

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4273197号
(P4273197)

(45) 発行日 平成21年6月3日(2009.6.3)

(24) 登録日 平成21年3月13日(2009.3.13)

(51) Int.Cl. F 1
 HO4J 11/00 (2006.01) HO4J 11/00 Z
 HO4L 7/08 (2006.01) HO4L 7/08 A

請求項の数 36 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2004-555079 (P2004-555079)	(73) 特許権者	596180076
(86) (22) 出願日	平成14年11月29日 (2002.11.29)		韓国電子通信研究院
(65) 公表番号	特表2006-507753 (P2006-507753A)		Electronics and Telecommunications Research Institute
(43) 公表日	平成18年3月2日 (2006.3.2)		大韓民国大田廣域市儒城區柯亭洞161
(86) 国際出願番号	PCT/KR2002/002241		161 Kajong-dong, Yuseong-gu, Taejeon Korea
(87) 国際公開番号	W02004/049618		
(87) 国際公開日	平成16年6月10日 (2004.6.10)	(73) 特許権者	507319034
審査請求日	平成17年7月26日 (2005.7.26)		チュン-アン ユニバーシティ インダストリー-アカデミック コーポレーション ファウンデーション
(31) 優先権主張番号	10-2002-0073789		大韓民国 ソウル 156-756, ドンジャク-グ, フクスグ-ドン, 221
(32) 優先日	平成14年11月26日 (2002.11.26)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		

(54) 【発明の名称】 移動通信システムでの下向リンク信号の構成方法と同期化方法及びその装置、並びにこれを利用したセル探索方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動通信システムで下向リンク信号を構成する装置において、
 時間及び周波数の同期化のために、一定の時間周期ごとに繰り返される第1シンボル及び前記第1シンボルの位相を180°回転したシンボルの一部分である第2シンボルからなる第1プリアンブルを発生させる第1プリアンブル発生器、

セル探索のために、少なくとも一つの伝送シンボルからなる第2プリアンブルが複数のセルに対し、セルごとに固有なパターンを有するように、前記第2プリアンブルを発生させる第2プリアンブル発生器、及び

時間軸と周波数軸に設けられる複数のパイロットシンボルに割り当てられるパイロットパターンを発生させるパイロットパターン発生器

を含み、

前記第1シンボルは、前記伝送シンボルの長さと周期的プレフィックスの長さの差に相当する有効シンボル長さを有し、

前記第2シンボルは、前記第1シンボルの位相を180°回転したシンボルにおいて、前記周期的プレフィックスの長さに相当する部分であり、

前記下向リンク信号の一つのフレームは、前記第1及び第2プリアンブルを有する第1スロット、及び前記複数のパイロットシンボルを有する複数の第2スロットを含む下向リンク信号構成装置。

【請求項2】

前記第2プリアンブル発生器は、

送信される時間、送信される副搬送波、及び信号パターンによって区分される複数の第2プリアンブルからなる第2プリアンブル集合において、

前記移動通信システムでのセルの数が前記第2プリアンブルの数未満であれば、各セルごとに固有な第2プリアンブルを割り当て、前記セルの数が前記第2プリアンブルの数より多ければ、前記セルを前記第2プリアンブルの数だけのセルにグループ化して、セルごとに固有な第2プリアンブルを割り当てる、請求項1に記載の下向リンク信号構成装置。

【請求項3】

前記第2プリアンブル発生器は、互いに異なる二つの第2プリアンブルの内で、前記第2プリアンブルが信号を送送するシンボルのうちの少なくとも一つのシンボルにおいて、一つの第2プリアンブルが信号を送送する副搬送波では、他の第2プリアンブルは信号を送送しないように前記第2プリアンブルを生成する、請求項2に記載の下向リンク信号構成装置。

10

【請求項4】

前記第2プリアンブル発生器は、

互いに異なるグループに属する二つの第2プリアンブルにおいて、前記第2プリアンブルが信号を送送するシンボルのうちの少なくとも一つのシンボルにおいて、一つの第2プリアンブルが信号を送送する副搬送波では他のセル探索プリアンブルは信号を送送しないようにし、

同一グループに属する二つの第2プリアンブルでは同一の伝送シンボルで同じ副搬送波を使用し、予め決められた受信信号処理方法を使用して区分することができる信号パターンを割り当てる、請求項2に記載の下向リンク信号構成装置。

20

【請求項5】

前記パイロットシンボルは、予め決められた伝送シンボル位置から、それに対応する伝送シンボルで予め決められた副搬送波により伝送され、

前記パイロットパターン発生器は、前記パイロットシンボルが伝送される伝送シンボルの副搬送波に伝送される信号パターンによって区分できるパイロットパターンの集合を形成し、前記移動通信システムでのセルの数がパイロットパターンの数未満であれば、セルごとに固有なパイロットパターンを割り当て、前記セルの数がパイロットパターンの数より多ければ、前記パイロットパターンの数だけのセルをグループ化して、一つのグループ内では互いに異なるパイロットパターンを割り当てる、請求項1に記載の下向リンク信号構成装置。

30

【請求項6】

前記パイロットパターンは、前記パイロットパターン集合内のパイロットパターンに共通する第1パターン、及び前記パイロットパターン集合内のパイロットパターンが互いに区分することができる第2パターンを含む、請求項5に記載の下向リンク信号構成装置。

【請求項7】

パイロットスロットは、送信アンテナ別に時間軸及び周波数軸に設けられている、請求項1に記載の下向リンク信号構成装置。

【請求項8】

互いに異なる送信アンテナのパイロットシンボルを送送する副搬送波は互いに異なる位置に形成され、一つの伝送シンボル内の副搬送波上のパイロットパターンは複数の送信アンテナに対して同一であることを特徴とする、請求項7に記載の下向リンク信号構成装置。

40

【請求項9】

隣接した二つのセルにおいて、前記二つのセルに共通に最大送信アンテナ数だけのパイロットシンボルを送送する副搬送波グループを形成し、前記二つのセルの副搬送波グループで、各送信アンテナに相当するパイロットシンボルのマッピングを異なるように形成する、請求項8に記載の下向リンク信号構成装置。

【請求項10】

50

前記パイロットシンボルのマッピングは一定の周期ごとに変更される、請求項 9 に記載の下向リンク信号構成装置。

【請求項 1 1】

移動通信システムの下向リンク信号を同期化する装置において、

前記下向リンク信号の一つのフレームは、時間及び周波数を同期化するための第 1 プリアンブル、及びセル探索のためにセルごとに固有なパターンを有する第 2 プリアンブルを含む第 1 スロットと、複数のパイロットシンボルが時間軸と周波数軸に設けられている複数の第 2 スロットとを含み、

前記下向リンク信号の周期的プレフィックスを利用して初期シンボル同期を推定する初期シンボル同期推定器、前記初期シンボル同期推定器で推定されたシンボル同期及び前記第 1 プリアンブルを利用してフレーム同期を推定するフレーム同期推定器、及び前記推定されたフレーム同期と第 1 及び第 2 プリアンブルを利用して、微細シンボル同期及び周波数同期を推定する時間及び周波数同期推定器を含む初期同期推定器、並びに

前記初期同期推定器でシンボル同期と周波数同期とが制御された後、前記第 2 プリアンブルのセルごとに固有なパターンを利用してセル探索を遂行するセル探索器を含む同期化装置。

10

【請求項 1 2】

前記初期シンボル同期推定器は、一つの伝送シンボル区間の間、前記伝送シンボルの周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関が最大になる位置をシンボルタイミングによって推定する、請求項 1 1 に記載の同期化装置。

20

【請求項 1 3】

前記第 1 プリアンブルは、有効シンボル長さを有する第 1 シンボル、及び前記第 1 シンボルを 180° 位相回転させたシンボルの一部に相当する第 2 シンボルを含む、請求項 1 1 に記載の同期化装置。

【請求項 1 4】

前記フレーム同期推定器は、

前記受信信号を前記有効シンボル長さだけ遅延させる遅延器、

前記遅延器で遅延された信号の相関値と前記受信信号の移動平均を計算する移動平均器、及び

前記移動平均の実数部の符号を検出して、前記実数部の符号が -1 になり、絶対値が最大値である所定のタイミングをフレームタイミングであると決定する符号検出及び比較器を含む、請求項 1 3 に記載の同期化装置。

30

【請求項 1 5】

前記時間及び周波数同期推定器は、

前記第 1 プリアンブルのパターンを貯蔵するプリアンブル貯蔵器、

前記下向リンク信号と前記第 1 プリアンブルパターンの相関値を計算する相関器、及び前記相関値が最大になる点を推定して微細シンボル同期を推定する比較器

を含む、請求項 1 1 に記載の同期化装置。

【請求項 1 6】

前記第 2 スロットにおいて、前記パイロットシンボルのパイロットパターンは、セルごとに共通である第 1 パターン及びセルごとに異なる第 2 パターンを含み、

前記初期同期推定器は、前記初期シンボル同期推定器で推定されたシンボル同期及び前記第 1 パターンを利用してスロット同期を推定するスロット同期推定器をさらに含み、

前記フレーム同期推定器は、前記スロット同期推定器で推定されたスロット同期と前記第 1 プリアンブルを利用してフレーム同期を推定する、請求項 1 1 に記載の同期化装置。

40

【請求項 1 7】

前記スロット同期推定器は、

前記推定されたシンボル同期を利用して、前記下向リンク信号をフーリエ変換してセル共通パイロット信号を選択するセル共通パイロット選択器、

前記共通パイロット信号と前記第 1 パターンの相関値を計算する相関器、及び

50

前記相関値を最大にする点をスロットタイミングに選択してスロット同期を推定する比較器

を含む、請求項 1 6 に記載の同期化装置。

【請求項 1 8】

前記第 2 スロットで、前記パイロットスロットは送信アンテナ別に時間軸及び周波数軸に設けられており、

前記推定された初期シンボル同期を利用して各送信アンテナ別に信号電力を推定し、前記信号電力を予め決められた基準値と比較するアンテナ電力比較器、及び

前記基準値より大きい電力を有する送信アンテナの第 1 パターンを選択又は結合して、前記スロット同期推定器でスロット同期を推定するようにするアンテナ信号選択/結合器をさらに含む、請求項 1 6 に記載の同期化装置。

10

【請求項 1 9】

前記初期シンボル同期推定器は、前記伝送シンボルの周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、前記自己相関結果が最大になる点を推定して隣接セルのシンボル同期を推定し、

前記スロット同期推定器は、前記推定した隣接セルのシンボル同期及び前記第 1 パターンを利用して相関を推定して、前記相関結果から、現在セルに相当する点を除いて隣接セルのスロット同期を推定し、

前記フレーム同期推定器は、推定した隣接セルのスロット同期及び前記第 1 プリアンプルの自己相関結果から、現在セルのフレーム開始位置に相当する結果を除き、前記自己相関結果が最大になる点を推定して隣接セルのフレーム同期を推定し、

20

前記時間及び周波数同期推定器は、前記下向リンク信号と前記第 1 プリアンプルパターンの相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、前記相関結果が最大になる点を推定して隣接セルの微細シンボル同期を推定する、請求項 1 6 に記載の同期化装置。

【請求項 2 0】

前記セル探索器は、前記セル探索結果から、現在セルに相当する結果を除いて隣接セルの探索を遂行する、請求項 1 9 に記載の同期化装置。

【請求項 2 1】

前記初期シンボル同期推定器は、前記伝送シンボルの周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、前記自己相関結果が最大になる点を推定して隣接セルのシンボル同期を推定し、

30

前記フレーム同期推定器は、推定した隣接セルのシンボル同期及び前記第 1 プリアンプルの自己相関結果から、現在セルのフレーム開始位置に相当する結果を除き、前記自己相関結果が最大になる点を推定して隣接セルのフレーム同期を推定し、

前記時間及び周波数同期推定器は、前記下向リンク信号と前記第 1 プリアンプルパターンの相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、前記相関結果が最大になる点を推定して隣接セルの微細シンボル同期を推定する、請求項 1 1 に記載の同期化装置。

【請求項 2 2】

40

前記セル探索器は、前記セル探索結果から、現在セルに相当する結果を除いて隣接セルの探索を遂行する、請求項 2 1 に記載の同期化装置。

【請求項 2 3】

移動通信システムの下向リンク信号を同期化してセルを探索する方法において、

前記下向リンク信号の一つのフレームは、有効シンボル長さを有する第 1 シンボルと前記第 1 シンボルを 180° 位相回転させたシンボルの一部に相当する第 2 シンボルとを有する第 1 プリアンプル、及びセル探索のためにセルごとに固有なパターンを有する第 2 プリアンプルを含む第 1 スロット、並びに複数のパイロットシンボルが時間軸と周波数軸に設けられている複数の第 2 スロットを含み、

前記下向リンク信号の周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関が最大になる点

50

をシンボルタイミングとして推定して初期シンボル同期を推定する第1段階、

前記推定した初期シンボル同期と前記第1及び第2シンボルの自己相関の実数部が負の符号を有するという特性を利用してフレーム同期を推定する第2段階、

前記推定したフレーム同期と前記第1及び第2プリアンブルとを利用して時間及び周波数同期を推定する第3段階、及び

前記第3段階の同期化過程を経て時間及び周波数を同期化した後、前記第2プリアンブルを利用してセル探索を遂行する第4段階

を含む下向リンク信号の同期化及びセル探索方法。

【請求項24】

前記第3段階は、

前記下向リンク信号を繰り返される時間の差だけ遅延させた信号と前記下向リンク信号の移動平均の位相を検出して、周波数オフセットを推定する段階、

前記第1プリアンブルのパターンと前記下向リンク信号の相関結果が最大になる点を推定して、微細シンボル同期を推定する段階、及び

前記第2プリアンブルを利用して微細周波数同期を推定する段階

を含む、請求項23に記載の下向リンク信号の同期化及びセル探索方法。

【請求項25】

前記第2スロットにおいて、前記パイロットシンボルのパイロットパターンは、セルごとに共通である第1パターン及びセルごとに異なる第2パターンを含み、

前記第2段階は、

前記推定されたシンボル同期と前記第1パターンを利用してスロット同期を推定する段階、及び

前記推定されたスロット同期と前記第1及び第2シンボルの自己相関の実数部が負の符号を有するという特性を利用してフレーム同期を推定する段階

を含む、請求項23に記載の下向リンク信号の同期化及びセル探索方法。

【請求項26】

前記第2スロットにおいて、前記パイロットスロットは、送信アンテナ別に時間軸及び周波数軸に設けられており、

前記スロット同期を推定する段階は、

前記推定された初期シンボル同期を利用して、各送信アンテナ別に信号電力を推定する段階、

前記推定された送信アンテナ別信号電力を予め決められた基準値と比較する段階、及び前記基準値より大きい電力を有する送信アンテナの前記第1パターンを選択又は結合して、スロット同期を推定する段階

を含む、請求項25に記載の下向リンク信号の同期化及びセル探索方法。

【請求項27】

移動通信システムの下向リンク信号から隣接セルを同期化して探索する方法において、

前記下向リンク信号の一つのフレームは、有効シンボル長さを有する第1シンボルと前記第1シンボルを 180° 位相回転させたシンボルの一部に相当する第2シンボルとを有する第1プリアンブル、及びセル探索のためにセルごとに固有なパターンを有する第2プリアンブルを含む第1スロット、並びに複数のパイロットシンボルが時間軸と周波数軸に設けられている複数の第2スロットを含み、

前記下向リンク信号の周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関を計算する第1段階、

前記自己相関の結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、前記自己相関が最大になる点を推定して、隣接セルの初期シンボル同期を推定する第2段階、

前記推定された隣接セルの初期シンボル同期を利用して、前記第1プリアンブルの自己相関を推定する第3段階、

前記第3段階で推定された自己相関の結果から、現在セルのフレーム開始位置に相当する結果を除き、前記自己相関の結果が最大になる点を推定して、隣接セルのフレーム同期

10

20

30

40

50

を推定する第4段階、

前記推定された隣接セルのフレーム同期と前記第1及び第2プリアンブルとを利用して、隣接セルの時間及び周波数同期を推定する第5段階、及び

前記第2プリアンブルを利用してセル探索を行い、前記セル探索結果から、現在セルに相当する結果を除いてセルを探索する第6段階

を含む隣接セルの同期化及びセル探索方法。

【請求項28】

前記第5段階は、

前記第1プリアンブルを利用して周波数オフセットを推定する段階、

前記第1プリアンブルを利用してシンボル同期相関を推定する段階、

前記シンボル同期相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、前記相関結果が最大になる点を推定して、隣接セルの微細シンボル同期を推定する段階、及び

前記第2プリアンブルを利用して微細周波数同期を推定する段階

を含む、請求項27に記載の隣接セルの同期化及びセル探索方法。

【請求項29】

前記第6段階は、前記パイロットシンボルのセルごとに固有なパターンをさらに利用してセル探索を遂行する、請求項27に記載の隣接セルの同期化及びセル探索方法。

【請求項30】

移動通信システムの下向リンク信号から隣接セルを同期化して探索する方法において、前記下向リンク信号の一つのフレームは、有効シンボル長さを有する第1シンボルと前記第1シンボルを180°位相回転させたシンボルの一部に相当する第2シンボルとを有する第1プリアンブル、及びセル探索のためにセルごとに固有なパターンを有する第2プリアンブルを含む第1スロット、並びに複数のパイロットシンボルが時間軸と周波数軸に設けられている複数の第2スロットを含み、前記第2スロットにおいて、前記パイロットシンボルのパイロットパターンは、セルごとに共通である第1パターン及びセルごとに異なる第2パターンを含み、

前記下向リンク信号の周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関を計算する第1段階、

前記自己相関の結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、前記自己相関が最大になる点を推定して隣接セルの初期シンボル同期を推定する第2段階、

前記推定された隣接セルのシンボル同期を利用して前記第1パターンを信号処理する第3段階、

前記第3段階の信号処理結果から、現在セルのスロット位置を除き、前記信号処理結果を最大にする点を選択して隣接セルのスロット同期を推定する第4段階、

前記推定された隣接セルのスロット同期を利用して、前記第1プリアンブルの自己相関を推定する第5段階、

前記第5段階で推定された自己相関の結果から、現在セルのフレーム開始位置に相当する結果を除き、前記自己相関の結果が最大になる点を推定して隣接セルのフレーム同期を推定する第6段階、

前記推定された隣接セルのフレーム同期と前記第1及び第2プリアンブルとを利用して、隣接セルの時間及び周波数同期を推定する第7段階、並びに

前記第2プリアンブルを利用してセル探索を行い、前記セル探索結果から、現在セルに相当する結果を除いて隣接セルを探索する第8段階

を含む隣接セルの同期化及びセル探索方法。

【請求項31】

前記第7段階は、

前記第1プリアンブルを利用して周波数オフセットを推定する段階、

前記第1プリアンブルを利用してシンボル同期相関を推定する段階、

前記シンボル同期相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、

10

20

30

40

50

前記相関結果が最大になる点を推定して隣接セルの微細シンボル同期を推定する段階、及び

前記第2プリアンブルを利用して微細周波数同期を推定する段階を含む、請求項30に記載の隣接セルの同期化及びセル探索方法。

【請求項32】

前記第8段階は、前記パイロットシンボルのセルごとに固有なパターンをさらに利用してセル探索を遂行する、請求項30に記載の隣接セルの同期化及びセル探索方法。

【請求項33】

移動通信システムで下向リンク信号を構成する方法において、
一定の時間周期ごとに繰り返される第1シンボルと、前記第1シンボルに対して位相差が180°である第2シンボルとを含む第1プリアンブルを生成する第1段階、
少なくとも一つの伝送シンボルからなる第2プリアンブルであって、複数のセルに対し、セルごとに固有なパターンを有する第2プリアンブルを生成する第2段階、
 前記第1及び第2プリアンブルを一つの第1スロットに生成する第3段階、
 複数のパイロットシンボルを、時間軸及び周波数軸上に配列して第2スロットを生成する第4段階

10

を含み、

前記第1シンボルは、前記伝送シンボルの長さと同期的プレフィックスの長さの差に相当する有効シンボル長さを有し、

前記第2シンボルは、前記第1シンボルの位相を180°回転したシンボルにおいて、前記同期的プレフィックスの長さに相当する部分である、下向リンク信号構成方法。

20

【請求項34】

前記第2段階は、互いに異なる二つの第2プリアンブルにおいて、前記第2プリアンブルが信号を伝送するシンボルのうちの少なくとも一つのシンボルにおいて、一つの第2プリアンブルが信号を伝送する副搬送波では、他の第2プリアンブルは信号を伝送しないように前記第2プリアンブルを生成する、請求項33に記載の下向リンク信号構成方法。

【請求項35】

前記第2段階は、

グループ化されたセル探索プリアンブル集合において、互いに異なるグループに属する二つの第2プリアンブルの中で、前記第2プリアンブルが信号を伝送するシンボルのうちの少なくとも一つのシンボルにおける一つの第2プリアンブルが信号を伝送する副搬送波では、他の第2プリアンブルは信号を伝送しないようにし、

30

同一グループに属する二つの第2プリアンブルには、同一の伝送シンボルで同じ副搬送波を使用し、予め決められた受信信号処理方法を使用して区分することができる信号パターンを割り当てる、請求項33に記載の下向リンク信号構成方法。

【請求項36】

前記第4段階は、

前記パイロットシンボルが伝送される伝送シンボルの副搬送波に伝送される信号パターンによって区分できるパイロットパターンの集合を形成し、セルごとに固有なパイロットパターンを割り当てる、請求項33に記載の下向リンク信号構成方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動通信システムでの下向リンク信号の構成方法と同期化方法及びその装置、並びにこれを利用したセル探索方法に係り、特に、直交周波数分割多重接続（OFDMA；orthogonal frequency division multiplexing access）方式のセルラーシステムの下向リンクに適したプリアンブル及びパイロットの構造を生成し、これを利用して端末機で同期化とセル探索を遂行する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

50

一般的に、セルラーシステムでは、初期同期のために、端末機が基地局の信号を見て時間同期化と周波数同期化をしなければならず、また、セル探索を行わなければならない。そして、端末機が初期同期を完了した後は時間と周波数を追跡し、ハンドオーバーのために隣接セルの時間、周波数同期化とセル探索を行わなければならない。

【0003】

既存の時分割多重接続 (TDMA、time division multiplexing access) 方式のセルラーシステムである GSM や符号分割多重接続 (CDMA、code division multiplexing access) 方式のセルラーシステムである IS-95、cdma2000、W-CDMA などには、初期同期化、セル探索、追跡、隣接セル探索が可能であるように下向リンクが構成されている。

10

【0004】

例えば、W-CDMA では、256チップ長さの P-SCCH (primary synchronization channel) と S-SCCH (secondary synchronization channel) を各スロットの開始点におき、P-SCCH を使用してスロット同期を推定し、S-SCCH を使用してスクランプリングコードグループ番号とフレーム同期を推定する。この時、各セルの夫々のスロットに同じパターン of P-SCCH を使用することによって同期推定にかかる時間を最小化し、S-SCCH は、64個の異なるスクランプリングコードグループごとに異なるパターンを使用し、スロットごとに異なるパターンを使用することによって、フレーム同期とスクランプリングコードグループを推定できるようにする。そして、P-CPICH (primary common pilot channel) を利用し、スクランプリングコードグループ内の8個の異なる主要スクランプリングコードのうちの一つを探し、これを利用して P-CCPCH (primary common control channel) 上にあるセル情報を復調してセルの情報を獲得することによってセル探索を完了する。

20

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

既存の OFDMA 基盤のシステムとしては、デジタルオーディオ放送 (DAB)、デジタルビデオ放送 (DVB)、IEEE 802.11a、Hyperlan/2 などがある。このうちの DAB は、ヌルシンボルと位相基準シンボル (phase reference symbol) をフレーム同期に使用し、DVB はパイロットをフレーム同期に使用する。また、IEEE 802.11a や Hyperlan/2 では、プリアンプルを利用して下向リンクバーストを同期化する。しかし、既存の OFDMA 基盤のシステムはセルラーシステムでないため、OFDMA 基盤のセルラーシステムで既存の構造に同期化及びセル探索を行うのは難しい。

30

【0006】

本発明が目的とする技術的課題増は、少ない計算量でも OFDMA 基盤のセルラシステムで下向リンク同期化及びセル探索を行うことができるようにするプリアンプルとパイロットの構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明による下向リンク信号構成装置は、各々第1及び第2プリアンプルを発生させる第1及び第2プリアンプル発生器と、パイロットパターンを発生させるパイロットパターン発生器とを含む。第1プリアンプルは、時間及び周波数の同期化のために、位相差が 180° である第1及び第2シンボルからなる。第2プリアンプルは少なくとも一つの伝送シンボルからなり、セル探索のために、複数のセルに対してセルごとに固有なパターンを有する。パイロットパターンは、時間軸と周波数軸に設けられる複数のパイロットシンボルに割り当てられる。そして、下向リンク信号の一つのフレームは、第1及び第2プリアンプルを有する第1スロット、及び複数のパイロットシンボルを有する複数の第2スロットを含む。

40

【0008】

50

本発明による下向リンク信号同期化装置は、初期シンボル同期推定器、フレーム同期推定器、並びに時間及び周波数同期推定器からなる初期同期推定器とセル探索器とを含む。この時、下向リンク信号の一つのフレームは、時間及び周波数同期を合わせるための第1プリアンブル、及びセル探索のためにセルごとに固有なパターンを有する第2プリアンブルを含む第1スロット、並びに複数のパイロットシンボルが時間軸と周波数軸に設けられている複数の第2スロットを含む。初期シンボル同期推定器は、下向リンク信号の周期的プレフィックスを利用して初期シンボル同期を推定し、フレーム同期推定器は、初期シンボル同期推定器で推定されたシンボル同期及び第1プリアンブルを利用してフレーム同期を推定する。時間及び周波数同期推定器は、推定されたフレーム同期と第1及び第2プリアンブルとを利用して微細シンボル同期及び周波数同期を推定する。そして、セル探索器は、初期同期推定器でシンボル同期と周波数同期が制御された後、第2プリアンブルのセルごとに固有なパターンを利用してセル探索を行う。

10

【0009】

本発明による下向リンク信号の同期化及びセル探索方法において、下向リンク信号の一つのフレームは、有効シンボル長さを有する第1シンボルと第1シンボルを 180° 位相回転させたシンボルの一部に相当する第2シンボルとを有する第1プリアンブル、及びセル探索のためにセルごとに固有なパターンを有する第2プリアンブルを含む第1スロット、並びに複数のパイロットシンボルが時間軸と周波数軸に設けられている複数の第2スロットを含む。この方法によれば、まず、下向リンク信号の周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関が最大になる点をシンボルタイミングと推定して、初期シンボル同期を推定する。次に、推定した初期シンボル同期と第1及び第2シンボルの自己相関の実数部が負の符号を有するという特性を利用してフレーム同期を推定し、推定されたフレーム同期と第1及び第2プリアンブルを利用して時間及び周波数同期を推定する。そして、時間及び周波数を同期化した後、第2プリアンブルを利用してセル探索を行う。

20

【0010】

本発明による隣接セルの同期化及びセル探索方法において、下向リンク信号の一つのフレームは、有効シンボル長さを有する第1シンボルと第1シンボルを 180° 位相回転させたシンボルの一部に相当する第2シンボルとを有する第1プリアンブル、及びセル探索のためにセルごとに固有なパターンを有する第2プリアンブルを含む第1スロット、並びに複数のパイロットシンボルが時間軸と周波数軸に設けられている複数の第2スロットを含む。

30

【0011】

隣接セルの同期化及びセル探索方法の一つの実施形態によれば、まず、下向リンク信号の周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関を計算し、自己相関の結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、自己相関が最大になる点を推定して隣接セルの初期シンボル同期を推定する。次に、推定された隣接セルの初期シンボル同期を利用して第1プリアンブルの自己相関を推定し、推定された自己相関の結果から、現在セルのフレーム開始位置に相当する結果を除き、自己相関の結果が最大になる点を推定して隣接セルのフレーム同期を推定する。推定された隣接セルのフレーム同期と第1及び第2プリアンブルとを利用して、隣接セルの時間及び周波数同期を推定する。そして、第2プリアンブルを利用してセル探索を行い、セル探索結果から、現在セルに相当する結果を除いて隣接セルを探索する。

40

【0012】

隣接セルの同期化及びセル探索方法の他の実施形態によれば、まず、下向リンク信号の周期的プレフィックスと有効シンボルの自己相関を計算し、自己相関の結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、自己相関が最大になる点を推定して隣接セルの初期シンボル同期を推定する。次に、推定された隣接セルのシンボル同期を利用して、前記セルごとに共通であるパイロットパターンを信号処理し、信号処理結果から、現在セルのスロット位置を除いて信号処理結果を最大にする点を選択して、隣接セルのスロット同期を推定する。そして、推定された隣接セルのスロット同期を利用して第1プリアン

50

ブルの自己相関を推定し、推定された自己相関の結果から、現在セルのフレーム開始位置に相当する結果を除き、自己相関の結果が最大になる点を推定して隣接セルのフレーム同期を推定する。次に、推定された隣接セルのフレーム同期と第1及び第2プリアンブルとを利用して、隣接セルの時間及び周波数同期を推定する。そして、第2プリアンブルを利用してセル探索を行い、セル探索結果から、現在セルに相当する結果を除いて隣接セルを探索する。

【0013】

本発明による下向リンク信号の構成方法によれば、まず、第1シンボルと第1シンボルに対して位相差が 180° である第2シンボルとを含む第1プリアンブルを生成し、複数のセルに対し、セルごとに固有なパターンを有する第2プリアンブルを生成する。次に、第1及び第2プリアンブルを一つの第1スロットに生成する。そして、複数のパイロットシンボルを、時間軸及び周波数軸を分散させて配列して第2スロットを生成する。

10

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、OFDMA基盤の移動通信システムの下向リンクでの初期同期化、セル探索、隣接セル探索に適したプリアンブルとパイロット構造を提供することができる。そして、これを使用して初期シンボル同期、スロット同期、フレーム同期、シンボル同期、及びセル探索を順に行うことができ、少ない計算量でもOFDMA基盤の移動通信システムで下向リンク同期化及びセル探索を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0015】

以下、添付した図面を参照して、本発明の実施形態について本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者が容易に実施できるように詳細に説明する。しかし、本発明は多様な相違した形態で実現でき、ここで説明する実施例に限定されない。図面においては、本発明を明確に説明するために説明上不要な部分は省略した。明細書全体を通じて類似な部分については同一な図面符号を付けた。

【0016】

次に、本発明の実施形態による移動通信システムでの下向リンク信号の構成方法と同期化方法及びその装置、並びにこれを利用したセル探索方法について、図面を参照して詳細に説明する。

30

【0017】

まず、図1を参照して、本発明の第1実施例による移動通信システムのプリアンブル及びパイロット構造について詳細に説明する。

【0018】

図1は、本発明の第1実施例による直交周波数分割多重接続(OFDMA)基盤の移動通信システムの下向リンク信号の一つのフレームの概略的な構造図である。

【0019】

図1に示したように、本発明の第1実施例による下向リンク信号の一つのフレームは N_p 個のスロット10、20を含み、一つのスロット10、20は N_s 個のシンボルからなる。 N_p 個のスロット10、20のうちの一つのスロット10が共通スロットであり、残りの $N_p - 1$ 個のスロット20がトラフィックスロットである。

40

【0020】

共通スロット10の初めの部分には、 T_p の長さを有するプリアンブル100があり、プリアンブル100は、 T_{ps} の長さを有する同期化プリアンブル110と $T_{pc} (= T_p - T_{ps})$ の長さを有するセル探索プリアンブル120とからなる。同期化プリアンブル110は、時間及び周波数同期化に適した構造を有し、セル探索プリアンブル120はセル探索に適した構造を有する。そして、共通スロット10は、プリアンブル100の他に、セル共通情報などを伝送するチャンネルとこれに必要なパイロットシンボルをさらに含むことができる。トラフィックスロット20は、時間軸と周波数軸に関して設けられたパイロットシンボル200を含む。このようなパイロットシンボル200は、周波数軸に関して

50

は N_f 個の副搬送波グループごとに、時間軸に関しては N_t 個のシンボルグループごとに挿入される。

【0021】

以下では、図2a乃至図10を参照して、本発明の第1実施例による同期化及びセル探索方法について詳細に説明する。

【0022】

まず、図2a及び図2bを参照して、本発明の第1実施例による同期化及びセル探索方法について概略的に説明する。

【0023】

図2aは、本発明の第1実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンク信号の概略的な全体構造図であり、図2bは、本発明の第1実施例による同期化及びセル探索方法を示すフローチャートである。

10

【0024】

図2a及び図2bに示したように、初期同期化のために、まず、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)を利用して初期シンボル同期が推定される(S210)。推定された初期シンボル同期とプリアンブル100の同期化プリアンブル110を利用してフレーム同期が推定される(S220)。次に、プリアンブル100の同期化プリアンブル110とセル探索プリアンブル120を利用して時間及び周波数同期が推定される(S230)。そして、段階S230で時間及び周波数同期化が行われた後、セル探索プリアンブル120を利用してセル探索が推定される(S240)。このような段階S210乃至S240を経て初期同期化が行われる。

20

【0025】

そして、段階S230では、次の段階S231乃至S233を経て時間及び周波数同期化が制御される。つまり、まず、同期化プリアンブル110を利用して周波数オフセットを推定して、概略的な周波数同期が推定される(S231)。次に、同期化プリアンブル110を利用して微細シンボル同期が推定され(S232)、セル探索プリアンブル120を利用して微細周波数同期が推定されて(S233)、時間及び周波数が同期化される。

【0026】

初期同期化を行った後には、周波数及び時間が追跡される。周波数と時間を追跡するために、まず、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)と、周期的プレフィックス(CP)のような信号からなる有効OFDMシンボル(伝送シンボル)との間の位相差を利用して周波数追跡が行われる(S250)。次に、同期化プリアンブル110を利用してシンボル同期追跡が行われ(S260)、セル探索プリアンブル120を利用して微細周波数同期が追跡される(S270)。

30

【0027】

以下では、図2a及び図2bで説明した同期化及びセル探索方法について、図3乃至図10を参照して詳細に説明する。

【0028】

まず、図3を参照して、本発明の第1実施例による同期化及びセル探索方法による初期シンボル同期推定方法について詳細に説明する。図3は、本発明の第1実施例による初期シンボル同期推定装置の概略的なブロック図である。

40

【0029】

図3に示したように、初期シンボル同期推定装置300は、遅延器310、相関器320、移動平均器330、340、電力検出器350、正規化器360、及び比較器370を含む。

【0030】

OFDM受信信号 $y(n+1+N)$ は、遅延器310で有効OFDMシンボルの長さ N だけ遅延され、遅延された信号 $y(n+1)$ は相関器320で相関される。移動平均器330は、遅延信号の相関値 $y^*(n+1)$ と受信された信号 $y(n+1+N)$ の移動平均

50

【0031】

【数1】

$$\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N)$$

【0032】

を計算し、移動平均器340は、電力検出器350で検出された信号電力の移動平均

【0033】

【数2】

$$\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2$$

10

【0034】

を計算する。そして、移動平均

【0035】

【数3】

$$\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N)$$

【0036】

20

は、正規化器360で移動平均

【0037】

【数4】

$$\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2$$

【0038】

に正規化される。正規化された相関値を最大にするタイミングnが比較器370でシンボルタイミング

【0039】

30

【数5】

$$\hat{\tau}_m$$

【0040】

として決定されて、初期シンボル同期が推定される。

【0041】

つまり、初期シンボル同期では、一つのOFDMシンボル区間の間、OFDMシンボルの周期的プレフィックス(CP)と有効OFDMシンボルの自己相関が最大になる位置が推定される。そして、前述の過程をMシンボルに対して繰り返して推定すれば、初期シンボル同期の性能が向上する。初期シンボル同期装置300で推定されたシンボルタイミン

40

【0042】

【数6】

$$\hat{\tau}_m$$

【0043】

とM回繰り返して推定されたシンボルタイミング

【0044】

【数 7】

$$\hat{\tau}_l$$

【0045】

は、(式1)の通りに与えられる。このような初期シンボル同期装置300は、専用ハードウェアや汎用処理装置にソフトウェアとして実現でき、又は2種類が共に使用されて実現されることもできる。

(式1)

【0046】

【数 8】

$$\hat{\tau}_m = \max_n \left\{ \left| \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N) \right| / \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2 \right\},$$

$$0 \leq n \leq N_{sym}$$

【0047】

【数 9】

$$\hat{\tau}_l = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \hat{\tau}_m}{M}$$

【0048】

ここで、

【0049】

【数 10】

$$\hat{\tau}_m$$

【0050】

はシンボルタイミングであり、

【0051】

【数 11】

$$\hat{\tau}_l$$

【0052】

はM回繰り返されて推定されたシンボルタイミングである。N_{sym}はOFDMシンボルの長さであり、y(n)はOFDM受信信号である。N_{CP}はOFDMシンボルの周期的プレフィックスの長さであり、NはOFDMシンボルの有効OFDMシンボルの長さであって、N_{sym} - N_{CP}として与えられる。

【0053】

次に、図4及び図5を参照して、本発明の第1実施例による同期化及びセル探索方法によるフレーム同期推定方法について詳細に説明する。

【0054】

図4は、本発明の第1実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンク信号のプリアンプルの概略的な構造図であり、図5は、本発明の第1実施例によるフレーム同期推定装置の概略的なブロック図である。

【0055】

図4に示したように、同期化プリアンプル110は、1個のSシンボル111と1個のIS'シンボル112からなり、T_{PS}の長さを有する。T_{PS}は、OFDMシンボル1個の長さと同じであり、Sシンボル111は、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(C

10

20

30

40

50

P) の長さ T_{CP} を除いた長さである有効 OFDM シンボル長さ $T_{PS} - T_{CP}$ である。IS' シンボル 112 は、OFDM 送信信号の周期的プレフィックス (CP) と同一な長さ T_{CP} であり、S シンボル 111 を 180° 回転させたシンボルから、周期的プレフィックス (CP) の長さ T_{CP} だけを使用するものである。

【0056】

このような同期化プリアンブル 110 の構造は、OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号の周波数及び時間の初期同期化に適している。S シンボル 111 と IS' シンボル 112 は 180° 位相差を有するように構成されているので、S シンボル 111 と IS' シンボル 112 の自己相関の実数部は負の符号を有する。同期化プリアンブル 110 と同一な形態の自己相関を、同期化プリアンブル 110 を除いて連続的に伝送される OFDM シンボルに適用すれば、自己相関の実数部は正の符号を有ようになる。したがって、同期化プリアンブル 110 を利用した簡単な計算によってフレームのタイミングを推定することができる。

10

【0057】

そして、S シンボル 111 は、S_a シンボル 111_a が N_{SSym} 回繰り返される構造を有する。このような構造では、時間領域自己相関の位相値を利用して、 $-N_{SSym}/2$ から $N_{SSym}/2$ の範囲の副搬送波間隔で正規化された周波数オフセットを推定することができる。また、同期化プリアンブル 110 は、1 個の S シンボル 111 と 1 個の IS' シンボル 112 にかからるので、S シンボル 111 と IS' シンボル 112 の交差相関や自己相関を求めることにより、微細シンボル同期 (シンボルの正確なタイミング、正確なシンボルタイミング) を推定することができる。

20

【0058】

図 5 を見てみれば、フレーム同期推定装置 500 は、遅延器 510、相関器 520、移動平均器 530、実数化部 540、及び符号検出及び比較器 550 を含む。

【0059】

フレーム同期推定装置 500 において、OFDM 受信信号 $y(n+1+N)$ は、遅延器 510 で有効 OFDM シンボルの長さ N だけ遅延され、遅延された信号 $y(n+1)$ は相関器 520 で相関値が決定される。遅延信号の相関値 $y^*(n+1)$ と受信信号 $y(n+1+N)$ の移動平均 f_n が移動平均器 530 で計算される。そして、符号検出及び比較器 550 は、実数化部 540 で決定された移動平均の実数部 $Re\{f_n\}$ の符号を検出し、絶対値を比較する。前述のように、同期化プリアンブル 110 の S シンボル 111 と IS' シンボル 112 の自己相関は負の符号の実数部を有するので、実数部 $Re\{f_n\}$ の符号が -1 になり、絶対値が最大であるタイミング n がフレームタイミング

30

【0060】

【数 12】

$$\hat{\tau}_F$$

【0061】

であると決定される。フレーム同期推定装置 500 で決定された移動平均 f_n とフレームタイミング

40

【0062】

【数 13】

$$\hat{\tau}_F$$

【0063】

は (式 2) の通りに与えられる。そして、このようなフレーム同期推定装置 500 は、専用ハードウェアや汎用処理装置にソフトウェアとして実現でき、又は 2 種類が共に使用されて実現されることもできる。

(式 2)

【0064】

50

【数 1 4】

$$f_n = \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N)$$

$$\Gamma_n = \text{sign}(\text{Re}\{f_n\}), \quad \text{sign}(p) = \begin{cases} 1 & \text{if } p \geq 0 \\ -1 & \text{if } p < 0 \end{cases}$$

$$\hat{\tau}_F = \max_{n, \Gamma_n = -1} |f_n|$$

10

【0065】

ここで、 N_{CP} は、OFDMシンボルの周期的プレフィックスの長さであり、 N はOFDMシンボルの有効OFDMシンボルの長さであって、 $N_{sym} - N_{CP}$ として与えられる。

【0066】

次に、図6及び図7を参照して、本発明の第1実施例による同期化及びセル探索方法による周波数同期推定方法について詳細に説明する。

【0067】

図6は、本発明の第1実施例による周波数同期推定装置の概略的なブロック図であり、
図7は、本発明の第1実施例によるシンボル同期装置の概略的なブロック図である。

20

【0068】

図2a及び図2bで説明したのように、周波数同期は、同期化プリアンブル110のSシンボル111の繰り返される性質を利用した概略的な周波数同期過程と、セル探索プリアンブル120の周期的プレフィックス(CP)を利用した微細周波数同期過程の二つの段階からなる。二つの段階における周波数同期は、一定の時間間隔をおいて伝送される同一な信号間の位相差を利用して推定される。

【0069】

まず、図6を参照して概略的な周波数同期推定について説明する。図6を見てみれば、本発明の第1実施例による周波数同期推定装置600は、遅延器610、相関器620、
移動平均器630、及び周波数オフセット検出器640を含む。

30

【0070】

OFDM受信信号 $y(n+l+N)$ は、遅延器610で繰り返される時間差 D だけ遅延され、遅延された信号 $y(n+l)$ は、相関器620で相関値が決定される。遅延信号の相関値 $y^*(n+l)$ と受信信号 $y(n+l+D)$ の移動平均

【0071】

【数 1 5】

$$\sum_{l=0}^{L-1} y^*(n+l)y(n+l+D)$$

40

【0072】

は移動平均器630で計算される。そして、周波数オフセット検出器640は、移動平均の位相を検出し、周波数オフセット

【0073】

【数 1 6】

$$\hat{\epsilon}$$

【0074】

を求めて概略的な周波数同期を推定する。周波数オフセット

【0075】

50

【数 17】

$$\hat{\varepsilon}$$

【0076】

は(式3)の通りに与えられる。このような周波数同期推定装置600は、専用ハードウェアや汎用処理装置にソフトウェアとして、この1種類又は2種類を共に使用して実現できる。そして、概略的な周波数同期過程では $D = N/N_{\text{sym}}$ になる。

(式3)

【0077】

【数 18】

$$\hat{\varepsilon} = \frac{N}{2\pi D} \arg \left[\sum_{l=0}^{L-1} y^*(n+l)y(n+l+D) \right]$$

10

【0078】

ここで、Lは平均回数であり、Dは反復信号間の時間差である。

【0079】

次に、図7を参照して、微細シンボル同期推定方法について説明する。図7を見てみれば、本発明の第1実施例による微細シンボル同期推定装置700は、同期化プリアンブル貯蔵器710、相関器720、交差相関器730、及び比較器740を含む。交差相関器730は、同期化プリアンブル貯蔵器710に貯蔵された同期化プリアンブルのパターン $x(1)$ が相関器720で相関された値を、OFDM受信信号 $y(n+1)$ と交差相関させる。比較器740は、交差相関値が最大になるタイミング n をシンボルタイミング

20

【0080】

【数 19】

$$\hat{\tau}$$

【0081】

として検出し、このようなシンボルタイミング

【0082】

30

【数 20】

$$\hat{\tau}$$

【0083】

は(式4)の通りに与えられる。つまり、微細シンボル同期は、OFDM受信信号と同期化プリアンブルのパターンを交差相関して最大値を有するタイミング n を検出することによって推定される。このような微細シンボル同期推定装置700は、専用ハードウェア又は汎用処理装置にソフトウェアとして、この1種類又は2種類を共に使用して実現できる。(式4)は、シンボル同期を推定する方法の一例を式に示したものである。

(式4)

40

【0084】

【数 21】

$$\hat{\tau} = \max_n \left| \sum_{l=0}^{L-1} x^*(l)y(n+l) \right|$$

【0085】

ここで、

【0086】

【数 2 2】

$\hat{\tau}$

【0087】

はシンボルタイミングであり、Lは交差相関の長さである。

【0088】

次に、図8乃至図10を参照して、本発明の第1実施例による同期化及びセル探索方法によるセル探索方法について詳細に説明する。

【0089】

図8は、本発明の第1実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンク信号のセル探索プリアンプルの概略的な構造図である。図9及び図10は、各々本発明の実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンク信号のパイロットのパターンを示す図である。

10

【0090】

図8に示したように、本発明の第1実施例によるセル探索プリアンプル120は T_{PC} の長さを有し、セルごとに固有なパターンを有する。一例として、OFDMA基盤の移動通信システムで 8^L 個のセルの種類があり、 T_{PC} はOFDMシンボルL個の長さと同様な場合、セル番号

【0091】

【数 2 3】

$$C = \sum_{k=1}^L 8^{L-k} c_k$$

20

【0092】

に従って、k番目シンボルの周波数軸で8個の異なる直交するパターンのうち、

【0093】

【数 2 4】

$$C_{c_k, m}$$

【0094】

番目 ($m = 0, \dots, M-1$) 副搬送波にだけ決められたパターンが送信される。端末機では、

30

【0095】

【数 2 5】

$$C_{c_k, m}$$

【0096】

番目 ($m = 0, \dots, M-1$) 副搬送波に受信された受信電力を最大にする c_k ($k = 1, \dots, L-1$) を求めてセルを探索することができる。この場合、8個パターンの交差相関計算をL回行うことだけで、 8^L 個のセルのうちの一つを選択することができる。

40

【0097】

また、一例として、図8で $8^2 (= 64)$ 個のセル種類があり、 T_{PC} はOFDMシンボル1個の長さと同様な場合、セル番号 $C = 8c_1 + c_2$ により、

【0098】

【数 2 6】

$$C_{c_1, m}$$

【0099】

番目 ($m = 0, \dots, M-1$) の副搬送波にだけ決められたパターンが送信される。この時、送信される副搬送波に、長さがMであり、交差相関特性の良い数列のうち c_2 番目

50

数列を載せて、端末機でセルを探索できるようにするセル探索プリアンブルを形成することができる。この場合、 c_1 に伴う8種類の副搬送波集合に対して電力の合計を最大にする c_1 を探した後、当該副搬送波集合に8個のパターンによる交差相関を求めて、64個のセルのうちの一つを選択することができる。

【0100】

このように、送信される時間、送信される副搬送波、及び信号パターンによって区分される複数のセル探索プリアンブル120からなるセル探索プリアンブル集合において、移動通信システムでのセルの数がセル探索プリアンブル120の数未満であれば、各セルごとに固有なセル探索プリアンブル120を割り当て、セルの数がセル探索プリアンブル120の数より多ければ、セルをセル探索プリアンブル120の数だけのセルにグループ化し、セルごとに固有なセル探索プリアンブル120を割り当てる。また、互いに異なる二つのセル探索プリアンブル120において、セル探索プリアンブル120が伝送されるシンボルのうちの少なくとも1個のシンボルでは、一つのセル探索プリアンブル120が信号を伝送する副搬送波によって他のセル探索プリアンブル120が信号を伝送したりするようなことがないようにする。

10

【0101】

また、固有なセル探索プリアンブル120の数を増加させるために、セル探索プリアンブル120をグループ化し、互いに異なるグループに属する二つのセル探索プリアンブル120では、前述の方法のように、セル探索プリアンブル120が伝送されるシンボルのうちの少なくとも一つのシンボルでは、1個のセル探索プリアンブルが信号を伝送する副搬送波によって他のセル探索プリアンブル120が信号を伝送したりするようなことがないようにし、同一グループに属する二つのセル探索プリアンブル120において、同一の伝送シンボルには同じ副搬送波を使用し、予め決められた受信信号処理方法を使用して区分できる信号パターンを割り当てる。

20

【0102】

以下、図9及び図10を参照して、パイロットパターンについて詳細に説明する。

【0103】

図9には、副搬送波の全数が N 個、パイロットシンボルの副搬送波間隔が N_f 、パイロットシンボルの時間間隔が N_t である場合が示されている。この時、 s_1 番目シンボル910において、 N_f 個の副搬送波ごとに一つずつ挿入されたパイロットシンボルは N/N_f 個であり、各々パターン

30

【0104】

【数27】

$$p_{s_1,c}(i)$$

【0105】

を有する。ここで、 c はセルの番号であり、 i は s_1 番目OFDMシンボルでの i 番目パイロット副搬送波を意味し、このようなパターン

【0106】

【数28】

$$p_{s_1,c}(i)$$

40

【0107】

は c と s によって異なることができる。したがって、セルごとに固有なパイロットパターンを使用し、可能なパターンに対して交差相関を求めることによりスロット同期とフレーム同期を推定し、セルを探索することができる。

【0108】

このように、パイロットシンボルが伝送される伝送シンボルの副搬送波に伝送される信号パターンによって区分できるパイロットパターンの集合を形成し、移動通信システムでのセルの数がパイロットパターンの数未満であれば、セルごとに固有なパイロットパター

50

ンを割り当て、セルの数がパイロットパターンの数より多ければ、パイロットパターンの数だけのセルをグループ化して、一つのグループ内では互いに異なるパイロットパターンを割り当てる。

【0109】

図10では、図9に示したパイロットパターンにおいて、一つのスロットが $2r (= N_s)$ 個のOFDMシンボルを有する場合、パイロットの時間間隔(N_t)を r とし、パターン $p_{s,c}(i)$ を Q 個のパターンの組み合わせ、つまり、 $p_{s,c}(iQ+q) = P_{q,s,c}(i)$ 、 $q = 0, \dots, Q-1$ になるように形成した場合が示されている。この時、 Q 個のパターンのうちの Q_1 個のパターンは全てのセルが共通に使用し、残りの $Q_2 (= Q - Q_1)$ 個のパターンはセルごとに異なるようにする。このようにして、 Q_1 個の共通パターンを利用してスロット同期を少ない計算量で探索できるようにし、残りの Q_2 個のパターンを使用したりプリアンブルを利用してセルを探索できるようにする。

10

【0110】

以下では、図1のような構造を有するOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンク信号において、図10に示したパイロットパターンを使用する実施例について、図11a、図11b、及び図12を参照して詳細に説明する。

【0111】

まず、図11a及び図11bを参照して、本発明の第2実施例による同期化及びセル探索方法について詳細に説明する。

【0112】

20

図11aは、本発明の第2実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンク信号の概略的な全体構造図であり、図11bは、本発明の第2実施例による同期化及びセル探索方法を示すフローチャートである。

【0113】

初期同期化のために、まず、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)を利用して初期シンボル同期が推定される(S1110)。推定されたシンボル同期及び各セルごとに共通であるパイロットのパターンを利用してスロット同期が推定される(S1120)。推定されたスロット同期及びプリアンブル100の同期化プリアンブル110を利用してフレーム同期が推定される(S1130)。そして、プリアンブルの同期化プリアンブル110とセル探索プリアンブル120を利用して時間及び周波数同期が推定される(S1140)。段階S1140で時間及び周波数を同期化した後、セル探索プリアンブル120とパイロットのセルごとに固有なパターンを各々又は共に利用してセル探索が行われる(S1150)。このような段階S1110乃至S1150を経て初期同期化が行われる。

30

【0114】

ここで、段階S1140では、段階S1141乃至S1143を経て時間及び周波数同期を推定することができる。まず、プリアンブルの同期化プリアンブル110を利用して周波数オフセットを推定し、概略的な周波数同期が推定される(S1141)。次に、プリアンブルの同期化プリアンブル110を利用して微細シンボル同期が推定され(S1142)、セル探索プリアンブル120を利用して微細周波数同期が推定される(S1143)。

40

【0115】

そして、初期同期化を行った後に周波数及び時間を追跡する。周波数及び時間を追跡するために、まず、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)と周期的プレフィックス(CP)のような信号からなる有効OFDMシンボルの間の位相差を利用し、周波数追跡が行われる(S1160)。次に、同期化プリアンブル110を利用してシンボル同期追跡が行われ(S1170)、同期化プリアンブル110を利用して微細周波数同期が追跡される(S1180)。このような段階S1160乃至S1180を繰り返すことにより周波数及び時間追跡が行われる。

【0116】

50

このような本発明の第2実施例は、段階S 1 1 2 0及びS 1 1 3 0を除けば第1実施例と同様な方法で同期化及びセル探索が行われる。つまり、第1実施例とは異なって、第2実施例では、シンボル同期と各セルごとに共通であるパイロットのパターンを利用してスロット同期を推定し、推定されたスロット同期と同期化プリアンプルを利用してフレーム同期を推定する。

【0 1 1 7】

以下、図12を参照して、本発明の第2実施例による同期化及びセル探索方法によるスロット同期推定方法について詳細に説明する。図12は、本発明の第2実施例によるスロット同期推定装置の概略的なブロック図である。

【0 1 1 8】

図12に示したように、本発明の第2実施例によるスロット同期推定装置1200は、FFT (fast Fourier transform) 器1210、セル共通パイロット選択器1220、パイロットパターン貯蔵器1230、交差相関器1240、及び比較器1250を含む。

【0 1 1 9】

まず、FFT器1210は、図3に説明された方法に従って推定されたシンボルの初期タイミングを利用し、OFDM受信信号をフーリエ変換し、セル共通パイロット選択器1220は、フーリエ変換された信号から共通パイロット受信信号

【0 1 2 0】

【数29】

$$Y_{n+IN_s}$$

【0 1 2 1】

を選択する。次に、交差相関器1240で、パイロットパターン貯蔵器1230に貯蔵されたセル共通パイロットパターン

【0 1 2 2】

【数30】

$$Z(k_m)$$

【0 1 2 3】

の相関値と共通パイロット受信信号

【0 1 2 4】

【数31】

$$Y_{n+IN_s}$$

【0 1 2 5】

とを交差相関させる。比較器1250は、交差相関値

【0 1 2 6】

【数32】

$$\Gamma_{n+IN_s}$$

【0 1 2 7】

を最大にするシンボル位置 (n) をスロットタイミング

【0 1 2 8】

【数33】

$$\hat{\tau}_s$$

【0 1 2 9】

として選択する。このようなスロットタイミング

【0 1 3 0】

10

20

30

40

【数 3 4】

$$\hat{\tau}_S$$

【0 1 3 1】

は (式 5) の通りに与えられる。

(式 5)

【0 1 3 2】

【数 3 5】

$$\Gamma_n = \left| \sum_{m=0}^{M-1} Y_n Z_m^*(k_m) \right|$$

10

$$\hat{\tau}_S = \max_n \sum_{l=0}^{L-1} \Gamma_{n+lN_s}, \quad n = 0, \dots, N_s - 1$$

【0 1 3 3】

ここで、 Γ_n は交差相関値、 Y_n は n 時間にフーリエ変換された OFDM 受信信号、 k_m は m 番目セルの共通パイロットの副搬送波位置、 $Z(k_m)$ は、 m 番目セルの共通パイロット、 M はセル共通パイロットの数、

20

【0 1 3 4】

【数 3 6】

$$\hat{\tau}_S$$

【0 1 3 5】

はスロットタイミング、 N_s は一つのスロットのシンボル数、 L は反復累積回数を示す。

【0 1 3 6】

図 1 2 に示したスロット同期推定装置を使用する場合、セル共通パイロットのある帯域で周波数選択的減殺によってチャンネルが変わると、(式 5) による方法は性能が落ちるおそれがある。この場合には、(式 6) に示した方法でセル共通パイロットを配置し、交差相関を求めることができる。

30

(式 6)

【0 1 3 7】

【数 3 7】

$$\Gamma_n = \left| \sum_{m=0}^{M/2-1} Y_n^*(k_{2m}) Y_n(k_{2m+1}) Z_{2m}(k_{2m}) Z_{2m+1}^*(k_{2m+1}) \right|$$

$$\hat{\tau}_S = \max_n \sum_{l=0}^{L-1} \Gamma_{n+lN_s}, \quad n = 0, \dots, N_s - 1$$

40

【0 1 3 8】

この時、 M は偶数とし、 k_{2m} と k_{2m+1} は、チャンネルがそれ程大きくは変わらない範囲内で配置される。例えば、(式 6) で Z_{2m} と Z_{2m+1} を各々他のシーケンスで形成し、 k_{2m} と k_{2m+1} を隣接した周波数に形成すれば、良好な交差相関特性を得ることができる。

(式 6) の代りに、(式 7) に示したように、2 個の異なる時間にセル共通パイロットを分けて送り、各時間で受信された信号を利用して交差相関を求めることもできる。この時は、 n_1 と n_2 を、チャンネルがそれ程大きくは変わらない範囲内で配置する。

50

(式7)

【0139】

【数38】

$$\Gamma_{n_1, n_2} = \left| \sum_{m=0}^{M/2-1} Y_{n_1}^*(k_m) Y_{n_2}(k_m) Z_{2m}(k_m) Z_{2m+1}^*(k_m) \right|$$

$$\hat{\tau}_s = \max_{n_1} \sum_{l=0}^{L-1} \Gamma_{n_1+lN_s, n_2+lN_s}, \quad n_1 = 0, \dots, N_s - 1$$

10

【0140】

次に、OFDMA基盤の移動通信システムの下向リンクで一つ以上の送信アンテナを使用する実施例について、図13乃至図15を参照して詳細に説明する。

【0141】

まず、図13及び図14を参照して、本発明の第3実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンク信号のトラフィックスロットでのパイロットパターンについて詳細に説明する。

【0142】

図13は、本発明の第3実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンク信号のトラフィックスロットの概略的な構造図であり、図14は、図13でのパイロットのパターンとその位置を示した図である。

20

【0143】

図13に示したように、本発明の第3実施例による下向リンク信号の構造は、図1に示した構造とトラフィックスロットを除いては同一である。

【0144】

詳しく説明すれば、共通スロット10は T_p の長さのプリアンブル100を有し、プリアンブル100は、 T_{ps} の長さの同期化プリアンブル110とTPC(= $T_p - T_{ps}$)の長さのセル探索プリアンブル120とからなる。同期化プリアンブル110は、複数の送信アンテナのうちで予め定めた一つの送信アンテナにのみ送信されたり、複数のフレームの群ごとに交互に送信されることができる。同様に、セル探索プリアンブル120も、複数の送信アンテナのうちで予め定めた一つの送信アンテナにのみ送信されたり、複数のフレームの群ごとに交互に送信されることができる。そして、セル探索プリアンブル120が一つ以上のOFDMシンボルからなる場合には、シンボルごとに異なるアンテナを通して伝送されることもできる。

30

【0145】

トラフィックスロット20には、アンテナ別に時間軸と周波数軸に設けられたパイロットシンボルが、周波数軸には N_f 個の副搬送波群ごとに、時間軸には N_t 個のシンボル群ごとに挿入されている。例えば、図13には2個のアンテナを使用する場合が示されている。アンテナ0のパイロットシンボル(AP_0)とアンテナ1のパイロットシンボル(AP_1)とが、各々周波数軸には N_f 個の副搬送波群ごとに、時間軸には N_t 個のシンボル群ごとに挿入されている。図13にはアンテナが2個である場合を示したが、アンテナの個数が N_f より少ない場合には、パイロットシンボルが挿入されることができる。

40

【0146】

次に、図14を参照して、このようなパイロットシンボルのパターンについて詳細に説明する。

【0147】

第3実施例によるパイロットスロット20では、図10に示したパイロットパターンが全てのアンテナに共通に用いられている。そして、各々のアンテナによるパイロットシンボル(AP_0 、 AP_1 、 AP_2 、 AP_3)の位置が一定の周期で変わり、各々のアンテナによ

50

るパイロットシンボル (AP₀、AP₁、AP₂、AP₃) の位置を変えるパターンがセル (C₁、C₂) ごとに異なるように割り当てられている。

【0148】

一般的に、送信アンテナが複数である場合には各々のアンテナのパイロット送信電力を異なるようにすることができる。例えば、セルの共通チャンネル、制御チャンネルなどは固定伝送率を有し、デフォルト (default) アンテナ2個を使用し、データチャンネルはチャンネル状況に応じて可変伝送率を有し、アンテナを4個未満使用する。このような多重入力多重出力 (multi-input multi-output、MIMO) 技法などを通じて高速の伝送ができる場合、この方式を使用する使用者は、主に基地局の近くにいる使用者であると予測できる。したがって、デフォルトアンテナを除いた残りのアンテナ2個は、デフォルトアンテナより遥かに少ない電力で信号を送信する。この時、アンテナによるパイロットシンボルの位置を隣接セルにおいて適切に異なるようにして、高い電力で送信するデフォルトアンテナのパイロットシンボルを、伝送する副搬送波が最大限重ならないようにすることによって、隣接セルのパイロットシンボルによる干渉を減らすことができる。

10

【0149】

表1には、デフォルトアンテナ (アンテナ0及び1) を2個使用し、高速伝送のために2個のアンテナ (アンテナ2及び3) をさらに使用する場合に、隣接した6個のセル (セルA乃至F) 間でデフォルトアンテナのパイロットシンボルによる干渉を最小化することができるように、パイロットシンボル位置を割り当てる方法を示した。ここで、副搬送波グループ番号 (グループ0乃至3) は、一つのアンテナのパイロットシンボルを伝送できるように、予め決められたパイロットシンボルが伝送される副搬送波の位置を示し、全てのセルで共通的に用いられる。アンテナ2とアンテナ3は、アンテナ0とアンテナ1に比べて少ない電力で信号を伝送すると想定し、アンテナ2とアンテナ3を通じた信号を受信する端末機は、基地局の近くにあつて他のセルの干渉をほとんど受けないと想定する。そうすれば、互いに異なる二つのセル間でアンテナ0やアンテナ1を通して送信されるグループが重なるパイロットシンボルに干渉が起こり、これを最小化するように設計する。

20

【0150】

【表1】

表 1

	アンテナ0	アンテナ1	アンテナ2	アンテナ3
セルA	グループ0	グループ1	グループ2	グループ3
セルB	グループ0	グループ2	グループ3	グループ1
セルC	グループ3	グループ0	グループ2	グループ1
セルD	グループ1	グループ2	グループ0	グループ3
セルE	グループ3	グループ1	グループ0	グループ2
セルF	グループ2	グループ3	グループ0	グループ1

30

【0151】

表2には、表1の場合に互いに異なる二つのセル間で、アンテナ0やアンテナ1が送信するグループが重なる数を示す。継続して一定の位置が重なったり、特定の二つのセル間に重なる数が異なる二つのセル間に重なる数が異なる場合には、二つのセルによって重なる位置や数が異なる表1のようなパターンを多数個作成し、一定の周期ごとに変えて送信することができる。

40

【0152】

【表 2】

表 2

	セル A	セル B	セル C	セル D	セル E	セル F
セル A	×	1	1	1	1	0
セル B	1	×	1	1	0	1
セル C	1	1	×	0	1	1
セル D	1	1	0	×	1	1
セル E	1	0	1	1	×	1
セル F	0	1	1	1	1	×

【0153】

10

次に、本発明の第3実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンクで、一つ以上の送信アンテナを使用する場合の同期化及びセル探索方法について、図15を参照して説明する。

【0154】

図15は、本発明の第3実施例による同期化及びセル探索方法を示すフローチャートである。

【0155】

初期同期化のために、まず、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)を利用して初期シンボル同期を推定し(S1510)、推定された初期シンボル同期を利用して各送信アンテナ別に信号電力を推定する(S1520)。次に、段階S1520で推定した送信アンテナ別信号電力を利用して、最大の電力を有したり予め定めた基準値を超える電力を有する送信アンテナの共通パイロットパターン部分を選択又は結合して、スロット同期を推定する(S1530)。段階S1530で推定したスロット同期とプリアンプルの同期化プリアンプル110を利用してフレーム同期を推定する(S1540)。次に、プリアンプルの同期化プリアンプル110を利用して周波数オフセットを推定し(S1551)、プリアンプルの同期化プリアンプル110を利用して微細シンボル同期を推定し(S1552)、セル探索プリアンプル120を利用して微細周波数同期を推定する(S1553)。そして、このような段階S1551乃至S1553の同期化過程を経て時間及び周波数を同期化した後(S1550)、セル探索プリアンプル120を利用してセル探索を行う(S1560)。段階S1560では、セル探索プリアンプル120の代わりに、パイロットのセルごとに固有なパターンを利用したり、セル探索プリアンプル120と固有なパターンを共に利用してセル探索を行うことができる。

20

30

【0156】

次に、OFDMA基盤の移動通信システムの下向リンクで、セル間の同期化が地理測定システム(GPS)などを使用してなされた場合に隣接セルを探索する方法について、図16を参照して説明する。図16は、本発明の第4実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンクで隣接セルを探索する方法を示すフローチャートである。

【0157】

図16に示したように、まず、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)を利用してシンボルの自己相関を求め(S1610)、自己相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、最大値を有する点を推定して隣接セルのシンボル同期を推定する(S1620)。そして、段階S1620で推定した隣接セルのシンボル同期及びプリアンプルの同期化プリアンプルを利用して自己相関を推定し(S1630)、自己相関結果から、現在セルのフレーム開始位置に相当する結果を除き、最大値を有する点を推定して隣接セルのフレーム同期を推定する(S1640)。

40

【0158】

次に、プリアンプルの同期化プリアンプルを利用して周波数オフセットを推定し(S1651)、プリアンプルの同期化プリアンプルを利用してシンボル同期相関を推定する(S1652)。そして段階S1652のシンボル同期相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、最大値を有する点を推定して隣接セルの微細シンボル同

50

期を推定し（S 1 6 5 3）、セル探索プリアンブルを利用して微細周波数同期を推定する（S 1 6 5 4）。

【0 1 5 9】

そして、段階S 1 6 5 1乃至S 1 6 5 4の同期化過程を経て時間及び周波数を同期化した後（S 1 6 5 0）、セル探索プリアンブルを利用してセル探索結果を得（S 1 6 6 0）、段階S 1 6 6 0で得た結果から、現在セルに相当する結果を除いた後で隣接セルの探索を行う（S 1 6 7 0）。段階S 1 6 6 0では、セル探索プリアンブルの代わりにパイロットのセルごとに固有なパターンを利用したり、セル探索プリアンブルと固有なパターンを共に利用してセル探索を行うことができる。

【0 1 6 0】

次に、OFDMA基盤の移動通信システムの下向リンクで、セル間が同期化されていない場合に隣接セルを探索する方法について、図17を参照して説明する。図17は、本発明の第5実施例によるOFDMA基盤の移動通信システムの下向リンクで隣接セルを探索する方法を示すフローチャートである。

【0 1 6 1】

図17に示したように、まず、OFDM送信信号の周期的プレフィックス（CP）を利用してシンボルの自己相関を求め（S 1 7 1 0）、自己相関結果から、現在セルのシンボル開始位置に相当する結果を除き、最大値を有する点を推定して隣接セルの初期シンボル同期を推定する（S 1 7 2 0）。段階S 1 7 2 0で推定した隣接セルのシンボル同期及び各セルごとに共通であるパイロットのパターンを利用して相関を推定し（S 1 7 3 0）、相関結果から、現在セルに相当する点を除いてスロット同期を推定する（S 1 7 4 0）。そして、段階S 1 7 4 0で得られたスロット同期及びプリアンブルの同期化プリアンブルを利用して自己相関を推定し（S 1 7 5 0）、自己相関結果から、現在セルのフレーム開始位置に相当する結果を除き、最大値を有する点を推定して隣接セルのフレーム同期を推定する（S 1 7 6 0）。

【0 1 6 2】

次に、プリアンブルの同期化プリアンブルを利用して周波数オフセットを推定し（S 1 7 7 1）、プリアンブルの同期化プリアンブルを利用してシンボル同期相関を求める（S 1 7 7 2）。そして、段階S 1 7 7 2で求めた相関結果から、現在セルのシンボル位置に相当する結果を除き、最大値を有する点を推定して隣接セルの微細シンボル同期を推定し（S 1 7 7 3）、セル探索プリアンブルを利用して微細周波数同期を推定する（S 1 7 7 4）。

【0 1 6 3】

段階S 1 7 7 1乃至S 1 7 7 4の同期化過程を経て時間及び周波数を同期化させた後（S 1 7 7 0）、セル探索プリアンブルを利用してセル探索結果を得（S 1 7 8 0）、セル探索結果から、現在セルに相当する結果を除いた後に隣接セルの探索を行う（S 1 7 9 0）。段階S 1 7 8 0では、セル探索プリアンブルの代わりにパイロットのセルごとに固有なパターンを利用したり、セル探索プリアンブルと固有なパターンを共に利用してセル探索を行うことができる。

【0 1 6 4】

図16及び図17に示した実施例の下向リンクにおいて、一つ以上の送信アンテナを有する場合には図15で説明した方法を適用することができる。つまり、図15に示した実施例のように、スロット同期を推定する場合にアンテナ別に電力を推定して、最大の電力を有したり予め定めた基準値以上の電力を有するアンテナの共通パイロットパターン部分を選択又は結合してスロット同期を推定することができる。

【0 1 6 5】

また、図2b、図11b、図15、図16、及び図17に各々示した実施例で、端末機が一つ以上の受信アンテナを有する場合には、各段階ごとに受信アンテナ別に受信された信号を各々処理した後、その結果を適切に選択又は結合して使用することができる。

【0 1 6 6】

10

20

30

40

50

次に、図6及び図7を参照して、本発明の実施例による周波数追跡及びシンボル同期追跡方法について詳細に説明する。本発明の実施例による周波数追跡及びシンボル同期追跡装置は、各々図6及び図7に示した周波数同期推定装置600及び微細シンボル同期推定装置700と同一な構造を有する。周波数追跡及びシンボル同期追跡装置は各々周波数同期推定装置600及び微細シンボル同期推定装置700と同一な構造を有するので、これらは各々一つの装置として共有されることもでき、別個の装置からなることもできる。

【0167】

図6に示したように、OFDM受信信号 $y(n+1+N)$ は、遅延器610で有効OFDMシンボルの長さ N だけ遅延された後、相関器620で相関される。移動平均器630は、OFDM受信信号 $y(n+1+N)$ と遅延信号の相関値 $y^*(n+1)$ の移動平均を計算し、周波数オフセット検出器640は、移動平均の位相を検出して周波数オフセット

10

【0168】

【数39】

$$\hat{\varepsilon}$$

【0169】

を求める。周波数オフセット

【0170】

【数40】

$$\hat{\varepsilon}$$

20

【0171】

は、(式8)の通りに与えられる。このような周波数の追跡はOFDMシンボルごとに行われ、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)と周期的プレフィックス(CP)のような信号からなる有効OFDMシンボルとの間の位相差を利用して行われる。

(式8)

【0172】

【数41】

$$\hat{\varepsilon} = \frac{1}{2\pi} \arg \left\{ \sum_{l=0}^{L-1} y^*(n+l)y(n+l+N) \right\}$$

30

【0173】

ここで、

【0174】

【数42】

$$\hat{\varepsilon}$$

【0175】

は周波数オフセット、 L は平均回数、 N は、OFDMシンボルでの有効OFDMシンボルの長さ ($N_{sym} - N_{CP}$) を示す。

40

【0176】

そして、周波数追跡を行う途中で新たなフレームが受信されれば、同期化プリアンブルとセル探索プリアンブルを利用して、図7に示した装置と(式4)によってシンボル同期追跡が行われ、図6に示した装置と(式8)によって微細周波数同期追跡が行われる。

【0177】

次に、図18を参照して、本発明の実施例によるセル探索方法について詳細に説明する。図18は、本発明の実施例によるセル探索装置の概略的なブロック図である。

【0178】

図18に示したように、本発明の実施例によるセル探索装置は、直列/並列変換器18

50

10、FFT器1820、及びセル探索器1830を含み、セル探索器1830は、相関器1831、パターン発生器1832、及び比較器1833からなる。受信されたセル探索プリアンブルは直列/並列変換器1810で並列に変換され、FFT器1820でフーリエ変換されてセル探索器1830に輸入される。パターン発生器1832は、FFT器1820から輸入されるセル探索プリアンブルの周波数領域信号から、各セルに相当するセル探索プリアンブルパターンを発生する。相関器1831は、セル探索プリアンブルパターンと入力信号の交差相関を求め、比較器1833は交差相関を比較して、最も大きい値を有するセル番号を選択することによってセルを探索する。

【0179】

次に、図19及び図20を参照して、図1乃至図18で説明した同期化及びセル探索方法が行われる端末機同期化装置について詳細に説明する。

10

【0180】

図19及び図20は、各々本発明の実施例による端末機の同期化装置の概略的なブロック図である。

【0181】

図19に示したように、本発明の実施例による端末機同期化装置1900は、初期同期推定器1910、セル探索器1920、貯蔵器1930、及び時間及び周波数同期追跡器1940を含み、図1乃至図10で説明した第1実施例に適用される。

【0182】

初期同期推定器1910は、初期シンボル同期推定器1911、フレーム同期推定器1912、時間及び周波数同期推定器1913からなる。初期シンボル同期推定器1911は、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)を利用して初期シンボル同期を推定し、フレーム同期推定器1912は、初期シンボル同期推定器1911で推定されたシンボル同期及び同期化プリアンブルを利用してフレーム同期を推定する。時間及び周波数同期推定器1913は、プリアンブルの同期化プリアンブルとセル探索プリアンブルを利用して時間及び周波数同期を推定する。時間及び周波数同期推定器1913でシンボル同期と周波数同期化をした後、セル探索器1920は、セル探索プリアンブルとパイロットのセルごとに固有なパターンを各々又は共に利用してセル探索を行う。

20

【0183】

時間及び周波数同期追跡器1940は、周波数同期追跡器1941及び微細シンボル同期追跡器1942からなる。周波数同期追跡器1941は、OFDM送信信号の周期的プレフィックス(CP)と、周期的プレフィックス(CP)のような信号からなる有効OFDMシンボルとの間の位相差を利用して周波数追跡を行い、同期化プリアンブルを利用してシンボル同期追跡を行う。そして、貯蔵器1930は、現在セルの同期情報とセル情報を各々貯蔵する同期情報貯蔵器1931、及びセル情報貯蔵器1932からなる。

30

【0184】

隣接セルの探索時には、初期同期推定器1910及びセル探索器1920から、同期情報貯蔵器1931とセル情報貯蔵器1932に貯蔵された現在セル情報に相当する点を除いて、セル探索が行われる。

【0185】

そして、時間及び周波数同期推定器1913は、周波数同期推定器1913a及び微細シンボル同期推定器1913bからなる。周波数同期推定器1913aは、プリアンブルの同期化プリアンブルを利用して周波数オフセットを推定し、セル探索プリアンブルを利用して微細周波数同期を推定する。微細シンボル同期推定器1913bは、プリアンブルの同期化プリアンブルを利用してシンボル同期を推定する。また、前述のように、微細シンボル同期推定器1913bと微細シンボル同期追跡器1942は一つの装置として共有されることもでき、周波数同期推定器1913aと周波数同期追跡器1941も一つの装置として共有されることもできる。

40

【0186】

図20に示したように、本発明の他の実施例による同期化装置2000は、図19のよ

50

うに初期同期推定器 2010、セル探索器 2020、貯蔵器 2030、及び時間及び周波数同期追跡器 2040を含む。図 20 に示した同期化装置 2000 は、初期同期推定器 2010 を除けば、図 19 に示した同期化装置 1900 と同一な構造を有する。

【0187】

詳しく説明すれば、初期同期推定器 2010 は、初期シンボル同期推定器 2011、スロット同期推定器 2012、フレーム同期推定器 2013、及び時間及び周波数同期推定器 2014 を含む。初期シンボル同期推定器 2011 は、OFDM 送信信号の周期的プレフィックス (CP) を利用して初期シンボル同期を推定し、スロット同期推定器 2012 は、初期シンボル同期推定器 2011 で推定されたシンボル同期及び各セルごとに共通であるパイロットのパターンを利用してスロット同期を推定する。フレーム同期推定器 2013 は、スロット同期推定器 2012 で推定されたスロット同期及びプリアンプルの同期化プリアンプルを利用してフレーム同期を推定し、時間及び周波数同期推定器 2014 は、プリアンプルの同期化プリアンプルとセル探索プリアンプルを利用して時間及び周波数同期を推定する。時間及び周波数同期推定器 2014 でシンボル同期と周波数同期を合せた後、セル探索器 2020 は、セル探索プリアンプルとパイロットのセルごとに固有なパターンを各々又は共に利用してセル探索を行う。

10

【0188】

そして、時間及び周波数同期推定器 2014 は、周波数同期推定器 2014a 及び微細シンボル同期推定器 2014b からなり、微細シンボル同期推定器 2014b には、アンテナ信号選択結合器 2014c が含まれることができる。周波数同期推定器 2014a は、プリアンプルの同期化プリアンプルを利用して周波数オフセットを推定し、セル探索プリアンプル部分を利用して微細周波数同期を推定する。微細シンボル同期推定器 2014b は、プリアンプルの同期化プリアンプルを利用してシンボル同期を推定する。

20

【0189】

時間及び周波数同期追跡器 2040 は、周波数同期追跡器 2041 及び微細シンボル同期追跡器 2042 からなり、図 19 の時間及び周波数同期追跡器 1940 と同一な機能をする。貯蔵器 2030 は、同期情報貯蔵器 2031 及びセル情報貯蔵器 2032 からなり、図 19 の貯蔵器と同一な機能をする。隣接セルの探索時には、初期同期推定器 2010 及びセル探索器 2020 から同期情報貯蔵器 2031 とセル情報貯蔵器 2032 に貯蔵された現在セル情報に相当する点を除き、セル探索を行う。

30

【0190】

図 20 で、下向リンク送信アンテナが一つ以上である場合には、図 10 の同期化装置 2000 はアンテナ電力比較器 2050 をさらに含むことができ、微細シンボル同期推定器 2014b 及びセル探索器 2020 は、各々アンテナ信号選択結合器 2014c、2021 をさらに含むことができる。アンテナ電力比較器 2050 は、送信アンテナのパイロット電力を推定及び比較し、アンテナ信号選択結合器 2014c、2021 は、アンテナ別に処理した結果を選択及び結合して使用する。

【0191】

次に、図 21 を参照して、本発明の実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの基地局の下向リンク信号構成装置について詳細に説明する。図 21 は、本発明の実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの基地局の下向リンク信号構成装置の概略的なブロック図である。

40

【0192】

図 21 に示したように、下向リンク信号構成装置 2100 は、プリアンプル発生器 2110、パイロットパターン発生器 2120、及び時間一周波数アンテナマッピング器 2130 を含む。プリアンプル発生器 2110 は、外部からセル番号の情報を受けてプリアンプルを発生させ、同期化プリアンプル発生器 2111 及びセル探索プリアンプル発生器 2112 を含む。同期化プリアンプル発生器 2111 は、セル番号の情報を受けて同期化プリアンプルパターンを発生させ、セル探索プリアンプル発生器 2112 は、セル番号の情報を受けて送信アンテナ別にパイロットパターンを発生させる。時間一周波数アンテナ

50

ナマッピング器 2130 は、外部からプリアンブル送信アンテナマッピング情報、パイロット副搬送波グループ送信アンテナマッピング情報、フレーム構造情報、及び伝送トラフィックデータを受信し、このデータを時間、周波数、及びアンテナにマッピングして、各送信アンテナ 2102 別 OFDM 送信機 2101 に出力する。

【0193】

以上、本発明の好ましい実施例について詳細に説明したが、本発明の権利範囲はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲で定義している本発明の基本概念を利用した当業者のいろいろな変形及び改良形態もまた本発明の権利範囲に属する。

【図面の簡単な説明】

【0194】

【図1】本発明の第1実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号の1個のフレームの概略的な構造図である。

【図2a】本発明の第1実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号の概略的な全体構造図である。

【図2b】本発明の第1実施例による同期化及びセル探索方法を示すフローチャートである。

【図3】本発明の第1実施例による初期シンボル同期推定装置の概略的なブロック図である。

【図4】本発明の第1実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号のプリアンブルの概略的な構造図である。

【図5】本発明の第1実施例によるフレーム同期推定装置の概略的なブロック図である。

【図6】本発明の第1実施例による周波数同期推定装置の概略的なブロック図である。

【図7】本発明の第1実施例によるシンボル同期装置の概略的なブロック図である。

【図8】本発明の第1実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号のセル探索プリアンブルの概略的な構造図である。

【図9】各々本発明の実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号のパイロットのパターンを示す図である。

【図10】各々本発明の実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号のパイロットのパターンを示す図である。

【図11a】本発明の第2実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号の概略的な全体構造図である。

【図11b】本発明の第2実施例による同期化及びセル探索方法を示すフローチャートである。

【図12】本発明の第2実施例によるスロット同期推定装置の概略的なブロック図である。

【図13】本発明の第3実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンク信号のトラフィックスロットの概略的な構造図である。

【図14】図13のパイロットのパターンと位置を示した図である。

【図15】本発明の第3実施例による同期化及びセル探索方法を示すフローチャートである。

【図16】及び

【図17】各々本発明の第4及び第5実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの下向リンクで、隣接セルを探索する方法を示すフローチャートである。

【図18】本発明の実施例によるセル探索装置の概略的なブロック図である。

【図19】各々本発明の実施例による端末機の同期化装置の概略的なブロック図である。

【図20】各々本発明の実施例による端末機の同期化装置の概略的なブロック図である。

【図21】本発明の実施例による OFDMA 基盤の移動通信システムの基地局の下向リンク信号構成装置の概略的なブロック図である。

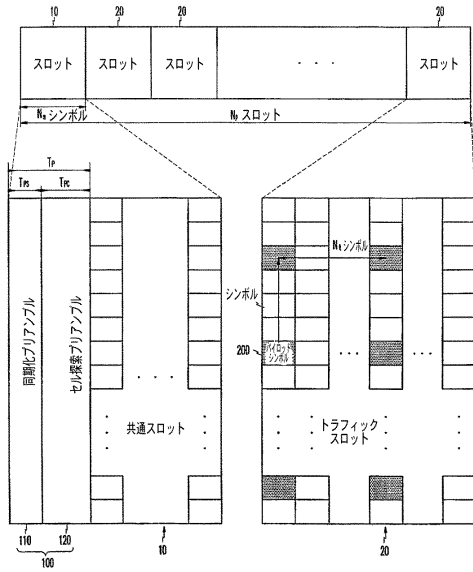
10

20

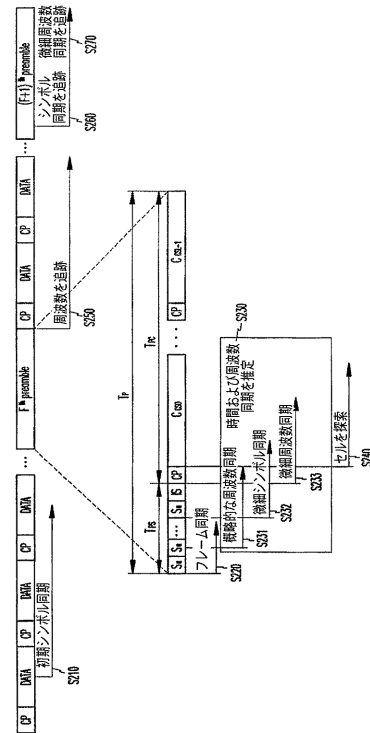
30

40

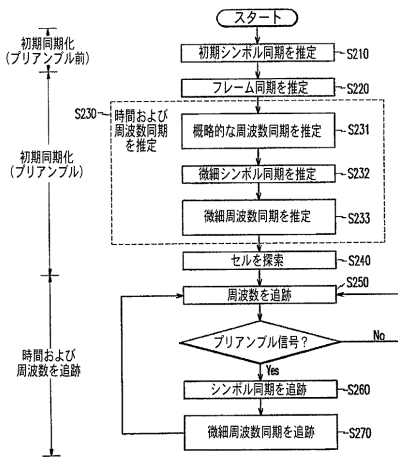
【図 1】



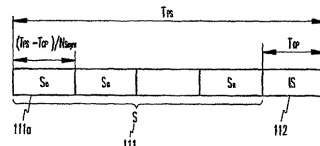
【図 2 a】



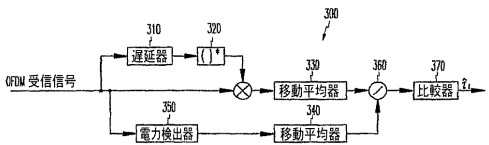
【図 2 b】



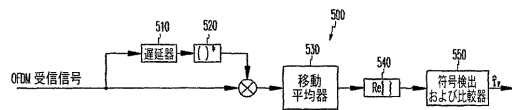
【図 4】



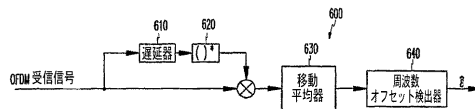
【図 3】



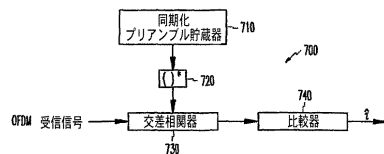
【図 5】



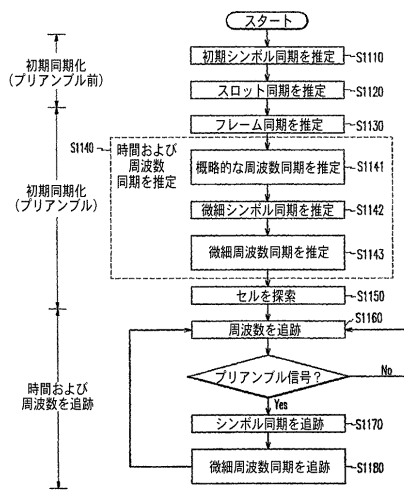
【図 6】



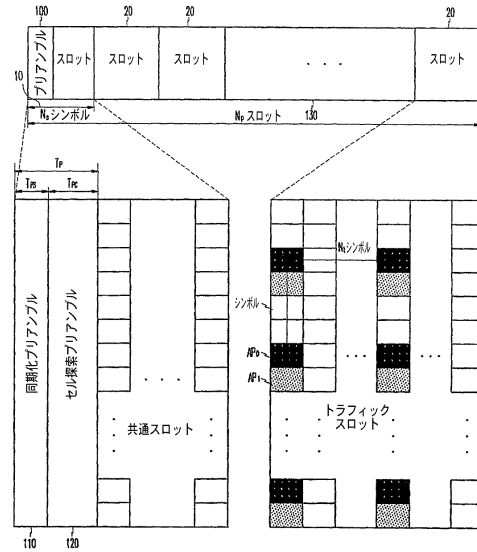
【図 7】



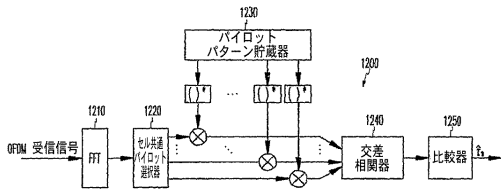
【図 1 1 b】



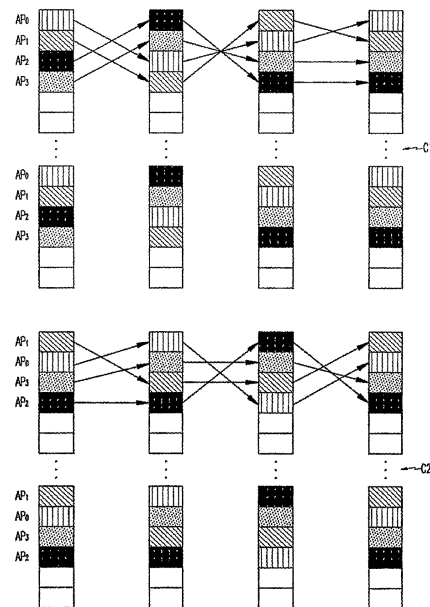
【図 1 3】



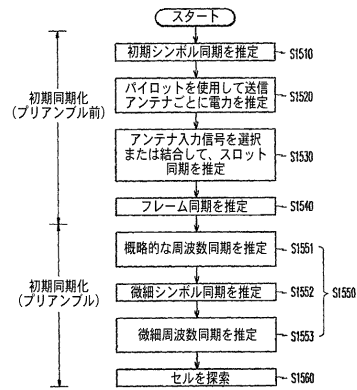
【図 1 2】



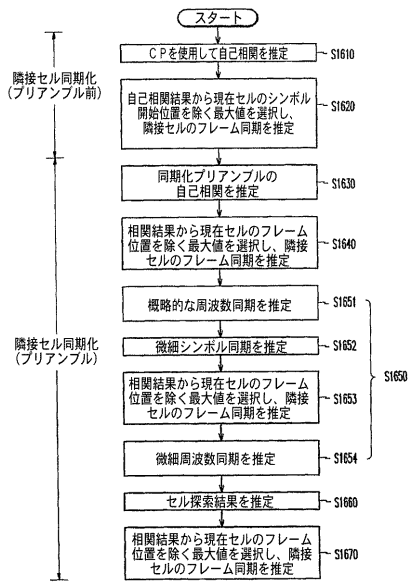
【図 1 4】



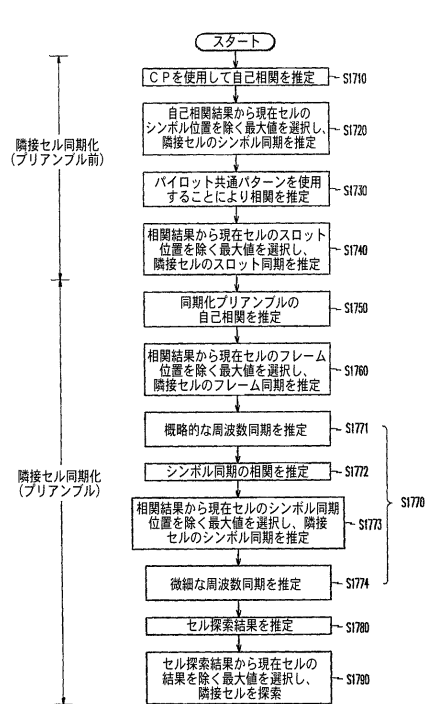
【図 1 5】



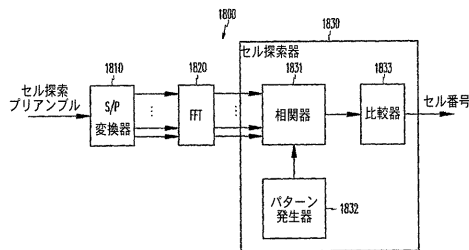
【図 16】



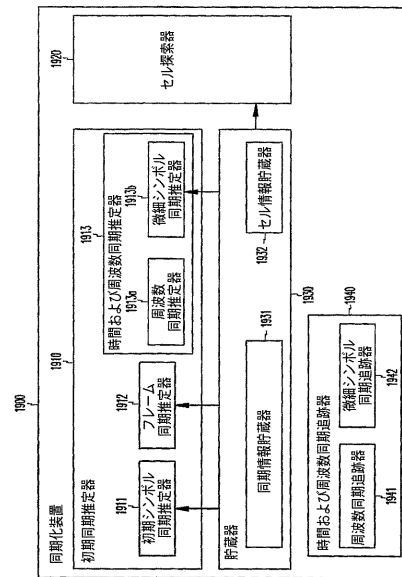
【図 17】



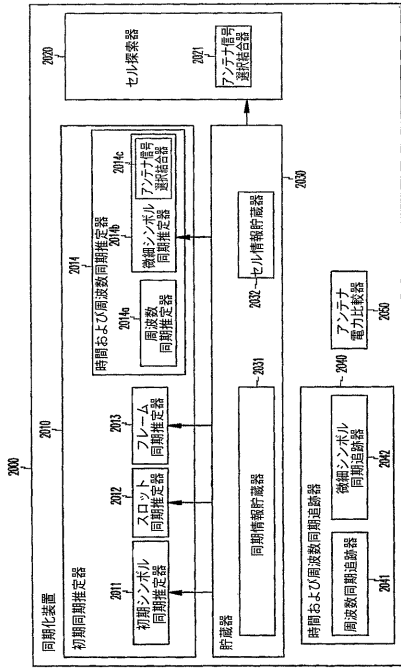
【図 18】



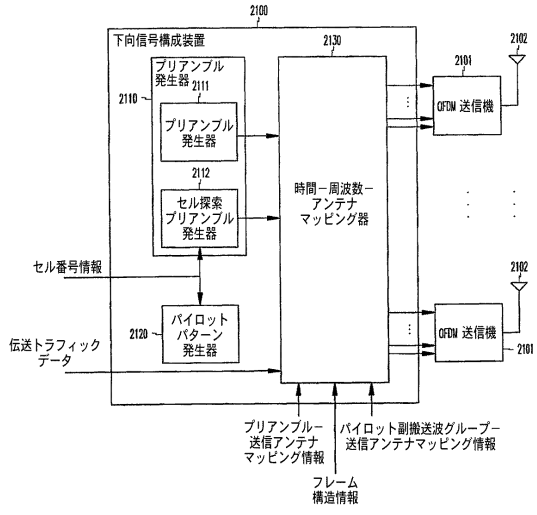
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

- (74)代理人 100077481
弁理士 谷 義一
- (74)代理人 100088915
弁理士 阿部 和夫
- (72)発明者 キム クワンソン
大韓民国 305-345 テジョン ユソング シンソンドン (番地なし) ハナ アパートメ
ント 109-1203
- (72)発明者 チャン キュンヒ
大韓民国 302-120 テジョン ソグ デュンサンドン (番地なし) クローバー アパー
トメント 104-1409
- (72)発明者 チョ ヨンソ
大韓民国 137-040 ソウル ソチョグ バンポドン (番地なし) シンバンポ アパー
トメント 25-1006
- (72)発明者 キム テーゴン
大韓民国 159-830 ソウル ドンジャクク サンド1ドン 679

審査官 高野 洋

- (56)参考文献 国際公開第00/059147 (WO, A1)
国際公開第00/014989 (WO, A1)
特開2002-164867 (JP, A)
特表2002-524990 (JP, A)
特開2001-148680 (JP, A)
特開2001-148673 (JP, A)
特開2001-358695 (JP, A)
特開平10-210000 (JP, A)
特開2000-201131 (JP, A)
特開2000-209179 (JP, A)
特開2000-068973 (JP, A)
特開2001-148678 (JP, A)
特開平11-145929 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04J 11/00