

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3563346号
(P3563346)

(45) 発行日 平成16年9月8日(2004.9.8)

(24) 登録日 平成16年6月11日(2004.6.11)

(51) Int. Cl.⁷

F I

HO4L 27/227	HO4L 27/22	B
HO4B 1/04	HO4B 1/04	J
HO4L 27/20	HO4B 1/04	R
HO4L 27/34	HO4L 27/20	Z
	HO4L 27/00	E

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-350987(P2000-350987)
 (22) 出願日 平成12年11月17日(2000.11.17)
 (62) 分割の表示 特願平10-105990の分割
 原出願日 平成10年4月16日(1998.4.16)
 (65) 公開番号 特開2001-197138(P2001-197138A)
 (43) 公開日 平成13年7月19日(2001.7.19)
 審査請求日 平成12年11月17日(2000.11.17)

(73) 特許権者 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100105050
 弁理士 鷲田 公一
 (74) 代理人 100097445
 弁理士 岩橋 文雄
 (74) 代理人 100103355
 弁理士 坂口 智康
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (72) 発明者 村上 豊
 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番
 1号 松下技研株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信方法及び送信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信デジタル信号を多値直交振幅変調方式(多値QAM方式)で変調する際、パイロットシンボルを定期的に挿入する送信方法であって、
 変調後の信号におけるピーク電力対平均送信電力比に影響を与えない範囲で、前記パイロットシンボルの信号点振幅を前記多値直交振幅変調方式の最大信号点振幅の1.0倍より大きく1.6倍以下とし、前記パイロットシンボルの信号点を同相軸上または直交軸上に配置する送信方法。

【請求項2】

多値直交振幅変調方式は、4値直交振幅変調方式(4値QAM方式)である請求項1記載の送信方法。

【請求項3】

送信デジタル信号を多値直交振幅変調方式(多値QAM方式)で変調し、変調する際にパイロットシンボルを定期的に挿入する変調手段と、変調後の信号をアンテナから無線送信する送信無線手段とを具備する送信装置であって、
 前記変調手段は、変調後の信号におけるピーク電力対平均送信電力比に影響を与えない範囲で、前記パイロットシンボルの信号点振幅を前記多値直交振幅変調方式の最大信号点振幅の1.0倍より大きく1.6倍以下とし、前記パイロットシンボルの信号点を同相軸上または直交軸上に配置する送信装置。

【請求項4】

10

20

多値直交振幅変調方式は、4値直交振幅変調方式(4値QAM方式)である請求項3記載の送信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線装置及び送信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、デジタル移動無線通信方式において準同期検波を行う際のパイロットシンボルの信号点位置に関する方法として、例えば、「陸上移動通信用16QAMのフェージングひずみ補償方式」、三瓶、電子情報通信学会論文誌B-I I Vol. J-72-B-I I No. 1 pp. 7-15 1989年1月に記載されているものが知られている。 10

【0003】

図12に16QAM方式におけるパイロットシンボルの信号点位置を示す。図12において、1201は同相I-直交Q平面における16QAMの信号点を示しており、パイロットシンボルの信号点は1201A, B, CおよびDのいずれかに配置するというように、16QAM方式の信号点のうち最大振幅を有する信号点をパイロット信号とし、準同期検波を行う方式が知られている。

【0004】

このような準同期検波を行う場合、パイロットシンボルの信号点振幅が大きいほど復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が向上する。 20

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このように準同期検波でパイロットシンボルの信号点振幅を大きくすると、ピーク対平均送信電力比が増加してしまうため、送信系電力増幅器の電力効率が劣化してしまう問題があった。

【0006】

本発明は、復調側で準同期検波を行う際の送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、かつ搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が向上するパイロットシンボル挿入方式及びそれを用いた無線通信システムを提供することを目的とする。 30

【0007】

【課題を解決するための手段】

この課題を解決するために本発明は、変調後の信号におけるピーク電力対平均送信電力比に影響を与えない範囲で、パイロットシンボルの信号点振幅を多値直交振幅変調方式の最大信号点振幅の1.0倍より大きく1.6倍以下とし、パイロットシンボルの信号点を同相軸上または直交軸上に配置するように構成したものである。

【0008】

これにより、ピーク対平均送信電力比に影響を与えず、復調側で準同期検波を行う際の送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度を向上させ、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性も向上させるパイロットシンボル挿入方式及びそれを用いた無線通信システムが得られる。 40

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図1から図11を用いて説明する。

【0010】

(実施の形態1)

図1は、本実施の形態における同相I-直交Q平面での8値以上の多値変調方式の一例である16APSK(Amplitude Phase Shift Keying)変調 50

方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置を示し、図 1 において、101 は 16APSK 変調方式の信号点、102 はパイロットシンボルの信号点である。図 2 は、16APSK 変調シンボルとパイロットシンボルの N シンボル内の構成の一例を示している。

【0011】

図 3 は、無線通信システムの構成概念図である。図 3 において、10 は送信機であり、11 は送信デジタル信号、12 は直交ベースバンド変調部で、送信デジタル信号 11 を入力して送信直交ベースバンド信号の同相成分 13 と直交成分 14 を出力し、この同相成分 13 と直交成分 14 を送信無線部 15 で送信信号 16 に変換し、アンテナ 17 から送信する。20 は受信機であり、21 はアンテナ、22 は受信無線部で、アンテナで受信した信号を入力して受信直交ベースバンド信号の同相成分 23 と直交成分 24 を出力する。

10

【0012】

25 は振幅歪み量推定部で、同相成分 23 と直交成分 24 を入力して、振幅歪み量を推定し、振幅歪み量推定信号 27 を出力する。26 は周波数オフセット量推定部で、同相成分 23 と直交成分 24 を入力して、周波数オフセット量を推定し、周波数オフセット量推定信号 28 を出力する。29 は準同期検波部で、同相成分 23 と直交成分 24、及び振幅歪み量推定信号 27 と周波数オフセット量推定信号 28 を入力して、準同期検波を行い、受信デジタル信号 30 を出力する。

【0013】

図 1、図 2 および図 3 を用いて、8 値以上の多値変調方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入する方式において、パイロットシンボルの信号点振幅を 8 値以上の多値変調方式の最大の信号点振幅より大きくした方式について説明する。図 1 は、同相 I - 直交 Q 平面における 16APSK 変調方式の信号点 101 とパイロットシンボルの信号点 102 の配置を示している。このとき、16APSK 変調方式の最大の信号点振幅を r_{16APSK} 、パイロットシンボルの信号点振幅を r_{pilot} としたとき、 $r_{pilot} > r_{16APSK}$ となるようにパイロットシンボルの信号点を配置する。図 2 は 16APSK 変調シンボルとパイロットシンボルの N シンボル内の構成を示したもので、N シンボル内に 1 シンボルのパイロットシンボルを挿入する構成である。

20

【0014】

このような方式を送信機 10 で行うことにより、ピーク対平均送信電力比に影響を与えず、また受信機 20 で、パイロットシンボルにより送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を振幅歪み量推定部 25 および周波数オフセット量推定部 26 で推定し、準同期検波部 29 で準同期検波を行うことにより、さらに準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度を向上させることができる。

30

【0015】

なお、同相 I - 直交 Q 平面におけるパイロットシンボルの信号点配置は図 1 に限ったものではない。また、N シンボル中の 16APSK 変調シンボルとパイロットシンボルの構成は図 2 に限ったものではない。また、8 値以上の多値変調方式の例として 16APSK 変調方式で説明したが、8 値以上の多値変調方式はこれに限ったものではない。

【0016】

以上のように本実施の形態によれば、8 値以上の多値変調方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入し、パイロットシンボルの信号点振幅を 8 値以上の多値変調方式の最大の信号点振幅より大きくした方式において、パイロットシンボルの同相 I - 直交 Q 平面における信号点位置を 8 値以上の多値変調方式の最大信号点振幅をとる信号点とは異なる位置に配置することで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、パイロットシンボルの信号点振幅を 8 値以上の多値変調方式の最大信号点振幅より大きくすることで、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が向上するという効果を有する。

40

【0017】

(実施の形態 2)

50

図4は、本実施の形態における同相I - 直交Q平面での8値以上の多値QAM方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置を示し、図4において、301は多値QAM方式の信号点、302はパイロットシンボルの信号点である。図5は、8値以上の多値QAMシンボルとパイロットシンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。

【0018】

図3は、無線通信システムの構成概念図である。図3において、10は送信機であり、11は送信デジタル信号、12は直交ベースバンド変調部で、送信デジタル信号11を入力して送信直交ベースバンド信号の同相成分13と直交成分14を出力し、この同相成分13と直交成分14を送信無線部15で送信信号16に変換し、アンテナ17から送信する。20は受信機であり、21はアンテナ、22は受信無線部で、アンテナで受信した信号を入力して受信直交ベースバンド信号の同相成分23と直交成分24を出力する。

10

【0019】

25は振幅歪み量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、振幅歪み量を推定し、振幅歪み量推定信号27を出力する。26は周波数オフセット量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、周波数オフセット量を推定し、周波数オフセット量推定信号28を出力する。29は準同期検波部で、同相成分23と直交成分24、及び振幅歪み量推定信号27と周波数オフセット量推定信号28を入力して、準同期検波を行い、受信デジタル信号30を出力する。

【0020】

図4、図5および図3を用いて、8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入する方式において、パイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値QAM方式の最大の信号点振幅より大きくした方式について説明する。図4は、同相I - 直交Q平面における8値以上の多値QAM方式の信号点301とパイロットシンボルの信号点302の配置を示している。このとき、8値以上の多値QAM方式の最大の信号点振幅を r_{QAM} 、パイロットシンボルの信号点振幅を r_{pilot} としたとき、 $r_{pilot} > r_{QAM}$ となるようにパイロットシンボルの信号点を配置する。

20

【0021】

図5は8値以上の多値QAMシンボルとパイロットシンボルのNシンボル内の構成を示したもので、Nシンボル内に1シンボルのパイロットシンボルを挿入する構成である。このような方式を送信機10で行うことにより、ピーク対平均送信電力比に影響を与えず、また受信機20で、パイロットシンボルにより送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を振幅歪み量推定部25および周波数オフセット量推定部26で推定し、準同期検波部29で準同期検波を行うことにより、さらに準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度を向上させることができる。

30

【0022】

なお、同相I - 直交Q平面における8値以上の多値QAM方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の関係は図4に限ったものではない。また、Nシンボル中の8値以上の多値QAMシンボルとパイロットシンボルの構成は図5に限ったものではない。

【0023】

更に、送信機10内で用いられるルートロールオフフィルタの周波数特性が、(数1)

40

【0024】

【数1】

$$H(\omega) = \begin{cases} 1 & \dots \omega \leq \omega_0(1-\alpha) \\ \sqrt{\frac{1}{2} \left[1 - \sin \left\{ \frac{\pi}{2\alpha\omega_0} (\omega - \omega_0) \right\} \right]} & \dots \omega_0(1-\alpha) \leq \omega \leq \omega_0(1+\alpha) \\ 0 & \dots \omega \geq \omega_0(1+\alpha) \end{cases}$$

10

【0025】

で表されるとき、ロールオフ係数を0.1から0.4にするのが効果的である。そして更に、パイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値QAM方式の最大信号点振幅の1.0倍より大きく1.6倍以下にすることで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度がより向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が更に向上する。ここで、(数1)において、 ω_0 は角周波数、 α はロールオフ係数、 ω_0 はナイキスト角周波数、 $H(\omega)$ はルートロールオフフィルタの振幅特性とする。

【0026】

20

また、8値以上の多値QAM方式の信号点とパイロットシンボルの信号点の配置として、同相I-直交Q平面における8値以上の多値QAM方式の信号点が(数2)

【0027】

【数2】

$$I_{QAM} = s(2^{m-1}a_1 + 2^{m-2}a_2 + \dots + 2^0a_m)$$

$$Q_{QAM} = s(2^{m-1}b_1 + 2^{m-2}b_2 + \dots + 2^0b_m)$$

30

【0028】

で表されたとき、パイロットシンボルの信号点は同相I軸上または直交Q軸上に配置され、こうすることでピーク対平均送信電力比に影響を与えることなく、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性の向上の効果が大きくなる。

【0029】

ここで、(数2)において、8値以上の多値QAM方式の信号点301は(IQAM, QQAM)で表し、 m は整数、 $(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_m, b_m)$ は1, -1のバイナリ符号、 s は定数とする。そして前述のように、ロールオフフィルタのロールオフ係数を0.1から0.4にするのが効果的であり、更にパイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値QAM方式の最大信号点振幅の1.0倍より大きく1.6倍以下にするのがより好適である。

40

【0030】

以上のように本実施の形態によれば、8値以上の多値QAM方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入し、パイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値QAM方式の最大の信号点振幅より大きくした方式において、パイロットシンボルの同相I-直交Q平面における信号点位置を8値以上の多値QAM方式の最大振幅をとる信号点とは異なる位置に配置することで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、パイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値QAM方式の最大信号点振幅より大きくすること

50

で、復調側で準同期検波を行う際の送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が向上するという効果を有する。

【0031】

(実施の形態3)

図6は、本実施の形態における同相I - 直交Q平面での16QAM方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置を示し、図6において、501は16QAM方式の信号点、502はパイロットシンボルの信号点である。図7は、16QAMシンボルとパイロットシンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。

【0032】

図3は、無線通信システムの構成概念図である。図3において、10は送信機であり、11は送信デジタル信号、12は直交ベースバンド変調部で、送信デジタル信号11を入力して送信直交ベースバンド信号の同相成分13と直交成分14を出力し、この同相成分13と直交成分14を送信無線部15で送信信号16に変換し、アンテナ17から送信する。

【0033】

20は受信機であり、21はアンテナ、22は受信無線部で、アンテナで受信した信号を入力して受信直交ベースバンド信号の同相成分23と直交成分24を出力する。25は振幅歪み量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、振幅歪み量を推定し、振幅歪み量推定信号27を出力する。26は周波数オフセット量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、周波数オフセット量を推定し、周波数オフセット量推定信号28を出力する。

【0034】

29は準同期検波部で、同相成分23と直交成分24、及び振幅歪み量推定信号27と周波数オフセット量推定信号28を入力して、準同期検波を行い、受信デジタル信号30を出力する。

【0035】

図6、図7および図3を用いて、16QAM方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入する方式において、パイロットシンボルの信号点振幅を16QAM方式の最大の信号点振幅より大きくした方式について説明する。図6は、同相I - 直交Q平面における16QAM方式の信号点501とパイロットシンボルの信号点502の配置を示している。このとき、16QAM方式の最大の信号点振幅を r_{16QAM} 、パイロットシンボルの信号点振幅を r_{pilot} としたとき、 $r_{pilot} > r_{16QAM}$ となるようにパイロットシンボルの信号点を配置する。

【0036】

図7は16QAMシンボルとパイロットシンボルのNシンボル内の構成を示したもので、Nシンボル内に1シンボルのパイロットシンボルを挿入する構成である。このような方式を送信機10で行うことにより、ピーク対平均送信電力比に影響を与えず、また受信機20で、パイロットシンボルにより送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を振幅歪み量推定部25および周波数オフセット量推定部26で推定し、準同期検波部29で準同期検波を行うことにより、さらに準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度を向上させることができる。

【0037】

なお、同相I - 直交Q平面における16QAM方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の関係は図6に限ったものではない。また、Nシンボル中の16QAMシンボルとパイロットシンボルの構成は図7に限ったものではない。

【0038】

更に、送信機10内で用いられる送信機10内で用いられるルートロールオフフィルタの周波数特性が、(数1)で表されるとき、ロールオフ係数を0.1から0.4にするのが効果的である。そして更に、パイロットシンボルの信号点振幅を16QAM方式の最大信

10

20

30

40

50

号点振幅の 1.0 倍より大きく 1.6 倍以下にすることで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度がより向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が更に向上する。

【0039】

また、16QAM方式の信号点とパイロットシンボルの信号点の配置として、同相 I - 直交 Q 平面における 16QAM方式の信号点が (数3)

【0040】

【数3】

$$I_{16QAM} = s(2^1 a_1 + 2^0 a_2)$$

$$Q_{16QAM} = s(2^1 b_1 + 2^0 b_2)$$

【0041】

で表されたとき、パイロットシンボルの信号点は同相 I 軸上または直交 Q 軸上に配置され、こうすることで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えることなく、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性の向上の効果が大きくなる。

【0042】

ここで、(数3)において、16QAM方式の信号点501は(I16QAM, Q16QAM)で表し、(a1, b1), (a2, b2)は1, -1のバイナリ符号、sは定数とする。そして前述のように、ロールオフフィルタのロールオフ係数を0.1から0.4にするのが効果的であり、更にパイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値QAM方式の最大信号点振幅の1.0倍より大きく1.6倍以下にするのがより好適である。

【0043】

以上のように本実施の形態によれば、16QAM方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入し、パイロットシンボルの信号点振幅を16QAM方式の最大の信号点振幅より大きくした方式において、パイロットシンボルの同相 I - 直交 Q 平面における信号点位置を16QAM方式の最大振幅をとる信号点とは異なる位置に配置することで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、パイロットシンボルの信号点振幅を16QAM方式の最大信号点振幅より大きくすることで、復調側で準同期検波を行う際の送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が向上するという効果を有する。

【0044】

(実施の形態4)

図8は、本実施の形態における同相 I - 直交 Q 平面での8PSK変調方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置を示し、図8において、701は8PSK変調方式の信号点、702はパイロットシンボルの信号点である。図9は、8PSK変調シンボルとパイロットシンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。

【0045】

図3は、無線通信システムの構成概念図である。図3において、10は送信機であり、11は送信デジタル信号、12は直交ベースバンド変調部で、送信デジタル信号11を入力して送信直交ベースバンド信号の同相成分13と直交成分14を出力し、この同相成分13と直交成分14を送信無線部15で送信信号16に変換し、アンテナ17から送信する。20は受信機であり、21はアンテナ、22は受信無線部で、アンテナで受信した信号を入力して受信直交ベースバンド信号の同相成分23と直交成分24を出力する。

【0046】

25は振幅歪み量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、振幅歪み量を推定

10

20

30

40

50

し、振幅歪み量推定信号 27 を出力する。26 は周波数オフセット量推定部で、同相成分 23 と直交成分 24 を入力して、周波数オフセット量を推定し、周波数オフセット量推定信号 28 を出力する。29 は準同期検波部で、同相成分 23 と直交成分 24、及び振幅歪み量推定信号 27 と周波数オフセット量推定信号 28 を入力して、準同期検波を行い、受信デジタル信号 30 を出力する。

【0047】

図8、図9および図3を用いて、8PSK変調方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入する方式において、パイロットシンボルの信号点振幅を8PSK変調方式の最大の信号点振幅より大きくした方式について説明する。図8は、同相I - 直交Q平面における8PSK変調方式の信号点701とパイロットシンボルの信号点702の配置を示している。このとき、8PSK変調方式の最大の信号点振幅を r_{8PSK} 、パイロットシンボルの信号点振幅を r_{pilot} としたとき、 $r_{pilot} > r_{8PSK}$ となるようにパイロットシンボルの信号点を配置する。

10

【0048】

図9は8PSK変調シンボルとパイロットシンボルのNシンボル内の構成を示したもので、Nシンボル内に1シンボルのパイロットシンボルを挿入する構成である。このような方式を送信機10で行うことにより、ピーク対平均送信電力比に影響を与えず、また受信機20で、パイロットシンボルにより送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を振幅歪み量推定部25および周波数オフセット量推定部26で推定し、準同期検波部29で準同期検波を行うことにより、さらに準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度を向上させることができる。

20

【0049】

なお、同相I - 直交Q平面における8PSK変調方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の関係は図8に限ったものではない。また、Nシンボル中の8PSK変調シンボルとパイロットシンボルの構成は図9に限ったものではない。

【0050】

更に、送信機10内で用いられるルートロールオフフィルタの周波数特性が、(数1)で表されるとき、ロールオフ係数を0.1から0.4にするのが効果的である。そして更に、パイロットシンボルの信号点振幅を8PSK変調方式の最大信号点振幅の1.0倍より大きく1.6倍以下にすることで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度がより向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が更に向上する。

30

【0051】

また、8PSK変調方式の信号点とパイロットシンボルの信号点の配置として、同相I - 直交Q平面における8PSK変調方式の信号点が(数4)

【0052】

【数4】

$$I_{8PSK} = s \cos\left(\frac{k\pi}{4}\right)$$

$$Q_{8PSK} = s \sin\left(\frac{k\pi}{4}\right)$$

40

【0053】

で表されたとき、図8のようにパイロットシンボルの信号点と8PSK変調方式の信号点のなす角を θ として $\theta = \frac{\pi}{8} + n \cdot \frac{\pi}{4}$ ラジアン (n : 整数) となるようにパイロットシンボルの信号点は配置され、こうすることで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えることなく、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性の向上の効果が大きくなる。

50

【 0 0 5 4 】

ここで、(数4)において、8 P S K変調方式の信号点701は(I 8 P S K, Q 8 P S K)で表し、kは整数、sは定数とする。そして前述のように、ロールオフフィルタのロールオフ係数を0.1から0.4にするのが効果的であり、更にパイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値Q A M方式の最大信号点振幅の1.0倍より大きく1.6倍以下にするのがより好適である。

【 0 0 5 5 】

以上のように本実施の形態によれば、8 P S K変調方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入し、パイロットシンボルの信号点振幅を8 P S K変調方式の最大の信号点振幅より大きくした方式において、パイロットシンボルの同相I - 直交Q平面における信号点位置を8 P S K変調方式の最大振幅をとる信号点とは異なる位置に配置することで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、パイロットシンボルの信号点振幅を8 P S K変調方式の最大信号点振幅より大きくすることで、復調側で準同期検波を行う際の送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が向上するという効果を有する。

10

【 0 0 5 6 】

(実施の形態5)

図10は、本実施の形態における同相I - 直交Q平面におけるQ P S K変調方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置を示し、図10において、901はQ P S K変調方式の信号点、902はパイロットシンボルの信号点である。図11は、Q P S K変調シンボルとパイロットシンボルのNシンボル内の構成の一例を示している。

20

【 0 0 5 7 】

図3は、無線通信システムの構成概念図である。図3において、10は送信機であり、11は送信デジタル信号、12は直交ベースバンド変調部で、送信デジタル信号11を入力して送信直交ベースバンド信号の同相成分13と直交成分14を出力し、この同相成分13と直交成分14を送信無線部15で送信信号16に変換し、アンテナ17から送信する。

【 0 0 5 8 】

20は受信機であり、21はアンテナ、22は受信無線部で、アンテナで受信した信号を入力して受信直交ベースバンド信号の同相成分23と直交成分24を出力する。

30

【 0 0 5 9 】

25は振幅歪み量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、振幅歪み量を推定し、振幅歪み量推定信号27を出力する。26は周波数オフセット量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、周波数オフセット量を推定し、周波数オフセット量推定信号28を出力する。29は準同期検波部で、同相成分23と直交成分24、及び振幅歪み量推定信号27と周波数オフセット量推定信号28を入力して、準同期検波を行い、受信デジタル信号30を出力する。

【 0 0 6 0 】

図10、図11および図3を用いて、Q P S K変調方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入する方式において、パイロットシンボルの信号点振幅をQ P S K変調方式の最大の信号点振幅より大きくした方式について説明する。図10は、同相I - 直交Q平面におけるQ P S K変調方式の信号点901とパイロットシンボルの信号点902の配置を示している。

40

【 0 0 6 1 】

このとき、Q P S K変調方式の最大の信号点振幅を $r_{Q P S K}$ 、パイロットシンボルの信号点振幅を $r_{p i l o t}$ としたとき、 $r_{p i l o t} > r_{Q P S K}$ となるようにパイロットシンボルの信号点を配置する。図11はQ P S K変調シンボルとパイロットシンボルのNシンボル内の構成を示したもので、Nシンボル内に1シンボルのパイロットシンボルを挿入する構成である。

【 0 0 6 2 】

50

このような方式を送信機 10 で行うことにより、ピーク対平均送信電力比に影響を与えず、また受信機 20 で、パイロットシンボルにより送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を振幅歪み量推定部 25 および周波数オフセット量推定部 26 で推定し、準同期検波部 29 で準同期検波を行うことにより、さらに準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度を向上させることができる。

【0063】

なお、同相 I - 直交 Q 平面における QPSK 変調方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の関係は図 10 に限ったものではない。また、N シンボル中の QPSK 変調シンボルとパイロットシンボルの構成は図 11 に限ったものではない。

【0064】

更に、送信機 10 内で用いられるルートローloffフィルタの周波数特性が、(数 1) で表されるとき、ローloff係数を 0.1 から 0.4 にするのが効果的である。そして更に、パイロットシンボルの信号点振幅を QPSK 変調方式の最大信号点振幅の 1.0 倍より大きく 1.6 倍以下にすることで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度がより向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が更に向上する。

【0065】

また、QPSK 変調方式の信号点とパイロットシンボルの信号点の配置として、同相 I - 直交 Q 平面における QPSK 変調方式の信号点が (数 5)

【0066】

【数 5】

$$I_{QPSK} = s \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right\}$$

$$Q_{QPSK} = s \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right\}$$

【0067】

で表されたとき、図 10 のようにパイロットシンボルの信号点と QPSK 変調方式の信号点のなす角を θ として $\theta = \pi/4 + n\pi/2$ ラジアン (n : 整数) となるようにパイロットシンボルの信号点は配置され、こうすることで、ピーク対平均送信電力比に影響を与ることなく、準同期検波を行う際の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性の向上の効果が大きくなる。

【0068】

ここで、(数 5) において、QPSK 変調方式の信号点 901 は (IQPSK, QQPSK) で表し、 k は整数、 s は定数とする。そして前述のように、ローloffフィルタのローloff係数を 0.1 から 0.4 にするのが効果的であり、更にパイロットシンボルの信号点振幅を 8 値以上の多値 QAM 方式の最大信号点振幅の 1.0 倍より大きく 1.6 倍以下にするのがより好適である。

【0069】

以上のように本実施の形態によれば、QPSK 変調方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入し、パイロットシンボルの信号点振幅を QPSK 変調方式の最大の信号点振幅より大きくした方式において、パイロットシンボルの同相 I - 直交 Q 平面における信号点位置を QPSK 変調方式の最大振幅をとる信号点とは異なる位置に配置することで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、パイロットシンボルの信号点振幅を QPSK 変調方式の最大信号点振幅より大きくすることで、復調側で準同期検波を行う際の送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が向上するという効果を有する。

【0070】

10

20

30

40

50

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、無線通信に用いられ、8値以上の多値変調方式の中に、定期的にパイロットシンボルを挿入する方式において、パイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値変調方式の最大の信号点振幅より大きくした方式としたものであり、パイロットシンボルの同相I - 直交Q平面における信号点位置を8値以上の多値変調方式の最大振幅をとる信号点とは異なる位置に配置することで、ピーク対平均送信電力比に影響を与えないだけでなく、パイロットシンボルの信号点振幅を8値以上の多値変調方式の最大信号点振幅より大きくすることで、復調側で準同期検波を行う際の送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量の推定精度が向上し、搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が向上するという有利な効果が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態における16APSK変調方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の概念図

【図2】本発明の一実施の形態におけるNシンボル内の16APSK変調シンボルとパイロットシンボルの構成の一例を示す概念図

【図3】本発明の一実施の形態における無線通信システムの構成概念図

【図4】本発明の一実施の形態における多値QAM方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の概念図

【図5】本発明の一実施の形態におけるNシンボル内の多値QAMシンボルとパイロットシンボルの構成の一例を示す概念図

20

【図6】本発明の一実施の形態における16QAM方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の概念図

【図7】本発明の一実施の形態におけるNシンボル内の16QAMシンボルとパイロットシンボルの構成の一例を示す概念図

【図8】本発明の一実施の形態における8PSK変調方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の概念図

【図9】本発明の一実施の形態におけるNシンボル内の8PSK変調シンボルとパイロットシンボルの構成の一例を示す概念図

【図10】本発明の一実施の形態におけるQPSPK変調方式の信号点配置およびパイロットシンボルの信号点配置の概念図

30

【図11】本発明の一実施の形態におけるNシンボル内のQPSPK変調シンボルとパイロットシンボルの構成の一例を示す概念図

【図12】従来の16QAM方式の信号点とパイロットシンボルの信号点の関係図

【符号の説明】

101 16APSK変調方式の信号点

102、302、502、702、902 パイロットシンボルの信号点

301 多値QAM方式の信号点

501 16QAM方式の信号点

701 8PSK変調方式の信号点

901 QPSPK変調方式の信号点

40

11 送信デジタル信号

12 直交ベースバンド変調部

13 送信直交ベースバンド信号同相成分

14 送信直交ベースバンド信号直交成分

15 送信無線部

16 送信信号

17、21 アンテナ

20 受信機

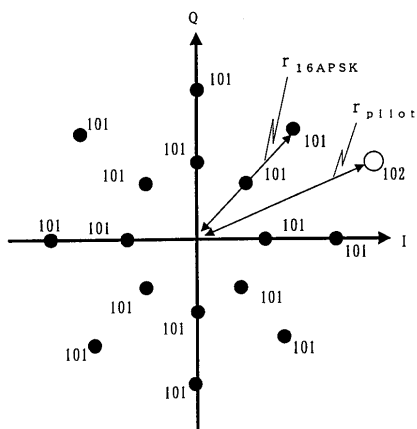
22 受信無線部

23 受信直交ベースバンド信号同相成分

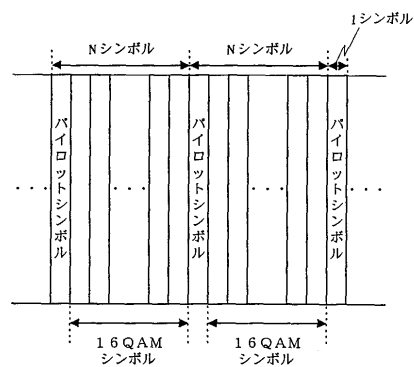
50

- 24 受信直交ベースバンド信号直交成分
- 25 振幅歪み量推定部
- 26 周波数オフセット量推定部
- 27 振幅歪み量推定信号
- 28 周波数オフセット量推定信号
- 29 準同期検波部
- 30 受信デジタル信号

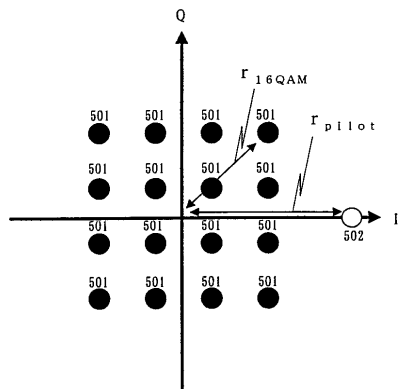
【図1】



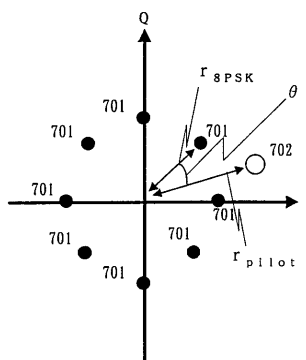
【図3】



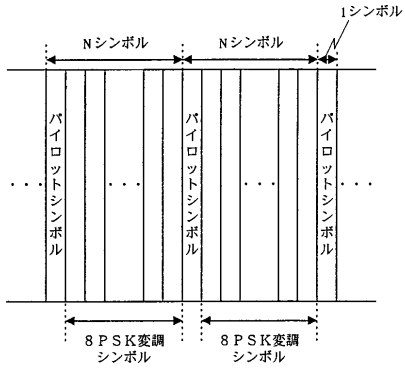
【図2】



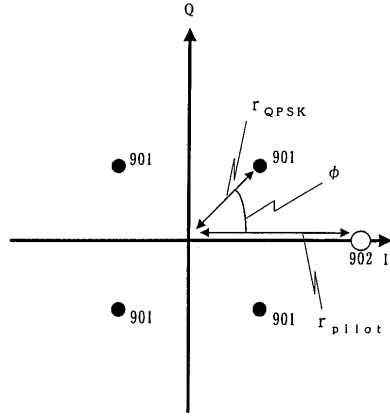
【図4】



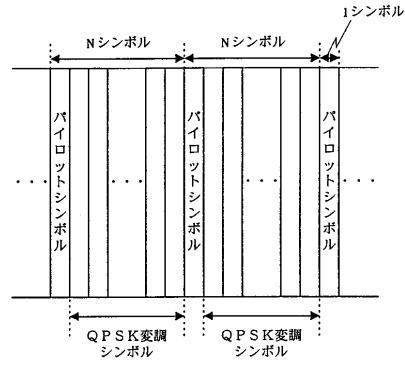
【 図 5 】



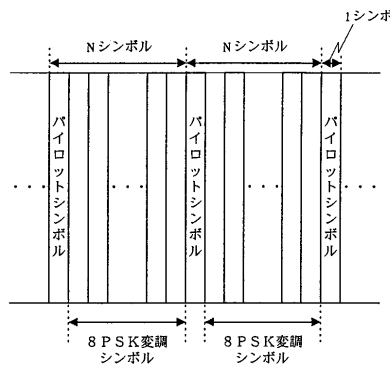
【 図 6 】



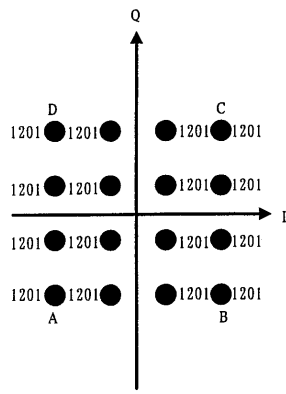
【 図 7 】



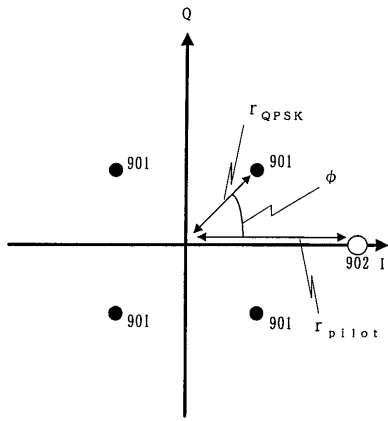
【 図 9 】



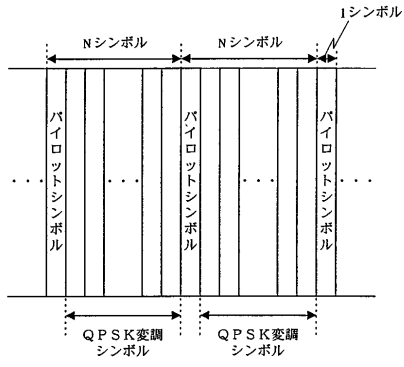
【 図 8 】



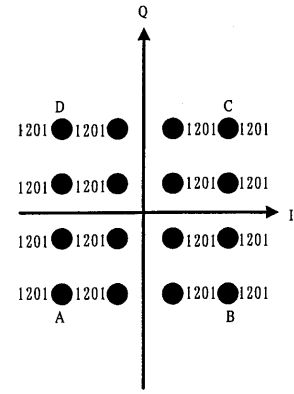
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 折橋 雅之
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
- (72)発明者 松岡 昭彦
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
- (72)発明者 佐川 守一
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

審査官 田中 庸介

- (56)参考文献 特開昭58-092164(JP,A)
特開平05-075568(JP,A)
特開平06-188931(JP,A)
特開平11-234241(JP,A)
特許第3166705(JP,B2)
特開平11-168522(JP,A)
特開平11-298547(JP,A)
村上豊、折橋雅之、松岡剛史、佐川守一，“多値QAMにおけるパイロットシンボルの検討”，
1998年電子情報通信学会総合大会，社団法人電子情報通信学会，1998年 3月 6日，
通信1、B-5-69、，P.433

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷，DB名)

H04L 27/00-27/38

H04B 1/04