

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4163659号
(P4163659)

(45) 発行日 平成20年10月8日 (2008. 10. 8)

(24) 登録日 平成20年8月1日 (2008. 8. 1)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 J 15/00 (2006. 01)	H O 4 J 15/00
H O 4 B 7/04 (2006. 01)	H O 4 B 7/04
H O 4 B 7/06 (2006. 01)	H O 4 B 7/06
H O 4 J 11/00 (2006. 01)	H O 4 J 11/00 Z

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-173138 (P2004-173138)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成16年6月10日 (2004. 6. 10)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2005-354427 (P2005-354427A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成17年12月22日 (2005. 12. 22)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成17年9月7日 (2005. 9. 7)		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】 無線送信装置及び無線送信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のアンテナと；

前記アンテナの各々に接続された複数の送信ユニットと；

前記複数のアンテナのうち少なくとも一つのアンテナを用いて送信する、ショートプリアンプル列、第1シグナルフィールド及び第2シグナルフィールドを含む情報を前記少なくとも一つのアンテナと接続された送信ユニットに供給し、前記複数のアンテナを用いて送信するA G C用プリアンプルの情報を前記複数の送信ユニットに供給する手段と；

前記ショートプリアンプル列の送信開始時に前記少なくとも一つのアンテナに接続される送信ユニットの電源を投入し、前記少なくとも一つのアンテナによる前記A G C用プリアンプルの送信中に前記少なくとも一つのアンテナ以外のアンテナに接続される送信ユニットの電源を投入する制御を行う制御手段と；を具備する無線送信装置。

【請求項 2】

前記第1シグナルフィールドは、前記A G C用プリアンプルの送信を予告するビットを含む請求項1記載の無線送信装置。

【請求項 3】

前記第1シグナルフィールドは、前記複数のアンテナを用いて前記A G C用プリアンプル及びデータを送信することを予告するビットを含む請求項1記載の無線送信装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記送信ユニットの電源を異なるタイミングで投入するように構成さ

10

20

れる請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 5】

複数のアンテナと該アンテナの各々に接続された複数の送信ユニットを用いて送信を行う無線送信方法において、

前記複数のアンテナのうちの少なくとも一つのアンテナを用いてショートプリアンプル列、第 1 シグナルフィールド及び第 2 シグナルフィールドを含む信号を送信するために、前記ショートプリアンプル列の送信開始時に前記少なくとも一つのアンテナに接続された送信ユニットの電源を投入するステップと；

前記少なくとも一つのアンテナによる前記第 2 シグナルフィールドの送信後に A G C 用プリアンプルを送信するステップと；

前記少なくとも一つのアンテナ以外のアンテナから A G C 用プリアンプルを送信するために、前記少なくとも一つのアンテナによる前記 A G C 用プリアンプルの送信中に前記少なくとも一つのアンテナに接続された送信ユニット以外の送信ユニットの電源を投入するステップと；を具備する無線送信方法。

【請求項 6】

複数のアンテナと該アンテナの各々に接続された複数のパワーアンプを用いて送信を行う無線送信方法において、

前記複数のアンテナのうちの少なくとも一つのアンテナ及び該一つのアンテナに接続されたパワーアンプを用いてショートプリアンプル列、第 1 シグナルフィールド及び第 2 シグナルフィールドを含む信号を送信するステップと；

前記第 2 シグナルフィールドの送信後に前記複数のアンテナ及び該複数のアンテナに接続されたパワーアンプを用いて A G C 用プリアンプルを送信するステップと；

前記ショートプリアンプル列の送信開始時に前記少なくとも一つのアンテナに接続されたパワーアンプの電源を投入し、前記少なくとも一つのアンテナによる前記 A G C 用プリアンプルの送信中に前記少なくとも一つのアンテナに接続されたパワーアンプ以外のパワーアンプの電源を投入するステップと；を具備する無線送信方法。

【請求項 7】

第 1 のアンテナと；

少なくとも一つの第 2 のアンテナと；

前記第 1 のアンテナに接続される第 1 の送信ユニットと；

前記第 2 のアンテナに接続される第 2 の送信ユニットと；

前記第 1 のアンテナを用いて送信されるショートプリアンプル列を前記第 1 の送信ユニットに供給し、前記第 1 のアンテナ及び第 2 のアンテナを用いて送信される A G C 用プリアンプルを前記第 1 の送信ユニット及び第 2 の送信ユニットに供給する手段と；

前記ショートプリアンプル列の送信開始時に前記第 1 の送信ユニットの電源を投入し、前記第 1 のアンテナによる A G C 用プリアンプルの送信中に前記第 2 の送信ユニットの電源を投入する制御を行う制御手段と；を具備する無線送信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特定のプリアンプル信号を含む無線パケット用いて送信及び受信をそれぞれを行う無線送信装置及び無線送信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

米国の電気電子技術者協会である IEEE において、100Mbps 以上のスループットを目指す IEEE 802.11n と呼ばれる無線 LAN 規格の策定が進められている。IEEE 802.11n では、送信機及び受信装置に複数のアンテナを用いる MIMO (Multi Input Multi Output) と呼ばれる技術が採用される可能性が高い。IEEE 802.11n は、既に規格化されている IEEE 802.11a 規格と無線機上で共存できることが要求されている。MIMO 技術では、複数の送信アンテナから各受信アンテナまでの伝送路応答を測定するために、既知系列であるプリアンプル

10

20

30

40

50

を複数の送信アンテナから送信する必要がある。

【0003】

非特許文献1で提案された無線通信用プリアンブル信号案によると、図8に無線通信用プリアンブル信号を含む無線パケットが示されるように、まず一つの送信アンテナTx1から時間同期、周波数同期及びAGCに用いるショートプリアンブル列x01、伝送路応答推定用のロングプリアンブル列x02、無線パケットの変調方式や長さを示すフィールドを含む第1シグナルフィールドx03を送信する。引き続き、IEEE 802.11nで用いる第2シグナルフィールドx04を送信する。次に、送信アンテナTx2から伝送路応答推定用のロングプリアンブル列x05を順に送信する。このようにしてプリアンブル信号の送信が終了した後に、複数の送信アンテナTx1, Tx2から送信データx08を同時に送信する。

10

【0004】

図8中に示した無線通信用プリアンブル信号は、ショートプリアンブルx01から第1シグナルフィールドx03までは単一アンテナTx1からの送信を基本とするIEEE 802.11a規格の無線通信用プリアンブル信号と同一である。これにより、図8に示す無線パケットを受信したIEEE 802.11a規格に基づく無線受信装置は、受信した無線パケットをIEEE 802.11a規格に基づくパケットと認識することができる。従って、図8中に示す無線通信用プリアンブル信号は、一つの無線機上でIEEE 802.11nをIEEE 802.11a規格と共存させることを可能とする。

【非特許文献1】Jan Boer他2名“Backwards compatibility”、[online]、平成15年9月、IEEE LMSC（発行元）、[平成15年9月15日検索]、インターネット<URL: <http://ieee:wireless@ftp.802wirelessworld.com/11/03/11-03-0714-00-000n-backwards-compatibility.ppt>>

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、無線送信装置においては、一般に送信信号を増幅するためのパワーアンプを用いる。パワーアンプは電源投入直後は出力信号に歪みが生じ、電源投入時点から出力信号が一定のレベルになるまでにある程度の時間を要する。図8に示した無線パケットには、受信側で伝送路応答推定に用いるロングプリアンブル列が含まれているが、このロングプリアンブル列は歪が小さい状態で受信されないと受信性能を大幅に悪化させる。したがって、ロングプリアンブル列が歪まないように送信する必要があるが、上述した文献にはその対策は開示されていない。

30

【0006】

本発明の目的は、MIMOのように複数の送信アンテナから送信を行う際に、特に伝送路応答推定に用いる信号が歪んで送信されることを防ぎ、もって受信側で高精度に伝送路応答推定ができる無線送信装置および無線送信方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の観点によると、複数のアンテナと；前記アンテナの各々に接続された複数の送信ユニットと；前記複数のアンテナのうち少なくとも一つのアンテナを用いて送信するショートプリアンブル列、第1シグナルフィールド及び第2シグナルフィールドを含む情報を前記少なくとも一つのアンテナと接続された送信ユニットに供給すると共に、前記複数のアンテナを用いて送信するAGC用プリアンブルの情報を前記複数の送信ユニットに供給する手段と；前記少なくとも一つの送信アンテナによる前記AGC用プリアンブルの送信中に前記少なくとも一つのアンテナ以外のアンテナに接続される送信ユニットの電源を投入する制御を行う制御手段とを具備し、前記複数の送信アンテナから前記AGC用プリアンブルを送信する無線送信装置を提供する。

40

【0008】

本発明の第2の観点によると、複数のアンテナと；前記アンテナの各々に接続された複数の送信ユニットと；前記複数のアンテナのうち少なくとも一つのアンテナを用いて送信

50

するショートプリアンプル列、第1シグナルフィールド及び第2シグナルフィールドを含む情報を前記少なくとも一つのアンテナと接続された送信ユニットに供給すると共に、前記複数のアンテナを用いて送信するA G C用プリアンプルの情報を前記複数の送信ユニットに供給する手段と；前記送信ユニットの電源を異なるタイミングで投入する制御を行う制御手段とを具備する無線送信装置を提供する。

【0009】

本発明の第3の観点では、複数のアンテナと該アンテナの各々に接続された複数の送信ユニットを用いて送信を行う無線送信方法において、前記複数のアンテナのうちの少なくとも一つのアンテナを用いてショートプリアンプル列、第1シグナルフィールド及び第2シグナルフィールドを含む信号を送信するステップと；前記少なくとも一つのアンテナによる前記第2シグナルフィールドの送信後にA G C用プリアンプルを送信するステップと；前記少なくとも一つのアンテナによる前記A G C用プリアンプルの送信中に、前記少なくとも一つのアンテナに接続された送信ユニット以外の送信ユニットの電源を投入し、前記少なくとも一つのアンテナ以外のアンテナからA G C用プリアンプルを送信するステップとを具備する無線送信方法を提供する。

10

【0010】

本発明の第4の観点によると、複数のアンテナと該アンテナの各々に接続された複数の送信ユニットを用いて送信を行う無線送信方法において、前記複数のアンテナのうちの少なくとも一つのアンテナ及び該一つのアンテナに接続されたパワーアンプを用いてショートプリアンプル列、第1シグナルフィールド及び第2シグナルフィールドを含む信号を送信するステップと；前記第2シグナルフィールドの送信後に前記複数のアンテナ及び該複数のアンテナに接続されたパワーアンプを用いてA G C用プリアンプルを送信するステップと；前記複数のアンテナにそれぞれ接続されたパワーアンプの電源を異なるタイミングで投入するステップとを具備する無線送信方法を提供する。

20

【発明の効果】**【0011】**

M I M Oのように複数の送信アンテナから送信を行う際に、伝送路応答推定に用いる信号の歪みを防止でき、受信側で高精度に伝送路応答推定ができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0012】**

以下、図面を参照して本発明の一実施形態について詳細に説明する。

30

本発明の一実施形態による無線通信用プリアンプル信号を含む無線パッケージは、図1に示されるように、まず単一のアンテナTx1から送信されるP L C P (Physical Layer Convergence Protocol) 信号が配置される。P L C P 信号はショートプリアンプル列101、第1ロングプリアンプル列102、第1シグナルフィールド(SIGNAL) 103及び第2シグナルフィールド(SIGNAL 2) 104を有する。ショートプリアンプル列101の単位プリアンプルS P及び第1ロングプリアンプル列102の単位プリアンプルL Pは、それぞれ一定長の信号系列であり、S Pの長さに対してL Pの長さは相対的に大きい。

【0013】

ショートプリアンプル列101、第1ロングプリアンプル列102及び第1シグナルフィールド103はIEEE 802.11a規格に準拠している。ショートプリアンプル列101と第1ロングプリアンプル列102との間には、ガードインターバル(Guard Interval) G Iが配置される。第2シグナルフィールド104は、新たな無線L A N規格であるIEEE 802.11nに必要なフィールドである。第1シグナルフィールド103及び第2シグナルフィールド104については、後に詳しく説明する。

40

【0014】

P L C P 信号の後に、複数のアンテナTx1及びTx2からそれぞれ同時に送信されるA G C用プリアンプル105A及び105Bが配置される。A G C用プリアンプル105A及び105Bは、複数の送信アンテナを使って送信された信号を受信装置において適切な品質で復調できるようにするために用いられる。すなわち、A G C用プリアンプル105A及

50

び105Bは、MIMO(Multi Input Multi Output)技術で通信するにあたって、受信装置が最適なAGCを行うことができるようにするためのプリアンプルであり、MIMO技術を用いたAGCを行う場合に特有のプリアンプルであると共に、単一アンテナ送信の後に複数アンテナからの送信を行う際の、送信機のパワーアンプによる歪を吸収するためのプリアンプルである。

【0015】

AGC用プリアンプル105A及び105Bの後に、第2ロングプリアンプル列106A~109A及び106B~109Bがそれぞれ配置される。本実施形態では、AGC用プリアンプル105A及び105Bとして図2に示すような系列を用いる。図2は、AGC用プリアンプル105A及び105Bの周波数軸上のサブキャリア配置を示している。図2で黒で示されるサブキャリアはAGC用プリアンプル105A及び105Bでは値を持つことを示し、白で示されるサブキャリアはAGC用プリアンプル105A及び105Bでは値がゼロであることを示している。図2では、中心の斜線で示されるゼロサブキャリアを除いて52本のサブキャリアがある。

10

【0016】

各送信アンテナTx1及びTx2では、それぞれ6本ずつのサブキャリア（黒で示されるサブキャリア）を使用しており、アンテナTx1及びTx2で用いているサブキャリアは合計で12本になるように設計されている。ショートプリアンプル列101で用いているサブキャリアの数も12本であり、使用しているサブキャリアもAGC用プリアンプル列105A及び105Bで使用しているサブキャリアと同様である。従って、図2で示した周波数軸上のサブキャリアを時間軸上の波形に変換すると、AGC用プリアンプル列105A及び105Bの周期は、ショートプリアンプル列101のそれと同じになる。なお、本実施形態では送信アンテナ数が2本の場合について説明したが、送信アンテナ数はこれに限られない。例えば、送信アンテナ数が3本の場合、それぞれの送信アンテナでは4本のサブキャリアを用いることになる。

20

【0017】

第2ロングプリアンプル列106A~109A及び106B~109Bを形成する単位プリアンプルLPの相互間には、ガードインターバルGIがそれぞれ配置される。後述するように、第2ロングプリアンプル列106A~109A及び106B~109Bは、それぞれ直交化されている。

30

【0018】

上述した無線通信用プリアンプル信号の後、すなわち第2ロングプリアンプル列106A~109A及び106B~109Bのそれぞれの送信後に、アンテナTx1及びTx2からそれぞれ送信される送信データ(DATA)110A及び110Bが配置される。

【0019】

次に、第1シグナルフィールド103を説明する前に、第2シグナルフィールド104について説明しておく。第2シグナルフィールド104には、図1の無線パケットがIEEE 802.11a規格以外の規格であるIEEE 802.11nに対応していることを示す識別情報が記述されている。言い替えれば、第2シグナルフィールド104は第2ロングプリアンプル列106A~109A及び106B~109Bが次に受信されること、及び第2ロングプリアンプル列のシンボル個数を示す。また送信データ110A及び110Bの変調方式(Modulation Scheme)と符号化方式(Coding Scheme)の組み合わせであるMCS(Modulation and Coding Scheme)を示す。符号化方式は、誤り訂正符号である畳み込み符号の符号化率を示す。

40

【0020】

次に、第1シグナルフィールド103について詳しく説明する。第1シグナルフィールド103には、後続する送信データ110A及び110Bの変調方式や無線パケット長を示す情報が記述されている。前述したとおり、図1に示した無線通信用プリアンプル信号のうち、PLCP信号の区間、特にショートプリアンプル列101から第1シグナルフィールド103までの無線パケット区間は、IEEE 802.11a規格に準拠している。

50

【0021】

図3には、IEEE 802.11a規格に基づく無線通信用プリアンブル信号を含む無線パケットを示す。一つの送信アンテナTx1から時間同期、周波数同期及びA G Cに用いるショートプリアンブル列x11、伝送路応答推定用のロングプリアンブル列x12、及び無線パケットの変調方式や長さを示すフィールドを含むシグナルフィールドx13が順に送信され、この後に送信データx14、x15が送信される。

【0022】

図1における第1シグナルフィールド103は、図3に示したIEEE 802.11a規格に基づく無線通信用プリアンブル信号におけるシグナルフィールドx13と同様である。第1シグナルフィールド103は、図1の下側に詳細に示されるようにIEEE 802.11a規格に基づく無線パケット中のデータ信号のM C Sを示すレート部(RATE)131、将来の規格拡張のために予約されるリザーブビット(R)132、無線パケットの長さを示すパケット長部(LENGTH)133、レート部131からパケット長部133までの情報のパリティチェックを行うパリティ部(P)134、及び畳み込み符号を終端させるためのシグナルテール部(SIGNAL TAIL)135を有し、これらがO F D M多重されて送信アンテナTx1から送信される。

【0023】

従って、無線機がIEEE 802.11a規格に準拠していれば、パケット長部133で示される無線パケット区間では正常な受信動作を行うことができる。すなわち、第1シグナルフィールド103に後続する信号区間に、IEEE 802.11a規格に準拠した他の無線送信装置が送信を開始することによって無線パケットを破壊するようなことは生じない。

【0024】

リザーブビット132は、IEEE 802.11a規格に対応する無線機では不要であり、使用されていない。本発明の一実施形態では、このリザーブビット132に意味を与えることにより、IEEE 802.11a以外の特定の規格、例えばIEEE 802.11n規格の無線機の動作を制御することを可能とする。具体的には、リザーブビット132は例えば(a) A G C用プリアンブル105A及び105Bの送信を予告したり、(b) 図1に示したIEEE 802.11n規格に対応する無線パケットを送信することを示したり、あるいは(c) 複数の送信アンテナTx1及びTx2を用いてA G C用プリアンブル105A及び105B及びデータ110A及び110Bを送信することを示す。

【0025】

ここで、(a)の予告については、リザーブビット132で第2シグナルフィールド104の送信を予告することによって、間接的にA G C用プリアンブル105A及び105Bの送信を予告することを含む。(b)でいうIEEE 802.11n規格に対応する無線パケットとは、図1に示したようにショートプリアンブル列101、第1ロングプリアンブル列102、第1シグナルフィールド103、第2シグナルフィールド104、A G C用プリアンブル105A及び105B、第2ロングプリアンブル列106A～109A及び106B～109B及びデータ110A及び110Bを含む無線パケットであり、MIMO技術を用いて複数の送信アンテナからの信号が多重された信号を含む無線パケットである。

【0026】

リザーブビット132を予め決められた値、例えば“1”にして送信すれば、IEEE 802.11n規格の無線機はリザーブビット132の受信及び復調を行うことによって、IEEE 802.11n規格に対応する無線パケットの受信を認識することが可能である。具体的には、リザーブビット132によって図1の無線パケットが受信されていることを示し、さらにはリザーブビット132の後に第2シグナルフィールド及びA G C用プリアンブル105A及び105Bが次に受信されることを示すことが可能である。

【0027】

なお、受信側におけるA G Cのタイミングについては、第2シグナルフィールド104の受信に応答して行ってもよいし、A G C用プリアンブル105A、105Bの受信に
応答して行ってもよい。

【0028】

次に、図 4 を参照して図 1 及び図 2 で示した無線パケットを送信する本発明の一実施形態に従う無線送信装置について説明する。

【0029】

まず、送信指令を受けたタイミング制御部 201 はベースバンド信号処理部 202 へ読み込み指令を出す。読み込み指令を受けたベースバンド信号処理部 202 は、メモリ 203 を参照して図 1 中に示すプリアンプを読み込む。ベースバンド信号処理部 202 は、さらに上位層から送られてくる送信データに対して変調及び符号化を行うことにより、図 1 に示す無線パケット全体を構成する。

【0030】

ベースバンド信号処理部 202 から出力される無線パケットのベースバンド信号は、図 1 に示したアンテナTx1及びTx2用の無線送信部 204 A及び204 Bへ渡され、ここで所定の処理（例えば、アップコンバートやフィルタリング）が施された後、アンテナTx1及びTx2用のパワーアンプ 205 A及び205 Bへ渡される。パワーアンプ 205 A及び205 Bは、無線送信部 204 A及び204 Bから入力された信号に対して電力増幅を行い、増幅した出力をアンテナTx1及びTx2に供給する。この結果、アンテナTx1及びTx2から図 1 に示す無線パケットが送信される。

【0031】

本実施形態においては、図 1 中に示したショートプリアンプ列 101 から第 1 ロングプリアンプ列 102、第 1 シグナルフィールド 103 及び第 2 シグナルフィールド 104 までの PLCP 信号は、図 4 中の送信アンテナTx1によって送信される。PLCP 信号以後の図 1 中に示したAGC用プリアンプ列 105 A及び105 B、第 2 ロングプリアンプ列 106 A～109 A及び106 B～109 B、及びデータ 110 A及び110 Bは、図 4 中の送信アンテナTx1、Tx2によって送信される。

【0032】

タイミング制御部 201 は、ショートプリアンプ列 101 が送信されると同時にパワーアンプ 205 Aに指令を出し、パワーアンプ 205 Aの電源を投入する。また、タイミング制御部 201 はAGC用プリアンプ列 105 A及び105 Bが送信されるタイミングに合わせてパワーアンプ 205 Bの電源を投入する。

【0033】

図 1 においては、パワーアンプの電源投入に伴うパワーアンプの出力レベルの変化を模式的に示している。すなわち、アンテナTx1用のパワーアンプ 205 Aの出力レベルはショートプリアンプ列 101 の送信前は低レベルであり、ショートプリアンプ列 101 の送信とほぼ同時に高レベルとなる。一方、アンテナTx2用のパワーアンプ 205 Bの出力レベルはAGC用プリアンプ列 105 A及び105 Bを送信するタイミングに合わせて低レベルから高レベルへ切り替わる。

【0034】

アンテナTx1用のパワーアンプ 205 Aの出力レベルを低レベルから高レベルへ切り替えるタイミングは、図 1 中に示したタイミングよりも早くすることも、やや遅くすることも可能である。具体的には、パワーアンプ 205 Aの出力信号の歪が後述するショートプリアンプ列 101 を用いたフレーム検出及びAGCに影響を与えない程度であれば問題はない。

【0035】

一方、アンテナTx2のパワーアンプ 205 Bの電源投入をAGC用プリアンプよりも以前、具体的には第 2 シグナルフィールド 104 の送信中に行った場合、無線回路に大きな電流が流れ、Tx1からの送信信号に歪を生じさせてしまう可能性がある。従って、パワーアンプ 205 Bの電源投入タイミングは、第 2 シグナルフィールド 104 の送信後、すなわちAGC用プリアンプ列 105 A及び105 Bの送信中が最適であり、より好ましくはAGC用プリアンプ列 105 A及び105 Bを用いたAGCに影響を与えないタイミングに設定することが望ましい。

【0036】

次に、図 5 を用いて図 1 の無線パケットを受信する無線受信装置について説明する。図 5 に示す無線受信装置においては、複数の受信アンテナ 301A~301D によって、図 2 に示した無線送信装置から送信された RF 信号が受信される。無線受信装置は、単一の受信アンテナを備えていても構わない。受信アンテナ 301A~301D からの RF 受信信号は、受信部 302A~302D にそれぞれ入力される。受信部 302A~302D では受信処理、例えば RF 帯から BB（ベースバンド）帯への周波数変換（ダウンコンバート）、AGC（自動利得制御）及び A/D（アナログーデジタル）変換が行われ、ベースバンド信号が生成される。

【0037】

受信部 302A~302D からのベースバンド信号は、伝送路推定部 303A~303D 及びデジタル復調部 304 に入力される。伝送路推定部 303A~303D では、図 4 の無線送信装置から図 5 の無線受信装置までの間の伝送路応答が推定される。伝送路推定部 303A~303D については、後に詳しく説明する。デジタル復調部 304 では、伝送路推定部 303A~303D によって推定された伝送路応答に従ってベースバンド信号の復調が行われ、図 1 中に示した送信データ 110A 及び 110B に対応する受信データ 305 が生成される。

【0038】

より詳しくは、デジタル復調部 304 は入力部に伝送路等化器を有する。伝送路等化器は、受信信号が伝送路で受けた歪を除去するための等化处理を推定された伝送路応答に従って行う。デジタル復調部 304 は、さらに時間同期処理に基づく適切な復調タイミングで等化後の信号に対して復調処理を行い、データを再生する。

【0039】

次に、図 5 中に示した受信部 302A~302D について説明する。図 6 に、受信部 302A の詳細な構成を示す。他の受信部 302B~302D も同様であるため、ここでは受信部 302A のみについて説明する。受信アンテナ 301A から入力される RF 受信信号は、ダウンコンバータ 401 によってダウンコンバートされ、ベースバンド信号が生成される。この場合、RF 受信信号を直接 BB 帯に変換してもよいし、一旦 IF（中間周波数）帯への変換を行った後、BB 帯に変換してもよい。

【0040】

ダウンコンバータ 401 によって生成されたベースバンド信号は可変利得増幅器 402 に入力され、AGC すなわち信号レベルの調整が行われる。可変利得増幅器 402 からの出力信号は、A/D 変換器 403 によりデジタル信号に変換される。A/D 変換器 403 から出力されるデジタル信号は、受信部 302A の外に出力されると共に、利得制御部 404 に入力される。利得制御部 404 によって A/D 変換器 403 からのデジタル信号から利得計算が行われ、それに基づいて可変利得増幅器 402 の利得が制御される。この AGC の具体的な内容については、後述する。

【0041】

次に、図 1 に示した無線通信用プリアンブル信号を含む無線パケットの送信信号を受信する場合に着目して、図 5 及び図 6 で説明した無線受信装置の動作について説明する。

【0042】

無線受信装置は、まず図 4 中の送信アンテナ Tx1 から送信されるショートプリアンブル列 101 を受信し、ショートプリアンブル列 101 に対応するベースバンド信号を用いてフレーム先頭検出、時間同期、AFC（自動周波数制御）及び AGC を行う。AFC は、周波数同期とも呼ばれる。フレーム先頭検出、時間同期及び AFC については公知の技術を用いることができるので説明を省略し、ここでは AGC について特に説明する。

【0043】

ショートプリアンブル列 101 に対応するベースバンド信号は、可変利得増幅器 402 によって、予め与えられた初期利得値に従って増幅される。可変利得増幅器 402 からの出力信号は、A/D 変換器 403 を経て利得制御部 404 に入力される。利得制御部 404 は、ショートプリアンブル列 101 に対応する受信信号の A/D 変換後のレベルから利

10

20

30

40

50

得を計算し、それに従って可変利得増幅器 402 の利得を制御する。

【0044】

今、ショートプリアンプル列 101 に対応するベースバンド信号の A/D 変換後のレベルを X とする。レベル X が高い場合、ベースバンド信号は A/D 変換器 403 の入力ダイナミックレンジの上限を超え、A/D 変換によって得られるデジタル信号は飽和を起こす。このため、特に高レベルの信号は歪んでしまう。一方、レベル X が低い場合、特に低レベルの信号は A/D 変換に伴って大きな量子化誤差を含むようになる。このように A/D 変換後のレベル X が高い場合及び低い場合のいずれにおいても、A/D 変換器 403 では適切な変換が行われないため、受信品質に大きな支障をきたす。

【0045】

この問題を解決するため、利得制御部 404 はショートプリアンプル列 101 に対応するベースバンド信号の A/D 変換後のレベル X が予め決められた目標値 Z になるように、可変利得増幅器 402 の利得を制御する。

【0046】

A/D 変換器 403 に入力される信号が全て飽和してしまう程度にベースバンド信号のレベルが大幅に高い場合、あるいは逆に大幅に低い場合、一回の制御で可変利得増幅器 402 の利得を適切に制御できないことがある。このような場合、利得制御を繰り返して行う。この結果、A/D 変換器 403 に入力されるベースバンド信号のレベルを A/D 変換器 403 の入力ダイナミックレンジ内に収まるような適切なレベルに調整することが可能となる。

【0047】

このようにショートプリアンプル列 101 に対応するベースバンド信号を用いて可変利得増幅器 402 の利得を制御することにより、適切な A/D 変換を行い、受信品質の低下を避けることができる。なお、ショートプリアンプル列 101 を用いた AGC を一回目の AGC と呼ぶことにする。

【0048】

上記の説明では、可変利得増幅器 402 のための利得計算に必要な受信レベルの測定を A/D 変換器 403 から出力されるデジタル信号を用いて行ったが、A/D 変換前のアナログ信号を用いてレベル測定を行うことも可能である。さらに、BB 帯でなく IF 帯あるいは RF 帯で受信レベルの測定を行っても構わない。

【0049】

パワーアンプ 205A の電源の投入は、ショートプリアンプル列 101 の送信タイミングに合わせて行われるため、ショートプリアンプル列 101 の前半部分は歪が生じる。しかしながら、ショートプリアンプル列 101 の前半は受信側において無線パケットの検出や AGC に使われるため、多少歪が生じていても問題はない。一方、AGC は繰り返し行われる制御であり、ショートプリアンプル列 101 の後半では電源投入の影響による歪のない信号を用いて AGC を正しく行うことができるため、特に問題とはならない。

【0050】

次に、無線受信装置は送信アンテナ 205A から送信される第 1 ロングプリアンプル列 102 を受信し、ロングプリアンプル列 102 に対応するベースバンド信号を用いて伝送路推定、すなわち無線送信装置から無線受信装置までの伝送路応答（周波数伝達特性）の推定を行う。送信アンテナ Tx1 から送信される信号については上述のように AGC が終了しているため、伝送路推定を行うときには A/D 変換器 403 への入力レベルは適切に調整されている。従って、送信アンテナ 205A から送信される信号については、A/D 変換器 403 から精度の高いデジタル信号が得られるため、このデジタル信号を用いて伝送路推定を的確に行うことができる。

【0051】

次に、無線受信装置は送信アンテナ Tx1 から送信される第 1 シグナルフィールド 103 を受信し、第 1 シグナルフィールド 103 に対応するベースバンド信号に対して、上述した伝送路推定の結果を用いてデジタル復調部 404 により復調処理を行う。第 1 シグナ

10

20

30

40

50

ルフィールド103には、図1中に示したようにプリアンプルデータに後続するデータのMCSを示すレート部131や、無線パケットの長さを示すパケット長部133が記述されている。無線受信装置は、第1シグナルフィールド103中のパケット長部133から認識される無線パケット区間においてデジタル復調部404による復調処理を続ける。

【0052】

次に、図7を用いて図5中のデジタル復調部304について詳細に説明する。デジタル復調部304には、図5中に示した受信部302A～302Dからの信号500が入力される。デジタル復調部304はFFT（高速フーリエ変換）部501、シンボルタイミング制御部502、デマッピング部503、誤り訂正部504、シグナル復号部505及びAGC開始制御部506を有する。

10

【0053】

シンボルタイミング制御部502は、入力されるショートプリアンプル列101及びロングプリアンプル列102などを用いて、タイミング同期（時間同期）の一つであるシンボル同期をとる。具体的には、図1の無線パケット中に示されている各々のシンボルの区切りを認識する。シンボル同期の手法については、公知の技術であるため詳細な説明を省略する。

【0054】

FFT部501は、シンボルタイミング制御部502で認識されたタイミングに応じて入力信号500に対しFFTを施し、第1ロングプリアンプル列102を用いた伝送路推定を行う。伝送路推定も公知の技術なので、説明を省略する。

20

【0055】

次に、FFT部501は入力信号500に対し第1シグナルフィールド103のタイミングでFFTを施す。FFT部501からの出力は、デマッピング部503により2値系列に変換された後、誤り訂正部504へ入力される。誤り訂正後の出力は、デジタル復調部304から受信データ305として出力されると共に、シグナル復号部505へ入力される。なお、誤り訂正を用いずにデマッピング部503の出力をそのままシグナル復号部505へ入力することも可能である。

【0056】

シグナル復号部505では、第1シグナルフィールド103中のリザーブビット132を復号して予め決められた値、例えば“1”であることを検出すると、間もなくAGC用プリアンプル105A及び105Bが受信されることを認識し、AGC開始制御部506にその旨、すなわちAGC用プリアンプルの受信予告を通知する。AGC開始制御部506は、このAGC用プリアンプル受信予告を受けると図6中に示す利得制御部404に対してAGC開始指令を送り、利得制御動作を開始させる制御を行う。

30

【0057】

次に、無線受信装置は送信アンテナ205Aから送信される第2シグナルフィールド104を受信した後、送信アンテナ205A及び205Bから送信されるAGC用プリアンプル105A及び105Bを受信する。AGC用プリアンプル105A及び105Bは、第2シグナルフィールド104まで送信を続けてきた送信アンテナ205A及び今まで送信を行ってない送信アンテナTx2から送信される。従って、送信アンテナTx1のみから送信される信号（第1ショートプリアンプル列101、第1ロングプリアンプル列102、第1シグナル103及び第2シグナル104）を受信する場合と比較して、AGC用プリアンプル105A及び105Bを受信する場合の受信レベルは変化する。

40

【0058】

このときAGC開始制御部506は、シグナル復号部505からAGC用プリアンプル受信予告を既に受けているため、シンボルタイミング制御部502からのシンボルタイミングの情報を用いて、AGC用プリアンプル105A及び105Bが図5中のA/D変換器403を通過する時間に合わせて、AGC開始指令を受信部302A～302Dへ送る。受信部302A～302DはAGC開始指令を受けると、AGC用プリアンプル105A及び105Bを用いて再度AGCを行う。これにより送信アンテナ205A及び205

50

Dから同時に送信されてくる信号、すなわちMIMO(Multi Input Multi Output)のチャネルで送られてくる信号を受信レベルを適切に調整してA/D変換器403に入力することができる。なお、AGC用プリアンプ105A及び105Bを用いたAGCを二回目のAGCと呼ぶことにする。

【0059】

ところで、本実施形態では一回目のAGCで用いる目標値Zと二回目のAGCで用いる目標値を同一の値としたが、一回目のAGCと二回目のAGCで異なる値を設定してもよい。これにより単一のアンテナから送信されている信号も、複数のアンテナから同時に送信された信号も、それぞれ高精度にA/D変換を行うことが可能になる。

【0060】

第1シグナルフィールド103を復号するために、FFTが用いられる。FFTは原理的に、第1シグナルフィールド103が全て受信されてからでないと開始することはできない。FFT及び誤り訂正復号の処理は、第2シグナルフィールド104の受信中に行われる。

【0061】

現在のLSI技術を考慮すると、第1シグナルフィールド103の復号結果が分かるのは、既に無線受信装置がAGC用プリアンプ105A及び105Bを受信中のときであり、二回目のAGCが開始されるのもAGC用プリアンプ受信中になる。図1の下側には、無線通信装置がAGCを開始するタイミングが記載されている。これによると、ショートプリアンプ列101の受信中に一回目のAGCを行い、AGC用プリアンプ列受信中に二回目のAGCを開始する様子が示される。

【0062】

ところで、図1からもわかるように、アンテナTx2用のパワーアンプ205Bの電源をAGC用プリアンプ105A及び105Bの前半で投入すれば、無線受信装置が第1シグナルフィールド103を復号するタイミングではパワーアンプ205Bの出力は既に収束することになるため、二回目のAGCに影響を与えない。すなわち、パワーアンプ205Bの電源はAGC用プリアンプ列105Aを送信するタイミング、つまり第2シグナルフィールド104とAGC用プリアンプ列105Aとの境界で投入する必要はなく（図1の場合は境界で投入している）、無線通信装置が二回目のAGCを開始するまでにパワーアンプ205Bの歪が収束するように調整されていれば良い。

【0063】

二回目のAGC開始指令は、第2シグナルフィールド104を復号した後に出しても良いが、本実施形態では第1シグナルフィールド103中のリザーブビット132を復号した時点でAGC開始指令を出す。これによって、AGC開始指令が出されてから実際にAGCを開始するまでの時間に余裕を持たせることができる。具体的には、第2シグナルフィールド104の復号に要する時間分だけ余裕が生じる。従って、第2シグナルフィールド104を復号してからAGC開始指令を出す手法と比較して、復号のための処理速度を低減することが可能になり、低速動作の廉価なLSIを使用することが可能になる。

【0064】

また、第2シグナルフィールド104を復号してからAGC開始指令を出す手法と比較して、AGCプリアンプ105A及び105Bを用いたAGCが可能な時間を長く取ることができるため、適切なAGC値の下で高品質の受信を行うことができる。すなわち、図4で示したようにAGC用プリアンプ105A及び105Bに対応するベースバンド信号のA/D変換後のレベルを用いて、可変利得増幅器402に対する利得制御を再度行うことができる。

【0065】

次に、無線受信装置は第2ロングプリアンプ列106A～109A及び106B～109Bを用いて伝送路推定を行う。第2ロングプリアンプ列106A～109A及び106B～109Bは、図4に示したような無線送信装置によりMIMO多重された信号を受信するためのプリアンプ信号であり、無線受信装置はこれを用いて複数のアンテナか

10

20

30

40

50

らの伝送路推定を行う。従って、もし第2ロングプリアンブル列106A～109A及び106B～109Bが歪んだ場合、受信性能は大幅に劣化する。

【0066】

これに対して、本発明の実施形態ではアンテナTx2用のパワーアンプ205Bの電源投入に伴い送信信号に発生する歪は、AGC用プリアンブル105A及び105Bの送信中に発生するため、第2ロングプリアンブル列106A～109A及び106B～109Bに歪を生じさせることはない。従って、第2ロングプリアンブル列106A～109A及び106B～109Bを用いた伝送路推定を高精度に行うことが可能であり、良好な受信性能が得られる。また、AGC用プリアンブル列105A及び105Bを用いた二回目のAGCも、AGC用プリアンブル列105A及び105Bの受信中に終了するため、第2

10

【0067】

図8に示した従来のプリアンブル信号はAGC用プリアンブルが存在しないため、無線受信装置のAGCを再度動作させる必要はない。しかし、パワーアンプの電源をMIMO用ロングプリアンブル列の送信中に投入した場合、ロングプリアンブル列に歪を与えるため、受信機の性能を大幅に劣化させる。加えて従来のプリアンブル信号ではAGC用プリアンブルが存在しないため、AGCを適切に調整することが難しく、良好な受信性能が得られない。本発明の実施形態によると、このような問題点が解消する。

【0068】

以上述べように、本発明の実施形態によるとアンテナTx2用のパワーアンプ205Bの電源を投入した際の歪をAGC用プリアンブル105A及び105Bによって吸収し、第2ロングプリアンブル列106A～109A及び106B～109Bの送信信号に歪を発生することがなくなる。従って、第2ロングプリアンブル列106A～109A及び106B～109BによるMIMOシステムの伝送路推定を正確に行うことが可能になり、受信性能を大幅に改善することが可能になる。

20

【0069】

また、AGC用プリアンブル列105A及び105Bを用いることにより、MIMO信号を適切にデジタル変換することが可能になり、高精度な受信を行うことが可能になる。

【0070】

さらに、アンテナTx2用のパワーアンプ205Bの電源を無線パケットの先頭で投入する場合と比較して、低消費電力が可能になる。すなわち、無線パケットの先頭でアンテナTx1用及びTx2用のパワーアンプ205A及び205Bの電源を共に投入した場合、前述した低消費電力の効果はなくなるが、両パワーアンプ205A及び205Bの電源投入タイミングをずらすことにより、無線回路内に大電流を流すのを防ぎ、歪を低下させることも可能である。

30

【0071】

上記実施形態では、AGC用プリアンブル以降で送信を行うアンテナはTx2のみであったが、AGC用プリアンブル以降で3本以上の送信アンテナを用いる場合にも容易に拡張できる。その際は、例えば、3つのアンテナのうち2つのアンテナで図3に示すようなプリアンブル信号をまず送信し、その後全てのアンテナでAGC用プリアンブルを送信してもよい。また、上述した実施形態ではパワーアンプの電源投入を制御する例について述べたが、無線送信部の電源、あるいは無線送信部とパワーアンプを含めた送信ユニットの電源の投入を制御する場合についても容易に拡張できる。

40

【0072】

その他、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】

50

【0073】

【図1】本発明の一実施形態に従うプリアンプル信号を含む無線パケットとパワーアンプ出力の変化及び受信側でのAGC開始タイミングを示す図

【図2】図一中のAGC用プリアンプルのサブキャリア配置を示す図

【図3】IEEE 802.11aに準拠した無線パケットを示す図

【図4】本発明の一実施形態に従う無線送信装置のブロック図

【図5】本発明の一実施形態に従う無線受信装置のブロック図

【図6】図5中に示す受信部の具体例を示すブロック図

【図7】図5中に示すディジタル復調部の具体例を示すブロック図

【図8】従来のプリアンプル信号を含む無線パケットを示す図

10

【符号の説明】

【0074】

101…ショートプリアンプル列

102…第1ロングプリアンプル列

103…第1シグナルフィールド

104…第2シグナルフィールド

105A, 105B…AGC用プリアンプル

106A～109A, 106B～109B…第2ロングプリアンプル列

110A, 110B…データ

201…タイミング制御部

20

202…ベースバンド信号処理部

203…メモリ

204A, 204B…無線送信部

205A, 205B…パワーアンプ

205A～205D…送信アンテナ

301A…301D…受信アンテナ

302, 302A～302D…受信部

303A～303D…伝送路推定部

304…ディジタル復調部

401…ダウンコンバータ

30

402, 402A～402D…可変利得増幅器

403…A/D変換器

404…利得制御部

501…FFTユニット

502…シンボルタイミング制御部

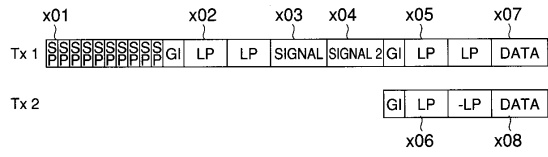
503…デマッピング部

504…誤り訂正部

505…シグナル復号部

506…AGC開始制御部

【図 8】



フロントページの続き

- (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
- (72)発明者 瀬戸 一郎
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 佐藤 一美
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 太田 龍一

- (56)参考文献 Tsuguhide Aoki, Daisuke Takeda, Takahiro Kobayashi and Kazuaki Kawabata Corporate R&D center, New preamble structure for AGC in a MIMO-OFDM system, IEEE802.11-04/046r1, 2004年 1月, URL, <http://www.ieee802.org/11/DocFiles/04/11-04-0046-00-000n-new-preamble-structure-agc-in-mimo-ofdm-system.ppt>
Jan Boer, Bas Driesen and Pieter-Paul Giesberts, Agere Systems, Backwards compatibility, IEEE802.11-03/714r0, 2003年 9月

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H04J | 15/00 |
| H04B | 7/04 |
| H04B | 7/06 |
| H04J | 11/00 |