

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IEEE 802.11axの後継規格として、IEEE 802.11beの技術仕様策定が、タスクグループ (TG) にて進められている。IEEE 802.11beでは、複数のアクセスポイントが互いに協調して、各non-AP Stationとの間でデータを送受信するMulti-AP coordinationが議論されている。Multi-AP coordinationの1つとして、構成が容易なCoordinated Spatial Reuseが検討されている（例えば、非特許文献1を参照）。

[0003] 以下では、IEEE 802.11axを、11ax又はHE (High Efficiency) と称することがある。IEEE 802.11beを、11be又はEHT (Extreme High Throughput) と称することがある。アクセスポイントを、APと称することがある。non-AP Stationを、STA又は端末と称することがある。Multi-APを、MAPと称することがある。Coordinated Spatial Reuseを、C-SRと称することがある。

[0004] なお、AP及びSTAは、通信装置と称されてもよい。Multi-AP coordinationは、Multi-AP協調送信、Multi-AP協調受信、Multi-AP協調通信、協調送信、協調受信、又は協調通信と称されてもよい。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：IEEE 802.11-19/1534r1, Coordinated Spatial Reuse Performance Analysis

非特許文献2：IEEE 802.11-20/0033r1, Coordinated Spatial Reuse operation

非特許文献3：IEEE 802.11-20/1040r2, Coordinated Spatial Reuse: Extension

sion to Uplink

発明の概要

- [0006] 複数の通信装置が協調送信する場合、協調送信する信号に含まれる参照信号が干渉する場合がある。例えば、第1の通信装置と第2の通信装置とが、信号を協調送信する場合、第1の通信装置が送信する信号に含まれる参照信号と、第2の通信装置が送信する信号に含まれる参照信号とがオーバーラップし、干渉する場合がある。
- [0007] 本開示の非限定的な実施例は、協調送信において、参照信号の干渉を抑制する通信装置及び通信方法の提供に資する。
- [0008] 本開示の一実施例に係る通信装置は、協調送信に用いる空間ストリームを決定するために、他の通信装置とネゴシエートする制御回路と、前記他の通信装置と前記協調送信を行う通信回路と、を有し、前記制御回路は、前記ネゴシエートにおいて得られる前記空間ストリームに関する情報に基づいて、前記協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する。
- [0009] 本開示の一実施例に係る通信方法は、協調送信に用いる空間ストリームを決定するために、他の通信装置とネゴシエートし、前記ネゴシエートにおいて得られる前記空間ストリームに関する情報に基づいて、前記協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する。
- [0010] 本開示の一実施例に係る通信装置は、前記通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第1の参照信号と、他の通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第2の参照信号とがオーバーラップしないように、前記第2の参照信号の送信タイミングを決定する制御回路と、決定した前記送信タイミングの情報を、前記他の通信装置に送信する通信回路と、を有する。
- [0011] 本開示の一実施例に係る通信方法は、通信装置の通信方法であって、前記通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第1の参照信号と、他の通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第2の参照信号とがオーバーラップしないように、前記第2の参照信号の送信タイミングを決定し、決定した前記送信タイミングの情報を、前記他の通信装置に送信する。

- [0012] 本開示の一実施例に係る通信装置は、協調送信信号に含まれる参照信号に付加する系列を決定する制御回路と、決定した前記系列の情報を、他の通信装置に送信する通信回路と、を有する。
- [0013] 本開示の一実施例に係る通信方法は、協調送信信号に含まれる参照信号に付加する系列を決定し、決定した前記系列の情報を、他の通信装置に送信する。
- [0014] 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。
- [0015] 本開示の一実施例によれば、通信装置の協調送信において、参照信号の干渉を抑制することができる。
- [0016] 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

- [0017] [図1]C-SRの一例を説明する図
- [図2]TF based C-SRの制御例を説明する図
- [図3]TF based C-SRの制御例を説明する図
- [図4]参照信号の干渉例を説明する図
- [図5]第1の実施の形態に係る通信システムの構成例を示した図
- [図6]通信システムの動作例を示したシーケンス図
- [図7]通信装置のブロック構成例を示した図
- [図8]通信装置のブロック構成例を示した図
- [図9]Spatial division C-SRにおける空間ストリーム割当例を説明する図
- [図10]参照信号及び直行行列の決定例を説明する図

[図11]TFの共通情報の一例を示した図

[図12]TFのユーザ情報の一例を示した図

[図13]Multi-AP TFの共通情報の一例を示した図

[図14]変形例 1 に係る通信システムの構成例を示した図

[図15]capability情報を通知する信号の一例を示した図

[図16]送信電力テーブルの一例を示した図

[図17]周波数リソース毎における空間ストリーム情報のネゴシエート例を説明する図

[図18]第 2 の実施の形態に係る通信システムの動作例を示したシーケンス図

[図19]通信装置のブロック構成例を示した図

[図20]通信装置のブロック構成例を示した図

[図21]第 3 の実施の形態に係るTFを用いた送信タイミングの変更例を説明する図

[図22]TFのユーザ情報の一例を示した図

[図23]フレームのタイミング例を示した図

[図24]TFのユーザ情報の一例を示した図

[図25]C-SR Announcement frameの一例を示した図

[図26]C-SR信号の一例を示した図

[図27]第 4 の実施の形態に係るTFのユーザ情報の一例を示した図

[図28]C-SR信号の一例を示した図

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を適宜参照して、本開示の実施の形態について、詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

[0019] なお、添付図面および以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために、提供されるのであって、これらにより特許請求の範囲に記載の主題を

限定することは意図されていない。

[0020] <第1の実施の形態>

<C-SRについて>

図1は、C-SRの一例を説明する図である。図1には、AP1、AP2、STA1、及びSTA2を有する通信システムが示してある。

[0021] AP1は、例えば、チャネル使用期間 (Transmission Opportunity (TXOP)) を取得してMulti-AP協調送信を開始するAPである。Multi-AP協調送信を開始するAPは、Sharing APと称されてもよい。図1において、AP1は、Sharing APである。

[0022] AP2は、Sharing APによって協調制御されるAPである。協調制御されるAPは、Shared APと称されてもよい。図1において、AP2は、Shared APである。

[0023] 図1において、STA1は、AP1にアソシエーション (接続) されており、Basic Service Set (BSS) 1に所属する。STA2は、AP2にアソシエーションされており、BSS2に所属する。

[0024] C-SRでは、AP/STAは、BSS内での通信品質を保ちつつ、他のBSS (Overlapping BSS (OBSS)) に所属するAP/STAへの干渉を抑えるよう、AP間で送信電力に関する協調制御を行う。

[0025] 例えば、AP1及びAP2は、図1の矢印A1に示すように、送信電力に関する協調制御を行う。AP1は、AP2との協調制御によって、例えば、図1の矢印A2aに示すように、送信電力を制御し、AP2は、AP1との協調制御によって、例えば、図1の矢印A2bに示すように、送信電力を制御する。

[0026] これにより、C-SRは、複数のBSSにおいて、共通の送信リソース (例えば、周波数リソースや空間リソース) を同時利用できるため、システムスループットを向上できる。

[0027] C-SRの制御方法の一つに、Trigger frameによる同期送信C-SRが検討されている。以下では、Trigger frameを、TFと称することがある。

[0028] 図2は、TF based C-SRの制御例を説明する図である。図2では、ダウンリンクにおけるTF based C-SRの制御例が示してある (例えば、非特許文献2を

参照)。以下では、ダウンリンクを、DLと称することがある。

[0029] DL TF based C-SRでは、Sharing APがShared APにMAP TFを送信する（図2の矢印A 3を参照）。MAP TFには、各APにおける、EHT MU PPDUといったDL送信信号の送信タイミング情報と、送信電力情報とが含まれる。

[0030] 各APは、MAP TFで指示された送信タイミング情報と、送信電力情報とに従い、DL送信信号を各STAに送信する（図2の矢印A 4 a, A 4 bを参照）。これにより、各APから送信されるDL送信信号の送信タイミングと送信電力とが、協調制御される。

[0031] なお、EHT MU PPDUは、EHT Multi-user (MU) Physical Layer Convergence Procedure Protocol Data Unit (PPDU) の略である。

[0032] 図3は、TF based C-SRの制御例を説明する図である。図3では、アップリンクにおけるTF based C-SRの制御例が示してある（例えば、非特許文献3を参照）。以下では、アップリンクを、ULと称することがある。

[0033] UL TF based C-SRでは、Sharing APがShared APにMAP TFを送信する（図3の矢印A 5を参照）。MAP TFには、各APがSTAに送信するTFの送信タイミング情報と、各STAにおけるEHT Trigger-based PPDUといったUL送信信号の送信電力情報とが含まれる。

[0034] 各APは、TFを各STAに送信する（図3の矢印A 6 a, 6 bを参照）。TFには、UL送信信号の送信タイミング情報と、MAP TFによって指示されたUL送信信号の送信電力情報とが含まれる。

[0035] 各STAは、TFで指示された送信タイミング情報と、送信電力情報とに従い、UL送信信号を各APに送信する（図3の矢印A 7 a, A 7 bを参照）。これにより、各STAから送信されるUL送信信号の送信タイミングと送信電力とが、協調制御される。

[0036] なお、図2及び図3では、Sharing APがShared APとともにC-SR送信（C-SRに基づくMulti-AP協調送信）を行う例を示したが、これに限られない。例えば、Sharing APは、C-SR送信に関する制御情報をShared APに通知し、C-SR送信を行わなくてもよい。すなわち、C-SR送信は、Sharing APを除いた複数のS

hared APにおいて行われてもよい。

[0037] <参照信号の干渉について>

TF based C-SRにおいて、複数のAP/STAで同時に信号を送信する場合、信号に含まれる、EHT-Long Training fields (LTF) やnon-Legacy LTFといった参照信号が、他の信号に含まれる参照信号と干渉する場合がある。

[0038] 図4は、参照信号の干渉例を説明する図である。図4には、AP1が送信するEHT MU PPDUと、AP2が送信するEHT MU PPDUとが示してある。図4において、横方向は時間を示す。

[0039] TF based C-SRでは、AP1とAP2とが同時にEHT MU PPDUを送信する場合がある。そのため、図4に示すように、AP1が送信するEHT MU PPDUに含まれる参照信号EHT-LTFと、AP2が送信するEHT MU PPDUに含まれる参照信号EHT-LTFとがオーバーラップし、干渉する場合がある。ULも同様に、参照信号が干渉する場合がある。

[0040] 複数のAP/STAにおいて、TF based C-SRを送信する場合、EHT PPDUといったC-SR信号に含まれる参照信号は、それぞれのAP/STAの送信信号の空間ストリーム数に基づいて決定される。そのため、同時送信されたC-SR信号に同じ参照信号が含まれる場合があり、位相回転が発生する場合がある。位相回転は、受信機における参照信号を使用したチャネル推定精度を劣化させる場合がある。従って、参照信号の干渉抑制は、C-SRといったMulti-AP協調送信において重要である。

[0041] <システム構成例>

図5は、第1の実施の形態に係る通信システムの構成例を示した図である。通信システムは、AP1と、AP2と、STA1と、STA2と、を有する。

[0042] 無線通信システムは、Multi-AP協調送信を行うための協調グループを含む。協調グループは、複数のAP及び複数のSTAを含んでもよい。図5では、協調グループは、AP1、AP2、STA1、及びSTA2を含む。

[0043] DL通信では、AP1及びAP2は、DL無線送信装置に対応し、STA1及びSTA2は、DL無線受信装置に対応する。APは、他のAP又はSTAに対してDL信号を送信する

。

[0044] UL通信では、AP1及びAP2は、UL無線受信装置に対応し、STA1及びSTA2は、UL無線送信装置に対応する。STAは、APから受信した信号に基づいて、APに対してUL信号を送信する。

[0045] 図5に示す通信システムは、Multi-AP協調送信を行う。例えば、AP1及びAP2は、Multi-AP協調送信に関する制御信号を送受信し、DL Multi-AP協調送信で使用する空間ストリームに関する情報をネゴシエートする。

[0046] <シーケンス例>

図6は、通信システムの動作例を示したシーケンス図である。図6では、BSS1がAP1とSTA1とを含み、BSS2がAP2とSTA2とを含むものとする。以下では、AP1及びAP2を区別しない場合、APと記載することがある。STA1及びSTA2を区別しない場合、STAと記載することがある。

[0047] STAは、Multi-AP協調送信能力情報を含むビーコン信号を、共通のBSSに所属するAP宛に送信する（S1a, S1b）。

[0048] なお、Multi-AP協調送信能力情報を含む信号は、ビーコン信号に限定されない。例えば、Multi-AP協調送信能力情報は、STAがAPに送信するアソシエーション信号に含まれてもよい。

[0049] APは、STAから送信されたビーコン信号の受信処理を行い、ビーコン信号に含まれるMulti-AP協調送信能力情報を受信する（S2a, S2b）。APは、Multi-AP協調送信能力情報に基づいて、STAが参加可能なMulti-AP協調送信方法（Multi-AP協調送信のタイプ）をバッファに保持する。

[0050] APは、Multi-AP協調送信能力情報を含むビーコン信号を、共通の協調グループに所属する他のAP宛に送信する（S3a, S3b）。

[0051] APは、共通の協調グループに所属する他のAPから送信されたビーコン信号の受信処理を行い、ビーコン信号に含まれるMulti-AP協調送信能力情報を受信する（S4a, S4b）。APは、Multi-AP協調送信能力情報に基づいて、APが参加可能なMulti-AP協調送信方法をバッファに保持する。

[0052] ここで、AP1は、TXOPを獲得し、Multi-AP協調送信を主導するSharing APと

して動作する。AP1はMulti-AP協調送信参加要求信号をAP2に送信する（S 5）。

[0053] AP2は、Multi-AP協調送信参加要求信号の受信処理を行い（S 6）、Multi-AP協調送信に関する能力情報（Capability）に基づいて、Multi-AP協調送信への参加の可否を決定する。

[0054] AP2は、参加可否の決定結果を含むMulti-AP協調送信参加応答信号をAP1に送信する（S 7）。このとき、AP2は、Multi-AP協調送信参加応答信号に、Multi-AP協調送信方法のリクエスト情報を含めてもよい。AP2は、リクエスト情報に、後述するSpatial division C-SRを含める場合、Multi-AP協調送信で使用したい空間ストリーム数の情報を含めてもよい。

[0055] AP1は、Multi-AP協調送信参加応答信号の受信処理を行い（S 8）、Multi-AP協調送信に参加可能なAPの情報から、Multi-AP協調送信方法を決定し、協調信号のスケジューリングを行う。Multi-AP協調送信方法には、後述するSpatial division C-SR、C-SR、Joint transmission (JT)、Coordinated beamforming (CBF)、Coordinated Orthogonal Frequency Division Multiple Access (COFDMA)、Coordinated Time Division Multiple Access (CTDMA)、又は、Coordinated MIMO (CMIMO) 等がある。

[0056] AP1は、スケジューリング結果を含むMulti-AP協調送信制御信号をAP2に送信する（S 9）。

[0057] Multi-AP協調送信制御信号には、例えば、Multi-AP協調送信信号の宛先情報、各APが使用可能なリソース情報、協調送信信号の振幅・位相への重み付けに関する情報、送信信号電力情報、及び、送信タイミング情報が含まれる。後述するSpatial division C-SRに関するMulti-AP協調送信制御信号の場合には、送信信号電力情報、及び、使用可能な空間ストリーム情報が含まれる。

[0058] なお、リソース情報は、周波数リソース情報及び時間リソース情報であってもよい。協調送信信号の振幅・位相への重み付けに関する情報は、ステアリング、Spatial mapping、又は、送信precodingと称されてもよい。

- [0059] AP2は、AP1から送信されたMulti-AP協調送信制御信号を受信する（S 1 0）。
- [0060] APは、Multi-AP協調送信制御信号に含まれる送信タイミングやリソース情報等に従い、Multi-AP協調送信信号（例えば、MU PPDU）をSTAに送信する（S 1 1 a, S 1 1 b）。
- [0061] STAは、Multi-AP協調送信信号の受信処理を行う（S 1 2 a, S 1 2 b）。
- [0062] STAは、受信した信号に誤りが無い場合、Multi-AP協調送信信号の送信元APに対して応答信号（例えば、Acknowledge (ACK) 又はBlock ACK (BA)）を送信する（S 1 3 a, S 1 3 b）。
- [0063] <通信装置のブロック構成例>
- 図 7 は、通信装置のブロック構成例を示した図である。図 7 に示すブロック構成例の通信装置は、例えば、APといったDL無線送信装置である。
- [0064] 無線受信部 1 1 は、アンテナを介して、DL無線送信装置及びDL無線受信装置（例えば、STA）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) 変換等の無線受信処理を行う。無線受信部 1 1 は、無線受信処理後の信号をプリアンブル部（プリアンブル信号とも呼ぶ）と、データ部（データ信号とも呼ぶ）とに分割し、プリアンブル信号をプリアンブル復調部 1 2 に、データ信号をデータ復調部 1 3 に出力する。
- [0065] プリアンブル復調部 1 2 は、無線受信部 1 1 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（Fast Fourier Transform (FFT)）を行い、データ信号の復調及び復号に用いられる受信制御情報を抽出する。受信制御情報には、例えば、周波数帯域幅（Bandwidth (BW)）や、Modulation and Coding Scheme (MCS)、及び誤り訂正符号といった情報が含まれる。
- [0066] また、プリアンブル復調部 1 2 は、プリアンブル信号に含まれる参照信号（例えば、non-Legacy LTF）を基にチャネル推定を行い、チャネル推定値を導出する。プリアンブル復調部 1 2 は、受信制御情報をデータ復調部 1 3 及びデータ復号部 1 4 に出力し、チャネル推定値をデータ復調部 1 3 に出力する。

- [0067] データ復調部 1 3 は、無線受信部 1 1 から出力されたデータ信号に対してFFTを行い、プリアンプル復調部 1 2 から出力された受信制御情報とチャネル推定値とを用いて復調を行う。データ復調部 1 3 は、復調データ信号をデータ復号部 1 4 に出力する。
- [0068] データ復号部 1 4 は、データ復調部 1 3 から出力された復調データ信号に対して、プリアンプル復調部 1 2 から出力された受信制御情報を用いて復号を行う。データ復号部 1 4 は、復号データ信号をCyclic Redundancy Check (CRC) 等の方法で誤り判定を行う。復号データ信号に誤りがない場合、データ復号部 1 4 は、復号データ信号を、空間ストリーム制御部 1 5 と、Multi-AP協調送信スケジューリング部 1 6 とに出力する。
- [0069] また、データ復号部 1 4 は、復号データに誤りがなく、復号データにMulti-AP協調送信に関する空間ストリーム情報が含まれている場合、空間ストリーム制御部 1 5 に空間ストリーム情報を出力する。空間ストリーム情報には、例えば、空間ストリームに関する能力 (capability) 情報や、Multi-AP協調送信方法毎の使用可能な空間ストリーム番号といった情報が含まれる。
- [0070] 空間ストリーム制御部 1 5 は、データ復号部 1 4 から出力された復号データ信号に、Multi-AP協調送信における空間ストリームに関する能力 (capability) 情報が含まれている場合、Multi-AP協調送信において、他のAPが使用可能な空間ストリーム番号を決定し、Multi-AP協調送信スケジューリング部 1 6 に出力する。
- [0071] また、空間ストリーム制御部 1 5 は、データ復号部 1 4 から出力された復号データ信号に、使用可能な空間ストリーム情報が含まれている場合、使用可能な空間ストリーム情報をバッファに保存する。
- [0072] また、空間ストリーム制御部 1 5 は、データ復号部 1 4 から出力された復号データ信号に、Multi-AP協調送信の送信を指示する情報が含まれている場合、バッファに保存した使用可能な空間ストリーム情報を、Multi-AP協調送信スケジューリング部 1 6 に出力する。
- [0073] Multi-AP協調送信スケジューリング部 1 6 は、協調送信のスケジューリン

グ情報を決定する。例えば、Multi-AP協調送信スケジューリング部16は、Multi-AP協調送信方法、協調送信に参加するユーザ情報、ユーザ毎に使用可能なリソース（例えば、周波数リソースや空間ストリームリソース）情報、送信電力情報、MCS、及び、誤り訂正符号を決定する。

[0074] また、Multi-AP協調送信スケジューリング部16は、空間ストリーム制御部15から出力された、Multi-AP協調送信におけるAP毎に使用可能な空間ストリーム番号を基に、協調送信に参加するAP毎の空間ストリーム割当を決定する。

[0075] また、Multi-AP協調送信スケジューリング部16は、空間ストリーム制御部15から出力された、使用可能な空間ストリーム情報を基に、図7のDL無線送信装置がMulti-AP協調送信で使用する空間ストリーム割当を決定する。

[0076] Multi-AP協調送信スケジューリング部16は、協調信号スケジューリング情報を、データ生成部17、データ符号化部18、データ変調部19、及びプリアンプル生成部20に出力する。

[0077] データ生成部17は、Multi-AP協調送信スケジューリング部16から出力された協調信号スケジューリング情報に基づいて、DL無線送信装置又はDL無線受信装置宛に送信するデータ系列を生成する。DL無線送信装置宛に送信するデータ系列には、例えば、Multi-AP協調送信能力情報を含むビーコン信号、Multi-AP協調送信参加要求信号、Multi-AP協調送信参加応答信号、及び、Multi-AP協調送信制御信号が含まれる。DL無線受信装置に送信するデータ系列には、例えば、Multi-AP協調送信信号が含まれる。データ生成部17は、生成したデータ系列を、データ符号化部18に送信する。

[0078] データ符号化部18は、データ生成部17から出力されたデータ系列に対して、Multi-AP協調送信スケジューリング部16から出力された協調信号スケジューリング情報に基づいて符号化を行い、符号化データをデータ変調部19に出力する。

[0079] データ変調部19は、データ符号化部18から出力された符号化データ信号に対して、Multi-AP協調送信スケジューリング部16から出力された協調

信号スケジューリング情報に基づいて変調及び逆フーリエ変換（Inverse Fourier Transform（IFFT））を行い、変調データ信号を無線送信部21に出力する。

- [0080] プリアンブル生成部20は、Multi-AP協調送信スケジューリング部16から出力されたスケジューリング情報に基づいてプリアンブル信号を生成する。プリアンブル生成部20は、プリアンブル信号の変調及びIFFT処理を行い、無線送信部21に出力する。
- [0081] 無線送信部21は、データ変調部19から出力された変調データ信号に、プリアンブル生成部20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。無線送信部21は、無線フレームに対するDigital-to-Analog（D/A）変換と、キャリア周波数に対するアップコンバート等の無線送信処理とを行い、無線送信処理後の信号を、アンテナを介しDL無線送信装置又はDL無線受信装置に送信する。
- [0082] 図8は、通信装置のブロック構成例を示した図である。図8に示すブロック構成例の通信装置は、例えば、STAといったDL無線受信装置である。
- [0083] 無線受信部31は、アンテナを介して、DL無線送信装置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変換等の無線受信処理を行う。無線受信部31は、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33に、プリアンブル信号をプリアンブル復調部32に出力する。
- [0084] プリアンブル復調部32は、無線受信部31から出力されたプリアンブル信号に対してFFTを行い、データ部の復調及び復号に用いられる受信制御情報を抽出する。受信制御情報には、例えば、BW、MCS、及び誤り訂正符号といった情報が含まれる。
- [0085] また、プリアンブル復調部32は、プリアンブル信号に含まれる参照信号を基にチャネル推定を行い、チャネル推定値を導出する。プリアンブル復調部32は、受信制御情報をデータ復調部33及びデータ復号部34に出力し、チャネル推定値をデータ復調部33に出力する。
- [0086] データ復調部33は、無線受信部31から出力されたデータ信号に対してF

FTを行い、プリアンプル復調部32から出力された受信制御情報とチャネル推定値とを用いてデータ信号を復調する。データ復調部33は、復調データ信号をデータ復号部34に出力する。

[0087] データ復号部34は、データ復調部33から出力された復調データ信号に対して、プリアンプル復調部32から出力された受信制御情報を用いて復号を行う。データ復号部34は、復号データ信号をCRC等の方法で誤り判定を行う。復号データ信号に誤りがない場合、データ復号部34は、復号データ信号を、送信信号生成部36と空間ストリーム制御部35とに出力する。

[0088] 空間ストリーム制御部35は、データ復号部34から復号データ信号が出力された場合、復号データ信号に含まれるMulti-AP協調送信の空間ストリーム割当情報を抽出し、送信信号生成部36に出力する。

[0089] 送信信号生成部36は、データ復号部34から出力された誤り判定情報に基づき、応答信号（Acknowledge（ACK）又はBlock ACK（BA））を含むデータ系列を生成する。送信信号生成部36は、生成したデータ系列に符号化を行い、所定の周波数リソースに割り当てて変調及びIFFT処理をすることでデータ信号を生成する。

[0090] また、送信信号生成部36は、空間ストリーム制御部35から出力された空間ストリーム割当情報に基づいて、プリアンプル信号に含まれる参照信号に付加する直交行列を決定する。送信信号生成部36は、データ信号に対してプリアンプル信号を付加して無線フレームを生成し、無線送信部37に出力する。

[0091] 無線送信部37は、送信信号生成部36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等の無線送信処理を行い、無線送信処理後の信号を、アンテナを介しDL無線送信装置に送信する。

[0092] <Spatial division C-SRについて>

上記の“参照信号の干渉について”で述べた通り、本開示では、APが、Multi-AP協調送信において、BSS毎に使用する空間ストリームに関する情報をネゴシエートする。以下では、C-SRにおける送信電力制御に加え、空間ストリ

ームに関する情報をネゴシエートする方法 (Spatial division C-SRと称する) について説明する。なお、ネゴシエーションは、一例として、図 6 で説明した S 7 及び S 9 において実行されてもよい。

[0093] 図 9 は、Spatial division C-SRにおける空間ストリーム割当例を説明する図である。図 9 には、参照信号に付加 (乗算) される 4×4 の直行行列 (P-matrix) の一例が示してある。

[0094] AP1及びAP2は、空間ストリームに関する情報をネゴシエーションし、AP1及びAP2各々において、EHT-LTFといった参照信号に付加する直交行列を決定する。

[0095] Spatial division C-SRで使用する参照信号及び参照信号に付加する直交行列は、Spatial division C-SRで使用する総空間ストリーム数 " $N_{\text{sts, total}}$ " を基に決定される。

[0096] 図 10 は、参照信号及び直行行列の決定例を説明する図である。AP1及びAP2各々は、図 10 に示すテーブル T B 1 をメモリに記憶する。テーブル T B 1 は、総空間ストリーム数 ($N_{\text{sts, total}}$) と、参照信号数 ($N_{\text{EHT-LTF}}$) と、P行列 ($P_{\text{EHT-LTF}}$) との関係を示す。

[0097] 以下で説明するが、AP1及びAP2は、ネゴシエーションにより、Spatial division C-SRに用いる共通のP行列を、テーブル T B 1 を参照して決定する。AP1及びAP2は、決定した共通のP行列を用いて、AP1及びAP2に割り当てられる空間ストリームを決定する。例えば、AP1は、決定した共通のP行列 (列数=総空間ストリーム数 " $N_{\text{sts, total}}$ ") のうち、AP1に割り当てられた成分 (例えば、図 9 に示す点線枠 A 8) を決定する。AP2も、決定した共通のP行列のうち、AP2に割り当てられた成分 (例えば、図 9 に示す点線枠 A 9) を決定する。

[0098] 空間ストリームに関する情報を含む、Spatial division C-SRに関する制御情報は、Trigger frame (TF) に含めて通知されてもよい。Spatial division C-SRに関する制御情報は、図 6 のMulti-AP協調送信制御信号 (S 9) に含まれてもよい。以下、Multi-AP協調送信制御信号にTFを用いる例として、図 11 ~ 図 13 を参照してTFのフォーマットについて説明する。

- [0099] 図 1 1 は、TFの共通情報の一例を示した図である。Spatial division C-SR に関する制御情報の通知には、図 1 1 に示すように、Basic TFが用いられて もよい（既存のTFが拡張されてもよい）。
- [0100] TFには、共通情報（Common Info）と、ユーザ情報（User Info）とが含ま れる。APは、TFの共通情報を使用して、TFにSpatial division C-SRに関する 制御情報が含まれる否かを通知してもよい。すなわち、APは、Basic TFを用 いて、Spatial division C-SRの制御情報をシグナリングしてもよい。
- [0101] Basic TFの共通情報のReserved subfieldが、Spatial division C-SRの制 御情報を含むか否かを通知するSpatial division C-SR subfieldに読み替え られてもよい。Spatial division C-SR subfieldに読み替えられたReserved subfieldは、1bitのsubfieldであってもよい。
- [0102] 例えば、Spatial division C-SR subfield=0の場合、TFは、Spatial divis ion C-SRの制御情報を含まない。Spatial division C-SR subfield=1の場合 、TFは、Spatial division C-SRの制御情報を含む。
- [0103] Spatial division C-SR subfieldによって、TFにSpatial division C-SRの 制御情報が含まれることを通知された場合、共通情報に含まれるNumber of H E/EHT-LTF symbols subfieldは、協調送信の総HE/EHT-LTF数（総参照信号数 ）を通知するNumber of Total HE/EHT-LTF symbols subfieldに読み替えられ てよい。例えば、Spatial division C-SR subfield=1の場合、Number of T otal HE/EHT-LTF symbols subfieldは、Spatial division C-SRで送信される 総HE/EHT-LTF数を通知するsubfieldであってもよい。
- [0104] Number of Total HE/EHT-LTF symbols subfieldは、Sharing APとShared A Pとが、共通のP行列を取得するための情報フィールドと捉えてもよい。
- [0105] 例えば、Sharing APであるAP1は、或る基準又は図 6 の S 7 にて通知された リクエスト情報（Shared APであるAP2からのリクエスト情報）に基づいて、S patial division C-SRに用いる総空間ストリーム数を決定する。AP1は、AP1 のメモリに記憶されている図 1 0 に示したテーブル T B 1 を参照し、決定し た総空間ストリーム数に対応する総HE/EHT-LTF数（図 1 0 の $P_{\text{EHT-LTF}}$ ）を取得す

る。Sharing APは、取得した総HE/EHT-LTF数 ($P_{\text{EHT-LTF}}$) を、Number of Total HE/EHT-LTF symbols subfieldに含め、Shared APであるAP2に通知する。

[0106] Shared APであるAP2は、Number of Total HE/EHT-LTF symbols subfieldによって通知された総HE/EHT-LTF数 ($P_{\text{EHT-LTF}}$) に基づいて、AP2のメモリに記憶されている図10のテーブルTB1を参照し、P行列を取得する。

[0107] これにより、Sharing AP及びShared APは、共通のP行列を取得できる。そして、図10で説明したように、Sharing AP及びShared APは、共通のP行列を用いて、空間ストリームを決定する。

[0108] なお、上記では、Number of Total HE/EHT-LTF symbols subfieldは、総HE/EHT-LTF数を通知するsubfieldとしたが、これに限られない。Number of Total HE/EHT-LTF symbols subfieldは、総空間ストリーム数を通知するsubfieldであってもよい。Number of Total HE/EHT-LTF symbols subfieldは、総HE/EHT-LTF数、又は、総空間ストリーム数を介して、Spatial division C-SRに用いるP行列を通知するsubfieldと捉えてもよい。

[0109] 図12は、TFのユーザ情報の一例を示した図である。TFの共通情報のSpatial division C-SR subfieldにおいて、TFにSpatial division C-SRの制御情報が含まれることが通知される場合、TFのユーザ情報において、AP/STA毎の空間ストリーム割当情報と、Spatial division C-SR信号の送信信号電力とが通知されてもよい。

[0110] ユーザ情報のAID12 subfieldには、Spatial division C-SRに関する制御情報の宛先（送信先装置）を示す情報が含まれる。宛先を示す情報は、例えば、AP/STA（通信装置）の識別子である。

[0111] Spatial division C-SRに関する制御情報の宛先には、SS Allocation/RA-RU Information subfield（以下、SS Allocation subfieldと称することがある）で通知される空間ストリーム情報の種類が通知される。

[0112] ユーザ情報に含まれるReserved subfieldを使用して、SS Allocation subfieldで通知される空間ストリーム情報の種類が宛先に通知されてもよい。当該Reserved subfieldは、1bitのsubfieldであってもよい。当該Reserved sub

fieldは、Spatial Division C-SR SS type subfieldと称されてもよい。

[0113] 例えば、Spatial Division C-SR SS type subfield=0は、SS Allocation subfieldに、宛先が使用する空間ストリームの情報が含まれることを示す。Spatial Division C-SR SS type subfield=1は、SS Allocation subfieldに、宛先が使用可能な空間ストリームの範囲の情報が含まれることを示す。

[0114] SS Allocation subfieldには、Starting Spatial Stream subfieldと、Number Of Spatial Streams subfieldとが含まれる。Starting Spatial Stream subfieldは、P行列における空間ストリームの開始位置を示し、Number Of Spatial Streams subfieldは、空間ストリームの数を示す。

[0115] SS Allocation subfieldに含まれる情報は、P行列から一部の行列を切り出す情報と捉えてもよい。例えば、TFの宛先（例えば、図12に示すAID12）をAP2とする。この場合、AP2に送信されるTFに含まれるSS Allocation subfieldには、図9に示したP行列からAP2に関する行列（図9の点線枠A9を参照）を切り出す情報が含まれる。

[0116] 具体的には、SS Allocation subfieldのStarting Spatial Stream subfieldにおける空間ストリームの開始位置は、P行列のAP2に関する行列を切り出すための列の開始点を示し（例えば、図9の矢印A10を参照）、Number Of Spatial Streams subfieldにおける空間ストリームの数は、切り出した行列（例えば、図9の点線枠A9を参照）に含まれるAP2の空間ストリーム数を示す。

[0117] 上記したように、Spatial Division C-SR SS type subfield=0は、SS Allocation subfieldに、宛先が使用する空間ストリームの情報が含まれることを示す。従って、Spatial Division C-SR SS type subfield=0の場合、SS Allocation subfieldには、宛先に割り当てられた空間ストリーム数分の、空間ストリームの開始位置が含まれる。

[0118] 例えば、AP2に割り当てられた空間ストリーム数が“2”の場合、SS Allocation subfieldには、2つの空間ストリームの開始位置（P行列から2つの行列を切り出すための2つの開始列）が含まれる。すなわち、Spatial Divisio

n C-SR SS type subfield=0の場合、Shared AP (AP2) が使用する空間ストリームが、Sharing AP (AP1) によって指定される。

[0119] 一方、Spatial Division C-SR SS type subfield=1は、SS Allocation subfieldに、宛先が使用する空間ストリームの範囲の情報が含まれることを示す。従って、Spatial Division C-SR SS type subfield=1の場合、SS Allocation subfieldには、1つの空間ストリームの開始位置が含まれる。

[0120] 例えば、AP2は、Sharing APから通知された1つの空間ストリームの開始位置と、空間ストリーム数とを用いて、共通のP行列から、1つのP行列を切り出す。AP2は、切り出したP行列を用いて、AP2が使用する空間ストリームを自律的に（例えば、AP2に設定された或る基準に従って）決定する。すなわち、Spatial Division C-SR SS type subfield=1の場合、AP2 (Shared AP) が使用できる空間ストリームの範囲がSharing APによって指定され、AP2が、Sharing APが指定した空間ストリームの範囲内において、使用する空間ストリームを自律的に決定する。

[0121] なお、Sharing APも、Shared APと共通のP行列を用いて、Sharing APが使用する空間ストリーム（P行列の切り出し）を決定する。例えば、Sharing APであるAP1は、図9に示す点線枠A10の切り出しを決定する。

[0122] また、SS Allocation subfieldには、空間ストリームを識別する識別子 (SS ID) が含まれてもよい。例えば、Spatial Division C-SR SS type subfield=0の場合、Sharing APが、Shared APに割り当てた空間ストリームごとに、SS IDを決定する。SS IDは、例えば、Starting Spatial Stream subfieldの空間ストリームの開始位置と紐づけられる。これにより、Shared APには、SS IDが付与された空間ストリームが指定される。一方、Spatial Division C-SR SS type subfield=1の場合、Sharing APが、Shared APにおいて使用できるSS IDの範囲を指定し、Shared APが、指定されたSS IDの範囲内から、Shared APが決定した空間ストリームに割り当てる（紐づける）。なお、SS IDは、空間ストリーム番号と称されてもよい。

[0123] Spatial division C-SRに関する制御情報の通知には、Basic TFではなく、

Multi-AP用の新たなTFが用いられてもよい。Multi-AP用の新たなTFは、Multi-AP TFと称されてもよい。

- [0124] 図13は、Multi-AP TFの共通情報の一例を示した図である。Multi-AP TFは、共通情報と、ユーザ情報（図示を省略）とを有する。Multi-AP TFの共通情報は、図13に示すように、Multi-AP type subfieldと、Number of HE/EHT symbols subfieldとを有する。
- [0125] Multi-AP TFのMulti-AP type subfieldにおいて、Multi-AP協調送信方法が通知される。例えば、協調グループに、Spatial division C-SRが適用される場合、Multi-AP TFのMulti-AP type subfieldには、Spatial division C-SRが適用されることを示す情報が含まれる。
- [0126] Multi-AP type subfieldにおいて、Spatial division C-SRの適用が通知される場合、Multi-AP TFの共通情報に含まれるNumber of HE/EHT symbols subfieldは、協調送信の協調送信の総HE/EHT-LTF数を通知するNumber of total HE/EHT symbolsに読み替える。
- [0127] また、Multi-AP type subfieldにおいて、Spatial division C-SRの適用が通知される場合、図12で説明したBasic TFのユーザ情報と同様に、Multi-AP TFのユーザ情報において、AP/STA毎の空間ストリーム割当情報と、Spatial division C-SR信号の送信信号電力とが通知される。
- [0128] Multi-AP TFによってSpatial division C-SRに関する制御情報を通知されたAPは、spatial division C-SR信号を各宛先STAに送信する。APは、spatial division C-SR信号のユーザ情報（例えば、EHT-SIGのUser field）に、宛先STAに関する空間ストリーム割当情報を含める。換言すれば、APは、同時にSpatial division C-SR信号を送信する他のAP（協調APとも呼ぶ）の宛先STAに関する空間ストリーム割当情報を、spatial division C-SR信号に含めない。
- [0129] Spatial division C-SRは、各APが協調送信する信号の与干渉を軽減するための送信電力制御に加え、共通の直交行列の成分を付加し、参照信号を直交化する。これにより、Spatial division C-SRは、協調送信の参照信号間で発生する位相回転による干渉を軽減する。Spatial division C-SRは、参照信号

間の干渉を抑制するため、受信機でのチャネル推定精度が改善し、システムスループットを向上できる。

[0130] <第1の実施の形態のまとめ>

以上説明したように、通信装置は、協調送信に用いる空間ストリームを決定するために、他の通信装置とネゴシエートする。通信装置は、ネゴシエートにおいて得られる空間ストリームに関する情報に基づいて、協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する。

[0131] 例えば、通信装置は、他の通信装置とのネゴシエートによって得られた総HE/EHT-LTF数、又は、総空間ストリーム数に基づいて直交行列を決定し、決定した直交行列を用いて、協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する。

[0132] これにより、通信装置は、協調送信における参照信号の干渉を抑制できる。

[0133] <変形例1>

変形例1では、協調送信において、AP毎に使用可能な空間ストリームの範囲と、総空間ストリーム数とを、事前にネゴシエートする。例えば、APは、所属する協調グループ内で、空間ストリーム割当情報をネゴシエートする。

[0134] 協調グループは、例えば、AP candidate set及びVirtual BSSを含む。AP candidate setは、複数のAPから構成されるグループである。AP candidate setに含まれるAPから、Multi-AP協調送信を行うためのSharing APとShared APとが決定される。Virtual BSSは、Multi-AP協調送信を実施するために複数のBSSで構成されるグループである。協調グループは、複数のAPで構成されるグループでもよいし、複数のAPと複数のSTAとで構成されるグループでもよい。

[0135] 図14は、変形例1に係る通信システムの構成例を示した図である。図14に示すAP1~AP4及びSTA1~STA4は、1つの協調グループ（或る協調グループ）に含まれ、空間ストリームに関する情報（空間ストリーム割り当て情報）をネゴシエートする。別言すれば、AP1~AP4は、共通のAP candidate setに含まれ、空間ストリームに関する情報をネゴシエートする。

[0136] AP candidate setには、協調グループの制御を主導するAPが含まれる。協

調グループの制御を主導するAPは、Coordination APと称されてもよい。Coordination APに追従するAPは、Coordinated APと称されてもよい。例えば、図 14 のAP1がCoordination APであってもよい。AP2～AP4がCoordinated APであってもよい。

- [0137] なお、Coordination APは、Sharing APになってもよく、Shared APになってもよい。
- [0138] Coordination APは、協調グループに所属するAPにインデックス（例えば、AP ID）を割り当てる。また、Coordination APは、協調グループに所属するAPに使用可能な空間ストリームの範囲を割り当てる。
- [0139] 例えば、図 14 に示すように、Coordination APであるAP1は、協調グループに所属するAP1～AP4のそれぞれに、AP ID=0～3を割り当てる。また、Coordination APであるAP1は、協調グループに所属するAP1にSS ID=1～4を割り当てる。Coordination APであるAP1は、協調グループに属するAP2にSS ID=5～8を割り当てる。Coordination APであるAP1は、協調グループに属するAP3にSS ID=9～12を割り当てる。Coordination APであるAP1は、協調グループに属するAP4にSS ID=13～16を割り当てる。
- [0140] Coordination APは、各APに割り当てたインデックスと、空間ストリームの範囲と、Spatial division C-SR協調送信における総空間ストリーム数とを、ビーコン信号等を含めてCoordinated APに通知する。
- [0141] また、Coordination APは、協調グループに新規参加するAPに、AP IDと使用可能な空間ストリームの範囲とを協調グループのアソシエーション応答信号等を含めて通知する。
- [0142] 協調グループに所属するAPは、同じ協調グループに所属する他のAPの送信信号（例えば、Multi-AP TF）によって、Spatial division C-SRの使用が通知された場合、事前に割り当てられた空間ストリームの範囲で空間ストリーム数をスケジューリングする。例えば、APは、総空間ストリーム数に対応したP行列を使用して、Spatial division C-SR信号を送信する。
- [0143] 変形例 1 では、協調グループ内において、空間ストリームに関する情報を

事前にネゴシエートする。これにより、通信装置は、Spatial division C-SRの送信毎に空間ストリーム情報を通知しなくてもよく、他の通信装置に通知する情報を削減できる。例えば、Spatial division C-SRの制御情報をTFで送信する場合、図12で説明したTFのユーザ情報から、AP毎の空間ストリーム情報を削減できる。また、変形例1では、Spatial division C-SR送信のシグナリング量を削減できるため、システムスループットが改善される。

[0144] なお、変形例1では、Coordination APが空間ストリームの範囲をCoordinated APに指定し、Coordinated APが指定された空間ストリームの範囲から、Coordinated APが使用する空間ストリームを決定する。従って、変形例1は、Spatial Division C-SR SS type subfield=1における動作と捉えてもよい。

[0145] <変形例2>

変形例2では、APは、AP/STAの空間ストリームに関する処理能力に基づいて、Multi-AP協調送信に関する情報をネゴシエートする。処理能力は、例えば、AP/STA毎のcapability情報である。

[0146] AP/STAは、空間ストリームに関するcapability情報をビーコン等に含めてAPに通知する。例えば、STAは、共通のBSSに所属しているAPにcapability情報を送信する。また、例えば、APは、共通の協調グループに所属しているAPにcapability情報を送信する。

[0147] 図15は、capability情報を通知する信号（Multi-AP coordination information element）の一例を示した図である。Multi-AP協調送信に関するcapability情報を通知する信号は、例えば、Multi-AP coordination information elementと称されてもよい。Multi-AP coordination information elementは、各協調送信方法のcapability情報を含む。

[0148] 図15に示すように、C-SR subfieldは、C-SR capability subfieldと、Spatial division C-SR capability subfieldとの2つのC-SR typeに関するcapability情報を含む。C-SR capability subfield及びSpatial division C-SR subfieldは、それぞれ1bitのsubfieldであってもよい。

[0149] 1bitのsubfieldは、対応するsubfieldのC-SR typeが、AP/STAにおいてサポ

ートされているか否かを示す。例えば、Spatial division C-SR subfield=0の場合、Spatial division C-SRが、AP/STAにおいてサポートされていないことが通知される。Spatial division C-SR subfield=1の場合、Spatial division C-SRが、AP/STAにおいてサポートされていることが通知される。また、C-SR subfield=0の場合、C-SRが、AP/STAにおいてサポートされていないことが通知される。C-SR subfield=1の場合、C-SRが、AP/STAにおいてサポートされていることが通知される。

[0150] APは、AP/STAから受信したcapability情報に基づいて、Spatial division C-SRのスケジューリングを決定する。例えば、APは、Spatial division C-SR capabilityに基づいて、Spatial division C-SRの宛先スケジューリングを決定する。また、例えば、APは、Spatial division C-SRをサポートしていないSTAより、Spatial division C-SRをサポートしているSTAが多い場合、Multi-AP協調送信でSpatial division C-SRを使用することを決定する。

[0151] また、APは、Spatial division C-SR capabilityとMultiple-antenna cancelling (MAIC) capabilityとに基づいて、許容受信干渉レベルを決定する。許容受信干渉レベルは、例えば、Acceptable receiver interference level (ARIL) であってもよい。

[0152] 例えば、APは、STAがMAICとSpatial division C-SRとをサポートしている場合、MAICによる干渉軽減効果が期待できるため、ARILを引き上げる。例えば、一般的に使用されるARILは、Packet error rate (PER) =0.1を保証する電力値（例えば、Signal-to-Noise level (SNR) ）とするが、STAがMAICとSpatial division C-SRとをサポートしている場合、APは、 $PER=0.1-\alpha$ （ α は任意の定数）を保証する電力値に変更してもよい。

[0153] また、APは、AP/STAがSpatial division C-SRをサポートするか否かに基づいて、TFで通知される送信電力情報を読み替える。

[0154] 図16は、送信電力テーブルの一例を示した図である。C-SR及びSpatial division C-SRにおける送信電力が、既定のテーブル（Value（例えば、ValueはC-SR及びSpatial division C-SRにおける送信電力情報を通知するsubfield

の値)とC-SR Tx Powerとを対応付けたテーブル)から選択される場合(例えば、プリアンブル信号に含まれるSpatial Reuse subfield)、APは、Multi-AP協調送信方法を参照し、C-SRかSpatial division C-SRかで送信電力を変更する。

[0155] 例えば、Multi-AP協調送信方法がC-SRの場合、APは、既定のテーブルを用いて、C-SRにおける送信電力を選択する。Multi-AP協調送信方法がSpatial division C-SRの場合、APは、既定のテーブルにおけるC-SRの送信電力にNを加算した送信電力を選択する(Nは任意の定数)。Spatial division C-SRでは、参照信号の直交化によりチャネル推定精度の向上が期待できるため、Spatial division C-SRの送信電力を、C-SRにおける送信電力より大きく設定できる。

[0156] 変形例2では、通信装置は、受信機のcapability情報を参照し、Multi-AP協調送信以外の方法(例えば、MAIC)に基づく干渉軽減効果を考慮する。これにより、通信装置は、C-SRよりも小さい送信電力でSpatial division C-SR信号を送信でき、他の通信装置への与干渉を抑制できる。

[0157] また、通信装置は、Multi-AP協調送信方法(C-SRであるか又はSpatial division C-SRであるか)を参照し、Spatial division C-SRにおける送信電力をC-SRよりも大きくする。これにより、通信装置は、宛先端末への通信品質を向上できる。また、Spatial division C-SRによって、非宛先端末に対する干渉が軽減されるため、システムスループットが向上する。

[0158] <変形例3>

変形例3では、通信装置は、周波数リソース毎に空間ストリーム情報をネゴシエートする。周波数リソースは、20MHz channel単位であってもよい。また、周波数リソースは、同じ周波数帯に限定されない。例えば、通信装置は、5GHz帯と6GHz帯とのそれぞれで空間ストリーム情報をネゴシエートしてよい。

[0159] 図17は、周波数リソース毎における空間ストリーム情報のネゴシエート例を説明する図である。図17では、Sharing APであるAP1は、周波数リソー

ス情報と、空間ストリーム割当情報とを、TF（例えば、Multi-AP TF）のユーザ情報を用いてAP2～AP4に通知する。

[0160] 例えば、Sharing APであるAP1は、周波数帯域40MHzのうち上部20MHz channelにおいて、AP1及びAP2がSTAとSpatial division C-SR送信を行うことをAP2に通知する。また、AP1は、周波数帯域40MHzのうち下部20MHz channelにおいて、AP3及びAP4がSTAとSpatial division C-SR送信を行うことをAP3及びAP4に通知する。

[0161] 上記のように、Spatial division C-SR送信を行う周波数リソースが異なる場合、同じ空間ストリーム番号を複数のAPに割り当ててもよい。例えば、図17において、AP1及びAP3は空間ストリーム番号1、2を使用し、AP2及びAP4は空間ストリーム番号3、4を使用してもよい。

[0162] 周波数リソースは、例えば、20MHz channel帯域毎に空間ストリーム情報を割り当てる。各APは、AP1のTF受信後、Trigger frameで通知された周波数リソースを使用してSpatial division C-SR送信を行う。

[0163] 変形例3では、通信装置は、周波数リソース毎に空間ストリーム情報をネゴシエートする。これにより、通信装置は、周波数分割多重に基づく通信ができ、複数のSpatial division C-SR送信を同時に送信でき、システムスループットを改善できる。

[0164] <第2の実施の形態>

第2の実施の形態では、複数のAPと複数のSTAとがUL Multi-AP協調送信を行う。以下では、一例として、2つのAPがMulti-AP協調送信に関する制御信号をAP間で送受信して、UL Multi-AP協調送信で使用する空間ストリームに関する情報をネゴシエートし、他のAPとSTAとに通知する方法について説明する。

[0165] なお、第2の実施の形態に係る通信システムの構成例は、図5に示した構成例と同様であり、その説明を省略する。

[0166] <シーケンス例>

図18は、第2の実施の形態に係る通信システムの動作例を示したシーケ

ンス図である。図18のS1a, S1bからS6までの処理は、図6で説明したS1a, S1bからS6までの処理と同様であり、その説明を省略する。

- [0167] AP2は、Multi-AP協調送信の参加可否の決定結果を含むMulti-AP協調送信参加応答信号をAP1に送信する（S31）。このとき、AP2は、Multi-AP協調送信参加応答信号に、協調送信の通信方向（DL/UL）及びMulti-AP協調送信方法のリクエスト情報を含めてもよい。AP2は、リクエスト情報に、後述するSpatial division C-SRを含める場合、Multi-AP協調送信で送信したい空間ストリーム数の情報を含めてもよい。
- [0168] AP1は、Multi-AP協調送信参加応答信号の受信処理を行い（S32）、Multi-AP協調送信に参加可能なAPの情報から、Multi-AP協調送信方法を決定し、協調信号のスケジューリングを行う。Multi-AP協調送信方法には、Spatial division C-SR、C-SR、JT、CBF、COFDMA、又は、CTDMA等がある。
- [0169] AP1は、スケジューリング結果を含むMulti-AP協調送信制御信号をAP2に送信する（S33）。
- [0170] Multi-AP協調送信制御信号には、例えば、協調送信の通信方向（DL/UL）、Multi-AP協調送信信号の宛先情報、各APが使用可能なリソース情報、協調送信信号の振幅・位相への重み付けに関する情報、送信信号電力情報、及び、送信タイミング情報が含まれる。UL Multi-AP協調送信においてSpatial division C-SRを行う場合、Multi-AP協調送信制御信号には、AP毎の電力情報（使用可能な送信電力や、許容干渉量）や、使用可能な空間ストリーム情報を含む。Multi-AP協調送信制御信号は、Trigger Frame（例えば、図11、図12）、MAP Trigger Frame（例えば、図13）に含めて送信されてもよい。
- [0171] AP2は、AP1から送信されたMulti-AP協調送信制御信号を受信する（S34）。
- [0172] APは、Multi-AP協調送信制御信号で通知されたリソース情報等に基づき、STAがUL信号を送信するためのスケジューリングを行い、UL Multi-AP協調送信信号を配下のSTAに送信する（S35a, S35b）。UL Multi-AP協調送信

制御信号には、例えば、STA毎のリソース情報、送信信号電力、及び送信タイミング情報が含まれる。UL Multi-AP協調送信制御信号は、例えば、Trigger Frameに含めて送信されてもよい。

[0173] STAは、UL Multi-AP協調送信制御信号の受信処理を行い（S 3 6 a, S 3 6 b）、自分宛のユーザ情報で通知されたリソース情報を基に、UL Multi-AP協調送信信号（例えば、TB PPDU）を送信する（S 3 7 a, S 3 7 b）。

[0174] APは、UL Multi-AP協調送信信号の受信処理を行う（S 3 8 a, S 3 8 b）。

[0175] APは、受信した信号に誤りが無い場合、Multi-AP協調送信信号の送信元STAに対して応答信号（例えば、Acknowledge（ACK）又はBlock ACK（BA））を送信する（S 3 9 a, S 3 9 b）。

[0176] <通信装置のブロック構成例>

図 1 9 は、通信装置のブロック構成例を示した図である。図 1 9 に示すブロック構成例の通信装置は、例えば、APといったUL無線受信装置である。

[0177] 無線受信部 4 1 は、アンテナを介して、DL無線送信装置及びDL無線受信装置（例えば、STA）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変換等の無線受信処理を行う。無線受信部 4 1 は、無線受信処理後の信号をプリアンプル信号とデータ信号とに分割し、プリアンプル信号をプリアンプル復調部 4 2 に、データ信号をデータ復調部 4 3 に出力する。

[0178] プリアンプル復調部 4 2 は、無線受信部 4 1 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FFTを行い、データ信号の復調及び復号に用いられる受信制御情報を抽出する。受信制御情報には、例えば、BW、MCS、及び誤り訂正符号といった情報が含まれる。

[0179] また、プリアンプル復調部 4 2 は、空間ストリーム制御部 4 5 から出力されたUL無線送信装置の空間ストリーム割当情報を基に、プリアンプル信号に含まれる参照信号（例えば、non-Legacy LTF）を用いてチャネル推定を行い、チャネル推定値を導出する。プリアンプル復調部 4 2 は、受信制御情報をデータ復調部 4 3 及びデータ復号部 4 4 に出力し、チャネル推定値をデータ

復調部43に出力する。

[0180] データ復調部43は、無線受信部41から出力されたデータ信号に対してFFTを行い、プリアンブル復調部42から出力された受信制御情報とチャネル推定値とを用いて復調を行う。データ復調部43は、復調データ信号をデータ復号部44に出力する。

[0181] データ復号部44は、データ復調部43から出力された復調データ信号に対して、プリアンブル復調部42から出力された受信制御情報を用いて復号を行う。データ復号部44は、復号データ信号をCRC等の方法で誤り判定を行う。復号データ信号に誤りがない場合、データ復号部44は、復号データ信号を、空間ストリーム制御部45とMulti-AP協調送信スケジューリング部46とに出力する。

[0182] また、データ復号部44は、復号データに誤りがなく、復号データにMulti-AP協調送信に関する空間ストリーム情報が含まれている場合、空間ストリーム制御部45に空間ストリーム情報を出力する。空間ストリーム情報には、例えば、空間ストリームに関するcapability情報や、Multi-AP協調送信方法毎の使用可能な空間ストリーム番号といった情報が含まれる。

[0183] 空間ストリーム制御部45は、データ復号部44から出力された復号データ信号に、Multi-AP協調送信における空間ストリームに関するcapability情報が含まれている場合、Multi-AP協調送信において、他のAPが使用可能な空間ストリーム番号を決定し、Multi-AP協調送信スケジューリング部46に出力する。

[0184] また、空間ストリーム制御部45は、データ復号部44から出力された復号データ信号に、使用可能な空間ストリーム情報が含まれている場合、使用可能な空間ストリーム情報をバッファに保存する。

[0185] また、空間ストリーム制御部45は、Multi-AP協調送信スケジューリング部46から出力された協調送信スケジューリング情報に、UL無線送信装置宛の空間ストリーム割当情報が含まれている場合、空間ストリーム情報をバッファに保存する。空間ストリーム制御部45は、データ復号部44から出力

された復号データにMulti-AP協調送信の送信を指示する情報が含まれている場合、バッファに保存した使用可能な空間ストリーム情報を、Multi-AP協調送信スケジューリング部46に出力する。

[0186] Multi-AP協調送信スケジューリング部46は、協調送信のスケジューリング情報を決定する。例えば、Multi-AP協調送信スケジューリング部46は、Multi-AP協調送信方法、協調送信に参加するユーザ情報、ユーザ毎に使用可能なリソース（例えば、周波数リソースや空間ストリームリソース）情報、送信電力情報、MCS、及び、誤り訂正符号を決定する。

[0187] また、Multi-AP協調送信スケジューリング部46は、空間ストリーム制御部45から出力された、Multi-AP協調送信におけるAP毎に使用可能な空間ストリーム番号を基に、協調送信に参加するAP毎の空間ストリーム割当を決定する。

[0188] また、Multi-AP協調送信スケジューリング部46は、空間ストリーム制御部45から出力された、使用可能な空間ストリーム情報を基に、図19のUL無線送信装置がMulti-AP協調送信で使用する空間ストリーム割当を決定する。

[0189] Multi-AP協調送信スケジューリング部46は、協調信号スケジューリング情報を、データ生成部47、データ符号化部48、データ変調部49、プリアンプル生成部50、及び空間ストリーム制御部45に出力する。

[0190] データ生成部47は、Multi-AP協調送信スケジューリング部46から出力された協調信号スケジューリング情報に基づいて、UL無線受信装置又はUL無線送信装置宛に送信するデータ系列を生成する。UL無線受信装置宛に送信するデータ系列には、例えば、Multi-AP協調送信能力情報を含むビーコン信号、Multi-AP協調送信参加要求信号、Multi-AP協調送信参加応答信号、及びMulti-AP協調送信制御信号が含まれる。UL無線送信装置に送信するデータ系列には、例えば、UL Multi-AP協調送信信号の送信を指示する制御情報が含まれる。データ生成部47は、生成したデータ系列を、データ符号化部48に送信する。

- [0191] データ符号化部48は、データ生成部47から出力されたデータ系列に対して、Multi-AP協調送信スケジューリング部46から出力された協調信号スケジューリング情報に基づいて符号化を行い、符号化データをデータ変調部49に出力する。
- [0192] データ変調部49は、データ符号化部48から出力された符号化データ信号に対して、Multi-AP 協調送信スケジューリング部46から出力された協調信号スケジューリング情報に基づいて変調及びIFFTを行い、変調データ信号を無線送信部51に出力する。
- [0193] プリアンブル生成部50は、Multi-AP協調送信スケジューリング部46から出力されたスケジューリング情報に基づいてプリアンブル信号を生成する。プリアンブル生成部50は、プリアンブル信号の変調及びIFFT処理を行い、無線送信部51に出力する。
- [0194] 無線送信部51は、データ変調部49から出力された変調データ信号に、プリアンブル生成部50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を生成する。無線送信部51は、無線フレームに対するD/A変換と、キャリア周波数に対するアップコンバート等の無線送信処理とを行い、無線送信処理後の信号を、アンテナを介しUL無線受信装置又はUL無線送信装置に送信する。
- [0195] 図20は、通信装置のブロック構成例を示した図である。図20に示すブロック構成例の通信装置は、例えば、STAといったUL無線送信装置である。
- [0196] 無線受信部61は、アンテナを介して、DL無線送信装置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変換等の無線受信処理を行う。無線受信部61は、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63に、プリアンブル信号をプリアンブル復調部62に出力する。
- [0197] プリアンブル復調部62は、無線受信部61から出力されたプリアンブル信号に対してFFTを行い、データ部の復調及び復号に用いられる受信制御情報を抽出する。受信制御情報には、例えば、BW、MCS、及び誤り訂正符号といった情報が含まれる。

- [0198] また、プリアンプル復調部62は、プリアンプル信号に含まれる参照信号を基にチャネル推定を行い、チャネル推定値を導出する。プリアンプル復調部62は、受信制御情報をデータ復調部63及びデータ復号部64に出力し、チャネル推定値をデータ復調部63に出力する。
- [0199] データ復調部63は、無線受信部61から出力されたデータ信号に対してFFTを行い、プリアンプル復調部62から出力された受信制御情報とチャネル推定値とを用いてデータ信号を復調する。データ復調部63は、復調データ信号をデータ復号部64に出力する。
- [0200] データ復号部64は、データ復調部63から出力された復調データ信号に対して、プリアンプル復調部62から出力された受信制御情報を用いて復号を行う。データ復号部64は、復号データ信号をCRC等の方法で誤り判定を行う。復号データ信号に誤りがない場合、データ復号部64は、復号データ信号を、空間ストリーム制御部65、データ生成部66、及びプリアンプル生成部67に出力する。
- [0201] 空間ストリーム制御部65は、データ復号部64から復号データ信号が出力された場合、復号データ信号に含まれるUL Multi-AP協調送信信号制御情報の空間ストリーム割当情報を抽出し、プリアンプル生成部67に出力する。
- [0202] データ生成部66は、データ復号部64から出力された復号データ信号に、UL Multi-AP協調送信信号制御情報が含まれている場合、UL Multi-AP協調送信信号制御情報に基づき、UL無線受信装置宛に送信するデータ系列を生成する。データ生成部66は、生成したデータ系列に符号化を行い、所定の周波数リソースに割り当てて変調及びIFFT処理をし、データ信号を生成する。データ生成部66は、生成したデータ信号を、無線送信部68に出力する。
- [0203] プリアンプル生成部67は、データ復号部64から出力された復号データ信号に、UL Multi-AP協調送信信号制御情報が含まれている場合、UL Multi-AP協調送信信号制御情報に基づき、プリアンプル信号を生成する。
- [0204] また、プリアンプル生成部67は、空間ストリーム制御部65から出力された空間ストリーム割当情報に基づいて、プリアンプル信号に含まれる参照

信号に付加する直交行列を決定し、参照信号に付加する。プリアンブル生成部67は、プリアンブル信号の変調及びIFFT処理を行い、無線送信部68に出力する。

[0205] 無線送信部68は、データ生成部66から出力されたデータ信号に、プリアンブル生成部67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を生成する。無線送信部68は、無線フレームに対するD/A変換と、キャリア周波数に対するアップコンバート等の無線送信処理とを行い、無線送信処理後の信号を、アンテナを介しUL無線受信装置に送信する。

[0206] <第2の実施の形態のまとめ>

以上説明したように、APは、ULの協調送信に用いる空間ストリームを決定するために、他のAPとネゴシエートする。APは、ネゴシエートにおいて得られた空間ストリームに関する情報を、STAに送信する。STAは、空間ストリームに関する情報に基づいて、ULの協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する。これにより、STAは、ULの協調送信における参照信号の干渉を抑制できる。

[0207] <第3の実施の形態>

第3の実施の形態では、APが、TFにより、EHT-LTF又はnon-Legacy LTFといった参照信号の送信タイミングを変更する。

[0208] 図21は、第3の実施の形態に係るTFを用いた送信タイミングの変更例を説明する図である。図22は、TFのユーザ情報の一例を示した図である。

[0209] 図21に示すように、AP1 (Sharing AP) は、MAP TFに、C-SR信号の送信タイミングに関するoffset情報を含めてAP2 (Shared AP) に通知する。

[0210] 図22に示すように、Sharing APは、MAP TFのUser InfoにおけるTrigger dependent User Info subfieldに、offset情報を含めてShared APに通知する。

[0211] Offset情報を含むMAP TFを受信したAPは、ユーザ情報で通知されたoffset情報を基に、MAP TFの受信後、“Short Interframe Space (SIFS) +offset”経過した後に、C-SR信号をSTAに送信する（図21のSIFS及びoffsetを参照）

。

[0212] なお、offsetは、例えば、AP1の参照信号と、AP2の参照信号とがオーバーラップしないように決定されてもよい。例えば、図26に示すように、AP1のEHT-LTFと、AP2のEHT-LTFとがオーバーラップしないように、offsetは、決定されてもよい。

[0213] <第3の実施の形態のまとめ>

以上説明したように、通信装置は、他の通信装置が送信する協調送信信号に含まれる参照信号の送信タイミングを決定する。通信装置は、決定した送信タイミングの情報を、他の通信装置に送信する。例えば、図21に示したように、AP1は、AP2が送信するC-SR信号に含まれる参照信号の送信タイミングを決定し、決定した送信タイミングの情報を、AP2に送信する。

[0214] これにより、通信装置が送信する参照信号と、他の通信装置が送信する参照信号とのオーバーラップが回避され、参照信号の干渉が抑制される。

[0215] <変形例1>

変形例1では、TFにより、参照信号の長さを変更し、参照信号がオーバーラップするタイミングをずらす。

[0216] 図23は、フレームのタイミング例を示した図である。図24は、TFのユーザ情報の一例を示した図である。図25は、C-SR Announcement frameの一例を示した図である。図26は、C-SR信号の一例を示した図である。

[0217] 図23に示すように、AP1 (Sharing AP) は、MAP TFに、C-SR信号の参照信号の長さ情報を含めてAP2 (Shared AP) に通知する。

[0218] 図24に示すように、Sharing APは、MAP TFのUser Infoにおけるdummy length subfieldに、参照信号の長さ情報を含めてShared APに通知する。

[0219] 参照信号の長さ情報を含むMAP TFを受信したAPは、受信したMAP TFのdummy length subfieldに含まれる参照信号の長さ情報を、C-SR信号の宛先STAに送信する。例えば、参照信号の長さ情報を含むMAP TFを受信したAPは、図25に示すC-SR Announcement frameに参照信号の長さ情報を含めて、C-SR信号の宛先STAに送信する。

- [0220] 参照信号の長さ情報を含むMAP TFを受信したAPは、MAP TFのdummy length subfieldに含まれる長さ情報に基づいて、参照信号の前にdummy fieldを含むC-SR信号を生成する。例えば、図26の“dummy”に示すように、参照信号の長さ情報を含むMAP TFを受信したAPは、C-SR信号のData部の末尾から、dummy length subfieldで通知された長さに等しいデータをコピーし、参照信号の先頭に含めてもよい。
- [0221] また、C-SR信号のdummy fieldは、EHT-STFをdummy length subfieldで通知された長さに等しい分だけコピーし、参照信号の先頭に含めてもよい。
- [0222] STAは、C-SR信号を受信した場合、C-SR Announcement frameで通知されたdummy length subfieldに基づいて、dummy fieldを除いた参照信号を使用してチャネル推定を行う。
- [0223] 変形例1では、dummy信号を用いて、C-SR信号に含まれる参照信号の送信タイミングを変更する。これにより、通信装置は、参照信号間で発生する位相回転の干渉の影響を軽減し、チャネル推定精度を改善できる。
- [0224] <第4の実施の形態>
第4の実施の形態では、APが、AP/STA毎に参照信号に異なる系列を付加する。
- [0225] 図27は、第4の実施の形態に係るTFのユーザ情報の一例を示した図である。図28は、C-SR信号の一例を示した図である。
- [0226] Sharing APは、図27に示すように、C-SR信号に付加する系列情報を、MAP TFのTrigger dependent User Info subfieldのSequence type subfieldに含めてShared APに通知する。系列情報を含むMAP TFを受信したAPは、通知された系列情報を、図25に示すようにC-SR Announcement frameのSequence type subfieldに含めて、C-SR信号の宛先STAに送信する。
- [0227] Shared APは、通知された系列情報に基づいて、図28に示すように、参照信号に系列を付加し、C-SR信号をSTAに送信する。Sequence type subfieldで通知される系列は、例えば、Maximum (M) 系列やZadoff-Chu (ZC) 系列であってもよい。

[0228] STAは、C-SR信号を受信した場合、C-SR Announcement frameで通知された系列情報と参照信号とを使用してチャネル推定を行う。

[0229] <第4の実施の形態のまとめ>

以上説明したように、通信装置は、参照信号に付加する系列を決定し、決定した系列を他の通信装置に送信する。AP1は、C-SR信号に付加する系列の情報を決定し、AP2に送信する。

[0230] これにより、通信装置と他の通信装置は、参照信号に異なる系列を付加することができ、通信装置が送信する参照信号と、他の通信装置が送信する参照信号との干渉を抑制できる。

[0231] 以上実施の形態について説明した。

[0232] <その他>

第1の実施の形態では、C-SRにおいて空間ストリームに関する情報をネゴシエートする例を示したが、これに限定されない。空間ストリームに関する情報のネゴシエート（Spatial divisionネゴシエート）は、他のMulti-AP協調送信方法に適用されてもよい。例えば、Spatial divisionネゴシエートは、JT、CMIMO、CBFに適用されてもよい。

[0233] 第1の実施の形態では、同期送信C-SR（又は、TF-based C-SR）の例を示したが、これに限定されない。例えば、AP毎にC-SR信号の送信タイミングが異なる、非同期送信C-SRに、Spatial division C-SRを適用してもよい。その場合、各APは、ネゴシエートした空間ストリーム割当情報に従って、それぞれの送信タイミングでC-SR信号を送信する。

[0234] 第1の実施の形態では、Spatial division C-SRの送信フォーマットは、EHT PPDUを例に挙げ、EHT PPDUの参照信号であるEHT-LTF間の干渉を回避する方法を示したが、Spatial division C-SRはこれに限定されない。例えば、11beの後継規格にSpatial division C-SRを適用してもよい。

[0235] 第1の実施の形態では、Spatial division C-SRに関するcapability情報は、Multi-AP協調送信期間内（例えば、Sharing APの送信信号で通知されるTXOPの期間内）で通知してもよいし、Multi-AP協調送信期間外で通知してもよい。

。

- [0236] 第1の実施の形態の変形例1では、協調グループを制御するCoordination APは、Multi-AP協調送信を制御するSharing APと同じAPでもよい。また、Sharing APは、Coordinated APから決定してもよい。また、協調送信毎にSharing APを変更してもよいし、複数の協調送信で、同じAPがSharing APを務めてもよい。
- [0237] 上記の各実施の形態及び変形例は、組み合わせられてもよい。例えば、第1の実施の形態における開示内容は、第2の実施の形態に適用されてもよい。
- [0238] 無線受信部11, 31, 41, 61及び無線送信部21, 37, 51, 68は、通信部によって構成されてもよい。無線受信部11, 31, 41, 61及び無線送信部21, 37, 51, 68を除く各部は、プロセッサといった制御部によって構成されてもよい。
- [0239] 上述の実施の形態においては、各構成要素に用いる「・・・部」という表記は、「・・・回路 (circuitry)」、「・・・アセンブリ」、「・・・デバイス」、「・・・ユニット」、又は、「・・・モジュール」といった他の表記に置換されてもよい。
- [0240] 以上、図面を参照しながら実施の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。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、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る。そのような変更例または修正例についても、本開示の技術的範囲に属するものと了解される。また、本開示の趣旨を逸脱しない範囲において、実施の形態における各構成要素は任意に組み合わせられてよい。
- [0241] 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。

[0242] 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コンフィギュラブル・プロセッサを利用してよい。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。

[0243] 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。

[0244] 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。

- [0245] 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 I o T（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。
- [0246] 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。
- [0247] 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が含まれる。
- [0248] 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。
- [0249] 本開示の一実施例に係る通信装置は、協調送信に用いる空間ストリームを決定するために、他の通信装置とネゴシエートする制御回路と、前記他の通信装置と前記協調送信を行う通信回路と、を有し、前記制御回路は、前記ネゴシエートにおいて得られる前記空間ストリームに関する情報に基づいて、前記協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する。
- [0250] 本開示の一実施例において、前記情報は、前記空間ストリームの総空間ストリーム数であってもよい。
- [0251] 本開示の一実施例において、前記情報は、前記空間ストリームの割り当てに関する割当情報であってもよい。
- [0252] 本開示の一実施例において、前記情報は、前記空間ストリームの空間ストリーム番号であってもよい。
- [0253] 本開示の一実施例において、前記情報は、前記空間ストリームの使用可能

な範囲であってもよい。

- [0254] 本開示の一実施例において、前記空間ストリームは、前記協調送信の送信先通信装置ごとに割り当てられてもよい。
- [0255] 本開示の一実施例において、前記空間ストリームは、前記協調送信の送信先通信装置の処理能力に基づいて決定されてもよい。
- [0256] 本開示の一実施例において、前記制御回路は、当該通信装置が属するグループに属する前記他の通信装置、及び、前記協調送信の送信先通信装置とネゴシエートしてもよい。
- [0257] 本開示の一実施例において、前記制御回路は、前記協調送信の送信先通信装置の処理能力に基づいて、前記協調送信における電力を制御してもよい。
- [0258] 本開示の一実施例において、前記制御回路は、周波数リソースごとにおいてネゴシエートしてもよい。
- [0259] 本開示の一実施例に係る通信方法は、協調送信に用いる空間ストリームを決定するために、他の通信装置とネゴシエートし、前記ネゴシエートにおいて得られる前記空間ストリームに関する情報に基づいて、前記協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する。
- [0260] 本開示の一実施例に係る通信装置は、前記通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第1の参照信号と、他の通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第2の参照信号とがオーバーラップしないように、前記第2の参照信号の送信タイミングを決定する制御回路と、決定した前記送信タイミングの情報を、前記他の通信装置に送信する通信回路と、を有する。
- [0261] 本開示の一実施例に係る通信方法は、通信装置の通信方法であって、前記通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第1の参照信号と、他の通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第2の参照信号とがオーバーラップしないように、前記第2の参照信号の送信タイミングを決定し、決定した前記送信タイミングの情報を、前記他の通信装置に送信する。
- [0262] 本開示の一実施例に係る通信装置は、協調送信信号に含まれる参照信号に付加する系列を決定する制御回路と、決定した前記系列の情報を、他の通信

装置に送信する通信回路と、を有する。

[0263] 本開示の一実施例に係る通信方法は、協調送信信号に含まれる参照信号に付加する系列を決定し、決定した前記系列の情報を、他の通信装置に送信する。

[0264] 2022年2月4日出願の特願2022-016414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

[0265] 本開示の一態様は、IEEE801.11における無線通信システムに有用である。

符号の説明

[0266] 11, 31, 41, 61 無線受信部
12, 32, 42, 62 プリアンブル復調部
13, 33, 43, 63 データ復調部
14, 34, 44, 64 データ復号部
15, 35, 45, 65 空間ストリーム制御部
16, 46 スケジューリング部
17, 47, 66 データ生成部
18, 48 データ符号化部
19, 49 データ変調部
20, 50, 67 プリアンブル生成部
21, 37, 51, 68 無線送信部
36 送信信号生成部

請求の範囲

- [請求項1] 協調送信に用いる空間ストリームを決定するために、他の通信装置とネゴシエートする制御回路と、
前記他の通信装置と前記協調送信を行う通信回路と、
を有し、
前記制御回路は、前記ネゴシエートにおいて得られる前記空間ストリームに関する情報に基づいて、前記協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する、
通信装置。
- [請求項2] 前記情報は、前記空間ストリームの総空間ストリーム数である、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記情報は、前記空間ストリームの割り当てに関する割当情報である、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記情報は、前記空間ストリームの空間ストリーム番号である、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記情報は、前記空間ストリームの使用可能な範囲である、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項6] 前記空間ストリームは、前記協調送信の送信先通信装置ごとに割り当てられる、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項7] 前記空間ストリームは、前記協調送信の送信先通信装置の処理能力に基づいて決定される、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項8] 前記制御回路は、当該通信装置が属するグループに属する前記他の通信装置、及び、前記協調送信の送信先通信装置とネゴシエートする、
請求項1に記載の通信装置。

- [請求項9] 前記制御回路は、前記協調送信の送信先通信装置の処理能力に基づいて、前記協調送信における電力を制御する、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項10] 前記制御回路は、周波数リソースごとにおいてネゴシエートする、
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項11] 協調送信に用いる空間ストリームを決定するために、他の通信装置とネゴシエートし、
前記ネゴシエートにおいて得られる前記空間ストリームに関する情報に基づいて、前記協調送信の信号に含まれる参照信号を直交化する、
通信方法。
- [請求項12] 通信装置であって、
前記通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第1の参照信号と、他の通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第2の参照信号とがオーバーラップしないように、前記第2の参照信号の送信タイミングを決定する制御回路と、
決定した前記送信タイミングの情報を、前記他の通信装置に送信する通信回路と、
を有する通信装置。
- [請求項13] 通信装置の通信方法であって、
前記通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第1の参照信号と、他の通信装置が送信する協調送信信号に含まれる第2の参照信号とがオーバーラップしないように、前記第2の参照信号の送信タイミングを決定し、
決定した前記送信タイミングの情報を、前記他の通信装置に送信する、
通信方法。
- [請求項14] 協調送信信号に含まれる参照信号に付加する系列を決定する制御回

路と、

決定した前記系列の情報を、他の通信装置に送信する通信回路と、
を有する通信装置。

[請求項15]

協調送信信号に含まれる参照信号に付加する系列を決定し、
決定した前記系列の情報を、他の通信装置に送信する、
通信方法。