

(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
2012年8月16日(16.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/108346 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 27/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052473
- (22) 国際出願日: 2012年2月3日(03.02.2012)
- (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 2011-024814 2011年2月8日(08.02.2011) JP
特願 2011-124492 2011年6月2日(02.06.2011) JP
特願 2011-124493 2011年6月2日(02.06.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本
電信電話株式会社(NIPPON TELEGRAPH AND
TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 Tokyo
(JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 増野 淳
(MASHINO Jun) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市
緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内
Tokyo (JP). 杉山 隆利(SUGIYAMA Takatoshi)
[JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9
-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

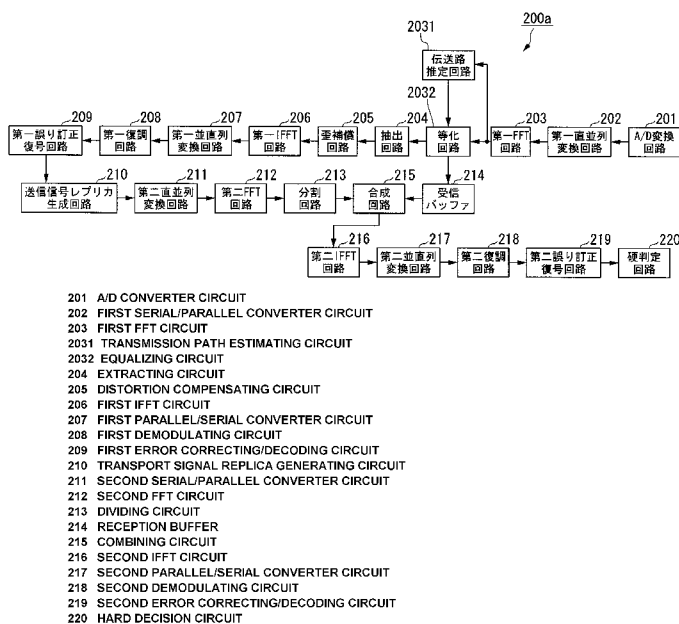
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒
1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号
Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, 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,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, TRANSMITTER APPARATUS, RECEIVER APPARATUS, AND WIRE-
LESS COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 無線通信システム、送信装置、受信装置、及び無線通信方法

[図4]



(57) Abstract: A receiver apparatus comprises: a means that divides, by N, the spectrum of a signal, which is to be transmitted, to perform a spectrum revision, thereby reducing the occupied bands and that receives, as a received signal, a signal transmitted from a transmitter apparatus; a means that error-corrects and decodes the received signal by use of the bandwidth of the signal to be transmitted, thereby generating a first decoded signal; a means that generates a transport replica signal from the first decoded signal and that divides, by N, the spectrum of the transport replica signal, thereby generating N sub-replicas; a means that uses the N sub-replicas and the received signal to restore the spectrum of the signal to be transmitted from the transmitter apparatus, thereby generating a compensated received signal; and a means that decodes the compensated received signal to generate a second decoded signal.

(57) 要約: 本発明の受信装置は、送信すべき信号のスペクトラムをN分割し、スペクトラム編集を行うことにより占有帯域を削減して送信装置から送信された信号を受信信号として受信する手段と、この受信信号を送信すべき信号の帯域幅で誤り訂正および復号して第1の復号信号を生成する手段

と、この第1の復号信号から送信レプリカ信号を生成し、この送信レプリカ信号のスペクトラムをN分割してN個のサブレプリカを生成する手段と、N個のサブレプリカと受信信号とを用いて送信装置から送信すべき信号のスペクトラムを復元して補償受信信号を生成する手段と、この補償受信信号を復号して第2の復号信号を生成する手段とを備える。

WO 2012/108346 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、送信装置、受信装置、及び無線通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、送信信号のスペクトラムの一部帯域を除去または重畳して送信した信号を復調・復号し送信データを復元する無線通信システム、送信装置、受信装置、及び無線通信方法に関する。

本願は、2011年2月8日に日本に出願された特願2011-24814号ならびに2011年6月2日に日本に出願された特願2011-124492号および特願2011-124493号に基づき優先権を主張し、それらの内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、無線通信や有線通信において、需要増大に伴い周波数の帯域の利用効率の向上が求められている。周波数の帯域の利用効率の向上を図るために、例えば、送信信号のスペクトラムを複数の帯域（以下、「サブスペクトラム」という。）に分割して送信し、送信された複数のサブスペクトラムを受信して元の変調信号に復調する技術が開示されている（非特許文献1参照）。この技術では、周波数軸上に散在する空き帯域を利用することによって、使用されない帯域を減少させている。さらに、サブスペクトラムの一部を除去することによって、信号の占有帯域幅の合計を削減している。非特許文献1に開示された技術は、以上のようにして周波数の帯域の利用効率の向上を実現している。

[0003] 図16は、関連する技術を用いて実現された通信システム500の機能構成を表す機能ブロック図である。通信システム500は、送信装置510及び受信装置520を備える。

送信装置510は、送信信号を複数のサブスペクトラムに分割して送信する。受信装置520は、送信装置510から送信された信号を受信し、分割

前の変調信号を復元する。

[0004] 図16に示すように、送信装置510は、変調回路601、送信フィルタバンク602、D/A変換器603を備える。受信装置520は、A/D変換器611、受信フィルタバンク612、復調回路613を備える。送信フィルタバンク602は、直並列変換回路604、FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 回路605、分割回路606、N個 (Nは1以上の整数) のスイッチSW-1~SW-N、N個の周波数シフタ607-1~607-N、加算回路608、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform: 高速逆フーリエ変換) 回路609、並直列変換回路610を備える。受信フィルタバンク612は、直並列変換回路614、FFT回路615、抽出回路616、N個の周波数シフタ617-1~617-N、歪補償回路618、加算回路619、IFFT回路620、並直列変換回路621を備える。

[0005] 続いて、通信システム500における信号の流れについて説明する。図17の(A)~(C)は、送信装置510が帯域をN分割 (N=2) し、分散配置する際の処理の一例を示す図である。図17の(D)~(F)は、送信装置510によって分割された帯域を受信装置520が合成する際の処理の一例を示す図である。送信装置510の変調回路601は、送信するデータ信号をQPSKなどの変調方式で変調し、図17の(A)に示す波形整形された変調信号を送信フィルタバンク602へ入力する。送信フィルタバンク602からの出力信号は、D/A変換器603によってアナログ信号に変換され送信される。

[0006] 送信フィルタバンク602では以下のように処理が行われる。まず、直並列変換回路604が入力信号を直並列変換し、FFT回路605が高速フーリエ変換を行い時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。次に、分割回路606が、周波数領域に変換された変調信号に対し、図17の(A)の破線701-1及び701-2で示す信号帯域をN分割する係数を乗算し、N個のサブスペクトラムを生成する (図17の(B))。次に、周波数シ

フタ 607-1 ~ 607-N が N 個のサブスペクトラムを周波数軸上の所定の帯域に分散配置し、加算回路 608 が周波数シフタ 607-1 ~ 607-N の出力を足し合わせる（図 17 の（C））。

[0007] 次に、IFFT 回路 609 が高速逆フーリエ変換を行い、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。そして、並直列変換回路 610 が並直列変換する。このとき、一部削除する帯域については、周波数シフタ 607-1 ~ 607-N に入力する前に、削除に該当するスイッチ SW-1 ~ SW-N を開状態（OFF）にすることによって信号の伝達を遮断する。これにより、当該帯域には信号成分が配置されないことになり、スペクトラムの一部を除去した状態で送信することができる。したがって送信に要する周波数帯域を削減することができる。

[0008] 受信装置 520 の A/D 変換器 611 は、受信信号をデジタル信号に変換し、変換後のデジタル信号を受信フィルタバンク 612 へ入力する。復調回路 613 は、受信フィルタバンク 612 から出力された変調信号を復調しデータ信号を復元する。

受信フィルタバンク 612 では以下のように処理が行われる。まず、直並列変換回路 614 が入力信号を直並列変換し、FFT 回路 615 が高速フーリエ変換を行い時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。次に、抽出回路 616 が、周波数領域に変換された受信信号に対し、図 17 の（D）の破線 701-3 及び 701-4 で示す係数を乗算し、N 個のサブスペクトラムを抽出する。次に、周波数シフタ 617-1 ~ 617-N が、抽出された各サブスペクトラムを、送信装置 510 の周波数シフタ 607-1 ~ 607-N によってシフトされる前の帯域に戻す（図 17 の（E））。次に、加算回路 619 が、全てのサブスペクトラムを足し合わせ、合成された変調信号（図 17 の（F））を得る。

[0009] 次に、IFFT 回路 620 が高速逆フーリエ変換を行い、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。そして、並直列変換回路 621 が並直列変換する。このとき、送信装置 510 においてスペクトラムが除去された部

分の帯域については、受信装置 520 において送信信号が受信されない。そのため、何らかの補償処理が必要となる。たとえば、この帯域には送信信号の成分が無いだけでなく、受信特性の劣化を招く雑音成分が存在する場合がある。そこで、歪補償回路 618 は、送信装置 510 において信号が送信された帯域には、受信装置 520 において受信したサブスペクトラムに基づいた値を入力とし、送信装置 510 において信号が除去された帯域については“0”を入力とする補償を行う。これにより、送信装置 510 において信号が除去された帯域における雑音成分が除去され、受信特性を改善することが可能となる。

[0010] 以上のように、通信システム 500 は、送信信号の占有帯域を分割し、生成された各サブスペクトラムを周波数軸上の任意の場所に分散配置する。そのため、不連続な空き帯域等を有効利用できる。また、送信信号スペクトラムの一部の帯域を送信しないことによって、送信に要する周波数帯域幅を削減し、周波数利用効率を改善できる。

先行技術文献

非特許文献

[0011] 非特許文献1：阿部 順一等、スペクトラム編集型帯域分散伝送における占有帯域幅削減方式の一検討、2010年電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-3-26、2010年9月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] しかしながら、送信装置において信号が除去された帯域に“0”を入力することによって歪補償を行うと、この帯域の雑音成分は除去されるものの、スペクトラム上ではこの帯域が欠落したスペクトラムとなる。そのため、信号を復調復号した際の誤り率が高くなるという問題がある。

上記問題に鑑み、本発明の一態様の目的は、スペクトラムの一部帯域を除去して送信された信号の伝送特性を改善できる技術を提供することにある。

[0013] さらに、送信装置 510 において信号を除去すると、除去された成分が送信時に失われる。一方、信号を除去する代わりに、周波数領域で一部のサブスペクトラムが重畳することを許容して、周波数シフトすることにより周波数利用効率を高める方法が考えられる。この方法では、いずれのサブスペクトラムの周波数成分も除去されない。しかしながら、重畳されたサブスペクトラムについて、受信装置 520 側において、補償を行う必要があるという問題がある。

[0014] 本発明の他の態様は、このような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、スペクトラムの一部帯域を重畳して送信された信号の重畳された帯域を受信側で補償することにある。

[0015] さらにまた、周波数領域で一部のサブスペクトラムが重畳することを許容して、周波数シフトすることにより周波数利用効率を高める方法では、受信装置側において、重畳されたサブスペクトラムを分割する必要があるという問題がある。

[0016] 本発明のさらに他の態様は、このような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、信号成分自体を失うことなく、重畳成分のない送信信号を復元することにある。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明の受信装置の第一態様は、送信すべき信号のスペクトラムを N 分割し、スペクトラム編集を行うことにより占有帯域を削減して送信された信号を受信信号として受信する手段と、前記受信信号を前記送信すべき信号の帯域幅で誤り訂正および復号して第 1 の復号信号を生成する手段と、前記第 1 の復号信号から送信レプリカ信号を生成し、前記送信レプリカ信号のスペクトラムを N 分割して N 個のサブレプリカを生成する手段と、前記 N 個のサブレプリカと前記受信信号とを用いて前記送信すべき信号のスペクトラムを復元して補償受信信号を生成する手段と、前記補償受信信号を復号して第二の復号信号を生成する手段とを備える。

[0018] 本発明の受信装置の第二態様は、送信対象信号の一部の帯域の成分が送信

装置によって除去されて送信された信号を受信する受信装置であって、受信した信号を直並列変換する第一直並列変換回路と、直並列変換された前記信号をフーリエ変換する第一FFT回路と、フーリエ変換された前記信号から、所定の周波数の帯域毎に信号成分を抽出する抽出回路と、抽出された信号成分のうち、前記送信装置によって除去された帯域の信号成分に対し、所定の信号成分を用いて歪補償を行う歪補償回路と、歪補償された前記信号を逆フーリエ変換する第一IFFT回路と、逆フーリエ変換された信号を並直列変換する第一並直列変換回路と、並直列変換された信号を復調する第一復調回路と、復調された前記信号に対して誤り訂正復号を行う第一誤り訂正復号回路と、誤り訂正復号が行われた前記信号から送信対象信号のレプリカを生成する送信信号レプリカ生成回路と、前記送信信号レプリカを直並列変換する第二直並列変換回路と、直並列変換された前記送信信号レプリカをフーリエ変換する第二FFT回路と、フーリエ変換された前記送信信号レプリカから、前記送信装置によって除去された前記一部の帯域の信号成分を抽出する分割回路と、受信した信号を記憶する受信バッファと、前記受信バッファに記憶された前記信号と、前記分割回路によって抽出された前記信号成分とを合成して合成信号を出力する合成回路と、前記合成信号を復調する第二復調回路と、復調された合成信号に対して誤り訂正復号を行う第二誤り訂正復号回路とを備える。

[0019] 本発明の第二態様の受信装置において、前記歪補償回路は、前記送信装置によって除去されていない帯域の信号成分をそのままとし、前記送信装置によって除去された帯域の信号成分を減衰させることによって前記歪補償を行ってもよい。

[0020] 本発明の受信装置の第三態様は、送信装置との間で無線通信を行う受信装置であって、受信信号をN個のサブスペクトラムに分割し、該分割された受信信号を周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻し、該分割され、周波数変換された受信信号を合成する受信フィルタ回路と、前記受信フィルタ回路からの受信信号を復調して仮復調信号を生成する第1

復調回路と、前記第 1 復調回路からの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調回路と、前記再変調回路によって生成された再変調信号を、N 個に分割されたサブスペクトラムレプリカに分割し、前記 N 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路と、前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路によって変換された N 個に分割されたサブスペクトラムレプリカのうち、前記受信信号から $N - 1$ 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれの組合せを減算することにより N 個の補償後サブ受信信号を抽出する減算回路と、前記減算回路によって抽出された N 個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換された N 個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタ回路と、前記合成フィルタ回路によって合成された補償後受信信号を復調する第 2 復調回路とを備える。

[0021] また、本発明の、送信装置と受信装置とにより構成される無線通信システムの第一態様において、前記送信装置は、送信データを符号化する符号化回路と、前記符号化回路によって符号化された符号化データを変調する変調回路と、前記変調回路によって変調された変調信号を、N 分割されたサブスペクトラムに変換し、前記分割された N 個の変調信号を周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳し、該一部のサブスペクトラムが重畳された N 個の変調信号を合成して出力する送信フィルタ回路とを備え、

前記受信装置は、受信信号を N 個のサブスペクトラムに分割し、該分割された受信信号を周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻し、該分割され、周波数変換された受信信号を合成する受信フィルタ回路と、前記受信フィルタ回路からの受信信号を復調して仮復調信号を生成する第 1 復調回路と、前記第 1 復調回路からの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調回路と、前記再変調回路によって生成された再変調信号を、N 個に分割されたサブスペクトラムレプリカに分割し、前記 N 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを前記送信装置での周波数変換と同じ周波

数に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路と、前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路によって変換されたN個に分割されたサブスペクトラムレプリカのうち、前記受信信号からN-1個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれの組合せを減算することによりN個の補償後サブ受信信号を抽出する減算回路と、前記減算回路によって抽出されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタ回路と、前記合成フィルタ回路によって合成された補償後受信信号を復調する第2復調回路とを備える。

[0022] 本発明の第1態様の無線通信システムにおいて、前記送信フィルタ回路は、前記変調回路によって変調された変調信号をフーリエ変換する第1FFT回路と、前記第1FFT回路によってフーリエ変換された変調信号をN個のサブスペクトラムに分割する第1分割回路と、前記第1分割回路によって分割されたN個のサブスペクトラムを周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳する第1周波数変換回路と、前記第1周波数変換回路によって周波数変換されたN個のサブスペクトラムを合成する第1合成回路と、前記第1合成回路によって合成されたサブスペクトラムを逆フーリエ変換して送信信号を生成する第1IFFT回路とを備えてもよい。

[0023] 本発明の第1態様の無線通信システムにおいて、前記受信フィルタ回路は、受信信号をフーリエ変換する第2FFT回路と、前記第2FFT回路によってフーリエ変換された受信信号をN個のサブスペクトラムに分割する第2分割回路と、前記第2分割回路によって分割されたN個のサブスペクトラムを周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻す第2周波数変換回路と、前記第2周波数変換回路によって周波数変換されたN個のサブスペクトラムを合成する第2合成回路と、前記第2合成回路によって合成された受信信号を逆フーリエ変換する第2IFFT回路とを備えてもよい。

[0024] 本発明の第1態様の無線通信システムにおいて、前記サブスペクトラムレ

プリカ生成フィルタ回路は、前記再変調回路によって生成された再変調信号をフーリエ変換する第3 F F T回路と、前記第3 F F T回路によってフーリエ変換された再変調信号を、前記送信装置で重畳された前記一部のサブスペクトラムと同じ周波数帯域のN個のサブスペクトラムレプリカに分割する第2分割回路と、前記第2分割回路によって分割されたN個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを、前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換する第3周波数変換回路と、前記第3周波数変換回路によって同じ周波数に変換された前記N個のサブスペクトラムレプリカを逆フーリエ変換して出力する第3 I F F T回路とを備えてもよい。

[0025] 本発明の第1態様の無線通信システムにおいて、前記合成フィルタ回路は、前記逆拡散処理回路によって逆拡散処理されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換する第4周波数変換回路と、前記第4周波数変換回路によって周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する第3合成回路と前記第3合成回路によって合成された補償後受信信号を逆フーリエ変換する第3 I F F T回路とを備えてもよい。

[0026] また、本発明の送信装置の第一態様は、受信装置との間で無線通信を行う送信装置であって、送信データを符号化する符号化回路と、前記符号化回路によって符号化された符号化データを変調する変調回路と、前記変調回路によって変調された変調信号を、N分割されたサブスペクトラムに変換し、前記分割されたN個の変調信号を周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳し、該一部のサブスペクトラムが重畳されたN個の変調信号を合成して出力する送信フィルタ回路とを備える。

[0027] また、本発明の受信装置の第四態様は、送信装置との間で無線通信を行う受信装置であって、受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって、前記N個に分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの周波数帯域以外の周波数帯域に0を挿入し、該0を挿入された受信信号を出力する受信フィルタ回路と、前記受信フィルタ回路から

の受信信号を復調して仮復調信号を出力する第1復調回路と、前記第1復調回路からの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調回路と、前記再変調回路によって生成された再変調信号を、 N 個に分割されたサブ再変調信号に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路と、前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路によって N 個に分割されたサブ再変調信号のうち、最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号以外を、前記最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号と同じ帯域幅に拡散する第2拡散回路と、前記受信信号から $N-1$ 個のサブ再変調信号のそれぞれの組合せを減算することにより N 個の補償後サブ受信信号を抽出する減算回路と、前記減算回路によって抽出された N 個の補償後サブ受信信号のうち、前記送信装置側で拡散処理されたものに対して、逆拡散処理をする逆拡散処理回路と、前記逆拡散処理回路によって逆拡散処理された N 個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換された N 個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタ回路と、前記合成フィルタ回路によって合成された補償後受信信号を復調する第2復調回路とを備える。

[0028] さらに、本発明の、送信装置と受信装置とにより構成される無線通信システムの第二態様において、前記送信装置は、送信データを符号化する符号化回路と、前記符号化回路によって符号化された符号化データを変調する変調回路と、前記変調回路によって変調された変調信号を、 N 個に分割されたサブスペクトラムに変換して出力する送信フィルタ回路と、前記送信フィルタ回路によって N 個に分割されたサブスペクトラムのうち、最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラム以外の $N-1$ 個のサブスペクトラムを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの帯域幅以下の範囲で拡散する第1拡散回路と、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと、前記第1拡散回路によって拡散された前記 $N-1$ 個のサブスペクトラムとを合成して送信信号を生成する第1合成回路とを備え、

前記受信装置は、受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって

、前記N個に分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの周波数帯域以外の周波数帯域に0を挿入し、該0を挿入された受信信号を出力する受信フィルタ回路と、前記受信フィルタ回路からの受信信号を復調して仮復調信号を出力する第1復調回路と、前記第1復調回路からの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調回路と、前記再変調回路によって生成された再変調信号を、N個に分割されたサブ再変調信号に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路と、前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路によってN個に分割されたサブ再変調信号のうち、最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号以外を、前記最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号と同じ帯域幅に拡散する第2拡散回路と、前記受信信号からN-1個のサブ再変調信号のそれぞれの組合せを減算することによりN個の補償後サブ受信信号を抽出する減算回路と、前記減算回路によって抽出されたN個の補償後サブ受信信号のうち、前記送信装置側で拡散処理されたものに対して、逆拡散処理をする逆拡散処理回路と、前記逆拡散処理回路によって逆拡散処理されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタ回路と、前記合成フィルタ回路によって合成された補償後受信信号を復調する第2復調回路とを備える。

[0029] 本発明の第二態様の無線通信システムにおいて、前記送信フィルタ回路は、前記変調回路によって変調された変調信号をフーリエ変換する第1FFT回路と、前記第1FFT回路によってフーリエ変換された変調信号をN個のサブスペクトラムに分割する第1分割回路と、前記第1分割回路によって分割されたN個のサブスペクトラムのそれぞれを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと同一の周波数に変換する第1周波数変換回路と、前記第1周波数変換回路によって同一の周波数に変換された前記N個のサブスペクトラムを逆フーリエ変換して出力する第1IFFT回路とを備えてもよい。

- [0030] 本発明の第二態様の無線通信システムにおいて、前記受信フィルタ回路は、受信信号をフーリエ変換する第2 FFT回路と、前記フーリエ変換された受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって、前記第1分割回路で分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいものの周波数帯域以外の周波数帯域に0を挿入するヌル挿入回路と、前記0を挿入された前記受信信号を逆フーリエ変換する第2 IFFT回路と備えてもよい。
- [0031] 本発明の第二態様の無線通信システムにおいて、前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路は、前記再変調回路によって生成された再変調信号をフーリエ変換する第3 FFT回路と、前記第3 FFT回路によってフーリエ変換された再変調信号を前記送信装置での周波数変換と同じ周波数帯域のN個のサブ再変調信号に分割する第2分割回路と、前記第2分割回路によって分割されたN個のサブ再変調信号のそれぞれを、前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換する第3周波数変換回路と、前記第3周波数変換回路によって同じ周波数に変換された前記N個のサブ再変調信号を逆フーリエ変換して出力する第3 IFFT回路とを備えてもよい。
- [0032] 本発明の第二態様の無線通信システムにおいて、前記合成フィルタ回路は、前記逆拡散処理回路によって逆拡散処理された補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換する第3周波数変換回路と、前記第3周波数変換回路によって周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する第2合成回路とを備えてもよい。
- [0033] また、本発明の送信装置の第二態様は、受信装置との間で無線通信を行う送信装置であって、送信データを符号化する符号化回路と、前記符号化回路によって符号化された符号化データを変調する変調回路と、前記変調回路によって変調された変調信号を、N個に分割されたサブスペクトラムに変換して出力する送信フィルタ回路と、前記送信フィルタ回路によってN個に分割されたサブスペクトラムのうち、最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラム以外のN-1個のサブスペクトラムを、前記最も周波数帯域幅の大きいサ

ブスペクトラムの帯域幅以下の範囲で拡散する第1拡散回路と、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと、前記第1拡散回路によって拡散された前記 $N-1$ 個のサブスペクトラムとを合成して送信信号を生成する第1合成回路とを備える。

[0034] さらに、本発明の受信方法は、送信対象信号の一部の帯域の成分が送信装置によって除去されて送信された信号を受信する受信方法であって、受信した信号を直並列変換する第一直並列変換ステップと、直並列変換された前記信号をフーリエ変換する第一FFTステップと、フーリエ変換された前記信号から、所定の周波数の帯域毎に信号成分を抽出する抽出ステップと、抽出された信号成分のうち、前記送信装置によって除去された帯域の信号成分に対し、所定の信号成分を用いて歪補償を行う歪補償ステップと、歪補償された前記信号を逆フーリエ変換する第一IFFTステップと、逆フーリエ変換された信号を並直列変換する第一並直列変換ステップと、並直列変換された信号を復調する第一復調ステップと、復調された前記信号に対して誤り訂正復号を行う第一誤り訂正復号ステップと、誤り訂正復号が行われた前記信号から送信対象信号のレプリカを生成する送信信号レプリカ生成ステップと、前記送信信号レプリカを直並列変換する第二直並列変換ステップと、直並列変換された前記送信信号レプリカをフーリエ変換する第二FFTステップと、フーリエ変換された前記送信信号レプリカから、前記送信装置によって除去された前記一部の帯域の信号成分を抽出する分割ステップと、受信した信号を記憶する受信バッファステップと、前記受信バッファステップにおいて記憶された前記信号と、前記分割ステップによって抽出された前記信号成分とを合成して合成信号を出力する合成ステップと、前記合成信号を復調する第二復調ステップと、復調された合成信号に対して誤り訂正復号を行う第二誤り訂正復号ステップとを有する。

[0035] また、本発明の無線通信方法の第1態様は、送信装置と受信装置とで行われる無線通信方法であって、前記送信装置は、送信データを符号化するステップと、前記符号化された符号化データを変調するステップと、前記変調さ

れた変調信号を、 N 分割されたサブスペクトラムに変換し、前記分割された N 個の変調信号を周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳し、該一部のサブスペクトラムが重畳された N 個の変調信号を合成して出力するステップとを含み、前記受信装置は、受信信号を N 個のサブスペクトラムに分割し、該分割された受信信号を周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻し、該分割され、周波数変換された受信信号を合成するステップと、前記合成された受信信号を復調して仮復調信号を生成するステップと、前記仮復調信号を変調して再変調信号を生成するステップと、前記生成された再変調信号を、 N 個に分割されたサブスペクトラムレプリカに分割し、前記 N 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換して出力するステップと、前記変換された N 個に分割されたサブスペクトラムレプリカのうち、前記受信信号から $N-1$ 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれの組合せを減算することにより N 個の補償後サブ受信信号を抽出するステップと、前記抽出された N 個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換された N 個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成するステップと、前記合成された補償後受信信号を復調するステップとを含む。

[0036] また、本発明の無線通信方法の第二態様は、送信装置と受信装置とで行われる無線通信方法であって、前記送信装置は、送信データを符号化するステップと、前記符号化された符号化データを変調するステップと、前記変調された変調信号を、 N 個に分割されたサブスペクトラムに変換して出力するステップと、前記 N 個に分割されたサブスペクトラムのうち、最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラム以外の $N-1$ 個のサブスペクトラムを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの帯域幅以下の範囲で拡散するステップと、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと、前記拡散された前記 $N-1$ 個のサブスペクトラムとを合成して送信信号を生成するステップとを含み、前記受信装置は、受信信号に対して、前記変調信号の周波数

帯域であって、前記N個に分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの周波数帯域以外の周波数帯域に0を挿入し、該0を挿入された受信信号を出力するステップと、前記0を挿入された受信信号を復調して仮復調信号を出力するステップと、前記仮復調信号を変調して再変調信号を生成するステップと、前記生成された再変調信号を、N分割されたサブ再変調信号に変換して出力するステップと、前記N分割されたサブ再変調信号のうち、最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号以外を、前記最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号と同じ帯域幅に拡散するステップと、前記受信信号からN-1個のサブ再変調信号のそれぞれの組合せを減算することによりN個の補償後サブ受信信号を抽出するステップと、前記抽出されたN個の補償後サブ受信信号のうち、前記送信装置側で拡散処理されたものに対して、逆拡散処理をするステップと、前記逆拡散処理されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成するステップと、前記合成された補償後受信信号を復調するステップとを含む。

発明の効果

- [0037] 本発明の一態様によれば、スペクトラムの一部帯域を除去して送信された信号の伝送特性を改善することが可能となる。
- [0038] 本発明の他の態様によれば、スペクトラムの一部帯域を重畳して送信された信号の重畳された帯域を受信側で補償することができる。
- [0039] 本発明のさらに他の態様によれば、信号成分自体を失うことなく、重畳成分のない送信信号を復元することができる。

図面の簡単な説明

- [0040] [図1]本発明の一実施形態による通信システムの構成を示す構成図である。
- [図2]本発明による送信装置の第一実施形態を示すブロック図である。
- [図3]第一実施形態による送信装置の処理を示す波形図である。
- [図4]本発明による受信装置の第一実施形態を示すブロック図である。

- [図5A]第一実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図5B]第一実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図5C]第一実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図5D]第一実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図5E]第一実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図5F]第一実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図6]本発明による受信装置の第二実施形態を示すブロック図である。
- [図7]本発明の一実施形態の通信システムの評価結果を示すグラフである。
- [図8]本発明による送信装置の第二実施形態を示すブロック図である。
- [図9A]第二実施形態による送信装置の処理を示す波形図である。
- [図9B]第二実施形態による送信装置の処理を示す波形図である。
- [図9C]第二実施形態による送信装置の処理を示す波形図である。
- [図10]本発明による受信装置の第三実施形態を示すブロック図である。
- [図11A]第三実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図11B]第三実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図11C]第三実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図11D]第三実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図11E]第三実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図11F]第三実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図11G]第三実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図11H]第三実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。
- [図12]本発明による送信装置の第三実施形態を示すブロック図である。
- [図13A]第三実施形態による送信装置の処理を示す波形図である。
- [図13B]第三実施形態による送信装置の処理を示す波形図である。
- [図13C]第三実施形態による送信装置の処理を示す波形図である。
- [図13D]第三実施形態による送信装置の処理を示す波形図である。
- [図14]受信装置の第四実施形態を示すブロック図である。
- [図15A]第四実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。

[図15B]第四実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。

[図15C]第四実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。

[図15D]第四実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。

[図15E]第四実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。

[図15F]第四実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。

[図15G]第四実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。

[図15H]第四実施形態による受信装置の処理を示す波形図である。

[図16]関連する技術による通信システムを示すブロック図である。

[図17]関連する技術による送信装置および受信装置の処理を示す波形図である。

発明を実施するための形態

[0041] 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。

まず、通信システム10について説明する。なお、説明を簡単にするために、通信システムが周波数軸上に散在する空き帯域を利用せず、連続した空き帯域のみで信号を送信する場合について説明する。すなわち、以下の説明では、送信装置及び受信装置において周波数シフトを省略する。

図1は、通信システム10の構成の概略を表すシステム構成図である。通信システム10は、送信装置100と受信装置200とを備える。送信装置100と受信装置200とは、有線通信又は無線通信でデータを送受信する。

[0042] まず、送信装置100の構成について説明する。図2は、第一実施形態による送信装置100aの機能構成を表す機能ブロック図である。送信装置100aは、誤り訂正符号化回路101、変調回路102、送信フィルタバンク103、D/A変換器104、制御回路105を備える。送信フィルタバンク103は、直並列変換回路111、FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 回路112、分割回路113、N個 (Nは1以上の整数) のスイッチ114-1～114-N、加算回路116、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform: 高速逆フーリエ変換) 回路117、並直列変換回

路 1 1 8 を備える。

[0043] 図 3 (A) 及び図 3 (B) は、送信装置 1 0 0 a が送信信号スペクトラムを N 分割 ($N = 2$) する際の処理の概略を示す図である。次に、図 2、図 3 (A)、図 3 (B) を用いて、送信装置 1 0 0 a の各構成と信号の流れについて説明する。誤り訂正符号化回路 1 0 1 は、送信の対象となるデータ（以下、「送信データ」という。）のビット列に対して誤り訂正符号化を行い、誤り訂正符号化ビットを生成する。誤り訂正符号化の具体例としては、FEC (Forward Error Correction : 前方誤り訂正) やターボ符号等がある。

[0044] 変調回路 1 0 2 は、誤り訂正符号化ビットに対して変調処理（マッピング処理）を行うことによって複数の変調シンボルを生成する。各変調シンボルは、図 3 (A) に示すように波形整形された変調信号として生成される。具体的には、変調回路 1 0 2 は、例えば BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、8PSK (Octuple Phase Shift Keying) 等の変調方式によって変調処理を行う。変調回路 1 0 2 は、生成した変調信号を送信フィルタバンク 1 0 3 へ出力する。

[0045] D/A変換器 1 0 4 は、送信フィルタバンク 1 0 3 からの出力信号をアナログ信号（以下、「送信信号」という。）に変換する。D/A変換器 1 0 4 によって変換された送信信号は送信路に送出される。

制御回路 1 0 5 は、送信フィルタバンク 1 0 3 を制御し、所定の基準にしたがってスペクトラムの一部が除去された信号を生成させる。

[0046] 次に、送信フィルタバンク 1 0 3 の構成について説明する。直並列変換回路 1 1 1 は、入力された変調信号を直並列変換する。FFT回路 1 1 2 は、直並列変換された変調信号に対して高速フーリエ変換を行い、変調信号を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。分割回路 1 1 3 は、周波数領域に変換された変調信号を周波数の帯域に応じて分割し、それぞれ帯域が異なる N 個のサブスペクトラムを生成する。具体的には、分割回路 1 1 3 は、図 3 (A) の破線 1 3 1 及び 1 3 2 で示されるような、信号帯域を N 個（図 3 (A) の場合は $N = 2$ ）に分割する所定の係数を変調信号に乗算する。

この乗算によって、図3（B）に示されるように変調信号がN個（ $N=2$ ）のサブスペクトラムに分割される。

[0047] スイッチ114-1～114-Nは、分割回路113によって分割されたN個のサブスペクトラムのデータ線毎に設けられる。例えば、分割回路113によって分割されたN個のサブスペクトラムのうち、1個目のサブスペクトラム（サブスペクトラム1）が伝送されるデータ線には、スイッチ114-1が設けられる。また、分割回路113によって分割されたN個のサブスペクトラムのうち、n個目（nは1～Nの整数）のサブスペクトラム（サブスペクトラムn）が伝送されるデータ線には、スイッチ114-nが設けられる。スイッチ114-1～114-Nの一端は分割回路113に接続され、他端は加算回路116に接続される。

[0048] スイッチ114-1～114-Nは、制御回路105の制御に応じて開閉する。制御回路105によって削除する帯域と判断された帯域（以下、「遮断帯域」という。）に対応するスイッチ114-1～114-Nは、制御回路105の制御に応じて開いた状態となる（開動作）。一方、制御回路105によって削除しないと判断された帯域（以下、「通過帯域」という。）に対応するスイッチ114-1～114-Nは、制御回路105の制御に応じて閉じた状態となる（閉動作）。

[0049] 加算回路116は、N個のスイッチ114-1～114-Nの出力を足し合わせる。

IFFT回路117は、高速逆フーリエ変換を行い、加算回路116によって足し合わされた信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。並直列変換回路118は、IFFT回路117から出力される時間領域の信号を並直列変換し、変換後の信号をD/A変換器104に出力する。

[0050] このように構成された送信装置100aでは、遮断帯域に位置するサブスペクトラムは、スイッチ114-1～114-Nの開動作によって、加算回路116に入力されず除去される。そのため、遮断帯域には信号成分が無いことになる。このような動作によって、送信装置100aは、スペクトラム

の一部が除去された状態の信号を生成する。

[0051] 次に、受信装置 200 の構成について説明する。受信装置 200 の構成は、第一実施形態の構成と第二実施形態の構成とで異なる。以下、それぞれの構成について順に説明する。

図 4 は、受信装置 200 の第一実施形態（受信装置 200 a）の構成を表す機能ブロック図である。図 5 A～図 5 F は、受信装置 200 a において用いられる信号を表す図である。受信装置 200 a は、A/D 変換回路 201、第一直並列変換回路 202、第一 FFT 回路 203、伝送路推定回路 2031、等化回路 2032、抽出回路 204、歪補償回路 205、第一 IFFT 回路 206、第一並直列変換回路 207、第一復調回路 208、第一誤り訂正復号回路 209、送信信号レプリカ生成回路 210、第二直並列変換回路 211、第二 FFT 回路 212、分割回路 213、受信バッファ 214、合成回路 215、第二 IFFT 回路 216、第二並直列変換回路 217、第二復調回路 218、第二誤り訂正復号回路 219、硬判定回路 220 を備える。

[0052] A/D 変換器 201 は、受信装置 200 a のアンテナによって受信された信号（受信信号）をデジタル信号に変換する。A/D 変換器 201 は、変換後の受信信号を第一直並列変換回路 202 に対し出力する。図 5 A は、受信信号 S1 を表す図である。

第一直並列変換回路 202 は、受信信号を直並列変換する。

[0053] 第一 FFT 回路 203 は、直並列変換された受信信号に対して高速フーリエ変換を行い、受信信号を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。

伝送路推定回路 2031 は、受信信号に基づいて、送信装置 100 a から受信装置までの間の伝送路の状態を表す伝送路係数を推定する。

等化回路 2032 は、伝送路推定回路 2031 によって推定された伝送路係数を用いて、振幅位相歪みを除去する。たとえば、等化回路 2032 は、伝送路係数の逆数を乗算（ゼロフォーシング）することによって振幅位相歪

みを除去しても良い。

抽出回路 204 は、周波数領域に変換された受信信号に対し所定の係数を乗算し、N個のサブスペクトラムを抽出する。抽出回路 204 が用いる所定の係数は、送信装置 100a の分割回路 113 が変調信号を分割する際に用いる所定の係数と同じである。

[0054] 歪補償回路 205 は、抽出されたN個のサブスペクトラムに対して歪補償処理を行う。図 5 B は、歪補償処理によって生成される信号を表す。歪補償処理とは、送信装置 100a において信号が除去された帯域（遮断帯域）に対して、電力が“0”である信号（ヌル信号）を用いて補償を行う処理である。図 5 B では、直並列変換された受信信号（S1）に対し、新たに電力が“0”である信号 S2 が足しあわされている。この信号 S2 の帯域が、遮断帯域である。歪補償処理により、遮断帯域における雑音成分が除去され、受信特性を改善することが可能となる。そして、歪補償回路 205 は、歪補償処理後の全てのサブスペクトラムを足し合わせ、合成された変調信号を生成する。

[0055] 第一 IFFT 回路 206 は、合成された変調信号に対して高速逆フーリエ変換を行い、変調信号を周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第一並直列変換回路 207 は、時間領域の信号に変換された変調信号を並直列変換する。第一復調回路 208 は、第一並直列変換回路 207 から出力された変調信号を復調しビット列に変換（硬判定）、もしくは尤度を算出（軟判定）する。

第一誤り訂正復号回路 209 は、第一復調回路 208 によって復元されたビット列に対し誤り訂正復号処理を行う。すなわち、送信装置 100a においてスペクトラムの一部が除去されたところ、第一誤り訂正復号回路 209 の誤り訂正復号処理によって、失われた信号成分が欠落していても、ある誤り率で送信データを復元することができる。第一誤り訂正復号回路 209 は、誤り訂正復号処理の結果を、送信信号レプリカ生成回路 210 に対して出力する。

[0056] 図5Cは、送信信号レプリカ生成回路210によって生成される信号を表す図である。

送信信号レプリカ生成回路210は、第一誤り訂正復号回路209の出力に基づいて、送信信号のレプリカ（以下、「送信信号レプリカ」という。）を生成する。ただし、送信信号レプリカは、実際に送信装置100aによって送信される送信信号そのもののレプリカではない。送信信号レプリカは、送信装置100aにおいてスイッチ114-1～114-Nがいずれも閉動作となった場合に生成される送信信号（以下、「全帯域送信信号」という。）のレプリカである。すなわち、送信信号レプリカ生成回路210は、遮断帯域が存在しない場合の送信信号（全帯域送信信号）のレプリカを送信信号レプリカとして生成する。図5CのS3は送信信号レプリカを表す。図5A～図5Cを比較すると明らかなように、送信信号レプリカS3が占める周波数の帯域は、受信信号S1の周波数の帯域と、歪補償処理によってヌル信号S2が足し合わされた周波数の帯域とを足した帯域となる。

[0057] 具体的には、第一誤り訂正復号回路209が硬判定型の場合は、送信信号レプリカ生成回路210は、送信装置100aの誤り訂正符号化回路101及び変調回路102と同一の構成を備え、送信信号レプリカを生成する。一方、第一誤り訂正復号回路209が軟判定型の場合は、第一誤り訂正復号回路209から送信信号レプリカ信号生成回路210に対して尤度が出力される。そのため、この場合、送信信号レプリカ生成回路210は、尤度に基づいて送信信号レプリカ（ソフトレプリカ）を生成する。例えば、変調方式がQPSKの場合、ソフトレプリカ信号は以下の式（1）で求めることができる。

$$R = (1/2)^{1/2} \{ \tan(\lambda_{Ich} / 2) + j \tanh(\lambda_{Qch} / 2) \} \quad \cdots (1)$$

ここで、Rはソフトレプリカ信号、 λ_{Ich} はI軸信号の尤度、 λ_{Qch} はQ軸信号の尤度を表す。

[0058] 第二直並列変換回路211は、送信信号レプリカ生成回路210によって

生成された送信信号レプリカを直並列変換する。第二FFT回路212は、直並列変換された送信信号レプリカに対して高速フーリエ変換を行い、送信信号レプリカを時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。

分割回路213は、周波数領域に変換された送信信号レプリカから、遮断帯域のみから構成される信号を取り出す。図5Dは、分割回路213の処理の概略を表す図である。図5Eは、分割回路213によって出力される信号を表す図である。図5DのS4は、送信信号レプリカのうち、送信装置100aにおける通過帯域に位置する信号を表す。図5DのS5は、送信信号レプリカのうち、送信装置100aにおける遮断帯域に位置する信号を表す。分割回路213は、図5Eに示されるように、送信信号レプリカのうち送信装置100aにおける遮断帯域に位置する信号S5を出力する。

[0059] 以下、分割回路213の処理の具体例について説明する。まず、分割回路213は、送信信号レプリカをN個のサブスペクトラムに分割する。次に、分割回路213は、送信装置100aにおいて開動作となっていたスイッチ114-1～114-Nに対応する帯域のサブスペクトラムを取り出す。そして、分割回路213は、取り出された各サブスペクトラムを足し合わせて、送信装置100aにおいて遮断された帯域のレプリカ信号（以下、「サブスペクトラムレプリカ」という。）を生成する。図5D～図5Fに示される信号S5は、サブスペクトラムレプリカに相当する。

[0060] 分割回路213のより具体的な処理の例を説明する。まず、分割回路213は、送信装置100aの分割回路113と同様の処理によって、レプリカ信号をN個のサブスペクトラムに分割する。分割回路213は、N個のスイッチを備えており、送信装置100aのスイッチ114-1～114-Nの開動作及び閉動作を反転させた動作でスイッチを制御する。すなわち、送信装置100aにおいて開動作であったスイッチは分割回路213において閉動作となり、送信装置100aにおいて閉動作であったスイッチは分割回路213において開動作となる。分割回路213は、このように制御されたスイッチの出力を足し合わせることによって、サブスペクトラムレプリカを生

成する。

[0061] 受信バッファ 214 は、等化回路 2032 の出力を所定の時間の間バッファリングする。所定の時間とは、等化回路 2032 から同じタイミングで出力された受信信号が、抽出回路 204、歪補償回路 205、第一 IFFT 回路 206、第一並直列変換回路 207、第一復調回路 208、第一誤り訂正復号回路 209、送信信号レプリカ生成回路 210、第二直並列変換回路 211、第二 FFT 回路 212、分割回路 213 によって処理され、分割回路 213 からサブスペクトラムレプリカが出力されるまでの時間である。

[0062] 図 5 F は、合成回路 215 によって生成される信号を表す図である。合成回路 215 は、受信バッファ 214 から出力される受信信号 S1 と、分割回路 213 から出力されるサブスペクトラムレプリカ S5 とを合成し、合成信号を生成する。このとき、受信信号に合成されるサブスペクトラムレプリカは、この受信信号から生成されたサブスペクトラムレプリカである。

[0063] 第二 IFFT 回路 216 は、合成信号に対して高速逆フーリエ変換を行い、合成信号を周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第二並直列変換回路 217 は、時間領域の信号に変換された合成信号を並直列変換する。第二復調回路 218 は、並直列変換回路 217 から出力された合成信号を復調しビット列を復元する。

第二誤り訂正復号回路 219 は、第二復調回路 218 によって復元されたビット列に対し誤り訂正復号処理を行う。第二誤り訂正復号回路 219 は、誤り訂正復号処理の結果を、硬判定回路 220 に対して出力する。硬判定回路 220 は、第二誤り訂正復号回路 219 の出力に基づいて硬判定処理を行い、送信データを復元する。なお、第二誤り訂正復号回路 219 が硬判定型の場合は、硬判定回路 220 は不要である。

[0064] このように構成された第一実施形態による受信装置 200a では、第一誤り訂正復号回路 209 の誤り訂正復号処理によって、一部の信号成分が欠落している受信信号から、欠落部分の信号成分も含めてある誤り率で送信データの復元がなされる。復元後の送信データに基づいてサブスペクトラムレプ

リカを生成し、受信信号とサブスペクトラムレプリカとが合成されることによって、受信信号のスペクトラムに比べて全帯域送信信号のスペクトラムにより近いスペクトラムに等化される。この合成信号を用いた復号が行われるため、誤り率を改善することが可能となる。

[0065] 図6は、受信装置200の第二実施形態（受信装置200b）の構成を表す機能ブロック図である。第二実施形態による受信装置200bは、第一実施形態による受信装置200aにおけるレプリカ生成工程（すなわち、送信装置100aにおいて除去されたスペクトラムを再生する工程）をM（Mは2以上の整数）回繰り返す。この繰り返し処理によって、遮断帯域におけるスペクトラムの再生をより高精度に実現する。

[0066] 受信装置200bは、M個のフィードバックブロック230-1～230-Mを備える。フィードバックブロック230-m（ $m=1, \dots, M$ ）は、送信信号レプリカ生成回路210-m、第二直並列変換回路211-m、第二FFT回路212-m、分割回路213-m、受信バッファ214-m、合成回路215-m、第二IFFT回路216-m、第二並直列変換回路217-m、第二復調回路218-m、第二誤り訂正復号回路219-mを備える。

[0067] 第二実施形態による受信装置200bの各構成のうち、第一実施形態による受信装置200aと同じ構成については、同じ名称及び同じ符号を付して表し、その説明を省略する。

図6から明らかなように、受信装置200bでは、各フィードバックブロック230-mの第二誤り訂正復号回路219-mの出力が、次段のフィードバックブロック230-m+1の送信信号レプリカ生成回路210-m+1の入力となる。また、各フィードバックブロック230-mの受信バッファ214-mから出力される受信信号が、次段のフィードバックブロック230-m+1の受信バッファ214-m+1への入力となる。そして、最後の段（M番目）のフィードバックブロック230-Mの出力が硬判定回路220に入力され、送信データが復元される。

[0068] このように構成された第二実施形態による受信装置 200b では、送信装置 100a において除去されたスペクトラムの再生を、誤り訂正機能に基づいて繰り返し行う。この繰り返しによって、全帯域送信信号のスペクトラムにより近いスペクトラムを用いた復号化を行うことが可能となる。

[0069] [評価]

図 7 は、通信システム 10 が奏する効果の評価結果を表すグラフである。送信装置 100a においてスペクトラムの $1/8$ を削除して送信し、受信側で関連技術による受信装置（例えば受信装置 520）と、本発明の受信装置 200 とでそれぞれ歪補償を行った。図 7 は、このような歪補償処理における、SNR-Block Error Rate (Block Error Rate: 1 ブロックは 54 Byte) 特性を表す。計算機シミュレーションに用いたパラメータについては、送信側における変調方式としては、QPSK を使用し、符号化率は $3/4$ である。また、受信装置 200 におけるレプリカに基づいた歪補償は 1 回のみ行っている。すなわち、図 7 は第一実施形態の受信装置 200a による処理の結果を表す。Block Error Rate が 10^{-3} 乗のときの SNR を比較すると、矢印で示すように、受信装置 200 では関連技術による受信装置に比べて約 2.1 dB の効果があることがわかる。

[0070] スイッチ 114-1 ~ 114-N は、遮断帯域に位置するサブスペクトラムを除去できる構成であれば、上述した構成以外の構成を有しても良い。

送信装置 100a は、図 16 に示した送信装置 500 と同様に、N 個の周波数シフタ 607-1 ~ 607-N を備えるように構成されても良い。この場合、スイッチ 114-1 ~ 114-N の他端は、それぞれのスイッチ 114-1 ~ 114-N に対応した周波数シフタ 607-1 ~ 607-N に接続される。

[0071] 周波数シフタ 607-1 ~ 607-N は、スイッチ 114-1 ~ 114-N を介して入力されたサブスペクトラムを、予め自身に対応付けられた周波数軸上の所定の帯域に配置する。具体的には、サブスペクトラムを配置する先の帯域が遮断帯域に該当する周波数シフタには、その上流にあるスイッチ

114-1～114-Nが開動作となるためサブスペクトラムが入力されない。一方、サブスペクトラムを配置する先の帯域が通過帯域に該当する周波数シフタには、その上流にあるスイッチ114-1～114-Nが閉動作となるためサブスペクトラムが入力される。このように通過帯域に対応する周波数シフタは、周波数軸上の所定の帯域にサブスペクトラムを配置し、加算回路116へ出力する。

上記実施形態の受信装置は、このような送信装置から送信される送信信号にも適応することができる。

[0072] 本発明の以下の実施形態は、送信信号のスペクトラムの一部を削除して伝送する通信方式において、受信側での歪補償に関する。

[0073] 上述した第一または第二実施形態の受信装置を用いた無線通信システムでは、周波数利用効率を高めるために、送信信号のスペクトラムの一部を削除して送信するとともに、受信装置は、送信側で削除された帯域に相当する信号成分に0を挿入することによって歪補償を行って送信信号の復元を行っていた。この方法によると、周波数利用効率は高まるものの、送信側で帯域を除去するため、その帯域の信号成分が失われるという問題があった。

[0074] 以下に説明する本発明の実施形態では、送信装置においてスペクトラムを分割したN個のサブスペクトラムを生成し、一部のサブスペクトラムを同一の周波数に重畳するように周波数変換して送信する。これによって、重畳されている周波数帯域幅に相当する分の周波数利用効率が增加するとともに、信号成分自体は失われない。

[0075] 一方、受信装置においては、重畳したサブスペクトラムを分割するために、受信信号からサブスペクトラムのレプリカを生成して、受信信号から除去する。これによって、各サブスペクトラムを補償しつつ再生し、周波数を元に戻して合成することで、元の信号を復元する。

[0076] 具体的なサブスペクトラムのレプリカの生成方法の特徴は、送信装置での分割処理での各サブスペクトラムと同じ周波数帯域幅で、かつ、サブスペクトラムの周波数変更を行った後の周波数で受信信号を分割して、各サブスペ

クトラム（重畳成分あり）を抽出し、これらを元の周波数に戻して合成することによって生成した信号で仮復調する。仮復調して得られた信号を再変調し、送信装置と同様に分割、周波数変更をすることで、それぞれのサブスペクトラムのレプリカが得られる。これらのレプリカを $N-1$ 個ずつ組み合わせて受信信号から減算することによって、重畳成分のないサブスペクトラム N 個が得られる。これらを元の周波数に戻して合成することにより、重畳成分のない送信信号を得ることができる。

[0077] なお、本実施形態では、サブスペクトラムの重畳においてスペクトラム拡散などの追加処理を行う必要がなく、回路構成が単純であるという効果も得られる。

[0078] 以下、本実施形態を、図面を参照して説明する。なお、説明を簡単にするために、周波数軸上に散在する空き帯域を利用せず、連続した空き帯域のみで信号を送信する場合について説明する。

[0079] 図 8 は、送信装置 100b の第二実施形態の機能構成を示すブロック図である。送信装置 100b は、第 1 符号化回路 2100、第 1 変調回路 2101、送信フィルタバンク 2102、及び D/A 変換器 2103 を備える。送信フィルタバンク 2102 は、第 1 直並列変換回路 2106、第 1 FFT（Fast Fourier Transform：高速フーリエ変換）回路 2107、第 1 分割回路 2108、第 1 周波数変換回路 2109～2109-N、第 1 合成回路 2110、第 1 IFFT（Inverse Fast Fourier Transform：高速逆フーリエ変換）回路 2111、第 1 並直列変換回路 2112 を備える。

[0080] 次に、送信装置 100b の動作について説明する。

図 9A～図 9C は、第二実施形態による送信装置 100b が送信信号スペクトラムを N 分割（ $N=2$ ）する際の処理を示す概念図である。第 1 符号化回路 2100、第 1 変調回路 2101 は、送信対象のデータについて誤り訂正符号化処理、及び変調処理（シンボルマッピング）を行うことによって複数の変調シンボルを生成する。各変調シンボルは、図 9A に示すように波形整形された変調信号として生成される。具体的には、第 1 変調回路 2101

は、例えば、BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、8PSK (Octuple Phase Shift Keying) 等の変調方式によって変調処理を行う。第1変調回路2101は、生成した変調信号を送信フィルタバンク2102へ出力する。

[0081] 次に、送信フィルタバンク2102の動作について説明する。第1直並列変換回路2106は、入力された変調信号を直並列変換する。第1FFT回路2107は、直並列変換された変調信号に対して高速フーリエ変換を行い、変調信号を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。第1分割回路2108は、周波数領域に変換された変調信号を任意の周波数帯域成分に分割し、それぞれ帯域が異なるN個 ($N = 2, 3, \dots$) のサブスペクトラムを生成する。

[0082] 具体的には、第1分割回路2108は、図9Aに示されるような、信号帯域をN個 (図9Aの場合は $N = 2$) に分割 (抽出) するフィルタ係数 (抽出するサブスペクトラムの数と同数のフィルタ係数がある) を変調信号に乗算する。各フィルタ係数を変調信号に乗算することによって、図9Bに示されるように変調信号がN個 ($N = 2$) のサブスペクトラム#1、#2に分割される。

[0083] 第1周波数変換回路2109-1~2109-Nは、N個の各サブスペクトラムが周波数軸上で一部重畳するように中心周波数を Δf 変換する。例えば、図9Cに示されるように、N個 ($N = 2$) のサブスペクトラムが部分的に重なり合う。第1合成回路2110は、周波数変換されたN個のサブスペクトラムを加算し合成する。第1IFFT回路2111は、高速逆フーリエ変換を行い、周波数変換後合成されたサブスペクトラムを、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第1並直列変換回路2112は、第1IFFT回路2111から出力される時間領域の信号を並直列変換し、変換後の信号をD/A変換器2103に出力する。D/A変換器2103は、送信フィルタバンクからの出力信号をアナログ信号 (以下、「送信信号」という。) に変換する。D/A変換器2103によって変換された送信信号は、送

信路に送出される。

[0084] このように構成された送信装置 100b では、第 1 周波数変換回路 2109-1 ~ 2109-N により一部のサブスペクトラムが重畳される。このため、送信信号が占有する周波数帯域が重畳された帯域幅に応じて小さくなる。

[0085] 次に、受信装置 200c の構成について説明する。

図 10 は、受信装置 200c の第三実施形態の機能構成を示すブロック図である。受信装置 200c は、A/D 変換回路 2200、受信フィルタバンク 2201、第 1 復調回路 2202、第 1 復号回路 2203、再符号化回路 2204、再変調回路 2205、サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク 2206、受信バッファ回路 2207、減算回路 2209-1 ~ 2209-N、合成フィルタバンク 2213、第 2 復調回路 2214、及び第 2 復号回路 2215 から構成される。

[0086] 受信フィルタバンク 2201 は、第 2 直並列変換回路 2219、第 2 FFT 回路 2220、伝送路推定回路 2221、等化回路 2222、第 2 IFFT 回路 2223、第 2 並直列変換回路 2224、第 2 分割回路 2225、第 2 周波数変換回路 2226-1 ~ 2226-N、第 2 合成回路 2227、第 2 IFFT 回路 2228、第 3 並直列回路 2229 から構成される。

[0087] サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク 2206 は、第 3 直並列変換回路 2230、第 3 FFT 回路 2231、第 3 分割回路 2232、第 3 周波数変換回路 2233-1 ~ 2233-N、第 4 IFFT 回路 2234-1 ~ 2234-N、第 4 並直列変換回路 2235-1 ~ 2235-N から構成される。合成フィルタバンク 2213 は、第 4 直並列変換回路 2240-1 ~ 2240-N、第 4 FFT 回路 2241-1 ~ 2241-N、第 4 周波数変換回路 2242-1 ~ 2242-N、第 3 合成回路 2243、第 5 IFFT 回路 2244、第 5 並直列変換回路 2245 から構成される。

[0088] 次に、受信装置 200c の動作について説明する。

図 11A ~ 図 11H は、第三実施形態による受信装置 200c において用

いられる信号を示す概念図である。受信装置200cは、まず、受信信号について、重畳されたサブスペクトラムを元の周波数に戻して、これを用いて仮復調・復号を行う。A/D変換回路2200は、受信装置200cのアンテナ（図示略）によって受信された信号（受信信号）をデジタル信号に変換する。A/D変換器2200は、変換後の受信信号を受信フィルタバンク2201に対し出力する（図11A）。

[0089] 受信フィルタバンク2201において、第2直並列変換回路2219は、受信信号を直並列変換する。第2FFT回路2220は、直並列変換された受信信号に対して高速フーリエ変換を行い、受信信号を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。伝送路推定回路2221は、トレーニング信号、参照信号、サウンディング信号等の既知信号を用いて伝送路係数を推定する。等化回路2222は、伝送路推定回路2221で推定された伝送路係数を用いて受信信号の振幅位相歪みを周波数領域等化处理により補正する。周波数領域等化处理としては、Zero Forcing法などが知られている。等化後信号は、第2IFFT回路2223、及び第2分割回路2225へと出力される。第2IFFT回路2223は、周波数領域等化後の受信信号を高速逆フーリエ変換して時間領域信号に戻す。第2並直列変換回路2224は、逆フーリエ変換された受信信号を並直列変換し、受信バッファ回路2207へ出力する。

[0090] 一方、第2分割回路2225は、周波数領域等化された受信信号に対し、送信装置100bにおいてN個のサブスペクトラムを生成するために用いられたフィルタ係数に対応するフィルタ係数を乗算することにより、サブスペクトラムに分割する。ここで、送信フィルタバンク2102におけるサブスペクトラム生成との違いは、送信フィルタバンク2102の第1周波数変換回路2109-1～2109-Nにおける周波数変換と同じだけ周波数をシフトしたフィルタ係数を用いることである。すなわち、送信装置100bにおいて、フィルタ係数を乗じて生成された各サブスペクトラムは、周波数変換が行われた後に送信されるため、受信信号から各サブスペクトラムを生成

するには、送信フィルタバンク 2102 でのフィルタ係数ではなく、周波数シフトしたものをを用いる必要がある。

[0091] 第2周波数変換回路 2226-1 ~ 2226-N は、送信フィルタバンク 2102 の第1周波数変換回路 2109-1 ~ 2109-N における周波数変換と逆の動作（ $-\Delta f$ だけ周波数変更する）により、各サブスペクトラムを元の周波数に戻す（図 11B）。第2合成回路 2227 は、周波数変換された N 系統の等化後サブスペクトラムを加算し合成する（図 11C）。第2IFFT回路 2228 は、高速逆フーリエ変換を行い、第2合成回路 2227 によって足し合わされた信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第3並直列変換回路 2229 は、第3IFFT回路 2228 から出力される時間領域の信号を並直列変換する。

[0092] 受信フィルタバンク 2201 における第3並直列変換回路 2229 の出力は、第1復調回路 2202 に受け渡され、第1復調回路 2202、及び第1復号回路 2203 は、時間領域信号を仮復調・復号する。

[0093] 再符号化回路 2204、及び再変調回路 2205 は、仮復調・復号して取得したデータに再符号化処理・再変調処理（マッピング処理）を行うことによって複数の変調シンボルを生成する（図 11D）。仮復調復号値として軟判定値（尤度）を用いる場合には、再符号化処理を経ずに、直接軟判定レプリカ信号を生成することもできる。こうして生成された送信レプリカ信号をサブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク 2206 へ受け渡す。

[0094] サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク 2206 は、送信装置 100b における送信フィルタバンク 2102 と同一構成である。第3直並列変換回路 2230 は、信号を直並列変換する。第3FFT回路 2231 は、直並列変換された再変調信号に対して高速フーリエ変換を行い、再変調信号を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。第2分割回路 2232 は、前記第3FFT回路 2231 で出力された周波数領域のレプリカ信号と、送信装置 100b の第1分割回路 2108 において N 個のサブスペクトラムを生成するために用いられたフィルタ係数に対応するフィルタ係数とを乗算

することにより、N個の送信サブスペクトラムレプリカを生成する（図11E）。

[0095] 第3周波数変換回路2233-1～2233-Nは、各サブスペクトラムレプリカに対し、送信装置100bの第1周波数変換回路2109-1～2109-Nと同様にサブスペクトラムレプリカの周波数変換を行う。第4IFFT回路2234-1～2234-Nは、高速逆フーリエ変換を行い、第3周波数変換回路2233-1～2233-NのN系統の出力信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第4並直列変換回路2235-1～2235-Nは、第4IFFT回路2234-1～2234-Nから出力される時間領域の信号を並直列変換し、サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク2206の出力とする。

[0096] 受信バッファ回路2207は、受信フィルタバンク2201における第2並直列変換回路2224の出力を保持し、第2分割回路2225～サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク2206に至る処理遅延時間を吸収する遅延器の役割を果たす。

[0097] 減算回路2209-1～2209-Nは、各々、N系統設けられ、受信バッファ回路2207に蓄積された受信信号から、上記N個のサブスペクトラムレプリカのうち、各々異なるN-1個のサブスペクトラムレプリカを選択し減算する。本処理により、減算しなかったN-1個のサブスペクトラムレプリカと対応しない残りの唯一のサブスペクトラムが受信バッファ回路2207に蓄積された信号から抽出される（図11F、図11G）。

[0098] 合成フィルタバンク2213において、第4直並列変換回路2240-1～2240-Nは、上記減算器2209-1～2209-Nの出力であるN系統の信号を、直並列変換する。第4FFT回路2241-1～2241-Nは、直並列変換された受信信号に対して高速フーリエ変換を行い、上記第4直並列変換回路2240-1～2240-Nの各出力を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。

[0099] 第4周波数変換回路2242-1～2242-Nは、受信フィルタバンク

2201における第2周波数変換回路2226-1～2226-Nにおける周波数変換と同様の周波数変換を行う。第3合成回路2243は、第4周波数変換回路2242-1～2242-Nで周波数変換されたN系統の信号を加算し合成する(図11H)。第5IFFT回路2244は、高速逆フーリエ変換を行い、第3合成回路2243によって足し合わされた信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第5並直列変換回路2245は、第5IFFT回路2244から出力される時間領域の信号を並直列変換し、合成フィルタバンク2213の出力とする。

[0100] 第2復調回路2214、及び第2復号回路2215は、時間領域信号を復調・復号する。

[0101] 上述した第三実施形態による受信装置によれば、等化後受信信号からそれぞれN-1個のサブスペクトラムレプリカの組合せを減算することにより、N個のサブスペクトラムを抽出し、それを合成して復調復号することで、送信装置100bにおいて重畳したサブスペクトラムの分割・補償を行うことができる。

[0102] なお、上述した第三実施形態による受信装置において、第2復号回路2215の復号結果を再符号化回路2204に再度入力し、再符号化回路2204～第2復号回路2215までの処理を複数回繰り返すことにより、残留干渉を減じ、さらに分割精度、すなわち受信特性を向上することもできる。

[0103] 次に、本発明のさらに他の実施形態について説明する。

以下に説明する実施形態では、送信装置においてスペクトラムを分割したN個のサブスペクトラムを生成する。次に、帯域の最も広いサブスペクトラム以外のものを当該サブスペクトラムと同一帯域幅に収まる範囲でスペクトラム拡散し、同一周波数に周波数変換して重畳して送信する。情報伝送速度が一定のまま、前記の帯域の最も広いサブスペクトラムの周波数帯域幅が占有帯域幅となるため、周波数利用効率が增加するとともに、信号成分自体は失われない。

[0104] 一方、受信装置においては、重畳したサブスペクトラムを分割するために

、受信信号からサブスペクトラムのレプリカを生成して、受信信号から除去する。これによって、各サブスペクトラムを補償しつつ再生し、周波数を元に戻して合成することで、元の信号を復元する。

[0105] 具体的なサブスペクトラムのレプリカの生成方法の特徴は、まず、受信信号の主成分の信号に対して仮復調する。仮復調により、送信装置において他のサブスペクトラムが占めていた周波数成分にも信号成分が現れる。仮復調して得られた信号を再変調し、送信装置と同様に分割、拡散処理、周波数変更、を行うことで、それぞれのサブスペクトラムのレプリカが得られる。これらのレプリカを $N-1$ 個ずつ組み合わせて受信信号から減算することによって、重畳成分のないサブスペクトラム N 個が得られる。拡散処理をしたサブスペクトラムについて逆拡散をして、元の周波数に戻して合成することにより、重畳成分のない送信信号を得ることができる。

[0106] なお、以下の実施形態では、拡散・重畳する成分すなわち帯域の最も広いサブスペクトラム以外のサブスペクトラムをスペクトラム拡散するため、主成分、すなわち帯域の最も広いサブスペクトラムにとっては雑音程度の干渉となり、受信側で生成するレプリカの精度が高くなる。すなわち、復元できる可能性が高くなるという効果も得られる。

[0107] 図12は、送信装置100cの第三実施形態の機能構成を示すブロック図である。送信装置100cは、第1符号化回路3100、第1変調回路3101、送信フィルタバンク3102、第1拡散系列乗算回路3103-1～3103-M ($M=N-1$)、第1合成回路3104、D/A変換器3105を備える。送信フィルタバンク3102は、第1直並列変換回路3106、第1FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 回路3107、第1分割回路3108、第1周波数変換回路3109-1～3109-N、第1IFFT (Inverse Fast Fourier Transform: 高速逆フーリエ変換) 回路3110-1～3110-N、第1並直列変換回路3111-1～3111-Nを備える。

[0108] 次に、送信装置100cの動作について説明する。

図13A～図13Dは、第三実施形態による送信装置100cが送信信号スペクトラムをN分割 ($N=2$) する際の処理を示す概念図である。第1符号化回路3100、第1変調回路3101は、送信対象のデータについて誤り訂正符号化処理、及び変調処理 (シンボルマッピング) を行うことによって複数の変調シンボルを生成する。各変調シンボルは、図13Aに示すように波形整形された変調信号として生成される。具体的には、第1変調回路3101は、例えば、BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、8PSK (Octuple Phase Shift Keying) 等の変調方式によって変調処理を行う。第1変調回路3101は、生成した変調信号を送信フィルタバンク3102へ出力する。

[0109] 送信フィルタバンク3102は、N分割されたサブスペクトラムを出力する。第1直並列変換回路3106は、入力された変調信号を直並列変換する。第1FFT回路3107は、直並列変換された変調信号に対して高速フーリエ変換を行い、変調信号を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。第1分割回路3108は、周波数領域に変換された変調信号を任意の周波数帯域成分に分割し、それぞれ帯域が異なるN個 ($N=2, 3, \dots$) のサブスペクトラムを生成する。

[0110] 具体的には、第1分割回路3108は、図13Aに示されるような、信号帯域をN個 (図13Aの場合は $N=2$) に分割 (抽出) するフィルタ係数 (抽出するサブスペクトラムの数と同数のフィルタ係数がある) を変調信号に乗算する。各フィルタ係数を変調信号に乗算することによって、図13Bに示されるように変調信号がN個 ($N=2$) のサブスペクトラム#1、#2に分割される。

[0111] 第1周波数変換回路3109-1～3109-Nは、N個の各サブスペクトラムの中心周波数について、最も広い占有帯域幅を持つサブスペクトラムの送信中心周波数と同一となるように周波数変換する。第1IFFT回路3110-1～3110-Nは、高速逆フーリエ変換を行い、周波数変換後の各サブスペクトラムを、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。

第1並直列変換回路3111-1~3111-Nは、第1IFFT回路3110-1~3110-Nから出力される時間領域の信号を並直列変換し、変換後の信号を出力する。

[0112] 送信フィルタバンク3102から出力されるN個のサブスペクトラムのうち、最も占有周波数帯域幅の広いサブスペクトラムを除くN-1系統のサブスペクトラムは、第1拡散系列乗算回路3103-1~3103-M (M=N-1)に入力され、図13Cに示すように、最も広い占有周波数帯域幅と同一、またはそれ以内に収まる範囲で、各々の占有帯域が拡大される(サブスペクトラム#2s)。

[0113] なお、N-1系統各々に用いる拡散符号は、相互相関特性に優れる符号が望ましく、例えば、Hadamard系列や、Gold系列などの使用を想定する。また、最も占有帯域幅の広いサブスペクトラムをサブスペクトラム#1とすると、そのナイキスト帯域をBW0、それ以外のサブスペクトラムk (k=2~N)のナイキスト帯域をBWkとおくと、第1拡散系列で用いる拡散系列のチップレートは、 $(1/BWk) \cdot [BW0/BWk]$ を満たす必要がある。ここで[x]は、xを超えない最大の整数ある。すなわち、サブスペクトラムkは、第1拡散系列乗算回路3103-1~3103-Mによって、その占有帯域幅が最大 $[BW0/BWk]$ 倍に拡大される。

[0114] 第1合成回路3104は、最も占有周波数帯域幅の広いサブスペクトラム#1と、拡散符号により占有帯域を拡大したその他のN-1のサブスペクトラム#2sとを合成する。この結果、図13Dに示されるように、拡散されたN-1個のサブスペクトラム#2sが、最も広い占有帯域幅を持つサブスペクトラム#1上に重畳されることになる。

[0115] D/A変換器3105は、送信フィルタバンク3102からの出力信号をアナログ信号(以下、「送信信号」という。)に変換する。D/A変換器3105によって変換された送信信号は送信路に送出される。

[0116] このように構成された送信装置100cでは、第1拡散系列乗算回路3103-1~3103-Mにより、N-1個のサブスペクトラムが各々異なる

拡散符号で占有帯域幅を拡散され、電力密度の低く、かつ、周波数帯域の最も広いサブスペクトラムと同じ帯域幅に拡散され、第1合成回路3104によりすべてのサブスペクトラムが重畳される。このため、送信信号が占有する周波数帯域を、最も周波数帯域幅の広いサブスペクトラムと同じ帯域幅まで狭帯域化することができる。

[0117] 図14は、受信装置200dの第四実施形態の機能構成を示すブロック図である。受信装置200dは、A/D変換回路3200、受信フィルタバンク3201、第1復調回路3202、第1復号回路3203、再符号化回路3204、再変調回路3205、サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク3206、受信バッファ回路3207、第2拡散系列乗算回路3208-1~3208-M ($M=N-1$)、減算回路3209-1~3209-N、第3拡散系列乗算回路3212-1~3212-M、合成フィルタバンク3213、第2復調回路3214、及び第2復号回路3215を備える。

[0118] 受信フィルタバンク3201は、第2直並列変換回路3220、第2FFT回路3221、第2周波数変換回路3222、伝送路推定回路3223、等化回路3224、ヌル信号置換回路3225、第2IFFT回路3226、第2並直列変換回路3227を備える。サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク3206は、第3直並列変換回路3230、第3FFT回路3231、第2分割回路3232、第3周波数変換回路3233-1~3233-N、第3IFFT回路3234-1~3234-N、及び第2並直列変換回路3235-1~3235-Nを備える。

合成フィルタバンク3213は、第4直並列変換回路3240-1~3240-N、第4FFT回路3241-1~3241-N、第4周波数変換回路3242-1~3242-N、第2合成回路3243、第4IFFT回路3244、及び第4並直列変換回路3245を備える。

[0119] 次に、受信装置200dの動作について説明する。

図15A~図15Hは、第四実施形態による受信装置200dにおいて用いられる信号を示す概念図である。受信装置200dは、まず、受信信号に

ついて、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラムのみが伝送されたと見なして仮復調復号を行う。A/D変換回路3200は、受信装置200dのアンテナ（図示略）によって受信された信号（受信信号）をデジタル信号に変換する。A/D変換器3200は、変換後の受信信号を受信フィルタバンク3201に対し出力する（図15A）。

[0120] 受信フィルタバンク3201において、第2直並列変換回路3220は、受信信号を直並列変換する。第2FFT回路3221は、直並列変換された受信信号に対して高速フーリエ変換を行い、受信信号を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する（図15A）。第2周波数変換回路3222は、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラムの中心周波数を、サブスペクトラム分割前の周波数位置に戻す。伝送路推定回路3223は、トレーニング信号、参照信号、サウンディング信号等の既知信号を用いて伝送路係数を推定する。

等化回路3224は、伝送路推定回路3223で推定された伝送路係数を用いて受信信号の振幅位相歪みを周波数領域等化处理により補正する。周波数領域等化处理としては、Zero Forcing法などが知られている。

[0121] ヌル信号置換回路3225は、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラム以外の周波数成分を0信号で置換する。送信装置100cでは、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラム上にその他のサブスペクトラムを重畳しているため、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラム以外の周波数帯域には、他ユーザ・他システムからの干渉信号や、本構成には示されていないRF装置（LNA：Low Noise Amplifier等）が発する雑音信号が混入する恐れがあるが、上述した通り当該周波数帯域を0信号で置換することによって、これら雑音干渉成分を除去することができる。

[0122] 第2IFFT回路3226は、高速逆フーリエ変換を行い、一部の周波数成分を0信号で置換した受信信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第2並直列変換回路3227は、第2IFFT回路3226から出力される時間領域の信号を並直列変換し、受信フィルタバンク3201

の出力とする。

[0123] 受信フィルタバンク 3201 の出力は、受信バッファ回路 3207 と第 1 復調回路 3202 とに受け渡され、第 1 復調回路 3202、及び第 1 復号回路 3203 は、時間領域信号を仮復調・復号する。

[0124] 次に、受信装置 200d は、復調・復号して取得したデータから送信信号のレプリカ信号を生成する。再符号化回路 3204、及び再変調回路 3205 は、仮復調・復号して取得したデータに再符号化処理・再変調処理（マッピング処理）を行うことによって複数の変調シンボルを生成する（図 15B）。仮復調復号値として軟判定値（尤度）を用いる場合には、再符号化処理を経ずに、直接軟判定レプリカ信号を生成することもできる。こうして生成された送信レプリカ信号をサブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク 3206 へ受け渡す。

[0125] サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク 3206 は、送信装置 100c における送信フィルタバンク 3102 と同一構成である。第 3 直並列変換回路 3230 は、信号を直並列変換する。第 3 FFT 回路 3231 は、直並列変換された再変調信号に対して高速フーリエ変換を行い、再変調信号を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。第 2 分割回路 3232 は、前記第 3 FFT 回路 3231 で出力された周波数領域のレプリカ信号と、送信装置 100c の第 1 分割回路 3108 において N 個のサブスペクトラムを生成するために用いられたフィルタ係数に対応するフィルタ係数を乗算することにより、N 個の送信サブスペクトラムレプリカを生成する（図 15C）。

[0126] 第 3 周波数変換回路 3233-1 ~ 3233-N は、各サブスペクトラムレプリカに対し、送信装置 100c の周波数変換回路 3109-1 ~ 3109-N で対応するサブスペクトラムと同一の周波数変更を行う。第 3 IFFT 回路 3234-1 ~ 3234-N は、高速逆フーリエ変換を行い、第 3 周波数変換回路 3233-1 ~ 3233-N の N 系統の出力信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第 2 並直列変換回路 3235-1

～3235-Nは、第3IFFT回路3234-1～3234-Nから出力される時間領域の信号を並直列変換し、サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク3206の出力とする。

[0127] 第2拡散系列乗算回路3208-1～3208-M ($M=N-1$) は、最も広い占有帯域幅を持つサブスペクトラムに対応するサブスペクトラムレプリカ以外の $N-1$ 個の送信サブスペクトラムレプリカに対し、対応するサブスペクトラムに送信装置100cにおいて第1拡散系列乗算回路3103-1～3103-Mで掛け合わされた拡散符号と同一の拡散符号を各々乗算する。これにより $N-1$ 個の送信サブスペクトラムレプリカが送信サブスペクトラムと同様に拡散される。

[0128] 受信バッファ回路3207は、受信フィルタバンク3201の出力を保持し、第1復調回路3202～第2拡散系列乗算回路3208-1～3208-Mに至る処理遅延時間を吸収する遅延器の役割を果たす。

[0129] 減算回路3209-1～3209-Nは、各々、 N 系統設けられ、受信バッファ回路3207に蓄積された受信信号から、上記1個のサブスペクトラムレプリカ（最も大きな占有帯域幅を持つ受信サブスペクトラムレプリカ）と $N-1$ 個のサブスペクトラムレプリカとの拡散信号のうち、各々、異なる $N-1$ の信号を選択して減算する。

[0130] 具体的には、バッファされた受信信号から、 $N-1$ 個のサブスペクトラムレプリカ拡散信号全てを減算すると、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラムの受信信号が抽出される。一方、バッファされた受信信号から、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラムレプリカと、 $N-2$ 個のサブスペクトラムレプリカ拡散信号群とを減算すると、該サブスペクトラムレプリカ拡散信号群で選択しなかった拡散系列に対応するサブスペクトラムの拡散信号が抽出される（図15E、図15G）。

[0131] したがって、 N 系統の減算回路3209-1～3210-Nからは、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラムと、それ以外の $N-1$ 個のサブスペクトラムとの拡散信号が抽出される。なお、図15Eは、受信信号（図1

5 A) からサブスペクトラムのレプリカ # 1 r (図 1 5 C) を減算したものであり、図 1 5 G は、受信信号 (図 1 5 A) からサブスペクトラムのレプリカ # 2 r の拡散信号 (図 1 5 D) を減算したものである。

[0132] 第 3 拡散系列乗算回路 3 2 1 2 - 1 ~ 3 2 1 2 - M ($M = N - 1$) は、上記減算回路 3 2 0 9 - 1 ~ 3 2 0 9 - N のうち、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラム以外の出力を伴う減算回路 3 2 0 9 - 2 ~ 3 2 0 9 - N の出力に適用し、拡散されたサブスペクトラムの逆拡散処理を行う (図 1 5 F)。

[0133] 合成フィルタバンク 3 2 1 3 において、第 4 直並列変換回路 3 2 4 0 - 1 ~ 3 2 4 0 - N は、上記減算器 3 2 0 9 の出力の 1 つである最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラムと、残り $N - 1$ 個の拡散信号を上記第 3 拡散系列乗算回路 3 2 0 8 - 1 ~ 3 2 0 8 - M で逆拡散して得られたサブスペクトラムとのそれぞれを直並列変換する。第 4 F F T 回路 3 2 4 1 - 1 ~ 3 2 4 1 - N は、直並列変換された受信信号に対して高速フーリエ変換を行い、上記第 4 直並列変換回路 3 2 4 0 - 1 ~ 3 2 4 0 - N の各出力を時間領域の信号から周波数領域の信号へ変換する。

[0134] 第 4 周波数変換回路 3 2 4 2 - 1 ~ 3 2 4 2 - N は、上記第 4 F F T 回路 3 2 4 1 - 1 ~ 3 2 4 1 - N で得られた周波数領域信号の中心周波数が、送信装置 1 0 0 c において分割回路 1 0 8 で生成された各サブスペクトラムの中心周波数と同一になるように、各々、周波数変換する。第 4 合成回路 3 2 4 3 は、上記第 4 周波数変換回路 3 2 4 2 - 1 ~ 3 2 4 2 - N で周波数変換された各信号を加算して合成する (図 1 5 H)。第 4 I F F T 回路 3 2 4 4 は、高速逆フーリエ変換を行い、周波数領域の信号から時間領域の信号へ変換する。第 4 並直列変換回路 3 2 4 5 は、第 2 I F F T 回路 3 2 4 4 から出力される時間領域の信号を並直列変換し、合成フィルタバンク 3 2 1 3 の出力とする。

[0135] 第 2 復調回路 3 2 1 4、及び第 2 復号回路 3 2 1 5 は、時間領域信号を復調・復号する。

- [0136] このように構成された受信装置 200d では、第2直並列変換回路 3220～第2並直列変換回路 3227 における処理により重畳されたサブスペクトラムのうち、最も大きな占有帯域幅を持つサブスペクトラム以外のサブスペクトラムを雑音成分とみなして、仮復調・復号する。仮復調して得られた信号を用いて再変調し、第3直並列変換回路 3230～第2拡散系列乗算回路 3208-1～3208-M における処理により、サブスペクトラム（の拡散したもの）のレプリカを生成する。
- [0137] 受信信号から伝送路係数を乗算したサブスペクトラム N-1 個を減算することを各サブスペクトラムの組合せに対して行うことで、受信信号から各サブスペクトラム、またはその拡散信号を抽出する。送信装置 100c 側で拡散したサブスペクトラムについては、抽出した各サブスペクトラムの拡散信号を逆拡散して元の周波数に戻して合成することで送信信号のスペクトラムを再生し、復調することができる。これにより、送信装置 100c において重畳したサブスペクトラムを分割することができる。
- [0138] なお、上述した第四実施形態による受信装置において、第2復号回路 3215 の復号結果を再符号化回路 3204 に再度入力し、再符号化回路 3204～第2復号回路 3215 までの処理を複数回繰り返すことにより、残留干渉を減じ、さらに分割精度、すなわち受信特性を向上することもできる。
- [0139] 上述した第四実施形態による受信装置によれば、送信装置 100c で、スペクトラムを分割した N 個のサブスペクトラムを生成し、帯域の最も広いサブスペクトラム以外のものを当該サブスペクトラムと同一帯域幅となるように拡散し、同一周波数に周波数変換して重畳して送信するようにしたので、重畳されている周波数帯域幅が占有帯域幅となるため、信号成分自体を失うことなく、周波数利用効率を向上させることができる。
- [0140] また、受信装置 200d で、重畳したサブスペクトラムを分割するために、受信信号からサブスペクトラムのレプリカを生成して、受信信号から除去することによって、各サブスペクトラムを補償しつつ再生し、周波数を元に戻して合成することで、重畳成分のない送信信号を復元することができる。

[0141] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

符号の説明

- [0142] 10 通信システム
- 100 送信装置
 - 200 受信装置
 - 101 誤り訂正符号化回路
 - 102 変調回路
 - 103 送信フィルタバンク
 - 104 D/A変換器
 - 105 制御回路
 - 201 A/D変換回路
 - 202 第一直並列変換回路
 - 203 第一FFT回路
 - 204 抽出回路
 - 205 歪補償回路
 - 206 第一IFFT回路
 - 207 第一並直列変換回路
 - 208 第一復調回路
 - 209 第一誤り訂正復号回路
 - 210 送信信号レプリカ生成回路
 - 211 第二直並列変換回路
 - 212 第二FFT回路
 - 213 分割回路
 - 214 受信バッファ
 - 215 合成回路
 - 216 第二IFFT回路

- 2 1 7 第二並直列変換回路
- 2 1 8 第二復調回路
- 2 1 9 第二誤り訂正復号回路
- 2 2 0 硬判定回路
- 2 3 0 フィードバックブロック
- 1 0 0 b 送信装置
- 2 0 0 c 受信装置
- 2 1 0 0 第 1 符号化回路
- 2 1 0 1 第 1 変調回路
- 2 1 0 2 送信フィルタバンク
- 2 1 0 3 D/A 変換器 2 2 0 0 A/D 変換回路
- 2 2 0 1 受信フィルタバンク
- 2 2 0 2 第 1 復調回路
- 2 2 0 3 第 1 復号回路
- 2 2 0 4 再符号化回路
- 2 2 0 5 再変調回路
- 2 2 0 6 サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク
- 2 2 0 7 受信バッファ回路
- 2 2 0 9 - 1 ~ 2 0 9 - N 減算回路
- 2 2 1 3 合成フィルタバンク
- 2 2 1 4 第 2 復調回路
- 2 2 1 5 第 2 復号回路
- 1 0 0 c 送信装置
- 2 0 0 d 受信装置
- 3 1 0 0 第 1 符号化回路
- 3 1 0 1 第 1 変調回路
- 3 1 0 2 送信フィルタバンク
- 3 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - M 第 1 拡散系列乗算回路

- 3 1 0 4 第 1 合成回路
- 3 1 0 5 D/A変換器 3 2 0 0 A/D変換回路
- 3 2 0 1 受信フィルタバンク
- 3 2 0 2 第 1 復調回路
- 3 2 0 3 第 1 復号回路
- 3 2 0 4 再符号化回路
- 3 2 0 5 再変調回路
- 3 2 0 6 サブスペクトラムレプリカ生成フィルタバンク
- 3 2 0 7 受信バッファ回路
- 3 2 0 8-1~3 2 0 8-M 第 2 拡散系列乗算回路
- 3 2 0 9-1~3 2 0 9-N 減算回路
- 3 2 1 2-1~3 2 1 2-M 第 3 拡散系列乗算回路
- 3 2 1 3 合成フィルタバンク
- 3 2 1 4 第 2 復調回路
- 3 2 1 5 第 2 復号回路

請求の範囲

- [請求項1] 送信すべき信号のスペクトラムをN分割し、スペクトラム編集を行うことにより占有帯域を削減して送信された信号を受信信号として受信する手段と、
- 前記受信信号を前記送信すべき信号の帯域幅で誤り訂正および復号して第1の復号信号を生成する手段と、
- 前記第1の復号信号から送信レプリカ信号を生成し、前記送信レプリカ信号のスペクトラムをN分割してN個のサブレプリカを生成する手段と、
- 前記N個のサブレプリカと前記受信信号とを用いて前記送信すべき信号のスペクトラムを復元して補償受信信号を生成する手段と、
- 前記補償受信信号を復号して第二の復号信号を生成する手段と、
- を備える受信装置。
- [請求項2] 送信対象信号の一部の帯域の成分が送信装置によって除去されて送信された信号を受信する受信装置であって、
- 受信した信号を直並列変換する第一直並列変換回路と、
- 直並列変換された前記信号をフーリエ変換する第一FFT回路と、
- フーリエ変換された前記信号から、所定の周波数の帯域毎に信号成分を抽出する抽出回路と、
- 抽出された信号成分のうち、前記送信装置によって除去された帯域の信号成分に対し、所定の信号成分を用いて歪補償を行う歪補償回路と、
- 歪補償された前記信号を逆フーリエ変換する第一IFFT回路と、
- 逆フーリエ変換された信号を並直列変換する第一並直列変換回路と、
- 、
- 並直列変換された信号を復調する第一復調回路と、
- 復調された前記信号に対して誤り訂正復号を行う第一誤り訂正復号回路と、

誤り訂正復号が行われた前記信号から送信対象信号のレプリカを生成する送信信号レプリカ生成回路と、

前記送信信号レプリカを直並列変換する第二直並列変換回路と、

直並列変換された前記送信信号レプリカをフーリエ変換する第二FFT回路と、

フーリエ変換された前記送信信号レプリカから、前記送信装置によって除去された前記一部の帯域の信号成分を抽出する分割回路と、

受信した信号を記憶する受信バッファと、

前記受信バッファに記憶された前記信号と、前記分割回路によって抽出された前記信号成分とを合成して合成信号を出力する合成回路と、

前記合成信号を復調する第二復調回路と、

復調された合成信号に対して誤り訂正復号を行う第二誤り訂正復号回路と、

を備える受信装置。

[請求項3] 前記歪補償回路は、前記送信装置によって除去されていない帯域の信号成分をそのままとし、前記送信装置によって除去された帯域の信号成分を減衰させることによって前記歪補償を行う請求項2に記載の受信装置。

[請求項4] 送信装置との間で無線通信を行う受信装置であって、
受信信号をN個（Nは2以上の整数）のサブスペクトラムに分割し、該分割された受信信号を周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻し、該分割され、周波数変換された受信信号を合成する受信フィルタ回路と、

前記受信フィルタ回路からの受信信号を復調して仮復調信号を生成する第1復調回路と、

前記第1復調回路からの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調回路と、

前記再変調回路によって生成された再変調信号を、 N 個に分割されたサブスペクトラムレプリカに分割し、前記 N 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路と、

前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路によって変換された N 個に分割されたサブスペクトラムレプリカのうち、 $N - 1$ 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれの組合せを前記受信信号から減算することにより N 個の補償後サブ受信信号を抽出する減算回路と、

前記減算回路によって抽出された N 個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換された N 個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタ回路と、

前記合成フィルタ回路によって合成された補償後受信信号を復調する第2復調回路と

を備える受信装置。

[請求項5]

送信装置と受信装置とにより構成される無線通信システムであって、

前記送信装置は、

送信データを符号化する符号化回路と、

前記符号化回路によって符号化された符号化データを変調する変調回路と、

前記変調回路によって変調された変調信号を、 N 分割（ N は2以上の整数）されたサブスペクトラムに変換し、前記分割された N 個の変調信号を周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳し、該一部のサブスペクトラムが重畳された N 個の変調信号を合成して出力する送信フィルタ回路と

を備え、

前記受信装置は、

受信信号をN個のサブスペクトラムに分割し、該分割された受信信号を周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻し、該分割され、周波数変換された受信信号を合成する受信フィルタ回路と、

前記受信フィルタ回路からの受信信号を復調して仮復調信号を生成する第1復調回路と、

前記第1復調回路からの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調回路と、

前記再変調回路によって生成された再変調信号を、N個に分割されたサブスペクトラムレプリカに分割し、前記N個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路と、

前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路によって変換されたN個に分割されたサブスペクトラムレプリカのうち、 $N-1$ 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれの組合せを前記受信信号から減算することによりN個の補償後サブ受信信号を抽出する減算回路と、

前記減算回路によって抽出されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタ回路と、

前記合成フィルタ回路によって合成された補償後受信信号を復調する第2復調回路と

を備える無線通信システム。

[請求項6]

前記送信フィルタ回路は、

前記変調回路によって変調された変調信号をフーリエ変換する第1FFT回路と、

前記第1FFT回路によってフーリエ変換された変調信号をN個のサブスペクトラムに分割する第1分割回路と、

前記第 1 分割回路によって分割された N 個のサブスペクトラムを周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳する第 1 周波数変換回路と、

前記第 1 周波数変換回路によって周波数変換された N 個のサブスペクトラムを合成する第 1 合成回路と、

前記第 1 合成回路によって合成されたサブスペクトラムを逆フーリエ変換して送信信号を生成する第 1 I F F T 回路と

を備える請求項 5 に記載の無線通信システム。

[請求項 7]

前記受信フィルタ回路は、

受信信号をフーリエ変換する第 2 F F T 回路と、

前記第 2 F F T 回路によってフーリエ変換された受信信号を N 個のサブスペクトラムに分割する第 2 分割回路と、

前記第 2 分割回路によって分割された N 個のサブスペクトラムを周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻す第 2 周波数変換回路と、

前記第 2 周波数変換回路によって周波数変換された N 個のサブスペクトラムを合成する第 2 合成回路と、

前記第 2 合成回路によって合成された受信信号を逆フーリエ変換する第 2 I F F T 回路と

を備える請求項 5 または 6 に記載の無線通信システム。

[請求項 8]

前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路は、

前記再変調回路によって生成された再変調信号をフーリエ変換する第 3 F F T 回路と、

前記第 3 F F T 回路によってフーリエ変換された再変調信号を、前記送信装置で重畳された前記一部のサブスペクトラムと同じ周波数帯域の N 個のサブスペクトラムレプリカに分割する第 2 分割回路と、

前記第 2 分割回路によって分割された N 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを、前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換

する第3周波数変換回路と、

前記第3周波数変換回路によって同じ周波数に変換された前記N個のサブスペクトラムレプリカを逆フーリエ変換して出力する第3IFFT回路と

を備える請求項5から7のいずれか1項に記載の無線通信システム。

[請求項9] 前記合成フィルタ回路は、

前記逆拡散処理回路によって逆拡散処理されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換する第4周波数変換回路と、

前記第4周波数変換回路によって周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する第3合成回路と、

前記第3合成回路によって合成された補償後受信信号を逆フーリエ変換する第3IFFT回路と

を備える請求項5から8のいずれか1項に記載の無線通信システム。

[請求項10] 受信装置との間で無線通信を行う送信装置であって、

送信データを符号化する符号化回路と、

前記符号化回路によって符号化された符号化データを変調する変調回路と、

前記変調回路によって変調された変調信号を、N分割（Nは2以上の整数）されたサブスペクトラムに変換し、前記分割されたN個の変調信号を周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳し、該一部のサブスペクトラムが重畳されたN個の変調信号を合成して出力する送信フィルタ回路と

を備える送信装置。

[請求項11] 送信装置との間で無線通信を行う受信装置であって、

受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって、前記N個

(N は2以上の整数)に分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの周波数帯域以外の周波数帯域に0を挿入し、該0を挿入された受信信号を出力する受信フィルタ回路と、

前記受信フィルタ回路からの受信信号を復調して仮復調信号を出力する第1復調回路と、

前記第1復調回路からの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調回路と、

前記再変調回路によって生成された再変調信号を、 N 個に分割されたサブ再変調信号に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路と、

前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路によって N 個に分割されたサブ再変調信号のうち、最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号以外を、前記最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号と同じ帯域幅に拡散する第2拡散回路と、

前記受信信号から $N-1$ 個のサブ再変調信号のそれぞれの組合せを減算することにより N 個の補償後サブ受信信号を抽出する減算回路と、

前記減算回路によって抽出された N 個の補償後サブ受信信号のうち、前記送信装置側で拡散処理されたものに対して、逆拡散処理をする逆拡散処理回路と、

前記逆拡散処理回路によって逆拡散処理された N 個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換された N 個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタ回路と、

前記合成フィルタ回路によって合成された補償後受信信号を復調する第2復調回路と

を備える受信装置。

[請求項12] 送信装置と受信装置とにより構成される無線通信システムであって、

、

前記送信装置は、

送信データを符号化する符号化回路と、

前記符号化回路によって符号化された符号化データを変調する変調回路と、

前記変調回路によって変調された変調信号を、 N 個（ N は2以上の整数）に分割されたサブスペクトラムに変換して出力する送信フィルタ回路と、

前記送信フィルタ回路によって N 個に分割されたサブスペクトラムのうち、最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラム以外の $N-1$ 個のサブスペクトラムを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの帯域幅以下の範囲で拡散する第1 拡散回路と、

前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと、前記第1 拡散回路によって拡散された前記 $N-1$ 個のサブスペクトラムとを合成して送信信号を生成する第1 合成回路とを備え、

前記受信装置は、

受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって、前記 N 個に分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの周波数帯域以外の周波数帯域に0を挿入し、該0を挿入された受信信号を出力する受信フィルタ回路と、

前記受信フィルタ回路からの受信信号を復調して仮復調信号を出力する第1 復調回路と、

前記第1 復調回路からの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調回路と、

前記再変調回路によって生成された再変調信号を、 N 個に分割されたサブ再変調信号に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路と、

前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路によってN個に分割されたサブ再変調信号のうち、最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号以外を、前記最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号と同じ帯域幅に拡散する第2拡散回路と、

前記受信信号からN-1個のサブ再変調信号のそれぞれの組合せを減算することによりN個の補償後サブ受信信号を抽出する減算回路と、

前記減算回路によって抽出されたN個の補償後サブ受信信号のうち、前記送信装置側で拡散処理されたものに対して、逆拡散処理をする逆拡散処理回路と、

前記逆拡散処理回路によって逆拡散処理されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタ回路と、

前記合成フィルタ回路によって合成された補償後受信信号を復調する第2復調回路と

を備える無線通信システム。

[請求項13]

前記送信フィルタ回路は、

前記変調回路によって変調された変調信号をフーリエ変換する第1FFT回路と、

前記第1FFT回路によってフーリエ変換された変調信号をN個のサブスペクトラムに分割する第1分割回路と、

前記第1分割回路によって分割されたN個のサブスペクトラムのそれぞれを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと同一の周波数に変換する第1周波数変換回路と、

前記第1周波数変換回路によって同一の周波数に変換された前記N個のサブスペクトラムを逆フーリエ変換して出力する第1IFFT回路と

を備える請求項 1 2 に記載の無線通信システム。

[請求項14]

前記受信フィルタ回路は、

受信信号をフーリエ変換する第 2 F F T 回路と、

前記フーリエ変換された受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって、前記第 1 分割回路で分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいものの周波数帯域以外の周波数帯域に 0 を挿入するヌル挿入回路と、

前記 0 を挿入された前記受信信号を逆フーリエ変換する第 2 I F F T 回路と

を備える請求項 1 2 または 1 3 に記載の無線通信システム。

[請求項15]

前記サブスペクトラムレプリカ生成フィルタ回路は、

前記再変調回路によって生成された再変調信号をフーリエ変換する第 3 F F T 回路と、

前記第 3 F F T 回路によってフーリエ変換された再変調信号を前記送信装置での周波数変換と同じ周波数帯域の N 個のサブ再変調信号に分割する第 2 分割回路と、

前記第 2 分割回路によって分割された N 個のサブ再変調信号のそれぞれを、前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換する第 3 周波数変換回路と、

前記第 3 周波数変換回路によって同じ周波数に変換された前記 N 個のサブ再変調信号を逆フーリエ変換して出力する第 3 I F F T 回路と

を備える請求項 1 2 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項16]

前記合成フィルタ回路は、

前記逆拡散処理回路によって逆拡散処理された補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換する第 3 周波数変換回路と、

前記第 3 周波数変換回路によって周波数変換された N 個の補償後サ

づ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する第2合成回路と
を備える請求項12から15のいずれか1項に記載の無線通信システム。

[請求項17] 受信装置との間で無線通信を行う送信装置であって、
送信データを符号化する符号化回路と、
前記符号化回路によって符号化された符号化データを変調する変調回路と、
前記変調回路によって変調された変調信号を、 N 個（ N は2以上の整数）に分割されたサブスペクトラムに変換して出力する送信フィルタ回路と、
前記送信フィルタ回路によって N 個に分割されたサブスペクトラムのうち、最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラム以外の $N-1$ 個のサブスペクトラムを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの帯域幅以下の範囲で拡散する第1拡散回路と、
前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと、前記第1拡散回路によって拡散された前記 $N-1$ 個のサブスペクトラムとを合成して送信信号を生成する第1合成回路と
を備える送信装置。

[請求項18] 送信すべき信号のスペクトラムを N 分割し、スペクトラム編集を行うことにより占有帯域を削減して送信された信号を受信信号として受信するステップと、
前記受信信号を前記送信すべき信号の帯域幅で誤り訂正および復号して第1の復号信号を生成するステップと、
前記第1の復号信号から送信レプリカ信号を生成し、前記送信レプリカ信号のスペクトラムを N 分割して N 個のサブレプリカを生成するステップと、
前記 N 個のサブレプリカと前記受信信号とを用いて前記送信すべき信号のスペクトラムを復元して補償受信信号を生成するステップと、

前記補償受信信号を復号して第二の復号信号を生成するステップと、
、
を備える受信方法。

[請求項19] 送信対象信号の一部の帯域の成分が送信装置によって除去されて送信された信号を受信する受信方法であって、
受信した信号を直並列変換する第一直並列変換ステップと、
直並列変換された前記信号をフーリエ変換する第一FFTステップと、
フーリエ変換された前記信号から、所定の周波数の帯域毎に信号成分を抽出する抽出ステップと、
抽出された信号成分のうち、前記送信装置によって除去された帯域の信号成分に対し、所定の信号成分を用いて歪補償を行う歪補償ステップと、
歪補償された前記信号を逆フーリエ変換する第一IFFTステップと、
逆フーリエ変換された信号を並直列変換する第一並直列変換ステップと、
並直列変換された信号を復調する第一復調ステップと、
復調された前記信号に対して誤り訂正復号を行う第一誤り訂正復号ステップと、
誤り訂正復号が行われた前記信号から送信対象信号のレプリカを生成する送信信号レプリカ生成ステップと、
前記送信信号レプリカを直並列変換する第二直並列変換ステップと、
、
直並列変換された前記送信信号レプリカをフーリエ変換する第二FFTステップと、
フーリエ変換された前記送信信号レプリカから、前記送信装置によって除去された前記一部の帯域の信号成分を抽出する分割ステップと

、

受信した信号を記憶する受信バッファステップと、

前記受信バッファステップにおいて記憶された前記信号と、前記分割ステップによって抽出された前記信号成分とを合成して合成信号を出力する合成ステップと、

前記合成信号を復調する第二復調ステップと、

復調された合成信号に対して誤り訂正復号を行う第二誤り訂正復号ステップと、

を有する受信方法。

[請求項20] 前記歪補償ステップは、前記送信装置によって除去されていない帯域の信号成分をそのままとし、前記送信装置によって除去された帯域の信号成分を減衰させることによって前記歪補償を行う請求項19に記載の受信方法。

[請求項21] 送信装置との間で無線通信を行う受信方法であって、
受信信号をN個（Nは2以上の整数）のサブスペクトラムに分割し、該分割された受信信号を周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻し、該分割され、周波数変換された受信信号を合成する受信フィルタリングステップと、

前記受信フィルタリングステップからの受信信号を復調して仮復調信号を生成する第1復調ステップと、

前記第1復調ステップからの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調ステップと、

前記再変調ステップによって生成された再変調信号を、N個に分割されたサブスペクトラムレプリカに分割し、前記N個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成ステップと、

前記サブスペクトラムレプリカ生成ステップによって変換されたN個に分割されたサブスペクトラムレプリカのうち、N-1個のサブス

ペクトラムレプリカのそれぞれの組合せを前記受信信号から減算することによりN個の補償後サブ受信信号を抽出する減算ステップと、

前記減算ステップによって抽出されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタリングステップと、

前記合成フィルタリングステップによって合成された補償後受信信号を復調する第2復調ステップと

を備える受信方法。

[請求項22]

送信装置と受信装置とで行われる無線通信方法であって、

前記送信装置は、

送信データを符号化する符号化ステップと、

前記符号化された符号化データを変調する変調ステップと、

前記変調された変調信号を、N分割（Nは2以上の整数）されたサブスペクトラムに変換し、前記分割されたN個の変調信号を周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳し、該一部のサブスペクトラムが重畳されたN個の変調信号を合成して出力する送信フィルタリングステップとを含み、

前記受信装置は、

受信信号をN個のサブスペクトラムに分割し、該分割された受信信号を周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻し、該分割され、周波数変換された受信信号を合成する受信フィルタリングステップと、

前記合成された受信信号を復調して仮復調信号を生成する第1復調ステップと、

前記仮復調信号を変調して再変調信号を生成する最変調ステップと、

前記生成された再変調信号を、N個に分割されたサブスペクトラム

レプリカに分割し、前記N個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成ステップと、

前記変換されたN個に分割されたサブスペクトラムレプリカのうち、 $N - 1$ 個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれの組合せを前記受信信号から減算することによりN個の補償後サブ受信信号を抽出する減算ステップと、

前記抽出されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタリングステップと、

前記合成された補償後受信信号を復調する第2復調ステップとを含む無線通信方法。

[請求項23]

前記送信フィルタリングステップは、

前記変調回路によって変調された変調信号をフーリエ変換する第1フーリエ変換ステップと、

前記第1フーリエ変換ステップによってフーリエ変換された変調信号をN個のサブスペクトラムに分割する第1分割ステップと、

前記第1分割ステップによって分割されたN個のサブスペクトラムを周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳する第1周波数変換ステップと、

前記第1周波数変換ステップによって周波数変換されたN個のサブスペクトラムを合成する第1合成ステップと、

前記第1合成ステップによって合成されたサブスペクトラムを逆フーリエ変換して送信信号を生成する第1逆フーリエ変換ステップとを備える請求項22に記載の無線通信方法。

[請求項24]

前記受信フィルタリングステップは、

受信信号をフーリエ変換する第2フーリエ変換ステップと、

前記第2第2フーリエ変換ステップによってフーリエ変換された受信信号をN個のサブスペクトラムに分割する第2分割ステップと、

前記第2分割ステップによって分割されたN個のサブスペクトラムを周波数変換して前記送信装置で周波数変換される前の周波数に戻す第2周波数変換ステップと、

前記第2周波数変換ステップによって周波数変換されたN個のサブスペクトラムを合成する第2合成ステップと、

前記第2合成ステップによって合成された受信信号を逆フーリエ変換する第2逆フーリエ変換ステップと

備える請求項22または23に記載の無線通信方法。

[請求項25]

前記サブスペクトラムレプリカ生成ステップは、

前記再変調ステップによって生成された再変調信号をフーリエ変換する第3フーリエ変換ステップと、

前記第3フーリエ変換ステップによってフーリエ変換された再変調信号を、前記送信装置で重畳された前記一部のサブスペクトラムと同じ周波数帯域のN個のサブスペクトラムレプリカに分割する第2分割ステップと、

前記第2分割ステップによって分割されたN個のサブスペクトラムレプリカのそれぞれを、前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換する第3周波数変換ステップと、

前記第3周波数変換ステップによって同じ周波数に変換された前記N個のサブスペクトラムレプリカを逆フーリエ変換して出力する第3逆フーリエ変換ステップと

を備える請求項22から24のいずれか1項に記載の無線通信方法。

[請求項26]

前記合成フィルタリングステップは、

前記逆拡散処理ステップによって逆拡散処理されたN個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周

波数に変換する第4周波数変換ステップと、

前記第4周波数変換ステップによって周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する第3合成ステップと、

前記第3合成ステップによって合成された補償後受信信号を逆フーリエ変換する第三逆フーリエ変換ステップと

を備える請求項22から25のいずれか1項に記載の無線通信方法

。

[請求項27]

受信装置との間で無線通信を行う送信方法であって、

送信データを符号化する符号化ステップと、

前記符号化ステップによって符号化された符号化データを変調する変調ステップと、

前記変調ステップによって変調された変調信号を、N分割（Nは2以上の整数）されたサブスペクトラムに変換し、前記分割されたN個の変調信号を周波数変換して一部のサブスペクトラムを重畳し、該一部のサブスペクトラムが重畳されたN個の変調信号を合成して出力する送信フィルタリングステップと

を備える送信方法。

[請求項28]

送信装置との間で無線通信を行う受信方法であって、

受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって、前記N個（Nは2以上の整数）に分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの周波数帯域以外の周波数帯域に0を挿入し、該0を挿入された受信信号を出力する受信フィルタリングステップと、

前記受信フィルタリングステップからの受信信号を復調して仮復調信号を出力する第1復調ステップと、

前記第1復調ステップからの仮復調信号を変調して再変調信号を生成する再変調ステップと、

前記再変調ステップによって生成された再変調信号を、 N 個に分割されたサブ再変調信号に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成ステップと、

前記サブスペクトラムレプリカ生成ステップによって N 個に分割されたサブ再変調信号のうち、最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号以外を、前記最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号と同じ帯域幅に拡散する第2拡散ステップと、

前記受信信号から $N - 1$ 個のサブ再変調信号のそれぞれの組合せを減算することにより N 個の補償後サブ受信信号を抽出する減算ステップと、

前記減算ステップによって抽出された N 個の補償後サブ受信信号のうち、前記送信装置側で拡散処理されたものに対して、逆拡散処理をする逆拡散処理ステップと、

前記逆拡散処理ステップによって逆拡散処理された N 個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換された N 個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタリングステップと、

前記合成フィルタリングステップによって合成された補償後受信信号を復調する第2復調ステップと

を備える受信方法。

[請求項29]

送信装置と受信装置とで行われる無線通信方法であって、

前記送信装置は、

送信データを符号化する符号化ステップと、

前記符号化された符号化データを変調する変調ステップと、

前記変調された変調信号を、 N 個（ N は2以上の整数）に分割されたサブスペクトラムに変換して出力する送信フィルタリングステップと、

前記 N 個に分割されたサブスペクトラムのうち、最も周波数帯域幅

の大きいサブスペクトラム以外の $N - 1$ 個のサブスペクトラムを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの帯域幅以下の範囲で拡散する第 1 拡散ステップと、

前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと、前記拡散された前記 $N - 1$ 個のサブスペクトラムとを合成して送信信号を生成する第 1 合成ステップとを含み、

前記受信装置は、

受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって、前記 N 個に分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの周波数帯域以外の周波数帯域に 0 を挿入し、該 0 を挿入された受信信号を出力する受信フィルタリングステップと、

前記 0 を挿入された受信信号を復調して仮復調信号を出力する第 1 復調ステップと、

前記仮復調信号を変調して再変調信号を生成する最変調ステップと、

前記生成された再変調信号を、 N 分割されたサブ再変調信号に変換して出力するサブスペクトラムレプリカ生成ステップと、

前記 N 分割されたサブ再変調信号のうち、最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号以外を、前記最も周波数帯域幅の大きいサブ再変調信号と同じ帯域幅に拡散する第 2 拡散ステップと、

前記受信信号から $N - 1$ 個のサブ再変調信号のそれぞれの組合せを減算することにより N 個の補償後サブ受信信号を抽出する減算ステップと、

前記抽出された N 個の補償後サブ受信信号のうち、前記送信装置側で拡散処理されたものに対して、逆拡散処理をする逆拡散処理ステップと、

前記逆拡散処理された N 個の補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換し、該周波数変換

されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する合成フィルタリングステップと、

前記合成された補償後受信信号を復調する第2復調ステップとを含む無線通信方法。

[請求項30]

前記送信フィルタリングステップは、

前記変調ステップによって変調された変調信号をフーリエ変換する第1フーリエ変換ステップと、

前記第1フーリエ変換ステップによってフーリエ変換された変調信号をN個のサブスペクトラムに分割する第1分割ステップと、

前記第1分割ステップによって分割されたN個のサブスペクトラムのそれぞれを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと同一の周波数に変換する第1周波数変換ステップと、

前記第1周波数変換ステップによって同一の周波数に変換された前記N個のサブスペクトラムを逆フーリエ変換して出力する第1逆フーリエ変換ステップと

を備える請求項29に記載の無線通信方法。

[請求項31]

前記受信フィルタリングステップは、

受信信号をフーリエ変換する第2フーリエ変換ステップと、

前記フーリエ変換された受信信号に対して、前記変調信号の周波数帯域であって、前記第1分割回路で分割されたサブスペクトラムの中で最も周波数帯域幅の大きいものの周波数帯域以外の周波数帯域に0を挿入するヌル挿入ステップと、

前記0を挿入された前記受信信号を逆フーリエ変換する第2逆フーリエ変換ステップと

を備える請求項29または30に記載の無線通信方法。

[請求項32]

前記サブスペクトラムレプリカ生成ステップは、

前記再変調ステップによって生成された再変調信号をフーリエ変換する第3フーリエ変換ステップと、

前記第3フーリエ変換ステップによってフーリエ変換された再変調信号を前記送信装置での周波数変換と同じ周波数帯域のN個のサブ再変調信号に分割する第2分割ステップと、

前記第2分割ステップによって分割されたN個のサブ再変調信号のそれぞれを、前記送信装置での周波数変換と同じ周波数に変換する第3周波数変換ステップと、

前記第3周波数変換ステップによって同じ周波数に変換された前記N個のサブ再変調信号を逆フーリエ変換して出力する第3逆フーリエ変換ステップと

を備える請求項29から31のいずれか1項に記載の無線通信方法。

[請求項33]

前記合成フィルタリングステップは、

前記逆拡散処理ステップによって逆拡散処理された補償後サブ受信信号を、前記送信装置側で周波数変換する前の各変調信号の周波数に変換する第3周波数変換ステップと、

前記第3周波数変換ステップによって周波数変換されたN個の補償後サブ受信信号を合成して補償後受信信号を生成する第2合成ステップと

を備える請求項29から32のいずれか1項に記載の無線通信方法。

[請求項34]

受信装置との間で無線通信を行う送信方法であって、

送信データを符号化する符号化ステップと、

前記符号化ステップによって符号化された符号化データを変調する変調ステップと、

前記変調ステップによって変調された変調信号を、N個（Nは2以上の整数）に分割されたサブスペクトラムに変換して出力する送信フィルタリングステップと、

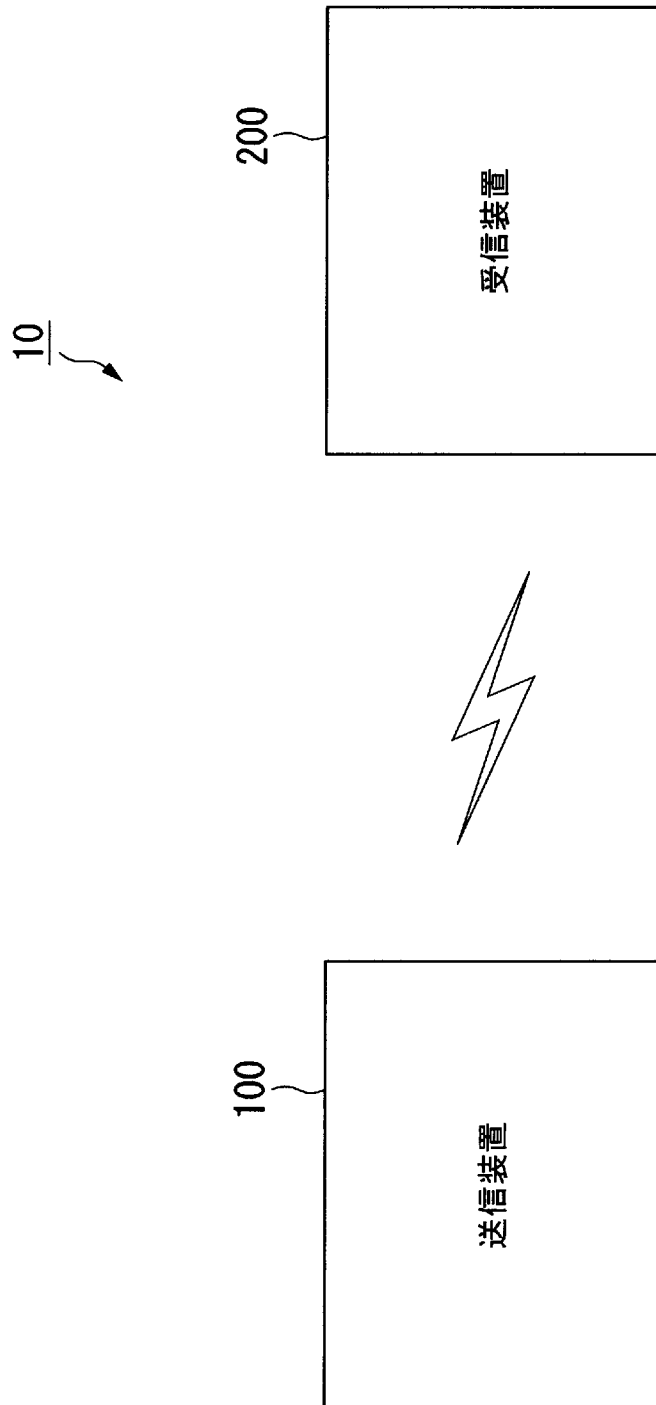
前記送信フィルタリングステップによってN個に分割されたサブス

ペクトラムのうち、最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラム以外の $N - 1$ 個のサブスペクトラムを、前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムの帯域幅以下の範囲で拡散する第 1 拡散ステップと、

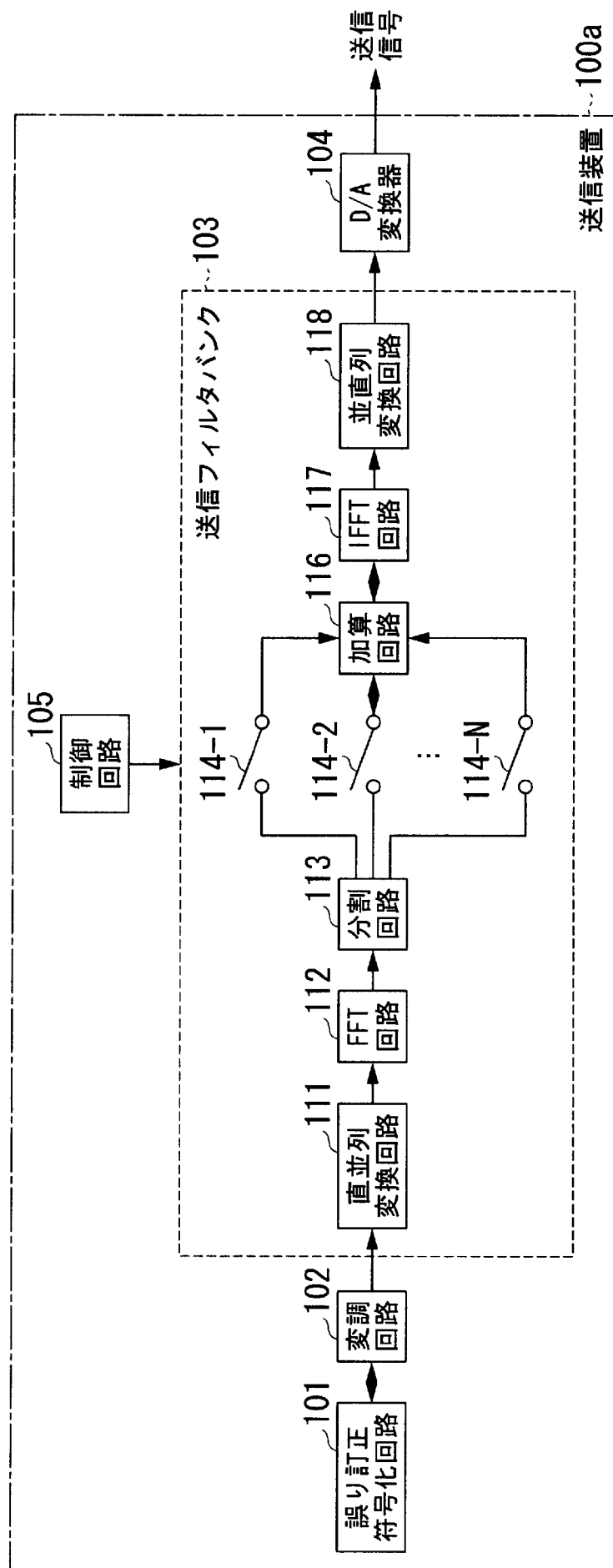
前記最も周波数帯域幅の大きいサブスペクトラムと、前記第 1 拡散ステップによって拡散された前記 $N - 1$ 個のサブスペクトラムとを合成して送信信号を生成する第 1 合成ステップと

を備える送信方法。

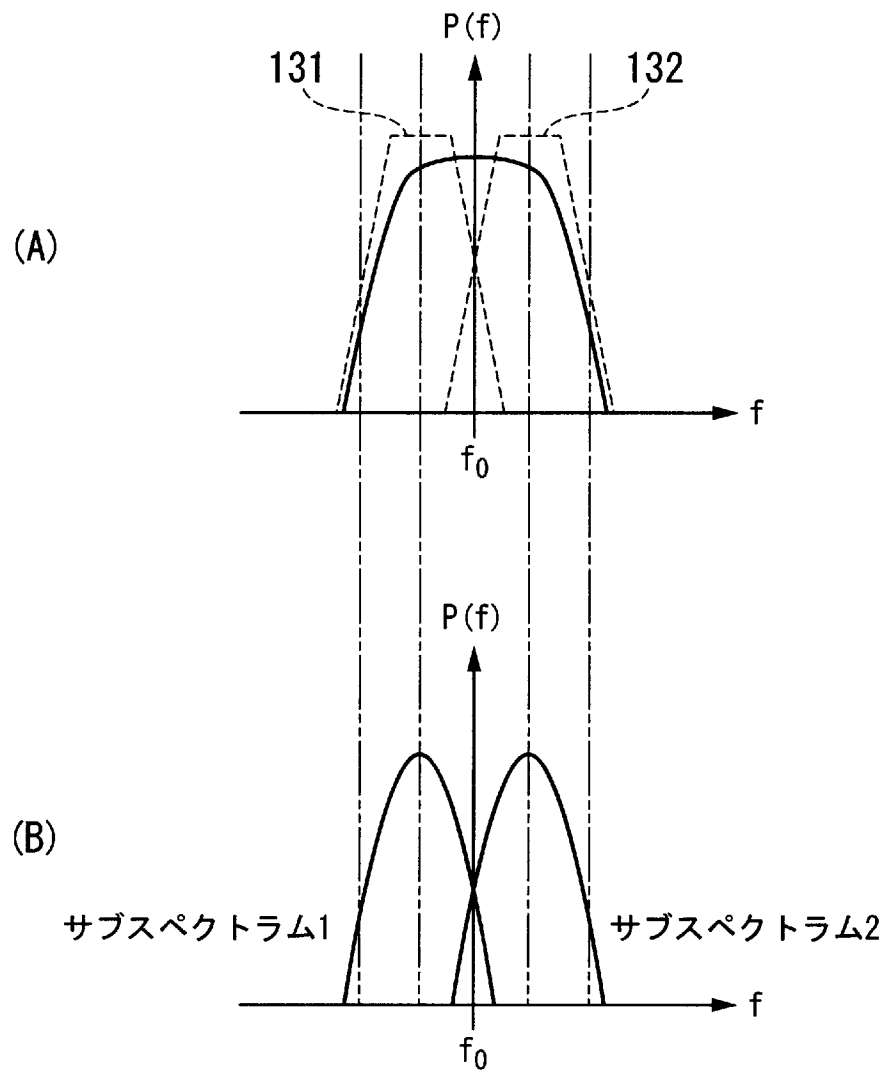
[図1]



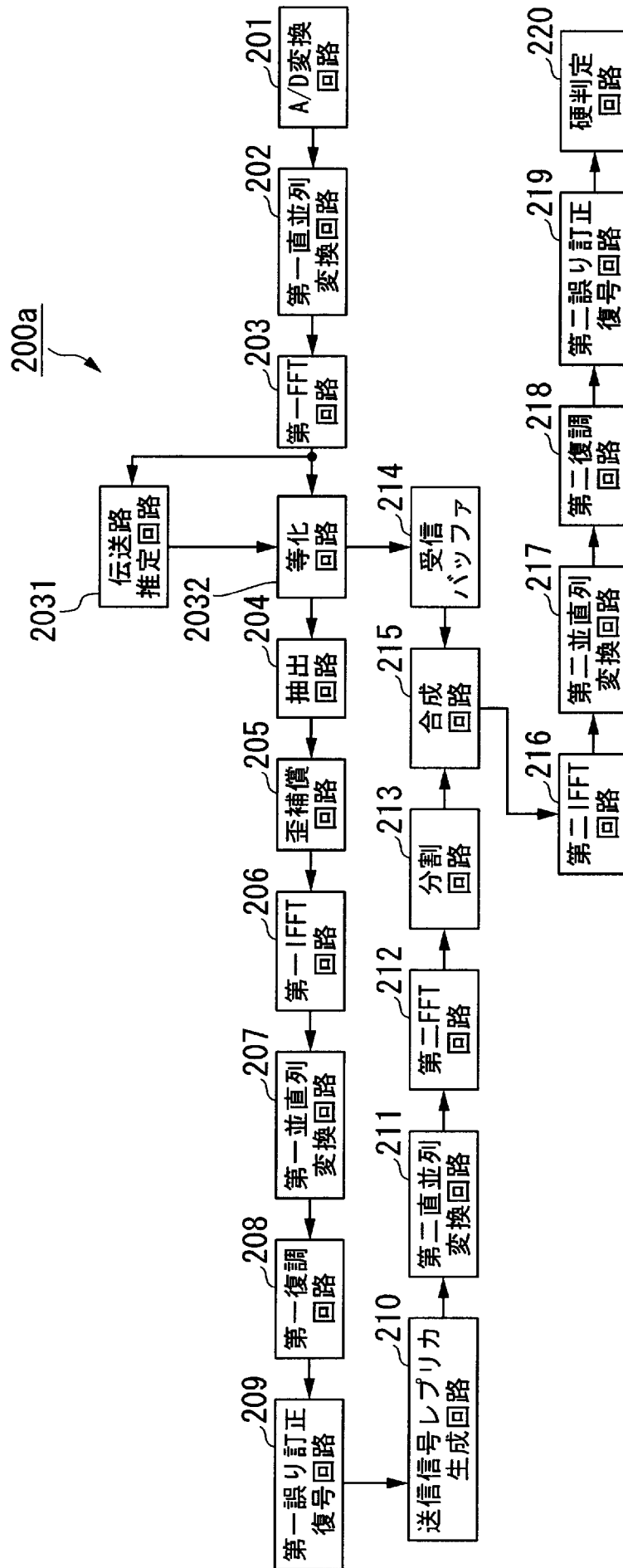
[図2]



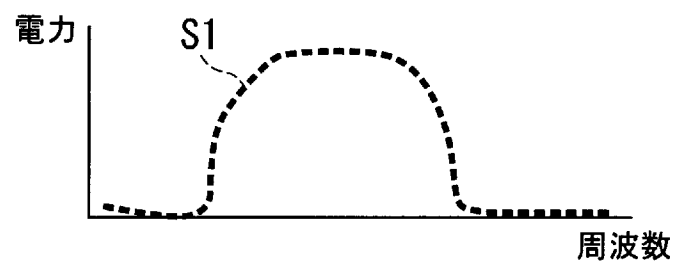
[図3]



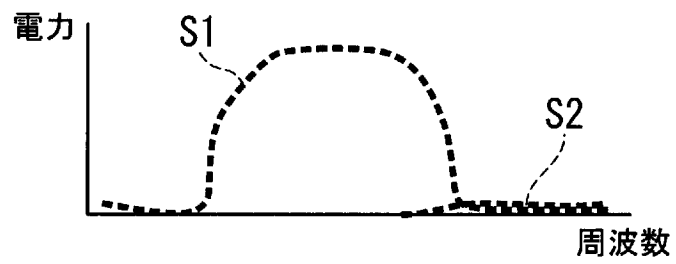
[図4]



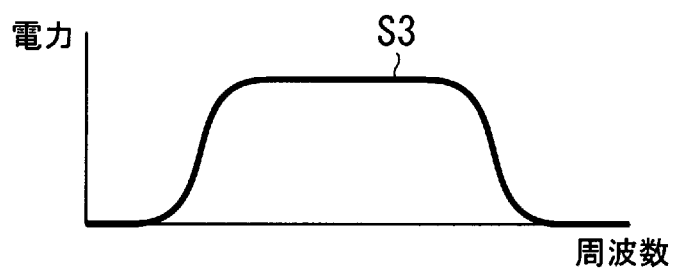
[図5A]



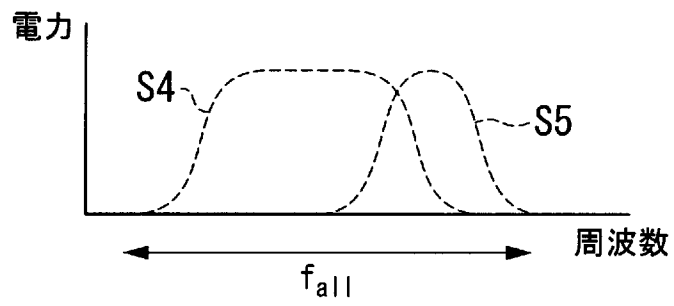
[図5B]



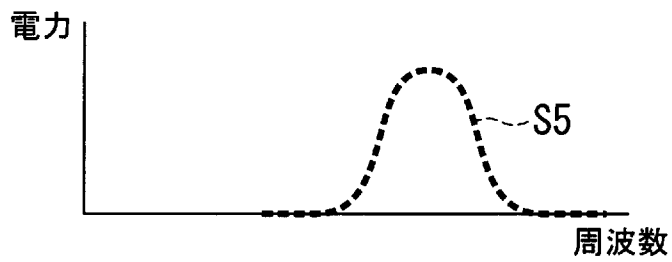
[図5C]



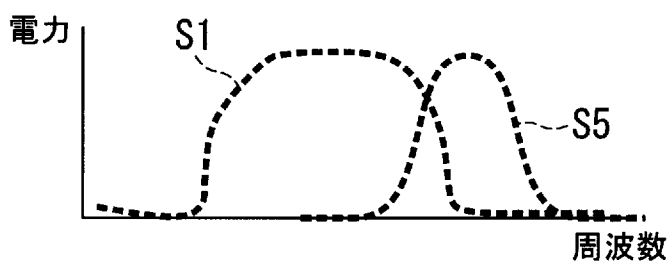
[図5D]



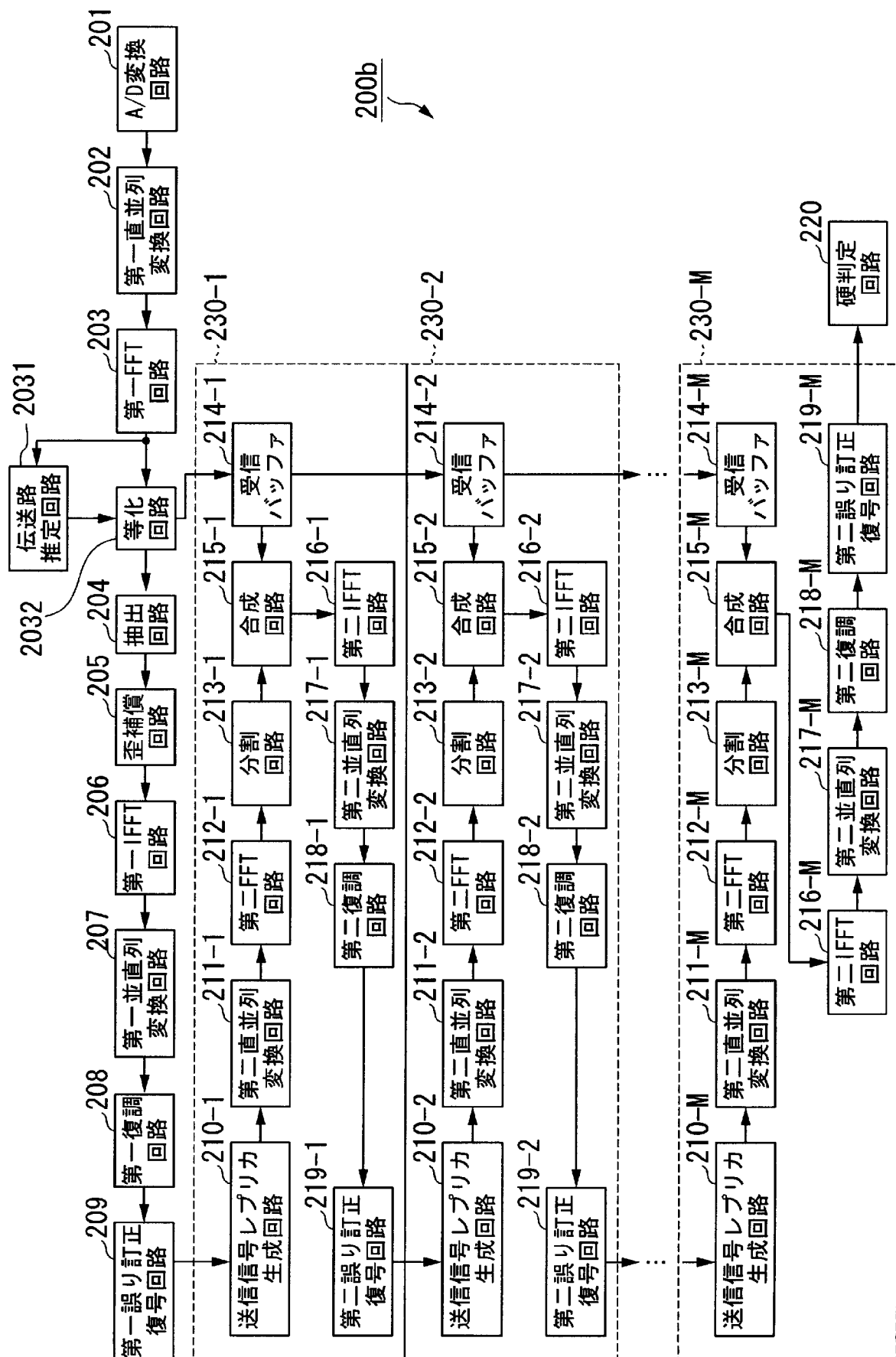
[図5E]



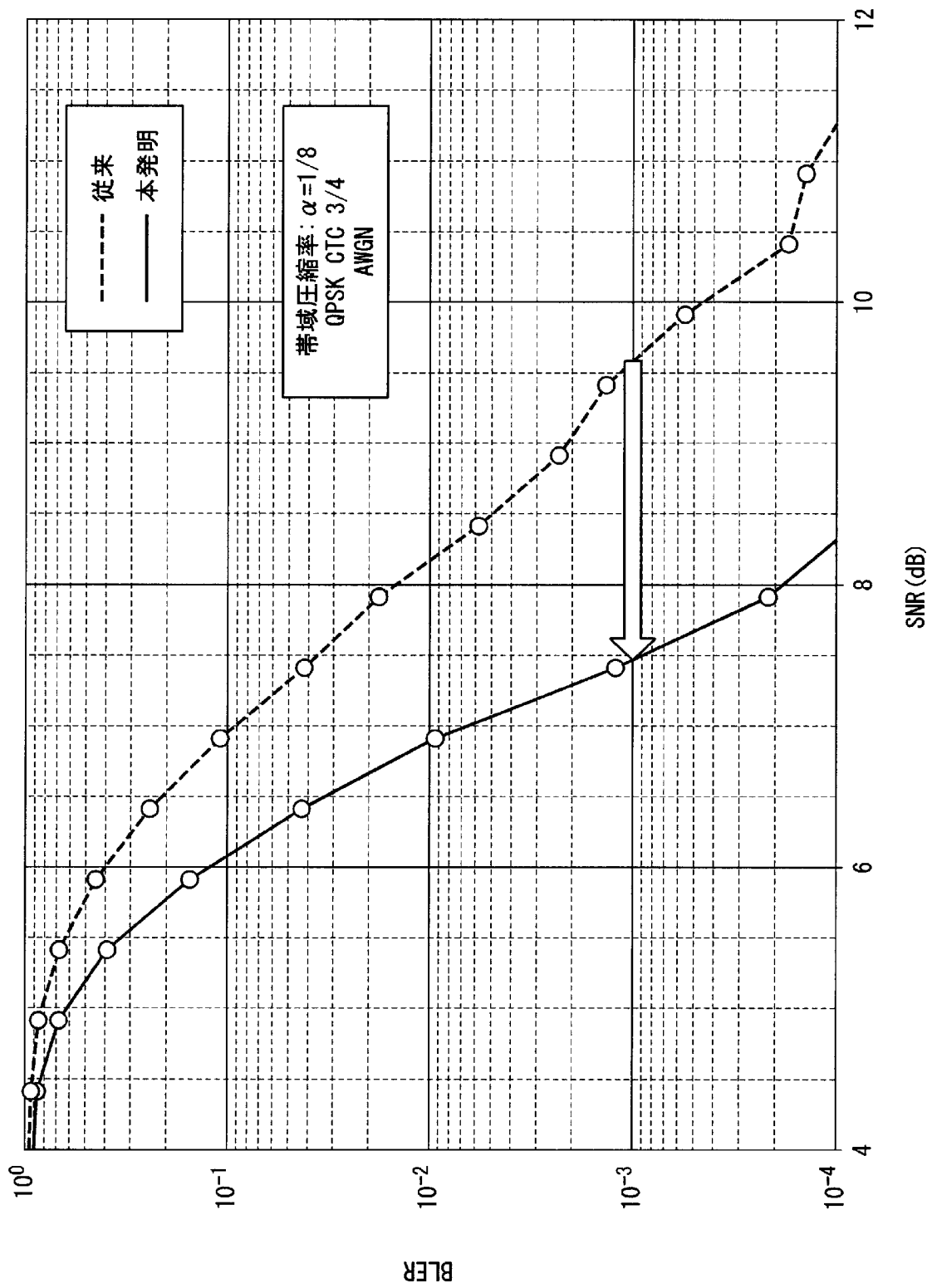
[図5F]



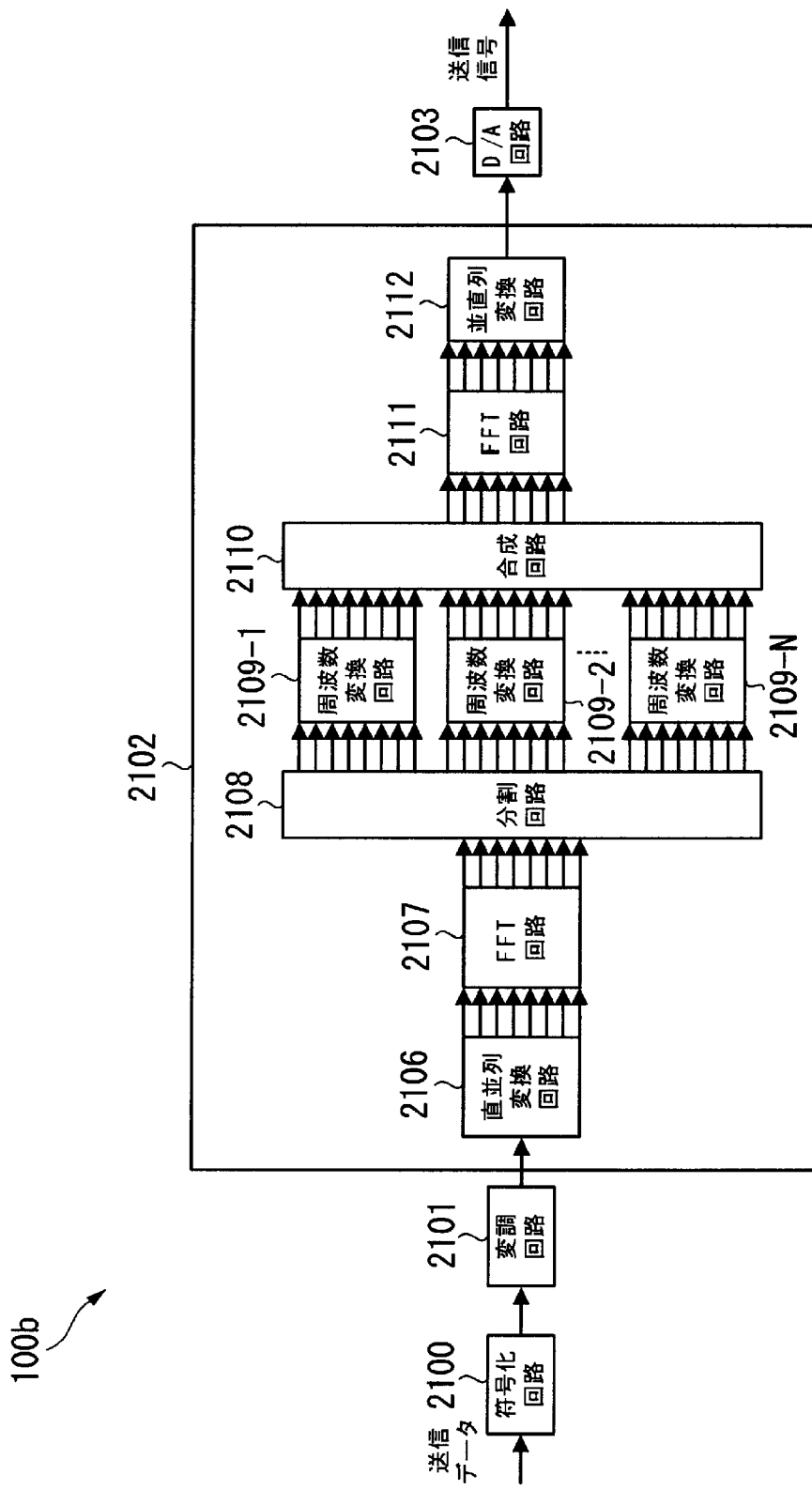
[図6]



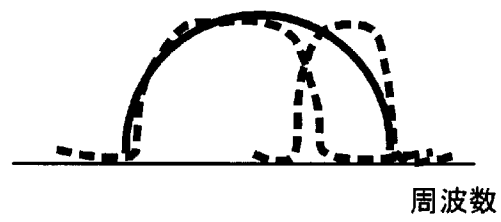
[図7]



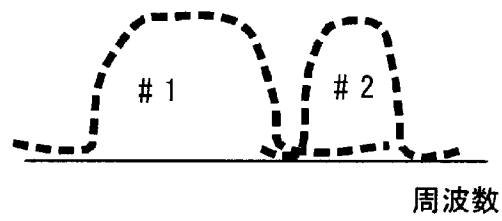
[図8]



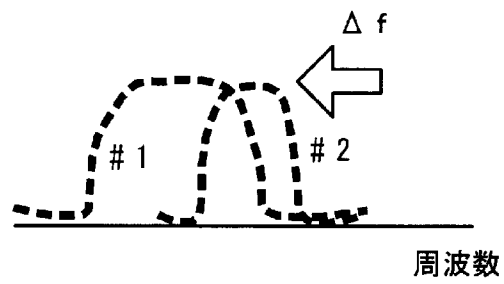
[図9A]



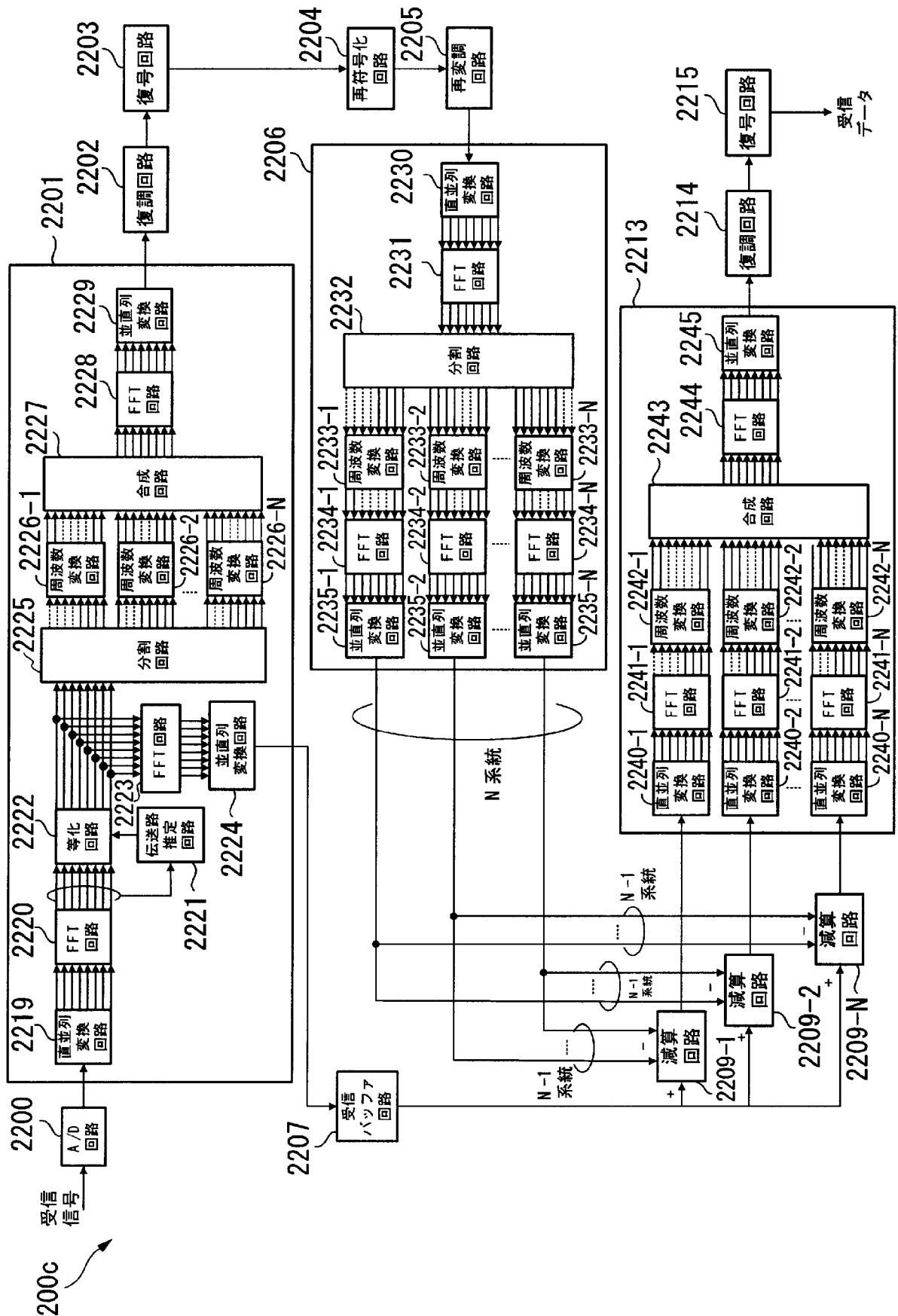
[図9B]



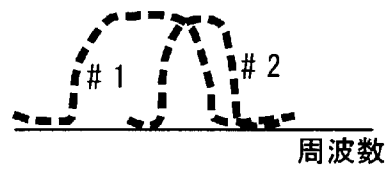
[図9C]



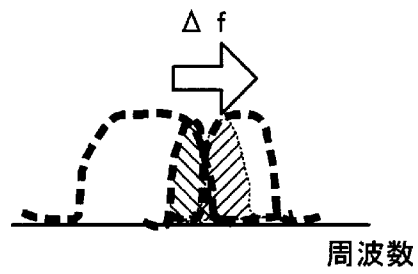
[図10]



[図11A]



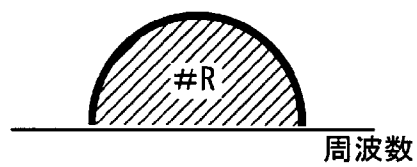
[図11B]



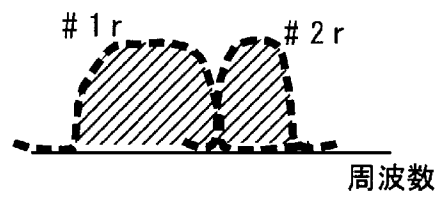
[図11C]



[図11D]



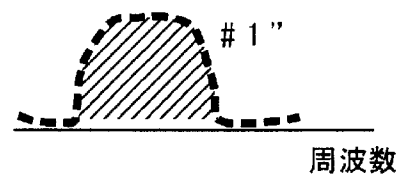
[図11E]



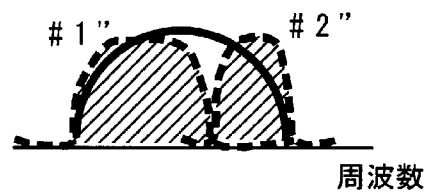
[図11F]



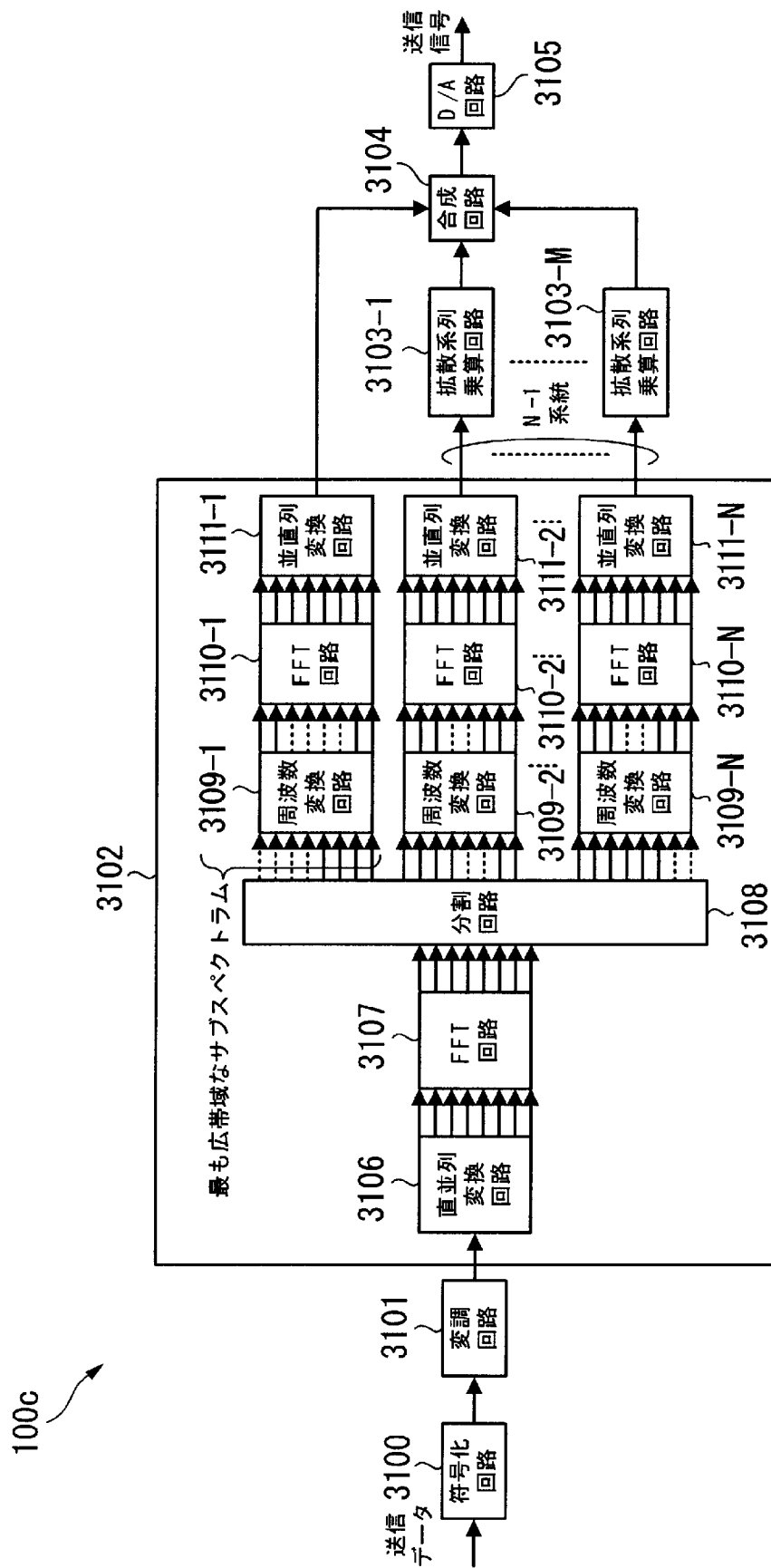
[図11G]



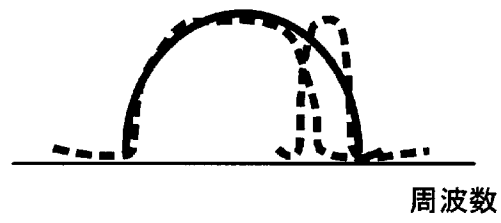
[図11H]



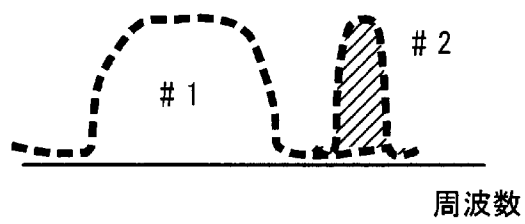
[図12]



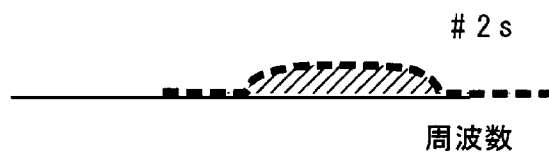
[図13A]



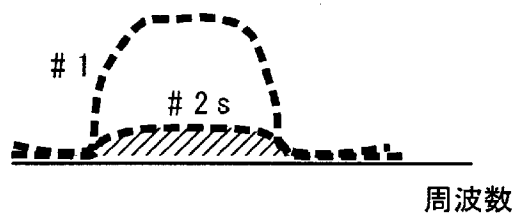
[図13B]



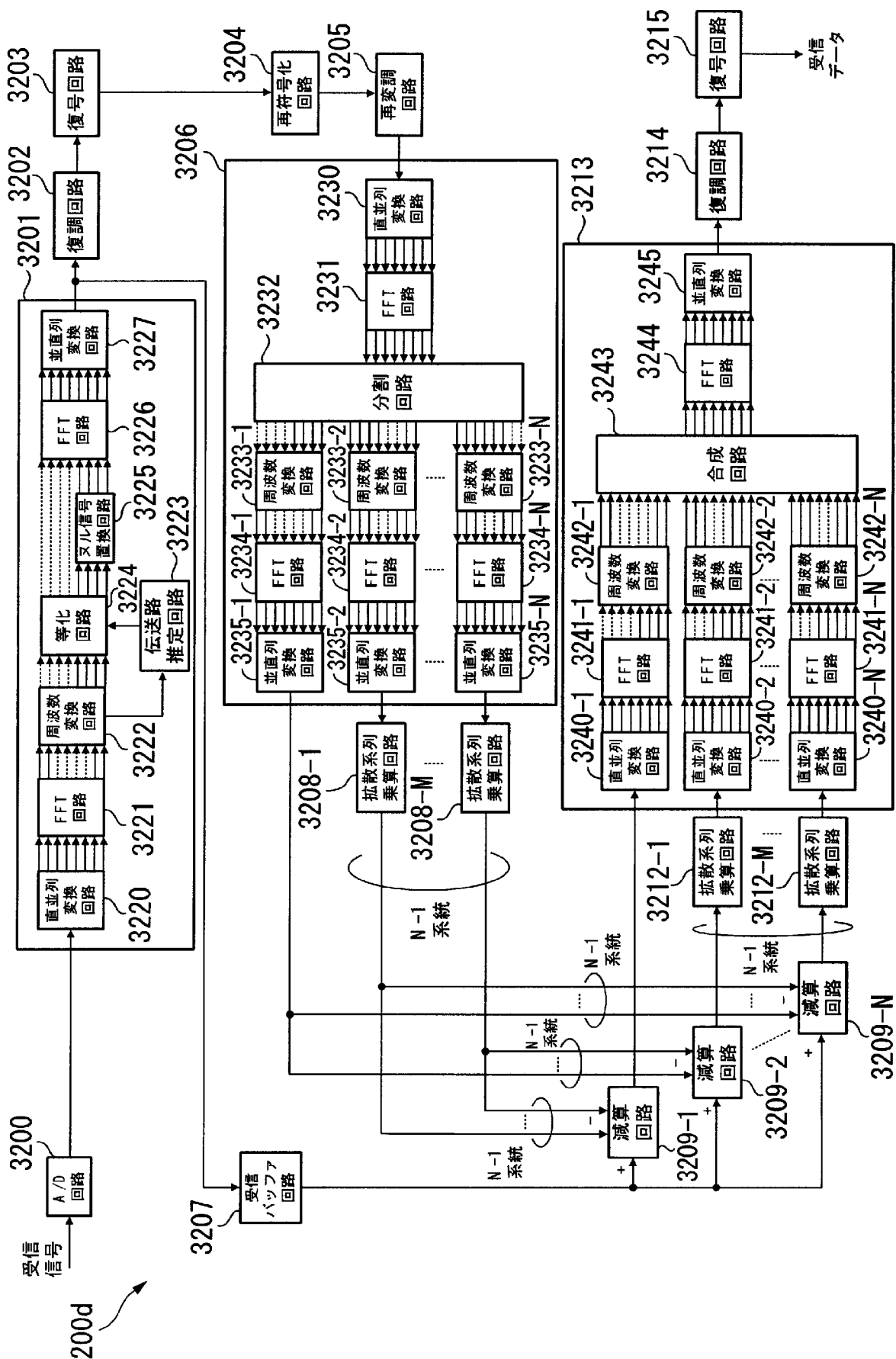
[図13C]



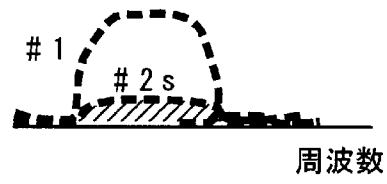
[図13D]



200d



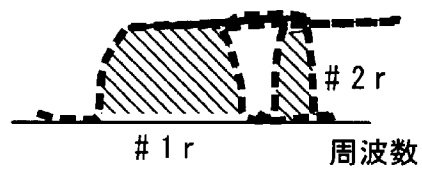
[図15A]



[図15B]



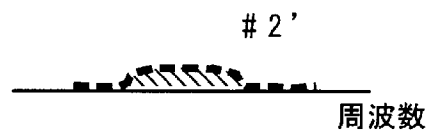
[図15C]



[図15D]



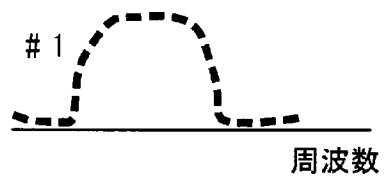
[図15E]



[図15F]



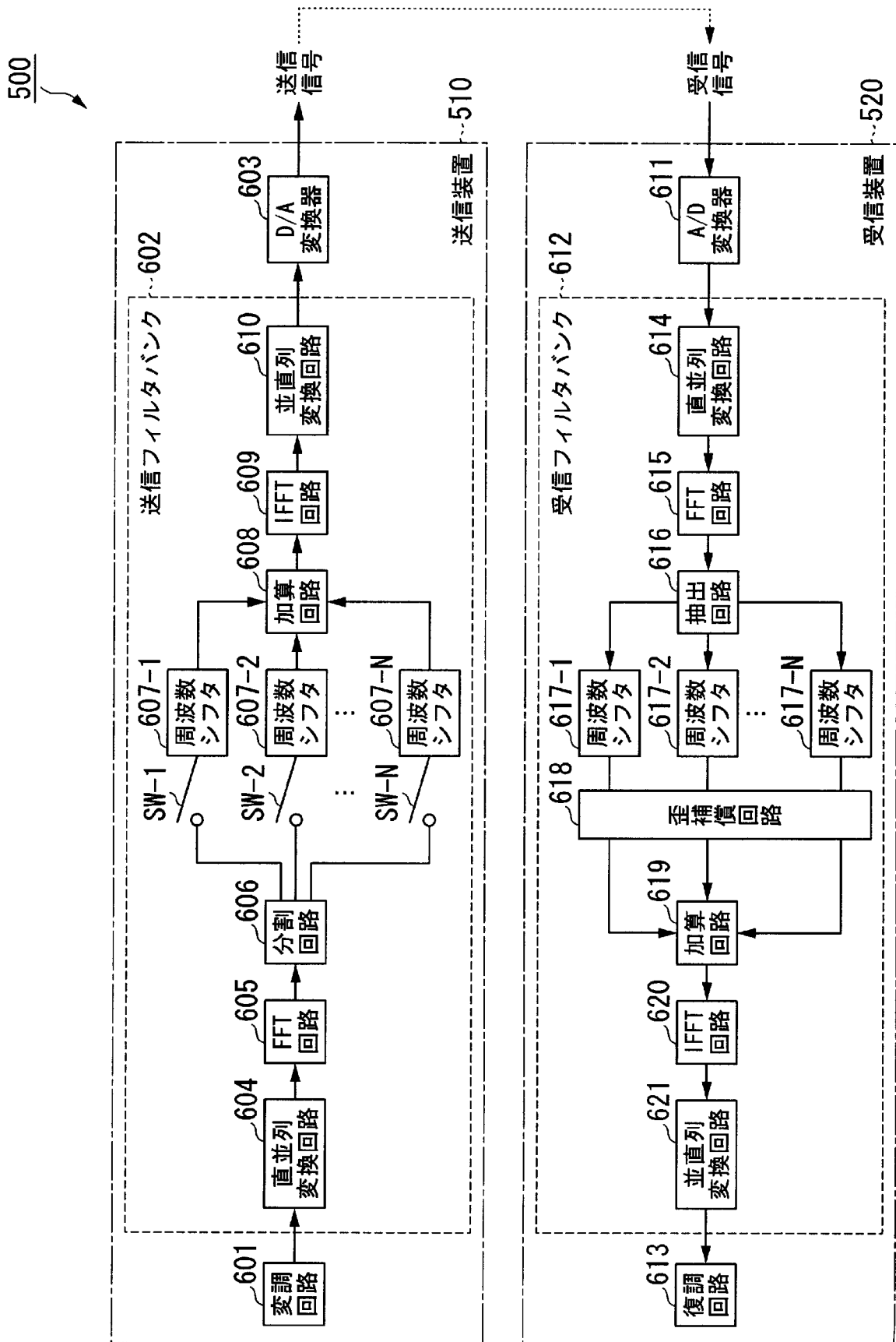
[図15G]



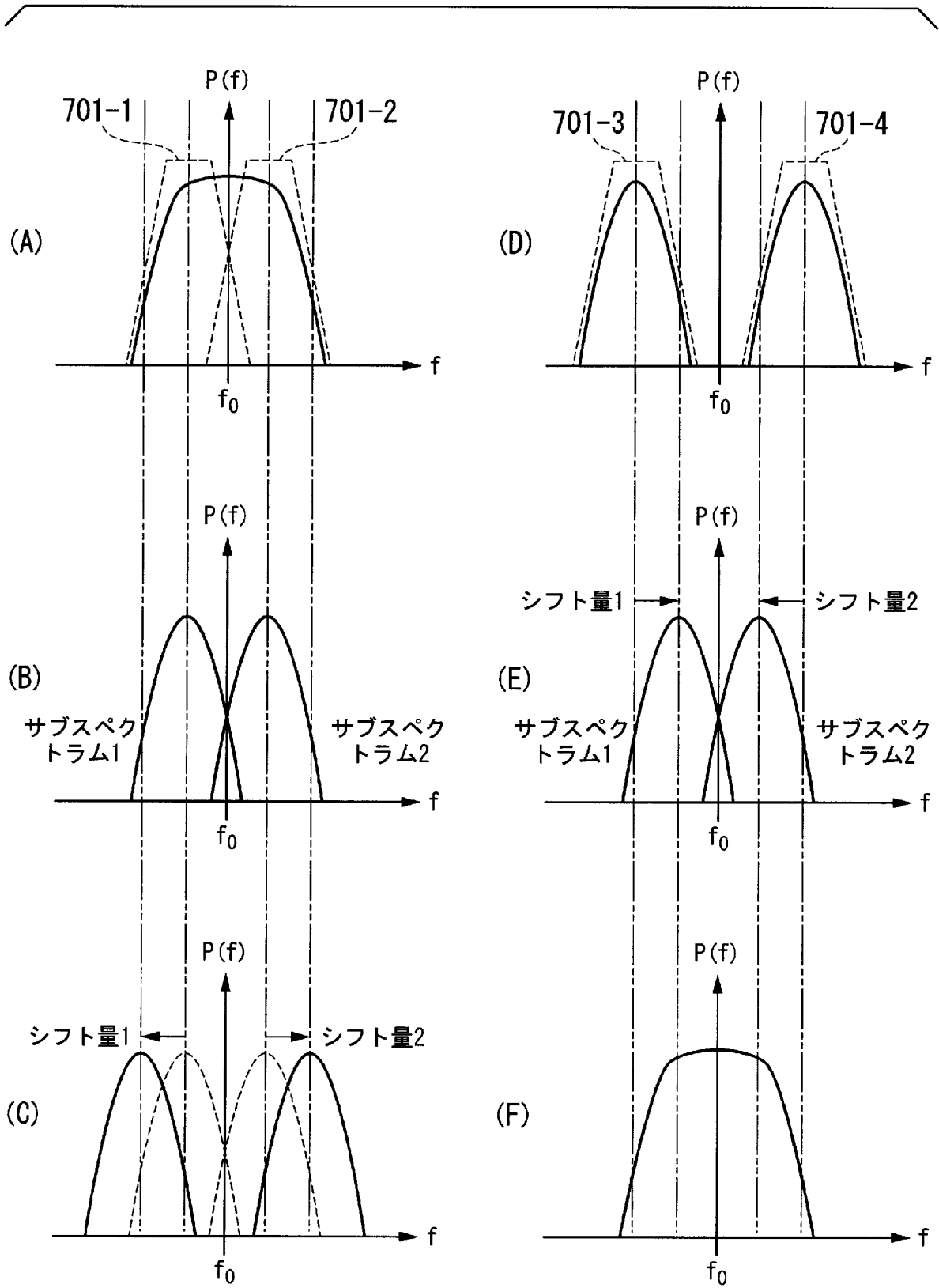
[図15H]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052473

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L27/26 (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)

H04L27/26

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

IEEE Xplore, CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/034360 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON), 01 April 2010 (01.04.2010), fig. 7, 5; page 5, lines 25 to 32; page 6, line 22 to page 9, line 3 & US 2010/0074349 A1 & EP 2169890 A1 & DE 602008005454 D & CN 102165743 A & AT 501577 T & ES 2362692 T & JP 2012-503905 A	10, 27
A	Jun'ichi ABE et al., "B-3-26 A Study on Spectrum Puncturing Method for Bandwidth Decomposition Signal Transmission Employing Spectrum Editing Technique", Proceedings of the 2010 IEICE Communications Society Conference 1, vol.1, page 297, 31 August 2010 (31.08.2010)	1-34

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 April, 2012 (11.04.12)

Date of mailing of the international search report
24 April, 2012 (24.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052473

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Jun'ichi ABE et al., "Bandwidth Decomposition Employing Spectrum Editing Technique for High Frequency Utilization Efficiency", IEICE Technical Report, SAT (Satellite Telecommunications), vol.109, no.340, pages 7 to 12, 10 December 2009 (10.12.2009)	1-34
P,A	JP 2011-155459 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 11 August 2011 (11.08.2011), abstract (Family: none)	1-34
P,A	JP 2011-176406 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 08 September 2011 (08.09.2011), abstract (Family: none)	1-34

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L27/26 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L27/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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)

IEEE Xplore, CiNii

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	WO 2010/034360 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON) 2010.04.01, 図7、図5、 第5頁第25行—第32行、第6頁第22行—第9頁第3行 & US 2010/0074349 A1 & EP 2169890 A1 & DE 602008005454 D & CN 102165743 A & AT 501577 T & ES 2362692 T & JP 2012-503905 A	10, 27
A	阿部順一 他, B-3-26 スペクトラム編集型帯域分散伝送における占有帯域幅削減方式の一 検討, 2010 年 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集 1, Vol.1, Page 297, 2010.08.31	1-34

☒ 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

1 1 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

彦田 克文

5 K

9 1 8 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	阿部順一 他, 高周波数利用効率を実現するスペクトラム編集型帯域分散伝送の提案, 電子情報通信学会技術研究報告 SAT (衛星通信), Vol.109, No.340, Pages 7-12, 2009.12.10,	1-34
P, A	JP 2011-155459 A (日本電信電話株式会社) 2011.08.11, 要約欄 (ファミリーなし)	1-34
P, A	JP 2011-176406 A (日本電信電話株式会社) 2011.09.08, 要約欄 (ファミリーなし)	1-34