

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-294895

(P2005-294895A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H04J 3/00
H04B 1/707
H04B 1/713
H04J 11/00
H04Q 7/36

H04J 3/00 H
H04J 11/00 Z
H04B 7/26 I O 5 D
H04J 13/00 E
H04J 13/00 D

5 K O 2 2
5 K O 2 8
5 K O 6 7

審査請求 有 請求項の数 27 O L (全 52 頁)

(21) 出願番号 特願2004-102500 (P2004-102500)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦

(74) 代理人 100091351

弁理士 河野 哲

(74) 代理人 100088683

弁理士 中村 誠

(74) 代理人 100108855

弁理士 蔵田 昌俊

(74) 代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74) 代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

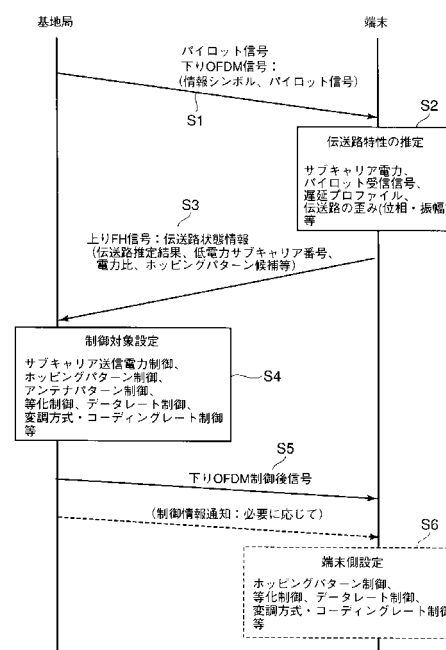
(54) 【発明の名称】 無線通信システム、端末装置及び基地局装置

(57) 【要約】

【課題】 基地局と端末との間で高品質の通信を可能にする上下非対称の無線リンクを用いた無線通信システムを提供する。

【解決手段】 基地局から端末への下り通信には複数のサブキャリアを含むOFDM信号を用い、端末から基地局への上り通信にはOFDM信号の周波数帯と同じ周波数帯のFH信号を用いて、TDDにより双方向通信を行う無線通信システムであって、端末は、受信したOFDM信号を基に、複数のサブキャリアについて伝送路特性を推定して、推定結果を基地局へ送信し、基地局は、端末から送信された推定結果を基に、端末に対し、複数のサブキャリアのうち下り通信で用いるサブキャリアと、上り通信で用いるホッピングパターンとのうちの少なくとも一方を割り当てる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基地局から端末への下り通信には複数のサブキャリアを含む OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号を用い、端末から基地局への上り通信には前記 OFDM 信号の周波数帯と同じ周波数帯の FH (Frequency Hopping) 信号を用いて、TDD (Time Division Duplex) により双方向通信を行う無線通信システムであって、

前記端末は、

受信した前記 OFDM 信号を基に、前記複数のサブキャリアについて伝送路特性を推定する推定手段と、

前記推定手段での推定結果を前記基地局へ送信する送信手段とを具備し、

10

前記基地局は、

前記端末から送信された前記推定結果を基に、前記端末に対し、前記複数のサブキャリアのうち前記下り通信で用いるサブキャリアと、前記上り通信で用いるホッピングパターンとのうちの少なくとも一方を割り当てる割り当て手段を具備したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】

前記端末は、前記基地局にて割り当てられたホッピングパターンを用いて前記 FH 信号を送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 3】

前記割り当て手段は、前記端末に対し、前記下り通信で用いるサブキャリアを割り当てるとともに、当該下り通信で用いるサブキャリアの周波数と同じ周波数を用いた前記ホッピングパターンを割り当ててことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

20

【請求項 4】

前記下り通信のタイムスロットでは、TDM (Time Division Multiplex) により各端末宛ての信号を多重化することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 5】

前記下り通信のタイムスロットの時間幅は、 $N \cdot D_L$ ($N \cdot D_L$ は任意の正の整数) シンボル長であり、前記上り通信のタイムスロットの時間幅は $D \cdot U_L$ ($D \cdot U_L$ は任意の正の整数) シンボル長であり、

前記割り当て手段は、端末に対し、ホッピング周期が $D \cdot U_L$ シンボル長のホッピングパターンを割り当ててことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

30

【請求項 6】

前記下り通信のタイムスロットの時間幅は、 $N \cdot D_L$ ($N \cdot D_L$ は任意の正の整数) シンボル長であり、前記上り通信のタイムスロットの時間幅は $D \cdot U_L$ ($D \cdot U_L$ は任意の正の整数) シンボル長であり、

前記割り当て手段は、端末に対し、ホッピング周期が $1/M$ (M は任意の正の整数) シンボル長のホッピングパターンを割り当ててことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 7】

前記下り通信のタイムスロットの時間幅は、 $N \cdot D_L$ ($N \cdot D_L$ は任意の正の整数) シンボル長であり、前記上り通信のタイムスロットの時間幅は $D \cdot U_L$ ($D \cdot U_L$ は任意の正の整数) シンボル長であり、

40

前記割り当て手段は、前記端末に対し、ホッピング周期が $D \cdot U_L$ シンボル長のホッピングパターンと、ホッピング周期が $1/M$ (M は任意の正の整数) シンボル長のホッピングパターンとを割り当ててことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 8】

前記基地局が前記端末に $N \cdot D_L$ シンボルの OFDM 信号を送信する毎に、前記割り当て手段は前記ホッピングパターンの周波数の範囲を変更することを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の無線通信システム。

【請求項 9】

50

前記割当手段は、端末に対し、前記下り通信で用いるサブキャリアを割り当てるとともに、前記基地局が端末に N_DL (N_DL は任意の正の整数) シンボルの前記 OFDM 信号を送信する毎に、前記端末に割り当てるサブキャリアを変更することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 10】

前記割当手段は、前記下り通信のタイムスロット内を 1 シンボル長単位に端末へ割り当てることを特徴とする請求項 2 記載の無線通信システム。

【請求項 11】

前記下り通信のタイムスロットでは、CDM (Code Division Multiplex) により各端末宛ての信号を多重化することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

10

【請求項 12】

前記基地局は、前記 OFDM 信号及び前記 FH 信号の周波数帯である第 1 の周波数帯とは異なる周波数帯であって、当該第 1 の周波数帯より狭帯域の第 2 の周波数帯で、前記端末が前記 OFDM 信号を復調する際に用いる同期信号と前記端末への着信を通知する信号のうちの少なくとも一方を含む第 1 の制御信号を送信する送信手段をさらに具備し、

前記端末は、前記第 1 の制御信号を受信する受信手段をさらに具備したことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 13】

前記端末の前記送信手段は、前記 OFDM 信号及び前記 FH 信号の周波数帯である第 1 の周波数帯とは異なる周波数帯であって、当該第 1 の周波数帯より狭帯域の第 3 の周波数帯で、前記推定結果と前記端末の位置登録情報を含む第 2 の制御信号を送信し、

20

前記基地局は、前記第 2 の制御信号を受信する受信手段を具備したことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 14】

前記端末は、一定の時間間隔で前記基地局へ送信すべき上りデータ量を前記基地局へ通知する手段をさらに具備し、

前記基地局は、前記下り通信で送信すべき下りデータ量及び前記端末から通知された前記上りデータ量を基に、前記上り通信と前記下り通信との通信速度比を変更する変更手段をさらに具備したことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 15】

前記下り通信の時間幅と、前記上り通信の時間幅を変更することにより、前記通信速度比を変更することを特徴とする請求項 14 記載の無線通信システム。

30

【請求項 16】

前記下り通信のタイムスロット内で、前記複数のサブキャリアのうちの一部のサブキャリアの送信を停止し、当該一部のサブキャリアの周波数帯の FH 信号を前記端末から送信させることにより、前記通信速度比を変更することを特徴とする請求項 14 記載の無線通信システム。

【請求項 17】

前記上り通信のタイムスロット内で、前記端末に前記複数のサブキャリアのうちの一部のサブキャリアの利用を停止させ、前記複数のサブキャリアのうち当該一部のサブキャリアのみを含む OFDM 信号を前記端末へ送信することにより、前記通信速度比を変更することを特徴とする請求項 14 記載の無線通信システム。

40

【請求項 18】

前記下り通信のタイムスロット内で送信される前記 OFDM 信号の先頭及び終端シンボルは基地局と端末との間で既知の信号であり、

前記端末は、受信した前記 OFDM 信号に含まれる前記先頭及び終端シンボルのうちの少なくとも一方を用いて、当該受信した OFDM 信号を復調し、

前記推定手段は、受信した前記 OFDM 信号に含まれる前記先頭及び終端シンボルのうちの少なくとも一方を用いて、前記複数のサブキャリアのそれぞれについて伝送路特性を推定することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

50

【請求項 19】

前記推定手段は、制御信号の状態に対応する指標値を求める手段を具備し、

前記送信手段は、前記指標値を含む前記推定結果を前記基地局へ送信することを特徴とする請求項 18 記載の無線通信システム。

【請求項 20】

前記基地局は、前記端末から送信された前記推定結果を基に、前記複数のサブキャリア信号のそれぞれの送信電力を調整する手段をさらに具備したことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 21】

基地局から端末への下り通信には複数のサブキャリアを含む OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号を用い、端末から基地局への上り通信には前記 OFDM 信号の周波数帯と同じ周波数帯の FH (Frequency Hopping) 信号を用いて、TDD (Time Division Duplex) により双方向通信を行う無線通信システムであって、

前記基地局は、

前記上り通信のタイムスロットで前記端末から送信される信号を基に、前記端末と当該基地局との間の伝送路特性を推定する推定手段と、

前記推定手段での推定結果を基に、前記端末に対し、前記複数のサブキャリアのうち前記下り通信で用いるサブキャリアと、前記上り通信で用いるホッピングパターンとのうちの少なくとも一方を割り当てる割り当て手段を具備したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 22】

前記端末は、

前記上り通信のタイムスロット内の一部の時間区間内に、基地局と端末との間で既知の信号を前記複数のサブキャリアを含む OFDM 信号を用いて前記基地局へ送信し、前記上り通信のタイムスロット内の前記一部の時間区間を除く残りの時間区間内に、前記 FH 信号を前記基地局へ送信する手段と、

を具備し、

前記基地局の前記推定手段は、前記上り通信のタイムスロットで各端末から送信される前記 OFDM 信号を基に、前記複数のサブキャリアのそれぞれについて伝送路特性を推定することを特徴とする請求項 21 記載の無線通信システム。

【請求項 23】

前記一部の時間区間内には、各端末から送信される OFDM 信号が、TDMA (Time Division Multiple Access) と CDMA (Code Division Multiple Access) のうちのいずれか一方の方式により多重されていることを特徴とする請求項 22 記載の無線通信システム。

【請求項 24】

基地局と端末との間で既知の信号は、平均信号電力とピーク信号電力の比が最小となるビット系列の信号であることを特徴とする請求項 22 記載の無線通信システム。

【請求項 25】

基地局からの下り通信には複数のサブキャリアを含む OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号を用い、基地局への上り通信には前記 OFDM 信号の周波数帯と同じ周波数帯の FH (Frequency Hopping) 信号を用いて、TDD (Time Division Duplex) により双方向通信を行う端末装置であって、

受信した前記 OFDM 信号を基に、前記複数のサブキャリアについて伝送路特性を推定する推定手段と、

前記推定手段での推定結果を前記基地局へ送信する送信手段と、

を具備したことを特徴とする端末装置。

【請求項 26】

端末への下り通信には複数のサブキャリアを含む OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号を用い、前記端末からの上り通信には前記 OFDM 信号の周波数帯と同じ周波数帯の FH (Frequency Hopping) 信号を用いて、TDD (Time Division Duplex) により双方向通信を行う無線通信システムであって、

ex)により双方向通信を行う基地局装置であって、

前記端末から送信された伝送路特性の推定結果を基に、前記端末に対し、前記複数のサブキャリアのうち前記下り通信で用いるサブキャリアと、前記上り通信で用いるホッピングパターンとのうちの少なくとも一方を割り当てる割り当て手段を具備したことを特徴とする基地局装置。

【請求項 27】

端末への下り通信には複数のサブキャリアを含む OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号を用い、前記端末からの上り通信には前記 OFDM 信号の周波数帯と同じ周波数帯の FH (Frequency Hopping) 信号を用いて、TDD (Time Division Duplex) により双方向通信を行う基地局装置であって、

10

前記上り通信のタイムスロットで各端末から送信される信号を基に、前記端末について、当該基地局との間の伝送路特性を推定する推定手段と、

前記推定手段での推定結果を基に、前記端末に対し、前記複数のサブキャリアのうち前記下り通信で用いるサブキャリアと、前記上り通信で用いるホッピングパターンとのうちの少なくとも一方を割り当てる割り当て手段と、

を具備したことを特徴とする基地局装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、下り通信に OFDM、上り通信に FH を用いた無線通信システムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

基地局と端末との間で双方向通信を行う従来の無線通信システムは、上下通信の帯域幅や、上下通信の変調方式が同じである上下対称の無線リンクを用いたものがほとんどであった（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

高速データ伝送を実現する変調方式の 1 つとして OFDM がある。OFDM により変調された信号は複数のサブキャリアを含み、時間波形として信号のダイナミックレンジが大きく、送信パワーアンプに線形性が要求されていた。すなわち、OFDM を用いて信号を送信する場合、消費電力が大きくなることは必須である。従って、従来の無線通信システムに上記 OFDM を適用して、（基地局から端末への）高速下り回線を実現する場合、（端末から基地局への）上り回線においても同じ帯域幅、変調方式（OFDM）が用いられるため、端末の消費電力が大きくなるという問題点がある。

30

【0004】

基地局と端末との間で双方向通信を行う従来の無線通信システムであって、上下通信の帯域幅が異なり、上り通信と下り通信とで使用する無線周波数帯が異なる無線通信システムがある（例えば、特許文献 2 参照）。このような上下非対称の無線リンクを用いた無線通信システムでは、上り通信と下り通信とで使用する無線周波数が異なるため、伝送路の特性を正確に推定することができない。従って、送信電力制御、指向性制御、適応変調等の技術を有効に使用することができず、無線回線品質の劣化を招いていた。

40

【特許文献 1】特開 2000 - 299681 号公報

【特許文献 2】特開平 7 - 176791 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このように、従来の上下非対称の無線リンクを用いた無線通信システムでは、下り通信の高速化と、端末の消費電力の低減は実現できる一方、上り通信と下り通信とで使用する無線周波数が異なるため、伝送路の特性を正確に推定することができず、上下通信の通信品質が低いという問題点があった。

【0006】

50

そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、基地局と端末との間で高品質な通信を可能にする上下非対称の無線リンクを用いた無線通信システム、端末装置、基地局装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の無線通信システムは、基地局から端末への下り通信には複数のサブキャリアを含むOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を用い、端末から基地局への上り通信には前記OFDM信号の周波数帯と同じ周波数帯のFH(Frequency Hopping)信号を用いて、TDD(Time Division Duplex)により双方向通信を行う無線通信システムであって、前記端末は、受信した前記OFDM信号を基に、前記複数のサブキャリアについて伝送路特性(電力、電力比、位相・振幅の歪みのうちの少なくとも1つ)を推定する推定手段と、前記推定手段での推定結果を前記基地局へ送信する送信手段とを具備し、前記基地局は、前記端末から送信された前記推定結果を基に、前記端末に対し、前記複数のサブキャリアのうち前記下り通信で用いるサブキャリアと、前記上り通信で用いるホッピングパターンとのうちの少なくとも一方を割り当てる割り当手段を具備する。

10

【0008】

下り通信では上記複数のサブキャリアの全帯域を使用して伝送を行うので、端末側では、当該端末と基地局との間の伝送路の状況を的確に測定することができる。この測定結果を基に、端末に対し、当該端末にとって最適なサブキャリアを優先的に選択して、上り通信で用いるホッピングパターンや、下り通信で用いるサブキャリアを割り当てることにより、基地局と端末との間で高品質の通信を可能にする。

20

【0009】

本発明の無線通信システムは、基地局から端末への下り通信には複数のサブキャリアを含むOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を用い、端末から基地局への上り通信には前記OFDM信号の周波数帯と同じ周波数帯のFH(Frequency Hopping)信号を用いて、TDD(Time Division Duplex)により双方向通信を行う無線通信システムであって、前記基地局は、前記上り通信のタイムスロットで端末から送信される信号を基に、前記端末と当該基地局との間の伝送路特性を推定する推定手段と、前記推定手段での推定結果を基に、前記各端末に対し、前記複数のサブキャリアのうち前記下り通信で用いるサブキャリアと、前記上り通信で用いるホッピングパターンとのうちの少なくとも一方を割り当てる割り当手段を具備する。

30

【0010】

上り通信で端末から送信される上記複数のサブキャリアの全帯域を使用したFH信号あるいはOFDM信号を基地局が受信すると、基地局では、当該端末と基地局との間の伝送路の状況を的確に測定することができる。この測定結果を基に、端末に対し、当該端末にとって最適なサブキャリアを優先的に選択して、上り通信で用いるホッピングパターンや、下り通信で用いるサブキャリアを割り当てることにより、基地局と端末との間で高品質の通信を可能にする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、基地局と端末との間で高品質の通信を可能にする上下非対称の無線リンクを用いた無線通信システムを容易に構築できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0013】

まず、本実施形態に係る通信システムの概略を説明する。

【0014】

図1は、無線通信システム全体の概略構成例を模式的に示したものである。図1において、端末TE1と基地局(あるいは無線アクセスポイント)BS1は双方向通信を行う。

50

画像やファイルのダウンロードを容易に実現するために下りリンク（DL）の平均データレートは上りリンク（UL）に比べ早い。これを実現するために、本実施形態のシステムでは、下りリンクには、複数のサブキャリア信号からなるマルチキャリア信号を用いたOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)をベースとした変調方式、上りリンクには、FH(Frequency Hopping)を用いた通信を行っている（図4、図8参照）。

【0015】

このような構成により、高速データレートを確保しつつ、信号帯域幅、およびダイナミックレンジの狭い上りリンクを実現でき、端末の消費電力を削減することが可能となる。

【0016】

下りOFDM通信と上りFH通信とで双方向通信を実現するために、TDD(Time Division Duplex)を用いる場合とFDD(Frequency division Duplex)を用いる場合とがある。まず、前者の場合について説明する。

【0017】

下りリンクと上りリンクに同一周波数帯域を使用して、TDDにより収容する場合を図4に示す。下りリンクで使用するOFDM信号は、無線帯域を全て使用して伝送を行うため、受信側では、サブキャリア毎に伝送路での歪み（例えば振幅、位相の歪み）や電力などを推定（測定）することで、無線伝送路の特性を正確に推定することが可能である。一方、FHではキャリア周波数のホッピングを行うため（使用する無線周波数が頻繁に変動するため）、正確に各サブキャリア信号について無線伝送路の特性を測定することは難しい。

【0018】

しかし、OFDMとFHをTDDにより組み合わせることで、OFDMの各サブキャリアを通じて（当該サブキャリア信号について伝送路特性を推定することで）認識される各無線伝送路の状態を表す情報を、FHによる通信に用いることが可能となる。例えば、下り回線におけるOFDMの各サブキャリア信号の伝送路特性を測定しつつ、上り回線で送信電力制御やアンテナ指向性制御を行ったり、品質の良い周波数をFHホッピングパターンに優先的に割当てを行うなどが、容易に実現することができる。

【0019】

このように、上記無線通信システムによれば、高速データレートでのデータ送信が可能であるとともに、端末の消費電力を削減することもできる。また、システム制御を容易にし、高い通信品質を実現することが可能となる。

【0020】

なお、上記無線通信システムでは、図2に示すように、下りリンクのOFDM信号にTDMA、あるいはCDMAなどの多重方式、上りリンクにFHのホッピングパターンによる多重方式を適用することで、複数のユーザを収容することが可能である。このような方式とすることで、図3に示すように通信エリアが重なりセルラー状に展開されたシステムにおいても、干渉の制御が容易となる。図5に、下りリンクに複数のユーザの信号を収容する場合を示す。

【0021】

次に、OFDMの下りリンクとFHの上りリンクに異なる周波数を利用して双方向通信を実現する場合、すなわち、FDD(Frequency division Duplex)の場合を図8を参照して説明する。この場合、基地局と端末の送信タイミングをそれぞれ独立に設計することができるため、無線通信システム内の同期制御を簡略化できる。また、上記TDDで双方向通信を行う場合と同様、高速データレートでのデータ送信が可能であるとともに、端末の消費電力を削減することもできる。また、システム制御を容易にし、高い通信品質を実現することが可能となる。

【0022】

以下、下りOFDM通信と上りFH通信との双方向通信をTDDで実現する無線通信システムについて説明する。

【0023】

(第1の実施形態)

まず、下りOFDM通信と上りFH通信との双方向通信をTDDで実現する無線通信システムに適用可能な基地局と端末のそれぞれの構成について説明する。

【0024】

(基地局の構成)

図18に基地局の構成例を示す。

【0025】

基地局から各ユーザ#1～#Nへ送信するデータと、上りFHユーザ割り当て部8から出力されたFHパターン情報と、下りOFDMユーザ割り当て部7から出力されたユーザ割り当て情報は、ユーザ割り当て部1によって、各ユーザに送信する順番と、ユーザ割り当て情報とを用いて並べ替えられる。並べ替えられた(各サブキャリアに分割された)各ユーザ宛ての信号は、図58に示すように、FDM送信部2で変調される。すなわち、OFDM送信部2では、サブキャリア変調部2aで各サブキャリア信号を変調した後、IFFFT部2bでIFFT(逆フーリエ変換)によりマルチキャリア信号を生成し、ガードインターバル付加部2cでガードインターバル付加し、シンボル整形部2dで波形の整形を行う。このようにして得られたベースバンド信号は無線部11に渡される。無線部11では、ベースバンド信号をD/A変換部11aでデジタル信号からアナログ信号に変換した後に、周波数変換部11bで中間周波数(IF)、さらに無線周波数(RF)に変換してアンテナを介して送信する。

【0026】

各端末から送信されたFH信号は無線部12で受信される。無線部12は、図61に示すように、AGC部12aでAGC(Automatic Gain Control)により受信信号のレベルを補正し、その後、周波数変換部12bで受信信号の周波数変換を行い、A/D変換部12cでアナログ信号からデジタル信号へ変換して、FH受信部9へ当該受信信号を出力する。

【0027】

FH受信部9は、サブキャリア検波部9aで無線部12から出力された受信信号から各サブキャリア信号を検波する。各サブキャリア信号は、伝送路推定部6と、ユーザ分信号抽出部10へ出力される。

【0028】

伝送路推定部6では、各サブキャリア信号と、無線部12で上記AGCのために測定されたFH信号の受信電力値を基に、各端末から基地局への上りリンクの伝送路特性を推定する。すなわち、端末毎に、各サブキャリア信号について伝送路の歪み、電力値、電力比などの伝送路特性を求める。伝送路推定部6で推定された各端末から基地局への上りリンクの伝送路特性は、下りOFDMユーザ割り当て部7、上りFHユーザ割り当て部8にそれぞれ出力されて、伝送路状態情報と同様、下りリンク及び上りリンクで各端末にチャンネルを割り当てる際の判断材料として用いられる。

【0029】

なお、下りOFDMユーザ割り当て部7、上りFHユーザ割り当て部8は、下りリンク及び上りリンクで各端末にチャンネルを割り当てる際には、伝送路推定部6で推定された伝送路特性と、各端末から送信された伝送路状態情報のうちのいずれか一方を用いれば足りる。

【0030】

さて、FH受信部9から出力されたサブキャリア信号は、ユーザ信号抽出部10にも入力する。ユーザ信号抽出部10では、今回受信したFH信号に用いられている各端末のFHパターン情報を用いて、各サブキャリア信号から各ユーザの信号を抽出し、各端末に対応するユーザ信号を出力する。

【0031】

信号分離部5では、ユーザ信号抽出部10から出力された各ユーザ信号を復号して、復号された各ユーザ信号から伝送路状態情報と、ユーザデータとを分離する。そして伝送路

10

20

30

40

50

状態情報を下りOFDM割り当て部7と上りFHユーザ割り当て部8へ出力する。

【0032】

下りOFDMユーザ割り当て部7では、上記伝送路推定結果を基に、各端末に対し、次の下りスロットにおけるチャネル（サブキャリア、シンボル等）を割り当て、その結果を表すユーザ割り当て情報を出力する。上りFHユーザ割り当て部8では、上記伝送路推定結果を基に、次の上りスロットにおける各ユーザのFHパターンを決定し、その結果を表す各ユーザのFHパターン情報を出力する。

【0033】

（端末の構成）

図19に端末の構成例を示す。

10

【0034】

各ユーザから基地局へ送信するデータは、FH送信部51に入力される。FH送信部51は、図60に示すように、多重化部51aで入力された当該基地局への送信データと伝送路推定部52から出力される伝送路状態情報とを多重するとともに、変調部51bで、基地局から通知された（信号分離部55で得られた）FHパターン情報を用いて変調する。その結果得られるベースバンド信号は無線部58において、D/A変換部58aでデジタル信号からアナログ信号へ変換された後、周波数変換部58bで周波数変換され、アンテナを介して送信される。

【0035】

基地局から送信されたOFDM信号は、無線部57で受信される。無線部57は、図59に示すように、AGC部57bでAGC（Automatic Gain Control）により当該受信信号のレベルを補正し、その後、周波数変換部57bで受信信号の周波数変換を行い、さらに、当該受信信号をA/D変換部57cでアナログ信号からデジタル信号へ変換し、OFDM受信部53へ出力する。

20

【0036】

OFDM受信部53は、無線部53から出力された受信信号に対し、当該受信信号に含まれる同期確立用の既知信号（プリアンブル信号、パイロット信号）を用いて、AFC部53aでキャリア周波数同期（送受信機間のキャリア周波数誤差を調整し同期をとること）処理、タイミング検出部53bでシンボル・タイミング同期（OFDMシンボルと復調処理のタイミング同期をとること）処理を行い、ガードインターバル除去部53cでガードインターバルが除去される。その後、FFT部53dでFFT（フーリエ変換）によるマルチキャリア信号の分波処理を行い、得られた各サブキャリア信号はチャネル等価処理部53eと伝送路推定部52へ出力される。各サブキャリアから推定される（例えば、伝送路推定部52に含まれるチャネル推定回路で推定される）伝送路の歪み（各サブキャリア信号の位相と振幅の歪み）を基にして、チャネル等価処理部53eでは、各サブキャリア信号からデータ信号を得る処理（同期検波）を行う。なお、推定された伝送路の歪みを用いて同期検波を行うために、チャネル等価回路を用いることが一般によく行われている。そして、サブキャリア復調部53fは、各サブキャリア信号を復号し、ユーザ信号抽出部54へ出力する。

30

【0037】

無線部57のAGC部57aでは、上記AGCのために、受信したOFDM信号の受信電力を測定する。この測定されたOFDM信号の受信電力値は、伝送路推定部52に出力される。また、OFDM受信部53は、FFTにより得られた各サブキャリア信号（各サブキャリア信号に含まれるパイロット信号（既知信号）を含む）は伝送路推定部52へも出力する。

40

【0038】

伝送路推定部52は、入力された各サブキャリア信号から、各サブキャリア信号の位相と振幅の歪みを推定するためのチャネル推定回路を有する。このチャネル推定回路により、各サブキャリア信号から推定される伝送路の歪みを推定する。なお、この推定された伝送路の歪みは、前述した同期検波処理にも用いられる。伝送路推定部52では、さらに、

50

入力した各サブキャリア信号の電力を測定する。また、各サブキャリア信号の電力値と A G C のために測定された O F D M 信号の受信電力値とから、各サブキャリア信号について電力比 (S / N (signal to noise ratio) 比) を算出する。

【 0 0 3 9 】

伝送路推定部 5 2 では、各サブキャリアについて推定された伝送路の歪み、電力値、電力比などの伝送路特性から、伝送路状態の悪いサブキャリア信号 (例えば、伝送路の歪みや、電力値や電力比が所定の閾値より低いサブキャリア信号) を検出して、当該サブキャリア信号の識別子 (例えば、ここでは、番号) を含む伝送路状態情報を生成する。また、各サブキャリアについて推定された伝送路の歪み量 (位相、振幅の歪み量) 、電力値、電力比を含む伝送路状態情報を生成する。また、各サブキャリアについて推定された伝送路の歪み量 (位相、振幅の歪み量) 、電力値、電力比とともに、これらを基に判断された伝送路状態の悪いサブキャリア信号の識別子を含む伝送路状態情報を生成する。

10

【 0 0 4 0 】

伝送路推定部 5 2 は、推定された伝送路特性から、伝送路状態のよいサブキャリア信号 (例えば、伝送路の歪みや、電力値や電力比が所定の閾値以上のサブキャリア信号) を用いたホッピングパターンを決定してもよい。この場合、上記伝送路状態情報に、当該ホッピングパターンが含まれていてもよい。

【 0 0 4 1 】

上記伝送路状態情報は F H 送信部 5 1 を介して基地局に送信される。

【 0 0 4 2 】

伝送路状態情報は、基地局で受信されると、前述したように、上り F H ユーザ割り当て部 8 において、各ユーザに対するホッピングパターンを決定する際に用いられ、また、下り O F D M ユーザ割り当て部 7 において、各ユーザにサブキャリアなどを割り当てる際に用いられる。

20

【 0 0 4 3 】

ユーザ信号抽出部 5 4 では、O F D M 受信部 5 3 から出力された各サブキャリア信号から、自装置宛ての信号を抽出する。その際、前もって受信されて、記憶部 5 5 a に記憶されているユーザ割り当て情報を参照する。ユーザ信号抽出部 5 4 は、抽出した自装置宛ての信号を復号して、信号分離部 5 5 へ出力する。

【 0 0 4 4 】

信号分離部 5 5 は、ユーザ信号抽出部 5 4 から出力されたユーザ信号から、当該ユーザ信号に含まれているユーザ割り当て情報と F H パターンと自装置宛ての受信データを分離する。ユーザ割り当て情報は、次回受信する O F D M 信号から (ユーザ信号抽出部 5 4 で) 自装置宛ての信号を抽出する際に用いるため、記憶部 5 5 a へ一時記憶する。また、F H パターン情報は、F H 送信部 5 1 へ出力され、次の上りスロットにおける周波数ホッピングに用いられる。

30

【 0 0 4 5 】

(基地局と端末の動作)

図 6 は、下りリンクで送信された O F D M 信号を受信する各端末で推定された伝送路の特性を表す情報を利用して、送信電力制御、F H ホッピングパターン制御等を行う場合を説明するための図である。また、図 7 は、その際の動作を説明するためのフローチャートである。以下、図 6、図 7 を参照して説明する。

40

【 0 0 4 6 】

上記無線通信システムでは、下りリンクが O F D M であるということを利用し、端末側では、第 1 のタイムスロットで送信される下りリンクの O F D M 信号 (例えば、情報シンボル、パイロット信号など) から伝送路特性 (例えば、サブキャリア電力、伝送路の歪み (位相、振幅) 、遅延プロファイル、伝送路周波数応答等) を推定 (測定) する (図 7 のステップ S 1、ステップ S 2)。その結果得られる情報 (例えば、低電力のサブキャリアを示すサブキャリア番号、各サブキャリアの受信電力値・S / N 比 (signal to noise ratio)、ホッピングパターンの候補等のうちの少なくとも 1 つを含む伝送路状態情報) は

50

、直後の第2のタイムスロットの上りリンクを使用して基地局側に伝送される（図7のステップS3）。そして、基地局では、当該伝送路状態情報を基に、次の第3のタイムスロットの下りリンクにおける送信電力制御（TPC）を行ったり、さらに次の第4のタイムスロットの上りリンクにおけるFHホッピングパターンを決定する（図7のステップS4）。

【0047】

例えば、図6では、サブキャリア#nの周波数帯の伝送路特性（例えば受信電力値）が所定の閾値より低いので、第3のタイムスロットでは、サブキャリア#nの送信電力を増加したOFDM信号を送信する（図7のステップS5）。あるいは、第4のタイムスロットではサブキャリア#nの周波数帯にホッピングを行わないようにパターンを決定し、その決定されたホッピングパターンを端末側へ通知する。端末側では、通知されたホッピングパターンを用いて送信を行う（図7のステップS6）。

10

【0048】

このような方法でシステム制御を行うことで、無線伝播状況によらず良好な通信品質を維持する無線通信システムを実現することが可能となる。

【0049】

なお、制御対象として、図6に示した送信電力制御、FHホッピングパターン制御以外に、各端末から送信されてきた上記伝送路状態情報に含まれる各種情報を基に、基地局では、アンテナ指向性制御、適応変調等の制御を行うことができる。

【0050】

次に、基地局の下りOFDMユーザ割り当て部7と上りFHユーザ割り当て部8で上り・下りの各タイムスロットに割り当てられる各端末のチャンネルの配置について説明する。

20

【0051】

（第1のスロット構成）

図9に第1のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。また、ここでは、上りリンクのFHにおいてホッピングする周波数の最小単位は、下りリンクのOFDM信号におけるサブキャリアの周波数間隔Fと同じとする。

【0052】

基地局は各ユーザ（各端末）に対して、周波数および時間領域101を用いて、N_{DL}シンボル（N_{DL}は1以上の整数）のOFDM信号を送信する。すなわち、1つの下りスロットによりN_{DL}シンボル送信される。なお、1シンボルは、単位時間あたりに送信できる信号の波形に対応する。図9では、1下りスロットにおいて、サブキャリア#1から#8までを用いて1下りスロットで4シンボルのデータを送信する。

30

【0053】

基地局がOFDM信号の送信を終了し、インターバル時間102の後、各端末はあらかじめ基地局から指定された周波数帯を用いて、1つの上りスロットでN_{UL}シンボル（N_{UL}は1以上の整数）連続して送信する。すなわち、1上りスロットは、N_{UL}シンボル長の時間幅に対応する。

【0054】

図9では、ユーザ#1の端末はサブキャリア#8を用いて1上りスロットで8シンボルを連続して送信している。また、ユーザ#2の端末はサブキャリア#3を用いて1上りスロットで8シンボルを連続して送信している。

40

【0055】

各端末が送信を終了し、インターバル時間105の後、再び基地局が各端末に対して、時間および周波数領域106を用いて、下りOFDM信号を送信する。また、インターバル時間107の後、各端末は基地局に対して指定された周波数帯を用いて送信を行なう。このとき、用いる周波数帯は前回の上りスロットで用いた周波数帯でなくてもよい。図9では、ユーザ#1の端末はサブキャリア#5を用いて送信を行い、ユーザ#2はサブキャリア#8を用いて送信を行なっている。このように、上り通信では、1上りスロット毎に

50

周波数をホッピングさせて通信を行なっている。言い換えれば、ホッピング周期は、 N_UL シンボル長時間である。

【0056】

上記第1のスロット構成によれば、端末側で推定(測定)された各サブキャリアの伝送路特性を用いて、特性のよい周波数帯(サブキャリア)を優先的に選択して上りホッピングパターンを決定することにより、上り通信の伝送効率を向上することができる。

【0057】

(第2のスロット構成)

図10に第2のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。また、ここでは、上りリンクのFHにおいてホッピングする周波数の最小単位は、下りリンクのOFDM信号におけるサブキャリアの周波数間隔 F と同じとする。

【0058】

基地局は各ユーザに対して、周波数および時間領域201を用いて、 N_DL シンボル(N_DL は1以上の整数)のOFDM信号を送信する。すなわち、1つの下りスロットにより N_DL シンボル送信される。図10では、サブキャリア#1から#8までを用いて4シンボル(1下りスロット)のデータを送信する。

【0059】

基地局がOFDM信号の送信を終了し、インターバル時間202の後、各端末は周波数および時間領域203の中から、予め基地局から指定されたホッピング周期($1/M$ (M は1以上の整数)シンボル長時間)のホッピングパターンを用いて、1上りスロットで、 N_UL シンボル(N_UL は1以上の整数)を送信する。

【0060】

図10では、ユーザ#1は時間「6」において、サブキャリア#12、#10を用いて1シンボルのデータを送信している。同様に、時間「7」から時間「11」にかけて、サブキャリア#8、#11、#2、#4、#6、#7、#9、#5、#3、#1を順番に用いて1上りスロットで合計6シンボルのデータを送信している。また、ユーザ#2は時間「6」から時間「11」にかけてサブキャリア#3、#6、#11、#9、#7、#5、#12、#1、#8、#10、#2、#4を順番に用いて1上りスロットで6シンボルのデータを送信している。このようなスロット構成をとる場合、 N_UL の値は「6」、 M の値は「2」である。

【0061】

各端末が送信を終了し、インターバル時間204の後、再び基地局が各端末に対して、時間および周波数領域205を用いて、下りOFDM信号を送信する。そして、インターバル時間206の後、各端末は基地局に対して指定されたホッピングパターンを用いて送信を行なう。このとき、用いるホッピングパターンは前回の上りスロットで用いたホッピングパターンでなくともよい。

【0062】

上記第2のスロット構成によれば、基地局は、端末から通知された、広範囲の周波数帯の高精度な伝送路特性から、下りOFDM信号におけるサブキャリア毎の適応変調などの制御を高精度に行なうことができ、下り通信の伝送効率を向上することができる。

【0063】

(第3のスロット構成)

図11に第3のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。また、ここでは、上りFHにおいてホッピングする周波数の最小単位は下りOFDMのサブキャリアの周波数間隔 F と同じとする。

【0064】

基地局は各ユーザに対して、周波数および時間領域301を用いて、1下りスロットで N_DL シンボル(N_DL は1以上の整数)のOFDM信号を送信する。図11では、

サブキャリア # 1 から # 8 までを用いて 1 下りスロットで 4 シンボルのデータ送信を行っている。

【 0 0 6 5 】

基地局が OFDM 信号の送信を終了し、インターバル時間 3 0 2 の後、各端末は周波数および時間領域 3 0 3 の中から、あらかじめ基地局から指定された周波数を用いて、1 上りスロットで N_{UL} シンボル (N_{UL} は 1 以上の整数) のデータを送信する。それと同時に、基地局から指定された $1/M$ シンボル長周期のホッピングパターンも用いて N_{UL} シンボルのデータを送信する。ゆえに各端末は合計 $2 \times N_{UL}$ シンボルの信号を送信する。

【 0 0 6 6 】

図 1 1 では、ユーザ # 1 はサブキャリア # 5 (周波数及び時間領域 3 0 4) を用いて 6 シンボルのデータを送信し、それと同時に、時間「6」から「11」にかけて、サブキャリア # 1 2、# 1 0、# 8、# 1 2、# 2、# 4、# 6、# 7、# 9、# 6、# 3、# 1 を順番に用いて 4 シンボルのデータを送信している。よって、ユーザ # 1 は 1 上りスロットで合計 1 2 シンボルのデータを送信している。同様に、ユーザ # 2 はサブキャリア # 1 1 (周波数及び時間領域 3 0 5) を用いて 6 シンボルのデータを送信し、それと同時に、時間 6 から 1 1 にかけて、サブキャリア # 3、# 6、# 1 2、# 9、# 7、# 6、# 1 2、# 1、# 8、# 1 0、# 2、# 4 を順番に用いて 4 シンボルのデータを送信している。よって、ユーザ # 2 は合計 1 2 シンボルのデータを送信している。

【 0 0 6 7 】

各端末が送信を終了し、インターバル時間 3 0 6 の後、再び基地局が各端末に対して、時間および周波数領域 3 0 7 を用いて、下り OFDM 信号を送信する。また、インターバル時間 3 0 8 の後、各端末は基地局に対して指定された周波数とホッピングパターンを用いて送信を行なう。このとき、用いる周波数とホッピングパターンは前回の上りスロットで用いたホッピングパターンでなくてもよい。

【 0 0 6 8 】

上記第 3 のスロット構成によれば、1 上りスロットでは、各端末は、ホッピング周期が D_{UL} シンボル長の第 1 のホッピングパターンと、ホッピング周期が $1/M$ (M は任意の正の整数) シンボル長の第 2 のホッピングパターンとを用いて信号を送信する。

【 0 0 6 9 】

端末側で推定 (測定) された各サブキャリアの伝送路特性を用いて、特性のよい周波数帯 (サブキャリア) を優先的に選択して上り送信用の周波数を決定することにより、上り通信の伝送効率を向上することができる。また、基地局は、各端末から通知された広範囲の周波数帯の高精度な伝送路特性から、下り OFDM 信号におけるサブキャリア毎の適応変調などの制御を高精度に行なうことができ、下り通信の伝送効率を向上することができる。

【 0 0 7 0 】

(第 4 のスロット構成)

図 1 2 に第 4 のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。また、ここでは、上り FH においてホッピングする周波数の最小単位は下り OFDM のサブキャリアの周波数間隔 F と同じとする。

【 0 0 7 1 】

基地局は各ユーザに対して、周波数および時間領域 4 0 1 を用いて、OFDM 信号を 1 下りスロットで N_{DL} シンボル (N_{DL} は 1 以上の整数) 送信する。図 1 2 では、サブキャリア # 1 から # 8 までを用いて 1 下りスロットで 4 シンボルを送信する。

【 0 0 7 2 】

基地局が OFDM 信号の送信を終了し、インターバル時間 4 0 2 の後、各端末は周波数および時間領域 4 0 3 の中から、あらかじめ基地局から指定された、ホッピング周期が $1/M$ (M は 1 以上の整数) シンボル長のホッピングパターンを用いて、1 上りスロットで

10

20

30

40

50

N__ULシンボル (N__ULは1以上の整数) のデータを送信する。なお、このホッピングパターンで利用される周波数帯は、サブキャリア#1から#8の周波数帯のうちの一部の周波数領域内に限られている。

【0073】

図12では、ユーザ#1はサブキャリア#1、#2、#3、#4の周波数領域を用いて周波数をホッピングさせている。時間「6」において、サブキャリア#3、#2を用いて1シンボルのデータを送信している。同様に、時間「8」から時間「11」にかけて、サブキャリア#1、#4、#2、#3、#4、#1、#2、#4、#3、#1を順番に用いて1上りスロットで合計6シンボルのデータを送信している。また、ユーザ#2はサブキャリア#6、#7、#8の周波数領域を用いて周波数をホッピングさせている。時間「6」から時間「11」にかけてサブキャリア#7、#6、#8、#6、#8、#7、#8、#6、#8、#7、#6、#7を用いて1上りスロットで6シンボルのデータを送信している。この場合、N__ULの値は「6」、Mの値は「2」である。

10

【0074】

各端末が送信を終了し、インターバル時間404の後、再び基地局が各端末に対して、時間および周波数領域405を用いて、下りOFDM信号を送信する。また、インターバル時間406の後、各端末は基地局に対して指定された周波数領域のホッピングパターンを用いて送信を行なう。このとき、用いるホッピングパターンは前回の上りスロットで用いたホッピングパターンでなくてもよい。

【0075】

20

上記第4のスロット構成によれば、端末側で推定された各サブキャリアについての伝送路特性を用いて、特性のよい周波数帯(サブキャリア)を優先的に選択して上りホッピングパターンを決定することにより、上り通信の伝送効率を向上することができる。

【0076】

(第5のスロット構成)

図13に第5のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。

【0077】

各端末は基地局に対して、周波数および時間領域501を用いて、1上りスロットでN__ULシンボル (N__ULは1以上の整数) のFH信号を送信する。

30

【0078】

当該端末がFH信号の送信を終了し、インターバル時間502の後、基地局は1ユーザ端末に対して時間および周波数領域503を用いて1下りスロットでN__DLシンボル (N__DLは1以上の整数) のOFDM信号を送信する。図13では、基地局は時間「6」から時間「9」にかけて、ユーザ#1に対して、1下りスロットで4シンボルのデータを送信している。

【0079】

基地局が1ユーザに対して送信を終了し、インターバル時間504の後、再び各端末が基地局に対して、時間および周波数領域505を用いて、上りFH信号を送信する。また、インターバル時間506の後、基地局は1ユーザに対して、時間および周波数領域507を用いてOFDM信号をN__DLシンボル送信する。図13では、基地局はユーザ#2に対して、時間「16」から「19」にかけて、4シンボルのデータを送信している。

40

【0080】

このようなスロット構成を持つことで、端末は受信すべきデータがないときは受信処理を行なう必要がないために、端末の低消費電力化を図ることができる。また、下りのスロット毎に受信すべきユーザ端末の切り換えを行なうので、ユーザ端末毎の送信電力制御などを時間の余裕を持って行なうことができる。

【0081】

(第6のスロット構成)

図14に第6のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から

50

基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。また、ここでは、上りF Hにおいてホッピングする周波数の最小単位は下りO F D Mのサブキャリアの周波数間隔 Fと同じとする。

【0082】

各ユーザ端末は基地局に対して、周波数および時間領域601を用いて、1上りスロットでN__U Lシンボル(N__U Lは1以上の整数)のF H信号を送信する。ここでは、上りF H信号のホッピングパターンは全てのサブキャリア信号を最低1回以上用いている。

【0083】

各ユーザがF H信号の送信を終了し、インターバル時間602の後、基地局は各サブキャリアに各ユーザのデータを割り当てて、1下りスロットでN__D Lシンボル(N__D Lは1以上の整数)のO F D M信号を送信する。 10

【0084】

図14では、基地局は時間「8」から時間「11」にかけて、ユーザ#1に対して、サブキャリア#10、#11、#12を用いて、1下りスロットで4シンボルのデータを送信している。またユーザ#2に対して、サブキャリア#3、#4、#5、#6を用いて、1下りスロットで4シンボルのデータを送信している。

【0085】

基地局が各ユーザに対して送信を終了し、インターバル時間605の後、再び各端末が基地局に対して、時間および周波数領域606を用いて、F H信号を送信する。また、インターバル時間607の後、基地局は各ユーザに対してN__D LシンボルのO F D M信号を送信する。このとき、各ユーザに割り当てるサブキャリアは前回の下りスロットで割り当てたサブキャリアと同じでなくてもよい。すなわち、基地局は、各端末にN__D LシンボルのO F D M信号を送信する毎に、各端末に割り当てるサブキャリアを変更する。 20

【0086】

上記第6のスロット構成によれば、基地局は端末側で推定(測定)された、各サブキャリアについての伝送路特定を用いて、各端末にとって特性のよい周波数帯(サブキャリア)を優先的に選択して、当該端末に対し、下りスロットにおけるサブキャリアを割り当てることができる。従って、下り通信の伝送効率を向上することができる。

【0087】

(第7のスロット構成)

30

図15に第7のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。また、ここでは、上りF Hにおいてホッピングする周波数の最小単位は下りO F D Mのサブキャリアの周波数間隔 Fと同じとする。

【0088】

各ユーザは基地局に対して、周波数および時間領域701を用いて、1上りスロットでN__U Lシンボル(N__U Lは1以上の整数)のF H信号を送信する。ここでは、F H信号のホッピングパターンは1上りスロット毎に割り当てる周波数領域が変化するようなホッピングパターンであるものとする。この例では、ユーザ#1はサブキャリア#9を、ユーザ2はサブキャリア#4をそれぞれ用いて、1上りスロットで6シンボルのデータを送信している。 40

【0089】

各ユーザがF H信号の送信を終了し、インターバル時間702の後、基地局は各シンボルに各ユーザのデータを割り当てて1下りスロットでN__D Lシンボル(N__D Lは1以上の整数)のO F D M信号を送信する。ここでは、基地局は時間「8」、「10」にユーザ#1、時間「9」、「11」にユーザ#2をそれぞれ割り当て、2シンボルずつのデータを各ユーザの端末へ送信している。

【0090】

このように、基地局では、O F D M信号が送信される下りスロット内を1シンボル長単位に各端末へ割り当てている。すなわち、下りスロットでは、T D M A (Time Division M 50

ultiple Access)により各端末宛ての信号を多重化する。

【0091】

基地局が各ユーザに対して送信を終了し、インターバル時間704の後、再び各端末が基地局に対して、時間および周波数領域705を用いて、上りFH信号を送信する。また、インターバル時間706の後、基地局は各ユーザに対してN_{DL}シンボルのOFDM信号を送信する。このとき、各ユーザに割り当てるシンボルは前回の下りスロットで割り当てたシンボルでなくてもよい。

【0092】

上記第7のスロット構成によれば、端末側では、全周波数領域（ここでは、サブキャリア#1乃至#12）のデータを受信するため、精度よく各サブキャリアの伝送路特性を推定することができる。基地局では、各端末にて推定された伝送路特性を用いて、各端末にとって特性のよい周波数帯を優先的に選択して、各端末に対し上りホッピングパターンを決定することにより、上り通信の伝送効率を向上することができる。

【0093】

（第8のスロット構成）

図16に第8のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。また、ここでは、上りFHにおいてホッピングする周波数の最小単位は下りOFDMのサブキャリアの周波数間隔Fと同じとする。

【0094】

各ユーザは基地局に対して、周波数および時間領域801を用いて、1上りスロットでN_{UL}シンボル（N_{UL}は1以上の整数）のFH信号を送信する。1上りスロットでは、各端末は、ホッピング周期がD_{UL}シンボル長の第1のホッピングパターンと、ホッピング周期が1/M（Mは任意の正の整数）シンボル長の第2のホッピングパターンとを用いて、信号を送信する。すなわち、ここでは、上記第1のホッピングパターンは、1上りスロット毎に割り当てる周波数領域が変化するようなホッピングパターンであり、上記第2のホッピングパターンは、1上りスロット内で全サブキャリアを用いるようなホッピングパターンである。

【0095】

図16では、ユーザ#1の端末はサブキャリア#9を、ユーザ#2の端末はサブキャリア#4をそれぞれ用いて、1上りスロットでそれぞれ6シンボルのデータを送信する。さらに、各端末は全てのサブキャリアを使うホッピングパターンを用いて6シンボルのデータを送信する。従って、各端末は1上りスロットで合計12シンボルのデータを送信している。

【0096】

各ユーザがFH信号の送信を終了し、インターバル時間802の後、基地局は周波数および時間領域803を用いて、1シンボル長単位および1キャリア単位に各ユーザのデータを割り当てて、1下りスロットで、N_{DL}シンボル（N_{DL}は1以上の整数）のOFDM信号を送信する。図16の周波数及び時間領域803では、ユーザ#1とユーザ#2に対する信号を交互に配置することで、各ユーザは全てのサブキャリアにおけるデータを受信することになる。

【0097】

基地局が各ユーザに対して送信を終了し、インターバル時間804の後、再び各端末が基地局に対して、時間および周波数領域805を用いて、上りFH信号を送信する。また、インターバル時間806の後、基地局は各ユーザに対してN_{DL}シンボルのOFDM信号を送信する。このとき、各ユーザに割り当てるキャリアおよびシンボルは前回の上りスロットで割り当てたキャリア、シンボルでなくてもよい。すなわち、基地局では、N_{DL}シンボルのOFDM信号を送信する度に、下りスロットにおいて各ユーザに割り当てるシンボル及サブキャリアを変更するようになっている。

【0098】

10

20

30

40

50

図16の上りスロット805と下りスロット807では、ユーザ#1と基地局の間ではサブキャリア#6の周波数領域において伝送路状態がよいと判断されされた場合である。ユーザ#1と基地局の間では、主に、サブキャリア#6の周波数領域を用いてデータの通信を行うことで、効率よくデータ通信を行う。同時に、その他のサブキャリアを用いてデータの通信を行う事で、他のサブキャリアの伝送路状態を常に監視することもできる。

【0099】

上記第8のスロット構成によれば、基地局および端末において、伝送路状態を測定したときや、伝送効率を上げたいときなどの要求が発生した場合に、その要求に適應するように周波数領域の割り当てが行える。

【0100】

(第9のスロット構成)

図17に第9のスロット構成例を示す。基地局から各端末への下り通信と、各端末から基地局への上り通信は時間的に多重され同一周波数帯を用いて行なわれる。また、ここでは、上りFHにおいてホッピングする周波数の最小単位は下りOFDMのサブキャリアの周波数間隔 Fと同じとする。

【0101】

各ユーザは基地局に対して、周波数および時間領域901を用いて、1上りスロットでN_{UL}シンボル(N_{UL}は1以上の整数)のFH信号を送信する。1上りスロットでは、各端末は、ホッピング周期がD_{UL}シンボル長の第1のホッピングパターンと、ホッピング周期が1/M(Mは任意の正の整数)シンボル長の第2のホッピングパターンとを用いて、信号を送信する。すなわち、上記第1のホッピングパターンは、1上りスロット毎に割り当てる周波数領域が変化するようなホッピングパターンであり、上記第2のホッピングパターンは、1上りスロット内で全サブキャリアを用いるようなホッピングパターンである。

【0102】

図17では、ユーザ#1の端末はサブキャリア#9を、ユーザ#2の端末はサブキャリア#4をそれぞれ用いて、1上りスロットで6シンボルのデータをそれぞれ送信する。さらに、各端末は全てのサブキャリアを使うホッピングパターンを用いて6シンボルのデータをそれぞれ送信する。従って、ユーザ#1、ユーザ#2の端末は、1上りスロットで合計12シンボルのデータをそれぞれ送信している。

【0103】

各ユーザ端末がFH信号の送信を終了し、インターバル時間902の後には、基地局は周波数および時間領域903を用いて、各ユーザのデータを直交符号により多重したOFDM CDMA(Code Division Multiple Access)信号を送信する。図17では、基地局からユーザ#1に対する信号とユーザ#2に対する信号を各ユーザに割り当てた拡散符号を用いて多重して、1下りスロットでN_{DL}シンボル(N_{DL}は1以上の整数)のOFDM CDMA信号を送信する。

【0104】

基地局が各ユーザに対して送信を終了し、インターバル時間904の後には、再び各端末が基地局に対して、時間および周波数領域905を用いて、上りFH信号を送信する。また、インターバル時間906の後、時間および周波数領域907を用いて、基地局は各ユーザに対してOFDM信号をN_{DL}シンボル送信する。このとき、各ユーザに割り当てる拡散符号は前回の上りスロットで割り当てた拡散符号でなくてもよい。各ユーザは全てのサブキャリアからデータを受信しているため、各サブキャリアの伝送路特性を精度よく測定することができる。

【0105】

図17の上りスロット905は、ユーザ#1と基地局の間ではサブキャリア#6の周波数領域において伝送路状態がよいと判断されされた場合であり、ユーザ#1と基地局との間では、主にサブキャリア#6の周波数領域を用いてデータの通信を行うことで、効率よくデータ通信を行う。また、同時に、その他のサブキャリアも用いてデータの通信を行う

10

20

30

40

50

事で、他のサブキャリアの伝送路状態を常に監視することができる。

【0106】

上記第9のスロット構成を持つことで、端末側では、全周波数領域の信号を受信するため、精度よく各サブキャリアの伝送路特性を推定することができる。基地局では、各端末で推定された各サブキャリアの伝送路特性を用いて、各端末にとって特性のよい周波数帯を優先的に選択して、各端末に対し上りホッピングパターンを決定することにより、上り通信の伝送効率を向上することができる。

【0107】

以上説明したように、上記第1の実施形態によれば、次に示すような効果がある。(1) 下りリンクにOFDMを用いることで高速データ伝送が可能となり、上りリンクにFHを用いることで回線の干渉抑圧を行うことができる。さらに、高効率の端末送信パワーアンプを利用することが可能となり、端末の通信時間を長くすることができる。(2) 上下リンクで同一周波数を使用し、かつ、下りリンクでは全帯域を使用して伝送を行うので、端末側では、当該端末と基地局との間の伝送路の状態を的確に測定することができる。この測定結果は、上下リンクにおける送信電力制御や、指向性制御、等化制御等にも利用でき、周期的にキャリア周波数の変化するFHに対しては特に有効である。(3) 下りリンクのOFDM信号を受信する端末で測定された伝送路特性を基に、上りリンクのホッピングパターンを決定し、複数のサブキャリアのうち下り通信で用いるサブキャリアを決定することにより、各端末にとって、伝送路の状態の良い帯域のみを利用して通信を行うことで高品質の無線通信を実現する。(4) 下り通信のタイムスロットでは、TDM(Time Division Multiplex)により各端末宛ての信号を多重化することで、下り通信のタイムスロットでは全帯域を使用して伝送を行うので、各ユーザ毎の伝送路の状態を的確に測定することができる。この測定結果は、ユーザ毎の上下リンクにおける送信電力制御や、指向性制御、等化制御等に利用できる。

【0108】

以下、下りOFDM通信と上りFH通信との双方向通信をTDDで実現する上記第1の実施形態にかかる無線通信システムのバリエーションについて説明する。

【0109】

(第2の実施形態)

第2の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成を図2を参照して説明する。基地局BS1は端末TE1および端末TE2に向かって下りOFDM信号DL1、DL2を一定期間送信する。基地局BS1が下りOFDM信号の送信を終了すると、端末TE1および端末TE2は基地局BS1へ下りOFDM信号と同一周波数帯を用いて上りFH信号UL1、UL2を送信する。このように下りOFDM信号と上りFH信号は時間的に多重されている。

【0110】

基地局BS1は各端末TE1、TE2に向かって、下りOFDM信号および上りFH信号が用いている周波数帯域以外の周波数帯域を用いて、時間同期信号やページング信号(端末へ着信を通知する信号)などを送信する。

【0111】

図20にスロット構成例を示す。基地局BS1は周波数および時間領域201(サブキャリア#1から#12および時間「1」から「4」)を用いて、各端末にOFDM方式を用いてデータを送信する。基地局BS1が下りOFDM信号の送信を終了し、ガードタイム202の後、各端末は周波数および時間領域203(サブキャリア#1から#12および時間「6」から時間「11」)の範囲であらかじめ基地局との間で定められたホッピングパターンを用いてFH信号を送信する。なお、ここでは、1上りスロットで、全周波数(サブキャリア#1から#12)にまたがるホッピングパターンが用いられることが望ましい。

【0112】

各端末が上りFH信号の送信を終了し、ガードタイム204の後、基地局は周波数およ

び時間領域 205 を用いて、再び OFDM 信号を送信する。このように、下り OFDM 信号と上り FH 信号は同一周波数帯を時間多重して使用している。

【0113】

また、基地局は下り OFDM 信号と上り FH 信号が用いている周波数帯とは別の周波数帯（制御専用周波数帯）208 を用いて、時間同期信号やページング信号のうちの少なくとも一方を含む信号（制御信号）を送信している。

【0114】

図 21 に基地局 BS1 の構成例を示す。なお、図 21 では、図 18 と同一部分には同一符号を付し、本実施形態の特徴的な部分について説明する。各ユーザへ送信するデータは、ユーザ割り当て部 1 において、ユーザ割り当て情報を用いて、多重され並べ替えられて、OFDM 送信部 2 へ出力される。各ユーザ宛ての信号は、OFDM 送信部 2 において、OFDM 信号に変換されて、帯域通過型フィルタ（BPF）14 で帯域制限されてから無線部 11 へ出力される。

【0115】

下り OFDM 信号の送信が終了すると、端末からの FH 信号が無線部 12 で受信される。無線部 12 から出力される信号は、帯域通過型フィルタ（BPF）13 を通って、帯域制限信号となり、FH 受信部 9 に入力される。

【0116】

FH 受信部 9 は、無線部 12 から出力された受信信号から各サブキャリア信号を検波する。各サブキャリア信号は、伝送路推定部 6 と、ユーザ信号抽出部 10 へ出力される。

【0117】

伝送路推定部 6 では、各サブキャリア信号と、無線部 12 で上記 AGC のために測定された FH 信号の受信電力値を基に、端末毎に、各サブキャリア信号について伝送路の歪み、電力値、電力比などの伝送路特性を求める。伝送路推定部 6 で推定された各端末から基地局への上りリンクの伝送路特性は、下り OFDM ユーザ割り当て部 7、上り FH ユーザ割り当て部 8 にそれぞれ出力されて、下りリンク及び上りリンクで各端末にチャネルを割り当てる際の判断材料として用いられる。

【0118】

基地局 BS1 では、制御専用周波数帯 208 を用いて、基地局と端末との間の同期処理のための共通パイロット信号（基地局と端末で既知の信号であって時間同期信号）やページング信号（共通パイロットチャネル、ページングチャネル）を送信する。制御信号はチャネル多重部 3 で多重される。図 21 では、多重された制御信号は CDMA 送信部 4 に入力し、ここで、CDMA（Code Division Multiple Access）方式の拡散および変調処理が行われる。変調された制御信号は、帯域通過型フィルタ（BPF）15 を通って、帯域制限された後、無線部 16 に入力される。無線部 16 では、BPF 15 から出力されたデジタル信号をアナログ信号に変換した後、周波数変換を行って、下り OFDM 信号や上り FH 信号とは別の周波数帯域 208 で送信する。

【0119】

図 22 に端末 TE1、TE2 の構成例を示す。なお、図 22 では図 19 と同一部分には同一符号を付し、本実施形態の特徴的な部分について説明する。端末から基地局への送信データは、FH 送信部 51 において FH 信号に変換される。このときのホッピングパターンは、直前の下りスロットで受信した FH パターン情報に基づくものである。また、FH 送信部 51 は、CDMA 受信部 63 から出力された同期信号に基づくタイミングで変調を行う。FH 送信部 51 から出力される FH 信号は帯域通過型フィルタ（BPF）60 で帯域制限された後、無線部 58 を通って基地局 BS1 へ送信される。

【0120】

FH 信号の送信が終了すると、下りスロットを用いて送信される基地局 BS1 からの OFDM 信号の受信を開始する。OFDM 信号は、無線部 57 で受信されて、デジタル信号に変換された後、帯域通過型フィルタ（BPF）59 を通って帯域制限された受信信号となる。OFDM 受信部 53 は、帯域制限された受信信号に対する変調を行ない、各サブキ

10

20

30

40

50

キャリア信号を出力する。このとき、OFDM受信部53は、CDMA受信部63から出力された同期信号に基づくタイミングで変調処理を行なう。

【0121】

端末では、さらに、制御信号専用周波数帯208の下りリンクで送信される制御信号を無線部61で受信する。無線部61では、受信信号に対し、周波数変換、A/D変換を行い、帯域通過型フィルタ(BPF)62へ出力する。BPF62では、受信信号から制御専用周波数帯208に対応する信号が抽出されて、CDMA受信部63へ出力される。CDMA受信部63では、入力された信号に対し、予め定められた拡散符号を用いて復調を行い、同期信号や、待ち受け中のページング信号を得る。

【0122】

上記第2の実施形態にかかる、下りOFDM通信と上りFH通信との双方向通信をTDDで実現する無線通信システムによれば、下りリンクでの高速通信が可能であるとともに、上り通信での端末側のピーク電力が抑えられるため、端末の低消費電力が実現できる。また、時間多重してOFDM信号とFH信号の双方向通信を行う事で、基地局では、上りスロットで各端末から送信されるFH信号から、各端末について、各サブキャリアの伝送路特性を推定することが可能になり、伝送効率の向上が可能になる。さらに、上記第2の実施形態では、上記双方向通信に用いる周波数帯域とは別に、基地局から端末への下り制御信号帯域208を用いて低速な制御信号を送信している。従って、端末は、OFDM信号の受信処理を行わずに、同期やページング処理などを行なう事ができるため、待ち受け時などの低消費電力化を実現することができる。

【0123】

(第3の実施形態)

第3の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成は第2の実施形態と同様である。

【0124】

図23に、第3の実施形態にかかる無線通信システムのスロット構成例を示す。基地局BS1は周波数および時間領域201(サブキャリア#1から#12および時間「1」から「4」)を用いて、各端末にOFDM方式を用いてデータを送信する。基地局BS1が下りOFDM信号の送信を終了し、ガードタイム202の後、各端末は周波数および時間領域203(サブキャリア#1から#12および時間「6」から時間「11」)の範囲であらかじめ基地局との間で定められたホッピングパターンを用いてFH信号を送信する。なお、ここでは、1上りスロットで、全周波数(サブキャリア#1から#12)にまたがるホッピングパターンが用いられることが望ましい。

【0125】

各端末が上りFH信号の送信を終了し、ガードタイム204の後、基地局は周波数および時間領域205を用いて、再びOFDM信号を送信する。このように、下りOFDM信号と上りFH信号は同一周波数帯を時間多重して使用している。

【0126】

端末TE1、TE2は、下りOFDM信号と上りFH信号が用いている周波数帯とは別の周波数帯(制御専用周波数帯)209を用いて、送信電力制御や各端末の位置登録などに用いる信号(制御信号)を送信している。

【0127】

図24に基地局BS1の構成例を示す。なお、図24では、図18、図21と同一部分には同一符号を付し、本実施形態の特徴的な部分について説明する。各ユーザへ送信するデータ、FHパターン情報、ユーザ割り当て情報は、ユーザ割り当て部1において、ユーザ割り当て情報を用いて、多重され並べ替えられて、OFDM送信部2へ出力される。各ユーザ宛ての信号は、OFDM送信部2において、FD信号に変換されて、帯域通過型フィルタ(BPS)14で帯域制限されて無線部11から出力される。

【0128】

このときOFDM送信部2では、送信電力制御部20から出力された送信電力制御情報

10

20

30

40

50

を用いて各サブキャリア信号の送信電力を調節する。

【0129】

下りOFDM信号の送信が終了すると、端末からのFH信号が無線部12で受信される。無線部12から出力される信号は、帯域通過型フィルタ(BPF)13を通して、帯域制限信号となり、FH受信部9に入力される。

【0130】

FH受信部9は、無線部12から出力された受信信号から各サブキャリア信号を検波する。各サブキャリア信号は、伝送路推定部6と、ユーザ信号抽出部10へ出力される。

【0131】

伝送路推定部6では、各サブキャリア信号と、無線部12で上記AGCのために測定されたFH信号の受信電力値を基に、端末毎に、各サブキャリア信号について伝送路の歪み、電力値、電力比などの伝送路特性を求める。伝送路推定部6で推定された各端末から基地局への上りリンクの伝送路特性は、下りOFDMユーザ割り当て部7、上りFHユーザ割り当て部8にそれぞれ出力されて、下りリンク及び上りリンクで各端末にチャンネルを割り当てる際の判断材料として用いられる。

【0132】

基地局BS1では、制御信号専用周波数帯209の上りリンクで送信される制御信号を無線部17で受信する。無線部17では、受信信号に対し、周波数変換、A/D変換を行い、帯域通過型フィルタ(BPF)18へ出力する。BPF18では、受信信号から制御信号専用周波数帯209に対応する信号が抽出されて、CDMA受信部19へ出力される。CDMA受信部19では、入力された信号に対し、予め定められた拡散符号を用いて復調を行い、復調された制御信号を送信電力制御部20、端末位置情報登録部21へ出力する。

【0133】

送信電力制御部20は、各端末から送信された制御信号を復号して得られる、当該制御信号に含まれている各サブキャリアの電力値や電力比を用いて、次の下りスロットに対する送信電力を制御すべく、無線部11に対し、送信電力制御情報を出力する。例えば、各サブキャリアの電力値(電力比)が所定の第1の閾値より小さいときには、送信電力を現在の送信電力よりも所定値だけ大きくし、各サブキャリアの電力値(電力比)が所定の第2の閾値以上のときには、送信電力を現在の送信電力よりも所定値だけ小さくし、各サブキャリアの電力値(電力比)が所定の第1の閾値以上で第2の閾値未満のときには、送信電力を変化させないように送信電力を制御する。

【0134】

端末位置情報登録部21は、各端末から送信された制御信号を復号して得られる、当該制御信号に含まれている位置登録情報を、ハンドオーバなどの処理に用いるために上位レイヤへ通知する。

【0135】

図25に端末TE1、TE2の構成例を示す。なお、図25では図19、図22と同一部分には同一符号を付し、本実施形態の特徴的な部分について説明する。端末から基地局への送信データは、FH送信部51においてFH信号に変換される。このときのホッピングパターンは、直前の下りスロットで受信したFHパターン情報に基づくものである。FH送信部51から出力されるFH信号は帯域通過型フィルタ(BPF)60で帯域制限された後、無線部58を通して基地局BS1へ送信される。

【0136】

FH信号の送信が終了すると、下りスロットを用いて送信される基地局BS1からのOFDM信号の受信を開始する。OFDM信号は、無線部57で受信されて、ディジタル信号に変換された後、帯域通過フィルタ(BPF)59を通して帯域制限された受信信号となる。OFDM受信部53は、帯域制限された受信信号に対する変調を行ない、各サブキャリア信号を出力する。

【0137】

端末では、さらに、制御信号専用周波数帯 209 の上りリンクで制御信号を送信する。図 25 では、上位レイヤからの位置登録のための情報（位置登録情報）や、伝送路推定部 52 で得られる各サブキャリアの電力や電力比を、CDMA 送信部 64 で CDMA の多重、拡散、変調を行い、CDMA 信号を出力する。CDMA 信号は制御専用周波数帯 209 に対応する帯域通過型フィルタ（BPF）65 を通って無線部 66 へ出力される。無線部 66 に入力された CDMA 信号に対し、D/A 変換、周波数変換等が行われ、アンテナを介して送信される。

【0138】

上記第 3 の実施形態にかかる無線通信システムによれば、下りリンクでの高速通信が可能であるとともに、上り通信での端末側のピーク電力が抑えられるため、端末の低消費電力が実現できる。また、時間多重して OFDM 信号と FH 信号の双方向通信を行う事で、互いのデータ信号から伝送路特性を推定することが可能になり、伝送効率の向上が可能になる。さらに、上記第 3 の実施形態では、上記双方向通信に用いる周波数帯域とは別に、端末から基地局への上り制御信号専用周波数帯域 209 を用いて制御信号を送信している。従って、基地局と端末との間で周波数ホッピングパターンのネゴシエーション処理を行わずに、送信電力制御や位置登録情報などの制御情報を基地局に伝えることができるため、基地局での処理量を低減することが可能になる。

【0139】

（第 4 の実施形態）

第 4 の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成は第 2 の実施形態と同様である。

【0140】

図 26 に、第 4 の実施形態にかかる無線通信システムのスロット構成例を示す。図 26 では、第 3 の実施形態の図 23 と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図 26 では、第 3 の実施形態で説明した制御専用周波数帯 209 の他に、さらに、第 2 の実施形態で説明した制御専用周波数帯 208 が設けられている。そして、各端末から基地局へは制御専用周波数帯 209 を用いて、送信電力制御と各端末の位置登録などに用いる信号のうちの少なくともいずれか一方を含む第 2 の制御信号を送信し、基地局から各端末へは、制御専用周波数帯 209 とは異なる周波数帯の制御専用周波数帯 208 を用いて、時間同期信号とページング信号のうちのいずれか一方を含む第 2 の制御信号を送信している。

【0141】

図 27 に第 4 の実施形態にかかる基地局 BS1 の構成例を示す。なお、図 21、図 24 と同一部分には同一符号を付し、これらと異なる部分についてのみ説明する。

【0142】

第 4 の実施形態にかかる基地局は、第 2 の実施形態で説明したように、制御専用周波数帯 208 を用いて、上記第 1 の制御信号（共通パイロットチャネル、ページングチャネル）を送信するためのチャネル多重部 3、CDMA 送信部 4、BPF 15、無線部 16 を有している。

【0143】

さらに、第 3 の実施形態で説明したように、制御信号専用周波数帯 209 の上りリンクで送信される上記第 2 の制御信号を受信するための無線部 17、BPF 18、CDMA 受信部 19、送信電力制御部 20、端末位置情報登録部 21 を有している。

【0144】

そして、OFDM 送信部 2 では、送信電力制御部 20 から出力された送信電力制御情報を基に、各端末に対する各サブキャリアの送信電力を調整するようになっている。

【0145】

図 28 に端末 TE1、TE2 の構成例を示す。なお、図 28 では図 22、図 25 と同一部分には同一符号を付し、これらと異なる部分についてのみ説明する。

【0146】

10

20

30

40

50

第4の実施形態にかかる端末は、第2の実施形態で説明したように、制御専用周波数帯208を用いて、基地局から送信される第1の制御信号（共通パイロットチャネル、ページングチャネル）を受信するための無線部61、BPF62、CDMA受信部63を有している。FH送信部51は、CDMA受信部63から出力された同期信号に基づくタイミングで変調を行う。また、OFDM受信部53は、CDMA受信部63から出力された同期信号に基づくタイミングで変調処理を行なう。

【0147】

さらに、第3の実施形態で説明したように、制御信号専用周波数帯209の上りリンクで第2の制御信号を送信するためのCDMA送信部64、BPF65、無線部66を有している。

【0148】

上記第4の実施形態にかかる無線通信システムによれば、下りリンクでの高速通信が可能であるとともに、上り通信での端末側のピーク電力が抑えられるため、端末の低消費電力が実現できる。また、時間多重してOFDM信号とFH信号の双方向通信を行う事で、互いのデータ信号から伝送路特性を推定することが可能になり、伝送効率の向上が可能になる。また、上記第4の実施形態では、上記双方向通信に用いる周波数帯域とは別に、端末から基地局への上り制御信号帯域209を用いて第2の制御信号を送信している。従って、基地局と端末との間で周波数ホッピングパターンのネゴシエーション処理を行なわずに、送信電力制御や位置登録情報などの制御情報を基地局に伝えることができるため、基地局での処理量を低減することが可能になる。さらに、上記第4の実施形態では、上記双

10

20

【0149】

（第5の実施の形態）

第5、第6の実施形態では、端末から基地局へ送信すべきデータ量と、基地局から端末へ送信すべきデータ量とから、上り無線リンクと下り無線リンクとの通信速度比を変更する

30

【0150】

第5の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成を図2を参照して説明する。基地局BS1は端末TE1および端末TE2に向かって下りOFDM信号DL1、DL2を一定期間送信する。基地局BS1が下りOFDM信号の送信を終了すると、端末TE1および端末TE2は基地局BS1へ下りOFDM信号と同一周波数帯を用いて上りFH信号UL1、UL2を送信する。このように下りOFDM信号と上りFH信号は時間的に多重されている。そして、第5の実施形態にかかる無線通信システムでは、下りOFDM信号と上りFH信号の通信速度比はタイムスロットのフォーマットを変更することによって、動的に変更することができる。

40

【0151】

図29は、基地局と端末との間で通信速度比を変更するための処理手順を示すフローチャートである。基地局では、一定間隔で、基地局から端末へ送信すべきデータ量を把握している（ステップS11）。また、各端末においても、一定間隔で、各端末から基地局へ送信すべきデータ量を通知している（ステップS12）。端末から基地局への通知は、例えば、上りリンクでFH信号を用いて送られる。

【0152】

基地局では、これらの情報を用いて、上りリンクで送信されるデータ量および、下りリンクで送信されるデータ量のバランスが、現在の通信速度比と大きく異なると判断された場合、変更すべき通信速度比の決定を行なう（ステップS13）。例えば、現在の上り

50

通信速度と下り通信速度の比が 1 : 10 であるとする。しかし、下りリンクのデータ量が大きくなっているため、図 29 では、上り通信速度と下り通信速度を 1 : 20 に変更しようとしている。

【0153】

基地局は、各端末に対してスロットフォーマットの変更情報を送信する（ステップ S14）。端末では、スロットフォーマット変更情報を受信して、その準備を開始する。端末はスロットフォーマット変更準備が完了したら、基地局に対してスロットフォーマット変更情報に対する応答信号を返す（ステップ S15）。

【0154】

基地局では通信している端末が全てスロットフォーマット変更に対する応答信号を返してきたら、スロットフォーマット変更開始信号を送信し、同時に、スロットフォーマットを変更することによって、通信速度比を変更する（ステップ S17）。

【0155】

このように、基地局では、下りリンクのデータ量と上りリンクのデータ量を常に把握することで、通信速度比の変更を行なうかどうかを判定する。

【0156】

下り OFDM 通信と上り FH 通信との双方向通信を TDD で実現する無線通信システムでは、双方向通信で使用される全帯域での伝送路状態を端末で推定することが可能になる。また、上りリンクに FH 通信方式を用いることで、ピークアベレージ電力の低減が可能であることから、端末の低消費電力が実現できる。さらに、上り通信と下り通信を時間的に多重することで、お互いの伝送路特性推定値を用いることができ、また、基地局および端末間でのネゴシエーションを、時間的余裕を持って、比較的容易に決定することができる。また、ネゴシエーションを用いて、スロットフォーマットの変更を行なう事によって、システムリソースの有効活用を行なう事ができる。

【0157】

次に、図 30 を参照して、スロットフォーマットが変更する様子をより具体的に説明する。図 30 では、時間「1」、「3」、「5」...を使って基地局から各端末への下り OFDM 信号が送信されている。また、時間「2」、「4」、「6」...を使って端末から基地局への上り FH 信号が送信されている。ここでは、時間「4」における上りリンクの FH 信号において、端末が送信しようとするデータ量が送信される。基地局では、各端末から受け取ったデータ量と、各端末に送信すべき下りリンクのデータ量とを考慮して、通信速度比の変更を決定したとする。

【0158】

時間「5」の下りリンクにおいて、基地局は各端末に対して、スロットフォーマットの変更情報を送信し、時間「6」の上り通信において各端末はスロットフォーマットの変更情報に対する応答信号を送信する。基地局は現在通信を行っている全ての端末が応答信号を送信したことを確認して、時間「7」の下り通信において各端末に対して、スロットフォーマットの変更開始信号を送信する。

【0159】

図 30 では、スロットフォーマットの変更前では、1 上りスロットと 1 下りスロットを交互に送信して時間多重を行っていた。時間「8」からは 3 上りスロットと 1 下りスロットを交互に送信することによって、上り通信速度を向上している。また、反対に時間「17」から「19」では、下り通信を 3 スロット連続で送信することにより、下り通信速度を向上している。

【0160】

図 31 に、第 5 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す。なお、図 31 において、図 18 と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図 31 では、送受信タイミング制御部 22 が新たに追加されている。

【0161】

各端末からは、FH 信号により、送信される上りデータ量情報が送られてくる。この上

10

20

30

40

50

りデータ量情報は、信号分離部 5 から上位レイヤへ渡される。

【0162】

上位レイヤでは、定期的に各端末から送られてくる上りデータ量と、基地局から端末へ送信すべきデータ量とから、通信速度比を変更すべきであると判断した場合には、各端末に通信速度比を変更すべきタイミングと通信速度比を通知するためのスロットフォーマット変更情報を生成し、それを OFDM 信号で各端末へ送信する。各端末からは FH 信号によりスロットフォーマット変更応答が送信されるので、それを上位レイヤで受け取る。上位レイヤでは、通信中の全端末からのスロットフォーマット変更応答が得られると、各端末へ送信すべきスロットフォーマット変更開始信号を、OFDM 信号で送信すべく、ユーザ割り当て部 1 へ与える。これと同時に、送受信タイミング制御部 22 へ、変更すべきタイミングと通信速度比を与える。

【0163】

送受信タイミング制御部 21 では、当該所望の通信速度比になるようにスロットフォーマットを計算して、当該スロットフォーマットに対応する送受信タイミングとなるように、送信タイミング制御信号及び受信タイミング制御信号を OFDM 送信部 2 及び FH 受信部 9 にそれぞれ出力する。

【0164】

OFDM 送信部 2 で OFDM 信号を出力するタイミングは、送受信タイミング制御部 22 から出力される送信タイミング制御信号を参照する。また、FH 受信部 9 での受信処理を行なうタイミングは、送受信タイミング制御部 22 から出力された受信タイミング制御信号を用いる。

【0165】

図 32 に、第 5 の実施形態にかかる端末の構成例を示す。なお、図 32 において、図 19 と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図 32 では、送受信タイミング制御部 67 が新たに追加されている。

【0166】

上位レイヤは、定期的に、上りデータ量情報を基地局へ送信すべく、FH 送信部 51 へ与える。FH 送信部 51 では、上りデータ量情報を前述同様にして FH 信号に変調して基地局へ送信する。下りスロットで、基地局から送信されてきた OFDM 信号は、前述同様、OFDM 受信部 53、ユーザ信号抽出部 54、信号分離部 55 で処理されて、自装置宛ての受信データのみが上位レイヤへ渡される。この受信データにスロットフォーマット変更情報が含まれているときは、上位レイヤは、基地局へ送信すべきスロットフォーマット変更応答情報を、FH 信号で送信すべく、FH 送信部 51 へ与える。これと同時に、上位レイヤは、送受信タイミング制御部 67 に、当該スロットフォーマット変更情報に含まれていた、変更すべきタイミングと通信速度比を与える。

【0167】

送受信タイミング制御部 67 では、当該所望の通信速度比になるようにスロットフォーマットを計算して、当該スロットフォーマットに対応する送受信タイミングとなるように、送信タイミング制御信号及び受信タイミング制御信号を FH 送信部 51 及び OFDM 受信部 53 にそれぞれ出力する。

【0168】

FH 送信部 51 での送信タイミングは、送受信タイミング制御部 67 から出力された送信タイミング制御信号を参照する。また、OFDM 受信部 53 で OFDM 信号を受信するタイミングは、送受信タイミング制御部 67 から出力される受信タイミング制御信号を参照する。

【0169】

以上説明したように、上記第 5 の実施形態によれば、スロットフォーマットの変更を行なう（OFDM 信号の送信時間幅と、FH 信号の送信時間幅を変更する）事によって、システムリソースの有効活用を行なう事ができる。また、既存のシステム構成に大きな変更を加えることなく、通信速度比の変更を実現することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 0 】

(第 6 の実施形態)

上記第 5 の実施形態では、OFDM 信号の送信時間幅と、FH 信号の送信時間幅を変更することにより、上り無線リンクと下り無線リンクとの通信速度比を変更していた。すなわち、OFDM 信号の送信、FH 信号の送信にそれぞれ 1 タイムスロットずつ割り当てていたのを、OFDM 信号の送信に連続した 2 あるいは 3 タイムスロット、FH 信号の送信に 1 タイムスロットと、スロットフォーマットを変更することで、上り / 下りの通信速度比を変更していた。

【 0 1 7 1 】

第 6 の実施形態では、上り / 下りの通信速度比を変更するための他の手法について説明する。すなわち、OFDM 信号の一部のサブキャリアの送信を停止し、この送信を停止した周波数帯及び時間を用いて FH 信号を送信することにより、上り / 下りの通信速度比を変更する場合について説明する。ここでは、この手法と前述の第 5 の実施形態とを組み合わせ、上り / 下りの通信速度比を変更する場合について説明するが、このうちのいずれか一方のみを用いても、上り / 下りの通信速度比を変更することは可能である。

【 0 1 7 2 】

図 3 3 は、第 6 の実施形態にかかる無線通信システムで用いられるスロット構成例を示したものである。基地局は周波数および時間領域 2 0 1 (サブキャリア # 1 から # 1 2 および時間「 1 」から「 4 」) を用いて、各端末に OFDM 方式を用いてデータを送信する。基地局が下り OFDM 信号の送信を終了し、ガードタイム 2 0 2 の後、各端末は周波数および時間領域 2 0 3 (サブキャリア # 1 から # 1 2 および時間「 6 」から時間「 1 1 」) の範囲であらかじめ基地局との間で定められたホッピングパターンを用いて FH 信号を送信する。

【 0 1 7 3 】

この後、時間「 1 3 」から時間「 1 6 」における下り OFDM スロットにおいて、基地局はサブキャリア # 1 からサブキャリア # 6 のデータ送信を停止し、サブキャリア # 7 から # 1 2 までの周波数領域を使ってデータを送信する。このとき、端末は周波数および時間領域 2 0 9 (サブキャリア # 1 から # 5 および時間「 1 1 」から「 1 7 」) を用いて FH 信号を基地局に対して送信する。よって、時間「 1 3 」から時間「 1 6 」にかけて、基地局はデータを受信しながら送信を行なうことになる。また、端末においては、データの送信もしくは受信のみを行なうことで、端末構成を簡単にすることができる。

【 0 1 7 4 】

このように、第 6 の実施形態にかかる無線通信システムでは、下りリンクにおいて、ユーザに割り当てる帯域を制限することにより (下り通信において送信停止周波数および時間領域 2 0 9 を形成することにより)、下り通信に使用しないサブキャリアの周波数帯および時間領域を用いて上り OFDM 通信を行なうようになっている。

【 0 1 7 5 】

図 3 4 に、第 6 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す。なお、図 3 4 において、前述の第 5 の実施形態にかかる基地局の構成を示した図 3 1 と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図 3 4 では、OFDM 送信部 2 と無線部 1 1 との間に帯域通過フィルタ (B P F) 1 4 が接続され、無線部 1 2 と FH 受信部 9 との間に帯域通過フィルタ (B P F) 1 3 が接続されている。

【 0 1 7 6 】

上位レイヤでは、定期的に各端末から送られてくる上りデータ量と、基地局から端末へ送信すべきデータ量とから、通信速度比を変更すべきであると判断した場合には、各端末に通信速度比を変更すべきタイミング及び通信速度比と OFDM 信号の受信を停止する (あるいは OFDM 信号の受信に利用する) 周波数帯及び時間、あるいは、通信速度比を変更すべきタイミング及び通信速度比と FH 信号の送信に利用する周波数帯及び時間を通知するためのスロットフォーマット変更情報を生成し、それを OFDM 信号で各端末へ送信する。各端末からは FH 信号によりスロットフォーマット変更応答が送信されるので、

それを上位レイヤで受け取る。上位レイヤでは、通信中の全端末からのスロットフォーマット変更応答が得られると、各端末へ送信すべきスロットフォーマット変更開始信号を、OFDM信号で送信すべく、ユーザ割り当て部1へ与える。これと同時に、送受信タイミング制御部22へ、変更すべきタイミングと通信速度比、OFDM信号の受信を停止する（あるいはOFDM信号の受信に利用する）周波数帯及び時間、FH信号の送信に利用する周波数帯及び時間を通知する。

【0177】

送受信タイミング制御部22は、上位レイヤから通信速度比の変更すべきタイミングと、変更すべき通信速度比が与えら得ると、当該所望の通信速度比になるようにスロットフォーマットを計算して、当該スロットフォーマットに対応する送受信タイミングとなるように、送信タイミング制御信号と受信タイミング制御信号をOFDM送信部2とFH受信部9にそれぞれ出力する。また、上位レイヤから通知されたOFDM信号の送信を停止する（あるいはOFDM信号の送信に利用する）周波数帯および時間を通知するための送信帯域制御信号と受信帯域制御信号をBPF14とBPF13にそれぞれ出力する。

10

【0178】

OFDM送信部2でOFDM信号を出力するタイミングは、送受信タイミング制御部22から出力される送信タイミング制御信号により決定され、送信を停止する周波数帯域（あるいは送信に利用する周波数帯域）は、送受信タイミング制御部22から出力される送信帯域制御信号によりBPF11に通知され、BPF14では、この送信帯域制御信号を参照して、OFDM送信部2から出力されるOFDM信号の帯域制限を行う。

20

【0179】

また、FH受信部9での受信処理を行なうタイミングは、送受信タイミング制御部22から出力された受信タイミング制御信号により決定され、受信する周波数帯域（あるいは受信しない周波数帯域）は、送受信タイミング制御部22から出力される受信帯域制御信号によりBPF13に通知される。BPF13では、この受信帯域制御信号を参照して、FH受信部9で受信するFH信号の帯域制限を行う。

【0180】

このような構成により、OFDM送信部2では、図33の時間「13」から時間「16」における下りOFDMスロットにおいて、サブキャリア#1からサブキャリア#6のデータ送信を停止し、サブキャリア#7から#12までの周波数領域を使ってOFDM信号を送信する。また、FH受信部9では、図33の時間「11」から「17」において、サブキャリア#1から#5を用いて端末から送信されるFH信号を受信する。

30

【0181】

図35に、第6の実施形態にかかる端末の構成例を示す。なお、図35において、前述の第5の実施形態にかかる端末の構成を示した図32と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図35では、FH送信部51と無線部58の間に帯域通過フィルタ(BPF)60が接続され、無線部57とOFDM受信部53との間に帯域通過フィルタ(BPF)59が接続されている。

【0182】

上位レイヤでは、スロットフォーマット変更情報を受け取ると、当該スロットフォーマット変更情報に含まれていた、通信速度比を変更すべきタイミングと変更後の通信速度比とOFDM信号の受信を停止する（あるいはOFDM信号の受信に利用する）周波数帯及び時間、あるいは、通信速度比を変更すべきタイミング及び変更後の通信速度比とFH信号の送信に利用する周波数帯及び時間を送受信タイミング制御部67に与える。

40

【0183】

送受信タイミング制御部67は、上位レイヤから通信速度比の変更すべきタイミングと、変更すべき通信速度比が与えら得ると、当該所望の通信速度比になるようなスロットフォーマットに対応する送受信タイミングとなるように、送信タイミング制御信号と受信タイミング制御信号をFH送信部51とOFDM受信部53にそれぞれ出力する。また、上位レイヤから与えられた、OFDM信号の受信を停止する（あるいはOFDM信号の受信

50

に利用する) 周波数帯及び時間、あるいは、F H 信号の送信に利用する周波数帯及び時間を通知するための送信帯域制御信号と受信帯域制御信号を B P F 6 0 と B P F 5 9 にそれぞれ出力する。

【 0 1 8 4 】

F H 送信部 5 1 で F H 信号を出力するタイミングは、送受信タイミング制御部 6 7 から出力される送信タイミング制御信号により決定され、送信を停止する周波数帯域(あるいは送信に利用する周波数帯域)は、送受信タイミング制御部 6 7 から出力される送信帯域制御信号により B P F 6 0 に通知され、B P F 6 0 では、この送信帯域制御信号を参照して、F H 送信部 5 1 から出力される F H 信号の帯域制限を行う。

【 0 1 8 5 】

また、O F D M 受信部 5 3 での受信処理を行なうタイミングは、送受信タイミング制御部 6 7 から出力された受信タイミング制御信号により決定され、受信する周波数帯域(あるいは受信しない周波数帯域)は、送受信タイミング制御部 6 7 から出力される受信帯域制御信号により B P F 5 9 に通知される。B P F 5 9 では、この受信帯域制御信号を参照して、O F D M 受信部 5 3 で受信する O F D M 信号の帯域制限を行う。

【 0 1 8 6 】

このような構成により、端末では、図 3 3 の時間「 1 1 」から「 1 7 」において、F H 送信部 5 1 でサブキャリア # 1 から # 5 を用いて基地局へ F H 信号を送信する。あるいは、この時間帯には F H 信号の送信を行わずに、時間「 1 3 」から時間「 1 6 」にかけて基地局から送信されるサブキャリア # 1 からサブキャリア # 6 を含む O F D M 信号を、O F

【 0 1 8 7 】

以上説明したように、上記第 6 の実施形態によれば、上り通信の伝送速度が向上し、より詳細な通信速度比の変更を行なう事ができる。また、既存のシステム構成に大きな変更を加えることなく、より詳細な通信速度比の変更を実現することができる。

【 0 1 8 8 】

なお、図 3 3 では、下りリンクに送信停止周波数および時間領域を形成する場合を示したが、図 3 6 のように、上りリンクに送信停止周波数および時間領域を形成することも可能である。この場合の基地局、端末の構成は、図 3 4、図 3 5 と同様である。

【 0 1 8 9 】

図 3 6 において、基地局は周波数および時間領域 2 0 1 (サブキャリア # 1 から # 1 2 および時間「 1 」から「 4 」)を用いて、各端末に O F D M 方式をもちいてデータを送信する。基地局が下り O F D M 信号の送信を終了し、ガードタイム 2 0 2 の後、各端末は周波数および時間領域 2 1 0 (サブキャリア # 7 から # 1 2 および時間「 6 」から時間「 1 1 」)の範囲であらかじめ基地局との間で定められたホッピングパターンを用いて F H 信号を送信する。ここで、周波数および時間領域 2 1 1 (サブキャリア # 1 から # 6 及び時間「 5 」から「 1 2 」)については、下り O F D M 信号を送信する領域とする。従って、各端末では、この領域 2 1 1 については、送信を行なわないようなホッピングパターンを用いる。

【 0 1 9 0 】

基地局は周波数および時間領域 2 1 0 における各端末からの上り信号を受信しながら、周波数および時間領域 2 1 1 を用いて、端末に下り O F D M 信号を送信する。また、端末は、データの送信もしくは受信のみを行なうことで、端末構成を簡単にすることができる。各端末が時間「 1 1 」において上り通信を終了して、ガードタイム 2 0 4 の後、再び基地局は全サブキャリアを用いて、データを送信する。

【 0 1 9 1 】

図 3 6 では、上りリンクにおいて、帯域を制限するようなホッピングパターンを用いることにより(上り通信において送信停止周波数および時間領域を形成することにより)、上りリンクで使用しない周波数および時間領域を用いて下り O F D M 通信を行なうようになっている。このようなスロット構成にすることで、下り通信の伝送速度を向上し、より

10

20

30

40

50

詳細な通信速度比の変更を行なう事ができる。

【 0 1 9 2 】

(第 7 の実施形態)

第 7 の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成は図 2 と同様である。すなわち、基地局 B S 1 は端末 T E 1 および端末 T E 2 に向かって下り O F D M 信号 D L 1、D L 2 を一定期間送信する。基地局 B S 1 が下り O F D M 信号の送信を終了すると、端末 T E 1 および端末 T E 2 は基地局 B S 1 へ下り O F D M 信号と同一周波数帯を用いて上り F H 信号 U L 1、U L 2 を送信する。このように下り O F D M 信号と上り F H 信号は時間的に多重されている。

【 0 1 9 3 】

図 3 7 は、第 7 の実施形態にかかる無線通信システムで用いられるスロット構成例を示したものである。基地局 B S 1 は、周波数および時間領域 2 0 1 (サブキャリア # 1 から # 1 2 および時間「 1 」から「 4 」) を用いて、各端末に O F D M 方式をもちいて N _ D L シンボルのデータを連続して送信する。このとき、1 下りスロットの連続したシンボルのなかで、先頭のシンボル 2 1 3 と、終端のシンボル 2 1 4 に、基地局および端末が互いに既知であるパイロットシンボルを割り当てる。

【 0 1 9 4 】

図 3 7 では、サブキャリア # 1 0、# 1 1 にユーザ # 1 のデータ、サブキャリア # 4、# 5 にユーザ # 2 のデータがそれぞれ割り当てられている。基地局 B S 1 は、(端末から送信されてきた) 下りスロットのパイロットシンボルを用いた伝送路推定結果から、各ユーザにとって伝送路状態が良好なサブキャリアを選んで、下りスロットでの各ユーザに対するチャンネル割り当てを行っている。

【 0 1 9 5 】

基地局が下り O F D M 信号の送信を終了し、ガードタイム 2 0 2 の後、各端末は周波数および時間領域 2 0 3 (サブキャリア # 1 から # 1 2 および時間「 6 」から時間「 1 1 」) の範囲であらかじめ基地局から通知されたホッピングパターンを用いて N _ U L シンボルの F H 信号を連続して送信する。

【 0 1 9 6 】

図 3 7 では、ユーザ # 1 はサブキャリア # 1 0、# 1 1 における伝送路状態が良好であるため、サブキャリア # 1 0、# 1 1 を主に使った、ホッピングパターンを用いている。また、ユーザ # 2 はサブキャリア # 4、# 5 における伝送路状態が良好であるため、サブキャリア # 4、# 5 を主に使った、ホッピングパターンを用いている。

【 0 1 9 7 】

各端末がデータの送信を終了すると、ガードタイム 2 0 4 の後、再び基地局が各端末に対して、下り O F D M 信号の送信を開始する。

【 0 1 9 8 】

図 3 8 に、第 7 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す。なお、図 3 8 において、図 1 8 と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図 3 8 のユーザ割り当て部 1 は、各ユーザ宛ての信号にパイロット信号とを多重する。そして、O F D M 送信部 2 では、先頭と終端にパイロット信号の付加された O F D M 信号に変換する。

【 0 1 9 9 】

また、下り O F D M ユーザ割り当て部 7 と上り F H ユーザ割り当て部 8 では、F H 受信部 9 で受信された F H 信号に含まれる、各端末から送信された伝送路状態情報を用いて、ユーザ割り当て情報、各ユーザの F H パターン情報を生成する。

【 0 2 0 0 】

第 7 の実施形態にかかる端末の構成例は、図 1 9 と同様である。異なるのは、伝送路状態推定部 5 2 で伝送路状態を推定する際に用いるものは、O F D M 受信部 5 3 で受信された各サブキャリア信号の先頭のパイロット信号及び終端のパイロット信号である点である。伝送路状態推定部 5 2 では、O F D M 受信部 5 3 から出力された先頭及び終端のパイロ

10

20

30

40

50

ット信号のうちの少なくとも一方を用いて、全サブキャリアについて送路状態を推定する。例えば終端のパイロット信号を用いた伝送路状態の推定結果を表す伝送路状態情報は、F H送信部51へ出力される。

【0201】

また、OFDM受信部53では、受信したOFDM信号の先頭及び終端のパイロット信号のうちの少なくとも一方を基に、受信信号を復号する。例えば、受信したOFDM信号の先頭のパイロット信号のうちの少なくとも一方を基に、受信信号を復号する。

【0202】

F H送信部51は、該基地局への送信データと伝送路推定部52から出力された伝送路状態情報とを多重するとともに、基地局から通知された（OFDM受信部53での受信信号から得られた）F Hパターン情報を用いてF H信号に変換して送信する。 10

【0203】

図37の下りスロット中の先頭と終端のシンボル（基地局及び端末で既知のパイロット信号）とを用いた、基地局と端末との間の制御処理について、図39に示すフローチャートを参照して説明する。

【0204】

下りスロット201で、基地局は端末に、OFDM信号を用いてN_{DL}シンボルの信号を送信する（ステップS21）。この信号のうち、先頭のシンボルと終端のシンボルは基地局および端末が既知のパイロット信号である。端末では、下りOFDM信号を受信すると、伝送路推定部52において、先頭のパイロット信号を用いて伝送路状態を推定するとともに（ステップS22）、OFDM受信部53では受信データを復号する。終端のパイロット信号を用いた伝送路状態の推定結果（伝送路状態情報）は、上りスロット203で、F H信号を用いて、基地局へフィードバックする（ステップS23）。 20

【0205】

基地局では、各端末から受け取った各端末の伝送路状態情報から、各端末について、伝送路状態の良い周波数帯を認識することができる。そして、下りスロット205内のサブキャリアを各端末に割り当てる際には、各端末にとって伝送路状態の良い周波数のサブキャリアを優先して割り当てて、ユーザ割り当て情報を生成する。また、各端末に、上りスロット207でのF H信号のホッピングパターンを決定する際には、各端末にとって伝送路状態の良い周波数帯を主に用いたホッピングパターンを決定し、各ユーザのF Hパターン情報を生成する（ステップS24）。 30

【0206】

このようにしてユーザ割り当てを決定した後、基地局は、各端末に各端末宛てのデータを送信するための各端末に割り当てられたサブキャリアを含むOFDM信号に、先頭および終端のパイロット信号を付加して、下りスロット205を用いて各端末に送信する（ステップS25）。

【0207】

上記第7の実施形態によれば、上りリンクにF H通信方式を用いることで、ピークアベレージ電力の低減ができることから、端末の低消費電力を実現できる。また、下りリンクにOFDM通信方式を用いることで、下り通信の高速化を図ることができる。上り通信と下り通信を時間的に多重することで、お互いの伝送路特性推定値を用いることができる。従って、基地局および端末間でのネゴシエーションを、時間的余裕を持って、比較的容易に行うことができる。 40

【0208】

さらに、上記第7の実施形態によれば、例えば、下りスロット201で送信された、OFDM信号の終端のパイロット信号を用いて伝送路状態の推定を行う。この伝送路状態の推定結果は、基地局において、その直後の下りスロット205、上りスロット203での時間、周波数帯をユーザに割り当てる際に用いる。従って、基地局と端末のデータ送信時に時間的に近い時点における伝送路状態を基に、各端末に、当該端末にとって最適の（伝送路状態のよい）周波数帯を優先して割り当てることができ、誤り率の低減、伝送効率の 50

向上が図れる。

【0209】

(第8の実施形態)

第8の実施形態にかかる無線通信システムも、上記第7の実施形態と同様、下りスロットで送信されるOFDM信号の先頭と終端に(基地局及び端末が既知の信号である)パイロット信号が含まれている。第8の実施形態にかかる無線通信システムの端末では、OFDM信号の先頭のパイロット信号を用いてOFDM信号の復調を行い、終端のパイロット信号を用いてパイロット信号の受信状態を指標化する。

【0210】

例えば、終端のパイロット信号の移相および振幅情報を表す基地局と各端末とで共通のテーブルを基地局と端末でそれぞれ記憶しておく。端末では、当該テーブル中の情報の中から現在受信したパイロット信号の状態に最も近い情報を選択する。そしてテーブル中の当該選択された情報のアドレスを識別するための値を、当該パイロット信号の受信状態に対応する指標値とする。指標値(受信状態指標値)は、上りFH信号を用いて、基地局へフィードバックされる。

【0211】

基地局では、各端末から受け取った各端末における受信状態の指標値を用いて、伝送路状態を推定する。基地局は、推定した伝送路状態を用いて、各端末に、伝送路状態の良い周波数のサブキャリアを優先して割り当て、また、伝送路状態の良い周波数帯を主に用いたホッピングパターンを決定する。

【0212】

第8の実施形態にかかる基地局の構成は、図18とほぼ同様であり、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、OFDM送信部2は、ユーザ割り当て部1から出力された各ユーザ宛てのデータに、上りFHユーザ割り当て部8で生成されたFHパターン情報、下りOFDMユーザ割り当て部7で生成されたユーザ割り当て情報を多重し、さらに、先頭と終端にパイロット信号を付加して、FDM信号に変換する。

【0213】

また、伝送路推定部6では、終端のパイロット信号の移相および振幅情報と指標値(受信状態指標値)とを対応付けるテーブルを記憶する。そして、FH受信部9で受信されたFH信号に含まれる、各端末から送信された受信状態指標値を用いて、各端末における各サブキャリアの伝送路状態を推定する。すなわち、当該テーブルから受信状態指標値に対応する終端パイロット信号の位相及び振幅情報を得て、これらに基づく伝送路推定結果を、下りOFDMユーザ割り当て部7と上りFHユーザ割り当て部8に出力する。下りOFDMユーザ割り当て部7では、上記伝送路推定結果を基に、次の下りスロットにおけるユーザ割り当てを決定し、その結果を表すユーザ割り当て情報を出力する。上りFHユーザ割り当て部8では、上記伝送路推定結果を基に、次の上りスロットにおける各ユーザのFHパターンを決定し、その結果を表す各ユーザのFHパターン情報を出力する。

【0214】

第8の実施形態にかかる端末の構成例は、図19と同様である。異なるのは、伝送路状態推定部52は、終端のパイロット信号の移相および振幅情報と指標値(受信状態指標値)とを対応付けるテーブルを記憶する。そして、当該テーブルを用いて、OFDM受信部53で得られた終端のパイロット信号の移相および振幅情報に対応する指標値を得る。この受信状態指標値は、FH送信部51へ出力される。FH送信部51では、基地局への送信データと伝送路推定部52から出力された受信状態指標値とを多重するとともに、基地局から通知された(OFDM受信部53での受信信号から得られた)FHパターン情報を用いてFH信号に変換して送信する。

【0215】

図37の下りスロット中の終端のシンボル(基地局及び端末で既知のパイロット信号)とを用いた、基地局と端末との間の処理動作について、図40に示すフローチャートを参照して説明する。

10

20

30

40

50

【0216】

下りスロット201で、基地局は端末に、OFDM信号を用いてN_{DL}シンボルの信号を送信する(ステップS31)。この信号のうち、先頭のシンボルと終端のシンボルは基地局および端末が既知のパイロット信号である。端末では、下りOFDM信号を受信すると、伝送路推定部52では、受信された終端のパイロット信号の移相および振幅情報に対応する指標値を求める(ステップS32)。この指標値は、上りスロット203で、FH信号を用いて、基地局へフィードバックする(ステップS33)。

【0217】

基地局では、各端末から受け取った受信状態指標値から、各端末における各サブキャリアの伝送路状態を推定する(ステップS34)。そして、伝送路推定結果を基に、次の下りスロットにおけるユーザ割り当てを決定し、その結果を表すユーザ割り当て情報を生成する。また、伝送路推定結果を基に、次の上りスロットにおける各ユーザのFHパターンを決定し、その結果を表す各ユーザのFHパターン情報を生成する(ステップS35)。

【0218】

このようにしてユーザ割り当てを決定した後、基地局は、各端末に各端末宛てのデータを送信するための各端末に割り当てられたサブキャリアを含むOFDM信号に、先頭および終端のパイロット信号を付加して、下りスロット205を用いて各端末に送信する(ステップS36)。

【0219】

上記第8の実施形態によれば、上りリンクにFH通信方式を用いることで、ピークアベレージ電力の低減ができることから、端末の低消費電力を実現できる。また、下りリンクにOFDM通信方式を用いることで、下り通信の高速化を図ることができる。上り通信と下り通信を時間的に多重することで、お互いの伝送路特性推定値を用いることができる。従って、基地局および端末間でのネゴシエーションを、時間的余裕を持って、比較的容易に行うことができる。

【0220】

さらに、上記第8の実施形態によれば、端末では、例えば下りスロット201で送信されたOFDM信号を受信すると、当該OFDM信号に含まれる終端のパイロット信号の受信状態を表す指標値を求める。この指標値は、上りスロット203で基地局へ送信され、基地局で、各端末について伝送路状態を推定する際に用いられる。基地局では、伝送路状態の推定結果から、その直後の下りスロット205、上りスロット203での時間・周波数帯をユーザに割り当てる。従って、基地局と端末のデータ送信時に時間的に近い時点における伝送路状態を基に、各端末に、当該端末にとって最適の(伝送路状態のよい)周波数帯を優先して割り当てることができ、誤り率の低減、伝送効率の向上が図れる。

【0221】

(第9の実施形態)

第9の実施形態にかかる無線通信システムでは、図41に示すように、セルラー通信網におけるセル内において基地局BS1および各端末TE1、TE2が、基地局から端末への下りリンクでは複数のサブキャリアを用いたOFDM通信を行い、端末から基地局への上りリンクでは周波数ホッピング方式およびOFDM方式による通信を行い、TDDにより下り通信と上り通信との双方向通信を行うようになっている。

【0222】

図42に示すように、TDDの1下りスロット201では、複数のサブキャリアを利用したOFDM方式による通信を行う。一方、TDDの上りスロットでは、図43に示すように、周波数ホッピング方式およびOFDM方式による通信を行う。ただし、上りスロットでのOFDM信号の送信スロット(通信時間)は、周波数ホッピング(FH)信号の送信スロット(通信時間)に比べて短く、各端末はOFDM信号は1シンボル分を送信するものとする。また、上りスロットで端末が送信するOFDM信号は、受信品質測定用のパイロット信号として用いるため、基地局BS1および端末TE1、TE2には既知のシンボル系列である。以下の説明では、上りスロットで端末が送信するOFDM信号を既知信

10

20

30

40

50

号と呼ぶことがある。

【0223】

上りスロットで、端末がOFDM方式によって送信する既知信号は、基地局側にて各サブキャリアの伝送品質を測定（推定）する際に利用される。伝送品質の測定結果は、下りスロットで利用するサブキャリアを選択する指針に用いられる。

【0224】

図44は、第9の実施形態にかかる通信システムの基地局と端末との間の上記既知信号を用いた処理動作を説明するためのフローチャートである。

【0225】

端末は、上りスロットにおいて、図43に示したように、OFDM信号の既知信号を送信する（ステップS51）。既知信号の送信後、端末はFH信号の送信を行う（ステップS52）。一方、基地局は、受信したOFDM信号を復調し、既知信号の系列から全サブキャリアについて受信電力を測定することで、各端末における各サブキャリアの受信品質を推定することが可能になる（ステップS53）。

【0226】

各サブキャリアの受信電力を測定した後に、基地局は、その後の下りスロットで各端末との通信に利用するサブキャリアを選択する（ステップS54）。例えば、受信電力値が予め定められた閾値以上のサブキャリアのなかから受信電力値が高いサブキャリアを優先的に選択する。そして、受信電力値が閾値に満たないサブキャリアは端末との通信に利用しないようにする。

【0227】

基地局は、各端末に対し選択されたサブキャリアを通知するための信号を送信した後（ステップS56）、当該選択されたサブキャリアを用いて当該端末宛ての送信データを送信する（ステップS57）。

【0228】

ここで、上りスロットと下りスロットのそれぞれにおける周波数帯・時間領域（ユーザチャネル）の各端末への割り当て方法について説明する。

【0229】

図45、図46は、第1の割り当て方法を示したものである。各端末には、上り及び下りスロット内のOFDM信号のスロット（タイムスロット）が予め定められている。基地局は、各端末に対し、上りスロット内のFH信号の送信スロット内において、（例えば当該端末における受信品質のよい周波数帯を選択して）周波数ホッピングパターンを決定する。この周波数ホッピングパターンは予め基地局から各端末へ通知されるものとする。

【0230】

ステップS54において、図46に示すように、ユーザ#1の端末から送信された既知信号から、下りスロット内に当該ユーザ#1に割り当てたタイムスロット内の周波数領域251での受信品質が低いと判断されると、その後は、当該周波数領域251のサブキャリアはユーザ#1には割り当てられていない。同様に、ユーザ#2の端末から送信された既知信号から、下りスロット内に当該ユーザ#2に割り当てたタイムスロット内の周波数領域252での受信品質が低いと判断されると、当該周波数領域252のサブキャリアはユーザ#2には割り当てられていない。

【0231】

なお、図46では、下りスロット内の各端末に割り当てられた各スロットで、基地局から送信されるOFDM信号の先頭シンボルにより、通信に用いるサブキャリアが各端末へ通知されるものとする。

【0232】

このように、上りスロットで端末から送信された広帯域信号を利用することにより、既知局では全サブキャリアの受信品質を推定することができる。基地局では、得られた各サブキャリアの受信品質を基に、受信品質が良いサブキャリアを下りスロットで優先的に利用することで、基地局と端末間の通信品質の向上が期待できる。

10

20

30

40

50

【 0 2 3 3 】

図 4 7、図 4 8 は、第 2 の割り当て方法を示したものである。上り及び下りスロット内の OFDM 信号のスロットでは、各端末に対し予め割り当てられた拡散符号を用いて、ユーザ多重を行う場合 (OFCDM: Orthogonal Frequency and code division multiplexing) を示している。各端末は、基地局から指定された拡散符号を用いて通信を行う。基地局は、各端末に対し、上りスロット内の FH 信号の送信スロット内において、(例えば、当該端末における受信品質のよい周波数帯を選択して) 周波数ホッピングパターンを決定する。この周波数ホッピングパターンは予め基地局から各端末へ通知されるものとする。

【 0 2 3 4 】

ステップ S 5 4 において、図 4 8 に示すように、ユーザ # 1 の端末から送信された既知信号から、下りスロット内に当該ユーザ # 1 に割り当てたタイムスロット内の周波数領域 2 5 3 での受信品質が低いと判断されると、その後は、当該周波数領域 2 5 3 のサブキャリアはユーザ # 1 には割り当てられていない。同様に、ユーザ # 2 の端末から送信された既知信号から、下りスロット内に当該ユーザ # 2 に割り当てたタイムスロット内の周波数領域 2 5 4 での受信品質が低いと判断されると、当該周波数領域 2 5 4 のサブキャリアはユーザ # 2 には割り当てられていない。

【 0 2 3 5 】

このように、上りスロットで端末から送信された広帯域信号を利用することにより、既知局では全サブキャリアの受信品質を推定することができる。基地局では、得られた各サブキャリアの受信品質を基に、受信品質が良いサブキャリアを下りスロットで優先的に利用することで、基地局と端末間の通信品質の向上が期待できる。

【 0 2 3 6 】

図 4 9 は、第 9 の実施形態にかかる無線通信システムの端末の送信系の構成例を示したものであり、図 1 9 と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図 4 9 では、既知信号を送信するための OFDM 送信部 8 8 と、既知信号のビット系列 (既知信号のパターン) を記憶する記憶部 8 7 が新たに追加されている。さらに、無線部 5 8 の構成が図 1 9 と異なる。なお、図 4 9 では、無線部 5 8 の構成を図 1 9 よりも詳細に示している。また、第 9 の実施形態にかかる端末の構成は、図 4 9 に示す送信系の構成以外は全て図 1 9 と同様である。

【 0 2 3 7 】

FH 送信部 5 1 から出力される FH 信号をデジタル信号からアナログ信号に変換するための D/A 変換部 8 2、周波数変換を行うための周波数変換部 8 4、アンテナから無線信号を送出するためのパワーアンプ (PA) 8 6 は図 1 9 の端末の無線部 5 8 にも含まれている。図 4 9 の無線部 5 8 には、さらに、OFDM 送信部 8 8 から出力される OFDM 信号をデジタル信号からアナログ信号に変換するための D/A 変換部 8 1、周波数変換を行うための周波数変換部 8 3、周波数変換部 8 4 から出力される FH 信号と周波数変換部 8 3 から出力される OFDM 信号のうちのいずれか一方のみを PA 8 6 へ出力するための切替部 8 5 が含まれている。

【 0 2 3 8 】

一般に、OFDM 方式による通信では、広い帯域にまたがってフラットな周波数スペクトルを有する信号を送信するため、送信時間波形のピーク電力と平均電力の差が大きくなり、送信系のパワーアンプ (PA) の消費電力が問題となる。

【 0 2 3 9 】

しかし、上りリンクにて送信される OFDM 信号は伝送路推定用の既知のビット系列である。よって、あらかじめピーク電力と平均電力の差が (最も) 小さくなるような系列を調べておき、これを記憶部 8 7 に予め記憶しておく。そして既知信号を送信する際には、記憶部 8 7 に記憶されたビット系列を読み出して、当該ビット系列に対し、OFDM 送信部 8 8 で、符号化、サブキャリア変調、IFFT 等を行って、無線部 8 3 を介してアンテナから送信する。図 4 9 に示した構成によれば、OFDM 用と周波数ホッピング用の 2 個

10

20

30

40

50

の P A を用いることなく、1 つの P A 8 6 で処理することが可能になる。

【 0 2 4 0 】

図 5 0 は、第 9 の実施形態にかかる無線通信システムの端末の送信系の他の構成例を示したものであり、上記図 4 9 と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図 5 0 では、既知信号を送信するための O F D M 送信部 8 8 がなく、記憶部 8 7 には、ピーク電力と平均電力の差が小さくなるような (P A P R (最大電力と平均電力との比が小さくなるような)) ビット系列そのものではなく、当該ビット系列の I F F T 後の時間波形が記憶されている。なお、第 9 の実施形態にかかる端末の構成は、図 5 0 に示す送信系の構成以外は全て図 1 9 と同様である。

【 0 2 4 1 】

図 5 0 に示す構成の場合、上りリンクで既知信号を送信する際には、記憶部 8 7 に記憶されている波形を読み出して、無線部 8 3 で D / A 変換、周波数変換を行うようになっている。

【 0 2 4 2 】

このような構成により、ビット系列を O F D M 信号に変換するための O F D M 送信部 8 8 が不要となり、端末の小型化・低消費電力化が実現できる。

【 0 2 4 3 】

上り回線で周波数ホッピング方式を用いた場合では、選択したホッピングパターンによっては利用する全帯域の周波数特性を把握できない場合がある。また、下り通信の受信状況に応じて上り通信で利用するサブキャリアを選択する場合には、利用されないサブキャリアには信号が送信されず、そのサブキャリアの受信状況は把握できなくなってしまう。

【 0 2 4 4 】

しかし、上記第 9 の実施形態によれば、各端末は上りタイムスロットの一部の時間間隔を用いて、下りタイムスロットで利用する全帯域に渡る広帯域信号を用いて送信する。基地局は、この広帯域信号を受信することで、全帯域における周波数特性の測定が可能になる。上りタイムスロットで端末が送信する広帯域信号を利用することで、基地局では、選択された周波数ホッピングパターンにかかわらず、全通信帯域の周波数特性が測定できる。また、この結果を用いて下り回線にて周波数特性の良いサブキャリアを選択して通信を行うといった処理が可能になる。これにより、端末の受信品質の向上が可能になる。

【 0 2 4 5 】

上り通信で用いる周波数ホッピングパターンは、端末ごとに直交するように選択される。しかし、端末が上りタイムスロットの一部の区間を用いて送信する広帯域信号を、各端末が同じタイミングで送信した場合は、干渉が生じるため基地局は正しく受信できない。そこで、広帯域信号を T D M A (Time Division Multiple Access) と C D M A (Code Division Multiple Access) のうちのいずれか一方により多重することにより、基地局における広帯域信号を受信する際の干渉がなくなる。

【 0 2 4 6 】

O F D M 方式では、送信する信号系列によってはピーク信号電力と平均信号電力の比 (P A P R) が大きくなることが問題となる。しかし、端末が上り回線で周波数特性の測定用に送信する系列は既知の系列で良いため、あらかじめ P A P R が小さくなるような系列を選んでおくことで、P A P R が大きくなることから生じる電力増幅器における非線形歪の影響を軽減できる。

【 0 2 4 7 】

端末が O F D M 方式を用いて送信する信号は既知の系列であるため、その系列を O F D M 方式の送信回路で処理した結果得られる信号の時間波形をあらかじめ記憶しておくことで、端末は O F D M 方式の送信回路が不要になり、端末の信号処理および回路規模が削減できる。

【 0 2 4 8 】

(第 1 0 の実施形態)

第 1 0 の実施形態では、第 1 の実施形態にかかる無線通信システムにおいて、端末が上

10

20

30

40

50

リスロットで基地局と通信を行うためのホッピングパターンと、基地局が当該端末と下リスロットで通信を行うためのチャンネルを決定する際の処理手順の一例を図 4 1 に示す無線通信システムを例にとり説明する。

【 0 2 4 9 】

図 4 1 に示すように、セルラー通信網におけるセル内において基地局 B S 1 および各端末 T E 1、T E 2 が、基地局から端末への下りリンクでは複数のサブキャリアを用いた O F D M 通信を行い、端末から基地局へ上りリンクでは、周波数ホッピング方式および O F D M 方式による通信を行い、T D D により下り通信と上り通信との双方向通信を行うようになっている。

【 0 2 5 0 】

10

基地局 B S 1 は、新規にカバーエリアに入る端末に向けて、上りリンクで使用可能なホッピングパターンを通知するための情報を下りリンクの共通チャンネルで送信している。

【 0 2 5 1 】

共通チャンネルとは、基地局が自エリアのすべての端末に対して通知すべき共通の情報を伝達するためのチャンネルである。基本的に、多重化されている場合でも、既知のチャンネルを使用することにより、端末が即時に情報を取り出すことが可能になっている。

【 0 2 5 2 】

ホッピングパターンとは、F H 方式において送信キャリアの周波数が変化する順番とタイミングを示す情報で、ここでは、サブキャリアをすべて使用するようなパターンとする。ホッピングパターンは、例えば、図 5 1 に示すように、O F D M シンボルごとに隣接するサブキャリアに切り替えていくパターン（シーケンシャルホッピング）がある。また、図 5 2 に示すように、ランダムにホッピングするが、一度送信したサブキャリアにはすべてのサブキャリアが一度送信されるまでは送信しないようにするパターン（ランダムホッピング）も可能である。さらに、図 5 3 に示すように、隣接したサブキャリアを飛ばしてホッピングさせるパターン（スライドホッピング）も可能である。

20

【 0 2 5 3 】

なお、第 1 0 の実施形態にかかる基地局及び端末の構成は、図 1 8、図 9 と同様である。

【 0 2 5 4 】

次に、図 5 4 を参照して、基地局が端末から送信された F H 信号を用いて、下りリンクでのユーザチャンネルを割り当てるための処理動作について説明する。

30

【 0 2 5 5 】

基地局は、下りリンクの予め定められた共通チャンネルに、上りリンクで空いているホッピングパターンの情報をのせて送信する（ステップ S 6 1）。端末は、共通チャンネルで通知された空きのホッピングパターンから任意のホッピングパターンを選択して、基地局への F H 信号を送信する（ステップ S 6 2）。基地局（例えば、伝送路推定部 6）は空いているホッピングパターンに対して常に受信と監視を行っており、一定以上の電力が検知されたとき、端末からの送信があったと見なす。端末からは、一定時間内に全てのサブキャリアが最低 1 回は利用されるようなホッピングパターンの F H 信号が送信される。

【 0 2 5 6 】

40

各端末から全サブキャリアを利用した F H 信号の送信が終了するまでの間、送信を検知した基地局の伝送路推定部 6 では、上記ホッピングパターンで送信される信号を用いて伝送路推定を行う。伝送路推定値は、例えば伝送路推定部 6 内の所定の記憶領域に記憶される（ステップ S 6 3）。伝送路推定値は、端末・基地局が送信を行う際に既知の信号としてシンボル内に挿入してあるパイロット信号を受信側が受信し、パイロット信号成分で除算して平均化することで伝送路の振幅・位相の歪みとして抽出した値である。

【 0 2 5 7 】

基地局は、新規に F H 送信を行いはじめた端末以外に、通信中の端末の F H 送信信号に対して測定した伝送路推定値も伝送路推定部 9 内の所定の記憶領域に記憶している。基地局（下り O F D M ユーザ割り当て部 7）は各端末の伝送路推定値をもとに、下り O F D M

50

信号のチャネル割り当てを更新する（ステップ S 6 4）。

【 0 2 5 8 】

各端末に割り当てられたチャネル（ここでは、例えば 1 つのサブキャリア）は、例えば、下りリンクの予め定められた共通チャネルを用いて、各端末に通知される（ステップ S 6 5）。

【 0 2 5 9 】

各端末は、上記通知を受けて、それぞれに割り当てられた下りリンクのチャネルを通じて基地局から送信されたデータを受信する（ステップ S 6 6）。

【 0 2 6 0 】

ここで、ステップ S 6 4 の基地局の下り OFDM ユーザ割り当て部 7 でのチャネル割り当て処理について図 5 5 を参照して説明する。チャネル割り当て処理は、サブキャリア単位で行うこととし、1 つのサブキャリアを 1 ユーザのチャネルとする。 10

【 0 2 6 1 】

全サブキャリア（サブキャリアの総数は N）のうちの 1 つを選択する。これをサブキャリア i とする。伝送路推定部 6 内の記憶領域に記憶された伝送路推定値を基に、サブキャリアの割り当てられていない端末群のなかからサブキャリア i の伝送路の状態が最もよい端末を選択する（ステップ S 7 1）。選択された端末が 1 つのみであるときは、当該端末にサブキャリア i を割り当てる（ステップ S 7 2、ステップ S 7 3）。複数の端末が選択されたときには（ステップ S 7 2）、当該複数の端末の中で、伝送路推定値が最も大きい 20 端末にサブキャリア i を割り当てる（ステップ S 7 4）。以上のステップ S 7 1 ~ ステップ S 7 4 の処理をエリア内の全ての端末に対しサブキャリアが割り当てられるまで繰り返す。

【 0 2 6 2 】

各端末から送信された FH 信号を用いて、各端末に下りリンクでのチャネルを割り当てるまでの過程を図 5 6 に示す。

【 0 2 6 3 】

上記第 1 0 の実施形態によれば、少ない処理手順で効率のよいチャネル割り当てを行うことができる。

【 0 2 6 4 】

（第 1 1 の実施形態） 30

第 1 1 の実施形態では、上記第 1 0 の実施形態にかかる無線通信システムにおいて、下りリンクにおいて、1 つのサブキャリアに複数のユーザチャネルを多重する場合について説明する。1 つのサブキャリアに複数のチャネルを多重するための手法として、CDMA や TDMA を用いる場合、CDMA と TDMA を組み合わせて用いる場合がある。以下、上記第 1 0 の実施形態と異なる部分について説明する。

【 0 2 6 5 】

第 1 1 の実施形態にかかる端末の構成例は、図 1 9 とほぼ同様である。異なるのは、ユーザ信号抽出部 5 4 の処理動作である。すなわち、ユーザ信号抽出部 5 2 では、OFDM 受信部 5 3 から出力された広帯域信号（複数のサブキャリア信号）から、自装置宛てのシンボルのみを抽出して、信号分離部 5 5 に出力する。例えば、CDMA で多重化されている場合、ユーザ割り当て情報には、自装置に割り当てられた拡散符号、あるいは、当該拡散符号を特定するための情報が含まれている。そして、ユーザ信号抽出部 5 4 では、当該 40 拡散符号を用いて逆拡散処理を行う。そのほかの動作は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 2 6 6 】

第 1 1 の実施形態にかかる基地局の構成例は、図 1 8 とほぼ同様である。異なるのは、ユーザ割り当て部 1 の処理動作である。すなわち、ユーザ割り当て部 1 は、1 つのサブキャリアに複数のユーザチャネルを多重する。例えば、CDMA を用いる場合、各棚 MT 宇に予め定められた拡散符号を用いて拡散処理を行う。

【 0 2 6 7 】

多重化は OFDM シンボルを最小単位として行う。1 つのサブキャリアに複数のユーザ 50

チャンネルを多重するために、C D M Aを用いる場合、1つのデータを拡散符号によって拡散したチップをO F D Mシンボルとして送信する。当該チップは、周波数軸方向や時間軸方向に並べることが可能で、受信側ではユーザ信号抽出部10でチップを集めて逆拡散することで復号が可能である。

【0268】

このように、1つのサブキャリアに複数のチャンネルを割り当てることにより、下りリンクのO F D M信号により多くのユーザチャンネルを収容することができる。

【0269】

実際には、各端末にチャンネルとしてO F D Mシンボルを割り当てる場合、端末が必要としている伝送レートから、1下りスロットに必要なO F D Mシンボル数(1ユーザチャンネルに含まれるO F D Mシンボルの数)が算出される。

【0270】

そこで、第11の実施形態では、図54のステップS64において、次のような処理動作を行い、チャンネル割り当てを行う。

【0271】

基地局のエリアに属する各端末のサブキャリア毎の伝送路推定値のうち、伝送路推定値が高いサブキャリアから順に、当該端末向けに1O F D Mシンボルずつ割り当てていく。このとき、伝送路推定値が予め定められた閾値に満たない(伝送路状態の悪い)サブキャリアには、チャンネルを割り当てない。このようにして、各端末に対し、当該端末のサブキャリア毎の伝送路推定値の高いサブキャリアを優先的に選択しながら、1ユーザチャンネル毎に必要な数のO F D Mシンボルを、割り当てていく。

【0272】

各端末から送信されたF H信号を用いて、各端末に下りリンクでのチャンネルを割り当てるまでの過程を図57に示す。

【0273】

上記第11の実施形態によれば、第10の実施形態の場合よりも、より効率よくチャンネル割り当てを行うことができる。

【0274】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0275】

【図1】本発明の第1の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成例を模式的に示した図。

【図2】本発明の第1の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成例を模式的に示した図。

【図3】本発明の第1の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成例を模式的に示した図。

【図4】下りリンクと上りリンクに同一周波数帯域を使用して、T D Dにより収容する場合を説明するための図。

【図5】下りリンクに複数のユーザの信号を多重する場合を説明するための図。

【図6】下りリンクで送信されたO F D M信号を受信する各端末で推定された伝送路の特性を利用して、送信電力制御、F Hホッピングパターン制御等を行う場合を説明するための図。

【図7】下りリンクで送信されたO F D M信号を受信する各端末で推定された伝送路の特性を利用して、送信電力制御、F Hホッピングパターン制御等を行う場合の端末と基地局の処理動作を説明するためのフローチャート。

【図 8】OFDM の下りリンクと F H の上りリンクに異なる周波数を利用して双方向通信を実現する場合 (F D D) の場合を説明するための図。

【図 9】第 1 のスロット構成を示す図。

【図 10】第 2 のスロット構成を示す図。

【図 11】第 3 のスロット構成を示す図。

【図 12】第 4 のスロット構成を示す図。

【図 13】第 5 のスロット構成を示す図。

【図 14】第 6 のスロット構成を示す図。

【図 15】第 7 のスロット構成を示す図。

【図 16】第 8 のスロット構成を示す図。

【図 17】第 9 のスロット構成を示す図。

【図 18】基地局の構成例を示す図。

【図 19】端末の構成例を示す図。

【図 20】第 2 の実施形態にかかる無線通信システムに適用されるスロット構成を示す図

10

。【図 21】第 2 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す図。

【図 22】第 2 の実施形態にかかる端末の構成例を示す図。

【図 23】第 3 の実施形態にかかる無線通信システムに適用されるスロット構成を示す図

。【図 24】第 3 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す図。

20

【図 25】第 3 の実施形態にかかる端末の構成例を示す図。

【図 26】第 4 の実施形態にかかる無線通信システムに適用されるスロット構成を示す図

。【図 27】第 4 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す図。

【図 28】第 4 の実施形態にかかる端末の構成例を示す図。

【図 29】第 5 の実施形態にかかる無線通信システムにおいて、基地局と端末との間で通信速度比を変更するための処理手順を説明するためのフローチャート。

【図 30】スロットフォーマットが変更する様子を説明するための図。

【図 31】第 5 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す図。

【図 32】第 5 の実施形態にかかる端末の構成例を示す図。

30

【図 33】第 6 の実施形態にかかる無線通信システムに適用されるスロット構成を示す図

。【図 34】第 6 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す図。

【図 35】第 6 の実施形態にかかる端末の構成例を示す図。

【図 36】第 6 の実施形態にかかる無線通信システムに適用される他のスロット構成を示す図。

【図 37】第 7 の実施形態にかかる無線通信システムに適用されるスロット構成を示す図

。【図 38】第 7 の実施形態にかかる基地局の構成例を示す図。

【図 39】下りスロット中の先頭と終端のシンボル (基地局及び端末で既知のパイロット信号) とを用いた、基地局と端末との間の制御処理について説明するためのフローチャート。

40

【図 40】第 8 の実施形態にかかる無線通信システムにおいて、下りスロット中の先頭と終端のシンボル (基地局及び端末で既知のパイロット信号) とを用いた、基地局と端末との間の制御処理について説明するためのフローチャート。

【図 41】第 9 の実施形態にかかる無線通信システム全体の概略構成例を模式的に示した図。

【図 42】下りスロットにおける時間・周波数軸での信号の配置を示す図。

【図 43】上りスロットにおける時間・周波数軸での信号の配置を示す図。

【図 44】第 9 の実施形態にかかる通信システムの基地局と端末との間の既知信号を用い

50

た処理動作を説明するためのフローチャート。

【図 4 5】上りスロットと下りスロットのそれぞれにおける周波数帯・時間領域（ユーザチャンネル）の各端末への割り当て方法の一例を示す図。

【図 4 6】上りスロットと下りスロットのそれぞれにおける周波数帯・時間領域（ユーザチャンネル）の各端末への割り当て方法の一例を示す図。

【図 4 7】上りスロットと下りスロットのそれぞれにおける周波数帯・時間領域（ユーザチャンネル）の各端末への割り当て方法の他の例を示す図。

【図 4 8】上りスロットと下りスロットのそれぞれにおける周波数帯・時間領域（ユーザチャンネル）の各端末への割り当て方法の他の例を示す図。

【図 4 9】第 9 の実施形態にかかる無線通信システムの端末の送信系の構成例を示した図 10

。【図 5 0】第 9 の実施形態にかかる無線通信システムの端末の送信系の他の構成例を示した図。

【図 5 1】シーケンシャルホッピングのホッピングパターンを説明するための図。

【図 5 2】ランダムホッピングのホッピングパターンを説明するための図。

【図 5 3】スライドホッピングのホッピングパターンを説明するための図。

【図 5 4】第 1 0 の実施形態にかかる無線通信システムにおいて、基地局が端末から送信された F H 信号を用いて、下りリンクでのユーザチャンネルを割り当てるための処理動作を説明するためのフローチャート。

【図 5 5】基地局のチャンネル割当処理動作を説明するためのフローチャート。 20

【図 5 6】各端末から送信された F H 信号を用いて、各端末に下りリンクでのチャンネルを割り当てるまでの過程を示す図。

【図 5 7】第 1 1 の実施形態にかかる無線通信システムにおいて、各端末から送信された F H 信号を用いて、各端末に下りリンクでのチャンネルを割り当てるまでの過程を示す図。

【図 5 8】基地局の送信系の要部（O F D M 送信部と無線部）の基本構成例を示す図。

【図 5 9】端末の受信系の要部（無線部と O F D M 受信部）の基本構成例を示す図。

【図 6 0】端末の送信系の要部（F H 送信部と無線部）の基本構成例を示す図。

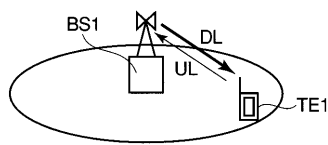
【図 6 1】基地局の受信系の要部（無線部と F H 受信部）の基本構成例を示す図。

【符号の説明】

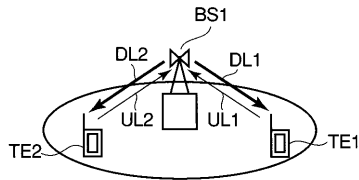
【0 2 7 6】 30

1 ... ユーザ割当部、2 ... O F D M 送信部、5 ... 信号分離部、6 ... 伝送路推定部、7 ... 下り O F D M ユーザ割り当て部、8 ... 上り F H ユーザ割り当て部、9 ... F H 受信部、1 0 ... ユーザ信号抽出部、1 1、1 2 ... 無線部、5 1 ... F H 送信部、5 2 ... 伝送路推定部、5 3 ... O F D M 受信部、5 4 ... ユーザ信号抽出部、5 5 ... 信号分離部、5 5 a ... 記憶部、5 7、5 8 ... 無線部。

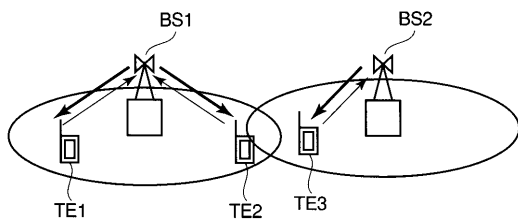
【図 1】



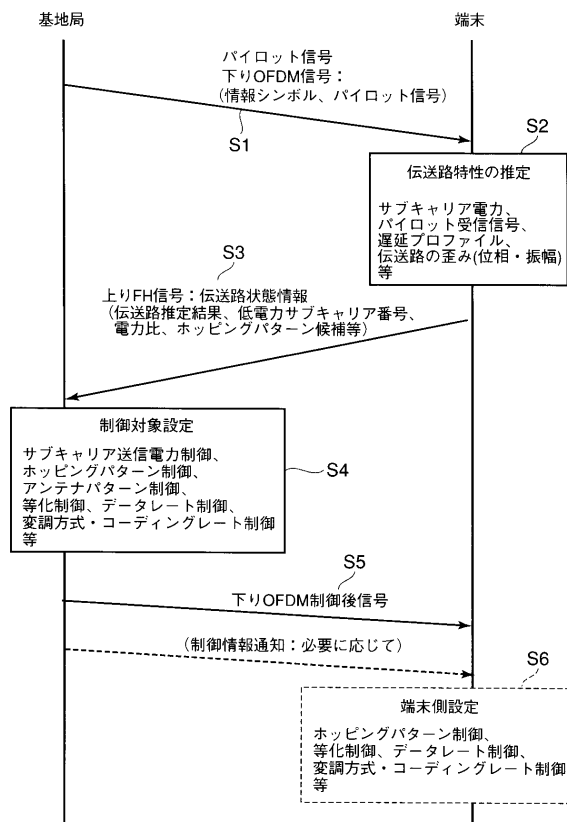
【図 2】



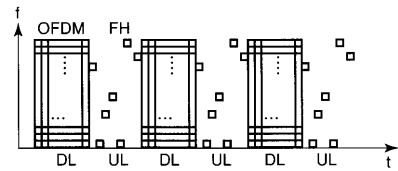
【図 3】



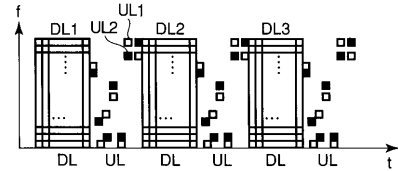
【図 7】



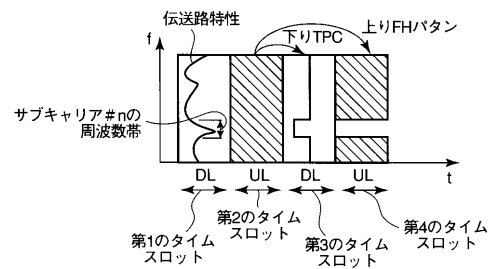
【図 4】



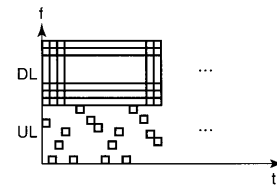
【図 5】



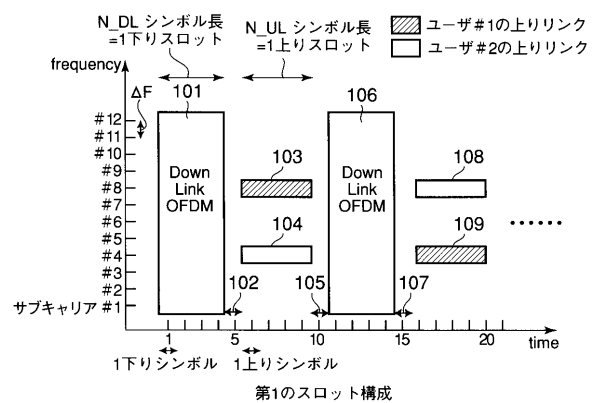
【図 6】



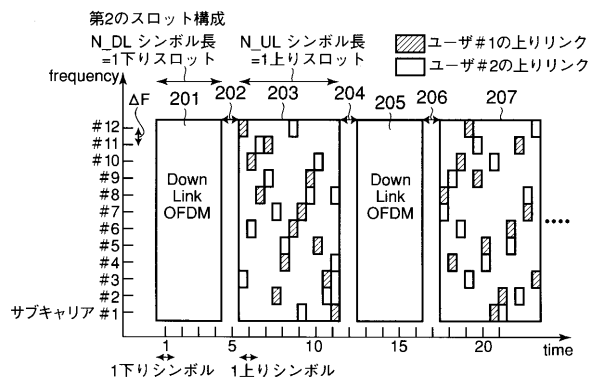
【図 8】



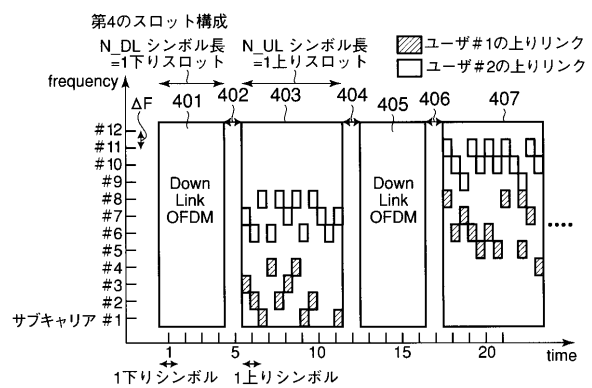
【図 9】



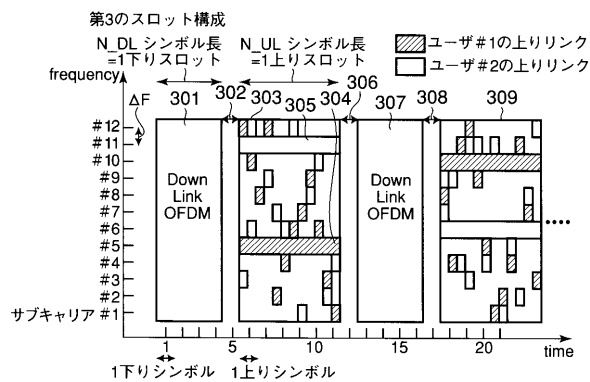
【図 10】



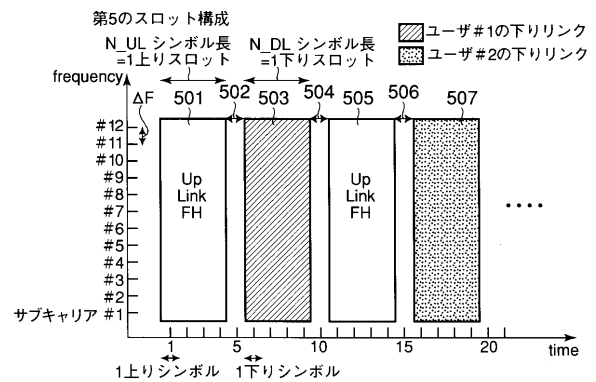
【図 12】



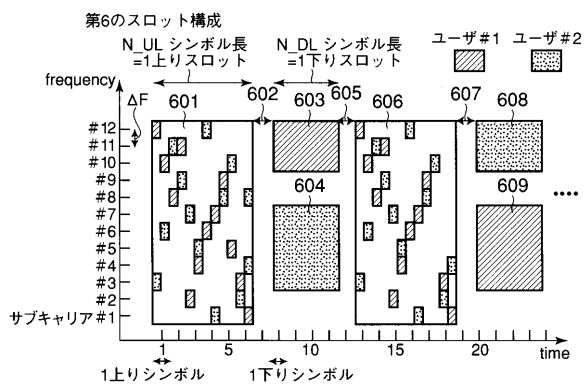
【図 11】



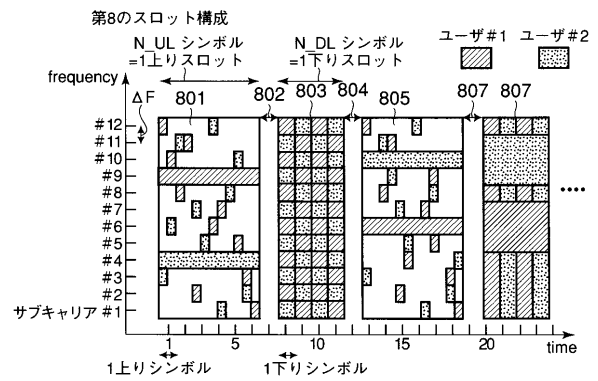
【図 13】



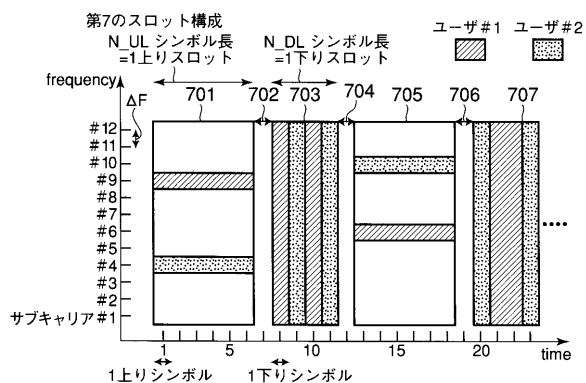
【図 14】



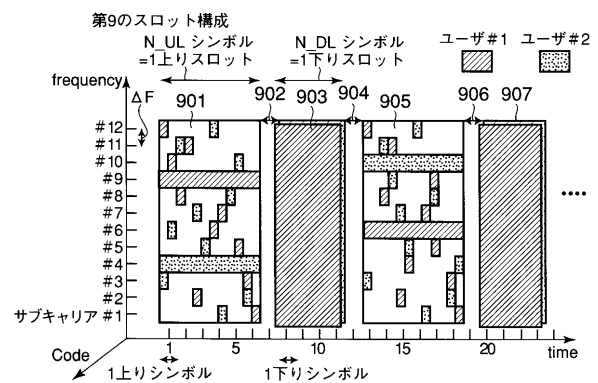
【図 16】



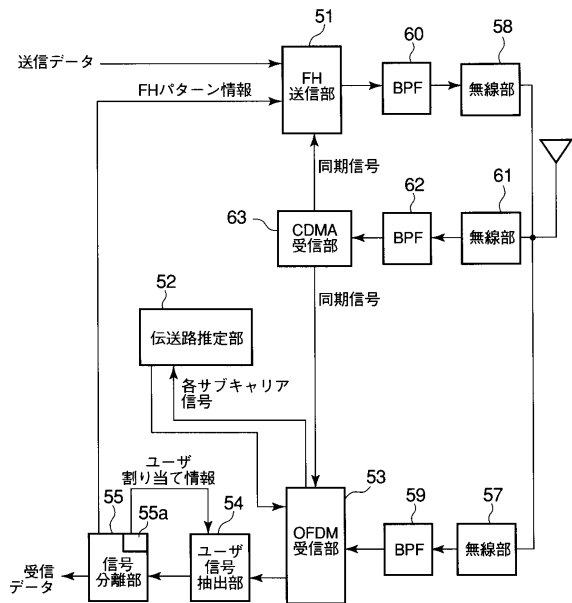
【図 15】



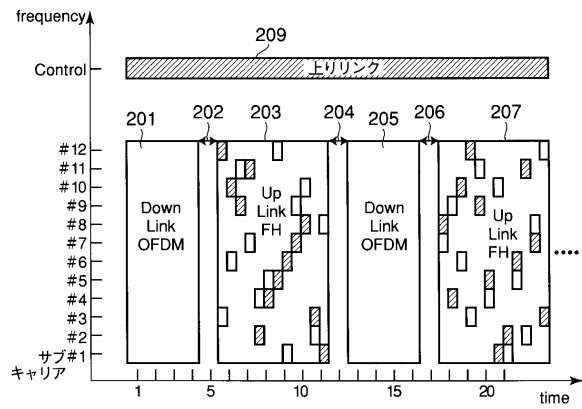
【図 17】



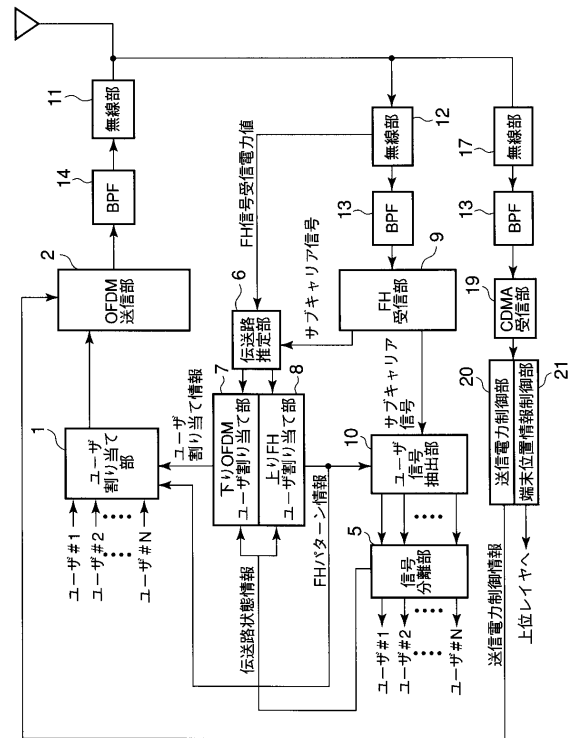
【 図 1 8 】



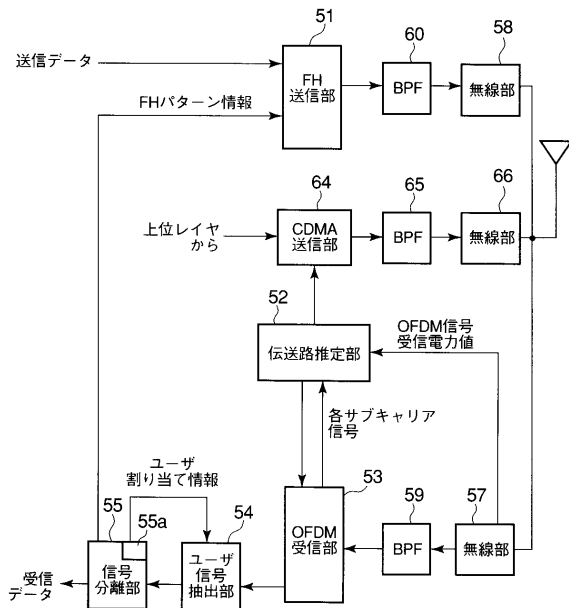
【図 23】



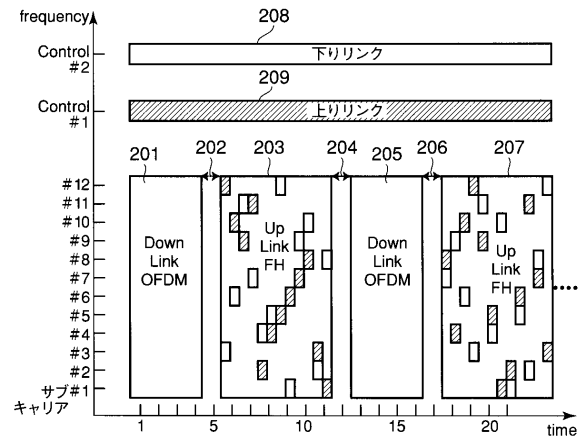
【図 24】



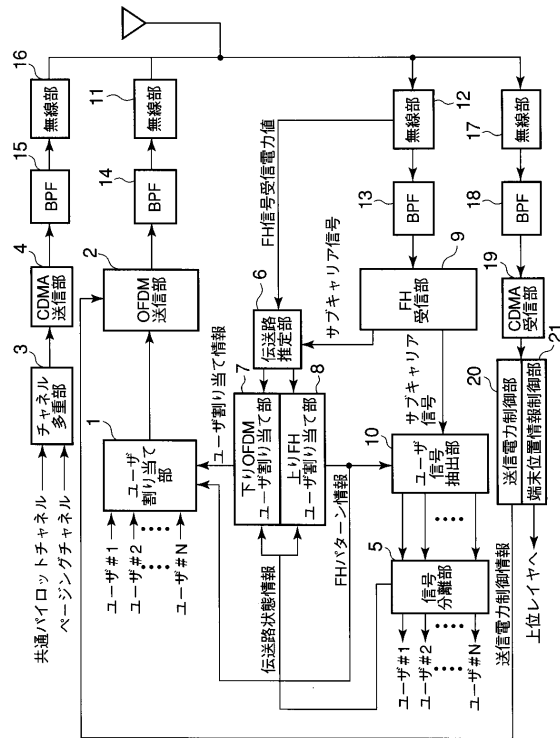
【図 25】



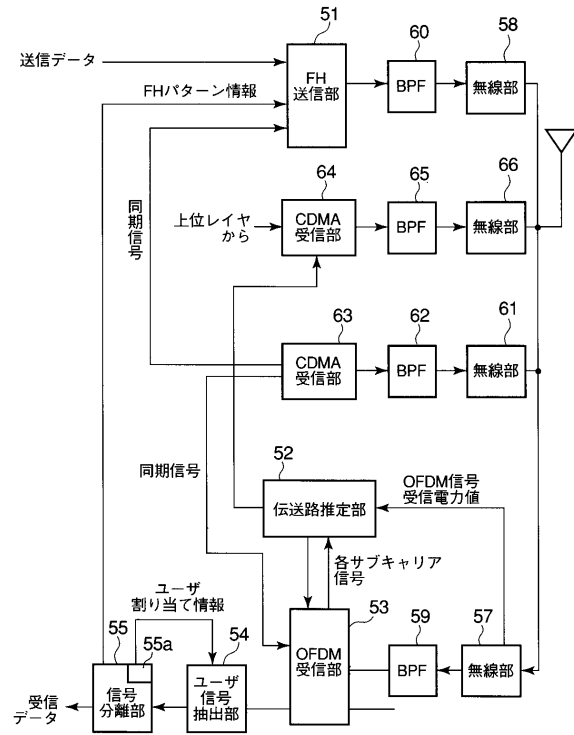
【図 26】



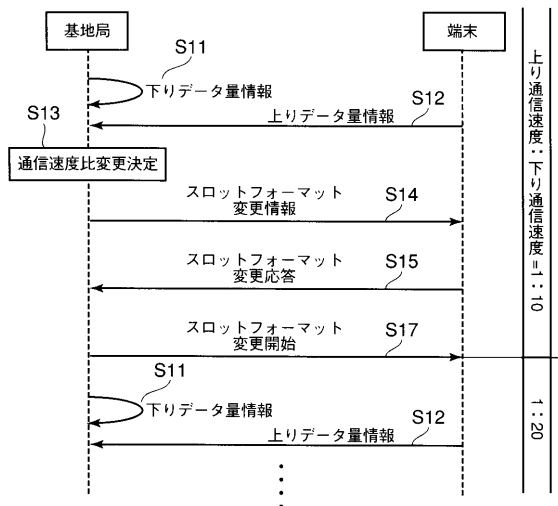
【図 27】



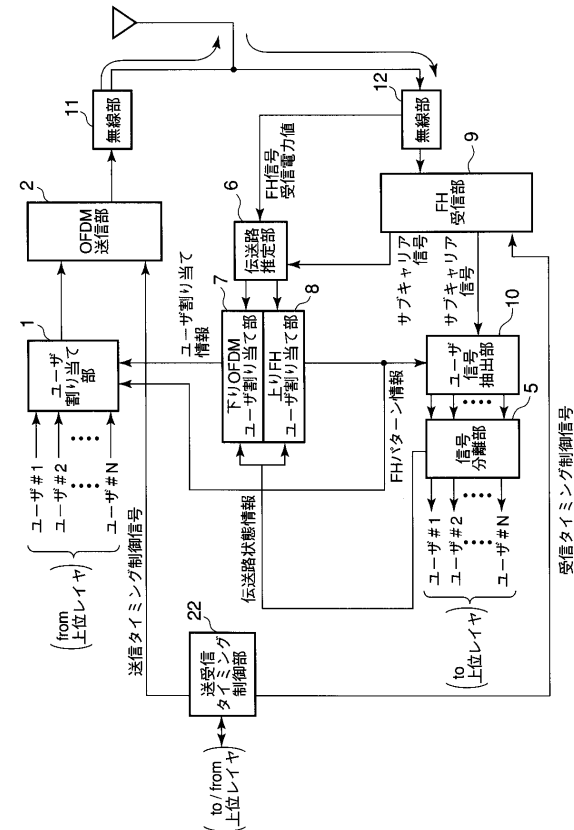
【図 28】



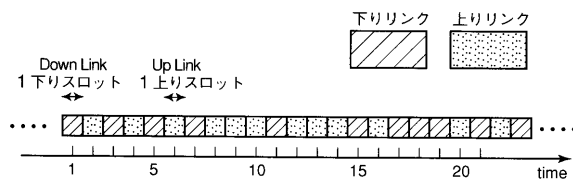
【図 29】



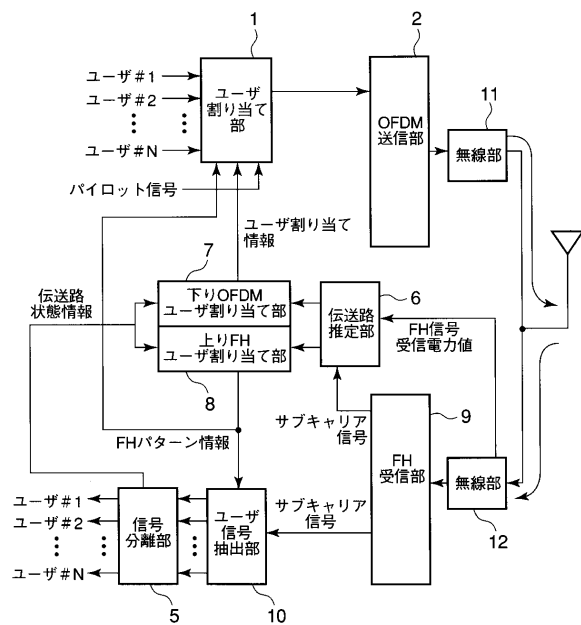
【図 31】



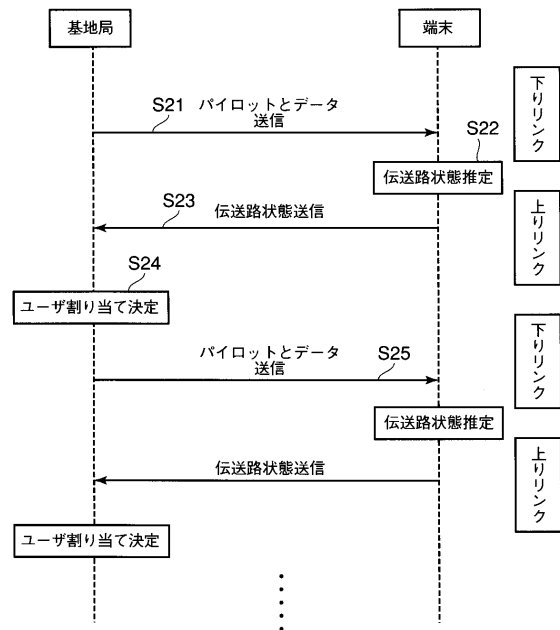
【図 30】



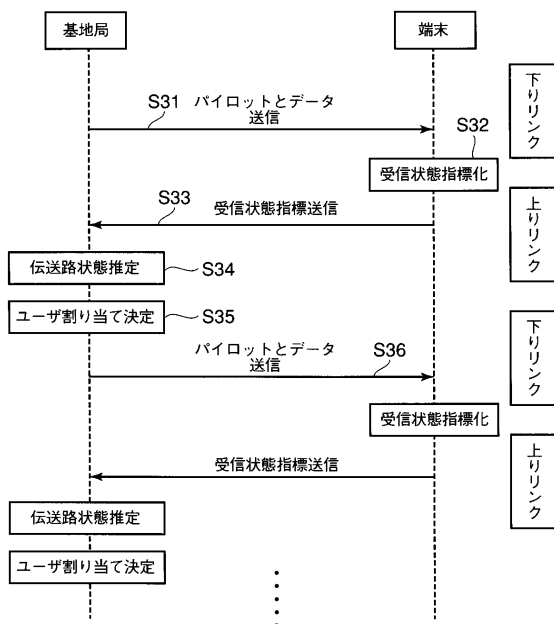
【図 38】



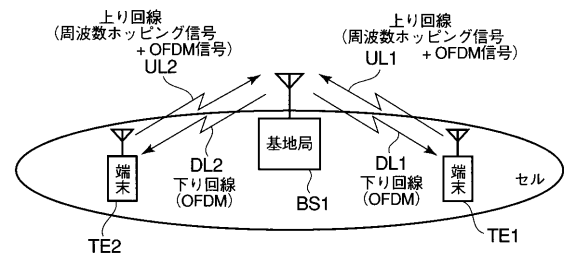
【図 39】



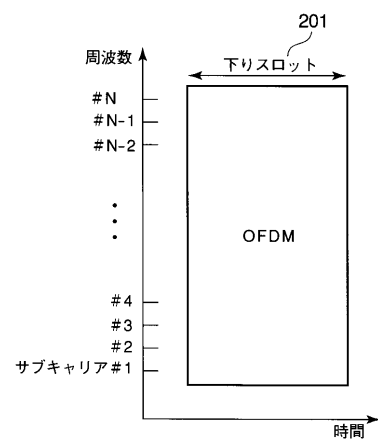
【図 40】



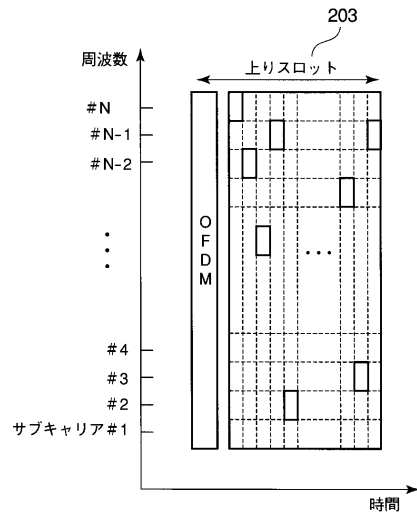
【図 41】



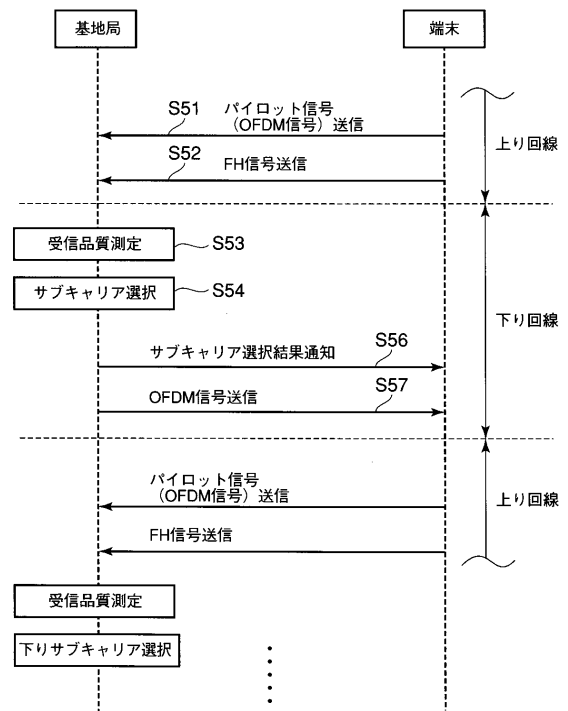
【図 42】



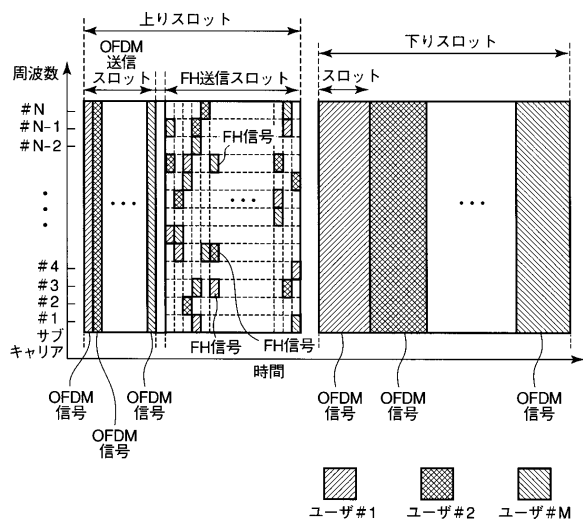
【図 4 3】



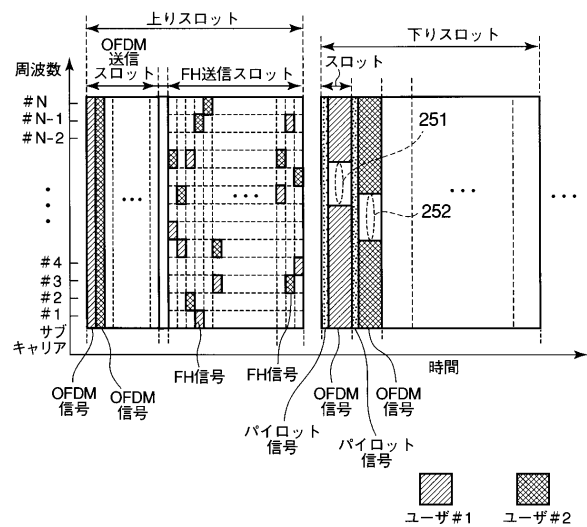
【図 4 4】



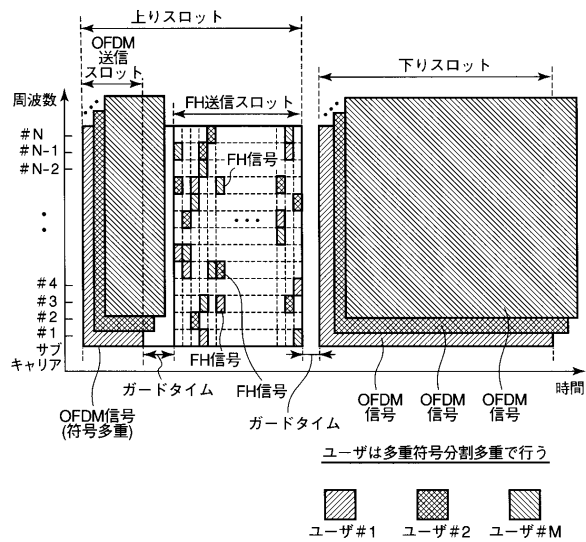
【図 4 5】



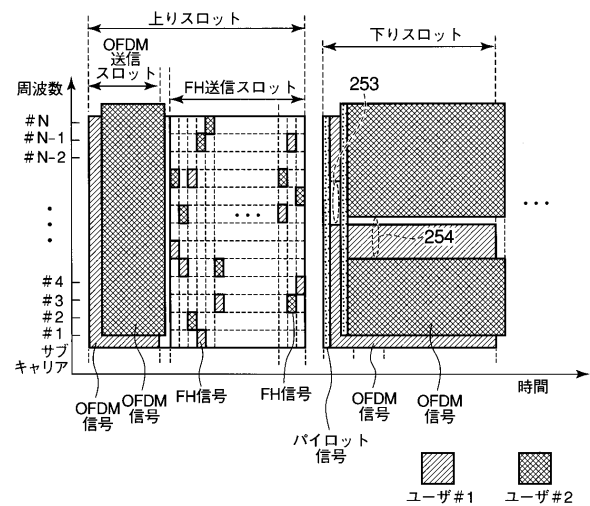
【図 4 6】



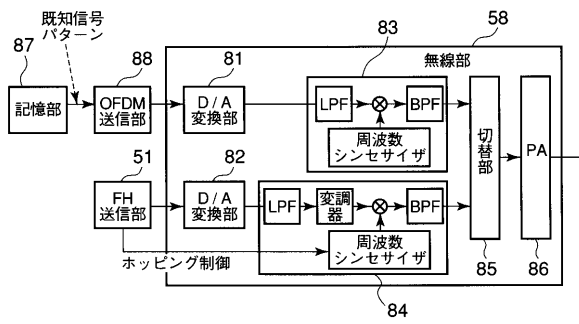
【図 47】



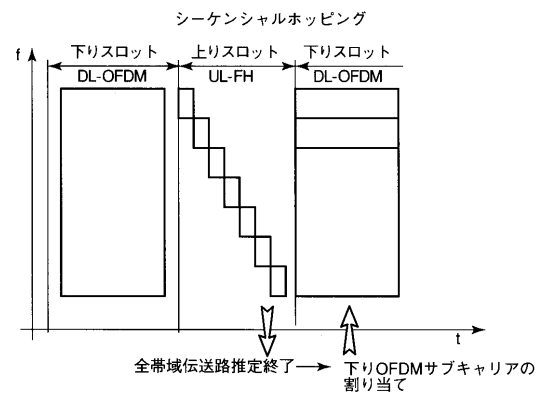
【図 48】



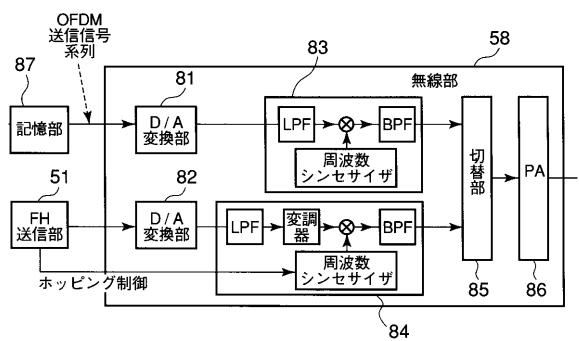
【図 49】



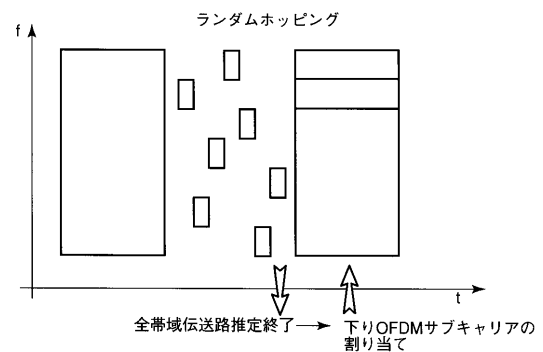
【図 51】



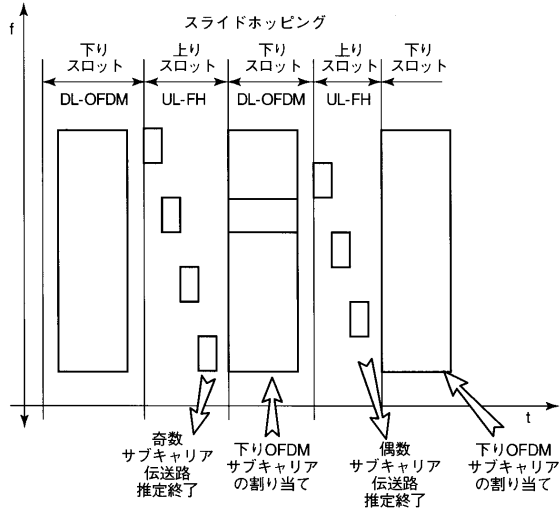
【図 50】



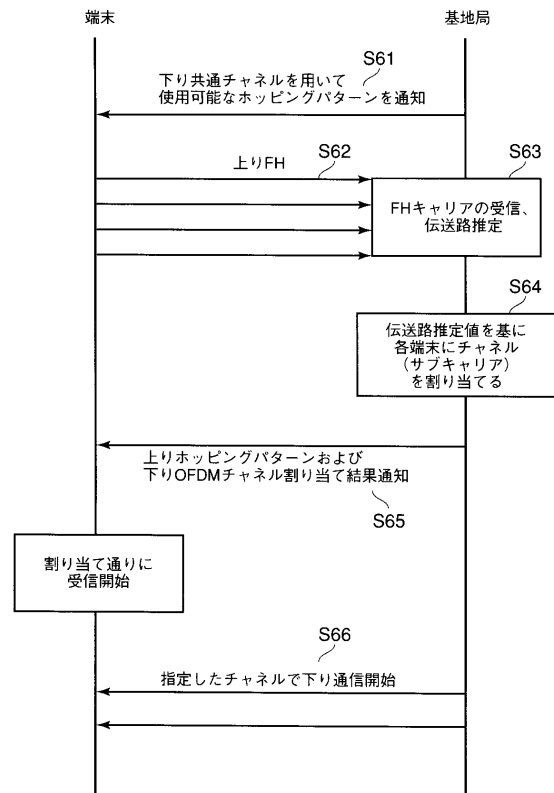
【図 52】



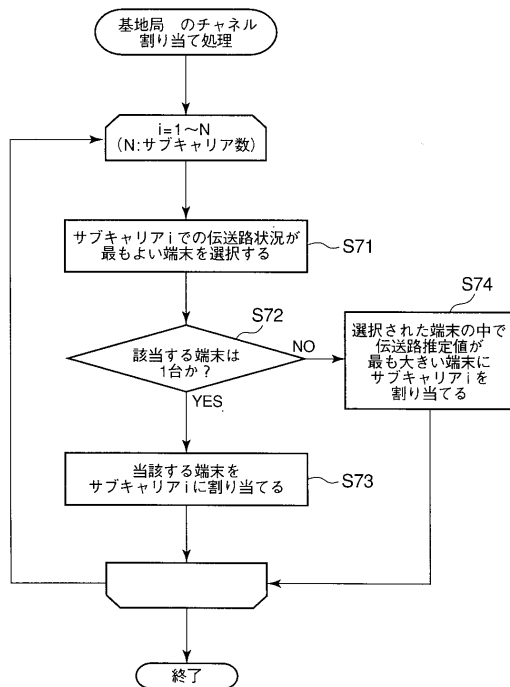
【図 5 3】



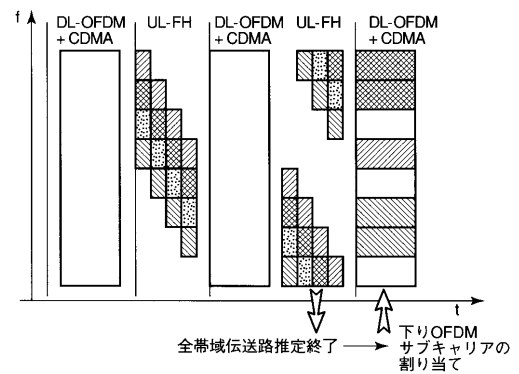
【図 5 4】



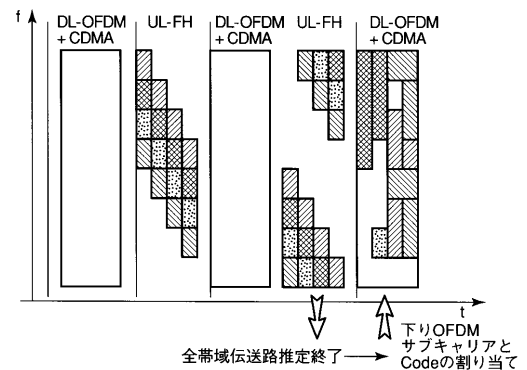
【図 5 5】



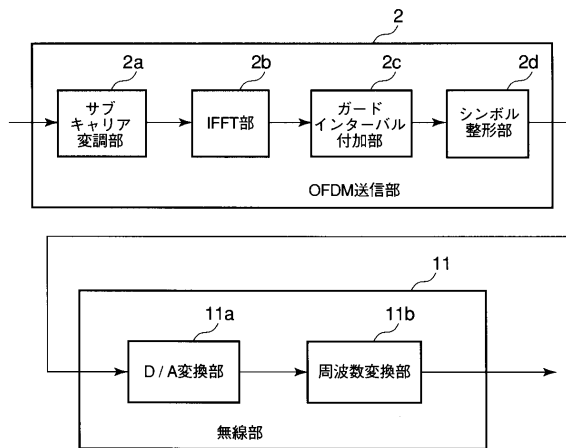
【図 5 6】



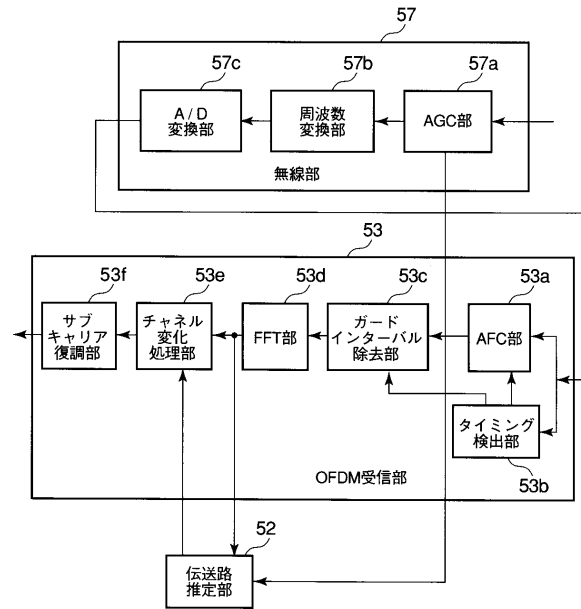
【図 5 7】



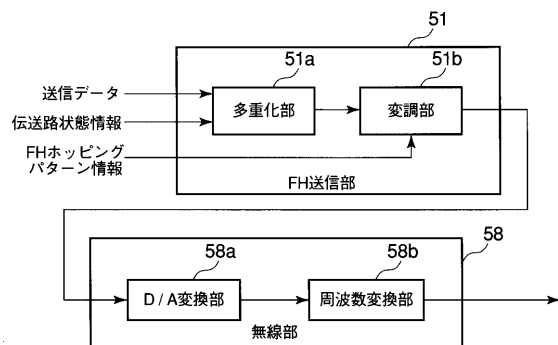
【図 58】



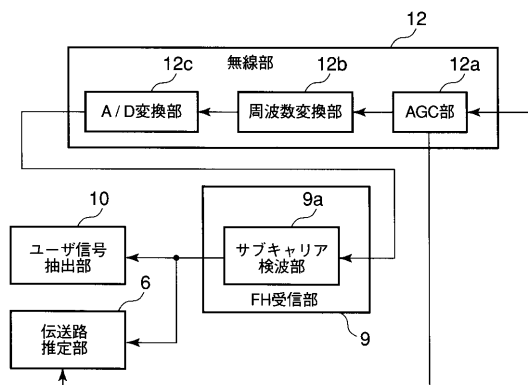
【図 59】



【図 60】



【図 61】



フロントページの続き

(72)発明者 向井 学
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 堀口 智哉
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 富澤 武司
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 井上 薫
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

F ターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD21 DD31 EE02 EE04 EE14 EE21 EE31
FF04

5K028 AA07 BB04 CC05 HH00

5K067 AA21 BB21 CC02 CC04 DD11 EE02 EE10 GG03 JJ11 JJ31