

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年9月10日(10.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/101172 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 11/00 (2006.01) H04L 27/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/053404
- (22) 国際出願日: 2010年3月3日(03.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-049945 2009年3月3日(03.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社 (Sharp Kabushiki Kaisha) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 Osaka (JP). 国立大学法人大阪大学 (Osaka University) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 横枕 一成 (YOKOMAKURA Kazunari). 浜口 泰弘 (HAMAGUCHI Yasuhiro). 中村 理 (NAKAMURA Osamu). 後藤 淳悟 (GOTO Jungo). 高橋 宏樹 (TAKAHASHI Hiroki). 衣斐 信介 (IBI Shinsuke).

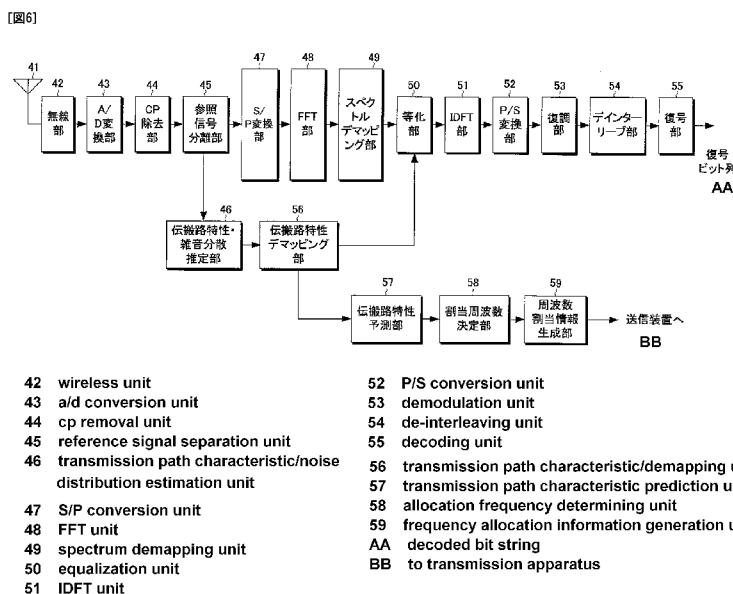
三瓶 政一 (SAMPEI Seiichi). 宮本 伸一 (MIYAMOTO Shinichi).

- (74) 代理人: 福地 武雄 (FUKUCHI Takeo); 〒1500031 東京都渋谷区桜丘町3番1号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, RECEPTION APPARATUS, TRANSMISSION APPARATUS, COMMUNICATION METHOD OF WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, CONTROL PROGRAM, AND AUTONOMOUS DISTRIBUTED NETWORK

(54) 発明の名称: 無線通信システム、受信装置、送信装置、無線通信システムの通信方法、制御プログラムおよび自律分散型ネットワーク



(57) Abstract: A wireless communication system which predicts the frequency response of a propagation path based on a data signal and a known reference signal, and predicts the state of the propagation path for the overall transmission band for allocating frequency in a short span of time. A reception apparatus receives a signal from a transmission apparatus which distributes a frequency domain signal to a plurality of frequencies to perform wireless communication. The reception apparatus is provided with: a propagation path characteristic prediction unit (57) which predicts the propagation path characteristics of the overall transmission band based on the distributed propagation path estimation reference signal; an allocation frequency determining unit (58) which determines a plurality of frequencies to distribute the frequency domain signal to; and a frequency allocation information generation unit (59) which generates frequency allocation information indicating the determined plurality of frequencies. The reception apparatus transmits the frequency allocation information to the transmission apparatus.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/101172 A1



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

データ信号と共に既知の参照信号に基づいて伝搬路の周波数応答を予測し、短い時間で周波数割当を行なうための伝送帯域全体の伝搬路の状態を予測する。周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう送信装置から信号を受信する受信装置であって、前記分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測する伝搬路特性予測部 57 と、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定する割当周波数決定部 58 と、前記決定した複数の周波数を示す周波数割当情報を生成する周波数割当情報生成部 59 と、を備え、前記周波数割当情報を前記送信装置へ送信する。

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、受信装置、送信装置、無線通信システムの通信方法、制御プログラムおよび自律分散型ネットワーク

技術分野

[0001] 本発明は、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう技術に関する。

背景技術

[0002] 近時、第3. 9世代の携帯電話の無線通信システムであるLTE (Long Term Evolution) システムの標準化がほぼ完了し、最近ではLTEシステムをより発展させた第4世代の無線通信システムであるLTE-A (LTE-Advanced、IMT-Aの1つとして呼称される。)の標準化が開始された。LTE-Aシステムは、LTEシステムの端末が接続できなければならないという要求条件があるため、LTEシステムの後方互換性 (Backward Compatibility) を維持しなければならないとされている。

[0003] ところで、上り回線 (移動局から基地局への通信) の伝送方式として、DFT-S-OFDM (Discrete Fourier Transform Spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing) と呼ばれる伝送方式がLTEで既に採用されている。この伝送方式は、多元接続方式として定義するとSC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) とも呼称される。LTE-Aにおいても、後方互換性の観点からDFT-S-OFDMを上り回線でサポートすることは既に決まっており、LTE-Aの上り回線ではさらなる周波数利用効率の改善を目指し、Clustered DFT-S-OFDM (ダイナミックスペクトル制御、DSC: Dynamic Spectrum Control) と呼ばれる技術が提案されている (例えば、非特許文献1参照)。

[0004] 図13は、Clustered DFT-S-OFDMの概念の一例を示す図である。ここでは、ブロック内に含まれるシンボル数を8、クラスタサ

イズ（1クラスタに含まれる離散スペクトル数、すなわちサブキャリア数）を2として説明する。まず、時間軸の変調シンボル $T_1 \sim T_8$ は、8点のDFTにより周波数信号 $S_1 \sim S_8$ に変換される。次に、得られた周波数信号 $S_1 \sim S_8$ は2サブキャリア毎にクラスタ化され、各クラスタ $C_{101} \sim C_{104}$ は、システム帯域全体における帯域の空き状態に応じて周波数の任意の位置に配置される。

[0005] なお、ここでは説明を簡単にするためにクラスタサイズ（クラスタに含まれるサブキャリア数）を2としたが、LTEでは各移動局が伝送に用いる周波数軸の無線資源の最小単位として、リソースブロック（RB：Resource Block）と呼ばれる12の連続するサブキャリアと既に決定されているため、Clustered DFT-S-OFDMは、実際には12サブキャリアの自然数倍のクラスタサイズで運用される。

[0006] ここで、LTEで用いられているDFT-S-OFDMはこの $S_1 \sim S_8$ をクラスタ分割せず複数のRBを連続的に使用する伝送方法である。なお、以下ではクラスタサイズをRBのサイズで説明を行なう。

[0007] 図14は、移動局におけるClustered DFT-S-OFDMの送信装置の一例を示す図である。この送信装置は、符号部1001、インターリーブ部1002、変調部1003、DFT部1004、参照信号生成部1005、参照信号多重部1006、スペクトル分割部1007、周波数割当情報検出部1008、スペクトル配置部1009、IFFT（Inverse Fast Fourier Transform）部1010、CP（Cyclic Prefix）挿入部1011、無線部1012、送信アンテナ1013から構成される。

[0008] 情報ビット列は、符号部1001により誤り訂正符号化により符号ビットが得られ、インターリーブ部1002により符号ビットの時間順が並び替えられる。時間順が並び替えられた符号ビットは、変調部1003により符号ビットが0であるか1であるかに応じて位相や振幅に符号ビットがマッピングされ、変調シンボルが生成される。生成された変調シンボルはDFT部1004により周波数信号が得られる。

- [0009] 一方、受信装置で伝搬路による歪みを等化するために送信する既知の参照信号（パイロット信号とも呼称する。）が参照信号生成部1005により生成され、参照信号多重部1006において、DFT部1004より出力された周波数信号と多重される。ここで、参照信号に関しては、例えばLTEにおいて参照信号を構成する周波数信号として、CAZAC（Constant Amplitude and Zero Auto-Correlation）系列の1つであるZadoff-Chu系列に基づく系列が選択される。多重された信号は、スペクトル分割部1007により所定のクラスタサイズに分割され、スペクトル配置部1009により、周波数割当情報検出部1008から通知された周波数割当情報に基づいて所定の周波数に配置される。
- [0010] ここで、周波数割当情報検出部1008では、下り回線で送信される制御信号（例えば、LTEではPDCCH（Physical Downlink Control Channel））を移動局が予め受信しており、通常はそのクラスタ配置に関する情報を用いて配置する。次に、配置された周波数信号はIFFT部1010によりシステム帯域全体のサブキャリア数（もしくはシステムで規定されたポイント数）をポイント数とするIFFTにより時間信号に変換され、CP挿入部1011により無線伝搬路の最大遅延時間に応じてシステムで決定された長さのCP（波形の末尾のCP長分のコピー）を挿入され、無線部1012により無線周波数にアップコンバートされ、送信アンテナ1013から送信される。
- [0011] 次に、周波数割当情報を設定するメカニズムについて説明する。上述したように、周波数軸で無線リソースを割り当てるスケジューリングをする場合には、伝送帯域全体における各移動局と基地局の間の伝搬路特性を把握するために、既知のサウンディング用の参照信号が送信される。例えば、LTEでは、SRS（Sounding Reference Signal）が最短でサブフレームと呼ばれる伝送機会毎に送信され、その送信周期は最短で1ミリ秒である。
- [0012] 図15A～図15Cは、SRSのメカニズムの一例を示す図である。図15Aにおいて、2000は時間軸のサブフレームを表しており、各移動局の

1回の伝送機会で送信される信号である。図15Aにおいて、DMRS (Demodulation Reference Signal) は、図14で述べた伝搬路の歪みを等化するための既知の復調用の参照信号であり、各サブフレームの4番目と11番目のシンボルに配置される。また、基地局がユーザに割り当てる周波数を決定するスケジューリングを行なう目的でシステム帯域全体の大まかな伝搬路特性を推定するために移動局が送信する信号がSRSである。このSRSの送信方法を示した例が図15Bに示した2001、図15Cに示した2002である。SRSは、DMRSと同じZadoff-Chu系列を櫛の波状に並べるDistributed型と呼ばれる配置で送信され、移動局の送信電力などに応じて1回の伝送で送信するSRSの帯域幅が複数規定されている。図15Bに示した2001が、1回の伝送機会ですべての帯域にわたって送信できる場合である。この場合、最短の1ミリ秒毎に伝搬路を把握することができる。

- [0013] 一方、図15Cに示した2002が帯域の一部しかSRSを送信できない場合の一例である。図15Cに示すように、まず、帯域を4分割し、4回の伝送機会(4ミリ秒)かけてSRSを同図のように送信するため、システム帯域全体の伝搬路特性を把握するためには長い時間がかかる。さらに、SRSの送信は他の移動局の送信も考慮するので、送信されない伝送機会もあるので、この場合でも4ミリ秒以上かかることもある。

先行技術文献

非特許文献

- [0014] 非特許文献1: 3GPP TS36.211 v8.5.0

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0015] しかしながら、Clustered DFT-S-OFDMやDSC (サブキャリアの分散配置が可能なOFDMなどのマルチキャリア伝送も含む) などは、システム帯域全体の伝搬路の周波数応答を把握した上で、広範囲に

わたって信号を配置する周波数を選択し、分散配置することで良好な伝送特性が得られる。そのため、システム帯域全体の伝搬路特性を把握するのに長い時間かかってしまうと、伝搬路の時変動に追従できず、決定した割当が反映されるころには伝搬路が既に大きく変動してしまうという問題があった。

[0016] さらに、DMRSはデータ信号を配置していない周波数に割り当てられないため、DMRSだけでは、次の伝送機会において、システム帯域全体での周波数を用いるのがよいかを決定することができないという問題があった。

[0017] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、データ信号と共に既知の参照信号に基づいて伝搬路の周波数応答を予測し、短い時間で周波数割当を行なうための伝送帯域全体の伝搬路の状態を予測することができる無線通信システム、受信装置、送信装置、無線通信システムの通信方法、制御プログラムおよび自律分散型ネットワークを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0018] (1) 上記の目的を達成するために、本発明は、以下のような手段を講じた。すなわち、本発明の無線通信システムは、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置した信号と、伝搬路推定用の参照信号とを多重した無線信号を送信する送信装置および前記無線信号を受信する受信装置で構成される無線通信システムであって、前記受信装置は、前記分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定し、決定した複数の周波数を示す情報を前記送信装置へ送信することを特徴としている。

[0019] このように、分散配置された復調用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定するので、データ復調用の参照信号を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。

[0020] (2) また、本発明の無線通信システムにおいて、前記伝搬路推定用の参

照信号は、データ信号を復調するために用いられる信号であって、前記データ信号と同一の周波数に配置されることを特徴としている。

[0021] この構成により、データ復調用の参照信号を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。

[0022] (3) また、本発明の無線通信システムにおいて、前記受信装置は、予測した伝送帯域全体の伝搬路特性のうち、予測の信頼性の高い周波数を、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数として選択することを特徴としている。

[0023] この構成により、信頼性の高い周波数のみを用いて、システム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。

[0024] (4) また、本発明の無線通信システムにおいて、前記受信装置は、予測の誤差である雑音の分散に基づいて、前記予測の信頼性を算出することを特徴としている。

[0025] この構成により、予測の信頼性を簡易且つ迅速に数値化することが可能となる。

[0026] (5) また、本発明の無線通信システムにおいて、前記送信装置は、前記予測の信頼性の低い周波数に探索用参照信号を配置して送信することを特徴としている。

[0027] この構成により、無線リソースを効果的に利用しつつ、システム帯域全体の伝搬路特性をより高精度に把握することが可能となる。

[0028] (6) また、本発明の無線通信システムにおいて、前記探索用参照信号は、サウンディング用の参照信号であることを特徴としている。

[0029] この構成により、受信装置において、全帯域を把握するまでの時間を短くすることができ、良好な周波数を効率的に把握することができる。

[0030] (7) また、本発明の無線通信システムにおいて、前記送信装置は、前記予測の信頼性の低い周波数にデータ信号を配置して送信することを特徴とし

ている。

- [0031] この構成により、予測の信頼性の低い領域に復調用の参照信号が配置されるため、予測の信頼性の低い周波数領域でもより高精度に周波数特性を把握することが可能となる。これにより、システム帯域全体の伝搬路特性を予測しやすくなり、効率的な伝送が可能となる。
- [0032] (8) また、本発明の受信装置は、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう送信装置から信号を受信する受信装置であって、前記分散配置された復調用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測する伝搬路特性予測部と、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定する割当周波数決定部と、前記決定した複数の周波数を示す周波数割当情報を生成する周波数割当情報生成部と、を備え、前記周波数割当情報を前記送信装置へ送信することを特徴としている。
- [0033] このように、分散配置された復調用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定するので、データ復調用の参照信号を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。
- [0034] (9) また、本発明の受信装置において、前記伝搬路推定用の参照信号は、データ信号を復調するために用いられる信号であって、前記データ信号と同一の周波数に配置されることを特徴としている。
- [0035] この構成により、データ復調用の参照信号を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。
- [0036] (10) また、本発明の受信装置において、前記伝搬路特性予測部は、予測した伝送帯域全体の伝搬路特性の信頼性を算出する信頼性算出部と、前記算出された信頼性のうち、前記周波数領域の信号を分散配置する周波数の候補を決定する周波数候補決定部と、を備えることを特徴としている。
- [0037] この構成により、信頼性の高い周波数のみを用いて、システム帯域全体に

おける割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。

[0038] (11) また、本発明の受信装置において、前記信頼性算出部は、予測の誤差である雑音の分散に基づいて、前記予測の信頼性を算出することを特徴としている。

[0039] この構成により、予測の信頼性を簡易且つ迅速に数値化することが可能となる。

[0040] (12) また、本発明の送信装置は、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して受信装置に対して無線送信を行なう送信装置であって、前記受信装置が予測した伝送帯域全体の伝搬路特性のうち、予測の信頼性の低い周波数に探索用参照信号を配置して送信することを特徴としている。

[0041] この構成により、無線リソースを効果的に利用しつつ、システム帯域全体の伝搬路特性を大まかに把握することが可能となる。

[0042] (13) また、本発明の送信装置において、前記探索用参照信号は、サウンディング用の信号であることを特徴としている。

[0043] この構成により、受信装置において、全帯域を把握するまでの時間を短くすることができ、良好な周波数を効率的に把握することができる。

[0044] (14) また、本発明の送信装置は、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して受信装置に対して無線送信を行なう送信装置であって、前記受信装置が予測した伝送帯域全体の伝搬路特性のうち、予測の信頼性の低い周波数にデータ信号を配置して送信することを特徴としている。

[0045] この構成により、予測の信頼性の低い領域に復調用の参照信号が配置されるため、予測の信頼性の低い周波数領域でも良好な周波数を把握することが可能となる。これにより、システム帯域全体の伝搬路特性を予測しやすくなり、効率的な伝送が可能となる。

[0046] (15) また、本発明の無線通信システムの通信方法は、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう送信装置および前記無線送信された信号を受信する受信装置で構成される無線通信システムの通信方

法であって、前記受信装置が、前記分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定し、決定した複数の周波数を示す情報を前記送信装置へ送信し、前記送信装置が、前記周波数を示す情報に基づいて、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して前記受信装置に対して無線送信を行なうことを特徴としている。

[0047] このように、分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定するので、データ復調用の参照信号を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。

[0048] (16) また、本発明の制御プログラムは、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう送信装置から信号を受信する受信装置の制御プログラムであって、伝搬路特性予測部において、前記分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測する処理と、割当周波数決定部において、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定する処理と、周波数割当情報生成部において、前記決定した複数の周波数を示す周波数割当情報を生成する処理と、前記周波数割当情報を前記送信装置へ送信する処理と、の一連の処理がコンピュータに読み取り可能および実行可能にコマンド化されたことを特徴としている。

[0049] このように、分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定するので、データ復調用の参照信号を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。

[0050] (17) また、本発明の自律分散型ネットワークは、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置した信号と、伝搬路推定用の参照信号とを多重した無線信号を送受信する複数の通信装置で構成される自律分散型ネットワーク

であって、いずれか一つの前記通信装置は、前記伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定し、決定した複数の周波数を示す情報をいずれか他の前記送信装置へ送信することを特徴としている。

- [0051] このように、分散配置された復調用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定するので、データ復調用の参照信号を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。

発明の効果

- [0052] 本発明によれば、伝搬路応答の良好な周波数特性を把握することができるため、高い周波数選択ダイバーシチ効果が得られ、伝送特性またはスループットが向上する。

図面の簡単な説明

- [0053] [図1]本発明の実施形態の概念の一例を示す図である。
[図2]インパルス応答と周波数応答の関係を示す図である。
[図3]周波数応答を予測する概念の一例を示す図である。
[図4]式(13)により算出された各周波数における雑音電力の一例を示す図である。
[図5]L31が帯域全体の伝搬路の周波数特性を完全に把握できた場合の特性、L32が本形態の特性、L33が選択を行わない場合の特性を示す図である。
[図6]受信装置の構成を示す図である。
[図7]伝搬路特性予測部の構成例を示す図である。
[図8]伝搬路特性の予測の信頼性の高い周波数を選択する動作を示すフローチャートである。
[図9A]第2の実施形態の概念の一例を示す図である。
[図9B]第2の実施形態の概念の一例を示す図である。

[図10] 移動局装置の一例を示す図である。

[図11] 第3の実施形態の一例を示す図である。

[図12A] 第4の実施形態の一例を示す図である。

[図12B] 第4の実施形態の一例を示す図である。

[図13] Clustered DFT-S-OFDMの概念の一例を示す図である。

[図14] 移動局におけるClustered DFT-S-OFDMの送信装置の一例を示す図である。

[図15A] SRSのメカニズムの一例を示す図である。

[図15B] SRSのメカニズムの一例を示す図である。

[図15C] SRSのメカニズムの一例を示す図である。

[図16] 自律分散型のネットワークの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0054] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。以下の実施形態では、特に断りがない限りRBサイズをクラスタサイズとし、システム帯域のRB数が12であるものとして説明を行なう。しかし、クラスタサイズがRBサイズと同一である必要はなく、クラスタサイズがRBサイズと同一でなくても本質的に同一である。また、本発明はClustered DFT-S-OFDMだけでなく、例えば、マルチキャリア方式であるOFDM方式やMC-CDM (Multi-Carrier Code Division Multiplexing) などのシステム帯域全体に周波数信号を分散配置可能な伝送方式にも適用できるため、これらの方式を用いた同一の概念も本発明に含まれる。さらに、以下の実施形態では上り回線の通信を対象としているが、同一の手法を下り回線に用いても本発明と本質的に同一である。また、伝搬路を予測するという意味では分散配置に限定されるものではなく、SC-FDMAのような連続配置の伝送方式の割当にも使用可能である。さらに、以下の実施形態では、データ信号の復調用の参照信号で予測することを前提に説明するが、一部しか送信されないサウンディング用の参照信号から予測することもできるため、こ

の概念も本発明に含まれる。

[0055] [第1の実施形態]

図1は、本発明の実施形態の概念の一例を示す図である。ここでは、また、RB1～RB12はシステム帯域（割当可能な帯域）内の各RBを示しており、L1は上り回線の周波数の伝搬路特性を示している。また、C1～C8はクラスタ化された周波数信号であり、これをシステム帯域の良好な周波数に配置する。ここでは、システム帯域全体に配置可能なRB数が16あるものとして示している。この場合、伝搬路を復調するための参照信号（DMRS）は割り当てられた帯域にのみ割り当てられるため、図1において割り当てられた周波数RB1、RB3、RB4、RB5、RB9、RB10、RB15、RB16のみの周波数軸の伝搬路利得を把握することがきる。

[0056] 図2は、上述したインパルス応答と周波数応答の関係を示す図である。同図に示されるように、無線伝搬路のインパルス応答は、受信装置で測定されたインパルス応答のパス数（チャンネルメモリ）と遅延時間で決定される。ここで、図2において、パス数を4とし、各パスをそれぞれL1～L4とすると、その周波数軸の伝搬路利得H1は、この場合L1～L4のパスの電力と遅延時間で決定され、その遅延分散が小さいほど隣接する離散周波数間で拘束が強くなる。

[0057] 従って、DMRSにより伝送に用いた周波数のみを把握したとしても、割り当てた周辺の周波数応答に関しては、このことを用いればある程度予測できる。次に、伝搬路の周波数応答を予測するために、分散配置されたDMRSにより部分的に推定された周波数応答をIFFTによりインパルス応答に変換し、先頭からCP分の長さのインパルス応答だけ残し、残りにゼロを挿入する。

[0058] 図3は、周波数応答を予測する概念の一例を示す図である。図3において、H11は、割り当てられた周波数から推定された周波数特性であり、割り当てられていない周波数はゼロとなっている。次に、これを時間軸上に変換したものがL11であり、この時点では送信されなかった周波数は利得がゼ

ロという扱いになるため、等価的にインパルス応答が伸びる。しかし、実際にはCP長以内に収まるよう設計されているため、CP以降に現れているインパルス応答に対してL12で示されるようにゼロを挿入する。ここでは、実際に行なわれる処理として現実的なものとしてCP長の長さを基準にしたが、必ずしもCP長である必要はなく、遅延波の最大遅延時間を測定するのであればその値に設定しても良いので、これに限定されない。

[0059] 次に、L12をH12のようにFFTにより周波数応答に変換する。この場合、伝送に用いられていない周波数が補完されるが、このときに割り当てていない周波数の伝搬路利得の精度を真の周波数特性とH12の誤差の分散の大きさを評価する。これについて、どのように雑音の分散を計算するかを以下で説明する。まず、DFTポイント数を N_{DFT} 、FFTのポイント数を N_{FFT} とすると、パイロット信号の受信信号は式(1)で表される。

[0060] [数1]

$$\mathbf{R} = \mathbf{H} \mathbf{M} \mathbf{S}_p + \boldsymbol{\eta} \quad \dots (1)$$

ただし、Rは、 $N_{FFT} \times 1$ の周波数軸の複素数の受信信号ベクトル、Hは帯域全体の複素数の伝搬路利得であり、各周波数の利得が対角成分に並ぶ $N_{FFT} \times N_{FFT}$ の対角行列、 \mathbf{S}_p は周波数軸のパイロット信号の振幅および位相を表す $N_{DFT} \times 1$ の送信信号ベクトルである。R、H、 \mathbf{S}_p はそれぞれ次式で表される。

[0061] [数2]

$$\mathbf{R} = [R_1, R_2, \dots, R_{N_{FFT}}]^T \quad \dots (2)$$

[数3]

$$\mathbf{H} = \text{diag}\{H_1, H_2, \dots, H_{N_{FFT}}\} \quad \dots (3)$$

[数4]

$$\mathbf{S}_p = [S_1, S_2, \dots, S_{N_{DFT}}]^T \quad \dots (4)$$

また、 η は $N_{FFT} \times 1$ の複素数の雑音ベクトル、 M は各離散スペクトル（サブキャリア）をどの周波数に割り当てるかを表す $N_{FFT} \times N_{DFT}$ のマッピング行列であり、列ベクトルインデックスが配置前のインデックス、行ベクトルインデックスが配置後のインデックスを表しており、割り当てられる要素だけが1となり、残りの要素が0となる行列である。例えば、4点の離散スペクトルを割り当て可能な8点の周波数ポイントのうち、インデックス1、2、4、6に割り当てられる場合、式（5）のようになる。

[0062] [数5]

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

次に、式（1）で表される受信信号から元の信号を抽出する（デマッピング）処理を施すと、受信信号は式（6）で表される。ただし、伝搬路推定時には送信したDMRSの信号点配置で受信信号から除算することで周波数応答を求める。ここでは簡単のため、各周波数のパイロット信号の信号点配置をすべて1（ $I_{N_{DFT} \times 1}$ と表記）としている。

[0063] [数6]

$$\mathbf{R}_d = \mathbf{M}^T \mathbf{R} = \mathbf{M}^T \mathbf{H} \mathbf{M} \mathbf{I}_{N_{DFT} \times 1} + \boldsymbol{\eta}_d \quad \dots (6)$$

ただし、 \mathbf{R}_d はデマッピング後の $N_{DFT} \times 1$ の複素数の受信信号ベクトル、 $\boldsymbol{\eta}_d$ はデマッピングされた $N_{DFT} \times 1$ の複素数の雑音ベクトルを表している。次に、受信信号から元の伝搬路のインパルス応答を予測する形にすることを考える。真のインパルス応答を h とすると、式（6）は次式のように変形できる。

[0064] [数7]

$$\mathbf{R}_d = \sqrt{N_{FFT}} \mathbf{M}^T \mathbf{F} \mathbf{W} \mathbf{h} + \boldsymbol{\eta}_d = \mathbf{A} \mathbf{h} + \boldsymbol{\eta}_d \quad \dots (7)$$

ただし、 $\mathbf{A} = \sqrt{N_{FFT}} \mathbf{M}^T \mathbf{F} \mathbf{W}$ とおいている。また、 \mathbf{F} は乗積することで周波数領域に変換する N_{DFT} ポイントのDFT行列、 \mathbf{h} は $L \times 1$ の複素数のインパルス応答ベクトル、 L はパス数（CPのポイント数）であり、それぞれ式（8）、式（9）で表される。

[0065] [数8]

$$\mathbf{F} = \frac{1}{\sqrt{N_{FFT}}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & e^{-\frac{j}{N_{FFT}}} & \dots & e^{-\frac{j(N_{FFT}-1)}{N_{FFT}}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & e^{-\frac{j(N_{FFT}-1)}{N_{FFT}}} & \dots & e^{-\frac{j(N_{FFT}-1)(N_{FFT}-1)}{N_{FFT}}} \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

[数9]

$$\mathbf{h} = [h_1, h_2, \dots, h_L]^T \quad \dots (9)$$

また、 \mathbf{W} は、 N_{FFT} ポイントのインパルス応答に変換するための行列であり、インパルス応答の $L+1$ ポイント目から N_{FFT} ポイントまでゼロを入れる処理と等価であり、式（10）で表される。

[0066] [数10]

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \mathbf{I}_L \\ \mathbf{O}_{(N_{FFT}-L) \times L} \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

ただし、 \mathbf{I}_L は $L \times L$ の単位行列、 \mathbf{O} はすべての要素がゼロの零行列である。したがって、式（7）より、インパルス応答の推定値は、式（11）で表される。この処理は図3のL11を算出する処理と等価である。

[0067] [数11]

$$\hat{\mathbf{h}} = \frac{1}{\sqrt{N_{FFT}}} (\mathbf{M}^T \mathbf{F} \mathbf{W})^{-1} \mathbf{R}_d = \mathbf{A}^+ \mathbf{R}_d = \mathbf{h} + \mathbf{A}^+ \boldsymbol{\eta}_d \quad \dots (11)$$

ただし、第1項が真のインパルス応答、第2項が雑音成分を表しており、 A^+ は、行列Aの擬似逆行列であり、 $A^+ = (A A^H)^{-1} A^H$ である。次に、推定されたインパルス応答を周波数に変換する。そのために、図3のL12の処理を施した上（左から行列W（式（10））を乗積することと等価）でFFTにより周波数に変換すると、式（12）のようになる。

[0068] [数12]

$$\hat{\mathbf{H}} = \sqrt{N_{FFT}} \mathbf{F} \mathbf{W} \hat{\mathbf{h}} = \sqrt{N_{FFT}} \mathbf{F} \mathbf{W} \mathbf{A}^+ \mathbf{R}_d = \sqrt{N_{FFT}} \mathbf{F} \mathbf{W} \mathbf{A}^+ \mathbf{h} + \sqrt{N_{FFT}} \mathbf{F} \mathbf{W} \mathbf{A}^+ \boldsymbol{\eta}_d \quad \dots (12)$$

式（12）から、実際の周波数応答の推定値が図3のH12で示されるように算出される。ここで、Clustered DFT-S-OFDMにおいては、推定値は送信しない周波数に関するも得られるが、その信頼性が高いかが次に重要となる。それについて考察すると、雑音成分がその制度に影響を与えるため、式（12）の第2項の分散を考える。式（12）の第2項の共分散行列は、次式（13）で表される。

[0069] [数13]

$$\sqrt{N_{FFT}} \mathbf{F} \mathbf{W} \mathbf{A}^+ \boldsymbol{\eta}_d \left(\sqrt{N_{FFT}} \mathbf{F} \mathbf{W} \mathbf{A}^+ \boldsymbol{\eta}_d \right)^H = N_{FFT} N_0 \mathbf{F}^H \mathbf{W} (\mathbf{A}^+ \mathbf{A}^{+H}) \mathbf{W}^T \mathbf{F}^H \quad \dots (13)$$

ただし、 N_0 は単位周波数あたりの受信機における雑音電力である雑音スペクトル電力密度である。この対角成分が各周波数における雑音電力の大きさを意味しており、小さいほど信頼性が高く、大きいほど信頼性が低いということになる。

[0070] 図4は、式（13）により算出された各周波数における雑音電力の一例を示す図である。横軸は周波数インデックス、縦軸は式（13）で表される対角成分の逆数である。同図は信号電力を1になるよう正規化したときの値であり、 $10^0 = 1$ が信号対雑音電力比（SNR: Signal to Noise power Ratio）が0dBであることを意味しており、値が小さいほど雑音の影響が大きく、信頼性が低い。そのため、この値に対して閾値L21を設定し、閾値以上の周波数は信頼性が高いと判断して割当可能な周波数として選択可能にする。この閾値は値が小さい割当可能な周波数の候補は増えるものの低い信頼性

の周波数も選択可能になる。

- [0071] 一方で、この閾値の値が大きい場合には信頼性の高いものしか選択候補にならないため、選択可能な周波数の候補は減り、選択されるサブキャリア数が減る。この閾値に関しては、計算機を用いたシミュレーションにより最適化してもよいし、予め取り扱いやすい固定値に設定しても良い。
- [0072] 図5は、L31が帯域全体の伝搬路の周波数特性を完全に把握できた場合の特性、L32が本形態の特性、L33が選択を行わない場合の特性を示す図である。また、横軸は図4で述べた閾値の値で、縦軸が選択された周波数の平均利得を表している。同図より、本方式を使うことでSRSだけでなく、DMRSからも選択可能であることが確認され、特に、閾値 10^{-1} で良好な周波数を高確率で選択できることが確認できる。このように、本方式は効果があることが分かる。
- [0073] 図6は、受信装置の構成を示す図である。受信装置は、受信アンテナ41、無線部42、A/D (Analog to Digital) 変換部43、CP除去部44、参照信号分離部45、伝搬路特性・雑音分散推定部46、S/P (Serial to Parallel) 変換部47、FFT部48、スペクトルデマッピング部49、等化部50、IDFT部51、P/S (Parallel to Serial) 変換部52、復調部53、デインターリーブ部54、復号部55、伝搬路特性デマッピング部56、伝搬路特性予測部57、割当周波数決定部58、周波数割当情報生成部59から構成される。
- [0074] 受信アンテナ41および無線部42で受信された受信信号は、A/D変換部43によりデジタル信号に変換され、CP除去部44によりCPを除去され、参照信号分離部45によりDMRSが分離される。次に、伝搬路特性・雑音分散推定部46から等化部50でデータを検出するために必要な伝搬路特性と熱雑音の雑音電力をDMRSから推定する。なお、伝搬路特性・雑音分散推定部46は、時間/周波数変換機能を有する。次に、伝搬路特性デマッピング部56により割当周波数情報に基づいて使用している周波数からのみ伝搬路特性を抽出する。

- [0075] 一方、DMRSが分離されたデータ信号は、S/P変換部47により並列化され、FFT部48により周波数信号に変換される。変換された周波数信号は、スペクトルマッピング部49により割当周波数情報から抽出され、等化部50において伝搬路特性マッピング部56から入力された周波数応答から伝搬路の歪みを等化し、IDFT部51により時間信号に変換する。変換された時間信号はP/S変換部52により直列化され、復調部53により変調シンボルからビットに分解される。その後、デインターリーブ部54によりビットを元の時間順に戻し、復号部55により誤り訂正処理が行なわれ、復号ビット列が得られる。
- [0076] 一方、復調に使われた受信DMRSは伝搬路特性予測部57において、伝送帯域全体の伝搬路特性の予測値と、割り当てられていない周波数の信頼性を算出し、その信頼性から選択可能な周波数の割当情報を決定し、割当周波数決定部58によりDMRSから推定された周波数特性と、伝搬路特性予測部57で推定された予測値を用いて次の伝送機会の割当周波数を決定する。最後に決定された割当周波数情報は周波数割当情報生成部59において、送信装置にフィードバックするための信号形式に変換され、送信装置へ通知される。
- [0077] 図7は、伝搬路特性予測部57の構成例を示す図である。伝搬路特性予測部57は、信頼性算出部61、周波数候補決定部62から構成されている。DMRSから推定された周波数応答は、データが割り当てられなかった伝搬路の信頼性を算出するために、式(13)を用いて信頼性算出部61により各周波数で予測値と真の値の誤差(強調された雑音)の電力を算出し、周波数候補決定部62に入力される。次に、周波数候補決定部62において閾値による判定により閾値を上回る信頼性を有する周波数を選択可能な周波数の候補として決定する。
- [0078] 図8は、伝搬路特性の予測の信頼性の高い周波数を選択する動作を示すフローチャートである。まず、ステップS1において、式(7)で表されるインパルス応答に行列Aが左から乗積されたものが受信信号となるとした場合

の利得である行列 A を計算する。次に、ステップ $S 2$ において行列 A の逆行列（擬似逆行列） A^+ を計算する。ステップ $S 3$ において、得られた A^+ を用いて式（11）から帯域全体の伝搬路特性の予測値を計算するとともに、ステップ $S 4$ において式（13）で得られる共分散行列を計算し、ステップ $S 5$ において対角成分の逆数を計算する。次に、ステップ $S 6$ において得られた各周波数の雑音成分の大きさを基に閾値を設定し、ステップ $S 7$ で信頼性の高い周波数を選択可能な周波数に決定し、その予測値を伝搬路特性とする。

[0079] このように、データ復調用の DMRS を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができるので、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることが可能となる。

[0080] [第2の実施形態]

本実施形態は、信頼性が著しく低い周波数に探索用のパイロットを送信する手法である。図4に示したように、周波数0～256あたりは著しく信頼性が低いが、信頼性の低い周波数で伝搬路利得が高い可能性は残っている。そのため、周波数0～256あたりの周波数にのみ探索用パイロットを送信することが考えられる。

[0081] 図9Aおよび図9Bは、本実施形態の概念の一例を示す図である。図9Aは参照信号の配置例を示しており、図9Bは、探索用参照信号の配置例を示す。この場合、周波数応答は割り当てられた周波数から遠いほどその信頼性は低くなる。そのため、最初の段階で信頼性を把握しておき、図9Bに示すように、探索用参照信号を信頼性の低い周波数に送信する。これにより、無線リソースを効果的に利用しつつシステム帯域全体の伝搬路特性を第1の実施形態より高精度に把握することができる。

[0082] 図10は、移動局装置の一例を示す図である。移動局装置は、符号部101、インターリーブ部102、変調部103、DFT部104、参照信号生成部105、参照信号多重部106、スペクトル分割部107、周波数割当情報検出部108、スペクトル配置部109、IFFT部110、CP挿入

部 1 1 1、無線部 1 1 2、送信アンテナ 1 1 3、探索用参照信号生成部 1 1 4、探索用参照信号割当部 1 1 5 から構成される。符号部 1 0 1 から送信アンテナ 1 1 3 までは図 1 3 と同一の機能を有するため、説明を省略する。

[0083] 探索用参照信号生成部 1 1 4 では、探索用参照信号を生成し、探索用参照信号割当部 1 1 5 において周波数割当情報検出部 1 0 8 で得られたデータの割当情報に基づいて信頼度が低いと考えられる周波数に探索用参照信号を割り当てる。

[0084] 探索用参照信号割当部 1 1 5 において、信頼性が低いと判断される周波数に関しては、ある程度広く連続した周波数に割り当てられないなどの情報を用いることになる。例えば、 X サブキャリア以上連続してデータが配置されない周波数に割り当てるなどといった様々な手法が考えられ、これらの信頼性に基づく配置を行えば本発明と同一である。また、第 1 の実施形態のように算出された信頼性に閾値を設け、ある閾値以下の信頼性の周波数を通知して送信することも考えられる。これらに関しても本質的に同一であるため、本発明に含まれる。

[0085] [第 3 の実施形態]

第 3 の実施形態では、LTE や LTE-A に適用する場合の実施形態について述べる。一般に、システム帯域全体の伝搬路を把握するための SRS は、移動局の送信電力やほかの移動局の配置などにより全帯域で送信できない場合がある。そのため、DMRS も利用し、DMRS で伝搬路を予測し、SRS を第 2 の実施形態で述べたような探索用パイロットとして利用する。これにより、移動局が全帯域を把握するまでの時間を短くでき、良好な周波数を効率的に把握できるようになるため、改善する。

[0086] 図 1 1 は、本実施形態の一例を示す図である。ここでは、LTE の上り回線を例に説明するが、これに限定されない。同図において、縦軸は時間、横軸は周波数を表しており、 $T 1 1 \sim T 2 4$ はそれぞれ DFT の単位、即ち DFT ブロックを表している。 $T 1 4$ と $T 2 1$ は DMRS が配置され、データ信号を復調するためのパイロット信号である。一方、 $T 2 4$ にはサウンディ

ング用のパイロット信号であるSRSが配置され、LTEでは通常このSRSを用いてシステム帯域全体の伝搬路特性を把握し、SRSはDistributed型で配置される。

[0087] 本実施形態では、DMRSで送信した周波数周辺の伝搬路を予測し、広く送信されていない周波数に関しては、SRSをその帯域に送信することで、信頼性の低かった周波数の伝搬路特性を把握する。このような手法を用いれば、現状のシステムでも効率的にシステム帯域全体の周波数特性を把握することができ、Clustered DFT-S-OFDMの特長を活かした通信が可能となる。なお、本実施形態はLTEでの適用例に関して示したが、サウンディング用のパイロット信号の送信と復調用パイロットとデータ信号がともに分散配置によりデータ伝送が行なわれるシステムでも同様のことが可能であるため、本発明に含まれる。

[0088] [第4の実施形態]

本実施形態は、信頼性が低くなるのはデータ信号の割当に依存する点に着目した形態である。一般に、Clustered DFT-S-OFDMやOFDMのようなデータ信号を周波数軸で分散配置する技術は伝搬路利得の良好な周波数を選択して割り当てることで高いスループットを算出することができる。しかし、割り当てられない周波数が広いとその周波数の伝搬路特性は信頼性が低くなる。そのため、システム帯域全体を効率よく利用するために、データ信号の一部を信頼性の低い周波数に一時的あるいは全て割り当てることで、復調用のパイロット信号から予測の精度を高め、結果的に高いスループットを得る手法である。

[0089] 図12Aおよび図12Bは、本実施形態の一例を示す図である。例えば、図12Aのように、データを受信状況にのみ応じて配置すると、R10のような近い周波数にデータが割り当てられた場合は、予測の精度も高いので予測可能な周波数と言えるが、R11のように広くデータが割り当てられなかった帯域では信頼性が低くなる。そのため、割り当てられたデータ信号の一部を全て伝搬路特性の良好な周波数に配置するのではなく、図12Bに示す

ように、一部のデータ信号を信頼性が低くなる領域に割り当てる。これにより、R11の領域に適度に復調用のパイロット信号が配置されるので、R11の領域で良好な周波数を把握することができるようになり、ある1回の伝送機会だけで配置されなかったとしても、他の伝送機会で最適な配置を行なうことができるようになる。従って、システム帯域全体の伝搬路特性を予測しやすくなり、効率的に伝送可能になる。

[0090] この手法は、信頼性の低くなった領域が発生した次の伝送機会で適応的行なってもよいし、現状で把握しうる最適な配置に対して、最も受信SNRが低いリソースブロック(RB)を割り当てるといった手法を用いてもよい。さらに、4サブフレーム毎に満遍なく配置するようなデータの配置を用いてもよい。

[0091] なお、上記のような本実施形態にかかる受信装置の特徴的な動作は、受信装置において、制御プログラムを実行することによって行なわれる。すなわち、本発明の制御プログラムは、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう送信装置から信号を受信する受信装置の制御プログラムであって、伝搬路特性予測部において、前記分散配置された復調用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測する処理と、割当周波数決定部において、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定する処理と、周波数割当情報生成部において、前記決定した複数の周波数を示す周波数割当情報を生成する処理と、前記周波数割当情報を前記送信装置へ送信する処理と、の一連の処理がコンピュータに読み取り可能および実行可能にコマンド化されたことを特徴としている。

[0092] このように、分散配置された復調用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定するので、データ復調用の参照信号を用いてシステム帯域全体における割当周波数を決定することができる。これにより、割当情報の更新時間を短くすることができ、スループットの向上を図ることができる。

[0093] [第5の実施形態]

本実施形態は、第1から第4の実施形態とは異なり、自律分散型の無線ネットワークへの適用例である。第1から第4までの実施形態では、セルラシステムとは異なり、基地局装置のような収容する移動局装置を集中管理するため、サウンディング用の信号を基地局装置で受信することで周波数割当などを決定することができる。しかし、このような自律分散型の無線ネットワークでは基地局装置のような集中管理する通信装置が存在しないため、サウンディング用の参照信号を送信することができない。これに対して、本発明の本質である予測技術と探索用参照信号を用いることでスループットを改善することが可能になる。

[0094] 図16は、自律分散型のネットワークの一例を示す図である。同図は、オフィスなど屋内のネットワークを示しており、セルラシステムの場合の移動局同士が無線リンクを確立して通信を行なう。例えば、通信装置201と通信装置202が通信する無線リンク301と、通信装置203と通信装置204とが通信する無線リンク302が確立されている。伝送帯域全体にわたるSRSのようなサウンディング用の参照信号を送信すれば伝送帯域全体の伝搬路特性を把握することはできるが、SRSの送信は全帯域に亘るため、同時に送信すると干渉になってしまう。さらに、このような自律無線ネットワークではSRSを送信する時間を無線リンク301と無線リンク302が同時にSRSを送信しないような制御することはできない。しかしながら、本発明の予測法を用いれば予測することができる。

[0095] 予測法自体については第1から第4の実施形態で説明したDMRSを用いた推定法と同一であるため、説明を省略する。さらに、上述の推定方法だけでは精度があまり出ない場合には、探索用参照信号を割り当てられている良好な周波数に送信し、その精度を高くする。本実施形態により、自律分散型のネットワークにおいても本発明を用いることで精度が向上する。

符号の説明

- [0096] 41 受信アンテナ
42 無線部

- 4 3 A/D変換部
- 4 4 CP除去部
- 4 5 参照信号分離部
- 4 6 伝搬路特性・雑音分散推定部
- 4 7 S/P変換部
- 4 8 FFT部
- 4 9 スペクトルデマッピング部
- 5 0 等化部
- 5 1 IDFT部
- 5 2 P/S変換部
- 5 3 復調部
- 5 4 インターリーブ部
- 5 5 復号部
- 5 6 伝搬路特性デマッピング部
- 5 7 伝搬路特性予測部
- 5 8 割当周波数決定部
- 5 9 周波数割当情報生成部
- 6 1 信頼性算出部
- 6 2 周波数候補決定部
- 1 0 1 符号部
- 1 0 2 インターリーブ部
- 1 0 3 変調部
- 1 0 4 DFT部
- 1 0 5 参照信号生成部
- 1 0 6 参照信号多重部
- 1 0 7 スペクトル分割部
- 1 0 8 周波数割当情報検出部
- 1 0 9 スペクトル配置部

- 1 1 0 I F F T 部
- 1 1 1 C P 挿入部
- 1 1 2 無線部
- 1 1 3 送信アンテナ
- 1 1 4 探索用参照信号生成部
- 1 1 5 探索用参照信号割当部
- 1 0 0 1 符号部
- 1 0 0 2 インターリーブ部
- 1 0 0 3 変調部
- 1 0 0 4 D F T 部
- 1 0 0 5 参照信号生成部
- 1 0 0 6 参照信号多重部
- 1 0 0 7 スペクトル分割部
- 1 0 0 8 周波数割当情報検出部
- 1 0 0 9 スペクトル配置部
- 1 0 1 0 I F F T 部
- 1 0 1 1 C P 挿入部
- 1 0 1 2 無線部
- 1 0 1 3 送信アンテナ

請求の範囲

- [請求項1] 周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置した信号と、伝搬路推定用の参照信号とを多重した無線信号を送信する送信装置および前記無線信号を受信する受信装置で構成される無線通信システムであって、
- 前記受信装置は、前記伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定し、決定した複数の周波数を示す情報を前記送信装置へ送信することを特徴とする無線通信システム。
- [請求項2] 前記伝搬路推定用の参照信号は、データ信号を復調するために用いられる復調用の参照信号であって、前記データ信号と同一の周波数に配置されることを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。
- [請求項3] 前記受信装置は、予測した伝送帯域全体の伝搬路特性のうち、予測の信頼性の高い周波数を、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数として選択することを特徴とする請求項1または請求項2記載の無線通信システム。
- [請求項4] 前記受信装置は、予測の誤差である雑音の分散に基づいて、前記予測の信頼性を算出することを特徴とする請求項3記載の無線通信システム。
- [請求項5] 前記送信装置は、前記予測の信頼性の低い周波数に探索用参照信号を配置して送信することを特徴とする請求項3または請求項4記載の無線通信システム。
- [請求項6] 前記探索用参照信号は、サウンディング用の参照信号であることを特徴とする請求項5記載の無線通信システム。
- [請求項7] 前記送信装置は、前記予測の信頼性の低い周波数にデータ信号を配置して送信することを特徴とする請求項3または請求項4記載の無線通信システム。
- [請求項8] 周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう

送信装置から信号を受信する受信装置であって、

前記分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測する伝搬路特性予測部と、

前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定する割当周波数決定部と、

前記決定した複数の周波数を示す周波数割当情報を生成する周波数割当情報生成部と、を備え、前記周波数割当情報を前記送信装置へ送信することを特徴とする受信装置。

[請求項9] 前記伝搬路推定用の参照信号は、データ信号を復調するために用いられる信号であって、前記データ信号と同一の周波数に配置されることを特徴とする請求項8記載の受信装置。

[請求項10] 前記伝搬路特性予測部は、
予測した伝送帯域全体の伝搬路特性の信頼性を算出する信頼性算出部と、

前記算出された信頼性のうち、前記周波数領域の信号を分散配置する周波数の候補を決定する周波数候補決定部と、を備えることを特徴とする請求項8または請求項9記載の受信装置。

[請求項11] 前記信頼性算出部は、予測の誤差である雑音の分散に基づいて、前記予測の信頼性を算出することを特徴とする請求項10記載の受信装置。

[請求項12] 周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して受信装置に対して無線送信を行なう送信装置であって、

前記受信装置が予測した伝送帯域全体の伝搬路特性のうち、予測の信頼性の低い周波数に探索用参照信号を配置して送信することを特徴とする送信装置。

[請求項13] 前記探索用参照信号は、サウンディング用の信号であることを特徴とする請求項12記載の送信装置。

[請求項14] 周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して受信装置に対して

無線送信を行なう送信装置であって、

前記受信装置が予測した伝送帯域全体の伝搬路特性のうち、予測の信頼性の低い周波数にデータ信号を配置して送信することを特徴とする送信装置。

[請求項15]

周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう送信装置および前記無線送信された信号を受信する受信装置で構成される無線通信システムの通信方法であって、

前記受信装置が、前記分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定し、決定した複数の周波数を示す情報を前記送信装置へ送信し、前記送信装置が、前記周波数を示す情報に基づいて、周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して前記受信装置に対して無線送信を行なうことを特徴とする無線通信システムの通信方法。

[請求項16]

周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置して無線送信を行なう送信装置から信号を受信する受信装置の制御プログラムであって、

伝搬路特性予測部において、前記分散配置された伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測する処理と、

割当周波数決定部において、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定する処理と、

周波数割当情報生成部において、前記決定した複数の周波数を示す周波数割当情報を生成する処理と、

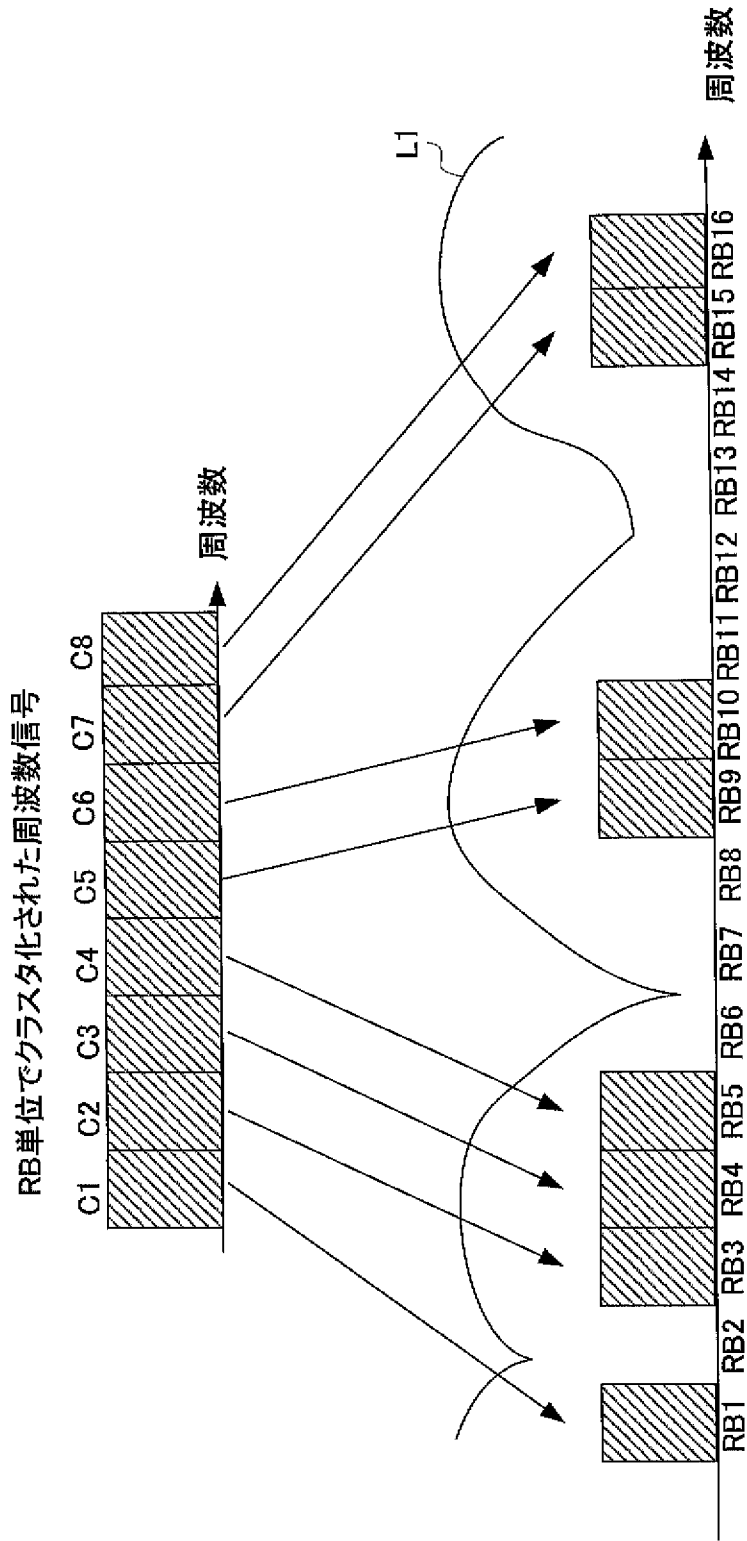
前記周波数割当情報を前記送信装置へ送信する処理と、の一連の処理がコンピュータに読み取り可能および実行可能にコマンド化されたことを特徴とする制御プログラム。

[請求項17]

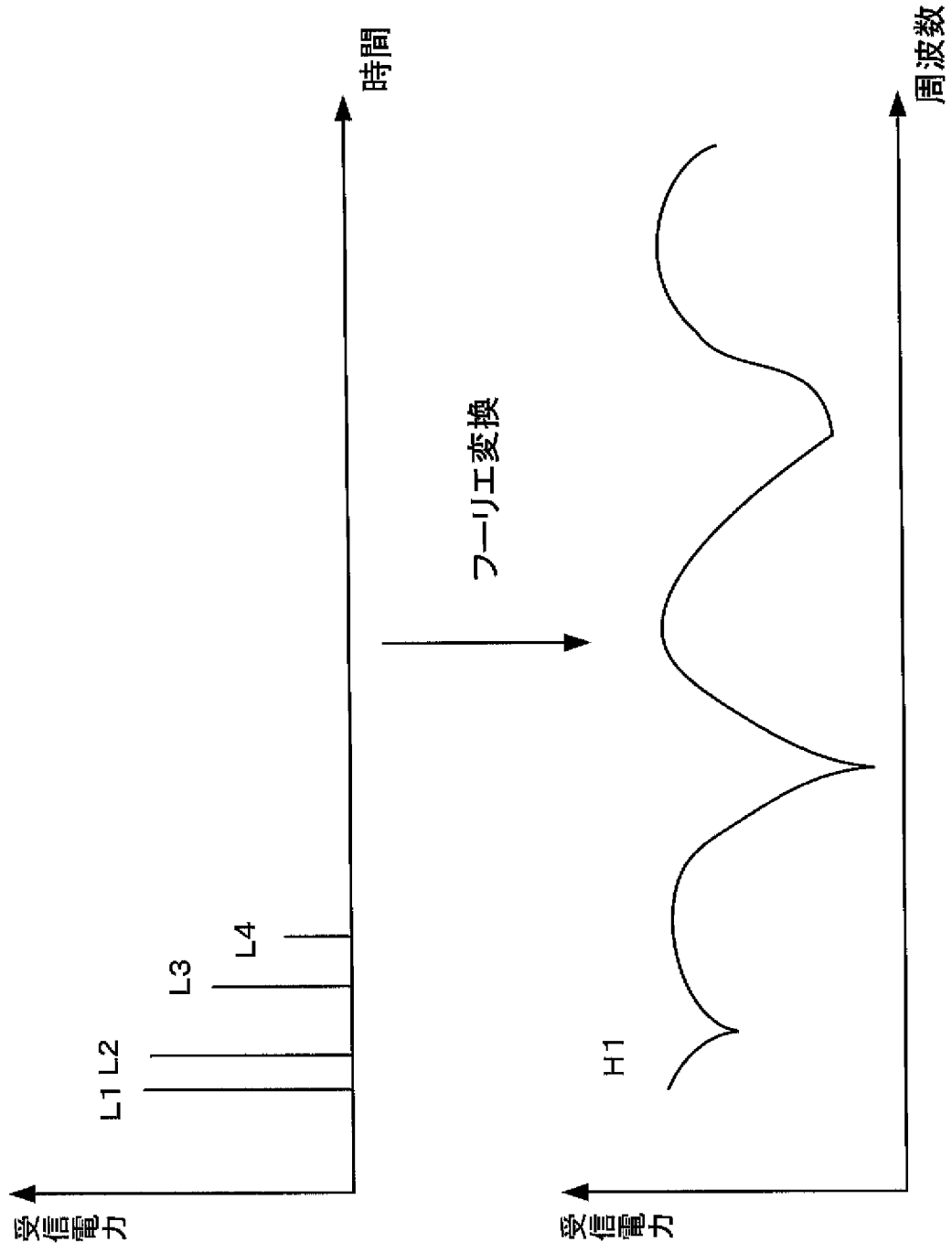
周波数領域の信号を複数の周波数に分散配置した信号と、伝搬路推定用の参照信号とを多重した無線信号を送受信する複数の通信装置で構成される自律分散型ネットワークであって、

いずれか一つの前記通信装置は、前記伝搬路推定用の参照信号に基づいて伝送帯域全体の伝搬路特性を予測し、前記周波数領域の信号を分散配置する複数の周波数を決定し、決定した複数の周波数を示す情報をいずれか他の前記送信装置へ送信することを特徴とする自律分散型ネットワーク。

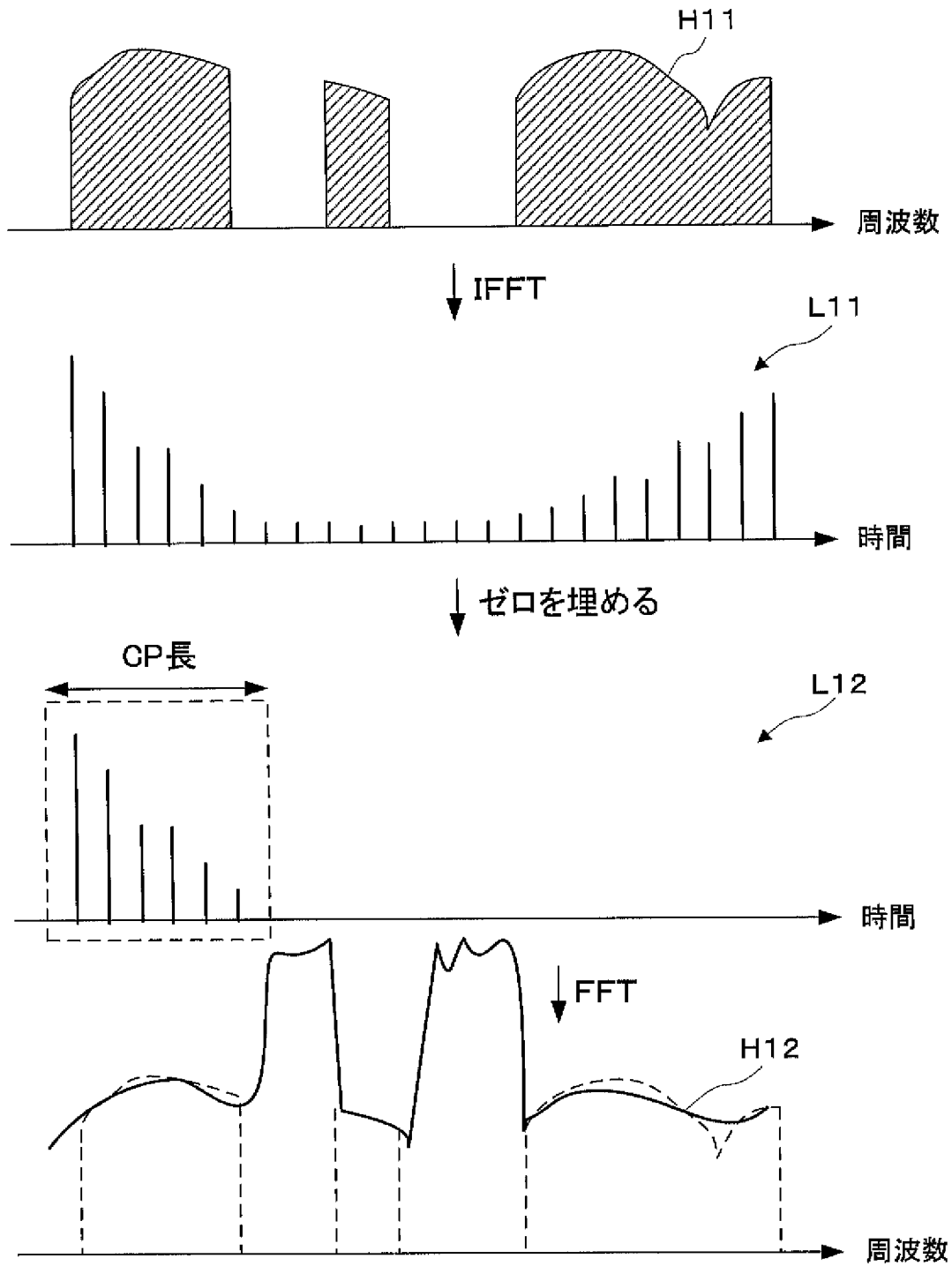
[図1]



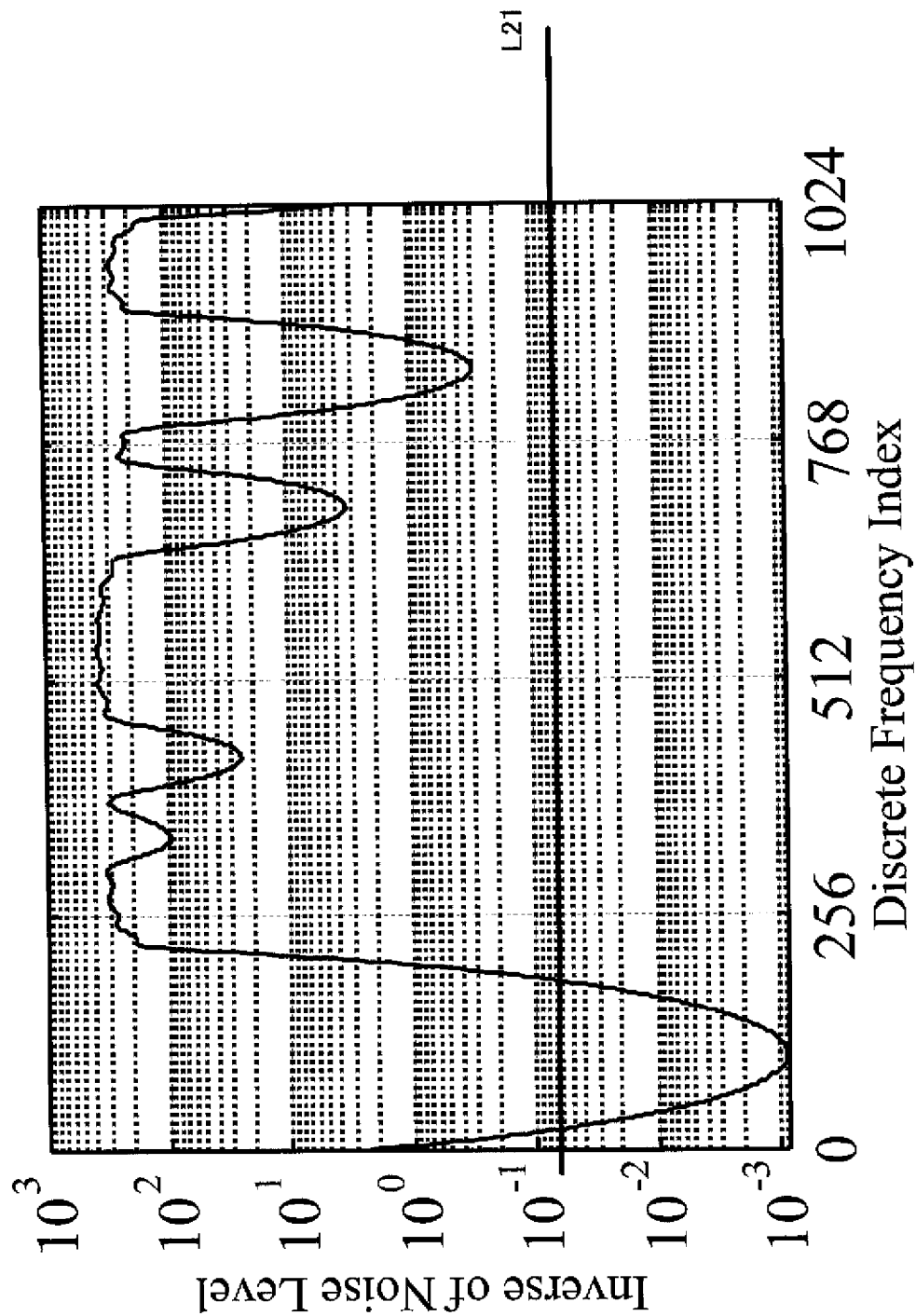
[図2]



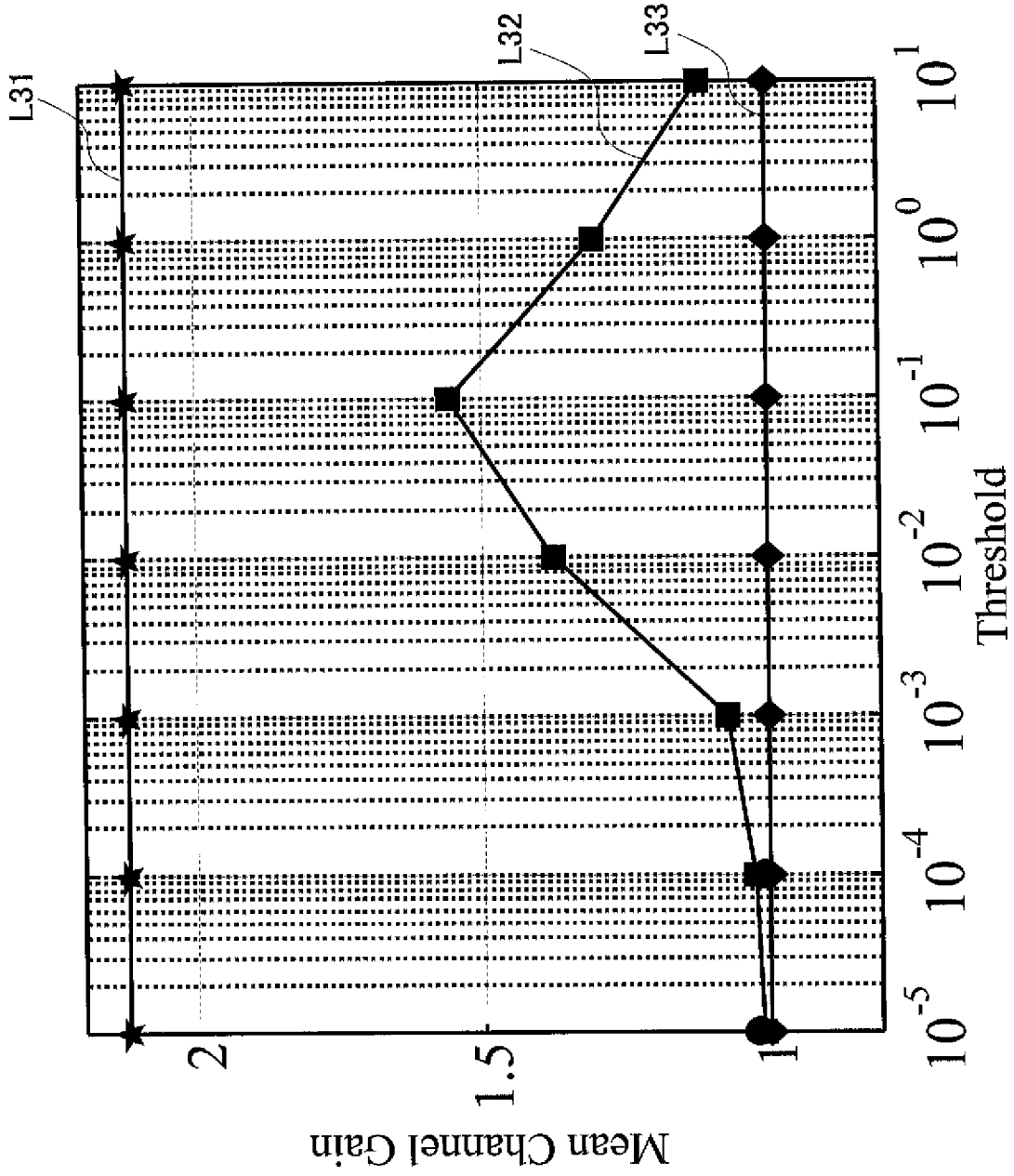
[図3]



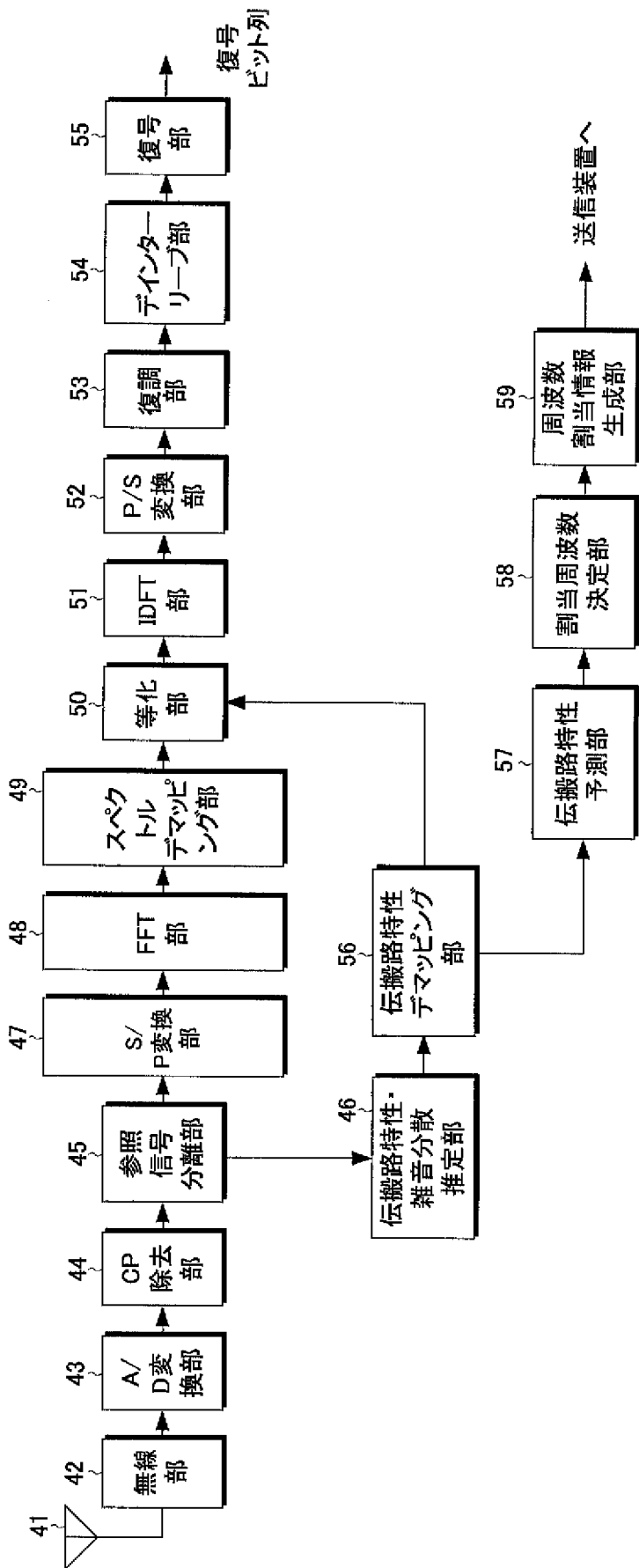
[図4]



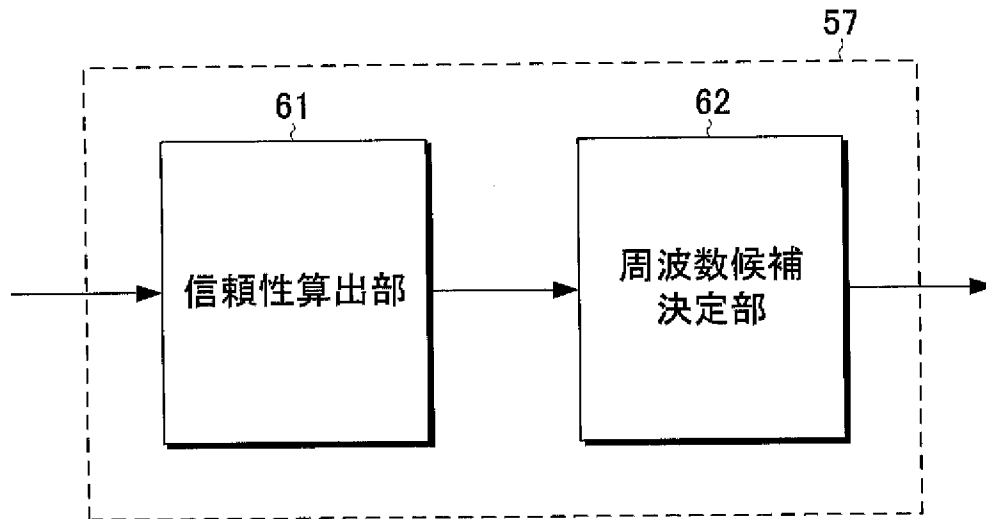
[図5]



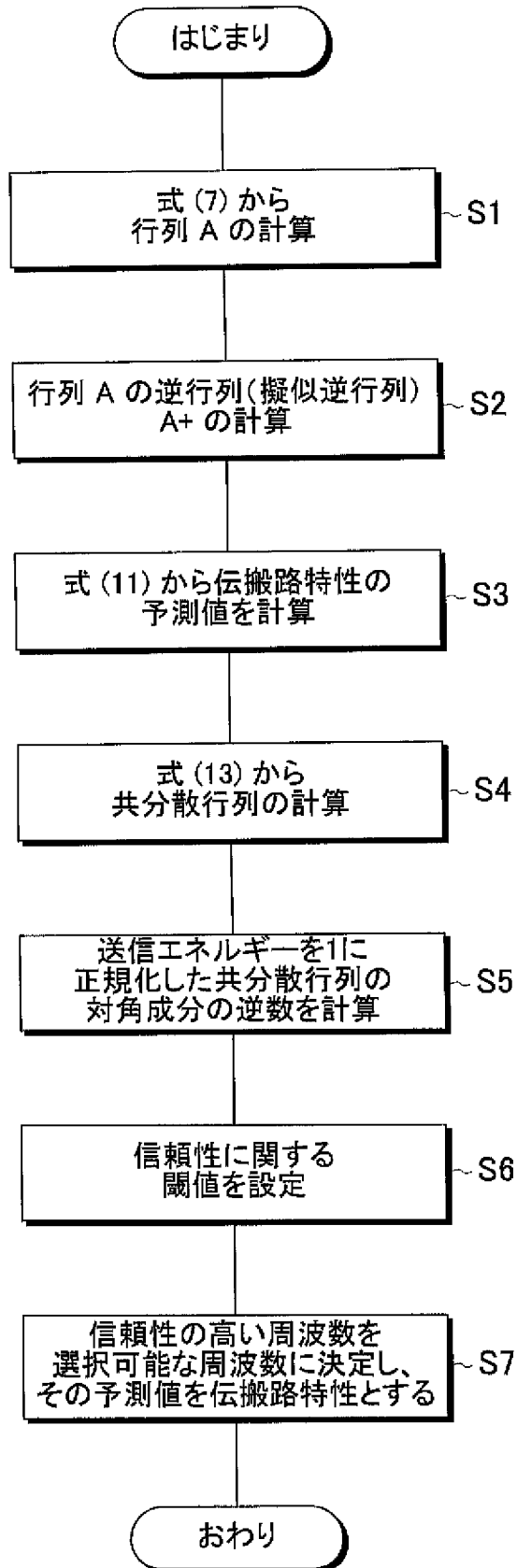
[図6]



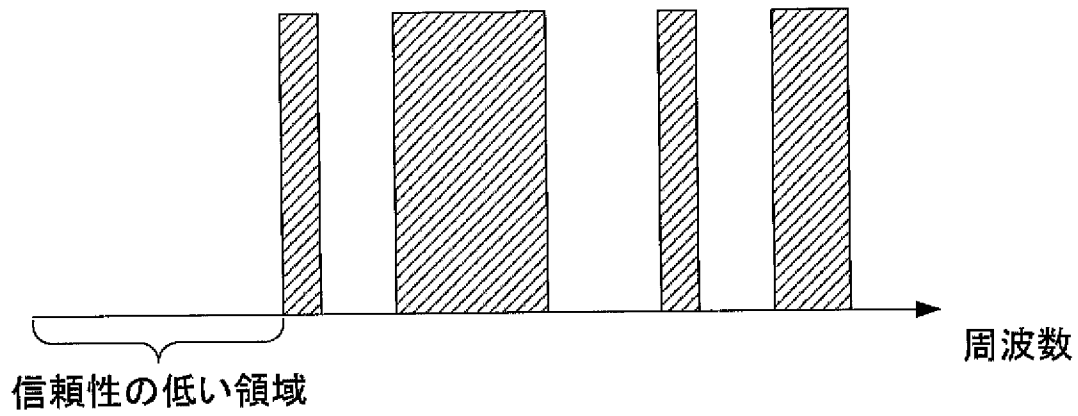
[図7]



[図8]

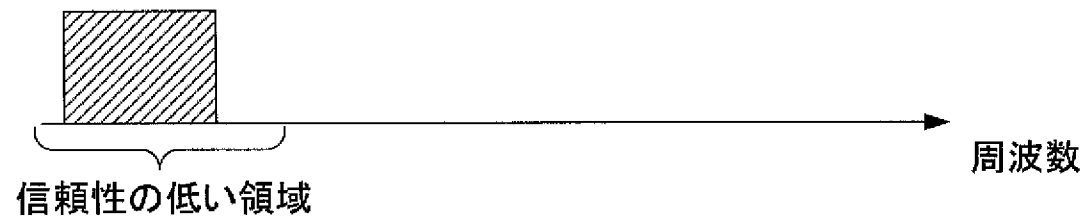


[図9A]

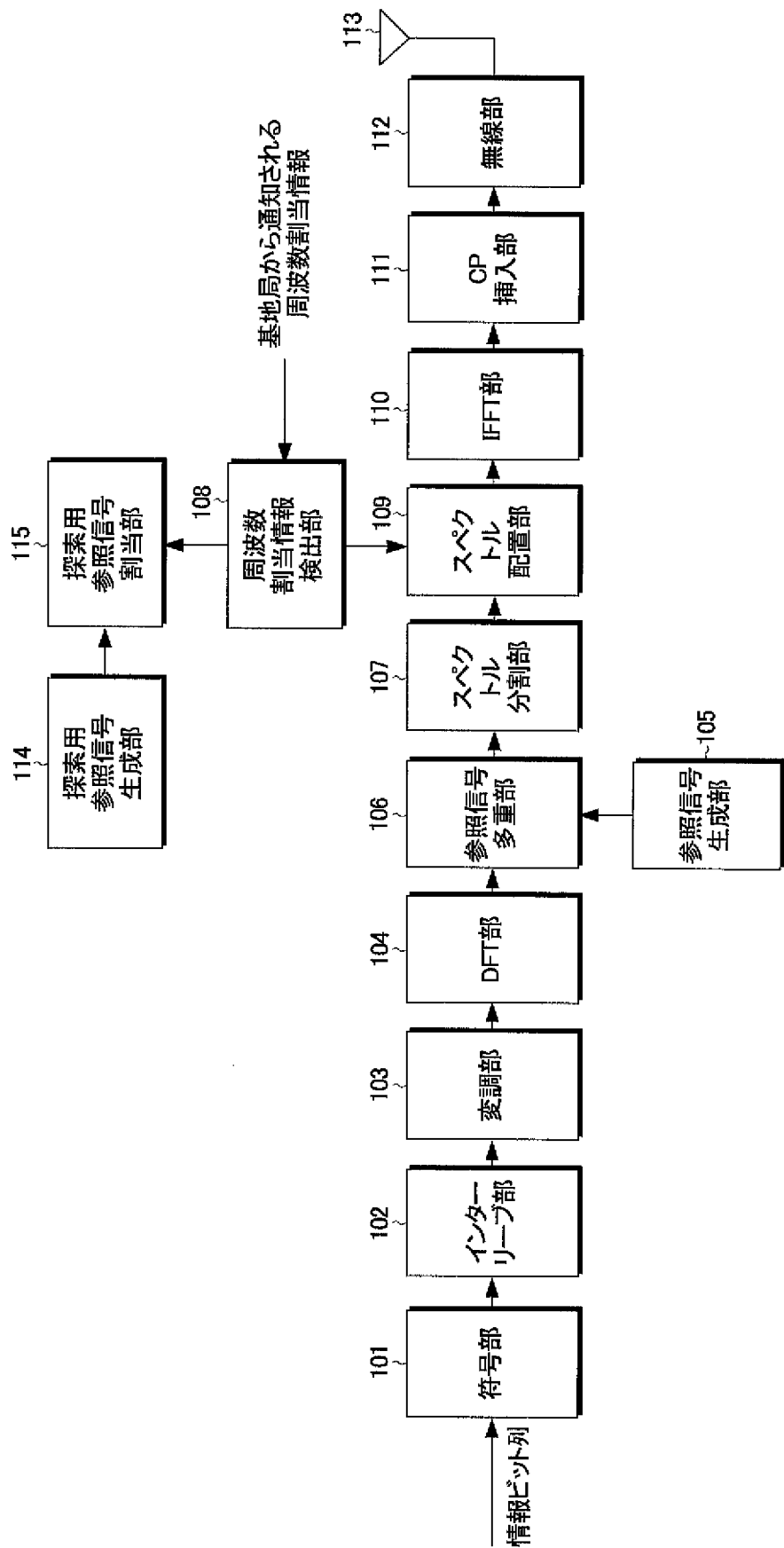


[図9B]

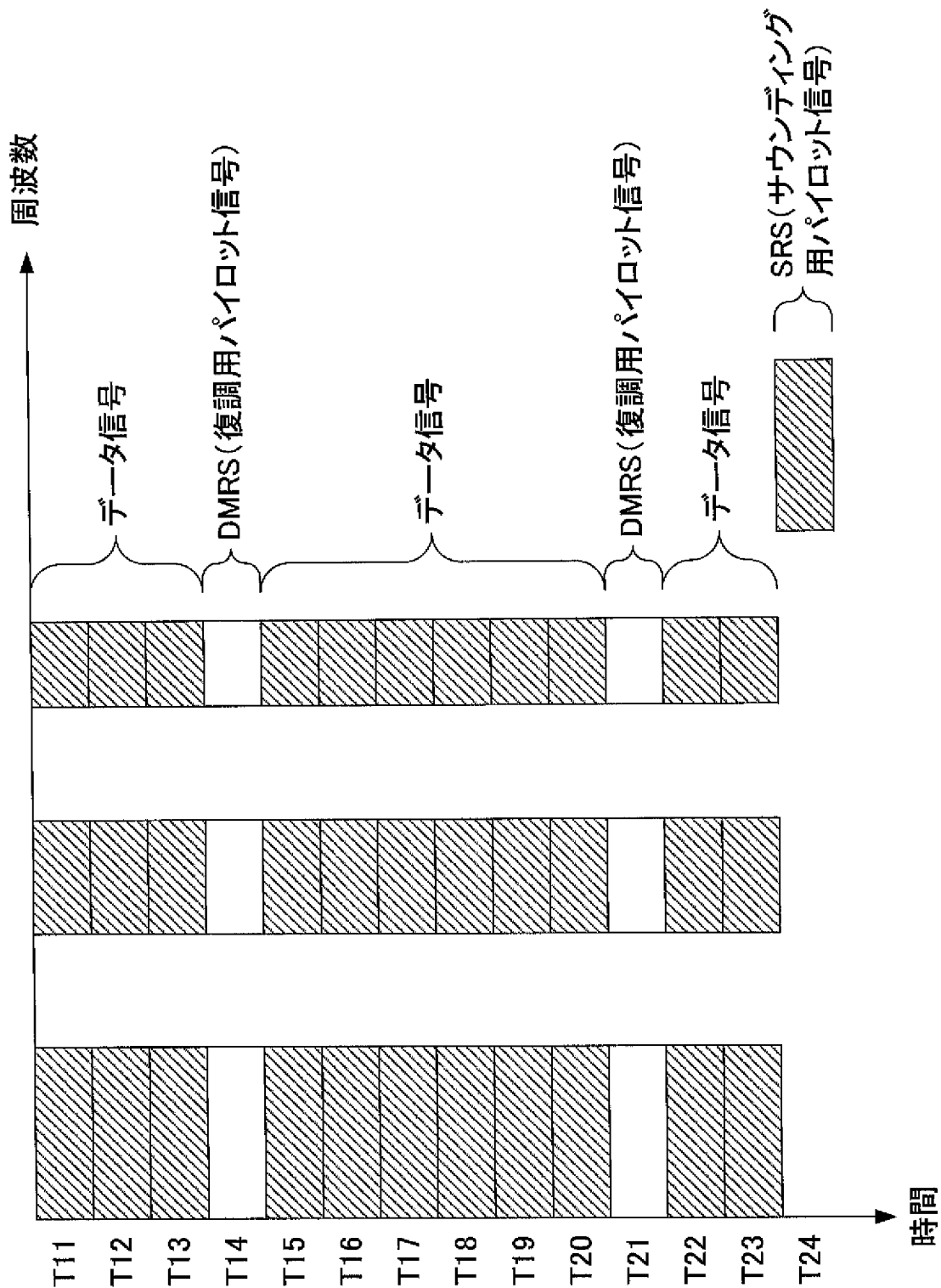
探索用参照信号



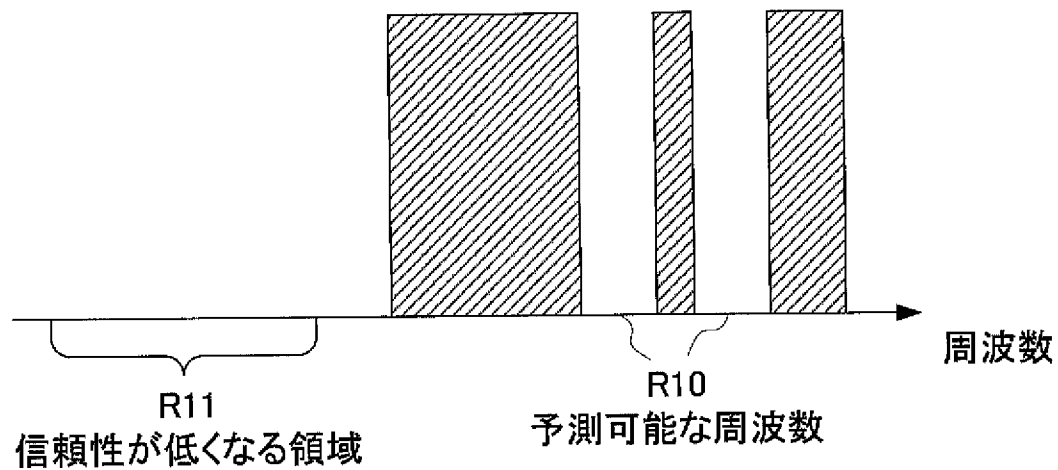
[図10]



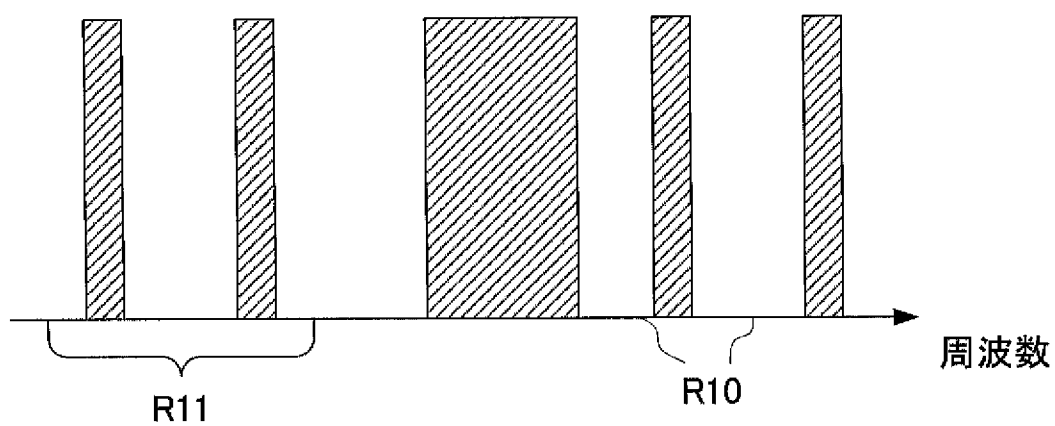
[図11]



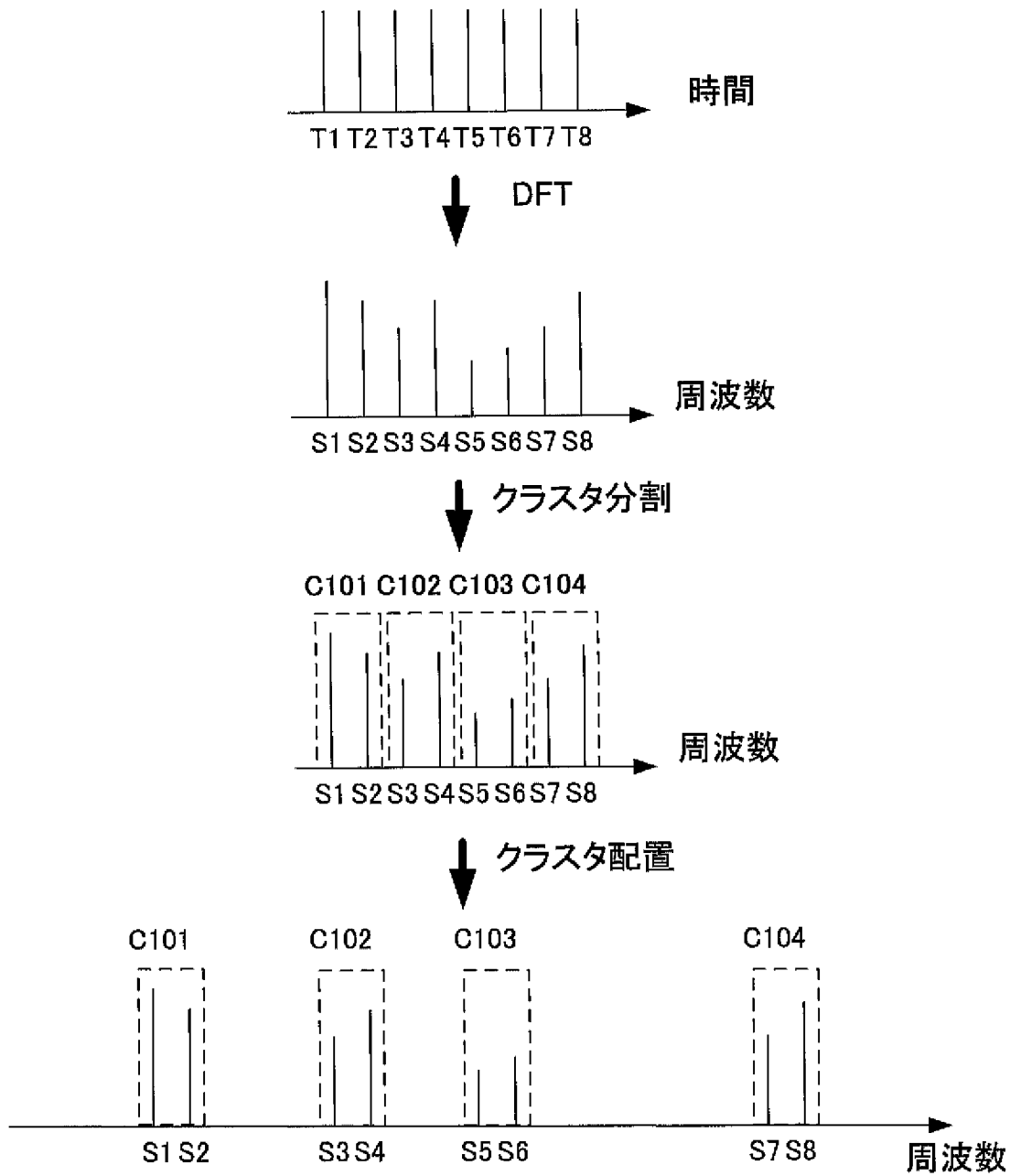
[図12A]



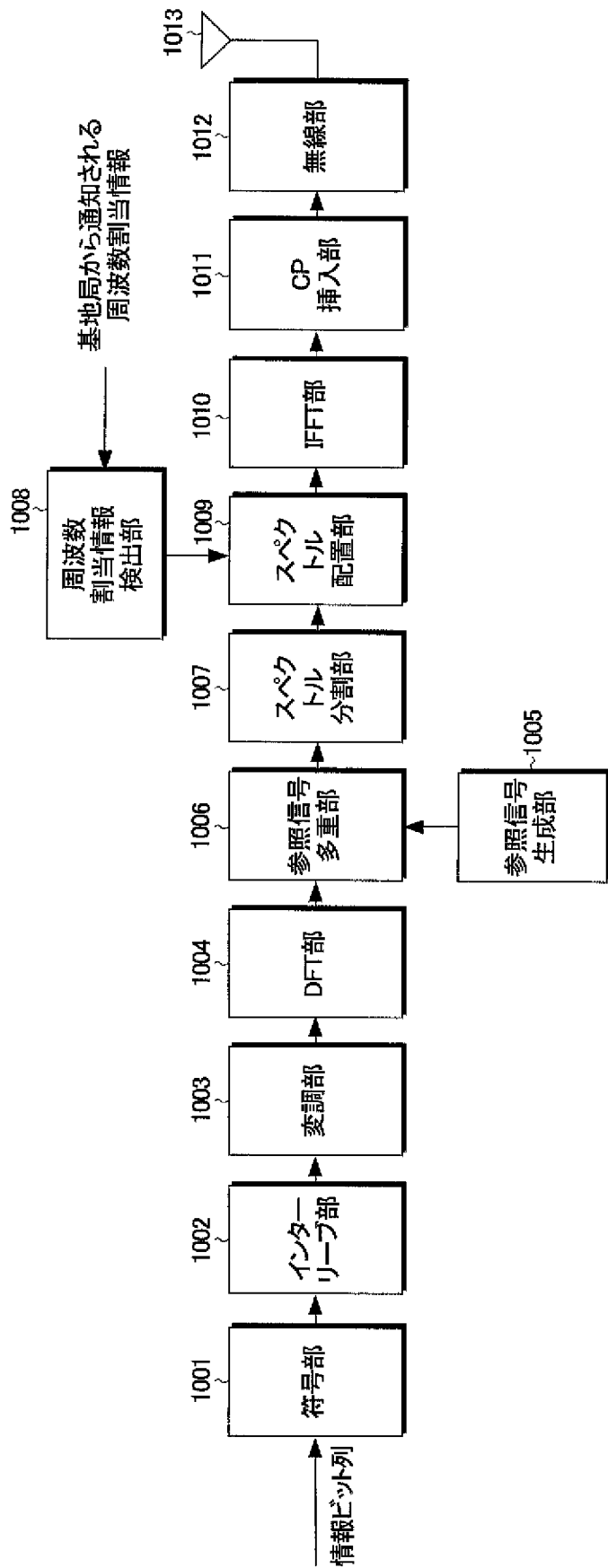
[図12B]



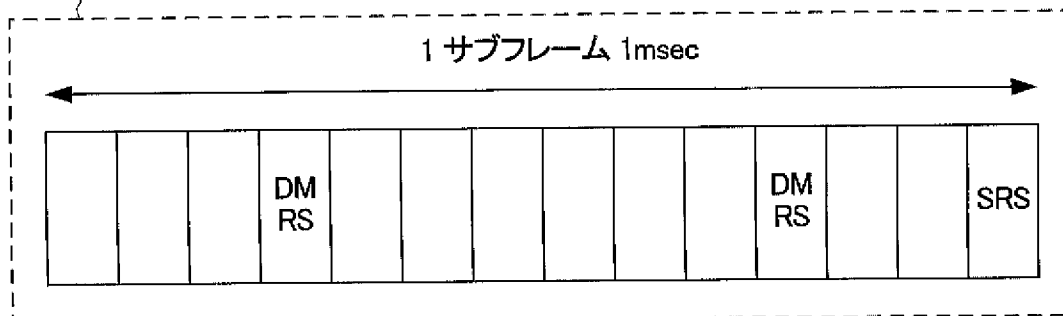
[図13]



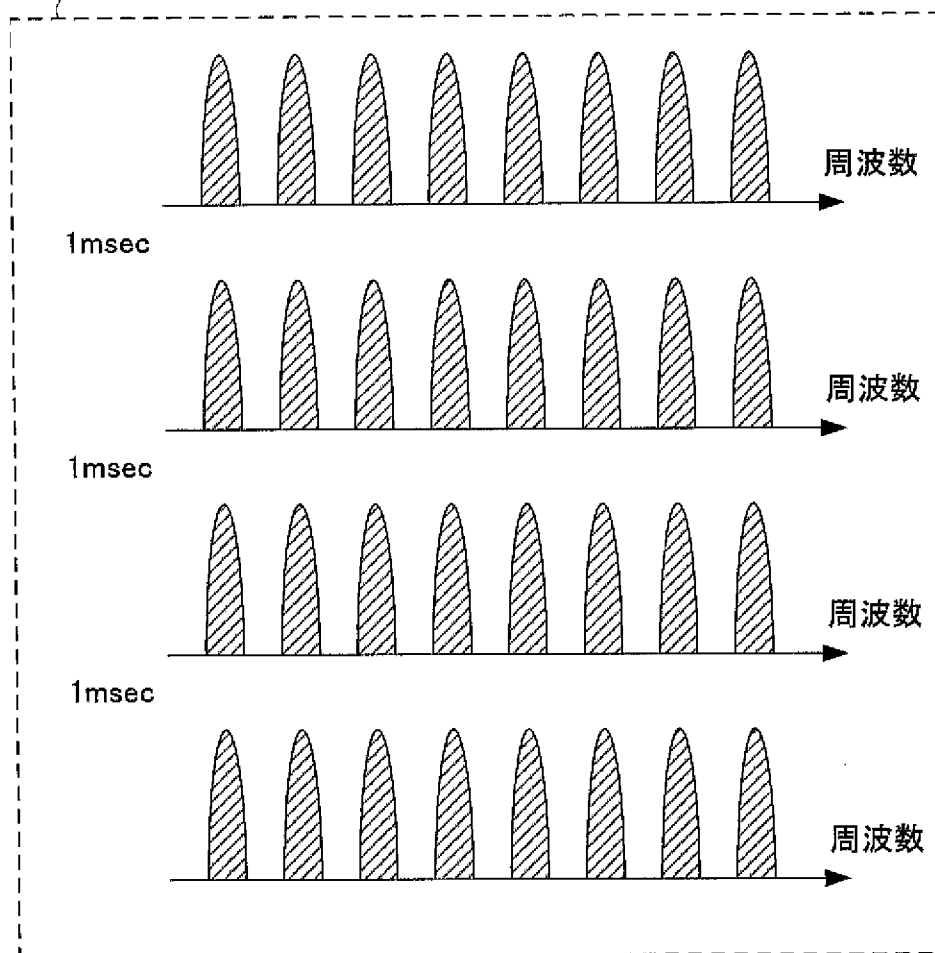
[図14]



[図15A]
2000

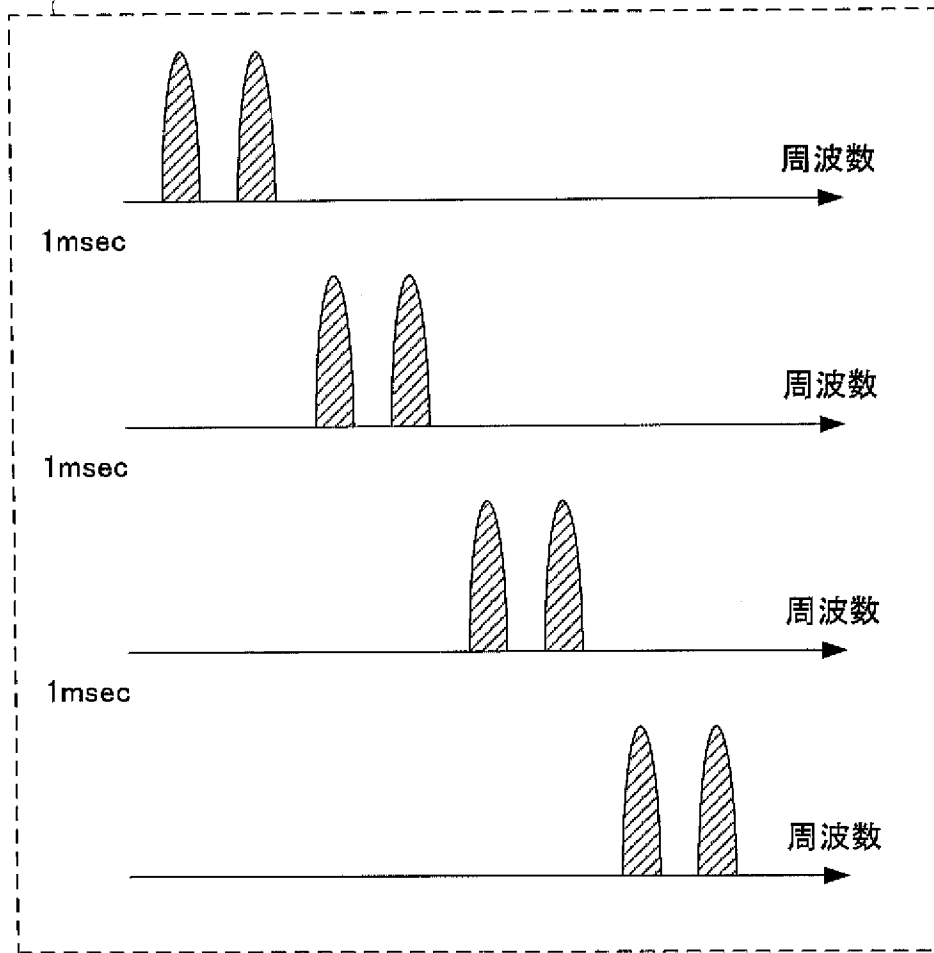


[図15B]
2001

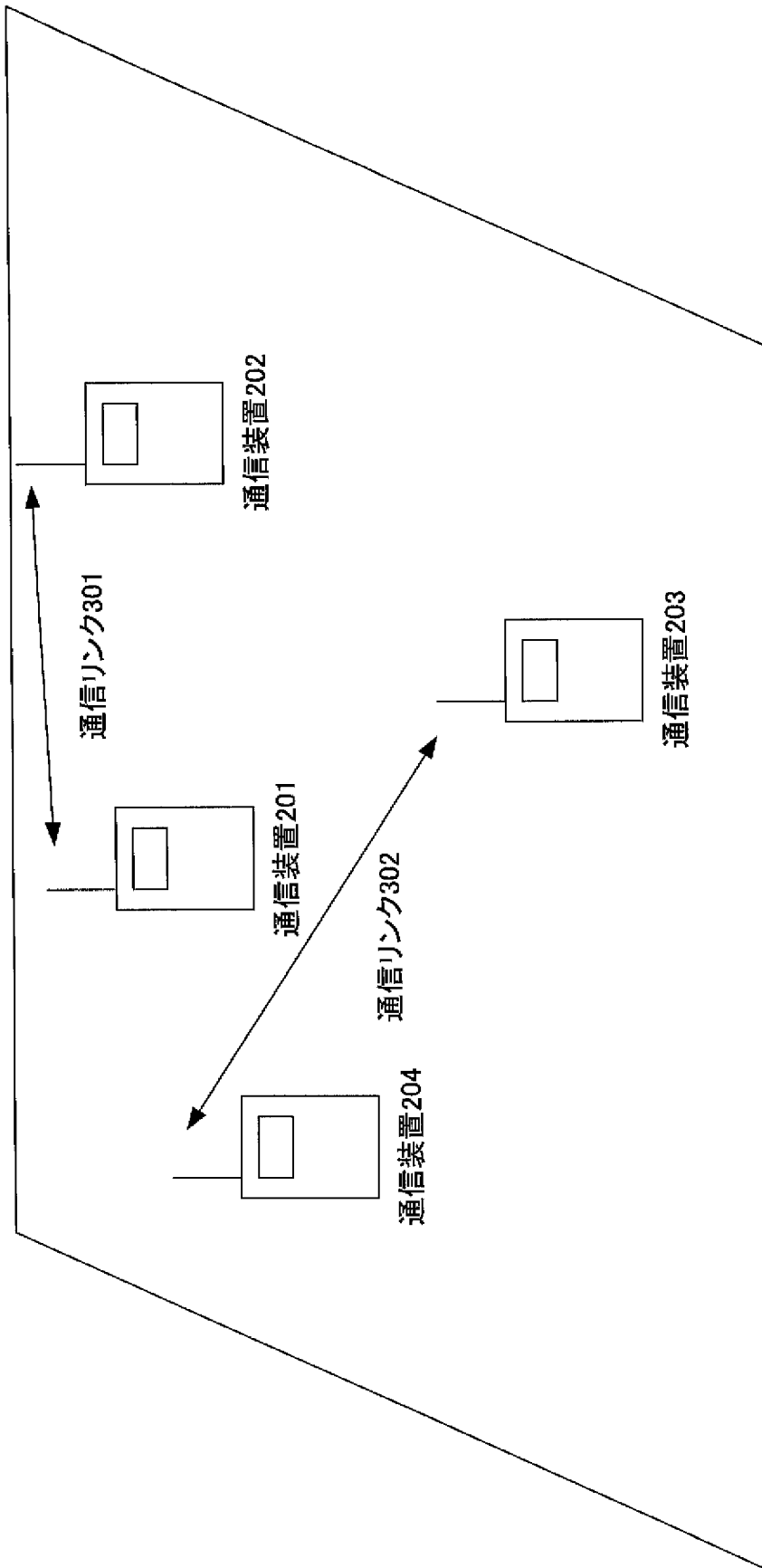


[図15C]

2002



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053404

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04J11/00(2006.01) i, H04L27/01(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) H04J11/00, H04L27/01		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X P, A	Masaomi KAWASHITA et al., "A Study on Prediction of the System Band Frequency Transfer Function in Dynamic Spectrum Control Employed BroadbandWireless Access Systems", Proceedings of the 2009 IEICE General Conference, Tsushin 1, 04 March 2009 (04.03.2009), page 485, B-5-52	1-6, 8-13, 15-17 7, 14
X A	JP 2006-505230 A (Qualcomm Inc.), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraphs [0032] to [0120] & JP 2006-505229 A & US 2004/0203442 A1 & US 2005/0170783 A1 & US 2005/0215251 A1 & US 2006/0279435 A1 & EP 1563622 A & EP 1563696 A & WO 2004/040827 A2 & WO 2004/040813 A1	1-2, 8-9, 15-17 3-7, 10-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input 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 May, 2010 (17.05.10)		Date of mailing of the international search report 25 May, 2010 (25.05.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053404

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-515899 A (Qualcomm Inc.), 14 June 2007 (14.06.2007), entire text; all drawings & US 2005/0135509 A1 & EP 1698129 A & WO 2005/064870 A2	1-17
A	WO 2009/022474 A1 (Panasonic Corp.), 19 February 2009 (19.02.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
P,A	WO 2009/096387 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 06 August 2009 (06.08.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 05-075568 A (France Telecom), 26 March 1993 (26.03.1993), entire text; all drawings & US 5307376 A & EP 820172 A3 & EP 499560 A1	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04J11/00(2006.01)i, H04L27/01(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04J11/00, H04L27/01		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, X P, A	河下 真臣 他, ダイナミックスペクトル制御を適用した広帯域無線伝送システムにおけるシステム帯域の伝搬路特性予測に関する検討, 電子情報通信学会 2009年総合大会講演論文集 通信1, 2009.03.04, p.485, B-5-52	1-6, 8-13, 15-17 7, 14
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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 17.05.2010	国際調査報告の発送日 25.05.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 福田 正悟 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5K 3861

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2006-505230 A (クアアルコム・インコーポレイテッド) 2006.02.09, 段落【0032】 - 【0120】 & JP 2006-505229 A & US 2004/0203442 A1 & US 2005/0170783 A1 & US 2005/0215251 A1 & US 2006/0279435 A1 & EP 1563622 A & EP 1563696 A & WO 2004/040827 A2 & WO 2004/040813 A1	1-2, 8-9, 15-17 3-7, 10-14
A	JP 2007-515899 A (クアアルコム・インコーポレイテッド) 2007.06.14, 全文、全図 & US 2005/0135509 A1 & EP 1698129 A & WO 2005/064870 A2	1-17
A	WO 2009/022474 A1 (パナソニック株式会社) 2009.02.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17
P, A	WO 2009/096387 A1 (三菱電機株式会社) 2009.08.06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 05-075568 A (フランス テレコム) 1993.03.26, 全文、全図 & US 5307376 A & EP 820172 A3 & EP 499560 A1	1-17