

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4444216号
(P4444216)

(45) 発行日 平成22年3月31日 (2010. 3. 31)

(24) 登録日 平成22年1月22日 (2010. 1. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 J 99/00 (2009. 01)

H O 4 J 15/00

H O 4 W 88/02 (2009. 01)

H O 4 Q 7/00 6 4 1

請求項の数 23 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2006-23562 (P2006-23562)
 (22) 出願日 平成18年1月31日 (2006. 1. 31)
 (65) 公開番号 特開2007-208522 (P2007-208522A)
 (43) 公開日 平成19年8月16日 (2007. 8. 16)
 審査請求日 平成19年2月27日 (2007. 2. 27)

(73) 特許権者 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 100075672
 弁理士 峰 隆司
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線基地局により指定される第1の無線端末から、前記無線基地局との間で同期をとるための同期フィールド、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第1 A G C フィールド、前記無線基地局との間のチャネルの推定を行うための第1 チャネル推定フィールド及び第1 データフィールドを含む第1 送信フレームを前記無線基地局に送信するステップと、

第2の無線端末から、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第2 A G C フィールド、前記無線基地局との間のチャネルの推定を行うための第2 チャネル推定フィールド及び第2 データフィールドを含む第2 送信フレームを前記無線基地局に送信するステップとを具備し、

前記第1 送信フレーム及び第2 送信フレームは、前記第1 チャネル推定フィールド及び第2 チャネル推定フィールドが異なるタイミングで送信されるように構成され、

前記第1の無線端末及び前記第2の無線端末は、空間分割多元接続方式に従って前記無線基地局と通信するように構成される無線通信方法。

【請求項 2】

1つの無線基地局と第1の無線端末及び第2の無線端末を含む複数の無線端末を有する無線通信システムにおいて、

前記無線基地局との間で同期をとるための同期フィールド、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第1 A G C フィールド、前記無線基地局との間

10

20

のチャンネルの推定を行うための第1チャンネル推定フィールド及び第1データフィールドを含む第1送信フレームを前記無線基地局に送信する、前記無線基地局により指定される第1の無線端末と、

前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第2AGCフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第2チャンネル推定フィールド及び第2データフィールドを含む第2送信フレームを前記無線基地局に送信する第2の無線端末とを具備し、

前記第1送信フレーム及び第2送信フレームは、前記第1チャンネル推定フィールド及び第2チャンネル推定フィールドが異なるタイミングで送信されるように構成され、

前記第1の無線端末及び前記第2の無線端末は、空間分割多元接続方式に従って前記無線基地局と通信するように構成される無線通信システム。

10

【請求項3】

前記第1の送信フレームは、前記同期フィールドの送信後に前記第1AGCフィールドから前記第1データフィールドまでの長さを示す信号長情報を有するフレーム構成指示フィールドを送信するように構成される請求項2記載の無線通信システム。

【請求項4】

前記第1送信フレーム及び第2送信フレームは、前記第1AGCフィールド及び第2AGCフィールドが同一タイミングで送信されるように構成される請求項2に記載の無線通信システム。

【請求項5】

前記第1送信フレーム及び第2送信フレームは、前記第1AGCフィールド及び第2AGCフィールドが異なるタイミングで送信されるように構成される請求項2に記載の無線通信システム。

20

【請求項6】

前記第1送信フレーム及び第2送信フレームは、前記第1データフィールド及び第2データフィールドが同一タイミングで送信されるように構成される請求項2乃至5のいずれか1項に記載の無線通信システム。

【請求項7】

前記第1送信フレーム及び第2送信フレームは、前記第1AGCフィールド及び第2AGCフィールドとして前記第1チャンネル推定フィールド及び第2チャンネル推定フィールドのAGCを行うための第1及び第2のサブAGCフィールドと、前記第1データフィールド及び第2データフィールドのAGCを行うための第3及び第4のサブAGCフィールドが送信されるように構成される請求項2に記載の無線通信システム。

30

【請求項8】

前記第1送信フレーム及び第2送信フレームは、前記第1及び第2のサブAGCフィールドが異なるタイミングで送信され、前記第3及び第4のサブAGCフィールドが同一タイミングで送信されるように構成される請求項7に記載の無線通信システム。

【請求項9】

1つの無線基地局と第1の無線端末及び第2の無線端末を含む複数の無線端末を有する無線通信システムにおいて、

40

前記無線基地局との間で同期をとるための同期フィールド、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第1AGCフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第1チャンネル推定フィールド及び第1データフィールドを含む第1送信フレームを前記無線基地局に送信する、前記無線基地局により指定される第1の無線端末と、

前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第2AGCフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第2チャンネル推定フィールド及び第2データフィールドを含む第2送信フレームを前記無線基地局に送信する第2の無線端末とを具備し、

前記第1送信フレーム及び第2送信フレームは、前記第1チャンネル推定フィールド及び

50

第2チャンネル推定フィールドとしてそれぞれ周波数の異なる複数のサブ推定フィールドを順次送信するように構成され、かつ同時に送信されるサブ推定フィールドは異なる周波数を有するように構成され、

前記第1の無線端末及び前記第2の無線端末は、空間分割多元接続方式に従って前記無線基地局と通信するように構成される無線通信システム。

【請求項10】

1つの無線基地局と第1の無線端末及び第2の無線端末を含む複数の無線端末を有する無線通信システムにおいて、

前記無線基地局との間で同期をとるための同期フィールド、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第1AGCフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第1チャンネル推定フィールド及び第1データフィールドを含む第1送信フレームを前記無線基地局に送信する、前記無線基地局により指定される第1の無線端末と、

前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第2AGCフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第2チャンネル推定フィールド及び第2データフィールドを含む第2送信フレームを前記無線基地局に送信する第2の無線端末とを具備し、

前記第2の送信フレームは、前記同期フィールドと同時に該同期フィールドをサイクリックシフトさせた第2の同期フィールドを送信するように構成され、

前記第1の無線端末及び前記第2の無線端末は、空間分割多元接続方式に従って前記無線基地局と通信するように構成される無線通信システム。

【請求項11】

前記第1の送信フレームは、前記同期フィールドの送信後に信号長情報を有するフレーム構成指示フィールドを送信するように構成され、前記第2の送信フレームは、前記フレーム構成指示フィールドと同時に該フレーム構成指示フィールドをサイクリックシフトさせた第2のフレーム構成指示フィールドを送信するように構成される請求項10に記載の無線通信システム。

【請求項12】

1つの無線基地局と第1の無線端末及び第2の無線端末を含む複数の無線端末を有する無線通信システムにおいて、

前記無線基地局との間で同期をとるための同期フィールド、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第1AGCフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第1チャンネル推定フィールド及び第1データフィールドを含む第1送信フレームを前記無線基地局に送信する、前記無線基地局により指定される第1の無線端末と、

前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第2AGCフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第2チャンネル推定フィールド及び第2データフィールドを含む第2送信フレームを前記無線基地局に送信する第2の無線端末とを具備し、

前記第1送信フレーム及び第2送信フレームは、前記第1チャンネル推定フィールド及び第2チャンネル推定フィールドとして、それぞれ直交化された複数のサブ推定フィールドを順次送信するように構成され、

前記第1の無線端末及び前記第2の無線端末は、空間分割多元接続方式に従って前記無線基地局と通信するように構成される無線通信システム。

【請求項13】

前記無線基地局は、前記第1の無線端末及び第2の無線端末に対してポーリングフレームを同時に送信するように構成され、前記第1の無線端末及び第2の無線端末は、前記ポーリングフレームを受信してから一定時間後に前記第1の送信フレーム及び第2の送信フレームとしてデータフレームを同時に送信するように構成される請求項2に記載の無線通信システム。

【請求項 1 4】

前記無線基地局は、前記第 1 の無線端末及び第 2 の無線端末に対してデータフレームを同時に送信するように構成され、前記第 1 の無線端末及び第 2 の無線端末は、前記データフレームを受信してから一定時間後に前記第 1 の送信フレーム及び第 2 の送信フレームとして送達確認フレームを同時に送信するように構成される請求項 2 に記載の無線通信システム。

【請求項 1 5】

前記無線基地局は、前記複数の無線端末に対して前記第 1 の無線端末及び第 2 の無線端末のいずれとして動作するかを通知するトリガフレームを送信するように構成される請求項 2 に記載の無線通信システム。

10

【請求項 1 6】

前記無線基地局は、前記複数の無線端末から送信される信号の受信電力を基準として前記複数の無線端末をグルーピングし、同一グループ内の無線端末を前記第 1 の無線端末及び第 2 の無線端末として選択するように構成される請求項 2 に記載の無線通信システム。

【請求項 1 7】

前記第 1 の無線端末及び第 2 の無線端末は、前記無線基地局における前記第 1 の送信フレーム及び第 2 の送信フレームの受信電力が設定値となるように前記第 1 の送信フレーム及び第 2 の送信フレームの送信電力を制御する送信電力制御手段を有する請求項 2 に記載の無線通信システム。

【請求項 1 8】

前記第 1 の無線端末は複数の送信部を有し、前記第 1 データフィールドについては複数の送信部により送信を行い、前記同期フィールドについては単一の送信部により送信を行うように構成される請求項 2 に記載の無線通信システム。

20

【請求項 1 9】

前記第 1 の無線端末は、前記無線基地局を宛先アドレスとする R T S (Request To Send) フレームを送信し、前記無線基地局からの該 R T S フレームに対する応答の C T S (Clear To Send) フレームを受信した後、前記第 1 の送信フレームとしてデータフレームを送信するように構成され、前記第 2 の無線端末は、前記 R T S フレームもしくは前記 C T S フレームを受信した後、前記第 2 の送信フレームとしてデータフレームを送信するように構成される請求項 2 に記載の無線通信システム。

30

【請求項 2 0】

前記第 1 の無線端末は、自局アドレスを宛先アドレスとする C T S (Clear To Send) フレームを受信した後、前記第 1 の送信フレームとしてデータフレームを送信し、前記第 2 の無線端末は、前記 C T S フレームを受信した後、前記第 2 の送信フレームとしてデータフレームを送信するように構成される請求項 2 に記載の無線通信システム。

【請求項 2 1】

前記無線基地局は、前記トリガフレームを送信する際に、第 2 の無線端末として動作させる各端末の M A C アドレスを通知することを特徴とする請求項 1 5 に記載の無線通信システム。

【請求項 2 2】

前記無線基地局は、前記トリガフレームを送信する際に、各無線端末の M I M O 多重数に係わる情報を通知することを特徴とする請求項 1 5 に記載の無線通信システム。

40

【請求項 2 3】

無線基地局が、複数の無線端末のうちいずれか 1 つを第 1 の無線端末として指定することと、

前記無線基地局が、前記第 1 の無線端末から、前記無線基地局との間で同期をとるための同期フィールド、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第 1 A G C フィールド、前記無線基地局との間のチャネルの推定を行うための第 1 チャネル推定フィールド及び第 1 データフィールドを含む第 1 送信フレームを受信することと、

前記無線基地局が、前記複数の無線端末のうち前記第 1 の無線端末と異なる第 2 の無線

50

端末から、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第2 A G C フィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第2 チャンネル推定フィールド及び第2 データフィールドを含む第2 送信フレームを受信することとを具備し、

前記第1 送信フレーム及び第2 送信フレームは、前記第1 チャンネル推定フィールド及び第2 チャンネル推定フィールドが異なるタイミングで送信されるように構成され、

前記第1 の無線端末及び前記第2 の無線端末は、空間分割多元接続方式に従って前記無線基地局と通信するように構成される無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一つの無線基地局と複数の無線端末からなる無線通信システムに係り、特に特定のフレームの送信に空間分割多元接続 (Space Division Multiple Access ; S D M A) 伝送を用いる無線通信方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

無線基地局と無線端末との間で通信を行う無線通信システムとして、キャリアセンス多元接続 (Carrier Sense Multiple Access ; C S M A) を採用する I E E E 8 0 2 . 1 1 (ISO/IEC 8802-11:1999 (E) ANSI/IEEE Std 802.11,1999 edition) 規格の無線 L A N が広く知られ、 I E E E 8 0 2 . 1 1 a / b / g として既に実用化されている。 I E E E 8 0 2 委員会では、例えばタスクグループ n (T G n) 等において I E E E 8 0 2 . 1 1 無線 L A N のさらなる高速化のための検討を行っている。 T G n では、複数の送信部と複数の受信部を用いる多入力・多出力 (Multi Input Multi Output ; M I M O) 技術の応用が検討されている。 M I M O 技術は、帯域を犠牲にせずマルチパス環境下や干渉存在下においても到達距離、スループットの向上が可能となる。

【0003】

一方、スループット向上のために複数のフレームをまとめて1つのフレームとして送信するアグリゲーション技術も検討されている。アグリゲーションによりオーバーヘッドを削減でき、スループットの向上が可能となる。但し、アグリゲーションの対象は同一の無線端末から送信されるフレームのみであり、複数の無線端末が無線基地局に対して送信するフレームについてアグリゲーションを適用することはできない。

【0004】

複数の無線端末が無線基地局に対して同一周波数を用いて同一時間にデータを送信することで伝送効率を上げる多重化技術として、空間分割多元接続 (Space Division Multiple Access ; S D M A) が知られている (引用文献 1) 。

【特許文献1】特開 2 0 0 3 - 5 2 0 7 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

S D M A は複数の無線端末が無線基地局にデータを送信する場合のスループットを向上させる上で有効であるが、特許文献1にはS D M A を実現するための具体的なフレーム構成は示されていない。すなわち、S D M A を実現するためには複数の無線端末から無線基地局に至るそれぞれの伝搬路の応答 (チャンネル応答) を推定する処理、すなわちチャンネル推定が必須であるが、特許文献1ではそのようなチャンネル推定をいかにして行うかを示していない。

【0006】

一方、将来S D M A が普及するとしても、当面はS D M A 対応無線端末とS D M A 非対応無線端末が共存する可能性がある。このようなS D M A 対応無線端末とS D M A 非対応無線端末が共存するシステムについては、従来検討されていない。特に、 I E E E 8 0 2 . 1 1 無線 L A N のような C S M A システムでは、送受信のタイミングや送信フレームのフレーム長が無線端末毎に異なるため、S D M A 対応無線端末とS D M A 非対応無線端末

10

20

30

40

50

の共存は困難と考えられている。

【 0 0 0 7 】

本発明は、S D M Aを実現可能なフレーム構成により、アップリンク、すなわち複数の無線端末から無線基地局への送信時のスループットを向上させることを目的とする。

【 0 0 0 8 】

また、S D M A対応無線端末とS D M A非対応無線端末の共存が可能なS D M Aフレーム構成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】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様によると、無線基地局により指定された第1の無線端末は、前記無線基地局との間で同期をとるための同期フィールド、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第1 A G Cフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第1チャンネル推定フィールド及び第1データフィールドを含む第1の送信フレームを前記無線基地局に送信し、前記第2の無線端末は、前記無線基地局が受信した信号に対する受信ゲインを制御するための第2 A G Cフィールド、前記無線基地局との間のチャンネルの推定を行うための第2チャンネル推定フィールド及び第2データフィールドを含む第2の送信フレームを前記無線基地局に送信する。ここで、第1チャンネル推定フィールドと第2チャンネル推定フィールドは異なるタイミングで送信される。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

このようにS D M A伝送時に各無線端末からのチャンネル推定フィールドの送信タイミングをずらすことによって、無線基地局はS D M A伝送において必要な各無線端末との間のチャンネル推定が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。以下の実施形態では、I E E E 8 0 2 . 1 1無線LANを例にとって説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【 0 0 1 2 】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の一実施形態に係る無線システムの概略構成を示している。ここでは、インターネットのようなネットワークNWに接続された1台の無線基地局(アクセスポイントともいう)A Pに対して、3台の無線端末S T A 1, S T A 2, S T A 3が接続しているとする。

【 0 0 1 3 】

図2は、無線端末S T A 1, S T A 2, S T A 3の具体例として、M I M O技術に基づく無線端末の構成を示している。複数のアンテナ11に送受切替部12を介して受信部13及び送信部14がそれぞれ接続される。ここでは、アンテナ11、受信部13及び送信部14の数がそれぞれ4の場合の例を示したが、これに限定されない。

【 0 0 1 4 】

受信部13は、無線基地局A Pから送信されかつアンテナ11により受信された信号(受信フレームという)を送受切替部12から受け取り、受信フレームの復調処理を行う。受信フレーム解析部15は受信フレームの解析、例えば受信フレームの宛先判定や、フレーム種別判定を行う。送信フレーム生成部16は送信フレームを生成し、送信部14に送る。送信部14は、送信フレームに対して変調処理を行う。変調後の送信フレームは送受切替部12を介してアンテナ11に供給され、アンテナ11によって無線基地局A Pに送信される。

【 0 0 1 5 】

図3及び図4は、無線基地局A Pと無線端末S T A 1, S T A 2, S T A 3間でS D M A伝送により通信を行う場合のフレーム交換例を示している。本実施形態におけるS D M

10

20

30

40

50

A 伝送は、特に送達確認 (Ack) 信号や音声信号のような比較的データ量の小さいデータフィールドを送信する場合に適している。

【0016】

図3の例によると、まずダウンリンクでは無線基地局APが複数の無線端末STA1, STA2, STA3に対してポーリングフレームを送信してポーリングを行う。アップリンクでは、無線端末STA1, STA2, STA3が無線基地局APからのポーリングフレームを受信してから一定の時間T経過後に、同時にデータフレームData1, Data2, Data3をSDMAにより送信する。

【0017】

図4の例によると、ダウンリンクでは無線基地局APが複数の無線端末STA1, STA2, STA3に対してデータフレームを送信する。アップリンクでは、無線端末STA1, STA2, STA3が無線基地局APからのデータフレームを受信してから一定の時間T経過後に、同時に送達確認信号Ack1, Ack2, Ack3の送信をSDMAにより行う。

【0018】

図3及び図4における時間Tは、例えばIEEE802.11無線LANの場合、MACプロトコル仕様で規定されるフレーム間のタイムインターバルであるSIFS (Short Interframe Space) に相当する。

【0019】

このように無線基地局APはポーリングフレームやデータフレームを送信し、無線端末STA1, STA2, STA3はそれをトリガにしてSDMA伝送を行う。無線基地局APが図3に示すポーリングフレームや図4に示すデータフレームを送信する場合の伝送方式は、通常の単一入力・単一出力 (Single Input Single Output; SISO) を用いてもよいし、MIMOや空間分割多重 (Space Division Multiplexing; SDM) を用いてもよく、特に限定されない。送達確認信号の送信については、複数の受信データフレームの送達確認を1つのフレームで行うBlockAck (Group Ackとも呼ばれる) 方式であってもよい。

【0020】

次に、無線端末STA1, STA2, STA3が無線基地局APに向けてSDMAで送信を行う場合の送信フレーム (SDMA伝送フレームという) 構成の詳細について説明する。図5は、このようなSDMAフレームのフレーム構成の一例である。ここでは、無線端末STA1, STA2, STA3のうちSTA1は無線基地局APによって指定された端末であるとする。無線基地局APによる無線端末STA1の指定は、明示的であってもよいし、間接的であってもよい。

【0021】

図5のSDMA伝送フレームのうち無線端末STA1, STA2, STA3から送信されるフレームは、それぞれ図3中のデータフレームData1, Data2, Data3、あるいは図4中の送達確認信号Ack1, Ack2, Ack3に相当する。図6中のデータフィールドDATA1, DATA2, DATA3は、例えばIEEE802.11というフレームボディに相当する。

【0022】

無線基地局APによって指定された無線端末STA1は、まずAPとの間で時間同期 (タイミング同期) 及び周波数同期などの同期をとるための同期フィールドSYNCを送信し、次いで信号長情報と伝送速度情報とを含むフレーム構成指示フィールドSIGを送信する。ここで信号長情報は、図5中のSTF1 (STF2, STF3) とLTF1, LTF2, LTF3及びDATA1 (DATA2, DATA3) の合計の信号長 (時間長) を示す。伝送速度情報は、無線端末STA1, STA2, STA3がSDMA伝送フレームを送信する際の伝送速度を示す。フレーム構成指示フィールドSIGは、信号長と伝送速度情報以外の情報として、例えば後述のガードインターバルやLTF数等の情報を含んでもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

全ての無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 は、無線端末 S T A 1 がフレーム構成指示フィールド S I G を送信した後に、無線基地局 A P が受信信号に対する利得を自動利得調整 (Auto Gain Control; A G C) によって最適に調整するための信号、例えばショートトレーニングフィールド (Short Training Field; S T F) (以下、A G C フィールドという) を同時に送信する。

【 0 0 2 4 】

その後、無線端末 S T A 1 のみがチャンネル推定を行うための信号、例えばロングトレーニングフィールド (Long Training Field; L T F) (以下、チャンネル推定フィールドという) 1 を送信する。無線端末 S T A 1 がチャンネル推定フィールド L T F 1 を送信する間、他の無線端末 S T A 2 , S T A 3 は何も送信しない。無線端末 S T A 1 が L T F 1 を送信した後に無線端末 S T A 2 が L T F 2 を送信し、次いで無線端末 S T A 2 が L T F 2 を送信した後に無線端末 S T A 3 が L T F 3 を送信する。

10

【 0 0 2 5 】

最後に、無線端末 S T A 3 がチャンネル推定フィールド L T F 3 を送信した後に、全ての無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 がデータフィールド D A T A 1 , D A T A 2 , D A T A 3 を S D M A により同時に送信する。ここで、データフィールド D A T A 1 , D A T A 2 , D A T A 3 は、例えば図 3 で説明したデータフレーム D a t a 1 , D a t a 2 , D a t a 3 のペイロードまたは図 4 で説明した送達確認信号 A c k 1 , A c k 2 , A c k 3 のペイロードである。

20

【 0 0 2 6 】

図 5 のフレーム構成によると、無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 からのチャンネル推定フィールド L T F 1 , L T F 2 , L T F 3 の送信タイミングを時間的にずらすことにより、無線基地局 A P は S D M A 伝送において必要な、S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 の各々と A P 間のチャンネル推定が可能となる。すなわち、仮に複数の無線端末から同時にチャンネル推定フィールドが送信されると、これらが混在して無線基地局で同時に受信されるため、チャンネル毎のチャンネル推定ができなくなる。図 5 のようにチャンネル推定フィールド L T F 1 , L T F 2 , L T F 3 を異なるタイミングで送信すれば、このような問題が解決される。

【 0 0 2 7 】

30

さらに、無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 からの A G C フィールド S T F 1 , S T F 2 , S T F 3 についてはそれぞれの送信タイミングを同時にすることにより、無線基地局 A P では無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 がデータフィールド D A T A 1 , D A T A 2 , D A T A 3 を同時に送信したときの受信電力測定が可能になるため、データフィールド D A T A 1 , D A T A 2 , D A T A 3 に対する A G C を効果的に機能させることができる。

【 0 0 2 8 】

図 5 において、S D M A 伝送フレームがフレーム構成指示フィールド S I G を含む理由、そして S I G を同期フィールド S Y N C の後に送信する理由は、無線通信システムにおいて S D M A 対応無線端末と S D M A 非対応無線端末の共存を可能とするためである。同期フィールド S Y N C とそれに続くフレーム構成指示フィールド S I G は全ての無線端末で共通であり、S D M A 非対応無線端末であっても理解できる。そこで、S D M A 非対応無線端末は S D M A 対応無線端末から送信される S D M A 伝送フレーム中の S I G に含まれる信号長を解釈し、この信号長の期間は S D M A 伝送フレームのキャリアセンスの成否によらず送信を停止する。これによって、キャリアセンスが正しくなされなかった時でもフレーム衝突を防止できる。

40

【 0 0 2 9 】

送信フレームの多重化方式に直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing; O F D M) を用いた場合、O F D M シンボルにマルチパス対策のためのガードインターバル (G I) を付加する。ガードインターバル長が大きいと、マルチパス耐性

50

は高まる反面、ガードインターバルの分がオーバーヘッドとなり、スループットは低下する。このため、利用する無線環境に応じてガードインターバル長を可変とすることが望ましい。

【 0 0 3 0 】

例えば、IEEE 802.11無線LANの高スループット対応版として前述のTGn等で標準化のための作業が進められているIEEE 802.11n無線LANでは、2種類のガードインターバル長を用意することが検討されている。このような複数種類のガードインターバル長をサポートする無線通信システムにおいてSDMA伝送を行う場合は、大きなガードインターバル長を選択する。これにより無線基地局APと無線端末STA1, STA2, STA3間のそれぞれの伝播距離の差を吸収したり、各無線端末STA1, STA2, STA3においてSDMA伝送フレームを送信する際のタイミング制御の精度を緩和したりすることができるため、装置の簡易化や低コスト化に効果的となる。

10

【 0 0 3 1 】

次に、無線端末STA1がチャネル推定フィールドLTF1を送信してからデータフィールドDATA1を送信するまでの時間、無線端末STA2がAGCフィールドSTF2を送信してからチャネル推定フィールドLTF2を送信するまでの時間、及びLTF2を送信してからデータフィールドDATA2を送信するまでの時間の決め方について説明する。

【 0 0 3 2 】

無線端末STA1が無線基地局APから送信されるポーリングフレームの送信によりSDMA伝送を行う場合、ポーリングフレームに記載された宛先アドレスの数が最大のSDMA多重数(データフレーム多重数)である。無線端末STA1が無線基地局APから送信されるデータフレームの受信によりSDMA伝送を行う場合、データフレームに記載された宛先アドレスの数が最大のSDMA多重数(送達確認信号多重数)である。そこで、無線端末STA1, STA2, STA3は受信フレーム解析部15において受信フレームの宛先アドレスを解析することで、最大のSDMA多重数を判断する。

20

各無線端末がSTA1として同期フィールドSYNCやフレーム構成指示フィールドSIGを送信するのか、STA1以外として同期フィールドやフレーム構成指示フィールドSIGを送信しないのかを判断できるように、無線基地局APは各無線端末に対してSTA1として動作するか、STA1以外として動作するかを通知する必要がある。このように明示的に通知しないまでも、無線基地局APは無線端末がSTA1として動作するか、STA1以外として動作するかを判断できるような情報を各無線端末に提供する必要がある。以下、その例を示す。

30

【 0 0 3 3 】

無線端末がSDMA伝送を行うためのトリガとするために、無線基地局APは図6のようなフレーム構成のフレーム(以下、SDMAトリガフレームという)を送信する。図6において、送信元アドレス(Source Address; SA)はSDMAトリガフレームの送信者である無線基地局APのMACアドレスであり、宛先アドレス(Destination Address; DA)1, DA2, DA3はSDMAトリガフレームの宛先となる無線端末のMACアドレスである。ここでは、3台の無線端末宛のSDMAトリガフレームを送信する場合の例を示しているが、これに限定されるものではない。ペイロード(Payload)1, 2, 3は、3台の無線端末宛の各ペイロードである。3つのペイロード1, 2, 3を分離して、それぞれの無線端末宛であるかを判断するための制御情報も必要となってくるが、ここでは説明を省略する。当該SDMAトリガフレームがポーリングフレームの場合、ペイロードはなくともよい。

40

【 0 0 3 4 】

無線基地局APは、図6のSDMAトリガフレームを構成する際、STA1としての動作を期待する無線端末のMACアドレスを宛先アドレスDA1として、ソースアドレスSAの直後、すなわち宛先アドレス群の先頭に付加する。同様に、STA2としての動作(例えば、図5のようにLTF1の後にLTF2を送信する)を期待する無線端末のMAC

50

アドレスを宛先アドレス D A 2 とし、同様に S T A 3 としての動作（例えば、図 5 のように L T F 2 の後に L T F 3 を送信する）を期待する無線端末の M A C アドレスを宛先アドレス D A 3 とする。

【 0 0 3 5 】

このように無線基地局 A P が図 6 に示したようなフレーム構成の S D M A トリガフレームを送信することにより、各無線端末に対して S D M A 伝送における動作方法（S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 のいずれとして動作するか）を通知する。ここでは、宛先アドレス D A 1 , D A 2 , D A 3 の設定順により各無線端末の S D M A 伝送における動作方法を通知する方法を示したが、別の方法でもよい。

【 0 0 3 6 】

例えば、M A C アドレスに 1 ビットの S D M A 動作識別子を追加し、S T A 1 としての動作を期待する無線端末の M A C アドレスの S D M A 動作識別子に “ 1 ” をセットし、S T A 1 以外の動作を期待する無線端末の M A C アドレスの S D M A 動作識別子に “ 0 ” をセットする方法でもよい。

【 0 0 3 7 】

L T F 送信タイミング指示フィールドやデータ送信タイミング指示フィールドを設けて、例えば A G C フィールド S T F 2 を送信してからチャネル推定フィールド L T F 2 を送信するまでの待ち時間を L T F 送信タイミング指示フィールドにより通知してもよい。

【 0 0 3 8 】

L T F 2 を送信してからデータを送信するまでの待ち時間、あるいは S T F 2 を送信してからデータフィールドを送信するまでの待ち時間をデータ送信タイミング指示フィールドにより通知してもよい。

【 0 0 3 9 】

図 7 は、S D M A トリガフレームのフレーム構成の別の例を示している。全体 M A C ヘッダの宛先アドレス D A をブロードキャストアドレスまたはマルチキャストアドレスとして、D A の後に各無線端末に対する個別 M A C ヘッダを付加し、個別 M A C ヘッダ 1 , 2 , 3 の宛先アドレス D A 1 , D A 2 , D A 3 に各無線端末の M A C アドレスを付加する。ここでは、全体 M A C ヘッダに送信元アドレス S A を記載しているが、個別 M A C ヘッダ 1 , 2 , 3 にそれぞれ S A を付加してもよい。

【 0 0 4 0 】

無線基地局 A P は S T A 1 としての動作を期待する無線端末の M A C アドレスを D A 1 とし、データをペイロード 1 とする。無線基地局 A P は、さらに S T A 2 , S T A 3 としての動作を期待する無線端末の M A C アドレスをそれぞれ D A 2 , D A 3 とし、データフィールドをペイロード 2 , ペイロード 3 とする。このように図 7 の S D M A トリガフレームでは、無線端末の動作方法をフレーム構成、すなわち無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 宛ての個別 M A C ヘッダ 1 , 2 , 3 の送信順序によって通知する。

【 0 0 4 1 】

さらに別の S D M A トリガフレームの送信方法として、図 6 の方法と同様に個別 M A C ヘッダに L T F 送信タイミング指示フィールドやデータ送信タイミング指示フィールドを設け、例えば L T F 送信タイミング指示フィールドを利用して、A G C フィールド S T F 2 を送信してからチャネル推定フィールド L T F 2 を送信するまでの待ち時間を通知してもよい。データ送信タイミング指示フィールドを利用して、チャネル推定フィールド L T F 2 を送信してからデータフィールドを送信するまでの待ち時間、または S T F 2 を送信してからデータフィールドを送信するまでの待ち時間を通知してもよい。

【 0 0 4 2 】

このように図 6 または図 7 のようなフレーム構成の S D M A トリガフレームを用いて、無線基地局 A P は各無線端末に対して S D M A 伝送における動作方法を通知することにより、各無線端末は自身の動作方法を把握することができるため、S D M A 伝送が可能となる。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

(第2の実施形態)

第1の実施形態の図3及び図4に示したフレーム交換の例では、無線基地局APが複数の無線端末に対してポーリングを行う場合の無線端末の選び方や、無線基地局APが複数の無線端末に対してデータ送信を行う場合の無線端末の選び方については、特に制約を設けていなかった。第2の実施形態では、無線基地局APが無線端末に対して同時にポーリングを行ってSDMAによるデータ送信を行わせる無線端末、及び同時にデータ送信を行ってSDMAによるAck送信を行わせる無線端末は、無線基地局APにおいてそれらの無線端末が送信した信号の受信電力を基準に同一のグループとしてグルーピングされた端末のみとする方法について説明する。

【0044】

無線基地局APは、SDMA伝送された信号を受信する際に、各無線端末からの送信信号の受信電力の差が大きくとも受信可能とするためには、入力ダイナミックレンジの大きい、すなわち量子化ビット数の大きいアナログ-ディジタルコンバータ(ADC)が必要となる。例えば、10ビットのADCの場合、MIMO伝送に対応したOFDM信号を受信するためのマージンを4ビットとすると、実効的な入力ダイナミックレンジは36dB($=20\log^2(10-4)$)となる。従って、ある無線端末STAaからの送信信号の受信電力が-30dBmであった場合、受信電力が無線端末STAaよりも36dB低い値となる無線端末STAbからの送信信号は、アナログ-ディジタル変換時の量子化雑音に埋もれてしまい、受信が困難になってしまう。ADCの入力ダイナミックレンジを確保するためには量子化ビット数を大きくすればよいが、量子化ビット数の大きいADCは一般的に高価であり、無線基地局のコストを押し上げてしまう。

【0045】

そこで、無線基地局APにおける受信電力が比較的近い値となる無線端末を同一グループとしてグルーピングし、同一グループの無線端末についてのみ同時にSDMA伝送させることとする。より具体的な例を挙げると、同一グループの各無線端末からの送信信号の最大受信電力と最小受信電力の差があるスレッシュホールド(例えば30dB)以下となるようなグルーピングを行う。グルーピングのスレッシュホールドは、ADCの入力ダイナミックレンジよりも小さいことが必要である。

【0046】

各グループの無線端末数の差が大きいと、当然のことながらSDMAが効率的でなくなってしまうので、それらの無線端末数ができるだけ均等になることも考慮してグルーピングを行うことが望ましい。送信データのデータ量が多い無線端末(特に送信フレーム数が多い無線端末など)は、IEEE802.11nのアグリゲーション機能とMIMO機能を用いることにより、効率的な高速伝送ができる。従って、送信データのデータサイズが小さく、かつ、送信データのフレーム数が少ない無線端末を同一のグループにする方が、より効果的となる。

【0047】

このように第2の実施形態によれば、無線基地局APにおける各無線端末からの送信信号の受信電力に基づいて無線端末のグルーピングを行い、同一グループの無線端末に対してSDMA伝送を行わせる。これにより無線基地局APにおけるADCの入力ダイナミックレンジ(ビット数)をあまり大きくする必要がなくなり、装置の低コスト化を図りつつSDMA伝送を行うことが可能となる。

【0048】

(第3の実施形態)

第2の実施形態では、同時にSDMAを行う無線端末をグルーピングすることで、無線基地局APにおける無線端末からの送信信号の受信電力のダイナミックレンジの問題を解決していた。これに対して、第3の実施形態では無線端末が送信電力制御を行うことで同様の問題を解決する手法を示す。

【0049】

図8は、無線端末STA1が無線基地局APから遠く離れており、無線端末STA2は

10

20

30

40

50

無線基地局 A P から比較的近い位置に存在する場合の例を示している。例えば、無線端末 S T A 1 から無線基地局 A P までの信号の減衰率が 80 dB、無線端末 S T A 2 から無線基地局 A P までの信号の減衰率が 40 dB であったとする。

【0050】

今、無線端末 S T A 1 及び S T A 2 がいずれも最大送信電力 16 dBm で S D M A 伝送を行う場合、無線基地局 A P では S T A 1 からの信号は - 64 dBm の受信電力、S T A 2 からの信号は - 24 dBm の受信電力でそれぞれ受信される。第 2 の実施形態で説明したように、例えば 10 ビットの A D C を用いてバックオフを 4 ビットとすれば、ダイナミックレンジは 36 dB であるため、無線端末 S T A 1 からの信号は量子化雑音に埋もれてしまう。

10

【0051】

本実施形態では、この問題を無線基地局 A P からのパケットの受信電力に基づいて、無線端末が送信電力を制御することで解決する。例えば、図 4 に示すように無線基地局 A P のポーリングによって S D M A を開始する場合の無線端末における送信電力制御方法を図 9 に示す。

【0052】

まず、無線基地局 A P は無線端末 S T A 1 , S T A 2 に S D M A 伝送を開始させるためのポーリングパケットを最大電力の 16 dBm で送信する。無線端末 S T A 1 , S T A 2 の送信電力がいずれも 16 dBm であった場合で、かつ S T A 1 , S T A 2 と A P 間の電力減衰が可逆であった場合、S T A 1 及び S T A 2 にはそれぞれ - 64 dBm、- 24 dBm の受信電力でポーリングパケットが到達する。無線端末での受信電力の推定手法は公知であるので、説明を省略する。

20

【0053】

ここで、無線端末における送信電力制御の規範を「無線基地局 A P における受信電力を - 54 dBm にする」とする。図 9 の例では、無線端末 S T A 1 で受信されたポーリングパケットの受信電力が - 64 dBm であるため、無線端末 S T A 1 は送信するパケットを無線基地局 A P に - 54 dBm の受信電力で到達させるためには、送信電力を上げなければならない。しかし、送信電力を最大値以上に上げることは不可能であるため、無線端末 S T A 1 は最大電力 16 dBm での送信を行う。

【0054】

30

一方、無線端末 S T A 2 では無線基地局 A P からのポーリングパケットが - 24 dBm で受信される。無線端末と無線基地局 A P 間の通信は同一チャネルを使うため、このことは無線端末 S T A 2 が最大送信電力でパケットを送信した場合、- 24 dBm の受信電力で無線基地局 A P に到達することを意味する。ここでは、上述のように無線端末における送信電力制御の規範が「無線基地局 A P での受信電力が - 54 dBm」と決められているため、無線端末 S T A 2 は送信電力を 30 dB 下げ、- 26 dBm で送信を行う。

【0055】

このような制御を行うことによって、無線基地局 A P においては S D M A 伝送時に無線端末 S T A 1 から送信されるパケットは - 64 dBm で受信され、無線端末 S T A 2 から送信されるパケットは - 54 dBm で受信される。これは A D C の入力ダイナミックレンジに十分収まる値であり、無線端末 S T A 1 及び S T A 2 からの送信信号を分離する際のデジタル信号処理を高精度で行うことが可能になる。

40

【0056】

無線端末の送信電力制御に際しては、上述したように計算結果から送信電力を算出してもよいし、無線基地局 A P からの受信電力と無線端末の送信電力とを対応付けて記憶したテーブルを備え、このテーブルを参照して送信電力制御を行ってもよい。無線基地局 A P からの受信電力を測定するパケットは、ポーリングパケットに限らない。

【0057】

(第 4 の実施形態)

次に、図 10 を用いて本発明の第 4 の実施形態を説明する。図 10 は、チャネル推定フ

50

フィールドによる推定精度をより向上させたフレーム構成であり、無線基地局 A P によって指定された無線端末 S T A 1 と、それ以外の無線端末 S T A 2 , S T A 3 が同時にフレームを送信して S D M A を実現する場合の例である。

【 0 0 5 8 】

無線基地局 A P によって指定された無線端末 S T A 1 は、まず同期フィールド S Y N C を送信し、次いで信号長と伝送速度情報とを含むフレーム構成指示フィールド S I G を送信する。フレーム構成指示フィールド S I G は、信号長と伝送速度情報以外の情報として、例えば後述のガードインターバルやチャンネル推定フィールド L T F 数等の情報を含んでいてもよい。

【 0 0 5 9 】

次に、無線端末 S T A 1 はフレーム構成指示フィールド S I G を送信した後に、A G C フィールド S T F 1、チャンネル推定フィールド L T F 1 を順次送信する。無線端末 S T A 1 がチャンネル推定フィールド L T F 1 の送信を完了するまで、他の無線端末 S T A 2 , S T A 3 は何も送信しない。

【 0 0 6 0 】

次に、無線端末 S T A 1 が L T F 1 の送信を完了すると、無線端末 S T A 2 が A G C フィールド S T F 2、チャンネル推定フィールド L T F 2 を順次送信する。無線端末 S T A 3 は、無線端末 S T A 2 が L T F 2 の送信を完了すると A G C フィールド S T F 3、チャンネル推定フィールド L T F 3 を順次送信する。最後に、無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 はデータフィールド D A T A 1 , D A T A 2 , D A T A 3 を同時に送信する。

【 0 0 6 1 】

このように本実施形態では、各無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 からのフレームの送信時に、チャンネル推定フィールド L T F の送信タイミングだけでなく、A G C フィールド S T F の送信タイミングをも時間的にずらす。これにより無線基地局 A P において空間分割のためのチャンネル推定が可能となると共に、チャンネル推定フィールド L T F に対する A G C を効果的に機能させることができるため、より精度の高いチャンネル推定が可能となる。

【 0 0 6 2 】

(第 5 の実施形態)

次に、図 1 1 を用いて本発明の第 5 の実施形態を説明する。図 1 1 は、チャンネル推定フィールドによる推定精度を向上させ、かつデータを多重したときの受信電力測定を可能とするフレーム構成を示している。無線基地局 A P によって指定された無線端末 S T A 1 と、それ以外の無線端末 S T A 2 , S T A 3 が同時にフレームを送信して S D M A を実現する場合の例である。

【 0 0 6 3 】

無線基地局 A P によって指定された無線端末 S T A 1 は、まず同期フィールド S Y N C を送信し、次いで信号長と伝送速度情報とを含むフレーム構成指示フィールド S I G を送信する。フレーム構成指示フィールド S I G は、信号長と伝送速度情報以外の情報として、例えば後述のガードインターバルや L T F 数等の情報を含んでいてもよい。

【 0 0 6 4 】

次に、無線端末 S T A 1 はフレーム構成指示フィールド S I G を送信した後に、A G C フィールド S T F 1 a、チャンネル推定フィールド L T F 1 を順次送信する。ここで、A G C フィールド S T F 1 a は、無線基地局 A P がチャンネル推定フィールド L T F の受信信号強度を A G C により調整するための信号である。無線端末 S T A 1 がチャンネル推定フィールド L T F 1 の送信を完了するまでの間、他の無線端末 S T A 2 , S T A 3 は何も送信しない。

【 0 0 6 5 】

次に、無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 は、S T A 2 , S T A 3 が A G C フィールド及びチャンネル推定フィールドの送信を完了するタイミングで(詳細は後述)、A G C フィールド S T F 1 b , S T F 2 b , S T F 3 b を同時に送信する。ここで A G C フィー

10

20

30

40

50

ルドSTF1b, STF2b, STF3bは、無線基地局APがデータフィールドの受信信号強度をAGCにより調整するための信号である。最後に、無線端末STA1, STA2, STA3は、データフィールドDATA1, DATA2, DATA3を同時に送信する。

【0066】

無線端末STA2は、無線端末STA1からのチャネル推定フィールドLTF1の送信が完了するタイミングでAGCフィールドSTF2aを送信し、その後チャネル推定フィールドLTF2を送信する。無線端末STA3は、無線端末STA2からのチャネル推定フィールドLTF2の送信が完了するタイミングでAGCフィールドSTF3aを送信し、その後チャネル推定フィールドLTF3を送信する。ここで、AGCフィールドSTF2a, STF3aは、STF1aと同様に無線基地局APがチャネル推定フィールドLTFの受信信号強度をAGCにより調整するための信号である。

10

【0067】

このように本実施形態では、先の実施形態と同様に各無線端末STA1, STA2, STA3からのチャネル推定フィールドLTFの送信タイミングを時間的にずらすことによって、無線基地局APにおいて空間分割のためのチャネル推定を精度よく行うことができる。

【0068】

さらに、本実施形態ではAGCフィールドをチャネル推定フィールドLTF1, LTF2, LTF3のAGC用である第1のサブAGCフィールドSTF1a, STF2a, STF3aと、データフィールドのAGC用である第2のサブAGCフィールドSTF1b, STF2b, STF3bとに別け、STF1a, STF2a, STF3aについては送信タイミングを時間的にずらし、STF1b, STF2b, STF3bについては送信タイミングを同時にすることにより、無線基地局APにおけるデータフィールドの受信性能を向上させることができる。

20

【0069】

(第6の実施形態)

次に、図12を用いて本発明の第6の実施形態を説明する。図12は、フレーム送信中に送信を一時的に停止といった制御が不要なSDMA伝送フレームのフレーム構成を示している。無線基地局APによって指定された無線端末STA1と、それ以外の無線端末STA2, STA3が同時にフレームを送信してSDMA伝送を実現する場合の例である。

30

【0070】

無線基地局APによって指定された無線端末STA1は、まず同期フィールドSYNCを送信し、次いで信号長と伝送速度情報とを含むフレーム構成指示フィールドSIGを送信する。フレーム構成指示フィールドSIGは、信号長と伝送速度情報以外の情報として、例えば後述のガードインターバルやLTF数等の情報を含んでいてもよい。

【0071】

次に、無線端末STA1はフレーム構成指示フィールドSIGの送信の後に、AGCフィールドSTF1、及びチャネル推定フィールドLTF1a, LTF1b, LTF1cを順次送信する。チャネル推定フィールドLTF1a, LTF1b, LTF1cは、それぞれ異なる周波数を有する。無線基地局APと無線端末間の通信にOFDM伝送のようなマルチキャリア伝送を用いる場合、チャネル推定フィールドLTF1a, LTF1b, LTF1cはそれぞれ複数の周波数を用いて伝送される。例えば、OFDM伝送の場合、LTF1aには周波数f1, f4, f7のサブキャリアを用い、LTF1bには周波数f2, f5, f8のサブキャリアを用い、LTF1cには周波数f3, f6, f9のサブキャリアを用いる。

40

【0072】

一方、無線端末STA2は無線端末STA1からのフレーム構成指示フィールドSIGの送信が完了するタイミングからAGCフィールドSTF2、及びチャネル推定フィールドLTF2b, LTF2c, LTF2aを順次送信し、同様に無線端末STA3は無線端

50

末STA1からのフレーム構成指示フィールドSIGの送信が完了するタイミングからAGCフィールドSTF3、及びチャネル推定フィールドLTF3c、LTF3a、LTF3bを順次送信する。従って、フレーム構成指示フィールドSIGの送信後に、無線端末STA1、STA2、STA3からまずAGCフィールドSTF1、STF2、STF3の送信が同時になされ、次に1回目のチャネル推定フィールドLTF1a、LTF2b、LTF3cの送信、次に2回目のチャネル推定フィールドLTF1b、LTF2c、LTF3aの送信、次に3回目のチャネル推定フィールドLTF1c、LTF2a、LTF3bの送信がそれぞれ同時になされる。最後に、無線端末STA1、STA2、STA3からデータフィールドDATA1、DATA2、DATA3が同時に送信される。

【0073】

ここで、無線端末STA2、STA3から送信されるチャネル推定フィールドLTF2a、LTF2b、LTF2c及びLTF3a、LTF3b、LTF3cは、LTF1a、LTF1b、LTF1cと同様にそれぞれ異なる周波数が用いられる。従って、無線端末STA1、STA2、STA3から時間的には同時に送信されるチャネル推定フィールドLTF1a、LTF2b、LTF3cは周波数的には分離されており、同様にチャネル推定フィールドLTF1b、LTF2c、LTF3a及びチャネル推定フィールドLTF1c、LTF2a、LTF3bも、それぞれ周波数的には分離されている。このように無線端末STA1、STA2、STA3から同時に送信されるチャネル推定フィールドを周波数的に分離することをトーンインタリーブと呼ぶ。このようにすることにより、無線基地局APはチャネル推定を正しく行うことができる。

【0074】

本実施形態によると、チャネル推定フィールドとデータフィールドのいずれも各無線端末STA1、STA2、STA3が同時に送信するので、チャネル推定フィールド及びデータフィールド双方のAGCが効果的に機能する。従って、無線基地局APは空間分割のためのチャネル推定を精度よく行うことができ、かつデータの受信性能を向上させることができる。さらに、本実施形態によるとフレーム送信中であっても、送信を一時的に停止するなどの複雑な制御は必要ない。

【0075】

(第7の実施形態)

次に、図13を用いて本発明の第7の実施形態を説明する。第6の実施形態においては、図12に示したように同期フィールドSYNC及びフレーム構成指示フィールドSIGを無線基地局APによって指定された無線端末STA1のみが送信を行い、他の無線端末STA2及びSTA3はAGCフィールドから送信を行っていた。これに対して、第7の実施形態では図13に示すように全ての無線端末STA1、STA2、STA3が同期フィールドSYNC及びフレーム構成指示フィールドSIGを送信する。

【0076】

第1の実施形態で述べたように、これまでの実施形態では無線基地局APにより指定された無線端末STA1のみが同期フィールドSYNC及びフレーム構成指示フィールドSIGを送信することで、SDMA非対応端末が存在した場合にもフレーム衝突を避けることができる。よって、第6の実施形態のようにチャネル推定フィールド及びデータフィールドを全ての無線端末STA1、STA2、STA3が同時に送信する場合においても、第7の実施形態のように単一の無線端末STA1から送信する場合と本質的に同じ同期フィールドSYNCやフレーム構成指示フィールドSIGを複数のSTAから送信することが望ましい。

【0077】

さらに詳しく説明すると、第7実施形態においては、これまでの実施形態と同様に無線端末STA1から同期フィールドSYNC及びフレーム構成指示フィールドSIGが送信される。無線端末STA2、STA3からは、無線端末STA1から送信する同期フィールドSYNC及びフレーム構成指示フィールドSIGを時間軸上でサイクリックシフトさせた信号が送信される。但し、無線端末STA2から送信されるSYNC及びSIGと無

10

20

30

40

50

線端末 S T A 3 から送信される S Y N C 及び S I G は、互いに異なったサイクリックシフト量を持つ。このようにサイクリックシフトさせた信号を無線端末 S T A 2 , S T A 3 から送信することで、無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 から同時に送信される信号間の干渉量を少なくすることができる。従って、無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 からの信号が基地局 A P に届かなくなることが原因で発生する、隠れ無線端末問題を防ぐことが可能になる。

【 0 0 7 8 】

ここで、無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 における同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G のサイクリックシフト量については、以下のように設定する。すなわち、例えば図 6 に示した宛先アドレスの設定順に無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 のサイクリックシフト量を設定するか、あるいは図 7 の個別 M A C ヘッダに S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 のサイクリックシフト量を記載する。例えば、図 6 に示した方法を用いるとすれば、無線端末 S T A 1 ではサイクリックシフト量を 0 とし、無線端末 S T A 2 はサイクリックシフト量を 5 0 n s e c とし、無線端末 S T A 3 ではサイクリックシフト量を 1 0 0 n s e c とする。この場合、宛先アドレスの順番とサイクリックシフト量の関係を一对一に規定してもよいし、サイクリックシフト量の上限値を予め規定しておき、S D M A 伝送を行う無線端末数（この例では 3 ）で当該上限値を割ることで個別のサイクリックシフト量を計算してもよい。

【 0 0 7 9 】

本実施形態によると、無線基地局 A P が同期フィールド S Y N C やフレーム構成指示フィールド S I G を受信している区間と、A G C フィールド S T F、チャネル推定フィールド L T F 及びデータフィールド D A T A を受信している区間での電力変動の差が小さくなる。よって、A G C フィールド S T F を受信したときに開始する A G C 処理時間を短くすることが可能になり、無線基地局 A P の受信機の A D C に必要とされる入力ダイナミックレンジを小さくすることができる。

【 0 0 8 0 】

（第 8 の実施形態）

次に、図 1 4 及び図 1 5 を用いて本発明の第 8 の実施形態について説明する。本実施形態では、直交行列を用いて A G C フィールドを多重化することにより、第 6 の実施形態で説明したトーンインタリーブと同等の効果を得る方法を示す。

【 0 0 8 1 】

式 (1) は空間多重数が 2 の場合の直交行列、式 (2) は空間多重数が 4 の場合の直交行列を示している。

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

【 0 0 8 2 】

図 1 4 及び図 1 5 は、それぞれ式 (1) 及び式 (2) の直交行列を用いて直交化したチャネル推定フィールド L T F の配置例を示している。図 1 6 は無線端末 S T A 1 から無線基地局 A P のあるアンテナまでのチャネル（伝搬路）のチャネル応答 h 1、及び無線端末 S T A 2 から無線基地局 A P のあるアンテナまでのチャネルのチャネル応答 h 2 を示す。

【 0 0 8 3 】

空間多重数が 2 の場合、無線基地局 A P における図 1 4 の 1 回目のチャネル推定フィールド区間の受信信号 r 1 は、 $r 1 = (h 1 \times L T F 1) + (h 2 \times L T F 1)$ となり、2

回目のチャネル推定フィールド期間の受信信号 r_2 は、 $r_2 = (h_1 \times LTF_1) - (h_2 \times LTF_1)$ となる。従って、無線基地局 A P において受信信号 r_1 及び r_2 を信号処理することにより、 $h_1 \times LTF_1 = (r_1 + r_2) / 2$ 、 $h_2 \times LTF_1 = (r_1 - r_2) / 3$ を求めることができる。

【0084】

ここで、チャネル推定フィールド LTF_1 、 LTF_2 は既知信号であるため、無線基地局 A P においてチャネル推定、すなわちチャネル応答 h_1 及び h_2 の推定が可能となり、これによって S D M A 伝送を実現できる。図 1 5 に示す空間多重数が 4 の場合も、同様にして無線基地局 A P においてチャネル推定フィールドを分離してチャネル推定が可能となり、S D M A 伝送を実現できる。

10

【0085】

例えば図 1 4 の例の場合、1 回目のチャネル推定フィールド区間で無線端末 S T A 1、S T A 2 から同一のチャネル推定フィールド LTF_1 が送信されるため、送信フレームが互いに干渉し合うビームフォーミング効果が生じる可能性がある。これを避けるため、無線端末 S T A 2 から送信される LTF_1 は、無線端末 S T A 1 から送信される LTF_1 に対してサイクリックシフトされていることが望ましい。

【0086】

本実施形態によると、各無線端末が送信するチャネル推定フィールド LTF が基本的に同一の周波数であるため、各無線端末で異なる周波数のチャネル推定フィールドを用いる第 6 の実施形態で述べたトーンインタリーブ方式と比較して、チャネル推定フィールドのパターンを保持するメモリの量が小さくて済むという利点がある。

20

【0087】

(第 9 の実施形態)

無線端末は S D M A 伝送を行う際、M I M O 伝送を併用することもできる。ここでは、第 6 の実施形態に係る図 1 2 に示した S D M A 伝送フレーム構成の場合の M I M O 伝送方法について説明する。図 1 7 は、無線基地局 A P によって指定された無線端末 S T A 1 と、他の一つの無線端末 S T A 2 が同時にフレームを送信して M I M O 伝送により S D M A を実現する場合の例であり、M I M O 伝送のために無線端末 S T A 1 がデータフィールドとして 2 本のデータストリーム $DATA_1 - 1$ 、 $DATA_1 - 2$ を複数 (この例では 2) の送信部により並列に送信する点が図 1 2 と異なっている。この場合、M I M O 多重数は 2 ということになる。

30

【0088】

ここで、図 1 7 において無線端末 S T A 1 は同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G については一つの送信部のみで送信を行い、M I M O 伝送を行わないようにしている。一般に、複数の送信部を用いて同一周波数の信号を送信すると、それぞれの送信部からの送信信号が互いに干渉し合うことにより指向性ビームが形成される。指向性ビームが形成されると、必然的に電界が急激に落ち込むヌル点も同じ方向を向いてしまうため、ヌル点の方向では受信を行うことがほとんど不可能になる。もし、無線端末 S T A 1 が送信時に指向性ビームが形成されると、ヌル点の方向に無線基地局 A P が存在していた場合、無線基地局 A P は同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G を受信できず、結果として無線端末 S T A 1、S T A 2 に S D M A 転送を行わせることができない。

40

【0089】

これに対し、図 1 7 のように同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G、少なくとも同期フィールド S Y N C については、一つの送信部のみで送信を行うようにすると、指向性ビームを形成しなくなるため、同期フィールド S Y N C が確実に無線基地局 A P で受信されるようにすることができる。

【0090】

M I M O 伝送に関しては、第 1 ~ 第 5 の実施形態で示した S D M A 伝送フレーム構成でも、同様に実現できる。また、ここでは同期フィールド S Y N C フレームを送信する無線

50

端末 S T A 1 が M I M O 伝送を行う場合の例を示したが、S T A 1 以外の無線端末も M I M O 伝送を行うことができる。但し、M I M O 伝送をする場合は、以下の制御を行うことが望ましい。

【 0 0 9 1 】

第 1 の実施形態では、無線基地局 A P がポーリングを行い、それに対して無線端末 S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 が S D M A 伝送を行う場合、無線基地局 A P は S D M A 伝送ができる無線端末を M A C アドレスのみで通知していた。しかし、M I M O 伝送を行う場合は、S D M A 伝送を行う無線端末が 1 台（例えば S T A 2 ）のみであったとしても、M I M O 多重数と同じ数の無線端末が存在している場合と同様の S D M A 伝送フレーム構成と
10

【 0 0 9 2 】

この場合、無線基地局 A P は S D M A 伝送のトリガとなる信号を M I M O 伝送が含まれることがわかるような形式で送信しなければならない。例えば、宛先アドレスに同一の M A C アドレスを 2 つ記入することによって、該当する M A C アドレスの無線端末の M I M O 多重数は 2 であることを示す方法や、宛先アドレスのほかに M I M O 多重数（並列に送信するデータストリーム数）を通知するフィールドを設ける方法などがある。

【 0 0 9 3 】

M I M O 伝送を行う場合、図 1 8 に示すように無線端末 S T A 1 はデータストリーム D A T A 1 - 1 , D A T A 1 - 2 のみでなく、同期フィールド S Y N C やフレーム構成指示
20

【 0 0 9 4 】

（第 1 0 の実施形態）

これまでの実施形態では、無線基地局 A P が S D M A 伝送トリガフレームを送信する場合の例について示した。第 1 0 の実施形態では、無線端末からのフレーム送信をトリガとして S D M A 伝送を開始する場合の例について説明する。
30

【 0 0 9 5 】

図 1 9 は、このような場合の無線基地局 A P と無線端末間のフレーム交換の例を示している。まず、アップリンクにおいて無線端末 S T A 1 が無線基地局 A P を宛先アドレスとする R T S （Request To Send）フレーム R T S 1 を送信し、その応答としてダウンリンクにおいて無線基地局 A P が C T S （Clear To Send）フレーム C T S 1 を送信する。その後、無線端末 S T A 1 はデータフレーム D a t a 1 を送信する。一方、S T A 1 以外の無線端末 S T A 2 , S T A 3 は、無線基地局 A P からのフレーム R T S 1 もしくはフレーム C T S 1 を受信し、S D M A 伝送が可能であることを判断すると、無線端末 S T A 1 と共に S D M A 伝送を行う。

【 0 0 9 6 】

具体的には、これまでの実施形態と同様に無線端末 S T A 1 が同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G の送信が完了したタイミングで、A G C フィールド S T F、チャネル推定フィールド L T F 及びデータフィールド D A T A の送信を開始することにより、S D M A 伝送を実現する。A G C フィールド S T F、チャネル推定フィールド L T F 及びデータフィールド D A T A の詳細な送信タイミングは、これまでの実施形態と同様であるため、ここでは省略する。

【 0 0 9 7 】

無線端末 S T A 2 , S T A 3 が S D M A 伝送可能と判断できるためには、無線端末 S T A 1 が送信するフレーム R T S 1 に、他の無線端末に対して S D M A を促すための情報として、S D M A 可否情報や、S D M A 伝送で多重できる最大数を示すための最大多重数情
50

報を付加する方法などが考えられる。また、無線端末 S T A 1 が送信するフレーム R T S 1 自体には特に制約を設けず、フレーム R T S 1 の応答として返信されるフレーム C T S 1 に、上述の S D M A 可否情報や最大多重数情報を付加する方法もある。

【 0 0 9 8 】

但し、無線基地局 A P に接続して S D M A 伝送が可能な無線端末が多数存在する場合は、最大多重数を超える無線端末が S D M A 伝送を行う可能性がある。すなわち、A G C フィールド S T F やチャネル推定フィールド L T F を送信するタイミングにおいて、複数の無線端末が同時に S T F や L T F を送信する可能性がある。これは、Slotted-Aloha方式と呼ばれるアクセス方式で衝突が生じる現象と類似している。

【 0 0 9 9 】

このような衝突を減少させる方法としては、(a) S D M A 伝送が可能なデータは最大多重数が小さいほど S T F や L T F を送信する確率、つまり S D M A 伝送を実施すると判断する確率を小さくする(例えば、単調減少させる)方法、(b) S D M A 伝送が可能なデータは無線端末 S T A 1 が送信するデータとフレーム長が同じ場合に限定する方法、(c) S D M A 伝送が可能なデータを無線端末 S T A 1 が送信するデータよりも短いフレームに限定する方法、などが考えられる。

【 0 1 0 0 】

例えば、図 1 9 のフレーム R T S 1 にデータフレーム D a t a 1 のフレーム長を示す情報を付加しておく。無線端末 S T A 1 が V o I P (Voice over I P) フレームのようなパケット長が短いデータフレーム D a t a を送信した場合、他の無線端末も V o I P フレームのような D a t a 1 よりも短いフレームを S D M A で送信し、通常のデータフレームのような長いフレームは S D M A 伝送で送信しない。無線端末 S T A 1 が送信するフレームにサービス品質 (quality of service ; Q o S) 種別情報を付加しておき、同一の Q o S が要求されるデータのみしか S D M A 伝送を許可しない方法などもある。S D M A 伝送を行う無線端末の数がより確実に最大多重数を超えないようにするためには、無線基地局 A P が S D M A 伝送を許可する無線端末の M A C アドレスを C T S 1 フレームに付加する方法もある。

【 0 1 0 1 】

図 2 0 は、無線端末 S T A 1 のフレーム送信をトリガとして S D M A 伝送を開始する場合の無線基地局 A P と無線端末間のフレーム交換の別の例を示している。まず、無線端末 S T A 1 が自局アドレスを宛先アドレスとする C T S フレーム C T S 1 を送信する。その後、無線端末 S T A 1 はデータフレーム D a t a 1 を送信する。他の無線端末 S T A 2 , S T A 3 は、C T S フレーム C T S 1 を受信し、S D M A 伝送が可能であることを判断すると、無線端末 S T A 1 との S D M A 伝送を行う。具体的には、これまでの実施形態と同様に、無線端末 S T A 1 が同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G の送信が完了したタイミングで、A G C フィールド S T F、チャネル推定フィールド L T F 及びデータフィールド D A T A の送信を開始することにより、S D M A 伝送を実現する。

【 0 1 0 2 】

第 1 乃至第 9 の実施形態では、無線基地局 A P からのポーリングをトリガにして S D M A を開始している。このため、無線端末 S T A 2 及び S T A 3 は自分が送信を開始する A G C フィールド S T F のタイミングをポーリングの時間から計算することが可能である。これに対して、第 1 0 の実施形態では無線端末 S T A 1 からのフレーム送信をトリガとして S D M A 伝送を開始するため、S T A 1 がフレーム構成指示フィールド S I G の送信を完了するタイミングを推定する必要がある。この推定の方法は、以下の通りである。

【 0 1 0 3 】

図 2 1 は、図 1 0 における同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G の詳細を示している。同期フィールド S Y N C は L - S T F 及び L - L T F から構成され、L - S T F は 1 0 個の L - S T S から構成されている。本実施形態では無線 L A N 規格の一つである既存の I E E E 8 0 2 . 1 1 a 規格に準拠したフォーマットを用いてい

10

20

30

40

50

るが、前述の T G n で検討されているような無線パケットにも適用が可能である。

【 0 1 0 4 】

図 2 2 は、本実施形態における無線端末の一つの送受信部を示している。図 2 2 に示されるように、無線端末は無線受信部 2 1、パケット検出部 2 2、L - L T F 検出部 2 3、送信タイミング制御部 2 4、ベースバンド送信部 2 5 及び無線送信部 2 6 を有する。

【 0 1 0 5 】

以下、図 2 1 及び図 2 2 を用いて無線端末 S T A 1 が送信した同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G の送信完了タイミングを無線端末 S T A 2 において推定する方法について説明する。無線端末 S T A 2 は、図 2 2 に示される通りであるとする。

10

【 0 1 0 6 】

無線端末 S T A 1 より送信され、無線端末 S T A 2 で受信された同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G は、S T A 2 の図 2 2 中の無線受信部 2 1 で無線受信処理（例えばダウンコンバート、フィルタリング及びアナログ - デジタル変換）が施され、これによって得られる受信信号（デジタルベースバンド信号）はパケット検出部 2 2 に入力される。パケット検出部 2 2 では、電力上昇や L - S T S の系列にマッチしたマッチドフィルタの出力を検出し、受信信号からパケットを検出する。パケット検出部 2 2 は、パケットを検出すると L - L T F 検出部 2 3 へ動作開始指令を出力する。

【 0 1 0 7 】

L - L T F 検出部 2 3 では、以下のようにして L - S T F と L - L T F の境界を検出する。L - L T F 検出部 2 3 は、受信信号の自己相関を計算する。例えば、L - S T F は L - S T S の繰り返しであるため、L - S T S の長さの区間で自己相関を計算すると、L - S T F を受信している区間では自己相関値が大きくなる。一方、L - L T F は L - S T S や L - S T F と異なった信号が送信されているため、自己相関値は小さくなる。よって、自己相関値がある値よりも低くなった区間は、L - S T F と L - L T F の境界である確率は高くなる。このようにして L - L T F 検出部 2 3 において、L - S T F と L - L T F の境界を検出することができる。

20

【 0 1 0 8 】

L - L T F 検出部 2 3 は、送信タイミング制御部 2 4 に L - S T F と L - L T F の境界を示す情報（境界情報という）を出力する。送信タイミング制御部 2 4 は、入力された境界情報を基にしてパケットの送信タイミングを決定する。例えば、図 1 0 に示したパケットを送信する場合、無線端末 S T A 2 は無線端末 S T A 1 がフレーム構成指示フィールド S I G を送信し終わったタイミングで A G C フィールド S T F 2 の送信を開始すべきである。無線端末 S T A 2 は上述のようにして既に L - S T F と L - L T F との境界のタイミングを知っているため、送信タイミング制御部 2 4 では L - S T F と L - L T F との境界のタイミングから、L - S I G が送信し終わるタイミングを計算する。例えば、L - L T F が 8 μ s e c、S I G が 8 μ s e c であった場合、無線端末 S T A 2 は L - S T F 及び L - L T F の境界のタイミングから、16 μ s e c 後に A G C フィールド S T F 2 を送信すればよい。

30

【 0 1 0 9 】

送信タイミング制御部 2 4 は、このようにして計算されたタイミングでベースバンド送信部に指令を出し、A G C フィールド S T F 2 及びそれ以降のフィールドの送信を開始する。A G C フィールド S T F 2 を送信するためには、現在 S D M A 伝送が可能かどうかを図示しない M A C (Media-Access Control) レイヤからの指令があるときに限って指示を出してもよい。

40

【 0 1 1 0 】

このように本実施形態によると、無線基地局 A P からのポーリング制御がない場合でも、無線端末 S T A 2 あるいは S T A 3 は A G C フィールド S T F 2 あるいは S T F 3 を送信するタイミングを知ることが可能になる。従って、A G C フィールド S T F 2 あるいは S T F 3 の送信を誤ったタイミングで開始して、無線パケットを破壊することを避けるこ

50

とができる。

【0111】

A G C フィールド S T F、チャネル推定フィールド L T F 及びデータフィールド D A T A の詳細な送信タイミングは、これまでの実施形態で説明したのと同様であるため、ここでは省略する。なお、他の無線端末が S D M A 伝送可能と判断するためには、上述したように C T S フレーム C T S 1 に S D M A 可否情報や最大多重数情報を付加する方法などが考えられる。

【0112】

(第11の実施形態)

これまで説明した実施形態では、各無線端末から送信される S D M A 伝送フレームのフレーム長について特に言及しておらず、また説明に用いた各図ではこれらフレーム長が等しい場合の例を示していた。しかし、各無線端末から送信される S D M A 伝送フレームのフレーム長は必ずしも同じである必要はない。そこで、本実施形態では各無線端末から送信される S D M A 伝送フレームのフレーム長が異なる場合の S D M A 伝送の実現方法について説明する。本実施形態を適用すれば、これまでに説明した全ての実施形態においても各無線端末から送信される S D M A 伝送フレームのフレーム長が異なる S D M A 伝送が可能となる。

10

【0113】

まず、無線端末 S T A 1 からの S D M A 伝送フレームに比較して他の無線端末 S T A 2 あるいは S T A 3 からの S D M A 伝送フレームの方が短い場合について説明する。通常、無線基地局 A P は無線端末 S T A 1 との情報交換の結果から、S D M A 伝送が L 時間続くと判断している。ここでいう情報交換とは、例えば無線端末 S T A 1 が送信した S D M A 伝送フレーム中のフレーム構成指示フィールド S I G に含まれる信号長情報や、無線基地局 A P が送信したポーリングフレームに付加した送信許可時間(送信許可信号長)などである。無線基地局 A P は、後述するパケット長推定部を備えることにより無線端末 S T A 1 が送信した S D M A 伝送フレームよりも、無線端末 S T A 2 あるいは S T A 3 が送信した S D M A 伝送フレームの方が短い場合でも、無線端末 S T A 2 及び S T A 3 から送信される S D M A 伝送フレームを正確に復号することが可能になる。

20

【0114】

図23は、本実施形態における無線基地局 A P の送受信部を示している。図23に示されるように、無線基地局 A P は無線受信部 3 1 A , 3 1 B、高速フーリエ変換(F F T)部 3 2 A , 3 2 B、信号分離部 3 3、デマッピング部 3 4 A , 3 4 B、パケット長推定部 3 5 及びビタビ復号部 3 6 A , 3 6 B を有する。本実施形態では、簡単のため無線基地局 A P は二つの無線受信部 3 1 A , 3 1 B を備えており、無線端末 S T A 1 及び S T A 2 のみが S D M A 伝送フレームを送信している場合を考える。

30

【0115】

以下、パケット長推定部 3 5 において無線端末 S T A 2 及び S T A 3 からの S D M A 伝送フレームのパケット長を推定する方法について説明する。

【0116】

無線受信部 3 1 A , 3 1 B からの受信信号は、F F T 部 3 2 A , 3 2 B においてサブキャリア毎の信号に分離される。サブキャリア毎に分離された信号は信号分離部 3 3 に入力され、さらに無線端末 S T A 1 , S T A 2 からの S D M A 伝送フレームの信号が分離される。分離アルゴリズムは、公知の M I M O 技術を用いることができるため、説明を省略する。分離された信号は、それぞれデマッピング部 3 4 A , 3 4 B に入力される。

40

【0117】

デマッピング部 3 4 A , 3 4 B では、無線端末 S T A 2 , S T A 3 から送信される S D M A 伝送フレームの受信信号点と予測される信号点の位置から軟判定値を計算する。デマッピング部 3 4 A , 3 4 B によって計算された軟判定値は、それぞれビタビ復号部 3 6 A , 3 6 B に入力される。デマッピング部 3 4 B から出力される軟判定値は、パケット長推定部 3 5 に送られる。

50

【 0 1 1 8 】

図 2 4 を用いて説明すると、S D M A フレームの送信に直交位相シフトキーイング (Q P S K (Quadrature Phase Shift Keying)) を用いた場合、信号分離部 3 3 において分離された信号、すなわち各データサブキャリアの変調点は、図 2 4 の白丸のように I Q 平面上のいずれかの点に現れる。雑音が大きい場合には、白丸の位置を中心に受信信号点が分散する。もし、無線端末 S T A 2 からの S D M A 伝送フレームがあるシンボルで終わってしまった場合、信号はゼロ、すなわち図 2 4 の I 軸と Q 軸の交点付近に現れる。パケット長推定部 3 5 は、信号点が I 軸と Q 軸の交点付近に現れたことで、無線端末 S T A 2 からの S D M A 伝送フレームのパケットが終了したことを推定できる。ここではパケット長の推定にデータサブキャリアの出力を用いたが、図 2 4 中に示される B P S K (Binary Phase Shift Keying) で送信されるパイロットサブキャリアの出力を用いることも可能である。

10

【 0 1 1 9 】

パケット長推定部 3 5 において、無線端末 S T A 2 からの S D M A 伝送フレームのパケットが終わったことが判明した場合、パケット長推定部 3 5 は S T A 2 からの S D M A 伝送フレームのパケットの信号を復号するためのビタビ復号部 3 6 B に指令を出し、ビタビ復号を終了させるシンボルを通知する。

【 0 1 2 0 】

このように本実施形態によれば、無線端末 S T A 1 から送信される S D M A 伝送フレームのフレーム長よりも無線端末 S T A 2 から送信される S D M A 伝送フレームのフレーム長が短い場合でも、無線基地局 A P は後者のフレーム長を推定して S D M A 伝送フレームを正確に復調することが可能になる。

20

【 0 1 2 1 】

(第 1 2 の実施形態)

図 2 5 は、本発明の第 1 2 の実施形態として、S D M A 伝送フレーム構成のさらに別の例を示している。図 2 5 のフレーム構成は、図 1 2 に示したフレーム構成に第 2 のフレーム構成指示フィールド S I G - S 1 , S I G - S 2 , S I G - S 3 が追加されている。すなわち、第 2 のフレーム構成指示フィールド S I G - S 1 , S I G - S 2 , S I G - S 3 は、データフィールド D A T A 1 , D A T A 2 , D A T A 3 の直前 (チャネル推定フィールド L T F の送信後) に送信され、それぞれ少なくとも D A T A 1 , D A T A 2 , D A T A 3 の信号長を含む。

30

【 0 1 2 2 】

無線端末 S T A 1 が送信するフレーム構成指示フィールド S I G と第 2 のフレーム構成指示フィールド S I G - S 1 にそれぞれ含まれる信号長は基本的に等価な情報であるが、S I G は S D M A 非対応無線端末に送信する信号長を通知する目的で送信される。従って、S D M A 非対応無線端末を同一の無線通信システムに接続させない場合は S I G を取り除き、S I G の内容を全て S I G - S の位置に配置する方法としてもよい。S D M A 非対応無線端末を同一の無線通信システムに接続させる場合であっても、S D M A 非対応無線端末が接続していないときと接続しているときとで、フレーム構成指示フィールド S I G の有無を動的に切り替えてもよい。

40

【 0 1 2 3 】

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 】

【 0 1 2 4 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る無線通信システムの概略図

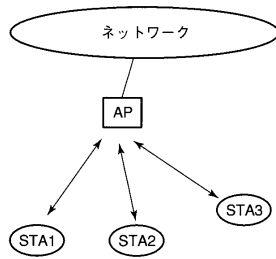
【 図 2 】 同実施形態における無線端末の構成例を示すブロック図

50

【図 3】S D M A 伝送における無線基地局と無線端末間のフレーム交換例を示す図	
【図 4】S D M A 伝送における無線基地局と無線端末間の他のフレーム交換例を示す図	
【図 5】S D M A 伝送フレームの構成例を示す図	
【図 6】無線基地局から送信される S D M A トリガフレームの例を示す図	
【図 7】無線基地局から送信される S D M A トリガフレームの他の例を示す図	
【図 8】S D M A 伝送用フレームの他の構成例を示す図	
【図 9】S D M A 伝送フレームの他の構成例を示す図	
【図 10】S D M A 伝送フレームの他の構成例を示す図	
【図 11】S D M A 伝送フレームの他の構成例を示す図	
【図 12】S D M A 伝送フレームの他の構成例を示す図	10
【図 13】S D M A 伝送における無線基地局と無線端末間の他のフレーム交換例を示す図	
【図 14】S D M A 伝送における無線基地局と無線端末間の他のフレーム交換例を示す図	
【図 15】S D M A 伝送フレームの他の構成例を示す図	
【図 16】無線端末 S T A 1 , S T A 2 から無線基地局 A P までのチャンネルのチャンネル応答を示す図	
【図 17】S D M A 伝送フレームの他の構成例を示す図	
【図 18】S D M A 伝送フレームの他の構成例を示す図	
【図 19】S D M A 伝送における無線基地局と無線端末間の他のフレーム交換例を示す図	
【図 20】S D M A 伝送における無線基地局と無線端末間の他のフレーム交換例を示す図	
【図 21】図 10 における同期フィールド S Y N C 及びフレーム構成指示フィールド S I G の詳細を示す図	20
【図 22】無線端末の送受信部の構成を示すブロック図	
【図 23】無線基地局の送受信部の構成を示すブロック図	
【図 24】図 23 中のパケット長推定部の推定動作を説明するための Q P S K 及び B P S A K の I Q 平面を示す図	
【図 25】S D M A 伝送フレームの他の構成例を示す図	
【符号の説明】	
【 0 1 2 5 】	
A P . . . 無線基地局 ;	
S T A 1 , S T A 2 , S T A 3 . . . 無線端末 ;	30
1 1 . . . アンテナ ;	
1 2 . . . 送受切替部 ;	
1 3 . . . 受信部 ;	
1 4 . . . 送信部 ;	
1 5 . . . 受信フレーム解析部 ;	
1 6 . . . 送信フレーム形成部 ;	
2 1 . . . 無線受信部 ;	
2 2 . . . パケット検出部 ;	
2 3 . . . L - L T F 検出部 ;	
2 4 . . . 送信タイミング制御部 ;	40
2 5 . . . ベースバンド送信部 ;	
2 6 . . . 無線送信部 ;	
3 1 A , 3 1 B . . . 無線受信部 ;	
3 2 A , 3 2 B . . . F F T 部 ;	
3 3 . . . 信号分離部 ;	
3 4 A , 3 4 B . . . デマッピング部 ;	
3 5 . . . パケット長推定部 ;	
3 6 A , 3 6 B . . . ビタビ復号部	

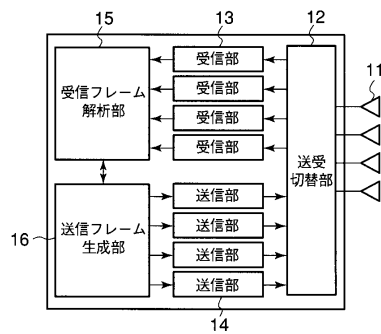
【図 1】

図 1



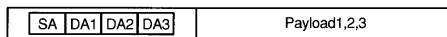
【図 2】

図 2



【図 6】

図 6



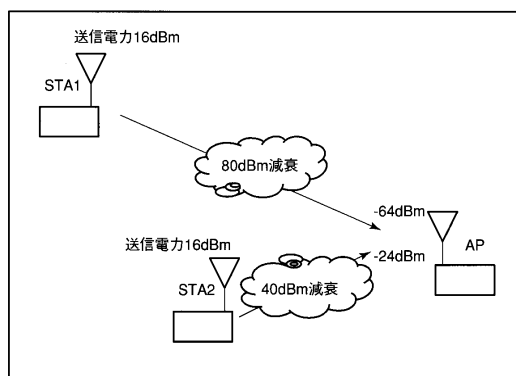
【図 7】

図 7



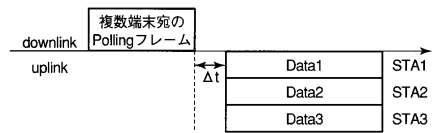
【図 8】

図 8



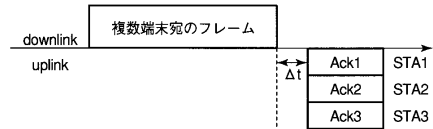
【図 3】

図 3



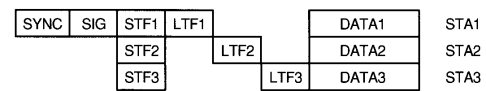
【図 4】

図 4



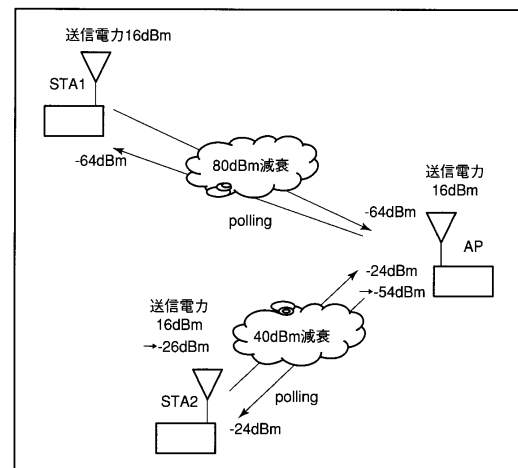
【図 5】

図 5



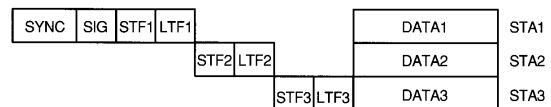
【図 9】

図 9



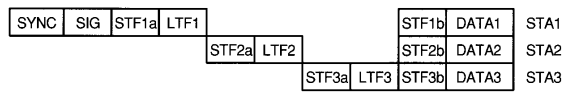
【図 10】

図 10



【図 1 1】

図 11



【図 1 2】

図 12



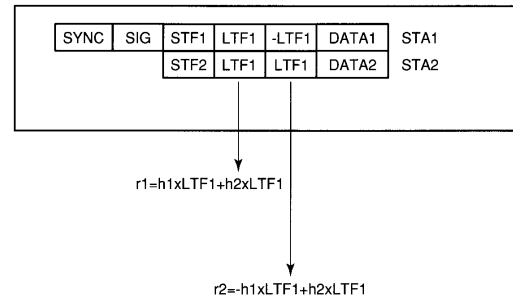
【図 1 3】

図 13



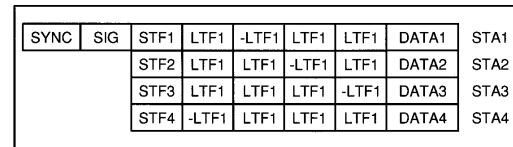
【図 1 4】

図 14



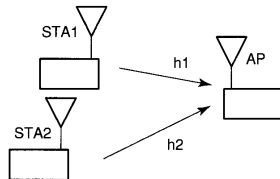
【図 1 5】

図 15



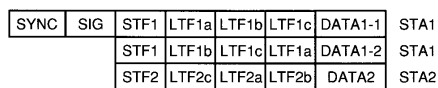
【図 1 6】

図 16



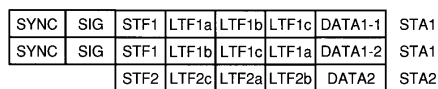
【図 1 7】

図 17



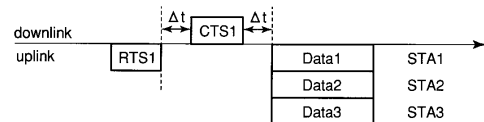
【図 1 8】

図 18



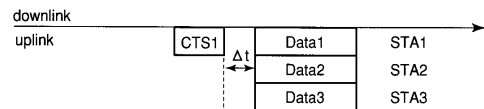
【図 1 9】

図 19



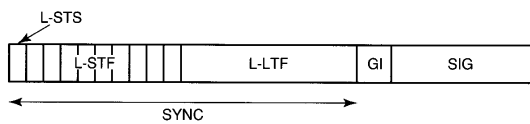
【図 2 0】

図 20



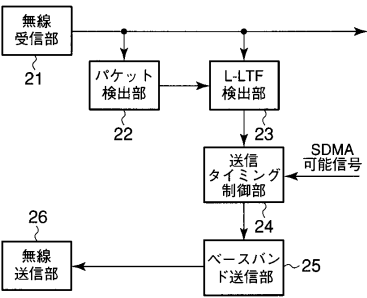
【図 2 1】

図 21



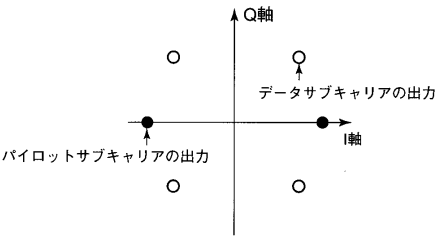
【図 2 2】

図 22



【図 2 4】

図 24



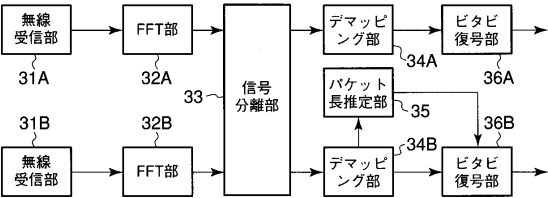
【図 2 5】

図 25

SYNC	SIG1	STF1	LTF1a	LTF1b	LTF1c	SIG-S1	DATA1
		STF2	LTF2b	LTF2c	LTF2a	SIG-S2	DATA2
		STF3	LTF3c	LTF3a	LTF3b	SIG-S2	DATA3

【図 2 3】

図 23



フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 利光 清

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 青木 亜秀

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

審査官 岡 裕之

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 6 / 0 0 1 3 5 1 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 0 5 / 1 2 2 4 8 5 (W O , A 1)

特開 2 0 0 5 - 3 4 7 9 4 8 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 1 8 6 4 2 7 (J P , A)

Weiwei Shen et al. , Multi-user MIMO SDMA System in Broadband WLAN , Broadband Networks
2005 BroadbandNets 2005 2nd International Conference on , 2 0 0 5 年 1 0 月 , Vol.2 , pp.8
42-844

Agere Systems Inc. , TGN Sync Proposal Technical Specification , IEEE 802.11-04/0889r6 ,
2 0 0 5 年 5 月 , pp.1,69-72

Agere Systems et al. , TGN Sync An IEEE 802.11n Protocol Proposal Alliance PHY Overview
, IEEE , 2 0 0 4 年 6 月 , pp.1,18-22

Sean Coffey et al. , Joint Proposal: High throughput extension to the 802.11 Standard:
PHY , IEEE 802.11-05/1102r2 , IEEE , 2 0 0 5 年 1 1 月 1 7 日 , pp.1,7-14

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 J 9 9 / 0 0

H 0 4 W 8 8 / 0 2

H 0 4 J 1 1 / 0 0

I E E E X p l o r e