

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5249714号  
(P5249714)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int.Cl. F I  
H04L 27/36 (2006.01) H04L 27/00 F

請求項の数 21 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-278802 (P2008-278802)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成20年10月29日(2008.10.29)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2010-109610 (P2010-109610A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成22年5月13日(2010.5.13)	(74) 代理人	100087767
審査請求日	平成23年8月24日(2011.8.24)		弁理士 西川 恵清
		(72) 発明者	前嶋 真行
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内
		(72) 発明者	水田 友昭
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内
		(72) 発明者	前田 充
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 適応変調通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シングルキャリアまたは複数のサブキャリアを用いた通信信号が伝送される伝送路を介して通信を行い、伝送環境に応じて通信モードを設定する適応変調機能を具備した適応変調通信装置であって、

キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返し、使用可能な通信モードを選択するチャンネル推定処理を雑音レベルの各測定結果に基づいて複数回行うチャンネル推定手段と、

前記チャンネル推定手段が前記チャンネル推定処理を複数回行うことによって選択される複数の使用可能な通信モードのうち、最も通信速度の遅い通信モードを実際に使用する通信モードとして設定するチャンネル設定手段と、

を備えることを特徴とする適応変調通信装置。

【請求項2】

前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、各測定処理の間隔を変動させることを特徴とする請求項1記載の適応変調通信装置。

【請求項3】

前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、各測定処理の間隔をランダムに変動させることを特徴とする請求項2記載の適応変調通信装置。

【請求項4】

10

20

前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、各測定処理の間隔を規則的に変動させることを特徴とする請求項 2 記載の適応変調通信装置。

【請求項 5】

前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、測定回数が多くなるにつれて測定間隔を短くすることを特徴とする請求項 4 記載の適応変調通信装置。

【請求項 6】

前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、測定回数が多くなるにつれて測定間隔を長くすることを特徴とする請求項 4 記載の適応変調通信装置。

10

【請求項 7】

前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、測定間隔が互いに異なる複数の測定間隔パターンを順次選択し、当該選択した測定間隔パターンに基づいて測定間隔を変動させることを特徴とする請求項 4 記載の適応変調通信装置。

【請求項 8】

前記チャンネル推定手段は、推定結果の履歴に基づいて、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す方法を変更することを特徴とする請求項 1 記載の適応変調通信装置。

20

【請求項 9】

前記チャンネル推定手段は、同一の推定結果が所定回数以上連続した場合、次にキャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に測定回数を減少させることを特徴とする請求項 8 記載の適応変調通信装置。

【請求項 10】

前記チャンネル推定手段は、測定回数を 1 回に減少させることを特徴とする請求項 9 記載の適応変調通信装置。

【請求項 11】

前記チャンネル推定手段は、測定回数を徐々に減少させることを特徴とする請求項 9 記載の適応変調通信装置。

30

【請求項 12】

前記チャンネル推定手段は、測定回数を減少させた後、通信エラーが発生した場合に測定回数を増大させることを特徴とする請求項 9 乃至 11 いずれか記載の適応変調通信装置。

【請求項 13】

前記チャンネル推定手段は、同一の推定結果が所定回数以上連続した場合、次にキャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に測定間隔を短くすることを特徴とする請求項 8 記載の適応変調通信装置。

【請求項 14】

前記チャンネル推定手段は、通信エラーが発生した場合、測定回数を増大させることを特徴とする請求項 8 記載の適応変調通信装置。

40

【請求項 15】

前記チャンネル推定手段は、通信エラーが発生した場合、測定間隔を変動させることを特徴とする請求項 8 記載の適応変調通信装置。

【請求項 16】

前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す方法を複数種類用意し、各測定方法を用いてキャリア毎の雑音レベルを測定した後に、雑音レベルの検出精度が最も高い方法を用いることを特徴とする請求項 8 記載の適応変調通信装置。

【請求項 17】

複数のサブキャリアを用いたマルチキャリア通信を行い、前記チャンネル設定手段は、前

50

記チャンネル推定手段による複数回の推定結果のうち、最も通信速度の遅い推定結果をマルチキャリア通信に用いる通信モードに設定することを特徴とする請求項 1 乃至 16 いずれか記載の適応変調通信装置。

【請求項 18】

前記チャンネル推定手段は、少なくともマルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアを選択するチャンネル推定処理を雑音レベルの各測定結果に基づいて複数回を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果に基づいて、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアを設定し、複数回の推定結果のうち、最も通信速度の遅い推定結果が複数ある場合、最も通信速度の遅い全ての推定結果において共通するサブキャリアのみをマルチキャリア通信に用いる設定として選択することを特徴とする請求項 17 記載の適応変調通信装置。

10

【請求項 19】

複数のサブキャリアを用いたマルチキャリア通信を行い、前記チャンネル推定手段は、マルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアおよび変調方式を選択するチャンネル推定処理を雑音レベルの各測定結果に基づいて複数回を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果に基づいて、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアおよび変調方式を設定し、チャンネル推定手段による複数回の推定結果のうち、多値度が最も小さい変調方式を用いる全ての推定結果において共通するサブキャリアのみをマルチキャリア通信に用いる設定として選択することを特徴とする請求項 1 乃至 16 いずれか記載の適応変調通信装置。

20

【請求項 20】

複数のサブキャリアを用いたマルチキャリア通信を行い、前記チャンネル推定手段は、マルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアおよび変調方式を選択するチャンネル推定処理を雑音レベルの各測定結果に基づいて複数回を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果に基づいて、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアおよび変調方式を互いに独立して設定することを特徴とする請求項 1 乃至 16 いずれか記載の適応変調通信装置。

【請求項 21】

複数のサブキャリアを用いたマルチキャリア通信を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果のうち、通信速度が所定の閾値以下の推定結果はマルチキャリア通信に用いる設定として選択しないことを特徴とする請求項 1 乃至 16 いずれか記載の適応変調通信装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シングルキャリアまたは複数のサブキャリアを用いた通信信号が伝送される伝送路を介して通信を行う適応変調機能を具備した適応変調通信装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

適応変調機能を具備した適応変調通信装置は、シングルキャリアまたはサブキャリア（以降、シングルキャリア、サブキャリアをまとめてキャリアと称す）毎の雑音レベルを測定した結果に基づいて、変調方式、誤り訂正の符号化率、使用するキャリア等の通信モードを選択、設定する。この適応変調とは、伝送環境の変化にあわせて、通信モードを適応（変更）させるチャンネル設定を行う方式であり、複数のサブキャリアを用いるマルチキャリア通信、1つのキャリアを用いるシングルキャリア通信ともに用いられる。

40

【0003】

例えば、近年、デジタル通信の高速化に伴い、その通信方式としてマルチキャリア通信である直交周波数多重方式（OFDM）が用いられている。このOFDM方式は、複数のサブキャリアにデータを割り当て、高効率の伝送を行う。サブキャリアに割り当てるデー

50

タは、1/0のビットを多値のシンボルにマッピングした、いわゆる多値変調されたデータが用いられ、変調方式（以下、一次変調方式と称す。一方、上記OFDM方式は二次変調方式である。）によって多値度が異なる。

【0004】

そして、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアの数を多くし、データの多値度が高い一次変調方式を用いることで通信速度は速くなる（伝送効率は高くなる）が、ビット誤り率（Bit Error Rate：以下、BER）も高くなる。

【0005】

そこで、伝送路毎に最も効率のよい通信を行うために、各サブキャリアの雑音レベルを測定し、この測定結果に基づいてマルチキャリア通信に用いるサブキャリア、一次変調方式（多値度）を設定するチャンネル推定を行っている（例えば、特許文献1参照）。 10

【特許文献1】特開2006-319900号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の適応変調通信装置では、サブキャリアの雑音レベルを測定する処理を通信前または通信中に1回のみ行い、この1回の測定結果に基づいてチャンネル推定を行っている。例えば図13に示すように、互いに周波数の異なるサブキャリアC1～C6を用いて通信を行うマルチキャリア通信装置は、伝送路のノイズGがサブキャリアC5、C6の周波数で増大している場合、サブキャリアC5、C6を通信には用いず、サブキャリアC1～C4 20

【0007】

しかし、伝送路のノイズが時間的に変動する場合、各サブキャリアの雑音レベルを測定するタイミングによって、ノイズの測定結果が異なってしまう。例えば、図14に示すようにノイズGが最小となるタイミングt1で雑音レベルを測定した場合には、通信に使用するサブキャリアの本数は多くなり、一次変調方式も多値度の高い方式に設定される。一方、ノイズGが最大となるタイミングt2で雑音レベルを測定した場合には、通信に使用するサブキャリアの本数は少なくなり、一次変調方式も多値度の低い方式に設定される。

【0008】

したがって、ノイズGが最小となるタイミングt1で雑音レベルを測定した結果に基づいてチャンネル推定を行った場合、時間変動によってノイズGが大きくなると通信エラーが発生する虞があった。 30

【0009】

また、各サブキャリアの雑音レベルを測定する処理を通信前または通信中に複数回行い、この複数回の測定結果の平均値（雑音レベルの平均値）に基づいてチャンネル推定を行う方法もあるが、雑音レベルの平均値に基づいてチャンネル推定を行うためにチャンネル推定の回数は1回のみであり、ノイズの時間変動に対する推定精度がよいものではなかった。

【0010】

本発明は、上記事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、伝送路に存在するノイズの時間変動を検知して、伝送路の伝送環境に適したチャンネル設定を精度よく行うことができる適応変調通信装置を提供することにある。 40

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1の発明は、シングルキャリアまたは複数のサブキャリアを用いた通信信号が伝送される伝送路を介して通信を行い、伝送環境に応じて通信モードを設定する適応変調機能を具備した適応変調通信装置であって、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返し、使用可能な通信モードを選択するチャンネル推定処理を雑音レベルの各測定結果に基づいて複数回行うチャンネル推定手段と、前記チャンネル推定手段が前記チャンネル推定処理を複数回行うことによって選択される複数の使用可能な通信モードのうち、最も通信速度の遅い通信モードを実際に使用する通信モードとして設定するチャンネル設定手段と、 50

を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

この発明によれば、伝送路に存在するノイズの時間変動を検知して、伝送路の伝送環境に適したチャンネル設定を精度よく行うことができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 において、前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、各測定処理の間隔を変動させることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

この発明によれば、伝送路のノイズが一定周期で変動する場合であっても、伝送環境の変動を検知できる。

【 0 0 1 5 】

請求項 3 の発明は、請求項 2 において、前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、各測定処理の間隔をランダムに変動させることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

この発明によれば、ランダムなタイミングで伝送路のノイズの時間変動を検知できる。

【 0 0 1 7 】

請求項 4 の発明は、請求項 2 において、前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、各測定処理の間隔を規則的に変動させることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

この発明によれば、測定間隔を変動させるための回路構成を、ランダムに変動させる場合に比べて簡略化できる。

【 0 0 1 9 】

請求項 5 の発明は、請求項 4 において、前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、測定回数が多くなるにつれて測定間隔を短くすることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

この発明によれば、伝送路のノイズが一定周期で変動する場合であっても、伝送環境の変動を検知できる。

【 0 0 2 1 】

請求項 6 の発明は、請求項 4 において、前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、測定回数が多くなるにつれて測定間隔を長くすることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

この発明によれば、伝送路のノイズが一定周期で変動する場合であっても、伝送環境の変動を検知できる。

【 0 0 2 3 】

請求項 7 の発明は、請求項 4 において、前記チャンネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に、測定間隔が互いに異なる複数の測定間隔パターンを順次選択し、当該選択した測定間隔パターンに基づいて測定間隔を変動させることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

この発明によれば、伝送路のノイズが一定周期で変動する場合であっても、伝送環境の変動を検知できる。

【 0 0 2 5 】

請求項 8 の発明は、請求項 1 において、前記チャンネル推定手段は、推定結果の履歴に基づいて、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す方法を変更することを

10

20

30

40

50

特徴とする。

【 0 0 2 6 】

この発明によれば、伝送路の伝送環境の変化に応じて、伝送効率の向上と推定精度の向上とを両立させることができる。

【 0 0 2 7 】

請求項 9 の発明は、請求項 8 において、前記チャネル推定手段は、同一の推定結果が所定回数以上連続した場合、次にキャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に測定回数を減少させることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

この発明によれば、伝送路の伝送環境が変化しなければ推定回数を減少させて、伝送効率の向上を図ることができる。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 0 の発明は、請求項 9 において、前記チャネル推定手段は、測定回数を 1 回に減少させることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

この発明によれば、伝送路の伝送環境が変化しなければ推定回数を減少させて伝送効率の向上を図る構成を、比較的簡単なアルゴリズムで実現できる。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 1 の発明は、請求項 9 において、前記チャネル推定手段は、測定回数を徐々に減少させることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

この発明によれば、推定結果の履歴に基づいて推定回数を減少させながらも、推定精度の著しい悪化を抑制できる。

【 0 0 3 3 】

請求項 1 2 の発明は、請求項 9 乃至 1 1 いずれかにおいて、前記チャネル推定手段は、測定回数を減少させた後、通信エラーが発生した場合に測定回数を増大させることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

この発明によれば、推定精度の低下を抑制することができる。

【 0 0 3 5 】

請求項 1 3 の発明は、請求項 8 において、前記チャネル推定手段は、同一の推定結果が所定回数以上連続した場合、次にキャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す際に測定間隔を短くすることを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

この発明によれば、伝送路の伝送環境が変化しなければ推定間隔を短くして、伝送効率の向上を図ることができる。

【 0 0 3 7 】

請求項 1 4 の発明は、請求項 8 において、前記チャネル推定手段は、通信エラーが発生した場合、測定回数を増大させることを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

この発明によれば、推定精度の低下を抑制することができる。

【 0 0 3 9 】

請求項 1 5 の発明は、請求項 8 において、前記チャネル推定手段は、通信エラーが発生した場合、測定間隔を変動させることを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

この発明によれば、推定精度の低下を抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

請求項 1 6 の発明は、請求項 8 において、前記チャネル推定手段は、キャリア毎の雑音レベルを測定する処理を複数回繰り返す方法を複数種類用意し、各測定方法を用いてキャリア毎の雑音レベルを測定した後に、雑音レベルの検出精度が最も高い方法を用いること

10

20

30

40

50

を特徴とする。

【 0 0 4 2 】

この発明によれば、推定精度の向上を図ることができる。

【 0 0 4 3 】

請求項 17 の発明は、請求項 1 乃至 16 いずれかにおいて、複数のサブキャリアを用いたマルチキャリア通信を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果のうち、最も通信速度の遅い推定結果をマルチキャリア通信に用いる通信モードに設定することを特徴とする。

【 0 0 4 4 】

この発明によれば、伝送路のノイズ変動に対して、ノイズの振幅が大きいときにも通信可能なチャンネル設定を行うことができる。

10

【 0 0 4 5 】

請求項 18 の発明は、請求項 17 において、前記チャンネル推定手段は、少なくともマルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアを選択するチャンネル推定処理を雑音レベルの各測定結果に基づいて複数回を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果に基づいて、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアを設定し、複数回の推定結果のうち、最も通信速度の遅い推定結果が複数ある場合、最も通信速度の遅い全ての推定結果において共通するサブキャリアのみをマルチキャリア通信に用いる設定として選択することを特徴とする。

【 0 0 4 6 】

20

この発明によれば、伝送路のノイズ変動に対して、ノイズの振幅が大きいときにも通信可能なチャンネル設定を行うことができるとともに、ノイズの周波数が変動するときにも通信可能なチャンネル設定を行うことができる。

【 0 0 4 7 】

請求項 19 の発明は、請求項 1 乃至 16 いずれかにおいて、複数のサブキャリアを用いたマルチキャリア通信を行い、前記チャンネル推定手段は、マルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアおよび変調方式を選択するチャンネル推定処理を雑音レベルの各測定結果に基づいて複数回を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果に基づいて、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアおよび変調方式を設定し、チャンネル推定手段による複数回の推定結果のうち、多値度が最も小さい変調方式を用いる全ての推定結果において共通するサブキャリアのみをマルチキャリア通信に用いる設定として選択することを特徴とする。

30

【 0 0 4 8 】

この発明によれば、伝送路のノイズ変動に対して、ノイズの周波数が変動するときにも通信可能なチャンネル設定を行うことができる。

【 0 0 4 9 】

請求項 20 の発明は、請求項 1 乃至 16 いずれかにおいて、複数のサブキャリアを用いたマルチキャリア通信を行い、前記チャンネル推定手段は、マルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアおよび変調方式を選択するチャンネル推定処理を雑音レベルの各測定結果に基づいて複数回を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果に基づいて、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアおよび変調方式を互いに独立して設定することを特徴とする。

40

【 0 0 5 0 】

この発明によれば、伝送路のノイズ変動に対して、通信エラーの発生を低減させたい場合に効果的である。

【 0 0 5 1 】

請求項 21 の発明は、請求項 1 乃至 16 いずれかにおいて、複数のサブキャリアを用いたマルチキャリア通信を行い、前記チャンネル設定手段は、前記チャンネル推定手段による複数回の推定結果のうち、通信速度が所定の閾値以下の推定結果はマルチキャリア通信に用いる設定として選択しないことを特徴とする。

50

## 【 0 0 5 2 】

この発明によれば、伝送路のノイズ変動に対して、通信速度を優先させたい場合に効果的である。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 5 3 】

以上説明したように、本発明では、伝送路に存在するノイズの時間変動を検知して、伝送路の伝送環境に適したチャンネル設定を精度よく行うことができるという効果がある。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 5 4 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

10

## 【 0 0 5 5 】

(実施形態)

本実施形態では、マルチキャリア通信を行う適応変調通信装置について説明する。図1は、本発明の実施形態に係るマルチキャリア通信装置100の構成を示すブロック図であり、受信装置1と送信装置2とを備える。

## 【 0 0 5 6 】

図1において、受信装置1は、A/D変換器11と、フーリエ変換器(FFT)またはウェーブレット変換器(DWT)等、所望の時間-周波数変換を行うためのマルチキャリア復調器12と、伝送路の影響をキャンセルするように受信信号を補正する等化器13と、パラレルデータをシリアルデータに変換するP/S変換器14と、マッピングされたシンボルデータを受信信号であるビットデータに変換するデマッパ15と、ビットデータに誤り訂正復号化を施す誤り訂正復号器16と、受信信号の雑音レベルから使用可能なサブキャリア、および各サブキャリアで使用する一次変調方式を決定する伝送路推定器17とを備える。

20

## 【 0 0 5 7 】

送信装置2は、送信信号であるビットデータに誤り訂正符号化を施す誤り訂正符号器21と、誤り訂正符号化を施されたビットデータをシンボルデータに変換してシンボルマッピングを行うシンボルマッパ22と、シリアルデータをパラレルデータに変換するS/P変換器23と、逆フーリエ変換器(IFFT)や逆ウェーブレット変換器(IWFT)等、所望の周波数-時間変換を行うマルチキャリア変調器24と、D/A変換器25とを備える。

30

## 【 0 0 5 8 】

このような通信装置100の動作を、以下説明する。

## 【 0 0 5 9 】

まず、送信装置2では、誤り訂正符号器21によって送信するビットデータ(送信データ)に誤り訂正符号化を施した後、シンボルマッパ22によって送信データをシンボルデータに変換し、各シンボルデータに従って複素座標面にシンボルマッピング(PAM、QAM等の変調)を行う。そして、S/P変換器23でサブキャリアごとに実数値を与え、マルチキャリア変調器24で離散マルチキャリア信号に変換する。これによって時間軸波形のサンプル値を発生させ、伝送シンボルを表すサンプル値系列を生成する。次いで、不図示のP/S変換器によりシリアル変換した後、D/A変換器25により時間的に連続するアナログ信号波形の複素ベースバンドOFDM信号を生成した後に、複素ベースバンドOFDM信号の実部に対して搬送波を掛け合わせて、搬送帯域OFDM信号を生成し、伝送路に送信する。

40

## 【 0 0 6 0 】

受信装置1では、通信線または電力線などの伝送路を介して受信されたアナログ信号(受信信号)をダウンコンバージョンした後に、A/D変換器11により送信装置2と同じサンプルレートでサンプリングして複素ベースバンドOFDM信号に変換し、不図示のS/P変換器によりパラレルのサンプル値系列に変換する。そして、このサンプル値系列をマルチキャリア復調器12に入力し、不図示の同期回路で受信信号に同期させながら周波

50

数軸上へ離散マルチキャリア変換し、等化器 1 3 において予め割り当てられた既知データと比較して等化量を求め等化する。その後、P / S 変換器 1 4 によりシリアル信号に変換し、デマッパ 1 5 でシンボルマップと逆の処理（復調）を行った後、誤り訂正復号器 1 6 によって誤り訂正復号化を施して受信データを得る。

【 0 0 6 1 】

ここで本実施形態のマルチキャリア通信では、伝送路推定器 1 7 が図 2 に示すように、通信装置間の通信前に N 回（ $N \geq 2$ ）のチャネル推定を行い、この 1 ~ N 回の推定結果に基づいてマルチキャリア通信に用いるサブキャリアや一次変調方式（多値度）を設定することで、伝送路に存在するノイズの時間変動を検知して、伝送路の伝送環境に適したチャネル設定を精度よく行うことができる。

10

【 0 0 6 2 】

伝送路推定器 1 7 は、チャネル推定部 1 7 a（チャネル推定手段）と、チャネル設定部 1 7 b（チャネル設定手段）とで構成されており、以下、伝送路推定器 1 7 の動作について説明する。

【 0 0 6 3 】

まず、マルチキャリア通信では、各サブキャリアの S / N 比（以下、S N R）が高いほど、ビット誤り率（Bit Error Rate：以下、B E R）が低くなり（すなわち、雑音レベルが低いほど良好な通信を行うことができる）、S N R が予め設定されている閾値以下のサブキャリアは伝送路の状態が悪いと判断して使用しない。そこで、チャネル推定部 1 7 a は、P / S 変換器 1 4 の出力に基づき、各サブキャリアの雑音レベルとして S N R を測定し、S N R が閾値を超えたサブキャリアのみをマルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアとして選択する。

20

【 0 0 6 4 】

さらにチャネル推定部 1 7 a は、全てのサブキャリアの S N R に基づいてマルチキャリア通信に使用可能な一次変調方式（多値度）を選択する。本実施形態では、一次変調方式として、1 6 Q A M、6 4 Q A M のいずれかを用いており、全てのサブキャリアの S N R に基づいて伝送路状態がよいと判断すれば、使用可能な一次変調方式として 6 4 Q A M を選択し、全てのサブキャリアの S N R に基づいて伝送路状態が悪いと判断すれば、使用可能な一次変調方式として 1 6 Q A M を選択する。この伝送路状態の良否判断は、全てのサブキャリアの S N R の平均値や S N R の最大値および最小値を、閾値と比較して判断される。

30

【 0 0 6 5 】

すなわち、チャネル推定とは、全てのサブキャリアの S N R を測定する毎に、当該測定結果に基づいてマルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアおよび一次変調方式を選択することを指す。

【 0 0 6 6 】

そして、チャネル推定部 1 7 a は、マルチキャリア通信に使用可能なサブキャリアおよび一次変調方式の選択（チャネル推定）を、通信装置間の通信前に N 回（ $N \geq 2$ ）行い、図 3 に示すような推定回数 1 ~ N 回における各推定内容をチャネル設定部 1 7 b に引き渡す。この推定内容において、使用可能な一次変調方式は「1 6 Q A M」、「6 4 Q A M」から選択的に設定され、さらに使用可能なサブキャリア（サブキャリア番号）に対応して「1」、使用不可能なサブキャリアに対応して「0」が設定されている。

40

【 0 0 6 7 】

チャネル設定部 1 7 b は、チャネル推定部 1 7 a で行われた 1 ~ N 回の各推定結果に基づいて、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアおよび一次変調方式を設定し、送信装置 2 は、チャネル設定部 1 7 b が設定したサブキャリアおよび一次変調方式を用いて、マルチキャリア信号を送信する。

【 0 0 6 8 】

上記チャネル推定部 1 7 a のチャネル推定方法には様々な方法があり、各チャネル推定方法について以下説明する。まず図 4（a）に示すように、全てのサブキャリアの S N R

50

をN回測定する場合に、SNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を同一間隔( $T_1 = T_2 = \dots = T_{N-1}$ )として、N回のチャンネル推定を同一間隔で行う方法がある。しかし、N回のチャンネル推定を同一間隔で行うと、伝送路のノイズ(伝送環境)が一定の周期で変動する場合、チャンネル推定のタイミングがノイズの変動周期に同期して、伝送環境の変動を検知できなくなる虞がある。

【0069】

そこで、全てのサブキャリアのSNRをN回測定する場合に、図4(b)~(e)のようにSNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を変動させることで、伝送路のノイズが一定周期で変動する場合であっても、伝送環境の変動を検知できる。まず図4(b)の方法は、全てのサブキャリアのSNRをN回測定する場合に、SNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ をランダムに変動させるもので、N回のチャンネル推定をランダムな間隔で行う。本方法では、ランダムなタイミングで伝送路のノイズの時間変動を検知できるという利点がある。

10

【0070】

また、図4(c)~(e)の方法は、全てのサブキャリアのSNRをN回測定する場合に、SNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を規則的に変動させるものであり、チャンネル推定部17aにおいて測定間隔を変動させるための回路構成を、ランダムに変動させる場合に比べて簡略化できるという利点がある。

【0071】

まず、図4(c)の方法では、SNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を徐々に短くし( $T_1 > T_2 > \dots > T_{N-1}$ )、図4(d)の方法では、SNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を徐々に長くして( $T_1 < T_2 < \dots < T_{N-1}$ )、N回のチャンネル推定の間隔を1回毎に規則的に変動させている。さらに図4(e)の方法では、SNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を、測定パターンPa~Pcの3パターンで構成し、測定パターンPaではSNR測定の間隔をTa一定とし、測定パターンPbではSNR測定の間隔をTb一定とし、測定パターンPcではSNR測定の間隔をTc一定とし( $Ta > Tb > Tc$ )、測定パターンPa、Pb、Pcの順に所定時間毎に遷移して、N回のチャンネル推定の間隔をパターン毎に規則的に変動させている。このようにSNR測定の間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を規則的に変動させることによって、伝送路のノイズが一定周期で変動する場合であっても、伝送環境の変動を検知できるという利点がある。

20

【0072】

次に、チャンネル推定部17aが推定結果の履歴に基づいて推定方法を変更する構成を説明する。まず図5(a)に示すように、チャンネル推定部17aは、最初はSNRの測定回数をN回としてチャンネル推定を行い、このチャンネル推定処理における1~N回の推定結果(使用可能な一次変調方式、使用可能なサブキャリアともに)が全て同じ結果であれば、次回のチャンネル推定処理では、図5(b)に示すように、SNRの測定回数を1回として推定回数を減少させる。したがって、伝送路の伝送環境が変化しなければ推定回数を減少させるので、伝送効率の向上を図ることができる。その後、チャンネル推定部17aは、推定回数を1回としてチャンネル推定処理を継続するが、通信エラーが発生すると、図5(a)に示すように再びSNRの測定回数をN回に増大させて、推定精度の低下を抑制する。このように推定結果の履歴に基づいて推定回数をN回と1回とのいずれかに切り替える処理は、チャンネル推定部17aにおいて比較的簡単なアルゴリズムで実現できるが、推定回数を1回に変更した後は推定精度が著しく低下してしまう。

30

40

【0073】

そこで、図6(a)に示すように、チャンネル推定部17aは、最初はSNRの測定回数をN回としてチャンネル推定を行い、このチャンネル推定処理における1~N回の推定結果(使用可能な一次変調方式、使用可能なサブキャリアともに)が全て同じ結果であれば、次回のチャンネル推定処理では、SNRの測定回数をN-1回として推定回数を1回だけ減少させる。その後、全推定回数において推定結果が一致する度に、図6(b)に示すようにSNRの測定回数を1回ずつ減らし(最小測定回数=1)、通信エラーが発生する度に、図6(c)に示すようにSNRの測定回数を1回ずつ増やしていく(最大測定回数=N)

50

。したがって、推定結果の履歴に基づいて推定回数を減少させながらも、推定精度の著しい悪化を抑制でき、通信エラーの発生時には推定回数を増加させるので、推定精度の低下を抑制することができる。なお、図6中の $n$ は、全推定回数において推定結果が一致した回数であり、図6中の $m$ は、SNR測定に失敗して推定処理にエラーが発生した回数を示し、 $N - n + m$ が現在の推定回数となる。

#### 【0074】

上記推定方法では、チャンネル推定部17aが推定結果の履歴に基づいて推定回数を変更したが、推定結果の履歴に基づいて推定間隔を変更する方法であってもよい。この場合、チャンネル推定部17aは、図7(a)に示すように、最初はSNRの測定回数を $N$ 回として $N$ 回のチャンネル推定を行い、このチャンネル推定処理における1~ $N$ 回の推定結果(使用可能な一次変調方式、使用可能なサブキャリアともに)が全て同じ結果であれば、次回のチャンネル推定処理では、SNRの測定間隔 $T_d$ を短くする。その後、全推定回数において推定結果が一致する度に、図7(b)に示すようにSNRの測定間隔 $T_d$ をさらに短くし、通信エラーが発生する度に、図7(c)に示すようにSNRの測定間隔 $T_d$ を徐々に長くする。したがって、伝送路の伝送環境が変化しなければ推定間隔を短くするので、伝送効率の向上を図ることができる。さらに、通信エラーの発生時には推定間隔を長くするので、推定精度の低下を抑制することができる。

#### 【0075】

またチャンネル推定部17aは、互いに異なる複数のチャンネル推定方法を各々実行し、実行したチャンネル推定方法のうち、ノイズ検出精度の最も高い方法を採用して、チャンネル推定処理を行ってもよい。例えば、図4(c)に示すようにSNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を徐々に短くする方法( $T_1 > T_2 > \dots > T_{N-1}$ )と、図4(e)に示すようにSNR測定の各間隔 $T_1 \sim T_{N-1}$ を測定パターン $P_a \sim P_c$ の3パターンで構成して、測定パターン $P_a$   $P_b$   $P_c$ の順に所定時間毎に遷移させる方法との2種類の方法を、通信装置間の通信前に予め実行し、ノイズ検出精度のより高い方法を採用する。

#### 【0076】

そして、チャンネル推定部17aは、推定精度、伝送効率、アルゴリズムの簡略化、回路構成の単純化等を考慮しながら、上記チャンネル推定方法を単独で用いる、または上記チャンネル推定方法を複数組み合わせる。

#### 【0077】

次に、チャンネル設定部17bの動作について説明する。まず、チャンネル設定部17bは、チャンネル推定部17aにおける $N$ 回の推定結果のうち、最も通信速度の遅い推定結果をマルチキャリア通信に用いるサブキャリアおよび一次変調方式に設定する。なお、通信速度は、一次変調方式の多値度と、使用するサブキャリアの数とで決まり、一次変調方式の多値度が大きいほど、使用するサブキャリアの数が多いほど、通信速度は速くなる。例えば図8に示すように、推定回数 $N = 3$ として、1回目の推定結果[一次変調方式「64QAM」、サブキャリアの使用可否「11100」]、2回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11111」]、3回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11110」]の場合、通信速度が最も遅いのは、16QAMの一次変調方式を4本のサブキャリアに用いる3回目の推定結果であり、チャンネル設定部17bは、3回目の推定結果を、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアおよび一次変調方式に設定する。本方法では、伝送路のノイズ変動に対して、ノイズの振幅が大きいときにも通信可能なチャンネル設定を行うことができるという利点がある。

#### 【0078】

また、図9(a)に示すように、推定回数 $N = 3$ として、1回目の推定結果[一次変調方式「64QAM」、サブキャリアの使用可否「11000」]、2回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11101」]、3回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11110」]の場合、通

10

20

30

40

50

信速度が最も遅いのは、16QAMの一次変調方式を4本のサブキャリアに用いる2回目、3回目の各推定結果である。このように、2回目、3回目の各推定結果が最も遅い通信速度である場合、チャンネル設定部17bは、図9(b)に示すように、2回目、3回目の各推定結果のいずれにおいても使用するサブキャリアを選択する。すなわち、チャンネル設定部17bは、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアとして「11100」を設定し、一次変調方式には「16QAM」を設定する。本方法では、伝送路のノイズ変動に対して、ノイズの振幅が大きいときにも通信可能なチャンネル設定を行うことができるとともに、ノイズの周波数が変動するときにも通信可能なチャンネル設定を行うことができるという利点がある。

#### 【0079】

また、チャンネル設定部17bは、チャンネル推定部17aにおけるN回の推定結果のうち、最も多値度の小さい一次変調方式を選択した1乃至複数の推定結果を抽出し、この抽出した1乃至複数の推定結果のいずれにおいても使用するサブキャリアを選択してもよい。例えば図10(a)に示すように、推定回数N=3として、1回目の推定結果[一次変調方式「64QAM」、サブキャリアの使用可否「10000」]、2回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11001」]、3回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11110」]の場合、最も多値度の小さい一次変調方式は「16QAM」であることから、チャンネル設定部17bは、2回目、3回目の各推定結果を抽出し、さらに図10(b)に示すように、2回目、3回目のいずれにおいても使用するサブキャリアを選択する。すなわち、チャンネル設定部17bは、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアとして「11000」を設定し、一次変調方式には「16QAM」を設定する。本方法では、伝送路のノイズ変動に対して、ノイズの周波数が変動するときにも通信可能なチャンネル設定を行うことができ、上記図9(a)(b)の方法よりも効果的であるという利点がある。

#### 【0080】

また、チャンネル設定部17bは、チャンネル推定部17aにおけるN回の推定結果に基づいて、一次変調方式と使用するサブキャリアとを互いに独立して設定してもよい。例えば図11(a)に示すように、推定回数N=3として、1回目の推定結果[一次変調方式「64QAM」、サブキャリアの使用可否「11100」]、2回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11110」]、3回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11110」]の場合、最も多値度の小さい一次変調方式は、2回目、3回目の「16QAM」であり、使用可能なサブキャリアの本数が最も少ないのが1回目の「11100」の3本であることから、チャンネル設定部17bは、図11(b)に示すように、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアとして「11100」を設定し、一次変調方式には「16QAM」を設定する。本方法では、伝送路のノイズ変動に対して、通信エラーの発生を低減させたい場合に効果的であるという利点がある。

#### 【0081】

また、チャンネル設定部17bは、チャンネル推定部17aにおけるN回の推定結果のうち、通信速度が予め設定された閾値以下の測定結果は用いず、通信速度が予め設定された閾値を越えた測定結果のみを用いてもよい。例えば図12(a)に示すように、推定回数N=3として、1回目の推定結果[一次変調方式「64QAM」、サブキャリアの使用可否「11100」]、2回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11110」]、3回目の推定結果[一次変調方式「16QAM」、サブキャリアの使用可否「11100」]の場合、3回目の通信速度が閾値以下であるとする。而して、チャンネル設定部17bは、通信速度が予め設定された閾値を越えた1回目、2回目の各推定結果のうち、通信速度が最も遅い2回目の推定結果を用いる。すなわち、チャンネル設定部17bは、図12(b)に示すように、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアとして「11100」を設定し、一次変調方式には「16QAM」を設定する。本方法では、伝送路のノイズ変動に対して、通信速度を優先させたい場合に効果的であるという利

10

20

30

40

50

点がある。

【0082】

このように本実施形態では、通信装置間の通信前にN回(N=2)のチャンネル推定を行い、この1~N回の各推定結果に基づいてマルチキャリア通信に用いるサブキャリアや一次変調方式(多値度)からなる通信モード(必要であれば誤り訂正の符号化率等も含む)を設定することで、伝送路に存在するノイズの時間変動を検知して、伝送路の伝送環境に適したチャンネル設定を精度よく行うことができる。したがって、伝送環境が悪化する方向に変動した場合でも、良好なマルチキャリア通信を行うことができる。

【0083】

なお、本実施形態では、マルチキャリア通信に用いるサブキャリアや一次変調方式(多値度)を推定、設定しているが、マルチキャリア通信に用いるサブキャリア、一次変調方式、誤り訂正の符号化率のいずれか1つ以上を通信モードとして推定、設定すればよい。

10

【0084】

さらに、シングルキャリア通信を行う適応変調通信装置においても、本実施形態と同様に通信装置間の通信前にN回(N=2)のチャンネル推定を行い、この1~N回の各推定結果に基づいてシングルキャリア通信に用いるキャリア、使用する変調方式、誤り訂正の符号化率等の通信モードを設定することで、伝送路に存在するノイズの時間変動を検知して、伝送路の伝送環境に適したチャンネル設定を精度よく行うことができる。したがって、伝送環境が悪化する方向に変動した場合でも、良好なシングルキャリア通信を行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】実施形態のブロック構成を示す図である。

【図2】同上のチャンネル推定タイミングの概略を示す図である。

【図3】同上のチャンネル推定結果を示す図である。

【図4】(a)~(e) 同上のチャンネル推定タイミングの各例を示す図である。

【図5】(a)(b) 同上のチャンネル推定タイミングの回数の変動例を示す図である。

【図6】(a)~(c) 同上のチャンネル推定タイミングの回数の変動例を示す図である。

【図7】(a)~(c) 同上のチャンネル推定タイミングの間隔の変動例を示す図である。

【図8】同上のチャンネル設定例を示す図である。

30

【図9】(a)(b) 同上のチャンネル設定例を示す図である。

【図10】(a)(b) 同上のチャンネル設定例を示す図である。

【図11】(a)(b) 同上のチャンネル設定例を示す図である。

【図12】(a)(b) 同上のチャンネル設定例を示す図である。

【図13】従来のキャリア設定例を示す図である。

【図14】従来のチャンネル推定タイミングの概略を示す図である。

【符号の説明】

【0086】

1 受信装置

1 1 A/D変換器

1 2 マルチキャリア復調器

1 3 等化器

1 4 P/S変換器

1 5 デマッパ

1 6 誤り訂正復号器

1 7 伝送路推定器

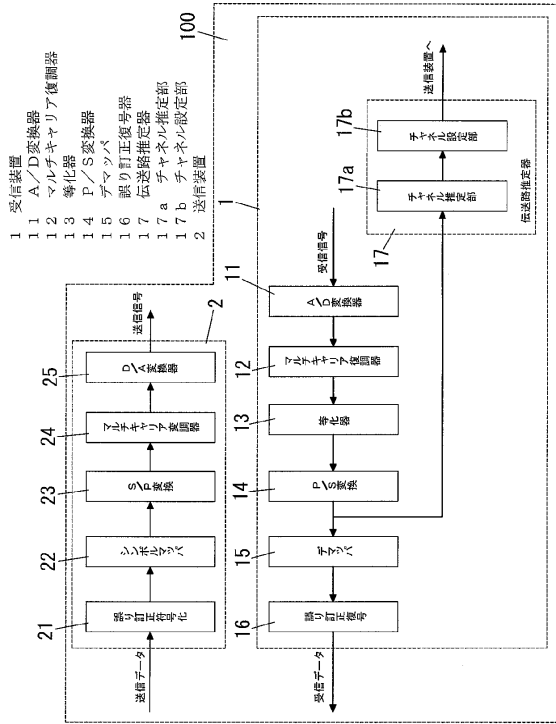
1 7 a チャンネル推定部

1 7 b チャンネル設定部

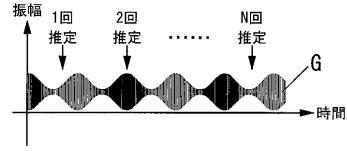
2 送信装置

40

【図1】



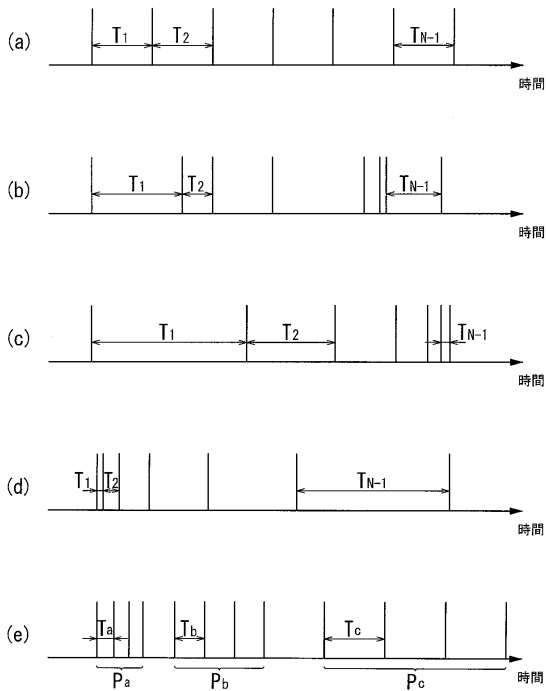
【図2】



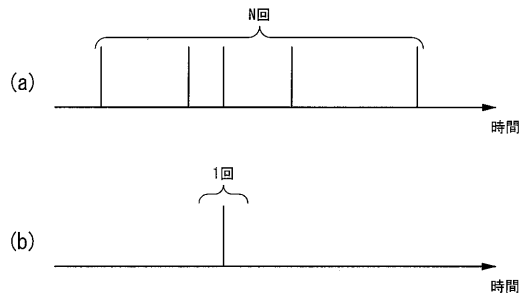
【図3】

推定	変調	使用キャリア
1回目	64QAM	11100
2回目	16QAM	11111
⋮	⋮	⋮
N回目	16QAM	11110

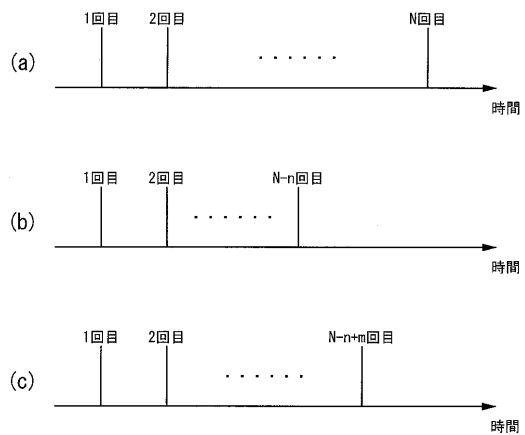
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

推定	変調	使用キャリア
1回目	64QAM	11100
2回目	16QAM	11111
3回目	16QAM	11110

【図11】

(a)

推定	変調	使用キャリア
1回目	64QAM	11100
2回目	16QAM	11110
3回目	16QAM	11110

↓

(b)

変調	使用キャリア
16QAM	11100

【図12】

(a)

推定	変調	使用キャリア
1回目	64QAM	11100
2回目	16QAM	11110
3回目	16QAM	11100

↓

(b)

変調	使用キャリア
16QAM	11110

【図9】

(a)

推定	変調	使用キャリア
1回目	64QAM	11000
2回目	16QAM	11101
3回目	16QAM	11110

↓

(b)

変調	使用キャリア
16QAM	11100

【図10】

(a)

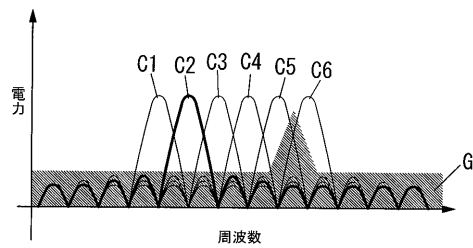
推定	変調	使用キャリア
1回目	64QAM	10000
2回目	16QAM	11001
3回目	16QAM	11110

↓

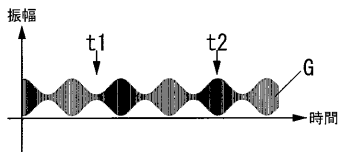
(b)

変調	使用キャリア
16QAM	11000

【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

審査官 彦田 克文

- (56)参考文献 特開2006-295355(JP,A)  
特開2007-208915(JP,A)  
特開2005-318533(JP,A)  
特開2005-252827(JP,A)  
特開2007-124066(JP,A)  
特表2007-506349(JP,A)  
国際公開第2005/055479(WO,A1)  
特開2006-217663(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04L 27/36