

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5213879号
(P5213879)

(45) 発行日 平成25年6月19日 (2013. 6. 19)

(24) 登録日 平成25年3月8日 (2013. 3. 8)

(51) Int. Cl.

H04L 27/36 (2006.01)

F I

H04L 27/00

F

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-551579 (P2009-551579)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成21年1月29日 (2009. 1. 29)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/051500		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02009/096488	(74) 代理人	100089118
(87) 国際公開日	平成21年8月6日 (2009. 8. 6)		弁理士 酒井 宏明
審査請求日	平成22年4月26日 (2010. 4. 26)	(72) 発明者	平井 博昭
(31) 優先権主張番号	特願2008-21301 (P2008-21301)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
(32) 優先日	平成20年1月31日 (2008. 1. 31)		菱電機株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

審査官 彦田 克文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信装置および変調方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同相成分と直交成分とを含む変調信号を送信する送信装置であって、
 送信する情報を表す送信信号を第1信号と第2信号とに分割する分割手段と、
 予め定められたマッピング方式で、前記第1信号を第1同相成分と第2同相成分とにマッピングし、前記マッピング方式で、前記第2信号を第1直交成分と第2直交成分とにマッピングするマッピング手段と、
 前記第1同相成分と前記第1直交成分とを含む第1変調信号と、前記第2同相成分と前記第2直交成分とを含む第2変調信号と、を生成する生成手段と、
 前記第1変調信号および前記第2変調信号を送信する送信手段と、
 を備えることを特徴とする送信装置。

【請求項 2】

前記マッピング手段は、前記第1信号を、マルチキャリア方式の通信で用いる複数のサブキャリアに含まれる第1サブキャリアの同相成分である前記第1同相成分と、前記複数のサブキャリアに含まれる第2サブキャリアの同相成分である前記第2同相成分とにマッピングし、前記第2信号を、前記第1サブキャリアの直交成分である前記第1直交成分と、前記第2サブキャリアの直交成分である前記第2直交成分とにマッピングし、

前記生成手段は、前記第1同相成分と前記第1直交成分とを含む前記第1サブキャリアの前記第1変調信号と、前記第2同相成分と前記第2直交成分とを含む前記第2サブキャリアの前記第2変調信号と、を生成すること、

10

20

を特徴とする請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 3】

前記マッピング手段は、前記第 1 信号を、シングルキャリア方式の通信で用いるシングルキャリアの第 1 シンボルの同相成分である前記第 1 同相成分と、前記シングルキャリアの第 2 シンボルの同相成分である前記第 2 同相成分とにマッピングし、前記第 2 信号を、前記第 1 シンボルの直交成分である前記第 1 直交成分と、前記第 2 シンボルの直交成分である前記第 2 直交成分とにマッピングし、

前記生成手段は、前記第 1 同相成分と前記第 1 直交成分とを含む前記第 1 シンボルの前記第 1 変調信号と、前記第 2 同相成分と前記第 2 直交成分とを含む前記第 2 シンボルの前記第 2 変調信号と、を生成すること、

10

を特徴とする請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 4】

前記マッピング手段は、 2^{2N} (Nは整数) QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 変調方式で配置される各信号点の座標を、(1) 式、(2) 式または(3) 式で変換した座標の信号点が配置された前記マッピング方式で、前記第 1 信号を前記第 1 同相成分と前記第 2 同相成分とにマッピングし、前記第 2 信号を前記第 1 直交成分と前記第 2 直交成分とにマッピングすること、

を特徴とする請求項 1 に記載の送信装置。

【数 1】

$$\frac{1}{\sqrt{2^{2N}+1}} \begin{pmatrix} 2^N & 1 \\ 1 & -2^N \end{pmatrix} \dots(1)$$

20

$$\frac{1}{\sqrt{2^{2N}+1}} \begin{pmatrix} 2^N & -1 \\ 1 & 2^N \end{pmatrix} \dots(2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2^{2N}+1}} \begin{pmatrix} 2^N & 1 \\ -1 & 2^N \end{pmatrix} \dots(3)$$

30

【請求項 5】

前記送信信号に対するインターリーブを行うインターリーブ手段をさらに備え、

前記分割手段は、インターリーブされた前記送信信号を第 1 信号と第 2 信号とに分割すること、

を特徴とする請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 6】

前記送信信号に対して誤り訂正符号化を行う符号化手段をさらに備え、

前記分割手段は、誤り訂正符号化された前記送信信号を第 1 信号と第 2 信号とに分割すること、

40

を特徴とする請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 7】

同相成分と直交成分とを含む変調信号を送信する送信装置で実行される変調方法であって、

分割手段が、送信する情報を表す送信信号を第 1 信号と第 2 信号とに分割する分割ステップと、

マッピング手段が、予め定められたマッピング方式で、前記第 1 信号を第 1 同相成分と第 2 同相成分とにマッピングし、前記マッピング方式で、前記第 2 信号を第 1 直交成分と第 2 直交成分とにマッピングするマッピングステップと、

生成手段が、前記第 1 同相成分と前記第 1 直交成分とを含む第 1 変調信号と、前記第 2

50

同相成分と前記第2直交成分とを含む第2変調信号と、を生成する生成ステップと、
を備えることを特徴とする変調方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線信号の変調を行う送信装置および変調方法に関するものであり、特にマルチパス環境で利用される無線通信システム等で適用される送信装置および変調方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線LAN (Local Area Network) 規格であるIEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11aのように、マルチキャリアを用いることにより、マルチパスによる周波数選択性フェージング耐性を高めた通信方式が、主に大容量無線通信の分野で用いられている。

【0003】

このような通信方式としては、例えば、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) が知られている。OFDM等のマルチキャリアを用いる通信方式は、マルチパス環境で生じる周波数選択性フェージングに対して、各キャリアではフラットフェージングとして扱えることを特徴の1つとしている。また、通信の大容量化に伴い、帯域を広く使用することから、周波数軸方向にレイリー分布を取ることを特徴の1つとしてい

【0004】

IEEE 802.11aで規定されている変調方式としては、BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、および64QAMの4種類が存在する。また、誤り訂正の符号化率を変えることにより、通信路状況に応じて8通りの通信速度から所望の通信速度を適応的に選択することが可能である。

【0005】

図14は、マルチパス環境における通信イメージを示す模式図である。同図は、全てのキャリアに16QAMをマッピングした例を示している。サブキャリア番号 α (図中のSC[α])は比較的良好な通信特性であり、サブキャリア番号 β (図中のSC[β])は、周波数の落ち込みに該当するため通信特性が悪い。IEEE 802.11aでは、全てのサブキャリアに同じ変調方式を割り当てるため、実現が容易である。しかし、マルチパス環境では、落ち込んだサブキャリアに割り当てたビットがエラーを起こす可能性が高くなる。

【0006】

このように、IEEE 802.11aに準拠した通信方式は、通信機間の距離が近い場合や、干渉波が存在しない場合など良好な通信環境に応じて、16QAMまたは64QAMなどのように多値化を行うことで、広帯域伝送を実現することが可能である。しかし、マルチパス環境では、特定のキャリアの通信SNが劣化する場合がある。このため、劣化を補償するために、受信または送信ダイバーシティ、複数回の繰り返し送信、および誤り訂正などが行われていた。例えば、特許文献1では、時間方向へのダイバーシティ効果を取る際にキャリアの位相を回転させる技術が提案されている。

【0007】

【特許文献1】国際公開第2005/004367号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記従来の技術によれば、例えば受信または送信ダイバーシティを行う方法では、アンテナやRF (Radio Frequency) 部を複数備える必要があるため、装置コ

10

20

30

40

50

ストが増大するという欠点が存在する。また、複数回の繰り返し送信や誤り訂正を行う方法では、通信速度を低下させるという欠点が存在する。多ユーザを収容するシステムでは、通信速度の低下は、各ユーザの通信量を制限するだけでなく、通信遅延の増大につながる。このため、リアルタイムを要求するアプリケーションにとっては、通信品質の劣化を引き起こすという問題があった。

【0009】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、マルチパス環境における通信特性を改善する送信装置および変調方式を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、同相成分と直交成分とを含む変調信号を送信する送信装置であって、送信する情報を表す送信信号を第1信号と第2信号とに分割する分割手段と、予め定められたマッピング方式で、前記第1信号を第1同相成分と第2同相成分とにマッピングし、前記マッピング方式で、前記第2信号を第1直交成分と第2直交成分とにマッピングするマッピング手段と、前記第1同相成分と前記第1直交成分とを含む第1変調信号と、前記第2同相成分と前記第2直交成分とを含む第2変調信号と、を生成する生成手段と、前記第1変調信号および前記第2変調信号を送信する送信手段と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

この発明によれば、マルチパス環境における通信特性を改善することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、実施の形態1にかかる送信装置のブロック図である。

【図2】図2は、実施の形態1にかかるRQAM変調部のブロック図である。

【図3】図3は、従来の16QAMマッピングの信号点配置を表す図である。

【図4】図4は、16RQAMマッピングの信号点配置の一例を示す図である。

【図5】図5は、従来の64QAMマッピングの信号点配置を表す図である。

【図6】図6は、64RQAMマッピングの信号点配置の一例を示す図である。

【図7】図7は、従来の16QAMマッピングによる受信信号イメージを示す模式図である。

【図8】図8は、実施の形態1の16RQAMマッピングによる受信信号イメージを示す模式図である。

【図9】図9は、16RQAMマッピングの通信特性の一例を示す図である。

【図10】図10は、64RQAMマッピングの通信特性の一例を示す図である。

【図11】図11は、実施の形態2にかかる送信装置のブロック図である。

【図12】図12は、実施の形態3にかかる送信装置のブロック図である。

【図13】図13は、実施の形態4にかかる送信装置のブロック図である。

【図14】図14は、マルチパス環境における通信イメージを示す模式図である。

【符号の説明】

【0013】

1、2、3、4 送信装置

11 RQAM変調部

12 IFFT

13 DAC

14 LPF

15 Mixer

16 BPF

17 アンテナ

18 LOCAL
 21 インターリーブ部
 31 符号化部
 41 RQAM変調部
 42 LPF
 101、102、103 S/P
 104、105 マッピング部
 106、107、108 P/S
 S1～S8 信号
 S11 I軸情報成分
 S12 Q軸情報成分
 S13、S14 I軸情報成分
 S15、S16 Q軸情報成分
 S17、S18 I軸周波数振幅成分
 S19、S20 Q軸周波数振幅成分
 S21、S22 周波数信号成分
 S25、S31、S41、S42 信号

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に、本発明にかかる送信装置および変調方式の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

20

【0015】

実施の形態1.

実施の形態1にかかる送信装置は、従来のQAMマッピングを変形したマッピング方式により、マルチキャリア通信における複数のサブキャリアにまたがるように送信信号をマッピングする。これにより、ダイバーシティ効果と多値化を同時に達成し、マルチパス環境で、従来方式に比べて良好な特性を示し、通信の大容量化を可能にする通信を実現できる。この結果、従来技術を用いたものに比べて、マルチパス環境で、低遅延で大容量の通信を実現できる。

【0016】

30

図1は、実施の形態1にかかる送信装置1のブロック図である。図1に示すように、送信装置1は、RQAM (Rotated Quadrature Amplitude Modulation) 変調部11と、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 12と、DAC (Digital to Analog Converter) 13と、LPF (Low Pass Filter) 14と、Mixer 15と、BPF (Band Pass Filter) 16と、アンテナ17と、LOCAL 18とを備えている。

【0017】

RQAM変調部11は、16QAMまたは64QAM等を改良したRQAMを用いて信号を変調する。RQAM変調部11の構成の詳細については後述する。

【0018】

IFFT 12は、マルチキャリア伝送を行う際に時間方向へ多重化を行う。具体的には、IFFT 12は、入力された周波数信号に対して逆高速フーリエ変換処理を施し、その結果として得られる時間信号を出力する。

40

【0019】

DAC 13は、IFFT 12から入力されたデジタル信号をアナログ信号に変換するブロックである。DAC 13は、LPF 14と接続しており、ここで変換したアナログ信号をLPF 14に入力する。

【0020】

LPF 14は、DAC 13から入力されたアナログ信号に対して、折り返し成分や高調波成分を減衰させる処理を行うブロックである。LPF 14は、Mixer 15と接続しており、ここで通過した信号をMixer 15に入力する。

50

【0021】

LOCAL18は、信号送信の際に使用する中心周波数を生成するブロックである。LOCAL18は、Mixer15と接続しており、生成した中心周波数の信号をMixer15に入力する。

【0022】

Mixer15は、LOCAL18が生成した中心周波数を用いてLPF14から入力された信号の周波数を高周波へ変換するブロックである。Mixer15は、BPF16と接続しており、ここで変換した信号をBPF16に inputsする。

【0023】

BPF16は、Mixer15から入力された信号に対して、信号送信の際に使用する周波数以外の周波数を除去するブロックである。BPF16は、アンテナ17と接続しており、ここで通過した信号を、アンテナ17を介して送信する。

10

【0024】

また、同図では、送信装置1内で処理される種々の信号（信号の流れ）を信号S1～S8で示している。信号S1は、送信する情報として送信装置1に inputsされる情報ビット系列を表す。信号S2は、各周波数で伝送するために信号S1を変調した後のデジタル信号（変調信号）を表す。信号S3は、IFFT12により周波数信号から時間信号へ変換された信号を表す。信号S4は、デジタル信号である信号S3がアナログへ変換された信号を表す。信号S5は、信号S4から帯域外の不要な信号を減衰させた信号を表す。信号S6は、信号S5の中心周波数を高周波へシフトさせた信号を表す。信号S7は、信号S6から帯域外の不要な信号を減衰させた信号を表す。信号S8は、信号送信の際に使用する中心周波数を示す信号である。

20

【0025】

次に、RQAM変調部11の詳細な構成について図2を用いて説明する。図2は、実施の形態1にかかるRQAM変調部11のブロック図である。図2に示すようにRQAM変調部11は、Serial/Parallel変換部（S/P）101、102、103と、マッピング部104、105と、Parallel/Serial変換部（P/S）106、107、108と、を備えている。

【0026】

S/P101は、inputsされる情報ビット系列である信号S1（16RQAMでは、8ビットを単位とした情報列）を、2つのサブキャリアの同相成分（以下、I軸情報成分という）を含むI軸情報成分S11（16RQAMでは、4ビットを単位とした情報列）と、2つのサブキャリアの直交成分（以下、Q軸情報成分という）を含むQ軸情報成分S12（16RQAMでは、4ビットを単位とした情報列）との2つに分配する。なお、以下では2つのサブキャリアをサブキャリア α およびサブキャリア β と呼ぶ場合がある。

30

【0027】

S/P102、103は、分配された情報をさらにサブキャリアごとに分配する。具体的には、S/P102は、I軸情報成分S11を、サブキャリア α のI軸情報成分S13（16RQAMでは、2ビットを単位とした情報列）と、サブキャリア β のI軸情報成分S14（16RQAMでは、2ビットを単位とした情報列）と、に分配する。また、S/P103は、Q軸情報成分S12を、サブキャリア α のQ軸情報成分S15（16RQAMでは、2ビットを単位とした情報列）と、サブキャリア β のQ軸情報成分S16（16RQAMでは、2ビットを単位とした情報列）と、に分配する。

40

【0028】

マッピング部104、105は、従来の16QAMマッピングまたは64QAMマッピング等の信号点それぞれに対して、所定の行列をかけて得られる各信号点を配置した信号点配置のマッピング方式によってマッピングを行う。具体的には、マッピング部104、105は、以下の（1）式、（2）式または（3）式で表される行列をかけて各信号点を回転した配置を有するマッピング方式（RQAMマッピング）でマッピングを行う。

【0029】

50

【数 1】

$$\frac{1}{\sqrt{2^{2N}+1}} \begin{pmatrix} 2^N & 1 \\ 1 & -2^N \end{pmatrix} \dots(1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2^{2N}+1}} \begin{pmatrix} 2^N & -1 \\ 1 & 2^N \end{pmatrix} \dots(2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2^{2N}+1}} \begin{pmatrix} 2^N & 1 \\ -1 & 2^N \end{pmatrix} \dots(3)$$

10

【0030】

なお、回転の対象となるQAMマッピングは、 2^{2N} QAMマッピングであるものとする。すなわち、16QAMマッピングに対しては、例えば(1)式に $N=2$ を代入した(4)式によって16RQAMマッピングを得ることができる。また、64QAMマッピングに対しては、例えば(1)式に $N=3$ を代入した(5)式によって64RQAMマッピングを得ることができる。

【0031】

【数 2】

20

$$\frac{1}{\sqrt{17}} \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 1 & -4 \end{pmatrix} \dots(4)$$

$$\frac{1}{\sqrt{65}} \begin{pmatrix} 8 & 1 \\ 1 & -8 \end{pmatrix} \dots(5)$$

【0032】

このようなマッピングを行うと、 $2N$ ビット伝送時に、各軸への射影された値が、 $X_n = \{2k-1 \mid N-1 \leq k \leq N\}$ と全て異なる値を取る。

30

【0033】

マッピング部104は、このようなRQAMマッピングにより、サブキャリア α のI軸情報成分S13とサブキャリア β のI軸情報成分S14とを、サブキャリア α のI軸周波数振幅成分S17とサブキャリア β のI軸周波数振幅成分S18とにマッピングする。

【0034】

また、マッピング部105は、RQAMマッピングにより、サブキャリア α のQ軸情報成分S15とサブキャリア β のQ軸情報成分S16とを、サブキャリア α のQ軸周波数振幅成分S19とサブキャリア β のQ軸周波数振幅成分S20とにマッピングする。なお、マッピング部104およびマッピング部105の機能を統合したマッピング部を備えるように構成してもよい。マッピング部104、105によるRQAMマッピングの詳細については後述する。

40

【0035】

P/S106は、RQAMマッピング後のサブキャリア α のI軸周波数振幅成分S17とサブキャリア α のQ軸周波数振幅成分S19とを、直列データ系列であるサブキャリア α の複素の周波数信号成分S21に変換する。

【0036】

P/S107は、RQAMマッピング後のサブキャリア β のI軸周波数振幅成分S18とサブキャリア β のQ軸周波数振幅成分S20とを、直列データ系列であるサブキャリア β の複素の周波数信号成分S22に変換する。

【0037】

50

P/S 108は、サブキャリア α の複素の周波数信号成分S 2 1と、サブキャリア β の複素の周波数信号成分S 2 2とを束ねて、複素の周波数信号成分である信号S 2を、信号S 1を変調したデジタル信号として出力する。

【0038】

次に、マッピング部104、105によるRQAMマッピングの信号点配置の詳細について説明する。図3は、従来の16QAMマッピングの信号点配置を表す図である。図4は、図3の16QAMマッピングに対して(4)式を適用して得られる16RQAMマッピングの信号点配置の一例を示す図である。

【0039】

なお、実際には、信号点の平均電力を1とするために、図3のI軸およびQ軸の各値には、下記(6)式の数値が掛けられる。同様に、図4のI軸およびQ軸の各値には、下記(7)式の数値が掛けられる。図3および図4では、説明のため、各数値を掛ける前の値を表示している。

【0040】

【数3】

$$\frac{1}{\sqrt{10}} \quad \dots(6)$$

$$\frac{1}{\sqrt{170}} \quad \dots(7)$$

【0041】

また、図4は、サブキャリア α のI軸情報成分を表す I_{α} と、サブキャリア β のI軸情報成分を表す I_{β} と、のマッピングの信号点配置の例を示しているが、サブキャリア α のQ軸情報成分を表す Q_{α} と、サブキャリア β のQ軸情報成分を表す Q_{β} についても同様の信号点配置のマッピングが利用される。

【0042】

すなわち、マッピング部104は、S/P 102から入力したサブキャリア α のI軸情報成分であるS 1 3(図4の I_{α} に相当)と、サブキャリア β のI軸情報成分であるS 1 4(図4の I_{β} に相当)とを、図4に示すRQAMマッピングにしたがって各サブキャリアのI軸周波数振幅成分にマッピングする。

【0043】

また、マッピング部105は、S/P 103から入力したサブキャリア α のQ軸情報成分であるS 1 5と、サブキャリア β のQ軸情報成分であるS 1 6とを、図4に示すRQAMマッピングにしたがって各サブキャリアのQ軸周波数成分にマッピングする。

【0044】

図3のような従来のQAM変調方式は、入力される情報ビット系列を、1つのサブキャリアのI軸とQ軸とにマッピングしている。すなわち、例えば従来の16QAM変調方式では、まず4ビットを単位とした情報ビット系列が入力される。そして、4ビットの情報列が、S/Pによって周波数のI軸情報成分およびQ軸情報成分の2つに分配され、図3のような16QAMマッピングによって、サブキャリアごとにI軸周波数振幅成分とQ軸周波数振幅成分とにマッピングされる。

【0045】

これに対し、図4に示す本実施の形態の変調方式は、2つのサブキャリア(サブキャリア α およびサブキャリア β)にまたがるように、サブキャリア α のI軸とサブキャリア β のI軸、およびサブキャリア α のQ軸とサブキャリア β のQ軸というような組み合わせでマッピングを行う。言い換えると、RQAM変調方式では、単一の周波数にマッピングを行うのではなく、複数の周波数にマッピングを行う。

【0046】

図4では、16RQAMマッピングの例を説明したが、64RQAMマッピングについても同様の方法を適用できる。図5は、従来の64QAMマッピングの信号点配置を表す図である。図6は、図5の64QAMマッピングに対して(5)式を適用して得られる64RQAMマッピングの信号点配置の一例を示す図である。

【0047】

なお、実際には、信号点の平均電力を1とするために、図5のI軸およびQ軸の各値には、下記(8)式の数値が掛けられる。同様に、図6のI軸およびQ軸の各値には、下記(9)式の数値が掛けられる。図5および図6では、説明のため、各数値を掛ける前の値を表示している。

【0048】

【数4】

$$\frac{1}{\sqrt{42}} \quad \dots(8)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2730}} \quad \dots(9)$$

【0049】

また、適用できるマッピング方式は16QAMマッピングまたは64QAMマッピングに限られず、例えば1シンボルを8ビットに多値化した256QAM等にも適用できる。

【0050】

次に、実施の形態1の変調方式による通信特性の改善について説明する。図7は、従来の16QAMマッピングによる受信信号イメージを示す模式図である。図8は、実施の形態1の16RQAMマッピングによる受信信号イメージを示す模式図である。

【0051】

マルチパス環境下では、受信信号がサブキャリア間で10dB～20dB程度異なる場合がある。この場合、従来の16QAM変調方式では、図7に示すようにサブキャリア毎に通信特性が異なる。すなわち、通信特性が良好なサブキャリアと、通信特性が悪いサブキャリアとの間の特性差が極端に現れる場合がある。

【0052】

一方、16RQAMマッピングでは、異なるサブキャリア(サブキャリア α 、サブキャリア β)にまたがって伝送するため、図8に示すようにダイバーシティ効果が得られて受信信号点距離を広く取ることができる。これにより通信特性を向上させることができる。

【0053】

図9は、計算機シミュレーションで評価を行った結果として得られた16RQAMマッピングの通信特性(BER(Bit Error Rate)特性)の一例を示す図である。また、図10は、64RQAMマッピングのBER特性の一例を示す図である。

【0054】

図9および図10は、伝送路が、周波数選択性フェージング環境、すなわち、周波数軸上にレイリー分布特性を持った状況であると仮定して評価を行っている。また、従来技術として、それぞれ16QAM変調および64QAM変調を選択し、16RQAMおよび64RQAMとを比較した結果を表している。さらに、図9および図10は、誤り訂正なしの場合と、畳み込み符号(符号化率3/4)を用いた場合との2種類を図示している。なお、図9および図10の横軸はSNR(Signal to Noise Ratio)を表し、縦軸はBERを表す。

【0055】

図9および図10に示すように、従来の変調方式と比較して、ダイバーシティ効果により通信特性(BER特性)が改善されている。なお、同図では示していないが、AWGN(Additive white Gaussian noise)環境下では、従来の変調方式と同一の特性を示す。

【0056】

このように、実施の形態1にかかる送信装置では、従来のQAMマッピングを変形したマッピング方式により、マルチキャリア通信における複数のサブキャリアにまたがるように送信信号をマッピングすることができる。このため、ダイバーシティ効果と多値化を同時に達成し、マルチパス環境における通信特性を改善することができる。すなわち、従来の送信装置のQAMマッピングを、RQAMマッピングに変更することにより、AWGN環境下では、QAM変調と同じ特性を得ることができるとともに、マルチパス環境では、ダイバーシティ効果により、QAM変調よりも優れた特性を得ることが可能になる。

【0057】

実施の形態2.

10

実施の形態2にかかる送信装置は、入力された信号をインターリーブ処理により周波数方向および時間方向へ拡散した後に、実施の形態1のRQAMマッピングを行う。

【0058】

図11は、実施の形態2にかかる送信装置2のブロック図である。図11に示すように、送信装置2は、インターリーブ部21と、RQAM変調部11と、IFFT12と、DAC13と、LPF14と、Mixer15と、BPF16と、アンテナ17と、LOCAL18とを備えている。

【0059】

実施の形態2では、インターリーブ部21が追加されたことが実施の形態1と異なっている。その他の構成および機能は、実施の形態1にかかる送信装置1の構成を表すブロック図である図1と同様であるので、同一符号を付し、ここでの説明は省略する。

20

【0060】

インターリーブ部21は、入力された信号を周波数方向および時間方向へ拡散するブロックである。このように信号を拡散することにより、連続したビット列が同じサブキャリアにマッピングされることを避けることができる。これにより、ダイバーシティ効果をより得やすくなる効果が期待される。なお、同図の信号S22は、送信装置2に入力される情報ビット系列である信号S1をインターリーブしたビット列を表す。

【0061】

実施の形態3.

実施の形態3にかかる送信装置は、入力された信号に対して誤り訂正符号化処理を行った後に、実施の形態1のRQAMマッピングを行う。

30

【0062】

図12は、実施の形態3にかかる送信装置3のブロック図である。図12に示すように、送信装置3は、符号化部31と、RQAM変調部11と、IFFT12と、DAC13と、LPF14と、Mixer15と、BPF16と、アンテナ17と、LOCAL18とを備えている。

【0063】

実施の形態3では、符号化部31が追加されたことが実施の形態1と異なっている。その他の構成および機能は、実施の形態1にかかる送信装置1の構成を表すブロック図である図1と同様であるので、同一符号を付し、ここでの説明は省略する。

40

【0064】

符号化部31は、入力された信号に対して誤り訂正符号化処理を行う。これにより、伝送路にて誤りが生じた際に、受信側にて誤りを訂正することができる。この効果により、BERを低減することができ、通信容量の増大化や通信遅延の減少が期待される。なお、同図の信号S31は、送信装置3に入力される情報ビット系列である信号S1を誤り訂正符号化したビット列を表す。

【0065】

実施の形態4.

実施の形態4にかかる送信装置は、シングルキャリア通信に対してRQAMマッピングを適用する。

50

【0066】

図13は、実施の形態4にかかる送信装置4のブロック図である。図13に示すように、送信装置4は、RQAM変調部41と、LPF42と、DAC13と、LPF14と、Mixer15と、BPF16と、アンテナ17と、LOCAL18とを備えている。

【0067】

実施の形態3では、RQAM変調部41の機能と、IFFT12の代わりにLPF42を備えたこととが実施の形態1と異なっている。その他の構成および機能は、実施の形態1にかかる送信装置1の構成を表すブロック図である図1と同様であるので、同一符号を付し、ここでの説明は省略する。

【0068】

RQAM変調部41は、シングルキャリアで送信する複数のシンボルにまたがるように送信信号をRQAMマッピングする。このように、実施の形態1のRQAM変調部11がマルチキャリア通信の複数のサブキャリアにまたがるように送信信号をRQAMマッピングすることにより、周波数方向へのダイバーシティ効果を狙ったのに対し、実施の形態4のRQAM変調部41は、時間方向へのダイバーシティ効果を狙っている。シングルキャリアでも、伝送路変動が通信時間に比べて高速に変動を生じる場合には、RQAM変調方式は有効である。

【0069】

LPF42は、RQAM変調部41から入力された矩形信号に対して波形を整形し、周波数の高調波成分を減衰させる処理を行うブロックである。なお、同図の信号S41は、RQAMマッピングによって出力される時間信号を表す。また、信号S42は、LPF42によって波形整形された信号を表す。

【0070】

なお、実施の形態4に対して、実施の形態2で示したように時間方向への相関を無くす効果を狙ってインターリーブ処理を実行するように構成してもよいし、実施の形態3で示したように受信側で誤り訂正を行うための符号化処理を実行するように構成してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0071】

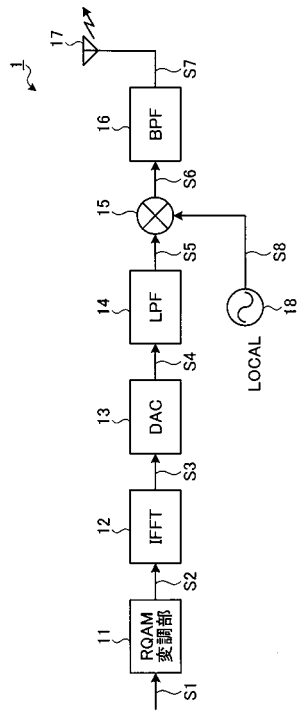
以上のように、本発明にかかる送信装置および変調方式は、マルチパス環境などの伝送路が変動する無線通信システムにおける送信装置および変調方式に有用であり、特に、マルチキャリアを用いた送信装置および変調方式に適用される。

10

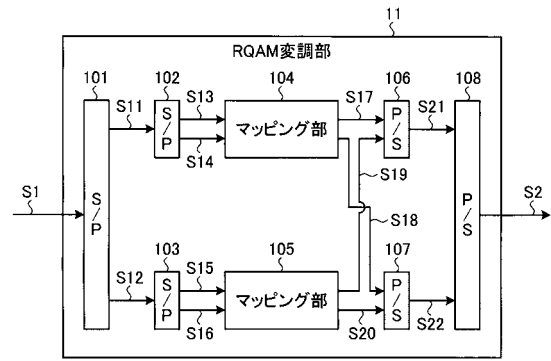
20

30

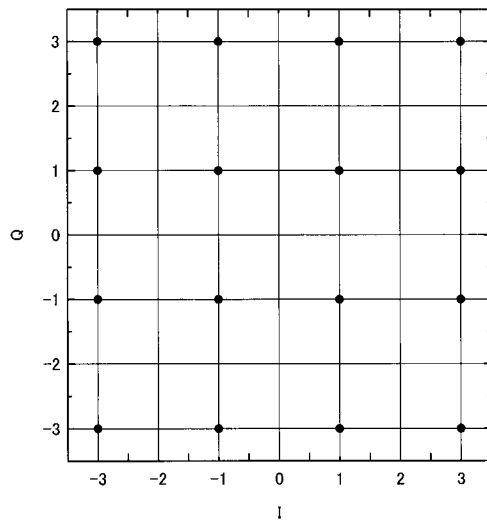
【図 1】



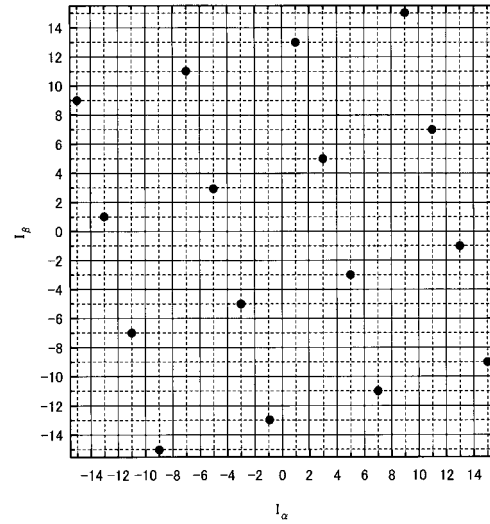
【図 2】



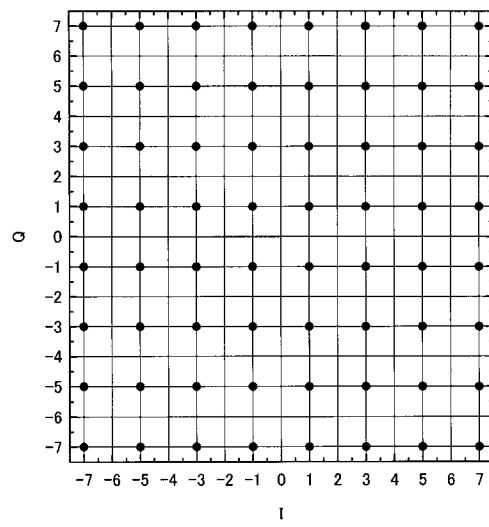
【図 3】



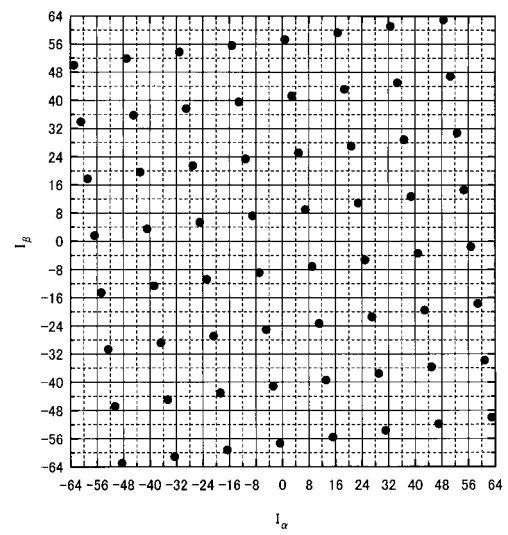
【図 4】



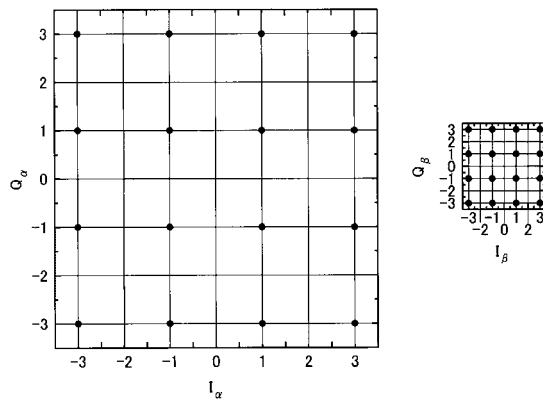
【図 5】



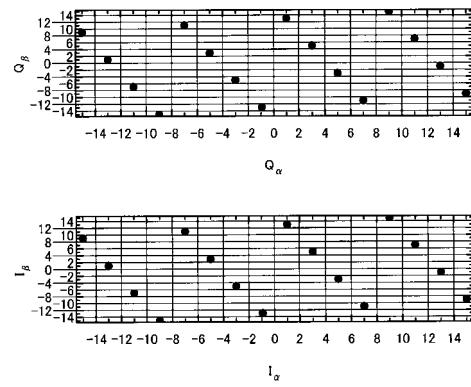
【図 6】



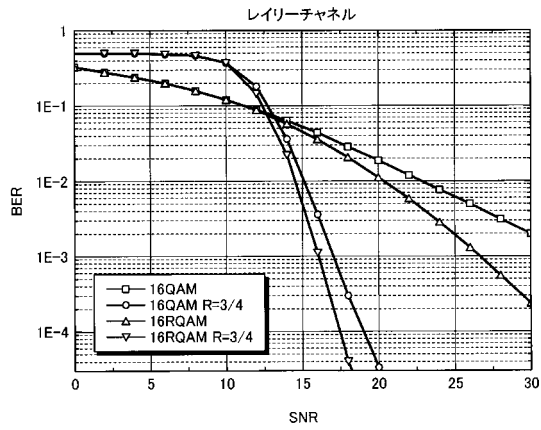
【図 7】



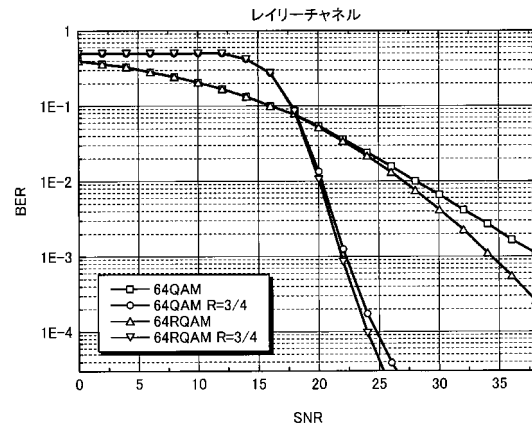
【図 8】



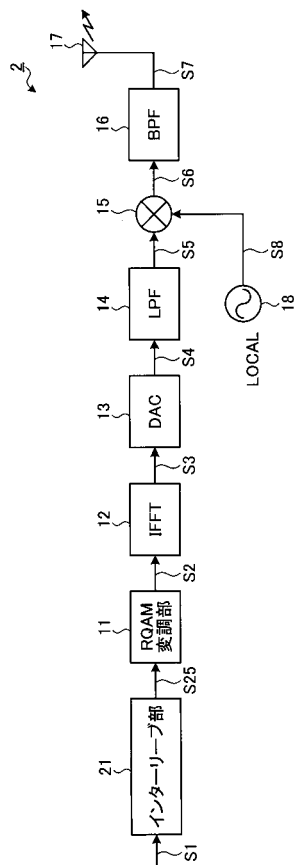
【図 9】



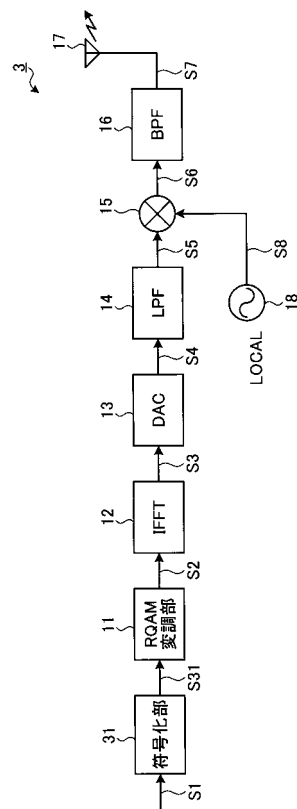
【図 10】



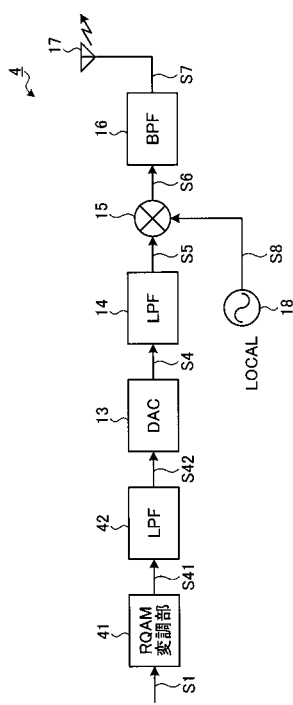
【図 11】



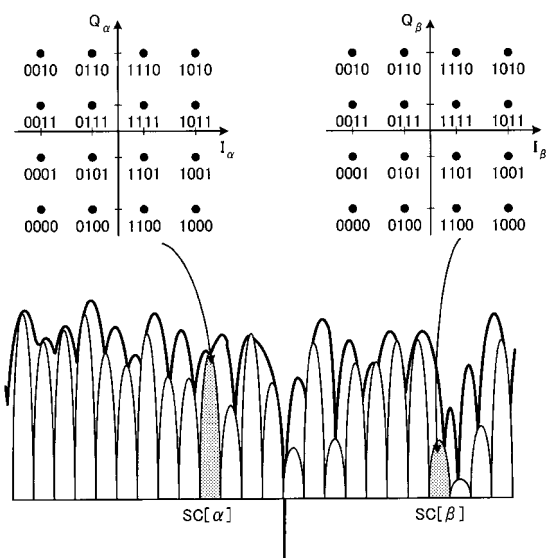
【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 Soo Ki Choi et al., Rotated multidimensional modulation for spatial multiplexing systems, IEEE 58th Vehicular Technology Conference, 2003. VTC 2003-Fall. 2003, 米国, 2003年10月, Volume 1, Pages 246 - 250

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 27/36