

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年8月16日 (16.08.2007)

PCT

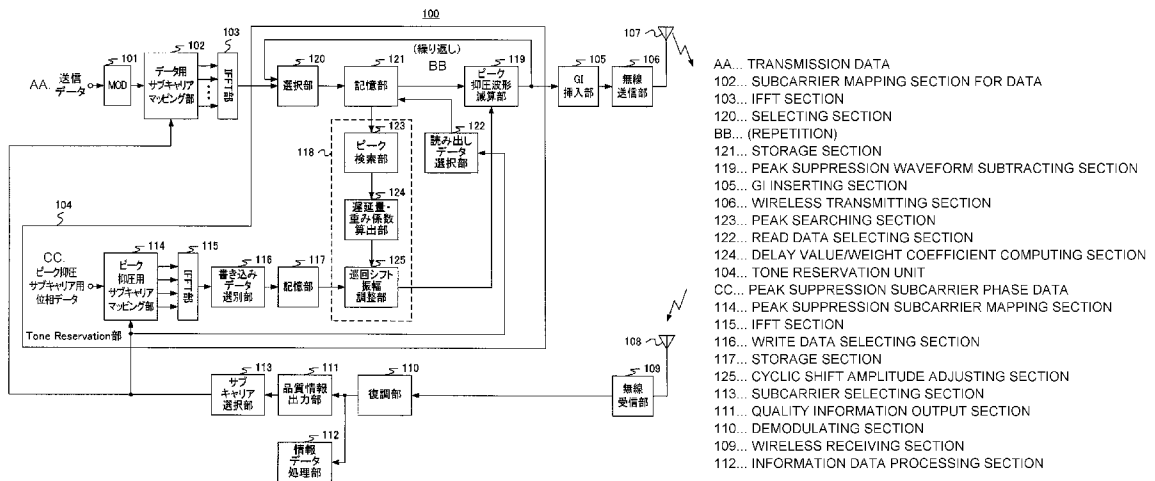
(10) 国際公開番号
WO 2007/091434 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/051292
- (22) 国際出願日: 2007年1月26日 (26.01.2007)
- (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2006-029056 2006年2月6日 (06.02.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 北原 崇 (KITA-HARA, Takashi). 関 裕太 (SEKI, Yuta).
- (74) 代理人: 鷲田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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,

[続葉有]

(54) Title: OFDM TRANSMITTER AND ITS CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: OFDM送信装置およびその制御方法



(57) Abstract: An OFDM transmitter needing a lowered computational complex for peak suppression during OFDM transmission. The OFDM transmitter comprises a subcarrier selecting section (113), a write data selecting section (116), an IFFT section (115), and a peak suppression waveform subtraction section (119). The sub-carrier selecting section (113) arranges a group of N subcarriers bilaterally symmetrically on both side with respect to the $M/2$ -th subcarrier and selects a subcarrier of low communication quality as a peak suppression subcarrier from the carrier produced by performing division into m sub-blocks arranged into the same patterns. The write data selecting section (116) selects only pieces of data whose values are not zero out of the peak suppression OFDM signal data computed by the IFFT section (115). The peak suppression waveform subtracting section (119) repeats subtraction of the peak suppression OFDM signal generated by excluding zero data at the write data selecting section (116) from the transmission data OFDM signal to be suppressed until the transmission data OFDM signal becomes, e.g., below a predetermined target PAPR value.

(57) 要約: OFDM送信に当たってピーク抑圧処理に必要な演算量を削減するOFDM送信装置。このOFDM送信装置では、サブキャリア選択部(113)は、 N 個のサブキャリアで構成されるサブキャリア群を、 $N/2$ 番目のサブキャリアを中心として左右対称配置とするとともに、同じパターンで配置された m 個に分割したサブブロックとなるように形成されるキャリアから、通信品質の低いサブキャリアをピーク抑圧用サブキャリアとして選択する。書き込みデータ選別部(116)は、IFFT部(115)で算出されたピーク抑圧

[続葉有]

WO 2007/091434 A1



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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

用OFDM信号データのうち、値が0でないデータのみを選別する。ピーク抑圧波形減算部(119)は、抑圧対象である送信データのOFDM信号から、書き込みデータ選別部(116)で0データを除いて得られたピーク抑圧用OFDM信号を減算する動作を、例えば予め定められた目標PAPR値を下回るまで繰り返す。

明 細 書

OFDM送信装置およびその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、OFDM送信装置およびその制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来技術においては、予めランダムに割り当てたサブキャリアを用いてピーク抑圧用波形(カーネル)を生成しておき、送信信号のピーク位置・振幅に応じて上記ピーク抑圧用波形を巡回シフト、振幅調整したものを送信信号から差し引くことによりピーク電力を抑圧する。

[0003] 図1は、従来技術に係るOFDM送信装置の構成を示すブロック図である。この従来技術を、図1に基づき説明する。送信データは、変調器(MOD)11で変調され、データ用サブキャリアマッピング部12で直列／並列変換されるとともに、データ用サブキャリアにマッピングされる。送信データがマッピングされた並列信号はIFFT部13で逆高速フーリエ変換(Inverse Fast Fourier Transform;以下「IFFT」という。)され、トーンリザベーション(Tone Reservation)部14に出力される。トーンリザベーション部14に入力された送信データ信号は、選択部15を介して記憶部16に記憶され、ピーク抑圧波形減算部17に出力される。ピーク抑圧波形減算部17は、記憶部16から出力される送信データ信号に対し、詳細を後で説明するピーク抑圧用信号(カーネル)を減算し、ピーク値が抑圧された送信データ信号を発生する。このピーク値が抑圧された送信データ信号は、ガードインターバル(GI)挿入部18でガードインターバルを挿入する処理がされる。ガードインターバル挿入処理された信号は、無線送信部19でアップコンバートおよび増幅等、所定の無線送信処理が施され、送信アンテナ20を介して送信信号として外部に出力される。

[0004] 次に従来技術における、ピーク抑圧波形減算部17の一方の入力であるピーク抑圧用信号(カーネル)の生成について説明する。ピーク抑圧用信号(カーネル)を発生させるためのピーク抑圧サブキャリア用位相データは、ランダムマッピング部21で直列／並列変換されるとともに、予めランダムに選択しておいたピーク抑圧用サブキャリ

アに割り当てられ、IFFT部22でIFFT処理される。なお、このときのサブキャリアはすべて同じ位相に設定されている。

- [0005] このようにIFFT処理された信号は、その波形がピーク抑圧用基準信号(カーネル)として記憶部23に記憶される。記憶部23に記憶されたカーネルは、巡回シフト振幅調整部24を介して、位置および振幅が調整され、ピーク抑圧用信号としてピーク抑圧波形減算部17に出力される。これによって、ピーク抑圧波形減算部17では、記憶部16からの送信データ信号に対し、ピーク抑圧用信号を減算し、ピーク値が抑圧された送信データ信号を発生する。
- [0006] なお、このようにピーク抑圧基準信号(カーネル)からピーク抑圧用信号を発生するため、巡回シフト振幅調整部24は、次のように制御される。すなわち、ピーク検索部25において、記憶部16に記憶されている送信データ信号のピークの位置および振幅が検索され、このピークの位置および振幅に基づき遅延量・重み係数算出部26で、カーネルの所定遅延量と所定重み係数が算出される。遅延・重み係数算出部26は、遅延量および重み係数を巡回シフト振幅調整部24に出力する。これに応じて巡回シフト振幅調整部24は、指定された遅延量に応じて、記憶部23に記憶された波形信号の読み出しタイミングを設定し、かつ設定された重み係数に応じて読み出したデータの重み付けを行うことにより、その出力であるピーク抑圧用信号のピークタイミングを調整するとともにピークタイミングにおける振幅値を設定し、ピーク抑圧波形減算部17の減算入力とする。
- [0007] ピーク抑圧波形減算部17の出力信号は、選択部15を介して再度記憶部16に記憶させることができる。これによって、ピーク抑圧波形減算部17では、ピーク抑圧のための減算動作が繰り返し行われ、ピーク値が抑圧された信号が、ガードインターバル(GI)挿入部18に出力される。GI挿入部18は、入力された信号に対しガードインターバル挿入処理を施し、無線送信部19に出力する。無線送信部19は、入力をアップコンバート、増幅など所定の無線送信処理を施して送信信号とし、送信信号は送信アンテナ20を介して、外部に出力される。
- [0008] このようにして、従来技術においては、生成したピーク抑圧用基準信号(カーネル)を元の送信波形から減算する動作をピーク抑圧波形減算部17で繰り返すことによ

て、ピーク値が抑圧されたOFDM信号を外部に出力するようにして、増幅器の効率向上を図っている(非特許文献1)。

非特許文献1:Tone Reservation method for PAPR Reduction scheme IEEE C802.16e-03/60r1 IEEE802.16 Broadband Wireless Access Working Group Task Group e (Mobile Wireless MAN) Contributed Document date 2003/11/10

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、従来技術においては、IFFTサイズをNポイントとすると、ピーク抑圧波形減算部17におけるピーク抑圧波形減算処理は、時間波形の長さNポイント毎にIQ双方の処理が必要で、1回の減算処理につき2N回の処理が必要となる。このため従来技術に係るOFDM信号ピーク抑圧装置においては、送信に要する処理遅延が大きくなり、再送時におけるRTT(Round Trip Time:往復時間)の増加によるスループットの劣化を招く。また、この減算処理等のための回路の消費電力も増大する。

[0010] 本発明の目的は、処理遅延が小さく、消費電力が少ないOFDM送信装置およびその制御方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明のOFDM送信装置は、全部でN個(Nは複数)のサブキャリアで構成されるサブキャリア群のうち、 $N/2$ 番目を中心に左右対称配置となり、かつ前記サブキャリア群をm個(mは複数)に分割したサブブロック内ですべて同じサブキャリアの配置パターンとなるように形成されるキャリアから、各サブキャリアの通信品質に応じて、ピーク抑圧用サブキャリアを選択するサブキャリア選択手段と、前記サブキャリア選択手段が選択したピーク抑圧用のサブキャリアに、1、-1、j、-jのどれか一つに統一した位相データをマッピングする第1のマッピング手段と、前記ピーク抑圧用のサブキャリアにマッピングされた前記位相データを逆高速フーリエ変換する第1の逆高速フーリエ変換手段と、前記第1の逆高速フーリエ変換手段の出力から0データを除いて、ピーク抑圧用基準信号を示すカーネル波形を発生するカーネル波形発生手段と、前記サブキャリア選択手段が選択した前記ピーク抑圧用サブキャリア以外のサブキャ

リアに、送信データをマッピングする第2のマッピング手段と、前記送信データ用サブキャリアにマッピングされた前記送信データを逆高速フーリエ変換して送信データ波形を発生する第2の逆高速フーリエ変換手段と、前記送信データ波形から前記カーネル波形を減算するピーク抑圧波形減算手段と、を具備する構成を採る。

- [0012] また、本発明のOFDM送信装置の制御方法は、全部でN個(Nは複数)のサブキャリアで構成されるサブキャリア群のうち、 $N/2$ 番目を中心に左右対称配置となり、かつ前記サブキャリア群をm個(mは複数)に分割したサブブロック内ですべて同じサブキャリアの配置パターンとなるように形成されるキャリアから、各サブキャリアの通信品質に応じて、ピーク抑圧用サブキャリアを選択するサブキャリア選択ステップと、前記サブキャリア選択ステップで選択したピーク抑圧用のサブキャリアに、1、-1、j、-jのどれか一つに統一した位相データをマッピングする第1のマッピングステップと、前記ピーク抑圧用のサブキャリアにマッピングされた前記位相データを逆高速フーリエ変換する第1の逆高速フーリエ変換ステップと、前記第1の逆高速フーリエ変換ステップでの出力から0データを除いて、ピーク抑圧用基準信号を示すカーネル波形を発生するカーネル波形発生ステップと、前記サブキャリア選択ステップで選択した前記ピーク抑圧用サブキャリア以外のサブキャリアに、送信データをマッピングする第2のマッピングステップと、前記送信データ用サブキャリアにマッピングされた前記送信データを逆高速フーリエ変換して送信データ波形を発生する第2の逆高速フーリエ変換ステップと、前記送信データ波形から前記カーネル波形を減算するピーク抑圧波形減算ステップと、を具備する。

発明の効果

- [0013] 本発明によれば、ピーク抑圧処理に必要な演算量を削減できるので、処理遅延を短縮でき、消費電力も小さくできる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]従来技術に係るOFDM送信装置の構成を示すブロック図
[図2]本発明の実施の形態に係るOFDM送信装置の構成を示すブロック図
[図3]本発明の実施の形態に係るサブキャリア配置を示す模式図
[図4]本発明の実施の形態に係るピーク抑圧用および送信データ用サブキャリア位

置を示す模式図

[図5]本発明の実施の形態に係るピーク抑圧用基準波形(カーネル)を示す図

[図6]本発明の実施の形態に係るピーク抑圧のための条件を示す図

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0016] (実施の形態1)

図2は、本実施の形態に係るOFDM送信装置の構成を示すブロック図である。

[0017] 本実施の形態に係るOFDM送信装置100は、送信データの変調部(MOD)101と、データ用サブキャリアマッピング部102と、第1のIFFT部103と、トーンリザベーション部104と、ガードインターバル(GI)挿入部105と、無線送信部106と、送信アンテナ107と、受信アンテナ108と、無線受信部109と、復調部110と、品質情報出力部111と、情報データ処理部112と、サブキャリア選択部113とから主に構成される。

[0018] 変調部101は、送信データを変調する。データ用サブキャリアマッピング部102は、変調された送信データをシリアル/パラレル変換するとともに、送信データ用サブキャリアとして選択されたサブキャリアにマッピングし、IFFT部103に出力する。IFFT部103は、データ用サブキャリアマッピング部102の出力をIFFT処理し、このIFFT処理によって得られるOFDM信号を、トーンリザベーション部104に出力する。トーンリザベーション部104は、後で詳細に説明する様に、OFDM信号のピーク抑圧処理をして、その出力をGI挿入部105に出力する。GI挿入部105は、ガードインターバルを挿入する処理をし、ガードインターバル挿入処理されたOFDM信号を無線送信部106に出力する。無線送信部106は、入力したOFDM信号に対してアップコンバート、増幅等の所定の無線送信処理を施し、送信アンテナ107を介して通信相手装置に無線送信する。

[0019] この通信相手装置は、OFDM送信装置100にデータを送信する際には、情報通信のための必須の情報データに付加して、OFDM送信装置100から先に受信したOFDM信号の品質、例えばサブキャリア毎の送信品質データを含んで、OFDM信号に変調してOFDM送信装置100に送信する。

[0020] 受信アンテナ108は、通信相手装置からのOFDM信号を受信し、無線受信部109

に出力する。無線受信部109は、入力したOFDM信号を増幅し、ダウンコンバート等所定の無線受信処理を施し、受信信号として復調部110に出力する。復調部110は、受信信号を復調して受信データを得、品質情報出力部111および情報データ処理部112に出力する。品質情報出力部111は、復調部110の受信データから各サブキャリアの品質を示す品質情報を抽出し、サブキャリア選択部113に出力する。なお、情報データ処理部112は、受信データのうち品質情報以外の情報を全て抽出して、予め定められた情報処理を行う。この情報データ処理部112で行われる処理は、例えば誤り訂正復号処理などであり従来周知の処理と同等であるので、詳しい説明は省略する。

[0021] サブキャリア選択部113は、品質情報出力部111の出力を受けて全サブキャリアの中から、ピーク抑圧用に使用するサブキャリアと送信データ用に使用するサブキャリアをそれぞれ選択する。サブキャリア選択部113は、その選択結果に従い、ピーク抑圧用サブキャリア指定データをトーンリザベーション部104に出力するとともに、送信データ用サブキャリア指定データをデータ用サブキャリアマッピング部102に出力する。

[0022] 次にトーンリザベーション部104の各部について説明する。トーンリザベーション部104は、ピーク抑圧用サブキャリアマッピング部114と、IFFT部115と、書き込みデータ選別部116と、記憶部117と、減算繰り返し制御部118と、ピーク抑圧波形減算部119と、選択部120と、記憶部121と、読み出しデータ選択部122とを有している。

[0023] 減算繰り返し制御部118は、ピーク検索部123と、遅延・重み係数算出部124と、巡回シフト振幅調整部125とを有する。

[0024] ピーク抑圧用サブキャリアマッピング部114は、サブキャリア選択部113で選択されたサブキャリアに、外部からピーク抑圧サブキャリア位相データで与えられた抑圧信号をマッピングし、並列信号をIFFT部115に出力する。IFFT部115は、ピーク抑圧サブキャリアマッピング部114からの信号をIFFT処理し、得られたOFDM信号を波形データの形で書き込みデータ選別部116に出力する。書き込みデータ選別部116は、IFFT部115の出力から0データ以外を選別し、記憶部117に書き込む。なお、本明細書において、「0データ」とはデータの実部振幅もしくは虚部振幅が0(ゼロ)で

あるものをいう。記憶部117に書き込まれた波形データは、ピーク抑圧用基準信号(カーネル)を示すカーネル波形のデータである。このように書き込みデータ選別部116と記憶部117とは、ピーク抑圧用基準信号(カーネル)を示すカーネル波形を発生するためのカーネル波形発生部を構成している。

- [0025] 記憶部117に記憶されたピーク抑圧用基準信号(カーネル)を示す波形データは、後述する所定のタイミングで読み出され、減算繰り返し制御部118を介して、ピーク抑圧波形減算部119に減算信号として出力される。ピーク抑圧波形減算部119は、OFDM信号のピークを抑圧するため、減算処理を繰り返し行う。
- [0026] 選択部120は、ピーク抑圧波形減算処理を繰り返し行うため、最初はIFFT部103から送信用のデータを選択し、2回目以降のピーク抑圧波形減算処理の際はピーク抑圧波形減算部119の出力を選択し、ピーク抑圧対象データとして記憶部121に記憶させる。
- [0027] 読み出しデータ選択部122は、サブキャリア選択部113からの出力を受けて記憶部121に記憶されたピーク抑圧対象データである送信データからピーク抑圧用波形を減算する際に、記憶部117で記憶されたデータについてのみ減算を行うように、記憶部121から読み出すデータを選択する。
- [0028] ピーク検索部123は、所定の繰り返し回数に達するまで、もしくは予め定めた目標PAPR(Peak to Average Power Ratio: 信号波形のピーク電力対平均電力比)値を下回るまで、記憶部121に記憶された全てのデータからピーク抑圧対象データである送信データのピークを検索し、ピーク位置情報およびピーク振幅値を遅延量・重み係数算出部124に出力する。遅延量・重み係数算出部124は、ピーク検索部123からのピーク情報であるピーク位置情報およびピーク振幅値に基づき、カーネルの遅延量と重み係数を算出し、それぞれ巡回シフト振幅調整部125に出力する。この遅延量は、ピーク位置を示し、また重み係数は、ピーク抑圧量を示す。
- [0029] 巡回シフト振幅調整部125は、記憶部117からピーク抑圧用基準信号(カーネル)の読み出し開始位置を遅延量に応じて調整して、カーネル波形のピークとピーク抑圧対象波形のピーク位置とを一致させるとともに、重み係数に応じて振幅の調整を行う。この調整の結果、巡回シフト振幅調整部125は、記憶部121から読み出されるピーク

ク抑圧対象データのピークを抑圧するためのデータを、ピーク抑圧波形減算部119に出力する。

[0030] このようにしてピーク抑圧波形減算部119は、例えば予め定めた目標PAPR値を下回るまで、ピーク抑圧対象である送信データからピーク抑圧用信号を減算し、ピークが抑圧された送信データ信号をGI挿入部105ないしは選択部120に出力する。

[0031] ピークが抑圧された送信信号は、送信無線部106および送信アンテナ107を介して外部に出力される。

[0032] 次に本実施の形態で行うIFFT処理および採用するサブキャリアについて具体的に説明する。

[0033] 図3は、本実施の形態に係るサブキャリア配置を示す模式図である。図示するように、サブキャリアは、IFFTサイズN(Nは、2以上の自然数)に合わせてX(0)からX(N-1)のN個のサブキャリアで構成されるサブキャリア群を形成している。このサブキャリア群は通信の全帯域をカバーし、かつこのサブキャリア群の中央のサブキャリアがX(N/2)である。この場合、IFFT処理後の波形は次の式(1)で表わされる。

[数1]

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) \quad \dots (1)$$

[0034] 本実施の形態においては、サブキャリア選択部113は、ピーク抑圧用基準信号(カーネル)生成用のサブキャリア位置を次の3条件を満たすように配置する。第1条件: N/2(NはIFFTサイズ)を中心に左右対称に配置する。第2条件: 全帯域をm個(mは、2以上の自然数)に分割したとして、それぞれのサブブロック間では同じ配置パターンとなるように配置する。但し、サブブロック内では、サブキャリアはランダムに配置する。第3条件: 外部の受信装置から送信され、品質情報出力部111で抽出される各サブキャリアの品質報告値に基づき、品質報告値が低いサブキャリアほど、選択するようにする。

[0035] 第1条件および第2条件を式で示すと次の式(2)で表される。

[数2]

$$\begin{aligned}
 X(k) &= X\left(\frac{N}{m} + k\right) = \dots = X\left(\frac{m-1}{m}N - k\right) \\
 &= X(N-k) = X\left(\frac{m-1}{m}N - k\right) = \dots = X\left(\frac{1}{m}N - k\right) = A \quad \left(0 < k < \frac{N}{2m}\right) \quad \dots (2)
 \end{aligned}$$

Aは、1, -1, j, -jのいずれか

[0036] これを $m=2$ の場合について説明すると、式(2)は次の式(3)のようになる。

[数3]

$$X(k) = X\left(\frac{N}{2} + k\right) = X(N-k) = X\left(\frac{N}{2} - k\right) \quad \dots (3)$$

[0037] 図4は、式(3)の内容であるピーク抑圧用基準信号(カーネル)生成用サブキャリアのキャリア位置(図4において、×で示す。)およびデータ送信用サブキャリアのキャリア位置(図4において、○で示す。)を模式的に示す図である。すなわち、図4においては、サブブロックは#0および#1で示す2サブブロック($m=2$)である。ピーク抑圧用サブキャリアは全体で左右対称の位置にある。また、サブブロック#0内でのピーク抑圧用サブキャリア配置位置とサブブロック#1でのピーク抑圧用サブキャリア配置位置は、同じ配置パターンとなっている。なお、式(3)の第1項と第3項の関係、第2項と第4項の関係は、この場合におけるサブキャリアが左右対称に配置されていることを示している。また、第1項と第2項の関係、第3項と第4項の関係は、サブキャリアを2つのブロックに分割した際、それぞれのサブブロック間で同じ配置になっていることを示している。

[0038] なお図4において、ピーク抑圧用のサブキャリアは、図2の品質情報出力部111で抽出された品質情報に基づき、図4の×で示すキャリアからサブキャリア選択部113によって選択され、ピーク抑圧用サブキャリアマッピング部114でのマッピング処理に使用される。相対的に、サブキャリア選択部113は、ピーク抑圧用のサブキャリアに選択されなかったサブキャリア、すなわち情報品質がよかったサブキャリアをデータ用サブキャリアマッピング部102に割り当てる。

[0039] 次に以上のようにサブキャリアを配置した場合の物理的な意味について説明する。すなわち、サブキャリアを左右対称位置に配置すると、これは式(3)に関連して、 $X(N-k) = X(k)$ であることを意味し、かつ $X(0) = X(N/2) = 0$ を前提条件として与え

、これらの条件を式(1)に当てはめると、次の式(4)のようになり、 $x(n)$ は、実数のみ、もしくは虚数のみとなる。

[数4]

$$\begin{aligned}
 x(n) &= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) \\
 &= \frac{1}{N} \left\{ \sum_{k=1}^{N/2-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) + \sum_{k=N/2+1}^{N-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) \right\} \\
 &= \frac{1}{N} \left\{ \sum_{k=1}^{N/2-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) + \sum_{k=1}^{N/2-1} X(N-k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} (N-k)n\right) \right\} \quad \dots (4) \\
 &= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N/2-1} \left\{ X(k) \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) + X(N-k) \exp\left(-j \frac{2\pi}{N} kn\right) \exp(j2\pi n) \right\} \\
 &= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N/2-1} \left\{ X(k) \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) + X(k) \exp\left(-\frac{2\pi}{N} kn\right) \right\} \\
 &= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N/2-1} X(k) \cdot 2 \cos\left(\frac{2\pi}{N} kn\right)
 \end{aligned}$$

[0040] また、全帯域を m 等分し、それぞれのサブブロックはすべて同じパターンに配置すると、次の式(5)で示す条件が成立する。

[数5]

$$X(k) = X\left(k + \frac{N}{m}\right) = \dots = X\left(k + \frac{m-1}{m} N\right) \quad m \text{ は } N \text{ の 約 数} \quad \dots (5)$$

[0041] この式(5)が示す条件を式(1)に当てはめると、式(1)は、次の式(6)となる。

[数6]

$$\begin{aligned}
 x(n) &= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) \\
 &= \frac{1}{N} \left\{ \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) + \sum_{k=N/m}^{2N/m-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) + \dots + \sum_{k=\frac{m-1}{m}N}^{N-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) \right\} \\
 &= \frac{1}{N} \left\{ \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) + \sum_{k=0}^{N-1} X\left(k + \frac{N}{m}\right) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} \left(k + \frac{N}{m}\right)n\right) + \dots + \sum_{k=0}^{N-1} X\left(k + \frac{m-1}{m} N\right) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} \left(k + \frac{m-1}{m} N\right)n\right) \right\} \\
 &= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) \left\{ 1 + \exp\left(j2\pi \frac{1}{m} n\right) + \dots + \exp\left(j2\pi \frac{m-1}{m} n\right) \right\} \\
 &= \frac{m}{N} \sum_{k=0}^{N/m-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) \\
 &= \frac{m}{N} \sum_{k=0}^{N/m-1} X(k) \cdot \exp\left(j \frac{2\pi}{N} kn\right) \\
 &= 0 \quad \dots (6)
 \end{aligned}$$

- [0042] 式(6)において、 $x(n) = 0$ となるのは、 n が m の倍数でない場合である。すなわち、 $x(n)$ は $0 \leq n \leq N$ の区間において、 $((m-1)/m)N$ ポイントでゼロとなることを意味する。
- [0043] 式(4)および式(6)が示す内容であるピーク抑圧のための演算量の減少を、図5を用いて説明する。図5は、本実施の形態に係るピーク抑圧用基準波形(カーネル)を示す。すなわち、図5においては、式(4)が示すようにピーク抑圧用サブキャリアによるカーネル波形は $x(n)$ が実数となるので、Q成分はゼロであり、Q成分の演算は不要である。
- [0044] また、式(6)が示すように帯域の分割配置により、I成分のうち $((m-1)/m)N$ ポイントはゼロとなり、その分ピーク抑圧用に行うピーク抑圧波形減算部119での減算処理回数は減少する。具体的には、従来技術においてはIQ両成分合わせて $2N$ ポイントの減算処理が必要であったものが、本実施の形態ではI成分($2N$ の半分)の N ポイントから $((m-1)/m)N$ ポイントを引いて得られる N/m ポイントのみについて減算を行えばよいことになる。すなわち、ピーク抑圧のための減算処理は、 $(N/m)/2N$ の $1/2m$ に削減できる。
- [0045] 次にピーク抑圧のための減算処理を $1/2m$ に削減するピーク抑圧用サブキャリアの選択方法の一例を図6を用いて具体的に説明する。図6では $m=2$ の場合を示している。 $0 \leq n \leq N$ の区間から任意の、例えば k 番目のサブキャリア(k)を選択したとき、式(3)で示される残りのサブキャリアは $k+N/2$ 、 $N-k$ 、 $N/2-k$ で表すことができる。このとき、 k 、 $k+N/2$ 、 $N-k$ 、 $N/2-k$ の4つのサブキャリア全てが $0 \sim N$ の範囲内にある必要があるため、実質は図6に示すように、 k として $0 \leq k \leq N/4$ から任意の一つを選択し、その後 k に関連して派生するサブキャリアである $k+N/2$ 、 $N-k$ 、 $N/2-k$ を選択すればよい。この際、選択されたサブキャリアがなるべく通信品質の低いサブキャリアになるように、予め定めた数だけピーク抑圧用サブキャリアを選択する。具体的には、本実施の形態において $m=2$ の場合1つのピーク抑圧用サブキャリアを選択すると4つのピーク抑圧用サブキャリアが選択されるので、予め定めたピーク抑圧用サブキャリア数/4に相当する個数のサブキャリアを例えば $0 \leq k \leq N/4$ の区間から選択する。なお、ピーク抑圧用サブキャリアの数は外部から都度に与えられる

か、もしくは予め定めている。

[0046] このように本実施の形態によれば、OFDM送信のマルチキャリアの配置に関し、「(1)ピーク抑圧用サブキャリアを全サブキャリア数 $\cdot N$ の $N/2$ を中心に左右対称に配置する。(2)キャリアの全帯域を m 個に分割してサブブロックを形成し、各サブブロックの送信データ用サブキャリアとピーク抑圧用サブキャリアの配置パターンを同一にする。(3)ピーク抑圧用サブキャリアには通信品質の低いサブキャリアを割り当て、かつピーク抑圧用サブキャリアの位相を 1 、 -1 、 j 、 $-j$ のいずれかに統一する。」という拘束条件を設定するのみで、ピーク抑圧のための演算を、従来に比べて、 $1/2m$ に減少させることができる。この演算量が減少すると、その分OFDM送信装置の送信処理速度が向上するとともに消費電力を減少させることができる。

[0047] 2006年2月6日出願の特願2006-029056の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

産業上の利用可能性

[0048] 本発明はOFDM送信においてピーク抑圧のための減算処理を削減するので、その分高速のOFDM通信を行うのに有効である。

請求の範囲

- [1] 全部で N 個 (N は複数)のサブキャリアで構成されるサブキャリア群のうち、 $N/2$ 番目を中心に左右対称配置となり、かつ前記サブキャリア群を m 個 (m は複数)に分割したサブブロック内ですべて同じサブキャリアの配置パターンとなるように形成されるキャリアから、各サブキャリアの通信品質に応じて、ピーク抑圧用サブキャリアを選択するサブキャリア選択手段と、
- 前記サブキャリア選択手段が選択したピーク抑圧用のサブキャリアに、 1 、 -1 、 j 、 $-j$ のどれか一つに統一した位相データをマッピングする第1のマッピング手段と、
- 前記ピーク抑圧用のサブキャリアにマッピングされた前記位相データを逆高速フーリエ変換する第1の逆高速フーリエ変換手段と、
- 前記第1の逆高速フーリエ変換手段の出力から0データを除いて、ピーク抑圧用基準信号を示すカーネル波形を発生するカーネル波形発生手段と、
- 前記サブキャリア選択手段が選択した前記ピーク抑圧用サブキャリア以外のサブキャリアに、送信データをマッピングする第2のマッピング手段と、
- 前記送信データ用サブキャリアにマッピングされた前記送信データを逆高速フーリエ変換して送信データ波形を発生する第2の逆高速フーリエ変換手段と、
- 前記送信データ波形から前記カーネル波形を減算するピーク抑圧波形減算手段と、
- を具備するOFDM送信装置。
- [2] 前記サブキャリア選択手段は、通信品質が低い順に予め定めた数のサブキャリアをピーク抑圧用サブキャリアとして選択する請求項1記載のOFDM送信装置。
- [3] 全部で N 個 (N は複数)のサブキャリアで構成されるサブキャリア群のうち、 $N/2$ 番目を中心に左右対称配置となり、かつ前記サブキャリア群を m 個 (m は複数)に分割したサブブロック内ですべて同じサブキャリアの配置パターンとなるように形成されるキャリアから、各サブキャリアの通信品質に応じて、ピーク抑圧用サブキャリアを選択するサブキャリア選択ステップと、
- 前記サブキャリア選択ステップで選択したピーク抑圧用のサブキャリアに、 1 、 -1 、 j 、 $-j$ のどれか一つに統一した位相データをマッピングする第1のマッピングステップと、
- 、

前記ピーク抑圧用のサブキャリアにマッピングされた前記位相データを逆高速フーリエ変換する第1の逆高速フーリエ変換ステップと、

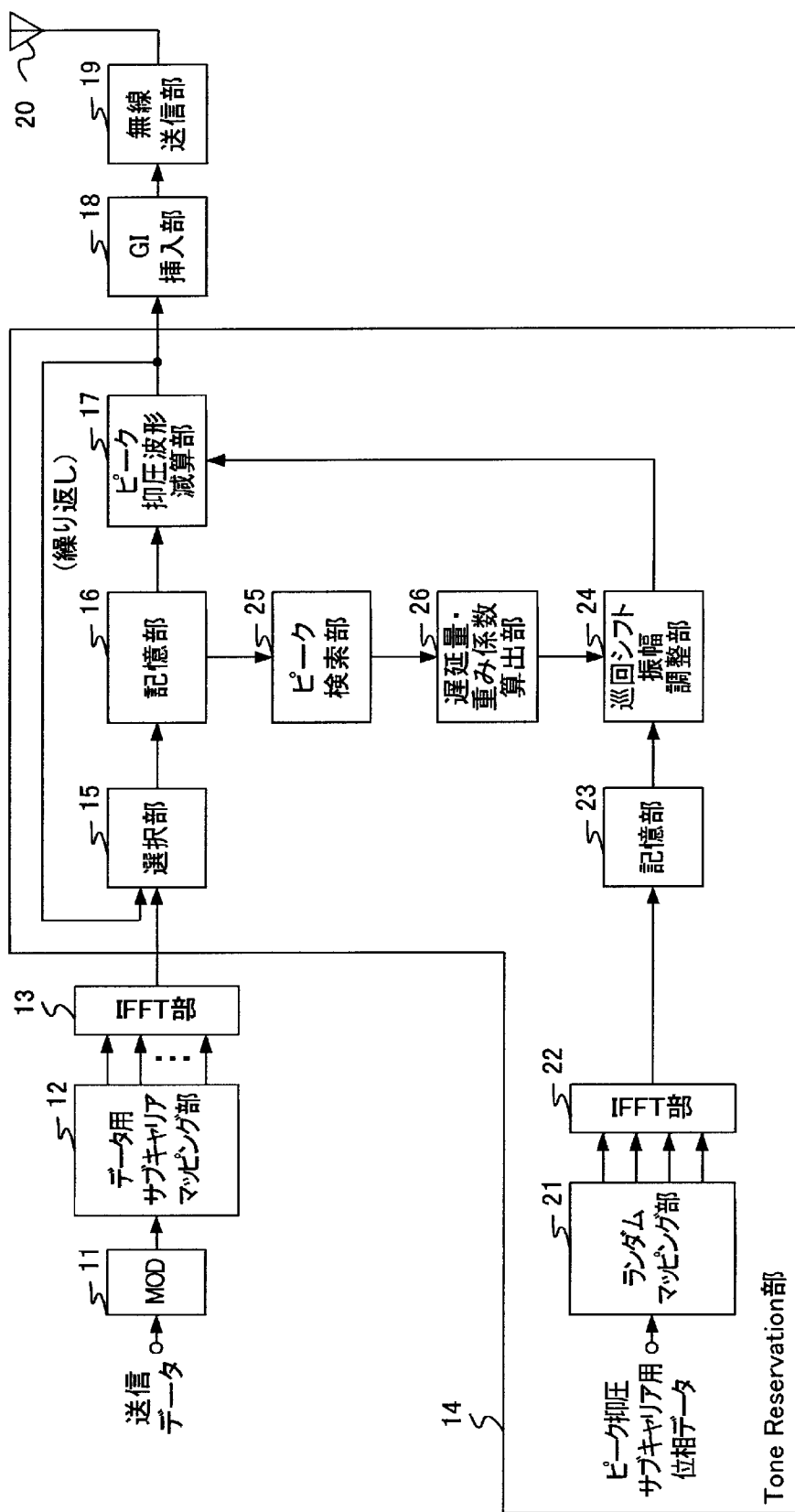
前記第1の逆高速フーリエ変換ステップでの出力から0データを除いて、ピーク抑圧用基準信号を示すカーネル波形を発生するカーネル波形発生ステップと、

前記サブキャリア選択ステップで選択した前記ピーク抑圧用サブキャリア以外のサブキャリアに、送信データをマッピングする第2のマッピングステップと、

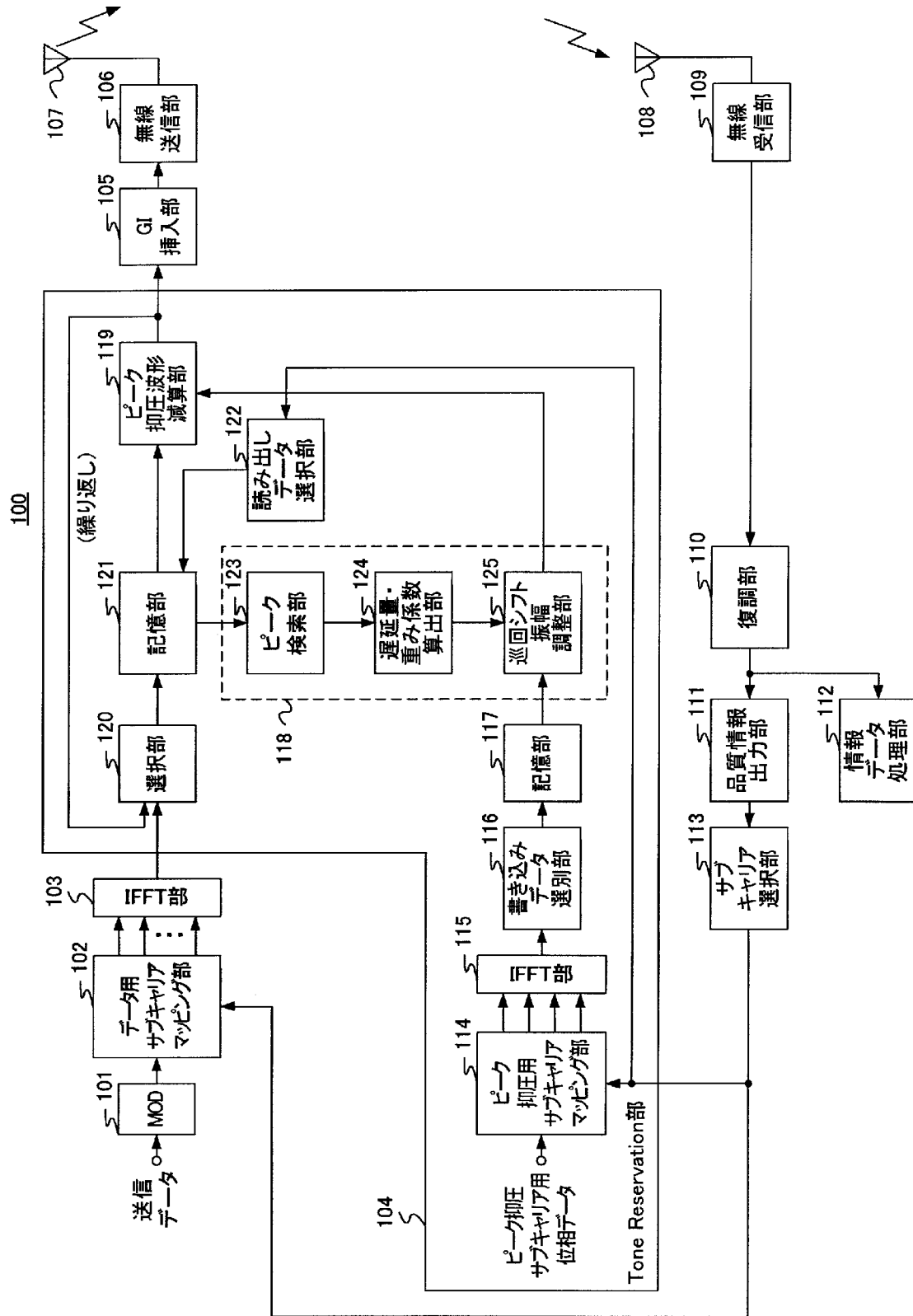
前記送信データ用サブキャリアにマッピングされた前記送信データを逆高速フーリエ変換して送信データ波形を発生する第2の逆高速フーリエ変換ステップと、

前記送信データ波形から前記カーネル波形を減算するピーク抑圧波形減算ステップと、を具備するOFDM送信装置の制御方法。

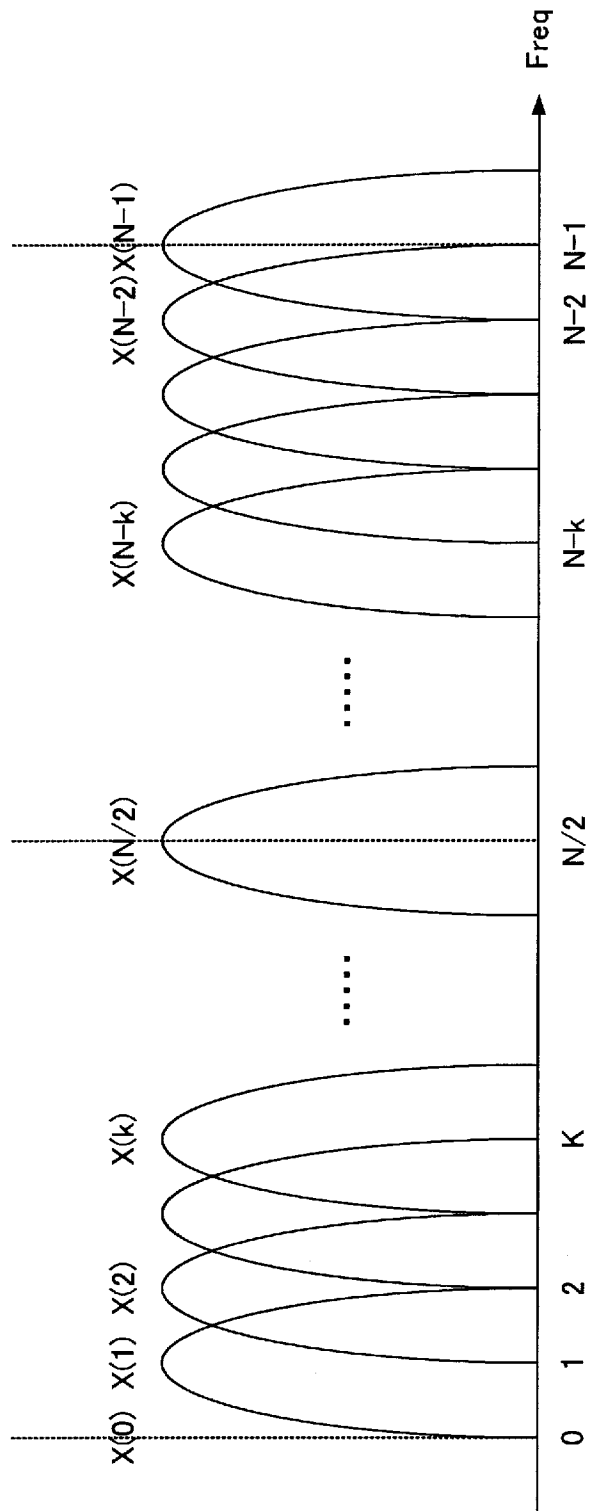
[図1]



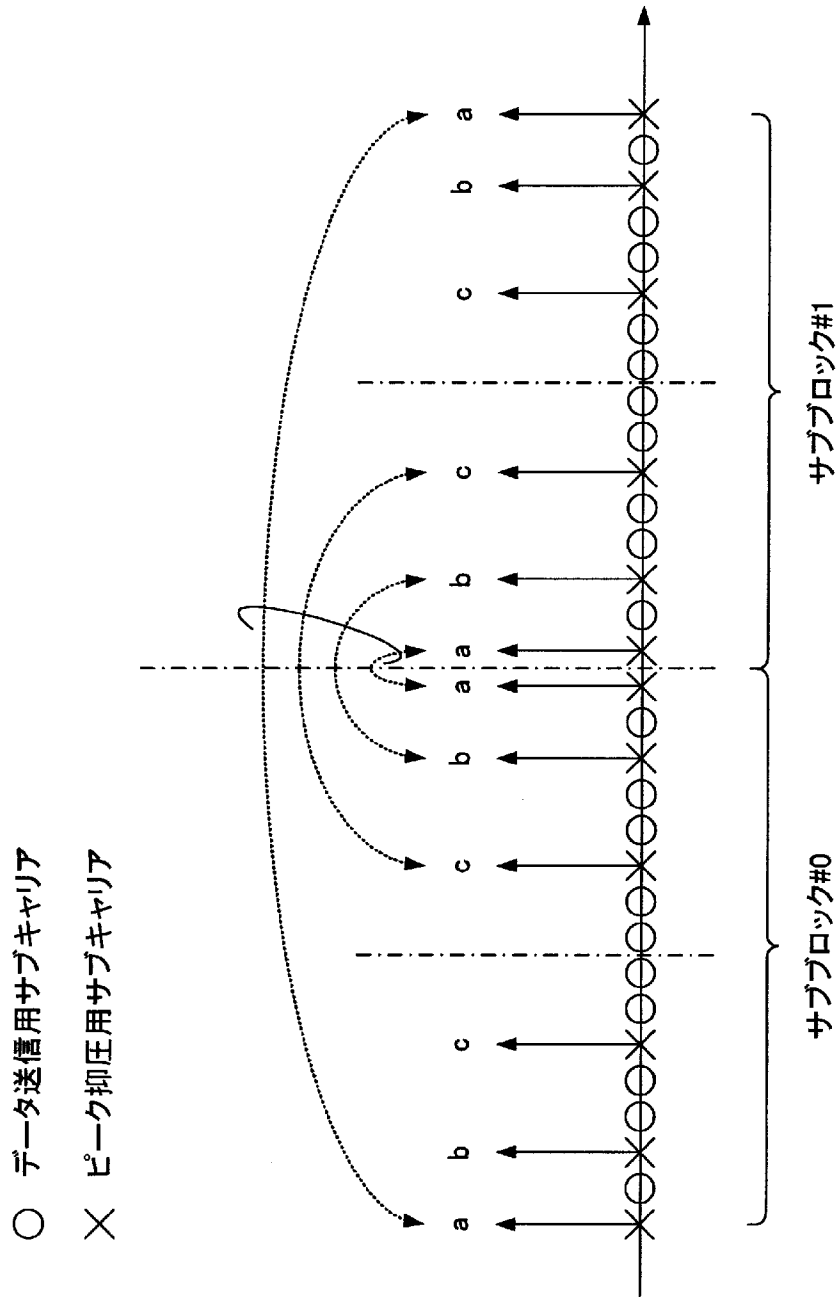
[図2]



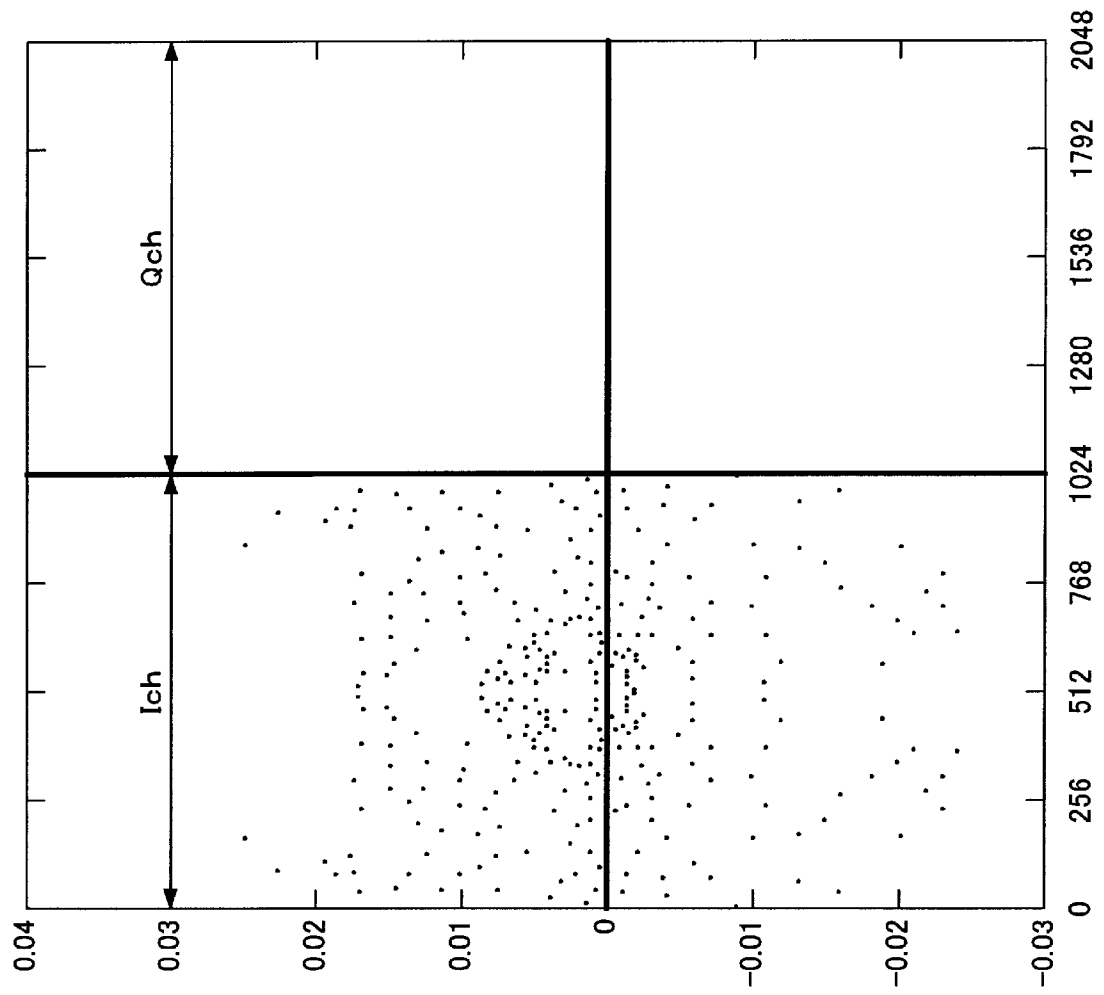
[図3]



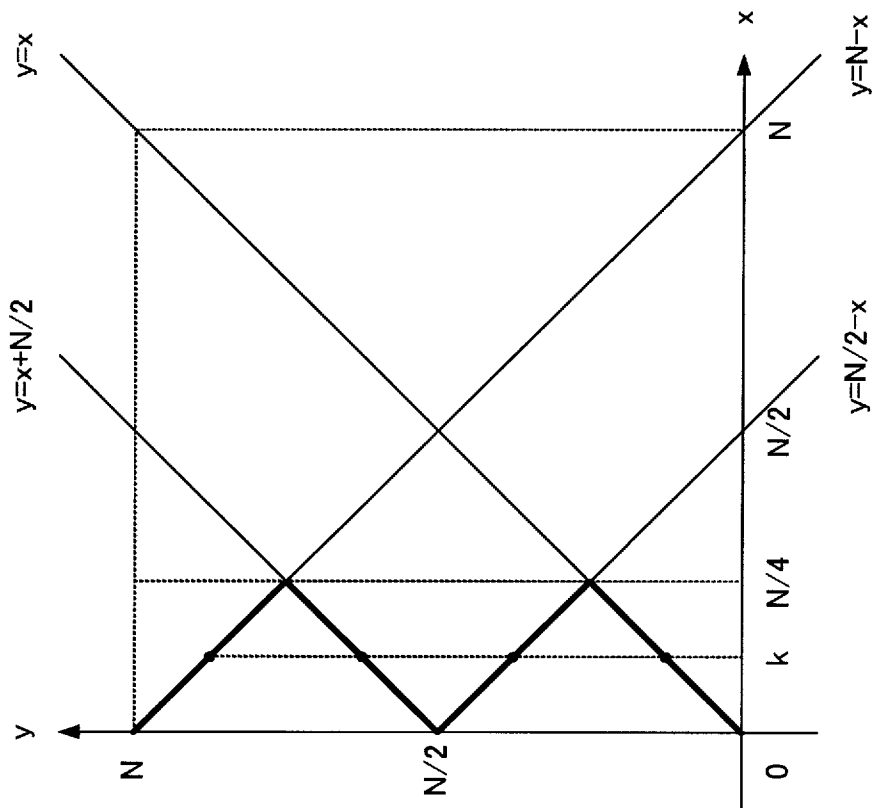
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/051292

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04J11/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-268050 A (Fujitsu Ltd.), 28 September, 2001 (28.09.01), Par. No. [0139]; Fig. 31 (Family: none)	1-3
A	JP 11-205276 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 30 July, 1999 (30.07.99), Par. Nos. [0005] to [0008], [0012], [0013] (Family: none)	1-3
A	JP 2002-009725 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 11 January, 2002 (11.01.02), Figs. 8, 9 & EP 1170918 A1 & US 2002/0003772 A1	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 11 April, 2007 (11.04.07)	Date of mailing of the international search report 24 April, 2007 (24.04.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

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			
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			
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号	
A	JP 2001-268050 A (富士通株式会社) 2001.09.28, 第 0139 段落, 第 31 図 (ファミリーなし)	1-3	
A	JP 11-205276 A (日本電信電話株式会社) 1999.07.30, 第 0005 段落 - 第 0008 段落, 第 0012 段落, 第 0013 段落 (ファミリーなし)	1-3	
A	JP 2002-009725 A (日本ビクター株式会社) 2002.01.11, 第 8 図, 第 9 図 & EP 1170918 A1 & US 2002/0003772 A1	1-3	
☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 11.04.2007		国際調査報告の発送日 24.04.2007	
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) 高野 洋	5K 9647
		電話番号 03-3581-1101	内線 3556