

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-9678  
(P2023-9678A)

(43)公開日 令和5年1月20日(2023.1.20)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 W 74/08 (2009.01)	H 0 4 W 74/08	5 K 0 6 7
H 0 4 W 84/12 (2009.01)	H 0 4 W 84/12	
H 0 4 W 52/38 (2009.01)	H 0 4 W 52/38	
H 0 4 W 72/0457(2023.01)	H 0 4 W 72/04 1 1 1	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全21頁)

(21)出願番号	特願2021-113137(P2021-113137)	(71)出願人	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和3年7月7日(2021.7.7)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
		(72)発明者	伊奈 永吾郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
		Fターム(参考)	5K067 AA14 DD23 DD24 EE02 EE10 GG08

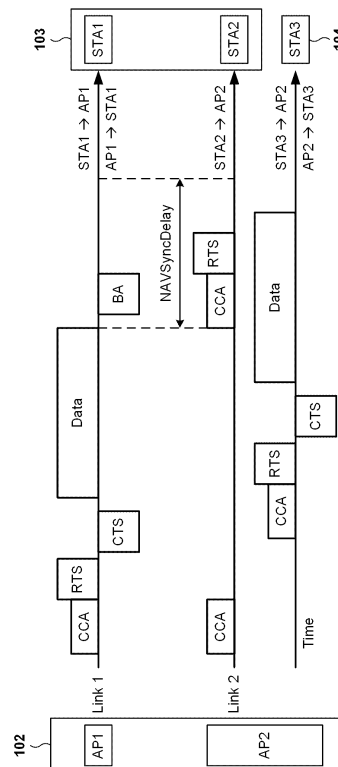
(54)【発明の名称】 通信装置、通信方法、及びプログラム

(57)【要約】 (修正有)

【課題】干渉を考慮した高効率な通信を可能とする通信装置、方法及びプログラムを提供する。

【解決手段】IEEE 802.11シリーズ規格に準拠した無線LANの通信装置は、使用する周波数チャンネルにおいて他の通信装置の信号が所定の閾値以上の電力レベルで検出されるか否かを判定するCCAを実行することにより、その周波数チャンネルにおいて信号を送信可能であるかを判定し、周波数チャンネルにおいて信号を送信可能であると判定したことに応じて、RTSを送信し、RTSに対してCTSを通信の相手装置から受信した場合に、相手装置へデータを送信する。通信装置は、周波数チャンネルにおいて信号を受信できない第1の状態から信号を受信できる第2の状態へと移行した後の所定の期間においてRTSを送信する場合に、所定の期間と異なる期間においてRTSを送信する場合の第1の送信電力より低い第2の送信電力を用いる。

【選択図】図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

IEEE 802.11シリーズ規格に準拠した無線LANの通信装置であって、  
使用する周波数チャネルにおいて他の通信装置の信号が所定の閾値以上の電力レベルで検出されるか否かを判定するClear Channel Assessment (CCA) を実行することにより、当該周波数チャネルにおいて信号を送信可能であるかを判定する判定手段と、

前記周波数チャネルにおいて信号を送信可能であると判定したことに応じて、Request to Send (RTS) を送信し、当該RTSに対してClear to Send (CTS) を通信の相手装置から受信した場合に、当該相手装置へデータを送信する通信手段と、

前記周波数チャネルにおいて信号を受信できない第1の状態から信号を受信できる第2の状態へと前記通信装置が移行した後の所定の期間において前記RTSを送信する場合に、前記所定の期間と異なる期間において前記RTSを送信する場合の第1の送信電力より低い第2の送信電力を用いるように前記通信手段を制御する制御手段と、

を有することを特徴とする通信装置。

**【請求項 2】**

前記制御手段は、前記通信装置が前記所定の期間において用いる前記CCAの前記所定の閾値を、前記所定の期間と異なる期間において用いる前記CCAの前記所定の閾値よりも低くするように、前記判定手段を制御する、ことを特徴とする請求項1に記載の通信装置。

**【請求項 3】**

前記通信装置は、複数のリンクを確立することが可能であり、かつ、複数のリンクのうちの第1のリンクにおいて送信を行っている間に、複数のリンクのうちの前記第1のリンクと異なる第2のリンクにおいて受信を行うことができないように構成され、前記通信装置は、前記第1のリンクにおいて送信を行っている間に前記第2のリンクにおいて前記第1の状態で作動し、前記第1のリンクにおいて送信を完了した場合に前記第2のリンクにおいて前記第2の状態に移行する、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の通信装置。

**【請求項 4】**

前記通信装置は、パワーセーブモードで動作することができ、前記第1の状態は前記パワーセーブモードのDoze状態であり、前記通信装置は、前記Doze状態から脱した場合に前記第2の状態に移行する、ことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の通信装置。

**【請求項 5】**

前記通信装置は、使用する周波数チャネルを変更することができ、前記第1の状態は使用する周波数チャネルを変更する前の状態であり、前記通信装置は、使用する周波数チャネルを変更した場合に前記第2の状態に移行する、ことを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の通信装置。

**【請求項 6】**

前記第2の送信電力は、前記相手装置から受信した信号の受信信号強度と前記相手装置における前記RTSの受信電力の目標値とに基づいて決定される、ことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の通信装置。

**【請求項 7】**

前記第2の送信電力は、前記相手装置における信号の送信電力にさらに基づいて決定される、ことを特徴とする請求項6に記載の通信装置。

**【請求項 8】**

前記目標値は、前記相手装置から指定された値である、ことを特徴とする請求項6又は7に記載の通信装置。

**【請求項 9】**

前記目標値は、前記RTSの伝送レートに基づいて特定される値である、ことを特徴と

10

20

30

40

50

する請求項 6 又は 7 に記載の通信装置。

【請求項 10】

前記所定の期間は、NAV Sync Delay の期間である、ことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

【請求項 11】

前記第 1 の送信電力は、最大の送信電力である、ことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

【請求項 12】

前記通信手段は、前記相手装置から前記CTSを受信しなかった場合には、前記所定の期間が経過するのを待機してから、前記周波数チャンネルにおいて信号を送信可能であると前記判定手段が判定した場合に、前記相手装置へデータを送信する、ことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

10

【請求項 13】

IEEE 802.11 シリーズ規格に準拠した無線LANの通信装置によって実行される通信方法であって、

前記通信装置は、使用する周波数チャンネルにおいて他の通信装置の信号が所定の閾値以上の電力レベルで検出されるか否かを判定するClear Channel Assessment (CCA) を実行することにより、当該周波数チャンネルにおいて信号を送信可能であることを判定し、前記周波数チャンネルにおいて信号を送信可能であると判定したことに応じて、Request to Send (RTS) を送信し、当該RTSに対してClear to Send (CTS) を通信の相手装置から受信した場合に、当該相手装置へデータを送信するように構成され、

20

前記通信方法は、前記周波数チャンネルにおいて信号を受信できない第 1 の状態から信号を受信できる第 2 の状態へと前記通信装置が移行した後の所定の期間において前記RTSを送信する場合に、前記所定の期間と異なる期間において前記RTSを送信する場合の第 1 の送信電力より低い第 2 の送信電力を用いるように制御することを含む、ことを特徴とする通信方法。

【請求項 14】

コンピュータを請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の通信装置が有する各手段として機能させるためのプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、干渉を考慮した効率的な無線通信制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers、米国電気電子技術者協会) によって、無線LANの通信規格としてIEEE 802.11 シリーズ規格が策定されている。なお、LANは、ローカルエリアネットワークを指す。IEEE 802.11 シリーズ規格は、IEEE 802.11 a / b / g / n / ac / ax 規格などを含む。また、IEEEでは、さらなるスループットの向上や周波数利用効率の改善のため、IEEE 802.11 シリーズの新たな規格として、IEEE 802.11 be 規格の策定が進行している。IEEE 802.11 be 規格では、1 台のアクセスポイント (AP) が、異なる複数の周波数チャンネルを用いて 1 台のステーション (STA) と複数のリンクを確立し、その複数のリンクを介して並行して通信を行うマルチリンク通信の採用が検討されている。

40

【0003】

無線LANでは、複数の通信装置がコンテンツベースで周波数リソースにおける送信権を獲得するため干渉が問題となる。特に、送信者側から、受信者に対して干渉しうる位置に存在する他の端末の存在を認識することができない隠れ端末問題が知られている。

50

すなわち、送信側装置は、隠れ端末の存在を認識することができないため、送信側装置と隠れ端末とが並行して信号を送信することにより、受信側装置において干渉が発生し、その信号の受信に失敗してしまいうる。これに対して、送信側装置の周囲の端末の送信権の取得を抑制するRTS (Request to send) と、受信側装置の周囲の端末が送信権の取得を抑制するCTS (Clear to send) を利用する手法が知られている。特許文献1には、データ信号を低電力で送信して消費電力を抑制する場合に、RTSおよびCTSを最大送信電力で送出して周囲の端末による送信権の獲得を抑制し、その後の電力を低減する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-195303号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

無線LANの発展により、例えば上述のマルチリンク通信のように新たな機能が追加されることにより、干渉の発生する状況が変化している。また、上述のように、さらなるスループットの向上や周波数利用効率の改善が要求されている。

【0006】

本発明は、干渉を考慮した高効率な通信を可能とする通信制御技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様による通信装置は、IEEE802.11シリーズ規格に準拠した無線LANの通信装置であって、使用する周波数チャネルにおいて他の通信装置の信号が所定の閾値以上の電力レベルで検出されるか否かを判定するClear Channel Assessment (CCA) を実行することにより、当該周波数チャネルにおいて信号を送信可能であるかを判定する判定手段と、前記周波数チャネルにおいて信号を送信可能であると判定したことに応じて、Request to Send (RTS) を送信し、当該RTSに対してClear to Send (CTS) を通信の相手装置から受信した場合に、当該相手装置へデータを送信する通信手段と、前記周波数チャネルにおいて信号を受信できない第1の状態から信号を受信できる第2の状態へと前記通信装置が移行した後の所定の期間において前記RTSを送信する場合に、前記所定の期間と異なる期間において前記RTSを送信する場合の第1の送信電力より低い第2の送信電力を用いるように前記通信手段を制御する制御手段と、を有する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、干渉を考慮した高効率な通信が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】無線通信ネットワークの構成例を示す図である。

【図2】通信装置の構成例を示す図である。

【図3】マルチリンク通信処理の流れの例を示す図である。

【図4】マルチリンク通信における通信の状態の例を概略的に示す図である。

【図5】通信装置によって実行される処理の流れの第1の例を示す図である。

【図6】通信装置によって実行される処理の流れの第2の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

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

10

20

30

40

50

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。

#### 【0011】

(ネットワーク構成)

図1に、本実施形態に係るネットワーク101の構成例を示す。このネットワーク101は、マルチリンク通信を実行可能なアクセスポイント(AP)とステーション(STA)とを含んだ無線ローカルエリアネットワーク(LAN)である。ネットワーク101は、マルチリンク通信を実行可能なAP102によって構築される。なお、マルチリンク通信を実行する機能を有する通信機器のことを、MLD(Multi-Link Device)と呼ぶ。特に、APとして動作して、ネットワークを構築する役割のMLDをAP-MLDと呼び、APとして動作せず、構築されたネットワークに参加する役割のMLDをNon-AP-MLDと呼ぶ。本実施形態では、AP102は、AP-MLDである。また、図1の無線通信ネットワークは、マルチリンク通信を実行する機能を有しており、STAとして動作してAP-MLD102と通信する、Non-AP-MLD103およびNon-AP-MLD104を含む。なお、本実施形態では、AP-MLD102、Non-AP-MLD103、およびNon-AP-MLD104を総称して通信装置と呼ぶこともある。

#### 【0012】

通信装置は、いずれも、IEEE802.11be(EHT(Extremely/Extreme High Throughput))規格に対応しており、IEEE802.11be規格に従って相互に無線通信を実行することができる。なお、各通信装置は、2.4GHz帯、5GHz帯、および6GHz帯の周波数帯域において通信可能に構成される。なお、各通信装置が使用可能な周波数帯域は、これらに限定されず、例えば60GHz帯などのような異なる周波数帯域が使用されてもよい。また、各通信装置は、20MHz、40MHz、80MHz、160MHz、および320MHzの周波数帯域幅を使用して通信することができる。なお、IEEE802.11シリーズ規格では、「周波数チャネル」が定義され、規格に準拠した通信装置は、その周波数チャネルを用いて無線通信を実行することができる。IEEE802.11シリーズ規格では、2.4GHz帯、5GHz帯、および6GHz帯等の各周波数帯域において、複数の周波数チャネルが定義されている。また、IEEE802.11シリーズ規格では、各周波数チャネルの帯域幅は20MHzとして定義されている。なお、隣接する周波数チャネルを結合(ボンディング)することにより、1つの周波数チャネルにおいて40MHz以上の帯域幅を利用することもできる。

#### 【0013】

本実施形態では、AP-MLD102およびNon-AP-MLD103は、マルチリンク通信機能を用いて、複数の周波数チャネルを介して複数のリンクを確立し、その複数のリンクを用いた通信を実行可能であるものとする。また、Non-AP-MLD104は、Non-AP-MLD103が確立した複数のリンクにおいて使用されている複数の周波数チャネルのうち少なくとも1つを利用して、AP-MLD102との間での通信を実行可能であるものとする。例えば、AP-MLD102は、Non-AP-MLD103との間で、2.4GHz帯の第1の周波数チャネルを用いた第1のリンク105と、5GHz帯の第2の周波数チャネルを用いた第2のリンク106とを確立し、両方のリンクを介して通信しうる。この場合、AP-MLD102は、第1のリンク105と第2のリンク106とを、並行して維持する。AP-MLD102とNon-AP-MLD103との間で複数の周波数チャネルを用いて複数のリンクが確立されることにより、これらの通信装置間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。

#### 【0014】

なお、上述の例では、2つのリンクが確立される例を示しているが、3つ以上のリンクが並行して確立されてもよい。例えば、AP-MLD102とNon-AP-MLD103との間で、2.4GHz帯の第1のリンク105と5GHz帯の第2のリンク106に

加え、6 GHz帯の第3のリンク(不図示)が確立されてもよい。また、AP-MLD 102とNon-AP-MLD 103は、マルチリンク通信を行うための複数のリンクを、上述のように相互に異なる複数の周波数帯域を用いて確立してもよいし、同じ周波数帯域における異なる周波数チャネルを用いて確立してもよい。なお、AP-MLD 102とNon-AP-MLD 103との間で確立される複数のリンクで使用される複数の周波数チャネルは、相互に少なくとも20 MHzの間隔が空けられたチャネルの中から選択される。一例において、AP-MLD 102とNon-AP-MLD 103との間で、2.4 GHz帯の1chと11chとを用いて第1のリンク105および第2のリンク106が確立されてもよい。また、複数のリンクのうち2つ以上のリンクが同じ周波数帯域の異なる周波数チャネルで確立され、残りのリンクが別の周波数帯域で確立されてもよい。例えば、AP-MLD 102とNon-AP-MLD 103との間で、2.4 GHz帯の1chおよび11chを用いて第1のリンク105および第2のリンク106が確立され、5 GHz帯における36chを用いて第3のリンク(不図示)が確立される。AP-MLD 102とNon-AP-MLD 103との間で、周波数帯域の異なる複数のリンクが確立されることにより、ある周波数帯域が高負荷状態などで通信レートが低下しても、他の周波数帯域での通信により、一定の通信レートを確保することができる。このため、これらの通信装置間の通信におけるスループットの低下を抑制することができる。

10

**【0015】**

AP-MLD 102およびNon-AP-MLD 103は、マルチリンク通信による複数のリンクを介して、1つのデータを分割して相手装置へ送信することができる。これにより、その1つのデータを高速に伝送することが可能となる。また、AP-MLD 102とNon-AP-MLD 103は、複数のリンクのそれぞれを介して同じデータを送信することもできる。これによれば、1つのリンクを介した通信に対して、他のリンクを介した通信をバックアップの通信とすることができる。例えば、AP-MLD 102が、第1の周波数チャネルおよび第2の周波数チャネルをそれぞれ使用する第1のリンク105と第2のリンク106とを介して、同じデータをNon-AP-MLD 103に送信したものとす。この場合、例えば第1のリンク105の通信においてエラーが発生しても、第2のリンク106を介して同じデータが送信されている。このため、Non-AP-MLD 103は、AP-MLD 102から送信されたデータを受信することができる。

20

**【0016】**

また、AP-MLD 102とNon-AP-MLD 103は、通信するフレームの種類やデータの種類の種類に応じて、使用するリンクを使い分けてもよい。例えば、AP-MLD 102は、例えば撮像画像に関するデータを送信する場合、日付や撮像時のパラメータ(絞り値やシャッター速度)、位置情報などのメタ情報の送信に第1のリンク105を使用し、画素情報の送信には第2のリンク106を使用してもよい。また、AP-MLD 102は、例えば、マネジメント(Management)フレームの送信には第1のリンク105を使用し、データを含むデータフレームの送信には第2のリンク106を使用するようにしてもよい。ここで、マネジメントフレームは、IEEE 802.11シリーズ規格に準拠したマネジメントフレームである。マネジメントフレームは、例えば、Beacon、Probe Request/Response、Association Request/Responseの各無線フレームを含む。また、マネジメントフレームは、これらのフレームに加えて、Disassociation、Authentication、De-Authentication、Actionなどの無線フレームをも含む。Beaconフレームは、ネットワークの情報を報知するフレームである。Probe Requestフレームは、ネットワーク情報を要求するフレームであり、Probe Responseフレームは、その応答であって、ネットワーク情報を提供するフレームである。Association Requestフレームは、接続を要求するフレームであり、Association Responseフレームは、その応答であって、接続を許可やエラーなどを示すフレームである。Disassociationフレームは、接続の切断を行うのに使用されるフレームである。Authenticatio

30

40

50

nフレームは、相手装置を認証するために使用されるフレームであり、De - Authenticationフレームは、相手装置の認証を中断し、接続の切断を実行するために使用されるフレームである。Actionフレームは、上述のもの以外の追加の機能を実行するために使用されるフレームである。

**【0017】**

また、AP - MLD102およびNon - AP - MLD103は、MIMO (Multiple - Input and Multiple - Output) 通信を実行可能に構成されてもよい。この場合、AP - MLD102およびNon - AP - MLD103は、複数のアンテナを有し、送信側の装置が、それぞれのアンテナから、同じ周波数チャネルにおいて複数のデータストリームによって構成された異なる信号を送信する。受信側の装置は、複数のアンテナを用いて、送信側のアンテナのそれぞれから到達したすべての信号を同時に受信し、それらの信号から複数のデータストリームを分離抽出して復号する。このように、MIMO通信を実行することにより、AP - MLD102およびNon - AP - MLD103は、MIMO通信を実行しない場合と比べて、同じ時間区間において、より多くのデータを通信することができる。なお、AP - MLD102およびNon - AP - MLD103は、マルチリンク通信を行う場合に、一部のリンクにおいてMIMO通信を実行し、他のリンクにおいてはMIMO通信を実行しないようにしてもよい。また、AP - MLD102およびNon - AP - MLD103は、全てのリンクにおいてMIMO通信を実行してもよいし、全てのリンクにおいてMIMO通信を実行しないようにしてもよい。

10

20

**【0018】**

AP - MLD102は、マルチリンク通信を実行する場合、複数のリンクのそれぞれに対応する複数の無線ネットワークを構築する。この場合、AP - MLD102は、内部的に複数のAPを有し、それぞれのAPが無線ネットワークを構築するように動作する。ここで、AP - MLD102が内部的に有する複数のAPは、それぞれがAPとして機能する物理的な回路を複数用意することによって実現されてもよいし、APとして機能する物理的な1つ又は少数の回路によって、仮想的に複数のAPが実現されてもよい。例えば、AP - MLD102は、論理的なAPの数より少数の回路を有しうる。また、Non - AP - MLD103は、マルチリンク通信を実行する場合に、複数のSTAとして機能しうる。このために、Non - AP - MLD103は、それぞれがSTAとして機能する物理的な回路を複数用意してもよいし、論理的なSTAの数より少数の回路によって仮想的に複数のSTAが実現されてもよい。なお、複数のリンクが共通の周波数帯域に属する周波数チャネルにおいて確立される場合、共通の無線ネットワークにおいて、その複数のリンクが確立されるようにしてもよい。

30

**【0019】**

なお、上述の各通信装置は、IEEE 802 . 11 b e規格に対応するとしたが、これに加えて、IEEE 802 . 11 b e規格より過去に策定された規格であるレガシー規格の少なくともいずれかに対応していてもよい。ここでのレガシー規格は、IEEE 802 . 11 a / b / g / n / a c / a x規格を含む。なお、本実施形態では、IEEE 802 . 11 a / b / g / n / a c / a x / b e規格の少なくともいずれかを指して、IEEE 802 . 11シリーズ規格と呼ぶ。また、上述の各通信装置は、IEEE 802 . 11シリーズ規格に加えて、他の無線通信規格に対応し、その無線通信規格に従って通信を実行可能に構成されてもよい。他の無線通信規格は、例えば、Bluetooth (登録商標)、NFC、UWB、Zigbee (登録商標)、MBOAなどを含む。なお、NFCは、Near Field Communicationの略語であり、UWBは、Ultra Wide Bandの略語である。また、MBOAは、Multi Band OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) Allianceの略語である。また、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、各通信装置は、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。

40

50

## 【 0 0 2 0 】

AP-MLD102は、例えば、無線LANルータやPCなどでありうるが、これらに限定されず、他の通信装置とマルチリンク通信を実行することができる任意の通信装置でありうる。また、AP-MLD102は、IEEE802.11b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、Non-AP-MLD103は、例えば、カメラ、タブレット、スマートフォン、PC、携帯電話、ビデオカメラなどでありうるが、これらに限定されず、他の通信装置とマルチリンク通信を実行することができる任意の通信装置でありうる。また、Non-AP-MLD103は、IEEE802.11b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。なお、無線チップなどの情報処理装置は、生成した信号を送信するためのアンテナを有する。なお、Non-AP-MLD104は、Non-AP-MLD103と同様の機能を有する。ただし、これに限られず、Non-AP-MLD104は、Non-AP-MLD103とAP-MLD102との間でマルチリンク通信のために確立されたリンクのいずれかにおいて使用されている周波数チャンネルで通信可能な任意の通信装置でありうる。一例において、Non-AP-MLD104は、MLDと記述されているが、MLDでなくてもよい。すなわち、Non-AP-MLD104は、マルチリンク通信に対応しなくてもよい。

10

## 【 0 0 2 1 】

図1では、1台のAP-MLDと2台のNon-AP-MLDのみを示しているが、AP-MLDおよびNon-AP-MLDの台数はこれに限定されない。なお、本実施形態では、AP-MLD102がアクセスポイントであって、Non-AP-MLD103およびNon-AP-MLD103がステーションであると説明したが、これに限られない。例えば、AP-MLD102もステーションであってもよい。この場合、AP-MLD102は、ステーションでありながら、Non-AP-MLD103とリンクを確立するための無線ネットワークを構築する役割を有する装置として動作する。

20

## 【 0 0 2 2 】

マルチリンク通信では、複数のリンクでそれぞれ使用される複数の周波数チャンネルが周波数領域において十分に離間していれば、それらのリンクで送受信される無線信号が互いに干渉することを防ぐことができる。このため、MLDは、複数のリンクにおいて、それぞれ任意のタイミングで無線信号の送受信を行うことが可能である。一方で、複数のリンクでそれぞれ使用される複数の周波数チャンネルが周波数領域において一定程度近接していると、これらのリンク間の干渉が発生してしまいうる。すなわち、MLDが第1のリンクで受信動作をしている間に第2のリンクで送信動作を開始すると、その第2のリンクにおける送信動作によって放射された電波が回り込む。このとき、第2のリンクで使用されている周波数チャンネルの帯域外では、その周波数チャンネルから周波数領域において離間するほど、その回り込んだ電波の電力は大きく減衰する。しかしながら、回り込み干渉は、送受信機器が同一であり、伝送路における損失が少ないため、周波数領域における離間が不十分である場合には、回り込み干渉の電力レベルが無視できなくなってしまう。この結果、第2のリンクにおける送信信号が、第1のリンクにおける受信信号に干渉してしまう。したがって、MLDは、このような複数の無線リンクにおいて、一方で送信しながら他方で受信することができない場合がある。この場合、MLDは、複数のリンクでの送受信のタイミングを調整することにより、干渉を引き起こさずに複数のリンクを使用することができる。なお、複数のリンクで任意のタイミング送受信を実行可能なAP又はSTAは、STR(Simultaneous Transmit and Receive)デバイスと呼ばれうる。一方で、複数のリンクにおいて任意のタイミングで送受信できず、送受信のタイミングの調整が必要なAP又はSTAは、Non-STRデバイスと呼ばれうる。

30

40

## 【 0 0 2 3 】

マルチリンク通信においては、複数の周波数チャンネルのそれぞれを用いて確立された複数のリンクにおいて、それぞれ独立して通信が行われうる。例えば、MLDは、複数のリ

50

リンクのそれぞれにおいて、IEEE 802.11シリーズ規格において規定されている Clear Channel Assessment (CCA) を実行する。CCA は、周波数チャネル上で電力検出 (Energy Detection、ED) を実行し、その ED の閾値を超える電力が検出されたか否かにより、周波数チャネルが使用されているか否かを確認する手順である。MLD は、CCA によって使用されていないと判定された周波数チャネルにおいて、信号を送信することができる。また、MLD は、あるリンクで RTS (Request to Send) パケットや CTS (Clear to Send) パケットを受信した場合、そのリンクにおいて通信を行わない期間を設定する。RTS や CTS パケットは、信号を送信する機器が指定する情報や設定されるべき NAV (Network Allocation Vector) の値を指定する情報を含む。これにより、RTS や CTS パケットにおいて指定された機器以外の機器が、指定された NAV の期間は信号を送信しないようにする。この仕組みを用いることにより、RTS 又は CTS パケットを受信した機器のうち、そのパケットにおいて指定されていない機器が、NAV の期間において信号の送信を開始しないことにより、信号の衝突を防ぐことができる。MLD は、あるリンクで RTS 又は CTS パケットを受信すると、そのパケットにおいて示される期間に対応する NAV を設定し、NAV の期間中はそのリンクで信号を送信しないようにする。なお、RTS や CTS パケットは、周囲の通信装置が信号を送信することによる干渉の発生を防ぐためのものであるため、一般に、広い範囲の通信装置が受信できるように、十分に大きい電力 (例えば最大送信電力) で送信される。

10

#### 【0024】

20

ここで、Non-AP-MLD 103 が、Non-STR デバイスであるものとし、2つの論理的な STA (STA 1、STA 2) として、2つの周波数チャネルを用いて2つの無線リンクを AP-MLD 102 との間で確立したものとす。そして、Non-AP-MLD 103 は、CCA を実行した結果、第1の周波数チャネルで動作する STA 1 においてのみ、信号の送信を開始したものとす。Non-AP-MLD 103 は、STA 1 による信号の送信が完了した後に、STA 2 によって CCA を実行し、ED の閾値を超える電力を検出しなかった場合には、STA 2 において信号を送信することができる。一方、Non-AP-MLD 103 は、Non-STR デバイスであるから、STA 1 で信号を送信中は STA 2 での信号の受信を行わない。このため、Non-AP-MLD 103 は、STA 2 が動作する第2の周波数チャネルにおいて、他の通信装置から RTS や CTS が送信されたとしても、これらを受信することができない。例えば、Non-AP-MLD 103 が STA 1 において信号を送信中に、第2の周波数チャネルで、Non-AP-MLD 104 から送信された RTS に応答して AP-MLD 102 が CTS を送信したものとす。この場合に、Non-AP-MLD 103 は、STA 1 で信号を送信中であるために、STA 2 においてその RTS および CTS を受信することができず、その結果、NAV を設定することもない。ここで、Non-AP-MLD 103 が、Non-AP-MLD 104 からの信号を十分な電力で受信できれば、その RTS や CTS を受信せずとも、STA 2 による CCA の結果、信号の送信を行わないようにすることができる。一方で、Non-AP-MLD 103 が、Non-AP-MLD 104 からの信号を十分な電力で受信できない場合、STA 2 による信号の送信を開始し、Non-AP-MLD 104 からの送信信号と衝突してしまいうる。

30

40

#### 【0025】

なお、AP と接続している STA がパワーセーブモードで動作しており、Doze 状態から復帰した直後にパケット送信を行う状況においても、STA は、Doze 状態において RTS や CTS を受信することができない。このため、STA において、NAV の設定が行われず、CCA によって電波を検出できなかった場合に信号の送信を開始し、他の STA からの信号との衝突を引き起こすことが想定されうる。IEEE 802.11 シリーズ規格では、このような事情に鑑み、「NAV Sync Delay」と呼ばれる期間を定義し、Doze 状態から復帰した STA が、この期間だけ待機してから送信を開始するように規定している。これによれば、RTS や CTS によって設定されるはずであった NA

50

Vの期間に対応する期間においてS T Aが信号を送信しなくなるため、送信信号が、他のS T Aからの信号と衝突することを防ぐことができる。このようなN A V S y n c D e l a yを、上述のマルチリンク通信に適用することができる。しかしながら、N A V S y n c D e l a yを適用することは、スループットの低下や周波数利用効率の劣化を招きうる。

#### 【0026】

本実施形態では、このような事情に鑑み、信号を送信できる状態になった直後に通信を可能とすることにより、スループットや周波数利用効率の改善を図る。以下では、本実施形態にかかる通信装置（A P - M L D 1 0 2及びN o n - A P - M L D 1 0 3）の構成例と、それらの通信装置によって実行される処理の流れの例について詳述する。

10

#### 【0027】

（装置構成）

図2（A）及び図2（B）を用いて、本実施形態に係る通信装置（A P - M L D 1 0 2及びN o n - A P - M L D 1 0 3）の構成例について説明する。図2（A）は、通信装置のハードウェア構成例を示している。図2（A）に示すように、通信装置は、そのハードウェア構成として、例えば、記憶部201、制御部202、機能部293、入力部204、出力部205、通信部206、及びアンテナを含む。

#### 【0028】

記憶部201は、例えばROMやRAM等の1つ以上のメモリを含んで構成され、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。なお、ROMはRead Only Memoryの頭字語であり、RAMはRandom Access Memoryの頭字語である。なお、記憶部201は、ROMやRAM等のメモリに加えて又はこれに代えて、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等の記憶媒体を含んでもよい。また、記憶部201は、複数のメモリ等を含んでもよい。

20

#### 【0029】

制御部202は、例えばCPUやMPU等の1つ以上のプロセッサにより構成され、例えば記憶部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、通信装置の全体を制御する。なお、CPUはCentral Processing Unitの頭字語であり、MPUはMicro Processing Unitの頭字語である。制御部202は、通信装置の全体の制御に加え、他の通信装置との通信において送信するデータや信号を生成する処理を実行するように構成されうる。なお、制御部202は、例えば、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、通信装置の全体の制御などの処理を実行するように構成されてもよい。また、制御部202は、マルチコア等の複数のプロセッサを含み、複数のプロセッサにより通信装置の全体の制御などの処理を実行するようにしてもよい。また、制御部202は、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）等により構成されてもよい。

30

40

#### 【0030】

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、例えば、通信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、通信装置がカメラである場合、機能部203は撮像部であり、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、印刷処理を行う。また、例えば、通信装置がプロジェクタである場合、機能部203は投影部であり、投影処理を行う。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を介して他の通信装置と通信したデータであってもよい。

#### 【0031】

50

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 による出力は、例えば、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 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。また、入力部 204 および出力部 205 は、それぞれ通信装置に内蔵されてもよいし、通信装置に接続された外部装置として構成されてもよい。

#### 【0032】

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、IP 通信の制御を行う。本実施形態では、通信部 206 は、特に、IEEE 802.11 b e 規格に準拠した無線通信の制御を行うように構成される。なお、通信部 206 は、IEEE 802.11 b e 規格に加えて、他の IEEE 802.11 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、例えば制御部 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。通信装置は、複数の通信部 206 を有してもよい。通信装置は、複数の通信部 206 を有する場合、マルチリンク通信において複数のリンクを確立する際に 1 つの通信部 206 によって 1 つのリンクを確立しうる。なお、通信装置は、一部の通信部 206 についてはそれぞれ 1 つのリンクを確立し、他の通信部 206 については複数のリンクを確立するようにしてもよい。また、通信装置は、1 つの通信部 206 を用いて複数のリンクの全てを確立してもよい。この場合、通信部 206 は、動作する周波数チャネルを時分割で切り替えることなどにより、複数のリンクを介した通信を実行しうる。なお、通信装置が、IEEE 802.11 b e 規格に加えて、NFC 規格や Bluetooth (登録商標) 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、通信装置は、複数の通信規格に準拠した無線通信を実行可能である場合、それぞれの通信規格に対応した通信部とアンテナとを個別に有してもよい。通信装置は、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他の通信装置との間で通信する。なお、アンテナ 207 は、通信部 206 と別個に用意されていてもよいし、通信部 206 と合わせた 1 つのモジュールとして構成されてもよい。

#### 【0033】

アンテナ 207 は、サブ GHz 帯、2.4 GHz 帯、5 GHz 帯、および 6 GHz 帯などの各種周波数帯域における通信を可能とするアンテナである。なお、通信装置は、アンテナ 207 として、マルチバンドアンテナなどの 1 つのアンテナを有してもよいし、例えば複数の周波数帯域にそれぞれ対応する、複数のアンテナを有してもよい。また、通信装置は、複数のアンテナを有する場合、その複数のアンテナに対して 1 つの通信部 206 を有してもよいし、複数のアンテナのそれぞれに対応する複数の通信部 206 を有してもよい。なお、アンテナ 207 は、単一のアンテナであってもよいし、アンテナアレイであってもよい。すなわち、アンテナ 207 は、複数のアンテナ素子を有し、例えば MIMO (Multi-Input and Multi-Output) での通信を実行可能に構成されてもよい。

#### 【0034】

図 2 (B) は、通信装置 (AP-MLD 102、及び Non-AP-MLD 103) の機能構成例を示している。通信装置は、その機能として、例えば、送信部 211、受信部 212、接続制御部 213、ED 閾値変更部 214、及び送信出力変更部 215 を有する。これらの機能部の少なくとも一部は、例えば、制御部 202 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装されてもよいし、専用のハードウェアを用いて実装されてもよい。また、これらの機能部の少なくとも一部が、通信部 206 の内部のベースバンドチップや RF チップによって実装されてもよい。

#### 【0035】

送信部 211 は、通信部 206 を介して、信号の送信処理 (例えば IEEE 802.11 シリーズ規格に準拠して生成された無線信号の送信処理) を行う。受信部 212 は、通信部 206 を介して、信号の受信処理 (例えば IEEE 802.11 シリーズ規格に準拠

して生成された無線信号の受信処理)を行う。接続制御部213は、送信部211と受信部212とを介した各種フレームの送受信により、通信相手となる他の通信装置との接続を確立するための制御を行う。ED閾値変更部214は、CCAにおいてチャンネルが使用可能な状態であるかを判定する際の電波の受電電力の閾値を変更するために、受信部212を制御する。送信出力変更部215は、送信対象のパケットの送信電力を変更するために送信部211を制御する。

#### 【0036】

(通信の流れ)

続いて、本実施形態で実行される通信の流れについて説明する。まず、図3を用いて、マルチリンク通信における送受信動作の流れの例について説明する。なお、図3では、Non-AP-MLD103およびNon-AP-MLD104から、AP-MLD102へデータが送信される場合の例を示す。なお、AP-MLD102とNon-AP-MLD103は、図1のように、第1のリンク105および第2のリンク106のための接続をそれぞれ確立しているものとする。図3では、AP-MLD102が第1のリンク105の周波数チャンネルで用いるAP機能を「AP1」と表記しており、第2のリンク106の周波数チャンネルで用いるAP機能を「AP2」と表記している。また、Non-AP-MLD103が、第1のリンク105の周波数チャンネルで用いるSTA機能を「STA1」と表記し、第2のリンク106の周波数チャンネルで用いるSTA機能を「STA2」と表記している。また、第2のリンク106の周波数チャンネルにおいて、Non-AP-MLD104とAP-MLD102とが第3のリンク107を確立しているものとする。図3では、Non-AP-MLD104が第3のリンク107で用いるSTA機能をSTA3と表記している。

#### 【0037】

ここで、第1のリンク105と第2のリンク106とで使用されている周波数チャンネルが、周波数領域において一定程度近接しているものとする。このため、Non-AP-MLD103は、第1のリンク105および第2のリンク106のいずれかに対応するSTA機能によって送信した信号が、他方のリンクに対応するSTA機能において十分な強度で受信される。このため、STA1とSTA2の一方が第1の信号を送信し、他方が第2の信号を受信する場合、第1の信号が第2の信号に対して無視できないレベルの干渉を与えうる。このため、Non-AP-MLD103は、いずれかのリンクにおいて信号を送信している間は、他のリンクにおいて信号を受信できないという制限を受ける。すなわち、Non-AP-MLD103は、Non-STRデバイスとなる。AP-MLD102は、Non-STRデバイスであるNon-AP-MLD103とマルチリンク通信をするために、Non-AP-MLD103がいずれかのリンクで送信中に他のリンクで受信状態とならないように調整を行う必要がある。

#### 【0038】

図3において、Non-AP-MLD103は、AP-MLD102へ、STA1とSTA2とで並行して信号を送信するためにCCAを実行する。Non-AP-MLD103は、図3では第1のリンクに関して示されているように、CCAにより信号を送信可能であると判定した場合にはRTSを送信し、それを受信したAP-MLD102がCTSを送信する。Non-AP-MLD103は、CTSを受信すると、送信対象のデータを含んだデータパケットをNon-AP-MLD102へ送信する。AP-MLD102は、そのデータパケットの受信に成功した場合に、Ack(Acknowledgement)又はブロックAck(BA)を、Non-AP-MLD103に送信する。これにより、Non-AP-MLD103からAP-MLD102へのデータ送信に関連する一連の処理が完了する。

#### 【0039】

一方で、図3に示すように、Non-AP-MLD103は、第1のリンク105におけるCCAにより信号を送信可能であると判定しても、第2のリンク106ではCCAにより信号を送信可能でないと判定する場合がある。この場合、Non-AP-MLD10

3は、第1のリンク105に対応するSTA1においてAP1へRTSを送信して信号送信処理を実行する一方で、第2のリンク106に対応するSTA2は信号送信処理を行わずに待機する。ここで、STA2が送信可能となるためには、再度実行したCCAによって信号を送信可能であると判定することが必要である。一方、Non-AP-MLD103は、STA1が送信処理を実行中にSTA2が受信処理を行うことができない。このため、Non-AP-MLD103は、STA1において信号送信中には、STA1において受信動作によって行われるCCAを実行することができない。このため、STA2は、STA1がデータパケットの送信を完了するまで待機した後に、CCAを開始することができるようになる。一方で、STA1は、データパケットの送信処理の完了のために、APからAck又はBAを受信する必要がある。これに対して、STA1がAck又はBAを受信中にSTA2が信号の送信を開始すると、その送信動作によって、Ack又はBAの受信を妨害してしまう。このため、STA2が送信を開始するのは、Ack又はBAの受信が終了した後でなければならない。したがって、Non-AP-MLD103は、STA1においてAck又はBAの受信が完了するタイミングの後にCCAが完了するように、STA2においてCCAを開始するタイミングを決定する。Non-AP-MLD103は、STA2において再度実行されたCCAによって信号を送信可能と判定した場合、STA2からAP-MLD102のAP2へRTSを送信しうる。そして、Non-AP-MLD103は、AP-MLD102のAP2からCTSの応答を受信した場合、STA2からAP2へ、データパケットを送信することができる。

10

#### 【0040】

20

一方で、Non-AP-MLD103のSTA1が信号を送信中に、第2のリンク106の周波数チャネルにおいて、Non-AP-MLD104がCCAを実行して、データパケットの送信を開始しうる。この場合、Non-AP-MLD104は、RTSを送信し、AP-MLD102からCTSを受信することによって、データの送信を開始する。Non-AP-MLD103は、マルチリンク通信を行わない場合や、STRデバイスである場合、RTSを受信できない場合であっても、CTSを受信することができるため、NAVを設定してNon-AP-MLD104の通信を妨害することはない。しかしながら、Non-AP-MLD103は、Non-STRデバイスであり、かつ、第1のリンク105において信号を送信中であるため、このRTSやCTSを受信することができない。また、Non-AP-MLD103は、第2のリンク106においてCCAを実行して、Non-AP-MLD104からのデータパケットを検出することができれば、信号を送信しないこととなるため、干渉の発生を防ぐことができる。一方、Non-AP-MLD103は、第2のリンク106においてCCAを実行しても、Non-AP-MLD104から送信された信号を検出できない場合がありうる。すなわち、Non-AP-MLD104とNon-AP-MLD103との位置関係によっては、Non-AP-MLD103が、Non-AP-MLD104からの信号を、信号検出(ED)閾値以上の電力レベルで検出できないことがありうる。この場合、Non-AP-MLD103は、STA2において、CCAによって信号を送信可能であると判定し、RTSを送信することとなり、Non-AP-MLD104から送信された信号に、そのRTSが干渉してしまう。

30

40

#### 【0041】

図4は、Non-AP-MLD103が、STA2においてAP-MLD102のAP2へRTSパケットを送信する前後のタイミングにおける、無線通信システムの状態を概説するための図である。Non-AP-MLD104は、STA3において、AP-MLD102のAP2へデータパケットを送信している。この信号は、AP-MLD102のAP2で受信されるが、その際に、周囲の他の通信装置(例えばNon-AP-MLD103のSTA2)におけるCCAによって、所定レベル以上で受信したかの判定が行われる。IEEE802.11シリーズ規格では、CCAのED閾値は、20MHz当たり-62dBm以下と規定されている。すなわち、IEEE802.11シリーズ規格に準拠する通信装置は、20MHz当たり-62dBm又はそれより低い値にED閾値を設定可

50

能であり、通信装置は、その閾値以上の受信電力で信号を検出した場合には、信号を送信できないと判定する。一方、通信装置は、その閾値以上の電力の信号を検出できなかった場合、その閾値を下回る電力で信号を検出できたとしても、信号を送信できると判定しうる。例えば、STA2においてED閾値が規格値上限の $-62\text{ dBm}$ に設定されている場合、STA3のデータパケットの受信信号強度が $-62\text{ dBm}$ を下回っている場合、STA2は、CCAによって信号が送信可能と判定する。このため、STA2は、AP2にRTSパケットを送信することにより、AP2において、STA3からのデータパケットとSTA2からのRTSパケットとが衝突しうる。

#### 【0042】

これに対し、上述のように、NAV Sync Delayの期間を設定することにより、干渉の発生を防ぐことができる。すなわち、Non-AP-MLD103は、STA1において信号の送信が完了し、STA2における受信動作が可能となったタイミングからNAV Sync Delayの期間だけ待機し、信号を送信しないようにしうる。この期間だけ待機することにより、STA3のデータパケットなど、STA2の受信動作が開始されたタイミングにおいて実行中の周囲のデータパケットの送信が完了する前に信号が送信されることを防ぐことができる。しかしながら、これは、NAV Sync Delayの期間において、周囲の他の通信装置が信号を送信していない場合であっても、その期間内においてSTA2が信号を送信できないことを意味し、この点で周波数利用効率の改善の余地が残る。したがって、本実施形態では、NAV Sync Delayの期間が経過する前に、信号の送信を可能とする手法を提供する。なお、上述のように、このNAV Sync Delayの期間は、パワーセーブモードにおけるDoze状態から復帰した際に用いられる期間である。このため、ここでの説明ではマルチリンク通信に着目しているが、パワーセーブモードにおけるDoze状態から復帰した際にも、以下で説明する手法を適用することができる。また、将来の無線LANの規格の発展により、STAが信号を受信できない状態から復帰するさらなる別の状況が発生しうるが、その状況においても、以下で説明する手法を適用することができる。

#### 【0043】

NAV Sync Delayの期間において信号を送信するために、NAV Sync Delayの期間のCCAにおいて使用するED閾値を引き下げることにより、隠れ端末が送信した信号をより高い感度で検出し、信号の衝突を回避する。なお、このときに、ED閾値を引き下げる期間をNAV Sync Delayの期間に限定することにより、通常の動作への影響を最小限とすることができる。すなわち、STA2は、図3の第2のリンク106において、1回目のCCAはNAV Sync Delayの期間ではないため、通常のED閾値を用いて信号検出を行い、2回目のCCAでは、1回目のCCAよりもED閾値を引き下げて高感度な信号検出を行う。

#### 【0044】

さらに、CCAにおいて信号送信可能と判定された後にSTAが送信するRTSパケットの送信出力を、他の通信装置による信号の送信が行われているとした場合のその信号へのRTSパケットの干渉が十分に抑制されるように調整する。これによれば、引き下げたED閾値によっても検出できなかった信号が存在し、RTSパケットがその信号と衝突する状況において、RTSパケットからその信号への干渉を抑制する。例えば、図4のAP2においてSTA3からのデータパケットの受信信号強度がSTA2からのRTSパケットの受信信号強度よりも十分に大きい場合には、AP2は、STA3からのデータパケットを正常に受信可能であることが期待できる。すなわち、AP2は、STA3からのデータパケットを所望信号としSTA2からのRTSパケットを干渉信号とするときの信号対干渉および雑音比(SINR)が一定以上の値であれば、STA3からのデータパケットを、十分に高い確率で正常に受信できる。

#### 【0045】

一般に、RTSパケットは、自機器が送信を開始することを可能な限り広範囲の無線機器へ通知するために、最も低いデータレートかつ最も高い電力で送信される。しかしなが

10

20

30

40

50

ら、A Pがデータパケットを受信中の場合には、高い電力で送信されたR T Sパケット信号がA Pにおいてそのデータパケットに干渉し、パケットエラーを引き起こしうる。一方で、R T Sパケットは、最も低いデータレートを用いて送信されるため、その宛先であるA P 2においてその受信信号強度が低くても、A P 2がそのR T Sパケットを正常に受信できることを期待することができる。実際、I E E E 8 0 2 . 1 1規格の通信装置は、- 8 2 d B m以上の受信信号強度が得られる場合に、2 0 M H z幅の最低データレートのO F D M信号を、1 0 %以下のP E R（パケットエラーレート）で受信可能であることが義務付けられている。そして、それ以下の受信信号強度でも信号を正しく受信できる通信装置が現実に多数存在する。

#### 【0046】

このようにして、A P 2は、データパケットの受信をしていない間は、R T Sパケットを、低い受信電力レベルではあるが、受信することができる。A P 2は、R T Sパケットを正常に受信した場合、C T Sパケットを送信する。なお、A P 2からのC T Sパケットは通常と同様の送信電力で送信される。S T A 2からのR T Sパケットの送信電力が低く設定されることによりR T Sパケットが到達する範囲は狭くなるが、C T Sパケットは十分な電力で送信されるため、A P 2の信号が届く範囲に存在する他の通信装置に適切にN A Vを設定させることができる。S T A 2は、A P 2からのC T Sパケットを受信した場合は、隠れ端末がA P 2にデータパケットを送信していないと判定することができる。したがって、この場合、S T A 2は、通常を送信電力で、A P 2へ、データパケットを送信しうる。

#### 【0047】

一方、A P 2は、例えばS T A 3からデータパケットを受信している場合、データパケットによる干渉によってR T Sパケットを正常に受信できない。このため、A P 2は、このような場合にはC T Sパケットを送信しない。S T A 2は、C T Sパケットを受信しなかった場合、A P 2が隠れ端末（S T A 3）からデータパケットを受信していると判定し、データパケットを送信しないようにしうる。なお、この場合、A P 2は、データパケットの受信中にR T Sパケットが送信されても、受信信号においてデータパケットが支配的であるため、データパケットを正常に受信することができる。なお、S T A 2がC T Sパケットを受信しない場合、本来はC C Aを開始する前にN A Vを設定するためのR T Sパケット又はC T Sパケットが受信されていたはずであることが想定される。このため、この場合、S T A 2は、受信動作を実行可能となったタイミングを起点としてN A V S y n c D e l a yの期間だけ待機する。これによれば、S T A 2がR T SやC T Sを受信していたとした場合に設定される可能性があったN A Vの期間において確実に信号が送信されないようにすることができる。

#### 【0048】

これらの処理により、例えば、S T A 2は、S T A 3からデータパケットが送信されている場合にそのデータパケットへの干渉を抑制し、そのようなデータパケットが送信されていない場合には通常を送信電力でデータパケットを送信することができる。

#### 【0049】

（信号送信処理の流れ）

続いて、図5を用いて、本実施形態における送信側の通信装置によって実行される上述のような信号送信処理の流れの例について説明する。なお、ここでは、図5の処理を実行する送信側の通信装置がN o n - A P - M L D 1 0 3であるものとし、受信側の通信装置がA P - M L D 1 0 2であるものとする。また、N o n - A P - M L D 1 0 3は、N o n - S T Rデバイスであり、A P - M L D 1 0 2との間で確立した複数のリンクのうちの一つれかにおいて信号を送信中の場合は他のリンクにおいて受信動作を行うことができないものとする。なお、これらは一例であり、例えば、A P - M L D 1 0 2やS T A同士の通信における送信側のS T Aなどが、図5の処理を実行してもよい。図5の処理は、N o n - A P - M L D 1 0 3の制御部202が、記憶部201に記憶されている制御プログラムを実行し、情報の演算並びに加工および各ハードウェアの制御を実行することにより実現

10

20

30

40

50

されうる。

【0050】

まず、Non-AP-MLD103は、AP-MLD102との間で、マルチリンク通信のための複数のリンクを確立する(S501)。例えば、Non-AP-MLD103に含まれる複数のSTA機能(STA1とSTA2)が、AP-MLD102に含まれる複数のAP機能との間でそれぞれ無線リンクを確立することにより、複数のリンクが確立される。なお、本処理例では、Non-AP-MLD103は、Non-STRデバイスであるため、複数リンクにおいて並行して送受信を行うために各リンクにおける送信と受信のタイミングが一致するように制御が行われる。

【0051】

続いて、Non-AP-MLD103は、複数のリンクのそれぞれにおいて、対応する複数のAP(AP1及びAP2)のそれぞれから送信された信号の受信信号電力インジケータ(RSSI)を取得する(S502)。そして、Non-AP-MLD103は、各APの信号の送信電力を推定し、その推定値とRSSIとに基づいて、伝搬損失を算出する(S503)。なお、APから送信される信号の送信電力は、例えば一定値が用いられることが分かっている場合にはその値が推定値とされ、例えばフレームの種別に応じて送信電力が決まる場合にはフレームの種別が推定されることにより、送信電力推定値が特定されうる。例えば、伝搬損失の推定に、APから定期的に送信されるビーコンを用いてもよい。なお、APがビーコンを送信する際の送信電力は必ずしも一定ではないが、例えば、一般的に用いられる15dBmが、ビーコンの送信電力の推定値として特定されうる。また、IEEE802.11ax規格で採用されたTrigger frame内のCommon Info fieldに含まれるAP Tx Powerを用いて、APの信号の送信電力が特定されてもよい。また、送信電力を特定可能な情報が例えばビーコンや他の信号に含まれることにより、周囲の通信装置にAPの信号送信電力が通知されてもよい。伝搬損失は、例えば、送信電力推定値からRSSIの値を減じることにより算出されうる。STAは、伝搬損失を算出することにより、APへパケットを送信する際の信号の送信電力から伝搬損失分の値を減じて得られる差分値により、APにおける信号の受信電力を推定することができるようになる。算出された伝搬損失は、記憶部201に記憶される。

【0052】

その後、Non-AP-MLD103において、AP-MLD102へ送信すべきデータが発生したものとする(S504)。Non-AP-MLD103は、Non-STRであるため、STA1とSTA2とが並行して信号を送信することができるように制御を開始し、STA1とSTA2との両方について、通常のED閾値を用いたCCAを実行する(S505)。そして、Non-AP-MLD103は、STA1とSTA2とのそれぞれにおいて信号を送信可能であるか否かを判定する(S506)。なお、ここではSTA1におけるCCAの結果として、STA1が信号を送信可能であるものとして説明する。すなわち、S506では、STA2が信号送信と判定されたか否かによって、STA1のみが信号を送信可能であるか、STA1とSTA2の両方が信号を送信可能であるかが判定される。なお、STA1とSTA2の両方において信号を送信可能でない場合は、S505の処理が再度実行され、いずれかのリンクにおいて信号を送信可能となるまで処理が繰り返される。また、STA2のみが信号を送信可能と判定された場合は、STA1とSTA2とを交換して以下の処理を実行することができる。

【0053】

Non-AP-MLD103は、STA1及びSTA2が共に信号を送信可能と判定した場合(S506でYES)には、STA1及びSTA2が、それぞれの接続先のAPに対してRTSパケットを送信するなどの通常通りのデータ送信処理を実行する。そして、この処理を終了する。一方で、Non-AP-MLD103は、CCAの判定によりSTA2において信号を送信できないと判定した場合(S506でNO)、STA2において送信を開始せず、STA1のみにおいてRTSの送信からの一連の送信処理を実行する(

10

20

30

40

50

S 5 0 7)。なお、Non - AP - MLD 1 0 3はNon - STRデバイスであるため、STA 1が信号を送信している期間は、STA 2において受信動作を行うことができない。その後、Non - AP - MLD 1 0 3は、STA 1における信号送信が完了し、STA 2において信号の受信が可能な状態になると、STA 2において、NAV Sync Delayの期間を待機するためのタイマを開始する(S 5 0 8)。

【0054】

そして、Non - AP - MLD 1 0 3は、STA 2におけるED閾値を通常(例えばS 5 0 5で用いたED閾値)より引き下げてCCAを実行する(S 5 0 9)。ED閾値は、低くするほど、より遠方に存在する隠れ端末の信号を検出できるようになる。一方で、ED閾値を過度に低くすると、無線通信以外のノイズによっても信号が検出されたとの判定がなされてしまい、通信ができなくなってしまう。このため、引き下げ後のED閾値は、例えば実装環境などに応じた適応的な値や、実験的に得られた適切な値に設定されうる。一例において、IEEE 8 0 2 . 1 1シリーズ規格において規定されている最小のデータレートの最小受信感度が - 8 2 dBm程度であるため、この最小受信感度(- 8 2 dBm)を引き下げ後のED閾値として設定してもよい。なお、AP - MLD 1 0 2のAP 1は、Non - AP - MLD 1 0 3のSTA 1からのデータパケットを受信すると、SIFSの期間だけ待機してAckやブロックAckを送信する。なお、SIFSは、Short Inter Frame Spaceの略である。Non - AP - MLD 1 0 3は、STA 1においてAckやブロックAckを受信するまで、STA 2において送信を行うことができない。このため、Non - AP - MLD 1 0 3は、AckやブロックAckの受信が完了した後にCCAが終了するように、すなわちSIFSの長さ以上の期間においてCCAが実行されるように、CCAの実行タイミングを調整する。

【0055】

そして、Non - AP - MLD 1 0 3は、ED閾値を引き下げたCCAに基づいて、信号を送信可能であるか否かを判定する(S 5 1 0)。Non - AP - MLD 1 0 3は、ED閾値を引き下げたCCAでSTA 2が信号を送信可能でないと判定した場合(S 5 1 0でNO)、S 5 0 8において開始したタイマがNAV Sync Delayの期間を経過するまで信号を送信せずに待機する(S 5 1 5)。これにより、STA 2が信号を受信できない間にRTSパケットやCTSパケットが到来していた場合に設定される可能性のあるNAVに相当する期間が経過するのを待機することができる。Non - AP - MLD 1 0 3は、このNAV Sync Delayの期間の経過後に、ED閾値を通常の値に戻し、通常のマルチリンク通信を実行しうる。

【0056】

Non - AP - MLD 1 0 3は、ED閾値を引き下げたCCAによってSTA 2において信号を送信可能と判定した場合(S 5 1 0でYES)、STA 2において、送信電力を引き下げて、AP 2へRTSパケットを送信する(S 5 1 1)。ここで、STA 2によるRTSパケットの送信電力は、S 5 0 3において推定した伝搬損失と、AP 2における信号の受信電力の目標値を用いて算出されうる。例えば、AP 2における信号の受信電力の目標値として、RTSパケットを送信するために用いられる伝送レートに応じた、IEEE 8 0 2 . 1 1シリーズ規格で規定された最小受信感度の値が用いられうる。AP 2の実際の最小受信感度が、IEEE 8 0 2 . 1 1シリーズ規格で規定された値よりもマージンが大きい場合は、信号の受信電力の目標値として、その規格で規定された値より小さい値が用いられてもよい。また、AP 2からRTSパケットを受信する場合の信号の受信電力が指定されている場合は、その値が目標値として用いられてもよい。

【0057】

Non - AP - MLD 1 0 3は、STA 2において、送信出力を引き下げたRTSパケットをAP 2へ送信した後に、(例えばSIFS長以上の所定の期間内に)CTSパケットをAP 2から受信したか否かを判定する(S 5 1 2)。Non - AP - MLD 1 0 3は、STA 2において、AP 2からのCTSパケットを受信しなかった場合(S 5 1 2でNO)、S 5 0 8において開始したタイマがNAV Sync Delayの期間を経過するま

で信号を送信せずに待機する ( S 5 1 5 )。すなわち、 N o n - A P - M L D 1 0 3 は、 A P 2 が S T A 3 などの隠れ端末から信号を受信中である可能性があるため、信号を送信せずに待機する。そして、 N o n - A P - M L D 1 0 3 は、この N A V S y n c D e l a y の期間の経過後に、 E D 閾値を通常の値に戻し、通常のマルチリンク通信を実行しうる。

【 0 0 5 8 】

N o n - A P - M L D 1 0 3 は、 S T A 2 において、 A P 2 からの C T S パケットを受信した場合 ( S 5 1 2 で Y E S )、 A P 2 へ信号を送信可能であると判定しうる。なお、この場合、 A P 2 から送信された C T S パケットによって、周囲の他の通信装置において N A V が設定される。そして、 N o n - A P - M L D 1 0 3 は、 S 5 0 8 で開始したタイマを中断する ( S 5 1 3 )。また、 N o n - A P - M L D 1 0 3 は、これまでに変更した E D 閾値や信号の送信電力を通常の状態に戻す。そして、 N o n - A P - M L D 1 0 3 は、通常の状態に戻された S T A 2 によって、 A P 2 へデータパケットを送信する ( S 5 1 4 )。その後、 N o n - A P - M L D 1 0 3 は、通常のマルチリンク通信を実行しうる。

【 0 0 5 9 】

以上のような処理により、マルチリンク通信における通信の衝突が発生する可能性を抑制しながら、通信効率を向上させることができる。また、信号の送信電力を変化させることは、 O F D M A のアップリンクで要求される送信電力制御と同じ技術で実現可能であるため、追加的なハードウェアの変更は不要である。また、 N o n - A P - M L D 1 0 3 の制御を変更するのみで足りるため、 A P - M L D 1 0 2 に変更を加えずに、上述のような手法による効果を得ることができる。

【 0 0 6 0 】

なお、上述の説明では、 N o n - A P - M L D 1 0 3 がマルチリンク通信をしていることを前提としていたが、これに限られない。例えば、 N o n - A P - M L D 1 0 3 が、 C C A を実行する直前に、その C C A の実行対象の周波数チャンネルで受信処理を実行することができない状態であった場合に、上述の処理と同様の処理を行うことができる。これについて、図 6 を用いて説明する。図 6 は、 N o n - A P - M L D 1 0 3 と同程度の機能を有する無線 L A N の S T A が、 A P にパワーセーブモードで接続した場合の処理の流れの例を示している。なお、この処理は、 S T A が図 2 のような構成を有しており、 S T A の制御部 2 0 2 が、記憶部 2 0 1 に記憶されている制御プログラムを実行し、情報の演算並びに加工および各ハードウェアの制御を実行することにより実現されうる。

【 0 0 6 1 】

本処理では、 S T A は、 A P と無線 L A N のリンクを確立する ( S 6 0 1 )。なお、ここでは、マルチリンク接続が確立されてもよいし、単一のリンクの接続のみが確立されてもよい。 S T A は、一例において、パワーセーブモードで A P と接続を確立する。 S T A は、パワーセーブモードで接続を確立すると、省電力のために、定期的に D o z e 状態に移行する ( S 6 0 2 )。 D o z e 状態は、無線通信の送受信をともに停止した状態である。送受信をともに停止しているため、 S T A は、その間に周囲の他の通信装置が N A V を設定するために送信した R T S パケットや C T S パケットなどの無線パケットを受信することができない。その後、 S T A は、 D o z e 状態から復帰して ( S 6 0 3 )、送受信とも実行可能な状態になる。なお、 S T A は、 D o z e 状態から復帰した直後においては、それ以前に他の通信装置から送信された無線パケットで設定されるはずの N A V が設定されていない可能性がある。このため、 S T A は、 N A V S y n c D e l a y の期間を待機するためのタイマを開始する ( S 6 0 6 )。

【 0 0 6 2 】

また、 S T A が A P との間でリンクを確立した後に、 A P がレーダの電波を検出した場合等には、 A P は、そのリンクで使用されているチャンネルを変更するための C h a n n e l S w i t c h A n n o u n c e m e n t を送信する ( S 6 0 4 )。そして、 S T A は、 C h a n n e l S w i t c h A n n o u n c e m e n t によって指定されたチャンネルへ移行する ( S 6 0 5 )。 S T A は、 D o z e 状態から復帰した場合と同様に、チャ

ネルの移行時には、その移行の完了以前に周囲の他の通信装置がNAVを設定するために送信したRTSパケットやCTSパケットなどの無線パケットを受信することができない。このため、STAは、Doze状態から復帰した場合と同様の処理を実行するために、NAVSyncDelayの期間を待機するためのタイマを開始する(S606)。

【0063】

タイマを開始した後で、STAから、AP又は他のSTAへ送信するデータが発生したものとす(S607)。STAは、送信するデータが発生した時点で、S606において開始したタイマがNAVSyncDelayの期間を経過したか否かを判定する(S608)。STAは、NAVSyncDelayの期間を経過したと判定した場合(S608でYES)、通常通りの送信処理を実行する。一方、STAは、NAVSyncDelayの期間が経過していない判定した場合(S608でNO)、S509と同様にして、ED閾値を下げたCCAを実行する(S609)。これ以降の処理は、図5のS510以降の処理と同様である。

10

【0064】

これにより、パワーセーブモードのDoze状態やチャネルの移行などで、使用する周波数チャネルで受信ができない状態だったSTAが、他の通信装置の通信に干渉する可能性を抑制しながら、信号を送信することができる確率を向上させることができる。なお、この場合も、STAの追加的なハードウェアの変更は不要であり、また、APに変更を加えずに、上述のような手法による効果を得ることができる。

【0065】

なお、STA(Non-AP-MLD103)が、CCAにおいてED閾値を低くして高感度な信号検出によって信号を送信可能と判定した後に、低い送信電力でRTSパケットを送信すると説明したが、これに限られない。すなわち、STAは、CCAにおいて通常のED閾値を用いてCCAを行い、信号を送信可能と判定した後に、低い送信電力でRTSパケットを送信するようにしてもよい。上述のように、RTSパケットを送信したとしても、その送信電力が十分に低ければ、APにおいて受信中のデータパケットに対する影響が軽微だからである。なお、ED閾値を低くすることにより、信号を検出したことに応じて、RTSパケットを送信しないため、軽微な影響を与える機会が発生することを抑制することができる。

20

【0066】

(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。

30

【0067】

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】

40

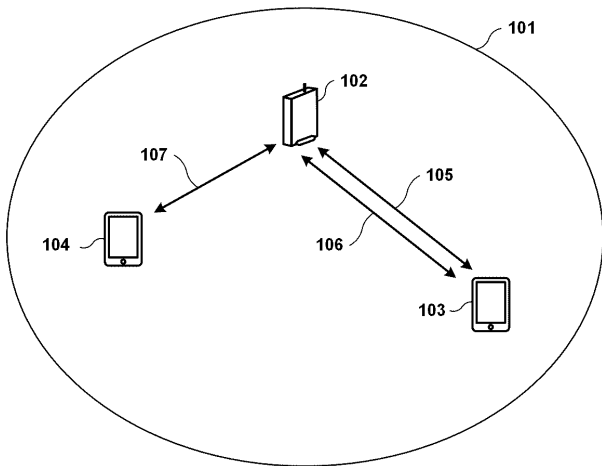
【0068】

102 : AP-MLD、103 : Non-AP-MLD、214 : ED閾値変更部、215 : 送信出力変更部

50

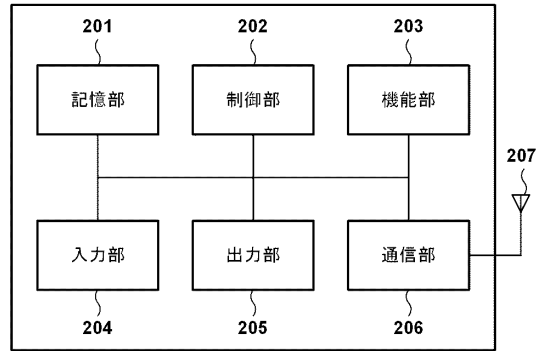
【 図面 】

【 図 1 】



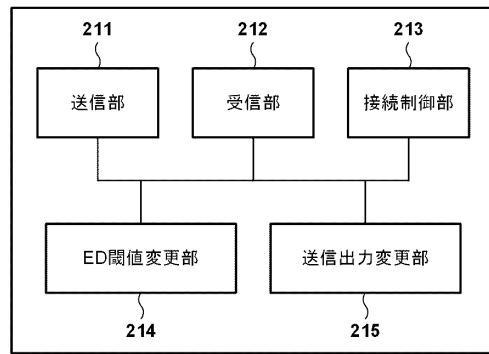
【 図 2 】

(A)



10

(B)



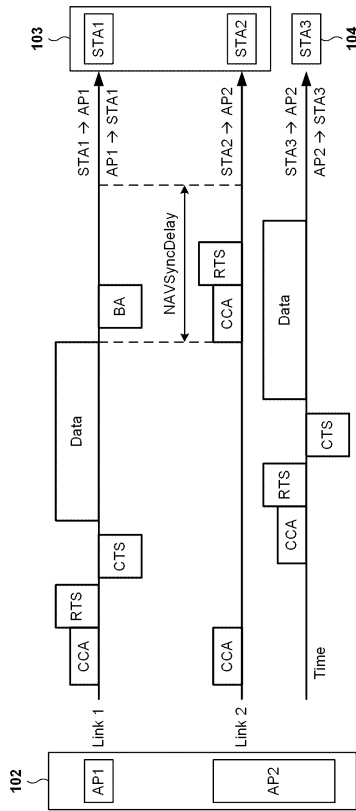
20

30

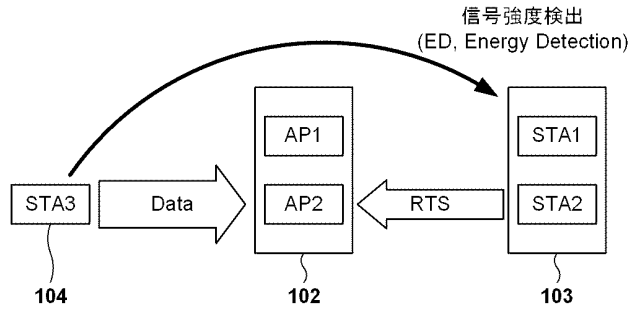
40

50

【 図 3 】



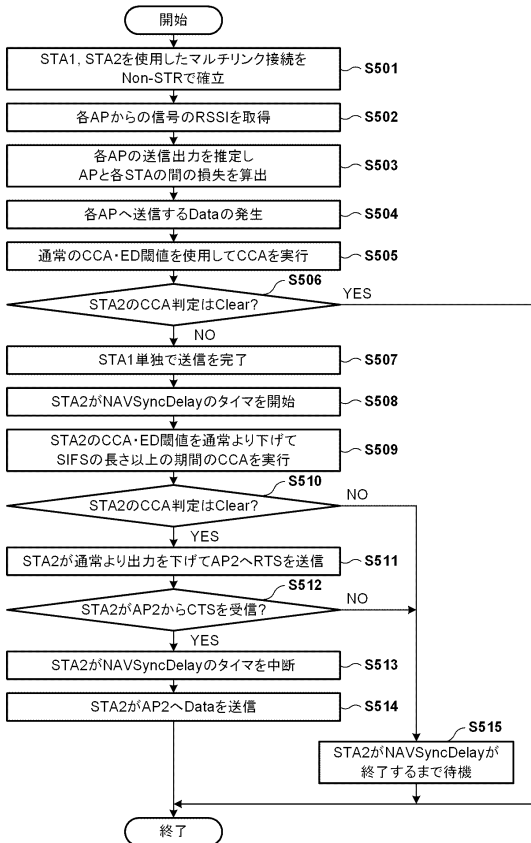
【 図 4 】



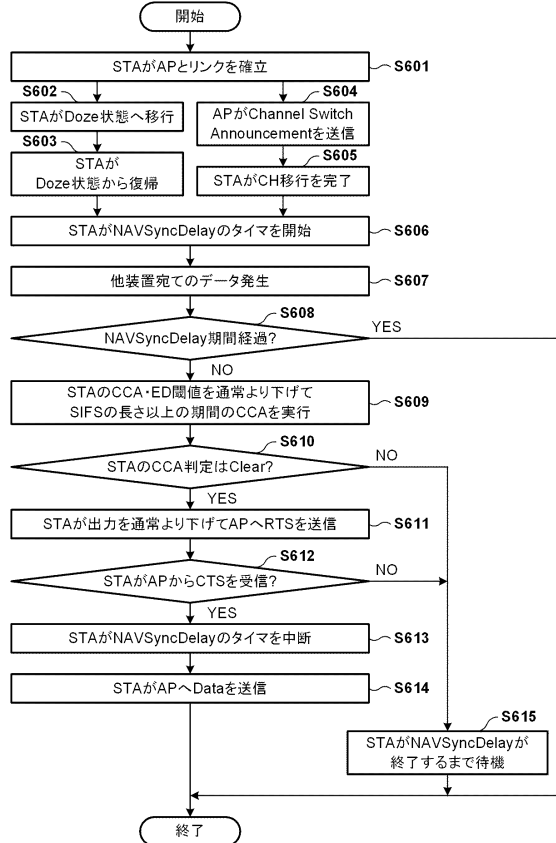
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】



30

40

50