

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3669991号
(P3669991)

(45) 発行日 平成17年7月13日(2005. 7. 13)

(24) 登録日 平成17年4月22日(2005. 4. 22)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H04 J 11/00
H04 B 1/707
H04 B 7/06
H04 B 7/08
H04 J 15/00H04 J 11/00 Z
H04 B 7/06
H04 B 7/08 D
H04 J 15/00
H04 L 1/02

請求項の数 10 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-40309 (P2003-40309)
(22) 出願日 平成15年2月18日(2003. 2. 18)
(65) 公開番号 特開2004-253925 (P2004-253925A)
(43) 公開日 平成16年9月9日(2004. 9. 9)
審査請求日 平成15年2月20日(2003. 2. 20)特許法第30条第1項適用 IEICE TRANSACTIONS on Communications
Vol. E86-B No. 1に発表(73) 特許権者 390019839
三星電子株式会社
Samsung Electronics
Co., Ltd.
大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si
Gyeonggi-do, Republic of Korea

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(72) 発明者 藤井 正明

神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2-7 株式会社サムスン横浜研究所 電子研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線送受信機及び無線送受信方法並びにそのプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

時空符号化行列を用いて送信信号を符号化する符号化手段と、
 該符号化手段が符号化した時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて拡散する拡散手段と、
 該拡散手段が拡散した拡散信号を、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重する多重手段と、
 該多重手段が多重した拡散信号を送信する送信手段と
 を具備することを特徴とする無線送信機。

【請求項2】

前記拡散手段は、前記時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて時間方向に拡散すること
 を特徴とする請求項1に記載の無線送信機。

【請求項3】

前記拡散手段は、前記時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて時間方向及び周波数方向に拡散すること
 を特徴とする請求項1に記載の無線送信機。

【請求項4】

時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一の

10

20

タイムスロットに多重された拡散信号を受信する受信手段と、

該受信手段が受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、逆拡散する逆拡散手段と、

該拡散手段が逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャンネル応答を推定するチャンネル応答推定手段と、

前記逆拡散手段が逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャンネル応答とを用いて、復号化する復号化手段と
を具備することを特徴とする無線受信機。

【請求項 5】

時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて、時間方向に拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信する受信手段と、

該受信手段が受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、時間方向に逆拡散する逆拡散手段と、

該拡散手段が逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャンネル応答を推定するチャンネル応答推定手段と、

前記逆拡散手段が逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャンネル応答とを用いて、復号化する復号化手段と
を具備することを特徴とする無線受信機。

【請求項 6】

時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて、時間方向及び周波数方向に拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信する受信手段と、

該受信手段が受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、時間方向に逆拡散する逆拡散手段と、

該拡散手段が逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャンネル応答を推定するチャンネル応答推定手段と、

前記逆拡散手段が逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャンネル応答とを用いて、復号化する復号化手段と、

該復号化手段が復号化した信号を周波数方向に合成する合成手段と
を具備することを特徴とする無線受信機。

【請求項 7】

時空符号化行列を用いて送信信号を符号化し、

該符号化した時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて拡散し、

該拡散した拡散信号を、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重し、

該多重した拡散信号を送信する
ことを特徴とする送信方法。

【請求項 8】

時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信し、

該受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、逆拡散し、

該逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャンネル応答を推定し、

前記逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャンネル応答とを用いて、復号化する
ことを特徴とする受信方法。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

時空符号化行列を用いて送信信号を符号化する符号化処理と、
該符号化した時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて拡散する拡散処理と、

該拡散した拡散信号を、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重する多重処理と、

該多重した拡散信号を送信する送信処理と
をコンピュータに実行させるための送信プログラム。

【請求項 10】

時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信する受信処理と、

該受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、逆拡散する逆拡散処理と、

該逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャネル応答を推定するチャネル応答推定処理と、

前記逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャネル応答とを用いて、復号化する復号化処理と
をコンピュータに実行させるための受信プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移動通信システムにおける時空符号を用いる送受信ダイバーシチを適用した無線送受信機及び無線送受信方法並びにそのプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年の移動通信システムの発展により、更なる広帯域化、高周波数化および高信頼化が要求されている。そのため、端末の無線部を増加させることなく伝送品質を向上させる送信ダイバーシチ技術が有効であり、また、他セル干渉が厳しい環境では拡散利得を大きくできる2次元拡散が有効であることが知られている。

【0003】

OFDM-CDM用拡散方式として時間方向の拡散が検討されている（非特許文献1、2を参照）。

これは、端末の移動に伴うドップラー周波数による時間方向での振幅変動が伝搬路の周波数選択性による周波数方向での振幅変動よりゆるやかとなるフレームフォーマットでは、周波数方向の拡散は時間方向の拡散よりもコード間の直交性が崩れやすいためである。

また、大きい拡散率が必要な場合には時間と周波数の両方を用いて2次元拡散が使用される。

逆拡散には各サブキャリアでのチャネル応答を用いてサブキャリア毎に振幅と位相を補償して逆拡散が行われる。

【0004】

この時間方向拡散OFDM-CDM方式に時空送信ダイバーシチを適用した場合の無線送信機及び無線受信機の構成を図10、図11に示す。

無線送信機側において、送信信号 Ω の入力を受けて、式(1)

【数1】

10

20

30

40

$$\Omega = \begin{bmatrix} S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}$$

に基づいて符号化し、時空符号化出力の2つの符号化ストリーム

$[s_1, -s_2^*]$ 、 $[s_2, s_1^*]$

をアンテナブランチ#1、#2それぞれに出力する。

アンテナブランチ#1側では、符号化ストリーム $[s_1, -s_2^*]$ の入力を受けて、1つの自ユーザ信号拡散符号を用いて、図12に示すように、 s_1 、 $-s_2^*$ をそれぞれ時間方向に拡散する。このとき、 s_1 は、タイムスロット1、 $-s_2^*$ は、時間的にタイムスロット1より遅れたタイムスロット2に割り当てられる。すなわち、異なる2つのタイムスロットの時空符号化信号が、同一の1つの自ユーザ信号拡散符号で拡散される。

また、アンテナブランチ#2側では、符号化ストリーム $[s_2, s_1^*]$ の入力を受けて、アンテナブランチ#1側と同様に、同一の自ユーザ信号拡散符号を用いて s_2 、 s_1^* をそれぞれ時間方向に拡散する。

このとき、 s_2 は、タイムスロット1、 s_1^* は、アンテナブランチ#1側と同様に、時間的にタイムスロット1より遅れたタイムスロット2に割り当てられる。すなわち、アンテナブランチ#1側と同様、異なる2つのタイムスロットの時空符号化信号が、同一の1つの自ユーザ信号拡散符号で拡散される。

次に、アンテナブランチ#1側、#2側それぞれにおいて、自ユーザ信号拡散符号で時間方向に拡散されたユーザ信号と、同様にして得られた他のユーザ信号とを多重化する。

また、この他のユーザ信号と多重化されたユーザ信号と、無線送信機側及び無線受信機側で予め記憶しているパイロット信号とを多重化する。

また、パイロット信号が多重化されたユーザ信号をIFFTにより時間領域信号に変換し、ガードインターバルを付加する。

そして、アンテナブランチ#1、#2のアンテナは、このガードインターバル付加後の出力信号を同時に放射する。

【0005】

したがって、従来の無線送信機において、フレームフォーマットに時間空間送信ダイバーシチを適用すると、上述したように、図12に示す時空符号化出力を時間方向に連続する2つの拡散領域(=2つの異なるタイムスロット)に割り当てることになる。

一方、無線受信機において、アンテナブランチ#1、#2のアンテナは、無線送信機側のアンテナブランチ#1、#2のアンテナから放射された信号を受信し、時間方向逆拡散器と、チャンネル推定器に出力する。

チャンネル推定器は、予め記憶しているパイロット信号を用いて、アンテナで受信した受信信号から、チャンネル応答を推定する。

一方、時間方向逆拡散器は、受信信号からパイロット信号を減算し、自ユーザ信号拡散符号を用いて、2つの異なるタイムスロットを順に逆拡散する。

そして、時空復号器は、チャンネル h_1 、 h_2 のチャンネル推定値の入力を受けて、時間方向逆拡散器において逆拡散された逆拡散信号の時間方向連続する2つのタイムスロットの時空符号化信号において、時空復号化を行うことで復号信号を得る。

【0006】

【非特許文献1】

鄭 仁哲、中川正雄「下りリンクにおける送信ダイバーシチを用いたOFDM-CDMAのシステム特性」 電子情報通信学会 信学技報 無線通信システム研究会 RCS2

10

20

30

40

50

000-184 (2000年1月)

【非特許文献2】

三好憲一、松元淳志、上杉 充 「FCDMにおける時間方向拡散に関する検討」 電子情報通信学会 信学技報 無線通信システム研究会 RCS2001-179 (2001年11月)

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来例では、異なるタイムスロットの時空符号化信号間で同一の自ユーザ信号拡散符号を用いた拡散符号化を行うため、自ユーザ信号拡散符号を用いて、2つの異なるタイムスロットを順に逆拡散する。このため、時間方向の逆拡散においてはシンボル毎のチャネル応答は得られない。したがって、無線受信機における逆拡散は、自ユーザ信号拡散符号だけを用いる等利得合成の逆拡散となる。このため、コード間の直交性を保つためには、時間方向の変動の影響を受けない程度に拡散率が制限されるという問題点があった。

また、更に時間空間送信ダイバーシチを適用する場合、例えば、2行2列の時空符号化行列を用いると、時間方向に出力される2シンボルは時間方向に2つの拡散領域に拡散される。また、時空符号では、時間方向に出力される複数のシンボルのタイムスロット長でチャネル応答が時不変である必要がある。

このため、2つの拡散領域に渡って時間方向の変動を受けない程度に設計する必要がある、設計に対する要求条件が更に厳しくなる、あるいは、その2つの拡散領域で時間変動の影響を受けると伝送特性が劣化するといった問題があった。

【0008】

本発明は、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、送信ダイバーシチ用符号化出力を1つの拡散領域内に収め、ドップラー周波数に対する耐力を向上させることが出来る無線送受信機及び無線送受信方法並びにそのプログラムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明は上記の課題を解決すべくなされたもので、請求項1に記載の発明は、時空符号化行列を用いて送信信号を符号化する符号化手段（例えば後述する実施の形態に記載された時空符号器4）と、該符号化手段が符号化した時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて拡散する拡散手段（例えば後述する実施の形態に記載された拡散器11-1～11-2n）と、該拡散手段が拡散した拡散信号を、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重する多重手段（例えば後述する実施の形態に記載された自ユーザ信号多重器12-1～12-n）と、該多重手段が多重した拡散信号を送信する送信手段（例えば後述する実施の形態に記載されたアンテナ16）とを具備することを特徴とする。

【0010】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の無線送信機において、前記拡散手段は、前記時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて時間方向に拡散することを特徴とする。

【0011】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の無線送信機において、前記拡散手段は、前記時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて時間方向及び周波数方向に拡散することを特徴とする。

【0013】

また、請求項4に記載の発明は、時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信する受信手段（例えば後述する実施の形態に記載されたアンテナ36）と、該受信手段が受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、

逆拡散する逆拡散手段（例えば後述する実施の形態に記載された逆拡散器 31-1 ~ 31-2n、逆拡散器 37-1 ~ 37-2n）と、該拡散手段が逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャンネル応答を推定するチャンネル応答推定手段（例えば後述する実施の形態に記載されたチャンネル推定器 38-1 ~ 38-2n）と、前記逆拡散手段が逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャンネル応答とを用いて、復号化する復号化手段（例えば後述する実施の形態に記載された時空復号器 24-1 ~ 24-n）とを具備することを特徴とする。

【0014】

また、請求項 5 に記載の発明は、時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて、時間方向に拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信する受信手段（例えば後述する実施の形態に記載されたアンテナ 36）と、該受信手段が受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、時間方向に逆拡散する逆拡散手段（例えば後述する実施の形態に記載された逆拡散器 31-1 ~ 31-2n、逆拡散器 37-1 ~ 37-2n）と、該拡散手段が逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャンネル応答を推定するチャンネル応答推定手段（例えば後述する実施の形態に記載されたチャンネル推定器 38-1 ~ 38-2n）と、前記逆拡散手段が逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャンネル応答とを用いて、復号化する復号化手段（例えば後述する実施の形態に記載された時空復号器 24-1 ~ 24-n）とを具備することを特徴とする。

【0015】

また、請求項 6 に記載の発明は、時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて、時間方向及び周波数方向に拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信する受信手段（例えば後述する実施の形態に記載されたアンテナ 36）と、該受信手段が受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、時間方向に逆拡散する逆拡散手段（例えば後述する実施の形態に記載された逆拡散器 31-1 ~ 31-2n、逆拡散器 37-1 ~ 37-2n）と、該拡散手段が逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャンネル応答を推定するチャンネル応答推定手段（例えば後述する実施の形態に記載されたチャンネル推定器 38-1 ~ 38-2n）と、前記逆拡散手段が逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャンネル応答とを用いて、復号化する復号化手段（例えば後述する実施の形態に記載された時空復号器 24-1 ~ 24-n）と、該復号化手段が復号化した信号を周波数方向に合成する合成手段（例えば後述する実施の形態に記載された周波数方向合成器 28-1 ~ 28-2n）とを具備することを特徴とする。

【0016】

また、請求項 7 に記載の発明は、時空符号化行列を用いて送信信号を符号化し、該符号化した時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて拡散し、該拡散した拡散信号を、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重し、該多重した拡散信号を送信することを特徴とする。

【0017】

また、請求項 8 に記載の発明は、時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信し、該受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、逆拡散し、該逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャンネル応答を推定し、前記逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャンネル応答とを用いて、復号化することを特徴とする。

【0018】

また、請求項9に記載の発明は、時空符号化行列を用いて送信信号を符号化する符号化処理と、該符号化した時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて拡散する拡散処理と、該拡散した拡散信号を、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重する多重処理と、該多重した拡散信号を送信する送信処理とをコンピュータに実行させるための送信プログラムである。

【0019】

また、請求項10に記載の発明は、時空符号化行列を用いて符号化された時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号が、異なる拡散符号を用いて拡散されると共に拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットに多重された拡散信号を受信する受信処理と、該受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、該タイムスロットと対応する前記拡散符号を用いて、逆拡散する逆拡散処理と、該逆拡散した信号から、拡散セグメントを構成する同一のタイムスロットにおけるシンボル毎のチャネル応答を推定するチャネル応答推定処理と、前記逆拡散した信号を、前記時空符号化行列と前記シンボル毎のチャネル応答とを用いて、復号化する復号化処理とをコンピュータに実行させるための受信プログラムである。

【0020】

【発明の実施の形態】

まず本発明の基本的な考え方について説明する。図1～6は、本発明の原理説明図である。図1に、本発明の原理を適用した無線送信機の一実施形態の構成を示す。図1に示すように、まず無線送信機側において、送信シンボル（＝送信信号 Ω ）を2行2列の時空符号化行列を用いて、時空符号化する。ここで、送信信号 $\Omega = [s_1, s_2]$ に対する時空符号化行列は上述の式（1）で表される。

この時空符号化出力の2つの符号化ストリーム

$$[s_1, -s_2^*], [s_2, s_1^*]$$

をアンテナブランチ#1、#2それぞれに出力する。各アンテナブランチでは、図2に示すように、まず符号化ストリームそれぞれをS/P変換する。図2は、アンテナブランチ#2におけるS/P変換及び2次元拡散の様子を示す。

【0021】

S/P変換によって、アンテナブランチ#1において、タイムスロット1で時空符号化信号 s_1 が入力され、タイムスロット2で時空符号化信号 $-s_2^*$ が入力され、時空符号化信号 s_1 については拡散符号 C_1 を、時空符号化信号 $-s_2^*$ については C_2 を用いて（ $C_1 \neq C_2$ ）拡散する。そして、時空符号化信号 s_1 の拡散出力と、時空符号化信号 $-s_2^*$ の拡散出力とを同じ拡散セグメントにおいてコード多重する。

また、同様にアンテナブランチ#2において、タイムスロット1で時空符号化信号 s_2 が入力され、タイムスロット2で時空符号化信号 s_1^* が入力され、時空符号化信号 s_2 については拡散符号 C_1 を、時空符号化信号 s_1^* については C_2 を用いて拡散する。そして、時空符号化信号 s_2 の拡散出力と、時空符号化信号 s_1^* の拡散出力とを同じ同じ拡散セグメントにおいてコード多重する。

このとき、拡散は時間方向拡散あるいは図3に示される、時間方向及び周波数方向での時間2次元拡散を行う。すなわち、例えば、時空符号化信号 s_1 について時間方向に拡散する場合、1サブキャリアにおいて複数のシンボルに時空符号化信号 s_1 を拡散し、時間方向及び周波数方向に拡散する場合、複数のサブキャリアにおいて複数のシンボルに時空符号化信号 s_1 を拡散する。

【0022】

これにより、時空符号化出力の異なるタイムスロット1、2に属する、異なる2つの拡散符号化信号（＝ s_1 と s_2 、 $-s_2^*$ と s_1^* ）が、それぞれ異なる拡散符号（＝ C_1 、 C_2 ）で拡散され、コード多重化された自ユーザ信号が得られる。次に、同様にして、時空符号化、拡散符号多重された、他のユーザ信号と自ユーザ信号とを他ユーザ多重化する。

10

20

30

40

50

次に、時間方向拡散あるいは2次元拡散領域内のそれぞれのサブキャリアで、拡散符号 C_1 、 C_2 と直交する複数のパイロット信号用拡散符号#1、#2を用いて、パイロット信号をそれぞれ拡散し、この拡散したパイロット信号と、他ユーザ多重したユーザ信号とを多重する。

そして、これにより生成されたフレーム信号(図4に示す)を高速逆フーリエ変換(FFT)を用いて時間領域信号に変換する。

また、ガードインターバル(GI)を付加し、キャリア周波数にアップコンバートしてアンテナブランチ#1、#2の両方のアンテナから同時に送信を行う。すなわち、無線送信機は、拡散符号化信号 s_1 について拡散符号 C_1 を、拡散符号化信号 $-s_2^*$ について C_2 を用いて拡散し、コード多重化した信号と、拡散符号化信号 s_2 について拡散符号 C_1 を、拡散符号化信号 s_1^* について C_2 を用いて拡散し、コード多重化した信号とを同時に送信する。

10

【0023】

図5、6に、本発明の原理を適用した無線受信機の一実施形態の構成を示す。図5に示すように、無線受信機において、アンテナを介して拡散符号化信号 s_1 について拡散符号 C_1 を、拡散符号化信号 $-s_2^*$ について C_2 を用いて拡散し、コード多重化した信号と、拡散符号化信号 s_2 について拡散符号 C_1 を、拡散符号化信号 s_1^* について C_2 を用いて拡散しコード多重化した信号とを同時に受信すると、これら受信信号からガードインターバルを取り除く。そして、これら受信信号を高速フーリエ変換(FFT)により受信サブキャリア信号に変換する。

20

次に、この受信サブキャリア信号に対して、無線送信機側のアンテナブランチ#1、#2のアンテナに対して用いられている複数のパイロット信号用拡散符号#1、#2を用いて、各サブキャリアで逆拡散を行う。

次に、逆拡散された信号に対して、パイロット信号の変調成分を取り除いて、無線送信機側のアンテナブランチ#1、#2のアンテナからのチャネル応答を推定する。そして、パイロット信号、パイロット信号用拡散符号と得られたチャネル推定値を用いて各送信アンテナからのパイロット信号の受信レプリカを生成する。

一方、フーリエ変換した受信サブキャリア信号から受信パイロット信号レプリカを減算し、このパイロット信号を減算した受信サブキャリア信号に対して、拡散符号 C_1 、 C_2 を用いて時間方向に逆拡散を行う。

30

これにより、拡散符号 C_1 で逆拡散された信号は、チャネル h_1 と拡散符号化信号 s_1 との積及びチャネル h_2 と拡散符号化信号 s_2 との積の和で表される。また、拡散符号 C_2 で逆拡散された信号は、チャネル h_1 と拡散符号化信号 $-s_2^*$ との積及びチャネル h_2 と拡散符号化信号 s_1 との積の和で表される。

そして、この同一のタイムスロットに属する、2つの逆拡散出力に対して、チャネル推定値 h_1 、 h_2 を用いて時空復号を行う。

送信信号が時間方向拡散されている場合、以上により、無線受信機において受信信号が復号される(図5を参照)。

一方、送信信号が時間方向及び周波数方向で時間2次元拡散されている場合、各サブキャリアで時空復号された信号を周波数方向に合成し、以上により、無線受信機において受信信号が復号される(図6を参照)。

40

【0024】

したがって、時間空間送信ダイバーシチでは、時空符号化行列の時間方向出力を時間方向に複数の拡散領域に拡散するのに対して、本発明では、時空符号化行列の時間方向出力を1つの拡散領域内で複数の拡散符号を用いて拡散するため、チャネルの時間変動に対する耐力が向上する。

また、2次元拡散が用いられている場合、各サブキャリアで時間方向に部分的に逆拡散を行って復号を行い、周波数方向に合成を行うことができる。

【0025】

以下、図面を参照して、本発明の無線送信機及び無線受信機の一実施形態について説明す

50

る。

図7は、マルチキャリア符号分割多重(MC-CDM)方式あるいは直交周波数分割多重符号分割多重(OFDM-CDM)方式における、本実施形態の無線送信機の構成を示す構成図である。本実施形態の無線送信機は、符号器1と、マッピング器2と、インターリーバ3と、時空符号器4と、S/P変換器5-1, 2と、アンテナブランチ6-1, 2とから構成される。

符号器1は、送信データの入力を受けて、誤り訂正符号化し、マッピング器2へ出力する。

マッピング器2は、誤り訂正符号化後の送信データの入力を受けて、変調コンステレーションへマッピングし、インターリーバ3へ出力する。

インターリーバ3は、バーストエラーを拡散させるため、マッピングされたデータの入力を受けて、データの順序の入替えを行い、時空符号器4に出力する。時空符号器4は、上述の式(1)に示す2行2列の直交時空符号化行列を用いて、インターリーバ3の出力信号を符号化する。

S/P変換器5-1, 2は、この時空符号器4の出力信号を直並列変換し、アンテナブランチ6-1, 2に出力する。

【0026】

アンテナブランチ6-1(=アンテナブランチ#1、#2)は、それぞれS/P変換器10-1, 2と、拡散器11-1, 2、…、2n(nは自然数)と、自ユーザ信号多重器12-1, 2、…、nと、他ユーザ信号多重器13と、パイロット信号多重器14と、高速逆フーリエ変換器(=IFFT+GI)15と、アンテナ16とから構成される。

また、アンテナブランチ6-2もアンテナブランチ6-1と同様に構成される。

S/P変換器10-1, 2は、S/P変換器5-1の出力信号を受けて、各ユーザ信号に2つの拡散器を割り当て、拡散器11-1と2, 3と4、…、2n-1と2nのうち、いずれかユーザ信号を割り当てた一組の拡散器に対して、出力する。

【0027】

拡散器11-1と2, 3と4、…、2n-1と2nは、時空符号化行列の1列の2つの信号を2つの拡散符号を用いて拡散して多重する。すなわち、拡散器11-1と2, 3と4、…、2n-1と2nは、それぞれ同一のユーザ信号拡散用拡散符号(たとえば、拡散器11-1, 2は、それぞれユーザ信号拡散用拡散符号 C_1 、 C_2 を用いる。なお、アンテナブランチ6-2において、アンテナブランチ6-1と入力されるユーザ信号が対応する一組の拡散器は、同一のユーザ信号拡散用拡散符号 C_1 、 C_2 を用いる。)で時間方向拡散あるいは図3に示される、時間方向及び周波数方向での時間2次元拡散を行い、それぞれ対応する自ユーザ信号多重器12-1, 2、…、nに出力する。

このとき、拡散器11-1と2, 3と4とは、それぞれ異なるユーザ信号拡散用拡散符号を用い、同様に、すべての組の拡散器は、他の組の拡散器と異なるユーザ信号拡散用拡散符号を用いる。

【0028】

自ユーザ信号多重器12-1, 2、…、nは、それぞれ拡散器11-1と2, 3と4、…、2n-1と2nから入力される自ユーザ信号(例えば、自ユーザ信号多重器12-1において、拡散器11-1と2の出力信号は、自ユーザ信号であり、それ以外は、他ユーザとみなすことができる。また、他の自ユーザ信号多重器12-2, 3、…、nについても同様)を加算し、同一の拡散セグメントにおいて多重化し、他ユーザ信号多重器13に出力する。

他ユーザ信号多重器13は、自ユーザ信号多重器12-1, 2、…、nがそれぞれ異なる拡散符号を用いて多重化した複数の自ユーザ信号の入力を受けて、これらを多重化し、パイロット信号多重器14に出力する。

【0029】

パイロット信号多重器14は、時間方向拡散あるいは2次元拡散領域内のそれぞれのサブキャリアで、ユーザ信号拡散用拡散符号 C_1 、 C_2 と直交する複数のパイロット信号用拡

10

20

30

40

50

散符号 # 1、# 2 を用いて、パイロット信号をそれぞれ拡散し、この拡散したパイロット信号と、他ユーザ多重したユーザ信号とを多重する。

ここで、2次元拡散を使用する場合、拡散セグメントにおける各サブキャリアでの拡散符号間の部分相関が 0 となるものを選択する（部分相関が 0 にならない場合でも、後述する周波数方向の合成により抑圧することが出来る）。

高速逆フーリエ変換器 15 は、生成されたフレーム信号（図 4 に示す）つまり、拡散セグメントにおいて多重されたサブキャリア信号を高速逆フーリエ変換（IFFT）を用いて時間領域信号に変換し、ガードインターバル（GI）を付加する。

アンテナ 16 は、高速逆フーリエ変換器 15 の出力信号を受けて、キャリア周波数にアップコンバートし、アンテナブランチ 6-2 のアンテナと同時に送信を行う。

10

【0030】

図 8 は、無線送信機側において、時間方向拡散した場合の、マルチキャリア符号分割多重（MC-CDM）方式あるいは直交周波数分割多重符号分割多重（OFDM-CDM）方式における、本実施形態の無線受信機の構成を示す構成図である。

図 8 において、本実施形態の無線受信機は、アンテナブランチ 26-1、2 と、加算器 25-1、2、…、 n と、ブロック S/P 変換器 27 と、デインターリーバ 23 と、復号器 21 とから構成される。

また、図 9 は、無線送信機側において、時間方向及び周波数方向の 2次元拡散した場合の、マルチキャリア符号分割多重（MC-CDM）方式あるいは直交周波数分割多重符号分割多重（OFDM-CDM）方式における、本実施形態の無線受信機の構成を示す構成図である。

20

【0031】

図 9 において、本実施形態の無線受信機は、アンテナブランチ 26-1、2 と、加算器 25-1、2、…、 n と、ブロック S/P 変換器 27 と、デインターリーバ 23 と、復号器 21 と、さらに、周波数方向合成器 28-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ とから構成される。

アンテナブランチ 26-1 は、アンテナ 36 と、高速フーリエ変換器（ $= -GI + FFT$ ）35 と、逆拡散器 31-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ と、逆拡散器 37-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ と、チャンネル推定器 38-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ と、時空復号器 24-1、2、…、 n とから構成される。

30

また、アンテナブランチ 26-2 も、アンテナブランチ 26-1 と同様に構成される。

【0032】

アンテナ 36 は、無線送信機のアンテナブランチ 6-1、2 から送信された信号を受信して、ダウンコンバートした後、高速フーリエ変換器 35 に出力する。高速フーリエ変換器 35 は、アンテナ 36 から受信信号の入力を受けて、受信信号からガードインターバルを取り除き、FFT を用いてサブキャリア信号に変換した後、逆拡散器 31-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ 、逆拡散器 37-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ に出力する。

逆拡散器 37-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ は、サブキャリア信号の入力を受けて、各サブキャリアにおいて、無線送信機側のアンテナブランチ 6-1、2 で用いられているパイロット信号用拡散符号を用いて、受信サブキャリア信号の逆拡散を行い、それぞれチャンネル推定器 38-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ に対して出力する。

40

【0033】

チャンネル推定器 38-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ は、逆拡散された信号に対して、パイロット信号の変調位相成分を取り除いて、無線送信機側のアンテナブランチ 6-1、2 からのチャンネル応答を推定し、推定結果を時空符号器時空復号器 24-1、2、…、 n に出力する。

逆拡散器 31-1、2、…、 $2n-1$ 、 $2n$ は、サブキャリア信号の入力を受けて、図 5 に示すように、パイロット信号、パイロット信号用拡散符号と得られたチャンネル推定値を用いて各送信アンテナからのパイロット信号の受信レプリカを生成するとともに、フーリエ変換した受信サブキャリア信号から受信パイロット信号レプリカを減算し、このパイロ

50

ット信号を減算した受信サブキャリア信号に対して、自ユーザに割り当てられている拡散符号を用いて時間方向に逆拡散を行う。

時空復号器 24-1、2、…、n は、逆拡散器 31-1 が出力する時間方向逆拡散後の信号に対して、自ユーザが使用している 2 組の拡散符号を用いて受信サブキャリア信号を逆拡散し、チャンネル推定値を用いて時空復号を行う。

【0034】

加算器 25-1、2、…、n は、受信アンテナダイバーシチが用いられている場合、アンテナブランチ 26-1、2 それぞれの時空符号器 24-1 からの出力信号を受けて、ダイバーシチブランチの時空復号出力を合成し、ブロック S/P 変換器 27、又は、周波数方向合成器 28-1、2、…、2n-1、2n に出力する。

10

周波数方向合成器 28-1、2、…、2n-1、2n は、2 次元拡散が用いられている場合、加算器 25-1、2、…、n が加算した時空復号出力を受けて、更に周波数方向に合成し、ブロック S/P 変換器 27 に出力する。

ブロック S/P 変換器 27 は、加算器 25-1、2、…、n や周波数方向合成器 28-1、2、…、2n-1、2n で合成された合成信号をブロック並列/直列変換し、デインターリーバ 23 に出力する。

デインターリーバ 23 は、ブロック S/P 変換器 27 の出力信号を受けて、インターリーバ 3 と逆にデータの順序の入替えを行い、復号器 21 に出力する。

復号器 21 は、デインターリーバ 23 の出力信号を受けて、誤り訂正し、再生データを得る。

20

【0035】

次に、図面を参照して、本実施形態の無線送信機及び無線受信機の動作について説明する。本実施形態の無線送信機において、送信データ Ω を送信する場合、符号化器 1、マッピング器 2、インターリーバ 3 において、誤り訂正符号化、変調コンステレーションへのマッピング、インターリーブを行い、時空符号器 4 に出力する。

符号化器 4 は、図 2 に示すように、 $[s_1, -s_2^*]$ を S/P 変換器 5-1 に、 $[s_2, s_1^*]$ を S/P 変換器 5-2 に出力する。

S/P 変換器 5-1 は、拡散符号化信号 s_1 をアンテナブランチ 6-1 の S/P 変換器 10-1 に、拡散符号化信号 $-s_2^*$ を S/P 変換器 10-2 に出力する。

また、S/P 変換器 5-2 は、拡散符号化信号 s_2 をアンテナブランチ 6-2 の S/P 変換器 10-1 に、拡散符号化信号 s_1^* を S/P 変換器 10-2 に出力する。

30

【0036】

次に、アンテナブランチ 6-1 において、S/P 変換器 10-1 は、拡散符号化信号 s_1 を拡散器 11-1 に出力し、S/P 変換器 10-2 は、拡散符号化信号 $-s_2^*$ を拡散器 11-2 に出力する。

拡散器 11-1 は、アンテナ 16 において、拡散符号化信号 s_1 を拡散符号 C_1 で拡散する。また、拡散器 11-2 は、拡散符号化信号 $-s_2^*$ を拡散符号 C_2 で拡散する。

そして、自ユーザ信号多重器 12-1 は、拡散符号化信号 s_1 の拡散出力と、拡散符号化信号 $-s_2^*$ の拡散出力とを同じ拡散セグメントにおいて図 4 に示すように、コード多重する。

40

また、同様にアンテナブランチ 6-2 において、S/P 変換器 10-1 は、拡散符号化信号 s_2 を拡散器 11-1 に出力し、S/P 変換器 10-2 は、拡散符号化信号 s_1^* を拡散器 11-2 に出力する。

拡散器 11-1 は、アンテナ 16 において、拡散符号化信号 s_2 を拡散符号 C_1 で拡散する。また、拡散器 11-2 は、拡散符号化信号 s_1^* を拡散符号 C_2 で拡散する。

そして、自ユーザ信号多重器 12-1 は、拡散符号化信号 s_2 の拡散出力と、拡散符号化信号 s_1^* の拡散出力とを同じ拡散セグメントにおいて図 4 に示すように、コード多重する。

【0037】

このとき、拡散器 11-1、2 は時間方向拡散あるいは図 3 に示される、時間方向及び周

50

波数方向での時間 2 次元拡散を行う。すなわち、例えば、拡散符号化信号 s_1 について時間方向に拡散する場合、1 サブキャリアにおいて複数のシンボルに拡散符号化信号 s_1 を拡散し、時間方向及び周波数方向に拡散する場合、複数のサブキャリアにおいて複数のシンボルに拡散符号化信号 s_1 を拡散する。

【0038】

これにより、自ユーザ信号多重器 12-1 からコード多重化された自ユーザ信号が得られ、次に、他ユーザ信号多重器 13 は、同様にして、時空符号化、拡散符号多重された、自ユーザ信号多重器 12-2 等からの他のユーザ信号と、自ユーザ信号とを他ユーザ多重化する。

次に、パイロット信号多重化部 14 は、時間方向拡散あるいは 2 次元拡散領域内のそれぞれのサブキャリアで、拡散符号 C_1 、 C_2 と直交する複数のパイロット信号用拡散符号を用いて、パイロット信号 s_p をそれぞれ拡散し、この拡散したパイロット信号と、他ユーザ多重したユーザ信号とを多重する。

そして、高速逆フーリエ変換部 15 は、これにより生成されたフレーム信号（図 4 に示す）を高速逆フーリエ変換（IFFT）を用いて時間領域信号に変換し、ガードインターバル（GI）を付加する。そして、アンテナ 16 は、キャリア周波数にアップコンバートした送信信号をアンテナブランチ 6-1、6-2 で同時に放射する。

【0039】

一方、無線受信機側において、アンテナブランチ 26-1 のアンテナ 36 は、アンテナブランチ 6-1、6-2 で同時に放射された信号を受信する。

高速フーリエ変換器 35 は、アンテナ 36 から受信信号の入力を受けて、受信信号からガードインターバルを取り除き、FFT を用いてサブキャリア信号に変換した後、逆拡散器 31-1、2、逆拡散器 37-1、2 に出力する。

逆拡散器 37-1 は、高速フーリエ変換器 35 がガードインターバルを取り除き、高速フーリエ変換（FFT）により受信サブキャリア信号に変換したタイムスロット 1、2 における受信サブキャリア信号の入力を受けて、パイロット信号用拡散符号 #1 を用いて、各サブキャリアで逆拡散を行い、チャンネル h_1 とパイロット信号 s_p の積を出力する。また、逆拡散器 37-2 は、同様にして、パイロット信号用拡散符号 #2 を用いて、各サブキャリアで逆拡散を行い、チャンネル h_2 とパイロット信号 s_p の積を出力する。

【0040】

次に、チャンネル推定器 38-1、2 は、チャンネル h_1 とパイロット信号 s_p の積、チャンネル h_2 とパイロット信号 s_p の積からなる信号に対して、パイロット信号の変調成分を取り除いて、チャンネル応答 h_1 、 h_2 を推定する。

そして、チャンネル推定器 38-1、2 は、パイロット信号 s_p 、パイロット信号用拡散符号 #1、#2 と得られたチャンネル推定値 h_1 、 h_2 を用いて各送信アンテナからのパイロット信号の受信レプリカを生成する。

一方、逆拡散器 31-1、2 は、フーリエ変換した受信サブキャリア信号からチャンネル推定器 38-1、2 が生成した受信パイロット信号レプリカを減算し、このパイロット信号を減算した受信サブキャリア信号に対して、自ユーザに割り当てられている拡散符号 C_1 と C_2 を用いて時間方向に逆拡散する。

これにより、拡散符号 C_1 で逆拡散された信号は、チャンネル h_1 と拡散符号化信号 s_1 との積及びチャンネル h_2 と拡散符号化信号 s_2 との積の和で表される。また、拡散符号 C_2 で逆拡散された信号は、チャンネル h_1 と拡散符号化信号 $-s_2^*$ との積及びチャンネル h_2 と拡散符号化信号 s_1 との積の和で表される。

そして、時空復号器 24-1 は、この異なるタイムスロットに属する、2 つの逆拡散出力に対して、チャンネル推定値 h_1 、 h_2 を用いて、拡散符号化信号 s_1 と拡散符号化信号 s_2 とを算出し、時空復号を行う。

送信信号が時間方向拡散されている場合、以上により、無線受信機において受信信号が復号される（図 5 を参照）。

一方、送信信号が時間方向及び周波数方向で時間 2 次元拡散されている場合、各サブキャ

10

20

30

40

50

リアで時空復号された信号を周波数方向に合成し、以上により、無線受信機において受信信号が復号される（図6を参照）。

【0041】

したがって、時間空間送信ダイバーシチでは、時空符号化行列の時間方向出力を時間方向に複数の拡散領域に拡散するのに対して、本実施形態の無線送信機及び無線受信機では、時空符号化行列の時間方向出力を1つの拡散領域内で複数の拡散符号を用いて拡散するため、チャネルの時間変動に対する耐力が向上する。また、2次元拡散が用いられている場合、各サブキャリアで時間方向に部分的に逆拡散を行って復号を行い、周波数方向に合成を行うことができる。

【0042】

なお、上述の実施形態においては、パイロット信号が符号多重されているフレーム構成について説明したが、本発明は、これに限られるものではなく、例えば、パイロット信号が時間多重されているフレーム構成にも適用可能である。

また、拡散符号が余っている場合、高速移動のユーザに対して、その拡散符号を使用して、1つの拡散セグメントにおいて時空符号化出力を多重するようにしてもよい。

また、高速移動のユーザが2ユーザ存在する場合、時間空間送信ダイバーシチで使用する2タイムスロットを分割して2ユーザがそれぞれ使用し、それぞれのユーザに割り当てられている拡散符号の両方を用いるようにしてもよい。

【0043】

上述の無線送信機及び無線受信機は内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述した信号処理に関する一連の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

【0044】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、無線送信機側において、時空符号化行列を用いて送信信号を符号化し、符号化した時空符号化出力の異なるタイムスロットの時空符号化信号を、異なる拡散符号を用いて拡散し、拡散した拡散信号を送信し、無線受信機側において、この拡散信号を受信し、受信した拡散信号の所定のタイムスロットを、このタイムスロットと対応する拡散符号を用いて、逆拡散し、逆拡散した信号を、時空符号化行列を用いて、復号化するので、送信ダイバーシチ用符号化出力を1つの拡散領域内に収め、ドップラー周波数に対する耐力を向上させることが出来る効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態の無線送信機の原理を説明する説明図である。

【図2】 本実施形態の無線送信機における、時空符号化出力の拡散領域への割り当ての原理を説明する説明図である。

【図3】 本実施形態の無線送信機における、時間方向拡散の原理を説明する説明図である。

【図4】 本実施形態の無線送信機における、2次元拡散の原理を説明する説明図である。

【図5】 本実施形態の無線送信機における、アンテナブランチ#1でのフレーム信号を説明する説明図である。

【図6】 本実施形態の無線受信機の原理を説明する説明図である。

【図7】 本実施形態の無線送信機の構成を示す構成図である。

【図8】 本実施形態の無線受信機の構成を示す構成図である。

【図9】 本実施形態の無線受信機の構成を示す構成図である。

【図10】 従来の無線送信機の構成を示す構成図である。

10

20

30

40

50

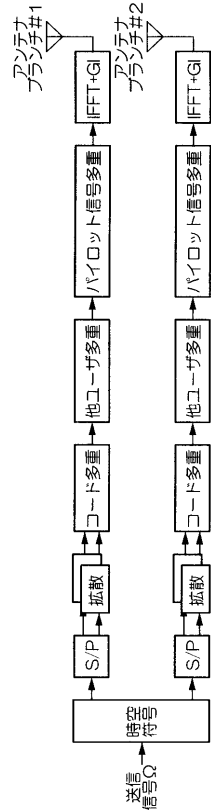
【図 1 1】 従来の無線受信機の構成を示す構成図である。

【図 1 2】 従来の時空符号化出力の拡散領域への割り当てを説明する説明図である。

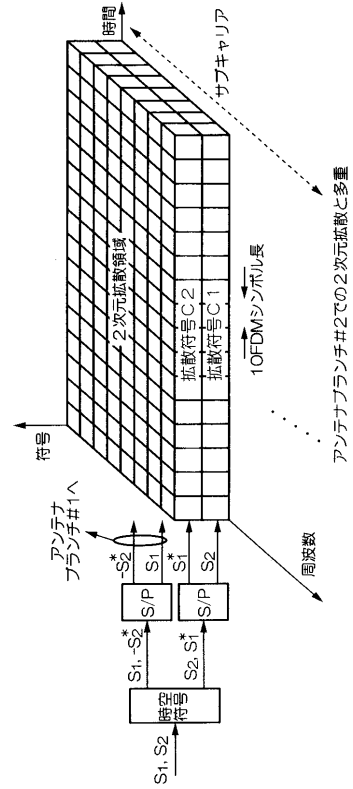
【符号の説明】

1 … 符号器	
2 … マッピング器	
3 … インターリーバ	
4 … 時空符号器	
5-1, 2 … S/P 変換器	
6-1, 2 … アンテナブランチ	
10-1, 2 … S/P 変換器	10
11-1, 2, …, 2n … 拡散器	
12-1, 2, …, n … 自ユーザ信号多重器	
13 … 他ユーザ信号多重器	
14 … パイロット信号多重器	
15 … 高速逆フーリエ変換器	
16 … アンテナ	
21 … 復号器	
23 … デインターリーバ	
24-1, 2, …, n … 時空復号器	
25-1, 2, …, n … 加算器	20
26-1, 2 … アンテナブランチ	
27 … ブロック S/P 変換器	
28-1, 2, …, 2n-1, 2n … 周波数方向合成器	
31-1, 2, …, 2n-1, 2n … 逆拡散器	
35 … 高速フーリエ変換器	
36 … アンテナ	
37-1, 2, …, 2n-1, 2n … 逆拡散器	
38-1, 2, …, 2n-1, 2n … チャンネル推定器	

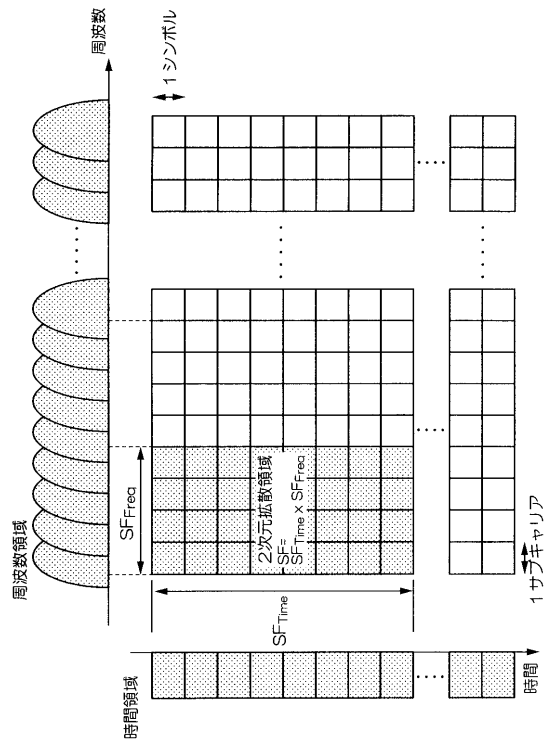
【図 1】



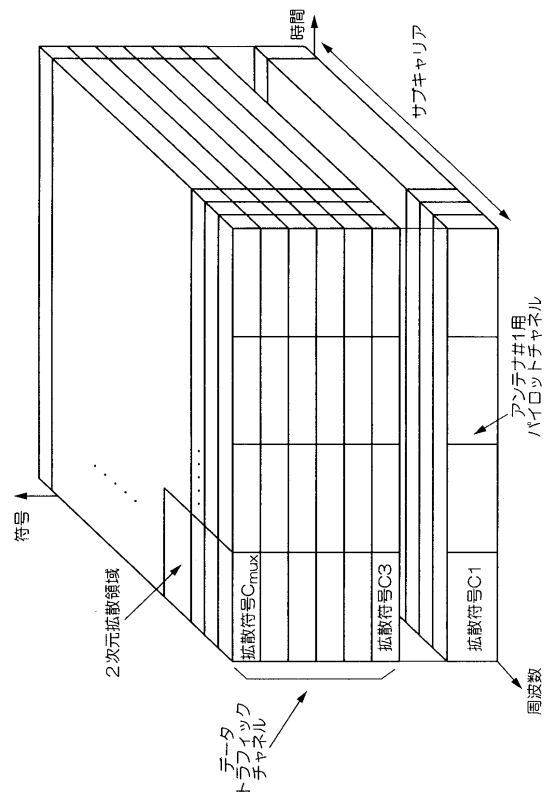
【図 2】



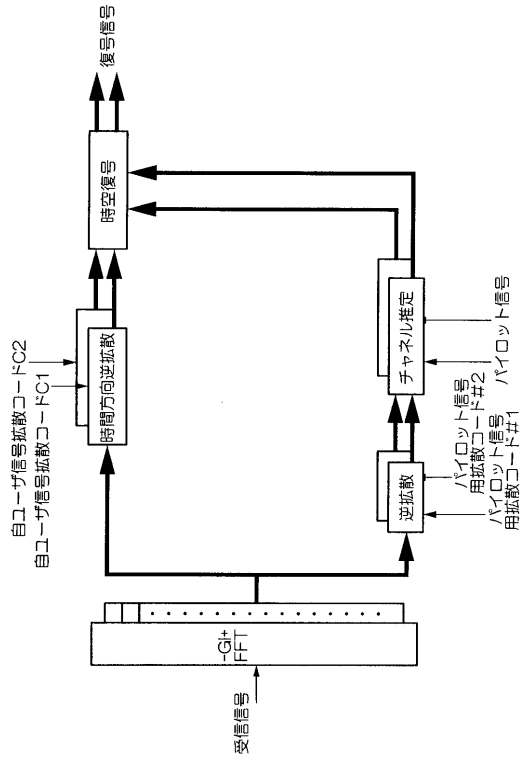
【図 3】



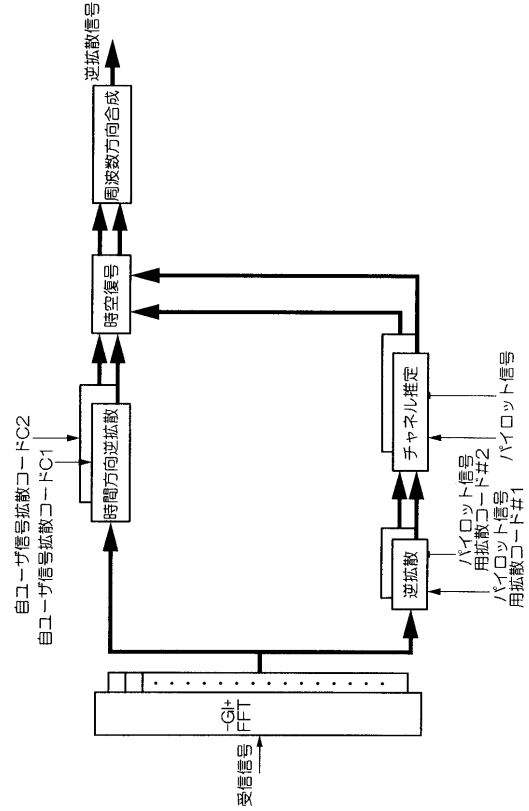
【図 4】



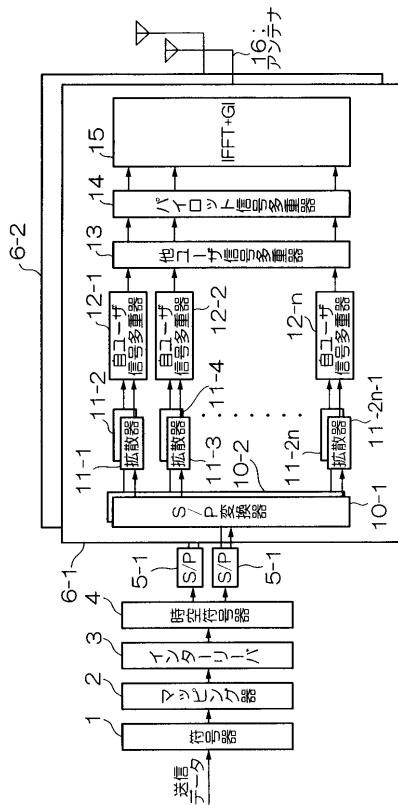
【図 5】



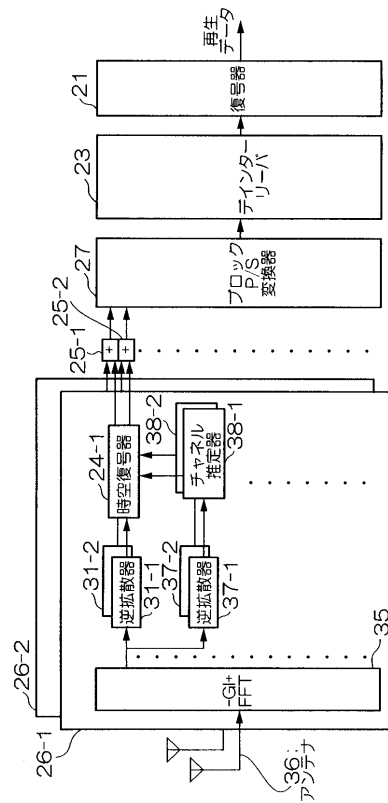
【図 6】



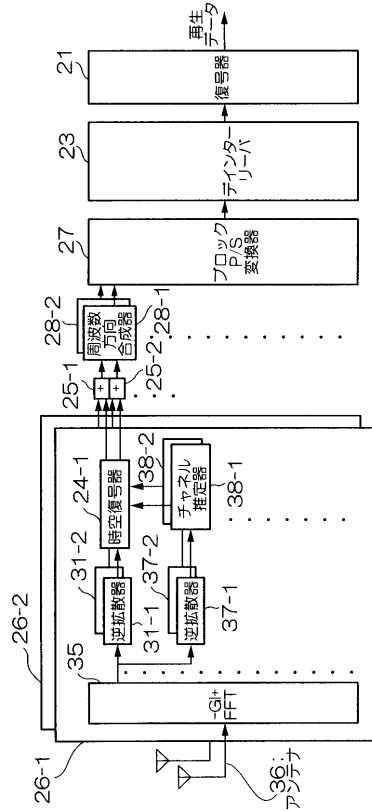
【図 7】



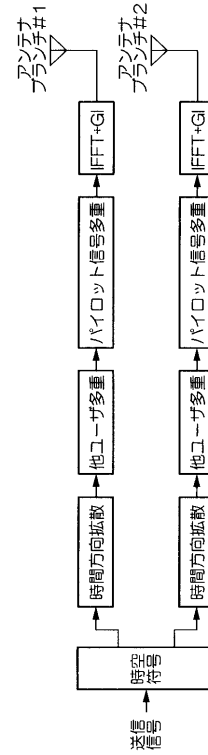
【図 8】



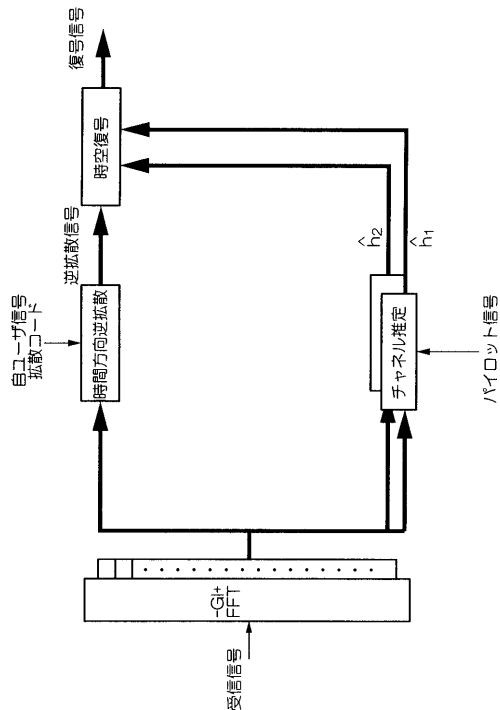
【図 9】



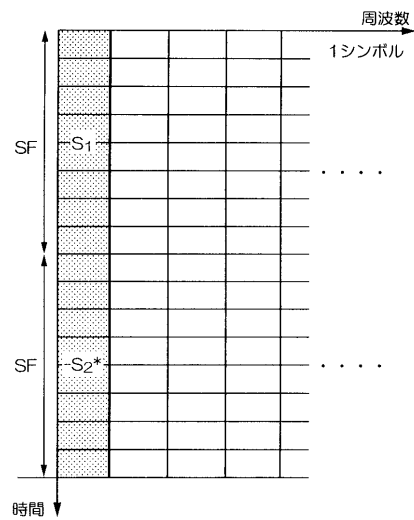
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I
H04L 1/02 H04J 13/00 D

審査官 石井 研一

(56)参考文献 国際公開第02/43313 (WO, A2)
国際公開第02/054626 (WO, A1)
鄭 仁哲、中川正雄、下りリンクにおける送信ダイバーシチを用いたOFDM-CDMAのシステム特性, 信学技報, 日本, 電子情報通信学会, 2000年 1月, RCS2000-184, pp69-75
三好憲一、松元淳志、上杉 充、OFCDMにおける時間方向拡散に関する検討, 信学技報 無線通信システム研究会, 日本, 電子情報通信学会, 2001年11月, RCS2001-179, pp13-18

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H04J 11/00
H04B 1/707
H04B 7/06
H04J 15/00
H04L 1/02