

明 細 書

発明の名称：通信装置及び通信方法

技術分野

[0001] 本開示は、通信装置及び通信方法に関する。

背景技術

[0002] The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 802.11の規格である802.11ax（以下、「11ax」と呼ぶ）の後継規格として、タスクグループ（TG, Task Group）において802.11be（以下、「11be」と呼ぶ）の技術仕様策定が進められている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：IEEE 802.11-20/486r0, “Decoupling Channel Training from NSTS,” March, 2020

非特許文献2：IEEE 802.11-20/1375r2, “EHT LTF Design,” October, 2020

発明の概要

[0004] しかしながら、無線通信におけるチャネル推定精度を向上する方法については検討の余地がある。

[0005] 本開示の非限定的な実施例は、無線通信におけるチャネル推定精度を向上する通信装置、及び、通信方法の提供に資する。

[0006] 本開示の一実施例に係る通信装置は、制御信号に、宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を設定する制御回路と、前記制御信号を送信する送信回路と、を備える。

[0007] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、または、記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0008] 本開示の一実施例によれば、無線通信におけるチャネル推定精度を向上で

きる。

- [0009] 本開示の一実施例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

- [0010] [図1]Extremely High Throughput Physical Layer Convergence Procedure Protocol Data Unit (EHT PPDU) formatの一例を示す図
- [図2]EHT MU PPDUの宛先ユーザ数が1つの場合 (non- Multi-User Multiple-Input Multiple-Output (MU-MIMO)) のU-SIG及びEHT-SIG formatの一例を示す図
- [図3]EHT MU PPDUの宛先ユーザ数が1つよりも多い場合 (MU-MIMO) のU-SIG及びEHT-SIG formatの一例を示す図
- [図4]空間ストリーム数毎のVery High Throughput - Long Training Field (VHT - LTF) 数の一例を示す図
- [図5]IEEE 802.11nのHT-SIG2 formatの一例を示す図
- [図6]データ部の空間ストリーム数とLTF数との関係の一例を示す図
- [図7]拡張空間ストリーム数とHT-extended LTF (HT-ELTF) 数との関係の一例を示す図
- [図8]実施の形態1に係る無線通信システムの動作例を示すシーケンス図
- [図9]本開示の一実施例に係る下り無線送信装置の一部の構成例を示すブロック図
- [図10]本開示の一実施例に係る下り無線受信装置の一部の構成例を示すブロック図
- [図11]実施の形態1に係る下り無線送信装置の構成例を示すブロック図
- [図12]実施の形態1に係る下り無線受信装置の構成例を示すブロック図
- [図13]Extra-LTFサブフィールドを含むEHT-SIG formatの一例を示す図

[図14]総空間ストリーム数を基に決定したLTF数にExtra-LTF数を加算したLTF数からマッピングマトリックス (P-matrix) を決定する方法の一例を示す図

[図15]総空間ストリーム数を基に決定したLTF数から求めたP-matrixを複数個使用する方法の一例を示す図

[図16]各ユーザ情報においてExtra-LTFの有無を通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す図

[図17]各ユーザ情報においてExtra-LTF数を通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す図

[図18]各ユーザ情報において初期EHT-LTF数の倍数でExtra-LTF数を通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す図

[図19]共通情報においてBitmapでExtra-LTFの割り当てを通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す図

[図20]共通情報においてユーザ情報にExtra-LTF情報が含まれるかどうかを通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す図

[図21]Single User (SU)の場合に低次変調とExtra-LTFとの組み合わせを追加したModulation and Coding Scheme (MCS) テーブルの一例を示す図

[図22]Multi-User (MU)の場合に高次変調とExtra-LTFとの組み合わせを追加したMCSテーブルの一例を示す図

[図23]ユーザ情報においてExtra-LTF情報を通知する場合のTrigger frame User Info formatの一例を示す図

[図24]実施の形態2に係る下り無線送信装置の構成例を示すブロック図

[図25]実施の形態2に係る下り無線受信装置の構成例を示すブロック図

[図26]Extra P-matrixを含むEHT-SIG formatの一例を示す図

[図27]各ユーザ情報においてExtra P-matrixの行インデックスを通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す図

[図28]2ユーザに空間ストリームを1つずつ割り当て、2ユーザのうちの1つに追加のP-matrixの行政分を1つ割り当てた場合のLTFの一例を示す図

[図29]各ユーザ情報においてExtra-LTF情報を通知する場合のTrigger frame

User Info formatの一例を示す図

[図30]Extra-LTFを指示するためのTrigger frame typeの一例を示す図

[図31]共通情報においてBitmapでExtra-LTFを通知する場合のTrigger frame Common Info formatの一例を示す図

[図32]共通情報においてユーザ情報にExtra-LTF情報が含まれるか否かを通知する場合のTrigger frame Common info formatの一例を示す図

[図33]Extra-LTFとMidambleと併用する場合のPPDU formatの一例を示す図

[図34]リンクアダプテーション制御情報フォーマットの一例を示す図

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の各実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0012] 11beでは、チャネル推定精度の向上を目的の1つに、空間ストリーム（Spatial Stream（SS））数から決定される11axのHigh Efficient non-Legacy Long Training Field（以下、HE-LTFと呼ぶ）よりも多いExtream High Throuhp ut - LTF（EHT-LTF）を送信する方法が議論されている（例えば、非特許文献1，2）。

[0013] 図1に、EHT-LTFを通知するためのEHT Physical Layer Convergence Procedure Protocol Data Unit（EHT PPDU）formatの一例を示す。図1において、U-SIG field及びEHT-SIG fieldを含む信号（SIG）フィールドは、制御信号の非限定的な一例である。また、図1に示すように、EHT PPDUには、1つ以上のEHT-LTFが設定され得る。EHT-LTFは、追加の参照信号の非限定的な一例である。

[0014] また、図2に、EHT MU PPDUの宛先ユーザ数が1つの場合（non-Multi-User Multiple-Input Multiple-Output（MU-MIMO）あるいはSU(single user)と呼ぶ）のU-SIG及びEHT-SIG formatの一例を示す。図3には、EHT MU PPDUの宛先ユーザ数が1つよりも多い場合（MU-MIMOと呼ぶ）のU-SIG及びEHT-SIG formatの一例を示す。

[0015] 図2及び図3に示すように、EHT-SIGフィールドには、例えば、複数の宛先ユーザに共通の共通フィールド（Common field）と、宛先ユーザ別のユーザ

フィールド (User field) とが含まれる。図2に示すように、non-MIMOの場合、EHT-SIGフィールドには、ユーザフィールドが1つ設けられ、図3に示すように、MU-MIMOの場合、EHT-SIGフィールドには、ユーザフィールドが宛先ユーザ数に対応した数だけ設けられる。

[0016] 11axにおけるHE PPDU送信では、例えば図4に示すように、HE PPDUのユーザ情報 (User fieldとも呼ぶ) に含まれる空間ストリーム数 (Number of Spatial Streams。以下、 N_{STS} と表記する) サブフィールド、または空間構成 (Spatial Configuration) サブフィールドによって通知される空間ストリーム数の値に基づいてHE PPDUに含まれるHE-LTF数を決定する。

[0017] 一方、11beにおいてEHT PPDU送信では、例えば、U-SIGに含まれるNumber of EHT-LTF Symbols subfield (以下、 $N_{EHT-LTF}$) でEHT PPDUに含まれるEHT-LTFシンボル数を通知する。EHT PPDUでは、11axと同様に空間ストリーム数に基づいてEHT PPDUに含まれるEHT-LTFの数を決定できる。また、EHT PPDUでは、 $N_{EHT-LTF}$ で空間ストリーム数から決定されるEHT-LTF数よりも多いEHT-LTFシンボル数を通知することで、通常のEHT PPDUよりも多いEHT-LTFを含むEHT PPDUを実現することができる。

[0018] 通常のEHT-LTFよりも多いEHT-LTFを送信する場合、アクセスポイント (Access Point (AP))。又は、「基地局」とも呼ぶ) は、各端末 (Station (STA)とも呼ぶ) に対して、空間ストリーム数に基づいて決定されるEHT-LTF数の2倍のEHT-LTFを割り当ててよい。例えば、2台のSTA1,2に対して空間ストリーム数をそれぞれ[2,1]と割り当てる場合、EHT-LTF数は[4,2]と割り当ててよい。

[0019] HE-LTFよりも多いEHT-LTFを含む信号を受信したSTAは、例えば、 $N_{EHT-LTF}$ サブフィールドによって通知されるEHT-LTF数と、 N_{STS} サブフィールドまたはSpatial Configurationサブフィールドによって通知される空間ストリーム数と、を比較して、EHT-LTFに追加のLTFが含まれているかどうか判別し、EHT-LTFを使用してチャネル推定を行う。

[0020] なお、 $N_{EHT-LTF}$ は、U-SIGの余剰サブフィールドとしてEHT-SIGのCommonフィー

ルドに含まれてもよい。

[0021] また、IEEE 802.11n（以下、「11n」と呼ぶ）において、送信機と受信機との間のチャネルを推定するために送信されるsounding PPDUがある。図5に、11nにおけるHT-SIG2 formatの一例を示す。11nでは、HT-SIG2に含まれるNot soundingサブフィールド=0の場合、Sounding PPDUとして送信する。

[0022] Sounding PPDUは、例えば、空間ストリーム数に基づいて決定されるLTF（Data LTF（DLTF）と呼ぶ）と、追加の空間ストリーム（拡張空間ストリーム。またはExtension spatial stream（ESS）と呼ぶ）を送信するためのLTF（Extension LTF（ELTF）と呼ぶ）と、を含んでよい。図6及び図7に、空間ストリーム数（ N_{STS}/N_{ESS} ）とLTF数（ $N_{HT-DLTF}/N_{HT-ELTF}$ ）との関係の一例を示す。なお、空間ストリーム数と拡張空間ストリーム数との合計値には、例えば、4以下かつ送信アンテナ数以下が求められることがある。

[0023] ここで、MU-MIMOにおいて、要求されるチャネル推定精度はユーザ別に異なり得る。例えば、MU-MIMOにおいて、複数のユーザ宛に等しい空間ストリーム数を割り当てた場合（換言すれば、1ユーザ当りの送信電力が等しい場合）、宛先ユーザ間で変調方式（換言すると、Modulation and Coding Scheme（MCS））が大きく異なり得る。宛先ユーザ間でMCSが大きく異なる場合、高次変調信号は低次変調信号と比較して雑音の影響を受けやすいため、信号誤りが発生しやすい。

[0024] 本開示の一実施例では、例えば、共通フィールド（又は共通情報）とユーザフィールド（又はユーザ情報）とを有する制御信号に、ユーザ別の追加のLTF（Extra-LTFと呼ぶ）に関するフィールド（又は情報）を含める（あるいは設定する）ことで、チャネル推定精度の向上を図る。

[0025] 例えば、ユーザ別に要求されるチャネル推定精度に応じて、ユーザ別にExtra-LTFの割り当てを決定し、複数のチャネル推定値を最大比合成することで、チャネル推定精度を改善できる。チャネル推定精度の改善によって、例えば、信号誤りを低減できるため、無線通信品質を向上できる。

[0026] [無線通信システムの構成]

本開示の一実施例に係る無線通信システムは、少なくとも、1つのアクセスポイント（Access Point（AP））。又は、「基地局」とも呼ぶ）、及び、1つの端末（Station（STA）と呼ぶ）を含む。

[0027] 例えば、Down Link（DL）通信において、APは「下り無線送信装置」に対応し、STAは「下り無線受信装置」に対応する。また、Up Link（UL）通信において、APは「上り無線受信装置」に対応し、STAは「上り無線送信装置」に対応する。なお、STAは、「ユーザ装置」あるいは単に「ユーザ」と称されてもよい。「下り無線受信装置」は、DL通信における宛先装置に位置付けられ得る。

[0028] 本開示の一実施例において、APは、例えば、DL通信において、STAに対してExtra-LTFの制御情報を含むPPDUを送信してよい。

[0029] [実施の形態1]

実施の形態1では、例えば、APが、STAに対してExtra-LTFを含む信号を送信する。以下、非限定的な一例として、11beにおいてAPがExtra-LTFを含む信号をSTA宛に送信する方法について説明する。

[0030] 本実施の形態1におけるAP及びSTAの動作例について説明する。

図8は、11beにおいてAPがExtra-LTFを含むEHT PPDUをSTAに送信する無線通信システムの動作例を示すシーケンス図である。

[0031] APは、Extra-LTFに関する能力情報（Capabilityと呼ぶ）の送信を要求する信号（capability要求）をSTA（例えば、STA1, STA2）に送信する（S101）。STAは、Capability要求を受信した場合、当該STAのExtra-LTFに関するCapabilityを例えばCapability応答としてCapability要求の送信元AP宛に送信する（S102）。

[0032] Extra-LTFに関するCapabilityには、例えば、Extra-LTFのサポートの可否情報、non-Orthogonal Frequency-Division Multiple Access（OFDMA）シングルユーザ送信で受信可能な最大LTF数、マルチユーザ送信で受信可能な最大LTF数の少なくとも1つが含まれてよい。

[0033] APは、例えば、STAから受信したCapability要求によって取得したcapability

tyに基づいてExtra-LTFを送信可能なSTAを選択し、周波数リソース (Resource Unit (RU) と呼ぶ) や空間多重方法、変調方法のスケジューリングを行う (S 1 0 3)。また、APは、例えば、スケジューリング情報に基づいてExtra-LTFを含むEHT PPDUを生成する (S 1 0 4)。このとき、APは、例えば、Extra-LTFの割り当てを通知する情報 (以下「Extra-LTF情報」と呼ぶことがある) を例えばEHT PPDUに含めてSTAに送信してよい (S 1 0 5)。

[0034] APからExtra-LTF情報を受信したSTAは、例えば、Extra-LTF情報を含むEHT PPDUの受信処理を行う (S 1 0 6)。例えば、STAは、EHT PPDUのプリアンブル部から取得した N_{STS} と $N_{EHT-LTF}$ の値とExtra-LTF情報とに基づき、EHT PPDUにExtra-LTFが割り当てられているかどうかを判別し、LTFを用いてチャネル推定を行う。

[0035] また、STAは、取得したチャネル推定値を基に、例えば、EHT PPDUのデータ部の等化処理を行い、データ部を復調・復号する。また、STAは、例えば、復号したデータ信号の誤り判定結果に従い、応答信号 (Acknowledge (ACKと呼ぶ)) をAP宛に送信する (S 1 0 7)。

[0036] なお、上述した例では、Extra-LTFを含むEHT PPDUについて説明したが、Extra-LTFを含むEHT NDP PPDUに対して上述した動作例が適用されてもよい。

[0037] 図9は、本開示の一実施例に係る下り無線送信装置 (例えば、AP) 100の一部の構成例を示すブロック図である。図9に示すAP100 (例えば、通信装置に相当) において、制御部 (例えば、制御回路に相当) は、制御信号に、宛先装置 (例えば、STA) 別の追加の参照信号 (例えば、Extra-LTF) に関する情報を設定してよい。送信部 (例えば、送信回路に相当) は、当該制御信号を送信する。

[0038] 図10は、本開示の一実施例に係る下り無線受信装置 (例えば、STA) 200の一部の構成例を示すブロック図である。図10に示すSTA200 (例えば、通信装置に相当) において、受信部 (例えば、受信回路に相当) は、宛先装置 (例えば、STA) 別の追加の参照信号 (例えば、Extra-LTF) に関する情報を含む制御信号を受信する。制御部 (例えば、制御回路に相当) は、追加

の参照信号に関する情報に基づいて、チャネル推定に用いる追加の参照信号を決定してよい。

[0039] [実施の形態 1 の下り無線送信装置]

図 11 は、本実施の形態 1 に係る下り無線送信装置の構成例を示すブロック図である。図 11 に示す下り無線送信装置（例えば、AP）100 は、例えば、無線受信部 101 と、受信信号復号部 102 と、スケジューリング部 103 と、データ生成部 104 と、データ符号化部 105 と、データ変調部 106 と、プリアンプル生成部 107 と、無線送信部 108 とを含んでよい。

[0040] 受信信号復号部 102、スケジューリング部 103、データ生成部 104、データ符号化部 105、データ変調部 106、及び、プリアンプル生成部 107 の少なくとも 1 つは、例えば、図 9 に示す制御部に含まれてよい。無線送信部 108 は、例えば、図 9 に示す送信部に含まれてよい。

[0041] 無線受信部 101 は、例えば、アンテナを介して、下り無線受信装置（例えば、STA）200（図 10 参照）から送信された信号を受信し、ダウンコンバート及び Analog-to-Digital (A/D) 変換といった無線受信処理を行う。無線受信部 101 は、例えば、無線受信処理後の受信信号を、プリアンプル部（プリアンプル信号とも呼ぶ）とデータ部（データ信号とも呼ぶ）とに分割して受信信号復号部 102 に出力する。

[0042] 受信信号復号部 102 は、無線受信部 101 から入力されるプリアンプル信号及びデータ信号のそれぞれに対して、フーリエ変換（例えば、Fast Fourier Transform (FFT)）といった復調処理を行い、プリアンプル信号及びデータ信号にそれぞれ含まれる制御信号を抽出してよい。制御信号には、例えば、周波数帯域幅（BW : bandwidth）、MCS、又は、符号化方法といった情報あるいはパラメータが含まれてよい。

[0043] また、受信信号復号部 102 は、例えば、プリアンプル信号から取得した制御信号とチャネル推定信号とを用いて、フーリエ変換後のデータ信号をチャネル等化し、復調・復号して、Cyclic Redundancy Check (CRC) といった誤り判定を行ってよい。

- [0044] 受信信号復号部102は、例えば、データ信号に誤り（換言すると、復号誤り）が無い場合、復号したデータ信号、及び、制御信号をスケジューリング部103に出力する。一方、受信信号復号部102は、例えば、データ信号に誤りが存在する場合、復号したデータ信号を出力しなくてよい。
- [0045] スケジューリング部103は、例えば、受信信号復号部102から出力されたデータ信号の受信品質情報、又は、下り無線受信装置（例えば、STA）200のcapabilityを基に、下り無線受信装置200宛に送信するデータ信号のスケジューリング情報を決定してよい。
- [0046] 受信品質情報には、例えば、Packet Error Rate (PER) やRSSIといった情報が含まれてよい。スケジューリング情報には、例えば、RU、MCS、誤り訂正符号化方法、Extra-LTF情報といった情報あるいはパラメータが含まれてよい。スケジューリング情報は、例えば、データ生成部104、データ符号化部105、データ変調部106、及び、プリアンブル生成部107に出力されてよい。
- [0047] データ生成部104は、例えば、スケジューリング部103から出力されたスケジューリング情報に基づいて、下り無線受信装置200宛に送信するデータ系列を生成し、データ符号化部105にデータ系列を出力する。
- [0048] データ符号化部105は、例えば、データ生成部104から出力されたデータ系列と、スケジューリング部103から出力されたスケジューリング情報（例えば、誤り訂正符号化方法やMCS）とに基づいて、符号化を行う。符号化データは、例えば、データ変調部106に出力されてよい。
- [0049] データ変調部106は、例えば、データ符号化部105から出力された符号化データと、スケジューリング部103から出力されたスケジューリング情報（例えば、変調方法）とに基づいて、変調及び逆フーリエ変換（例えば、Inverse Fast Fourier Transform (IFFT)）を行う。変調されたデータ信号は、例えば、無線送信部108に出力されてよい。
- [0050] プリアンブル生成部107は、例えば、スケジューリング部103から出力されたスケジューリング情報に基づき、Extra-LTFあるいはExtra-LTFに関

する制御情報（例えば、Extra-LTFの割り当て情報）を含むプリアンブル信号を生成する。プリアンブル信号は、例えば、プリアンブル生成部107において変調及びIFFT処理を施されて、無線送信部108に出力されてよい。

[0051] 無線送信部108は、例えば、データ変調部106から出力されたデータ信号に、プリアンブル生成部107から出力されたプリアンブル信号を付加して、無線フレーム（パケット信号とも呼ぶ）を生成する。また、無線送信部108は、例えば、無線フレームに対して、Digital-to-Analog (D/A) 変換、キャリア周波数にアップコンバートといった無線送信処理を行い、アンテナを介して無線送信処理後の信号を下り無線受信装置200宛に送信する。

[0052] [実施の形態1の下り無線受信装置]

図12は、本実施の形態1に係る下り無線受信装置の構成例を示すブロック図である。図12に示す下り無線受信装置（例えば、STA）200は、例えば、無線受信部201と、プリアンブル復調部202と、Extra-LTF判別部203と、チャネル推定部204と、データ復調部205と、データ復号部206と、送信信号生成部207と、無線送信部208とを含んでよい。

[0053] プリアンブル復調部202、Extra-LTF判別部203、チャネル推定部204、データ復調部205、データ復号部206、及び、送信信号生成部207の少なくとも1つは、例えば、図10に示す制御部に含まれてよい。無線受信部201は、例えば、図10に示す受信部に含まれてよい。

[0054] 無線受信部201は、例えば、アンテナを介して、下り無線送信装置（例えば、AP）100から送信された信号を受信し、ダウンコンバート及びA/D変換といった無線受信処理を行ってよい。また、無線受信部201は、例えば、無線受信処理後の受信信号から抽出したデータ信号をデータ復調部205に出力し、プリアンブル信号をプリアンブル復調部202に出力する。

[0055] プリアンブル復調部202は、例えば、無線受信部201から出力されたプリアンブル信号に対して、フーリエ変換（例えば、FFT）といった復調処理を行うことで、データ部の復調及び復号に用いられる制御信号を抽出する。

この制御信号には、例えば、BWやMCS、誤り訂正符号化方法、Extra-LTF情報といった情報あるいはパラメータが含まれてよい。プリアンプル復調部202は、例えば、抽出した制御情報をデータ復調部205、データ復号部206、Extra-LTF判別部203、及び、チャネル推定部204に出力してよい。

[0056] Extra-LTF判別部203は、例えば、プリアンプル復調部202から出力されたExtra-LTF情報を基に、受信信号のプリアンプルにExtra-LTFが含まれるか否かを判別する。判別した情報（以下、Extra-LTF判別情報と称することがある）は、例えば、チャネル推定部204に出力されてよい。

[0057] チャネル推定部204は、例えば、プリアンプルに含まれる参照信号（例えば、LTF）を用いてチャネル推定を行う。例えば、チャネル推定部204は、Extra-LTF判別部203から出力されたExtra-LTF判別情報を基に、Extra-LTFが割り当てられている場合、当該下り無線受信装置に割り当てられた空間ストリーム数を基に決定されるEHT-LTF（Original LTFとする）に加えて、Extra-LTFを用いてチャネル推定を行う。

[0058] また、チャネル推定部204は、例えば、Original LTFとExtra-LTFとを用いてそれぞれ推定したチャネル推定値を最大比合成し、合成後のチャネル推定値をデータ復調部205に出力する。なお、合成後のチャネル推定値とデータ部との電力差を補正するために、電力補正値を合成後のチャネル推定値に与えてもよい。また、チャネル推定部204は、Extra-LTFが割り当てられていない場合、Extra-LTFを用いたチャネル推定は行わなくてよい。

[0059] データ復調部205は、例えば、無線受信部201から出力されたデータ信号に対して、フーリエ変換（例えば、FFT）といった処理を行い、プリアンプル復調部202から出力された制御情報と、チャネル推定部204から出力されたチャネル推定値とを用いて、データ信号を復調する。復調データ信号は、例えば、データ復号部206に出力されてよい。

[0060] データ復号部206は、例えば、プリアンプル復調部202から出力された制御情報を用いて、データ復調部205から出力された復調データ信号を復号してCRCといった誤り判定を行い、判定結果である誤り判定情報を送信信

号生成部207に出力する。

[0061] 送信信号生成部207は、例えば、データ復号部から出力された誤り判定情報に基づき、応答信号（ACKまたはBlock ACK（BAと呼ぶ））を生成する。
また、送信信号生成部207は、例えば、データ信号に対して、プリアンブル信号を付加して無線フレームを生成し、無線送信部208に出力する。

[0062] 無線送信部208は、例えば、送信信号生成部207から出力される無線フレームに対して、D/A変換、キャリア周波数へのアップコンバートといった無線送信処理を行い、アンテナを介して無線送信処理後の信号を下り無線送信装置100宛に送信する。

[0063] [動作例]

次に、本実施の形態1における下り無線送信装置（例えば、AP）100及び下り無線受信装置（例えば、STA）200の動作例について説明する。

[0064] 本開示の一実施例では、下り無線送信装置100から下り無線受信装置200へ送信される制御信号（制御情報とも呼ぶ）には、複数のユーザに共通の共通情報と、複数のユーザに個別のユーザ情報とが含まれてよい。

[0065] 制御信号には、例えば、ユーザ（例えば、下り無線受信装置200）に個別のExtra-LTF情報が含まれてよい。制御情報は、例えば、EHT PPDUのSIGフィールド（U-SIGまたはEHT-SIG）あるいはTrigger frameであってよい。また、Extra-LTF情報は、例えば、Extra-LTFの割り当ての有無およびExtra-LTFの割り当て数の少なくとも1つを示す情報あるいはパラメータを含んでよい。

[0066] [方法1]

方法1では、例えばユーザ情報のそれぞれにExtra-LTF情報を通知するサブフィールドを含めてよい。例えば、図13に示すように、EHT-SIGの個々のユーザフィールドにExtra-LTFの割り当てを通知するExtra-LTFサブフィールドを含めてよい。Extra-LTFサブフィールドによる通知方法は、方法1の具体例1～3において後述する。

[0067] EHT-LTFにおいては、例えば、Extra-LTFの有無に関わらず、複数のEHT-LTFシンボルを多重するためにマッピングマトリックス（P-matrixと呼ぶ）が付

加される。11ac/axでは、例えば、式（１）に示すように、LTF数（ N_{HE-LTF} ）に応じて使用するP-matrixが決定される。11nでは、例えば、 $P_{4 \times 4}$ のP-matrixが使用される。 $P_{4 \times 4}$ は、例えば式（２）によって表される。P-matrixの列成分は、各LTFシンボルに対応する。一方、P-matrixの行成分は、空間ストリームに対応し、行成分は各LTFシンボルに多重化される。

[0068] [数1]

$$P_{HE-LTF} = \begin{cases} P_{4 \times 4}, N_{HE-LTF} = 1, 2, 4 \\ P_{6 \times 6}, N_{HE-LTF} = 6 \\ P_{8 \times 8}, N_{HE-LTF} = 8 \end{cases} \quad (1)$$

[0069] [数2]

$$P_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0070] Extra-LTFを含むEHT-LTFに付加するP-matrixは、例えば、EHT-LTF数に基づいて決定されてよい。このEHT-LTF数は、例えば、MU-MIMOにおいて送信される総空間ストリーム数を基に決定されるEHT-LTF数にExtra-LTF数を加算することで求められてよい。

[0071] 図１４に、STA1とSTA2とに空間ストリームを２つずつ割り当て、STA1にExtra-LTFを２つ割り当てた場合のEHT-LTFに付加するP-matrixの例を示す。この場合、APは、例えば、６行６列のP-matrix（ $P_{6 \times 6}$ と呼ぶ）の１～４行１～４列の要素をOriginal LTFに付加し、 $P_{6 \times 6}$ の１～４行５～６列の要素をExtra-LTFに付加する。

[0072] STA1は、例えば、Original LTFから取得したチャネル推定値と、Extra-LTFから取得したチャネル推定値と、の最大比合成を行い、データ部の等化処理に使用する。

[0073] Extra-LTFを含むEHT-LTFに付加するP-matrixには、例えば、MU-MIMOによって送信される総空間ストリーム数を基に決定されるOriginal LTFを複数個使用してもよい。図１５に、STA1とSTA2に空間ストリームを２つずつ割り当て

、STA1にExtra-LTFを4つ割り当てた場合のEHT-LTFに付加するP-matrixの例を示す。

[0074] この場合、APは、例えば、4行4列のP-matrix ($P_{4 \times 4}$ と呼ぶ) をOriginal LTFに付加することに加えて、もう1つのP-matrix $P_{4 \times 4}$ をExtra-LTFに付加する。

[0075] STA1は、例えば、Original LTFから取得したチャネル推定値と、Extra-LTFから取得した2つのチャネル推定値と、の最大比合成を行い、データ部の等化処理に使用する。

[0076] 方法1のように、特定のユーザに対してExtra-LTFを割り当てることで、従来よりも多くのLTFを使用したチャネル推定が可能になるため、最大比合成によりチャネル推定精度を改善できる。

[0077] [方法1の具体例1]

方法1の具体例1において、Extra-LTF情報は、例えば、Extra-LTFの有無を通知する。図16に、各ユーザ情報においてExtra-LTFの有無を通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す。

[0078] Extra-LTFサブフィールドは、例えば、1ビットのサブフィールドとしよい。例えば、Extra-LTF=1の場合に、Extra-LTFを割り当てることを示し、Extra-LTF=0の場合にExtra-LTFを割り当てないことを示す。

[0079] 方法1の具体例1では、第1のSTAは、例えば、他の第2のSTA宛のユーザ情報をも参照して第1のSTA宛のExtra-LTF数を判別してよい。例えば、図16には、STA1とSTA2に対して空間ストリームを1つずつ割り当て、STA1にExtra-LTFを2つ割り当てた場合の例が示される。このときのLTFの割り当て例を図17に示す。

[0080] STA1及びSTA2は、Spatial Configurationサブフィールドから、STA1とSTA2に対して空間ストリームを1つずつ割り当てられていることを判別する（換言すれば、総空間ストリーム数=2が割り当てられていることを判別する）。

[0081] この場合、Original LTFは、STA1とSTA2とにそれぞれ1つずつ割り当てられる。STA1は、例えば、STA2のUser fieldのExtra-LTFを参照し、STA2にExtra-LTF

a-LTFが割り当てられていないことを識別する。また、STA1は、例えば、 $N_{\text{EHT-LTF}}$ サブフィールドで通知されたEHT-LTF数（この例では、 $N_{\text{EHT-LTF}} = 4$ ）から、Spatial Configurationサブフィールドで通知された総空間ストリーム数（= 2）を減算することで、STA1に割り当てられたExtra-LTF数を決定し、参照するEHT-LTF index（1～3）を導出する。

[0082] 一方、STA2は、例えば、STA1のUser fieldのExtra-LTFを基にSTA1にExtra-LTFが割り当てられたことを識別する。また、STA2は、例えば、STA1と同様にEHT-LTF数と総空間ストリームの差分から、STA1に割り当てられたEHT-LTF indexを計算し、STA2が参照するEHT-LTF index（4）を導出する。

[0083] [方法1の具体例2]

方法1の具体例2において、Extra-LTF情報は、例えば、Extra-LTF数を通知する。図18に、各ユーザ情報においてExtra-LTF数を通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す。図18では、STA1とSTA2に対して空間ストリームを1つずつ割り当て、STA1にExtra-LTFを2つ割り当てた場合の例を示す。

[0084] この場合、Extra-LTF数の通知方法は、例えば、Extra-LTF数を各Extra-LTFサブフィールドによって通知してもよい。また、Extra-LTF数の通知方法は、使用可能なExtra-LTF数を限定して（例えば、Extra-LTF数は[0, 2, 4, 8]から選択する）通知してもよい。

[0085] [方法1の具体例3]

方法1の具体例3では、初期（あるいはOriginal）LTF数の倍数をExtra-LTF情報として通知する。図19に、各ユーザ情報において初期EHT-LTF数の倍数でExtra-LTF数を通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す。図19では、STA1とSTA2に対して空間ストリーム数を1つずつ割り当て、STA1にExtra-LTFを1つ割り当てた場合の例を示す。

[0086] この場合、各ユーザ情報に含まれるExtra-LTFサブフィールドは1ビットのサブフィールドとし、Extra-LTF=1の場合に初期LTF数の2倍のLTFを割り当てる（換言すれば、Extra-LTF=0の場合、Extra-LTFを割り当てない）こととしてよい。

[0087] なお、Extra-LTFサブフィールドは、1ビットのサブフィールドに限定されず、また、通知する初期LTF数の倍数は、Extra-LTFサブフィールドのビット数を増やして、3倍あるいは4倍以上としてもよい。

[0088] [方法2]

方法2では、例えば、Extra-LTFの有無によって制御情報の構成（あるいはフォーマット）を切り替える。例えば、U-SIGにExtra-LTF presentサブフィールドを追加し、Extra-LTFの有無を通知する。

[0089] 例えば、送信信号にExtra-LTFを割り当てられたユーザが1つ以上含まれる場合、Extra-LTF present=1を通知し、Extra-LTFを割り当てられたユーザが含まれない場合、Extra-LTF present=0を通知する。Extra-LTFの有無は、方法1の具体例1～3の何れかによって通知してよい。

[0090] 方法2のように、送信信号にExtra-LTFを割り当てられたユーザが含まれるか否かに応じてEHT-SIGの構成を切り替えることで、Extra-LTFを使用しない場合のシグナリングオーバーヘッドを削減できる。

[0091] [方法2の具体例1]

方法2の具体例1では、送信信号にExtra-LTFを割り当てられたユーザが含まれる場合、例えば、共通情報にExtra-LTF bitmapを追加し、Extra-LTF bitmapによって各ユーザのExtra-LTFの有無を通知してよい。換言すると、送信信号にExtra-LTFを割り当てられたユーザが含まれない場合、共通情報に、Extra-LTF bitmapは含まなくてよい。

[0092] 図20に、共通情報においてBitmapによってExtra-LTFの割り当てを通知する場合のEHT-SIG formatの一例を示す。

[0093] Extra-LTF bitmapは、例えば、EHT-SIGに含まれるユーザ情報の数に基づいて決定される可変長のbitmapとしてもよい。また、Extra-LTF bitmapは、例えば、MU-MIMOの最大多重ユーザ数に基づく固定長のbitmapとしてもよい。

[0094] Extra-LTF bitmapは、例えば、方法1の具体例1のように、1ビットでユーザ別のExtra-LTFの有無を通知することとしてもよいし、方法1の具体例2のように、最大3ビットでユーザ別のExtra-LTF数を通知してもよい。あるいは

は、方法 1 の具体例 3 のように、 N_{STS} で通知された空間ストリーム数の倍数の LTF を割り当てることを 1 ビットで通知することとしてもよい。

[0095] 方法 2 の具体例 1 によれば、Extra-LTF bitmap を参照することで他のユーザへの Extra-LTF の割り当てを判別できる（換言すると、他ユーザのユーザ情報を参照しなくてよい）ため、処理時間を削減できる。

[0096] [方法 2 の具体例 2]

方法 2 の具体例 2 では、例えば、送信信号に Extra-LTF を割り当てられたユーザが含まれる場合、ユーザ情報に Extra-LTF 情報を追加し、各ユーザの Extra-LTF の有無を通知する。図 2 1 に、共通情報においてユーザ情報に Extra-LTF 情報が含まれるかどうかを通知する場合の EHT-SIG format の一例を示す。

[0097] 例えば、送信信号に Extra-LTF を割り当てられたユーザが含まれる場合、各ユーザ情報に Extra-LTF 情報を通知する Extra-LTF サブフィールドを追加する。換言すると、送信信号に Extra-LTF を割り当てられたユーザが含まれない場合、各ユーザ情報には、Extra-LTF サブフィールドが含まれなくてよい。

[0098] 方法 2 の具体例 2 によれば、宛先ユーザ数が少ない場合、方法 2 の具体例 1 のように bitmap によって Extra-LTF の割り当てを通知するよりも、シグナリングオーバーヘッドを削減できる。

[0099] [方法 2 の具体例 3]

方法 2 の具体例 3 では、例えば、宛先ユーザ数に応じて、Extra-LTF の通知方法を変更する。例えば、共通情報に MU-MIMO の最大多重ユーザ数に基づく固定長の Extra-LTF Bitmap を含む場合を想定する。このとき、Extra-LTF を含む送信信号の宛先ユーザ数が MU-MIMO の最大多重ユーザ数に等しい場合、方法 2 の具体例 1 のように、Extra-LTF bitmap で各ユーザの Extra-LTF の有無を通知してよい。一方、Extra-LTF を含む送信信号の宛先ユーザ数が MU-MIMO の最大多重ユーザ数よりも少ない場合、例えば、方法 2 の具体例 2 のように、各ユーザ情報において Extra-LTF の有無を通知してよい。

[0100] 方法 2 の具体例 3 によれば、Extra-LTF を含む送信信号の宛先ユーザ数に応じて Extra-LTF の通知方法を変更することで、効率的なシグナリング方法を柔

軟に選択でき、シグナリング方法を最適化できる。

[0101] [方法3]

方法3では、例えば、Extra-LTF情報とMCSとを組み合わせるユーザ情報によってExtra-LTF情報を通知する。Extra-LTFとMCSとを組み合わせる通知する場合、例えば、MCS index別に変調方法とExtra-LTF数とを組み合わせる通知してもよいし（例1）、MCS index別に変調方法とOriginal LTF数の倍数とを組み合わせる通知してもよい（例2）。

[0102] 例えば、シングルユーザ（SU）向けの送信の場合、図22に示すように、低次変調とExtra-LTFとの組み合わせを例1及び例2の別にMCSテーブルに追加してよい。マルチユーザ（MU）向けの送信の場合、例えば図23に示すように、高次変調とExtra-LTFとの組み合わせを例1及び例2の別にMCSテーブルに追加してよい。

[0103] なお、図22（例1）及び図23（例2）のそれぞれに示した、Extra-LTF情報とMCSとの組み合わせは非限定的な一例であって、その他の組み合わせであってもよい。また、Extra-LTF情報とMCSとの組み合わせは、例えば、宛先ユーザ数に応じて変更されてもよい。

[0104] 方法3のように、Extra-LTF情報とMCSとを組み合わせることで、Extra-LTF情報を通知するためのシグナリングを増やさずに、Extra-LTF情報の通知を実現できる。

[0105] [実施の形態2]

実施の形態1では、Extra-LTFを含むLTFの時間シンボルの別にユーザを割り当てる方法の一例について説明した。実施の形態2では、例えば、符号多重を用いて1つの空間ストリームにP-matrixの行成分を複数割り当てる方法の一例について説明する。

[0106] [実施の形態2の下り無線送信装置]

図24は、実施の形態2に係る下り無線送信装置の構成例を示すブロック図である。図24に例示した下り無線送信装置（例えば、（例えば、AP）100は、例えば、無線受信部101aと、受信信号復号部102aと、スケ

ジューリング部 103a と、データ生成部 104a と、データ符号化部 105a と、データ変調部 106a と、プリアンブル生成部 107a と、無線送信部 108a とを含んでよい。

[0107] 受信信号復号部 102a、スケジューリング部 103a、データ生成部 104a、データ符号化部 105a、データ変調部 106a、及び、プリアンブル生成部 107a の少なくとも 1 つは、例えば、図 9 に示した制御部に含まれてよい。無線送信部 108a は、例えば、図 9 に示した送信部に含まれてよい。

[0108] 無線受信部 101a は、例えば、アンテナを介して、下り無線受信装置（例えば、STA）200 から送信された信号を受信し、ダウンコンバート及び A/D 変換といった無線受信処理を行う。無線受信部 101a は、例えば、無線受信処理後の受信信号をプリアンブル部とデータ部とに分割して受信信号復号部 102a に出力する。

[0109] 受信信号復号部 102a は、例えば、無線受信部 101a から入力されるプリアンブル信号とデータ信号とに対して、それぞれフーリエ変換（例えば、FFT）といった復調処理を行い、プリアンブル信号及びデータ信号にそれぞれ含まれる制御信号を抽出してよい。制御信号には、例えば、BW や MCS、又は、符号化方法といった情報あるいはパラメータが含まれてよい。

また、受信信号復号部 102a は、例えば、プリアンブル信号から取得した制御信号とチャネル推定信号とを用いて、フーリエ変換後のデータ信号をチャネル等化し、復調・復号して、CRC といった誤り判定を行ってよい。

[0110] 受信信号復号部 102a は、例えば、データ信号に誤り（換言すると、復号誤り）が無い場合、復号したデータ信号、及び、制御信号をスケジューリング部 103a に出力する。

[0111] スケジューリング部 103a は、例えば、受信信号復号部 102a から出力されたデータ信号の受信品質情報、又は、下り無線受信装置の capability を基に、下り無線受信装置（例えば、STA）200 宛に送信するデータ信号のスケジューリング情報を決定してよい。

- [0112] 受信品質情報には、例えば、PERやRSSIといった情報が含まれてよい。スケジューリング情報には、例えば、RU、MCS、誤り訂正符号化方法、Extra-LTF情報といった情報あるいはパラメータが含まれてよい。スケジューリング情報は、例えば、データ生成部104a、データ符号化部105a、データ変調部106a、及び、プリアンブル生成部107aに出力されてよい。
- [0113] データ生成部104aは、例えば、スケジューリング部103aから出力されたスケジューリング情報に基づいて、下り無線受信装置200宛に送信するデータ系列を生成し、データ符号化部105aにデータ系列を出力する。
- [0114] データ符号化部105aは、例えば、データ生成部104aから出力されたデータ系列と、スケジューリング部103aから出力されたスケジューリング情報（例えば、誤り訂正符号化方法やMCS）とに基づいて、符号化を行う。符号化データは、例えば、データ変調部106aに出力されてよい。
- [0115] データ変調部106aは、例えば、データ符号化部105aから出力された符号化データに対して、スケジューリング部103aから出力された空間ウェイト行列を付加し、空間多重を行う。また、データ変調部106aは、例えば、空間多重したデータに対して、スケジューリング部103aから出力されたスケジューリング情報（例えば、変調方法）に基づいて変調及び逆フーリエ変換（例えば、IFFT）を行い、データ信号を無線送信部108aに出力する。
- [0116] プリアンブル生成部107aは、例えば、スケジューリング部103aから出力されたスケジューリング情報に基づいて生成したP-matrixと空間ウェイト行列とをLTFに付加する。また、プリアンブル生成部107aは、例えば、LTFに付加したP-matrixに関する情報（P-matrix情報と呼ぶ）を含むプリアンブル信号を生成し、変調及びIFFT処理を行ったプリアンブル信号を無線送信部108aに出力する。
- [0117] 無線送信部108aは、例えば、データ変調部106aから出力されたデータ信号に、プリアンブル生成部107aから出力されたプリアンブル信号

を付加して、無線フレーム（パケット信号とも呼ぶ）を生成する。また、無線送信部108aは、例えば、無線フレームに対して、D/A変換、キャリア周波数へのアップコンバートといった無線送信処理を行い、アンテナを介して無線送信処理後の信号を下り無線受信装置200宛に送信する。

[0118] [実施の形態2の下り無線受信装置]

図25は、実施の形態2に係る下り無線受信装置の構成例を示すブロック図である。図25に例示した下り無線受信装置（例えば、STA）200は、例えば、無線受信部201aと、プリアンプル復調部202aと、P-matrix判別部203aと、チャネル推定部204aと、データ復調部205aと、データ復号部206aと、送信信号生成部207aと、無線送信部208aとを含んでよい。

[0119] プリアンプル復調部202a、P-matrix判別部203a、チャネル推定部204a、データ復調部205a、データ復号部206a、及び、送信信号生成部207aの少なくとも1つは、例えば、図10に示した制御部に含まれてよい。無線受信部201aは、例えば、図10に示した受信部に含まれてよい。

[0120] 無線受信部201aは、例えば、アンテナを介して、下り無線送信装置（例えば、AP）100から送信された信号を受信し、ダウンコンバート及びA/D変換といった無線受信処理を行ってよい。また、無線受信部201aは、例えば、無線受信処理後の受信信号から抽出したデータ信号をデータ復調部205aに出力し、プリアンプル信号をプリアンプル復調部202aに出力する。

[0121] プリアンプル復調部202aは、例えば、無線受信部201aから出力されたプリアンプル信号に対して、フーリエ変換（例えば、FFT）といった復調処理を行うことで、データ部の復調及び復号に用いられる制御信号を抽出する。この制御信号には、例えば、BWやMCS、誤り訂正符号化方法、P-matrix情報といった情報あるいはパラメータが含まれてよい。プリアンプル復調部202aは、例えば、抽出した制御情報をデータ復調部205a、データ復号

部 2 0 6 a、P-matrix判別部 2 0 3 a、及び、チャネル推定部 2 0 4 a に出力してよい。

[0122] P-matrix判別部 2 0 3 a は、例えば、プリアンブル復調部 2 0 2 a から出力されたP-matrix情報を基に、受信信号のプリアンブルに含まれるLTFに対して付加されたP-matrixの種類（あるいはサイズ）やP-matrixの割り当て情報を判別する。判別した情報（以下、P-matrix判別情報と称することがある）は、例えば、チャネル推定部 2 0 4 a に出力されてよい。

[0123] チャネル推定部 2 0 4 a は、例えば、プリアンブルに含まれる参照信号（例えば、LTF）を用いてチャネル推定を行う。例えば、チャネル推定部 2 0 4 a は、P-matrix判別部 2 0 3 a から出力されたP-matrix判別情報を基に、各空間ストリームに対応するP-matrixの行ベクトルを使用してチャネル推定を行う。

[0124] 例えば、受信信号に割り当てられていた空間ストリーム 1 つに複数のP-matrixの行ベクトルが付加されていた場合、チャネル推定部 2 0 4 a は、各行ベクトルを使用してチャネル推定を行い、最大比合成したチャネル推定値をデータ復調部 2 0 5 a に出力する。一方、受信信号に割り当てられていた空間ストリーム 1 つに複数のP-matrixが付加されていない場合（換言すると、P-matrixの行ベクトルが各空間ストリームにそれぞれ対応している場合）、チャネル推定部 2 0 4 a は、例えば、当該行ベクトルを使用してチャネル推定を行い、チャネル推定値をデータ復調部 2 0 5 a に出力する。

[0125] データ復調部 2 0 5 a は、例えば、無線受信部 2 0 1 a から出力されたデータ信号に対して、FFTといった処理を行い、プリアンブル復調部 2 0 2 a から出力された制御情報と、チャネル推定部 2 0 4 a から出力されたチャネル推定値とを用いて、データ信号を復調し、復調データ信号をデータ復号部 2 0 6 a に出力する。

[0126] データ復号部 2 0 6 a は、例えば、プリアンブル復調部 2 0 2 a から出力された制御情報を用いて、データ復調部 2 0 5 a から出力された復調データ信号を復号してCRCといった誤り判定を行い、誤り判定情報を送信信号生成部

207aに出力する。

[0127] 送信信号生成部207aは、例えば、データ復号部206aから出力された誤り判定情報に基づき、応答信号（ACKまたはBlock ACK（BAと呼ぶ））を生成する。また、送信信号生成部207aは、例えば、データ信号に対して、プリアンブル信号を付加して無線フレームを生成し、無線送信部208aに出力する。

[0128] 無線送信部208aは、例えば、送信信号生成部207aから出力される無線フレームに対して、D/A変換やキャリア周波数へのアップコンバートといった無線送信処理を行い、アンテナを介して無線送信処理後の信号を下り無線送信装置100宛に送信する。

[0129] [実施の形態2の具体例]

実施の形態2の具体例では、例えば図26に示すように、EHT-SIGの各ユーザフィールドにP-matrix情報（例えば、追加のP-matrixの行成分の割り当て情報）を通知するサブフィールド（Extra P-matrixとする）を含める。例えば図27に示すように、Extra P-matrixサブフィールドは、Extra P-matrixサブフィールド $\neq 0$ の場合、追加で割り当てるP-matrixの行インデックスを通知する。Extra P-matrixサブフィールド $= 0$ は、追加のP-matrixは割り当てないことを通知する。

[0130] この場合、LTFに付加するP-matrixの種類は、LTF数と追加するP-matrixの行成分数の合計値とを基に決定されてよい。換言すれば、LTFに付加するP-matrixの種類は、LTF数のみを参照して決定されない。

[0131] 例えば、11ax/11acではLTF数 $= 4$ の場合、LTFに付加するP-matrixは実施の形態1において示した式（1）を参照し、 $P_{4 \times 4}$ を使用することを決定する。一方、実施の形態2の具体例では、LTF数（ $N_{\text{EHT-LTF}}$ ） $= 4$ であり、かつ、Extra P-matrixの行インデックス数（ $N_{\text{ex-P index}}$ と表す） $= 1$ の場合、LTFに付加するP-matrixには、次式（3）を参照して、 $P_{6 \times 6}$ を使用することを決定する。

[0132]

[数3]

$$P_{EHT-LTF} = \begin{cases} P_{4 \times 4}, N_{EHT-LTF} + N_{ex-P \text{ index}} = 1, 2, 4 \\ P_{6 \times 6}, N_{EHT-LTF} + N_{ex-P \text{ index}} = 5, 6 \\ P_{8 \times 8}, N_{EHT-LTF} + N_{ex-P \text{ index}} = 7, 8 \end{cases} \quad (3)$$

[0133] また、1つの空間ストリームに複数のP-matrixの行成分を割り当てるには、例えば、空間ウェイト行列（Q-matrixと呼ぶ）を用いる。11ax/11acにおいて、Q-matrixは、送信アンテナ数×空間ストリーム数から成る重み行列であり、LTF及びデータ部に付加することで空間分割多重が実現される。

[0134] ただし、実施の形態2の具体例において、Q-matrixは、送信アンテナ数×（空間ストリーム数+N_{ex-P index}）から成る行列である。そのため、Extra P-matrixを使用する場合、EHT-SIGのN_{STS}サブフィールドまたはSpatial Configurationサブフィールドで通知される空間ストリーム数の値と、Q-matrixに含まれる列数の値とは異なり得る。例えば、11ax/acでは、Q-matrixの列数＝空間ストリーム数であるのに対し、Extra P-matrixを使用する場合、Q-matrixの列数＝（空間ストリーム数+N_{ex-P index}）である。

[0135] 1つの空間ストリームに複数のP-matrixの行成分を割り当てるためには、例えば、当該空間ストリームに対応した列ベクトルに複数の「1」の成分を含むQ-matrixを使用する。図28に、STA1とSTA2とに対して空間ストリームを1つずつ割り当て、STA1に追加のP-matrixの行成分を1つ割り当てた場合の例について示す。

[0136] この場合、STA1にはP_{4×4}の1行目が割り当てられ、STA2にはP_{4×4}の2行目が元々のP-matrixとして割り当てられる（Original P-matrix componentsとする）。STA1は、STA1宛のUser fieldに含まれるExtra P-matrix index情報を基に、P_{4×4}の3行目が追加の行成分として割り当てられていることを識別し、P_{4×4}の1行目と3行目とを用いて、それぞれチャネル推定を行い、取得したチャネル推定値を合成する。STA2は、STA2宛のUser fieldに含まれるExtra P-matrix index情報を基に、追加のP-matrixが割り当てられていないことを判別し、P_{4×4}の2行目を用いてチャネル推定を行う。

- [0137] 実施の形態2の具体例によれば、Extra P-matrixサブフィールドで追加のP-matrixの行成分を用いて追加のチャネル推定が可能になるため、複数のチャネル推定値の最大比合成によりチャネル推定精度を改善できる。
- [0138] [全体の補足]
- 実施の形態1では、EHT PPDUを用いてExtra-LTF情報を通知する例について示したが、Trigger frameを用いてExtra-LTFを含むTrigger base (TB) PPDUの送信を指示してもよい。
- [0139] 例えば、方法1のように、Trigger frameの各ユーザ情報 (User Infoサブフィールド) にExtra-LTF情報 (Extra-LTFサブフィールド) を追加して、各ユーザ宛に送信するTB PPDUにExtra-LTFが含まれるか否かを指示してもよい。図29に、各ユーザ情報においてExtra-LTF情報を通知する場合のTrigger frame User Info formatの一例を示す。
- [0140] あるいは、例えば、図30に示すように、Extra-LTFを指示するためのTrigger frame typeを定義してもよい。Extra-LTFを指示するためのTrigger frameを用いる場合、方法2の具体例1のように、Trigger Dependent Common infoをExtra-LTF bitmapに読み替えて、各ユーザのExtra-LTFの有無を通知してもよい。この場合のTrigger frameのCommon Info formatの一例を図31に示す。
- [0141] あるいは、例えば、方法2の具体例2のように、Trigger frameのCommon InfoにExtra-LTF presentサブフィールドを追加して、各User InfoでExtra-LTFの有無を通知してもよい。この場合のTrigger frame formatの一例を図32に示す。
- [0142] 実施の形態1の式(1)および実施の形態2の式(3)ではLTF数が8以下の場合に、LTF数に基づいてP-matrixの種類を決定する方法について示したが、LTF数は8以下に限定されなくてもよい。例えば、11beにおいて、LTF数が16以下の場合にLTF数に基づいてP-matrixの種類が決定されてもよい。
- [0143] また、Extra-LTFとMidambleとを併用する場合 (例えば、チャネルフェージングによってチャネル推定精度が劣化しやすいような場合)、例えば図33

に示すように、Extra-LTFを含めたLTFをmidambleとしてデータ部に挿入してもよい。この場合、APは、11axと同様に、プリアンブルに含まれるDoppler fieldによって、Midambleがデータ部に含まれるか否かをSTAに通知してよい。

[0144] また、APは、STAの受信アンテナ数に基づいて、Extra-LTFの割り当てを決定してもよい。例えば、APは、STAのcapabilityを基にSTAが既定の数以上の受信アンテナを備えていることを識別した場合、STAの受信アンテナ数よりも少ない空間ストリーム数を割り当てた信号をSTA宛に送信してよい。

[0145] STAの受信アンテナ数が多いほど、当該STAにおいて、Original LTFとExtra-LTFとの正確なチャネル分離が容易になるため、Original LTFとExtra-LTFとでそれぞれ取得したチャネル推定値を最大比合成することで、チャネル推定精度を改善できる。

[0146] また、STAは、APに対して推奨の送信パラメータを通知するリンクアダプテーションの制御情報を用いて、Extra-LTFを含む信号の送信を要求してもよい。図34に、リンクアダプテーションの制御情報フォーマットの一例を示す。例えば、STAは、方法3のようにExtra-LTF情報とMCSとを組み合わせ、図34に例示したHE-MCSフィールドによってExtra-LTFを含む信号をAPに要求してもよい。

[0147] 以上、本開示の各実施の形態について説明した。

[0148] (他の実施の形態)

上述した各実施の形態では、DL通信における動作について説明したが、本開示の一実施例は、DL通信に限らず、例えば、UL通信、又は、サイドリンクに適用されてよい。

[0149] 本開示は、ソフトウェア、ハードウェア、又は、ハードウェアと連携したソフトウェアで実現することが可能である。上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、部分的に又は全体的に、集積回路であるLSIとして実現され、上記実施の形態で説明した各プロセスは、部分的に又は全体的に、一つのLSI又はLSIの組み合わせによって制御されてもよい。LSIは個々のチップから構成されてもよいし、機能ブロックの一部または全てを含

むように一つのチップから構成されてもよい。LSIはデータの入力と出力を備えてもよい。LSIは、集積度の違いにより、IC、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。

[0150] 集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路、汎用プロセッサ又は専用プロセッサで実現してもよい。また、LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA (Field Programmable Gate Array) や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリプログラマブル・プロセッサを利用してもよい。本開示は、デジタル処理又はアナログ処理として実現されてもよい。

[0151] さらに、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の集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

[0152] 本開示は、通信機能を持つあらゆる種類の装置、デバイス、システム（通信装置と総称）において実施可能である。通信装置は無線送受信機（トランシーバー）と処理／制御回路を含んでもよい。無線送受信機は受信部と送信部、またはそれらを機能として、含んでもよい。無線送受信機（送信部、受信部）は、RF (Radio Frequency) モジュールと1または複数のアンテナを含んでもよい。RFモジュールは、増幅器、RF変調器／復調器、またはそれらに類するものを含んでもよい。通信装置の、非限定的な例としては、電話機（携帯電話、スマートフォン等）、タブレット、パーソナル・コンピュータ（PC）（ラップトップ、デスクトップ、ノートブック等）、カメラ（デジタル・スチル／ビデオ・カメラ等）、デジタル・プレーヤー（デジタル・オーディオ／ビデオ・プレーヤー等）、着用可能なデバイス（ウェアラブル・カメラ、スマートウォッチ、トラッキングデバイス等）、ゲーム・コンソール、デジタル・ブック・リーダー、テレヘルス・テレメディシン（遠隔ヘルスケア・メディシン処方）デバイス、通信機能付きの乗り物又は移動輸送機関（自動車、飛行機、船等）、及び上述の各種装置の組み合わせがあげられる。

- [0153] 通信装置は、持ち運び可能又は移動可能なものに限定されず、持ち運びできない又は固定されている、あらゆる種類の装置、デバイス、システム、例えば、スマート・ホーム・デバイス（家電機器、照明機器、スマートメーター又は計測機器、コントロール・パネル等）、自動販売機、その他IoT（Internet of Things）ネットワーク上に存在し得るあらゆる「モノ（Things）」をも含む。
- [0154] 通信には、セルラーシステム、無線LANシステム、通信衛星システム等によるデータ通信に加え、これらの組み合わせによるデータ通信も含まれる。
- [0155] また、通信装置には、本開示に記載される通信機能を実行する通信デバイスに接続又は連結される、コントローラやセンサー等のデバイスも含まれる。例えば、通信装置の通信機能を実行する通信デバイスが使用する制御信号やデータ信号を生成するような、コントローラやセンサーが含まれる。
- [0156] また、通信装置には、上記の非限定的な各種装置と通信を行う、あるいはこれら各種装置を制御する、インフラストラクチャ設備、例えば、基地局、アクセスポイント、その他あらゆる装置、デバイス、システムが含まれる。
- [0157] 本開示の一実施例に係る通信装置は、制御信号に、宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を設定する制御回路と、前記制御信号を送信する送信回路と、を備える。
- [0158] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記制御信号は、複数の宛先装置に共通の共通情報と前記宛先装置に個別の個別情報とを含み、前記制御回路は、前記個別情報に、前記追加の参照信号に関する情報を通知するフィールドを設定してよい。
- [0159] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記追加の参照信号に関する情報は、前記追加の参照信号の有無を示す情報であってよい。
- [0160] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記追加の参照信号に関する情報は、前記追加の参照信号の数を示す情報であってもよい。
- [0161] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記追加の参照信号に関する

情報は、前記参照信号のオリジナルの数の倍数を示す情報であってもよい。

[0162] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記制御回路は、前記追加の参照信号の有無に応じて前記制御信号の構成を切り替えてもよい。

[0163] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記制御回路は、前記追加の参照信号が有る場合、前記制御信号における複数の宛先装置に共通の共通情報に、前記追加の参照信号の有無を前記宛先装置の別に示すビットマップを設定してよい。

[0164] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記制御回路は、前記追加の参照信号が有る場合、前記制御信号における複数の宛先装置に個別の個別情報に、前記追加の参照信号に関する情報を設定してもよい。

[0165] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記制御回路は、前記追加の参照信号が有る宛先装置数に応じて、前記制御信号を用いた前記追加の参照信号に関する情報の通知方法を変更してもよい。

[0166] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記制御回路は、前記制御信号における複数の宛先装置に個別の個別情報に、前記追加の参照信号に関する情報と、Modulation and Coding Scheme (MCS) との組み合わせを示す情報を設定してもよい。

[0167] 本開示の一実施例に係る通信装置において、前記制御回路は、前記制御信号における複数の宛先装置に個別の個別情報に、前記追加の参照信号に対して付加するマッピングマトリックスの行成分の割り当て情報を設定してもよい。

[0168] 本開示の一実施例に係る通信装置は、宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を含む制御信号を受信する受信回路と、前記追加の参照信号に関する情報に基づいて、チャネル推定に用いる前記追加の参照信号を決定する制御回路と、を備える。

[0169] 本開示の一実施例に係る通信方法において、通信装置は、制御信号に、宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を設定し、前記制御信号を送信する。

[0170] 本開示の一実施例に係る通信方法において、通信装置は、宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を含む制御信号を受信し、前記追加の参照信号に関する情報に基づいて、チャネル推定に用いる前記追加の参照信号を決定する。

[0171] 2021年1月15日出願の特願2021-005046の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

産業上の利用可能性

[0172] 本開示の一実施例は、無線通信システムに有用である。

符号の説明

[0173] 100 下り無線送信装置
101, 101a, 201, 201a 無線受信部
102, 102a 受信信号復号部
103, 103a スケジューリング部
104, 104a データ生成部
105, 105a データ符号化部
106, 106a データ変調部
107, 107a プリアンブル生成部
108, 108a, 208, 208a 無線送信部
200 下り無線受信装置
202, 202a プリアンブル復調部
203 Extra-LTF判別部
203a P-matrix判別部
204, 204a チャネル推定部
205, 205a データ復調部
206, 206a データ復号部
207, 207a 送信信号生成部

請求の範囲

- [請求項1] 制御信号に、宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を設定する制御回路と、
前記制御信号を送信する送信回路と、
を備えた、通信装置。
- [請求項2] 前記制御信号は、複数の宛先装置に共通の共通情報と前記宛先装置に個別の個別情報とを含み、
前記制御回路は、前記個別情報に、前記追加の参照信号に関する情報を通知するフィールドを設定する、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記追加の参照信号に関する情報は、前記追加の参照信号の有無を示す情報である、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記追加の参照信号に関する情報は、前記追加の参照信号の数を示す情報である、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記追加の参照信号に関する情報は、前記参照信号のオリジナルの数の倍数を示す情報である、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項6] 前記制御回路は、前記追加の参照信号の有無に応じて前記制御信号の構成を切り替える、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項7] 前記制御回路は、前記追加の参照信号が有る場合、前記制御信号における複数の宛先装置に共通の共通情報に、前記追加の参照信号の有無を前記宛先装置の別に示すビットマップを設定する、
請求項6に記載の通信装置。
- [請求項8] 前記制御回路は、前記追加の参照信号が有る場合、前記制御信号における複数の宛先装置に個別の個別情報に、前記追加の参照信号に関

する情報を設定する、

請求項 6 に記載の通信装置。

[請求項9] 前記制御回路は、前記追加の参照信号が有る宛先装置数に応じて、前記制御信号を用いた前記追加の参照信号に関する情報の通知方法を変更する、

請求項 6 に記載の通信装置。

[請求項10] 前記制御回路は、前記制御信号における複数の宛先装置に個別の個別情報に、前記追加の参照信号に関する情報と、Modulation and Coding Scheme (MCS) との組み合わせを示す情報を設定する、

請求項 1 に記載の通信装置。

[請求項11] 前記制御信号は、Extremely High Throughput Physical Layer Convergence Procedure Protocol Data Unit (EHT PPDU) のSIGフィールド、または、Trigger frameである、

請求項 1 に記載の通信装置。

[請求項12] 前記制御回路は、前記制御信号における複数の宛先装置に個別の個別情報に、前記追加の参照信号に対して付加するマッピングマトリックスの行成分の割り当て情報を設定する、

請求項 1 に記載の通信装置。

[請求項13] 宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を含む制御信号を受信する受信回路と、

前記追加の参照信号に関する情報に基づいて、チャネル推定に用いる前記追加の参照信号を決定する制御回路と、

を備えた、通信装置。

[請求項14] 通信装置は、
制御信号に、宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を設定し、
前記制御信号を送信する、
通信方法。

[請求項15] 通信装置は、

宛先装置別の追加の参照信号に関する情報を含む制御信号を受信し、
前記追加の参照信号に関する情報に基づいて、チャネル推定に用いる前記追加の参照信号を決定する、
通信方法。