

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6948460号
(P6948460)

(45) 発行日 令和3年10月13日 (2021. 10. 13)

(24) 登録日 令和3年9月22日 (2021. 9. 22)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 L 5/14 (2006. 01)	HO 4 L 5/14
HO 4 L 27/26 (2006. 01)	HO 4 L 27/26 1 1 3
HO 4 W 72/04 (2009. 01)	HO 4 W 72/04 1 3 1
	HO 4 W 72/04 1 3 3
	HO 4 W 72/04 1 3 6

請求項の数 9 (全 58 頁)

(21) 出願番号 特願2020-513866 (P2020-513866)
 (86) (22) 出願日 平成31年4月2日 (2019. 4. 2)
 (65) 公表番号 特表2020-532924 (P2020-532924A)
 (43) 公表日 令和2年11月12日 (2020. 11. 12)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2019/003866
 (87) 国際公開番号 W02019/194531
 (87) 国際公開日 令和1年10月10日 (2019. 10. 10)
 審査請求日 令和2年3月6日 (2020. 3. 6)
 (31) 優先権主張番号 10-2018-0038146
 (32) 優先日 平成30年4月2日 (2018. 4. 2)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 韓国 (KR)

(73) 特許権者 502032105
 エルジー エレクトロニクス インコーポ
 レイティド
 LG ELECTRONICS INC.
 大韓民国, ソウル, ヨンドゥンポーク, ヨ
 イーデロ, 128
 128, Yeouidaero, Y
 eongdeungpo-gu, 073
 36 Seoul, Republic o
 f Korea
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおける信号の送受信方法及びそのための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

TDD (time division duplex) で動作する NB-IoT (narrowband internet of things) を支援する、3GPP (3rd generation partnership project) に基づく無線通信システムにおいて、UE (user equipment) が信号を受信するための方法であって、

NPDCH (narrowband physical downlink control Channel) のためのサーチスペースを構成する段階と、

前記構成されたサーチスペースに基づいて、対応するサブフレーム内でNPDCH候補をモニタリングする段階と、を含み、

各NPDCH候補は、対応するAL (aggregation level) に基づいて、1個以上のNCC (narrowband control channel element) で構成され、

前記NPDCH候補をモニタリングする段階において、

前記対応するサブフレームがDwPTS (downlink pilot time slot)、GP (guard period) 及びUpPTS (uplink pilot time slot) を含むTDD特別サブフレームであることに基づいて、前記UEは、前記TDD特別サブフレーム内で、AL-1に基づく1-NCCを有するNPDCH候補以外の各NPDCH候補をモニタリングする、方法。

【請求項 2】

UEは、前記TDD特別サブフレーム内でAL-2に基づく2個のNCCを有するNPDCH候補をモニタリングする、請求項1に記載の方法。

10

20

【請求項 3】

前記 N P D C C H のための繰り返し回数は、1 に等しい、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記サーチスペースは、C S S (common search space) 及び U S S (UE-specific search space) の少なくとも一つを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

3 G P P (3rd generation partnership project) に基づく無線通信のための装置であって、

実行可能なコードを記憶するように構成されるメモリと、

前記実行可能なコードを実行することによって T D D (time division duplex) に基づく N B - I o T (narrowband Internet of Things) 動作を行うように構成されるプロセッサと、を含み、

前記 T D D に基づく N B - I o T 動作は、

N P D C C H (narrowband physical downlink control Channel) のためのサーチスペースを構成する段階と、

前記構成されたサーチスペースに基づいて、対応するサブフレーム内で N P D C C H 候補をモニタリングする段階と、を含み、

各 N P D C C H 候補は、対応する A L (aggregation level) に基づいて、1 個以上の N C C E (narrowband control channel element) で構成され、

前記 N P D C C H 候補をモニタリングする段階において、

前記対応するサブフレームが D w P T S (downlink pilot time slot)、G P (guard period) 及び U p P T S (uplink pilot time slot) を含む T D D 特別サブフレームであることに基づいて、前記プロセッサは、前記 T D D 特別サブフレーム内で、A L - 1 に基づく 1 - N C C E を有する N P D C C H 候補以外の各 N P D C C H 候補をモニタリングする、装置。

【請求項 6】

前記プロセッサの制御の元で無線信号を送受信するように構成される送受信機をさらに含み、

前記装置は、3 G P P に基づく無線通信のための U E (user equipment) である、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法を実行するためのプログラムコードを記憶したプロセッサ読み取り可能な媒体。

【請求項 8】

T D D (time division duplex) で動作する N B - I o T (narrowband internet of things) を支援する、3 G P P (3rd generation partnership project) に基づく無線通信システムにおいて、B S (base station) が信号を送信するための方法であって、

N P D C C H (narrowband physical downlink control Channel) 候補のためのサーチスペースを構成する段階であって、各候補は、対応する A L (aggregation level) に基づいて 1 個以上の N C C E (narrowband control channel element) で構成される、段階と、

前記構成されたサーチスペースに基づいて、対応するサブフレーム内で N P D C C H 信号を送信する段階と、を含み、

前記 N P D C C H 信号を送信する段階において、

前記対応するサブフレームが D w P T S (downlink pilot time slot)、G P (guard period) 及び U p P T S (uplink pilot time slot) を含む T D D 特別サブフレームであることに基づいて、前記 B S は、A L - 1 に基づく 1 - N C C E を有する N P D C C H 候補以外の前記 T D D 特別サブフレーム内の特定の N P D C C H 候補を介して前記 N P D C C H 信号を送信する、方法。

【請求項 9】

3 G P P (3rd generation partnership project) に基づく無線通信のための B S (base station) であって、

送受信機と、

前記送受信機が T D D (time division duplex) に基づく N B - I o T 動作を行うように制御するように構成されるプロセッサと、を含み、

前記 T D D に基づく N B - I o T 動作は、

N P D C C H (narrowband physical downlink control Channel) 候補のためのサーチスペースを構成する段階であって、各候補は、対応する A L (aggregation level) に基づいて 1 個以上の N C C E (narrowband control channel element) で構成される、段階と、

10

前記構成されたサーチスペースに基づいて、対応するサブフレーム内で N P D C C H 信号を送信する段階と、を含み、

前記 N P D C C H 信号を送信する段階において、

前記対応するサブフレームが D w P T S (downlink pilot time slot)、G P (guard period) 及び U p P T S (uplink pilot time slot) を含む T D D 特別サブフレームであることに基づいて、前記 N P D C C H 信号は、A L - 1 に基づく 1 - N C C E を有する N P D C C H 候補以外の前記 T D D 特別サブフレーム内の特定の N P D C C H 候補を介して送信される、B S。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は無線通信システムに関し、より詳しくは、T D D (time division duplex) システムにおいて信号を送受信する方法及びそのための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

移動通信システムは、ユーザの活動性を保証しながら音声サービスを提供するために開発された。しかし移動通信システムは、音声だけでなく、データサービスまでその領域を拡張しており、現在は爆発的なトラフィック増加によってリソース不足が発生し、ユーザはより高速のサービスを要求するので、もっと発展した移動通信システムが求められている。

30

【0003】

次世代移動通信システムの要求条件は大きく、爆発的なデータトラフィックの収容、ユーザ当たり送信率の画期的な増加、大幅に増加した接続デバイス数の収容、非常に低いエンドツーエンド遅延 (end-to-end Latency)、高エネルギー効率を支援する必要がある。このために、デュアルコネクティビティ (Dual Connectivity)、大規模複数入出力 (Massive MIMO: Massive Multiple Input Multiple Output)、全二重 (In-band Full Duplex)、非直交多元接続 (NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access)、超広帯域 (Super wideband) 支援、端末ネットワーク (Device Networking) などの様々な技術が研究されている。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、物理下りリンク制御チャネルを効率的に送受信するための方法及び装置を提供することにある。

【0005】

具体的には、本発明の目的は T D D (time division duplex) で動作する N B - I o T システムの特別サブフレーム (special subframe)

50

において物理下りリンク制御チャネルを効率的に送受信するための方法 及び装置を提供することにある。

【0006】

本発明で遂げようとする技術的目的は、以上で言及した事項に制限されず、言及していない他の技術的課題は、以下に説明する本発明の実施例から、本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者にとって考慮されてもよい。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1態様において、TDD (time division duplex) で動作するNB-IoT (narrowband internet of things) を支援する無線通信システムにおいて、端末が信号を受信するための方法が提供され、この方法は、物理下りリンク制御チャネル (physical downlink control Channel) のためのサーチスペース (search space) を構成する段階と、該構成されたサーチスペースに基づいて物理下りリンク制御チャネルをモニタリングする段階と、を含み、サーチスペースはTDD特別サブフレーム (TDD special subframe) においてアグリゲーションレベル (aggregation level) 1を除いて構成され、TDD特別サブフレームは下りリンク区間 (downlink period)、ガード区間 (guard period)、上りリンク区間 (uplink period) を含むサブフレームを示す。

【0008】

本発明の第2態様において、無線通信システムにおいて信号を受信するための端末が提供され、この端末は、RF (radio Frequency) 送受信機 (transceiver) と、RF送受信機と動作 (operatively) 時に連結されるプロセッサと、を含み、該プロセッサは、物理下りリンク制御チャネル (physical downlink control Channel) のためのサーチスペースを構成し、該構成されたサーチスペースに基づいて物理下りリンク制御チャネルをモニタリングするように構成され、サーチスペースはTDD特別サブフレーム (TDD special subframe) においてアグリゲーションレベル (aggregation level) 1を除いて構成され、TDD特別サブフレームは下りリンク区間 (downlink period)、ガード区間 (guard period)、上りリンク区間 (uplink period) を含むサブフレームを示す。

【0009】

本発明の第3態様において、無線通信システムにおいて信号を受信するための端末のための装置が提供され、この装置は、実行可能なコードを含むメモリと、該メモリに動作時に連結されるプロセッサと、を含み、該プロセッサは、実行可能なコードを実行して、物理下りリンク制御チャネル (physical downlink control Channel) のためのサーチスペースを構成することと、該構成されたサーチスペースに基づいて物理下りリンク制御チャネルをモニタリングすることと、を含む動作を具現化するように構成され、サーチスペースはTDD特別サブフレーム (TDD special subframe) においてアグリゲーションレベル (aggregation level) 1を除いて構成され、TDD特別サブフレームは下りリンク区間 (downlink period)、ガード区間 (guard period)、上りリンク区間 (uplink period) を含むサブフレームを示す。

【0010】

好ましくは、サーチスペースはTDD特別サブフレームにおいてアグリゲーションレベル2のみで構成される。

【0011】

好ましくは、物理下りリンク制御チャネルのための繰り返し回数が1である場合、サーチスペースはTDD特別サブフレームにおいてアグリゲーションレベル1を除いて構成される。

【0012】

好ましくは、TDD特別サブフレームの下りリンク区間が特定の数以下のOFDM (orthogonal frequency division multiplexing) シンボルを含む場合、サーチスペースはTDD特別サブフレームにおいてアグリゲーションレベル1を除いて構成される。

【0013】

好ましくは、TDD特別サブフレームのためのCFI (control format indicator) 情報が特定のサイズより小さい値を指示する場合、サーチスペースはTDD特別サブフレームにおいてアグリゲーションレベル1を除いて構成される。

【0014】

好ましくは、サーチスペースはCSS (common search space) を含む。

10

【0015】

好ましくは、サーチスペースはUSS (user equipment specific search space) を含む。

【0016】

好ましくは、物理下りリンク制御チャネルのための最大繰り返し回数Rmaxが特定の値より小さく設定される場合、サーチスペースはTDD特別サブフレームにおいてアグリゲーションレベル1を除いて構成される。

【0017】

好ましくは、物理下りリンク制御チャネルのための繰り返し回数Rが特定の値Rthより小さい値を有する場合、サーチスペースはTDD特別サブフレームにおいてアグリゲーションレベル1を除いて構成される。

20

【0018】

好ましくは、特定の値Rthは上位層シグナリングにより指示される又は物理下りリンク制御チャネルのための最大繰り返し回数Rmaxに基づいて決定される。

【0019】

好ましくは、アグリゲーションレベルは制御チャネルエレメント (control channel element) の数を示し、1つの制御チャネルエレメントは6個の副搬送波 (subcarrier) を含む。

30

【0020】

好ましくは、下りリンク区間はDwPTS (downlink pilot time slot) を示し、上りリンク区間はUpPTS (uplink pilot time slot) を示す。

【0021】

好ましくは、物理下りリンク制御チャネルはNPDCCH (narrowband physical downlink control channel) である。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、物理下りリンク制御チャネルを効率的に送受信することができる。

40

【0023】

具体的には、本発明によれば、TDD (time division duplex) で動作するNB-IoTシステムの特別サブフレーム (special subframe) において物理下りリンク制御チャネルを効率的に送受信することができる。

【0024】

本発明から得られる効果は、以上で言及した効果に制限されず、言及していない他の効果は、以下の記載から、本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者に明確に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0025】

50

以下に添付する図面は、本発明に関する理解を助けるためのものであり、本発明の様々な実施の形態を示し、詳細な説明と共に本発明の特徴を説明する。

【0026】

【図1】3GPP LTEシステム構造の一例を示す図である。

【図2】3GPP NRシステム構造の一例を示す図である。

【図3】フレーム構造タイプ1の無線フレーム構造を示す図である。

【図4】フレーム構造タイプ2の無線フレーム構造を示す図である。

【図5】NRにおけるフレーム構造の一例を示す図である。

【図6】1つの下りリンクスロットに対するリソースグリッドを示す図である。

【図7】下りリンクサブフレームの構造を示す図である。

【図8】上りリンクサブフレームの構造を示す図である。

【図9】NRにおけるリソースグリッド(resource grid)の一例を示す図である。

【図10】NRにおける物理リソースブロックの一例を示す図である。

【図11】本明細書で提案する方法が適用可能な無線通信装置のブロック構成図を例示する図である。

【図12】狭帯域動作(Narrowband Operation)及び周波数ダイバーシティの一例を示す図である。

【図13】MTCに用いられる物理チャネル及びこれらを用いた一般的な信号送信方法を示す図である。

【図14】MTCのシステム情報送信の一例を示す図である。

【図15】MTCとレガシーLTEの各々に対するスケジューリングの一例を示す図である。

【図16】副搬送波間隔によるNB-IoTフレーム構造の例を示す図である。

【図17】副搬送波間隔によるNB-IoTフレーム構造の例を示す図である。

【図18】NB-IoT上りリンクに対するリソースグリッドの一例を示す図である。

【図19】NB-IoTシステムで支援される動作モードの一例を示す図である。

【図20】NB-IoTに用いられる物理チャネル及びこれらを用いた一般的な信号送信方法の一例を示す図である。

【図21】NB-IoTの初期アクセス手順の一例を示す図である。

【図22】NB-IoTのランダムアクセス手順の一例を示す図である。

【図23】休止状態及び／又は非活性化状態におけるDRX方式の一例を示す図である。

【図24】NB-IoT端末に対するDRX設定及び指示手順の一例を示す図である。

【図25】本発明による方法が適用される場合を例示する図である。

【図26】本発明による方法が適用される場合を例示する図である。

【図27】本発明による方法が適用される場合を例示する図である。

【図28】本発明による方法が適用される場合を例示する図である。

【図29】本発明による方法が適用される場合を例示する図である。

【図30】本発明による方法を例示するフローチャートである。

【図31】本明細書で提案する方法が適用可能な無線通信装置のブロック図を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、下りリンク(DL:downlink)は基地局から端末への通信を意味し、上りリンク(UL:uplink)は端末から基地局への通信を意味する。下りリンクにおいて、送信機は基地局の一部であり、受信機は端末の一部である。上りリンクにおいては、送信機は端末の一部であり、受信機は基地局の一部である。

【0028】

以下の技術は、CDMA、FDMA、TDMA、OFDMA、SC-FDMAなどの様々な無線接続システムに使用できる。CDMAはUTRA(Universal Ter

10

20

30

40

50

restrial radio Access) や CDMA 2000 のような無線技術により具現化される。TDMA は GSM (Global System for Mobile communications) / GPRS (General Packet radio Service) / EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) のような無線技術により具現化される。OFDMA は IEEE 802.11 (Wi-Fi)、IEEE 802.16 (WiMAX)、IEEE 802-20、E-UTRA (Evolved UTRA) などの無線技術により具現化される。UTRA は UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) の一部である。3GPP (3rd Generation Partnership Project) LTE (Long Term Evolution) は E-UTRA を使用する E-UMTS (Evolved UMTS) の一部であり、LTE-A (Advanced) / LTE-A pro は 3GPP LTE の進化したバージョンである。3GPP NR (New radio or New radio Access Technology) は 3GPP LTE / LTE-A / LTE-A pro の進化したバージョンである。

10

【0029】

より明確な説明のために 3GPP 通信システム (例、LTE-A、NR) に基づいて説明するが、本発明の技術的思想はこれに限られない。LTE は 3GPP TS (Technical Specification) 36.xxx Release 8 以後の技術を意味する。詳しくは、3GPP TS 36.xxx Release 10 以後の LTE 技術は LTE-A と呼ばれ、3GPP TS 36.xxx Release 13 以後の LTE 技術は LTE-A pro と呼ばれる。3GPP NR は TS 38.xxx Release 15 以後の技術を意味する。LTE / NR は 3GPP システムと称されることもできる。"xxx" は標準文書の細部番号を意味する。LTE / NR は 3GPP システムと称することができる。本発明の説明に使用された背景技術、用語、略語などについては本発明前に公開された標準文書に記載された事項を参照できる。例えば、以下の文書を参照できる。

20

【0030】

3GPP LTE

【0031】

— 36.211: Physical channels and modulation

30

【0032】

— 36.212: Multiplexing and Channel coding

【0033】

— 36.213: Physical layer procedures

【0034】

— 36.300: Overall description

【0035】

— 36.331: Radio Resource Control (RRC)

【0036】

3GPP NR

40

【0037】

— 38.211: Physical channels and modulation

【0038】

— 38.212: Multiplexing and Channel coding

【0039】

— 38.213: Physical layer procedures for control

【0040】

— 38.214: Physical layer procedures for data

50

a

【0041】

- 38. 300: NR and NG-RAN Overall Description

【0042】

- 36. 331: Radio Resource Control (RRC) protocol specification

【0043】

A. システム構造 (System architecture)

【0044】

図1は3GPP LTEシステム構造の一例を示す図である。

10

【0045】

無線通信システムはE-UTRAN (evolved-UMTS terrestrial radio Access network) 又はLTE (Long Term Evolution) / LTE-Aシステムとも呼ばれる。図1を参照すると、E-UTRANは制御プレーン及びユーザプレーンを端末(例: UE) 10に提供する少なくとも1つの基地局(例: BS) 20を含む。UE 10は固定式又は移動式であり、MS (mobile station)、UT (user terminal)、SS (Subscriber station)、MT (mobile terminal)、無線デバイスなどの用語でも呼ばれる。一般的には、BS 20はUE 10と通信する固定ステーションであり、eNB (evolved Node-B)、gNB (general Node-B)、BTS (base transceiver system)、AP (access point) などの用語でも呼ばれる。複数のBSはX2インターフェースにより互いに接続する。BSはS1インターフェースによりEPC (evolved Packet core) に、より詳しくはS1-MMEによりMME (mobility management entity) に、またS1-UによりS-GW (Serving gateway) に接続される。EPCはMME、S-GW及びP-GW (Packet data network-gateway) を含む。UEとネットワークの間の無線インターフェースプロトコル層は、通信システムにおいて公知のOSI (Open System Interconnection) の下部3層に基づいて第1層 (L1)、第2層 (L2) 及び第3層 (L3) モデルを使用して分類される。そのうち、第1層に属する物理層 (PHY) は物理チャネルを用いて情報送信サービスを提供し、第3層に属するRRC (Radio Resource Control) 層はUEとネットワークの間で無線リソースを制御する。このために、RRC層はUEと基地局の間でRRCメッセージを交換する。

20

30

【0046】

図2は3GPP NRシステム構造の一例を示す図である。

【0047】

図2を参照すると、NG-RANはNG-RANユーザプレーン (新しいAS sublayer / PDCP / RLC / MAC / PHY) 及びUE (User Equipment) に対する制御プレーン (RRC) プロトコル終端を適用するgNBで構成される。gNBはXnインターフェースにより互いに接続される。gNBはNGインターフェースによりNGCに接続される。より具体的には、gNBはN2インターフェースによりAMF (access and Mobility Management Function) に、N3インターフェースによりUPF (User Plane Function) に接続される。

40

【0048】

B. フレーム構造 (frame structure)

【0049】

LTEにおけるフレーム構造について説明する。

【0050】

LTE標準においては、特に言及しない限り、時間領域における様々なフィールドのサ

50

イズは時間単位 $T_s = 1 / (15000 \times 2048)$ 秒の数で表現される。DL及びUL送信は、 $T_f = 307200 \times T_s = 10 \text{ ms}$ 持続期間 (duration) を有する無線フレームに組織化される。2つの無線フレーム構造が支援される。

【0051】

— type 1、FDDに適用可能

【0052】

— type 2、TDDに適用可能

【0053】

(1) フレーム構造タイプ1

【0054】

フレーム構造タイプ1は全二重 (full duplex) 及び半二重 (half duplex) FDDに全て適用できる。各無線フレームは

$$T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$$

であり、長さ

$$T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$$

の20個のスロットで構成され、0から19まで番号付けされる。サブフレームは2個の連続するスロットで定義され、サブフレーム i はスロット $2i$ 及び $2i+1$ で構成される。FDDの場合、10個のサブフレームがDL送信に利用可能であり、10個のサブフレームが各10ms間隔でUL送信のために利用可能である。UL及びDL送信は周波数領域で分離される。半二重FDD動作において、UEは全二重FDDにおいて、かかる制限のない間に同時に送信及び受信できない。

【0055】

図3はフレーム構造タイプ1の無線フレーム構造を示す図である。

【0056】

図3において、無線フレームは10個のサブフレームを含む。サブフレームは時間領域において2個のスロットを含む。1サブフレームを送信する時間を送信時間間隔 (transmission time interval、TTI) と定義する。例えば、1サブフレームは1msの長さを有し、1スロットは0.5msの長さを有する。1スロットは時間領域において複数のOFDM (orthogonal frequency division multiplexing) シンボルを含む。3GPP LTEは下りリンクにおいてOFDMAを使用するので、OFDMシンボルは1つのシンボル期間を示すためのものである。またOFDMシンボルはSC-FDMAシンボル又はシンボル周期とも呼ばれる。リソースブロック (RB) はリソース割り当て単位であり、1スロットに複数の隣接する副搬送波を含む。無線フレーム構造は例示のために示したものである。このように無線フレームに含まれるサブフレーム数又はサブフレームに含まれるスロット数又はスロットに含まれるOFDMシンボル数は様々に変更可能である。

【0057】

(2) フレーム構造タイプ2

【0058】

フレーム構造タイプ2はTDDに適用可能である。長さ

$$T_f = 307200 \times T_s = 10 \text{ ms}$$

の各無線フレームは長さ

$$15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$$

の2個のハーフフレーム (half-frame) で構成される。各ハーフフレームは長さ

$$30720 \cdot T_s = 1 \text{ ms}$$

の5個のサブフレームで構成される。支援されるUL-DL構成は標準に定義されており、ここで無線フレームの各サブフレームについて"D"は下りリンク送信のために予約されたサブフレームを示し、"U"は上りリンク送信のために予約されたサブフレームを示し、"S"はDwPTS (Downlink Pilot Time Slot)、GP (Guard

10

20

30

40

50

rd Period) 及び UpPTS (Uplink Pilot Time Slot) の 3つのフィールドのある特別 (Special) サブフレームを示す。DwPTSは下りリンク区間 (downlink period) と呼ばれ、UpPTSは上りリンク区間 (uplink period) と呼ばれる。DwPTSとUpPTSの長さは

$$30720 \cdot T_s = 1 \text{ ms}$$

と同一である DwPTS、GPとUpPTSの全体の長さに従属する。各サブフレーム i は各ブフレームにおいて長さ

$$T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$$

である 2 個のスロット、即ち、スロット $2i$ 及び $2i+1$ と定義される。

【0059】

図4はフレーム構造タイプ2の無線フレーム構造を示す図である。

【0060】

図4において、5msと10msのDL-UL転換点周期 (DL-to-UL switch-point periodicity) を有するUL-DL構成 (configuration) が支援される。5ms DL-UL転換点周期 (DL-to-UL switch-point periodicity) の場合、特別サブフレームが2個のハーフフレームに存在する。10ms DL-UL転換点周期 (DL-to-UL switch-point periodicity) の場合、特別サブフレームは1番目のハーフフレームのみに存在する。サブフレーム0及び5とDwPTSは常に下りリンク送信のために予約される。UpPTS及び特別サブフレーム直後のサブフレームは常に上りリンク送信のために予約される。

【0061】

次に、NRにおけるフレーム構造について説明する。

【0062】

図5はNRにおけるフレーム構造の一例を示す図である。

【0063】

NRシステムでは多数のニューマロロジーが支援される。ここで、ニューマロロジーは副搬送波間隔 (Subcarrier spacing) とCP (Cyclic Prefix) オーバーヘッドにより定義される。この時、多数の副搬送波間隔は基本の副搬送波間隔を整数 N (又は μ) にスケーリング (Scaling) することにより誘導される。また非常に高い搬送波周波数で非常に低い副搬送波間隔を使用しないと仮定しても、使用されるニューマロロジーは周波数帯域とは独立して選択できる。また、NRシステムでは多数のニューマロロジーによる様々なフレーム構造を支援できる。

【0064】

以下、NRシステムで考慮されるOFDMニューマロロジー及びフレーム構造について説明する。NRシステムで支援される多数のOFDMニューマロロジーは表1のように定義できる。

【0065】

【表1】

μ	$\Delta f = 2^\mu \cdot 15 [\text{kHz}]$	Cyclic prefix
0	15	Normal
1	30	Normal
2	60	Normal, Extended
3	120	Normal
4	240	Normal

【0066】

NRシステムにおけるフレーム構造に関連して、時間領域の様々なフィールドのサイズ

10

20

30

40

50

は

$$T_s = 1/(\Delta f_{\max} \cdot N_f)$$

の時間単位の倍数で表現される。ここで、

$$\Delta f_{\max} = 480 \cdot 10^3$$

であり、

$$N_f = 4096$$

である。下りリンク及び上りリンク送信は

$$T_f = (\Delta f_{\max} N_f / 100) \cdot T_s = 10 \text{ ms}$$

の区間を有する無線フレームで構成される。ここで、無線フレームは各々

$$T_{sf} = (\Delta f_{\max} N_f / 1000) \cdot T_s = 1 \text{ ms}$$

の区間を有する 10 個のサブフレームで構成される。この場合、上りリンクに対する 1 セットのフレーム及び下りリンクに対する 1 セットのフレームが存在することができる。また端末 (UE) からの上りリンクフレーム番号 i の送信は、該当端末における該下りリンクフレームの開始より

$$T_{TA} = N_{TA} T_s$$

以前に開始される必要がある。ニューマロロジー μ について、スロットはサブフレーム内で

$$n_s^\mu \in \{0, \dots, N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu} - 1\}$$

の増加順に番号付けされ、無線フレーム内で

$$n_{s,f}^\mu \in \{0, \dots, N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu} - 1\}$$

の増加順に番号付けされる。1 スロットは

$$N_{\text{symb}}^\mu$$

の連続する OFDM シンボルで構成され、

$$N_{\text{symb}}^\mu$$

は用いられるニューマロロジー及びスロット設定によって決定される。サブフレームにおいてスロット

$$n_s^\mu$$

の開始は同一のサブフレームにおいて OFDM シンボル

$$n_s^\mu N_{\text{symb}}^\mu$$

の開始と時間的に整列される。全ての端末が同時に送信及び受信することではなく、これは下りリンクスロット又は上りリンクスロットの全ての OFDM シンボルを利用できないことを意味する。表 2 は一般 CP におけるスロットごとの OFDM シンボル数

$$(N_{\text{symb}}^{\text{slot}})$$

、無線フレームごとのスロット数

$$(N_{\text{slot}}^{\text{frame}, \mu})$$

、サブフレームごとのスロット数

10

20

30

40

50

$$(N_{\text{slot}}^{\text{subframe}\mu})$$

を示し、表3は拡張CPにおけるスロットごとのOFDMシンボル数、無線フレームごとのスロット数、サブフレームごとのスロット数を示す。

【0067】

【表2】

μ	$N_{\text{ymb}}^{\text{slot}}$	$N_{\text{slot}}^{\text{frame}\mu}$	$N_{\text{slot}}^{\text{subframe}\mu}$
0	14	10	1
1	14	20	2
2	14	40	4
3	14	80	8
4	14	160	16

10

【0068】

【表3】

μ	$N_{\text{ymb}}^{\text{slot}}$	$N_{\text{slot}}^{\text{frame}\mu}$	$N_{\text{slot}}^{\text{subframe}\mu}$
2	12	40	4

20

【0069】

図3は $\mu=2$ である場合、即ち、SCS (Subcarrier spacing) が60kHzである場合の一例であり、表2を参照すると、1サブフレームは4個のスロットを含む。図5に示された1サブフレーム={1, 2, 4}スロットは一例であり、1サブフレームに含まれるスロット数は表2のように定義される。

【0070】

またミニスロットは2、4又は7シンボルで構成でき、より多い又は少ないシンボルで構成することもできる。

【0071】

30

C. 物理リソース

【0072】

図6は1つの下りリンクスロットに対するリソースグリッドを示す。

【0073】

図6において、下りリンクスロットは時間領域において複数のOFDMシンボルを含む。1つの下りリンクスロットは7個のOFDMシンボルを含み、1リソースブロック (resource block、RB) は一例であって周波数領域で12個の副搬送波を含む。本発明はこれに限定されない。リソースグリッドの各要素はリソースエレメント (resource element、RE) と称される。1RBには 12×7 REが含まれる。下りリンクスロットに含まれるRB数は下りリンク送信帯域幅に依存する。上りリンクスロットの構造は下りリンクスロットの構造と同一である。

40

【0074】

図7は下りリンクサブフレームの構造を示す。

【0075】

図7において、サブフレーム内の第1スロットにおける先頭部の最大3個のOFDMシンボルは、制御チャンネルが割り当てられる制御領域に該当する。残りのOFDMシンボルは、PDSCH (Physical Downlink Shared Channel) が割り当てられるデータ領域に該当する。3GPP LTEシステムで用いられる下りリンク制御チャンネルには、例えば、PCFICH (Physical Control Format Indicator Channel)、PDCCH (Physical Down

50

nl i n k C o n t r o l C h a n n e l)、PHICH (P h y s i c a l H y b r i d A R Q I n d i c a t o r C h a n n e l) などがあ
る。PCFICHは、最初のOFDMサブフレームの制御チャネル送信に用いられるOFDMシンボル数に関する情
報を含む。PHICHは上りリンク送信の応答であり、HARQ ACK/NACK信号
を含む。PDCCHで送信される制御情報をDCI (D o w n l i n k C o n t r o l I n f o r m a t i o n) という。DCIは上りリンク又は下りリンクスケジューリング
情報や任意の端末グループに対する上りリンク送信電力制御命令を含む。PDCCHは、
下りリンク共有チャネル (DL-SCH) のリソース割り当て、上りリンク共有チャネル
のリソース割り当て情報、ページングチャネル (PCH) のページング情報、PD-SCH
により送信されるランダムアクセス応答、任意のUEグループ内の個別UEに対する送信
電力制御命令のセット、送信電力制御情報、送信電力制御情報の活性化のような上位層制
御メッセージのリソース割り当てであるDL-SCH VoIP (V o i c e o v e r I P) などを含む。複数のPDCCHが制御領域内で送信されることもできる。UEは複
数のPDCCHをモニターすることができる。PDCCHは一つ以上の連続する制御チャ
ネルエレメント (CCE) の組み合わせで送信される。CCEは無線チャネルの状態に基
づくコーディングレートでPDCCHを提供するために用いられる論理割り当て単位であ
る。CCEは複数のリソースエレメントグループ (REG) に対応する。PDCCHフォ
ーマットと利用可能なPDCCHのビット数は、CCE数とCCEが提供するコーディン
グレートの間の相関関係によって変更されてもよい。基地局は端末に送信されるDCIに
よってPDCCHフォーマットを決定し、CRC (C y c l i c R e d u n d a n c y C h e c k) を制御情報に付加する。CRCはPDCCHの所有者又はPDCCHの用途
によって臨時識別子 (R a d i o N e t w o r k T e m p o r a r y I d e n t i f i e r ; R N T I) でマスクされる。PDCCHが特定の端末に対するものであれば、端
末の固有識別子 (例えば、c e l l - R N T I (C - R N T I)) がCRCにマスクされ
ることができる。又はPDCCHがページングメッセージに対するものであれば、ペー
ジング指示子識別子 (P a g i n g I n d i c a t o r I d e n t i f i e r ; P - R N T I) がCRCにマスクされることができる。PDCCHがシステム情報 (より具体的
には、システム情報ブロック (SIB)) に対するものであれば、システム情報識別子及び
システム情報RNTI (S I - R N T I) をCRCにマスクすることができる。端末のラン
ダムアクセスプリアンプルの送信に対する応答であるランダムアクセス応答を示すため
に、ランダムアクセス-RNTI (R A - R N T I) がCRCにマスクされることができ
る。

【0076】

図8は上りリンクサブフレームの構造を示す。

【0077】

図8において、上りリンクサブフレームは周波数領域で制御領域及びデータ領域に分割
される。制御領域には上りリンク制御情報を運ぶ物理上りリンク制御チャネル (PUCCH)
が割り当てられる。データ領域にはユーザデータを運ぶ物理上りリンク共有チャネル
(PUSCH) が割り当てられる。単一の搬送波特性を維持するために、一つの端末はP
UCCHとPUSCHを同時に送信しない。一つの端末に対するPUCCHは、サブフレ
ームにおいてRB対に割り当てられる。RB対に属するRBは各々2つのスロットにおい
て異なる副搬送波を占める。これを、PUCCHに割り当てられるRB対がスロット境界
で周波数ホッピング (f r e q u e n c y - h o p p e d) されたという。

【0078】

NRシステムにおける物理リソースに関連して、アンテナポート、リソースグリッド、
リソースエレメント、リソースブロック及びキャリアパート (c a r r i e r p a r t)
などが考えられる。以下、NRシステムで考慮される物理リソースについて具体的に説
明する。まずアンテナポートは、アンテナポート上のシンボルが運ばれるチャネルが同じ
アンテナポート上の他のシンボルが運ばれるチャネルから推論されるように定義される。
1つのアンテナポート上のシンボルが運ばれるチャネルの広範囲特性 (l a r g e - s c

ale property) が他のアンテナポート上のシンボルが運ばれるチャネルから類推される場合、2つのアンテナポートはQC/QCL (quasi co-located 或いは quasi co-location) 関係にあると言える。ここで、広帯域特性は、遅延拡散 (Delay spread)、ドップラー拡散 (Doppler spread)、周波数シフト (Frequency shift)、平均受信パワー (Average received power)、受信タイミング (Received Timing) のうちのいずれか1つを含む。

【0079】

図9はNRにおけるリソースグリッドの一例を示す。

【0080】

図9を参照すると、リソースグリッドが周波数領域上に

$$N_{RB}^{\mu} N_{sc}^{RB}$$

副搬送波で構成され、1つのサブフレームが

$$14 \cdot 2 \mu$$

OFDMシンボルで構成されることを例示しているが、それに限られない。NRシステムにおいて、送信される信号 (transmitted signal) は

$$N_{RB}^{\mu} N_{sc}^{RB}$$

副搬送波で構成される1つ又はそれ以上のリソースグリッド及び

$$2^{\mu} N_{\text{symp}}^{(\mu)}$$

のOFDMシンボルにより説明される。ここで、

$$N_{RB}^{\mu} \leq N_{RB}^{\text{max}, \mu}$$

である。

$$N_{RB}^{\text{max}, \mu}$$

は最大送信帯域幅を示し、これはニューマロロジーだけではなく、上りリンクと下りリンクの間でも変化する。この場合、図9のように、ニューマロロジー μ 及びアンテナポートpごとに1つのリソースグリッドが設定される。ニューマロロジー μ 及びアンテナポートpに対するリソースグリッドの各要素はリソースエレメント (resource element) と称され、インデックス対

$$(k, \bar{l})$$

により固有的に識別される。ここで、

$$k = 0, \dots, N_{RB}^{\mu} N_{sc}^{RB} - 1$$

は周波数領域上のインデックスであり、

$$\bar{l} = 0, \dots, 2^{\mu} N_{\text{symp}}^{(\mu)} - 1$$

はサブフレーム内におけるシンボルの位置である。スロットにおいてリソースエレメントを称する時には、インデックス対

$$(k, l)$$

が用いられる。ここで、

$$l = 0, \dots, N_{\text{symp}}^{\mu} - 1$$

である。ニューマロロジー μ 及びアンテナポートpに対するリソースエレメント

$$(k, \bar{l})$$

は複素数値 (complex value)

10

20

30

40

50

$$a_{k,l}^{(p,\mu)}$$

に該当する。混同 (c o n f u s i o n) の危険のない場合或いは特定のアンテナポート又はニューマロロジーが特定されない場合、インデックス p 及び μ はドロップ (d r o p) されることができ、その結果、複素数値は

$$a_{k,l}^{(p)}$$

又は

$$a_{k,l}$$

になる。また、リソースブロック (r e s o u r c e b l o c k、RB) は周波数領域上の

$$N_{sc}^{RB} = 12$$

連続する副搬送波により定義される。

【0081】

ポイントAはリソースブロックグリッドの共通基準ポイント (c o m m o n r e f e r e n c e p o i n t) としての役割を果たし、以下のように得られる。

【0082】

− P C e l l (P r i m a r y c e l l) 下りリンクに対する o f f s e t T o P o i n t A は初期セル選択のためにUEにより使用されたSS/PBCHブロックと重なる最低リソースブロックの最低副搬送波とポイントAとの間の周波数オフセットを示し、F R 1 (f r e q u e n c y r a n g e 1) に対して15kHzの副搬送波間隔及びF R 2 (f r e q u e n c y r a n g e 2) に対して60kHzの副搬送波間隔を仮定したリソースブロック単位で表現され；

【0083】

− A b s o l u t e F r e q u e n c y P o i n t A は A R F C N (a b s o l u t e r a d i o - f r e q u e n c y C h a n n e l n u m b e r) のように表現されたポイントAの周波数位置を示す。

【0084】

共通リソースブロック (c o m m o n r e s o u r c e b l o c k) は副搬送波間隔の設定 μ に対する周波数領域において0から上側に番号付けされる。

【0085】

副搬送波間隔の設定 μ に対する共通リソースブロック0の副搬送波0の中心は ' p o i n t A ' と一致する。

【0086】

周波数領域において共通リソースブロック番号

$$n_{CRB}^{\mu}$$

と副搬送波間隔の設定 μ に対するリソースエレメント (k, l) は、以下の数1のように与えられる。

【0087】

【数1】

$$n_{CRB}^{\mu} = \left\lfloor \frac{k}{N_{sc}^{RB}} \right\rfloor$$

【0088】

ここで、 k は $k = 0$ がポイントAを中心とする副搬送波 (s u b c a r r i e r) に該当するようにポイントAに相対的に定義される。

【0089】

物理リソースブロックは帯域幅パート (b a n d w i d t h p a r t、BWP) 内で0から

10

20

30

40

50

$N_{\text{BWP},i}^{\text{size}} - 1$

まで番号付けられ、 i は BWP の番号である。

【0090】

BWP i において物理リソースブロック

n_{PRB}

と共通リソースブロック

n_{CRB}

の間の関係は以下の数 2 のように与えられる。

【0091】

【数 2】

$$n_{\text{CRB}} = n_{\text{PRB}} + N_{\text{BWP},i}^{\text{start}}$$

【0092】

$N_{\text{BWP},i}^{\text{start}}$

は BWP が共通リソースブロック 0 に相対的に始める共通リソースブロックである。

【0093】

図 10 は NR における物理リソースブロックの一例を示す図である。

【0094】

D. 無線通信装置

【0095】

図 11 は本明細書で提案する方法が適用可能な無線通信装置のブロック構成図を例示する図である。

【0096】

図 11 を参照すると、無線通信システムは基地局 1110 と基地局領域内に位置する多数の端末 1120 を含む。基地局を送信装置、端末を受信装置と表現し、その逆も可能である。基地局と端末はプロセッサ 1111、1121、メモリ 1114、1124、1 つ以上の送信 (Tx) / 受信 (Rx) RF モジュール 1115、1125 (又は RF transceiver)、Tx プロセッサ 1112、1122、Rx プロセッサ 1113、1123 及びアンテナ 1116、1126 を含む。プロセッサは上述した機能、過程及び／又は方法を具現化する。より具体的には、下りリンク DL (基地局から端末への通信) においてコアネットワークからの上位層パケットはプロセッサ 1111 に提供される。プロセッサは L2 層の機能を具現化する。下りリンク (DL) において、プロセッサは論理チャネルと送信チャネルの間の多重化 (multiplexing)、無線リソース割り当てを端末 1120 に提供し、端末へのシグナリングを担当する。送信 (Tx) プロセッサ 1112 は L1 層 (即ち、物理層) に対する様々な信号処理機能を具現化する。信号処理機能は端末において FEC (forward error correction) を容易にし、コーディング及びインターリーブ (coding and interleaving) を含む。符号化及び変調されたシンボルは並列ストリームに分割され、各々のストリームは OFDM 副搬送波にマッピングされ、時間及び／又は周波数領域において参照信号 (Reference Signal、RS) と多重化され、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) を使用して共に結合し、時間領域 OFDM シンボルストリームを運ぶ物理的チャネルを生成する。OFDM ストリームは多重空間ストリームを生成するために空間的にプリコーディングされる。各々の空間ストリームは個別 Tx / Rx モジュール (又は送受信機、1115) により異なるアンテナ 1116 に提供される。各々の Tx / Rx モジュールは送信のために各々の空間ストリームに RF 搬送波を変調することができる。端末において、各々の Tx / Rx モジュール (又は送受信機、1125) は各 Tx / Rx モジュールの各アンテナ 1126 により信号を受信する。各々の Tx / Rx モジュールは RF キャリアに変調された情報を復元して、受信 Rx プロセッサ 1123 に提供する。Rx プロセッサはレイヤ 1 の様々な信号プロセッシング機能

10

20

30

40

50

を具現化する。RXプロセッサは端末に向かう任意の空間ストリームを復旧するために情報に空間プロセッシングを行う。もし多数の空間ストリームが端末に向かう場合、多数のRXプロセッサにより単一OFDMAシンボルストリームで結合できる。RXプロセッサは高速フーリエ変換(FFT)を使用してOFDMAシンボルストリームを時間領域から周波数領域に変換する。周波数領域信号はOFDM信号の各々の副搬送波に対する個別のOFDMAシンボルストリームを含む。各々の副搬送波上のシンボル及び参照信号は基地局により送信された可能性の高い信号配置ポイントを決定することにより復元されて復調される。かかる軟判定(soft decision)はチャネル推定値に基づく。軟判定は物理チャネル上で基地局により元来送信されたデータ及び制御信号を復元するためにデコーディング及びデインターリービングされる。該当データ及び制御信号はプロセッサ1121に提供される。

10

【0097】

上りリンク(UL)(端末から基地局への通信)は、端末1120に関連して受信機の機能について記載したような方式で基地局1110で行われる。各々のTx/Rxモジュール(又は送受信機1125)は、各々のアンテナ1126により信号を受信する。各々のTx/RxモジュールはRF搬送波及び情報をRxプロセッサ1123に提供する。プロセッサ1121はプログラムコード及びデータを格納するメモリ1124に関連する。メモリはコンピューター読み取り可能な媒体とも称される。

【0098】

E. MTC (Machine type Communication)

20

【0099】

MTC(Machine type Communication)はM2M(Machine-to-Machine)又はIoT(Internet-of-Things)などに適用可能な多いスループット(throughput)を要求しない応用分野(application)であり、3GPP(3rd Generation Partnership Project)においてIoTサービスの要求事項を満たすために採択された通信技術を言う。

【0100】

MTCは、(i)低い費用及び低い複雑度、(ii)向上したカバレッジ、及び(iii)低い電力消費という基準を満たすように具現化される。

30

【0101】

3GPPにおいて、MTCはRelease 10から適用されており、3GPPのReleaseごとに追加されたMTCの特徴について簡略に説明する。

【0102】

まず、3GPP Release 10とRelease 11に記載されたMTCは、負荷制御(load control)方法に関する。

【0103】

負荷制御方法はIoT(又はM2M)デバイスが基地局に急に負荷を与えることを予め防止するためのものである。

【0104】

40

より具体的には、Release 10の場合、基地局は負荷が発生した場合、接続しているIoTデバイスに対する接続を解除することにより負荷を制御する方法に関し、Release 11の場合は、基地局がSIB14のようなブロードキャストにより今後接続することを予め端末に知らせて端末に対する接続を予め遮断する方法に関する。

【0105】

Release 12の場合、低費用MTCのための特徴が追加されており、このために、UEカテゴリ0が新しく定義されている。UEカテゴリは、端末がどのくらいのデータを通信モデムで処理できるかを示す指標である。

【0106】

即ち、UEカテゴリ0の端末は、減少した最大データレート(peak data r

50

ate)、緩和した (relaxed) RF 要求事項を有する半二重動作 (Half Duplex Operation) と単一 (Single) の受信アンテナを使用することにより、端末のベースバンド (baseband) 及び RF の複雑度を減らすことができる。

【0107】

Release 13においては、eMTC (enhanced MTC) という技術が紹介されており、レガシーLTEで支援する最小周波数帯域幅である1.08MHzのみで動作するようにして単価及び電力消費を抑えることができる。

【0108】

後述する内容は主にeMTCに関連する特徴であるが、特に言及しない限り、MTC、eMTC、5G (又はNR) に適用されるMTCにも同様に適用できる。以下、説明の便宜のために、MTCと称して説明する。

【0109】

従って、後述するMTCは、eMTC (enhanced MTC)、LTE-M1/M2、BL (Bandwidth reduced low complexity)/CE (coverage enhanced)、non-BL UE (in enhanced coverage)、NR MTC、enhanced BL/CEなどの用語で呼ばれることもできる。即ち、MTCという用語は、今後3GPP標準で定義される用語に代替することができる。

【0110】

1) MTCの一般的な特徴

【0111】

(1) MTCは特定システム帯域幅 (又はチャネル帯域幅) のみで動作する。

【0112】

特定のシステム帯域幅は以下の表4のようにレガシーLTEの6RBを使用でき、表5乃至表7に定義されたNRの周波数範囲及びSCS (Subcarrier spacing) を考慮して定義できる。特定のシステム帯域幅は狭帯域 (narrowband、NB) と表現できる。参考として、レガシーLTEはMTC以外の3GPP標準で記載される部分を意味する。好ましくは、NRにおいてMTCはレガシーLTEでのように、以下の表6及び表7における最低システム帯域幅に対応するRBを使用して動作することができる。又はNRにおいてMTCは少なくとも1つの帯域幅パート (bandwidth part、BWP) で動作する又はBWPの特定の帯域で動作することもできる。

【0113】

【表4】

Channel bandwidth BWChannel [MHz]	1.4	3	5	10	15	20
Transmission bandwidth configuration N _{RB}	6	15	25	50	75	100

【0114】

表5はNRにおいて定義される周波数範囲 (frequency range、FR) を示す表である。

【0115】

10

20

30

40

【表 5】

Frequency range designation	Corresponding frequency range
FR1	450 MHz - 6000 MHz
FR2	24250 MHz - 52600 MHz

【0116】

10

表6はNRのFR1においてチャネル帯域幅及びSCSに対する最大送信帯域幅の構成(NRB)の一例を示す表である。

【0117】

【表 6】

SCS (kHz)	5MHz	10MHz	15MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz	40 MHz	50MHz	60 MHz	80 MHz	90 MHz	100 MHz
	NRB	NRB	NRB	NRB	NRB	NRB	NRB	NRB	NRB	NRB	NRB	NRB
15	25	52	79	106	133	160	216	270	N/A	N/A	N/A	N/A
30	11	24	38	51	65	78	106	133	162	217	245	273
60	N/A	11	18	24	31	38	51	65	79	107	121	135

20

【0118】

表7はNRのFR2においてチャネル帯域幅及びSCSに対する最大送信帯域幅の構成(NRB)の一例を示す表である。

【0119】

【表 7】

SCS (kHz)	50MHz	100MHz	200MHz	400 MHz
	NRB	NRB	NRB	NRB
60	66	132	264	N.A
120	32	66	132	264

30

【0120】

MT C 狭帯域 (n a r r o w b a n d、NB) についてより具体的に説明する。

【0121】

MT C は物理チャネル及び信号を送受信するために狭帯域動作 (n a r r o w b a n d o p e r a t i o n) に従い、最大チャネル帯域幅は 1.08MHz 又は 6 (LTE) RB に減少する。

【0122】

40

この狭帯域は下りリンクと上りリンクの一部チャネルのリソース割り当て単位に参考単位として使用でき、周波数領域において各狭帯域の物理的な位置はシステム帯域幅によって異なるように定義される。

【0123】

MT C に定義された 1.08MHz の帯域幅は、MT C 端末がレガシー端末と同じセルサーチ (c e l l s e a r c h) 及びランダムアクセス手順に従うように定義される。

【0124】

MT C は 1.08MHz よりさらに大きい帯域幅 (例: 10MHz) を有するセルにより支援できるが、MT C により送受信される物理チャネル及び信号は常に 1.08MHz と制限される。

50

【0125】

さらに大きい帯域幅を有するシステムとしては、レガシーLTE、NRシステム、5Gシステムなどがある。

【0126】

狭帯域は周波数領域において6個の重畳しない(non-overlapping)連続する物理リソースブロックにより定義される。

【0127】

$$N_{NB}^{UL} \geq 4$$

である場合、広帯域は周波数領域において4個の重畳しない狭帯域により定義される。もし

$$N_{NB}^{UL} < 4$$

である場合は、

$$N_{WB}^{UL} = 1$$

及び単一の広帯域は

$$N_{NB}^{UL}$$

重畳しない狭帯域で構成される。

【0128】

例えば、10MHzチャネル(50RBs)の場合、8個の重畳しない狭帯域が定義される。

【0129】

図12は狭帯域動作(Narrowband Operation)及び周波数ダイバーシティの一例を示す。

【0130】

図12(a)は狭帯域動作の一例を示し、図12(b)はRF再チューニング(retuning)を有する繰り返しの一例を示す。

【0131】

図12(b)を参照して、RF再チューニングによる周波数ダイバーシティについて説明する。

【0132】

狭帯域RF、単一アンテナ(Single antenna)及び制限された移動性により、MTCは制限された周波数、空間及び時間ダイバーシティを支援する。フェーディング(fading)及び停止(outage)を減らすために、周波数ホッピングはRF再チューニングにより互いに異なる狭帯域の間で支援される。

【0133】

かかる周波数ホッピングは繰り返しが可能である時、互いに異なる上りリンク及び下りリンク物理チャンネルに適用される。

【0134】

例えば、32個のサブフレームがPDSCH送信のために使用される場合、最初の16個のサブフレームは1番目の狭帯域上で送信できる。この時、RFフロントエンド(front-end)は他の狭帯域に再チューニングされ、残りの16個のサブフレームは2番目の狭帯域上で送信される。

【0135】

MTCの狭帯域は、システム情報又はDCI(downlink control information)により構成される。

【0136】

(2) MTCは半二重モード(half duplex mode)で動作し、制限された(又は減少した)最大送信電力を使用する。

【0137】

(3) MTCはレガシーLTE又はNRの全体システム帯域幅にわたって分散される(

10

20

30

40

50

レガシーLTE又はNRで定義される) チャンネルを使用しない。

【0138】

一例として、MTCに使用しないレガシーLTEチャンネルはPCFICH、PHICH、PDCCHなどがある。

【0139】

従って、MTCは上記チャンネルをモニターできないので、新しい制御チャンネルであるMPDCCH(MTCPDCCH)を定義する。

【0140】

MPDCCHは、周波数領域において最大6RB、及び時間領域において1つのサブフレームにわたっている。

10

【0141】

MPDCCHはEPDCCHと類似し、ページング及びランダムアクセスのための共通サーチスペース(common search space)をさらに支援する。

【0142】

MPDCCHはレガシーLTEで使用されるE-PDCCHの概念と類似する。

【0143】

(4) MTCは新しく定義されたDCIフォーマットを使用し、一例としてDCIフォーマット6-0A、6-0B、6-1A、6-1B、6-2などがある。

【0144】

(5) MTCはPBCH(physical broadcast Channel)、PRACH(physical random Access Channel)、MPDCCH(MTCP physical downlink control Channel)、PDSCH(physical downlink shared Channel)、PUCCH(physical uplink control Channel)、PUSCH(physical uplink shared Channel)を繰り返して送信することができる。このようなMTC繰り返し送信は、地下室などの劣悪な環境のように信号品質又は電力が非常に悪い場合にもMTCチャンネルを復号できるので、セル半径増加及び信号浸透の効果が得られる。MTCは単一レイヤ(Single layer)(又は単一アンテナ)で動作可能な制限された数の送信モード(transmission mode、TM)のみを支援するか、又は単一レイヤで動作可能なチャンネル又は参照信号(reference signal、RS)を支援することができる。一例として、MTCが動作可能な送信モードはTM1、2、6又は9などがある。

20

30

【0145】

(6) MTCのHARQ再送信は、適応的(adaptive)、非同期(asynchronous)方式であり、MPDCCHで受信された新しいスケジューリング割り当て(Scheduling assignment)に基づく。

【0146】

(7) MTCにおいて、PDSCHスケジューリング(DCI)とPDSCH送信は互いに異なるサブフレームで発生する(クロスサブフレームスケジューリング)。

【0147】

40

(8) SIB1復号のための全てのリソース割り当て情報(サブフレーム、TBS(Transport Block Size)、サブバンドインデックス)は、MIBのパラメータにより決定され、MTCのSIB1復号のためにいかなる制御チャンネルも使用されない。

【0148】

(9) SIB2復号のための全てのリソース割り当て情報(サブフレーム、TBS、サブバンドインデックス)は、複数のSIB1パラメータにより決定され、MTCのSIB2復号のためのいかなる制御チャンネルも使用されない。

【0149】

(10) MTCは拡張ページング(DRX)周期を支援する。

50

【0150】

(11) MTCはレガシーLTE又はNRで使用されるPSS (Primary synchronization signal) / SSS (Secondary synchronization signal) / CRS (common reference signal) を同一に使用できる。NRの場合、PSS / SSSはSSブロック (又はSS / PBCHブロック又はSSB) 単位で送信され、TRS (tracking RS) はCRSと同じ用途で使用される。即ち、TRSはセル固有の (cell-specific) RSであり、周波数時間追跡 (frequency / time tracking) のために使用できる。

【0151】

10

2) MTC動作モード及びレベル

【0152】

次に、MTC動作モードとレベルについて説明する。MTCはカバレッジ向上のために2つの動作モード (第1モード、第2モード) と4つの互いに異なるレベルに分類され、以下の表8の通りである。

【0153】

MTC動作モードはCEモードと称され、この場合、第1モードはCEモードA、第2モードはCEモードBと称することができる。

【0154】

【表8】

20

Mode	Level	Description
Mode A	Level 1	No repetition for PRACH
	Level 2	Small Number of Repetition for PRACH
Mode B	Level 3	Medium Number of Repetition for PRACH
	Level 4	Large Number of Repetition for PRACH

30

【0155】

第1モードは完全な移動性及びCSI (Channel state information) フィードバックが支援される小さいカバレッジ向上のために定義され、繰り返しが無い又は繰り返し回数の少ないモードである。第1モードの動作はUEカテゴリー1の動作範囲と同一である。第2モードはCSIフィードバック及び制限された移動性を支援する極めて劣悪なカバレッジ条件のUEについて定義され、多数の繰り返し送信が定義される。第2モードはUEカテゴリー1の範囲を基準として最大15dBのカバレッジ向上を提供する。MTCの各レベルはRACHとページング過程 (paging procedure) において異なるように定義される。

40

【0156】

MTC動作モードと各レベルが決定される方法について説明する。

【0157】

MTC動作モードは基地局により決定され、各レベルはMTC端末により決定される。具体的には、基地局はMTC動作モードに関する情報を含むRRCシグナリングを端末に送信する。ここで、RRCシグナリングは、RRC接続設定 (connection setup) メッセージ、RRC接続再設定 (connection reconfiguration) メッセージ又はRRC接続再確立 (connection reestablishment) メッセージを含む。

50

b l i s h m e n t) メッセージなどである。ここで、メッセージの用語は情報要素 (I n f o r m a t i o n E l e m e n t、I E) で表現できる。

【0158】

その後、M T C 端末は各動作モード内のレベルを決定し、決定されたレベルを基地局に送信する。具体的には、M T C 端末は測定したチャネル品質 (例: R S R P、R S R Q 又は S I N R) に基づいて動作モード内のレベルを決定し、決定されたレベルに対応する P R A C H リソース (周波数、時間、プリアンブル) を用いて基地局に決定されたレベルを知らせる。

【0159】

3) M T C ガード区間 (g u a r d p e r i o d)

10

【0160】

上述したように、M T C は狭帯域で動作する。狭帯域の位置は特定の時間ユニット (例: サブフレーム又はスロット) ごとに異なる。M T C 端末は全ての時間ユニットで異なる周波数にチューニングする。従って、全ての周波数の再チューニングには一定の時間が必要であり、この一定の時間を M T C のガード区間であると定義する。即ち、1つの時間ユニットから次の時間ユニットに転換 (t r a n s i t i o n) する時にはガード区間 (g u a r d p e r i o d) が必要であり、該当期間の間には送信及び受信が発生しない。

【0161】

ガード区間は下りリンクであるか上りリンクであるかによってその定義が異なり、下りリンク又は上りリンクの状況によっても定義が異なる。まず、上りリンクで定義されたガード区間は、第1時間ユニット (時間ユニット N) と第2時間ユニット (時間ユニット N + 1) により運ばれるデータの特性によって定義が異なる。次に、下りリンクのガード区間は、(1) 第1下りリンク狭帯域中心周波数 (f i r s t d o w n l i n k n a r r o w b a n d c e n t e r f r e q u e n c y) と第2狭帯域中心周波数 (S e c o n d n a r r o w b a n d c e n t e r f r e q u e n c y) とが異なり、(2) T D D において、第1上りリンク狭帯域中心周波数 (f i r s t u p l i n k n a r r o w b a n d c e n t e r f r e q u e n c y) と第2下りリンク中心周波数 (S e c o n d d o w n l i n k c e n t e r f r e q u e n c y) とが異なるという条件が要求される。

20

【0162】

30

レガシー L T E で定義された M T C ガード区間について説明すると、2つの連続するサブフレームの間の T x - T x 周波数再チューニングのために、最大

$$N_{\text{synt}}^{\text{retune}}$$

S C - F D M A シンボルのガード区間が生成される。上位層パラメータ c E - R e t u n i n g S y m b o l s が設定されると、

$$N_{\text{synt}}^{\text{retune}}$$

は c E - R e t u n i n g S y m b o l s と等しく、そうではないと、

$$N_{\text{synt}}^{\text{retune}} = 2$$

40

である。また、上位層パラメータ s r s - U p P T S A d d で構成された M T C 端末について、フレーム構造タイプ 2 に対する第1特別サブフレーム (S p e c i a l s u b f r a m e) と第2上りリンクサブフレームの間の T x - T x 周波数再チューニングのために、最大 S C - F D M A シンボルのガード区間が生成される。

【0163】

図 1 3 は M T C に用いられる物理チャネル及びこれらを用いた一般的な信号送信方法を示す図である。

【0164】

電源が消えた状態で電源がついたり、新しくセルに進入したりした M T C 端末は、 S 1

50

301段階において基地局と同期を取るなどの初期セルサーチ (Initial cell search) 動作を行う。そのために、MTC端末は基地局からPSS (Primary Synchronization Signal) 及びSSS (Secondary Synchronization Signal) を受信して基地局と同期を取り、セルIDなどの情報を取得する。MTCの初期セルサーチ動作に用いられるPSS/SSSとしては、レガシーLTEのPSS/SSS、RSS (Resynchronization signal) などがある。

【0165】

その後、MTC端末は基地局から物理放送チャネル (PBCH: physical broadcast Channel) 信号を受信してセル内の放送情報を得ることができる。

10

【0166】

一方、MTC端末は初期セルサーチ段階において下りリンク参照信号 (DL RS: downlink reference signal) を受信して、下りリンクチャネル状態を確認することができる。PBCHにより送信される放送情報はMIB (Master Information Block) であり、MTCにおいてMIBは無線フレームのサブフレーム#0の最初のスロットと他のサブフレーム (FDDの場合、サブフレーム#9、TDDの場合、サブフレーム#5) で繰り返される。

【0167】

PBCH繰り返しは、PBCH復号前にも初期周波数エラーの推定に使用できるように、互いに異なるOFDMシンボルで正確に同じ配置点 (constellation point) を繰り返すことにより行われる。

20

【0168】

図14はMTCのシステム情報送信の一例を示す図である。

【0169】

図14(a)はFDDにおいてサブフレーム#0に対する繰り返しパターン、一般CP及び繰り返されたシンボルに対する周波数エラー推定方法の一例を示し、図14(b)は広帯域LTEチャネル上におけるSIB-BR送信の一例を示す。

【0170】

MIBにおいて5個の予備ビット (reserved bit) は時間/周波数位置及び送信ブロックサイズを含む新しいSIB1-BR (System information block for bandwidth reduced device) に対するスケジューリング情報を送信するためにMTCで使用される。

30

【0171】

SIB-BRは関連する如何なる制御チャネル無しに直接PDSCH上で送信される。

【0172】

SIB-BRは多数のサブフレームの結合を許容するように、512個の無線フレーム (5120ms) において変化せず残っている。

【0173】

表9はMIBの一例を示す表である。

40

【0174】

【表9】

```
-- ASN1START
MasterInformationBlock ::=
    dl-Bandwidth
    phich-Config
    systemFrameNumber
    schedulingInfoSIB1-BR-r13
    systemInfoUnchanged-BR-r15
    spare
SEQUENCE {
    ENUMERATED {
        n6, n15, n25, n50, n75, n100},
    PHICH-Config,
    BIT STRING (SIZE (8)),
    INTEGER (0..31),
    BOOLEAN,
    BIT STRING (SIZE (4))
}
-- ASN1STOP
```

50

【0175】

表9において、`schedulingInfoSIB1-BR`フィールドは`SystemInformationBlockType1-BR`スケジューリング情報を定義する表に対するインデックスを示し、値(`value`)0は`SystemInformationBlockType1-BR`がスケジュールされないことを意味する。`SystemInformationBlockType1-BR`(又は`SIB1-BR`)により運ばれる全般的な機能と情報は、レガシーLTEの`SIB1`と類似する。`SIB1-BR`の内容(`contents`)は、(1)PLMN、(2)セル選択(`cell selection`)基準、(3)`SIB2`及び他の`SIB`に対するスケジューリング(`Scheduling information`)に分類できる。

10

【0176】

初期セルサーチを終えたMTC端末は、`S1302`段階でMPDCCH及びMPDCCH情報によるPDSCHを受信して、より具体的なシステム情報を得ることができる。MPDCCHは、(1)EPDCCHと非常に類似し、共通(`common`)及びUE固有(`Specific`)のシグナリングを運び、(2)1回だけ送信される又は繰り返して送信され(繰り返し数は上位層シグナリングにより設定される)、(3)多数のMPDCCHが支援され、UEがMPDCCHセットをモニタリングし、(4)eCCE(`enhanced control channel element`)結合により形成され、各eCCEはリソースエレメントの集合を含み、(5)RA-RNTI(`radio Network Temporary Identifier`)、SI-RNTI、P-RNTI、C-RNTI、臨時C-RNTI及びSPS(`Semi-persistent scheduling`)C-RNTIを支援する。

20

【0177】

その後、MTC端末は基地局に接続を完了するために、今後段階`S1303`乃至段階`S1306`のようなランダムアクセス手順(`random Access procedure`)を行う。RACH手順に関連する基本的な構成は`SIB2`により送信される。`SIB2`はページング(`paging`)に関連するパラメータを含む。ページング機会(`Paging Occasion`、PO)はMPDCCH上でP-RNTIが送信可能なサブフレームである。P-RNTI PDCCHが繰り返して送信される時、POはMPDCCH繰り返しの開始サブフレームを称する。ページングフレーム(PF)は1つの無線フレームであり、1つ又は多数のPOを含む。DRXが使用される時、MTC端末はDRXサイクル当たり1つのPOのみをモニターする。ページング狭帯域(`Paging Narrow Band`)(`PNB`)は1つの狭帯域であり、MTC端末がページングメッセージの受信を行う。

30

【0178】

このために、MTC端末は物理ランダムアクセスチャネル(`PRACH: physical random Access Channel`)を介してプリアンプルを送信し(`S1303`)、MPDCCH及びそれに対応するPDSCHを介してプリアンプルに対する応答メッセージ(`RAR`)を受信する(`S1304`)。競合基盤のランダムアクセスの場合、MTC端末は更なるPRACH信号の送信(`S1305`)及びMPDCCH信号及びそれに対応するPDSCH信号の受信(`S1306`)のような競合解決手順(`contention resolution procedure`)を行う。MTCにおいて、RACH手順で送信される信号及び／又はメッセージ(`Msg1`、`Msg2`、`Msg3`、`Msg4`)は繰り返して送信され、かかる繰り返しパターンはCE(`coverage enhancement`)レベルによって設定が異なる。`Msg1`はPRACHプリアンプルを意味し、`Msg2`はRAR(`random access response`)を意味し、`Msg3`はRARに対するMTC端末のUL送信を意味し、`Msg4`は`Msg3`に対する基地局のDL送信を意味する。

40

【0179】

ランダムアクセスについて、互いに異なるPRACHリソース及び互いに異なるCEレ

50

ベルに対するシグナリングが支援される。これは類似する経路喪失 (path loss) を経験するUEを共にグルーピングすることにより、PRACHに対するnear-far効果の同一の制御を提供する。最大4個の互いに異なるPRACHリソースがMTC端末としてシグナリングされる。

【0180】

MTC端末は下りリンクRS (例: CRS、CSI-RS、TRSなど) を用いてRSRPを推定し、測定結果に基づいてランダムアクセスに対するリソースのうちの1つを選択する。4個のランダムアクセスに対するリソースは各々PRACHに対する繰り返し数及びRAR (random Access response) に対する繰り返し数に関連を有する。

10

【0181】

従って、悪いカバレッジのMTC端末は基地局が検出に成功するように多数の繰り返しが必要であり、これらのカバレッジレベルを満たすように該当する繰り返し数を有するRARを受信する必要がある。

【0182】

RAR及び競合解決メッセージ (contention resolution message) に対するサーチスペースはシステム情報により定義され、各カバレッジレベルについては独立している。

【0183】

MTCで使用されるPRACH波形はレガシーLTEで使用されるPRACH波形と同一である (例えば、OFDM及びZadoff-Chu sequence)。

20

【0184】

上述したような手順を行ったMTC端末は、今後一般的な上り／下りリンク信号送信手順として、MPDCH信号及び／又はPD SCH信号の受信 (S1307) 及び物理上りリンク共有チャネル (PUSCH) 信号及び／又は物理上りリンク制御チャネル (PUCCH) 信号の送信 (S1308) を行う。MTC端末が基地局に送信する制御情報を上りリンク制御情報 (UCI: uplink control information) と称する。UCIはHARQ-ACK/NACK、スケジューリング要求 (SR: scheduling Request)、チャネル品質指示子 (CQI)、プリコーディング行列指示子 (PMI: precoding matrix indicator)、ランク指示子 (RI: rank Indication) 情報などを含む。

30

【0185】

MTC端末に対するRRC接続が確立されると、MTC端末は上りリンク及び下りリンクデータ割り当てを得るために設定されたサーチスペースでMPDCHをブラインド復号する。

【0186】

MTCはDCIを送信するために、サブフレームで利用可能なOFDMシンボルを全て使用する。よって、同じサブフレームで制御チャネル及びデータチャネルの間の時間領域多重化は不可能である。即ち、上述したように、制御チャネル及びデータチャネルの間のクロス-サブフレームのスケジューリングが可能である。

40

【0187】

サブフレーム#Nで最後の繰り返しを有するMPDCHはサブフレーム#N+2でPD SCH割り当てをスケジュールする。

【0188】

MPDCHにより送信されるDCIはPD SCH送信の開始時にMTC端末が認知するようにMPDCHがどのくらい繰り返されたかに関する情報を提供する。

【0189】

PD SCH割り当ては互いに異なる狭帯域で行われる。よってMTC端末はPD SCH割り当てを復号する前に再チューニングする必要がある。

【0190】

50

上りリンクデータ送信について、スケジューリングはレガシーLTEと同じタイミングによる。ここで、サブフレーム#Nにおいて、最後のMPDCHはサブフレーム#N+4で開始されたPUSCHの送信をスケジューリングする。

【0191】

図15はMTCとレガシーLTEの各々に対するスケジューリングの一例を示す図である。

【0192】

レガシーLTE割り当てはPDCCHを使用してスケジューリングされ、これは各サブフレームで最初のOFDMシンボルを使用し、PDSCHはPDCCHが受信されるサブフレームと同じサブフレームでスケジューリングされる。

10

【0193】

逆に、MTC PDSCHはクロスサブフレームスケジューリングされ、1つのサブフレームはMPDCH復号及びRF再チューニングを許容するようにMPDCHとPDSCHの間で定義される。

【0194】

MTC制御チャネル及びデータチャネルは極端なカバレッジ条件で復号されるように、MPDCHについて最大256個のサブフレームとPDSCHについて最大2048個のサブフレームを有する多数のサブフレームにより繰り返される。

【0195】

F. NB-IoT (Narrowband-Internet of Things)

20

【0196】

NB-IoTは無線通信システム（例：LTEシステム、NRシステムなど）の1PRB (Physical Resource Block) に該当するシステム帯域幅 (System BW) により低い複雑度 (complexity)、少ない電力消費を支援するシステムを意味する。

【0197】

ここで、NB-IoTはNB-LTE、NB-IoT向上、向上したNB-IoT、さらに向上したNB-IoT、NB-NRなどの用語でも呼ばれる。即ち、NB-IoTは3GPP標準で定義された又は定義される用語に代替することができ、以下、説明の便宜のために‘NB-IoT’と称して表現する。

30

【0198】

主にNB-IoTはMTC (machine-type communication) のような装置（又は端末）をセルラーシステム (cellular system) で支援してIoT（即ち、モノのインターネット）を具現化するための通信方式に用いられることもできる。この時、既存のシステム帯域の1PRBをNB-IoT用に割り当てることにより、周波数を効率的に使用することができる。またNB-IoTの場合、各端末は単一のPRB (Single PRB) を各々のキャリアとして認識するので、この明細書で言及するPRB及びキャリアは同じ意味に解釈することができる。

【0199】

以下、この明細書において、NB-IoTに関連するフレーム構造、物理チャネル、複数キャリア動作 (multi carrier Operation)、動作モード (Operation mode)、一般的な信号送受信などは、既存のLTEシステムの場合を考慮して説明されるが、次世代システム（例：NRシステムなど）の場合に拡張して適用することもできる。またこの明細書において、NB-IoTに関連する内容は、類似する技術的目的（例：低電力、低費用、カバレッジ向上など）を志向するMTC (Machine type Communication) に拡張して適用することもできる。

40

【0200】

1) NB-IoTのフレーム構造及び物理リソース

【0201】

まず、NB-IoTフレーム構造は副搬送波間隔によって異なるように設定される。

50

【0202】

図16及び図17は副搬送波間隔によるNB-IoTフレーム構造の例を示す。より具体的には、図16は副搬送波間隔が15kHzである場合のフレーム構造の一例を示し、図17は副搬送波間隔が3.75kHzである場合のフレーム構造の一例を示す。但し、NB-IoTフレーム構造はこれらに限られず、他の副搬送波間隔（例：30kHzなど）に対するNB-IoTも時間／周波数単位を変更して考慮することができる。

【0203】

一方、この明細書では、LTEシステムフレーム構造に基づくNB-IoTフレーム構造を例示しているが、これは説明の便宜のためのものであり、それに限られない。この明細書で説明する方式を次世代システム（例：NRシステム）のフレーム構造に基づくNB-IoTに拡張して適用することもできる。

10

【0204】

図16を参照すると、15kHzの副搬送波間隔に対するNB-IoTフレーム構造は、上述したレガシーシステム（即ち、LTEシステム）のフレーム構造と同様に設定できる。即ち、10ms NB-IoTフレームは10個の1ms NB-IoTサブフレームを含み、1ms NB-IoTサブフレームは2個の0.5ms NB-IoTスロットを含む。また各々の0.5ms NB-IoTは7個のOFDMシンボルを含む。

【0205】

一方、図17を参照すると、10ms NB-IoTフレームは5個の2ms NB-IoTサブフレームを含み、2ms NB-IoTサブフレームは7個のOFDMシンボルと1個のガード区間（Guard Period、GP）を含む。また2ms NB-IoTサブフレームはNB-IoTスロット又はNB-IoT RU（resource unit）などに表現できる。

20

【0206】

次に、下りリンク及び上りリンクの各々に対するNB-IoTの物理リソースについて説明する。

【0207】

まず、NB-IoT下りリンクの物理リソースは、システム帯域幅が特定の数のRB（例：1個のRB、即ち、180kHz）に制限されることを除いては、他の無線通信システム（例：LTEシステム、NRシステムなど）の物理リソースを参照して設定できる。一例として、上述したように、NB-IoT下りリンクが15kHz副搬送波間隔のみを支援する場合、NB-IoT下りリンクの物理リソースは、上記図6に示したLTEシステムのリソースグリッドを周波数領域上の1RB（即ち、1PRB）に制限したリソース領域に設定されることができる。

30

【0208】

次に、NB-IoT上りリンクの物理リソースの場合にも、下りリンクのように、システム帯域幅は1個のRBに制限されて構成されることができる。一例として、上述したように、NB-IoT上りリンクが15kHz及び3.75kHzの副搬送波間隔を支援する場合、NB-IoT上りリンクのためのリソースグリッドは、図18のように表現できる。この時、図18において上りリンク帯域の副搬送波の数

40

$$N_{sc}^{UL}$$

及びスロット期間

$$T_{slot}$$

は、以下の表10のように与えられる。

【0209】

図18はNB-IoT上りリンクに対するリソースグリッドの一例を示す図である。

【0210】

【表 1 0】

Subcarrier spacing	N_{sc}^{UL}	T_{slot}
$\Delta f = 3.75 \text{ kHz}$	48	$61440 \cdot T_s$
$\Delta f = 15 \text{ kHz}$	12	$15360 \cdot T_s$

【0 2 1 1】

またNB-IoT上りリンクのリソースユニット（resource unit、RU）は時間領域上のSC-FDMAシンボルで構成され、周波数領域上において

$$N_{\text{symb}}^{UL} N_{\text{slots}}^{UL}$$

10

連続する副搬送波で構成されることができる。一例として、

$$N_{sc}^{RU}$$

及び

$$N_{\text{symb}}^{UL}$$

はフレーム構造類型1（即ち、FDD）の場合、以下の表11のように与えられ、フレーム構造類型2（即ち、TDD）の場合は、表12のように与えられる。

【0 2 1 2】

20

【表 1 1】

NPUSCH format	Δf	N_{sc}^{RU}	N_{slots}^{UL}	N_{symb}^{UL}
1	3.75 kHz	1	16	7
		1	16	
		3	8	
		6	4	
		12	2	
2	3.75 kHz	1	4	7
	15 kHz	1	4	

【0 2 1 3】

30

【表 1 2】

NPUSCH format	Δf	Supported uplink-downlink configurations	N_{sc}^{RU}	N_{slots}^{UL}	N_{symb}^{UL}
1	3.75 kHz	1, 4	1	16	7
		1, 2, 3, 4, 5	1	16	
			3	8	
			6	4	
			12	2	
2	3.75 kHz	1, 4	1	4	7
	15 kHz	1, 2, 3, 4, 5	1	4	

【0 2 1 4】

2) NB-IoTの物理チャネル

40

【0 2 1 5】

NB-IoTを支援する基地局及び／又は端末は既存のシステムとは別に設定された物理チャネル及び／又は物理信号を送受信するように設定できる。以下、NB-IoTで支援される物理チャネル及び／又は物理信号に関連する具体的な内容について説明する。

【0 2 1 6】

まずNB-IoTシステムの下りリンクについて説明する。NB-IoT下りリンクには15kHzの副搬送波間隔に基づいてOFDMA（Orthogonal Frequency Division Multiple Access）方式が適用される。これにより、副搬送波の間の直交性を適用して既存のシステム（例：LTEシステム、NRシステム）との共存（co-existence）を効率的に支援することができる。

50

【0217】

NB-IoTシステムの物理チャネルは既存のシステムとの区別のために、‘N’が追加された形態で表現できる。例えば、下りリンク物理チャネルは、NPBCH (Narrowband Physical Broadcast Channel)、NPDCCH (Narrowband Physical Downlink control Channel)、NPDSCH (Narrowband Physical Downlink Shared Channel)などに定義され、下りリンク物理信号は、NPSS (Narrowband Primary Synchronization Signal)、NSSS (Narrowband Secondary Synchronization Signal)、NRS (Narrowband Reference Signal)、NPRS (Narrowband Positioning Reference Signal)、NWUS (Narrowband Wake Up Signal)などに定義される。

10

【0218】

一般的には、上述したNB-IoTの下りリンク物理チャネル及び物理信号は、時間領域多重化方式及び／又は周波数領域多重化方式に基づいて送信されるように設定される。

【0219】

また特徴的には、NB-IoTシステムの下りリンクチャネルであるNPBCH、NPDCCH、NPDSCHなどの場合、カバレッジ向上のために繰り返し送信 (repetition transmission) が行われることができる。

20

【0220】

またNB-IoTは新しく定義されたDCIフォーマットを使用し、一例としてNB-IoTのためのDCIフォーマットはDCIフォーマットN0、DCIフォーマットN1、DCIフォーマットN2などに定義される。

【0221】

次に、NB-IoTシステムの上りリンクについて説明する。NB-IoT上りリンクには15kHz又は3.75kHzの副搬送波間隔に基づいてSC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 方式が適用される。NB-IoTの上りリンクでは、マルチトーン (multi-tone) 送信及びシングルトーン (Single-tone) 送信が支援される。一例として、マルチトーン送信は15kHzの副搬送波間隔のみで支援され、シングルトーン送信は15kHz及び3.75kHzの副搬送波間隔について支援されることができ

30

【0222】

下りリンクに関連して言及したように、NB-IoTシステムの物理チャネルは既存のシステムとの区別のために、‘N’が追加された形態で表現できる。例えば、上りリンク物理チャネルはNPRACH (Narrowband Physical Random Access Channel) 及びNPUSCH (Narrowband Physical Uplink Shared Channel)などに定義され、上りリンク物理信号はNDMRS (Narrowband Demodulation Reference Signal)などに定義される。

40

【0223】

ここで、NPUSCHはNPUSCHフォーマット1とNPUSCHフォーマット2などで構成される。一例として、NPUSCHフォーマット1はUL-SCH送信 (又は運搬) のために用いられ、NPUSCHフォーマット2はHARQ ACKシグナリングなどの上りリンク制御情報送信のために用いられる。

【0224】

また特徴的には、NB-IoTシステムの下りリンクチャネルであるNPRACHなどの場合、カバレッジ向上のために繰り返し送信が行われる。この場合、繰り返し送信は周波数ホッピングが適用されて行われることができる。

50

【0225】

3) NB-IoTの多重キャリア動作

【0226】

次に、NB-IoTの多重キャリア動作について説明する。多重キャリア動作はNB-IoTで基地局及び／又は端末が互いにチャネル及び／又は信号を送受信するにおいて、互いに用途が異なる（即ち、類型が異なる）多数のキャリアが利用されることを意味する。

【0227】

一般的には、NB-IoTは、上述したような多重キャリアモードで動作する。この時、NB-IoTにおいて、キャリアはアンカータイプのキャリア（*anchor type carrier*）（即ち、アンカーキャリア（*anchor carrier*）、アンカーPRB）及び非アンカータイプのキャリア（*non-anchor type carrier*）（即ち、非アンカーキャリア（*non-anchor carrier*）、非アンカーPRB）に定義される。

10

【0228】

アンカーキャリアは基地局の観点で初期アクセス（*initial access*）のためにNPSS、NSSS、NPBCH及びシステム情報ブロック（*N-SIB*）のためのNPDSCHなどを送信するキャリアを意味する。即ち、NB-IoTにおいて初期アクセスのためのキャリアはアンカーキャリアと呼ばれ、それ以外は非アンカーキャリアと呼ばれる。この時、アンカーキャリアはシステム上で1つのみ存在するか、又は多数のアンカーキャリアが存在する。

20

【0229】

4) NB-IoTの動作モード

【0230】

次に、NB-IoTの動作モードについて説明する。NB-IoTシステムでは3つの動作モードが支援される。図19はNB-IoTシステムで支援される動作モードの一例を示す図である。この明細書ではNB-IoTの動作モードをLTE帯域に基づいて説明するが、これは説明の便宜のためのものであり、他のシステム帯域（例：NRシステム帯域）についても拡張して適用することができる。

【0231】

具体的には、図19(a)はインバンド（*In-band*）システムの一例を示し、図19(b)はガードバンド（*Guard-band*）システムの一例を示し、図19(c)は独立型（*Stand-Alone*）システムの一例を示す。この時、インバンドシステムはインバンドモード、ガードバンドシステムはガードバンドモード、独立型システムは独立型モードと表現される。

30

【0232】

インバンドシステムは、LTE帯域内の特定の1RB（即ち、PRB）をNB-IoTのために使用するシステム又はモードを意味する。インバンドシステムはLTEシステムキャリアの一部のリソースブロックを割り当てて運用することができる。

【0233】

ガードバンドシステムは、LTE帯域のガードバンドのために空けておいた（*reserved*）空間にNB-IoTを使用するシステム又はモードを意味する。ガードバンドシステムは、LTEシステムでリソースブロックとして使用されないLTEキャリアのガードバンドを割り当てて運用できる。一例として、LTE帯域は各LTE帯域の最後に最小100kHzのガードバンドを有するように設定することができる。200kHzを用いるためには、2個の連続しない（*non-continuous*）ガードバンドを用いることができる。

40

【0234】

上述したように、インバンドシステム及びガードバンドシステムは、LTE帯域内にNB-IoTが共存する構造で運用できる。

50

【0235】

逆に、独立型（Standalone）システムは、（レガシー）LTE帯域から独立して構成されたシステム又はモードを意味する。スタンドアロンシステムは、GERAN（GSM EDGE radio Access Network）で使用される周波数帯域（例：今後再割り当てられたGSMキャリア）を別に割り当てて運用されることができる。

【0236】

上述した3つの動作モードは各々独立して運用されるか、又は2つ以上の動作モードが組み合わされて運用される。

【0237】

10

5) NB-IoTの一般的な信号送受信手順

【0238】

図20はNB-IoTに用いられる物理チャネル及びこれらを用いた一般的な信号送信方法の一例を示す。無線通信システムにおいて、NB-IoT端末は基地局から下りリンク（DL）を介して情報を受信し、NB-IoT端末は基地局に上りリンク（UL）を介して情報を送信する。言い換えれば、無線通信システムにおいて、基地局はNB-IoT端末に下りリンクにより情報を送信し、基地局はNB-IoT端末から上りリンクを介して情報を受信する。

【0239】

基地局とNB-IoT端末が送受信する情報はデータ及び様々な制御情報を含み、これらが送受信する情報の種類／用途によって様々な物理チャネルが存在する。また図20により説明されるNB-IoTの信号送受信方法は、上述した無線通信装置（例：図11の基地局及び端末）により行われることができる。

20

【0240】

電源が消えた状態で電源がついたり、新しくセルに進入したりしたNB-IoT端末は、基地局と同期を取るなどの初期セルサーチ作業を行う（S11）。このために、NB-IoT端末は基地局からNPSS及びNSSSを受信して基地局との同期化を行い、セルIDなどの情報を得る。またNB-IoT端末は基地局からNPBCHを受信してセル内の放送情報を得ることができる。またNB-IoT端末は初期セルサーチの段階でDLRS（Downlink Reference Signal）を受信して下りリンクチャネルの状態を確認することもできる。

30

【0241】

言い換えれば、基地局は新しくセルに進入したNB-IoT端末が存在する場合、該当端末と同期を取るなどの初期セルサーチ作業を行うことができる。基地局はNB-IoT端末にNPSS及びNSSSを送信して該当端末との同期化を行い、セルID（cell identity）などの情報を伝達することができる。また基地局はNB-IoT端末にNPBCHを送信（又はブロードキャスト）してセル内の放送情報を伝達することができる。また基地局はNB-IoT端末に初期セルサーチ段階でDLRSを送信して下りリンクチャネル状態を確認することもできる。

【0242】

40

初期セルサーチを終えたNB-IoT端末はNPDCCH及びそれに対応するNPDSCHを受信してより具体的なシステム情報を得る（S12）。言い換えれば、基地局は初期セルサーチを終えたNB-IoT端末にNPDCCH及びそれに対応するNPDSCHを送信してより具体的なシステム情報を伝達することができる。

【0243】

その後、NB-IoT端末は基地局に接続を完了するためにランダムアクセス過程（Random Access Procedure）を行う（S13乃至S16）。

【0244】

具体的には、NB-IoT端末はNPRACHを介してプリアンプルを基地局に送信し（S13）、上述したように、NPRACHはカバレッジ向上などのために周波数ホッピ

50

ングなどに基づいて繰り返して送信されるように設定される。即ち、基地局はNB-IoT端末からNP-RACHを介してプリアンプルを（繰り返して）受信することができる。

【0245】

その後、NB-IoT端末はNP-DCCH及びそれに対応するNP-DSCHを介してプリアンプルに対するRAR (Random Access Response) を基地局から受信する (S14)。言い換えれば、基地局はNP-DCCH及びそれに対応するNP-DSCHを介してプリアンプルに対するRARをNB-IoT端末に送信する。

【0246】

その後、NB-IoT端末はRAR内のスケジューリング情報を用いてNP-USCHを基地局に送信し (S15)、NP-DCCH及びそれに対応するNP-DSCHのような競合解決手順 (Contention Resolution Procedure) を行う (S16)。言い換えれば、基地局はNB-IoT RAR内のスケジューリング情報を用いてNP-USCHを端末から受信し、競合解決手順を行う。

10

【0247】

上述したような手順を行ったNB-IoT端末は、その後、一般的な上り／下りリンク信号の送信手順としてNP-DCCH／NP-DSCH受信 (S17) 及びNP-USCH送信 (S18) を行う。即ち、上記手順を行った後、基地局はNB-IoT端末に一般的な信号送受信手順としてNP-DCCH／NP-DSCHの送信及びNP-USCHの受信を行う。

【0248】

NB-IoTの場合、上述したように、NP-BCH、NP-DCCH、NP-DSCHなどはカバレッジ向上などのために繰り返して送信されることことができる。またNB-IoTの場合、NP-USCHを介してUL-SCH (即ち、一般的な上りリンクデータ) 及び上りリンク制御情報が伝達される。この時、UL-SCH及び上りリンク制御情報は各々異なるNP-USCHフォーマット (例：NP-USCHフォーマット1、NP-USCHフォーマット2など) により送信されるように設定される。

20

【0249】

端末が基地局に送信する制御情報はUCI (Uplink control Information) と呼ばれる。UCIはHARQ ACK/NACK (Hybrid Automatic Repeat and request Acknowledgement/Negative-ACK)、SR (Scheduling Request)、CSI (Channel State Information) などを含む。CSIはCQI (Channel Quality Indicator)、PMI (Precoding Matrix Indicator)、RI (Rank Indication) などを含む。上述したように、NB-IoTにおいて、UCIは一般的にNP-USCHを介して送信される。またネットワーク (例：基地局) の要求／指示によって、端末はNP-USCHを介してUCIを周期的 (periodic)、非周期的 (aperiodic) 又は半持続的 (Semi-persistent) に送信する。

30

【0250】

6) NB-IoTの初期アクセス手順 (Initial Access Procedure)

40

【0251】

NB-IoTの一般的な信号送受信手順の部分にNB-IoT端末が基地局に初期アクセスする手順が簡略に説明されている。具体的には、NB-IoT端末が基地局に初期アクセスする手順は、初期セルをサーチする手順、及びNB-IoT端末がシステム情報を得る手順などで構成される。

【0252】

これに関連して、NB-IoTの初期アクセスに関連する端末 (UE) と基地局 (例：NodeB、eNodeB、eNB、gNBなど) の間における具体的なシグナリング手順が図21に示されている。以下、図21を参照しながら、一般的なNB-IoTの初期アクセス手順、NP-SS/NS-SSの構成、システム情報 (例：MIB、SIBなど) の

50

獲得などについて具体的に説明する。

【0253】

図21はNB-IoTの初期アクセス手順の一例を示し、各物理チャネル及び／又は物理信号の名称などは、NB-IoTが適用される無線通信システムによって設定又は名称などが異なる。一例として、図21は基本的にはLTEシステムに基づくNB-IoTを考慮して示されているが、これは説明の便宜のためのものであり、その内容はNRシステムに基づくNB-IoTにも拡張して適用することができる。またこのような初期アクセス手順に関する具体的な内容は、上述したMTCの場合にも拡張して適用することができる。

【0254】

図21を参照すると、NB-IoT端末は基地局から狭帯域同期信号（即ち、NPSS及びNSSS）を受信する（S2110及びS2120）。この場合、狭帯域同期信号は物理層シグナリングにより伝達される。

【0255】

その後、NB-IoT端末はNPBCHを介してMIB（Master Information Block）（例：MIB-NB）を基地局から受信する（S2130）。この場合、MIBは上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）により伝達される。

【0256】

その後、NB-IoT端末はNPDSCHにおいてSIB（System information block）を基地局から受信する（S2140及びS2150）。具体的には、NB-IoT端末は上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）によりSIB1-NB及びSIB2-NBなどをNPDSCHで受信する。一例として、SIB1-NBはSIBのうち、優先順位の高いシステム情報を意味し、即ち、SIB2-NBはSIB1-NBより下位のシステム情報を意味する。

【0257】

その後、NB-IoT端末は基地局からNRSを受信し（S2160）、該当動作は物理層シグナリングにより行われる。

【0258】

7) NB-IoTのランダムアクセス手順（Random Access Procedure）

【0259】

NB-IoTの一般的な信号送受信手順の部分にNB-IoT端末が基地局にランダムアクセスする手順が簡略に説明されている。具体的には、NB-IoT端末が基地局にランダムアクセスする手順は、NB-IoT端末がプリアンプルを基地局に送信し、それに対する応答を受信する手順などにより行われる。

【0260】

これに関連して、NB-IoTのランダムアクセスに関連する端末（UE）と基地局（例：NodeB、eNodeB、eNB、gNBなど）の間における具体的なシグナリング手順が図22に示されている。以下、図22を参照しながら、一般的なNB-IoTのランダムアクセス手順に用いられるメッセージ（例：Msg1、Msg2、Msg3、Msg4）に基づくランダムアクセス手順について具体的に説明する。

【0261】

図22はNB-IoTのランダムアクセス手順の一例を示し、各物理チャネル、物理信号及び／又はメッセージ名称などは、NB-IoTが適用される無線通信システムによって設定又は名称などが異なる。一例として、図22は基本的にはLTEシステムに基づくNB-IoTを考慮して示されているが、これは説明の便宜のためのものであり、その内容がNRシステムに基づくNB-IoTにも拡張して適用することができる。またこのような初期アクセス手順に関する具体的な内容は、上述したMTCの場合にも拡張して適用することができる。

【0262】

10

20

30

40

50

図22を参照すると、NB-IoTは競合基盤のランダムアクセス (contention-based random Access) を支援するように設定される。

【0263】

まず、NB-IoT端末は該当端末に対するカバレッジ水準 (coverage level) に基づいてNP-RACHリソースを選択する。このように選択されたNP-RACHリソースにより、NB-IoT端末はランダムアクセスプリアンプル (即ち、メッセージ1、Msg1) を基地局に送信する。

【0264】

その後、NB-IoT端末はRA-RNTI (Random Access-RNTI) にスクランブルされたDCI (例: DCIフォーマットN1) に対するNPDCCHを探索するために、NPDCCH探索領域をモニターする。RA-RNTIにスクランブルされたDCIに対するNPDCCHを受信した端末は、該当NPDCCHに対応するNPDSCHを介して基地局からランダムアクセス応答 (random access response、RAR) (即ち、メッセージ2、Msg2) を受信する。RARにより、NB-IoT端末は臨時識別子 (例: 臨時C-RNTI)、TA命令 (timing advance command) などを得ることができる。またRARはスケジューリングされたメッセージ (即ち、メッセージ3、Msg3) のための上りリンクグラントを提供する。

【0265】

その後、NB-IoT端末は競合解決手順を開始するために、スケジューリングされたメッセージを基地局に送信する。その後、基地局はランダムアクセス手順の終了に成功したことを知らせるために、NB-IoT端末に関連する競合解決メッセージ (associated contention resolution message) (即ち、メッセージ、Msg4) を送信する。

【0266】

上述した手順により、基地局とNB-IoT端末の間におけるランダムアクセスを完了することができる。

【0267】

8) NB-IoTのDRX手順 (Discontinuous Reception Procedure)

【0268】

上述したNB-IoTの一般的な信号送受信手順を行う間に、NB-IoT端末は電力消費を減少するために休止状態 (idle state) (例: RRC_IDLE state) 及び／又は非活性化状態 (inactive state) (例: RRC_INACTIVE state) に転換することができる。この場合、休止状態及び／又は非活性化状態に転換されたNB-IoT端末は、DRX方式を用いるように設定される。一例として、休止状態及び／又は非活性化状態に転換されたNB-IoT端末は、基地局などにより設定されたDRXサイクルによる特定のサブフレーム (又はフレーム、スロット) のみでページングに関連するNPDCCHモニタリングを行うように設定される。ここで、ページングに関連するNPDCCHはP-RNTI (Paging Access-RNTI) にスクランブルされたNPDCCHを意味する。

【0269】

図23は休止状態及び／又は非活性化状態におけるDRX方式の一例を示す。

【0270】

またNB-IoT端末に対するDRX設定及び指示は、図24のように行われる。図24はNB-IoT端末に対するDRX設定及び指示手順の一例を示す。図24は単に説明の便宜のためのものであり、この明細書で提案する方法を制限するものではない。

【0271】

図24を参照すると、NB-IoT端末は基地局 (例: NodeB、eNodeB、eNB、gNBなど) からDRX設定情報を受信する (S2410)。この場合、端末はこ

10

20

30

40

50

の情報を上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）により基地局から受信する。ここで、DRX設定情報はDRXサイクル情報、DRXオフセット、DRXに関連するタイマーに関する設定情報などを含む。

【0272】

その後、NB-IoT端末は基地局からDRX命令を受信する（S2420）。この場合、端末はこのようなDRX命令を上位層シグナリング（例：MAC-CEシグナリング）により基地局から受信する。

【0273】

上記DRX命令を受信したNB-IoT端末は、DRXサイクルによって特定の時間単位（例：サブフレーム、スロット）でNPDCCHをモニターする（S2430）。ここで、NPDCCHをモニターすることは、該当探索領域により受信しようとするDCIフォーマットによって特定領域だけのNPDCCHを復号した後、該当CRCを所定のRNTI値にスクランブルして所望の値と合うか（即ち、一致するか）否かを確認することを意味する。

【0274】

上述した図24のような手順により、該当NB-IoT端末がNPDCCHで自分のページングID及び／又はシステム情報の変更を示す情報を受信した場合、基地局との接続（例：RRC接続）を初期化（又は再設定）するか（例：図20のセルサーチ手順など）、又は新しいシステム情報を基地局から受信する（又は得る）ように設定することができる（例：図20のシステム獲得手順など）。

【0275】

G. 特別サブフレーム（Special subframe）においてNPDCCH送受信のための提案

【0276】

3GPP Release-14まで進行されるNB-IoT標準化では、FDD（frequency division duplex）状況でDL制御チャネルを介して情報を伝達するためのNPDCCH（narrowband physical downlink control Channel）の構造と動作が定義されている。基本的にNPDCCHは、周波数領域で1PRB（physical resource block）、時間領域で1サブフレームを基準単位として構成される。またNPDCCHは他のNB-IoTの物理チャネルと同様に、カバレッジ向上のための繰り返しの適用が可能である。

【0277】

FDDの場合、1つのキャリアが全時間領域にわたってDL又はULの目的で構成され、DLキャリアである場合、全てのDL目的の使用可能なサブフレームは同数のRE（resource element）を含む。反面、TDD（time division duplex）の場合、1つのキャリアにはDL、UL目的のサブフレームと特別サブフレームが時間軸で区分されて一緒に存在する（例：図4及び関連説明を参照）。従って、TDDの場合には、FDDと比較して同じ時間に利用可能なDLサブフレームの数が相対的に不足し、これは容量（capacity）、カバレッジ及び/又は遅延（latency）の側面における相対的な性能劣化を引き起こす。

【0278】

TDD構造では、DLサブフレーム以外に特別サブフレームのDwPTS領域をDLデータ送信の目的で使うことができる。DwPTS領域をDLデータの目的で使う場合、不足するDLサブフレームの数を補完することができるという利点がある。しかし、一般的には、DwPTS領域で利用可能なOFDMシンボル数はDLサブフレームに比べて小さいので、データを送信可能なREの数が相対的に小さいことができる。従って、DwPTS領域におけるDLデータの送信はDLサブフレームの場合とは異なる構成方式が適用される必要がある。

【0279】

表13は特別サブフレーム構成 (Special subframe configuration) とLTE制御チャネル送信のためのCFI (control format indicator) サイズによる利用可能なREの数を示す。CFIは1つのサブフレームにおいて下りリンク制御チャネルの送受信に使用されるOFDMシンボル数 (又は制御領域のためのOFDMシンボル数) を指示する情報であり、PCFICH (physical control format indicator Channel) を介して送受信される (例: 図7及び関連説明を参照)。表13において、最後の行は比較のためにDLサブフレームの場合のREの数を表している。表13において、6個の副搬送波が使用される場合のREの数は、NB-IoT制御チャネルの基本構成単位であるNCCE (narrowband control Channel element) がただ1個使用された場合を例示している。また表13において、12個の副搬送波が使用される場合のREの数は、2個のNCCEが使用された場合を例示している。

【0280】

【表13】

special subframe configuration	OFDM symbol	# RE when 6 subcarrier is used				# RE when 12 subcarrier is used			
		CFI=0	1	2	3	0	1	2	3
0	3	18	12	6		36	24	12	
1	9	54	48	42		108	96	84	
2	10	60	54	48		120	108	96	
3	11	66	60	54		132	120	108	
4	12	72	66	60		144	132	120	
5	3	18	12	6		36	24	12	
6	9	54	48	42		108	96	84	
7	10	60	54	48		120	108	96	
8	11	66	60	54		132	120	108	
9	6	36	30	24		72	60	48	
10	6	36	30	24		72	60	48	
DL subframe	14	84	78	72	66	168	156	144	132

【0281】

本発明では上記のような問題を考慮して、DwPTS領域でNPDCCHを送信するための条件と方法を提案する。しかし、NPDCCH以外にもデータを送信可能な他のチャネルの構造 (例: NPDSCH) にも一般的に適用することができる。本発明で提案する方法は、TDD構造で動作するNB-IoTを支援する方法を対象として記載されているが、発明の思想に違背しない限り、TDD構造においてDwPTS領域を使用する他の状況にも一般的に適用することができる。また本発明では、TDD構造においてDwPTS領域を使用する方法を対象として記載しているが、1つの送信単位が互いに異なるサイズの利用可能なシンボル数を有する状況にも一般的に適用することができる (例えば、時間及び/又は周波数ドメイン上で区分された2つの (リソース) ユニットXとYがある場合、Xユニットでは N_X 個のシンボル、Yユニットでは N_Y 個のシンボルが利用可能であると、この時、 (リソース) ユニットの一例はサブフレームであることができる)。本発明では説明の便宜のために、1つの送信単位をサブフレームを基準として説明しているが、サブフレーム以外に送信の基準になる他のサイズの送信単位 (例: フレーム、スロットなどの1つ以上のシンボルが集まって形成される単位) にも一般的に適用することができる。今後、本発明で提案する方法は、互いに違背しない限り、1つ以上の方法を組み合わせて使用することができる。

【0282】

またこの明細書において、特別サブフレームは下りリンク区間、ガード区間、上りリンク区間を含む特定のサブフレームを称する (例: 図4及び関連説明を参照)。従って、こ

の明細書において特別サブフレームのDwPTS（又はDwPTS領域）は特定のサブフレームの下りリンク区間であると称することができ、特別サブフレームのUpPTS（又はUpPTS領域）は特定のサブフレームの上りリンク区間であると称することができる。この明細書において特別サブフレームはTDD特別サブフレームであると称することができる。

【0283】

G. 1 DwPTS無しにサーチスペース構成（Search space configuration without DwPTS）

【0284】

（方法1）DwPTSはNPDCCH送信のためのサーチスペースの構成に含まれない。10

【0285】

一般的には、DwPTS領域は使用可能なREの数がDLサブフレームに比べて不足するので、同じデータを送信する場合、復号性能が劣化する。これにより、端末がどのサブフレームをモニターしているかによって受信性能が変わることができる。また繰り返し（repetition）が適用された送信において、互いに異なるサブフレームの使用可能なREの数が異なる場合、それを考慮したスケジューリングやレートマッチング技法などが使用される場合、受信機の複雑度が増加するという短所がある。

【0286】

かかる問題を解決するために、本発明で提案する方法1が使用される。方法1が使用される場合、端末はDwPTS領域とDLサブフレームのREの数の差を考慮する動作を無視することができるので、端末の複雑度を減らすことができるという長所がある。20

【0287】

方法1が使用される場合、NPDCCHをモニターするためのサーチスペースは連続する有効DLサブフレームのみで構成されることができる。この場合、特別サブフレームはサーチスペースの構成に含まれない。従って、端末はサーチスペースの構成を（一般（normal））DLサブフレームのみに基づいて判断して、それをモニターする。この明細書において、有効DLサブフレームはシステム情報（例：SIB1-NB）又は上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）によりNB-IoTのためのDLサブフレームとして指示されたサブフレームであり、NPSS（narrowband Primary synchronization signal）、NSSS（narrowband secondary synchronization signal）、NPBCH（narrowband physical broadcast Channel）、SIB1-NB（System information block type 1-narrowband）を含まないサブフレームを称する。30

【0288】

図25は本発明の方法1が適用される場合を例示する。

【0289】

図25の例では、便宜上、全てのDLサブフレームが有効（valid）DLサブフレームであると仮定しているが、有効ではないサブフレームが含まれる場合にも、本発明を同様に適用することができる。もし一部のサブフレームが有効ではない場合、本発明の方法1によるサーチスペースは有効でない一部のサブフレームを除いて、連続する有効DLサブフレーム上に構成される。図25の例では、NPDCCHの繰り返し回数が4である場合を仮定しているが（Rep=4）、これは一例に過ぎず、本発明は4ではない他の繰り返し回数が与えられた場合にも同様に適用できる。40

【0290】

図25（a）は方法1の例を示す。図25（a）に示されているように、NPDCCH送信が開始されるサブフレームと繰り返し回数を与えられた時、サーチスペースは連続する有効DLサブフレーム上に構成される。図25（a）を参照すると、本発明の方法1によってNPDCCHのためのサーチスペースが特別サブフレーム上に構成されないで、50

N P D C C HのためのサーチスペースはN P D C C H送信開始サブフレームから特別サブフレーム（S）を除いた連続する4つの有効D Lサブフレーム（D、D、D、D）上に構成される。

【0291】

図25（b）は逆の例示であり、DwPTSがN P D C C H送信のためのサーチスペースの構成に使用される場合の一例を示している。図25（b）を参照すると、本発明の方法1とは異なり、特別サブフレームがN P D C C Hのためのサーチスペースに含まれるので、N P D C C Hのためのサーチスペースは特別サブフレーム（S）のDwPTSを含んで連続する4つの有効D Lサブフレーム（D、D、S、D）上に構成される。

【0292】

本発明の方法1は特定の条件によって適用有無が決定される。この時、特定の条件は、方法1-1乃至方法1-5に提案された方法のうちのいずれか1つを組み合わせて使用できる。

【0293】

（方法1-1）方法1は特別サブフレーム（Special subframe）の構成方式によって適用が決定される。

【0294】

特徴的には、特別サブフレームの構成方式では、DwPTS領域内に利用可能なOFDMシンボル数が使用される。これは、追加シグナリング無しに端末がDwPTS領域の使用可否を黙示的に判断できるという長所がある。またDwPTS内で使用可能なOFDMシンボル数は利用可能なREの数を決定する基準となり、これはDwPTS領域の使用方式と送信効率、また復号性能に影響を与えるので考慮する必要がある。また特別サブフレームの構成方式では、D Lサブフレームで使用可能なREの数とDwPTS領域内で利用可能なREの数の比（ratio）になることができる。DwPTS領域内で利用可能なOFDMシンボル数を計算するために、特別なサブフレーム構成情報（例：表13の特別サブフレーム構成0~10）、LTE制御チャネルのためのOFDMシンボル数（例：C F I情報）、及び／又はNB-IoT動作モード（例：図19及び関連説明を参照）などの情報が使用される。一例として、上記情報に基づいて導き出されるDwPTS領域内に使用可能なOFDMシンボル数が特定のサイズ以上である場合、N P D C C H送信のためのサーチスペース構成にDwPTS領域が含まれるようにすることができ、その逆の場合には、DwPTS領域はN P D C C H送信のためのサーチスペースの構成に含まれないようにすることができる。

【0295】

（方法1-2）方法1は上位層シグナリング（higher layer signaling）によって適用が決定される。

【0296】

特徴的には、上位層シグナリングはSIB（System information block）のように端末が休止モード（Idle mode）で得られるセル共通（cell Common）のシステム情報である。これは、端末が共通サーチスペースによるN P D C C HのモニタリングにDwPTSが含まれるか否かを知らせるためのものである。特徴的には、上位層シグナリングは端末が接続状態モード（Connected mode）に転換する過程で得られる専用のRRCシグナリング（dedicated RRC signaling）である。これは、端末の能力（capability）やチャネル状況が互いに異なる場合を考慮するためのものである。一例として、共通サーチスペース（common search space、CSS）の場合には本発明の方法1が適用され、基地局が一部の端末にRRCシグナリングによりDwPTS領域が利用可能であることを指示する場合、端末は端末特定のサーチスペース（UE-specific search space、USS）のモニタリング過程ではDwPTS領域をN P D C C Hの送信のためのサーチスペース構成に含めることができる。

【0297】

(方法1-3) 方法1は該当サーチスペースのために構成されたRmaxによって適用が決定される。

【0298】

特徴的には、Rmaxのサイズが特定の値以下である場合は、方法1が適用され、そうではない場合には、方法1が適用されないようにすることができる。これは、Rmaxのサイズが小さい場合、繰り返し値が十分ではない状況で相対的にREの数が不足するDwPTSの影響がRmaxのサイズが大きい場合に比べて大きく作用するためである。RmaxはNPDCCHサーチスペースのための最大繰り返し回数(maximum number of repetitions)を示し、上位層シグナリング(例: RRC層シグナリング)により設定される。

10

【0299】

(方法1-4) 方法1は該当DwPTSの前に接続するDLサブフレームにNRS送信が含まれているか否かによって決定される。

【0300】

特徴的には、特定のDwPTSに方法1が適用されるか否かは、該当DwPTS領域の直前に位置するDLサブフレームにNRSを含むか否かによって決定される。一例として、特定のDwPTS領域の直前に位置するDLサブフレームにNRS送信が含まれている場合、該当DwPTS領域をNPDCCH送信のためのサーチスペース構成に含め、そうではない場合には、方法1を適用することができる。これはNB-IoTにおいて、復号性能を高めるために使用されるクロスサブフレームチャネル推定(cross subframe channel estimation)の適用が容易である場合に限りDwPTSを使用するためのものである。この時、NRSの送信有無に対する基準は、NPDCCH受信を期待する端末が認知可能なNRS送信に制限することができる。

20

【0301】

(方法1-5) DwPTSがNPDCCH送信の目的に使用されない場合にも、該当DwPTSにNRSは送信されることができる。

【0302】

NB-IoTでは、チャネル推定の正確度(channel estimation accuracy)を高めるために、クロスサブフレームチャネル推定(cross subframe channel estimation)の技術が考えられている。この時、チャネル推定の正確度の性能は、一般的に参照信号を期待できるサブフレーム数が多いほど増加する。

30

【0303】

このために本発明では、方法1-5のようにDwPTS領域がNPDCCH送信のためのサーチスペースの構成に含まれなくても、DwPTS領域にNRSを送信する方法を提案する。提案する発明では、便宜上NRS送信を対象としているが、動作モードがインバンドであり、DwPTS領域におけるCRS送信が構成可能な場合には、CRSの送信を決定する方法にも同様に適用することができる。

【0304】

方法1-5は該当DwPTS領域がNB-IoT DLデータ送信に有効に構成された場合に限り適用できる。これは、もし該当DwPTS領域が無効である(invalid)場合には、他の目的(例: レガシーLTEをスケジューリングする目的)に使用することができ、この場合、NRS送信が不適合であるためである。

40

【0305】

方法1-5は実際にNPDCCHが送信されるサーチスペースのためにNRS送信が開始されるDLサブフレームからNRS送信が終了するDLサブフレームの間に存在するDwPTSに限り適用できる。これは、NPDCCHが実際に送信されない領域で不要なNRSの送信を防止するためのものである。

【0306】

図26は方法1-5の例を示している。図26では便宜上、全てのDLサブフレームが

50

有効なDLサブフレームを仮定しているが、有効ではないサブフレームが含まれる場合にも本発明を同様に適用することができる。もし一部のサブフレームが有効ではない場合、本発明によるサーチスペースは有効ではない一部のサブフレームを除いて連続する有効DLサブフレーム上に構成される。図25においては、NPDCCHの繰り返し回数が4である場合を仮定しているが(Rep=4)、これは一例に過ぎず、本発明は4ではない他の繰り返し回数が与えられた場合にも同様に適用することができる。図26を参照すると、本発明の方法1によって、特別サブフレーム(S)を除いた連続する4つの有効DLサブフレーム(D、D、D、D)上にNPDCCHのためのサーチスペースが構成される。しかし、本発明の方法1-5によって、NRSは特別サブフレーム(S)のDwPTSで送信される。

10

【0307】

G. 2 DwPTSを含めてサーチスペースを構成(Search space configuration with DwPTS)

【0308】

本発明の方法1は、DwPTSの使用により発生する端末の複雑度の増加を防止するという長所がある。またDwPTSの領域の使用が特定の状況で制約される場合、それを排除して動作を簡素化するという長所がある。反面、DwPTSをDLデータ送信の目的として使用できないので、送信効率の観点では損害が発生することができる。

【0309】

(方法2) DwPTSはNPDCCH送信のためのサーチスペースの構成に含まれる。

20

【0310】

送信効率を高めるために、方法2のようにDwPTS領域がNPDCCH送信のためのサーチスペースの構成に含まれる構造が考えられる。図27はTDD構造のNB-IoTでサーチスペースが構成可能な形態の例示であり、DwPTSが含まれたサーチスペースとDwPTSを含まないサーチスペースの例を示している。図27では便宜上、全てのDLサブフレームとDwPTS領域が有効(valid)である場合を仮定しているが、有効ではないサブフレームが含まれる場合にも本発明を同様に適用できる。もし一部のサブフレームが有効ではない場合は、本発明によるサーチスペースは有効ではない一部のサブフレームを除いて、連続する有効DLサブフレーム上に構成される。図27の例では、NPDCCHの繰り返し回数が4である場合を仮定しているが、これは一例であり、本発明では4ではない他の繰り返し回数が与えられる場合にも同様に適用することができる。

30

【0311】

上述したように、この明細書において有効DLサブフレームはシステム情報(例：SIB1-NB)又は上位層シグナリング(例：RRCシグナリング)によりNB-IoTのためのDLサブフレームとして指示されたサブフレームであり、NPSS(narrowband Primary synchronization signal)、NSSS(narrowband secondary synchronization signal)、NPBCH(narrowband physical broadcast Channel)、SIB1-NB(System information block type1-narrowband)を含まないサブフレームを称する。

40

【0312】

本発明の方法2は特定の条件によって適用有無が決定される。この時、特定の条件は方法1-1、方法1-2及び方法1-3に提案された方法のうちのいずれか1つを組み合わせ使用できる。この時、方法1-1、方法1-2及び方法1-3に記載された“方法1”は“方法2”に代替して適用できる。

【0313】

(方法2-1) DwPTSを含むサーチスペースはNPDCCHの送信に使用されない。

【0314】

セクションG. 1に言及したように、DwPTS領域は一般的に使用可能なREの数が

50

D Lサブフレームに比べて不足するので、同一のデータを送信する場合、復号性能が相対的に劣化することができる。かかる問題を解決するために、本発明では方法2-1のように、DwPTS（又は特別サブフレーム）を含むサーチスペースでは端末がNPDCCH送信を期待しないようにする方法が提案される。

【0315】

本発明の方法2-1によれば、端末のために構成されたサーチスペース候補がDwPTS（又は特別サブフレーム）を含む場合、端末は該当サーチスペース候補についてNPDCCHモニタリングを省略することができる（又は行わないことができる）。反面、本発明の方法2-1によれば、端末のために構成されたサーチスペース候補がDwPTS（又は特別サブフレーム）を含まない場合、端末は該当サーチスペース候補でNPDCCHモニタリングを行うことができる。

10

【0316】

一例として、図27においてDwPTS領域を含まないサーチスペース候補1とDwPTS領域を含むサーチスペース候補2が存在する場合、端末はサーチスペース候補2ではNPDCCHの送信を期待しないようにすることができる。従って、端末はサーチスペース候補1についてはNPDCCHモニタリングを行い、サーチスペース候補2についてはNPDCCHモニタリングを省略することができる（又は行わないことができる）。図27においては、2つのサーチスペース候補が存在すると仮定しているが、これは一例に過ぎず、本発明では2つではない他のサーチスペース候補数が存在する場合にも同様に適用することができる。

20

【0317】

（方法2-1-1）方法2-1は特別サブフレームの構成方式によって適用が決定される。

【0318】

特徴的には、特別サブフレームの構成方式では、DwPTS領域内に利用可能なOFDMシンボル数が使用される。これは、追加シグナリング無しに端末がDwPTS領域の使用可否を暗黙的に判断できるという長所がある。またDwPTS内で使用可能なOFDMシンボル数は利用可能なREの数を決定する基準となり、これはDwPTS領域の使用方式と送信効率、また復号性能に影響を与えるので考慮する必要がある。DwPTS領域内で利用可能なOFDMシンボル数を計算するために、特別サブフレーム構成情報（例：表13の特別サブフレーム構成0~10）、LTE制御チャネルのためのOFDMシンボル数（例：CFI情報）、及び／又はNB-IoT動作モード（例：図19及び関連説明を参照）などの情報が使用される。一例として、上記情報に基づいて導き出されるDwPTS領域内に使用可能なOFDMシンボル数が特定のサイズ以上である場合、NPDCCH送信のためのサーチスペース構成にDwPTS領域が含まれるようにすることができ、その逆の場合には、DwPTS領域はNPDCCH送信のためのサーチスペースの構成に含まれないようにすることができる。

30

【0319】

（方法2-1-2）方法2-1は上位層シグナリング（higher layer signaling）によって適用が決定される。

40

【0320】

特徴的には、上位層シグナリングはSIB（System information block）のように端末が休止モード（Idle mode）で得られるセル共通（cell Common）のシステム情報である。これは、端末が共通サーチスペースによるNPDCCHのモニタリングにDwPTSが含まれるか否かを知らせるためのものである。特徴的には、上位層シグナリングは端末が接続状態モード（Connected mode）に転換する過程で得られる専用のRRCシグナリング（dedicated RRC signaling）である。これは、端末の能力（capability）やチャネル状況が互いに異なる場合を考慮するためのものである。一例として、共通サーチスペース（common search space、CSS）の場合には本発明の方法2-1

50

が適用され、基地局が一部の端末にRRCシグナリングによりDwPTS領域が利用可能であることを指示する場合、端末は端末特定のサーチスペース（UE-specific search space、USS）のモニタリング過程ではDwPTS領域が含まれたサーチスペースまでモニターするようにすることができる。

【0321】

（方法2-1-3）方法2-1は該当サーチスペースのために構成されたRmaxによって適用が決定される。

【0322】

特徴的には、Rmaxのサイズが特定の値以下である場合は、方法2-1が適用され、そうではない場合には、方法2-1が適用されないようにすることができる。これは、Rmaxのサイズが小さい場合、繰り返し値が十分ではない状況で相対的にREの数が不足するDwPTSの影響がRmaxのサイズが大きい場合に比べて大きく作用するためである。RmaxはNPDCCHサーチスペースのための最大繰り返し回数を示し、上位層シグナリング（例：RRC層シグナリング）により設定される。

10

【0323】

（方法2-1-4）方法2-1は実際にNPDCCHが繰り返されるサイズ（又は回数）であるR値によって適用が決定される。

【0324】

特徴的には、1つのRmax値について実際のNPDCCHの送信に使用可能なR値が1つ以上であり、各R値に該当する多数のサーチスペース候補（Search space candidate）を有する場合、R値が特定の値以下である場合（又は特定の値より小さい又は等しい場合）のサーチスペース候補に限って方法2-1が適用され、残りの候補には方法2-1が適用されないようにすることができる。

20

【0325】

一例として、特定のRmax値について使用可能なR値の集合（Set）が{R1、R2、R3、R4}であり、そのうち、値R1のみが所定の特定の値以下である場合、R1サイズの繰り返しが適用されるサーチスペース候補のみについて方法2-1が適用され、残りの繰り返しサイズが適用されるサーチスペース候補については方法2-1が適用されないようにすることができる。方法2-1が適用される場合、DwPTSを含むサーチスペースにおいて端末はNPDCCHの送信を期待しない（又はNPDCCHモニタリングを省略するか、又はNPDCCHモニタリングを行わない）。方法2-1が適用されない場合、DwPTSを含むサーチスペースにおいて端末はNPDCCHの送信を期待するので、NPDCCHモニタリングを行うことができる。

30

【0326】

上述したように、RmaxはNPDCCHサーチスペースのための最大繰り返し回数（maximum number of repetitions）を示し、上位層シグナリング（例：RRC層シグナリング）により設定される。R値はNPDCCHのための繰り返し回数又は繰り返しレベルを示し、Rmaxによって使用可能なR値が決定される。例えば、Rmaxが1である場合、使用可能なR値は1に決定され、Rmaxが2である場合は、使用可能なR値は1、2に決定され、Rmaxが4である場合は、使用可能なR値は1、2、4に決定され、Rmaxが8より大きい又は等しい場合には、使用可能なR値はRmax/8、Rmax/4、Rmax/2、Rmaxに決定される。

40

【0327】

図28は本発明の方法2-1-4を示す。図28の例示において、Rthは方法2-1の適用有無を決定する特定の値を意味し、使用可能な実際NPDCCHの繰り返しサイズのうち、R1のみがRthより小さい場合（又はRthより小さい又は等しい場合）を示す。この時、もしR1の長さに構成されたサーチスペースにDwPTSが含まれる場合、該当サーチスペースはNPDCCH送信に使用されないようにすることができる。もしR1の長さに構成されたサーチスペースであっても、DwPTS領域を含まない場合であれば、NPDCCH送信が可能なサーチスペースとして扱うことができる。

50

【0328】

タイプ1-CSS (type1-common search space) には、ページングメッセージ受信のためのNPDCCH (又はP-RNTIにスクランブルされたCRCを有するNPDCCH) が構成され、端末はタイプ1-CSSにおいてページングメッセージ受信のためのNPDCCH (又はP-RNTIにスクランブルされたCRCを有するNPDCCH) をモニターする。タイプ1A-CSS (type1A-CSS) にはSC-PTM (Single cell point-to-multipoint) 制御チャネル送信のためのNPDCCH (又はSC-RNTIにスクランブルされたCRCを有するNPDCCH) が構成され、端末はタイプ1A-CSSにおいてSC-PTM制御チャネル送信のためのNPDCCH (又はSC-RNTIにスクランブルされたCRCを有するNPDCCH) をモニターする。SC-RNTI (Single cell-RNTI) は、SC-MCCH (Single cell multicast control Channel) 又はSC-MCCH変更通知 (change notification) の識別に使用されるRNTIである。タイプ2-CSS (type2-CSS) にはランダムアクセス過程のためのNPDCCHが構成され、端末はタイプ2-CSSにおいてランダムアクセス過程のためのNPDCCHをモニターする。ランダムアクセス過程のためのNPDCCHはランダムアクセス過程を行う間に使用されるNPDCCHを称し、RA-RNTI、臨時C-RNTI及び／又はC-RNTIにスクランブルされたCRCを有するNPDCCHを含む。タイプ2A-CSSにはSC-PTMトラフィックチャネル送信のためのNPDCCH (又はG-RNTIにスクランブルされたCRCを有するPDCCCH) が構成され、端末はタイプ2A-CSSにおいてSC-PTMトラフィックチャネル送信のためのNPDCCH (又はG-RNTIにスクランブルされたCRCを有するNPDCCH) をモニターする。G-RNTI (group-RNTI) は、SC-MTCH (Single cell multicast traffic Channel) 又はSC-MCCH変更通知の識別に使用されるRNTIである。USS (user-specific search space) には端末特定のNPDSCH送信のためのNPDCCH (又はC-RNTIにスクランブルされたCRCを有するNPDCCH) が構成され、端末はUSSにおいて端末特定のNPDSCH送信のためのNPDCCH (又はC-RNTIにスクランブルされたCRCを有するNPDCCH) をモニタリングする。

10

20

30

【0329】

図29は本発明の方法2-1-4の具体的な例をTDD構造を考慮して示している。図29の例示では、Rep=2以下である場合 (又はR値が2より小さい又は等しい場合)、方法2-1を適用することを仮定しているが、これは例示のためのものであり、本発明は他の値についても同様に適用することができる。図29の例示において、同じアルファベットで表記されたボックスは単一サーチスペースを構成する分散したブロックを意味し、RepはR値を示す。

【0330】

図29(a)を参照すると、サーチスペースaのためのR値は2より小さいが (Rep=1)、サーチスペースaがDwPTS無しに構成されるので、方法2-1が適用されず、端末はサーチスペースaでNPDCCHモニターを行う。サーチスペースbのためのR値は2であり (Rep=2)、サーチスペースがDwPTSを含んで構成されるので、方法2-1が適用され、端末はサーチスペースbにおいてNPDCCHの送信を期待しない (又はNPDCCHモニタリングを省略する又はNPDCCHモニタリングを行わない)。

40

【0331】

方法2-1-4において、方法2-1の適用有無を決定する基準となる繰り返しのサイズRthは、以下のオプションのうちのいずれか1つの組み合わせにより決定される。

【0332】

(オプション2-1-4a) Rthは標準により定義された固定値に定められる。一例

50

として、R E の数の相対的な不足によるコードレート (code rate) の増加効果が深刻な繰り返し 1 又は 2 のサイズに固定されることができる。オプション 2-1-4 a は他のシグナリングオーバーヘッドを発生させないという長所を有する。

【0333】

(オプション 2-1-4 b) R t h は基地局が上位層シグナリングにより指定された値に定められる。これは基地局が状況に合わせて D w P T S 関連動作を構成できるという長所がある。

【0334】

(オプション 2-1-4 c) R t h は特定の R m a x によって暗黙的に決定される値に定められる。一例として、R t h は特定の R m a x に対応して使用可能な繰り返しサイズのうちの最小値に定められる。さらに他の一例として、R t h は予め標準により決定された R m a x を変数として使用する表や数式を用いて決定される値である。これは他のシグナリングオーバーヘッドを増加させないという長所を有する。

10

【0335】

(オプション 2-1-4 d) R t h は R m a x 値が特定の値以上である場合に限り適用されるように定められる。特徴的には、type 2-CSS、Type 2A-CSS 及び USS の場合、実際に使用される繰り返しの最小サイズは R m a x / 8 より大きい又は等しく、R m a x 値が一定値以上である場合、最小繰り返しのサイズも D w P T S の影響を相殺できるほど十分に大きいと判断されるためである。

20

【0336】

(方法 2-2) D w P T S を含むサーチスペースが構成される場合、アグリゲーションレベル (aggregation level) が 1 である場合は含まれない。

【0337】

表 13 から分かるように、D w P T S 領域において使用可能な R E の数は一般的には D L サブフレームに比べて不足する。特に、ただ 1 つの N C C E が使用される場合、R E の数の不足問題がより深刻である。

【0338】

例えば、表 13 を再び参照すると、1 個の N C C E のみが使用される場合の R E の数 (表 13 において 6 個の副搬送波が使用される場合の R E の数を参照) は、2 個の N C C E が使用される場合の R E の数 (例: 表 13 において 12 個の副搬送波が使用される場合の R E の数を参照) に比べて半分である。特に、1 個の N C C E のみが使用される場合、D w P T S で使用可能な R E の数は一般 D L サブフレームに比べてより小さくなる。例えば、特別サブフレーム構成 9 又は 10 が設定され、1 個の N C C E (又は 6 個の副搬送波) が使用される場合、C F I 値によって D w P T S 内で 24 個、30 個、36 個の R E が使用され、これは一般 (normal) D L サブフレームにおいて 1 個の N C C E が使用される場合に比べて約 1 / 3 に該当する。他の例として、特別サブフレーム構成 0 又は 5 が設定され、1 個の N C C E が使用される場合は、C F I 値によって D w P T S 内で 6 個、12 個、18 個の R E が使用され、これは一般 D L サブフレームで 1 個の N C C E が使用される場合に比べて約 1 / 12 乃至 1 / 5 に該当する。

30

【0339】

このような問題を考慮して、本発明では、方法 2-2 のように D w P T S 領域を含むサーチスペース構成の使用時、1 つの N C C E のみが使用されるアグリゲーションレベル 1 の場合を端末が期待しないようにする方法を提案する。特徴的には提案する方法 (方法 2-2) は、実際 N P D C C H の送信に使用する繰り返しサイズ (又は繰り返しレベル又は繰り返し回数又は R 値) が 1 であり、該当サブフレームが特別サブフレームである場合に限り適用できる。

40

【0340】

本発明の方法 2-2 によれば、D w P T S 領域 (又は T D D 特別サブフレーム) に対して端末がアグリゲーションレベルが 1 であるサーチスペースの構成を期待しないので、端末はアグリゲーションレベル 1 を除いてサーチスペースを構成することができる。この場

50

合、端末はDwPTS領域（又はTDD特別サブフレーム）でアグリゲーションレベル1を有するサーチスペース候補（又はNPDCCH候補）を除いてNPDCCHモニタリングを行うことができる。即ち、端末はDwPTS領域（又はTDD特別サブフレーム）でアグリゲーションレベル1ではない他のアグリゲーションレベルを有するサーチスペース候補（又はNPDCCH候補）をモニターすることができる。端末はDwPTS領域（又はTDD特別サブフレーム）でアグリゲーションレベル1であるサーチスペース候補（又はNPDCCH候補）についてNPDCCHモニタリングを省略することができる（又はモニタリングを行わないことができる）。

【0341】

本発明の方法2-2によれば、DwPTS領域（又はTDD特別サブフレーム）においてサーチスペースはアグリゲーションレベル2のみで構成される。端末はアグリゲーションレベル2であるサーチスペース候補（又はNPDCCH候補）のみについてNPDCCHモニタリングを行うことができる。

【0342】

アグリゲーションレベル（aggregation level）はNCCE（narrowband control Channel element）の数を示し、NB-IoTの場合、NCCEは6個の連続する副搬送波を含む（例：表13及び関連説明を参照）。従って、アグリゲーションレベル1はNPDCCHのためのサーチスペースが1つのNCCEを含んで構成されることを示し、アグリゲーションレベル2はNPDCCHのためのサーチスペースが2つのNCCEを含んで構成されることを示す。

【0343】

方法2-2は特定の条件によって適用有無が決定される。この時、特定の条件は方法2-1-1乃至方法2-1-4に提案された方法のうちのいずれか1つを組み合わせで使用される。この時、方法2-1-1乃至方法2-1-4に記載された“方法2-1”は“方法2-2”に代替して適用できる。

【0344】

例えば、端末は特別サブフレーム構成情報（例：表13の特別サブフレーム構成0~10）、LTE制御チャネルのためのOFDMシンボル数（例：CFI情報）、及び/又はNB-IoT動作モード（例：図19及び関連説明を参照）などの情報に基づいてTDD特別サブフレームのDwPTS領域内に使用可能なOFDMシンボル数を決定し、DwPTS領域が特定の数以下のOFDMシンボルを含む場合、方法2-2が適用されると決定できる（例：方法2-1-1を参照）。もしDwPTS領域内に使用可能なOFDMシンボル数が特定のサイズ以上である場合は、方法2-2が適用されず、DwPTS（又はTDD特別サブフレーム）はサーチスペースの構成に含まれない。

【0345】

例えば、端末は上位層シグナリングにより方法2-2の適用有無を決定できる（例：方法2-1-2を参照）。上位層シグナリングはSIB（System information block）のようなセル共通のシステム情報、端末が接続状態モード（Connected mode）に転換する過程で得られる専用RRCシグナリング（dedicated RRC signaling）などを含む。一例として、CSS（common search space）の場合、本発明の方法2-2が適用されるので、本発明の方法2-2が適用されるサーチスペースはCSSを含むことができる。他の例として、USS（UE-specific search space）の場合、上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）に基づいて方法2-2を適用できるので、上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）によってサーチスペースがUSSを含むことができる。

【0346】

例えば、端末は該当サーチスペースのために構成されたRmaxによって方法2-2の適用有無を決定する（例：方法2-1-3を参照）。端末はRmaxが特定の値より小さい場合は、方法2-2が適用されると決定し、Rmaxが特定の値以上である場合には、方法2-2が適用されないと決定する。

【0347】

例えば、端末はNPDCCH（又はNPDCCH候補又はNPDCCHのためのサーチスペース）の繰り返し回数Rによって方法2-2の適用有無を決定する（例：方法2-1-4を参照）。具体的には、繰り返し回数Rが特定の値R_{th}以下である場合は、端末は方法2-2が適用されると決定し、繰り返し回数Rが特定の値R_{th}以上である場合には、端末は方法2-2が適用されないと決定する。

【0348】

上述したように、TDD特別サブフレームはDwPTS、GP、UpPTSを含むサブフレームを称し（例：図4及び関連説明を参照）、端末がフレーム構造タイプ2に設定された場合に適用される。またDwPTSはTDD特別サブフレームの下りリンク区間と称し、UpPTSはTDD特別サブフレームの上りリンク区間と称することができる。

10

【0349】

図30は本発明による方法を例示するフローチャートである。

【0350】

S3002段階において、端末は物理下りリンク制御チャネルのためのサーチスペースを構成又は決定する。具体的には、端末は上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）によりNPDCCHのための構成情報を受信し、この受信した構成情報に基づいてNPDCCHのためのサーチスペースを構成又は決定する。例えば、NPDCCHのための構成情報は、NPDCCHのための最大繰り返し回数R_{max}を指示する情報、NPDCCHのためのサーチスペースの開始サブフレームを指示する情報を含む。また端末は上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）によりNB-IoT DL送受信のために使用可能なサブフレームを指示する情報を受信する。上述したように、NB-IoT DL送受信のための指示されたサブフレームを有効DLサブフレームと称する。有効DLサブフレームは下りリンクのためのサブフレームだけではなく、TDD特別サブフレームを含む。

20

【0351】

S3002段階において、端末の動作に対応する動作が基地局により行われることができる。例えば、基地局は上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）によりNPDCCHのための構成情報を端末に送信する。また基地局は上位層シグナリング（例：RRCシグナリング）により有効DLサブフレームを指示する情報を端末に送信する。

30

【0352】

S3004段階において、端末は構成又は決定されたサーチスペースに基づいて物理下りリンク制御チャネルをモニターする。同様に、基地局は端末に送信した情報に基づいてNPDCCHをマッピングして端末に送信する。

【0353】

図30に示した方法において、本発明の方法1が適用される場合、端末はDwPTS（又はTDD特別サブフレーム）無しに物理下りリンク制御チャネル（例：NPDCCH）のためのサーチスペースを構成又は決定することができる（例：G. 1を参照）。同様に、本発明の方法1が適用される場合、基地局はDwPTS（又はTDD特別サブフレーム）ではない有効DLサブフレームに下りリンク物理制御チャネル（例：NPDCCH）をマッピングして端末に送信することができる。方法1を適用するか否かは、方法1-1乃至方法1-5に提案した方法のうちのいずれか1つに基づいて決定される。

40

【0354】

図30に示した方法において、本発明の方法2が適用される場合、端末はDwPTS（又はTDD特別サブフレーム）を含めて物理下りリンク制御チャネル（例：NPDCCH）のためのサーチスペースを構成又は決定することができる（例：G. 2を参照）。より具体的には、端末は方法2-1に基づいてDwPTS（又はTDD特別サブフレーム）を含むサーチスペースでは物理下りリンク制御チャネルの送信を期待しない。他の例として、端末は方法2-2に基づいてDwPTS（又はTDD特別サブフレーム）についてはアグリゲーションレベル1である場合を期待しない。同様に、本発明の方法2-1が適用さ

50

れる場合は、基地局はDwPTS（又はTDD特別サブフレーム）を含むサーチスペースでは物理下りリンク制御チャネル（例：NPDCCH）のマッピング／送信を省略することができる。本発明の方法2-2が適用される場合、基地局はDwPTS（又はTDD特別サブフレーム）についてはアグリゲーションレベル1ではない他のアグリゲーションレベルに基づいて物理下りリンク制御チャネルをマッピング／送信することができる。方法2-1又は方法2-2を適用するか否かは、方法2-1-1乃至方法2-1-4に提案した方法のうちのいずれか1つに基づいて決定される。

【0355】

図31はこの明細書で提案する方法が適用可能な無線通信装置のブロック図を示す図である。

10

【0356】

図31を参照すると、無線通信システムは基地局3110と基地局領域内に位置する多数の端末3120を含む。一例として、図31に示した基地局及び端末は、上述した無線通信装置（例：図11の基地局1110及び端末1120）をより簡素化して表現したものである。

【0357】

基地局と端末を各々無線装置と表現することができる。

【0358】

基地局はプロセッサ3111、メモリ3112及びRFモジュール3113を含む。プロセッサ3111は上述した方法で提案された機能、過程及び／又は方法を具現化する。無線インターフェースプロトコル層はプロセッサにより具現化される。メモリはプロセッサに連結され、プロセッサを駆動するための様々な情報を格納する。RFモジュールはプロセッサに連結され、無線信号を送信及び／又は受信する。

20

【0359】

端末はプロセッサ3121、メモリ3122及びRFモジュール3123を含む。

【0360】

プロセッサは、上述した方法で提案した機能、過程及び／又は方法を具現化する。無線インターフェースプロトコル層はプロセッサにより具現化される。メモリはプロセッサに連結され、プロセッサを駆動するための様々な情報を格納する。RFモジュールはプロセッサに連結され、無線信号を送信及び／又は受信する。

30

【0361】

メモリ3112、3122はプロセッサ3111、3121の内部又は外部に位置することができる、公知の様々な手段によりプロセッサに連結される。

【0362】

また基地局及び／又は端末は1つのアンテナ（Single antenna）又は複数のアンテナ（multiple antenna）を有することができる。

【0363】

アンテナ3114、3124は無線信号を送信及び受信する。

【0364】

以上の実施例は、本発明の構成要素及び特徴を所定の形態で結合したものである。各構成要素又は特徴は、別に明示しない限り、選択的なものとして考慮され得る。各構成要素又は特徴は、他の構成要素や特徴と結合しない形態で実施されてもよく、また、一部の構成要素及び／又は特徴は結合されて本発明の実施例を構成してもよい。本発明の実施例で説明される動作の順序は変更されてもよい。ある実施例の一部の構成や特徴は、他の実施例に含まれてもよく、他の実施例の対応する構成又は特徴に代えてもよい。また、特許請求の範囲で明示的な引用関係を有しない請求項を結合して実施例を構成したり、出願後の補正によって新たな請求項として含むことができる。

40

【0365】

上述した本発明の実施例は様々な手段によって具現化することができる。例えば、本発明の実施例は、ハードウェア、ファームウェア（firmware）、ソフトウェア又は

50

それらの結合などによって具現化されてもよい。ハードウェアによる具現化の場合、本発明の実施例に係る方法は、1つ又はそれ以上のASICs (Application Specific Integrated Circuits)、DSPs (Digital Signal Processors)、DSPDs (Digital Signal Processing Devices)、PLDs (Programmable Logic Devices)、FPGAs (Field Programmable Gate Arrays)、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサなどによって具現化されてもよい。

【0366】

例えば、本発明はシステム・オン・チップ (System On Chip、SOC) のような形態のデバイス又は装置により具現化される。このデバイス又は装置は端末又は基地局に取り付けられ、メモリ及びプロセッサを含む。メモリは命令 (instructions) 又は実行可能なコード (executable codes) を含み、動作時 (operatively) にプロセッサに連結される。プロセッサは動作時にメモリに連結され、メモリに格納された命令又は実行可能なコードを実行して本発明による方法を含む動作を具現化するように構成される。

10

【0367】

ファームウェアやソフトウェアによる具現化の場合、本発明の実施例に係る方法は、以上で説明した機能又は動作を実行するモジュール、手順又は関数などの形態で具現化することができる。実行可能なコードはメモリに格納され、プロセッサによって駆動されてもよい。前記メモリは、プロセッサの内部又は外部に設けられ、公知の様々な手段によって前記プロセッサとデータを交換することができる。

20

【0368】

本発明は、本発明の精神及び必須の特徴から逸脱しない範囲で、他の特定の形態に具体化することができる。よって、上記の詳細な説明はいずれの面においても制限的に解釈してはならず、例示的なものとして考慮しなければならない。本発明の範囲は、添付の請求項の合理的解釈によって定められなければならない、本発明の等価的範囲内における変更はいずれも本発明の範囲に含まれる。

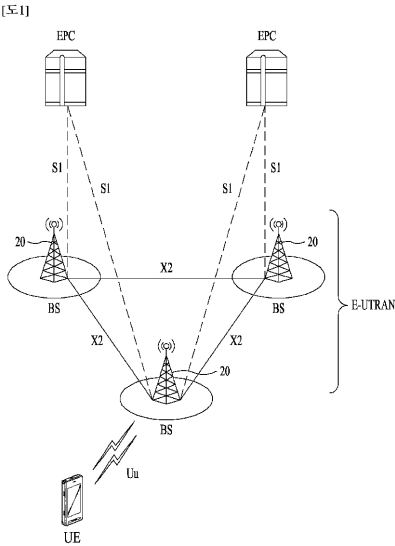
【産業上の利用可能性】

【0369】

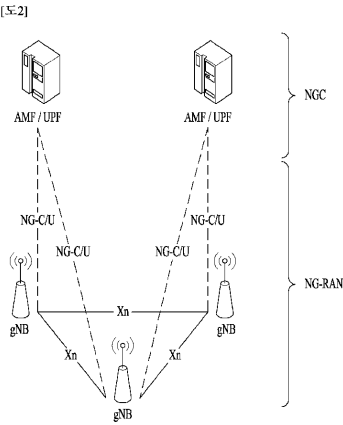
本発明の無線通信システムにおいて上りリンク送信を行う案は3GPP LTE/LTE-Aシステム/5Gシステム (New RATシステム) に適用される例を中心として説明したが、それ以外にも様々な無線通信システムに適用することができる。

30

【図 1】

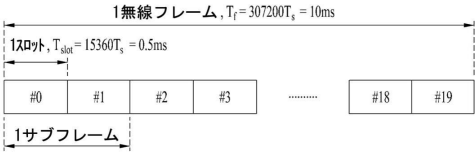


【図 2】



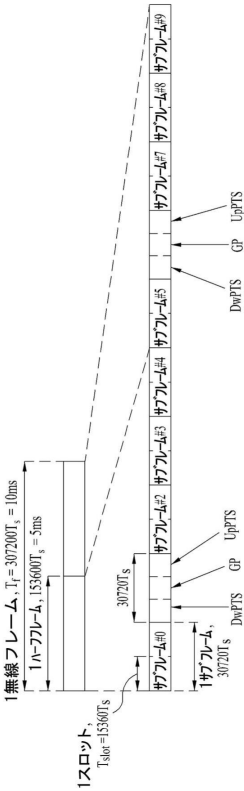
【図 3】

FIG. 3



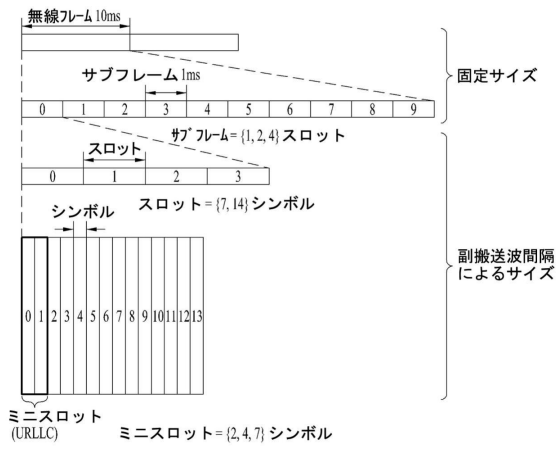
【図 4】

FIG. 4



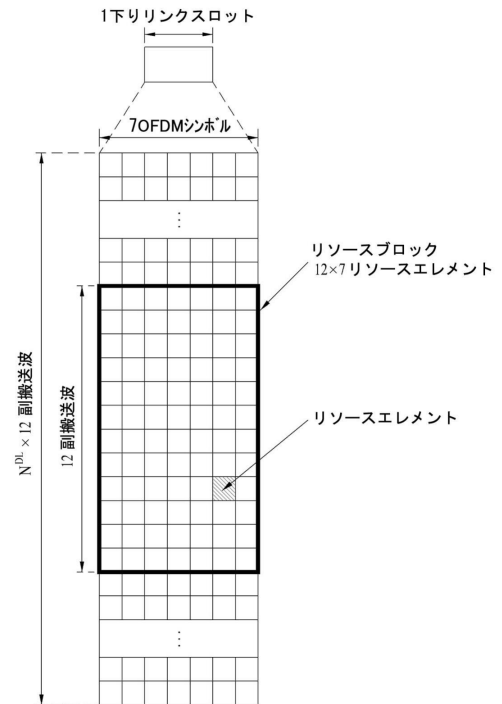
【図 5】

FIG. 5



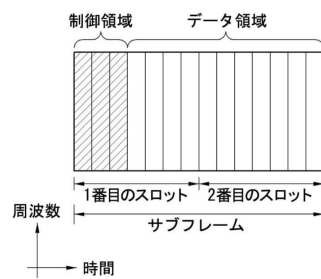
【図 6】

FIG. 6



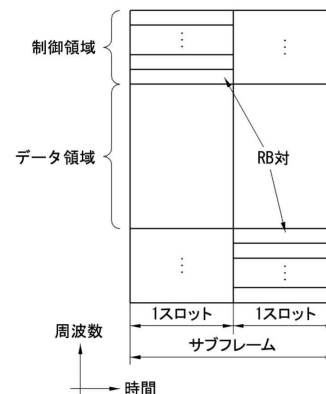
【図 7】

FIG. 7



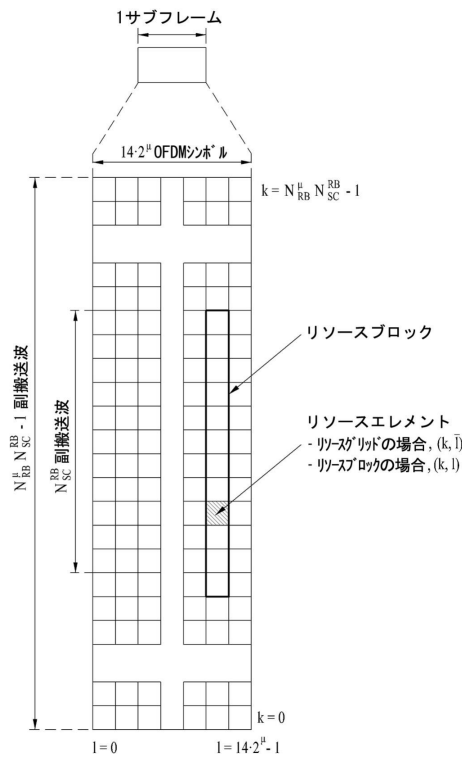
【図 8】

FIG. 8



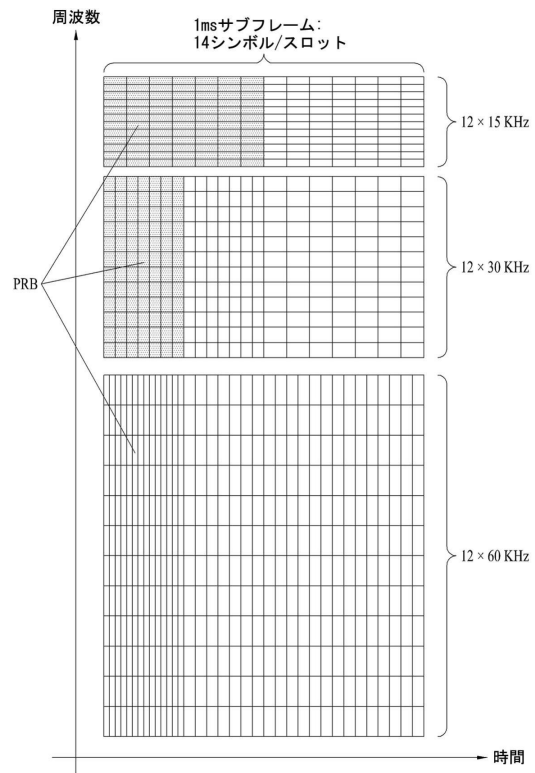
【図 9】

FIG. 9



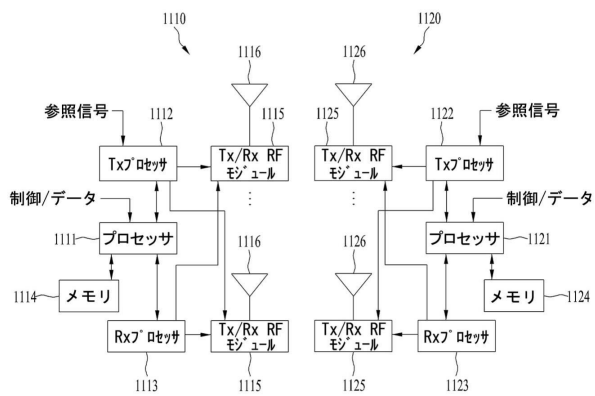
【図 10】

FIG. 10



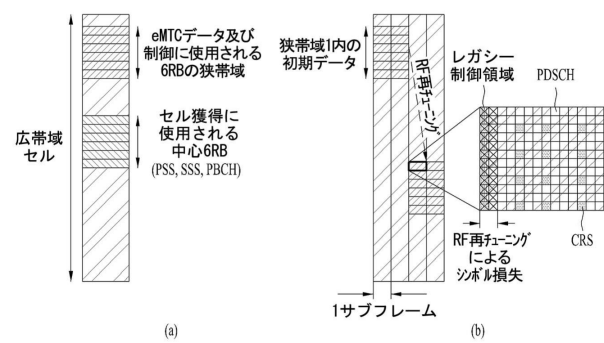
【図 11】

FIG. 11



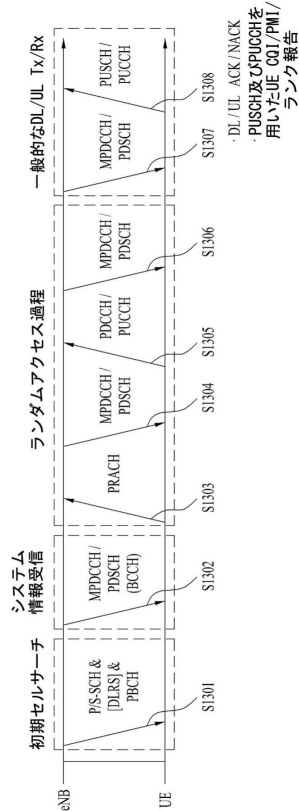
【図 12】

FIG. 12



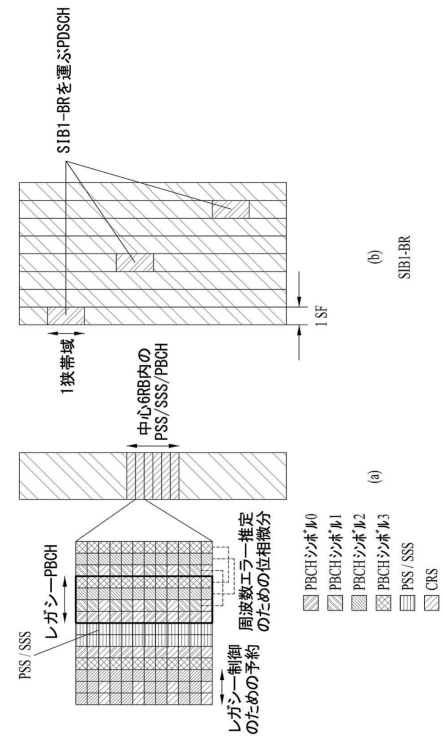
【図 13】

FIG. 13



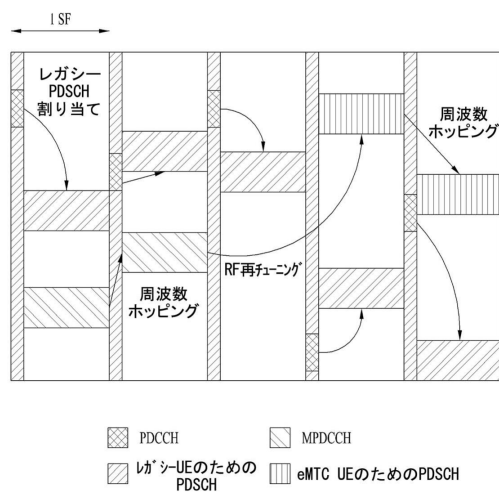
【図 14】

FIG. 14



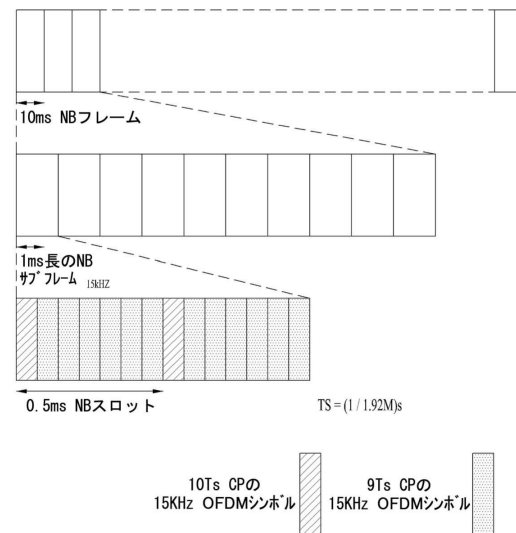
【図 15】

FIG. 15



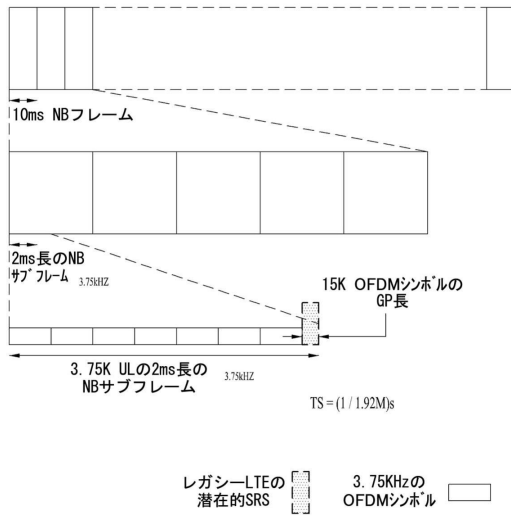
【図 16】

FIG. 16



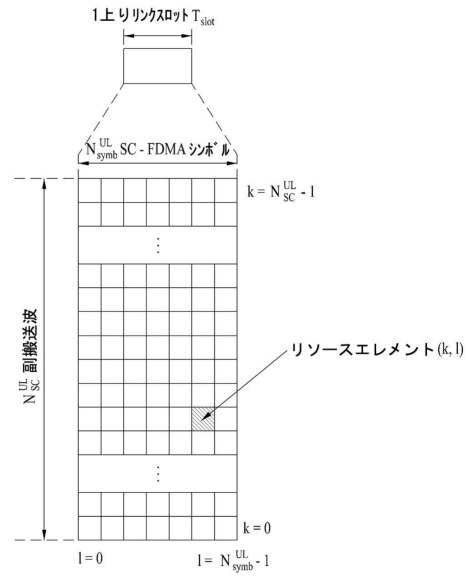
【図 17】

FIG. 17



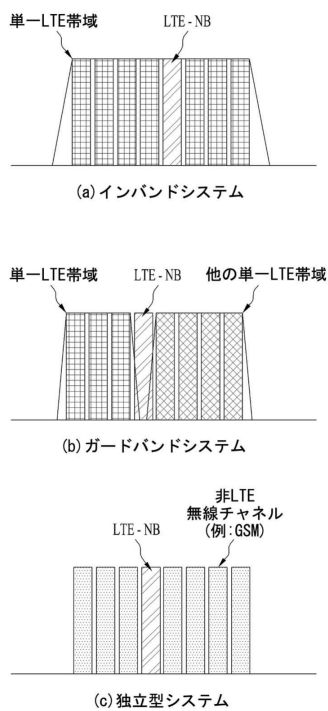
【図 18】

FIG. 18



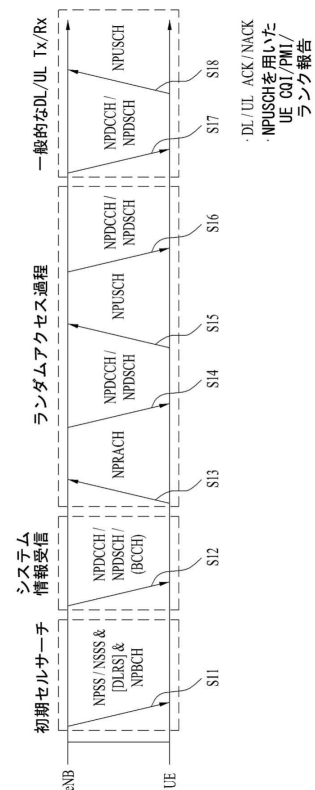
【図 19】

FIG. 19



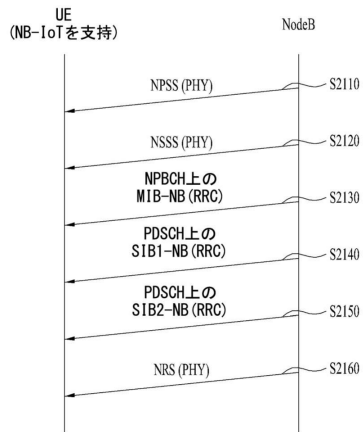
【図 20】

FIG. 20



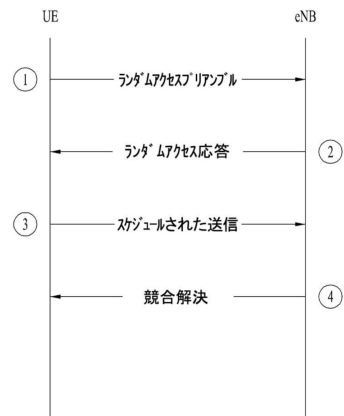
【図 2 1】

FIG. 21



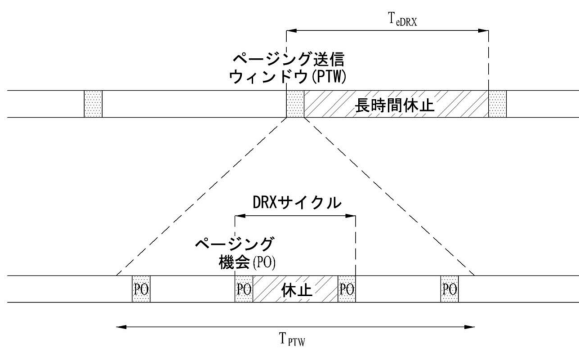
【図 2 2】

FIG. 22



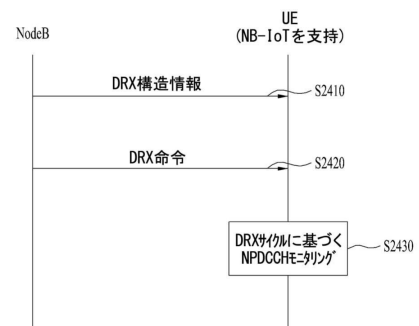
【図 2 3】

FIG. 23



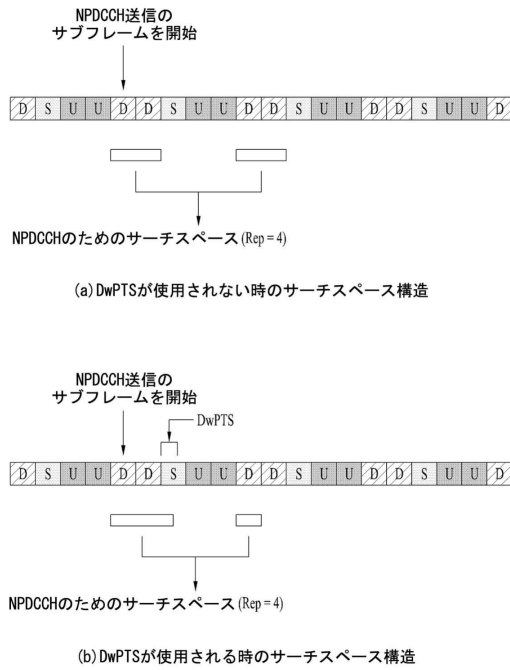
【図 2 4】

FIG. 24



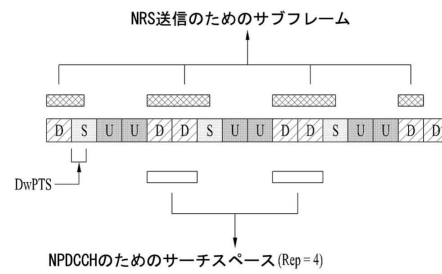
【図 25】

FIG. 25



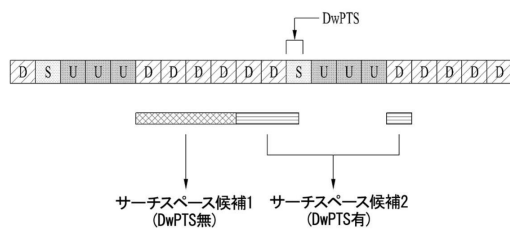
【図 26】

FIG. 26



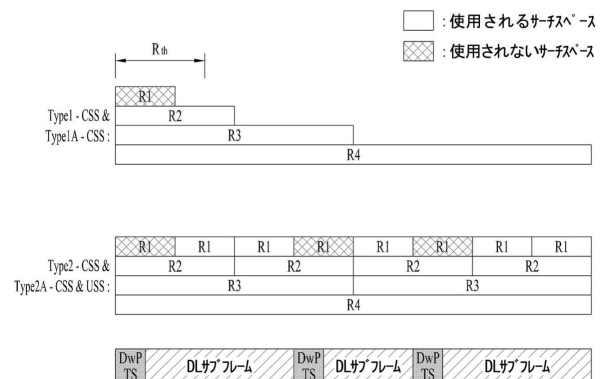
【図 27】

FIG. 27



【図 28】

FIG. 28



【図 29】

【図 30】

FIG. 29

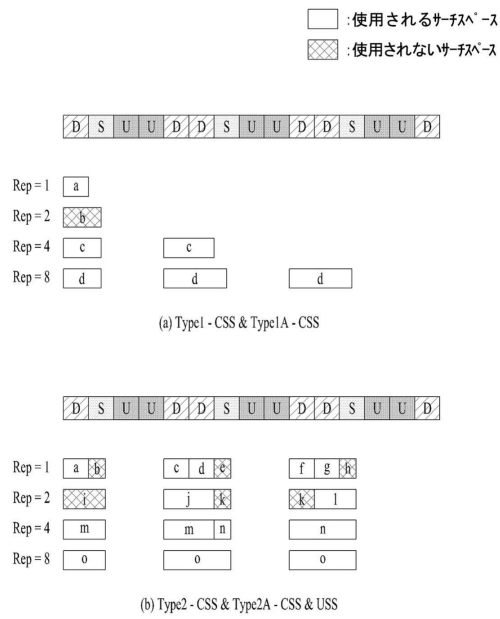
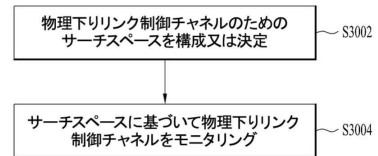
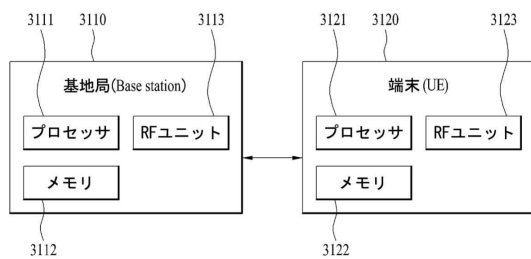


FIG. 30



【図 31】

FIG. 31



フロントページの続き

- (74)代理人 100165191
弁理士 河合 章
- (74)代理人 100114018
弁理士 南山 知広
- (74)代理人 100159259
弁理士 竹本 実
- (72)発明者 ファン ソンケ
大韓民国, ソウル 06772, ソチョーク, ヤンジェーデロ 11ーギル, 19, エルジー エ
レクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター
- (72)発明者 キム ソンウク
大韓民国, ソウル 06772, ソチョーク, ヤンジェーデロ 11ーギル, 19, エルジー エ
レクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター
- (72)発明者 パク チャンファン
大韓民国, ソウル 06772, ソチョーク, ヤンジェーデロ 11ーギル, 19, エルジー エ
レクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター
- (72)発明者 アン チュンクイ
大韓民国, ソウル 06772, ソチョーク, ヤンジェーデロ 11ーギル, 19, エルジー エ
レクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター
- (72)発明者 ヤン ソクチョル
大韓民国, ソウル 06772, ソチョーク, ヤンジェーデロ 11ーギル, 19, エルジー エ
レクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

審査官 阿部 弘

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2017/0181135 (US, A1)
国際公開第2017/169005 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 5/14
H04L 27/26
H04W 72/04
3GPP TSG RAN WG1-4
SA WG1-4
CT WG1, 4
IEEE 802.11
15
16