

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6430635号
(P6430635)

(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4W 28/06	(2009.01)	HO4W 28/06	110
HO4W 84/12	(2009.01)	HO4W 84/12	
HO4W 74/08	(2009.01)	HO4W 74/08	
HO4L 29/06	(2006.01)	HO4L 13/00	305C

請求項の数 12 (全 101 頁)

(21) 出願番号	特願2017-517294 (P2017-517294)	(73) 特許権者	502032105
(86) (22) 出願日	平成27年10月1日(2015.10.1)		エルジー エレクトロニクス インコーポ レイティド
(65) 公表番号	特表2017-536004 (P2017-536004A)		大韓民国ソウル、ヨンドンポーク、ヨイ ーデロ、128
(43) 公表日	平成29年11月30日(2017.11.30)	(74) 代理人	100099759
(86) 国際出願番号	PCT/KR2015/010379		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開番号	W02016/053024	(74) 代理人	100092624
(87) 国際公開日	平成28年4月7日(2016.4.7)		弁理士 鶴田 準一
審査請求日	平成29年4月18日(2017.4.18)	(74) 代理人	100114018
(31) 優先権主張番号	62/058,112		弁理士 南山 知広
(32) 優先日	平成26年10月1日(2014.10.1)	(74) 代理人	100165191
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 河合 章
(31) 優先権主張番号	62/186,334	(74) 代理人	100151459
(32) 優先日	平成27年6月29日(2015.6.29)		弁理士 中村 健一
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおけるデータ送信方法及びこのための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

WLAN (Wireless LAN) システムにおける下向きリンク (DL: Downlink) マルチユーザ (MU: Multi-User) 送信方法において、

物理プリアンプル (physical preamble) 及びデータフィールドを含む DL MU PPDU (Physical Protocol Data Unit) を生成するステップと、

前記データフィールドは、少なくとも1つのメディアアクセスコントロール (MAC) PDU (Protocol Data Unit) (MPDU) を含み、前記少なくとも1つのMPDUは、MACヘッダとMACフレームボディを含み、

前記MACヘッダは、ACK指示 (indication) 情報と、前記ACK指示情報が含まれるか否かを示す指示子を含み、

前記ACK指示情報は、複数のACKフレームの上向きリンク (UL) MU OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) 送信のための周波数資源割当情報と、変調及びコーディングスキーム (MCS) レベル情報と、前記複数のACKフレームを運ぶUL MU PPDUの長さ情報を含み、

前記DL MU PPDUを複数の受信STAへ送信するステップと、

前記複数の受信STAから前記複数のACKフレームを前記DL MU PPDUへの応答として同時に受信するステップと、

10

20

を含む、DL MU送信方法。

【請求項2】

前記指示子は、前記MACヘッダに含まれた高効率(HE)コントロールフィールドに含まれる、請求項1に記載のDL MU送信方法。

【請求項3】

前記ACK指示情報は、前記MACヘッダのHEコントロールフィールドに含まれる、請求項2に記載のDL MU送信方法。

【請求項4】

前記周波数資源割当情報は、前記ACKフレームのUL MU OFDMA送信のために割り当てられた資源ユニットを示すインデックス値を含む、請求項1に記載のDL MU送信方法。

【請求項5】

前記MCSレベル情報は、前記ACKフレームに適用されたMCSレベルを示す、請求項1に記載のDL MU送信方法。

【請求項6】

前記ACKフレームに適用されたMCSレベルは、MCSレベルの所定の数の中から選択される、請求項5に記載のDL MU送信方法。

【請求項7】

前記MCSレベル情報は、MCSレベル0から3の1つを示し、

前記MCSレベル0はBPSK変調で1/2コードレートコーディングを示し、前記MCSレベル1はQPSK変調で1/2コードレートコーディングを示し、前記MCSレベル2はQPSK変調で3/4コードレートコーディングを示し、前記MCSレベル3は16QAM変調で1/2コードレートコーディングを示す、請求項6に記載のDL MU送信方法。

【請求項8】

前記長さ情報は、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple)シンボルナンバーユニットでの前記UL MU PPDUの長さを示す、請求項1に記載のDL MU送信方法。

【請求項9】

WLAN(Wireless LAN)システムにおけるSTA(Station)装置において、

無線信号を送受信するRFユニットと、
前記RFユニットを制御するプロセッサと、
を備え、

前記プロセッサは、

物理プリアンブル(physical preamble)及びデータフィールドを含む下向きリンク(DL: Downlink)マルチユーザ(MU: Multi-User)PPDU(Physical Protocol Data Unit)を生成し、

前記データフィールドは、少なくとも1つのメディアアクセスコントロール(MAC) PDU(Mac Protocol Data Unit)(MPDU)を含み、前記少なくとも1つのMPDUは、MACヘッダとMACフレームボディとを含み、

前記MACヘッダは、ACK指示(indication)情報と、前記ACK指示情報が含まれるか否かを示す指示子を含み、

前記ACK指示情報は、複数のACKフレームの上向きリンク(UL)MU OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)送信のための周波数資源割当情報と、変調及びコーディングスキーム(MCS)レベル情報と、前記複数のACKフレームを運ぶUL MU PPDUの長さ情報を含み、

前記DL MU PPDUを複数の受信STAへ送信し、

前記複数の受信STAから前記複数のACKフレームを前記DL MU PPDUへの

10

20

30

40

50

応答として同時に受信する、S T A装置。

【請求項10】

前記周波数資源割当情報は、前記ACKフレームのUL MU OFDMA送信のために割り当てられた資源ユニットを示すインデックス値を含む、請求項9に記載のS T A装置。

【請求項11】

前記MCSレベル情報は、前記ACKフレームに適用されたMCSレベルを示し、前記ACKフレームに適用されたMCSレベルは、MCSレベルの所定の数の中から選択される、請求項9に記載のS T A装置。

【請求項12】

前記長さ情報は、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple)シンボルナンバーユニットでの前記UL MU PPDUの長さを示す、請求項9に記載のS T A装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムに関し、さらに詳細に多重ユーザ(multi-user)のデータ送信を支援するためのデータ送信方法及びこれを支援する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ワイファイ(Wi-Fi)は、2.4GHz、5GHzまたは60GHz周波数帯域において機器がインターネットに接続可能なようにするWLAN(Wireless Local Area Network)技術である。

【0003】

WLANは、IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers)802.11標準に基づく。IEEE 802.11のWNGSC(Wireless Next Generation Standing Committee)は、次世代WLAN(wireless local area network)を中長期的に悩むアドホック委員会(committee)である。

【0004】

IEEE 802.11nは、ネットワークの速度と信頼性を増加させ、無線ネットワークの運営距離を拡張するのに目的をおいている。さらに具体的に、IEEE 802.11nでは、最大600Mbpsのデータ処理速度(data rate)を提供する高処理率(HT:High Throughput)を支援し、また送信エラーを最小化しデータ速度を最適化するために、送信部と受信部の両端ともに多重アンテナを使用するMIMO(Multiple Inputs and Multiple Outputs)技術に基盤をおいている。

【0005】

WLANの補給が活性化され、またこれを利用したアプリケーションが多様化するにつれて、超高処理率(VHT:Very High Throughput)を支援する次世代WLANシステムは、IEEE 802.11n WLANシステムの次のバージョンとして、IEEE 802.11acが新しく制定された。IEEE 802.11acは、80MHz帯域幅送信及び/又はより高い帯域幅送信(例えば、160MHz)を介して、1Gbps以上のデータ処理速度を支援し、主に5GHz帯域で動作する。

【0006】

最近では、IEEE 802.11acが支援するデータ処理速度よりさらに高い処理率を支援するための新しいWLANシステムに対する必要性が台頭しつつある。

【0007】

一名IEEE 802.11axまたは高効率(HEW:High Efficiency)

10

20

30

40

50

cy) WLANと呼ばれる次世代WLANタスクグループで主に論議されるIEEE 802.11axの範囲(scope)は、1) 2.4GHz及び5GHzなどの帯域で802.11 PHY(physical)層とMAC(media access control)層の向上、2) スペクトル効率性(spectrum efficiency)と領域スループット(area throughput)向上、3) 干渉ソースが存在する環境、密集した異種ネットワーク(heterogeneous network)環境及び高いユーザ負荷が存在する環境のような実際の室内環境及び室外環境での性能向上などを含む。

【0008】

IEEE 802.11axにおいて主に考慮されるシナリオは、AP(access point)とSTA(station)が多い密集環境であり、IEEE 802.11axは、このような状況でスペクトル効率(spectrum efficiency)と空間送信率(area throughput)の改善について議論する。特に、室内環境だけでなく、従来のWLANで多く考慮されなかった室外環境での実質的性能改善に関心を有する。

10

【0009】

IEEE 802.11axでは、無線オフィス(wireless office)、スマートホーム(smart home)、スタジアム(stadium)、ホットスポット(hotspot)、ビル/アパート(building/apartment)のようなシナリオに関心が大きく、当該シナリオに基づいてAPとSTAが多い密集環境でのシステム性能の向上についての議論が行われている。

20

【0010】

今後、IEEE 802.11axでは、1つのBSS(basic service set)での単一リンク性能向上よりは、OBSS(overlapping basic service set)環境でのシステム性能の向上及び室外環境性能の改善、及びセルラオフロード(cellular offloading)などに対する議論が盛んになると予想される。このようなIEEE 802.11axの方向性は、次世代WLANがますます移動通信と類似の技術範囲を有するようになるのを意味する。最近、スモールセル(small cell)及びD2D(Direct-to-Direct)通信領域で移動通信とWLAN技術が共に論議されている状況を考慮すると、IEEE 802.11axに基づいた次世代WLANと移動通信の技術的及び事業的融合は、さらに盛んになると予測される。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の目的は、無線通信システムにおける上向きリンク/下向きリンク多重ユーザ(multi-user)データ送受信方法を提案する。

【0012】

また、本発明の目的は、無線通信システムにおける上向きリンク/下向きリンク多重ユーザ(multi-user)送受信に利用されるPPDUのHE(High Efficiency)フォーマットを提案する。特に、PPDUに含まれたHE-SIG(signal) Aフィールド及びHE-SIG Bフィールドのフォーマットを提案する。

40

【0013】

本発明でなそうとする技術的課題は、以上で言及した技術的課題に制限されず、言及していないさらに他の技術的課題は、下記の記載から本発明の属する技術分野における通常の知識を有した者に明確に理解されるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上述した技術的課題を解決するために、本発明の一実施形態に係るWLANシステムのAP装置及びAP装置のデータ送信方法を提案する。

50

【0015】

本発明の一実施形態に係るWLAN(Wireless LAN)システムにおけるAP(Access Point)装置の下向きリンク(DL:Downlink)多重ユーザ(MU:Multi-User)送信方法において、物理プリアンブル(physical preamble)及びデータフィールドを含むDL MU PPDU(Physical Protocol Data Unit)を生成するステップであって、前記データフィールドは、少なくとも1つのMPDU(Mac Protocol Data Unit)を含み、前記少なくとも1つのMPDUは、MACヘッダとMACフレームボディとを含み、前記MACヘッダは、前記データフィールドを介して送信されたデータに対する応答であるACKフレームの上向きリンク(UL:Uplink)MU送信のためのACK指示(indication)情報を含む、ステップと、前記DL MU PPDUを送信するステップとを含むことができる。

10

【0016】

また、前記少なくとも1つのMPDUは、前記少なくとも1つのMPDUが前記ACK指示情報を含んでいることを指示する指示子を含むことができる。

【0017】

また、前記指示子は、前記少なくとも1つのMPDUに含まれたMPDUデリミタ(delimiter)フィールドに含むことができる。

【0018】

また、前記少なくとも1つのMPDUのタイプまたはサブタイプが定義される場合、前記指示子は、前記定義されたタイプまたはサブタイプとして前記MACヘッダのフレームコントロールフィールド(Frame Control Field)に含まれることができる。

20

【0019】

また、前記少なくとも1つのMPDUがHT(High-Throughput)フォーマットの制御ラッパーフレーム(Control Wrapper Frame)である場合、前記指示子は、前記MACヘッダに含まれたHTコントロールフィールドに含まれることができる。

【0020】

また、前記少なくとも1つのMPDUがHE(High-Efficiency)フォーマットフレームである場合、前記指示子は、前記MACヘッダに含まれたHEコントロールフィールドに含まれることができる。

30

【0021】

また、前記少なくとも1つのMPDUに対応するMPDUデリミタフィールドの特定予備ビット値が予め設定された値に設定されるか、前記少なくとも1つのMPDUに含まれたコントロールフィールドの特定予備ビット値が予め設定された値に設定された場合、前記少なくとも1つのMPDUは、前記HEフォーマットフレームでありうる。

【0022】

また、前記指示子は、前記MACヘッダに含まれたフレームコントロールフィールド(Frame Control Field)または住所フィールド(Address Field)に含まれることができる。

40

【0023】

また、前記指示子が前記フレームコントロールフィールドに含まれる場合、前記フレームコントロールフィールドのTo DSフィールド及びFrom DSフィールドのビット値が各々「1」に設定されることができる。

【0024】

また、前記ACK指示情報は、前記MACヘッダのコントロールフィールドに含まれることができる。

【0025】

また、前記コントロールフィールドは、前記ACK指示情報として前記ACKフレームの

50

UL MU送信のための周波数資源割当情報、帯域幅 (bandwidth) 情報、空間資源割当情報、送信チャネル情報、MCS (Modulation and Coding Scheme) レベル情報、前記ACKフレームを運ぶUL MU PPDUの最大長さ情報、バッファ状態要求 (Buffer status report request) 情報、及びチャネル状態要求 (Channel status report request) 情報のうち、少なくとも1つを含むことができる。

【0026】

また、前記データフィールドがA-MPDUを含む場合、前記A-MPDUの一部は、前記少なくとも1つのMPDUで構成されることができる。

【0027】

また、前記ACK指示情報に応じる応答として前記ACKフレームが受信されなかった場合、前記ACK指示情報の受信STAにBAR (Block Acknowledgment request) フレームを送信するか、前記受信STAから前記BARフレームの送信要求を受け、前記要求に対する応答として前記BARフレームを前記受信STAに送信するか、前記受信STAに対応するデータを前記DL MU PPDUを介して前記受信STAに再送信するステップとをさらに含むことができる。

【0028】

また、前記ACK指示情報の受信STAにBARフレームを送信するステップは、前記ACKフレームが受信されないことを認識した後、SIFS (Short inter frame space) 後または前記データを前記受信STAに再送信するためのバックオフ過程 (backoff procedure) 後に、チャネル競争 (channel contention) を介して前記BARフレームを送信するステップでありうる。

【0029】

また、前記受信STAから前記BARフレームの送信要求を受け、前記要求に対する応答として前記BARフレームを前記受信STAに送信する場合、前記BARフレームの要求は、ランダムアクセス (random access) 区間に前記受信STAから受信されることができる。

【0030】

また、前記データフィールドがA-MPDUを含む場合、前記A-MPDUは、前記少なくとも1つのMPDUで構成されることができる。

【0031】

また、本発明の他の実施形態によれば、WLAN (Wireless LAN) システムにおけるAP (Access Point) 装置において、無線信号を送受信するRFユニット、及び前記RFユニットを制御するプロセッサを備え、前記プロセッサは、物理プリアンプル (physical preamble) 及びデータフィールドを含む下向きリンク (DL: Downlink) 多重ユーザ (MU: Multi-User) PPDU (Physical Protocol Data Unit) を生成し、前記データフィールドは、少なくとも1つのMPDU (Mac Protocol Data Unit) を含み、前記MPDUは、MACヘッダとMACフレームボディとを含み、前記MACヘッダは、前記データフィールドを介して送信されたデータに対する応答であるACKフレームの上向きリンク (UL: Uplink) MU送信のためのACK指示 (indication) 情報を含み、前記DL MU PPDUを送信できる。

【0032】

また、前記少なくとも1つのMPDUは、前記少なくとも1つのMPDUが前記ACK指示情報を含んでいることを指示する指示子を含むことができる。

【発明の効果】

【0033】

本発明の一実施形態によれば、AP装置は、ACKフレームを送信するUL MU資源を指示するACK指示情報が含まれたMACヘッダをDL MU送信することができ、受信STAは、受信したACK指示情報が指示するUL MU資源を利用してACKフレー

10

20

30

40

50

ムを送信することができる。

【0034】

また、本発明の一実施形態によれば、AP装置は、前記ACK指示情報の包含可否を指示する指示子を前記ACK指示情報とともにDL MU送信し、受信STAは、前記指示子を介してACK指示情報の包含可否を認識できる。

【0035】

その他、本発明の他の効果については、以下の実施形態においてさらに説明する。

【図面の簡単な説明】

【0036】

本発明に関する理解を助けるために、詳細な説明の一部として含まれる添付図面は、本発明に対する実施形態を提供し、詳細な説明とともに本発明の技術的特徴を説明する。

10

【0037】

【図1】本発明が適用され得るIEEE 802.11システムの一例を示す図である。

【図2】本発明が適用され得るIEEE 802.11システムの階層アーキテクチャ(layer architecture)の構造を例示する図である。

【図3】本発明が適用され得る無線通信システムのnon-HTフォーマットPPDU及びHTフォーマットPPDUを例示する。

【図4】本発明が適用され得る無線通信システムのVHTフォーマットPPDUフォーマットを例示する。

【図5】本発明が適用され得る無線通信システムのPPDUのフォーマットを区分するためのコンステレーション(constellation)を例示する図である。

20

【図6】本発明が適用され得るIEEE 802.11システムのMACフレームフォーマットを例示する。

【図7】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるMACフレーム内のフレーム制御(Frame Control)フィールドを例示する図である。

【図8】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるHT ControlフィールドのVHTフォーマットを例示する。

【図9】本発明が適用され得る無線通信システムにおける任意バックオフ周期とフレーム送信手順とを説明するための図である。

【図10】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるIFS関係を例示する図である。

30

【図11】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるチャンネルサウンディング(sounding)方法を概念的に示す図である。

【図12】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるVHT NDP Aフレームを例示する図である。

【図13】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるNDP PPDUを例示する図である。

【図14】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるVHT圧縮されたビームフォーミング(VHT compressed beamforming)フレームフォーマットを例示する図である。

40

【図15】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるビームフォーミング報告ポーラ(Beamforming Report Poll)フレームフォーマットを例示する図である。

【図16】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるGroup ID Managementフレームを例示する図である。

【図17】本発明が適用され得る無線通信システムにおける下向きリンク多重ユーザ(multi-user)PPDUフォーマットを例示する図である。

【図18】本発明が適用され得る無線通信システムにおける下向きリンク多重ユーザ(multi-user)PPDUフォーマットを例示する図である。

【図19】本発明が適用され得る無線通信システムにおける下向きリンクMU-MIMO

50

送信過程を例示する図である。

【図20】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるACKフレームを例示する図である。

【図21】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるブロックACK要求(Block Ack Request)フレームを例示する図である。

【図22】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるブロックACK要求(Block Ack Request)フレームのBAR情報(BAR Information)フィールドを例示する図である。

【図23】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるブロックACK(Block Ack)フレームを例示する図である。

【図24】本発明が適用され得る無線通信システムにおけるブロックACK(Block Ack)フレームのBA情報(BA Information)フィールドを例示する図である。

【図25】本発明の一実施形態に係るHE(High Efficiency)フォーマットPPDUを例示する図である。

【図26】本発明の一実施形態に係るHEフォーマットPPDUを例示する図である。

【図27】本発明の一実施形態に係るHEフォーマットPPDUを例示する図である。

【図28】本発明の一実施形態に係るHEフォーマットPPDUを例示する図である。

【図29】本発明の一実施形態に係る上向きリンク多重ユーザ(multi-user)送信手順を例示する図である。

【図30】本発明の一実施形態に係るOFDMA多重ユーザ(multi-user)送信方式で資源割当単位を例示する図である。

【図31】本発明の一実施形態に係るOFDMA多重ユーザ(multi-user)送信方式で資源割当単位を例示する図である。

【図32】本発明の一実施形態に係るOFDMA多重ユーザ(multi-user)送信方式で資源割当単位を例示する図である。

【図33】ACK指示情報が物理プリアンブルに含まれた20MHz DL MU PPDUの一実施形態を示した図である。

【図34】ACK指示情報がデータフィールドに含まれた20MHz DL MU PPDUの一実施形態を示した図である。

【図35】HTフォーマットのコントロールフィールドを示した図である。

【図36】本発明の一実施形態に係るHEコントロールフィールドを示した図である。

【図37】本発明の一実施形態に係るエラー復旧手順を概略的に示した図である。

【図38】本発明の一実施形態に係るAP装置のDL MU送信方法を示した順序図である。

【図39】本発明の一実施形態に係る各STA装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

本明細書において使用される用語は、本明細書での機能を考慮しつつ、できる限り、現在広く使用される一般的な用語を選択したが、これは、当分野に従事する技術者の意図、慣例、または新しい技術の出現などによって変わることができる。また、特定の場合は、出願人が任意に選定した用語もあり、この場合、当該実施形態の説明部分でその意味を記載するであろう。したがって、本明細書において使用される用語は、単純な用語の名称でない、その用語でない実質的な意味と本明細書の全般にわたった内容に基づいて解釈されなければならないことを明かしておく。

【0039】

さらに、以下、添付図面及び添付図面に記載された内容を参照して実施形態を詳細に説明するが、実施形態により制限されるか、限定されるものではない。

【0040】

以下、添付した図面を参照して本発明の好ましい実施形態をさらに詳細に説明する。

【0041】

以下の技術は、CDMA (code division multiple access)、FDMA (frequency division multiple access)、TDMA (time division multiple access)、OFDMA (orthogonal frequency division multiple access)、SC-FDMA (single carrier frequency division multiple access)、NOMA (non-orthogonal multiple access) などのような様々な無線接続システムに利用されることができる。CDMAは、UTRA (universal terrestrial radio access) またはCDMA 2000のような無線技術 (radio technology) により実現化されることができる。TDMAは、GSM (global system for mobile communications) / GPRS (general packet radio service) / EDGE (enhanced data rates for GSM evolution) のような無線技術により実現化されることができる。OFDMAは、IEEE (institute of electrical and electronics engineers) 802.11 (Wi-Fi)、IEEE 802.16 (WiMAX)、IEEE 802-20、E-UTRA (evolved UTRA) などのような無線技術により実現化されることができる。UTRAは、UMTS (universal mobile telecommunications system) の一部である。3GPP (3rd generation partnership project) LTE (long term evolution) は、E-UTRAを使用するE-UMTS (evolved UMTS) の一部として、ダウンリンクでOFDMAを採用しアップリンクでSC-FDMAを採用する。LTE-A (advanced) は、3GPP LTEの進化である。

10

20

【0042】

本発明の実施の形態は、無線接続システムであるIEEE 802、3GPP及び3GPP 2のうち、少なくとも1つに開示された標準文書により裏付けられることができる。すなわち、本発明の実施の形態のうち、本発明の技術的思想を明らかに表すために説明しないステップまたは部分は、前記文書により裏付けられることができる。また、本文書において開示しているすべての用語は、前記標準文書により説明されることができる。

30

【0043】

説明を明確にするために、IEEE 802.11システムを中心に述べるが、本発明の技術的特徴がこれに制限されるものではない。

【0044】

システム一般

図1は、本発明が適用され得るIEEE 802.11システムの一例を示す図である。

【0045】

IEEE 802.11構造は、複数の構成要素から構成されることができ、これらの相互作用により上位層に対してトランスペアレントな (transparent) ステーション (STA: Station) 移動性を支援する無線通信システムが提供されることができる。基本サービスセット (BSS: Basic Service Set) は、IEEE 802.11システムでの基本的な構成ブロックに該当できる。

40

【0046】

図1では、3個のBSS (BSS 1ないしBSS 3) が存在し、それぞれのBSSのメンバーとして2個のSTAが含まれること (STA 1及びSTA 2は、BSS 1に含まれ、STA 3及びSTA 4は、BSS 2に含まれ、STA 5及びSTA 6は、BSS 3に含まれる) を例示的に示す。

【0047】

50

図1においてBSSを示す楕円は、当該BSSに含まれたSTAが通信を維持するカバレッジ領域を示すものと理解されることができる。この領域を基本サービス領域(BSA: Basic Service Area)と称することができる。STAがBSAの外に移動するようになると、当該BSA内の他のSTAと直接的に通信できなくなる。

【0048】

IEEE 802.11システムにおいて最も基本的なタイプのBSSは、独立的なBSS(IBSS: Independent BSS)である。例えば、IBSSは、2個のSTAだけから構成された最小の形態を有することができる。また、最も単純な形態で他の構成要素が省略されている図1のBSS3がIBSSの代表的な例示に該当できる。このような構成は、STAが直接通信できる場合に可能である。また、このような形態のLANは、予め計画されて構成されることではなく、LANが必要な場合に構成されることができ、これをアドホック(ad-hoc)ネットワークと称することもできる。

10

【0049】

STAのオンまたはオフ、STAがBSS領域に入って行く等により、BSSでのSTAのメンバーシップが動的に変更されることができる。BSSのメンバーになるためには、STAは、同期化過程を利用してBSSにジョインできる。BSS基盤構造のすべてのサービスにアクセスするためには、STAは、BSSに連係(associated)されなければならない。このような連係(association)は、動的に設定されることができ、分配システムサービス(DSS: Distribution System Service)の利用を含むことができる。

20

【0050】

802.11システムにおいて直接的なSTA-対-STAの距離は、物理層(PHY: physical)性能によって制限されることができる。ある場合には、このような距離の限界が十分でありうるが、場合によっては、より遠くの距離のSTA間の通信が必要でありうるときもある。拡張されたカバレッジを支援するために、分配システム(DS: Distribution System)が構成されることができる。

【0051】

DSは、BSSが相互接続する構造を意味する。具体的に、図1のように、BSSが独立的に存在する代わりに、複数のBSSから構成されたネットワークの拡張された形態の構成要素としてBSSが存在することもできる。

30

【0052】

DSは、論理的な概念であり、分配システム媒体(DSM: Distribution System Medium)の特性によって特定されることができる。これと関連して、IEEE 802.11標準では、無線媒体(WM: Wireless Medium)と分配システム媒体(DSM: Distribution System Medium)を論理的に区分している。各々の論理的媒体は、相違する目的のために使用され、相違する構成要素によって使用される。IEEE 802.11標準の定義では、このような媒体を同じことに制限することもせず相違することに制限することもしない。このように複数の媒体が論理的に相違するという点で、IEEE 802.11システムの構造(DS構造または他のネットワーク構造)の柔軟性が説明されることができる。すなわち、IEEE 802.11システム構造は、多様に実現化されることができ、各々の実現例の物理的な特性によって独立に当該システム構造が特定されることができる。

40

【0053】

DSは、複数のBSSの途切れない(seamless)統合を提供し、目的地へのアドレスを扱うのに必要な論理的サービスを提供することによって、移動装置を支援できる。

【0054】

APは、関連したSTAに対してWMを介してDSへのアクセスを可能にし、STA機能性を有する個体を意味する。APを介してBSS及びDS間のデータ移動が行われることができる。例えば、図1に示すSTA2及びSTA3は、STAの機能性を有し、かつ

50

関連したSTA (STA1及びSTA4)がDSにアクセスするようにする機能を提供する。また、すべてのAPは、基本的にSTAに該当するので、すべてのAPは、アドレス可能な個体である。WM上での通信のために、APによって使用されるアドレスとDSM上での通信のために、APによって使用されるアドレスは、必ず同一である必要はない。

【0055】

APに関連したSTAのうちの1つからそのAPのSTAアドレスに送信されるデータは、常に非制御ポート(uncontrolled port)で受信され、IEEE 802.1Xポートアクセス個体によって処理されることができる。また、制御ポート(controlled port)が認証されると、送信データ(またはフレーム)は、DSに伝達されることができる。

10

【0056】

任意の(arbitrary)サイズ及び複雑度を有する無線ネットワークがDS及びBSSから構成されることができる。IEEE 802.11システムでは、このような方式のネットワークを拡張されたサービスセット(ESS: Extended Service Set)ネットワークと称する。ESSは、1つのDSに接続したBSSの集合に該当できる。しかしながら、ESSは、DSを含まない。ESSネットワークは、論理リンク制御(LLC: Logical Link Control)層でIBSSネットワークに見える点の特徴である。ESSに含まれるSTAは、互いに通信でき、移動STAは、LLCにトランスペアレント(transparent)に1つのBSSから他のBSSに(同じESS内で)移動できる。

20

【0057】

IEEE 802.11システムでは、図1でのBSSの相対的な物理的位置に対してなんにも仮定せずに、次のような形態が全部可能である。

【0058】

具体的に、BSSは、部分的に重なることができ、これは、連続的なカバレッジを提供するために一般に利用される形態である。また、BSSは、物理的に接続されていなくても良く、論理的には、BSS間の距離に制限はない。また、BSSは、物理的に同じ位置に位置でき、これは、リダンダンシー(redundancy)を提供するために利用されることができる。また、1つ(または1つ以上の)IBSSまたはESSネットワークが1つまたはそれ以上のESSネットワークとして同じ空間に物理的に存在できる。これは、ESSネットワークが存在する位置にad-hocネットワークが動作する場合、相違する機関(organizations)によって物理的に重なるIEEE 802.11ネットワークが構成される場合、または同じ位置で2つ以上の相違したアクセス及びセキュリティ政策が必要な場合などでのESSネットワーク形態に該当できる。

30

【0059】

WLANシステムにおけるSTAは、IEEE 802.11の媒体接続制御(MAC: Medium Access Control)/PHY規定に従って動作する装置である。STAの機能がAPと個別的に区分されない限り、STAは、AP STAと非-AP STA(non-AP STA)を含むことができる。ただし、STAとAPとの間に通信が行われるとすると、STAは、non-AP STAと理解されることができる。図1の例示において、STA1、STA4、STA5及びSTA6は、non-AP STAに該当し、STA2及びSTA3は、AP STAに該当する。

40

【0060】

Non-AP STAは、ラップトップパソコン、携帯電話機のように、一般にユーザが直接扱う装置に該当する。以下の説明において、non-AP STAは、無線装置(wireless device)、端末(terminal)、ユーザ装置(UE: User Equipment)、移動局(MS: Mobile Station)、移動端末(Mobile Terminal)、無線端末(wireless terminal)、無線送受信ユニット(WTRU: Wireless Transmit/Receive Unit)、ネットワークインタフェース装置(network inter

50

face device)、MTC(Machine-Type Communication)装置、M2M(Machine-to-Machine)装置などと呼ぶことができる。

【0061】

また、APは、他の無線通信分野での基地局(BS:Base Station)、ノード-B(Node-B)、発展したノード-B(eNB:evolved Node-B)、基底送受信システム(BTS:Base Transceiver System)、フェムト基地局(Femto BS)などに対応する概念である。

【0062】

以下、本明細書においてダウンリンク(DL:downlink)は、APからnon-AP STAへの通信を意味し、アップリンク(UL:uplink)は、non-AP STAからAPへの通信を意味する。ダウンリンクにおける送信機は、APの一部で、受信機は、non-AP STAの一部でありうる。アップリンクにおける送信機は、non-AP STAの一部で、受信機は、APの一部でありうる。

【0063】

図2は、本発明が適用され得るIEEE 802.11システムの階層アーキテクチャ(layer architecture)の構造を例示する図である。

【0064】

図2に示すように、IEEE 802.11システムの階層アーキテクチャは、MAC副層(MAC sublayer)とPHY副層(PHY sublayer)を含むことができる。

【0065】

PHY sublayerは、PLCP(Physical Layer Convergence Procedure)個体(entity)とPMD(Physical Medium Dependent)個体とに区分されることもできる。この場合、PLCP個体は、MAC sublayerとデータフレームとを接続する機能を果たし、PMD個体は、2個またはそれ以上のSTAとデータとを無線で送受信する機能を果たす。

【0066】

MAC sublayerとPHY sublayerとも、管理個体(Management Entity)を含むことができ、それぞれMACサブ層管理個体(MLME:MAC sublayer Management Entity)とPHYサブ層管理個体(PLME:Physical Sublayer Management Entity)と呼ぶことができる。これらの管理個体は、階層管理関数の動作を介して階層管理サービスインタフェースを提供する。MLMEは、PLMEに接続されてMAC sublayerの管理動作(management operation)を行うことができ、同様に、PLMEもMLMEに接続されてPHY sublayerの管理動作(management operation)を行うことができる。

【0067】

正確なMAC動作を提供するために、SME(Station Management Entity)が各STA内に存在できる。SMEは、各階層と独立な管理個体であって、MLMEとPLMEから階層基盤状態情報を収集するか、または各階層の特定パラメータの値を設定する。SMEは、一般システム管理個体の代わりに、このような機能を行うことができ、標準管理プロトコルを実現できる。

【0068】

MLME、PLME及びSMEは、プリミティブ(primitive)に基づく様々な方法で相互作用(interact)できる。具体的に、XX-GET.requestプリミティブは、管理情報ベース属性(MIB attribute:Management Information Base attribute)の値を要求するために使用され、XX-GET.confirmプリミティブは、状態が「SUCCESS」

10

20

30

40

50

であると、当該MIB属性値をリターン (r e t u r n) し、その他の場合には、状態フィールドにエラー表示をしてリターンする。X X - S E T . r e q u e s t プリミティブは、指定されたMIB属性を与えた値に設定するように要求するために使用される。MIB属性が特定動作を意味している場合、この要求は、その特定動作の実行を要求する。そして、X X - S E T . c o n f i r m プリミティブは、状態が「S U C C E S S」であると、これは指定されたMIB属性が要求された値に設定されたことを意味する。その他の場合には、状態フィールドは、エラー状況を表す。このMIB属性が特定動作を意味する場合、このプリミティブは、当該動作が行われたことを確認して確認することができる。

【0069】

各 s u b l a y e r での動作を簡略に説明すると、以下のとおりである。

10

【0070】

M A C s u b l a y e r は、上位層 (例えば、L L C 層) から伝達されたM A C サービスデータユニット (M S D U : M A C S e r v i c e D a t a U n i t) またはM S D U のフラグメント (f r a g m e n t) にM A C ヘッダ (h e a d e r) とフレームチェックシーケンス (F C S : F r a m e C h e c k S e q u e n c e) を付着して、1つ以上のM A C プロトコルデータユニット (M P D U : M A C P r o t o c o l D a t a U n i t) を生成する。生成されたM P D U は、P H Y s u b l a y e r に伝達される。

【0071】

A - M S D U (a g g r e g a t e d M S D U) 技法 (s c h e m e) が用いられる場合、複数のM S D U は、単一のA - M S D U (a g g r e g a t e d M S D U) に併合されることができる。M S D U 併合動作は、M A C 上位層で行われることができる。A - M S D U は、単一のM P D U (フラグメント化 (f r a g m e n t) されない場合) でP H Y s u b l a y e r に伝達される。

20

【0072】

P H Y s u b l a y e r は、M A C s u b l a y e r から伝達された物理サービスデータユニット (P S D U : P h y s i c a l S e r v i c e D a t a U n i t) に物理層送受信機により必要な情報を含む付加フィールドを付け加えて、物理プロトコルデータユニット (P P D U : P h y s i c a l P r o t o c o l D a t a U n i t) を生成する。P P D U は、無線媒体を介して送信される。

30

【0073】

P S D U は、P H Y s u b l a y e r がM A C s u b l a y e r から受信したものであり、M P D U は、M A C s u b l a y e r がP H Y s u b l a y e r に送信したものであるから、P S D U は、実質的にM P D U と同一である。

【0074】

A - M P D U (a g g r e g a t e d M P D U) 技法 (s c h e m e) が用いられる場合、複数のM P D U (このとき、各M P D U は、A - M S D U を運ぶことができる。) は、単一のA - M P D U に併合されることができる。M P D U 併合動作は、M A C 下位層で行われることができる。A - M P D U は、様々なタイプのM P D U (例えば、Q o S データ、A C K (A c k n o w l e d g e)、ブロックA C K (B l o c k A c k) 等) が併合されることができる。P H Y s u b l a y e r は、M A C s u b l a y e r から単一のP S D U としてA - M P D U を受信する。すなわち、P S D U は、複数のM P D U から構成される。したがって、A - M P D U は、単一のP P D U 内で無線媒体を介して送信される。

40

【0075】

P P D U (P h y s i c a l P r o t o c o l D a t a U n i t) フォーマット
P P D U (P h y s i c a l P r o t o c o l D a t a U n i t) は、物理層から発生されるデータブロックを意味する。以下、本発明が適用されうるI E E E 8 0 2 . 1 1 W L A N システムに基づいてP P D U フォーマットを説明する。

【0076】

50

図3は、本発明が適用されうる無線通信システムのnon-HTフォーマットPPDU及びHTフォーマットPPDUを例示する。

【0077】

図3の(a)は、IEEE 802.11a/gシステムを支援するためのnon-HTフォーマットPPDUを例示する。non-HT PPDUは、レガシー(legacy)PPDUとも呼ばれることができる。

【0078】

図3の(a)に示すように、non-HTフォーマットPPDUは、L-STF(Legacy(またはNon-HT)Short Training field)、L-LTF(Legacy(またはNon-HT)Long Training field)及びL-SIG(Legacy(またはNon-HT)SIGNAL)フィールドから構成されるレガシーフォーマットプリアンブルとデータフィールドとを含んで構成される。

10

【0079】

L-STFは、短いトレーニングOFDM(short training orthogonal frequency division multiplexing symbol)を含むことができる。L-STFは、フレームタイミング取得(frame timing acquisition)、自動利得制御(AGC: Automatic Gain Control)、ダイバーシチ検出(diversity detection)、概略的な周波数/時間同期化(coarse frequency/time synchronization)のために使用されることができる。

20

【0080】

L-LTFは、長いトレーニングOFDMシンボル(long training orthogonal frequency division multiplexing symbol)を含むことができる。L-LTFは、精密な周波数/時間同期化(fine frequency/time synchronization)及びチャネル推定(channel estimation)のために使用されることができる。

【0081】

L-SIGフィールドは、データフィールドの復調及びデコードのための制御情報を送信するために使用されることができる。

【0082】

L-SIGフィールドは、4ビットのレート(Rate)フィールド、1ビットの予備(Reserved)ビット、12ビットの長さ(Length)フィールド、1ビットのパリティビット、6ビットの信号テール(Signal Tail)フィールドから構成されることができる。

30

【0083】

レートフィールドは、送信率情報を含み、長さフィールドは、PSDUのオクテットの数を指示する。

【0084】

図3の(b)は、IEEE 802.11nシステム及びIEEE 802.11a/gシステムを全部支援するためのHT混合フォーマットPPDU(HT-mixed format PPDU)を例示する。

40

【0085】

図3の(b)に示すように、HT混合フォーマットPPDUは、L-STF、L-LTF及びL-SIGフィールドから構成されるレガシーフォーマットプリアンブルとHT-SIG(HT-Signal)フィールド、HT-STF(HT Short Training field)、HT-LTF(HT Long Training field)から構成されるHTフォーマットプリアンブル及びデータフィールドを含んで構成される。

【0086】

L-STF、L-LTF及びL-SIGフィールドは、下位互換性(backward compatibility)のためのレガシーフィールドを意味するので、L-STF

50

からL-SIGフィールドまでnon-HTフォーマットと同一である。L-STAは、HT混合PPDUを受信してもL-LTF、L-LTF及びL-SIGフィールドを介してデータフィールドを解釈できる。ただし、L-LTFは、HT-STAがHT混合PPDUを受信しL-SIGフィールド及びHT-SIGフィールドを復調するために行うチャンネル推定のための情報をさらに含むことができる。

【0087】

HT-STAは、レガシーフィールドの後にくるHT-SIGフィールドを利用して、HT-混合フォーマットPPDUであることが分かり、これに基づいてデータフィールドをデコードできる。

【0088】

HT-LTFフィールドは、データフィールドの復調のためのチャンネル推定に使用されることができる。IEEE 802.11nは、SU-MIMO (Single-User Multi-Input and Multi-Output) を支援するので、複数の空間ストリームに送信されるデータフィールドの各々に対して、チャンネル推定のためにHT-LTFフィールドは、複数から構成されることができる。

【0089】

HT-LTFフィールドは、空間ストリームに対するチャンネル推定のために使用されるデータHT-LTF (data HT-LTF) とフルチャンネルサウンディング (full channel sounding) のために追加的に使用される拡張HT-LTF (extension HT-LTF) から構成されることができる。したがって、複数のHT-LTFは、送信される空間ストリームの数と同じであるか、または多くありうる。

【0090】

HT-混合フォーマットPPDUは、L-STAも受信してデータを取得できるようにするために、L-STF、L-LTF及びL-SIGフィールドが最も速く送信される。以後、HT-STAのために送信されるデータの復調及びデコードのためにHT-SIGフィールドが送信される。

【0091】

HT-SIGフィールドまでは、ビーム形成を行わないで送信して、L-STA及びHT-STAが当該PPDUを受信してデータを取得できるようにし、以後に送信されるHT-STF、HT-LTF及びデータフィールドは、プリコーディングを介した無線信号送信が行われる。ここで、プリコーディングをして受信するSTAでプリコーディングにより電力が可変される部分を勘案できるように、HT-STFフィールドを送信し、その以後に複数のHT-LTF及びデータフィールドを送信する。

【0092】

以下の表1は、HT-SIGフィールドを例示する表である。

【0093】

10

20

30

【表 1】

フィールド	ビット	説明 (description)
変調及びコーディング方式 (Modulation and Coding Scheme)	7	変調及びコーディング方式を指示する
チャンネル帯域幅 (CBW) 20/40	1	20MHzまたは40MHzよりは大きいか (upper) / 小さな (lower) 場合、「0」、40MHzである場合、「1」
HT長 (Length)	16	PSDU内のデータオクテットの数を指示する
スムージング (Smoothing)	1	チャンネル推定スムージング (smoothing) が勧告される場合、「1」、キャリア別に独立して (unsmoothing) チャンネル推定が勧告される場合、「0」
非サウンディング (Not Sounding)	1	PPDUがサウンディング (sounding) PPDUである場合、「0」 PPDUがサウンディング (sounding) PPDUでない場合、「1」
Reserved	1	1にセット
併合 (Aggregation)	1	PPDUがA-MPDUを含む場合、「1」、そうでない場合、「0」
時空間ブロックコーディング (STBC)	2	時空間ストリーム (space-time stream, NSTS) の数とMCSにより指示された空間ストリーム (spatial stream, NSS) の数間の差を指示する STBCが使用されない場合、「00」
FECコーディング	1	LDPC (low-density parity check) が使用される場合、「1」 BCC (binary convolutional code) が使用される場合、「0」
短いGI (Short GI)	1	HTトレーニング (training) 以後に短いGIが使用される場合、「1」、そうでない場合、「0」
拡張空間ストリームの数 (Number of extension spatial streams)	2	拡張空間ストリーム (extension spatial stream, NESS) の数を指示する 拡張空間ストリームがない場合、「0」 拡張空間ストリームが1個である場合、「1」 拡張空間ストリームが2個である場合、「2」 拡張空間ストリームが3個である場合、「3」
CRC	8	受信者からPPDUのエラーを検出するためのCRCを含む
テールビット (Tail Bits)	6	畳み込みデコーダ (convolutional decoder) のトレリス (trellis) 終了のために使用する。 「0」に設定される

【0094】

図3の(c)は、IEEE 802.11nシステムのみを支援するためのHT-GFフォーマットPPDU (HT-greenfield format PPDU) を例示する。

【0095】

図3の(c)に示すように、HT-GFフォーマットPPDUは、HT-GF-STF、

10

20

30

40

50

HT-LTF 1、HT-SIGフィールド、複数のHT-LTF 2及びデータフィールドを含む。

【0096】

HT-GF-STFは、フレームタイミング取得及びAGCのために使用される。

【0097】

HT-LTF 1は、チャンネル推定のために使用される。

【0098】

HT-SIGフィールドは、データフィールドの復調及びデコードのために使用される。

【0099】

HT-LTF 2は、データフィールドの復調のためのチャンネル推定に使用される。同様に、HT-STAは、SU-MIMOを使用するので、複数の空間ストリームに送信されるデータフィールドの各々に対してチャンネル推定を要するので、HT-LTF 2は、複数から構成されることができる。

【0100】

複数のHT-LTF 2は、HT混合PPDUのHT-LTFフィールドと同様に、複数のData HT-LTFと複数の拡張HT-LTFから構成されることができる。

【0101】

図3の(a)~(c)におけるデータフィールドは、ペイロード(payload)として、サービスフィールド(SERVICE field)、スクランブルされたPSDU(scrambled PSDU)フィールド、テールビット(Tail bits)、パディングビット(padding bits)を含むことができる。データフィールドのすべてのビットは、スクランブルされる。

【0102】

図3(d)は、データフィールドに含まれるサービスフィールドを示す。サービスフィールドは、16ビットを有する。各ビットは、0番から15番まで付与され、0番ビットから順次に送信される。0番から6番ビットは、0に設定され、受信端内のデスクランブラ(descrambler)を同期化するために使用される。

【0103】

IEEE 802.11ac WLANシステムは、無線チャンネルを効率的に利用するために、複数のSTAが同時にチャンネルにアクセスするダウンリンクMU-MIMO(Multi User Multiple Input Multiple Output)方式の送信を支援する。MU-MIMO送信方式によれば、APがMIMOペアリング(pairing)された1つ以上のSTAに同時にパケットを送信できる。

【0104】

DL MU送信(downlink multi-user transmission)は、1つ以上のアンテナを介してAPが同じ時間資源を介してPPDUを複数のnon-AP STAに送信する技術を意味する。

【0105】

以下、MU PPDUは、MU-MIMO技術またはOFDMA技術を利用して1つ以上のSTAのための1つ以上のPSDUを伝達するPPDUを意味する。そして、SU PPDUは、1つのPSDUのみを伝達できるか、またはPSDUが存在しないフォーマットを有したPPDUを意味する。

【0106】

MU-MIMO送信のために、802.11n制御情報のサイズに比べてSTAに送信される制御情報のサイズが相対的に大きくありうる。MU-MIMO支援のために追加的に要求される制御情報の一例として、各STAにより受信される空間的ストリーム(spatial stream)の数を指示する情報、各STAに送信されるデータの変調及びコーディング関連情報などがこれに該当することができる。

【0107】

10

20

30

40

50

したがって、複数のSTAに同時にデータサービスを提供するためにMU-MIMO送信が行われるとき、送信される制御情報のサイズは、受信するSTAの数に応じて増加されることができる。

【0108】

このように増加される制御情報のサイズを効率的に送信するために、MU-MIMO送信のために要求される複数の制御情報は、すべてのSTAに共通的に要求される共通制御情報 (common control information) と特定STAに個別に要求される専用制御情報 (dedicated control information) の2とおりのタイプの情報に区分して送信されることができる。

【0109】

図4は、本発明が適用され得る無線通信システムのVHTフォーマットPPDUフォーマットを例示する。

【0110】

図4(a)は、IEEE 802.11acシステムを支援するためのVHTフォーマットPPDU (VHT format PPDU) を例示する。

【0111】

図4(a)に示すように、VHTフォーマットPPDUは、L-STF、L-LTF及びL-SIGフィールドから構成されるレガシーフォーマットプリアンブルとVHT-SIG-A (VHT-Signal-A) フィールド、VHT-STF (VHT Short Training field)、VHT-LTF (VHT Long Training field)、VHT-SIG-B (VHT-Signal-B) フィールドから構成されるVHTフォーマットプリアンブル及びデータフィールドを含んで構成される。

【0112】

L-STF、L-LTF及びL-SIGは、下位互換性 (backward compatibility) のためのレガシーフィールドを意味するので、L-STFからL-SIGフィールドまでnon-HTフォーマットと同一である。ただし、L-LTFは、L-SIGフィールド及びVHT-SIG-Aフィールドを復調するために行うチャネル推定のための情報をさらに含むことができる。

【0113】

L-STF、L-LTF、L-SIGフィールド及びVHT-SIG-Aフィールドは、20MHzチャンネル単位に繰り返されて送信されることができる。例えば、PPDUが4個の20MHzチャンネル (すなわち、80MHz帯域幅) を介して送信されるとき、L-STF、L-LTF、L-SIGフィールド及びVHT-SIG-Aフィールドは、毎20MHzチャンネルで繰り返されて送信されることができる。

【0114】

VHT-STAは、レガシーフィールドの後にくるVHT-SIG-Aフィールドを利用して、VHTフォーマットPPDUであることが分かり、これに基づいてデータフィールドをデコードできる。

【0115】

VHTフォーマットPPDUは、L-STAも受信してデータを取得できるようにするために、L-STF、L-LTF及びL-SIGフィールドが最も速く送信される。以後、VHT-STAのために送信されるデータの復調及びデコードのために、VHT-SIG-Aフィールドが送信される。

【0116】

VHT-SIG-Aフィールドは、APとMIMOペアリングされた (paired) VHT STAに共通する制御情報送信のためのフィールドであって、これは、受信されたVHTフォーマットPPDUを解釈するための制御情報を含んでいる。

【0117】

VHT-SIG-Aフィールドは、VHT-SIG-A1フィールドとVHT-SIG-A2フィールドを含むことができる。

10

20

30

40

50

【0118】

VHT-SIG-A1フィールドは、使用するチャネル帯域幅(BW: bandwidth)情報、時空間ブロックコーディング(STBC: Space Time Block Coding)の適用有無、MU-MIMOでグループ化されたSTAのグループを指示するためのグループ識別情報(Group ID: Group Identifier)、使用されるストリームの数(NSTS: Number of space-time stream)/部分AID(Partial AID(association Identifier))に関する情報及び送信パワーセーブ禁止(Transmit power save forbidden)情報を含むことができる。ここで、Group IDは、MU-MIMO送信を支援するために送信対象STAグループに対して割り当てられる識別子を意味し、現在使用されたMIMO送信方法がMU-MIMOであるか、またはSU-MIMOであるかを表すことができる。

10

【0119】

表2は、VHT-SIG-A1フィールドを例示する表である。

【0120】

【表 2】

フィールド	ビット	説明 (description)
BW	2	20MHzである場合、「0」 40MHzである場合、「1」 80MHzである場合、「2」 160MHzまたは80+80MHzである場合、「3」に設定される
Reserved	1	
STBC	1	VHT SU PPDUの場合： STBCが使用された場合、「1」 そうでない場合、「0」に設定される VHT MU PPDUの場合： 「0」に設定される
Group ID	6	Group IDを指示する 「0」または「63」は、VHT SU PPDUを指示するが、そうでない場合、VHT MU PPDUを指示する
NSTS/Partial AID	12	VHT MU PPDUの場合、それぞれ3ビットずつ4ユーザ位置 (user position, 'p') に区分される 時空間ストリームが0である場合、「0」 時空間ストリームが1である場合、「1」 時空間ストリームが2である場合、「2」 時空間ストリームが3である場合、「3」 時空間ストリームが4である場合、「4」 VHT SU PPDUの場合、上位3ビットは、次のように設定される 時空間ストリームが1である場合、「0」 時空間ストリームが2である場合、「1」 時空間ストリームが3である場合、「2」 時空間ストリームが4である場合、「3」 時空間ストリームが5である場合、「4」 時空間ストリームが6である場合、「5」 時空間ストリームが7である場合、「6」 時空間ストリームが8である場合、「7」 下位9ビットは、部分AID (Partial AID) を指示する
TXOP_PS_NOT_ALLOWED	1	VHT APがnon-AP VHT STAがTXOP (transmission opportunity) の間にパワーセーブモードに遷移することを許可する場合、「0」に設定される。そうでない場合、「1」に設定される。 non-AP VHT STAにより送信されるVHT PPDUの場合、「1」に設定される
Reserved	1	

【0121】

VHT-SIG-A2フィールドは、短い保護区間 (GI: Guard Interval) の使用有無に関する情報、フォワードエラー訂正 (FEC: Forward Error Correction) 情報、単一ユーザに対するMCS (Modulation and Coding Scheme) に関する情報、複数ユーザに対するチャネルコーディングの種類に関する情報、ビーム形成関連情報、CRC (Cyclic Redu

10

20

30

40

50

ndancy Checking)のための冗長ビット(redundancy bits)と畳み込みデコーダ(convolutional decoder)のテールビット(tail bit)などを含むことができる。

【0122】

表3は、VHT-SIG-A2フィールドを例示する表である。

【0123】

【表3-1】

フィールド	ビット	説明 (description)
Short GI	1	データフィールドに短いGIが使用されない場合、「0」、 データフィールドに短いGIが使用される場合、「1」に設定される
Short GI明確化(disambiguation)	1	短いGIが使用され、PPDUのペイロードのために追加シンボルが必要な場合、「1」、 追加シンボルが要らない場合、「0」に設定
SU/MU Coding	1	VHT SU PPDUの場合： BCC(binary convolutional code)の場合、「0」、 LDPC(low-density parity check)の場合、「1」に設定される VHT MU PPDUの場合： ユーザ位置(user position)が「0」であるユーザのNSTSフィールド「0」でない場合、 使用されるコーディングを指示する。 BCCの場合、「0」 LDPCの場合、「1」に設定される。 ユーザ位置(user position)が「0」であるユーザのNSTSフィールド「0」である場合、 予備フィールドとして「1」に設定される
LDPC Extra OFDM Symbol	1	LDPC PPDUエンコード手続(SU PPDUの場合)または少なくとも一つのLDPCユーザのPPDUエンコード手続(VHT MU PPDUの場合)によって追加OFDMシンボル(extra OFDM symbol)が必要な場合、「1」に設定される。 そうでない場合、「0」に設定される
SU VHT MCS/MU Coding	4	VHT MU PPDUの場合： VHT-MCSインデックスを表す VHT MU PPDUの場合： 上位ビットから順にユーザ位置(user position)「1」ないし「3」に対するコーディングを指示する 各ユーザのNSTSフィールドが「1」でない場合、 使用されるコーディングを指示する。 BCCの場合、「0」、 LDPCの場合、「1」に設定される 各ユーザのNSTSフィールドが「0」である場合、 予備フィールドとして「1」に設定される

10

20

30

40

50

【表 3 - 2】

フィールド	ビット	説明 (description)
Beamformed	1	VHT SU PPDUの場合： ビーム形成ステアリング行列 (Beamforming steering matrix) がSU送信に適用される場合、「1」に設定される。 そうでない場合、「0」に設定される。 VHT MU PPDUの場合： 予備フィールドとして「1」にセットされる
Reserved	1	
CRC	8	受信者からPPDUのエラーを検出するためのCRCを含む
Tail	6	畳み込みデコーダ (convolutional decoder) のトレリス (trellis) 終了のために使用する。「0」に設定される

10

【0124】

VHT-STFは、MIMO送信においてAGC推定の性能を改善するために使用される。

20

【0125】

VHT-LTFは、VHT-STAがMIMOチャネルを推定するのに使用される。VHT WLANシステムは、MU-MIMOを支援するから、VHT-LTFは、PPDUが送信される空間ストリームの数だけ設定されることができる。追加的に、フルチャネルサウンディング (full channel sounding) が支援される場合、VHT-LTFの数は、より多くなることができる。

【0126】

VHT-SIG-Bフィールドは、MU-MIMOペアリングされた複数のVHT-STAがPPDUを受信してデータを取得するのに必要な専用制御情報を含む。したがって、VHT-SIG-Aフィールドに含まれた共通制御情報 (common control information) が現在受信されたPPDUがMU-MIMO送信を指示した場合においてのみ、VHT-STAは、VHT-SIG-Bフィールドをデコード (decoding) するよう設計されることができる。これに対し、共通制御情報が現在受信されたPPDUが単一VHT-STAのためのもの (SU-MIMOを含む) であることを指示した場合、STAは、VHT-SIG-Bフィールドをデコードしないように設計されることができる。

30

【0127】

VHT-SIG-Bフィールドは、VHT-SIG-B長さ (Length) フィールド、VHT-MCSフィールド、予備 (Reserved) フィールド、テール (Tail) フィールドを含む。

40

【0128】

VHT-SIG-B長さ (Length) フィールドは、A-MPDUの長さ (EOF (end-of-frame) パディング以前) を指示する。VHT-MCSフィールドは、各VHT-STAの変調 (modulation)、エンコーディング (encoding) 及びレートマッチング (rate-matching) に関する情報を含む。

【0129】

VHT-SIG-Bフィールドのサイズは、MIMO送信の種類 (MU-MIMOまたはSU-MIMO) 及びPPDU送信のために使用するチャネル帯域幅に応じて異なりうる。

50

【0130】

図4(b)は、PPDU送信帯域幅に応じるVHT-SIG-Bフィールドを例示する。

【0131】

図4(b)に示すように、40MHz送信において、VHT-SIG-Bビットは、2回繰り返される。80MHz送信において、VHT-SIG-Bビットは、4回繰り返され、0にセットされたパッドビットが付着される。

【0132】

160MHz送信及び80+80MHzにおいて、まず80MHz送信のようにVHT-SIG-Bビットは、4回繰り返され、0にセットされたパッドビットが付着される。そして、全体117ビットが再度繰り返される。

10

【0133】

MU-MIMOを支援するシステムにおいて同じサイズのPPDUをAPにペアリングされたSTAに送信するために、PPDUを構成するデータフィールドのビットサイズを指示する情報及び/又は特定フィールドを構成するビットストリームサイズを指示する情報がVHT-SIG-Aフィールドに含まれることができる。

【0134】

ただし、効果的にPPDUフォーマットを使用するために、L-SIGフィールドが使用されることができる。同じサイズのPPDUがすべてのSTAに送信されるために、L-SIGフィールド内に含まれて送信される長さフィールド(length field)及びレートフィールド(rate field)が必要な情報を提供するために使用されることができる。この場合、MPDU(MAC Protocol Data Unit)及び/又はA-MPDU(Aggregate MAC Protocol Data Unit)がMAC層のバイト(またはオクテット(oct:octet))に基づいて設定されるので、物理層で追加的なパディング(padding)が要求されることができる。

20

【0135】

図4においてデータフィールドは、ペイロード(payload)として、サービスフィールド(SERVICE field)、スクランブルされたPSDU(scrambled PSDU)、テールビット(tail bits)、パディングビット(padding bits)を含むことができる。

30

【0136】

上述のように、様々なPPDUのフォーマットが混合して使用されるから、STAは、受信したPPDUのフォーマットを区分できなければならない。

【0137】

ここで、PPDUを区分するという意味(またはPPDUフォーマットを区分するという意味)は、様々な意味を有することができる。例えば、PPDUを区分するという意味は、受信したPPDUがSTAによりデコード(または解釈)が可能なPPDUであるかどうかに対して判断するという意味を含むことができる。また、PPDUを区分するという意味は、受信したPPDUがSTAにより支援可能なPPDUであるかどうかに対して判断するという意味でありうる。また、PPDUを区分するという意味は、受信したPPDUを介して送信された情報がいかなる情報であるかを区分するという意味としても解釈できる。

40

【0138】

これについて下記の図面を参照してより詳細に説明する。

【0139】

図5は、本発明が適用され得る無線通信システムのPPDUのフォーマットを区分するためのコンステレーション(constellation)を例示する図である。

【0140】

図5(a)は、non-HTフォーマットPPDUに含まれるL-SIGフィールドのコンステレーション(constellation)を例示し、図5(b)は、HT混合

50

フォーマット P P D U 検出のための位相回転 (p h a s e r o t a t i o n) を例示し、図 5 (c) は、V H T フォーマット P P D U 検出のための位相回転 (p h a s e r o t a t i o n) を例示する。

【 0 1 4 1 】

S T A が n o n - H T フォーマット P P D U、H T - G F フォーマット P P D U、H T 混合フォーマット P P D U、及び V H T フォーマット P P D U を区分 (c l a s s i f i c a t i o n) するために、L - S I G フィールド及び L - S I G フィールド以後に送信される O F D M シンボルのコンステレーション (c o n s t e l l a t i o n) の位相 (p h a s e) が使用される。すなわち、S T A は、受信した P P D U の L - S I G フィールド及び / 又は L - S I G フィールド以後に送信される O F D M シンボルのコンステレーションの位相に基づいて P P D U フォーマットを区分できる。

10

【 0 1 4 2 】

図 5 (a) に示すように、L - S I G フィールドを構成する O F D M シンボルは、B P S K (B i n a r y P h a s e S h i f t K e y i n g) が用いられる。

【 0 1 4 3 】

まず、H T - G F フォーマット P P D U を区分するために、S T A は、受信した P P D U で 1 番目の S I G フィールドが感知されれば、L - S I G フィールドであるか否かを判断する。すなわち、S T A は、図 5 (a) の例示のようなコンステレーションに基づいてデコーディングを試みる。S T A がデコーディングに失敗すれば、当該 P P D U が H T - G F フォーマット P P D U であると判断することができる。

20

【 0 1 4 4 】

次に、n o n - H T フォーマット P P D U、H T 混合フォーマット P P D U、及び V H T フォーマット P P D U を区分 (c l a s s i f i c a t i o n) するために、L - S I G フィールド以後に送信される O F D M シンボルのコンステレーションの位相が使用され得る。すなわち、L - S I G フィールド以後に送信される O F D M シンボルの変調方法が互いに異なることができ、S T A は、受信した P P D U の L - S I G フィールド以後のフィールドに対する変調方法に基づいて P P D U フォーマットを区分できる。

【 0 1 4 5 】

図 5 (b) に示すように、H T 混合フォーマット P P D U を区分するために、H T 混合フォーマット P P D U で L - S I G フィールド以後に送信される 2 個の O F D M シンボルの位相が使用され得る。

30

【 0 1 4 6 】

より具体的に、H T 混合フォーマット P P D U で L - S I G フィールド以後に送信される H T - S I G フィールドに対応する O F D M シンボル # 1 及び O F D M シンボル # 2 の位相は、両方とも反時計方向に 9 0 度だけ回転される。すなわち、O F D M シンボル # 1 及び O F D M シンボル # 2 に対する変調方法は、Q B P S K (Q u a d r a t u r e B i n a r y P h a s e S h i f t K e y i n g) が用いられる。Q B P S K コンステレーションは、B P S K コンステレーションを基準として反時計方向に 9 0 度だけ位相が回転したコンステレーションでありうる。

【 0 1 4 7 】

40

S T A は、受信した P P D U の L - S I G フィールドの次に送信される H T - S I G フィールドに対応する第 1 の O F D M シンボル及び第 2 の O F D M シンボルを、図 5 (b) の例示のようなコンステレーションに基づいてデコーディングを試みる。S T A がデコーディングに成功すれば、当該 P P D U が H T フォーマット P P D U であると判断する。

【 0 1 4 8 】

次に、n o n - H T フォーマット P P D U 及び V H T フォーマット P P D U を区分するために、L - S I G フィールド以後に送信される O F D M シンボルのコンステレーションの位相が使用され得る。

【 0 1 4 9 】

図 5 (c) に示すように、V H T フォーマット P P D U を区分 (c l a s s i f i c a

50

tion)するために、VHTフォーマットPPDUでL-SIGフィールド以後に送信される2個のOFDMシンボルの位相が使用され得る。

【0150】

より具体的に、VHTフォーマットPPDUでL-SIGフィールド以後のVHT-SIG-Aフィールドに対応するOFDMシンボル#1の位相は回転されないが、OFDMシンボル#2の位相は反時計方向に90度だけ回転される。すなわち、OFDMシンボル#1に対する変調方法はBPSKが用いられ、OFDMシンボル#2に対する変調方法はQPSKが用いられる。

【0151】

STAは、受信したPPDUのL-SIGフィールドの次に送信されるVHT-SIGフィールドに対応する第1のOFDMシンボル及び第2のOFDMシンボルを、図5(c)の例示のようなコンステレーションに基づいてデコーディングを試みる。STAがデコーディングに成功すれば、当該PPDUがVHTフォーマットPPDUであると判断することができる。

10

【0152】

それに対し、デコーディングに失敗すれば、STAは、当該PPDUがnon-HTフォーマットPPDUであると判断することができる。

【0153】

MACフレームフォーマット

図6は、本発明が適用され得るIEEE 802.11システムのMACフレームフォーマットを例示する。

20

【0154】

図6に示すように、MACフレーム(すなわち、MPDU)は、MACヘッダ(MAC Header)、フレーム本体(Frame Body)及びフレームチェックシーケンス(FCS:frame check sequence)から構成される。

【0155】

MAC Headerは、フレーム制御(Frame Control)フィールド、持続時間/識別子(Duration/ID)フィールド、アドレス1(Address 1)フィールド、アドレス2(Address 2)フィールド、アドレス3(Address 3)フィールド、シーケンス制御(Sequence Control)フィールド、アドレス4(Address 4)フィールド、QoS制御(QoS Control)フィールド及びHT制御(HT Control)フィールドを含む領域と定義される。

30

【0156】

Frame Controlフィールドは、当該MACフレーム特性に関する情報を含む。Frame Controlフィールドに対するより詳細な説明は、後述する。

【0157】

Duration/IDフィールドは、当該MACフレームのタイプ及びサブタイプに応じる他の値を有するように実現化されることができる。

【0158】

仮に、当該MACフレームのタイプ及びサブタイプがパワーセーブ(PS:power save)運営のためのPS-ポーラ(P S-Poll)フレームの場合、Duration/IDフィールドは、フレームを送信したSTAのAID(association identifier)を含むように設定されることができる。その以外の場合、Duration/IDフィールドは、当該MACフレームのタイプ及びサブタイプに応じて特定持続時間値を有するように設定されることができる。また、フレームがA-MPDU(aggregate-MPDU)フォーマットに含まれたMPDUである場合、MACヘッダに含まれたDuration/IDフィールドは、全部同じ値を有するように設定されることができる。

40

【0159】

Address 1フィールドないしAddress 4フィールドは、BSSID、ソー

50

スアドレス (SA: source address)、目的アドレス (DA: destination address)、送信 STA アドレスを表す送信アドレス (TA: Transmitting Address)、受信 STA アドレスを表す受信アドレス (RA: Receiving Address) を指示するために使用される。

【0160】

一方、TA フィールドにより実現化されたアドレスフィールドは、帯域幅シグナリング TA (bandwidth signaling TA) 値に設定されることができ、この場合、TA フィールドは、当該 MAC フレームがスクランプリングシーケンスに追加的な情報を含んでいることを指示できる。帯域幅シグナリング TA は、当該 MAC フレームを送信する STA の MAC アドレスと表現されることができ、MAC アドレスに含まれた個別/グループビット (Individual/Group bit) が特定値 (例えば、「1」) に設定されることができ、

10

【0161】

Sequence Control フィールドは、シーケンス番号 (sequence number) 及びフラグメント番号 (fragment number) を含むように設定される。シーケンス番号を当該 MAC フレームに割り当てられたシーケンス番号を指示できる。フラグメント番号は、当該 MAC フレームの各フラグメントの番号を指示できる。

【0162】

QoS Control フィールドは、QoS と関連した情報を含む。QoS Control フィールドは、サブタイプ (Subtype) のサブフィールドにおいて QoS データフレームを指示する場合に含まれることができる。

20

【0163】

HT Control フィールドは、HT 及び/又は VHT 送受信技法と関連した制御情報を含む。HT Control フィールドは、制御ラッパー (Control Wrapper) フレームに含まれる。また、オーダー (Order) サブフィールド値が 1 である QoS データ (QoS Data) フレーム、管理 (Management) フレームに存在する。

【0164】

Frame Body は、MAC ペイロード (payload) と定義され、上位層で送信しようとするデータが位置するようになり、可変的なサイズを有する。例えば、最大 MPDU のサイズは、11454 オクテット (octets) で、最大 PPDU のサイズは、5.484 ms でありうる。

30

【0165】

FCS は、MAC フッター (footer) と定義され、MAC フレームのエラー探索のために使用される。

【0166】

1 番目の 3 つのフィールド (Frame Control フィールド、Duration/ID フィールド及び Address 1 フィールド) と最も最後のフィールド (FCS フィールド) は、最小フレームフォーマットを構成し、すべてのフレームに存在する。その他のフィールドは、特定フレームタイプにおいてのみ存在できる。

40

【0167】

図 7 は、本発明が適用され得る無線通信システムにおける MAC フレーム内のフレーム制御 (Frame Control) フィールドを例示する図である。

【0168】

図 7 に示すように、Frame Control フィールドは、プロトコルバージョン (Protocol Version) サブフィールド、タイプ (Type) サブフィールド、サブタイプ (Subtype) サブフィールド、To DS サブフィールド、From DS サブフィールド、追加フラグメント (More Fragments) サブフィールド、リトライ (Retry) サブフィールド、パワー管理 (Power Mana

50

gement)サブフィールド、追加データ(More Data)サブフィールド、保護されたフレーム(Protected Frame)サブフィールド、及びオーダー(Order)サブフィールドで構成される。

【0169】

Protocol Versionサブフィールドは、当該MACフレームに適用されたWLANプロトコルのバージョンを指示できる。

【0170】

Typeサブフィールド及びSubtypeサブフィールドは、当該MACフレームの機能を識別する情報を指示するように設定されることができる。

【0171】

MACフレームのタイプは、管理フレーム(Management Frame)、制御フレーム(Control Frame)、データフレーム(Data Frame)の3つのフレームタイプを含むことができる。

【0172】

そして、各フレームタイプは、さらにサブタイプに区分されることができる。

【0173】

例えば、制御フレーム(Control Frames)は、RTS(request to send)フレーム、CTS(clear-to-send)フレーム、ACK(Acknowledgment)フレーム、PS-Pollフレーム、CF(contention free)-Endフレーム、CF-End+CF-ACKフレーム、ブロックACK要求(BAR:Block Acknowledgment request)フレーム、ブロックACK(BA:Block Acknowledgment)フレーム、制御ラッパー(Control Wrapper(Control+HTControl))フレーム、VHTヌルデータパケット告知(NDPA:Null Data Packet Announcement)、ビームフォーミング報告ポール(Beamforming Report Poll)フレームを含むことができる。

【0174】

管理フレーム(Management Frames)は、ビーコン(Beacon)フレーム、ATIM(Announcement Traffic Indication Message)フレーム、関係解除(Disassociation)フレーム、関係要求/応答(Association Request/Response)フレーム、再関係要求/応答(Reassociation Request/Response)フレーム、プローブ要求/応答(Probe Request/Response)フレーム、認証(Authentication)フレーム、認証解除(Deauthentication)フレーム、動作(Action)フレーム、動作無応答(Action No ACK)フレーム、タイミング広告(Timing Advertisement)フレームを含むことができる。

【0175】

To DSサブフィールド及びFrom DSサブフィールドは、当該MACフレームヘッダに含まれたAddress1フィールドないしAddress4フィールドを解釈するために必要な情報を含むことができる。Controlフレームの場合、To DSサブフィールド及びFrom DSサブフィールドは、両方とも「0」に設定される。Managementフレームの場合、To DSサブフィールド及びFrom DSサブフィールドは、当該フレームがQoS管理フレーム(QMF:QoS Management Frame)であれば、順に「1」、「0」に設定され、当該フレームがQMFでなければ、順に全て「0」、「0」に設定されることができる。

【0176】

More Fragmentsサブフィールドは、当該MACフレームに続いて送信されるフラグメント(fragment)が存在するか否かを指示できる。現在、MSDUまたはMMPDUのさらに他のフラグメント(fragment)が存在する場合、「1

10

20

30

40

50

」に設定され、そうでない場合、「0」に設定されることができる。

【0177】

Retryサブフィールドは、当該MACフレームが以前MACフレームの再送信によるものであるか否かを指示できる。以前MACフレームの再送信である場合、「1」に設定され、そうでない場合、「0」に設定されることができる。

【0178】

Power Managementサブフィールドは、STAのパワー管理モードを指示できる。Power Managementサブフィールド値が「1」であれば、STAがパワーセーブモードに切り替えることを指示できる。

【0179】

More Dataサブフィールドは、追加的に送信されるMACフレームが存在するか否かを指示できる。追加的に送信されるMACフレームが存在する場合、「1」に設定され、そうでない場合、「0」に設定されることができる。

【0180】

Protected Frameサブフィールドは、フレームボディ(Frame Body)フィールドが暗号化されたか否かを指示できる。Frame Bodyフィールドが暗号化されたエンカプセレーションアルゴリズム(cryptographic encapsulation algorithm)により処理された情報を含む場合、「1」に設定され、そうでない場合、「0」に設定されることができる。

【0181】

前述した各フィールドに含まれる情報は、IEEE 802.11システムの定義にしたがうことができる。また、前述した各フィールドは、MACフレームに含まれ得るフィールドの例示に該当し、これに限定されない。すなわち、前述した各フィールドが他のフィールドに代替されるか、追加的なフィールドがさらに含まれ得るし、全てのフィールドが必須的に含まれることではない。

【0182】

図8は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるHT ControlフィールドのVHTフォーマットを例示する。

【0183】

図8に示すように、HT Controlフィールドは、VHTサブフィールド、HT制御ミドル(HT Control Middle)サブフィールド、AC制限(AC Constraint)サブフィールド及び逆方向承認(RDG: Reverse Direction Grant)/追加PPDU(More PPDU)サブフィールドから構成されることができる。

【0184】

VHTサブフィールドは、HT ControlフィールドがVHTのためのHT Controlフィールドのフォーマットを有するかどうか(VHT=1)またはHTのためのHT Controlフィールドのフォーマットを有するかどうか(VHT=0)を指示する。図8では、VHTのためのHT Controlフィールド(すなわち、VHT=1)を仮定して説明する。VHTのためのHT ControlフィールドをVHT Controlフィールドと呼ぶことができる。

【0185】

HT Control Middleサブフィールドは、VHTサブフィールドの指示に従って他のフォーマットを有するように実現されることができる。HT Control Middleサブフィールドについてのさらに詳細な説明は後述する。

【0186】

AC Constraintサブフィールドは、逆方向(RD: reverse direction)データフレームのマッピングされたAC(Access Category)が単一ACに限定されたことであるかどうかを指示する。

【0187】

10

20

30

40

50

R D G / M o r e P P D Uサブフィールドは、当該フィールドがR D イニシエーター (i n i t i a t o r) またはR D 応答者 (r e s p o n d e r) によって送信されるかどうかによって異なるように解釈されることができる。

【 0 1 8 8 】

R D イニシエーターによって送信された場合、R D G が存在する場合、R D G / M o r e P P D Uフィールドが「 1 」に設定され、R D G が存在しない場合、「 0 」に設定される。R D 応答者によって送信された場合、当該サブフィールドを含むP P D UがR D 応答者により送信された最後のフレームであると、「 1 」に設定され、さらに他のP P D Uが送信されると、「 0 」に設定される。

【 0 1 8 9 】

上述のように、H T C o n t r o l M i d d l eサブフィールドは、V H Tサブフィールドの指示に従って、他のフォーマットを有するように実現されることができる。

【 0 1 9 0 】

V H TのためのH T C o n t r o lフィールドのH T C o n t r o l M i d d l eサブフィールドは、予備ビット (R e s e r v e d b i t)、M C Sフィードバック要求 (M R Q : M C S (M o d u l a t i o n a n d C o d i n g S c h e m e) f e e d b a c k r e q u e s t)サブフィールド、M R Qシーケンス識別子 (M S I : M R Q S e q u e n c e I d e n t i f i e r) / 時空間ブロックコーディング (S T B C : s p a c e - t i m e b l o c k c o d i n g)サブフィールド、M C Sフィードバックシーケンス識別子 (M F S I : M C S f e e d b a c k s e q u e n c e i d e n t i f i e r) / グループID最下位ビット (G I D - L : L S B (L e a s t S i g n i f i c a n t B i t) o f G r o u p I D)サブフィールド、M C Sフィードバック (M F B : M C S F e e d b a c k)サブフィールド、グループID最上位ビット (G I D - H : M S B (M o s t S i g n i f i c a n t B i t) o f G r o u p I D)サブフィールド、コーディングタイプ (C o d i n g T y p e)サブフィールド、フィードバック送信タイプ (F B T x T y p e : F e e d b a c k T r a n s m i s s i o n t y p e)サブフィールド及び自発的M F B (U n s o l i c i t e d M F B)サブフィールドから構成されることができる。

【 0 1 9 1 】

表 4 は、V H TフォーマットのH T C o n t r o l M i d d l eサブフィールドに含まれた各サブフィールドに対する説明を示す。

【 0 1 9 2 】

10

20

30

【表 4 - 1】

サブフィールド	意味	定義
MRQ	MCS request	MCSフィードバック（非自発的 solicited）MFB）を要請する場合、「1」に設定される。 そうでない場合、「0」に設定される。
MSI	MRQ sequence identifier	Unsolicited MFBサブフィールドが「0」で、MRQサブフィールドが「1」に設定されると、MSIサブフィールドは、特定要請を識別する0ないし6範囲内のシーケンス番号を含む。 Unsolicited MFBサブフィールドが「1」であると、圧縮されたMSI（Compressed MSI）サブフィールド（2ビット）、STBC指示（STBC indication）サブフィールド（1ビット）を含む。
MFSI / GID-L	MFB sequence identifier / LSB of Group ID	Unsolicited MFBサブフィールドが「0」に設定されると、MFSI / GID-Lサブフィールドは、MFB情報と関連したフレーム内に含まれたMSIの受信値を含む。Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定され、MFBがMU PDUから推定されたものであれば、MFSI / GID-Lサブフィールドは、MFBが推定されたPPDUのグループIDの最下位3ビットを含む
MFB	VHT N _{STS} , MCS, BW, SNR feedback	MFBサブフィールドは、推薦されるMFBを含む。 VHT-MCS=15, NUM _{STS} =8は、フィードバックが存在しないことを指示する。
GID-H	MSB of Group ID	Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定され、MFBがVHT MU PDUから推定されたものであれば、GID-Hサブフィールドは、自発的MFBが推定されたPPDUのグループIDの最上位3ビットを含む。 MFBがSU PDUから推定されたもので、GID-Hサブフィールドは、全て1に設定される。

10

20

30

40

【表 4 - 2】

サブフィールド	意味	定義
Coding Type	Coding type of MFB response	Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定されると、コーディングタイプサブフィールドは、自発的MFBが推定されたフレームのコーディングタイプ (BCC (binary convolutional code) は0、LDPC (low-density parity check) は1) を含む。
FB Tx Type	Transmission type of MFB response	Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定され、MFBがビーム形成されない (unbeamformed) VHT PDUから推定されたものであれば、FB Tx Typeサブフィールドは、「0」に設定される。 Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定され、MFBがビーム形成された (beamformed) VHT PDUから推定されたものであれば、FB Tx Typeサブフィールドは、「1」に設定される。
Unsolicited MFB	Unsolicited MCS feedback indicator	MFBがMRQに対する応答であると、「1」に設定される。 MFBがMRQに対する応答でないと、「0」に設定される。

10

20

【0193】

そして、MFBサブフィールドは、VHT空間-時間ストリーム数 (NUM_STS : Number of space time streams) サブフィールド、VHT-MCSサブフィールド、帯域幅 (BW : Bandwidth) サブフィールド、信号対雑音比 (SNR : Signal to Noise Ratio) サブフィールドを含むことができる。

30

【0194】

NUM_STSサブフィールドは、推薦する空間ストリームの数を指示する。VHT-MCSサブフィールドは、推薦するMCSを指示する。BWサブフィールドは、推薦するMCSと関連した帯域幅情報を指示する。SNRサブフィールドは、データサブキャリア及び空間ストリーム上の平均SNR値を指示する。

40

【0195】

上述の各フィールドに含まれる情報は、IEEE 802.11システムの定義に従うことができる。また、上述の各フィールドは、MACフレームに含まれることができるフィールドの例示に該当し、これに限定されない。すなわち、上述の各フィールドが他のフィールドに代替されるか、または追加的なフィールドがさらに含まれることができ、すべてのフィールドが必須的に含まれなくても良い。

【0196】

媒体アクセスメカニズム

IEEE 802.11における通信は、共有された無線媒体 (shared wireless medium) においてなされるから、有線チャネル (wired channel) 環境とは根本的に異なる特徴を有する。

50

【0197】

有線チャンネル環境では、CSMA/CD (carrier sense multiple access/collision detection) に基づいて通信が可能である。例えば、送信端から一回シグナルが送信されると、チャンネル環境が大きな変化がないから、受信端まで大きく信号が減衰されずに送信される。このとき、2つ以上のシグナルが衝突されると、感知 (detection) が可能であった。これは、受信端で感知された電力 (power) が瞬間的に送信端から送信した電力より大きくなるためである。しかしながら、無線チャンネル環境は、様々な要素 (例えば、距離に応じてシグナルの減衰が大きい、または瞬間的に深いフェージング (deep fading) を経ることができる) がチャンネルに影響を与えるから、実際に受信端で信号が正しく送信されたか、または衝突が発生したか、送信端で正確にキャリアセンシング (carrier sensing) をすることができない。

10

【0198】

これにより、IEEE 802.11 に応じる WLAN システムにおいて、MAC の基本アクセスメカニズムとして CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) メカニズムを導入した。CSMA/CA メカニズムは、IEEE 802.11 MAC の分配調整機能 (DCF: Distributed Coordination Function) とも呼ばれるが、基本的に「listen before talk」アクセスメカニズムを採用している。このようなタイプのアクセスメカニズムによると、AP 及び/又は STA は、送信を始めるに先立ち、所定の時間区間 (例えば、DIFS (DCF Inter-Frame Space)) の間に無線チャンネルまたは媒体 (medium) をセンシング (sensing) する CCA (Clear Channel Assessment) を行う。センシング結果、万が一、媒体がアイドル状態 (idle status) であると判断されると、当該媒体を介してフレーム送信を始める。これに対し、媒体が占有状態 (occupied status) であると感知されると、当該 AP 及び/又は STA は、自分の送信を開始せずに、既に様々な STA が当該媒体を使用するために待機しているという仮定下で DIFS に追加的に媒体アクセスのための遅延時間 (例えば、任意のバックオフ周期 (random backoff period)) の間により待った後にフレーム送信を試みることができる。

20

30

【0199】

任意のバックオフ周期を適用することによって、フレームを送信するための複数の STA が存在すると仮定するとき、複数の STA は、確率的に異なるバックオフ周期値を有するようになって、互いに異なる時間の間に待機した後にフレーム送信を試みることが期待されるので、衝突 (collision) を最小化させることができる。

【0200】

また、IEEE 802.11 MAC プロトコルは、HCF (Hybrid Coordination Function) を提供する。HCF は、前記 DCF と支点調整機能 (PCF: Point Coordination Function) に基づく。PCF は、ポーリング (polling) 基盤の同期式アクセス方式ですべての受信 AP 及び/又は STA がデータフレームを受信することができるように、周期的にポーリングする方式を称する。また、HCF は、EDCA (Enhanced Distributed Channel Access) と HCCA (HCF Controlled Channel Access) を有する。EDCA は、提供者が多数のユーザにデータフレームを提供するためのアクセス方式を競争基盤で行うことで、HCCA は、ポーリング (polling) メカニズムを利用した非競争基盤のチャンネルアクセス方式を使用することである。また、HCF は、WLAN の QoS (Quality of Service) を向上させるための媒体アクセスメカニズムを含み、競争周期 (CP: Contention Period) と非競争周期 (CFP: Contention Free Period) の両方で QoS データを送信できる。

40

50

【0201】

図9は、本発明が適用され得る無線通信システムにおける任意のバックオフ周期とフレーム送信手順を説明するための図である。

【0202】

特定媒体が占有(occupyまたはbusy)状態からアイドル(idle)状態に変更されると、複数のSTAは、データ(またはフレーム)送信を試みることができる。このとき、衝突を最小化するための方案として、STAは、各々任意のバックオフカウント(random backoff count)を選択し、それに該当するスロット時間(slot time)分だけ待機した後に、送信を試みることができる。任意のバックオフカウントは、疑似-任意整数(pseudo-random integer)値を有し、0ないし競争ウィンドウ(CW:Contention Window)範囲で均一分布(uniform distribution)した値のうちのいずれか1つで決定されることができる。ここで、CWは、競争ウィンドウパラメータ値である。CWパラメータは、初期値としてCW_minが与えられるが、送信が失敗した場合(例えば、送信されたフレームに対するACKを受信していない場合)に2倍の値を取ることができる。CWパラメータ値がCW_maxになると、データ送信が成功するまでCW_max値を維持しながらデータ送信を試みることができ、データ送信が成功する場合には、CW_min値でリセットされる。CW、CW_min及びCW_max値は、 2^{n-1} ($n = 0, 1, 2, \dots$)に設定されることが好ましい。

10

【0203】

任意のバックオフ過程が始まると、STAは、決定されたバックオフカウント値で応じてバックオフスロットをカウントダウンし、カウントダウンする間に媒体をモニタリングし続ける。媒体が占有状態であるとモニタリングされる場合、カウントダウンを中断し待機するようになり、媒体がアイドル状態になると、カウントダウンを再開する。

20

【0204】

図9の例示においてSTA3のMACに送信するパケットが到達した場合に、STA3は、DIFS分だけ媒体がアイドル状態であることを確認し、直にフレームを送信できる。

【0205】

一方、残りのSTAは、媒体が占有(busy)状態であることをモニタリングし待機する。その間にSTA1、STA2及びSTA5のそれぞれでも送信するデータが発生でき、それぞれのSTAは、媒体がアイドル状態であるとモニタリングされる場合、DIFSだけ待機した後に、各自が選択した任意のバックオフカウント値で応じてバックオフスロットをカウントダウンする。

30

【0206】

図9の例示では、STA2が最も小さなバックオフカウント値を選択し、STA1が最も大きなバックオフカウント値を選択した場合を示す。すなわち、STA2がバックオフカウントを終えフレーム送信を始める時点においてSTA5の残余バックオフ時間は、STA1の残余バックオフ時間より短い場合を例示する。

【0207】

STA1及びSTA5は、STA2が媒体を占有する間にカウントダウンを止め待機する。STA2の媒体占有が終了して媒体が再度アイドル状態になると、STA1及びSTA5は、DIFSだけ待機した後に、止めたバックオフカウントを再開する。すなわち、残余バックオフ時間ほどの残りのバックオフスロットをカウントダウンした後にフレーム送信を始めることができる。STA5の残余バックオフ時間がSTA1より短かったので、STA5のフレーム送信を始めるようになる。

40

【0208】

一方、STA2が媒体を占有する間にSTA4でも送信するデータが発生できる。このとき、STA4の立場では、媒体がアイドル状態になると、DIFSだけ待機した後、自分が選択した任意のバックオフカウント値で応じるバックオフスロットのカウントダウン

50

を行う。

【0209】

図9の例示では、STA5の残余バックオフ時間がSTA4の任意のバックオフカウント値と偶然に一致する場合を示し、この場合、STA4とSTA5との間に衝突が発生できる。衝突が発生する場合には、STA4とSTA5ともがACKを受信できないから、データ送信を失敗するようになる。この場合、STA4とSTA5は、CW値を2倍に増やした後に、任意のバックオフカウント値を選択しバックオフスロットのカウントダウンを行う。

【0210】

一方、STA1は、STA4とSTA5の送信により媒体が占有状態である間に待機している途中で、媒体がアイドル状態になると、DIFSだけ待機した後に、残余バックオフ時間が経過すると、フレーム送信を始めることができる。

【0211】

CSMA/CAメカニズムは、AP及び/又はSTAが媒体を直接センシングする物理的キャリアセンシング(physical carrier sensing)の他に、仮想キャリアセンシング(virtual carrier sensing)も含む。

【0212】

仮想キャリアセンシングは、非表示ノード問題(hidden node problem)などのように媒体接近上発生できる問題を補完するためのものである。仮想キャリアセンシングのために、WLANシステムのMACは、ネットワーク割り当てベクトル(NAV: Network Allocation Vector)を利用する。NAVは、現在媒体を使用しているか、または使用する権限があるAP及び/又はSTAが、媒体が利用可能な状態になるまで残っている時間を他のAP及び/又はSTAに指示する値である。したがって、NAVに設定された値は、当該フレームを送信するAP及び/又はSTAによって媒体の使用が予定されている期間に該当し、NAV値を受信するSTAは、当該期間の間に媒体アクセスが禁止される。NAVは、例えば、フレームのMACヘッダ(header)の持続期間(duration)フィールドの値で応じて設定することができる。

【0213】

AP及び/又はSTAは、媒体に接近しようとすることを知らせるために、RTS(request to send)フレーム及びCTS(clear to send)フレームを交換する手順を行うことができる。RTSフレーム及びCTSフレームは、実質的にデータフレーム送信及び受信確認応答(ACK)が支援される場合、ACKフレームが送受信されるのに必要な無線媒体が接近予約された時間的な区間を指示する情報を含む。フレームを送信しようとするAP及び/又はSTAから送信されたRTSフレームを受信するか、またはフレーム送信対象STAから送信されたCTSフレームを受信した他のSTAは、RTS/CTSフレームに含まれている情報が指示する時間的な区間の間に媒体に接近しないように設定されることができる。これは、時間区間の間にNAVが設定されることにより実現されることができる。

【0214】

フレーム間隔(interframe space)

フレーム間の時間間隔をフレーム間隔(IFS: Interframe Space)と定義する。STAは、キャリアセンシング(carrier sensing)を介して、IFS時間区間の間にチャンネルが使用されるかどうかを判断できる。802.11 WLANシステムにおいて無線媒体を占有する優先レベル(priority level)を提供するために、複数のIFSが定義される。

【0215】

図10は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるIFS関係を例示する図である。

【0216】

10

20

30

40

50

すべてのタイミングは、物理層インタフェースプリミティブ、すなわち、PHY-TX END.confirmプリミティブ、PHYTXSTART.confirmプリミティブ、PHY-RXSTART.indicationプリミティブ及びPHY-RXEND.indicationプリミティブを参照して決まることができる。

【0217】

IFS種類に応じるフレーム間隔は、以下のとおりである。

a) 縮小されたフレーム間隔 (RIFS: reduced interframe space)

b) 短いフレーム間隔 (SIFS: short interframe space)

c) PCFフレーム間隔 (PIFS: PCF interframe space)

d) DCFフレーム間隔 (DIFS: DCF interframe space)

e) 調整フレーム間隔 (AIFS: arbitration interframe space)

f) 拡張フレーム間隔 (EIFS: extended interframe space)

【0218】

互いに異なるIFSは、STAのビット率(bit rate)と無関係に物理層により特定された属性から決定される。IFSタイミングは、媒体上での時間ギャップ(time gap)と定義される。AIFSを除いたIFSタイミングは、各物理層別に固定される。

【0219】

SIFSは、ACKフレーム、CTSフレーム、ブロックACK要求(BlockAckReq)フレームまたはA-MPDUに対する即刻な応答であるブロックACK(BlockAck)フレームを含むPPDU、フラグメントバースト(fragment burst)の第2番目または連続的なMPDU、PCFによるポーリング(polling)に対するSTAの応答の送信のために使用され、最も高い優先順位を有する。SIFSは、また非競争区間(CFP)時間の間にフレームのタイプと無関係にフレームの支点調整(point coordinator)のために使用されることができる。SIFSは、以前フレームの最後のシンボルの終了またはシグナル拡張(存在する場合)からつながらる次のフレームのプリアンプルの第1番目のシンボルの開始までの時間を示す。

【0220】

SIFSタイミングは、TxSIFSスロット境界から連続的なフレームの送信が始まるときに達成される。

【0221】

SIFSは、互いに異なるSTAからの送信間のIFSのうち、最も短い。媒体を占有しているSTAがフレーム交換シーケンス(frame exchange sequence)が行われる区間の間に媒体の占有を維持する必要がある場合に使用されることができる。

【0222】

フレーム交換シーケンス内の送信間に最も小さなギャップを使用することによって、より長いギャップの間に、媒体がアイドル状態になることを待つことが要求される他のSTAが媒体の使用を試みるのを防止できる。したがって、進行中のフレーム交換シーケンスが完了するのに優先権を付与できる。

【0223】

PIFSは、媒体にアクセスするのに優先権を取得するために使用される。

【0224】

PIFSは、次のような場合に使用されることができる。

- PCF下に動作するSTA

- チャネルスイッチ公知(Channel Switch Announcement)フレームを送信するSTA

10

20

30

40

50

- トラフィック指示マップ (TIM: Traffic Indication Map) フレームを送信する STA
- CFPまたは送信機会 (TXOP: Transmission Opportunity) を始めるハイブリッド調整者 (HC: Hybrid Coordinator)
- CAP (controlled access phase) 内の予想された受信の不在から復旧 (recovering) するためのポーリングされた TXOPホルダー (holder) である HC または non-AP QoS STA
- CTS 2 の送信前にデュアルCTS 保護を使用する HT STA
- 送信失敗以後に送信し続けるための TXOPホルダー (holder)
- エラー復旧 (error recovery) を使用して送信し続けるための RD (reverse direction) 開始者
- PSMP (power save multi-poll) 復旧フレームを送信する PSMPシーケンスの間に HT AP
- EDCAチャネルアクセスを使用する 40 MHz マスク PPDU を送信する前にセコンダリーチャネル (secondary channel) 内のCCAを行う HT STA

【0225】

先に羅列した例示の中でセコンダリーチャネル (secondary channel) でCCAを行う場合を除いて、PIFSを使用するSTAは、TxPIFSスロット境界から媒体がアイドル状態であることを決定するCS (carrier sense) メカニズム以後に送信を始める。

【0226】

DIFSは、DCF下にデータフレーム (MPDU) 及び管理フレーム (MMPDU: MAC Management Protocol Data Unit) を送信するように動作するSTAにより使用されることができる。DCFを使用するSTAは、正確に受信されたフレーム及びバックオフタイムが満了した以後、CS (carrier sense) メカニズムを介して媒体がアイドル状態であると決定されると、TxDIFSスロット境界から送信できる。ここで、正確に受信されたフレームは、PHY-RXEND.indicationプリミティブがエラーを指示せず、FCSはフレームがエラーでないこと (error free) を指示するフレームを意味する。

【0227】

SIFS時間 (「aSIFSTime」) とスロット時間 (「aSlotTime」) は、物理層別に決定されることができる。SIFS時間は、固定された値を有するが、スロット時間は、無線遅延時間 (aAirPropagationTime) 変化に応じて動的に変化できる。

【0228】

「aSIFSTime」は、以下の式1及び2のように定義される。

【0229】

〔式1〕

【数1】

$$aSIFSTime(16\mu s) = aRxRFDelay(0.5) + aRxPLCPDelay(12.5) + aMACProcessingDelay(1 \text{ または } <2) + aRxTxTurnaroundTime(<2)$$

【0230】

〔式2〕

10

20

30

40

50

【数 2】

$$aRxTxTurnaroundTime = aTxPLCPDelay(1) + aRxTxSwitchTime(0.25) + aTxRampOnTime(0.25) + aTxRFDelay(0.5)$$

【0 2 3 1】

「aSlotTime」は、以下の式3のように定義される。

10

【0 2 3 2】

〔式 3〕

【数 3】

$$aSlotTime = aCCATime(<4) + aRxTxTurnaroundTime(<2) + aAirPropagationTime(<1) + aMACProcessingDelay(<2)$$

【0 2 3 3】

20

式3中、基本的な(default)物理層パラメータは、1 μ sと同一または小さな値を有する「aMACProcessingDelay」に基づく。無線波は、自由空間(free space)で300m/ μ sで広がる。例えば、3 μ sは、BSS最大一方向(one-way)距離~450m(往復時間(round trip)は、~900m)の上限線でありうる。

【0 2 3 4】

PIFSとSIFSは、それぞれ以下の式4及び5のように定義される。

【0 2 3 5】

〔式 4〕

【数 4】

30

$$PIFS(16\mu s) = aSIFSTime + aSlotTime$$

【0 2 3 6】

〔式 5〕

【数 5】

40

$$DIFS(34\mu s) = aSIFSTime + 2 * aSlotTime$$

【0 2 3 7】

先の式1ないし5において括弧内の数値は、一般的な値を例示しているが、その値は、STA別に或いはSTAの位置別に変換することができる。

【0 2 3 8】

上述のSIFS、PIFS及びDIFSは、媒体と互いに異なるMACスロット境界(TxSIFS、TxPIFS、TxDIFS)に基づいて測定される。

【0 2 3 9】

50

SIFS、PIFS及びDIFSに対する各MACスロット境界は、それぞれ以下の式6ないし8のように定義される。

【0240】

〔式6〕

【数6】

$$TxSIFS = SIFS - aRxTxTurnaroundTime$$

10

【0241】

〔式7〕

【数7】

$$TxPIFS = TxSIFS + aSlotTime$$

【0242】

〔式8〕

【数8】

20

$$TxDIFS = TxSIFS + 2 * aSlotTime$$

【0243】

チャンネル状態情報 (Channel State Information) フィードバック (feedback) 方法

ビームフォーマ (Beamformer) が全てのアンテナを1つのビームフォーミ (Beamformee) に割り当てて通信するSU-MIMO技術は、時空間を用いたダイバシティ利得 (diversity gain) とストリーム (stream) 多重送信とを介してチャンネル容量を増大させる。SU-MIMO技術は、MIMO技術を適用しないときに比べてアンテナの個数を増やすことにより、空間自由度を拡張させて物理層の性能向上に寄与することができる。

30

【0244】

また、Beamformerが複数のBeamformeeにアンテナを割り当てるMU-MIMO技術は、Beamformerに接続した複数のBeamformeeの多重接続のためのリンク階層プロトコルを介して、Beamformee当たり送信率を高めるか、チャンネルの信頼度を高めることにより、MIMOアンテナの性能を向上させることができる。

40

【0245】

MIMO環境では、Beamformerがチャンネル情報をどれくらい正確に知っているのかが性能に大きい影響を及ぼすことができるので、チャンネル情報取得のためのフィードバック手順が要求される。

【0246】

チャンネル情報取得のためのフィードバック手順は、大別して2つの方式が支援され得る。1つは、制御フレーム (Control Frame) を利用する方式であり、残りの1つは、データフィールドが含まれていないチャンネルサウンディング (channel sounding) 手順を利用する方式である。サウンディングは、プリアンブルトレ

50

ニングフィールド (training field) を含む P P D U のデータ復調以外の目的のために、チャンネルを測定するために当該トレーニングフィールド (training field) を利用することを意味する。

【0247】

以下、制御フレーム (Control Frame) を利用したチャンネル情報フィードバック方法と NDP (null data packet) を利用したチャンネル情報フィードバック方法についてより具体的に説明する。

【0248】

1) 制御フレーム (Control Frame) を利用したフィードバック方法

【0249】

MIMO環境でBeamformerは、MACヘッダに含まれたHT Controlフィールドを介してチャンネル状態情報のフィードバックを指示するか、Beamformeeは、MACフレームヘッダに含まれたHT Controlフィールドを介してチャンネル状態情報を報告できる(図8参照)。HT Controlフィールドは、Control WrapperフレームやMACヘッダのOrderサブフィールドが1に設定されたQoS Dataフレーム、管理フレームに含まれることができる。

【0250】

2) チャンネルサウンディング (channel sounding) を利用したフィードバック方法

【0251】

図11は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるチャンネルサウンディング (sounding) 方法を概念的に示す図である。

【0252】

図11では、サウンディングプロトコル (sounding protocol) に基づいてBeamformer (例えば、AP) とBeamformee (例えば、non-AP STA) との間のチャンネル状態情報 (Channel State Information) をフィードバックする方法を例示する。サウンディングプロトコル (sounding protocol) は、チャンネル状態情報に関する情報をフィードバックされる手順を意味できる。

【0253】

サウンディングプロトコルに基づいたBeamformerとBeamformeeとの間のチャンネル状態情報サウンディング方法を下記のようなステップで行うことができる。

【0254】

(1) BeamformerでBeamformeeのフィードバックのためのサウンディング送信を知らせるVHT NDP A (VHT Null Data Packet Announcement) フレームを送信する。

【0255】

VHT NDP Aフレームは、チャンネルサウンディングが開始され、NDP (Null data packet) が送信されることを知らせるために使用される制御フレーム (Control Frame) を意味する。言い替えれば、NDPを送信する前にVHT NDP Aフレームを送信することにより、BeamformeeがNDPフレームを受信する前にチャンネル状態情報をフィードバックするための準備をさせることができる。

【0256】

VHT NDP Aフレームは、NDPを送信するBeamformeeのAID (association identifier) 情報、フィードバックタイプ情報などを含むことができる。VHT NDP Aフレームに対するより詳細な説明は後述する。

【0257】

VHT NDP Aフレームは、MU-MIMOを使用してデータを送信する場合と、SU-MIMOを使用してデータを送信する場合とに互いに異なる送信方式で送信されるこ

10

20

30

40

50

とができる。例えば、MU-MIMOのためのチャネルサウンディングを行う場合、VHT NDP Aフレームをブロードキャスト(broadcast)方式で送信するが、SU-MIMOのためのチャネルサウンディングを行う場合、1つの対象STAにVHT NDP Aフレームをユニキャスト(unicast)方式で送信することができる。

【0258】

(2) Beamformerは、VHT NDP Aフレームを送信した後、SIFS時間後にNDPを送信する。NDPは、データフィールドを除いたVHT PDU構造を有する。

【0259】

VHT NDP Aフレームを受信したBeamformeeは、STA情報フィールドに含まれたAID12サブフィールド値を確認し、自分がサウンディング対象STAであるか確認することができる。

10

【0260】

また、Beamformeeは、NDP Aに含まれたSTA Infoフィールドの順序を介してフィードバック順序を分ることができる。図11では、フィードバック順序がBeamformee1、Beamformee2、Beamformee3の順序で進められる場合を例示する。

【0261】

(3) Beamformee1は、NDPに含まれたトレーニングフィールド(training field)に基づいて下向きリンクチャネル状態情報を取得して、Beamformerに送信するフィードバック情報を生成する。

20

【0262】

Beamformee1は、NDPフレームを受信した後、SIFS以後にフィードバック情報を含むVHT圧縮されたビームフォーミング(VHT compressed beamforming)フレームをBeamformerに送信する。

【0263】

VHT compressed beamformingフレームは、時空間ストリーム(space-time stream)に対するSNR値、サブキャリア(subcarrier)に対する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列(compressed beamforming feedback matrix)に関する情報などが含まれ得る。VHT Compressed Beamformingフレームについてのより詳細な説明は後述する。

30

【0264】

(4) Beamformerは、Beamformee1からVHT compressed beamformingフレームを受信した後、SIFS以後にBeamformee2からチャネル情報を得るために、ビームフォーミング報告ポール(Beamforming Report Poll)フレームをBeamformee2に送信する。

【0265】

Beamforming Report Pollフレームは、NDPフレームと同じ役割を果たすフレームであって、Beamformee2は、送信されるBeamforming Report Pollフレームに基づいてチャネル状態を測定できる。

40

【0266】

Beamforming Report Pollフレームについてのより詳細な説明は後述する。

【0267】

(5) Beamforming Report Pollフレームを受信したBeamformee2は、SIFS以後にフィードバック情報を含むVHT Compressed BeamformingフレームをBeamformerに送信する。

【0268】

(6) Beamformerは、Beamformee2からVHT Compressed

50

sed Beamformingフレームを受信した後、SIFS以後にBeamformee3からチャンネル情報を得るために、Beamforming Report PollフレームをBeamformee3に送信する。

【0269】

(7) Beamforming Report Pollフレームを受信したBeamformee3は、SIFS以後にフィードバック情報を含むVHT Compressed BeamformingフレームをBeamformerに送信する。

【0270】

以下、前述したチャンネルサウンディング手順で使用されるフレームについて説明する。

【0271】

図12は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるVHT NDP Aフレームを例示する図である。

【0272】

図12に示すように、VHT NDP Aフレームは、フレーム制御(Frame Control)フィールド、持続時間(Duration)フィールド、RA(Receiving Address)フィールド、TA(Transmitting Address)フィールド、サウンディングダイアログトークン(Sounding Dialog Token)フィールド、STA情報1(STA Info 1)フィールドないしSTA情報n(STA Info n)フィールド、及びFCSで構成されることができる。

【0273】

RAフィールド値は、VHT NDP Aフレームを受信する受信者住所(receiver address)またはSTA住所を表す。

【0274】

VHT NDP Aフレームが1つのSTA Infoフィールドを含む場合、RAフィールド値は、STA Infoフィールド内のAIDにより識別されるSTAの住所を有する。例えば、SU-MIMOチャンネルサウンディングのために、1つの対象STAにVHT NDP Aフレームを送信する場合、APは、VHT NDP Aフレームを対象STAにユニキャスト(unicast)で送信する。

【0275】

それに対し、VHT NDP Aフレームが1つ以上のSTA Infoフィールドを含む場合、RAフィールド値は、ブロードキャスト住所(broadcast address)を有する。例えば、MU-MIMOチャンネルサウンディングのために、少なくとも1つ以上の対象STAにVHT NDP Aフレームを送信する場合、APは、VHT NDP Aフレームをブロードキャスト送信する。

【0276】

TAフィールド値は、VHT NDP Aフレームを送信する送信者住所(transmitter address)または送信するSTAの住所またはTAをシグナリングする帯域幅を表す。

【0277】

Sounding Dialog Tokenフィールドは、サウンディングシーケンス(Sounding Sequence)フィールドと呼ばれることができる。Sounding Dialog Tokenフィールド内のサウンディングダイアログトークン番号(Sounding Dialog Token Number)サブフィールドは、VHT NDP Aフレームを識別するために、Beamformerにより選択された値を含む。

【0278】

VHT NDP Aフレームは、少なくとも1つのSTA Infoフィールドを含む。すなわち、VHT NDP Aフレームは、サウンディング対象STAに関する情報を含むSTA Infoフィールドを含む。STA Infoフィールドは、サウンディング対

10

20

30

40

50

象 STA 毎に1つずつ含まれることができる。

【0279】

各 STA Info フィールドは、AID12 サブフィールド、フィードバックタイプ (Feedback Type) サブフィールド、及び Nc インデックス (Nc Index) サブフィールドで構成されることができる。

【0280】

表5は、VHT NDP A フレームに含まれる STA Info フィールドのサブフィールドを表す。

【0281】

【表5】

10

サブフィールド	説明 (description)
AID12	サウンディングフィードバック対象となる STA の AID を含む。対象 STA が AP であるか、メッシュ (mesh) STA であるか、IBSS メンバーの STA である場合、AID12 サブフィールド値は、「0」に設定する。
Feedback Type	サウンディング対象 STA に対するフィードバック要請タイプを指示する。 SU-MIMO である場合、「0」 MU-MIMO である場合、「1」
Nc Index	Feedback Type サブフィールドが MU-MIMO を指示する場合、圧縮されたビームフォーミング行列 (compressed beamforming feedback matrix) の列 (column) 個数 (Nc) から 1 を差し引いた値を指示する。 Nc=1 である場合、「0」 Nc=2 である場合、「1」 Nc=8 である場合、「7」 SU-MIMO である場合、予備サブフィールドに設定される。

20

30

【0282】

前述した各フィールドに含まれる情報は、IEEE 802.11 システムの定義にしたがうことができる。また、前述した各フィールドは、MAC フレームに含まれ得るフィールドの例示に該当し、他のフィールドに代替されるか、追加的なフィールドがさらに含まれ得る。

【0283】

図13は、本発明が適用され得る無線通信システムにおける NDP PDU を例示する図である。

【0284】

図13に示すように、NDPは、前述した図4のような VHT PDU フォーマットでデータフィールドが省略されたフォーマットを有することができる。NDPは、特定プリコーディング行列 (precoding matrix) に基づいてプリコーディング (precoding) されてサウンディング対象 STA に送信されることができる。

40

【0285】

NDP の L-SIG フィールドでデータフィールドに含まれた PSDU 長さを指示する長さフィールドは、「0」に設定される。

【0286】

NDP の VHT-SIG-A フィールドで NDP 送信のために使用された送信技法が MU-MIMO であるか、または SU-MIMO であるか指示する Group ID フィー

50

ルドは、SU-MIMO送信を指示する値に設定される。

【0287】

NDPのVHT-SIG-Bフィールドのデータビットは、帯域幅別に固定されたビットパターン(bit pattern)に設定される。

【0288】

サウンディング対象STAは、NDPを受信すれば、NDPのVHT-LTFフィールドに基づいてチャンネルを推定し、チャンネル状態情報を取得する。

【0289】

図14は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるVHT圧縮されたビームフォーミング(VHT compressed beamforming)フレームフォーマットを例示する図である。

10

【0290】

図14に示すように、VHT compressed beamformingフレームは、VHT機能を支援するためのVHT動作(VHT Action)フレームであって、Frame BodyにActionフィールドを含む。Actionフィールドは、MACフレームのFrame Bodyに含まれて、拡張された管理動作を明示するためのメカニズムを提供する。

【0291】

Actionフィールドは、カテゴリ(Category)フィールド、VHT動作(VHT Action)フィールド、VHT MIMO制御(VHT MIMO Control)フィールド、VHT圧縮されたビームフォーミング報告(VHT Compressed Beamforming Report)フィールド、及びMU専用ビームフォーミング報告(MU Exclusive Beamforming Report)フィールドで構成される。

20

【0292】

Categoryフィールドは、VHTカテゴリ(すなわち、VHT Actionフレーム)を指示する値に設定され、VHT Actionフィールドは、VHT compressed beamformingフレームを指示する値に設定される。

【0293】

VHT MIMO Controlフィールドは、ビームフォーミングフィードバックと関連した制御情報をフィードバックするために使用される。VHT MIMO Controlフィールドは、VHT Compressed Beamformingフレームに常に存在し得る。

30

【0294】

VHT Compressed Beamforming Reportフィールドは、データを送信するのに使用されるとき空間ストリーム(space-time stream)に対するSNR情報が含まれたビームフォーミングマトリックスに関する情報をフィードバックするために使用される。

【0295】

MU Exclusive Beamforming Reportフィールドは、MU-MIMO送信を行う場合、空間的ストリーム(spatial stream)に対するSNR情報をフィードバックするために使用される。

40

【0296】

VHT Compressed Beamforming Reportフィールド及びMU Exclusive Beamforming Reportフィールドの存在可否及び内容(content)は、VHT MIMO Controlフィールドのフィードバックタイプ(Feedback Type)サブフィールド、残余フィードバックセグメント(Remaining Feedback Segments)サブフィールド、1番目フィードバックセグメント(First Feedback Segment)サブフィールドの値で応じて決定されることができる。

50

【0297】

以下、VHT MIMO Controlフィールド、VHT Compressed Beamforming Reportフィールド、及びMU Exclusive Beamforming Reportフィールドについてより具体的に説明する。

【0298】

1) VHT MIMO Controlフィールドは、Ncインデックス(Nc Index)サブフィールド、Nrインデックス(Nr Index)サブフィールド、チャネル幅(Channel Width)サブフィールド、グルーピング(Grouping)サブフィールド、コードブック情報(Codebook Information)サブフィールド、フィードバックタイプ(Feedback Type)サブフィールド、残余フィードバックセグメント(Remaining Feedback Segments)サブフィールド、1番目フィードバックセグメント(First Feedback Segment)サブフィールド、予備(reserved)サブフィールド、及びサウンディングダイアログトークン番号(Sounding Dialog Token Number)サブフィールドで構成される。

10

【0299】

表6は、VHT MIMO Controlフィールドのサブフィールドを表す。

【0300】

【表 6 - 1】

サブフィールド	ビット数	説明 (description)
Nc Index	3	圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (compressed beamforming feedback matrix) の列 (column) 個数 (Nc) から1を差し引いた値を指示する。Nc=1である場合、「0」、Nc=2である場合、「1」、... Nc=8である場合、「7」
Nr Index	3	圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (compressed beamforming feedback matrix) の行 (row) 個数 (Nr) から1を差し引いた値を指示する。Nr=1である場合、「0」、Nr=2である場合、「1」、... Nr=8である場合、「7」
Channel Width	2	圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (compressed beamforming feedback matrix) を生成するために測定されるチャネルの帯域幅を指示する。20MHzである場合、「0」、40MHzである場合、「1」、80MHzである場合、「2」、160MHzまたは80+80MHzである場合、「3」
Grouping	2	圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (compressed beamforming feedback matrix) に使用されたサブキャリアグルーピング (Ng) を指示する。Ng=1 (グルーピング無し) である場合、「0」、Ng=2である場合、「1」、Ng=4である場合、「2」、「3」値は予備値に設定される。
Codebook Information	1	コードブックエントリ (entries) のサイズを指示する。 フィードバックタイプがSU-MIMOである場合、 b Ψ =2、b Φ =4である場合、「0」、b Ψ =4、b Φ =6である場合、「1」、 フィードバックタイプがMU-MIMOである場合、 b Ψ =5、b Φ =7である場合、「0」、b Ψ =7、b Φ =9である場合、「1」、 ここで、b Ψ 及びb Φ は、量子化されたビット数を意味する。
Feedback Type	1	フィードバックタイプを指示する。 SU-MIMOである場合、「0」、MU-MIMOである場合、「1」

10

20

30

【表 6 - 2】

サブフィールド	ビット数	説明 (description)
Remaining Feedback Segments	3	関連したVHT Compressed Beamformingフレームに対する残余フィードバックセグメントの個数を指示する。分割された報告 (segmented report) の最後フィードバックセグメントまたは分割されていない報告 (unsegmented report) のセグメントである場合、「0」に設定される。分割された報告 (segmented report) の1番目、そして最後フィードバックセグメントでない場合、「1」から「6」までの間の値に設定される。分割された報告 (segmented report) の最後セグメントでないフィードバックセグメントである場合、「1」から「6」までの間の値に設定される。再送信フィードバックセグメントの場合、フィールドは、本来送信 (original transmission) の関連したセグメントと同じ値に設定される。
First Feedback Segment	1	分割された報告 (segmented report) の1番目フィードバックセグメントまたは分割されていない報告 (unsegmented report) のフィードバックセグメントである場合、「1」に設定される。1番目フィードバックセグメントでない場合、またはVHT Compressed Beamforming Reportフィールド及びMU Exclusive Beamforming Reportフィールドがフレームに存在しない場合、「0」に設定される。再送信フィードバックセグメントの場合、フィールドは、本来送信 (original transmission) の関連したセグメントと同じ値に設定される。
Sounding Dialog Token Number	6	NDPAフレームのサウンディングダイアログトークン (Sounding Dialog Token) 値に設定される。

10

20

30

【0301】

VHT Compressed BeamformingフレームがVHT Compressed Beamforming Reportフィールドの全部または一部を伝達しない場合、Nc Indexサブフィールド、Channel Widthサブフィールド、Groupingサブフィールド、Codebook Informationサブフィールド、Feedback Typeサブフィールド、及びSounding Dialog Token Numberサブフィールドは予備フィールドに設定され、First Feedback Segmentサブフィールドは「0」に設定され、Remaining Feedback Segmentsサブフィールドは「7」に設定される。

40

【0302】

Sounding Dialog Token Numberサブフィールドは、サウンディングシーケンス番号 (Sounding Sequence Number) サブフィールドと呼ばれることもできる。

【0303】

2) VHT compressed beamforming reportフィール

50

ドは、送信 Beamformer がステアリング行列 (steering matrix) 「 Q 」を決定するために使用する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (compressed beamforming feedback matrix) 「 V 」を角度の形態で表した明示的なフィードバック情報を伝達するために使用される。

【 0 3 0 4 】

表 7 は、VHT compressed beamforming report フィールドのサブフィールドを表す。

【 0 3 0 5 】

【表 7】

10

サブフィールド	ビット数	説明 (description)
時空間ストリーム 1 の平均 SNR (Average SNR of Space-Time Stream 1)	8	Beamformee で時空間ストリーム 1 に対する全てのサブキャリア上での平均 SNR
...
時空間ストリーム Nc の平均 SNR (Average SNR of Space-Time Stream Nc)	8	Beamformee で時空間ストリーム Nc に対する全てのサブキャリア上での平均 SNR
サブキャリア k = scidx (0) に対する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 V (Compressed Beamforming Feedback Matrix V for subcarrier k = scidx (0))	$N_a * (b\Psi + b\Phi) / 2$	当該サブキャリアに対する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (Compressed Beamforming Feedback Matrix) の角度の順序
サブキャリア k = scidx (1) に対する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 V (Compressed Beamforming Feedback Matrix V for subcarrier k = scidx (1))	$N_a * (b\Psi + b\Phi) / 2$	当該サブキャリアに対する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (Compressed Beamforming Feedback Matrix) の角度の順序
...
サブキャリア k = scidx (Ns - 1) に対する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 V (Compressed Beamforming Feedback Matrix V for subcarrier k = scidx (Ns - 1))	$N_a * (b\Psi + b\Phi) / 2$	当該サブキャリアに対する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (Compressed Beamforming Feedback Matrix) の角度の順序

20

30

40

【 0 3 0 6 】

表 7 に示すように、VHT compressed beamforming report フィールドでは、時空間ストリームの各々に対する平均 SNR とそれぞれのサブキャリアに対する圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列 (Compressed beamforming feedback matrix) 「 V 」とが含まれ得る。圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列は、チャンネル状況に関する情報を含む行列であって、MIMO を使用した送信方法でチャンネル行列 (すなわち、ステアリング行列 (steering matrix) 「 Q 」) を算出するために使用される。

【 0 3 0 7 】

50

scidx()は、Compressed Beamforming Feedback Matrixサブフィールドが送信されるサブキャリアを意味する。Naは、Nr x Nc値でより固定される(例えば、Nr x Nc = 2 x 1である場合、11、21、...

【0308】

Nsは、Beamformerに圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列が送信されるサブキャリアの個数を意味する。Beamformeeは、グルーピング方法を使用して圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列が送信されるNsの数を減らすことができる。例えば、複数のサブキャリアを1つのグループに束ね、当該グループ別に圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列を送信することにより、フィードバックされる圧縮されたビームフォーミングフィードバック行列の個数を減らすことができる。Nsは、VHT MIMO Controlフィールドに含まれたChannel WidthサブフィールドとGroupingサブフィールドから算出されることが

10

【0309】

表8は、時空間ストリーム(Average SNR of Space-Time Stream)サブフィールドを例示する。

【0310】

【表8】

20

Average SNR of Space-Time iサブフィールド	AvgSNR_i
-128	≤ -10 dB
-127	-9.75 dB
-126	-9.5 dB
...	...
+126	53.5 dB
+127	≥ 53.75 dB

30

【0311】

表8に示すように、時空間ストリームの各々に対する平均SNRは、チャンネルに含まれるサブキャリア全体に対する平均SNR値を算出して、その値を-128~+128範囲にマッピングして算出される。

【0312】

3) MU Exclusive Beamforming Reportフィールドは、デルタ()SNRの形態で表した明示的なフィードバック情報を伝達するために使用される。VHT Compressed Beamforming Reportフィールド及びMU Exclusive Beamforming Reportフィールド内の情報は、MU Beamformerがステアリング行列(steering matrix)「Q」を決定するために使用され得る。

40

【0313】

表9は、VHT compressed beamformingフレームに含まれるMU Exclusive Beamforming Reportフィールドのサブフィールドを表す。

【0314】

【表 9】

サブフィールド	ビット数	説明 (description)
時空間ストリーム1、サブキャリア $k = s_{scidx}(0)$ に対するデルタSNR (Delta SNR for space-time stream 1 for subcarrier $k = s_{scidx}(0)$)	4	当該サブキャリアに対するSNRと当該時空間ストリームの全体サブキャリアに対する平均SNRと の間の偏差
...
時空間ストリーム N_c 、サブキャリア $k = s_{scidx}(0)$ に対するデルタSNR (Delta SNR for space-time stream N_c for subcarrier $k = s_{scidx}(0)$)	4	当該サブキャリアに対するSNRと当該時空間ストリームの全体サブキャリアに対する平均SNRと の間の偏差
...
時空間ストリーム1、サブキャリア $k = s_{scidx}(1)$ に対するデルタSNR (Delta SNR for space-time stream 1 for subcarrier $k = s_{scidx}(1)$)	4	当該サブキャリアに対するSNRと当該時空間ストリームの全体サブキャリアに対する平均SNRと の間の偏差
...
時空間ストリーム N_c 、サブキャリア $k = s_{scidx}(1)$ に対するデルタSNR (Delta SNR for space-time stream N_c for subcarrier $k = s_{scidx}(1)$)	4	当該サブキャリアに対するSNRと当該時空間ストリームの全体サブキャリアに対する平均SNRと の間の偏差
...
時空間ストリーム1、サブキャリア $k = s_{scidx}(N_s' - 1)$ に対するデルタSNR (Delta SNR for space-time stream 1 for subcarrier $k = s_{scidx}(N_s' - 1)$)	4	当該サブキャリアに対するSNRと当該時空間ストリームの全体サブキャリアに対する平均SNRと の間の偏差
...
時空間ストリーム N_c 、サブキャリア $k = s_{scidx}(N_s' - 1)$ に対するデルタSNR (Delta SNR for space-time stream N_c for subcarrier $k = s_{scidx}(N_s' - 1)$)	4	当該サブキャリアに対するSNRと当該時空間ストリームの全体サブキャリアに対する平均SNRと の間の偏差

10

20

30

40

【0315】

表9に示すように、MU Exclusive Beamforming Report フィールドでは、サブキャリア別に時空間ストリーム当たりSNRが含まれ得る。

【0316】

各Delta SNRサブフィールドは、-8dBから7dBまでの間で1dBずつ増加される値を有する。

50

【0317】

scidx()は、Delta SNRサブフィールドが送信されるサブキャリア(等)を意味し、Nsは、BeamformerにDelta SNRサブフィールドが送信されるサブキャリアの数を意味する。

【0318】

図15は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるビームフォーミング報告ポル(Beamforming Report Poll)フレームフォーマットを例示する図である。

【0319】

図15に示すように、Beamforming Report Pollフレームは、フレーム制御(Frame Control)フィールド、持続時間(Duration)フィールド、RA(Receiving Address)フィールド、TA(Transmitting Address)フィールド、フィードバックセグメント再送信ビットマップ(Feedback Segment Retransmission Bitmap)フィールド、及びFCSを含んで構成される。

10

【0320】

RAフィールド値は、対象受信者(intended recipient)の住所を表す。

【0321】

TAフィールド値は、Beamforming Report Pollフレームを送信するSTAの住所またはTAをシグナリングする帯域幅を表す。

20

【0322】

Feedback Segment Retransmission Bitmapフィールドは、VHT圧縮されたビームフォーミング報告(VHT Compressed Beamforming report)で要求されるフィードバックセグメントを指示する。

【0323】

Feedback Segment Retransmission Bitmapフィールド値で位置nのビットが「1」であれば、(LSBである場合、n=0、MSBである場合、n=7)、VHT compressed beamformingフレームのVHT MIMO Controlフィールド内のRemaining Feedback Segmentsサブフィールドでnと対応するフィードバックセグメントが要求される。それに対し、位置nのビットが「0」であれば、VHT MIMO Controlフィールド内のRemaining Feedback Segmentsサブフィールドでnと対応するフィードバックセグメントが要求されない。

30

【0324】

グループ識別子(Group ID)

VHT WLANシステムは、より高い処理率のために、MU-MIMO送信方法を支援するので、APは、MIMOペアリングされた少なくとも1つ以上のSTAに同時にデータフレームを送信できる。APは、自分と結合(association)されている複数のSTAのうち、少なくとも1つ以上のSTAを含むSTAグループにデータを同時に送信することができる。例えば、ペアリングされたSTAの数は、最大4個でありうるし、最大空間ストリーム数が8個であるとき、各STAには、最大4個の空間ストリームが割り当てられ得る。

40

【0325】

また、TDLS(Tunneled Direct Link Setup)やDLS(Direct Link Setup)、メッシュネットワーク(mesh network)を支援するWLANシステムでは、データを送信しようとするSTAがMU-MIMO送信技法を使用してPPDUを複数のSTAに送信することができる。

【0326】

50

以下、APが複数のSTAにMU-MIMO送信技法によってPPDUを送信することを例に挙げて説明する。

【0327】

APは、ペアリングされた送信対象STAグループに属するSTAに互いに異なる空間ストリーム(spatial stream)を介してPPDUを同時に送信する。上述したように、VHT PPDUフォーマットのVHT-SIGAフィールドは、グループID情報及び時空間ストリーム情報を含み、各STAは、自分に送信されるPPDUであるか確認することができる。このとき、送信対象STAグループの特定STAには空間ストリームが割り当てられず、データが送信されないこともある。

【0328】

1つ以上のGroup IDに相応するユーザ位置(user position)を割当(assignment)したり、または変更(change)するために、グループID管理(Group ID Management)フレームが用いられる。すなわち、APは、MU-MIMO送信を行う前に、Group ID Managementフレームを介して特定グループIDと連結されたSTAを知らせることができる。

【0329】

図16は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるGroup ID Managementフレームを例示する図である。

【0330】

図16に示すように、Group ID Managementフレームは、VHT機能を支援するためのVHT動作(VHT Action)フレームであって、Frame BodyにActionフィールドを含む。Actionフィールドは、MACフレームのFrame Bodyに含まれて、拡張された管理動作を明示するためのメカニズムを提供する。

【0331】

Actionフィールドは、カテゴリ(Category)フィールド、VHT動作(VHT Action)フィールド、メンバーシップ状態アレイ(Membership Status Array)フィールド、及びユーザ位置アレイ(User position Array)フィールドで構成される。

【0332】

Categoryフィールドは、VHTカテゴリ(すなわち、VHT Actionフレーム)を指示する値に設定され、VHT Actionフィールドは、Group ID Managementフレームを指示する値に設定される。

【0333】

Membership Status Arrayフィールドは、各グループ別に1ビットのメンバーシップ状態(Membership Status)サブフィールドで構成される。Membership Statusサブフィールドが「0」に設定されれば、STAが当該グループのメンバーでないことを表し、「1」に設定されれば、STAが当該グループのメンバーであることを表す。STAは、Membership Status Arrayフィールド内の1つ以上のMembership Statusサブフィールドが「1」に設定されることにより、1つ以上のグループが割り当てられ得る。

【0334】

STAは、自分が属した各グループで1つのユーザ位置(user position)を有することができる。

【0335】

User position Arrayフィールドは、各グループ別に2ビットのユーザ位置(User position)サブフィールドで構成される。自分が属したグループ内でSTAのユーザ位置(user position)は、User position Arrayフィールド内のUser positionサブフィールドにより指示される。APは、各グループで同じユーザ位置(user position)を互

10

20

30

40

50

いに異なるSTAに割り当てることができる。

【0336】

APは、dot11VHTOptionImplementedパラメータが「true」である場合のみに、Group ID Managementフレームを送信できる。Group ID Managementフレームは、VHT能力要素(VHT Capabilities element)フィールド内のMU Beamformee Capableフィールドが「1」に設定されたVHT STAのみに送信される。Group ID Managementフレームは、各STAにアドレスされた(addressed)フレームに送信される。

【0337】

STAは、自分のMAC住所とマッチングされるRAフィールドを有するGroup ID Managementフレームを受信する。STAは、受信したGroup ID Managementフレームのコンテンツに基づいてPHYCONFIG_VECTORパラメータであるGROUP_ID_MANAGEMENTをアップデートする。

【0338】

STAへのGroup ID Managementフレームの送信及びそれに対するSTAからのACKの送信は、STAにMU PPDUを送信する前に完了する。

【0339】

MU PPDUは、最も最近にSTAに送信され、ACKが受信されたGroup ID Managementフレームのコンテンツに基づいてSTAに送信される。

【0340】

ダウンリンクMU-MIMOフレーム(DL MU-MIMO Frame)

図17は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるダウンリンク多重ユーザ(multi-user) PPDUフォーマットを例示する図である。

【0341】

図17に示すように、PPDUは、プリアンブル及びデータフィールド(Data field)を含んで構成される。データフィールドは、サービスフィールド(SERVICE field)、スクランブルされたPSDU(scrambled PSDU)フィールド、テールビット(Tail bits)、パディングビット(padding bits)を含むことができる。

【0342】

APは、MPDUを併合(aggregation)してA-MPDU(aggregated MPDU)フォーマットでデータフレームを送信できる。この場合、スクランブルされたPSDU(scrambled PSDU)フィールドは、A-MPDUから構成されることができる。

【0343】

A-MPDUは、1つ以上のA-MPDUサブフレーム(A-MPDU subframe)の配列(sequence)から構成される。

【0344】

VHT PPDUの場合、各A-MPDUサブフレームの長さが4オクテットの倍数であるから、A-MPDUは、PSDUの最後のオクテットにA-MPDUを合わせるために、最後のA-MPDUサブフレーム(A-MPDU subframe)以後に0ないし3オクテットのEOF(end-of-frame)パッド(pad)を含むことができる。

【0345】

A-MPDUサブフレームは、MPDUディリミター(delimiter)から構成され、選択的にMPDUがMPDUディリミター(Delimiter)以後に含まれることができる。また、1つのA-MPDU内の最後のA-MPDUサブフレームを除いて、各A-MPDUサブフレームの長さを4オクテットの倍数にするために、パッドオクテットがMPDU以後に付着される。

【0346】

10

20

30

40

50

MPDU Delimiterは、予備(Reserved)フィールド、MPDU長さ(MPDU Length)フィールド、CRC(cyclic redundancy check)フィールド、ディリミターシグネチャー(Delimiter Signature)フィールドから構成される。

【0347】

VHT PPDUの場合、MPDU Delimiterは、EOF(end-of-frame)フィールドをさらに含むことができる。MPDU Lengthフィールドが0でパディングするために使用されるA-MPDUサブフレーム、またはA-MPDUが1つのMPDUだけから構成される場合、当該MPDUが載せられるA-MPDUサブフレームの場合、EOFフィールドは、「1」にセットされる。そうでない場合、「0」に

10

【0348】

MPDU Lengthフィールドは、MPDUの長さに対する情報を含む。

【0349】

当該A-MPDUサブフレームにMPDUが存在しない場合、「0」にセットされる。MPDU Lengthフィールドが「0」値を有するA-MPDUサブフレームは、VHT PPDU内の可用オクテットにA-MPDUを合わせるために、当該A-MPDUにパディングする時に使用される。

【0350】

CRCフィールドは、エラーチェックのためのCRC情報、Delimiter Signatureフィールドは、MPDUディリミターを検索するために使用されるパターン情報を含む。

20

【0351】

そして、MPDUは、MACヘッダ(MAC Header)、フレーム本体(Frame Body)及びフレームチェックシーケンス(FCS)から構成される。

【0352】

図18は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるダウンリンク多重ユーザ(multi-user)PPDUフォーマットを例示する図である。

【0353】

図18は、当該PPDUを受信するSTAの数が3個であり、各STAに割り当てられる空間的ストリーム(spatial stream)の数が1であると仮定するが、APにペアリングされたSTAの数、各STAに割り当てられる空間的ストリームの数は、これに限定されない。

30

【0354】

図18に示すように、MU PPDUは、L-TFsフィールド(L-STFフィールド及びL-LTFフィールド)、L-SIGフィールド、VHT-SIG-Aフィールド、VHT-TFsフィールド(VHT-STFフィールド及びVHT-LTFフィールド)、VHT-SIG-Bフィールド、Serviceフィールド、1つ以上のPSDU、paddingフィールド及びTailビットを含んで構成される。L-TFsフィールド、L-SIGフィールド、VHT-SIG-Aフィールド、VHT-TFsフィールド、VHT-SIG-Bフィールドは、先の図4の例示と同様であるから、以下の詳細な説明は省略する。

40

【0355】

PPDU持続期間を指示するための情報がL-SIGフィールドに含まれることができる。PPDU内で、L-SIGフィールドにより指示されたPPDU持続期間は、VHT-SIG-Aフィールドが割り当てられたシンボル、VHT-TFsフィールドが割り当てられたシンボル、VHT-SIG-Bフィールドが割り当てられたフィールド、Serviceフィールドを構成するビット、PSDUを構成するビット、paddingフィールドを構成するビット及びTailフィールドを構成するビットを含む。PPDUを受信するSTAは、L-SIGフィールドに含まれたPPDU持続時間を指示する情報を介して、PPDUの持続期間に対する情報を取得できる。

50

【0356】

上述のように、VHT-SIG-Aを介してGroup ID情報、各ユーザ当たりの空間ストリーム数情報が送信され、VHT-SIG-Bを介してコーディング(coding)方法及びMCS情報などが送信される。したがって、Beamformerは、VHT-SIG-AとVHT-SIG-Bを確認し、自分が属したMU MIMOフレームであるかどうか分かる。したがって、当該Group IDのメンバーSTAでないか、または当該Group IDのメンバーであるが割り当てられたストリーム数が「0」であるSTAは、VHT-SIG-Aフィールド以後からPPDU終わりまで物理層の受信を中断するように設定することによって、電力消費を低減することができる。

【0357】

Group IDは、予めBeamformerが送信するGroup ID Managementフレームを受信することによって、BeamformerがどんなMUグループに属しているか、自分が属するグループの中で何番目のユーザであるか、すなわちどんなストリームを介してPPDUを受信しているかが分かる。

【0358】

802.11acに基づくVHT MU PPDU内の送信されるすべてのMPDUは、A-MPDUに含まれる。図18のデータフィールドにおいて各VHTA-MPDUは、互いに異なるストリームに送信されることができる。

【0359】

図18において、各STAに送信されるデータのサイズが相違することができるので、各々のA-MPDUは、互いに異なるビットサイズを有することができる。

【0360】

この場合、Beamformerが送信する複数のデータフレームの送信が終了する時間は、最大区間送信データフレームの送信が終了する時間と同様になるように、ヌルパディング(null padding)を行うことができる。最大区間送信データフレームは、Beamformerにより有効ダウンリンクデータが最も長い間の区間の間に送信されるフレームでありうる。有効ダウンリンクデータは、ヌルパディングされないダウンリンクデータでありうる。例えば、有効ダウンリンクデータは、A-MPDUに含まれて送信されることができる。複数のデータフレームのうち、最大区間送信データフレームを除いた残りのデータフレームは、ヌルパディングを行うことができる。

【0361】

ヌルパディングのために、Beamformerは、A-MPDUフレーム内の複数のA-MPDUサブフレームにおいて時間的に後順位に位置した1つ以上のA-MPDUサブフレームをMPDU Delimiterフィールドだけでエンコードして満たすことができる。MPDU長が0であるA-MPDUサブフレームをヌルサブフレーム(Null subframe)と呼ぶことができる。

【0362】

上述のように、ヌルサブフレームは、MPDU DelimiterのEOFフィールドが「1」にセットされる。したがって、受信側STAのMAC層では、1にセットされたEOFフィールドを感知すると、物理層に受信を中断するように設定することによって、電力消費を低減できる。

【0363】

ブロックACK(Block Ack)手順

図19は、本発明が適用され得る無線通信システムにおける下向きリンクMU-MIMO送信過程を例示する図である。

【0364】

802.11acでは、MU-MIMOは、APからクライアント(すなわち、non-AP STA)に向ける下向きリンクで定義される。このとき、多重ユーザフレーム(multi-user frame)は、多重受信者に同時に送信されるが、受信確認(acknowledgement)は、上向きリンクで個別的に送信されなければならない

10

20

30

40

50

い。

【0365】

802.11acに基づくVHT MU PPDU内の送信される全てのMPDUは、A-MPDUに含まれるので、VHT MU PPDUに対する即時的な応答でない、VHT MU PPDU内のA-MPDUに対する応答は、APによるブロックACK要求(BAR: Block Ack Request)フレームに対する応答として送信される。

【0366】

まず、APは、全ての受信者(すなわち、STA1、STA2、STA3)にVHT MU PPDU(すなわち、プリアンプル及びデータ)を送信する。VHT MU PPDUは、各STAに送信されるVHT A-MPDUを含む。

10

【0367】

APからVHT MU PPDUを受信したSTA1は、SIFS以後にブロックACK(BA: Block Acknowledgement)フレームをAPに送信する。BAフレームについてのより詳細な説明は後述する。

【0368】

STA1からBAを受信したAPは、SIFS以後にBAR(block acknowledgement request)フレームを次のSTA2に送信し、STA2は、SIFS以後にBAフレームをAPに送信する。STA2からBAフレームを受信したAPは、SIFS以後にBARフレームをSTA3に送信し、STA3は、SIFS以後にBAフレームをAPに送信する。

20

【0369】

このような過程が全てのSTAに対して行われれば、APは、次のMU PPDUを全てのSTAに送信する。

【0370】

ACK(Acknowledgement)/ブロックACK(Block Ack)フレーム

一般に、MPDUの応答としてACKフレームを使用し、A-MPDUの応答としてブロックACKフレームを使用する。

【0371】

図20は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるACKフレームを例示する図である。

30

【0372】

図20に示すように、ACKフレームは、フレーム制御(Frame Control)フィールド、持続期間(Duration)フィールド、RAフィールド、及びFCSで構成される。

【0373】

RAフィールドは、直前に受信されたデータ(Data)フレーム、管理(Management)フレーム、ブロックACK要求(Block Ack Request)フレーム、ブロックACK(Block Ack)フレーム、またはPS-Pollフレームの第2の住所(Address 2)フィールドの値に設定される。

40

【0374】

非QoS(non-QoS)STAによりACKフレームが送信される場合、直前に受信されたデータ(Data)フレーム、管理(Management)フレームのフレーム制御(Frame Control)フィールド内のモアフラグメント(More Fragments)サブフィールドが「0」であれば、持続期間(duration)値は、「0」に設定される。

【0375】

非QoS(non-QoS)STAにより送信されないACKフレームでの持続期間(duration)値は、直前に受信されたデータ(Data)フレーム、管理(Man

50

agement) フレーム、ブロックACK要求 (Block Ack Request) フレーム、ブロックACK (Block Ack) フレーム、またはPS-POLL フレームのDuration/IDフィールドでACKフレーム送信のために要求されるとき間及びSIFS区間を差し引いた値 (ms) に設定される。計算された持続期間 (duration) 値が整数値でない場合、四捨五入される。

【0376】

以下、ブロックACK (要求) フレームについて説明する。

【0377】

図21は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるブロックACK要求 (Block Ack Request) フレームを例示する図である。

10

【0378】

図21に示すように、ブロックACK要求 (BAR) フレームは、フレーム制御 (Frame Control) フィールド、持続期間/識別子 (Duration/ID) フィールド、受信住所 (RA) フィールド、送信住所 (TA) フィールド、BAR制御 (BAR control) フィールド、BAR情報 (BAR Information) フィールド、及びフレームチェックシーケンス (FCS) で構成される。

【0379】

RAフィールドは、BARフレームを受信するSTAの住所で設定されることができる。

【0380】

TAフィールドは、BARフレームを送信するSTAの住所で設定されることができる。

20

【0381】

BAR control フィールドは、BAR Ack 政策 (BAR Ack Policy) サブフィールド、多重-TID (Multi-TID) サブフィールド、圧縮ビットマップ (Compressed Bitmap) サブフィールド、予備 (Reserved) サブフィールド、及びTID情報 (TID_Info) サブフィールドを含む。

【0382】

表10は、BAR control フィールドを例示する表である。

【0383】

30

【表 10】

サブフィールド	ビット	説明 (description)
BAR Ack Policy	1	送信者がデータ送信に対する即刻的なACKを要請する場合、「0」に設定される。 送信者がデータ送信に対する即刻的なACKを要請しない場合、「1」に設定される。
Multi-TID	1	Multi-TIDサブフィールド及びCompressed Bitmapサブフィールド値で応じてBARフレームのタイプを指示する。 00: 基本BAR (Basic BAR) 01: 圧縮BAR (Compressed BAR) 10: 予備値 11: 多重TID BAR (Multi-TID BAR)
Compressed Bitmap	1	
Reserved	9	
TID_Info	4	BARフレームのタイプによってTID_Infoフィールドの意味が決定される。 Basic BARフレーム、Compressed BARフレームの場合、BARフレームが要請されるTIDを含む。 Multi-TID BARフレームの場合、TIDの個数を含む。

10

20

【0384】

BAR Informationフィールドは、BARフレームのタイプによって相違した情報が含まれる。これについて図22を参照して説明する。

【0385】

図22は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるブロックACK要求(Block Ack Request)フレームのBAR情報(BAR Information)フィールドを例示する図である。

30

【0386】

図22(a)は、Basic BARフレーム及びCompressed BARフレームのBAR Informationフィールドを例示し、図22(b)は、Multi-TID BARフレームのBAR Informationフィールドを例示する。

【0387】

図22(a)に示すように、Basic BARフレーム及びCompressed BARフレームの場合、BAR Informationフィールドは、ブロックACK開始シーケンス制御(Block Ack Starting Sequence Control)サブフィールドを含む。

【0388】

そして、Block Ack Starting Sequence Controlサブフィールドは、フラグメント番号(Fragment Number)サブフィールド、開始シーケンス番号(Starting Sequence Number)サブフィールドを含む。

40

【0389】

Fragment Numberサブフィールドは、0に設定される。

【0390】

Basic BARフレームの場合、Starting Sequence Numberサブフィールドは、当該BARフレームが送信される1番目のMSDUのシーケンス番号を含む。Compressed BARフレームの場合、Starting Seq

50

uence Controlサブフィールドは、当該BARフレームが送信されるための1番目のMSDUまたはA-MSDUのシーケンス番号を含む。

【0391】

図22(b)に示すように、Multi-TID BARフレームの場合、BAR Informationフィールドは、TID別情報(Per TID Info)サブフィールド及びブロックACK開始シーケンス制御(Block Ack Starting Sequence Control)サブフィールドが1つ以上のTID別に繰り返されて構成される。

【0392】

Per TID Infoサブフィールドは、予備(Reserved)サブフィールド及びTID値(TID Value)サブフィールドを含む。TID Valueサブフィールドは、TID値を含む。

10

【0393】

Block Ack Starting Sequence Controlサブフィールドは、上述したように、Fragment Number及びStarting Sequence Numberサブフィールドを含む。Fragment Numberサブフィールドは、0に設定される。Starting Sequence Controlサブフィールドは、当該BARフレームが送信されるための1番目のMSDUまたはA-MSDUのシーケンス番号を含む。

【0394】

20

図23は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるブロックACK(Block Ack)フレームを例示する図である。

【0395】

図23に示すように、ブロックACK(BA)フレームは、フレーム制御(Frame Control)フィールド、持続期間/識別子(Duration/ID)フィールド、受信住所(RA)フィールド、送信住所(TA)フィールド、BA制御(BA control)フィールド、BA情報(BA Information)フィールド、及びフレームチェックシーケンス(FCS)で構成される。

【0396】

RAフィールドは、ブロックACKを要求したSTAの住所で設定されることができる。

30

【0397】

TAフィールドは、BAフレームを送信するSTAの住所で設定されることができる。

【0398】

BA controlフィールドは、BA Ack政策(BA Ack Policy)サブフィールド、多重-TID(Multi-TID)サブフィールド、圧縮ビットマップ(Compressed Bitmap)サブフィールド、予備(Reserved)サブフィールド、及びTID情報(TID_Info)サブフィールドを含む。

【0399】

表11は、BA controlフィールドを例示する表である。

40

【0400】

【表 11】

サブフィールド	ビット	説明 (description)
BA Ack Policy	1	送信者がデータ送信に対する即刻的なACKを要請する場合、「0」に設定される。 送信者がデータ送信に対する即刻的なACKを要請しない場合、「1」に設定される。
Multi-TID	1	Multi-TIDサブフィールド及びCompressed Bitmapサブフィールド値で応じてBAフレームのタイプを指示する。 00:基本BA (Basic BA) 01:圧縮BA (Compressed BA) 10:予備値 11:多重TID BA (Multi-TID BA)
Compressed Bitmap	1	
Reserved	9	
TID_Info	4	BAフレームのタイプによってTID_Infoフィールドの意味が決定される。 Basic BAフレーム及びCompressed BAフレームの場合、BAフレームが送信されるTIDを含む。 Multi-TID BAフレームの場合、TIDの個数を含む。

10

20

【0401】

BA Informationフィールドは、BAフレームのタイプによって相違した情報が含まれる。これについて図24を参照して説明する。

【0402】

図24は、本発明が適用され得る無線通信システムにおけるブロックACK (Block Ack) フレームのBA情報 (BA Information) フィールドを例示する図である。

30

【0403】

図24(a)は、Basic BAフレームのBA Informationフィールドを例示し、図24(b)は、Compressed BAフレームのBA Informationフィールドを例示し、図24(c)は、Multi-TID BAフレームのBA Informationフィールドを例示する。

【0404】

図24(a)に示すように、Basic BAフレームの場合、BA Informationフィールドは、ブロックACK開始シーケンス制御 (Block Ack Starting Sequence Control) サブフィールド及びブロックACKビットマップ (Block Ack Bitmap) サブフィールドを含む。

40

【0405】

Block Ack Starting Sequence Controlサブフィールドは、上述したように、Fragment Numberサブフィールド及びStarting Sequence Numberサブフィールドを含む。

【0406】

Fragment Numberサブフィールドは、0に設定される。

【0407】

Starting Sequence Numberサブフィールドは、当該BAフレームが送信されるための1番目のMSDUのシーケンス番号を含み、直前に受信したBasic BAフレームと同じ値に設定される。

50

【0408】

Block Ack Bitmapサブフィールドは、128オクテットの長さで構成され、最大64個のMSDUの受信状態を指示するために使用される。Block Ack Bitmapサブフィールドで「1」値は、当該ビット位置に対応するMPDUが成功裏に受信されたことを指示し、「0」値は、当該ビット位置に対応するMPDUが成功裏に受信されていないことを指示する。

【0409】

図24(b)に示すように、Compressed BAフレームの場合、BA Informationフィールドは、ブロックACK開始シーケンス制御(Block Ack Starting Sequence Control)サブフィールド及びブロックACKビットマップ(Block Ack Bitmap)サブフィールドを含む。

10

【0410】

Block Ack Starting Sequence Controlサブフィールドは、上述したように、Fragment Numberサブフィールド及びStarting Sequence Numberサブフィールドを含む。

【0411】

Fragment Numberサブフィールドは、0に設定される。

【0412】

Starting Sequence Numberサブフィールドは、当該BAフレームが送信されるための1番目のMSDUまたはA-MSDUのシーケンス番号を含み、直前に受信したBasic BARフレームと同じ値に設定される。

20

【0413】

Block Ack Bitmapサブフィールドは、8オクテットの長さで構成され、最大64個のMSDU及びA-MSDUの受信状態を指示するために使用される。Block Ack Bitmapサブフィールドで「1」値は、当該ビット位置に対応する単一MSDUまたはA-MSDUが成功裏に受信されたことを指示し、「0」値は、当該ビット位置に対応する単一MSDUまたはA-MSDUが成功裏に受信されていないことを指示する。

【0414】

図24(c)に示すように、Multi-TID BAフレームの場合、BA Informationフィールドは、TID別情報(Per TID Info)サブフィールド、ブロックACK開始シーケンス制御(Block Ack Starting Sequence Control)サブフィールド、及びブロックACKビットマップ(Block Ack Bitmap)サブフィールドが1つ以上のTID別に繰り返されて構成され、TIDが増加される順に構成される。

30

【0415】

Per TID Infoサブフィールドは、予備(Reserved)サブフィールド及びTID値(TID Value)サブフィールドを含む。TID Valueサブフィールドは、TID値を含む。

【0416】

Block Ack Starting Sequence Controlサブフィールドは、上述したように、Fragment Number及びStarting Sequence Numberサブフィールドを含む。Fragment Numberサブフィールドは、0に設定される。Starting Sequence Controlサブフィールドは、当該BAフレームが送信されるための1番目のMSDUまたはA-MSDUのシーケンス番号を含む。

40

【0417】

Block Ack Bitmapサブフィールドは、8オクテットの長さで構成される。Block Ack Bitmapサブフィールドで「1」値は、当該ビット位置に対応する単一MSDUまたはA-MSDUが成功裏に受信されたことを指示し、「0」値

50

は、当該ビット位置に対応する単一MSDUまたはA-MSDUが成功裏に受信されていないことを指示する。

【0418】

アップリンク多重ユーザ送信方法

次世代WiFiに対する様々な分野のベンダーの高い関心と802.11ac以後の高いスループット(high throughput)及びQoE(quality of experience)性能向上に対する要求が高まっている状況において、次世代WLANシステムである802.11axシステムのための新しいフレームフォーマット及びヌメロロジー(numerology)に対する議論が盛んに進行中である。

【0419】

IEEE 802.11axは、より高いデータ処理率(data rate)を支援し、より高いユーザ負荷(user load)を処理するための次世代WLANシステムとして最近に新しく提案されているWLANシステムのうちの一つであって、一名高効率WLAN(HEW: High Efficiency WLAN)と呼ばれる。

【0420】

IEEE 802.11ax WLANシステムは、従来のWLANシステムと同様に、2.4GHz周波数帯域及び5GHz周波数帯域で動作できる。また、それより高い60GHz周波数帯域でも動作できる。

【0421】

IEEE 802.11axシステムでは、平均スループット向上(average throughput enhancement)と室外環境でのシンボル間干渉(inter-symbol interference)に対する強固な送信(outdoor robust transmission)のために、従来のIEEE 802.11 OFDM system(IEEE 802.11a、802.11n、802.11ac等)より各帯域幅において4倍大きいFFTサイズを使用することができる。これについて、以下の図面を参照して説明する。

【0422】

以下、本発明にHEフォーマットPPDUに対する説明において、別の言及がなくても上述のnon-HTフォーマットPPDU、HT-mixedフォーマットPPDU、HT-greenfieldフォーマットPPDU及び/又はVHTフォーマットPPDUに対する説明がHEフォーマットPPDUに対する説明に併合されることができる。

【0423】

図25は、本発明の一実施の形態にかかるHE(High Efficiency)フォーマットPPDUを例示する図である。

【0424】

図25(a)は、HEフォーマットPPDUの概略的な構造を例示し、図25(b)~(d)は、HEフォーマットPPDUのより具体的な構造を例示する。

【0425】

図25(a)を参照すると、HEWのためのHEフォーマットPPDUは、大きくレガシー部分(L-part)、HE部分(HE-part)及びデータフィールド(HE-data)から構成されることができる。

【0426】

L-partは、従来のWLANシステムで維持する形態と同様に、L-STFフィールド、L-LTFフィールド及びL-SIGフィールドから構成される。L-STFフィールド、L-LTFフィールド及びL-SIGフィールドをレガシープリアンプル(legacy preamble)と呼ぶことができる。

【0427】

HE-partは、802.11ax標準のために新しく定義される部分であって、HE-STFフィールド、HE-SIGフィールド及びHE-LTFフィールドを含むことができる。図25(a)では、HE-STFフィールド、HE-SIGフィールド及びHE-

10

20

30

40

50

LTFフィールドの順序を例示しているが、これと相違する順に構成されることができる。また、HE-LTFは省略されうる。HE-STFフィールド及びHE-LTFフィールドだけでなく、HE-SIGフィールドを含んで、HE-preambleと通称することもできる。

【0428】

また、L-part、HE-part (または、HE-preamble) を物理プリアンブル (PHY (physical) preamble) と通称することができる。

【0429】

HE-SIGは、HE-dataフィールドをデコードするための情報 (例えば、OFDMA、UL MU MIMO、向上したMCS等) を含むことができる。

10

【0430】

L-partとHE-partは、互いに異なるFFT (Fast Fourier Transform) サイズ (すなわち、サブキャリア間隔 (spacing)) を有することができる、互いに異なるCP (Cyclic Prefix) を使用することもできる。

【0431】

802.11axシステムでは、レガシーWLANシステムに比べて4倍大きい (4x) FFTサイズを使用することができる。すなわち、L-partは、1xシンボル構造から構成され、HE-part (特に、HE-preamble及びHE-data) は、4xシンボル構造から構成されることができる。ここで、1x、2x、4xサイズのFFTは、レガシーWLANシステム (例えば、IEEE 802.11a、802.11n、802.11ac等) に対する相対的なサイズを意味する。

20

【0432】

例えば、L-partに利用されるFFTサイズは、20MHz、40MHz、80MHz及び160MHzにおいてそれぞれ64、128、256、512であると、HE-partに利用されるFFTサイズは、20MHz、40MHz、80MHz及び160MHzにおいてそれぞれ256、512、1024、2048でありうる。

【0433】

このようにレガシーWLANシステムよりFFTサイズが大きくなると、サブキャリア周波数間隔 (subcarrier frequency spacing) が小さくなるので、単位周波数当たりのサブキャリアの数が増加するが、OFDMシンボル長が長くなる。

30

【0434】

すなわち、より大きなFFTサイズが使用されるということは、サブキャリア間隔が狭くなるという意味であり、同様にIDFT (Inverse Discrete Fourier Transform) / DFT (Discrete Fourier Transform) 周期 (period) が増えるという意味である。ここで、IDFT / DFT周期は、OFDMシンボルにおいて保護区間 (GI) を除いたシンボル長を意味できる。

【0435】

したがって、HE-part (特に、HE-preamble及びHE-data) は、L-partに比べて4倍大きなFFTサイズが使用されるならば、HE-partのサブキャリア間隔は、L-partのサブキャリア間隔の1/4倍になり、HE-partのIDFT / DFT周期は、L-partのIDFT / DFT周期の4倍になる。例えば、L-partのサブキャリア間隔が312.5kHz (= 20MHz / 64、40MHz / 128、80MHz / 256及び/又は160MHz / 512) であると、HE-partのサブキャリア間隔は、78.125kHz (= 20MHz / 256、40MHz / 512、80MHz / 1024及び/又は160MHz / 2048) でありうる。また、L-partのIDFT / DFT周期が3.2µs (= 1 / 312.5kHz) であると、HE-partのIDFT / DFT周期は、12.8µs (= 1 / 78.125kHz) で

40

50

ありうる。

【0436】

ここで、GIは、 $0.8\mu s$ 、 $1.6\mu s$ 、 $3.2\mu s$ のうちのいずれか一つが使用されることができるので、GIを含むHE-partのOFDMシンボル長（またはシンボル間隔（symbol interval））は、GIに応じて $13.6\mu s$ 、 $14.4\mu s$ 、 $16\mu s$ でありうる。

【0437】

図25(b)を参照すると、HE-SIGフィールドは、HE-SIG-AフィールドとHE-SIG-Bフィールドとに区分されることができる。

【0438】

例えば、HEフォーマットPPDUのHE-partは、 $12.8\mu s$ の長さを有するHE-SIG-Aフィールド、1OFDMシンボルのHE-STFフィールド、一つ以上のHE-LTFフィールド、及び1OFDMシンボルのHE-SIG-Bフィールドを含むことができる。

【0439】

また、HE-partにおいてHE-SIG-Aフィールドは除き、HE-STFフィールドからは、従来のPPDUより4倍大きなサイズのFFTが適用され得る。すなわち、256、512、1024及び2048サイズのFFTがそれぞれ20MHz、40MHz、80MHz及び160MHzのHEフォーマットPPDUのHE-STFフィールドから適用され得る。

【0440】

ただし、図25(b)のように、HE-SIGがHE-SIG-AフィールドとHE-SIG-Bフィールドに区分されて送信されるとき、HE-SIG-Aフィールド及びHE-SIG-Bフィールドの位置は、図25(b)と異なることができる。例えば、HE-SIG-Aフィールドの次にHE-SIG-Bフィールドが送信され、HE-SIG-Bフィールドの次にHE-STFフィールドとHE-LTFフィールドが送信されることができる。この場合にも同様に、HE-STFフィールドからは、従来のPPDUより4倍大きなサイズのFFTが適用され得る。

【0441】

図25(c)を参照すると、HE-SIGフィールドは、HE-SIG-AフィールドとHE-SIG-Bフィールドに区分されなくても良い。

【0442】

例えば、HEフォーマットPPDUのHE-partは、1OFDMシンボルのHE-STFフィールド、1OFDMシンボルのHE-SIGフィールド及び一つ以上のHE-LTFフィールドを含むことができる。

【0443】

以上と同様に、HE-partは、従来のPPDUより4倍大きなサイズのFFTが適用され得る。すなわち、256、512、1024及び2048サイズのFFTがそれぞれ20MHz、40MHz、80MHz及び160MHzのHEフォーマットPPDUのHE-STFフィールドから適用され得る。

【0444】

図25(d)を参照すると、HE-SIGフィールドは、HE-SIG-AフィールドとHE-SIG-Bフィールドに区分されずに、HE-LTFフィールドは省略されることができる。

【0445】

例えば、HEフォーマットPPDUのHE-partは、1OFDMシンボルのHE-STFフィールド及び1OFDMシンボルのHE-SIGフィールドを含むことができる。

【0446】

以上と同様に、HE-partは、従来のPPDUより4倍大きなサイズのFFTが適用され得る。すなわち、256、512、1024及び2048サイズのFFTがそれぞ

10

20

30

40

50

れ 20 MHz、40 MHz、80 MHz 及び 160 MHz の HE フォーマット P P D U の HE - S T F フィールドから適用され得る。

【0447】

本発明に係る W L A N システムのための HE フォーマット P P D U は、少なくとも一つの 20 MHz チャンネルを介して送信されることができる。例えば、HE フォーマット P P D U は、総 4 個の 20 MHz チャンネルを介して 40 MHz、80 MHz または 160 MHz 周波数帯域で送信されることができる。これについて、以下の図面を参照してさらに詳細に説明する。

【0448】

図 26 は、本発明の一実施形態に係る HE フォーマット P P D U を例示する図である。

10

【0449】

図 26 では、1 つの S T A に 80 MHz が割り当てられた場合（または、80 MHz 内の複数の S T A に O F D M A 資源ユニットが割り当てられた場合）、或いは、複数の S T A にそれぞれ 80 MHz の互いに異なるストリームが割り当てられた場合の P P D U フォーマットを例示する。

【0450】

図 26 に示すように、L - S T F、L - L T F、及び L - S I G は、各 20 MHz チャンネルで 64 F F T ポイント（または、64 サブキャリア）に基づいて生成された O F D M シンボルで送信されることができる。

【0451】

20

また、HE - S I G B フィールドが HE - S I G A フィールドの次に位置することができる。この場合、単位周波数当たり F F T サイズは、HE - S T F（または、HE - S I G B）以後からさらに大きくなり得る。例えば、HE - S T F（または、HE - S I G B）から 256 F F T が 20 MHz チャンネルで使用され、512 F F T が 40 MHz チャンネルで使用され、1024 F F T が 80 MHz チャンネルで使用されることができる。

【0452】

HE - S I G A フィールドは、P P D U を受信する S T A に共通に送信される共通制御情報を含むことができる。HE - S I G A フィールドは、1 個ないし 3 個の O F D M シンボルで送信されることができる。HE - S I G A フィールドは、20 MHz 単位で複製されて同じ情報を含む。また、HE - S I G - A フィールドは、システムの全体帯域幅情報を知らせる。

30

【0453】

表 12 は、HE - S I G A フィールドに含まれる情報を例示する表である。

【0454】

【表 1 2】

フィールド	ビット	説明 (description)
帯域幅 (bandwidth)	2	PPDUが送信される帯域幅を指示する。 例えば、20MHz、40MHz、80MHz、 または160MHz
グループ識別子 (Group ID)	6	PPDUを受信するSTAまたはSTAのグループを指示する。
ストリーム情報 (Stream information)	12	各STAのための空間ストリーム (spatial stream) の位置または番号を指示するか、STAのグループのための空間ストリームの位置または番号を指示する。
上向きリンク指示 (UL indication)	1	PPDUがAPに向けるか (uplink)、またはSTAに向けるか (downlink) を指示する。
MU指示 (MU indication)	1	PPDUがSU-MIMO PPDUであるか、MU-MIMO PPDUであるかを指示する。
ガードインタバル指示 (GI indication)	1	短いGIが使用されるか、長いGIが使用されるかを指示する。
割当情報 (Allocation information)	12	PPDUが送信される帯域で各STAに割り当てられたバンドまたはチャネル (サブチャネルインデックスまたはサブバンドインデックス) を指示する。
送信パワー (Transmission power)	12	各チャネルまたは各STAのための送信パワーを指示する。

10

20

【0455】

表 1 2 に例示される各フィールドに含まれる情報は、IEEE 802.11 システムの定義にしたがうことができる。また、前述した各フィールドは、PPDUに含まれ得るフィールドの例示に該当し、これに限定されない。すなわち、前述した各フィールドが他のフィールドに代替されるか、追加的なフィールドがさらに含まれ得るし、全てのフィールドが必須的に含まれないこともある。HE-SIG A フィールドに含まれる情報のさらに他の実施形態は、図 3 4 と関連して以下において説明する。

30

【0456】

HE-STF は、MIMO 送信において AGC 推定の性能を改善するために使用される。

【0457】

HE-SIG B フィールドは、各 STA が自分のデータ (例えば、PSDU) を受信するために要求されるユーザ特定 (user-specific) 情報を含むことができる。HE-SIG B フィールドは、1 つまたは 2 つの OFDM シンボルで送信されることができる。例えば、HE-SIG B フィールドは、当該 PSDU の変調及びコーディング技法 (MCS) 及び当該 PSDU の長さに関する情報を含むことができる。

40

【0458】

L-STF、L-LTF、L-SIG、及び HE-SIG A フィールドは、20 MHz チャンネル単位で繰り返されて送信されることができる。例えば、PPDU が 4 個の 20 MHz チャンネル (すなわち、80 MHz 帯域) を介して送信されるとき、L-STF、L-LTF、L-SIG、及び HE-SIG A フィールドは、20 MHz チャンネル毎に繰り返されて送信されることができる。

【0459】

50

FFTサイズが大きくなると、既存のIEEE 802.11a/g/n/acを支援するレガシーSTAは、当該HE PPDUをデコーディングできないこともある。レガシーSTAとHE STAとが共存(coexistence)するために、L-STF、L-LTF、及びL-SIGフィールドは、レガシーSTAが受信できるように、20MHzチャンネルで64FFTを介して送信される。例えば、L-SIGフィールドは、1つのOFDMシンボルを占有し、1つのOFDMシンボル時間は、4μsであり、GIは、0.8μsでありうる。

【0460】

各周波数単位別のFFTサイズは、HE-STF(または、HE-SIG A)からさらに大きくなることができる。例えば、256FFTが20MHzチャンネルで使用され、512FFTが40MHzチャンネルで使用され、1024FFTが80MHzチャンネルで使用されることができる。FFTサイズが大きくなると、OFDMサブキャリア間の間隔が小さくなるので、単位周波数当たりOFDMサブキャリアの数が増加されるが、OFDMシンボル時間は長くなる。システムの効率を向上させるために、HE-STF以後のGIの長さは、HE-SIG AのGIの長さと同様に設定されることができる。

10

【0461】

HE-SIG Aフィールドは、HE STAがHE PPDUをデコーディングするために要求される情報を含むことができる。しかし、HE-SIG Aフィールドは、レガシーSTAとHE STAとを共に受信できるように、20MHzチャンネルで64FFTを介して送信されることができる。これは、HE STAがHEフォーマットPPDUだけでなく、既存のHT/VHTフォーマットPPDUを受信することができ、レガシーSTA及びHE STAがHT/VHTフォーマットPPDUとHEフォーマットPPDUとを区分しなければならないためである。

20

【0462】

図27は、本発明の一実施形態に係るHEフォーマットPPDUを例示する図である。

【0463】

図27では、20MHzチャンネルが各々互いに異なるSTA(例えば、STA1、STA2、STA3、及びSTA4)に割り当てられる場合を仮定する。

【0464】

図27に示すように、単位周波数当たりFFTサイズは、HE-STF(または、HE-SIG-B)からさらに大きくなり得る。例えば、HE-STF(または、HE-SIG-B)から256FFTが20MHzチャンネルで使用され、512FFTが40MHzチャンネルで使用され、1024FFTが80MHzチャンネルで使用されることができる。

30

【0465】

PPDUに含まれる各フィールドで送信される情報は、前述した図26の例示と同様であるから、以下、説明を省略する。

【0466】

HE-SIG-Bフィールドは、各STAに特定された情報を含むことができるが、全体バンド(すなわち、HE-SIG-Aフィールドで指示)にわたってエンコーディングされることができる。すなわち、HE-SIG-Bフィールドは、全てのSTAに関する情報を含み、全てのSTAが受信されるようになる。

40

【0467】

HE-SIG-Bフィールドは、各STA別に割り当てられる周波数帯域幅情報及び/又は当該周波数帯域でストリーム情報を知らせることができる。例えば、図27においてHE-SIG-Bは、STA1が20MHz、STA2がその次の20MHz、STA3がその次の20MHz、STA4がその次の20MHzを割り当てることができる。また、STA1とSTA2とは、40MHzを割り当て、STA3とSTA4とは、その次の40MHzを割り当てることができる。この場合、STA1とSTA2とは、互いに異なるストリームを割り当て、STA3とSTA4とは、互いに異なるストリームを割り当てることができる。

50

【0468】

また、HE-SIG-Cフィールドを定義し、図27の例示にHE-SIG-Cフィールドが追加され得る。この場合、HE-SIG-Bフィールドでは、全帯域にわたって全てのSTAに関する情報が送信され、各STAに特定の制御情報は、HE-SIG-Cフィールドを介して20MHz単位で送信されることもできる。

【0469】

また、図26及び図27の例示と異なり、HE-SIG-Bフィールドは、全帯域にわたって送信せずに、HE-SIG-Aフィールドと同様に20MHz単位で送信されることができ。これについて下記の図面を参照して説明する。

【0470】

図28は、本発明の一実施形態に係るHEフォーマットPPDUを例示する図である。

【0471】

図28では、20MHzチャンネルが各々互いに異なるSTA（例えば、STA1、STA2、STA3、及びSTA4）に割り当てられる場合を仮定する。

【0472】

図28に示すように、HE-SIG-Bフィールドは、全帯域にわたって送信されず、HE-SIG-Aフィールドと同様に20MHz単位で送信される。ただし、このとき、HE-SIG-Bは、HE-SIG-Aフィールドと異なり、20MHz単位でエンコーディングされて送信されるが、20MHz単位で複製されて送信されないこともある。

【0473】

この場合、単位周波数当たりFFTサイズは、HE-STF（または、HE-SIG-B）からさらに大きくなることできる。例えば、HE-STF（または、HE-SIG-B）から256FFTが20MHzチャンネルで使用され、512FFTが40MHzチャンネルで使用され、1024FFTが80MHzチャンネルで使用されることができ。

【0474】

PPDUに含まれる各フィールドで送信される情報は、前述した図26の例示と同様であるから、以下、説明を省略する。

【0475】

HE-SIG-Aフィールドは、20MHz単位で複製されて(duplicated)送信される。

【0476】

HE-SIG-Bフィールドは、各STA別に割り当てられる周波数帯域幅情報及び/又は当該周波数帯域でストリーム情報を知らせることができる。HE-SIG-Bフィールドは、各STAに関する情報を含むので、20MHz単位の各HE-SIG-Bフィールド別に各STAに関する情報が含まれ得る。このとき、図28の例示では、各STA別に20MHzが割り当てられる場合を例示しているが、例えば、STAに40MHzが割り当てられる場合、20MHz単位でHE-SIG-Bフィールドが複製されて送信されることもできる。

【0477】

各BSS別に互いに異なる帯域幅を支援する状況で隣接したBSSからの干渉レベルが少ない一部の帯域幅をSTAに割り当てる場合に、上記のように、HE-SIG-Bフィールドを全帯域にわたって送信しないことがより好ましい。

【0478】

以下では、説明の都合上、図28のHEフォーマットPPDUを基準として説明する。

【0479】

図26～図28においてデータフィールドは、ペイロード(payload)であって、サービスフィールド(SERVICE field)、スクランプリングされたPSDU、テールビット(tail bits)、パディングビット(padding bits)を含むことができる。

【0480】

10

20

30

40

50

一方、前述した図26～図28のようなHEフォーマットPPDUは、L-SIGフィールドの繰り返しシンボルであるRL-SIG(Repeated L-SIG)フィールドを介して区分されることができる。RL-SIGフィールドは、HE SIG-Aフィールドの前に挿入され、各STAは、RL-SIGフィールドを用いて受信されたPPDUのフォーマットをHEフォーマットPPDUとして区分することができる。

【0481】

以下、WLANシステムにおいて多重ユーザ(multi-user)アップリンク送信方法について説明する。

【0482】

WLANシステムで動作するAPが同じ時間資源上において複数のSTAヘータを送信する方式をDL MU送信(downlink multi-user transmission)と呼ぶことができる。反対に、WLANシステムで動作する複数のSTAが同じ時間資源上においてAPにデータを送信する方式をUL MU送信(uplink multi-user transmission)と呼ぶことができる。

10

【0483】

このようなDL MU送信またはUL MU送信は、周波数ドメインまたは空間ドメイン(spatial domain)上において多重化されることができる。

【0484】

周波数ドメイン上において多重化される場合、OFDMA(orthogonal frequency division multiplexing)に基づいて複数のSTA各々に対して互いに異なる周波数資源(例えば、サブキャリアまたはトーン(tone))がダウンリンクまたはアップリンク資源に割り当てられることができる。このような同じ時間資源で互いに異なる周波数資源を介した送信方式を「DL/UL MU OFDMA送信」と呼ぶことができる。

20

【0485】

空間ドメイン(spatial domain)上において多重化される場合、複数のSTA各々に対して互いに異なる空間ストリームがダウンリンクまたはアップリンク資源に割り当てられることができる。このような同じ時間資源で互いに異なる空間的ストリームを介した送信方式を「DL/UL MU MIMO」送信と呼ぶことができる。

【0486】

現在WLANシステムでは、以下のような制約事項によりUL MU送信を支援できない。

30

【0487】

現在WLANシステムでは、複数のSTAから送信されるアップリンクデータの送信タイミングに対する同期化が支援されない。例えば、従来のWLANシステムにおいて複数のSTAが同じ時間資源を介してアップリンクデータを送信する場合を仮定すると、現在WLANシステムでは、複数のSTA各々は、他のSTAのアップリンクデータの送信タイミングが分からない。したがって、APは、複数のSTA各々から同じ時間資源上においてアップリンクデータを受信し難い。

【0488】

また、現在WLANシステムでは、複数のSTAによりアップリンクデータを送信するために使用される周波数資源間の重複が発生できる。例えば、複数のSTA各々のオシレータ(oscillator)が異なる場合、周波数オフセット(frequency offset)が異なるように現れることができる。仮に、周波数オフセットが異なる複数のSTA各々が互いに異なる周波数資源を介して同時にアップリンク送信を行う場合、複数のSTA各々により使用される周波数領域のうちの一部が重なることができる。

40

【0489】

また、従来のWLANシステムでは、複数のSTA各々に対するパワー制御が行われない。複数のSTA各々とAP間の距離とチャネル環境に従属的にAPは、複数のSTA各々から互いに異なるパワーの信号を受信することができる。このような場合、弱いパワー

50

で到着する信号は、強いパワーで到着する信号に比べて相対的にAPにより検出され難くありうる。

【0490】

これにより、本発明は、WLANシステムでのUL MU送信方法を提案する。

【0491】

図29は、本発明の一実施形態に係る上向きリンク多重ユーザ(multi-user)送信手順を例示する図である。

【0492】

図29に示すように、APがUL MU送信に参加するSTAにUL MU送信を準備することを指示し、当該STAからUL MUデータフレームを受信し、UL MUデータフレームに対する応答としてACKフレーム(BA(Block Ack)フレーム)を送信する。

10

【0493】

まず、APは、UL MUトリガフレーム(UL MU Trigger frame、2910)を送信することにより、UL MUデータを送信するSTAにUL MU送信を準備することを指示する。ここで、UL MUスケジューリングフレームは、「UL MUスケジューリング(scheduling)フレーム」の用語と呼ばれることもできる。

【0494】

ここで、UL MUトリガフレーム2910は、STA識別子(ID: Identifier)/住所(address)情報、各STAが使用する資源割当情報、持続期間(duration)情報などのような制御情報を含むことができる。

20

【0495】

STA ID/住所情報は、上向きリンクデータを送信する各STAを特定するための識別子または住所に関する情報を意味する。

【0496】

資源割当情報は、各STA別に割り当てられる上向きリンク送信資源(例えば、UL MU OFDMA送信の場合、各STAに割り当てられる周波数/サブキャリア情報、UL MU MIMO送信の場合、各STAに割り当てられるストリームインデックス)に関する情報を意味する。

30

【0497】

持続期間(duration)情報は、複数のSTAの各々により送信される上向きリンクデータフレームの送信のための時間資源を決定するための情報を意味する。

【0498】

例えば、持続期間情報は、各STAの上向きリンク送信のために割り当てられたTXOP(Transmit Opportunity)の区間情報、或いは上向きリンクフレーム長さ(frame length)に関する情報(例えば、ビットまたはシンボル)を含むことができる。

【0499】

また、UL MUトリガフレーム2910は、各STA別にUL MUデータフレーム送信の際に使用しなければならないMCS情報、コーディング(Coding)情報などのような制御情報をさらに含むこともできる。

40

【0500】

上記のような制御情報は、UL MUトリガフレーム2910を伝達するPPDUのHE-part(例えば、HE-SIG AフィールドまたはHE-SIG Bフィールド)やUL MUトリガフレーム2910の制御フィールド(例えば、MACフレームのFrame Controlフィールドなど)で送信されることができる。

【0501】

UL MUトリガフレーム2910を伝達するPPDUは、L-part(例えば、L-STFフィールド、L-LTFフィールド、L-SIGフィールドなど)から始まる構

50

造を有する。これにより、レガシーSTAは、L-SIGフィールドからL-SIG保護(L-SIG protection)を介してNAV(Network Allocation Vector)セッティングを行うことができる。例えば、レガシーSTAは、L-SIGでデータ長さ(length)及びデータ率(data rate)情報に基づいてNAVセッティングのための区間(以下、「L-SIG保護区間」)を算出できる。そして、レガシーSTAは、算出されたL-SIG保護区間の間には自分に送信されるデータがないと判断することができる。

【0502】

例えば、L-SIG保護区間は、UL MUトリガフレーム2910のMAC durationフィールド値とUL MUトリガフレーム2910を運ぶPPDUのL-SIGフィールド以後の残余区間の合計で決定されることができる。これにより、L-SIG保護区間は、UL MUトリガフレーム2910のMAC duration値で応じて各STAに送信されるACKフレーム2930(または、BAフレーム)を送信する区間までの値に設定されることができる。

10

【0503】

以下、各STAへのUL MU送信のための資源割当方法をより具体的に説明する。説明の都合上、制御情報が含まれるフィールドを区分して説明するが、本発明がこれに限定されるものではない。

【0504】

第1のフィールドは、UL MU OFDMA送信とUL MU MIMO送信とを区分して指示することができる。例えば、「0」であれば、UL MU OFDMA送信を指示し、「1」であれば、UL MU MIMO送信を指示できる。第1のフィールドのサイズは、1ビットで構成されることができる。

20

【0505】

第2のフィールド(例えば、STA ID/住所フィールド)は、UL MU送信に参加するSTA ID或いはSTA住所を知らせる。第2のフィールドのサイズは、STA IDを知らせるためのビット数×UL MUに参加するSTA数で構成されることができる。例えば、第2のフィールドが12ビットで構成される場合、4ビット別に各STAのID/住所を指示できる。

【0506】

第3のフィールド(例えば、資源割当フィールド)は、UL MU送信のために、各STAに割り当てられる資源領域を指示する。このとき、各STAに割り当てられる資源領域は、前述した第2のフィールドの順序によって各STAに順次指示されることができる。

30

【0507】

仮に、第1のフィールド値が「0」である場合、第2のフィールドに含まれたSTA ID/住所の順にUL MU送信のための周波数情報(例えば、周波数インデックス、サブキャリアインデックス等)を表し、第1のフィールド値が「1」である場合、第2のフィールドに含まれたSTA ID/住所の順にUL MU送信のためのMIMO情報(例えば、ストリームインデックス等)を表す。

40

【0508】

このとき、1つのSTAに複数個のインデックス(すなわち、周波数/サブキャリアインデックスまたはストリームインデックス)を知らせることができるので、第3のフィールドのサイズは、複数のビット(或いは、ビットマップ(bitmap)形式で構成されることができる)×UL MU送信に参加するSTA個数で構成されることができる。

【0509】

例えば、第2のフィールドが「STA1」、「STA2」の順序で設定され、第3のフィールドが「2」、「2」の順序で設定されると仮定する。

【0510】

この場合、第1のフィールドが「0」である場合、STA1は、上位(または、下位)

50

周波数領域から周波数資源が割り当てられ、STA 2 は、その次の周波数資源が順次割り当てられ得る。一例として、80 MHz 帯域で 20 MHz 単位の OFDMA を支援する場合、STA 1 は、上位（または、下位）40 MHz 帯域、STA 2 は、その次の 40 MHz 帯域を使用できる。

【0511】

それに対し、第 1 のフィールドが「1」である場合、STA 1 は、上位（または、下位）ストリームが割り当てられ、STA 2 は、その次のストリームが順次割り当てられ得る。このとき、各ストリームによるビームフォーミング方式は、予め指定されていたり、第 3 のフィールドまたは第 4 のフィールドでストリームによるビームフォーミング方式に対するより具体的な情報が含まれることもできる。

10

【0512】

各 STA は、AP により送信される UL MU トリガーフレーム 2910 に基づいて UL MU データフレーム (UL MU Data frame) 2921、2922、2923 を AP に送信する。ここで、各 STA は、AP から UL MU トリガーフレーム 2910 を受信した後、SIFS 以後に UL MU データフレーム 2921、2922、2923 を AP に送信できる。

【0513】

各 STA は、UL MU トリガーフレーム 2910 の資源割り当て情報に基づいて、UL MU OFDMA 送信のための特定の周波数資源または UL MU MIMO 送信のための空間的ストリームを決定できる。

20

【0514】

具体的に、UL MU OFDMA 送信の場合、各 STA は、互いに異なる周波数資源を介して同じ時間資源上においてアップリンクデータフレームを送信できる。

【0515】

ここで、STA 1 ないし STA 3 のそれぞれは、UL MU トリガーフレーム 2910 に含まれた STA ID / アドレス情報及び資源割り当て情報に基づいて、アップリンクデータフレーム送信のための互いに異なる周波数資源を割り当てられることができる。例えば、STA ID / アドレス情報が STA 1 ないし STA 3 を順次に指示し、資源割り当て情報が周波数資源 1、周波数資源 2、周波数資源 3 を順次に指示できる。この場合、STA ID / アドレス情報に基づいて順次に指示された STA 1 ないし STA 3 は、資源割り当て情報に基づいて順次に指示された周波数資源 1、周波数資源 2、周波数資源 3 をそれぞれ割り当てられることができる。すなわち、STA 1 は、周波数資源 1、STA 2 は、周波数資源 2、STA 3 は、周波数資源 3 を介してアップリンクデータフレーム 2921、2922、2923 を AP に送信できる。

30

【0516】

また、UL MU MIMO 送信の場合、各 STA は、複数の空間的ストリームのうち、少なくとも一つの互いに異なるストリームを介して同じ時間資源上においてアップリンクデータフレームを送信できる。

【0517】

ここで、STA 1 ないし STA 3 のそれぞれは、UL MU トリガーフレーム 2910 に含まれた STA ID / アドレス情報及び資源割り当て情報に基づいてアップリンクデータフレーム送信のための空間的ストリームを割り当てられることができる。例えば、STA ID / アドレス情報が STA 1 ないし STA 3 を順次に指示し、資源割り当て情報が空間的ストリーム 1、空間的ストリーム 2、空間的ストリーム 3 を順次に指示できる。この場合、STA ID / アドレス情報に基づいて順次に指示された STA 1 ないし STA 3 は、資源割り当て情報に基づいて順次に指示された空間的ストリーム 1、空間的ストリーム 2、空間的ストリーム 3 をそれぞれ割り当てられることができる。すなわち、STA 1 は空間的ストリーム 1、STA 2 は空間的ストリーム 2、STA 3 は空間的ストリーム 3 を介してアップリンクデータフレーム 2921、2922、2923 を AP に送信できる。

40

50

【0518】

アップリンクデータフレーム2921、2922、2923を伝達するPPDUは、L-partなくても新しい構造にも構成が可能である。

【0519】

また、UL MU MIMO送信または20MHz未満のサブバンド形態のUL MU OFDMA送信の場合、アップリンクデータフレーム2921、2922、2923を伝達するPPDUのL-partは、SFN形態（すなわち、すべてのSTAが同一なL-part構成と内容を同時に送信）で送信されることができる。これに対し、20MHz以上のサブバンド形態のUL MU OFDMA送信の場合、アップリンクデータフレーム2921、2922、2923を伝達するPPDUのL-partは、各STAが割り
10

【0520】

UL MUトリガーフレーム2910の情報でアップリンクデータフレームを十分に構成できるならば、アップリンクデータフレーム2921、2922、2923を伝達するPPDU内のHE-SIGフィールド（すなわち、データフレームの構成方式に対する制御情報を送信する領域）も要らなくなりうる。例えば、HE-SIG-Aフィールド及び/又はHE-SIG-Bが送信されなくても良い。また、HE-SIG-AフィールドとHE-SIG-Cフィールドは送信され、HE-SIG-Bフィールドは送信されなくても良い。

【0521】

APは、各STAから受信したアップリンクデータフレーム2921、2922、2923に対する応答として、ACKフレーム（ACK frame）2930（またはBAフレーム）を送信できる。ここで、APは、各STAからアップリンクデータフレーム2921、2922、2923を受信し、SIFS以後にACKフレーム2930を各STAに送信できる。
20

【0522】

万が一、従来のACKフレームの構造を同様に利用するならば、6オクテットサイズを有するRAフィールドにUL MU送信に参加するSTAのAID（或いは、部分AID（Partial AID））を含んで構成できる。

【0523】

または、新しい構造のACKフレームを構成する場合、DL SU送信またはDL MU送信のための形態で構成できる。
30

【0524】

APは、受信に成功したUL MUデータフレームに対するACKフレーム2930だけを当該STAに送信できる。また、APは、ACKフレーム2930を介して受信に成功したかどうかをACKまたはNACKに知らせることができる。仮に、ACKフレーム2930がNACK情報を含むならば、NACKに対する理由またはその後の手順のための情報（例えば、UL MUスケジューリング情報等）も含むことができる。

【0525】

または、ACKフレーム2930を伝達するPPDUは、L-part無しで新しい構造から構成することもできる。
40

【0526】

ACKフレーム2930は、STA ID或いはアドレス情報を含むことができるが、UL MUトリガーフレーム2910で指示されたSTAの順序を同一に適用するならば、STA ID或いはアドレス情報を省略しても良い。

【0527】

また、ACKフレーム2930のTXOP（すなわち、L-SIG保護区間）を延長して次のUL MUスケジューリングのためのフレーム、または次のUL MU送信のための補正情報などを含む制御フレームがTXOP内に含まれることができる。

【0528】

一方、UL MU送信のためにSTA同士に同期を合わせる等の補正（adjustm
50

ent) 過程を追加することができる。

【0529】

図30～図32は、本発明の一実施形態に係るOFDMA多重ユーザ(multi-user)送信方式で資源割当単位を例示する図である。

【0530】

DL/UL OFDMA送信方式が使用されるとき、PPDU帯域幅内でn個のトーン(tone)(または、サブキャリア(subcarrier))単位として複数個の資源ユニット(Resource Unit)が定義され得る。

【0531】

資源ユニットは、DL/UL OFDMA送信のための周波数資源の割当単位を意味する。

10

【0532】

1つのSTAにDL/UL周波数資源として1つ以上の資源ユニットが割り当てられ、複数個のSTAに各々互いに異なる資源ユニットが割り当てられ得る。

【0533】

図30では、PPDU帯域幅が20MHzである場合を例示する。

【0534】

20MHz PPDU帯域幅(bandwidth)の中心周波数領域には、7個のDCトーンが位置し得る。また、20MHz PPDU帯域幅の両側には、6個のレフトガードトーン(left guard tones)及び5個のライトガードトーン(right guard tones)が各々位置し得る。

20

【0535】

図30(a)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、26個のトーンで構成されることができる。また、図30(b)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、52個のトーンで構成されるか、26個のトーンで構成されることができる。また、図30(c)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、106個のトーンで構成されるか、26個のトーンで構成されることができる。また、図30(d)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、242個のトーンで構成されることができる。

【0536】

26トーンで構成された資源ユニットは、2個のパイロットトーンを含むことができ、52トーンで構成された資源ユニットは、4個のパイロットトーンを含むことができ、106トーンで構成された資源ユニットは、4個のパイロットトーンを含むことができる。

30

【0537】

図30(a)のように資源ユニットが構成される場合、20MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大9個のSTAまで支援することができる。また、図30(b)のように資源ユニットが構成される場合、20MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大5個のSTAまで支援することができる。また、図30(c)のように資源ユニットが構成される場合、20MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大3個のSTAまで支援することができる。また、図30(d)のように資源ユニットが構成される場合、20MHz帯域は、1つのSTAに割り当てられることができる。

40

【0538】

DL/UL OFDMA送信に参加するSTAの数及び/又は当該STAが送信する或いは受信するデータの量などに基づいて、図30(a)～図30(d)のうち、いずれか1つの資源ユニット構成方式が適用されるか、または、図30(a)～図30(d)が組み合わせられた資源ユニット構成方式が適用されることができる。

【0539】

図31では、PPDU帯域幅が40MHzである場合を例示する。

【0540】

40MHz PPDU帯域幅の中心周波数領域には、5個のDCトーンが位置し得る。

50

また、40 MHz P P D U帯域幅の両側には、12個のレフトガードトーン及び11個のライトガードトーンが各々位置し得る。

【0541】

図31(a)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、26個のトーンで構成されることができる。また、図31(b)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、52個のトーンで構成されるか、26個のトーンで構成されることができる。また、図31(c)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、106個のトーンで構成されるか、26個のトーンで構成されることができる。また、図31(d)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、242個のトーンで構成されることができる。また、図31(e)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、484個のトーンで構成されることが

10

【0542】

26トーンで構成された資源ユニットは、2個のパイロットトーンを含むことができ、52トーンで構成された資源ユニットは、4個のパイロットトーンを含むことができ、106トーンで構成された資源ユニットは、4個のパイロットトーンを含むことができ、242トーンで構成された資源ユニットは、8個のパイロットトーンを含むことができ、484トーンで構成された資源ユニットは、16個のパイロットトーンを含むことができる。

【0543】

図31(a)のように資源ユニットが構成される場合、40 MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大18個のSTAまで支援することができる。また、図31(b)のように資源ユニットが構成される場合、40 MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大10個のSTAまで支援することができる。また、図31(c)のように資源ユニットが構成される場合、40 MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大6個のSTAまで支援することができる。また、図31(d)のように資源ユニットが構成される場合、40 MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大2個のSTAまで支援することができる。また、図31(e)のように資源ユニットが構成される場合、当該資源ユニットは、40 MHz帯域でSU DL/UL送信のために1個のSTAに割り当てられることができる。

20

【0544】

DL/UL OFDMA送信に参加するSTAの数及び/又は当該STAが送信する或いは受信するデータの量などに基づいて、図31(a)~図31(e)のうち、いずれか1つの資源ユニット構成方式が適用されるか、または、図31(a)~図31(e)が組み合わせられた資源ユニット構成方式が適用されることができる。

30

【0545】

図32では、P P D U帯域幅が80 MHzである場合を例示する。

【0546】

80 MHz P P D U帯域幅の中心周波数領域には、7個のDCトーンが位置し得る。ただし、80 MHz P P D U帯域幅が1つのSTAに割り当てられた場合に(すなわち、996トーンで構成された資源ユニットが1つのSTAに割り当てられた場合)、中心周波数領域には、5個のDCトーンが位置し得る。また、80 MHz P P D U帯域幅の両側には、12個のレフトガードトーン及び11個のライトガードトーンが各々位置し得る。

40

【0547】

図32(a)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、26個のトーンで構成されることができる。また、図32(b)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、52個のトーンで構成されるか、26個のトーンで構成されることができる。また、図32(c)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、106個のトーンで構成されるか、26個のトーンで構成されるこ

50

とができる。また、図32(d)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、242個のトーンで構成されるか、26個のトーンで構成されることができる。図32(e)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、484個のトーンで構成されるか、26個のトーンで構成されることができる。図32(f)のような資源ユニット構成方式によれば、1つの資源ユニットは、996個のトーンで構成されることができる。

【0548】

26トーンで構成された資源ユニットは、2個のパイロットトーンを含むことができ、52トーンで構成された資源ユニットは、4個のパイロットトーンを含むことができ、106トーンで構成された資源ユニットは、4個のパイロットトーンを含むことができ、242トーンで構成された資源ユニットは、8個のパイロットトーンを含むことができ、484トーンで構成された資源ユニットは、16個のパイロットトーンを含むことができ、996トーンで構成された資源ユニットは、16個のパイロットトーンを含むことができる。

10

【0549】

図32(a)のように資源ユニットが構成される場合、80MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大37個のSTAまで支援することができる。また、図32(b)のように資源ユニットが構成される場合、80MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大21個のSTAまで支援することができる。また、図32(c)のように資源ユニットが構成される場合、80MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大13個のSTAまで支援することができる。また、図32(d)のように資源ユニットが構成される場合、80MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大5個のSTAまで支援することができる。また、図32(e)のように資源ユニットが構成される場合、80MHz帯域でDL/UL OFDMA送信のために最大3個のSTAまで支援することができる。また、図32(f)のように資源ユニットが構成される場合、当該資源ユニットは、80MHz帯域でSU-DL/UL送信のために1個のSTAに割り当てられることができる。

20

【0550】

DL/UL OFDMA送信に参加するSTAの数及び/又は当該STAが送信する或いは受信するデータの量などに基づいて、図32(a)~図32(f)のうち、いずれか1つの資源ユニット構成方式が適用されるか、または、図32(a)~図32(f)が組み合わせられた資源ユニット構成方式が適用されることができる。

30

【0551】

その他にも、図面には示していないが、PPDU帯域幅が160MHzである場合の資源ユニットの構成方式も提案されることができる。この場合、160MHz PPDUの帯域幅は、図32において上述した80MHz PPDU帯域幅が2回繰り返された構造を有することができる。

【0552】

上述した資源ユニット構成方式によって決定された全体資源ユニットのうち、DL/UL OFDMA送信のために一部の資源ユニットだけが用いられることもできる。例えば、20MHz内で図30(a)のように資源ユニットが構成される場合、9個未満のSTAに各々1つずつ資源ユニットが割り当てられ、残りの資源ユニットは、いずれのSTAにも割り当てられないこともある。

40

【0553】

DL OFDMA送信の場合、PPDUのデータフィールドは、各STAに割り当てられた資源ユニット単位で周波数領域(frequency domain)で多重化されて送信される。

【0554】

それに対し、UL OFDMA送信の場合、各STA別に各々自分が割当を受けた資源ユニット単位でPPDUのデータフィールドを構成し、同時にAPに送信することができ

50

る。このように各STAが同時にPPDUを送信するので、受信端であるAPの立場では、各STAから送信されるPPDUのデータフィールドが周波数領域(frequency domain)で多重化されて送信されることと認識されることができる。

【0555】

また、DL/UL OFDMA送信とDL/UL MU-MIMO送信とが同時に支援される場合、1つの資源ユニットは、空間領域(spatial domain)において複数のストリームで構成されることができる。そして、1つのSTAにDL/UL空間資源(spatial resource)として1つ以上のストリームが割り当てられて、複数のSTAに各々互いに異なるストリームが割り当てられ得る。

【0556】

例えば、図30(c)において106トーンで構成される資源ユニットは、空間領域(spatial domain)において複数のストリームで構成されて、DL/UL OFDMAとDL/UL MU-MIMOとを同時に支援することができる。

【0557】

以上のように、IEEE 802.11ax WLANシステムに関して説明した。以下では、本発明の実施形態に係るDL/UL MUデータ送信方法に関して詳細に説明する。

【0558】

ACK指示情報のDL MU送信

APがSTAにDL MUフレームを送信する場合(すなわち、APがMACフレームをSTAにDL MU送信する場合)、DL MUフレームを受信した各STAは、受信したDL MUフレームに対する応答としてACK/BAフレームをAPに送信することができる。この場合、STAは、ACK/BAフレームをUL SUまたはUL MU送信することができる。各STAがACK/BAフレームをUL MU送信する場合、ACK/BAフレームのUL MU送信のためのACK指示(indication)情報が要求され得る。ここで、ACK指示情報は、DL MUデータフィールドを介して送信されたデータに対する応答であるACK/BAフレームのUL MU送信のための情報を表すことができる。以下では、説明の都合上、ACKフレームとBAフレームとを通称して「ACKフレーム」と呼ぶことにする。

【0559】

本発明の一実施形態に係るACK指示情報は、資源割当情報、帯域幅情報、チャネル情報、MCS情報、PPDU最大長さ情報など、様々な情報を含むことができる。

【0560】

- 資源割当情報(Resource allocation information)

【0561】

: ACKフレームをUL MU送信するために、各STA別に割り当てられたUL MU資源(周波数資源及び/又は空間資源)に関する情報である。ACKフレームが周波数多重化されてUL MU送信される場合、資源割当情報は、ACKフレームを送信するために、各STAに割り当てられた周波数資源に関する情報が含まれることもある。この場合、資源割当情報は、ACKフレームを運ぶUL MU PPDUの帯域幅に対応するトーンプラン(図30~図32参照)を基準として各STAに割り当てられた周波数資源情報を含むことができる。

【0562】

一実施形態として、資源割当情報は、各STA別にある周波数帯域で何番目の資源ユニットを使用してACKフレームをUL MU送信するかに関して知らせることができる。例えば、資源割当情報は、STA 1に20MHz帯域幅の1番目の52トン資源ユニットを用いてACKフレームを送信することを知らせることができる。

【0563】

他の実施形態として、資源割当方法が表13のようにテーブル化されている場合、資源

10

20

30

40

50

割当情報は、各 S T A に割り当てられた資源に対応するインデックス値を提供することもできる。

【 0 5 6 4 】

【表 1 3】

インデックス	資源割当方法
0	1番目の26トーン資源ユニット(26×9の構造の1番目)
1	2番目の26トーン資源ユニット(26×9の構造の2番目)
...	...
9	1番目の52トーン資源ユニット (52×4+26×1の構造の1番目)
...	...

10

【 0 5 6 5 】

ただし、帯域幅(20MHz/40MHz/80MHz)別に資源割当方法を全てテーブル化することは、オーバーヘッドが過度に増加するという問題点が発生し得る。したがって、オーバーヘッドを減らすために、20MHz帯域幅の資源割当方法がテーブル化されることができ、資源割当情報は、各 S T A に割り当てられた資源に対応するインデックス値を提供できる。この場合、資源割当情報とともに帯域幅やチャンネル情報がさらに提供され得る。例えば、1つの S T A に484トーン資源ユニットが割り当てられる場合、当該 S T A に対する資源割当情報は、インデックス開始値として242トーン資源ユニットを指示でき、帯域幅情報は、40MHzを指示できる。

20

【 0 5 6 6 】

その他にも、資源割当情報は、ACKフレームを送信するために、各 S T A に割り当てられた空間資源に関する情報が含まれることもある。

【 0 5 6 7 】

ACKフレームのUL MU送信のための資源割当情報のフォーマットは、HE-SIG-BフィールドでDL MUフレームのDL MU送信のための資源割当情報のフォーマットと同一であるか、異なることができる。

30

【 0 5 6 8 】

- 帯域幅情報

【 0 5 6 9 】

: UL MU送信するACKフレームを運ぶUL MU P P D Uの帯域幅(20MHz/40MHz/80MHz/160MHz)に関する情報である。

【 0 5 7 0 】

- チャンネル情報

【 0 5 7 1 】

: 各 S T A に割り当てられた周波数資源の帯域幅が20MHzを超過する場合、各 S T A 別に何番目の20MHzチャンネルが割り当てられたかを指示する情報である。例えば、チャンネル情報が「00」である場合、1番目の20MHzチャンネル、「01」である場合、2番目のチャンネルが割り当てられたことを指示できる。

40

【 0 5 7 2 】

前記帯域幅情報とチャンネル情報とは、様々な形式で同時に提供されることができる。

【 0 5 7 3 】

一実施形態として、帯域幅情報とチャンネル情報とは、ビットマップ形式で提供されることができる。例えば、S T A 1に対する帯域幅情報とチャンネル情報とが「1100」である場合、S T A 1には80MHz(20MHz*4bits)帯域幅のうち、1番目及び2番目の20MHzチャンネルの周波数資源が割り当てられたことを意味する。すなわ

50

ち、ビットマップに含まれたビット数 (n) は、帯域幅情報 ($20\text{MHz} * n$) を指示でき、「1」ビット値を有するビットの位置は、チャンネル情報を指示できる。

【0574】

他の実施形態として、帯域幅情報とチャンネル情報とはテーブル形式で提供されることができる。この場合、帯域幅情報及びチャンネル情報をテーブル形式で表すのに 3bits が要求され得る。例えば、帯域幅情報及びチャンネル情報が「000」～「011」であることは、「1番目の 20MHz チャンネル～4番目の 20MHz チャンネル」が割り当てられたことを各々指示することができ、「100」は、「1番目の 40MHz チャンネル」、「101」は、「2番目の 40MHz チャンネル」、「111」は、「 80MHz チャンネル」が割り当てられたことを各々指示することができる。

10

【0575】

上述した実施形態は、例示に過ぎず、帯域幅情報とチャンネル情報とは、様々な実施形態として構成されることができる。

【0576】

- MCS 情報

【0577】

: UL MU送信する ACKフレームに適用される MCS レベルに関する情報である。

【0578】

MCS 情報は、 $4 \sim 5\text{bits}$ のビットサイズで構成されて、ACKフレームに適用される MCS レベルを直接指示することができる。この場合、MCS 情報は、システムで定義された全ての MCS レベルに関して指示することができる。

20

【0579】

または、強固な (*robust*) 送信のために UL MU送信される ACKフレームには、より低い MCS レベルが適用されると仮定するとき、MCS 情報は、ACKフレームに適用される MCS レベルと DL MUフレームに適用される MCS レベルとに対する差値を指示できる。例えば、

【0580】

* MCS 情報が「00」である場合、ACKフレームは、DL MUフレームと同じ MCS レベルが適用されることを指示し、

【0581】

* MCS 情報が「01」である場合、ACKフレームに適用された MCS レベルは、DL MUフレームに適用された MCS レベルより1段階低い MCS レベルが適用されることを指示し、

30

【0582】

* MCS 情報が「10」である場合、ACKフレームに適用された MCS レベルは、DL MUフレームに適用された MCS レベルより2段階低い MCS レベルが適用されることを指示し、

【0583】

* MCS 情報が「11」である場合、ACKフレームに適用された MCS レベルは、DL MUフレームに適用された MCS レベルより3段階低い MCS レベルが適用されることを指示できる。

40

【0584】

ここで、より高い/低い MCS レベルとは、シンボル当たりデータビット数がより高い/低い変調方式を指示する MCS レベルを意味したり、または、変調方式が同じである場合、より高い/低いコードレートを指示する MCS レベルを意味できる。MCS レベルが低いほど、強固な (*robust*) 送信に有利である。

【0585】

または、MCS 情報は、DL MUフレームに適用される MCS レベルと関係なく、強固な送信のための低い MCS レベルだけを選択的に指示できる。例えば、

【0586】

50

* MCS 情報が「00」である場合、MCS 0レベル（例えば、BPSK変調及び1/2コードレートコーディング）を指示し、

【0587】

* MCS 情報が「01」である場合、MCS 1レベル（例えば、QPSK変調及び1/2コードレートコーディング）を指示し、

【0588】

* MCS 情報が「10」である場合、MCS 2レベル（例えば、QPSK変調及び3/4コードレートコーディング）を指示し、

【0589】

* MCS 情報が「11」である場合、MCS 3レベル（例えば、16QAM変調及び1/2コードレートコーディング）を指示できる。

10

【0590】

- P P D Uの最大長さ情報（または、A C Kフレームの最大長さ情報）

【0591】

: A C Kフレームを運ぶU L M U P P D Uの最大長さ情報である。または、U L M U P P D Uが運ぶA C Kフレームのうち、最も長い長さを有するA C Kフレームの長さ情報である。

【0592】

各S T A別に送信されるA C Kフレームは、U L M U送信の際に使用されるU L M U周波数資源及び適用されるMCSレベルによって互いに異なる長さを有することができるが、干渉（interference）防止のために、全て同じ長さを有するようにパディングされて送信されることができる。したがって、各S T Aは、自分が送信すべきU L M U P P D U（及び/又はA C Kフレーム）の長さを最大U L M U P P D U長さ（及び/又はA C Kフレームの最大長さ情報）と同一になるようにパディングする場合、最大U L M U P P D Uの長さ情報（及び/又はA C Kフレームの最大長さ情報）が必要でありうる。U L M U P P D Uの最大長さは、マイクロ秒（microsecond、us）単位で表現されるか、シンボル（symbol）数単位で表現されることができる。

20

【0593】

U L M U P P D Uの最大長さがシンボル数単位で表現される場合、常に含まれる物理プリアンプルの40usを除外してシンボル数を計算することにより、シンボル数に対するシグナリングオーバーヘッドを減らすことができる。

30

【0594】

例えば、BPSK変調及び1/2コードレートのMCSレベルが適用され、26トーン資源ユニットを用いて送信されるU L M U P P D Uの長さは、約400usであり、ここで、物理プリアンプルを除外してシンボル数を計算すれば、ほぼ26シンボルとなる。このようなU L M U P P D Uの最大長さを考慮すれば、U L M U P P D Uの最大長さ情報のビットサイズは、5bitsになることができる（00000：1シンボル～11111：32シンボル）。

【0595】

- その他

40

【0596】

上述した情報の他に、バッファ状態（buffer status report）情報、チャネル状態（channel status report）情報、S T A等のランダムアクセス（random access）のためのトリガー情報、C P（Cyclic Prefix）長さ情報、S T B C使用可否、コーディング方法など、A C KフレームのU L M U送信のための様々なトリガー情報が含まれ得る。

【0597】

上述した情報は、実施形態によって別の予め設定された方式でシグナリングされるか、D L M Uフレームのシグナリング方式と同じ方式でシグナリングされることもできる。

50

また、上述した情報は、選択的にACK指示情報に含まれることができ、上述した情報の他に、追加的な情報がACK指示情報に含まれることができる。

【0598】

以下では、上述したACK指示情報を送信する方法に関して図33及び図34を参照して提案しようとする。

【0599】

ACK指示情報を送信する方法は、以下のように、大別して2つに区分されることができる。

【0600】

1. 物理プリアンブルに含まれて送信

10

【0601】

2. データフィールドに含まれて送信

【0602】

ACK指示情報が物理プリアンブルに含まれて送信される実施形態は、図33と関連して、データフィールドに含まれて送信される実施形態は、図34～図36と関連して以下において説明する。

【0603】

図33は、ACK指示情報が物理プリアンブルに含まれた20MHz DL MU P PDUの一実施形態を示した図である。

【0604】

20

図33に示すように、20MHz DL MU P PDUは、物理プリアンブル及び物理プリアンブルに後続するデータフィールドを含むことができる。より詳細には、20MHz DL MU P PDUは、L-STFフィールド L-LTFフィールド L-SIGフィールド RL-SIG(Repeated L-SIG)フィールド HE-SIG Aフィールド HE-SIG Bフィールド HE-STFフィールド HE-LTFフィールド HE-SIG Cフィールドの順序で構成されることができる。上述したフィールドの順序は、実施形態によって変更されることができ、特定フィールドが追加されることができ、一部フィールドは含まれないこともある。

【0605】

ACK指示情報は、このような物理プリアンブルのHE-SIG BフィールドまたはHE-SIG Bフィールドに含まれることができる。

30

【0606】

1. HE-SIG Bフィールドに含まれる場合

【0607】

ACK指示情報は、物理プリアンブルのHE-SIG Bフィールドに含まれてDL MU送信されることができる。ここで、HE-SIG Bフィールドは、DL MU P PDU(DL MU送信されるPPDU)の受信STAにより共通に要求される「共通情報(または、共通フィールド(common field))」と受信STA別に個別に要求される「ユーザ特定情報(または、ユーザ特定フィールド(user specific field))」を含むことができる。

40

【0608】

一実施形態として、ACK指示情報は、HE-SIG Bフィールドの共通情報またはユーザ特定情報に含まれることができる。例えば、ACK指示情報が受信STA全体に対する指示情報を含む場合、当該ACK指示情報は、HE-SIG Bフィールドの共通情報に含まれることができる。または、ACK指示情報が受信STA別の指示情報を含む場合、当該ACK指示情報は、HE-SIG Bフィールドのユーザ特定情報に含まれることができる。

【0609】

他の実施形態として、ACK指示情報は、HE-SIG Bフィールドの共通情報及びユーザ特定情報に含まれることができる。より詳細には、ACK指示情報に含まれた受信

50

S T A全体に対するA C Kサブ指示情報は、共通情報に含まれることができ、A C K指示情報に含まれた受信S T A別のA C Kサブ指示情報は、ユーザ特定情報に含まれることができる。

【0610】

例えば、A C Kフレーム送信のための受信S T A「全体」のU L M U資源割当情報（すなわち、サブ指示情報）は、共通情報に含まれることができる。または、A C Kフレーム送信のための受信S T A別のU L M U資源割当情報（または、サブ指示情報）は、ユーザ特定情報に含まれることができる。また、受信S T A別にA C Kフレームに適用されるM C Sレベルに関する情報は、ユーザ特定情報に含まれることができる。または、受信S T A別に適用されるM C Sレベルが同じである場合、当該M C Sレベルに関する情報は、共通情報に含まれることができる。また、受信S T A別に送信するA C Kフレームが全て同じ長さを有するようにパディングされると仮定すれば、A C Kフレームの最大長さ情報（すなわち、サブ指示情報）は、共通情報に含まれることができる。

10

【0611】

その他にも、A C K指示情報に含まれたサブ指示情報は、特性に応じて共通情報またはユーザ特定情報に含まれることができ、上述した実施形態に限定されるものではない。

【0612】

2. H E - S I G Cフィールドに含まれる場合

【0613】

A C K指示情報は、物理プリアンプルのH E - S I G Cフィールドに含まれてD L M U送信されることができる。

20

【0614】

前述したように、20MHz D L M U P P D Uの場合、H E - S I G Bフィールドまでは64FFTが使用され、H E - S T Fから256(4*64)FFTが使用され得る。この場合、各S T Aは、H E - S I G Bフィールドに含まれたD L M U資源割当情報を利用して自分に割り当てられたD L M U資源に関する情報を取得できる。H E - S I G Cフィールドは、H E - S T Fの後に位置するので、各S T Aに個別に割り当てられた資源を利用して送信されることができ、したがって、H E - S I G Cフィールドは、各S T Aに特定の情報を送信するのに使用されることができる。したがって、A Pは、このようなH E - S I G Cフィールドに各S T A別のA C Kフレーム送信のためのA C K指示情報をD L M U送信することができる。

30

【0615】

このように物理プリアンプルに含まれたA C K指示情報は、D L M U P P D Uを介して各S T AにD L M U送信されることができ、各S T Aは、受信したA C K指示情報に応じて自分に割り当てられたU L M U資源を利用してA C KフレームをU L M U送信することができる。

【0616】

図34は、A C K指示情報がデータフィールドに含まれた20MHz D L M U P P D Uの一実施形態を示した図である。図34において示されたフィールドに関する説明は、図6、図7、及び図17と関連して上述したとおりであるから、重複する説明を省略する。

40

【0617】

A C K指示情報は、様々な実施形態としてデータフィールドに含まれることができる。例えば、データフィールドがA - M P D Uを含む場合、A C K指示情報は、A - M P D Uに含まれた少なくとも1つのM P D UのM A Cヘッダに含まれることができる。または、A C K指示情報は、A - M P D Uに含まれた少なくとも1つのM P D UのM A Cフレームボディに含まれることができる。以下では、A C K指示情報がM A Cヘッダに含まれた実施形態を中心として説明する。

【0618】

一実施形態として、A C K指示情報は、M A Cヘッダに含まれたフレームコントロール

50

フィールドに含まれることができる。従来は、フレームコントロールフィールドに含まれた To DS フィールドと From DS フィールドとのビット値が各々「1」であるオプションは、メッシュ (mesh) BSS を指示するために使用されたが、本発明では、このようなオプションを MAC ヘッダ内の ACK 指示情報包含可否を指示する指示子として使用することができる。したがって、To DS フィールドと From DS フィールドとの値が各々「1」に設定された場合 (すなわち、ACK 指示情報を含んでいることを指示する場合)、住所 4 (address 4) フィールド (6 octets) は、ACK 指示情報を送信するためのフィールドとして使用されることができる。

【0619】

他の実施形態として、ACK 指示情報は、MAC ヘッダに含まれたコントロールフィールドに含まれることができる。より詳細には、ACK 指示情報は、HT フォーマット MPDU の MAC ヘッダに含まれた HT コントロールフィールド (4 octets) に含まれることができる。または、ACK 指示情報は、802.11ax システムで新しく定義された HE フォーマット MPDU の MAC ヘッダに含まれた HE コントロールフィールドに含まれることができる。

10

【0620】

ここで、HE コントロールフィールド (4 octets) は、HT コントロールフィールドが 802.11ax システムに合うように新しく構成されたフィールドでありうる。または、HE コントロールフィールド (10 octets) は、上述した住所 4 フィールド (6 octets) と HT コントロールフィールド (4 octets) とが合わせられて新しく構成されたフィールドでありうる。または、HE コントロールフィールドは、HT フォーマットにおいて 4 octets で構成された HT コントロールフィールドに代わって 4 ~ 6 octets サイズを有するように新しく構成されたフィールドでありうる。

20

【0621】

上述したように、ACK 指示情報は、様々な実施形態として MAC ヘッダに含まれた様々なフィールドに含まれることができる。この場合、MAC ヘッダは、ACK 指示情報を含んでいることを指示する指示子をさらに含んでいることができる。以下では、このような指示子に関する様々な実施形態に関して後述する。

【0622】

ACK 指示情報が含まれていることを指示する指示子

30

A - MPDU サブフレームは、含んでいる MAC ヘッダが ACK 指示情報を含んでいることを指示する指示子を含んでいることができる。指示子は、様々な実施形態として A - MPDU のサブフレームに含まれることができる。

【0623】

1) 第1実施形態

【0624】

指示子は、ACK 指示情報を含む MAC ヘッダと対応する MPDU デリミタ (delimiter) フィールドに含まれることができる。より詳細には、1つの A - MPDU サブフレームに含まれた MPDU デリミタフィールドは、前記 A - MPDU サブフレームに含まれた MAC ヘッダが ACK 指示情報を含んでいることを指示する指示子を含むことができる。例えば、MPDU デリミタフィールドに含まれた予備ビット (4 bits) のうちの特定ビット (1 bit) は、指示子として機能を果たすことができる。仮に、指示子機能を果たす特定ビット値が予め設定された値 (例えば、「1」) に設定された場合、前記指示子を含む MAC ヘッダは、ACK 指示情報を含んでいることを指示できる。

40

【0625】

また、MPDU デリミタフィールドに含まれた指示子は、当該 MPDU デリミタフィールドと対応する MPDU が 802.11ax システムで新しく定義された HE コントロールフィールドを含んでいることをさらに指示することができる。より詳細には、1つの A - MPDU サブフレームに含まれた MPDU デリミタフィールドは、前記 A - MPDU サブフレームに含まれた MPDU が HE コントロールフィールドを含んでいることをさらに

50

指示することができる。このとき、ACK指示情報は、HEコントロールフィールドに含まれることができる。この場合、当該HEコントロールフィールドを含むMPDUは、HTコントロールレッパーフレームに該当しないこともある。

【0626】

2) 第2実施形態

【0627】

仮に、802.11axシステムでACK指示情報を含むMPDUのタイプまたはサブタイプが新しく定義される場合、指示子は、新しく定義されたタイプまたはサブタイプとして前記MPDU内のMACヘッダのフレームコントロールフィールドに含まれることができる。すなわち、MPDUのタイプまたはサブタイプは、指示子として当該MPDUがMACヘッダ内にACK指示情報を含むMPDUであることを指示できる。この場合、指示子としてのタイプまたはサブタイプは、802.11axシステムで新しく定義される
10

【0628】

3) 第3実施形態

【0629】

仮に、ACK指示情報を含むMPDUがHTコントロールフィールドを含むHTフォーマットフレーム（例えば、HTコントロールラッパー(wrapper)フレーム)に該当する場合、前記HTコントロールフィールド内の特定ビットは、指示子としての機能を果たすことができる。より詳細には、HTコントロールフィールド内に含まれた予備ビットのうち
20

【0630】

4) 第4実施形態

【0631】

図35は、HTフォーマットのコントロールフィールドを示した図である。図35に示すように、コントロールフィールドの1番目のビットは、当該コントロールフィールドがVHTフォーマットのVHTコントロールフィールドであることを指示する指示子としての機能を果たすことができる。例えば、コントロールフィールドの1番目のビットの値が
30

【0632】

これと同様に、HTコントロールフィールドの2番目のビット(予備ビット)3510は、当該コントロールフィールドがACK指示情報を含み、802.11axシステムで新しく定義されたHEフォーマットのHEコントロールフィールドであることを指示する指示子としての機能を果たすことができる。例えば、コントロールフィールドの1番目のビットがVHTフォーマットを指示し、2番目のビット3510がACK指示情報を含む(または、HEフォーマットを)ことを指示する場合(または、2番目のビット3510が
40

【0633】

HEコントロールフィールドは、HTコントロールフィールドを用いて新しく構成されることができ、HEコントロールフィールドの構成に関するより詳細な説明は、図36と関連して以下において説明する。

【0634】

5) 第5実施形態

【0635】

指示子は、MACヘッダに含まれたフィールドのうち、特定フィールドに含まれることができる。より詳細には、指示子は、MACヘッダに含まれたフィールドのうち、再解釈
50

が可能な特定フィールドに含まれることができる。

【0636】

例えば、図34と関連して上述したように、従来には、フレームコントロールフィールドに含まれたTo DSフィールドとFrom DSフィールドとのビット値が各々「1」であるオプションは、メッシュ(mesh) BSSを指示するために使用されたが、本発明では、このようなオプションをMACヘッダ内のACK指示情報包含可否を指示する指示子として使用することができる。したがって、To DSフィールドとFrom DSフィールドとのビット値が各々「1」に設定された場合、住所4(address 4)フィールドをACK指示情報を送信するためのフィールドとして使用することができる。この場合、To DSフィールドとFrom DSフィールドとが指示子としての機能を果たすことができ、To DSフィールド及びFrom DSフィールドを介して前記フィールドを含むMACヘッダは、ACK指示情報を含んでいることを指示できる。

10

【0637】

または、他の例として、MACヘッダに含まれた特定住所フィールドに含まれた特定ビット(例えば、AIDフィールドの最上位ビットから12番目のビット(B12))は、指示子としての機能を果たすことができる。

【0638】

以上のように、指示子の様々な実施形態に関して説明した。指示子は、その他にも、様々な実施形態としてMACヘッダに含まれて、当該MACヘッダがACK指示情報を含んでいることを指示でき、上述した実施形態に限定されるものではない。

20

【0639】

以下では、第4実施形態と関連して上述したHEコントロールフィールドの構成に関して詳細に説明する。

【0640】

図36は、本発明の一実施形態に係るHEコントロールフィールドを示した図である。

【0641】

図36においてHEコントロールフィールドに含まれた一部フィールドに対する説明は、HTコントロールフィールドに含まれた一部フィールドに対する説明(図8と関連して上述)が同様に適用され得る。したがって、以下では、HTコントロールフィールドとの差異点を中心としてHEコントロールフィールドに関して説明する。図36に示したフィールドは、独立的に存在することができ、選択的にHEコントロールフィールドに含まれることができ、フィールドの順序とビットサイズも実施形態によって変更されることができる。

30

【0642】

図36に示すように、HEコントロールフィールドは、HTコントロールフォーマットとは異なり、指示子及びACK指示情報を含むことができる。また、前述したように、HEコントロールフィールドの1番目のビットは、当該コントロールビットがVHTフォーマットであることを指示し、2番目のビットは、当該コントロールビットがHEフォーマットであることを指示できる。

【0643】

図36(a)は、DL MU送信されるHEコントロールフィールドを示した図である。

40

【0644】

図36(a)に示すように、HEコントロールフィールドは、ACKフレームのUL MU送信のためのACKチャネル情報、バッファ状態要求(Buffer status report request)情報(1bit)3630、及びチャネル状態情報(channel status report)(1bits)(図示せず)のうち、少なくとも1つを含むことができる。ここで、ACKチャネル情報は、ACKフレームをUL MU送信するために、各STAに割り当てられたUL MU資源に関する情報である「資源割当(Resource Allocation; RU allocation)

50

情報」を意味するものであって、前述した資源割当情報に関する説明及び実施形態が同様に適用され得る。この場合、ACKチャネル情報は、前述した資源割当情報のさらに他の実施形態であって、ACKチャネル開始インデックス情報(4 bits)3610とACKチャネルデュレーション情報(4 bits)3620とを含むことができる。

【0645】

「1つのACKチャネル」をACKフレームのためのUL MU資源の最小割当単位と仮定するとき、ACKチャネルの開始インデックス情報3610と割り当てられたACKチャネルのサイズ(または、個数)を指示するACKチャネルのデュレーション情報3620が要求され得る。この場合、ACKチャネルの開始インデックス情報3610とデュレーション情報3620とのビットサイズは、DL MU資源が割り当てられ得る最大STA(または、ユーザ)数に基づいて決定されることができる。例えば、DL MU資源(周波数資源と空間資源を含む)が割り当てられ得る最大STA数が16(2^4 bits)である場合、ACKチャネル開始インデックス情報3610とACKチャネルデュレーション情報3620とは、各々4 bitsのビットサイズを有することができる。

10

【0646】

仮に、各STA別に割り当てられるACKチャネルのサイズ(または、個数)を全て同一に設定する場合(すなわち、ACKフレームに適用されるMCSレベルを固定する場合)、ACKチャネルのデュレーション情報3620は、別に必要でないこともある。または、DLフレームに適用されるMCSレベルに基づいて決定されたMCSレベルをACKフレームに適用する場合、ACKチャネル情報は、DLフレームに適用されるMCSレベルとACKフレームに適用されるMCSレベルとの差値を指示できる。例えば、ACKチャネル情報は、ACKフレームに適用されるMCSレベルからDLフレームに適用されるMCSレベルの差値(より詳細には、ACKフレームに適用されるMCSレベル-DLフレームに適用されるMCSレベル)として「-2、-1、0、1」を指示でき、2 bitsのビットサイズでシグナリングされることができる。

20

【0647】

上述した実施形態においてACKフレームに適用されるMCSレベルによってACKチャネルのサイズ(または、個数)は固定されると仮定する。

【0648】

その他にも、HEコントロールフィールドは、前述したACK指示情報に含まれる様々な情報(例えば、帯域幅情報、MCS情報、PPDU最大長さ情報等)をさらに含むことができる。

30

【0649】

図36(b)は、UL MU送信されるHEコントロールフィールドを示した図である。

【0650】

図36(b)に示すように、HEコントロールフィールドは、バッファ状態情報(8 bits)(3640-1、3640-2)とバッファ状態報告内容があるか否か、及びチャネル情報のうち、少なくとも1つを含むことができる。バッファ状態情報は、2つのフィールドで構成されることができ、各フィールドのビットサイズは、4 bitsでありうる。バッファ状態情報は、キューサイズ(queue size)、アクセスカテゴリー(AC: Access Category)、バックオフカウント(backoff count)などを指示できる。

40

【0651】

HEコントロールフィールドに含まれることができる情報の種類を指示するタイプ指示子は、HEコントロールフィールドに優先するフィールド(または、先行するフィールド)に含まれることができる。

【0652】

エラー復旧(Error Recovery)

【0653】

50

DL MU P PDUのデータフィールドがA-MPDUで構成された場合、APは、A-MPDUを構成する全てのMPDUのMACヘッダ毎にACK指示情報を含めるか、一部MPDU(例えば、A-MPDUを構成するMPDUのうち、1番目のMPDU)のMACヘッダにACK指示情報を含めることができる。

【0654】

仮に、A-MPDUを構成する全てのMPDUのMACヘッダ毎にACK指示情報を含める場合、重複する情報が全てのMPDUに含まれており、オーバーヘッドが増加するという短所がある。逆に、一部MPDUのMACヘッダにACK指示情報を含める場合、オーバーヘッドが減るという効果があるが、STAが当該一部MPDUのデコーディングを失敗する場合、ACKフレームをUL MU送信できないという問題点が存在する。この
10
のような問題点を防止するために、一部MPDUのMACヘッダにACK指示情報を含める場合、一定のエラー復旧手順が必要でありうる。以下では、本発明の一実施形態に係るエラー復旧手順に関して詳細に説明する。

【0655】

図37は、本発明の一実施形態に係るエラー復旧手順を概略的に示した図である。以下では、APがSTA1~4を対象としてDL MUフレーム(または、DLデータ)を送信し、このようなDL MUフレーム(または、DLデータ)を受信したSTA1~4は、受信したDL MUフレーム(または、DLデータ)に対する応答としてACKフレームをUL MU送信する場合を仮定して説明する。

【0656】

図37に示すように、APは、DL MU資源を利用してDL MUフレーム(または、DLデータ)をSTA1~4に送信することができる。この場合、各STAに送信されるDL MUフレーム(または、DLデータ)の一部MACヘッダには、ACKフレームのUL MU送信のためのACK指示情報が含まれることもある。

【0657】

DL MUフレーム(または、DLデータ)を正常に受信した各STA1、2は、DL MUフレーム(または、DLデータ)を受信した後、所定の時間後にDL MUフレーム(または、DLデータ)に対する応答としてACKフレームをUL MU送信することができる。この場合、STA1、2は、受信したDL MUフレーム(または、DLデータ)の一部MACヘッダに含まれたACK指示情報が指示するUL MU資源を利用して
30
ACKフレームをUL MU送信することができる。

【0658】

DL MUフレーム(または、DLデータ)またはACK指示情報を正常に受信(または、デコーディング)できなかったSTA3、4は、DL MUフレーム(または、DLデータ)に対する応答としてACKフレームをUL MU送信することができない。

【0659】

この場合、APは、STA1、2からACKフレームをUL MU受信した後、所定の時間(例えば、SIFS)後、ACKフレームのUL MU送信に失敗したSTA3、4にMU BARフレームをDL MU送信することができる。または、APは、DL MUフレーム(または、DLデータ)をSTA3、4に再送信するためのバックオフ過程(backoff procedure)後、チャネル競争(channel contention)を介してMU BARフレームをDL MU送信することができる。MU BARフレームには、ACKフレームのUL MU送信に失敗したSTAのSTA IDとACKフレームのUL MU送信のための新しい指示情報が含まれることもある。

【0660】

この場合、STA3、4は、ACKフレームをUL MU送信する機会を得るようになる。STA3、4は、受信したMU BARに基づいてACKフレームをUL MU送信することができる。

【0661】

APがMU BARを送信した後にも、STA3、4がACKフレームをUL MU送
50

信しないならば、APは、STA3、4がDL MUフレーム（または、DLデータ）を正しくデコーディングできなかつたSTAと判断し、DL MUフレーム（または、DLデータ）の再送信などの後続手順を行うことができる。

【0662】

他の実施形態として、DL MUフレーム（または、DLデータ）は受信したが、ACK指示情報を受信できず、ACKフレームをUL MU送信できなかつたSTAは、チャネル競争（channel contention）を介してACKフレームをUL MU送信することができる。このとき、ACKフレームは、ULフレームに単独に含まれたスタンド・アローン（stand-alone）フレームでありうるし、ULフレームのデータフレームにピギーバックされたフレームでありうる。

10

【0663】

この場合、APは、STAからACKフレームが受信されることを待ち続けることはできないので、一定の待機時間を設定して、待機時間の間だけ、ACKフレームのUL MU受信を待つことができる。待機時間の間、当該STAからACKフレームが受信されなかつた場合、APは、ACKフレームを送信しなかつたSTAがDL MUフレーム（または、DLデータ）を正しくデコーディングできなかつたSTAと判断して、DL MUフレーム（または、DLデータ）の再送信などの後続手順を行うことができる。

【0664】

または、APは、DL MUフレーム（または、DLデータ）を再送信するためのバックオフ過程中、またはMU BARフレームを送信する途中に、ACKフレームのUL MU送信に失敗したSTAからBAR要求及び/又はACKフレームを受信できる。この場合、APは、受信したBAR要求及び/又はACKフレームに基づいてDL MUフレーム（または、DLデータ）の再送信及び/又はBARフレーム送信などの後続手順を行うことができる。

20

【0665】

他の実施形態として、DL MUフレーム（または、DLデータ）は受信したが、ACK指示情報を受信できず、ACKフレームをUL MU送信できなかつたSTAは、ランダムアクセス（random access）区間（例えば、次のランダムアクセス区間またはAPが指定するランダムアクセス区間）にAPへBARフレームを要求したり、ACKフレームを直接送信することができる。

30

【0666】

この場合、APは、STAからACKフレームの受信またはBARフレーム要求を待ち続けることはできないので、一定の待機時間を設定して、待機時間の間だけACKフレーム及びBARフレーム要求の受信を待つことができる。待機時間の間、当該STAからACKフレームまたはBARフレーム要求が受信されなかつた場合、APは、ACKフレームを送信しなかつたSTAがDL MUフレーム（または、DLデータ）を正しくデコーディングできなかつたSTAと判断して、DL MUフレーム（または、DLデータ）の再送信などの後続手順を行うことができる。

【0667】

または、APは、DL MUフレーム（または、DLデータ）を再送信するためのバックオフ過程中、またはMU BARフレームを送信する途中に、ACKフレームのUL MU送信に失敗したSTAからBAR要求及び/又はACKフレームを受信できる。この場合、APは、受信したBAR要求及び/又はACKフレームに基づいてDL MUフレーム（または、DLデータ）の再送信及び/又はBARフレーム送信などの後続手順を行うことができる。

40

【0668】

図38は、本発明の一実施形態に係るAP装置のDL MU送信方法を示した順序図である。本順序図と関連して上述した実施形態が同様に適用され得る。したがって、以下では、重複する説明を省略する。

【0669】

50

図38に示すように、APは、DL MU P PDUを生成できる(S3810)。ここで、DL MU P PDUは、物理プリアンブル及びデータフィールドを含むことができる。データフィールドは、少なくとも1つのMPDUを含むことができ、このとき、前記少なくとも1つのMPDUは、MACヘッダとMACフレームボディを含むことができる。また、前記MACヘッダは、前記データフィールドを介して送信されたデータに対する応答であるACKフレームのUL MU送信のためのACK指示情報を含む。

【0670】

次に、APは、DL MU P PDUを送信できる(S3820)。より詳細には、APは、生成したDL MU P PDUをDL資源が割り当てられた少なくとも1つのSTAに送信することができる。

【0671】

図39は、本発明の一実施の形態にかかる各STA装置のブロック図である。

【0672】

図39において、STA装置3910は、メモリ3912、プロセッサ3911及びRFユニット3913を備えることができる。そして、上述のようにSTA装置は、HE STA装置であって、APまたはnon-AP STAになることができる。

【0673】

RFユニット3913は、プロセッサ3911に接続されて無線信号を送信/受信することができる。RFユニット3913は、プロセッサ3911から受信されたデータを送受信帯域にアップコンバートして信号を送信できる。

【0674】

プロセッサ3911は、RFユニット3913に接続されてIEEE 802.11システムによる物理層及び/又はMAC層を実現できる。プロセッサ3911は、上述の図面及び説明による本発明の様々な実施の形態にかかる動作を行うように構成されることができる。また、上述の本発明の様々な実施の形態にかかるSTA3910の動作を実現するモジュールがメモリ3912に格納され、プロセッサ3911によって実行されることができる。

【0675】

メモリ3912は、プロセッサ3911に接続されて、プロセッサ3911を駆動するための様々な情報を格納する。メモリ3912は、プロセッサ3911の内部に含まれるか、またはプロセッサ3911の外部に設置されて、プロセッサ3911と公知の手段により接続されることができる。

【0676】

また、STA装置3910は、一個のアンテナ(single antenna)または多重アンテナ(multiple antenna)を備えることができる。

【0677】

図39のSTA装置3910の具体的な構成は、上述の本発明の様々な実施の形態で説明した事項が独立的に適用されるか、または2以上の実施の形態が同時に適用されるように実現されることができる。

【0678】

以上で説明された実施形態は、本発明の構成要素と特徴が所定の形態で組み合わせられたものである。各構成要素または特徴は、別の明示的言及がない限り、選択的なことと考慮されなければならない。各構成要素または特徴は、他の構成要素や特徴と組み合わせられていない形態で実施されることができる。また、一部構成要素及び/又は特徴を組み合わせることで本発明の実施形態を構成することも可能である。本発明の実施形態で説明される動作等の順序は変更されることができる。ある実施形態の一部構成や特徴は、他の実施形態に含まれることができ、または、他の実施形態の対応する構成若しくは特徴と交替されることができる。特許請求の範囲で明示的な引用関係がない請求項を組み合わせることで実施形態を構成するか、出願後の補正により新しい請求項に含めることができることは自明である。

。

10

20

30

40

50

【0679】

本発明に係る実施形態は、様々な手段、例えば、ハードウェア、ファームウェア (firmware)、ソフトウェア、またはそれらの組み合わせなどにより実現されることができる。ハードウェアによる実現の場合、本発明の一実施形態は、1つまたはそれ以上のASICs (application specific integrated circuits)、DSPs (digital signal processors)、DSPDs (digital signal processing devices)、PLDs (programmable logic devices)、FPGAs (field programmable gate arrays)、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサなどにより実現されることができる。

10

【0680】

ファームウェアやソフトウェアによる実現の場合、本発明の一実施形態は、以上で説明された機能または動作を行うモジュール、手順、関数などの形態で実現されることができる。ソフトウェアコードは、メモリに格納されてプロセッサにより駆動されることができる。前記メモリは、前記プロセッサの内部または外部に位置して、既に公知された様々な手段により前記プロセッサとデータをやり取りできる。

【0681】

本発明は、本発明の必須的特徴を逸脱しない範囲で他の特定の形態で具体化され得ることは当業者に自明である。したがって、上述した詳細な説明は、あらゆる面で制限的に解釈されてはならず、例示的なものと考慮されるべきである。本発明の範囲は、添付された請求項の合理的解釈により決定されなければならない、本発明の等価的範囲内でのあらゆる変更は、本発明の範囲に含まれる。

20

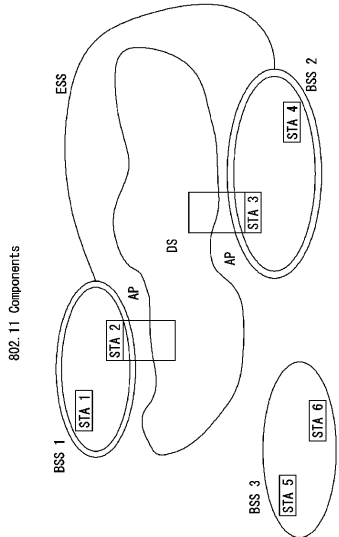
【産業上の利用可能性】

【0682】

本発明の無線通信システムにおけるフレーム送信方案は、IEEE 802.11システムに適用される例を中心として説明したが、IEEE 802.11システムの他にも、様々な無線通信システムに適用することが可能である。

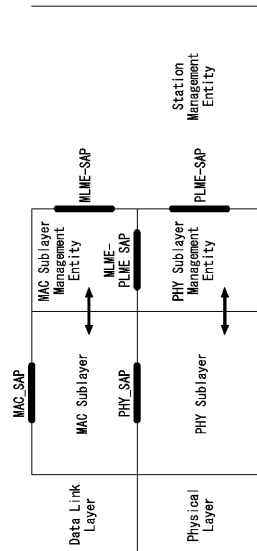
【 1 】

[図1]



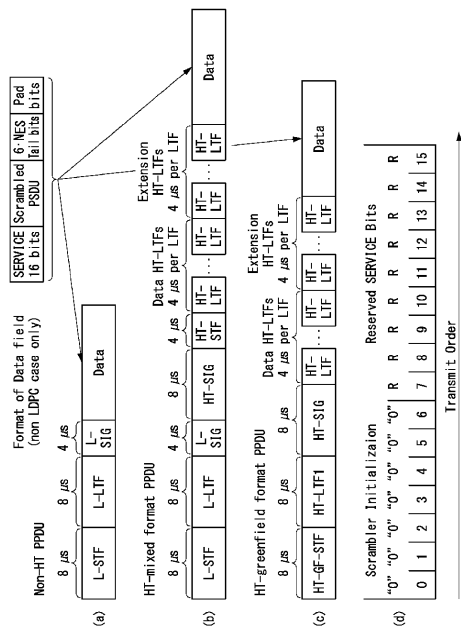
【 2 】

[図2]



【 3 】

[図3]

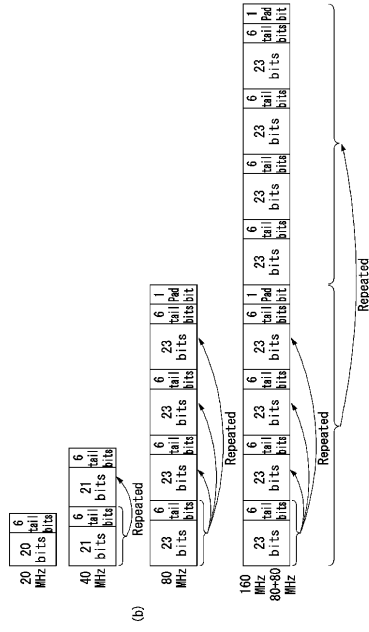


【 4 (a) 】

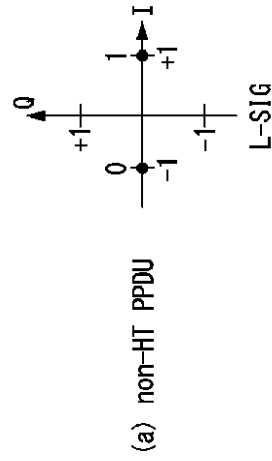
[図4]



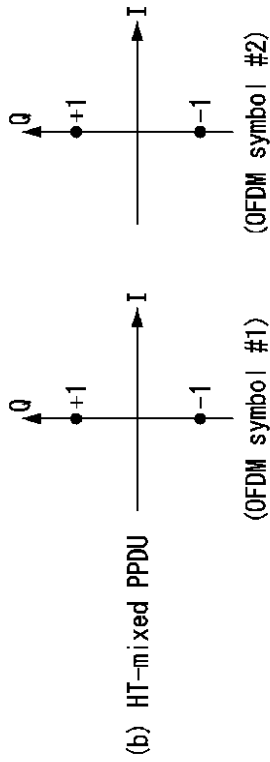
【 図 4 (b) 】



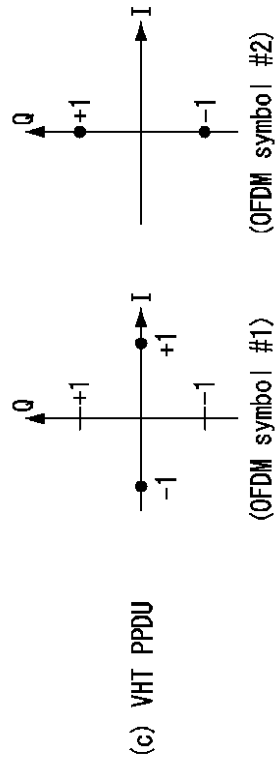
【 図 5 (a) 】



【 図 5 (b) 】

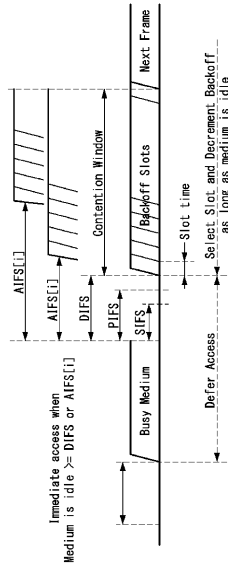


【 図 5 (c) 】



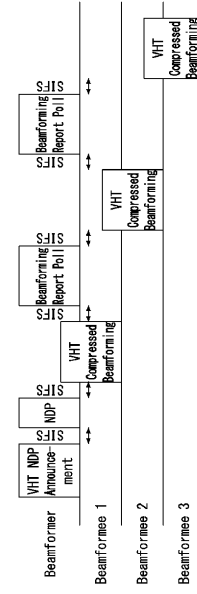
【 1 0 】

[5:10]



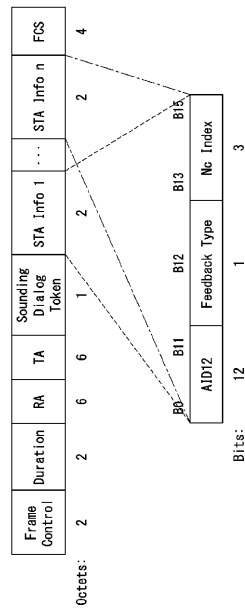
【 1 1 】

[5:11]



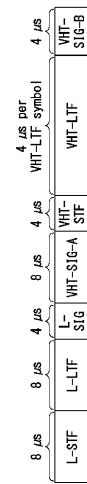
【 1 2 】

[5:12]



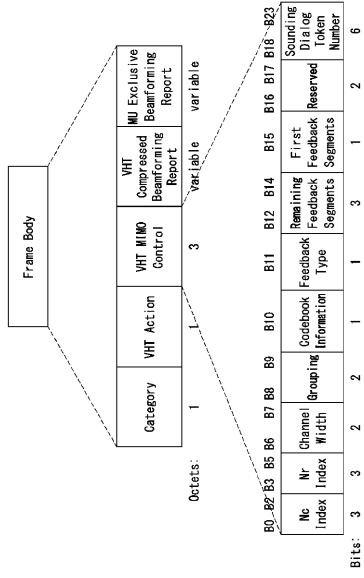
【 1 3 】

[5:13]



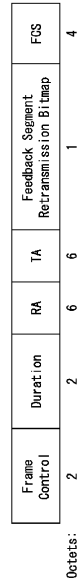
【 14 】

[図14]



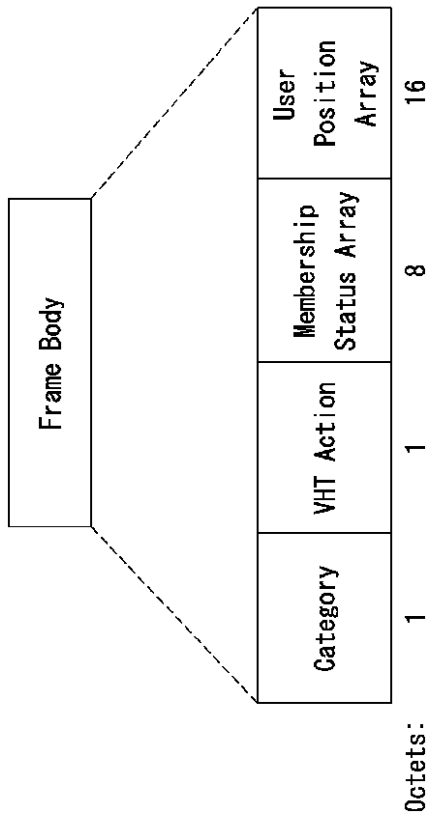
【 15 】

[図15]



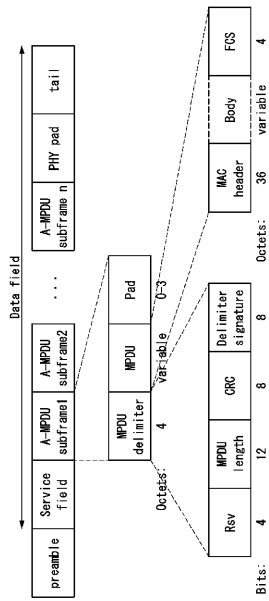
【 16 】

[図16]

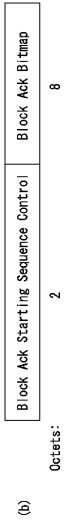


【 17 】

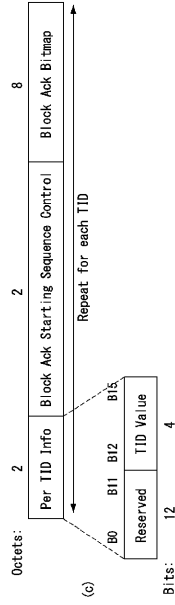
[図17]



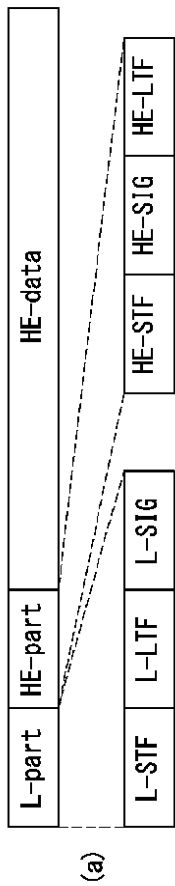
【 2 4 (b) 】



【 2 4 (c) 】



【 2 5 (a) 】



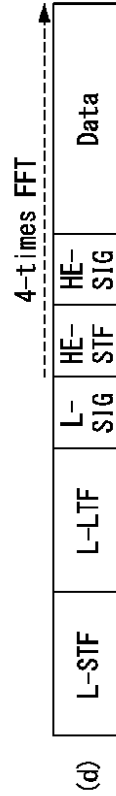
【 2 5 (b) 】



【 25 (c) 】



【 25 (d) 】



【 26 】

[26]

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-STF	HE-LTF	HE-SIG B	Data
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				

【 27 】

[27]

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA1
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA2
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA3
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA4

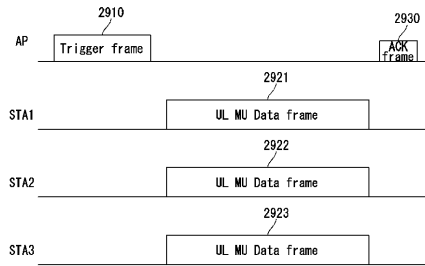
【 28 】

[28]

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA1
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA2
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA3
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA4

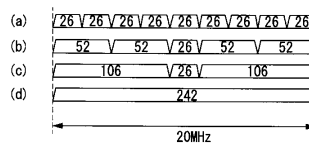
【 29 】

[29]



【 30 】

図 30



- 26 : 26 トーン資源ユニット
- 52 : 52 トーン資源ユニット
- 106 : 106 トーン資源ユニット
- 242 : 242 トーン資源ユニット

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 62/194,303

(32)優先日 平成27年7月20日(2015.7.20)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 チュン チンヨン

大韓民国, ソウル 06772, ソチョ-ク, ヤンジェ-デロ 11ギル, 19, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 リュ キソン

大韓民国, ソウル 06772, ソチョ-ク, ヤンジェ-デロ 11ギル, 19, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 キム チョンキ

大韓民国, ソウル 06772, ソチョ-ク, ヤンジェ-デロ 11ギル, 19, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 チェ チンソ

大韓民国, ソウル 06772, ソチョ-ク, ヤンジェ-デロ 11ギル, 19, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 チョ ハンキュ

大韓民国, ソウル 06772, ソチョ-ク, ヤンジェ-デロ 11ギル, 19, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

審査官 松本 光平

(56)参考文献 国際公開第2013/170136(WO, A1)

特表2013-536599(JP, A)

国際公開第2011/159831(WO, A1)

国際公開第2013/169212(WO, A1)

特開2007-288656(JP, A)

Qualcomm, ACK-Policy-Short-MAC-Header, IEEE 802.11-13/0899r0, IEEE, 2013年 7月13日

Qualcomm, ACK Indication and EIFS, IEEE 802.11-13/0512r0, IEEE, 2013年 5月13日

Marvell, early-ack-indication, IEEE 802.11-12/0119r0, IEEE, 2012年 1月16日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00

H04L 13/00