

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5169423号

(P5169423)

(45) 発行日 平成25年3月27日(2013.3.27)

(24) 登録日 平成25年1月11日(2013.1.11)

(51) Int.Cl.

H04J 11/00 (2006.01)

F I

H04J 11/00

Z

請求項の数 10 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2008-106572 (P2008-106572)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成20年4月16日 (2008.4.16)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2009-260604 (P2009-260604A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年11月5日 (2009.11.5)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成23年1月18日 (2011.1.18)		弁理士 伊東 忠重
前置審査		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100146776
			弁理士 山口 昭則
		(72) 発明者	本多 光男
			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	北村 智彦
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動局装置及び伝送路推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下りリンクの信号に基づいて、伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数を推定する手段と、

前記推定する手段において推定された伝送路の遅延広がりと周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否か、及び、前記推定する手段において推定されたドップラ周波数と時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記下りリンクの信号に含まれるパイロットに対する内挿補間方法として、時間方向において内挿補間をした後に該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間する第一の内挿補間方法と、周波数方向において内挿補間した後に該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間する第二の内挿補間方法とのいずれかを決定する手段と、

前記決定する手段において決定された内挿補間方法により内挿補間を行い、伝送路推定を行う手段と

を有し、

前記推定された伝送路の遅延広がりと周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係に対する所定の条件は $Nf < 1 / (Td \cdot f_0)$ であり、ここで Nf は周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔であり、 Td は前記推定された伝送路の遅延広がりであり、 f_0 はサブキャリア周波数間隔で

あり、

前記推定されたドップラ周波数と時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係に対する所定の条件は $N_t < 1 / (2 f_d \cdot T_s)$ であり、ここで N_t は時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔であり、 f_d は前記推定されたドップラ周波数であり、 T_s はOFDMシンボル長である、移動局装置。

【請求項 2】

下りリンクの信号に基づいて、伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数を推定する手段と、

前記推定する手段において推定された伝送路の遅延広がりと周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否か、及び、前記推定する手段において推定されたドップラ周波数と時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記下りリンクの信号に含まれるパイロットに対する内挿補間方法として、時間方向において内挿補間をした後に該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間する第一の内挿補間方法と、周波数方向において内挿補間した後に該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間する第二の内挿補間方法とのいずれかを決定する手段と、

前記決定する手段において決定された内挿補間方法により内挿補間を行い、伝送路推定を行う手段と

を有し、

前記決定する手段は、時間方向において内挿補間をする方法及び周波数方向において内挿補間をする方法の何れか一方の方法により内挿補間を行い、当該内挿補間後の周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔、及び、時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔が前記推定された伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数との関係がそれぞれ所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記第一の内挿補間方法及び第二の内挿補間方法のいずれか一方を決定する、移動局装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、時間方向において内挿補間をする方法及び周波数方向において内挿補間をする方法の何れか一方の方法により内挿補間を行い、当該内挿補間後の周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔、及び、時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔が前記推定された伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数との関係がそれぞれ所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記第一の内挿補間方法及び第二の内挿補間方法のいずれか一方を決定する移動局装置。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、前記時間方向において内挿補間をする方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔及び時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔を求め、両リソースエレメントの間隔が前記所定の条件を満たす場合に、前記第一の内挿補間方法に決定する移動局装置。

【請求項 5】

請求項 2 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、前記周波数方向において内挿補間をする方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔及び時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔を求め、両リソースエレメントの間隔が前記所定の条件を満たす場合に、前記第二の内挿補間方法に決定する移動局装置。

【請求項 6】

請求項 2 又は 3 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、前記時間方向において内挿補間をする方法により内挿補間を行った場合に得られる前記両リソースエレメントの間隔及び前記周波数方向において内挿補間をする方法を行った場合に得られる前記両リソースエレメントの間隔が、前記所定の条件を満たさない場合、当該移動局装置に対する基地局装置にパイロットの配置を変更させることを決定する移動局装置。

【請求項 7】

請求項 2 又は 3 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、ドップラ周波数及び／又は遅延広がりに基づいて、内挿補間方法を決定する移動局装置。

【請求項 8】

下りリンクの信号に基づいて、伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数を推定するステップと、

前記推定するステップにおいて推定された伝送路の遅延広がりと周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否か、及び、前記推定するステップにおいて推定されたドップラ周波数と時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記下りリンクの信号に含まれるパイロットに対する内挿補間方法として、時間方向において内挿補間をした後に該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間する第一の内挿補間方法と、周波数方向において内挿補間した後に該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間する第二の内挿補間方法とのいずれかを決定するステップと、

前記決定するステップにおいて決定された内挿補間方法により内挿補間を行い、伝送路推定を行うステップと

を有し、

前記推定された伝送路の遅延広がりと周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係に対する所定の条件は $Nf < 1 / (Td \cdot f_0)$ であり、ここで Nf は周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔であり、 Td は前記推定された伝送路の遅延広がりであり、 f_0 はサブキャリア周波数間隔であり、

前記推定されたドップラ周波数と時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係に対する所定の条件は $Nt < 1 / (2fd \cdot Ts)$ であり、ここで Nt は時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔であり、 fd は前記推定されたドップラ周波数であり、 Ts は OFDM シンボル長である、伝送路推定方法。

【請求項 9】

下りリンクの信号に基づいて、伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数を推定するステップと、

前記推定するステップにおいて推定された伝送路の遅延広がりと周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否か、及び、前記推定するステップにおいて推定されたドップラ周波数と時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記下りリンクの信号に含まれるパイロットに対する内挿補間方法として、時間方向において内挿補間をした後に該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間する第一の内挿補間方法と、周波数方向において内挿補間した後に該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間する第二の内挿補間方法とのいずれかを決定するステップと、

前記決定するステップにおいて決定された内挿補間方法により内挿補間を行い、伝送路推定を行うステップと

を有し、

前記決定するステップは、時間方向において内挿補間をする方法及び周波数方向において内挿補間をする方法の何れか一方の方法により内挿補間を行い、当該内挿補間後の周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔、及び、時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔が前記推定された伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数との関係がそれぞれ所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記第一の内挿補間方法及び第二の内挿補間方法のいずれか一方を決定する、伝送路推定方法。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の伝送路推定方法において、

前記決定するステップは、時間方向において内挿補間をする方法及び周波数方向において内挿補間をする方法の何れか一方の方法により内挿補間を行い、当該内挿補間後の周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔、及び、時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔が前記推定された伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数との関係がそれぞれ所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記第一の内挿補間方法及び第二の内挿補間方法のいずれか一方を決定する伝送路推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムに関し、特に移動局装置及び伝送路推定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタル変調方式として、例えば直交波周波数分割多重(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)技術が適用される無線通信システムでは、伝送路推定はパイロット信号を用いて実施される。パイロット信号は、送信側と受信側とで既知の信号である。

【0003】

パイロット信号の配置の一例について、図 1 に示す。図 1 において、網掛けにより示されるリソースエレメントには、パイロットシンボルがマッピングされる。また、網掛けにより示されるリソースエレメント以外のリソースエレメントには、データがマッピングされるリソースエレメントが含まれる。ここで、リソースエレメントは、1 サブキャリアと 1 シンボルにより示される無線リソースである。

【0004】

移動局装置は、パイロットシンボルがマッピングされたリソースエレメントの伝送路推定を等化方式により行う。例えば、等化方式には、ゼロ・フォーシング等化(Zero Forcing Equalization)やMMSE(Minimum Mean Square Error)等化などが含まれる。また、移動局装置は、パイロットシンボルがマッピングされていないリソースエレメントの伝送路推定をパイロットシンボルがマッピングされたリソースエレメントの伝送路推定の結果に基づいて行う。例えば、移動局装置は、パイロットシンボルがマッピングされていないリソースエレメントの伝送路推定を、該伝送路推定結果を時間(シンボル)方向、周波数(サブキャリア)方向に内挿補間を行うことにより推定する。

【0005】

内挿補間を行うことにより伝送路推定が行われる場合について説明する。

【0006】

標本化関数を用いて求める場合、周波数方向のパイロット間隔 N_f (N_f は、 $N_f > 0$ の整数)によって、許容される遅延広がり T_d が決定される。また、時間方向のパイロット間隔 N_t によって許容されるドップラ周波数 f_d が決定される。ここで、「許容される」とは、内挿補間を行うことができることを意味する。許容される遅延広がり T_d 及びドップラ周波数 f_d の関係式は以下の式(1)及び式(2)により示される。

【0007】

$$T_d < 1 / (N_f \cdot f_0) \quad (1)$$

10

20

30

40

50

$$f_d < 1/(2N_t \cdot T_s) \quad (2)$$

式(1)及び式(2)において、 f_0 はサブキャリア周波数間隔を示し、 T_s はOFDMのシンボル長を示す。

【0008】

式(1)及び式(2)によれば、遅延広がり T_d やドップラ周波数 f_d が大きい場合には、パイロットを密に配置することにより、式(1)及び式(2)を満たすようにできる。例えば、図2に示すように、図1に対して周波数方向及び時間方向において、パイロットを配置する間隔を狭くする。

【0009】

例えば、伝送路特性がよい場合には、伝送路特性が悪い場合よりも、パイロットが配置される間隔を広くできる。また、パイロットが配置される間隔を、基地局装置と移動局装置との間で動的に変更するようにしてもよい。

【0010】

移動局装置について、図3を参照して説明する。

【0011】

基地局装置からは、下りリンクの信号が送信される。この下りリンクの信号には、図1に示されるようにパイロット（シンボル）がマッピングされる。例えば、周波数方向のパイロット間隔は6、時間方向のパイロット間隔は4である。

【0012】

移動局装置10では、無線受信部2において、下りリンクの信号が受信される。無線受信部2において受信された下りリンクの信号は、FFT(Fast Fourier Transform)部4に入力される。FFT部4は、入力された下りリンクの信号に対して、高速フーリエ変換を行う。FFT部4において高速フーリエ変換が行われた下りリンクの信号は、速度測定部12、伝送路推定部6及び補償部8に入力される。伝送路推定部6は、高速フーリエ変換された下りリンクの信号に含まれるパイロットを使用して、伝送路推定を行う。伝送路推定部6は、伝送路の推定結果を補償部8に入力する。補償部8は、伝送路推定部6により入力された伝送路推定結果に基づいて、高速フーリエ変換された下りリンクの信号に対して補償を行う。

【0013】

移動局装置10では、下りリンクの信号に含まれるパイロットの配置は既知である。例えば、基地局装置と移動局装置10との間で通信が開始される場合に、基地局装置により最初に送信される下りリンクの信号に含まれるパイロットの配置と、移動局装置10が最初に受信する下りリンクの信号に含まれるパイロットの配置とが同じになるように取り決めておくようにしてもよい。その結果、基地局装置と移動局装置10との間で通信が確立された場合には、基地局装置と移動局装置10との間で、下りリンクの信号に含まれるパイロットの配置が既知となる。伝送路推定結果に基づいて補償された下りリンクの信号は、復号部10に入力される。復号部10は、入力された下りリンクの信号を復号する。復号部10において復号されたデータは、受信データとして使用される。

【0014】

一方、速度測定部12は、入力された高速フーリエ変換された下りリンクの信号に基づいて、当該移動局装置10の速度の測定を行う。速度測定部12により測定された速度情報は、パイロット配置決定部14に入力される。パイロット配置決定部14は、入力された速度情報に基づいて、パイロットの配置を決定する。例えば、パイロット配置決定部14は、該速度が速い場合には、パイロットの配置を密にする必要があると判断するようにしてもよい。例えば、図2を参照して説明したように、周波数方向のパイロット間隔を3、時間方向のパイロット間隔を2と決定するようにしてもよい。パイロット配置決定部14は、決定したパイロットの配置を伝送路推定部6及び補償部8に入力する。また、パイロット配置決定部14は、決定したパイロットの配置を示す情報を制御チャネル符号化部16に入力する。制御チャネル符号化部16は、入力されたパイロットの配置を示す情報を制御情報として符号化する。そして、制御チャネル符号化部16は、制御情報を合成部

10

20

30

40

50

18に入力する。合成部18は、入力された制御情報を上りリンクの制御チャネルとして、上りリンクのデータチャネルと多重する。合成部18は、上りリンクの制御チャネルと上りリンクのデータチャネルとが多重された上りリンクの信号を変調部20に入力する。変調部20は、上りリンクの信号に対して、変調処理を行う。変調部20は、変調処理が行われた上りリンクの信号を無線送信部22に入力する。無線送信部22は、入力された上りリンクの信号を基地局装置に送信する。

【0015】

基地局装置は、上りリンクの制御チャネルにより通知されたパイロットの配置に従って、下りリンクの信号にパイロットを配置する。そして、基地局装置は、下りリンクの信号を送信する。

10

【0016】

移動局装置10は、無線受信部2において、該下りリンクの信号を受信する。そして、FFT部4は、該下りリンクの信号に対して高速フーリエ変換を行う。伝送路推定部6は、パイロット配置決定部14により入力されたパイロット配置に基づいて、伝送路推定を行う。補償部8は、伝送路推定部6において推定された伝送路の推定結果に基づいて、高速フーリエ変換された下りリンクの信号に対して補償を行う。該補償された下りリンクの信号は、復号部10に入力される。復号部10は、入力された下りリンクの信号を復号する。復号部10において復号されたデータは、受信データとして使用される。

【0017】

伝送路推定部6及び補償部8（図3において、破線により示される部分）について、図4を参照して説明する。

20

【0018】

OFDM受信機によるFFT出力が以下の式(3)で与えられるとする。

【0019】

$$X(k,l)=H(k,l)d(k,l)+Z(k,l) \quad (3)$$

ここで、 $H(k,l)$ は時刻 k におけるOFDMシンボルの l 番目の搬送波(サブキャリア)に対する伝送路特性を示す。送信シンボル $d(k,l)$ は受信機において既知であるとする。 $Z(k,l)$ は付加雑音である。このとき伝送路の推定値 $H'(k,l)$ は、以下の式(4)により示される。

【0020】

$$H'(k,l)=X(k,l)/d(k,l)=H(k,l)+Z(k,l)/d(K,l) \quad (4)$$

30

図4において $d(k,l)$ がパイロットシンボル生成部24により生成されるパイロットシンボルに相当する。また、複素除算部28は、式(4)に示される演算を行う。

【0021】

パイロットシンボル生成部24は、パイロットシンボルを生成する。パイロットシンボル生成部24は、生成したパイロットシンボルを複素除算部28に入力する。また、パイロットパターン選択部26は、入力されるFFT後のシンボルからパイロットのシンボルを選択し、複素除算部28に入力する。複素除算部28は、入力されたパイロットシンボルに基づいて、パイロットシンボルに対する伝送路特性を求める。複素除算部28は、パイロットシンボルに対する伝送路特性をシンボル方向の内挿補間部30に入力する。シンボル方向の内挿補間部30は、シンボル方向の内挿補間を行う。シンボル方向の内挿補間部30は、シンボル方向の内挿補間が行われたパイロットシンボルに対する伝送路特性を周波数方向の内挿補間部32に入力する。周波数方向の内挿補間部32は、周波数方向の内挿補間を行う。周波数方向の内挿補間部32は、周波数方向の内挿補間を行うことにより推定された伝送路推定の結果を複素除算部34に入力する。複素除算部34は、推定された伝送路特性の結果に基づいて、送信シンボルを推定し、後段の復号部10へ入力する。

40

【0022】

ところで、パイロットシンボルの挿入パターンの1つとしてスキッタードパイロット(SP: Scattered Pilot)と呼ばれる挿入パターンがある。スキッタードパイロットの一例について、図5を参照して説明する。

【0023】

50

スキッターードパイロットと呼ばれる挿入パターンが適用される場合、例えば、時間方向での内挿補間の後、該時間方向での内挿補間の結果を用いて周波数方向での内挿補間を行うことにより、遅延広がり の許容度を増加させることができる。図5によれば、周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f を9から3にできるため、遅延広がり の許容度を3倍にすることができる。

【特許文献1】特開2007-150971号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

上述したように、パイロットを密に配置するとデータに割り当てるリソースエレメントが減少する。このため、スループットの低下を招く。そこで、スキッターードパイロットと呼ばれるパイロットの挿入パターンを適用することにより、配置するパイロットの数を増加させることなく、遅延広がり の許容度を増加させることができる。

【0025】

しかし、遅延広がり の許容度を増加させることができる一方で、ドップラ周波数の許容度が減少する。

【0026】

そこで、本移動局装置及び伝送路推定方法は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、伝送路の遅延広がり 及びドップラ周波数に基づいて、伝送路推定方法を変更することができる移動局装置及び伝送路推定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0027】

開示の移動局装置は、

下りリンクの信号に基づいて、伝送路の遅延広がり 及びドップラ周波数を推定する手段と、

前記推定する手段において推定された伝送路の遅延広がり と周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否か、及び、前記推定する手段において推定されたドップラ周波数と時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係が所定の条件を満たすか否かに基づいて、前記下りリンクの信号に含まれるパイロットに対する内挿補間方法として、時間方向において内挿補間をした後に該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間する第一の内挿補間方法と、周波数方向において内挿補間した後に該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間する第二の内挿補間方法とのいずれかを決定する手段と、

前記決定する手段において決定された内挿補間方法により内挿補間を行い、伝送路推定を行う手段と

を有し、

前記推定された伝送路の遅延広がり と周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係に対する所定の条件は $N_f < 1 / (T_d \cdot f_0)$ であり、ここで N_f は周波数方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔であり、 T_d は前記推定された伝送路の遅延広がり であり、 f_0 はサブキャリア周波数間隔であり、

前記推定されたドップラ周波数と時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔との関係に対する所定の条件は $N_t < 1 / (2 f_d \cdot T_s)$ であり、ここで N_t は時間方向におけるパイロットが配置されたリソースエレメントの間隔であり、 f_d は前記推定されたドップラ周波数であり、 T_s はOFDMシンボル長である。

【発明の効果】

【0029】

開示の移動局装置及び方法によれば、伝送路の遅延広がり 及びドップラ周波数に基づいて、伝送路推定方法を変更することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

次に、本発明を実施するための最良の形態を、以下の実施例に基づき図面を参照しつつ説明する。

なお、実施例を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を用い、繰り返しの説明は省略する。

(第1の実施例)

本実施例の一つに係る基地局装置及び移動局装置が適用される移動通信システムの一例について、図6を参照して説明する。

【0031】

本実施例に係る移動通信システムは、マルチキャリア伝送が適用される。また、本実施例に係る移動通信システムは、共有チャネル(shared channel)を用いてユーザデータを送信する。また、共通チャネル(common channel)を用いてユーザデータを送信する移動通信システムであってもよい。また、共有チャネル及び共通チャネルを用いてユーザデータを送信する移動通信システムであってもよい。本実施例に係る移動通信システムでは、基地局装置は、伝送路推定用のシンボルを含む下りリンクの信号を送信する。この伝送路推定用のシンボルは、パイロットシンボルと呼ばれてもよい。また、この伝送路推定のシンボルは、リファレンスシグナル(reference signal)と呼ばれてもよい。移動局装置は、下りリンクの信号に含まれる伝送路推定用のシンボルに基づいて、伝送路の推定を行う。このような特徴を有する移動通信システムとして、LTE(Long Term Evolution)が適用される移動通信システムが挙げられる。そこで、本実施例では、一例として、LTEが適用される移動通信システムについて説明するが、上述した特徴を有する移動通信システムであれば、LTEが適用される移動通信システム以外にも適用可能である。例えば、WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)に適用するようにしてもよいし、無線LAN(WLAN: Wireless LAN)に適用するようにしてもよいし、デジタルテレビジョン放送に適用するようにしてもよい。このLTEが適用される移動通信システムは、上述したようにEvolved UTRA and UTRANと呼ばれてもよい。

【0032】

移動通信システムは、移動局装置(UE: User Equipment)100を有する。また、移動通信システムは、基地局装置(eNB: eNode B)200(200₁、200₂、200₃)を有する。基地局装置200の上位にはMME(Mobility Management Entity)/S-GW(Serving-Gateway)300(300₁、300₂)が設置される。

【0033】

図6において、S1は、基地局装置200とMME/S-GW300との間のインターフェースである。また、X2は、基地局装置200間のインターフェースである。

【0034】

基地局装置200は、呼制御、無線制御を行う。また、基地局装置は、RRC(radio resource control)の機能を有する。基地局装置200には、S1-AP(Application)、X2-APが含まれる。

【0035】

MME/S-GW300は、NAS(Non-Access Stratum)を終端し、アイドル状態である移動局装置の管理、SAE(System Architecture Evolution)ベアラリソースの管理を行う。

【0036】

移動通信システムは、無線アクセス方式として、下りリンクについては直交周波数分割多元接続(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access)、上りリンクについてはシングルキャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA: Single-Carrier Frequency Division Multiple Access)が適用される。OFDMAは、周波数帯域を複数の狭い周波数帯域(サブキャリア)に分割し、各周波数帯上にデータを載せて伝送を行う方式である。SC-FDMAは、周波数帯域を分割し、複数の端末間で異なる周波数帯域を用いて伝送することで、端末間の干渉を低減することができる伝送方式である。

【0037】

本実施例に係る移動通信システムでは、パイロットシンボルの挿入パターンとしてスキッタードパイロットと呼ばれる挿入パターンが適用される。スキッタードパイロットでは、図5を参照して説明したように、シンボルごとに、隣接する前シンボルとは異なるサブキャリアにパイロットが配置される。

【0038】

また、本実施例にかかる移動通信システムでは、移動局装置100は、遅延広がり の 許容度及び／又はドップラ周波数の許容度に基づいて、パイロットシンボルに対する伝送路特性に対して、シンボル方向の内挿補間処理と周波数方向の内挿補間処理の順序を決定する。言い換えれば、本実施例に係る移動局装置100は、シンボル方向の内挿補間処理と周波数方向の内挿補間処理の順序を動的に選択する。また、本実施例に係る移動局装置100は、シンボル方向の内挿補間処理と周波数方向の内挿補間処理の順序を決定し、どちらの処理を適用しても、遅延広がり の 許容度及びドップラ周波数の許容度を満足しない場合には、パイロットの配置を変更すると決定し、該変更したパイロットの配置を基地局装置200に通知するようにしてもよい。例えば、配置するパイロットの数を増加させる。このように、パイロットの配置を変更することにより、効率的にパイロットを配置することができる。また、スキッタードパイロットと呼ばれる挿入パターンが適用されることにより、データに割り当てるシンボル、サブキャリアを増加することができ、スループットも効率化できる。

10

【0039】

本実施例に係る移動局装置100について、図7を参照して説明する。

20

【0040】

本実施例に係る移動局装置100は、無線受信部102を有する。無線受信部102は、基地局装置200により送信された下りリンクの信号を受信する。無線受信部102は、受信した下りリンクの信号を後述するFFT部104に入力する。

【0041】

本実施例に係る移動局装置100は、FFT部104を有する。FFT部104は、無線受信部102により入力された下りリンクの信号に対して、高速フーリエ変換を行う。FFT部104は、高速フーリエ変換が行われた下りリンクの信号を、後述する伝送路推定部106、補償部108及びドップラ周波数、遅延広がり推定部112に入力する。

30

【0042】

本実施例に係る移動局装置100は、伝送路推定部106を有する。伝送路推定部106は、高速フーリエ変換された下りリンクの信号に含まれるパイロットを使用して、伝送路推定を行う。伝送路推定部106は、伝送路の推定結果を補償部108に入力する。また、伝送路推定部106は、パイロットの配置を示す情報を後述するパイロット配置、補正方法選択部114に入力する。

【0043】

本実施例に係る移動局装置100は、補償部108を有する。補償部108は、伝送路推定部106により入力された伝送路推定結果に基づいて、高速フーリエ変換された下りリンクの信号に対して補償を行う。補償部108は、伝送路推定結果に基づいて補償された下りリンクの信号を、後述する復号部110に入力する。

40

【0044】

本実施例に係る移動局装置100は、復号部110を有する。復号部110は、入力された下りリンクの信号を復号する。復号部110において復号されたデータは、受信データとして使用される。

【0045】

本実施例に係る移動局装置100は、ドップラ周波数、遅延広がり推定部112を有する。ドップラ周波数、遅延広がり推定部112は、入力された高速フーリエ変換が行われた下りリンクの信号に基づいて、ドップラ周波数及び伝送路の遅延広がり を推定する。そして、ドップラ周波数、遅延広がり推定部112は、推定したドップラ周波数と、伝送路

50

の遅延広がりとを、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 に入力する。

【0046】

本実施例に係る移動局装置 1 0 0 は、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 を有する。パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、ドップラ周波数、遅延広がり推定部 1 1 2 により入力されたドップラ周波数及び伝送路の遅延広がり T_d と、伝送路推定部 1 0 6 により入力されたパイロットの配置を示す情報とに基づいて、内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、内挿補間を行うことができる場合に満たすべき関係式を満たすかを判断する。ここで、リソースエレメントとは、上述したように、1 サブキャリアと 1 シンボルにより示される無線リソースである。

10

【0047】

例えば、内挿補間を行うことができる場合に満たすべき関係式は、以下の式(5)及び式(6)により示される。

【0048】

$$N_f < 1 / (T_d \cdot f_0) \quad (5)$$

$$N_t < 1 / (2f_d \cdot T_s) \quad (6)$$

式(5)及び式(6)において、 f_0 はサブキャリア周波数間隔を示し、 T_s は OFDM のシンボル長を示す。

【0049】

伝送路推定部 1 0 6 により入力されたパイロットの配置を示す情報に基づいて、予め決定された内挿補間方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、式(5)及び式(6)を満たす場合には、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、補間方法として、該予め決定された内挿補間方法を採用し続けると決定する。例えば、内挿補間方法には、時間方向において内挿補間し、該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間する方法（以下、内挿補間方法 1 と呼ぶ）が含まれる。また、例えば、内挿補間方法には、周波数方向において内挿補間し、該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間する方法（以下、内挿補間方法 2 と呼ぶ）が含まれる。本実施例では、予め決定された内挿補間方法として、内挿補間方法 1 が採用される場合について説明する。内挿補間方法 2 が採用された場合も同様である。

20

30

【0050】

内挿補間方法 1 が採用される場合、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くしても、式(5)及び式(6)を満たすかを判断する。満たすと判断した場合、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くすると決定する。

【0051】

例えば、図 5 を参照して説明したような下りリンクの信号が受信された場合について説明する。図 5 では、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔は 9、時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔は 3 となる。この場合、内挿補間方法 1 を採用することで、時間方向において内挿補間し、該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間が行われる。このため、周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f は 3、時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t は 3 となる。

40

【0052】

また、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、周波数方向及び／又は時間方向に、パイロットの配置を広げる（疎にする）ことができるかを判断する。例えば、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、周波数方向に 1 サブキャリア分パイロットの配置をずらすことができるかを判断するようにしてもよい。例えば、周波数方向に 1 サブキャリア分

50

パイロットの配置をずらした場合には、図 8 に示すように、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔は 1 2、時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔は 3 となる。この場合、内挿補間方法 1 を採用することで、周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f は 4、時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t は 3 となる。このようにしても、式 (5) 及び式 (6) を満たす場合には、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、パイロットの配置を疎にすると決定する。例えば、ドップラ周波数及び伝送路の遅延広がりに基づいて、内挿補間方法 1 及び内挿補間方法 2 を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、内挿補間を行うことができる場合に満たすべき関係式を満たさない場合には、周波数方向及び／又は時間方向にパイロットの配置を狭くする。しかし、その後得られるドップラ周波数及び伝送路の遅延広がりによっては、周波数方向及び／又は時間方向にパイロットの配置を広くしても、内挿補間方法 1 及び／又は内挿補間方法 2 を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、内挿補間を行うことができる場合に満たすべき関係式を満たす場合もある。このような場合には、周波数方向及び／又は時間方向にパイロットの配置を広げる。言い換えれば、パイロットの配置を元に戻す。その結果、データに割り当てることができるリソースエレメントを増加させることができる。また、ドップラ周波数及び／又は伝送路の遅延広がりに応じて、周波数方向及び／又は時間方向に、パイロットをずらす量を変更するようにしてもよい。例えば、2 サブフレーム以上及び／又は 2 シンボル以上ずらすようにしてもよい。

【0053】

また、伝送路推定部 1 0 6 により入力されたパイロットの配置を示す情報に基づいて、予め決定された内挿補間方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、式 (5) 及び式 (6) の一方を満たす場合には、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、式 (5) を満たす場合には内挿補間方法 2 を採用すると決定する。例えば、内挿補間方法 2 を採用した場合には、周波数方向において内挿補間し、該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間が行われる。

【0054】

パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、式 (5) を満たす場合に採用すると決定された内挿補間方法 2 を適用することにより得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t を求める。そして、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、式 (5) 及び式 (6) を満たすかを判断する。周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、式 (5) 及び式 (6) を満たす場合には、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、内挿補間方法 2 を採用する。例えば、図 5 を参照して説明したような下りリンクの信号が受信された場合について説明する。図 5 では、内挿補間方法 1 を適用することにより得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f は 3、時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t は 3 となる。一方、図 9 に示すように、内挿補間方法 2 を採用することにより得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f は 9、時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t は 1 となる。パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、 $N_t=1$ 、 $N_f=9$ が式 (5) 及び式 (6) を満たすと判断した場合、内挿補間方法 2 を採用すると判断する。一方、内挿補間方法 2 を採用することにより、 N_f が広がるため式 (5) を満たさない場合がある。この場合、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、パイロットの配置を狭くする（密にする）ように決定するようにしてもよい、

例えば、パイロット配置、補間方法選択部 1 1 4 は、周波数方向及び／又は時間方向に

、パイロットの配置を狭くすることができるかを判断する。例えば、パイロット配置、補間方法選択部 114 は、周波数方向に 1 サブキャリア分パイロットの配置をずらすことができるかを判断する。例えば、周波数方向に 1 サブキャリア分パイロットの配置をずらした場合には、図 10 に示すように、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔は 6、時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔は 3 となる。パイロットの配置を変更することにより、周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、式 (5) 及び式 (6) を満たす場合には、パイロット配置、補間方法選択部 114 は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を狭くすると決定する。

10

【0055】

そして、パイロット配置、補間方法選択部 114 は、決定した内挿補間方法を示す情報を伝送路推定部 106 に入力する。また、パイロット配置、補間方法選択部 114 は、決定したパイロットの配置を伝送路推定部 106 に入力する。また、パイロット配置、補間方法選択部 114 は、決定したパイロットの配置を制御チャネル符号化部 116 に入力する。

【0056】

本実施例に係る移動局装置 100 は、制御チャネル符号化部 116 を有する。制御チャネル符号化部 116 は、入力されたパイロットの配置を示す情報を制御情報として符号化する。制御チャネル符号化部 116 は、入力されたパイロットの配置を示す情報を制御情報として符号化する。そして、制御チャネル符号化部 116 は、該制御情報を後述する合成部 118 に入力する。

20

【0057】

本実施例に係る移動局装置 100 は、合成部 118 を有する。合成部 118 は、入力された制御情報を上りリンクの制御チャネルとして、上りリンクのデータチャネルと多重する。合成部 118 は、上りリンクの制御チャネルと上りリンクのデータチャネルとが多重された上りリンクの信号を後述する変調部 120 に入力する。

【0058】

本実施例に係る移動局装置 100 は、変調部 120 を有する。変調部 120 は、上りリンクの信号に対して、変調処理を行う。変調部 120 は、変調処理が行われた上りリンクの信号を後述する無線送信部 122 に入力する。

30

【0059】

本実施例に係る移動局装置 100 は、無線送信部 122 を有する。無線送信部 122 は、入力された上りリンクの信号を基地局装置 200 に送信する。

【0060】

伝送路推定部 106 及び補償部 108 (図 7 において、符号 124 により示される破線部分) について、図 11 を参照して説明する。

【0061】

OFDM 受信機による FFT 出力が上述した式 (3) で与えられるとする。このとき伝送路の推定値 $H'(k, l)$ は、上述した式 (4) により示される。

40

【0062】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、パイロットパターン選択部 1062 を有する。パイロットパターン選択部 1062 には、パイロット配置、補償方法選択部 114 によりパイロットの配置を示す情報が入力される。パイロットパターン選択部 1062 は、入力されたパイロットの配置を示す情報に基づいて、FFT 部 104 により入力された高速フーリエ変換が行われた下りリンクの信号に含まれるパイロットシンボルを選択する。そして、パイロットパターン選択部 1062 は、選択したパイロットシンボルをドップラ周波数、遅延広がり推定部 112 及び後述する複素乗算部 1066 に入力する。また、パイロットパターン選択部 1062 は、FFT 部 104 により入力された高速フーリエ変換が行われ

50

た下りリンクの信号に含まれるデータのシンボルを後述する複素除算部 1080 に入力する。

【0063】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、パイロットシンボル生成部 1064 を有する。パイロットシンボル生成部 1064 は、パイロットシンボル $d(k, l)$ を生成する。そして、パイロットシンボル生成部 1064 は、生成したパイロットシンボル $d(k, l)$ を複素乗算部 1066 に入力する。

【0064】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、複素除算部 1066 を有する。複素除算部 1066 は、パイロットパターン選択部 1062 により入力されたパイロットシンボル及びパイロットシンボル生成部 1064 により入力されたパイロットシンボルに基づいて、パイロットシンボルに対する伝送特性を推定する。そして、複素演算部 1066 は、推定された伝送路特性を後述するシンボル方向の内挿補間部 1070 及び周波数方向の内挿補間部 1068 に入力する。

【0065】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、周波数方向の内挿補間部 1068 を有する。周波数方向の内挿補間部 1068 は、複素演算部 1066 により入力されたパイロットシンボルに対する伝送路特性に対して、周波数方向の内挿補間を行う。そして、周波数方向の内挿補間部 1068 は、周波数方向の内挿補間の結果を選択部 1072 に入力する。

【0066】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、時間方向の内挿補間部 1070 を有する。時間方向の内挿補間部 1070 は、複素演算部 1066 により入力されたパイロットシンボルに対する伝送路特性に対して、時間方向の内挿補間を行う。そして、時間方向の内挿補間部 1070 は、時間方向の内挿補間の結果を選択部 1072 に入力する。

【0067】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、選択部 1072 を有する。選択部 1072 は、パイロット配置、補間方法選択部 114 により入力された内挿補間方法に基づいて、周波数方向の内挿補間部 1068 により入力された周波数方向の内挿補間の結果又は時間方向の内挿補間部 1070 により入力された時間方向の内挿補間の結果を選択する。そして、選択部 1072 は、周波数方向の内挿補間の結果を選択した場合には、該周波数方向の内挿補間の結果を、後述する時間方向の内挿補間部 1074 に入力する。また、選択部 1072 は、時間方向の内挿補間の結果を選択した場合には、該時間方向の内挿補間の結果を、後述する周波数方向の内挿補間部 1076 に入力する。例えば、選択部 1072 は、入力された内挿補間方法が内挿補間方法 1 を示す場合、時間方向の内挿補間の結果を選択する。また、選択部 1072 は、入力された内挿補間方法が内挿補間方法 2 を示す場合、周波数方向の内挿補間の結果を選択する。

【0068】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、時間方向の内挿補間部 1074 を有する。時間方向の内挿補間部 1074 は、選択部 1072 により入力された周波数方向の内挿補間の結果に基づいて、該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間を行うことにより、伝送路特性を推定する。そして、時間方向の内挿補間部 1074 は、推定された伝送路特性を選択部 1078 に入力する。

【0069】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、周波数方向の内挿補間部 1076 を有する。周波数方向の内挿補間部 1076 は、選択部 1072 により入力された時間方向の内挿補間の結果に基づいて、該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間を行うことにより、伝送路特性を推定する。そして、周波数方向の内挿補間部 1076 は、推定された伝送路特性を選択部 1078 に入力する。

【0070】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、選択部 1078 を有する。選択部 1078 は、

パイロット配置、補間方法選択部 114 により入力された内挿補間方法に基づいて、時間方向の内挿補間部 1074 により入力された伝送路特性の推定結果又は周波数方向の内挿補間部 1076 により入力された伝送路特性の推定結果を選択する。そして、選択部 1078 は選択した伝送路特性の推定結果を後述する複素除算部 1080 に入力する。例えば、選択部 1078 は、入力された内挿補間方法が、内挿補間方法 1 を示す場合、周波数方向の内挿補間部 1076 により入力された伝送路特性の推定結果を選択する。また、選択部 1078 は、入力された内挿補間方法が、内挿補間方法 2 を示す場合、周波数方向の内挿補間部 1076 により入力された伝送路特性の推定結果を選択する。

【0071】

本実施例に係る伝送路推定部 106 は、複素除算部 1080 を有する。選択部 1080 は、入力された伝送路特性の推定結果に基づいて、送信シンボルを推定し、後段の復号部 10 へ入力する。

【0072】

本実施例に係る移動通信システムの動作について、図 12 を参照して説明する。

【0073】

基地局装置 200 は、下りリンクの信号を送信する（ステップ S1202）。該下りリンクの信号には、パイロットが含まれる。例えば、ここで送信されるパイロットの配置は、移動局装置 100 と基地局装置 200 との間で予め決定するようにしてもよい。

【0074】

移動局装置 100 は、基地局装置 200 により送信された下りリンクの信号に基づいて、伝送路の遅延広がりを推定する（ステップ S1204）。例えば、ドップラ周波数、遅延広がり推定部 112 は、該下りリンクの信号に含まれるパイロットに基づいて、伝送路の遅延広がりを推定する。

【0075】

移動局装置 100 は、基地局装置 200 により送信された下りリンクの信号に基づいて、ドップラ周波数を推定する（ステップ S1206）。例えば、ドップラ周波数、遅延広がり推定部 112 は、該下りリンクの信号に含まれるパイロットに基づいて、ドップラ周波数を推定する。

【0076】

移動局装置 100 は、推定された遅延広がり、ドップラ周波数に基づいて、上述した方法により最適なパイロットの配置を決定する（ステップ S1208）。例えば、パイロット配置、補間方法選択部 114 は、内挿補間方法 1 及び 2 では、上述した式(5)及び式(6)を満たさない場合に、パイロットの配置を変更するようにしてもよい。ここで、パイロット配置の変更には、配置されるパイロットの数を増減させる場合が含まれる。また、配置されるパイロットの数を増加させる場合には、あるタイミングで減少させた数を元に戻す場合が含まれる。また、配置されるパイロットの数を減少させる場合には、あるタイミングで増加させた数を元に戻す場合が含まれる。

【0077】

移動局装置 100 は、決定したパイロット配置を示す情報を基地局装置 200 に通知する（ステップ S1210）。例えば、制御チャネル符号化部 116 は、パイロット配置、補間方法選択部 114 により決定されたパイロットの配置を示す情報を符号化する。符号化されたパイロットの配置を示す情報は上りリンクの制御チャネルとして、合成部 118 において、上りリンクのデータと多重される。そして、パイロット配置を示す情報は、変調部 120 において変調され、無線送信部 122 において送信される。

【0078】

基地局装置 200 は、移動局装置 100 に通知されたパイロットの配置に従って、下りリンクの信号にパイロットをマッピングする（ステップ S1212）。そして、基地局装置 200 は、下りリンクの信号を送信する（ステップ S1214）。

【0079】

移動局装置 100 は、ステップ S1208 において決定したパイロットの配置に基づい

10

20

30

40

50

て、基地局装置200により送信された下りリンクの信号を受信する（ステップS1216）。例えば、伝送路推定部106は、パイロット配置、補間方法選択部114において決定されたパイロットの配置に基づいて、伝送路の推定を行う。補償部108は、伝送路推定部において推定された伝送路に基づいて、補償を行う。補償部108において補償が行われて下りリンクの信号は、復号部110において復号される。

【0080】

本実施例に係る移動局装置100の動作について、図13を参照して説明する。

【0081】

移動局装置100は、パイロットの配置に基づいて、内挿補間方法1により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t を求める（ステップS1302）。例えば、パイロット配置、補間方法選択部114は、パイロットの配置に基づいて、内挿補間方法1により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t を求める

移動局装置100は、推定されたドップラ周波数及び伝送路の遅延広がりに基づいて、内挿補間方法1により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_f 及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔 N_t が、上述した式(5)及び式(6)を満たすかを判断する（ステップS1304）。例えば、パイロット配置、補間方法選択部114は、ドップラ周波数、遅延広がり推定部112により入力されるドップラ周波数及び遅延広がりに基づいて、式(5)及び式(6)を満たすかを判断する。

【0082】

式(5)及び式(6)を満たすと判断される場合（ステップS1304：YES）、移動局装置100は、内挿補間方法1を採用すると判断する。そして、移動局装置100は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くできるかを判断する（ステップS1306）。ここで、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くする処理には、マッピングされるパイロットの数を減少させる処理が含まれるようにしてもよい。例えば、パイロット配置、補間方法選択部114は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くしても、式(5)及び式(6)を満たすかを判断する。

【0083】

移動局装置100は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くできると判断した場合（ステップS1306：YES）、パイロットの配置を疎にすると決定する（ステップS1308）。例えば、パイロット配置、補間方法選択部114は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くしても、式(5)及び式(6)を満たすと判断した場合、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くすると決定する。

【0084】

移動局装置100は、パイロットの配置を示す情報を制御チャネル符号化部116に入力する。そして、パイロットの配置を示す情報は、基地局装置200に送信される（ステップS1310）。一方、移動局装置100は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くできると判断できない場合（ステップS1306：NO）、

パイロット配置の変更を行わず終了する。

【0085】

一方、式(5)及び式(6)を満たすと判断されない場合（ステップS1304：NO）、移動局装置100は、内挿補間方法2により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔Nf及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔Ntを求める（ステップS1312）。例えば、パイロット配置、補間方法選択部114は、内挿補間方法2を採用した場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔Nfを求める。

【0086】

移動局装置100は、ステップS1312において求められた内挿補間方法2により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔Nf及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔Ntが、式(5)及び式(6)を満たすかを判断する（ステップS1314）。例えば、パイロット配置、補間方法選択部114は、ステップS1312において求められた内挿補間方法2により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔Nf及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔Ntが、式(5)及び式(6)を満たすかを判断する。

【0087】

式(5)及び式(6)を満たす場合（ステップS1314：YES）、移動局装置100は、内挿補間方法2を採用すると判断する（ステップS1316）。一方、式(5)及び式(6)を満たさない場合（ステップS1314：NO）、移動局装置100は、パイロットの配置を密にすると決定する（ステップS1318）。ここで、パイロットの配置を密にする処理には、配置するパイロットの数を増加させる処理が含まれるようにしてもよい。例えば、パイロット配置、補間方法選択部114は、式(5)及び式(6)を満たさない場合、パイロットの配置を密にすると決定する。

【0088】

移動局装置100は、パイロットの配置を示す情報を制御チャネル符号化部116に入力する。そして、パイロットの配置を示す情報は、基地局装置200に送信される（ステップS1320）。

【0089】

本実施例によれば、スキッターードパイロットが適用される移動通信システムにおいて、移動局装置は、遅延広がり及びドップラ周波数の許容度に基づいて、時間方向の内挿補間を先に行うか、周波数方向の内挿補間を先に行うかを動的に選択することができる。このようにすることにより、効率的に、パイロットの配置を動的に変更できる。

【0090】

また、時間方向の内挿補間を先に行っても、周波数方向の内挿補間を先に行っても、伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数が許容されない場合は、移動局装置は、スキッターードパイロットの再配置を行うと決定する。ここで、スキッターードパイロットの再配置には、シンボル間隔、サブキャリア間隔が含まれる。例えば、スキッターードパイロットの再配置には、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔を広くする処理又は狭くする処理が含まれる。また、一方の間隔を広くして、他方の間隔を狭くする処理が含まれてもよい。また、スキッターードパイロットの再配置には、マッピングされるパイロットの数を増加させる処理又は減少させる処理が含まれるようにしてもよい。このようにすることにより、効率的に、パイロットの配置を動的に変更できる。また、移動局装置は、時間方向の内挿補間を先に行っても、周波数方向の内挿補間を先に行っても、伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数が許容されない場合は、スキッターードパイロットを適用しない選択を行うようにしてもよい。

【0091】

また、本実施例によれば、ドップラ周波数や伝送路の遅延広がりに合わせて、効率的に

10

20

30

40

50

パイロットを配置することにより、データに割り当てるシンボル、サブキャリアを増やすことができ、スループットも効率化できる。

(第2の実施例)

本実施例に係る移動通信システムについて説明する。本実施例に係る移動通信システムは、図6を参照して説明した移動通信システムと同様である。

【0092】

本実施例に係る移動局装置100は、図7及び図11を参照して説明した移動局装置と同様である。

【0093】

本実施例に係る移動局装置100は、推定したドップラ周波数に基づいて、内挿補間方法を選択する。例えば、ドップラ周波数が予め決定される閾値以上である場合には、内挿補間方法1を採用すると決定する。また、例えば、ドップラ周波数が予め決定される閾値未満である場合には、内挿補間方法2を採用すると決定する。ここで、閾値は、周波数方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔及び／又は時間方向のパイロットがマッピングされたリソースエレメントの間隔と、サブキャリア周波数間隔 f_0 及びOFDMのシンボル長 T_s に基づいて決定されるようにしてもよい。

【0094】

上述した実施例において、伝送路の遅延広がりに基づいて、内挿補間方法1又は内挿補間方法2を選択するようにしてもよい。

【0095】

また、上述した実施例において、ドップラ周波数及び伝送路の遅延広がりに基づいて、内挿補間方法1又は内挿補間方法2を選択するようにしてもよい。

【0096】

本実施例によれば、ドップラ周波数及び／又は伝送路の遅延広がりに基づいて、内挿補間方法を選択できるため、該選択に係る演算量を低減できる。言い換えれば、移動局装置における処理負荷を低減できる。

【0097】

また、上述した実施例において示されるパイロットの配置は一例であり、適宜変更可能である。

【0098】

以上の実施例を含む実施形態に関し、更に、以下の付記を開示する。

(付記1)

下りリンクの信号に基づいて、伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数を推定する手段と、

前記推定手段において推定された伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数に基づいて、前記下りリンクの信号に含まれるパイロットに対する内挿補間方法を決定する手段と、

前記決定する手段において決定された内挿補間方法により内挿補間を行い、伝送路推定を行う手段と

を有する移動局装置。

(付記2)

付記1に記載の移動局装置において、

前記パイロットは、シンボルごとに、隣接する前シンボルとは異なるサブキャリアに配置される移動局装置。

(付記3)

付記1又は2に記載の移動局装置において、

前記内挿補間方法には、時間方向において内挿補間し、該時間方向における内挿補間の結果を用いて周波数方向に内挿補間する方法と、周波数方向において内挿補間し、該周波数方向における内挿補間の結果を用いて時間方向に内挿補間する方法とが含まれる移動局装置。

(付記4)

付記 3 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、一方の内挿補間方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔を求め、両リソースエレメントの間隔が内挿補間を行うことができる条件を満たす場合に、該一方の内挿補間方法に決定する移動局装置。

(付記 5)

付記 4 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、前記下りリンクの信号に含まれるパイロットの配置を疎にした場合に、前記一方の内挿補間方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔を求め、両リソースエレメントの間隔が内挿補間を行うことができる条件を満たす場合に、前記パイロットの配置を疎にすると決定する移動局装置。

(付記 6)

付記 3 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、一方の内挿補間方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔を求め、両リソースエレメントの間隔が内挿補間を行うことができる条件を満たさない場合に、他の内挿補間方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔を求め、両リソースエレメントの間隔が内挿補間を行うことができる条件を満たす場合に、該他の内挿補間方法に決定する移動局装置。

(付記 7)

付記 3 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、一方の内挿補間方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔を求め、両リソースエレメントの間隔が内挿補間を行うことができる条件を満たさない場合に、他の内挿補間方法により内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔及び時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔を求め、両リソースエレメントの間隔が内挿補間を行うことができる条件を満たさない場合に、パイロットの配置を変更すると決定する移動局装置。

(付記 8)

付記 7 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、前記パイロットの配置を密にすると決定する移動局装置。

(付記 9)

付記 3 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の移動局装置において、

前記内挿補間を行うことができる条件は、伝送路の遅延広がりを T_d 、ドップラ周波数を f_d 、内挿補間を行った場合に得られる周波数方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔を N_f 、内挿補間を行った場合に得られる時間方向の伝送路特性が得られるリソースエレメントの間隔を N_t 、サブキャリア周波数間隔を f_0 、OFDM のシンボル長を T_s とした場合に、

$$N_f < 1 / (T_d \cdot f_0)$$

$$N_t < 1 / (2 f_d \cdot T_s)$$

であることを特徴とする移動局装置。

(付記 10)

付記 3 に記載の移動局装置において、

前記決定する手段は、ドップラ周波数及び／又は遅延広がりに基づいて、内挿補間方法を決定する移動局装置。

(付記 11)

下りリンクの信号に基づいて、伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数を推定するステップと、

前記推定するステップにおいて推定された伝送路の遅延広がり及びドップラ周波数に基づいて、前記下りリンクの信号に含まれるパイロットに対する内挿補間方法を決定するステップと、

前記決定するステップにおいて決定された内挿補間方法により内挿補間を行い、伝送路推定を行うステップと

を有する伝送路推定方法。

(付記 1 2)

付記 1 1 に記載の伝送路推定方法において、

10

前記パイロットは、シンボルごとに、隣接する前シンボルとは異なるサブキャリアに配置される伝送路推定方法。

(付記 1 3)

付記 1 1 又は 1 2 に記載の伝送路推定方法において、

前記内挿補間方法には、時間方向において内挿補間し、該時間方向における内挿補間の結果を用いて、周波数方向に内挿補間する方法と、周波数方向において内挿補間し、該周波数方向における内挿補間の結果を用いて、時間方向に内挿補間する方法とが含まれる伝送路推定方法。

【図面の簡単な説明】

【0099】

20

【図 1】パイロットの配置の一例を示す説明図である。

【図 2】パイロットの配置の一例を示す説明図である。

【図 3】移動局装置を示す部分ブロック図である。

【図 4】移動局装置を示す部分ブロック図である。

【図 5】パイロットの配置の一例を示す説明図である。

【図 6】一実施例に係る移動通信システムを示す説明図である。

【図 7】一実施例に係る移動局装置を示す部分ブロック図である。

【図 8】一実施例に係るパイロットの配置の一例を示す説明図である。

【図 9】一実施例に係るパイロットの配置の一例を示す説明図である。

【図 10】一実施例に係るパイロットの配置の一例を示す説明図である。

30

【図 11】一実施例に係る移動局装置を示す部分ブロック図である。

【図 12】一実施例に係る移動通信システムの動作を示すフロー図である。

【図 13】一実施例に係る移動局装置の動作を示すフロー図である。

【符号の説明】

【0100】

2 無線受信部

4 FFT部

6 伝送路推定部

8 補償部

10 復号部

40

12 速度測定部

14 パイロット配置決定部

16 制御チャネル符号化部

18 合成部

20 変調部

22 無線送信部

24 パイロットシンボル生成部

26 パイロットパターン選択部

28 複素除算部

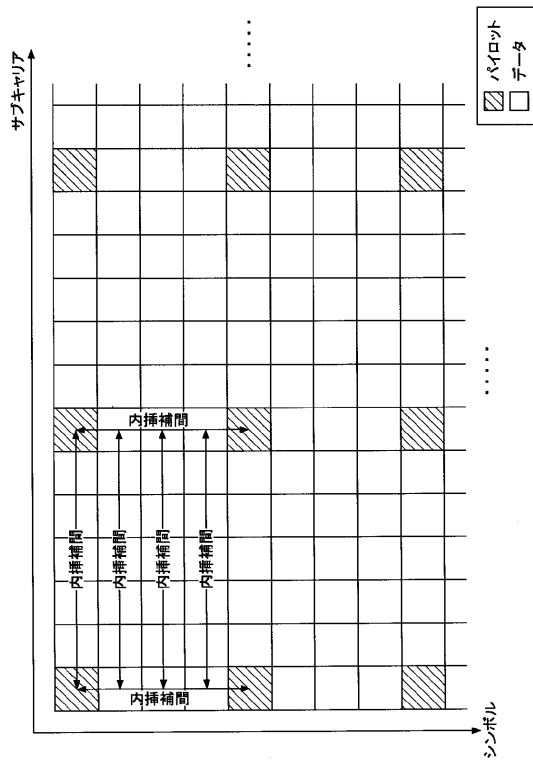
30 シンボル方向の内挿補間部

50

3 2	周波数方向の内挿補間部	
3 4	複素除算部	
1 0 0	移動局装置	
1 0 2	無線受信部	
1 0 4	FFT部	
1 0 6	伝送路推定部	
1 0 8	補償部	
1 1 0	復号部	
1 1 2	ドップラ周波数、遅延広がり推定部	
1 1 4	パイロット配置、補間方法選択部	10
1 1 6	制御チャネル符号化部	
1 1 8	合成部	
1 2 0	変調部	
1 2 2	無線送信部	
1 0 6 4	パイロットシンボル生成部	
1 0 6 2	パイロットパターン選択部	
1 0 6 6	複素除算部	
1 0 6 8	周波数方向の内挿補間部	
1 0 7 0	時間方向の内挿補間部	
1 0 7 2	選択部	20
1 0 7 4	時間方向の内挿補間部	
1 0 7 6	周波数方向の内挿補間部	
1 0 7 8	選択部	
1 0 8 0	複素除算部	
2 0 0 (2 0 0 ₁ 、2 0 0 ₂ 、2 0 0 ₃)	基地局装置	
3 0 0 (3 0 0 ₁ 、3 0 0 ₂)	MME(Mobility Management Entity)／S-GW(Serving-Gateway)	

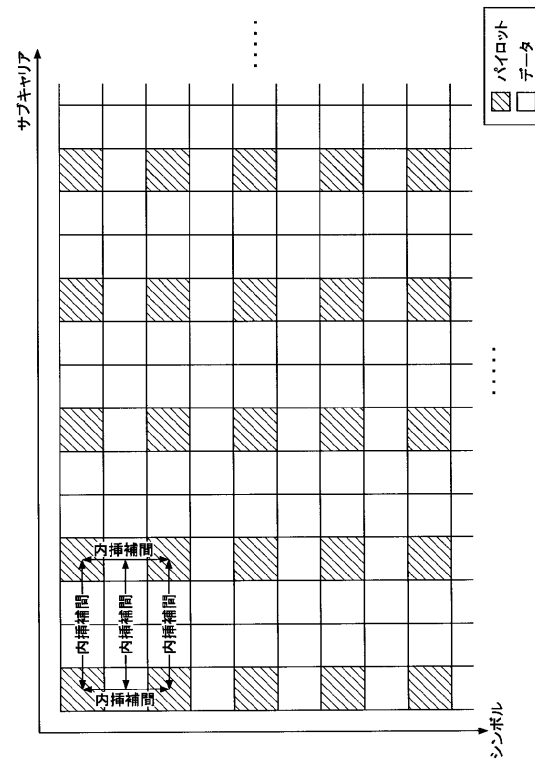
【図 1】

パイロットの配置の一例を示す説明図



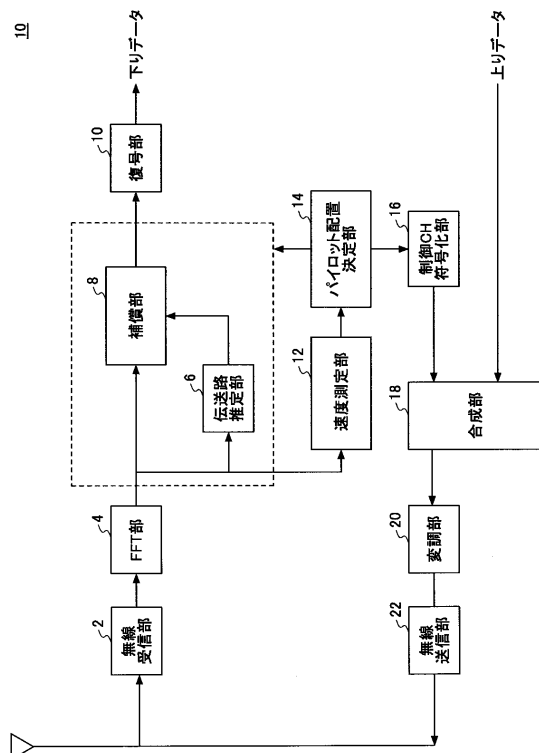
【図 2】

パイロットの配置の一例を示す説明図



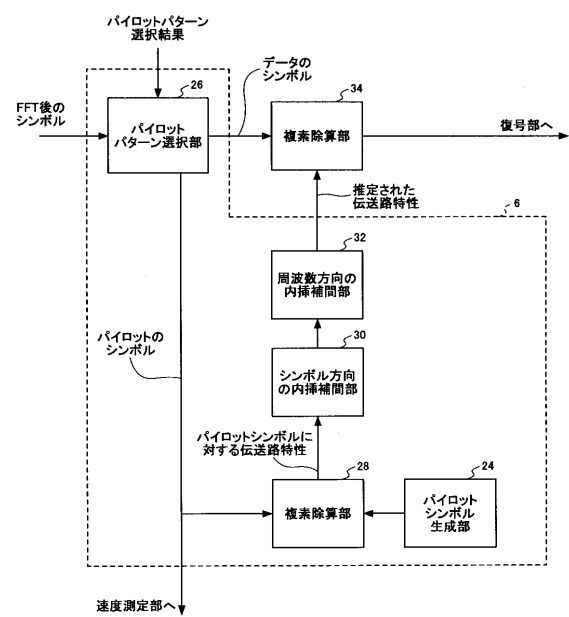
【図 3】

移動局装置を示す部分ブロック図



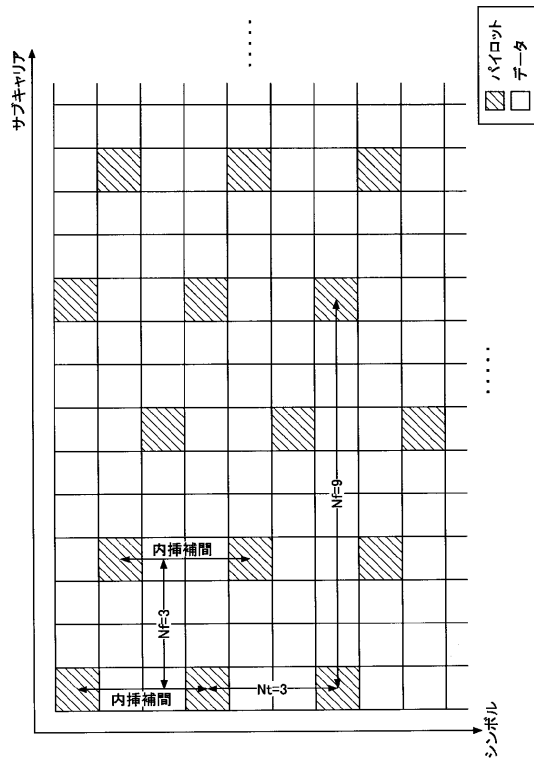
【図 4】

移動局装置を示す部分ブロック図



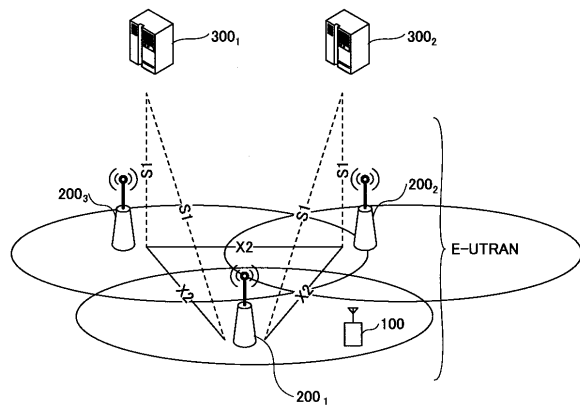
【図 5】

パイロットの配置の一例を示す説明図



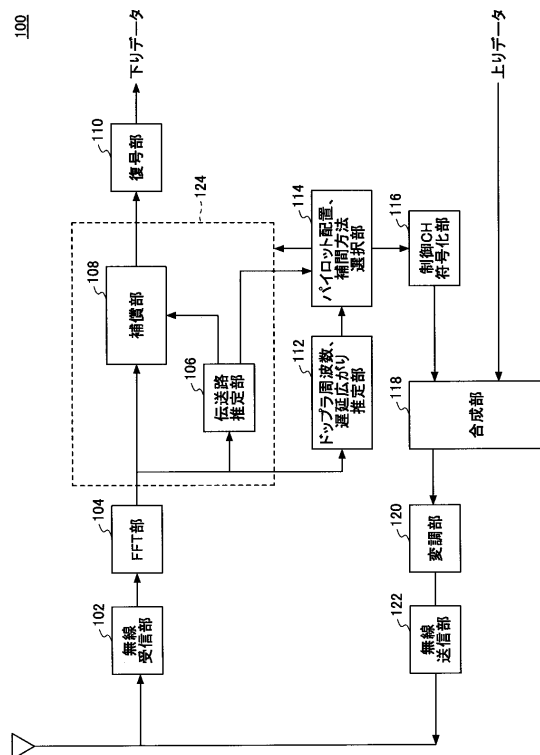
【図 6】

一実施例に係る移動通信システムを示す説明図



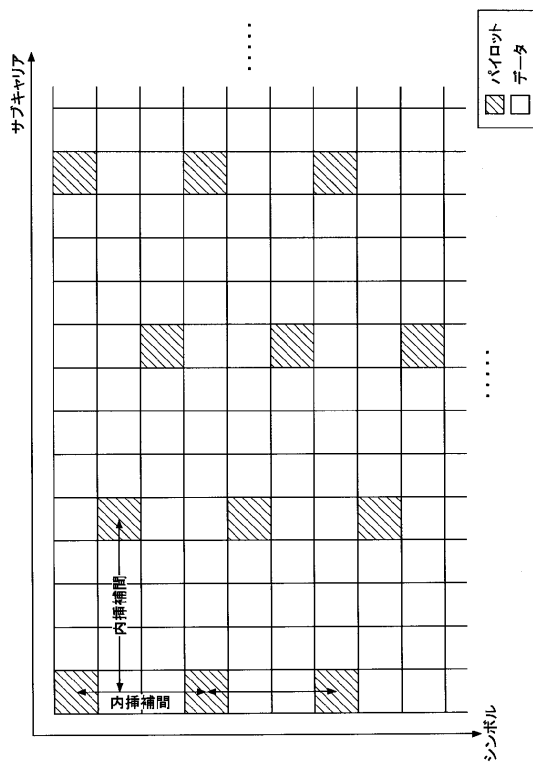
【図 7】

一実施例に係る移動局装置を示す部分ブロック図



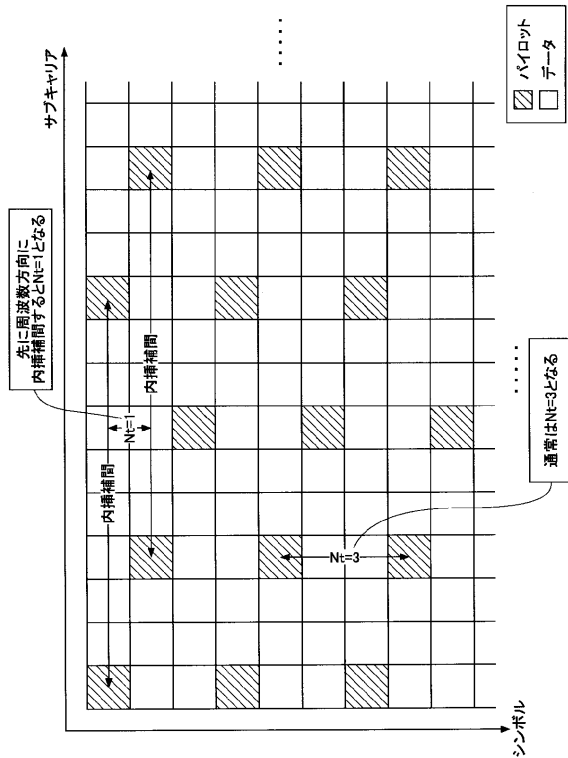
【図 8】

一実施例に係るパイロットの配置の一例を示す説明図



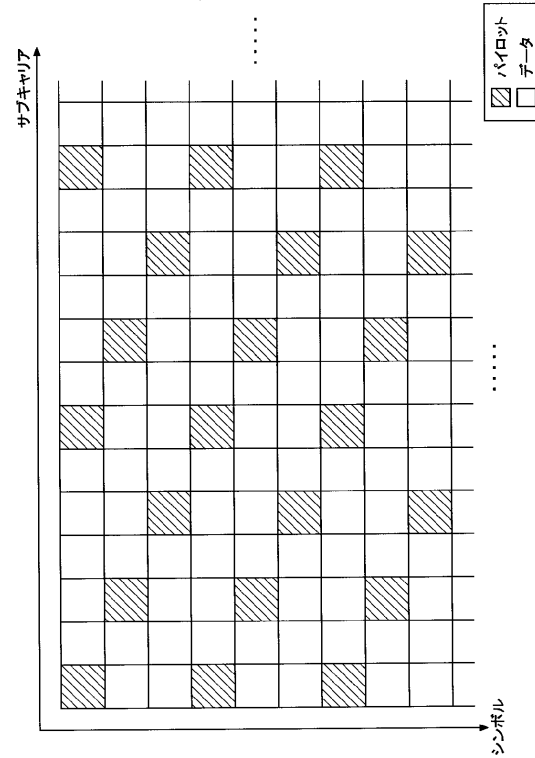
【図 9】

一実施例に係るパイロットの配置の一例を示す説明図



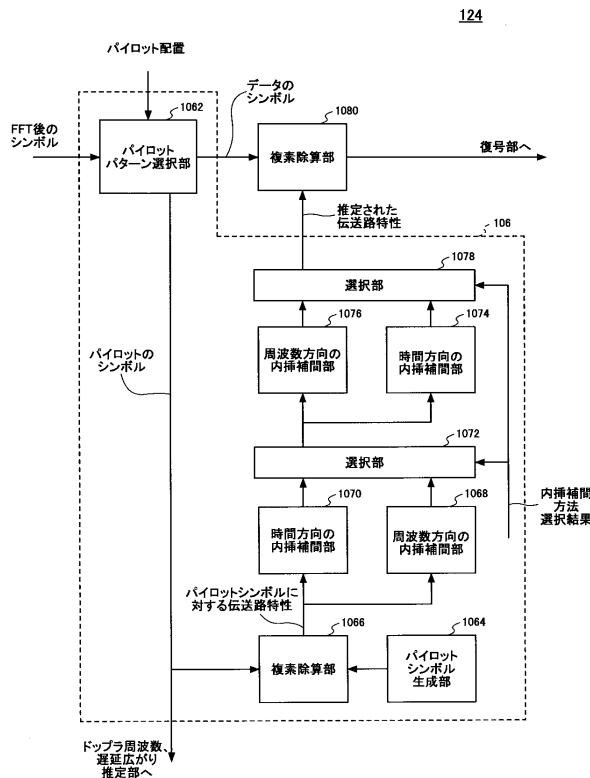
【図 10】

一実施例に係るパイロットの配置の一例を示す説明図



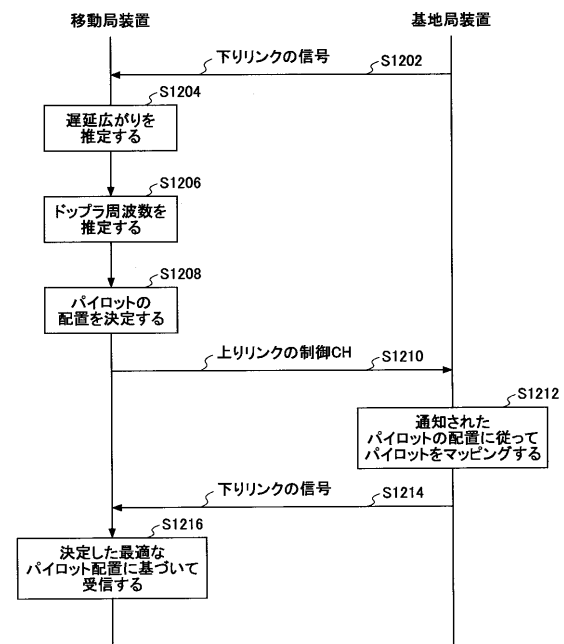
【図 11】

一実施例に係る移動局装置を示す部分ブロック図



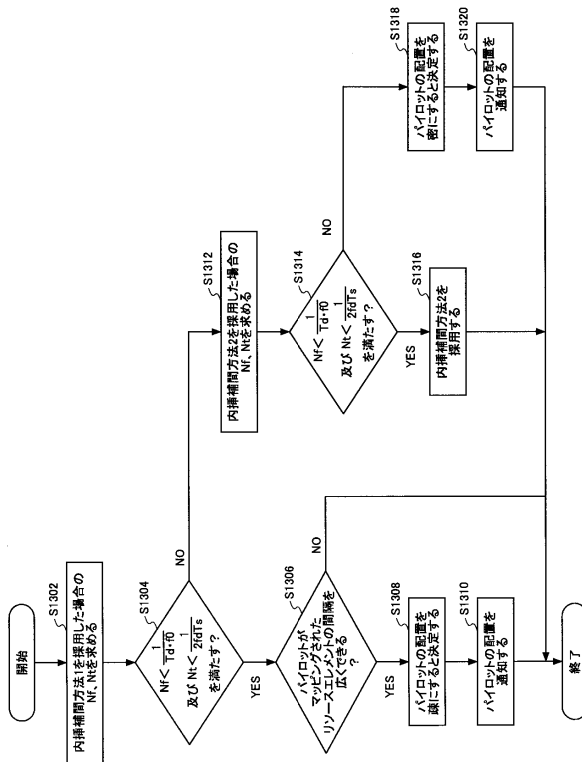
【図 12】

一実施例に係る移動通信システムの動作を示すフロー図



【図 13】

一実施例に係る移動局装置の動作を示すフロー図



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-286636 (JP, A)
特表2007-511942 (JP, A)
特開2003-333008 (JP, A)
国際公開第2006/093307 (WO, A1)
特開2008-072225 (JP, A)
国際公開第2007/136036 (WO, A1)
特開2007-028201 (JP, A)
特開2005-312027 (JP, A)
特開2002-111620 (JP, A)
特開2007-150971 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04J 11/00