

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6639284号
(P6639284)

(45) 発行日 令和2年2月5日(2020.2.5)

(24) 登録日 令和2年1月7日(2020.1.7)

(51) Int.Cl. F I
H04W 16/28 (2009.01) H04W 16/28

請求項の数 10 (全 35 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-50121 (P2016-50121) (22) 出願日 平成28年3月14日 (2016.3.14) (65) 公開番号 特開2017-168929 (P2017-168929A) (43) 公開日 平成29年9月21日 (2017.9.21) 審査請求日 平成30年9月20日 (2018.9.20)</p> <p>(出願人による申告) 平成27年度、総務省 「ミリ波帯における高度多重化干渉制御技術等に関する研究開発」に関する委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地 (74) 代理人 110002952 特許業務法人鷺田国際特許事務所 (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 (72) 発明者 白方 享宗 大阪府門真市大字門真1006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1006番地 パナソニック株式会社内</p>
--	--

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) 【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、

前記基地局装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、

前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間を設け、

前記1つ以上の無線端末装置は、

前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第1の順位を前記

複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、

前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、

前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの送信時に使用された送信用ビームIDおよび前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質を前記基地局装置に送信する、

通信システム。

【請求項2】

前記基地局装置は、前記複数の第4のトレーニングフレームによって送信された前記送信用ビームIDおよび前記第3の受信品質に基づいて、前記1つ以上の無線端末装置への送信に使用する前記基地局装置の送信用ビームパターンを決定する、

請求項1に記載の通信システム。

【請求項3】

前記基地局装置は、前記複数の第2のトレーニングフレームのそれぞれの第2の受信品質を測定し、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれの第4の受信品質を測定し、前記第2の受信品質および前記第4の受信品質の少なくとも1つに基づいて、前記基地局装置への送信に使用する前記1つ以上の無線端末装置の送信用ビームパターンを決定する、

請求項2に記載の通信システム。

【請求項4】

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】

前記基地局装置は、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間の開始時と、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間の開始時に、ビームフォーミングトレーニング開始を通知する特定の識別子を含むフレームを前記1つ以上の無線端末装置に対して送信する、

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）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5のいずれか一項に記載の通信システム。

【請求項7】

前記基地局装置と、第1の無線端末装置との前記受信ビームフォーミングトレーニング期間および前記送信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置と第2の無線端末装置との前記受信ビームフォーミングトレーニング期間および前記送信ビームフォーミングトレーニング期間を順次行う、

請求項1から6のいずれか一項に記載の通信システム。

【請求項8】

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、

前記基地局装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期

10

20

30

40

50

間の後に、

前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間を設け、

前記1つ以上の無線端末装置は、

前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第1の順位を前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、

前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、

前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの送信時に使用された送信用ビームIDおよび前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質を送信する、

通信システムの制御方法。

【請求項9】

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、

前記基地局装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、

前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間が設けられる場合に、

前記1つ以上の無線端末装置によって、

前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質が測定され、前記測定された第1の受信品質に対して第1の順位が決定され、前記決定された第1の順位が前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とされ、

前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質が測定され、前記測定された第3の受信品質のそれぞれに第3の順位が決定され、

前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの送信時に使用された送信用ビームIDおよび前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質を送信され、

前記複数の第4のトレーニングフレームによって送信された前記送信用ビームIDおよび前記第3の受信品質に基づいて、前記1つ以上の無線端末装置への送信に使用する前記基地局装置の送信用ビームパターンが決定される、

基地局装置。

【請求項10】

10

20

30

40

50

基地局装置と無線通信を行う無線端末装置であって、

前記基地局装置によって、送信された複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置が複数の第1の受信ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記無線端末装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の第2の受信ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、

前記基地局装置が複数の第1の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3のトレーニングフレームを前記無線端末装置が所定の受信ビームパターンを用いて受信し、前記無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間が設けられる場合に、

前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第1の順位を前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、

前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、

前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、

前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの送信時に使用された送信用ビームIDおよび前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質を前記基地局装置に送信する、

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。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

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。

【 0 0 0 6 】

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、通信相手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、通信相手の無線通信装置から直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。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特表 2012-507946 号公報

【 非特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 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

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

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自装置ではなく、通信相手の無線通信装置である。具体的には、通信相手の無線通信装置が、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、例えば自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自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、通信相手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自装置にフィードバックする仕組みがないため、自装置自身で選択および決定することが困難である。

30

【 0 0 1 0 】

特許文献 1 に開示された技術は、トレーニングフレームの受信結果を自装置にフィードバックする仕組みを含むものであるが、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、トレーニングフレームのフレーム長が増大し、通信効率が低下してしまう。

40

【 0 0 1 1 】

本開示は、このような事情に鑑みてなされたものであり、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のフレーム長を増大させず、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ことである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

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、前記基地局

50

装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間を設け、前記1つ以上の無線端末装置は、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第1の順位を前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質を前記基地局装置に送信する。

10

【0013】

20

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、前記基地局装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間を設け、前記1つ以上の無線端末装置は、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第1の順位を前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質をて送信する。

30

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、前記基地局装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が前

50

記所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間が設けられる場合に、前記1つ以上の無線端末装置によって、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質が測定され、前記測定された第1の受信品質に対して第1の順位が決定され、前記決定された第1の順位が前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とされ、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質が測定され、前記測定された第3の受信品質のそれぞれに第3の順位が決定され、前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質が送信され、前記複数の第4のトレーニングフレームによって送信された前記第3の受信品質に基づいて、前記1つ以上の無線端末装置への送信に使用する前記基地局装置の送信用ビームパターンが決定される。

10

【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、前記基地局装置によって、送信された複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置が複数の第1の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の第2の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置が複数の第1の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3のトレーニングフレームを前記無線端末装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間が設けられる場合に、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第1の順位を前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質を前記基地局装置に送信する。

20

30

【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のフレーム長を増大させず、通信効率を維持することができる。

40

【0018】

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。

【図面の簡単な説明】**【0019】**

【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

50

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

【図3】無線通信装置の構成の一例を示す図

【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】ビームフォーミングプロトコル制御の一例を示すシーケンス図

【図7】RXSS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】Grantフレームのフレームフォーマットの一例を示す図

【図9】SSWフレームのフレームフォーマットの一例を示す図

10

【図10】STAが第1のSSWフレームから第5のSSWフレームの受信に使用したビームIDと、受信品質測定結果とを例示した図

【図11】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

【図12】第2および第3のプロトコル制御フレームであるSSW-FeedbackフレームとSSW-ACKフレームのフレームフォーマットの一例を示す図

【図13】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14】第11から第20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

【図15】STAが受信した第11から第15のSSWフレームの受信品質測定の結果を例示した図

20

【図16】STAが第16から第20のSSWフレームの送信に使用する送信用ビームIDと、各SSWフレームに含まれるビームIDおよび受信品質情報とを例示する図

【図17】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18】STAがレスポンドである場合の、STAの動作例を示すフローチャート

【図19】2つのSTAとのビームフォーミング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】

【0020】

<本開示に至る経緯>

30

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。

【0021】

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、STA毎に最適なビームを選択するためのビームフォーミングトレーニングを実施する。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。

40

【0022】

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。

【0023】

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IEEE 802.11adに準拠した通信システムであり、2つの無線通信ネ

50

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。

【0024】

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AP82A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良の通信品質を有するビームパターンを選択する。

10

【0025】

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。

【0026】

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場合、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。しかしながら、IEEE802.11adに準拠した通信システム300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。

20

【0027】

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。

【0028】

そのためには、APが全てのビームパターンの通信品質に関する情報を知る必要がある。しかし、非特許文献1では、通信相手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自装置にフィードバックする仕組みがないため、自装置自身で選択および決定することが困難であった。

30

【0029】

なお、上記した特許文献1に開示された技術は、トレーニングフレームの受信結果を自装置にフィードバックする仕組みを用いるが、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、トレーニングフレームのフレーム長が増大し、通信効率が低下してしまう。

【0030】

本開示の非限定的な実施例は、このような事情に鑑み、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のフレーム長を増大させず、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。

40

【0031】

（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

50

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、A P (Access Point : 基地局装置) として動作するか、S T A (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。

【0032】

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 I E E E 802 . 11 a d に対応した通信装置である。

10

【0033】

< 無線通信装置の構成例 >

次に、無線通信装置 102 (103) の構成の一例について、図 3 を参照して説明する。図 3 に示すように、無線通信装置 102 (103) は、M A C 制御部 11、トレーニングプロトコル制御部 12、プロトコル制御フレーム生成部 13、トレーニングフレーム生成部 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、受信フレームフィルタ部 19、受信品質測定部 20、ビーム管理テーブル 21、ビーム決定部 22 を有する。

【0034】

なお、無線通信装置 102 (103) は、図示は省略するが、例えば、C P U (Central Processing Unit)、制御プログラムを格納した R O M (Read Only Memory) 等の記憶媒体、および R A M (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、C P U が制御プログラムを実行することにより実現される。

20

【0035】

M A C 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、M A C 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 I D および M C S を含む M A C フレームを出力する。なお、M C S (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、M A C (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。また、M A C 制御部 11 は、データを受信した場合、受信フレームフィルタ部 19 から取得した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受信し、上位のアプリケーションにデータを出力する処理や、接続等のプロトコル制御の処理等を行う。

30

【0036】

なお、無線通信装置 102 (103) は、他の無線通信装置との接続を開始する場合、ビームフォーミングトレーニングを行って接続に使用するビームパターンを決定する。トレーニングプロトコルを開始する無線通信装置 (A P (基地局装置)) 102 が有する M A C 制御部 11 は、トレーニング開始要求をトレーニングプロトコル制御部 12 に出力する。トレーニングフレームを受信した無線通信装置 (S T A (無線端末装置)) 103 が有する M A C 制御部 11 は、受信フレームフィルタ部 19 から取得したトレーニングプロトコル制御フレームに基づき、トレーニングプロトコル制御部 12 に対して制御信号を出力する。なお、トレーニングフレームとは、ビームフォーミングトレーニングに必要な情報を含むフレームを意味する。

40

【0037】

トレーニングプロトコル制御部 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、トレーニングプロトコル制御部 12 は、M A C 制御部 11 からの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プロトコル制御フレーム生成部 13 に出力し、トレーニングプロトコル制御部 12 は、トレーニングフレーム生成要求をトレーニングフレーム生成部 14 に出力する。そして、トレーニングプロトコル制御部 12 は、他の無線通信装置からの受信ビームパターンを切り替

50

えるために受信ビームIDを受信部18に出力する。

【0038】

また、トレーニングプロトコル制御部12は、他の無線通信装置からデータを受信した場合、受信品質測定部20から取得した受信品質情報をビーム管理テーブル21へ出力する。また、トレーニングプロトコル制御部12は、受信フレームフィルタ部19から取得したトレーニングフレームに基づき、プロトコル制御フレームを生成するか、トレーニングフレームを生成するか、トレーニングフレーム内のビームIDをビーム管理テーブル21に出力するか、を判定する。

【0039】

プロトコル制御フレーム生成部13は、トレーニングプロトコル制御部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プロトコル制御フレームを生成し、ビームIDとともに送信部15へ出力する。

【0040】

トレーニングフレーム生成部14は、トレーニングプロトコル制御部12から取得したトレーニングフレーム生成要求に基づきトレーニングフレームを生成し、ビームIDを含めて、送信部15に出力する。

【0041】

送信部15は、MAC制御部11、プロトコル制御フレーム生成部13、トレーニングフレーム生成部14から取得したMACフレームに対して取得したMCSに基づいて変調処理を施し、変調後の送信信号と取得したビームID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、複数のビームパターンを形成し、これを使用して受信を行う。

【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)を受信フレームフィルタ部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場合、トレーニングプロトコル制御部12から入力された受信用ビーム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】

受信フレームフィルタ部19は、受信部18から入力された受信フレームのMAC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、受信フレームフィルタ部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、トレーニングプロトコル制御部12に受信フレームを出力する。また、受信フレームフィルタ部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、受信フレームをMAC制御部11に出力する。

【0046】

受信品質測定部20は、受信部18における復調結果に基づいて、受信信号の受信品質を測定し、受信品質情報を生成する。受信品質測定部20は、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)、およびFER(フレーム誤り率)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

10

20

30

40

50

測定すればよい。受信品質測定部 20 は、測定した受信品質情報をトレーニングプロトコル制御部 12 に出力する。

【0047】

ビーム管理テーブル 21 は、通信相手の無線通信装置へデータを送信するため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、データを受信するため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、ビーム管理テーブル 21 は、ビーム ID と、受信品質測定部 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、トレーニングプロトコル制御部 12 からトレーニングの結果に関する情報を取得し、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 をトレーニングプロトコル制御部 12 に通知する。

【0049】

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 には、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している。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、これらの 6 種類のビームパターンのうちのいずれかビームパターンを形成して通信を行う。図 4 に示すように、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を含む。ただし、無指向性のビームパターンはプロトコル制御のために用いられ、データ通信を行う場合には使用されない。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。

【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 AP と記載し、STA として動作する無線通信装置 102 (103) を STA と記載する。

【0053】

図 5 において、「AP」「送信用ビーム ID」の欄は、無線通信装置 102 が AP として動作する場合の、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。また、「AP」「受信用ビーム ID」の欄は、無線通信装置 102 が AP として動作する場合の、各ビームパターンに対応する受信用ビーム ID を示している。

【0054】

また、図 5 において、「STA」「送信用ビーム ID」の欄は、無線通信装置 103 が STA として動作する場合の、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。また、「STA」「受信用ビーム ID」の欄は、無線通信装置 103 が STA として動作する場合の、各ビームパターンに対応する受信用ビーム ID を示している。

【0055】

<ビームフォーミングプロトコル制御>

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プロトコル制御が行われる際の無線通信装置 102 (103) の動作例について説明する。

【0056】

図6は、通信システム100におけるビームフォーミング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。

【0057】

図6に示すように、APは、BTI(Beacon Transmission Interval:ビーコン伝送間隔)50においてビーコンを送信する。APは、ビーコンを送信する期間であるBTIを周期的に設定する。すなわち、APは、図6に示すように、BTI50の終了後であって、所定時間が経過した後、次のBTI51が開始されるように設定を行う。図6においては、BTIはBTI50とBTI51の2つを示しているが、APが動作を終了するまでBTIは所定時間毎に繰り返し設定される。

10

【0058】

BTI50とBTI51の間には、データフレームを送信する期間であるDTI(Data Transmission Interval:データ送信期間)52が設定される。DTI52において、APとSTAとの間でデータの送受信が行われる。これらのBTIおよびDTIについては、IEEE802.11adに規定されている。

【0059】

APは、DTI52内に、ビームフォーミングトレーニングを行うための期間を設定する。本開示の実施の形態では、このビームフォーミングトレーニングを行うための期間をBFTI(BeamForming Training Interval:ビームフォーミングトレーニング間隔)53と称する。

20

【0060】

図6に示すように、APは、BFTI53内には、RXSS(受信ビームフォーミングトレーニング期間)54とTXSS(送信ビームフォーミングトレーニング期間)55とを設定する。RXSS54は、受信セクタの通信品質をテストするためにビームをスイーピングする(receive sector sweep)期間であり、TXSS55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イーピングする(transmit sector sweep)期間である。

【0061】

<RXSS(受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、RXSS54におけるAPおよびSTAの動作の一例を示すシーケンス図である。図7に示すように、RXSS54において、APはまず、第1のプロトコル制御フレームであるGrantフレーム60をSTAに対して送信する。

30

【0062】

図8は、Grantフレームのフレームフォーマットの一例を示す図である。GrantフレームはIEEE802.11adにて規定されているフォーマットである。図8において、APは、Grantフレーム内に、さらに、本開示の実施の形態に示すビームフォーミングプロトコル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ID)を含む。

【0063】

図7において、APは、Grantフレーム60を送信後に、第1のSSW(Sector S Weep)フレーム61Aから第5のSSWフレーム61Eを、STAに対して、無指向性のビームを用いて送信する。

40

【0064】

図9は、SSWフレームのフレームフォーマットの一例を示す図である。SSWフレームはIEEE802.11adにて規定されているフォーマットである。図9において、APはSSWフレーム180内の送信ビームID184にSSWフレームを送信する際に用いるビームIDと、測定したビーム毎の受信品質をフィードバックするためのビームID185と受信品質186を含む。

【0065】

図7では、APは第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61E内の送

50

信ビームID184に、無指向性のビームIDである#itx0を格納して送信する。なお、APは、第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61E内のビームID185と受信品質186とには、情報を格納しない。

【0066】

なお、第1から第5のSSWフレーム61A~61Eは、本開示における複数の第1のトレーニングフレームに対応している。

【0067】

なお、図7では、APが第1から第5の5つのSSWフレームを送信しているが、SSWフレームの数は、無線通信装置102(103)の指向性ビームの種類に対応している。すなわち、本開示の実施の形態の通信システム100では、無線通信装置102(103)では、図4に示すように5つの指向性ビームパターンを使用することができるので、図7におけるSSWフレームの数は5つである。各SSWフレームは、送信に使用されたビームIDを含む。

【0068】

STAは、APから送信された第1から第5のSSWフレーム61A~61Eを、ビームパターンを切り替えることによって受信する。STAは、第1から第5のSSWフレーム61A~61Eを受信する際に、受信に使用したビームの受信品質を測定する。そして、STAは、受信品質の高低によるビームの順位付けを行う。

【0069】

図10は、STAが第1のSSWフレーム61Aから第5のSSWフレーム61Eの受信に使用したビームIDと、受信品質測定のRXSSにおける結果とを例示した図である。図10には、STAが各SSWフレームの受信に使用したビームに対応するビームIDと、各SSWフレームの受信に使用したビームの受信品質情報の一例としてのSNRと、受信に使用したビームを受信品質が高い順に順位付けをした結果と、が例示されている。なお、図10において例示したSNRは、dB値を変換したインデックス値である。

【0070】

図10では、測定した受信品質情報は、第4のSSWフレーム(ビームID:#itx4)が最も受信品質が高く、以下第2のSSWフレーム(#itx2)、第3のSSWフレーム(#itx3)、第1のSSWフレーム(#itx1)、第5のSSWフレーム(#itx5)の順となっている。STAは、受信に使用したビームのビームIDと、受信品質情報と、順位付けを行った結果と、を対応づけてビーム管理テーブル21に記憶させる。

【0071】

なお、STAにおける、第1から第5のSSWフレーム61A~61Eの受信に用いたビームの受信品質の順位付けの結果は、RXSS54の終了後に続けて行われるTXSS55において使用される。TXSS55におけるAPおよびSTAの動作については後述する。

【0072】

図7では、STAは、第1から第5のSSWフレーム61A~61Eの受信が完了した後、第6から第10のSSWフレーム62A~62Eを、APに対して、無指向性のビームを用いて送信する。図7では、STAは第6のSSWフレーム62Aから第10のSSWフレーム62E内の送信ビームID184に、無指向性のビームIDである#irx0を格納して送信する。なお、STAは、第6のSSWフレーム62Aから第10のSSWフレーム62E内のビームID185と受信品質186とには、情報を格納しない。APは、STAから送信された第6から第10のSSWフレーム62A~62Eを、ビームパターンを切り替えることによって受信する。なお、第6のSSWフレーム62Aから第10のSSWフレーム62Eは、本開示における複数の第2のトレーニングフレームに対応している。

【0073】

図11は、RXSSとして、図7に示す第1から第10のSSWフレームの送受信時に

10

20

30

40

50

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11では、A Pは、G r a n tフレーム60、および第1から第5のS S Wフレーム61A~61Eを、無指向性のビームパターン(図4に示すビーム#0)を用いて送信する。また、S T Aは、第1から第5のS S Wフレーム61A~61E毎に異なる指向性を有するビームパターンを用いて受信する。

【0074】

具体的には、S T Aは、図11において、第1のS S Wフレーム61Aを、ビームパターン#1に対応する# r r x 1(図5参照)を用いて受信する。S T Aは、第2のS S Wフレーム61Bを、ビームパターン#2に対応する# r r x 2を用いて受信する。S T Aは、第3のS S Wフレーム61Cを、ビームパターン#3に対応する# r r x 3を用いて受信する。S T Aは、第4のS S Wフレーム61Dを、ビームパターン#4に対応する# r r x 4を用いて受信する。S T Aは、第5のS S Wフレーム61Eを、ビームパターン#5に対応する# r r x 5を用いて受信する。

10

【0075】

一方、S T Aは、第6から第10のS S Wフレーム62A~62Eを、無指向性のビーム#0に対応する# r t x 0を用いて送信する。そして、A Pは、第6から第10のS S Wフレーム62A~62E毎に異なる指向性を有するビームパターンを用いて受信する。具体的には、S T Aは、図11において、第6のS S Wフレーム62Aを、ビームパターン#1に対応する# i r x 1(図5参照)を用いて受信する。A Pは、第7のS S Wフレーム62Bを、ビームパターン#2に対応する# i r x 2を用いて受信する。A Pは、第8のS S Wフレーム62Cを、ビームパターン#3に対応する# i r x 3を用いて受信する。A Pは、第9のS S Wフレーム62Dを、ビームパターン#4に対応する# i r x 4を用いて受信する。A Pは、第10のS S Wフレーム62Eを、ビームパターン#5に対応する# i r x 5を用いて受信する。

20

【0076】

図7において、S T Aから送信された第6から第10のS S Wフレーム62A~62Eを受信したA Pは、第2のプロトコル制御フレームであるS S W - F e e d b a c kフレームをS T Aに対して送信する。S S W - F e e d b a c kフレームを受信したS T Aは、第3のプロトコル制御フレームであるS S W - A C KフレームをA Pに対して送信する。

30

【0077】

図12は、第2および第3のプロトコル制御フレームであるS S W - F e e d b a c kフレーム63とS S W - A C Kフレーム64のフレームフォーマットの一例を示す図である。図12では、S S W - F e e d b a c kフレーム63(S S W - A C Kフレーム64)は、例えば、フレーム種別、送信元アドレス、および、宛先アドレスの情報を含む。フレーム種別は、第2あるいは第3のプロトコル制御フレームであることを示す識別子あるいはパターンである。送信元アドレスは、第2あるいは第3のプロトコル制御フレームを送信する端末の識別子(例えばM A Cアドレス等)である。宛先アドレスは、第2または第3のプロトコル制御フレームを受信する端末の識別子(例えばM A Cアドレス等)である。

40

【0078】

< 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 >

本開示の実施の形態に係る通信システム100においては、R X S Sが終了した後、T X S Sが開始される。以下では、T X S S 55におけるA PおよびS T Aの動作例について説明する。

【0079】

図13は、T X S S 55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 55において、A Pはまず、第4のプロトコル制御フレームであるG r a n tフレーム70をS T Aに対して送信する。G r a n tフレーム70は、上述したG r a n tフレーム60と同様に、図9に示すように、さらに、本開示の実施の形態における

50

ビームフォーミングプロトコル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ID）を含む。

【0080】

図13において、APは、Grantフレーム70を送信後に、第11から第15のSSWフレーム71A~71Eを、STAに対して、ビームパターンを切り替えることによって送信する。APから送信される第11から第15のSSWフレーム71A~71Eには、送信時に使用するビームIDが含まれる。

【0081】

送信時に使用するビームIDは、図9で示したSSWフレーム内の送信ビームID184に、記載される。例えば、APは、第11のSSWフレーム71Aの送信ビームID184に#itx1を格納し、第12のSSWフレーム71Bの送信ビームID184に#itx2を格納し、第13のSSWフレーム71Cの送信ビームID184に#itx3を格納し、第14のSSWフレーム71Dの送信ビームID184に#itx4を格納し、第15のSSWフレーム71Eの送信ビームID184に#itx5を格納する。

【0082】

なお、APは、第11のSSWフレーム71Aから第15のSSWフレーム71E内のビームID185と受信品質186とには、情報を格納しない。なお、第11のSSWフレーム71Aから第15のSSWフレーム71Eは、本開示における複数の第3のトレーニングフレームに対応している。

【0083】

図14は、図13に示す第11から第20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である。図14では、APはGrantフレーム70、第11から第15のSSWフレーム71A~71E毎に異なる指向性を有するビームパターンを用いて送信する。また、STAは、Grantフレーム70、および第11から第15のSSWフレーム71A~71Eを、無指向性のビームパターン（図4に示すビーム#0）に対応する#rrx0を用いて受信する。

【0084】

具体的には、APはGrantフレーム70を無指向性のビームパターン#0に対応する#itx0（図5参照）を用いて送信する。APは、第11のSSWフレーム71Aをビームパターン#1に対応する#itx1を用いて送信し、第12のSSWフレーム71Bをビームパターン#2に対応する#itx2を用いて送信し、第13のSSWフレーム71Cをビームパターン#3に対応する#itx3を用いて送信し、第14のSSWフレーム71Dをビームパターン#4に対応する#itx4を用いて送信し、第15のSSWフレーム71Eをビームパターン#5に対応する#itx5を用いて送信する。

【0085】

一方、STAは、第16から第20のSSWフレーム72A~72E毎に異なる指向性を有するビームパターンを用いて送信する。そして、APは、第16から第20のSSWフレーム72A~72Eを、無指向性のビームパターン#0に対応する#irx0で受信する。

【0086】

具体的には、STAは、第16のSSWフレーム72Aを、ビームパターン#1に対応する#rtx1を用いて送信し、第17のSSWフレーム72Bを、ビームパターン#2に対応する#rtx2を用いて送信し、第18のSSWフレーム72Cを、ビームパターン#3に対応する#rtx3を用いて送信し、第19のSSWフレーム72Dを、ビームパターン#4に対応する#rtx4を用いて送信し、第20のSSWフレーム72Eを、ビームパターン#5に対応する#rtx5を用いて送信する。

【0087】

STAは、APから送信された第11から第15のSSWフレーム71A~71Eを、無指向性のビーム#0を用いて受信する。STAは、第11から第15のSSWフレーム71A~71Eを受信する際に、それぞれの受信品質を測定し、受信品質の高低による順

10

20

30

40

50

位付けを行う。

【 0 0 8 8 】

図 1 5 は、S T A が受信した第 1 1 から第 1 5 の S S W フレーム 7 1 A ~ 7 1 E の受信品質測定の結果を例示した図である。図 1 5 には、S T A が受信した各 S S W フレームに含まれるビーム I D (すなわち、A P からの送信時に使用されたビーム I D) と、各 S S W フレームを受信した際のビームの受信品質情報の一例としての S N R と、受信品質が高い順に順位付けをした結果と、を例示している。図 1 5 では、測定した受信品質情報は、第 1 4 の S S W フレームの受信ビーム (ビーム I D : # i t x 4) が最も受信品質が高く、以下第 1 2 の S S W フレーム (# i t x 2)、第 1 3 の S S W フレーム (# i t x 3)、第 1 5 の S S W フレーム (# i t x 1 5)、第 1 1 の S S W フレーム (# i t x 1 1) の順である。

10

【 0 0 8 9 】

すなわち、図 1 5 では、T X S S において、A P から S T A への送信に使用された、A P の送信用ビームパターンのうち、# i t x が最も受信品質が高く、# i t x 1 が最も受信品質が低い。S T A は、受信品質情報の高低による順位付けを行った結果と、A P からの送信に使用されたビームパターンに対応するビーム I D とを対応づけて記憶する。

【 0 0 9 0 】

図 1 3 において、第 1 1 から第 1 5 の S S W フレーム 7 1 A ~ 7 1 E の受信が完了した後、S T A は、第 1 6 から第 2 0 の S S W フレーム 7 2 A ~ 7 2 E を、ビームパターンを切り替えることによって、A P に対して、送信する。S T A は、第 1 から第 5 の S S W フレーム 6 1 A ~ 6 1 E を受信した際に行った順位付けに基づいて、第 1 6 から第 2 0 の S S W フレーム 7 2 A ~ 7 2 E を送信する送信用ビーム I D を決定し、第 1 6 から第 2 0 の S S W フレーム 7 2 A ~ 7 2 E の各 S S W フレームに、第 1 1 から第 1 5 の S S W フレーム 7 2 A ~ 7 2 E の各 S S W フレームの送信時に使用されるビーム I D と、第 1 1 から第 1 5 の S S W フレーム 7 1 A ~ 7 1 E を受信した際に行った順位付けに従うビーム I D と、受信時の受信品質情報と、を格納して送信する。なお、第 1 6 の S S W フレーム 7 2 A から第 2 0 の S S W フレーム 7 2 E は、本開示における複数の第 4 のトレーニングフレームに対応している。

20

【 0 0 9 1 】

図 1 6 は、S T A が第 1 6 から第 2 0 の S S W フレーム 7 2 A ~ 7 2 E の送信に使用する送信用ビーム I D と、各 S S W フレームに含まれて送信されるビーム I D および受信ビーム受信時の受信品質情報とを例示する図である。つまり、S T A は、図 1 0 に示す R X S S における順位付けに応じて、図 1 5 に示す T X S S の順位付け結果を送信する。例えば、順位付けにおいて 1 位から 3 位までは、R X S S も T X S S も同じであるため、送信用ビーム I D # r t x 2 から # r t x 4 までは、それぞれ、# i t x 2 から # i t x 4 に関する測定結果を送信する。これに対して、図 1 0 において、# r r x 1 の順位は 4 位であるため、図 1 5 において、4 位である # i t x 5 の測定結果を # r t x 1 によって送信し、図 1 0 において、# r r x 5 の順位は 5 位であるため、図 1 5 において 5 位である # i t x 1 の測定結果を # r t x 5 によって送信する。

30

【 0 0 9 2 】

図 1 6 に示す例では、第 1 6 の S S W フレーム 7 2 A は、S T A から送信用ビーム I D # r t x 1 で送信される。第 1 6 の S S W フレーム 7 2 A は、A P の送信用ビーム I D # i t x 5 とそのビームを受信したときの S N R 値「60」とを含む。具体的には、図 1 9 で示す S S W フレームのフレームフォーマットにおいて、送信ビーム I D 1 8 4 に # r t x 1 を、ビーム I D 1 8 5 に # i t x 5 を、受信品質 1 8 6 には「60」を格納する。

40

【 0 0 9 3 】

また、第 1 7 の S S W フレーム 7 2 B は、S T A から送信用ビーム I D # r t x 2 で送信される。第 1 7 の S S W フレーム 7 2 B は、A P の送信用ビーム I D # i t x 2 とそのビームを受信したときの S N R 値「90」とを含む。具体的には、図 1 9 で示す S S W フレームのフレームフォーマットにおいて、送信ビーム I D 1 8 4 に # r t x 2 を、ビーム

50

ID 185に# i t x 2を、受信品質186には「90」を格納する。

【0094】

また、第18のSSWフレーム72Cは、STAから送信用ビームID# r t x 3で送信される。第18のSSWフレーム72Cは、APの送信用ビームID# i t x 3とそのビームを受信したときのSNR値「80」とを含む。具体的には、図19で示すSSWフレームのフレームフォーマットにおいて、送信ビームID184に# r t x 3を、ビームID185に# i t x 3を、受信品質186には「80」を格納する。

【0095】

また、第19のSSWフレーム72Dは、STAから送信用ビームID# r t x 4で送信される。第19のSSWフレーム72Dは、APの送信用ビームID# i t x 1とそのビームを受信したときのSNR値「95」とを含む。具体的には、図19で示すSSWフレームのフレームフォーマットにおいて、送信ビームID184に# r t x 4を、ビームID185に# i t x 1を、受信品質186には「95」を格納する。

【0096】

また、第20のSSWフレーム72Eは、STAから送信用ビームID# r t x 5で送信される。第20のSSWフレーム72Eは、APの送信用ビームID# i t x 4とそのビームを受信したときのSNR値「30」とを含む。具体的には、図19で示すSSWフレームのフレームフォーマットにおいて、送信ビームID184に# r t x 5を、ビームID185に# i t x 4を、受信品質186には「30」を格納する。

【0097】

なお、STAが第16から第20のSSWフレーム72A~72Eの送信に使用する送信用ビームIDと、各SSWフレームに含まれて送信されるAPの送信用ビームIDおよびそのビームを受信したときの受信品質情報との対応関係は、例えば以下のように決定されている。

【0098】

図10では、STAの第1から第5のSSWフレーム61A~61Eの受信時には、受信ビームパターン# r r x 4の受信品質が最も高いため、STAからAPへの送信時には、送信用ビームパターン# r t x 4を使用すると最も送信品質が高くなることが想定できる。これは、送信用のビームパターンと受信用のビームパターンはほぼ同一であるためである。

【0099】

図16では、STAは、送信用ビームパターン# r t x 4を用いて送信する第19のSSWフレーム72Dに、最も受信品質が高かったAPの送信用ビームパターンである# i t x 4を含める(図15参照)。

【0100】

すなわち、STAは、最も送信品質が高くなると想定される送信用ビームパターンを用いて送信するSSWフレームに、以前にAPから受信したSSWフレームの中で最も受信品質が高かったSSWフレームをAPが送信する際に使用したAPの送信用ビームIDを含めて、APに対して送信する。

【0101】

そして、STAは、同様に、送信品質がn番目に高くなると想定される送信用ビームパターンを用いて送信するSSWフレームに、以前にAPから受信したSSWフレームの中でn番目に受信品質が高かったSSWフレームをAPが送信する際に使用したAPの送信用ビームIDを含めて、APに対して送信する。なお、ここでnは正の整数である。

【0102】

STAは、このように第16から第20のSSWフレームを送信することにより、最もよい送信用ビームパターンを使用して、最もよいAPの送信用ビームパターンをAPに対して通知することができる。これにより、例えば第16から第20のSSWフレーム72A~72EのうちのいずれかがAPに受信されなかった場合でも、いずれかのSSWフレームがAPに受信されることによって、APは受信したSSWフレームに含まれるAPの

10

20

30

40

50

送信用ビームパターンに関する情報に基づいて、適宜送信に使用するビームパターンを決定することができる。

【0103】

図13では、STAから送信された第16から第20のSSWフレーム72A~72Eを受信したAPは、第5のプロトコル制御フレームであるSSW-FeedbackフレームをSTAに対して送信する。SSW-Feedbackフレームを受信したSTAは、第6のプロトコル制御フレームであるSSW-ACKフレームをAPに対して送信する。

【0104】

以上、無線通信装置102(103)におけるビームフォーミング処理の流れについて説明した。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、受信ビームパターンを決定するための期間であるRXSS54の後に、続けて送信ビームパターンを決定するための機能であるTXSS55が行われる。そして、RXSS54において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がビームパターンを切り替えることによって受信し、受信に用いた各ビームの受信品質を測定して順位付けを行う。TXSS55において、STAが第16から第20のSSWフレーム72A~72E(第4のトレーニングフレーム)を送信する場合、RXSS54において行われた受信用ビームパターンの順位付けに基づいて送信ビームパターンを決定する。換言すれば、STAは、第1のトレーニングフレームの受信品質に基づく受信用ビームパターンの順位付けを、送信用ビームパターンの順位に転用する。

【0105】

さらに、STAは、TXSS55において、第3のトレーニングフレームをAPから受信したとき、受信に用いた各ビームの受信品質を測定して順位付けを行い、その結果を第4のトレーニングフレームに含めて送信する。

【0106】

このような構成により、STAは、最もAP側における受信品質が高いと想定される送信用ビームパターンを用いて、APからの受信品質が最も高い受信用ビームパターンのビームIDを含む第4のトレーニングフレームを送信することができる。

【0107】

<APの動作例>

以下では、通信システム100のビームフォーミングトレーニング処理において、無線通信装置102(103)がAPとして動作する場合の動作例について説明する。

【0108】

なお、以下の説明においては、APがイニシエータ、すなわち接続要求を送信し、STAがレスポンド、すなわち接続要求を受信する。図17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。

【0109】

[ビームフォーミングトレーニング処理の開始(ステップS101)]

ステップS101において、トレーニングプロトコル制御部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。

【0110】

[RXSS(ステップS102~S109)]

ステップS102において、トレーニングプロトコル制御部12は、トレーニングプロトコルを開始するための第1のプロトコル制御フレーム生成要求をプロトコル制御フレーム生成部13に出力し、プロトコル制御フレーム生成部13が生成した第1のプロトコル制御フレームを、送信部15がSTAに対して送信する。第1の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Grantフレーム60に対応しており、本開示の

10

20

30

40

50

実施の形態に特有のビームフォーミングプロトコル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ID）を含む。

【0111】

ステップS103において、トレーニングプロトコル制御部12は、トレーニングフレーム生成部14に対して第1のトレーニングフレーム生成要求を出力する。これに応じて、トレーニングフレーム生成部14は複数の第1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1のトレーニングフレームを、全て無指向性のビームパターン（図4に示すビーム#0）でSTAに対して送信する。

【0112】

第1のトレーニングフレームは、図7に示す第1から第5のSSWフレーム61A~61Eに対応している。すなわち、ステップS103において、トレーニングプロトコル制御部12は、自端末の指向性を有するビームパターンの数に応じて、トレーニングフレームを生成する要求をトレーニングフレーム生成部14に対して出力する。

10

【0113】

ステップS104において、トレーニングプロトコル制御部12は、複数の第1のトレーニングフレームが全て送信されたか否かの判定を行う。全て送信されたと判定された場合（S104：YES）、処理はステップS105へ進み、そうでない場合（S104：NO）には、処理はステップS103に戻る。

【0114】

ステップS105において、トレーニングプロトコル制御部12は、第1のトレーニングフレームを受信したSTAが送信してくる第2のトレーニングフレームを受信する際の受信に使用するビームパターンをフレーム毎に切り替えるために、受信部18に対して受信ビーム切替指示を出力する。ここで、第2のトレーニングフレームは、図7に示す第6から第10のSSWフレーム62A~62Eに対応している。

20

【0115】

ステップS106において、トレーニングプロトコル制御部12は、STAから送信された複数の第2のトレーニングフレームを、それぞれ受信に使用するビームパターンを切り替えることによって受信部18に受信させ、受信したときの各第2のトレーニングフレームの受信品質を受信品質測定部20に測定させる。

【0116】

ステップS107において、トレーニングプロトコル制御部12は、第2のトレーニングフレームを全て受信したか否かを判定する。全て受信したと判定された場合（S107：YES）、処理はステップS108に進み、そうでない場合（S107：NO）、ステップS105に戻る。

30

【0117】

ステップS108において、トレーニングプロトコル制御部12は、第2のプロトコル制御フレームの生成要求をプロトコル制御フレーム生成部13に出力し、生成された第2のプロトコル制御フレームをSTAに対して送信させる。第2のプロトコル制御フレームは、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。

40

【0118】

ステップS109において、トレーニングプロトコル制御部12は、STAから第3のプロトコル制御フレームを受信したか否かを判定する。第3のプロトコル制御フレームは、上述したように、図7に示すSSW-ACKフレーム64に対応している。第3のプロトコル制御フレームを受信したと判定された場合（S109：YES）、処理はステップS110に進み、そうでない場合（S109：NO）、処理はステップS109を繰り返す。

【0119】

[TXSS（ステップS110~S118）]

ステップS110において、トレーニングプロトコル制御部12は、第4のプロトコル

50

御フレーム生成要求をプロトコル制御フレーム生成部 1 3 に出力し、プロトコル制御フレーム生成部 1 3 が生成した第 4 の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。第 4 のプロトコル制御フレームは、上記説明したように、図 1 3 に示す G t a n t フレーム 7 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プロトコル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 2 0 】

ステップ S 1 1 1 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、トレーニングフレーム生成部 1 4 に対して第 3 のトレーニングフレーム生成要求を出力する。これに応じて、トレーニングフレーム生成部 1 4 は複数の第 3 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 3 のトレーニングフレームを、それぞれ送信に使用するビームパターンを切り替えることによって S T A に対して送信する。ここで、第 3 のトレーニングフレームは、図 1 3 に示す第 1 1 から第 1 5 の S S W フレーム 7 1 A ~ 7 1 E に対応している。

10

【 0 1 2 1 】

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

【 0 1 2 2 】

ステップ S 1 1 3 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、第 3 のトレーニングフレームを受信した S T A が送信してくる第 4 のトレーニングフレームを受信する際、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切替指示を出力する。ここで、第 4 のトレーニングフレームは、図 1 3 に示す第 1 6 から第 2 0 の S S W フレーム 7 2 A ~ 7 2 E に対応している。

20

【 0 1 2 3 】

ステップ S 1 1 4 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、S T A から送信された複数の第 4 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部 1 8 に受信させ、受信したときのビーム毎の受信品質を受信品質測定部 2 0 に測定させる。

【 0 1 2 4 】

ステップ S 1 1 5 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、受信フレームフィルタ部 1 9 から、ステップ S 1 1 4 で受信した第 4 のトレーニングフレームに含まれる受信結果情報を取得する。なお、受信結果情報とは、上述したように、A P が送信した複数の第 3 のトレーニングフレーム (第 1 1 から第 1 5 の S S W フレーム 7 1 A ~ 7 1 E) を S T A が受信したときの、ビーム毎の受信品質に関する情報と、当該受信品質に基づいて順位付けを行った結果と、に関する情報である。すなわち、A P からみると、受信結果情報は、トレーニングフレームを送信した結果である。トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、取得した受信結果情報をビーム管理テーブル 2 1 に出力して管理させる。

30

【 0 1 2 5 】

ステップ S 1 1 6 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、受信フレームフィルタ部 1 9 から、ステップ S 1 1 4 で受信した複数の第 4 のトレーニングフレームを S T A が送信する際に用いたビーム I D (S T A の送信用ビーム I D) を取得する。

40

【 0 1 2 6 】

ステップ S 1 1 7 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、受信品質測定部 2 0 から、ステップ S 1 1 4 で測定した受信品質に関する情報を取得する。

【 0 1 2 7 】

ステップ S 1 1 8 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、第 4 のトレーニングフレームを全て受信したか判定する。全て受信したと判定された場合 (S 1 1 8 : Y E S)、処理はステップ S 1 1 9 に進み、そうでない場合 (S 1 1 8 : N O)、ステップ S 1 1 4 に戻る。

【 0 1 2 8 】

50

ステップS 1 1 9において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、ステップS 1 1 5において取得した受信結果情報に基づいて、以後の処理においてS T Aに送信を行う際に使用するビームID (A Pの送信用ビームID) を決定させる指示をビーム決定部 2 2 に対して出力する。ここで、受信結果情報に基づいてA Pの送信用ビームIDを決定する方法については、通信システム 1 0 0におけるA Pの置かれた環境に合わせた方法を採用することが望ましい。

【 0 1 2 9 】

例えば通信システム 1 0 0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、ビーム決定部 2 2 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IDの中で、最も低い受信品質のビームIDをA Pの送信用ビームIDとして決定すればよい。

10

【 0 1 3 0 】

図 1 6に示す例では、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、S N R = 7 0であった場合、S N Rが7 0を超えるビームの中で最も品質が低い# i t x 3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、S N R = 8 5であった場合、S N Rが8 5を超えるビームの中で最も品質が低い# i t x 2に決定すればよい。

【 0 1 3 1 】

一方、通信システム 1 0 0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、ビーム決定部 2 2 は、最も受信品質が高いビームIDをA Pの送信用ビームIDに決定すればよい。

20

【 0 1 3 2 】

このような選択により、複数の通信システムが隣接して存在し、干渉が多く発生するような環境においても、好適なA Pの送信用ビームIDを選択することができる。

【 0 1 3 3 】

図 1 7では、ステップS 1 2 0において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、ステップS 1 1 7において受信品質測定部 2 0から取得した、ビーム毎の受信品質に関する情報に基づき、S T AからA Pへの送信の際に使用するS T Aの送信用ビームIDを選択する。本ステップS 1 2 0におけるS T Aの送信用ビームIDの決定方法は、ステップS 1 1 9におけるA Pの送信用ビームIDの決定方法と同様にすればよい。

30

【 0 1 3 4 】

ステップS 1 2 1において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、ステップS 1 2 0で選択したS T Aの送信用ビームIDと受信品質情報とをS T Aに対して通知するための第5のプロトコル制御フレーム生成要求をプロトコル制御フレーム生成部 1 3に出力し、プロトコル制御フレーム生成部 1 3が生成した第5のプロトコル制御フレームを、送信部 1 5がステップS 1 1 9において決定した送信用ビームIDを用いてS T Aに対して送信する。なお、第5のプロトコル制御フレームは、図 1 3に示すS S W - F e e d b a c k フレーム 7 3に相当している。

【 0 1 3 5 】

ステップS 1 2 2において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、S T Aから第6の
プロトコル制御フレームを受信したか否かを判定する。第6の
プロトコル制御フレームは、上述したように、図 1 3に示すS S W - A C K
フレーム 7 4に対応している。第3の
プロトコル制御フレームを受信したと判定された場合(S 1 2 2 : Y E S)、
トレーニングプロトコル制御部 1 2 はビームフォーミングトレーニングの終了指示をM A C
制御部 1 1に出力してビームフォーミングトレーニング処理を終了し、
そうでない場合(S 1 2 2 : N O)、処理はステップS 1 2 2を繰り返す。

40

【 0 1 3 6 】

< S T Aの動作例 >

以下では、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処理において、無線通信装置 1 0 2 (1 0 3) がS T Aとして動作する場合の動作例について説明する。

50

【 0 1 3 7 】

なお、以下の説明においては、上述した A P の動作例と同様に、A P がイニシエータ、すなわち接続要求を送信し、S T A がレスポンド、すなわち接続要求を受信する。図 1 8 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 3 8 】

[R X S S (ステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 9)]

ステップ S 2 0 1 において、受信フレームフィルタ部 1 9 は、第 1 の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。第 1 のプロトコル制御フレームを受信したと判定された場合 (S 2 0 1 : Y E S)、受信フレームフィルタ部 1 9 は M A C 制御部 1 1 に第 1 の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。第 1 の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に示す、ビームフォーミングプロトコル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。

10

【 0 1 3 9 】

ステップ S 2 0 2 において、M A C 制御部 1 1 は、第 1 のプロトコル制御フレームに基づき、ビームフォーミングトレーニングプロトコルの開始される旨を示す信号をトレーニングプロトコル制御部 1 2 へ出力する。

【 0 1 4 0 】

ステップ S 2 0 3 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、A P から第 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フレーム毎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。上述したように、第 1 のトレーニングフレームは、図 7 に示す第 1 から第 5 の S S W フレーム 6 1 A ~ 6 1 E に対応している。

20

【 0 1 4 1 】

ステップ S 2 0 4 において、トレーニングプロトコル制御部 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、それぞれ受信に使用するビームパターンを切り替えることによって受信部 1 8 に受信させ、受信したときの各第 1 のトレーニングフレームの受信品質を受信品質測定部 2 0 に測定させる。

【 0 1 4 2 】

ステップ S 2 0 5 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、第 1 のトレーニングフレームを全て受信したか判定する。全て受信したと判定された場合 (S 2 0 5 : Y E S)、処理はステップ S 2 0 6 に進み、そうでない場合 (S 2 0 5 : N O)、ステップ S 2 0 3 に戻る。

30

【 0 1 4 3 】

ステップ S 2 0 6 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、ステップ S 2 0 4 で測定した受信品質情報に基づいて、第 1 のトレーニングフレームの受信に使用したビームに対して、受信品質が高い順に順位付けを行う。受信に使用したビームのビーム I D と、受信品質情報と、順位付けを行った結果と、はビーム管理テーブル 2 1 において管理される。

40

【 0 1 4 4 】

ステップ S 2 0 7 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、トレーニングフレーム生成部 1 4 に対して第 2 のトレーニングフレーム生成要求を出力する。これに応じて、トレーニングフレーム生成部 1 4 は複数の第 2 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 2 のトレーニングフレームを、それぞれ送信に使用するビームパターンを切り替えることによって A P に対して送信する。第 2 のトレーニングフレームは、図 7 に示す第 6 から第 1 0 の S S W フレーム 6 2 A ~ 6 2 E に対応している。

【 0 1 4 5 】

ステップ S 2 0 8 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、第 2 のトレーニングフレームが全て送信されたか否かを判定する。全て送信されたと判定された場合 (S 2

50

08: YES)、処理はステップS209に進み、そうでない場合(S208:NO)、ステップS207に戻る。

【0146】

ステップS209において、トレーニングプロトコル制御部12は、APから第2のプロトコル制御フレームを受信したか否かを判定する。第2のプロトコル制御フレームは、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2のプロトコル制御フレームを受信したと判定された場合(S209:YES)、処理はステップS210に進み、そうでない場合(S209:NO)、処理はステップS209を繰り返す。

【0147】

ステップS210において、トレーニングプロトコル制御部12は、第3のプロトコル制御フレームの生成要求をプロトコル制御フレーム生成部13に出力し、生成された第3のプロトコル制御フレームをAPに対して送信させる。第3のプロトコル制御フレームは、上述したように、図7に示すSSW-Ackフレーム64に対応している。

【0148】

[TXSS(ステップ#211~#221)]

ステップS211において、トレーニングプロトコル制御部12は、STAから第4のプロトコル制御フレームを受信したか否かを判定する。第4のプロトコル制御フレームは、上述したように、上記説明したように、図13に示すGrantフレーム70に対応しており、ビームフォーミングプロトコル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ID)を含む。第4のプロトコル制御フレームを受信したと判定された場合(S211:YES)、処理はステップS212に進み、そうでない場合(S211:NO)、処理はステップS211を繰り返す。

【0149】

ステップS212において、APが送信してくる第3のトレーニングフレームを受信する際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18に対して受信ビーム切替指示を出力する。ここで、第3のトレーニングフレームは、図13に示す第11から第15のSSWフレーム71A~71Eに対応している。

【0150】

ステップS213において、トレーニングプロトコル制御部12は、APから送信された複数の第3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部18に受信させ、受信したときのビーム毎の受信品質を受信品質測定部20に測定させる。

【0151】

ステップS214において、トレーニングプロトコル制御部12は、受信フレームフィルタ部19から、ステップS213で受信した複数の第3のトレーニングフレームをAPが送信する際に用いたビームID(APの送信用ビームID)を取得する。

【0152】

ステップS215において、トレーニングプロトコル制御部12は、受信品質測定部20から、ステップS213で測定した受信品質に関する情報を取得する。

【0153】

ステップS216において、トレーニングプロトコル制御部12は、第3のトレーニングフレームを全て受信したか判定する。全て受信したと判定された場合(S216:YES)、処理はステップS217に進み、そうでない場合(S216:NO)、ステップS213に戻る。

【0154】

ステップS217において、トレーニングプロトコル制御部12は、ステップS215で取得した受信品質情報に基づいて、第3のトレーニングフレームの受信に使用したビームに対して、受信品質が高い順に順位付けを行う。受信に使用したビームのビームIDと、受信品質情報と、順位付けを行った結果と、はビーム管理テーブル21において管理される。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 5 】

ステップ S 2 1 8 は、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、トレーニングフレーム生成部 1 4 に対して第 4 のトレーニングフレーム生成要求を出力する。ここで、第 4 のトレーニングフレームは、図 1 3 に示す第 1 6 から第 2 0 の S S W フレーム 7 2 A ~ 7 2 E に対応しており、上述したように、複数の第 4 のトレーニングフレームのそれぞれには、ステップ S 2 1 7 において生成された、第 3 のトレーニングフレームの受信に使用したビームの受信品質情報と、順位付けを行った結果と、を含む受信結果情報が含まれる。

【 0 1 5 6 】

また、ステップ S 2 1 8 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、トレーニングフレーム生成部 1 4 が生成した複数の第 4 のトレーニングフレームの送信に使用するビームを、ステップ S 2 0 6 において行った、第 1 のトレーニングフレームの受信に使用したビームに対する順位付けに基づいて、ビーム決定部 2 2 に決定させる。送信部 1 5 は、生成された複数の第 4 のトレーニングフレームのそれぞれを、ビーム決定部 2 2 が決定したビームを用いて S T A に対して送信する。

10

【 0 1 5 7 】

ステップ S 2 1 9 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、第 4 のトレーニングフレームが全て送信されたか否かを判定する。全て送信されたと判定された場合 (S 2 1 9 : Y E S)、処理はステップ S 2 2 0 に進み、そうでない場合 (S 2 1 9 : N O)、ステップ S 2 1 8 に戻る。

【 0 1 5 8 】

ステップ S 2 2 0 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、A P から第 5 のプロトコル制御フレームを受信したか否かを判定する。第 5 のプロトコル制御フレームは、上述したように、図 1 3 に示す S S W - F e e d b a c k フレーム 7 3 に対応しており、図 1 7 のステップ S 1 2 0 において A P が決定した、S T A から A P への送信の際に使用する S T A の送信用ビーム I D に関する情報が含まれる。本ステップ以後、S T A は A P への送信には、取得した送信用ビーム I D を用いて送信を行う。

20

【 0 1 5 9 】

ステップ S 2 2 0 において、第 5 のプロトコル制御フレームを受信したと判定された場合 (ステップ S 2 2 0 : Y e s)、処理はステップ S 2 2 1 に進み、そうでない場合 (ステップ S 2 2 0 : N o)、ステップ S 2 2 0 を繰り返す。

30

【 0 1 6 0 】

ステップ S 2 2 1 において、トレーニングプロトコル制御部 1 2 は、第 6 のプロトコル制御フレームの生成要求をプロトコル制御フレーム生成部 1 3 に出力し、生成された第 6 のプロトコル制御フレームを A P に対して送信させる。第 6 のプロトコル制御フレームは、上述したように、図 1 3 に示す S S W - A c k フレーム 7 4 に対応している。

【 0 1 6 1 】

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 1 0 0 は、受信用ビームパターンを決定するための R X S S (受信ビームフォーミングトレーニング期間) において、S T A が A P から受信した複数の第 1 のトレーニングフレームの受信品質を測定し、受信品質の高低による順位付けを行い、R X S S の後に続けて行われる送信用ビームパターンを決定するための T X S S (送信ビームフォーミングトレーニング期間) において、S T A が A P から受信した複数の第 3 のトレーニングフレームの受信品質を測定し、受信品質の高低による順位付けを行い、第 1 のトレーニングフレームの受信品質の高低による順位付けの結果に基づいて、第 3 のトレーニングフレームの受信品質の測定結果を含む第 4 のトレーニングフレームの送信用ビームパターンを決定する。

40

【 0 1 6 2 】

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 1 0 0 によれば、A P が自らの送信した第 1 のトレーニングフレームの S T A における受信品質を、トレーニングフレームのフレーム長を変化させることなく、知ることができる。このため、例えば複数の無線通信システムが隣接する環境においても、通信効率を維持したままビームフォー

50

ミングトレーニングを行うことができる。

【0163】

また、本開示の実施の形態に係る通信システム100によれば、RXSSの後に続けて、TXSSが行われるので、APとSTAの位置関係がほぼ変化せず、RXSSにおいてSTAが行った、第1のトレーニングフレームの受信品質の高低によるSTAの受信ビームパターンの順位付けを、STAの送信用ビームパターンに転用することができる。

【0164】

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。

【0165】

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。例えばあるAPが、複数のSTAと通信を行う場合は、複数のSTAとのRXSSおよびTXSSを、STAの数に応じて順次行うようにすればよい。図19は、2つのSTAとのビームフォーミングプロトコル制御の一例を示すシーケンス図である。

【0166】

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と称されることもある。

【0167】

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を用いて実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)、LSI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。

【0168】

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、LSI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。

【0169】

<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、前記基地局装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が前記所定の受信ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間を設け、前記1つ以上の無線端末装置は、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定

10

20

30

40

50

した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第1の順位を前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質を前記基地局装置に送信する。

【0170】

本開示の通信システムにおいて、前記基地局装置は、前記複数の第4のトレーニングフレームによって送信された前記第3の受信品質に基づいて、前記1つ以上の無線端末装置への送信に使用する前記基地局装置の送信用ビームパターンを決定する。

10

【0171】

本開示の通信システムにおいて、前記基地局装置は、前記複数の第2のトレーニングフレームのそれぞれの第2の受信品質を測定し、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれの第4の受信品質を測定し、前記第2の受信品質および前記第4の受信品質の少なくとも1つに基づいて、前記基地局装置への送信に使用する前記1つ以上の無線端末装置の送信用ビームパターンを決定する。

【0172】

本開示の通信システムにおいて、前記基地局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。

20

【0173】

本開示の通信システムにおいて、前記受信トレーニングフレームの開始時と、前記送信トレーニングフレームの開始時に、ビームフォーミングトレーニング開始を通知する特定の識別子を含むフレームを前記1つ以上の無線端末装置に対して送信する。

【0174】

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）のいずれか1つまたは複数の組み合わせである。

【0175】

本開示の通信システムにおいて、前記基地局装置と、第1の無線端末装置との受信ビームフォーミングトレーニング期間および前記送信トレーニングフレーム期間の後に、前記基地局装置と第2の無線端末装置との受信ビームフォーミングトレーニング期間および前記送信トレーニングフレーム期間を順次行う。

30

【0176】

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、前記基地局装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間を設け、前記1つ以上の無線端末装置は、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第

40

50

1の順位を前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質をて送信する。

【0177】

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、前記基地局装置が所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第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が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記1つ以上の無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3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が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記1つ以上の無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間が設けられる場合に、前記1つ以上の無線端末装置によって、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質が測定され、前記測定された第1の受信品質に対して第1の順位が決定され、前記決定された第1の順位が前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とされ、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質が測定され、前記測定された第3の受信品質のそれぞれに第3の順位が決定され、前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質が送信され、前記複数の第4のトレーニングフレームによって送信された前記第3の受信品質に基づいて、前記1つ以上の無線端末装置への送信に使用する前記基地局装置の送信用ビームパターンが決定される。

【0178】

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、前記基地局装置によって、送信された複数の第1のトレーニングフレームを前記無線端末装置が複数の第1の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信し、前記無線端末装置が前記所定の送信用ビームパターンを用いて送信した複数の第2のトレーニングフレームを前記基地局装置が複数の第2の受信用ビームパターンを切り替えることによって受信する、受信ビームフォーミングトレーニング期間の後に、前記基地局装置が複数の第1の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第3のトレーニングフレームを前記無線端末装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信し、前記無線端末装置が複数の送信用ビームパターンを切り替えることによって送信した複数の第4のトレーニングフレームを前記基地局装置が前記所定の受信用ビームパターンを用いて受信する、送信ビームフォーミングトレーニング期間が設けられる場合に、前記受信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第1のトレーニングフレームのそれぞれの第1の受信品質を測定し、前記測定した第1の受信品質に対して第1の順位を決定し、前記決定した第1の順位を前記複数の第4のトレーニングフレームの送信用ビームパターンの第2の順位とし、前記送信ビームフォーミングトレーニング期間において、前記複数の第3のトレーニングフレームのそれぞれの第3の受信品質を測定し、前記測定した第3の受信品質のそれぞれに第3の順位を決定し、前記第2の順位に前記第3の順位を対応付けて、前記複数の第4のトレーニングフレームのそれぞれにおいて、前記第3のトレーニングフレームの第3の受信品質を前記基地局装置に送信する。

【産業上の利用可能性】

【0179】

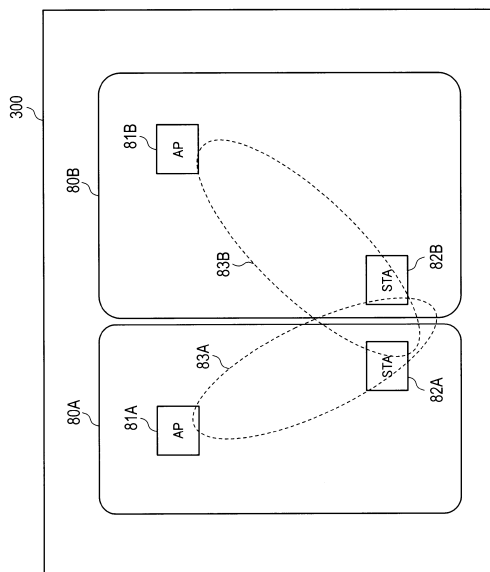
本開示は、ビームフォーミングトレーニングを行う通信システムに好適である。

【符号の説明】

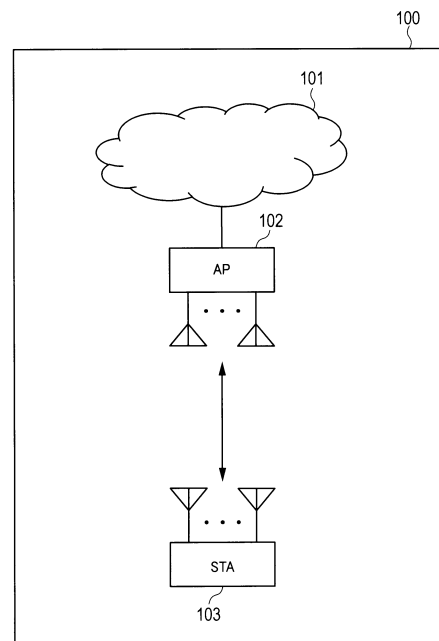
【0180】

- 100, 300 通信システム
- 101 通信ネットワーク
- 102 無線通信装置
- 103 無線通信装置
- 11 MAC制御部
- 12 トレーニングプロトコル制御部
- 13 プロトコル制御フレーム生成部
- 14 トレーニングフレーム生成部
- 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 受信フレームフィルタ部
- 20 受信品質測定部

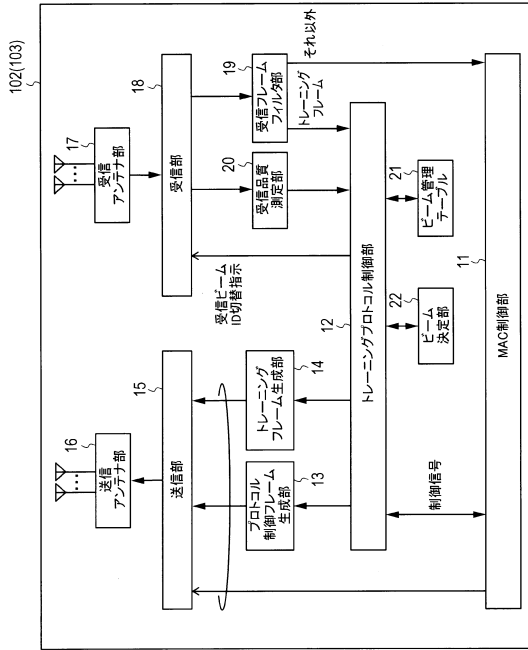
【図1】



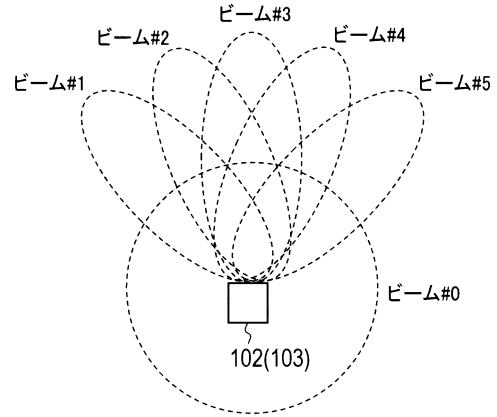
【図2】



【図3】



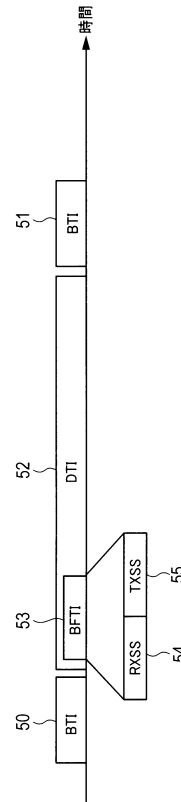
【図4】



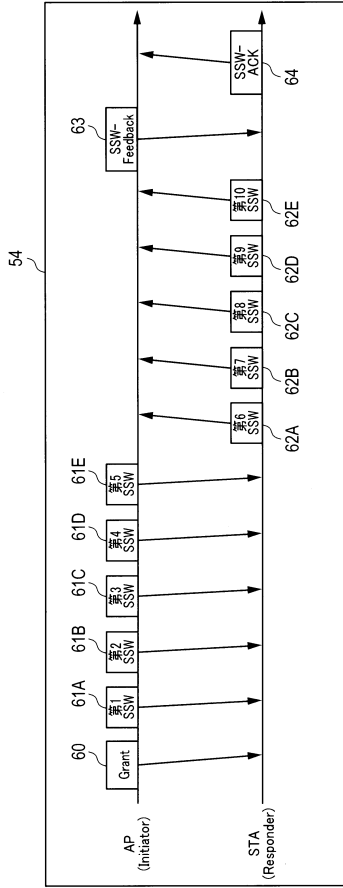
【図5】

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	#rtx0	#rrx0
#1	#tx1	#rx1	#rtx1	#rrx1
#2	#tx2	#rx2	#rtx2	#rrx2
#3	#tx3	#rx3	#rtx3	#rrx3
#4	#tx4	#rx4	#rtx4	#rrx4
#5	#tx5	#rx5	#rtx5	#rrx5
-	#tx_select	#rx_select	#rtx_select	#rrx_select

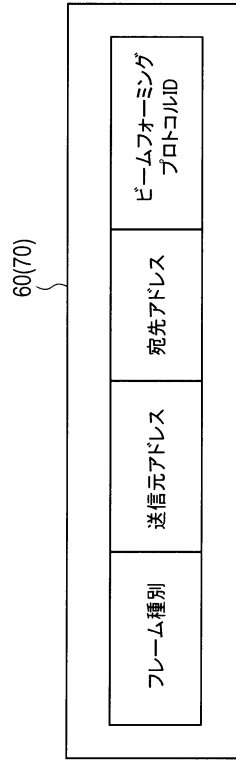
【図6】



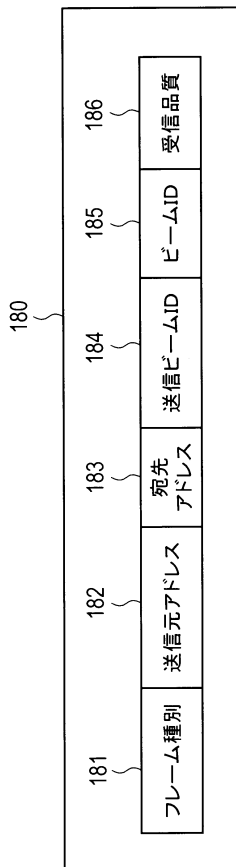
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

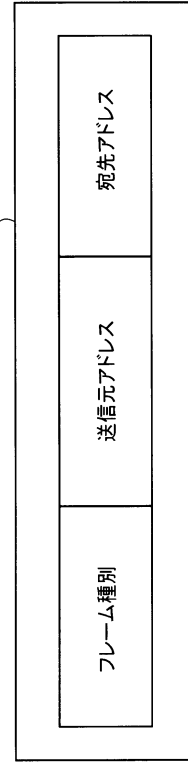
フレーム種別	受信に使用したビームID	受信SNR	順位づけ
第1のSSW (61A)	#rx1	80	4
第2のSSW (61B)	#rx2	90	2
第3のSSW (61C)	#rx3	85	3
第4のSSW (61D)	#rx4	100	1
第5のSSW (61E)	#rx5	70	5

【図 1 1】

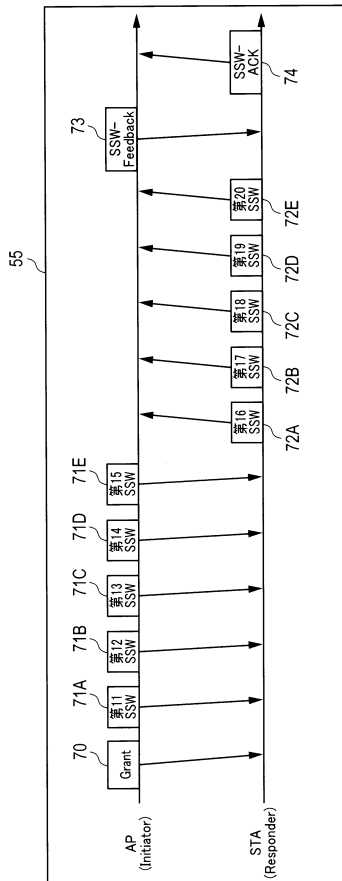
ビーム対応表 (RXSS)

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	#itx0	-	-	#rrx1
第2のSSW (61B)	Initiator	#itx0	-	-	#rrx2
第3のSSW (61C)	Initiator	#itx0	-	-	#rrx3
第4のSSW (61D)	Initiator	#itx0	-	-	#rrx4
第5のSSW (61E)	Initiator	#itx0	-	-	#rrx5
第6のSSW (62A)	Responder	-	#irx1	#rtx0	-
第7のSSW (62B)	Responder	-	#irx2	#rtx0	-
第8のSSW (62C)	Responder	-	#irx3	#rtx0	-
第9のSSW (62D)	Responder	-	#irx4	#rtx0	-
第10のSSW (62E)	Responder	-	#irx5	#rtx0	-
SSW-Feedback (63)	Initiator	#itx0	-	-	#rrx_select
SSW-ACK (64)	Responder	-	#irx_select	#rtx0	-

【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

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(70)	Initiator	#itx0	-	-	#rrx0
第11のSSW(71A)	Initiator	#itx1	-	-	#rrx0
第12のSSW(71B)	Initiator	#itx2	-	-	#rrx0
第13のSSW(71C)	Initiator	#itx3	-	-	#rrx0
第14のSSW(71D)	Initiator	#itx4	-	-	#rrx0
第15のSSW(71E)	Initiator	#itx5	-	-	#rrx0
第16のSSW(72A)	Responder	-	#irx0	#rtx1	-
第17のSSW(72B)	Responder	-	#irx0	#rtx2	-
第18のSSW(72C)	Responder	-	#irx0	#rtx3	-
第19のSSW(72D)	Responder	-	#irx0	#rtx4	-
第20のSSW(72E)	Responder	-	#irx0	#rtx5	-
SSW-Feedback(73)	Initiator	#itx_select	-	-	#rrx0
SSW-ACK(74)	Responder	-	#irx0	#rtx_select	-

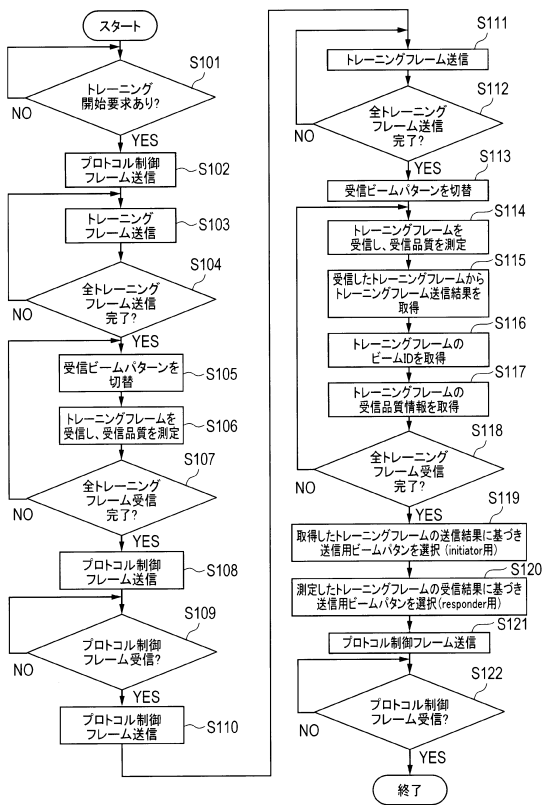
【図15】

フレーム種別	受信したSSWIに含まれるビーームID	測定した受信SNR	順位づけ
第11のSSW (71A)	#tx1	30	5
第12のSSW (71B)	#tx2	90	2
第13のSSW (71C)	#tx3	80	3
第14のSSW (71D)	#tx4	95	1
第15のSSW (71E)	#tx5	60	4

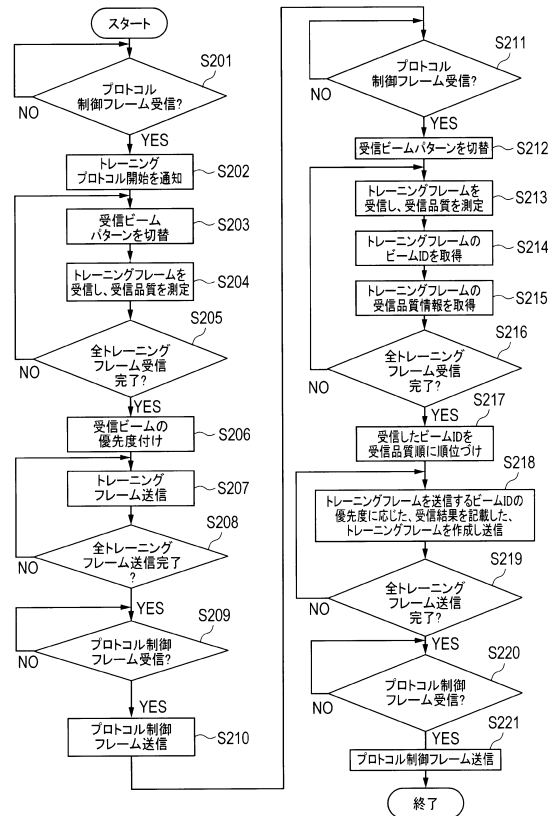
【図16】

STAが送信するSSWフレーム	送信に使用するビーームID	各SSWIに記載する測定結果	
		ビーームID	SNR
第16のSSW (72A)	#rtx1	#tx5	60
第17のSSW (72B)	#rtx2	#tx2	90
第18のSSW (72C)	#rtx3	#tx3	80
第19のSSW (72D)	#rtx4	#tx4	95
第20のSSW (72E)	#rtx5	#tx1	30

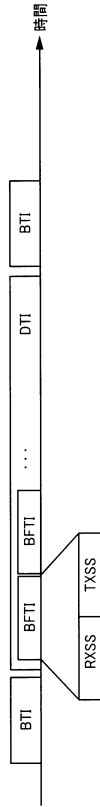
【図17】



【図18】



【 図 19 】



フロントページの続き

審査官 石原 由晴

- (56)参考文献 特表2012-524495(JP,A)
特開2015-164271(JP,A)
特表2013-515439(JP,A)
ABU-SURRA, SHADI, ET AL., NT-11 Beamforming Introduction, IEEE 802.11-10/0430r1, IEEE,
インターネット<URL:https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/10/11-10-0430-01-00ad-nt-11.p
pt>, 2010年 5月16日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00
3GPP TSG RAN WG1-4
SA WG1-4
CT WG1、4