

(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
2022年2月3日(03.02.2022)



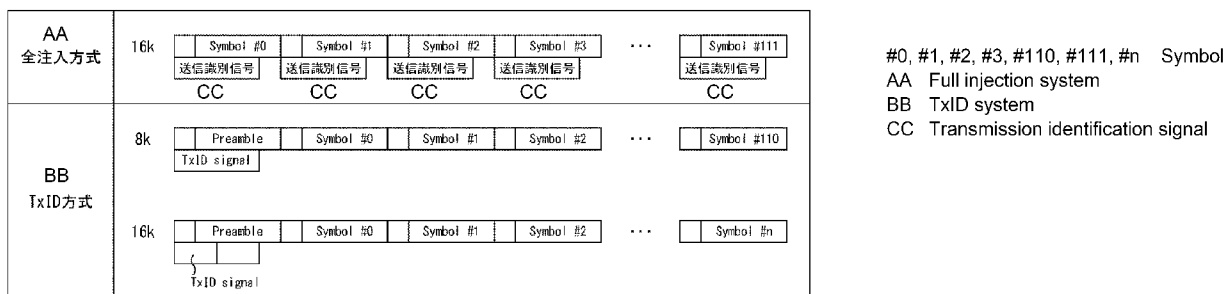
(10) 国際公開番号
WO 2022/024802 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 27/26 (2006.01) H04J 99/00 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/026738
- (22) 国際出願日: 2021年7月16日(16.07.2021)
- (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 2020-127898 2020年7月29日(29.07.2020) JP
- (71) 出願人: ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: マイケル ロックラン ブルース (MICHAEL Lachlan Bruce); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3丁目9番10号 池袋F Nビル4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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: TRANSMISSION DEVICE, TRANSMISSION METHOD, RECEPTION DEVICE, AND RECEPTION METHOD

(54) 発明の名称: 送信装置、送信方法、受信装置、及び、受信方法

FIG. 19



(57) Abstract: The present technology relates to a transmission device, a transmission method, a reception device, and a reception method that enable improvement in reception performance. This transmission device generates transmission identification signals representing transmission identification information for identifying a transmission device that transmits an orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) signal, and injects transmission identification signals having levels lower than that of the OFDM signal corresponding to data to be transmitted into all OFDM symbols of the OFDM signal. The reception device demodulates the OFDM signal which has inputted thereto the transmission identification signal and which is from the transmission device. The present technology can be applied to, for example, a transfer system that transmits/receives the OFDM signal.

(57) 要約: 本技術は、受信性能を向上させることができるようにする送信装置、送信方法、受信装置、及び、受信方法に関する。送信装置は、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成し、送信対象のデータに対応するOFDM信号より低レベルの送信識別信号を、OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入する。受信装置は、送信装置からの送信識別信号の注入後のOFDM信号を復調する。本技術は、例えば、OFDM信号を送受信する伝送システムに適用することができる。

WO 2022/024802 A1

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)）

明 細 書

発明の名称：送信装置、送信方法、受信装置、及び、受信方法
技術分野

[0001] 本技術は、送信装置、送信方法、受信装置、及び、受信方法に関し、特に、例えば、受信性能を向上させることができるようにする送信装置、送信方法、受信装置、及び、受信方法に関する。

背景技術

[0002] 近年のデジタル放送では、例えば、ISDB-TやATSC3.0等において、周波数の有効利用のために、SFN(Single Frequency Network)と、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)との組み合わせが採用されている（例えば、非特許文献1を参照）。

[0003] また、パイロット信号を特定の配置とすることで、隣接チャネル間をガードバンドなしで送信した場合の隣接チャネル間の干渉を軽減するデジタル放送送信システムが提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-162848号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：ATSC Standard:Physical Layer Protocol(A/322), Doc. A/322 :2016, 7 September 2016

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] OFDM信号を受信する受信装置では、OFDM信号の等化のために、伝送路（遅延）特性（遅延プロファイル）が推定（生成）される。

[0007] したがって、伝送路特性の推定を誤ると、OFDM信号を適切に等化することができず、受信装置の受信性能が劣化する。

[0008] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、受信性能を向上

させることができるようにするものである。

課題を解決するための手段

- [0009] 本技術の送信装置は、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成する送信識別信号生成部と、送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入する注入部とを備える送信装置である。
- [0010] 本技術の送信方法は、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することとを含む送信方法である。
- [0011] 本技術の送信装置及び送信方法においては、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号が生成され、送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号が、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入される。
- [0012] 本技術の受信装置は、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することにより得られた、前記送信識別信号の注入後の前記OFDM信号を復調する復調部を備える受信装置である。
- [0013] 本技術の受信方法は、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することにより得られた、前記送信識別信号の注入後の前記OFDM信号を復調することを

含む受信方法である。

[0014] 本技術の受信装置及び受信方法においては、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することとにより得られた、前記送信識別信号の注入後の前記OFDM信号が復調される。

[0015] なお、送信装置及び受信装置とは、独立した装置であっても良いし、1つの装置を構成している内部ブロックであっても良い。

[0016] また、送信装置及び受信装置は、コンピュータにプログラムを実行させることにより実現することができる。プログラムは、伝送媒体を介して伝送することにより、又は、記録媒体に記録して、提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本技術が適用される伝送システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

[図2]送信装置11の構成例を示すブロック図である。

[図3]受信装置12の構成例を示すブロック図である。

[図4]OFDM復調部31の構成例を示すブロック図である。

[図5]OFDMシンボルを示す図である。

[図6]OFDMシンボル内の、パイロット信号(の伝送シンボル)の配置の例を示す図である。

[図7]時間補間によるデータシンボルの位置の伝送路特性の推定の例を示す図である。

[図8]周波数補間によるデータシンボルの位置の伝送路特性の推定の例を示す図である。

[図9]伝送路特性推定部45の第1の構成例を示すブロック図である。

[図10]周波数補間部53の構成例を示すブロック図である。

[図11]周波数補間部53での、時間補間後の伝送路特性を用いた周波数補間

を説明する図である。

[図12]伝送路特性推定部45の第2の構成例を示すブロック図である。

[図13]周波数補間部56での、パイロットシンボルの伝送路特性を用いた周波数補間を説明する図である。

[図14]時間補間及び周波数補間を行って推定される第1の周波数補間特性と、周波数補間を行って推定される第2の周波数補間特性との例を示す図である。

[図15]TxID信号を、OFDM信号に注入する場合のATSC3.0の送信装置の構成例を示すブロック図である。

[図16]注入部116でのOFDM信号へのTxID信号の注入を説明する図である。

[図17]TxID信号生成部115の構成例を示すブロック図である。

[図18]第1段のレジスタ群121及び第2段のレジスタ群122に設定される初期値を示す図である。

[図19]全注入方式を説明する図である。

[図20]送信識別信号の注入により生じる干渉による信号劣化のシミュレーション結果を示す図である。

[図21]送信装置11の他の構成例を示すブロック図である。

[図22]送信識別信号生成部201の構成例を示すブロック図である。

[図23]第1段のレジスタ群221及び第2段のレジスタ群222に設定される初期値を示す図である。

[図24]OFDM復調部31の他の構成例を示すブロック図である。

[図25]伝送路特性推定部301の構成例を示すブロック図である。

[図26]本技術を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0018] <本技術が適用される伝送システムの一実施の形態>

[0019] 図1は、本技術が適用される伝送システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

- [0020] 図1において、伝送システムは、送信装置11、受信装置12、及び、出力装置13を有する。
- [0021] 送信装置11は、例えば、テレビジョン放送の番組等の送信（放送）（伝送）を、SFNとOFDMとの組み合わせで行うことができる。送信装置11は、例えば、画像データや音声データ等の番組のコンテンツを、送信対象のデータとして、その送信対象のデータに必要な送信処理を行う。送信装置11は、送信対象のデータに送信処理を施すことで得られる放送信号としてのOFDM信号を、例えば、衛星回線や、地上波、ケーブル（有線回線）等の伝送路を介して送信する。
- [0022] 受信装置12は、送信装置11から伝送路を介して送信されてくる放送信号としてのOFDM信号を受信し、その放送信号に含まれる番組のコンテンツを復元して出力装置13に供給する。
- [0023] 出力装置13は、画像を表示するディスプレイや、音声（音）を出力するスピーカを有し、受信装置12からのコンテンツ等としての画像を表示し、音声を出力する。
- [0024] なお、送信装置11、受信装置12、並びに、送信装置11及び受信装置12の両方については、複数設けることができる。複数の送信装置11が設けられる場合、SFNを採用することができる。
- [0025] <送信装置11の構成例>
- [0026] 図2は、図1の送信装置11の構成例を示すブロック図である。
- [0027] 送信装置11は、例えば、ISDB-Tを利用した送信装置であり、伝送帯域を周波数方向に階層分けした階層伝送（以下、周波数分割階層伝送ともいう）を行うことができる。ISDB-Tでは、最大で、A階層、B階層、及び、C階層の3階層の階層伝送を行うことができる。
- [0028] なお、現在の日本の地上デジタル放送では、13セグメントで構成される1チャンネルが、1セグメントで構成されるA階層と、12セグメントで構成されるB階層との2階層に階層分けされた階層伝送が行われている。A階層では、いわゆるワンセグ放送が行われ、B階層で、いわゆる2K放送が行わ

れている。

- [0029] 図2において、送信装置11は、BICM(Bit Interleaved and Coded Modulation)部21、時間IL(Interleave)部22、階層合成部23、周波数IL部24、付加情報生成部25、OFDMフレーム構成部26、IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)部27、GI(Guard Interval)付加部28、及び、送信部29を有する。
- [0030] BICM部21には、送信装置11において、A階層、B階層、及び、C階層で本来送信したい送信対象のデータ、例えば、A階層、B階層、及び、C階層で放送する番組のコンテンツのデータ（A階層のデータ、B階層のデータ、及び、C階層のデータ）が供給される。
- [0031] BICM部21は、A階層のデータ、B階層のデータ、及び、C階層のデータに対して、LDPC(Low Density Parity Check)符号化等のFEC(Forward Error Correction)符号化処理や、(IQ)コンスタレーションへのマッピング等を行い、その結果得られるA階層ないしC階層の伝送シンボル（コンスタレーション上の位置）を、時間IL部22に供給する。
- [0032] 時間IL部22は、BICM部21からのA階層ないしC階層の伝送シンボルの時間インターリーブを行い、時間インターリーブ後の伝送シンボルを、階層合成部23に供給する。
- [0033] 階層合成部23は、時間IL部22からのA階層ないしC階層の伝送シンボルの階層合成を行い、階層合成後の伝送シンボルを、周波数IL部24に供給する。
- [0034] 周波数IL部24は、階層合成部23からの伝送シンボルの周波数インターリーブを行い、周波数インターリーブ後の伝送シンボルを、OFDMフレーム構成部26に供給する。
- [0035] 付加情報生成部25は、パイロット信号、その他、ISDB-TのTMCC(Transmission and Multiplexing Configuration and Control)信号やAC(Auxiliary Channel)信号等のような物理層で付加される付加情報を生成し、OFDMフレーム構成部26に供給する。

- [0036] OFDMフレーム構成部26は、周波数IL部24からの伝送シンボルに、付加情報生成部25からのパイロット信号等の付加情報の伝送シンボルを付加（挿入）することで、OFDMフレームを構成し、IFFT部27に供給する。
- [0037] IFFT部27は、OFDMフレーム構成部26から供給されるOFDMフレームを、周波数領域の信号として、そのOFDMフレームのIFFTを、所定のFFTサイズで行い、時間領域のOFDMフレームに変換して、GI付加部28に供給する。
- [0038] OFDMフレームを構成する伝送シンボルにおいて、IFFTが行われるFFTサイズ分の伝送シンボルの並びは、OFDMシンボルと呼ばれる。
- [0039] GI付加部28は、IFFT部27からの時間領域のOFDMフレームを構成する各OFDMシンボルに、そのOFDMシンボルのシンボル長の所定の割合の長さのGIを付加して放送信号としてのOFDM信号を生成し、送信部29に供給する。
- [0040] 送信部29は、GI付加部28からの放送信号の周波数変換を行い、その周波数変換後の放送信号としてのOFDM信号を送信する。
- [0041] <受信装置12の構成例>
- [0042] 図3は、図1の受信装置12の構成例を示すブロック図である。
- [0043] 受信装置12は、例えば、ISDB-Tを利用した受信装置であり、周波数分割階層伝送による放送を受信することができる。
- [0044] 図3において、受信装置12は、OFDM復調部31、周波数DIL(Deinterleave)部32、階層分割部33、時間DIL部34、BICM部35、及び、付加情報復号部36を有する。
- [0045] OFDM復調部31は、送信装置11から送信されてくるOFDM信号を受信する。OFDM復調部31は、OFDM信号を復調し、復調により得られるOFDM信号(OFDMシンボル)を、周波数DIL部32に供給する。
- [0046] 周波数DIL部32は、OFDM復調部31からのOFDM信号の周波数デインターリーブを行い、周波数デインターリーブ後のOFDM信号を、階層分割部33に供給する。
- [0047] 階層分割部33は、周波数DIL部32からのOFDM信号の階層分割を行い、A階層ないしC階層のうちの所定の階層のOFDM信号を、時間DIL部34に供給す

る。

- [0048] 時間DIL部34は、階層分割部33からのOFDM信号の時間デインターリーブを行い、時間デインターリーブ後のOFDM信号を、BICM部35に供給する。
- [0049] BICM部35は、OFDM信号のデマッピングや、LDPC符号の復号等のFEC復号処理等を行い、その結果得られるデータを、外部に出力する。
- [0050] 付加情報復号部36は、OFDM復調部31のOFDM信号の復調途中の信号から、付加情報、例えば、TMCC信号を復号する。TMCC信号には、例えば、変調方式等の情報が含まれ、受信装置12の必要なブロックに供給される。
- [0051] <OFDM復調部31の構成例>
- [0052] 図4は、図3のOFDM復調部31の構成例を示すブロック図である。
- [0053] 図4において、OFDM復調部31は、チューナ41、AD(Analog/Digital)変換部42、直交復調部43、FFT部44、伝送路特性推定部45、及び、等化部46を有する。
- [0054] チューナ41は、所定のチャンネルの放送信号としてのOFDM信号を選局し、IF(Intermediate Frequency)信号に周波数変換する。チューナ41は、IF信号を、AD変換部42に供給する。
- [0055] AD変換部42は、チューナ41からのIF信号をAD変換し、その結果得られるデジタル信号のIF信号を、直交復調部43に供給する。
- [0056] 直交復調部43は、所定の周波数(キャリア周波数)のキャリアを用いて、AD変換部42からのIF信号を直交復調し、その結果得られるベースバンドのOFDM信号を出力する。
- [0057] ここで、直交復調部43が出力するOFDM信号は、FFT演算がされる前(送信装置11側で、IQコンスタレーション上の伝送シンボルがIFFT演算された直後)の時間領域の信号であり、以下、OFDM時間領域信号ともいう。
- [0058] OFDM時間領域信号は、実軸成分(I(In Phase)成分)と虚軸成分(Q(Quadrature Phase)成分)とを含む、複素数で表される複素信号である。
- [0059] OFDM時間領域信号は、直交復調部43からFFT部44に供給される。
- [0060] FFT部44は、直交復調部43からのOFDM時間領域信号から、所定のFFTサ

イズのFFT区間のOFDM時間領域信号（のサンプル値）を抽出し、FFT演算を行う。OFDM時間領域信号のFFT演算により、サブキャリアで送信されてきたデータ、すなわち、コンスタレーション上の伝送シンボルを表すOFDM信号が得られる。

[0061] ここで、OFDM時間領域信号のFFT演算により得られるOFDM信号は、周波数領域の信号であり、以下、OFDM周波数領域信号ともいう。

[0062] FFT部44は、FFT演算によって得られたOFDM周波数領域信号を、伝送路特性推定部45と、等化部46とに供給する。

[0063] 伝送路特性推定部45は、FFT部44からのOFDM周波数領域信号に適宜挿入されたパイロット信号を用いて、OFDM信号の各伝送シンボルの周波数方向及び時間方向の位置の伝送路特性を推定する。そして、伝送路特性推定部45は、その伝送路特性（の推定値）を、等化部46に供給する。

[0064] 等化部46は、伝送路特性推定部45からの伝送路特性（の推定値）を用いて、FFT部44からのOFDM周波数領域信号を、例えば、zero-forcingで等化することで、OFDM信号の各伝送シンボルが伝送路で受けた振幅と位相の歪みを補正する。等化部46は、等化後のOFDM周波数領域信号を、周波数DIL部32に供給する。

[0065] <OFDMシンボル>

[0066] 図5は、OFDMシンボルを示す図である。

[0067] OFDMでは、伝送帯域内に多数の直交するサブキャリアが設けられ、それぞれのサブキャリアの振幅や位相にデータを割り当てる、PSK(Phase Shift Keying)やQAM(Quadrature Amplitude Modulation)等のデジタル変調が行われる。

[0068] OFDMにおいては、変調は、逆フーリエ変換を行うIFFT演算によって行うことができる。また、変調の結果得られるOFDM信号の復調は、フーリエ変換を行うFFT演算によって行うことができる。

[0069] また、OFDMでは、GIと呼ばれる信号区間を設けることで、マルチパスに対する耐性を向上させることができる。さらに、OFDMでは、既知の信号（受信

装置 1 2 側で分かっている信号) であるパイロット信号 (の伝送シンボル) が、時間方向や周波数方向に離散的に挿入され、受信装置では、そのパイロット信号が、同期や、伝送路特性の推定に利用される。

[0070] OFDMでは、データは、OFDMシンボルと呼ばれる単位で送信 (伝送) される。

[0071] OFDMシンボルは、変調時にIFFTが行われる信号期間の伝送シンボルである有効シンボルと、その有効シンボルの後半の一部の波形が、そのまま、有効シンボルの先頭にコピーされたGIとから構成される。

[0072] OFDMシンボルの有効シンボルの長さ、すなわち、GIを含まない長さである有効シンボル長が、 T_u [秒] であり、OFDMのサブキャリアどうしの間隔が、 F_c [Hz] であるとする、式 $F_c=1/T_u$ の関係が成り立つ。

[0073] OFDMでは、図5に示したように、OFDMシンボルの先頭に、GIを設けることで、マルチパスに対する耐性を向上させている。

[0074] OFDMを採用する地上デジタル放送では、複数のOFDMシンボルによって構成されるフレーム (以下、OFDMフレームともいう) の単位で、伝送が行われる。

[0075] 例えば、ISDB-Tにおいては、204個のOFDMシンボルで、1つのOFDMフレームが構成され、このOFDMフレームを単位として、パイロット信号を挿入する位置が、あらかじめ定められている。

[0076] OFDMにおいては、送信時に、マルチパス等により、データのOFDMを行って得られるOFDM信号のサブキャリアの振幅や位相が、サブキャリアごとに異なる影響を受ける。

[0077] このため、受信装置 1 2 では、送信装置 1 1 から受信したOFDM信号のサブキャリアの振幅及び位相が、送信装置 1 1 が送信したOFDM信号のサブキャリアの振幅及び位相に等しくなるように、送信装置 1 1 から受信したOFDM信号を等化する (歪み補正を行う) 。

[0078] すなわち、OFDMでは、送信装置 1 1 において、振幅及び位相があらかじめ定められている既知のパイロット信号 (の伝送シンボル) が、OFDMシンボル

を構成する伝送シンボル内に離散的に挿入される。そして、受信装置12において、パイロット信号の振幅及び位相に基づいて、伝送路特性が推定され、その伝送路特性を用いて、OFDM信号の等化が行われる。

[0079] 図6は、OFDMシンボル内の、パイロット信号（の伝送シンボル）の配置の例を示す図である。

[0080] 図6において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、時間を表す。

[0081] 図6において、丸印は、OFDM信号のサブキャリア、あるいは、OFDMシンボルを構成する伝送シンボルを表す。

[0082] また、図6において、黒丸印は、パイロット信号(SP(Scattered Pilot))の伝送シンボルであるパイロットシンボルを表す。

[0083] 以上の点、後述する同様の図においても同様である。

[0084] 図6において、横に並ぶ1行の伝送シンボルの集合が、1つのOFDMシンボルである。

[0085] パイロットシンボルは、OFDM信号の、あらかじめ定められた複数の位置に配置される。

[0086] いま、隣接する2つのOFDMシンボルにおけるパイロットシンボルの周波数方向の配置位置のずれを D_x と表すとともに、同一の周波数（同一の列）に配置されるパイロットシンボルの時間方向の配置間隔を D_y と表すこととすると、図6では、パイロットシンボルの配置パターンは、 $D_x=6$ 及び $D_y=2$ のパターンになっている。

[0087] すなわち、図6では、パイロットシンボルは、時間方向に、2個のOFDMシンボルごとに配置され、周波数方向には、12個のサブキャリアごとに配置されている。

[0088] 受信装置12において、パイロットシンボルの位置（周波数方向の位置、及び、時間方向の位置）の伝送路特性は、そのパイロットシンボルと、既知のパイロット信号（パイロット信号の真値）とを用いて推定することができる。

[0089] パイロットシンボル以外の伝送シンボル（以下、データシンボルともいう

)の位置の伝送路特性は、パイロットシンボルの位置の伝送路特性を用いて、時間方向の補間、又は、時間方向の補間及び周波数方向の補間の両方を行うことにより推定することができる。

[0090] 以下、時間方向の補間を時間補間ともいい、周波数方向の補間を周波数補間ともいう。

[0091] 図7は、時間補間によるデータシンボルの位置の伝送路特性の推定の例を示す図である。

[0092] 受信装置12では、パイロットシンボルの列(周波数)のデータシンボルの位置の伝送路特性を、そのデータシンボルの列に並ぶパイロットシンボルの位置の伝送路特性を用いて、時間補間を行うことにより推定することができる。

[0093] 図7において、斜線を付した丸印が、時間補間により伝送路特性が推定された(位置の)データシンボルを表す。

[0094] 図7では、時間補間より、各OFDMシンボルについて、6個の伝送シンボル(の位置)ごとに、伝送路特性を得ることができる。

[0095] パイロットシンボルの位置の伝送路特性と、その伝送路特性を用いた時間補間により推定されたデータシンボルの位置の伝送路特性とを、まとめて、時間補間後の伝送路特性ともいう。

[0096] 図8は、周波数補間によるデータシンボルの位置の伝送路特性の推定の例を示す図である。

[0097] 受信装置12では、各OFDMシンボル(各行(時間))のデータシンボルの位置の伝送路特性を、そのデータシンボルの行に並ぶパイロットシンボルの位置の伝送路特性、又は、時間補間後の伝送路特性を用いて、周波数補間を行うことにより推定することができる。

[0098] 図8において、薄い影を付した丸印が、周波数補間により伝送路特性が推定された(位置の)データシンボルを表す。

[0099] 図8では、時間補間後の伝送路特性を用いた周波数補間により、伝送路特性が推定されていないデータシンボルの位置の伝送路特性が推定されている

- 。
- [0100] 本実施の形態では、時間補間後の伝送路特性（図8において、黒丸で示す部分と、斜線を付した丸印で示す部分）は、周波数方向の6個ごとの伝送シンボルの位置の伝送路特性である。そのような時間補間後の伝送路特性を用いた周波数補間では、周波数方向の6個ごとの伝送シンボルの間の5個の伝送シンボルの位置（黒丸印と、斜線を付した丸印との間の5個の丸印の位置）の伝送路特性が推定される。
- [0101] なお、パイロットシンボルの位置の伝送路特性（図8において、黒丸で示す部分）は、周波数方向の12個ごとのパイロットシンボルの位置の伝送路特性である。そのようなパイロットシンボルの位置の伝送路特性を用いた周波数補間では、周波数方向の12個ごとのパイロットシンボルの間の11個の伝送シンボルの位置（黒丸印どうしの間の11個の丸印の位置）の伝送路特性が推定される。
- [0102] <伝送路特性推定部45の第1の構成例>
- [0103] 図9は、図4の伝送路特性推定部45の第1の構成例を示すブロック図である。
- [0104] 図9において、伝送路特性推定部45は、パイロット抽出部51、時間補間部52、及び、周波数補間部53を有する。
- [0105] パイロット抽出部51には、FFT部44からOFDM周波数領域信号が供給される。
- [0106] パイロット抽出部51は、FFT部44からのOFDM周波数領域信号から、例えば、図6に示したように配置されたパイロットシンボルを抽出する。
- [0107] パイロット抽出部51は、OFDM周波数領域信号から抽出されたパイロットシンボルと、既知のパイロット信号のパイロットシンボルとを用い、パイロットシンボルの位置の伝送路特性を推定し、時間補間部52に供給する。
- [0108] 時間補間部52は、パイロット抽出部51からのパイロットシンボルの位置の伝送路特性を用いて時間補間を行うことにより、時間補間後の伝送路特性を生成（推定）し、周波数補間部53に供給する。

- [0109] 周波数補間部 5 3 は、時間補間部 5 2 からの時間補間後の伝送路特性を用いて周波数補間を行うことにより、OFDMシンボルの全伝送シンボルの位置の伝送路特性を推定し、等化部 4 6 に供給する。
- [0110] <周波数補間部 5 3 の構成例>
- [0111] 図 1 0 は、図 9 の周波数補間部 5 3 の構成例を示すブロック図である。
- [0112] 周波数補間部 5 3 は、0 補間部 6 1、IFFT部 6 2、フィルタ 6 3、及び、FFT部 6 4 を有する。
- [0113] 0 補間部 6 1 には、時間補間部 5 2 から時間補間後の伝送路特性が供給される。
- [0114] 0 補間部 6 1 は、時間補間部 5 2 からの時間補間後の伝送路特性のサンプル値どうしの間、新たなサンプル値としての、所定の数のゼロを補間することにより、サンプル値の数を元の所定数 + 1 倍にしたゼロ補間後の伝送路特性を生成し、IFFT部 6 2 に供給する。
- [0115] 0 補間部 6 1 では、OFDMシンボルにおいて、伝送路特性が推定済みの伝送シンボルどうしの間にある伝送シンボルの数、すなわち、周波数補間により伝送路特性が推定される伝送シンボルの数だけのゼロが補間される。
- [0116] ここでは、時間補間後の伝送路特性を用いた周波数補間では、図 8 で説明したように、周波数方向の 6 個ごとの伝送シンボルの間の 5 個の伝送シンボルの位置の伝送路特性が推定されるので、5 個のゼロが補間される。
- [0117] IFFT部 6 2 は、0 補間部 6 1 からのゼロ補間後の伝送路特性のIFFTを行い、フィルタ 6 3 に供給する。
- [0118] 0 補間部 6 1 からのゼロ補間後の伝送路特性は、周波数領域の信号であり、IFFT部 6 2 は、その周波数領域のゼロ補間後の伝送路特性を、IFFTによって時間領域のゼロ補間後の伝送路特性に変換し、フィルタ 6 3 に供給する。
- [0119] フィルタ 6 3 は、伝送路特性の周波数方向の補間のためのフィルタリングを行うLPF(Low Pass Filter)であり、IFFT部 6 2 からのゼロ補間後の伝送路特性をフィルタリングする。
- [0120] 0 補間部 6 1 での伝送路特性へのゼロにより、ゼロ補間後の伝送路特性に

は、折り返し成分が生じる。フィルタ 6 3 によるフィルタリングにより、ゼロ補間後の伝送路特性に生じた折り返し成分が除去され、周波数方向の補間がされた伝送路特性、すなわち、OFDMシンボルの全伝送シンボル（の位置）の伝送路特性が生成される。

[0121] フィルタ 6 3 でのフィルタリングにより得られるOFDMシンボルの全伝送シンボルの位置の伝送路特性は、時間領域の信号であり、その時間領域の伝送路特性は、フィルタ 6 3 からFFT部 5 4 に供給される。

[0122] FFT部 5 4 は、フィルタ 6 3 からの時間領域のOFDMシンボルの全伝送シンボルの位置の伝送路特性を、FFTによって、周波数領域のOFDMシンボルの全伝送シンボルの位置の伝送路特性に変換し、等化部 4 6 に供給する。

[0123] 図 1 1 は、周波数補間部 5 3 での、時間補間後の伝送路特性を用いた周波数補間を説明する図である。

[0124] 周波数補間部 5 3 において、時間補間後の伝送路特性を用いた周波数補間が行われる場合、図 1 0 で説明したように、周波数領域の時間補間後の伝送路特性のサンプル値どうし間に、5 個のゼロが補間される。このゼロの補間の結果得られる伝送路特性（以下、ゼロ補間特性ともいう）は、時間領域において、繰返し成分を含むものとなる。

[0125] 時間補間後の伝送路特性は、（周波数方向に）6 個の伝送シンボル（の位置）ごとの伝送路特性のサンプル値の系列である。図 5 に示したように、有効シンボル長を T_u [秒] で表すこととすると、伝送シンボルに対応するサブキャリアどうしの間隔 F_c は、 $F_c=1/T_u$ [Hz] になる。

[0126] 6 個の伝送シンボルごとの伝送路特性のサンプル値の系列である時間補間後の伝送路特性のサンプル値どうしの間隔は、 $6F_c=6/T_u$ [Hz] になる。

[0127] かかる時間補間後の伝送路特性のサンプル値どうし間に、5 個のゼロが補間されることによって得られるゼロ補間特性のサンプル値どうしの間隔は、 $F_c=1/T_u$ [Hz] となる。

[0128] 一方、サンプル値どうしの間隔が $6F_c=6/T_u$ [Hz] の時間補間後の伝送路特性は、時間領域では、 $1/(6F_c)=T_u/6$ [秒] を 1 周期とする信号である。

- [0129] また、サンプル値どうしの間隔が $F_c=1/T_u$ [Hz] のゼロ補間特性は、時間領域では、 $1/F_c=T_u$ [秒] を1周期とする信号、すなわち、時間補間後の伝送路特性の周期 $T_u/6$ の6倍を1周期とする信号である。
- [0130] 以上のように、時間領域の時間補間後の伝送路特性の周期の6倍を1周期とする時間領域のゼロ補間特性は、時間領域の時間補間後の伝送路特性が6回繰り返されたものとなる。
- [0131] 図11は、時間領域及び周波数領域それぞれの、ゼロ補間特性と、フィルタ63によるゼロ補間特性のフィルタリングにより得られるOFDMシンボルの全伝送シンボルの伝送路特性とを示している。
- [0132] なお、図11では、説明を簡単にするために、マルチパスが2つのパスから構成される（2波環境である）こととする。後述する図13でも同様である。
- [0133] 周期が T_u [秒] のゼロ補間特性は、時間領域では、周期が $T_u/6$ [秒] の時間補間後の伝送路特性に対応するマルチパス（図11において実線の矢印で示す）と、そのマルチパスの、5個のゼロの補間により生じる5個の折り返し成分（折り返しパス）（図11において点線の矢印で示す）とを有する。そして、周期が T_u [秒] のゼロ補間特性は、周期が $T_u/6$ [秒] の時間補間後の伝送路特性に対応するマルチパスが6回繰り返されたものとなる。
- [0134] 周波数補間では、折り返しパスを除去して、本来のマルチパスを抽出する必要がある。
- [0135] そのため、LPFであるフィルタ63において、ゼロ補間特性がフィルタリングされることで、折り返しパスが除去され、周波数方向の伝送シンボルの位置の伝送路特性が補間された、OFDMシンボルの全伝送シンボルの伝送路特性（以下、周波数補間特性ともいう）に対応する本来のマルチパスが抽出される。
- [0136] なお、フィルタ63は、時間領域において生じる折り返しパスを除去して、本来のマルチパスを抽出するLPFである。
- [0137] したがって、時間領域では、フィルタ63のフィルタリングは、ゼロ補間

特性と、フィルタ 6 3 としてのLPFの通過帯域（時間）に対応する窓関数との乗算として表される。周波数領域では、フィルタ 6 3 のフィルタリングは、ゼロ補間特性と、フィルタ 6 3 のフィルタ係数（時間領域の通過帯域のインパルス応答）との畳み込みとなる。

[0138] ところで、受信装置 1 2 は、家庭に設置される固定受信機である場合もあるし、スマートフォンや車載の受信機等のような移動可能な移動端末である場合もある。

[0139] 受信装置 1 2 が移動端末であり、特に、高速で移動している場合、伝送路特性推定部 4 5 において、時間補間を行い、時間補間後の伝送路特性を用いた周波数補間を行って、周波数補間特性を推定（生成）すると、受信装置 1 2 の移動により、移動後の受信装置 1 2 において、周波数補間特性の推定値の、現在の伝送路特性に対する誤差が大きくなって、OFDM信号を適切に等化することが困難となることがある。

[0140] <伝送路特性推定部 4 5 の第 2 の構成例>

[0141] 図 1 2 は、図 4 の伝送路特性推定部 4 5 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

[0142] なお、図中、図 9 の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

[0143] 図 1 2 において、伝送路特性推定部 4 5 は、パイロット抽出部 5 1 ないし周波数補間部 5 3 を有する。さらに、伝送路特性推定部 4 5 は、周波数補間部 5 6 及び選択部 5 7 を有する。

[0144] したがって、図 1 2 の伝送路特性推定部 4 5 は、パイロット抽出部 5 1 ないし周波数補間部 5 3 を有する点で、図 9 の場合と共通し、周波数補間部 5 6 及び選択部 5 7 が新たに設けられている点で、図 9 の場合と相違する。

[0145] 周波数補間部 5 6 には、パイロット抽出部 5 1 からパイロットシンボル（の位置）の伝送路特性が供給される。

[0146] 周波数補間部 5 6 は、周波数補間部 5 3 と同様に構成され、パイロット抽出部 5 1 からのパイロットシンボルの伝送路特性を用いて周波数補間を行う

ことにより、周波数補間特性を推定し、選択部 5 7 に供給する。

[0147] ここで、周波数補間部 5 3 で推定される周波数補間特性と、周波数補間部 5 6 で推定される周波数補間特性とを区別するために、周波数補間部 5 3 で推定される周波数補間特性を第 1 の周波数補間特性ともいう。周波数補間部 5 6 で推定される周波数補間特性を第 2 の周波数補間特性ともいう。

[0148] 選択部 5 7 には、周波数補間部 5 6 から第 2 の周波数補間特性が供給される他、周波数補間部 5 3 から第 1 の周波数補間特性も供給される。

[0149] 選択部 5 7 は、周波数補間部 5 3 からの第 1 の周波数補間特性と、周波数補間部 5 6 からの第 2 の周波数補間特性とのうちの、例えば、誤差が小さい方の周波数補間特性を選択し、等化部 4 6 に供給する。

[0150] 周波数補間特性の誤差としては、例えば、周波数補間特性を用いて等化を行った後の OFDM 信号におけるパイロットシンボルと、そのパイロットシンボルとの真値との差等を採用することができる。

[0151] 図 1 3 は、周波数補間部 5 6 での、パイロットシンボルの伝送路特性を用いた周波数補間を説明する図である。

[0152] パイロットシンボルの伝送路特性を用いた周波数補間では、図 8 で説明したように、周波数方向の 1 2 個ごとの伝送シンボルの間の 1 1 個の伝送シンボルの位置の伝送路特性が推定される。したがって、パイロットシンボルの伝送路特性を用いた周波数補間では、周波数領域のパイロットシンボルの伝送路特性のサンプル値どうしの間、1 1 個のゼロが補間される。

[0153] この 1 1 個のゼロの補間の結果得られるゼロ補間特性は、時間領域において、繰り返し成分を含むものとなる。

[0154] パイロットシンボルの伝送路特性は、（周波数方向に）1 2 個の伝送シンボル（の位置）ごとの伝送路特性のサンプル値の系列である。

[0155] 図 1 1 と同様に、有効シンボル長を T_u [秒] で表すとともに、伝送シンボルに対応するサブキャリアどうしの間隔を $F_c=1/T_u$ [Hz] で表すこととする。この場合、1 2 個の伝送シンボルごとの伝送路特性のサンプル値の系列であるパイロットシンボルの伝送路特性のサンプル値どうしの間隔は、 $12F_c=12/T$

u [Hz] になる。

- [0156] かかるパイロットシンボルの伝送路特性のサンプル値どうしの間、11個のゼロが補間されることによって得られるゼロ補間特性のサンプル値どうしの間隔は、 $F_c=1/T_u$ [Hz] となる。
- [0157] 一方、サンプル値どうしの間隔が $12F_c=12/T_u$ [Hz] のパイロットシンボルの伝送路特性は、時間領域では、 $1/(12F_c)=T_u/12$ [秒] を1周期とする信号である。
- [0158] また、サンプル値どうしの間隔が $F_c=1/T_u$ [Hz] のゼロ補間特性は、時間領域では、 $1/F_c=T_u$ [秒] を1周期とする信号、すなわち、パイロットシンボルの伝送路特性の周期 $T_u/12$ の12倍を1周期とする信号である。
- [0159] 以上のように、時間領域のパイロットシンボルの伝送路特性の周期の12倍を1周期とする時間領域のゼロ補間特性は、時間領域のパイロットシンボルの伝送路特性が12回繰り返されたものとなる。
- [0160] 図13は、時間領域及び周波数領域それぞれの、パイロットシンボルの伝送路特性への11個のゼロの補間により得られるゼロ補間特性と、LPF（フィルタ63に対応する）によるゼロ補間特性のフィルタリングにより得られる第2の周波数補間特性とを示している。
- [0161] 周期が T_u [秒] のゼロ補間特性は、時間領域では、周期が $T_u/12$ [秒] のパイロットシンボルの伝送路特性に対応するマルチパス（図13において実線の矢印で示す）と、そのマルチパスの、11個のゼロの補間により生じる11個の折り返し成分としての折り返しパス（図13において点線の矢印で示す）とを有する。そして、周期が T_u [秒] のゼロ補間特性は、周期が $T_u/12$ [秒] のパイロットシンボルの伝送路特性に対応するマルチパスが12回繰り返されたものとなる。
- [0162] 周波数補間では、折り返しパスを除去して、本来のマルチパスを抽出する必要がある。
- [0163] そのため、周波数補間部56では、LPFにおいて、ゼロ補間特性がフィルタリングされることで、折り返しパスが除去され、周波数方向の伝送シンボル

の位置の伝送路特性が補間された第2の周波数補間特性に対応する本来のマルチパスが抽出される。

- [0164] 図11で説明した場合と同様に、時間領域では、LPFのフィルタリングは、ゼロ補間特性と、LPFの通過帯域に対応する窓関数との乗算として表される。周波数領域では、LPFのフィルタリングは、ゼロ補間特性と、LPFのフィルタ係数との畳み込みとなる。
- [0165] パイロットシンボルの伝送路特性を用いた周波数補間によって、第2の周波数補間特性を推定する場合、パイロットシンボルの伝送路特性を用いた時間補間と、その時間補間後の伝送路特性を用いた周波数補間とによって、第1の周波数補間特性を推定する場合に比較して、時間補間が行われない分、短時間で、周波数補間特性を推定することができる。
- [0166] そのため、受信装置12が移動している場合に、現在の伝送路特性に対する誤差が小さい周波数補間特性を推定することができる。
- [0167] 図12の伝送路特性推定部45では、受信装置12が移動していないステーションナリ環境では、第1の周波数補間特性が選択されやすく、受信装置12が移動している移動環境では、第2の周波数補間特性が選択されやすい傾向になる。
- [0168] 周波数補間では、ゼロの補間により得られるゼロ補間特性に折り返しパスが含まれる。周波数補間では、折り返しパスを除去して、本来のマルチパスを抽出するために、ゼロ補間特性のフィルタリングがLPFによって行われるが、フィルタリングによって、本来のマルチパスを抽出するためには、マルチパスの最大遅延時間、すなわち、マルチパスのうちの最初のパス（最初に到達するパス）と、最後のパス（最後に到達するパス）との時間差が、 T_u/N [秒] 以下である必要がある。
- [0169] ここで、 N は、周波数補間に用いられる伝送路特性が得られている周波数方向の伝送シンボルの周期（間隔）を表し、以下、補間用シンボル周期ともいう。本実施の形態では、パイロットシンボルの伝送路特性については、補間用シンボル周期 $N=12$ であり、時間補間後の伝送路特性では、補間用シンボル

周期 $N=6$ である。すなわち、パイロットシンボルの伝送路特性は、周波数方向に12個ごとの伝送シンボル（パイロットシンボル）の位置の伝送路特性であり、時間補間後の伝送路特性は、周波数方向に6個ごとの伝送シンボルの位置の伝送路特性である。

[0170] 以上から、パイロットシンボルの伝送路特性を用いた周波数補間が行われる場合、最大遅延時間が $T_u/12$ [秒] 以下である必要がある。

[0171] これは、ゼロ補間特性が、周期が $T_u/12$ [秒] のパイロットシンボルの伝送路特性に対応するマルチパスが、 $N=12$ 回繰り返されたものとなるために、LPFによるフィルタリングによって、本来のマルチパスだけを抽出するには、LPFの通過帯域の帯域幅を、ゼロ補間特性に繰り返し生じるマルチパスの周期に等しい $T_u/12$ [秒] 以下にする必要があるからである。

[0172] 図13では、マルチパスの最大遅延時間が $T_u/12$ [秒] を超える時間になっている。

[0173] マルチパスの最大遅延時間が $T_u/12$ [秒] を超える時間である場合には、本来のマルチパスの最初のパスから最初のパスまでの全体が、LPFの通過帯域内に収まらない。さらに、LPFの通過帯域には、折り返しパスの一部のパスが入り込んだ状態となる。

[0174] この場合、LPFによるフィルタリングでは、本来のマルチパスだけを抽出することができず、その結果、周波数補間特性は、精度が劣化したものとなる。

[0175] マルチパスの最大遅延時間が T_u/N [秒] を超える場合には、LPFの通過帯域の帯域幅を、どのように調整しても、本来のマルチパスの全体だけを、LPFの通過帯域内に収めることが困難である。

[0176] そのため、周波数補間特性の精度が劣化し、OFDM信号を適切に等化することができず、受信装置の受信性能が劣化する。

[0177] 図14は、時間補間及び周波数補間を行って推定される第1の周波数補間特性と、周波数補間を行って推定される第2の周波数補間特性との例を示す図である。

- [0178] 図14では、マルチパスの最大遅延時間が $T_u/6$ [秒] 以内であるが、 $T_u/12$ [秒] を越えている。
- [0179] 第1の周波数補間特性を推定する周波数補間では、補間用シンボル周期 $N=6$ であるため、最大遅延時間が、 $T_u/12$ [秒] を越えていても、 $T_u/6$ [秒] 以内であれば、折り返しパスを除去することができる。
- [0180] しかしながら、第1の補間周波数特性の推定では、周波数補間の前に、時間補間が行われるため、受信装置12が移動している場合には、第1の周波数補間特性を推定している間に、実際の伝送路特性が変化し、第1の周波数補間特性の、現在の伝送路特性に対する誤差が大きくなって、OFDM信号を適切に等化することが困難となる。
- [0181] 一方、第2の周波数補間特性の推定では、時間補間が行われないため、短時間で、第2の周波数補間特性を推定することができる。そのため、受信装置12が移動していても、現在の伝送路特性に対する誤差が小さい第2の周波数補間特性を推定することができる。
- [0182] 但し、第2の周波数補間特性を推定する周波数補間では、補間用シンボル周期 $N=12$ であるため、最大遅延時間が $T_u/12$ [秒] を越えるマルチパス（図中、実線の矢印で示す）が生じている場合には、そのマルチパス（本来のマルチパス）が存在する時間内に、折り返しパス（図中、点線の矢印で示す）が入り込み、LPFによって、折り返しパスを除去することが困難となる。そのため、第2の周波数補間特性は、折り返しパスの影響を受け、精度が劣化する。
- [0183] そこで、OFDMシンボル内のパイロットシンボルの数を増加し、第2の周波数補間特性を推定する周波数補間における補間用シンボル周期 N を小さくすることで、最大遅延時間 T_u/N [秒] が大きいマルチパスについて、折り返しパスが、本来のマルチパスが存在する時間内に入り込まないようにする方法が考えられる。
- [0184] しかしながら、OFDMシンボル内のパイロットシンボルの数を増加するのは、データシンボルの数が少なくなり、本来送信したいデータ（番組のコン

テンツ等の本来の送信対象のデータ)の伝送効率が劣化する。

[0185] そこで、周波数補間において、ゼロの補間により得られるゼロ補間特性のフィルタリングに、複数のフィルタを用いることで、本来のパスが存在する時間内に折り返しパスが入り込んでいる場合でも、本来のマルチパスだけを抽出し、折り返しパスを除去する方法が考えられる。

[0186] しかしながら、複数のフィルタを用いる場合でも、本来のパスと、折り返しパスとが、ほぼ重なる位置に存在するときには、本来のマルチパスだけを抽出し、折り返しパスを除去することが困難なことがある。

[0187] そこで、本技術では、送信装置11において、送信装置11を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を、OFDM信号に注入し、受信装置12において、送信識別信号が注入されたOFDM信号と、所定の送信識別信号との相関を用いて、伝送路特性を推定することで、受信装置12の受信性能を向上させる。すなわち、本技術によれば、受信装置12において、伝送路特性を、精度良く推定し、OFDM信号を適切に等化することができる。

[0188] 送信識別信号としては、ATSC3.0に規定されているTxID(Transmitter identification)信号がある。TxID信号は、送信装置を一意に識別するTxIDを表す信号である。

[0189] 以下、本技術で採用する送信識別信号を説明する前に、非特許文献1に記載されているATSC3.0のTxID信号について説明する。

[0190] <TxID信号>

[0191] 図15は、TxID信号を、OFDM信号に注入する場合のATSC3.0の送信装置の構成例を示すブロック図である。

[0192] ATSC3.0での地上デジタル放送については、2017年に韓国で開始され、2020年にアメリカ合衆国での開始が予定されている。ATSC3.0での地上デジタル放送では、SFNとOFDMとの組み合わせを採用することができる。

[0193] TxIDについては、ATSC3.0の物理層を規定する規格書である非特許文献1のAnnex Nで定義されている。

[0194] TxIDを用いることで、送信装置と受信装置との間の伝送路特性(遅延プロ

ファイル)を推定することができる。

- [0195] TxIDへの対応はオプションであり、現在、プロフェッショナル向けの機材が対応している場合があるが、家庭に設置されるTV(テレビジョン)受信機や、自動車向けのTV受信機は対応していない。
- [0196] TxIDに対応する送信装置では、その送信装置を一意に識別するユニークなTxIDとしてのゴールド系列が生成され、そのTxIDが(TxIDによって)BPSK変調されることで、TxID信号が生成される。
- [0197] 送信装置では、TxID信号は、あらかじめ設定されるIL(Injection Level)に従ってレベル調整される。ILは、規格書に定められている-9dB(強い)から-45dB(弱い)までの範囲内の値に設定される。
- [0198] 送信装置では、レベル調整後のTxID信号が、ATSC3.0での地上デジタル放送の送信対象のデータのOFDM信号(ホスト信号)に時間領域で加算(重畳)することにより注入され、TxID信号が注入されたOFDM信号が送信される。
- [0199] したがって、TxID信号は、ユニークなTxIDとしてのゴールド系列を表す、DSSBSS(direct sequence buried spread spectrum) RF(radio frequency)透かし信号であるといえることができる。
- [0200] 図15において、送信装置101は、入力フォーマット(Input Formatting)部111、BICM部112、フレーム構成/インターリーブ(Framing and Interleaving)部113、波形生成(Waveform Generation)部114、TxID信号生成(TxID Signal Generation)部115、注入部116、及び、無線インターフェース(OVER THE AIR INTERFACE)117を有する。
- [0201] 入力フォーマット部111には、送信対象のデータが供給される。入力フォーマット部111は、送信対象のデータを所定のフォーマットのデータに変換し、BICM部112に供給する。
- [0202] BICM部112は、入力フォーマット部111からのデータに対して、FEC符号化処理や、コンスタレーションへのマッピング等を行い、その結果得られる伝送シンボルを、フレーム構成/インターリーブ部113に供給する。
- [0203] フレーム構成/インターリーブ部113は、BICM部112からの伝送シン

ボル（の系列）の時間インターリーブ及び周波数インターリーブを行い、ATSC3.0のフレームを構成し、波形生成部114に供給する。

[0204] 波形生成部114は、フレーム構成／インターリーブ部113からのフレームに対応する放送信号としてのOFDM信号を生成し、注入部116に供給する。

[0205] TxID信号生成部115は、送信装置101を識別するTxIDを表すTxID信号を生成し、注入部116に供給する。

[0206] 注入部116は、波形生成部114からの放送信号としてのOFDM信号に、TxID信号生成部115からのTxID信号を注入し、TxID信号の注入後のOFDM信号を、無線インターフェース117に供給する。

[0207] 無線インターフェース117は、注入部116からのTxID信号の注入後のOFDM信号の周波数変換を行い、その周波数変換後のOFDM信号を無線で送信する。

[0208] 図16は、注入部116でのOFDM信号へのTxID信号の注入を説明する図である。

[0209] ATSC3.0のOFDM信号において、フレームは、ブートストラップが先頭に配置され、その後に、GIを先頭とするOFDMシンボルが複数配置されて構成される。

[0210] フレームにおいて、ブートストラップの直後には、1以上の、プリアンブルの伝送シンボルで構成されるOFDMシンボル（以下、プリアンブルシンボルともいう）が配置され、その後に、送信対象のデータの伝送シンボルで構成されるOFDMシンボルが配置される。

[0211] 注入部116では、TxID信号が、フレームの先頭のOFDMシンボル、すなわち、プリアンブルシンボルの1つに対してだけ注入される。

[0212] また、注入部116では、TxID信号が、フレームの先頭のOFDMシンボルに収まる（時間の）範囲内で、1つ以上注入される。

[0213] ATSC3.0では、TxIDとしてのゴールド系列は、13次の生成多項式に従って生成される。したがって、TxIDとしてのゴールド系列は、 $2^{13}-1=8191$ ビット（

周期)の系列である。

- [0214] OFDMシンボルのIFFT及びFFTを行うときのFFTサイズが、例えば、16kである場合(1kは1024)、そのOFDMシンボルには、8191ビットのTxIDを表すTxID信号が、最大で2つ(8191ビットのTxIDの2つ分)だけ収まる。
- [0215] そのため、注入部116では、FFTサイズが16kである場合、図16に示すように、8191ビットの(TxIDを表す)TxID信号が、2つだけ繰り返し並ぶ形で注入される。
- [0216] 注入部116では、TxID信号が、OFDM信号と同期する形で、すなわち、プリアンブルシンボルの先頭と、最初のTxID信号の先頭とが一致する形で注入される。
- [0217] なお、FFTサイズが8kである場合、8191ビットのTxID信号が、1つだけ配置される。FFTサイズが32kである場合、8191ビットのTxID信号が、4つだけ繰り返し並ぶ形で注入される。
- [0218] 図17は、図15のTxID信号生成部115の構成例を示すブロック図である。
- [0219] TxID信号生成部115は、第1段のレジスタ群121、第2段のレジスタ群122、合成部123、BPSK変調部124、及び、レベル調整部125を有する。
- [0220] 第1段のレジスタ群121は、生成多項式 $x^{13}+x^4+x^3+x+1$ に対応する13個のレジスタ x^1 ないし x^{13} 、及び、3個のEXOR回路で構成される。第1段のレジスタ群121は、生成多項式 $x^{13}+x^4+x^3+x+1$ に従って、 $2^{13}-1$ ビット(周期)のM系列を生成し、合成部123に供給する。
- [0221] 第2段のレジスタ群122は、生成多項式 $x^{13}+x^{12}+x^{10}+x^9+x^7+x^6+x^5+x+1$ に対応する13個のレジスタ x^1 ないし x^{13} 、及び、7個のEXOR回路で構成される。第2段のレジスタ群122は、生成多項式 $x^{13}+x^{12}+x^{10}+x^9+x^7+x^6+x^5+x+1$ に従って、ビット系列を生成し、合成部123に供給する。
- [0222] 合成部123は、第1段のレジスタ群121からのM系列と、第2段のレジスタ群122からの系列とを、ビット単位で合成する(排他的論理和をとる

) ことにより、 $2^{13}-1=8191$ ビットのTxIDとしてのゴールド系列を生成し、BPSK変調部124に供給する。

[0223] BPSK変調部124は、合成部123からのTxIDをBPSK変調することで、TxID信号を生成し、レベル調整部125に供給する。

[0224] レベル調整部125は、BPSK変調部124からのTxID信号に、あらかじめ設定されたILに対応するスケーリングファクタ α を乗算することで、ILに従って、TxID信号のレベル調整を行い、レベル調整後のTxID信号を、注入部116に供給する。

[0225] 図18は、第1段のレジスタ群121及び第2段のレジスタ群122に設定される初期値を示す図である。

[0226] 第1段のレジスタ群121のレジスタ x^1 ないし x^{13} には、図18においてTier1で示すビットが、初期値として設定される。

[0227] 第2段のレジスタ群122のレジスタ x^1 ないし x^{13} には、図18においてTier2で示すビット t_0 ないし t_{12} が、初期値として、それぞれ設定される。

[0228] ビット t_0 ないし t_{12} の13ビットの系列は、txidアドレスと呼ばれ、ATSC3.0の送信装置ごとに固有の値が割り当てられる。

[0229] 第2段のレジスタ群122において、送信装置に固有の13ビットのtxidアドレスを初期値として、ビット系列が生成されることにより、TxID信号生成部115(図17)の合成部123で生成されるTxIDは、 $2^{13}=8192$ 個の送信装置を識別することができる情報となる。

[0230] TxIDについては、ATSC3.0で採用されている他、DVB-T2で採用することが提案されている。

[0231] ATSC3.0及びDVB-T2は、時間方向に階層分けされた階層伝送(以下、時間分割階層伝送ともいう)に対応し、OFDM信号には、ロバストなプリアンブルシンボルが存在する。そして、フレームの先頭のプリアンブルシンボルにのみ、1つ以上のTxID信号が、プリアンブルシンボルの先頭と最初のTxID信号の先頭とを一致させる形で、時間領域で注入される。

[0232] 日本の現行の地上デジタル放送規格であるISDB-Tは、周波数分割階層伝

送に対応し、OFDM信号（OFDM時間領域信号）に、ロバストなプリアンブルシンボルは存在しない。次世代の地上デジタル放送規格として検討されている高度化方式（規格）でも、ISDB-Tと同様に、周波数分割階層伝送に対応し、ロバストなプリアンブルシンボルは存在しない。

[0233] 日本の現行の地上デジタル放送では、ISDB-Tの周波数分割階層伝送として、A階層及びB階層の2階層の周波数分割階層伝送が行われている。A階層は、B階層に比較して、ロバストである。

[0234] したがって、日本の地上デジタル放送に、TxIDを導入する場合、ATSC3.0と同様に、ロバストなA階層のOFDM信号のみに、TxID信号のような時間領域の信号を注入することが適切である。しかしながら、周波数分割階層伝送において、A階層のOFDM信号のみに、TxID信号のような時間領域の信号を注入することは困難である。

[0235] 周波数分割階層伝送において、ATSC3.0のように、TxID信号のような時間領域の信号を、OFDM信号に注入すれば、ロバストなA階層のみならず、B階層も影響を受ける。

[0236] また、ATSC3.0では、TxID信号を、フレームの先頭のOFDMシンボルであるプリアンブルシンボルの1つだけにしか注入しない。

[0237] 高度化方式において、例えば、FFTサイズとして16kが採用され、GI長として有効シンボル長の800/16384が採用される場合、フレーム長は304msになる。

[0238] したがって、高度化方式において、ATSC3.0と同様に、フレームの先頭のOFDMシンボルのみに、TxID信号のような時間領域の信号を注入する場合、移動している受信装置にとって、時間領域の信号の送信頻度が、高精度の伝送路特性の推定に十分な頻度になっているとはいえない。

[0239] 以上から、時間分割階層伝送に対応するATSC3.0のTxIDを、ISDB-Tや高度化方式のような周波数分割階層伝送に対応する放送方式に、そのまま導入しても、高精度の伝送路特性の推定が困難なことがある。

[0240] そこで、本技術では、送信装置11において、TxID信号のような送信装置

1 1 を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を、OFDM信号のフレームを構成する先頭のOFDMシンボルだけでなく、全OFDMシンボル（各OFDMシンボル）に注入する。

[0241] そして、受信装置 1 2（複数の受信装置 1 2 が存在する場合には、その複数の受信装置 1 2 のすべて）では、送信識別信号が任意のOFDMシンボルに注入されたOFDM信号と、所定の送信識別信号との相関を用いて、伝送路特性を推定する。これにより、受信装置 1 2 の受信性能を向上させることができる。すなわち、受信装置 1 2 において、伝送路特性を、精度良く推定し、OFDM信号を適切に等化することができる。

[0242] ATSC3.0に規定されているように、TxID信号を、OFDM信号のフレームを構成する先頭のOFDMシンボルとしてのプリアンブルシンボルにのみ注入する方式を、TxID方式ともいう。送信識別信号を、OFDM信号のフレームを構成する全OFDMシンボルに注入する方式を、全注入方式ともいう。

[0243] <全注入方式>

[0244] 図 1 9 は、全注入方式を説明する図である。

[0245] 全注入方式では、送信識別信号が、OFDM信号のフレームを構成する全OFDMシンボルに注入される。

[0246] これに対して、TxID方式では、TxID信号が、OFDM信号のフレームを構成する先頭のOFDMシンボルとしてのプリアンブルシンボルにのみ注入される。

[0247] なお、全注入方式では、例えば、後述するように、送信装置を識別する送信識別情報として、 $2^{14}-1$ ビット（周期）のゴールド系列を採用することができる。

[0248] $2^{14}-1$ ビットの送信識別情報を表す送信識別信号は、例えば、FFTサイズが16kである場合、図 1 9 に示すように、1つのOFDMシンボル(Symbol)に、1つだけ注入することができる。

[0249] TxID方式では、TxIDは、 $2^{13}-1$ ビットのゴールド系列であり、かかる $2^{13}-1$ ビットのTxIDを表すTxID信号は、例えば、FFTサイズが8kである場合、図 1 9 に示すように、フレームの先頭のOFDMシンボルであるプリアンブルシンボ

ル(Preamble)に、1つだけ注入することができる。

[0250] また、 $2^{13}-1$ ビットのTxIDを表すTxID信号は、例えば、FFTサイズが16kである場合、図19に示すように、プリアンブルシンボルに、2つだけ注入することができる。

[0251] 例えば、高度化方式では、FFTサイズが16kである場合、有効シンボル長 T_u として、2592usが予定され、フレームを構成するOFDMシンボルの数として、112個が予定されている。

[0252] TxID方式を、高度化方式の、FFTサイズが16kのOFDM信号に適用した場合、TxID信号を用いた伝送路特性の推定は、2592usに1回しか行うことができない。そのため、受信装置が移動している場合には、伝送路特性の推定精度が低下する。

[0253] 全注入方式を、高度化方式の、FFTサイズが16kのOFDM信号に適用した場合、送信識別信号を用いた伝送路特性の推定は、112個のOFDMシンボルそれぞれに注入された送信識別信号を用いて、最大で112回行うことができる。したがって、全注入方式によれば、TxID方式に比較して、112倍の頻度で、伝送路特性を推定することができるので、受信装置が移動している場合であっても、伝送路特性を高精度に推定することができる。

[0254] 全注入方式は、ATSC3.0のOFDM信号のように、フレームの先頭部分にプリアンブルシンボルが配置されるOFDM信号にも、ISDB-Tや高度化方式のOFDM信号のように、フレームの先頭部分にプリアンブルシンボルが配置されないOFDM信号にも、適用することができる。

[0255] プリアンブルシンボルは、変調方式等によってロバストであるため、プリアンブルシンボルへの、TxID信号や送信識別信号の注入により生じる干渉による信号劣化は、それほど問題にならない。

[0256] 一方、送信対象のデータに対応するOFDMシンボルは、プリアンブルシンボルのようにロバストであるとは限らない。そのため、送信対象のデータに対応するOFDMシンボルへの、送信識別信号の注入により生じる干渉による信号劣化が問題になる。したがって、OFDMシンボルに注入する送信識別信号のレ

ベル（電力）は、送信対象のデータに対応するOFDMシンボルのレベルに比較して十分低レベルにする必要がある。

[0257] 図20は、送信識別信号の注入により生じる干渉による信号劣化のシミュレーション結果を示す図である。

[0258] OFDM信号を復調することができる（OFDM信号の復調に必要な）CNR(carrier-to-noise ratio)を、所要CNRということとする。

[0259] 図20は、送信識別信号を注入しない場合の所要CNRに対して、送信識別信号を注入した場合の所要CNRの劣化量を示している。

[0260] 図20において、横軸は、送信識別信号を注入しない場合の所要CNRを表し、縦軸は、OFDM信号に注入する送信識別信号のIL(Injection Level)を表す。

[0261] 所要CNRは、変調方式や符号化率によって異なる。例えば、ISDB-Tの12セグメントを使用したいわゆるフルセグメント放送では、変調方式が64QAMで、符号化率が3/4であるが、この場合、送信識別信号の注入なしの所要CNRは、約19dBである。

[0262] シミュレーションでは、ILを、-45dB から-21dBに変化させて、送信識別信号を注入した場合の所要CNRの劣化量が計算された。

[0263] 経験上、所要CNRの劣化量が0.2dB以上となることは適切でなく、0.1dB程度以下にすることが望ましい。

[0264] そこで、本技術では、送信識別信号を注入した場合の所要CNRの劣化量が、閾値としての、例えば、0.1dB以下となるILで、送信識別信号を注入する。

[0265] 例えば、上述したように、フルセグメント放送では、送信識別信号の注入なしの所要CNRは、約19dBである。図20において、送信識別信号の注入なしの所要CNRが19dBに最も近い20dBである場合については、所要CNRの劣化量を0.1dB以下(0.09dB)とするには、ILを、-37dB以下に設定する必要がある。

[0266] したがって、フルセグメント放送に、全注入方式を適用する場合には、ILが、例えば、-37dBに設定される。

[0267] <送信装置11の他の構成例>

[0268] 図21は、図1の送信装置11の他の構成例を示すブロック図である。

- [0269] すなわち、図 21 は、全注入方式を採用する送信装置 11 の構成例を示すブロック図である。
- [0270] なお、図中、図 2 の場合と対応する部分については、同一の符号を付しており、以下では、その説明は、適宜省略する。
- [0271] 図 21 において、送信装置 11 は、BICM部 21 ないし送信部 29 を有する。さらに、図 21 において、送信装置 11 は、送信識別信号生成部 201、レベル調整部 202、及び、注入部 203 を有する。
- [0272] したがって、図 21 の送信装置 11 は、BICM部 21 ないし送信部 29 を有する点で、図 2 の場合と共通する。但し、図 21 の送信装置 11 は、送信識別信号生成部 201 ないし注入部 203 が新たに設けられている点で、図 2 の場合と相違する。
- [0273] 送信識別信号生成部 201 は、送信装置 11 を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成し、レベル調整部 202 に供給する。
- [0274] レベル調整部 202 は、あらかじめ設定された IL に従って、送信識別信号生成部 201 からの送信識別信号のレベル（電力）調整を行い、レベル調整後の送信識別信号を、注入部 203 に供給する。レベル調整は、送信識別信号に、IL に対応するスケールリングファクタ α を乗算することで行われる。IL は、図 20 で説明したように、OFDM 信号への送信識別信号の注入に起因する所要 CNR の劣化量に応じて、その劣化量を、所定値、ここでは、例えば、0.1 dB 以下にするように設定される。これにより、全注入方式を採用する受信装置において、OFDM 信号に注入された送信識別信号が、OFDM 信号の復調に及ぼす影響を、許容できる程度に抑制することができる。
- [0275] 注入部 203 は、GI 付加部 28 からの OFDM 信号に、送信識別信号生成部 201 からの送信識別信号を加算することにより注入し、送信識別信号の注入後の OFDM 信号を、送信部 29 に供給する。
- [0276] 注入部 203 での OFDM 信号への送信識別信号の注入は、OFDM 信号の各 OFDM シンボルに対して、例えば、OFDM シンボルの先頭と送信識別信号の先頭とが一致するように行われる。

- [0277] 以上のように構成される送信装置 11 では、送信識別信号生成部 201 において、送信装置 11 を識別する送信識別情報を表す送信識別信号が生成され、レベル調整部 202 に供給される。レベル調整部 202 では、送信識別信号生成部 201 からの送信識別信号のレベル調整が行われ、注入部 203 に供給される。
- [0278] 注入部 203 には、レベル調整部 202 から送信識別信号が供給される他、GI付加部 28 から OFDM 信号が供給される。
- [0279] 注入部 203 では、GI付加部 28 からの OFDM 信号の各 OFDM シンボルに、送信識別信号生成部 201 からの送信識別信号が注入され、送信部 29 に供給される。
- [0280] 送信部 29 では、注入部 203 からの、各 OFDM シンボルに送信識別信号が注入された OFDM 信号の周波数変換が行われ、その周波数変換後の OFDM 信号が送信される。
- [0281] 図 22 は、図 21 の送信識別信号生成部 201 の構成例を示すブロック図である。
- [0282] 送信識別信号生成部 201 は、第 1 段のレジスタ群 221、第 2 段のレジスタ群 222、合成部 223、及び、BPSK 変調部 224 を有する。
- [0283] 第 1 段のレジスタ群 221 は、生成多項式 $x^{14}+x^5+x^4+x^2+x$ に対応する 14 個のレジスタ x^1 ないし x^{14} 、及び、4 個の EXOR 回路で構成される。第 1 段のレジスタ群 221 は、生成多項式 $x^{14}+x^5+x^4+x^2+x$ に従って、 $2^{14}-1$ ビット（周期）の M 系列を生成し、合成部 223 に供給する。
- [0284] 第 2 段のレジスタ群 222 は、生成多項式 $x^{14}+x^{11}+x^{10}+x^7+x^6+x^5+x$ に対応する 14 個のレジスタ x^1 ないし x^{14} 、及び、6 個の EXOR 回路で構成される。第 2 段のレジスタ群 222 は、生成多項式 $x^{14}+x^{11}+x^{10}+x^7+x^6+x^5+x$ に従って、ビット系列を生成し、合成部 223 に供給する。
- [0285] ここで、第 1 段のレジスタ群 221、及び、第 2 段のレジスタ群 222 において系列を生成する生成多項式は、上述の生成多項式に限定されるものではない。

- [0286] 合成部223は、第1段のレジスタ群221からのM系列と、第2段のレジスタ群222からの系列とを、ビット単位で合成する（排他的論理和をとる）ことにより、 $2^{14}-1=16383$ ビットの送信識別情報としてのゴールド系列を生成し、BPSK変調部224に供給する。
- [0287] BPSK変調部224は、合成部223からの送信識別情報をBPSK変調することで、送信識別信号を生成し、レベル調整部202（図21）に供給する。
- [0288] 図23は、第1段のレジスタ群221及び第2段のレジスタ群222に設定される初期値を示す図である。
- [0289] 第1段のレジスタ群221のレジスタ x^1 ないし x^{14} には、図23においてTier1で示すビットが、初期値として設定される。
- [0290] 第2段のレジスタ群222のレジスタ x^1 ないし x^{14} には、図23においてTier2で示すビット t^1 ないし t^{14} が、初期値として、それぞれ設定される。
- [0291] ビット t^1 ないし t^{14} の14ビットの系列を送信装置アドレスと呼ぶこととする。
- [0292] 送信装置アドレスとしては、全注入方式を採用する送信装置ごとに固有の値が割り当てられる。
- [0293] 第2段のレジスタ群222において、送信装置に固有の14ビットの送信装置アドレスを初期値として、ビット系列が生成されることにより、送信識別信号生成部201（図22）の合成部123で生成される送信識別情報は、 $2^{14}=16384$ 個の送信装置を識別することができる情報となる。
- [0294] 送信装置アドレスのビット数は、例えば、全注入方式を採用する国での、その全注入方式を採用する送信装置11の総数 NT_x に応じて設定することができる。
- [0295] 例えば、送信装置アドレスのビット数は、 $\log_2 NT_x$ 以上の整数値のうちの、任意の整数値、例えば、最小の整数値に設定することができる。この場合、すべての送信装置に、固有の値を、送信装置アドレスとして割り当てることができる。
- [0296] 例えば、日本において、ISDB-Tの送信装置のすべてで、全注入方式を採用

する場合、ISDB-Tの送信装置（放送局）は、12000程度であるため、14ビット以上の送信装置アドレスを採用することにより、ISDB-Tの送信装置それぞれに、固有の値を、送信装置アドレスとして割り当てることができる。

- [0297] なお、送信装置アドレスのビット数によって、第1段のレジスタ群221、及び、第2段のレジスタ群222において系列を生成する生成多項式、並びに、第1段のレジスタ群221、及び、第2段のレジスタ群222の構成は、異なる。
- [0298] なお、全注入方式において、送信識別信号は、OFDMシンボル及び送信識別信号の長さ（時間）に応じて、そのOFDMシンボルに収まる範囲内で繰り返し注入することができる。
- [0299] 全注入方式において、14ビットの送信装置アドレスが採用される場合、その14ビットの送信装置アドレスを、第2段のレジスタ群222に初期値として設定して生成される送信識別情報は、 $2^{14}-1=16383$ ビット（周期）の系列である。
- [0300] OFDMシンボルのFFTサイズが、例えば、16kである場合、そのOFDMシンボルには、16383ビットの（送信識別情報を表す）送信識別信号が、1つ（16383ビットの送信識別情報の1つ分）だけ収まる。
- [0301] そのため、注入部203（図21）では、FFTサイズが16kである場合、16383ビットの送信識別信号が、各OFDMシンボルに、1つだけ注入される。
- [0302] OFDMシンボルのFFTサイズが、例えば、32kである場合、そのOFDMシンボルには、16383ビットの送信識別信号が、最大で、2つだけ収まる。
- [0303] そのため、注入部203では、FFTサイズが32kである場合、16383ビットの送信識別信号を、各OFDMシンボルに、2つだけ繰り返し並ぶ形で注入することができる。
- [0304] なお、高度化方式では、8kのFFTサイズの導入が予定されており、ISDB-TのMode3では、8kのFFTサイズが定義されている。FFTサイズが8kである場合、1つのOFDMシンボルに、16383ビットの送信識別信号は収まらない。
- [0305] 以上のように、1つのOFDMシンボルに送信識別信号が収まらない場合、注

入部 203 では、OFDMシンボル及び送信識別信号の長さに応じて、1つの送信識別信号が収まる数のOFDMシンボルの単位で、そのような数のOFDMシンボルに亘って、1つの送信識別信号を注入することができる。

[0306] 例えば、FFTサイズが8kである場合、注入部 203 では、2つのOFDMシンボルに亘って、16383ビットの送信識別信号を注入することを、2つのOFDMシンボル単位で繰り返すことができる。

[0307] 2つのOFDMシンボルに亘って、1つの送信識別信号を注入することを、2つのOFDMシンボル単位で繰り返す場合であっても、フレームを構成する全OFDMシンボルに、送信識別信号が注入されるということが出来る。

[0308] <OFDM復調部 31 の他の構成例>

[0309] 図 24 は、図 3 のOFDM復調部 31 の他の構成例を示すブロック図である。

[0310] すなわち、図 24 は、全注入方式を採用する受信装置 12 (図 2) のOFDM復調部 31 の構成例を示すブロック図である。

[0311] なお、図中、図 4 の場合と対応する部分については、同一の符号を付しており、以下では、その説明は、適宜省略する。

[0312] 図 24 において、OFDM復調部 31 は、チューナ 41 ないし等化部 46 を有する。さらに、図 31 において、OFDM復調部 31 は、伝送路特性推定部 301 及び取得部 302 を有する。

[0313] したがって、図 24 のOFDM復調部 31 は、チューナ 41 ないし等化部 46 を有する点で、図 4 の場合と共通する。但し、図 24 のOFDM復調部 31 は、伝送路特性推定部 301 及び取得部 302 が新たに設けられている点で、図 4 の場合と相違する。

[0314] 伝送路特性推定部 301 には、直交復調部 43 からOFDM時間領域信号が供給される。

[0315] ここで、図 24 において、チューナ 41 は、図 21 の送信装置 11 のように、全注入方式を採用する送信装置からのOFDM信号、すなわち、各OFDMシンボルに送信識別信号が注入されたOFDM信号を受信する。したがって、直交復調部 43 から伝送路特性推定部 301 に供給されるOFDM時間領域信号は、各0

FDMSシンボルに送信識別信号が注入されたOFDM信号である。

- [0316] 伝送路特性推定部301は、直交復調部43からのOFDM時間領域信号を用い、そのOFDM時間領域信号の各OFDMシンボルに注入されている送信識別信号に応じて、伝送路特性を推定し、取得部302に供給する。
- [0317] ここで、伝送路特性推定部301において、送信識別信号に応じて推定される伝送路特性を、識別伝送路特性ともいう。また、伝送路特性推定部45において、パイロットシンボルを用いて推定される伝送路特性を、パイロット伝送路特性ともいう。
- [0318] 取得部302には、伝送路特性推定部301から、識別伝送路特性が供給される他、伝送路特性推定部45からパイロット伝送路特性が供給される。
- [0319] 取得部302は、伝送路特性推定部301からの識別伝送路特性、及び、伝送路特性推定部45からのパイロット伝送路特性を用いて、等化部46での等化に用いる伝送路特性（以下、等化用伝送路特性ともいう）を取得し、等化部46に供給する。
- [0320] 例えば、取得部302は、伝送路特性推定部301からの識別伝送路特性、及び、伝送路特性推定部45からのパイロット伝送路特性のうち的一方を、等化用伝送路特性として選択することにより、等化用伝送路特性を取得することができる。
- [0321] 取得部302では、例えば、識別伝送路特性及びパイロット伝送路特性のうち、誤差の小さい方を、等化用伝送路特性として選択することができる。識別伝送路特性及びパイロット伝送路特性の誤差としては、例えば、識別伝送路特性及びパイロット伝送路特性を用いて等化を行った後のOFDM信号におけるパイロットシンボルと、そのパイロットシンボルとの真値との差等を採用することができる。
- [0322] また、取得部302では、例えば、受信装置12の移動状態に応じて、識別伝送路特性及びパイロット伝送路特性のうち的一方を、等化用伝送路特性として選択することができる。例えば、受信装置12が所定の速さ以上の速さで移動している場合には、識別伝送路特性を、等化用伝送路特性として選

択することができる。受信装置 1 2 が所定の速さ以上の速さで移動しておらず、（ほぼ）静止しているとみなすことができる場合には、パイロット伝送路特性を、等化用伝送路特性として選択することができる。

[0323] その他、取得部 3 0 2 は、例えば、パイロット伝送路特性を、識別伝送路特性に応じて加工することにより、加工後のパイロット伝送路特性を、等化用伝送路特性として取得することができる。

[0324] 例えば、取得部 3 0 2 では、識別伝送路特性及びパイロット伝送路特性を比較することで、パイロット伝送路特性に含まれる折り返しパスを検出することができる。そして、取得部 3 0 2 では、パイロット伝送路特性を、フィルタでフィルタリングすることにより、折り返しパスを除去する加工を行い、その加工後のパイロット伝送路特性を、等化用伝送路特性として取得することができる。

[0325] なお、等化部 4 6 では、常時、識別伝送路特性を、等化用伝送路特性として用いることができる。この場合、OFDM復調部 3 1 は、伝送路特性推定部 4 5 及び取得部 3 0 2 を設けずに構成することができる。

[0326] 図 2 5 は、図 2 4 の伝送路特性推定部 3 0 1 の構成例を示すブロック図である。

[0327] 伝送路特性推定部 3 0 1 は、送信識別信号生成部 3 1 1、相関演算部 3 1 2、推定部 3 1 3、及び、FFT部 3 1 4 を有する。

[0328] 送信識別信号生成部 3 1 1 は、図 2 2 の送信識別信号生成部 2 0 1 と同様に構成される。

[0329] 送信識別信号生成部 3 1 1 は、図 1 の伝送システムを構成する 1 以上の送信装置 1 1、例えば、図 1 の伝送システムを構成する送信装置 1 1 のすべて又は一部の送信装置アドレスそれぞれを第 2 段のレジスタ群 2 2 2 の初期値として設定し、1 以上の送信装置 1 1 それぞれを識別する送信識別信号を生成する。

[0330] 送信識別信号生成部 3 1 1 は、（1 以上の）送信装置 1 1 それぞれを識別する送信識別信号を、相関演算部 3 1 2 に供給する。

- [0331] 送信識別信号生成部 3 1 1 において送信識別信号の生成の対象とする送信装置 1 1（以下、対象送信装置 1 1ともいう）としては、図 1 の伝送システムを構成する送信装置 1 1 のすべてを設定することができる。また、対象送信装置 1 1 としては、受信装置 1 2 で受信することができる OFDM 信号を送信している送信装置 1 1、例えば、受信装置 1 2 から所定の距離の範囲内の送信装置 1 1 を設定することができる。
- [0332] 対象送信装置 1 1 は、適宜設定することができる。
- [0333] 対象送信装置 1 1 として、図 1 の伝送システムを構成する送信装置 1 1 の一部を採用する場合には、図 1 の伝送システムを構成する送信装置 1 1 のすべてを採用する場合に比較して、伝送路特性推定部 3 0 1 の負荷を軽減することができる。
- [0334] 相関演算部 3 1 2 には、送信識別信号生成部 3 1 1 から対象送信装置 1 1 の送信識別信号が供給される他、直交復調部 4 3 から OFDM 時間領域信号が供給される。
- [0335] 直交復調部 4 3 から相関演算部 3 1 2 に供給される OFDM 時間領域信号の各 OFDM シンボルには、対応する放送信号としての OFDM 信号を送信してきた送信装置 1 1 の送信識別信号が注入されている。
- [0336] 相関演算部 3 1 2 は、送信識別信号生成部 3 1 1 からの対象送信装置 1 1 の送信識別信号それぞれについて、その送信識別信号と、直交復調部 4 3 からの OFDM 時間領域信号との相関、例えば、SWC (sliding window correlation) を演算する。SWC は、窓（関数）をずらしながら演算される、その窓内の OFDM 時間領域信号と、対象送信装置 1 1 の送信識別信号との相関である。
- [0337] 相関演算部 3 1 2 は、送信識別信号生成部 3 1 1 からの対象送信装置 1 1 の送信識別信号それぞれについて演算された SWC を、推定部 3 1 3 に供給する。
- [0338] 推定部 3 1 3 は、相関演算部 3 1 2 からの対象送信装置 1 1 の送信識別信号それぞれについての SWC を用いて、（識別）伝送路特性を推定する。
- [0339] 例えば、推定部 3 1 3 は、個別の対象送信装置 1 1 の送信識別信号につい

てのSWCを用いて、その対象送信装置11と受信装置12との間の伝送路特性を推定する。したがって、推定部313では、対象送信装置11ごとに、受信装置12との間の伝送路特性を推定することができる。

[0340] 推定部313は、対象送信装置11ごとの（受信装置12との間の）伝送路特性に基づいて、最終的な伝送路特性を推定する。

[0341] 例えば、推定部313は、対象送信装置11ごとの伝送路特性のすべて、又は、一部を合成することで、最終的な伝送路特性を推定する。

[0342] 最終的な伝送路特性の推定において、合成の対象とする伝送路特性としては、例えば、パスのレベル（電力）が閾値以上の伝送路特性や、受信装置12の移動に伴って、パスのレベルが閾値以上に変化すると予測される伝送路特性等を採用することができる。

[0343] OFDM時間領域信号において、送信識別信号は、各OFDMシンボルに注入されているので、推定部313では、OFDMシンボルの頻度で、伝送路特性を推定し得る。したがって、受信装置12が移動していても、伝送路特性を高精度に推定することができる。

[0344] また、推定部313では、SWCを用いて、伝送路特性が推定されるので、折り返しパスの影響がない高精度の伝送路特性を推定することができる。

[0345] 推定部313は、最終的な伝送路特性を、識別伝送路特性として、FFT部314に供給する。

[0346] FFT部314は、推定部313からの識別伝送路特性を、FFTによって、時間領域の情報から周波数領域の情報に変換し、取得部302に供給する。

[0347] <本技術を適用したコンピュータの説明>

[0348] 次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

[0349] 図26は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

- [0350] プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク905やROM903に予め記録しておくことができる。
- [0351] あるいはまた、プログラムは、ドライブ909によって駆動されるリムーバブル記録媒体911に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体911は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。ここで、リムーバブル記録媒体911としては、例えば、フレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、MO(Magneto Optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリ等がある。
- [0352] なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体911からコンピュータにインストールする他、通信網や放送網を介して、コンピュータにダウンロードし、内蔵するハードディスク905にインストールすることができる。すなわち、プログラムは、例えば、ダウンロードサイトから、デジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送することができる。
- [0353] コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)902を内蔵しており、CPU902には、バス901を介して、入出力インタフェース910が接続されている。
- [0354] CPU902は、入出力インタフェース910を介して、ユーザによって、入力部907が操作等されることにより指令が入力されると、それに従って、ROM(Read Only Memory)903に格納されているプログラムを実行する。あるいは、CPU902は、ハードディスク905に格納されたプログラムを、RAM(Random Access Memory)904にロードして実行する。
- [0355] これにより、CPU902は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU902は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース910を介して、出力部906から出力、あるいは、通信部908から送信、

さらには、ハードディスク905に記録等させる。

- [0356] なお、入力部907は、キーボードや、マウス、マイク等で構成される。また、出力部906は、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される。
- [0357] ここで、本明細書において、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に行われる必要はない。すなわち、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含む。
- [0358] また、プログラムは、1のコンピュータ（プロセッサ）により処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。
- [0359] さらに、本明細書において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。
- [0360] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。
- [0361] 例えば、本技術は、1つの機能をネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。
- [0362] また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。
- [0363] さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのステップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0364] また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0365] なお、本技術は、以下の構成をとることができる。

[0366] < 1 >

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成する送信識別信号生成部と、

送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入する注入部と

を備える送信装置。

< 2 >

伝送帯域を周波数方向に階層分けした階層伝送を行う

< 1 >に記載の送信装置。

< 3 >

前記送信識別情報は、送信装置ごとに固有の値の送信装置アドレスを用いて生成されるゴールド系列であり、

前記送信装置アドレスのビット数は、前記OFDM信号を送信する送信装置の総数に応じて設定される

< 1 >又は< 2 >に記載の送信装置。

< 4 >

前記送信装置アドレスのビット数は、前記送信装置の総数 NT_x に応じて、 $\log_2 NT_x$ 以上の最小の整数値に設定される

< 3 >に記載の送信装置。

< 5 >

前記送信識別情報は、送信装置ごとに固有の値の送信装置アドレスを用いて生成されるゴールド系列であり、

前記送信装置アドレスのビット数は、14ビット以上である

< 1 >又は< 2 >に記載の送信装置。

< 6 >

前記注入部は、前記OFDM信号を受信する受信装置において前記OFDM信号の復調に必要な所要CNR(carrier-to-noise ratio)の、前記送信識別信号を注入しない場合に対する、前記送信識別信号を注入した場合の劣化量が閾値以下となるレベルの前記送信識別信号を注入する

< 1 >ないし< 5 >のいずれかに記載の送信装置。

< 7 >

前記注入部は、前記送信識別信号を、前記OFDMシンボル及び前記送信識別信号の長さに応じて、前記OFDMシンボルに収まる範囲内で繰り返し注入する

< 1 >ないし< 6 >のいずれかに記載の送信装置。

< 8 >

前記注入部は、前記OFDMシンボル及び前記送信識別信号の長さに応じて、1つの前記送信識別信号が収まる数のOFDMシンボルに亘って、前記送信識別信号を注入する

< 1 >ないし< 6 >のいずれかに記載の送信装置。

< 9 >

前記OFDM信号は、プリアンプルの伝送シンボルで構成されるOFDMシンボルであるプリアンプルシンボルが存在しないOFDM信号である

< 1 >ないし< 8 >のいずれかに記載の送信装置。

< 10 >

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、

送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することと

を含む送信方法。

< 11 >

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、

送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することと

により得られた、前記送信識別信号の注入後の前記OFDM信号を復調する復調部を備える

受信装置。

< 1 2 >

前記復調部は、前記OFDM信号を用い、前記OFDM信号の前記OFDMシンボルに注入されている前記送信識別信号に応じて、伝送路特性を推定する

< 1 1 >に記載の受信装置。

< 1 3 >

前記OFDM信号は、パイロット信号の伝送シンボルであるパイロットシンボルを含み、

前記復調部は、

前記パイロットシンボルを用いて、伝送路特性を推定し、

前記送信識別信号に応じて推定された伝送路特性である識別伝送路特性と、前記パイロットシンボルを用いて推定された伝送路特性であるパイロット伝送路特性とを用いて、前記OFDM信号の等化に用いる伝送路特性である等化用伝送路特性を取得する

< 1 2 >に記載の受信装置。

< 1 4 >

前記復調部は、前記識別伝送路特性、及び、前記パイロット伝送路特性のうち的一方を、前記等化用伝送路特性として選択することにより、前記等化用伝送路特性を取得する

< 1 3 >に記載の受信装置。

< 1 5 >

前記復調部は、前記識別伝送路特性、及び、前記パイロット伝送路特性のうち、誤差が小さい方を、前記等化用伝送路特性として選択する

< 1 4 >に記載の受信装置。

< 1 6 >

前記復調部は、前記受信装置の移動状態に応じて、前記識別伝送路特性及び前記パイロット伝送路特性のうち的一方を、前記等化用伝送路特性として選択する

< 1 4 >に記載の受信装置。

< 1 7 >

前記復調部は、前記パイロット伝送路特性を、前記識別伝送路特性に応じて加工することにより、加工後のパイロット伝送路特性を、前記等化用伝送路特性として取得する

< 1 3 >に記載の受信装置。

< 1 8 >

前記復調部は、

前記送信識別信号の生成の対象とする 1 以上の送信装置である対象送信装置それぞれの前記送信識別信号を生成し、

前記対象送信装置それぞれについて、前記送信識別信号と前記OFDM信号との相関を演算し、

前記相関を用いて、前記対象送信装置ごとの前記伝送路特性を推定する

< 1 2 >ないし< 1 7 >のいずれかに記載の受信装置。

< 1 9 >

前記OFDM信号は、プリアンプルの伝送シンボルで構成されるOFDMシンボルであるプリアンプルシンボルが存在しないOFDM信号である

< 1 1 >に記載の受信装置。

< 2 0 >

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、

送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することと

により得られた、前記送信識別信号の注入後の前記OFDM信号を復調するこ

とを含む

受信方法。

符号の説明

[0367] 1 1 送信装置, 1 2 受信装置, 1 3 出力装置, 2 1 BICM部, 2 2 時間IL部, 2 3 階層合成部, 2 4 周波数IL部, 2 5 付加情報生成部, 2 6 OFDMフレーム構成部, 2 7 IFFT部, 2 8 GI付加部, 2 9 送信部, 3 1 OFDM復調部, 3 2 周波数DIL部, 3 3 階層分割部, 3 4 時間DIL部, 3 5 BICM部, 3 6 付加情報復号部, 4 1 チューナ, 4 2 AD変換部, 4 3 直交復調部, 4 4 FFT部, 4 5 伝送路特性推定部, 4 6 等化部, 5 1 パイロット抽出部, 5 2 時間補間部, 5 3, 5 6 周波数補間部, 5 7 選択部, 6 1 0補間部, 6 2 IFFT部, 6 3 フィルタ, 6 4 FFT部, 1 1 1 入力フォーマット部, 1 1 2 BICM部, 1 1 3 フレーム構成/インターリーブ部, 1 1 4 波形生成部, 1 1 5 TxID信号生成部, 1 1 6 注入部, 1 1 7 無線インターフェース, 1 2 1 第1段のレジスタ群, 1 2 2 第2段のレジスタ群, 1 2 3 合成部, 1 2 4 BPSK変調部, 1 2 5 レベル調整部, 2 0 1 送信識別信号生成部, 2 0 2 レベル調整部, 2 0 3 注入部, 2 2 1 第1段のレジスタ群, 2 2 2 第2段のレジスタ群, 2 2 3 合成部, 2 2 4 BPSK変調部, 3 0 1 伝送路特性推定部, 3 0 2 取得部, 3 1 1 送信識別信号生成部, 3 1 2 相関演算部, 3 1 3 推定部, 3 1 4 FFT部, 9 0 1 バス, 9 0 2 CPU, 9 0 3 ROM, 9 0 4 RAM, 9 0 5 ハードディスク, 9 0 6 出力部, 9 0 7 入力部, 9 0 8 通信部, 9 0 9 ドライブ, 9 1 0 入出力インタフェース, 9 1 1 リムーバブル記録媒体

請求の範囲

- [請求項1] OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成する送信識別信号生成部と、
- 送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入する注入部と
- を備える送信装置。
- [請求項2] 伝送帯域を周波数方向に階層分けした階層伝送を行う
- 請求項1に記載の送信装置。
- [請求項3] 前記送信識別情報は、送信装置ごとに固有の値の送信装置アドレスを用いて生成されるゴールド系列であり、
- 前記送信装置アドレスのビット数は、前記OFDM信号を送信する送信装置の総数に応じて設定される
- 請求項1に記載の送信装置。
- [請求項4] 前記送信装置アドレスのビット数は、前記送信装置の総数 NT_x に応じて、 $\log_2 NT_x$ 以上の最小の整数値に設定される
- 請求項3に記載の送信装置。
- [請求項5] 前記送信識別情報は、送信装置ごとに固有の値の送信装置アドレスを用いて生成されるゴールド系列であり、
- 前記送信装置アドレスのビット数は、14ビット以上である
- 請求項1に記載の送信装置。
- [請求項6] 前記注入部は、前記OFDM信号を受信する受信装置において前記OFDM信号の復調に必要な所要CNR(carrier-to-noise ratio)の、前記送信識別信号を注入しない場合に対する、前記送信識別信号を注入した場合の劣化量が閾値以下となるレベルの前記送信識別信号を注入する
- 請求項1に記載の送信装置。
- [請求項7] 前記注入部は、前記送信識別信号を、前記OFDMシンボル及び前記送

信識別信号の長さに応じて、前記OFDMシンボルに収まる範囲内で繰り返し注入する

請求項1に記載の送信装置。

[請求項8] 前記注入部は、前記OFDMシンボル及び前記送信識別信号の長さに応じて、1つの前記送信識別信号が収まる数のOFDMシンボルに亘って、前記送信識別信号を注入する

請求項1に記載の送信装置。

[請求項9] 前記OFDM信号は、プリアンブルの伝送シンボルで構成されるOFDMシンボルであるプリアンブルシンボルが存在しないOFDM信号である

請求項1に記載の送信装置。

[請求項10] OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、

送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することとを含む送信方法。

[請求項11] OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、

送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することと

により得られた、前記送信識別信号の注入後の前記OFDM信号を復調する復調部を備える

受信装置。

[請求項12] 前記復調部は、前記OFDM信号を用い、前記OFDM信号の前記OFDMシンボルに注入されている前記送信識別信号に応じて、伝送路特性を推定する

請求項 1 1 に記載の受信装置。

[請求項13] 前記OFDM信号は、パイロット信号の伝送シンボルであるパイロットシンボルを含み、

前記復調部は、

前記パイロットシンボルを用いて、伝送路特性を推定し、

前記送信識別信号に応じて推定された伝送路特性である識別伝送路特性と、前記パイロットシンボルを用いて推定された伝送路特性であるパイロット伝送路特性とを用いて、前記OFDM信号の等化に用いる伝送路特性である等化用伝送路特性を取得する

請求項 1 2 に記載の受信装置。

[請求項14] 前記復調部は、前記識別伝送路特性、及び、前記パイロット伝送路特性のうち的一方を、前記等化用伝送路特性として選択することにより、前記等化用伝送路特性を取得する

請求項 1 3 に記載の受信装置。

[請求項15] 前記復調部は、前記識別伝送路特性、及び、前記パイロット伝送路特性のうちの、誤差が小さい方を、前記等化用伝送路特性として選択する

請求項 1 4 に記載の受信装置。

[請求項16] 前記復調部は、前記受信装置の移動状態に応じて、前記識別伝送路特性及び前記パイロット伝送路特性のうち的一方を、前記等化用伝送路特性として選択する

請求項 1 4 に記載の受信装置。

[請求項17] 前記復調部は、前記パイロット伝送路特性を、前記識別伝送路特性に応じて加工することにより、加工後のパイロット伝送路特性を、前記等化用伝送路特性として取得する

請求項 1 3 に記載の受信装置。

[請求項18] 前記復調部は、

前記送信識別信号の生成の対象とする 1 以上の送信装置である対

象送信装置それぞれの前記送信識別信号を生成し、

前記対象送信装置それぞれについて、前記送信識別信号と前記OFDM信号との相関を演算し、

前記相関を用いて、前記対象送信装置ごとの前記伝送路特性を推定する

請求項 1 2 に記載の受信装置。

[請求項19]

前記OFDM信号は、プリアンブルの伝送シンボルで構成されるOFDMシンボルであるプリアンブルシンボルが存在しないOFDM信号である

請求項 1 1 に記載の受信装置。

[請求項20]

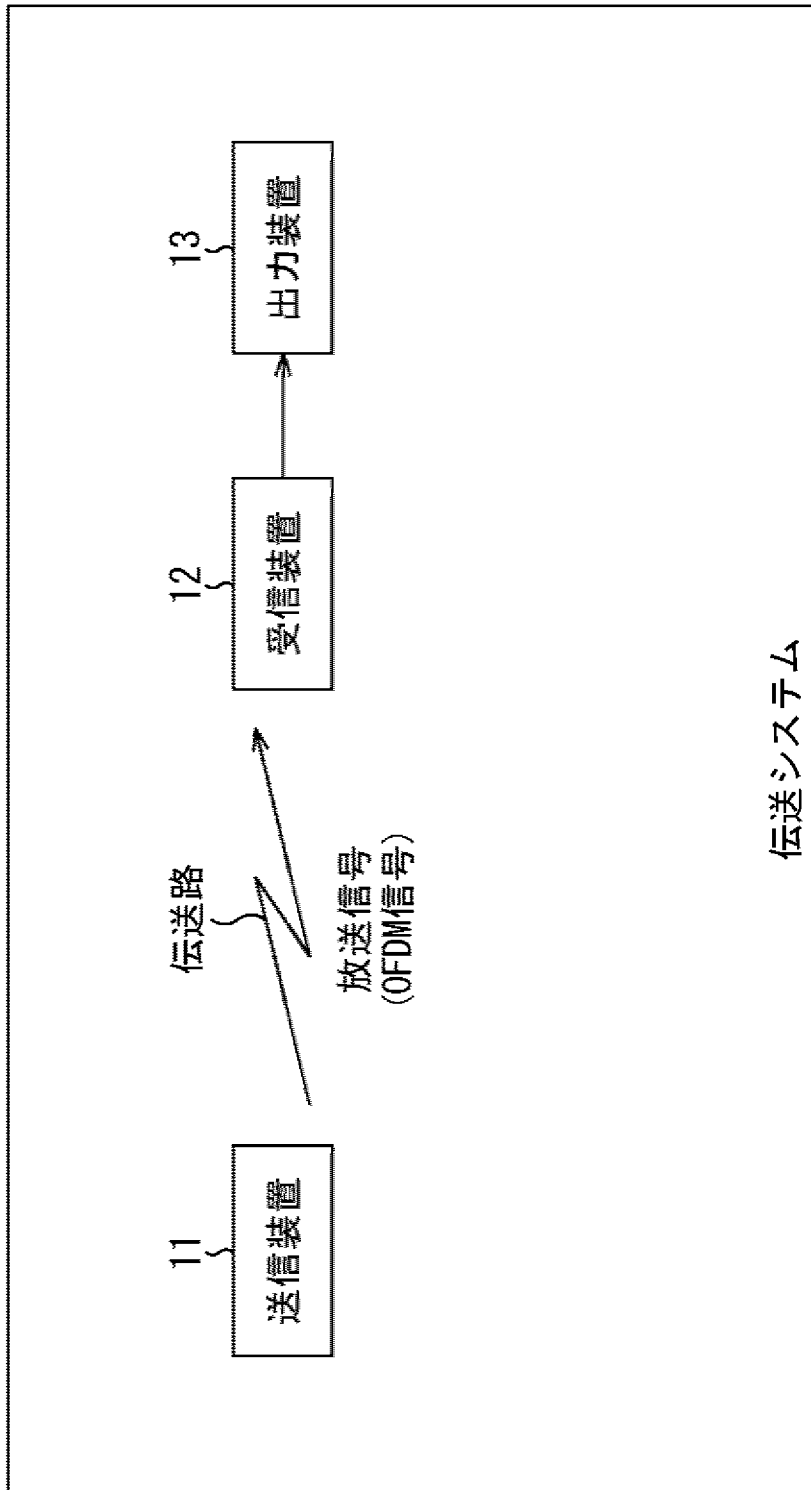
OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を送信する送信装置を識別する送信識別情報を表す送信識別信号を生成することと、

送信対象のデータに対応する前記OFDM信号より低レベルの前記送信識別信号を、前記OFDM信号のOFDMシンボルのすべてに注入することと

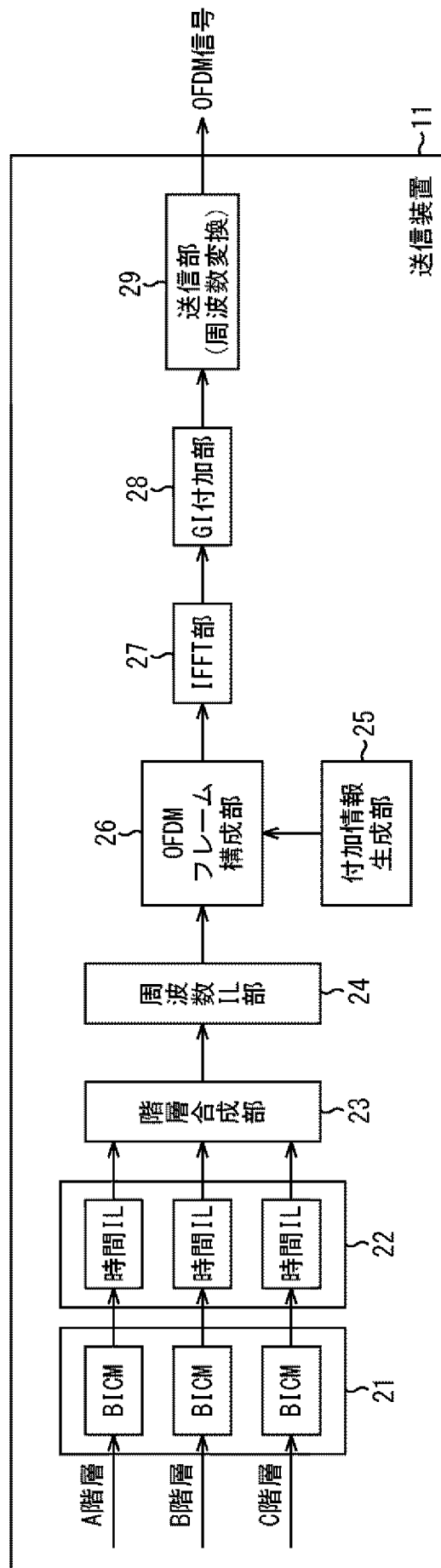
により得られた、前記送信識別信号の注入後の前記OFDM信号を復調することを含む

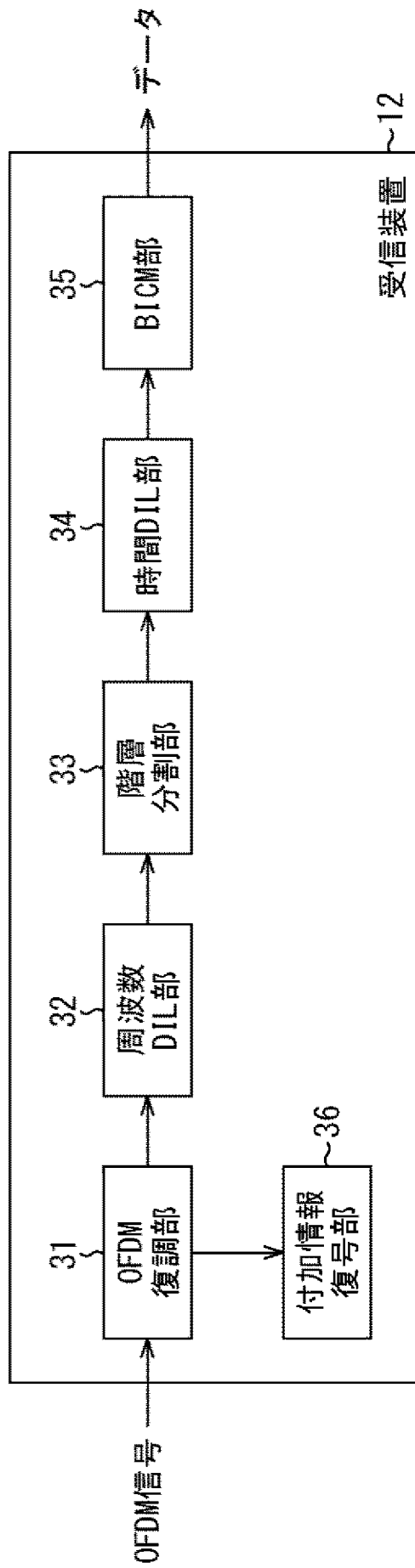
受信方法。

[図1]
FIG. 1

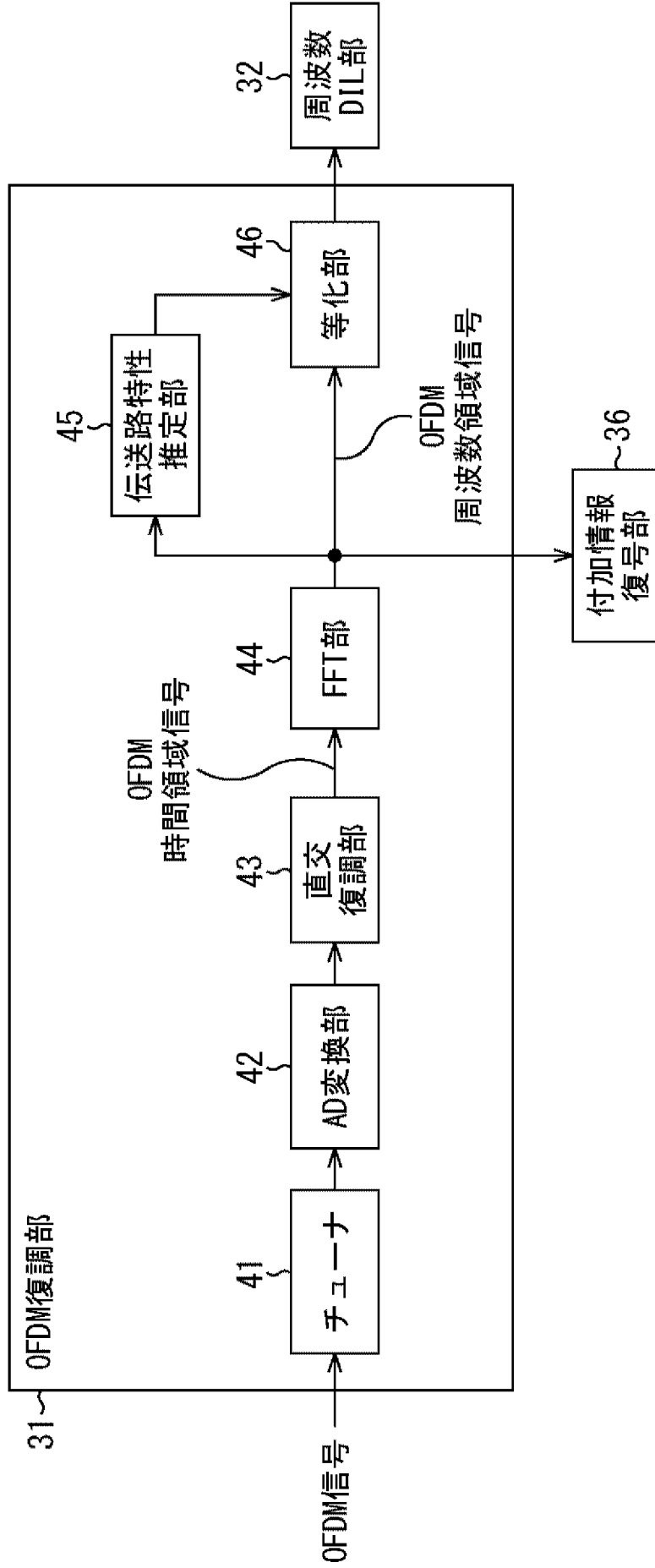


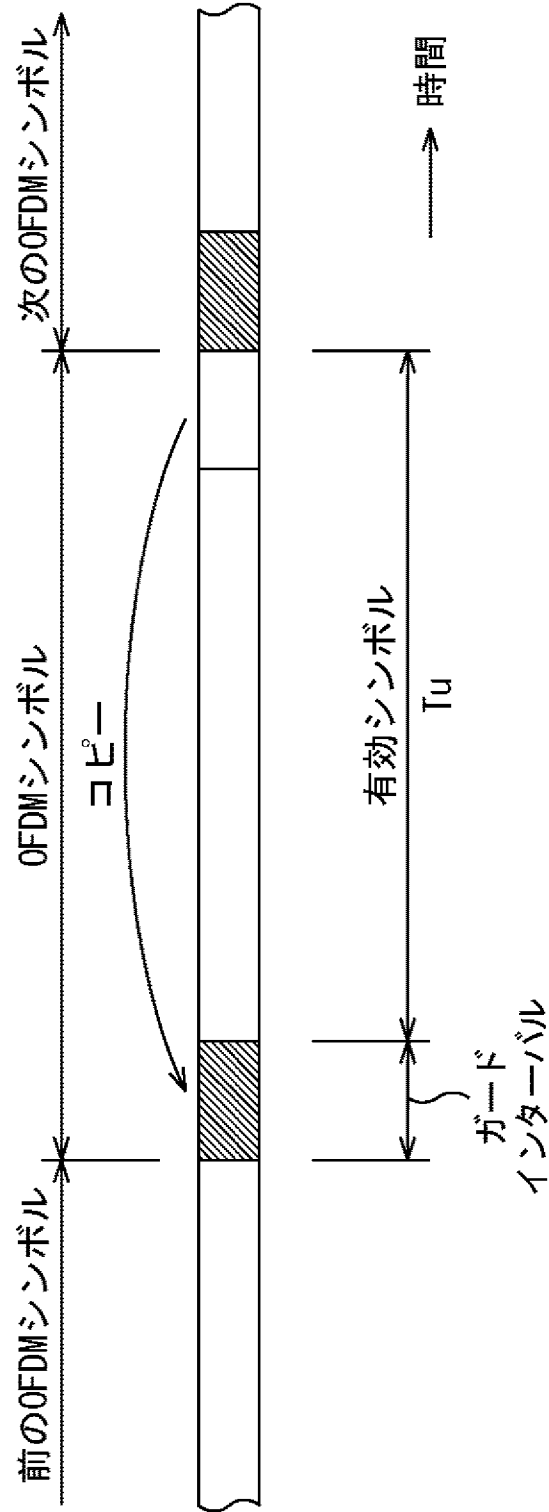
[図2]
FIG. 2

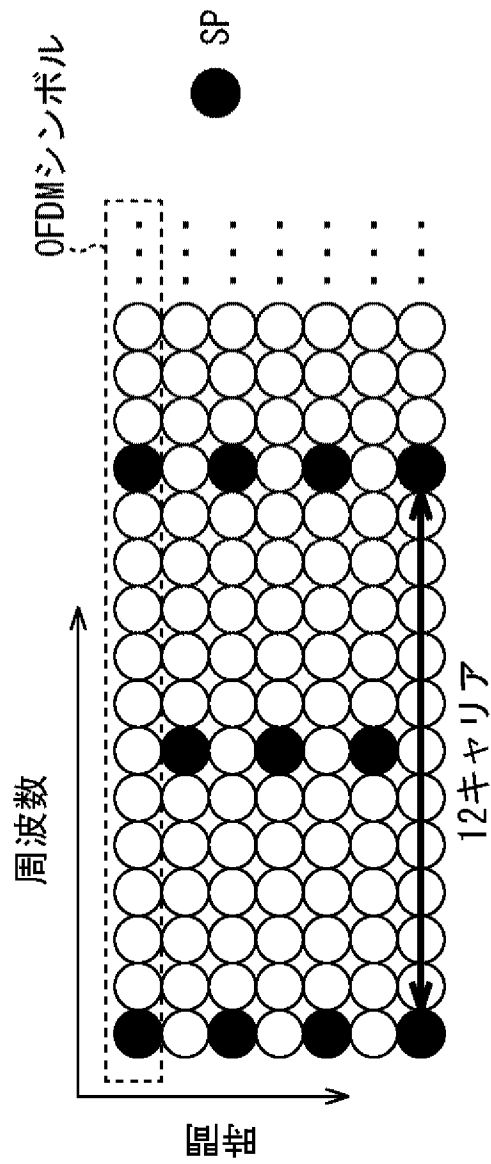


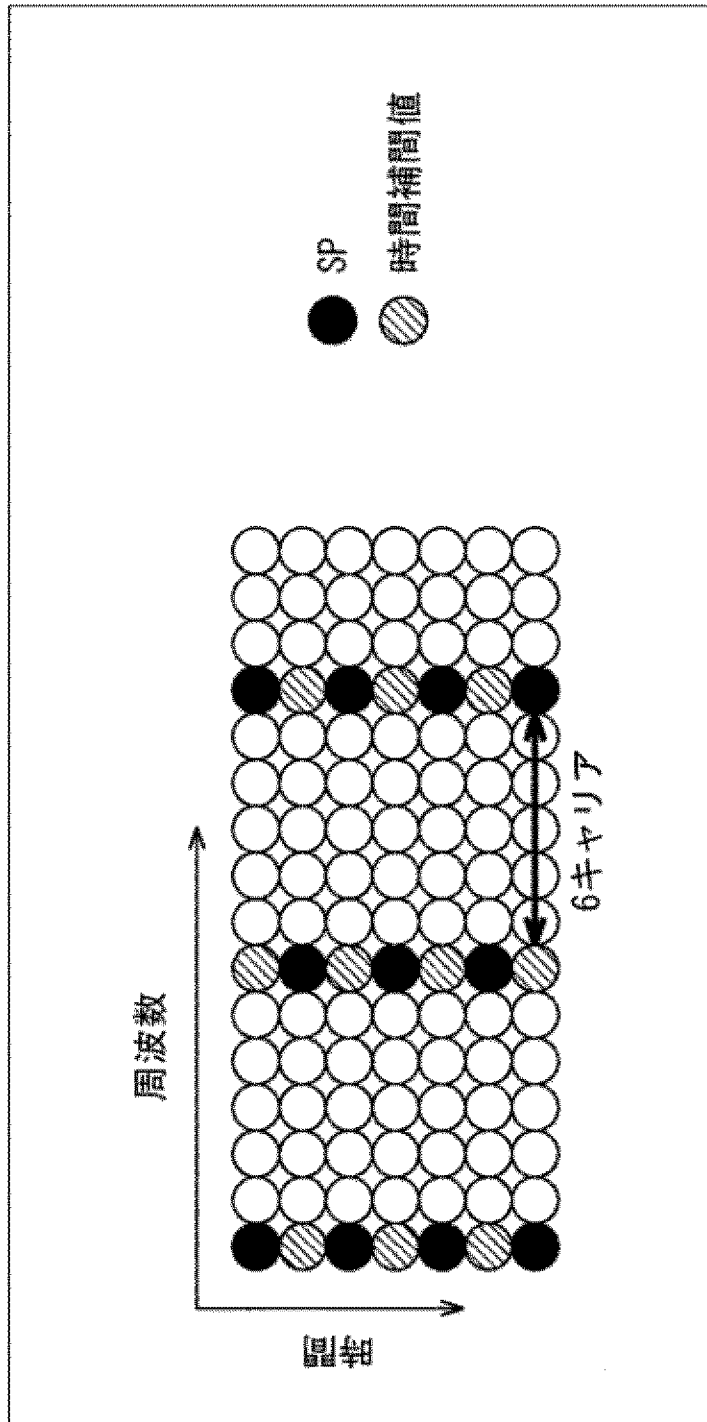
[図3]
FIG. 3

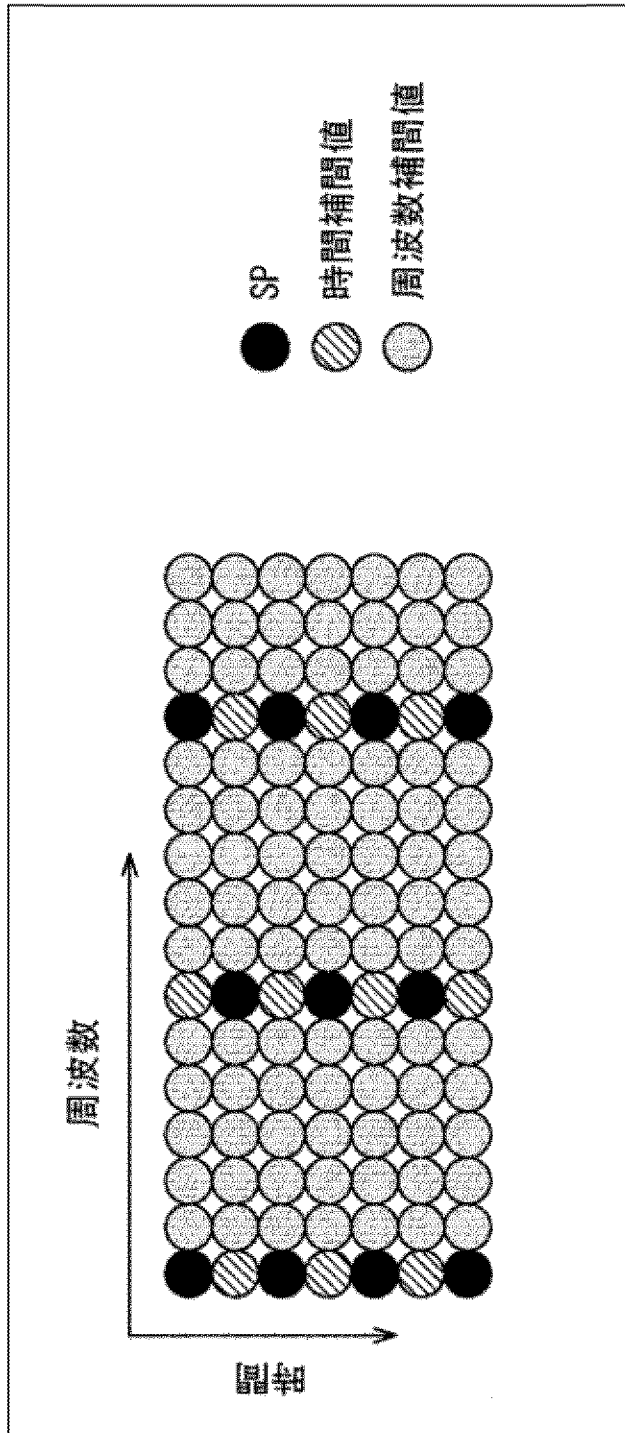
[図4]
FIG. 4



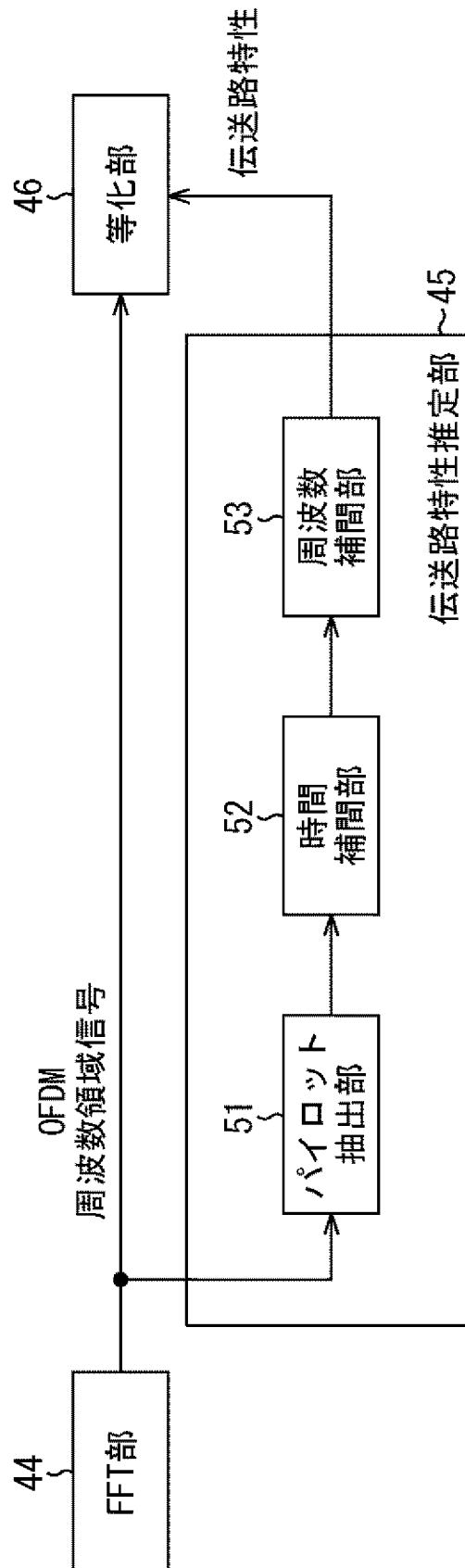
[図5]
FIG. 5

[図6]
FIG. 6

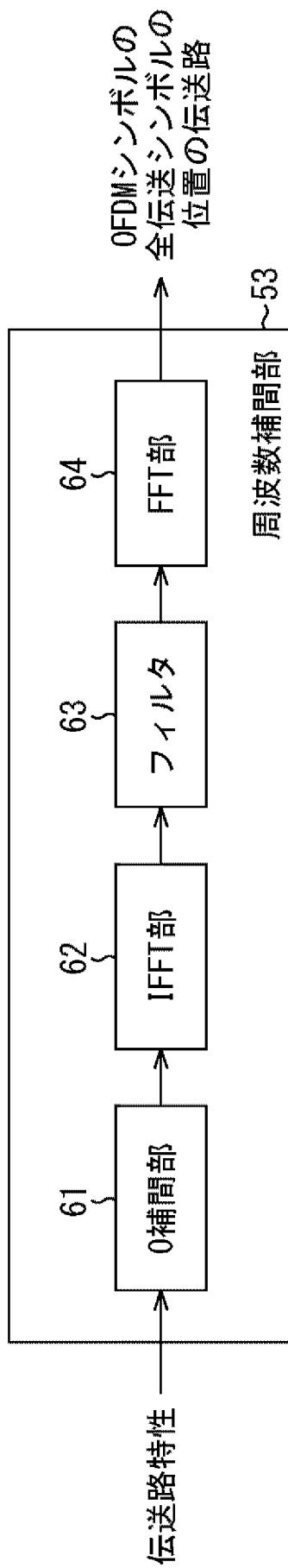
[図7]
FIG. 7

[図8]
FIG. 8

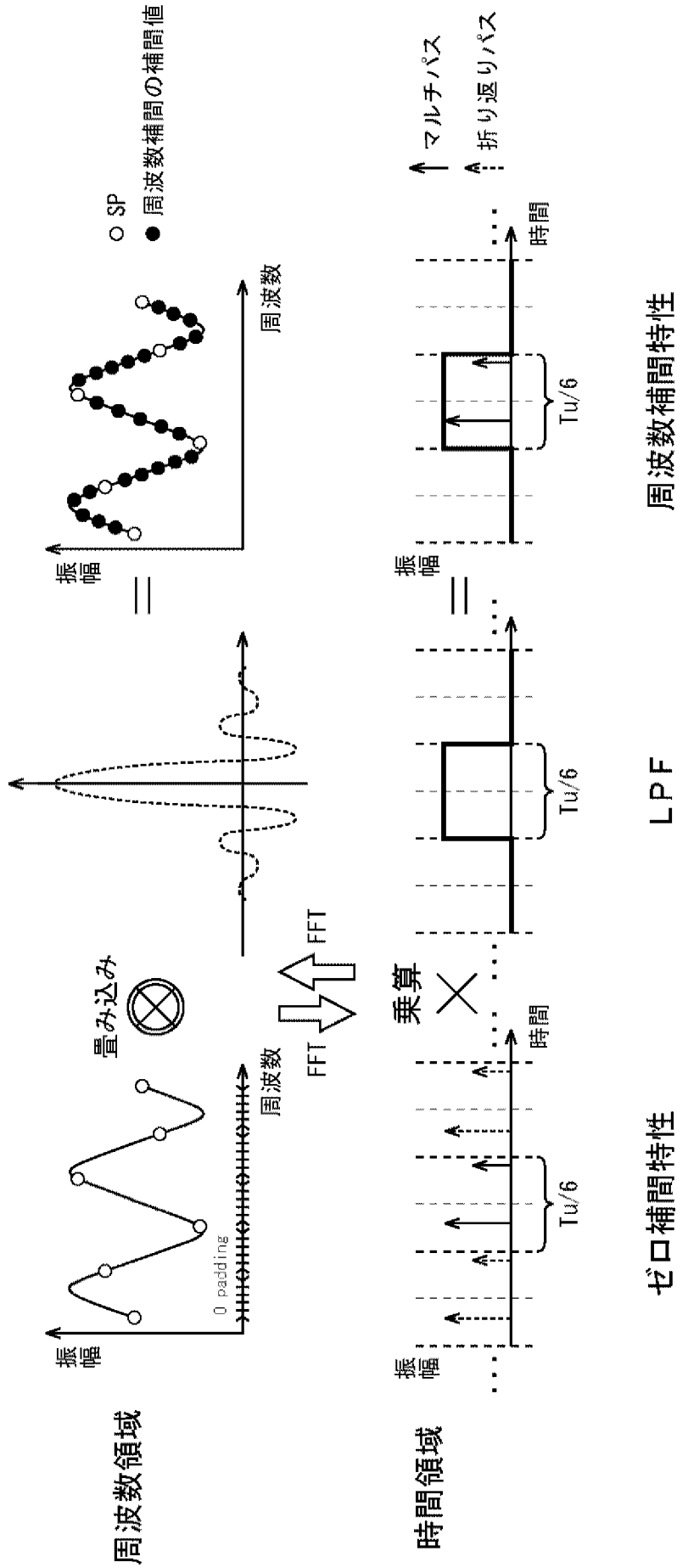
[図9]
FIG. 9



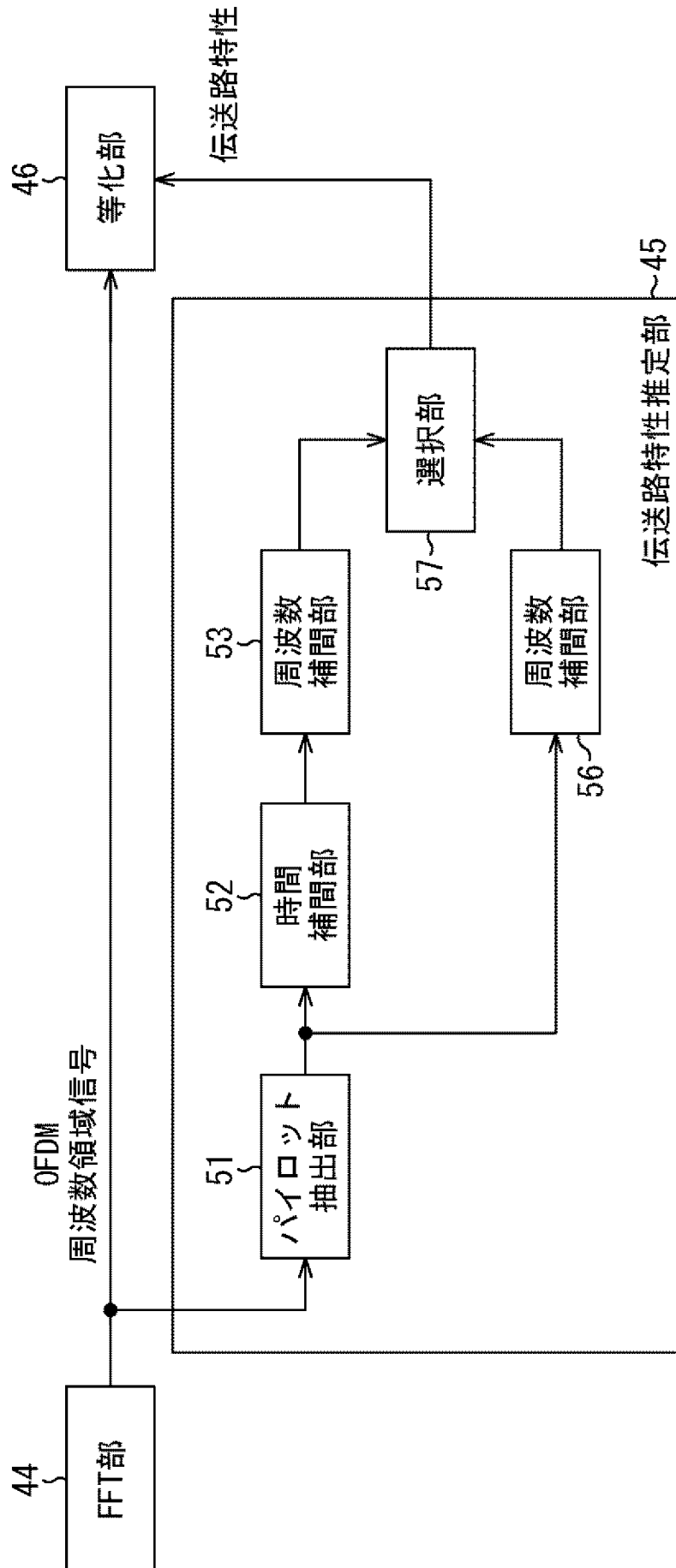
[図10]
FIG. 10



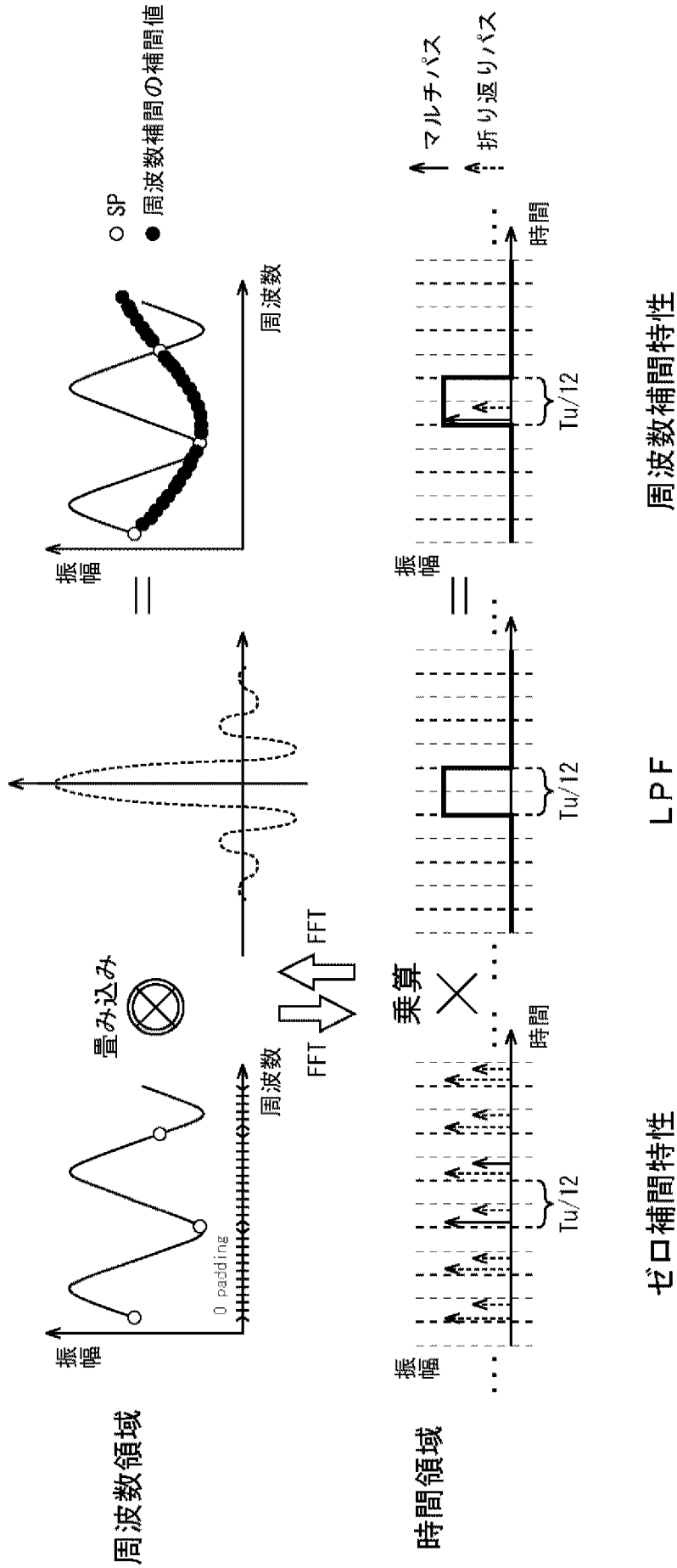
[図11]
FIG. 11



[図12]
FIG. 12



[図13]
FIG. 13

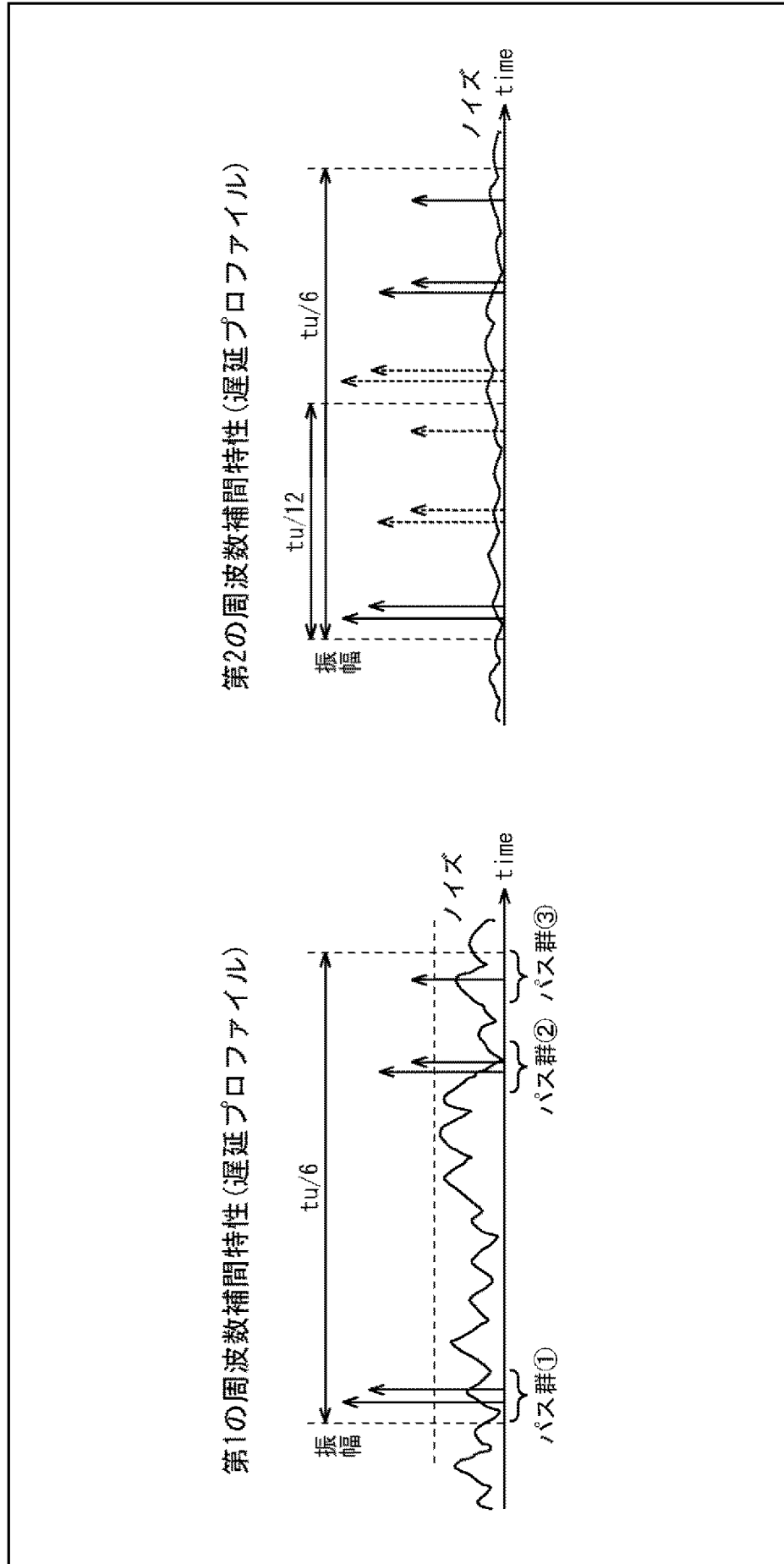


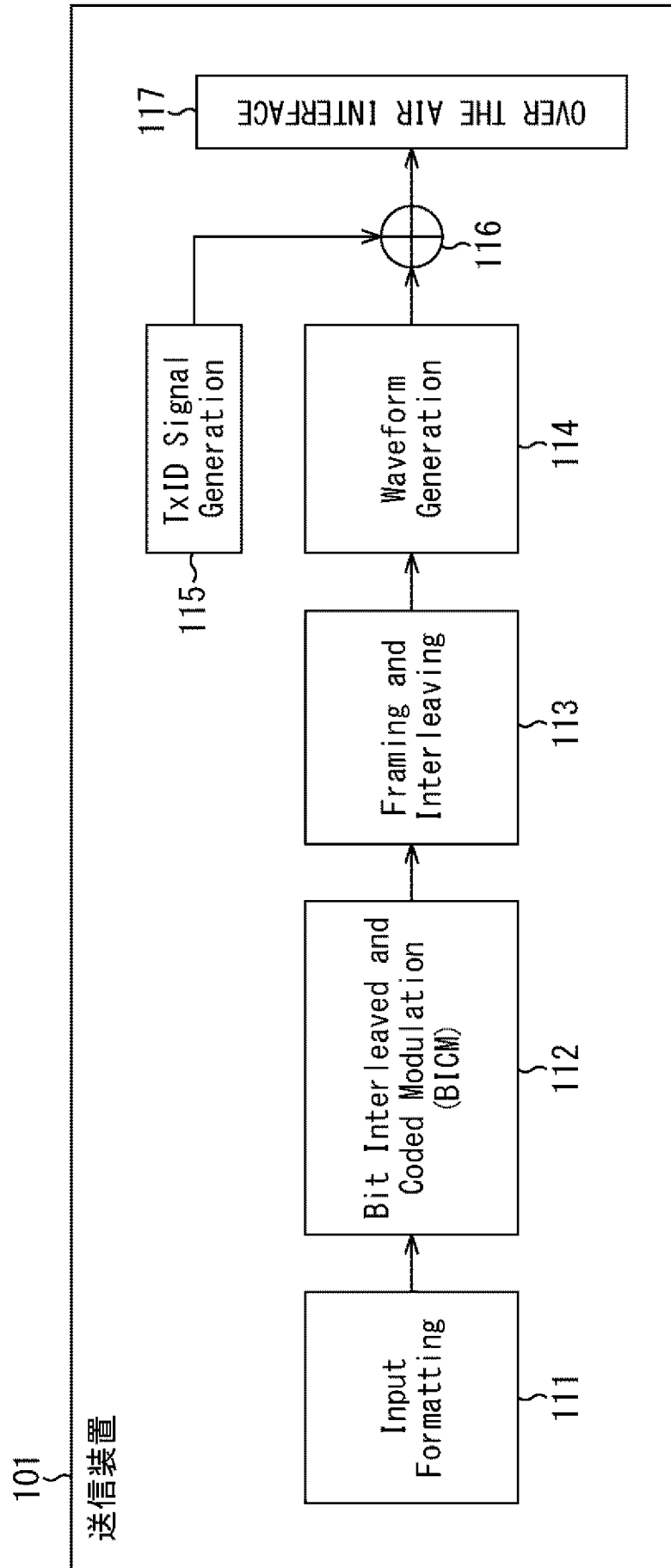
ゼロ補間特性

LPF

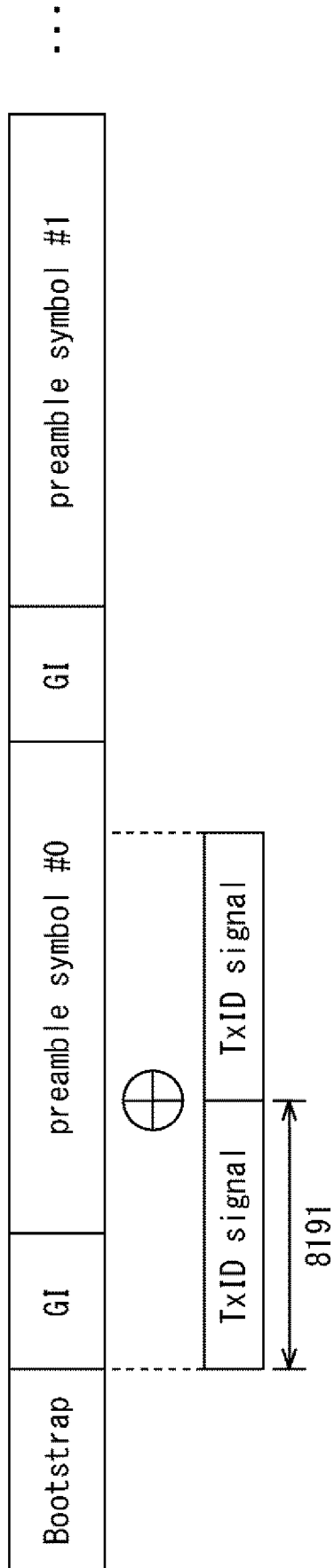
周波数補間特性

[図14]
FIG. 14

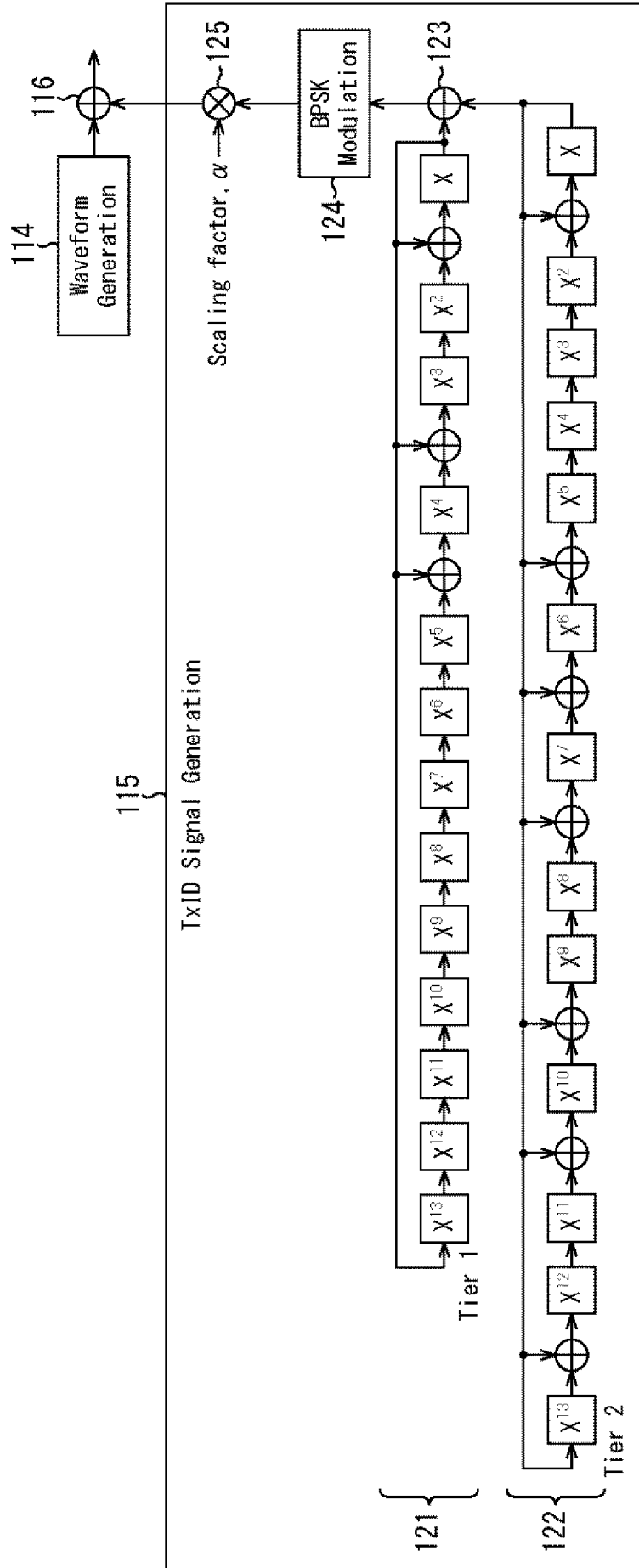


[図15]
FIG. 15

[図16]
FIG. 16



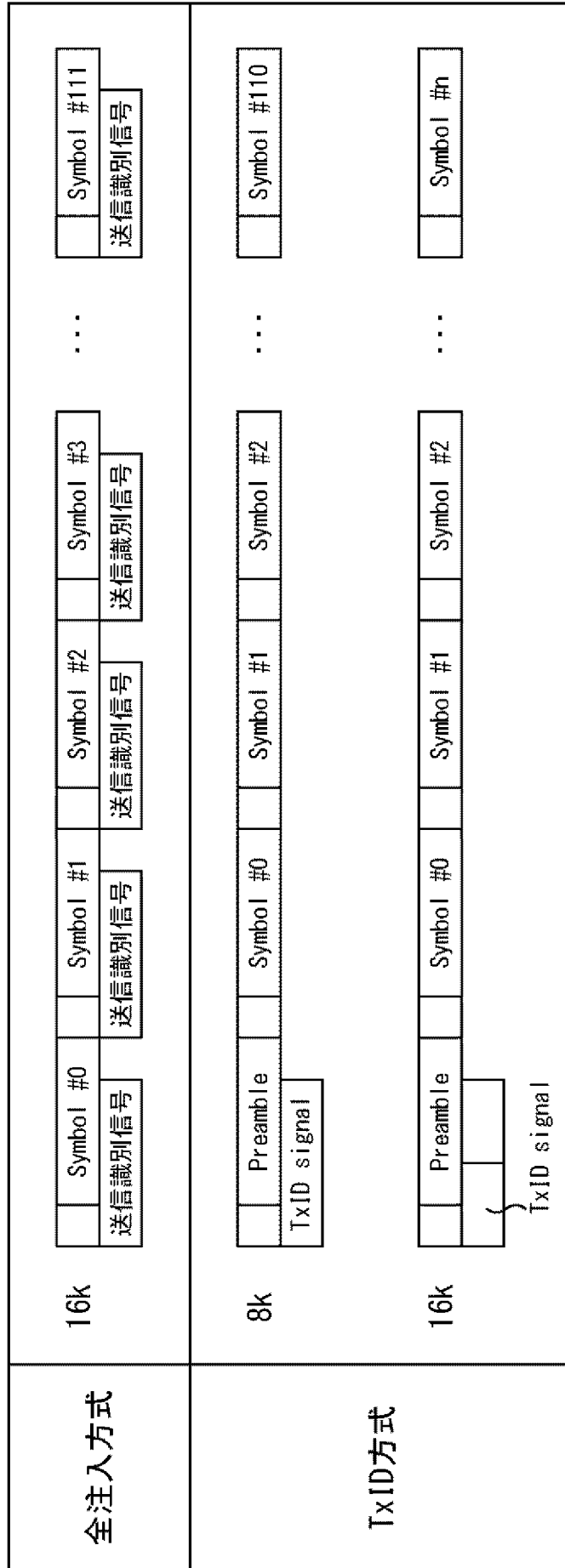
[FIG. 17]
FIG. 17



[図18]
FIG. 18

	Tier 1	Tier 2
x^{13}	0	t_{12}
x^{12}	0	t_{11}
x^{11}	0	t_{10}
x^{10}	0	t_9
x^9	0	t_8
x^8	0	t_7
x^7	0	t_6
x^6	0	t_5
x^5	0	t_4
x^4	0	t_3
x^3	0	t_2
x^2	0	t_1
x	1	t_0

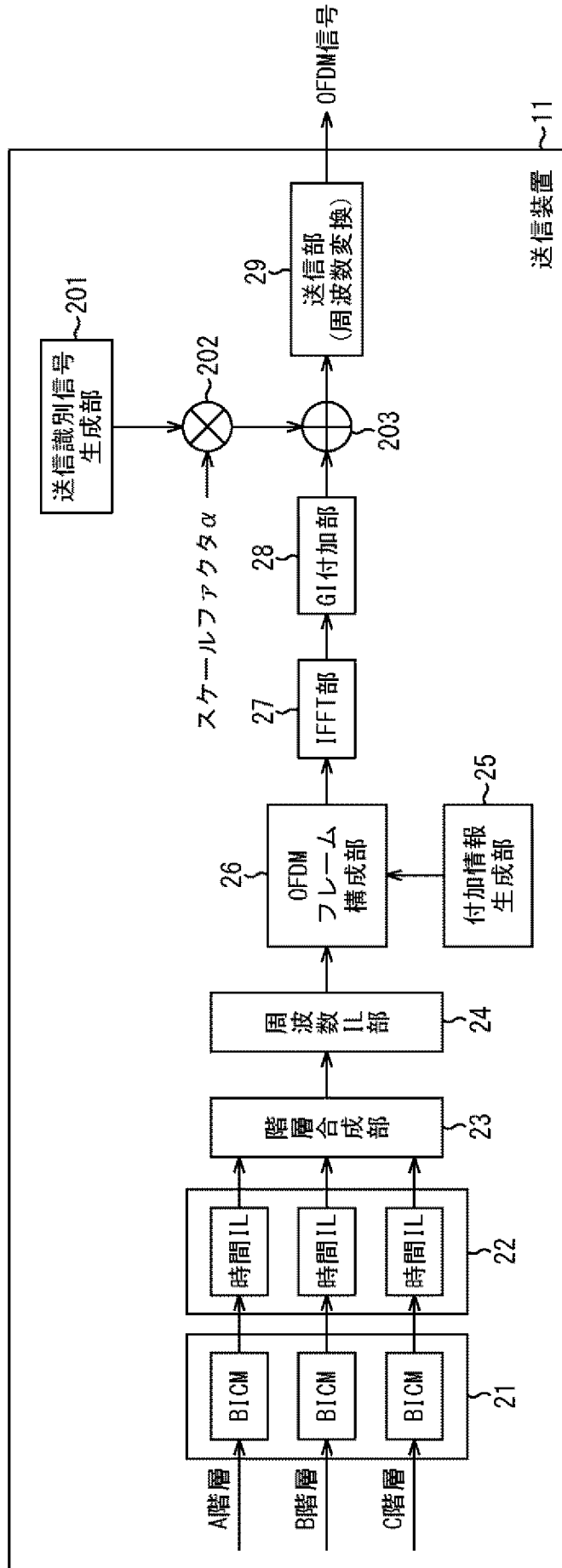
[図19]
FIG. 19



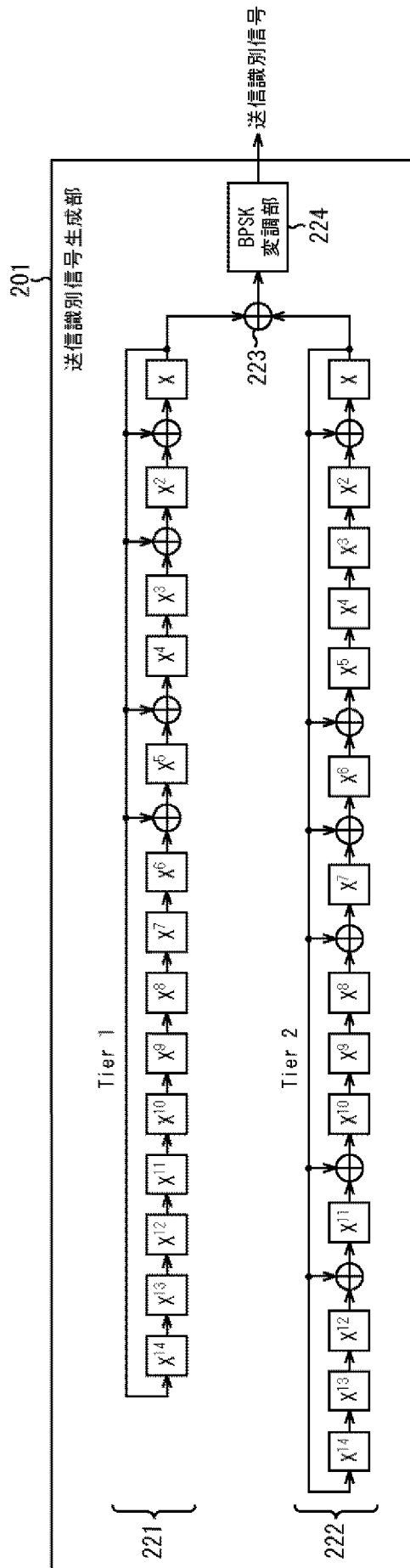
[図20]
FIG. 20

Injection Level	所要CNR[dB]						
	5	10	15	20	25	30	35
-45	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.14	0.46
-44	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.18	0.58
-43	0.00	0.00	0.01	0.02	0.07	0.22	0.75
-42	0.00	0.00	0.01	0.03	0.09	0.28	0.97
-41	0.00	0.00	0.01	0.03	0.11	0.36	1.26
-40	0.00	0.00	0.01	0.04	0.14	0.46	1.65
-39	0.00	0.01	0.02	0.06	0.18	0.58	2.20
-38	0.00	0.01	0.02	0.07	0.22	0.75	3.02
-37	0.00	0.01	0.03	0.09	0.28	0.97	4.33
-36	0.00	0.01	0.03	0.11	0.36	1.26	6.87
-35	0.00	0.01	0.04	0.14	0.46	1.65	
-34	0.01	0.02	0.06	0.18	0.58	2.20	
-33	0.01	0.02	0.07	0.22	0.75	3.02	
-32	0.01	0.03	0.09	0.28	0.97	4.33	
-31	0.01	0.03	0.11	0.36	1.26	6.87	
-30	0.01	0.04	0.14	0.46	1.65		
-29	0.02	0.06	0.18	0.58	2.20		
-28	0.02	0.07	0.22	0.75	3.02		
-27	0.03	0.09	0.28	0.97	4.33		
-26	0.03	0.11	0.36	1.26	6.87		
-25	0.04	0.14	0.46	1.65			
-24	0.06	0.18	0.58	2.20			
-23	0.07	0.22	0.75	3.02			
-22	0.09	0.28	0.97	4.33			
-21	0.11	0.36	1.26	6.87			
-20	0.14	0.46	1.65				
-19	0.18	0.58	2.20				
-18	0.22	0.75	3.02				
-17	0.28	0.97	4.33				
-16	0.36	1.26	6.87				
-15	0.46	1.65					
-14	0.58	2.20					
-13	0.75	3.02					
-12	0.97	4.33					
-11	1.26	6.87					

[図21]
FIG. 21



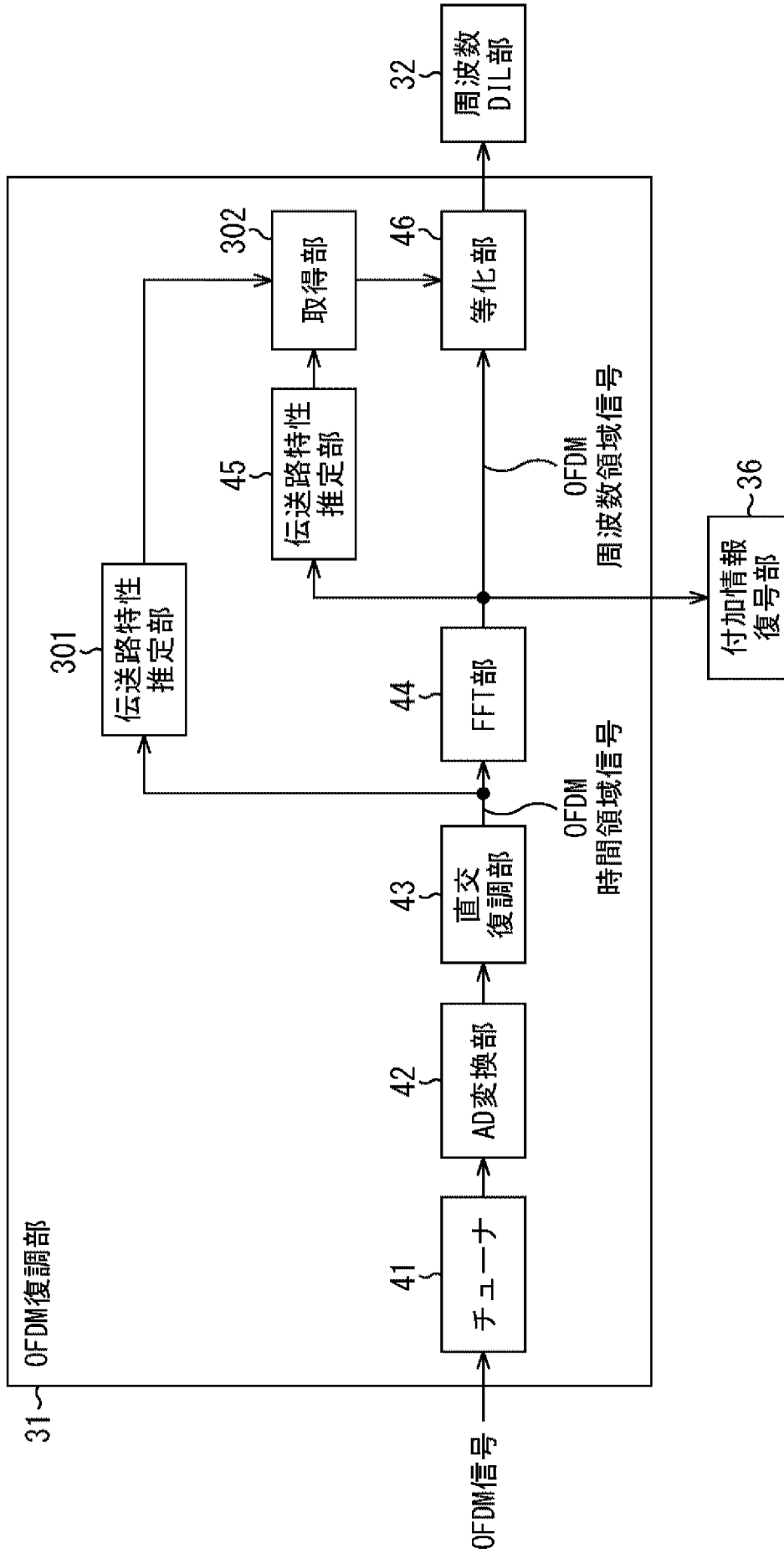
[図22]
FIG. 22



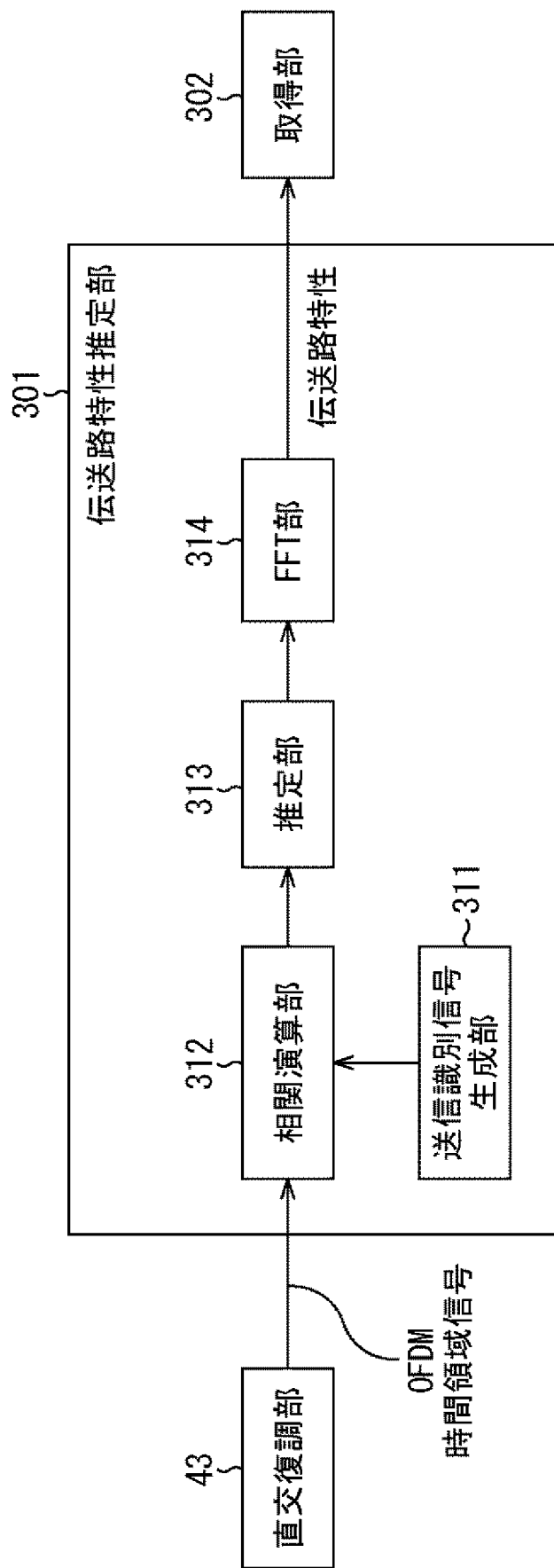
[図23]
FIG. 23

	Tier 1	Tier 2
x^{14}	0	t_{14}
x^{13}	0	t_{13}
x^{12}	0	t_{12}
x^{11}	0	t_{11}
x^{10}	0	t_{10}
x^9	0	t_9
x^8	0	t_8
x^7	0	t_7
x^6	0	t_6
x^5	0	t_5
x^4	0	t_4
x^3	0	t_3
x^2	0	t_2
x^1	1	t_1

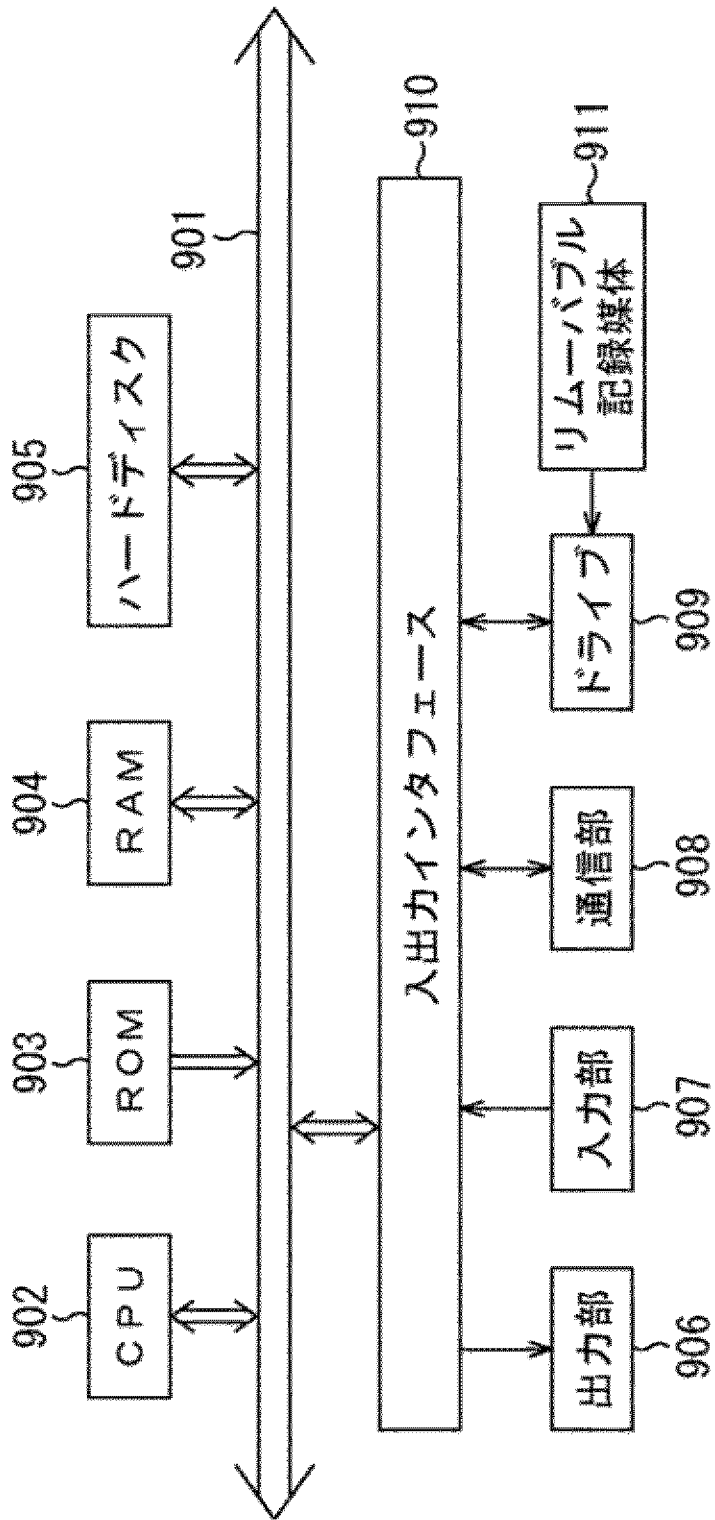
[図24]
FIG. 24



[図25]
FIG. 25



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. H04L27/26 (2006.01) i, H04J99/00 (2009.01) i FI: H04J99/00100, H04L27/26113, H04L27/26114 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. H04L27/26, H04J99/00 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 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 A	石崎 俊輔 他, 無線伝送信号に対する情報埋め込み方式に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 107, no. 519, 28 February 2008, pp. 51-58, summary, section 3.1, fig. 13, 14, (ISHIZAKI, Shunsuke et al., A study on information embedding scheme to transmission signal, IEICE Technical Report)	1, 6, 9-11, 19-20 2-4, 7-8 12-18
Y A	JP 2019-506810 A (SONY CORPORATION) 07 March 2019 (2019-03-07), paragraphs [0007], [0013]	2 1, 3-20
Y A	ATSC Standard: Physical Layer Protocol (A/322), Doc.A/322:2017, 06 June 2017, pp. 244-248, sections N.2.1-3, fig. N.2.1-4	3-4, 7-8 1-2, 6, 9-20
A	JP 2018-511188 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 19 April 2018 (2018-04-19)	1-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 17 August 2021		Date of mailing of the international search report 31 August 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026738

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/079757 A1 (SHARP CORPORATION) 15 July 2010 (2010-07-15)	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/026738

JP 2019-506810 A 07 March 2019

US 2017/0237591 A1
paragraphs [0007], [0039]
WO 2017/137731 A1
KR 10-2018-0112788 A

JP 2018-511188 A 19 April 2018

US 2018/0192254 A1
EP 3267644 A1
KR 10-2016-0108131 A
CN 107078851 A

WO 2010/079757 A1 15 July 2010

US 2011/0305286 A1
EP 2378685 A1
CN 102273113 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 27/26(2006.01)i; H04J 99/00(2009.01)i FI: H04J99/00 100; H04L27/26 113; H04L27/26 114		
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）） H04L27/26; H04J99/00 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 A	石崎 俊輔 他, 無線伝送信号に対する情報埋め込み方式に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 107 No. 519, 2008.02.28, pp.51-58 あらし, 第3.1節, 図13-14	1,6,9-11,19-20 2-4,7-8 12-18
Y A	JP 2019-506810 A (ソニー株式会社) 07.03.2019 (2019-03-07) [0007], [0013]	2 1,3-20
Y A	ATSC Standard:Physical Layer Protocol(A/322), Doc.A/322:2017, 2017.06.06, pp.244-248 section N.2.1-3, Figure N.2.1-4	3-4,7-8 1-2,6,9-20
A	JP 2018-511188 A (エレクトロニクス アンド テレコミュニケーションズ リサーチ インスティテュート) 19.04.2018 (2018-04-19)	1-20
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日	
17.08.2021	31.08.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 吉江 一明 5K 5887 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2021/026738

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-506810	A	07.03.2019	US	2017/0237591	A1	
					[0007], [0039]		
				WO	2017/137731	A1	
				KR	10-2018-0112788	A	
JP	2018-511188	A	19.04.2018	US	2018/0192254	A1	
				EP	3267644	A1	
				KR	10-2016-0108131	A	
				CN	107078851	A	
WO	2010/079757	A1	15.07.2010	US	2011/0305286	A1	
				EP	2378685	A1	
				CN	102273113	A	