

明 細 書

発明の名称：通信装置、通信方法、及び、プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、IEEE 802.11に準拠した通信装置に関する。

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。IEEE 802.11規格シリーズには、IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax/be等の規格が含まれる(特許文献1)。

[0003] 例えばIEEE 802.11be規格では、例えば1台のAP (Access Point) が異なる複数の周波数チャネルを介して1台のSTA (Station) と複数のリンクを確立し、並行して通信を行うMulti-Link通信が検討されている。なお、二つ以上のリンクは同一周波数バンド(2.4GHz帯、3.6GHz帯、4.9及び5GHz帯、及び6GHz帯のいずれか)から二つ以上を選択しても良いし、異なる周波数バンドからそれぞれ選択しても良い。Multi-Linkに対応したAPやSTAのことをAP MLD (Multi-Link Device) やSTA MLDと呼ぶ。

[0004] また、IEEE 802.11beの後継規格ではさらなる通信性能向上のために、45GHz帯、60GHz帯のようなミリ波を用いてMulti-Link通信を行うことが検討されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 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

[0006] 上述の通り、M u l t i - L i n k 通信においてミリ波帯を用いることが検討されている。しかしながら、これまでの無線L A N に対する規格において、ミリ波帯を用いてM u l t i - L i n k 通信を行うための仕組みについては定義されていなかった。

[0007] そこで本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、ミリ波帯を用いてM u l t i - L i n k 通信を行うための仕組みを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る通信装置は、他の通信装置と周波数チャネルを介して複数のリンクを確立する確立手段と、前記確立手段によってミリ波帯の周波数チャネルを介してリンクを確立する場合に、前記他の通信装置と通信するためのアンテナを選択するための処理を実行する実行手段と、前記実行手段で取得した情報を要求フレームに含めて前記他の通信装置に送信する送信手段と、を有する。

発明の効果

[0009] ミリ波帯を用いてM u l t i - L i n k 通信を行うための仕組みを提供することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]ネットワーク構成例を示す図である。

[図2]A P ・ S T A のハードウェア構成例を示す図である。

[図3]A P ・ S T A の機能構成例を示す図である。

[図4]実施形態における接続処理のフローチャート図である。

[図5]実施形態におけるシーケンス図である。

[図6]実施形態におけるM u l t i - L i n k E l e m e n t の構成例である。

[図7]実施形態におけるOC I Elementの構成例である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

[0012] (無線通信システムの構成)

図1に、本実施形態に係るネットワークの構成例を示す。図1は、アクセスポイント(AP101)が構築するネットワーク100にSTA(STA102)が参加する構成を示している。AP101が送受信する信号をSTA102は送受信することができる。本実施形態はAP101に適用する。

[0013] AP101とSTA102はIEEE802.11beの後継規格であるIEEE802.11UHR(Ultra High Reliability)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。各通信装置は、2.4GHz帯、3.6GHz帯、5GHz帯、6GHz帯や、ミリ波と呼ばれる45GHz帯、60GHz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Sub1GHz帯のように、異なる周波数帯を使用してもよい。また、AP101、STA102は、20GHz、40MHz、80MHz、160MHz、320MHz、540MHz、640MHz、1080MHz、および2160MHz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、4MHzのように、異なる帯域幅を使用してもよい。

[0014] なお、AP101、STA102はIEEE802.11UHR規格に対応するとしたが、これに加えて、IEEE802.11UHR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、AP101、STA102はIEEE802.11a/b/g/n/ac/ax/be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、IEEE802.11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。AP101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は、IEEE802.11UHR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。また、STA102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、STA102は、IEEE802.11UHR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。

[0015] AP101およびSTA102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。Multi-Link通信を実行するAPはAP MLD (Multi-Link Device) ともいう。例えばAP101はSTA102と5GHz帯の第1の周波数チャネルを介したリンク103を確立し、通信することができる。STA102はこれと並行してAP102と45GHz帯の第2の周波数チャネルを介したリンク104を確立し、通信することができる。この場合に、STA102は第1の周波数チャネルを介したリンク103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104を維持するMulti-Link通信を実行する。このようにAP101は複数の周波数チャネルを介したリンクをSTA102と確立することで、STA102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。

[0016] なお、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、A P 1 0 1 と S T A 1 0 2 とは 5 G H z 帯におけるリンク 1 0 3 と 4 5 G H z 帯におけるリンク 1 0 4 に加えて、6 0 G H z 帯における第 3 のリンクを確立す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するようにしてもよい。例えば 4 5 G H z 帯における 1 c h を第 1 のリンクとして、これに加えて 4 5 G H z 帯における 1 1 c h を第 2 のリンクとして確立す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、A P 1 0 1 と S T A 1 0 2 で 6 0 G H z 帯における 2 c h のリンク 1 0 3 に加えて、6 0 G H z 帯における 3 5 c h のリンクと、6 G H z 帯における 1 5 c h のリンクを確立してもよい。A P 1 0 1 は S T A 1 0 2 と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、S T A 1 0 2 と他方の帯域で通信を確立することができるため、S T A 1 0 2 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。

[0017] なお、各リンクにはリンクを構築するネットワークごとに L i n k I D が割り当てられる。例えば A P 1 0 1 が構築するネットワークのうち、S T A 1 0 2 が 5 G H z 帯のネットワークに参加する場合を考える。A P 1 0 1 と構築したリンクを 1 0 3 とすると、このリンクには共通の L i n k I D = 1 が割り当てられる。同様に S T A 1 0 2 が 4 5 G H z 帯のネットワークに参加し、ここで構築したリンクを 1 0 4 とした時、このリンクには L i n k I D = 2 が割り当てられる。この値は一例であり、別の値がそれぞれ割り当てられてもよいし、構築したリンクや S T A ごとに L i n k I D を割り当ててもよい。

[0018] I E E E 8 0 2 . 1 1 シリーズ規格では、2 . 4 G H z ・ 5 G H z ・ 6 G H z 帯における各周波数チャネルの帯域幅は 2 0 M H z として定義されている。また 4 5 G H z 帯における各周波数チャネルの帯域幅は、5 4 0 M H z 、6 0 G H z 帯では 1 0 8 0 M H z または 2 1 6 0 M H z として定義されている。ここで周波数チャネルとは、I E E E 8 0 2 . 1 1 シリーズ規格に定

義された周波数チャネルであって、2.4GHz帯、5GHz帯、6GHz帯、45GHz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。

[0019] (AP・STAの構成)

図2に、本実施形態におけるSTA102のハードウェア構成例を示す。STA102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。

[0020] 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。

[0021] 制御部202は、例えば、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、AP101の全体を制御する。なお、制御部202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、AP101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STA102全体を制御す

るようにしてもよい。

[0022] 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、AP101が所定の処理を実行するためのハードウェアである。

[0023] 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STA102と一体であってもよいし、別体であってもよい。

[0024] 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。

[0025] なお、STA102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、STA102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。STA102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STA102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。

[0026] アンテナ207は、2.4GHz帯、5GHz帯、6GHz帯、45GHz帯、および60GHz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、STA102は2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、STA102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。

[0027] なお、AP101はSTA102と同様のハードウェア構成を有する。

[0028] 図3には、本実施形態におけるSTA102の機能構成のブロック図を示す。なお、AP101も同様の構成である。

[0029] STA102にはマルチリンク制御部301、マルチリンク通信設定UI部302、フレーム生成部305、フレーム送受信部306で構成される。

[0030] マルチリンク制御部301は、STA102がAP101との無線通信に用いる1以上のリンクを確立するための通信開始処理や、通信開始後のリンクの追加・削除処理、全リンクを削除する通信終了処理を制御するブロックである。接続処理は、具体的にAuthentication処理・Association処理・4-Way-Hand-Shake(4WHS)処理から構成される。

[0031] マルチリンク通信設定UI(User Interface)部302は、STA102の操作画面から、STA102のマルチリンク通信の設定をユーザが入力するためのUIを提供するブロックである。

[0032] フレーム生成部305は、接続先のAPと通信する際のフレーム交換のためのフレームを生成するブロックである。

[0033] フレーム送受信部306は、フレーム生成部305で生成されたProbe Requestフレームやデータフレームを含む無線フレームの送信および相手装置からの無線フレームの受信を行う。

[0034] (処理の流れ)

続いて、上述のようなAP・STAが実行する処理の流れ、無線通信システムにおけるシーケンスなどの、いくつかの実施形態について説明する。

[0035] (実施例1)

図4は、STA102の記憶部201に記憶されているプログラムを制御

部202が実行することによって行われる処理の流れを示すフローチャートである。本フローチャートはSTA102がAP101に接続する際の処理について示す。本処理はSTA102の電源をONにしたとき、またはSTA102がAP101に接続する指示を受けた時、あるいは無線機能をONにしたときなど、STAとしての機能を開始するときに開始される。

- [0036] STA102はMulti-Linkで動作するか否かを確認する(S401)。なお、この手順はユーザによる指示によって決定してもよいし、アプリケーションやOSによって自動で実施してもよい。
- [0037] S401においてMulti-Linkで動作しないことが確認された場合は、APと既存の接続処理によって接続し(S411)、データ通信する(S410)。
- [0038] S401においてMulti-Linkで動作することが確認された場合、ミリ波帯である45GHz帯、60GHz帯で動作するか否かを確認する(S402)。
- [0039] S402においてミリ波帯で動作しないことが確認された場合、IEEE 802.11be規格に準拠したMulti-Linkの接続処理としてミリ波帯以外の周波数帯で複数のLinkでまとめて接続処理を行う(S410)。
- [0040] S402においてミリ波帯を含めてMulti-Link通信で動作することが確認された場合、DMG(Directional Multi-Gigabit) Beaconを送信する(S403)。なお、S403のDMG Beaconの送信はなくてもよい。DMG Beaconとは、ミリ波帯において通信されるBeaconであり、主に後述するセクター番号を定めるために使用する。尚、S403、S404の処理は後述のS406の処理の中で実施されてもよい。
- [0041] 次にミリ波帯で動作するAP MLDからBeaconもしくはDMG Beaconを受信したか否かを判定する(S404)。なお、S403とS404は前後してもよい。

- [0042] S 4 0 4 においてミリ波帯で A P から B e a c o n もしくは D M G B e a c o n を受信していないと判定された場合は S 4 0 5 においてタイムアウトしたか否かを判定する (S 4 0 5)。S 4 0 5 においてタイムアウトしたと判定された場合は、S 4 0 9 に進み、ミリ波帯以外の周波数帯を用いて M u l t i - L i n k 通信用の接続処理を実行し、本フローチャートを終了する。
- [0043] S 4 0 4 において受信したと判定された場合、受信した B e a c o n もしくは D M G B e a c o n を用いてビームフォーミングによるトレーニングを行う (S 4 0 6)。ミリ波帯は指向性が高いため、相手装置と通信を実行する場合にビームフォーミングによる電波の調整が必須となる。このため、M u l t i - L i n k 通信を行うリンクのうち少なくとも一方の周波数チャネルにおいてミリ波帯が含まれる場合は、複数の L i n k 分の接続処理をまとめて1つのリンクで実施するとしても、ミリ波帯での何らかの電波送受信は必須となる。そのため、S 4 0 9 では使用するミリ波帯のチャネルにおいてミリ波帯以外の L i n k もまとめて接続処理を実施することで、ほかの帯域で実施予定の接続処理を削減できる。またミリ波帯は、指向性が高いため A P 1 0 1 と S T A 1 0 2 の相対位置が動く際、切断されやすい周波数帯である。このため、ミリ波帯で接続処理することで他の周波数帯がつかない危険性を軽減できる。
- [0044] ミリ波帯は、2 . 4 G H z 帯、5 G H z 帯、6 G H z 帯等と比較すると、電波が到達する範囲に限られる。そのため、ミリ波帯以外の他の帯域では電波が到達するが、ミリ波帯では電波が到達しない状況が起こりうる。このため、仮にミリ波帯以外の周波数帯で接続処理すると、M u l t i - L i n k 通信時にミリ波帯での通信ができない可能性がある。そこで M u l t i - L i n k 通信のための接続処理は、ミリ波帯の周波数チャネルを介したリンクで接続処理を実施可能であれば当該リンクにおいてまとめて複数リンク分の接続処理を実施するのが望ましい。そのため、S 4 0 7 は必ず N o とするものとしてもよい。逆に、まずは相手装置と接続することを優先したい場合、

S 4 0 7ではY e sを選択する。S 4 0 6ではトレーニングによってA P 1 0 1の使用するセクターを決めるための調整フェーズであるものとする。

[0045] セクターとはA P 1 0 1とS T A 1 0 2の相対位置を確かめるためのもので、A P 1 0 1が電波を出す物理的な方向ごとに割り振る値のことである。

[0046] 通信相手との間で最適なアンテナを選択するための制御は、S L S (S e c t o r - l e v e l s w e e p) とB R P (B e a m R e f i n e m e n t P r o t o c o l) の2段階に分けて行われる。S L Sには4つの要素があり、I S S (I n i t i a t o r S e c t o r S w e e p)、R S S (R e s p o n d e r S e c t o r s w e e p)、S S W (S e c t o r s w e e p) F e e d b a c k、S S W A C Kである。I S Sを実施するものをI n i t i a t o rと呼び、R S Sを実施するものをR e s p n d e rと呼ぶ。I n i t i a t o r、R e s p n d e rはA P 1 0 1、S T A 1 0 2のどちらが担ってもよいが、本実施形態ではA P 1 0 1がI n i t i a t o rを担うものとする。

[0047] S 4 0 6の詳細な処理を以下に示す。S 4 0 6の処理の中にS 4 0 3、S 4 0 3の処理が含まれてもよい。

[0048] I n i t i a t o r (A P 1 0 1) はまずD M G B e a c o n f r a m eもしくはS S WフレームをI S SでR e s p o n d e r (S T A 1 0 2) に対して送信する。ここでI n i t i a t o rは、フレームの物理的な送信方向(電波のアンテナ送信パターン)およびセクター番号を変えながらフレーム送信する。なおセクター番号はT X S S (T r a n s m i t S e c t o r s w e e p)、R X S S (R e c e i v e S e c t o r S w e e p) の2種類あり、それぞれ送信・受信のセクター番号を扱うことができる。I S SでI n i t i a t o rが送信するのはT X S Sで扱うセクター番号である。

[0049] R e s p o n d e rはI n i t i a t o rからのフレームを受信すると、最も受信感度のよいアンテナパターンであるセクター番号を選択する。その後、I n i t i a t o rに向けて選択したセクター番号および自身のセクタ

一番号を送信する。ResponderがRSSにて送信するフレームは1つでも複数でもよい。複数の場合はInitiatorと同じくセクター番号と物理的な送信方向を変更しながらInitiatorに送信する。お互いにセクター番号を受信、選択したら、InitiatorからSSW Feedbackを送信し、最も受信感度のよいアンテナパターンであるセクター番号を確定する。ResponderはSSW Feedbackを受信したら、SSW ACKを返答する。

[0050] なお、この後BRP (Beam Refinement Protocol) にてさらに詳細なアンテナパターンを定めてもよい。AP101、STA102はBRPフレームの送受信によりSNR (Signal to Noise Ratio) やChannel Measurement Feedbackを得て、アンテナパターンの微調整を行うことができるようになる。BRPは必要な場合にのみ実施するため、実施しなくてもよい。

[0051] ビームフォーミングによる受信感度のよいアンテナパターンの選択が完了したら、アンテナパターンに関する情報およびミリ波帯で使用するCapability情報をMulti-Link Elementに付与する (S408)。ミリ波帯でMulti-Linkセットアップをまとめて実施する場合、S406で取得した情報はMulti-Link Elementに付与せず、ほかの帯域のLink情報をMulti-Link Elementに付与する (S408)。ミリ波帯の周波数チャネルを用いたリンクでMulti-Linkセットアップをする場合、ビームフォーミングによる調整結果に基づいた電波送信でML Probe RequestおよびResponseの送受信を行う。

[0052] ここで、S406で取得した情報を付与するMulti-Link Elementの構成例を図6に示す。S406で取得した情報とは、最適なアンテナパターンの情報やチャネルにおける電波計測結果などが考えられる。また、ビームフォーミングによって取得した情報をProbe Request、Probe Response、ML Probe Request

、ML Probe Responseをミリ波帯のリンクを介して送信する場合、上記フレームのPHYのプリアンプルに含めて送信する。もしくはビームフォーミングで取得した情報に合わせたS406で決定された期間によって上記フレームを送信する。またS406で調整した結果を反映して送信する上記フレームに、Multi-Link Elementを付与することになる。

[0053] Multi-Link ElementはElement ID601、Length602、Element ID Extension603、Multi-Link Control604、MLD MAC Address605、Per-STA Profile606から構成される。なお、本実施形態ではPer-STA Profile606はLink-1個だけ存在する。

[0054] Element ID601、Element ID Extension603によって本ElementがMulti-Link Elementであることを示す。Length602はMulti-Link Element全体の長さを示す。

[0055] Multi-Link Control604では、後述するCommon Info Fieldにどのような情報が含まれるかを示すビットマップおよびMulti-Link Elementの種別を示すTypeフィールドが含まれる。

[0056] MLD MAC Address605からPer-STA Profile606の手前までのフィールドは、確立されているリンクの共通の情報が含まれる。また、Multi-Link Controlで示される値に基づいてMLD MAC Address605やPer-STA Profile606が当該Multi-Link Elementに含まれるか否かが決定される。

[0057] Per-STA Profile606は、上述のMulti-Link Control604のTypeの種別によって本フィールド606がM

ulti-Link Elementに含まれるか否かが決定される。

[0058] Per-STA Profile 606にはLinkごとの情報が含まれる。

[0059] またPer-STA Profile 606は、Subelement ID 611、Length 612、Data 613から構成される。Data 613には、下記に示すLinkごとの情報の詳細が含まれる。

[0060] またData 613は、STA Control field 621、STA Info 622、Capability Information 623、Element 1 624、Non-Inheritance element 625から構成される。

[0061] また、STA control field 621は、Link ID 631、Complete Profile 632、MAC Address Present 633から構成される。Link ID 631はLink番号が示される。例えば本実施形態の場合、図1のLink 103を示す場合には1が、Link 104を示す場合には2がLink ID 631に示される。

[0062] Complete Profile 632には、Linkに関するすべての情報を入れるか否かのフラグが入る。例えばSTA 102がAP 101のLinkに関するすべての情報を求めた返答をする場合、Complete Profile 632の値を1に設定して622に続くフィールドにはLinkのすべての情報を含める。

[0063] 例えばミリ波帯の周波数チャネルを介したリンクにおいてMulti-Link Elementを付与することを考える。図1のリンク103は5GHzで動作する。そのため、リンク103とリンク104ではBeaconやProbe Request/Probe Responseに付与しているElementとは異なる。リンク103では下記の情報が送信される。すなわち、5GHz帯特有の情報としてSupported Rates Element、DS Parameter set Element

、Power Constraint element、HT Capabilities Element、HT Information Element、Extended Capabilities element、VHT Capabilities element、VHT Operation Elementを、後述するElement 1 624に続くフィールドに付与する。なお、Complete Profile 632の値が1であっても、他のLinkと共通の場合は省略してもよい。同様に、接続前に通知しなくてもよい情報であれば省略してもよい。Complete Profile 632を0にした場合はElement 1フィールド624に入れるべきElementは一部または全部を省略してもよい。MAC Address Present 633の後に続くフィールドでは、この後のフィールドSTA Info 622で示すフィールドに追加でのフィールドがあるかを示す。

[0064] 尚、本実施形態では、Probe Request/ResponseはComplete Profile 632=0、ML Probe Request/ResponseではComplete Profile 632を1と設定するものとする。

[0065] Element 1 624からNon-Inheritance element 625の前までは各Link独自のElementを付与する。

[0066] 上述したMulti-Link Elementを本実施形態における5 GHzで付与し、Element 1フィールド624ではミリ波帯の情報を付与する場合について考える。

[0067] S406で取得した情報を付与するElementとしては例えばIEEE 802.11で定義されるAntenna Sector ID Pattern elementを上述のElement 1フィールドに付与してもよい。Antenna Sector ID Pattern ElementにSLSにて選択したセクター番号を付与する。ここで、セクター番号はS406において取得した情報である。

[0068] また、例えば、Wakeup Schedule Element、Extended Schedule Element、STA Availability Elementのいずれかを追加してもよい。また、DMG TSPEC Element、Next DMG ATI Element、DMG Capabilities Element、DMG Operation Element、DMG BSS Parameter Change Element、DMG Beam Refinement Elementのいずれかを追加してもよい。また、Channel Management Feedback Element、Awake Window Element、Next PCP List Element、PCP Handover Element、DMG Link Margin Elementのいずれかを追加してもよい。また、Switching Stream Element、Session Transition Element、Dynamic Tone Pairing Report Element、Cluster Report Elementのいずれかを追加してもよい。また、Relay Capabilities Element、Relay Transfer Parameter Set Element、BeamLink Maintenance Elementのいずれかを追加してもよい。また、DMG Link Adaptation Acknowledgment Element、ECPAC Policy Element、Cluster Time Offset Element、Channel Measurement Feedback Elementのいずれかを追加してもよい。また、EDMG Capabilities Element、EDMG Operation Element、QoS Triggered Unschedules Element、Unsolicited Block Ack Extension Elementのいずれかを追加してもよい。また、TDD Slot Structure Element、TDD

Slot Schedule Element、TDD Route Elementのいずれかを追加してもよい。

[0069] さらに、Element 1フィールド624に付与されうるElementについて、5GHz帯、ミリ波帯共通で付与されうるものについて考える。

[0070] Link ID631フィールドで示されるLinkがどのチャンネルで動作しているかを示すために、図7に示すOCI (Operating Channel Information) Elementを、Element 1フィールドに付与してもよい。OCI Elementは現在動作しているチャンネル番号を示すためのElementである。

[0071] OCI Elementは、Element ID701、Length 702、Element ID Extension703、Operating Class704、Primary Channel Number 705、Frequency Segment 1Channel Number706、OptionalとしてOCT Operating Class707、OCT Primary Channel Number708、OCT Frequency Segment 1 Channel Number709から構成される。

[0072] Operating Class704では動作するチャンネルのクラスを示すことができる。本実施形態では45GHz帯で動作するため、例えばOperating Class704の値を183に設定する。

[0073] Primary Channel Number 705ではチャンネル番号を示すことができ、Operating Class704で示したクラスの中で示すことが可能なチャンネル番号から1つ選択して示す。例えば1chで動いている場合は値が1としてもよい。

[0074] OCI ElementをElement 1フィールドに付与することで、Link ID631で示したLinkで動作するOperating Classおよびチャンネル番号を示すことができる。

- [0075] 図4に戻る。ここでLinkごとの情報をPer-STA Profileフィールド606に付与したMulti-Link ElementをML Probe Requestにて相手装置に送信することで、Link固有の情報を相手に通知することができる。AP101の場合はML Probe Responseにて相手装置に送信する(S409)。
- [0076] その後、Authentication処理(S411)およびAssociation処理(S412)を通して接続処理を行い、本フローチャートを終了する。なお、この後接続するまでに暗号用の鍵を交換するための4-way handshakeおよびGroup鍵交換を実施してもよい。
- [0077] 次に、図4のS403以降の処理に基づいてAP101とSTA102の通信を示したシーケンスを図5に示す。
- [0078] AP101はミリ波帯の45GHz帯およびミリ波帯以外の5GHz帯でDMG Beaconを送信する(S5011、S5012)。STA102も45GHz帯ではBeaconを送信している(S5011)。STA102によるDMG Beacon送信は省略してもよい。DMG Beacon送受信に基づいて、45GHz帯においてSLS(Sector Level Sweep)を実施(S5021)し、AP101とSTA102の相対位置を把握する。これらの値を元に、45GHz帯にてProbe Request(S5031)、Probe Response(S5041)を通信する。
- [0079] 5GHz帯でも同様にProbe Request(S5032)、Probe Response(S5042)を実施しているが、少なくともミリ波帯でProbe Request/Responseの通信ができればよい。
- [0080] 続いて、各Linkの情報を得るためにML Probe Request(S5051)、ML Probe Response(S5061)を送受信する。S5051、S5061はProbe Responseで取得することができなかったLink情報を得るためのフレーム交換である。

例えば当該接続が複数回目であり、1回目の接続時にパラメータ交換している場合はS5051、S5061のフレーム交換は実施しなくてもよい。図6で例示したMulti-Link ElementをML Probe Request (S5051)、ML Probe Response (S5061)で付与し、かつComplete Profileを1にしてResponseを応答することを想定する。Multi-Link Element自体はProbe Request (S5031)、Probe Response (S5041)で付与してもよい。本実施形態では、45GHzでML Probe Request (S5051)以降の接続シーケンスを実施するものとする。

[0081] 次にAuthentication (S5071)を実施し、AP101とSTA102の間で認証を行う。さらにAssociation Request (S5081)、Association Response (S5091)において接続を確立するためのパラメータ交換を実施する。交換したパラメータを元に接続時の送信パラメータを決定する(S510)。なお、S5010において通信暗号化のために4Way handshakeを実施してもよい。お互いの認証および暗号化のための鍵交換が終了すると、データ通信を開始する(S5111, S5121, S5112, S5122)。

[0082] 本実施形態によると、ミリ波帯の周波数チャネルを用いてMulti-Link通信の接続処理を行うことが可能になる。さらに、ミリ波帯を含むMulti-Link通信において、複数リンク分の接続処理を1つのLinkでまとめて実施することが可能となる。

[0083] (その他の実施形態)

本実施形態では45GHz帯と5GHz帯を介して複数のリンクを確立するMulti-Link通信について記載したが、これに限定されない。Multi-Link通信で確立するリンクに使用する帯域は片方もしくは両方がミリ波帯を使用していればよい。つまり、本実施形態ではミリ波帯とし

て45GHz帯を使用する例を示したが、代わりに60GHz帯を用いてもよい。また、本実施形態で示した5GHz帯の代わりに2.4GHz帯、6GHz帯、Sub1GHz帯、45GHz帯、60GHz帯を用いてもよい。

[0084] 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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 本願は、2022年8月4日提出の日本国特許出願特願2022-125086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

[0091] 201 記憶部
202 制御部
203 機能部
204 入力部
205 出力部
206 通信部

請求の範囲

- [請求項1] 通信装置であって、
- 前記通信装置と他の通信装置との間で複数の異なる周波数チャンネルを介して複数のリンクを並行して確立する確立手段と、
- 前記他の通信装置に所定のフレームを送信する送信手段と、を有し、
- 前記確立手段は前記複数のリンクのうち少なくとも1つのリンクをミリ波帯の周波数チャンネルを介して確立することを特徴とする通信装置。
- [請求項2] 前記送信手段は前記所定のフレームを前記ミリ波帯の所定の周波数チャンネルを介して送信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] 前記所定のフレームは前記確立手段が前記ミリ波帯の周波数チャンネルを介して確立する所定のリンクに関する所定の情報を含むことを特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記確立手段によってミリ波帯の周波数チャンネルを介してリンクを確立する場合に、前記他の通信装置との通信のビームフォーミングに関する処理を実行する実行手段を更に有し、
- 前記所定のフレームは前記ビームフォーミングに関する情報を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記ビームフォーミングに関する処理とは、前記他の通信装置と通信するためのアンテナを選択する処理であることを特徴とする請求項4に記載の通信装置。
- [請求項6] 前記情報は前記所定のフレームのMulti-Link Elementに含まれ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] 前記所定のフレームはIEEE 802.11規格シリーズに準拠し

- たProbe Requestである
ことを特徴とする請求項5に記載の通信装置
- [請求項8] 前記所定のフレームはIEEE 802.11規格シリーズに準拠したAssociation Requestである
ことを特徴とする請求項5に記載の通信装置。
- [請求項9] 前記所定のフレームはIEEE 802.11規格シリーズに準拠したML (Multi-Link) Probe Requestである
ことを特徴とする請求項5に記載の通信装置。
- [請求項10] 通信装置であって、
第一のリンクと第二のリンクとの周波数に基づいて、前記第一のリンクと前記第二のリンクとを確立するための確立処理を行う所定のリンクを選択する選択手段と、
前記選択手段が選択した前記所定のリンクを介して他の通信装置との接続処理を行い、前記通信装置と前記他の通信装置との間で前記第一のリンクと前記第二のリンクとを並行して確立する確立手段と、
を有することを特徴とする通信装置。
- [請求項11] 前記選択手段は、前記第一のリンクと前記第二のリンクにおいて、周波数の高いリンクを前記所定のリンクとして選択する
ことを特徴とする請求項10に記載の通信装置。
- [請求項12] 前記第一のリンクはミリ波帯の周波数チャネルを介したリンクであって、
前記第二のリンクはミリ波帯でない周波数帯の周波数チャネルを介したリンクである場合に、
前記選択手段は、前記第一のリンクを前記所定のリンクとして選択する
ことを特徴とする請求項10に記載の通信装置。
- [請求項13] 前記ミリ波帯とは、45GHz帯または60GHz帯のことである

ことを特徴とする請求項 10 か請求項 12 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

[請求項14] 通信装置の制御方法であって、
前記通信装置と他の通信装置との間で複数の異なる周波数チャンネルを介して複数のリンクを並行して確立する確立工程と、
前記他の通信装置に所定のフレームを送信する送信工程と、を有し、
前記確立工程において、前記複数のリンクのうち少なくとも 1 つのリンクをミリ波帯の周波数チャンネルを介して確立することを特徴とする通信装置の制御方法。

[請求項15] 通信装置の制御方法であって、
第一のリンクと第二のリンクとの周波数に基づいて、前記第一のリンクと前記第二のリンクとを確立するための確立処理を行う所定のリンクを選択する選択工程と、
前記選択工程で選択した前記所定のリンクを介して他の通信装置との接続処理を行い、前記通信装置と前記他の通信装置との間で前記第一のリンクと前記第二のリンクとを並行して確立する確立工程と、
を有することを特徴とする通信装置の制御方法。

[請求項16] 請求項 14 または請求項 15 に記載の通信装置の制御方法としてコンピュータを動作させるためのプログラム。