

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3607643号
(P3607643)

(45) 発行日 平成17年1月5日(2005.1.5)

(24) 登録日 平成16年10月15日(2004.10.15)

(51) Int. Cl.⁷

F I

HO 4 J	11/00	HO 4 J	11/00	Z
HO 4 B	7/26	HO 4 B	7/26	1 O 2
HO 4 J	13/04	HO 4 J	13/00	G

請求項の数 34 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2001-214545 (P2001-214545)
 (22) 出願日 平成13年7月13日(2001.7.13)
 (65) 公開番号 特開2003-32218 (P2003-32218A)
 (43) 公開日 平成15年1月31日(2003.1.31)
 審査請求日 平成14年8月8日(2002.8.8)

(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
 (72) 発明者 三好 憲一
 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
 号 松下通信工業株式会社内

審査官 高野 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を取得する取得手段と、

前記取得手段によって取得された割り当て有無情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる割り当て手段と、を有し、

前記送信電力割り当てのないサブキャリアは、各シンボルを所定の拡散率(N)で周波数軸方向に拡散して得られる拡散率と同数(N)のチップの信号がそれぞれ割り当てられたサブキャリアのうち、シンボルごとに相対的に受信品質が低いあらかじめ設定された数(P)のサブキャリアであり、前記送信電力割り当てのあるサブキャリアの送信電力はN/(N-P)倍されて送信される、

ことを特徴とするマルチキャリア送信装置。

【請求項2】

1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、適応的に変更可能であることを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項3】

1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、下記の式を満たす値に設定される、

10

20

2 (N - P - 1) N

ことを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項 4】

1 シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数 (P) は、受信側に送信されることを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項 5】

前記取得手段は、

受信側で推定されたサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を受信する受信手段と、

前記受信手段によって受信された受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定手段と、

を有することを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項 6】

前記取得手段は、

受信側で決定された前記割り当て有無情報を受信する受信手段、

を有することを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項 7】

前記取得手段は、

受信信号の遅延プロファイルを推定する第 1 推定手段と、

前記第 1 推定手段によって推定された遅延プロファイルを用いてサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する第 2 推定手段と、

前記第 2 推定手段によって推定された受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定手段と、

を有することを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項 8】

請求項 5 記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、

サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定手段と、

前記推定手段によって推定された受信品質情報を送信する送信手段と、

を有することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項 9】

請求項 6 記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、

サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定手段と、

前記推定手段によって推定された受信品質情報を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を決定する決定手段と、

前記決定手段によって決定された割り当て有無情報を送信する送信手段と、

を有することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項 11】

請求項 8 または請求項 9 記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項 13】

請求項 8 または請求項 9 記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項 14】

周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、
各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を取得する取得ステップと、

前記取得ステップで取得した割り当て有無情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる割り当てステップと、を有し、
前記送信電力割り当てのないサブキャリアは、各シンボルを所定の拡散率(N)で周波数軸方向に拡散して得られる拡散率と同数(N)のチップの信号がそれぞれ割り当てられたサブキャリアのうち、シンボルごとに相対的に受信品質が低いあらかじめ設定された数(P)のサブキャリアであり、前記送信電力割り当てのあるサブキャリアの送信電力はN/(N-P)倍されて送信される、

10

ことを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 15】

1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、適応的に変更可能であることを特徴とする請求項14記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 16】

1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、下記の式を満たす値に設定される、

20

$$2^{(N-P-1)} \quad N$$

ことを特徴とする請求項14記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 17】

1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、受信側に送信されることを特徴とする請求項14記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 18】

前記取得ステップは、
受信側で推定されたサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を受信する受信ステップと、

前記受信ステップで受信した受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定ステップと、

30

を有することを特徴とする請求項14記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 19】

前記取得ステップは、
受信側で決定された前記割り当て有無情報を受信する受信ステップ、
を有することを特徴とする請求項14記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 20】

前記取得ステップは、
受信信号の遅延プロファイルを推定する第1推定ステップと、
前記第1推定ステップで推定した遅延プロファイルを用いてサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する第2推定ステップと、

40

前記第2推定ステップで推定した受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定ステップと、

を有することを特徴とする請求項14記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 21】

請求項18記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、
サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定ステップと、
前記推定ステップで推定した受信品質情報を送信する送信ステップと、
を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

50

【請求項 2 2】

請求項 1 9 記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した受信品質情報を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を決定する決定ステップと、前記決定ステップで決定した割り当て有無情報を送信する送信ステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 2 3】

周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された受信レベル情報を基に、1 シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段とを有するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出された受信レベル情報を送信する送信手段と、を有し、前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを1 シンボル区間にわたって規格化して得られる1 シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である、
ことを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 3 記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項 2 6】

周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した受信レベル情報を基に、1 シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップとを有するマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、前記検出ステップで検出した受信レベル情報を送信する送信ステップと、を有し、前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを1 シンボル区間にわたって規格化して得られる1 シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である、
ことを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 2 7】

周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置と、前記マルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置とを有するマルチキャリア通信システムであって、

前記マルチキャリア送信装置は、

受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を受信する受信手段と、

前記受信手段によって受信された受信レベル情報を基に、1 シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段と、を有し、

10

20

30

40

50

前記マルチキャリア受信装置は、
各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、
前記検出手段によって検出された受信レベル情報を送信する送信手段と、を有し、
前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを1シンボル区間にわたって規格
化して得られる1シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である、
ことを特徴とするマルチキャリア通信システム。

【請求項28】

周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置と、前記マルチキャ
リア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置とを有するマルチキャリア通信シ
ステムにおけるマルチキャリア無線通信方法であって、

10

前記マルチキャリア送信装置が、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信
レベル情報を受信する受信ステップと、

前記マルチキャリア送信装置が、前記受信ステップで受信した受信レベル情報を基に、
1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリ
アほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように
、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップと、

前記マルチキャリア受信装置が、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報
を検出する検出ステップと、

前記マルチキャリア受信装置が、前記検出ステップで検出した受信レベル情報を送信す
る送信ステップと、を有し、

20

前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを1シンボル区間にわたって規格
化して得られる1シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である、

ことを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項29】

OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブ
キャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得手段と、前記取得手段によ
って取得された受信レベル情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定にな
るように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャ
リアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段
とを有するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、
各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、
前記検出手段によって検出された受信レベル情報を送信する送信手段と、を有し、
前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを1シンボル区間にわたって規格化
して得られる1シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である、
ことを特徴とするマルチキャリア受信装置。

30

【請求項30】

請求項29記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項31】

請求項29記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項32】

40

OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブ
キャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得ステップと、前記取得ステ
ップで取得した受信レベル情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定にな
るように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャ
リアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステ
ップとを有するマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通
信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、
各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、
前記検出ステップで検出した受信レベル情報を送信する送信ステップと、を有し、
前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを1シンボル区間にわたって規格化

50

して得られる 1 シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である、
ことを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項 3 3】

OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置と、前記マルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置とを有するマルチキャリア通信システムであって、

前記マルチキャリア送信装置は、
受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を受信する受信手段と、

前記受信手段によって受信された受信レベル情報を基に、1 シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段と、を有し、

前記マルチキャリア受信装置は、
各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、

前記検出手段によって検出された受信レベル情報を送信する送信手段と、を有し、
前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを 1 シンボル区間にわたって規格化して得られる 1 シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である、

ことを特徴とするマルチキャリア通信システム。

【請求項 3 4】

OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置と、前記マルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置とを有するマルチキャリア通信システムにおけるマルチキャリア無線通信方法であって、

前記マルチキャリア送信装置が、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を受信する受信ステップと、

前記マルチキャリア送信装置が、前記受信ステップで受信した受信レベル情報を基に、1 シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップと、

前記マルチキャリア受信装置が、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、

前記マルチキャリア受信装置が、前記検出ステップで検出した受信レベル情報を送信する送信ステップと、を有し、

前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを 1 シンボル区間にわたって規格化して得られる 1 シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である、

ことを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、送受信装置に関し、特に、マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、無線通信、特に移動体通信では、音声以外に画像やデータなどの様々な情報が伝送の対象になっている。今後は、多様なコンテンツの伝送に対する需要がますます高くなることが予想されるため、高信頼かつ高速な伝送に対する必要性がさらに高まるであろうと予想される。しかしながら、移動体通信において高速伝送を行う場合、マルチパスによる遅延波の影響が無視できなくなり、周波数選択性フェージングにより伝送特性が劣化する。

【0003】

10

20

30

40

50

周波数選択性フェージング対策技術の一つとして、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式などのマルチキャリア (MC) 変調方式が注目されている。マルチキャリア変調方式は、周波数選択性フェージングが発生しない程度に伝送速度が抑えられた複数の搬送波 (サブキャリア) を用いてデータを伝送することにより、結果的に高速伝送を行う技術である。特に、OFDM 方式は、データが配置される複数のサブキャリアが相互に直交しているため、マルチキャリア変調方式の中で最も周波数利用効率が高い方式であり、また、比較的簡単なハードウェア構成で実現できることから、とりわけ注目されており、様々な検討が加えられている。

【0004】

10

そのような検討の一例として、たとえば、吉識，三瓶，森永：「OFDMサブキャリア適応変調システムにおけるマルチレベル送信電力制御適用時の特性」，信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE. SSE2000-71, RCS2000-60 (2000-07), pp. 63-68 や、前田，三瓶，森永：「OFDM/FDDシステムにおける遅延プロファイル情報チャネルを用いたサブキャリア送信電力制御方式の特性」，電子情報通信学会論文誌，B, Vol. J84-B, No. 2, pp. 205-213 (2001年2月) に記載されたものがある。

【0005】

ここでは、基地局は、たとえば、図8に示すように、サブキャリアごとの受信状況が一定になるように送信電力を制御することで、受信機感度の向上を図っている (以下「従来方式1」という)。さらには、たとえば、図9に示すように、サブキャリア送信電力制御を行う際に、受信品質が低いサブキャリアでの送信を行わないように制御して、送信電力の低減を図っている (以下「従来方式2」という)。

20

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来方式1および従来方式2においては、次のような問題がある。

【0007】

まず、従来方式1では、伝搬路において電力が低下するサブキャリアには送信時に大きなエネルギーを与え、伝播路において電力が上昇するサブキャリアには送信時に小さなエネルギーを与えるため (図8参照)、効率が悪く、受信性能の向上には一定の限界がある。

30

【0008】

また、特に従来方式1では、サブキャリアごとに送信電力制御を行っているため、QAMなどの多値変調を行う場合には、サブキャリアごとに送信信号の基準レベルを送信する必要がある。

【0009】

一方、従来方式2では、受信情報を復調するために、送信を行わない (つまり、送信電力を割り当てない) サブキャリアの位置情報を基地局から移動局に別途送信する必要があり、情報の伝送に使用されない比較的大きな送信電力が必要となる。また、このように送信電力が比較的大きいため、その信号が他のセルとの干渉を招いてしまうおそれがある。

【0010】

40

また、従来方式2では、送信を行わないサブキャリアが存在する場合、送信できるビット数が減少してしまい、情報が正しく伝送されないおそれがある。たとえば、図9 (B) に示すサブキャリア #1 ~ #7 の部分 R については、送信キャリア数が少なすぎるため、正しく復調することができない。なお、これを改善するために、従来方式2では、パンクチャを行うことで送信ビットを減らしているが、パンクチャを行うと符号化率が高くなるため、誤り訂正能力は低下してしまう。

【0011】

また、従来方式2では、受信品質が低いサブキャリアの送信をOFFするため、総送信電力が減少してしまい、情報伝送の効率が低下してしまう。

【0012】

50

また、最近、より高速な伝送を実現するためのアクセス方式として、OFDM方式とCDMA (Code Division Multiple Access) 方式を組み合わせた方式 (MC (マルチキャリア) - CDMA方式ともOFDM - CDMA方式とも呼ばれるが、ここでは「MC - CDMA方式」と呼ぶことにする) が特に注目されている。ここで、CDMA方式は、周波数選択性フェージング対策の別の技術であるスペクトル拡散方式の一つであって、各ユーザの情報を各ユーザに固有の拡散符号で周波数軸上に直接拡散して拡散利得を得ることによって耐干渉性を高める技術である。なお、MC - CDMA方式については、後で詳述する。

【0013】

このMC - CDMA方式に、たとえば、上記の従来方式2を単純に適用した場合、さらに 10
、次のような問題がある。

【0014】

すなわち、従来方式2では、すべてのサブキャリアの中から送信を行わないサブキャリアが選択されるため、MC - CDMA方式においてあるシンボルの拡散チップがすべて送信OFFされてしまうと、そのシンボルは完全に送信されなくなってしまい、性能が劣化する。

【0015】

また、MC - CDMA方式において単純に送信OFF制御を行うと、拡散コードが多重されている送信信号の直交性が完全にくずれて、別の拡散コードで送信している信号が全く同じ信号波形になってしまい、受信側でそれらを分離することができなくなってしまい。 20

【0016】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、MC - CDMA方式において、送信ビット数を保ちつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア送信ON/OFF制御方式のマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法を提供することを目的とする。

【0017】

また、本発明は、MC - CDMA方式において、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア送信電力制御方式のマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法を提供することを目的とする。

【0018】

また、本発明は、OFDM方式において、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア送信電力制御方式のマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法を提供することを目的とする。 30

【0019】

【課題を解決するための手段】

(1) 本発明のマルチキャリア送信装置は、周波数軸方向に拡散を行って(たとえば、MC - CDMA方式により)無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された割り当て有無情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる割り当て手段と、を有する構成を採る。 40

【0020】

この構成によれば、たとえば、MC - CDMA方式において、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる、たとえば、各シンボルに対して、受信品質が低いサブキャリアの送信を行わず(送信OFF)、その分の送信電力を受信品質が高い他のサブキャリアに割り当てて送信するため、完全に送信OFFされるシンボルをなくすことができ、情報の伝送効率を向上することができる。しかも、このとき、受信側では逆拡散を行うため、送信を行わないサブキャリアの位置情報は不要となる。

【0023】

(2) 本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、送信電力割り当てのないサブキャリアは、各シンボルを所定の拡散率(N)で周波数軸方向に拡散して得られる拡散率と同数(N)のチップの信号がそれぞれ割り当てられたサブキャリアのうち、シンボルごとに相対的に受信品質が低いあらかじめ設定された数(P)のサブキャリアであり、送信電力割り当てのあるサブキャリアの送信電力は $N / (N - P)$ 倍されて送信される構成を採る。

【0024】

この構成によれば、各シンボルに対して、必ず(N - P)本のサブキャリアは送信されるため、完全に送信OFFされるシンボルをなくすことができ、送信ビット数を保ちながら、効率的に情報伝送を行うことができる。このとき、1シンボル当たりの送信される各サブキャリアの送信電力は、たとえば、均等に配分された場合、通常の $N / (N - P)$ 倍になる。

10

【0025】

(3) 本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、適応的に変更可能である構成を採る。

【0026】

この構成によれば、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)を伝搬環境に応じて最適な値に設定することができる。

【0027】

(4) 本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、下記の式、

$$2^{(N - P - 1)} N$$

を満たす値に設定される、構成を採る。

20

【0028】

この構成によれば、(N - P)本のサブキャリアでN種類以上の拡散コードの組み合わせを取ることができるため、異なる拡散コードで拡散した信号が同じ波形になることが回避され、受信側では異なる拡散コードの信号を必ず分離することができる。

【0029】

(5) 本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記取得手段は、受信側で推定されたサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を受信する受信手段と、前記受信手段によって受信された受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定手段と、を有する構成を採る。

30

【0030】

この構成によれば、送信側において割り当て有無情報を決定することができ、受信側での演算量を低減することができる。

【0031】

(6) 本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記取得手段は、受信側で決定された前記割り当て有無情報を受信する受信手段、を有する構成を採る。

【0032】

この構成によれば、受信側において割り当て有無情報を決定することができ、割り当て有無情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないため、受信側から送信側への情報量を低減することができる。

40

【0033】

(7) 本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記取得手段は、受信信号の遅延プロファイルを推定する第1推定手段と、前記第1推定手段によって推定された遅延プロファイルを用いてサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する第2推定手段と、前記第2推定手段によって推定された受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定手段と、を有する構成を採る。

【0034】

この構成によれば、上りと下りとの遅延プロファイルがほぼ同じであることを利用して、

50

送信ON/OFF制御のためのサブキャリアごとの受信品質情報を推定するため、受信側から送信側へのフィードバック信号（割り当て有無情報またはサブキャリアごとの受信品質情報）が不要になり、送信側だけで割り当て有無情報を決定することができる。

【0035】

(8)本発明のマルチキャリア受信装置は、上記(5)記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定手段と、前記推定手段によって推定された受信品質情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0036】

この構成によれば、送信側でサブキャリアごとの受信品質情報を基に割り当て有無情報を決定することができ、受信側での演算量を低減することができる。

10

【0037】

(9)本発明のマルチキャリア受信装置は、上記(6)記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定手段と、前記推定手段によって推定された受信品質情報を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を決定する決定手段と、前記決定手段によって決定された割り当て有無情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0038】

この構成によれば、割り当て有無情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないところ、受信側で割り当て有無情報を決定するため、受信側から送信側への情報量を低減することができる。

20

【0039】

(10)本発明の基地局装置は、上記(1)～(7)のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0040】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0041】

(11)本発明の移動局装置は、上記(8)または(9)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

30

【0042】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0043】

(12)本発明の移動局装置は、上記(1)～(7)のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0044】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0045】

(13)本発明の基地局装置は、上記(8)または(9)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

40

【0046】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0047】

(14)本発明のマルチキャリア無線通信方法は、周波数軸方向に拡散を行って（たとえば、MC-CDMA方式により）無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した割り当て有無情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる割り当てステップと、を有するようにした。

50

【 0 0 4 8 】

この方法によれば、たとえば、MC - CDMA方式において、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる、たとえば、各シンボルに対して、受信品質が低いサブキャリアの送信を行わず（送信OFF）、その分の送信電力を受信品質が高い他のサブキャリアに割り当てて送信するため、完全に送信OFFされるシンボルをなくすことができ、情報の伝送効率を向上することができる。しかも、このとき、受信側では逆拡散を行うため、送信を行わないサブキャリアの位置情報は不要となる。

【 0 0 5 1 】

(15) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、送信電力割り当てのないサブキャリアは、各シンボルを所定の拡散率（N）で周波数軸方向に拡散して得られる拡散率と同数（N）のチップの信号がそれぞれ割り当てられたサブキャリアのうち、シンボルごとに相対的に受信品質が低いあらかじめ設定された数（P）のサブキャリアであり、送信電力割り当てのあるサブキャリアの送信電力はN / (N - P) 倍されて送信されるようにした。

10

【 0 0 5 2 】

この方法によれば、各シンボルに対して、必ず（N - P）本のサブキャリアは送信されるため、完全に送信OFFされるシンボルをなくすことができ、送信ビット数を保ちながら、効率的に情報伝送を行うことができる。このとき、1シンボル当たりの送信される各サブキャリアの送信電力は、たとえば、均等に配分された場合、通常のN / (N - P) 倍になる。

20

【 0 0 5 3 】

(16) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）は、適応的に変更可能であるようにした。

【 0 0 5 4 】

この方法によれば、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）を伝搬環境に応じて最適な値に設定することができる。

【 0 0 5 5 】

(17) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）は、下記の式、

$$2^{(N - P - 1)} \quad N$$

を満たす値に設定される、ようにした。

30

【 0 0 5 6 】

この方法によれば、（N - P）本のサブキャリアでN種類以上の拡散コードの組み合わせを取ることができるため、異なる拡散コードで拡散した信号が同じ波形になることが回避され、受信側では異なる拡散コードの信号を必ず分離することができる。

【 0 0 5 7 】

(18) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記取得ステップは、受信側で推定されたサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を受信する受信ステップと、前記受信ステップで受信した受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定ステップと、を有するようにした。

40

【 0 0 5 8 】

この方法によれば、送信側において割り当て有無情報を決定することができ、受信側での演算量を低減することができる。

【 0 0 5 9 】

(19) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記取得ステップは、受信側で決定された前記割り当て有無情報を受信する受信ステップ、を有するようにした。

【 0 0 6 0 】

50

この方法によれば、受信側において割り当て有無情報を決定することができ、割り当て有無情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないため、受信側から送信側への情報量を低減することができる。

【0061】

(20) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記取得ステップは、受信信号の遅延プロファイルを推定する第1推定ステップと、前記第1推定ステップで推定した遅延プロファイルを用いてサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する第2推定ステップと、前記第2推定ステップで推定した受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定ステップと、を有するようにした。

【0062】

この方法によれば、上りと下りとの遅延プロファイルがほぼ同じであることを利用して、送信ON/OFF制御のためのサブキャリアごとの受信品質情報を推定するため、受信側から送信側へのフィードバック信号（割り当て有無情報またはサブキャリアごとの受信品質情報）が不要になり、送信側だけで割り当て有無情報を決定することができる。

【0063】

(21) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記(18)記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0064】

この方法によれば、送信側でサブキャリアごとの受信品質情報を基に割り当て有無情報を決定することができ、受信側での演算量を低減することができる。

【0065】

(22) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記(19)記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した受信品質情報を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を決定する決定ステップと、前記決定ステップで決定した割り当て有無情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0066】

この方法によれば、割り当て有無情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないところ、受信側で割り当て有無情報を決定するため、受信側から送信側への情報量を低減することができる。

【0067】

(23) 本発明のマルチキャリア送信装置は、周波数軸方向に拡散を行って（たとえば、MC-CDMA方式により）無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された受信レベル情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段と、を有する構成を採る。

【0068】

この構成によれば、たとえば、MC-CDMA方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど大きい送信電力で送信し、受信レベルが低いサブキャリアほど小さい送信電力で送信するため、1シンボル当たりの送信電力を通常と同じに制御しつつ、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

10

20

30

40

50

【0071】

(24) 本発明のマルチキャリア受信装置は、上記(23)記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出された受信品質情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0072】

この構成によれば、送信側でのサブキャリア送信電力制御に必要な各サブキャリアの受信レベル情報を受信側で検出して送信側に提供することができる。

【0073】

(25) 本発明の基地局装置は、上記(23)記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。 10

【0074】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0075】

(26) 本発明の移動局装置は、上記(24)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

【0076】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0077】

(27) 本発明の移動局装置は、上記(23)記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。 20

【0078】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0079】

(28) 本発明の基地局装置は、上記(24)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

【0080】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0081】

(29) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、周波数軸方向に拡散を行って(たとえば、MC-CDMA方式により)無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した受信レベル情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップと、を有するようにした。 30

【0082】

この方法によれば、たとえば、MC-CDMA方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど大きい送信電力で送信し、受信レベルが低いサブキャリアほど小さい送信電力で送信するため、1シンボル当たりの送信電力を通常と同じに制御しつつ、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。 40

【0085】

(30) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記(29)記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、前記検出ステップで検出した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0086】

この方法によれば、MC-CDMA方式において、送信側でのサブキャリア送信電力制御に必要な各サブキャリアの受信レベル情報を受信側で検出して送信側に提供することができる。

【0087】

(31)本発明のマルチキャリア送信装置は、OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された受信レベル情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段と、を有する構成を採る。

10

【0088】

この構成によれば、OFDM方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど大きい送信電力で送信し、受信レベルが低いサブキャリアほど小さい送信電力で送信するため、1シンボル当たりの送信電力を通常と同じに制御しつつ、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0091】

(32)本発明のマルチキャリア受信装置は、上記(31)記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出された受信品質情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

20

【0092】

この構成によれば、送信側でのサブキャリア送信電力制御に必要な各サブキャリアの受信レベル情報を受信側で検出して送信側に提供することができる。

【0093】

(33)本発明の基地局装置は、上記(31)記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0094】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

30

【0095】

(34)本発明の移動局装置は、上記(32)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

【0096】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0097】

(35)本発明の移動局装置は、上記(31)記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0098】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

40

【0099】

(36)本発明の基地局装置は、上記(32)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

【0100】

この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0101】

(37)本発明のマルチキャリア無線通信方法は、OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した受信レベル情報を基に、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定にな

50

るように、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップと、を有するようにした。

【0102】

この方法によれば、OFDM方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、1シンボル当たりの送信電力の合計値が一定になるように、受信レベルが高いサブキャリアほど大きい送信電力で送信し、受信レベルが低いサブキャリアほど小さい送信電力で送信するため、1シンボル当たりの送信電力を通常と同じに制御しつつ、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

10

【0105】

(38) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記(37)記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、前記検出ステップで検出した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0106】

この方法によれば、OFDM方式において、送信側でのサブキャリア送信電力制御に必要な各サブキャリアの受信レベル情報を受信側で検出して送信側に提供することができる。

(39) 本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、受信側に送信される構成を採る。

20

この構成によれば、受信側で割り当ての有無情報を決定する場合において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)を送信側から受信側に送信するため、受信側は、送信されたサブキャリアの電力が $N / (N - P)$ 倍されていることを認識することができるので、たとえば、QAM復調のための基準レベルを認識することができるので、QAM復調を行うことができる。

(40) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)は、受信側に送信されるようにした。

この方法によれば、受信側で割り当ての有無情報を決定する場合において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数(P)を送信側から受信側に送信するため、受信側は、送信されたサブキャリアの電力が $N / (N - P)$ 倍されていることを認識することができるので、たとえば、QAM復調のための基準レベルを認識することができるので、QAM復調を行うことができる。

30

(41) 本発明のマルチキャリア受信装置は、上記の構成において、前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを1シンボル区間にわたって規格化して得られる1シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報である構成を採る。

この構成によれば、受信レベル情報が1シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報であるため、通知情報のダイナミックレンジを小さくする、つまり、情報伝達に必要なビット数を少なくすることができる。

40

(42) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記受信レベル情報は、各サブキャリアの受信レベルを1シンボル区間にわたって規格化して得られる1シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報であるようにした。

この方法によれば、受信レベル情報が1シンボル区間の相対的な受信レベルを示す情報であるため、通知情報のダイナミックレンジを小さくする、つまり、情報伝達に必要なビット数を少なくすることができる。

【0107】

【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、MC-CDMA方式において、1シンボル当たりの送信電力の合計値を一定に保ちつつ、受信品質が低く送信電力割り当てのないサブキャリアの送信を行わず(

50

送信OFF)、その分の送信電力を送信電力割り当てのある(送信ON)サブキャリアに割り当てて送信を行うことである(サブキャリア送信ON/OFF制御)。また、MC-CDMA方式またはOFDM方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、1シンボル当たりの送信電力の合計値を一定に保ちつつ、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力を大きくして送信を行い、受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力を小さくして送信を行うことである(サブキャリア逆送信電力制御)。

【0108】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0109】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図である。

【0110】

図1に示すマルチキャリア送信装置(以下単に「送信機」という)100は、拡散部102、シリアル/パラレル変換(S/P)部104、送信制御部106、パワー制御部108、逆高速フーリエ変換(IFFT)部110、パラレル/シリアル変換(P/S)部112、ガードインターバル(GI)挿入部114、送信RF部116、送受信共用アンテナ118、受信RF部120、ON/OFF情報取り出し部122、およびキャリア選択部124を有する。送信機100は、たとえば、移動体通信システムにおける基地局に搭載されている。

【0111】

また、図1に示すマルチキャリア受信装置(以下単に「受信機」という)200は、送受信共用アンテナ202、受信RF部204、ガードインターバル(GI)除去部206、シリアル/パラレル変換(S/P)部208、高速フーリエ変換(FFT)部210、チャンネル補償部212、パラレル/シリアル変換(P/S)部214、逆拡散部216、受信電力検出部218、ON/OFF情報生成部220、および送信RF部222を有する。受信機200は、たとえば、移動体通信システムにおける移動局装置に搭載されている。

【0112】

送信機100および受信機200によって、たとえば、MC-CDMA方式の送受信機が構成される。

【0113】

ここで、MC-CDMA方式の内容について、図2および図3を用いて説明する。

【0114】

MC-CDMA方式では、信号を複数(たとえば、512本)の搬送波(サブキャリア)に分配して送信する。具体的には、送信信号は、まず、拡散符号により周波数軸方向に拡散され、コード多重される。コード多重された信号は、サブキャリア数分の並列信号にシリアル/パラレル変換される。図2は、送信されるOFDM信号の状態を示している(nはサブキャリア数)。同図中、「1」はガードインターバル、「3」はチップ、「5」はOFDMシンボルである。図2の例では、4シンボルのデータがn倍拡散されて送信されている。各シンボルは周波数軸方向のnチップに拡散されている。なお、サブキャリア数と拡散コード数とは必ずしも一致する必要はない。また、図示しないが、OFDM信号には、サブキャリアごとにパイロット信号(既知信号)が配置されている。

【0115】

また、MC-CDMA方式では、各サブキャリアは、直交信号になるようにOFDM変調される。シリアル/パラレル変換後の並列信号は、IFFT処理を経て送信される。IFFT処理により、OFDM信号は、図3に示すように、各サブキャリア間で信号が直交した状態を保つことができる。ここで、信号が直交するとは、あるサブキャリアの信号のスペクトルが他の周波数の信号に影響を与えないことを意味する。OFDM変調を行う際は、OFDMシンボルにガードインターバルを挿入する。ガードインターバルの挿入により

10

20

30

40

50

、ガードインターバル長よりも短い遅延波しか存在しない場合、直交性を保つことが可能になる。

【 0 1 1 6 】

次いで、上記構成を有する送信機 1 0 0 および受信機 2 0 0 の動作について、図 4 を用いて説明する。図 4 は、本実施の形態に対応するサブキャリア送信 ON / OFF 制御方式の説明図であって、従来のサブキャリア送信 ON / OFF 制御方式（従来方式 2）を示す図 9 に対応するものである。

【 0 1 1 7 】

送信機 1 0 0 は、まず、拡散部 1 0 2 で、固有の拡散コードを用いてデータシンボルを所定の拡散率 N で周波数軸方向に拡散する。拡散された信号は、S / P 部 1 0 4 へ出力される。

10

【 0 1 1 8 】

S / P 部 1 0 4 では、拡散後の信号（直列信号）をサブキャリア数分の並列信号にシリアル / パラレル変換した後、得られた並列信号を送信制御部 1 0 6 へ出力する。

【 0 1 1 9 】

送信制御部 1 0 6 では、キャリア選択部 1 2 4 で選択された送信 OFF 指定のサブキャリア（つまり、送信電力割り当てのないサブキャリア）については送信を行わないように各サブキャリアの送信の ON / OFF を制御し、パワー制御部 1 0 8 では、送信制御部 1 0 6 による制御結果を受けて、送信するサブキャリアのパワー（送信電力）の合計が通常を送信パワーと同じになるように各サブキャリアの送信電力を制御する。すなわち、送信電力割り当てのない送信 OFF 指定のサブキャリア分の送信電力を、送信電力割り当てのある送信 ON 指定のサブキャリアに割り当てる。このとき、 N サブキャリア中の P サブキャリアについて送信を行わないとすると、送信する各サブキャリアの送信電力は、たとえば、均等に配分された場合、通常 $N / (N - P)$ 倍になる（たとえば、図 4（B）参照）。これにより、1 シンボル当たりの全チップにおける送信電力の総和は、各サブキャリアの送信 ON / OFF 制御を行わない場合と同じになり、情報の伝送効率の低下を回避することができる。送信電力制御された信号は、IFFT 部 1 1 0 へ出力される。

20

【 0 1 2 0 】

IFFT 部 1 1 0 では、送信電力制御された信号を逆高速フーリエ変換（IFFT）して周波数領域から時間領域に変換した後、P / S 部 1 1 2 へ出力する。

30

【 0 1 2 1 】

P / S 部 1 1 2 では、IFFT 処理後の並列信号を直列信号にパラレル / シリアル変換した後、得られた直列信号を GI 挿入部 1 1 4 へ出力する。

【 0 1 2 2 】

GI 挿入部 1 1 4 では、遅延に対する特性を改善するために、P / S 部 1 1 2 の出力信号にガードインターバルを挿入する。

【 0 1 2 3 】

ガードインターバル挿入後の信号は、送信 RF 部 1 1 6 で、アンプコンバートなどの所定の無線処理が施された後、アンテナ 1 1 8 から無線送信される。

【 0 1 2 4 】

その後、受信機 2 0 0 は、アンテナ 2 0 2 で、送信機 1 0 0 から無線送信された信号を受信して、受信 RF 部 2 0 4 へ出力する。

40

【 0 1 2 5 】

受信 RF 部 2 0 4 では、アンテナ 2 0 2 で受信した信号に対してダウンコンバートなどの所定の無線処理を施す。受信 RF 部 2 0 4 の出力信号（ベースバンド信号）は、GI 除去部 2 0 6 へ出力される。

【 0 1 2 6 】

GI 除去部 2 0 6 では、受信 RF 部 2 0 4 の出力信号（ベースバンド信号）からガードインターバルを除去して、S / P 部 2 0 8 へ出力する。

【 0 1 2 7 】

50

S / P 部 2 0 8 では、G I 除去部 2 0 6 の出力信号（直列信号）をサブキャリア数分の並列信号にシリアル / パラレル変換して、F F T 部 2 1 0 へ出力する。

【 0 1 2 8 】

F F T 部 2 1 0 では、S / P 部 2 0 8 の出力信号を高速フーリエ変換（F F T）して時間領域から周波数領域に変換（つまり、サブキャリアごとの成分に変換）した後、チャンネル補償部 2 1 2 および受信電力検出部 2 1 8 へ出力する。

【 0 1 2 9 】

このとき、まず、チャンネル補償部 2 1 2 では、受信信号に含まれるパイロット信号（既知信号）に基づいてチャンネル（回線）を推定し、この推定値に基づいてチャンネルを補償する。チャンネル補償後の信号は、P / S 部 2 1 4 へ出力される。

10

【 0 1 3 0 】

P / S 部 2 1 4 では、チャンネル補償後の信号（並列信号）を直列信号にパラレル / シリアル変換した後、得られた直列信号を逆拡散部 2 1 6 へ出力する。

【 0 1 3 1 】

逆拡散部 2 1 6 では、送信側と同じ固有の拡散コードを用いて P / S 部 2 1 4 の出力信号を逆拡散して、所望の受信データを得る。

【 0 1 3 2 】

一方、受信電力検出部 2 1 8 では、F F T 部 2 1 0 の出力信号を入力して、サブキャリア信号ごとにパイロット信号の受信レベル（ここでは、受信電力）を検出する。受信電力検出部 2 1 8 の検出結果は、サブキャリアごとの受信品質情報として O N / O F F 情報生成部 2 2 0 へ出力される。

20

【 0 1 3 3 】

O N / O F F 情報生成部 2 2 0 では、受信電力検出部 2 1 8 の検出結果を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する情報、つまり、サブキャリアごとの送信の O N / O F F 情報を生成する。具体的には、たとえば、1 シンボルが N 本のサブキャリアにわたって拡散率 N で周波数軸方向に拡散されている場合、N 本のサブキャリアの中から相対的に受信品質が低いサブキャリアを P 本選択して送信 O F F にする。ここで、P は、送信電力割り当てのない非送信サブキャリア数であって、あらかじめ設定された値である。すなわち、この場合、送信 O F F するサブキャリアの数（P）をあらかじめ設定しておき、ある 1 シンボルを拡散率 N で拡散して得られた N チップの信号の中から、受信品質

30

について下位 P 本のサブキャリアを選択して、送信 O F F にする。これにより、各シンボルに対して、必ず（N - P）本のサブキャリアは送信されるため、完全に送信 O F F されるシンボルをなくすことができ、送信ビット数を保ちながら、効率的に情報伝送を行うことができる。

このように、本実施の形態では、相対的に受信品質が低いサブキャリアを選択する。たとえば、図 4（A）に示す例では、サブキャリア # 1 1 は、サブキャリア # 2 8 よりも受信品質が良いにもかかわらず、送信 O F F に指定されている。これは、2 シンボル目を構成するサブキャリア # 9 ~ # 1 6（N = 8）の中から、受信レベルが低い 2 本（P = 2）を送信 O F F に選択したためである。

40

【 0 1 3 4 】

また、このとき、P の値は、下記の式 1、

$$2^{(N - P - 1)} \quad N \quad (\text{式 1})$$

を満たす値に設定される。これにより、（N - P）本のサブキャリアで N 種類以上の拡散コードの組み合わせを取ることができるため、異なる拡散コードで拡散した信号が同じ波形になることが回避され、受信側では異なる拡散コードの信号を必ず分離することができる。

【 0 1 3 5 】

たとえば、4 倍拡散の場合（N = 4）、 $2^{(4 - P - 1)}$ 4 を満たす P は、P < 2 なので、P = 1 であり、1 本しか送信を O F F することができない。

50

【 0 1 3 7 】

具体的には、まず、4倍拡散の場合において2本のサブキャリアを送信OFFにしたときを考える。このとき、4倍拡散では、1111、1100、1001、1010の4つのコードがあるが、2本のサブキャリアの送信をOFFにすると、これら4つのコードは、それぞれ、--11、--00、--01、--10となる。よって、コード1で信号「1」を拡散した信号と、コード2で「0」を拡散した信号とが全く同じ送信信号になってしまい、受信側ではこれらを分離することができない。

【 0 1 3 8 】

一方、4倍拡散の場合において1本のサブキャリアのみを送信OFFにしたときを考える。このとき、4倍拡散では、1111、1100、1001、1010の4つのコードがあるが、1本のサブキャリアの送信をOFFにすると、これら4つのコードは、それぞれ、-111、-100、-001、-010となる。よって、これら4つのコードをそれぞれ反転した、-000、-011、-110、-101を含めた合計8つのうちのどれを取っても互いに同じにはならないため、拡散のときに異なる拡散コードのデータが同じ信号になることはない。したがって、 $N = 4$ の場合は、 $P < 2$ が必須の条件である。

【 0 1 3 9 】

ON/OFF情報生成部220の出力信号(サブキャリアごとの送信ON/OFF情報)は、送信RF部222で、アップコンバートなどの所定の無線処理が施された後、アンテナ202から無線送信される。

【 0 1 4 0 】

その後、送信機100は、アンテナ118で、受信機200から無線送信された信号を受信して、受信RF部120へ出力する。

【 0 1 4 1 】

受信RF部120では、アンテナ118で受信した信号に対してダウンコンバートなどの所定の無線処理を施す。受信RF部120の出力信号(ベースバンド信号)は、ON/OFF情報取り出し部122へ出力される。

【 0 1 4 2 】

ON/OFF情報取り出し部122では、受信機200から送られて来たサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を取り出して、キャリア選択部124に通知する。

【 0 1 4 3 】

このように、本実施の形態によれば、MC-CDMA方式において、受信品質が低く送信電力割り当てのないサブキャリアの送信を行わず(送信OFF)、その分の送信電力を、送信機100の総送信電力が一定になるように、送信電力割り当てのある(送信ON)サブキャリアに割り当てて送信を行うため(図4参照)、送信ビット数を保ちつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【 0 1 4 4 】

なお、本実施の形態では、サブキャリアごとの送信ON/OFF情報を受信機200で決定して送信機100に送信するようにしているが、これに限定されるわけではない。サブキャリアごとの受信品質情報を受信機から送信機に報告して、送信機がサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定するようにしてもよい。この場合、送信機がサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定するため、受信機での演算量を低減することができる。なお、本実施の形態のように受信機がサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定する場合は、サブキャリアごとの送信ON/OFF情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないため、受信機から送信機への情報量を低減することができる。

【 0 1 4 5 】

さらには、上りと下りとの遅延プロファイルがほぼ同じであることを利用して、送信機は、受信機からの受信信号の遅延プロファイル情報を用いて送信ON/OFF制御のためのサブキャリアごとの受信品質情報を推定し、サブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定するようにしてもよい。この場合、受信機から送信機へのフィードバック信号(サブキャリアごとの送信ON/OFF情報またはサブキャリアごとの受信品質情報)が不要に

10

20

30

40

50

なり、送信機単独でサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定することができる。

【0146】

また、本実施の形態では、受信機200のON/OFF情報生成部220で用いられるP値はあらかじめ設定されているが、これに限定されるわけではない。たとえば、P値は、適応的に変更してもよい。この場合、P値を伝搬環境に応じて最適な値に設定することができる。また、P値を送信機から受信機に送信するようにしてもよい。この場合、受信機は、送信されたサブキャリアの電力が $N/(N-P)$ 倍されていることを認識できるので、たとえば、QAM復調のための基準レベルを認識することができるため、QAM復調を行うことができる。

【0147】

また、本実施の形態では、送信機100は基地局に、受信機200は移動局にそれぞれ搭載されているが、これに限定されるわけではない。たとえば、送信機100を移動局に、受信機200を基地局にそれぞれ搭載することも可能である。

【0148】

また、本実施の形態では、本発明をMC-CDMA方式に適用した場合について説明したが、これに限定されるわけではなく、本発明は、CDMA方式と組み合わせられた任意のマルチキャリア変調方式に適用可能である。

【0149】

(実施の形態2)

図5は、本発明の実施の形態2に係るマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図である。なお、これらのマルチキャリア送信装置(送信機)300およびマルチキャリア受信装置(受信機)400は、図1に示すマルチキャリア送信装置(送信機)100およびマルチキャリア受信装置(受信機)200とそれぞれ同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0150】

本実施の形態の特徴は、従来方式1とは逆の形態でサブキャリア送信電力制御(ここでは「サブキャリア逆送信電力制御」という)を行う、具体的には、たとえば、MC-CDMA方式において、受信機400での各サブキャリアの受信レベルに応じて、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力を大きくして送信を行い、受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力を小さくして送信を行うことである。そのため、送信機300には送信パワー制御部108a、受信パワー情報取り出し部302、および送信パワー決定部304が設けられ、受信機400には受信パワー情報生成部402が設けられている。

【0151】

なお、ここでも、送信機300と受信機400によってMC-CDMA方式の送受信機が構成されている。また、たとえば、送信機300は、移動体通信システムにおける基地局に搭載され、受信機400は、移動体通信システムにおける移動局装置に搭載されている。

【0152】

次いで、上記構成を有する送信機300および受信機400の特徴的な動作について、図6を用いて説明する。図6は、本実施の形態に対応するサブキャリア逆送信電力制御方式の説明図である。

【0153】

送信機300は、送信パワー制御部108aで、受信機400からの通知に従って、受信パワーが大きい(つまり、受信レベルが高い)サブキャリアほど大きい送信パワーで強く送信し、受信パワーが小さい(つまり、受信レベルが低い)サブキャリアほど小さい送信パワーで弱く送信するように各サブキャリアの送信電力を制御する(図6参照)。具体的には、たとえば、サブキャリア#kの受信パワーを H_k とすると、サブキャリア#kの送信パワーは、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように、受信パワー H_k に比例するパワーに設定される。このとき、受信パワー情報取り出

10

20

30

40

50

し部 302 では、受信機 400 から送られて来たサブキャリアごとの受信パワー情報を取り出して、送信パワー決定部 304 に通知し、送信パワー決定部 304 では、サブキャリアごとの受信パワー情報を基に、各サブキャリアの送信パワーを決定して、送信パワー制御部 108a に指示する。

【0154】

なお、従来方式では、伝搬路におけるパワー変動を補償するために（図 8（C）参照）、サブキャリアの送信パワーは、受信パワー H_k の逆数 $1/H_k$ 倍のパワーとなるように制御されていた（図 8（A）と図 8（B）参照）。

【0155】

一方、受信機 400 は、受信電力検出部 218 で、FFT 部 210 の出力信号を入力して、サブキャリア信号ごとにパイロット信号の受信レベル（ここでは、受信パワー）を検出した後、受信パワー情報生成部 402 へ出力する。 10

【0156】

受信パワー情報生成部 402 では、受信電力検出部 218 の検出結果を基に、サブキャリアごとの受信パワー情報を生成する。具体的には、サブキャリア # k の受信パワーを H_k とすると、この H_k の値を受信パワー情報として送信機 300 に通知する。

【0157】

なお、このとき、受信パワーを 1 シンボル区間にわたって規格化し、1 シンボル区間の相対的なパワーの状態を示す情報を通知するようにしてもよい。すなわち、拡散率を N とすると、規格化されたパワー情報 $H_{k\text{norm}}$ は、下記の式 2、 20

$$H_{k\text{norm}} = H_k / \left(\sum_{K=1}^N H_k \right) \quad (\text{式 2})$$

によって与えられる。これにより、通知情報のダイナミックレンジを小さくすることができる。また、送信機 300 においては、ある 1 シンボルを構成するサブキャリアの送信パワーの合計値を一定に保つことができる。

【0158】

このように、本実施の形態によれば、MC-CDMA 方式において、受信機 400 での各サブキャリアの受信レベル（受信パワー）に応じて、1 シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように、受信パワーが大きいサブキャリアほど送信電力を大きくして送信を行い、受信パワーが小さいサブキャリアほど送信電力を小さくして送信を行うため、1 シンボル当たりの総送信電力を通常と同じに制御しつつ、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。 30

【0159】

たとえば、図 7 に示す本実施の形態に対応する方式と図 8 に示す従来方式とを比較した場合、同じ受信レベル情報に対して（図 7（A）と図 8（A）参照）、同じ送信電力にもかかわらず（図 7（B）と図 8（B）参照）、本実施の形態では、図 7（C）に示すように、図 8（C）に示す従来方式による場合よりも大きい総受信電力を得ることができる。 40

【0160】

なお、本実施の形態では、MC-CDMA 方式におけるサブキャリア逆送信電力制御について説明したが、サブキャリア逆送信電力制御の適用対象方式はこれに限定されるわけではない。たとえば、CDMA 方式と組み合わせられた任意のマルチキャリア変調方式に適用可能であり、さらには、単なる OFDM 方式にも本実施の形態に対応するサブキャリア逆送信電力制御は適用可能である。

【0161】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、MC-CDMA 方式において、送信ビット数を保ちつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア送信 ON / 50

OFF制御方式を実現することができる。

【0162】

また、MC-CDMA方式において、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア逆送信電力制御方式を実現することができる。

【0163】

さらに、OFDM方式において、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア逆送信電力制御方式を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図

10

【図2】送信されるOFDM信号の状態を示す図

【図3】OFDM信号におけるサブキャリアの配置の状態を示す図

【図4】本実施の形態に対応するサブキャリア送信ON/OFF制御方式の説明図

【図5】本発明の実施の形態2に係るマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図

【図6】本実施の形態に対応するサブキャリア逆送信電力制御方式の説明図

【図7】本実施の形態に対応するサブキャリア逆送信電力制御方式の別の説明図

【図8】従来のサブキャリア送信電力制御方式の説明図

【図9】従来のサブキャリア送信ON/OFF制御方式の説明図

【符号の説明】

20

100, 300 送信機

102 拡散部

104, 208 S/P部

106 送信制御部

108 パワー制御部

108a 送信パワー制御部

110 IFFT部

112, 214 P/S部

114 GI挿入部

122 ON/OFF情報取り出し部

30

124 キャリア選択部

200, 400 受信機

206 GI除去部

210 FFT部

212 チャネル補償部

216 逆拡散部

218 受信電力検出部

220 ON/OFF情報生成部

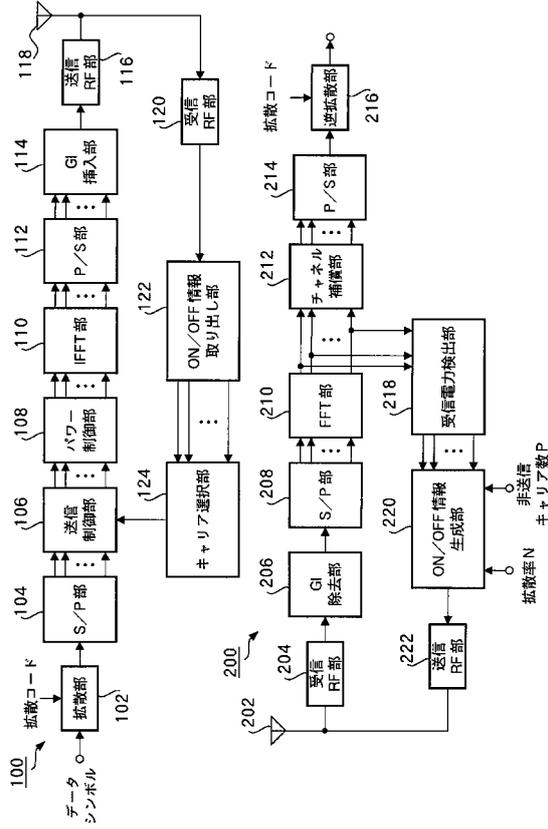
302 受信パワー情報取り出し部

304 送信パワー決定部

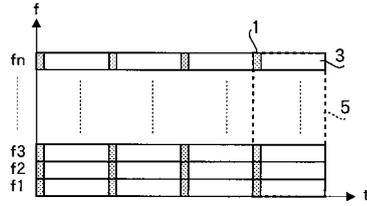
40

402 受信パワー情報生成部

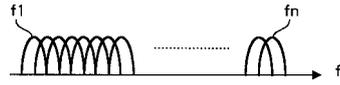
【 図 1 】



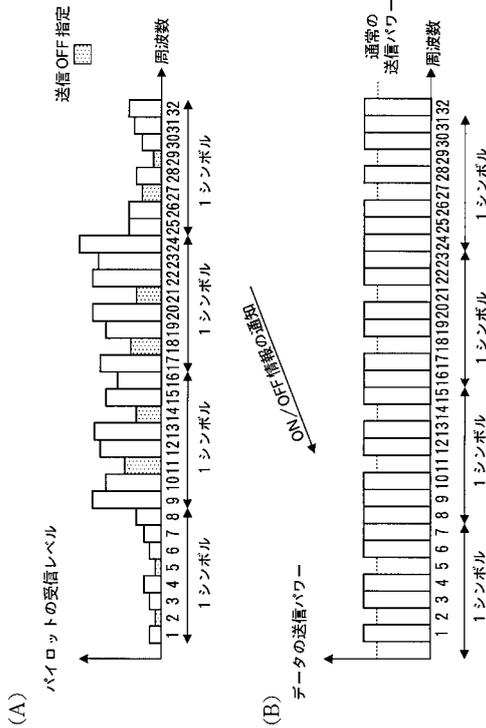
【 図 2 】



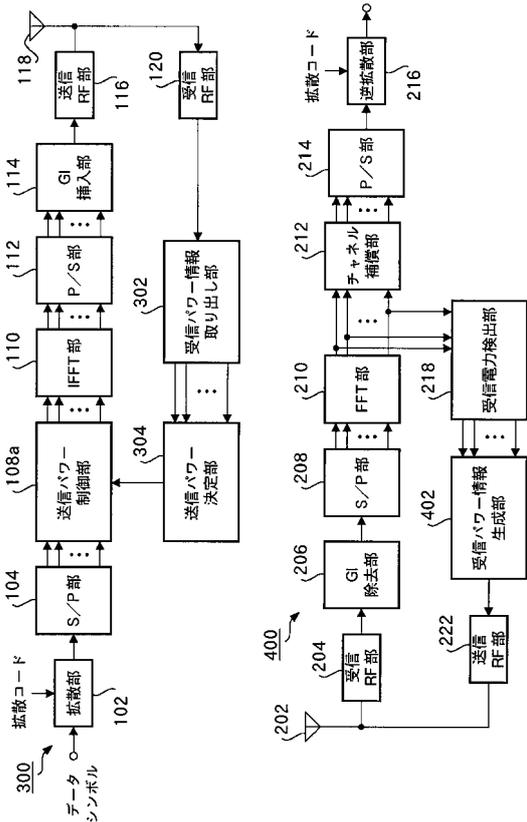
【 図 3 】



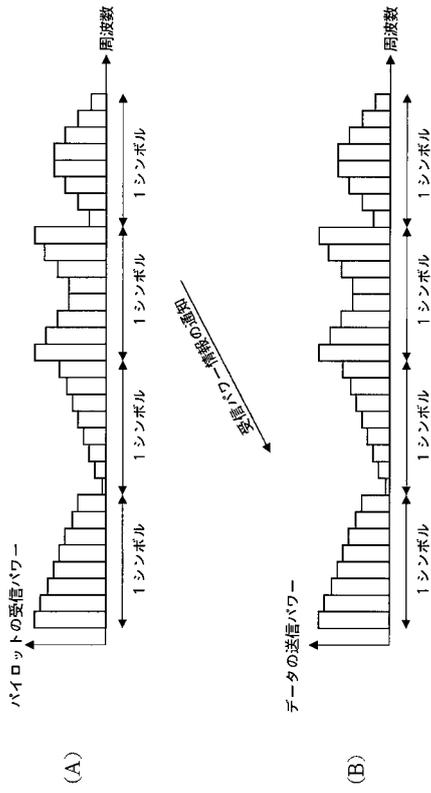
【 図 4 】



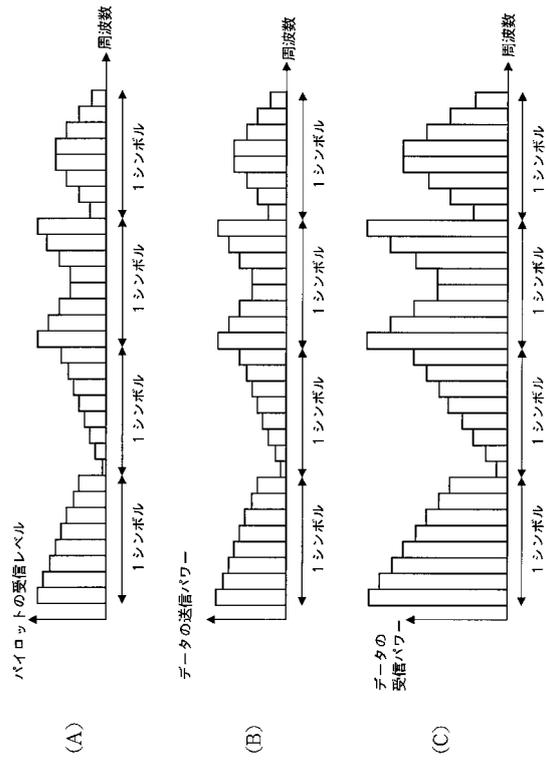
【 図 5 】



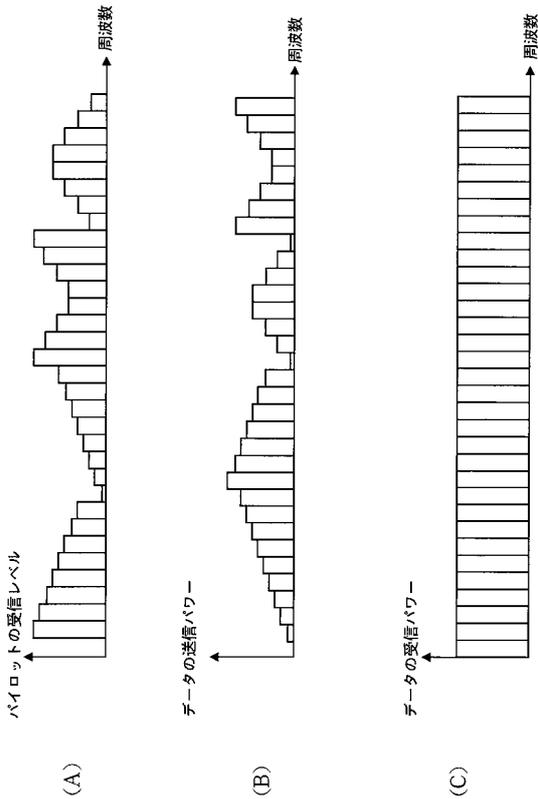
【 図 6 】



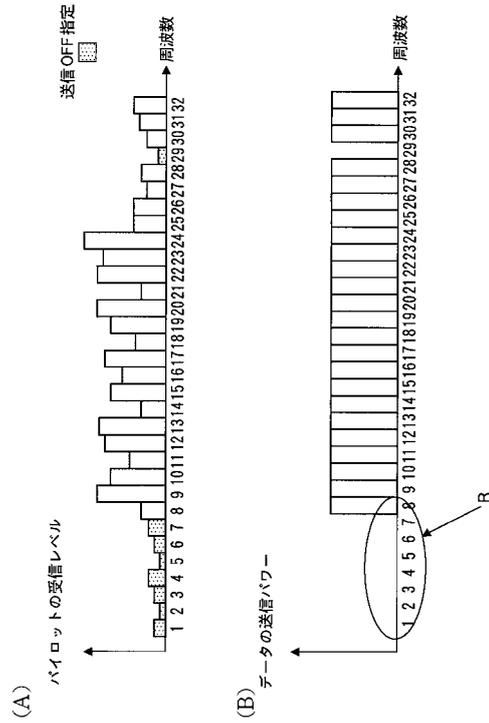
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-144724(JP,A)
特開平11-317723(JP,A)
特開2000-358008(JP,A)
特開平11-163822(JP,A)
特開平11-068630(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H04J 11/00