

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5092350号
(P5092350)

(45) 発行日 平成24年12月5日 (2012. 12. 5)

(24) 登録日 平成24年9月28日 (2012. 9. 28)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 J 11/00 (2006. 01)

H O 4 J 11/00 Z

H O 4 J 13/18 (2011. 01)

H O 4 J 13/00 2 1 O

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2006-290881 (P2006-290881)
(22) 出願日 平成18年10月26日 (2006. 10. 26)
(65) 公開番号 特開2008-109437 (P2008-109437A)
(43) 公開日 平成20年5月8日 (2008. 5. 8)
審査請求日 平成21年7月10日 (2009. 7. 10)

(73) 特許権者 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号
(74) 代理人 100097087
弁理士 ▲高▼須 宏
(72) 発明者 実川 大介
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72) 発明者 関 宏之
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

審査官 佐々木 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パイロット信号伝送方法及び移動通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とを移動局間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する無線通信システムのパイロット信号伝送方法において、

移動局は、前記データ信号に割り当てられた帯域幅よりも広い帯域幅が割り当てられた第1のパイロット信号と、前記データ信号に割り当てられた帯域幅を超えない帯域幅が割り当てられた第2のパイロット信号を送信し、

基地局は、前記第1のパイロット信号と前記第2のパイロット信号とが時間軸上で多重された信号を受信する

ことを特徴とするパイロット信号伝送方法。

【請求項 2】

第1、第2のパイロット信号は系列長が限定された自然数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなることを特徴とする請求項1記載のパイロット信号伝送方法。

【請求項 3】

データ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列からなる第1のパイロット信号と、該データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列からなる第2のパイロット信号とを時間軸上で交互に多重することを特徴とする請求項2記載のパイロット信号伝送方法。

【請求項 4】

データ信号の帯域が隣接するユーザ間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重することを特徴とする請求項3記載のパイロット信号伝送方法。

【請求項5】

各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャンネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する無線通信システムのパイロット信号伝送方法であって、

データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなるパイロット信号を該データ信号の帯域幅の片端いっばいにオフセットさせて多重し、該オフセットさせる方向は時間軸上で変化することを特徴とするパイロット信号伝送方法。

10

【請求項6】

基地局と該基地局に接続する1又は2以上の移動局との間で各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャンネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する移動通信システムであって、

基地局は各移動局に割り付けるデータ信号の帯域幅を下り制御チャンネルで各移動局に通知し、

各移動局は自局のデータ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第1のパイロット信号と、該データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第2のパイロット信号とを時間軸上で交互に多重すると共に、データ信号の帯域が隣接する移動局間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重することを特徴とする移動通信システム。

20

【請求項7】

基地局と該基地局に接続する1又は2以上の移動局との間で各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャンネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する移動通信システムであって、

基地局は各移動局に割り付けるデータ信号の帯域幅と共にパイロット信号に割り付ける帯域幅の優先度情報を下り制御チャンネルにより各移動局に通知し、

30

各移動局は自局の優先度情報がハイの場合は自局のデータ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第1のパイロット信号を多重することを特徴とする移動通信システム。

【請求項8】

各移動局は自局の優先度情報がローの場合は、自局のデータ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第2のパイロット信号を多重することを特徴とする請求項7記載の移動通信システム。

【請求項9】

各移動局は自局の優先度情報が中間の場合は第1、第2のパイロット信号を時間軸上で交互に多重すると共に、データ信号の帯域が隣接する移動局間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重することを特徴とする請求項8記載の移動通信システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はパイロット信号伝送方法及び移動通信システムに関する。特に、所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャンネル補償用のパイロット信号を時間多重(TDM)し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ毎に周波数多重(FDM)したフォーマットの信号を送信するパイロット信号伝送方法及び移動通信システムに用いて好適で

50

ある。

【背景技術】

【0002】

次世代移動通信システム（IMT-2000）の高度化に関する3G上りリンクでは、無線アクセス方式としてOFDM-spread-OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）が検討されており、各ユーザのデータ信号は一定の周波数帯域幅（Resource Unit）の単位でOFDMにより多重される。この方式の特徴としては、シングルキャリア伝送方式であるために、OFDM等のマルチキャリア方式と比べてPAPR（Peak-to-Average Power Ratio）が低いことと、周波数領域の信号処理を用いることによりシングルキャリアの信号成分を周波数領域で柔軟に配置できることが挙げられる。

10

【0003】

図11に周波数領域における信号配置例を示す。RB（Resource Block）はシステムの全周波数帯域幅のうちの各移動局が使用できる周波数帯域幅の最小単位を表す。図11（A）の局所配置では連続したサブキャリアSCを複数束ねて1個のRBとし、図11（B）の分散配置では飛び飛びのサブキャリアSCを束ねて1個のRBとしている。何れの場合も各移動局は互いに異なるRBを使用するので、同一セル内におけるマルチユーザ干渉の発生を有効に回避でき、周波数利用効率が高い。

【0004】

パイロット信号としてはCAZAC系列に属するZadoff-Chu系列（以下、ZC系列と呼ぶ）の適用が検討されている。系列長Nが奇数のZC系列は（1）式、

20

【0005】

【数1】

$$c_k(n) = \exp\left[-\frac{j2\pi k}{N}\left(qn + n\frac{n+1}{2}\right)\right] \quad (n=0, \dots, N-1) \quad (1)$$

【0006】

で表され、系列長Nが偶数のZC系列は（2）式、

【0007】

【数2】

30

$$c_k(n) = \exp\left[-\frac{j2\pi k}{N}\left(qn + \frac{n^2}{2}\right)\right] \quad (n=0, \dots, N-1) \quad (2)$$

【0008】

で表される。ここで、qは任意の整数、kは系列番号を表す。

【0009】

パイロット信号に求められる性質としては、第1にマルチセル干渉の観点からの要求がある。マルチセル環境でZC系列を用いる場合は、セル固有のスクランブルコードを乗算する代わりに、相互相関の小さいZC系列セットを生成し、各セルのパイロット信号に割り当てるが、各セルへの割り当ての自由度を最大にするには、ZC系列セットに含まれる系列数kが最大になる条件として、系列長Nが素数である必要がある。第2に、データ信号と同じ周波数帯域のチャネル推定値を得る必要があるため、基本的にはデータ信号と同じ帯域幅でパイロット信号を送信する必要がある。

40

【0010】

ZC系列は、CAZAC（Constant Amplitude and Zero Auto Correlation）系列に分類され、時間領域及び周波数領域における振幅が一定であることと、位相差が0の場合を除いて自己相関が0であること、の性質を有する。従って、ZC系列をパイロット信号として用いることにより、送信信号のPAPRを十分小さく保つことができる。また受信側で周波数領域のチャネル推定値を求める際にサブキャリア間でチャネル推定値のSNRの

50

ばらつきを十分小さく保つことができる。

【 0 0 1 1 】

この場合に、データ信号と同様に、パイロット信号に対してもセル固有のスクランブルコードを乗算すると、C A Z A C系列としての性質が失われてしまうため、セルラシステムにおける上りリンクのパイロット信号としてZ C系列を用いる場合には、セル固有のスクランブルコードを乗算する代わりに、系列番号kを変化させることにより、相互相関の小さい系列を複数生成し、これらの系列を各セルに割り当てる。

【 0 0 1 2 】

ここで、各セルへの系列の割り当ての自由度（繰り返し数）を考慮すると、相互相関の小さい系列を効率よく生成できたほうが良い。またZ C系列では、系列長Nが素数の場合に相互相関の小さい系列が（N - 1）個生成できることが知られている。そこで、セルラシステムにおける上りリンクのパイロット信号として、系列長Nが素数のZ C系列を用いることが考えられている。

【 0 0 1 3 】

図12は従来技術の問題点を説明する図で、一例のパイロット信号とデータ信号の時間・周波数配置を示している。但し、説明の簡単のため、パイロット信号とデータ信号とで同一のサブキャリア間隔としている。データ信号用領域とパイロット信号用領域とは時間多重されており、データ信号用領域の頭部と末尾にはパイロット信号用領域が配置されている。また、RBの割当情報に基づいて、移動局Aのデータ信号用の領域にはRB1, RB2が割り当てられ、該データ信号と同じ周波数帯域にパイロット信号用の領域が割り当てられている。

【非特許文献1】「Multiplexing Method for Orthogonal Reference Signals for E-UTRA Uplink Agenda Item:11.2.1」,R1-061193, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting No.45 Shanghai, China, 8-12 May, 2006

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

しかし、データ信号のサブキャリア数がRB当りのサブキャリア数の整数倍であるのに対して、パイロット信号で使用するサブキャリア数（即ち、Z C系列の系列長N）は上記の通り素数でなくてはならないため、データ信号とパイロット信号が使用する周波数帯域幅は基本的に異なる。また、隣接するRBを使用する移動局との間でパイロット信号が互いに干渉するのを防ぐ必要がある。

【 0 0 1 5 】

そこで、パイロット信号の周波数帯域幅がデータ信号の周波数帯域幅を超えない範囲内で、サブキャリア数（Z C系列の系列長）が最大の素数であるところのパイロット信号を用いることが考えられる。図12ではデータ信号の周波数帯域幅16（単位省略）を超えない範囲の最大の素数（13）をパイロット信号に割り当てた場合を示している。図12のパイロット信号配置ではデータ信号の両端部の帯域にパイロット信号が配置されていないため、データ信号の右端部では1個、左端部では2個のサブキャリアにつきチャネル推定値を外挿しなくてはならない。

【 0 0 1 6 】

しかるに、ここで基地局受信部におけるチャネル推定精度について考えると、チャネル推定精度に影響する主な要因としては、第1に受信信号に含まれる熱雑音成分や干渉信号成分であり、第2に時間・周波数補間部における補間処理の精度が挙げられる。チャネル歪みは、移動局の移動速度に応じて時間方向の変動が激しくなり、遅延スプレッドに応じて周波数方向の変動が大きくなる。このチャネル歪みの変動が小さい範囲で補間処理を行う限りは、ある程度正確に補間を行えるが、チャネル歪みの変動が大きい範囲で補間処理を行うと、変動の仕方は元々複雑であるため、正確に補間を行うことはできない。また、一般に、都市部等におけるチャネル歪みは時間方向よりも周波数方向の変動が大きく、かつ複雑であること、また補間方法については内挿よりも外挿の方が精度が低いことが知ら

10

20

30

40

50

れている。

【 0 0 1 7 】

従って、上りリンクのパイロット信号に系列長が素数の Z C 系列を用いる場合には、上記の如くパイロット信号の帯域幅がデータ信号の帯域幅と一致するとは限らないため、周波数方向の外挿を行うことによりチャネル推定精度が著しく劣化し、その結果、データ信号の受信特性が著しく劣化する問題があった。また、パイロット信号の帯域幅をデータ信号よりも一回り大きくした場合にはユーザ間でパイロット信号が干渉してしまう。

【 0 0 1 8 】

本発明は上記従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、その目的とする所は、良好なチャネル推定が行えるパイロット信号伝送方法及び移動通信システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 9 】

本発明の第 1 の態様によるパイロット信号伝送方法は、各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とを移動局間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する無線通信システムのパイロット信号伝送方法において、移動局は、前記データ信号に割り当てられた帯域幅よりも広い帯域幅が割り当てられた第 1 のパイロット信号と、前記データ信号に割り当てられた帯域幅を超えない帯域幅が割り当てられた第 2 のパイロット信号を送信し、基地局は、前記第 1 のパイロット信号と前記第 2 のパイロット信号とが時間軸上で多重された信号を受信するものである。

【 0 0 2 0 】

本発明においては、移動局は、データ信号に割り当てられた帯域幅よりも広い帯域幅が割り当てられた第 1 のパイロット信号と、データ信号に割り当てられた帯域幅を超えない帯域幅が割り当てられた第 2 のパイロット信号を送信し、基地局は、前記第 1 のパイロット信号と前記第 2 のパイロット信号とが時間軸上で多重された信号を受信する構成により、該基地局はデータ信号の両端部におけるサブキャリアのチャネル推定を、外挿することなく、第 1 のパイロット信号を用いて良好に行える。また、帯域幅が狭い第 2 のパイロット信号を時間軸上で混在させることにより、隣接する他のユーザでも同様のチャネル推定が行える。

【 0 0 2 1 】

例えば図 3 に示す如く、ユーザ B の先頭のパイロット信号 1 に帯域幅の広い第 1 のパイロット信号 (W 1 7) を多重し、かつ末尾のパイロット信号 2 に帯域幅の狭い第 2 のパイロット信号 (N 1 3) を多重する。こうすれば、サブキャリア $f_9 \sim f_{11}$ のチャネル推定はパイロット信号 1 を使用して良好に推定できる。また、パイロット信号 2 (N 1 3) の帯域幅が狭いので、隣接するユーザ A でも公平に同様のパイロット信号配置と、チャネル推定を行える。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 2 の態様では、第 1 , 第 2 のパイロット信号は系列長が限定された自然数の系列を D F T 処理した周波数成分の系列からなる。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 3 の態様では、データ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列からなる第 1 のパイロット信号と、該データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列からなる第 2 のパイロット信号とを時間軸上で交互に多重する。従って、サブキャリアのチャネル推定を所要の時間間隔で効率よく行える。

【 0 0 2 4 】

本発明の第 4 の態様では、データ信号の帯域が隣接するユーザ間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重する。従って、パイロット信号間で干渉が生じない。

【 0 0 2 5 】

好ましくは、隣接するユーザのデータ信号の帯域幅が同一である。

【0026】

また好ましくは、隣接するユーザのデータ信号の帯域幅が異なる。

【0027】

本発明の第5の態様によるパイロット信号伝送方法は、各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する無線通信システムのパイロット信号送信方法であって、データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなるパイロット信号を該データ信号の帯域幅の片端いっばいにオフセットさせて多重し、該オフセットさせる方向は時間軸上で変化するものである。

10

【0028】

例えば図6に示す如く、ユーザAの先頭のパイロット信号1(N13)をデータ信号帯域の左端にオフセットさせて多重し、かつ末尾のパイロット信号2(N13)をデータ信号帯域の右端にオフセットさせて多重する。こうすれば、サブキャリア $f_1 \sim f_3$ のチャネル推定はパイロット信号1を使用して良好に推定でき、かつサブキャリア $f_{14} \sim f_{16}$ のチャネル推定はパイロット信号2を使用して良好に推定できる。しかも、パイロット信号1, 2は共にユーザAのデータ信号の帯域幅より狭いので、システムのみならず、他のユーザにも影響を与えない。従って、パイロット信号1, 2を多重するタイミング(場所)についても自由度が高い。

20

【0029】

好ましくは、本発明のパイロット信号伝送方法は、各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する無線通信システムのパイロット信号伝送方法であって、前記パイロット信号は系列長が素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなると共に、データ信号の帯域幅を前記パイロット信号の系列長に対応する帯域幅に一致させたものである。従って、多数の相関の小さいパイロット信号を多重出来ると共に、データ信号帯域を無駄なく使用できる。

【0030】

本発明の第6の態様による移動通信システムは、基地局と該基地局に接続する1又は2以上の移動局との間で各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する移動通信システムであって、基地局は各移動局に割り付けるデータ信号の帯域幅を下り制御チャンネルで各移動局に通知し、各移動局は自局のデータ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第1のパイロット信号と、該データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第2のパイロット信号とを時間軸上で交互に多重すると共に、データ信号の帯域が隣接する移動局間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重するものである。

30

【0031】

本発明の第7の態様による移動通信システムは、基地局と該基地局に接続する1又は2以上の移動局との間で各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する移動通信システムであって、基地局は各移動局に割り付けるデータ信号の帯域幅と共にパイロット信号に割り付ける帯域幅の優先度情報を下り制御チャンネルにより各移動局に通知し、各移動局は自局の優先度情報がハイの場合は自局のデータ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第1のパイロット信号を多重するものである。

40

【0032】

本発明では、パイロット信号帯域幅の配置制御に、優先度情報を加味する構成により、

50

高度で柔軟性の高い配置制御が可能となる。

【 0 0 3 3 】

本発明の第 8 の態様では、各移動局は自局の優先度情報がローの場合は、自局のデータ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列を D F T 処理した周波数成分の系列からなる第 2 のパイロット信号を多重する。

【 0 0 3 4 】

本発明の第 9 の態様では、各移動局は自局の優先度情報が中間の場合は第 1 , 第 2 のパイロット信号を時間軸上で交互に多重すると共に、データ信号の帯域が隣接する移動局間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重する。

【 0 0 3 5 】

好ましくは、基地局は、パイロット信号で使える帯域幅の不足率を、(データ信号の帯域幅 - パイロット信号の帯域幅) / (データ信号の帯域幅) により求め、該不足率の大きい移動局に対する優先度をハイに設定する。従って、不足率の大きい移動局のチャネル特性を改善できる。また好ましくは、基地局は、不足率の小さい移動局に対する優先度をローに設定する。これにより、隣接する移動局に広いパイロット信号帯域を割り付けることも可能となる。

【 0 0 3 6 】

また好ましくは、基地局はデータ信号の帯域が隣接する各移動局に対する優先度の情報が共にハイの場合、又は共にローの場合は、共に中間に再設定する。これにより、両移動局を公平にかつ効率よく収容できる。また好ましくは、基地局はデータ信号の帯域が隣接する移動局間でパイロット信号が干渉する可能性がある場合は優先度がハイの移動局の優先度をローに再設定する。これによりパイロット信号間の干渉を有効に回避できる。

【 0 0 3 7 】

また好ましくは、基地局はシステム帯域幅の端部に位置する移動局の優先度をローに設定する。また好ましくは、基地局は変調多値数の小さい移動局の優先度をローに設定する。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 8 】

以上述べた如く本発明によれば、チャネル推定値を周波数軸方向で外挿しなくても、良好なチャネル推定が行え、受信特性が向上する。また、マルチセル環境で相互相関の小さいパイロット信号を各セルに割り当てる自由度が高い。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 9 】

以下、添付図面に従って本発明に好適なる実施の形態を詳細に説明する。なお、全図を通して同一符号は同一又は相当部分を示すものとする。図 1 , 図 2 は第 1 の実施の形態による移動通信システムを説明する図で、D F T Spread O F D M 方式を用いた移動通信システムの一例を示している。

【 0 0 4 0 】

図 1 に基地局受信部のブロック図を示す。移動局 5 0 からの上り無線信号は受信 R F 部 1 1 でベースバンド信号に変換及び直交復調され、A / D 変換部 1 2 で A / D 変換される。パスサーチ部 1 4 は時間領域で受信信号と送信パイロット信号のレプリカとの相関演算を行うことにより、各パスの受信タイミング(有効信号成分の開始点)を検出する。C P 削除部 1 3 はパス 1 の受信タイミングに基づいて受信信号から C P (Cyclic Prefix) を削除し、有効信号成分を切り出す。データ・パイロット信号分離部 1 5 は受信信号から時間多重されたパイロット信号とデータ信号を分離する。

【 0 0 4 1 】

パイロット信号については、F F T 部 1 6 b で時間領域の信号を周波数領域の信号に変換し、各移動局に対応して設けられた復調回路部 4 0 A , 4 0 B 等に加える。今、復調回路部 4 0 A に注目すると、系列長決定部 4 1 では、当該移動局についての今回の R B 割当情報と、後述のパイロット信号帯域の割当規則とに基づいて、パイロット信号の系列長と

10

20

30

40

50

、サブキャリア上での信号配置とを決定すると共に、この決定に基づいて、パイロット信号生成部 25 では時間領域の送信パイロット信号のレプリカを生成し、DFT 演算部 26 では時間領域のパイロット信号を周波数領域のパイロット信号に変換する。更に、サブキャリアマッピング部 27 では周波数領域のパイロット信号を当該移動局 50 に割り当てられたサブキャリアの配置位置にマッピングする。

【0042】

チャネル推定部 17 は、パイロット信号が配置された各サブキャリアにつき周波数領域で受信パイロット信号と送信パイロット信号のレプリカとの相関演算を行うことにより各サブキャリアにおける周波数領域のチャネル歪みを推定する。

【0043】

10

SIR 推定部 28 は、その第 1 の目的としては、チャネル推定部 17 で得られたチャネル推定値を用いてデータ信号用の各 RB に対する受信 SIR を推定する。推定方法の例としては、データ信号用の RB 毎に対象とする移動局 50 のパイロット信号が配置されたサブキャリアのチャネル推定値を用い、複素数で表されるチャネル推定値の実数部と虚数部のそれぞれの 2 乗の和を希望信号電力 S とみなし、かつ複数シンボルにおける分散値を干渉信号電力 I とみなし、S と I の比を受信 SIR の推定値とする。第 2 の目的としては、後述の重み係数生成部 20 で用いる雑音電力推定値を算出する。具体的には、受信 SIR 推定値を求める過程で得られたデータ信号用の各 RB の干渉電力 I を RB 間で平均することにより算出する。

【0044】

20

RB 割当部 31 では、各データ信号用 RB の受信 SIR 推定値を用いて移動局 50 からの次回のデータ信号の送信に用いる RB を割り当てる。割り当て方法の例としては、受信 SIR 推定値が所定のしきい値を超えた RB を割り当てる方法等がある。各移動局に受信品質の高い RB を割り当てることによりセル全体でのスループットが向上する。制御信号変調部 32 は、RB 割当部 31 で求められた次回の RB 割当情報を制御信号にマッピングし、移動局 50 にフィードバックする。

【0045】

なお、移動局 50 への次回の割当情報は当該移動局 50 がデータを送信する際の今回の割当情報であると共に、基地局 10 でその送信データを受信処理する際の今回の割当情報でもある。RB 割当部 31 の次回の RB 割当情報はバッファ 30 により遅延され、今回の RB 割当情報となっている。

30

【0046】

時間・周波数補間部 18 は、チャネル推定値の補間（内挿／外挿）が必要となった場合には、チャネル推定部 17 で得られたサブフレーム内の一部のサブキャリア、FFT ブロックのチャネル推定値を用いて、時間方向、周波数方向での補間処理（線形補間等）を行うことによりサブフレーム内の全サブキャリア、全 FFT ブロックのチャネル推定値を算出する。

【0047】

重み係数生成部 20 は周波数等化部 19 で用いる MMSE ウェイトを算出する。例えば、特定のサブキャリア、FFT ブロックについて、チャネル推定値を H、雑音電力推定値を N とすると、MMSE ウェイト W は (3) 式、

40

【0048】

【数 3】

$$W = \frac{H^*}{|H|^2 + N} \quad (3)$$

【0049】

により求められる。ここで、* は複素共役を表す。

【0050】

50

受信データ信号については、FFT部16aで時間領域の信号を周波数領域の信号に変換し、各移動局に対応して設けられた復調回路部40A, 40B等に加える。復調回路部40Aに注目すると、FFT部16aの出力は周波数等化部19で周波数等化される。具体的には、特定のサブキャリア、FFTブロックについて、受信データ信号とそれに対応する前述のMMSEウェイトとを乗算する。

【0051】

有効サブキャリア判定部29は、今回のRB割当情報を用いてデータ信号が配置されている有効サブキャリアの位置を判定する。今回のRB割当情報はRB割当部31からのバッファ30を経由した信号から得ることができる。サブキャリアデマッピング部21は、有効サブキャリアの情報を用いて、各FFTブロックの受信信号から対象とする移動局50のデータ信号が配置されたRBの信号を抽出する。IDFT演算部22では周波数領域のデータ信号を時間領域の信号に変換し、データ復調部23ではデータ復調を行う。更に、ターボ復号器24では誤り訂正復号を行い、こうして復元されたデータ信号を得る。復調回路部40Bについても同様である。

【0052】

図2に移動局送信部のブロック図を示す。基地局10からの下り無線信号は受信RF部63で受信及びベースバンド信号に変換される。制御信号復調部64は基地局10からフィードバックされた制御信号を復調し、RBの割り当て数や、RB番号から構成されるRB割当情報を抽出する。基地局10からの次のRB割当情報は移動局50の送信時における今回のRB割当情報である。

【0053】

移動局50の送信データ信号はターボ符号器51で誤り訂正符号化され、データ変調部52で変調される。更に、スクランブルコード乗算部53は、セル間干渉を小さくする目的で、前記変調信号にセル固有のスクランブルコードを乗算する。DFT演算部54aでは基地局10からのRB割当数に応じたシンボル単位でデータ信号のDFT (Discrete Fourier Transform) 処理を行い、時間領域のデータ信号を周波数領域の信号に変換する。例えば、RBのサブキャリア数を N_c とし、RBの割当数を N_{RB} とすると、 $(N_c \times N_{RB})$ のシンボル単位でDFT処理を行う。サブキャリアマッピング部55aではDFT演算部54aの出力信号を周波数領域でのRB割当情報に基づいて局所配置にマッピングする。IFFT演算部56aでは周波数領域の信号を再び時間領域の信号に変換し、CP挿入部57aではIFFT演算部56aから出力されるサンプル (IFFTブロック) 毎にCP (Cyclic Prefix) を挿入する。

【0054】

系列長決定部71では、基地局10からのRB割当情報と、基地局10と共通のパイロット信号帯域の割当規則とに基づいて、自局のパイロット信号の系列長と、サブキャリア上での信号配置とを決定すると共に、この決定に基づいて、パイロット信号生成部61では時間領域の送信パイロット信号を生成し、DFT演算部54bでは時間領域のパイロット信号を周波数領域のパイロット信号に変換する。更に、サブキャリアマッピング部55bでは周波数領域のパイロット信号を当該移動局50に割り当てられたサブキャリアの配置位置にマッピングする。また、基地局10にて各RBの無線チャネル品質情報CQI (Channel Quality Indicator) を測定するために、周期的に単独でパイロット信号を送信する場合には、DFT演算部54bからの出力信号を全帯域にわたって分散配置にマッピングする。IFFT演算部56bでは周波数領域の信号を再び時間領域の信号に変換し、CP挿入部57bではIFFT演算部56bから出力されるサンプル毎にCPを挿入する。

【0055】

更にデータ・パイロット信号多重部58ではデータ信号とパイロット信号を時間多重し、D/A変換部59でD/A変換を行い、送信RF部60で直交変調を行い、かつベースバンド信号を無線周波数の信号に変換し、送信アンテナから送信する。

【0056】

10

20

30

40

50

係る構成により、DFT-spread-OFDM方式の下で、各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重(FDM)させて伝送する。この場合に、基地局10から各移動局50に向かう下り回線の信号は基地局10内で周波数多重され、各移動局50から基地局10へ向かう上り回線の信号は空間で周波数多重される。

【0057】

図3は実施の形態によるパイロット信号の配置例を示す図で、システムの周波数帯域幅(32)を3つの移動局A~Cにより周波数分割して使用する場合を示している。パイロット信号を配置する際の目安となる規則は、各パイロット信号の系列長が各ユーザのデータ信号に割り当てられた帯域幅内での空白部分ができるだけ少なくなるように、かつ隣接するデータ信号(ユーザ)の帯域間でパイロット信号の重なり(干渉)が生じないように配置するものである。更に、いかなるパイロット信号もシステムの帯域幅を超えないものである。本実施の形態で使用する一例のパイロット信号は、時間領域及び周波数領域における信号振幅が一定であり、かつ位相差が0の場合を除いて自己相関が0である、等の性質を有する、CAZAC(Constant Amplitude and Zero Auto Correlation)系列に分類される系列であって、例えば系列長が素数のZadoff-Chu系列をDFT処理した周波数成分の系列からなるものである。以下、パイロット信号の一例の配置例を具体的に説明する。

【0058】

図3において、ユーザAにはRB1(サブチャネルSCF1~f8)、ユーザBにはRB2, RB3(SCF9~f24)、ユーザCにはRB4(SCF25~f32)が割り当てられているとする。ユーザAの先頭のパイロット信号1にはデータ信号の帯域幅(8)を超えない最大の素数(7)の系列長が割り当てられ、ユーザAの末尾のパイロット信号2にはデータ信号の帯域幅(8)を超える最小の素数(11)の系列長が割り当てられる。ここで、記号N(Narrow)は当該ユーザのパイロット信号に割り当てられる狭い側の帯域幅を表し、記号W(Wide)は広い側の帯域幅を表す。なお、図10(B)に素数の例を示す。

【0059】

次に、隣接するユーザBのパイロット信号には、上記ユーザAに対するのと相補的となるような系列長が割り当てられる。即ち、ユーザBの先頭のパイロット信号1にはデータ信号の帯域幅(16)を超える最小の素数の系列長(W17)が割り当てられ、ユーザBの末尾のパイロット信号2にはデータ信号の帯域幅(16)を超えない最大の素数の系列長(N13)が割り当てられる。

【0060】

更に、ユーザA, Bの先頭のパイロット信号1に着目すると、ユーザAの(N7)とユーザBの(W17)との和は(24)であり、これはユーザA, Bのデータ帯域幅の和(24)を超えない。また、ユーザA, Bの末尾のパイロット信号2に着目すると、ユーザAの(W11)とユーザBの(N13)との和も(24)であり、これもユーザA, Bのデータ帯域幅の和(24)を超えない。従って、ユーザA, Bの各パイロット信号間で干渉が生じないばかりか、更に他のユーザとの間でもパイロット信号の干渉は生じない。

【0061】

また、ユーザA, Bの各パイロット信号を図示の如く配置することで、ユーザAのデータ信号に関するSCF8のチャネル推定はユーザAの末尾のパイロット信号(W11)を使用して良好に行え、またユーザBのデータ信号に関するSCF9~11のチャネル推定はユーザBの先頭のパイロット信号(W17)を使用して良好に行える。

【0062】

更に、ユーザCのパイロット信号については、上記ユーザA, Bの各パイロット信号により丁度データ信号の帯域幅(24)分を埋めたので、新たに配分を開始できる。但し、ユーザCのデータ信号帯域はシステム帯域幅の端部(右端)に位置しているため、そのパイロット信号はユーザCのデータ信号の帯域幅(8)を超えることが出来ない。そこで、

ユーザCの先頭のパイロット信号1については、データ信号の帯域幅(8)を超えない最大の素数の系列(N7)が割り当てられ、かつ末尾のパイロット信号2にもデータ信号の帯域幅(8)を超えない最大の素数の系列(N7)が与えられる。好ましくは、上下の各パイロット信号(N7)を、図示の如く、左右の帯域幅いっぱいオフセットさせて配置することにより、ユーザCのデータ信号に関するSCF25のチャンネル推定はユーザCの末尾のパイロット信号(N7)を使用して良好に行え、かつSCF32のチャンネル推定はユーザCの先頭のパイロット信号(N7)を使用して良好に行える。本実施の形態によれば、チャンネル推定値を周波数方向で外挿する必要がないので、チャンネル推定精度の劣化を効果的に防ぐことができる。

【0063】

10

図4は実施の形態によるパイロット系列長決定処理のフローチャートで、この処理はパイロット信号の系列長決定部41, 71で実行される。処理の概要は、各パイロット信号がユーザに割り当てられたデータ信号の帯域幅内でより多くの帯域にを占めるように、かつ隣接するユーザ間ではパイロット信号が重ならないように決定する。更に、いかなるパイロット信号もシステムの帯域幅を飛び出さないものである。

【0064】

ステップS11ではユーザAに割り当てられたデータ信号の帯域幅DBAを取得する。ステップS12ではユーザAのワイド側のパイロット信号の系列長PAWにDBAを超える最小の素数をセットする。ステップS13ではユーザAのナロー側のパイロット信号の系列長PANにDBAを超えない最大の素数をセットする。ステップS14ではユーザAのデータ信号の帯域の隣の帯域が、他のユーザのデータ信号用の帯域として割り当てられているか否かを判別する。

20

【0065】

存在する場合は、ステップS15でユーザBに割り当てられたデータ信号の帯域幅DBBを取得する。ステップS16ではユーザBのワイド側のパイロット信号の系列長PBWにDBBを超える最小の素数をセットする。ステップS17ではユーザBのナロー側のパイロット信号の系列長PBNにDBBを超えない最大の素数をセットする。

【0066】

ステップS18ではユーザA, Bの先頭のパイロット信号1の合計の系列長(PAW + PBN)がユーザA, Bの合計のデータ信号の帯域幅(DBA + DBB)を超えるか否かを判別する。超える場合は、パイロット信号間で干渉が生じるので、ステップS19で重なる分の帯域幅ABを(PAW + PBN) - (DBA + DBB)により求める。ステップS20では、ユーザBのナロー側のパイロット信号の系列長PBNを(PBN - AB)を超えない最大の素数で置き換える。また上記ステップS18の判別がNOの場合は上記ステップS19, S20の処理をスキップする。

30

【0067】

ステップS21ではユーザA, Bのパイロット信号2の合計の系列長(PAN + PBW)がユーザA, Bの合計のデータ信号の帯域幅(DBA + DBB)を超えるか否かを判別する。超える場合は、干渉が生じるので、ステップS22で重なる分の帯域幅BAを(PAN + PBW) - (DBA + DBB)により求める。ステップS23では、ユーザAのナロー側のパイロット信号の系列長PANを(PAN - BA)を超えない最大の素数で置き換え、この処理を抜ける。また上記ステップS21の判別がNOの場合は上記ステップS22, S23の処理をスキップし、この処理を抜ける。

40

【0068】

また、上記ステップS14の判別でNOの場合はステップS24でユーザAのワイド側のパイロット信号の系列長をナロー側のパイロット信号の系列長PANで置き換え、この処理を抜ける。なお、上記ステップS14の判別がNOとなる場合には、他のユーザに割当可能なデータ信号用の帯域がシステムに余っていない場合と、システムの帯域は余っているが、データ信号用帯域を割り当てるユーザがない場合とがあり、図示のステップS24は、システムの帯域が余っていない前者の場合を示している。もし、システムの帯域

50

は余っているが、データ信号用帯域を割り当てるユーザがいらないような後者の場合には、今回の処理対象であるユーザAにワイド側のパイロット信号の系列長PAWを割り付けても良い。但し、システムの全帯域幅を超えない範囲内であることが条件である。

【0069】

本実施の形態では、隣接する2つのユーザに割り当てられたデータ信号の帯域幅を単位に同一の処理を繰り返すことで、容易にパイロット信号を配置できる。そして、最後にペアが形成できなかった端数としての1つのユーザが残った場合には、上記ステップS24のルートを通してこの処理を抜けることで、任意数分のユーザに対する各パイロット信号の系列長を効率よく決定できる。

【0070】

10

図5～図7は実施の形態による他のパイロット信号配置例を示す図(1)～(3)で、本発明に従う様々なパイロット信号の配置例を示している。図5(A)は同一帯域幅のRBを単位にパイロット信号の系列長を決定する場合を示している。ここでは、データ信号の帯域幅(12)の各RB1～RB5がユーザA～Eに割り当てられ、サブフレームの先頭と末尾にパイロット信号1, 2が配置される例を説明する。

【0071】

RBの帯域幅が(12)であることにより、RBを超えない最大の素数は11, またRBを超える最小の素数は13となる。これらのパイロット信号をN11, W13とし、上記の条件に従って配置すると、RB1において、先頭のパイロット信号1にはW13を配置し、末尾のパイロット信号2にはN11を配置する。これによりRB1の右端のサブキャリアの伝搬特性は先頭のパイロット信号1(W13)により推定できる。

20

【0072】

隣接のRB2について、先頭のパイロット信号1にはN11を配置し、末尾のパイロット信号2にはW13を配置する。これによりRB2の左端サブキャリアの伝搬特性は末尾のパイロット信号2(W13)により推定できる。しかも、RB1, RB2の間では先頭のパイロット信号1でも末尾のパイロット信号2でも共に干渉は生じていない。またW13とN11の和の帯域幅は(24)であり、これはユーザA, Bに割り当てられたデータ信号の帯域幅(14)と等しい。従って、RB3, RB4についても同様に処理できる。

【0073】

一方、RB5では単一のデータ信号の帯域幅(12)しか使えないため、先頭及び末尾のパイロット信号1, 2に共にN11を配置する。好ましくは、先頭と末尾のパイロット信号N11を図示の如くRB5の帯域幅いっぱいにオフセットさせて配置する。こうすればRB5の右端のサブキャリアの伝搬特性は先頭のパイロット信号N11の右端のシンボルを使用して推定でき、RB5の左端のサブキャリアの伝搬特性は末尾のパイロット信号N11の左端のシンボルを使用して推定できる。なお、この例のサブキャリアの不足数は「1」であるから、これを外挿してもよい。

30

【0074】

図5(B)はユーザに割り付けられたデータ信号の帯域幅を単位にパイロット信号の系列長を決定する場合を示している。ここでは、ユーザAに帯域幅(12)、ユーザBに帯域幅(36)、ユーザCに帯域幅(12)が割り付けられ、サブフレームの先頭と末尾にパイロット信号1, 2が配置される例を説明する。ユーザAの帯域幅が(12)であることにより先頭のパイロット信号1にはW13を配置し、末尾のパイロット信号2にはN11を配置する。これによりユーザAの右端のサブキャリアの伝搬特性は先頭のパイロット信号1(W13)を使用して推定できる。

40

【0075】

隣接のユーザBについては、データ信号の帯域幅が(36)であることにより、該(36)を超えない最大の素数は31, また(36)を超える最小の素数は37となる。これらのパイロット信号をN31, W37とし、上記条件を満たすように配置すると、ユーザBの先頭のパイロット信号1にはN31を配置し、末尾のパイロット信号2にはW37を配置する。これによりユーザBの左端側の5つのサブキャリアの伝搬特性は末尾のパイロ

50

ット信号 2 (W 3 7) を使用して良好に推定できる。

【 0 0 7 6 】

しかも、ユーザ A , B 間では先頭のパイロット信号 1 でも末尾のパイロット信号 2 でも共に干渉 (重複) は生じていない。また、末尾の N 1 1 と W 3 7 の和の帯域幅は丁度 (4 8) であり、これはユーザ A , B に割り当てられたデータ信号の帯域幅 (4 8) と等しい。一方、先頭のパイロット信号 N 3 1 はデータ信号の帯域幅 (3 6) に (5) 足りないが、末尾のパイロット信号 W 3 7 を使用して良好に推定できる。なお、先頭のパイロット信号 N 3 1 は左右に空きが出来るように配置しても良い。また、隣接するユーザ C については、上記図 5 (A) の場合と同様に処理できる。

【 0 0 7 7 】

図 6 はデータ信号の帯域幅より小さい系列長のパイロット信号をサブフレームの先頭と末尾でデータ信号の帯域幅いっぱいオフセットさせて配置する場合を示している。ユーザ A , B には共にデータ信号の帯域幅 (1 6) が割り当てられており、該 (1 6) を超えない最大の素数は 1 3 である。そこで、ユーザ A についてはデータ信号の帯域幅より狭い 2 つのパイロット信号 N 1 3 を図示の如くデータ信号の帯域幅いっぱいオフセットさせて配置する。これにより、サブキャリア S C f 1 ~ S C f 3 の伝搬特性は先頭のパイロット信号 N 1 3 を使用して良好に推定でき、また S C f 1 4 ~ S C f 1 6 の伝搬特性は末尾のパイロット信号 N 1 3 を使用して良好に推定できる。なお、本実施の形態における末尾のパイロット信号 2 (N 1 3) は、これに続くデータブロックに対する先頭のパイロット信号としてチャネル推定に利用しても良い。

【 0 0 7 8 】

ユーザ B については、ユーザ A と同様でも良いが、この例では、ユーザ A と逆になるようにオフセットさせて配置している。これにより、S C f 1 7 ~ S C f 1 9 の伝搬特性は末尾のパイロット信号 N 1 3 を使用して、また S C f 3 0 ~ S C f 3 2 の伝搬特性は先頭のパイロット信号 N 1 3 を使用して良好に推定できる。なお、ユーザ A , B のパイロット信号パターン (N 1 3) は同一でも良いが、系列番号 k を変えても良い。

【 0 0 7 9 】

図 7 はデータ信号の帯域幅をパイロット信号の系列長に合わせる場合を示しており、図 7 (A) はパイロット信号の系列長を R B を単位に決定する場合を示している。R B を (1 2) とすると、該 (1 2) を超える最小の素数は 1 3、該 (1 2) を超えない最大の素数は 1 1 である。R B 1 と R B 2 はデータ信号の合計の帯域幅 (2 4) を W 1 3 と N 1 1 とで分け合うことにより、合計の帯域幅 (2 4) を有効に使用出来る。しかも、パイロット信号の全シンボルをチャネル推定に利用できる。隣接する R B 3 , R B 4 についても同様である。R B 5 については、単一であるため、パイロット信号 N 1 1 を使用している。

【 0 0 8 0 】

図 7 (B) はパイロット信号の系列長を各ユーザに割り振られたデータ信号の帯域幅毎に決定する場合を示している。この例のユーザ A , B には、基本的には、共通の帯域幅 (2 4) が割り当てられるとすると、該 (2 4) を超える最小の素数は 2 9、該 (2 4) を超えない最大の素数は 2 3 となる。これらの和は (5 2) となる。そこで、この例では、例えばユーザ A に W 2 9、ユーザ B に N 2 3 を割り当てることで、この帯域幅をパイロット信号及びデータ信号で隙間無く有効に利用できる。なお、ユーザ A にパイロット信号 N 2 3、ユーザ B にパイロット信号 W 2 9 を割り当てても良い。また、図示しないが、ユーザ C にパイロット信号 N 7 を割り当てても良い。

【 0 0 8 1 】

図 8 , 図 9 は第 2 の実施の形態による移動通信システムを説明する図で、図 1 の R B 割当情報に加え、パイロット信号の系列長に関する優先度情報を併用することにより、更に高度で柔軟性の高いパイロット信号の配置制御を行える場合を示している。図 8 に基地局受信部のブロック図を示す。この基地局 1 0 は、パイロット信号に割り当てる帯域幅の不足率を計算する不足率計算部 4 2 と、求めた不足率に基づいてパイロット信号の系列長決定に関する優先度を判定し、優先度情報を生成する優先度判定部 4 3 と、移動局 5 0 にフ

10

20

30

40

50

ィードバックする次回の優先度情報を保持（遅延）して、該移動局 50 が送信したサブフレーム信号を受信処理する際の今回の優先度情報とするバッファ 30b とを更に備える。他の構成については上記図 1 で述べたものと同様で良い。

【0082】

図 9 に移動局送信部のブロック図を示す。この移動局 50 は、基地局 10 から送られる次回の RB 割当情報と、次回の優先度情報とに基づいてパイロット信号の系列長（帯域幅）を決定する系列長決定部 71 を備える。その他の構成については上記図 2 で述べたものと同様で良い。

【0083】

図 9 の優先度判定部 43 は、ユーザに割り当てられたデータ信号の帯域幅毎にパイロット信号の系列長に関する優先度情報を生成し、これを下り制御チャネルで各移動局 50 に通知する。優先度情報は、基本的には、データ信号の帯域幅に対するパイロット信号で使用可能な帯域の不足率に基づいて決定される。

【0084】

図 10 はパイロット信号で使用可能な帯域の不足率を説明する図で、図 10 (A) にパイロット信号とデータ信号の配置例を示す。今、BW_{data}をデータ信号の帯域幅、BW_{pilot}をパイロット信号の帯域幅とすると、パイロット信号で使用可能な帯域の不足率 DR は (4) 式、

【0085】

【数 4】

$$DR = \frac{BW_{data} - BW_{pilot}}{BW_{data}} = 1 - \frac{BW_{pilot}}{BW_{data}} \quad (4)$$

【0086】

によって定義される。この不足率は、データ信号の帯域幅を超えない最大の素数の値がデータ信号の帯域幅に応じて異なるために、その目安として求められるものである。

【0087】

図 10 (B) に自然数の素数の例 (2 ~ 59) を示す。図示の如く、自然数の集合における素数の分布は略均等であると仮定できるから、パイロット信号に割り当てる帯域幅が不足する程度は RB の数によらず、略一定と考えられる。従って、パイロット信号の不足率は (5) 式、

【0088】

【数 5】

$$DR \propto \frac{1}{BW_{data}} \quad (5)$$

【0089】

によって近似でき、データ信号の帯域幅に反比例することになる。素数の例 (2 ~ 59) の範囲における比例定数は 2 ~ 6 (平均 3.6) 程度である。

【0090】

そこで、基地局 10 の優先度判定部 43 は、基本的には、不足率の高いユーザ（移動局）の優先度をハイ（High）に設定し、不足率の低いユーザの優先度をロー（Low）に設定する。また不足率が中間のユーザの優先度を中間（Middle）に設定する。これにより、基地局 10 における受信特性の大きな劣化を有効に防止できる。

【0091】

一方、基地局 10 からの RB 割当情報と共に優先度情報を受けた移動局 50 では、優先度情報がハイ（H）の場合は自局のデータ信号に割り当てられた帯域幅よりも長い系列長（帯域幅）のパイロット信号（W）を優先的に多重し、また優先度情報がロー（L）の場

10

20

30

40

50

合は自局のデータ信号の帯域幅よりも短い系列長のパイロット信号（N）を優先的に多重し、そして、優先度情報が中間（M）の場合は自局のデータ信号の帯域幅よりも長い系列長のパイロット信号（W）と短い系列長のパイロット信号（N）とを交互に多重する。これにより、不足率の高いユーザは広い帯域幅のパイロット信号を送信することになり、基地局10でのチャンネル推定精度の大きな劣化を有効に防止できる。

【0092】

好ましくは、優先度判定部43では、更に以下の判定を行うことで、実際の通信環境を考慮したより柔軟な判定を行う。例えば、相隣接する移動局の優先度がH、H又はL、Lの場合は両者の優先度をM、Mに再設定する。これにより、両移動局を公平に収容できる。また、優先度判定部43は、相隣接する移動局間でパイロット信号の干渉が発生するおそれがあ

10

【0093】

なお、上記実施の形態では移動通信システムの上りチャンネルの通信を具体的に説明したが、これに限らない。本発明のパイロット信号多重方式は下りチャンネルの通信にも適用できる。また、上記実施の形態では、基地局からのRB割当情報に基づいて各移動局でパイロット信号の系列長と配置を決定したが、これは基地局と各移動局でRB割当情報を共有することで可能となる。なお、基地局の側で各移動局宛のパイロット信号の系列長や配置を決定し、これを各移動局に知らせるようにしても良い。

20

【0094】

また、上記実施の形態ではパイロット信号をサブフレームの先頭と末尾に時間多重したが、これに限らない。サブフレーム上に複数のパイロット信号を所定間隔で定期的に配置しても良い。

【0095】

また、上記実施の形態ではデータ信号の帯域幅を割り当てられた各2ユーザ分をひとくくりとしてパイロット信号系列の割付処理を行ったが、これに限らない。3ユーザ以上の帯域幅について順次割り付けても良い。また、上記システムの帯域幅をセルの帯域幅として本発明を適用しても良い。

30

【0096】

また、上記本発明に好適なる複数の実施の形態を述べたが、本発明思想を逸脱しない範囲内で各部の構成、制御、処理及びこれらの組合せの様々な変更が行えることは言うまでも無い。

【0097】

（付記1） DFT-spread-OFDM方式により各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャンネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する無線通信システムのパイロット信号送信方法において、前記データ信号よりも帯域幅が広い第1のパイロット信号と、該データ信号よりも帯域幅が狭い第2のパイロット信号とを時間軸上で混在させて多重することを特徴とするパイロット信号送信方法。

40

【0098】

（付記2） 第1、第2のパイロット信号は系列長が限定された自然数の系列（例えば、系列長が素数のZadoff-Chu系列）をDFT処理した周波数成分の系列からなることを特徴とする付記1記載のパイロット信号送信方法。

【0099】

50

(付記3) データ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列からなる第1のパイロット信号と、該データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列からなる第2のパイロット信号とを時間軸上で交互に多重することを特徴とする付記2記載のパイロット信号送信方法。

【0100】

(付記4) データ信号の帯域が隣接するユーザ間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重することを特徴とする付記3記載のパイロット信号送信方法。

【0101】

(付記5) 隣接するユーザのデータ信号の帯域幅が同一であることを特徴とする付記4記載のパイロット信号送信方法。

10

【0102】

(付記6) 隣接するユーザのデータ信号の帯域幅が異なることを特徴とする付記4記載のパイロット信号送信方法。

【0103】

(付記7) DFT-spread-OFDM方式により各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する無線通信システムのパイロット信号送信方法であって、データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなるパイロット信号を該データ信号の帯域幅の片端いっばいにオフセットさせて多重し、該オフセットさせる方向は時間軸上で変化することを特徴とするパイロット信号送信方法。

20

【0104】

(付記8) DFT-spread-OFDM方式により各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する無線通信システムのパイロット信号送信方法であって、前記パイロット信号は系列長が素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなると共に、データ信号の帯域幅を前記パイロット信号の系列長に対応する帯域幅に一致させたことを特徴とするパイロット信号送信方法。

30

【0105】

(付記9) 基地局と該基地局に接続する1又は2以上の移動局との間でDFT-spread-OFDM方式により各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する移動通信システムであって、基地局は各移動局に割り付けるデータ信号の帯域幅を下り制御チャンネルで各移動局に通知し、各移動局は自局のデータ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第1のパイロット信号と、該データ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列をDFT処理した周波数成分の系列からなる第2のパイロット信号とを時間軸上で交互に多重すると共に、データ信号の帯域が隣接する移動局間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重することを特徴とする移動通信システム。

40

【0106】

(付記10) 基地局と該基地局に接続する1又は2以上の移動局との間でDFT-spread-OFDM方式により各所定の帯域幅で無線伝送されるデータ信号にチャネル補償用のパイロット信号を時間多重し、該多重したパイロット信号とデータ信号とをユーザ間で周波数多重させたフォーマットの信号を送信する移動通信システムであって、基地局は各移動局に割り付けるデータ信号の帯域幅と共にパイロット信号に割り付ける帯域幅の優先度情報を下り制御チャンネルにより各移動局に通知し、各移動局は自局の優先度情報がハイの場合は自局のデータ信号の帯域幅を超える、系列長が最小の素数の系列をDFT

50

T 処理した周波数成分の系列からなる第 1 のパイロット信号を多重することを特徴とする移動通信システム。

【 0 1 0 7 】

(付記 1 1) 各移動局は自局の優先度情報がローの場合は、自局のデータ信号の帯域幅を超えない、系列長が最大の素数の系列を D F T 処理した周波数成分の系列からなる第 2 のパイロット信号を多重することを特徴とする付記 1 0 記載の移動通信システム。

【 0 1 0 8 】

(付記 1 2) 各移動局は自局の優先度情報が中間の場合は第 1 , 第 2 のパイロット信号を時間軸上で交互に多重すると共に、データ信号の帯域が隣接する移動局間では同一のタイミングに伝送される互いのパイロット信号が重ならないように多重することを特徴とする付記 1 1 記載の移動通信システム。

10

【 0 1 0 9 】

(付記 1 3) 基地局は、パイロット信号で使える帯域幅の不足率を、(データ信号の帯域幅 パイロット信号の帯域幅) / (データ信号の帯域幅) により求め、該不足率の大きい移動局に対する優先度をハイに設定することを特徴とする付記 1 2 記載の移動通信システム。

【 0 1 1 0 】

(付記 1 4) 基地局は、不足率の小さい移動局に対する優先度をローに設定することを特徴とする付記 1 3 記載の移動通信システム。

【 0 1 1 1 】

20

(付記 1 5) 基地局はデータ信号の帯域が隣接する各移動局に対する優先度の情報が共にハイの場合、又は共にローの場合は、共に中間に再設定することを特徴とする付記 1 4 記載の移動通信システム。

【 0 1 1 2 】

(付記 1 6) 基地局はデータ信号の帯域が隣接する移動局間でパイロット信号が干渉する可能性がある場合は優先度がハイの移動局の優先度をローに再設定することを特徴とする付記 1 5 記載の移動通信システム。

【 0 1 1 3 】

(付記 1 7) 基地局はシステム帯域幅の端部に位置する移動局の優先度をローに設定することを特徴とする付記 1 5 記載の移動通信システム。

30

【 0 1 1 4 】

(付記 1 8) 基地局は変調多値数の小さい移動局の優先度をローに設定することを特徴とする付記 1 5 記載の移動通信システム。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 5 】

【図 1】第 1 の実施の形態による基地局受信部のブロック図である。

【図 2】第 1 の実施の形態による移動局送信部のブロック図である。

【図 3】実施の形態によるパイロット信号の配置例を示す図である。

【図 4】実施の形態によるパイロット系列長決定処理のフローチャートである。

【図 5】実施の形態による他のパイロット信号配置例を示す図 (1) である。

40

【図 6】実施の形態による他のパイロット信号配置例を示す図 (2) である。

【図 7】実施の形態による他のパイロット信号配置例を示す図 (3) である。

【図 8】第 2 の実施の形態による基地局受信部のブロック図である。

【図 9】第 2 の実施の形態による移動局送信部のブロック図である。

【図 1 0】パイロット信号で使用可能な帯域の不足率を説明する図である。

【図 1 1】周波数領域での信号配置例を示す図である。

【図 1 2】従来技術の問題点を説明する図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 6 】

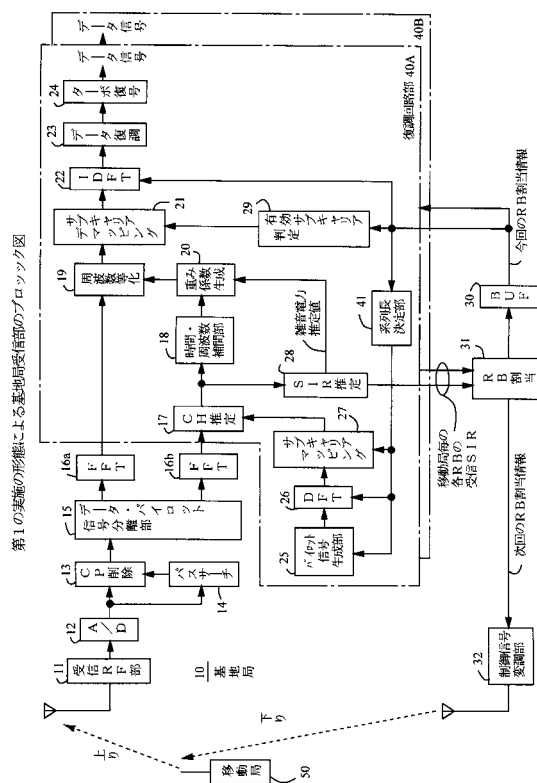
1 0 基地局

50

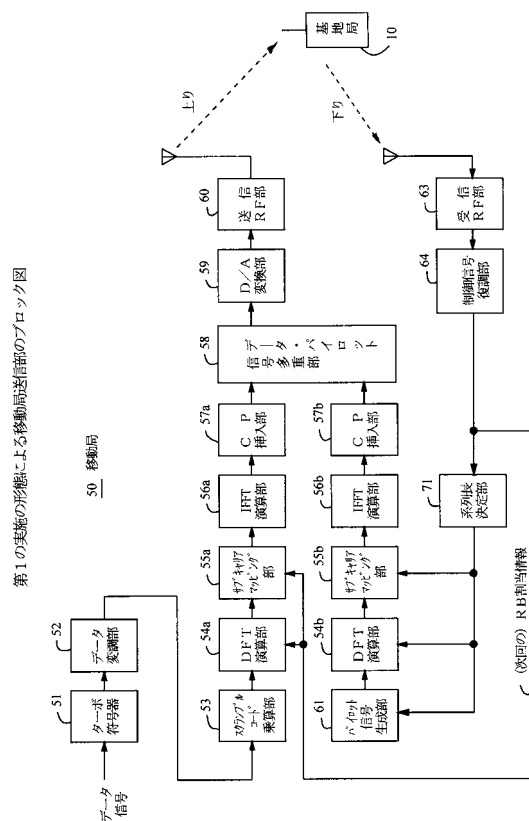
- 25 パイロット信号生成部
- 26 DFT (Discrete Fourier Transform) 演算部
- 27 サブキャリアマッピング部
- 40 復調回部
- 41 系列長決定部
- 42 不足率計算部
- 43 優先度判定部
- 50 移動局
- 54a DFT (Discrete Fourier Transform) 演算部
- 55a サブキャリアマッピング部
- 61 パイロット信号生成部
- 71 系列長決定部

10

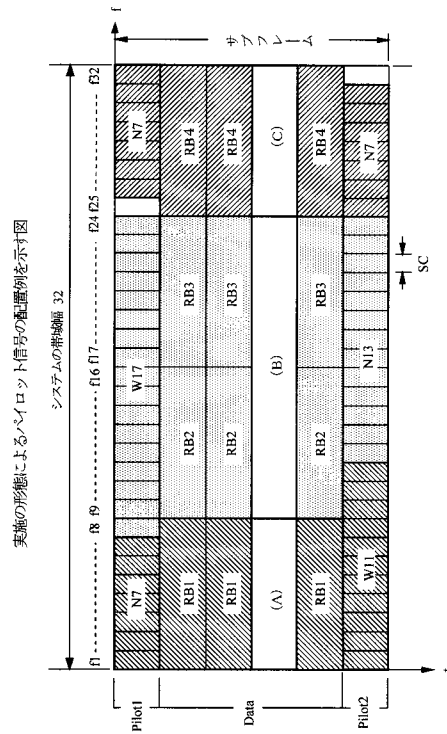
【図 1】



【図 2】

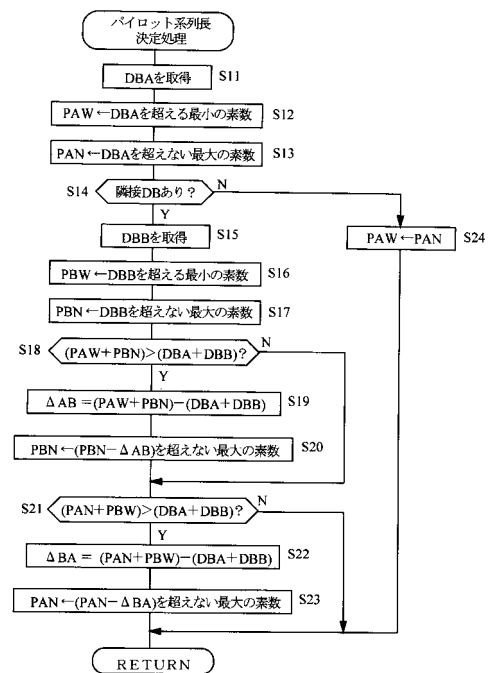


【図 3】



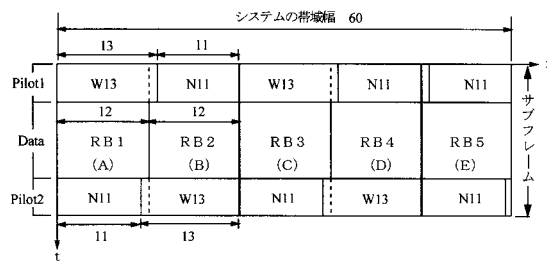
【図 4】

実施の形態によるパイロット系列長決定処理のフローチャート

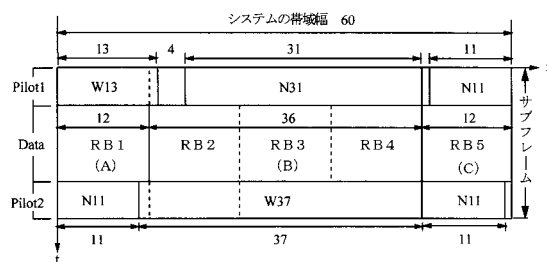


【図 5】

実施の形態による他のパイロット信号配置例を示す図 (1)



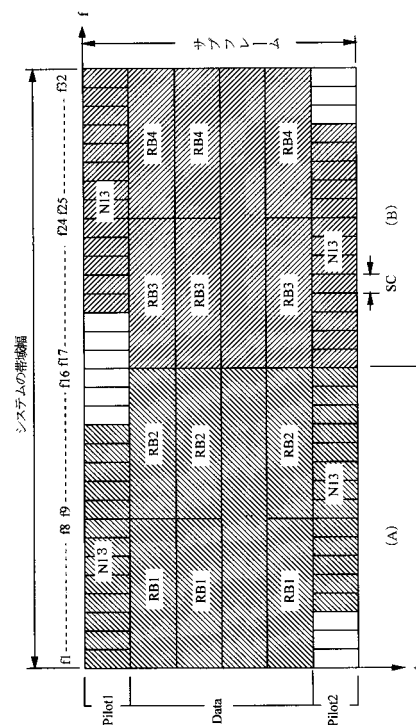
(A) RB単位に決める例



(B) ユーザ使用帯域幅単位に決める例

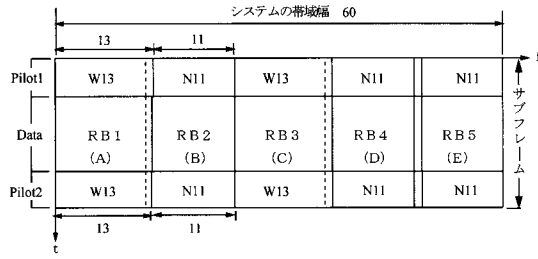
【図 6】

実施の形態による他のパイロット信号配置例を示す図 (2)

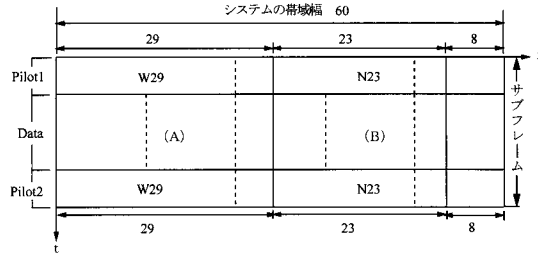


【図 7】

実施の形態による他のパイロット信号配置例を示す図 (3)

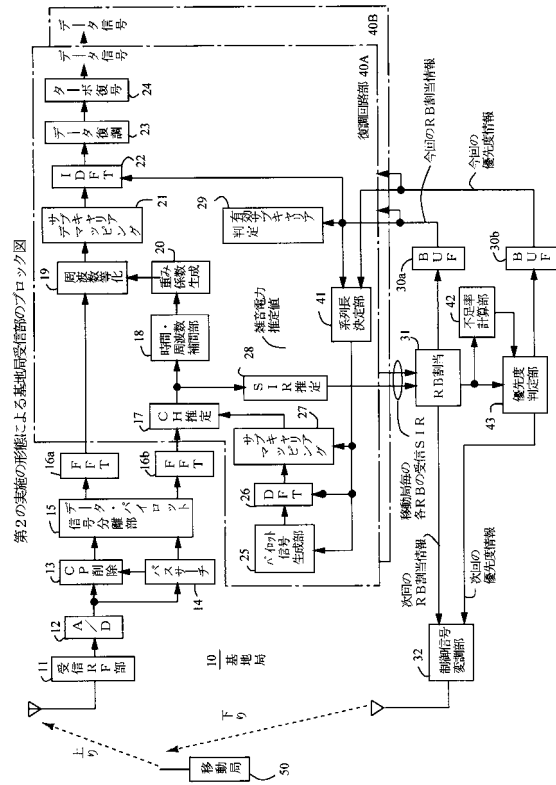


(A) RB単位に決める例



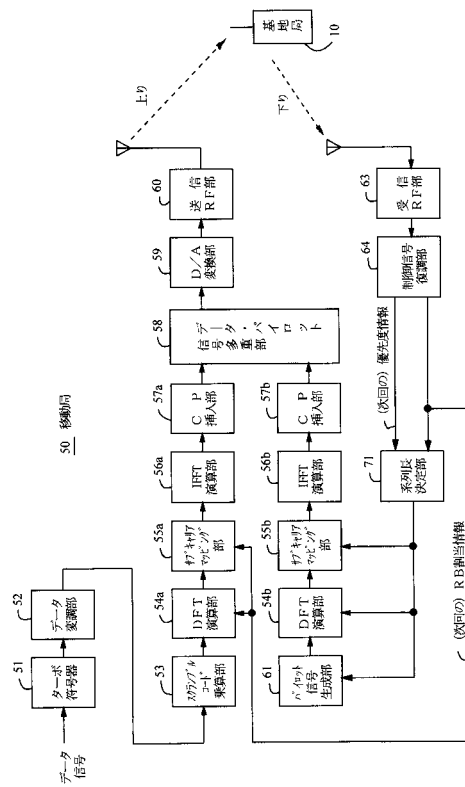
(B) ユーザ使用帯域幅単位に決める例

【図 8】



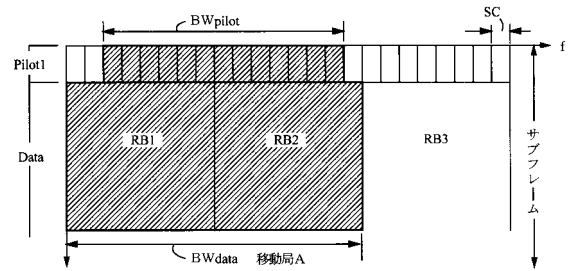
【図 9】

第2の実施の形態による移動局送信部のブロック図

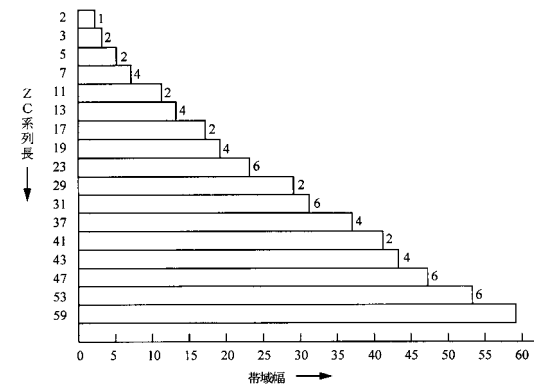


【図 10】

パイロット信号帯域の不足率を説明する図

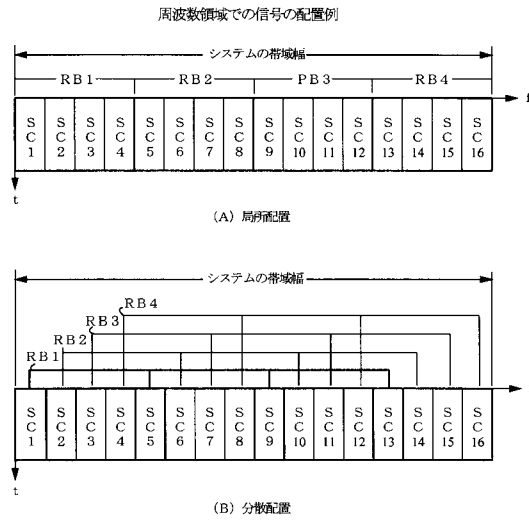


(A) 不足率のイメージ

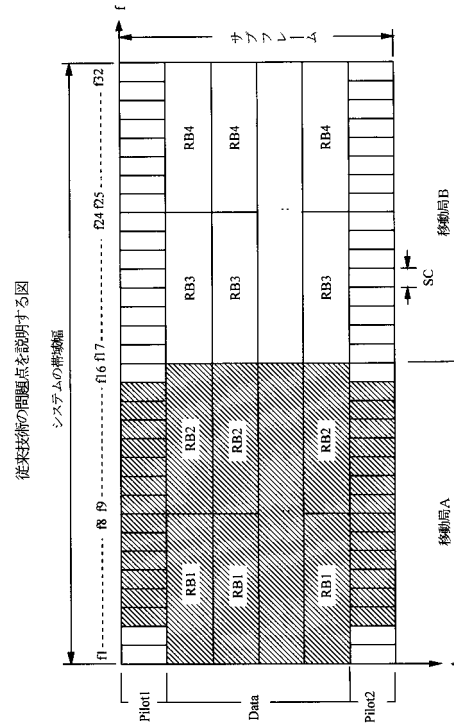


(B) ZC系列長—パイロット帯域幅

【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-336498(JP,A)
特開2007-300507(JP,A)
特開2007-243898(JP,A)
特開2007-151059(JP,A)
特開2011-019275(JP,A)
国際公開第2007/091590(WO,A1)
特開2007-336437(JP,A)
国際公開第2007/122828(WO,A1)
国際公開第2005/020379(WO,A1)
国際公開第2008/050428(WO,A1)
特開2007-124553(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J 11/00
H04J 13/00 - 13/22
H04B 1/69 - 1/719