

(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  
2021年1月21日(21.01.2021)



(10) 国際公開番号

**WO 2021/009918 A1**

(51) 国際特許分類:  
*H04J 99/00* (2009.01) *H04W 28/18* (2009.01)  
*H04L 27/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/028324

(22) 国際出願日: 2019年7月18日(18.07.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:株式会社NTTドコモ(NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:原田 浩樹(HARADA Hiroki); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社NTTドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 永田 聡(NAGATA Satoshi);

〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社NTTドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). リュー ウェンジャ(LIU Wenjia); 100190 北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7階 都科摩(北京) 通信技術研究中心内 Beijing (CN). コウ ギョウリン(HOU Xiaolin); 100190 北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7階 都科摩(北京) 通信技術研究中心内 Beijing (CN). リュー ジェン(LIU Juan); 100190 北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7階 都科摩(北京) 通信技術研究中心内 Beijing (CN).

(74) 代理人:三好 秀和, 外(MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

(54) Title: TERMINAL

(54) 発明の名称: 端末

[図5]

Example: New Table 5.1.3.1-2: MCS index table 2 for PDSCH

| MCS Index<br>$I_{MCS}$ | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                      | 2                         | 120                                   |                              | 0.2344                 |
| 1                      | 2                         | 193                                   |                              | 0.3770                 |
| 2                      | 2                         | 308                                   |                              | 0.6016                 |
| 3                      | 2                         | 449                                   |                              | 0.8770                 |
| 4                      | 2                         | 602                                   |                              | 1.1758                 |
| 5                      | 4                         | 378                                   |                              | 1.4766                 |
| 6                      | 4                         | 434                                   |                              | 1.6953                 |
| 7                      | 4                         | 490                                   |                              | 1.9141                 |
| 8                      | 4                         | 553                                   |                              | 2.1602                 |
| 9                      | 4                         | 616                                   |                              | 2.4063                 |
| 10                     | 4                         | 658                                   |                              | 2.5703                 |

(57) Abstract: Provided is a terminal that determines a target encoding rate using: a standard encoding rate which is based on a modulation method as well as a modulation order; and an adjustment coefficient  $\alpha$  that lowers the standard encoding rate. The terminal sends and receives a signal encoded on the basis of the target encoding rate.

(57) 要約: 端末は、変調方式及び変調次数に基づく基準符号化レートと、基準符号化レートを低下させる調整係数 $\alpha$ とを用いて、目標符号化レートを決定する。端末は、当該目標符号化レートに基づいて符号化された信号を送受信する。

[続葉有]

WO 2021/009918 A1

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称： 端末

### 技術分野

[0001] 本発明は、無線通信を実行する端末、特に、Faster-Than-Nyquist (FTN) 伝送をサポートする端末に関する。

### 背景技術

[0002] 3rd Generation Partnership Project (3GPP) は、Long Term Evolution (LTE) を仕様化し、LTEのさらなる高速化を目的としてLTE-Advanced (以下、LTE-Advancedを含めてLTEという)、さらに、5th generation mobile communication system (5G、New Radio (NR) またはNext Generation (NG) と呼ばれる) の仕様化も進められている。

[0003] 3GPPのRelease 15 (NR) の仕様では、トランスポートブロックのサイズ (TB) は、変調次数及び目標符号化レート、及びModulation and Coding Scheme (MCS) などによって決定される。具体的には、端末 (User Equipment, UE) 及び無線基地局 (gNB) は、MCSインデックスと、MCSインデックスに対応するMCSインデックステーブルとによって、フレキシブルにMCSを決定できる (非特許文献1)。これにより、通信品質に応じた適応変復・チャネル符号化 (AMC : Adaptive Modulation Coding) を実現し得る。

[0004] また、現在のNRの仕様は、ナイキストレートに基づいており、Faster-Than-Nyquist (FTN) 伝送をサポートしていない。FTNは、ナイキストレートよりも高速なレートでシンボルを多重することによって、ナイキスト伝送に比較して周波数利用効率を向上することができる (非特許文献2)。

[0005] FTNは、シンボル間干渉 (ISI : Inter-Symbol Interference) 及びサブキャリア間干渉 (Inter-subCarrier Interference) を許容して、シンボルを高密度に多重することによって周波数利用効率を改善する。

### 先行技術文献

### 非特許文献

[0006] 非特許文献1: 3GPP TS 38.214 V15.6.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Physical layer procedures for data (Release 15)、3GPP、2019年6月

非特許文献2: H. Lin, N. Lahbabi, P. Siohan and X. Jiang, "An efficient FTN implementation of the OFDM/OQAM system", 2015 IEEE International Conference on Communications (ICC), London, 2015, pp. 4787-4792

### 発明の概要

[0007] FTNと、上述したようなフレキシブルなMCSとを組み合わせることによって、より高いスループット、或いは、より低いビット誤り率 (BER) を実現し得ると考えられる。

[0008] そこで、本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、Faster-Than-Nyquist (FTN) を適用しつつ、スループットの向上とビット誤り率 (BER) の低下とを高い次元で両立し得る端末の提供を目的とする。

[0009] 本開示の一態様は、変調方式及び変調回数に基づく基準符号化レートと、前記基準符号化レートを低下させる調整係数 (Squeezing factor) とを用いて、目標符号化レートを決定する制御部と、前記目標符号化レートに基づいて符号化された信号を送受信する送受信部 (FTN変調モジュール及びFTN復調モジュール) とを備える端末 (UE200) である。

[0010] 本開示の一態様は、変調方式及び変調回数に基づく基準符号化レートを維持しつつ、調整係数 (Squeezing factor) を用いて周波数の利用効率を上昇させる制御部と、前記利用効率が上昇した信号を送受信する送受信部 (FTN変調モジュール及びFTN復調モジュール) とを備える端末 (UE200) である。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1] 図1は、無線通信システム10の全体概略構成図である。

[図2] 図2は、FTNとDFT-S-OFDMとを組み合わせにおける時間ドメインの変化を示す図である。

[図3] 図3は、FTNとDFT-S-OFDMとを組み合わせにおける周波数ドメインの変化を示す図である。

[図4]図4は、gNB100及びUE200の概略機能ブロック構成図である。

[図5]図5は、Squeezing factorが追加された新規なMCSインデックステーブルの構成例を示す図である。

[図6]図6は、オプション1-1（既存MCSインデックステーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例（サイズ大）を示す図である。

[図7]図7は、オプション1-1（既存MCSインデックステーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例（同サイズ）を示す図である。

[図8]図8は、オプション1-2（既存MCSインデックステーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例（サイズ大）を示す図である。

[図9]図9は、オプション1-2（既存MCSインデックステーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例（同サイズ）を示す図である。

[図10]図10は、オプション2-1（既存MCSインデックステーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例（サイズ大）を示す図である。

[図11]図11は、オプション2-1（既存MCSインデックステーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例（同サイズ）を示す図である。

[図12]図12は、オプション2-2（既存MCSインデックステーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例（サイズ大）を示す図である。

[図13]図13は、オプション2-2（既存MCSインデックステーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例（同サイズ）を示す図である。

[図14]図14は、Squeezing factor用の新規テーブルの構成例（その1）を示す図である。

[図15]図15は、Squeezing factor用の新規テーブルの構成例（その2）を示す図である。

[図16]図16は、オプション2-1（Squeezing factor用の新規テーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例を示す図である。

[図17]図17は、オプション2-2（Squeezing factor用の新規テーブルベース）に基づくMCSインデックステーブルの構成例を示す図である。

[図18]図18は、オプション2-3（Squeezing factor用の新規テーブルベ

ース)に基づくMCSインデックステーブルの構成例を示す図である。

[図19]図19は、UE200のハードウェア構成の一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、実施形態を図面に基づいて説明する。なお、同一の機能や構成には、同一または類似の符号を付して、その説明を適宜省略する。

[0013] (1) 無線通信システムの全体概略構成

図1は、本実施形態に係る無線通信システム10の全体概略構成図である。

無線通信システム10は、5G New Radio (NR) に従った無線通信システムであり、Next Generation-Radio Access Network 20 (以下、NG-RAN20、及び端末200 (以下、UE200、User Equipment) を含む。

[0014] NG-RAN20は、無線基地局100 (以下、gNB100) を含む。なお、gNB及びUEの数を含む無線通信システム10の具体的な構成は、図1に示した例に限定されない。

[0015] NG-RAN20は、実際には複数のNG-RAN Node、具体的には、gNB (またはng-eNB) を含み、5Gに従ったコアネットワーク (5GC、不図示) と接続される。なお、NG-RAN20及び5GCは、単に「ネットワーク」と表現されてもよい。

[0016] gNB100は、5Gに従った無線基地局であり、UE200と5Gに従った無線通信を実行する。gNB100及びUE200は、複数のアンテナ素子から送信される無線信号を制御することによって、より指向性の高いビームを生成するMassive MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)、複数のコンポーネントキャリア (CC) を束ねて用いるキャリアアグリゲーション (CA)、及びUEと2つのNG-RAN Nodeそれぞれとの間において同時に通信を行うデュアルコネクティビティ (DC) などに対応することができる。

無線通信システム10は、FR1及びFR2に対応する。各FRの周波数帯は、次のとおりである。

[0017] ・ FR1 : 410 MHz〜7.125 GHz

・ FR2 : 24.25 GHz〜52.6 GHz

FR1では、15、30または60kHzのSub-Carrier Spacing (SCS) が用いられ、5

～100MHzの帯域幅（BW）が用いられる。FR2は、FR1よりも高周波数であり、60, または120kHz（240kHzが含まれてもよい）のSCSが用いられ、50～400MHzの帯域幅（BW）が用いられる。

[0018] なお、SCSは、numerologyと解釈されてもよい。numerologyは、3GPP TS38.300において定義されており、周波数ドメインにおける一つのサブキャリアスペーシングと対応する。

[0019] さらに、無線通信システム10は、FR2の周波数帯域よりも高周波数帯域にも対応する。具体的には、無線通信システム10は、52.6GHzを超え、114.25GHzまでの周波数帯域に対応する。ここでは、このような高周波数帯域を、便宜上「FR4」と呼ぶ。FR4は、いわゆるEHF（extremely high frequency、ミリ波とも呼ばれる）に属する。なお、FR4は仮称であり、別の名称で呼ばれても構わない。

[0020] また、FR4は、さらに区分されても構わない。例えば、FR4は、70GHz以下の周波数レンジと、70GHz以上の周波数レンジとに区分されてもよい。或いは、FR4は、さらに多くの周波数レンジに区分されてもよいし、70GHz以外の周波数において区分されてもよい。

[0021] また、ここでは、FR2とFR1との間の周波数帯は、便宜上「FR3」と呼ぶ。FR3は、7.125 GHzを超え、24.25 GHz未満の周波数帯である。

[0022] 本実施形態では、FR3及びFR4は、FR1及びFR2を含む周波数帯域と異っており、異周波数帯域と呼んでもよい。

[0023] 特に、FR4のような高周波数帯域では、上述したように、キャリア間の位相雑音の増大が問題となる。このため、より大きな（広い）SCS、またはシングルキャリア波形の適用が必要となり得る。

[0024] また、伝搬損失が大きくなるため、より狭いビーム（すなわち、より多数のビーム）が必要となり得る。さらに、ピーク対平均電力比（PAPR）及びパワーアンプの非線形性に対してより敏感となるため、より大きな（広い）SCS（及び／または、より少ない数のFFTポイント）、PAPR低減メカニズム、またはシングルキャリア波形が必要となり得る。

[0025] このような問題を解決するため、本実施形態では、特に、52.6GHzを超える帯域を用いる場合、より大きなSub-Carrier Spacing (SCS) を有するCyclic Prefix-Orthogonal Frequency Division Multiplexing (CP-OFDM) 或いはDiscrete Fourier Transform - Spread (DFT-S-OFDM) を適用し得る。

[0026] また、無線通信システム10では、Faster-Than-Nyquist (FTN) 伝送をサポートできる。FTNは、ナイキストレートよりも高速なレートでシンボル（具体的には、OFDMシンボル、適宜、シンボルと省略する）を多重することによって、ナイキストレート伝送に比較して周波数利用効率を向上することができる。

[0027] FTNは、シンボル間干渉 (ISI : Inter-Symbol Interference) 及びサブキャリア間干渉 (Inter-subCarrier Interference) を許容して、OFDMシンボルを高密度に多重することによって周波数利用効率を改善できる。なお、周波数利用効率は、単に利用効率と呼ばれてもよいし、スペクトル効率 (Spectral Efficiency (SE) ) などと呼ばれてもよい。

[0028] 図2は、FTNとDFT-S-OFDMとを組み合わせにおける時間ドメインの変化を示す。また、図3は、FTNとDFT-S-OFDMとを組み合わせにおける周波数ドメインの変化を示す。

[0029] 非直交サブキャリアは、以下のように表すことができる。

[0030] ・サブキャリア間隔 ( $\Delta f$ )  $\times$  OFDMシンボル ( $T$ ) =  $\alpha < 1s$

ここで、 $\alpha$ は、FTN変調係数と呼ぶ。図2に示すように、FTN変調前とFTN変調後とを比較すると、FTN変調後では、OFDMシンボルのシンボル長は、FTN変調係数 $\alpha$ によってスケーリングされる。なお、 $\alpha$ は、Squeezing factor (絞り係数) などと呼ばれてもよい。

[0031] 具体的には、シンボル長は、FTN変調前よりも短くなる、つまり、FTN変調前と比較すると、OFDMシンボルは、時間方向において圧縮される。圧縮の程度は、 $\alpha$ によってコントロールできる。

[0032] なお、シンボル長は、シンボルの時間長、シンボル長さ、シンボル期間或いはシンボル時間などと呼ばれてもよい。

[0033] また、図3に示すように、FTN変調後のサブキャリア帯域幅 ( $B'$ ) は、 $\alpha$ 、つまり、時間方向において圧縮されたOFDMシンボルによって実質的に拡張されており、より高速なレートでの伝送を可能とし得る。

[0034] このように、OFDMに時間領域の圧縮を行うFTNを適用した場合、各サブキャリアのOFDMシンボルは、ナイキストレートより高速なレートで多重される。これにより、スループット（通信容量）の向上を図り得る。表1は、変調次数（変調方式）に応じたFTN限界値（FTN limit）及びレート成長率（Rate growth）の例を示す（出典は、非特許文献2）。

[0035] [表1]

|       | FTN limit | Rate growth |
|-------|-----------|-------------|
| QPSK  | 0.5       | 2           |
| 16QAM | 0.7       | 1.43        |
| 64QAM | 0.9       | 1.11        |

[0036] 表1に示すように、変調次数（変調方式）に関わらず、FTNによってスループットを向上し得る。FTN限界値（FTN limit）は、ビット誤り率（BER）低下が発生しないFTN変調係数（ $\alpha$ ）であり、変調次数が高くなる程、効率が悪くなる。つまり、BER低下が発生しないFTNの最大利得（レート成長率）は、変調次数が高くなる程、低くなる。

[0037] 例えば、Quadrature Phase shift Keying (QPSK) では、FTN limitは、0.5であり、OFDMシンボルは、FTN変調前の半分の時間長まで圧縮される。これにより、レートは、2倍まで上昇する。

[0038] このようなFTNの特徴を考慮すると、例えば、周波数利用効率（SE）及び変調次数が同じである場合、低い符号化レートによるFTN伝送は、高い符号化レートによるナイキスト伝送よりも優れたBER特性を発揮すると言える。

[0039] また、変調次数及び符号化レートが固定である場合、FTN伝送は、ある程度のBER増加を許容しつつ、より高いSEを達成し得ると言える。

[0040] さらに、変調次数が固定であり、符号化レートが異なる場合、FTN伝送は、

FTN変調係数 ( $\alpha$ ) 及び符号化レートを調整することによって、高いSEと低いBERとを両立し得ると言える。

[0041] (2) 無線通信システムの機能ブロック構成

次に、無線通信システム10の機能ブロック構成について説明する。具体的には、gNB100及びUE200の機能ブロック構成について説明する。

[0042] 図4は、gNB100及びUE200の概略機能ブロック構成図である。gNB100及びUE200は、同様の概略機能ブロック構成を有するため、以下、UE200の機能ブロックを例として説明する。

[0043] 上述したように、無線通信システム10では、DFT-S-OFDM（下りリンク（DL）及び上りリンク（UL）の何れにも適用可能）、及びFTNが適用可能である。特に、DFT-S-OFDMは、低PAPR確保の観点から好ましい。

[0044] 限られた数のRFチェーンは、SEを低下させ得るが、FTNは、時間方向において圧縮された（絞られた）波形を用いることによって、SEを向上し得る。

[0045] 図4に示す概略機能ブロック構成図は、FTN及びDFT-S-OFDMに関連する部分を主に示している点に留意されたい。図4では、送信側と受信側とに区分して、関連する機能ブロックが示されている。

[0046] 送信側では、DFT-S-OFDMが用いられるため、選択された変調方式による変調後、DFTプリコーディングが施され、シンボルにサブキャリアのマッピングが実行される。サブキャリアとは、搬送波周波数の異なる正弦波であり、送信されるシンボルの種類に応じて各サブキャリアの位相や振幅が設定される。ここでは、FTNの適用が考慮され、低い周波数のサブキャリアへの集中的なマッピングが実行される。

[0047] その後、複数のシンボルに対して、逆高速フーリエ変換（IFFT）が実行され、時間信号系列を出力する。入力された複数のシンボルは、個別のサブキャリアによって並列して伝送される。また、IFFT後のOFDM信号に対して、巡回プレフィックス（CP）が付加される。

[0048] また、送信側では、CP付加の後段、つまり、DFT-S-OFDMの後には、FTN変調モジュールが設けられる。

- [0049] FTN変調モジュールは、FTNに従って、ナイキストレートよりも高速なレートでOFDMシンボルを多重化する。具体的には、FTN変調モジュールは、アップサンプリング、及び当該サンプリング後の波形成形機能などを有する。
- [0050] 受信側は、上述した送信側と逆の処理を実行する。受信側には、最小平均自乗誤差（MMSE）規範に基づいた周波数領域等化（FDE）機能が実装される。これにより、MMSE規範に基づく周波数領域のイコライジングが実行され、BER特性を改善し得る。
- [0051] 具体的には、FDEを用いたDFT-S-OFDMとFTNとの組み合わせは、適度な信号対雑音比（SNR）の増加を犠牲にしつつ、DFT-S-OFDM単体よりもSEを改善し得る。また、FDEを用いたDFT-S-OFDMとFTNとの組み合わせは、CP-OFDMを用いた場合と同様のBER及びSEの性能を達成し得る。
- [0052] また、受信側では、CP除去の前段には、FTN復調モジュールが設けられる。FTN復調モジュールは、マッチドフィルタ（整合フィルタ）及びダウンサンプリング機能などを有する。
- [0053] FTN変調モジュール及びFTN復調モジュールは、複数のシンボル（具体的には、OFDMシンボル、或いはFTN後であるためFTNシンボルと呼んでもよい）及びサブキャリアによって構成される信号を送受信する。
- [0054] 本実施形態では、FTN変調モジュール及びFTN復調モジュールは、目標符号化レート（Target code Rate）に基づいて符号化された信号を送受信する送受信部を構成する。具体的には、Target code Rate ( $R$ ) は、3GPP TS38.214の5章（下りリンク（DL））及び6章（上りリンク（UL））において規定されており、変調次数（Modulation Order ( $Q_m$ ）などとともに決定される。
- [0055] より具体的には、UE200は、下り制御情報（DCI）の5ビットのModulation and Coding Scheme（MCS）フィールド（ $I_{MCS}$ ）を読み、変調次数（ $Q_m$ ）とTarget code Rate ( $R$ ) を決定する。また、UE200は、レートマッチング前に割り当てられたPhysical Resource Block（PRB）の総数（ $n_{PRB}$ ）を用いてトランスポートブロックのサイズ（TBS）を決定する。
- [0056] つまり、UE200は、 $I_{MCS}$ 及び $Q_m$ に基づいてTarget code Rate ( $R$ ) を決定す

る。 $I_{MCS}$ は、変調及び符号化方式のインデックスであり、適用される変調方式（例えば、Quadrature Phase shift Keying (QPSK), 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation)など）の決定に用いられる。

[0057] 上述したように、無線通信システム10はFTNに対応しており、制御部は、FTN変調係数 $\alpha$ を用いてTarget code Rateを調整する。具体的には、制御部は、上述したように、FTNが適用されない従来のNRの仕様（3GPP TS38.214）に従って決定されたTarget code Rate（ここでは、基準符号化レートという）を低下させる。

[0058] つまり、制御部は、基準符号化レートと、当該基準符号化レートを低下させるFTN変調係数 $\alpha$ とを用いて、新たな目標符号化レートを決定する。なお、FTN変調係数 $\alpha$ は、基準符号化レートを調整しており、調整係数と呼ばれてもよい。また、基準符号化レートは、FTNが適用される前、つまり、FTN変調係数 $\alpha$ が適用される前の目標符号化レートと解釈されてもよい。

[0059] 或いは、制御部は、FTN変調係数 $\alpha$ を用いて、周波数の利用効率、具体的には、スペクトル効率（Spectral Efficiency (SE)）を上昇させるようにしてもよい。制御部は、 $I_{MCS}$ （変調方式）及び $Q_m$ （変調次数）に基づくTarget code Rate（基準符号化レート）を維持しつつ、FTN変調係数 $\alpha$ を用いてSEを上昇させる。

[0060] FTN変調モジュール及びFTN復調モジュールは、このようにSEが上昇した信号を送受信する。

[0061] また、制御部は、FTN変調係数 $\alpha$ を用いてトランスポートブロックのサイズ（TBS）を決定してもよい。具体的には、制御部は、FTNが適用されない従来のNRの仕様（3GPP TS38.214）に規定されているTBS計算に用いられる式を次のように変更する。

[0062] [数1]

$$N_{info} = \frac{1}{\alpha} \cdot N_{RE} \cdot R \cdot Q_m \cdot v$$

- [0063] なお、当該式を用いたTBSの計算については、さらに後述する。
- [0064] また、FTN変調モジュールは、制御部からの制御に基づいて、UE200がFTN変調係数 $\alpha$ を用いた処理に対応しているか示す能力情報（UE capability）をネットワークに送信することができる。当該能力情報は、典型的には、媒体アクセス制御レイヤ（RRC）などの上位レイヤのシグナリングによって送信し得るが、下位レイヤのシグナリングによって送信されてもよい。
- [0065] なお、UE200は、NRに従った無線通信を実行するため、規定されている参照信号、制御信号、制御チャネル及びデータチャネルに関する処理をサポートする。
- [0066] 例えば、UE200は、Demodulation reference signal（DMRS）、及びPhase Tracking Reference Signal（PTRS）などの参照信号（RS）を用いた処理を実行する。
- [0067] DMRSは、データ復調に用いるフェージングチャネルを推定するための端末個別の基地局～端末間において既知の参照信号（パイロット信号）である。PTRSは、高い周波数帯で課題となる位相雑音の推定を目的した端末個別の参照信号である。
- [0068] なお、参照信号には、DMRS及びPTRS以外に、Channel State Information-Reference Signal（CSI-RS）及びSounding Reference Signal（SRS）も含まれる。
- [0069] また、UE200は、制御チャネルを介して、無線リソース制御レイヤ（RRC）の制御信号を送受信する。
- [0070] チャネルには、制御チャネルとデータチャネルとが含まれる。制御チャネルには、PDCCH（Physical Downlink Control Channel）、PUCCH（Physical Uplink Control Channel）、RACH（Random Access Channel、Random Access Radio Network Temporary Identifier（RA-RNTI）を含むDownlink Control Information（DCI））、及びPhysical Broadcast Channel（PBCH）などが含まれる。
- [0071] また、データチャネルには、PDSCH（Physical Downlink Shared Channel）

、及びPUSCH (Physical Downlink Shared Channel) などが含まれる。データとは、データチャネルを介して送信されるデータを意味する。

[0072] また、UE200は、Protocol Data Unit (PDU)ならびにService Data Unit (SDU)の送受信を実行する。具体的には、UE200は、複数のレイヤ（媒体アクセス制御レイヤ（MAC）、無線リンク制御レイヤ（RLC）、及びパケット・データ・コンバージェンス・プロトコル・レイヤ（PDCP）など）におけるPDU/SDUの組み立て／分解などを実行する。

[0073] （３）無線通信システムの動作

次に、無線通信システム10の動作について説明する。具体的には、UE200によるFTNを考慮した適応変復・チャネル符号化（AMC）動作について説明する。

[0074] 具体的には、FTN変調係数（Squeezing factor） $\alpha$ を、 $0 < \alpha \leq 1$ に設定し、Target code RateまたはSpectral Efficiency（SE）を調整することによって、ユースケース（例えば、Broadband（eMBB）、Ultra-Reliable and Low Latency Communications（URLLC））に応じた、より柔軟かつ適切なリンクアダプテーションを実現し得る。

[0075] 本実施形態では、FTNとフレキシブルなMCSとを組み合わせることによって、ナイキスト伝送（ナイキストシグナリングと呼ばれてもよい）よりも大容量、つまり高スループット、或いはビット誤り率（BER）の低下を実現する。

[0076] FTNによる通信容量の増大とBERの低下については、以下のようなことが考察できる。

[0077] ・通信容量の増大

（i）変調次数が高い高次変調でも、FTNは、ナイキスト伝送よりも高いSEを達成できる。

[0078] （ii）BERが低下しない最大容量利得は、変調次数が高くなるに連れて減少する。

[0079] （iii）サポート可能なSqueezing factor（すなわちFTN limit）は、変調次数が高くなるに連れて増加する。

[0080] (iv) 適度なBERの悪化を許容できる場合、高次変調でも通信容量の増大を見込める。

[0081] ・ BERの低下

(i) 目標とするS Eを固定とした場合、低い変調次数及び／または低い符号化レートは、高い変調次数及び／または高い符号化レートを有するナイキスト伝送よりも低いBERを達成することができる。

[0082] 以下では、Squeezing factor  $\alpha$ を適用し、従来のNRの仕様（3GPP TS38.214）に規定されているMCSインデックステーブルの変更例、新たなTBSの計算方法、Squeezing factor用の新規テーブル、及びFTNに関するUE200の能力情報（UE capability）のシグナリングについて説明する。

[0083] （3. 1）MCSインデックステーブルの構成例

図5は、Squeezing factorが追加された新規なMCSインデックステーブルの構成例を示す。図5は、3GPP TS38.214の5.1.3章に記載されているMCSインデックステーブルに変更を加えたものである。

[0084] 図5に示すように、Squeezing factor  $\alpha$ が追加されている。上述したように、 $\alpha$ は、FTN限界値（FTN limit）と等価であってよく、FTN変調係数、調整係数、絞り係数或いは圧縮係数などと呼ばれてもよい。

[0085] Squeezing factorが追加されている以外には変更はなく、NRのMCSに関する既存の手順及びシグナリングを利用できる。

[0086] このようなMCSインデックステーブルを用いる場合、以下のようなオプションが考えられる。

[0087] ・（オプション1）： 既存のMCSインデックステーブルと同一SE値を使用

・（オプション1-1）： 各変調次数に対するSqueezing factorとTarget code Rate（R）との新規な組合せを追加する。

[0088] ・（オプション1-2）： 既存の各Target code Rateについて、Squeezing factorと変調次数（ $Q_m$ ）との新規な組合せを追加する。

[0089] ・（オプション2）： MCSインデックステーブルに新規なSE値を追加

・（オプション 2-1）： 既存の MCS インデックステーブルと同一の変調次数及び Target code Rate の組合せを用い、Squeezing factor によって新たな SE 値を有する MCS インデックスを追加する。

[0090] ・（オプション 2-2）： 既存の MCS インデックステーブルと異なる変調次数及び Target code Rate の組合せを用い、Squeezing factor、変調次数及び Target code Rate の異なる組合せによって新たな SE 値を有する MCS インデックスを追加する。

[0091] 全てのオプションを対象として、MCS インデックステーブルのサイズは、既存の MCS インデックステーブルよりも大きくてもよいし、同一もよい。なお、サイズが同一の場合は、幾つかの既存の MCS インデックスが削除される。

[0092] また、MCS インデックステーブルは、UL 及び DL において利用されるが、新たな MCS インデックステーブルの適用は、片方向のみでもよいし、両方向でもよい。

[0093] 以下、各オプションの例について説明する。

[0094] （3. 1. 1）オプション 1-1

図 6 は、オプション 1-1 に基づく MCS インデックステーブルの構成例（サイズ大）を示す。図 6 に示すように、変調次数が高くなると、 $\alpha$  の最小値が大きくなる。本構成例は、既存の MCS インデックステーブルよりも MCS インデックスが増加しており、テーブルサイズが大きくなっている。

[0095] 本構成例では、QPSK と 64QAM の  $\alpha$  の最小値は、それぞれ 0.5, 0.9 である。これは、限界値（FTN limit）が考慮されている（表 1 参照）。

[0096] また、 $\alpha$  の数は、Target code Rate とともに増加する。本構成例では、Target code Rate=308[1024] と、449[1024] とに、異なる  $\alpha$  の値が追加されている。これは、低い符号化レートの場合、FTN 変調後の符号化利得が限定的であるためである。従って、テーブルサイズの増大及びオーバーヘッドの抑制するためには、低い符号化レート向けに複数の  $\alpha$  を設定することが好ましい。

[0097] 図 7 は、オプション 1-1 に基づく MCS インデックステーブルの構成例（同サイズ）を示す。本構成例は、既存の MCS インデックステーブルと同サイズで

ある。

- [0098] 本構成例では、従来の高い符号化レートのMCSインデックスの幾つかが、 $\alpha < 1$ である低い符号化レートのMCSインデックスによって置き換えられている。
- 例えば、同一のSE : 0.6016を達成するために、 $I_{MCS}=2$ のTarget code Rate : 308 [1024]は、Target code Rate : 154 [1024],  $\alpha=0.5$ によって置き換えられる。

- [0099] (3. 1. 1) オプション1-2

図8は、オプション1-2に基づくMCSインデックステーブルの構成例（サイズ大）を示す。以下、オプション1-1と異なる部分について、主に説明する。

- [0100] 本構成例では、QPSKが最低の変調次数 ( $Q_m=2$ ) である。従って、QPSKには、 $\alpha < 1$ となるSqueezing factorは設定されていない。
- [0101] また、本構成例では、オプション1と異なり、変調次数は任意ではなく、{2, 4, 6, 8}に制限されている。従って、 $\alpha$ の値も任意ではない。
- [0102] 図9は、オプション1-2に基づくMCSインデックステーブルの構成例（同サイズ）を示す。
- [0103] 本構成例では、従来の高い符号化レートのMCSインデックスの幾つかが、 $\alpha < 1$ である低い符号化レートのMCSインデックスによって置き換えられている。
- 例えば、同一のSE : 1.4766を達成するために、 $I_{MCS}=5$ の $Q_m$ が、「4」から「2」に置き換えられるとともに、 $\alpha=0.5$ によって置き換えられている。
- [0104] (3. 1. 3) オプション2-1

図10は、オプション2-1に基づくMCSインデックステーブルの構成例（サイズ大）を示す。

- [0105] 図10に示すように、変調次数が高くなるに連れて、 $\alpha$ の最小値は大きくなる。
- [0106] 図11は、オプション2-1に基づくMCSインデックステーブルの構成例（同サイズ）を示す。
- [0107] (3. 1. 4) オプション2-2

図12は、オプション2-2に基づくMCSインデックステーブルの構成例（

サイズ大)を示す。

[0108] オプション2-1では、新たなSE値を達成するために、各変調次数及びTarget code Rateに対してSqueezing factorが追加されるのみであったが、本構成例では、新たなSE値を達成するため、Squeezing factorが追加されるとともに、Target code Rateが変更されている。

[0109] 図13は、オプション2-2に基づくMCSインデックステーブルの構成例（同サイズ）を示す。

[0110] なお、 $\alpha$ を含むMCSインデックステーブルと、 $\alpha$ を含まない従来のMCSインデックステーブルとの両方が定義されてもよい。この場合、UE200が、 $\alpha$ を含むMCSインデックステーブルに対応しているか否かを示す能力情報がネットワークにシグナリングされることが好ましい。能力情報のシグナリングについては、さらに後述する。

[0111] また、 $\alpha$ を含むMCSインデックステーブルが設定されると、テーブルサイズが大きくなる可能性がある。従って、DCIのMCSビットサイズを定義、設定するためのMCS用のシグナリングが定義されることが好ましい。

[0112] (3.2) TBSの計算方法

例えば、既存のNR (TS38.214) において規定されているTBSの計算には、(式1) が用いられる (PDSCHの場合)。

[0113] [数2]

$$N_{\text{info}} = N_{\text{RE}} \cdot R \cdot Q_m \cdot v \quad \dots(\text{式1})$$

[0114]  $N_{\text{info}}$ は、中間情報ビット数である。 $N_{\text{RE}}$ は、PDSCHに割り当てられたリソースエレメント (RE) 総数、つまり、使用可能なリソースエレメント数である。 $R$ は、符号化レートであり、 $Q_m$ は、変調次数である。 $v$ は、MIMOレイヤ数である。計算された $N_{\text{info}}$ の値に基づいて、TBSが選択または計算される。

[0115] (式1) は、Squeezing factor ( $\alpha$ ) を組み込み、(式2) のように変更される。

[0116]

[数3]

$$N_{\text{info}} = \frac{1}{\alpha} \cdot N_{\text{RE}} \cdot R \cdot Q_m \cdot v \quad \dots(\text{式}2)$$

[0117] (式2)の場合、 $N_{\text{RE}}$ とニューメロロジー (numerology) とは、 $\alpha$ から独立している。なお、(式2)を用いて明示的に $\alpha$ を考慮したTBSを計算することに代えて、暗黙的に $\alpha$ を考慮したTBSが計算されるようにしてもよい。

[0118] 具体的には、 $N_{\text{RE}}$ 及び／またはニューメロロジーを $\alpha$ の関数とし、(式1)をそのまま用いてTBSを計算すればよい。

[0119] (3.3) Squeezing factor用の新規テーブルの構成例

上述したようなMCSインデックステーブルの内容を変更することによって、Squeezing factor用の新規テーブルが規定されてもよい。この場合、Squeezing factor用の新しいシグナリングを定義し、当該シグナリングに応じてTBSをスケーリングする。

[0120] 具体的には、MCSインデックステーブルに関連するSqueezing factor用の新規テーブルを定義する。また、両テーブルを設定するためのシグナリングには、RRC、MAC-CE、及び／またはDCIを用い得る。

[0121] 例えば、Squeezing factorを表示するため、DCIの新規なフィールド（例えば、“SqueezingFactor scaling”と呼ばれてもよい）を定義できる。また、Squeezing factor  $\alpha$ のデフォルト値は、「1」としてよい。

[0122] また、リソースエレメント (RE) の数 ( $N_{\text{RE}}$ ) と、ニューメロロジー (numerology) とが $\alpha$ から独立しており、PDSCHまたはPUSCHが対象の場合、TBSの決定には、(式2)を用いつつ、DCIに含まれるSqueezingFactor scalingに示された $\alpha$ が用いられる。

[0123] 図14及び図15は、Squeezing factor用の新規テーブルの構成例を示す。図14は、変調次数が低いMCSインデックステーブル向けであり、値が低い $\alpha$ が含まれる。一方、図15は、変調次数が高いMCSインデックステーブル向けであり、値の高い $\alpha$ のみが含まれる。なお、当該新規テーブルには、 $\alpha=1$

が含まれてもよい。

[0124] また、このような新規テーブルが1つしか定義されていない場合、UE200は、幾つかのMCSインデックスとともに、幾つかのSqueezing factorに対応することが期待されていない。

[0125] 例えば、高い変調次数（例えば、16QAM, 64QAM, 256QAM）を有するMCSインデックスは、高い値の $\alpha$ （例えば、図14に示すSqueezing Factor Field=00： $\alpha=0.9$ , Squeezing Factor Field=01： $\alpha=0.75$ ）とともに用い得る。

[0126] また、このような新規テーブルを用いる場合、以下のようなオプションが考えられる。

- [0127]
- ・（オプション1）： 既存のMCSインデックステーブルを再利用する
  - ・（オプション2）： 既存のMCSインデックステーブルをアップデートする
    - ・（オプション2-1）： MCSインデックステーブルのサイズを小さくし、高次変調のMCSインデックスを削除する
    - ・（オプション2-2）： MCSインデックステーブルのサイズを小さくし、内容をアップデートする
    - ・（オプション2-3）： MCSインデックステーブルのサイズを維持しつつ、内容をアップデートする（低符号化レートのMCSインデックスを増やし、高次変調のMCSインデックスを減らす）

[0128] （3. 3. 1）オプション2-1

図16は、オプション2-1に基づくMCSインデックステーブルの構成例を示す。本構成例では、MCSインデックステーブルのサイズを小さくし、高次変調のMCSインデックスが削除されている。

[0129] つまり、高次変調のMCSインデックスは、低い変調次数とSqueezing factor（FTN変調係数）との組合せによるMCSインデックスに置き換えられる。

[0130] （3. 3. 2）オプション2-2

図17は、オプション2-2に基づくMCSインデックステーブルの構成例を示す。本構成例では、MCSインデックステーブルのサイズを小さくし、内容が

アップデートされている。

[0131] 内容の変更は、FTNの導入によるものであり、本構成例は、図6～9に示したようなMCSインデックステーブルを、図14, 15に示したSqueezing factor用の新規テーブルと、図16～18に示すMCSインデックステーブルとに分割することによって得られる。

[0132] (3.3.3) オプション2-3

図18は、オプション2-3に基づくMCSインデックステーブルの構成例を示す。本構成例では、MCSインデックステーブルのサイズを維持しつつ、内容がアップデートされる。

[0133] 具体的には、低符号化レートのMCSインデックスが増やされ、高次変調のMCSインデックスが減らされている。

[0134] (3.4) 能力情報 (UE capability) のシグナリング

UE200 (端末) は、FTN変調をサポートに関する能力情報 (UE capability) をネットワークに通知することができる。

[0135] FTN変調のサポートを示す能力情報の定義については、以下の2つが挙げられる。

- [0136]
- ・ ULの送信処理のための能力情報
  - ・ DLの受信処理のための能力情報

また、以下のようなオプションが考えられる。

[0137]

- ・ (オプション1) : FTN変調を適用したULの送信処理/DLの受信処理は、少なくとも特定の条件下 (例えば特定の周波数レンジ内) において端末能力情報のシグナリングの有無に関わらず必須能力である

- ・ (オプション2) : FTN変調を適用したULの送信処理/DLの受信処理は、少なくとも特定の条件下において端末能力情報のシグナリングによって必須能力となる

- ・ (オプション3) : FTN変調を適用したULの送信処理/DLの受信処理は、端末能力情報のシグナリングによるオプションである

オプション2及びオプション3の場合、端末は、当該端末の能力情報をネ

ットワークに通知（シグナリング）する。

[0138] また、上述したMCSインデックステーブルのうち、何れが適用されるかについて、ネットワークから端末に対して設定するため、特定のMCSインデックステーブルを設定するシグナリングを定義してもよい。当該シグナリングには、RRC、MAC-CE、及び／またはDCIを用い得る。

[0139] （４）作用・効果

上述した実施形態によれば、以下の作用効果が得られる。具体的には、UE200（及びgNB100）によれば、FTN変調が適用されない従来の符号化レート（基準符号化レート）と、当該符号化レートを低下させるSqueezing factor ( $\alpha$ )を用いて、新たな目標符号化レートが決定される。

[0140] また、UE200（及びgNB100）によれば、FTN変調係数 $\alpha$ を用いて、周波数の利用効率、具体的には、スペクトル効率（Spectral Efficiency (SE)）を上昇させることができる。

[0141] このため、Faster-Than-Nyquist (FTN) を適用される場合でも、フレキシブルなMCSとを組み合わせることによって、より高いスループット、或いは、より低いビット誤り率（BER）を実現し得る。すなわち、UE200（及びgNB100）によれば、FTNを適用しつつ、スループットの向上とビット誤り率（BER）の低下とを高い次元で両立し得る。

[0142] 本実施形態では、UE200（及びgNB100）は、FTN変調係数 $\alpha$ を用いてトランスポートブロックのサイズ（TBS）を決定できる。このため、FTNが適用される場合でも、適切なTBSを設定し得る。

[0143] 本実施形態では、UE200は、FTN変調係数 $\alpha$ を用いた処理に対応しているか、つまり、FTN変調に対応できるか否かを示す能力情報（UE capability）をネットワークに送信できる。このため、UE200のFTNに関する能力に応じた適切なリンクアダプテーションを実現し得る。

[0144] （５）その他の実施形態

以上、実施例に沿って本発明の内容を説明したが、本発明はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変形及び改良が可能であることは、当業

者には自明である。

[0145] 例えば、上述した実施形態では、FR4のような高周波数帯域、つまり、52.6 GHzを超える周波数帯域に適用し得る旨説明したが、上述したFTN変調に関する動作は、FR3など、他の周波数レンジに適用されても構わない。

[0146] さらに上述したように、FR4は、70GHz以下の周波数レンジと、70GHz以上の周波数レンジとに区分されてもよく、例えば、70GHz以上の周波数レンジのみにFTN変調が適用されるなど、周波数レンジへのFTN変調の適用は、適宜変更されてもよい。

[0147] また、上述した実施形態の説明に用いたブロック構成図（図4）は、機能単位のブロックを示している。これらの機能ブロック（構成部）は、ハードウェア及びソフトウェアの少なくとも一方の任意の組み合わせによって実現される。また、各機能ブロックの実現方法は特に限定されない。すなわち、各機能ブロックは、物理的または論理的に結合した1つの装置を用いて実現されてもよいし、物理的または論理的に分離した2つ以上の装置を直接的または間接的に（例えば、有線、無線などを用いて）接続し、これら複数の装置を用いて実現されてもよい。機能ブロックは、上記1つの装置または上記複数の装置にソフトウェアを組み合わせ実現されてもよい。

[0148] 機能には、判断、決定、判定、計算、算出、処理、導出、調査、探索、確認、受信、送信、出力、アクセス、解決、選択、選定、確立、比較、想定、期待、見做し、報知（broadcasting）、通知（notifying）、通信（communicating）、転送（forwarding）、構成（configuring）、再構成（reconfiguring）、割り当て（allocating、mapping）、割り振り（assigning）などがあるが、これらに限られない。例えば、送信を機能させる機能ブロック（構成部）は、送信部（transmitting unit）や送信機（transmitter）と呼称される。何れも、上述したとおり、実現方法は特に限定されない。

[0149] さらに、上述したUE200（及びgNB100、以下同）は、本開示の無線通信方法の処理を行うコンピュータとして機能してもよい。図19は、UE200のハードウェア構成の一例を示す図である。図19に示すように、UE200は、プロセッ

サ1001、メモリ1002、ストレージ1003、通信装置1004、入力装置1005、出力装置1006及びバス1007などを含むコンピュータ装置として構成されてもよい。

[0150] なお、以下の説明では、「装置」という文言は、回路、デバイス、ユニットなどに読み替えることができる。当該装置のハードウェア構成は、図に示した各装置を1つまたは複数含むように構成されてもよいし、一部の装置を含まずに構成されてもよい。

[0151] UE200の各機能ブロック（図4参照）は、当該コンピュータ装置の何れかのハードウェア要素、または当該ハードウェア要素の組み合わせによって実現される。

[0152] また、UE200における各機能は、プロセッサ1001、メモリ1002などのハードウェア上に所定のソフトウェア（プログラム）を読み込ませることによって、プロセッサ1001が演算を行い、通信装置1004による通信を制御したり、メモリ1002及びストレージ1003におけるデータの読み出し及び書き込みの少なくとも一方を制御したりすることによって実現される。

[0153] プロセッサ1001は、例えば、オペレーティングシステムを動作させてコンピュータ全体を制御する。プロセッサ1001は、周辺装置とのインタフェース、制御装置、演算装置、レジスタなどを含む中央処理装置（CPU）によって構成されてもよい。

[0154] また、プロセッサ1001は、プログラム（プログラムコード）、ソフトウェアモジュール、データなどを、ストレージ1003及び通信装置1004の少なくとも一方からメモリ1002に読み出し、これらに従って各種の処理を実行する。プログラムとしては、上述の実施の形態において説明した動作の少なくとも一部をコンピュータに実行させるプログラムが用いられる。さらに、上述の各種処理は、1つのプロセッサ1001によって実行されてもよいし、2つ以上のプロセッサ1001により同時または逐次に実行されてもよい。プロセッサ1001は、1以上のチップによって実装されてもよい。なお、プログラムは、電気通信回線を介してネットワークから送信されてもよい。

- [0155] メモリ1002は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、Read Only Memory (ROM)、Erasable Programmable ROM (EPROM)、Electrically Erasable Programmable ROM (EEPROM)、Random Access Memory (RAM)などの少なくとも1つによって構成されてもよい。メモリ1002は、レジスタ、キャッシュ、メインメモリ（主記憶装置）などと呼ばれてもよい。メモリ1002は、本開示の一実施形態に係る方法を実行可能なプログラム（プログラムコード）、ソフトウェアモジュールなどを保存することができる。
- [0156] ストレージ1003は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、Compact Disc ROM (CD-ROM)などの光ディスク、ハードディスクドライブ、フレキシブルディスク、光磁気ディスク（例えば、コンパクトディスク、デジタル多用途ディスク、Blu-ray（登録商標）ディスク）、スマートカード、フラッシュメモリ（例えば、カード、スティック、キードライブ）、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気ストリップなどの少なくとも1つによって構成されてもよい。ストレージ1003は、補助記憶装置と呼ばれてもよい。上述の記録媒体は、例えば、メモリ1002及びストレージ1003の少なくとも一方を含むデータベース、サーバその他の適切な媒体であってもよい。
- [0157] 通信装置1004は、有線ネットワーク及び無線ネットワークの少なくとも一方を介してコンピュータ間の通信を行うためのハードウェア（送受信デバイス）であり、例えばネットワークデバイス、ネットワークコントローラ、ネットワークカード、通信モジュールなどともいう。
- [0158] 通信装置1004は、例えば周波数分割複信（Frequency Division Duplex : FDD）及び時分割複信（Time Division Duplex : TDD）の少なくとも一方を実現するために、高周波スイッチ、デュプレクサ、フィルタ、周波数シンセサイザなどを含んで構成されてもよい。
- [0159] 入力装置1005は、外部からの入力を受け付ける入力デバイス（例えば、キーボード、マウス、マイクロフォン、スイッチ、ボタン、センサなど）である。出力装置1006は、外部への出力を実施する出力デバイス（例えば、ディスプレイ、スピーカー、LEDランプなど）である。なお、入力装置1005及び出

力装置1006は、一体となった構成（例えば、タッチパネル）であってもよい。

[0160] また、プロセッサ1001及びメモリ1002などの各装置は、情報を通信するためのバス1007で接続される。バス1007は、単一のバスを用いて構成されてもよいし、装置間ごとに異なるバスを用いて構成されてもよい。

[0161] さらに、当該装置は、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ（Digital Signal Processor：DSP）、Application Specific Integrated Circuit（ASIC）、Programmable Logic Device（PLD）、Field Programmable Gate Array（FPGA）などのハードウェアを含んで構成されてもよく、当該ハードウェアにより、各機能ブロックの一部または全てが実現されてもよい。例えば、プロセッサ1001は、これらのハードウェアの少なくとも1つを用いて実装されてもよい。

[0162] また、情報の通知は、本開示において説明した態様／実施形態に限られず、他の方法を用いて行われてもよい。例えば、情報の通知は、物理レイヤシグナリング（例えば、Downlink Control Information（DCI）、Uplink Control Information（UCI）、上位レイヤシグナリング（例えば、RRCシグナリング、Medium Access Control（MAC）シグナリング、報知情報（Master Information Block（MIB）、System Information Block（SIB））、その他の信号またはこれらの組み合わせによって実施されてもよい。また、RRCシグナリングは、RRCメッセージと呼ばれてもよく、例えば、RRC接続セットアップ（RRC Connection Setup）メッセージ、RRC接続再構成（RRC Connection Reconfiguration）メッセージなどであってもよい。

[0163] 本開示において説明した各態様／実施形態は、Long Term Evolution（LTE）、LTE-Advanced（LTE-A）、SUPER 3G、IMT-Advanced、4th generation mobile communication system（4G）、5th generation mobile communication system（5G）、Future Radio Access（FRA）、New Radio（NR）、W-CDMA（登録商標）、GSM（登録商標）、CDMA2000、Ultra Mobile Broadband（UMB）、IEEE 802.11（Wi-Fi（登録商標））、IEEE 802.16（WiMAX（登録商標））、IE

EE 802.20、Ultra-WideBand (UWB)、Bluetooth (登録商標)、その他の適切なシステムを利用するシステム及びこれらに基づいて拡張された次世代システムの少なくとも一つに適用されてもよい。また、複数のシステムが組み合わされて（例えば、LTE及びLTE-Aの少なくとも一方と5Gとの組み合わせなど）適用されてもよい。

[0164] 本開示において説明した各態様／実施形態の処理手順、シーケンス、フローチャートなどは、矛盾の無い限り、順序を入れ替えてもよい。例えば、本開示において説明した方法については、例示的な順序を用いて様々なステップの要素を提示しており、提示した特定の順序に限定されない。

[0165] 本開示において基地局によって行われるとした特定動作は、場合によってはその上位ノード (upper node) によって行われることもある。基地局を有する1つまたは複数のネットワークノード (network nodes) からなるネットワークにおいて、端末との通信のために行われる様々な動作は、基地局及び基地局以外の他のネットワークノード（例えば、MMEまたはS-GWなどが考えられるが、これらに限られない）の少なくとも1つによって行われ得ることは明らかである。上記において基地局以外の他のネットワークノードが1つである場合を例示したが、複数の他のネットワークノードの組み合わせ（例えば、MME及びS-GW）であってもよい。

[0166] 情報、信号（情報等）は、上位レイヤ（または下位レイヤ）から下位レイヤ（または上位レイヤ）へ出力され得る。複数のネットワークノードを介して入出力されてもよい。

[0167] 入出力された情報は、特定の場所（例えば、メモリ）に保存されてもよいし、管理テーブルを用いて管理してもよい。入出力される情報は、上書き、更新、または追記され得る。出力された情報は削除されてもよい。入力された情報は他の装置へ送信されてもよい。

[0168] 判定は、1ビットで表される値（0か1か）によって行われてもよいし、真偽値 (Boolean: trueまたはfalse) によって行われてもよいし、数値の比較（例えば、所定の値との比較）によって行われてもよい。

- [0169] 本開示において説明した各態様／実施形態は単独で用いてもよいし、組み合わせで用いてもよいし、実行に伴って切り替えて用いてもよい。また、所定の情報の通知（例えば、「Xであること」の通知）は、明示的に行うものに限られず、暗黙的（例えば、当該所定の情報の通知を行わない）ことによって行われてもよい。
- [0170] ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語と呼ばれるか、他の名称で呼ばれるかを問わず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行可能ファイル、実行スレッド、手順、機能などを意味するよう広く解釈されるべきである。
- [0171] また、ソフトウェア、命令、情報などは、伝送媒体を介して送受信されてもよい。例えば、ソフトウェアが、有線技術（同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線（Digital Subscriber Line : DSL）など）及び無線技術（赤外線、マイクロ波など）の少なくとも一方を使用してウェブサイト、サーバ、または他のリモートソースから送信される場合、これらの有線技術及び無線技術の少なくとも一方は、伝送媒体の定義内に含まれる。
- [0172] 本開示において説明した情報、信号などは、様々な異なる技術の何れかを使用して表されてもよい。例えば、上記の説明全体に渡って言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、チップなどは、電圧、電流、電磁波、磁界若しくは磁性粒子、光場若しくは光子、またはこれらの任意の組み合わせによって表されてもよい。
- [0173] なお、本開示において説明した用語及び本開示の理解に必要な用語については、同一のまたは類似する意味を有する用語と置き換えてもよい。例えば、チャンネル及びシンボルの少なくとも一方は信号（シグナリング）であってもよい。また、信号はメッセージであってもよい。また、コンポーネントキ

キャリア (Component Carrier : CC) は、キャリア周波数、セル、周波数キャリアなどと呼ばれてもよい。

[0174] 本開示において使用する「システム」及び「ネットワーク」という用語は、互換的に使用される。

[0175] また、本開示において説明した情報、パラメータなどは、絶対値を用いて表されてもよいし、所定の値からの相対値を用いて表されてもよいし、対応する別の情報を用いて表されてもよい。例えば、無線リソースはインデックスによって指示されるものであってもよい。

[0176] 上述したパラメータに使用する名称はいかなる点においても限定的な名称ではない。さらに、これらのパラメータを使用する数式等は、本開示で明示的に開示したものと異なる場合もある。様々なチャネル（例えば、PUCCH、PD CCHなど）及び情報要素は、あらゆる好適な名称によって識別できるため、これらの様々なチャネル及び情報要素に割り当てている様々な名称は、いかなる点においても限定的な名称ではない。

[0177] 本開示においては、「基地局 (Base Station : BS)」、「無線基地局」、「固定局 (fixed station)」、「NodeB」、「eNodeB (eNB)」、「gNodeB (gNB)」、「アクセスポイント (access point)」、「送信ポイント (transmission point)」、「受信ポイント (reception point)」、「送受信ポイント (transmission/reception point)」、「セル」、「セクタ」、「セルグループ」、「キャリア」、「コンポーネントキャリア」などの用語は、互換的に使用され得る。基地局は、マクロセル、スモールセル、フェムトセル、ピコセルなどの用語で呼ばれる場合もある。

[0178] 基地局は、1つまたは複数（例えば、3つ）のセル（セクタとも呼ばれる）を収容することができる。基地局が複数のセルを収容する場合、基地局のカバレッジエリア全体は複数のより小さいエリアに区分でき、各々のより小さいエリアは、基地局サブシステム（例えば、屋内用の小型基地局 (Remote Radio Head : RRH)）によって通信サービスを提供することもできる。

[0179] 「セル」または「セクタ」という用語は、このカバレッジにおいて通信サ

ービスを行う基地局、及び基地局サブシステムの少なくとも一方のカバレージエリアの一部または全体を指す。

[0180] 本開示においては、「移動局 (Mobile Station : MS)」、「ユーザ端末 (user terminal)」、「ユーザ装置 (User Equipment : UE)」、「端末」などの用語は、互換的に使用され得る。

[0181] 移動局は、当業者によって、加入者局、モバイルユニット、加入者ユニット、ワイヤレスユニット、リモートユニット、モバイルデバイス、ワイヤレスデバイス、ワイヤレス通信デバイス、リモートデバイス、モバイル加入者局、アクセス端末、モバイル端末、ワイヤレス端末、リモート端末、ハンドセット、ユーザエージェント、モバイルクライアント、クライアント、またはいくつかの他の適切な用語で呼ばれる場合もある。

[0182] 基地局及び移動局の少なくとも一方は、送信装置、受信装置、通信装置などと呼ばれてもよい。なお、基地局及び移動局の少なくとも一方は、移動体に搭載されたデバイス、移動体自体などであってもよい。当該移動体は、乗り物（例えば、車、飛行機など）であってもよいし、無人で動く移動体（例えば、ドローン、自動運転車など）であってもよいし、ロボット（有人型または無人型）であってもよい。なお、基地局及び移動局の少なくとも一方は、必ずしも通信動作時に移動しない装置も含む。例えば、基地局及び移動局の少なくとも一方は、センサなどのInternet of Things (IoT) 機器であってもよい。

[0183] また、本開示における基地局は、移動局（ユーザ端末、以下同）として読み替えてもよい。例えば、基地局及び移動局間の通信を、複数の移動局間の通信（例えば、Device-to-Device (D2D)、Vehicle-to-Everything (V2X) などと呼ばれてもよい）に置き換えた構成について、本開示の各態様／実施形態を適用してもよい。この場合、基地局が有する機能を移動局が有する構成としてもよい。また、「上り」及び「下り」などの文言は、端末間通信に対応する文言（例えば、「サイド (side)」）で読み替えられてもよい。例えば、上りチャネル、下りチャネルなどは、サイドチャネルで読み替えられて

もよい。

[0184] 同様に、本開示における移動局は、基地局として読み替えてもよい。この場合、移動局が有する機能を基地局が有する構成としてもよい。

無線フレームは時間領域において1つまたは複数のフレームによって構成されてもよい。時間領域において1つまたは複数の各フレームはサブフレームと呼ばれてもよい。

サブフレームはさらに時間領域において1つまたは複数のスロットによって構成されてもよい。サブフレームは、ニューメロロジー (numerology) に依存しない固定の時間長 (例えば、1ms) であってもよい。

[0185] ニューメロロジーは、ある信号またはチャネルの送信及び受信の少なくとも一方に適用される通信パラメータであってもよい。ニューメロロジーは、例えば、サブキャリア間隔 (SubCarrier Spacing : SCS) 、帯域幅、シンボル長、サイクリックプレフィックス長、送信時間間隔 (Transmission Time Interval : TTI) 、TTIあたりのシンボル数、無線フレーム構成、送受信機が周波数領域において行う特定のフィルタリング処理、送受信機が時間領域において行う特定のウィンドウイング処理などの少なくとも1つを示してもよい。

[0186] スロットは、時間領域において1つまたは複数のシンボル (Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) ) シンボル、Single Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA) シンボルなどで構成されてもよい。スロットは、ニューメロロジーに基づく時間単位であってもよい。

[0187] スロットは、複数のミニスロットを含んでもよい。各ミニスロットは、時間領域において1つまたは複数のシンボルによって構成されてもよい。また、ミニスロットは、サブスロットと呼ばれてもよい。ミニスロットは、スロットよりも少ない数のシンボルによって構成されてもよい。ミニスロットより大きい時間単位で送信されるPDSCH (またはPUSCH) は、PDSCH (またはPUSCH) マッピングタイプAと呼ばれてもよい。ミニスロットを用いて送信されるPDSCH (またはPUSCH) は、PDSCH (またはPUSCH) マッピングタイプBと呼ばれてもよい。

- [0188] 無線フレーム、サブフレーム、スロット、ミニスロット及びシンボルは、何れも信号を伝送する際の時間単位を表す。無線フレーム、サブフレーム、スロット、ミニスロット及びシンボルは、それぞれに対応する別の呼称が用いられてもよい。
- [0189] 例えば、1サブフレームは送信時間間隔（TTI）と呼ばれてもよいし、複数の連続したサブフレームがTTIと呼ばれてよいし、1スロットまたは1ミニスロットがTTIと呼ばれてもよい。つまり、サブフレーム及びTTIの少なくとも一方は、既存のLTEにおけるサブフレーム（1ms）であってもよいし、1msより短い期間（例えば、1〜13シンボル）であってもよいし、1msより長い期間であってもよい。なお、TTIを表す単位は、サブフレームではなくスロット、ミニスロットなどと呼ばれてもよい。
- [0190] ここで、TTIは、例えば、無線通信におけるスケジューリングの最小時間単位のことをいう。例えば、LTEシステムでは、基地局が各ユーザ端末に対して、無線リソース（各ユーザ端末において使用することが可能な周波数帯域幅、送信電力など）を、TTI単位で割り当てるスケジューリングを行う。なお、TTIの定義はこれに限られない。
- [0191] TTIは、チャネル符号化されたデータパケット（トランスポートブロック）、コードブロック、コードワードなどの送信時間単位であってもよいし、スケジューリング、リンクアダプテーションなどの処理単位となってもよい。なお、TTIが与えられたとき、実際にトランスポートブロック、コードブロック、コードワードなどがマッピングされる時間区間（例えば、シンボル数）は、当該TTIよりも短くてもよい。
- [0192] なお、1スロットまたは1ミニスロットがTTIと呼ばれる場合、1以上のTTI（すなわち、1以上のスロットまたは1以上のミニスロット）が、スケジューリングの最小時間単位となってもよい。また、当該スケジューリングの最小時間単位を構成するスロット数（ミニスロット数）は制御されてもよい。
- [0193] 1msの時間長を有するTTIは、通常TTI（LTE Rel.8-12におけるTTI）、ノーマルTTI、ロングTTI、通常サブフレーム、ノーマルサブフレーム、ロングサ

ブフレーム、スロットなどと呼ばれてもよい。通常TTIより短いTTIは、短縮TTI、ショートTTI、部分TTI (partialまたはfractional TTI)、短縮サブフレーム、ショートサブフレーム、ミニスロット、サブスロット、スロットなどと呼ばれてもよい。

[0194] なお、ロングTTI (例えば、通常TTI、サブフレームなど) は、1msを超える時間長を有するTTIで読み替えてもよいし、ショートTTI (例えば、短縮TTIなど) は、ロングTTIのTTI長未満かつ1ms以上のTTI長を有するTTIで読み替えてもよい。

[0195] リソースブロック (RB) は、時間領域及び周波数領域のリソース割当単位であり、周波数領域において、1つまたは複数個の連続した副搬送波 (subcarrier) を含んでもよい。RBに含まれるサブキャリアの数は、ニューメロロジーに関わらず同じであってもよく、例えば12であってもよい。RBに含まれるサブキャリアの数は、ニューメロロジーに基づいて決定されてもよい。

[0196] また、RBの時間領域は、1つまたは複数個のシンボルを含んでもよく、1スロット、1ミニスロット、1サブフレーム、または1TTIの長さであってもよい。1TTI、1サブフレームなどは、それぞれ1つまたは複数のリソースブロックで構成されてもよい。

[0197] なお、1つまたは複数のRBは、物理リソースブロック (Physical RB : PRB)、サブキャリアグループ (Sub-Carrier Group : SCG)、リソースエレメントグループ (Resource Element Group : REG)、PRBペア、RBペアなどと呼ばれてもよい。

[0198] また、リソースブロックは、1つまたは複数のリソースエレメント (Resource Element : RE) によって構成されてもよい。例えば、1REは、1サブキャリア及び1シンボルの無線リソース領域であってもよい。

[0199] 帯域幅部分 (Bandwidth Part : BWP) (部分帯域幅などと呼ばれてもよい) は、あるキャリアにおいて、あるニューメロロジー用の連続する共通RB (common resource blocks) のサブセットのことを表してもよい。ここで、共通RBは、当該キャリアの共通参照ポイントを基準としたRBのインデックスによっ

て特定されてもよい。PRBは、あるBWPで定義され、当該BWP内で番号付けされてもよい。

[0200] BWPには、UL用のBWP (UL BWP) と、DL用のBWP (DL BWP) とが含まれてもよい。UEに対して、1 キャリア内に1 つまたは複数のBWPが設定されてもよい。

[0201] 設定されたBWPの少なくとも1 つがアクティブであってもよく、UEは、アクティブなBWPの外で所定の信号／チャネルを送受信することを想定しなくてもよい。なお、本開示における「セル」、「キャリア」などは、「BWP」で読み替えられてもよい。

[0202] 上述した無線フレーム、サブフレーム、スロット、ミニスロット及びシンボルなどの構造は例示に過ぎない。例えば、無線フレームに含まれるサブフレームの数、サブフレームまたは無線フレームあたりのスロットの数、スロット内に含まれるミニスロットの数、スロットまたはミニスロットに含まれるシンボル及びRBの数、RBに含まれるサブキャリアの数、並びにTTI内のシンボル数、シンボル長、サイクリックプレフィックス (Cyclic Prefix : CP) 長などの構成は、様々に変更することができる。

[0203] 「接続された (connected)」、「結合された (coupled)」という用語、またはこれらのあらゆる変形は、2 またはそれ以上の要素間の直接的または間接的なあらゆる接続または結合を意味し、互いに「接続」または「結合」された2 つの要素間に1 またはそれ以上の中間要素が存在することを含むことができる。要素間の結合または接続は、物理的なものであっても、論理的なものであっても、或いはこれらの組み合わせであってもよい。例えば、「接続」は「アクセス」で読み替えられてもよい。本開示で使用する場合、2 つの要素は、1 またはそれ以上の電線、ケーブル及びプリント電気接続の少なくとも一つを用いて、並びにいくつかの非限定的かつ非包括的な例として、無線周波数領域、マイクロ波領域及び光 (可視及び不可視の両方) 領域の波長を有する電磁エネルギーなどを用いて、互いに「接続」または「結合」されることができる。

[0204] 参照信号は、Reference Signal (RS) と略称することもでき、適用される

標準によってパイロット (Pilot) と呼ばれてもよい。

[0205] 本開示において使用する「に基づいて」という記載は、別段に明記されていない限り、「のみに基づいて」を意味しない。言い換えれば、「に基づいて」という記載は、「のみに基づいて」と「に少なくとも基づいて」の両方を意味する。

[0206] 上記の各装置の構成における「手段」を、「部」、「回路」、「デバイス」等に置き換えてもよい。

[0207] 本開示において使用する「第1」、「第2」などの呼称を使用した要素へのいかなる参照も、それらの要素の量または順序を全般的に限定しない。これらの呼称は、2つ以上の要素間を区別する便利な方法として本開示において使用され得る。したがって、第1及び第2の要素への参照は、2つの要素のみがそこで採用され得ること、または何らかの形で第1の要素が第2の要素に先行しなければならないことを意味しない。

[0208] 本開示において、「含む (include)」、「含んでいる (including)」及びそれらの変形が使用されている場合、これらの用語は、用語「備える (comprising)」と同様に、包括的であることが意図される。さらに、本開示において使用されている用語「または (or)」は、排他的論理和ではないことが意図される。

[0209] 本開示において、例えば、英語でのa, an及びtheのように、翻訳により冠詞が追加された場合、本開示は、これらの冠詞の後に続く名詞が複数形であることを含んでもよい。

[0210] 本開示で使用する「判断(determining)」、「決定(determining)」という用語は、多種多様な動作を包含する場合がある。「判断」、「決定」は、例えば、判定(judging)、計算(calculating)、算出(computing)、処理(processing)、導出(deriving)、調査(investigating)、探索(looking up, search, inquiry) (例えば、テーブル、データベース又は別のデータ構造での探索)、確認(ascertaining)した事を「判断」「決定」したとみなす事などを含み得る。また、「判断」、「決定」は、受信(receiving) (例えば、情報を受信

すること)、送信(transmitting)(例えば、情報を送信すること)、入力(input)、出力(output)、アクセス(accessing)(例えば、メモリ中のデータにアクセスすること)した事を「判断」「決定」したとみなす事などを含み得る。また、「判断」、「決定」は、解決(resolving)、選択(selecting)、選定(choosing)、確立(establishing)、比較(comparing)などした事を「判断」「決定」したとみなす事を含み得る。つまり、「判断」「決定」は、何らかの動作を「判断」「決定」したとみなす事を含み得る。また、「判断(決定)」は、「想定する(assuming)」、「期待する(expecting)」、「みなす(considering)」などで読み替えられてもよい。

[0211] 本開示において、「AとBが異なる」という用語は、「AとBが互いに異なる」ことを意味してもよい。なお、当該用語は、「AとBがそれぞれCと異なる」ことを意味してもよい。「離れる」、「結合される」などの用語も、「異なる」と同様に解釈されてもよい。

[0212] 以上、本開示について詳細に説明したが、当業者にとっては、本開示が本開示中に説明した実施形態に限定されるものではないということは明らかである。本開示は、請求の範囲の記載により定まる本開示の趣旨及び範囲を逸脱することなく修正及び変更態様として実施することができる。したがって、本開示の記載は、例示説明を目的とするものであり、本開示に対して何ら制限的な意味を有するものではない。

## 符号の説明

- [0213] 10 無線通信システム  
20 NG-RAN  
100 gNB  
200 UE  
1001 プロセッサ  
1002 メモリ  
1003 ストレージ  
1004 通信装置

1005 入力装置

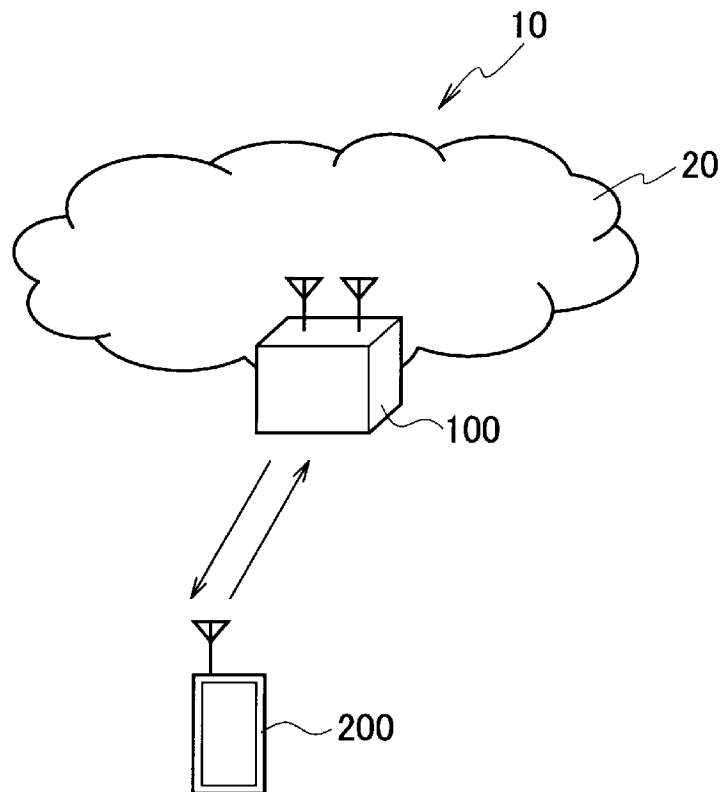
1006 出力装置

1007 バス

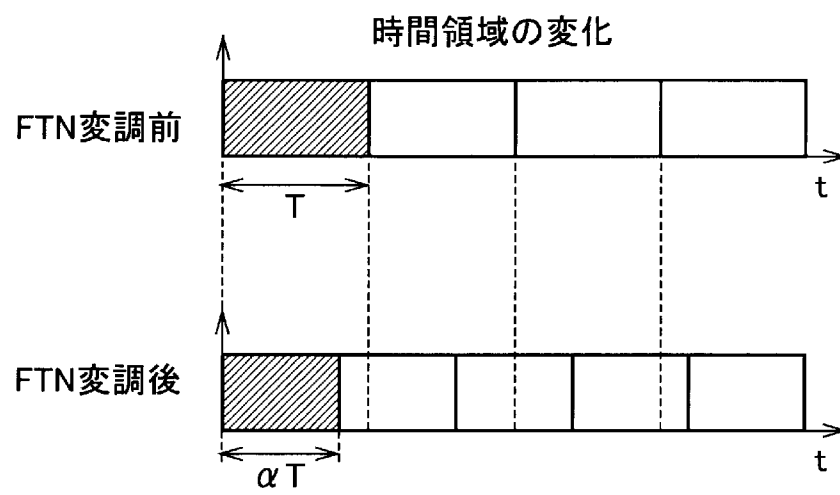
### 請求の範囲

- [請求項1]           変調方式及び変調回数に基づく基準符号化レートと、前記基準符号化レートを低下させる調整係数とを用いて、目標符号化レートを決定する制御部と、
- 前記目標符号化レートに基づいて符号化された信号を送受信する送受信部と
- を備える端末。
- [請求項2]           変調方式及び変調回数に基づく基準符号化レートを維持しつつ、調整係数を用いて周波数の利用効率を上昇させる制御部と、
- 前記利用効率が上昇した信号を送受信する送受信部と
- を備える端末。
- [請求項3]           前記制御部は、前記調整係数を用いてトランスポートブロックのサイズを決定する請求項1または2に記載の端末。
- [請求項4]           前記送受信部は、前記調整係数を用いた処理に対応しているかを示す能力情報をネットワークに送信する請求項1または2に記載の端末。

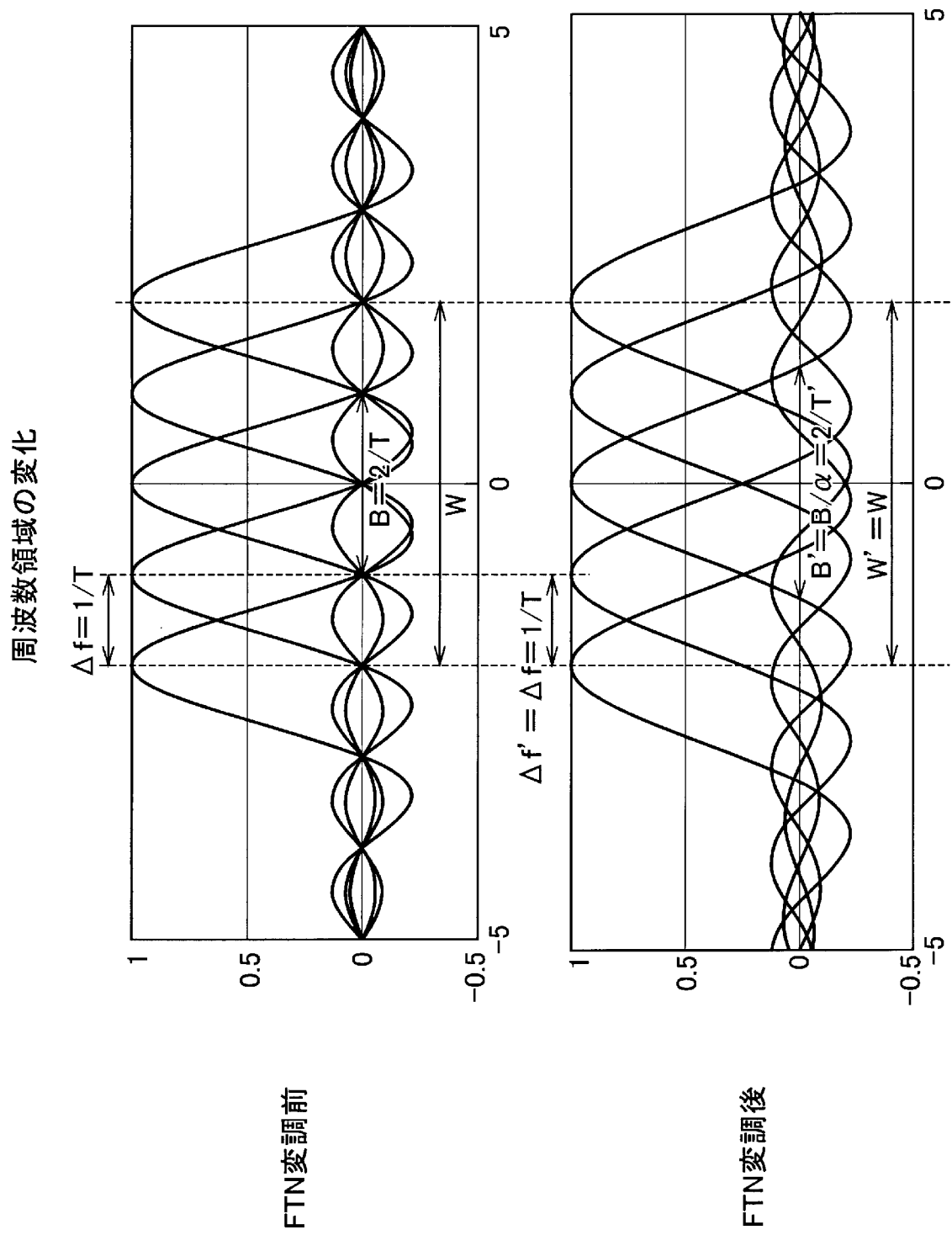
[図1]



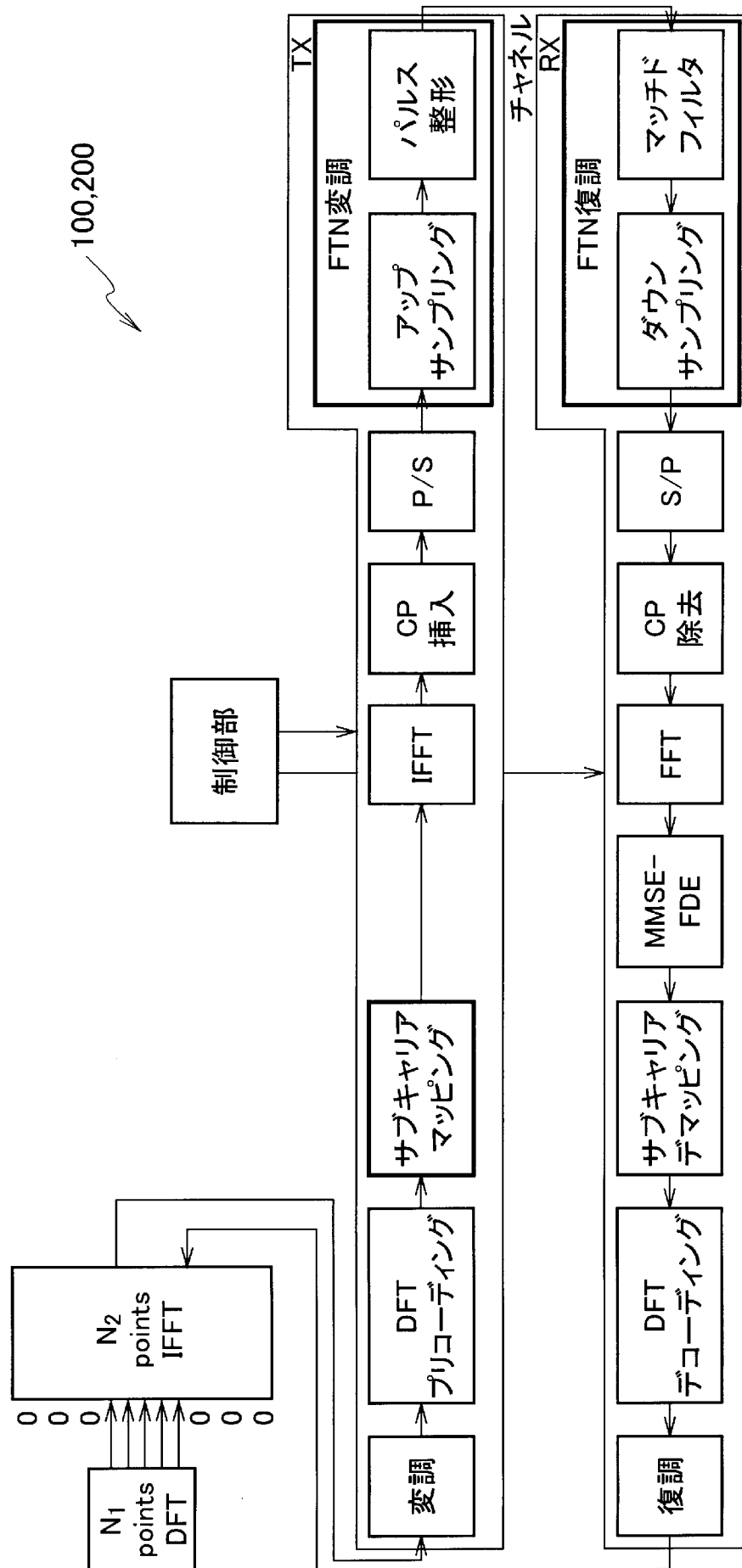
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

Example: New Table 5.1.3.1-2: MCS index table 2 for PDSCH

| MCS Index<br>$I_{\text{MCS}}$ | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                             | 2                         | 120                                   |                              | 0.2344                 |
| 1                             | 2                         | 193                                   |                              | 0.3770                 |
| 2                             | 2                         | 308                                   |                              | 0.6016                 |
| 3                             | 2                         | 449                                   |                              | 0.8770                 |
| 4                             | 2                         | 602                                   |                              | 1.1758                 |
| 5                             | 4                         | 378                                   |                              | 1.4766                 |
| 6                             | 4                         | 434                                   |                              | 1.6953                 |
| 7                             | 4                         | 490                                   |                              | 1.9141                 |
| 8                             | 4                         | 553                                   |                              | 2.1602                 |
| 9                             | 4                         | 616                                   |                              | 2.4063                 |
| 10                            | 4                         | 658                                   |                              | 2.5703                 |

[図6]

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                 | 2                         | 120                                   | 1                            | 0.2344                 |
| 1                 | 2                         | 193                                   | 1                            | 0.3770                 |
| 2                 | 2                         | 308                                   | 1                            | 0.6016                 |
| 3                 | 2                         | 277                                   | 0.9                          | 0.6016                 |
| 4                 | 2                         | 154                                   | 0.5                          | 0.6016                 |
| 5                 | 2                         | 449                                   | 1                            | 0.8770                 |
| 6                 | 2                         | 404                                   | 0.9                          | 0.8870                 |
| 7                 | 2                         | 337                                   | 0.75                         | 0.8870                 |
| 8                 | 2                         | 224                                   | 0.5                          | 0.8870                 |
| 9                 | 2                         | 602                                   | 1                            | 1.1758                 |
| 10                | 2                         | 541                                   | 0.9                          | 1.1758                 |
| 11                | 2                         | 451                                   | 0.75                         | 1.1758                 |
| 12                | 2                         | 301                                   | 0.5                          | 1.1758                 |
| 13                | 4                         | 378                                   | 1                            | 1.4766                 |
| 14                | 4                         | 340                                   | 0.9                          | 1.4766                 |
| 15                | 4                         | 283                                   | 0.75                         | 1.4766                 |
| 16                | 4                         | 434                                   | 1                            | 1.6953                 |
| 17                | 4                         | 391                                   | 0.9                          | 1.6953                 |
| 18                | 4                         | 325                                   | 0.75                         | 1.6953                 |
| 19                | 4                         | 490                                   | 1                            | 1.9141                 |
| 20                | 4                         | 441                                   | 0.9                          | 1.9141                 |
| 21                | 4                         | 367                                   | 0.75                         | 1.9141                 |
| 22                | 4                         | 553                                   | 1                            | 2.1602                 |
| 23                | 4                         | 498                                   | 0.9                          | 2.1602                 |
| 24                | 4                         | 415                                   | 0.75                         | 2.1602                 |
| 25                | 4                         | 616                                   | 1                            | 2.4063                 |
| 26                | 4                         | 554                                   | 0.9                          | 2.4063                 |
| 27                | 4                         | 462                                   | 0.75                         | 2.4063                 |

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 28                | 4                         | 658                                   | 1                            | 2.5703                 |
| 29                | 4                         | 592                                   | 0.9                          | 2.5703                 |
| 30                | 4                         | 493                                   | 0.75                         | 2.5703                 |
| 31                | 6                         | 466                                   | 1                            | 2.7305                 |
| 32                | 6                         | 420                                   | 0.9                          | 2.7305                 |
| 33                | 6                         | 517                                   | 1                            | 3.0293                 |
| 34                | 6                         | 465                                   | 0.9                          | 3.0293                 |
| 35                | 6                         | 567                                   | 1                            | 3.3223                 |
| 36                | 6                         | 510                                   | 0.9                          | 3.3223                 |
| 37                | 6                         | 616                                   | 1                            | 3.6094                 |
| 38                | 6                         | 554                                   | 0.9                          | 3.6094                 |
| 39                | 6                         | 666                                   | 1                            | 3.9023                 |
| 40                | 6                         | 599                                   | 0.9                          | 3.9023                 |
| 41                | 6                         | 719                                   | 1                            | 4.2129                 |
| 42                | 6                         | 647                                   | 0.9                          | 4.2129                 |
| 43                | 6                         | 772                                   | 1                            | 4.5234                 |
| 44                | 6                         | 695                                   | 0.9                          | 4.5234                 |
| 45                | 6                         | 822                                   | 1                            | 4.8164                 |
| 46                | 6                         | 740                                   | 0.9                          | 4.8164                 |
| 47                | 6                         | 873                                   | 1                            | 5.1152                 |
| 48                | 6                         | 786                                   | 0.9                          | 5.1152                 |
| 49                | 8                         | 682.5                                 | 1                            | 5.3320                 |
| 50                | 8                         | 711                                   | 1                            | 5.5547                 |
| 51                | 8                         | 754                                   | 1                            | 5.8906                 |
| 52                | 8                         | 797                                   | 1                            | 6.2266                 |
| 53                | 8                         | 841                                   | 1                            | 6.5703                 |
| 54                | 8                         | 885                                   | 1                            | 6.9141                 |
| 55                | 8                         | 916.5                                 | 1                            | 7.1602                 |
| 56                | 8                         | 948                                   | 1                            | 7.4063                 |

[図7]

| MCS Index<br>$I_{MCS}$ | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                      | 2                         | 120                                   | 1                            | 0.2344                 |
| 1                      | 2                         | 193                                   | 1                            | 0.3770                 |
| 2                      | 2                         | 154                                   | 0.5                          | 0.6016                 |
| 3                      | 2                         | 224                                   | 0.5                          | 0.8870                 |
| 4                      | 2                         | 301                                   | 0.5                          | 1.1758                 |
| 5                      | 4                         | 283                                   | 0.75                         | 1.4766                 |
| 6                      | 4                         | 325                                   | 0.75                         | 1.6953                 |
| 7                      | 4                         | 367                                   | 0.75                         | 1.9141                 |
| 8                      | 4                         | 415                                   | 0.75                         | 2.1602                 |
| 9                      | 4                         | 462                                   | 0.75                         | 2.4063                 |
| 10                     | 4                         | 493                                   | 0.75                         | 2.5703                 |
| 11                     | 6                         | 420                                   | 0.9                          | 2.7305                 |
| 12                     | 6                         | 465                                   | 0.9                          | 3.0293                 |
| 13                     | 6                         | 510                                   | 0.9                          | 3.3223                 |
| 14                     | 6                         | 554                                   | 0.9                          | 3.6094                 |
| 15                     | 6                         | 599                                   | 0.9                          | 3.9023                 |
| 16                     | 6                         | 647                                   | 0.9                          | 4.2129                 |

| MCS Index<br>$I_{MCS}$ | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 17                     | 6                         | 695                                   | 0.9                          | 4.5234                 |
| 18                     | 6                         | 740                                   | 0.9                          | 4.8164                 |
| 19                     | 6                         | 786                                   | 0.9                          | 5.1152                 |
| 20                     | 8                         | 682.5                                 | 1                            | 5.3320                 |
| 21                     | 8                         | 711                                   | 1                            | 5.5547                 |
| 22                     | 8                         | 754                                   | 1                            | 5.8906                 |
| 23                     | 8                         | 797                                   | 1                            | 6.2266                 |
| 24                     | 8                         | 841                                   | 1                            | 6.5703                 |
| 25                     | 8                         | 885                                   | 1                            | 6.9141                 |
| 26                     | 8                         | 916.5                                 | 1                            | 7.1602                 |
| 27                     | 8                         | 948                                   | 1                            | 7.4063                 |
| 28                     | 2                         | reserved                              |                              |                        |
| 29                     | 4                         | reserved                              |                              |                        |
| 30                     | 6                         | reserved                              |                              |                        |
| 31                     | 8                         | reserved                              |                              |                        |

[8]

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order Q <sub>m</sub> | Target code<br>Rate R x [1024] | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 29                | 6                                  | 772                            | 1                            | 4.5234                 |
| 30                | 4                                  | 772                            | 2/3                          | 4.5234                 |
| 31                | 6                                  | 822                            | 1                            | 4.8164                 |
| 32                | 4                                  | 822                            | 2/3                          | 4.8164                 |
| 33                | 6                                  | 873                            | 1                            | 5.1152                 |
| 34                | 4                                  | 873                            | 2/3                          | 5.1152                 |
| 35                | 8                                  | 682.5                          | 1                            | 5.3320                 |
| 36                | 4                                  | 682.5                          | 1/2                          | 5.3320                 |
| 37                | 6                                  | 682.5                          | 3/4                          | 5.3320                 |
| 38                | 8                                  | 711                            | 1                            | 5.5547                 |
| 39                | 4                                  | 711                            | 1/2                          | 5.5547                 |
| 40                | 6                                  | 711                            | 3/4                          | 5.5547                 |
| 41                | 8                                  | 754                            | 1                            | 5.8906                 |
| 42                | 4                                  | 754                            | 1/2                          | 5.8906                 |
| 43                | 6                                  | 754                            | 3/4                          | 5.8906                 |
| 44                | 8                                  | 797                            | 1                            | 6.2266                 |
| 45                | 4                                  | 797                            | 1/2                          | 6.2266                 |
| 46                | 6                                  | 797                            | 3/4                          | 6.2266                 |
| 47                | 8                                  | 841                            | 1                            | 6.5703                 |
| 48                | 4                                  | 841                            | 1/2                          | 6.5703                 |
| 49                | 6                                  | 841                            | 3/4                          | 6.5703                 |
| 50                | 8                                  | 885                            | 1                            | 6.9141                 |
| 51                | 4                                  | 885                            | 1/2                          | 6.9141                 |
| 52                | 6                                  | 885                            | 3/4                          | 6.9141                 |
| 53                | 8                                  | 916.5                          | 1                            | 7.1602                 |
| 54                | 4                                  | 916.5                          | 1/2                          | 7.1602                 |
| 55                | 6                                  | 916.5                          | 3/4                          | 7.1602                 |
| 56                | 8                                  | 948                            | 1                            | 7.4063                 |
| 57                | 4                                  | 948                            | 1/2                          | 7.4063                 |
| 68                | 6                                  | 948                            | 3/4                          | 7.4063                 |

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order Q <sub>m</sub> | Target code<br>Rate R x [1024] | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                 | 2                                  | 120                            | 1                            | 0.2344                 |
| 1                 | 2                                  | 193                            | 1                            | 0.3770                 |
| 2                 | 2                                  | 308                            | 1                            | 0.6016                 |
| 3                 | 2                                  | 449                            | 1                            | 0.8770                 |
| 4                 | 2                                  | 602                            | 1                            | 1.1758                 |
| 5                 | 4                                  | 378                            | 1                            | 1.4766                 |
| 6                 | 2                                  | 378                            | 0.5                          | 1.4766                 |
| 7                 | 4                                  | 434                            | 1                            | 1.6953                 |
| 8                 | 2                                  | 434                            | 0.5                          | 1.6953                 |
| 9                 | 4                                  | 490                            | 1                            | 1.9141                 |
| 10                | 2                                  | 490                            | 0.5                          | 1.9141                 |
| 11                | 4                                  | 553                            | 1                            | 2.1602                 |
| 12                | 2                                  | 553                            | 0.5                          | 2.1602                 |
| 13                | 4                                  | 616                            | 1                            | 2.4063                 |
| 14                | 2                                  | 616                            | 0.5                          | 2.4063                 |
| 15                | 4                                  | 658                            | 1                            | 2.5703                 |
| 16                | 2                                  | 658                            | 0.5                          | 2.5703                 |
| 17                | 6                                  | 466                            | 1                            | 2.7305                 |
| 18                | 4                                  | 466                            | 2/3                          | 2.7305                 |
| 19                | 6                                  | 517                            | 1                            | 3.0293                 |
| 20                | 4                                  | 517                            | 2/3                          | 3.0293                 |
| 21                | 6                                  | 567                            | 1                            | 3.3223                 |
| 22                | 4                                  | 567                            | 2/3                          | 3.3223                 |
| 23                | 6                                  | 616                            | 1                            | 3.6094                 |
| 24                | 4                                  | 616                            | 2/3                          | 3.6094                 |
| 25                | 6                                  | 666                            | 1                            | 3.9023                 |
| 26                | 4                                  | 666                            | 2/3                          | 3.9023                 |
| 27                | 6                                  | 719                            | 1                            | 4.2129                 |
| 28                | 4                                  | 719                            | 2/3                          | 4.2129                 |

[ 9 ]

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order Q <sub>m</sub> | Target code<br>Rate R x [1024] | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                 | 2                                  | 120                            | 1                            | 0.2344                 |
| 1                 | 2                                  | 193                            | 1                            | 0.3770                 |
| 2                 | 2                                  | 308                            | 1                            | 0.6016                 |
| 3                 | 2                                  | 449                            | 1                            | 0.8770                 |
| 4                 | 2                                  | 602                            | 1                            | 1.1758                 |
| 5                 | 2                                  | 378                            | 0.5                          | 1.4766                 |
| 6                 | 2                                  | 434                            | 0.5                          | 1.6953                 |
| 7                 | 2                                  | 490                            | 0.5                          | 1.9141                 |
| 8                 | 2                                  | 553                            | 0.5                          | 2.1602                 |
| 9                 | 2                                  | 616                            | 0.5                          | 2.4063                 |
| 10                | 2                                  | 658                            | 0.5                          | 2.5703                 |
| 11                | 4                                  | 466                            | 2/3                          | 2.7305                 |
| 12                | 4                                  | 517                            | 2/3                          | 3.0293                 |
| 13                | 4                                  | 567                            | 2/3                          | 3.3223                 |
| 14                | 4                                  | 616                            | 2/3                          | 3.6094                 |
| 15                | 4                                  | 666                            | 2/3                          | 3.9023                 |
| 16                | 4                                  | 719                            | 2/3                          | 4.2129                 |

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order Q <sub>m</sub> | Target code<br>Rate R x [1024] | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 17                | 4                                  | 772                            | 2/3                          | 4.5234                 |
| 18                | 4                                  | 822                            | 2/3                          | 4.8164                 |
| 19                | 4                                  | 873                            | 2/3                          | 5.1152                 |
| 20                | 6                                  | 682.5                          | 3/4                          | 5.3320                 |
| 21                | 6                                  | 711                            | 3/4                          | 5.5547                 |
| 22                | 6                                  | 754                            | 3/4                          | 5.8906                 |
| 23                | 6                                  | 797                            | 3/4                          | 6.2266                 |
| 24                | 6                                  | 841                            | 3/4                          | 6.5703                 |
| 25                | 6                                  | 885                            | 3/4                          | 6.9141                 |
| 26                | 6                                  | 916.5                          | 3/4                          | 7.1602                 |
| 27                | 6                                  | 948                            | 3/4                          | 7.4063                 |
| 28                | 2                                  | reserved                       |                              |                        |
| 29                | 4                                  | reserved                       |                              |                        |
| 30                | 6                                  | reserved                       |                              |                        |
| 31                | 8                                  | reserved                       |                              |                        |

[図10]

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                 | 2                         | 120                                   | 1                            | 0.2344                 |
| 1                 | 2                         | 120                                   | 0.75                         | 0.3125                 |
| 2                 | 2                         | 120                                   | 0.5                          | 0.4688                 |
| 3                 | 2                         | 193                                   | 1                            | 0.3770                 |
| 4                 | 2                         | 193                                   | 0.75                         | 0.5027                 |
| 5                 | 2                         | 193                                   | 0.5                          | 0.7540                 |
| 6                 | 2                         | 308                                   | 1                            | 0.6016                 |
| 7                 | 2                         | 308                                   | 0.75                         | 0.8021                 |
| 8                 | 2                         | 308                                   | 0.5                          | 1.2032                 |
| 9                 | 2                         | 449                                   | 1                            | 0.8770                 |
| 10                | 2                         | 449                                   | 0.75                         | 1.1693                 |
| 11                | 2                         | 449                                   | 0.5                          | 1.7540                 |
| 12                | 2                         | 602                                   | 1                            | 1.1758                 |
| 13                | 2                         | 602                                   | 0.75                         | 1.5677                 |
| 14                | 2                         | 602                                   | 0.5                          | 2.3516                 |
| 15                | 4                         | 378                                   | 1                            | 1.4766                 |
| 16                | 4                         | 378                                   | 0.75                         | 1.9688                 |
| 17                | 4                         | 434                                   | 1                            | 1.6953                 |
| 18                | 4                         | 434                                   | 0.75                         | 2.2604                 |
| 19                | 4                         | 490                                   | 1                            | 1.9141                 |
| 20                | 4                         | 490                                   | 0.75                         | 2.5521                 |
| 21                | 4                         | 553                                   | 1                            | 2.1602                 |
| 22                | 4                         | 553                                   | 0.75                         | 2.8803                 |
| 23                | 4                         | 616                                   | 1                            | 2.4063                 |
| 24                | 4                         | 616                                   | 0.75                         | 3.2084                 |
| 25                | 4                         | 658                                   | 1                            | 2.5703                 |
| 26                | 4                         | 658                                   | 0.75                         | 3.4271                 |
| 27                | 6                         | 466                                   | 1                            | 2.7305                 |

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 28                | 6                         | 466                                   | 0.9                          | 3.0339                 |
| 29                | 6                         | 517                                   | 1                            | 3.0293                 |
| 30                | 6                         | 517                                   | 0.9                          | 3.3659                 |
| 31                | 6                         | 567                                   | 1                            | 3.3223                 |
| 32                | 6                         | 567                                   | 0.9                          | 3.6914                 |
| 33                | 6                         | 616                                   | 1                            | 3.6094                 |
| 34                | 6                         | 616                                   | 0.9                          | 4.0104                 |
| 35                | 6                         | 666                                   | 1                            | 3.9023                 |
| 36                | 6                         | 666                                   | 0.9                          | 4.3359                 |
| 37                | 6                         | 719                                   | 1                            | 4.2129                 |
| 38                | 6                         | 719                                   | 0.9                          | 4.6810                 |
| 39                | 6                         | 772                                   | 1                            | 4.5234                 |
| 40                | 6                         | 772                                   | 0.9                          | 5.0260                 |
| 41                | 6                         | 822                                   | 1                            | 4.8164                 |
| 42                | 6                         | 822                                   | 0.9                          | 5.3516                 |
| 43                | 6                         | 873                                   | 1                            | 5.1152                 |
| 44                | 6                         | 873                                   | 0.9                          | 5.6836                 |
| 45                | 8                         | 682.5                                 | 1                            | 5.3320                 |
| 46                | 8                         | 711                                   | 1                            | 5.5547                 |
| 47                | 8                         | 754                                   | 1                            | 5.8906                 |
| 48                | 8                         | 797                                   | 1                            | 6.2266                 |
| 49                | 8                         | 841                                   | 1                            | 6.5703                 |
| 50                | 8                         | 885                                   | 1                            | 6.9141                 |
| 51                | 8                         | 916.5                                 | 1                            | 7.1602                 |
| 52                | 8                         | 948                                   | 1                            | 7.4063                 |

[図11]

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                 | 2                         | 120                                   | 1                            | 0.2344                 |
| 1                 | 2                         | 120                                   | 0.5                          | 0.4688                 |
| 2                 | 2                         | 193                                   | 1                            | 0.3770                 |
| 3                 | 2                         | 193                                   | 0.5                          | 0.7540                 |
| 4                 | 2                         | 308                                   | 1                            | 0.6016                 |
| 5                 | 2                         | 308                                   | 0.5                          | 1.2032                 |
| 6                 | 2                         | 449                                   | 1                            | 0.8770                 |
| 7                 | 2                         | 449                                   | 0.5                          | 1.7540                 |
| 8                 | 2                         | 602                                   | 0.75                         | 1.5677                 |
| 9                 | 2                         | 602                                   | 0.5                          | 2.3516                 |
| 10                | 4                         | 378                                   | 0.75                         | 1.9688                 |
| 11                | 4                         | 490                                   | 0.75                         | 2.5521                 |
| 12                | 4                         | 553                                   | 1                            | 2.1602                 |
| 13                | 4                         | 553                                   | 0.75                         | 2.8803                 |
| 14                | 6                         | 466                                   | 1                            | 2.7305                 |
| 15                | 4                         | 616                                   | 0.75                         | 3.2084                 |
| 16                | 4                         | 658                                   | 0.75                         | 3.4271                 |

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 17                | 6                         | 517                                   | 1                            | 3.0293                 |
| 18                | 6                         | 567                                   | 0.9                          | 3.6914                 |
| 19                | 6                         | 666                                   | 1                            | 3.9023                 |
| 20                | 6                         | 719                                   | 1                            | 4.2129                 |
| 21                | 6                         | 772                                   | 1                            | 4.5234                 |
| 22                | 6                         | 772                                   | 0.9                          | 5.0260                 |
| 23                | 6                         | 822                                   | 0.9                          | 5.3516                 |
| 24                | 6                         | 873                                   | 0.9                          | 5.6836                 |
| 25                | 8                         | 797                                   | 1                            | 6.2266                 |
| 26                | 8                         | 885                                   | 1                            | 6.9141                 |
| 27                | 8                         | 948                                   | 1                            | 7.4063                 |
| 28                | 2                         | reserved                              |                              |                        |
| 29                | 4                         | reserved                              |                              |                        |
| 30                | 6                         | reserved                              |                              |                        |
| 31                | 8                         | reserved                              |                              |                        |

[図12]

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 28                | 6                         | 466                                   | 0.9                          | 3.0339                 |
| 29                | 6                         | 517                                   | 1                            | 3.0293                 |
| 30                | 6                         | 517                                   | 0.9                          | 3.3659                 |
| 31                | 6                         | 567                                   | 1                            | 3.3223                 |
| 32                | 6                         | 567                                   | 0.9                          | 3.6914                 |
| 33                | 6                         | 616                                   | 1                            | 3.6094                 |
| 34                | 6                         | 616                                   | 0.9                          | 4.0104                 |
| 35                | 6                         | 666                                   | 1                            | 3.9023                 |
| 36                | 6                         | 666                                   | 0.9                          | 4.3359                 |
| 37                | 6                         | 719                                   | 1                            | 4.2129                 |
| 38                | 6                         | 719                                   | 0.9                          | 4.6810                 |
| 39                | 6                         | 772                                   | 1                            | 4.5234                 |
| 40                | 6                         | 772                                   | 0.9                          | 5.0260                 |
| 41                | 6                         | 822                                   | 1                            | 4.8164                 |
| 42                | 6                         | 822                                   | 0.9                          | 5.3516                 |
| 43                | 6                         | 873                                   | 1                            | 5.1152                 |
| 44                | 6                         | 873                                   | 0.9                          | 5.6836                 |
| 45                | 8                         | 682.5                                 | 1                            | 5.3320                 |
| 46                | 8                         | 711                                   | 1                            | 5.5547                 |
| 47                | 8                         | 754                                   | 1                            | 5.8906                 |
| 48                | 8                         | 797                                   | 1                            | 6.2266                 |
| 49                | 8                         | 841                                   | 1                            | 6.5703                 |
| 50                | 8                         | 885                                   | 1                            | 6.9141                 |
| 51                | 8                         | 916.5                                 | 1                            | 7.1602                 |
| 52                | 8                         | 948                                   | 1                            | 7.4063                 |

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                 | 2                         | 120                                   | 1                            | 0.2344                 |
| 1                 | 2                         | 120                                   | 0.75                         | 0.3125                 |
| 2                 | 2                         | 120                                   | 0.5                          | 0.4688                 |
| 3                 | 2                         | 193                                   | 1                            | 0.3770                 |
| 4                 | 2                         | 180                                   | 0.75                         | 0.4687                 |
| 5                 | 2                         | 170                                   | 0.5                          | 0.6640                 |
| 6                 | 2                         | 308                                   | 1                            | 0.6016                 |
| 7                 | 2                         | 290                                   | 0.75                         | 0.7552                 |
| 8                 | 2                         | 270                                   | 0.5                          | 1.0547                 |
| 9                 | 2                         | 449                                   | 1                            | 0.8770                 |
| 10                | 2                         | 410                                   | 0.75                         | 1.0677                 |
| 11                | 2                         | 390                                   | 0.5                          | 1.5234                 |
| 12                | 2                         | 602                                   | 1                            | 1.1758                 |
| 13                | 2                         | 550                                   | 0.75                         | 1.4323                 |
| 14                | 2                         | 500                                   | 0.5                          | 1.9531                 |
| 15                | 4                         | 378                                   | 1                            | 1.4766                 |
| 16                | 4                         | 350                                   | 0.75                         | 1.8229                 |
| 17                | 4                         | 434                                   | 1                            | 1.6953                 |
| 18                | 4                         | 410                                   | 0.75                         | 2.1354                 |
| 19                | 4                         | 490                                   | 1                            | 1.9141                 |
| 20                | 4                         | 450                                   | 0.75                         | 2.3437                 |
| 21                | 4                         | 553                                   | 1                            | 2.1602                 |
| 22                | 4                         | 510                                   | 0.75                         | 2.6562                 |
| 23                | 4                         | 616                                   | 1                            | 2.4063                 |
| 24                | 4                         | 580                                   | 0.75                         | 3.0208                 |
| 25                | 4                         | 658                                   | 1                            | 2.5703                 |
| 26                | 4                         | 610                                   | 0.75                         | 3.1771                 |
| 27                | 6                         | 466                                   | 1                            | 2.7305                 |

[図13]

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 0                 | 2                         | 120                                   | 1                            | 0.2344                 |
| 1                 | 2                         | 120                                   | 0.5                          | 0.4688                 |
| 2                 | 2                         | 193                                   | 1                            | 0.3770                 |
| 3                 | 2                         | 170                                   | 0.5                          | 0.6640                 |
| 4                 | 2                         | 308                                   | 1                            | 0.6016                 |
| 5                 | 2                         | 270                                   | 0.5                          | 1.0547                 |
| 6                 | 2                         | 449                                   | 1                            | 0.8770                 |
| 7                 | 2                         | 390                                   | 0.5                          | 1.5234                 |
| 8                 | 2                         | 550                                   | 0.75                         | 1.4323                 |
| 9                 | 2                         | 500                                   | 0.5                          | 1.9531                 |
| 10                | 4                         | 350                                   | 0.75                         | 1.8229                 |
| 11                | 4                         | 450                                   | 0.75                         | 2.3437                 |
| 12                | 4                         | 553                                   | 1                            | 2.1602                 |
| 13                | 4                         | 510                                   | 0.75                         | 2.6562                 |
| 14                | 6                         | 466                                   | 1                            | 2.7305                 |
| 15                | 4                         | 580                                   | 0.75                         | 3.0208                 |
| 16                | 4                         | 610                                   | 0.75                         | 3.1771                 |

| MCS Index<br>IMCS | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Squeezing<br>factor $\alpha$ | Spectral<br>efficiency |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 17                | 6                         | 517                                   | 1                            | 3.0293                 |
| 18                | 6                         | 567                                   | 0.9                          | 3.6914                 |
| 19                | 6                         | 666                                   | 1                            | 3.9023                 |
| 20                | 6                         | 719                                   | 1                            | 4.2129                 |
| 21                | 6                         | 772                                   | 1                            | 4.5234                 |
| 22                | 6                         | 772                                   | 0.9                          | 5.0260                 |
| 23                | 6                         | 822                                   | 0.9                          | 5.3516                 |
| 24                | 6                         | 873                                   | 0.9                          | 5.6836                 |
| 25                | 8                         | 797                                   | 1                            | 6.2266                 |
| 26                | 8                         | 885                                   | 1                            | 6.9141                 |
| 27                | 8                         | 948                                   | 1                            | 7.4063                 |
| 28                | 2                         | reserved                              |                              |                        |
| 29                | 4                         | reserved                              |                              |                        |
| 30                | 6                         | reserved                              |                              |                        |
| 31                | 8                         | reserved                              |                              |                        |

[図14]

Example: New Table for squeezing factor for  
MCS table without high order modulations

| SqueezingFactor<br>field | Squeezing<br>factor $\alpha$ |
|--------------------------|------------------------------|
| 00                       | 0.9                          |
| 01                       | 0.75                         |
| 10                       | 0.5                          |
| 11                       | 0.25                         |

[図15]

Example: New Table for squeezing factor  
for MCS tables with high order modulations

| SqueezingFactor<br>field | Squeezing<br>factor $\alpha$ |
|--------------------------|------------------------------|
| 0                        | 0.9                          |
| 1                        | 0.75                         |

[図16]

| MCS Index<br>$I_{MCS}$ | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Spectral efficiency |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 0                      | 2                         | 120                                   | 0.2344              |
| 1                      | 2                         | 193                                   | 0.3770              |
| 2                      | 2                         | 308                                   | 0.6016              |
| 3                      | 2                         | 449                                   | 0.8770              |
| 4                      | 2                         | 602                                   | 1.1758              |
| 5                      | 4                         | 378                                   | 1.4766              |
| 6                      | 4                         | 434                                   | 1.6953              |
| 7                      | 4                         | 490                                   | 1.9141              |
| 8                      | 4                         | 553                                   | 2.1602              |
| 9                      | 4                         | 616                                   | 2.4063              |
| 10                     | 4                         | 658                                   | 2.5703              |
| 11                     | 6                         | 466                                   | 2.7305              |
| 12                     | 6                         | 517                                   | 3.0293              |
| 13                     | 6                         | 567                                   | 3.3223              |
| 14                     | 6                         | 616                                   | 3.6094              |
| 15                     | 6                         | 666                                   | 3.9023              |
| 16                     | 6                         | 719                                   | 4.2129              |
| 17                     | 6                         | 772                                   | 4.5234              |
| 18                     | 6                         | 822                                   | 4.8164              |
| 19                     | 6                         | 873                                   | 5.1152              |
| 20                     | 2                         | reserved                              |                     |
| 21                     | 4                         | reserved                              |                     |
| 22                     | 6                         | reserved                              |                     |

[図17]

| MCS Index<br>$I_{MCS}$ | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Spectral efficiency |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 0                      | 2                         | 120                                   | 0.2344              |
| 1                      | 2                         | 193                                   | 0.3770              |
| 2                      | 2                         | 308                                   | 0.6016              |
| 3                      | 2                         | 449                                   | 0.8770              |
| 4                      | 2                         | 602                                   | 1.1758              |
| 5                      | 4                         | 378                                   | 1.4766              |
| 6                      | 4                         | 434                                   | 1.6953              |
| 7                      | 4                         | 490                                   | 1.9141              |
| 8                      | 4                         | 553                                   | 2.1602              |
| 9                      | 4                         | 616                                   | 2.4063              |
| 10                     | 4                         | 658                                   | 2.5703              |
| 11                     | 6                         | 466                                   | 2.7305              |
| 12                     | 6                         | 517                                   | 3.0293              |
| 13                     | 6                         | 567                                   | 3.3223              |
| 14                     | 6                         | 616                                   | 3.6094              |
| 15                     | 6                         | 666                                   | 3.9023              |
| 16                     | 6                         | 719                                   | 4.2129              |
| 17                     | 6                         | 772                                   | 4.5234              |
| 18                     | 6                         | 822                                   | 4.8164              |
| 19                     | 6                         | 873                                   | 5.1152              |
| 20                     | 8                         | 682.5                                 | 5.3320              |
| 21                     | 8                         | 711                                   | 5.5547              |
| 22                     | 2                         | reserved                              |                     |
| 23                     | 4                         | reserved                              |                     |
| 24                     | 6                         | reserved                              |                     |
| 25                     | 8                         | reserved                              |                     |

[図18]

| MCS Index<br>$I_{MCS}$ | Modulation<br>Order $Q_m$ | Target code<br>Rate $R \times [1024]$ | Spectral efficiency |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 0                      | 2                         | 120                                   | 0.2344              |
| 1                      | 2                         | 193                                   | 0.3770              |
| 2                      | 2                         | 308                                   | 0.6016              |
| 3                      | 2                         | 360                                   | 0.7031              |
| 4                      | 2                         | 449                                   | 0.8770              |
| 5                      | 2                         | 525                                   | 1.0254              |
| 6                      | 2                         | 602                                   | 1.1758              |
| 7                      | 4                         | 204                                   | 0.7969              |
| 8                      | 4                         | 330                                   | 1.2890              |
| 9                      | 4                         | 378                                   | 1.4766              |
| 10                     | 4                         | 434                                   | 1.6953              |
| 11                     | 4                         | 490                                   | 1.9141              |
| 12                     | 4                         | 553                                   | 2.1602              |
| 13                     | 4                         | 616                                   | 2.4063              |
| 14                     | 4                         | 658                                   | 2.5703              |
| 15                     | 6                         | 265                                   | 1.5527              |
| 16                     | 6                         | 390                                   | 2.2852              |
| 17                     | 6                         | 466                                   | 2.7305              |
| 18                     | 6                         | 517                                   | 3.0293              |
| 19                     | 6                         | 567                                   | 3.3223              |
| 20                     | 6                         | 616                                   | 3.6094              |
| 21                     | 6                         | 666                                   | 3.9023              |
| 22                     | 6                         | 719                                   | 4.2129              |
| 25                     | 6                         | 772                                   | 4.5234              |
| 26                     | 8                         | 682.5                                 | 5.3320              |
| 27                     | 8                         | 754                                   | 5.8906              |
| 28                     | 2                         | reserved                              |                     |
| 29                     | 4                         | reserved                              |                     |
| 30                     | 6                         | reserved                              |                     |
| 31                     | 8                         | reserved                              |                     |

Figure 1 is a block diagram of a computer system 200. The system includes a processor 1001, memory 1002, storage 1003, communication device 1004, input device 1005, and output device 1006. These components are connected to a central bus 1007.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/028324

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04J99/00 (2009.01) i, H04L27/26 (2006.01) i, H04W28/18 (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)

Int.Cl. H04J99/00, H04L27/26, H04W28/18

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

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2019 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2019 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2019 |

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

IEEE Xplore

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | WO 2018/173466 A1 (SONY CORP.) 27 September 2018, paragraphs [0046]-[0047], fig. 9, 15 & JP 2018-157514 A                                                            | 1-2                   |
| Y         |                                                                                                                                                                      | 3-4                   |
| Y         | WO 2017/130505 A1 (SONY CORP.) 03 August 2017, paragraphs [0084]-[0089], [0142] & EP 3410619 A1, paragraphs [0083]-[0087], [0136] & MX 2018008917 A & TW 201733325 A | 3-4                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "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                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "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                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "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                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

Date of the actual completion of the international search  
26 August 2019 (26.08.2019)

Date of mailing of the international search report  
10 September 2019 (10.09.2019)

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

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/028324

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 7-162393 A (FUJITSU LTD.) 23 June 1995,<br>paragraphs [0015]-[0028] (Family: none)                                                                                                             | 1                     |
| A         | LEE, Byungju et al., "Towards Faster-Than-Nyquist<br>Transmission for Beyond 5G Wireless<br>Communications", ICC 2019-2019 IEEE International<br>Conference on Communications (ICC), 15 July 2019 | 1-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04J99/00(2009.01)i, H04L27/26(2006.01)i, H04W28/18(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. H04J99/00, H04L27/26, H04W28/18

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 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019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

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X<br>Y          | WO 2018/173466 A1（ソニー株式会社）2018.09.27,<br>段落[0046]-[0047], 図9, 15<br>& JP 2018-157514 A                                                                      | 1-2<br>3-4     |
| Y               | WO 2017/130505 A1（ソニー株式会社）2017.08.03,<br>段落[0084]-[0089], [0142]<br>& EP 3410619 A1, Paragraphs [0083]-[0087], [0136]<br>& MX 2018008917 A & TW 201733325 A | 3-4            |

☑ 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

26.08.2019

国際調査報告の発送日

10.09.2019

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）

大野 友輝

5 K

4685

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                                  |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| X                     | JP 7-162393 A (富士通株式会社) 1995. 06. 23,<br>段落[0015]-[0028]<br>(ファミリーなし)                                                                                                                            | 1              |
| A                     | LEE Byungju et al.,<br>Towards Faster-Than-Nyquist Transmission for Beyond 5G Wireless<br>Communications, ICC 2019 - 2019 IEEE International Conference<br>on Communications (ICC), 2019. 07. 15 | 1-4            |