

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7644607号  
(P7644607)

(45)発行日 令和7年3月12日(2025.3.12)

(24)登録日 令和7年3月4日(2025.3.4)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 W 12/041 (2021.01)	H 0 4 W 12/041
H 0 4 W 72/0457(2023.01)	H 0 4 W 72/0457 1 1 0
H 0 4 W 76/15 (2018.01)	H 0 4 W 76/15
H 0 4 W 76/34 (2018.01)	H 0 4 W 76/34
H 0 4 W 84/12 (2009.01)	H 0 4 W 84/12

請求項の数 11 (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-13599(P2021-13599)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和3年1月29日(2021.1.29)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(65)公開番号	特開2022-117093(P2022-117093 A)	(72)発明者	吉川 佑生 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
(43)公開日	令和4年8月10日(2022.8.10)	審査官	桑江 晃
審査請求日	令和6年1月23日(2024.1.23)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信装置、通信方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

IEEE 802.11規格シリーズに準拠し、複数の他の通信装置との間でそれぞれ周波数チャンネルが異なる複数のリンクを確立することが可能な通信装置であって、

前記複数のリンクのそれぞれに対して、通信するフレームを暗号化するための Group Transient Key (GTK) を生成する鍵制御手段と、

前記複数の他の通信装置のうちの第1の他の通信装置から、前記複数のリンクのうちの一部のリンクの切断または中断を示す第1の通知、または、前記複数のリンクのうちの全てのリンクの切断または中断を示す第2の通知を受信する受信手段と、を有し、

前記鍵制御手段は、前記通信装置が前記第1の他の通信装置及び前記複数の他の通信装置のうちの第2の他の通信装置と、第1のリンク及び第2のリンクにより接続している場合に、

前記第1の他の通信装置から前記第1のリンク及び前記第2のリンクの切断または中断を示す前記第2の通知を受信したことに応じた前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記GTKの更新を行い、

前記第1の他の通信装置から前記第1のリンクの切断または中断を示す前記第1の通知を受信したことに応じた前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記GTKの更新を行わない

ことを特徴とする通信装置。

【請求項2】

10

20

前記鍵制御手段により前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記G T Kが更新された場合に、前記第1のリンク及び前記第2のリンクにより接続している前記第2の他の通信装置に更新された前記G T Kを送信する送信手段を更に有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】

前記鍵制御手段は、前記通信装置が前記第1のリンクと前記第2のリンクにおいて前記第1の他の通信装置とのみ接続している場合、前記第1の他の通信装置から前記第1のリンク及び前記第2のリンクの切断または中断を示す前記第2の通知を受信したことに応じた前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記G T Kの更新を行わないことを特徴とする請求項1または2に記載の通信装置。

10

【請求項4】

前記鍵制御手段は、前記通信装置が前記第1のリンクと前記第2のリンクにおいて前記第1の他の通信装置とのみ接続している場合、前記第1の他の通信装置から前記第1のリンク及び前記第2のリンクの切断または中断を示す前記第2の通知を受信したことに応じて、前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記G T Kを破棄す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】

前記第1のリンクの切断または中断を示す前記第1の通知は、第3のリンクにおいて接続することを更に示すことを特徴とする請求項4に記載の通信装置。

【請求項6】

前記第1のリンクの切断または中断を示す前記第1の通知はMulti-Link Elementを含み、前記Multi-Link Elementは前記第1のリンクのLink IDを示す情報を含むことを特徴とする請求項5に記載の通信装置。

20

【請求項7】

前記第2の通知は、DeauthenticationフレームまたはDisassociationフレームであることを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の通信装置。

【請求項8】

前記通信装置は、アクセスポイントとして動作する通信装置であることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の通信装置。

30

【請求項9】

前記通信装置は、Wi-Fi DirectのGroup Owner(GO)として動作する通信装置であることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の通信装置。

【請求項10】

IEEE 802.11規格シリーズに準拠し、複数の他の通信装置との間でそれぞれ周波数チャネルが異なる複数のリンクを確立することが可能な通信装置の制御方法であって、

前記複数のリンクのそれぞれに対して、通信するフレームを暗号化するためのGroup Transient Key(GTK)を生成する鍵制御工程と、

前記複数の他の通信装置のうちの第1の他の通信装置から、前記複数のリンクのうちの一部のリンクの切断または中断を示す第1の通知、または、前記複数のリンクのうちの全てのリンクの切断または中断を示す第2の通知を受信する受信工程と、を有し、

40

前記鍵制御工程は、前記通信装置が前記第1の他の通信装置及び前記複数の他の通信装置のうちの第2の他の通信装置と、第1のリンク及び第2のリンクにより接続している場合に、

前記第1の他の通信装置から前記第1のリンク及び前記第2のリンクの切断または中断を示す前記第2の通知を受信したことに応じた前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記GTKの更新を行い、

前記第1の他の通信装置から前記第1のリンクの切断または中断を示す前記第1の通知を受信したことに応じた前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記GTKの更新を行わない

50

ことを特徴とする通信装置の制御方法。

【請求項 1 1】

コンピュータを、請求項 1 から 9 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、無線通信技術に関する。

【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 802.11 a / b / g / n / ac / ax 等の規格が含まれる。例えば、IEEE 802.11 ax では、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access (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)。

【0003】

さらなる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、IEEE 802.11 be と呼ばれる task group が発足した。IEEE 802.11 be では、1 台の AP (アクセスポイント) が 1 台の STA (ステーション) と 2.4 GHz 帯等の周波数バンドで複数のリンク (Link) を構築し、同時通信を行うマルチリンク (Multi-Link) 通信が検討されている。また、無線通信デバイスのハードウェア上の制約から、マルチリンク通信において、所定のリンクで送信動作中に他方のリンクで受信動作ができない AP や STA が検討されている。

【0004】

無線 LAN におけるデータフレームは、暗号化された状態で送信されるのが一般的になっている。このとき、1 対 1 でデータを送信する時には PTK (Pairwise Transient Key) を用い、マルチキャストでデータを送信する時にはグループ鍵である GTK (Group Transient Key) を用いて暗号化される。これらの鍵は管理方法が異なる。PTK は、通信デバイス単位で管理され、1 対 1 の通信を行うデバイス同士のみで共有される。一方、GTK は、1 リンクにつき 1 つが生成される。そして、そのような性質上、GTK は、あるリンクで構築されたネットワークに参加するデバイスすべてで共有される。また、GTK は AP によって更新することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】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】

ここで、AP によって形成されたネットワークから 1 台の STA が離脱し、かつ、AP が当該ネットワーク自体を存続させる場合を考える。この場合、AP が GTK を更新しなければ、当該ネットワークから離脱した STA は当該ネットワークに参加していないにも関わらず、AP が送信するマルチキャストフレームを読み取ることができるようになってしまう。そこで現在の規格では、AP は、STA がネットワークから離脱したことを確認した後に GTK を更新することが推奨されている。

【0007】

このような GTK の更新は、マルチリンク通信の場合にも適用でき、マルチリンク通信

10

20

30

40

50

においても、データフレーム送信における秘匿性を保つことができる。

【 0 0 0 8 】

一方で、マルチリンク通信では、一部のリンクのみを切断し、他のリンクは接続を継続することが起こりうる。また、通信環境によっては、リンクの切り替えが頻繁に起こることが予想される。このような場合、リンクを切断/切り替えしないデバイスは、状況が変わっていないにもかかわらず、頻繁にG T Kが更新される状況に陥ることが考えられる。一方で、マルチリンクで接続するデバイスは、一部のリンクでの通信は途切れたとしても、他のリンクでA Pとの接続は保ったままなので、G T Kの更新が必要ないことも考えられる。

【 0 0 0 9 】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、マルチリンク通信においてグループ鍵の不必要な更新を防ぐための技術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】

【 0 0 1 0 】

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、I E E E 8 0 2 . 1 1規格シリーズに準拠し、複数の他の通信装置との間でそれぞれ周波数チャンネルが異なる複数のリンクを確立することが可能な通信装置であって、前記複数のリンクのそれぞれに対して、通信するフレームを暗号化するためのG r o u p T r a n s i e n t K e y ( G T K )を生成する鍵制御手段と、前記複数の他の通信装置のうちの第1の他の通信装置から、前記複数のリンクのうちの一部のリンクの切断または中断を示す第1の通知、または、前記複数のリンクのうちの全てのリンクの切断または中断を示す第2の通知を受信する受信手段と、を有し、前記鍵制御手段は、前記通信装置が前記第1の他の通信装置及び前記複数の他の通信装置のうちの第2の他の通信装置と、第1のリンク及び第2のリンクにより接続している場合に、前記第1の他の通信装置から前記第1のリンク及び前記第2のリンクの切断または中断を示す前記第2の通知を受信したことに応じた前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記G T Kの更新を行い、前記第1の他の通信装置から前記第1のリンクの切断または中断を示す前記第1の通知を受信したことに応じた前記第1のリンクと前記第2のリンクに対する前記G T Kの更新を行わない。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、マルチリンク通信においてグループ鍵の不必要な更新を防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図1】無線通信システムの構成例を示す図である。

【図2】通信装置のハードウェア構成例を示す図である。

【図3】通信装置の機能構成例を示す図である。

【図4】A P M L Dにより実行される処理のフローチャートである。

【図5】マルチリンク通信において一部のリンクを切断後に別のリンクに切り替えることを示すフレームの一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

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。

【 0 0 1 4 】

以下の説明において、マルチリンク通信を行うことが可能なS T Aの機器をS T A M

10

20

30

40

50

L D ( Station Multi-Link Device ) と称し、マルチリンク通信を行うことが可能な A P の機器を A P M L D ( Access Point Multi-Link Device ) と称するものとする。

【 0 0 1 5 】

( 無線通信システムの構成 )

図 1 に、本実施形態にかかる無線通信システムの構成例を示す。本システム 1 0 0 は、通信装置 1 0 1、1 0 2、1 0 3 を有して構成される。通信装置 1 0 2、1 0 3 ( 以下、S T A ( ステーション / 端末装置 ) 1 0 2、S T A 1 0 3 ) は、ネットワークに参加する役割を有する S T A M L D である。通信装置 1 0 1 ( 以下、A P ( アクセスポイント ) 1 0 1 ) は、ネットワークを構築する役割を有する A P M L D である。A P 1 0 1 は、S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 と通信可能である。

10

【 0 0 1 6 】

A P 1 0 1、S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 の各々は、I E E E 8 0 2 . 1 1 b e ( E H T ( Extreme/Extremely High Throughput ) ) 規格に準拠した無線通信を実行することができる。A P 1 0 1、S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 は、2 . 4 H z 帯、5 G H z 帯、6 G H z 帯、6 0 G H z 帯等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 6 0 G H z 帯のように、異なる周波数帯を使用してもよい。また、A P 1 0 1、S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 は、2 0 M H z、4 0 M H z、8 0 M H z、1 6 0 M H z、および 3 2 0 M H z 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 2 4 0 M H z や 4 M H z のように、異なる帯域幅を使用してもよい。

20

【 0 0 1 7 】

A P 1 0 1 は、I E E E 8 0 2 . 1 1 b e 規格に準拠した O F D M A 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 ( Multi User ( M U ) ) 通信を実現することができる。O F D M A 通信では、分割された周波数帯域の一部 ( Resource Unit ( R U ) ) が各 S T A / S T A M L D にそれぞれ重ならないように割り当てられ、各 S T A / S T A M L D に対する搬送波が直行する。そのため、A P M L D は規定された帯域幅の中で複数の S T A / S T A M L D と並行して通信することができる。

【 0 0 1 8 】

なお、A P 1 0 1、S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 は、I E E E 8 0 2 . 1 1 b e 規格に対応するとしたが、これに加えて、I E E E 8 0 2 . 1 1 b e 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、A P 1 0 1、S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 は、I E E E 8 0 2 . 1 1 a / b / g / n / a c / a x 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、I E E E 8 0 2 . 1 1 シリーズ規格に加えて、B l u e t o o t h ( 登録商標 )、N F C ( Near Field Communication )、U W B ( Ultra Wide Band )、Z i g B e e、M B O A ( Multi Band OFMA Alliance ) などの他の通信規格に対応していてもよい。U W B には、ワイヤレス U S B、ワイヤレス 1 3 9 4、W i N E T などが含まれる。また、有線 L A N などの有線通信の通信規格に対応していてもよい。

30

【 0 0 1 9 】

A P 1 0 1 の具体例としては、無線 L A N ルーターやパーソナルコンピュータ ( P C ) などが挙げられるが、これらに限定されない。また A P 1 0 1 は、I E E E 8 0 2 . 1 1 b e 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、S T A 1 0 2 と S T A 1 0 3 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、P C、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、S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 は、I E E E 8 0 2 . 1 1 b e 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。

40

【 0 0 2 0 】

A P 1 0 1 および S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 は、複数の周波数チャンネルを介してリンクを確立して通信するマルチリンク通信を実行する。I E E E 8 0 2 . 1 1 シリーズ規格では、各周波数チャンネルの帯域幅は 2 0 M H z として定義されている。ここで、周波数チ

50

チャンネルとは、IEEE 802.11シリーズ規格に定義された周波数チャンネルであって、当該規格では、2.4 GHz帯、5 GHz帯、6 GHz帯、60 GHz帯の各周波数帯に複数の周波数チャンネルが定義されている。なお、隣接する周波数チャンネルとボンディングすることで、1つの周波数チャンネルにおいて40 MHz以上の帯域幅を利用してもよい。

#### 【0021】

本実施形態において、例えばAP 101は、STA 102と2.4 GHz帯の第1の周波数チャンネルを介したリンク104aを確立し、通信することができる。STA 102はこれと並行して、AP 101と5 GHz帯の第2の周波数チャンネルを介したリンク104bを確立し、通信することができる。この場合に、STA 102は、リンク104aと並行してリンク104bを維持するマルチリンク通信を実行する。このようにAP 101は複数の周波数チャンネルを用いた複数のリンク（マルチリンク）をSTA 102と確立することで、STA 102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。同様に、STA 103は、AP 101とリンク105aとリンク105bを構築することで、通信品質の向上を図ることができる。

10

#### 【0022】

なお、マルチリンク通信において、周波数帯の異なるリンクを複数確立してもよい。例えば、AP 101とSTA 102は、2.4 GHz帯におけるリンク104aと6 GHz帯におけるリンク104bに加えて、5 GHz帯における別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ン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、AP 101とSTA 102は、2.4 GHz帯における6 chのリンクをリンク104aとして、これに加えて2.4 GHz帯における1 chのリンクをリンク104bとして確立するようにしてもよい。

20

#### 【0023】

また、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、AP 101とSTA 102は、2.4 GHz帯における6 chのリンク104aに加えて、2.4 GHz帯の1 chのリンク104bと、5 GHz帯における149 chの別のリンクを確立してもよい。AP 101はSTA 102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、STA 102と他方の帯域で通信を確立することができるため、STA 102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。

30

#### 【0024】

各リンクには、当該リンクを含んで構築されるネットワークごとに識別情報（以下、Link ID）が割り当てられる。例えば、AP 101が構築するネットワークのうち、STA 102とSTA 103が2.4 GHzのネットワークに参加する場合を考える。STA 102とSTA 103がAP 101と構築したリンクをそれぞれ、リンク104aとリンク105aとすると、これらのリンクには共通のLink ID = 1が割り当てられる。同様に、例えば、STA 102とSTA 103が、5 GHzのネットワークに参加し、ここで構築したリンクをそれぞれ、リンク104bとリンク105bとしたとき、これらのリンクにはLink ID = 2が割り当てられる。このLink IDの値は一例であり、別の値がLink IDとしてそれぞれ割り当てられてもよいし、構築したリンクごとにLink IDが割り当てられてもよい。

40

#### 【0025】

なお、図1のシステム100は1台のAP MLDと2台のSTA MLDによって構成されているが、AP MLDおよびSTA MLDの台数や配置はこれに限定されない。例えば、図1の構成に加えて、STA 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。

#### 【0026】

マルチリンク通信を行う場合、AP 101とSTA 102もしくはAP 101とSTA 103の間では、1つのデータを分割して複数のリンクを介して相手装置に送信される。また、AP 101とSTA 102、AP 101とSTA 103は、MIMO（Multiple

50

-Input and Multiple-Output) 通信を実行するように構成されてもよい。この場合、A P 1 0 1 および S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 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、M I M O 通信を実行することで、A P 1 0 1 および S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 は、M I M O 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、A P 1 0 1 および S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 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M I M O 通信を実行してもよい。

#### 【0027】

10

A P 1 0 1 は、構築したネットワークに参加する S T A 1 0 2、S T A 1 0 3 に向けてグループアドレスフレームをマルチキャスト送信する。グループアドレスフレームは、例えばgroup addressed data frame、group addressed management frame、beacon frame等である。A P 1 0 1 は、グループアドレスフレームをネットワークごとに送信する。例えば、リンク104aと105aによりLink ID = 1のネットワークが構築されている場合、A P 1 0 1 は、Link ID = 1の当該ネットワークでグループアドレスフレームを送信する。同様に、A P 1 0 1 は、他のLink IDが割り当てられたネットワークで、グループアドレスフレームを送信することができる。これらのグループアドレスフレームは同じものでも別のものでもよい。

#### 【0028】

20

(A P および S T A の構成)

図2に、本実施形態におけるA P 1 0 1のハードウェア構成例を示す。A P 1 0 1 は、ハードウェア構成例として、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。なお、S T A 1 0 2、S T A 1 0 3も、A P 1 0 1と同様のハードウェア構成を有することができる。

#### 【0029】

記憶部201は、ROM (Read Only Memory) やRAM (Random Access Memory) 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。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。

30

#### 【0030】

制御部202は、例えば、例えばCPU (Central Processing Unit) やMPU (Micro Processing Unit) 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、A P 1 0 1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、A P 1 0 1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。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A P 1 0 1全体を制御するようにしてもよい。

40

#### 【0031】

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、A P 1 0 1が所定の機能を実行するためのハードウェアである。

#### 【0032】

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

50

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 STA 102 と一体であってもよいし、別体であってもよい。

#### 【0033】

通信部 206 は、IEEE 802.11b/e 規格に準拠した無線通信の制御を行う。また、通信部 206 は、IEEE 802.11b/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、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。

10

#### 【0034】

なお、AP 101 が、IEEE 802.11b/e 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、AP 101 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。AP 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。

#### 【0035】

アンテナ 207 は、2.4GHz 帯、5GHz 帯、および 6GHz 帯等の周波数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、AP 101 は 1 つのアンテナを有するとしたが、複数（例えば 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、AP 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。

20

#### 【0036】

図 3 に、本実施形態における AP 101 の機能構成例を示す。AP 101 は、機能構成例として、無線 LAN 制御部 301、フレーム生成部 302、接続管理部 303、GTK 制御部 304、UI (User Interface) 制御部 305 を有する。なお、STA 102、STA 103 も、AP 101 と同様の機能構成を有することができる。

#### 【0037】

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制御を行うための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、フレーム生成部 302 で生成されたフレームを通信部 206 とアンテナ 207 を介して送受信し、無線 LAN の通信制御を実行する。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。

30

#### 【0038】

フレーム生成部 302 は、無線 LAN 制御部 301 で送信すべき無線フレームを生成する。フレーム生成部 302 で生成する無線フレームの内容は記憶部 201 (図 2) 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 305 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、通信部 206 とアンテナ 207 を介して通信相手に送信される。

40

#### 【0039】

接続管理部 303 は、無線 LAN 制御部 301 によってフレーム交換した結果として、相手装置に対するリンクごとの接続状態 / 通信状態を、確認 / 管理する。

#### 【0040】

GTK 制御部 304 は、GTK に関する制御を行う鍵制御手段として機能する。例えば、GTK 制御部 304 は、リンクごとに使用する (適用する) GTK の生成、管理を行う。また、GTK 制御部 304 は、接続管理部 303 から得られる確認の結果 (リンクごとの接続状態 / 通信状態) に基づいて、GTK を再生成 (更新) するか否かを決定する。再生成することを決定した場合は、GTK 制御部 304 は、GTK を再生成する。GTK 制

50

御部 304 は、無線 LAN 制御部 301 を介して、(再)生成した GTK を他の通信装置と交換する。

【0041】

UI 制御部 305 は、入力部 204 に対するユーザからの操作(ユーザ設定)に基づいて制御信号を生成し、各構成要素へ伝達する。また、UI 制御部 305 は、出力部 205 に対する各種出力の制御を行う。

【0042】

(AP MLD による処理の流れ)

図 4 に、AP MLD により実行される処理のフローチャートを示す。具体的には、図 4 は、AP MLD による、GTK の更新・生成・破棄の判断を行う処理の流れを示す。

10

【0043】

図 4 の処理は、STA MLD と AP MLD がマルチリンク通信開始(マルチリンクでの接続確立)後、STA MLD から一部または全部のリンクにおける接続を中断もしくは切断(中断/切断)する通知を受信したときに開始する。もしくは、AP から特定の STA MLD に向けて一部または全部のリンクにおいて接続を中断/切断する通知を送信する時に開始してもよい。図 4 では、前者の場合を示す。

【0044】

ここでは、上記に説明した AP 101 による処理として図 4 のフローチャートを説明する。当該フローチャートの処理は、AP 101 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、情報の演算および加工並びに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。

20

【0045】

AP 101 の無線 LAN 制御部 301 はまず、接続中の STA MLD (本説明では STA 102 とする)から一部または全部のリンクでの接続を中断/切断することを示すフレーム(通知)を受信する(S401)。このフレームは、IEEE 802.11 で定義される Deauthentication フレームや Disassociation フレームでもよい。また、これらのフレームをマルチリンク通信用に拡張したフレームが使用されてもよい。もしくは、一部のリンクとの接続を切断後に、接続を別のリンクに切り替える(遷移する)ためのフレームでもよい。接続するリンクを別のリンクに切り替えるためのフレームとして、例えば図 5 のようなフレームを用いることができる。

30

【0046】

図 5 に、マルチリンク通信において、接続するリンクを別のリンクに切り替えることを示すフレームの一例を示す。図 5 に示すフレームは、IEEE 802.11 に定義されるフレームを拡張したフレームである。

【0047】

図 5 に示すフレーム 500 におけるフィールド/サブフィールドは、先頭から Frame Control フィールド 501、Duration フィールド 502、A1 フィールド 503、A2 フィールド 504、A3 フィールド 505、Sequence Control フィールド 506、HT Control フィールド 507、Multi-Link Element フィールド 508、FC S フィールド 509 を含む。なお、本フレームは IEEE 802.11 で定義される Management フレームの一種として記述しているが、Control フレームの一種としてもよい。その場合、例えば A3 フィールド 505、Sequence Control フィールド 506、HT Control フィールド 507 を含まないものとしてもよい。

40

【0048】

Frame Control フィールド 501 は、フレームの種類を示す。Frame Control フィールド 501 に含まれる不図示の Type サブフィールドおよび Sub Type サブフィールドの値で、フレームの種類が Deauthentication フレームか、Disassociation フレームかを示すことができる。S401 で使用するフレームとしては、いずれの種類フレームを用いてもよい。もしくは、Typ

50

eサブフィールドの値を00、SubTypeサブフィールドの値を1111とした時にリンクの切り替えを示すフレームであることを新たに定義してもよい。もしくは、Typeサブフィールドを00、SubTypeサブフィールドを1101のActionフレームとして使用し、当該フレームの内部に、チャンネルスイッチや一部のリンクを切断することを意味するエレメントを用意してもよい。

【0049】

Multi-Link Elementフィールド508は、フレームに付与する(フレームに含める)エレメントの例を示している。Multi-Link Elementフィールド508は、Element IDサブフィールド510、Lengthサブフィールド511、Element ID Extensionサブフィールド512、Multi-Link Controlサブフィールド513、Prev link IDサブフィールド514、Next link IDサブフィールド515を含む。なお、フレームの種類がActionフレームである場合に、Element IDサブフィールド510およびLengthサブフィールド511の代わりにCategoryサブフィールドを用いて当該サブフィールドにおける内容を表現してもよい。また、Multi-Link Elementフィールド508におけるサブフィールドはすべて必須ではない。例えば、Prev link IDサブフィールド514のみか、もしくはNext link IDサブフィールド515のみが含まれてもよい。もしくは、上記のサブフィールドと他のサブフィールドの一部の組み合わせで、Multi-Link Elementフィールド508が構成されてもよい。

【0050】

Element IDサブフィールド510の具体的な値は、例えば255、Element ID Extensionサブフィールド512の値は、例えば15とする。これにより、フレームに付与するエレメントがMulti-Link Elementであることを示すことができる。Multi-Link Controlサブフィールド513は、付与するMulti-Link Elementが、マルチリンクに対する操作のうちどの操作を指示するかを示す。例えば、Multi-Link Controlサブフィールド513は、Multi-Link Typeサブフィールド516を含み、その値を0x4とすることで、接続するリンクの変更を示すことができる。もしくは、その値を0x5とすることで、リンクの切断を示してもよい。

【0051】

Prev link IDサブフィールド514は、接続を中断もしくは切断する対象となるリンクのLink IDを示す。Next link IDサブフィールド515は、切断したリンクの代わりに新たに接続するリンクのLink IDを示す。例えば、STA102がLink ID=2のリンクでの接続を中断し、Link ID=3のリンクで構成されるネットワークと新たに接続を確立したいとき、Prev link IDサブフィールド514の値は2、Next link IDサブフィールド515の値は3となる。また、STA102がLink ID=2のリンクでの接続を切断だけしたいとき、Next link IDサブフィールド515の値は0としてもよいし、Next link IDサブフィールド515自体を付与しなくてもよい。

【0052】

図4の説明に戻り、以降の処理(S402以降の処理)は、AP101が構築するネットワークごと、つまりLink IDごとに実施する。S401でリンクでの接続の中断/切断を示すフレームがSTA102から受信されると、AP101の接続管理部303は、当該フレームが、STA102が接続する全リンクでの接続の中断/切断することを意味するかを判断する(S402)。

【0053】

受信したフレームが、STA102が接続する全リンクでの接続を中断/切断することを意味する場合(S402でYes)、処理はS403へ進む。S403では、AP101の接続管理部303はさらに、対象のリンク(Link ID=xのリンクとする)で

構成されるネットワーク (NW) で通信中の、STA 102 以外の他の STA MLD が存在するか否かを判定する (S 403)。本ステップでは、STA 102 が中断 / 切断を要求するリンク以外のリンクで、他の STA MLD が AP 101 と通信しているかが判定されうる。Link ID = x のリンクで構成されるネットワークで (Link ID = x のリンクを用いて) 通信中の他の STA MLD が存在しない場合 (S 403 で No)、GTK 制御部 304 は当該リンクに対するグループ鍵を破棄する (S 407)。一方、Link ID = x のリンクで構成されるネットワークで通信中の他の STA MLD が存在する場合 (S 403 で Yes)、処理は S 404 へ進む。S 404 では、接続管理部 303 はさらに、Link ID = x のリンクで構成されるネットワークは、STA 102 (S 401 の通知をした STA MLD) が通信していた (参加していた) ネットワークであるか否かを判定する。すなわち、接続管理部 303 は、Link ID = x のリンクは、S 401 で STA 102 が中断 / 切断を要求するリンク (中断 / 切断の対象のリンク) であるかを判定する。

10

**【0054】**

STA 102 が Link ID = x のリンクで構成されるネットワークで通信していた場合 (S 404 で Yes)、AP 101 の GTK 制御部 304 は、Link ID = x のリンクに対するグループ鍵を再生成 (更新) する (S 405)。また、AP 101 の無線 LAN 制御部 301 は、更新し新たに生成したグループ鍵を伝えるため、グループ鍵交換を実施する (S 406)。

**【0055】**

20

一方、STA 102 が Link ID = x のリンクで構成されるネットワークで通信していなかった場合 (S 404 で No)、処理は S 408 へ進む。S 408 では、AP 101 の接続管理部 303 はさらに、Link ID = x のリンクで構成されるネットワークは、STA 102 (S 401 の通知をした STA MLD) が過去に通信していたネットワークであるか否かを判定する。STA 102 が Link ID = x のリンクで構成されるネットワークに過去に通信していなかった場合 (S 408 で No)、AP 101 の GTK 制御部 304 は、Link ID = x のリンクに対してグループ鍵の更新をせず、グループ鍵を維持する (S 415)。

**【0056】**

STA 102 が Link ID = x のリンクで構成されるネットワークに過去に通信していた場合 (S 408 で Yes)、AP 101 の接続管理部 303 はさらに、STA 102 が当該ネットワークを離脱してから、当該リンクに対するグループ鍵が更新されたか否かを判定する (S 409)。更新されていれば (S 409 で Yes)、AP 101 の GTK 制御部 304 は、Link ID = x のリンクに対してグループ鍵の更新をせず、グループ鍵を維持する (S 415)。更新されていなければ (S 409 で No)、AP 101 の GTK 制御部 304 は、Link ID = x のリンクに対するグループ鍵を更新し (S 405)、無線 LAN 制御部 301 は、グループ鍵交換を実施する (S 406)。

30

**【0057】**

なお、AP 101 は、S 408 と S 409 の処理を一緒に行ってもよい。すなわち、接続管理部 303 が、前回にグループ鍵が更新されてから STA 102 が Link ID = x のリンクで構成されるネットワークに参加したかを確認し、GTK 制御部 304 が、参加していなければグループ鍵を維持し、参加していればグループ鍵を更新してもよい。

40

**【0058】**

次に、S 402 の判定で、受信したフレームが、STA 102 が接続する全リンクでの接続を中断 / 切断しないことを意味する場合 (S 402 で No) の処理について説明する。この場合は、例えば、STA 102 があるリンクでの接続を中断 / 切断し、別のリンクで接続し直す場合や、あるリンクでの接続を中断 / 切断するが、別のリンクで接続を継続する場合に対応し、処理は S 410 へ進む。AP 101 の接続管理部 303 は、対象のリンク (Link ID = x のリンクとする) で構成されるネットワーク (NW) に、新たに始めて STA (STA MLD でもよい) が接続してくるかを確認する (S 410)。

50

## 【0059】

新たに接続するSTAが存在しない場合(S410でNo)、GTK制御部304は、Link ID = xのリンクに対するグループ鍵を維持する(S416)。新たに接続するSTAが存在する場合(S410でYes)、AP101の接続管理部303はさらに、当該新たに接続するSTAが当該ネットワークで最初のSTAであるかを確認する(S411)。当該新たに接続するSTAが当該ネットワークで最初のSTAではない場合(S411でNo)、AP101の無線LAN制御部301は、生成済みのグループ鍵を交換する(S414)。一方、当該新たに接続するSTAが当該ネットワークで最初のSTAである場合(S411でYes)、AP101のGTK制御部304は、Link ID = xのリンクに対するグループ鍵を生成し、(S412)、無線LAN制御部301は、グループ鍵交換を実施する(S413)。

10

## 【0060】

AP101は、上記の処理を、構築するネットワークごと、すなわちLink IDごとに実施する。全Link IDで処理を実施すれば(S417でYes)、この手続きを完了とする。なお、上記フローチャートにおいて、S404の処理を省略するように構成されてもよい。例えば、STA102が1つのリンクを用いてAP101と接続され、当該リンクの接続の中断/切断を要求し(S403でYes)、かつ、当該リンクで構成されるネットワークに他のSTA MLDが通信している場合(S403でYes)、S405に進み、AP101はグループ鍵を再生成してもよい。

## 【0061】

続いて、図4の処理に基づいた実施例を説明する。以下の説明では、図1に示す通信システムを参照する。

20

## 【0062】

(実施例1)

実施例1では、AP101はLink ID = 1で2.4GHz帯の6ch、Link ID = 2で5GHz帯の36ch、Link ID = 3で6GHz帯の5.955GHzでそれぞれネットワークを構成する。STA102は、リンク104aでLink ID = 1のネットワークに参加し、リンク104bでLink ID = 2のネットワークに参加する。一方、STA103は、リンク105aでLink ID = 1のネットワークに参加し、リンク105bでLink ID = 3のネットワークに参加する。

30

## 【0063】

この状態で、STA102がLink ID = 1で参加するネットワークを離脱し、Link ID = 3のネットワークに参加するものとする。すなわち、STA102が、Link ID = 1のリンクを切断し、Link ID = 3のリンクに接続するものとする(図4のS402でNo)。

この場合、Link ID = 1のリンクで構成されるネットワークでは、参加している1台のSTA MLDが1台ネットワークを離脱することになる。しかし、STA102は、別のリンク(すなわちLink ID = 2のリンク)でAP101との接続を継続しているため、AP101は、Link ID = 1のリンクに対するグループ鍵を維持する(S410でNo、S416)。

40

また、Link ID = 2のリンクで構成されるネットワークでは、STA MLDの接続・切断が新たに発生しないため、AP101は、Link ID = 2のリンクに対するグループ鍵を維持する(S410でNo、S416)。

また、Link ID = 3のリンクで構成されるネットワークでは、STA102が新たに参加する(S410でYes、S411でNo)。Link ID = 3のリンクで構成されるネットワークには、STA103が参加している。そこでAP101とSTA102の間でグループ鍵交換を実施する(S414)。

## 【0064】

(実施例2)

実施例2では、AP101はLink ID = 1で2.4GHz帯の6ch、Link

50

ID = 2で5 GHz帯の36ch、Link ID = 3で6 GHz帯の5.955 GHzでそれぞれネットワークを構成する。STA 102はリンク104aでLink ID = 1のネットワークに参加し、リンク104bでLink ID = 2のネットワークに参加する。STA 103はリンク105aでLink ID = 1のネットワークに参加し、リンク105bでLink ID = 3のネットワークに参加する。

【0065】

この状態で、STA 102が参加するすべてのネットワークから離脱するものとする。すなわち、STA 102が、Link ID = 1とLink ID = 2のリンクを切断するものとする(S 402でYes)。

この場合、Link ID = 1のリンクで構成されるネットワークでは、参加している1台のSTA MLDがネットワークを離脱することになる。また、AP 101とSTA 102の接続もすべて切れる。一方、Link ID = 1のリンクで構成されるネットワークには、STA 103が参加している(S 403でYes、S 404でYes)。このため、AP 101は、Link ID = 1のリンクに対するグループ鍵を更新(再生成)する(S 405)。そして、AP 101は、STA 103と更新したグループ鍵でグループ鍵交換を実施する(S 406)。

また、Link ID = 2のリンクで構成されるネットワークでは、参加しているすべてのSTA MLDがネットワークから離脱する(S 403でNo)。このためAP 101は保持していた、Link ID = 2のリンクに対するグループ鍵を廃棄する(S 407)。

また、Link ID = 3のリンクで構成されるネットワークでは、STA MLDの接続・切断が新たに発生しない。また、本例では、当該リンクで構成されるネットワークには、STA 102は過去に参加していないものとする。そのため、AP 101は、Link ID = 3のリンクに対するグループ鍵を維持する(S 403でYes、S 404でNo、S 408でNo、S 415)。

【0066】

(実施例3)

実施例3では、AP 101はLink ID = 1で2.4 GHz帯の6ch、Link ID = 2で5 GHz帯の36ch、Link ID = 3で6 GHz帯の5.955 GHzでそれぞれネットワークを構成する。STA 102はリンク104aでLink ID = 1のネットワークに参加し、リンク104bでLink ID = 2のネットワークに参加する。STA 103はリンク105aでLink ID = 1のネットワークに参加し、リンク105bでLink ID = 2のネットワークに参加する。

【0067】

この状態で、STA 102がLink ID = 2で参加するネットワークを離脱し、Link ID = 3のネットワークに参加するものとする。すなわち、STA 102が、Link ID = 1のリンクを切断し、Link ID = 3のリンクに接続するものとする(図4のS 402でNo)。

この場合、Link ID = 1のリンクで構成されるネットワークでは、STA MLDの接続・切断が新たに発生しないため、AP 101は、Link ID = 1のリンクに対するグループ鍵を維持する(S 410でNo、S 416)。

また、Link ID = 2のリンクで構成されるネットワークでは、参加している1台のSTA MLDがネットワークを離脱することになる。しかし、STA 102は、別のリンク(すなわちLink ID = 2のリンク)でAP 101との接続を継続しているため、AP 101は、Link ID = 2のリンクに対するグループ鍵を維持する(S 410でNo、S 416)。

また、Link ID = 3のリンクで構成されるネットワークでは、STA MLDが参加していない状態から新たにSTA MLDが参加する(S 410でYes、S 411でYes)。このため、AP 101は、Link ID = 3のリンクに対して新たにグループ鍵を生成し(S 412)、STA 102の間でグループ鍵交換を実施する(S 413)。

## 【0068】

このように動作することで、AP 101は、グループ鍵の更新を抑えつつ、現在ネットワークに参加していないSTA MLDにはグループ鍵を知られない状態を保つことができるようになる。

## 【0069】

なお、上記に説明した実施形態において、AP 101はマルチリンクで動作する3つのネットワークを形成していたが、ネットワークの数は3つに限らない。例えば2つでも4つ以上でもよい。

## 【0070】

また、上記に説明した実施形態において、AP 101はAPとしての機能を有するとして  
10  
いるが、グループ鍵を管理するデバイスであればAPとしての機能を有していなくてもよい。例えば、STAとSTAで接続するときの一方のSTAとして考えてもよい。例えばWi-Fi DirectのGO (Group Owner)として動作するデバイスでもよい。

## 【0071】

(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。

## 【0072】

20  
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】

## 【0073】

100 ネットワーク、101 通信装置(AP MLD)、102 通信装置(STA MLD)、103 通信装置(STA MLD)、104 a ; 104 b ; 105 a ; 105 b リンク

10

20

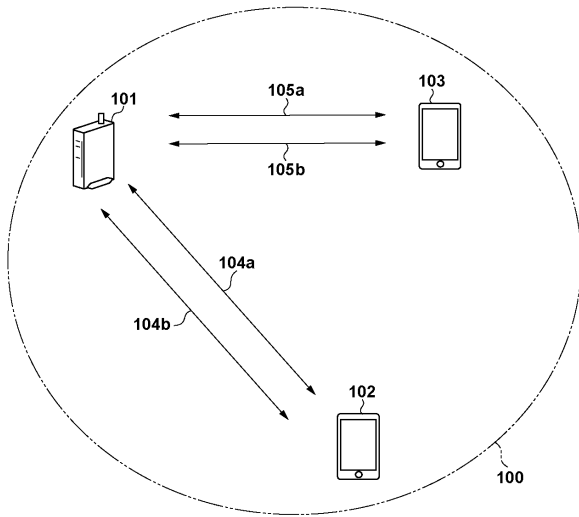
30

40

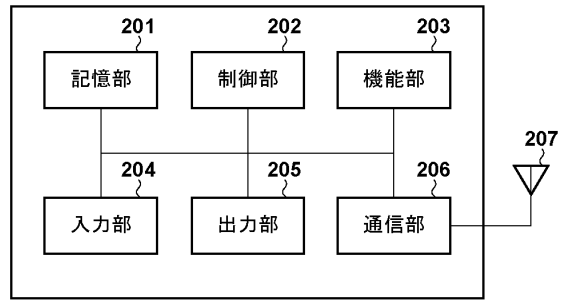
50

【図面】

【図 1】

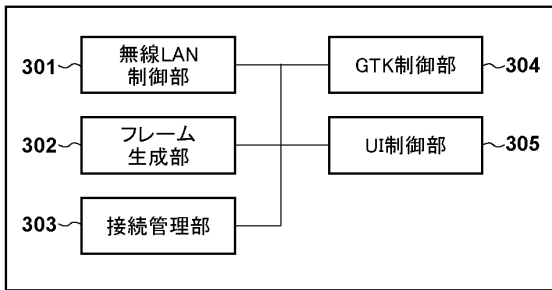


【図 2】

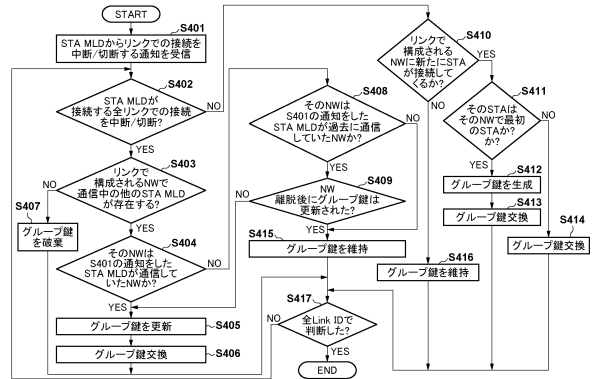


10

【図 3】



【図 4】



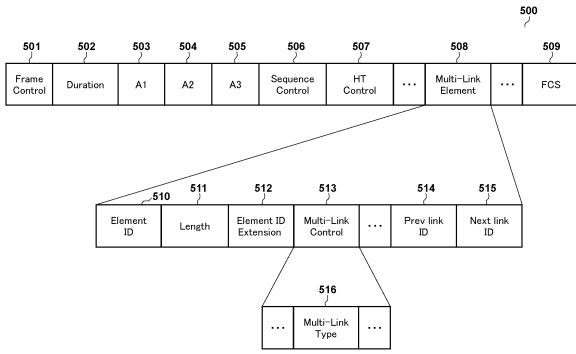
20

30

40

50

【 5 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 4 4 3 5 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 7 - 2 8 4 5 4 ( J P , A )  
Po-Kai Huang (Intel) , Multi-link security consideration , IEEE 802.11-19/1822r9 , IEEE,  
インターネット < URL: <https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/19/11-19-1822-09-00be-multi-link-security-consideration.pptx> > , 2020年05月01日 , 1 - 1 7 スライド
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0  
3 G P P T S G R A N W G 1 - 4  
S A W G 1 - 4  
C T W G 1 , 4