

明 細 書

発明の名称：

通信装置、通信装置の制御方法、およびそのプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信を行う通信装置、通信装置の制御方法、およびそのプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年の通信されるデータ量の増加に伴い、無線LAN (Local Area Network) 等の通信技術の開発が進められている。無線LANの主要な通信規格として、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11規格シリーズが知られている。IEEE802.11規格シリーズには、IEEE802.11a/b/g/n/ac/ax等の規格が含まれる。例えば、最新規格のIEEE802.11axでは、OFDMA (直交周波数多元接続) を用いて、最大9.6ギガビット毎秒 (Gbps) という高いピークスループットに加え、混雑状況下での通信速度を向上させる技術が規格化されている (特許文献1参照)。なお、OFDMAは、Orthogonal frequency-division multiple accessの略である。

[0003] さらにスループット向上や周波数利用効率の改善、通信レイテンシ改善を目指した後継規格として、IEEE802.11beと呼ばれるtask groupが発足した。

[0004] IEEE802.11beでは、1台のAPが1台のSTA (Station) と2.4GHz、5GHz、6GHz帯等の周波数バンドで複数のLinkを構築し、同時通信を行うMulti-Link通信が検討されている。Multi-Link通信におけるAPはAP MLD (Access point multi-link device) と呼称され、STA

はnon-AP MLD (non-Access point multi-link device) と呼称される。

[0005] また、IEEE 802.11beでは、Multi-Link通信におけるEnhanced multi-link multi-radio (EMLMR) 動作が検討されている。EMLMRモードで動作するnon-AP MLDは、EMLMRリンク毎の空間ストリームケイパビリティ (per-link spatial stream capability) に従った空間ストリーム数で初期フレーム交換 (initial frame exchange) した後、初期フレーム交換を行ったリンクにおいてフレーム交換シーケンス (frame exchange sequence) の終了まで次のように動作する。その動作とは、Basic variant Multi-Link要素のCommon InfoフィールドのEMLMR SUPPORTED MCS AND NSS SETサブフィールドで提示した値を最大とする空間ストリーム数でPPDU (Physical layer convergence protocol data unit) を受信し、EMLMR SUPPORTED MCS AND NSS SETサブフィールドで提示した空間ストリーム数でPPDUを送信する動作である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2018-50133号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特定のEMLMRリンクで初期フレーム交換開始後、すなわち、フレーム交換シーケンスを開始するための開始フレームを受信し、それに対する応答フレームの送信を開始するまでの間に、他のEMLMRリンクで別の開始フレームを受信した場合の動作について考慮されていない。よって、複数のE

MLMRリンクが確立されている場合、EMLMRモードでの動作を適正に制御する必要がある。

[0008] 本願発明は、複数のEMLMRリンクが確立されている場合、EMLMRモードでの動作を適正に制御することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本願発明の通信装置は、IEEE 802.11シリーズ規格に準拠したMulti-Link Deviceとして動作する通信装置であって、複数のEMLMR (Enhanced multi-link multi-radio) リンクの中から、Multi-Link通信のリンクに関する情報に基づいて、少なくとも1つのEMLMRリンクを選択する選択手段と、選択された少なくとも1つのEMLMRリンクでフレーム交換シーケンスを開始するように制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、複数のEMLMRリンクが確立されている場合、EMLMRモードでの動作を適正に制御することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明におけるネットワークの構成を示す図である。

[図2]本発明における通信装置のハードウェア構成を示す図である。

[図3]本発明における通信装置の機能構成を示す図である。

[図4]Multi-Link通信の概要を示す図である。

[図5A]Association Requestフレームに含まれるBasic variant Multi-Link elementを示す図である。

[図5B]Basic variant Multi-LinkエレメントのCommon Infoフィールドに含まれるEMLMR Capabilitiesサブフィールドを示す図である。

[図6A]本発明におけるEMLMRリンクでフレーム交換シーケンスを開始するために実行する処理のフローチャートである。

[図6B]本発明におけるEMLMRリンクでフレーム交換シーケンスを開始するために実行する処理のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付の図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、以下の実施形態において示す構成は一例に過ぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

[0013] (無線通信システムの構成)

図1は、本実施形態にかかる通信装置101(以下、Non-AP MLD101)が探索するネットワークの構成を示す。通信装置102(以下、AP MLD102)は、無線ネットワーク100を構築する役割を有するアクセスポイント(AP)である。AP MLD102はNon-AP MLD101と通信可能である。本実施形態はNon-AP MLD101、AP MLD102に適用する。

[0014] Non-AP MLD101、AP MLD102の各々は、IEEE802.11be(EHT)規格に準拠した無線通信を実行することができる。なお、IEEEはInstitute of Electrical and Electronics Engineersの略である。Non-AP MLD101、AP MLD102は、2.4GHz帯、5GHz帯、および6GHz帯の周波数において通信することができる。各通信装置が使用する周波数帯は、これに限定されるものではなく、例えば60GHz帯のように、異なる周波数帯を使用してもよい。また、Non-AP MLD101、AP MLD102は、20MHz、40MHz、80MHz、160MHz、および320MHzの帯域幅を使用して通信することができる。各通信装置が使用する帯域幅は、これに限定されるものではなく、例えば240MHzや4MHzのように、異なる帯域幅を使用してもよい。

[0015] Non-AP MLD101、AP MLD102は、IEEE802.11be規格に準拠したOFDMA通信を実行することで、複数のユーザの信号を多重する、マルチユーザ(MU、Multi User)通信を実現

することができる。OFDMAは、Orthogonal Frequency Division Multiple Access（直交周波数分割多元接続）の略である。OFDMA通信では、分割された周波数帯域の一部（RU、Resource Unit）が各STAにそれぞれ重ならないように割り当てられ、各STAの搬送波が直交する。そのため、APは規定された帯域幅の中で複数のSTAと並行して通信することができる。

[0016] 一般的に電波は周波数によって届く範囲が異なり、周波数が低いほど電波の回折が大きく遠くまで届き、周波数が高いほど電波の回折が小さく届く距離も短いことが知られている。途中障害物があったとしても、周波数が低い電波は障害物を回り込んで届くが、周波数が高い電波は直進性が高いために回り込みづらく、届かないことがある。一方で2.4GHzの周波数は他の機器が使用することも多く、電子レンジが同じ周波数帯の電波を発することが知られている。このように同じ機器が発する電波であっても、配置する場所や環境によっては周波数帯によって届く電波の強さやSN（Signal/Noise）比に違いが生じることが考えられる。

[0017] なお、Non-AP MLD101、AP MLD102は、IEEE 802.11be規格に対応するとしたが、これに加えて、IEEE 802.11be規格より前の規格であるレガシー規格に対応していてもよい。具体的には、Non-AP MLD101、AP MLD102は、IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax規格の少なくともいずれか一つに対応していてもよい。また、IEEE 802.11シリーズ規格に加えて、Bluetooth（登録商標）、NFC、UWB、ZigBee、MBOAなどの他の通信規格に対応していてもよい。なお、UWBはUltra Wide Bandの略であり、MBOAはMulti Band OFDM Allianceの略である。また、NFCはNear Field Communicationの略である。UWBには、ワイヤレスUSB、ワイヤレス1394、WiNETなどが含まれる。また、有線LANなどの有線通信の通信規格に対応していてもよい。AP MLD102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AP MLD 102は、IEEE 802.11be規格に準拠した無線通信を実行することができる無線チップなどの情報処理装置であってもよい。

[0018] また、Non-AP MLD 101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、ヘッドセットなどが挙げられるが、これらに限定されない。また、Non-AP MLD 101は、IEEE 802.11be規格に準拠した無線通信を実行することができる無線チップなどの情報処理装置であってもよい。

[0019] 各通信装置は、20MHz、40MHz、80MHz、160MHz、および320MHzの帯域幅を使用して通信することができる。

[0020] また、Non-AP MLD 101、AP MLD 102は、複数の周波数チャネルを介してリンクを確立し、通信するMulti-Link通信を実行する。IEEE 802.11シリーズ規格では、60GHz帯を除いて各周波数チャネルの帯域幅は20MHzとして定義されている。60GHz帯では2.16GHzとして定義されている。ここで、周波数チャネルとは、IEEE 802.11シリーズ規格に定義された周波数チャネルであって、IEEE 802.11シリーズ規格では、2.4GHz帯、5GHz帯、6GHz帯、60GHz帯の各周波数帯に複数の周波数チャネルが定義されている。なお、隣接する周波数チャネルとボンディングすることで、1つの周波数チャネルにおいて40MHz以上の帯域幅を利用してもよい。例えばAP MLD 102はNon-AP MLD 101と2.4GHz帯の第1の周波数チャネルを介したリンクを確立し、通信する能力がある。Non-AP MLD 101はこれと並行してAP MLD 102と5GHz帯の第2の周波数チャネルを介したリンクを確立し、通信する能力がある。この場合に、Non-AP MLD 101は、第1の周波数チャネルを介したリンクと並行して、第2の周波数チャネルを介した第2のリンクを維持するMulti-Link通信を実行する。

- [0021] このようにAP MLD102は複数の周波数チャネルを介したリンクをNon-AP MLD101と確立することで、Non-AP MLD101との通信におけるスループットを向上させることができる。
- [0022] 尚、各通信機器間のリンクはMulti-link通信において、周波数帯の異なるリンクを複数確立してもよい。例えば、Non-AP MLD101は2.4GHz帯、5GHz帯、6GHz帯それぞれでリンクを確立できるようにしてもよい。あるいは同じ周波数帯に含まれる複数の異なるチャネルを介してリンクを確立できるようにしてもよい。例えば2.4GHz帯における6chのリンクを第1のリンクとして、これに加えて2.4GHz帯における1chのリンクを第2のリンクとして確立できるようにしてもよい。なお、周波数帯が同じリンクと、異なるリンクとが混在していてもよい。例えば、Non-AP MLD101は2.4GHz帯における6chの第一のリンクに加えて、2.4GHz帯の1chのリンクと、5GHz帯における149chのリンクを確立できてもよい。Non-AP MLD101とAPは周波数の異なる複数の接続を確立することで、ある帯域が混雑している場合であっても、Non-AP MLD101と他方の帯域で通信を確立することができる。そのため、Non-AP MLD101との通信におけるスループットの低下や通信遅延を防ぐことができる。
- [0023] 尚、図1の無線ネットワークではAP MLD1台とNon-AP MLD1台となっているが、AP MLDおよびNon-AP MLDの台数や配置はこれに限定されない。例えば、図1の無線ネットワークに加えて、Non-AP MLDを1台増やしてもよい。このとき確立する各リンクの周波数帯やリンクの数、周波数幅は問わない。
- [0024] Multi-link通信を行う場合、AP MLD102とNon-AP MLD101とは、複数のリンクを介して相手装置とデータの送受信を行う。Multi-linkを構成するリンクの内の1つのリンクでデータの送受信を行ってもよい。
- [0025] また、AP MLD102とNon-AP MLD101はMIMO (M

ultiple-Input And Multiple-Output) 通信を実行できてよい。この場合、AP MLD102およびNon-AP MLD101は複数のアンテナを有し、一方がそれぞれのアンテナから異なる信号を同じ周波数チャネルを用いて送る。受信側は、複数のアンテナを用いて複数ストリームから到達したすべての信号を同時に受信し、各ストリームの信号を分離し、復号する。このように、MIMO通信を実行することで、AP MLD102およびNon-AP MLD101は、MIMO通信を実行しない場合と比べて、同じ時間でより多くのデータを通信することができる。また、AP MLD102およびNon-AP MLD101は、Multi-link通信を行う場合に、一部のリンクにおいてMIMO通信を実行してもよい。

[0026] (AP MLDおよびNon-AP MLDの構成)

図2に、本実施形態におけるNon-AP MLD101のハードウェア構成例を示す。Non-AP MLD101は、記憶部201、制御部202、機能部203、入力部204、出力部205、通信部206およびアンテナ207を有する。なお、アンテナは複数でもよい。

[0027] 記憶部201は、ROMやRAM等の1以上のメモリにより構成され、後述する各種動作を行うためのコンピュータプログラムや、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。ROMはRead Only Memoryの、RAMはRandom Access Memoryの夫々略である。なお、記憶部201として、ROM、RAM等のメモリの他に、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、DVDなどの記憶媒体を用いてもよい。また、記憶部201が複数のメモリ等を備えていてもよい。

[0028] 制御部202は、例えば、CPUやMPU等の1以上のプロセッサにより構成され、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、Non-AP MLD101の全体を制御する。なお、制御部2

02は、記憶部201に記憶されたコンピュータプログラムとOS（Operating System）との協働により、Non-AP MLD101の全体を制御するようにしてもよい。また、制御部202は、他の通信装置との通信において送信するデータや信号（無線フレーム）を生成する。なお、CPUはCentral Processing Unitの、MPUは、Micro Processing Unitの略である。また、制御部202がマルチコア等の複数のプロセッサを備え、複数のプロセッサによりNon-AP MLD101全体を制御するようにしてもよい。

[0029] また、制御部202は、機能部203を制御して、無線通信や、撮像、印刷、投影等の所定の処理を実行する。機能部203は、Non-AP MLD101が所定の処理を実行するためのハードウェアである。

[0030] 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、モニタ画面やスピーカーを介して、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、モニタ画面上への表示や、スピーカーによる音声出力、振動出力などであってもよい。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。また、入力部204および出力部205は、夫々Non-AP MLD101と一体であってもよいし、別体であってもよい。

[0031] 通信部206は、IEEE802.11b規格に準拠した無線通信の制御を行う。また、通信部206は、IEEE802.11b規格に加えて、他のIEEE802.11シリーズ規格に準拠した無線通信の制御や、有線LAN等の有線通信の制御を行ってもよい。通信部206は、アンテナ207を制御して、制御部202によって生成された無線通信のための信号の送受信を行う。

[0032] なお、Non-AP MLD101が、IEEE802.11b規格に加えて、NFC規格やBluetooth規格等に対応している場合、これらの通信規格に準拠した無線通信の制御を行ってもよい。また、Non-AP MLD101が複数の通信規格に準拠した無線通信を実行できる場合、

夫々の通信規格に対応した通信部とアンテナを個別に有する構成であってもよい。Non-AP MLD 101は通信部206を介して、画像データや文書データ、映像データ等のデータをNon-AP MLD 101と通信する。なお、アンテナ207は、通信部206と別体として構成されていてもよいし、通信部206と合わせて一つのモジュールとして構成されていてもよい。

[0033] アンテナ207は、2.4GHz帯、5GHz帯、および6GHz帯における通信が可能なアンテナである。本実施形態では、Non-AP MLD 101は1つのアンテナを有するとしたが、3つのアンテナでもよい。または、周波数帯ごとに異なるアンテナを有していてもよい。また、Non-AP MLD 101は、アンテナを複数有している場合、各アンテナに対応した通信部206を有していてもよい。

[0034] なお、AP MLD 102はNon-AP MLD 101と同様のハードウェア構成を有する。

[0035] 図3には、本実施形態におけるNon-AP MLD 101の機能構成のブロック図を示す。なお、AP MLD 102も同様の構成である。ここではNon-AP MLD 101は無線LAN制御部301を備えるものとする。なお、無線LAN制御部の数は1つに限らず、2つでもよいし、3つ以上でも構わない。Non-AP MLD 101は、さらに、フレーム処理部302、EMLMR管理部303、UI制御部304および記憶部305、無線アンテナ306を有する。

[0036] 無線LAN制御部301は、他の無線LAN装置との間で無線信号を送受信するためのアンテナ並びに回路、およびそれらを制御するプログラムを含んで構成される。無線LAN制御部301は、IEEE 802.11規格シリーズに従って、フレーム処理部302で生成されたフレームを元に無線LANの通信制御を実行する。

[0037] フレーム処理部302は、無線LAN制御部301で送受信する無線制御フレームを処理する。フレーム処理部302で生成及び解析する無線制御の

内容は記憶部305に保存されている設定によって制約を課してもよい。またUI制御部304からのユーザ設定によって変更してもよい。生成されたフレームの情報は無線LAN制御部301に送られ、通信相手に送信される。無線LAN制御部301で受信したフレームの情報はフレーム処理部302に渡され解析される。

[0038] EMLMR管理部303は、どのリンクをEMLMRリンクとするかの管理制御を行う。管理制御には、EMLMRリンクの確立、およびEMLMRリンクの削除などがある。

[0039] EMLMRリンクの確立とは、Multi-Link確立時、もしくはMulti-Link確立後に、EMLMRリンクを特定した状態を指す。EMLMRリンクの削除とは、EMLMRリンクとして特定されたリンクのその状態を解除することを指す。

[0040] UI制御部304は、Non-AP MLD101の不図示のユーザによるNon-AP MLD101に対する操作を受け付けるためのタッチパネルまたはボタン等のユーザインタフェースに関わるハードウェアおよびそれらを制御するプログラムを含んで構成される。なお、UI制御部304は、例えば画像等の表示、または音声出力等の情報をユーザに提示するための機能も有する。

[0041] 記憶部305は、Non-AP MLD101が動作するプログラムおよびデータを保存するROMとRAM等によって構成されうる記憶装置である。

[0042] 図4にMulti-Link通信を行うAP MLDとNon-AP MLDの構成を示す。

[0043] Multi-Linkで動作する通信装置はMLD (Multi-Link Device) と呼び、一つのMLDは各Linkに紐づくSTAやAP (Access Point) を複数個有する。AP機能を有するMLDをAP MLD、AP機能を有さないMLDをNon-AP MLDと呼ぶ。

[0044] 図4のAP1 401とSTA1 404は第1の周波数チャンネルを介してLink1 407を確立する。同様に、AP2 402とSTA2 405は第2の周波数チャンネルを介してLink2 408を確立し、AP3 403とSTA3 406は第3の周波数チャンネルを介してLink3 409を確立する。

[0045] ここでAP MLDとNon-AP MLDは、サブGHz帯、2.4GHz帯、3.6GHz帯、4.9及び5GHz帯、60GHz帯、及び6GHz帯の周波数チャンネルを介して接続を確立する。AP MLDおよびNon-AP MLDは、第1の周波数チャンネルを介した第1のリンクの接続と並行して、第2の周波数チャンネルを介した第2のリンクの接続を維持する。また、異なる周波数帯域の接続ではなく、同じ周波数帯域の異なる周波数チャンネルを介した接続を複数確立してもよい。

[0046] また、Link1、Link2、Link3のそれぞれには、空間ストリームケイパビリティ(per-link spatial stream capability)に従った空間ストリーム数が割り当てられている。6本のアンテナが存在すると仮定した場合、それぞれのリンクは2本ずつのアンテナを利用したリンクとなる。すなわち、夫々のリンクの空間ストリームケイパビリティは「2」である。後述するが、Link1とLink2および／またはLink3がEMLMRリンクである場合、Link1のEMLMR動作(EMLMR Operation)中の空間ストリームケイパビリティは「4」または「6」となり、Link2および／またはLink3は「0」となる。結果、Link1を介して、1つのデータを分割したそれぞれのデータ、もしくは異なる複数のデータを複数のアンテナを利用し空間的に干渉しないよう同一タイミング、かつ同一周波数で送受信することが可能になる。なお、空間ストリーム数の決定は、non-AP MLDがEHTに対応していることを宣言するフレームに含まれるEHT Capabilitiesエレメント、またはEHT Operationエレメントで決定される。具体的には、EHT Capabilitiesエレメント、

またはEHT Operationエレメントに含まれるSupported EHT-MCS And NSS Setフィールド、またはBasic EHT-MCS And NSS Setフィールドの値に基づいて決定される。

[0047] 図5AにAssociation RequestフレームにおけるBasic variant Multi-Link elementを示す。図5Bに、Basic variant Multi-LinkエレメントのCommon Infoフィールドに含まれるEMLMR Capabilitiesサブフィールドを示す。EMLMR Supportフィールドが「0」の場合、EMLMRに非対応であることを示し、「1」の場合、EMLMRに対応していることを示す。Multi-Link通信が確立した際に、すべてのリンクがEMLMRリンクを確立する。Basic variant Multi-Linkエレメントは、Multi-Linkを確立する際のAssociation Requestフレームに含まれるものとして説明しているが、probe requestフレーム、probe responseフレーム、association responseフレーム、Beaconフレームなどに含まれても良い。

[0048] EMLMRリンクの確立は値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームをMulti-Linkを構成する各リンクで送信、受信、または交換することで行われる。その際、Multi-Linkを構成する一部のリンクのみでそれが行われることで、その一部のリンクのみでEMLMRリンクが確立されてもよい。また、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを1つのリンクで送信、受信、または交換することで他のリンクを含む複数のリンクでEMLMRリンクが確立されてもよい。その場合、Multi-Linkを構成する全てのリンクでEMLMRリンクが確立されてもよいし、一部のリンクのみでEMLMRリンクが確立されてもよい。EMLMRリンクを確立するリンクを指定するために、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを

含むフレームに、EMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報を含めることで、EMLMRリンクを確立するリンクを指定してもよい。リンクを識別するための情報としてはリンクID (Link identifier)、当該リンクに対応するBSSID (Basic service set identifier)、TID (Traffic identifier) 等が利用できる。

[0049] EMLMR Supported MCS And NSS SetサブフィールドはEMLMR動作中にPPDUを送受信する際の最大空間ストリーム数を指す。特定のリンクがEMLMR動作することで、EMLMR動作するリンク以外のリンクに割り当てられている空間ストリーム数は減少し、特定のリンクは増大した空間ストリーム数でPPDUの送受信が可能になる。

[0050] なお、Multi-Link確立時にEMLMRリンクを確立するように指示を行ったが、Multi-Linkを確立後に送信されるActionフレームでEMLMRリンクの確立を指定しても良い。その場合、EML (Enhanced Multi-Link) Operating Mode Notificationフレームと呼ばれるフレームを用意し、EMLMRリンクを確立するように指示すれば良い。例えば、Non AP MLDの場合、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを受信し、値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを送信した際に、それらのフレームを送受信したリンクがEMLMRリンクを確立する。または、Multi-linkを構成する他の一部のリンクまたは全部のリンクがEMLMRリンクを確立してもよい。また、AP MLDの場合、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを送信し、値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを受信した際に、それらのフレームを送受信したリンクがEML

MRリンクを確立する。または、Multi-linkを構成する他の一部のリンクまたは全部のリンクがEMLMRリンクを確立してもよい。その場合、EML Operating Mode NotificationフレームにEMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報を含めることで、EMLMRリンクを確立するリンクを指定してもよい。リンクを識別するための情報としてはリンクID (Link identifier)、当該リンクに対応するBSSID (Basic service set identifier)、TID (Traffic identifier) 等が利用できる。

[0051] Non-AP MLDが主体となってEMLMRリンクを確立するものと説明したが、AP MLDからEMLMRリンクの確立を指示しても良い。なお、EML Operating Mode Notificationフレームは、non-AP MLDがEMLMRモードで動作するために送信するActionフレームであり、Multi-link通信を確立した際にEMLMRリンクを確立しなかった場合、またはEMLMRリンク確立後にそれが削除された後にEMLMRモードで動作するために送信する必要があるフレームである。

[0052] 次に、Non-AP MLD 101、および／またはAP MLD 102がEMLMRリンクを確立した後にEMLMRモードで動作しフレーム交換を行う際の動きについて図6A、図6Bを用いて説明する。フレーム交換シーケンスは、開始フレームが送信されるタイミングから始まっていることから、EMLMR動作するEMLMRリンクはフレーム交換シーケンスを続行すると本願発明では表現している。以下の動きの主体は、フレーム処理部302、もしくはEMLMR制御部303の動きであるが、通信装置としての動きはNon-AP MLD 101、およびAP MLD 102の少なくとも1つの通信装置の動きである。よって、以後の動作主体は通信装置の制御部202として説明する。

[0053] S0において、制御部202は、EMLMRリンクを確立する。EML

MRリンクの確立は上述した通りの方法のうちいずれかの方法によって確立する。この時点では、いずれのリンクともまだEMLMR動作していない。次に、S1において、制御部202は、通信相手となる通信装置へ送信すべきデータが存在するか否かを判定する。送信すべきデータとは、任意の通信装置から通信相手となる通信装置へ送信依頼されたデータ、もしくは、機能部203により生成されたデータなどがある。

[0054] S1においてYesと判定された場合はS2に遷移し、Noと判定された場合S3に遷移する。S3において、制御部202は相手方となる通信装置からEMLMRリンクで開始フレームを受信したか否かを判定する。S3においてYesと判定された場合はS9へ遷移し、Noと判定された場合S13の判定へ遷移する。EMLMRリンクの開始フレームは、IEEE802.11規格書Annex Gに定義されているフレーム交換シーケンス(Frame exchange sequence)において、最初に送信されるフレームである。例えば、RTS(Request To Send)フレームや、MU-RTS Triggerフレームなどがある。この開始フレームが、EMLMRリンクを確立した後、フレーム交換をEMLMRリンクで開始するための指示となる。

[0055] S13において、制御部202はEMLMRリンクを削除するか否かの判定を行い、削除する場合に本処理を終了させる。EMLMRリンクを削除しない場合は再びS1の判定へ遷移する。よって、EMLMRリンクを確立している間は図6A、図6Bの処理は継続となる一方、EMLMRリンクが削除されることで処理は終了となる。なお、EMLMRリンクの削除は、通信装置が一定時間EMLMRリンクを介したデータ送受信が行われないことを条件に削除する方法や、相手方となる通信装置からEMLMRリンクの削除要求を含むフレームを受信したことで削除する方法などが考えられる。EMLMRリンクの削除要求を含むフレームとは、値が0であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレーム、値が0であるEMLMR Suppor

t サブフィールドを含むフレーム等である。

[0056] EMLMRリンクの削除はそれらのフレームを各EMLMRリンクで送信、受信、または交換することで行われる。その際、EMLMRリンクを構成する一部のリンクのみでそれが行われることで、その一部のEMLMRリンクのみが削除されてもよい。また、全てのリンクでそれが行われることで、全てのEMLMRリンクが削除されてもよい。また、EMLMRリンクの削除要求を含むフレームを1つのリンクで送信、受信、または交換することで他のEMLMRリンクを含む複数のEMLMRリンクでEMLMRリンクが削除されてもよい。その場合、全てのEMLMRリンクが削除されてもよいし、一部のEMLMRリンクのみが削除されてもよい。その際、EMLMRリンクの削除要求を含むフレームに、削除するEMLMRリンクを識別するための情報を含めることで、削除するEMLMRリンクを指定してもよい。リンクを識別するための情報としてはリンクID (Link identifier)、当該リンクに対応するBSSID (Basic service set identifier)、TID (Traffic identifier) 等が利用できる。

[0057] S2において、制御部202はEMLMRリンクが複数確立されているか否かを判定する。例えば、Link1のみならず、Link2も確立されていればYesと判定され、Link1のみ確立している場合はNoと判定される。複数のEMLMRリンクが確立されているか否かを確認する方法は、複数のリンクの各々が、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを送信かつ受信したかを判定する方法が考えられる。または、non AP MLDの場合、複数のリンクの各々が、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを受信し、値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを送信したかを判定する方法が考えられる。または、AP MLDの場合、複数のリンクの各々が、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレ

ームを送信し、値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを受信したかを判定する方法が考えられる。または、複数のリンクの各々ではなく、Multi-linkを構成するいずれかのリンクで上述の判定を行うことで複数のEMLMRリンクが確立されているか否かを確認してもよい。

[0058] その場合、値が1であるEMLMR SupportサブフィールドとEMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報を含むフレームを交換し、双方が送信したフレームにおいてリンクを識別するための情報が一致したリンクが複数存在している場合、複数のEMLMRリンクが確立されていると判定してもよい。ここで、non-AP MLDの場合、EMLMR SupportサブフィールドとEMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報を含むフレームに代えて、EMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報を含むEML Operating Mode Notificationフレームを送信してもよい。AP MLDの場合、EMLMR SupportサブフィールドとEMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報を含むフレームに代えて、EMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報を含むEML Operating Mode Notificationフレームを受信してもよい。

[0059] S2においてNoと判定された場合、EMLMRリンクである特定の1つのリンクで開始フレームを相手方の通信装置に送信する。S2においてYesと判定された場合、所定の基準で複数のEMLMRリンクの中から1つのEMLMRリンクを選択する。

[0060] 所定の基準での決め方とは次のような決定方法である。大きく分けて3つの決定方法があり、(1)リンクを識別するための情報(リンクID等)に基づいて選択、(2)EMLMRリンクが確立された順序に基づいて選択、(3)通信性能(リンクに対応するチャンネルの混雑度(APに接続しているSTAの数)等)の少なくともいずれか1つに基づいて選択する。

[0061] リンクを識別するための情報（リンクID等）に基づいて選択する場合、図5Aに示すMulti-Link element のLink IDサブフィールドを参照し決定する。Link IDはMulti-Linkを確立することで、リンク毎に割り当てられるIDである。リンクIDを確立した順序でIDが割り振られる場合、複数のEMLMRリンクの内、リンクIDの番号が低いリンクを、選択する1つのEMLMRリンクとする。または、リンクIDの番号が高いリンクを、選択する1つのEMLMRリンクとしても良い。

[0062] EMLMRリンクが確立された順序に基づいて選択する場合、より具体的には次の順序の中から少なくとも1つの順序に基づいて選択する。

- ・ 値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを送信した順序

- ・ 値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを受信した順序

- ・ 値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを送信かつ受信した順序

- ・ 値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを送信した順序（non-AP MLDの場合）

- ・ 値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを受信した順序（AP MLDの場合）

- ・ 値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを受信し、かつ、値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを送信した順序（non-AP MLDの場合）

- ・ 値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを送信し、かつ、値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含む

むEML Operating Mode Notificationフレームを受信した順序（AP MLDの場合）

- [0063] 上記フレームにEMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報が含まれている場合、その情報を送信もしくは受信した順序に基づいて、その情報で識別されるEMLMRリンクを選択してもよい。また、送信したEMLMRリンクを確立するリンクを識別するための情報と受信したそれが一致した順序に基づいて、その情報で識別されるEMLMRリンクを選択してもよい。
- [0064] この順序に従ってそれぞれのEMLMRリンクに順番が1の値から割り当てられる。つまり、リンクの順番が1のEMLMRリンクが、所定の基準で選択されるEMLMRリンクとなる。例えば、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを受信した順序でEMLMRリンクを選択する場合、AP MLDが、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームをLink 1で受信し、その後Link 2で受信したと仮定した場合、Link 1が1の順番を割り当てられるのでLink 1を選択することになる。なお、その他の実施例で説明を行うが、複数のEMLMRリンクを選択する場合は、順番が低い順からEMLMRリンクを確立可能な規定値まで選択することになる。
- [0065] 通信性能に基づいて選択する場合、夫々のEMLMRリンクに対応するチャンネルの混雑度を計測し、混雑度が最も低いEMLMRリンクを、選択する1つのEMLMRリンクとする。計測方法としては、APに接続しているSTAの数で判断する方法がある他、Multi-Linkの各リンクにおけるチャンネルの占有率を求める方法が考えられる。
- [0066] S4において1つのEMLMRリンクを選択した後、S5において制御部202は選択されたEMLMRリンクを介してフレーム交換シーケンスを開始するための開始フレームを送信する。S6において、制御部202は開始フレームを送信開始してから応答フレームを受信し、そしてEMLMRリンクで最初にフレームを送信するまでの期間において、選択されたEMLMR

リンクとは別のEMLMRリンクで別の開始フレームを受信したか否かを判定する。EMLMRリンクの応答フレームは、IEEE 802.11規格書 Annex Gに定義されているフレーム交換シーケンス (Frame exchange sequence) において、開始フレームを受信した通信装置からそれに対する応答として送信されるフレームである。例えば、CTS (Clear To Send) フレームなどがある。

[0067] S6においてNoと判定された場合、すなわち、選択されたEMLMRリンクとは別のEMLMRリンクで別の開始フレームを受信したことを検出なかった場合、S10において制御部202は開始フレームに対する応答フレームを受信したか否かを判定する。受信しなかった場合はS13に遷移し、受信した場合はS11に遷移する。S11については後述する。

[0068] S6においてYesと判定された場合、すなわち、選択されたEMLMRリンクとは別のEMLMRリンクで別の開始フレームを受信したことを検出した場合、制御部202は開始フレームを送信または受信したEMLMRリンクの中から1つのEMLMRリンクを選択する。所定の基準は、S4と同様であるため説明を省略する。S8において、制御部202は選択したリンクが開始フレームを受信したリンクであるか否かを判定する。S8においてYesと判定された場合、S9において制御部202は応答フレームを送信し選択したリンクでEMLMR動作させるため、S11の処理を実行する。すなわち、選択されたリンクは相手方となる通信装置がEMLMR動作させたいリンクであり、相手方となる通信装置の要望に沿ったEMLMR動作を可能にする。

[0069] S8においてNoと判定された場合、S10において制御部202は開始フレームに対する応答フレームを受信したか否かを判定する。すなわち、選択されたリンクは図6A、図6Bの処理を実行する通信装置がEMLMR動作させたいリンクであり、たとえ別のEMLMRリンクで開始フレームを受信してもEMLMR動作させないように制御することになる。

[0070] S11において制御部202は、non-AP MLDが本フロー開始前

に送信した Basic variant Multi-Link エLEMENT の Common Info フィールドの EMLMR SUPPORTED MCS AND NSS SET サブフィールドで提示した空間ストリーム数を最大とする空間ストリーム数でのフレーム交換を開始する。これにより、選択された EMLMR リンクは、EMLMR 動作することとなる。S12 において制御部 202 は、フレーム交換シーケンスが終了したか否かを判定し、終了するまでフレーム交換シーケンスを継続する。終了した場合は、S13 に遷移する。

[0071] 以上、実施例 1 では、EMLMR 動作開始前に相手方となる通信装置と複数の開始フレームのやり取りがあった場合、EMLMR 動作を適正に制御する方法について説明した。適正に制御する具体的な方法とは、所定の基準で EMLMR リンクを選択し、選択した EMLMR リンクで EMLMR 動作させる、すなわち、選択した EMLMR リンクでフレーム交換シーケンスを続行し、選択されなかった EMLMR リンクではフレーム交換シーケンスを一時的に停止する方法である。

[0072] [その他の実施例]

実施例 1 では、EMLMR リンクを 1 つ選択する方法を開示したが、複数の EMLMR リンクを EMLMR モードで動作させても良い。例えば、通信装置と、相手方となる通信装置との間に Link 1 乃至 Link 4 までの 4 本のリンクが形成されているとする。Link 1 と Link 2 を EMLMR リンクとして動作させる場合、Link 1 に Link 3 の空間ストリームを割り当て、Link 2 に Link 4 の空間ストリームを割り当てる方法などがある。結果、Link 1 および Link 2 の空間ストリーム数は増加し、逆に Link 3 および Link 4 の空間ストリーム数は減少する。このようなケースも考えられるため、空間ストリーム数を増加させる EMLMR リンクが複数存在できる場合は、図 6 A、図 6 B の S4 および S7 で所定の基準で複数の EMLMR リンクを選択すれば良い。

[0073] 実施例 1 では、EMLMR リンクが確立された順序に基づいて選択する際

に、順番が低い順から選択を行ったが、順番が高い順から選択を行っても良いし、真ん中の順番を最初に選択しいても良い。

[0074] 実施例 1 では、開始フレームを受信した EMLMR リンクでフレーム交換シーケンスを続行する方法と、開始フレームを送信した EMLMR リンクでフレーム交換シーケンスを続行する方法の両方に対応する例を説明した。しかしながら、開始フレームを受信した EMLMR リンクでのみフレーム交換シーケンスを続行する方法や、開始フレームを送信した EMLMR リンクでのみフレーム交換シーケンスを続行する方法も考えられる。前者の場合、S 7 と S 8 の処理を行わず、S 6 で Y e s と判定された際は、開始フレームを受信した EMLMR リンクでフレーム交換シーケンスを続行する。後者の場合、S 7 と S 8 の処理を行わず、S 6 で Y e s と判定された際でも、S 1 0 の応答フレームを受信する判定を実行し、開始フレームを送信した EMLMR リンクでフレーム交換シーケンスを続行する。

[0075] 実施例 1 では、所定の基準で EMLMR リンクを選択し、選択した EMLMR リンクで EMLMR 動作させる方法を開示した。しかし、EMLMR 動作開始前に相手方となる通信装置と複数の開始フレームのやり取りがあった場合、全ての EMLMR リンクのフレーム交換シーケンスを中止する方法も考えられる。この場合、再び、開始フレームを送信するまたは受信するステップからやり直す必要がある。具体的には、S 6 で Y e s と判定された場合、S 1 3 に遷移する。これにより、EMLMR 動作をキャンセルし、想定された適切な手順で任意の EMLMR リンクを EMLMR 動作させることが可能になる。

[0076] 実施例 1 では、所定の基準で EMLMR リンクを選択し、選択した EMLMR リンクを EMLMR 動作させる方法を開示した。しかし、EMLMR 動作開始前に相手方となる通信装置と複数の開始フレームのやり取りがあった場合、リンクごとの空間ストリームケイパビリティに従った空間ストリーム数でフレーム交換を行う方法も考えられる。この場合、S 7 と S 8 の処理を行わず、S 6 で Y e s と判定された際は、応答フレームを受信または送信し

た後、S11の処理を実行する。結果的には、Supported EHT-MCS And NSS Setフィールド（またはBasic EHT-MCS And NSS Setフィールド）の値に基づいて決定されるので、EMLMR動作が想定した空間ストリーム数の増加を行わず各リンクに割り当てられた空間ストリーム数でデータ送受信が行われる。なお、このフィールドは公知のEHT Capabilitiesエレメント（またはEHT Operationエレメント）に含まれるフィールドである。

[0077] 実施例1では、Basic variant Multi-Linkエレメントと説明したが、Basic Multi-Linkエレメントでもよく、EMLMR Supported MCS And NSS Setサブフィールドは、EMLMR Rx NSSサブフィールドおよびEMLMR Tx NSSサブフィールドでも良い。この場合、EMLMR Rx NSSサブフィールドは受信における最大空間ストリーム数を示し、EMLMR Tx NSSサブフィールドは送信における最大空間ストリーム数を示す。

[0078] 尚、上述の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体をシステムあるいは装置に供給し、システムあるいは装置のコンピュータ（CPU、MPU）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行するようにしてもよい。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が上述の実施形態の機能を実現することとなり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は上述の装置を構成することになる。

[0079] プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM、DVDなどを用いることができる。

[0080] また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、上述の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSが実際の処理の一部または全部を行

い、上述の機能を実現してもよい。OSとは、Operating Systemの略である。

[0081] さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードを、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込む。そして、そのプログラムコードの指示に基づき、機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUが実際の処理の一部または全部を行い、上述の機能を実現してもよい。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 本願は、2021年9月30日提出の日本国特許出願特願2021-162359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。

請求の範囲

- [請求項1] IEEE 802.11シリーズ規格に準拠したMulti-Link Deviceとして動作する通信装置であって、
複数のEMLMR (Enhanced multi-link multi-radio) リンクの中から、Multi-Link通信のリンクに関する情報に基づいて、少なくとも1つのEMLMRリンクを選択する選択手段と、
選択された少なくとも1つのEMLMRリンクでフレーム交換シーケンスを開始するように制御する制御手段と、を備えることを特徴とする通信装置。
- [請求項2] 前記選択手段は、Multi-Link通信におけるそれぞれのリンクに割り当てられたリンクIDを基に、EMLMRリンクを選択することを特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記制御手段は、Multi-Link通信におけるそれぞれのリンクがEMLMRリンクを確立した順序を基に、EMLMRリンクを選択することを特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記制御手段は、Multi-Link通信におけるそれぞれのリンクの通信性能を基に、EMLMRリンクを選択することを特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [請求項5] 複数のEMLMRリンクが存在するか否かを判断する判断手段を有し、
前記選択手段は、前記判断手段により複数のEMLMRリンクが存在すると判断されたことに応じて、選択を行うことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項6] 前記判断手段は、複数のリンクで、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを送信かつ受信した場合、もしくは、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを受信し、値が1であるEMLMR Modeサブフ

フィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを送信した場合、もしくは、値が1であるEMLMR Supportサブフィールドを含むフレームを送信し、値が1であるEMLMR Modeサブフィールドを含むEML Operating Mode Notificationフレームを受信した場合に複数のリンクが存在すると判断することを特徴とする請求項5に記載の通信装置。

[請求項7] 前記制御手段は、選択された少なくとも1つのEMLMRリンクでフレーム交換シーケンスを開始するように制御する場合、non-APPMLDとして動作している前記通信装置、または前記他の通信装置がEMLMR SUPPORTED MCS AND NSS SETサブフィールドで定義した値を最大とする空間ストリーム数で、開始したフレーム交換シーケンスにおいて、初期フレームを交換した後のフレーム交換を行うように制御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] IEEE802.11シリーズ規格に準拠したMulti-Link Deviceとして動作する通信装置を制御する制御方法であって、

複数のEMLMR (Enhanced multi-link multi-radio) リンクの中から、Multi-Linkに関する情報に基づいて、少なくとも1つのEMLMRリンクを選択する選択ステップと、

選択された少なくとも1つのEMLMRリンクでフレーム交換シーケンスを開始するように制御する制御ステップと、を含むことを特徴とする制御方法。

[請求項9] コンピュータを請求項1から7の何れか1項に記載の通信装置の各手段として機能させるためのプログラム。