

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005年2月3日 (03.02.2005)

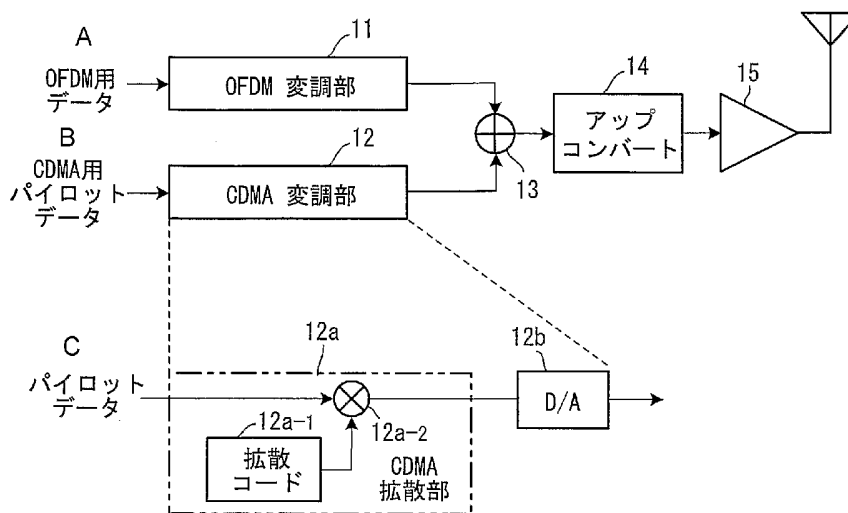
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/011167 A1

- (51) 国際特許分類: H04J 11/00, 13/04 社内 Kanagawa (JP). 清水 昌彦 (SHIMIZU, Masahiko) [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).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009562
- (22) 国際出願日: 2003年7月29日 (29.07.2003) (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14番10号 幸栄パレス202 齋藤特許事務所 Chiba (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, JP, US.
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (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, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (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). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長谷川 剛 (HASEGAWA, Tsuyoshi) [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 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: PILOT MULTIPLEXING METHOD AND TRANSMISSION/RECEPTION DEVICE IN OFDM SYSTEM

(54) 発明の名称: OFDMシステムにおけるパイロット多重方法及び送受信装置



A...DATA FOR OFDM 12...CDMA MODULATOR
 B ...PILOT DATA FOR CDMA 14...UP CONVERT
 C...PILOT DATA 12a-1...SPREAD CODE
 11...OFDM MODULATOR 12a-2...CDMA SPREAD SECTION

(57) Abstract: A pilot multiplexing method in an orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) system. Transmission data is transmitted by an OFDM signal using the OFDM method and pilot data is directly spread so that a spectrum spread signal obtained by the spread and the OFDM signal are transmitted by multiplexing them at the same frequency band and simultaneously or by performing time-division multiplexing. The spectrum spread signal is a CDMA signal obtained by spreading the pilot data by a predetermined spread code.

[続葉有]

WO 2005/011167 A1



(57) 要約: 直交周波数分割多重 (OFDM) システムにおけるパイロット多重方法であり、送信データをOFDM方式によりOFDM信号で送信し、パイロットデータを直接拡散し、拡散により得られたスペクトラム拡散信号とOFDM信号を同一周波数帯域で、かつ、同一時間で重ねて、あるいは、時分割多重して送信する。スペクトラム拡散信号は、パイロットデータを所定の拡散コードで拡散して得られたCDMA信号である。

明 細 書

OFDM システムにおけるパイロット多重方法及び送受信装置

技術分野

本発明は、直交周波数分割多重（OFDM）システムにおけるパイロット多重方法及び送受信装置に係わり、特に、送信データを OFDM 方式により OFDM 信号で送信すると共に、パイロットデータをスペクトラム信号、例えば CDMA 信号で OFDM 信号と同一周波数帯域で送信する OFDM システムにおけるパイロット多重方法及び送受信装置に関する。

背景技術

図 17 は OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)伝送システムにおける OFDM 送信装置の構成図である。ユーザデータ(チャンネルデータ)は直列に所定のビットレートで OFDM 変調部 1 に入力する。シリアル/パラレル変換部 1a は直並列変換により入力データを M ビット並列データ $S_1 \sim S_M$ に、すなわち、サブキャリア $f_1 \sim f_M$ の周波数領域データに変換する。IFFT 演算部 1b は、各周波数領域データ $S_1 \sim S_M$ をサブキャリア $f_1 \sim f_M$ で伝送するものとして該周波数データに IFFT 演算を施し、時間領域の波形データに変換する。GI(ガードインターバル)挿入部 1c は、シンボル間干渉を除去するために、時間領域最後尾データの一部をガードインターバルとして先頭に付加して OFDM シンボルとして出力し、DA 変換器 1d はアナログ信号に変換する。アップコンバータ 2 は、OFDM 変調部 1 から入力する OFDM 変調信号(OFDM 信号)を高周波信号にアップコンバージョンし、送信増幅器 3 は高周波信号を増幅してアンテナより空中に放射する。

図 18 はシリアルパラレル変換説明図であり、1 フレームの送信データの前方にパイロット P が時間多重されている。尚、図 19 に示すようにパイロット P はフレーム内で分散することもできる。1 フレーム当たりパイロット P がたとえば $4 \times M$ シンボル、送信データが $28 \times M$ シンボルであるとする、シリアルパラレル変換部 1a より並列データとして最初の 4 回までパイロットの M シンボルが出力し、以後、並列データとして 28 回送信データの M シンボルが出力する。この結果、1 フレーム期間においてパイロットを全てのサブキャリアに時間多重して 4 回伝送で

き、受信側で該パイロットを用いてはサブキャリア毎にチャンネルを推定してチャンネル補償（フェージング補償）が可能となる。

図 20 はガードインターバル挿入説明図である。ガードインターバル挿入とは、 M 個のサブキャリアサンプル（=1 OFDM シンボル）に応じた IFFT 出力信号を 1 単位とすると、その先頭部に末尾部分をコピーすることである。ガードインターバル GI を挿入することによりマルチパスによる符号間干渉 (ISI: Inter Symbol Interference) の影響を無くすることが可能になる。

図 21 は OFDM 伝送システムにおける OFDM 受信装置の構成図である。ダウンコンバータ 5 は、送信装置より送られてきた高周波信号に周波数変換処理を施し、周波数変換された受信信号は AGC アンプ 6 で AGC 増幅され、AD 変換器 7 でデジタル信号に変換されて OFDM 復調部 8 に入力する。

OFDM 復調部において、シンボルタイミング検出部 8a はガードインターバル (GI) の相関により OFDM シンボルのタイミングを検出する (特許文献 1)。ガードインターバル GI は、図 22(a) に示すようにサンプル数 M 個の OFDM 有効シンボルの先頭部にサンプル数 N_G 個の末尾部分をコピーして作成しているから、1 OFDM 有効シンボル前 (M サンプル前) の受信信号と現受信信号との相関を演算することにより図 22(b) に示すようにガードインターバル GI 部分で相関値が最大となる。この相関値最大となるタイミング t_0 が OFDM シンボル開始タイミングとなる。GI 除去部 8b は、OFDM シンボル開始タイミングに基づいて挿入されているガードインターバルを削除して FFT 演算部 8c に入力する。

FFT 演算部 8c は FFT ウィンドウタイミングで FFT 演算処理を行って時間領域の信号を M 個のサブキャリア信号 (サブキャリアサンプル) $S_1' \sim S_M'$ に変換し、チャンネル推定部 8d は送信側で時間多重されたパイロットを用いてサブキャリア $f_1 \sim f_M$ 毎にチャンネル推定を行い、チャンネル補償部 8e はサブキャリア毎のチャンネル推定値 $CC_1 \sim CC_M$ を FFT 出力に乗算してフェージングの補償を行う。

チャンネル推定部 8d は FFT 部 8c から出力する各パイロットシンボルのサブキャリア成分 $S_1' \sim S_M'$ を複数シンボル分、サブキャリア毎に加算してその平均値により各サブキャリアのチャンネル推定値 $CC_1 \sim CC_M$ を演算する。すなわち、チャンネル推定部 8d は、既知のパイロット信号を用いて各サブキャリアのフェージン

グによる位相の影響 $\exp(j\phi)$ を推定し、チャンネル補償部 8e は送信シンボルのサブキャリア信号成分に $\exp(-j\phi)$ を乗算してフェージングを補償する。

パラレルシリアル変換部 8f はチャンネル補償部 8e でチャンネル補償された並列データ（サブキャリア成分 $S_1' \sim S_M'$ ）を直列データに変換し、図示しないデータ復号部に入力し、送信データを復号する。

チャンネル推定値は既知信号のパイロットシンボルから求めるが、S/N 改善のために数シンボル平均を取ることがある。このときチャンネルの値は時間方向とサブキャリア方向の両方にある程度の相関があることが解っているので、時間とサブキャリアの両方向にまたがる領域で平均を行うことができる。図 23 にフレーム構成の例を示す。この場合、8 OFDM シンボルにまたがり、2 サブキャリアずつ（合計 $2 \times 8 = 16$ で）平均している。以上のようにチャンネル推定値を平均して求める理由は、それぞれのシンボルにノイズが乗っているため、平均することで該ノイズの影響を無くして S/N 比を向上するためである。周波数が近いサブキャリアではあれば、殆どチャンネル値は同じであるから、平均しても何ら問題はない。

以上の OFDM 通信では 1 つのパイロットしか使用できず、複数種類のパイロットを使用したい場合に対応できない。例えば、図 24 に示すように基地局 BS の周囲をセクタ化し、各セクタ SC1~SC3 においてアンテナ AT1~AT3 より指向性ビームを放射する構成においては、セクタ毎の移動局 MS1~MS3 を識別する必要がある。このため、セクタ毎に異なるパイロットを使用する必要があるが、従来の方式では複数種類のパイロットを使用することは不可能であった。

複数種類のパイロット信号を多重する一つの方法として直交コードを使う方法がある（特許文献 2）。この方法は、図 25 に示すように、隣接する $m (= 2)$ 個ずつのサブキャリアを組とし、 $n (= 8)$ 個のパイロットシンボルにおける各組の総計 16 個のサブキャリア成分に図 26 で示す直交コード $K_0 \sim K_{15}$ を乗算する方法である。この方法によれば、直交コード数分のパイロット信号を同じ周波数、同じタイミングで多重することができる。

・従来技術の問題点

従来技術の OFDM 受信機では、初期同期における OFDM シンボルの先頭タイミング検出のためにガードインターバルの相関を用いる。しかし、かかる従来技術

では相関特性が緩慢であるために検出精度を向上させるのが難しい問題がある。又、その検出精度がデータ部の復調性能に影響する問題がある。

そこで、別の従来技術として、親局から CDMA 方式により子局に向けてシンボル同期信号を送信し、子局において、CDMA 復号器は CDMA 受信信号を復号し、OFDM 同期回路は該シンボル同期信号に同期して、OFDM 変調器、高周波変換器を通して OFDM 信号を送信する技術がある(特許文献 3)。この従来技術によれば、タイミングの検出精度を向上することができるが、同期のためにのみ CDMA 送信するものであるためパフォーマンス/コストの点で問題がある。

また、従来技術では直交コードを乗算してパイロットを多重する。しかし、かかる従来技術では、コード全体を受信するまで各パイロットの分離ができない。このため、例えば 1~2 個のパイロットシンボルを受信した段階で瞬時のチャネル推定値が欲しい時に対応できない問題がある。又、16 ビットの直交コード $K_0 \sim K_{15}$ を乗算してパイロットを多重する方法では、最大で 16 個のパイロットしか多重できず、自由度が小さい問題がある。例えば、複数ユーザで多元的に無線通信をする時、各ユーザごとに個別のパイロット信号を使用する場合があるが、かかる場合に対応できない問題がある。

以上より本発明の目的は、フレームや OFDM シンボル等のタイミング検出精度を向上でき、しかもチャネル推定が可能なようにすることである。

本発明の別の目的は、1~2 個のパイロットシンボルの受信で瞬時のチャネル推定が行え、しかも、たくさんのパイロットを多重できるようにすることである。

特許文献 1 PCT/JP01/08488

特許文献 2 PCT/JP02/00059

特許文献 3 特開平 10-210002

発明の開示

OFDM 通信システムにおいて、本発明の送信装置は、送信データを OFDM 方式により OFDM 信号で送信すると共に、パイロットデータを直接拡散し、拡散により得られたスペクトラム信号を OFDM 信号と同一周波数帯域で、かつ、同一時間で重ねて、あるいは、時分割多重して送信する。スペクトラム拡散信号として、

送信装置は、パイロットデータを所定の拡散コードで拡散して得られた CDMA 信号を使用する。

OFDM 通信システムにおいて、本発明の受信装置は、受信信号と送信側拡散コードとの相関を演算して遅延プロファイルを求め、該遅延プロファイルからフレームや OFDM シンボル等のタイミング信号を取得する。

また、本発明の受信装置は、受信信号と送信側拡散コードとの相関を演算して遅延プロファイルを求め、該遅延プロファイル信号を FFT 処理して、OFDM 方式における各サブキャリアのチャンネル推定値を取得する。

以上の態様により、フレームや OFDM シンボル等のタイミング検出精度を向上でき、しかも、チャンネル推定が可能となり、パフォーマンスを向上することができる。又、1～2 個のパイロットシンボルの受信で瞬時のチャンネル推定を行うことが出来る。

別の態様において、本発明の送信装置は、複数のパイロットデータをそれぞれ異なる拡散コードで拡散して得られた複数の CDMA 信号を多重し、該多重 CDMA 信号を OFDM 信号と同一周波数帯域で、かつ、同一時間で重ねて、あるいは、時分割多重して送信する。又、本発明の受信装置は、受信信号と送信側の各拡散コードとの相関を演算してそれぞれ遅延プロファイルを求め、各遅延プロファイル信号を FFT 処理して、パイロット毎に OFDM 方式における各サブキャリアのチャンネル推定値を取得する。

以上の本発明の態様により、1～2 個のパイロットシンボルの受信で瞬時のチャンネル推定が行え、しかも、十分に長い拡散コードを使用できるため、多数のパイロットを多重することができる

また、本発明の送信装置は、OFDM 信号及び CDMA 信号のそれぞれにガードインターバルを挿入し、シンボル間干渉を除去する。

また、本発明の受信装置は、各パイロットのレプリカ信号を発生し、着目パイロット以外のパイロットのレプリカ信号を受信信号から減算して着目パイロットのチャンネル推定を行う。このようにすれば、干渉キャンセラを利用して受信感度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は第 1 実施例の OFDM システムにおける送信装置の構成図である。

図 2 は OFDM システムにおける受信装置の構成図である。

図 3 はフレーム構成例 (OFDM 信号と CDMA 信号の信号電力の時間変動例) である。

図 4 は第 2 実施例の OFDM システムにおける送信装置の構成図である。

図 5 は OFDM システムにおける受信装置の構成図である。

図 6 はフレーム構成例 (OFDM 信号と CDMA 信号の信号電力の時間変動例) である。

図 7 は OFDM フレームタイミングを検出するタイミング検出ユニットの構成図(図 7(A))および OFDM の各サブキャリアのチャンネル推定値を演算するチャンネル推定ユニットの構成図(図 7(B))である。

図 8 は遅延プロファイル説明図である。

図 9 は各サブキャリアのチャンネル推定値算出の原理説明図である。

図 10 は第 4 実施例の CDMA 変調部の構成図である。

図 11 は 3 つの CDMA パイロット信号を多重し、該多重された CDMA パイロット信号を OFDM 信号と時分割多重して送信する様子を示す図である。

図 12 は CDMA 信号へのガードインターバル挿入説明図である。

図 13 は第 5 実施例の CDMA 変調部の構成図である。

図 14 は非希望信号を干渉信号として除去する第 6 実施例の干渉キャンセラの構成図である。

図 15 はパイロットレプリカ発生部のチャンネル推定部の構成図である。

図 16 は直接波のみ考慮してチャンネル推定する場合の干渉キャンセラの構成図である。

図 17 は OFDM 通信における送信装置の構成図である。

図 18 はシリアルパラレル変換説明図である。

図 19 はパイロットの分散配置説明図である。

図 20 はガードインターバル挿入説明図である。

図 21 は OFDM 通信における受信装置の構成図である。

図 2 2 は従来のタイミング検出法説明図である。

図 2 3 は従来のパイロット検出説明図である。

図 2 4 は基地局の周囲をセクタ化した場合の説明図である。

図 2 5 は複数種類のパイロット信号を多重する方法の説明図である。

図 2 6 は複数種類のパイロット信号を多重するために使用する直交コードの説明図である。

発明を実施するための最良の形態

(A) 第 1 実施例

図 1 は第 1 実施例の OFDM システムにおける送信装置の構成図、図 2 は OFDM システムにおける受信装置の構成図、図 3 はフレーム構成例である。

図 1 の送信装置において、OFDM 変調部 11 は図 17 の OFDM 変調部 1 と同一の構成を備え、所定ビットレートで入力する送信データを OFDM 変調して出力する。CDMA 変調部 12 は、CDMA 拡散部 12a と DA 変換器 12b を備え、送信データと同一ビットレートで入力するパイロットデータをパイロット用の拡散コードで拡散して出力する。CDMA 拡散部 12a において、拡散コード発生部 12a-1 はパイロット用の拡散コードを発生し、乗算部 12a-2 はパイロットデータに拡散コードを乗算して直接拡散し、DA 変換器 12b は乗算結果をアナログ信号に変換する。CDMA 拡散部 12a における拡散コードは 512 ビットで構成され、拡散率は例えば 512 である。合成部 13 は OFDM 変調部 11 から出力する OFDM 信号と CDMA 変調部 12 から出力する CDMA 信号を同一周波数帯域で、かつ同一時間で合成して出力し、アップコンバータ 14 は合成信号を高周波信号にアップし、送信増幅器 15 は高周波信号を増幅してアンテナより送信する。図 3 から明らかなようにパイロットデータは常時送信データに重ねられて送信される。

図 21 の受信装置において、ダウンコンバータ 21 は、送信装置より送られてきた高周波信号に周波数変換処理を施し、AGC アンプ 22 は周波数変換された受信信号を AGC 増幅し、AD 変換器 23 は受信信号をデジタル信号に変換して OFDM 復調部 24 と CDMA 復調部 25 に入力する。OFDM 復調部 24 は図 21 に示した OFDM 復調部 8 と同一の構成を備え、受信信号に FFT 処理を施し、チャンネル推定

／チャンネル補償して得られた各サブキャリアデータ(Mビット並列データ)を直列データに変換して送信データを復調する。CDMA復調部25は受信信号に送信装置のパイロット用の拡散コードと同一のコードを乗算して逆拡散し、パイロットデータを復調する。

図3は、OFDM信号とCDMA信号の信号電力の時間変動例である。OFDM信号とCDMA信号はお互いに干渉信号となるが、CDMA信号の拡散比を十分大きくすることでお互いの干渉を十分小さくすることができる。例えば拡散比を512にすることで、CDMA信号電力はOFDM信号電力に対して1/512程度にすることができ、それによりOFDM信号への干渉を小さくできる。

(B)第2実施例

図4は第2実施例のOFDMシステムにおける送信装置の構成図、図5はOFDMシステムにおける受信装置の構成図、図6はフレーム構成例である。

図4の送信装置において、第1実施例の送信装置と異なる点は、

①合成部13がマルチプレクサ31に変更された点、

②OFDM変調部11とCDMA変調部12に図6に示すタイミングで送信データDT、パイロットデータPが入力する点、

③マルチプレクサ31が図6に示すタイミングで時分割的にCDMA信号とOFDM信号を選択して出力する点、

である。すなわち、図4の送信装置では、独立に設けられたOFDM変調部11とCDMA変調部12は独自のタイミングでOFDM変調、CDMA変調して得られた同一周波数帯域のOFDM信号とCDMA信号をそれぞれマルチプレクサ31に入力し、マルチプレクサ31は入力されたOFDM信号とCDMA信号を時間多重して出力する。アップコンバータ14は時分割で入力する信号を高周波信号にアップし、送信増幅器15は高周波信号を増幅してアンテナより送信する。

図5の受信装置において、第1実施例の受信装置と異なる点は、

①AD変換器23の後段にデマルチプレクサ32を設けている点、

②デマルチプレクサ32はAD変換器23から入力する時間多重信号をOFDM信号とCDMA信号に分離し、OFDM信号をOFDM復調部24に入力し、CDMA信号をCDMA復調部25にそれぞれ入力する点、

③OFDM 復調部 24 は入力された OFDM 信号に OFDM 復調処理を施して送信データを復調して出力し、CDMA 復調部 24 は入力された CDMA 信号に CDMA 復調処理を施してパイロットを復調して出力する点、

である。

第 2 実施例によれば、図 6 より明らかなように、OFDM 信号と CDMA 信号の干渉を無くすることができる。

(C) 第 3 実施例

図 7(A) は受信装置において、OFDM フレームタイミングや OFDM シンボルタイミングを検出するタイミング検出ユニットの構成図である。

送信装置は、第 1 実施例、第 2 実施例のいずれかの構成により OFDM 信号及び CDMA 信号を送信すると共に、CDMA 信号は特定のタイミング(例えばフレームタイミング)で既知のパイロットデータを既知のタイミング用の拡散コードで拡散することにより発生して送信する。

受信装置のタイミング検出ユニットにおけるマッチトフィルタ 41 は、A/D 変換された受信信号に前記送信側の既知のタイミング用拡散コードを乗算して相関演算を行い、平均化部 42 は複数の相関演算結果を用いて各時刻 t_j における相関の平均 X_j を演算し、電力計算部 43 は各時刻の相関値 X_j の電力を計算して図 8 に示す遅延プロファイルを発生する。タイミング検出部 44 は遅延プロファイルより電力の最大ピーク時刻 t_0 をフレームタイミング、OFDM シンボルタイミングとして決定する。

図 7(B) は OFDM の各サブキャリアのチャンネル推定値を演算するチャンネル推定ユニットの構成図である。図 9 に示すように、OFDM の各サブキャリアのチャンネル推定値 $CC_0 \sim CC_{511}$ に IFFT 演算を施すと遅延プロファイル(インパルス応答の周波数特性)が得られることが知られている。逆に、遅延プロファイルに FFT 演算処理を行えば各サブキャリアのチャンネル推定値 $CC_0 \sim CC_{511}$ が得られる。

そこで、図 7(B)のチャンネル推定ユニットにおいて、マッチトフィルタ 51 は、A/D 変換された受信信号に既知の拡散コードを乗算して相関演算を行い、平均化部 52 は複数の相関演算結果を用いて各時刻 t_j における相関の平均 X_j を演算して遅延プロファイルを出力し、FFT 演算部 53 は該遅延プロファイルに FFT 演算処

理を施して各サブキャリア $f_0 \sim f_{511}$ のチャネル推定値 $CC_0 \sim CC_{511}$ を出力する。

(D)第4実施例

図10は第4実施例のCDMA変調部の構成図であり、図1、図4のCDMA変調部12に置き換えて使用する。

第4実施例のCDMA変調部12は、CDMA拡散部12a'とDA変換器12bを備えている。CDMA拡散部12a'は、複数のパイロットデータ $P_1 \sim P_n$ を互いに直交する拡散コード $SC_1 \sim SC_n$ で拡散する第1～第n拡散部 $61-1 \sim 61-n$ と各拡散部から出力する拡散データ(CDMA信号)を多重してDA変換器12bに入力する合成部62を有している。第1～第n拡散部 $61-1 \sim 61-n$ は、拡散コード $SC_1 \sim SC_n$ を発生する拡散コード発生部 $61a_1 \sim 61a_n$ 、パイロットデータ $P_1 \sim P_n$ に拡散コード $SC_1 \sim SC_n$ を乗算する乗算部 $61b_1 \sim 61b_n$ を有している。

第4実施例では、複数のパイロットデータ $P_1 \sim P_n$ を直交する拡散コード $SC_1 \sim SC_n$ で拡散して得られるCDMAパイロット信号を多重し、多重されたCDMAパイロット信号をOFDM変調部11(図1、図4)から発生するOFDM信号と時間的に重ねて、あるいは時分割多重して送信する。

図11は3つのCDMAパイロット信号を多重し、該多重されたCDMAパイロット信号をOFDM信号と時分割多重して送信する様子を表わしている。拡散コードを512ビットとすれば、従来技術に比べて遥かに多くのパイロットを多重し、受信側で分離することが可能となる。

(E)第5実施例

OFDMではよく知られているように、OFDMシンボルに図12(A)に示すようなガードインターバルGIを挿入することで、マルチパス伝播環境における隣接シンボルからの干渉を低減している。すなわち、マルチパス伝播環境により入り込んでくる隣接シンボル信号を避けてOFDMシンボルを切り出すことにより、隣接シンボルからの干渉を低減している。そこで、図12(B)に示すようにCDMA信号に対しても同様のガードインターバルGI'を挿入する。これにより、隣接シンボル信号を避けてCDMAシンボルを切り出すことができ、チャネル推定精度を向上させることが出来る。

図13は第5実施例のCDMA変調部の構成図であり、図1、図4のCDMA変調

部 12 の代わりに使用する。図 1 の CDMA 変調部 12 と異なる点は CDMA 拡散部 12a と DA 変換器 12b の間にガードインターバル挿入部 12c を有している点である。

(F)第 6 実施例

CDMA 受信機では干渉キャンセラを利用して受信感度を向上させる方法がよく知られている。干渉キャンセラは受信信号に含まれる希望信号以外の複数チャネルを復調し、その希望信号以外の復調結果から干渉信号波形を再構成し、受信信号から減ずることにより、希望信号を出力することにより干渉信号を低減させる方式である。

図 14 は非希望信号を干渉信号として除去する第 6 実施例の干渉キャンセラの構成図であり、第 1 拡散コードで拡散したパイロット信号を希望信号、第 2～第 N 拡散コードで拡散したパイロット信号を非希望信号とした例である。なお、送信装置より、OFDM 信号と CDMA 信号は第 2 実施例(図 4 参照)のように時分割で送られてくるものとし、また、N 個のパイロットのうち 1 つはタイミングを示すものである。

パスサーチ部 71 は受信信号とタイミング識別用の拡散コードの相関を演算してマルチパスの各パスのタイミング(遅延時間) $t_1 \sim t_M$ を検出し、これら $t_1 \sim t_M$ をパス毎に設けられた第 2～第 N パイロットレプリカ発生部 $72a_1 \sim 72N_1, \dots, 72a_M \sim 72N_M$ のチャンネル推定部 81 に入力する。各パイロットレプリカ発生部のチャンネル推定部 81 は図 15 に示す構成を備えており、第 j パスの第 i 拡散コード発生部 81a は第 i 拡散コード CD_i を発生し、逆拡散部 81b は対応する第 j パスの検出タイミング t_j でデジタルの受信信号(AD サンプル)に第 i 拡散コード CD_i を乗算して逆拡散し、平均化部 81c は逆拡散出力を平均化する。平均化出力信号は第 j パスの第 i パイロット信号のチャンネル推定値である。

乗算部 82 はチャンネル推定値に第 i 拡散コード発生部 83 から出力する第 i 拡散コードを乗算し、遅延調整部 84 は対応するパスタイミング応じた遅延時間分、遅延して演算部 73j ($j = a \sim N$) に入力する。演算部 73j ($j = a \sim N$) は、第 j パスの第 2～第 N パイロットレプリカ発生部 $72a_j \sim 72N_j$ から発生する非希望信号を合成し、演算部 74 は各演算部 73j ($j = a \sim N$) の出力信号を合成して非希

望信号を出力し、演算部 75 は、デジタルの受信信号から非希望信号（干渉信号）を減ずることにより、第 1 パイロット信号のチャネル推定信号を出力する。同様に他のパイロット信号のチャネル推定値を出力することができる。

以上では、マルチパスの各パスを考慮した場合であるが、図 16 に示すように直接波のみ考慮してチャネル推定するように構成することもできる。

・本発明の効果

以上、本発明によれば、フレームや OFDM シンボル等のタイミング検出精度を向上でき、しかも、チャネル推定が可能となり、パフォーマンスを向上することができる。又、1～2 個のパイロットシンボルの受信で瞬時のチャネル推定を行うことができる。

本発明によれば、1～2 個のパイロットシンボルの受信で瞬時のチャネル推定が行え、しかも、十分に長い拡散コードを使用できるため、多数のパイロットを多重することができる

本発明によれば、OFDM 信号及び CDMA 信号のそれぞれにガードインターバルを挿入し、シンボル間干渉を除去することができる

本発明によれば、各パイロットのレプリカ信号を発生し、着目パイロット以外のパイロットのレプリカ信号を受信信号から減算して着目パイロットのチャネル推定を行うようにしたから、干渉キャンセラを利用して受信感度を向上させることができる。

請求の範囲

1. 直交周波数分割多重 (OFDM) システムにおけるパイロット多重方法において、

送信データを OFDM 方式により OFDM 信号で送信し、

パイロットデータを直接拡散し、

拡散により得られたスペクトラム信号と前記 OFDM 信号を同一周波数帯域で、かつ同一時間で重ねて送信する、

ことを特徴とする OFDM システムにおけるパイロット多重方法。

2. 直交周波数分割多重 (OFDM) システムにおけるパイロット多重方法において、

送信データを OFDM 方式により OFDM 信号で送信し、

パイロットデータを直接拡散し、

拡散により得られたスペクトラム信号と前記 OFDM 信号を同一周波数帯域で、かつ、時分割多重して送信する、

ことを特徴とする OFDM システムにおけるパイロット多重方法。

3. 前記スペクトラム拡散信号は、パイロットデータを所定の拡散コードで拡散して得られた CDMA 信号である、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の OFDM システムにおけるパイロット多重方法。

4. 受信信号と前記拡散コードの相関を演算して遅延プロファイルを求め、

該遅延プロファイルからタイミング信号を取得する、

ことを特徴とする請求項 3 記載の OFDM システムにおけるパイロット多重方法。

5. 受信信号と前記拡散コードの相関を演算して遅延プロファイルを求め、

該遅延プロファイル信号を FFT 処理して、OFDM 方式における各サブキャリアのチャンネル推定値を取得する、

ことを特徴とする請求項 3 記載の OFDM システムにおけるパイロット多重方法。

6. 複数のパイロットデータをそれぞれ異なる拡散コードで拡散して得られた

複数の CDMA 信号を多重し、

該多重 CDMA 信号を前記 OFDM 信号と同一周波数帯域で送信する、
ことを特徴とする請求項 3 記載の OFDM システムにおけるパイロット多重方法。

7. 受信信号と前記各拡散コードの相関を演算してそれぞれ遅延プロファイル
を求め、

各遅延プロファイル信号を FFT 処理して、パイロット毎に OFDM 方式における
各サブキャリアのチャンネル推定値を取得する、

ことを特徴とする請求項 6 記載の OFDM システムにおけるパイロット多重方法。

8. OFDM 信号及び CDMA 信号のそれぞれにガードインターバルを挿入する
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の OFDM システムにおけるパイロット
多重方法。

9. 各パイロットのレプリカ信号を発生し、
着目パイロット以外のパイロットのレプリカ信号を受信信号から減算して着目
パイロットのチャンネル推定を行う、

ことを特徴とする請求項 6 記載の OFDM システムにおけるパイロット多重方法。

10. 直交周波数分割多重 (OFDM) システムにおける OFDM 送信装置において、

送信データを OFDM 変調して OFDM 信号を出力する OFDM 変調部、
パイロットデータを所定の拡散コードで拡散変調して CDMA 信号を出力する
CDMA 変調部、

各変調部から出力する OFDM 信号と CDMA 変調信号を同一周波数帯域で、か
つ同一時間で重ねて送信する送信部、

を備えたことを特徴とする OFDM システムにおける送信装置。

11. 直交周波数分割多重 (OFDM) システムにおける OFDM 送信装置において、

送信データを OFDM 変調して OFDM 信号を出力する OFDM 変調部、

パイロットデータを所定の拡散コードで拡散変調して CDMA 信号を出力する CDMA 変調部、

各変調部から出力する OFDM 信号と CDMA 変調信号を同一周波数帯域で、かつ、時分割多重して送信する送信部、

を備えたことを特徴とする OFDM システムにおける送信装置。

1 2. 複数のパイロットデータをそれぞれ異なる拡散コードで拡散して得られた複数の CDMA 信号を多重する手段、

を備え、前記送信部は、該多重 CDMA 信号を前記 OFDM 信号と同一周波数帯域で送信することを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 記載の OFDM システムにおける送信装置。

1 3. OFDM 信号及び CDMA 信号のそれぞれにガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入部、

を有することを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 記載の OFDM システムにおける送信装置。

1 4. 送信データを OFDM 方式により OFDM 信号で送信すると共に、パイロットデータを所定の拡散コードで拡散して得られた CDMA 信号で該 OFDM 信号と同一周波数帯域で送信する直交周波数分割多重 (OFDM) システムにおける OFDM 受信装置において、

送信装置より送られてきた前記各信号を受信する受信部、

受信信号に FFT 処理を施して送信データを復調する OFDM 復調部、

受信信号と送信側拡散コードとの相関を演算して遅延プロファイルを取得する遅延プロファイル取得部、

該遅延プロファイルからタイミング信号を取得するタイミング取得部、

を備え、前記 OFDM 復調部は取得されたタイミングに基づいて処理を実行することを特徴とする OFDM システムにおける受信装置。

1 5. 送信データを OFDM 方式により OFDM 信号で送信すると共に、パイロットデータを所定の拡散コードで拡散して得られた CDMA 信号で該 OFDM 信号と同一周波数帯域で送信する直交周波数分割多重 (OFDM) システムにおける OFDM 受信装置において、

送信装置より送られてきた前記各信号を受信する受信部、
受信信号に FFT 処理を施して送信データを復調する OFDM 復調部、
受信信号と送信側の拡散コードとの相関を演算して遅延プロファイルを取得する遅延プロファイル取得部、

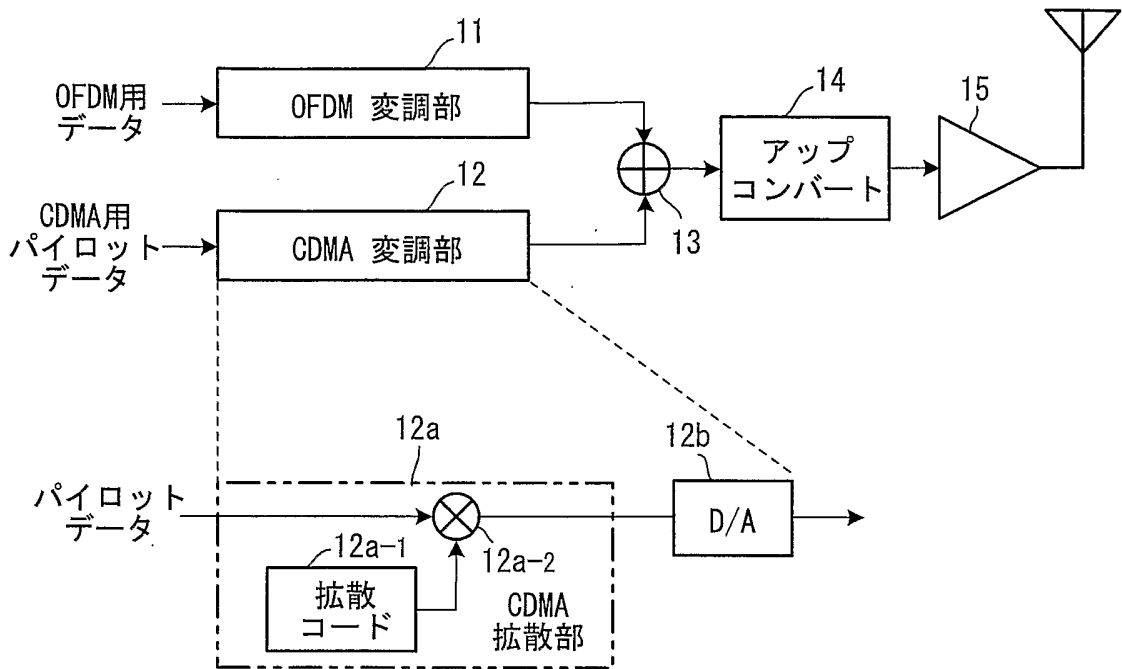
該遅延プロファイル信号を FFT 処理して、OFDM 方式における各サブキャリアのチャンネル推定値を取得する FFT 演算部、

前記 OFDM 復調部は該チャンネル推定値に基づいてチャンネル補償を行うことを特徴とする OFDM システムにおける受信装置。

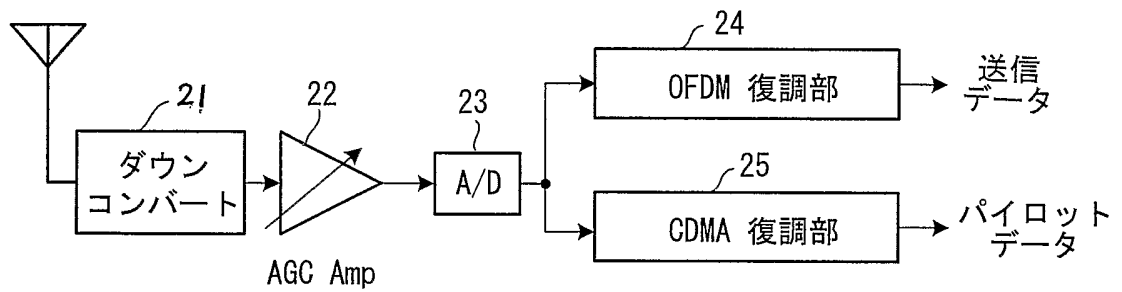
16. 送信データを OFDM 方式により OFDM 信号で送信すると共に、パイロットデータを所定の拡散コードで拡散し、得られた CDMA 信号を該 OFDM 信号と同一周波数帯域で、かつ、時分割で送信する直交周波数分割多重 (OFDM) システムにおける OFDM 受信装置において、

送信装置より送られてきた前記各信号を受信する受信部、
各パイロットのレプリカ信号を発生するレプリカ発生部
受信した CDMA 信号より着目パイロット以外のパイロットのレプリカ信号を減算して着目パイロットのチャンネル推定を行うチャンネル推定部、
を備えたことを特徴とする OFDM システムにおける受信装置。

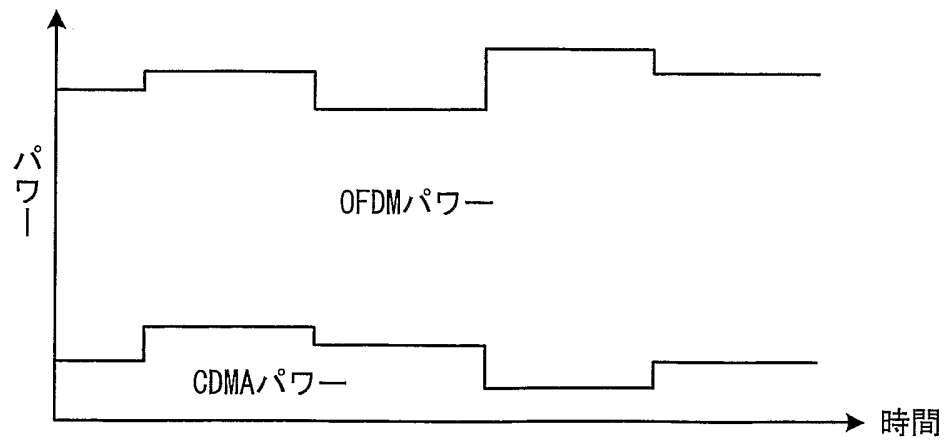
1/15
第 1 図



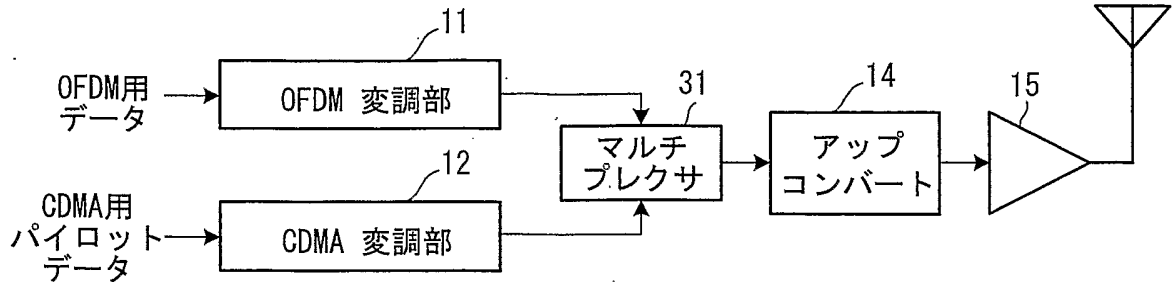
第 2 図



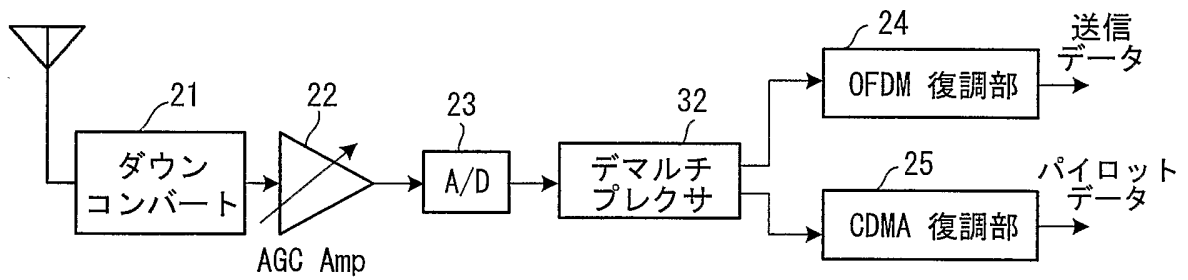
第 3 図



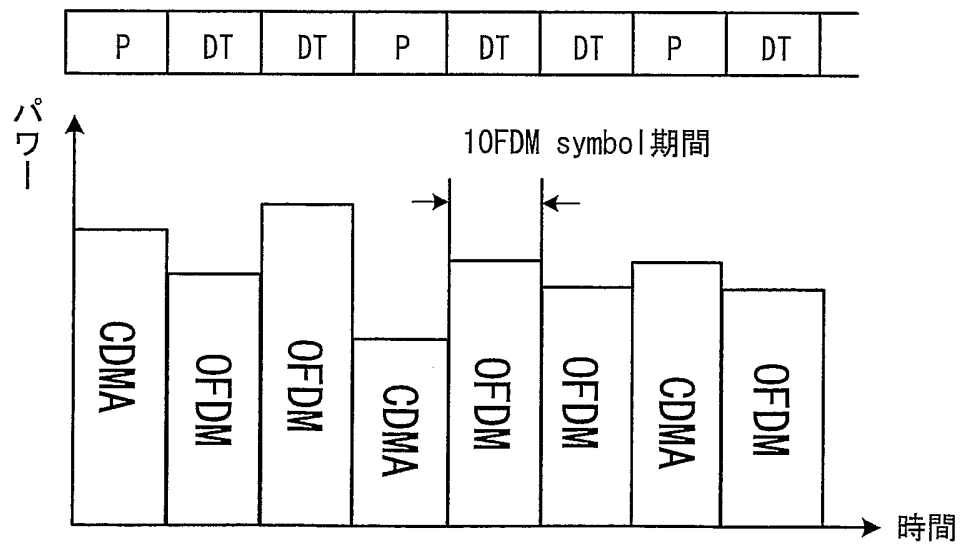
2/15
第 4 図

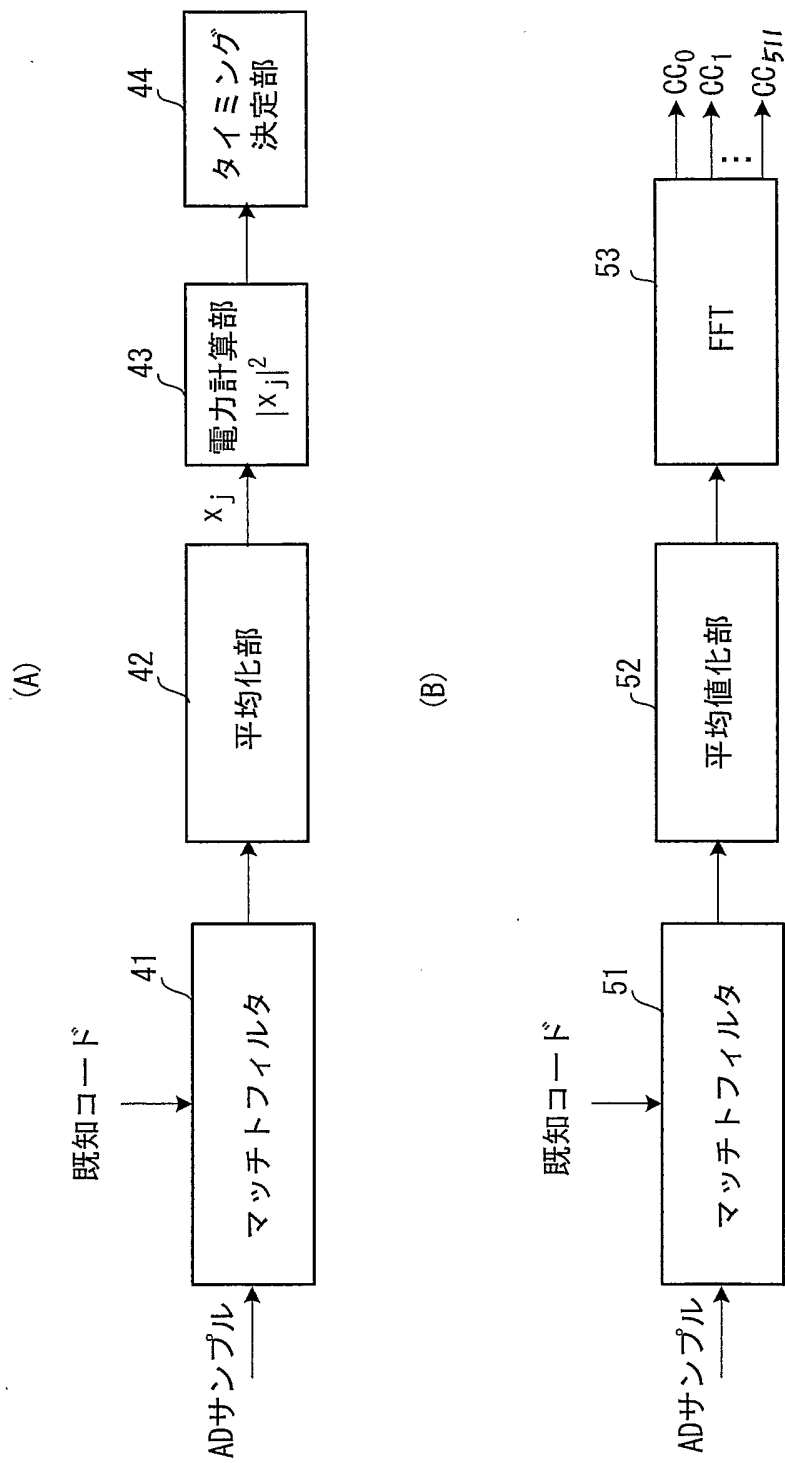


第 5 図



第 6 図



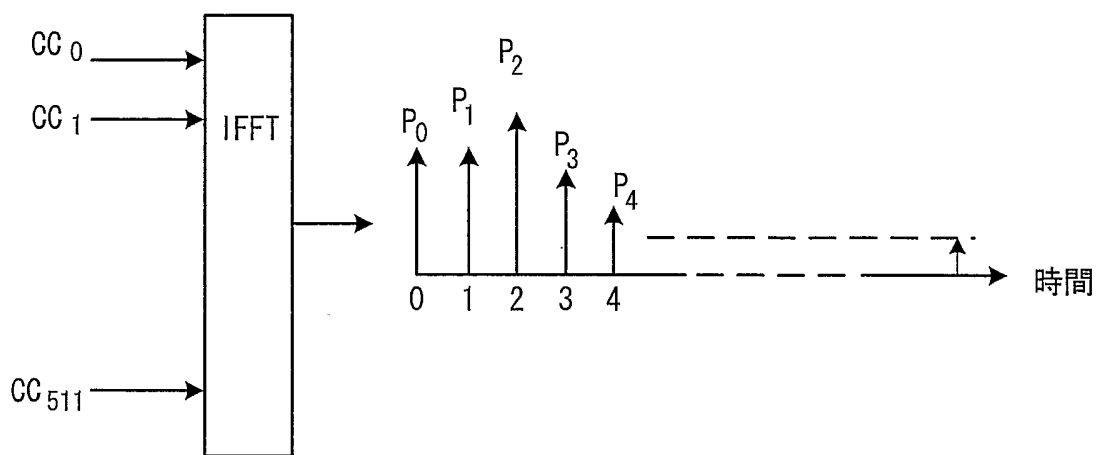


4/15

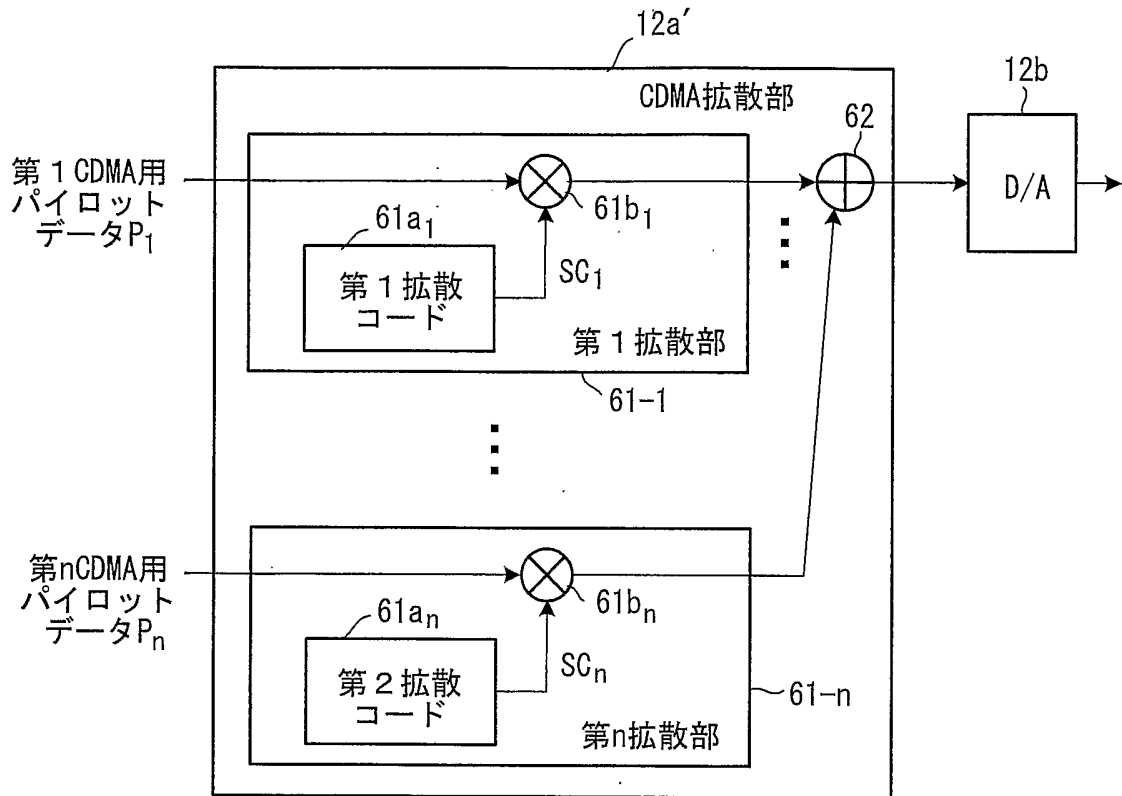
第 8 図



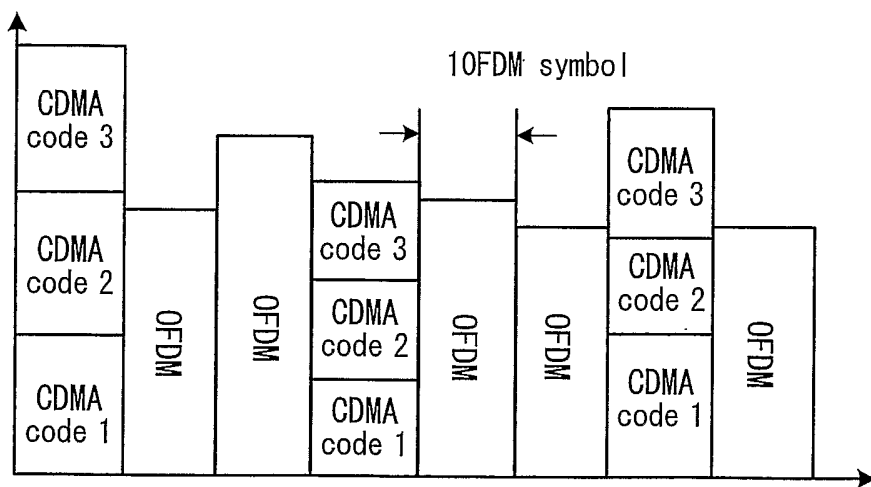
第 9 図



5/15
第 10 図

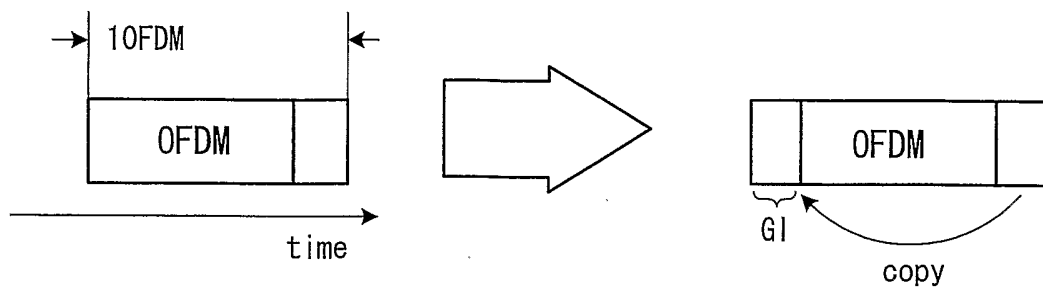


第 11 図

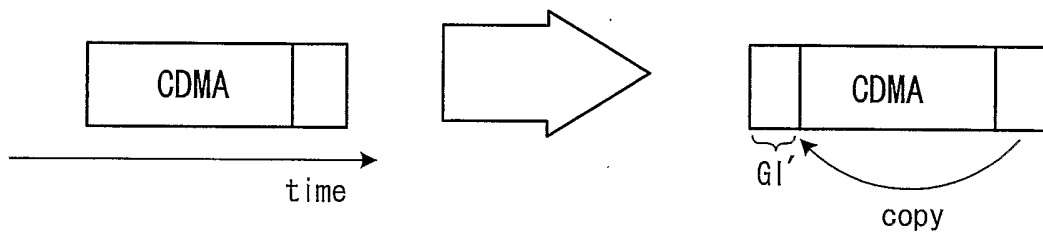


6/15
第 1 2 図

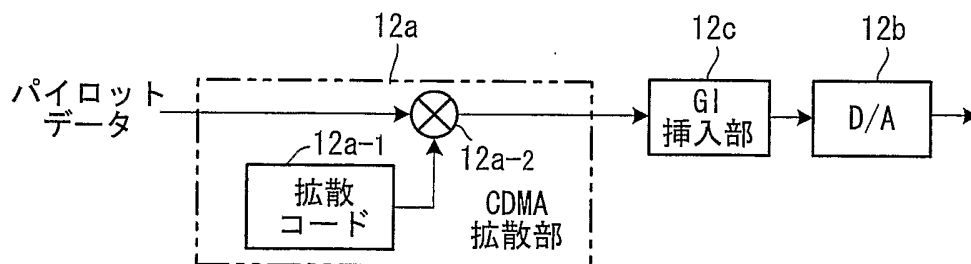
(A)



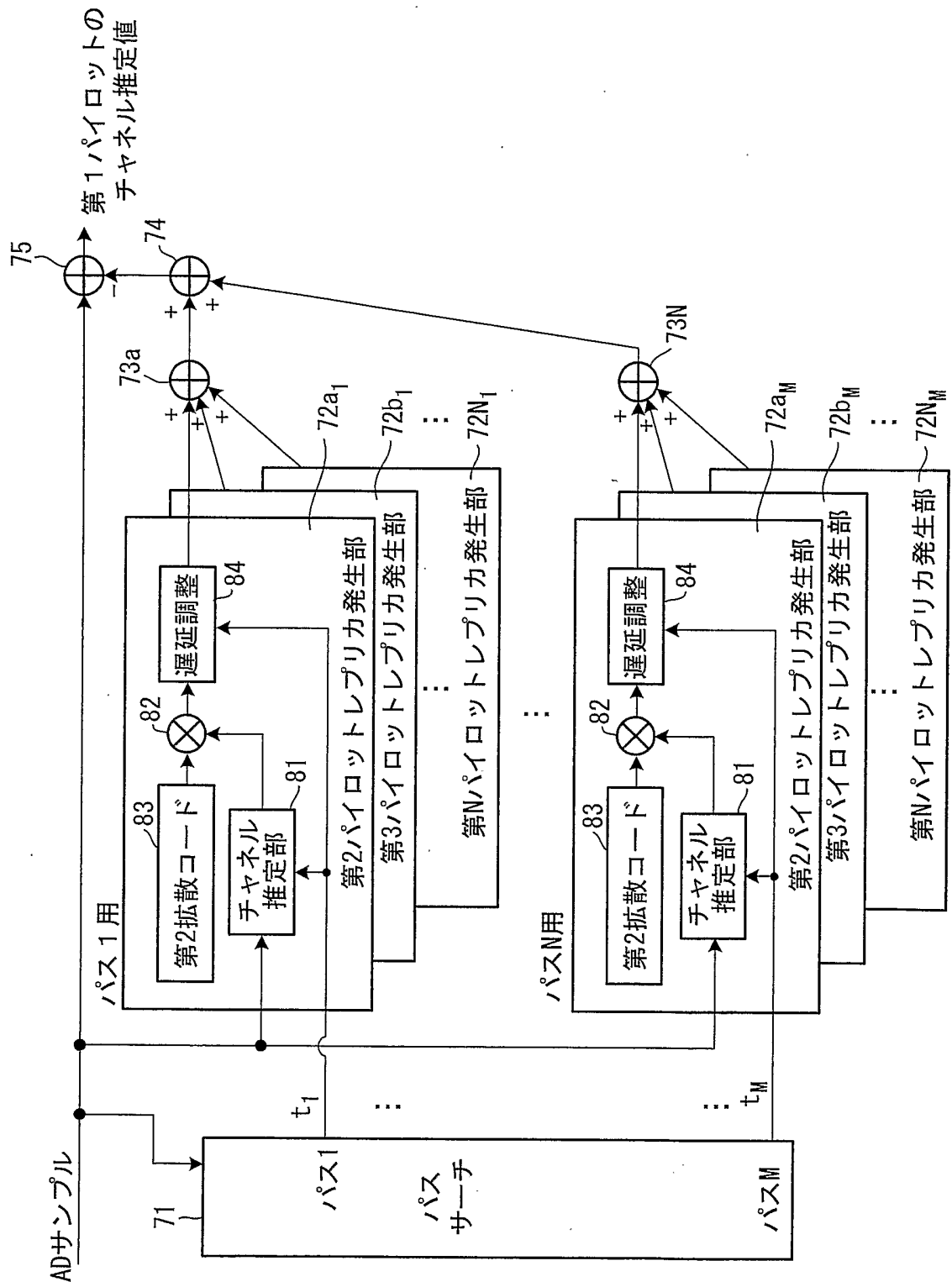
(B)



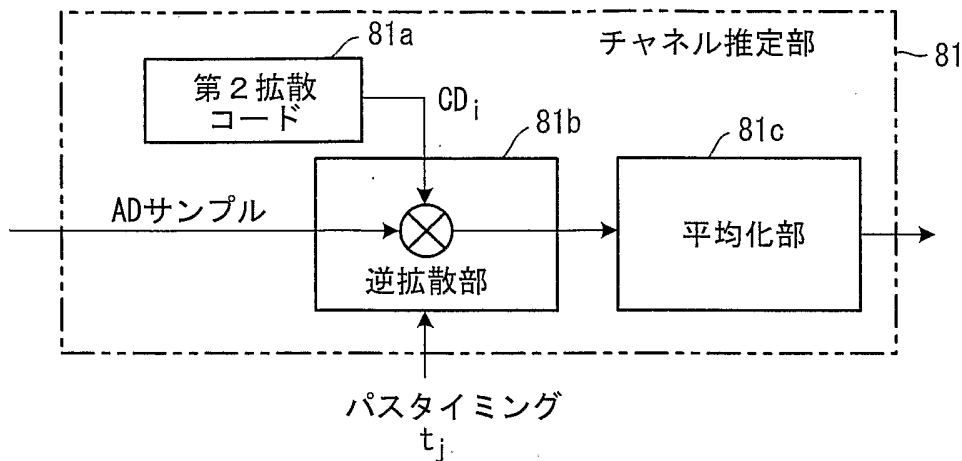
第 1 3 図

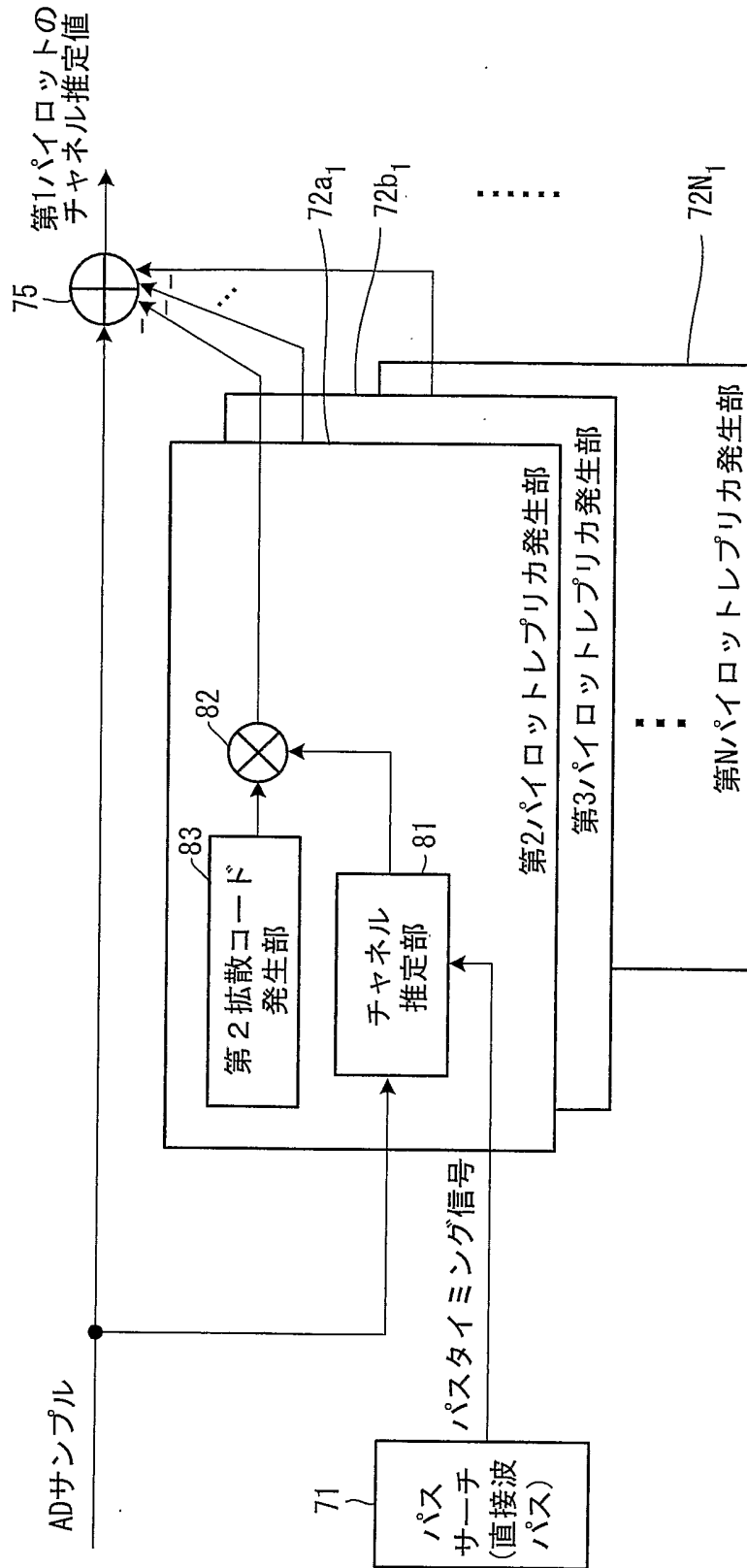


7/15
第 14 図

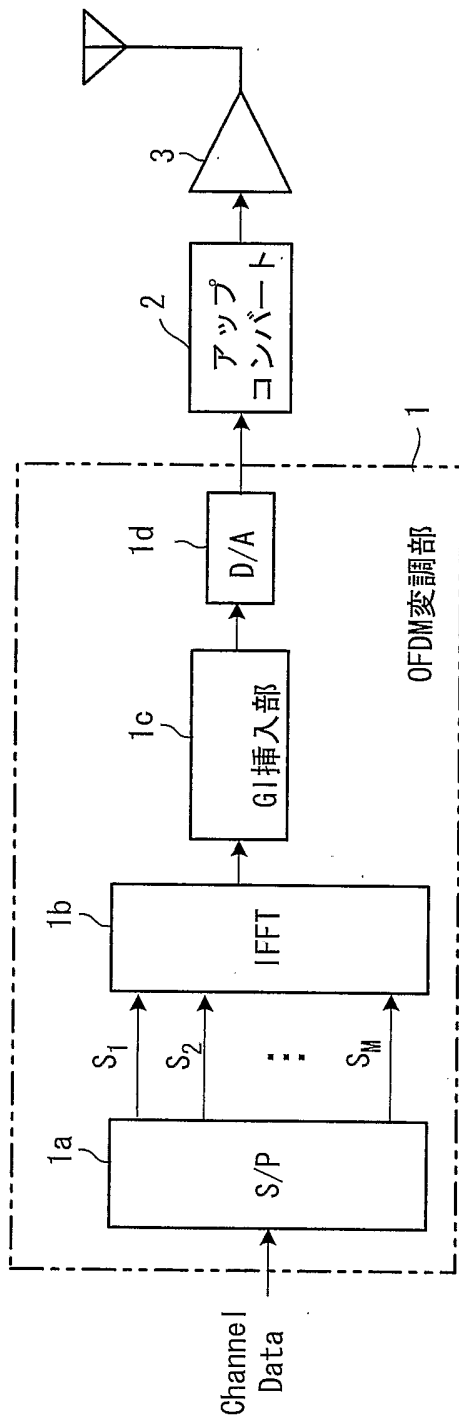


8/15
第 15 図

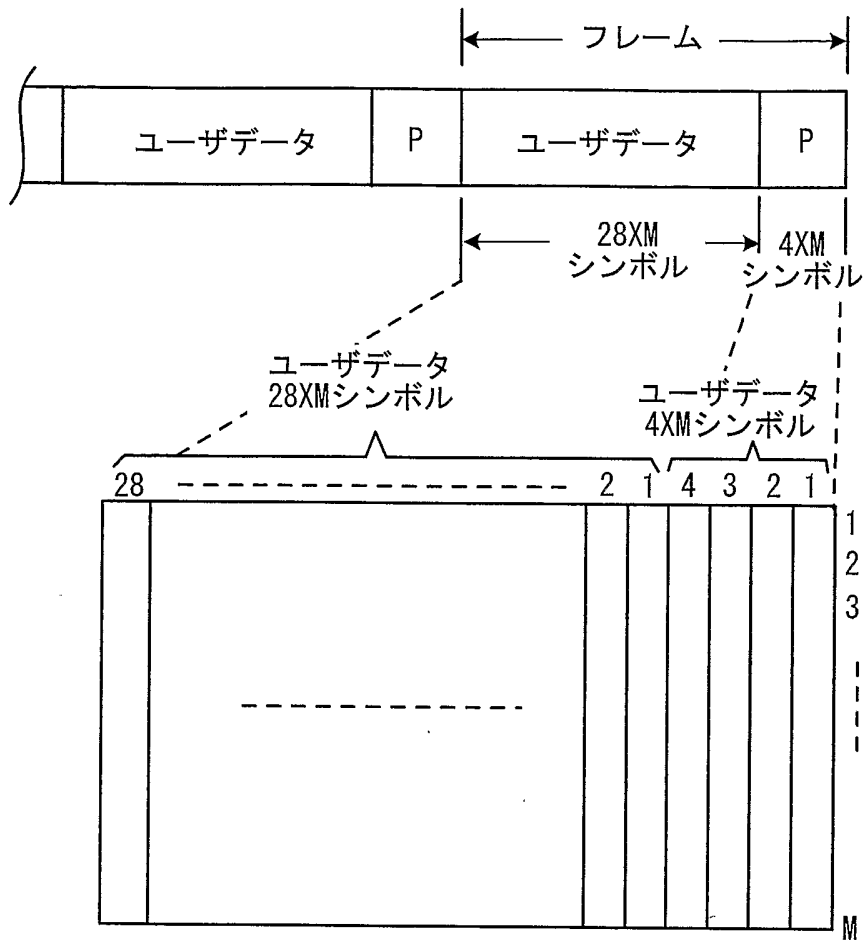




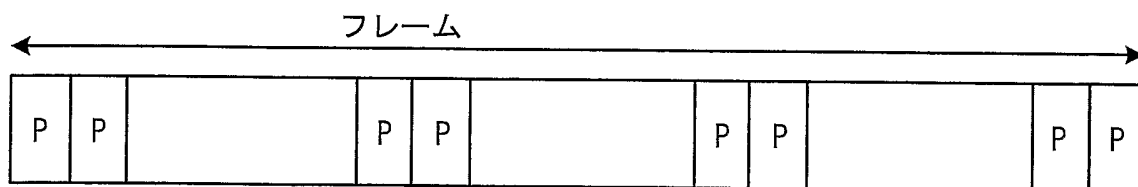
10/15
第 17 図

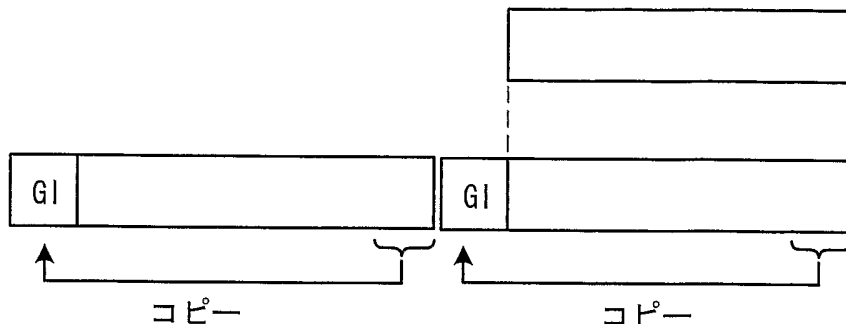


11/15
第 18 図

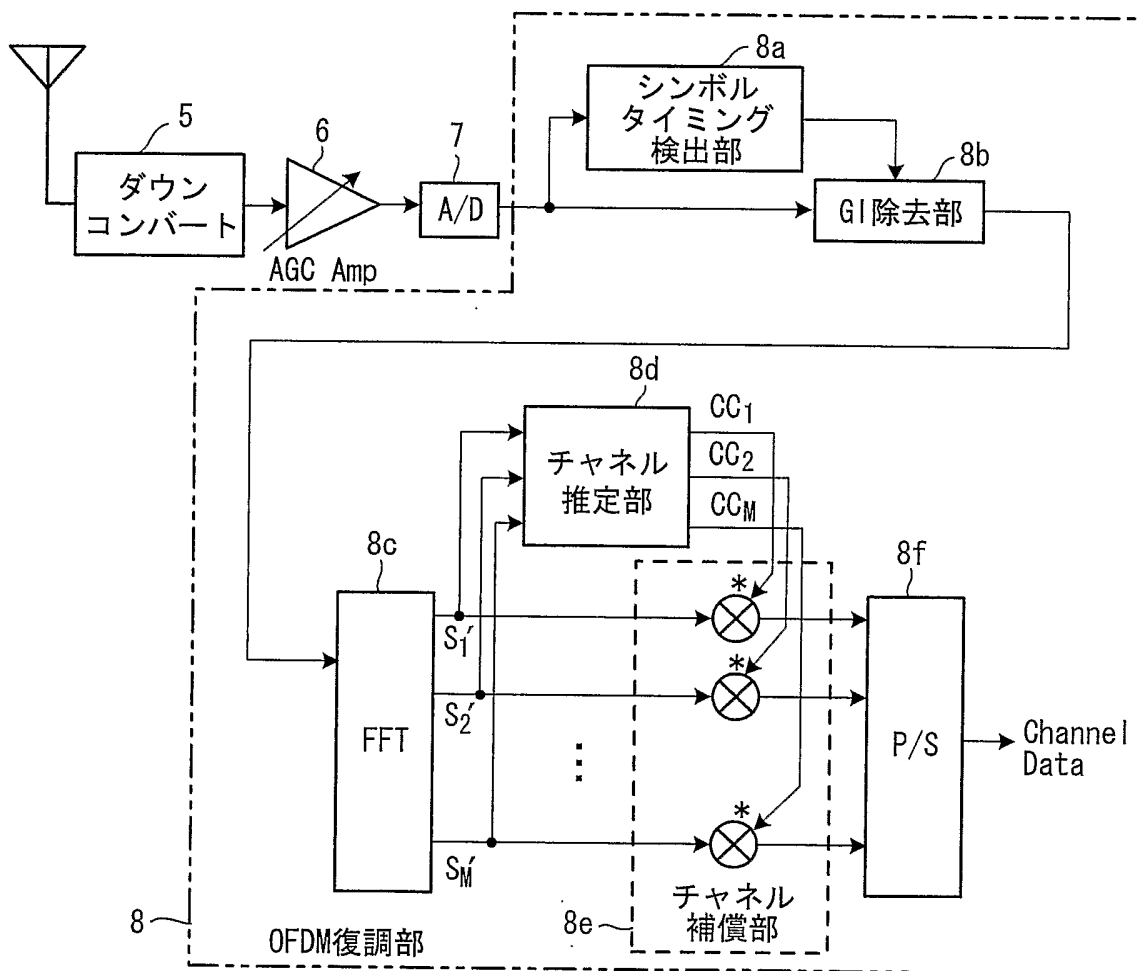


第 19 図

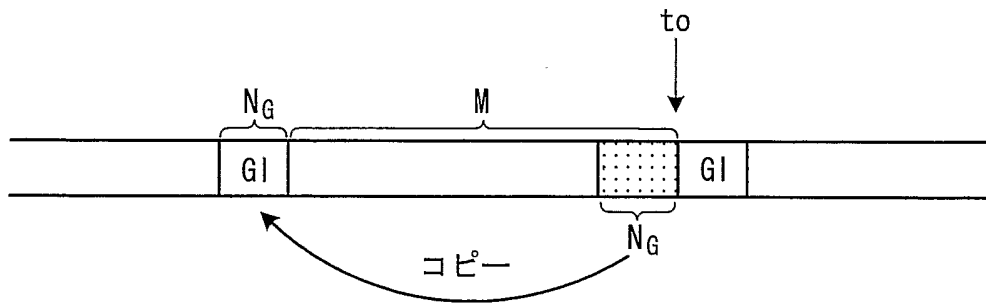




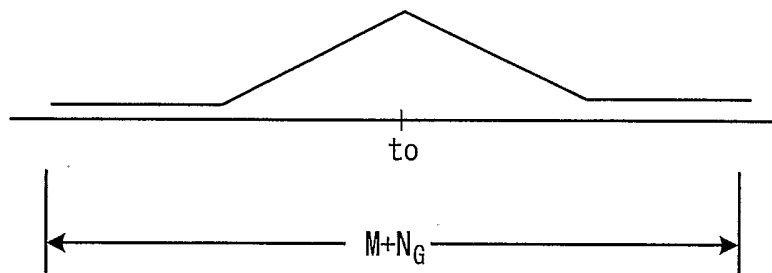
第 21 図



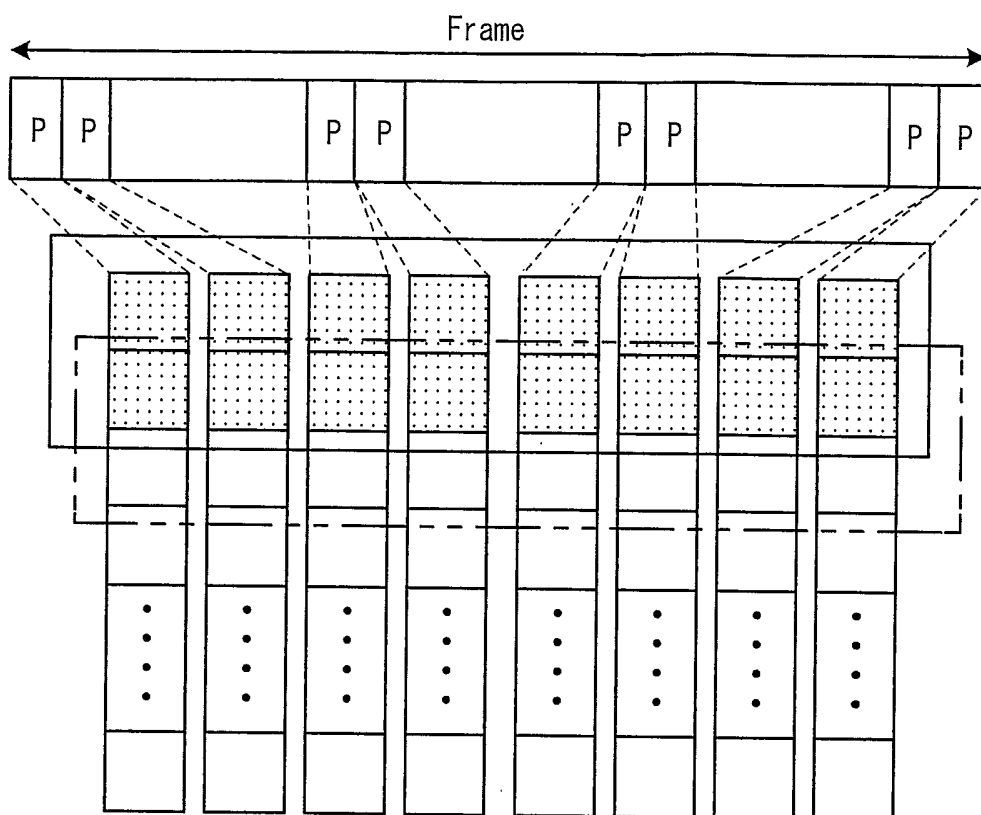
(a)



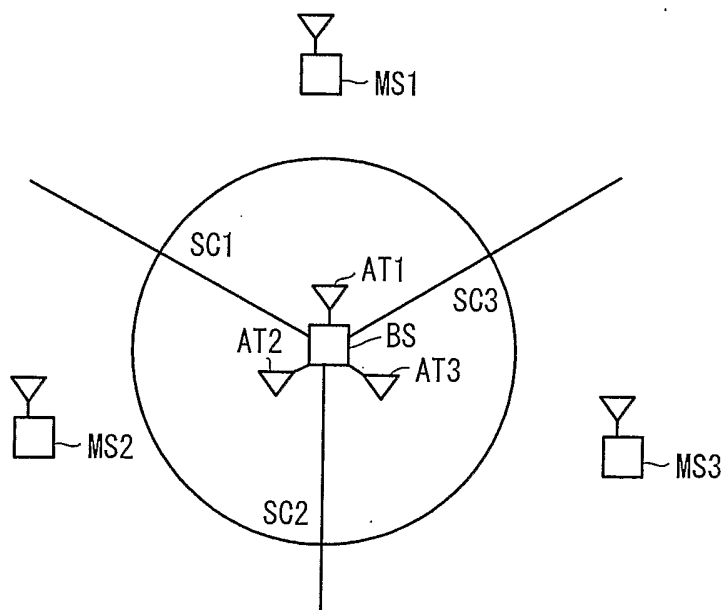
(b)



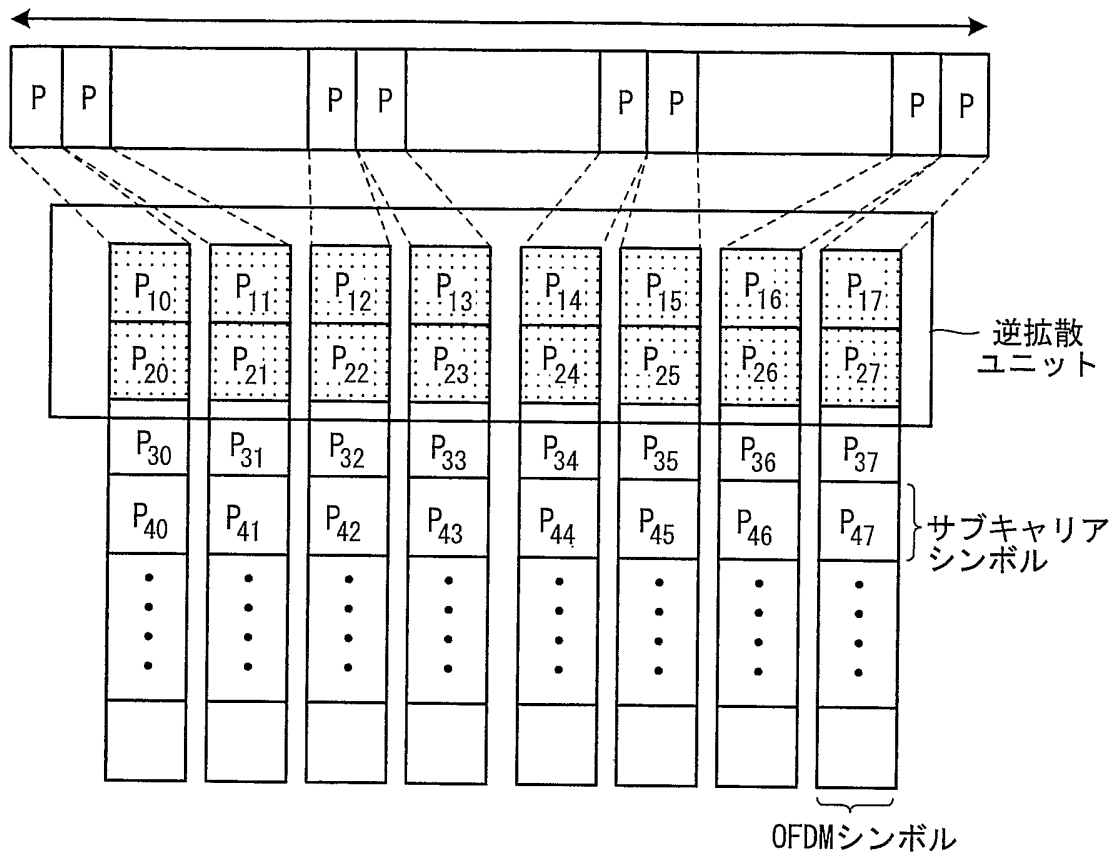
14/15
第 23 图



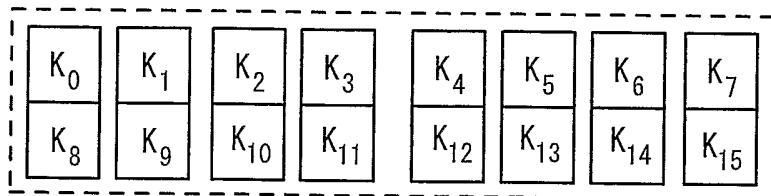
第 24 图



15/15
第 25 図



第 26 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/09562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04J11/00, H04J13/04

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.Cl⁷ H04J11/00, H04J13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 9-233047 A (Sharp Corp.), 05 September, 1997 (05.09.97), Page 3, right column, lines 38 to 47; page 5, right column, line 6 to page 8, left column, line 24; page 9, left column, lines 21 to 49 & JP 3-142771 B2	1, 3, 10 2, 4, 5, 11, 14, 15 6-9, 12, 13, 16
X	JP 7-245574 A (Nippon Hoso Kyokai), 19 September, 1995 (19.09.95), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3, 10

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 document 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 29 September, 2003 (29.09.03)	Date of mailing of the international search report 14 October, 2003 (14.10.03)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09562

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 8-251135 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 September, 1996 (27.09.96), Page 10, left column, line 41 to right column, line 31 & EP 0722235 A2 & US 5774450 A & CA 2166599 A & CA 2166599 C & JP 3-124717 B2 & JP 2001-119365 A	2
Y	JP 2002-14152 A (Hitachi, Ltd.), 18 January, 2002 (18.01.02), Full text; all drawings & EP 1167993 A2 & JP 2002-116247 A & US 6459402 B1 & US 2002/0149511 A1	4,14
Y	JP 2001-196973 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 19 July, 2001 (19.07.01), Page 5, right column, lines 38 to 44 & US 2001/0022807 A1	5,15
A	JP 2000-252962 A (Hitachi, Ltd.), 14 September, 2000 (14.09.00), Full text; all drawings & EP 1033823 A1 & EP 1033823 B1 & DE 60002247 E & CN 1266343 A & KR 2000071310 A & KR 361794 B	4
A	JP 2000-115060 A (NEC Corp.), 21 April, 2000 (21.04.00), Full text; all drawings & GB 2344259 A,B & CN 1250341 A & JP 3257522 B2	4
A	JP 2002-64408 A (NEC Microsystem Kabushiki Kaisha), 28 February, 2002 (28.02.02), Full text; all drawings & EP 1182794 A2 & US 2002/0054620 A1	4
A	JP 2000-286821 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 October, 2000 (13.10.00), Page 9, right column, lines 33 to 42 (Family: none)	5,15
A	JP 2003-32217 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 January, 2003 (31.01.03), Full text; all drawings (Family: none)	5,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09562

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-75568 A (France Telecom), 26 March, 1993 (26.03.93), Full text; all drawings & EP 499560 A1 & EP 499560 B1 & US 5307376 A & DE 69228842 E & CA 2059455 A & CA 2059455 C & AU 9210250 A & AU 655959 B & JP 5-75568 A & JP 3044899 B2	5, 15
A	WO 03/017547 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 February, 2003 (27.02.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int. Cl⁷ H04J11/00
 Int. Cl⁷ H04J13/04

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
 Int. Cl⁷ H04J13/04

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 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	J P 9-233047 A (シャープ株式会社), 1997.09.05 第3頁右欄第38行目から47行目, 第5頁右欄第6行目から第8頁左 欄第24行目, 第9頁左欄第21行目から第49行目 & J P 3-142771 B 2	1, 3, 10 2, 4, 5, 11, 14, 15 6-9, 12, 13, 16
X	J P 7-245574 A (日本放送協会), 1995.09.19 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 3, 10

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。

<p>* 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</p>	<p>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</p>
--	---

国際調査を完了した日 29.09.03	国際調査報告の発送日 14.10.03
------------------------	------------------------

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
Y	J P 8-251135 A (松下電器産業株式会社) , 1996.09.27 第10頁左欄第41行目から右欄第31行目 &EP 0722235 A 2 &US 5774450 A &CA 2166599 A &CA 2166599 C &JP 3-124717 B 2 &JP 2001-119365 A	2
Y	J P 2002-14152 A (株式会社日立製作所) , 2002.01.18 全文, 全図 &EP 1167993 A 2 &JP 2002-116247 A &US 6459402 B 1 &US 2002/0149511 A 1	4, 14
Y	J P 2001-196973 A (株式会社日立国際電気) , 2001.07.19 第5頁右欄38行目から第44行目 &US 2001/0022807 A 1	5, 15
A	J P 2000-252962 A (株式会社日立製作所) , 2000.09.14 全文, 全図 &EP 1033823 A 1 &EP 1033823 B 1 &DE 60002247 E &CN 1266343 A &KR 2000071310 A &KR 361794 B	4
A	J P 2000-115060 A (日本電気株式会社) , 2000.04.21 全文, 全図 &GB 2344259 A, B &CN 1250341 A &JP 3257522 B 2	4
A	J P 2002-64408 A (エヌイーシーマイクロシステム 株式会社) , 2002.02.28 全文, 全図 &EP 1182794 A 2 &US 2002/0054620 A 1	4
A	J P 2000-286821 A (松下電器産業株式会社) , 2000.10.13 第9頁右欄第33行目から第42行目 (ファミリーなし)	5, 15
A	J P 2003-32217 A (松下電器産業株式会社) , 2003.01.31 全文, 全図 (ファミリーなし)	5, 15
A	J P 5-75568 A (フランス テレコム) , 1993.03.26 全文, 全図 &EP 499560 A 1 &EP 499560 B 1 &US 5307376 A &DE 69228842 E &CA 2059455 A &CA 2059455 C &AU 9210250 A &AU 655959 B &JP 5-75568 A &JP 3044899 B 2	5, 15
A	WO 03/017547 A 1 (松下電器産業株式会社) , 2003.02.27 全文, 全図 (フ <div style="text-align: center;">訂正箇所</div>	1-16