

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-169127

(P2017-169127A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 16/28 (2009.01)	HO4W 16/28	5K067
HO4W 24/10 (2009.01)	HO4W 24/10	5K159
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00	
HO4B 7/10 (2006.01)	HO4B 7/10	A
HO4B 7/04 (2017.01)	HO4B 7/04	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2016-54214 (P2016-54214)
 (22) 出願日 平成28年3月17日 (2016.3.17)

(71) 出願人 514136668
 パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーション オブ アメリカ
 Panasonic Intellectual Property Corporation of America
 アメリカ合衆国 90503 カリフォルニア州, トーランス, スイート 200, マリナー アベニュー 20000
 (74) 代理人 100105050
 弁理士 鷲田 公一
 (72) 発明者 高橋 洋
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

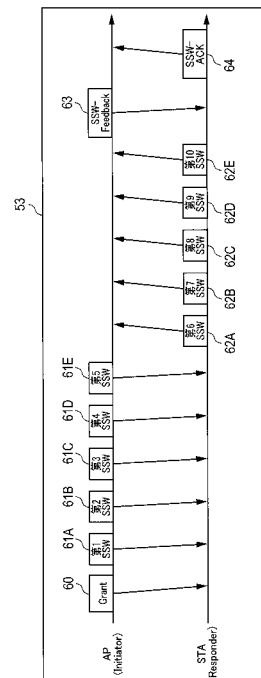
(54) 【発明の名称】 通信システム、通信システムの制御方法、基地局装置、および無線端末装置

(57) 【要約】

【課題】複数の無線通信ネットワークが隣接する環境においても、トレーニングフレーム全体のデータ量を増大させず、通信効率を維持することができる通信システム、通信システムの制御方法、基地局装置、および無線端末装置を提供する。

【解決手段】APから送信された第1から第5のSSWフレーム61A~61E(第1のトレーニングフレーム)をSTAが受信したとき、STAはその受信品質を測定し、受信品質測定結果Result_STAをSSW-ACKフレーム64(第1のフィードバックフレーム)に含めてAPに送信する。これにより、APはResult_STAに基づいて所定の選択基準に合致するビームパターンをSTAへの送信に使用する送信用ビームパターンに選択する。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1つ以上の無線端末装置と、前記1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置と、を有する通信システムであって、

送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記基地局装置は、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置に対して送信し、

前記1つ以上の無線端末装置は、

前記複数の第1のトレーニングフレームを所定のビームパターンを用いて受信し、

前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を測定し、

前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成し、前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信し、

前記基地局装置は、

前記第2のフィードバックフレームを受信し、

前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する、

通信システム。

10

【請求項 2】

前記1つ以上の無線端末装置は、更に、

20

前記複数の第1のトレーニングフレームを所定のビームパターンを用いて受信した後、複数の第2の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置に対して送信し、

前記基地局装置は、更に、

前記複数の第2のトレーニングフレームを前記所定のビームパターンを用いて受信し、

前記受信した複数の第2のトレーニングフレームの第2の受信品質を測定し、

前記測定した前記第2の受信品質を含む第1のフィードバックフレームを前記1つ以上の無線端末装置に対して送信し、

前記1つ以上の無線端末装置は、更に、

30

前記第1のフィードバックフレームを受信し、

前記受信した第1のフィードバックフレームに含まれる前記第2の受信品質に基づいて、送信ビームパターンを選択する、

請求項1に記載の通信システム。

【請求項 3】

前記基地局装置と前記無線端末装置は、IEEE 802.11adに準拠した無線通信を行う、

請求項1または2に記載の通信システム。

【請求項 4】

前記基地局装置は、前記送信トレーニングフォーミングトレーニング期間の開始時に、前記無線端末装置に対して特定のビームフォーミングトレーニング開始を通知する識別子を含むフレームを前記無線端末装置に対して送信する、

40

請求項1から3のいずれか一項に記載の通信システム。

【請求項 5】

前記受信品質は、少なくともRSSI（受信信号強度）、SNR（信号雑音比）、SINR（信号対干渉雑音比）、BER（ビット誤り率）、PER（パケット誤り率）、FER（フレーム誤り率）、再送回数のいずれか1つまたは複数の組み合わせである、

請求項1から4のいずれか一項に記載の通信システム。

【請求項 6】

前記基地局装置は、前記1つ以上の無線端末装置のうちの第1の無線端末装置との前記

50

送信ビームフォーミングトレーニングの後に、前記1つ以上の無線端末装置のうちの第2の無線端末装置との前記送信ビームフォーミングトレーニングを順次行う、

請求項1から5のいずれか一項に記載の通信システム。

【請求項7】

1つ以上の無線端末装置と、前記1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置と、を有する通信システムの制御方法であって、

送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記基地局装置は、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置に対して送信し、

10

前記1つ以上の無線端末装置は、

前記複数の第1のトレーニングフレームを所定のビームパターンを用いて受信し、

前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの受信品質を測定し、

前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成し、前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信し、

前記基地局装置は、

前記第2のフィードバックフレームを受信し、

前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する、

20

通信システムの制御方法。

【請求項8】

1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置であって、

送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、

複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第1のトレーニングフレームを前記1つ以上の無線端末装置に送信する送信部と、

前記1つ以上の無線端末装置から送信された、前記複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を含む、第2のフィードバックフレームを受信する受信部と、

前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する制御部と、を含む

30

基地局装置。

【請求項9】

基地局装置と無線通信を行う無線端末装置であって、

送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記基地局装置によって、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて送信した複数の第1のトレーニングフレームを、所定のビームパターンを用いて受信する受信部と、

前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を測定する測定部と

40

前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成する制御フレーム生成部と、

前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信する送信部と、を含む、

無線端末装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ビームフォーミングトレーニングを行って通信に使用するビームパターンを

50

決定する通信システム、通信システムの制御方法、基地局装置、および無線端末装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、高速な通信が可能であって、免許が不要な、ミリ波帯（例えば、60GHz帯等）の無線信号を使用するミリ波通信が普及している。ミリ波通信を採用した無線通信の規格として、例えば、WiGig（Wireless Gigabit）、Wireless HD（High Definition）、ECMA-387、IEEE 802.15.3c、IEEE 802.11ad等の規格がある。

【0003】

ミリ波帯の無線信号は、直線性が強く、空間伝搬損失が大きいという電波特性を有する。このため、一般的なミリ波通信では、複数のアンテナを用いて無線信号の指向性を制御するビームフォーミングが用いられる。

【0004】

ビームフォーミングとは、指向性を有する通信エリアであるビームの方向や幅を制御し、ビームを通信相手である無線通信装置の位置に追従させる技術である。ビームフォーミング技術によれば、自端末がビームを形成することができる範囲に、複数の通信相手（無線通信装置）が存在している場合、ビームの方向を時間分割で切り替えることにより、複数の無線通信装置との接続を確立させることができる。

【0005】

ビームフォーミング技術が制定されているミリ波帯の無線通信規格として、例えばIEEE 802.11ad規格がある（非特許文献1）。非特許文献1には、複数のビームパターンから通信に使用するビームパターンを選択する方法（ビームフォーミングプロトコル）として、通信する無線通信装置同士がビームパターンを変更し、最適なビームパターンを選択するための情報を含むトレーニングフレームを、変更したビームパターンを用いて送信し、最も通信に適したビームパターンを選択することが記載されている。

【0006】

また、ビームフォーミング技術の適用例として、例えば特許文献1には、第1の無線通信装置が、通信相手である第2の無線通信装置に対してトレーニングフレームを送信する場合、第2の無線通信装置から以前に受信したトレーニングフレームの受信結果の一部または全ての結果を含むトレーニングフレームを送信することにより、受信結果のフィードバックを行うことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特表2012-507946号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】IEEE 802.11ad-2012 IEEE Standard for Information Technology-Telecommunications and Information Exchange between systems-Local and Metropolitan networks-Specific requirements-Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 3: Enhancements for Very High Throughput in the 60 GHz Band

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

非特許文献1に開示されたビームフォーミングプロトコルにおいては、ビームを選択するのは第1の無線通信装置ではなく、第2の無線通信装置である。具体的には、第2の無線通信装置が、受信した複数のトレーニングフレームの中から最も受信品質が高いビームパターンを選択し、選択したビームパターンのIDが自端末に通知される。ここで、例え

10

20

30

40

50

ば第1の無線通信装置の周辺に複数の無線通信装置が存在し、干渉がより多く発生するような通信システムにおいては、干渉の影響等を考慮して、最適なビームパターンを第1の無線通信装置自身で選択および決定することが望ましい。しかしながら、第2の無線通信装置における全てのトレーニングフレームの受信結果を第1の無線通信装置にフィードバックする仕組みがないため、第1の無線通信装置自身で選択および決定することが困難である。

【0010】

特許文献1には、送信および受信の両方に関する双方向性セクタスイープを行うための方法であって、送信セクタスイープに対するフィードバックの際に、第1の無線通信装置から受信したデータユニットのうち上位3つの識別子、最良のものと最悪のものの識別子、あるいは全ての識別子と対応する品質メトリックと、を第2の無線通信装置が第1の無線通信装置に対して送信する方法が開示されている。このような構成は、上述した検討事項を解消するものであるが、トレーニングフレームに受信結果をフィードバックさせるための情報が含まれているので、複数のトレーニングフレーム全体のデータ量が増大し、通信効率が低下してしまう。

10

【0011】

本開示の非限定的な実施例は、複数の無線通信ネットワークが隣接する環境においても、トレーニングフレーム全体のデータ量を増大させず、通信効率を維持することができる通信システム、通信システムの制御方法、基地局装置、および無線端末装置を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

本開示の一態様に係る通信システムは、1つ以上の無線端末装置と、前記1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置と、を有する通信システムであって、送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記基地局装置は、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置に対して送信し、前記1つ以上の無線端末装置は、前記複数の第1のトレーニングフレームを所定のビームパターンを用いて受信し、前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成し、前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信し、前記基地局装置は、前記第2のフィードバックフレームを受信し、前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する。

30

【0013】

本開示の一態様に係る通信システムの制御方法は、1つ以上の無線端末装置と、前記1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置と、を有する通信システムの制御方法であって、送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記基地局装置は、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置に対して送信し、前記1つ以上の無線端末装置は、前記複数の第1のトレーニングフレームを所定のビームパターンを用いて受信し、前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成し、前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信し、前記基地局装置は、前記第2のフィードバックフレームを受信し、前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する。

40

【0014】

本開示の一態様に係る基地局装置は、1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置であって、送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複

50

数の第1のトレーニングフレームを前記1つ以上の無線端末装置に送信する送信部と、前記1つ以上の無線端末装置から送信された、前記複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を含む、第2のフィードバックフレームを受信する受信部と、前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する制御部と、を含む。

【0015】

本開示の一態様に係る無線端末装置は、基地局装置と無線通信を行う無線端末装置であって、送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記基地局装置によって、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて送信した複数の第1のトレーニングフレームを、所定のビームパターンを用いて受信する受信部と、前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を測定する測定部と、前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成する制御フレーム生成部と、前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信する送信部と、を含む。

10

【0016】

これらの概括的かつ特定の態様は、システム、装置および方法の任意の組み合わせにより実現してもよい。

【発明の効果】

【0017】

本開示の一態様によれば、複数の無線通信ネットワークが隣接する環境においても、トレーニングフレーム全体のデータ量を増大させず、通信効率を維持することができる。本開示の一態様における更なる利点および効果は、明細書および図面から明らかにされる。かかる利点および/または効果は、いくつかの実施形態並びに明細書および図面に記載された特徴によってそれぞれ提供されるが、1つまたはそれ以上の同一の特徴を得るために必ずしも全てが提供される必要はない。

20

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】複数の無線通信ネットワーク間で通信できるエリアが重複する具体例を説明する図

【図2】本開示の実施の形態に係る通信システムの一例を示す図

30

【図3】無線通信装置の構成の一例について示す図

【図4】無線通信装置が形成するビームパターンの一例を示す図

【図5】APとSTAのそれぞれにおける、ビームパターンと送信用ビームIDおよび受信用ビームIDとの対応を示す図

【図6】通信システムにおけるビームフォーミングトレーニングのプロトコル制御の一例を示すシーケンス図

【図7】TXSSにおけるAPおよびSTAの動作の一例を示すシーケンス図

【図8】プロトコル制御フレームであるGrantフレームのフレームフォーマットの一例を示した図

【図9】第1から第10のSSWフレームの送受信時において、APおよびSTAのそれぞれにおいて使用されるビームパターンの例を示す図

40

【図10】第1のトレーニングフレームであるSSWフレームのフレームフォーマットの一例を示した図

【図11】STAが、第1から第5のSSWフレームを受信した際の受信品質を測定した結果を例示した図

【図12】APが、第6から第10のSSWフレームを受信した際の受信品質を測定した結果を例示した図

【図13】第1のフィードバックフレームであるSSW-Feedbackフレームのフレームフォーマットの一例を示した図

【図14】APがイニシエータである場合の、APの動作例を示すフローチャート

50

【図15】APがイニシエータである場合の、APの動作例を示すフローチャート

【図16】2つのSTAとのビームフォーミングトレーニングのプロトコル制御の一例を示すシーケンス図

【発明を実施するための形態】

【0019】

<本開示に至る経緯>

本開示の実施の形態について詳細な説明を行う前に、本開示に至る経緯について説明する。

【0020】

無線通信ネットワークの一例として、1つの基地局（AP：Access Point）が複数の無線端末装置（STA：Station）との無線通信を管理する形態のネットワークがある。1つの無線通信ネットワークの周囲に他の無線通信ネットワークが存在しない場合、その無線通信ネットワークにおいて、APは、複数のビームパターンの中から最適なビームパターンを選択するためのビームフォーミングトレーニングをSTA毎に実施する。これにより、APは通信品質が最もよいビームパターンを選択することができ、無線通信ネットワーク内の通信品質（システムスループット）を最良とすることができる。なお、本開示において、ビームとは、無線信号の送受信が可能な範囲（通信エリア）を意味している。

10

【0021】

しかしながら、1つの無線通信ネットワークの周辺に他の無線通信ネットワークが存在する場合においては、1つの無線通信ネットワークのAPが最も受信品質のよいビームパターンを選択した結果、選択されたビームパターンにより確立された通信できるエリアが、異なる無線通信ネットワーク間で重複する事態が生じうる。

20

【0022】

図1は、複数の無線通信ネットワーク間で通信できるエリアが重複する具体例を説明する図である。図1には、無線通信ネットワーク80Aと80Bの2つのネットワークが隣接した通信システム300が示されている。ここで、通信システム300は、ミリ波通信規格であるIEEE802.11adに準拠した通信システムであり、2つの無線通信ネットワーク80Aおよび80Bは、同じアクセス制御方式（例えば、CSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance）方式）で動作する。

【0023】

図1に示す無線通信ネットワーク80Aは、AP81Aが管理するネットワークであり、STA82AがAP81Aに接続している。同様に、無線通信ネットワーク80Bは、AP81Bが管理するネットワークであり、STA82BがAP81Aに接続している。無線通信ネットワーク80Aにおいて、AP81AとSTA82Aはビームフォーミングトレーニングを実施し、最も通信品質のよいビームパターンを選択する。同様に、無線通信ネットワーク80Bにおいて、AP81BとSTA82Bはビームフォーミングトレーニングにより最も通信品質のよいビームパターンを選択する。

30

【0024】

AP81AとSTA82Aが実施したビームフォーミングトレーニングにより選択されたビームパターンで通信ができるエリアを、図1において通信エリア83Aとして示している。同様に、図1において、通信エリア83Bは、AP81BとSTA82Bが実施したビームフォーミングトレーニングにより選択されたビームパターンで通信ができるエリアである。

40

【0025】

例えば、STA82Aと82Bとが互いに近接して配置されている場合、図1に示すように、通信エリア83Aと通信エリア83Bの一部が重複する。ここで、無線通信ネットワーク80A内での通信と無線通信ネットワーク80B内での通信とが同時に行われると、同一チャネル干渉や隣接チャネル干渉等の干渉が発生し、通信品質（システムスループット）の低下が生じる。同一チャネル干渉や隣接チャネル干渉を低減させる一般的な技術として動的チャネル変更（DFS：Dynamic Frequency Selection）がある。しかしなが

50

ら、IEEE 802.11adに準拠した通信システムでは使用できるチャネル数が少ないため、DFSによって、このような干渉を低減させることは困難である。

【0026】

このため、複数の無線通信ネットワークが密集した環境において、それぞれの無線通信ネットワーク内で最も通信品質の高いビームパターンを選択するのではなく、他の無線通信ネットワークからの影響（干渉）を考慮してビームパターンを決定する必要がある。

【0027】

しかし、IEEE 802.11adに準拠した通信システムでは、ビームフォーミングトレーニングの際に、STAは、APから受信したトレーニング用の信号であるトレーニングフレームのうち、最も通信品質が高かったビームパターンについてAPに通知している。このため、APは、複数の送信ビームパターンのうち、最も通信品質が高いビームパターンについて知ることは容易であるが、他の送信ビームパターンとの比較を行うことは困難である。また、STAにおける全てのトレーニングフレームの受信品質をAPにフィードバックする仕組みがなかったため、APは、他の無線通信ネットワークからの影響（干渉）を考慮してビームパターンを決定することが困難であった。

【0028】

上記した特許文献1に開示された技術は、STAがAPの送信セクタスイープに対するフィードバックを行うものであるため、上記の検討事項を解消するものである。しかしながら、STAからAPに送信するトレーニングフレーム毎に受信品質をフィードバックさせるための情報が含まれているので、トレーニングフレーム全体のデータ量が増大し、通信効率が低下してしまう。

【0029】

本開示の非限定的な実施例は、複数の無線通信ネットワークが隣接する環境においても、トレーニングフレーム全体のデータ量を増大させず、通信効率を維持することができる通信システム、通信システムの制御方法、基地局装置、および無線端末装置を提供する。

【0030】

（実施の形態）

<通信システムの構成例>

図2は、本開示の実施の形態に係る通信システムの一例を示す図である。図2に示す通信システム100は、インターネット等の通信ネットワーク101と、通信ネットワーク101に接続された無線通信装置102と、無線通信装置102との無線通信を介して通信ネットワーク101に接続する無線通信装置103と、を有する。無線通信装置102と無線通信装置103とは同じ構成を有し、AP（Access Point：基地局装置）として動作するか、STA（Station：無線端末装置）として動作するかによって異なる処理を実行する。

【0031】

以下説明する本開示の実施の形態において、無線通信装置102は、無線通信装置103のアクセスポイントとして動作し、無線通信装置103と通信ネットワーク101との間のデータ転送を行うことにより、無線通信装置103の通信ネットワーク101へのアクセスを管理している。また、無線通信装置102および無線通信装置103は、ミリ波通信規格であるIEEE 802.11adに対応した通信装置である。

【0032】

<無線通信装置の構成例>

図3は、無線通信装置102（103）の構成の一例について示す図である。図3では、無線通信装置102（103）は、MAC制御部11、プロトコル制御部12、制御フレーム生成部13、フレーム生成部14、送信部15、送信アンテナ部16、受信アンテナ部17、受信部18、フィルタ部19、品質測定部20、管理テーブル21、ビーム決定部22を有する。

【0033】

なお、無線通信装置102（103）は、図示は省略するが、例えば、CPU（Centra

10

20

30

40

50

l Processing Unit)、制御プログラムを格納したROM(Read Only Memory)等の記憶媒体、およびRAM(Random Access Memory)等の作業用メモリを有し、図3に示す各ブロックの機能は、CPUが制御プログラムを実行することにより実現される。

【0034】

MAC制御部11は、データ送受信の際のアクセス制御を行う。具体的には、MAC制御部11は、送信するデータフレームが発生した場合に、送信部15に対して送信に使用するビームパターンのインデックス情報であるビームIDおよびMCSを含むMACフレームを出力する。なお、MCS(Modulation and Coding Scheme)は、送信に使用される変調方式や符号化率等の組み合わせをインデックス化したものである。また、MAC(Media Access Control)フレームは、送信先のアドレス等の情報を含むフレームである。

10

【0035】

また、MAC制御部11は、フィルタ部19からデータフレームやトレーニングプロトコル制御フレームを取得した場合、受信したデータがデータフレームの場合は、上位のアプリケーションにデータを出力し、受信したデータがトレーニングプロトコル制御フレームの場合は、プロトコル制御部12に制御信号を出力し、トレーニングプロトコル制御フレーム以外のプロトコル制御フレームを取得した場合は、取得したプロトコル制御フレームに応じたプロトコル制御(例えば接続処理や帯域管理処理等)を行う。なお、トレーニングプロトコル制御フレームとは、後述するビームフォーミングトレーニングに使用する情報を含むフレームである。

20

【0036】

プロトコル制御部12は、ビームフォーミングトレーニングに関する処理の制御を行う。具体的には、プロトコル制御部12は、MAC制御部11から取得したトレーニングプロトコル開始要求に基づいて、プロトコル制御フレーム生成要求を制御フレーム生成部13に出力し、プロトコル制御部12は、トレーニングフレーム生成要求をフレーム生成部14に出力する。

【0037】

さらに、プロトコル制御部12は、品質測定部20に対して受信品質測定方法を指定する指定要求を出力する。ここで、プロトコル制御部12が出力する受信品質測定方法は、MAC制御部11から取得した第1のプロトコル制御フレームに含まれる指定情報で指定されている。指定情報の詳細については後述する。そして、プロトコル制御部12は、通信相手である無線通信装置との受信処理で使用する受信用ビームパターンを切り替えるための受信用ビームIDを受信部18に出力する。

30

【0038】

また、プロトコル制御部12は、通信相手である無線通信装置から取得したトレーニングプロトコル制御フレームをMAC制御部11より受信した場合、品質測定部20から取得した受信品質情報を管理テーブル21へ出力する。

【0039】

制御フレーム生成部13は、プロトコル制御部12から取得したプロトコル制御フレーム生成要求に基づいてトレーニングプロトコルを制御する制御フレームを生成し、トレーニングプロトコル制御フレームを送信するためのビームパターンを指定するビームIDとトレーニングプロトコル制御フレームとを送信部15へ出力する。

40

【0040】

フレーム生成部14は、プロトコル制御部12から取得したトレーニングフレームの生成要求に基づきトレーニングフレームを生成し、トレーニングフレームを送信するためのビームパターンを指定するビームIDと生成したトレーニングフレームとを送信部15に出力する。

【0041】

送信部15は、MAC制御部11、制御フレーム生成部13、フレーム生成部14から取得したMACフレーム、トレーニングプロトコル制御フレーム、あるいはトレーニングフレームに対してMCSに基づいて変調処理を施し、変調後の送信信号およびビームID

50

を送信アンテナ部 16 に出力する。

【0042】

送信アンテナ部 16 は、複数のアンテナ素子を含むアレイアンテナを有し、送信部 15 から入力された送信信号を空間に送信する。送信アンテナ部 16 は、送信部 15 から入力されたビーム ID 等の情報に基づいて各アレイアンテナの位相および / または振幅を制御する等して複数のビームパターンを形成し、これを使用して送信信号の送信を行う。

【0043】

受信アンテナ部 17 は、複数のアンテナ素子を含むアレイアンテナを有し、他の無線通信装置から送信された送信信号を受信し、受信信号として受信部 18 に出力する。受信アンテナ部 17 は、例えば、アレイアンテナの位相および / または振幅を制御して、複数の

10

【0044】

受信部 18 は、受信アンテナ部 17 から取得した受信信号を復調し、復調したデータ (受信フレーム) をフィルタ部 19 に出力する。また、受信部 18 は、ビームフォーミングトレーニングを行うためには、プロトコル制御部 12 から取得した受信用ビーム ID に基づき、受信アンテナ部 17 のアレイアンテナを制御し、入力された受信用ビーム ID に対応するビームパターンに切り替える。

【0045】

フィルタ部 19 は、受信部 18 から入力された受信フレームのヘッダを解析して受信フレームのフレーム種別を解析する。そして、フィルタ部 19 は、解析結果に基づいて、受信したフレームがトレーニングフレームであった場合は、プロトコル制御部 12 に、受信したフレームを出力する。また、フィルタ部 19 は、受信したフレームがトレーニングフレーム以外であった場合は、受信したフレームを MAC 制御部 11 に出力する。

20

【0046】

品質測定部 20 は、プロトコル制御部 12 から取得した測定方法指定要求と、受信部 18 における復調結果と、に基づいて、受信信号の受信品質を測定し、受信品質情報を生成する。品質測定部 20 は、測定方法として、例えば RSSI (Received Signal Strength Indicator: 受信信号強度)、SNR (Signal to Noise ratio: 信号雑音比)、SINR (Signal-to-Interference plus Noise power Ratio: 信号対干渉雑音比)、誤り率 (BER (ビット誤り率)、PER (パケット誤り率)、FER (フレーム誤り率) 等)、再送回数等のうちのいずれか 1 つ、あるいは複数を組み合わせて受信品質を測定すればよい。品質測定部 20 は、測定した受信品質情報をプロトコル制御部 12 に出力する。

30

【0047】

管理テーブル 21 は、通信相手の無線通信装置へデータを送信するときに使用するビームパターンに対応した送信用ビーム ID と、データを受信するときに使用するビームパターンに対応した受信用ビーム ID とを関連付けて管理する。また、管理テーブル 21 は、ビーム ID と、品質測定部 20 から取得した受信品質情報を関連付けて管理する。

【0048】

ビーム決定部 22 は、プロトコル制御部 12 からトレーニングの結果に関する情報を取得し、送信または受信のためのどのビームパターンを使用するかを選択し、選択したビームパターンに対応する ID をプロトコル制御部 12 に通知する。

40

【0049】

<ビームパターンの説明>

次に、無線通信装置 102 (103) が形成するビームパターンについて、図 4 を参照して説明する。図 4 は、無線通信装置 102 (103) が形成するビームパターンの一例を示す図である。

【0050】

図 4 は、無線通信装置 102 (103) が 6 種類のビームパターンを有する例を示す。無線通信装置 102 (103) は、送信アンテナ部 16 のアレイアンテナにより、6 種類のビームパターンのうちのいずれかのビームパターンを形成して通信を行う。図 4 では、

50

無線通信装置 102 (103) が有する 6 種類のビームパターンは、それぞれビーム方向が異なっており、指向性の高いビームパターンと、無指向性のビームパターンとを含む。なお、プロトコル制御は無指向性のビームパターンを主に用い、データ通信は、指向性の高いビームパターンを主に用いるが、プロトコル制御が指向性の高いビームパターンを用いても良いし、データ通信が、無指向性のビームパターンを用いても良い。図 4 において、ビーム # 1 ~ 5 が指向性の高いビームパターンの例であり、ビーム # 0 が無指向性のビームパターンの例である。

【0051】

なお、ここでは送信アンテナ部 16 が形成するビームパターンについて説明したが、受信アンテナ部 17 において形成されるビームパターンも同様である。

10

【0052】

次に、それぞれのビームパターンに対応するビーム ID について説明する。図 5 は、AP と STA のそれぞれにおける、ビームパターンと送信用ビーム ID および受信用ビーム ID との対応を示す図である。以下では、AP として動作する無線通信装置 102 (103) を単に AP と記載し、STA として動作する無線通信装置 102 (103) を単に STA と記載する。

【0053】

図 5 では、無線通信装置 102 が AP として動作し、「AP (Initiator)」の「送信用ビーム ID」の欄は、各ビームパターンに対応する送信用ビーム ID を示している。なお、送信用ビーム ID は、 $\#it \times N$ (N はビームパターンの数に対応する整数、図 5 では 1 ~ 5 のいずれか) によって示される。また、「AP (Initiator)」の「受信用ビーム ID」の欄は、各ビームパターンに対応する受信用ビーム ID $\#ir \times N$ を示している。

20

【0054】

また、図 5 では、無線通信装置 103 が STA として動作し、「STA (Responder)」の「送信用ビーム ID」の欄は、各ビームパターンに対応する送信用ビーム ID $\#rt \times N$ を示している。また、「STA (Responder)」の「受信用ビーム ID」の欄は、各ビームパターンに対応する受信用ビーム ID $\#rr \times N$ を示している。

【0055】

このように、同じビームパターンでも、AP と STA、あるいは送信用と受信用とでビーム ID は異なっている。このため、ビーム ID により AP と STA、あるいは送信用ビームと受信用ビームとを区別することができる。

30

【0056】

<ビームフォーミングトレーニングにおけるプロトコル制御>

以下では、図 2 に例示する通信システム 100 において、ビームフォーミングトレーニングにおける無線通信装置 102 (103) の動作例について説明する。

【0057】

図 6 は、通信システム 100 におけるビームフォーミングトレーニングのプロトコル制御の一例を示すシーケンス図である。図 6 に示すシーケンス (スケジューリング) は、通信システム 100 内の通信 (接続) を管理する AP によって制御される。以下では、AP がビームフォーミング処理の開始通知を送信するイニシエータ (Initiator) であり、STA がビームフォーミング処理の開始通知を受信するレスポンド (Responder) である場合を想定して説明を行う。

40

【0058】

図 6 では、AP は、ビーコンを送信する期間である BTI (Beacon Transmission Interval: ビーコン伝送期間) 50 を周期的に設ける。具体的には、AP は、BTI 50 の終了後、所定時間が経過した後、次の BTI 51 が開始する。図 6 においては、BTI は BTI 50 と BTI 51 の 2 つ示しているが、AP が動作を終了するまで BTI は所定時間毎に繰り返される。

【0059】

50

B T I 5 0 と B T I 5 1 の間には、データフレームを送信する期間である D T I (Data Transmission Interval : データ送信間隔) 5 2 が設けられる。D T I 5 2 において、A P と S T A との間でデータの送受信が行われる。B T I および D T I については、I E E E 8 0 2 . 1 1 a d に規定されている。

【 0 0 6 0 】

A P は、D T I 5 2 内において、T X S S (送信ビームフォーミングトレーニング期間) 5 3 を設ける。T X S S 5 3 は、送信セクタの通信品質をテストするためにビームをスウィーピング (transmit sector sweep) し、送信ビームのトレーニングを行う期間である。以下では、T X S S 5 3 における通信システム 1 0 0 の動作の詳細について説明する。

10

【 0 0 6 1 】

< T X S S (送信ビームフォーミングトレーニング期間) における動作 >

図 7 は、T X S S 5 3 における A P および S T A の動作の一例を示すシーケンス図である。T X S S 5 3 において、A P はまず、プロトコル制御フレームである G r a n t フレーム 6 0 を S T A に対して送信する。

【 0 0 6 2 】

図 8 は、プロトコル制御フレームである G r a n t フレーム 6 0 のフレームフォーマットの一例を示した図である。G r a n t フレーム 6 0 は、図 8 に示すように、フレーム種別 6 0 1 と、送信元アドレス 6 0 2 と、宛先アドレス 6 0 3 と、ビームフォーミングプロトコル I D 6 0 4 と、受信品質の測定方法を示す指定情報 6 0 5 とを含む。

20

【 0 0 6 3 】

フレーム種別 6 0 1 は、フレームがプロトコル制御フレームであることを示す識別子等である。送信元アドレス 6 0 2 は、G r a n t フレーム 6 0 を送信する A P のアドレス (例えば M A C アドレスやデバイス I D) である。宛先アドレス 6 0 3 は、G r a n t フレーム 6 0 を受信する S T A の識別子 (例えば M A C アドレスやデバイス I D) である。

【 0 0 6 4 】

ビームフォーミングプロトコル I D 6 0 4 は、本開示の送信ビームフォーミングトレーニングが開始される旨を S T A に通知するための識別子である。指定情報 6 0 5 は、G r a n t フレーム 6 0 を受信する S T A に対して、G r a n t フレーム 6 0 の後に送信する第 1 から第 5 の S S W フレーム 6 1 A ~ 6 1 E (第 1 のトレーニングフレーム) の受信品質を測定する方法を指定する情報を含むフィールドである。受信品質を測定する方法としては、例えば上述したように、例えば、R S S I、S N R、S I N R、B E R、P E R、F E R、再送回数の少なくとも 1 つである。

30

【 0 0 6 5 】

図 7 の説明に戻る。図 7 では、A P は、G r a n t フレーム 6 0 を送信後、第 1 から第 5 の S S W フレーム 6 1 A ~ 6 1 E を送信する。図 9 は、図 7 に示す第 1 から第 1 0 の S S W フレームの送受信時において、A P および S T A のそれぞれにおいて使用されるビームパターンの例を示す図である。図 9 では、送信用ビーム I D # i t x 1 を含む第 1 の S S W フレーム 6 1 A をビームパターン # 1 に対応する送信用ビーム I D # i t x 1、送信用ビーム I D # i t x 2 を含む第 2 の S S W フレーム 6 1 B をビームパターン # 2 に対応する送信用ビーム I D # i t x 2、送信用ビーム I D # i t x 3 を含む第 3 の S S W フレーム 6 1 C をビームパターン # 3 に対応する送信用ビーム I D # i t x 3、送信用ビーム I D # i t x 4 を含む第 4 の S S W フレーム 6 1 D をビームパターン # 4 に対応する送信用ビーム I D # i t x 4、送信用ビーム I D # i t x 5 を含む第 5 の S S W フレーム 6 1 E をビームパターン # 5 に対応する送信用ビーム I D # i t x 5 を用いて順次送信する。

40

【 0 0 6 6 】

第 1 の S S W フレーム 6 1 A から第 5 の S S W フレーム 6 1 E は、第 1 のトレーニングフレームに対応する。図 1 0 は、第 1 のトレーニングフレームである S S W フレーム 6 1 のフレームフォーマットの一例を示した図である。なお、以下では、第 1 から第 5 の S S W フレーム 6 1 A ~ 6 1 E のいずれか 1 つを称して、あるいはこれらを総称して、S S

50

Wフレーム61と称することがある。SSWフレーム61は、図10に示すように、フレーム種別611と、送信元アドレス612と、宛先アドレス613と、送信ビームID614とを含む。

【0067】

フレーム種別611は、フレームが第1のトレーニングフレーム(第1から第5のSSWフレーム61A~61Eのいずれか)であることを示す識別子である。送信元アドレス612は、SSWフレーム61を送信するAPのアドレス(例えばMACアドレスやデバイスID)である。宛先アドレス613は、SSWフレーム61を受信するSTAの識別子(例えばMACアドレスやデバイスID)である。送信ビームID614は、SSWフレーム61を送信する際にAPが使用する送信用ビームパターンに対応するビームIDである。すなわち、SSWフレーム61には、SSWフレーム61を送信するAP(無線通信装置)が送信時に使用するビームパターンの送信用ビームIDが含まれている。

10

【0068】

図7の説明に戻る。STAは、Grantフレーム60を無指向性のビームパターンに対応する受信用ビームID#*rrx0*を用いて受信する。そして、STAは、ビームパターンを変えずに、第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61Eを受信する。また、第1から第5のSSWフレーム61A~61Eを受信するとき、Grantフレーム60の指定情報605により指定された受信品質の測定方法を用いて、SSWフレーム毎の受信品質を測定し、受信品質の測定結果Result__STAを生成する。

【0069】

受信品質の測定結果Result__STAについて具体例を挙げて説明する。図11は、STAが、受信した第1から第5のSSWフレーム61A~61Eの受信品質を測定した結果を例示した図である。図11に示す例では、受信品質の測定方法の一例として、SNRを用いた場合を想定している。なお、図11の中で用いているSNRはdB値を変換したインデックス値で示している。

20

【0070】

図11には、受信した第1のSSWフレーム61Aに含まれる送信ビームID614から取得したビームID#*itx1*および受信した第1のSSWフレーム61Aの受信品質の測定結果「80」、受信した第2のSSWフレーム61Bに含まれる送信ビームID614から取得したビームID#*itx2*および受信した第2のSSWフレーム61Bの受信品質の測定結果「90」、受信した第4のSSWフレーム61Dに含まれる送信ビームID614から取得したビームID#*itx4*および受信した第4のSSWフレーム61Dの受信品質の測定結果「100」、受信した第5のSSWフレーム61Eに含まれる送信ビームID614から取得したビームID#*itx5*および受信した第5のSSWフレーム61Eの受信品質の測定結果「70」が示されている。

30

【0071】

なお、図11では、第3のSSWフレーム61CのビームIDおよび受信品質が含まれていないが、これは、STAが第3のSSWフレーム61Cを受信できなかったことを意味する。APは、第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61Eまでを送信する場合、SSWフレーム61毎にビームパターンを変えて送信している。そのため、STAはSSWフレーム61を受信できない場合があり、図11に示されていない第3のSSWフレーム61Cは受信できない場合に対応している。

40

【0072】

図7の説明に戻る。APは、第5のSSWフレーム61Eを送信後、STAが送信するトレーニングフレームの受信品質を測定するため、ビームパターンを無指向性のビームパターン#0に対応する受信用ビームID#*irx0*に設定する。

【0073】

STAは、第5のSSWフレーム61E受信後に、図9に示すように、送信用ビームID#*rtx1*を含む第6のSSWフレーム62Aをビームパターン#1に対応する送信用ビームID#*rtx1*、送信用ビームID#*rtx2*を含む第7のSSWフレーム62B

50

をビームパターン# 2に対応する送信用ビームID# r t x 2、送信用ビームID# r t x 3を含む第8のSSWフレーム6 2 Cをビームパターン# 3に対応する送信用ビームID# r t x 3、送信用ビームID# r t x 4を含む第9のSSWフレーム6 2 Dをビームパターン# 4に対応する送信用ビームID# r t x 4、送信用ビームID# r t x 5を含む第10のSSWフレーム6 2 Eをビームパターン# 5に対応する送信用ビームID# r t x 5を用いて順次送信する。

【0074】

第6のSSWフレーム6 2 Aから第10のSSWフレーム6 2 Eまでは、第2のトレーニングフレームに対応する。第2のトレーニングフレームであるSSWフレーム6 2のフレームフォーマットについては、図10に示す第1のトレーニングフレームであるSSWフレーム6 1と同様であるため説明を省略する。なお、以下では、第6から第10のSSWフレーム6 2 A ~ 6 2 Eのいずれか1つを称して、あるいはこれらを総称して、SSWフレーム6 2と称することがある。

10

【0075】

なお、SSWフレームには、SSWフレームを受信した無線端末が選択したビームIDと受信品質を含んでもよい。具体的には、STAは、受信した第1から第5のSSWフレーム6 1 A ~ 6 1 Eの中で最も受信品質の良いビームIDと測定した受信品質を、第6から第10のSSWフレーム6 2 A ~ 6 2 Eに含めて送信してもよい。

【0076】

APは、第5のSSWフレーム6 1 Eを送信した後、STAから送信される第6のSSWフレーム6 2 Aから第10のSSWフレーム6 2 Eまでを受信し、Grantフレーム6 0の指定情報6 0 5においてSTAに通知した方法と同じ受信品質の測定方法を用いて、SSWフレーム毎に受信品質を測定し、受信品質の測定結果Result__APを生成する。

20

【0077】

受信品質の測定結果Result__APについて具体例を挙げて説明する。図12は、APが、第6のSSWフレーム6 2 Aから第10のSSWフレーム6 2 Eまでを受信した際にSSWフレームに含まれる送信ビームID6 1 4から取得したビームIDと受信品質を測定した結果を例示した図である。図12に示す例では、図11と同様、受信品質測定方法の一例として、SNRを用いた場合を想定している。

30

【0078】

図12には、受信した第6のSSWフレーム6 2 Aに含まれる送信ビームID6 1 4から取得したビームID# r t x 1および受信した第6のSSWフレーム6 2 Aの受信品質の測定結果「30」、受信した第7のSSWフレーム6 2 Bに含まれる送信ビームID6 1 4から取得したビームID# i t x 2および受信した第7のSSWフレーム6 2 Bの受信品質の測定結果「90」、受信した第8のSSWフレーム6 2 Cに含まれる送信ビームID6 1 4から取得したビームID# i t x 3および受信した第8のSSWフレーム6 2 Cの受信品質の測定結果「80」、受信した第9のSSWフレーム6 2 Dに含まれる送信ビームID6 1 4から取得したビームID# i t x 4および受信した第9のSSWフレーム6 2 Dの受信品質の測定結果「95」、受信した第10のSSWフレーム6 2 Eに含まれる送信ビームID6 1 4から取得したビームID# i t x 5および受信した第10のSSWフレーム6 2 Eの受信品質の測定結果「60」が示されている。

40

【0079】

図7の説明に戻る。APは、第10のSSWフレーム6 2 Eを受信後、受信した第6のSSWフレーム6 2 Aから受信した第10のSSWフレーム6 2 Eまでの受信品質の測定結果Result__APを含む第1のフィードバックフレームであるSSW-Feedbackフレーム6 3を生成し、無指向性のビームパターン、すなわち送信用ビームID# i t x 0に対応するビームパターンを用いて送信する。

【0080】

図13は、第1のフィードバックフレームであるSSW-Feedbackフレーム6

50

3のフレームフォーマットの一例を示した図である。SSW-Feedbackフレーム63は、図13では、フレーム種別631と、送信元アドレス632と、宛先アドレス633と、測定結果634とを含む。

【0081】

フレーム種別631は、フレームがSSW-Feedbackフレーム63であることを示す識別子等である。送信元アドレス632は、SSW-Feedbackフレーム63を送信するAPのアドレス(例えばMACアドレスまたはデバイスID)である。宛先アドレス633は、SSW-Feedbackフレーム63を受信するSTAの識別子(例えばMACアドレスまたはデバイスID)である。測定結果634は、上述した受信品質の測定結果Result__APに対応している。

10

【0082】

測定結果634は、図13に示すように、さらに測定結果数635、ビームID毎に測定結果#n636_n(nは受信したSSWフレームのうち、ビームIDが取得でき、かつ受信品質を測定できたSSWフレームの総数に対応する正の整数であり、図7ではn=0~5である)を含む。なお、n=0の場合は、測定結果#n636_nにデータは含まれない。

測定結果数635は、測定結果634に含まれる測定結果の数に関する情報を含むフィールドである。具体的には、第1のフィードバックフレームであるSSW-Feedbackフレーム63では測定結果数635には「5」が格納され、第2のフィードバックフレームであるSSW-ACKフレーム64では測定結果数635には「4」が格納される。

20

測定結果#n636_nは、ビームID637と受信品質638とを含み、第6のSSWフレーム62Aから第10のSSWフレーム62EまでのそれぞれをAPが受信した際にSSWフレームから取得したビームIDと、測定した受信品質の情報とをそれぞれ含むフィールドである。

【0083】

図7の説明に戻る。STAは、APが送信したSSW-Feedbackフレーム63を受信した後、SSW-Feedbackフレーム63からResult__APに対応する測定結果634を取得する。STAは、取得したResult__APに基づいて、所定の選択基準に合致する送信用ビームパターンを選択し、選択したビームパターンをAPとの通信に用いる送信用ビームID#rtx__selectとを対応付ける。

30

【0084】

所定の選択基準について、具体例を挙げて説明する。例えば通信システム100の周囲(干渉が生じうる位置)に他の通信システムが存在する場合には、STAは、使用するアプリケーションが要求する通信品質(スループットや遅延時間等)を実現できる受信品質を満たすビームパターンのうち、最も低い受信品質のビームパターンをSTAの送信用ビームパターンとして決定する。

例えばResult__APが図12に例示した値であり、例えば使用アプリケーションが要求する通信品質を実現できる受信品質が、SNR=70であった場合、STAは、SNRが「70」を超えるビームの中で最も品質が低い「80」である#rtx₃に決定すればよい。また、例えば使用アプリケーションが要求する通信品質を実現できる受信品質が、SNR=50であった場合、SNRが「50」を超えるビームの中で最も品質が低い「60」である#rtx₅に決定すればよい。

40

【0085】

一方、通信システム100の周囲(干渉が生じうる位置)に他の通信システムが存在しない場合、STAは、最も受信品質が高いビームIDをSTAの送信用ビームパターンに決定すればよい。具体的には、STAは#rtx__selectとして受信品質が「95」である#rtx₄を選択する。

【0086】

図7の説明に戻る。STAは、取得したResult__APの中から送信用ビームパタ

50

ーンを選択した後、第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61Eまでの受信品質を測定した結果である測定結果Result__STAを含む第2のフィードバックフレームであるSSW-ACKフレーム64を生成し、無指向性のビームパターンである送信用ビームID#rtx0に対応するビームパターンを用いて、APに送信する。なお、STAは無指向性のビームパターンで送信するのではなく、上記選択したビームID#rtx__selectに対応するビームパターンを使って送信してもよい。

【0087】

なお、第2のフィードバックフレームであるSSW-ACKフレームのフレームフォーマットについては、図13に関連付けて説明した第2のSSW-Feedbackフレームと同様であるため、説明を省略する。

10

【0088】

APは、STAが送信したSSW-ACKフレーム64を受信し、SSW-ACKフレーム64に含まれる受信品質の測定結果Result__STAを取得する。APは、取得したResult__STAに基づいて、所定の選択基準に合致する送信用ビームパターンを選択し、選択したビームパターンをSTAとの通信に用いる送信用ビームID#itx__selectとを対応付ける。所定の選択基準については、上記説明したSTAにおけるResult__APに基づく選択と同様であるため、説明を省略する。

【0089】

以上、無線通信装置102(103)におけるビームフォーミングトレーニングのプロトコル制御について説明した。上述したように、本開示の実施の形態に係る通信システム100では、送信ビームパターンを決定するための期間であるTXSS53において、APから送信された第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61Eまで(第1のトレーニングフレーム)をSTAが受信した場合、STAはSSWフレーム61の受信品質を測定し、測定結果Result__STAをSSW-ACKフレーム64(第2のフィードバックフレーム)に含めてAPに送信する。これにより、APはResult__STAに基づいて所定の選択基準に合致するビームパターンをSTAへの送信に使用する送信用ビームパターンに選択する。

20

【0090】

また、TXSS53において、STAから送信された第6のSSWフレーム62Aから第10のSSWフレーム62Eまで(第2のトレーニングフレーム)をAPが受信した場合、APはSSWフレーム62の受信品質を測定し、測定結果をSSW-Feedbackフレーム63(第1のフィードバックフレーム)に含めてSTAに送信する。これにより、STAはResult__STAに基づいて所定の選択基準に合致するビームパターンをAPへの送信に使用する送信用ビームパターンに選択する。

30

【0091】

このような構成により、トレーニングフレームのデータ量が大きくなることなく、APがSTAの受信したビームの受信品質に関する情報を取得することができるようになる。

【0092】

次に、APおよびSTAの個別の動作例について説明する。

【0093】

40

< APの動作例 >

本開示の実施の形態に係る通信システム100のビームフォーミングトレーニングにおけるAPの動作例について説明する。図14は、イニシエータであるAPの動作例を示すフローチャートである。

【0094】

ステップS101において、APのプロトコル制御部12は、MAC制御部11からビームフォーミングトレーニングの開始要求が入力されたか否かを判定する。MAC制御部11からトレーニング開始要求が入力された場合(S101: YES)、処理はステップS102へ進み、MAC制御部11からトレーニング開始要求が入力されなかった場合(S101: NO)、ステップS101を繰り返す。

50

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 0 2 において、プロトコル制御部 1 2 は、ビームフォーミングトレーニングのプロトコル制御を開始するためのプロトコル制御フレームの生成要求を制御フレーム生成部 1 3 へ出力し、制御フレーム生成部 1 3 が生成したプロトコル制御フレームを、送信部 1 5 が S T A に対して送信する。プロトコル制御フレームは、上記説明したように、図 7 に示す G t a n t フレーム 6 0 に対応しており、本開示の実施の形態のビームフォーミングトレーニングが開始される旨を示す識別子（ビームフォーミングプロトコル I D ）と、S T A において受信する S S W フレームの受信品質の測定方法を指定するための指定情報 6 0 5 とを含む。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 1 0 3 において、プロトコル制御部 1 2 は、フレーム生成部 1 4 に対して第 1 のトレーニングフレームの生成要求を出力する。これに応じて、フレーム生成部 1 4 は複数の第 1 のトレーニングフレームを生成し、送信部 1 5 は、生成された複数の第 1 のトレーニングフレームを、フレーム毎に指向性ビームパターンを切り替えて S T A に対して送信する。第 1 のトレーニングフレームは、上述したように、図 7 に示す第 1 の S S W フレーム 6 1 A から第 5 の S S W フレーム 6 1 E までに対応している。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 1 0 4 において、プロトコル制御部 1 2 は、複数の第 1 のトレーニングフレームを全て送信したか否かの判定を行う。全て送信したと判定した場合（S 1 0 4 : Y E S ）、処理はステップ S 1 0 5 へ進み、そうでない場合（S 1 0 4 : N O ）には、処理はステップ S 1 0 3 に戻る。

【 0 0 9 8 】

ステップ S 1 0 5 において、プロトコル制御部 1 2 は、第 1 のトレーニングフレームを受信した S T A が送信する第 2 のトレーニングフレームの受信に使用するビームパターンを無指向性のビームパターン（ビーム I D # i r x 0 ）に切り替えるために、受信部 1 8 に対して受信ビーム切替指示を出力する。第 2 のトレーニングフレームは、上述したように、図 7 に示す第 6 の S S W フレーム 6 2 A から第 1 0 の S S W フレーム 6 2 E までに対応している。

【 0 0 9 9 】

ステップ S 1 0 6 において、プロトコル制御部 1 2 は、S T A から送信された複数の第 2 のトレーニングフレームを、無指向性のビームパターンを用いて受信アンテナ部 1 7 が受信することを指示し、受信した各第 2 のトレーニングフレームの受信品質を品質測定部 2 0 が測定することを指示する。

【 0 1 0 0 】

なお、A P のプロトコル制御部 1 2 は、少なくとも 1 つ第 2 のトレーニングフレームを受信できれば、第 2 のトレーニングフレームの送信が終了するタイミングを知ることができる。

【 0 1 0 1 】

例えば、第 2 のトレーニングフレームに現在の送信数、総送信数が記載されている場合、または、第 2 のトレーニングフレームに残送信数を記載されている場合、A P のプロトコル制御部 1 2 は、第 2 のトレーニングフレーム長は固定、かつ、変調レートも固定であるため、残り送信数がわかれば、第 2 のトレーニングフレームの送信終了を計算することができる。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 1 0 7 において、A P のプロトコル制御部 1 2 は、S T A からの第 2 のトレーニングフレームの送信が終了し、複数の第 2 のトレーニングフレームのうち、少なくとも 1 つの第 2 のトレーニングフレームを受信したか否かを判定する。S T A からの第 2 のトレーニングフレームの送信が終了し、少なくとも 1 つの第 2 のトレーニングフレームを受信したと判定した場合（S 1 0 7 : Y E S ）、処理はステップ S 1 0 8 に進み、そうでない（第 2 のトレーニングフレームを 1 つも受信していない）場合（S 1 0 7 : N O ）、

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 5 に戻る。

【 0 1 0 3 】

ステップ S 1 0 8 において、プロトコル制御部 1 2 は、ステップ S 1 0 6 において生成した受信品質の測定結果を含む第 1 のフィードバックフレームの生成要求を制御フレーム生成部 1 3 へ出力し、生成した第 1 のフィードバックフレームを S T A に対して送信させる。第 1 のフィードバックフレームは、上述したように、図 7 に示す S S W - F e e d b a c k フレーム 6 3 に対応している。

【 0 1 0 4 】

ステップ S 1 0 9 において、プロトコル制御部 1 2 は、S T A から第 2 のフィードバックフレームを受信したか否かを判定する。第 2 のフィードバックフレームは、上述したように、図 7 に示す S S W - A C K フレーム 6 4 に対応しており、S T A が受信した第 1 のトレーニングフレームの受信品質を測定した結果を含む。第 2 のフィードバックフレームを受信したと判定した場合 (S 1 0 9 : Y E S)、処理はステップ S 1 1 0 に進み、そうでない場合 (S 1 0 9 : N O)、処理はステップ S 1 0 9 を繰り返す。

【 0 1 0 5 】

ステップ S 1 1 0 において、プロトコル制御部 1 2 は、ステップ S 1 0 9 において受信した第 2 のフィードバックフレームに含まれる、S T A が受信した第 1 のトレーニングフレームの受信品質の測定結果に基づいて、所定の選択基準に合致する送信用ビームパターンを選択する。本ステップ S 1 1 0 において選択された送信用ビームパターンは、以後 A P が S T A に対して送信を行う際に使用される。

【 0 1 0 6 】

そして、プロトコル制御部 1 2 は、選択された送信用ビームパターンに対応するビーム I D と送信相手の S T A とを対応付けて管理テーブル 2 1 に格納させ、ビームフォーミングトレーニングの処理を終了する。

【 0 1 0 7 】

< S T A の動作例 >

次に、本開示の実施の形態に係る通信システム 1 0 0 のビームフォーミングトレーニングにおける S T A の動作例について説明する。図 1 5 は、レスポンドである S T A の動作例を示すフローチャートである。

【 0 1 0 8 】

ステップ S 2 0 1 において、フィルタ部 1 9 は、A P から送信されたプロトコル制御フレームを受信したか否かの判定を行う。プロトコル制御フレームを受信したと判定した場合 (S 2 0 1 : Y E S)、フィルタ部 1 9 は M A C 制御部 1 1 にプロトコル制御フレームを出力し、そうでない場合 (S 2 0 1 : N O)、ステップ S 2 0 1 を繰り返す。上述したように、プロトコル制御フレームは、図 7 に示す G t a n t フレーム 6 0 に対応しており、本開示の実施の形態に特有のビームフォーミングトレーニングが開始される旨を示す識別子 (ビームフォーミングプロトコル I D) を含む。

【 0 1 0 9 】

ステップ S 2 0 2 において、プロトコル制御部 1 2 は、プロトコル制御フレームに続いて A P から送信される複数の第 1 のトレーニングフレームの受信に使用するビームパターンを無指向性のビームパターンに切り替えるために、受信部 1 8 に対して受信ビームの切替指示を出力する。

【 0 1 1 0 】

ステップ S 2 0 3 において、プロトコル制御部 1 2 は、A P から送信された複数の第 1 のトレーニングフレームを無指向性のビームパターンを用いて受信アンテナ部 1 7 が受信することを指示し、受信した各第 1 のトレーニングフレームの受信品質を品質測定部 2 0 が測定することを指示する。

【 0 1 1 1 】

なお、S T A のプロトコル制御部 1 2 は、少なくとも 1 つ第 1 のトレーニングフレームを受信できれば、第 1 のトレーニングフレームの送信が終了するタイミングを知ることが

10

20

30

40

50

できる。

【0112】

例えば、第1のトレーニングフレームに現在の送信数、総送信数が記載されている場合、または、第1のトレーニングフレームに残送信数を記載されている場合、STAのプロトコル制御部12は、第1のトレーニングフレーム長は固定、かつ、変調レートも固定であるため、残り送信数がわかれば、第1のトレーニングフレームの送信終了を計算することができる。

【0113】

ステップS204において、STAのプロトコル制御部12は、APからの第1のトレーニングフレームの送信が終了し、複数の第1のトレーニングフレームのうち、少なくとも1つの第1のトレーニングフレームを受信したか判定する。APからの第1のトレーニングフレームの送信が終了し、少なくとも1つの第1のトレーニングフレームを受信したと判定した場合(S204: YES)、処理はステップS205に進み、そうでない(第1のトレーニングフレームを1つも受信していない)場合(S204: NO)、ステップS203に戻る。

10

【0114】

ステップS205において、プロトコル制御部12は、フレーム生成部14に対して第2のトレーニングフレームの生成要求を出力する。これに応じて、フレーム生成部14は複数の第2のトレーニングフレームを生成し、送信部15は、生成された複数の第2のトレーニングフレームのそれぞれに対して、送信に使用するビームパターンを切り替えてAPに対して送信する。上述したように、第2のトレーニングフレームは、図7に示す第6のSSWフレーム62Aから第10のSSWフレーム62Eまでに対応している。

20

【0115】

ステップS206において、プロトコル制御部12は、複数の第2のトレーニングフレームを全て送信したか否かを判定する。全て送信したと判定した場合(S206: YES)、処理はステップS207に進み、そうでない場合(S206: NO)、ステップS205に戻る。

【0116】

ステップS207において、プロトコル制御部12は、APから第1のフィードバックフレームを受信したか否かを判定する。第1のフィードバックフレームは、上述したように、図7に示すSSW-Feedbackフレーム63に対応している。第1のフィードバックフレームを受信したと判定した場合(S207: YES)、処理はステップS208に進み、そうでない場合(S207: NO)、処理はステップS207を繰り返す。

30

【0117】

ステップS208において、STAのプロトコル制御部12は、ステップS207において受信した第1のフィードバックフレームに含まれる測定結果634に基づいて、所定の選択基準に合致する送信用ビームパターンを選択する。本ステップS208において選択された送信用ビームパターンは、以後STAがAPに対して送信を行う際に使用される。そして、プロトコル制御部12は、選択された送信用ビームパターンに対応するビームIDと、送信相手のAPとを対応付けて管理テーブル21に格納させる。

40

【0118】

ステップS209において、プロトコル制御部12は、第2のフィードバックフレームの生成要求を制御フレーム生成部13に出力し、生成された第2のフィードバックフレームを送信部15および送信アンテナ部16がAPに対して送信することを指示する。上述したように、第2のフィードバックフレームは、SSW-ACKフレーム64に対応しており、STAが受信した第1のトレーニングフレームの受信品質の測定結果634を含む。そして、第2のフィードバックフレームの送信が完了した後、プロトコル制御部12はビームフォーミングトレーニングを終了する。

【0119】

以上説明したように、本開示の実施の形態に係る通信システム100は、本開示の実施

50

の形態に係る通信システム100では、送信ビームパターンを決定するための期間であるTXSS53において、APから送信された第1のトレーニングフレーム(第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61Eまで)をSTAが受信した場合、STAはSSWフレーム61の受信品質を測定し、測定結果Result__STAを第2のフィードバックフレーム(SSW-ACKフレーム64)に含めてAPに送信する。これにより、APはResult__STAに基づいて所定の選択基準に合致するビームパターンをSTAへの送信に使用する送信用ビームパターンに選択する。

【0120】

また、TXSS53において、STAから送信された第2のトレーニングフレーム(第6のSSWフレーム62Aから第10のSSWフレーム62Eまで)をAPが受信した場合、APはSSWフレーム62の受信品質を測定し、測定結果を第1のフィードバックフレーム(SSW-Feedbackフレーム63)に含めてSTAに送信する。これにより、STAはResult__STAに基づいて所定の選択基準に合致するビームパターンをAPへの送信に使用する送信用ビームパターンに選択する。

10

【0121】

このような構成により、本開示の実施の形態に係る通信システム100によれば、トレーニングフレームのデータ量が大きくなることなく、APがSTAの受信したビームの受信品質に関する情報を取得することができる。

【0122】

なお、ビームフォーミングトレーニングは、第1のトレーニングフレームおよび第2のトレーニングフレームを用いて説明したが、APがSTAの受信品質を知ることができれば、送信用ビームパターンを選択することができるので、図7において、Grantフレーム60、STAから送信された第2のトレーニングフレーム(第6のSSWフレーム62Aから第10のSSWフレーム62Eまで)および第1のフィードバックフレーム(SSW-Feedbackフレーム63)を用いて、ビームフォーミングトレーニングを構成するしてもよし、Grantフレーム60、APから送信した第1のトレーニングフレーム(第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61Eまで)および第2のフィードバックフレーム(SSW-ACKフレーム64)を用いて、ビームフォーミングトレーニングを構成するしてもよい。

20

【0123】

以上、図面を参照しながら各種の実施形態について説明したが、本開示はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範囲内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。また、開示の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

30

【0124】

上記実施の形態では、1つのAPと1つのSTAとを有する通信システム100について説明したが、本開示はこれに限定されるものではない。例えば、本開示の通信システムは、複数のAP、複数のSTAを有していてもよい。例えば、1つのAPが、複数のSTAと通信を行う場合は、複数のSTAとのTXSSを、STAの数に応じて順次行うようにすればよい。図16は、2つのSTAとのビームフォーミングトレーニングのプロトコル制御の一例を示すシーケンス図である。

40

【0125】

また、上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には、入力端子および出力端子を有する集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように1チップ化されてもよい。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC(Integrated Circuit)、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

【0126】

また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサ

50

を用いて実現してもよい。L S I 製造後に、プログラムすることが可能な F P G A (Field Programmable Gate Array)、L S I 内部の回路セルの接続または設定を再構成可能なリコンフィギュラブル プロセッサ (Reconfigurable Processor) を利用してもよい。

【 0 1 2 7 】

さらには、半導体技術の進歩または派生する別技術により、L S I に置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックを集積化してもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

【 0 1 2 8 】

< 本開示のまとめ >

本開示の通信システムは、1つ以上の無線端末装置と、前記1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置と、を有する通信システムであって、送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記基地局装置は、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置に対して送信し、前記1つ以上の無線端末装置は、前記複数の第1のトレーニングフレームを所定のビームパターンを用いて受信し、前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成し、前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信し、前記基地局装置は、前記第2のフィードバックフレームを受信し、前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する。

10

20

【 0 1 2 9 】

本開示の通信システムにおいて、前記1つ以上の無線端末装置は、更に、前記複数の第1のトレーニングフレームを所定のビームパターンを用いて受信した後、複数の第2の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置に対して送信し、前記基地局装置は、更に、前記複数の第2のトレーニングフレームを前記所定のビームパターンを用いて受信し、前記受信した複数の第2のトレーニングフレームの第2の受信品質を測定し、前記測定した前記第2の受信品質を含む第1のフィードバックフレームを前記1つ以上の無線端末装置に対して送信し、前記1つ以上の無線端末装置は、更に、前記第1のフィードバックフレームを受信し、前記受信した第1のフィードバックフレームに含まれる前記第2の受信品質に基づいて、送信ビームパターンを選択する。

30

【 0 1 3 0 】

本開示の通信システムにおいて、前記基地局装置と前記無線端末装置は、IEEE 802.11ad に準拠した無線通信を行う。

【 0 1 3 1 】

本開示の通信システムにおいて、前記基地局装置は、前記送信トレーニングフォーミングトレーニング期間の開始時に、前記無線端末装置に対して特定のビームフォーミングトレーニング開始を通知する識別子を含むフレームを前記無線端末装置に対して送信する。

【 0 1 3 2 】

本開示の通信システムにおいて、前記受信品質は、少なくとも R S S I (受信信号強度)、S N R (信号雑音比)、S I N R (信号対干渉雑音比)、B E R (ビット誤り率)、P E R (パケット誤り率)、F E R (フレーム誤り率)、再送回数のいずれか1つまたは複数の組み合わせである。

40

【 0 1 3 3 】

本開示の通信システムにおいて、前記基地局装置は、前記1つ以上の無線端末装置のうちの第1の無線端末装置との前記送信ビームフォーミングトレーニングの後に、前記1つ以上の無線端末装置のうちの第2の無線端末装置との前記送信ビームフォーミングトレーニングを順次行う。

【 0 1 3 4 】

50

本開示の通信システムの制御方法は、1つ以上の無線端末装置と、前記1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置と、を有する通信システムの制御方法であって、送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記基地局装置は、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置に対して送信し、前記1つ以上の無線端末装置は、前記複数の第1のトレーニングフレームを所定のビームパターンを用いて受信し、前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成し、前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信し、前記基地局装置は、前記第2のフィードバックフレームを受信し、前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する。

10

【0135】

本開示の基地局装置は、1つ以上の無線端末装置と無線通信を行う基地局装置であって、送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて複数の第1のトレーニングフレームを前記1つ以上の無線端末装置に送信する送信部と、前記1つ以上の無線端末装置から送信された、前記複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を含む、第2のフィードバックフレームを受信する受信部と、前記第2のフィードバックフレームに含まれる前記第1の受信品質に基づいて、前記複数の第1の送信用ビームパターンから1つのビームパターンを選択する制御部と、を含む。

20

【0136】

本開示の無線端末装置は、基地局装置と無線通信を行う無線端末装置であって、送信ビームのビームフォーミングトレーニングを行う送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記基地局装置によって、複数の第1の送信用ビームパターンを順次切り替えて送信した複数の第1のトレーニングフレームを、所定のビームパターンを用いて受信する受信部と、前記受信した複数の第1のトレーニングフレームの第1の受信品質を測定する測定部と、前記測定した第1の受信品質を含む第2のフィードバックフレームを生成する制御フレーム生成部と、前記生成した第2のフィードバックフレームを前記基地局装置に対して送信する送信部と、を含む。

30

【産業上の利用可能性】

【0137】

本開示は、ビームフォーミングトレーニングを行う通信システムに好適である。

【符号の説明】

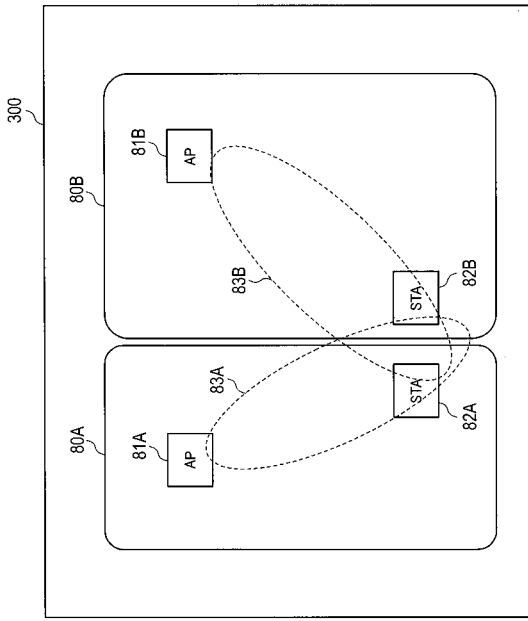
【0138】

- 100, 300 通信システム
- 101 通信ネットワーク
- 102, 103 無線通信装置
- 11 MAC制御部
- 12 プロトコル制御部
- 13 制御フレーム生成部
- 14 フレーム生成部
- 15 送信部
- 16 送信アンテナ部
- 17 受信アンテナ部
- 18 受信部
- 19 フィルタ部
- 20 品質測定部
- 21 管理テーブル
- 22 ビーム決定部

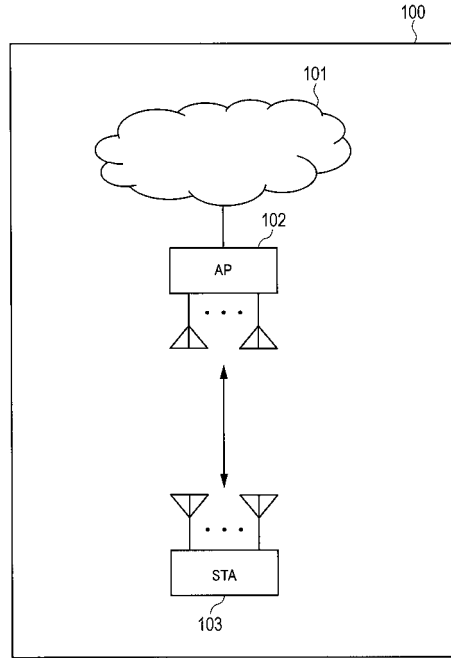
40

50

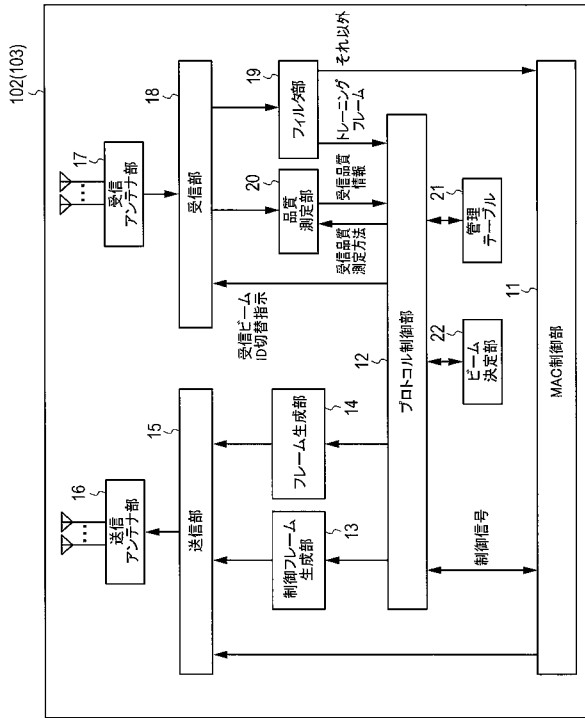
【 図 1 】



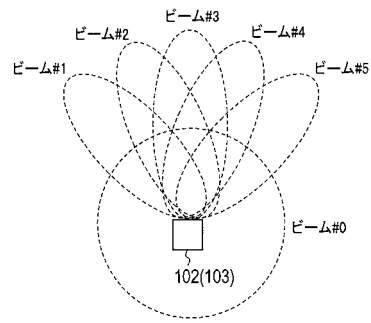
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



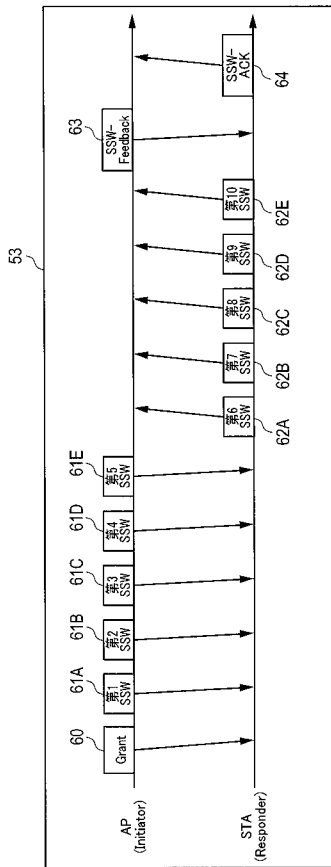
【 図 5 】

ビーム パターン	AP(Initiator)		STA(Responder)	
	送信用ビームID	受信用ビームID	送信用ビームID	受信用ビームID
#0	#tx0	#rx0	#tx0	#rx0
#1	#tx1	#rx1	#tx1	#rx1
#2	#tx2	#rx2	#tx2	#rx2
#3	#tx3	#rx3	#tx3	#rx3
#4	#tx4	#rx4	#tx4	#rx4
#5	#tx5	#rx5	#tx5	#rx5
-	#tx_select	#rx_select	#tx_select	#rx_select

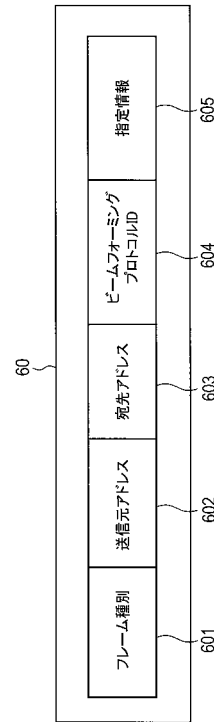
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

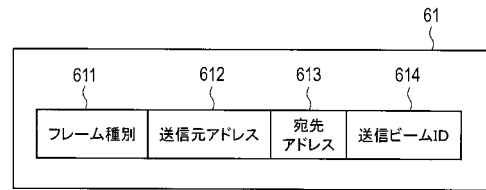


【 図 9 】

ビーム対応表(TXSS)

フレーム種別	送信する無線通信装置	AP(Initiator)		STA(Responder)		
		送信用ビームID	受信用ビームID	送信用ビームID	受信用ビームID	
Grant (60)	Initiator	#itx0	-	-	#rrx0	
第1のSSW (61A)	Initiator	#itx1	-	-		
第2のSSW (61B)	Initiator	#itx2	-	-		
第3のSSW (61C)	Initiator	#itx3	-	-		
第4のSSW (61D)	Initiator	#itx4	-	-		
第5のSSW (61E)	Initiator	#itx5	-	-	#irx0	
第6のSSW (62A)	Responder	-	-	#rtx1		-
第7のSSW (62B)	Responder	-	-	#rtx2		-
第8のSSW (62C)	Responder	-	-	#rtx3		-
第9のSSW (62D)	Responder	-	-	#rtx4		-
第10のSSW (62E)	Responder	-	-	#rtx5	-	
SSW-Feedback (63)	Initiator	#itx0	-	-	#rrx0	
SSW-ACK (64)	Responder	-	#irx0	#rtx0	-	

【 図 1 0 】



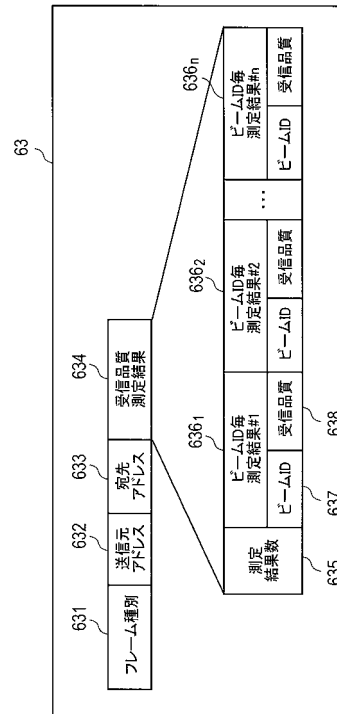
【 図 1 1 】

受信したSSWフレームから取得したビームID	SNR
#itx1	80
#itx2	90
#itx4	100
#itx5	70

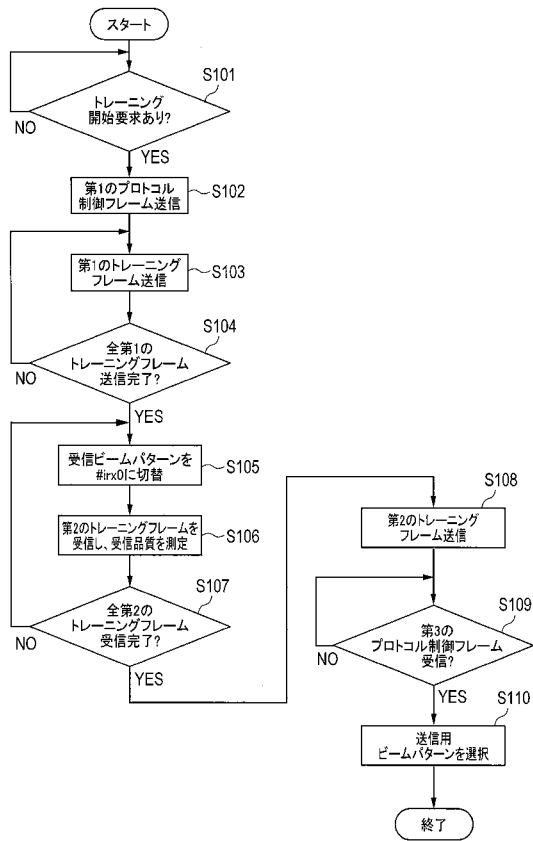
【 図 1 2 】

受信したSSWフレームから取得したビームID	SNR
#rtx1	30
#rtx2	90
#rtx3	80
#rtx4	95
#rtx5	60

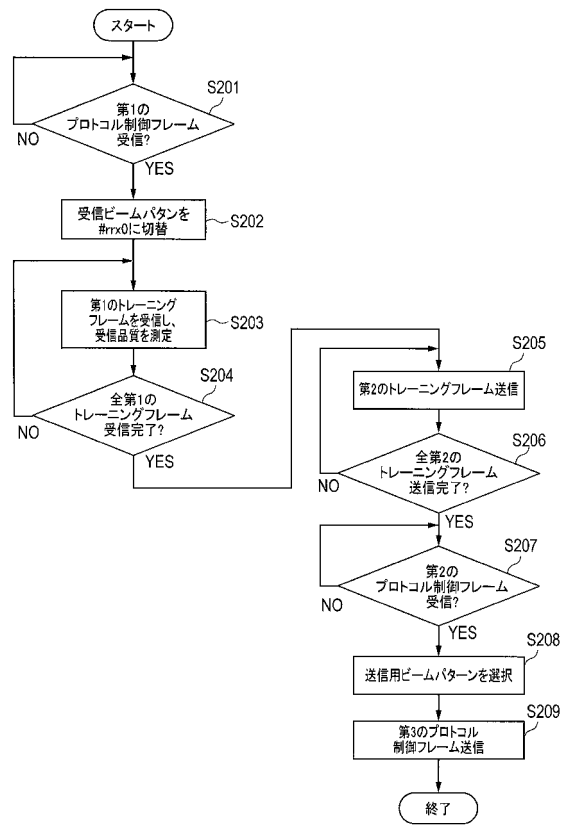
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 白方 亨宗

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 入江 誠隆

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 5K067 AA13 DD45 EE02 EE10 JJ17 KK02

5K159 CC04 DD31 FF04 FF13 GG02 GG14