要素であることを明確にするために付されるものである。同じ参照符号により表される要素は、同じ機能及び構成を有するものとする。また、添字は、適宜省略することがある。

[0013] 第1 及び第2のトランシーバ101₁ 及び101₂ は、同一の中心周波数で同時に送受信を行うことができる全二重 (Full duplex) 通信機能を有する電力線通信用コグニティブトランシーバである。また、第1 及び第2のトランシーバ101₁ 及び101₂ は、即時に、通信状態を学習及び管理することができる。そして、第1 及び第2のトランシーバ101₁ 及び101₂ は、伝送路特性を推定し、それを補償する。

[0014] 電力線通信における伝送路特性として、主に、干渉成分及び伝送路ひずみ成分がある。干渉としては、ある周波数で局所的にあるパワーを有し、伝送路のパフォーマンスを大きく低減させるインパルス性ノイズに着目する。「伝送路特性の干渉」とは、信号に加わる伝送路中に存在する干渉成分の影響であり、「伝送路特性の伝送路ひずみ」とは、信号をひずませる伝送路ひずみ成分 (伝送路伝達関数) の影響である。

[0015] 第1 及び第2のトランシーバ101₁ 及び101₂ は、高速かつ信頼性のある電力線通信を達成するために、送信データを送信するに際し、伝送路を検知し伝送路特性の干渉を推定することにより干渉を避けてサブキャリアを割り当てる機能、並びに、伝送路特性の伝送路ひずみを事前に等化する事前等化処理機能を有する。

[0016] 第1 及び第2のトランシーバ101₁ 及び101₂ は、「送信モード」及び「受信モード」の2つのモードで動作する。

[0017] 送信モードにおいて、第1 及び第2のトランシーバ101₁ 及び101₂ は

、電力線 108 を介して相手のトランシーバ 101 へ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号を送信する。そして、第 1 及び第 2 のトランシーバ 101₁ 及び 101₂ は、それと同時に、伝送路特性の伝送路ひずみによりひずみ、そしてノイズや干渉が加わったその送信された信号を受信する全二重通信を可能にする。一方、受信モードにおいて、第 1 及び第 2 のトランシーバ 101₁ 及び 101₂ は、相手のトランシーバから送信された OFDM 信号を受信する。さらに、第 1 及び第 2 のトランシーバ 101₁ 及び 101₂ は、送信モード及び受信モードの両方において、伝送路特性の干渉を検知する。

[0018] 第 1 及び第 2 のトランシーバ 101₁ 及び 101₂ は、制御部 102、送信部 103、送受信無線部 104、及び受信部 107 を備える。

[0019] 制御部 102 は、CPU、記憶装置等を含み、ソフトウェアの指示に基づき、送信部 103、送受信無線部 104、及び受信部 107 を制御するコンピュータである。制御部 102 は、送信されるべきデジタル（又はアナログ）データ（以下、「送信データ」という。）を生成する機能、及び、他のトランシーバから受信したデータ（以下、「受信データ」という。）をアプリケーションに応じて処理する機能を有する。送信データ及び受信データは、画像データ、音声データ等である。

[0020] また、制御部 102 は、OFDM 信号を他のトランシーバへ送信するときに、送信部 103 及び送受信無線部 104 によるバースト（間欠的）送信のタイミングを制御する。それと同時に、制御部 102 は、受信部 107 による伝送路特性の干渉の検知機能及び伝送路特性の伝送路ひずみの推定機能を制御する。

[0021] 送信部 103 は、制御部 102 の指示に応じて、送信データをデジタルに処理することで、OFDM 信号を生成し送受信無線部 104 へ供給する。

[0022] 送受信無線部 104 は、送信部 103 から供給された OFDM 信号を、必要に応じてアップコンバート処理、DA 変換処理、ローパスフィルタ処理、及び増幅処理等を行い、電力線 108 に接続された送信結合器 105 に無線

送信する。また、送受信無線部104は、無線結合器106から無線送信された、他のトランシーバ101から送られてきたOFDM信号を受信し、必要に応じて、増幅処理、フィルタ処理、AD変換処理、ダウンコンバート処理等を行い、受信部107へ供給する。

[0023] 受信部107は、制御部102の指示に応じて、他のトランシーバ101から送られてきたOFDM信号を、送受信無線部104を介して受信し、所定の処理を行うことで受信データを生成する。受信部107は、制御部102の指示に応じて、所定の期間、伝送路特性の干渉の存在を検知し、そして、送信部103から送信したOFDM信号を受信することで伝送路特性の伝送路ひずみを推定する。

[0024] なお、送受信無線部104と送信結合器105及び受信結合器106との間は無線通信に限らず、有線通信であってもよい。また、送信結合器105と受信結合器106は別々の構成である必用はなく、同じ結合器を用いて送受信信号を分離する構成であってもよい。

[0025] 図2は、本実施形態に係るトランシーバ101のブロック図である。

[0026] 送信部103は、変調部202、パイロット及びガード挿入部203、サブキャリア割り当て部204、事前等化処理部205、IFFT部206、CP追加部207、プリアンプル挿入部208、予測バッファ部214を備える。

[0027] 変調部202は、制御器102から供給された送信データ201を、BPSK、QPSK、PSK-M、QAM、QAM-M等の変調方式でサブキャリアごとに変調し、並列化を行う。パイロット及びガード挿入部203は、変調部202で得られたシンボル列に、周波数領域において、同期処理及び等化処理のためのパイロットサブキャリア及びシンボル間干渉を防止するためのガードサブキャリアを挿入する。

[0028] サブキャリア割り当て部204は、受信部107から供給された干渉回避マスクを基にサブキャリアの選択又は取消しを行う。事前等化処理部205は、受信部107で推定された過去の伝送路特性の伝送路ひずみに応じて予

測バッファ部 214 で予測された現在の伝送路ひずみを基に、割り当てられたサブキャリアを有するシンボル列を事前に等化する（「事前等化処理」）。

[0029] IFFT部 206 は、OFDM変調を行うために、シンボル列を一括して逆高速フーリエ変換（IFFT）処理する。CP追加部 207 は、同期を助けるためのサイクリックプレフィックス（CP）を追加する。プリアンブル挿入部 208 は、フレーム、タイミング、及び周波数同期のためのショート及びロングプリアンブルを連結しOFDM信号を生成する。

[0030] そして、OFDM信号は、送受信無線機 104 に供給され、電力線 108 を介して他のトランシーバ 101 へ送信される。なお、これら送信部 103 の機能は、制御部 102 の制御により行われる。

[0031] 例えば、本実施形態では、OFDM信号はプリアンブル連結したOFDMフレームからなる。1つのOFDMフレームは、640個のサブキャリアからなるOFDMシンボルがN個連なったものである。パイロットキャリアは4つ異なる値 $[1, j, -1, -j]$ であり、12個の変調されたデータシンボルごとに、それぞれ値を変えながら1個のパイロットサブキャリアが挿入される。また、640個のサブキャリアは、400個のデータサブキャリア、65個のガードサブキャリア及び47個のパイロットサブキャリア、並びに、その最後の128サンプルの繰り返しである128個のサイクリックプレフィックスが追加されたものである。ショート及びロングプリアンブルは、IEEE 802.11 標準に従う。なお、本発明はこの例に何ら限定されるものではない。

[0032] 受信部 107 は、軽同期部 209、CP除去部 210、FFT部 211、第1の伝送路ひずみ推定部 212、干渉推定部 213、サブキャリア推定部 215、全セミ・ブラインド同期部 216、第2の伝送路ひずみ推定部 217、等化処理部 218、及び復調部 219 を備える。

[0033] 軽同期部 209 は、自己のトランシーバ 101 の送信部 103 から送信されたOFDM信号を受信し、そのOFDM信号と簡単に同期する。CP除去

部210は、同期したOFDM信号からサイクリックプレフィックス（CP）を除去する。FFT部211は、CP除去した信号を高速フーリエ変換（FFT）により各サブキャリアへ分解する。

[0034] 第1の伝送路ひずみ推定部212は、得られたサブキャリアと送信部103から供給された既知のシンボルとに基づき伝送路特性の伝送路ひずみ（伝送路伝達関数）を推定し、推定した伝送路ひずみを送信部103の予測バッファ214へ供給する。干渉推定部213は、送受信無線部104を介して伝送路特性の干渉（インパルス性ノイズ）の存在を検知し、干渉回避マスクを送信部103へ供給する。

[0035] サブキャリア推定部215は、他のトランシーバから送信されてきたOFDM信号を受信し、セミ・ブラインド推定方式で、受信したOFDM信号内で割り当てられたサブキャリアを推定する。全セミ・ブラインド同期部216は、受信したOFDM信号中のプリアンプルを基に、受信したOFDM信号の同期をとる。第2の伝送路ひずみ推定部217は、受信したOFDM信号に対する伝送路特性の伝送路ひずみを推定する。

[0036] 等化処理部218は、推定した伝送路ひずみを基に、受信したOFDM信号を等化処理する。復調部219は、等化された信号を復調することにより受信データ220を生成し、それを制御部102へ供給する。

[0037] 図3は、送信モードにある第1のトランシーバ101₁が、受信モードにある第2のトランシーバ101₂へOFDM信号を送信する場合の動作タイミング図である。

[0038] 図3の例では、第1のトランシーバ101₁からOFDM信号が送信され、第2のトランシーバ101₂でOFDM信号が受信されている。第1のトランシーバ101₁が「送信側の」トランシーバ101であり、第2のトランシーバ101₂が「受信側の」トランシーバ101である。

[0039] 図3において、第1のトランシーバ101₁の送信部103₁が、電力線108に接続された送信結合器105₁を介してOFDM信号を第2のトランシーバ101₂へ向けて送信している。その送信したOFDM信号を、第1のト

ランシーバ101₁の受信部107₁及び第2のランシーバ101₂の受信部107₂が、それぞれ受信結合器106₁及び受信結合器106₂を介して受信している。

[0040] タイミングチャート302～304は、それぞれ、第1のランシーバ101₁の送信部103₁及び受信部107₁、並びに第2のランシーバ101₂の受信部107₂の動作タイミングを示す。図3中の横軸は、時間軸tである。第1のランシーバ101₁の送信部103₁からのOFDM信号の送信は、バーストで（間欠的に）行われる。

[0041] 送信モードにある第1のランシーバ101₁は、所定の期間T1（以下、「無音期間T1」という。）において、送信部103₁から第2のランシーバ101₂へのOFDM信号の送信を行わない。例えば、無音期間T1は3個のOFDMシンボル期間としてよい。

[0042] 第1のランシーバ101₁の受信部107₁は、無音期間T1において、受信結合器106₁を介して伝送路を監視し、伝送路特性の干渉の存在を検知する。そして、第1のランシーバ101₁の受信部107₁は、検知した干渉の情報を基に干渉回避マスクを生成し、それを第1のランシーバ101₁の送信部103₁へ供給する。干渉回避マスクは、第1のランシーバ101₁の送信部103₁において、送信されるべきサブキャリアの選択及び取消しのために使用される。

[0043] 同様に、受信モードにある第2のランシーバ101₂の受信部107₂は、第1のランシーバ101₁の受信部107₁が伝送路特性の干渉の存在を検知している無音期間T1中に、受信結合器106₁を介して伝送路を監視し、伝送路特性の干渉の存在を検知する。これにより、第2のランシーバ101₂は、第1のランシーバ101₁で使用される干渉回避マスクを推定することができ、その結果、送信側である第1のランシーバ101₁で、どのサブキャリアが選択され及び取消されたのかを推定できる。

[0044] 第1のランシーバ101₁の送信部103₁は、無音期間T1に続く所定の期間T2（以下、「送信期間T2」という。）に、干渉回避マスクを用い

たサブキャリアの選択及び取消し処理、並びに予測された伝送路特性の伝送路ひずみを用いた事前等化処理が行われたOFDM信号を、第2のトランスバ101₂へ送信する。

[0045] 第1のトランスバ101₁の受信部107₁は、送信期間T2において、第1のトランスバ101₁の送信部103₁から第2のトランスバ101₂へ送信されたOFDM信号を受信する。第1のトランスバ101₁の受信部107₁は、送信期間T2において、受信したOFDM信号を基に、伝送路特性を推定し、第1のトランスバ101₁の送信部103₁の予測バッファ214へ推定した伝送路特性を供給する。

[0046] 第2のトランスバ101₂の受信部107₂は、送信期間T2において、第1のトランスバ101₁から送信されてきたOFDM信号を受信し、復調し、そして受信データを生成する。

[0047] トランスバ101が送信モードにあり、OFDM信号を送信していない間（即ち、無音期間T1）、トランスバ101の受信部107は、伝送路を監視し、伝送路特性の干渉を検知する。干渉（インパルス性ノイズ）が存在する場合には、トランスバ101の受信部107は、所定のパワーを有する周波数要素を検知する。

[0048] <干渉推定部213の概要>

図4は、サブキャリアの選択及び取消しのために使用される干渉回避マスクを生成する干渉推定部213のブロック図である。

[0049] 干渉推定部213は、複素ベースバンド信号取得部401、ピリオドグラム計算部402、ノイズフロア推定部403、閾値設定部404、及び干渉回避マスク生成部405を含む。

[0050] 複素ベースバンド信号取得部401は、受信結合器106を介して伝送路中の状態を監視し、伝送路の複素ベースバンド信号を取得する。ピリオドグラム計算部402は、取得した複素ベースバンド信号上でピリオドグラムを計算する。

[0051] ノイズフロア推定部403は、ピリオドグラムの計算で得られた結果から

ノイズフロアを推定する。閾値設定部404は、アプリケーションに応じて閾値を設定する。干渉回避マスク生成部405は、サブキャリアの個数と同じ長さを有する干渉回避マスクを生成し、それを送信部103へ供給する。

[0052] ピリオドグラムは、パワースペクトル密度推定である。ピリオドグラム計算部402において、ピリオドグラムは、式1：

[数1]

$$S(e^{j\omega}) = \frac{\frac{1}{2\pi N} \left| \sum_{n=1}^N x_n w_n e^{-j\omega n} \right|^2}{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |w_n|^2}$$

から計算される。ここで、 $S(e^{j\omega})$ はパワースペクトル密度推定、 ω は周波数、 N は正の整数、 x は複素ベースバンド信号、そして、 w は使用した窓関数（例えばハニング窓）である。このピリオドグラムの計算は、高速フーリエ変換（FFT）を用いて行われる。

[0053] ノイズフロアは、干渉の存在を検出するために使用される適切な閾値を設定するために必要である。ノイズフロア推定部403において、ノイズフロアは、（1）ピリオドグラムの計算により得られた N 個のパワースペクトル密度（PSD）を降順に並べ、（2）降順に並べた N 個のパワースペクトル密度（PSD）のうち後ろから4分の1個のパワースペクトル密度の和の平均を計算することで求めることができる。 N 個のパワースペクトル密度（PSD）を降順に並べるのは、PSDベクトルの初めの方に比較的高いPSDを入れ、後ろの方に比較的低いPSDを入れるためである。

[0054] よって、ノイズフロアは、式2：

[数2]

$$NF = \frac{\sum_{i=3N/4}^N \text{sorted} PSD_i}{\frac{N}{4}}$$

から推定される。ここで、 NF はノイズフロアであり、 N はパワースペクトル

ル密度の数、`sortedPSDi`は降順に並べられたパワースペクトル密度である。

[0055] ノイズフロアが推定されると、閾値設定部404において、閾値がアプリケーションに応じて設定される。又は、閾値は、ユーザにより予め決定され、トランシーバ101に予め記憶された固定値であってもよい。例えば、閾値を、推定されたノイズフロアから10dBと設定してもよいし、推定されたノイズフロアの値に設定してもよい。そして、設定された閾値より大きいパワースペクトル密度を有する周波数を干渉と推定することができる。

[0056] 干渉回避マスクは、干渉回避マスク生成部405において、サイクリックプレフィックスを除いたサブキャリアの個数（例えば、上記例では512個）と同じ長さであり、干渉の存在する周波数には「0」の値を、それ以外の周波数には「1」の値を有するように生成される。干渉回避マスク中の「1」の値の数及び「1」の値を有する周波数は、送信されるサイクリックプレフィックスを除いた全サブキャリアの数及び周波数に等しい。

[0057] 干渉が検出されない場合は、閾値より大きいパワースペクトル密度を有する周波数がない場合であり、その場合には、干渉回避マスクの512個の値は、全て「1」の値を有することになる。これは通常のOFDM送信である。

[0058] 図5Aは、一例として、干渉推定部213で検知された、伝送路特性の干渉504を含む複素ベースバンドスペクトル501の実際のグラフと、そこから生成された干渉回避マスク502の模式図と、サブキャリア割り当て部204で干渉回避マスクを基に割り当てられたサブキャリアスペクトル503の実際のグラフである。

[0059] 干渉回避マスク502は、伝送路特性の干渉504が存在する周波数には「0」の値を有し、それ以外の周波数には「1」の値を有する。干渉回避マスク502は、送信部103へ供給され、図5Bに示されるように変調されたサブキャリア506と単純に掛け合わされる。それにより、サブキャリアの選択及び取消しが行われ、他のトランシーバ101へ送られるOFDM信

号には、干渉504を回避したサブキャリア505が割り当てられることになる。後述するが、生成された干渉回避マスクは、伝送路特性の伝送路ひずみの推定のためにも利用される。

[0060] このように、本実施形態に係るトランシーバ101は、リアルタイムに、伝送路の伝送路特性の変化に適応でき、伝送路特性の干渉（インパルス性ノイズ）のほとんど無いOFDM信号を送信することを可能にする。

[0061] ここで、上記のように、第1のトランシーバ101₁からOFDM信号を受信する第2のトランシーバ101₂は、無音期間T1中に、第2のトランシーバ101₂の受信部107₂の干渉推定部213₂において、第1のトランシーバ101₁で生成された干渉回避マスクと同じ干渉回避マスクを生成することができる。

[0062] 干渉回避マスク中の「1」の値の数及び「1」の値を有する周波数は、送信される全サブキャリアの数及び対応する周波数に等しい。そのため、OFDM信号を受信する第2のトランシーバ101₂の受信部107₂のサブキャリア推定部215₂は、受信したOFDM信号の中でどのサブキャリアが選択され、どのサブキャリアが取消されたかを推定することができる。

[0063] なお、干渉推定部213が干渉回避マスクを生成するのは、無音期間T1に限らず、どのような期間であってもよい。つまり、送信期間T2の間に、干渉推定部213が伝送路の干渉を検知し、干渉回避マスクを生成し、その干渉回避マスクを記憶しておき、次のOFDM信号を生成する際にそれを使用するようにしてもよい。この場合、受信側のトランシーバ101は、受信モードにあるとき、どのサブキャリアが選択及び取消されたかを理解するために、常に伝送路を監視し、干渉の存在を検知し、時々刻々の干渉回避マスクを生成し、それらを記憶しておく。そして、OFDM信号が送られてきた時（又はその直近）の干渉回避マスクを使用して、受信側のトランシーバ101は、受信したOFDM信号の中でどのサブキャリアが選択され、どのサブキャリアが取消されたかを知ることができる。

[0064] <事前等化処理機能の概要>

送信モードにある第1のトランシーバ101₁の送信部103₁は、送信期間T2において、OFDM信号を第2のトランシーバ101₂へ送信する。一方、送信期間T2において、第1のトランシーバ101₁の受信部107₁は、送信されたOFDM信号を自ら受信し、それを伝送路特性の伝送路ひずみを推定するために利用する。そして、第1のトランシーバ101₁の送信部103₁は、推定した伝送路ひずみを用いて、次に送信するシンボルに対して事前に等化処理（事前等化処理）を施す。

[0065] トランシーバ101の受信部107は、送信されるOFDMシンボルに関する情報（以下、「既知のシンボル」という。）を送信部103から受け取る。トランシーバ101の受信部107は、既知のシンボルを知っているため、伝送路特性の伝送路ひずみを推定することができる。その結果、事前等化処理が実現される。

[0066] 送信されるべきシンボルに対して予め送信側のトランシーバ101で事前等化処理を施すことは、受信側のトランシーバ101だけで等化処理を施す場合に比べて、受信側のトランシーバ101においてSNR（信号雑音比）を増大させる利点がある。本実施形態に係る事前等化処理の原理を以下に示す。

[0067] 一般的に、ある時刻に、トランシーバ101で受信した信号 R_n は、式3：
[数3]

$$R_n = S_n H_n + N_n$$

で表される。ここで、 S_n は未知の送信されたシンボルで、 H_n は伝送路ひずみで、 N_n は伝送路を介して信号に加わるノイズである。

[0068] 事前等化処理は、送信側のトランシーバ101で、予め、送信されるべきシンボルに、理想的には伝送路ひずみの逆数を掛け合わせた上で送信することである。そうすると、事前等化処理された受信信号は、式4：
[数4]

$$R_n = S_n G_n H_n + N_n$$

で表される。

[0069] ここで、 G_n は予測された伝送路ひずみの逆数であり、

[数5]

$$G_n = a_n e^{-j\phi_n}$$

である。予測された伝送路ひずみが正確である場合に、 G_n は、真の伝送路ひずみの逆数 H^{-1} となる事前等化係数となる。また、 a_n は振幅係数、 ϕ_n は位相係数である。

[0070] 図2から分かるように、トランシーバ101の送信部103から送信したOFDM信号は、自己の受信部107において受信される。受信したOFDM信号が自らが生成し送信した信号であること、サブキャリアの選択及び取消しの際に使用した干渉回避マスクが既知であること、無線ボードを駆動する電圧制御発振器が同じであること、キャリア周波数の回復やトラッキングの必要性が無いこと、タイミング、シンボルが送信される時間が既知であることから、受信部107の軽同期部209は、受信したOFDM信号を簡単に同期できる。

[0071] しかしながら、位相補償については考える必要がある。一般的に、位相オフセット θ_d は、線形的に周波数に関係し、式6：

[数6]

$$\theta(f) = \theta_d + \frac{d\theta}{df} f$$

で表される。ここで、 θ_d は、固定位相オフセットであり、既知のシンボルと伝送路特性の影響により歪んだ受信シンボルとの間の位相差をとることで推定される。固定位相オフセット θ_d は、全てのシンボルに関するこの位相差の平均を計算する。このように、軽同期部209で、位相補償が行われ、同期が達成される。

[0072] 軽同期部209で同期が達成されると、歪んでいる受信シンボルは復元され、CP除去部210において、サイクリックプレフィックス(CP)が除

去される。その後、FFT部211において、高速フーリエ変換（FFT）処理が行われ、周波数領域へと変換され、各サブキャリアごとに分解される。そして、第1の伝送路ひずみ推定部212において、既知のシンボルを用いて、ゼロ・フォーシング等化（Zero Forcing Equalization）処理を行うことで、簡単に、伝送路特性の伝送路ひずみを推定することができる。推定された伝送路ひずみは、予測バッファ214へ供給され、そこで記憶される。

[0073] ある時刻 t_1 において送信されたOFDMシンボル（OFDM信号）を受信しそこから推定した伝送路ひずみを、その時刻 t_1 における事前等化処理に使用することはできないが、その後のある時刻 t_2 （ $> t_1$ ）においてOFDMシンボルを送信する際に事前等化処理に使用することができる。

[0074] ただし、過去に推定された伝送路特性の伝送路ひずみをそのまま使用してもよいが、伝送路ひずみは連続するOFDMシンボル（OFDM信号）間に変化する可能性があるため、過去に推定された伝送路ひずみを用いて現在の伝送路ひずみを予測するのが望ましい。

[0075] 送信部103の予測バッファ214は、過去の時刻 t_{0-2} 、 t_{0-1} （ $t_{0-2} < t_{0-1}$ ）において第1の伝送路ひずみ推定部212で推定された伝送路特性の伝送路ひずみを記憶し、現在 t_0 の伝送路ひずみを予測する。予測バッファ214は、サーキュラー・バッファ等を含む。

[0076] 図6は、予測バッファ214で記憶している過去の時刻 t_{0-2} 、 t_{0-1} （ $t_{0-2} < t_{0-1}$ ）の推定された伝送路特性の伝送路ひずみ $H(f)^{\wedge} | t_{0-2}$ 及び $H(f)^{\wedge} | t_{0-1}$ のグラフ602、603と、これらを基に予測バッファ214の伝送路ひずみ予測部601で予測された現在の時刻 t_0 の伝送路ひずみ $H(f)^{\wedge} | t_0$ のグラフ604の一例を示す模式図である。記号「 $\wedge$ 」はハット記号で、推定であることを示す。

[0077] 図6中で、図面に向かって右上奥に伸びる軸は時間軸 t であり、図面に向かって右下手前に伸びる軸は周波数軸 f であり、図面に向かって上に伸びる軸は推定された又は予測された伝送路ひずみの絶対値 $|H(f)|$ である。

[0078] 予測バッファ214の伝送路ひずみ予測部601において、過去の時刻 t_0

-2 、 t_{0-1} に受信したOFDMシンボル（又はOFDM信号、OFDMバーストであってもよい。アプリケーションに応じて適宜変更できる。）に関する推定された伝送路ひずみ $\widehat{H(f)}|_{t_{0-2}}$ 及び $\widehat{H(f)}|_{t_{0-1}}$ に所定の重みを掛けて互いに組み合わせることにより、現在の時刻 t_0 に、送信されるべきOFDMシンボルの事前等化処理のために必要な伝送路ひずみ $\widehat{H(f)}|_{t_0}$ を予測する。

[0079] 伝送路ひずみ予測部601は、どのような予測アーキテクチャを用いてもよい。例えば、式7：

[数7]

$$\widehat{H(f)}|_{t_0} = \alpha(f) \widehat{H(f)}|_{t_{0-2}} + (1-\alpha(f)) \widehat{H(f)}|_{t_{0-1}}$$

を用いることができる。ここで、重み関数 $\alpha(f)$ は周波数瓶ごとに異なる定数のベクトルである。

[0080] 重み関数 $\alpha(f)$ は、現在 t_0 に近い過去の時刻 t_{0-1} で推定された伝送路特性の伝送路ひずみの影響が、さらに過去の時刻 t_{0-2} で推定された伝送路ひずみの影響よりも大きいと考えられるため、 $\alpha(f) = 1/3$ の定数としてもよい。また、重み関数 $\alpha(f)$ は、経験的に求まる適当な値に設定しても求めてもよい。

[0081] このように伝送路ひずみ予測部601により予測された伝送路ひずみの逆数、即ち逆伝送路ひずみ $\{\widehat{H(f)}|_{t_{0-1}}\}^{-1} = G_n$ は、送信部103の事前等化処理部205に供給され、事前等化処理のために使用される。

[0082] <OFDM信号送信方法>

図7は、第1のトランシーバ101₁から第2のトランシーバ101₂へ電力線108を介してOFDM信号の送信方法を表すフローチャートである。

[0083] 第1のトランシーバ101₁から第2のトランシーバ101₂へ電力線108を介してOFDM信号の送信を開始すると（ステップ700）、送信モードにある第1のトランシーバ101₁の送信部103₁が、第2のトランシーバ101₂へ送信するOFDM信号を生成するために、送信データ201を変

調する（ステップ701）。第1のトランシーバ101₁の送信部103₁が、変調されたシンボルにパイロットサブキャリア及びガードサブキャリアを挿入し、そのシンボルを第1のトランシーバ101₁の受信部107₁へ供給する（ステップ702）。

[0084] 第1のトランシーバ101₁の送信部103₁がOFDM信号を送信していない無音期間T₁に、第1のトランシーバ101₁の受信部107₁は、受信結合器106₁及び送受信無線部104₁を介して伝送路を監視し、伝送路特性の伝送路の干渉を推定する（ステップ703）。第1のトランシーバ101₁の受信部107₁が、推定された伝送路の干渉を基に、干渉回避マスクを生成し、第1のトランシーバ101₁の送信部103₁へ供給する（ステップ704）。

[0085] 第1のトランシーバ101₁の送信部103₁が、サブキャリア割り当て部204において、干渉回避マスクを用いて、サブキャリアの選択及び取消しを行う（ステップ705）。第1のトランシーバ101₁の送信部103₁が、第1のトランシーバ101₁の受信部107₁により過去に推定された伝送路特性の伝送路ひずみを用いて現在の伝送路ひずみを予測する（ステップ706）。第1のトランシーバ101₁の送信部103₁が、予測した伝送路ひずみを基に、シンボルに事前等化処理を施す（ステップ707）。

[0086] 第1のトランシーバ101₁の送信部103₁が、事前等化処理されたシンボルをIFFT処理、サイクリックプレフィックス（CP）追加処理、プリアンブル連結処理をし、OFDM信号を生成する（ステップ708）。第1のトランシーバ101₁の送信部103₁が、生成したOFDM信号を、送受信無線部104₁、送信結合器105₁、電力線108を介して、第2トランシーバ101₂へ送信する（ステップ709）。

[0087] 第1のトランシーバ101₁の受信部107₁が、第1のトランシーバ101₁の送信部103₁から送信されたOFDM信号を受信し、受信したOFDM信号と第1のトランシーバ101₁の送信部103₁から供給された既知のシンボルに基づき、伝送路特性の伝送路ひずみを推定する（ステップ710）。

）。第1のトランシーバ101₁の受信部107₁が、その推定された伝送路ひずみを次の送信の際に用いるために、第1のトランシーバ101₁の送信部103₁の予測バッファ214へ供給する（ステップ711）。

[0088] そして、第1のトランシーバ101₁の送信モードが終了しない場合には（ステップ712のNo）、フローがステップ701から繰り返される。第1のトランシーバ101₁の送信モードが終了する場合には（ステップ712のYes）、第1のトランシーバ101₁から第2のトランシーバ101₂へのOFDM信号の送信は終了する（ステップ713）。

[0089] ここまで、送信側のトランシーバ101の機能、特に、干渉を回避してサブキャリアを割り当てる機能（サブキャリア割り当て部204）と、送信シンボルを事前に等化处理する機能（事前等化处理部205）が説明された。次に、受信側のトランシーバ101がOFDM信号を受信する際の機能について説明する。

[0090] <受信側のトランシーバ101におけるOFDM信号の受信>

トランシーバ101は、受信モードにあるとき、トランシーバ101の送信部103がOFF状態になり、他のトランシーバ101から電力線108を介して送られてくるOFDM信号を受信する。送られたOFDM信号から受信データ220を取り出すために、OFDMフレーム同期、クロック回復、キャリア回復、位相、タイミング同期を行う。

[0091] 受信したOFDM信号については送信側のトランシーバ101においてサブキャリアの選択及び取消しが行われている可能性があるため、同期処理の前に、受信したOFDM信号中でどのサブキャリアが割当てられて送られてきたのかを推定する必要がある。この推定は、送信側のトランシーバ101からそれに関する情報が送信されてこないため、セミ・ブラインド推定方式で行われる。また、本実施形態では、全セミ・ブラインド同期アーキテクチャを提案する。

[0092] OFDM信号はバースト（間欠的に）送信されるため、受信側のトランシーバ101は、送信が中断中に、どのサブキャリアが割当てられているのか

を推定することができる。上記のように、送信が中断中に、受信側のトランシーバ101のサブキャリア推定部215は、伝送路特性の干渉の存在を検知し、上記と同じ原理により干渉回避マスクを生成する。それによって、受信側のトランシーバ101は、受信したOFDM信号中にどのサブキャリアが割当てられているかを推定できる。

[0093] その後、受信側のトランシーバ101の全セミ・ブラインド同期部216は、受信したOFDM信号について同期処理を行う。OFDMフレーム同期は、単純に、受信したデータとショートプリアンプルとの相関をとることにより行われる。相関処理の後、最大ピークが検出される。検出された最大ピークは、OFDMフレームの始まりを示す。

[0094] OFDMフレームが同期されると、当業者にとって周知の技術により、クロック、タイミング、周波数の同期処理が行われる。図8は、クロック、タイミング、周波数同期のための一例を示すブロック図である。ファロー非整数遅延部801がタイミングを同期し、その他については、当業者ならば理解されるように、デローテーション部802、サイクリックプリフィクス補償フレームオフセット部803、受信OFDM信号処理部804、数値制御発振器805、タイミング制御部806等を用いて同期処理が行われる。

[0095] 受信側のトランシーバ101の全セミ・ブラインド同期部216において、全ての同期が達成されると、受信側のトランシーバ101は、受信シンボルを復号することができる。しかしながら、電力線108内は干渉、フェーディング、ノイズ等の影響が大きいため、送信側のトランシーバ101で事前等化処理が行われていたとしても、伝送路特性の伝送路ひずみの一部は、推定されずに残り、送信されたOFDM信号を歪ませている可能性がある。よって、受信側のトランシーバ101でも、単純な等化処理をさらに行う方が好ましい。

[0096] 受信側のトランシーバ101の第2の伝送路ひずみ推定部217及び等化処理部218は、受信したOFDM信号のロングプリアンプルを等化処理のために使用する。第2の伝送路ひずみ推定部217における等化処理は、既

知のプリアンプルを用いて伝送路ひずみを推定するものである。

[0097] 図9は、受信側のトランシーバ101の受信部107の第2の伝送路ひずみ推定部217のブロック図である。第2の伝送路ひずみ推定部217は、逐次最小二乗（RLS）アルゴリズム処理部901と、最小二乗平均（LMS）アルゴリズム処理部902とを含む。

[0098] まず、高速収束させるために、既知のロングプリアンプルを用いて、入力された信号に対して逐次最小二乗（RLS）アルゴリズム処理901を行い、伝送路特性の伝送路ひずみを推定する。約100サンプル後に高速収束すると、最小二乗平均（LMS）アルゴリズム処理902を用いて、さらに伝送路ひずみの推定を続ける。

[0099] RLSアルゴリズム処理901は高速収束を可能にするが、高い複雑性を有する。そのため、いったん収束したら、低い複雑性を有するLMSアルゴリズム処理902へ変更する。RLSアルゴリズム処理部901により推定された伝送路ひずみは、LMSアルゴリズム処理部902へ入力として供給される。

[0100] この2重のアルゴリズム処理構成によって、高速収束を可能にしつつ、複雑性を低減できる利点がある。また、この2重のアルゴリズム処理構成によって、最終的に、通常の等化処理に比べ、10倍のオーダーで、ビット誤り率（BER）を低減できる。

[0101] ここで、受信側のトランシーバ101の受信部107の等化処理部218において、等化処理に必要なパラメータは、時刻 k における演繹的フィルタリング誤差 ε_k と、長さ N （例えば、 $N=32$ ）を有する時刻 k における伝送路ひずみベクトル $H_k = [h_0 \cdots h_N]^T$ と、時刻 k における適応フィルタ入力サンプル x_k 、時刻 k における長さ N を有する適応フィルタ入力ベクトル $Y_k = [x_k \ x_{k-1} \cdots x_{k-N+1}]^T$ と、ステップサイズ μ （例えば、 $\mu=0.9$ ）、共分散行列 R_k^{-1} とである。

[0102] RLSアルゴリズム処理部901において、入力された信号の最初の（例えば）100サンプルの間、RLSアルゴリズム処理901は、式8：

[数8]

$$\begin{aligned}\varepsilon_k^p &= x_k - H_{k-1}^{RLS^T} Y_k \\ \varepsilon_k &= \varepsilon_k^p (1 + Y_k^T R_{k-1}^{-1} Y_k \varepsilon_k)^{-1} \\ H_k^{RLS} &= H_{k-1}^{RLS} + R_{k-1}^{-1} Y_k \varepsilon_k \\ R_k^{-1} &= R_{k-1}^{-1} - R_{k-1}^{-1} Y_k (1 + Y_k^T R_{k-1}^{-1} Y_k)^{-1} Y_k^T R_{k-1}^{-1}\end{aligned}$$

を使って伝送路ひずみを推定する。

- [0103] 最初の100サンプル後に収束が達成されると、RLSアルゴリズム処理901により推定された伝送路ひずみ H_k^{RLS} は、LMSアルゴリズム処理部902へ入力 $H_k^{LMS} = H_k^{RLS}$ として供給され、さらに、式9:

[数9]

$$\begin{aligned}\varepsilon_k^p &= x_k - H_{k-1}^{LMS^T} Y_k \\ H_k^{LMS} &= H_{k-1}^{LMS} + \mu \varepsilon_k^p Y_k\end{aligned}$$

を使って伝送路ひずみの推定が続けられる。

- [0104] 最終的にLMSアルゴリズム処理部902で推定された伝送路ひずみを用いて、受信側のトランシーバ101の等化処理部218において、シンボルが等化処理される。
- [0105] なお、受信側のトランシーバ101は、上記の同期処理及び等化処理を行うものに限定されない。受信側のトランシーバ101は、通常のトランシーバとは異なり、サブキャリア推定部215をさらに備えている必要があるが、従来の同期処理及び等化処理を用いてもよい。
- [0106] そして、送信側のトランシーバ101の復調部219において、等化処理されたシンボルが復調され、受信データが生成され、制御部102へ供給される。
- [0107] <OFDM信号受信方法>
- 図10は、第2のトランシーバ101₂によるOFDM信号の受信方法を表すフローチャートである。
- [0108] 第1のトランシーバ101₁から第2のトランシーバ101₂へ電力線10

8を介してOFDM信号の送信が開始されると（ステップ1000）、第1のトランシーバ101₁の送信部103₁がOFDM信号を送信していない無音期間T₁に、受信モードにある第2のトランシーバ101₂の受信部107₂は、受信結合器106₂及び送受信無線部104₂を介して伝送路を監視し、伝送路特性の干渉を推定する（ステップ1001）。

[0109] 第2のトランシーバ101₂の受信部107₂は、推定した伝送路特性の干渉を基に、干渉回避マスクを生成する（ステップ1002）。第2のトランシーバ101₂の受信部107₂は、送信期間T₂において、干渉回避マスクを用いて、第1のトランシーバ101₁から送信されたOFDM信号の割り当てられたサブキャリアを推定する（ステップ1003）。

[0110] 第2のトランシーバ101₂の受信部107₂は、受信したOFDM信号のフレーム同期、タイミング同期、クロック同期、周波数同期処理を行う（ステップ1004）。第2のトランシーバ101₂の受信部107₂は、伝送路特性の伝送路ひずみを推定する（ステップ1005）。第2のトランシーバ101₂の受信部107₂は、推定した伝送路ひずみを用いて、等化処理を行う（ステップ1006）。

[0111] 第2のトランシーバ101₂の受信部107₂は、等化処理が行われたシンボルを復調し、受信データを生成する（ステップ1007）。第2のトランシーバ101₂の受信部107₂は、それを第2のトランシーバ101₂の制御部102₂へ供給する（ステップ1008）。

[0112] そして、第2のトランシーバ101₂の受信モードが終了しない場合には（ステップ1009のNo）、フローがステップ1001から繰り返される。第2のトランシーバ101₂の受信モードが終了する場合には（ステップ1009のYes）、第1のトランシーバ101₁から第2のトランシーバ101₂へ送信されたOFDM信号の受信は終了する（ステップ1010）。

[0113] 本発明の一実施形態に係るトランシーバは、これまで説明してきた機能を、ハードウェア又はソフトウェアのいずれにより実現するものであってもよい。また、本発明の一実施形態は、どのような電力線を介した短距離通信で

あっても適用可能である。例えば、家庭内や自動車内の電力線通信にも適用可能である。特に、自動車内の電力線には様々な機器が接続されており、自動車内の電力線を介した通信は、干渉、フェーディング、ノイズ等の影響を受けやすい。しかし、本発明の一実施形態に係るトランシーバは、そのような影響を低減することができ、自動車内における電力線通信に好適に用いられることができる。

[0114] 本発明の一実施形態に係る電力線通信用トランシーバ及び電力線通信方法は、事前等化 (Pre-equalization) 機能及び干渉回避 (Interference avoidance) 機能を備え、伝送路である電力線によるノイズ (干渉) 及びひずみの影響があっても、高いビットレートで、信頼できる通信を可能にする。

[0115] この出願は2012年9月20日に出願された日本国特許出願第2012-206932号からの優先権を主張するものであり、その内容を引用してこの出願の一部とするものである。

符号の説明

[0116] 100 : コグニティブ短距離電力線通信システム、101 : トランシーバ、102 : 制御部、103 : 送信部、104 : 送受信無線部、105 : 送信結合部、106 : 受信結合部、107 : 受信部、108 : 電力線、109 : 他のデバイス

請求の範囲

- [請求項1] 信号を送信する送信部と、
信号を受信し、伝送路特性を推定する受信部を備える電力線通信用トランシーバ。
- [請求項2] 推定した伝送路特性の干渉を基に干渉回避マスクを生成する干渉推定部と、
前記干渉回避マスクを用いて、送信されるべき信号のサブキャリアを選択し又は取り消すサブキャリア割り当て部をさらに備える請求項1に記載の電力線通信用トランシーバ。
- [請求項3] 前記送信部により送信された信号を受信し、前記受信した信号を基に伝送路特性の伝送路ひずみを推定する伝送路ひずみ推定部と、
前記推定された伝送路ひずみを用いて、送信されるべき信号を事前に等化する事前等化処理部をさらに備える、請求項1又は2に記載の電力線通信用トランシーバ。
- [請求項4] 推定した伝送路特性の干渉を基に干渉回避マスクを生成し、前記干渉回避マスクを用いて、受信した信号の割り当てられたサブキャリアを推定するサブキャリア推定部をさらに備える、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の電力線通信用トランシーバ。
- [請求項5] 前記伝送路が電力線であり、
前記信号がOFDM信号であり、
前記電力線通信用トランシーバが、同一の中心周波数で同時に送受信を行うことができる全二重通信機能を有する電力線通信用コグニティブトランシーバである、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の電力線通信用トランシーバ。
- [請求項6] 自動車内の電力線へ信号を送信する送信部と、
前記電力線から信号を受信し、伝送路特性を推定する受信部と、
推定した伝送路特性の干渉を基に干渉回避マスクを生成する干渉推定部と、

前記干渉回避マスクを用いて、送信されるべき信号のサブキャリアを選択し又は取り消すサブキャリア割り当て部と、

前記送信部により送信された信号を受信し、前記受信した信号を基に伝送路特性の伝送路ひずみを推定する伝送路ひずみ推定部と、

前記推定された伝送路ひずみを用いて、送信されるべき信号を事前に等化する事前等化処理部とを備える、自動車内の電力線通信用トランシーバ。

[請求項7]

伝送路特性を推定するステップと、

前記推定された伝送路特性の干渉を基に干渉回避マスクを生成するステップと、

前記干渉回避マスクを用いて、送信されるべき信号のサブキャリアを選択し又は取り消すステップと、

前記信号を送信するステップを具備する電力線通信方法。

[請求項8]

前記送信した信号を受信するステップと、

前記受信した信号を基に伝送路特性の伝送路ひずみを推定するステップと、

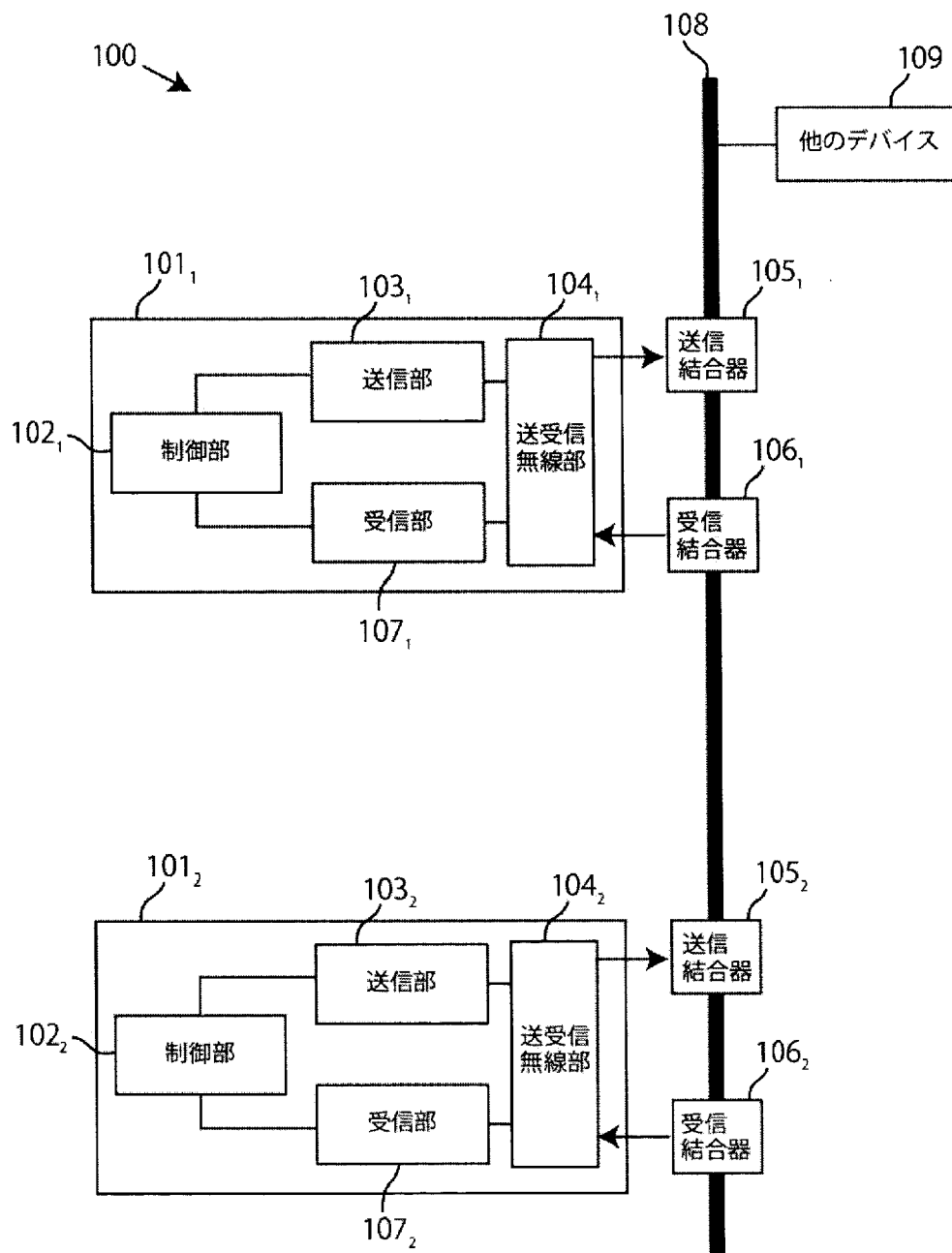
前記推定した伝送路ひずみを用いて、送信されるべき信号を事前に等化するステップをさらに具備する請求項7に記載の電力線通信方法。

[請求項9]

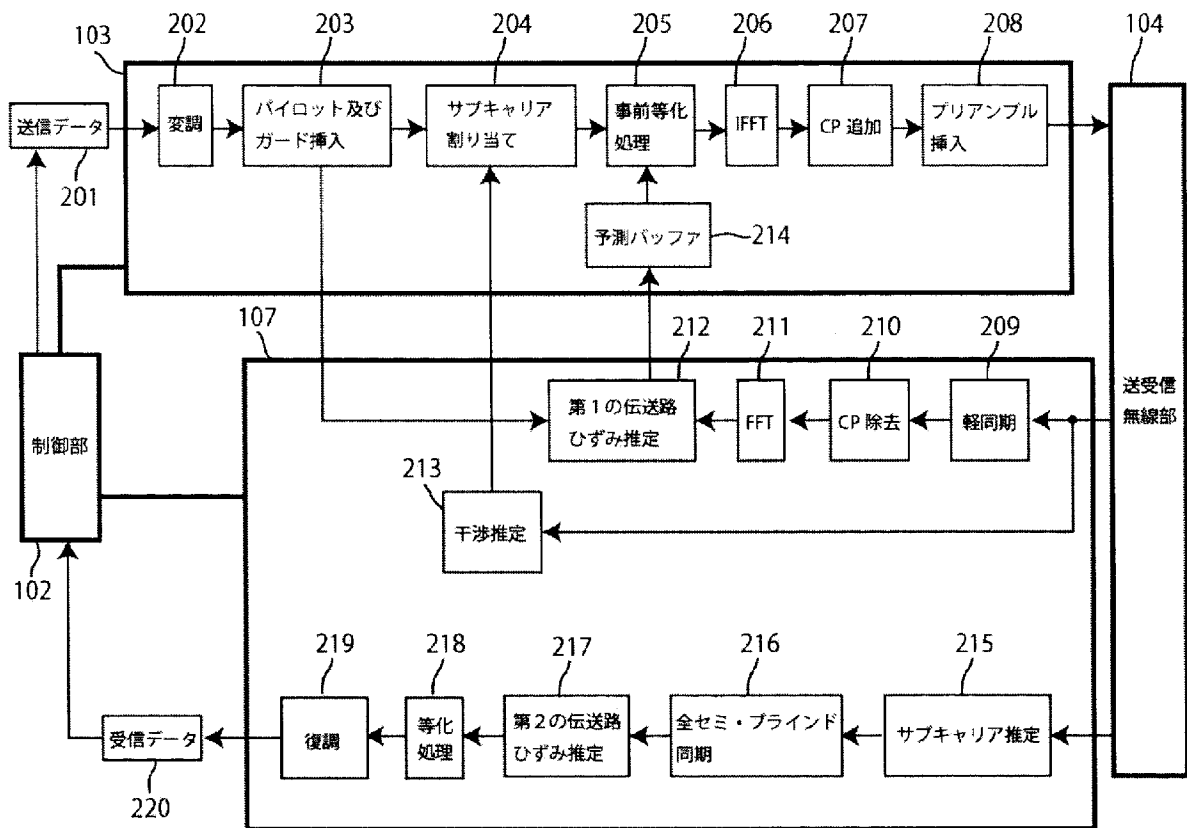
前記推定された伝送路特性の干渉を基に干渉回避マスクを生成するステップと、

前記干渉回避マスクを用いて、受信した信号の割り当てられたサブキャリアを推定するステップを具備する請求項7又は8に記載の電力線通信方法。

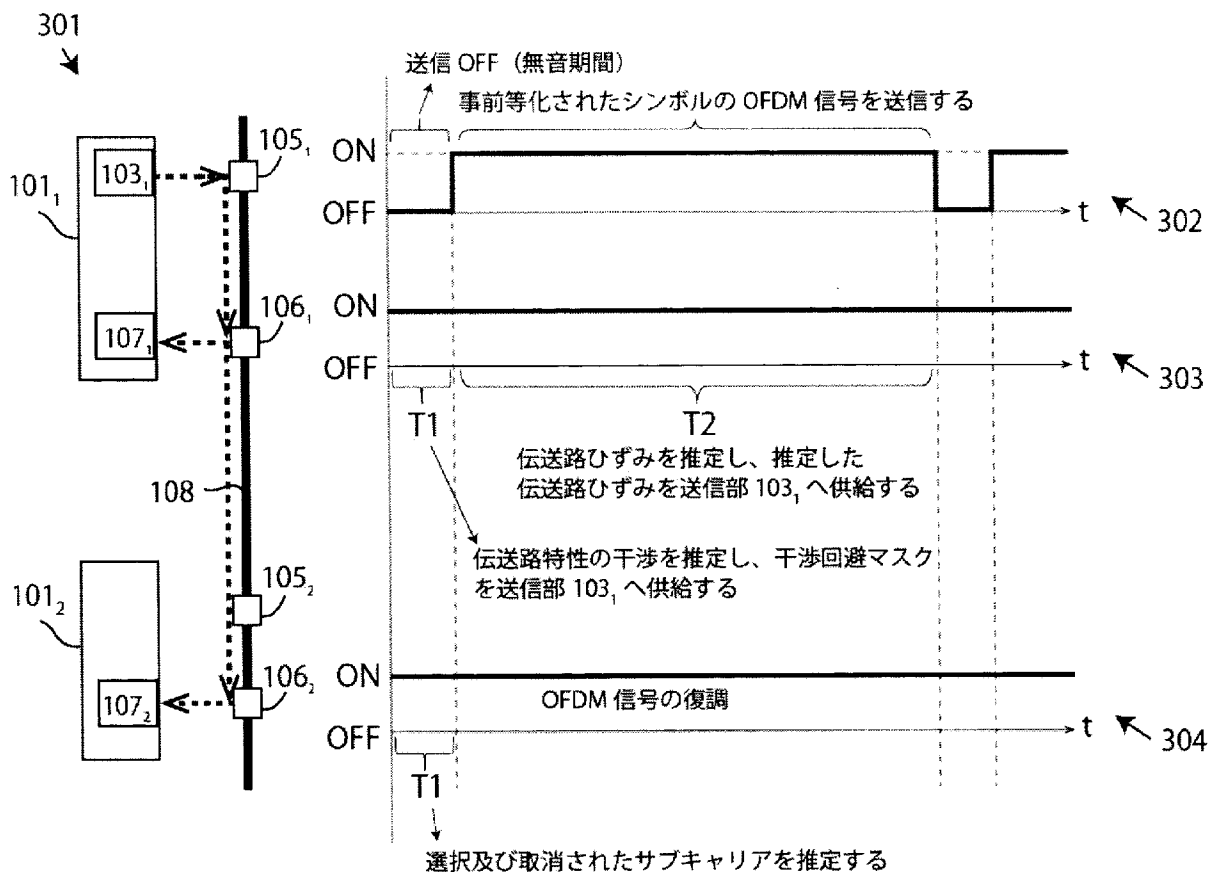
[図1]



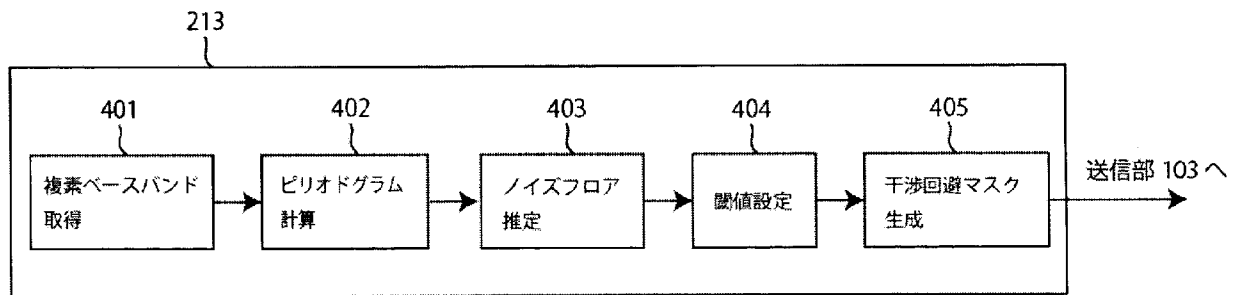
[図2]



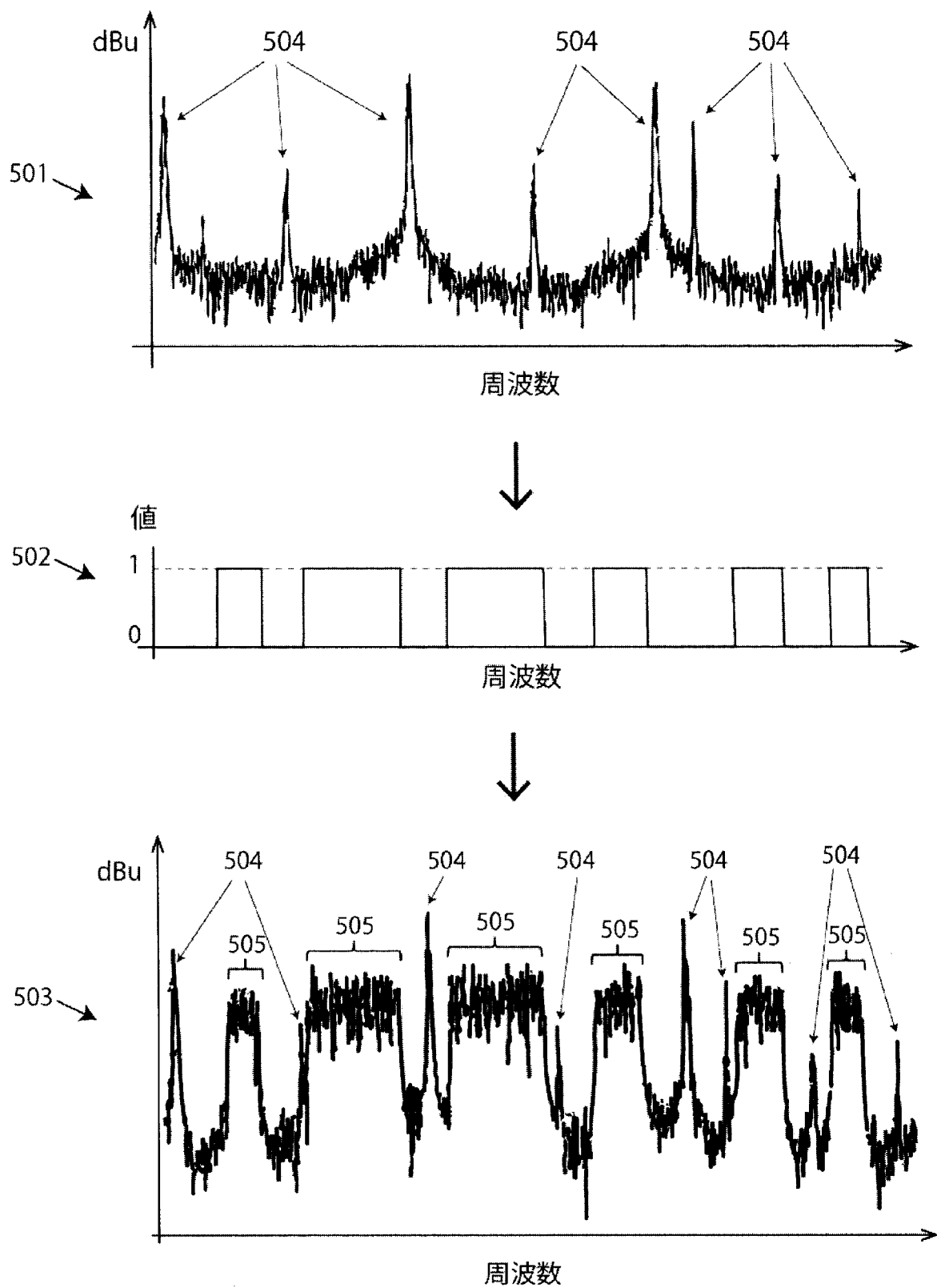
[図3]



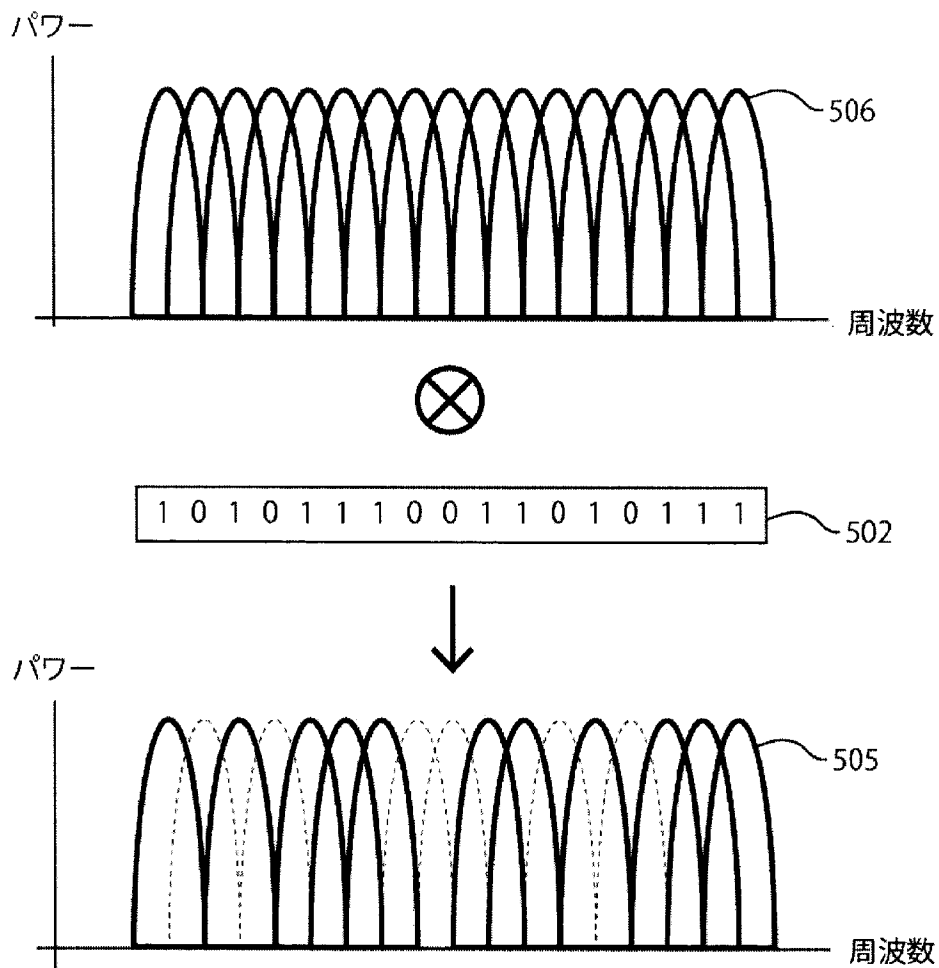
[図4]



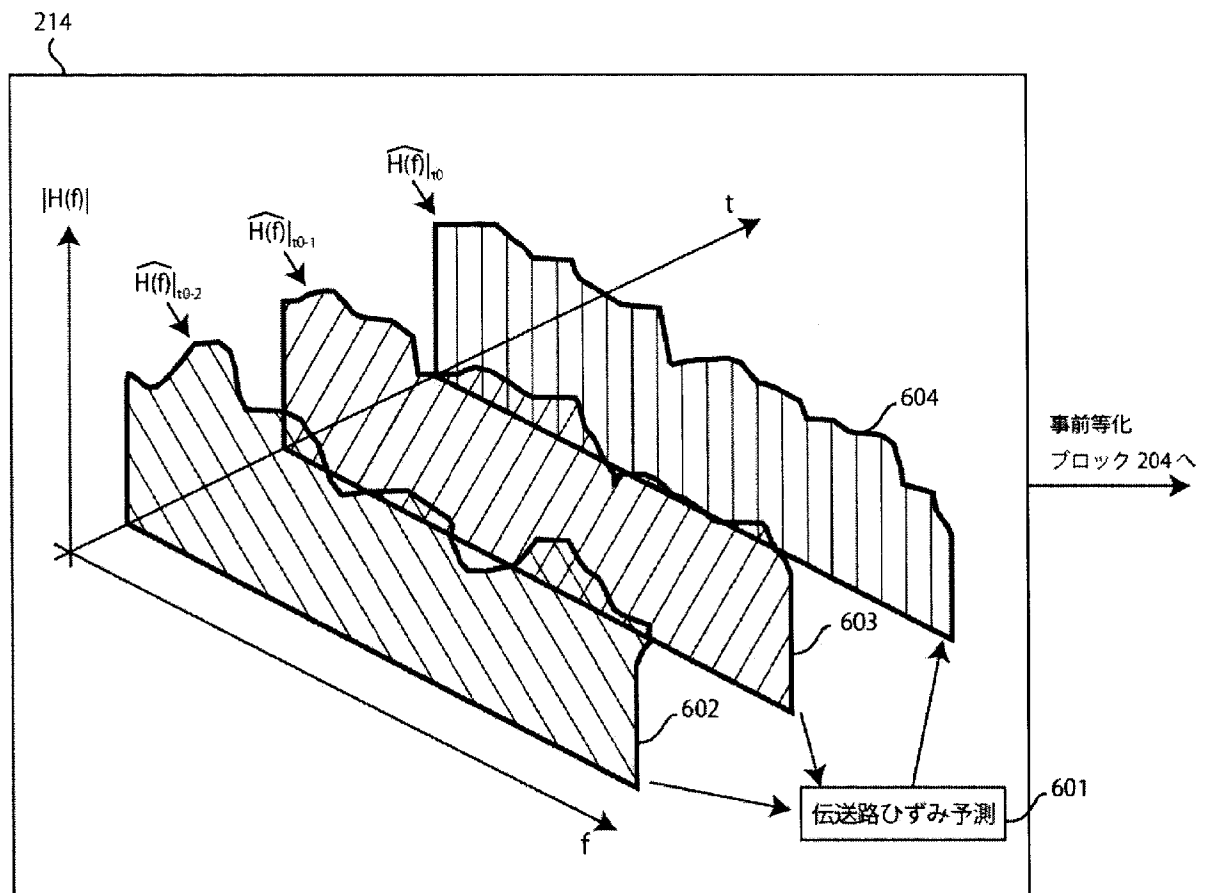
[図5A]



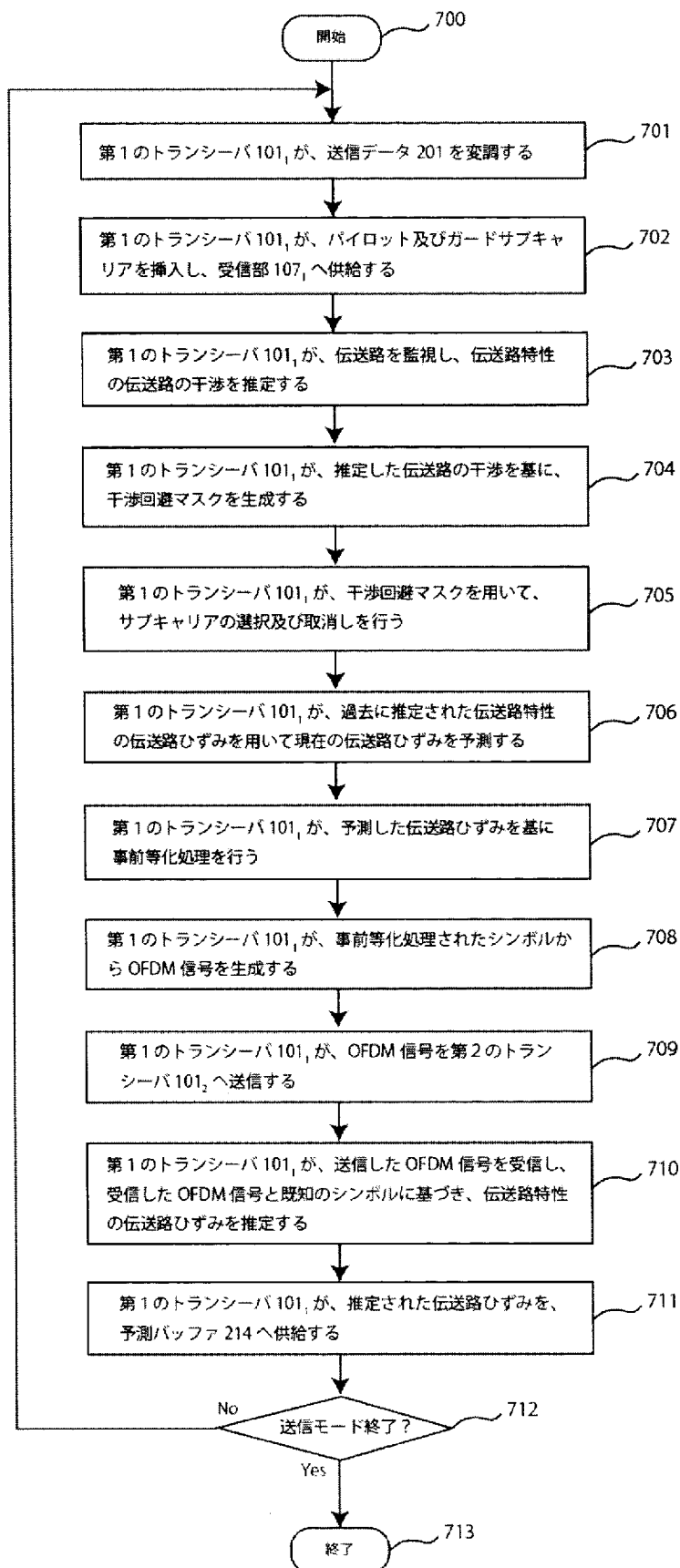
[図5B]



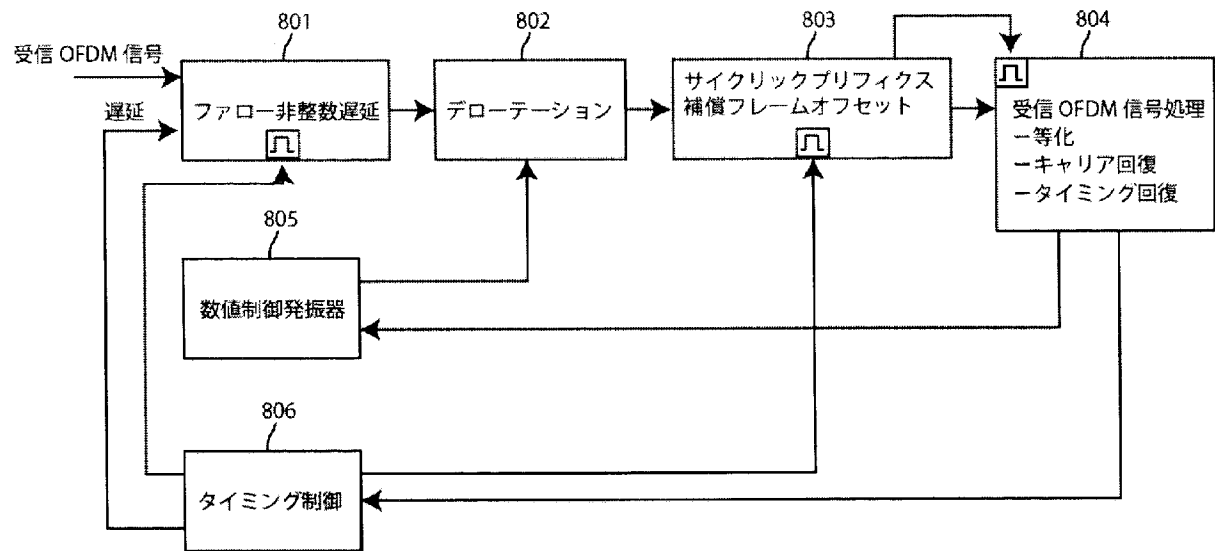
[図6]



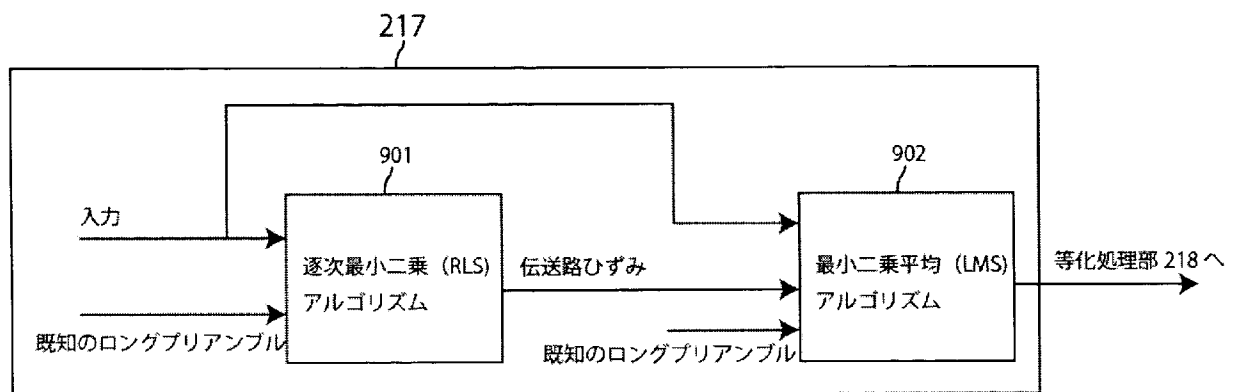
[図7]



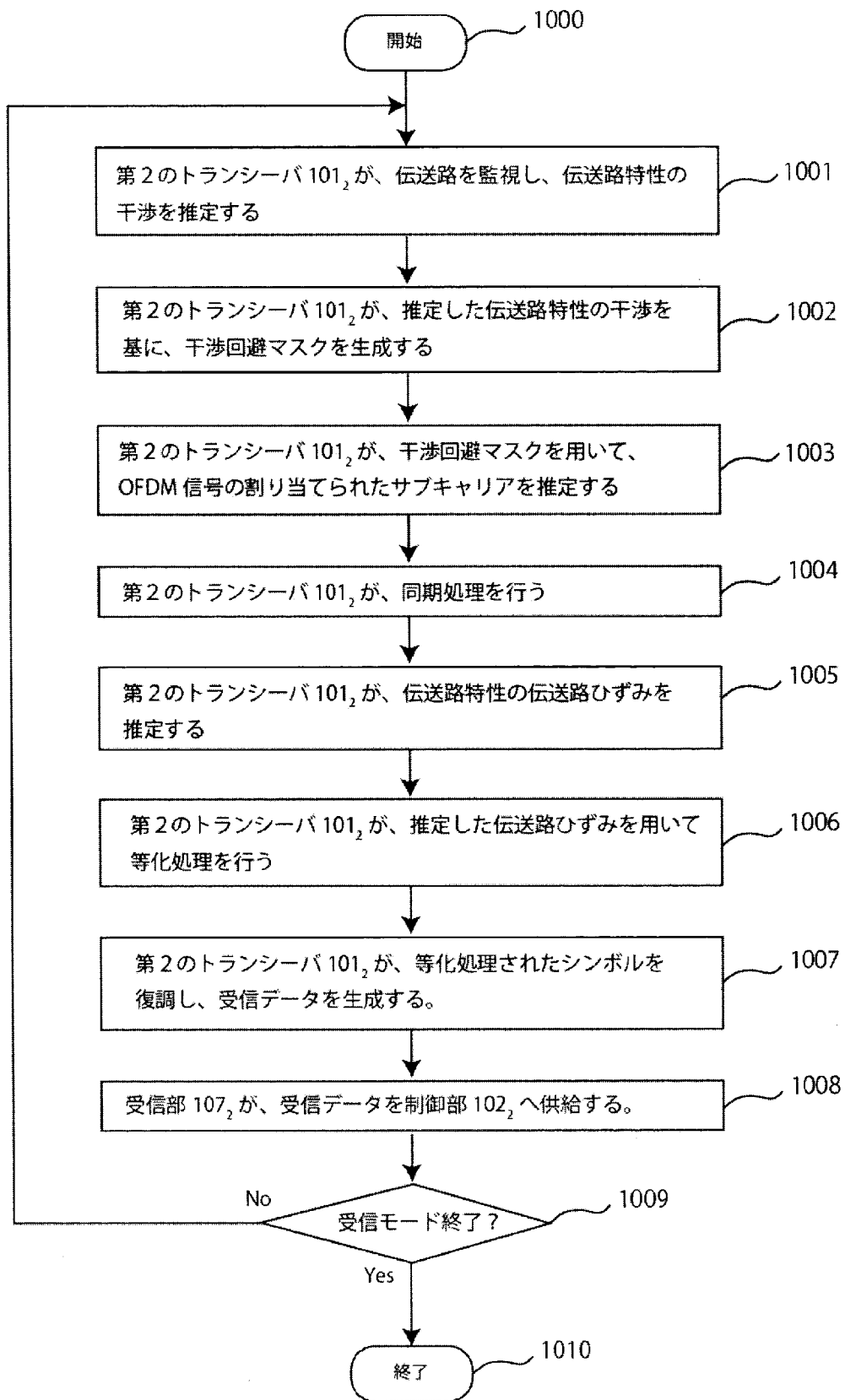
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B3/54(2006.01)i, H04B3/04(2006.01)i, H04J11/00(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)

H04B3/00-3/60, H04J11/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
X Y	JP 2002-280935 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 27 September 2002 (27.09.2002), paragraphs [0009], [0016] to [0018], [0021] to [0023]; fig. 2, 5, 7 (Family: none)	1, 3 2, 4-9
Y	JP 11-215095 A (Advanced Digital Television Broadcasting Laboratory), 06 August 1999 (06.08.1999), paragraphs [0034] to [0036], [0042] to [0044]; fig. 1, 2 (Family: none)	2, 4-9



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 October, 2013 (03.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005502

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-216752 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 August 2000 (04.08.2000), paragraphs [0002] to [0006], [0013], [0018] to [0022]; fig. 1, 2 (Family: none)	2, 4-9
Y	JP 2005-057644 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 March 2005 (03.03.2005), paragraphs [0035] to [0043], [0211]; fig. 1, 3 & US 2005/0037722 A1 & WO 2005/015865 A1 & CN 1833421 A	4-6, 9
Y	JP 2002-246963 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 30 August 2002 (30.08.2002), paragraphs [0011] to [0012], [0026] to [0027] (Family: none)	5, 6
Y	JP 2011-91791 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 06 May 2011 (06.05.2011), fig. 1, 2 & US 2011/0069766 A1 & CN 102035573 A	6
A	JP 2004-215038 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 29 July 2004 (29.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	2, 6, 7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04B3/54(2006.01)i, H04B3/04(2006.01)i, H04J11/00(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（I P C）） Int.Cl. H04B3/00-3/60, H04J11/00			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	
X Y	JP 2002-280935 A（住友電気工業株式会社）2002.09.27, 段落 0009, 0016-0018, 0021-0023, 図 2, 5, 7（ファミリーなし）	1, 3 2, 4-9	
Y	JP 11-215095 A（株式会社次世代デジタルテレビジョン放送システム研究所）1999.08.06, 段落 0034-0036, 0042-0044, 図 1, 2 （ファミリーなし）	2, 4-9	
Y	JP 2000-216752 A（三菱電機株式会社）2000.08.04, 段落 0002-0006, 0013, 0018-0022, 図 1, 2（ファミリーなし）	2, 4-9	
☒ 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 0 3 . 1 0 . 2 0 1 3		国際調査報告の発送日 1 5 . 1 0 . 2 0 1 3	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 木下 直哉 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4	5 J 3 8 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2005-057644 A (松下電器産業株式会社) 2005.03.03, 段落 0035-0043, 0211, 図 1, 3 & US 2005/0037722 A1 & WO 2005/015865 A1 & CN 1833421 A	4-6, 9
Y	JP 2002-246963 A (住友電気工業株式会社) 2002.08.30, 段落 0011-0012, 0026-0027 (ファミリーなし)	5, 6
Y	JP 2011-91791 A (株式会社豊田中央研究所) 2011.05.06, 図 1, 2 & US 2011/0069766 A1 & CN 102035573 A	6
A	JP 2004-215038 A (住友電気工業株式会社) 2004.07.29, 全文全図 (ファミリーなし)	2, 6, 7