

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5532055号
(P5532055)

(45) 発行日 平成26年6月25日 (2014. 6. 25)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014. 5. 9)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 L 27/00 (2006. 01)

H O 4 L 27/00

Z

H O 4 L 1/00 (2006. 01)

H O 4 L 1/00

B

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-547428 (P2011-547428)
 (86) (22) 出願日 平成22年11月30日 (2010. 11. 30)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/071335
 (87) 国際公開番号 W02011/077905
 (87) 国際公開日 平成23年6月30日 (2011. 6. 30)
 審査請求日 平成24年6月18日 (2012. 6. 18)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-292528 (P2009-292528)
 (32) 優先日 平成21年12月24日 (2009. 12. 24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100123788
 弁理士 宮崎 昭夫
 (74) 代理人 100106138
 弁理士 石橋 政幸
 (74) 代理人 100127454
 弁理士 緒方 雅昭
 (72) 発明者 市川 正樹
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
 式会社内

審査官 彦田 克文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信装置、無線通信システムおよび無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

伝送路の状態に応じてデータ信号の変調方式を切り替える適応変調方式を使用して無線通信を行う無線通信装置であって、

前記伝送路の状態に応じて、他の無線通信装置から受信する受信データ信号の変調方式である受信変調方式を決定する決定手段と、

前記決定手段にて決定された受信変調方式を示す第一パイロット信号、ならびに、他の無線通信装置に送信するべき送信データ信号を生成し、そしてこれらの信号に誤り訂正符号をそれぞれ付加してから変調し、前記他の無線通信装置に送信する送信手段と、

前記送信データ信号の変調方式である送信変調方式を示す、前記受信データ信号とは異なる第二パイロット信号を前記他の無線通信装置から受信する受信手段と、

前記送信データ信号に適用する変調方式を、前記第二パイロット信号が示す送信変調方式に切り替えるとともに、前記第一パイロット信号に適用する変調方式を、前記第二パイロット信号が示す送信変調方式よりも変調多値数の小さい変調方式に切り替える切替手段と、を有する無線通信装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の無線通信装置において、

前記切替手段は、前記送信変調方式の変調多値数が大きいほど、前記第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を低くする、無線通信装置。

【請求項 3】

10

20

請求項 1 に記載の無線通信装置において、

前記切替手段は、前記送信変調方式の変調多値数が大きいほど、前記第一パイロット信号の変調方式の変調多値数を大きくする、無線通信装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の無線通信装置を複数備え、前記無線通信装置間の伝送路の状態に応じて、当該無線通信装置間の通信で使用する変調方式を切り替える、無線通信システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の無線通信システムにおいて、

前記無線通信装置間の通信において、一方の無線通信装置から他方の無線通信装置に送信される信号の変調方式と、前記他方の無線通信装置から前記一方の無線通信装置に送信される信号の変調方式とを、独立して切り替える無線通信システム。

【請求項 6】

伝送路の状態に応じてデータ信号の変調方式を切り替える適応変調方式を使用して無線通信を行う無線通信装置による無線通信方法であって、

前記伝送路の状態に応じて、他の無線通信装置から受信する受信データ信号の変調方式である受信変調方式を決定する決定ステップと、

前記決定された受信変調方式を示す第一パイロット信号、ならびに、他の無線通信装置に送信すべき送信データ信号を生成し、そしてこれらの信号に誤り訂正符号をそれぞれ付加してから変調し、前記他の無線通信装置に送信する送信ステップと、

前記送信データ信号の変調方式である送信変調方式を示す、前記受信データ信号とは異なる第二パイロット信号を前記他の無線通信装置から受信する受信ステップと、

前記送信データ信号に適用する変調方式を、前記第二パイロット信号が示す送信変調方式に切り替えるとともに、前記第一パイロット信号に適用する変調方式を、前記第二パイロット信号が示す送信変調方式よりも変調多値数の小さい変調方式に切り替える切替ステップと、を有する、無線通信方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の無線通信方法において、

前記切替ステップでは、前記送信変調方式の変調多値数が大きいほど、前記第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を低くする、無線通信方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の無線通信方法において、

前記切替ステップでは、前記送信変調方式の変調多値数が大きいほど、前記第一パイロット信号の変調方式の変調多値数を大きくする、無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、適応変調方式を使用して無線通信を行う無線通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルマイクロ波無線通信システムなどの無線通信システムでは、ブロードバンド通信技術の発展に伴い、データ信号の伝送容量（伝送スループット）の向上が求められている。伝送容量の向上が可能な技術としては、データ信号の変調方式を多値化することで、データ信号が変調された変調信号の 1 シンボル当たりのビット数を増やし、周波数利用効率を向上させる技術がある。なお、シンボルとは、一度に送信可能な変調信号の単位であり、変調信号の 1 シンボル当たりのビット数は、変調多値数と呼ばれる。

【0003】

しかしながら、変調方式を多値化すると、変調信号の各シンボルの位相や振幅が近づくために、変調信号が伝送路の状態の影響を受けやすくなる。このため、伝送路の状態が悪いと、変調信号の誤り率が増加して、変調信号の伝送容量がかえって小さくなることがあ

10

20

30

40

50

った。

【 0 0 0 4 】

上記の問題を解決するために、近年では、伝送路の状態に応じてデータ信号の変調方式を適応的に切り替える適応変調方式が使用されている。適応変調方式では、伝送路の状態が悪いと、変調多値数の小さい変調方式が使用され、伝送路の状態が良いと、変調多値数の大きい変調方式が使用される。これにより、伝送路の状態に適した変調方式を使用することが可能になり、データ信号の伝送容量を向上させることが可能になっている。

【 0 0 0 5 】

また、適応変調方式では、無線通信システム内の無線装置は、データ信号に加えて、通信先の無線装置から受信するデータ信号の変調方式を示すパイロット信号を送信している。通信先の無線装置は、そのパイロット信号が示す変調方式で変調したデータ信号を送信する。これにより、データ信号の変調方式が変化しても、無線装置間で変調方式の同期を取ることが可能になるので、データ信号を復調することができる。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、パイロット信号に誤りが発生すると、変調方式の同期が取れなくなり、データ信号を復調できなくなることがある。このため、パイロット信号は、データ信号よりも大きな冗長度の誤り訂正符号が付加されるとともに、伝送路の状態の影響を受けにくい、変調多値数が比較的小さい変調方式で変調されている。例えば、パイロット信号は、変調多値数が2の変調方式であるQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) で変調される。

【 0 0 0 7 】

また、無線装置は、データ信号を復調するためには、データ信号の振幅および位相を推定する必要がある。パイロット信号には、このデータ信号の振幅および位相に関する情報は含まれていないので、データ信号の振幅および位相の推定精度を向上させるために、パイロット信号とは別の擬似パイロット信号が送信されることがある。

【 0 0 0 8 】

例えば、特許文献1に記載のデータ送信器は、データ信号内の所定のシンボルを、データ信号の振幅および位相を示す擬似パイロット信号に変換して送信している。なお、擬似パイロット信号の変調方式は、データ信号の変調方式の変調多値数以下の変調多値数を有するように決定される。なお、擬似パイロット信号の変調方式の変調多値数が、データ信号の変調方式の変調多値数以下であれば、擬似パイロット信号の変調方式は、固定であることもあるし、時間とともに変更することもある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献1 】 特表 2 0 0 8 - 5 3 6 3 7 8 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

パイロット信号の信頼性を確保するために、変調多値数が比較的小さい変調方式が使用され、かつ、データ信号よりも大きな冗長度の誤り訂正符号が付加されると、パイロット信号の送信時間が増加するので、データ信号の伝送容量が減少する。

【 0 0 1 1 】

従来の適応変調技術では、パイロット信号の変調方式や、パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度は固定されている。このため、伝送路の状態に関わらず、パイロット信号の送信時間が一定となる。しかしながら、伝送路の状態が良いと、パイロット信号の変調方式の変調多値数を増やしたり、パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を減らしたりして、パイロット信号の送信時間を減らしても、パイロット信号の信頼性を確保できる。したがって、従来の適応変調技術では、パイロット信号の信頼性を確保するために、パイロット信号の送信時間が必要以上にかかり、データ信号の伝送容量が必要以上に減少されるとい

う問題があった。

【 0 0 1 2 】

なお、特許文献 1 に記載のデータ送信器では、擬似パイロット信号の変調方式が時間とともに変更されるので、擬似パイロット信号の変調方式の変調多値数が増加し、その結果、擬似パイロット信号の送信時間が短くなることがある。しかしながら、擬似パイロット信号の変調方式を変更させる具体的な方法は記載されておらず、パイロット信号を擬似パイロット信号のように時間とともに変更させるだけでは、データ信号の伝送容量が必要以上に減少されることを抑制することができない。また、パイロット信号の信頼度を確保することができない可能性もある。

【 0 0 1 3 】

本発明の目的は、上記の課題である、パイロット信号の信頼性を確保するために、データ信号の伝送容量が必要以上に減少されるという問題を解決する無線通信装置、無線通信システムおよび無線通信方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明による無線通信装置は、伝送路の状態に応じてデータ信号の変調方式を切り替える適応変調方式を使用して無線通信を行う無線通信装置であって、前記伝送路の状態に応じて、他の無線通信装置から受信する受信データ信号の変調方式である受信変調方式を決定する決定手段と、前記決定手段にて決定された受信変調方式を示す第一パイロット信号を生成し、当該第一パイロット信号を、誤り訂正符号を付加してから変調して送信する送信手段と、他の無線通信装置に送信する送信データ信号の変調方式である送信変調方式を示す第二パイロット信号を受信する受信手段と、前記受信手段が受信した第二パイロット信号が示す送信変調方式に応じて、前記送信手段が送信する第一パイロット信号の変調方式と、当該第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度との少なくとも一方を切り替える切替手段と、を有する。

【 0 0 1 5 】

本発明による無線通信システムは、前記無線通信装置を複数備え、前記無線通信装置間の伝送路の状態に応じて、当該無線通信装置間の通信で使用する変調方式を切り替える。

【 0 0 1 6 】

本発明による無線通信方法は、伝送路の状態に応じてデータ信号の変調方式を切り替える適応変調方式を使用して無線通信を行う無線通信装置による無線通信方法であって、

前記伝送路の状態に応じて、他の無線通信装置から受信する受信データ信号の変調方式である受信変調方式を決定する決定ステップと、前記決定された受信変調方式を示す第一パイロット信号を生成し、当該第一パイロット信号を、誤り訂正符号を付加してから変調して送信する送信ステップと、他の無線通信装置に送信する送信データ信号の変調方式である送信変調方式を示す第二パイロット信号を受信する受信ステップと、前記受信された第二パイロット信号が示す送信変調方式に応じて、前記第一パイロット信号の変調方式と、当該第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度との少なくとも一方を切り替える切替ステップと、を有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、パイロット信号の信頼性を確保するために、データ信号の伝送容量が必要以上に減少されることを抑制することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】本発明の第一の実施形態の無線通信装置の構成を示したブロック図である。

【図 2】本発明の第二の実施形態の無線通信装置の構成を示したブロック図である。

【図 3】パイロット信号生成部および符号化部の構成の一例を示したブロック図である。

【図 4】無線通信装置の動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【図 5】データ信号の変調方式とパイロット信号の冗長度との関係を説明するための図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 6】送信フレーム信号の一例を示した図である。

【図 7】送信フレーム信号の他の例を示した図である。

【図 8】送信フレーム信号の他の例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の説明では、同じ機能を有する構成には同じ符号を付け、その説明を省略する場合がある。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の第一の実施形態の無線装置の構成を示したブロック図である。図 1 において、無線装置 1 は、送信回路 1 0 と、受信回路 2 0 とを有する。また、受信回路 2 0 は、決定部 2 0 A と、受信部 2 0 B と、切替部 2 0 C とを有する。

10

【 0 0 2 1 】

無線装置 1 は、デジタルマイクロ波無線通信システムなどの無線通信システムに使用される無線通信装置であり、伝送路の状態に応じてデータ信号の変調方式を切り替える適応変調方式を使用して他の無線通信装置と無線通信を行う。

【 0 0 2 2 】

なお、無線装置 1 は、他の無線通信装置から受信する受信データ信号の変調方式を決定し、その決定した変調方式をパイロット信号で他の無線通信装置に通知することで、他の無線通信装置と、受信データ信号の変調方式の同期を取っている。また、他の無線通信装置は、無線装置 1 と同じ機能を有する無線装置 2 を想定しているが、適応変調方式を使用してパイロット信号を送信する無線通信装置であればよい。

20

【 0 0 2 3 】

送信回路 1 0 は、送信手段と呼ばれることもある。送信回路 1 0 は、無線装置 1 が無線装置 2 から受信する受信データ信号の変調方式である受信変調方式を示す第一パイロット信号を生成し、その第一パイロット信号を、誤り訂正符号を付加してから変調して送信する。

【 0 0 2 4 】

決定部 2 0 A は、決定手段と呼ばれることもある。決定部 2 0 A は、無線装置 1 および 2 間の無線伝送路である伝送路 3 の状態を測定し、その測定した伝送路 3 の状態に応じて、受信変調方式を決定する。なお、送信回路 1 0 は、決定部 2 0 A で決定された受信変調方式を示す第一パイロット信号を生成する。

30

【 0 0 2 5 】

受信部 2 0 B は、受信手段と呼ばれることもある。受信部 2 0 B は、無線装置 2 から、無線装置 1 が無線装置 2 に送信する送信データ信号の変調方式である送信変調方式を示す第二パイロット信号を受信する。

【 0 0 2 6 】

切替部 2 0 C は、切替手段と呼ばれることもある。切替部 2 0 C は、受信部 2 0 B が受信した第二パイロット信号が示す送信変調方式に応じて、送信回路 1 0 が送信する第一パイロット信号の変調方式と、その第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度との少なくとも一方を切り替える。

40

【 0 0 2 7 】

本実施形態によれば、決定部 2 0 A は、伝送路 3 の状態に応じて、受信データ信号の受信変調方式を決定する。送信回路 1 0 は、決定部 2 0 A で決定された受信変調方式を示す第一パイロット信号を生成し、その第一パイロット信号を、誤り訂正符号を付加してから変調して送信する。受信部 2 0 B は、送信データ信号の変調方式である送信変調方式を示す第二パイロット信号を受信する。切替部 2 0 C は、受信部 2 0 B が受信した第二パイロット信号が示す送信変調方式に応じて、送信回路 1 0 が送信する第一パイロット信号の変調方式と、その第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度との少なくとも一方を切り替える。

50

【 0 0 2 8 】

この場合、送信データ信号の送信変調方式に応じて、第一パイロット信号の変調方式および冗長度の少なくとも一方が調整される。また、送信変調方式は伝送路 3 の状態を反映していると考えられる。このため、伝送路 3 の状態に応じて、第一パイロット信号の変調方式および冗長度の少なくとも一方を調整することが可能になる。したがって、第一パイロット信号の変調方式の変調多値数および冗長度を、パイロット信号の信頼性を確保するのに必要十分な値にすることが可能となり、パイロット信号の送信時間が必要以上に増加し、データ信号の伝送容量が必要以上に減少されることを抑制することが可能になる。

【 0 0 2 9 】

次に、本発明の第二の実施形態について説明する。

10

【 0 0 3 0 】

図 2 は、本実施形態のデジタルマイクロ波無線通信システムを示したブロック図である。図 2 では、デジタルマイクロ波無線通信システム（以下、無線通信システムと称する）は、無線装置 1 および 2 を有する。

【 0 0 3 1 】

無線装置 1 は、送信回路 10 と、受信回路 20 とを有する。

【 0 0 3 2 】

送信回路 10 は、パイロット信号生成部 11 と、符号化部 12 と、変調方式制御部 13 と、変調部 14 と、送信部 15 とを有する。また、受信回路 20 は、受信部 21 と、受信レベル測定部 22 と、変調方式決定部 23 と、復調部 24 と、復号化部 25 と、パイロット信号抽出部 26 とを有する。

20

【 0 0 3 3 】

パイロット信号生成部 11 は、受信データ信号の受信変調方式を示す第一パイロット信号を生成する。受信変調方式は、後述の変調方式決定部 23 にて決定される。また、パイロット信号生成部 11 が生成する第一パイロット信号には、既に誤り訂正符号が付加されている。なお、パイロット信号生成部 11 のより詳細な説明は後述する。

【 0 0 3 4 】

符号化部 12 には、送信データ信号が入力される。なお、送信データ信号には、既に誤り訂正符号が付加されている。

【 0 0 3 5 】

符号化部 12 は、その入力された送信データ信号と、パイロット信号生成部 11 が生成した第一パイロット信号とを多重化して送信フレーム信号として出力する。なお、符号化部 12 のより詳細な説明は後述する。

30

【 0 0 3 6 】

変調方式制御部 13 は、後述するパイロット信号抽出部 26 にて復調された第二パイロット信号が示す送信変調方式に応じて、送信フレーム信号の変調方式を変調部 14 に設定する。

【 0 0 3 7 】

より具体的には、変調方式制御部 13 は、送信変調方式に応じて、送信フレーム信号内の送信データ信号が送信変調方式で変調され、送信フレーム信号内の第一パイロット信号が予め固定された変調方式で変調されるように、復調部 24 に送信フレーム信号の変調方式を動的に設定する。なお、第一パイロット信号の変調方式は、本実施形態では、QPSK であるとする。

40

【 0 0 3 8 】

変調部 14 は、変調方式制御部 13 にて設定された変調方式を用いて、符号化部 12 にて生成された送信フレーム信号を変調する。

【 0 0 3 9 】

送信部 15 は、変調部 14 にて変調された送信フレーム信号を送信無線信号として無線装置 2 に送信する。

【 0 0 4 0 】

50

受信部 2 1 は、図 1 で示した受信部 2 0 B に対応する。受信部 2 1 は、無線装置 2 から無線信号を受信フレーム信号として受信する。受信フレーム信号は、第二パイロット信号および受信データ信号が多重化されている。また、第二パイロット信号および受信データ信号のそれぞれは変調されている。なお、無線装置 2 は無線装置 1 と同じ機能を有するため、第二パイロット信号の変調方式は、第一パイロット信号と同様に予め Q P S K に固定されている。

【 0 0 4 1 】

受信レベル測定部 2 2 および変調方式決定部 2 3 は、図 1 で示した決定部 2 0 A を構成する。

【 0 0 4 2 】

受信レベル測定部 2 2 は、受信部 2 1 が受信した受信フレーム信号の受信レベルを測定し、その受信レベルに基づいて無線装置 1 および 2 間の伝送路の状態を測定する。なお、伝送路の状態は、例えば、C / N 比（搬送波対雑音比：Carrier to Noise ratio）で表わされる。

【 0 0 4 3 】

変調方式決定部 2 3 は、受信レベル測定部 2 2 にて測定された伝送路の状態に応じて、受信データ信号の受信変調方式を決定する。例えば、受信変調方式は、予め用意された、Q P S K、1 6 Q A M、6 4 Q A M および 2 5 6 Q A M などの変調方式の中から、伝送路の状態が良いほど、変調多値数が大きくなるように、受信変調方式を決定する。

【 0 0 4 4 】

変調方式決定部 2 3 は、その決定した受信変調方式を示す受信変調情報をパイロット信号生成部 1 1 に通知することで、パイロット信号生成部 1 1 に、自身の決定した受信変調方式を示す第一パイロット信号を生成させる。

【 0 0 4 5 】

復調部 2 4 は、変調方式決定部 2 3 にて決定された受信変調方式に応じて、受信部 2 1 が受信した受信フレーム信号を復調する。

【 0 0 4 6 】

復号化部 2 5 は、復調部 2 4 にて復調された受信フレーム信号を復号化して出力する。

【 0 0 4 7 】

パイロット信号抽出部 2 6 は、図 1 で示した切替部 2 0 C に対応する。パイロット信号抽出部 2 6 は、復号化部 2 5 にて復号化された受信フレーム信号から第二パイロット信号を抽出する。パイロット信号抽出部 2 6 は、その第二パイロット信号にて示される送信変調方式を示す送信変調情報を、パイロット信号生成部 1 1、符号化部 1 2 および変調方式制御部 1 3 に通知することで、送信変調方式に応じて、第一パイロット信号の変調方式と、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度との少なくとも一方を切り替える。

【 0 0 4 8 】

なお、本実施形態では、上述のように第一パイロット信号の変調方式を固定としているため、パイロット信号抽出部 2 6 は、誤り訂正符号の冗長度を切り替えるものとする。

【 0 0 4 9 】

無線装置 2 は、送信回路 1 1 0 と、受信回路 1 2 0 とを有する。送信回路 1 1 0 は、パイロット信号生成部 1 1 1 と、符号化部 1 1 2 と、変調方式制御部 1 1 3、変調部 1 1 4 と、送信部 1 1 5 とを有する。また、受信回路 1 2 0 は、受信部 1 2 1 と、受信レベル測定部 1 2 2 と、変調方式決定部 1 2 3 と、復調部 1 2 4 と、復号化部 1 2 5 と、パイロット信号抽出部 1 2 6 とを有する。なお、無線装置 2 の各部は、無線装置 1 の同名の各部の機能と同じ機能を有する。

【 0 0 5 0 】

以上のような構成を備えることにより、無線通信システムでは、無線装置 1 から無線装置 2 に送信されるデータ信号の変調方式と、無線装置 2 から無線装置 1 に送信されるデータ信号の変調方式とを、独立して切り替えることができる。

【 0 0 5 1 】

10

20

30

40

50

次に、パイロット信号生成部 11 および符号化部 12 の構成についてより詳細に説明する。

【0052】

図3は、パイロット信号生成部 11 および符号化部 12 の構成の一例を示したブロック図である。図3において、パイロット信号生成部 11 は、OH生成部 51 と、誤り訂正付加部 52 とを有する。また、符号化部 12 は、スイッチ 53 と、送信フレーム制御部 54 とを有する。

【0053】

OH生成部 51 は、定期的に、変調方式決定部 23 から受信変調情報を受信し、パイロット信号抽出部 26 から送信変調情報を受信する。

10

【0054】

OH生成部 51 は、その受信した受信変調情報および送信変調情報に基づいて、送信フレーム信号のオーバーヘッド信号を生成する。

【0055】

オーバーヘッド信号は、誤り訂正符号が付加されていない第一パイロット信号でもある。また、オーバーヘッド信号は、受信変調情報が示す受信変調方式だけでなく、送信フレーム信号内の送信データ信号および第一パイロット信号の切替タイミングをさらに示す。また、オーバーヘッド信号は、受信レベル測定部 22 が測定した受信レベルなどをさらに示してもよい。

【0056】

20

誤り訂正付加部 52 は、パイロット信号抽出部 26 から送信変調情報を受信し、その送信変調情報が示す送信変調方式に応じて、OH生成部 51 が生成したオーバーヘッド信号に誤り訂正符号を付加して、冗長性を有する第一パイロット信号を生成する。

【0057】

このとき、誤り訂正付加部 52 は、送信変調方式の変調多値数が大きいくほど、誤り訂正符号のビット数を少なくして、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を低くする。したがって、パイロット信号抽出部 26 は、送信変調情報を通知することで、送信変調方式の変調多値数が大きいくほど、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を低くしていることになる。

【0058】

30

なお、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度が変化すると、送信フレーム信号内の第一パイロット信号および送信データ信号の切替タイミングが変化する。このため、OH生成部 51 は、冗長度の変化に合わせて切替タイミングを判断する必要がある。これは、例えば、OH生成部 51 および誤り訂正付加部 52 が、送信変調方式の変調多値数と第一パイロット信号の冗長度の関係を示したルックアップテーブルを共有することで実現できる。

【0059】

スイッチ 53 は、送信データ信号と、誤り訂正付加部 52 にて生成された第一パイロット信号とのいずれかを選択して送信フレーム信号として変調部 14 に出力する。

【0060】

40

送信フレーム制御部 54 は、パイロット信号抽出部 26 から送信変調情報を受信し、その送信変調情報が示す送信変調方式に基づいて、スイッチ 53 が選択する信号を切り替えることで、送信フレーム信号を送信データ信号および第一パイロット信号を多重化した信号としてスイッチ 53 から出力させる。

【0061】

なお、受信変調方式の変調多値数に応じて、誤り訂正符号の冗長度が変化するので、第一パイロット信号のデータ長も変化する。このため、送信フレーム制御部 54 は、受信変調方式の変調多値数に応じて第一パイロット信号の出力時間を調整する必要がある。これは、例えば、送信フレーム制御部 54 が上記のルックアップテーブルをOH生成部 51 および誤り訂正付加部 52 と共有することで実現できる。

50

【 0 0 6 2 】

次に動作を説明する。

【 0 0 6 3 】

以下では、先ず、通信システム全体の動作を説明し、その後で、パイロット信号生成部 1 1 および符号化部 1 2 の動作をより詳細に説明する。

【 0 0 6 4 】

図 4 は、通信システム全体の動作を説明するためのフローチャートである。なお、本実施形態の無線装置 1 は、無線装置 2 から受信した無線信号に基づいて、無線装置 2 が送信するデータ信号の変調方式を決定するので、無線信号の受信時から動作を説明する。

【 0 0 6 5 】

無線装置 1 の受信部 2 1 は、無線信号を受信フレーム信号として受信すると、ステップ S 4 0 1 を実行する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 4 0 1 では、受信部 2 1 は、受信フレーム信号を復調部 2 4 を介して復調部 2 4 を介して受信レベル測定部 2 2 に送信する。受信レベル測定部 2 2 は、受信フレーム信号を受信すると、受信フレーム信号の受信レベルを測定し、その受信レベルに基づいて無線装置 1 および 2 間の伝送路の状態を測定する。受信レベル測定部 2 2 は、その測定した伝送路の状態を、変調方式決定部 2 3 に送信する。変調方式決定部 2 3 は、伝送路の状態を受信すると、ステップ S 4 0 2 を実行する。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 4 0 2 では、変調方式決定部 2 3 は、伝送路の状態に応じて、無線装置 1 から 2 へ送信される送信データ信号の送信変調方式を決定し、その送信変調方式を示す受信変調情報を、パイロット信号生成部 1 1 および復調部 2 4 に通知する。

【 0 0 6 8 】

復調部 2 4 は、受信変調情報が通知されると、その受信変調情報が示す受信変調方式に応じて、受信部 2 1 が受信した受信フレーム信号を復調して復号化部 2 5 に送信する。復号化部 2 5 は、受信フレーム信号を受信すると、その受信フレーム信号を復号化して、受信回路 2 0 の外部とパイロット信号抽出部 2 6 に出力する。

【 0 0 6 9 】

パイロット信号抽出部 2 6 は、受信フレーム信号を受信すると、その受信フレーム信号から第二パイロット信号を抽出し、その第二パイロット信号にて示される送信変調方式を示す送信変調情報を生成する。パイロット信号抽出部 2 6 は、その生成した送信変調情報を、パイロット信号生成部 1 1、符号化部 1 2 および変調方式制御部 1 3 に通知する。

【 0 0 7 0 】

パイロット信号生成部 1 1 は、送信変調情報および受信変調情報を受信すると、ステップ S 4 0 3 を実行する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 4 0 3 では、パイロット信号生成部 1 1 は、受信変調情報にて示される送信変調方式に応じてオーバーヘッド信号を生成し、そのオーバーヘッド信号に、送信変調情報が示す送信変調方式に応じた冗長度の誤り訂正符号を付加して、第一パイロット信号を生成する。パイロット信号生成部 1 1 は、第一パイロット信号を符号化部 1 1 2 に送信する。その後、ステップ S 4 0 4 が実行される。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 4 0 4 では、符号化部 1 2 は、パイロット信号抽出部 2 6 から受信した送信変調情報に応じて、第一パイロット信号および送信データ信号を多重化して送信フレーム信号として変調部 1 4 に送信する。変調部 1 4 は、送信フレーム信号を受信すると、ステップ S 4 0 5 を実行する。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 4 0 5 では、変調部 1 4 は、送信フレーム信号を自己に設定されている変調方式で変調して送信部 1 5 に送信する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

なお、変調方式制御部 1 3 は、パイロット信号抽出部 2 6 から送信変調情報を受信し、その送信変調情報に応じて、送信フレーム信号内の送信データ信号が送信変調方式で変調され、送信フレーム信号内の第一パイロット信号が予め固定された変調方式で変調されるように、変調部 1 4 に変調方式を設定している。これは、変調方式制御部 1 3 が、OH 生成部 5 1 が有しているルックアップテーブルを共有することで実現できる。

【 0 0 7 5 】

送信部 1 5 は、送信フレーム信号を受信すると、その送信フレーム信号を無線信号として無線装置 2 に送信する。

【 0 0 7 6 】

なお、無線装置 2 でも上記の動作と同様な動作が行われるため、無線装置 1 および 2 のそれぞれは、独立に受信レベルの測定を行い、送信データ信号および受信データ信号の変調方式を独立に設定することができる。

【 0 0 7 7 】

次に、パイロット信号生成部 1 1 および符号化部 1 2 の動作をより詳細に説明する。本動作は、データ信号の伝送容量を高めるために重要な動作となる。

【 0 0 7 8 】

パイロット信号生成部 1 1 では、OH 生成部 5 1 は、変調方式決定部 2 3 から受信した受信変調情報にて示される受信変調方式を示すオーバーヘッド信号を生成する。パイロット信号生成部 1 1 は、パイロット信号抽出部 2 6 から受信した送信変調情報が示す送信変調方式に対応する冗長度をルックアップテーブルから読み取り、その冗長度に応じて送信フレーム信号内の送信データ信号および第一パイロット信号の切替タイミングを特定してオーバーヘッド信号に追加する。パイロット信号生成部 1 1 は、そのオーバーヘッド信号を誤り訂正付加部 5 2 に送信する。

【 0 0 7 9 】

誤り訂正付加部 5 2 は、オーバーヘッド信号を受信すると、パイロット信号抽出部 2 6 から出力された送信変調情報が示す送信変調方式に応じた冗長度をルックアップテーブルから読み取り、その冗長度の誤り訂正符号をオーバーヘッド信号に付加する。そして、誤り訂正付加部 5 2 は、オーバーヘッド信号をパイロット信号として符号化部 1 2 に送信する。

【 0 0 8 0 】

符号化部 1 2 では、送信フレーム制御部 5 4 が、パイロット信号抽出部 2 6 から送信された送信変調情報に基づいて、スイッチ 5 3 の切り替えを行い、データ信号とパイロット信号を多重化して送信フレーム信号として変調部 1 4 に送信する。

【 0 0 8 1 】

以上説明したように、本実施形態では、パイロット信号抽出部 2 6 が、送信変調方式の変調多値数が大きいほど、冗長度を低くするので、第一パイロット信号の信頼度を確保するとともに、送信変調方式の変調多値数が大きいときの送信データ信号の伝送容量を高くすることが可能になるという効果を奏する。

【 0 0 8 2 】

以下、この効果について説明する。

【 0 0 8 3 】

図 5 は、送信変調方式と、パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度との関係を説明するための図である。図 5 は、無線伝送路を伝送する無線信号に対する C / N 比と、無線信号の誤り率 (BER : Bit Error Rate) との関係を変調方式および冗長度ごとに示している。なお、C / N 比が大きいほど、伝送路の状態が良いことを表わす。

【 0 0 8 4 】

図 5 では、変調方式として、パイロット信号の変調方式である QPSK と、データ信号の変調方式である 16QAM および 64QAM とが示されている。なお、QPSK の変調多値数は 2 であり、16QAM の変調多値数は 4 であり、64QAM の変調多値数は 6 で

10

20

30

40

50

ある。また、 C/N 比が大きいほど伝送路の状態は良いので、データ信号の変調方式は、 C/N 比が比較的大きいとき、64QAMとなり、 C/N 比が比較的小さいとき、16QAMとなるとする。

【0085】

図5で示されたように、一般に、無線信号の誤り率をある閾値以下にするためには、無線信号の変調方式の変調多値数が大きくなるほど、 C/N 比は大きくならなければならない。また、無線信号に誤り訂正符号を付加することによって、誤り率が閾値以下になる C/N 比を小さくすることができる。

【0086】

例えば、データ信号の変調方式が16QAMから64QAMに切り替えられるときの C/N 比を切替値 X とすると、データ信号の変調方式が16QAMの場合、パイロット信号に誤り訂正符号が付加されていないと、 C/N 比によっては、パイロット信号の誤り率がデータ信号の誤り率を超えることがあるため、パイロット信号の信頼度を高く保つことができない。したがって、データ信号の変調方式が16QAMの場合、パイロット信号の信頼度を高く保つためには、高い冗長度の誤り訂正符号がパイロット信号に付加されなければならない。

10

【0087】

一方、データ信号の変調方式が64QAMの場合、パイロット信号に誤り訂正符号が付加されているか否かに関わらず、パイロット信号の誤り率は非常に小さくなる。したがって、パイロット信号は、冗長度の低い誤り訂正符号が付加されていれば、十分に高い信頼性を得ることができる。

20

【0088】

したがって、送信変調方式の変調多値数が大きいほど、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を低くしても、第一パイロット信号の信頼度を確保することができる。

【0089】

送信変調方式の変調多値数が大きいほど、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を低くした場合、送信フレーム信号は、例えば、図6で示したような形式となる。

【0090】

図6では、データ信号の変調方式が256QAMの場合と、データ信号の変調方式が16QAM場合における送信フレーム信号が示されている。

30

【0091】

図6で示されたように、データ信号の変調方式が256QAMの場合、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度は、データ信号の変調方式が64QAMの場合と比べて小さくなる。このため、第一パイロット信号のシンボル数を少なくすることができる。したがって、第一パイロット信号のシンボル数が減った分だけ、送信データ信号のシンボル数を増やすことが可能になるので、送信データ信号の送信時間を増やすことが可能になり、送信データ信号の伝送容量を高くすることが可能になる。

【0092】

例えば、送信データ信号の変調方式が16QAMの場合、第一パイロット信号の誤り訂正符号の伝送時間が送信フレーム信号の伝送時間の1%を占めていたとする。

40

【0093】

このとき、送信データ信号の変調方式が256QAMに切り替えられ、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度が減った結果、その誤り訂正符号の伝送時間が送信フレーム信号の伝送時間の0.1%になったとする。この場合、誤り訂正符号の伝送時間の減少分、つまり、送信フレーム信号の伝送時間の0.9%分をデータ信号の伝送に用いることが可能になるので、データ信号の伝送容量を全体の0.9%分増加させることが可能になる。

【0094】

次に第三の実施形態について説明する。

【0095】

50

第二の実施形態では、パイロット信号の変調方式が固定であり、パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を可変としていたが、本実施形態では、パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を固定し、パイロット信号の変調方式を可変することで、パイロット信号の信頼度を確保したまま、データ信号の伝送容量を高くすることを目的としている。なお、本実施形態の通信システムは、図2および図3で示した構成と同じ構成を有する。

【0096】

本実施形態では、パイロット信号生成部11の誤り訂正付加部52は、予め固定された冗長度の誤り訂正符号をオーバーヘッド信号に付加する。このため、パイロット信号抽出部26は、送信変調情報を誤り訂正付加部52に通知しなくてもよくなる。

【0097】

また、変調方式制御部13は、パイロット信号抽出部26から受信した送信変調情報が示す送信変調方式に応じて、パイロット信号の変調方式を決定する。

【0098】

より具体的には、変調方式制御部13は、送信変調方式の変調多値数が大きいほど、パイロット信号の変調方式の変調多値数を大きくする。したがって、パイロット信号抽出部26は、送信変調情報を変調方式制御部13に通知することで、送信変調方式の変調多値数が大きいほどパイロット信号の変調方式の変調多値数を大きくしていることになる。

【0099】

変調方式制御部13は、送信変調方式に応じて、送信フレーム信号内の送信データ信号が送信変調方式で変調され、送信フレーム信号内の第一パイロット信号が自身の決定した変調方式で変調されるように、復調部24に送信フレーム信号の変調方式を動的に設定する。

【0100】

以上により、例えば、図7で示したように、第一パイロット信号の変調方式は、送信データ信号の変調方式が256QAMのときに、64QAMとなり、送信データ信号の変調方式が64QAMのときに、QPSKとなる。

【0101】

この場合、送信データ信号の変調方式が256QAMの場合、第一パイロット信号の1シンボルあたりに伝送可能な情報量は、送信データ信号の変調方式が64QAMの場合と比べて大きくなる。これは、第一パイロット信号の変調方式の変調多値数が大きくなるためである。

【0102】

したがって、送信データ信号の変調方式が256QAMの場合、送信データ信号の変調方式が64QAMの場合と比べて、第一パイロット信号のシンボル数が減るので、第一パイロット信号の伝送時間を短くすることができる。したがって、第一パイロット信号のシンボル数が減った分を、送信データ信号の伝送に用いることが可能になり、送信データ信号の伝送容量を増加させることが可能になる。

【0103】

次に第四の実施形態について説明する。

【0104】

第一の実施形態から第三の本実施形態では、パイロット信号の変調方式の変調多値数をデータ信号の変調多値数より小さくすることで、パイロット信号の信頼性を高めていたが、本実施形態では、パイロット信号およびデータ信号のそれぞれの変調方式を同じにし、パイロット信号の冗長度を高くすることで、パイロット信号の信頼性を高く保つとともに、データ信号の伝送容量を高くすることを目的とする。なお、本実施形態の通信システムは、図2および図3で示した構成と同じ構成を有する。

【0105】

本実施形態では、変調方式制御部13は、送信変調情報が示す送信変調方式を変調部14に設定する。本実施形態では、第一パイロット信号と送信データ信号とは同一の変調方式で変調されるので、変調方式制御部13は、送信変調情報が示す送信変調方式を変調部

10

20

30

40

50

14に設定する。したがって、送信回路10は、第一パイロット信号を第二パイロット信号が示す送信変調方式で変調することになる。

【0106】

また、パイロット信号生成部11の誤り訂正付加部52は、送信変調情報が示す送信変調方式に応じて、OH生成部51が生成したオーバーヘッド信号に誤り訂正符号を付加して、冗長性を有する第一パイロット信号を生成する。このとき、誤り訂正付加部52は、送信変調方式の変調多値数が大きいほど、誤り訂正符号のビット数を大きくして、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を高くする。したがって、パイロット信号抽出部26は、送信変調情報を通知することで、送信変調方式の変調多値数が大きいほど、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を高くしていることになる。

10

【0107】

なお、送信変調方式の変調多値数が大きくなると、パイロット信号の誤り訂正符号が固定されていれば、パイロット信号のシンボル数が減少する。したがって、誤り訂正付加部52は、この減少したシンボル数分のビット数より少ない範囲で、第一パイロット信号の誤り訂正符号の冗長度を高くする。

【0108】

符号化部12の送信フレーム制御部54は、送信データ信号の中に第一パイロット信号が挿入されるように、スイッチ53を切り替える。なお、復号化部25が送信フレーム信号の誤り率を、送信フレーム信号のビットごとに測定し、送信フレーム制御部54は、誤り率が低いビットに第一パイロット信号を挿入してもよい。この場合、第一パイロット信号の信頼性を高く保つために必要な誤り訂正符号の冗長度を低くすることが可能になるので、データ信号の伝送容量をより高くすることが可能になる。

20

【0109】

以上により、例えば、図8で示したように、第一パイロット信号は、送信データ信号に挿入されることになる。これにより、伝送路の状態が良い場合、データ信号だけでなく、パイロット信号も変調多値数の大きな変調方式で変調して送信することが可能になるので、データ信号の伝送容量を増やすことが可能になる。

【0110】

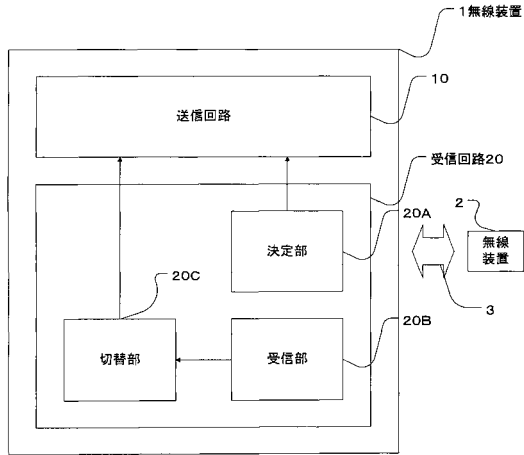
以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は、上記実施形態に限定されたものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコップ内で当業者が理解し得る様々な変更を行うことができる。

30

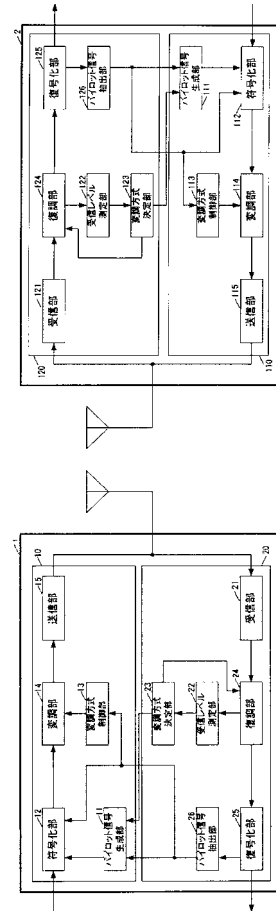
【0111】

この出願は、2009年12月24日に出願された日本出願特願2009-292528号公報を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

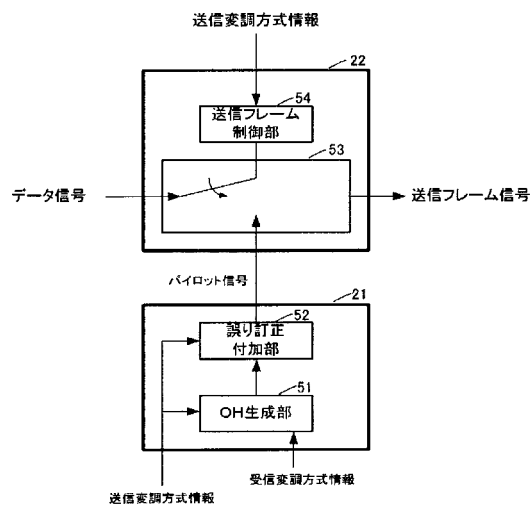
【図 1】



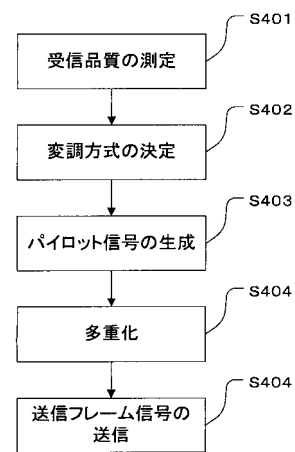
【図 2】



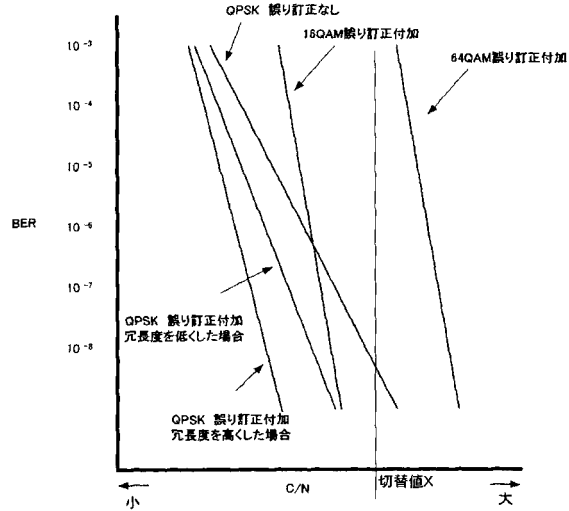
【図 3】



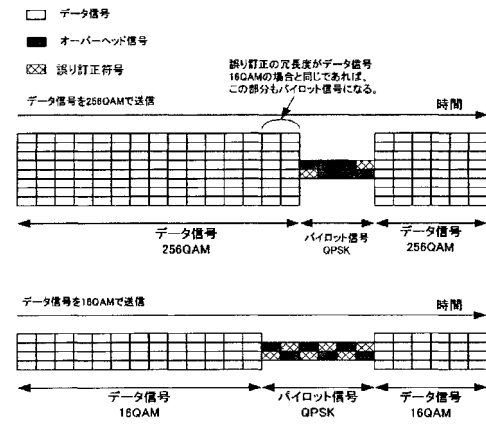
【図 4】



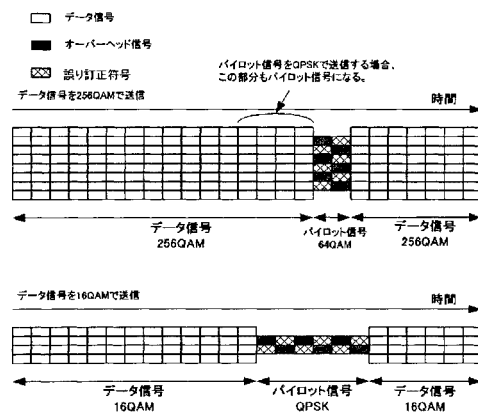
【図 5】



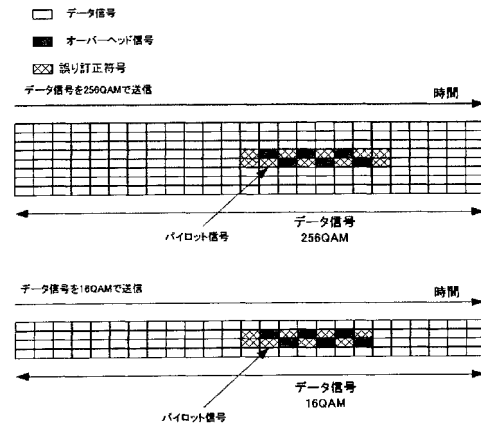
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-041876(JP,A)
特開2009-273183(JP,A)
特開2006-191701(JP,A)
特開2006-333356(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 27/00
H04L 1/00