

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 7 月 8 日 (08.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/057783 A1

(51) 国際特許分類: **H04J 11/00**

(21) 国際出願番号: PCT/JP2002/013261

(22) 国際出願日: 2002 年 12 月 19 日 (19.12.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鬼柳 広幸 (KIYANAGI, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒060-0807 北海道 札幌市 北区北七条西四丁目 3 番地 1 富士通東日本デジタル・テクノロジー株式会社内 Hokkaido (JP). 小林 三夫 (KOBAYASHI, Mitsuo) [JP/JP]; 〒060-0807 北海道 札幌市 北区北七条西四丁目 3 番地 1 富士通東日本デジタル・テクノロジー株式会社内 Hokkaido (JP).

大川 伸也 (OOKAWA, Shinya) [JP/JP]; 〒060-0807 北海道 札幌市 北区北七条西四丁目 3 番地 1 富士通東日本デジタル・テクノロジー株式会社内 Hokkaido (JP). 岩松 隆則 (IWAMATSU, Takanori) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 齋藤 千幹 (SAITO, Chimoto); 〒262-0033 千葉県 千葉市 花見川区幕張本郷 1 丁目 1 4 番 1 0 号 幸栄パレス 202 齋藤特許事務所 Chiba (JP).

(81) 指定国 (国内): JP, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

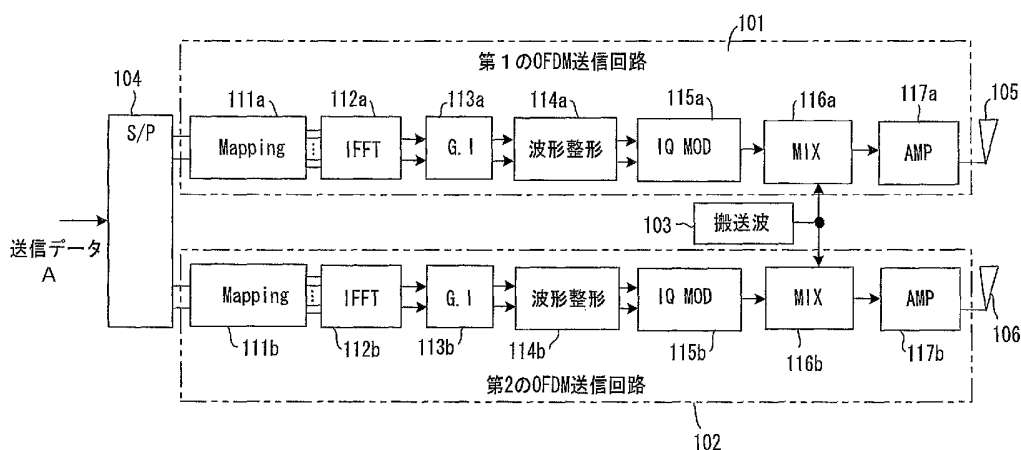
添付公開書類:

— 国際調査報告書

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。

(54) Title: OFDM TRANSMISSION/RECEPTION APPARATUS

(54) 発明の名称: OFDM 送受信装置



A...TRANSMISSION DATA

101...FIRST OFDM TRANSMISSION CIRCUIT

102...SECOND OFDM TRANSMISSION CIRCUIT

103...CARRIER

114a...WAVEFORM SHAPING

114b...WAVEFORM SHAPING

(57) Abstract: An OFDM transmission apparatus for transmitting transmission signals output from a first and a second OFDM transmission circuit by utilizing two polarized waves orthogonally intersecting each other. A carrier generator is provided to be shared by the OFDM transmission circuits. A frequency converter in each of the OFDM transmission circuits multiplies the base band signal by a common carrier output from the carrier generator and converts it into a radio signal.

(57) 要約: 第1、第2のOFDM送信回路から出力する送信信号を互いに直交する2つの偏波を利用して送信するOFDM送信装置において、各OFDM送信回路に共通に1つの搬送波発生部を設け、各OFDM送信回路内の周波数変換部は、搬送波発生部から出力する共通の搬送波をベースバンド信号に乘算して無線信号に変換する。



WO 2004/057783 A1

明 細 書

OFDM 送受信装置

技術分野

本発明は直交周波数分割多重（OFDM）送受信装置に係わり、特に、OFDM 通信を複数の偏波を利用して行う OFDM 送信装置及び OFDM 受信装置に関する。

背景技術

広帯域無線通信においては、マルチパス環境による周波数選択性フェージングが発生する。このため、伝送帯域幅を周波数選択性フェージングが生じないような狭帯域（キャリア）に分割し並列伝送するマルチキャリア変調方式が有用となる。現在、デジタルTV／音声放送（日本、欧州）や無線LAN(IEEE802.11a)などの規格がマルチキャリア変調方式の一種である直交周波数分割多重(OFDM)伝送方式をベースとして標準化されている。また、次世代移動通信システムにおいても OFDM ベースの変調方式が提案されている

図 9 の(a)はマルチキャリア伝送方式の概略構成図であり、シリアルパラレル変換部 1 は直列データを並列データに変換し、各ローパスフィルタ 2 a ～ 2 d を介して直交変調部 3 a ～ 3 d に入力する。図では 4 シンボル S1 ～ S4 よりなる並列データに変換する。各シンボルは同相成分（In-Phase 成分）及び直交成分（Quadrature 成分）を含んでいる。直交変調部 3 a ～ 3 d は各シンボルを図 9 の(b)に示す周波数 $f_1 \sim f_4$ を有するキャリアで直交変調し、合成部 4 は各直交変調信号を合成し、図示しない送信部は合成信号を高周波数信号にアップコンバージョンして送信する。マルチキャリア伝送方式では、キャリア間の直交性を満足するために、スペクトルが重ならないように図 9 の(b)に示すように周波数が配置される。

直交周波数分割多重(OFDM)伝送方式では、マルチキャリア伝送の n 番目のキャリアによって伝送される変調波帯域信号と $(n+1)$ 番目のキャリアによって伝送される変調波帯域信号の相関が零となるように周波数間隔が配置される。図 10 の(a)は OFDM 伝送方式による送信装置の構成図であり、シリアルパラレル変換部 5 は直列データを M 個のシンボルよりなる並列データに変換する。IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 6 は M 個のシンボルを図 10 の(b)に示す間隔の周波数を

有するキャリアで伝送するものとして周波数データに逆離散フーリエ変換を施して時間データに変換し、ガードインターバル挿入部 7 でガードインターバル GI を挿入し、実数部、虚数部をローパスフィルタ 8a, 8b を通して直交変調部 9 に入力する。直交変調部 9 は入力データに直交変調を施し、図示しない送信部で変調信号を高周波数信号にアップコンバージョンして送信する。OFDM 伝送方式によれば、図 10 の(b)に示す周波数配置が可能となり周波数利用効率を向上することができる。

図 11 は直交周波数分割多重 (OFDM) 通信装置の従来の構成図であり、TR は送信系、RV は受信系である。送信系 TR において、シリアル／パラレル変換部 (S/P) 10 はシリアル形式で入力する送信データを M ビットの並列データに変換し、マッピング部 11 は各キャリアの変調方式に基づいて M ビット並列データを N 個のキャリアにマッピングする。例えば、全てのキャリアで QPSK 変調するものとするれば、M ビット並列データを N 組の 2 ビットに分割し、分割した N 組の 2 ビットデータを各キャリアにマッピングする。図 12 はキャリア配置説明図であり、パイロットを送信するためのキャリアが挿入されている。

図 13 はマッピングを説明するための信号点配置図であり、(a) は BPSK 変調する場合で 1 ビット (b_0) づつキャリアにマッピングする。(b) は QPSK 変調する場合で 2 ビット ($b_0 b_1$) づつキャリアにマッピングする。(c) は 16QAM 変調する場合で 4 ビット ($b_0 b_1 b_2 b_3$) づつキャリアにマッピングする。(d) は 64QAM 変調する場合で 6 ビット ($b_0 b_1 b_2 b_3 b_4 b_5$) づつキャリアにマッピングする。

図 11 に戻って、IFFT 演算部 12 は N キャリアのシンボルデータに IFFT 演算処理を施し、実数 (Ich 成分) 及び虚数 (Qch 成分) の 2 つの時間波形信号 (PCM 波形信号) に変換する。GI 挿入部 13 はそれぞれの信号に GI (ガードインターバル) を挿入し、波形整形部 14 は波形整形して IQ 変調器 (QPSK 直交変調器) 15 に入力する。直交変調器 15 は入力する Ich 信号、Qch 信号に対して直交変調し、混合器 16 はベースバンドの変調信号に、搬送波発生器 17 から入力する高周波の搬送波を乗算して周波数変換し、送信増幅器 18 は送信信号を増幅してアンテナ ATT より送信する。

受信系 RV において、無線部の高周波増幅器 20 はアンテナ ATR の受信信号を増

幅し、混合器 21 は受信信号に、搬送波発生器 22 から入力する高周波の搬送波を乗算してベースバンド信号に周波数変換して IQ 復調器 (QPSK 直交復調器) 23 に入力する。直交復調器 23 は入力信号を直交復調して Ich 信号と Qch 信号を復調出力し、波形整形部 24 はそれぞれの信号の波形を整形してローテータ 25 に入力する。ローテータ 25 は、既知のパイロット信号から位相誤差情報を検出し、該位相誤差が零なるように入力信号の位相を回転する。GI 除去部 26 は各成分の入力信号より GI(ガードインターバル)を除去し、FFT 演算部 27 は入力する時間波形信号に FFT 演算処理を施し、N 個のキャリア成分を出力する。デマッピング部 28 はキャリア毎にデマッピング(マッピングと逆の処理)を行って M ビットの平行データを出力し、平行/シリアル変換部(P/S)29 は M ビットの平行データをシリアルデータに変換して出力する。

ところで、IEEE802.11b (ARIB STD T71) にて規定されている最大で 54Mbps の通信速度を有する通信方法は、現在の無線 LAN 等の通信環境を考えると十分といえなくなっている。一方、5GHz 以下の無線帯域は既に飽和状態であり、安易に周波数専有帯域幅の拡大はできない状況である。有線 LAN は 100Base-TX(100Mbps)での構成が一般的であり、これと同等の通信速度を持つ無線 LAN システムが必要とされている。

周波数帯域を変えずに伝送容量を拡大する方法にコチャネル伝送方法がある。このコチャネル伝送とは、図 14 に示すように電波の偏波(水平偏波、垂直偏波)を変えて同一周波数帯で別個のデータ通信を行うことであり、トータルとして伝送速度は 2 倍になる。コチャネル伝送方法により OFDM 伝送するには、OFDM 送受信機が 2 台必要となり、アンテナの偏波角度のずれによって、偏波間干渉が発生する。また、降雨その他に応じた伝送路の歪によっても偏波間干渉が生じる。このため、これら偏波間干渉を除去できるように OFDM 送受信機を構成する必要がある。

OFDM の隣接キャリア間では直交性が成立している。従って、図 15 の(a)に示すようにキャリア C_A と隣接キャリア C_B は必ず、直交関係にあり干渉しない。また、キャリア C_A とキャリア C_D には干渉が生じるが、キャリア C_A とキャリア C_E は直交関係にあり偏波間の干渉は生じない。キャリア C_A とキャリア C_D の偏波

間干渉は従来のキャンセラーを用いた干渉補償技術により除去することが可能である。

しかし、アンテナの偏波角度のずれなどによって図 15 の(b)に示すように垂直偏波と水平偏波の間に位相偏差 θ が発生すると、キャリア C_A とキャリア C_D に干渉が生じると共に、キャリア C_A とキャリア C_E 間に干渉が発生する。このため、位相偏差に起因するキャリア C_A とキャリア C_D 間の干渉とキャリア C_A とキャリア C_E 間の干渉を除去する必要がある。

コチャネル伝送方式の干渉補償方法は特開昭 61-5642 号公報、特開平 5-48567 号公報、特開平 6-181464 号公報に開示されている。又、コチャネル伝送方式により OFDM 送信することは特表平 8-504544 号公報(特許 3265578 号)に開示されている。

しかし、特開昭 61-5642 号公報、特開平 5-48567 号公報、特開平 6-181464 号公報に開示されている干渉補償技術は、上記位相偏差によるキャリア C_A とキャリア C_E 間の干渉を除去することは出来ない。又、特表平 8-504544 号公報(特許 3265578 号)はコチャネル伝送方式により OFDM 送信することが開示しているけれど、キャリア C_A とキャリア C_E 間の干渉を除去する技術を何も開示していない。

以上から本発明の目的は、偏波間で位相偏差が生じないようにすることである。

本発明の別の目的は、偏波間干渉を除去するキャンセラーの構成を簡単にすることである。

発明の開示

第 1 の発明は、第 1、第 2 の 2 つの OFDM 送信回路から出力する信号を互いに直交する 2 つの偏波を利用して送信する OFDM 送信装置である。この OFDM 送信装置において、各 OFDM 送信回路に共通に 1 つの搬送波発生部を設け、各 OFDM 送信回路内の周波数変換部は、前記搬送波発生部から出力する搬送波をベースバンド信号に乗算して無線信号に変換する。この OFDM 送信装置によれば、第 1、第 2 の OFDM 送信回路における送信搬送波を共通にすることにより、垂直偏波と水平偏波間に位相偏差が生じないようにできる。

第 2 発明は、互いに直交する 2 つの偏波を利用して送信された信号をそれぞれ復調する第 1、第 2 の OFDM 受信回路を備えた OFDM 受信装置である。この

OFDM 受信装置は、各 OFDM 受信回路に共通に搬送波発生部を設け、各 OFDM 受信回路内の周波数変換部は、前記搬送波発生部から出力する搬送波を無線信号に乗算してベースバンド信号に変換し、該ベースバンド信号を復調部に入力する。第 1、第 2 の OFDM 受信回路における搬送波を共通にすることにより、垂直偏波側と水平偏波側の高周波信号を周波数変換して得られたキャリア信号間に位相偏差が生じないようにできる。

OFDM 受信回路は、前記ベースバンド信号を復調する復調部、復調信号に FFT 処理を施す FFT 演算部、FFT 演算により得られた各キャリア信号に基づいて誤差信号を生成する誤差信号生成部、該誤差信号と他方の OFDM 受信回路の復調信号とを用いて異偏波干渉補償信号を生成して前記復調部の出力信号を補正する異偏波干渉キャンセラーを備えている。この異偏波干渉キャンセラーにより、アンテナの偏波角度のずれや降雨その他に応じた伝送路の歪に起因して生じる偏波間干渉を除去することができる。

別の OFDM 受信回路は、前記ベースバンド信号を復調する復調部、復調信号に FFT 処理を施す FFT 演算部、FFT により得られた各キャリア信号に基づいて誤差信号を生成する誤差信号生成部、該誤差信号と他方の OFDM 受信回路の復調信号とを用いて異偏波干渉補償信号を生成して前記 FFT の各キャリア信号を補正する異偏波干渉キャンセラー、を備えている。このように、FFT 演算部の後に異偏波干渉キャンセラーを設けると、各キャリアの 1 シンボル当りの速度は、キャリア数を N とすれば $1/N$ となり、干渉波の遅延量は相対的に小さくなり、キャンセラーを構成する FIR のタップ数を少なくでき、全体的に回路規模を減少できる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の原理図ある。

図 2 は送信搬送波を共通にした場合の垂直偏波と水平偏波の説明図である。

図 3 は本発明の OFDM 送信装置の構成図である。

図 4 は本発明の OFDM 受信装置の構成図である。

図 5 はローテータの構成図である。

図 6 は誤差信号生成部の構成図である。

図 7 は異偏波干渉キャンセラーの構成図である。

図 8 は OFDM 受信装置の別の構成例である。

図 9 はマルチキャリア伝送方式の説明図である。

図 10 は OFDM 伝送方式の説明図である。

図 11 は直交周波数分割多重 (OFDM) 通信装置の従来の構成図である。

図 12 はキャリア配置説明図である。

図 13 はマッピングを説明するための信号点配置図である。

図 14 はコチャネル伝送における偏波(水平偏波、垂直偏波)説明図である。

図 15 は従来の水平偏波、垂直偏波の直交関係説明図である。

発明を実施するための最良の形態

(A)本発明の原理

図 1 は本発明の原理図である。OFDM 送信装置 100 は、第 1、第 2 の OFDM 送信回路 (OFDM TX1, OFDM TX2) 101, 102 を備え、各 OFDM 送信回路 101, 102 に共通に搬送波発生部 103 を備えている。シリアル/パラレル変換部 (S/P) 104 は直列データを並列データに変換し、並列データの半分を OFDM 送信回路 (OFDM TX1) 101 に入力し、他の半分を OFDM 送信回路 (OFDM TX2) 102 に入力する。

各 OFDM 送信回路 101, 102 内の図示しない周波数変換部は、搬送波発生部 103 から出力する搬送波をベースバンド信号に乗算して無線信号に変換し、OFDM 送信回路 101 はアンテナ 105 から垂直偏波で無線信号を送信し、OFDM 送信回路 102 はアンテナ 106 から水平偏波で無線信号を送信する。

OFDM における隣接キャリアの直交性を考慮すると、偏波間搬送波を共通にすることにより、異偏波間で偏波干渉が生じたとしても、隣接キャリアの直交性を保つことが可能となる。すなわち、送信搬送波を共通にすることにより、図 2 に示すように垂直偏波と水平偏波間に位相偏差が生じないようにできる。これによりキャリア C_A とキャリア C_E 間、キャリア C_B とキャリア C_D 間の直交性を保持でき、これらキャリア間では干渉が生じない。

OFDM 受信装置 200 は、互いに直交する 2 つの偏波を利用して送信された信号をアンテナ 203, 204 で受信してそれぞれ復調する第 1、第 2 の OFDM 受信回路 201, 202 を備え、各 OFDM 受信回路 201, 202 に異偏波干渉キャンセラー 205, 206 を設けている。異偏波干渉キャンセラー 205, 206 は、送信搬送波または受信搬送

波を偏波間で共通にすることで、偏波干渉成分の抽出が可能となりキャンセルが可能となる。すなわち、異偏波干渉キャンセラー205は第2のOFDM受信回路202の復調信号を用いて異偏波干渉補償信号ACを生成し、第1のOFDM受信回路201はこの異偏波干渉補償信号ACを用いて復調部の出力信号を補正する。又、異偏波干渉キャンセラー206は第1のOFDM受信回路201の復調信号を用いて異偏波干渉補償信号BCを生成し、第2のOFDM受信回路202はこの異偏波干渉補償信号BCを用いて復調部の出力信号を補正する。パラレル／シリアル変換部207は、第1、第2のOFDM受信回路201,202から出力する並列データを合成し、シリアルデータに変換して出力する。

OFDMにおける隣接キャリアの直交性は、高速離散逆フーリエ変換の原理を利用すれば、周知の事実である。図2のキャリア C_A とキャリア C_B は必ず、直交関係にあり干渉しない。また、キャリア C_A とキャリア C_D は偏波間の干渉が生じるが、偏波間で送信搬送波を共通に使用しなかった場合、キャリア C_A とキャリア C_E も送信搬送波の周波数差分の干渉が発生する。これを防ぐために送信搬送波を共通にすることにより、キャリア C_A とキャリア C_E の直交性を保つことが可能となる。また、キャリア C_A とキャリア C_D の偏波間干渉は、異偏波干渉キャンセラー205,206にて異偏波干渉補償信号を生成して各OFDM受信回路201,202でキャンセルすることにより偏波間干渉を除去することが可能となる。

なお、送信搬送波もしくは、受信搬送波の少なくともどちらか一方を共通にすることで干渉波Aと干渉成分A'が共通となり、キャンセラー部205で偏波間干渉補償信号を発生して異偏波干渉を除去することが可能となる。

(B)OFDM 送信装置

図3は本発明のOFDM送信装置の構成図であり、図1と同一部分には同一符号を付している。第1、第2のOFDM送信回路101、102は、送信信号を直交偏波方式により、すなわち、2つの偏波(例えば、90°角度が違う)に分けて伝送する。

シリアル／パラレル変換部(S/P)104はシリアル形式で入力する送信データをMビットの並列データに変換し、並列データの半分を第1のOFDM送信回路101に入力し、他の半分を第2のOFDM送信回路102に入力する。

マッピング部111a,111bはキャリアの変調方式に基づいてM/2ビットの並列デ

ータを N 個のキャリアにマッピングする。例えば、全キャリアで QPSK 変調するものとすれば、 $M/2$ ビットの並列データを N 組の 2 ビットに分割し、分割した N 組の 2 ビットデータを各キャリアにマッピングする。実際には、マッピング部 111a, 111b は、各キャリアの S/N 比に基づいて 4QAM~64QAM の変調方式に基づいてマッピングする。

IFFT 演算部 112a, 112b は N キャリアのシンボルデータに IFFT 演算処理を施し、実数(Ich 成分)及び虚数(Qch 成分)の 2 つの時間波形信号(PCM 波形信号)に変換する。GI 挿入部 113a, 113b はそれぞれの信号に GI(ガードインターバル)を挿入し、波形整形部 114a, 114b は波形整形して IQ 変調器 (QPSK 直交変調器) 115a, 115b に入力する。直交変調器 115a, 115b は入力する Ich 信号、Qch 信号に対して直交変調し、混合器 116a, 116b は直交変調器 115a, 115b から出力されるベースバンドの変調信号に、搬送波発生器 103 から入力する高周波の搬送波を乗算して周波数変換し、送信増幅器 117a, 117b は送信信号を増幅してアンテナ 105, 106 より搬送波の偏波面を互いに直交させて送信する。

OFDM における隣接キャリアの直交性を考慮すると、偏波間搬送波を共通にすることにより、異偏波間で偏波干渉が生じたとしても、隣接キャリアの直交性を保つことが可能となる。すなわち、送信搬送波を共通にすることにより、図 2 に示すように垂直偏波と水平偏波間に位相偏差が生じないようにできる。これによりキャリア C_A とキャリア C_E 間、キャリア C_B とキャリア C_D 間の直交性を保持でき、これらキャリア間では干渉が生じない。キャリア C_A とキャリア C_D 間、キャリア C_B とキャリア C_E 間は干渉するが、OFDM 受信装置において従来と同様にキャンセラーを用いてこの干渉をキャンセルすることができる。

(C) OFDM 受信装置

図 4 は本発明の OFDM 受信装置の構成図であり、図 1 と同一部分には同一符号を付している。

第 1、第 2 の OFDM 受信回路 201, 202 の LNA 部(低雑音増幅器)201a, 202a は偏波が違う 2 つのアンテナ 203, 204 の受信信号を増幅し、混合器 201b, 202b は受信信号に、搬送波発生器 208 から入力する高周波の搬送波を乗算してベースバンド信号に周波数変換して IQ 復調器 (QPSK 直交復調器 201c, 202c に入力する。な

お、混合器 201b,202b はベースバンド信号を発生するために搬送波発生器 208 から出力する受信搬送波を用いて周波数変換するが、送信搬送波を同一にしているため(図 3 参照)、受信搬送波としては 2 つの偏波に対して共通のものを使用しても別のものを使用してもよい。但し、送信搬送波を共通にしない場合には、受信搬送波を共通にする必要がある。

直交復調器 201c,202c は入力信号を直交復調して Ich 信号と Qch 信号を復調出力し、波形整形部 201d,202d はそれぞれの信号の波形を整形してローテータ 201e,202e に入力する。ローテータ 201e,202e は、既知のパイロット信号から位相誤差情報を検出し、該位相誤差が零なるように入力信号の位相を回転する。

異偏波干渉キャンセラー 205 は、第 2 の OFDM 受信回路 202 の復調信号（ローテータ 202e の出力信号）と後述の誤差信号とを用いて異偏波干渉補償信号を生成し、加算部 201f はローテータ 201e の出力信号から異偏波干渉補償信号を減算して干渉を除去する。同様に、異偏波干渉キャンセラー 206 は、第 1 の OFDM 受信回路 201 の復調信号（ローテータ 201e の出力信号）と誤差信号とを用いて異偏波干渉補償信号を生成し、加算部 202f はローテータ 202e の出力信号から異偏波干渉補償信号を減算して干渉を除去する。

GI 除去部 201g,202g は干渉が除去された信号の各 I,Q 成分より GI(ガードインターバル)を除去し、FFT 演算部 201h,202h は入力時間波形信号に FFT 演算処理を施し、N 個のキャリア成分を出力する。デマッピング部 201i,202i はキャリア毎にデマッピング(マッピングと逆の処理)を行って M/2 ビットの平行データを出力し、平行/シリアル変換部(P/S)207 は M ビットの平行データをシリアルデータに変換して出力する。

誤差信号生成部 209,210 はデマッピングされたパイロット信号の誤差信号を作成し、該誤差信号を異偏波干渉キャンセラー 205,206 に入力する。

図 5 はローテータ 201e,202e の構成図である。パイロット信号検出部 301 はデマッピング部 201i から出力されるパイロット信号を検出し、該検出パイロット信号と既知のパイロット信号とを比較して位相誤差 θ を求め、該位相誤差が 0 となるように NCO(数値制御発振器)302 を制御し、sin/cos 変換部 303 より $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ を発生し、乗算部 304,305 はこれら $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ を波形整形回路 201d から

出力する I_{ch} 信号、 Q_{ch} 信号にそれぞれ乗算する。この結果、伝播路において発生した位相回転が元に戻される。

図 6 は誤差信号生成部 209,210 の構成図であり、識別部 401 は所定キャリア例えばパイロットキャリアのデマッピングデータを硬判定し、誤差信号発生部 402 はデマッピングデータ(軟判定データ)と硬判定データを比較して誤差信号 e を発生する。

図 7 は異偏波干渉キャンセラー 205 の構成図であり、異偏波干渉キャンセラー 206 も同様の構成を備えている。異偏波干渉キャンセラー 205 はトランスバーサルフィルタ構成に成っており、 I_{ch} , Q_{ch} の異偏波干渉補償信号 Y_{Ic} , Y_{Qc} を発生し、加算部 201f は該異偏波干渉補償信号 Y_{Ic} , Y_{Qc} をローテータ 201e から出力する I_{ch} 信号、 Q_{ch} 信号 Y_I , Y_Q に加算して干渉成分を除去する。

異偏波干渉キャンセラー 205 は、 I_{ch} の異偏波干渉補償信号 Y_{Ic} を発生する為に、タップ係数更新部 501 と FIR フィル 502 を備え、また Q_{ch} の異偏波干渉補償信号 Y_{Qc} を発生する為に、タップ係数更新部 503 と FIR フィル 504 を備えている。

タップ係数更新部 501 は異偏波の I_{ch} 信号 X_I と誤差信号の I_{ch} 成分 e_I とに基づいてタップ係数を更新して FIR フィルタ 502 に設定し、FIR フィルタ 502 は I_{ch} 信号 X_I とタップ係数との畳み込み演算を実行して I_{ch} の干渉補償信号 Y_{Ic} を発生する。

タップ係数更新部 503 は異偏波の Q_{ch} 信号 X_Q と誤差信号の Q_{ch} 成分 e_Q とに基づいてタップ係数を更新して FIR フィルタ 504 に設定し、FIR フィルタ 504 は Q_{ch} 信号 X_Q とタップ係数との畳み込み演算を実行して Q_{ch} の干渉補償信号 Y_{Qc} を発生する。

異偏波干渉キャンセラーによりアンテナの偏波角度のずれや降雨その他に応じた伝送路の歪に起因して生じる偏波間干渉を除去することができる。

(D) OFDM 受信装置の別の構成

図 8 は OFDM 受信装置の別の構成例であり、図 4 の OFDM 受信装置と同一部分には同一符号を付している。異なる点は、異偏波干渉キャンセルを FFT 演算の後で行うように構成している点である。すなわち、異なる点は、

① 図 4 の異偏波干渉キャンセラー 205, 206 をまとめてキャンセラー 211 として

いる点、

②FFT 演算部 201h,202h の後に、キャンセラー 211 と加算器 201f,202 f を設けている点である。

送信搬送波が同一のため、図 2 中のキャリア C_A とキャリア C_D 、キャリア C_B とキャリア C_E のように異偏波間で上下対応したキャリア間だけの干渉除去を行うだけで良い。これは、上下対応しないキャリアは干渉しないからである。よって、図 8 に示すように FFT 演算部 201h,202h において各キャリア成分に変換した後で、キャリア毎に偏波間干渉を除去できる。

図 8 の構成による効果としては、各キャリアのデータ速度を遅くできるため、1 シンボルあたりの周期が遅くなり、マルチパスによる干渉波の遅延量が相対的に小さくなる。仮にクロック周波数が 10MHz でキャリア数が 48 の場合、1 キャリア当りのデータ速度は $1/48$ となるため、周期は 100ns から 48 倍の $5\mu s$ となる。電波環境にもよるが、マルチパスによる遅延は、数 μs 程度といわれている。つまり、シンボル間の干渉はシンボル周期が 100ns であれば、 $1\mu s$ のマルチパスがおきると 10 シンボル分の FIR フィルタがキャンセラーに必要なになる。しかし、周期が $6\mu s$ であれば、1 シンボルもしくは 2 シンボル程度の FIR フィルタで十分である。このようにデータ速度を落とすことによってキャンセラーの回路規模を大幅に小さくすることができる。従って、キャンセラーから出力する異偏波干渉補償信号を各キャリア共通に使用することで全体の回路構成を簡略化できる。

以上本発明によれば、第 1、第 2 の OFDM 送信回路における送信搬送波を共通にすることにより、垂直偏波と水平偏波間に位相偏差が生じないようにできる。

また、本発明によれば、第 1、第 2 の OFDM 受信回路における搬送波を共通にすることにより、垂直偏波側と水平偏波側の高周波信号を周波数変換して得られたキャリア信号間に位相偏差が生じないようにできる。

又、本発明によれば、異偏波干渉キャンセラーにより、アンテナの偏波角度のずれや降雨その他に応じた伝送路の歪に起因して生じる偏波間干渉を除去することができる。

又、本発明によれば、FFT 演算部の後に異偏波干渉キャンセラーを設けることにより、各キャリアの 1 シンボル当りの速度は、キャリア数を N とすれば $1/N$

となり、干渉波の遅延量は相対的に小さくなり、キャンセラーを構成する FIR の
タップ数を少なくでき、全体的に回路規模を減少することができる。

請求の範囲

1. 第1、第2の2つのOFDM送信回路から出力する信号を互いに直交する2つの偏波を利用して送信するOFDM送信装置において、

各OFDM送信回路に共通に1つの搬送波発生部を設け、

各OFDM送信回路内の周波数変換部は、前記搬送波発生部から出力する搬送波をベースバンド信号に乗算して無線信号に変換する、

ことを特徴とするOFDM送信装置。

2. 互いに直交する2つの偏波を利用して送信された信号をそれぞれ復調する第1、第2のOFDM受信回路を備えたOFDM受信装置において、

各OFDM受信回路に共通に1つの搬送波発生部を設け、

各OFDM受信回路内の周波数変換部は、前記搬送波発生部から出力する搬送波を無線信号に乗算してベースバンド信号に変換し、該ベースバンド信号を復調部に入力する、

ことを特徴とするOFDM受信装置。

3. 前記OFDM受信回路は、

前記ベースバンド信号を復調する復調部、

復調信号にFFT処理を施すFFT演算部、

FFTにより得られた各キャリア信号に基づいて誤差信号を生成する誤差信号生成部、

該誤差信号と他方のOFDM受信回路の復調信号とを用いて異偏波干渉補償信号を生成して前記復調部の出力信号を補正する異偏波干渉キャンセラー、

を備えたことを特徴とする請求項2記載のOFDM受信装置。

4. 前記OFDM受信回路は、

前記ベースバンド信号を復調する復調部、

復調信号にFFT処理を施すFFT演算部、

FFTにより得られた各キャリア信号に基づいて誤差信号を生成する誤差信号生成部、

該誤差信号と他方のOFDM受信回路の復調信号とを用いて異偏波干渉補償信号を生成して前記FFTの各キャリア信号を補正する異偏波干渉キャンセラー、

を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の OFDM 受信装置。

5. 互いに直交する 2 つの偏波を利用して送信された信号をそれぞれ復調する第 1、第 2 の OFDM 受信回路を備えた OFDM 受信装置において、

前記 OFDM 受信回路は、

搬送波を無線信号に乗算してベースバンド信号に変換する周波数変換部、

前記ベースバンド信号を復調する復調部、

復調信号に FFT 処理を施す FFT 演算部、

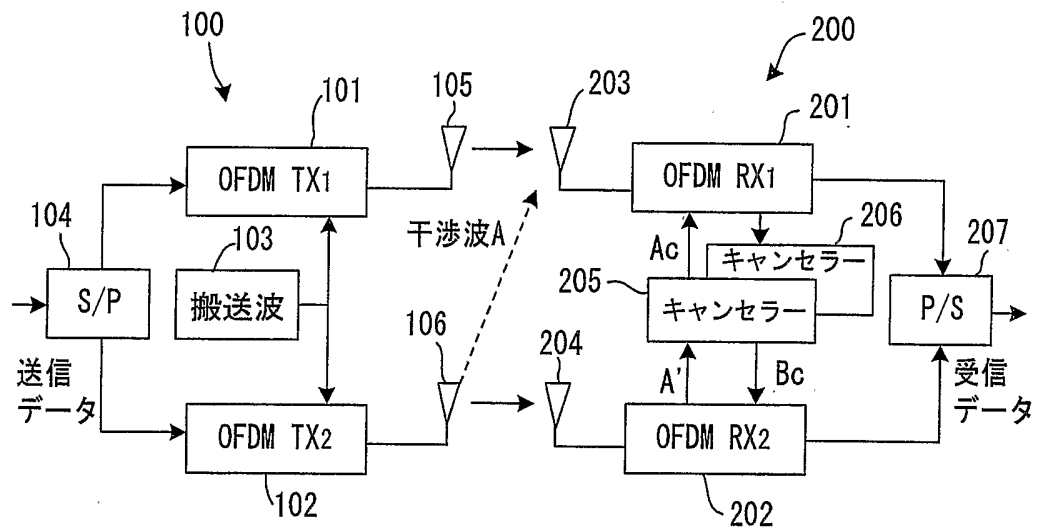
FFT により得られた各キャリア信号に基づいて誤差信号を生成する誤差信号生成部、

該誤差信号と他方の OFDM 受信回路の復調信号とを用いて異偏波干渉補償信号を生成して前記 FFT から出力する各キャリア信号を補正する異偏波干渉キャンセラー、

を備えたことを特徴とする OFDM 受信装置。

1/11

第 1 図



第 2 図

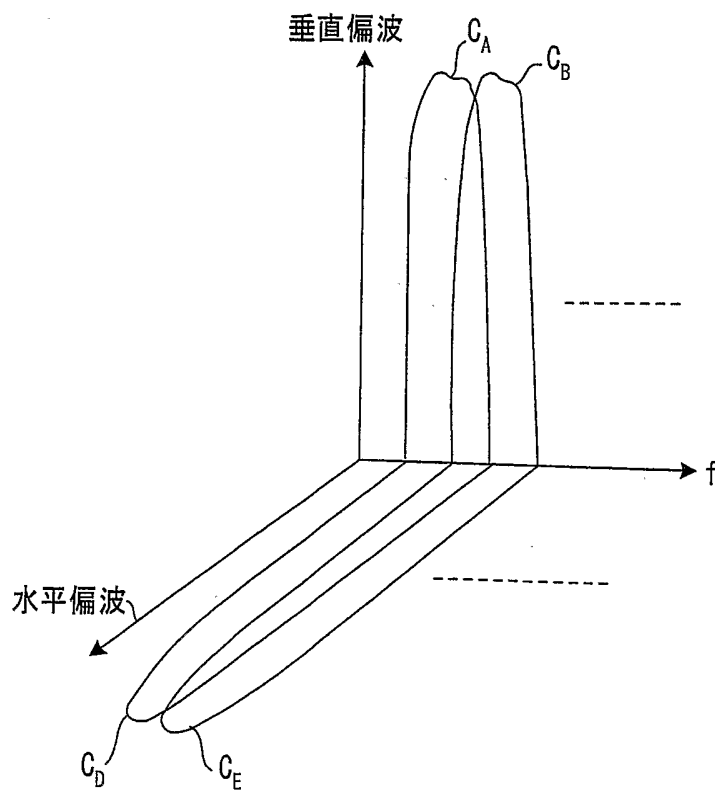


図 3

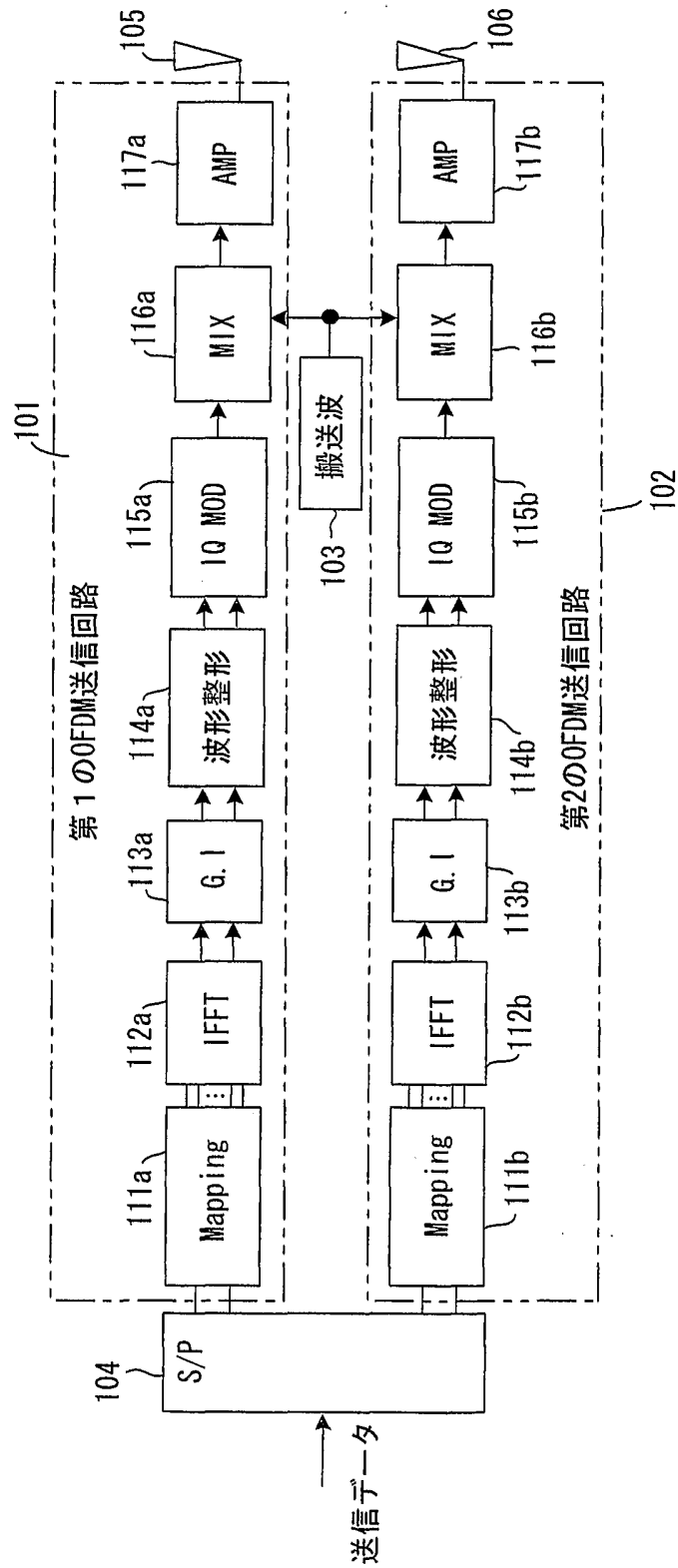
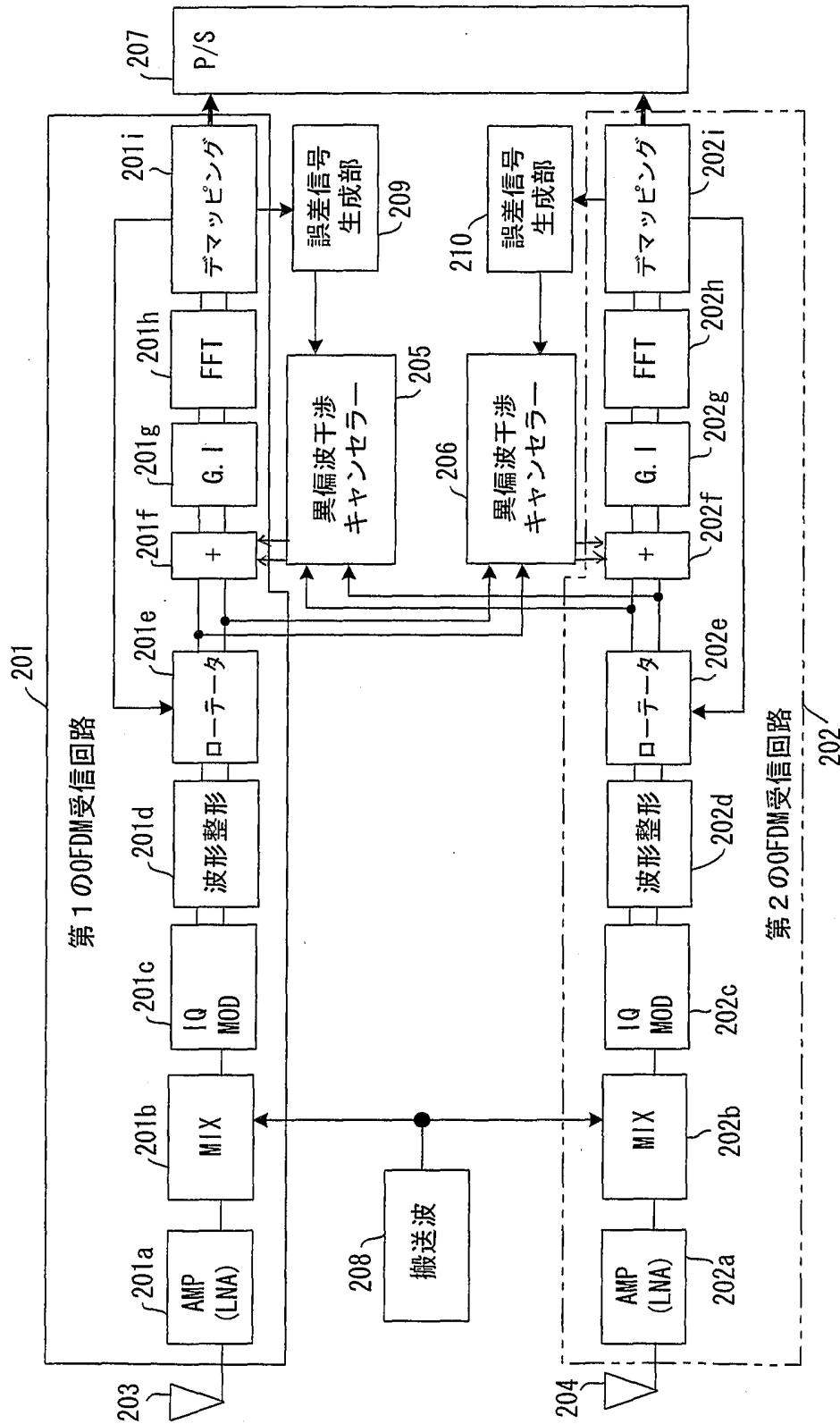
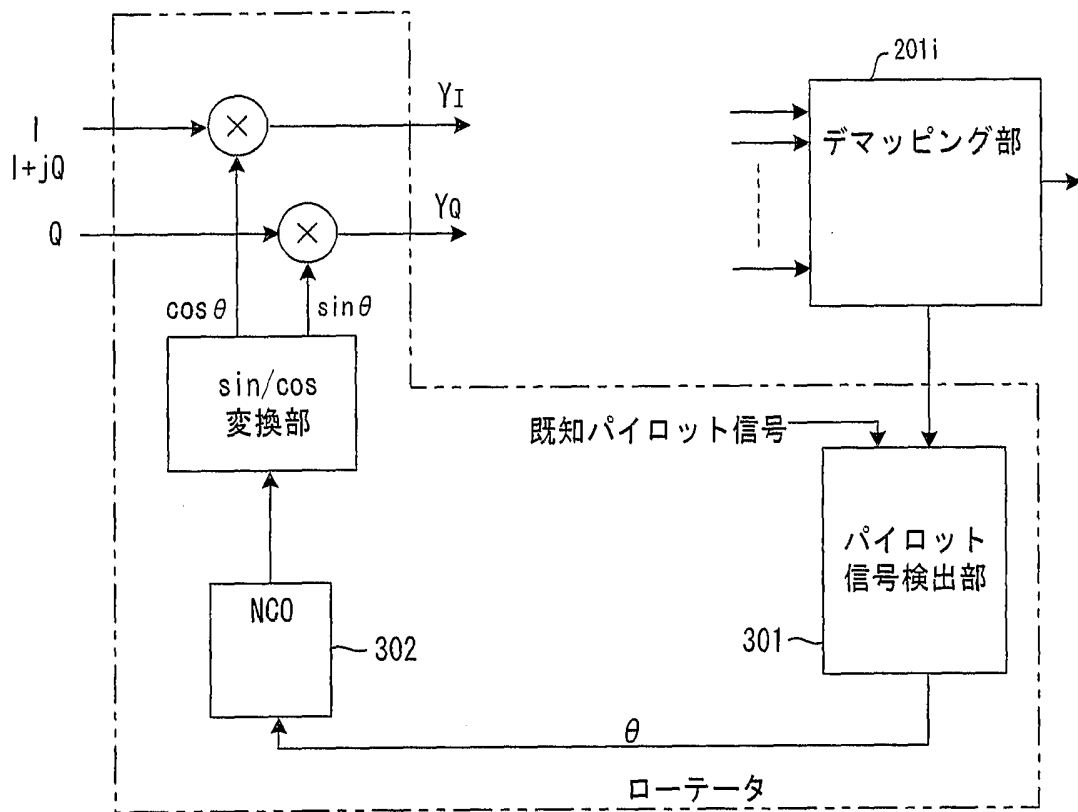


図 4

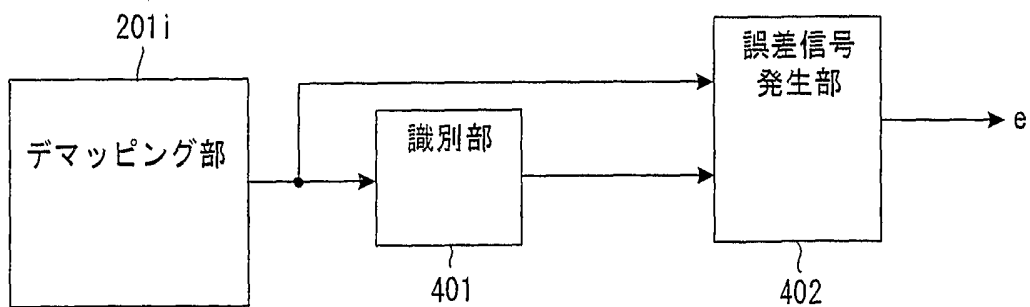


4/11

第 5 図

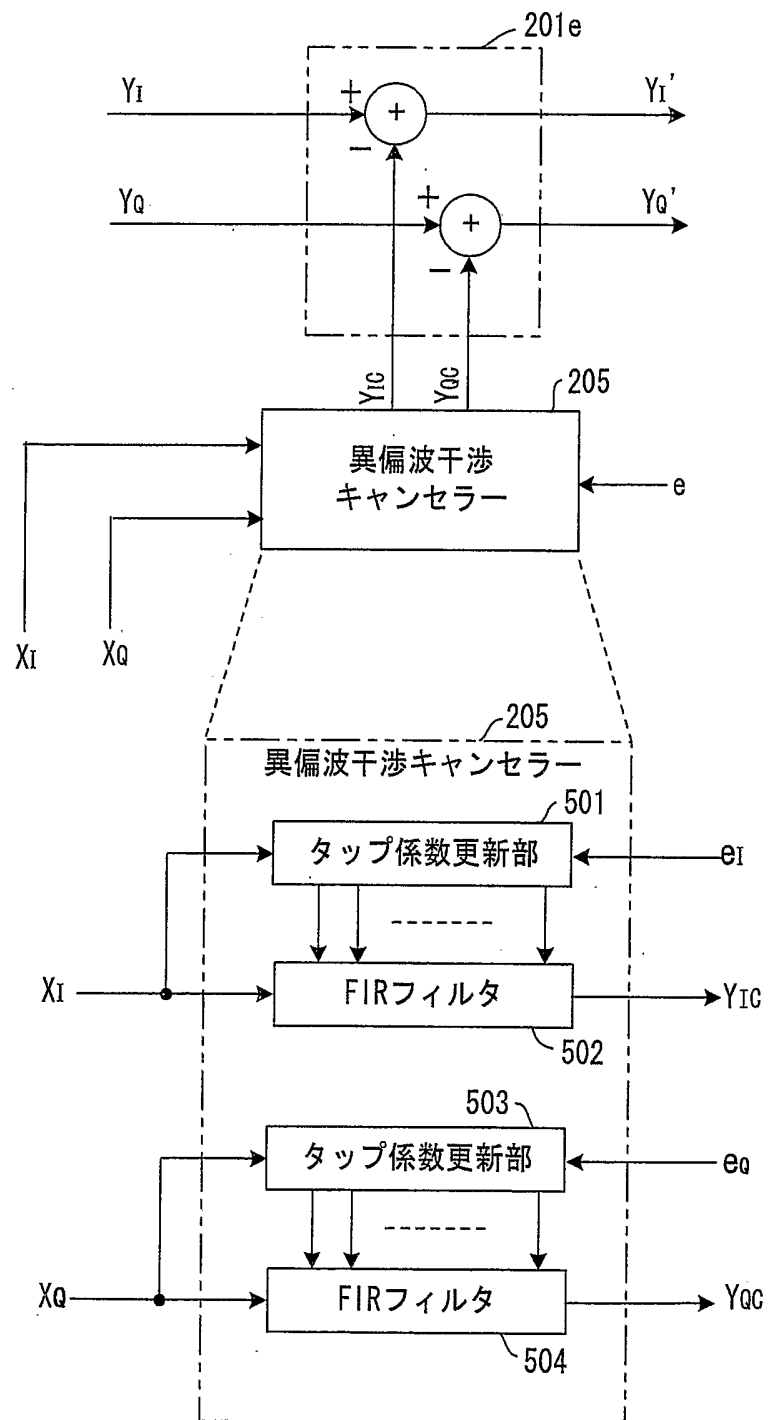


第 6 図

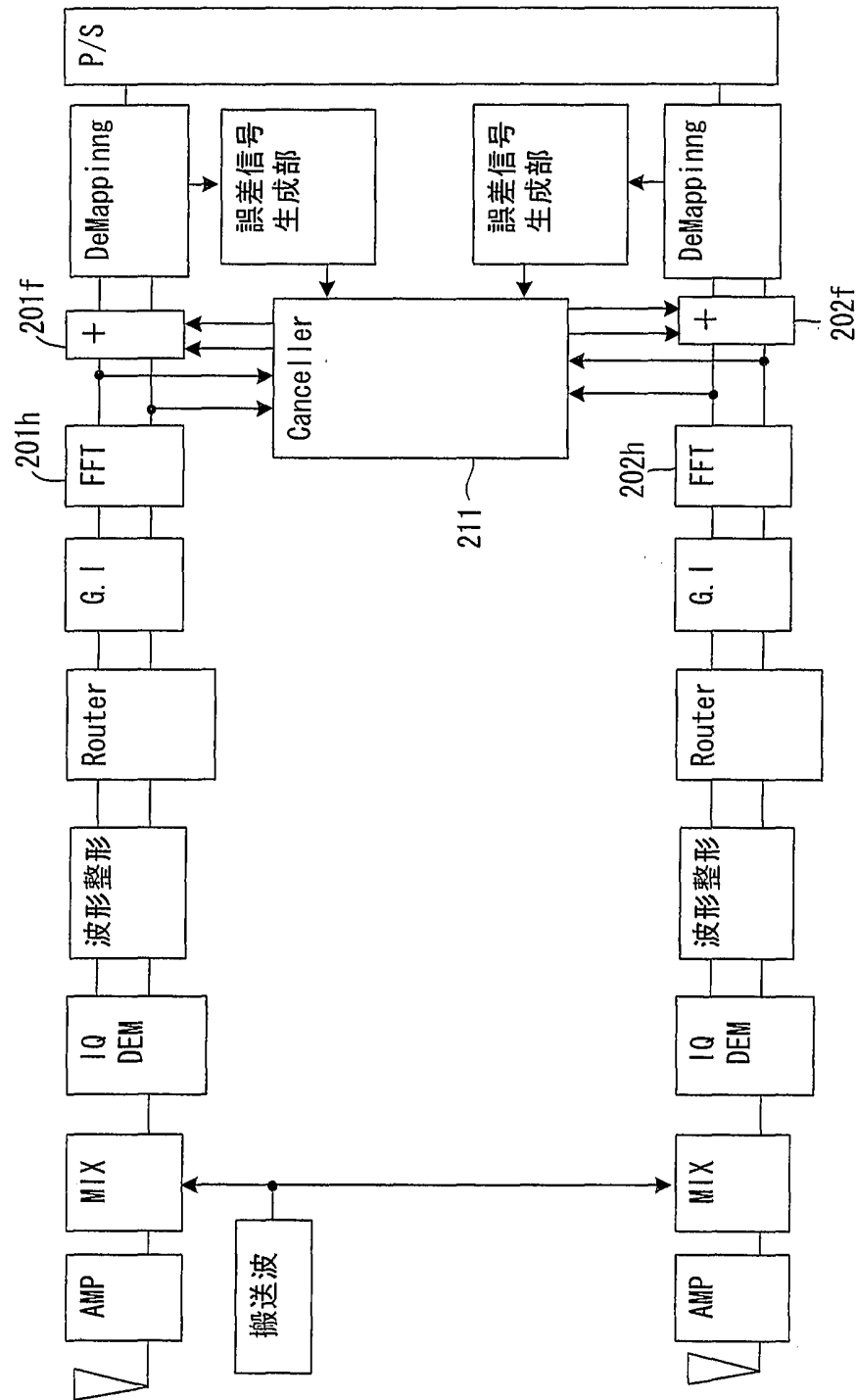


5/11

第 7 図

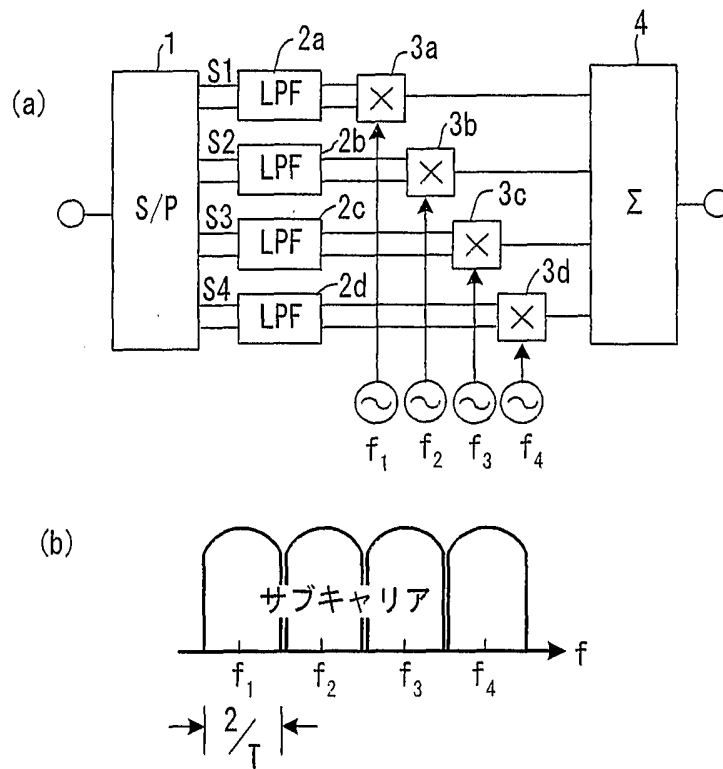


第 8 図



7/11

第 9 図



第 10 図

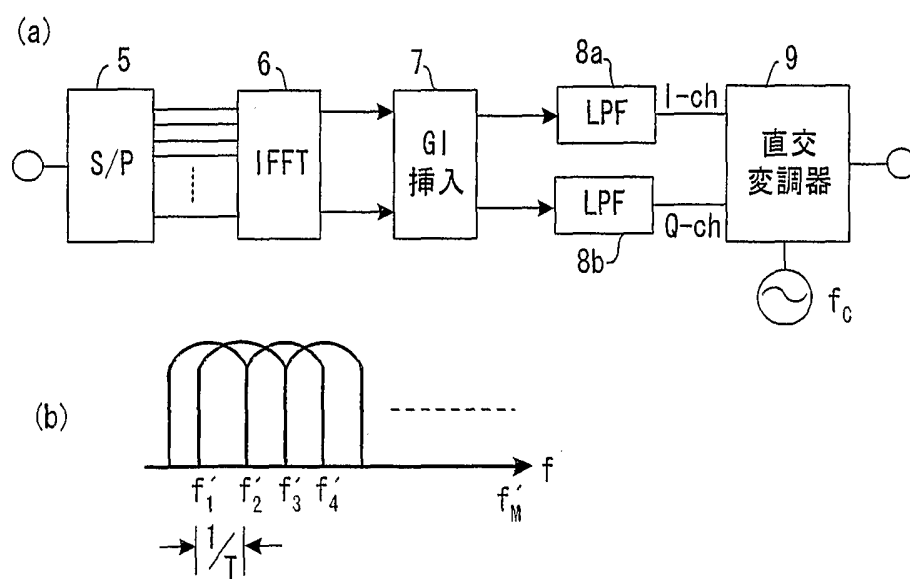
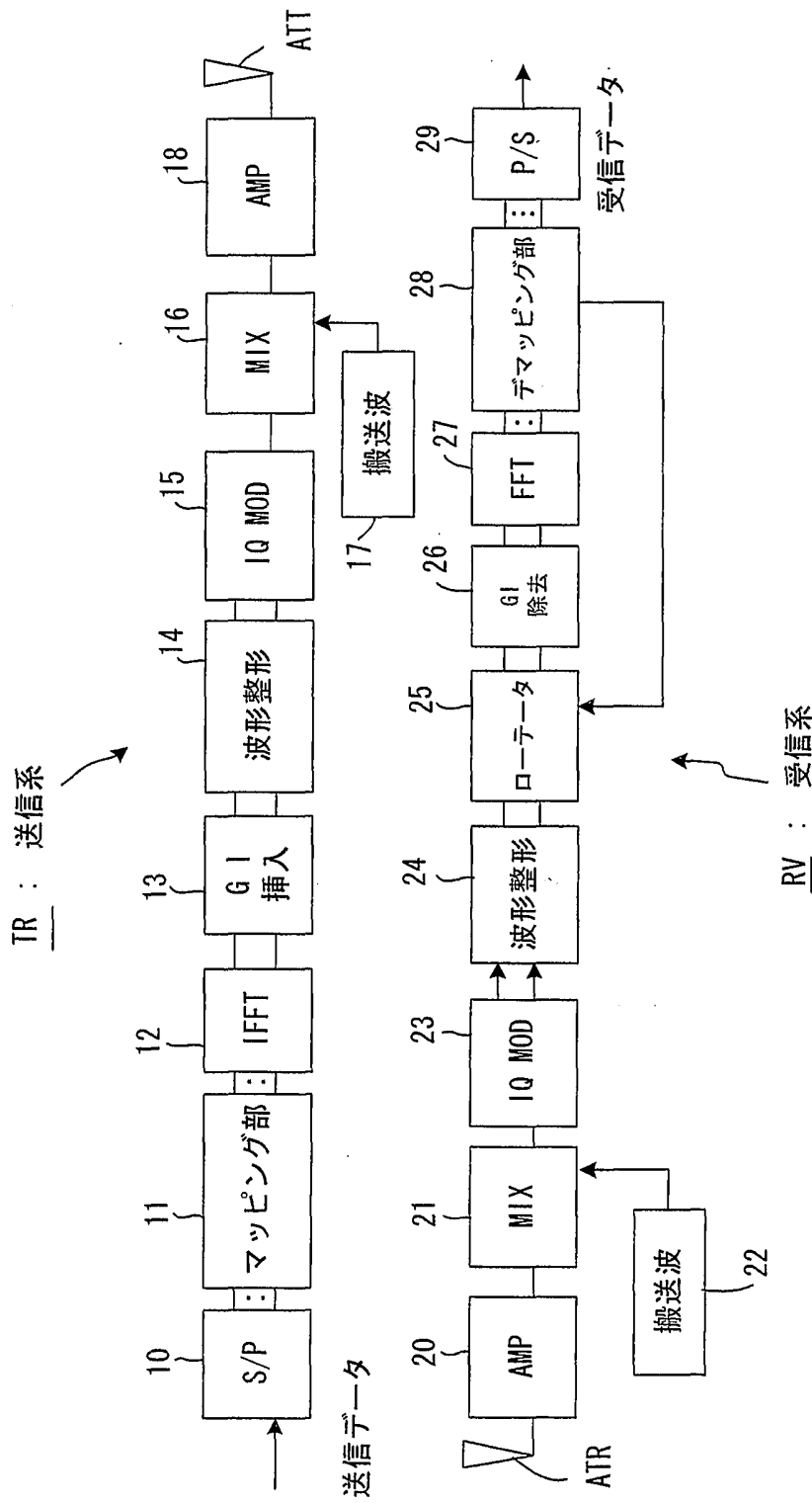
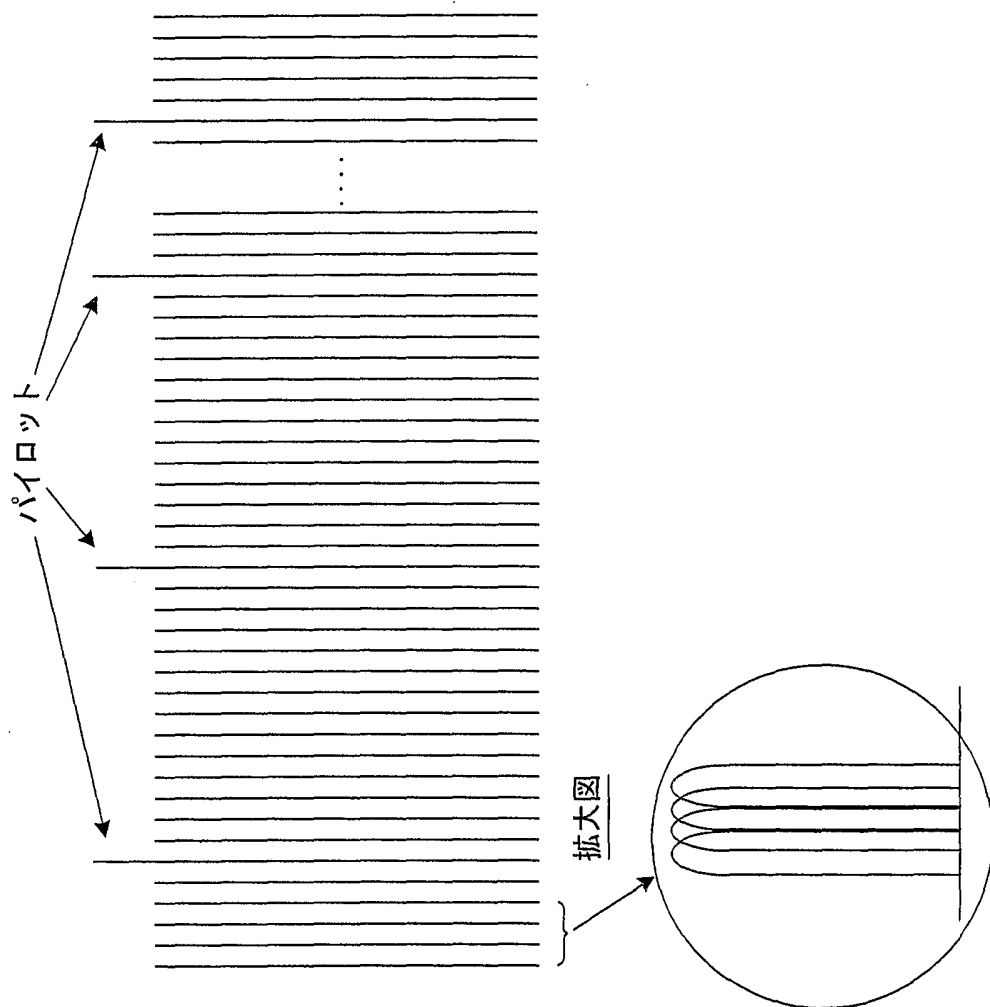


図 11 装置



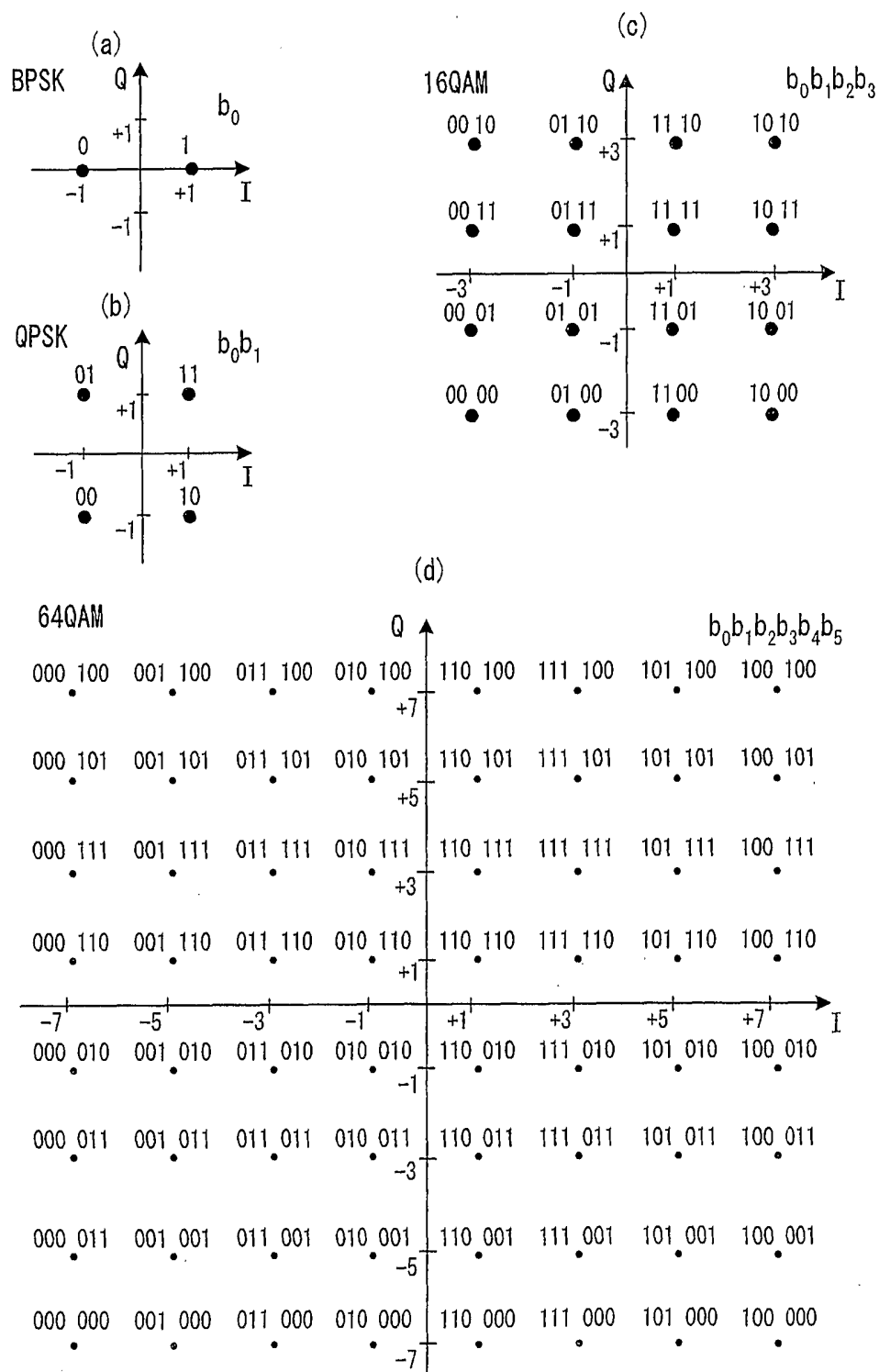
9/11

第 12 図

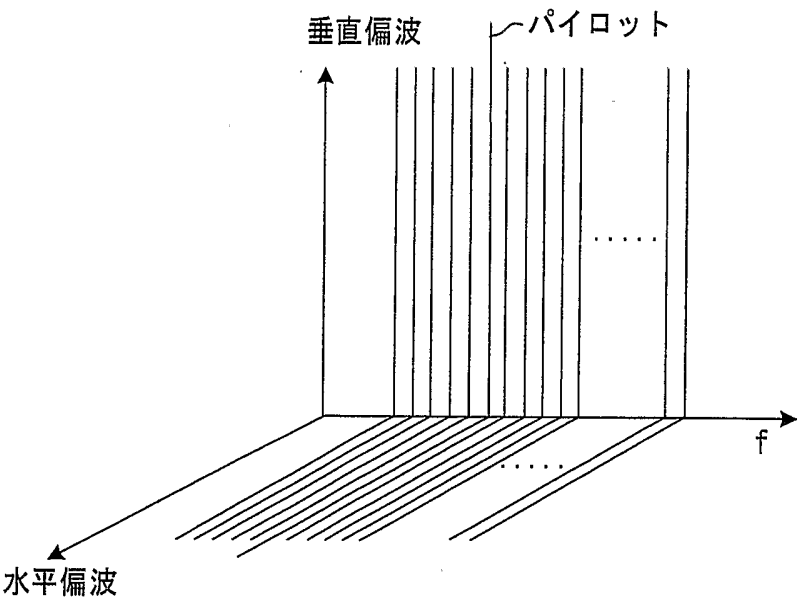


10/11

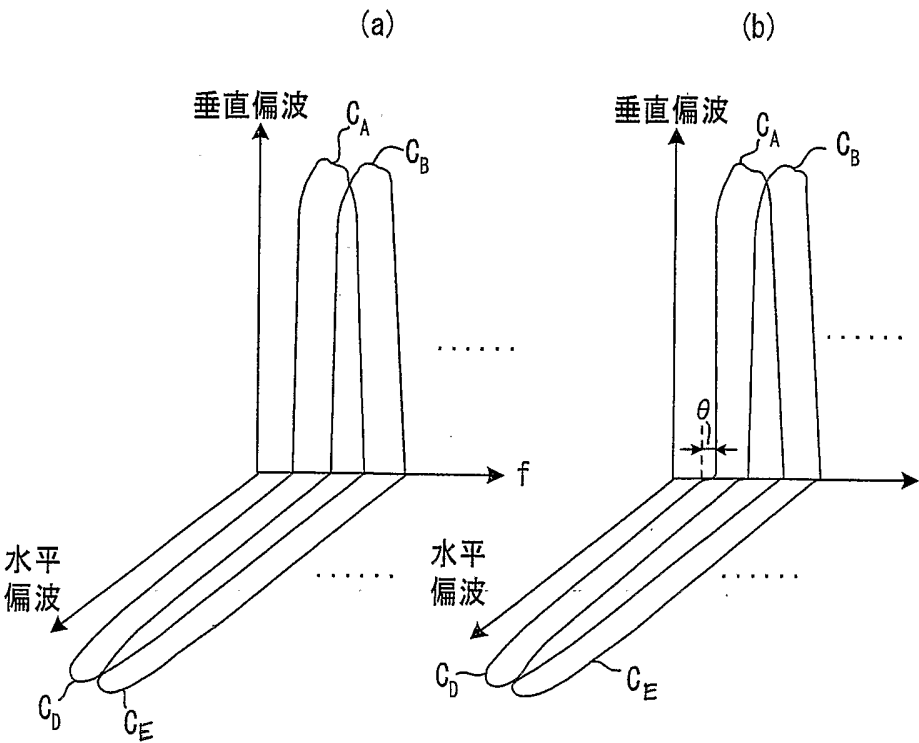
第 13 图



第 14 図



第 15 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/13261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H04J11/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H04J11/00

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-183845 A (Telecommunications Advancement Organization of Japan), 30 June, 2000 (30.06.00), Fig. 4 (Family: none)	2 3-5
Y	JP 2001-345777 A (Denso Corp.), 14 December, 2001 (14.12.01), Fig. 2 & US 2002/0018483 A1	1
Y	JP 61-24339 A (NEC Corp.), 03 February, 1986 (03.02.86), Fig. 3 (Family: none)	1

☒ 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 document 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
13 March, 2003 (13.03.03)

Date of mailing of the international search report
25 March, 2003 (25.03.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/13261

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-165339 A (NEC Corp.), 16 June, 2000 (16.06.00), Fig. 9 (Family: none)	1
Y	JP 63-50231 A (American Telephone and Telegraph Co.), 03 March, 1988 (03.03.88), Fig. 2; page 4, lower right column, lines 3 to 14 & US 4727534 A	3-5
Y	JP 58-56545 A (NEC Corp.), 04 April, 1983 (04.04.83), Fig. 3; page 3, upper right column, line 1 to lower left column, line 18 & US 4479258 A	3-5
Y	JP 3-248643 A (NEC Corp.), 06 November, 1991 (06.11.91), Figs. 1, 3; page 2, upper right column, line 15 to lower left column, line 1 (Family: none)	3-5
A	JP 2000-022661 A (NEC Corp.), 21 January, 2000 (21.01.00), Figs. 1, 4 (Family: none)	3-5
A	JP 8-340315 A (Philips Electronics N.V.), 24 December, 1996 (24.12.96), Fig. 3 & EP 734133 A1 & FR 2732178 A1 & US 5796814 A & IL 0117578 A	3-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/13261

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:

because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:

because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:

because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1 and 2 relate to a technique for providing a common single carrier generator in each of the OFDM transmission circuits or OFDM reception circuits.

The inventions of claims 3-5 relate to a technique of generating a different polarization interference compensation signal by using an error signal generated according to each carrier signal obtained by the FFT and a demodulation signal of the other OFDM reception circuit.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04J11/00

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. Cl⁷ 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

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
X	JP 2000-183845 A (通信・放送機構)	2
Y	2000.06.30, 第4図 (ファミリーなし)	3-5
Y	JP 2001-345777 A (株式会社デンソー) 2001.12.14, 第2図 &US 2002/0018483 A1	1
Y	JP 61-24339 A (日本電気株式会社) 1986.02.03, 第3図 (ファミリーなし)	1

☒ 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

13.03.03

国際調査報告の発送日

25.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-165339 A (日本電気株式会社) 2000. 06. 16, 第9図 (ファミリーなし)	1
Y	JP 63-50231 A (アメリカン テレフオン アンド テレグラフ カンパニー) 1988. 03. 03, 第2図, 第4頁右下欄第3行目から第14行目 & US 4727534 A	3-5
Y	JP 58-56545 A (日本電気株式会社) 1983. 04. 04, 第3図, 第3頁右上欄第1行目から左下欄第18行目 & US 4479258 A	3-5
Y	JP 3-248643 A (日本電気株式会社) 1991. 11. 06, 第1図, 第3図, 第2頁右上欄第15行目から左下欄第1行目 (ファミリーなし)	3-5
A	JP 2000-022661 A (日本電気株式会社) 2000. 01. 21, 第1図, 第4図 (ファミリーなし)	3-5
A	JP 8-340315 A (フィリップス エレクトロニクス ネムローゼ フェンノートシップ) 1996. 12. 24, 第3図 & EP 734133 A1 & FR 2732178 A1 & US 5796814 A & IL 0117578 A	3-5

第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4(a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1、2 は、各 OFDM 送信回路または各 OFDM 受信回路において、共通の 1 つの搬送波発生部を設ける技術のものである。

請求の範囲 3-5 は、FFT により得られた各キャリア信号に基づいて生成された誤差信号と他方の OFDM 受信回路の復調信号とを用いて異偏波干渉補償信号を生成する技術のものである。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。