

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5043080号
(P5043080)

(45) 発行日 平成24年10月10日(2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月20日(2012.7.20)

(51) Int. Cl.	F I		
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00		
HO4J 11/00 (2006.01)	HO4J 11/00	Z	
HO4J 3/00 (2006.01)	HO4J 3/00	H	
HO4B 7/04 (2006.01)	HO4B 7/04		
HO4B 7/02 (2006.01)	HO4B 7/02	Z	

請求項の数 2 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-191402 (P2009-191402)	(73) 特許権者	392026693
(22) 出願日	平成21年8月20日 (2009.8.20)		株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
(62) 分割の表示	特願2005-106910 (P2005-106910)		東京都千代田区永田町二丁目11番1号
	の分割	(74) 代理人	100107766
原出願日	平成17年4月1日 (2005.4.1)		弁理士 伊東 忠重
(65) 公開番号	特開2009-273180 (P2009-273180A)	(74) 代理人	100070150
(43) 公開日	平成21年11月19日 (2009.11.19)		弁理士 伊東 忠彦
審査請求日	平成21年8月20日 (2009.8.20)	(72) 発明者	佐和橋 衛
前置審査			東京都千代田区永田町二丁目11番1号
			株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
		(72) 発明者	新 博行
			東京都千代田区永田町二丁目11番1号
			株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のアンテナの各々から異なる信号を同時に無線送信する送信装置と、
前記送信装置から無線送信された信号を受信する受信装置とを備え、
前記送信装置は、
制御チャネルに加えてデータチャネルを入力する入力部と、
前記入力部において入力した、ひとつのシンボルシーケンスを維持する制御チャネルとは別のデータチャネルを複数のシンボルシーケンスに分けるとともに、複数のアンテナのそれぞれから送信される制御チャネルおよびデータチャネルのシンボルシーケンスが互いに所定の関係を有するように、データチャネルに対して所定の関係を有するような調整を省略する場合もありながら、各シンボルシーケンスの内容を調整する多重部と、
を備えることを特徴とする通信システム。

10

【請求項2】

前記多重部は、周波数分割多重化又は符号分割多重化方式で、各アンテナから送信するパイロットチャネルを多重化することを特徴とする請求項1記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信の技術分野に関し、特に下りリンクチャネル用の送信装置、送信方

20

法、受信装置及び受信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

IMT-2000(International Mobile Telecommunications-2000)に代表されるような第3世代の通信方式では、下りリンクで5MHzの周波数帯域を用いて、2Mbpsの情報伝送レートを実現している。しかしながら、更なる伝送レートの高速化、大容量化及び低コスト化が今後の通信システムには要求される。また、移動局の低消費電力化も必要になる。多入力多出力(MIMO:Multi Input Multi Output)方式を採用することで、伝送品質を向上させようとする技術については、例えば非特許文献1に記載されている。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】A.Van Zelst,"Space division multiplexing algorithm",Proc.10th Med.Electrotechnical Conference 2000,pp.1218-1221

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の課題は、上りリンク及び下りリンクにおける信号品質を向上させる送受信装置及び送受信方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明では、複数のアンテナの各々から異なる信号を同時に無線送信する送信装置と、前記送信装置から無線送信された信号を受信する受信装置とを備え、前記送信装置は、制御チャネルに加えてデータチャネルを入力する入力部と、前記入力部において入力した、ひとつのシンボルシーケンスを維持する制御チャネルとは別のデータチャネルを複数のシンボルシーケンスに分けるとともに、複数のアンテナのそれぞれから送信される制御チャネルおよびデータチャネルのシンボルシーケンスが互いに所定の関係を有するように、データチャネルに対して所定の関係を有するような調整を省略する場合もありながら、各シンボルシーケンスの内容を調整する多重部と、を備える。

30

【発明の効果】

【0006】

本発明により、上りリンク及び下りリンクにおける信号品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】MIMO多重方式の送信機のブロック図を示す。

【図2】直並列変換部とインターリーバの位置関係を変更した様子を示す図である。

40

【図3】MIMO多重方式の受信機のブロック図を示す。

【図4】MIMOダイバーシチ方式の送信機のブロック図を示す。

【図5】MIMOダイバーシチ方式の受信機のブロック図を示す。

【図6】MIMOダイバーシチ方式の動作を説明するための説明図である。

【図7】MIMO多重方式とMIMOダイバーシチ方式を結合させた方式の概念図を示す。

【図8】1つの送信アンテナから信号を送信する場合の概念図を示す。

【図9】1つの送信アンテナからパイロットチャネルを送信する場合の多重化の一例を示す図である。

【図10】4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャネルを区別しながら多重化

50

する様子を示す図(その1)である。

【図11】4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャネルを区別しながら多重化する様子を示す図(その2)である。

【図12】4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャネルを区別しながら多重化する様子を示す図(その3)である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明の一態様によれば、MIMO方式で信号を送信する場合に、TDM方式、FDM方式及びCDM方式の内の1以上の方式で、各アンテナから送信するパイロットチャネルが多重化される。パイロットチャネル及びデータチャネルは時間多重化される。信号は、10空間分割多重化(SDM)方式及び時空送信ダイバーシチ(STTD)方式の一方又は双方を利用して送信される。

【0009】

MIMO方式を採用することで、情報伝送レートを向上させる或いはダイバーシチ効果を向上させることができ、信号品質の向上に貢献することができる。パイロットチャネルをアンテナ毎に区別しながら送信するので、伝搬路の推定を正確に行うことができる。

【0010】

本発明の一態様によれば、時分割多重化方式によらず、周波数分割多重化又は符号分割多重化方式で、各アンテナから送信するパイロットチャネルが多重化される。これにより、1つのTTI(Transmission Time Interval)に収容されるユーザ数が最大ユーザ数に満たない期間が生じても、リソースの使用効率を向上させることができる。20

【0011】

本発明の一態様によれば、直交周波数符号分割多重化(OFCDM)方式で信号が送信される。

【0012】

本発明の一態様によれば、送信する信号系列が、直並列変換手段によってアンテナの各々に分配され、直並列変換手段の1以上の出力信号系列中の信号の並び方が、インターリーブ手段によって変更される。アンテナから送信する信号の並び方を変えることで、伝送品質を向上させることができる。30

【0013】

本発明の一態様によれば、送信する信号系列が、直並列変換手段によってアンテナの各々に分配され、その直並列変換手段の入力信号系列中の信号の並び方が、インターリーブ手段によって変更される。これにより、複数のアンテナ間にわたって信号の並び方を変えることができるので、大きなインターリーブ効果が得られる。

【0014】

本発明の一態様によれば、MIMO方式の受信機で信号を受信する場合に、時間多重されたパイロットチャネル及びデータチャネルが分離され、時間多重、周波数多重及び符号多重方式の内の1以上の方式で多重化された、各送信アンテナに関するパイロットチャネルが分離される。制御チャネルは、1つのアンテナで送信された信号の復調方式及び時空送信ダイバーシチ(STTD)方式の双方で復調される。これにより、新旧何れの形式の基地局からでも制御チャネルを速やかに復調できる。40

【実施例1】

【0015】

[MIMO多重]

図1は、本発明の一実施例に使用可能なMIMO方式の送信機のブロック図を示す。MIMO多重化(Multiplexing)方式は、MIMO空間分割多重化(MIMO-SDM(MIMO-Space Division Multiplexing))方式ともばれる。このような送信機は、典型的には基地局に設けられるが、移動局に設けられてもよい。本実施例で使用される送信機は、直交周波数符号拡散分割多重アクセス(O50

FCDM: Orthogonal Frequency Code Division Multiple Access)方式の送信機であるが、他の実施例では他の方式が採用されてもよい。送信機は、ターボ符号器102と、データ変調部104と、直並列変換部106と、送信アンテナ数($N_{Tx} > 1$)個のインターリーバ108-1~Nと、送信アンテナ数個の拡散多重部110-1~Nとを有する。拡散多重部はそれぞれ同様の構成及び機能を有するので、第1のものがそれらを代表して説明される。拡散多重部110-1は、拡散部112と、多重部114と、高速逆フーリエ変換部116と、ガードインターバル挿入部118と、拡散部132とを有する。また、送信機は、畳込み符号器122と、QPSK変調部124と、直並列変換部126と、送信アンテナ数個のインターリーバ128-1~Nとを有する。

10

【0016】

ターボ符号器102は、送信されるデータチャンネルの誤り耐性を高めるための符号化を行う。

【0017】

データ変調器104は、QPSK、16QAM、64QAM等のような適切な変調方式で、データチャンネルを変調する。適応変調符号化(AMC: Adaptive Modulation and Coding)が行われる場合には、この変調方式は適宜変更される。

【0018】

直並列変換部(S/P)106は、直列的な信号系列(ストリーム)を並列的な信号系列に変換する。並列的な信号系列数は、送信アンテナ数及びサブキャリア数に応じて決定されてもよい。

20

【0019】

インターリーバ108-1~Nは、データチャンネルの並ぶ順序を所定のパターンに従って並べ換える。並べ換えは、図示の例ではアンテナ毎に行われる。

【0020】

拡散多重部110-1~Nは、データチャンネルをアンテナ毎に処理し、ベースバンドのOFCDMシンボルをそれぞれ出力する。拡散部112は、並列的な信号系列の各々に所定の拡散符号を乗算することで、符号拡散を行う。本実施例では2次元拡散が行われ、時間方向及び/又は周波数方向に信号が拡散される。

30

【0021】

制御チャンネルについてもデータチャンネルと同様な処理が行われる。畳込み符号器122は、制御情報データの誤り耐性を高めるための符号化を行う。QPSK変調器124は、制御チャンネルをQPSK変調方式で変調する。適切でないかなる変調方式が採用されてもよいが、制御情報データの情報は比較的少ないので、本実施例では、変調多値数の少ないQPSK変調方式が採用されている。直並列変換部(S/P)126は、直列的な信号系列を並列的な信号系列に変換する。並列的な信号系列数は、サブキャリア数及び送信アンテナ数に応じて決定されてもよい。インターリーバ128-1~Nは、制御チャンネルの並ぶ順序を所定のパターンに従って並べ換える。拡散部132は、並列的な信号系列の各々に所定の拡散符号を乗算することで、符号拡散を行う。

40

【0022】

多重部114は、拡散済みのデータチャンネルと、拡散済みの制御チャンネルとを多重化する。多重化は、時間多重、周波数多重及び符号多重の何れの方式でもよい。本実施例では、多重化部114に、パイロットチャンネルが入力され、これも多重化される。他の実施例では、図中破線矢印で示されるように、パイロットチャンネルが直並列変換部106又は126に入力され、パイロットチャンネルが、データチャンネル又は制御チャンネルと周波数多重されてもよい。高速逆フーリエ変換部116は、そこに入力された信号を高速逆フーリエ変換し、OFDM方式の変調を行う。ガードインターバル挿入部118は、変調済みの信号にガードインターバルを付加することで、OFDM方式におけるシンボルを作成する。周知のように、ガードインターバルは、伝送するシンボルの先頭又は末尾の一部を複製す

50

ることによって得られる。

【 0 0 2 3 】

なお、直並列変換部及びインターリーバの位置関係（106と108，126と128）は、図2のように変更されてもよい。図1に示される例では、S/Pによって各アンテナ毎に信号を分けた後に個々のインターリーバでインターリーブを施すので、並べ換えは1つのアンテナから送信される信号の範疇で行われる。これに対して、図2に示されるようにすると、インターリーバ107による並べ換えの影響は複数のアンテナ間にも及ぶので、より大きなインターリーブ効果を期待することができる。

【 0 0 2 4 】

データチャンネルは、図1のターボ符号器102で符号化され、データ変調部104で変調され、直並列変換器106で並列化され、インターリーバ108で並べ換えられ、拡散部112でサブキャリア成分毎に拡散される。制御チャンネルも同様に、符号化され、変調され、並列化され、インターリーブされ、サブキャリア成分毎に拡散される。拡散後のデータチャンネル及び制御チャンネルは、多重部114でサブキャリア毎に多重化され、高速逆フーリエ変換部116でOFDM方式の変調が行われ、変調後の信号にガードインターバルが付加され、ベースバンドのOFCDMシンボルが、アンテナ毎に出力される。ベースバンドの信号は、アナログ信号に変換され、RF処理部の直交変調器402で直交変調され、帯域制限の後に適切に増幅され、各アンテナから無線送信される。この場合において、各アンテナからそれぞれ異なる信号が同じ無線リソースで同時に送信される。無線リソースは、周波数、時間及び符号の1以上によって区別することができる。従って、送信アンテナ数に比例して、情報伝送レートを増やすことができる。このようにして送信された信号を受信し、復調及び復号するには、受信側（典型的には移動局）は、少なくとも送信アンテナ数（送信データ系列数）を把握している必要がある。

【 0 0 2 5 】

図3は、本発明の一実施例に使用することの可能な受信機のブロック図を示す。この受信機は、典型的には基地局に設けられるが、移動局に設けられてもよい。受信機は、 $N_R \times (> 1)$ 個の受信アンテナ502-1~ $N_R \times$ を有し、各アンテナ毎に、低雑音増幅器504と、ミキサ506と、局部発振器508と、帯域通過フィルタ510と、自動利得制御部512と、直交検波器514と、局部発振器516と、アナログデジタル変換部518と、ガードインターバル除去部522と、高速フーリエ変換部524と、デマルチプレクサ526と、チャンネル推定部528と、逆拡散部530と、並直列変換部（P/S）532と、逆拡散部534とを有する。各アンテナ毎の処理要素及び動作は同様であるので、1つのアンテナに関する構成及び動作がそれらを代表して説明される。受信機は、シンボルタイミング検出部520と、デインタリーバ536、ターボ符号器538及びビタビデコード540も有する。

【 0 0 2 6 】

低雑音増幅器504は、アンテナ502で受信した信号を適切に増幅する。増幅後の信号は、ミキサ506及び局部発振器508により中間周波数に変換される（ダウンコンバート）。帯域通過フィルタ510は、不要な周波数成分を除去する。自動利得制御部512は、信号レベルが適切に維持されるように、増幅器の利得が制御される。直交検波器514は、局部発振器516を用いて、受信した信号の同相成分（I）及び直交成分（Q）に基づいて、直交復調する。アナログデジタル変換部518は、アナログ信号をデジタル信号に変換する。

【 0 0 2 7 】

シンボルタイミング検出部520は、各アンテナからのデジタル信号に基づいて、シンボル（シンボル境界）のタイミングを検出する。

【 0 0 2 8 】

ガードインターバル除去部522は、受信した信号からガードインターバルに相当する部分を除去する。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

高速フーリエ変換部 5 2 4 は、入力された信号を高速フーリエ変換し、OFDM方式の復調を行う。

【 0 0 3 0 】

デマルチプレクサ 5 2 6 は、受信した信号に多重化されているパイロットチャネル、制御チャネル及びデータチャネルを分離する。この分離方法は、送信側の多重化（図 1 の多重部 1 1 4 での処理内容）に対応して行われる。

【 0 0 3 1 】

チャネル推定部 5 2 8 は、パイロットチャネルを用いて伝搬路の状況を推定し、チャネル変動を補償するように、振幅及び位相を調整するための制御信号を出力する。この制御信号は、サブキャリア毎に出力される。

10

【 0 0 3 2 】

逆拡散部 5 3 0 は、チャネル補償済みのデータチャネルをサブキャリア毎に逆拡散する。コード多重数は C_{mux} であるとする。

【 0 0 3 3 】

並直列変換部 (P/S) 5 3 2 は、並列的な信号系列を直列の信号系列に変換する。

【 0 0 3 4 】

逆拡散部 5 3 4 は、チャネル補償済みの制御チャネルを逆拡散する。

【 0 0 3 5 】

デインタリーバ 5 3 6 は、信号の並ぶ順序を所定のパターンに従って変更する。所定のパターンは、送信側のインタリーバ（図 1 の 1 0 8）で行われる並べ換えの逆パターンに相当する。

20

【 0 0 3 6 】

ターボ符号器 5 3 8 及びピタビデコーダ 5 4 0 は、トラフィック情報データ及び制御情報データをそれぞれ復号する。

【 0 0 3 7 】

アンテナで受信された信号は、RF受信部内で増幅、周波数変換、帯域制限、直交復調等の処理を経てデジタル信号に変換される。ガードインターバルの除去されたデジタル信号に対して、高速フーリエ変換部 5 2 4 によってOFDM方式の復調が行われる。復調後の信号は、分離部 5 2 6 でパイロットチャネル、制御チャネル及びデータチャネルにそれぞれ分離される。パイロットチャネルは、チャネル推定部に入力され、伝搬路の変動を補償する制御信号がそこからサブキャリア毎に出力される。データチャネルは制御信号を用いて補償され、サブキャリア毎に逆拡散され、直列的な信号に変換される。変換後の信号は、デインタリーバ 5 3 6 で所定のパターンで並べ換えられ、ターボ復号器 5 3 8 で復号される。所定のパターンは、インタリーバで施された並べ換えと逆パターンである。制御チャネルも同様に、制御信号によりチャネル変動が補償され、逆拡散され、ピタビデコーダ 5 4 0 で復号される。以後、復元されたデータ及び制御チャネルを利用する信号処理が行われる。この場合において、送信側の各アンテナからの信号の各々は、何らかの信号分離法によって受信信号から導出される。但し、受信した信号を適切に復調及び復号するには、受信機は、少なくとも送信アンテナ数 N_{Tx} （送信データ系列数）を把握している必要がある。

30

40

【 0 0 3 8 】

信号分離法には、例えば、ブラスト (BLAST) 法、MMSE法及びMLD法等がある。ブラスト法は、送信アンテナ毎の受信レベルを測定し、最大レベルの送信信号から順に復号及び判定を行い、干渉信号 (干渉レプリカ) を推定し、受信信号から干渉レプリカを減算することで、順次送信信号を推定する。最小二乗誤差 (MMSE: Minimum Mean Square Error) 法は、各送信アンテナからのチャネルゲインに基づいて、MMSEウエイトを導出し、受信信号を重み付け合成することで、送信信号を求める。最尤推定 (MLD: Maximum Likelihood Detection) 法は、各送信アンテナからのチャネルゲインを推定し、送信データの変調候補と受信信号との二乗平均誤差を最小にする変調候補を選択することで、送信信号を推定する。本

50

発明では、これら及び他の信号分離法が使用されてもよい。

【0039】

[MIMOダイバーシチ]

図4は、MIMOダイバーシチ方式の送信機のブロック図を示す。図1で説明済みの要素には同様な参照番号が付され、それらの重複的な説明は省略される。図4には、インターリーバ108と符号多重部110との間に送信ダイバーシチコーディング(transmission diversity coding)部402が描かれている。送信ダイバーシチコーディング部402は、各送信アンテナから送信される信号が、互いに所定の対応関係を有するように、信号の内容や順序等を調整する。送信ダイバーシチコーディング部402は、時空送信ダイバーシチ(STTD: Space Time Transmission Diversity)処理部又はSTTDエンコーダとも呼ばれる。

10

【0040】

図5は、MIMOダイバーシチ方式の受信機のブロック図を示す。図3で説明済みの要素には同様な参照番号が付され、それらの重複的な説明は省略される。図5には、送信ダイバーシチデコーディング(transmission diversity decoding)部52と、デインタリーバ54とが描かれている。送信ダイバーシチでコーディング部52は、逆拡散された受信信号及びチャネル推定結果に基づいて、受信信号から各送信アンテナからの信号に分離する。分離法は、送信側の送信ダイバーシチコーディング部で施された処理内容に依存して決定される。デインタリーバ54は、デコードされた信号を、所定の順序に並べ換える。所定の順序は、送信側のインターリーバで施された順序の逆パターンに相当する。

20

【0041】

図6は、図4の送信機で行われる信号処理の前後の内容を示す。簡単のため、 S_1, S_2, S_3, S_4 で示される4つのシンボルのシーケンスが、データチャネルとしてターボ符号器102に順に入力されるものとする。送信アンテナ数は2であるとする($N_{Tx} = 2$)。図示されているように、第1の送信アンテナからは、符号器に入力されたシンボルシーケンスと同様に、4つのシンボルが、 S_1, S_2, S_3, S_4 の順に送信される。第2の送信アンテナからは、 $-S_2^*, S_1^*, -S_4^*, S_3^*$ のようなシンボルが順に送信される。記号“-”は負の符号を表し、上付の記号“*”は共役複素数を表す。STTDエンコーダ402は、入力されたシンボルシーケンスから、 S_1, S_2, S_3, S_4 のようなシーケンスと、 $-S_2^*, S_1^*, -S_4^*, S_3^*$ のようなシーケンスとを用意し、それらを送信アンテナ毎の処理部にそれぞれ与える。従って、送信機は、時刻 $t_1 \sim t_2$ の間に $S_1 - S_2^*$ で表現される信号を無線送信し、時刻 $t_2 \sim t_3$ の間に $S_2 + S_1^*$ で表現される信号を無線送信し、時刻 $t_3 \sim t_4$ の間に $S_3 - S_4^*$ で表現される信号を無線送信し、時刻 $t_4 \sim t_5$ の間に $S_4 + S_3^*$ で表現される信号を無線送信し、以下同様な合成信号を送信する。これに応じて、受信機は、最初に $R_1 = S_1 - S_2^*$ で表現される信号を受信し、次の時点で $R_2 = S_2 + S_1^*$ で表現される信号を受信し、次の時点で $R_3 = S_3 - S_4^*$ で表現される信号を受信し、次に $R_4 = S_4 + S_3^*$ で表現される信号を受信し、以後同様な信号を受信する。受信機の送信ダイバーシチデコーディング部52は、 $R_1 = S_1 - S_2^*$ の関係式と、 $R_2 = S_2 + S_1^*$ の関係式とに基づいて、送信シンボル S_1 及び S_2 を求める。これらの関係式は、所定の対応関係として、受信機で事前に把握されている必要がある。

30

40

【0042】

$$S_1 = (R_1 + R_2^*) / 2$$

$$S_2 = (-R_1^* + R_2) / 2$$

同様に、受信信号 R_3, R_4 に基づいて送信シンボル S_3, S_4 を求めることができる。

【0043】

図6に示される例では、簡単のため、2つの送信シンボルに所定の対応関係を付けて送信し、その対応関係に基づいて受信側で送信シンボルを求めている。しかしながら、より一般的には、2より多くの送信シンボルに何らかの対応関係を付けてもよい。どのような

50

対応関係を採用するにせよ、一定期間の間に2以上の送信アンテナから実質的に同一内容の情報が送信されればよい(上記の例では、 $t_1 \sim t_5$ の時間の中に、第1及び第2の送信アンテナの双方から、実質的に S_1, S_2, S_3, S_4 に等しい情報が送信されている)。このように、送信ダイバーシチ方式では、情報の伝送効率は増えないが、送信アンテナ数が増える程ダイバーシチ効果が大きくなり、信号品質の向上や所要送信電力の軽減化を図ることができる。その結果、周辺セルに与える干渉レベルを減らし、結果としてシステム容量を増やすことに寄与できる。但し、受信機は、送信アンテナ数だけでなく、送信シンボルの間にどのような対応関係があるかを少なくとも復調前に把握している必要がある。

【0044】

[MIMO多重及びダイバーシチ]

図7は、MIMO多重方式とMIMOダイバーシチ方式を結合させた方式の概念図を示す。図7には、データ変調部702と、直並列変換部704と、第1の送信ダイバーシチ部706-1と、第2の送信ダイバーシチ部706-2と、送信アンテナ711~722とが描かれている。

【0045】

データ変調部702は、図1,4のデータ変調部104に相当し、直並列変換部704は図1,4の直並列変換部106等に相当する。

【0046】

第1及び第2の送信ダイバーシチ部706-1,2は、それぞれ図4の送信ダイバーシチコーディング部402と同様な構成及び機能を有する。

【0047】

動作時にあっては、データ変調部702で変調されたデータチャンネルは、直並列変換部704で、互いに異なるシンボルシーケンスに分けられ、第1及び第2の送信ダイバーシチコーディング部706-1,2にそれぞれ入力される。例えば、変調後のシンボルシーケンスが S_1, S_2, S_3, S_4 がであったとすると、 S_1, S_2 は第1の送信ダイバーシチコーディング部706-1へ入力され、 S_3, S_4 は第2の送信ダイバーシチコーディング部706-2へ入力されてもよい。第1の送信ダイバーシチコーディング部706-1は、入力されたシンボルを複製し、所定の対応関係を有する2つのシンボルシーケンスを作成し、それらを送信アンテナからそれぞれ送信する。例えば、第1の送信アンテナ711から S_1, S_2 を順に無線送信し、 $-S_2^*, S_1^*$ を第2の送信アンテナ712から無線送信する。同様に、第2の送信ダイバーシチコーディング部706-2も、入力されたシンボルを複製し、所定の対応関係を有する2つのシンボルシーケンスを作成し、それらを送信アンテナからそれぞれ送信する。例えば、第1の送信アンテナ721から S_3, S_4 を順に無線送信し、 $-S_4^*, S_3^*$ を第2の送信アンテナ722から無線送信する。その結果、この送信機は、最初に $S_1 - S_2^* + S_3 - S_4^*$ を無線送信し、次の時点で $S_2 + S_1^* + S_4^* + S_3^*$ を無線送信する。

【0048】

受信機は、最初に $R_1 = S_1 - S_2^* + S_3 - S_4^*$ を受信し、次の時点で $R_2 = S_2 + S_1^* + S_4^* + S_3^*$ を受信する。受信機は、第1の受信信号 R_1 に基づいて、何らかの信号分離法を実行し、4つの送信アンテナの各々から送信された一群のシンボルを推定する。その結果、最初の時点で、4つの送信アンテナから $S_1, -S_2^*, S_3, -S_4^*$ がそれぞれ送信されたことが推定できる。また、受信機は、第2の受信信号 R_2 に基づいて、何らかの信号分離法を実行し、4つの送信アンテナの各々から送信された一群のシンボルも推定する。その結果、次の時点で、4つの送信アンテナから S_2, S_1^*, S_4^*, S_3^* がそれぞれ送信されたことも推定できる。これら2種類の一群のシンボルは、実質的に同じ内容であるので(符号が相違したり、共役複素数であったりするに過ぎない)、受信機はこれらを用いてから4つのシンボル S_1, S_2, S_3, S_4 を高精度に推定することができる。送信アンテナ数、並列的な信号系列数、ダイバーシチコーディング方法等は、上記以外に様々に変更されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

【チャンネル】

上述したMIMO多重方式、MIMOダイバーシチ方式及びそれらの組み合わせ方式を利用して、様々なチャンネルを上りリンク又は下りリンクで伝送することができる。但し、通信の大容量化、高速化、高品質化等は、主に下りリンクで要請される。下りリンクでは、(D1)共通制御チャンネル、(D2)付随制御チャンネル、(D3)共有パケットデータチャンネル及び(D4)個別パケットデータチャンネルが、トラフィックデータを含むチャンネルとして伝送される。上りリンクでは、(U1)共通制御チャンネル、(U2)付随制御チャンネル、(U3)共有パケットデータチャンネル及び(U4)個別パケットデータチャンネルが、トラフィックデータを含むチャンネルとして伝送される。下り及び上りリンクにおいて、トラフィックデータを含まないパイロットチャンネルも必要に応じて伝送される。パイロットチャンネルは、送信側及び受信側に予め既知の既知信号を含み、特に、伝搬路の推定等に使用される。

10

【 0 0 5 0 】

(D1)下りリンクの共通制御チャンネルは、報知チャンネル(BCH)、ページングチャンネル(PCH)及び下りリンクアクセスチャンネル(FACH)を含む。共通制御チャンネルは、リンク設定や呼制御等の比較的高いレイヤでの処理に関する制御情報を含む。

【 0 0 5 1 】

(D2)付随制御チャンネルは、比較的低いレイヤでの処理に関する制御情報を含み、共有パケットデータチャンネルを復調するのに必要な情報を含む。必要な情報には、例えば、パケット番号、変調方式、符号化方式、送信電力制御ビット、再送制御ビット等が含まれてもよい。

20

【 0 0 5 2 】

(D3)共有パケットデータチャンネルは、複数のユーザ間で共有される高速の無線リソースである。無線リソースは、周波数、符号、送信電力等で区別されてもよい。無線リソースの共有は、時間分割多重化(TDM)、周波数分割多重化(FDM)及び/又は符号分割多重化(CDM)方式で行われてもよい。多重化の具体的な態様については、図14以降の図を参照しながら後述される。高品質なデータ伝送を実現するため、適応変調符号化(AMC)方式、自動再送(ARQ: Automatic Repeat Request)方式等が採用される。

30

【 0 0 5 3 】

(D4)個別パケットデータチャンネルは、特定のユーザに専用に割り当てられる無線リソースである。無線リソースは、周波数、符号、送信電力等で区別されてもよい。高品質なデータ伝送を実現するため、適応変調符号化(AMC)方式、自動再送(ARQ)方式等が採用される。

【 0 0 5 4 】

(U1)上りリンクの共通制御チャンネルは、ランダムアクセスチャンネル(RACH)及び予約チャンネル(RCH)を含む。共通制御チャンネルは、リンク設定や呼制御等の比較的高いレイヤでの処理に関する制御情報を含む。

【 0 0 5 5 】

(U2)付随制御チャンネルは、比較的低いレイヤでの処理に関する制御情報を含み、共有パケットデータチャンネルを復調するのに必要な情報を含む。必要な情報には、例えば、パケット番号、変調方式、符号化方式、送信電力制御ビット、再送制御ビット等が含まれてもよい。

40

【 0 0 5 6 】

(U3)共有パケットデータチャンネルは、複数のユーザ間で共有される高速の無線リソースである。無線リソースは、周波数、符号、送信電力等で区別されてもよい。無線リソースの共有は、時間分割多重化(TDM)、周波数分割多重化(FDM)及び/又は符号分割多重化(CDM)方式で行われてもよい。

【 0 0 5 7 】

50

(U4) 個別パケットデータチャネルは、特定のユーザに専用に割り当てられる無線リソースである。無線リソースは、周波数、符号、送信電力等で区別されてもよい。高品質なデータ伝送を実現するため、適応変調符号化 (AMC) 方式、自動再送 (ARQ) 方式等が採用される。

【0058】

[下りリンクでの送信]

以下、下りリンクでの各チャネルの送信方法を説明する。共通制御チャネルは、セル番号のような報知情報を含むので、総ての移動局で受信できる必要がある。この要請に、簡易に応じるため、基地局に備わる複数の送信アンテナの内、図8に示されるように、1つの送信アンテナから共通制御チャネルを送信することが考えられる。この場合、他の送信アンテナはそのチャネルを送信するためには使用されない。上述したように、MIMO多重方式やMIMOダイバーシチ方式で送信された信号を適切に復調するには、送信アンテナ数のような付加的な情報を必要とするが、1つの送信アンテナから送信されるならば、そのような情報を必要とせずに受信信号を直ちに復調できる。一方、共通制御チャネルは呼制御等に関する情報を含むので、高速化よりもむしろ、確実に通信されることが望まれる。このような観点からは、何らかの方法で移動局に送信アンテナ数等の付加情報を与えて、共通制御チャネルをMIMOダイバーシチ方式で送信することが望ましい。

10

【0059】

付随制御チャネルについても同様に、複数の送信アンテナの内の1つからそれが送信されてもよいし、MIMOダイバーシチ方式でそれが送信されてもよい。或いは、複数の送信アンテナから同一の内容が同時に送信されてもよい。

20

【0060】

データチャネルについても同様に、複数の送信アンテナの内の1つからそれが送信されてもよいし、MIMOダイバーシチ方式でそれが送信されてもよい。データチャネルは、リンクの確立された状態で、基地局により、移動局の性能に合わせて送信される。従って、データチャネルは、MIMO多重方式で送信されてもよいし、MIMOダイバーシチ方式及びMIMO多重方式の組み合わせ方式で送信されてもよい。MIMO多重方式を少なくとも部分的に利用することで、伝送レートを向上させることができる。

[上下リンクでの送受信]

移動局は、受信した共通制御チャネルに基づいて、基地局の送信アンテナ数、各種のチャネルの送信方法等に関する情報を取得する。

30

【0061】

共通制御チャネルが、1つの送信アンテナから送信されていた場合、移動局は、受信した共通制御チャネルを直ちに復調することができる。これにより、BCH, PCH, FACHの内容を把握することができる。移動局は、上りリンクの共通制御チャネル(RACH)を用いて、移動局の性能(受信アンテナ数、送信アンテナ数等)や、要求するサービス(要求する伝送レート)等に関する情報を基地局に送信する。基地局は、下りリンクの共通制御チャネル(FACH)を用いて、付随制御チャネルの送信方法(送信アンテナ数等)を移動局に通知する。データチャネルの送信方法は、共通制御チャネル(FACH)によって移動局に通知されてもよいし、付随制御チャネルによって移動局に通知されてもよい。後者の場合は、各移動局の送信スロットに関する変調方式や符号化率に加えて、送信方法(MIMO多重方式、MIMOダイバーシチ方式、それらの組み合わせ方式)が移動局に通知される。

40

【0062】

次に、共通制御チャネルが、MIMOダイバーシチ方式で送信されていた場合を考察する。この場合に、MIMOダイバーシチ方式のコーディング方法(例えば、送信アンテナ数は2つであり、図6に示されるような処理内容で信号が送信されていること。)が、移動局に既知であるとする。総ての基地局が、同じMIMOダイバーシチ方式で送信していれば、そのような事前の取り決めに基づいて、移動局は、受信した共通制御チャネルから必要な情報を抽出し、上記と同様に信号処理を進めることができる。しかしながら、1つ

50

の送信アンテナしか備えていない旧式の基地局が、地域によっては、存在するかもしれない。このような場合にMIMOダイバーシチ方式で信号を復調しようとしても良好に復調できない。本実施例の移動局は、2種類の方式の双方で共通制御チャンネルを復調しようとする。2種類の方式の一方は、1つの送信アンテナから共通制御チャンネルが送信されている場合の復調方式であり、他方はMIMOダイバーシチ方式でそれが送信されている場合の復調方式である。これら2通りの方式のうち、良好に復調できたチャンネルから必要な情報が抽出される。両方式で復調する順序は同時もよいし、何れか一方が先に行われてもよい。以後は、上記と同様の処理が行われる。即ち、移動局は、上りリンクの共通制御チャンネル(RACH)を用いて、移動局の性能(受信アンテナ数、送信アンテナ数等)や、要求するサービス(要求する伝送レート)等に関する情報を基地局に送信する。基地局は、下りリンクの共通制御チャンネル(FACH)を用いて、付随制御チャンネルの送信方法(送信アンテナ数等)を移動局に通知する。

10

【実施例2】**【0063】**

上述したように、パイロットチャンネルは伝搬路を推定する等の用途に使用される。MIMO方式では、送信アンテナ毎に伝搬路が異なるので、パイロットチャンネルは、各送信アンテナ毎に区別されながら送信される必要がある。従って、送信機から、パイロットチャンネル、制御チャンネル及びデータチャンネルが多重化されて送信される場合に、パイロットチャンネルが送信アンテナ毎に区別されている必要がある。以下、パイロットチャンネルの多重化に関する様々な例が示されるが、それらは例示であり、限定的に列挙されたものでないことに留意を要する。

20

【0064】

図9は、複数の送信アンテナの内の1つの送信アンテナから信号が送信される場合の多重化の例を示す。制御チャンネルは簡単のため図示されていない。この場合は、信号を送信する送信アンテナは1つしかない。図9(A)はパイロットチャンネルとデータチャンネルを時間多重した様子を示す。図9(B)はパイロットチャンネルとデータチャンネルを周波数多重した様子を示す。

【0065】

図10は、4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャンネルを区別しながら多重化する様子を示す図(その1)である。パイロットチャンネルとデータチャンネルは時間多重される。図10(A)では、#1~#4の4つの送信アンテナに関するパイロットチャンネルが時間多重される様子を示す。図10(B)では、4つの送信アンテナに関するパイロットチャンネルが符号多重される様子を示す。何れも周波数方向に沿ってパイロットチャンネルが連続的に挿入されるので、周波数方向にインターリーブを行うことで、周波数ダイバーシチ効果を向上させることができる。図10(C)には、第1及び第2の送信アンテナから送信される信号の概念図を示す。図示されているように、第1の送信アンテナから送信されるパイロットチャンネルは、1, 1, 1, 1より成る符号で区別され、第2の送信アンテナから送信されるパイロットチャンネルは、1, 1, -1, -1より成る符号で区別される様子が示されている。これらの符号は一例であり、適切ないかなる直交パターンが使用されてもよい。

30

40

【0066】

図11は、4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャンネルを区別しながら多重化する様子を示す図(その2)である。パイロットチャンネルとデータチャンネルは時間多重される。図11(A)では、4つの送信アンテナに関するパイロットチャンネルが周波数多重される様子を示す。サブキャリア毎のチャンネル推定を簡易且つ良好に行う観点からは、このような手法が好ましい。図11(B)では、4つの送信アンテナに関するパイロットチャンネルが符号多重される様子を示す。図11(C)では、4つの送信アンテナに関するパイロットチャンネルが周波数多重及び符号多重される様子を示す。4つを符号多重する場合に比べて、符号長を短くすることができる。(A),(B),(C)何れの場合も、周波数領域での多重化を利用することで、情報の伝送効率を改善することができる。図10

50

に示される例では、時間方向に多重化するので、1送信時間間隔(TTI)内で伝送するシンボル数が少ない場合は、最大シンボル数に合わせて用意されたリソースの一部しか使用されなくなり、リソースの使用効率が低くなってしまふ。

【0067】

図12は、4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャネルを区別しながら多重化する様子を示す図(その3)である。パイロットチャネルとデータチャネルは、周波数多重される。図12(A)は、パイロットチャネル内で送信アンテナ毎に時間多重がなされている様子を示す。図12(B)は、パイロットチャネル内で送信アンテナ毎に符号多重がなされている様子を示す。図12(C)は、パイロットチャネル内で送信アンテナ毎に時間多重及び符号多重がなされている様子を示す。一般に、時間方向の変動は少ないので、パイロットチャネルの送信アンテナ間の直交性を良好に維持することができる。

10

【0068】

以下、本発明により教示される手段を例示的に列挙する。

【0069】

(第1項)

複数のアンテナの各々から異なる信号を同時に無線送信する送信装置であって、
時分割多重化方式、周波数分割多重化方式及び符号分割多重化方式の内の1以上の方式で、各アンテナから送信するパイロットチャネルを多重化するパイロット多重化手段と、
パイロットチャネル及びデータチャネルを時間多重するデータ多重化手段と、
空間分割多重化(SDM)方式及び時空送信ダイバーシチ(STTD)方式の少なくとも
も一方の方式で信号を送信する手段と、
を備えることを特徴とする送信装置。

20

【0070】

(第2項)

時分割多重化方式によらず、周波数分割多重化又は符号分割多重化方式で、各アンテナから送信するパイロットチャネルが多重化される
ことを特徴とする第1項記載の送信装置。

【0071】

(第3項)

前記信号を送信する手段が、直交周波数符号分割多重化(OFCDM)方式で送信を行
う
ことを特徴とする第1項記載の送信装置。

30

【0072】

(第4項)

送信する信号系列をアンテナの各々に分配する直並列変換手段と、
直並列変換手段の1以上の出力信号系列中の信号の並び方を変えるインターリーブ手段
とを更に備える
ことを特徴とする第3項記載の送信装置。

【0073】

(第5項)

送信する信号系列をアンテナの各々に分配する直並列変換手段と、
直並列変換手段の入力信号系列中の信号の並び方を変えるインターリーブ手段を更に備
える
ことを特徴とする第3項記載の送信装置。

40

【0074】

(第6項)

複数の送信アンテナの各々から同時に無線送信された信号を複数の受信アンテナで受信
する受信装置であって、
時間多重されたパイロットチャネル及びデータチャネルを分離するデータ分離手段と、
時間多重、周波数多重及び符号多重方式の内の1以上の方式で多重化された、各送信ア

50

ンテナに関するパイロットチャネルを分離するパイロット分離手段と、
 1つのアンテナから送信され受信された信号を復調する手段と、
 時空送信ダイバーシチ (S T T D) 方式で信号を復調する手段と、
 を備えることを特徴とする受信装置。

【 0 0 7 5 】

(第 7 項)

複数のアンテナの各々から異なる信号を同時に無線送信する送信方法であって、
 時分割多重化方式、周波数分割多重化方式及び符号分割多重化方式の内の 1 以上の方式
 で、各アンテナから送信するパイロットチャネルを多重化し、
 パイロットチャネル及びデータチャネルを時間多重化し、
 1つのアンテナから又は時空送信ダイバーシチ (S T T D) 方式により複数のアンテナ
 から信号を送信する
 ことを特徴とする送信方法。

10

【 0 0 7 6 】

(第 8 項)

複数の送信アンテナの各々から同時に無線送信された信号を複数の受信アンテナで受信
 する受信方法であって、
 時間多重されたパイロットチャネル及びデータチャネルを分離し、
 時間多重、周波数多重及び符号多重方式の内の 1 以上の方式で多重化された、各送信
 アンテナに関するパイロットチャネルを分離し、
 1つのアンテナから送信され受信された信号を復調する方式及び時空送信ダイバーシチ
 (S T T D) 方式の双方で信号を復調する
 ことを特徴とする受信方法。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

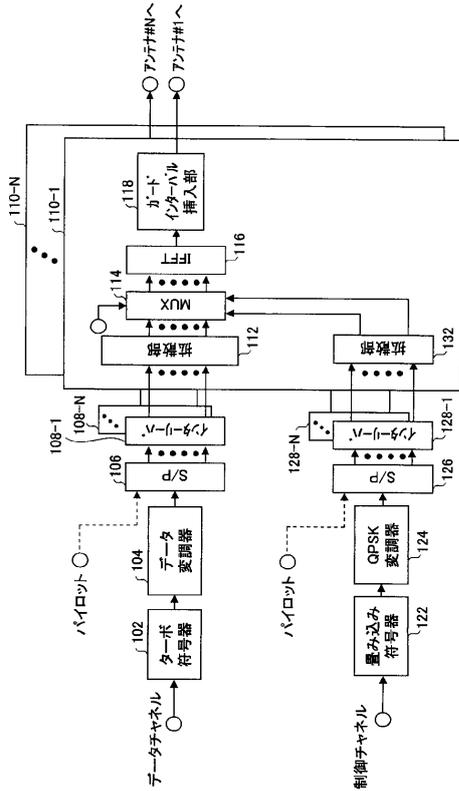
1 0 2 ターボ符号器； 1 0 4 データ変調部； 1 0 6 , 1 0 7 直並列変換部；
 1 0 8 - 1 ~ N , 1 0 5 インタリーバ； 1 1 0 - 1 ~ N 拡散多重部 1 1 0 - 1
 ~ N； 1 1 2 拡散部； 1 1 4 多重部； 1 1 6 高速逆フーリエ変換部； 1 1
 8 ガードインターバル挿入部； 1 2 2 畳込み符号器； 1 2 4 Q P S K 変調部；
 1 2 6 直並列変換部； 1 2 8 - 1 ~ N； 1 3 2 拡散部；
 5 0 2 - 1 ~ N 受信アンテナ； 5 0 4 低雑音増幅器； 5 0 6 ミキサ； 5 0
 8 局部発振器； 5 1 0 帯域通過フィルタ； 5 1 2 自動利得制御部； 5 1 4
 直交検波器； 5 1 6 局部発振器； 5 1 8 アナログデジタル変換部； 5 2 0
 シンボルタイミング検出部； 5 2 2 ガードインターバル除去部 5 2 4 高速フーリ
 エ変換部； 5 2 6 デマルチプレクサ； 5 2 8 チャネル推定部； 5 3 0 逆拡散
 部； 5 3 2 並直列変換部 (P / S)； 5 3 4 逆拡散部； 5 3 6 デインタリー
 バ； 5 3 8 ターボ符号器 5 4 0 ビタビデコーダ；
 4 0 2 送信ダイバーシチコーディング部；
 5 2 送信ダイバーシチデコーディング部； 5 4 デインタリーバ；
 7 0 2 データ変調部； 7 0 4 直並列変換部； 7 0 6 - 1 , 2 送信ダイバーシ
 チコーディング部； 7 1 1 , 7 1 2 , 7 2 1 , 7 2 2 送信アンテナ

30

40

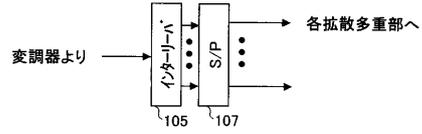
【図1】

MIMO多重方式の送信機のブロック図



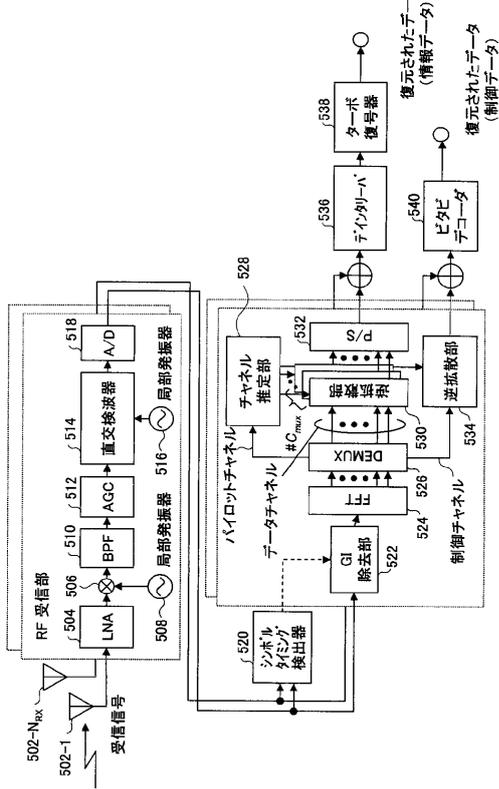
【図2】

直並列変換部とインターリーバの位置関係を変更した様子を示す図



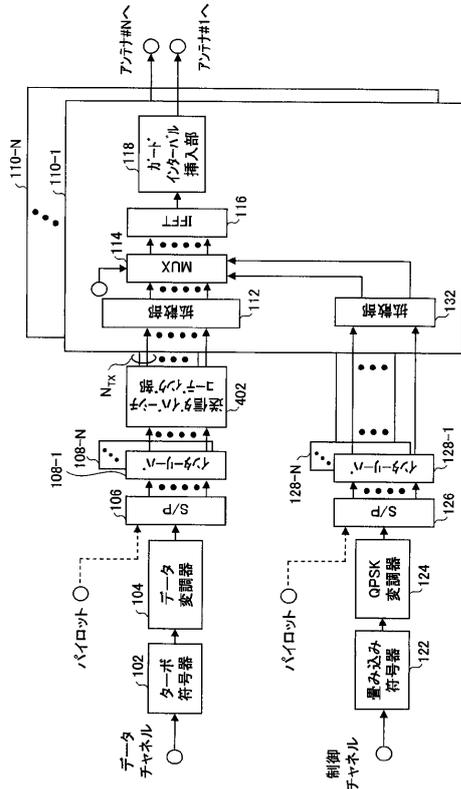
【図3】

MIMO多重方式の受信機のブロック図



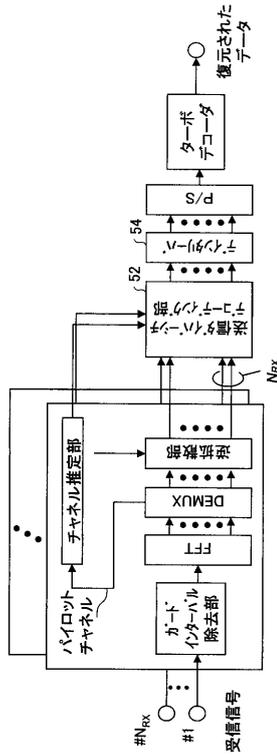
【図4】

MIMOダイバーシチ方式の送信機のブロック図



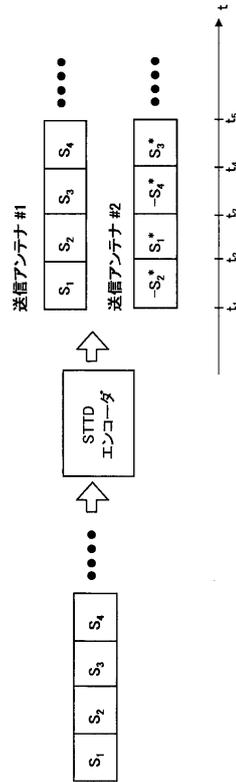
【 図 5 】

MIMOダイバーシチ方式の受信機のブロック図



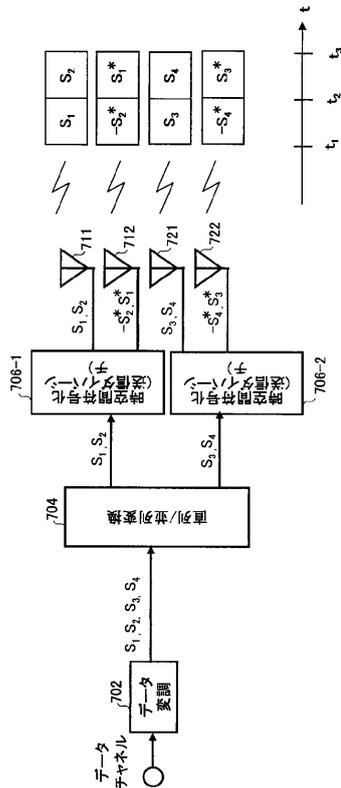
【 図 6 】

MIMOダイバーシチ方式の動作を説明するための説明図



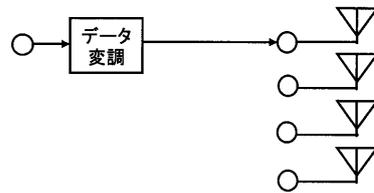
【 図 7 】

MIMO多重方式とMIMOダイバーシチ方式を結合させた方式の概念図



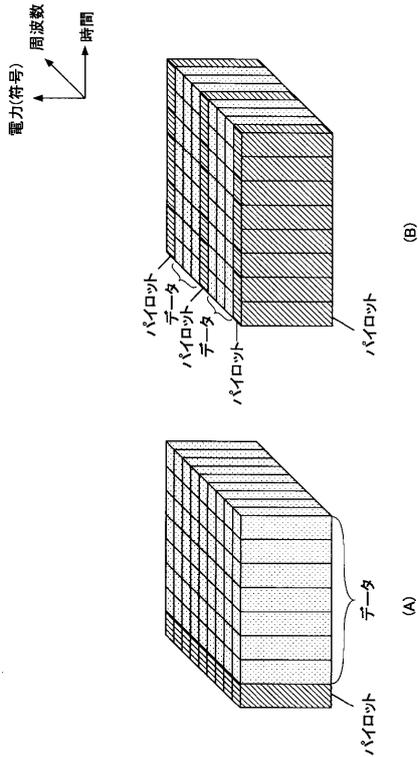
【 図 8 】

1つの送信アンテナから信号を送信する場合の概念図



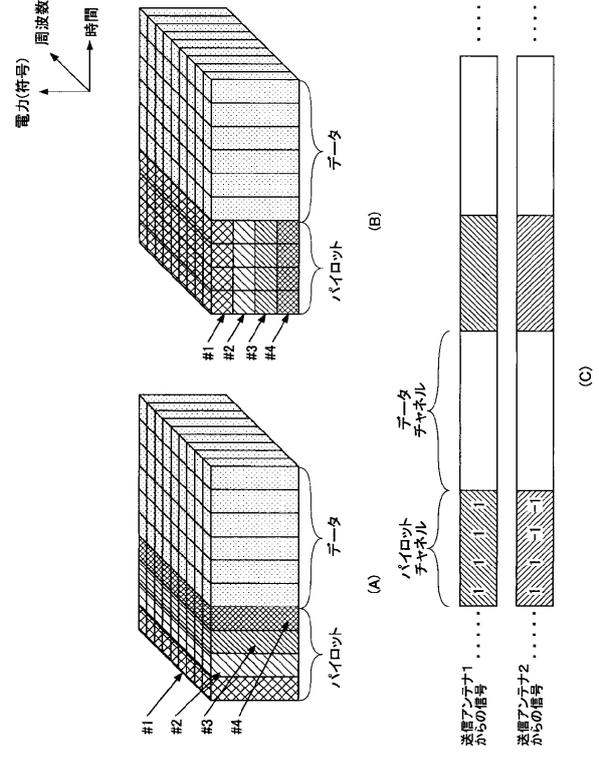
【図9】

1つの送信アンテナからパイロットチャンネルを送信する場合の多重化の一例を示す図



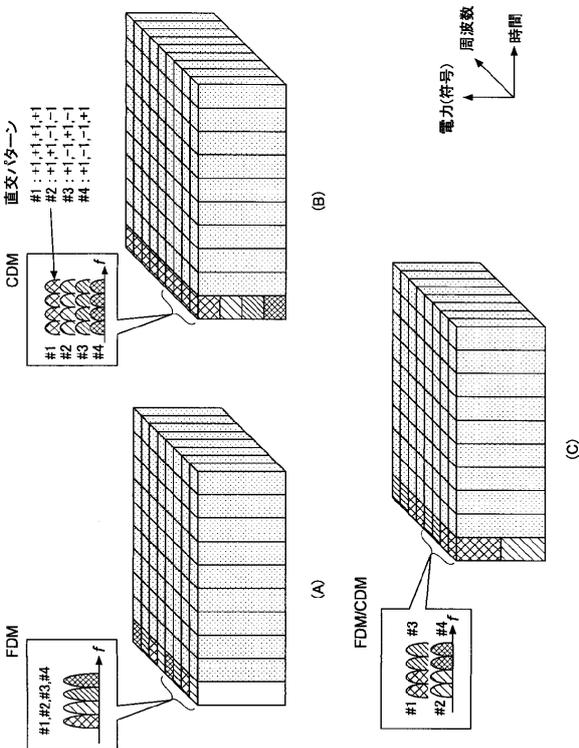
【図10】

4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャンネルを区別しながら多重化の様子を示す図(その1)



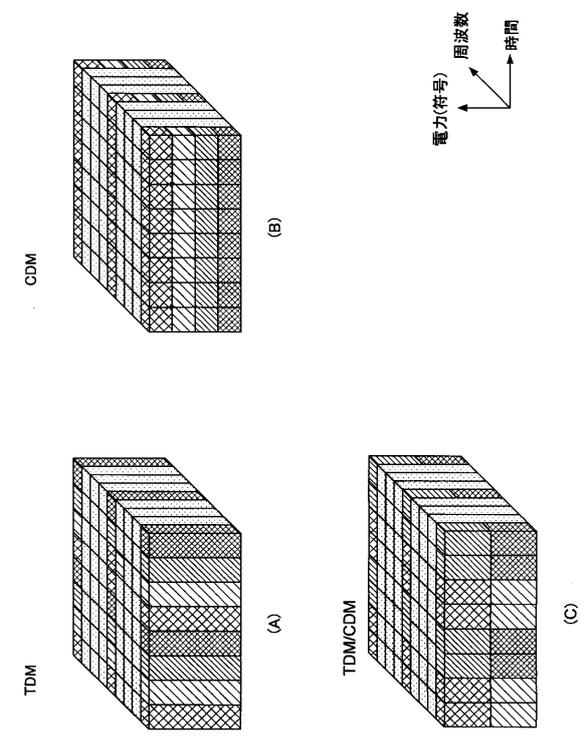
【図11】

4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャンネルを区別しながら多重化の様子を示す図(その2)



【図12】

4つの送信アンテナから送信されるパイロットチャンネルを区別しながら多重化の様子を示す図(その3)



フロントページの続き

(72)発明者 樋口 健一

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

審査官 佐々木 洋

(56)参考文献 特開2004-165784(JP,A)

特開2004-253925(JP,A)

特開2003-338802(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J 99/00