

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年8月18日(18.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/129201 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 11/00 (2006.01) H04W 28/06 (2009.01)
H04B 1/707 (2011.01) H04W 84/12 (2009.01)
H04L 27/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000031
- (22) 国際出願日: 2016年1月6日(06.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-026836 2015年2月13日(13.02.2015) JP
- (71) 出願人: パナソニック I P マネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: ホァン レイ (HUANG, Lei), シム ホン チェン マイケル (SIM, Hong Cheng Michael), 坂本 剛 憲 (SAKAMOTO, Takenori), 白方 亨 宗 (SHIRAKATA, Naganori).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (KAMATA, Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番6

1号パナソニック I P マネジメント株式会社内 Osaka (JP).

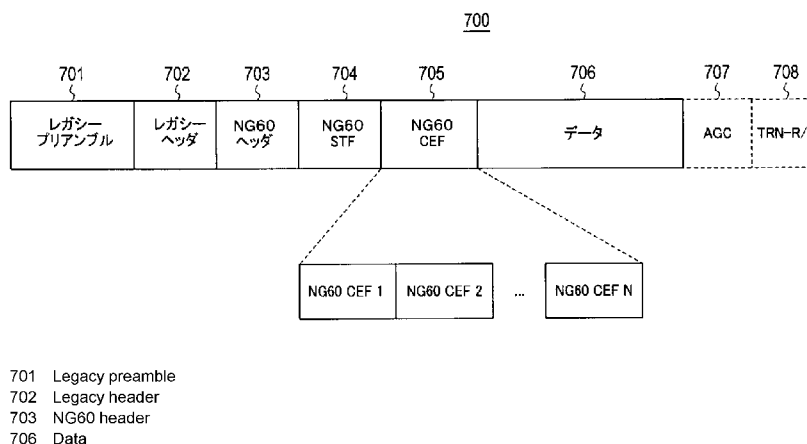
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION APPARATUS AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 無線通信装置および無線通信方法



(57) Abstract: A wireless communication apparatus that is an NG60 WiGig device comprises: a PPDU generation unit that generates an MF control PHY Physical-layer Protocol Data Unit (PPDU) including a legacy preamble, a legacy header, an NG60 header (non-legacy header), a data field and identification information indicating the inclusion of the non-legacy header; and a transmission unit that transmits the generated MF control PHY PPDU.

(57) 要約: NG60 WiGig デバイスである無線通信装置は、レガシープリアンプル、レガシーヘッダ、NG60ヘッダ (非レガシーヘッダ)、データフィールド、および、非レガシーヘッダが含まれることを示す識別情報を含むMFコントロールPHY PPDU (物理層プロトコルデータユニット) を生成するPPDU生成部と、生成されたMFコントロールPHY PPDU送信する送信部と、を具備する。

WO 2016/129201 A1

明 細 書

発明の名称：無線通信装置および無線通信方法

技術分野

[0001] 本開示は、物理層プロトコルデータユニット（PPDU：Physical layer Protocol Data Unit）を生成し、送信する無線通信装置および無線通信方法に関する。

背景技術

[0002] 60GHzミリ波帯を使用した無線通信（以下「ミリ波帯通信」という）は、免許が不要であること等から、人々の関心を集めている。WiGig（Wireless Gigabit）は、そのようなミリ波帯通信の規格の1つであり、IEEE（米国電気電子学会）によってIEEE802.11ad規格として標準化された無線通信規格である（非特許文献1参照）。

[0003] WiGigで規定される技術（以下「WiGig技術」という）は、マルチギガビットの高速デジタル伝送を可能にする。また、WiGig技術は、IEEE802.11のMAC（メディアアクセス制御）層を補足および拡張し、IEEE802.11 WLAN規格との下位互換性（backward compatibility：後方互換性とも呼ぶ）を有する。

[0004] 更に、WiGig技術は、MAC層において、インフラストラクチャBSS（基本サービスセット）及びPBSS（パーソナルBSS）などの集中ネットワークアーキテクチャをサポートする。ここで、集中ネットワークアーキテクチャとは、アクセスポイント（AP）又はパーソナルBSS制御ポイント（PCP）といった中央のコーディネータがビーコンを送信して、ネットワーク内の全てのステーション（STA）を同期させるネットワーク構造である。また、WiGig技術は、2.4GHzまたは5GHz周波数帯で動作する他のIEEE802.11 WLAN技術に比べて、BF（ビームフォーミング）をより広範に利用して指向性送信を達成する。

[0005] このように、WiGigは、高速性および後方互換性に優れ、集中ネット

ワークアーキテクチャおよびビームフォーミングのサポート性を有する等、多くの利点を有するため、注目されている。

[0006] WiGig技術の一般的な用途は、有線デジタルインタフェースにおけるケーブルによる有線通信を、無線通信に置き換えることである。例えば、WiGig技術を採用することにより、スマートフォン及びタブレット等の端末間において、インスタント同期のための無線USB (Universal Serial Bus) リンク及び、映像ストリーミングのための無線HDMI (登録商標) (High-Definition Multimedia Interface) リンクを実施することができる。

先行技術文献

非特許文献

[0007] 非特許文献1: IEEE 802.11ad-2012

発明の概要

[0008] ところが、USB 3.5及びHDMI (登録商標) 1.3等の最新の有線デジタルインタフェースでは、最大で数十Gbpsのデータ伝送が可能となっている。したがって、このような最新の有線デジタルインタフェースに匹敵するデータ伝送速度を無線通信でも実現するように、WiGig技術のさらなる進化が求められている。

[0009] そこで、本開示の一態様は、IEEE 802.11 WLAN規格との後方互換性を維持しつつ、WiGig技術においてデータ伝送速度をさらに向上させることができる無線通信装置および無線通信方法を提供する。

[0010] 本開示の態様に係る無線通信装置は、レガシープリアンプル、レガシーヘッダ、非レガシーヘッダ、データフィールド、および、非レガシーヘッダが含まれることを示す識別情報を含む物理層プロトコルデータユニットを生成するPPDU生成部と、生成された物理層プロトコルデータユニットを無線により送信する送信部と、を有する。

[0011] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、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。

[0012] 本開示に係る無線通信装置は、IEEE 802.11 WLAN規格との後方互換性を維持しつつデータ伝送速度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本開示が前提とするLFコントロールPHY PPDUのフォーマットの一例を示す図である。

[図2]本開示が前提とするレガシーヘッダの構成の一例を示す図である。

[図3]本開示が前提とするレガシーWiGigデバイスの送信ベースバンドプロセッサの構成の一例を示すブロック図である。

[図4]本開示が前提とするヘッダLDPC符号語の構成の一例を示す図である。

[図5]本実施の形態1に係る無線通信装置(NG60 WiGigデバイス)の構成の一例を示すブロック図である。

[図6]本実施の形態1におけるMFコントロールPHY PPDUのフォーマットの一例を示す図である。

[図7]本実施の形態1におけるNG60ヘッダの構成の一例を示す図である。

[図8]本実施の形態1における送信ベースバンドプロセッサの構成の一例を示すブロック図である。

[図9]本実施の形態1におけるレガシーヘッダLDPC符号語の構成の一例を示す図である。

[図10]本実施の形態1におけるNG60ヘッダLDPC符号語の構成の一例を示す図である。

[図11]本実施の形態1における受信ベースバンドプロセッサの構成の一例を示すブロック図である。

[図12]本実施の形態1におけるMFコントロールPHY PPDUの送信手法の他の例を示す図である。

[図13]本実施の形態2に係るNG60 WiGigデバイス(NG60 WiGigデバイス)の構成の一例を示すブロック図である。

[図14]本実施の形態2におけるMFコントロールPHY PPDUのフォーマットの一例を示す図である。

[図15]本実施の形態2におけるNG60ヘッダの構成の一例を示す図である。

[図16]本実施の形態2におけるNG60ヘッダの構成の他の例を示す図である。

[図17]本実施の形態2におけるヘッダLDPC符号語の構成の一例を示す図である。

[図18]本実施の形態2におけるMFコントロールPHY PPDUの送信手法の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 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。

[0015] まず、本開示の各実施の形態が前提とする、非特許文献1に記述されている従来のWiGig技術の概要について説明する。なお、従来のWiGig技術と、本開示に係るWiGig技術との区別を明瞭にするため、従来のWiGig技術に関する語句には、適宜、「レガシー」の文字を付する。

[0016] (レガシーWiGigの概要)

レガシーWiGig技術は、2.16GHzという標準帯域幅を用いることにより、最大6.7GbpsのPHY（物理層）データ速度を提供することができる。レガシーWiGigにおいて、物理層は、制御変調、シングルキャリア（SC）変調、およびOFDM（直交周波数分割多重：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）変調という3つの変調方式をサポートする。これらの変調方式により変調された物理層は、それぞれ、コントロールPHY、SC PHY、OFDM PHYと称される。

[0017] コントロールPHYは、主に、ビームフォーミング（BF）トレーニングに関連する制御・拡張フレームを送信するために使用される。かかるフレームは、セクタスイープ（SSW：Sector Sweep）フレーム、SSWフィードバックフレーム、ビーム微調整プロトコル（BRP）フレーム、および指向

性マルチギガビット（DMG : Directional Multi-Gigabit）ビーコンフレーム等である。

[0018] 更に、コントロールPHYは、衝突回避に関連する制御フレームを送信するために使用される。かかるフレームは、RTS（Request-to-Send : 送信要求）フレーム、DMG CTS（Clear-to-Send : 送信可）フレーム、およびDMG DTS（Denial-to-Send : 送信不可）フレーム等である。

[0019] コントロールPHYは、SC PHYおよびOFDM PHYとは異なり、約27.5Mbpsという極めて低いPHYデータ速度での、単一の変調・符号化方式（MCS : Modulation and Coding Scheme）を使用する。その結果、レガシーWiGig技術におけるコントロールPHYは、SC PHYおよびOFDM PHYに比べて遥かに堅牢な無線送信をサポートすることができる。

[0020] <コントロールPHY PPDUフォーマット>

ここで、レガシーWiGigにおける物理層フレームのフォーマットについて説明する。なお、以下の説明において、レガシーWiGigにおける物理層フレームは、「LFコントロールPHY PPDU」と表記する。ここで、LFとは、レガシーフォーマットを指し、PPDUとは、物理層プロトコルデータユニット（Physical layer Protocol Data Unit）を指す。

[0021] 図1は、LFコントロールPHY PPDUのフォーマットの一例を示す図である。

[0022] 図1に示すように、LFコントロールPHY PPDU 10は、レガシープリアンプル11、レガシーヘッダ12、およびデータフィールド13を、この順序で有する。なお、ビーム微調整の目的に使用される場合、LFコントロールPHY PPDU 10は、データフィールド13の後に、オプションとして、AGC（自動利得制御）サブフィールド14およびTRN-R/Tサブフィールド15を更に有する。

[0023] レガシープリアンプル11は、LFコントロールPHY PPDU 10を認識するための情報を記述する。レガシープリアンプル11は、STF（

ショートトレーニングフィールド) 16およびCEF (チャネル推定フィールド) 17を有する。

[0024] STF 16は、パケット検出、自動利得制御 (AGC)、周波数オフセット推定、同期、およびフレームタイプの指示に使用されるフィールドである。STF 16は、50個の事前定義されたGolayシーケンスGa128およびGb128を使用して構築される。各GolayシーケンスGaおよびGbの長さは128である。

[0025] STF 16の波形は、例えば、以下の式 (1) で与えられる。

[0026] [数1]

$$r_{STF}(nT_c) = \begin{cases} Gb_{128}(n \bmod 128) \exp\left(j\pi \frac{n}{2}\right), n = 0, 1, \dots, 48 \times 128 - 1 \\ -Gb_{128}(n \bmod 128) \exp\left(j\pi \frac{n}{2}\right), n = 48 \times 128, \dots, 49 \times 128 - 1 \\ -Ga_{128}(n \bmod 128) \exp\left(j\pi \frac{n}{2}\right), n = 49 \times 128, \dots, 50 \times 128 - 1 \\ \dots (1) \end{cases}$$

[0027] ここで、Tcは、SCチップ時間であり、0.57ナノ秒である。modは、モジュラス演算 (Modulus Operation) を表す。なお、GolayシーケンスGa128(n)およびGb128(n)は、 $0 \leq n \leq 127$ において定義される。この範囲外のnに対しては、GolayシーケンスGa128(n)およびGb128(n)は、0に設定される。

[0028] CEF 17は、チャネル推定に使用されるフィールドである。CEF 17は、長さ128の9個のGolayシーケンスを使用して構築される。

[0029] CEF 17の波形は、例えば、以下の式 (2) で与えられる。

[0030] [数2]

$$r_{CE}(nT_c) = (Gu_{512}(n) + Gv_{512}(n - 512) + Gv_{512}(n - 1024)) \exp\left(j\pi \frac{n}{2}\right), n = 0, 1, \dots, 1151 \\ \dots (2)$$

[0031] ここで、Gu512、Gv512は、例えば、以下の式 (3) で定義される。

[0032]

[数3]

$$Gu_{512} = [-Gb_{128} - Ga_{128} Gb_{128} - Ga_{128}]$$

$$Gv_{512} = [-Gb_{128} Ga_{128} - Gb_{128} - Ga_{128}]$$

... (3)

[0033] レガシーヘッダ12は、複数のフィールドを有し、L FコントロールPHY P P D U 10の詳細に関する各種情報を記述する。レガシーヘッダ12の構成の詳細については、後述する。

[0034] データフィールド13は、PHYサービスデータユニット（以下「PSDU」と表記する）のペイロードデータから構成される。

[0035] AGCサブフィールド14およびTRN-R/Tサブフィールド15は、ビーム微調整に関する情報を記述する。

[0036] 図2は、レガシーヘッダ12の構成の一例を示す図である。

[0037] 図2に示すように、レガシーヘッダ12は、予約フィールド、スクランブラ初期化フィールド、長さフィールド、パケットタイプフィールド、トレーニング長フィールド、ターンアラウンドフィールド、予約ビットフィールド、およびヘッドチェックシーケンス（HCS : Head Check Sequence）フィールドを有する。これらのフィールドは、それぞれ、図2に示すビット幅および記述内容を有する。

[0038] 例えば、レガシーヘッダ12の長さフィールドは、PSDUにおけるデータオクテットの数を指定する。レガシーヘッダ12のトレーニング長フィールドは、AGCサブフィールド14およびTRN-R/Tサブフィールド15の長さを指定する。レガシーヘッダ12のパケットタイプフィールドは、TRN-R/Tサブフィールド15に、TRN-RフィールドまたはTRN-Tフィールドのいずれが存在するかを指定する。

[0039] レガシーWiGigに対応した無線通信装置（以下「レガシーWiGigデバイス」という）は、送信の対象となるPSDUのペイロードデータの前にレガシープリアンプル11およびレガシーヘッダ12を付加して、図1に

示すフォーマットのL FコントロールPHY P P D U 10を生成する。
そして、レガシーW i G i g デバイスは、送信ベースバンドプロセッサにおいて、生成されたL FコントロールPHY P P D U 10に対して、スクランブル、符号化、変調、および拡散等の送信ベースバンド処理を行って、無線アンテナから出力する。

[0040] <レガシーW i G i g デバイスの構成>

図3は、レガシーW i G i g デバイスの送信ベースバンドプロセッサ（送信器）の構成の一例を示すブロック図である。

[0041] 図3において、レガシーW i G i g デバイスの送信ベースバンドプロセッサ20は、スクランブラ21、LDPC（低密度パリティチェック）符号器22、変調器23、および拡散器24を有する。

[0042] スクランブラ21は、L FコントロールPHY P P D U 10（図1参照）のうち、レガシーヘッダ12およびデータフィールド13のビットを、事前定義されたスクランプリング規則に従ってスクランブルする。

[0043] スクランブラ21のシフトレジスタは、レガシーヘッダ12のスクランブラ初期化フィールド（図2参照）に従って初期化される。この結果、スクランブラ21は、レガシーヘッダ12の長さフィールド（スクランブラ初期化フィールドの直後）のビットから、データフィールド13の最後まで、シフトレジスタをリセットすることなくスクランプリングを続行する。

[0044] そして、スクランブラ（scrambler）21は、レガシーヘッダ12の長さフィールド以降の部分およびデータフィールド13の部分がスクランブルされたL FコントロールPHY P P D U 10を、LDPC符号器22へ出力する。

[0045] LDPC符号器（LDPC encoder）22は、スクランブラ21から出力されたL FコントロールPHY P P D U 10のうちレガシーヘッダ12のビットおよびデータフィールド13のビットに対し、 $1/2$ の近似的な符号化率でLDPC符号化（誤り訂正符号化）を行う。このLDPC符号化は、事前定義された符号化規則に従って行われる。この結果、LDPC符号器22

は、複数のLDPC符号語 (codewords) を生成する。そして、LDPC符号器22は、レガシーヘッダ12およびデータフィールド13の部分がLDPC符号化されたLFコントロールPHY PPDU 10を、変調器23へ出力する。

[0046] なお、以下の説明において、最初のLDPC符号語、つまり、レガシーヘッダ12のビットが含まれるLDPC符号語は、「ヘッダLDPC符号語」という。また、2番目のLDPC符号語、つまり、データフィールド13の部分のビットが含まれるLDPC符号語は、「データLDPC符号語」という。

[0047] 図4は、ヘッダLDPC符号語の構成の一例を示す図である。

[0048] 図4に示すように、ヘッダLDPC符号語30は、ヘッダビット31、データビット32、およびパリティビット33を、この順に配置して構成されている。

[0049] ヘッダビット31は、5オクテットの長さを有し、レガシーヘッダ12のLDPC符号語である。データビット32は、6オクテットの長さを有し、データフィールド13の最初の一部のLDPC符号語である。パリティビット33は、21オクテットの長さを有し、ヘッダビット31およびデータビット32の誤り訂正符号化のために付加されたパリティビットである。

[0050] 変調器 (Modulator) 23は、LDPC符号器22から出力されたLFコントロールPHY PPDU 10に含まれる上記複数のLDPC符号語 (ヘッダLDPC符号語およびデータLDPC符号語) を、DBPSK (差動二相相偏移変調 : Differential Binary Phase Shift Keying) を使用して変調する。この結果、変調器23は、複数のLDPC符号語の各々を、複素コンステレーションポイント (Complex Constellation Points) のストリームに変換する。そして、変調器23は、レガシーヘッダ12およびデータフィールド13の部分が変調されたLFコントロールPHY PPDU 10を、拡散器24へ出力する。

[0051] 拡散器 (Spreader) 24は、変調器23から出力されたLFコントロール

PHY PPDU 10に含まれる上記ストリームに含まれる各コンステレーションポイントを、長さ32の事前定義されたGolayシーケンス Ga_{32} を使用して拡散する。そして、拡散器24は、レガシーヘッダ12およびデータフィールド13の部分が拡散されたLFコントロールPHY PPDU 10を、レガシーWiGigデバイスに備えられた無線アンテナ（図示せず）へ出力する。

[0052] 拡散されたコンステレーションポイントの波形は、例えば、以下の式（4）で表される。

[0053] [数4]

$$r_{\text{HEADER,DATA}}(nT_c) = \left(Ga_{32}(n \bmod 32) \cdot d\left(\left\lfloor \frac{n}{32} \right\rfloor\right) \right) \exp\left(j\pi \frac{n}{2}\right), n = 0, 1, \dots$$

... (4)

[0054] ここで、 $d(k)$ 、 $s(k)$ は、以下の式（5）で定義される。

[0055] [数5]

$$\begin{aligned} d(k) &= s(k) \times d(k-1) \\ s(k) &= 2c_k - 1 \end{aligned}$$

... (5)

[0056] なお、 $s(0)$ は、レガシーヘッダ12の最初のビットである。 $d(-1)$ は、差分符号化を目的とする場合、1に設定される。 $\{c_k, k = 0, 1, 2, \dots\}$ は、複数のLDPC符号語における符号化ビットである。

[0057] レガシーWiGigデバイスの無線アンテナ（図3には示されていない）は、拡散器24から出力されたLFコントロールPHY PPDU 10を、無線により送信する。

[0058] このように、送信側のレガシーWiGigデバイスは、LFコントロールPHY PPDU 10のうち、レガシーヘッダ12からデータフィールド13までの部分に対し、スクランブル、LDPC符号化、変調、および拡散を含む送信ベースバンド処理を行って送信する。

[0059] 一方、受信側のレガシーWiGigデバイスは、受信信号にLFコントロールPHY PPDU 10が含まれる場合、受信信号から、レガシープリアンプル11を検出し、LFコントロールPHY PPDU 10を抽出する。

[0060] そして、受信側のレガシーWiGigデバイスは、抽出されたLFコントロールPHY PPDU 10のうち、レガシーヘッダ12の途中からデータフィールド13までの部分に対して、送信側のレガシーWiGigデバイスとは逆の演算処理を行う。すなわち、受信側のレガシーWiGigデバイスは、当該部分に対して、逆拡散、復調、LDPC復号化、およびデ・スクランブルを含む受信ベースバンド処理を行って、元のLFコントロールPHY PPDU 10を復元する。

[0061] そして、受信側のレガシーWiGigデバイスは、復元されたLFコントロールPHY PPDU 10から、データフィールド13のビットを抽出する。

[0062] このように、レガシーWiGig技術において、物理層で送受信されるコントロールPHY PPDUは、レガシーヘッダ12からデータフィールド13までの部分が符号化された状態で伝送される。そして、レガシープリアンプル11の検出およびレガシーヘッダ12の復号化により、データフィールド13の復号化および抽出が可能となっている。

[0063] <本開示の概要>

以下、本開示に係る次世代のWiGigについて説明する。本開示に係る次世代のWiGigは、IEEE 802.11 WLAN規格との後方互換性を維持しつつ、レガシーWiGigに比べてデータ伝送速度を向上させるようにした技術である。従来のWiGig技術との区別を明瞭にするため、本開示に係るWiGig技術に関する語句には、適宜、「NG 60」（次世代60GHz）の文字を付する。

[0064] 本開示に係るNG 60 WiGig技術は、可変帯域幅を使用する送信をサポートすることによって、データ伝送速度の向上を実現する。

- [0065] 一方で、レガシーWiGigとの後方互換性（IEEE 802.11 WLAN規格との後方互換性を含む）は、レガシープリアンプル11およびレガシーヘッダ12を備えたフォーマットを用いることにより実現される。
- [0066] このため、NG 60 WiGigは、上述のLFコントロールPHY P PDU 10を含むレガシーフォーマットP PDUに、可変帯域幅を使用する送信に対応したフォーマットを組み合わせた、混合フォーマット（MF : Mixed Format）P PDUを定義する。なお、LFコントロールPHY P PDUは標準帯域幅で送信される。
- [0067] 混合フォーマットP PDUは、レガシーフォーマットP PDUと同様に、制御変調、シングルキャリア変調、およびOFDM変調という3つの変調方式をサポートすることができる。すなわち、混合フォーマットP PDUは、MFコントロールPHY P PDU、MF SC PHY P PDU、およびMF OFDM PHY P PDUという3つのタイプを有することができる。
- [0068] 本開示では、これらのNG 60 WiGigの混合フォーマットP PDUのうち、MFコントロールPHY P PDUのフォーマットおよびその送受信処理について説明する。NG 60 WiGigにおけるMFコントロールPHY P PDUは、レガシーWiGigにおけるLFコントロールPHY P PDU 10（図1参照）に対応するものである。
- [0069] MFコントロールPHY P PDUでは、図1で説明したレガシープリアンプル11およびレガシーヘッダ12の後に、可変帯域幅を使用する送信に関する情報を記述したNG 60ヘッダ（非レガシーヘッダ）とデータフィールドとが、この順序で配置される（図6、図14参照）。すなわち、LFコントロールPHY P PDU 10のデータフィールド13に相当する部分に、NG 60ヘッダおよびデータフィールドが配置される。すなわち、MFコントロールPHY P PDUは、レガシープリアンプル11およびレガシーヘッダ12を先頭に配置するというレガシーWiGigにおけるLFコントロールPHY P PDU 10の構成を維持したまま、NG 60ヘッダを

含んでいる。

[0070] これにより、NG60 WiGigは、レガシーWiGigとの後方互換性を維持することができる。すなわち、レガシーWiGigデバイスは、MFコントロールPHY PPDUを受信したときであっても、レガシー部分（つまりレガシープリアンプル11およびレガシーヘッダ12）を復号化することができる。

[0071] 一方で、NG60 WiGigデバイスは、受信したコントロールPHY PPDUにNG60ヘッダが含まれているとき、当該NG60ヘッダを検出して抽出する必要がある。すなわち、NG60 WiGigデバイスは、MFコントロールPHY PPDUを、LFコントロールPHY PPDU 10と区別する必要がある。

[0072] そこで、NG60 WiGigにおいて、MFコントロールPHY PPDUは、物理層においてNG60ヘッダが含まれていることを示す識別情報を含む。

[0073] かかる識別情報の付与は、例えば、NG60ヘッダの開始位置におけるDBPSK変調の位相の回転により、又は、PPDUの所定の位置への所定のフォーマット識別情報の記述によって、実現することができる。

[0074] 以下、DBPSK変調の位相の回転を用いてNG60ヘッダに識別情報を付与する場合と、コントロールPHY PPDUへのフォーマット識別情報の記述によってNG60ヘッダに識別情報を付与する場合とで分けて、NG60 WiGigデバイスの詳細について説明する。

[0075] （実施の形態1）

まず、本開示の実施の形態1として、DBPSK変調の位相の回転を用いてNG60ヘッダに識別情報を付与する場合の、NG60 WiGigデバイスについて説明する。

[0076] ＜装置の構成＞

図5は、本実施の形態に係る無線通信装置（NG60 WiGigデバイス）の構成の一例を示すブロック図である。

[0077] なお、本実施の形態に係る無線通信装置は、図示しないが、例えば、CPU (Central Processing Unit)、制御プログラムを格納したROM (Read Only Memory)等の記憶媒体、RAM (Random Access Memory)等の作業用メモリ、および通信回路を有する。この場合、無線通信装置の各部の機能は、例えば、CPUが制御プログラムを実行することにより実現される。

[0078] 図5において、本実施の形態に係るNG60 WiGigデバイスである無線通信装置100は、コントローラ200、送信プロセッサ300、複数の無線アンテナを備えたアンテナ部400、および受信プロセッサ500を有する。

[0079] コントローラ200は、上位層 (Upper Layer) の各種データ処理を行うと共に、物理層 (Physical Layer) と上位層との間でデータのやり取りを行い、送信プロセッサ300、アンテナ部400、および受信プロセッサ500を用いて、無線によるデータの送受信を行う。コントローラ100は、PPDU生成器 (PPDU generator) 210を有する。

[0080] PPDU生成器210は、PSDUのペイロードデータからMFコントロールPHY PPDUを生成し、生成されたMFコントロールPHY PPDUを、送信プロセッサ300およびアンテナ部400を用いて送信する。

[0081] <PPDUフォーマット>

ここで、NG60 WiGigにおけるMFコントロールPHY PPDU、つまり、PPDU生成器210が生成するMFコントロールPHY PPDUのフォーマットについて説明する。

[0082] 図6は、MFコントロールPHY PPDUのフォーマットの一例を示す図であり、図1に対応するものである。

[0083] 図6に示すように、MFコントロールPHY PPDU 600は、レガシープリアンプル601、レガシーヘッダ602、第1のパディングフィールド603、NG60ヘッダ604、および第2のパディングフィールド605を、この順序で有する。更に、MFコントロールPHY PPDU 600は、第2のパディングフィールド605の後に、NG60 STF 6

06、複数のNG60 CEF 607、およびデータフィールド608を、この順序で有する。

[0084] なお、ビーム微調整の目的に使用される場合、MF60 トロールPHY P PDU 600は、データフィールド608の後に、AGCサブフィールド609およびTRN-R/Tサブフィールド610を更に有してもよい。すなわち、AGCサブフィールド609およびTRN-R/Tサブフィールド610は、オプションである。

[0085] レガシープリアンプル601は、LFコントロールPHY P PDU 10におけるレガシープリアンプル11と同じ波形を有する。

[0086] レガシーヘッダ602は、LFコントロールPHY P PDU 10のレガシーヘッダ12と同じ構成を有する（図2参照）。

[0087] 第1のパディングフィールド603および第2のパディングフィールド605は、データ長の調整等の目的で挿入される領域である。

[0088] NG60ヘッダ604は、単体で、あるいは、レガシーヘッダ602との組み合わせにより、MFコントロールPHY P PDU 600の詳細を記述する。NG60ヘッダ604の構成の詳細については、後述する。

[0089] NG60 STF 606は、自動利得制御（AGC）の再トレーニングに使用される領域である。

[0090] なお、NG60 STF 606は、かかる再トレーニングに使用され、機能がより単純であるため、LFコントロールPHY P PDU 10のSTF 16（図1参照）よりも短くすることができる。

[0091] 例えば、NG60 STF 606は、長さ128の25個のGolayシーケンスGb128を使用して構築することができ、例えば、以下の式（6）に示す波形を有する。

[0092] [数6]

$$r_{NG60\text{ STF}}(nT_c) = Gb_{128}(n \bmod 128) \exp\left(j\pi \frac{n}{2}\right), n = 0, 1, \dots, 25 \times 128 - 1$$

... (6)

- [0093] 複数のNG60 CEF 607は、データフィールド608について後段の送信プロセッサ300によって生成される複数の時空間ストリームの、チャネル推定に使用される領域である。複数のNG60 CEF 607のそれぞれは、LFコントロールPHY PPDU 10におけるレガシーCEF 17（図1参照）と同じように構築することができる。すなわち、NG60 CEF 607は、上述の式（2）、（3）で表される波形とすることができる。
- [0094] なお、1つのMFコントロールPHY PPDU 600におけるNG60 CEF 607の個数は、データフィールド608から生成される時空間ストリームの数によって定まる。
- [0095] NG60 CEF 607（図6参照）の個数（N）は、例えば、データフィールド608から生成される時空間ストリームの数以上である。例えば、時空間ストリームの数が2である場合、NG60 CEF 607（図6参照）の個数は、2に設定することができる。また、時空間ストリームの個数が3である場合、NG60 CEF 607（図6参照）の個数は、4に設定することができる。
- [0096] データフィールド608は、PSDUのペイロードデータを格納する。データフィールド608は、複数の時空間ストリームによる送信の対象となるデータ部分である。
- [0097] AGCサブフィールド609およびTRN-R/Tサブフィールド610は、ビーム微調整に関する情報を記述する。
- [0098] すなわち、PPDU生成器210は、送信の対象となるPSDUのペイロードデータを取得し、データフィールド608とする。そして、PPDU生成器210は、データフィールド608の前に、レガシープレアンプル601から複数のNG60 CEF 607までの部分を付加して、MFコントロールPHY PPDU 600を生成する。
- [0099] 図7は、NG60ヘッダ604の構成の一例を示す図であり、図2に対応するものである。

- [0100] 図7に示すように、NG60ヘッダ604は、CBW（チャネル帯域幅情報）フィールド、長さフィールド、 N_{sts} フィールド、予約ビットフィールド、およびHCSフィールドを有する。これらのフィールドは、それぞれ、図7に示すビット幅および記述内容を有する。
- [0101] 例えば、NG60ヘッダ604のCBWフィールドは、チャネル帯域幅を指定する。NG60ヘッダ604の長さフィールドは、PSDUにおけるデータオクテットの数を指定する。NG60ヘッダ604の N_{sts} は、データフィールド608から生成される時空間ストリーム数を指定する。
- [0102] なお、PPDU生成器210は、第1のパディングフィールド603からデータフィールド608までの部分の全てを考慮に入れて、レガシーヘッダ602の長さフィールドの値を設定する。これにより、MFコントロールPHY PPDU 600を受信したレガシーWiGigデバイスは、PSDUにおけるデータオクテットの数を正しく求めることができる。
- [0103] ここで、レガシーヘッダ602の長さフィールドの値を、レガシー長さフィールド値 L_{LH} と置き、NG60ヘッダ604の長さフィールドの値を、NG60長さフィールド値 L_{NH} と置く。
- [0104] PPDU生成器210は、NG60長さフィールド値 L_{NH} と、第1のパディングフィールド603、NG60ヘッダ604、および第2のパディングフィールド605の長さ（つまり17オクテット）と、NG60 STF 606およびNG60 CEF 607の等価長さとの、合計値を算出する。そして、PPDU生成器210は、算出された合計値を、レガシー長さフィールド値 L_{LH} とする。
- [0105] 送信ベースバンドプロセッサ310では、後述の通り、DBPSK変調と、近似的な符号化率 $1/2$ でのLDPC符号化とが行われる。したがって、NG60 STF 606およびNG60 CEF 607の等価長さは、NG60 STF 606およびNG60 CEF 607における実際の長さを64で除した値、つまり、 $6.25 + N_{sts} \times 2.25$ オクテットに等しい。なお、ここで、 N_{sts} とは、上述の通り、データフィールド608から生

成される時空間ストリームの数である。

[0106] したがって、レガシー長さフィールド値 L_{LH} は、例えば、以下の式 (7) で表される。

[0107] [数7]

$$L_{LH} = L_{NH} + 23.25 + N_{sts} \times 2.25 \quad \dots (7)$$

[0108] レガシー長さフィールド値 L_{LH} が常に NG 60 長さフィールド値 L_{NH} よりも大きい値となることは、明らかである。そして、レガシー長さフィールド値 L_{LH} は、図 2 に示したように、1023 オクテット以下である。したがって、式 (7) から、以下の式 (8) が導き出される。

[0109] [数8]

$$N_{sts} \times 2.25 \leq 999.75 - L_{NH} \quad \dots (8)$$

[0110] すなわち、データフィールド 608 から生成される時空間ストリームの数 N_{sts} は、NG 60 長さフィールド値 L_{NH} に依存する。言い換えれば、データフィールド 608 の送信に使用される時空間符号化 (STC) 方式は、データフィールド 608 の長さに依存する。

[0111] したがって、PPDU 生成器 210 は、データフィールド 608 の送信に使用される時空間符号化 (STC) 方式 (時空間ストリームの数 N_{sts}) に適合するように、NG 60 長さフィールド値 L_{NH} およびレガシー長さフィールド値 L_{LH} を設定する。すなわち、PPDU 生成器 210 は、レガシー長さフィールド値 L_{LH} および NG 60 長さフィールド値 L_{NH} が式 (7)、(8) を満たすような MF コントロール PHY PPDU 600 を、生成する。

[0112] なお、MF コントロール PHY PPDU 600 の場合、受信側では、NG 60 ヘッダ 604 を正常に復号化しなければ、チャネル帯域幅情報 (CBW) を認識することができず、時空間ストリームの復号化を行うことが困難である。したがって、NG 60 STF 606 ~ TRN-R/T サブフ

フィールド 610 は、可変帯域幅で送信することができるが、レガシープリアンプル 601 ～第 2 のパディングフィールド 605 は、標準帯域幅で送信する必要がある。

[0113] <送信プロセッサの構成>

図 5 の送信プロセッサ 300 は、コントローラ 200 から出力された MF コントロール PHY PPDU 600 (図 6 参照) に対して、所定の送信ベースバンド処理を行い、アンテナ部 400 へ出力する。送信プロセッサ 300 は、送信ベースバンドプロセッサ 310 および送信 RF フロントエンド 320 を有する。

[0114] 送信ベースバンドプロセッサ 310 は、MF コントロール PHY PPDU 600 に対して、スクランブル、LDPC 符号化、DBPSK 変調、拡散、および時空間符号化等の送信ベースバンド処理を行う。そして、送信ベースバンドプロセッサ 310 は、当該送信ベースバンド処理が行われた MF コントロール PHY PPDU 600 を、送信 RF フロントエンド 320 へ出力する。

[0115] 但し、送信ベースバンドプロセッサ 310 は、NG 60 ヘッダ 604 の LDPC 符号語を、例えば 90 度の位相回転を伴って DBPSK 変調を行う。すなわち、送信ベースバンドプロセッサ 310 は、NG 60 ヘッダ 604 の部分の変調信号の位相を、他の部分の変調信号の位相に対して 90 度回転させる。位相の回転量は 90 度に限られず、-90 度などであってもよい。受信装置が、NG 60 ヘッダ 604 の部分の変調信号のコンステレーションポイントを他の部分の変調信号のコンステレーションポイントと区別できれば、他の位相回転量であってもよい。

[0116] <送信ベースバンドプロセッサの構成>

図 8 は、送信ベースバンドプロセッサ 310 の構成の一例を示すブロック図であり、図 3 に対応するものである。

[0117] 図 8 において、送信ベースバンドプロセッサ 310 は、スクランブラ 311、LDPC 符号器 312、変調器 313、拡散器 314、および STC 符

号器 315 を有する。

- [0118] スクラブラ 311 は、コントローラ 200 から出力された MF コントロール PHY P P D U 600 (図 6 参照) のうち、レガシーヘッダ 602、第 1 のパディングフィールド 603、NG 60 ヘッダ 604、第 2 のパディングフィールド 605、およびデータフィールド 608 のビットを、レガシー Wi G i g と同じランプリング規則に従ってスクランブルする。
- [0119] スクラブラ 311 のシフトレジスタは、レガシーヘッダ 602 のスクランブラ初期化フィールド (図 2 参照) に従って初期化される。この結果、スクラブラ 311 は、レガシーヘッダ 602 の長さフィールド (スクランブラ初期化フィールドの直後) 以降の部分、第 1 のパディングフィールド 603、NG 60 ヘッダ 604、第 2 のパディングフィールド 605、およびデータフィールド 608 を、シフトレジスタをリセットすることなく続けてスクランプリングを行う。
- [0120] そして、スクラブラ 311 は、レガシーヘッダ 602 の長さフィールドから第 2 のパディングフィールド 605 までの部分、および、データフィールド 608 の部分がスクランブルされた MF コントロール PHY P P D U 600 を、L C P C 符号器 312 へ出力する。
- [0121] L D P C 符号器 312 は、スクラブラ 311 から出力された MF コントロール PHY P P D U 600 に対し、レガシー Wi G i g と同じ符号化規則に従い $1/2$ の近似的な符号化率で L D P C 符号化を行って、複数の L D P C 符号語 (codewords) を生成する。そして、L D P C 符号器 312 は、レガシーヘッダ 602 から第 2 のパディングフィールド 605 までの部分、および、データフィールド 608 の部分が L D P C 符号化された MF コントロール PHY P P D U 600 を、変調器 313 へ出力する。
- [0122] なお、以下の説明において、最初の L D P C 符号語、つまり、レガシーヘッダ 602 のビットが含まれる L D P C 符号語は、「レガシーヘッダ L D P C 符号語」という。2 番目の L D P C 符号語、つまり、NG 60 ヘッダ 604 のビットが含まれる L D P C 符号語は、「NG 60 ヘッダ L D P C 符号語

」という。3番目以降のLDPC符号語、つまり、レガシーヘッダ602のビットもNG60ヘッダ604のビットも含まれないLDPC符号語は、「データLDPC符号語」という。

[0123] すなわち、レガシーヘッダLDPC符号語およびNG60ヘッダLDPC符号語は、レガシーWiGig技術におけるヘッダLDPC符号語と同じように生成される。また、データLDPC符号語は、レガシーWiGig技術におけるデータLDPC符号語と同じように生成される。

[0124] 図9は、レガシーヘッダLDPC符号語の構成の一例を示す図である。また、図10は、NG60ヘッダLDPC符号語の構成の一例を示す図である。図9および図10は、図4に対応している。

[0125] 図9に示すように、レガシーヘッダLDPC符号語620は、レガシーヘッダビット621、第1のパディングビット622、およびパリティビット623を、この順に配置して構成されている。

[0126] レガシーヘッダビット621は、5オクテットの長さを有し、図6のレガシーヘッダ602のLDPC符号語である。第1のパディングビット622は、6オクテットの長さを有し、図6の第1のパディングフィールド603のLDPC符号語である。パリティビット623は、21オクテットの長さを有し、レガシーヘッダビット621および第1のパディングビット622の誤り訂正符号化のためのパリティビットである。

[0127] また、図10に示すように、NG60ヘッダLDPC符号語630は、NG60ヘッダビット631、第2のパディングビット632、およびパリティビット633を、この順に配置して構成されている。

[0128] NG60ヘッダビット631は、5オクテットの長さを有し、図6のNG60ヘッダ604のLDPC符号語である。第2のパディングビット632は、6オクテットの長さを有し、図6の第2のパディングフィールド605のLDPC符号語である。パリティビット633は、21オクテットの長さを有し、NG60ヘッダビット631および第2のパディングビット632の誤り訂正符号化のためのパリティビットである。

- [0129] 図8の変調器313は、LDPC符号器312から出力されたMFコントロールPHY PPDU 600に含まれる上記複数のLDPC符号語（レガシーヘッダLDPC符号語、NG60ヘッダLDPC符号語、データLDPC符号語）を、DBPSKを使用して変調し、複素コンステレーションポイントのストリームに変換する。
- [0130] 但し、変調器313は、NG60ヘッダLDPC符号語については、例えば90度の位相回転を伴ってDBPSK変調を行う。すなわち、変調器313は、NG60ヘッダLDPC符号語の変調信号の位相を、他の部分の変調信号の位相に対して90度回転させた状態にする。位相の回転量は90度に限られず、-90度などであってもよい。受信装置が、NG60ヘッダ604の部分の変調信号のコンステレーションポイントを他の部分の変調信号のコンステレーションポイントと区別できれば、他の位相回転量であってもよい。
- [0131] 変調器313は、第1の変調部316および第2の変調部317を有する。
- [0132] 第1の変調部316は、NG60ヘッダLDPC符号語以外の複数のLDPC符号語、つまり、レガシーヘッダLDPC符号語およびデータLDPC符号語に対し、レガシーWiGigと同様のDBPSK変調を行う。
- [0133] 第2の変調部317は、NG60ヘッダLDPC符号語に対し、第1の変調部316のDBPSK変調が用いる位相を、例えば90度回転させた位相を用いて、DBPSK変調を行う。位相の回転量は90度に限られず、-90度などであってもよい。受信装置が、NG60ヘッダ604の部分の変調信号のコンステレーションポイントを他の部分の変調信号のコンステレーションポイントと区別できれば、他の位相回転量であってもよい。
- [0134] なお、変調器313は、複数のLDPC符号語に対する第1の変調部316と第2の変調部317との使い分けを、例えば、コントローラ200によって生成される制御信号に基づいて行う。
- [0135] このように、変調器313は、NG60ヘッダ604の部分の位相が回転

した状態で、レガシーヘッダ602から第2のパディングフィールド605まで、および、データフィールド608の部分が変調されたMFコントロールPHY PPDU 600を、拡散器314へ出力する。なお、かかるMFコントロールPHY PPDU 600は、NG60ヘッダ604の部分の位相が回転した状態となっている。

[0136] 拡散器314は、変調器313から出力されたMFコントロールPHY PPDU 600に含まれる上記ストリームのコンステレーションポイントを、GolayシーケンスGa32を使用して拡散する。そして、拡散器314は、レガシーヘッダ602から第2のパディングフィールド605まで、および、データフィールド608の部分が拡散されたMFコントロールPHY PPDU 600を、STC符号器315へ出力する。

[0137] STC符号器315は、データLDPC符号語に対応する拡散されたコンステレーションポイントに対して、Alamouti符号等を用いた公知の時空間符号化処理を行い、データフィールド608から複数の時空間ストリームを生成する。そして、STC符号器315は、レガシーヘッダ602から第2のパディングフィールド605まで、および、データフィールド608の部分が拡散され、更にデータフィールド608の部分が時空間ストリーム化されたMFコントロールPHY PPDU 600を、送信RFフロントエンド320へ出力する。

[0138] 送信RFフロントエンド320は、図5の送信ベースバンドプロセッサ310から出力されたMFコントロールPHY PPDU 600を、アンテナ部400に設けられた複数の無線アンテナを用いて、60GHz帯の無線信号に変換して出力する。この際、送信RFフロントエンド320は、データフィールド608から生成された複数の時空間ストリームを、並列に、かつ分離させて送信する。また、MFコントロールPHY PPDU 600は、上述の通り、NG60ヘッダ604の部分の位相が回転した状態となっている。

[0139] なお、レガシーWiGigデバイスがこのようなMFコントロールPHY

PPDU 600を受信した場合、第1のパディングフィールド603～データフィールド608の部分（図6参照）は、LFコントロールPHY PPDU 10のデータフィールド13の部分（図1参照）として処理されることになる。

[0140] <受信プロセッサの構成>

受信プロセッサ500は、アンテナ部400から出力された受信信号に対して、所定の受信ベースバンド処理を行い、コントローラ200へ出力する。受信プロセッサ500は、受信RFフロントエンド510および受信ベースバンドプロセッサ520を有する。

[0141] 受信RFフロントエンド510は、他の無線通信装置から送信された無線信号を、アンテナ部400に設けられた複数の無線アンテナを用いて受信し、受信信号を受信ベースバンドプロセッサ520へ出力する。

[0142] なお、かかる受信信号には、NG60 WiGigデバイス（無線通信装置100と同様の構成を有する装置）から送信されたMFコントロールPHY PPDU 600が含まれ得る。かかるMFコントロールPHY PPDU 600は、上述の通り、NG60ヘッダ604の部分の位相が回転した状態で、図6のレガシーヘッダ602から第2のパディングフィールド605までの部分、および、データフィールド608の部分が変調されたものである。

[0143] 受信ベースバンドプロセッサ520は、受信信号がMFコントロールPHY PPDU 600である場合、当該受信信号に対して、時空間復号化、逆拡散、DBPSK復調、LDPC復号化、およびデ・スクランブル等の受信ベースバンド処理を行う。そして、受信ベースバンドプロセッサ520は、当該受信ベースバンド処理が行われたMFコントロールPHY PPDU 600を、コントローラ200へ出力する。

[0144] <受信ベースバンドプロセッサの構成>

図11は、受信ベースバンドプロセッサ520の構成の一例を示すブロック図である。

- [0145] 図 1 1 において、受信ベースバンドプロセッサ 5 2 0 は、チャンネル推定器 5 2 1、S T C 復号器 5 2 2、逆拡散器 5 2 3、復調器 5 2 4、L D P C 復号器 5 2 5、およびデ・スクランブラ 5 2 6 を有する。
- [0146] なお、受信ベースバンドプロセッサ 5 2 0 は、まず、受信信号の N G 6 0 ヘッダ 6 0 4 およびレガシーヘッダ 6 0 2 に対応する部分を復号化し、元の N G 6 0 ヘッダ 6 0 4 およびレガシーヘッダ 6 0 2 を取得する。そして、受信ベースバンドプロセッサ 5 2 0 は、取得された N G 6 0 ヘッダ 6 0 4 およびレガシーヘッダ 6 0 2 の情報に基づいて、受信信号のデータフィールド 6 0 8 に対応する部分を復号化する。
- [0147] 以下、N G 6 0 ヘッダ 6 0 4 およびレガシーヘッダ 6 0 2 に対応する部分を復号化する段階は、「ヘッダ復号段階」という。また、ヘッダ復号段階の後の、データフィールド 6 0 8 に対応する部分を復号化する段階は、「データ復号段階」という。
- [0148] まず、ヘッダ復号段階における受信ベースバンドプロセッサ 5 2 0 の各部の機能について説明する。
- [0149] チャンネル推定器 5 2 1 は、受信 R F フロントエンド 5 1 0 から出力された受信信号が M F コントロール P H Y P P D U 6 0 0 を含む場合、当該受信信号の N G 6 0 C E F 6 0 7 (図 6 参照) の情報に基づき、チャンネル推定を行う。そして、チャンネル推定器 5 2 1 は、チャンネル推定結果を、S T C 復号器 5 2 2 および復調器 5 2 4 へ出力する。
- [0150] S T C 復号器 5 2 2 は、受信 R F フロントエンド 5 1 0 から出力された受信信号を逆拡散器 5 2 3 へ出力するとともに、同一の信号を、データ復号段階での処理のために保持する。
- [0151] 逆拡散器 5 2 3 は、S T C 復号器 5 2 2 から出力された受信信号のうち、レガシーヘッダ 6 0 2 から第 2 のパディングフィールド 6 0 5 までに対応する部分に対し、逆拡散を行う。なお、かかる逆拡散は、送信ベースバンドプロセッサ 3 1 0 の拡散器 3 1 4 が行う拡散とは逆の演算処理である。そして、逆拡散器 5 2 3 は、レガシーヘッダ 6 0 2 から第 2 のパディングフィール

ド 6 0 5 までに対応する部分が逆拡散された受信信号を、復調器 5 2 4 へ出力する。

[0152] 復調器 5 2 4 は、逆拡散器 5 2 3 から出力された受信信号のうち、上記逆拡散が行われた部分に対し、チャネル推定器 5 2 1 のチャネル推定結果（C E F 1 7（図 1 参照）による推定結果）に基づき、復調を行う。なお、かかる復調は、送信ベースバンドプロセッサ 3 1 0 の変調器 3 1 3 が行う変調とは逆の演算処理である。すなわち、復調器 5 2 4 は、N G 6 0 ヘッダ L D P C 符号語に対応する部分に対しては、他の部分に対する D B P S K 復調で用いられる位相を、例えば 9 0 度回転させた位相を用いて、D B P S K 復調を行う。

[0153] 復調器 5 2 4 は、第 1 の復調部 5 2 7 および第 2 の復調部 5 2 8 を有する。

[0154] 第 1 の復調部 5 2 7 は、逆拡散器 5 2 3 から出力された受信信号のうち、レガシーヘッダ 6 0 2 および第 1 のパディングフィールド 6 0 3 に対応する部分に対して、第 1 の変調部 3 1 6 が行う D B P S K 変調とは逆の演算処理を行い、当該部分を復調する。

[0155] 第 2 の復調部 5 2 8 は、逆拡散器 5 2 3 から出力された受信信号のうち、N G 6 0 ヘッダ 6 0 4、および第 2 のパディングフィールド 6 0 5 に対応する部分に対して、第 2 の変調部 3 1 7 が行う D B P S K 変調とは逆の演算処理を行い、当該部分を復調する。

[0156] なお、復調器 5 2 4 は、逆拡散器 5 2 3 から出力された受信信号に対する第 1 の復調部 5 2 7 と第 2 の復調部 5 2 8 との使い分けを、例えば、コントローラ 2 0 0 によって生成される制御信号に基づいて行う。

[0157] 第 1 の復調部 5 2 7 から出力される信号は、レガシーヘッダ 6 0 2、第 1 のパディングフィールド 6 0 3、および第 2 のパディングフィールド 6 0 5 に対応する。また、第 2 の復調部 5 2 8 から出力される信号は、N G 6 0 ヘッダ 6 0 4 に対応する。したがって、復調器 5 2 4 は、受信信号から、N G 6 0 ヘッダ 6 0 4 に対応する部分を他と区別して抽出することができる。復

調器 524 は、NG60 ヘッダ 604 に対応する部分を示した状態で、レガシーヘッダ 602 から第 2 のパディングフィールド 605 までに対応する部分が復調された受信信号を、LDPC 復号器 525 へ出力する。

[0158] LDPC 復号器 525 は、復調器 524 から出力された受信信号のうち、上記復調が行われた部分に対して LDPC 復号化を行う。なお、かかる復号は、図 8 の送信ベースバンドプロセッサ 310 の LDPC 符号器 312 が行う LDPC 符号化とは逆の演算処理である。そして、LDPC 復号器 525 は、レガシーヘッダ 602 から第 2 のパディングフィールド 605 までに対応する部分が LDPC 復号化された受信信号を、デ・スクランブラ 526 へ出力する。

[0159] デ・スクランブラ 526 は、LDPC 復号器 525 から出力された受信信号のうち、上記 LDPC 復号化が行われた部分を、デ・スクランブルする。なお、かかるデ・スクランブルは、図 8 の送信ベースバンドプロセッサ 310 のスクランブラ 311 が行うスクランブルとは逆の演算処理である。そして、デ・スクランブラ 526 は、かかるデ・スクランブルにより得られた元の NG60 ヘッダ 604 のビットを、STC 復号器 522 へ出力する。これにより、ヘッダ復号段階は終了する。

[0160] なお、レガシーヘッダ 602 および NG60 ヘッダ 604 からは、上述の通り、MF コントロール PHY PPDU 600 の詳細を取得することができる。

[0161] 次に、データ復号段階における受信ベースバンドプロセッサ 520 の各部の機能について説明する。

[0162] STC 復号器 522 は、デ・スクランブラ 526 から出力された NG60 ヘッダ 604 のビットと、チャネル推定器 521 のチャネル推定結果（NG60 CEF 607（図 6 参照）による推定結果）とに基づいて、受信信号のデータフィールド 608 に対応する部分に対して時空間復号化を行う。なお、かかる時空間復号化は、図 8 の送信ベースバンドプロセッサ 310 の STC 符号器 315 が行う時空間符号化とは逆の演算処理である。そして、S

TC復号器522は、時空間復号化の結果を、逆拡散器523へ出力する。

[0163] 逆拡散器523、復調器524の第1の復調部527、LDPC復号器525、およびデ・スクランブラ526は、それぞれ、ヘッダ復号段階におけるレガシーヘッダ602等に対する処理と同様の処理を行う。

[0164] これにより、デ・スクランブラ526は、元のデータフィールド608のビットを取得し、取得されたデータフィールド608のビットを、レガシーヘッダ602およびNG60ヘッダ604の情報と共にコントローラ200へ出力する。かかるデータフィールド608のビットは、図5のコントローラ200により、解析および処理される。

[0165] <本実施の形態の効果>

以上のように、本実施の形態に係る無線通信装置100は、MFコントロールPHY PPDU 600を生成して送信することができる。かかるMFコントロールPHY PPDU 600は、レガシーWiGigのコントロールPHY PPDUのデータフィールドに相当する部分に、可変帯域幅を使用した送信の対象となるデータと、当該可変帯域幅を使用した送信に関する情報を記述したNG60ヘッダ604とを記述したコントロールPHY PPDUである。また、MFコントロールPHY PPDU 600は、NG60ヘッダ604に対応する部分の位相を、他の部分の変調信号の位相に対して例えば90度回転させて変調させたコントロールPHY PPDUである。

[0166] また、本実施の形態に係る無線通信装置100は、MFコントロールPHY PPDU 600を受信したとき、上記位相の回転に基づいてNG60ヘッダ604を識別し、可変帯域幅を使用した送信の対象となったデータを復号することができる。すなわち、無線通信装置100は、NG60ヘッダ604に付与される識別情報に基づいて、受信信号がLFコントロールPHY PPDU 10であるかMFコントロールPHY PPDU 600であるかを判定することができる。

[0167] したがって、本実施の形態に係る無線通信装置100は、レガシーWiG

ig との後方互換性を維持しつつ、可変帯域幅を使用する送信をサポートすることを可能にする。すなわち、NG60 WiGig 技術は、データ送信の堅牢性を高めると共に、データ伝送速度を向上させることができる。また、本実施の形態に係る無線通信装置100は、MFコントロールPHY P PDU 700を、LFコントロールPHY P PDU 10と区別して送受信することができる。

[0168] なお、LFコントロールPHY P PDU 10を受信した場合、無線通信装置100は、LFコントロールPHY P PDU 10のデータフィールド13の部分(図1)を、そのままコントローラ200へ出力する。すなわち、無線通信装置100は、ヘッダ復号段階において、レガシーヘッダ602を復調し、データ復号段階において、時空間復号化は行わず、データフィールド13に対応する部分に対して逆拡散、DBPSK復調、LDPC復号化、およびデ・スクランブルを行う。

[0169] あるいは、無線通信装置100は、LFコントロールPHY P PDUを前提として処理する受信プロセッサと、MFコントロールPHY P PDUを前提として処理する受信プロセッサの両方を備えていてもよい。そして、無線通信装置100は、受信信号にコントロールPHY P PDUが含まれるとき、そのフォーマットが識別されるまで、これら両方の受信プロセッサで平行して受信信号を処理してもよい。

[0170] <送信手法の他の例>

なお、無線通信装置100は、標準帯域幅よりも大きいチャネル帯域幅を有するチャネルを使用可能である場合、かかるチャネルを活用してMFコントロールPHY P PDU 600の送信を行ってもよい。

[0171] 例えば、送信ベースバンドプロセッサ310は、標準帯域幅のM倍(Mは1より大きい自然数)のチャネル帯域幅を有するチャネルにおいて、レガシープリアンプル601から第2のパディングフィールド605までの部分をM-1個コピーする。そして、送信ベースバンドプロセッサ310は、元のデータおよびM-1個のコピーを、各コピーに対して適切な周波数オフセッ

トを適用した上で、上記チャネルにおいて周波数方向に多重し、同時に送信する。

[0172] 図12は、チャネル帯域幅が標準帯域幅の2倍であるチャネルにおいてM FコントロールPHY P P D U 600（図6参照）を送信する様子の一例を示す図であり、図6に対応するものである。

[0173] 図12に示すように、チャネル帯域幅641は、標準帯域幅642の2倍であったとする。この場合、送信ベースバンドプロセッサ310は、例えば、元のデータであるレガシープリアンプル601₁から第2のパディングフィールド605₁までの部分の周波数オフセットを、標準帯域幅の50%に設定する。そして、送信ベースバンドプロセッサ310は、コピーされたデータであるレガシープリアンプル601₂から第2のパディングフィールド605₂までの部分の周波数オフセットを、標準帯域幅の-50%に設定する。

[0174] このように、チャネル帯域幅を有効活用することにより、NG60 Wi G i g技術は、データ送信の堅牢性を更に高めることができる。なお、受信側の無線通信装置100の受信ベースバンドプロセッサ520は、レガシープリアンプル601から第2のパディングフィールド605までの部分を複数セット受信した場合、これら複数セットのデータを統合してもよい。

[0175] （実施の形態2）

本開示の実施の形態2として、コントロールPHY P P D Uへのフォーマット識別情報の記述によってNG60ヘッダに識別情報を付与する場合の、NG60 Wi G i gデバイスについて説明する。

[0176] ＜装置の構成＞

図13は、本実施の形態に係る無線通信装置（NG60 Wi G i gデバイス）の構成の一例を示すブロック図であり、実施の形態1の図5に対応するものである。図5と同一部分には同一符号を付し、これについての説明を省略する。

[0177] なお、本実施の形態に係る無線通信装置は、図示しないが、例えば、CPU、制御プログラムを格納したROM等の記憶媒体、RAM等の作業用メモ

り、および通信回路を有する。この場合、無線通信装置の各部の機能は、例えば、CPUが制御プログラムを実行することにより実現される。

[0178] 図13において、無線通信装置100aは、コントローラ200a、送信プロセッサ300a、アンテナ部400、および受信プロセッサ500aを有する。

[0179] コントローラ200aは、実施の形態1のPPDU生成器210に代えて、PPDU生成器210aを有する。送信プロセッサ300aは、実施の形態1の送信ベースバンドプロセッサ310に代えて、送信ベースバンドプロセッサ310aを有する。受信プロセッサ500aは、実施の形態1の受信ベースバンドプロセッサ520に代えて、受信ベースバンドプロセッサ520aを有する。

[0180] PPDU生成器210aは、PSDUのペイロードデータからMFコントロールPHY PPDUを生成し、生成されたMFコントロールPHY PPDUを、送信プロセッサ300およびアンテナ部400を用いて送信する。但し、PPDU生成器210aは、実施の形態1とは異なるフォーマットのMFコントロールPHY PPDUを生成する。

[0181] <コントロールPHY PPDUフォーマット>

図14は、本実施の形態におけるMFコントロールPHY PPDUのフォーマットの一例を示す図であり、図1および実施の形態1の図6に対応するものである。

[0182] 図14に示すように、本実施の形態におけるMFコントロールPHY PPDU 700は、レガシープリアンプル701、レガシーヘッダ702、NG60ヘッダ703、NG60 STF 704、複数のNG60 CEF 705、およびデータフィールド706を、この順序で有する。

[0183] なお、ビーム微調整の目的に使用される場合、MF60コントロールPHY PPDU 10は、データフィールド706の後に、AGCサブフィールド707およびTRN-R/Tサブフィールド708を更に有していてもよい。すなわち、AGCサブフィールド707およびTRN-R/Tサブフ

フィールド708は、オプションである。

[0184] 本実施の形態におけるMFコントロールPHY PPDU 700は、実施の形態1のMFコントロールPHY PPDU 600に存在していた、第1のパディングフィールド603および第2のパディングフィールド605（図6参照）を有さない。

[0185] レガシープリアンプル701は、LFコントロールPHY PPDU 10におけるレガシープリアンプル11と同じ波形を有する。

[0186] レガシーヘッダ702は、LFコントロールPHY PPDU 10のレガシーヘッダ12と同じ構成を有する（図2参照）。

[0187] NG60ヘッダ703は、単体で、あるいは、レガシーヘッダ702との組み合わせにより、MFコントロールPHY PPDU 700の詳細を記述する。NG60ヘッダ703の構成の詳細については、後述する。

[0188] NG60 STF 704は、自動利得制御（AGC）の再トレーニングに使用される領域である。すなわち、NG60 STF 704は、実施の形態1のMFコントロールPHY PPDU 600におけるNG60 STF 606（図6参照）と同様の波形を有する。

[0189] 複数のNG60 CEF 705は、データフィールド706から生成される複数の時空間ストリームのチャネル推定に使用される領域である。すなわち、複数のNG60 CEF 705は、実施の形態1のMFコントロールPHY PPDU 600における複数のNG60 CEF 607（図6参照）と同様の波形を有する。

[0190] データフィールド706は、PSDUのペイロードデータを格納する。すなわち、データフィールド706は、データフィールド608は、実施の形態1のMFコントロールPHY PPDU 600におけるデータフィールド608（図6参照）に対応する。

[0191] AGCサブフィールド707およびTRN-R/Tサブフィールド708は、ビーム微調整に関する情報を記述する。すなわち、AGCサブフィールド707およびTRN-R/Tサブフィールド708は、実施の形態1のM

FコントロールPHY PPDU 600におけるAGCサブフィールド609およびTRN-R/Tサブフィールド610（図6参照）と同様の波形を有する。

[0192] すなわち、PPDU生成器210aは、実施の形態1のMFコントロールPHY PPDU 600から、第1のパディングフィールド603および第2のパディングフィールド605を除いた構成の、MFコントロールPHY PPDU 700を生成する。

[0193] 但し、MFコントロールPHY PPDU 700のNG60ヘッダ703は、実施の形態1のNG60ヘッダ604とは異なり、NG60ヘッダ703の部分であることを示すフォーマット識別情報を記述する。フォーマット識別情報は、事前に定められたシーケンスである。

[0194] 図15は、NG60ヘッダ703の構成の一例を示す図であり、実施の形態1の図7に対応するものである。また、図16は、NG60ヘッダ703の構成の他の例を示す図である。なお、NG60ヘッダ703としては、図15に示す構成および図16に示す構成のいずれか一方を採用することができる。

[0195] 図15に示すように、NG60ヘッダ703は、CBWフィールドの前にフォーマット識別フィールドが挿入されていることを除き、実施の形態1のNG60ヘッダ604（図7参照）と同一の構成を有する。また、図16に示すように、NG60ヘッダ703は、CBWフィールドの代わりに、フォーマット識別・CBWフィールドを有することを除き、実施の形態1のNG60ヘッダ604と同一の構成を有する。かかる同一の部分についての説明は、省略する。

[0196] 図15に示すフォーマット識別フィールドは、NG60ヘッダ703の開始位置を示す識別情報として予め定められた、8ビットの情報を記述する。すなわち、図15に示す構成の場合、フォーマット識別情報とチャンネル帯域幅情報）とが、個別にシグナリングされる。

[0197] 図16に示すフォーマット識別・CBWフィールドは、NG60ヘッダ7

03の開始位置を示す識別情報と、チャネル帯域幅（CBW）を指定する情報とを兼ねた、8ビットの情報を記述する。すなわち、図16に示す構成の場合、フォーマット識別情報とチャネル帯域幅情報とが、一緒にシグナリングされる。

[0198] CBWフィールドあるいはフォーマット識別・CBWフィールドに記述される情報は、例えば、長さ8のGolayシーケンスGa8等、事前に定義された複数のシーケンスのうちの1つとすることができる。

[0199] このような構成とすることにより、MFコントロールPHY PPDU 700のNG60ヘッダ703は、識別情報の検出により受信側で識別することが可能となり、実施の形態1のような変調時の位相回転を用いる必要がなくなる。

[0200] なお、PPDU生成器210aは、NG60ヘッダ703からデータフィールド706までの部分の全てを考慮に入れて、レガシーヘッダ602の長さフィールドの値を設定する。これにより、MFコントロールPHY PPDU 700を受信したレガシーWiGigデバイスは、PSDUにおけるデータオクテットの数を正しく求めることができる。

[0201] ここで、実施の形態1で説明したのと同様に、レガシーヘッダ702の長さフィールドの値を、レガシー長さフィールド値 L_{LH} と置き、NG60ヘッダ703の長さフィールドの値を、NG60長さフィールド値 L_{NH} と置く。

[0202] NG60 STF 704およびNG60 CEF 705の等価長さは、実施の形態1で説明した算出手法により、 $6.25 + N_{sts} \times 2.25$ オクテットとなる。したがって、レガシー長さフィールド値 L_{LH} は、NG60長さフィールド値 L_{NH} と、NG60ヘッダ703の長さ（すなわち6オクテット）と、NG60 STF 704およびNG60 CEF 705における等価長さとの合計値となる。すなわち、レガシー長さフィールド値 L_{LH} は、例えば、以下の式（9）で表される。

[0203]

[数9]

$$L_{LH} = L_{NH} + 12.25 + N_{sts} \times 2.25$$

... (9)

[0204] したがって、実施の形態1で説明した論理により、以下の式(10)が導き出される。

[0205] [数10]

$$N_{sts} \times 72 \leq 1010.75 - L_{NH}$$

... (10)

[0206] PPDUGenerator 210aは、レガシー長さフィールド値 L_{LH} およびNG60長さフィールド値 L_{NH} が式(9)、(10)を満たすようなMFコントロールPHY PPDUGenerator 600を、生成する。

[0207] なお、MFコントロールPHY PPDUGenerator 700の場合も、実施の形態1のMFコントロールPHY PPDUGenerator 600と同様に、レガシープリアンプル701からNG60ヘッダ703までの部分は、標準帯域幅で送信する必要がある。

[0208] <送信ベースバンドプロセッサの構成>

送信ベースバンドプロセッサ310aは、変調器313の部分を除き、第1の実施の形態1の送信ベースバンドプロセッサ310の構成(図8参照)と同一の構成を有する。

[0209] 但し、送信ベースバンドプロセッサ310aによる、上述のスクランブルの処理の対象となるのは、MFコントロールPHY PPDUGenerator 700のうち、レガシーヘッダ702の長さフィールド以降の部分、および、NG60ヘッダ703の長さフィールドからデータフィールド706までの部分である。そして、送信ベースバンドプロセッサ310aによる、上述の符号化、変調、および拡散等の処理の対象となるのは、MFコントロールPHY PPDUGenerator 700のうち、レガシーヘッダ702、NG60ヘッダ703、およびデータフィールド706の部分である。

- [0210] したがって、LDPC符号器312は、例えば、レガシーヘッダ702およびNG60ヘッダ604のビットが含まれるLDPC符号語（以下「ヘッダLDPC符号語」という）と、レガシーヘッダ702およびNG60ヘッダ703のビットが含まれないデータLDPC符号語とを出力する。
- [0211] なお、送信ベースバンドプロセッサ310aは、上述の通り、NG60ヘッダ703のうち、フォーマット識別フィールドあるいはフォーマット識別・CBWフィールドといった、NG60ヘッダ703の識別情報を記述した領域（以下「識別情報記述領域」という）については、スクランブル処理を行わない。送信ベースバンドプロセッサ310aは、かかる処理の除外を、例えば、コントローラ200aによって生成される、識別情報記述領域の位置を示す制御信号に基づいて行う。
- [0212] 図17は、ヘッダLDPC符号語の構成の一例を示す図であり、図4および実施の形態1の図9に対応するものである。
- [0213] 図17に示すように、ヘッダLDPC符号語720は、レガシーヘッダビット721、NG60ヘッダビット722、およびパリティビット723を、この順に配置して構成されている。
- [0214] レガシーヘッダビット721は、5オクテットの長さを有し、レガシーヘッダ702のLDPC符号語である。NG60ヘッダビット722は、6オクテットの長さを有し、NG60ヘッダ703のLDPC符号語である。パリティビット723は、21オクテットの長さを有し、レガシーヘッダビット721およびNG60ヘッダビット722の誤り訂正符号化のためのパリティビットである。
- [0215] 本実施の形態の変調器（図示せず）は、第2の変調部317を備えていないことを除き、実施の形態1の変調器313と同一の構成を有する。
- [0216] NG60ヘッダ703は、NG60ヘッダ703中の識別情報記述領域の存在により識別が可能となっている。したがって、本実施の形態の変調器は、NG60ヘッダ703の部分に対して、実施の形態1のようなDBPSK変調の位相の回転を行わない。

[0217] すなわち、本実施の形態の変調器は、LDPC符号器312から出力されたヘッダLDPC符号語720（図17参照）およびデータLDPC符号語の全てに対して、同一のDBPSKを使用して変調し、複素コンステレーションポイントのストリームに変換する。言い換えると、本実施の形態の変調器は、NG60ヘッダ703の部分と、レガシーヘッダ702を含むNG60ヘッダ703以外の部分とで、同一のDBPSK変調を行う。

[0218] <受信ベースバンドプロセッサの構成>

図13の受信ベースバンドプロセッサ520aは、復調器524の部分を除き、第1の実施の形態1の受信ベースバンドプロセッサ520の構成（図11参照）と同一の構成を有する。

[0219] 但し、受信ベースバンドプロセッサ520aによる、上述のデ・スクランブルの処理の対象となるのは、MFコントロールPHY PPDU 700のうち、レガシーヘッダ702の長さフィールド以降の部分、および、NG60ヘッダ703の長さフィールドからデータフィールド706までの部分である。そして、受信ベースバンドプロセッサ520aによる、上述の復号化、復調、および逆拡散等の処理の対象となるのは、MFコントロールPHY PPDU 700のうち、レガシーヘッダ702、NG60ヘッダ703、およびデータフィールド706の部分である。

[0220] 本実施の形態の復調器（図示せず）は、第2の復調部528を備えないことを除き、実施の形態1の復調器524と同一の構成を有する。

[0221] NG60ヘッダ703は、NG60ヘッダ703の変調時の位相の回転ではなく、NG60ヘッダ703の識別情報記述領域の存在によって、受信側で識別が可能となっている。したがって、本実施の形態の復調器は、ヘッダ復号段階において、NG60ヘッダ703の部分に対して、実施の形態1のようなDBPSK復調の位相の回転を行わない。

[0222] そして、デ・スクランブラ526は、ヘッダ復号段階において、識別情報記述領域に記述された識別情報を検出し、検出された識別情報に基づいてNG60ヘッダ703のビットをSTC号器522へ出力する。デ・スクラン

ブラ526は、識別情報記述領域の検出を、例えば、コントローラ200aによって生成される、識別情報記述領域の位置を示す制御信号に基づいて行う。あるいは、デ・スクランブラ526は、STF 16（図1参照）の位置に基づいて、識別情報記述領域を検出してもよい。

[0223] 以降、受信プロセッサ500aは、実施の形態1と同様に、データ復号段階の処理を行う。

[0224] <本実施の形態の効果>

以上のように、本実施の形態に係る無線通信装置100aは、NG60ヘッダ703を識別するための識別情報をレガシーWiGigのコントロールPHY PPDUのデータフィールドに記述した、MFコントロールPHY PPDU 700を生成して送信することができる。

[0225] また、本実施の形態に係る無線通信装置100aは、MFコントロールPHY PPDU 700を受信したとき、上記識別情報の記述に基づいてNG60ヘッダ703を識別し、可変帯域幅を使用する送信の対象となったデータを復号することができる。

[0226] したがって、本実施の形態に係る無線通信装置100aを採用することにより、変調および復調における位相の回転を行うことなく、レガシーWiGigとの後方互換性を維持しつつ、可変帯域幅を使用する送信をサポートすることが可能となる。

[0227] また、本実施の形態に係る無線通信装置100aは、ヘッダLDPC符号語720がレガシーヘッダ702およびNG60ヘッダ703のビットを含むため、最初のLDPC符号語（つまり、ヘッダLDPC符号語720）を処理した段階で、NG60ヘッダ703を検出することができる。これに対し、実施の形態1では、2番目のLDPC符号語（つまり、NG60ヘッダLDPC符号語630）を処理しなければ、NG60ヘッダ604を検出することが困難である。

[0228] したがって、本実施の形態に係る無線通信装置100aは、実施の形態1に比べて、受信信号からMFコントロールPHY PPDUをより早く識別

することができ、消費電力を低減することができる。

[0229] また、本実施の形態に係る無線通信装置 100a における MF コントロール PHY PPDU 700 は、実施の形態 1 の MF コントロール PHY PPDU 600 に存在していた第 1 のパディングフィールド 603 および第 2 のパディングフィールド 605 を有しない。したがって、本実施の形態に係る無線通信装置 100a は、実施の形態 1 に比べて、余分なオーバーヘッドの原因を抑制し、データ伝送効率を向上させることができる。

[0230] なお、LF コントロール PHY PPDU 10 を受信した場合、無線通信装置 100a は、LF コントロール PHY PPDU 10 のデータフィールド 13 の部分（図 1）を、そのままコントローラ 200 へ出力する。あるいは、無線通信装置 100a は、実施の形態 1 で説明したように、LF コントロール PHY PPDU 用の受信プロセッサと、MF コントロール PHY PPDU 用の受信プロセッサの両方を備え、識別が完了するまで両方の受信プロセッサにて並列処理を行ってもよい。

[0231] <送信手法の他の例>

なお、本実施の形態においても、標準帯域幅よりも大きいチャネル帯域幅を有するチャネルを活用して、MF コントロール PHY PPDU 700 の送信を行ってもよい。

[0232] 図 18 は、チャネル帯域幅が標準帯域幅の 2 倍であるチャネルにおいて MF コントロール PHY PPDU 700（図 14 参照）を送信する様子の一例を示す図であり、図 14 および実施の形態 1 の図 12 に対応するものである。

[0233] 図 18 に示すように、チャネル帯域幅 741 は、標準帯域幅 742 の 2 倍であったとする。この場合、送信ベースバンドプロセッサ 310a は、例えば、元のデータであるレガシープリアンプル 701₁ から NG60 ヘッダ 703₁ までの部分の周波数オフセットを、標準帯域幅の 50% に設定する。そして、送信ベースバンドプロセッサ 310 は、コピーされたデータであるレガシープリアンプル 701₂ から NG60 ヘッダ 703₂ までの部分の周波

数オフセットを、標準帯域幅の－５０％に設定する。

[0234] <識別情報の位置の他の例>

また、識別情報記述領域の位置、および、識別情報の記述形式は、いずれも上述の例に限定されない。例えば、送信側の無線通信装置１００aは、識別情報を、ヘッダチェックシーケンス（HCS：Header Check Sequence）チェックングを使用して記述してもよい。この場合、受信側の無線通信装置１００aは、NG60ヘッダ703のHCSチェックングが成功しとき、MFコントロールPHY PPDUを受信したと判定し、成功しなかった場合、LFコントロールPHY PPDUを受信したと判定する。

[0235] （各実施の形態の変形例）

なお、以上説明した各実施の形態では、NG60 WiGigに対応した送信系統の構成と、NG60 WiGigに対応した受信系統の構成とが、1つの装置に配置されている例について説明したが、これに限定されない。すなわち、無線通信装置は、NG60 WiGigに対応した送信系統の構成と、NG60 WiGigに対応した受信系統の構成は、別の装置に配置されていてもよい。

[0236] （本開示のまとめ）

本開示の無線通信装置は、レガシープリアンブル、レガシーヘッダ、非レガシーヘッダ、データフィールド、および、非レガシーヘッダが含まれることを示す識別情報を含む物理層プロトコルデータユニットを生成するPPDU生成部と、生成された物理層プロトコルデータユニットを送信する送信部と、を有する。

[0237] なお、上記無線通信装置において、上記識別情報は、非レガシーヘッダの先頭部分に含まれるフォーマット識別情報であってもよい。

[0238] また、上記無線通信装置において、非レガシーヘッダは、物理層プロトコルデータユニットにおいて、レガシーヘッダの直後に配置されてもよい。

[0239] また、上記無線通信装置において、非レガシーヘッダは、チャネル帯域幅に関する情報をさらに含み、フォーマット識別情報とチャネル帯域幅に関する

る情報とは、非レガシーヘッダ中に個別に記述されていてもよい。

[0240] また、上記無線通信装置において、非レガシーヘッダは、チャンネル帯域幅に関する情報をさらに含み、フォーマット識別情報とチャンネル帯域幅に関する情報とは、非レガシーヘッダ中の単一のフィールドに組み合わせて記述されていてもよい。

[0241] また、上記無線通信装置において、非レガシーヘッダにおいて、フォーマット識別情報およびチャンネル帯域幅に関する情報の各々は、シーケンスをによって記述され、上記シーケンスは、複数のチャンネル帯域幅に対応して予め定義された複数のシーケンスの中から選択されたシーケンスであってもよい。

[0242] また、上記無線通信装置において、送信部は、物理層プロトコルデータユニットに対して誤り訂正符号化を行う符号化部と、誤り訂正符号化された物理層プロトコルデータユニットに対して変調を行う変調部とを含み、上記符号化部は、レガシーヘッダおよび非レガシーヘッダを符号化して、単一の符号語を生成し、上記変調部は、符号化されたレガシーヘッダおよび符号化された非レガシーヘッダを、同じコンステレーションにマッピングする構成であってもよい。

[0243] また、上記無線通信装置において、送信部は、PPDU生成部により生成された物理層プロトコルデータユニットに対してスクランブルを行うスクランブラ部と、スクランブルされた物理層プロトコルデータユニットに対して誤り訂正符号化を行う符号化部とをさらに有し、上記スクランブリングは、識別情報に対しては行われなくてもよい。

[0244] また、上記無線通信装置において、送信部は、PPDU生成部により生成された物理層プロトコルデータユニットに対して変調を行う変調部を有し、変調部は、レガシープリアンプル又はレガシーヘッダに対する変調に用いる位相とは異なる位相を用いて、非レガシーヘッダに対する変調を行ってもよい。

[0245] 本開示の無線通信方法は、レガシープリアンプル、レガシーヘッダ、非

レガシーヘッダ、データフィールド、および、非レガシーヘッダが含まれることを示す識別情報を含む物理層プロトコルデータユニットを生成するステップと、生成された前記物理層プロトコルデータユニットを送信するステップと、を有する。

産業上の利用可能性

[0246] 本開示は、WiGig技術においてデータ伝送速度を向上させることができる無線通信装置および無線通信方法として有用である。

符号の説明

- [0247] 10 LFコントロールPHY PPDU
- 11, 601, 701 レガシープリアンプル
- 12, 602, 702 レガシーヘッダ
- 13, 608, 706 データフィールド
- 14, 609, 707 AGCサブフィールド
- 15, 610, 708 TRN-R/Tサブフィールド
- 16 STF
- 17 CEF
- 20, 310, 310a 送信ベースバンドプロセッサ
- 21, 311 スクランブラ
- 22, 312 LDPC符号器
- 23, 313 変調器
- 24, 314 拡散器
- 30, 720 ヘッダLDPC符号語
- 32 データフィールドの一部分のビット
- 33, 623, 633, 723 パリティビット
- 100, 100a 無線通信装置
- 200, 200a コントローラ
- 210, 210a PPDU生成器
- 300, 300a 送信プロセッサ

3 1 5 S T C 符号器
3 1 6 第 1 の変調部
3 1 7 第 2 の変調部
3 2 0 送信 R F フロントエンド
4 0 0 アンテナ部
5 0 0, 5 0 0 a 受信プロセッサ
5 1 0 受信 R F フロントエンド
5 2 0, 5 2 0 a 受信ベースバンドプロセッサ
5 2 1 チャネル推定器
5 2 2 S T C 復号器
5 2 3 逆拡散器
5 2 4 復調器
5 2 5 L D P C 復号器
5 2 6 デ・スクランブラ
5 2 7 第 1 の復調部
5 2 8 第 2 の復調部
6 0 0, 7 0 0 M F コントロール P H Y P P D U
6 0 3 第 1 のパディングフィールド
6 0 4, 7 0 3 N G 6 0 ヘッダ
6 0 5 第 2 のパディングフィールド
6 0 6, 7 0 4 N G 6 0 S T F
6 0 7, 7 0 5 N G 6 0 C E F
6 2 0 レガシーヘッダ L D P C 符号語
6 2 1, 7 2 1 レガシーヘッダのビット
6 2 2 第 1 のパディングビット
6 3 0 N G 6 0 ヘッダ L D P C 符号語
6 3 1, 7 2 2 N G 6 0 ヘッダビット
6 3 2 第 2 のパディングフィールドのビット

請求の範囲

- [請求項1] レガシープリアンプル、レガシーヘッダ、非レガシーヘッダ、データフィールド、および、前記非レガシーヘッダが含まれることを示す識別情報を含む物理層プロトコルデータユニットを生成するPPDU生成部と、
- 生成された前記物理層プロトコルデータユニットを送信する送信部と、
- を具備する無線通信装置。
- [請求項2] 前記識別情報は、前記非レガシーヘッダの先頭部分に含まれるフォーマット識別情報である、
- 請求項1に記載の無線通信装置。
- [請求項3] 前記非レガシーヘッダは、前記物理層プロトコルデータユニットにおいて、前記レガシーヘッダの直後に配置される、
- 請求項1に記載の無線通信装置。
- [請求項4] 前記非レガシーヘッダは、チャネル帯域幅に関する情報をさらに含み、
- 前記フォーマット識別情報と、前記チャネル帯域幅に関する情報とは、前記非レガシーヘッダ中に個別に記述される、
- 請求項2に記載の無線通信装置。
- [請求項5] 前記非レガシーヘッダは、チャネル帯域幅に関する情報をさらに含み、
- 前記フォーマット識別情報と、前記チャネル帯域幅に関する情報とは、前記非レガシーヘッダ中の単一のフィールドに組み合わせて記述される、
- 請求項4に記載の無線通信装置。
- [請求項6] 前記非レガシーヘッダにおいて、前記フォーマット識別情報および前記チャネル帯域幅に関する情報の各々は、シーケンスによって記述され、

前記シーケンスは、複数のチャネル帯域幅に対応して予め定義された複数のシーケンスの中から選択されたシーケンスである、

請求項 5 に記載の無線通信装置。

[請求項7] 前記送信部は、前記物理層プロトコルデータユニットに対して誤り訂正符号化を行う符号化部と、
を含み、

前記符号化部は、前記レガシーヘッダおよび非レガシーヘッダを符号化して、単一の符号語を生成し、

前記変調部は、符号化された前記レガシーヘッダおよび符号化された非レガシーヘッダを、同じコンステレーションにマッピングする、

請求項 1 に記載の無線通信装置。

[請求項8] 前記送信部は、

前記 P P D U 生成部により生成された前記物理層プロトコルデータユニットに対してスクランブルを行うスクランブラ部と、

前記スクランブルされた物理層プロトコルデータユニットに対して、誤り訂正符号化を行う符号化部と、
を有し、

前記スクランブリングは、前記識別情報に対しては行われない、

請求項 1 に記載の無線通信装置。

[請求項9] 前記送信部は、前記 P P D U 生成部により生成された前記物理層プロトコルデータユニットに対して変調を行う変調部を有し、

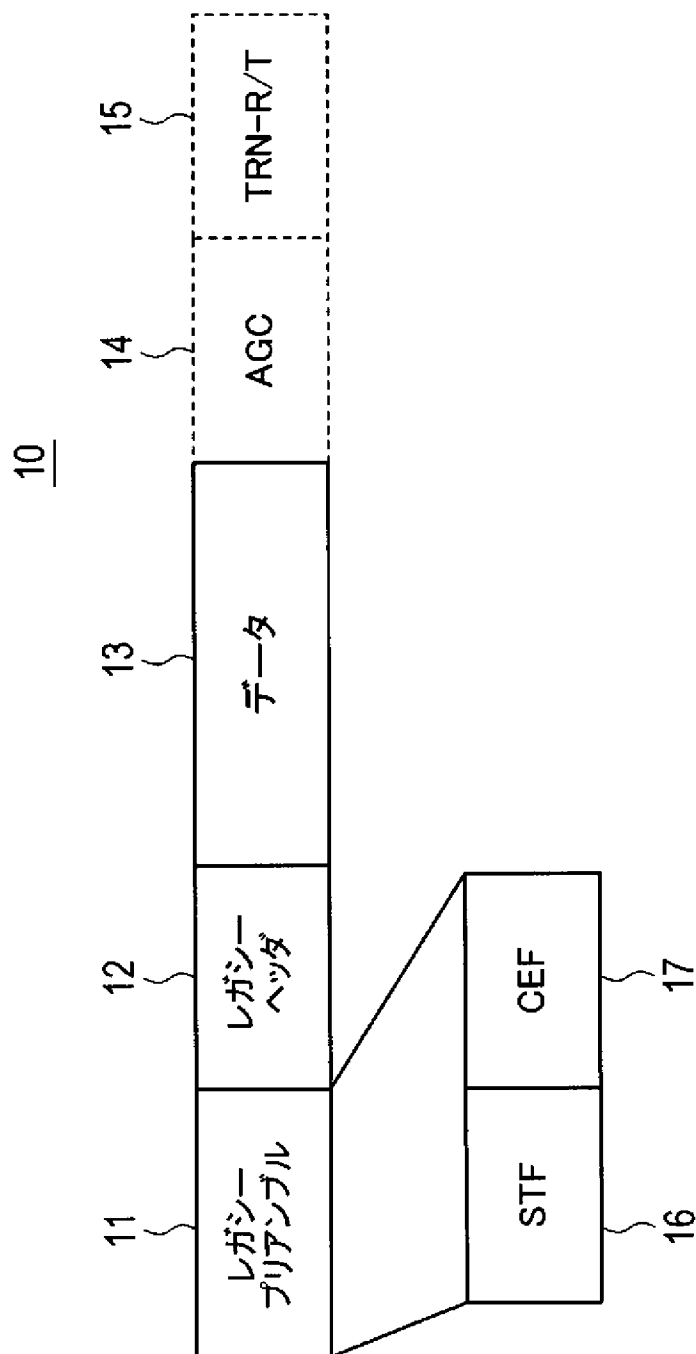
前記変調部は、前記レガシープリアンプル又は前記レガシーヘッダに対する変調に用いる位相とは異なる位相を用いて、前記非レガシーヘッダに対する変調を行う、

請求項 1 に記載の無線通信装置。

[請求項10] レガシープリアンプル、レガシーヘッダ、非レガシーヘッダ、データフィールド、および、前記非レガシーヘッダが含まれることを示す物理層プロトコルデータユニットを生成するステップと、

生成された前記物理層プロトコルデータユニットを送信するステップと、
を有する無線通信方法。

[図1]

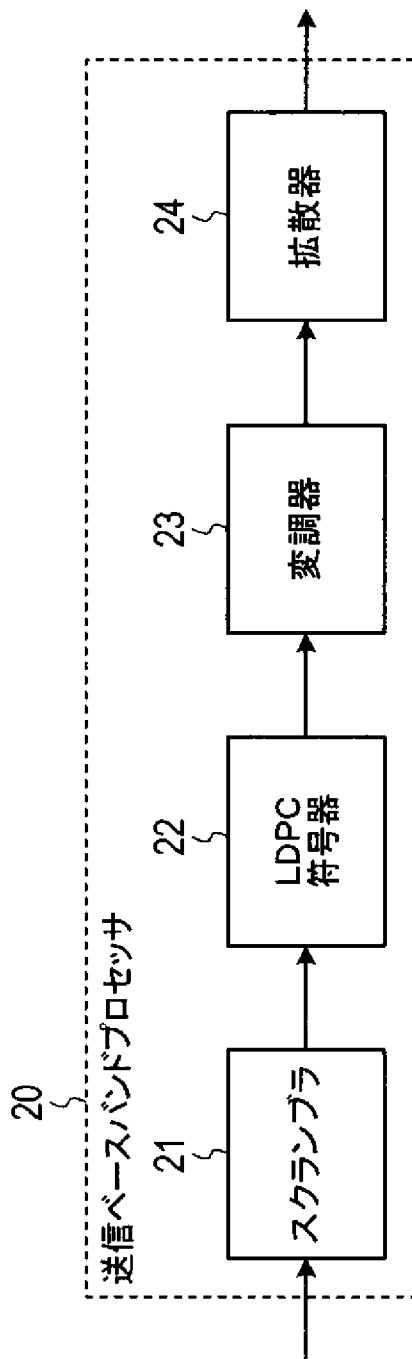


[図2]

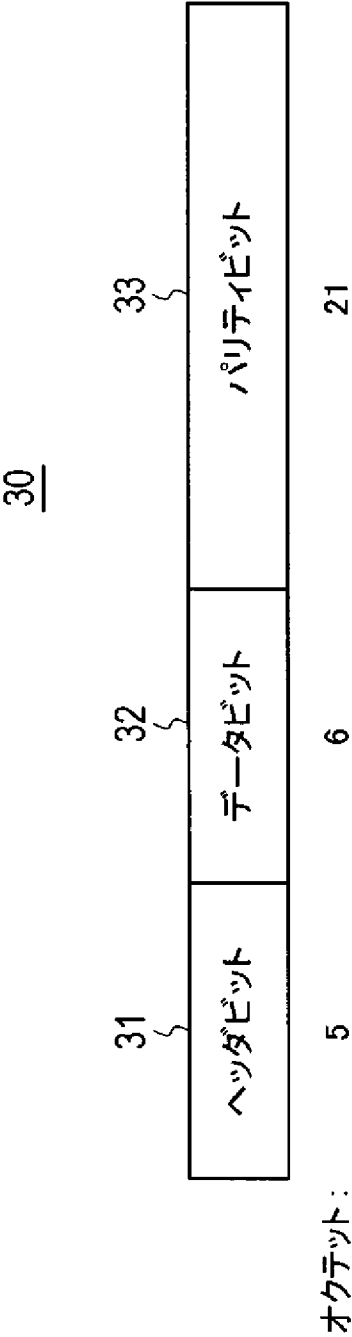
(12)

フィールド名	ビット幅	記述内容
予約	1	0に設定される(差動検出器初期化)
スクランブラ初期化	4	スクランブラ初期状態のビットX1～X4
長さ	10	PSDUにおけるデータオクテットの数。 範囲:14～1023オクテット
パケットタイプ	1	TRN-TXフィールドまたはTRN-Tフィールドが存在するかを示す
トレーニング長	5	トレーニングフィールドの長さ
ターンアラウンド	1	デバイスが、少なくとも1つの個別にアドレッシングされたMPDU(MACプロトコルデータユニット)を含むそのPPDUを送信した直後に、送られてくるPPDUがないかリスンする必要があるかを示す
予約ビット	2	
HCS	16	ヘッダチェックシーケンス

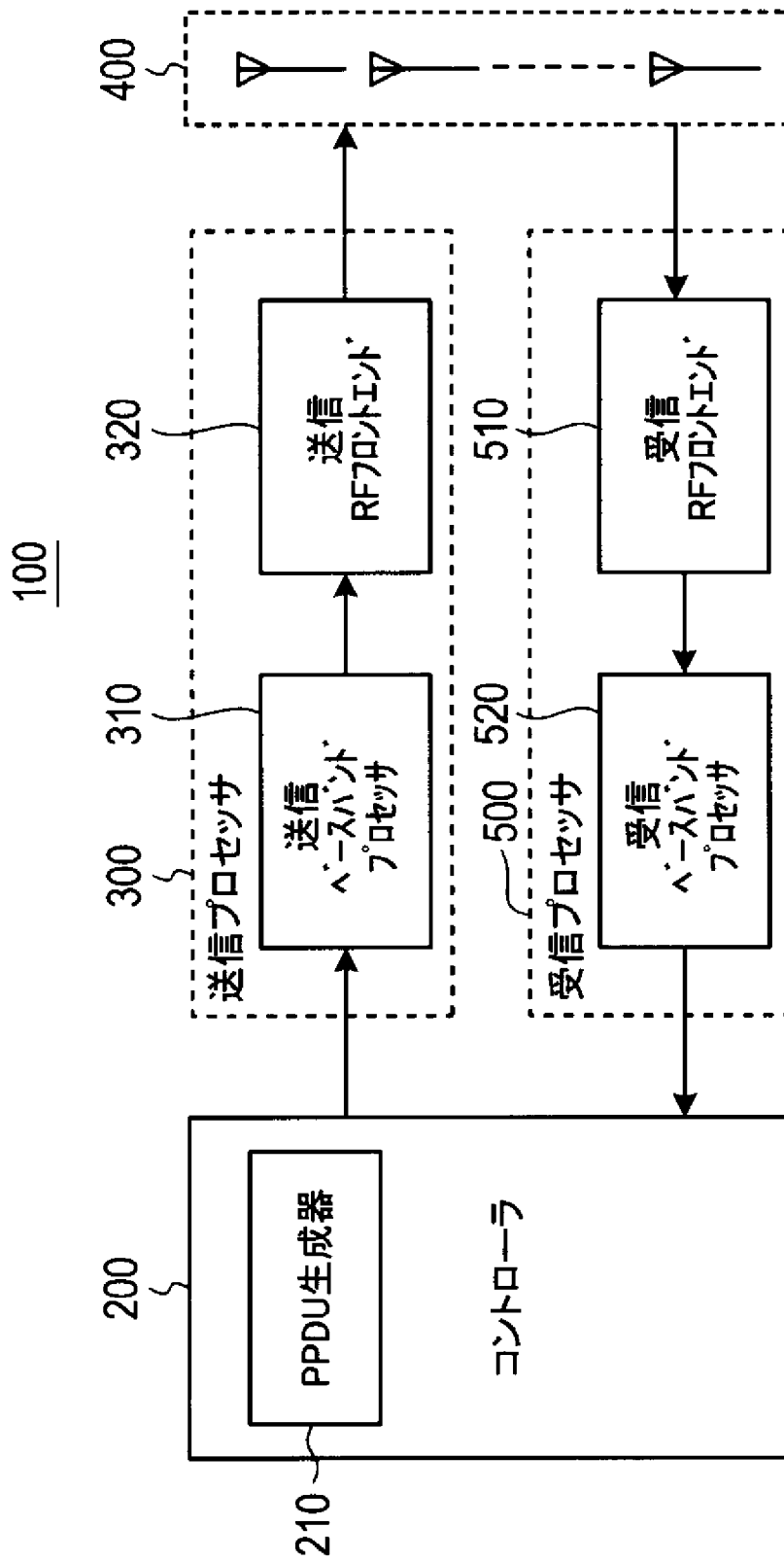
[図3]



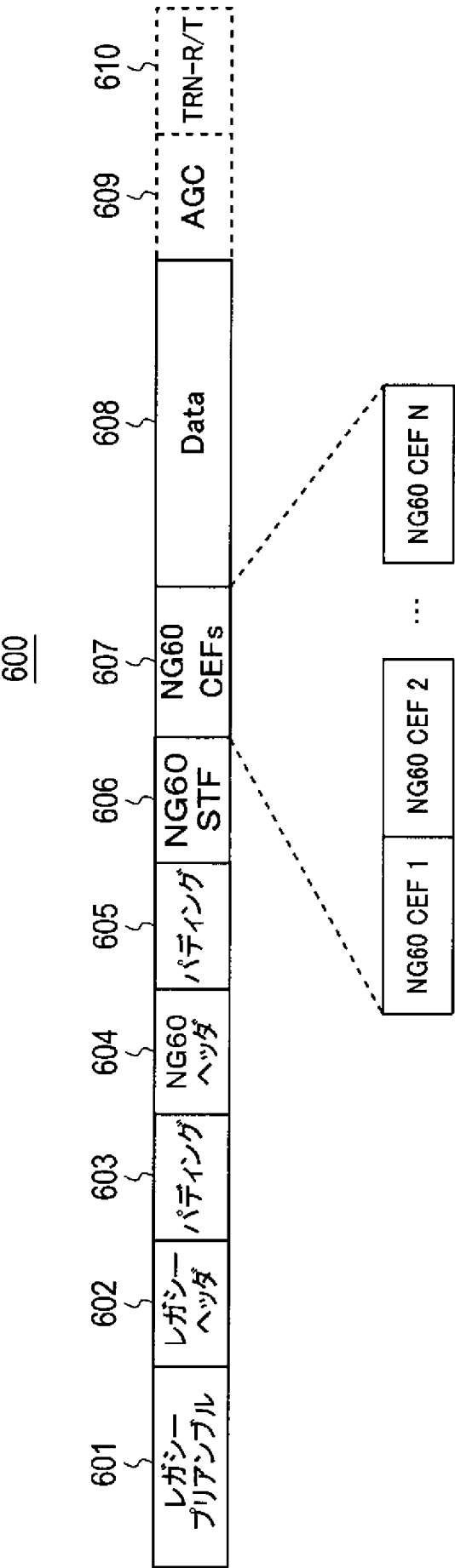
[図4]



[図5]



[図6]

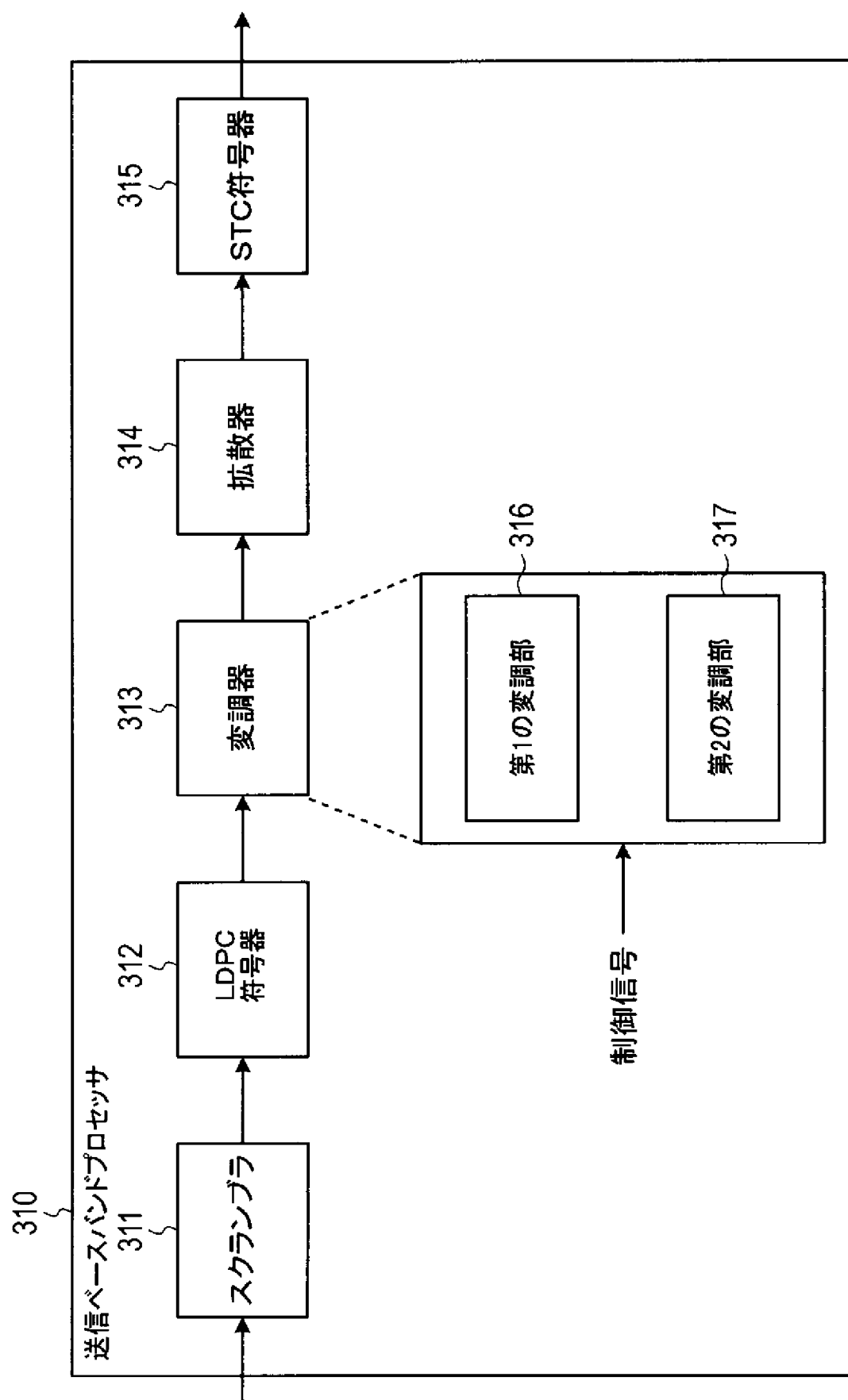


[図7]

(604)

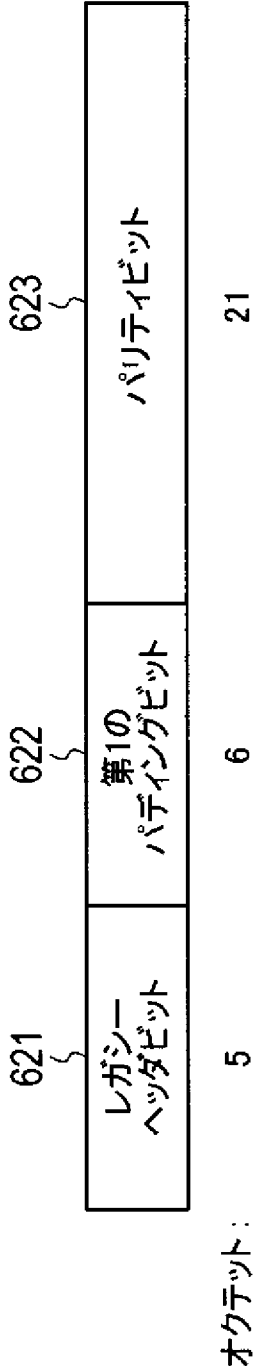
フィールド名	ビット幅	記述内容
CBW	3	チャネル帯域幅を指定する 000: 標準帯域幅 001: 標準帯域幅の2倍 010: 標準帯域幅の3倍 011: 標準帯域幅の4倍 100-111: 予約
長さ	10	PSDUにおけるデータオクテットの数を指定する
N_{sts}	3	時空間ストリームの数を指定する 000: 1 001: 2 010: 4 011: 8 100-111: 予約
予約ビット	8	
HCS	16	ヘッダチェックシーケンス

[図8]



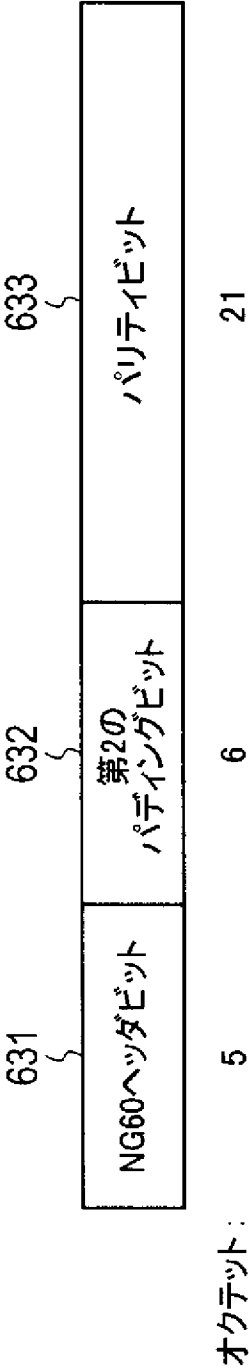
[図9]

620

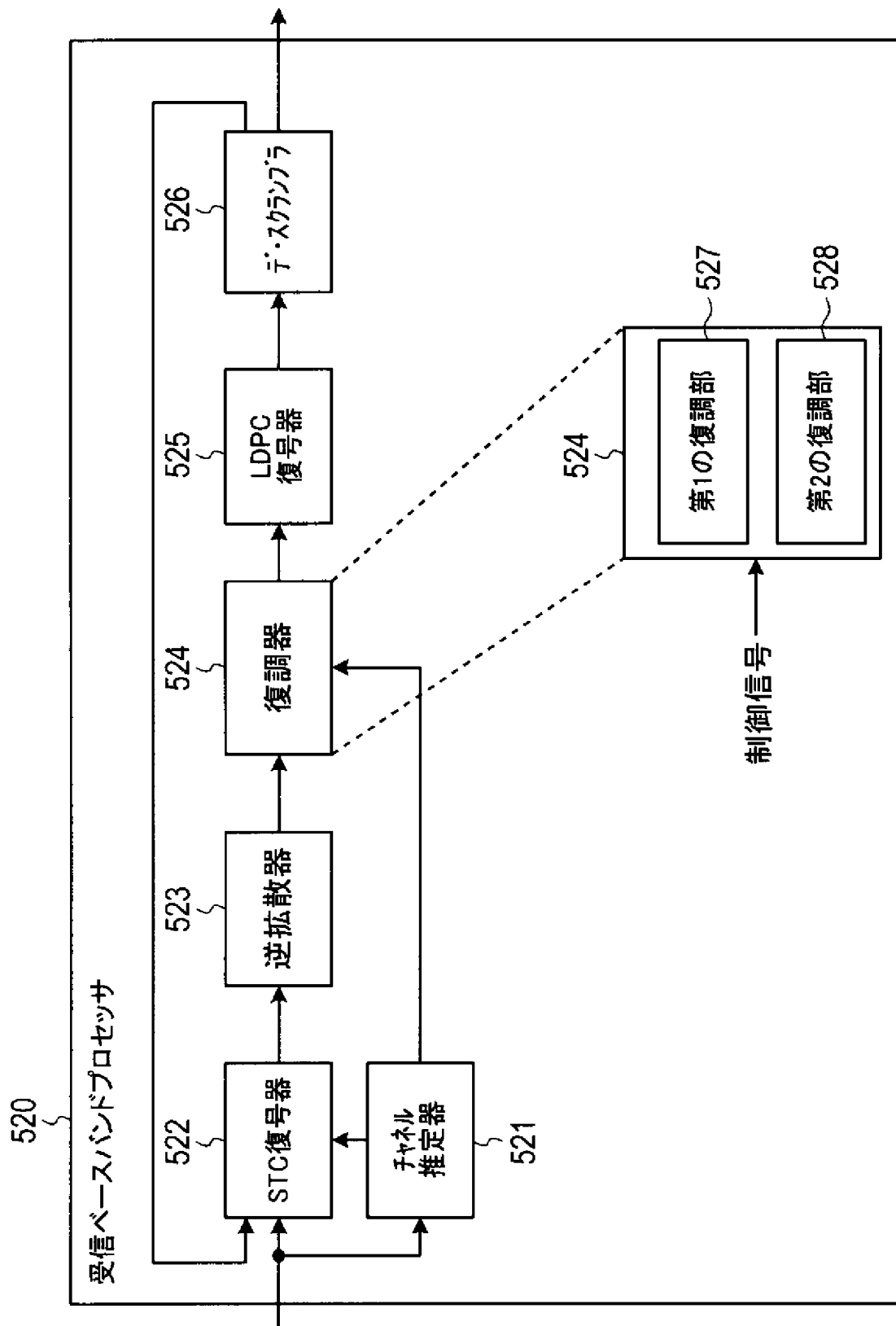


[図10]

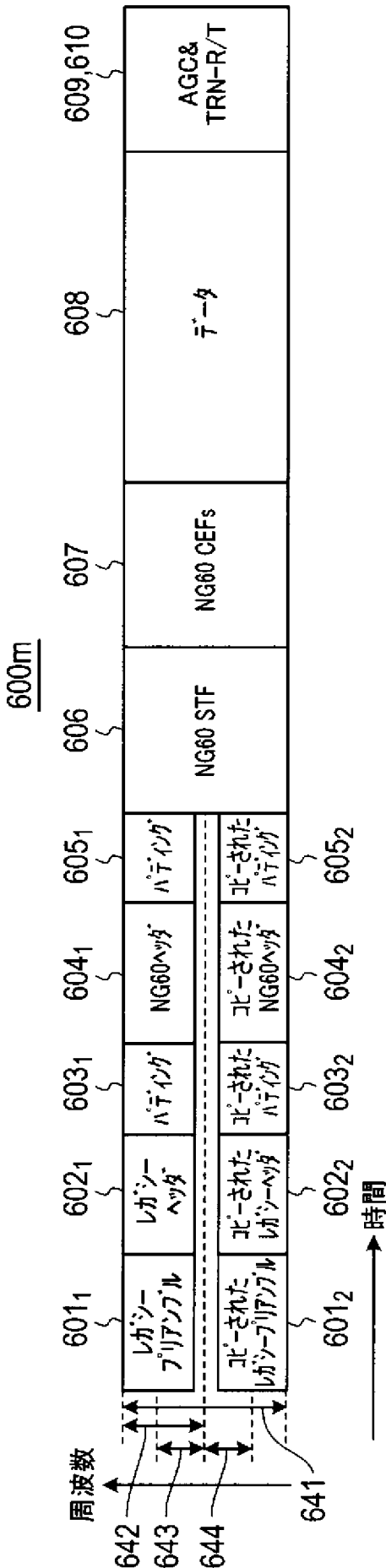
630



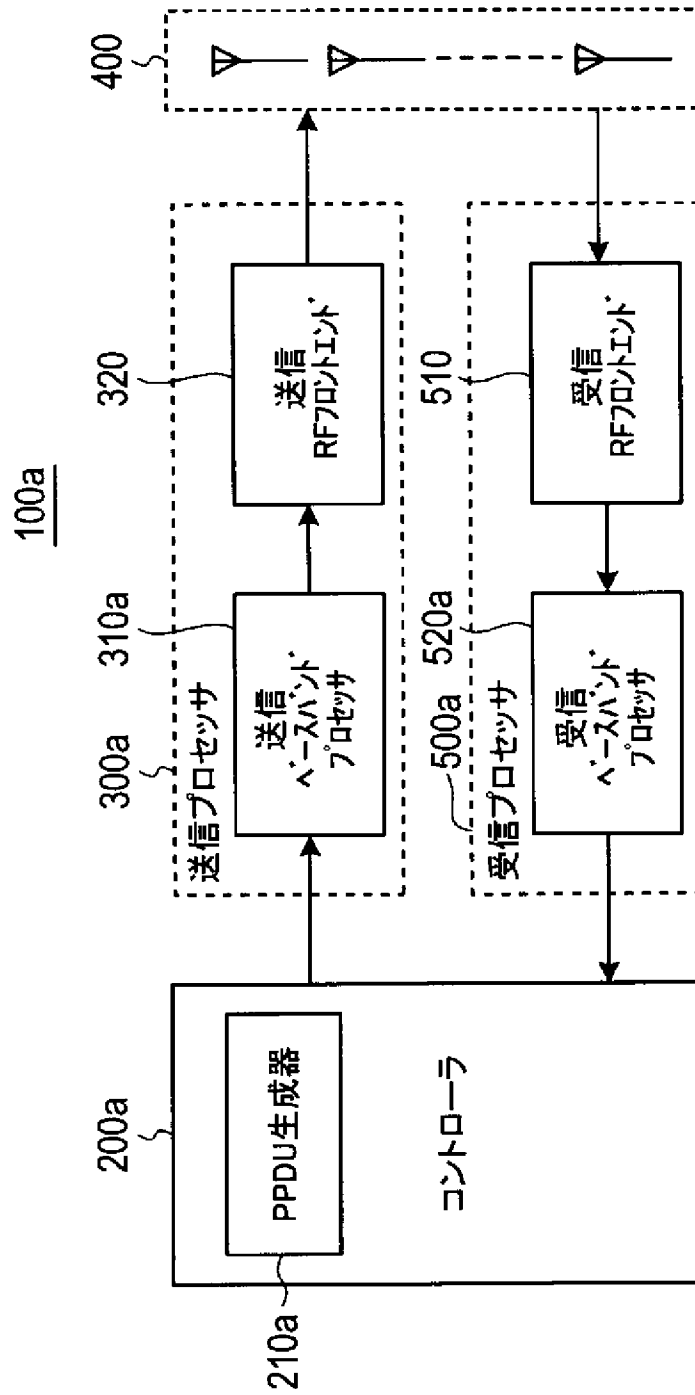
[図11]



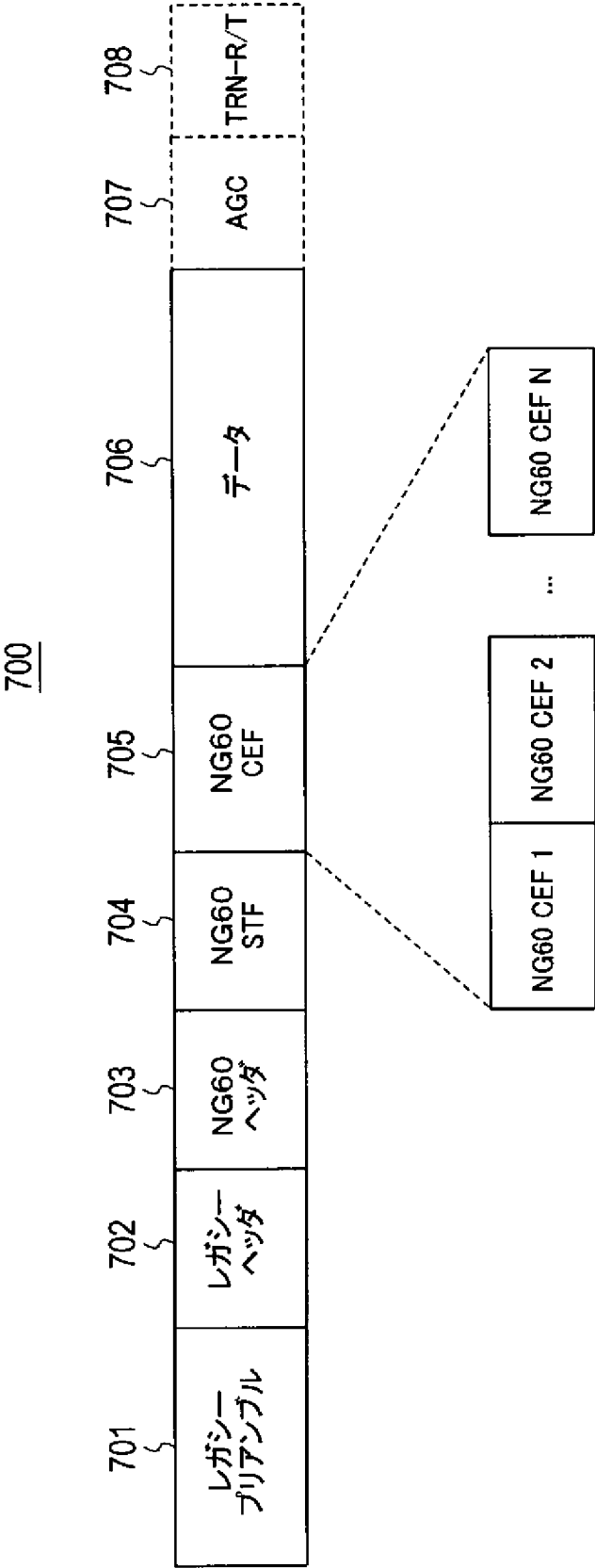
[図12]



[図13]



[図14]



[図15]

(703)

フィールド名	ビット幅	説明
フォーマット識別	8	
CBW	3	チャネル帯域幅を指定 000: 標準帯域幅 001: 標準帯域幅の2倍 010: 標準帯域幅の3倍 011: 標準帯域幅の4倍 100-111: 予約
長さ	10	PSDUにおけるデータオクテットの 数を指定
N_{sts}	3	時空間ストリームの数を指定する 000: 1 001: 2 010: 4 011: 8 100-111: 予約
予約ビット	8	
HCS	16	ヘッダチェックシーケンス

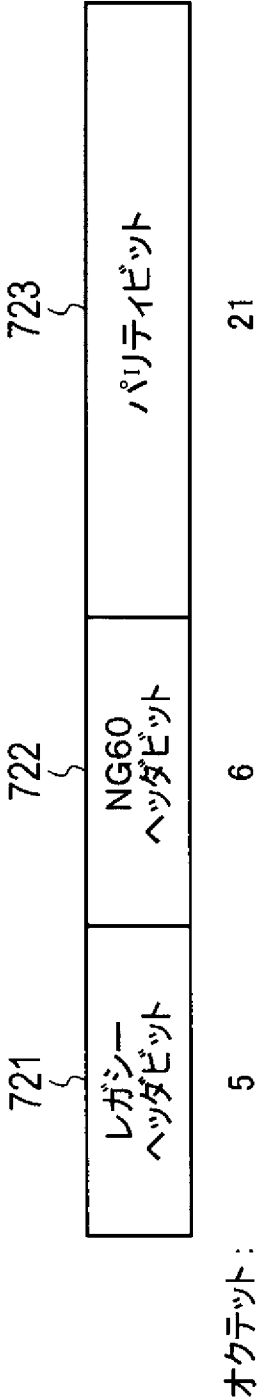
[図16]

(703)

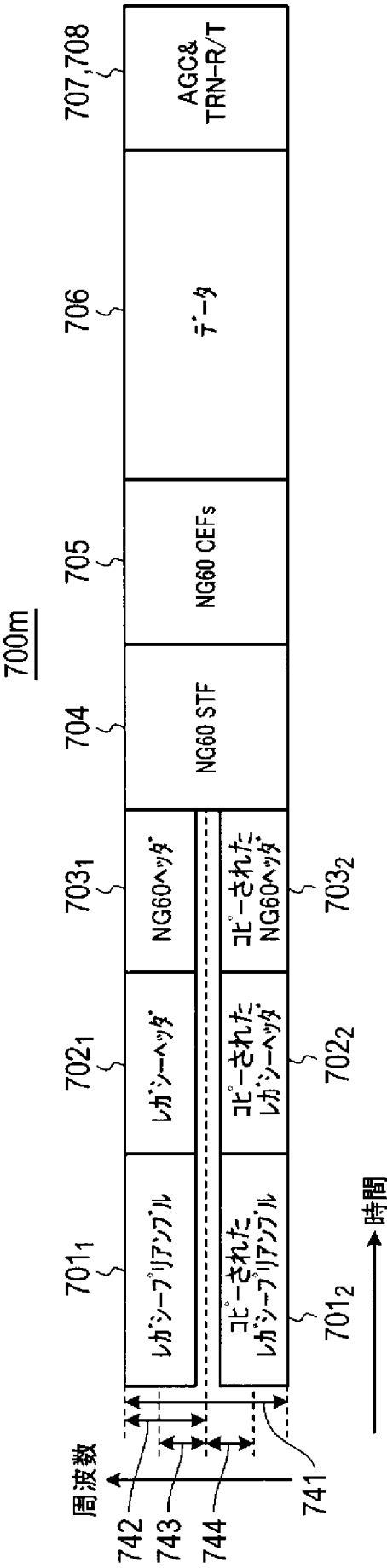
フィールド名	ビット幅	説明
フォーマット識別・CBW	8	
長さ	10	PSDUにおけるデータオクテットの数を指定
N_{sts}	3	時空間ストリームの数を指定する 000: 1 001: 2 010: 4 011: 8 100-111: 予約
予約ビット	11	
HCS	16	ヘッダチェックシーケンス

[図17]

720



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J11/00(2006.01)i, H04B1/707(2011.01)i, H04L27/20(2006.01)i, H04W28/06(2009.01)i, H04W84/12(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04J11/00, H04B1/707, H04L27/20, H04W28/06, H04W84/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

IEEE Xplore, CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2012-523774 A (Marvell World Trade Ltd.), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0050], [0057], [0060], [0073]; fig. 1, 2A, 2B, 5, 7B & US 2010/0260159 A1 paragraphs [0064], [0071], [0074], [0087]; fig. 1, 2A, 2B, 5, 7B & WO 2010/120692 A1 & EP 2811717 A1 & CN 102396186 A & KR 10-2012-0023610 A	1-3, 8-10 7 4-6
Y A	JP 2007-509530 A (Qualcomm Inc.), 12 April 2007 (12.04.2007), paragraphs [0332] to [0334]; fig. 52 & US 2005/0135284 A1 paragraphs [0419] to [0421]; fig. 52 & WO 2005/039105 A1 & EP 2267956 A1 & KR 10-2006-0086427 A & CN 1894888 A	7 1-6, 8-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 February 2016 (23.02.16)

Date of mailing of the international search report
01 March 2016 (01.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04J11/00(2006.01)i, H04B1/707(2011.01)i, H04L27/20(2006.01)i, H04W28/06(2009.01)i, H04W84/12(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04J11/00, H04B1/707, H04L27/20, H04W28/06, H04W84/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

IEEE Xplore, CiNii

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2012-523774 A (マーベル ワールド トレード リミテッド) 2012.10.04, 段落[0050], [0057], [0060], [0073], 図 1, 2A, 2B, 5, 7B & US 2010/0260159 A1, 段落 [0064], [0071], [0074], [0087], FIG. 1, 2A, 2B, 5, 7B & WO 2010/120692 A1 & EP 2811717 A1 & CN 102396186 A & KR 10-2012-0023610 A	1-3, 8-10 7 4-6
Y A	JP 2007-509530 A (クゥアルコム・インコーポレイテッド) 2007.04.12, 段落[0332]-[0334], 図 52 & US 2005/0135284 A1, 段落 [0419]-[0421], FIG. 52 & WO 2005/039105 A1 & EP 2267956 A1 & KR 10-2006-0086427 A & CN 1894888 A	7 1-6, 8-10

❏ C欄の続きにも文献が列挙されている。

❏ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.02.2016

国際調査報告の発送日

01.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北村 智彦

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5 K

5887