

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4739952号
(P4739952)

(45) 発行日 平成23年8月3日(2011.8.3)

(24) 登録日 平成23年5月13日(2011.5.13)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4B	7/06 (2006.01)	HO4B	7/06
HO4B	7/02 (2006.01)	HO4B	7/02 C
HO4B	7/08 (2006.01)	HO4B	7/02 Z
HO4J	11/00 (2006.01)	HO4B	7/08 D
HO4J	99/00 (2009.01)	HO4J	11/00 Z

請求項の数 52 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-501685 (P2005-501685)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成15年10月27日(2003.10.27)		クァアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2006-504366 (P2006-504366A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成18年2月2日(2006.2.2)		ED
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/033905		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(87) 国際公開番号	W02004/038987		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開日	平成16年5月6日(2004.5.6)		ハウス・ドライブ 5775
審査請求日	平成18年10月27日(2006.10.27)	(74) 代理人	100108855
(31) 優先権主張番号	60/421, 309		弁理士 蔵田 昌俊
(32) 優先日	平成14年10月25日(2002.10.25)	(74) 代理人	100091351
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 河野 哲
(31) 優先権主張番号	10/674, 038	(74) 代理人	100088683
(32) 優先日	平成15年9月29日(2003.9.29)		弁理士 中村 誠
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチアンテナ通信システムのための送信ダイバーシティ処理

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線マルチアンテナ直交周波数分割多重(OFDM)通信システムにおいて、伝送のためにデータを処理する方法であって、該通信システムは長いOFDMシンボルサイズおよび短いOFDMシンボルサイズを使用し、

符号化されたデータを得るために、コーディング方式に従ってトラフィックデータをコーディングし、

インターリーブされたデータを得るために、インターリーブ方式に従って符号化されたデータをインターリーブし、

データシンボルのストリームを得るために、変調方式に従ってインターリーブされたデータをシンボルマッピングし、

データシンボルのストリームから少なくとも一対のデータシンボルを形成し、そして

1対のアンテナから伝送のための送信シンボルの2対を得るために、長いOFDMシンボルに対してはSFTD方式を、短いOFDMシンボルに対してはSTTD方式を実行することによりデータシンボルの各対を処理することを含み、ここで各送信シンボルはデータシンボルの変形であり、そしてさらに2対の送信シンボルは少なくとも一つのOFDMサブバンド上で送信され、そしてさらにOFDM通信システムは長いOFDMシンボルおよび短いOFDMシンボルの使用により送信機に割り当てられるサブバンドの総数を調整可能である

方法。

10

20

【請求項 2】

ここで、データシンボルの各対に対する送信シンボルの 2 個の対は、2 個の OFDM シンボル期間中に同じサブバンド上のアンテナの対から送信される、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

ここで、データシンボルの各対に対する送信シンボルの 2 個の対は、1 個の OFDM シンボル期間中に 2 個のサブバンド上の 1 対のアンテナから送信される、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

ここで、 N_T 個のアンテナがデータ伝送のために使用可能であり、そして $N_T \cdot (N_T - 1) / 2$ 個の異なったアンテナの対がストリーム内のデータシンボルの対を送信するために使用される、ここで $N_T > 2$ である、請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 5】

ここで、複数のサブバンドがデータ伝送に対して使用され、そしてここで、異なったアンテナの対がデータ伝送に対して使用される隣接したサブバンドに対して使用される、請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

ここで、システムは S 個のサブバンドを有する第 1 の OFDM シンボルサイズおよび L 個のサブバンドを有する第 2 の OFDM シンボルサイズをサポートする、ここで S は 1 よりも大きい整数であり、そして L は S の倍数の整数である、請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

20

さらに、

複数のアンテナに対する複数の送信シンボルのストリームを形成し、そして

OFDM シンボルの対応するストリームを得るために、第 1 あるいは第 2 の OFDM シンボルサイズに従って送信シンボルの各ストリームを変換することを含み、請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

ここで、コーディングは

固定された符号レートで符号ビットを得るために、ベース符号に従ってトラフィックデータをコーディングし、そして

システムによってサポートされる複数の符号レートの一つで符号ビットを含む符号化されたデータを得るために、固定された符号レートで符号ビットをバンクチャすることを含み、請求項 1 記載の方法。

30

【請求項 9】

ここで、ベース符号はレート $1/2$ 畳み込み符号である、請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】

ここで、複数の符号レートは複数のバンクチャリングパターンと組み合わせられている、請求項 8 記載の方法。

【請求項 11】

ここで、コーディングは、

固定された符号レートで符号ビットを得るために、ベース符号に従ってトラフィックデータをコーディングし、

固定された符号レートよりもより低い符号レートで符号ビットを含む符号化されたデータを得るために、固定された符号レートで符号ビットを反復する

ことを含み、請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 12】

ここで、インターリーブングは

符号化されたデータからの符号ビットのシーケンスを形成し、そして

シーケンスの各々に対してインターリーブング方式に基づいて、シーケンス内の各符号ビットを複数のサブバンドの 1 個にマッピングする

ことを含み、請求項 1 記載の方法。

50

【請求項 13】

ここで、符号ビットの各シーケンスは1個のOFDMシンボル期間中に複数のサブバンド上の伝送に対して指定されている、請求項12記載の方法。

【請求項 14】

ここで、インターリーブングは

符号化されたデータから符号ビットのシーケンスを形成し、

シーケンスの各々を、サブバンドのM個のばらばらなグループ上に伝送のためにM個の符号ビットのブロックに分割し、なお符号ビットの1個のブロックはサブバンドの各グループに対するものであり、ここでM=2であり、そして

各シーケンスに対するM個のブロックの各々に対して、インターリーブング方式に基づいてブロック内の各符号ビットをそのブロックに対するグループ内のサブバンドの一つに対してマッピングする、

ことを含む、請求項1記載の方法。

10

【請求項 15】

ここで、シンボルマッピングは

インターリーブされたデータ内のB個のビットのセットをB-ビットのバイナリ値を形成するために分類し、ここでB=1であり、そして

変調方式に基づいてB-ビットバイナリ値の各々をデータシンボルにマッピングする、ここで変調方式はその変調方式に対する信号コンスタレーション内の、2個の隣接したデータシンボルが、B個のビットの中の多くて1ビットだけ異なるようにグレイマッピングで定義されている

ことを含む、請求項1記載の方法。

20

【請求項 16】

ここで、シンボルマッピングはさらに、

セットの各々に対してB個のビットを再配列する、そしてここで再配列されたB個のビットのセットはB-ビットバイナリ値を形成するために使用される、

ことを含む、請求項15記載の方法。

【請求項 17】

無線マルチアンテナ直交周波数分割多重(OFDM)通信システムにおける送信機であって、該通信システムは長いOFDMシンボルサイズおよび短いOFDMシンボルサイズを使用し、

30

符号化されたデータを得るために、コーディング方式に従ってトラフィックデータを符号化する能力を有するエンコーダと、

インターリーブされたデータを得るために、インターリーブング方式に従って符号化されたデータをインターリーブする能力を有するインターリーバと、

データシンボルのストリームを得るために、変調方式に従ってインターリーブされたデータをシンボルマップする能力を有するシンボルマッピングユニットと、そして

1対のアンテナから伝送のための2対の送信シンボルを得るために、データシンボルのストリームから少なくとも一対のデータシンボルを形成し、そして長いOFDMシンボルに対してはSFTD方式を、短いOFDMシンボルに対してSTTD方式を実行すること

40

によりデータシンボルの各々の対を処理するように動作する送信空間的処理装置とを含み、

ここで、各送信シンボルはデータシンボルの変形であり、そしてさらに2対の送信シンボルは少なくとも1つのOFDMサブバンド上で送信され、そしてさらにOFDM通信システムは長いOFDMシンボルおよび短いOFDMシンボルの使用により送信機に割当て

られるサブバンドの総数を調整可能である

送信機。

【請求項 18】

ここで、送信空間的処理装置は空間-時間送信ダイバーシティを実行し、そして2個のOFDMシンボル期間中にデータシンボルの各々の対に対する2対の送信シンボルを与える能力を有する、請求項17記載の送信機。

50

【請求項 19】

ここで、送信空間的処理装置は空間-周波数送信ダイバーシティを実行し、そして2個のサブバンド上にデータシンボルの各々の対に対する2対の送信シンボルを与える能力を有する、請求項17記載の送信機。

【請求項 20】

ここで、システムはS個のサブバンドを有する第1のOFDMシンボルサイズおよびL個のサブバンドを有する第2のOFDMシンボルサイズをサポートする、ここでSは1より大きい整数であり、そしてLはSの倍数の整数である、請求項17記載の送信機。

【請求項 21】

さらに、

複数のアンテナに対する複数の変調器を含む、なお各変調器はアンテナに対するOFDMシンボルの対応するストリームを得るために組み合わせられたアンテナに対する送信シンボルのストリームを変換する能力を有する、請求項20記載の送信機。

10

【請求項 22】

無線マルチアンテナ直交周波数分割多重(OFDM)通信システムにおける装置であって、該通信システムは長いOFDMシンボルサイズおよび短いOFDMシンボルサイズを使用し、

符号化されたデータを得るために、コーディング方式に従ってトラフィックデータをコーディングするための手段と、

インターリーブされたデータを得るために、インターリーブ方式に従って符号化されたデータをインターリーブするための手段と、

データシンボルのストリームを得るために、変調方式に従ってインターリーブされたデータをシンボルマッピングするための手段と、

データシンボルのストリームから少なくとも一対のデータシンボルを形成する手段と、そして

アンテナの1対からの伝送に対する2対の送信シンボルを得るために、長いOFDMシンボルに対してはSFTD方式を、短いOFDMシンボルに対してSTTD方式を実行することにより、データシンボルの各々の対を処理するための手段とを有し、ここで各送信シンボルはデータシンボルの変形であり、そしてさらに2対の送信シンボルは少なくとも1つのOFDMサブバンド上で送信され、そしてさらにOFDM通信システムは長いOFDMシンボルおよび短いOFDMシンボルの使用により送信機に割当てられるサブバンドの総数を調整可能である

20

30

装置。

【請求項 23】

ここで、データシンボルの各対に対する2対の送信シンボルは、2個のOFDMシンボル期間中に1対のアンテナから送信される、請求項22記載の装置。

【請求項 24】

ここで、データシンボルの各対に対する2対の送信シンボルは、2個のサブバンド上に1対のアンテナから送信される、請求項22記載の装置。

【請求項 25】

ここで、システムは、S個のサブバンドを有する第1のOFDMシンボルサイズおよびL個のサブバンドを有する第2のOFDMシンボルサイズをサポートし、ここでSは1よりもより大きい整数であり、そしてLはSの倍数の整数である、請求項22記載の装置。

40

【請求項 26】

さらに、

複数のアンテナに対する送信シンボルの複数のストリームを形成するための手段と、そして

OFDMシンボルの対応するストリームを得るために、第1あるいは第2のOFDMシンボルサイズに従って送信シンボルの各ストリームを変換するための手段とを含む、請求項25記載の装置。

50

【請求項 27】

無線マルチアンテナ通信システムにおいて、伝送のためにデータを処理する方法であって、該通信システムは長いOFDMシンボルサイズおよび短いOFDMシンボルサイズを使用し、長いOFDMシンボルに対してはSFTD方式を、短いOFDMシンボルに対してはSTTD方式を実行することにより処理し、方法は、

符号化されたデータを得るために、コーディング方式に従ってトラフィックデータをコーディングし、

インターリーブされたデータを得るために、インターリーブ方式に従って符号化されたデータをインターリーブし、

データシンボルのストリームを得るために、変調方式に従ってインターリーブされたデータをシンボルマッピングし、

データシンボルのストリームから少なくとも一対のデータシンボルを形成し、そしてデータシンボルの各々の対は1対のアンテナから送信され、そしてデータシンボルの連続的な対は異なったアンテナ対から送信されるように、データシンボルのストリームをデマルチプレクスすることを含み、そしてさらに2対の送信シンボルは少なくとも1つのOFDMサブバンド上で送信され、そしてさらにOFDM通信システムは長いOFDMシンボルおよび短いOFDMシンボルの使用により送信機に割当てられるサブバンドの総数を調整可能である方法。

【請求項 28】

ここで、デマルチプレクスすることはさらに、符号化されたデータの各符号ビットは、符号ビットの符号レートに基づいて符号ビットに対して達成可能な最大数(番号)のアンテナから送信されるようになっている、請求項27記載の方法。

【請求項 29】

ここで、マルチアンテナ通信システムは直交周波数分割多重(OFDM)を実行する、請求項27記載の方法。

【請求項 30】

ここで、ストリーム内のデータシンボルの各々の対は、1個のサブバンド上の1対のアンテナから送信され、そしてここで隣接したサブバンドに対するデータシンボルの対は、異なったアンテナの対から送信される、請求項29記載の方法。

【請求項 31】

ここで、符号化されたデータに対するS個の符号ビットの各グループはインターリーブされる、ここでSはデータ伝送に使用されるサブバンドの数である、請求項29記載の方法。

【請求項 32】

無線マルチアンテナ直交周波数分割多重(OFDM)通信システムにおいて、伝送のためにデータを処理する方法であって、該通信システムは長いOFDMシンボルサイズおよび短いOFDMシンボルサイズを使用し、方法は、

符号化されたデータを得るために、コーディング方式に従ってトラフィックデータをコーディングし、

インターリーブされたデータを得るために、インターリーブ方式に従って符号化されたデータをインターリーブし、

データシンボルのストリームを得るために、変調方式に従ってインターリーブされたデータをシンボルマッピングし、

データシンボルのストリームから少なくとも一対のデータシンボルを形成し、そしてデータシンボルの各々の対が2個のサブバンド上の1対のアンテナから送信されるように、長いOFDMシンボルに対してはSFTD方式を、短いOFDMシンボルに対してはSTTD方式を実行することにより処理し、データシンボルのストリームをデマルチプレクスすることを含み、そしてさらにOFDM通信システムは長いOFDMシンボルおよび短いOFDMシンボルの使用により送信機に割当てられるサブバンドの総数を調整可能で

10

20

30

40

50

ある
方法。

【請求項 3 3】

ここで、ストリーム内のデータシンボルの各々の対は、データ伝送に対して使用可能な 2 個の隣接したサブバンド上に送信される、請求項 3 2 記載の方法。

【請求項 3 4】

さらに、

送信シンボルの第 1 および第 2 の対を得るために、ストリーム内のデータシンボルの各々の対を処理することを含む、なお送信シンボルはデータシンボルの対におけるデータシンボルの一つの変形であり、ここで送信シンボルの第 1 の対は第 1 のサブバンド上のアンテナの対から送信され、そして送信シンボルの第 2 の対は第 2 のサブバンド上のアンテナの対から送信される、請求項 3 2 記載の方法。

10

【請求項 3 5】

ここで、送信シンボルの第 1 および第 2 の対は、一つの OFDM シンボル期間中に第 1 および第 2 のサブバンド上にそれぞれ同時に送信される、請求項 3 4 記載の方法。

【請求項 3 6】

無線マルチアンテナ直交周波数分割多重 (OFDM) 通信システムにおいて、受信機においてデータを処理する方法であって、該通信システムは長い OFDM シンボルサイズおよび短い OFDM シンボルサイズを使用し、方法は、

受信されたシンボルのベクトルのストリームを取得し、なお各ベクトルは N 個の受信アンテナに対する N 個の受信されたシンボルを含み、ここで N は 1 あるいはより大きく、

20

受信されたシンボルのベクトルのストリームから少なくとも一対のベクトルを形成し、

それは 2 個の送信アンテナからの送信シンボルの 2 対として送信された 2 個のデータシンボルの推定値である、2 個の回復されたデータシンボルを得るために、長い OFDM シンボルに対しては SFTD 方式を、短い OFDM シンボルに対しては STTD 方式を実行

することによりベクトルの対の各々を処理し、なお各送信シンボルはデータシンボルの変形であり、ここで回復されたデータシンボルのストリームは、受信されたシンボルのベクトルのストリームに対して得られており、そしてさらに 2 対の送信シンボルは少なくとも

1 つの OFDM サブバンド上で送信され、そしてさらに OFDM 通信システムは長い OFDM シンボルおよび短い OFDM シンボルの使用により送信機に割当てられるサブバンド

30

の総数を調整可能であり、

復調されたデータを得るために、復調方式に従って回復されたデータシンボルのストリームをシンボルデマッピングし、

デインターリーブされたデータを得るために、デインターリーブ方式に従って復調されたデータをデインターリーブし、そして

復号されたデータを得るために、復号方式に従ってデインターリーブされたデータを復号する

ことを含む方法。

【請求項 3 7】

ここで、受信されたシンボルのベクトルの対の各々は 2 個の OFDM シンボル期間に対するものである、請求項 3 6 記載の方法。

40

【請求項 3 8】

ここで、受信されたシンボルのベクトルの対の各々は 2 個のサブバンドに対するものである、請求項 3 6 記載の方法。

【請求項 3 9】

ここで、システムは S 個のサブバンドを有する第 1 の OFDM シンボルサイズおよび L 個のサブバンドを有する第 2 の OFDM シンボルサイズをサポートし、ここで S は 1 よりもより大きい整数であり、そして L は S の倍数の整数である、請求項 3 6 記載の方法。

【請求項 4 0】

さらに、

50

受信アンテナに対して受信されたシンボルの対応するストリームを得るために、第1のあるいは第2のOFDMシンボルサイズに従ってN個の受信アンテナの各々に対するサンプルのストリームを変換することを含む、そしてここで受信されたシンボルのベクトルのストリームは、N個の受信アンテナに対する受信されたシンボルのN個のストリームから得られている、請求項39記載の方法。

【請求項41】

ここで、 $N = 1$ であり、そして各ベクトルは1個の受信アンテナに対する1個の受信されたシンボルを含む、請求項36記載の方法。

【請求項42】

ここで、 $N > 1$ であり、そして各ベクトルは複数の受信アンテナに対する複数の受信されたシンボルを含む、請求項36記載の方法。

【請求項43】

無線マルチアンテナ直交周波数分割多重(OFDM)通信システムにおける受信機であって、該通信システムは長いOFDMシンボルサイズおよび短いOFDMシンボルサイズを使用し、

受信されたシンボルのベクトルのストリームを受信し、受信されたシンボルのベクトルのストリームから少なくとも一対のベクトルを形成し、そして2個の送信アンテナからの2対の送信シンボルとして送信された2個のデータシンボルの推定値である、2個の回復されたデータシンボルを得るために、長いOFDMシンボルには対してはSFTD方式を、短いOFDMシンボルに対してはSTTD方式を実行することによりベクトルの各々の対を処理する受信空間的処理装置と、ここで、各ベクトルはN個の受信アンテナに対するN個の受信されたシンボルを含み、ここでNは1あるいはより大きく、そしてここで、回復されたデータシンボルのストリームは受信されたシンボルのベクトルのストリームに対して得られており、そしてさらに2対の送信シンボルは少なくとも1つのOFDMサブバンド上で送信され、そしてさらにOFDM通信システムは長いOFDMシンボルおよび短いOFDMシンボルの使用により送信機に割当てられるサブバンドの総数を調整可能であり、

復調されたデータを得るために、復調方式に従って回復されたデータシンボルのストリームをシンボルデマップする能力を有するシンボルデマッピングユニットと

デインターリーブされたデータを得るために、デインターリーブ方式に従って復調されたデータをデインターリーブする能力を有するデインターリーブと、そして

復号されたデータを得るために、復号方式に従ってインターリーブされたデータを復号する能力を有する復号器とを含む

受信機。

【請求項44】

ここで、受信されたシンボルのベクトルの各々の対は2個のOFDMシンボル期間に対するものである、請求項43記載の受信機。

【請求項45】

ここで、受信されたシンボルのベクトルの各々の対は2個のサブバンドに対するものである、請求項43記載の受信機。

【請求項46】

ここで、システムはS個のサブバンドを有する第1のOFDMシンボルサイズおよびL個のサブバンドを有する第2のOFDMシンボルサイズをサポートする、ここでSは1よりもより大きい整数であり、そしてLはSの倍数の整数である、請求項43記載の受信機。

【請求項47】

さらに、

N個の受信アンテナに対するN個の復調器を含む、なお各復調器は、受信アンテナに対する受信されたシンボルの対応するストリームを得るために第1あるいは第2のOFDMシンボルサイズに従って、組み合わせられた受信アンテナに対するサンプルのストリーム

を変換する能力を有しており、そしてここで、受信されたシンボルのベクトルのストリームはN個の受信アンテナに対する受信されたシンボルのN個のストリームから得られている、請求項46記載の受信機。

【請求項48】

無線マルチアンテナ直交周波数分割多重（OFDM）通信システムにおける装置であって、該通信システムは長いOFDMシンボルサイズおよび短いOFDMシンボルサイズを使用し、

受信されたシンボルのベクトルのストリームを得るための手段と、なお各ベクトルはN個の受信アンテナに対するN個の受信されたシンボルを含んでおり、ここでNは1あるいはより大きく

10

受信されたシンボルのベクトルのストリームから少なくとも一対のベクトルを形成する手段と、そして

2個の送信アンテナからの送信シンボルの2個の対として送信された2個のデータシンボルの推定である、2個の回復されたデータシンボルを得るために、長いOFDMシンボルに対してはSFTD方式を、短いOFDMシンボルに対してはSTTD方式を実行することによりベクトルの各々の対を処理するための手段と、なお各送信シンボルはデータシンボルの変形であり、ここで回復されたデータシンボルのストリームは受信されたシンボルのベクトルのストリームに対して得られており、そしてさらに2対の送信シンボルは少なくとも1つのOFDMサブバンド上で送信され、そしてさらにOFDM通信システムは長いOFDMシンボルおよび短いOFDMシンボルの使用により送信機に割当てられるサブバンドの総数を調整可能であり、

20

復調されたデータを得るために、復調方式に従って受信されたデータシンボルのストリームをシンボルデマッピングための手段と、

デインターリーブされたデータを得るために、デインターリーブ方式に従って復調されたデータをデインターリーブするための手段と、そして

復号されたデータを得るために、復号方式に従ってデインターリーブされたデータを復号するための手段と

を含む装置。

【請求項49】

ここで、受信されたシンボルのベクトルの対の各々は、2個のOFDMシンボル期間に対するものである、請求項48記載の装置。

30

【請求項50】

ここで、受信されたシンボルのベクトルの対の各々は、2個のサブバンドに対するものである、請求項48記載の装置。

【請求項51】

ここで、システムはS個のサブバンドを有する第1のOFDMシンボルサイズおよびL個のサブバンドを有する第2のOFDMシンボルサイズをサポートする、ここで、Sは1よりもより大きい整数であり、そしてLはSの倍数の整数である、請求項48記載の装置。

【請求項52】

さらに、

受信アンテナに対する受信されたシンボルの対応するストリームを得るために第1あるいは第2のOFDMシンボルサイズに従ってN個の受信アンテナの各々に対するサンプルのストリームを変換するための手段を含む、そしてここで受信されたシンボルのベクトルのストリームはN個の受信アンテナに対する受信されたシンボルのN個のストリームから得られている、請求項51記載の装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本特許出願は、“MIMO WLANシステム”と題された、2002年10月25

50

日に出願され、この譲受人に譲渡され、そしてそれによってこの中に参照によって明確に組み込まれた、仮出願シリアル番号 60 / 421, 309 に対して優先権を主張する。

【0002】

本発明は、一般的に通信、そしてより特定のにはマルチアンテナ通信システムにおいて送信ダイバーシティに対するデータ処理のための技術に関する。

【背景技術】

【0003】

マルチアンテナ通信システムはデータ伝送のために、複数の (N_T 個の) 送信アンテナおよび 1 個あるいはそれ以上の (N_R 個の) 受信アンテナを使用する。 N_T 個の送信アンテナは、これらのアンテナから独立したデータストリームを送信することによってシステムスループットを増加するために使用することが可能である。 N_T 個の送信アンテナはまたこれらのアンテナから 1 個のデータストリームを冗長に送信することによって信頼性を改善するために使用することが可能である。

【0004】

マルチアンテナシステムはまた、直交周波数分割多重 (OFDM) を使用することが可能である。OFDM は、全体のシステム帯域幅を複数の (N_F 個の) 直交サブバンドに効率的に分割する変調技術である。各サブバンドはデータで変調されることが可能なそれぞれのサブキャリアと組み合わせられている。サブバンドはまた一般的にトーン、サブキャリア、ピン、および周波数チャネルとして参照される。

【0005】

マルチアンテナシステムに対しては送信および受信アンテナの各対の間に伝播経路が存在する。 $N_T \cdot N_R$ 個の伝播経路が、 N_T 個の送信アンテナおよび N_R 個の受信アンテナ間に形成される。これらの伝播経路は異なったチャネル条件 (たとえば、異なったフェージング、マルチパスおよび干渉効果) を経験することが可能であり、そして異なった信号対雑音および干渉比 (SNR) を得ることが可能である。 $N_T \cdot N_R$ 個の伝播経路のチャネル応答は、その結果経路ごとに変化することが可能である。分散性通信チャネルに対しては、各伝播経路に対するチャネル応答もまた N_F 個のサブバンドに互って変化する。チャネル条件は時間とともに変化することが可能であるために、伝播経路に対するチャネル応答もまた同様に変化することが可能である。

【0006】

送信ダイバーシティは、データ伝送の信頼性を改善するために、空間、周波数、時間、あるいはこれらの 3 個のディメンションの組み合わせを、冗長的に互るデータの伝送のことである。送信ダイバーシティの一つの目標は、強い特性を得るために可能な限り多くのディメンションにわたってデータ伝送に対するダイバーシティを最大とすることである。他の目標は、送信機および受信機の両者において送信ダイバーシティに対する処理を簡素化することである。その結果、当業界においては、マルチアンテナシステムにおける送信ダイバーシティに対して効率的にデータを処理する技術に対するニーズが存在する。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

マルチアンテナ OFDM システムにおいて、送信ダイバーシティ処理を実行するための技術がこの中に与えられる。送信機は、符号化されたデータを得るためにコーディング方式に従ってトラフィックデータを符号化する。コーディング方式は、固定されたレートのベース符号および、システムによってサポートされる符号レートのセットに対する、反復および/あるいはパンクチャリングパターンのセットを含むことが可能である。送信機はインターリーブされたデータを得るためにインターリーブ方式に従って符号化されたデータをインターリーブする。送信機は次にデータシンボルのストリームを得るために変調方式に従ってインターリーブされたデータをシンボルマップする。システムは、改善された効率のために、複数の OFDM シンボルサイズをサポートすることが可能である。同じ、あるいは類似のコーディング、インターリーブ、および変調方式が、異なった O

10

20

30

40

50

F D Mシンボルサイズに対して送信機および受信機における処理を簡素化するために使用されることが可能である。

【 0 0 0 8 】

送信機は、1対の送信アンテナからの伝送に対する2対の送信シンボルを得るために各々のデータシンボルの対を処理する。各々の送信シンボルは、データシンボルの変形 (version) である。2対の送信シンボルは1対のアンテナから (1) 空間 時間送信ダイバーシティ (S T T D : space-time transmit diversity) に対しては2個のO F D Mシンボル期間中に同じサブバンド上に、あるいは (2) 空間 周波数送信ダイバーシティ (S F T D : space-frequency transmit diversity) に対しては同じO F D Mシンボル期間中に2個のサブバンド上に、のいずれかで送信されることが可能である。もしも N_T 個の送信アンテナがデータ伝送に対して使用可能であれば、そこで $N_T \cdot (N_T - 1) / 2$ 個の異なったアンテナ対がデータシンボルのストリームを送信するために使用可能である。送信機は送信アンテナに対する対応するO F D Mシンボルのストリームを得るために、選択されたO F D Mシンボルサイズに従って、各送信アンテナに対する送信シンボルのストリームを変換 (たとえばO F D M変調オンを実行) する。

10

【 0 0 0 9 】

受信機はトラフィックデータを回復するために以下に記述されると相補的な処理を実行する。本発明の種々の観点および実施例がさらに詳細に以下に記述される。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

用語“典型的な”は、この中では“実例、事実、あるいは例証として役立つ”ことを意味するために使用される。この中に“典型的な”として記述されたいかなる実施例も選定され、あるいは他の実施例よりも優れて有利であるとして解釈される必要はない。

20

【 0 0 1 1 】

この中に記述される送信ダイバーシティ処理技術は、(1) 複数の送信アンテナおよび1個の受信アンテナを有する多入力、単出力 (M I S O) システム、および (2) 複数の送信アンテナおよび複数の受信アンテナを有する多入力、多出力 (M I M O) システムに対して使用することが可能である。これらの技術はまた上りリンクと同様に下りリンクに対しても使用することが可能である。下りリンク (すなわち順方向リンク) は、アクセスポイント (たとえば基地局) からユーザ端末 (たとえば移動局) への通信リンクであり、そして上りリンク (すなわち逆方向リンク) は、ユーザ端末からアクセスポイントへの通信リンクである。明確化のために、これらの技術はO F D Mを使用する典型的なマルチアンテナシステム内の下りリンクに対して記述される。この典型的なシステムに対してはアクセスポイントは、4個のアンテナを装備され、そして各ユーザ端末は1個あるいはそれ以上のアンテナを装備される。

30

【 0 0 1 2 】

図1は、マルチアンテナO F D Mシステム100における1個のアクセスポイント110および2個のユーザ端末150xおよび150yの実施例に関するブロック線図を示す。ユーザ端末150xは1個のアンテナ152xを装備され、そしてユーザ端末150yは複数のアンテナ152a ~ 152rを装備される。

40

【 0 0 1 3 】

下りリンク上のアクセスポイント110において、送信 (T X) データ処理装置120はデータソース112からトラフィックデータ (たとえば情報ビット)、制御器130から制御データ、そしてスケジューラ134からもしもあれば他のデータを受信する。種々の形式のデータは、異なった輸送チャネル上に送 out されることが可能である。T Xデータ処理装置120は、変調シンボルのストリームを得るために1個あるいはそれ以上のコーディングおよび変調方式に基づいてデータの異なった形式を処理 (たとえば形成し、スクランブルし、符号化し、インターリーブし、そしてシンボルマップ) する。この中に使用されるように、“データシンボル”はデータに対する変調シンボルを参照し、そして“パイロットシンボル”はパイロットに対する変調シンボルを参照する。T X空間的処理装置

50

122はTXデータ処理装置120からデータシンボルストリームを受信し、データシンボルに送信ダイバーシティのための空間的処理を実行し、パイロットシンボルの中にマルチプレクスし、そして各送信アンテナに対する送信シンボルの1個のストリームを与える。TXデータ処理装置120およびTX空間的処理装置122による処理は、以下に記述される。

【0014】

各変調器(MOD)126は、OFDMシンボルのストリームを得るためにそれぞれの送信シンボルストリームを受信しそして処理し、そしてさらに下りリンク信号を発生するためにOFDMシンボルストリームを調整(たとえば増幅し、濾波し、そして周波数アップコンバート)する。4個の変調器126a~126dからの4個の下りリンク信号は4

10

【0015】

各ユーザ端末150において1個あるいは複数のアンテナ152は送信された下りリンク信号を受信し、そして各アンテナは受信された信号をそれぞれの復調器(DEMOD)154に与える。各復調器154は、変調器126において実行されたそれと相補的な処理を実行し、そして受信されたシンボルのストリームを与える。受信(RX)空間的処理装置160は、アクセスポイント110によって送信されたデータシンボルのストリームの推定である、回復されたデータシンボルのストリームを得るために、すべての復調器154からの受信されたシンボルストリームに空間的処理を実行する。RXデータ処理装置170は回復されたデータシンボルを受信し、そしてそのそれぞれの輸送チャンネルの中に

20

【0016】

各ユーザ端末150において、チャンネル推定器(図1には示さず)は下りリンクチャンネル応答を推定し、そしてチャンネル利得(あるいは経路利得)推定値、SNR推定値、等を含むことが可能なチャンネル推定値を与える。RXデータ処理装置170はまた、下りリンク

30

【0017】

アクセスポイント110においては、送信された上りリンク信号はアンテナ128によって受信され、復調器126によって復調され、そしてRX空間的処理装置140および

40

【0018】

制御器130および180は、アクセスポイント110およびユーザ端末150それぞれにおける種々の処理ユニットの動作を制御する。たとえば、制御器180は、ユーザ端末150に対する下りリンクによってサポートされる最大レートを決定することが可能で

50

ある。制御器 130 は、各予定されたユーザ端末に対するレート、ペイロードサイズ、および OFDM シンボルサイズを選択することが可能である。

【0019】

アクセスポイント 110 およびユーザ端末 150 における上りリンクに対する処理は下りリンクに対する処理と同じかあるいは異なるかも知れない。

システム 100 は、異なったデータの形式を送信するために輸送チャネルのセットを使用する。典型的な設計においては、下りリンク上のアクセスポイント 110 は、放送チャネル (BCH: broadcast channel) 上にシステム情報、順方向制御チャネル (FCH: forward control channel) 上に制御データ、そして順方向チャネル (FCH: forward channel) 上に特定のユーザ端末に対するトラフィックデータを送信する。上りリンク上のユーザ端末 150 は、ランダムアクセスチャネル (RACH: random access channel) 上にアクセスデータおよびメッセージを、そして逆方向チャネル (RCH: reverse channel) にトラフィックデータを送信する。他のシステム設計も異なったおよび/あるいは他の輸送チャネルを使用することが可能である。送信ダイバーシティは、輸送チャネルの各々に対して使用されることが可能である。

【0020】

図 2 は、アクセスポイント 110 の送信機部分に関するブロック線図を示す。TX データ処理装置 120 の中で、たとえば巡回冗長検査 (CRC) 値を発生し、そしてパケットに対してヘッダを付加することによって、フレーミングユニット 212 は各データパケットをフォーマットする。CRC 値は、パケットが正しくあるいは誤りをもって復号されるか否かを決定するために受信機によって使用されることが可能である。フレーミングは若干の輸送チャネルに対して実行され、そして他の輸送チャネルに対しては省略されることが可能である。フレーミングはまた、異なった輸送チャネルに対して異なることが可能である。各パケットは別々に符号化されそして変調され、そして特定の期間 (たとえば 1 個あるいはそれ以上の OFDM シンボル期間) に互る伝送に対して指定される。スクランブラ 214 は、データをランダム化するためにフレームされた/フレームされないデータをスクランブルする。

【0021】

エンコーダ 216 は、コーディング方式に従ってスクランブルされたデータを符号化し、そして符号ビットを与える。符号化はデータ伝送の信頼性を増加する。反復/パンクチャユニット 218 は、各パケットに対する必要とされる符号レートを得るために符号ビットの若干を反復しあるいはパンクチャ (すなわち削除) する。一つの実施例においては、エンコーダ 216 はレート 1/2 バイナリ畳み込みエンコーダである。1/4 の符号レートは各符号ビットを一度反復することによって得ることが可能である。1/2 よりもより大きい符号レートはエンコーダ 216 から符号ビットの若干を削除することによって得られることが可能である。インターリーブ 220 は、インターリーブ方式に基づいて反復/パンクチャユニット 218 からの符号ビットをインターリーブ (すなわち再配列) する。インターリーブは、符号ビットに対して時間、周波数、および/あるいは空間的ダイバーシティを与える。

【0022】

シンボルマッピングユニット 222 は、選択された変調方式に従ってインターリーブされたデータをマップし、そしてデータシンボルを与える。シンボルマッピングは、(1) B ビットバイナリ値を形成するために B 個のビットのセットを一団とし、ここで B = 1 であり、そして (2) 各 B ビットバイナリ値を選択された変調方式に対応する信号コンスタレーション内の点にマッピングすることによって達成することが可能である。各マップされた信号ポイントは複素値でありそしてデータシンボルに対応する。シンボルマッピングユニット 222 は、TX 空間的処理装置 122 にデータシンボルのストリームを与える。

【0023】

エンコーダ 216、反復/パンクチャユニット 218、インターリーブ 220、および

10

20

30

40

50

シンボルマッピングユニット 2 2 2 に対する典型的な設計は以下に記述される。符号化、インターリーブ、およびシンボルマッピングは、制御器 1 3 0 によって与えられる制御信号に基づいて実行されることが可能である。

【 0 0 2 4 】

T X 空間的処理装置 1 2 2 は T X データ処理装置 1 2 0 からのデータシンボルのストリームを受信し、そして以下に記述されるように送信ダイバーシティのための空間的処理を実行する。T X 空間的処理装置 1 2 2 は、1 個の送信シンボルのストリームを 4 個の送信アンテナに対する 4 個の変調器 1 2 6 a ~ 1 2 6 d の各々に与える。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、システムに対してベース符号(base code)を実行するエンコーダ 2 1 6 の実施例を示す。この実施例においては、ベース符号は、レート 1 / 2、拘束長 7 (K = 7)、1 3 3 および 1 7 1 発生器を用いた畳み込み符号(オクタル)である。

10

【 0 0 2 6 】

エンコーダ 2 1 6 の中でマルチプレクサ 3 1 2 は、スクランブラ 2 1 4 からの各パケットに対するスクランブルされたビットおよびテールビット(たとえば 0)を受信し、そして 6 個のテールビットが付随したスクランブルされたビットを最初に与える。エンコーダ 2 1 6 はまた、連続して結合された 6 個の遅延エレメント 3 1 4 a ~ 3 1 4 f を含む。4 個の加算器 3 1 6 a ~ 3 1 6 d がまた連続して結合され、そして第 1 の発生器(1 3 3)を実現するために使用される。同様に、4 個の加算器 3 1 8 a ~ 3 1 8 d が連続して結合され、そして第 2 の発生器(1 7 1)を実現するために使用される。加算器はさらに図 3 に示したように 1 3 3 および 1 7 1 の 2 個の発生器を実現するような方法で、遅延エレメント 3 1 4 に結合される。

20

【 0 0 2 7 】

スクランブルされたビットは、第 1 の遅延エレメント 3 1 4 a および加算器 3 1 6 a および 3 1 8 a に与えられる。各クロックサイクルに対して加算器 3 1 6 a ~ 3 1 6 d は、そのクロックサイクルに対する第 1 の符号ビットを得るために、到来ビットおよび遅延エレメント 3 1 4 b、3 1 4 c、3 1 4 e および 3 1 4 f に記憶された 4 個の先のビット間に、モジュロ 2 加算を実行する。同様に、加算器 3 1 8 a ~ 3 1 8 d はそのクロックサイクルに対する第 2 の符号ビットを得るために到来ビットおよび遅延エレメント 3 1 4 a、3 1 4 b、3 1 4 c、および 3 1 4 f に記憶された 4 個の先のビット間にモジュロ 2 加算を実行する。マルチプレクサ 3 2 0 は、2 個の発生器からの符号ビットの 2 個のストリームを受信し、符号ビットの 1 個のストリームにマルチプレクスする。各スクランブルされたビット q_n に対して、ここで n はビットインデックスであるが、2 個の符号ビット c_{1n} および c_{2n} が発生され、そしてそれは、1 / 2 の符号レートに帰着する。

30

【 0 0 2 8 】

システム 1 0 0 はデータ伝送に対する“レート”のセットをサポートする。表 1 は、システムによってサポートされる、0 から 1 3 のレートインデックスによって識別される、1 4 個のレートの典型的なセットを表示している。インデックス 0 を有するレートはヌルデータレート(すなわちデータ伝送はない)に対するものである。0 でないレートの各々は、特定のスペクトル効率、特定の符号レート、特定の 변調方式、およびフェージングのない A W G N チャネルに対する特性の望まれるレベル(たとえば 1 % のパケット誤り率(P E R))を達成するために必要とされる、特定の最小の S N R と組み合わせられている。スペクトル効率はシステム帯域幅によって正規化されたデータレート(すなわち情報ビットレート)として参照され、そして秒あたり、ヘルツあたりのビットの単位(b p s / H z)で与えられる。各レートに対するスペクトル効率はコーディング方式およびそのレートに対する変調方式によって決定される。表 1 内の符号レート、および各レートに対する変調方式は、典型的なシステムに対して特定のである。

40

【 0 0 2 9 】

【表 1】

表 1

レート イン デックス	スペクトル 効率 (bps/Hz)	符号 レート	変調方式	必要とされる SNR (dB)	短いOFDM シンボル		長いOFDM シンボル	
					情報 ビット/ OFDM シンボル	符号 ビット/ OFDM シンボル	情報 ビット/ OFDM シンボル	符号 ビット/ OFDM シンボル
0	0.00	-	-	-	0	0	0	0
1	0.25	1/4	BPSK	-1.8	12	48	48	192
2	0.5	1/2	BPSK	1.2	24	48	96	192
3	1.0	1/2	QPSK	4.2	48	96	192	384
4	1.5	3/4	QPSK	6.8	72	96	288	384
5	2.0	1/2	16 QAM	10.1	96	192	384	768
6	2.5	5/8	16 QAM	11.7	120	192	480	768
7	3.0	3/4	16 QAM	13.2	144	192	576	768
8	3.5	7/12	64 QAM	16.2	168	288	672	1152
9	4.0	2/3	64 QAM	17.4	192	288	768	1152
10	4.5	3/4	64 QAM	18.8	216	288	864	1152
11	5.0	5/6	64 QAM	20.0	240	288	960	1152
12	6.0	3/4	256 QAM	24.2	288	384	1152	1536
13	7.0	7/8	256 QAM	26.3	336	384	1344	1536

表 1 において、BPSK はバイナリ位相シフトキーイングを示し、QPSK は直交位相変調を示し、そして QAM は直交振幅変調を示す。

エンコーダ 216 は、各パケットを符号化し、1 個のベース符号に基づいてレート 1/2 符号ビットを発生する。システムによってサポートされるすべての他の符号レートは (表 1 に示されるように) 符号ビットを反復するかあるいはパンクチャするかの何れかによって得ることが可能である。

【0030】

図 4 は、1/2 のベース符号レートに基づいて種々の符号レートを発生するために使用されることが可能な、反復/パンクチャユニット 218 の実施例を示す。反復/パンクチャユニット 218 の中で、エンコーダ 216 からのレート 1/2 符号ビットは、反復ユニット 412 あるいはパンクチャリングユニット 414 のいずれかに与えられる。反復ユニット 412 は、1/4 の実効符号レートを得るために各レート 1/2 符号ビットを一度反復する。パンクチャリングユニット 414 は、必要とされる符号レートを得るために特定のパンクチャリングパターンに基づいてレート 1/2 符号ビットの若干を削除する。表 2 は、システムによってサポートされる符号レートに対して使用することが可能な典型的なパンクチャリングパターンを示す。他のパンクチャリングパターンもまた使用されることが可能である。

【0031】

【表 2】

表 2

符号レート	パンクチャリングパターン
1/2	11
7/12	11111110111110
5/8	1110111011
2/3	1110
3/4	111001
5/6	1110011001
7/8	11101010011001

k/n 符号レートに対して、すべての k 個の情報ビットに対して n 個の符号化されたビットが存在する。レート $1/2$ ベース符号は、すべての k 個の情報ビットに対して $2k$ 個のレート $1/2$ 符号ビットを与える。 k/n の符号レートを得るために、パンクチャリングユニット 218 は、エンコーダ 216 から受信された $2k$ 個のレート $1/2$ 符号ビットの各入力グループに対して n 個の符号ビットを出力する。したがって、 $2k - n$ 個の符号ビットが、 n 個のレート k/n 符号ビットを得るために $2k$ 個のレート $1/2$ 符号ビットの各グループから削除される。各グループから削除されるべき符号ビットは、パンクチャリングパターンにおいて 0 によって示される。たとえば、 $7/12$ の符号レートを得るために、パンクチャリングパターン " 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 " によって示されるように、グループ内の 8 番目、および 14 番目のビットである削除されるビットをもって、エンコーダ 216 からの 14 個の符号ビットの各グループから 2 個の符号ビットが削除される。もしも望まれる符号レートが $1/2$ である場合は、パンクチャリングは実行されない。

【 0 0 3 2 】

マルチプレクサ 416 は、反復ユニット 412 から符号ビットのストリームをそしてパンクチャリングユニット 414 から符号ビットのストリームを受信する。マルチプレクサ 416 は、もしも望まれる符号レートが $1/4$ である場合は反復ユニット 412 からの符号ビットを、そしてもしも望まれる符号レートが $1/2$ あるいはより高い場合はパンクチャリングユニット 414 からの符号ビットを与える。論理ユニット 418 は、コーディング制御を受信し、そしてパンクチャリングユニット 414 に対するパンクチャリング制御、およびマルチプレクサ 416 に対するマルチプレクサ制御を発生する。

【 0 0 3 3 】

上に記述されたそれら以外に、他のコーディング方式およびパンクチャリングパターンがまた、使用されることが可能である。そしてこれは、本発明の範囲内にある。たとえば、ターボ(Turbo)符号、低密度パリティチェック(LDPC)符号、ブロック符号、若干の他の符号、あるいはこれらの任意の組み合わせはデータを符号化するために使用することが可能である。また、異なったコーディング方式は、異なった輸送チャネルに対して使用することが可能である。たとえば、畳み込み符号はシステム情報および制御データを搬送する輸送チャネルに対して使用することが可能であり、そしてターボ符号はトラフィックデータを搬送する輸送チャネルに対して使用することが可能である。

【 0 0 3 4 】

以上に記述されたコーディングおよびパンクチャリング方式を用いて、複数の符号レートがアクセスポイントにおいて同じエンコーダで、そしてユーザ端末において同じ復号器でサポートされることが可能である。このことは、アクセスポイントおよびユーザ端末の設計を大いに簡素化することが可能である。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

システム100は、より大きい効率を得るために2個のOFDMシンボルサイズを使用する。典型的な設計においては、“短い”OFDMシンボルは64個のサブバンドを含み、そして“長い”OFDMシンボルは256個のサブバンドを含む。短いOFDMシンボルに対しては、64個のサブバンドは-32から+31までのインデックスを割り当てられ、48個のサブバンド（たとえば $K_S = \pm \{1, \dots, 6, 8, \dots, 20, 22, \dots, 26\}$ のインデックスを有する）はデータ伝送に使用されそしてデータサブバンドとして参照され、4個のサブバンド（たとえば $\pm \{7, 21\}$ のインデックスを有する）はパイロット伝送に対して使用され、DCサブバンド（0のインデックスを有する）は使用されず、そして残りのサブバンドもまた使用されず、そして防護サブバンドとして役立つ。長いOFDMシンボルに対しては、256個のサブバンドは-128から+127のインデックスを割り当てられ、192個のサブバンド（たとえば $K_L = \pm \{1, \dots, 24, 29, \dots, 80, 85, \dots, 104\}$ のインデックスを有する）はデータ伝送に使用され、16個のサブバンド（たとえば $\pm \{25, \dots, 28, 81, \dots, 84\}$ のインデックスを有する）はパイロット伝送に対して使用され、DCサブバンドは使用されず、そして残りのサブバンドもまた使用されず、そして防護サブバンドとして役立つ。

10

【0036】

長いOFDMシンボルに対するパイロットおよびデータサブバンドは、次に基づいて短いOFDMシンボルに対するパイロットおよびデータサブバンドにマップされることが可能である。

$$k_l = 4 \cdot k_s - \text{sgn}(k_s) \cdot k_{os} \quad \text{式(1)}$$

20

ここで、 k_s は短いOFDMシンボルのサブバンドに対するインデックスであり（ $k_s \in K_S$ ）、

K_S ）、

k_{os} はサブバンドインデックスオフセットであり（ $k_{os} \in \{0, 1, 2, 3\}$ ）

$\text{sgn}(k_s)$ は k_s の符号を与え、（すなわち“+”あるいは“-”）そして

k_l は長いOFDMシンボルのサブバンドに対するインデックスである（ $k_l \in K_L$ ）

。短いOFDMシンボルの各データ/パイロットサブバンドは、長いOFDMシンボルの、サブバンドインデックスオフセット k_{os} に対する4個の値と組み合わせられた、4個のデータ/パイロットサブバンドと組み合わせられる。

【0037】

30

表1はまた各0でないレートに対する各々の短い、そして長いOFDMシンボルの中に送出されることが可能なデータビットの数を示している。データパケットは、任意の数の長いOFDMシンボルおよび短いOFDMシンボルの小さい数を使用して送出することが可能である。たとえば、データパケットは N_L 個の長いOFDMシンボルおよび N_S 個の短いOFDMシンボルを使用して送出されることが可能であり、ここで $N_L \geq 0$ 、そして $3 \leq N_S \leq 3$ である。 N_L 個の長いOFDMシンボルの終端部における、 N_S 個の短いOFDMシンボルは、使用されていない容量の総量を減少する。したがって異なるサイズのOFDMシンボルは、パッキング効率を最大とするために、パケットペイロードに対するOFDMシンボルのデータ搬送容量をよりよく整合するために使用することが可能である

40

【0038】

一つの実施例においては、同じインターリーブ方式が短い、および長いOFDMシンボルの両者に対して使用される。各短いOFDMシンボル内に送信されるべき符号ビットはすべての48個のデータサブバンドに互ってインターリーブされる。各長いOFDMシンボル内に送信されるべき符号ビットは4個のブロックに分割され、そして各ブロック内の符号ビットは48個のデータサブバンドの各々のグループに互ってインターリーブされる。両者の場合に対して、インターリーブは1個のOFDMシンボル期間中に実行される。

【0039】

図4はまた、短い、および長いOFDMシンボルの両者に対して使用することが可能で

50

あるインターリーバ220の実施例を示す。インターリーバ220の中で、デマルチプレクサ422は反復/パンクチャユニット218からの各OFDMシンボルに対する符号ビットのシーケンスを受信する。符号ビットシーケンスは $\{c_i\}$ として示され、ここで短いOFDMシンボルに対しては、 $i \in \{0, \dots, 48 \cdot B - 1\}$ であり、長いOFDMシンボルに対しては $i \in \{0, \dots, 192 \cdot B - 1\}$ であり、そしてBは各変調シンボルに対する符号ビットの数である。

【0040】

短いOFDMシンボルに対して、マルチプレクサ422はブロックインターリーバ424aに次々にすべての $48 \cdot B$ 符号ビットを与える。インターリーバ424aはそこで、表3に示される周波数インターリーピング方式に従って短いOFDMシンボルの48個のデータサブバンドに互って符号ビットをインターリーブ(すなわち再配列)する。このインターリーピング方式に対してシーケンス $\{c_i\}$ 内の各符号ビットは i モジュロ48のビットインデックスを割り当てられる。シーケンス内の符号ビットは、各グループが0~47のビットインデックスを割り当てられた48個の符号ビットを含む、B個のグループに効率的に分割される。各ビットインデックスはそれぞれのデータサブバンドと組み合わせられる。同じビットインデックスを有するすべての符号ビットはそのビットインデックスと組み合わせられたデータサブバンド上に送信される。たとえば、各グループにおける第1の符号ビット(0のビットインデックスを有する)は、サブバンド26上に送信され、第2の符号ビット(1のビットインデックスを有する)はサブバンド1上に送信され、第3の符号ビット(2のビットインデックスを有する)はサブバンド17上に送信される等々である。符号ビットの全シーケンスがインターリーブされている後にブロックインターリーバ424aはインターリーブされたビットをマルチプレクサ426に与える。短いOFDMシンボルに対しては、ブロックインターリーバ424b, 424c、および424dは使用されず、そしてマルチプレクサ426はブロックインターリーバ424aのみからインターリーブされたビットを与えられる。

【0041】

【表3】

表3

サブバンド インデックス k_s	ビット イン デックス	サブバンド インデックス k_s	ビット イン デックス	サブバンド インデックス k_s	ビット イン デックス	サブバンド インデックス k_s	ビット イン デックス
-	-	-13	26	1	1	15	33
-26	0	-12	32	2	7	16	39
-25	6	-11	38	3	13	17	45
-24	12	-10	44	4	19	18	5
-23	18	-9	4	5	25	19	11
-22	24	-8	10	6	31	20	17
-21	-	-7	-	7	-	21	-
-20	30	-6	16	8	37	22	23
-19	36	-5	22	9	43	23	29
-18	42	-4	28	10	3	24	35
-17	2	-3	34	11	9	25	41
-16	8	-2	40	12	15	26	47
-15	14	-1	46	13	21	-	-
-14	20	0	-	14	27	-	-

長いOFDMシンボルに対しては、デマルチプレクサ422はシーケンス内の $48 \cdot B$

符号ビットの第1のブロックをブロックインターリーバ424aに、 $48 \cdot B$ 符号ビットの次のブロックをブロックインターリーバ424bに、 $48 \cdot B$ 符号ビットの第3のブロックをブロックインターリーバ424cに、そして $48 \cdot B$ 符号ビットの最後のブロックをブロックインターリーバ424dに与える。インターリーバ424a~424d内の符号ビットの4個のブロックは、それぞれ $k_{0s} = 0, 1, 2$, および3のサブバンドインデックスオフセットを割り当てられる。各ブロックインターリーバ424は、短いOFDMシンボルに対して上に記述された方法で、 48 個のデータサブバンドに亙ってその符号ビットをインターリーブする。符号ビットの全シーケンスがインターリーブされてしまっている後に、マルチプレクサ426は、ブロックインターリーバ424a~424dからのインターリーブされたビットを受信し、そしてこれらのビットを長いOFDMシンボルの対応するサブバンドに対する固有の順序にマップする。とくに、短いOFDMシンボルサブバンドインデックス k_s および、各ブロックインターリーバ424に対するサブバンドインデックスオフセット k_{0s} は、式(1)に示されたように、対応する長いOFDMシンボルサブバンドインデックス k_l を発生するために使用される。論理ユニット428は制御器130からOFDMシンボルサイズを受信し、そしてデマルチプレクサ422およびマルチプレクサ426に対する制御を発生する。

10

【0042】

図4はチャネルインターリーバ220に対する典型的な設計を示す。短い、および長いOFDMシンボルの両者をサポートすることが可能な、他の設計もまた使用することが可能である。たとえば、インターリーブされるべき符号ビットのすべてを記憶するために、1個のインターリーバが使用されるかも知れない。マルチプレクサ426あるいはデマルチプレクサ422は、そこでこのインターリーバからの符号ビットを固有のサブバンドにマップするであろう。

20

【0043】

表3に示された周波数インターリーピング方式は符号ビットを、偶数のインデックスを有する(バンクチャリングの後に)符号ビットを負のインデックスを有するサブバンドに、そして奇数のインデックスを有する符号ビットを正のインデックスを有するサブバンドに割り当てる。符号レート $1/2$ に対しては第1の発生器133からの符号ビットは負のインデックスを有するサブバンド上に送信され、そして第2の発生器171からの符号ビットは正のインデックスを有するサブバンド上に送信される。符号ビットはまた、各発生器からの符号ビットがすべてのデータサブバンド上に亙って拡散されるように混合されるかも知れない。

30

【0044】

インターリーピングは種々の他の方法で実行されるかも知れない。たとえば、データサブバンドに亙るインターリーピングの後に、各サブバンドに対する符号ビットは、時間ダイバーシティを得るために複数のOFDMシンボル期間に亙ってさらにインターリーブされることが可能である。

【0045】

短い、および長いOFDMシンボルの両者に対して、インターリーバ220は各々のOFDMシンボルに対してインターリーブされた符号ビットのシーケンスを与える。シーケンスは、各データサブバンドに対する B 個のインターリーブされた符号ビットを含む。シンボルマッピングユニット222はそこで、表1に示されたように選択されたレートによって決定される変調方式に基づいて、インターリーブされた符号ビットをデータシンボルにマップする。

40

【0046】

表4は、システムによってサポートされる6個の変調方式に対するシンボルマッピングを示す。各変調方式に対して($BPSK$ に対するものを除き) $B/2$ 符号ビットは同相(I)成分にマップされそして他の $B/2$ 符号ビットは直交(Q)成分にマップされる。一つの実施例においては、各変調方式に対する信号コンスタレーションは、グレイ(Gray)マッピングに基づいて定義されている。グレイマッピングにおいては信号コンスタレーシ

50

オン内の隣接する点（IおよびQ成分の両者において）は、ただ1ビットの位置だけ異なる。グレイマッピングはより起こりそうな誤り事象に対するビット誤りの数を減少し、そしてそれは、正しい位置の近くの位置にマップされている受信されたシンボルに対応しており、いずれの場合においてもただ1個の符号ビットが誤りをもって検出されるであろう。

【0047】

【表4】

表4

BPSK		
b_0	I	Q
0	-1	0
1	1	0

QPSK			
b_0	I	b_1	Q
0	-1	0	-1
1	1	1	1

16 QAM			
b_0b_1	I	b_2b_3	Q
00	-3	00	-3
01	-1	01	-1
11	1	11	1
10	3	10	3

64 QAM			
$b_0b_1b_2$	I	$b_3b_4b_5$	Q
000	-7	000	-7
001	-5	001	-5
011	-3	011	-3
010	-1	010	-1
110	1	110	1
111	3	111	3
101	5	101	5
100	7	100	7

256 QAM			
$b_0b_1b_2b_3$	I	$b_4b_5b_6b_7$	Q
0000	-15	0000	-15
0001	-13	0001	-13
0011	-11	0011	-11
0010	-9	0010	-9
0110	-7	0110	-7
0111	-5	0111	-5
0101	-3	0101	-3
0100	-1	0100	-1
1100	1	1100	1
1101	3	1101	3
1111	5	1111	5
1110	7	1110	7
1010	9	1010	9
1011	11	1011	11
1001	13	1001	13
1000	15	1000	15

正規化係数 K_{mod}	
変調方式	値
BPSK	1.0
QPSK	$1/\sqrt{2}$
16 QAM	$1/\sqrt{10}$
64 QAM	$1/\sqrt{42}$
256 QAM	$1/\sqrt{170}$

表4に示した4個のQAM変調方式の各々に対して、各成分に対する最も左のビット（the left-most bit）は、誤りをもって受信されることがもっとも起こりそうにないものであり、そして各成分に対する最も右のビット（the right-most bit）は、誤りをもって受信されることが最も起こりそうなものである。各ビット位置に対して誤りに関する等しい可能性を得るために、各QAMシンボルを構成するB個のビットは混合されることが可能である。これは事実上、QAMシンボルを形成する符号ビットがQAMシンボルの異なるビット位置にマップされるようにQAMシンボルのディメンションに互ってインターリーブを実行することである。

【0048】

10

20

30

40

50

表 4 に示された各変調方式に対する I および Q の値は、組み合わせられた信号コンスタレーション内のすべての信号ポイントの平均電力がユニティに等しくなるように正規化係数 K_{mod} によって換算される (are scaled)。各変調方式に対する正規化係数は表 4 に示されている。正規化係数に対する量子化された値もまた使用可能である。各データサブバンドに対するデータシンボル $s(k)$ はそこで次の形態を有するであろう。

【 0 0 4 9 】

$$s(k) = (I + j Q) \cdot K_{mod} \tag{ 2 }$$

ここで、短い OFDM シンボルに対しては、 $k = K_S$ であり、そして長い OFDM シンボルに対しては、 $k = K_L$ である。

I および Q は、選択された変調方式に対する表 4 内の値である。そして K_{mod} は、選択された変調方式によって異なる。

【 0 0 5 0 】

システム 100 は 2 個の次元に互る送信ダイバーシティを得るために空間的処理を実行する。一つの実施例においては、システム 100 は、(1) 短い OFDM シンボルに対して空間および時間ダイバーシティを得るために、サブバンドあたり、および OFDM シンボル 対基準当りの空間 時間送信ダイバーシティ (S T T D) および (2) 長い OFDM シンボルに対して空間および周波数ダイバーシティを得るために、サブバンド 対当りおよび OFDM シンボル基準当りの空間 周波数送信ダイバーシティ (S F T D) を実行する。

【 0 0 5 1 】

短い OFDM シンボルに対する典型的な S T T D 方式は次のように動作する。 s_1 および s_2 として示される 2 個のデータシンボルが与えられたサブバンド上に送信されるべきものであると仮定しよう。アクセスポイントは 2 個のベクトル

【 0 0 5 2 】

【 数 1 】

$$\mathbf{x}_1 = [s_1 \ s_2]^T$$

および

【 0 0 5 3 】

【 数 2 】

$$\mathbf{x}_2 = [s_2^* \ -s_1^*]^T$$

を発生する。ここで、“ * ” は、複素共役を示しそして“ T ” は転置 (transpose) を示す。各ベクトルは、1 個の OFDM シンボル期間中に 2 個のアンテナから送信されるべき 2 個の送信シンボルを含む (たとえば、ベクトル \mathbf{x}_1 は、第 1 の OFDM シンボル期間中に 2 個のアンテナから送信され、そしてベクトル \mathbf{x}_2 は、次の OFDM シンボル期間中に 2 個のアンテナから送信される)。各データシンボルは、このように 2 個の OFDM シンボル期間に互って送信される (たとえば、送信シンボル s_1 は第 1 の OFDM シンボル期間中に、1 個のアンテナから送信され、そして、送信シンボル $-s_1^*$ は、次の OFDM シンボル期間中に他のアンテナから送信される)。

【 0 0 5 4 】

もしもユーザ端末が 1 個のアンテナを装備されている場合は、そこで、受信されたシンボルは

$$\begin{aligned} r_1 &= h_1 s_1 + h_2 s_2 + n_1, \text{ そして} \\ r_2 &= h_1 s_2^* - h_2 s_1^* + n_2 \end{aligned} \tag{ 3 }$$

として表されることが可能である。

ここで、 r_1 および r_2 は、2 個の連続した OFDM シンボル期間に対する 2 個の受

10

20

30

40

50

信されたシンボルであり、

h_1 および h_2 は、考慮対象のサブバンドに対する、2個の送信アンテナから受

信アンテナまでの経路利得であり、そして

n_1 および n_2 は、2個の受信されたシンボル r_1 および r_2 それぞれに対する雑音である。

【0055】

ユーザ端末は、2個のデータシンボルの推定値 s_1 および s_2 を次のように導出することが可能である。

【0056】

【数3】

$$\hat{s}_1 = \frac{h_1^* r_1 - h_2^* r_2}{|h_1|^2 + |h_2|^2} = s_1 + \frac{h_1^* n_1 - h_2^* n_2}{|h_1|^2 + |h_2|^2}, \text{ および} \quad \text{式 (4)}$$

$$\hat{s}_2 = \frac{h_2^* r_1 + h_1^* r_2}{|h_1|^2 + |h_2|^2} = s_2 + \frac{h_2^* n_1 + h_1^* n_2}{|h_1|^2 + |h_2|^2}$$

あるいは、アクセスポイントは2個のベクトルを、 $X_{-1} = [s_1 - s_2^*]^T$ および $X_{-2} = [s_2 - s_1^*]^T$ として発生し、そしてこれらの2個のベクトルを続けて2個のOFDMシンボル期間中に送信することが可能である。ユーザ端末は2個のデータシンボルの推定値を

【0057】

【数4】

$$\hat{s}_1 = (h_1^* r_1 + h_2^* r_2) / \alpha \text{ および } \hat{s}_2 = (-h_2^* r_1 + h_1^* r_2) / \alpha, \text{ ここで } \alpha = |h_1|^2 + |h_2|^2$$

として導出することが可能である。

上の記述は、2個あるいはそれ以上の送信アンテナ、複数の受信アンテナ、および複数のサブバンドを有するシステムに対して拡張することが可能である。2個の送信アンテナは、各データサブバンドに対して使用される。 $s_1(k)$ および $s_2(k)$ として示される2個のデータシンボルは、与えられたサブバンド k 上に送信されるべきものであると仮定しよう。アクセスポイントは2個のベクトル、 $x_{-1}(k) = [s_1(k) \ s_2(k)]^T$ および $x_{-2}(k) = [s_2^*(k) - s_1^*(k)]^T$ 、あるいは等価的に2個のシンボルセット $\{x_i(k)\} = \{s_1(k) \ s_2^*(k)\}$ および $\{x_j(k)\} = \{s_2(k) - s_1^*(k)\}$ を発生する。各シンボルセットは、サブバンド k 上のそれぞれのアンテナから、2個のOFDMシンボル期間中に連続して送信されるべき2個の送信シンボルを含む。(すなわち、シンボルセット $\{x_i(k)\}$ は、2個のOFDMシンボル期間中にアンテナ i からサブバンド k 上に送信され、そしてシンボルセット $\{x_j(k)\}$ は、同じ2個のOFDMシンボル期間中にアンテナ j からサブバンド k 上に送信される)。

【0058】

もしもユーザ端末が複数のアンテナを装備される場合はそこで、受信されたシンボルは、

$r_{-1}(k) = h_{-i}(k) s_1(k) + h_{-j}(k) s_2(k) + n_{-1}(k)$ として、

$r_{-2}(k) = h_{-i}(k) s_2^*(k) - h_{-j}(k) s_1^*(k) + n_{-2}(k)$

式 (5)

10

20

30

40

50

として表されることが可能である。

ここで、 $\mathbf{r}_{1}(k)$ および $\mathbf{r}_{2}(k)$ は、ユーザ端末において 2 個の連続した OFDM 期間中にサブバンド k 上に受信された 2 個のシンボルベクトルであり、なお各ベクトルは N_R 個の受信アンテナに対する N_R 個の

受信されたシンボルを含んでおり、

$\mathbf{h}_{i}(k)$ および $\mathbf{h}_{j}(k)$ は、サブバンド k に対する送信アンテナ i および j に対するそれぞれ経路利得のベクトルであり、なお、各ベクトルは、組み合わせられた送信アンテナから N_R 個の受信アンテナの

各々までのチャネル利得を含んでおり、そして

$\mathbf{n}_{1}(k)$ および $\mathbf{n}_{2}(k)$ は、2 個の受信されたシンボルベクトル $\mathbf{r}_{1}(k)$ および $\mathbf{r}_{2}(k)$ それぞれに対する雑音ベクトルである。

【0059】

ユーザ端末は、2 個のデータシンボル $s_1(k)$ および $s_2(k)$ の推定値を次のように導出することが可能である。

【0060】

【数 5】

$$\hat{s}_1(k) = \frac{\hat{\mathbf{h}}_i^H(k)\mathbf{r}_1(k) - \mathbf{r}_2^H(k)\hat{\mathbf{h}}_j(k)}{\|\hat{\mathbf{h}}_i(k)\|^2 + \|\hat{\mathbf{h}}_j(k)\|^2} = s_1(k) + \frac{\hat{\mathbf{h}}_i^H(k)\mathbf{n}_1(k) - \mathbf{n}_2^H(k)\hat{\mathbf{h}}_j(k)}{\|\hat{\mathbf{h}}_i(k)\|^2 + \|\hat{\mathbf{h}}_j(k)\|^2}, \text{ および} \quad 20$$

$$\hat{s}_2(k) = \frac{\hat{\mathbf{h}}_j^H(k)\mathbf{r}_1(k) + \mathbf{r}_2^H(k)\hat{\mathbf{h}}_i(k)}{\|\hat{\mathbf{h}}_i(k)\|^2 + \|\hat{\mathbf{h}}_j(k)\|^2} = s_2(k) + \frac{\hat{\mathbf{h}}_j^H(k)\mathbf{n}_1(k) + \mathbf{n}_2^H(k)\hat{\mathbf{h}}_i(k)}{\|\hat{\mathbf{h}}_i(k)\|^2 + \|\hat{\mathbf{h}}_j(k)\|^2} \quad \text{式 (6)}$$

あるいは、アクセスポイントは 2 個のシンボルセット $\mathbf{x}_i(k) = \{s_1(k) s_2(k)\}$ および $\mathbf{x}_j(k) = \{-s_2^*(k) s_1^*(k)\}$ を発生し、そしてこれらのシンボルセットをアンテナ i および j から送信することが可能である。ユーザ端末は 2 個のデータシンボルの推定値を、

【0061】

【数 6】

$$\hat{s}_1(k) = [\hat{\mathbf{h}}_i^H(k)\mathbf{r}_1(k) + \mathbf{r}_2^H(k)\hat{\mathbf{h}}_j(k)] / \beta$$

および

【0062】

【数 7】

$$\hat{s}_2(k) = [\hat{\mathbf{h}}_i^H(k)\mathbf{r}_2(k) - \mathbf{r}_1^H(k)\hat{\mathbf{h}}_j(k)] / \beta$$

として導出することが可能である。ここで、

【0063】

【数 8】

$$\beta = \|\hat{\mathbf{h}}_i(k)\|^2 + \|\hat{\mathbf{h}}_j(k)\|^2$$

である。

STTD 方式は各データサブバンドに対して 1 対の送信アンテナを使用する。もしもア

10

20

30

40

50

アクセスポイントが2個の送信アンテナを装備される場合は、そこで両アンテナは短いOFDMシンボルのすべての48個のデータサブバンドに対して使用される。もしもアクセスポイントが4個の送信アンテナを装備される場合は、そこで各アンテナは48個のデータサブバンドの半分に対して使用される。表5は、短いOFDMシンボルに対するSTTD方式のための典型的なサブバンド アンテナ割り当て方式を示す。

【0064】

【表5】

表5

サブバンド イン デックス k_s	送信 アンテナ	サブバンド イン デックス k_s	送信 アンテナ	サブバンド イン デックス k_s	送信 アンテナ	サブバンド イン デックス k_s	送信 アンテナ
-	-	-13	1,2	1	3,4	15	1,2
-26	1,2	-12	3,4	2	1,2	16	2,4
-25	3,4	-11	1,3	3	2,4	17	1,3
-24	1,3	-10	2,4	4	1,3	18	2,3
-23	2,4	-9	1,4	5	2,3	19	1,4
-22	1,4	-8	2,3	6	1,4	20	3,4
-21	-	-7	-	7	-	21	-
-20	2,3	-6	1,2	8	3,4	22	1,2
-19	1,2	-5	3,4	9	1,2	23	2,4
-18	3,4	-4	1,3	10	2,4	24	1,3
-17	1,3	-3	2,4	11	1,3	25	2,3
-16	2,4	-2	1,4	12	2,3	26	1,4
-15	1,4	-1	2,3	13	1,4	-	-
-14	2,3	0	-	14	3,4	-	-

表5は、表5内に示されたサブバンド アンテナ割り当て方式を示す。この方式に対しては、送信アンテナ1および2は、インデックス{-26, -19, -13, -6, 2, 9, 15, 22}を有するサブバンドに対して使用され、送信アンテナ3および4は、インデックス{-25, -18, -12, -5, 1, 8, 14, 20}を有するサブバンドに対して使用される、等である。4個の送信アンテナに対して6個の異なったアンテナ対が存在する。6個のアンテナ対の各々は、48個のデータサブバンドに互ってほぼ均一に間隔をあけられている、8個のデータサブバンドに対して使用される。サブバンド割り当てに対するアンテナ対は、異なったアンテナが隣接したサブバンドに対して使用されるようになっており、そしてそれは、より大きい周波数および空間的ダイバーシティを与えることが可能である。たとえば、アンテナ1および2は、サブバンド-26に対して使用され、そしてアンテナ3および4は、サブバンド-25に対して使用される。

【0065】

表5におけるアンテナ サブバンド割り当てはまた、すべての4個の送信アンテナが最低の1/4の符号レートに対する各符号ビットに対して使用されるようになっている。そしてそれは、空間的ダイバーシティを最大とする。符号レート1/4に対しては、各符号ビットは反復され、そしてすべての4個のアンテナがその符号ビットを送信するために使用されるように、2個のばらばらなアンテナ対に対してマップされた2個のサブバンド上に送出される。たとえば、図3においてビットインデックス0および1は、同じ反復された符号ビットに対応し、インデックス0を有する符号ビットはアンテナ1および2からサブバンド-26上に送信され、そしてインデックス1を有する符号ビットはアンテナ3および4からサブバンド1上に送信される。

【 0 0 6 6 】

長いOFDMシンボルは、短いOFDMシンボル期間の約4倍である。処理遅延およびバッファリング必要条件を最小にするために、空間周波数送信ダイバーシティが、2個の長いOFDMシンボルを2個のアンテナから2個のサブバンド上に同時に送信するために使用される。

【 0 0 6 7 】

長いOFDMシンボルに対する典型的なSFTD方式は次のように動作する。 $s(k_1)$ および $s(k_1 + 1)$ として示される2個のデータシンボルが発生され、そして長いOFDMシンボルの2個の隣接したサブバンドにマップされると仮定しよう。アクセスポイントは、シンボル $s(k_1)$ および $s(k_1 + 1)$ を2個のアンテナからサブバンド k_1 上に送信し、そしてシンボル $s^*(k_1 + 1)$ および $-s^*(k_1)$ を、同じ2個のアンテナからサブバンド $k_1 + 1$ 上に送信する。隣接したサブバンドは、チャンネル応答は2個のサブバンドに互って近似的に一定であると仮定されることからデータシンボルの対に対して使用される。

【 0 0 6 8 】

もしもアクセスポイントが2個の送信アンテナを装備される場合は、そこで両アンテナは長いOFDMシンボルのすべての192個のデータサブバンドに対して使用される。もしもアクセスポイントが4個の送信アンテナを装備される場合は、そこで表5に示されたと同じサブバンドアンテナ割り当てが長いOFDMシンボルに対してもまた使用されることが可能である。この場合、長いOFDMシンボルに対するインデックス k_1 のサブバンドは短いOFDMシンボルに対する対応するインデックス k_s のサブバンドに次のように最初にマップされる。

【 0 0 6 9 】

【数9】

$$k_s = \left\lfloor \frac{k_1 + \text{sgn}(k_1) \cdot k_{os}}{4} \right\rfloor \quad \text{式 (7)}$$

ここで、

【 0 0 7 0 】

【数10】

$\lfloor z \rfloor$

は、 z に対する最も近いより低い整数を与えるフロア演算子であり、そして

k_{os} は長いOFDMサブバンドインデックス k_1 に対するサブバンドインデックスオフセットである ($k_{os} \in \{0, 1, 2, 3\}$)。マップされた短いOFDMシンボルサブバンドインデックス k_s に対応するアンテナ対は、表5から決定され、そしてインデックス k_1 を有する長いOFDMシンボルサブバンドに対して使用される。

【 0 0 7 1 】

SFTD方式に対しては、ユーザ端末における2個のデータシンボルの推定を得るための処理は、式(4)および(6)に示されたようにして実行されることが可能である。しかしながら、計算は2個のOFDMシンボル期間の代わりに2個のサブバンド上で得られた受信されたシンボル上で実行される。

【 0 0 7 2 】

図6は、短いOFDMシンボルに対してSTTD方式を実行するTX空間的処理装置122aに関するブロック線図である。TX空間的処理装置122aは、図1におけるTX空間的処理装置122の一つの実施例である。

TX空間的処理装置122aの中で、デマルチプレクサ612は、TXデータ処理装置120からデータシンボル $\{s(k)\}$ のストリームを受信し、短いOFDMシンボルの

48個のデータサブバンドに対する48個のデータシンボルサブストリームの中にストリームをデマルチプレクスし、そして各サブストリームをそれぞれの空間 時間エンコーダ620に与える。各サブストリームは T_s^{-1} のシンボルレートに対応する各短いOFDMシンボル期間に対する1個のデータシンボルを含む。ここで T_s は1個の短いOFDMシンボルの期間である。

【0073】

各空間 時間エンコーダ620の中でデマルチプレクサ622は、データシンボルサブストリームを、 $(2T_s)^{-1}$ のシンボルレートを有する各シーケンスで2個のシンボルシーケンスの中にデマルチプレクスする。第1のシンボルシーケンスは、シーケンス内の各シンボルを反転(invert)し、そして結合(conjugate)するスイッチ628aおよびユニット624bの“0”入力に与えられる。第2のシンボルシーケンスは、シーケンス内の各シンボルを結合するスイッチ628bおよびユニット624aの“0”入力に与えられる。遅延ユニット626aはユニット624aからのシンボルを1個の短いOFDMシンボル期間だけ遅延し、そして遅延したシンボルをスイッチ628aの“1”入力に与える。遅延ユニット626bはユニット624bからのシンボルを1個の短いOFDMシンボル期間だけ遅延し、そして遅延したシンボルをスイッチ628bの“1”入力に与える。スイッチ628aは短いOFDMシンボルレートでトグル(toggle)し、シンボルセット $\{x_i(k)\} = \{s_1(k) s_2^*(k)\}$ を、1個の送信アンテナに対して各2個のOFDMシンボル期間与える。同様に、スイッチ628bは、短いOFDMシンボルレートでトグルし、そしてシンボルセット $\{x_j(k)\} = \{s_2(k) - s_1^*(k)\}$ を、他の送信アンテナに対して各2個のOFDMシンボル期間与える。

【0074】

バッファ/マルチプレクサ630a~630dは、空間 時間エンコーダ620からの送信シンボルをバッファしそしてマルチプレクスする。各バッファ/マルチプレクサ630は、表5によって決定されたように適切な空間 時間エンコーダ620からのパイロットシンボルおよび送信シンボルを受信する。とくに、バッファ/マルチプレクサ630aは、アンテナ1にマップされたすべてのサブバンド(たとえばサブバンド-26, -24, -22, -19等)に対する送信シンボルを受信し、バッファ/マルチプレクサ630bは、アンテナ2にマップされたすべてのサブバンド(たとえばサブバンド-26, -23, -20, -19等)に対する送信シンボルを受信し、バッファ/マルチプレクサ630cは、アンテナ3にマップされたすべてのサブバンド(たとえばサブバンド-25, -24, -20, -18等)に対する送信シンボルを受信し、そしてバッファ/マルチプレクサ630dは、アンテナ4にマップされたすべてのサブバンド(たとえばサブバンド-25, -23, -22, -18等)に対する送信シンボルを受信する。

【0075】

各バッファ/マルチプレクサ630はそこで、各短いOFDMシンボル期間中に4個のパイロットサブバンドに対する4個のパイロットシンボル、24個のデータサブバンドに対する24個の送信シンボル、そして64個の全サブバンドに対する64個の送信シンボルのシーケンスを形成するために、36個の使用されないサブバンドに対する36個の0の信号値(すなわち“ゼロ”シンボル)をマルチプレクスする。短いOFDMシンボルに対しては、48個のデータサブバンドが存在するが、各サブバンドに対して2個のアンテナのみが使用され、そして各アンテナに対する使用されないサブバンドの実効数はしたがって12の代りに36であるために、24個のサブバンドのみがSTTD方式に対する各送信アンテナとして使用される。シーケンス内の各送信シンボルは、エンコーダ620からの送信シンボル、パイロットシンボル、あるいはゼロシンボルであることが可能であり、そして1個の短いOFDMシンボル期間中に1個のサブバンド上に送出される。各バッファ/マルチプレクサ630は、送信シンボル $\{x_i(k)\}$ のストリームを1個の送信アンテナに与える。各送信シンボルストリームは、64個の送信シンボルの連鎖状になったシーケンス、各OFDMシンボル期間に対する1個のシーケンスを含む。

【0076】

10

20

30

40

50

図7は、長いOFDMシンボルに対するSF TD方式を実行するTX空間的処理装置122bに関するブロック線図を示す。TX空間的処理装置122bは、図1におけるTX空間的処理装置122の他の実施例である。

TX空間的処理装置122bの中で、デマルチプレクサ712はTXデータ処理装置120からデータシンボル $\{s(k)\}$ のストリームを受信し、長いOFDMシンボルの192個のデータサブバンドに対する192個のデータシンボルサブストリームの中にストリームをデマルチプレクスし、そして各サブストリームの対をそれぞれの空間周波数エンコーダ720に与える。各サブストリームは、 T_L^{-1} のシンボルレートに対応する各長いOFDMシンボル期間に対する1個のデータシンボルを含む。ここで、 T_L は、1個の長いOFDMシンボルの期間である。

10

【0077】

各空間周波数エンコーダ720は、2個のサブバンド k_1 および $k_1 + 1$ に対するデータシンボルサブストリームの対を受信する。各エンコーダ720の中で、ユニット724aはサブバンド $k_1 + 1$ に対するサブストリーム内の各シンボルを結合し、そしてユニット724bは、サブバンド k_1 に対するサブストリーム内の各シンボルを反転しそして結合する。各エンコーダ720は、(1)サブバンド k_1 上への伝送のための2個の組み合わせられたアンテナに対する2個のバッファ/マルチプレクサ730に対する2個のデータシンボルサブストリーム、(2)サブバンド $k_1 + 1$ 上への伝送のための同じ2個のアンテナに対する、ユニット724aおよび724bからの2個のサブストリームを与える。各空間周波数エンコーダ720へのそして、からのすべてのサブストリームに対するシンボルレートは T_L^{-1} である。

20

【0078】

各バッファ/マルチプレクサ730は、式(7)および表5によって決定されたように、パイロットシンボルを受信し、適切な空間周波数エンコーダ720からのシンボルを送信する。とくに、バッファ/マルチプレクサ730a、730b、730c、および730dは、アンテナ1, 2, 3, および4、それぞれにマップされたすべてのサブバンドに対する送信シンボルを受信する。各バッファ/マルチプレクサ730はそこで、各長いOFDMシンボル期間に対して、16個のパイロットサブバンドに対する16個のパイロットシンボル、192個のデータサブバンドに対する192個の送信シンボル、そして256個の全サブバンドに対する256個の送信シンボルのシーケンスを形成するために、48個の使用されないサブバンドに対する48個のゼロシンボルをマルチプレクスする。SF TD方式に対しては、すべての192個のデータサブバンドがデータ伝送に対して使用される。各バッファ/マルチプレクサ730は、1個の送信アンテナに対する送信シンボル $\{x_i(k)\}$ のストリームを与える。

30

【0079】

図8は、図1における変調器126a~126dの各々に対して使用されることが可能な変調器126xの実施例に関するブロック線図である。変調器126xは、送信機ユニット(TMT R)820と結合されたOFDM変調器810を含む。OFDM変調器810は、可変サイズ逆高速フーリエ変換(IFFT)ユニット812および周期的プレフィックス発生器814を含む。IFFTユニット812は、送信シンボル $\{x_i(k)\}$ のストリームを受信し、ストリーム $\{x_i(k)\}$ 内のL個の送信シンボルの各シーケンス上にLポイントIFFTを実行し、そして変換されたシンボルに対するL個の時間領域チップに関する対応するシーケンスを与える。OFDMシンボルサイズLは制御器130によって与えられた制御信号によって示され、そして短いOFDMシンボルに対しては $L = 64$ であり、そして長いOFDMシンボルに対しては、 $L = 256$ である。周期的プレフィックス発生器814は、対応するOFDMシンボルを形成するためにIFFTユニット812からの各変換されたシンボルの一部を反復する。OFDMシンボル期間は1個のOFDMシンボルの期間に対応する。周期的プレフィックス発生器814の出力は制御信号によって決定されるサイズを有するOFDMシンボルのストリームである。送信機ユニット820は、OFDMシンボルのストリームを1個あるいはそれ以上のアナログ信号

40

50

に変換し、そしてさらに組み合わせられたアンテナ 1 2 8 x からの伝送に対して適切な下りリンク信号を発生するために、アナログ信号を調整（たとえば、増幅し、濾波し、そして周波数アップコンバート）する。

【 0 0 8 0 】

図 9 は、複数のアンテナを有する ($N_R > 1$) ユーザ端末 1 5 0 y に関するブロック線図を示す。アクセスポイント 1 1 0 からの下りリンク信号は、アンテナ 1 5 2 a ~ 1 5 2 r の各々によって受信される。各アンテナは受信された信号をそれぞれの復調器 1 5 4 に与える。

【 0 0 8 1 】

各復調器 1 5 4 の中で受信機ユニット (RCVR) 9 1 2 は、その受信した信号を調整（たとえば、周波数ダウンコンバートし、増幅し、そして濾波）し、そしてディジタル化し、そして OFDM 復調器にサンプルのストリームを与える。OFDM 復調器は、周期的プレフィックス除去ユニット 9 1 4 および可変サイズ高速フーリエ変換 (FFT) ユニット 9 1 6 を含む。ユニット 9 1 4 は、各 OFDM シンボル内の周期的プレフィックスを削除し、そして L 個のサンプルを含む対応する受信され、変換されたシンボルを与える。ここで L は、OFDM シンボルサイズによって異なる。可変サイズ FFT ユニット 9 1 6 は、ユニット 9 1 4 からサンプルのストリームを受信し、受信され変換されたシンボルに対するストリーム内の L 個のサンプルの各シーケンスに対して L ポイント FFT を実行し、そして L 個の受信されたシンボルの対応するシーケンスを変換されたシンボルに与える。復調器 1 5 4 a ~ 1 5 4 r は、受信されたシンボル（データに対する）の N_R 個のストリームを RX 空間的処理装置 1 6 0 y に、そして受信されたパイロットシンボルをチャンネル推定器 9 6 0 に与える。

【 0 0 8 2 】

RX 空間的処理装置 1 6 0 y は、たとえば式 (6) に示されたように、受信されたシンボルの N_R 個のストリーム上に、チャンネル推定器 9 6 0 からのチャンネル利得推定との空間的処理を実行する。RX 空間的処理装置 1 6 0 y は、RX データ処理装置 1 7 0 y に、アクセスポイント 1 1 0 により送信された、データシンボル $\{s(k)\}$ のストリームの推定である、回復されたデータシンボル

【 0 0 8 3 】

【 数 1 1 】

$$\{\hat{s}(k)\}$$

を与える。

RX データ処理装置 1 7 0 y の中で、シンボルマッピングユニット 9 7 2 は、制御器 1 8 0 y によって与えられた復調制御によって示されたように、データストリームに対して使用された変調方式に従って回復されたデータシンボルを復調する。チャンネルデインターリーバ 9 7 4 はそこで、制御器 1 8 0 y によって与えられたデインターリーピング制御によって示されたようにアクセスポイント 1 1 0 において実行されたインターリーピングと相補的な方法で復調されたデータをデインターリーブする。短い OFDM シンボルに対しては、デインターリーピングは、各短い OFDM シンボルに対する 4 8 個のデータサブバンドに互って、上に記述されたインターリーピングと相補的に実行される。長い OFDM シンボルに対しては、デインターリーピングはまた上に記述されたようにして 4 8 個のデータサブバンドの 4 個のブロックの各々に互って実行される。復号器 9 7 6 はそこでデインターリーブされたデータを、制御器 1 8 0 y によって与えられた復号制御によって示されたように、アクセスポイント 1 1 0 において実行された符号化と相補的な方法で復号する。ビタビ (Viterbi) 復号器が上に記述された畳み込みコーディング方式に対する復号器 9 7 6 として使用されることが可能である。デスクランバ 9 7 8 はアクセスポイント 1 1 0 において実行されたスクランプリングと相補的な方法で復号されたデータをデスクランブルする。図 9 には示されないが CRC 検査器はパケットが正しくあるいは誤りをもっ

10

20

30

40

50

て受信されたか否かを決定するためにパケット内に含まれるCRC値に基づいて各パケットを検査することが可能である。パケット状態はユーザ端末150yによって誤って受信されたパケットの再伝送を開始するために使用されることが可能である。

【0084】

チャネル推定器960は、受信されたパイロットシンボルに基づいて種々のチャネル特性（たとえば経路利得および雑音分散）を推定する。チャネル推定器960は、これらの経路利得推定値を式(6)に示されたようにして送信されたデータシンボルを回復するために使用する、RX空間的処理装置160yへの各アクセスポイントアンテナに対して経路利得推定値のベクトル

【0085】

【数12】

$$\hat{\mathbf{h}}_i(k)$$

を与える。チャネル推定器960はまた、制御器180yにチャネル推定を与える。制御器180yは、ユーザ端末150yにおける送信ダイバーシティ処理に関する種々の機能を実行することが可能である。制御器180yはまた、チャネル推定および/あるいは他の考慮に基づいてデータ伝送に対して使用するための固有のレートおよびOFDMシンボルサイズを選択することが可能である。

【0086】

1個のアンテナ152xを装備されたユーザ端末150xに対して、復調器154xは受信したシンボルの1個のストリームを与える。RX空間的処理装置160xは受信したシンボルのストリーム上でチャネル利得推定との（たとえば式(4)に示されたようにして）空間的処理を実行し、そして回復したデータシンボルのストリーム

【0087】

【数13】

$$\{\hat{\mathbf{s}}(k)\}$$

を与える。RXデータ処理装置170xはそこで、上にユーザ端末150yに対して記述された方法で回復されたデータシンボルストリームをシンボルデマップし、デインターリーブし、復号し、そしてデスクランブルする。

明確化のために、送信ダイバーシティ処理技術は典型的なマルチアンテナOFDMシステム内の下りリンクに対して上に記述されてきている。これらの技術はまた複数のアンテナを装備したユーザ端末によって上りリンクに対して使用することが可能である。また明確化のためにこれらの技術はOFDMシステムに対して記述されてきている。1個のOFDMシンボルサイズ、（上に記述したように）2個のOFDMシンボルサイズ、あるいは2個以上のOFDMシンボルサイズをサポートすることが可能である。これらの技術の多くは単一搬送波マルチアンテナシステムに対して使用されることがまた可能である。

【0088】

図10はマルチアンテナOFDMシステム内の送信機における送信ダイバーシティ処理を実行するための処理1000に関するフロー線図である。送信機は符号化されたデータを得るために、トラフィックデータをコーディング方式に従って符号化する（ブロック1012）。コーディング方式は固定されたレートのベース符号(fixed rate base code)および反復および/あるいはシステムによってサポートされる符号レートのセットに対するパンクチャリングパターンを含む。送信機はそこでインターリーブされたデータを得るために（ブロック1014）インターリーブ方式に従って符号化されたデータをインターリーブする。送信機は次にデータシンボルのストリームを得るために（ブロック1016）変調方式に従ってインターリーブされたデータをシンボルマップする。送信機はそこで、送信アンテナの対からの伝送のために2対の送信シンボルを得るためにデータシンボ

10

20

30

40

50

ルの各々の対を処理する。各送信シンボルはデータシンボルの変形である。2対の送信シンボルは、2個のOFDMシンボル期間中あるいは2個のサブバンド上のいずれかでアンテナの対から送信される。もしも N_T 個の送信アンテナがデータ伝送に対して使用可能である場合は、そこで $N_T \cdot (N_T - 1) / 2$ 個の異なったアンテナの対がデータシンボルを送信するために使用されることが可能である。もしもシステムが複数のOFDMシンボルサイズをサポートする場合は、そこで送信機は送信アンテナに対するOFDMシンボルの対応するストリームを得るために選択されたOFDMシンボルサイズに従って各送信アンテナに対して送信シンボルのストリームを変換(たとえばOFDM変調オンを実行)する(ブロック1020)。

【0089】

図11は、マルチアンテナOFDMシステム内の受信機において送信ダイバーシティを有するデータ受信を実行するための処理1100に関するフロー線図を示す。受信機は、受信アンテナに対する受信されたシンボルの対応するストリームを得るために、選択されたOFDMシンボルサイズに従って N_R 個の受信アンテナの各々に対するサンプルのストリームを変換する。ここで $N_R > 1$ である(ブロック1112)。受信機は受信されたシンボルのベクトルのストリームを得る。ここで各ベクトルは N_R 個のアンテナに対する N_R 個の受信されたシンボルを含み、そして1個のOFDMシンボル期間中の1個のサブバンドに対するものである(ブロック1114)。受信機は式(4)あるいは(6)に示されたように2個の回復されたデータシンボルを得るために、受信されたシンボルのベクトルの各対をチャンネル推定値とともに処理する(ブロック1116)。2個のベクトルは、STTD方式においては2個のOFDMシンボル期間に対するものであり、SF TD方式においては2個のサブバンドに対するものである。回復されたデータシンボルのストリームは、受信されたシンボルのベクトルのストリームに対して得られる。受信機はそこで、復調されたデータを得るために復調方式に従って回復されたデータシンボルのストリームをシンボルデマップし(ブロック1118)、デインターリーブされたデータを得るためにデインターリーブ方式に従って復調されたデータをデインターリーブし(ブロック1120)、そして復号されたデータを得るために復号方式に従ってデインターリーブされたデータを復号する(ブロック1122)。復調、デインターリーブ、および復号方式は、送信機において使用された、変調、インターリーブ、およびコーディング方式とそれぞれ相補的である。

【0090】

この中に記述された送信ダイバーシティ処理技術は、種々の手段によって実現されることが可能である。たとえば、これらの技術はハードウェア、ソフトウェア、あるいはそれらの組み合わせによって実現されることが可能である。ハードウェア実現に対しては、アクセスポイントおよびユーザ端末の各々において送信ダイバーシティ処理を実行するために使用される処理ユニットは、1個あるいはそれ以上の特定用途向け集積回路(ASIC)、デジタル信号処理装置(DSP)、デジタル信号処理デバイス(DSPD)、プログラマブル論理デバイス(PLD)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、処理装置、制御器、マイクロ制御器、マイクロ処理装置、この中に記述された機能を実行するために設計された他の電子的ユニット、あるいはこれらの組み合わせの中で実現されることが可能である。記憶ユニットは処理装置の中で、あるいは処理装置の外部で実現されることが可能であり、いずれの場合もそれは当業界において知られた種々の手段によって処理装置と通信的に結合されることが可能である。

【0091】

ソフトウェア実現に対しては、送信ダイバーシティ処理技術は、この中に記述された機能を実行するモジュール(たとえばたとえば手順、機能等々)で実現されることが可能である。ソフトウェアコードは記憶ユニット(たとえば図1における記憶ユニット132、182x、あるいは182y)内に記憶され、そして処理装置(たとえば制御器130、180x、あるいは180y)によって実行されることが可能である。

【0092】

10

20

30

40

50

開示された実施例に関する以上の記述は、当業界において熟練したいかなる人にも本発明を作成しそして使用することを可能とするために与えられる。これらの実施例に対する種々の変形が、当業界において熟練した人々には容易に明白であり、そしてこの中に定義された一般的な原理は本発明の精神あるいは範囲から逸脱することなしに他の実施例に適用することが可能である。したがって、本発明はこの中に示された実施例に限定されることを意図したのではなく、しかし、この中に開示された原理および新規な特徴と矛盾しない最も広い範囲に一致されるべきものである。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】図1は、マルチアンテナOFDMシステムにおけるアクセスポイントおよび2個のユーザ端末を示す。 10

【図2】図2は、アクセスポイントの送信機部分を示す。

【図3】図3は、エンコーダを示す。

【図4】図4は、反復/パンクチャユニットおよびチャネルインターリーバを示す。

【図5】図5は、サブバンド アンテナ指定方式を示す。

【図6】図6は、STTD方式に対する送信(TX)空間的処理装置を示す。

【図7】図7は、SFTD方式に対するTX空間的処理装置を示す。

【図8】図8は、変調器を示す。

【図9】図9は、複数のアンテナを有するユーザ端末を示す。

【図10】図10は、送信機において、送信ダイバーシティ処理を実行するための処理を示す。 20

【図11】図11は、受信機において送信ダイバーシティを有するデータ受信を実行するための処理を示す。

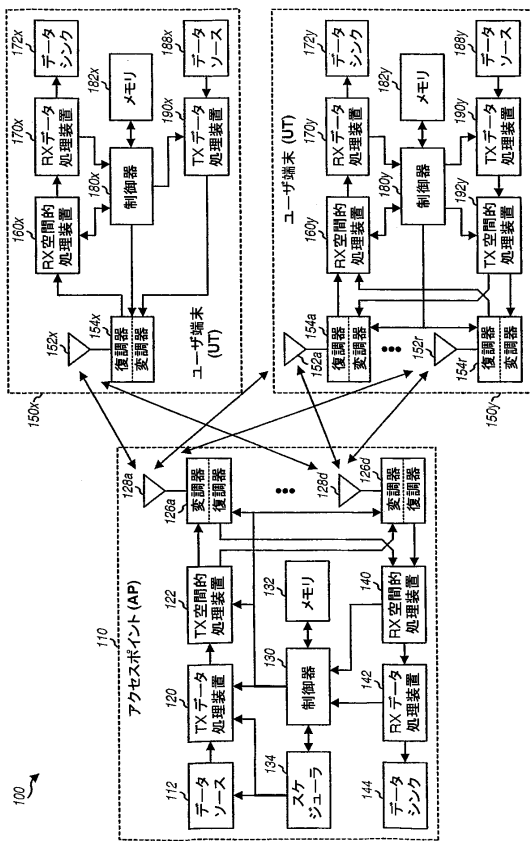
【符号の説明】

【0094】

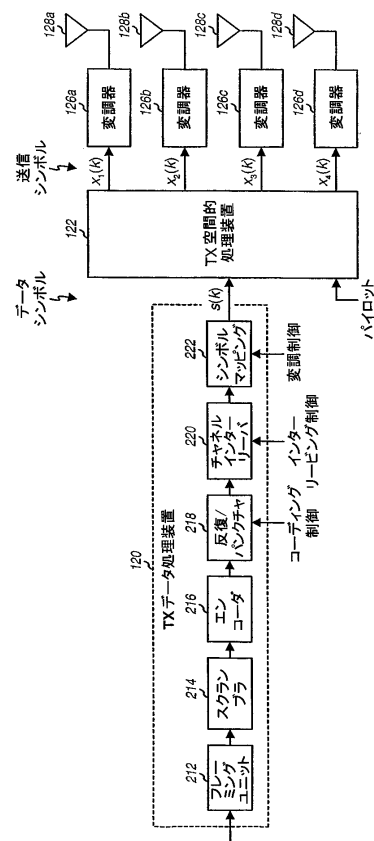
100...OFDMシステム、 110...アクセスポイント、 112...データソース、
 120...送信データ処理装置、 122...TX空間的処理装置、 122a...TX空間
 的処理装置、 122b...TX空間的処理装置、 126...変調器、 126a~126
 d...変調器、 126x...変調器、 128a~128d...アンテナ、 128...アンテ
 ナ、 128x...アンテナ、 130...制御器、 133...第1の発生器、 134...ス
 ケジューラ、 140...RX空間的処理装置、 142...RXデータ処理装置、 150
 x...ユーザ端末、 150y...ユーザ端末、 150...ユーザ端末、 152x...アンテ
 ナ、 152a~152r...アンテナ、 152...アンテナ、 154...復調器、 154
 a~154r...復調器、 154x...復調器、 160...受信空間的処理装置、 160
 y...RX空間的処理装置、 160x...RX空間的処理装置、 170...RXデータ処理
 装置、 170y...RXデータ処理装置、 170x...RXデータ処理装置、 171...
 第2の発生器、 172...データシンク、 180...制御器、 180y...制御器、 1
 90...TXデータ処理装置、 192...TX空間的処理装置、 212...フレーミングユ
 ニット、 214...スクランブラ、 216...エンコーダ、 218...パンクチャユ
 ニット、 220...インターリーバ、 222...シンボルマッピングユニット、 312...マ
 ルチプレクサ、 314a~314f...遅延エレメント、 314...遅延エレメント、
 314a...第1の遅延エレメント、 314b、314c...遅延エレメント、 314a
 . 314b...遅延エレメント、 316a~316d...加算器、 316a...加算器、
 、 318a~318d...加算器、 320...マルチプレクサ、 412...反復ユニット
 、 414...パンクチャリングユニット、 416...マルチプレクサ、 418...論理ユ
 ニット、 422...デマルチプレクサ、 424a...ブロックインターリーバ、 424
 ...ブロックインターリーバ、 426...マルチプレクサ、 428...論理ユニット、 6
 12...デマルチプレクサ、 620...時間エンコーダ、 622...デマルチプレクサ、
 624b...ユニット、 624a...ユニット、 626a...遅延ユニット、 626b...
 遅延ユニット、 628a...スイッチ、 628b...スイッチ、 630a~630d... 50

マルチプレクサ、 630...マルチプレクサ、 630a...マルチプレクサ、 630b...マルチプレクサ、 630c...マルチプレクサ、 630d...マルチプレクサ、 712...デマルチプレクサ、 720...周波数エンコーダ、 724a...ユニット、 724b...ユニット、 730...マルチプレクサ、 730a...730b...マルチプレクサ、 810...OFDM変調器、 812...IFFTユニット、 814...周期的プレフィックス発生器、 820...送信機ユニット、 912...受信機ユニット、 914...周期的プレフィックス除去ユニット、 916...可変サイズ高速フーリエ変換ユニット、 960...チャンネル推定器、 972...シンボルデマッピングユニット、 974...チャンネルディンターリーバ、 976...復号器、 978...デスクランバ

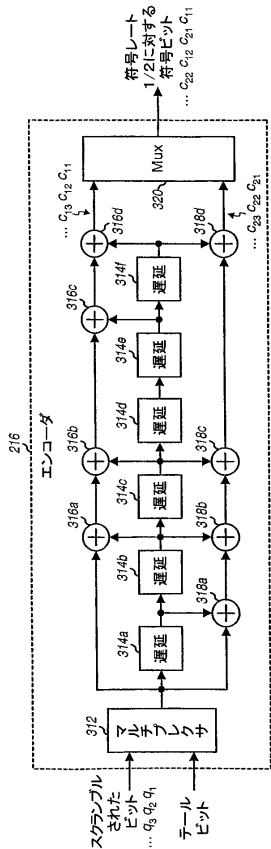
【図1】



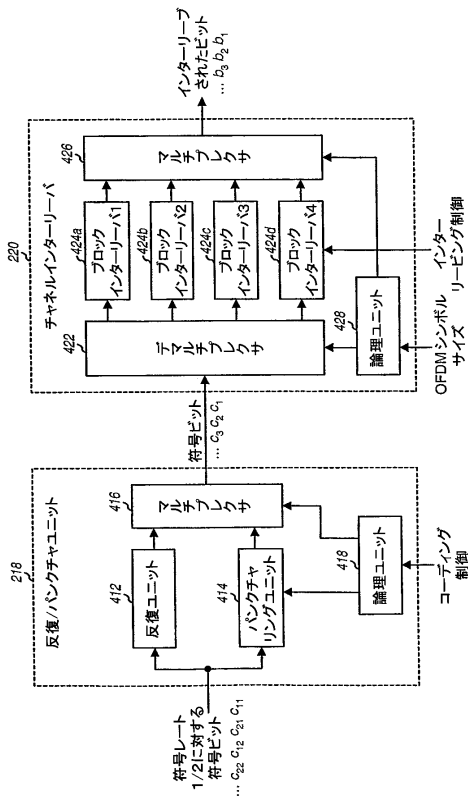
【図2】



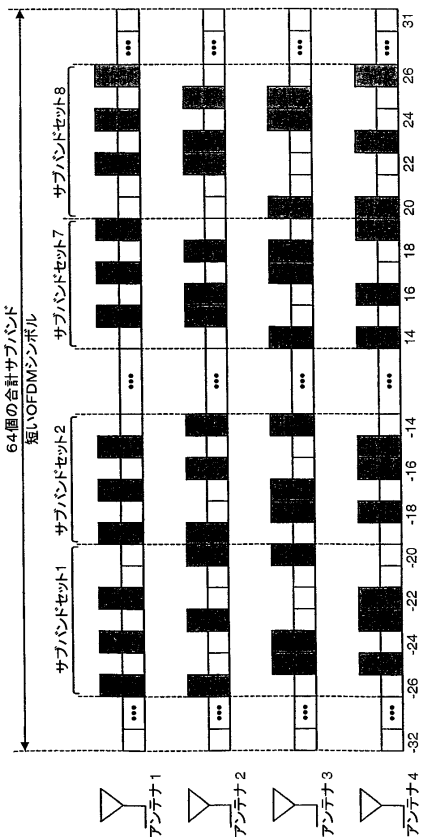
【図3】



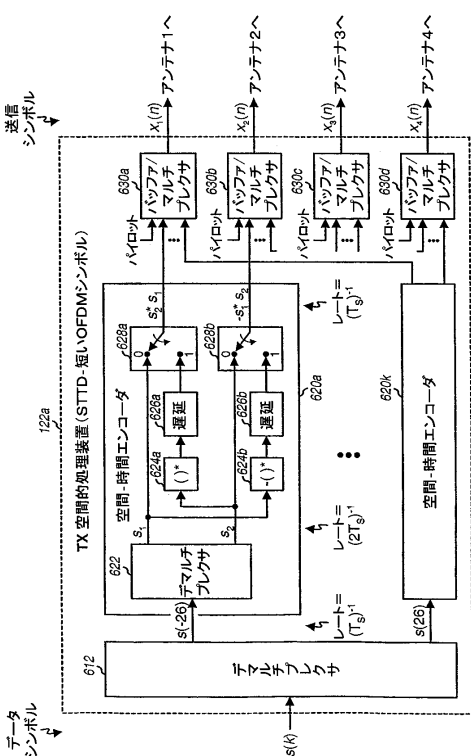
【図4】



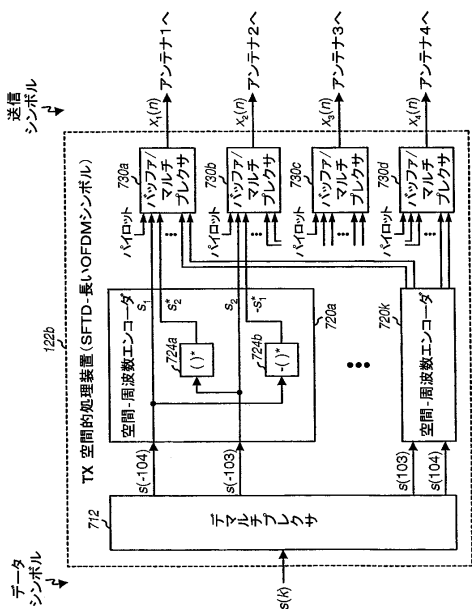
【図5】



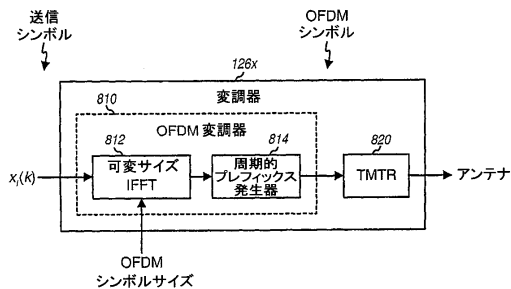
【図6】



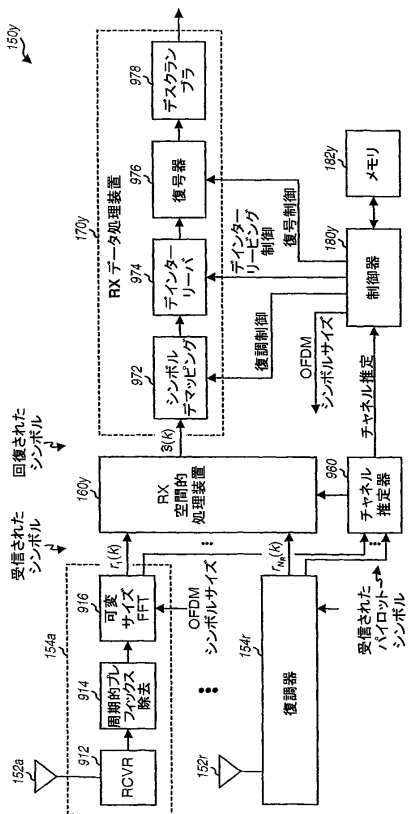
【図7】



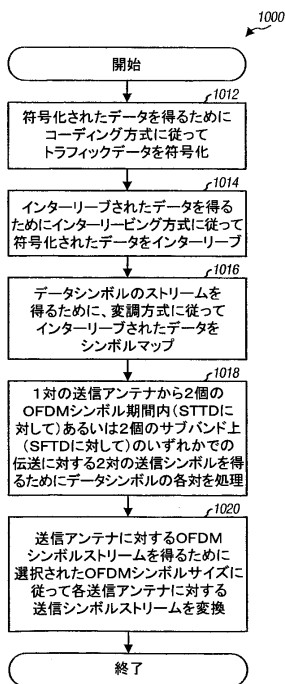
【図8】



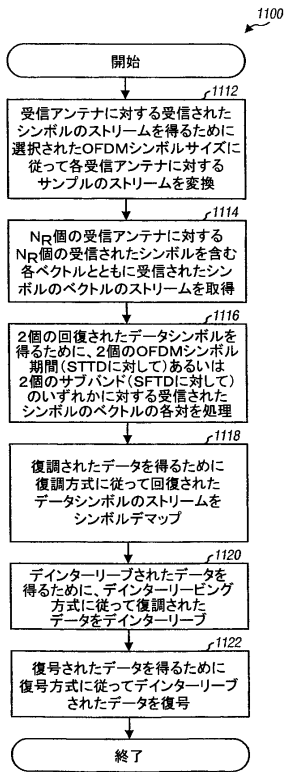
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 4 J 15/00

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976

弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051

弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100101812

弁理士 勝村 紘

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073

弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290

弁理士 竹内 将訓

(74)代理人 100127144

弁理士 市原 卓三

(74)代理人 100141933

弁理士 山下 元

(72)発明者 ワルトン、ジェイ・アール、

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0 1 8 8 6、ウェストフォード、レッジウッド・ドライブ
7

(72)発明者 ケッチャム、ジョン・ダブリュ、

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0 1 4 5 1、ハーバード、キャンドルベリー・レーン 3
7

(72)発明者 ウォーレス、マーク・エス、

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0 1 7 3 0、ベッドフォード、マデル・レーン 4

(72)発明者 ハワード、スティーブン・ジェイ、

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0 1 7 2 1、アシュランド、ヘリテージ・アベニュー 7
5

審査官 石田 昌敏

(56)参考文献 国際公開第02/073869(WO, A1)

欧州特許出願公開第01185001(EP, A1)

LI LIHUA, PIMRC 2002.PROCEEDINGS, 米国, IEEE, 2002年 9月15日, V1, P212-216

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04B 7/02-7/12

H04L 1/02-1/06

H04J 11/00