

明 細 書

発明の名称：通信装置、制御方法、及び、プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信を行う通信装置に関する。

背景技術

[0002] 無線LAN (Wireless Local Area Network) に関する通信規格として、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11規格が知られている。IEEE 802.11be規格やその後継規格では、複数のアクセスポイント装置（以下、単にAPとも呼ぶ）を協調動作することで通信の効率やスループットを高めることが検討されている。

[0003] また、特許文献1には、低遅延が要求されるデータの通信に利用できる期間を設け、当該期間において低遅延が要求されるデータの送信を行うR-TWT (Restricted Target Wake Time) という技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第2022/0070772号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 前述したR-TWTという技術では定常的に発生するデータをスケジュールされた期間で送信する場合のレイテンシを削減することができる。

[0006] 一方、低遅延が要求されるデータが前述のスケジュールされた期間外において発生する場合もある。これらのデータを低遅延で送信するためにはR-TWTとは異なる技術を用いて優先的なローレイテンシ送信を実現する必要がある。

[0007] 本発明は上述の課題の少なくとも1つを鑑みなされたものである。本発明の1つの側面としては、あるデータを通信する無線フレームの送信中に当該データの送信に代えて、別のデータを送信するための仕組みを提供することを目的の1つとする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の1つの側面としての通信装置は、IEEE 802.11規格に基づく無線通信が可能な通信装置であって、物理レイヤ（PHY）のプリアンブルと、当該プリアンブルの後に、データが格納されたデータフィールドとを有する無線フレームを送信する送信手段を有し、前記送信手段は、前記通信装置がプリアンブルにデータの割り込みに関連する情報を含み、前記データフィールドに第1のデータが格納された無線フレームを送信中の場合において、特定の条件を満たした場合に、前記第1のデータの送信を中断し、前記第1のデータとは異なる第2のデータを割り込んで送信することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明の1つの側面によれば、あるデータを通信する無線フレームの送信中に当該データの送信に代えて、別のデータを送信することができるようになる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]ネットワークの構成例を示す図である。

[図2]通信装置のハードウェア構成を示す図である。

[図3]通信装置のソフトウェア構成を示す図である。

[図4]無線フレームの一例を示す図である。

[図5]第1の実施形態における割り込み制御を説明する模式図である。

[図6]第1の実施形態のAPが実行する制御の一例である。

[図7]第1の実施形態のSTAが実行する制御の一例である。

[図8]第2の実施形態における割り込み制御を説明する模式図である。

[図9]第2の実施形態のAPが実行する制御の一例である。

[図10]第2の実施形態のS T Aが実行する制御の一例である。

[図11A]第2の実施形態の変形例を説明するための図である。

[図11B]第2の実施形態の変形例を説明するための図である。

[図11C]第2の実施形態の変形例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものであるものでない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

[0012] <第1の実施形態>

<通信システムの構成>

図1に、第1の実施形態の無線通信システムの構成例を示す。本無線通信システムは、1台のアクセスポイント装置（以降、単にA P、A P S T A、アクセスポイントとも呼ぶ）と2台のステーション装置（以降単にS T A、N o n - A P S T A、ステーションとも呼ぶ）とを含んで構成される。以降、A P 1 0 1、S T A 1 0 2 ~ 1 0 3を総称して通信装置と呼ぶ。

[0013] A P 1 0 1は、最大伝送速度4 6 . 0 8 G b p sを目標とするI E E E 8 0 2 . 1 1 b e規格の後継規格であり、最大伝送速度として9 0 G b p s - 1 0 0 G b p s超を目標とする後継規格に準拠した無線フレームの通信を実行可能に構成される。S T A 1 0 2 ~ 1 0 3も同様にI E E E 8 0 2 . 1 1 b e規格の後継規格に準拠した無線フレームの通信を実行可能に構成される。

[0014] なお、I E E EはI n s t i t u t e o f E l e c t r i c a l a n d E l e c t r o n i c s E n g i n e e r sの略である。この、I E E E 8 0 2 . 1 1 b eの後継規格では、高信頼通信やローレイテンシ通信のサポートやA P協調を主たる特徴として掲げている。上記を踏まえ、本実

施形態では、IEEE 802.11beの後継規格であり、最大伝送速度として90Gbps～100Gbps超を目標とする後継規格を、IEEE 802.11UHR (Ultra High Reliability) とも呼称する。また、当該後継規格で通信する無線フレームをUHR PPDUとも呼称する。PPDUは、PLCP Protocol Data Unitの略であり、PLCPは、Physical Layer Convergence Protocolの略である。

[0015] なお、IEEE 802.11UHR、UHR規格という名称は後継規格で達成すべき目標や当該規格で目玉となる特徴を踏まえて便宜上設けられたものであり、規格の策定が完了した状態において別の名称となりうる。一方、本明細書及び添付の特許請求の範囲は、本質的には、IEEE 802.11be規格の後継規格であって、すべての後継規格に適用可能であることに留意されたい。

[0016] なお、図1では、一例として1台のAPと2台のSTAとを含んだ無線通信ネットワークを示しているが、これらの台数は、図示されるより多くても少なくてもよい。また、AP101、STA102～103は、UHR PPDUの通信（送受信）をサポートするとしたが、これに加えて、UHR規格より前の規格であるレガシー規格のPPDUの通信もサポートするよう構成することもできる。具体的には、AP101、STA102～103は、IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax/be規格等のPPDUの送受信をサポートするよう構成することもできる。

[0017] AP101はSTAに対してネットワークを提供する。STA102～103は、AP101が提供するネットワークに参加するSTAである。図1では、AP101が提供するネットワークにSTA102～103が参加している場合を例示している。

[0018] なお、AP101、STA102～103を、Bluetooth（登録商標）、NFC、Bluetooth（登録商標）LE（Low Energy）等の他の通信規格に基づく無線通信をサポートするように構成する

こともできる。NFCはNear Field Communicationの略である。

[0019] また、AP101は、Ethernet（登録商標）ケーブルを用いる有線通信や、光ファイバを用いる有線通信をサポートするように構成することもできる。本実施形態ではAP101は、Ethernetケーブルを介してインターネットに接続されている場合を想定している。AP101、STA102～103の具体例としては、無線LANルーターやパーソナルコンピュータ（PC）などが挙げられるが、これらに限定されない。またAP101やSTA102～103は、UHR PPDUの送信、受信をサポートする無線チップなどの情報処理装置であってもよい。また、STA102～103の具体的な例としては、カメラ、タブレット、スマートフォン、PC、携帯電話、ビデオカメラ、プロジェクタ、スマートグラスなどのウェアラブルデバイスなどが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[0020] また、AP101、STA102～103等の各通信装置は、20MHz、40MHz、80MHz、160MHz、320MHz、480MHz、640MHzの帯域幅を使用して通信することができる。

[0021] ところで、近年、無線通信においても、ローレイテンシ通信の需要が増えてきている。例えば、802.11be規格では、ローレイテンシ通信の需要を満たすため、低遅延が要求される通信に利用できる期間を設けるR-TWT（Restricted Target Wake Time）という機能が設けられた。このR-TWTという機能では定常的に発生するデータをスケジュールされた期間で送信する場合のレイテンシを削減することができる。一方、低遅延が要求されるデータが前述のスケジュールされた期間外において発生する場合もある。これらのデータを低遅延で送信するためにはR-TWTとは異なる技術を用いて優先的なローレイテンシ送信を実現する必要がある。

[0022] 本実施形態では、不定期に発生するローレイテンシ通信が必要なデータを優先的に送信するため、あるデータを通信する無線フレームの送信中に当該

データの送信に代えて、ローレイテンシデータを送信できる仕組みを提供する。以下具体的に説明する。

[0023] <装置の構成>

図2は、通信装置（AP及びSTA）のハードウェア構成の一例を示す図である。通信装置は、そのハードウェア構成の一例として、記憶部201、制御部202、機能部203、入力部204、出力部205、通信部206、及びアンテナ207を有する。なお、本実施形態では通信装置がアンテナを複数有していることを想定しているが、アンテナは1つであってもよい。

[0024] 記憶部201は、ROM、RAMの両方、または、いずれか一方により構成され、後述する各種動作を行うためのプログラムや、無線通信のための通信パラメータ等の各種情報を記憶する。RAMは、Random Access Memoryの略であり、ROMは、Read Only Memoryの略である。なお、記憶部201として、ROM、RAM等のメモリの他に、ハードディスク、SSD（Solid State Drive）等の不揮発性のストレージデバイスなどの記憶媒体が用いられてもよい。

[0025] 制御部202は、例えば、CPUやMPU等のプロセッサ、ASIC（特定用途向け集積回路）、DSP（デジタルシグナルプロセッサ）、FPGA（フィールドプログラマブルゲートアレイ）等により構成される。ここで、CPUはCentral Processing Unitの、MPUは、Micro Processing Unitの頭字語である。制御部202は、記憶部201に記憶されたプログラムを実行するとともに、ASIC等のハードウェア回路を動作させることで装置全体を制御する。なお、制御部202は、記憶部201に記憶されたプログラムとOS（Operating System）との協働により装置全体を制御するようにしてもよい。

[0026] また、制御部202は、機能部203を制御して、撮像や印刷、投影等の所定の処理を実行する。機能部203は、装置が所定の処理を実行するためのハードウェアである。例えば、通信装置がデジタルスチルカメラなどのカ

メラやカメラを有するスマートフォンである場合、機能部203は撮像部であり、通信装置が有する図示省略のカメラ部を介して周囲の画像の撮像処理を行う。また、例えば、通信装置がプリンタである場合、機能部203は印刷部であり、外部から無線通信で得られた印刷データに基づき、紙などのシートに印刷処理を行う。また、例えば、通信装置がプロジェクタやスマートグラスである場合、機能部203は投影部であり、外部から無線通信で得られた画像データや映像データの投影処理を行う。スマートグラスの場合、投影面はエンドユーザの網膜などである。機能部203が処理するデータは、記憶部201に記憶されているデータであってもよいし、後述する通信部206を介して他のAPやSTAと通信したデータであってもよい。

[0027] 入力部204は、ユーザからの各種操作の受付を行う。出力部205は、ユーザに対して各種出力を行う。ここで、出力部205による出力とは、例えば、ディスプレイへの画面への表示や、スピーカによる音声出力、振動出力等の少なくとも1つを含む。なお、タッチパネルのように入力部204と出力部205の両方を1つのモジュールで実現するようにしてもよい。

[0028] 通信部206は、IEEE 802.11規格シリーズに準拠した無線通信の制御や、IP通信の制御を行う。本実施形態では、通信部206は、アンテナ207と協働してUHR規格の無線フレームであるUHR PPDUやそれ以前の規格に対応するPPDUの送受信を実行する。アンテナ207は、例えば、サブGHz帯、2.4GHz帯、5GHz帯、6GHz帯、及び7GHz帯、60GHz帯の少なくともいずれかの周波数帯の信号を送受信可能なアンテナである。

[0029] なお、通信装置が前述したNFC規格やBluetooth規格等に対応している場合、通信部206がこれらの通信規格に準拠した無線通信の制御を行うよう構成すればよい。

[0030] 続けて、通信装置（AP101とSTA102～103）の機能構成について図3を用いて説明する。図3は通信装置の機能構成を説明するブロック図である。

- [0031] 通信装置は、無線LAN制御部301、フレーム生成部302、フレーム処理部303、設定管理部305、UI制御部304を有する。
- [0032] 各機能について説明する。無線LAN制御部301は、他の通信装置との間で無線信号を送受信するためのアンテナ207や通信部206を制御する。具体的には、無線LAN制御部301は、フレーム生成部302やフレーム処理部303と協働してIEEE802.11規格シリーズに従ってUHRPPDU等の無線フレームの通信制御を実行する。
- [0033] フレーム生成部302は、無線LAN制御部301からの指示に基づき、通信部やアンテナを制御して送信する無線フレームを生成する。当該無線フレームはプリアンプルフィールドとデータフィールドから構成される。データフィールドには、マネジメントフレーム、制御フレーム、データフレーム等のMAC (Medium Access Control) フレームが格納される。無線LAN制御部301は、図示省略の優先度が設けられた複数の送信キューを管理しており、当該複数の送信キューへのデータの蓄積状況等に基づき、フレーム生成部302に無線フレームの生成を指示する。
- [0034] 生成部302によって生成された物理レイヤ(PHY)のプリアンプルとデータを含む無線フレームは無線LAN制御部301、通信部206、アンテナ207によって外部に送信される。また、アンテナ207、通信部206及び無線LAN制御部301が協働することで受信した無線フレームのデータはフレーム処理部303に受け渡される。フレーム処理部303は、当該無線フレームのデータを解析し図示省略の上位レイヤの機能に通知したり、解釈して得られた情報に基づいて無線通信の制御処理を行ったりする。例えば外部から受信した無線フレームにSTA102宛のデータが格納されている場合、当該データの種別に基づき、前述したいずれかの送信キューに対して当該データを格納したりする。
- [0035] 設定管理部305は他の通信装置に対する通信に使用するMCSや自身の動作周波数帯、BSSIDやBSS Color、PPDUを通信する帯域幅の情報等、ネットワークの構築や、STAの通信に必要な通信パラメータ

を管理する。MCSは、Modulation and coding schemeの略であり、通信に適用する変調および符号スキームを示す情報である。また、後述するPreemptible PPDUの送信を行うか否かの動作設定等も記憶する。

[0036] UI制御部304は、出力部205と協働してユーザに対する操作画面を提供したり、入力部204と協働して前述した操作画面に対してなされた動作設定の変更等のユーザ操作を検知し、動作設定の変更を設定管理部305に依頼したりする。UI制御部304は、出力部205と協働して、Preemptible PPDUの送信を行うか否かの動作設定を変更するための変更画面をユーザに提供する。UI制御部304は、当該変更画面に対してなされた動作設定を変更するユーザ操作を検知すると、動作設定の変更を設定管理部305に依頼する。依頼を受け付けた設定管理部305は、記憶している動作設定を変更する。

[0037] 続けて、図4を用いて本実施形態で通信装置が通信するUHR PPDUについて説明する。図4は通信装置が送信するUHR MU (Multi User) PPDUのフォーマットの一例を示している。

[0038] 図4に示すUHR PPDUは、STF (Short Training field)、LTF (Long Training field)、SIG (Signal field) の各フィールドを含む。図4に示すように、PPDUの先頭には、IEEE 802.11a/b/g/n/ax規格に対して後方互換性を確保するためのフィールド401~403が含まれる。具体的にはトレーニングフィールドとして、L-STF (Legacy Short Training field) 401、L-LTF (Legacy Long Training field) 402が含まれる。また、シグナルフィールドとしてL-SIG (Legacy Signal field) 403が含まれる。

[0039] なお、L-LTFはL-STFの直後に配置され、L-SIGはL-LTFの直後に配置される。さらに、L-SIGの直後にはRL-SIG (Re

peated L-SIG) が配置される。RL-SIGフィールドでは、L-SIGの内容が繰り返し送信される。RL-SIGは、IEEE 802.11ax規格以降の規格に準拠したPPDUであることを受信者が認識可能とするものである。

[0040] L-STFは、PHYレイヤの無線フレーム信号の検出、自動利得制御 (AGC: Automatic Gain Control) やタイミング検出などに用いられる。L-LTFは、周波数・時刻の高精度な同期や伝搬チャンネル情報 (CSI: channel state information) 取得等に用いられる。L-SIGは、データ送信率やPHYフレーム長の情報を含んだ制御情報を送信するために用いられる。無線フレームを受信する通信装置は、当該データ送信率やPHYフレーム長の情報を用いて、当該無線フレームの送信が完了するタイミングを把握することができる。IEEE 802.11a/b/g/n/ax規格に従う機器や802.11be規格やその後継規格であるUHR規格に従う機器は、上記各種レガシーフィールドを復号することができる。

[0041] PPDUは、さらに、RL-SIGの直後に配置されるU-SIG 405 (Universal Signal field) を含む。U-SIGはIEEE 802.11be以降の規格で共通に使用される予定の、各規格の制御情報を送信するためのフィールドである。U-SIGには、PHY Version IdentifierというPHYのバージョン識別子を格納するフィールドや、BSS ColorというBSS判定のためのカラーコードを格納するフィールドが含まれている。UHR MU PPDUの場合、PHY Version IdentifierフィールドにはUHR MU PPDUを示す値 (例えば、1) が格納される。

[0042] U-SIGの直後には、UHR-SIG (Ultra High Reliability Signal field) 406が配置される。UHR-SIGには、U-SIGに入りきれない制御情報や、マルチユーザ送信を行う際に各ユーザに通知すべき制御情報が含まれる。

- [0043] 続いて、UHR-SIG406の後には、UHR用のSTFであるUHR-STF407、UHR用のLTFであるUHR-LTF408が配置される。UHR-LTFはMIMO推定やビームフォーミング推定等に用いられる情報である。MIMOのアンテナ数やビームフォーミングの要否に基づき複数個のUHR-LTFが配置されうる。最大8個のUHR-LTFが配置される。
- [0044] これらの制御用のフィールドの後にデータフィールド409と、PE (Packet extension field) 410が配置される。図4のPPDUのL-STFからUHR-LTFまでのフィールドをPHYプリアンプルと呼ぶ。
- [0045] また、UHR-SIG406は、更にCommon field406-1および1以上のUser Specific field406-2を含む。以降、User Specific fieldのことを単にユーザフィールドとも呼ぶ。
- [0046] Common field406-1はnon-OFDMAの場合は表1、OFDMAの場合は表2に例示する情報を含む。OFDMAは、Orthogonal Frequency Division Multiple Accessの略である。表1や表2のPreempt EnableおよびPreempt Timingといったサブフィールドは、データの割り込みに関連する情報を含むフィールドの一例である。
- [0047]

[表1]

表 1

Bit	Subfield	説明
B0-B3	Spatial Reuse	この PPDU の送信中に Spatial Reuse mode が許可されるかを示す
B4-B5	GI+LTF Size	GI duration と UHR-LTF のサイズを示す 0: $2 \times \text{LTF} + 0.8 \mu\text{s}$ GI 1: $2 \times \text{LTF} + 1.6 \mu\text{s}$ GI 2: $4 \times \text{LTF} + 0.8 \mu\text{s}$ GI 3: $4 \times \text{LTF} + 3.2 \mu\text{s}$ GI
B6-B8	Number Of UHR-LTF Symbols	UHR-LTF の symbol 数を示す 0: 1 UHR-LTF symbol 1: 2 UHR-LTF symbols 2: 4 UHR-LTF symbols 3: 6 UHR-LTF symbols 4: 8 UHR-LTF symbols
B9	LDPC Extra Symbol Segment	LDPC extra symbol segment の有無を示す 1:あり、0:なし
B10-B11	Pre-FEC Padding Factor	Pre-FEC padding factor を示す 0: Pre-FEC padding factor of 4 1: Pre-FEC padding factor of 1 2: Pre-FEC padding factor of 2 3: Pre-FEC padding factor of 3
B12	PE Disambiguity	PE Disambiguity を示す。
B13	Disregard	常に 1
B14	Preempt Enable	この PPDU 中に割り込みが行われる可能性があるかどうかを示す。 1: True、0:False
B15-B18	Preempt Timing	この PPDU 中に割り込みが発生しうるタイミングを示す。値 n なら $n+1$ ms 間隔で割り込みが起こりうる
B19-B21	Number Of Non-OFDMA Users	Non-OFDMA ユーザの合計数を示す 値 n であれば、ユーザ数は $n+1$ を表す。

[0048] 表 1 は non-OFDMA の場合のCOMMONフィールドの一例を示している。表 1 において、Spatial ReuseはこのPPDUの送信中に他の通信装置によるSpatial Reuseモードが許可されるか否かを示すサブフィールドである。GI+LTFはガードインターバルとLTFのサイズを示すサブフィールドである。

[0049] Number Of UHR-LTF Symbolsは、トレーニングフィールドであるUHR-LTFのシンボル数値が格納されるサブフィールドである。LDPC Extra Symbol SegmentはLDPC (Low Density Parity Check) に関する

情報が格納されるサブフィールドである。Pre-FEC Padding Factorは、前方誤り訂正機能に関する情報が格納されるサブフィールドである。PE Disambiguity、DisregardはIEEE 802.11ax規格又はIEEE 802.11beのPHYプリアンブルにおける同名のフィールドに準ずる情報が格納される。

[0050] 続けて、Preempt Enableは、このPPDUの送信において、低遅延通信の割り込みが行われる可能性があるかを示す情報を格納するサブフィールドである。当該サブフィールドに1が格納されていることは、割り込みが行われうることを示すTrueを意味する。また、当該サブフィールドに1を格納することは、割り込みが行われないことを示すFalseを意味する。なお、値と対応する情報の組み合わせはこの限りではなく、無線フレームのプリアンブルにおいて、当該無線フレームの送信中に、別データの割り込み送信が発生しうるかどうかを相手装置に伝達できる情報であればよい。以降、Preempt EnableにTrueが設定されたPPDUのことを、Preemptible PPDUとも呼ぶ。

[0051] Preempt Timingは、このPPDUの送信においてローレイテンシ通信が発生しうるタイミングを示すサブフィールドである。本実施形態では、値がnならn+1ミリ秒間隔で割り込みが発生しうることを示しているが、この限りではない。例えば、所定数のn乗などの指数部を指定することで割り込みの間隔を相手先装置に指定するよう構成してもよい。なお、Preempt EnableサブフィールドがFalseを示す場合、Preempt Timingサブフィールドには「0」が設定される。

[0052] 最後に、Number Of Non-OFDMA UsersはMU送信の対象となるユーザの合計数を示す情報を格納するサブフィールドである。以降のエンコーディングブロックではMU PPDUの個々の宛先に対して通知する情報が格納される。

[0053] 続いて、表2を用いてOFDMAの場合のCommon field 406-1について説明する。B0～B18に格納される情報はnon-OFD

MAの場合に格納される情報と同様であるため説明を省略するが、non-OFDMAの場合と同様にB14-B18にローレイテンシ通信に関する情報が格納される。B19以降には、OFDMA通信のためのリソースユニットの割り当て状況を示す情報を格納するRU Allocation-Aサブフィールドや、CRC、Tailを表すサブフィールドが格納される。RU Allocation-Aサブフィールドには帯域幅に応じて20MHzサブバンド1つ分のリソースユニットの割り当て情報、若しくは20MHzサブバンド2つ分のリソースユニットの割り当て情報が格納される。

[0054]

[表2]

表 2

Bit	Subfield	説明
B0-B3	Spatial Reuse	この PPDU の送信中に Spatial Reuse mode が許可されるかを示す
B4-B5	GI+LTF Size	GI duration と UHR-LTF のサイズを示す 0: $2 \times \text{LTF} + 0.8 \mu\text{s GI}$ 1: $2 \times \text{LTF} + 1.6 \mu\text{s GI}$ 2: $4 \times \text{LTF} + 0.8 \mu\text{s GI}$ 3: $4 \times \text{LTF} + 3.2 \mu\text{s GI}$
B6-B8	Number Of UHR-LTF Symbols	UHR-LTF の symbol 数を示す 0: 1 UHR-LTF symbol 1: 2 UHR-LTF symbols 2: 4 UHR-LTF symbols 3: 6 UHR-LTF symbols 4: 8 UHR-LTF symbols
B9	LDPC Extra Symbol Segment	LDPC extra symbol segment の有無を示す 1: あり、0: なし
B10-B11	Pre-FEC Padding Factor	Pre-FEC padding factor を示す 0: Pre-FEC padding factor of 4 1: Pre-FEC padding factor of 1 2: Pre-FEC padding factor of 2 3: Pre-FEC padding factor of 3
B12	PE Disambiguity	PE Disambiguity を示す。
B13	Disregard	常に 1
B14	Preempt Enable	この PPDU 中に割り込みが行われるかどうかを示す。 1: 許可、0: 禁止
B15-B18	Preempt Timing	この PPDU 中に割り込みを行ってよいタイミングを示す。値 n なら n+1 ms 間隔で割り込み可
B19-B18+9N	RU Allocation-A	RU Allocation の割り当てを示す。 N は 1~2 の値であり、帯域幅により可変である。
B19+9N-B22+9N	CRC	CRC を表す。
B23+9N-B28+9N	Tail	値 0 を入れる。

[0055] なお、サブフィールドの名称や、各サブフィールドを構成するビットの位置やサイズは表 1、表 2 に記載のものに限られない。同様の情報を相手先装置に伝達できる異なる名称のサブフィールドであってもよいし、そのサブフィールドの位置やサイズは適宜変形することができる。また本実施形態では、UHR-SIG406 の Common field 406-1 にローレイトンシ通信に関する情報を格納する場合を例示しているがこれに限定されるものではない。例えば、U-SIG405 にローレイトンシ通信に関する情

報を格納するように構成することもできる。

- [0056] 続けて、本実施形態における割り込み通信について図5を用いて説明する。図5は、本実施形態における割り込み通信を説明するための模式図である。
- [0057] AP101は、501に示すPreemptible PPDUをSTA102やSTA103等の配下のSTAに送信する。図5ではSTA102宛のデータを送信している場合を例示している。AP101は、501に示すPreemptible PPDUの送信中に、ローレイテンシ通信を行うべきデータがAP101の送信キューに格納されなかった場合、割り込み処理を行うことなく、Preemptible PPDUの送信を完了する。以降、ローレイテンシ通信を行うべきデータを、ローレイテンシデータとも呼ぶ。
- [0058] 一方、この501に示すPreemptible PPDUの送信中に、ローレイテンシデータがAP101の送信キューに格納された場合、502に示すような割り込み送信処理が実行される。
- [0059] 具体的には、ローレイテンシデータがAP101の送信キューに格納された場合、AP101は、PPDU Endmarkerという中断の発生を通信相手に伝達する特殊なビット列からなる信号を送信する。続けて当該信号の送信が完了してからSIFS (Short Interframe Space) 時間が経過したことに応じて、AP101は、ローレイテンシデータを格納したPPDUをローレイテンシ通信の送信宛先に対して送信する。ここでは、STA103宛にローレイテンシデータを格納したPPDUを送信する場合を例示している。当該ローレイテンシデータを格納したPPDUの送信が完了すると、AP101は、必要に応じて中断した残りのデータの送信するためのPPDUを送信する。ここでは、STA102宛に残りのデータを送信するためのPPDUを送信する場合を例示している。なお、当該残りのデータの送信を行うかどうかは任意である。例えば、残りのデータと比較して、より優先度の高いデータが送信キューに格納された場合、当該

優先度の高いデータの送信を優先することもできる。

[0060] 具体的な制御について図6、図7を用いて説明する。図6は、通信装置であるAP101が実行するPPDUの送信制御を説明するフローチャートであり、図7は通信装置であるSTA102、103が実行するPreemptible PPDUを受信する制御を説明するフローチャートである。図6及び図7のフローチャートでは、Preemptible PPDUを用いた割り込み制御を実現するための一連の手続きを抜粋して記載している。また、図6のフローチャートに示す各処理は、AP101の制御部202のプロセッサが記憶部201に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより、実行される。そして、図7のフローチャートに示す各処理は、STA102又はSTA103の制御部202のプロセッサが記憶部201に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより、実行される。なお、図6、図7における送信や変調、受信やデコード等の一部の処理は各通信装置の制御部202のプロセッサと、通信部206、制御部202のASIC、DSP、FPGAなどが協働して実現するものとする。なお処理の主体を明確に示したい場合、図3で説明した機能部を主語として説明する。

[0061] まずAP101側のPPDUの送信制御について図6を用いて説明する。図6のフローチャートに示す各処理は、AP101の制御部301が管理する送信キューに送信対象のデータが格納され、外部に対して当該データの送信処理を行う場合に実行される各処理を示している。言い換えると、図6のフローチャートに示す各処理は、AP101がEDCAに基づくコンテンション制御に基づき、送信機会(TXOP)を獲得できると判断し、PPDUを送信する場合の各処理を示している。EDCAはEnhanced Distributed Channel Accessの略である。

[0062] S601において、制御部301は、ローレイテンシ通信の割り込みが発生する見込みがあるかどうかを判断する。ローレイテンシ通信の割り込みが発生する見込みがあると判断した場合、処理をS604に進め、ローレイテンシ通信の割り込みが発生する見込みがあると判断しなかった場合、処理を

S 6 0 2に進める。当該判断は、一定期間に各S T Aと通信したデータの優先度などに基づき判断することができる。例えば、A P 1 0 1は、一定期間にI PパケットのD Sフィールドに含まれるD S C P値がE x p e d i t e d F o r w a r d i n gを意味する値に設定されたI Pパケットを通信した実績がある場合に、割り込みが発生する見込みがあると判断する。D S C Pは、D i f f e r e n t i a t e d S e r v i c e s C o d e P o i n tの略である。更に、制御部3 0 1は、これから送信しようとしている送信対象のデータがローレイテンシ通信を行うべき優先度が高い送信データ（ローレイテンシデータ）の場合は、ローレイテンシ通信の割り込みが発生する見込みがないと判断する。この判断処理により、これから送信するデータ自体がローレイテンシデータデータの場合、割り込み送信を禁ずることとなる。言い換えると、A P 1 0 1は、P r e e m p t i b l e P P D Uに対して、ローレイテンシデータと比較すると優先度の低いデータを格納する。また、制御部3 0 1は、設定管理部3 0 5と協働して、通信装置の動作設定として、P r e e m p t i b l e P P D Uの送信を行わないことを示す動作設定がなされていると判断した場合にも、ローレイテンシ通信の割り込みが発生する見込みがないと判断する。

[0063] なお、D Sフィールドの先頭3ビットをI P P r e c e d e n c e値とみなし、その値がC r i t i a lを示す「5」であるI Pパケットが一定期間内に通信された実績がある場合に割り込みが発生する見込みがあると判断してもよい。なお、判断方法はこれに限定されず、特定の端末をA P 1 0 1の通信における最優先端末としてA Pに事前登録しておき、当該特定の端末がA P 1 0 1のネットワークに参加している場合に、割り込みが発生する見込みがあると判断するように構成することもできる。また、過去の一定期間の通信の時系列データを入力としてこれからローレイテンシデータが発生しうかどうかの確率を推定し、当該推定した確率に基づき割り込みが発生する見込みがあるかどうかを判断するようにしてもよい。例えば、既知の教師あり学習やディープラーニング等の機械学習のアルゴリズムを用いて学習を

行った学習済みモデルデータに対して、過去の通信データを入力することでローレイテンシデータが発生するかどうかの確率を示す推論結果を得ることができる。

- [0064] 続けて、S 6 0 2において、制御部3 0 1は、フレーム生成部3 0 2と協働して、PHYプリアンプルのP r e e m p t E n a b l eサブフィールドにF a l s eを設定する。この際、P r e e m p t T i m i n g uサブフィールドには0を設定すればよい。続けて、制御部3 0 1は、フレーム生成部3 0 2と協働して、その他のプリアンプルフィールドに対して適宜送信パラメータ等に基づいた情報を設定するとともにデータフィールドに送信対象のデータを含むU H R M U P P D Uを生成する。
- [0065] S 6 0 3において、制御部3 0 1は、S 6 0 2で生成されたU H R M U P P D Uを送信し、一連の送信処理を終了する。
- [0066] 続けて、ローレイテンシ通信の割り込みが発生する見込みがあると判断した場合について説明する。S 6 0 4において、制御部3 0 1は、フレーム生成部3 0 2と協働して、PHYプリアンプルのP r e e m p t E n a b l eサブフィールドにT r u eを設定し、P r e e m p t T i m i n g uサブフィールドに所定値を設定する。続けて、制御部3 0 1は、フレーム生成部3 0 2と協働して、その他のプリアンプルフィールドに対して適宜送信パラメータ等に基づいた値を設定するとともにデータフィールドに送信対象のデータを含むP r e e m p t i b l e P P D Uを生成する。
- [0067] S 6 0 5において、制御部3 0 1は通信部2 0 6、アンテナ2 0 7と協働して、生成したP r e e m p t i b l e P P D Uの送信を開始する。続けてS 6 0 6において、制御部3 0 1は、ローレイテンシデータの割り込みが必要となるかどうかを判断する。ローレイテンシデータの割り込み送信が必要となると判断した場合、処理をS 6 0 8に進め、ローレイテンシデータの割り込み送信が必要となると判断していない場合、処理をS 6 0 7に進める。具体的には、制御部3 0 1は、前述したD S C P値がE x p e d i t e d F o r w a r d i n gを意味する値に設定されたI Pパケットに対応する

送信データが送信キューに格納された場合にローレイテンシデータの割り込み送信が必要となると判断する。なお、DSフィールドの先頭3ビットをIP Precedence値とみなし、その値がCriticalを示すIPパケットに対応する送信データが送信キューに格納された場合に割り込み送信が必要となると判断してもよい。

[0068] なお、本実施形態では、IPパケットにおけるQoS (Quality of Service) 情報に基づきローレイテンシデータかどうかを判断する場合を例示しているが、これに限定されるものではない。例えば、最優先端末としてAPに事前登録されたSTAに対応する送信データが送信キューに格納された場合においても割り込み送信が必要となると判断してもよい。当該ローレイテンシデータの割り込み送信が必要となると判断する処理は、特定の条件を満たしていると判断する処理の一例である。

[0069] S607において、制御部301は、Preemptible PPDUの送信処理が完了したかどうかを判断する。Preemptible PPDUの送信処理が完了したと判断した場合、一連の送信制御を終了する。一方、Preemptible PPDUの送信処理が完了したと判断しない場合（即ち、Preemptible PPDUの送信中であると判断した場合）、S605に処理を進めPreemptible PPDUの送信処理を継続する。

[0070] 最後に、ローレイテンシデータの割り込み制御について説明する。S608において、制御部301は、Preemptible PPDUのPHYプリアンプルに設定したPreempt Timingに対応する時間に達するまでデータフィールドの送信を継続する。そして、制御部301は、Preempt Timingに対応する時間に達した場合に処理をS609に進める。

[0071] S609において、制御部301は、PPDU Endmarkerとして中断の発生を通信相手に伝達する特殊なビット列からなるデータを送信し、Preemptible PPDUの送信処理を中断する。

- [0072] S 6 1 0において、制御部3 0 1は、S I F S時間の間、送信処理を待機する。S 6 1 1 1において、制御部3 0 1は、フレーム生成部3 0 2と協働して生成したローレイテンシデータを格納したP P D Uを、当該ローレイテンシデータの宛先であるS T Aに向けて送信する。前述のとおり、当該ローレイテンシデータの宛先は、S 6 0 5で送信していたP r e e m p t i b l e P P D Uの宛先とは、異なる宛先であってもよい。なお、P P D Uの生成処理はA P 1 0 1がS I F S時間を待機している間に並列して行われるものとする。また、S 6 1 0で送信するP P D UのプリアンプルのP r e e m p t E n a b l eサブフィールドには、F a l s eが設定されるものとする。ローレイテンシデータを格納したP P D Uの送信が完了すると、A P 1 0 1は、処理をS 6 1 2に進める。
- [0073] S 6 1 2において、制御部3 0 1は、送信中断したデータ送信を再開するかどうかを判断する。送信中断したデータ送信を再開すると判断した場合、処理をS 6 1 3に進め、送信中断したデータ送信を再開しないと判断した場合、一連の送信処理を終了する。例えば、制御部3 0 1は、P r e e m p t i b l e P P D Uに含まれる送信中断したデータの優先度や、残りのT X O P等に基づき送信中断したデータ送信を再開するかどうかを判断する。より具体的には、送信中断したデータの優先度と比較して、新たに送信キューに格納されたデータの優先度が高い場合や、残りのT X O Pの期間が短い場合、送信中断したデータ送信を再開しないと判断するようにすればよい。再開しないと判断した場合、中断した残りのデータは送信キューに差し戻され、A P 1 0 1が次回以降の送信機会を確保したタイミングで適宜再送信される。
- [0074] S 6 1 3において、制御部3 0 1は、S I F S時間の間、送信処理を待機する。S 6 1 4において、制御部3 0 1は、フレーム生成部3 0 2と協働して、残りのT X O Pに収まるようにデータを格納したP r e e m p t i b l e P P D Uを再生成し、S 6 0 9で中断した、残りのデータの送信を開始（再開）する。制御部3 0 1は、残りのデータのうちの一部を含むP r e e

m p t i b l e P P D Uを再生成してもよいし、データフィールドのM C Sを高くすることで、残りのデータの全てを含むP r e e m p t i b l e P P D Uを再生成してもよい。なお、当該P P D Uの再生成処理はA P 1 0 1がS I F S時間を待機している間に並列して行われるものとする。

[0075] 制御部301は、送信処理が再開されると、処理をS606に進め、P r e e m p t i b l e P P D Uの送信や別のローレイテンシデータの割り込み制御を試みる。

[0076] 以上説明した処理により、ローレイテンシデータが送信キューに格納された場合に、他のデータ送信を中断し、ローレイテンシデータを優先的に送信することが可能となる。

[0077] 続けて通信装置であるS T A 1 0 2、S T A 1 0 3におけるP P D Uの受信制御について図7を用いて説明する。図7のフローチャートに示す各処理は、S T A 1 0 2又はS T A 1 0 3が自身を宛先とするP r e e m p t i b l e P P D Uを受信する場合に実行される処理を示している。

[0078] S701において、制御部301は、フレーム処理部303と協働して、P r e e m p t i b l e P P D Uの受信処理を行う。受信処理では、具体的には、信号の復調処理やデータをデコードするデコード処理等が行われる。S702において、制御部301は、P r e e m p t i b l e P P D Uのプリアンブルに設定されたP r e e m p t T i m i n gの値を参照する。そして、制御部301は、参照したP r e e m p t T i m i n gの値と、P r e e m p t i b l e P P D Uを受信開始してからの時間経過に基づき、P r e e m p t i o nが発生しうるタイミングであるかどうかを判断する。P r e e m p t i o nが発生しうるタイミングであると判断した場合、処理をS703に進め、P r e e m p t i o nが発生しうるタイミングでないと判断した場合、処理をS704に進める。

[0079] S703において、制御部301は、フレーム処理部303と協働して、P P D U E n d m a r k e rを受信したかどうかを判断する。P P D U E n d m a r k e rを受信したと判断した場合、処理をS705に進める。

一方、PPDU Endmarkerを受信していないと判断した場合、受信処理によりデコードされたデータを受信対象のデータとして取り扱うとともに、処理をS701に進め、PPDUの受信処理を継続する。

[0080] S704において、制御部301は、フレーム処理部303と協働して、Preemptible PPDUを全て受信したかどうかを判断する。制御部301は、Preemptible PPDUを全て受信したと判断した場合、処理をS705に進め、Preemptible PPDUを全て受信していないと判断した場合、処理をS701に進める。

[0081] S705において、制御部301は、PPDUの受信完了のための処理を実行する。なお、S703でYesと判断された場合、制御部301は、Preemptible PPDUの受信処理を中止した後に、受信完了のための処理を実行する。受信完了のための処理が行われると、当該PPDUの受信を完了したSTA102又はSTA103等のSTAは、EDCAに基づいたデータ送信の制御が行える状態に遷移する。

[0082] 尚、STAはPreemptible PPDUではないPPDU、即ちPreempt EnableサブフィールドにFalseが設定されたPPDUであり、且つ自身を宛先とするPPDUを受信した場合は、当該PPDUを受信しデコードできる。従って、S603やS611でAP101から送信されるPreempt EnableサブフィールドにFalseが設定されたPPDUは、IEEE802.11規格シリーズで良く知られている既知の受信手順で適切に受信されることになる。

[0083] 以上説明した通り、Preemptible PPDUを受信するSTA102、103等の通信装置は、PPDU Endmarkerを検知することで、Preemptible PPDUの送信処理が中断される状況であることを理解する。そして、その検知に応じて受信処理を中止する制御を行うことで、Preemptible PPDUの受信処理の途中終了を適切に行えるようになる。

[0084] また、Preemptible PPDUの送信処理を中断した後、AP

101は、ローレイテンシデータを格納した全く別のPPDUを他の宛先に送信することができる。従ってローレイテンシデータの割り込み送信を実現することができるようになる。

[0085] <第2の実施形態>

第1の実施形態では、Preemptible PPDUの送信を途中で中断し、ローレイテンシデータを含む別のPPDUを割り込み送信する制御を行うことで割り込みを実現する手法について説明した。第2の実施形態では1つのPreemptible PPDUの送信中に、ローレイテンシデータを割り込み送信するための仕組みを設ける。なお、通信装置のハードウェア構成やソフトウェア構成については第1の実施形態と同様のため説明を省略する。

[0086] 第2の実施形態の制御の仕組みについて図8の模式図を用いて説明する。

第2の実施形態では図8の801に示すように、データフィールドの構成を複数のMPDUがアグリゲートされたA-MPDU形式としたPreemptible PPDUを送信する。MPDUは、MAC Protocol Data Unitの略であり、MACヘッダとペイロードを含むMACフレームである。また、A-MPDUは、Aggregation-MAC Protocol Data Unitの略である。

[0087] そしてA-MPDU形式のPreemptible PPDUの送信中に、送信キューにローレイテンシデータが格納された場合に、送信対象のMPDUを、当該ローレイテンシデータに対応するMPDUに切り替えることで割り込みを行う。802は割り込み制御を行った場合に送信されるPreemptible PPDUを示している。図8では、STA102宛の3つのMPDUの送信がなされた後、STA103宛のローレイテンシデータを格納したMPDUが送信される場合を例示している。また、その後、残りのTXOPでSTA102宛の残りの3つのMPDUの送信を行い、端数となる残りの時間についてはパディングデータを送信するようにしている。AP101は802に例示するように割り込み送信を行った場合、STA102

宛に準備したが送信できなかった残りのデータである3つのMPDUに対応するデータを次回以降の送信機会で送信する。

[0088] 具体的な制御について図9、図10を用いて説明する。図9は、通信装置であるAP101が実行するPPDUの送信制御を説明するフローチャートであり、図10は通信装置であるSTA102、103が実行するPPDUを受信する制御を説明するフローチャートである。図9及び図10のフローチャートでは、Preemptible PPDUを用いた割り込み制御を実現するための一連の手続きを抜粋して記載している。また、図6のフローチャートに示す各処理は、AP101の制御部202のプロセッサが記憶部201に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより、実行される。そして、図10のフローチャートに示す各処理は、STA102又はSTA103の制御部202のプロセッサが記憶部201に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより、実行される。なお、図9、図10における送信や変調、受信やデコード等の一部の処理は各通信装置の制御部202のプロセッサと、通信部206、制御部202のASIC、DSP、FPGAなどが協働して実現するものとする。なお処理の主体を明確に示したい場合、図3で説明した機能部を主語として説明する。

[0089] まずAP101側のPPDUの送信制御について図9を用いて説明する。図9は第1の実施形態の図6のフローチャートに代えて実行する送信制御を示している。紙面の都合上、第1の実施形態と同様の制御について適宜説明を省略しつつ第1の実施形態との差分を中心に説明する。

[0090] S901の判断処理、S902～S903の非Preemptible PPDUの送信処理は第1の実施形態におけるS601の判断処理、S601～S603の非Preemptible PPDUの送信処理と同様であるため説明を省略する。

[0091] S934において、制御部301は、Preempt EnableサブフィールドにTrueを設定する。第1の実施形態ではPreempt Timingサブフィールドに所定値を設定したが、本実施形態では、Pre

empt Timingに所定値を設定しない点差異がある。なお、第2の実施形態で説明する仕組みで割り込み制御を行う場合、プリアンブルにPreempt Timingサブフィールドを含めないようにUHR MPDUを構成してもよい。

[0092] S935において、制御部301は、フレーム生成部302と協働して、データ部が複数のMPDUで構成されたA-MPDU形式のPreemptible PPDUを生成する。本実施形態では、この処理で生成されるA-MPDU形式のPreemptible PPDUは例えば図8の801に示したような単一のSTA（例えばSTA102）を宛先とするA-MPDUであることを想定している。

[0093] 続けてS935では、制御部301は、通信部206、アンテナ207と協働してA-MPDU形式のデータを格納したPreemptible PPDUを送信する。

[0094] 続けて、S906では、制御部301は、S606で説明した処理と同様の割り込み判定処理を行う。そして割り込みが必要でないと判断した場合、S907に処理を進める。S907において、制御部301は、S607と同様のPreemptible PPDUの送信が完了したかどうかの判断を行う。Preemptible PPDUの送信が完了していないと判断した場合は、Preemptible PPDUの送信処理を継続し、完了したと判断した場合は一連の送信制御を終了する。

[0095] 続けて割り込み送信の処理について説明する。S938では、制御部301は、送信中のMPDUの末尾までのデータ送信に係属する。MPDUの末尾までのデータ送信が完了すると、処理をS939に進める。

[0096] S939において、制御部301は、フレーム生成部302と協働して、ローレイテンシデータが格納されたMPDUを生成し、当該データを送信対象のデータに差し替えてPPDUの送信を継続する。なお、ローレイテンシデータが801で示したA-MPDUの宛先（例えばSTA102）とは異なるSTA（例えばSTA103）に対するデータの場合、当該MPDUの

MACヘッダの宛先には、当該異なる宛先（例えばSTA103）が指定される。当該ローレイテンシデータが格納されたMPDUの送信が完了すると、制御部301は処理をS912に進める。S912において、S612と同様に、送信中断したデータ送信を再開するかどうかを判断する。再開しないと判断した場合、一連の送信処理を完了し、再開すると判断した場合、処理をS934に進める。

[0097] S944において、制御部301は、残りのTXOPに収まる範囲内で残りの送信対象データを再構成する。そして、制御部301は、処理をS935に進め、再構成した送信対象データを含むMPDUの送信処理を継続する。例えば802に例示するように残りのTXOPに収まる範囲内で元々送信する予定であったMPDUの送信を再開する。また、AP101は、必要に応じてパディングデータを送信する。このS944の処理により、割り込み送信が完了した後は、元々送信予定であった宛先（例えばSTA102）へのデータの送信を再開することができる。

[0098] 続けて通信装置であるSTA102、STA103におけるPPDUの受信制御について図10を用いて説明する。図10のフローチャートに示す各処理は、STA102又はSTA103が、他の通信装置によりPPDUが送信されていることを検知した場合に実行される処理を示している。

[0099] S1001において、制御部301は、アンテナ207、通信部206、フレーム処理部303と協働して、他の通信装置が送信するPPDUの受信処理を行う。S1002において、制御部301は、受信したPPDUが自身が属するBSS宛のPreemptible PPDUであるかどうかを判断する。受信したPPDUが自身が属するBSS宛のPreemptible PPDUであると判断した場合、処理をS1003に進める。一方、受信したPPDUが自身が属するBSS宛のPreemptible PPDUであると判断しなかった場合は、処理をS1005に進める。自身が属するBSS宛のPPDUであるかどうかの判断は、PPDUのプリアンブルであるUSIGに含まれるBSS Colorフィールドの値と、STA

が管理する自身が属するBSSのBSS Colorの値を比較することで実現できる。制御部301は、BSS Colorフィールドの値と、STAが管理する自身が属するBSSのBSS Color値が一致する場合、自身が属するBSS宛のPPDUであると判断する。一方、制御部301は、BSS Colorフィールドの値と、STAが管理する自身が属するBSSのBSS Colorの値が一致しない場合、自身が属するBSS宛のPPDUでないと判断する。また、Preemptible PPDUであるかどうかの判断は、PPDUのプリアンブルに含まれるPreempt EnableサブフィールドにTrueが設定されているかどうかで判断される。制御部301は、Preempt EnableサブフィールドにTrueが設定されている場合、Preemptible PPDUであると判断する。また、制御部301は、Preempt EnableサブフィールドにFalseが設定されている場合にPreemptible PPDUでないと判断する。更に、制御部301は、受信したPPDUがPreempt Enableサブフィールドを含まないEHT PPDU、HE PPDU、VHT PPDU等である場合にも、Preemptible PPDUでないと判断する。

[0100] 制御部301は、上述の判断処理で、自身が属するBSS宛のPPDUであると判断し、尚且つPreemptible PPDUであると判断した場合に、受信したPPDUが自身が属するBSS宛のPreemptible PPDUであると判断する。また、上述の判断処理で、自身が属するBSS宛のPPDUでないと判断した場合、及び又はPreemptible PPDUでないと判断した場合は、受信したPPDUが自身が属するBSS宛のPreemptible PPDUでないと判断する。なお、S1002で説明したプリアンブルを解析して自身が属するBSS宛のPreemptible PPDUであるかどうかを判断する処理は、通信部206が備えるASICやDSP等のハードウェア回路等で実現するように構成してもよい。

- [0101] 続けて、S1003において、制御部301は、フレーム処理部303と協働して、自装置宛のMPDUを待ち受け、自装置宛のMPDUをデコードすることで自装置宛のデータを受信する。また、フレーム処理部303は、他装置宛のMPDUについてはデコード処理を行わず、読み捨てる制御を行う。自身宛のMPDUであるか否かの判断は、MPDUのMACヘッダに含まれる宛先アドレスと自身のアドレスを比較することで実現すればよい。
- [0102] S1004において、制御部301は、Preemptible PPDUを全て受信したかどうかを判断する。Preemptible PPDUを全て受信したと判断した場合、一連の受信処理を終了し、Preemptible PPDUを全て受信していないと判断した場合、Preemptible PPDUの受信処理を継続する。
- [0103] S1003、S1004の処理により、自身が属するBSS宛のPreemptible PPDUが他の通信装置によって送信されている間は、そのデータフィールドを解釈する受信処理を行い続けることになる。従って、割り込み送信が行われることを期待するSTAも、Preemptible PPDUを適宜解釈でき、自身宛に割り込み送信が行われたローレイテンシデータが格納されたMPDUを適切に受信できるようになる。
- [0104] 一方、S1005において、制御部301は、受信したPPDUが自身宛のPPDUであるかどうかを判断する。受信したPPDUが自身宛のPPDUであると判断した場合、処理をS1006に進め、受信したPPDUが自身宛のPPDUでないと判断した場合、処理をS1007に進める。当該判断は、UHR MU PPDUのプリアンブルであるUHR-SIGのUser Specific fieldのSTA IDサブフィールドに格納された値と、自身のSTA IDを比較することで実現すればよい。
- [0105] S1006において、制御部301は、処理部303と協働してPPDUに含まれるデータをデコードすることで自身宛のデータを取得する。
- [0106] 一方S1007において、制御部301は、S1011で受信したPPDUのプリアンブルに含まれるデータ送信率やPHYフレーム長に基づきNA

V (Network Allocation Vector) を設定する。
そして、NAVを設定した期間中は、通信部206やアンテナ207への電力供給を一部又は全て停止することで省電力を実現するD o z e状態に遷移し、一連の受信処理を終了する。

[0107] なお、D o z e状態に遷移したSTAは、NAVを設定した期間を経過したタイミングで通信部206やアンテナ207への電力供給を再開し、データの受信やデータの送信処理を行うことができるAw a k e状態に遷移する。

[0108] 以上説明した一連の処理により、STA102、STA103等は、自身が属するBSS宛のP r e e m p t i b l e P P D Uを検知した場合、自身充てのM P D Uを待ち受けて解釈する制御を行うことができるようになる。

[0109] <変形例>

第1の実施形態では、P r e e m p t i b l e P P D UのプリアンブルにP r e e m p t T i m i n gサブフィールドを設け、当該サブフィールドに所定値を設定する場合を例示したが、当該サブフィールドを省略することもできる。この場合、STA102、103等の通信装置は、デコード対象のデータにP P D U E n d m a r k e rに相当する特定のビット列が含まれるかどうかを常に監視し、P P D U E n d m a r k e rに相当する特定のビット列を検知するように構成すればよい。

[0110] また、第2の実施形態では、自身が属するBSS宛のP r e e m p t i b l e P P D Uを検知した場合、BSSに属する各STAがAw a k e状態で自身宛のM P D Uを待ち受けるよう制御する場合を例示したがこれに限定されるものではない。例えば、受信を待ち受ける対象となるSTAの範囲をより限定するように変形することができる。図11A～図11Cを用いて変形例について説明する。図11AはAP101が送信するUHR-SIGの変形例を例示している。また、図11Bは、MU DL OFDMA通信を行う場合であり、割り込み送信が発生しない場合の通信状況を説明する模式

図である。最後に図11Cは、宛先2へのデータ送信で使用している通信リソースを用いて、宛先4に対する割り込み送信が行われた場合の通信状況を説明する模式図である。

- [0111] AP101は、割り込み送信が可能なUHR MU PPDUを送信する場合に、ローレイテンシ通信が発生する可能性があるSTAについてもUser Specific fieldに列挙する。この場合、AP101は、まず、データ通信を行いたい本命の宛先であるSTAs宛のユーザフィールドである1101-1、1101-2を列挙する。ここでは、UHR MU PPDUで2つのSTAにダウンリンクのDL MU OFDMA送信を行う場合を例示している。続けて、AP101は、ローレイテンシ通信が発生する可能性があるSTAに対応するユーザフィールド1102-1、1102-2を列挙する。ここで、ローレイテンシ通信が発生する可能性があるSTAの数は、本命の宛先の数（図11A～図11Cの場合、宛先数2）を超えない数に制限される。
- [0112] 割り込み送信が発生しない場合について図11Bを用いて説明する。この場合、宛先1のSTAは、RU Allocation-Aサブフィールドを参照して、1番目のSTAに割り当てられたリソースユニット（以降RUと呼ぶ）である「RU#1」を監視する。そして、宛先1のSTAは、当該「RU#1」において送信される自身宛のMPDUを待ち受けて適宜デコードする。
- [0113] また、この場合、宛先2のSTAは、RU Allocation-Aサブフィールドを参照して、2番目のSTAに割り当てられたRUである「#RU2」を監視し、当該RUにおいて送信される自身宛のMPDUを待ち受けて適宜デコードする。
- [0114] この際に、宛先3に対応するSTAもRU Allocation-Aサブフィールドを参照して、1番目のSTAに割り当てられた「RU#1」で自身宛の割り込みデータのMPDUを待ち受ける。また、この際に、宛先4に対応するSTAは、2番目のSTAに割り当てられた「RU#2」を監視

し、割り込みデータのMPDUを待ち受ける。

[0115] AP101は、宛先3や宛先4に対するデータであって、ローレイテンシデータが送信キューに格納されると、対応するRUで送信するデータをローレイテンシデータが格納されたMPDUに差し替える。

[0116] 図11Cは、宛先4に対するローレイテンシデータが送信キューに格納された場合の割り込み送信を例示している。このケースでは、AP101は、宛先2と宛先4の双方が監視している「#RU2」における宛先2宛のMPDU送信を1104に示すタイミングで中断する。そして、「#RU2」を用いて宛先4宛のローレイテンシデータを格納したMPDU送信を行う。宛先4に対応するSTAは前述のとおりRU#2を監視している。従って、割り込み送信された自装置宛のMPDUを適切に受信し、データをデコードすることができる。またAP101は、宛先4へのMPDU送信が完了する1105のタイミングで適宜宛先2への残りのデータ送信を再開する。

[0117] 以上説明した変形例によれば、ローレイテンシデータを待ち受けるSTAの範囲をより限定するという制約を設けることで、BSSにおける全体で発生する待機電力の増加を抑制しつつ、割り込み送信を行うことが可能となる。更に、この変形例によれば、MU-MIMO-OFDMAにより2台以上の装置に同時データ送信を行っているケースにおいても適切に割り込み送信を実現できるようになる。

[0118] (その他の実施形態)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

[0119] 発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

[0120] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

[0121] 本願は、2023年1月30日提出の日本国特許出願特願2023-012278を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

符号の説明

[0122] 101 AP
102 STA
103 STA
202 制御部
206 通信部

請求の範囲

- [請求項1] I E E E 8 0 2 . 1 1 規格に基づく無線通信が可能な通信装置であって、
- 物理レイヤ（PHY）のプリアンプルと、当該プリアンプルの後に、データが格納されたデータフィールドとを有する無線フレームを送信する送信手段を有し、
- 前記送信手段は、前記通信装置がプリアンプルにデータの割り込みに関連する情報を含み、前記データフィールドに第1のデータが格納された無線フレームを送信中の場合において、特定の条件を満たした場合に、前記第1のデータの送信を中断し、前記第1のデータとは異なる第2のデータを割り込んで送信する通信装置。
- [請求項2] 前記プリアンプルは、L-STF（Legacy Short Training field）と、L-LTF（Legacy Long Training field）と、L-SIG（Legacy Signal field）と、RL-SIG（Repeated L-SIG）と、U-SIG（Universal Signal field）と、UHR-STF（Ultra High Reliability Short Training field）と、UHR-LTF（Ultra High Reliability Long Training field）と、を含む請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記プリアンプルのU-SIGには、前記データの割り込みが行われる可能性があるか否かを示すサブフィールドが含まれており、
- 前記データの割り込みに関連する情報は、前記データの割り込みが行われる可能性があることを示す情報であり、前記通信装置は、データの割り込みを行う可能性があると判断した場合に前記サブフィールドに、前記データの割り込みが行われる可能性があることを示す情報を格納する請求項2に記載の通信装置。

- [請求項4] 前記無線フレームは、プリアンプルの前記U-RSIGと、前記UHR-STFの間に、UHR-SIG (Ultra High Reliability Signal field) が含まれているUHR-MU-PPDUであり、
- 前記UHR-SIGにはコモンフィールドと1以上のユーザフィールドが含まれており、
- 前記データの割り込みに関連する情報は、前記データの割り込みが行われる可能性があることを示す情報であり、前記通信装置は、データの割り込みを行う可能性があると判断した場合に前記コモンフィールドに、前記データの割り込みが行われる可能性があることを示す情報を格納することを特徴とする請求項2に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記送信手段が送信するデータの割り込みに関連する情報を含む無線フレームの前記プリアンプルには、前記データの割り込みが行われる可能性があるタイミングを示す第2の情報が更に含まれている請求項1乃至4のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項6] 前記第2のデータを割り込み送信した後に、前記送信を中断した第1のデータのうち、送信が完了していない残りのデータの送信を再開する再開手段を有することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項7] 前記送信手段は、前記第1のデータの送信を中断する際に、送信を中断することを示す情報を前記無線フレームを介して前記無線フレームの受信者に通知し、前記第1のデータの送信を中断した後に、プリアンプルと前記第2のデータが格納されたデータフィールドを含む第2の無線フレームであって、前記無線フレームとは異なる宛先に向けられた前記第2の無線フレームを送信することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項8] 前記第2のデータはローレイテンシ通信を行うべきデータであり、前記第1のデータは前記第2のデータと比較して送信の優先度の低い

データであり、

前記送信手段は、前記第1のデータが格納された無線フレームを送信している場合に、前記第2のデータが送信キューに格納された場合に、前記第1のデータの送信を中断し、前記第1のデータとは異なる第2のデータを割り込んで送信することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の通信装置。

[請求項9]

IEEE 802.11規格に基づく無線通信が可能な通信装置であって、

物理レイヤ(PHY)のプリアンプルであって、データの割り込みに関連する情報を含むプリアンプルと当該プリアンプルの後に第1のデータが格納されたデータフィールドを含む無線フレームを受信する受信手段と、

前記受信手段による受信処理により、前記無線フレームの前記第1のデータの受信が完了する前に、前記無線フレームの送信を中断することを示す情報を受信した場合に、前記無線フレームの受信処理を中止する中止手段を有することを特徴とする通信装置。

[請求項10]

IEEE 802.11規格に基づく無線通信が可能な通信装置の制御方法であって、

物理レイヤ(PHY)のプリアンプルと、当該プリアンプルの後に、データが格納されたデータフィールドとを有する無線フレームを送信する送信制御工程を有し、

前記送信制御工程では、前記通信装置がプリアンプルにデータの割り込みに関連する情報を含み、前記データフィールドに第1のデータが格納された無線フレームを送信中の場合において、特定の条件を満たした場合に、前記第1のデータの送信が中断され、前記第1のデータとは異なる第2のデータが割り込んで送信されることを特徴とする制御方法。

[請求項11]

IEEE 802.11規格に基づく無線通信が可能な通信装置の制

御方法であって、

物理レイヤ（PHY）のプリアンプルであって、データの割り込みに関連する情報を含むプリアンプルと、当該プリアンプルの後に、第1のデータが格納されたデータフィールドを含む無線フレームを受信する受信工程と、

前記受信工程による受信処理により、前記無線フレームの前記第1のデータの受信が完了する前に、前記無線フレームの送信を中断することを示す情報を受信した場合に、前記無線フレームの受信処理を中止する中止工程と、

を有することを特徴とする制御方法。

[請求項12]

請求項1乃至9のいずれか1項に記載の通信装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。