

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7421343号  
(P7421343)

(45)発行日 令和6年1月24日(2024.1.24)

(24)登録日 令和6年1月16日(2024.1.16)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 W 28/16 (2009.01)

H 0 4 W 84/12 (2009.01)

H 0 4 W 8/24 (2009.01)

H 0 4 W 76/15 (2018.01)

H 0 4 W 28/16

H 0 4 W 84/12

H 0 4 W 8/24

H 0 4 W 76/15

請求項の数 20 (全21頁)

(21)出願番号	特願2020-2435(P2020-2435)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和2年1月9日(2020.1.9)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2021-111869(P2021-111869	(74)代理人	110003281
	A)		弁理士法人大塚国際特許事務所
(43)公開日	令和3年8月2日(2021.8.2)	(72)発明者	大内 雅智
審査請求日	令和5年1月5日(2023.1.5)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キヤノン株式会社内
		審査官	鈴木 重幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信装置、通信装置の制御方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

IEEE 802.11シリーズの規格に対応するマルチAP（アクセスポイント）協調構成におけるマスタAPとして機能する通信装置であって、

前記通信装置に接続された端末装置におけるCSI（チャネル状態情報）の算出能力に応じて、前記端末装置からフィードバックとしてCSI報告を受けるためのサウンディングパケットの送信方式であるサウンディング方式を、前記通信装置および前記マルチAP協調構成におけるスレーブAPが同時にサウンディングパケットとしてヌルデータパケット（NDP）を送信する方式である第1のサウンディング方式と、前記通信装置と前記スレーブAPが個別のタイミングで前記NDPを送信する方式である第2のサウンディング方式と、を少なくとも含む複数のサウンディング方式の中から選択する選択手段と、

前記選択手段によって前記第1のサウンディング方式が選択された場合に第1のサウンディングパケットを送信し、前記選択手段によって前記第2のサウンディング方式が選択された場合に第2のサウンディングパケットを送信する送信手段と、を有することを特徴とする通信装置。

【請求項2】

前記CSIの算出能力は2値以上の値で示され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】

前記端末装置から所定のフレームを受信する受信手段を更に有し、

前記所定のフレームにCSIの算出能力を示す値が含まれる場合、前記選択手段は、前記受信したCSIの算出能力を示す値に基づいて、前記サウンディング方式を選択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4】

前記CSIの算出能力を示す値は、前記所定のフレームにおける情報要素(Information Element)内のCapabilities elementで示されることを特徴とする請求項3に記載の通信装置。

【請求項5】

前記所定のフレームに前記CSIの算出能力を示す値が含まれず、Trigger Frame MAC Padding Durationが含まれる場合、前記Trigger Frame MAC Padding Durationの値に基づいて前記CSIの算出能力を示す値を設定する設定手段を更に有し、

前記選択手段は、前記設定されたCSIの算出能力を示す値に基づいて、前記サウンディング方式を選択することを特徴とする請求項3または4に記載の通信装置。

【請求項6】

前記所定のフレームに前記CSIの算出能力を示す値およびTrigger Frame MAC Padding Durationが含まれない場合、既定値をCSIの算出能力を示す値として設定する設定手段を更に有し、

前記選択手段は、前記設定されたCSIの算出能力を示す値に基づいて、前記サウンディング方式を選択することを特徴とする請求項3または4に記載の通信装置。

【請求項7】

前記所定のフレームは、Beacon、Probe Request/Response、Association Request/Response、Authentication Request/Responseフレームのいずれかであることを特徴とする請求項3から6のいずれか1項に記載の通信装置。

【請求項8】

前記CSIの算出能力が「高」/「低」の2段階で表す2値で示される場合、前記選択手段は、前記CSIの算出能力が「高」の場合は前記第1のサウンディング方式、前記CSIの算出能力が「低」の場合は前記第2のサウンディング方式を選択することを特徴とする請求項2から7のいずれか1項に記載の通信装置。

【請求項9】

IEEE 802.11シリーズの規格に対応するマルチAP(アクセスポイント)協調構成におけるマスタAPとして機能する通信装置であって、

前記通信装置に接続された端末装置におけるCSI(チャネル状態情報)の算出能力に応じて、前記端末装置からフィードバックとしてCSI報告を受けるためのサウンディングパケットの送信方式であるサウンディング方式を、前記通信装置および前記マルチAP協調構成におけるスレーブAPが同時にサウンディングパケットとしてマルチデータパケット(MDP)を送信する方式である第1のサウンディング方式と、前記通信装置および前記スレーブAPが同時に前記MDPを送信した後に前記通信装置がBFRRP-TF(Beam Forming Report Poll Trigger Frame)を送信する方式である第2のサウンディング方式と、前記通信装置と前記スレーブAPが個別のタイミングで前記MDPを送信する方式である第3のサウンディング方式と、を少なくとも含む複数のサウンディング方式の中から選択する選択手段と、

前記選択手段によって前記第1のサウンディング方式が選択された場合に第1のサウンディングパケットを送信し、前記選択手段によって前記第2のサウンディング方式が選択された場合に第2のサウンディングパケットを送信し、前記選択手段によって前記第3のサウンディング方式が選択された場合に第3のサウンディングパケットを送信する送信手段と、

を有することを特徴とする通信装置。

【請求項10】

10

20

30

40

50

前記 C S I の算出能力は 3 値以上の値で示されることを特徴とする請求項 9 に記載の通信装置。

【請求項 11】

前記端末装置から所定のフレームを受信する受信手段を更に有し、

前記所定のフレームに C S I の算出能力を示す値が含まれる場合、前記選択手段は、前記受信した C S I の算出能力を示す値に基づいて、前記サウンディング方式を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 C S I の算出能力を示す値は、前記所定のフレームにおける情報要素 ( I n f o r m a t i o n E l e m e n t ) 内の C a p a b i l i t i e s e l e m e n t で示されることを特徴とする請求項 11 に記載の通信装置。

【請求項 13】

前記所定のフレームに前記 C S I の算出能力を示す値が含まれず、 T r i g g e r F r a m e M A C P a d d i n g D u r a t i o n が含まれる場合、前記 T r i g g e r F r a m e M A C P a d d i n g D u r a t i o n の値に基づいて前記 C S I の算出能力を示す値を設定する設定手段を更に有し、

前記選択手段は、前記設定された C S I の算出能力を示す値に基づいて、前記サウンディング方式を選択することを特徴とする請求項 11 または 12 に記載の通信装置。

【請求項 14】

前記所定のフレームに前記 C S I の算出能力を示す値および T r i g g e r F r a m e M A C P a d d i n g D u r a t i o n が含まれない場合、既定値を C S I の算出能力を示す値として設定する設定手段を更に有し、

前記選択手段は、前記設定された C S I の算出能力を示す値に基づいて、前記サウンディング方式を選択することを特徴とする請求項 11 または 12 に記載の通信装置。

【請求項 15】

前記所定のフレームは、 B e a c o n 、 P r o b e R e q u e s t / R e s p o n s e 、 A s s o c i a t i o n R e q u e s t / R e s p o n s e 、 A u t h e n t i a t i o n R e q u e s t / R e s p o n s e フレームのいずれかであることを特徴とする請求項 11 から 14 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

【請求項 16】

前記第 2 のサウンディング方式において送信される前記 B F R P T F には、前記 C S I の算出能力を示す値に基づく長さの P a d d i n g が含まれることを特徴とする請求項 15 に記載の通信装置。

【請求項 17】

前記 C S I の算出能力が「高」/「中」/「低」の 3 段階を表す 3 値以上で示される場合、前記選択手段は、前記 C S I の算出能力が「高」の場合は前記第 1 のサウンディング方式、前記 C S I の算出能力が「中」の場合は前記第 2 のサウンディング方式、前記 C S I の算出能力が「低」の場合は前記複数のサウンディング方式のうちの第 3 のサウンディング方式を選択することを特徴とする請求項 10 から 16 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

【請求項 18】

I E E E 802.11 シリーズの規格に対応するマルチ A P ( アクセスポイント ) 協調構成におけるマスタ A P として機能する通信装置の制御方法であって、前記通信装置に接続された端末装置における C S I ( チャネル状態情報 ) の算出能力に応じて、前記端末装置からフィードバックとして C S I 報告を受けるためのサウンディングパケットの送信方式であるサウンディング方式を、前記通信装置および前記マルチ A P 協調構成におけるスレーブ A P が同時にサウンディングパケットとしてヌルデータパケット ( N D P ) を送信する方式である第 1 のサウンディング方式と、前記通信装置と前記スレーブ A P が個別のタイミングで前記 N D P を送信する方式である第 2 のサウンディング方式と、を少なくとも含む複数のサウンディング方式の中から選択する選択工程と、

前記選択工程において前記第 1 のサウンディング方式が選択された場合に第 1 のサウン

10

20

30

40

50

ディングパケットを送信し、前記選択工程において前記第2のサウンディング方式が選択された場合に第2のサウンディングパケットを送信する送信工程と、  
を有することを特徴とする制御方法。

【請求項19】

IEEE 802.11シリーズの規格に対応するマルチAP（アクセスポイント）協調構成におけるマスタAPとして機能する通信装置の制御方法であって、

前記通信装置に接続された端末装置におけるCSI（チャネル状態情報）の算出能力に応じて、前記端末装置からフィードバックとしてCSI報告を受けるためのサウンディングパケットの送信方式であるサウンディング方式を、前記通信装置および前記マルチAP協調構成におけるスレーブAPが同時にサウンディングパケットとしてヌルデータパケット（NDP）を送信する方式である第1のサウンディング方式と、前記通信装置および前記スレーブAPが同時に前記NDPを送信した後に前記通信装置がBFRP TF（Beam Forming Report Poll Trigger Frame）を送信する方式である第2のサウンディング方式と、前記通信装置と前記スレーブAPが個別のタイミングで前記NDPを送信する方式である第3のサウンディング方式と、を少なくとも含む複数のサウンディング方式の中から選択する選択工程と、

前記選択工程において前記第1のサウンディング方式が選択された場合に第1のサウンディングパケットを送信し、前記選択工程において前記第2のサウンディング方式が選択された場合に第2のサウンディングパケットを送信し、前記選択工程において前記第3のサウンディング方式が選択された場合に第3のサウンディングパケットを送信する送信工程と、

を有することを特徴とする制御方法。

【請求項20】

コンピュータを、請求項1から17のいずれか1項に記載の通信装置として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線LANの通信技術に関する。

【背景技術】

【0002】

無線LAN（Wireless Local Area Network）に関する通信規格としてIEEE 802.11シリーズ規格が知られている。IEEE 802.11ax規格では、OFDMAを用いて、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向上を実現している。なお、OFDMAとは、Orthogonal Frequency-Division Multiple Accessの略であり、直交周波数分割多元接続とも称される。

【0003】

現在、更なるスループット向上のためにIEEE 802.11ax規格の後継規格として、IEEE 802.11 EHT（ExtremeまたはExtremely High Throughput）と呼ばれるSG（Study Group）を経て、802.11be TG（Task Group）が活動している。

【0004】

このTGが目指すスループット向上の方策のひとつとして、複数のAP（アクセスポイント）が協調して動作するマルチAP協調（Multi-AP Coordination）構成が検討されている。このマルチAP協調構成を効率的に運用するためには、アクセスポイント（AP）と端末（STA）との間で、サウンディング手順をおこなうのが一般的である。サウンディング手順とは、STAが複数のAPからNDP（Null Data Packet）を「サウンディングパケット」として受信し、それぞれのAPにチャネル状態情報（CSI：Channel State Information）を含むフィー

10

20

30

40

50

ドバックパケットを送信する手順である（特許文献１）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【文献】特表２０１６－５２６８５６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかながら、従来のサウンディング手順においては、協調して動作する複数のＡＰがサウンディングフレームを送出する手順については明らかにされていない。また、従来技術では、サウンディング手順の時間的なオーバーヘッドやＳＴＡへの多大な負荷に対しては、もっぱら、ＳＴＡにより送信されるＣＳＩの情報量を削減（フィードバック量を削減）することが提案されてきている。しかし、ＣＳＩ情報量を削減することは、無線媒体の推定を不正確にするものであり、特に、マルチＡＰ協調構成においては、その不正確さからもたらされる媒体利用の非効率、速度の低下といった影響は大きくなりうる。

【０００７】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、マルチＡＰ協調構成における効率的なサウンディング手順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の一手段として、本発明の通信装置は以下の構成を有する。すなわち、ＩＥＥＥ ８０２．１１シリーズの規格に対応するマルチＡＰ（アクセスポイント）協調構成におけるマスタＡＰとして機能する通信装置であって、前記通信装置に接続された端末装置におけるＣＳＩ（チャネル状態情報）の算出能力に応じて、前記端末装置からフィードバックとしてＣＳＩ報告を受けるためのサウンディングパケットの送信方式であるサウンディング方式を、前記通信装置および前記マルチＡＰ協調構成におけるスレーブＡＰが同時にサウンディングパケットとしてヌルデータパケット（ＮＤＰ）を送信する方式である第１のサウンディング方式と、前記通信装置と前記スレーブＡＰが個別のタイミングで前記ＮＤＰを送信する方式である第２のサウンディング方式と、を少なくとも含む複数のサウンディング方式の中から選択する選択手段と、前記選択手段によって前記第１のサウンディング方式が選択された場合に第１のサウンディングパケットを送信し、前記選択手段によって前記第２のサウンディング方式が選択された場合に第２のサウンディングパケットを送信する送信手段と、を有する。

【発明の効果】

【０００９】

マルチＡＰ協調構成における効率的なサウンディング手順が提供される。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】実施形態におけるシステム構成例を示す。

【図２】実施形態におけるＡＰのハードウェア構成例を示す。

【図３】実施形態におけるＡＰの機能構成例（ａ）とＳＴＡの機能構成例（ｂ）を示す。

【図４】ＳＴＡと接続を開始する際に実行される処理のフローチャートである。

【図５】ＳＴＡへ送信するデータが発生した際に実行される処理のフローチャートである。

【図６】サウンディング方式の選択の処理のフローチャートである。

【図７】ＭＡＣフレームの構成を示す。

【図８】トリガーフレーム（ＴＦ）の構成を示す。

【図９】ＣＳＩ報告フィールドの構成を示す。

【図１０】ＭＩＭＯ制御フィールドの構成を示す。

【図１１】「ＡＰとＳＴＡの接続からサウンディング方式の選択まで」のシーケンス図である。

10

20

30

40

50

【図１２】「NDP同時送信（BFRTF無し）の場合」のシーケンス図である。

【図１３】「NDP同時送信（BFRTF有り）の場合」のシーケンス図である。

【図１４】「NDPシーケンシャル送信の場合」のシーケンス図である。

【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。尚、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はない。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。

10

【００１２】

[ システムの構成 ]

図１に、本実施形態におけるシステム構成例を示す。AP１０２とAP１０５は、マルチAP協調構成を実現可能な機能（マルチAP協調機能）を備えたアクセスポイントである。マルチAP協調機能とは、他のAPと協調し、接続している端末に対して、ひとつのAPのときよりも、高速あるいは安定した通信を実現する機能である。ここで、安定した状態とは、例えば、良好な信号雑音比、低干渉、低遅延、低ジッタの任意の組み合わせの状態である。なお、このような安定した状態を実現する技術には、種々の方式が存在する。例えば、D-MIMO（Distributed Multiple Input Multiple Output）を利用したJT×（Joint Transmission）、null steering、Coordinated OFDMA、Fractional Coordinated OFDMAが挙げられる。AP１０２とAP１０５はそれぞれ、マルチAP協調機能を実行していない場合は、BSS（Basic Service Set）１０１のネットワークのみ、BSS１０４のネットワークのみを、管理する。

20

【００１３】

AP１０２とAP１０５は、ネットワーク（バックホール）１００により接続される。ネットワーク１００は、APがDS（Distributions System）を構築する際に、BSS（Basic Service Set）と他のネットワークを相互接続するための通信手段である。ネットワーク１００は、Ethernet（登録商標）や電話回線のような有線通信、またはLTE（Long-Term Evolution）やWiMAX（Worldwide Interoperability for Microwave Access）のような無線通信で実現される。さらに、ネットワーク１００は、IEEE 802.11シリーズ規格準拠の無線LANでもよい。その場合、ネットワーク１００は、APとSTAの間で使用する無線チャネルと同じでも異なってもよい。

30

【００１４】

STA１０３とSTA１０６は、無線LAN端末である。これらのSTAは、複数のAPとデータ通信が可能である。データ通信には、上述したサウンディング手順における通信が含まれる。詳細には、NDPA（NDP Announcement）とNDPの受信、CSI Report fieldを含むフレームの送信、NFRPTF（NDP Feedback Report Poll Trigger Frame）の受信である。

40

【００１５】

[ 通信装置（AP、STA）の構成 ]

図２に、本実施形態におけるAP（AP１０２、AP１０５）のハードウェア構成例を示す。AP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。記憶部２０１は、ROMやRAM等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。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

50

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。

#### 【0016】

制御部202は、例えば1つ以上の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ことにより、AP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、APを制御するようにしてもよい。また、制御部202がマルチコア等の複数のプロセッサから成り、APを制御するようにしてもよい。また、制御部202は、機能部203を制御して、AP機能、撮像や印刷、投影等の所定の処理を実行してもよい。機能部203は、APが所定の処理を実行するためのハードウェアである。

10

#### 【0017】

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、画面上への表示や、スピーカによる音声出力、振動出力等の少なくともひとつを含む。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。

#### 【0018】

20

通信部206は、IEEE 802.11シリーズ規格に準拠した無線通信の制御や、Wi-Fi(登録商標)に準拠した無線通信の制御や、IP(Internet Protocol)通信の制御を行う。さらに、通信部206はアンテナ207を制御して、無線通信のための無線信号の送受信を行う。アンテナ207はマルチAP協調構成のための通信に対応している。たとえば、APでは、JTX(Joint Transmission)のためのD-MIMO(Distributed Multiple Input Multiple Output)の送信が可能となっている。図では、アンテナ207は、簡略化のためにひとつのみを表記しているが、複数でも構わない。一般に、アンテナ207の(エレメント)数は、ストリーム数に応じた数となる。また、アンテナ207が対応する周波数帯は、2.4および5GHz帯に加え、802.11axから導入予定の6GHz帯である。

30

#### 【0019】

なお、STA(STA103、STA106)も、図2に示すAPと同様のハードウェア構成を有する。この場合、制御部202は、機能部203を制御して、STA機能等の所定の処理を実行することができる。

#### 【0020】

図3(a)に、APの機能構成例を示す。APは、その機能構成の一例として、通信制御部301、CSI処理能力設定部302、記憶管理部303、UI(ユーザインタフェース)制御部304、マルチAP構成制御部305、サウンディング方式決定部306、サウンディング処理部307を有する。通信制御部301は、通信部206を介して他の無線LAN装置(例えば他のAPやSTA)との間で無線信号の送受信を行うための制御を行う。通信制御部301は、IEEE 802.11規格シリーズに従って、フレーム生成及びフレーム送信や、他の無線LAN装置からの無線フレームの受信等、無線LANの通信制御を実行する。CSI処理能力設定部302は、STAとの間で交換した情報等に基づいて、STAのCSI処理能力(の値)を設定する。記憶管理部303は、記憶部201に対する記憶制御・管理を行う。UI制御部304は、不図示のユーザによる入力部204への入力操作に応じた制御信号を、各構成要素へ伝達する。マルチAP構成制御部305は、周辺APの存在、周辺APの能力及び周辺APとSTAの接続状態に応じて、マルチAP構成の方式を選択し、マルチAP構成機能を実行する。サウンディング方式決定部306は、以下に説明するexplicit(明示的)方式またはimplicit

40

50

(暗黙的)のいずれかでサウンディング処理を行うかを決定する。サウンディング処理部 307 は、サウンディング方式決定部 306 により決定された方式に従って、サウンディング処理を行う。本実施形態では、サウンディング処理は、STA の CSI 処理能力に基づいて行われる。

#### 【0021】

図 3 (b) に、STA の機能構成例を示す。STA は、その機能構成の一例として、通信制御部 311、UI 制御部 312、CSI 処理能力決定部 313、CSI 算出部 314 を有する。通信制御部 311、UI 制御部 312 は、通信制御部 301、UI 制御部 304 と同様である。CSI 処理能力決定部 313 は、STA 自身の CSI 処理能力を決定する。CSI 算出部 314 は、CSI 算出処理を行う。

10

#### 【0022】

##### [処理の流れ]

続いて、上記構成を有する AP の処理の流れを、図を参照して説明する。以下に示す処理は、AP が、BSS を開始する際、または、BSS の運用中の任意のタイミングで開始されうる。

#### 【0023】

##### <AP と STA の接続処理>

図 4 は、AP 102 が STA 103 と接続を開始する際に実行される処理のフローチャートである。S401 で、AP 102 の通信制御部 301 は、STA 103 との接続する際に、お互いの能力情報や運用情報を交換する。これは、情報要素 (IE: Information Element) を含めた Management フレームの交換により実現される。当該情報要素は、IEEE 802.11 規格化の進展に対応して、新たに定義されてきている。例えば、IEEE 802.11n では HT Capability element、IEEE 802.11ac では VHT Capability element、IEEE 802.11ax では HE Capabilities element、IEEE 802.11be では EHT Capabilities element、である。なお、HT は High Throughput の頭字語であり、VHT は Very High Throughput の頭字語、HE は High Efficiency の頭字語、EHT は Extremely High Throughput の頭字語である。また、Management フレームとは、Beacon、Probe Request/Response、Association Request/Response、Authentication Request/Response などの MAC (Medium Access Control) フレームである。マルチ AP 協調機能は、IEEE 802.11be 規格から導入される機能である。よって、当該機能に対する能力情報は、EHT Capabilities element に含まれる。

20

30

#### 【0024】

図 7 に、IEEE 802.11 規格で規定される MAC フレームの構成を示す。MAC フレーム 700 には、各種フィールドが含まれている。Frame Control 701 には、サブフィールド 721 ~ 731 が含まれる。Frame Body 710 の情報要素 (IE) には、サブフィールド 741 ~ 747 が含まれる。Address 1 703、Address 2 704、Address 3 704、Address 4 707 には、MAC フレームのタイプ (Type 722) によって、BSSID、送信元、宛先などのアドレスが設定される。他、MAC フレーム 700 には、Duration/ID 702、Sequence Control 706、QoS Control 708、FCS (Frame Check Sequence) 711 が含まれるが、詳細な説明は省略する。

40

#### 【0025】

HT Control 709 は、IEEE 802.11ax 規格では、以下のように規定されている。すなわち、先頭 1 ビットが 0 のときは、HT (IEEE 802.11n) 用であり、先頭 2 ビットが 10 のときは、VHT (IEEE 802.11ac) 用であり、先頭 2 ビットが 11 のときは、HE (IEEE 802.11ax である) 用である。な

50



お、EHT(IEEE 802.11be)用のHT Control 709の定義は未定である。

【0026】

Frame Control 701において、Protocol Version 721はプロトコルバージョンを示す2ビット数であり、IEEE 802.11フレームの場合は、「0」である。Type 722は、フレームのタイプを示す2ビット数であり、Management、Control、Dataのいずれかを示す。Subtype 723は、フレームのサブタイプを示す4ビット数であり、Management、Control、Dataの種類をさらに細かく分類するためのものである。To DS 724は、フレームの宛先がDS(Distribution System)であることを示す。他、Frame Control 701には、From DS 725、More Fragment 726、Retry 727、Power Management 728、More Data 729、Protected Frame 730、+HTC 731が含まれるが、詳細な説明は省略する。

10

【0027】

Frame Body 710において、サブフィールド741~747は、IEEE 802.11beのためのEHT Capabilities elementの構成である。Element ID 741は、IEEE 802.11beのEHTに関する値は、IEEE 802.11axのHE Capabilities elementの値を踏襲し、255である。Length 742は、情報要素の長さである。Element ID Extension 743には、能力情報に関するEHT Capabilities elementまたは運用情報に関するEHT Operation elementが定義される。EHT MAC Capabilities Information 744、EHT PHY Capabilities Information 745、Supported EHT-MCS And NSS Set 746、PPE(Physical layer Packet Extension) Thresholds 747は、IEEE 802.11axの場合(HE Capabilities element)と同様な構成である。

20

【0028】

本実施形態では、EHT MAC Capabilities Information 744においてSTAによるCSIを算出するための能力(CSI処理能力/CSI算出能力)を示すサブフィールド(CSI処理能力サブフィールド)を定義する。CSI処理能力はSTAにおけるCSI処理能力決定部313により決定されうる。CSI処理能力サブフィールドに対する第一の例は、CSI処理能力の「高い」/「低い」を示す1ビット数である。CSI処理能力サブフィールドに対する第二の例は、「複数のサウンディングパケットにSIFS(Short Inter Frame Space)以内に応答できる」/「できない」を示す1ビット数である。CSI処理能力サブフィールドに対する第三の例は、APとSTAの「送受信アンテナ数」と「ストリーム数」と「任意の係数」からなる式から算出される時間換算値である。この場合は、1ビット数に限定されない。すなわち、2値以上でもよい。CSI処理能力サブフィールドに対する第四の例は、CPUの処理能力の表現形式と同様な値である。この場合も、1ビット数に限定されない。

30

40

【0029】

なお、CSI処理能力を通知するための手段は、上述のCSI処理能力サブフィールドに限定されない。別の例として、EHT Capabilities elementではなく、HE Capabilities elementを用いてもよい。この場合の能力表現値は、1ビット数となる。この1ビット数という制約は、IEEE 802.11ax規格の48ビットのHE Capabilities elementの内、Reservedになっているのが1ビットであることによる。

【0030】

CSI処理能力を通知するためのさらに別の例は、新たにIEEE 802.11規格のActionフレームを定義し、それを使う方法である。この場合、通知する情報の能力

50

表現は、任意のbit数にできる。

#### 【0031】

図4の説明に戻り、S401でAP102の通信制御部301はSTA103と能力情報等の交換後、S402でAP102のCSI処理能力設定部302は、STA103のCSI処理能力を取得できているかを判断する。STA103のCSI処理能力を取得できていれば(S402でYes)、処理はS403に進む。S403では記憶管理部303は、取得したCSI処理能力を示す値をSTA管理テーブルに設定する。ここで、STA管理テーブルとは、APがBSS(Basic Service Set)を管理する際に必要となるSTAの能力情報や状態を保持する領域であり、記憶部201内に存在する。S402でSTA103のCSI処理能力を取得できていないときは(S402でNo)、処理はS404に進む。S404では、AP102のCSI処理能力設定部302は、STA103のMinTrigProcTimeを取得できているかを判断する。STA103のMinTrigProcTimeを取得できている場合は(S404でYes)、処理はS405に進む。S404における判断は、CSI処理能力そのものを示す値の代わりになる指標を取得できているかを確認する意味を持つ。

10

#### 【0032】

ここで、MinTrigProcTimeの示す値について説明する。この値は、IEEE802.11axのHE MAC Capabilities InformationのTrigger Frame MAC Padding Durationの値に対応する。このサブフィールドは、2bit数であり、0/1/2が、それぞれ、MinTrigProcTimeの0(ゼロ)μsec/8μsec/16μsecに相当する。なお、MinTrigProcTimeという名称は、「Trigger Frame(トリガーフレーム(TF))によって指定されたRU(Resource Unit:リソースユニット)を使った送信をおこなうための準備時間の最小値」に由来する。

20

#### 【0033】

図8に、トリガーフレーム(Trigger Frame(TF))の構成を示す。トリガーフレームは、IEEE802.11axから新規に導入されるフレームであり、複数のSTA(ユーザ)がAP宛てに同時にフレーム送信するために必要な起動タイミングとフレームを用いる無線チャネル情報などを示すためのフレームである。図8におけるトリガーフレーム800には、各種フィールドが含まれている。Frame Control 801は、IEEE802.11シリーズに共通なフィールドであり、本実施形態ではIEEE802.11axのトリガーフレームであることを示す値が入る。Common Info 805は、このトリガーフレームの宛先である複数のSTA(端末)に共通な情報を示し、サブフィールド811~813を含む。Per User Info 806は、このトリガーフレームの宛先に対する個別情報を示す。Padding 807は、このトリガーフレームを受信したSTA群に時間的猶予を与えるためのものである。APは、当該時間的猶予(すなわち、Padding 807の長さ)を、各STAのMinTrigProcTimeから決定する。一般には、トリガーフレームの宛先となるSTA群の内、それらのMinTrigProcTimeの最大値に相当するpaddingの長さ(値)が使用される。他、トリガーフレーム800には、Duration 802、RA(Receiver Address) 803、TA(Transmitter Address) 804、FCS(Frame Check Sequence) 808が含まれるが、詳細な説明は省略する。

30

40

#### 【0034】

Common Info 805において、Trigger Type 811の示す値(Trigger Type subfield value)と当該値に対応する説明(Description)を図8の下部の表に示す。例えば、Trigger Type 811が7の場合、NFRP(NDP Feedback Report Poll)TFを示す。他、Common Info 805には、Length 812とTrigger Type Dependent 813が含まれるが、詳細な説明は省略する。

50

## 【0035】

再び、図4の説明に戻り、S405では、AP102のCSI処理能力設定部302は、MinTrigProcTimeに所定の係数を乗じた値を、CSI処理能力の値に設定し、処理はS403に進む。なお、MinTrigProcTimeに所定の係数を乗じること（乗算）に替えて、所定の定数を減算してもよい。いずれにしても、MinTrigProcTimeの値が小さいほどCSI能力が高いものとして扱うようにする。

## 【0036】

S404で、STA103のMinTrigProcTimeを取得できていない場合は（S404でNo）、処理はS406に進む。S406では、AP102のCSI処理能力設定部302は、CSI処理能力の値を既定値に設定する。例えば、この既定値は、1bit数の場合は、「低い」、または、「複数のサウンディングパケットにSIFS以内で応答できない」ことを意味する値である。このように、CSI処理能力の不明なSTAのCSI処理能力を低く見積る理由は、その後に必要な処理を、STAの能力に関わりなく、確実に実行するためである。

10

## 【0037】

なお、S401によって、STA103がAP102にCSI処理能力を通知しない場合は、S402において、AP102からSTA103にCSI処理能力を問い合わせてもよい。

## 【0038】

< STAへのデータ発生 >

20

図5は、AP102においてSTA103へ送信するデータが発生した際に実行される処理のフローチャートである。当該データは、STA106からSTA103宛てのデータ、BSS内の図示しないSTAからSTA103宛てのデータ、ネットワーク100の端末からSTA103宛てのデータ、AP102からSTA103宛てのデータ、などである。

## 【0039】

S501で、AP102の通信制御部301は、発生したデータをマルチAP協調（Multi-AP）構成で送信するかを判断する。マルチAP協調構成で送信する場合（S501でYes）、処理はS502へ進む。S502で、AP102のマルチAP構成制御部305は、周囲のAPとマルチAP協調機能を実行する。続いてS503で、AP102は、マルチAP協調機能の実行の結果、自身がマルチAP協調構成のMaster-AP（マスタAP）またはSlave-AP（スレーブAP）として動作するかを判定する。ここで、Master-APとは、マルチAP協調構成を管理するAPであり、Slave-APとは、Master-APによる制御の下に動作するAPである。Master-APとして動作する場合は（S503でYes）、処理はS507へ進む。S507の処理は図6を用いて後述する。Slave-APとして動作する場合は（S503でNo）、処理はS506に進む。

30

## 【0040】

S503でNoの場合は、本実施形態ではSlave-APがAP102、Master-APがAP105の場合に相当する。S506では、AP102の通信制御部301は、Master-AP（すなわちAP105）に対して、STA103のCSI処理能力を送信する。続くS508では、AP102のサウンディング処理部307は、Slave-APのサウンディング処理を行う。

40

## 【0041】

S501で、マルチAP協調構成で送信しない場合、処理はS505に進み、AP102はSingle-AP送信処理をおこなう。このSingle-AP送信処理については、本発明の特徴的な動作が存在しないので、説明を省略する。

## 【0042】

なお、本実施形態では、STA103と接続処理を行ったAP102がMaster-APとなる場合を想定するが、一方AP102は、Slave-AP（AP105）と接

50

続処理を行った S T A 1 0 6 に対して、マルチ A P 協調構成機能を実行する場合がある。この場合は、A P 1 0 2 は、S 5 0 3 の処理の次に、A P 1 0 5 から S 5 0 6 の処理により送信される情報の受信処理を行うことになる。

#### 【 0 0 4 3 】

< M a s t e r - A P のサウンディング方式の選択 >

続いて、図 6 を参照して図 5 の S 5 0 7 の処理を説明する。S 6 0 1 では、A P 1 0 2 のサウンディング方式決定部 3 0 6 は、サウンディング処理を e x p l i c i t ( 明示的 ) 方式でおこなうか、または、i m p l i c i t ( 暗黙的 ) で行うかの選択を行う。当該選択は、S T A 1 0 3 との間で交換された能力情報、ユーザによる入力部 2 0 4 に対する入力情報、または、所定の設定等に基づいて行うことができる。

10

#### 【 0 0 4 4 】

ここで、e x p l i c i t 方式と i m p l i c i t 方式を説明する。e x p l i c i t 方式では、まず、A P ( b e a m f o r m e r ) はサウンディングパケットとして N D P ( N u l l D a t a P a c k e t (ヌルデータパケット))を送信する。N D P を受信した S T A ( b e a m f o r m e e ) は、N D P から C S I を算出し、それを A P にフィードバックする。これによって、A P は自身が送出するパケットの S T A における受信状況を推定する。

#### 【 0 0 4 5 】

i m p l i c i t 方式では、まず、S T A はサウンディングパケットとして N D P を送信し、N D P を受信した A P は、当該パケットの受信状態から、S T A の状況を推定する。このように、i m p l i c i t 方式では、S T A は、指定されたタイミングで N D P を送信するだけでよく、e x p l i c i t 方式に比較して、C S I の算出処理が必要ない分、S T A における処理負荷は少ない。よって、S 6 0 1 で i m p l i c i t 方式が選択された場合 ( S 6 0 1 で N o )、S T A における処理負担の増加という課題が発生しない。そのため i m p l i c i t 方式の処理 ( S 6 0 7 ) の説明を省略する。

20

#### 【 0 0 4 6 】

S 6 0 1 で e x p l i c i t 方式が選択された場合 ( S 6 0 1 で Y e s )、処理は S 6 0 2 へ進む。S 6 0 2 では、S T A 1 0 3 の C S I 処理能力の値に応じて、以降の処理が分岐する。なお、図 4 の S 4 0 3 の処理において S T A 管理テーブルに登録された値が、1 b i t 数の場合は、「高」と「低」に対応させる。すなわち、C S I 処理能力の値が「高」/「低」の 2 段階で表す 2 値で示される場合、S 6 0 3 または S 6 0 6 へ分岐する。登録した値の分解能が 1 b i t よりも大きい場合は、「高」、中、「低」に対応させる。すなわち、C S I の算出能力の値が「高」/「中」/「低」の 3 段階を表す 3 値以上で示される場合、S 6 0 3、S 6 0 4、S 6 0 6 のいずれかに分岐する。

30

#### 【 0 0 4 7 】

C S I 処理能力が「高」の場合、処理は S 6 0 3 へ進む。S 6 0 3 では、A P 1 0 2 は「N D P 同時送信 ( B F R P T F ( ( B e a m F o r m i n g R e p o r t P o l l T r i g g e r F r a m e ) ) 無し) 処理」を行う。C S I 処理能力が「中」の場合、処理は S 6 0 4 へ進む。S 6 0 4 では、A P 1 0 2 は、B F R P T F における P a d d i n g の長さ ( 時間 ) を決定する。この決定処理は、同じ「中」に分類された C S I 処理能力に対し、C S I 処理能力が大きい程、C S I 用 P a d d i n g 時間を短くする処理である。次に、S 6 0 5 で、A P 1 0 2 は「N D P 同時送信 ( B F R P T F 有り) 処理」を行う。C S I 処理能力が「低」の場合、処理は S 6 0 6 へ進む。S 6 0 6 では、A P 1 0 2 は、「N D P シーケンシャル送信処理」を行う。S 6 0 3、S 6 0 5、S 6 0 6 の処理の詳細は、それぞれ図 1 2 ~ 1 4 を用いて後述する。サウンディング処理後 ( S 6 0 3、S 6 0 5、S 6 0 6 のいずれか)、データ送信処理が行われる ( S 6 0 8 )。

40

#### 【 0 0 4 8 】

< C S I の算出 >

次に、図 9 を参照して、S T A により生成 ( 算出 ) され送信される C S I フレームにおける C S I 報告フィールド ( C S I R e p o r t f i e l d ) について説明する。図 9

50

に、C S I 報告フィールドの構成を示す。C S I フレームとは、例えば、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格において、そのカテゴリが H T である A c t i o n フレーム、または、A c t i o n N o A c k フレームである。このC S I フレームは、b e e m f o r m e r にチャンネル状態情報を通知するためのものである。なお、A c t i o n フレームとは、図 7 における T y p e 7 2 2 が 0 0、S u b t y p e 7 2 3 が 1 1 0 1 の値を持つフレームである。

#### 【 0 0 4 9 】

図 9 において、S N R i n r e c e i v e c h a i n 1 9 0 1 は、8 ビット数であり、C S I 報告を送信する S T A の r e c e i v e c h a i n の信号雑音比 ( S N ) である。ここで、r e c e i v e c h a i n とは、受信データに対する必要な信号処理をおこなう実体である。この信号処理には、フィルタリング、増幅、ダウンコンバート、サンプリングが含まれる。C S I M a t r i x f o r c a r r i e r 9 0 2 は、R X V E C T O R の C H A N \_ M A T から導出される m a t r i c e s ( 行列 ) である。ここで、R X V E C T O R とは、8 0 2 . 1 1 フレームの物理層の受信に関するパラメータの集合であり、C H A N \_ M A T はそのパラメータのひとつである。この C H A N \_ M A T によって、そのフレームが C S I m a t r i c e s ( C S I 行列 )、または、b e e m f o r m i n g f e e d b a c k m a t r i c e s ( ビームフォーミングフィードバック行列 ) を含むか、が示される。なお、図 9 は、動作帯域が 2 0 M H z の場合の C S I 報告フィールドの構成であるが、動作帯域が 4 0 M H z の場合は、C S I M a t r i x f o r c a r r i e r 9 0 2 が、「 - 5 8 から - 2 まで」と「 2 から 5 8 まで」になる。さらに、図 9 中の、N b と N c と N r は、M I M O 制御フィールド ( M I M O C o n t r o l f i e l d ) で指定される値である。ここで、M I M O 制御フィールドとは、チャンネル状態情報の交換、または、b e e m f o r m i n g f e e d b a c k i n f o r m a t i o n ( ビームフォーミングフィードバック情報 ) の伝送を管理するために用いられる。

#### 【 0 0 5 0 】

図 1 0 ( a ) と図 1 0 ( b ) はそれぞれ、I E E E 8 0 2 . 1 1 a x 以前と I E E E 8 0 2 . 1 1 a x の M I M O 制御フィールド ( M I M O C o n t r o l f i e l d ) の構成である。なお、I E E E 8 0 2 . 1 1 b e においても、I E E E 8 0 2 . 1 1 a x の M I M O 制御フィールドを使用するものとする。ここで、N b は、M I M O 制御フィールドの C o e f f i c i e n t S i z e フィールド 1 0 0 3 によって定まる数である。N c は、M I M O 制御フィールドの N c I n d e x フィールド 1 0 0 1 によって定まる C S I M a t r i x 中の列 ( c o l u m n ) の数である。N r は、M I M O 制御フィールドの N r I n d e x フィールド 1 0 0 2 によって定まる C S I M a t r i x 中の行 ( r o w ) の数である。

#### 【 0 0 5 1 】

ところで、マルチ A P 協調構成によって複数の A P がサウンディングパケット ( N D P ) を同時に送信することは、受信側にとっては、送信側のアンテナが増加することに相当する。ここで、C S I 行列の演算量は、送信アンテナの数に応じて増加するので、N D P 同時送信は、ひとつひとつの N D P をシーケンシャルに送信する方式に比べて、C S I 行列演算量が増加することになる。よって、N D P 同時送信方式を実行する場合、S I F S 時間内に N D P に対する C S I 報告のフィードバックをおこなうためには、S T A における単位時間当たりの処理能力は、シーケンシャル方式に対する単位時間当たりの処理能力より高くなければならない。

#### 【 0 0 5 2 】

この点を考慮し、本実施形態では、図 6 の S 6 0 2 の分岐のように、A P 1 0 2 は S T A 1 0 3 の処理能力に応じて、サウンディング処理を変える。これにより、全ての N D P に対する C S I 報告のフィードバックが、所定の時間 ( 例えば S I F S ) を基にした期間で完了するようにする。

#### 【 0 0 5 3 】

< シーケンス図 >

10

20

30

40

50

次に、図 11 から図 14 を参照して、AP 102 と STA 103 の動作シーケンスを説明する。図 11 は、「AP と STA の接続からサウンディング方式の選択まで」のシーケンス図である。F 1101 で、AP 102 と STA 103 との間で、接続処理をおこなう (S 401)。この接続処理とは、Probe Request / Response、Association Request / Response、Authentication Request / Response フレーム等の Management フレームのやり取りに相当する。F 1102 で、AP 102 が STA 103 の CSI 処理能力を取得できたかを確認する (S 402)。F 1103 で、AP 102 が STA 103 の CSI 処理能力を決定する。この処理には、Min Trig Proc Time から CSI 処理能力の算出、取得できていない場合の CSI 処理能力の要求、CSI 処理能力を既定値とする、などが含まれる (S 404 ~ S 406)。F 1104 で、AP 102 が CSI 処理能力を STA 管理テーブルに登録する (S 403)。F 1105 で、AP 102 が STA 103 宛でのデータ発生を認識する。F 1106 で、AP 102 がマルチ AP 協調構成を構築してデータを伝送すべきかを判断する (S 501)。F 1107 で、AP 102 と AP 105 との間で、マルチ AP 協調機能を実行し、マルチ AP 協調構成を構築する (S 502)。本例では、AP 102 が Master - AP となるものとする。F 1108 で、AP 102 が Master - AP としての動作を開始する。F 1109 で、AP 105 が Slave - AP としての動作を開始する。F 1110 で、Master - AP である AP 102 が、サウンディング方式として、explicit 方式か、または、implicit 方式かの選択判断をおこなう (S 601)。本例では、explicit 方式を選択するものとする。F 1111 で、AP 102 が STA 103 の CSI 処理能力を確認する (S 602)。これは、STA 管理テーブルを参照することによって行われる。F 1112 で、AP 102 が STA 103 の CSI 処理能力によって、サウンディング方式を選択する (S 602)。

#### 【0054】

次に、F 1112 において選択された各サウンディング方式における AP 102 と STA 103 の動作シーケンスを、図 12 ~ 図 14 を参照して説明する。

#### 【0055】

< NDP 同時送信 (BFRP TF 無し) >

図 12 は、STA 103 の CSI 処理能力が「高」と判定され (S 602 で「高」)、図 11 の F 1112 において選択されたサウンディング方式が、「NDP 同時送信 (BFRP TF 無し)」の場合 (S 603) のシーケンスである。F 1201 で、AP 102 から AP 105 にサウンディング TF を送信する。このサウンディング TF とは、Master - AP と Slave - AP が NDP を同時に送信するために用いられるフレームである。Master - AP から Slave - AP に宛てに送信される。このサウンディング TF、IEEE 802.11ax 規格には存在しないが、図 8 のトリガーフレーム 800 と同じ形式のフレームで実現できる。この場合は、Trigger Type 811 の値は、Reserved となっている「8」から「15」のいずれかである。F 1202 で、AP 102 は STA 103 に、NDPA (NDP Announcement) を送信する。この NDPA は、NDP を受信すべき端末の STA Info List (STA 情報リスト) を含んでいる。この個々の STA Info List は、12 ビット形式の Association ID (AID12)、SU (Single User) であるか MU (Multi User) であるかを示す Feedback Type、Nc Index から構成される。F 1203 で、AP 105 から STA 103 に NDPA を送信する。ここで、F 1202 と F 1203 は、F 1201 から SIFS 経過後に行われる。F 1204 で、AP 102 は STA 103 に NDP を送信する。F 1205 で、AP 105 は STA 103 に NDP を送信する。ここで、F 1204 と F 1205 は、F 1202 (F 1203) から SIFS 経過後に行われる。

#### 【0056】

F 1206 で、STA 103 の CSI 算出部 314 が、CSI を算出する。F 1207

10

20

30

40

50

で、STA 103は、AP 102に図9のCSI報告フィールド900を含むフレームを送信する。F 1208で、AP 102はAP 105との間で、CSI情報の共有をおこなう。なお、この共有は、STA 103へのデータをAP 102とAP 105との間で共有するとき、または、STA 103にデータを送信する直前で行われてもよい。なお、F 1201とF 1203における送信を行わず、F 1202における送信を行ってもよい。この場合、AP 105はAP 102からのF 1201でサウンディングTFの内容によって、F 1205でのNDP送信のための宛先やタイミングを制御することができる。

#### 【0057】

<NDP同時送信(BFRP TF有り)>

図13は、STA 103のCSI処理能力が「中」と判定され(S 602で「中」)、図11のF 1112において選択されたサウンディング方式が、「NDP同時送信(BFRP TF有り)の場合」(S 604、S 605)のシーケンスである。F 1201からF 1205までの処理は、図12の「NDP同時送信(BFRP TF無し)」の場合と同じである。

#### 【0058】

図12との差異は、F 1301で、AP 102がSTA 103にBFRP TF(Beam Forming Report Poll Trigger Frame)を送信することである。このBFRP TFは、図8のトリガーフレーム800と同じ形式のフレームで実現できる。この場合は、Trigger Type 811の値は「7」である。さらに、AP 102は、CSI用Paddingを決定する(S 604)。上述したように、AP 102は、同じ「中」に分類されたCSI処理能力に対し、CSI処理能力が大きい程、短くなるように、CSI用Padding時間を決定する。なお、これは、図8におけるPadding 807のビット数がさらに増えることを意味する。Padding 807は、ビット列が全て1のデータである。図8に示すトリガーフレームの構造を解析しているSTA(端末)は、ビット列が全て1のデータによって、Per User Info 806が終了した、と判断することができる。この判断は、IEEE 802.11axの規格によるものである。

#### 【0059】

さらに、STAは、この終了判断により、制御部202の計算資源をトリガーフレームの解析から他の処理へ振り分けることができる。なお、図13のF 1302でのSTA 103によるCSI算出が、CSI用Paddingの途中から始まっているのは、そのことを模式的に表現したものである。ここで、このシーケンス図において、時間は上から下への方向で経過している。また、F 1302の縦方向の長さが、F 1206の縦方向の長さより長いのは、STA 103におけるCSI算出能力が低いことを示している。

#### 【0060】

このようなBFRP TFの構成により、F 1207でSTA 103は、CSI送信を、CSI用Paddingを含むPadding 807の終了からSIFS経過後におこなうことが可能になっている。F 1208の処理は、図12の「NDP同時送信(BFRP TF無し)」の場合と同じである。

#### 【0061】

なお、図13では、STA 103は、F 1301でBFRP TFを受信した後に、F 1302でCSI算出を開始している。これの処理の流れは一例であり、STA 103は、F 1204とF 1205においてNDPを受信した後に、CSI算出を開始し、F 1301のBFRP TFの受信時にいったん中断し、Per User Info 806の終了判断後に再開するようにしてもよい。

#### 【0062】

<NDPシーケンシャル送信>

図14は、STA 103のCSI処理能力が「低」と判定され(S 602で「低」)、図11のF 1112において選択されたサウンディング方式が、「NDPシーケンシャル送信の場合」(S 606)のシーケンスである。F 1201の処理は、図12の「NDP

10

20

30

40

50

同時送信（BFRP TF無し）」の場合と同じである。F1401で、AP102はSTA103に、NDPA（NDP Announcement）を送信する。F1402で、AP105はSTA103にNDPAを送信する。F1403で、AP102からSTA103にNDPを送信する。F1404で、STA103は、CSIを算出し、保持しておく。F1405で、AP105はSTA103にNDPを送信する。このように、「NDPシーケンシャル送信の場合」では、AP102（Master-AP）とAP105（Slave-AP）は、個別のタイミングでSTA103にNDPを送信する（F1403、F1405）。

【0063】

F1406で、STA103は、CSIを算出し、保持しておく。F1407で、AP102は、STA103にBFRP TFを送信する。このBFRP TFには、図13のF1301でAP102により送信されるBFRP TFに含まれるCSI用Paddingは付加されていない。その理由は、STA103においては、ひとつのNDPに対するCSI算出は、SIFS時間内に可能であるという前提による。F1207とF1208の処理は、図12の「NDP同時送信（BFRP TF無し）」の場合と同じである。

【0064】

なお、上記実施形態は、マルチAP協調（Multi-AP Coordination）構成全般について適用するものであったが、ユースケースをD-MIMO（Distributed Multiple Input Multiple Output）を利用したJTXX（Joint Transmission）やnull steeringの場合に限るようにしてもよい。

【0065】

また、図12～図14のいずれの場合も、AP102とAP105がCSI報告を受け取った後は、AP102の制御によって、STA103へのデータ送信がおこなわれる（S608）。

【0066】

以上、説明したように、STAのCSI処理能力に応じて決定した方式でサウンディング処理をおこなうことにより、各APは、情報量を削減することなく所望のタイミングでSTAからCSIを取得できる。これにより、マルチAP協調構成による高速・高効率；安定的な無線通信を実現できるようになる。また、CSI情報を削減することなくサウンディングを実行することにより、IEEE 802.11be規格が目指す無線媒体の使用効率、システム全体および個別の通信速度、安定性、の向上を実現できる。

【0067】

〔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。

【0068】

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。

【符号の説明】

【0069】

101、104 BBS（Basic Service Set）、102、105 AP（アクセスポイント）、103、106 STA（端末装置）

10

20

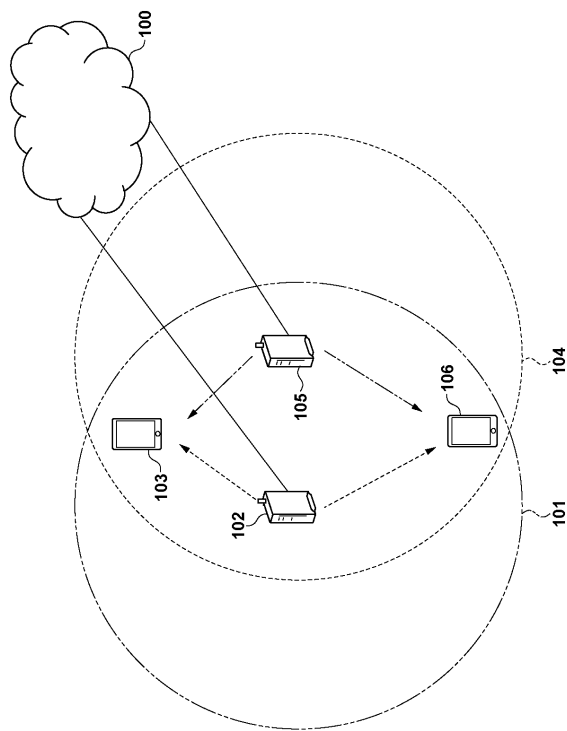
30

40

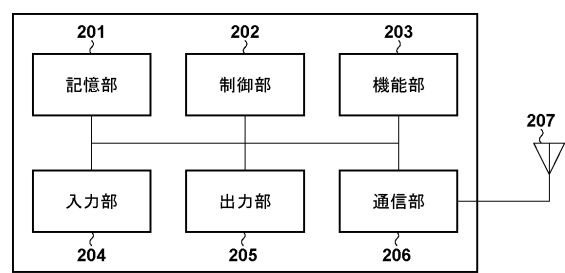


【図面】

【図 1】



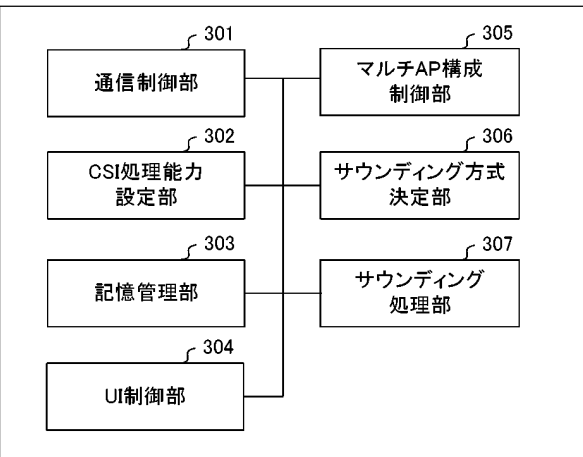
【図 2】



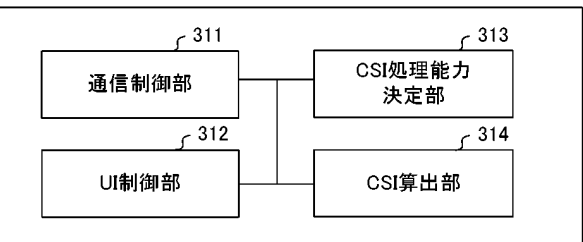
10

20

【図 3】

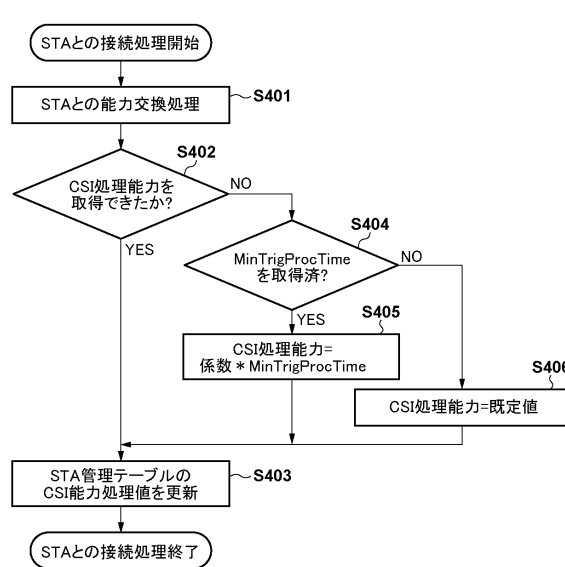


(a)



(b)

【図 4】

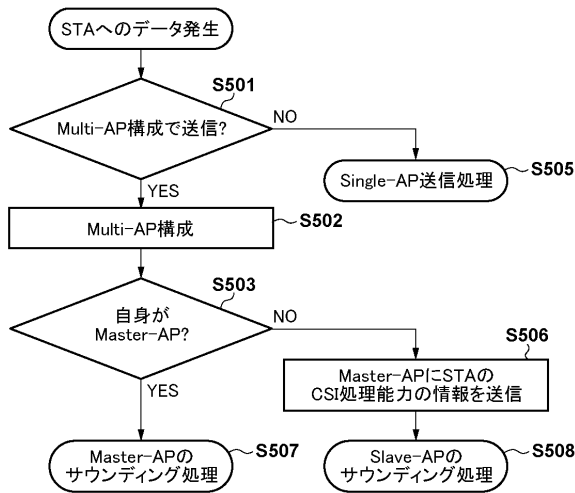


30

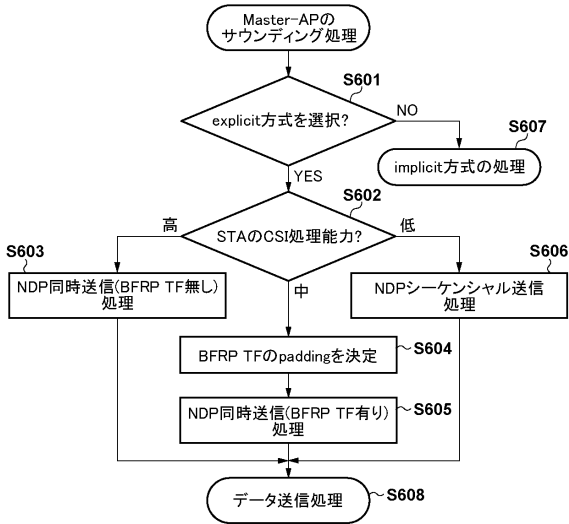
40

50

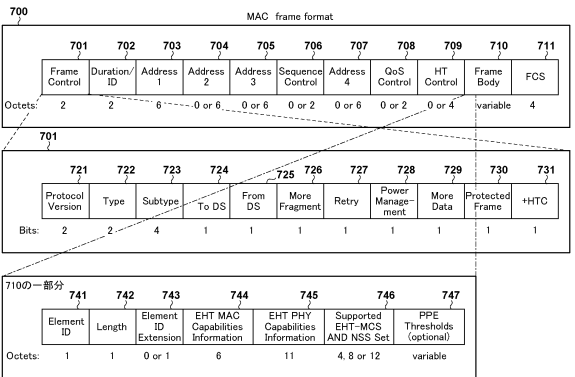
【図 5】



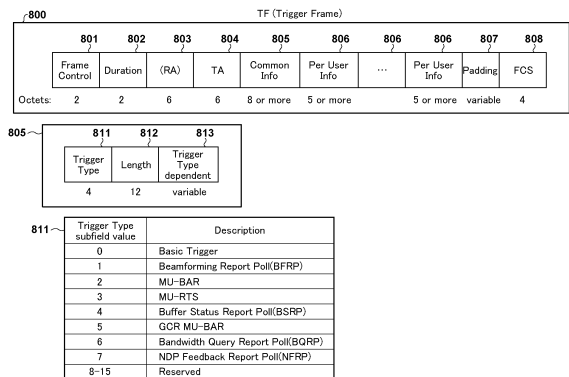
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

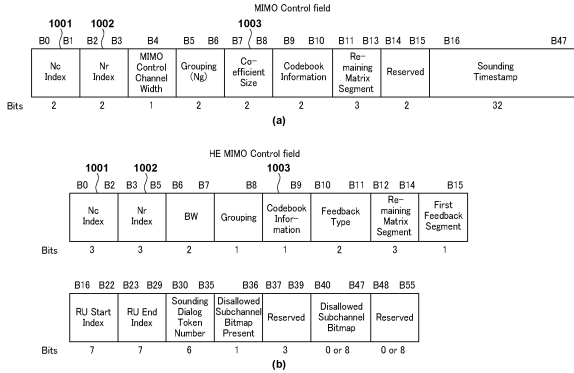
40

50

【図 9】

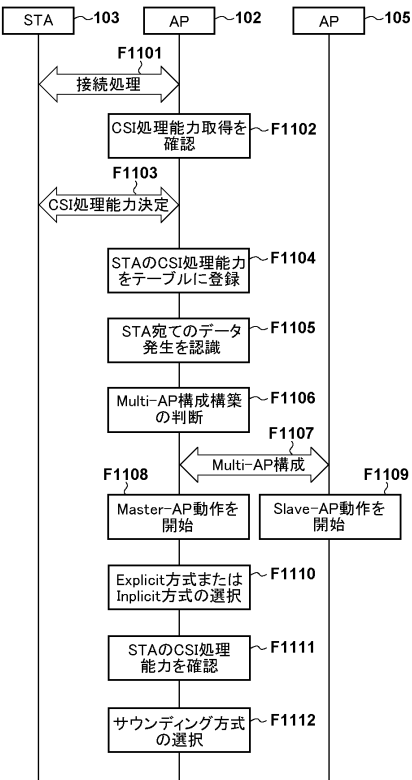
900 CSI Report field(20 MHz)		
Field	Size(bits)	Meaning
901 SNR in receive chain 1	8	Signal to noise ratio in the first receive chain of the STA sending the report
...		
902 SNR in receive chain 1	8	Signal to noise ratio in the first receive chain of the STA sending the report
...		
CSI Matrix for carrier-28	3+2xNbxCxNr	CSI matrix
...		
CSI Matrix for carrier-28	3+2xNbxCxNr	CSI matrix
CSI Matrix for carrier 1	3+2xNbxCxNr	CSI matrix
...		
CSI Matrix for carrier 28	3+2xNbxCxNr	CSI matrix

【図 10】

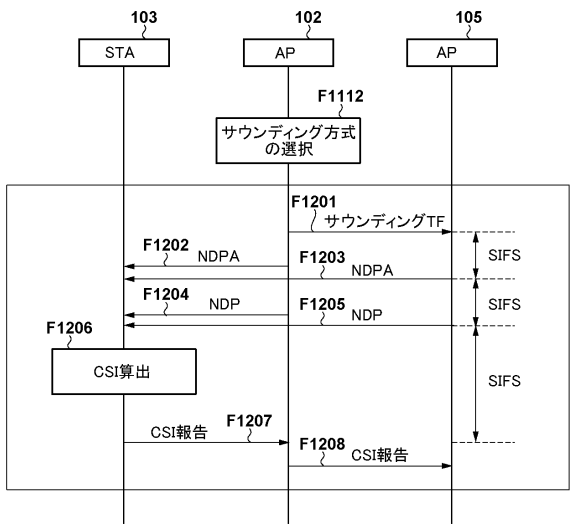


10

【図 11】



【図 12】



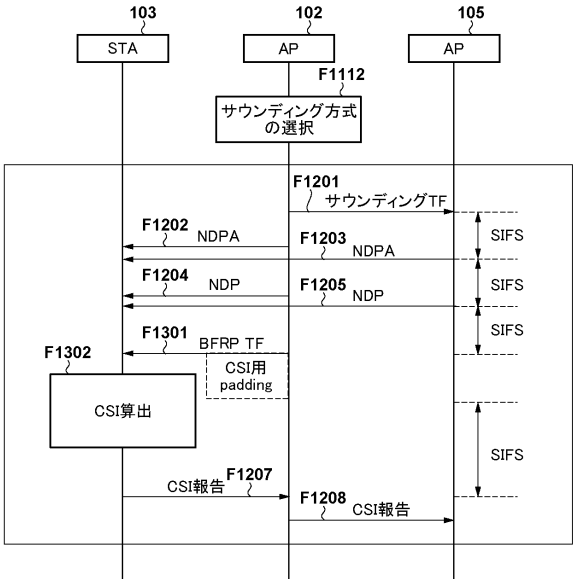
20

30

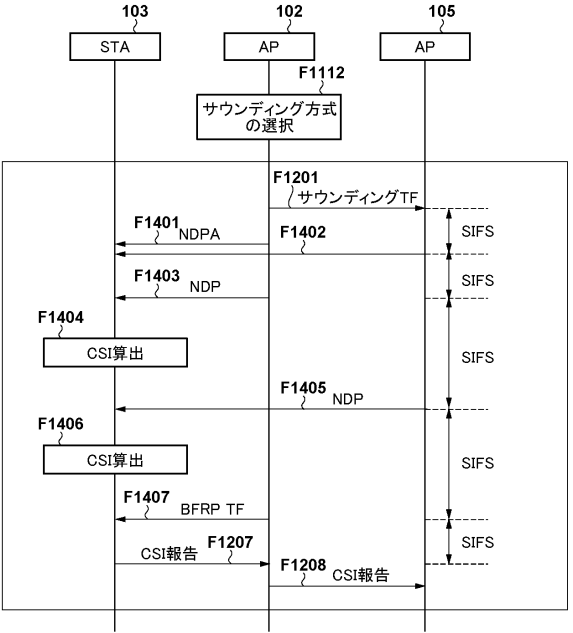
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 2 6 1 3 6 9 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 7 0 9 3 2 ( U S , A 1 )  
Kosuke Aio (Sony Corporation) , Consideration of Multi-AP Sounding , IEEE 802.11-19/1134r1 , IEEE, インターネット < URL: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/19/11-19-1134-01-00be-consideration-of-multi-ap-sounding.pptx> > , 2019年08月08日  
Junghoon Suh (Huawei) , Sounding for AP Collaboration , IEEE 802.11-19/1535r2 , IEEE, インターネット < URL: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/19/11-19-1535-02-00be-sounding-for-ap-collaboration.pptx> > , 2019年11月12日  
ZTE Corporation , multi-AP transmission procedure , IEEE 802.11-19/1652r0 , IEEE, インターネット < URL: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/19/11-19-1652-00-00be-multi-ap-transmission-procedure.pptx> > , 2019年09月16日
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
H 0 4 B 7 / 2 4 - 7 / 2 6  
H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0