

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6400598号
(P6400598)

(45) 発行日 平成30年10月3日 (2018. 10. 3)

(24) 登録日 平成30年9月14日 (2018. 9. 14)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 W 72/12 (2009. 01)

H O 4 W 72/12 1 3 0

H O 4 W 28/06 (2009. 01)

H O 4 W 28/06

請求項の数 20 (全 59 頁)

(21) 出願番号	特願2015-552586 (P2015-552586)	(73) 特許権者	502032105
(86) (22) 出願日	平成26年1月14日 (2014. 1. 14)		エルジー エレクトロニクス インコーポ
(65) 公表番号	特表2016-507176 (P2016-507176A)		レイティド
(43) 公表日	平成28年3月7日 (2016. 3. 7)		大韓民国ソウル、ヨンドゥンポーク、ヨイ
(86) 国際出願番号	PCT/KR2014/000387		ーデロ、1 2 8
(87) 国際公開番号	W02014/109621	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成26年7月17日 (2014. 7. 17)		弁理士 青木 篤
審査請求日	平成29年1月12日 (2017. 1. 12)	(74) 代理人	100092624
(31) 優先権主張番号	61/752, 444		弁理士 鶴田 準一
(32) 優先日	平成25年1月14日 (2013. 1. 14)	(74) 代理人	100114018
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 南山 知広
(31) 優先権主張番号	61/810, 678	(74) 代理人	100165191
(32) 優先日	平成25年4月10日 (2013. 4. 10)		弁理士 河合 章
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100151459
			弁理士 中村 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 下りリンク信号受信方法およびユーザ機器、並びに下りリンク信号送信方法および基地局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ユーザ機器が下りリンク信号を受信する方法であって、

N個の連続サブフレームにわたって、物理下りリンク制御チャネル (P D C C H) を反復受信することであって、Nは1より大きい整数であることと、最後に前記 P D C C H が受信されたサブフレーム n の後のサブフレーム n + k から始まり、前記 P D C C H と関連付けられた物理下りリンク共有チャネル (P D S C H) を受信することと、を有し、k は、1より大きい整数である、下りリンク信号受信方法。

【請求項 2】

前記サブフレーム n + k から始まる D 個の連続サブフレームにわたって前記 P D S C H を反復受信することをさらに有する、請求項 1 に記載の下りリンク信号受信方法。

【請求項 3】

前記 P D S C H に関する反復回数情報を受信することをさらに有し、前記 P D C C H は、前記反復回数情報を搬送し、D は、前記反復回数情報に基づいて決定された正の整数である、請求項 2 に記載の下りリンク信号受信方法。

【請求項 4】

前記 P D C C H に関する最大反復回数に関する情報を有する上位層信号を受信することをさらに有し、

10

20

Nは、前記P D C C Hに関する最大反復回数以下である、請求項1に記載の下りリンク信号受信方法。

【請求項5】

前記N個の連続サブフレームは、予め設定される位置で始まる、請求項4に記載の下りリンク信号受信方法。

【請求項6】

前記反復受信されるP D C C Hは、前記N個の連続サブフレーム内の同じ制御チャネル要素(C C E)リソースを用いて受信される、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の下りリンク信号受信方法。

【請求項7】

下りリンク信号を受信するユーザ機器であって、
無線周波数(R F)ユニットと、
前記R Fユニットを制御するように構成されたプロセッサと、を有し、
前記プロセッサは、

N個の連続サブフレームにわたって、物理下りリンク制御チャネル(P D C C H)を反復受信し、Nは1より大きい整数であるように前記R Fユニットを制御し、

最後に前記P D C C Hが受信されたサブフレームnの後のサブフレームn + kから始まり、前記P D C C Hと関連付けられた物理下りリンク共有チャネル(P D S C H)を受信するように前記R Fユニットを制御するよう構成され、

kは、1より大きい整数である、ユーザ機器。

【請求項8】

前記プロセッサは、前記サブフレームn + kから始まるD個の連続サブフレームにわたって前記P D S C Hを反復受信するように前記R Fユニットを制御するよう構成される、請求項7に記載のユーザ機器。

【請求項9】

前記プロセッサは、前記P D S C Hに関する反復回数情報を受信するように前記R Fユニットを制御するよう構成され、

前記P D C C Hは、前記反復回数情報を搬送し、

Dは、前記反復回数情報に基づいて決定された正の整数である、請求項8に記載のユーザ機器。

【請求項10】

前記反復受信されるP D C C Hは、前記N個の連続サブフレーム内の同じ制御チャネル要素(C C E)リソースを用いて受信される、請求項7乃至9のいずれか一項に記載のユーザ機器。

【請求項11】

基地局が下りリンク信号を送信する方法であって、

N個の連続サブフレームにわたって、物理下りリンク制御チャネル(P D C C H)を反復送信することであって、Nは1より大きい整数であることと、

最後に前記P D C C Hが送信されたサブフレームnの後のサブフレームn + kから始まり、前記P D C C Hと関連付けられた物理下りリンク共有チャネル(P D S C H)を送信することと、を有し、

kは、1より大きい整数である、下りリンク信号送信方法。

【請求項12】

前記サブフレームn + kから始まるD個の連続サブフレームにわたって前記P D S C Hを反復送信することをさらに有する、請求項11に記載の下りリンク信号送信方法。

【請求項13】

前記P D S C Hに関する反復回数情報を送信することをさらに有し、

前記P D C C Hは、前記反復回数情報を搬送し、

Dは、前記反復回数情報に基づいて決定された正の整数である、請求項12に記載の下りリンク信号送信方法。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記 P D C C H に関する最大反復回数に関する情報を有する上位層信号を送信することをさらに有し、

N は、前記 P D C C H に関する最大反復回数以下である、請求項 12 に記載の下りリンク信号送信方法。

【請求項 15】

前記 N 個の連続サブフレームは、予め設定される位置で始まる、請求項 14 に記載の下りリンク信号送信方法。

【請求項 16】

前記反復送信される P D C C H は、前記 N 個の連続サブフレーム内の同じ制御チャネル要素 (C C E) リソースを用いて送信される、請求項 11 乃至 15 のいずれか一項に記載の下りリンク信号送信方法。

【請求項 17】

下りリンク信号を送信する基地局であって、

無線周波数 (R F) ユニットと、

前記 R F ユニットの制御するように構成されたプロセッサと、を有し、

前記プロセッサは、

N 個の連続サブフレームにわたって、物理下りリンク制御チャネル (P D C C H) を反復送信し、N は 1 より大きい整数であるように前記 R F ユニットの制御し、

最後に前記 P D C C H が送信されたサブフレーム n の後のサブフレーム n + k から始まり、前記 P D C C H と関連付けられた物理下りリンク共有チャネル (P D S C H) を送信するように前記 R F ユニットの制御するよう構成され、

k は、1 より大きい整数である、基地局。

【請求項 18】

前記プロセッサは、前記サブフレーム n + k から始まる D 個の連続サブフレームにわたって前記 P D S C H を反復送信するように前記 R F ユニットの制御するよう構成される、請求項 17 に記載の基地局。

【請求項 19】

前記プロセッサは、前記 P D S C H に関する反復回数情報を送信するように前記 R F ユニットの制御するよう構成され、

前記 P D C C H は、前記反復回数情報を搬送し、

D は、前記反復回数情報に基づいて決定された正の整数である、請求項 18 に記載の基地局。

【請求項 20】

前記反復送信される P D C C H は、前記 N 個の連続サブフレーム内の同じ制御チャネル要素 (C C E) リソースを用いて送信される、請求項 17 乃至 19 のいずれか一項に記載の基地局。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムに関し、信号を送信もしくは受信する方法、並びに信号を送信もしくは受信する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

機器間 (Machine-to-Machine ; M2M) 通信と、膨大なデータ送信量を要求するスマートフォン、タブレット P C などの様々な装置および技術が出現および普及している。これに伴い、セルラ網で処理されることが要求されるデータ量も急増している。このように急増するデータ処理要求量を満たすために、より多くの周波数帯域を効率的に用いるための搬送波アグリゲーション (carrier aggregation) 技術、コグニティブ無線 (cognitive radio) 技術などと、限られた周波数内で送信されるデータ容量を高めるためのマルチアン

10

20

30

40

50

テナ (multi-antenna) 技術、マルチ基地局協調技術などが発展している。

【 0 0 0 3 】

一般の無線通信システムは、1つの下りリンク (DownLink ; D L) 帯域とこれに対応する1つの上りリンク (UpLink ; U L) 帯域とでデータ送 / 受信を行ったり (周波数分割デュプレックス (Frequency Division Duplex ; F D D) モードの場合) 、 所定の無線フレーム (Radio Frame) を時間ドメイン (time domain) で上りリンク時間ユニットと下りリンク時間ユニットとに区分し、上りリンク / 下りリンク時間ユニットでデータ送 / 受信を行う (時分割デュプレックス (Time Division Duplex ; T D D) モードの場合) 。 基地局 (Base Station ; B S) とユーザ機器 (User Equipment ; U E) とは、所定の時間ユニット (unit) 、例えば、サブフレーム (Subframe ; S F) 内で、スケジューリングされたデータおよび / または制御情報を送受信する。データは、上りリンク / 下りリンクサブフレームに設定されたデータ領域を通じて送受信され、制御情報は、上りリンク / 下りリンクサブフレームに設定された制御領域を通じて送受信される。そのために、無線信号を搬送する様々な物理チャネルが上りリンク / 下りリンクサブフレームに設定される。これに対し、搬送波アグリゲーション技術は、より広い周波数帯域を用いるために複数の上りリンク / 下りリンク周波数ブロックを集約してより大きい上りリンク / 下りリンク帯域幅を用いることによって、単一搬送波が用いられる場合に比べて多量の信号を同時に処理することができる。

10

【 0 0 0 4 】

一方、U E が周辺でアクセス (access) し得るノード (node) の密度が高くなる方向に通信環境が進化している。ノードとは、1つまたは複数のアンテナを有し、U E と無線信号を送信 / 受信できる固定した地点 (point) のことを指す。高い密度のノードを具備した通信システムは、ノード間の協調によってより高い性能の通信サービスをU E に提供することができる。

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

新しい無線通信技術の導入によって、基地局が所定のリソース領域でサービスを提供すべきU E の数が増加するだけでなく、上記基地局がサービスを提供するU E と送信 / 受信するデータおよび制御情報の量も増加している。基地局がU E との通信に利用可能な無線リソースの量は有限であるため、基地局が有限の無線リソースを用いて上りリンク / 下りリンクデータおよび / または上りリンク / 下りリンク制御情報をU E から / に効率的に受信 / 送信するための新しい方法が要求される。

30

【 0 0 0 6 】

本発明が遂げようとする技術的課題は、以上で言及した技術的課題に制限されず、言及していない他の技術的課題は、以下の発明の詳細な説明から、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は明確に理解されるであろう。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明の一実施態様であって、ユーザ機器が下りリンク信号を受信する方法において、複数のサブフレームを有する第1サブフレームバンドルの間に、物理下りリンク制御チャネル (Physical Downlink Control Channel ; P D C C H) の反復受信を行う、下りリンク信号受信方法が提供される。

40

【 0 0 0 8 】

本発明の他の実施態様であって、下りリンク信号を受信するユーザ機器において、無線周波数 (Radio Frequency ; R F) ユニットと、前記 R F ユニットを制御するように構成されたプロセッサと、を有し、前記プロセッサは、複数のサブフレームを有する第1サブフレームバンドルの間に、物理下りリンク制御チャネル (Physical Downlink Control Channel ; P D C C H) の反復受信を行うように前記 R F ユニットを制御する、ユーザ機器が提供される。

50

【 0 0 0 9 】

本発明の更に他の実施態様であって、基地局が下りリンク信号を送信する方法において、複数のサブフレームを有する第1サブフレームバンドルの間に、物理下りリンク制御チャネル（Physical Downlink Control CHannel；P D C C H）の反復送信を行う、下りリンク信号送信方法が提供される。

【 0 0 1 0 】

本発明の更に他の実施態様であって、下りリンク信号を送信する基地局において、無線周波数（Radio Frequency；R F）ユニットと、前記R Fユニットを制御するように構成されたプロセッサと、を有し、前記プロセッサは、複数のサブフレームを有する第1サブフレームバンドルの間に、物理下りリンク制御チャネル（Physical Downlink Control CHannel；P D C C H）の反復送信を行うように前記R Fユニットを制御する、基地局が提供される。

10

【 0 0 1 1 】

本発明の各実施態様において、前記第1サブフレームバンドルの最後のサブフレーム $n - 1$ の次の k 番目のサブフレームであるサブフレーム $n + k$ から、前記P D C C Hと関連付けられた物理下りリンク共有チャネル（Physical Downlink Shared CHannel；P D S C H）の送信が行われてもよい。ここで、 k は0より大きい整数であってもよい。

【 0 0 1 2 】

本発明の各実施態様において、前記第1サブフレームバンドルの開始サブフレームは、予め設定された位置または固定された位置で始まってもよい。

20

【 0 0 1 3 】

本発明の各実施態様において、前記第1サブフレームバンドルのサイズは、予め設定された値または固定された値であってもよい。

【 0 0 1 4 】

本発明の各実施態様において、前記サブフレーム $n + k$ から始まる第2サブフレームバンドルの間に前記P D S C Hの反復送信が行われてもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明の各実施態様において、前記第2サブフレームバンドルの送信周期、前記第2サブフレームバンドルの前記送信周期におけるオフセット、前記第2サブフレームバンドルのサイズのうち少なくとも1つを示す情報が前記ユーザ機器に送信されてもよい。

30

【 0 0 1 6 】

本発明の各実施態様において、物理放送チャネル（Physical Broadcast Channel）の送信がさらに行われてもよい。

【 0 0 1 7 】

本発明の各実施態様において、前記ユーザ機器は、前記P B C Hのリソースでは前記P D S C Hが送信されないと仮定してもよい。

【 0 0 1 8 】

本発明の各実施態様において、前記P D S C Hに対するA C K / N A C K情報の反復送信のための第3サブフレームバンドルの開始位置と前記第3サブフレームバンドルのサイズとに関する情報が前記ユーザ機器にさらに送信されてもよい。

40

【 0 0 1 9 】

上記の課題解決方法は、本発明の実施例の一部に過ぎず、当該技術の分野における通常の知識を有する者にとっては、本願発明の技術的特徴が反映された様々な実施例を、以下に説明する本発明の詳細な説明から導出できるということは明らかであろう。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、上りリンク/下りリンク信号を効率的に送信/受信することができる。これによって、無線通信システムの全体のスループット（処理量）（throughput）が向上する。

【 0 0 2 1 】

50

本発明に係る効果は、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、以下の発明の詳細な説明から、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は明確に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】無線通信システムで用いられる無線フレーム構造の一例を示す図である。

【図 2】無線通信システムにおける下りリンク / 上りリンク (DL / UL) スロット構造の一例を示す図である。

【図 3】同期信号 (Synchronization Signal ; SS) の送信のための無線フレーム構造を例示する図である。

10

【図 4】無線通信システムで用いられる下りリンクサブフレーム (subframe) 構造を例示する図である。

【図 5】セル固有参照信号 (Cell specific Reference Signal ; CRS) と UE 固有参照信号 (User specific Reference Signal ; UE - RS) とを例示する図である。

【図 6】無線通信システムで用いられる上りリンク (UpLink ; UL) サブフレーム構造の一例を示す図である。

【図 7】PDCCH (Physical Downlink Control CHannel) または EPDCCH (Enhanced PDCCH) と、PDCCH / EPDCCH によってスケジューリングされるデータチャネルと、を例示する図である。

【図 8】本発明を実行する送信装置 10 および受信装置 20 の構成要素を示すブロック図である。

20

【図 9】物理チャネル処理の概要 (overview) を例示する図である。

【図 10】本発明の実施例 A に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 11】本発明の実施例 A に係る他の信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 12】本発明の実施例 A に係る更に他の信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 13】本発明の実施例 B に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 14】本発明の実施例 C に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 15】本発明の実施例 D に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 16】本発明の実施例 D に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 17】本発明の実施例 D に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

30

【図 18】本発明の実施例 E に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 19】本発明の実施例 F に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【図 20】本発明の実施例 G に係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

本発明に関する理解を助けるために詳細な説明の一部として含まれる添付の図面は、本発明に関する実施例を提供し、詳細な説明と共に本発明の技術的思想を説明する。

【 0 0 2 4 】

以下、本発明に係る好適な実施の形態を、添付の図面を参照して詳しく説明する。添付の図面と共に以下に開示される詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態を説明するためのものであり、本発明が実施し得る唯一の実施形態を示すためのものではない。以下の詳細な説明は、本発明の完全な理解を提供するために具体的な細部事項を含む。しかし、当業者にとってはこのような具体的な細部事項がなくても本発明を実施できることは明らかである。

40

【 0 0 2 5 】

いくつかの場合、本発明の概念が曖昧になることを避けるために、公知の構造および装置を省略したり、各構造および装置の核心機能を中心にしたブロック図の形式で示すことがある。また、本明細書全体を通じて同一の構成要素については、同一の図面符号を付して説明する。

【 0 0 2 6 】

50

以下に説明する技法 (technique) および装置、システムは、様々な無線多元接続システムに適用することができる。多元接続システムの例には、C D M A (Code Division Multiple Access) システム、F D M A (Frequency Division Multiple Access) システム、T D M A (Time Division Multiple Access) システム、O F D M A (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) システム、S C - F D M A (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) システム、M C - F D M A (Multi Carrier Frequency Division Multiple Access) システムなどがある。C D M A は、U T R A (Universal Terrestrial Radio Access) または C D M A 2 0 0 0 などの無線技術 (technology) によって具現することができる。T D M A は、G S M (登録商標) (Global System for Mobile communication)、G P R S (General Packet Radio Service)、E D G E (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) (すなわち、G E R A N) などの無線技術によって具現することができる。O F D M A は、I E E E (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 8 0 2 . 1 1 (W i - F i)、I E E E 8 0 2 . 1 6 (W i M A X)、I E E E 8 0 2 - 2 0、E - U T R A (evolved-UTRA) などの無線技術によって具現することができる。U T R A は、U M T S (Universal Mobile Telecommunication System) の一部であり、3 G P P (3rd Generation Partnership Project) L T E (Long Term Evolution) は、E - U T R A を用いる E - U M T S の一部である。3 G P P L T E は、下りリンク (DownLink; D L) では O F D M A を採択し、上りリンク (UpLink; U L) では S C - F D M A を採択している。L T E - A (LTE-Advanced) は、3 G P P L T E の進化した形態である。説明の便宜のために、以下では、本発明が 3 G P P L T E / L T E - A に適用される場合を仮定して説明する。しかし、本発明の技術的特徴がこれに制限されるものではない。例えば、以下の詳細な説明が、移動通信システムが 3 G P P L T E / L T E - A システムに対応する移動通信システムに基づいて説明されても、3 G P P L T E / L T E - A に特有の事項以外は、他の任意の移動通信システムにも適用可能である。

【 0 0 2 7 】

例えば、本発明は、3 G P P L T E / L T E - A システムのように、e N B が U E に下りリンク / 上りリンク時間 / 周波数リソースを割り当て、U E が e N B の割当てによって下りリンク信号を受信し、上りリンク信号を送信する非 - 競合ベース (non-contention based) 通信だけでなく、W i - F i などの競合ベース (contention based) 通信にも適用することができる。非 - 競合ベース通信方式 (scheme) は、アクセスポイント (Access Point; A P) または上記アクセスポイントを制御する制御ノード (node) が、U E と上記 A P との間の通信のためのリソースを割り当てるが、競合ベース通信方式は、A P にアクセスしようとする複数の U E 間の競合によって通信リソースが占有される。競合ベース通信方式について簡略に説明すると、競合ベース通信方式の一種として搬送波検知多元接続 (Carrier Sense Multiple Access; C S M A) がある。C S M A とは、ノードまたは通信機器が周波数帯域 (band) などの、共有伝送媒体 (shared transmission medium) (共有チャネルともいう。) 上でトラフィック (traffic) を送信する前に、同一の共有伝送媒体上に他のトラフィックがないことを確認する確率的 (probabilistic) 媒体アクセス制御 (Media Access Control; M A C) プロトコル (protocol) を指す。C S M A において、送信装置は、受信装置にトラフィックを送ることを試みる前に、他の送信が進行中であるか否かを決定する。換言すれば、送信装置は、送信を試みる前に、他の送信装置からの搬送波 (carrier) の存在を検出 (detect) することを試みる。搬送波が検知されると、送信装置は、自体の送信を開始する前に、進行中の他の送信装置による送信が完了 (finish) することを待つ。結局、C S M A は、“ s e n s e b e f o r e t r a n s m i t ” または “ l i s t e n b e f o r e t a l k ” の原理に基づいた通信方式といえる。C S M A を用いる競合ベース通信システムにおいて、送信装置間の衝突を回避する方式として C S M A / C D (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) および / または C S M A / C A (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) が用いられる。C S M A / C D は、有線 L A N 環境での衝突検出方式であり、

イーサネット（登録商標）（Ethernet（登録商標））環境で通信をしようとするPC（Personal Computer）やサーバ（server）が、まず、ネットワーク上で通信が行われているか否かを確認した後、他の装置（device）がデータを上記ネットワーク上に載せて送っている場合、待ってからデータを送る。すなわち、2人以上のユーザ（例えば、PC、UEなど）が同時にデータを乗せて送る場合、上記同時送信間に衝突が発生するが、CSMA/CDは、上記衝突を監視し、柔軟性のあるデータ送信がなされるようにする方式である。CSMA/CDを用いる送信装置は、特定の規則を用いて他の送信装置によるデータ送信を検知し、自体のデータ送信を調節する。CSMA/CAは、IEEE 802.11標準に明示されている媒体アクセス制御プロトコルである。IEEE 802.11標準に従うWLANシステムは、IEEE 802.3標準で用いられたCSMA/CDを用いず、CA、すなわち、衝突を回避する方式を用いている。送信装置は、常にネットワークの搬送波を検知しているが、ネットワークが空になると、リスト（目録）（list）に登録された自体の位置によって、定められた時間を待ってからデータを送る。リスト内で送信装置間の優先順位を決め、この優先順位を再設定（reconfiguration）するためには様々な方法を用いることができる。IEEE 802.11標準の一部のバージョンに従うシステムでは、衝突が起きることがあり、この場合には衝突検知手順が行われる。CSMA/CAを用いる送信装置は、特定の規則を用いて、他の送信装置によるデータ送信と自体のデータ送信との間の衝突を回避する。

【0028】

本発明において、UEは、固定していても移動性を有してもよく、基地局（Base Station；BS）と通信してユーザデータおよび／または各種制御情報を送受信する各種機器がこれに属する。UEは、端末（Terminal Equipment）、MS（Mobile Station）、MT（Mobile Terminal）、UT（User Terminal）、SS（Subscribe Station）、無線機器（wireless device）、PDA（Personal Digital Assistant）、無線モデム（wireless modem）、携帯機器（handheld device）などと呼ぶことができる。また、本発明において、BSは、一般に、UEおよび／または他のBSと通信する固定局（fixed station）のことをいい、UEおよび他のBSと通信して各種データおよび制御情報を交換する。BSは、ABS（Advanced Base Station）、NB（Node-B）、eNB（evolved-NodeB）、BTS（Base Transceiver System）、アクセスポイント（Access Point）、PS（Processing Server）等の他の用語で呼ぶこともできる。以下の本発明に関する説明では、BSをeNBと総称する。

【0029】

本発明でいうノード（node）とは、UEと通信して無線信号を送信／受信し得る固定した地点（point）のことを指す。様々な形態のeNBを、その名称に関係なくノードとして用いることができる。例えば、BS、NB、eNB、ピコセルeNB（PeNB）、ホームeNB（HeNB）、リレー、リピータなどをノードとすることができる。また、ノードは、eNBでなくてもよい。例えば、無線リモートヘッド（Radio Remote Head；RRH）、無線リモートユニット（Radio Remote Unit；RRU）とすることもできる。RRH、RRUなどは、一般に、eNBの電力レベル（power level）よりも低い電力レベルを有する。RRHまたはRRU（以下、RRH／RRU）は、一般に、光ケーブルなどの専用回線（dedicated line）でeNBに接続されているため、一般に、無線回線で接続されたeNBによる協調通信に比べて、RRH／RRUとeNBとによる協調通信を円滑に行うことができる。1つのノードには少なくとも1つのアンテナが設置される。上記アンテナは物理アンテナを意味することもでき、アンテナポート、仮想アンテナ、またはアンテナグループを意味することもできる。ノードは、ポイント（point）とも呼ばれる。マルチノードシステムにおいて、複数のノードへの／からの信号送信／受信には、同一のセル識別子（IDentity；ID）を用いてもよく、互いに異なるセル識別子を用いてもよい。複数のノードが同一のセルIDを有する場合、上記複数のノードのそれぞれは、1つのセルの一部のアンテナグループのように動作する。マルチノードシステムでノードが互いに異なるセルIDを有する場合、このようなマルチノードシステムは、マルチセル（

10

20

30

40

50

例えば、マクロセル／フェムトセル／ピコセル）システムと見なすことができる。複数のノードのそれぞれが形成したマルチセルがカバレッジによってオーバーレイ（overlay）する形態で構成される場合、上記マルチセルが形成したネットワークを特に多層（multi-tier）ネットワークと呼ぶ。RRH／RRUのセルIDとeNBのセルIDとは同一でもよく、異なってもよい。RRH／RRUがeNBと異なるセルIDを用いる場合、RRH／RRUとeNBとはいずれも独立した基地局として動作する。

【0030】

マルチノードシステムにおいて、複数のノードと接続された1つまたは複数のeNBまたはeNBコントローラが、上記複数のノードの一部または全てを通じてUEに同時に信号を送信または受信するように上記複数のノードを制御することができる。各ノードの実体、各ノードの具現形態などによってマルチノードシステム間には相違点が存在するが、複数のノードが共に所定の時間・周波数リソース上でUEに通信サービスを提供することに参加するという点で、これらのマルチノードシステムは単一ノードシステム（例えば、CAS、従来のMIMOシステム、従来の中継システム、従来のリピータシステムなど）と相違する。したがって、複数のノードの一部または全てを用いてデータ協調送信を行う方法に関する本発明の実施例は、各種のマルチノードシステムに適用することができる。例えば、ノードは、通常、他のノードと一定の間隔以上離れて位置しているアンテナグループを指すが、後述する本発明の実施例は、ノードが間隔に関係なく任意のアンテナグループを意味する場合にも適用することができる。例えば、X-pol（Cross polarized）アンテナを具備したeNBの場合、該eNBはH-polアンテナで構成された（configured）ノードとV-polアンテナで構成されたノードとを制御するとして、本発明の実施例を適用することができる。

【0031】

複数の送信（Tx）／受信（Rx）ノードを通じて信号を送信／受信したり、複数の送信／受信ノードの中から選択された少なくとも1つのノードを通じて信号を送信／受信したり、下りリンク信号を送信するノードと上りリンク信号を受信するノードとを別々にし得る通信方式を、マルチeNB MIMOまたはCoMP（Coordinated Multi-Point transmission/reception）という。このようなノード間協調通信のうち、協調送信方式は、大きく、JP（Joint Processing）とスケジューリング協調（scheduling coordination）とに区別できる。前者は、JT（Joint Transmission）／JR（Joint Reception）とDPS（Dynamic Point Selection）とに区別でき、後者は、CS（Coordinated Scheduling）とCB（Coordinated Beamforming）とに区別できる。DPSは、DCS（Dynamic Cell Selection）とも呼ばれる。他の協調通信方式に比べて、ノード間協調通信方式のうちJPが行われるとき、より様々な通信環境が形成されうる。JPのうち、JTは、複数のノードが同一のストリームをUEに送信する通信方式をいい、JRは、複数のノードが同一のストリームをUEから受信する通信方式をいう。上記UE/eNBは、上記複数のノードから受信した信号を合成して上記ストリームを復元する。JT/JRの場合、同一のストリームが複数のノードからノードに送信されるため、送信ダイバーシティ（diversity）によって信号送信の信頼度を向上させることができる。JPのうち、DPSは、複数のノードのうち、特定の規則によって選択されたノードを通じて信号が送信／受信される通信方式をいう。DPSの場合、通常、UEとノードとの間のチャネル状態の良いノードが通信ノードとして選択されるため、信号送信の信頼度を向上させることができる。

【0032】

本発明でいうセル（cell）とは、1つまたは複数のノードが通信サービスを提供する一定の地理的領域を指す。したがって、本発明で特定のセルと通信するということは、上記特定のセルに通信サービスを提供するeNBまたはノードと通信するということを意味できる。また、特定のセルの下りリンク／上りリンク信号は、上記特定のセルに通信サービスを提供するeNBまたはノードからのノードへの下りリンク／上りリンク信号を意味する。UEに上りリンク／下りリンク通信サービスを提供するセルを特にサービングセル（serving cell）という。また、特定のセルのチャネル状態／品質は、上記特定のセルに通信サ

10

20

30

40

50

ービスを提供するeNBまたはノードとUEとの間に形成されたチャネルまたは通信リンクのチャネル状態/品質を意味する。LTE/LTE-Aベースのシステムで、UEは、特定のノードからの下りリンクチャネル状態を、上記特定のノードのアンテナポートが上記特定のノードに割り当てられたCRS(Cell-specific Reference Signal)リソース上で送信されるCRSおよび/またはCSI-RS(Channel State Information Reference Signal)リソース上で送信されるCSI-RSを用いて測定することができる。一方、3GPP LTE/LTE-Aシステムは、無線リソースを管理するためにセル(cell)の概念を用いているが、無線リソースと関連付けられたセル(cell)は、地理的領域のセル(cell)と区別される。

【0033】

近年、無線通信システムでは、より広い周波数帯域を用いるために複数のULおよび/またはDL周波数ブロックを集めてより大きいUL/DL帯域幅を用いる搬送波アグリゲーション(carrier aggregationまたはbandwidth aggregation)技術の導入が検討されている。搬送波アグリゲーション(Carrier Aggregation; CA)は、複数の搬送波周波数を用いてDLまたはUL通信を行うという点で、複数の直交する副搬送波に分割された基本周波数帯域を1つの搬送波周波数に乘せてDLまたはUL通信を行うOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)システムと区別される。以下、搬送波アグリゲーションによって集約される搬送波のそれぞれをコンポーネント搬送波(Component Carrier; CC)と称する。無線リソースと関連付けられた“セル”とは、下りリンクリソース(DL resources)と上りリンクリソース(UL resources)との組合せ、すなわち、DL CCとUL CCとの組合せとして定義される。セルは、DLリソース単独、またはDLリソースとULリソースとの組合せで設定する(configure)ことができる。搬送波アグリゲーションがサポート(支援)(support)される場合、DLリソース(または、DL CC)の搬送波周波数(carrier frequency)とULリソース(または、UL CC)の搬送波周波数(carrier frequency)との間のリンケージ(linkage)をシステム情報によって示すことができる。ここで、搬送波周波数とは、各セルまたはCCの中心周波数(center frequency)を意味する。以下では、一次周波数(primary frequency)上で動作するセルを一次セル(Primary cell; Pcell)またはPCCと呼び、二次周波数(Secondary frequency)上で動作するセルを二次セル(Secondary cell; Scell)またはSCCと呼ぶ。Scellとは、RRC(Radio Resource Control)接続確立(connection establishment)がなされた後に設定可能であり、追加無線リソースの提供のために用い得るセルを意味する。UEの性能(capabilities)によって、ScellがPcellと共に、上記UEのためのサービングセルのセット(集合)(set)を形成することができる。RRC_接続(RRC_connected)状態にあるが、搬送波アグリゲーションが設定されていないか、または搬送波アグリゲーションをサポートしないUEの場合、Pcellのみで設定されたサービングセルが1つのみ存在する。

【0034】

地理的領域の“セル”は、ノードが搬送波を用いてサービスを提供できるカバレッジ(coverage)として理解することができ、無線リソースの“セル”は、上記搬送波によって設定(configure)される周波数範囲である帯域幅(BandWidth; BW)に関連付けられる。ノードが有効な信号を送信できる範囲である下りリンクカバレッジと、UEから有効な信号を受信できる範囲である上りリンクカバレッジは、当該信号を運ぶ搬送波に依存するので、ノードのカバレッジは、上記ノードが用いる無線リソースの“セル”のカバレッジと関連付けられることもある。したがって、“セル”という用語は、時にはノードによるサービスのカバレッジを、時には無線リソースを、時には上記無線リソースを用いた信号が有効な強度で到達できる範囲を意味することに用いることができる。

【0035】

3GPP LTE/LTE-A標準は、上位層から生じる情報を運ぶリソース要素に対応する下りリンク物理チャネルと、物理層によって用いられるが、上位層から生じる情報を搬送しないリソース要素に対応する下りリンク物理信号と、を定義する。例えば、物理

10

20

30

40

50

下りリンク共有チャネル (Physical Downlink Shared CHannel ; P D S C H)、物理ブロードキャストチャネル (Physical Broadcast CHannel ; P B C H)、物理マルチキャストチャネル (Physical Multicast CHannel ; P M C H)、物理制御フォーマットインジケータ (指示子) チャネル (Physical Control Format Indicator CHannel ; P C F I C H)、物理下りリンク制御チャネル (Physical Downlink Control CHannel ; P D C C H) および物理ハイブリッド A R Q インジケータチャネル (Physical Hybrid ARQ Indicator CHannel ; P H I C H) が下りリンク物理チャネルとして定義されており、参照信号および同期信号が下りリンク物理信号として定義されている。パイロット (pilot) とも呼ばれる参照信号 (Reference Signal ; R S) は、e N B と U E とが互いに知っている予め定義された特別な波形の信号を意味するが、例えば、セル固有 R S (cell specific RS)、U E - 固有 R S (UE-specific RS ; U E - R S)、ポジショニング R S (Positioning RS ; P R S) およびチャネル状態情報 R S (Channel State Information RS ; C S I - R S) が下りリンク参照信号として定義される。3 G P P L T E / L T E - A 標準は、上位層から生じる情報を搬送するリソース要素に対応する上りリンク物理チャネルと、物理層によって用いられるが、上位層から生じる情報を搬送しないリソース要素に対応する上りリンク物理信号と、を定義している。例えば、物理上りリンク共有チャネル (Physical Uplink Shared CHannel ; P U S C H)、物理上りリンク制御チャネル (Physical Uplink Control CHannel ; P U C C H)、物理ランダムアクセスチャネル (Physical Random Access CHannel ; P R A C H) が上りリンク物理チャネルとして定義され、上りリンク制御 / データ信号のための復調参照信号 (DeModulation Reference Signal ; D M R S) と、上りリンクチャネル測定に用いられるサウンディング参照信号 (Sounding Reference Signal ; S R S) と、が定義される。

【 0 0 3 6 】

本発明で、P D C C H (Physical Downlink Control CHannel) / P C F I C H (Physical Control Format Indicator CHannel) / P H I C H (Physical Hybrid automatic retransmit request Indicator CHannel) / P D S C H (Physical Downlink Shared CHannel) は、それぞれ、D C I (Downlink Control Information) / C F I (Control Format Indicator) / 下りリンク A C K / N A C K (ACKnowledgement / Negative ACK) / 下りリンクデータを搬送する時間 - 周波数リソースのセットまたはリソース要素のセットを意味する。また、P U C C H (Physical Uplink Control CHannel) / P U S C H (Physical Uplink Shared CHannel) / P R A C H (Physical Random Access CHannel) は、それぞれ、U C I (Uplink Control Information) / 上りリンクデータ / ランダムアクセス信号を搬送する時間 - 周波数リソースセットまたはリソース要素セットを意味する。本発明では、特に、P D C C H / P C F I C H / P H I C H / P D S C H / P U C C H / P U S C H / P R A C H に割り当てられたり、これに属した時間 - 周波数リソースまたはリソース要素 (Resource Element ; R E) をそれぞれ、P D C C H / P C F I C H / P H I C H / P D S C H / P U C C H / P U S C H / P R A C H R E または P D C C H / P C F I C H / P H I C H / P D S C H / P U C C H / P U S C H / P R A C H リソースと称する。以下では、U E が P U C C H / P U S C H / P R A C H を送信するという表現は、それぞれ、P U S C H / P U C C H / P R A C H 上で / またはを通じて、上りリンク制御情報 / 上りリンクデータ / ランダムアクセス信号を送信することと同じ意味で使われる。また、e N B が P D C C H / P C F I C H / P H I C H / P D S C H を送信するという表現は、それぞれ、P D C C H / P C F I C H / P H I C H / P D S C H 上で / またはを通じて、下りリンクデータ / 制御情報を送信することと同じ意味で使われる。

【 0 0 3 7 】

また、本発明で、P B C H / (e) P D C C H / P D S C H / P U C C H / P U S C H 領域は、P B C H / (e) P D C C H / P D S C H / P U C C H / P U S C H がマッピングされたまたはマッピングされ得る時間 - 周波数リソース領域をいう。

【 0 0 3 8 】

以下では、C R S / D M R S / C S I - R S / S R S / U E - R S / T R S が割り当て

られたまたは設定された (configured) OFDMシンボル / 副搬送波 / RE を、CRS / DMRS / CSI-RS / SRS / UE-RS / TRSシンボル / 搬送波 / 副搬送波 / RE と称する。例えば、トラッキングRS (Tracking RS; TRS) が割り当てられたまたは設定されたOFDMシンボルは、TRSシンボルと称し、TRSが割り当てられたまたは設定された副搬送波は、TRS副搬送波と称し、TRSが割り当てられたまたは設定されたREはTRS REと称する。また、TRS送信のために設定された (configured) サブフレームを、TRSサブフレームと称する。また、ブロードキャスト信号が送信されるサブフレームを、ブロードキャストサブフレームまたはPBCHサブフレームと称し、同期信号 (例えば、PSSおよび/またはSSS) が送信されるサブフレームを、同期信号サブフレームまたはPSS / SSSサブフレームと称する。PSS / SSSが割り当てられたまたは設定された (configured) OFDMシンボル / 副搬送波 / RE を、それぞれ、PSS / SSSシンボル / 副搬送波 / RE と称する。

10

【0039】

本発明で、CRSポート、DMRSポート、UE-RSポート、CSI-RSポート、TRSポートとは、それぞれ、CRSを送信するように設定された (configured) アンテナポート、DMRSを送信するように設定されたアンテナポート、UE-RSを送信するように設定されたアンテナポート、TRSを送信するように設定されたアンテナポートを意味する。CRSを送信するように設定されたアンテナポートは、CRSポートによってCRSが占有するREの位置によって相互に区別でき、UE-RSを送信するように設定された (configured) アンテナポートは、UE-RSポートによってUE-RSが占有するREの位置によって相互に区別でき、CSI-RSを送信するように設定されたアンテナポートは、CSI-RSポートによってCSI-RSが占有するREの位置によって相互に区別できる。したがって、CRS / DMRS / UE-RS / CSI-RS / TRSポートという用語が、一定のリソース領域 (例えば、RBまたはRB対) 内でCRS / DMRS / UE-RS / CSI-RS / TRSが占有するREのパターンを意味する用語として用いられることもある。本発明において、DMRSおよびUE-RSはいずれも復調用RSを意味し、よって、DMRSという用語とUE-RSという用語とは、いずれも復調用RSを指すために用いられる。

20

【0040】

図1は、無線通信システムで用いられる無線フレーム構造の一例を示す図である。

30

【0041】

特に、図1(a)は、3GPP LTE / LTE-Aシステムで用いられる周波数分割デュプレックス (Frequency Division Duplex; FDD) 用フレーム構造を示す図であり、図1(b)は、3GPP LTE / LTE-Aシステムで用いられる時分割デュプレックス (Time Division Duplex; TDD) 用フレーム構造を示す図である。

【0042】

図1を参照すると、3GPP LTE / LTE-Aシステムで用いられる無線フレームは、 10ms ($307,200T_s$) の長さを有し、10個の均等なサイズのサブフレーム (SubFrame; SF) で構成される。1つの無線フレーム内の10個のサブフレームにはそれぞれ番号を与えることができる。ここで、 T_s は、サンプリング時間を表し、 $T_s = 1 / (2048 \cdot 15\text{kHz})$ で表示される。それぞれのサブフレームは、 1ms の長さを有し、2個のスロットで構成される。1つの無線フレームにおいて20個のスロットには0から19まで順次番号を付けることができる。それぞれのスロットは、 0.5ms の長さを有する。1つのサブフレームを送信するための時間は、送信時間間隔 (Transmission Time Interval; TTI) として定義される。時間リソースは、無線フレーム番号 (または、無線フレームインデックス)、サブフレーム番号 (または、サブフレームインデックス)、スロット番号 (または、スロットインデックス) などによって区分することができる。

40

【0043】

50

無線フレームは、デュプレックス (duplex) モードによって異なるように設定 (configure) することができる。例えば、FDDモードでは、下りリンク送信および上りリンク送信は周波数によって区分されるため、無線フレームは、特定の周波数帯域に対して下りリンクサブフレームまたは上りリンクサブフレームのいずれか1つのみを含む。TDDモードでは、下りリンク送信および上りリンク送信は、時間によって区分されるため、特定の周波数帯域に対して無線フレームは下りリンクサブフレームおよび上りリンクサブフレームの両方を含む。

【0044】

表1は、TDDモードで、無線フレームにおけるサブフレームのDL - UL設定 (configuration) を例示するものである。

10

【0045】

【表1】

【表1】

Uplink-downlink configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

20

【0046】

表1において、Dは下りリンクサブフレームを、Uは上りリンクサブフレームを、Sはスペシャル (special) サブフレームを表す。スペシャルサブフレームは、DwPTS (Downlink Pilot Time Slot)、GP (Guard Period)、UpPTS (Uplink Pilot Time Slot) の3つのフィールドを含む。DwPTSは、下りリンク送信用にリザーブされる (reserved) 時間区間であり、UpPTSは、上りリンク送信用にリザーブされる時間区間である。表2は、スペシャルサブフレームの設定 (configuration) を例示するものである。

30

【0047】

【表 2】

【表 2】

Special Subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink			Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	UpPTS	
		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
2	$21952 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
3	$24144 \cdot T_s$			$25600 \cdot T_s$		
4	$26336 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			—	—	—
8	$24144 \cdot T_s$			—	—	—

10

20

【 0 0 4 8 】

図 2 は、無線通信システムにおける下りリンク / 上りリンク (DL / UL) スロット構造の一例を示す図である。特に、図 2 は、3 G P P L T E / L T E - A システムのリソースグリッド (resource grid) の構造を示す。アンテナポートごとに 1 つのリソースグリッドがある。

【 0 0 4 9 】

図 2 を参照すると、スロットは、時間ドメイン (time domain) で複数の O F D M (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) シンボルを含み、周波数ドメイン (frequency domain) で複数のリソースブロック (Resource Block ; RB) を含む。O F D M シンボルは、1 シンボル区間を意味してもよい。図 2 を参照すると、各スロットで送信される信号は $N_{RB}^{DL/UL} \times N_{sc}^{RB}$ 個の副搬送波 (subcarrier) と $N_{symp}^{DL/UL}$ 個の O F D M シンボルとで構成されるリソースグリッド (resource grid) で表現されることができる。ここで、 N_{RB}^{DL} は、下りリンクスロットにおけるリソースブロック (Resource Block ; RB) の数を表し、 N_{RB}^{UL} は、UL スロットにおける RB の数を表す。 N_{RB}^{DL} および N_{RB}^{UL} は、DL 送信帯域幅および UL 送信帯域幅にそれぞれ依存する。 N_{symp}^{DL} は、下りリンクスロットにおける O F D M シンボルの数を表し、 N_{symp}^{UL} は、UL スロットにおける O F D M シンボルの数を表す。 N_{sc}^{RB} は、1 RB を構成する副搬送波の数を表す。

30

【 0 0 5 0 】

O F D M シンボルは、多元接続方式によって、O F D M シンボル、S C - F D M (Single Carrier Frequency Division Multiplexing) シンボルなどと呼ぶことができる。1 スロットに含まれる O F D M シンボルの数は、チャネル帯域幅、C P (Cyclic Prefix) の長さによって様々に変更することができる。例えば、ノーマル (normal) C P の場合には、1 スロットが 7 個の O F D M シンボルを含むが、拡張 (extended) C P の場合には、1 スロットが 6 個の O F D M シンボルを含む。図 2 では、説明の便宜のために、1 スロットが 7 個の O F D M シンボルで構成されるサブフレームを例示するが、本発明の実施例は、他の数の O F D M シンボルを有するサブフレームにも同様の方式で適用することができる。図 2 を参照すると、各 O F D M シンボルは、周波数ドメインで、 $N_{RB}^{DL/UL} \times N_{sc}^{RB}$ 個の副搬送波を含む。副搬送波の類型としては、データ送信のためのデータ副搬送波、参照信号 (reference signal) の送信のための参照信号副搬送波、保護帯域 (guard band) または直流 (Direct Current ; DC) 成分のためのヌル (null) 副搬送波を含むことができ

40

50

る。DC成分は、OFDM信号生成処理または周波数アップコンバート処理で搬送波周波数(carrier frequency、 f_0)にマッピング(mapping)される。搬送波周波数は、中心周波数(center frequency、 f_c)とも呼ぶ。

【0051】

1つのRBは、時間ドメインで $N^{DL/UL}_{symb}$ 個(例えば、7個)の連続するOFDMシンボルとして定義され、周波数ドメインで N^{RB}_{sc} 個(例えば、12個)の連続する副搬送波として定義される。参考として、1つのOFDMシンボルと1つの副搬送波とで定義されたリソースをリソース要素(Resource Element; RE)またはトーン(tone)という。したがって、1つのRBは、 $N^{DL/UL}_{symb} \times N^{RB}_{sc}$ 個のリソース要素で構成される。リソースグリッド内の各リソース要素は、1スロットにおけるインデックス対(k, l)によって一意に定義することができる。 k は、周波数ドメインで0から $N^{DL/UL}_{RB} \times N^{RB}_{sc} - 1$ まで与えられるインデックスであり、 l は、時間ドメインで0から $N^{DL/UL}_{symb} - 1$ まで与えられるインデックスである。

10

【0052】

一方、1つのRBは、1つの物理リソースブロック(Physical Resource Block; PRB)と1つの仮想リソースブロック(Virtual Resource Block; VRB)とに、それぞれマッピングされる。PRBは、時間ドメインで $N^{DL/UL}_{symb}$ 個(例えば、7個)の連続するOFDMシンボルまたはSC-FDMシンボルとして定義され、周波数ドメインで N^{RB}_{sc} 個(例えば、12個)の連続する副搬送波として定義される。したがって、1つのPRBは、 $N^{DL/UL}_{symb} \times N^{RB}_{sc}$ 個のリソース要素で構成される。1つのサブフレームにおいて、 N^{RB}_{sc} 個が連続する同一の副搬送波を占有するが、上記サブフレームの2個のスロットのそれぞれに1個ずつ位置する2個のRBを、PRB対と呼ぶ。PRB対を構成する2個のRBは、同一のPRB番号(または、PRBインデックスともいう)を有する。

20

【0053】

図3は、同期信号(Synchronization Signal; SS)の送信のための無線フレーム構造を例示する図である。特に、図3は、周波数分割デュプレックス(Frequency Division Duplex; FDD)で同期信号およびPBCHの送信のための無線フレーム構造を例示するものであり、図3(a)は、ノーマルCP(normal Cyclic Prefix)として構成された無線フレームにおけるSSおよびPBCHの送信位置を示し、図3(b)は、拡張CP(extended CP)として構成された無線フレームにおけるSSおよびPBCHの送信位置を示している。

30

【0054】

UEは、電源がついたり新しくセルにアクセスしようとする場合、上記セルとの時間および周波数同期を取得し、上記セルの物理層セル識別子(physical layer cell identity) N^{cell}_{ID} を検出(detect)する等のセル探索(initial cell search)手順(procedure)を行う。そのために、UEは、eNBから同期信号、例えば、一次同期信号(Primary Synchronization Signal; PSS)および二次同期信号(Secondary Synchronization Signal; SSS)を受信してeNBと同期を取り、セル識別子(identity; ID)などの情報を取得することができる。

【0055】

40

図3を参照して、SSをより具体的に説明すると、次のとおりである。SSは、PSSとSSSとに区別される。PSSは、OFDMシンボル同期、スロット同期などの時間ドメイン同期および/または周波数ドメイン同期を得るために用いられ、SSSは、フレーム同期、セルグループIDおよび/またはセルのCP設定(configuration)(すなわち、ノーマルCPまたは拡張CPの使用情報)を得るために用いられる。図3を参照すると、PSSおよびSSSは、無線フレームごとに2個のOFDMシンボルでそれぞれ送信される。具体的には、SSは、インター-RAT(inter Radio Access Technology)測定の容易さのために、GSM(登録商標)(Global System for Mobile communication)フレーム長である4.6msを考慮して、サブフレーム0の第1のスロットとサブフレーム5の第1のスロットとでそれぞれ送信される。特に、PSSは、サブフレーム0の第1の

50

スロットの最後のOFDMシンボルとサブフレーム5の第1のスロットの最後のOFDMシンボルとでそれぞれ送信され、SSSは、サブフレーム0の第1のスロットの最後から2番目のOFDMシンボルとサブフレーム5の第1のスロットの最後から2番目のOFDMシンボルとでそれぞれ送信される。該当の無線フレームの境界はSSSを用いて検出することができる。 PSSは、該当スロットの最後のOFDMシンボルで送信され、SSSはPSSの直前のOFDMシンボルで送信される。SSの送信ダイバーシティ(diversity)方式は、単一アンテナポート(single antenna port)のみを使用し、標準では別に定義されていない。すなわち、単一アンテナポート送信またはUEに対してトランスパレントな(transparent)送信方式(例えば、PVS(Precoding Vector Switching)、TSTD(Time Switched Diversity)、CDD(Cyclic Delay Diversity))をSSの送信ダイバーシティのために用いることができる。

10

【0056】

SSは、3個のPSSと168個のSSSとの組合せによって合計504個の一意の物理層セル識別子(physical layer cell ID)を示すことができる。換言すれば、上記物理層セルID(識別子)は、各物理層セルIDが唯一の物理層セル識別子グループの一部になるように、各グループが3個の一意の識別子を含む168個の物理層セル識別子グループにグルーピングされる。したがって、物理層セル識別子 $N^{cell}_{ID} = 3N^{(1)}_{ID} + N^{(2)}_{ID}$ は、物理層セル識別子グループを示す0から167までの範囲内の番号 $N^{(1)}_{ID}$ と上記物理層セル識別子グループ内の上記物理層識別子を示す0から2までの番号 $N^{(2)}_{ID}$ によって一意に定義される。UEは、PSSを検出して、3個の一意の物理層識別子のうちの1つがわかり、SSSを検出して、上記物理層識別子に関連付けられた168個の物理層セルIDのうちの1つを識別することができる。長さ63のZC(Zadoff-Chu)シーケンスが周波数ドメインで定義されてPSSとして用いられる。

20

【0057】

図3を参照すると、PSSは、5msごとに送信されるため、UEは、PSSを検出することによって、当該サブフレームがサブフレーム0またはサブフレーム5のいずれかであることがわかるが、当該サブフレームがサブフレーム0およびサブフレーム5のうちのいずれであるかは具体的にはわからない。したがって、UEは、PSSだけでは無線フレームの境界を認知できない。すなわち、PSSだけではフレーム同期を取ることができない。UEは、無線フレーム内で2回送信されるものの、互いに異なったシーケンスで送信されるSSSを検出して無線フレームの境界を検出する。

30

【0058】

このように、セル探索/再探索のために、UEは、eNBからPSSおよびSSSを受信してeNBとの同期を取り、セル識別子(IDentity; ID)などの情報を取得することができる。その後、UEは、PBCH上でeNBによって管理されるセル(cell)内の放送情報を受信することができる。

【0059】

PBCHのメッセージ内容は、無線リソース制御(Radio Resource Control; RRC)層のマスタ情報ブロック(Master Information Block; MIB)で表現される。具体的には、PBCHのメッセージ内容は、表3のとおりである。

40

【0060】

【表 3】

[表 3]

-- ASN1START	
MasterInformationBlock ::=	SEQUENCE {
dl-Bandwidth	ENUMERATED {
	n6, n15, n25, n50, n75, n100},
phich-Config	PHICH-Config,
systemFrameNumber	BIT STRING (SIZE (8)),
spare	BIT STRING (SIZE (10))
}	
-- ASN1STOP	

10

【 0 0 6 1 】

表 3 のように、M I B には、下りリンクシステム帯域幅 (d l - B a n d w i d t h 、 D L B W) 、 P H I C H 設定、システムフレームナンバ (S F N) が含まれる。例えば、M I B のパラメータのうち、パラメータ d l - B a n d w i d t h (帯域幅) は、下りリンクにおける R B の数 N_{RB} を示すパラメータであり、n 6 は 6 個の R B に対応、n 1 5 は 1 5 個の R B に対応する形で下りリンクシステム帯域幅を示すことができる。M I B のパラメータのうち、パラメータ s y s t e m F r a m e N u m b e r (システムフレーム番号) は、S F N の最上位 8 ビット (8 most significant bits) を定義する。上記 S F N の最下位 2 ビット (2 least significant bits) は、P B C H の復号によって暗黙的に得ることができる。4 0 m s P B C H T T I のタイミングは、最下位 2 ビットを示すが、例えば、4 0 m s P B C H T T I において、1 番目の無線フレームは 0 0 を、2 番目の無線フレームは 0 1 を、3 番目の無線フレームは 1 0 を、最後の無線フレームは 1 1 を示す。したがって、U E は、P B C H を介して M I B を受信することによって明示的 (explicit) に D L B W 、 S F N 、 P H I C H 設定に関する情報がわかる。一方、P B C H 受信から U E が暗黙的 (implicit) にわかる情報には、e N B の送信アンテナ数 (number of transmit antenna ports at eNB) がある。e N B の送信アンテナ数に関する情報は、P B C H のエラー検出に用いられる 1 6 - ビット C R C (Cyclic Redundancy Check) に送信アンテナ数に対応するシーケンスをマスク (例えば、X O R 演算) して暗黙的にシグナリングされる。例えば、次のようなアンテナ数別マスキングシーケンスを用いることができる。

20

30

【 0 0 6 2 】

【表 4】

[表 4]

Number of transmit antenna ports at eNode-B	PBCH CRC mask $\langle x_{ant,0}, x_{ant,1}, \dots, x_{ant,15} \rangle$
1	$\langle 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \rangle$
2	$\langle 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 \rangle$
4	$\langle 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1 \rangle$

40

【 0 0 6 3 】

P B C H は、セル - 固有 (cell-specific) スクランプリング (拡散) (scrambling) 、変調、レイマッピングおよびプリコーディングを経た後、リソース要素にマッピング

50

される。

【 0 0 6 4 】

図 3 は、1 つの無線フレームを基準とした時のマッピングの一例であり、コーディングされた P B C H は、事実上、4 0 m s の間に 4 個のサブフレームにマッピングされる。4 0 m s のタイミングは、ブラインド検出されるものであり、4 0 m s のタイミングに関する明示的なシグナリングは別に存在しない。P B C H は、1 つのサブフレームにおいて 4 個の O F D M シンボルと 7 2 個の副搬送波とにマッピングされる。P B C H は、e N B の実際の送信アンテナ数に関係なく、4 個の送信アンテナに対する R S が位置する R E にはマッピングされない。参考として、図 1 (b) に示す、T D D に適用されるフレーム構造の場合にも、P B C H は 4 0 m s の間に、4 個のサブフレームにマッピングされ、1 サブフレームにおいて 4 個の O F D M シンボルと 7 2 個の副搬送波とにマッピングされる。T D D の場合、P B C H は、無線フレームのスロット 0 ~ 1 9 のうち、スロット 1 (サブフレーム 0 の第 2 のスロット) およびスロット 1 1 (サブフレーム 5 の第 2 のスロット) の O F D M シンボル 0 ~ 3 に位置することができる。

【 0 0 6 5 】

一方、U E は、e N B またはセルに最初にアクセスしたり、e N B またはセルへの信号送信のために割り当てられた無線リソースがない場合、ランダムアクセス手順 (random access procedure) を行うことができる。ランダムアクセス手順のために、U E は、P R A C H を介して特定のシーケンスをランダムアクセスプリアンプルとして送信し、P D C C H および / またはこれに対応する P D S C H を介して上記ランダムアクセスプリアンプルに対する応答メッセージを受信することによって、信号送信に必要な無線リソースの割り当てを受けることができる。ランダムアクセス手順で U E に U E 識別子を設定することができる。例えば、セル無線ネットワーク時識別子 (Cell Radio Network Temporary Identifier ; C - R N T I) は、セル内で U E を識別し、一時的、セミパーシステント (semi-persistent) または永続的 (permanent) であってもよい。一時 C - R N T I は、一時アクセス手順で割り当てられ、競合解決後には永続 C - R N T I になり得る。セミパーシステント C - R N T I は、P D C C H を用いたセミパーシステントリソースをスケジューリングするために用いられ、セミパーシステントスケジューリング (Semi-Persistent Scheduling ; S P S) C - R N T I とも呼ばれる。永続 C - R N T I は、ランダムアクセス手順の競合解決後に割り当てられる C - R N T I 値であり、動的リソースをスケジューリングするために用いられる。

【 0 0 6 6 】

図 4 は、無線通信システムで用いられる下りリンクサブフレーム (subframe) 構造を例示する図である。

【 0 0 6 7 】

図 4 を参照すると、D L サブフレームは、時間ドメインにおいて制御領域 (control region) とデータ領域 (data region) とに区別される。図 4 を参照すると、サブフレームの第 1 のスロットで前部に位置する最大 3 (または、4) 個の O F D M シンボルは、制御チャネルが割り当てられる制御領域 (control region) に対応する。以下、D L サブフレームで P D C C H 送信に利用可能なリソース領域 (resource region) を P D C C H 領域と称する。制御領域として用いられる O F D M シンボル以外の残りの O F D M シンボルは、P D S C H (Physical Downlink Shared CHannel) が割り当てられるデータ領域 (data region) に該当する。以下、D L サブフレームで P D S C H 送信に利用可能なリソース領域を P D S C H 領域と称する。3 G P P L T E で用いられる D L 制御チャネルの例としては、P C F I C H (Physical Control Format Indicator CHannel)、P D C C H (Physical Downlink Control CHannel)、P H I C H (Physical hybrid ARQ indicator CHannel) などを含む。P C F I C H は、サブフレームの最初の O F D M シンボルで送信され、サブフレーム内で制御チャネルの送信に用いられる O F D M シンボルの数に関する情報を搬送する。P H I C H は、U L 送信に対する応答として H A R Q (Hybrid Automatic Repeat Request) A C K / N A C K (ACKnowledgment / Negative-ACKnowledgment) 信号

を搬送する。

【 0 0 6 8 】

P D C C H で送信される制御情報を下りリンク制御情報 (Downlink Control Information; D C I) と称する。D C I は、U E または U E グループのためのリソース割当て情報および他の制御情報を含む。D L 共有チャネル (DownLink Shared CHannel; D L - S C H) の送信フォーマット (Transmit Format) およびリソース割当て情報は、D L スケジューリング情報または D L グラント (DL grant) と呼ばれ、U L 共有チャネル (UpLink Shared CHannel; U L - S C H) の送信フォーマットおよびリソース割当て情報は、U L スケジューリング情報または U L グラント (UL grant) と呼ばれる。1 つの P D C C H が搬送する D C I は、D C I フォーマットによってそのサイズおよび用途が異なり、コーディングレートによってそのサイズが異なりうる。D C I フォーマットのそれぞれの用途に合わせて、ホッピングフラグ、R B 割当て (RB allocation)、M C S (Modulation Coding Scheme)、R V (Redundancy Version)、N D I (New Data Indicator)、T P C (Transmit Power Control)、巡回シフト D M R S (cyclic shift DeModulation Reference Signal)、U L インデックス、C Q I (Channel Quality Information) 要求、D L 割当てインデックス (DL assignment index)、H A R Q プロセス番号 (または、インデックス)、T P M I (Transmitted Precoding Matrix Indicator)、P M I (Precoding Matrix Indicator) 情報などの制御情報が適宜選択された組合せが下りリンク制御情報として U E に送信される。

【 0 0 6 9 】

複数の P D C C H を制御領域内で送信することができる。U E は、複数の P D C C H をモニタすることができる。e N B は、U E に送信される D C I によって D C I フォーマットを決定し、D C I に C R C (Cyclic Redundancy Check) を付加する。C R C は、P D C C H の所有者または使用目的によって識別子 (例えば、R N T I (Radio Network Temporary Identifier)) でマスク (または、スクランブル) される。例えば、P D C C H が特定の U E のためのものであれば、当該 U E の識別子 (例えば、Cell-RNTI (C - R N T I)) を C R C にマスクすることができる。P D C C H がページングメッセージのためのものであれば、ページング識別子 (例えば、Paging-RNTI (P - R N T I)) を C R C にマスクすることができる。P D C C H がシステム情報 (より具体的には、システム情報ブロック (System Information Block; S I B)) のためのものであれば、S I - R N T I (System Information RNTI) を C R C にマスクすることができる。P D C C H がランダムアクセス応答のためのものであれば、R A - R N T I (Random Access-RNTI) を C R C にマスクすることができる。C R C マスク (または、スクランブル) は、例えば、ビットレベルで C R C と R N T I とを X O R 演算することを含む。

【 0 0 7 0 】

P D C C H は、1 つまたは複数の連続した制御チャネル要素 (Control Channel Element; C C E) のアグリゲーション (aggregation) 上で送信される。C C E は、P D C C H に無線チャネル状態に基づくコーディングレートを提供するために用いる論理的割当てユニットである。C C E は、複数のリソース要素グループ (resource element group; R E G) に対応する。例えば、1 個の C C E は 9 個の R E G に対応し、1 個の R E G は 4 個の R E に対応する。4 個の Q P S K シンボルがそれぞれの R E G にマッピングされる。参照信号 (R S) によって占有されたリソース要素 (R E) は、R E G に含まれない。したがって、与えられた O F D M シンボル内における R E G の数は、R S が存在するか否かによって異なってくる。R E G の概念は、他の下りリンク制御チャネル (すなわち、P C F I C H および P H I C H) にも用いられる。例えば、P C F I C H および P H I C H は、それぞれ、4 個の R E G および 3 個の R E G を含む。P C F I C H または P H I C H に割り当てられていない R E G の数を N_{REG} とすれば、システムで P D C C H のために利用可能な下りリンクサブフレームにおける C C E の番号 (number) は、0 から $N_{CCE} - 1$ までナンバリングされ、ここで、 $N_{CCE} = \text{floor} (N_{REG} / 9)$ である。

【 0 0 7 1 】

10

20

30

40

50

PDCCHフォーマットおよびDCIビット数は、CCEの数によって決定される。CCEは、番号が付けられて連続して用いられ、復号（decoding）処理を簡単にするために、 n 個のCCEで構成されたフォーマットを有するPDCCHは、 n の倍数に該当する番号を有するCCEでのみ開始することができる。例えば、 n 個の連続した（consecutive）CCEで構成されたPDCCHは、' $i \bmod n = 0$ 'を満たすCCE上でのみ開始することができる。ここで、 i は、CCEインデックス（または、CCE番号）である。

【0072】

特定のPDCCHの送信に用いられるCCEの数は、チャネル状態に基づいてネットワークまたはeNBによって決定される。例えば、良い下りリンクチャネルを有するUE（例えば、eNBに近接している）のためのPDCCHの場合、1個のCCEでも十分でありうる。しかし、劣悪なチャネルを有するUE（例えば、セル境界に近接している）のためのPDCCHの場合、十分なロバスト性（robustness）を得るためには、8個のCCEが要求されてもよい。また、PDCCHの電力レベルは、チャネル状態に合わせて調整することができる。

【0073】

3GPP LTE/LTE-Aシステムの場合、各UEのためにPDCCHが位置し得るCCEのセット（set）が定義される。UEが自体のPDCCHを発見できるCCEセットをPDCCH探索空間、簡単に探索空間（Search Space；SS）と呼ぶ。探索空間内でPDCCHが送信されてもよい個別のリソースをPDCCH候補（candidate）と呼ぶ。UEがモニタ（monitoring）するPDCCH候補のセットは、探索空間として定義する。探索空間は、異なるサイズを有することができ、専用（dedicated）探索空間と共通（common）探索空間とが定義されている。専用探索空間は、UE固有探索空間（UE-Specific Search Space；USS）であり、それぞれの個別のUEのために設定される（configured）。共通探索空間（Common Search Space；CSS）は、複数のUEのために設定される。次の表は、探索空間を定義するアグリゲーションレベルを羅列したものである。

【0074】

【表5】

【表5】

Type	Search space $S_k^{(L)}$		Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
	Aggregation level L	Size [in CCEs]	
UE-specific	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Common	4	16	4
	8	16	2

【0075】

eNBは、探索空間内の任意のPDCCH候補上で実際にPDCCH（DCI）を送信し、UEは、PDCCH（DCI）を探すために探索空間をモニタする。ここで、モニタするということは、全てのモニタされるDCIフォーマットによって該当の探索空間内の各PDCCHの復号（decoding）を試みる（attempt）ことを意味する。UEは、上記複数のPDCCHをモニタリングし、自体のPDCCHを検出することができる。基本的に、UEは、自体のPDCCHが送信される位置を知らず、サブフレームごとに該当のDCIフォーマットの全てのPDCCHに対して、自体の識別子を有するPDCCHを検出するまでPDCCHの復号を試みるが、このような処理をブラインド検出（blind detection）またはブラインド復号（Blind Decoding；BD）という。

【 0 0 7 6 】

例えば、特定の P D C C H が “ A ” という R N T I (Radio Network Temporary Identity) で C R C (Cyclic Redundancy Check) マスク (masking) されており、“ B ” という無線リソース (例えば、周波数位置) および “ C ” という送信形式情報 (例えば、送信ブロックサイズ、変調方式、コーディング情報など) を用いて送信されるデータに関する情報が特定の D L サブフレームで送信されると仮定 (assume) する。U E は、自体の有している R N T I 情報を用いて P D C C H をモニタし、“ A ” という R N T I を有する U E は、P D C C H を検出し、受信した P D C C H の情報を用いて “ B ” および “ C ” によって示される P D S C H を受信する。

【 0 0 7 7 】

受信装置が送信装置からの信号を復元するためには、上記受信装置と送信装置との間のチャネルを推定するための参照信号を必要とする。参照信号は、大きく、復調用参照信号とチャネル測定用参照信号とに分類することができる。3 G P P L T E システムで定義された C R S は、復調の目的にも測定の目的にも用いることができる。3 G P P L T E - A システムでは、C R S の他に、U E - 固有 R S (以下、U E - R S) および C S I - R S がさらに定義される。U E - R S は復調のために、C S I - R S はチャネル状態情報を得る (derive) ために用いられる。一方、R S は、R S の存在に対する認識によって、専用 R S (dedicated RS; D R S) と共通 R S (common RS) とに区別される。D R S は、特定の U E にのみ知らされ、C R S は全 U E に知られる。3 G P P L T E システムで定義された C R S は共通 R S の一種として理解し、D R S は U E - R S の一種として理解することができる。

【 0 0 7 8 】

参考として、復調は復号処理の一部と見なすことができ、本発明では、復調という用語が復号という用語と同じ意味で使われる。

【 0 0 7 9 】

図 5 は、セル固有参照信号 (Cell specific Reference Signal; C R S) と U E 固有参照信号 (User specific Reference Signal; U E - R S) とを例示する図である。特に、図 5 は、ノーマル C P を有するサブフレームの R B 対において C R S および U E - R S によって占有される R E を示す図である。

【 0 0 8 0 】

従来の 3 G P P L T E システムでは、C R S は復調目的および測定目的のいずれにも用いられるため、C R S は、P D S C H 送信をサポートするセル (cell) 内の全下りリンクサブフレームで全下りリンク帯域幅にわたって送信され、e N B に設定された (configured) 全アンテナポートから送信される。

【 0 0 8 1 】

U E は、C R S を用いて C S I を測定することができ、C R S を用いて、該 C R S を含むサブフレームで P D S C H を介して受信された信号を復調することができる。すなわち、e N B は、全 R B で各 R B 内の一定の位置で C R S を送信し、U E は、上記 C R S に基づいてチャネル推定を行った後に P D S C H を検出する。例えば、U E は、C R S R E で受信された信号を測定し、該測定された信号と、上記 C R S R E 別受信エネルギーの P D S C H がマッピングされた R E 別受信エネルギーに対する比を用いて、P D S C H がマッピングされた R E から P D S C H 信号を検出することができる。しかし、このように C R S に基づいて P D S C H が送信される場合には、e N B が全 R B に対して C R S を送信しなければならず、余計な R S オーバーヘッドが発生する。このような問題点を解決するために、3 G P P L T E - A システムでは、C R S の他に、U E - 固有 R S (以下、U E - R S) および C S I - R S をさらに定義する。U E - R S は復調のために、C S I - R S はチャネル状態情報を得る (derive) ために用いられる。U E - R S は、D R S の一種として理解することができる。U E - R S および C R S は復調のために用いられるため、用途の側面で復調用 R S ということができる。C S I - R S および C R S は、チャネル測定またはチャネル推定に用いられるため、用途の側面では測定用 R S ということができる

。

【 0 0 8 2 】

UE - RS は、PDSCHの送信のためにサポートされ、アンテナポート $p = 5$ 、 $p = 7$ 、 $p = 8$ または $p = 7, 8, \dots, v + 6$ （ここで、 v は、上記 PDSCH の送信のために用いられるレイヤの数）を介して送信される。UE - RS は、PDSCH 送信が該当のアンテナポートと関連付けられる場合に存在し、PDSCH の復調 (demodulation) のみのために有効な (valid) 参照 (reference) である。UE - RS は、該当の PDSCH がマッピングされた RB 上でのみ送信される。すなわち、UE - RS は、PDSCH が存在するか否かに関係なくサブフレームごとに送信されるように設定された CRS とは違い、PDSCH がスケジューリングされたサブフレームにおいて PDSCH がマッピングされた RB でのみ送信されるように設定される。また、UE - RS は、PDSCH のレイヤの数と関係なく全てのアンテナポートを通して送信される CRS とは違い、PDSCH のレイヤにそれぞれ対応するアンテナポートを通してのみ送信される。これによって、CRS に比べて RS のオーバーヘッドを減らすことができる。

10

【 0 0 8 3 】

【 数 1 】

3GPP LTE-A システムでは、UE-RS は PRB 対で定義される。図 5 を参照すると、 $p = 7$ 、 $p = 8$ または $p = 7, 8, \dots, v + 6$ に対して、該当の PDSCH 送信のために指定 (assign) された周波数ドメインインデックス n_{PRB} を有する PRB において、UE-RS シーケンス $r(m)$ の一部が次の式によってサブフレームにおける複素変調シンボル

20

$a_{k,l}^{(p)}$ にマッピングされる。

【 0 0 8 4 】

【 数 2 】

[数式 1]

$$a_{k,l}^{(p)} = w_p(l') \cdot r(3 \cdot l' \cdot N_{RB}^{\max, DL} + 3 \cdot n_{PRB} + m')$$

30

【 0 0 8 5 】

ここで、 $w_p(i)$ 、 l' 、 m' は、次式のように与えられる。

【 0 0 8 6 】

【数 3】

【数式 2】

$$w_p(i) = \begin{cases} \bar{w}_p(i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 0 \\ \bar{w}_p(3-i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$k = 5m' + N_{\text{sc}}^{\text{RB}} n_{\text{PRB}} + k'$$

$$k' = \begin{cases} 1 & p \in \{7, 8, 11, 13\} \\ 0 & p \in \{9, 10, 12, 14\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} l' \bmod 2 + 2 & \text{if in a special subframe with configuration 3, 4, or 8 (see Table 2)} \\ l' \bmod 2 + 2 + 3 \lfloor l' / 2 \rfloor & \text{if in a special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ l' \bmod 2 + 5 & \text{if not in a special subframe} \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0, 1, 2, 3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \text{ and in a special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ 0, 1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \text{ and not in special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ 2, 3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \text{ and not in special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, 2$$

10

20

【0087】

【数 4】

ここで、 n_s は、1 無線フレームにおけるスロット番号であり、0 から 19 までの整数の 1 つである。ノーマル CP のためのシーケンス $\bar{w}_p(i)$ は、次の表によって与えられる。

【0088】

【表 6】

30

【表 6】

Antenna port p	$[\bar{w}_p(0) \ \bar{w}_p(1) \ \bar{w}_p(2) \ \bar{w}_p(3)]$
7	$[+1 \ +1 \ +1 \ +1]$
8	$[+1 \ -1 \ +1 \ -1]$
9	$[+1 \ +1 \ +1 \ +1]$
10	$[+1 \ -1 \ +1 \ -1]$
11	$[+1 \ +1 \ -1 \ -1]$
12	$[-1 \ -1 \ +1 \ +1]$
13	$[+1 \ -1 \ -1 \ +1]$
14	$[-1 \ +1 \ +1 \ -1]$

40

【0089】

アンテナポート $p \in \{7, 8, \dots, p+6\}$ に対して UE-RS シーケンス $r(m)$ は次のように定義される。

【0090】

【数 5】

[数式 3]

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = \begin{cases} 0, 1, \dots, 12N_{\text{RB}}^{\text{max, DL}} - 1 & \text{normal cyclic prefix} \\ 0, 1, \dots, 16N_{\text{RB}}^{\text{max, DL}} - 1 & \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

【0091】

$c(i)$ は、擬似ランダム (pseudo-random) シーケンスであり、長さ - 31 のゴールド (Gold) シーケンスによって定義される。長さ M_{PN} である出力シーケンス $c(n)$ (ここで、 $n = 0, 1, \dots, M_{\text{PN}} - 1$) は、次の式によって定義される。

10

【0092】

【数 6】

[数式 4]

$$\begin{aligned} c(n) &= (x_1(n + N_C) + x_2(n + N_C)) \bmod 2 \\ x_1(n + 31) &= (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2 \\ x_2(n + 31) &= (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_2(n + 1) + x_2(n)) \bmod 2 \end{aligned}$$

20

【0093】

【数 7】

ここで、 $N_C = 1600$ であり、1 番目の m -シーケンスは $x_1(0) = 1$ 、 $x_1(n) = 0$ 、 $n = 1, 2, \dots, 30$ に初期化され、2 番目の m -シーケンスは、上記シーケンスの適用に

よる値を有する $c_{\text{init}} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$ によって示 (denote) される。

30

【0094】

数式 3 で、 $c(i)$ の生成のための擬似ランダムシーケンス生成器は、各サブフレームの先頭で次の式によって c_{init} に初期化される。

【0095】

【数 8】

[数式 5]

$$c_{\text{init}} = (\lfloor n_s / 2 \rfloor + 1) \cdot (2n_{\text{ID}}^{(\text{nSCID})} + 1) \cdot 2^{16} + n_{\text{SCID}}$$

40

【0096】

【数 9】

数式 5 において、 $n_{ID}^{(n_{SCID})}$ に対応する数量(quantities) $n^{(i)}_{ID}$ (ここで、 $i = 0, 1$)は、UE-RS生成のために上位層によって提供されるスクランプリング識別子 $n^{DMRS, i}_{ID}$ に対する値が上位層によって提供されないか、DCIフォーマット 1A、2Bまたは2CがPDSCCH送信と関連付けられたDCIに対して用いられる場合、物理層セル識別子 N^{cell}_{ID} であり、それ以外の場合、 $n^{DMRS, i}_{ID}$ となる。

10

【0097】

数式 5 において、 n_{SCID} の値は別に特定されない場合 0 であり、アンテナポート 7 または 8 上の PDSCCH 送信に対して、 n_{SCID} は、PDSCCH 送信と関連付けられた DCI フォーマット 2B または 2C によって与えられる。DCI フォーマット 2B は、UE-RS を有するアンテナポートを最大 2 個まで用いる PDSCCH のためのリソース指定 (resource assignment) のための DCI フォーマットであり、DCI フォーマット 2C は、UE-RS を有するアンテナポートを最大 8 個まで用いる PDSCCH のためのリソース指定 (resource assignment) のための DCI フォーマットである。

【0098】

DCI フォーマット 2B の場合、 n_{SCID} は、次の表によるスクランプリング識別子フィールドによって指定される。

20

【0099】

【表 7】

[表 7]

Scrambling identity field in DCI format 2B	n_{SCID}
0	0
1	1

30

【0100】

DCI フォーマット 2C の場合、 n_{SCID} は、次の表によって与えられる。

【0101】

【表 8】

[表 8]

One Codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 disabled		Two Codewords: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Value	Message	Value	Message
0	1 layer, port 7, $n_{SCID}=0$	0	2 layers, ports 7-8, $n_{SCID}=0$
1	1 layer, port 7, $n_{SCID}=1$	1	2 layers, ports 7-8, $n_{SCID}=1$
2	1 layer, port 8, $n_{SCID}=0$	2	3 layers, ports 7-9
3	1 layer, port 8, $n_{SCID}=1$	3	4 layers, ports 7-10
4	2 layers, ports 7-8	4	5 layers, ports 7-11
5	3 layers, ports 7-9	5	6 layers, ports 7-12
6	4 layers, ports 7-10	6	7 layers, ports 7-13
7	Reserved	7	8 layers, ports 7-14

【 0 1 0 2 】

図 6 は、無線通信システムで用いられる上りリンク (Uplink ; UL) サブフレーム構造の一例を示す図である。

【 0 1 0 3 】

図 6 を参照すると、UL サブフレームは、周波数ドメインで制御領域とデータ領域とに区別できる。1 つまたは複数の P U C C H (Physical Uplink Control CHannel) を上りリンク制御情報 (Uplink Control Information ; U C I) を搬送するために上記制御領域に割り当てることができる。1 つまたは複数の P U S C H (Physical Uplink Shared CHannel) をユーザデータを搬送するために UL サブフレームのデータ領域に割り当てることができる。

【 0 1 0 4 】

UL サブフレームでは、D C (Direct Current) 副搬送波から離れている副搬送波が制御領域として使用される。換言すれば、UL 送信帯域幅の両端部に位置する副搬送波が上りリンク制御情報の送信に割り当てられる。D C 副搬送波は、信号送信に用いられないで残される成分であり、周波数アップコンバート処理で搬送波周波数 f_0 にマッピングされる。1 つの U E に対する P U C C H は、1 つのサブフレームにおいて、1 つの搬送波周波数で動作するリソースに属した R B 対に割り当てられ、上記 R B 対に属した R B は、2 つのスロットでそれぞれ異なる副搬送波を占有する。このように割り当てられる P U C C H を、P U C C H に割り当てられた R B 対がスロット境界で周波数ホッピングすると表現する。ただし、周波数ホッピングが適用されない場合には、R B 対は同一の副搬送波を占有する。

【 0 1 0 5 】

P U C C H は、次の制御情報を送信するために用いることができる。

【 0 1 0 6 】

S R (Scheduling Request) : 上りリンク UL - S C H リソースを要求するために用いられる情報である。O O K (On-Off Keying) 方式を用いて送信される。

【 0 1 0 7 】

H A R Q - A C K : P D C C H に対する応答および / または P D S C H 上の下りリンクデータパケット (例えば、コードワード) に対する応答である。P D C C H または P D S C H の受信に成功したか否かを示す。単一の下りリンクコードワードに対する応答として H A R Q - A C K 1 ビットが送信され、2 つの下りリンクコードワードに対する応答として H A R Q - A C K 2 ビットが送信される。H A R Q - A C K 応答は、ポジティブ A C K (肯定応答) (簡単に、A C K) 、ネガティブ A C K (否定応答) (以下、N A C K)

、D T X (Discontinuous Transmission) またはN A C K / D T Xを含む。ここで、H A R Q - A C Kという用語は、H A R Q A C K / N A C K、A C K / N A C Kと同じ意味で使われる。

【0108】

C S I (Channel State Information) : 下りリンクチャネルに対するフィードバック情報 (feedback information) である。C S I は、チャネル品質インジケータ (Channel Quality Information; C Q I)、プリコーディング行列インジケータ (Precoding Matrix Indicator; P M I)、プリコーディングタイプインジケータ (precoding type indicator)、および/またはランク指示 (インジケータ) (Rank Indication; R I) を有することができる。これらのうち、M I M O (Multiple Input Multiple Output) 関連フィードバック情報は、R I および P M I を含む。R I は、U E が同一の時間 - 周波数リソースを用いて受信できるストリームの数またはレイヤ (layer) の数を意味する。P M I は、チャネルの空間 (space) 特性を反映した値であり、U E が S I N R (Signal to Interference plus Noise Ratio) などのメトリック (計量) (metric) に基づいて下りリンク信号送信のために好むプリコーディング行列のインデックスを表す。C Q I は、チャネルの強度を示す値であり、通常、e N B が P M I を用いたときに U E によって得られる受信 S I N R を表す。

【0109】

U E が上りリンク送信に S C - F D M A 方式を採択する場合、単一搬送波特性を維持するために、3 G P P L T E リリース (release) 8 またはリリース 9 システムでは、1 つの搬送波上で P U C C H と P U S C H とを同時に送信することができない。3 G P P L T E リリース 10 システムでは、P U C C H と P U S C H との同時送信をサポートするか否かを上位レイヤで知らせることができる。

【0110】

本発明は、P D C C H および P U C C H と上記 P D C C H によってスケジューリングされた P D S C H および/または P U S C H とだけでなく、E P D C C H および P U S C H と上記 E P D C C H によってスケジューリングされた P D S C H および/または P U S C H とにも適用することができる。

【0111】

図 7 は、P D C C H (Physical Downlink Control CHannel) または E P D C C H (Enhanced PDCCH) と、P D C C H / E P D C C H によってスケジューリングされるデータチャネルとを例示する図である。特に、図 7 は、E P D C C H がサブフレームの 4 番目のシンボル (O F D M シンボル # 3) から始まって最後のシンボルまでスパン (span) して (わたって) 設定された場合を例示している。E P D C C H は、連続する (continuous) 周波数リソースを用いて設定 (configure) されてもよく、周波数ダイバーシティのために不連続の (discontinuous) 周波数リソースを用いて設定されてもよい。

【0112】

図 7 を参照すると、P D C C H 1 および P D C C H 2 は、それぞれ P D S C H 1 および P D S C H 2 をスケジューリングし、E P D C C H は、他の P D S C H をスケジューリングすることができる。P D C C H と同様に、E P D C C H に対しても特定のリソース割当てユニットを定義し、該定義されたリソース割当てユニットの組合せで E P D C C H を設定することができる。このように特定のリソース割当てユニットを用いる場合、チャネル状態が良いと、少数のリソース割当てユニットを用いて E P D C C H を設定し、チャネル状態が悪いと、多数のリソース割当てユニットを用いて E P D C C H を設定することができ、よって、リンク適応 (link adaptation) を行うことができるという長所がある。以下では、P D C C H の基本ユニットである C C E と区別するために、E P D C C H の基本ユニットを E C C E (enhanced CCE) と称する。以下では、E P D C C H のアグリゲーションレベルが L であれば、E P D C C H が L 個の E C C E のアグリゲーション上で送信されると仮定する。すなわち、P D C C H のアグリゲーションレベルと同様に、E P D C C H のアグリゲーションレベルも 1 つの D C I 送信のために用いられる E C C E の数を意味

する。以下、UEが自体のEPDCCHを発見し得るECCCEのセットをEPDCCH探索空間と称する。EPDCCHが搬送するDCIは、単一レイヤにマッピングされてプリコーディングされる。

【0113】

EPDCCHを構成するECCCEは、ECCCEのREへのマッピングによってローカル(局所)(localized)ECCCE(以下、L-ECCCE)と分散(distributed)ECCCE(以下、D-ECCCE)とに区別できる。ローカルマッピングのために、L-ECCCEは、ECCCEを構成するREがいずれも同一のPRB対から抽出される。L-ECCCEを用いてEPDCCHが設定される場合、各UEに対して最適化されたビームフォーミングを行うことができるという長所がある。一方、分散マッピングのために、D-ECCCEは、ECCCEを構成するREが異なったPRB対から抽出される。L-ECCCEとは違い、ビームフォーミングには制約があるが、D-ECCCEは、周波数ダイバーシティが取得できるという長所がある。ローカルマッピングの場合、EPDCCH送信のために用いられる単一アンテナポート $p \in \{107, 108, 109, 110\}$ は、EPDCCHを定義するECCCEのインデックスの関数(function)である。分散マッピングの場合、EREG内各REは、2個のアンテナポートのうちの1つと交互に関連付けられる。

10

【0114】

CRSベースで送信されるPDCCHとは違い、EPDCCHは、復調RS(以下、DM-RS)ベースで送信される。したがって、UEは、PDCCHをCRSに基づいて復号/復調し、EPDCCHをDM-RSに基づいて復号/復調する。EPDCCHと関連付けられたDM-RSは、EPDCCH物理リソースと同じアンテナポート $p \in \{107, 108, 109, 110\}$ 上で送信され、上記EPDCCHが該当のアンテナポートと関連付けられた場合にのみ、上記EPDCCHの復調のために存在し、上記EPDCCHがマッピングされたPRB上でのみ送信される。

20

【0115】

【数10】

ノーマルCPの場合、EPDCCH送信のために指定(assign)されたインデックス n_{PRB} を有するPRBにおいて、アンテナポート $p \in \{107, 108, 109, 110\}$ に対し、D

30

M-RSシーケンス $r(m)$ の一部を次の式によってサブフレームで複素変調シンボル $a_{k,l}^{(p)}$ にマッピングすることができる。

【0116】

【数11】

[数式6]

$$a_{k,l}^{(p)} = w_p(l') \cdot r(3 \cdot l' \cdot N_{RB}^{\max, DL} + 3 \cdot n_{PRB} + m')$$

40

【0117】

ここで、 $w_p(i)$ 、 l' 、 m' は、次の式によって与えることができる。

【0118】

【数 1 2】

【数式 7】

$$w_p(i) = \begin{cases} \bar{w}_p(i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 0 \\ \bar{w}_p(3-i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$k = 5m' + N_{\text{sc}}^{\text{RB}} n_{\text{PRB}} + k'$$

$$k' = \begin{cases} 1 & p \in \{107, 108\} \\ 0 & p \in \{109, 110\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} l' \bmod 2 + 2 & \text{if in a special subframe with configuration 3, 4, or 8 (see Table 2)} \\ l' \bmod 2 + 2 + 3 \lfloor l' / 2 \rfloor & \text{if in a special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ l' \bmod 2 + 5 & \text{if not in a special subframe} \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0, 1, 2, 3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \text{ and in a special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ 0, 1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \text{ and not in special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ 2, 3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \text{ and not in special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, 2$$

10

【0 1 1 9】

20

【数 1 3】

ここで、ノーマルCPのためのシーケンス $\bar{w}_p(i)$ は、次の表によって与えられる。

【0 1 2 0】

【表 9】

30

【表 9】

Antenna port p	$[\bar{w}_p(0) \ \bar{w}_p(1) \ \bar{w}_p(2) \ \bar{w}_p(3)]$
107	[+1 +1 +1 +1]
108	[+1 -1 +1 -1]
109	[+1 +1 +1 +1]
110	[+1 -1 +1 -1]

【0 1 2 1】

例えば、図 5 でアンテナポート 7 または 8 の UE - RS によって占有された RE が、EPDCH がマッピングされた PRB 上ではアンテナポート 107 または 108 の DM - RS によって占有され、図 5 でアンテナポート 9 または 10 の UE - RS によって占有された RE が、EPDCH がマッピングされた PRB 上ではアンテナポート 109 または 110 の DM - RS によって占有される。結局、PDCH の復調のための UE - RS と同様に、EPDCH の復調のための DM - RS も、EPDCH のタイプおよびレイヤの数が同一であれば、UE またはセルに関係なく、RB 対ごとに一定数の RE が DM - RS 送信に用いられる。以下では、PDCH または EPDCH を単に PDCH と総称する。PDCH に適用される本発明の実施例は、EPDCH にも同様の方式で適用することができる。

40

【0 1 2 2】

50

アンテナポート $p \in \{7, 8, \dots, +6\}$ に対して EPDCCH のための DM-RS シーケンス $r(m)$ は、数式 3 によって定義される。数式 3 の擬似ランダムシーケンス $c(i)$ は数式 4 によって定義され、 $c(i)$ を生成するための擬似ランダムシーケンス生成器は、各サブフレームの先頭で次の式によって c_{init} に初期化される。

【0123】

【数14】

【数式8】

$$c_{init} = (\lfloor n_s / 2 \rfloor + 1) \cdot (2n_{ID}^{EPDCCH} + 1) \cdot 2^{16} + n_{SCID}^{EPDCCH}$$

10

【0124】

EPDCCH DMRS スクラミングシーケンス初期化パラメータ n_{SCID}^{EPDCCH} は、上位層信号によって提供される。

【0125】

図 8 は、本発明を実行する送信装置 10 および受信装置 20 の構成要素を示すブロック図である。

【0126】

送信装置 10 および受信装置 20 は、情報および / またはデータ、信号、メッセージなどを搬送する無線信号を送信または受信できる無線周波数 (Radio Frequency; RF) ユニット 13, 23 と、無線通信システムにおける通信と関連付けられた各種情報を記憶するメモリ 12, 22 と、上記 RF ユニット 13, 23 およびメモリ 12, 22 などの構成要素と動作的に連結され、上記構成要素を制御して該装置が前述した本発明の実施例の少なくとも 1 つを行うようにメモリ 12, 22 および / または RF ユニット 13, 23 を制御するように構成された (configured) プロセッサ 11, 21 と、をそれぞれ備える。

20

【0127】

メモリ 12, 22 は、プロセッサ 11, 21 の処理および制御のためのプログラムを格納することができ、入 / 出力される情報を一時的に記憶することができる。メモリ 12, 22 をバッファとして使用することができる。

30

【0128】

プロセッサ 11, 21 は、通常、送信装置または受信装置内の各種モジュールの全般的動作を制御する。特に、プロセッサ 11, 21 は、本発明を実行するための各種の制御機能を実行することができる。プロセッサ 11, 21 は、コントローラ (controller)、マイクロコントローラ (microcontroller)、マイクロプロセッサ (microprocessor)、マイクロコンピュータ (microcomputer) などと呼ぶこともできる。プロセッサ 11, 21 は、ハードウェア (hardware)、ファームウェア (firmware)、ソフトウェア、またはそれらの組み合わせによって具現することができる。ハードウェアを用いて本発明を具現する場合には、本発明を実行するように構成された ASICs (Application Specific Integrated Circuits)、DSPs (Digital Signal Processors)、DSPDs (Digital Signal Processing Devices)、PLDs (Programmable Logic Devices)、FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) などをプロセッサ 400a, 400b に具備することができる。一方、ファームウェアやソフトウェアを用いて本発明を具現する場合には、本発明の機能または動作を実行するモジュール、手順または関数などを含むようにファームウェアやソフトウェアを構成することができ、本発明を実行するように構成されたファームウェアまたはソフトウェアは、プロセッサ 11, 21 内に設けられてもよく、メモリ 12, 22 に記憶されてプロセッサ 11, 21 によって駆動されてもよい。

40

【0129】

送信装置 10 のプロセッサ 11 は、プロセッサ 11 またはプロセッサ 11 と接続されたスケジューラからスケジューリングされて外部に送信される信号および / またはデータに

50

対して、所定のコーディング (coding) および変調 (modulation) を行った後に R F ユニット 1 3 に送信する。例えば、プロセッサ 1 1 は、送信しようとするデータ列を逆多重化およびチャネルコーディング、スクランプリング、変調処理などを経て N_{layer} 個のレイヤに変換する。コーディングされたデータ列はコードワードとも呼ばれ、M A C 層の提供するデータブロックである送信ブロックと等価である。1 つの送信ブロック (transport block ; T B) は 1 つのコードワードにコーディングされ、各コードワードは、1 つまたは複数のレイヤの形態で受信装置に送信される。周波数アップコンバートのために、R F ユニット 1 3 はオシレータ (oscillator) を備えることができる。R F ユニット 1 3 は、 N_t 個 (N_t は 1 以上の正の整数) の送信アンテナを有することができる。

【 0 1 3 0 】

10

受信装置 2 0 の信号処理過程は、送信装置 1 0 の信号処理過程の逆に構成される。プロセッサ 2 1 の制御下で、受信装置 2 0 の R F ユニット 2 3 は送信装置 1 0 によって送信された無線信号を受信する。R F ユニット 2 3 は N_r 個の受信アンテナを有することができる。R F ユニット 2 3 は、受信アンテナで受信した信号のそれぞれを周波数ダウンコンバート (frequency down-convert) して基底帯域 (ベースバンド) (baseband) 信号に復元する。R F ユニット 2 3 は、周波数ダウンコンバートのためにオシレータを備えることができる。プロセッサ 2 1 は、受信アンテナで受信した無線信号に対する復号 (decoding) および復調 (demodulation) を行い、送信装置 1 0 が本来送信しようとしたデータを復元することができる。

【 0 1 3 1 】

20

R F ユニット 1 3 , 2 3 は、1 つまたは複数のアンテナを具備する。アンテナは、プロセッサ 1 1 , 2 1 の制御下で、本発明の一実施例によって、R F ユニット 1 3 , 2 3 によって処理された信号を外部に送信したり、外部から無線信号を受信して R F ユニット 1 3 , 2 3 に伝達する機能を果たす。アンテナは、アンテナポートとも呼ばれる。各アンテナは、1 つの物理アンテナに該当してもよく、1 つよりも多い物理アンテナ要素 (element) の組合せによって構成されてもよい。各アンテナから送信された信号は、受信装置 2 0 でそれ以上分解することができない。該当するアンテナに対応して送信された参照信号 (reference signal ; R S) は、受信装置 2 0 の観点で見たアンテナを定義し、チャネルが 1 つの物理アンテナからの単一 (single) 無線チャネルかまたは上記アンテナを含む複数の物理アンテナ要素 (element) からの合成 (composite) チャネルかに関係なく、上記受信装置 2 0 にとって上記アンテナに対するチャネル推定を可能にする。すなわち、アンテナは、上記アンテナ上のシンボルを伝達するチャネルが、上記同一アンテナ上の他のシンボルが伝達される上記チャネルから導出されうるように定義される。複数のアンテナを用いてデータを送受信する多入力多出力 (Multi-Input Multi-Output ; M I M O) 機能をサポートする R F ユニットの場合は、2 個以上のアンテナと接続することができる。

30

【 0 1 3 2 】

本発明の実施例において、U E は、上りリンクでは送信装置 1 0 として動作し、下りリンクでは受信装置 2 0 として動作する。本発明の実施例において、e N B は、上りリンクでは受信装置 2 0 として動作し、下りリンクでは送信装置 1 0 として動作する。以下、U E に具備されたプロセッサ、R F ユニットおよびメモリを、U E プロセッサ、U E R F ユニットおよび U E メモリとそれぞれ称し、e N B に具備されたプロセッサ、R F ユニットおよびメモリを、e N B プロセッサ、e N B R F ユニットおよび e N B メモリとそれぞれ称する。

40

【 0 1 3 3 】

図 9 は、物理チャネル処理の概要 (overview) を例示する図である。物理上りリンク共有チャネルまたは物理下りリンク共有チャネルを表す (represent) 基底帯域 (baseband) 信号は、図 9 の処理過程によって定義することができる。

【 0 1 3 4 】

図 9 を参照すると、送信装置は、スクランブラ 3 0 1 および変調マッパ 3 0 2、レイヤマッパ 3 0 3、プリコーダ 3 0 4、リソース要素マッパ 3 0 5、O F D M 信号生成器 3 0

50

6を備えることができる。

【0135】

送信装置10は、1つまたは複数のコードワード(codeword)を送信することができるが、各コードワードのコーディングされたビット(coded bits)は、それぞれ、スクランブラ301によってスクランブルされて物理チャネル上で送信される。

【0136】

スクランブルされたビットは、変調マップ302によって複素変調シンボル(complex-valued modulation symbols)に変調される。該変調マップは、上記のスクランブルされたビットを、予め決定された変調方式によって変調して、信号コンステレーション(signal constellation)上の位置を表現する複素変調シンボルとすることができる。変調方式(modulation scheme)に制限はなく、m-PSK(m-Phase Shift Keying)またはm-QAM(m-Quadrature Amplitude Modulation)などを上記のコーディングされたデータの変調に用いることができる。

10

【0137】

上記の複素変調シンボルは、レイヤマップ303によって1つまたは複数の送信レイヤにマッピングされる。

【0138】

各レイヤ上の複素変調シンボルは、アンテナポート上での送信のためにプリコード304によってプリコーディングされる。具体的には、プリコード304は、複素変調シンボルをマルチ送信アンテナによるMIMO方式で処理してアンテナ固有のシンボルを出力し、これらのアンテナ固有のシンボルを該当のリソース要素マップ305に分配する。すなわち、送信レイヤのアンテナポートへのマッピングはプリコード304によって行われる。プリコード304は、レイヤマップ303の出力 x を $N_t \times M_t$ のプリコーディング行列 W とかけて $N_t \times M_F$ の行列 z として出力することができる。ここで、 N_t は送信アンテナの数に該当し、 M_t はレイヤの数に該当する。プリコーディング行列によって異なるプリコード304が設定(configure)されるため、本発明では、信号に適用されるプリコーディング行列が同一であれば、同一のプリコードが適用されると表現し、信号に適用されるプリコーディング行列が異なる場合、異なるプリコードが適用されると表現する。

20

【0139】

リソース要素マップ305は、各アンテナポートに対する複素変調シンボルを適切なりソース要素(resource elements)にマッピング/割当てする。リソース要素マップ305は、各アンテナポートに対する複素変調シンボルを適切な副搬送波に割り当て、UEによって多重化することができる。

30

【0140】

OFDM信号生成器306は、上記各アンテナポートに対する複素変調シンボル、すなわち、アンテナ固有のシンボルをOFDMまたはSC-FDM方式で変調し、複素時間ドメイン(complex-valued time domain)OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)シンボル信号またはSC-FDM(Single Carrier Frequency Division Multiplexing)シンボル信号を生成する。OFDM信号生成器306は、アンテナ固有シンボルに対してIFFT(Inverse Fast Fourier Transform)を行うことができ、IFFTされた時間ドメインシンボルにはCP(Cyclic Prefix)を挿入することができる。OFDMシンボルは、デジタル-アナログ(digital-to-analog)変換、周波数アップコンバータなどを経て、各送信アンテナから受信装置20に送信される。OFDM信号生成器306は、IFFTモジュールおよびCP挿入器、DAC(Digital-to-Analog Converter)、周波数アップコンバータ(frequency upconverter)などを備えることができる。

40

【0141】

一方、UEまたはeNBがコードワードの送信にSC-FDM接続(SC-FDMA)方式を採択する場合、送信器またはプロセッサは、離散フーリエ変換器(Discrete Fourier Transform)モジュール(307)(または、高速フーリエ変換器(Fast Fourier Transform)モジュール)を備えることができる。離散フーリエ変換器は、上記のアンテナ固

50

有シンボルにDFT (Discrete Fourier Transform) またはFFT (Fast Fourier Transform) (以下、DFT/FFT)を行い、DFT/FFTされたシンボルをリソース要素マップ305に出力する。

【0142】

受信装置20の信号処理過程は、以上で説明した送信機の信号処理過程と逆順に構成される。具体的には、受信装置20は、受信した信号を基底帯域信号に復元するための信号復元器、受信処理された信号を組み合わせて多重化する多重化器、多重化された信号列を該当するコードワードに復調するチャネル復調器を備えることができる。信号復元器、多重化器およびチャネル復調器は、それらの機能を持つ統合された1つのモジュールまたはそれぞれの独立したモジュールで構成することができる。例えば、信号復元器は、アナログ信号をデジタル信号に変換するADC (Analog-to-Digital Converter)、デジタル信号からCPを除去するCP除去器、CPの除去された信号にFFT (Fast Fourier Transform)を適用して周波数ドメインシンボルを出力するFFTモジュール、周波数ドメインシンボルをアンテナ固有シンボルに復元するリソース要素デマッパ (resource element demapper) / 等化器 (equalizer) を備えることができる。上記アンテナ固有シンボルは、多重化器によって送信レイヤに復元され、該送信レイヤは、チャネル復調器によって送信装置が送信しようとしたコードワードに復元される。

【0143】

一方、受信装置20がSC-FDMA方式によって送信された信号を受信する場合、受信装置20は、逆離散フーリエ変換 (Inverse Discrete Fourier Transform、IDFT) モジュール (または、IFFTモジュール) をさらに備える。IDFT/IFFTモジュールは、リソース要素デマッパによって復元されたアンテナ固有シンボルにIDFT/IFFTを行い、IDFT/IFFTされたシンボルを多重化器に出力する。

【0144】

参考として、送信装置10のプロセッサ11は、スクランブラ301、変調マップ302、レイヤマップ303、プリコーダ304、リソース要素マップ305、OFDM信号生成器306を備えるように構成することができる。同様に、受信装置20のプロセッサ21は、信号復元器、多重化器およびチャネル復調器を備えるように構成することができる。

【0145】

近年、マシンタイプ通信 (Machine Type Communication; MTC) が重要な通信標準化の課題として台頭している。MTCとは、主に、人間の介入を伴わずにまたは人間の介入を最小化して機械 (machine) とeNBとの間で行われる情報交換を意味する。例えば、MTCは、計器検針、水位測定、監視カメラの使用、自販機の在庫報告などの測定/検知/報告などのデータ通信などに用いることができ、所定の特性を共有する複数のUEに対する自動アプリケーションまたはファームウェアの更新処理などに用いることができる。MTCの場合、送信データ量が少なく、上りリンク/下りリンクデータ送信または受信 (以下、送信/受信) が時折発生する。このようなMTCの特性上、MTCのためのUE (以下、MTC UE) は、低いデータ伝送率に対応して、UEの製作単価を下げ、バッテリー消費を減らす方が効率的である。また、このようなMTC UEは、移動性が少なく、よってチャネル環境がほとんど変わらない特性を有する。MTC UEが計量、検針、監視などに用いられる場合、MTC UEは、通常のeNBのカバレッジが届かない位置、例えば、地下、倉庫または山間などに位置する可能性が高い。このようなMTC UEの用途からして、MTC UEのための信号は、従来のUE (以下、レガシUE) のための信号に比べて広いカバレッジを有することが好ましい。

【0146】

MTC UEの用途からすれば、MTC UEはレガシUEに比べて広いカバレッジの信号を必要とする可能性が高い。このため、eNBがレガシUEに送信する方式と同一の方式でPDCCH、PDSCHなどをMTC UEに送信する場合、MTC UEにとってはその受信が難しい。そこで、本発明では、MTC UEがeNBの送信する信号を有

10

20

30

40

50

効に受信できるようにするために、eNBが、カバレッジ問題 (coverage issue) がある MTC UE に信号を送信する際、サブフレーム反復 (信号を有するサブフレームを反復)、サブフレームバンドリングなどのカバレッジ強化 (coverage enhancement) のための方式を適用することを提案する。例えば、カバレッジ問題のある MTC UE には、PDCCH および PDSCH を複数 (例えば、約 100 個) のサブフレームで送信することができる。ただし、この場合、PDCCH が送信されたサブフレームで PDSCH が送信されると、UE は、PDCCH の受信に成功するまで、PDCCH が送信された全てのサブフレームに対する PDSCH をバッファしておかなければならないという問題がある。また、PDCCH が複数のサブフレームのそれぞれで送信され、UE が複数のサブフレームで PDCCH の受信に成功した場合、UE は、同一の DCI を搬送する PDCCH の送信が始まるサブフレームを把握できないという問題がある。本発明では、カバレッジ問題を持つ MTC UE のための信号を送信する処理で発生しうる上記のような問題を解決する方法を提案する。以下に説明される本発明の実施例は、カバレッジ強化のための方法であるから、MTC UE だけでなく、カバレッジ問題がある他の UE にも適用することができる。したがって、本発明の実施例は、カバレッジ強化モードで動作する UE に適用することができる。ただし、説明の便宜のために、以下の説明では、本発明に係るカバレッジ強化方法を実施できるように具現された UE を MTC UE と称し、本発明に係るカバレッジ強化方法を実施できるように具現されていない UE をレガシ UE と称する。

【0147】

以下、受信装置 20 が相互に組み合わせて復号に利用できる信号送信が起きうるサブフレームのセットを、サブフレームバンドルと称する。例えば、同一の DCI を搬送する PDCCH 送信が起きうるサブフレームセットを、PDCCH 送信のためのサブフレームバンドルとすることができる。また、同一のデータ/情報/コンテンツが複数のサブフレームのそれぞれで送信される PDCCH/PDSCH/PBCH/PUCCCH/PUSCH を、PDCCH/PDSCH/PBCH/PUCCCH/PUSCH バンドルと称する。また、PDCCH/PDSCH/PBCH/PUCCCH/PUSCH バンドル送信が起きうるサブフレームを、特に、PDCCH/PDSCH/PBCH/PUCCCH/PUSCH サブフレームバンドルと称する。従来の LTE/LTE-A システムの場合、連続した (下りリンクまたは上りリンク) サブフレームのそれぞれで送信される物理チャネルは、併せて復号されて 1 つの情報/データに復元されるのではなく、個別に復号される。これに対し、本発明に係る PDCCH/PDSCH/PBCH/PUCCCH/PUSCH バンドル送信は、該当バンドル内の複数のサブフレームの該当物理チャネルが互いに同一かまたは組み合わせられうる情報/データ/コンテンツを搬送する。したがって、本発明に係る UE は、サブフレームバンドルに属した 1 つのサブフレームで受信した物理チャネルを復号することもでき、上記サブフレームバンドル内の複数のサブフレームのそれぞれで反復受信した物理チャネルを併せて復号に用いることもできる。UE による物理チャネルの反復送信または受信の最大回数は、サブフレームバンドルのサイズに対応し得る。

【0148】

< A . 複数のサブフレーム上での PDCCH >

PDCCH の送信

図 10 は、本発明の実施例 A に係る信号送信/受信方法を例示する図である。

【0149】

MTC UE のための PDCCH は、カバレッジ強化のために多数のサブフレームで反復的に送信されてもよい。UE は、複数のサブフレームがバンドリングされたサブフレームバンドルで PDCCH を反復受信し、上記複数のサブフレームで反復受信された PDCCH の信号を共に用いて PDCCH の受信に成功することができる。例えば、図 10 (a) に示すように、PDCCH は N 個のサブフレームのバンドルで反復して送信されうる。UE は、それらうち、n 個 (1 ≤ n ≤ N) のサブフレームを用いて PDCCH の受信に成功することができる。

【0150】

P D C C H が送信されるサブフレームバンドルに含まれるサブフレームの数である N は、常にセル - 固有の値であってもよい。このため、S I B などのセル - 固有のデータ送信のための P D C C H の送信または U E - 固有のデータ送信のための P D C C H の送信のためのサブフレームバンドルのサイズはいずれもセル - 固有であってもよい。このとき、P D C C H が送信されるサブフレームバンドルのサイズ N は、事前に定義された固定値であってもよい。或いは、M I B または S I B を通じて U E に設定される値であってもよい。このような P D C C H 送信サブフレームバンドルは、連続したサブフレームで構成されてもよいが、不連続のサブフレームで構成されてもよい。

【 0 1 5 1 】

P D C C H が送信されるサブフレームバンドルのサイズ N は、S I B などのセル - 固有のデータ送信のための P D C C H の送信のためにはセル - 固有の値であるが、U E - 固有のデータ送信のための P D C C H の送信のためには U E - 固有の値であってもよい。このとき、U E - 固有に P D C C H が送信されるサブフレームバンドルのサイズ N は、R R C 信号などの上位層信号を通じて U E に設定されてもよい。或いは、予め固定されて (pre-fixed) e N B と U E との間に予め記憶されてもよい。

【 0 1 5 2 】

U E が、複数のサブフレームからなるサブフレームバンドルで P D C C H を複数回受信するためには、P D C C H がある (with) サブフレームバンドルの開始位置を知っていなければならない。従来の L T E / L T E - システムの P D C C H は、図 4 で説明したように、各 D L サブフレームで送信することができる。したがって、従来の L T E / L T E - A システムにおいて、P D C C H は、e N B が必要時に任意の (arbitrary) D L サブフレームで送信することができ、U E は各 D L サブフレームで P D C C H を受信することができるという仮定の下に、各 D L サブフレームで P D C C H の復号を試みる。これに対し、本発明によれば、P D C C H の送信は、任意のサブフレームで開始されず、事前に約束されたサブフレームでのみ開始される。或いは、このような P D C C H バンドルの送信開始サブフレーム位置は、固定された値に定義することができる。この固定された値は、M I B を通じて送信することができる。例えば、' S F N % N = 0 ' (ここで、% はモジュロ演算子を表す) を満たす S F N を有するサブフレームでのみ開始すると仮定すれば、N 値を M I B を通じて送信することができる。' S F N % N = オフセット ' を満たす S F N を有するサブフレームでのみ開始すると仮定すれば、オフセット値を M I B を通じて送信することができる。例えば、カバレッジ問題がある M T C U E のための P D C C H 送信は、100 の倍数に該当する S F N を有するサブフレーム (サブフレーム、0 番、100 番、200 番、300 番、...) でのみ開始することができるが、U E は、100 の倍数に該当する S F N を有する S F N から N 個のサブフレームを通じて P D C C H の受信を試みることができる。特徴として、P D C C H バンドルの送信が始まりうるサブフレーム位置は U E - 固有であってもよい。この場合、P D C C H バンドルの送信が始まりうるサブフレーム位置に関する情報は、R R C などの上位層信号を通じて事前に設定されてもよい。U E は、P D C C H バンドルの送信開始位置に関する情報 (例えば、オフセットおよび / または N) に基づいて P D C C H バンドルの送信開始サブフレームから始めて N 個のサブフレームの間に該当の P D C C H の受信および / または復号を試みることができる。上記 P D C C H が D L グラントを搬送すると、上記 U E は、本発明に係る P D S C H 送信用サブフレームで上記 D L グラントによる P D S C H の受信および / または復号を試みることができる。上記 P D C C H が U L グラントを搬送すると、上記 U E は、本発明に係る P U S C H 送信用サブフレームで上記 U L グラントによる P U S C H の送信および / または復号を試みることができる。

【 0 1 5 3 】

P D C C H が複数のサブフレームのバンドル (a bundle of multiple subframes) を通じて送信される場合、図 10 (b) に示すように、P D C C H は、P D C C H 送信期間 (duration) の全体または一部のサブフレームのそれぞれを通じて送信されてもよい。このとき、本発明は、P D C C H 送信開始サブフレームから P D C C H 送信終了サブフレーム

10

20

30

40

50

までの P D C C H 送信期間に送信される P D C C H の U E - 固有探索空間または P D C C H 送信リソースに制限をおくことを提案する。

【 0 1 5 4 】

U E がモニタする P D C C H 候補セットは、探索空間 (Search Space : S S) の面で定義されるが、アグリゲーションレベル L { 1 , 2 , 4 , 8 } において一探索空間 $S^{(L)}_k$ は、P D C C H 候補セットによって定義される。P D C C H がモニタされる各サービングセルに対して、探索空間 $S^{(L)}_k$ の P D C C H 候補 m に対応する C C E は、次の式によって与えられる。

【 0 1 5 5 】

【 数 1 5 】

10

[数式 9]

$$L \left\{ (Y_k + m') \bmod \left\lfloor N_{CCE,k} / L \right\rfloor \right\} + i$$

【 0 1 5 6 】

ここで、 Y_k は、次のように定義することができ、 $i = 0, \dots, L - 1$ である。共通 S S の場合、 $m' = m$ である。U E S S の場合、P D C C H がモニタされるサービングセルに対して、モニタする U E に搬送波指示フィールドが設定されると、例えば、U E に、P D C C H に搬送波指示フィールドが存在することを上位層で知らせると、 $m' = m + M^{(L)} \cdot n_{CI}$ であり、ここで、 n_{CI} は、搬送波指示フィールド値である。上記搬送波指示フィールド値は、該当サービングセルのサービングセルインデックス (S e r v C e l l I n d e x) と同一である。サービングセルインデックスは、サービングセルを識別するために用いられる短い識別子 (short identity) であり、例えば、0 から ' U E に一度に設定され得る搬送波周波数の最大数 - 1 ' までの整数のうちのいずれか 1 つが、サービングセルインデックスとして 1 つのサービングセルに割り当てられうる。すなわち、サービングセルインデックスは、全搬送波周波数のうちの特定の搬送波周波数を識別するために用いられる物理インデックスというよりは、U E に割り当てられたセルのうちの特定のサービングセルを識別するために用いられる論理インデックスとすることができる。一方、U E に搬送波指示フィールド (Carrier Indicator Field ; C I F) が設定されない場合、 $m' = m$ であり、ここで、 $m = 0, \dots, M^{(L)} - 1$ である。 $M^{(L)}$ は、該当する S S でモニタする P D C C H 候補の数である。すなわち、U E は、自体に L 個の C C E からなる P D C C H が送信されるか否かを確認するために、 $M^{(L)} (L)$ 個の連続するかまたは特定の規則で配置された C C E を確認するように設定 (configure) される。参考として、C I F は D C I に含まれるフィールドであり、搬送波アグリゲーションの場合、C I F は、該当の D C I がどのセルのためのスケジューリング情報を搬送するかを示すために用いられる。e N B は、U E の受信する D C I が C I F を含み得るか否かを、上位層信号を用いて上記 U E に知らせることができる。すなわち、上位層によって U E に C I F を設定することができる。

【 0 1 5 7 】

共通 S S に対して、 Y_k は、アグリゲーションレベル $L = 4$ および $L = 8$ に対して 0 にセットされる。アグリゲーションレベル L で U E - 固有 S S $S^{(L)}_k$ に対して、変数 (variable) Y_k は次の式によって定義される。

【 0 1 5 8 】

40

【数 1 6】

[数式 1 0]

$$Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \bmod D$$

【 0 1 5 9】

【数 1 7】

10

ここで、 $Y_{-1} = n_{RNTI} \neq 0$ 、 $A = 39827$ 、 $D = 65537$ 、 $k = \lfloor n_s/2 \rfloor$ であり、 n_s は、無線フレームにおけるスロット番号である。SI-RNTI、C-RNTI、P-RNTI、RA-RNTIなどを、 n_{RNTI} のために用いられるRNTI値として用いることができる。

【 0 1 6 0】

本発明によって、PDCCHが複数のサブフレームのバンドル(a bundle of multiple subframes)を通じて送信される場合、サブフレームごとに異なるPDCCHリソースでPDCCHが送信されてもよいとすれば、PDCCHを受信するためのUEの複雑度(complexity)は、PDCCH送信サブフレームの数が増えるにつれて幾何級数的に大きくなるという問題が発生する。換言すれば、PDCCHバンドル送信に用いられるサブフレームによってSSが異なりうる場合、UEの複雑度がサブフレームバンドルのサイズによって増加することになる。そこで、本発明では、PDCCHがサブフレームバンドルを通じて送信される場合、次のような方法のいずれか1つによって送信されることを提案する。

20

【 0 1 6 1】

(1) eNBがUEにPDCCH送信期間に複数のサブフレームを通じて(すなわち、上記複数のサブフレームのそれぞれで)PDCCHを送信する場合、該当の期間にPDCCHをCSSまたはUSSのいずれかで同一のm値($m = 0, \dots, M^{(L)} - 1$)を用いるCCEリソースを用いて送信することができる。すなわち、UEは、同一のPDCCHが送信されるサブフレームの間には、PDCCHが同一のm値に該当するUSSリソースまたはCSSリソースを通じて送信されると仮定することができる。

30

【 0 1 6 2】

(2) eNBがUEにPDCCH送信期間に複数のサブフレームを通じてPDCCHを送信する場合、該当の期間に該当のPDCCHを、CSSまたはUSSの1つで、 $m = 0$ のCCEを通じて送信することができる。すなわち、UEは、同一の情報/データ/コンテンツを搬送するPDCCHを有するサブフレームの間には、 $m = 0$ のUSSリソースまたはCSSリソースを通じてPDCCHが送信されると仮定することができる。

【 0 1 6 3】

(3) eNBがUEにPDCCH送信期間に複数のサブフレームでUE-固有PDCCHを送信する場合、該当の期間に該当のPDCCHを同一のCCE(または、EREGまたはRE)リソースを通じて送信することができる。eNBがPDCCH送信期間に同一のCCE(または、EREGまたはRE)リソースを通じてUE-固有PDCCHを送信する場合、UEは、UE-固有PDCCHが送信されるCCE(または、EREGまたはRE)リソースが、PDCCH送信開始サブフレームで送信されるCCE(または、EREGまたはRE)リソースと同一であると仮定することができる。

40

【 0 1 6 4】

(3-1) PDCCH送信期間にUE-固有PDCCHが送信されうるUE-固有SSを構成するCCE(または、EREGまたはRE)リソースは、PDCCH送信開始サブフレームに適用されるCCE(または、EREGまたはRE)リソースと同一に設定することができる。PDCCH送信開始サブフレームに適用されるCCE(または、EREG

50

またはRE)リソースは、従来と同様に数式9によって得ることができる。

【0165】

(3-2)または、PDCCH送信期間にUE-固有PDCCHが送信されうるUE-固有SSを構成するCCE(または、EREGまたはRE)リソースは、数式9によって得ることができ、 Y_k は、0以外の特定の値として固定して用いることができる。

【0166】

PDSCH/PUSCHの送信

カバレッジ問題があるMTC UEのためにPDSCH/PUSCHも、同様に、複数のサブフレームのバンドルを通じて送信することができる。例えば、PDSCHはD個のサブフレームで送信され、UEは、D個のPDSCHサブフレームのうちのd個($1 \leq d \leq D$)のサブフレームを用いてPDSCHの受信に成功することができる。或いは、例えば、UEは、PUSCHをD個のサブフレームを通じて送信することができる。このようなPDSCH/PUSCH送信サブフレームバンドルは、連続したサブフレームで構成されてもよく、不連続のサブフレームで構成されてもよい。

【0167】

現在のLTE標準によれば、UEは、PDCCHを復号した後、該PDCCHを有する同一サブフレームで、該PDCCHが搬送するDCIによってPDSCH(SPS PDSCHを除く)を復号することができる。カバレッジ問題があるMTC UEの場合、PDCCH、PDSCHの両方とも複数のサブフレームにわたって送信されてもよく、よって、PDCCHを受信してからいつPDSCHを受信しなければならないかに関する新しい定義が必要でありうる。PDCCHおよびPDSCHの従来の送信と同様に、UEにPDSCHに対するDLグラントを搬送するPDCCHと上記PDSCHとを同一のサブフレームで送信することができる。この場合、UEは、PDCCHの受信に成功するまでは、上記PDCCHと関連付けられたPDSCHを受信することができず、PDCCHの受信に成功するまで、受信したPDSCHを全て蓄えておかなければならないという問題が発生する。ところで、MTC UEについて、データ送信の遅延が増加することはある程度容認されるが、MTC UEの製造コストの節減は重要である。本発明は、MTC UEのこのような特性を考慮して、図11に例示するような送信方式を提案する。

【0168】

図11は、本発明の実施例Aに係る他の信号送信/受信方法を例示する図である。

【0169】

図11(a)を参照すると、eNBはUEに合計N個のサブフレームのバンドルを用いてPDCCHを送信することができる。このとき、上記PDCCHと関連付けられたPDSCH/PUSCHは、PDCCHバンドルが全て送信された後、G個のサブフレームの次のサブフレームから送信することができる。すなわち、例えば、サブフレームN-1で最後のPDCCHが送信された場合、UEは、サブフレームN+Gから始まってD個のサブフレームのバンドルでPDSCH/PUSCHが送信されると仮定することができる。Nの値とDの値とは異なるように設定されてもよいが、同一に設定されてもよい。N=Dが常に成立すると定義される場合、Dの値がUEに通知されなくてもよい。Nの値とDの値とは異なるようにまたは同一に設定され、Dの値に関する情報がPDCCHに含まれて送信されてもよい。

【0170】

PDCCHサブフレームバンドルとPDSCH/PUSCHサブフレームバンドルとの間のサブフレーム間隔に該当するGの値は、特定値に固定されてもよく、MI B、SI BまたはRRC信号などの上位層信号を通じてUEに設定されてもよい。PDCCHサブフレームバンドルとPDSCHサブフレームバンドルとの送信間のサブフレーム間隔に該当するGの値は、0に固定されてもよい。すなわち、PDCCHサブフレームバンドル送信が終わった後、次のサブフレームから直ぐにPDSCH/PUSCHサブフレームバンドル送信が始まってよい。また、PDCCHサブフレームバンドルとPUSCHサブフレームバンドルとの間のサブフレーム間隔に該当するGの値は、4に固定されてもよい。或

いは、PDCCHサブフレームバンドルとPUSCHサブフレームバンドルとの間のサブフレーム間隔に該当するGの値は、PDCCHに対するサブフレームバンドルが設定されていない場合における値と同じ値（例えば、 $G = k_{\text{PUSCH}}$ ）に固定されてもよい。例えば、FDDに対して k_{PUSCH} は4であり、TDDに対しTDD DL-UL設定別に k_{PUSCH} は次のように与えられてもよい。

【0171】

【表10】

【表10】

TDD UL-DL configuration	DL subframe number n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	6				4	6			
1		6			4		6			4
2				4				4		
3	4								4	4
4			6	6					4	4
5			6						4	
6	7	7				7	7			

10

20

【0172】

表10で、各DL-UL設定別にDLサブフレーム番号nに対して定義された数字が、 k_{PUSCH} になり得る。例えば、PDCCHサブフレームバンドルの最後のサブフレームが1つの無線フレーム内でどのサブフレーム番号を有するかによってG3を定めることができる。

【0173】

PDCCHサブフレームバンドルが終わった後、PDSCH/PUSCHサブフレームバンドルが始まるべきサブフレームの位置が、PDSCH/PUSCHを送信できないサブフレームの場合、当該サブフレーム以降のサブフレームのうち、PDSCH/PUSCH送信に利用可能な最も早いサブフレームでPDSCH/PUSCHバンドルを始めることができる。換言すれば、サブフレーム $N + G$ がPDSCH/PUSCH送信に利用可能なサブフレームでなければ、UEは、サブフレーム $N + G$ 以降のサブフレームのうち、PDSCH/PUSCH送信に利用可能であるとともにサブフレーム $N + G$ と最も近接したサブフレームでPDSCH/PUSCHバンドル送信が始まると仮定することができる。PDSCH/PUSCHバンドル送信の開始サブフレームが変更されても、PDSCH/PUSCHバンドルのサイズDは変更されずに維持されてもよい。

30

【0174】

UEがPDCCHを受信した後、該PDCCHが示すPDSCH/PUSCHを有するサブフレームを把握できる他の方法として、PDCCHバンドルの送信が始まってから一定の時間後にPDSCH/PUSCHバンドルの送信が始まると仮定することができる。上記PDCCHバンドルの送信が始まるサブフレーム位置とPDSCH/PUSCHバンドルの送信が始まるサブフレーム位置との差をK個（例えば、 $K = 100, 200, \dots$ ）のサブフレームとする場合、UEは、PDCCHがどのサブフレームから始まるかを知らなければならない。例えば、 $K = \text{'PDSCH/PUSCH開始サブフレームであるインデックス - PDCCH開始サブフレームであるインデックス'}$ として定義する場合、UEは、PDCCHが始まる時点を知ってこそPDSCH/PUSCHが始まる時点の把握に成功することができる。一般に、UEがPDCCHの送信期間Nを知ってこそPDSCH/PUSCHの送信開始時点がわかるはずだが、この場合には、PDCCHが送信されるサブフレーム期間Nを正確に知らなくても、PDSCHの送信が始まるサブフレーム位置を

40

50

把握できるという長所がある。例えば、 eNB が $PDCCH$ を最大 N 回送信するものの、 $PDCCH$ の実際の送信回数は、該当の送信時点で eNB の判断によって変わってもよいと仮定すれば、 UE は、 $PDCCH$ の送信終了位置は知らないが、 $PDSCH$ の送信開始位置はわかる。 K の値は固定していてもよく、 MIB 、 SIB 、または RRC 信号などの上位層信号を通じて UE に設定されてもよい。 K の値は、常に $PDCCH$ サブフレームバンドルの数と同一となるように設定されてもよい。すなわち、 $PDCCH$ サブフレームバンドルの送信が終わった後、直後のサブフレームから $PDSCH/PUSCH$ サブフレームバンドルが始まってもよい。或いは、 $PDCCH$ バンドルが N 個のサブフレームで構成されるとき、 $PDCCH$ バンドルが始まるサブフレーム位置と $PDSCH/PUSCH$ バンドルが始まるサブフレーム位置との差である K は、 $N-1$ に固定されるものの、 $PDCCH$ サブフレームバンドルの送信が終わるサブフレームで $PDSCH/PUSCH$ サブフレームバンドルの送信が始まってもよい。

10

【0175】

UE - 固有の $PDCCH$ バンドルを受信する場合、または USS で $PDCCH$ バンドルを受信する場合、図11(b)で、 $PDCCH$ バンドルの開始サブフレームをサブフレーム0とすれば、 $PDCCH$ バンドルが終了するサブフレーム $N-1$ の次の $G1$ 個のサブフレーム後であるサブフレーム $N+G1$ で、 $PDCCH$ 受信に対する $ACK/NACK$ (以下、 $PDCCH A/N$)情報を eNB に上りリンクリソースを用いて送信することができる。図11(b)を参照すると、 $G1$ は4であってもよく、 $PDCCH A/N$ は A 個の上りリンクサブフレームのバンドルで送信されてもよい。 UE から $PDCCH A/N$ 情報を受信した eNB は、該 $PDCCH A/N$ 情報が ACK である場合、 $PDCCH A/N$ を有するサブフレーム $N+G1 \sim N+G1+A-1$ のバンドルで上記 $PDCCH A/N$ を受信した後、 $G2$ 個のサブフレーム後であるサブフレーム $N+G1+A+G2$ から始まる D 個サブフレームのバンドルを通じて $PDSCH$ を送信することができる。 $PDSCH$ バンドルを受信した UE は、 $PDSCH$ を全て受信した後、すなわち、 $PDSCH$ バンドルが終了するサブフレーム $N+G1+A+G2-1$ の次のサブフレームから始まる $G3$ 個のサブフレーム後であるサブフレーム $N+G1+A+G2+G3$ から始まる $PDSCH$ に対する A/N 情報を $A2$ 個の上りリンクサブフレームのバンドルを通じて送信することができる。或いは、 UE は、 eNB に $PUSCH$ バンドルを全て送信してから $G3$ 個のサブフレーム後であるサブフレーム $N+G1+A+G2+G3$ から $A2$ 個の上りリンクサブフレームのバンドルを通じて $PUSCH$ に対する A/N 情報を受信することができる。

20

30

【0176】

ここで、 $G1$ 、 $G2$ 、 $G3$ 、 A および $A2$ の値はそれぞれ固定でもよく、 MIB 、 SIB 、または RRC 信号などの上位層信号を通じて UE に設定されてもよい。特徴として、 N 、 D 、 A および $A2$ の値は同一に設定されてもよい。 $G2$ 値は4であってもよい。 $G3$ 値は、4、または $PDSCH/PUSCH$ に対するサブフレームバンドリングが設定されていない場合における値と同じ値であってもよい。 $PDSCH$ に対する A/N の場合、 FDD に対して $G3=4$ と与えることができる。 TDD において、 UL サブフレーム n で送信される A/N 信号は、 DL サブフレーム $n-k$ ($k \leq K$)で UE によって検出された $PDCCH$ および下りリンク SPS 解除 $PDCCH$ に対応する。 K は、 $UL-DL$ 設定によって与えられる。次の表は、 $3GPP LTE(-A) TDD$ において定義された $K: \{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$ を示す。

40

【0177】

【表 1 1】

[表 1 1]

DL-UL Configuration	Subframe n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	-	7	-

10

【0 1 7 8】

表 1 1 で、各 DL - UL 設定別にサブフレーム n に対して定義された数字を、k 値と関連付けることができる。例えば、PDSCH サブフレームバンドルの最後のサブフレームが 1 つの無線フレーム内でどのサブフレーム番号を有するかによって G3 を定めることができる。PUSCH に対する A/N の場合、FDD に対して $G3 = 4$ と、TDD に対して $G3 = k_{\text{PICH}}$ と与えることができる。次の表は、各 TDD DL - UL 設定別 k_{PICH} を例示するものである。

20

【0 1 7 9】

【表 1 2】

[表 1 2]

TDD UL-DL configuration	UL subframe number n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0			4	7	6			4	7	6
1			4	6				4	6	
2			6					6		
3			6	6	6					
4			6	6						
5			6							
6			4	6	6			4	7	

30

【0 1 8 0】

表 1 2 において、各 DL - UL 設定別に UL サブフレーム番号 n に対して定義された数字を k_{PICH} として用いることができる。例えば、PUSCH サブフレームバンドルの最後のサブフレームが 1 つの無線フレーム内でどのサブフレーム番号を有するかによって G3 を定めることができる。

40

【0 1 8 1】

図 1 2 は、本発明の実施例 A に係る更に他の信号送信 / 受信方法を例示する図である。

【0 1 8 2】

カバレッジ問題がある MTC UE が PDSCH を送信するさらに他の方法は、次のとおりである。カバレッジ問題がある MTC UE のために複数のサブフレームのバンドルを通じて送信される PDCCH は、事前に約束されたサブフレーム位置でのみ送信を開始することができる。このとき、PDCCH を用いたグラントによって送信される PDSCH

50

Hバンドルは、図12(a)に示すように、上記PDCCHの送信が始まるサブフレームで同時に開始することができる。

【0183】

PDCCHおよびPDSCHが送信されるべきサブフレーム期間に、TDDモードでPDSCHを送信できないスペシャルサブフレーム（例えば、スペシャルサブフレーム設定0および5）が含まれることがある。この場合、PDCCHおよびPDSCHの送信のために次のような方法を用いることができる。まず、PDCCHがN個のサブフレームのバンドルを通じて送信されなければならない、PDSCHがD個のサブフレームのバンドルを通じて送信されなければならないと仮定すると、図12(b)に示すように、PDCCHは、PDCCHバンドル送信のためのN個のサブフレームのそれぞれで送信することができる。PDSCHの場合、PDSCHを送信できないサブフレーム（例えば、スペシャルサブフレーム）を除いて、PDSCHが送信されてもよいD個のサブフレームのそれぞれで送信することができる。換言すれば、PDSCHバンドル送信のためのサブフレームの数Dは、スペシャルサブフレームを除いてカウントすることができる。或いは、PDSCHバンドル送信のためのサブフレームの数Dがスペシャルサブフレームを含めてカウントされるものの、UEは、スペシャルサブフレームの信号をパンクチャリング、すなわち、スペシャルサブフレームで受信した信号を除いて信号を組み合わせ（コンバインし）（combine）てPDSCHを復号することができる。この方法は、全てのスペシャルサブフレームに適用するものではなく、特定のスペシャルサブフレーム（例えば、スペシャルサブフレーム設定0または5）に該当するスペシャルサブフレームに対して適用することができる。

10

20

【0184】

< B . PDCCH送信無し (no PDCCH transmission) >

図13は、本発明の実施例Bに係る信号送信/受信方法を例示する図である。

【0185】

カバレッジ問題があるMTC UEにPDCCHを送信するために反復的なPDCCHの送信を行う場合、これを受信するための送信遅延およびエネルギーの消耗が大きくなるという問題がある。これを解決するために、本発明では、カバレッジ問題があるMTC UEがPDCCHを受信しないで直接PDSCHを受信することを提案する。或いは、カバレッジ問題があるMTC UEはPDCCHを受信しないで直接PUSCHを送信することを提案する。そのために、カバレッジ問題があるMTC UEは、定められた特定のリソース領域を通じて自体に送信されるPDSCHを受信したりPUSCHを送信したりできる。

30

【0186】

カバレッジ問題があるMTC UEのためのPDSCHが送信されるサブフレームは、図13に示すように、PDSCHバンドル送信周期（PDSCH bundle transmission period）、PDSCHバンドル送信オフセット（PDSCH bundle transmission offset）、PDSCHバンドルのサイズ（PDSCH bundle size）‘D’によって予約されうる。UEは、さらにサブフレームにおけるPDSCHが送信されるRBリソースまたは領域を知る必要がある。

40

【0187】

図13を参照すると、PDSCHバンドル送信周期は、PDSCHバンドル送信が適用される周期、換言すれば、PDSCH送信のためにバンドリングされたサブフレームが設定される周期を表すことができる。バンドリングされたサブフレームとは、同一の信号/データの送信に用いられる複数のサブフレームのバンドルを意味する。バンドル送信のためのバンドリングされたサブフレームは、1回のみ適用されてもよく、所定数のフレーム/サブフレームごとに反復して適用されてもよい。したがって、PDSCHバンドル送信のためにサブフレームが1回のみバンドリングされてもよく、PDSCHバンドル送信周期ごとにPDSCHバンドル送信のためのサブフレームでPDSCHがバンドル送信されてもよい。

50

【 0 1 8 8 】

P D S C H バンドル送信オフセットは、P D S C H 送信のためにバンドリングされたサブフレームが始まる位置を表すことができる。例えば、上記 P D S C H バンドル送信オフセットは、所定数の無線フレーム内のサブフレームまたは P D S C H バンドル周期に属したサブフレームにおいて何番目のサブフレームで P D S C H バンドル送信が始まるかを表す情報であってもよい。P D S C H バンドルのサイズ ' D ' は、1 回の P D S C H バンドル送信周期に属したサブフレームのうち、バンドリングされるサブフレームの数に該当し得る。連続した下りリンクサブフレームがバンドリングされると仮定すれば、P D S C H 送信のためのサブフレームは、P D S C H バンドル送信オフセットと P D S C H バンドルのサイズによって示すことができる。P D S C H バンドル送信オフセットおよび P D S C H バンドルのサイズの代わりに、一定期間または P D S C H バンドル周期に対応するサブフレームに一つで対応するビットで構成されたビットマップを用いて P D S C H 反復送信のためのサブフレームを予約 (reserve) することもできる。

10

【 0 1 8 9 】

カバレッジ問題がある M T C U E のための P D S C H / P U S C H を定義する各要素 (element) は、セル - 固有であってもよく、U E - 固有であってもよい。セル - 固有の P D S C H / P U S C H の送信リソースの場合、固定されたリソースが P D S C H / P U S C H バンドル送信のための送信リソースとして事前に定義されてもよく、または M I B、S I B、または R R C 信号などの上位層信号を通じて U E に設定されてもよい。U E - 固有の P D S C H / P U S C H の送信リソースの場合、R R C 信号などの上位層信号を通じて U E に設定されてもよい。U E - 固有の P D S C H / P U S C H リソースであっても、同一の P D S C H / P U S C H リソースが 2 個以上の U E のために設定されてもよい。例えば、カバレッジ問題がある M T C U E のための P D S C H リソース領域の設定のために、P D S C H バンドル送信周期の値はセル - 固有に設定され、M I B、S I B または R R C 信号などの上位層信号を通じて U E に設定されてもよい。そして、P D S C H バンドル送信オフセット、P D S C H バンドルのサイズ ' D '、サブフレームにおける P D S C H が送信される R B 領域は U E - 固有に設定され、R R C 信号などの上位層信号を通じて U E に設定されてもよい。バンドル送信オフセット値は、U E の I D (例えば、C - R N T I) と関連付けられて指定されてもよい。例えば、U E は、自体の U E I D (例えば、C - R N T I) を知ると、上記 U E I D を用いてバンドル送信オフセット値を推定することができる。

20

30

【 0 1 9 0 】

S I B などのセル - 固有のデータ送信のための P D S C H 領域は、セル - 固有に指定することができる。特定の U E に対するデータ送信などの U E - 固有のデータ送信のための P D S C H リソース領域は、セル - 固有に指定されてもよく、U E - 固有に指定されてもよい。セル - 固有の P D S C H リソース領域を通じてセル - 固有のデータを受信する場合、U E は、カバレッジ問題がある M T C U E のための S I - R N T I (以下、M T C - S I - R N T I) を用いることができる。M T C - S I - R N T I は、標準技術などによって他の R N T I のために用いられない値のうちの特定値として事前に定義することができる。或いは、e N B が M T C - S I - R N T I を M I B に乗せて U E に知らせることもできる。

40

【 0 1 9 1 】

或いは、U E がセル - 固有または U E - 固有の P D S C H リソース領域を通じて U E - 固有のデータを受信する場合、U E は C - R N T I を用いることができる。例えば、次のような手順に M T C - S I - R N T I または C - R N T I を用いることができる。

【 0 1 9 2 】

1) 該当 P D S C H の送信ブロックまたはコードブロック内のビットのスクランブリングに使用。

【 0 1 9 3 】

2) 該当 P D S C H の送信ブロックまたはコードブロック内のビットへの C R C 付加 (

50

attachment) 処理に使用。

【 0 1 9 4 】

3) 該当 P D S C H の R B 領域を通じて送信される U E - R S を生成するための擬似ランダムシーケンスを M T C - S I - R N T I を用いてスクランプリング。

【 0 1 9 5 】

【 数 1 8 】

手順 1) に関し、図 9 を参照すると、1 つのサブフレームにおける物理チャネル上で送信される各コードワード内のビットは、変調 3 0 2 の前にスクランブルされる。コードワード q に対するビット $b^{(q)}(0), \dots, b^{(q)}(M_{\text{bit}}^{(q)} - 1)$ のブロックは次の式によってスクランブルされ、スクランブルされたビットのブロック $\tilde{b}^{(q)}(0), \dots, \tilde{b}^{(q)}(M_{\text{bit}}^{(q)} - 1)$ となり得る。ここで、 $M_{\text{bit}}^{(q)}$ は、コードワード q のビット数である。

10

【 0 1 9 6 】

【 数 1 9 】

[数式 1 1]

$$\tilde{b}^{(q)}(i) = (b^{(q)}(i) + c^{(q)}(i)) \bmod 2$$

20

【 0 1 9 7 】

ここで、スクランプリングシーケンス $c^{(q)}(i)$ は、数式 7 によって与えることができる。スクランプリングシーケンス生成器は各サブフレームの先頭で初期化され、P D S C H のための送信ブロックの場合、初期値 c_{init} は次の式によって与えられる。

【 0 1 9 8 】

【 数 2 0 】

30

[数式 1 2]

$$c_{\text{init}} = n_{\text{RNTI}} \cdot 2^{14} + q \cdot 2^{13} + \lfloor n_s / 2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$$

【 0 1 9 9 】

本発明で、カバレッジ強化モードで動作する U E は、数式 1 2 の n_{RNTI} に M T C - S I - R N T I または C - R N T I を適用することができる。

【 0 2 0 0 】

手順 2) に関し、P D S C H で送信される送信ブロックは、P D S C H にマッピングされる前に、送信ブロックへの C R C 付加、コードブロック分割 (セグメンテーション) (segmentation) およびコードブロックへの C R C 付加、チャネルコーディング、レートマッチングおよびコードブロック連結 (concatenation) などを含む送信ブロック処理 (processing) を経る。誤り検出が C R C を通じて送信ブロックまたはコードブロックに適用されるが、通常、全 (entire) 送信ブロックまたは全コードブロックが該当ブロックに付加される C R C パリティビットを計算するために用いられる。本発明では、M T C - S I - R N T I または C - R N T I を C R C パリティビットの計算のために用いることができ、本発明の一実施例に係る上位層信号に対応する送信ブロックまたはコードブロックに、M T C - S I - R N T I または C - R N T I を用いて計算された C R C パリティビットを付加することができる。M T C - S I - R N T I または C - R N T I を $a_0, a_1, a_2,$

40

50

a_3, \dots, a_{A-1} とし、CRCパリティビットを $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{L-1}$ としよう。ここで、 A は、MTC-SI-RNTIまたはC-RNTIの長さであり、 L は、パリティビットの数である。CRCパリティビットは、例えば、次の巡回生成器多項式(cyclic generator polynomial)のうちの1つによって生成することができる。

【0201】

【数21】

[数式13]

$$g_{CRC24A}(D) = [D^{24} + D^{23} + D^{18} + D^{17} + D^{14} + D^{11} + D^{10} + D^7 + D^6 + D^5 + D^4 + D^3 + D + 1]$$

10

【0202】

【数22】

[数式14]

$$g_{CRC24B}(D) = [D^{24} + D^{23} + D^6 + D^5 + D + 1]$$

【0203】

ここで、 g_{CRC24A} は、送信ブロックにCRCとして付加される24個のパリティビットを生成する巡回生成器多項式を意味し、 g_{CRC24B} は、コードブロックにCRCとして付加される24個のパリティビットを生成する巡回生成器多項式を意味する。符号化(encoding)は、システマチック(systematic)形態で行われ、これは、2のガロアフィールド(Galois field) $GF(2)$ で多項式 ' $a_0 D^{A+23} + a_1 D^{A+22} + \dots + a_{A-1} D^{A+24} + p_0 D^{23} + p_0 D^{22} + \dots + p_{22} D^1 + p_{23}$ ' が該当の長さ-24CRC生成器多項式 g_{CRC24A} または g_{CRC24B} で除算されるとき、0に等しい余り(remainder)を算出(yield)することを意味する。

20

【0204】

或いは、CRCが付加される全送信ブロックまたは全コードブロックに対して、数式13および数式14を用いてCRCを計算し、計算したCRCをMTC-SI-RNTIまたはC-RNTIによってスクランブルした後で該当の送信ブロックまたはコードブロックに付加することもできる。例えば、次の式によって、CRCパリティビット $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{L-1}$ を該当のMTC-SI-RNTIまたはC-RNTI $x_{rnti,0}, x_{rnti,1}, x_{rnti,2}, \dots, x_{rnti,C-1}$ でスクランブルすることができる。

30

【0205】

【数23】

[数式15]

$$c_k = (b_k + x_{rnti,k}) \bmod 2 \text{ for } k = 0, 1, 2, \dots, C-1$$

40

【0206】

ここで、 $x_{rnti,0}$ は、MTC-SI-RNTIまたはC-RNTIの最上位ビットに該当し、 C は、MTC-SI-RNTIまたはC-RNTIの長さを意味する。

【0207】

手順3)に関し、数式12のスクランプリング識別子 n_{SCID} にMTC-SI-RNTIまたはC-RNTIを適用することができる。UEは、UE-RSの生成に用いられたスクランプリング識別子として用いられたMTC-SI-RNTIまたはC-RNTIを知っているから、PDSCCHと併せて送信されたUE-RSシーケンスがわかり、よって、

50

上記UE - RSシーケンスを用いてPDSCCHに対する復号を行うことによって、上記PDSCCHが搬送する上位層信号を取得することができる。

【0208】

UEは、UE - 固有のPDSCCHバンドルを受信した場合、G3個のサブフレーム後に、PDSCCH受信に対するA/N情報をeNBに上りリンクリソースを用いて送信することができる。このとき、G3値は、4、またはPDSCCH/PUSCHに対するサブフレームバンドリングが設定されていない場合における値と同じ値であってもよく、A/N情報は、A1個のULサブフレームをバンドルを通じて送信することができる。或いは、UEは、eNBにPUSCHバンドルを全て送信した後、G3個のサブフレーム後のサブフレームからA2個のULサブフレームのバンドルを通じてPUSCHに対するA/N情報を受信することができる。G3およびA1の値はそれぞれ固定でもよく、MI B、SI BまたはRR C信号などの上位層信号を通じてUEに設定されてもよい。

10

【0209】

本発明の実施例Bで説明されたPDSCCHバンドル送信周期、PDSCCHバンドル送信オフセットおよび/またはPDSCCHバンドルのサイズは、PDSCCH送信のためのサブフレームの予約/設定だけでなく、他の物理チャネルのバンドル送信のためのサブフレームの予約/設定のためにも用いることができる。例えば、本発明の実施例A、実施例C~Gで、物理チャネル(例えば、PDCCH、PBCCH、PUCCH、PUSCH、PHICHなど)の反復送信のためのサブフレームの予約、すなわち、サブフレームバンドルの設定のためにバンドル送信周期、バンドル送信オフセットおよび/またはサブフレームバンドルのサイズを用いることができる。

20

【0210】

<C. 縮小された(Shortened)PDCCH>

図14は、本発明の実施例Cに係る信号送信/受信方法を例示する図である。

【0211】

カバレッジ問題があるMTC UEへのPDCCHの送信に成功するためにPDCCHの反復送信が行われる場合、上記反復送信のための送信遅延(delay)およびエネルギー消耗が大きくなるという問題がある。これを解決するために、本発明では、カバレッジ問題があるMTC UEにPDSCCHが送信されるか否かを示す情報のみを含むまたはPDSCCHが送信されるか否かを示す情報を含む縮小された(縮小)(Shortened)PDCCHを送信することを提案する。UEは、縮小されたPDCCHを介して、自体にPDSCCHが送信されるか否かを判断する程度のより少ない情報を受信し、自体にPDSCCHが送信されると仮定すると、定められたPDSCCHリソースまたは領域(以下リソース/領域)でデータを受信することができる。例えば、縮小されたPDCCHは、上記PDCCHがターゲットとするUEのID(例えば、C-RNTI)に関する情報のみを含むことができる。UEは、自体のUE ID(例えば、C-RNTI)に関する情報を含むPDCCHを受信または検出すると、自体にPDSCCHが送信されると仮定することができる。

30

【0212】

カバレッジ問題があるMTC UEへのデータ送信のために縮小されたPDCCHが用いられる場合、図14(a)に示すように、特定のUE(例えば、UE1)に対する縮小されたPDCCHが特定のサブフレームを通じて送信されると、上記縮小されたPDCCHを有するサブフレームからD個のサブフレームのバンドルを通じてPDSCCHが送信されうる。ULの場合、特定のUEに対する縮小されたPDCCHが特定のサブフレームを通じて送信されると、上記縮小されたPDCCHを受信したUEは、上記特定のサブフレームの次の4番目のサブフレームから始まるD個のサブフレームのバンドルを通じてPUSCHを送信することができる。縮小されたPDCCHは、PDSCCHが送信されるサブフレームの数、すなわち、PDSCCHバンドルのサイズであるDの値に関する情報を含むことができる。

40

【0213】

縮小されたPDCCHを受信したUEは、定められたPDSCCHリソース/領域を通じ

50

て自体に送信されるデータを受信することができる。P D S C Hリソース / 領域を指定し、該当のP D S C Hリソース / 領域を通じてデータを送信するためには、前述した本発明の実施例Bで言及した方式を適用することができる。P D S C Hリソース / 領域は、セル - 固有であってもよく、U E - 固有であってもよい。また、S I Bなどのセル - 固有のデータ送信のためのP D S C Hリソース / 領域は、セル - 固有に指定されてもよい。特定のU Eに対するデータ送信などのU E - 固有のデータ送信のためのP D S C Hリソース / 領域は、セル - 固有に指定されてもよく、U E - 固有に指定されてもよい。

【0214】

或いは、カバレッジ問題があるM T C U EのためのP D S C Hリソース / 領域は、縮小されたP D C C Hが送信されるP D C C Hリソース / 領域によって定めることができる。例えば、図14(b)に示すように、P D C C Hリソース / 領域によって定められたP D S C Hリソース / 領域が存在してもよい。例えば、P D C C H候補インデックスまたはP D C C HのC C Eインデックス(例えば、P D C C Hに含まれたC C Eのうち、最初のC C Eのインデックス)などによってP D S C Hリソースを定めることができる。図14(b)を参照すると、U Eは、P D C C H1リソース / 領域を通じて自体に送信される縮小されたP D C C Hを受信した場合、P D C C H1リソース / 領域と関連付けられたP D S C Hリソース / 領域を通じてデータを受信することができ、P D C C H2リソース / 領域を通じて自体に送信される縮小されたP D C C Hを受信した場合、P D C C H2リソース / 領域と関連付けられたP D S C Hリソース / 領域を通じてデータを受信することができる。例えば、U Eは、P D C C Hのリソースインデックスに基づいて該P D C C HにリンクされたP D S C Hリソースを把握できる。

【0215】

U Eは、U E - 固有のP D S C Hバンドルを受信する場合、G 3個のサブフレーム後に、P D S C H受信に対するA / N情報をe N BにU Lリソースを用いて送信することができる。換言すれば、U Eは、U E - 固有のP D S C Hバンドルを受信した後、G 3番目のサブフレームでA / N送信用リソースを用いてA / N情報をe N Bに送信することができる。G 3値は、4、またはP D S C H / P U S C Hに対するサブフレームバンドリングが設定されていない場合における値と同じ値であってもよい。上記A / N情報は、A 1個のU Lサブフレームのバンドルを通じて送信することができる。或いは、U Eはe N BにP U S C Hバンドルを全て送信した後、G 3個のサブフレーム後のサブフレーム(すなわち、P U S C Hバンドルを全て送信してからG 3番目のサブフレーム)からA 2個のU Lサブフレームのバンドルを通じてP U S C Hに対するA / N情報を受信することができる。G 3およびA 1の値はそれぞれ固定でもよく、M I B、S I BまたはR R C信号などの上位層信号を通じてU Eに設定されてもよい。

【0216】

< D . P D C C HとP D S C Hとの間の衝突(conflict)問題(issue)>

図15乃至図17は、本発明の実施例Dに係る信号送信 / 受信方法を例示する図である。本発明の実施例Dは、本発明の実施例A、実施例C ~ 実施例Gの少なくとも1つと併せて適用することができる。

【0217】

前述したように、M T C U EのためにP D C C Hを連続したまたは不連続の複数のサブフレームを通じてP D C C Hバンドルの形態で送信することができ、このようなP D C C Hバンドルの送信は、予め定められたまたは設定されたサブフレーム位置で開始することができる。このとき、U EがP D S C Hバンドルを受信すべきサブフレームと新しいP D C C Hバンドルの送信が始まり得るサブフレームとが重なる問題が発生しうる。

【0218】

この場合、U Eは、図15(a)に示すように、1つのP D S C Hバンドルを受信している間には、(自体が受信すべき)新しいP D C C Hが送信されないと仮定することができる。

【0219】

或いは、UEは、PDSCHバンドルを受信すべきサブフレームと新しいPDCCHバンドルの送信が始まり得るサブフレームとが重なる場合、図15(b)に示すように、自体が受信しているPDSCHバンドルの受信を中断し、新しいPDCCHバンドルの受信を試みることができる。或いは、UEは、PDCCHバンドルが送信され得る期間に他のUEのためのPDCCHバンドルが送信され得ると仮定して、自体が受信しているPDSCHバンドルの受信を中断し、PDCCHバンドルの受信も試みなくてもよい。PDCCHバンドルの受信を終えた後またはPDCCHバンドルが送信されるサブフレームが過ぎた後、UEは、しばらく中断したPDSCHバンドルの受信を続けて行うことができる。UEがPDSCHバンドルを受信すべきサブフレームと新しいPDCCHバンドルの送信が始まり得るサブフレームとが重なることから、UEがPDSCHバンドルの受信を中断し、新しいPDCCHバンドルの受信を試みる場合、eNBは、当該PDCCHバンドルでは当該UEのためにはDLグラントは送信することができず、ULグラントのみを送信することができる。当該UEは当該PDCCHバンドルではDLグラントが送信されないと仮定することができる。

【0220】

MTC UEのためにPDCCHがPDCCHバンドルの形態で送信され、PDCCHバンドルの送信は予め定められたサブフレーム位置で始まるとき、PUSCHバンドル送信のためのサブフレームと新しいPDCCHバンドル送信の開始サブフレームとが重なるという問題が発生する。この場合、UEは、図16(a)に示すように、PUSCHバンドルを送信している間には、自体が受信すべきPDCCHが送信されないと仮定することができる。或いは、UEは、PUSCHバンドル送信のためのサブフレームと新しいPDCCHバンドル送信のためのサブフレームのタイミングが重なる場合、すなわち、PUSCHバンドル送信と新しいPDCCHバンドル送信とが衝突する場合、図16(b)に示すように、UEは、PUSCHバンドルを送信すると同時に新しいPDCCHバンドルの受信を試みることができる。このとき、UEは、PUSCHバンドル送信タイミングと衝突するPDCCHバンドルでは自体にULグラントが送信されないと仮定することができる。或いは、UEは、PUSCHバンドルを送信すると同時に新しいPDCCHバンドルの受信を試みることができ、UEは、PUSCHバンドルの送信が終了する前にPDCCHバンドルの送信が終了する場合には、自体にULグラントが送信されないと仮定することができる。或いは、UEは、PUSCHバンドルの送信が終了するサブフレームからX個(例えば、X=4)のサブフレーム以前にPDCCHバンドルの送信が終了する場合には、自体にULグラントが送信されないと仮定することができる。

【0221】

一方、図17に示すように、PDCCHバンドルの長さが、PDCCHバンドルの送信が始まり得るサブフレーム位置の間隔よりも大きい値を有してもよい。この場合、UEが互いに異なるPDCCHバンドルを同時に受信できなければ、UEは、自体に送信されるPDCCHは1回に1つしかないと仮定することができる。

【0222】

< E . P BCHとPDSCHとの間の衝突問題 >

図18は、本発明の実施例Eに係る信号送信/受信方法を例示する図である。

【0223】

前述したように、カバレッジ強化が必要なMTC UEのためにPDSCHが連続したまたは不連続の複数のサブフレームを通じて送信されうる。これと同様に、MTC UEのカバレッジ強化のために、P BCHが複数のサブフレームを通じて送信されてもよい。各10ms無線フレームにおける最初のサブフレーム#0内で、図18(a)のように、4個のOFDMシンボル(OFDMシンボル#7~#10)の中心の6個のRB上で送信される従来のP BCHの他に、従来のP BCHが送信されないサブフレーム(例えば、各10ms無線サブフレームのサブフレーム#1~#9)で追加のP BCHが送信されてもよい。このとき、追加のサブフレームでP BCHは、図18(a)に示すように、従来のP BCHが送信されるREリソースを通じて送信されてもよく、図18(b)に示すよう

に、該当サブフレーム内でPDCCHリソース／領域を除く全OFDMシンボルリソース／領域を通じて送信されてもよい。以下、本発明では、従来送信されるPBCHではなく、追加のサブフレームで送信されるカバレッジ強化を行うMTC UEのためのPBCHを、追加PBCHと称する。

【0224】

カバレッジ強化が必要なMTC UEのためにPBCHが複数のサブフレームで送信されるとき、レガシUEは、従来PBCHが送信されないサブフレームを通じて送信される追加PBCHの存在を知らない。したがって、eNBは、カバレッジ強化を行うMTC UEのための追加PBCHが送信されるサブフレームでレガシUEにPDSCCH（または、EPDCCH）を送信する場合、追加PBCHが送信されるPRBリソース／領域（例えば、中心6個のPRB）を避けてPDSCCH（または、EPDCCH）のスケジューリングを行う。

10

【0225】

カバレッジ強化が必要なMTC UEのためにPBCHが複数のサブフレームで送信されるとき、追加PBCHが送信されるサブフレームでMTC UEにPDSCCH（または、EPDCCH）を送信する場合、追加PBCHが送信されるPRBリソース／領域（例えば、中心6個のPRB）を避けてPDSCCH（または、EPDCCH）のスケジューリングを行うことができる。

【0226】

カバレッジ強化が必要なMTC UEのためにPBCHが複数のサブフレームで送信されるとき、MTC UEは、このような追加PBCHの送信とこの追加PBCHが送信される送信リソースとを知ることができる。MTC UEにPDSCCHを送信するときに、追加PBCHとPDSCCHの送信PRBリソース／領域とが重なる場合、eNBは、該当サブフレームでは上記MTC UEにPDSCCHを送信しなくてもよい。例えば、UEは、追加PBCHとPDSCCHのPRBリソース／領域とが重なる場合、該当サブフレームではPDSCCHが送信されないと仮定することができる。すなわち、UEは、追加PBCH送信とPDSCCH送信とが衝突するサブフレームでは上記PDSCCH送信を期待しなくてもよい。或いは、MTC UEにPDSCCHを送信するとき、追加PBCHとPDSCCHの送信PRBリソース／領域とが重なる場合、eNBは、MTC UEに該当サブフレームで追加PBCHが送信されるREリソース／領域に対してPDSCCHをレートマッチングして送信することもできる。すなわち、UEは、追加PBCHとPDSCCHのPRBリソース／領域とが重なる場合、該当サブフレームでは追加PBCHリソース／領域に対してPDSCCHがレートマッチングされて送信されると仮定することができる。

20

30

【0227】

< F . PDCCHとPDSCCHの反復回数 >

図19は、本発明の実施例Fに係る信号送信／受信方法を例示する図である。

【0228】

eNBがMTC UEに送信するPDCCHの反復回数は、アクセス初期段階に、UE別に異なるようにまたはセル - 固有に設定することができる。或いは、PDCCHの反復回数は、RRC設定などを通じて準静的（semi-statically）に変更されてもよい。これによって、UEは、反復して送信されるPDCCHサブフレームが特定の数だけ送信されると期待して復号を行うことができる。しかし、eNBのスケジューリングの柔軟性（flexibility）とシグナリングオーバーヘッドとを減らすために、図19に示すように、eNBはUEに知らせたまたはUEのカバレッジ強化に必要な値によって決定されたPDCCHの反復回数（または、PDCCHの最大反復回数）よりも少ない数の反復によってPDCCHを送信することができる。この場合、UEは、eNBによって上記UEに設定されたまたは上記UEのカバレッジ強化に必要な値によって決定されたPDCCHの反復回数（または、PDCCHの最大反復回数）よりも少ない数の反復によってPDCCHバンドルが送信されると仮定することができる。例えば、UEのチャネル環境またはスケジューリングの制約（restriction）などによって、eNBは、UEの期待するPDCCH反

40

50

復回数と同一かまたは小さい数の反復を通じて柔軟に (flexible) P D C C Hを送信することができる。この場合、U E は、実際に送信される P D C C Hのバンドルのサイズを知らないため、各サブフレームごとに P D C C Hの復号を試みることができる。

【 0 2 2 9 】

一方、P D S C Hの反復回数は、アクセス初期段階に、U E ごとに異なるようにまたはセル - 固有に設定されてもよい。或いは、P D S C Hの反復回数は、R R C 設定などを通じて準静的に変更されてもよい。或いは、P D S C Hの反復回数は、P D S C Hが送信される度に P D C C Hを介して設定されてもよい。しかし、e N Bのスケジューリングの柔軟性とシグナリングオーバーヘッドとの低減のために、e N BはU E に知らせたまたはU E のカバレッジ強化に必要な値によって決定された P D S C Hの反復回数 (または、P D S C Hの最大反復回数) よりも少ない数の反復によって P D S C Hを送信することができる。この場合、U E は、e N Bによって設定されたまたはU E のカバレッジ強化に必要な値によって決定された P D S C Hの反復回数 (または、P D S C Hの最大反復回数) よりも少ない数の反復によって P D S C Hバンドルが送信されると仮定することができる。例えば、U E のチャネル環境またはスケジューリングの制約などによって、e N Bは、U E の期待する P D S C H反復回数と同一かまたは小さい数の反復によって柔軟に P D S C Hを送信することができる。この場合、U E は、実際に送信される P D S C Hのバンドルのサイズを知らないため、各サブフレームごとに P D S C Hの復号を試みることができる。

10

【 0 2 3 0 】

さらに、e N Bは、U E に P D C C H / P D S C Hの最小反復回数を知らせることもできる。或いは、P D C C H / P D S C Hの最小反復回数は、固定された値であってもよく、予め定義された値であってもよい。

20

【 0 2 3 1 】

U E が1つの P D C C H / P D S C Hではデータの受信に成功し難い場合、U E がe N Bによって送信される P D C C H / P D S C Hの正確な反復回数を知らないと、最大反復回数までの P D C C H / P D S C Hサブフレームを用いて受信を試みることになる。ところが、U E が最大反復回数までの P D C C H / P D S C Hサブフレームで P D C C H / P D S C Hの受信を試みると、e N Bによって実際に送信された P D C C H / P D S C H反復数よりも多いサブフレームの信号を復号に用いることになり、復号を妨げる値 (例えば、他のU E に対するデータまたは不所望の (undesired) 信号) が復号に多く用いられるという問題が生じる。

30

【 0 2 3 2 】

しかし、本発明によって P D C C H / P D S C Hの最小反復回数をU E が知ると、D L データにH A R Qが適用される場合、U E は、e N Bが送信する P D C C H / P D S C Hの正確な反復回数を知らなくても、最小反復回数分の P D C C H / P D S C Hのみを復号に用いることができる。こうすると、復号を妨げる値 (例えば、他のU E に対するデータまたは不所望の信号) が多く用いられることがない。U E は、最大反復回数までの P D C C H / P D S C Hサブフレームを用いてデータの復号を試みたにもかかわらず、復号に失敗した場合 (例えば、N A C Kと判定された場合)、最小反復回数に対応する P D C C H / P D S C Hサブフレームから送信されたデータのみを (組み合わせて) 受信H A R Qバッファに記憶することができる。

40

【 0 2 3 3 】

e N Bは、U E に、1) 最大 / 最小反復回数を全て知らせ、(上記のような) H A R Qの組み合わせ (コンバイニング) (combining) 動作を動作可能にする (enable) よう設定したり、または2) 最大反復回数のみを知らせる代わりに、H A R Q組み合わせ動作を動作不能にする (disable) ように設定することができる。或いは、同様に、U E は、(e N Bから) 1) 最大 / 最小反復回数の両方とも与えられる場合、自動的に (上記のような) H A R Q組み合わせ動作を動作可能にしたり、または2) 最大反復回数のみが与えられる場合、自動的にH A R Q組み合わせ動作を動作不能にするように設定することも可能である。

50

【0234】

< G . P D C C H、P D S C H / P U S C HおよびA C K / N A C Kの独立した送信タイミング>

図20は、本発明の実施例Gに係る信号送信/受信方法を例示する図である。

【0235】

M T C U EのためのP D C C Hバンドルの送信が始まり得るサブフレームの位置および周期を定めることができると上述したのと同様に、P D S C H / P U S C H送信のためのサブフレームバンドルとデータに対するA C K / N A C K (例えば、P U C C H、P H I C H)の送信のためのサブフレームバンドルとも、当該バンドルの開始位置および周期を定めることができる。このとき、特徴として、P D C C H、P D S C H / P U S C H、P H I C H、P U C C Hバンドルなどの送信が始まるサブフレーム位置とサブフレーム期間とに関する情報は、それぞれ独立して設定することができる。例えば、P D C C Hバンドルの送信が始まり得るサブフレームをサブフレームnとすれば、nは $(n \bmod D1) = G1$ を満たす値にすることができる。ここで、D1は、P D C C H送信開始可能サブフレームの周期であり、G1は、P D C C H送信開始可能サブフレーム位置のオフセットを意味する。例えば、G1は、D1の期間におけるP D C C H送信開始サブフレームの位置を表すことができる。これと同様に、P D S C Hバンドル送信の開始サブフレームをサブフレームkとし、P U C C Hバンドル送信のサブフレームをサブフレームmとすれば、kおよびmは、それぞれ、 $(k \bmod D2) = G2$ 、 $(m \bmod D3) = G3$ を満たす値にすることができる。ここで、D2は、P D S C H送信開始可能サブフレームの周期であり、G2は、P D S C H送信開始可能サブフレーム位置のオフセットを意味し、D3は、P U S C H送信開始可能サブフレームの周期であり、G3は、P U S C H送信開始可能サブフレーム位置のオフセットを意味する。このとき、D1、G1、D2、G2、D3、G3の値は、それぞれ独立して定めることができる。

【0236】

この場合、U Eは、図20に示すように、e N BからP D S C HをスケジューリングするP D C C Hバンドルを受信した場合、P D C C Hバンドルの送信が始まったサブフレームからX1個のサブフレーム後に位置する、P D S C Hバンドルの送信が始まり得るサブフレームのうち、最も近いサブフレームからP D S C Hバンドルを受信することができる。これと同様に、P D S C Hバンドルを受信したU Eは、当該P D S C Hに対するA C K / N A C K情報をP U C C Hを介して送信するために、P D C C Hバンドルの送信が始まったサブフレームからX2個のサブフレーム後に位置する、P U C C Hバンドルの送信が始まり得るサブフレームのうち、最も近いサブフレームからP U C C Hバンドルを送信することができる。このとき、X1および/またはX2は、予め定義(pre-define)された値であってもよく、e N Bによって設定された値であってもよい。

【0237】

前述した本発明の実施例において、e N Bは、チャネル状況に合うデータおよび信号をM T C U Eに送信するために、カバレッジ問題があるM T C U EとそうでないM T C U Eとを区別する必要がある。ところが、e N Bは、U EがP R A C Hを送信するまでにはU Eの存在に気づくことができない。したがって、U EがS I Bを初めて受信するまではe N BがU Eの存在を知らないはずであるため、本発明に係るU Eは、自体がカバレッジ問題のあるU Eか否かを自ら判断することができる。例えば、U Eは、(1) P S S / S S Sの受信に成功するために必要な時間、サブフレームの数、および/またはP S S / S S Sの数、(2) P B C Hの受信に成功するために必要な時間、サブフレームの数、および/またはP B C Hの数、(3)無線リソース管理(Radio Resource Management; R R M)を行って得た結果(例えば、参照信号受信電力(Reference Signal Received Power; R S R P)、(4) S I Bの受信に成功するために必要な時間、サブフレーム数および/または特定の時間期間に試みられたS I B受信の成否のうち少なくとも1つを用いて、自体がカバレッジ問題のあるU Eか否かを判断することができる。自体にカバレッジ問題があると判断される場合、M T C U Eは、本発明の実施例によるカバレッジ強化方式を適用し

たり、またはカバレッジ強化方式を示し得るように定義された P R A C H を送信することによって、e N B に、自体がカバレッジ問題のある U E であることを知らせることができる。一方、カバレッジ問題のある U E が、カバレッジ問題を（明示的または暗黙的に）知らせる P R A C H 送信などを通じて e N B にそれを知らせる前、またはカバレッジ問題のある U E が e N B に初期アクセスを完了する前であれば、e N B はカバレッジ問題のある U E が存在するか否かを知らない。したがって、本発明に係る e N B は、（カバレッジ問題のある M T C U E を認識できない状態であっても）カバレッジ強化の M T C U E のために、本発明に係るサブフレームバンドル送信を行うことができる。U E が P R A C H を送信し、e N B への初期アクセスが完了した後なら、U E にカバレッジ問題があるか否か、カバレッジ強化レベルなどを（R R M 情報などから）e N B が判断して U E に知らせることができる。

10

【0238】

本発明の実施例 A ～実施例 G は、別々に適用されてもよく、2 つ以上が併せて適用されてもよい。

【0239】

本発明の実施例において、U E は、上りリンクでは送信装置 1 0 として動作し、下りリンクでは受信装置 2 0 として動作する。本発明の実施例において、e N B は、上りリンクでは受信装置 2 0 として動作し、下りリンクでは送信装置 1 0 として動作する。以下、U E に具備されたプロセッサ、R F ユニットおよびメモリを、U E プロセッサ、U E R F ユニットおよび U E メモリとそれぞれ称し、e N B に具備されたプロセッサ、R F ユニットおよびメモリを、e N B プロセッサ、e N B R F ユニットおよび e N B メモリとそれぞれ称する。

20

【0240】

例えば、上記 e N B プロセッサは、本発明の実施例 A ～実施例 G のいずれか 1 つによって P D C C H、P D S C H、P H I C H および / または P B C H の（反復）送信を行うように上記 e N B R F ユニットの制御することができる。上記 e N B プロセッサは、本発明の実施例 A ～実施例 G のいずれか 1 つによって U E からの P U C C H および / または P U S C H の（反復）送信を受信するように上記 e N B R F ユニットの制御することができる。上記 e N B プロセッサは、反復受信された P U C C H および / または P U S C H を（組み合わせて）復号することができる。上記 e N B プロセッサは、復号の成否による A C K / N A C K 情報を生成し、該 A C K / N A C K を P H I C H を介して送信するように e N B R F ユニットの制御することができる。上記 e N B プロセッサは、本発明の一実施例によって e N B R F ユニットの制御して P H I C H の反復送信を行うことができる。上記 e N B プロセッサは、P D C C H、P D S C H、P U C C H、P U S C H、P H I C H および / または P B C H の反復送信のためのサブフレームバンドルの設定情報（例えば、送信周期、送信オフセット、開始サブフレーム、バンドルのサイズおよび / または反復回数など）を送信するように e N B R F ユニットの制御することができる。上記 e N B プロセッサは、上記設定情報に基づいて該当バンドル内で該当物理チャネルの（反復）送信 / 受信を行うように上記 e N B R F ユニットの制御することができる。

30

【0241】

上記 U E プロセッサは、本発明の実施例 A ～実施例 G のいずれか 1 つによって P D C C H、P D S C H、P H I C H および / または P B C H の（反復）受信を行うように、上記 U E R F ユニットの制御することができる。上記 U E プロセッサは、本発明の実施例 A ～実施例 G のいずれか 1 つによって P U C C H および / または P U S C H の（反復）送信を行うように上記 R F ユニットの制御することができる。上記 U E プロセッサは、反復受信された P D C C H、P D S C H、P H I C H および / または P B C H を（組み合わせて）復号することができる。上記 U E プロセッサは、復号の成否による A C K / N A C K 情報を生成し、該 A C K / N A C K を P U C C H および / または P U S C H を介して送信するように U E R F ユニットの制御することができる。上記 U E プロセッサは、本発明の一実施例によって U E R F ユニットの制御し、P U C C H および / または P U S C H の

40

50

反復送信を行うことができる。上記UEプロセッサは、PDCCH、PDSCH、PUCCH、PUSCH、PHICHおよび/またはPBCHの反復送信のためのサブフレームバンドルの設定情報（例えば、送信周期、送信オフセット、開始サブフレーム、バンドルのサイズおよび/または反復回数など）を受信するようにUE RFユニットを制御し、上記設定情報に基づいて該当バンドル内で該当物理チャネルの（反復）送信/受信を行うように上記UE RFユニットを制御することができる。

【0242】

上述したように開示された本発明の好適な実施例に関する詳細な説明は、当業者が本発明を具現して実施できるように提供された。上記では本発明の好適な実施例を参照して説明したが、当該技術の分野における熟練した当業者にとっては、添付の特許請求の範囲に記載された本発明を様々に修正および変更させることができるということは明らかである。したがって、本発明は、ここに開示された実施の形態に制限しようとするものではなく、ここに開示された原理および新規な特徴と一致する最も広い範囲を与えようとするものである。

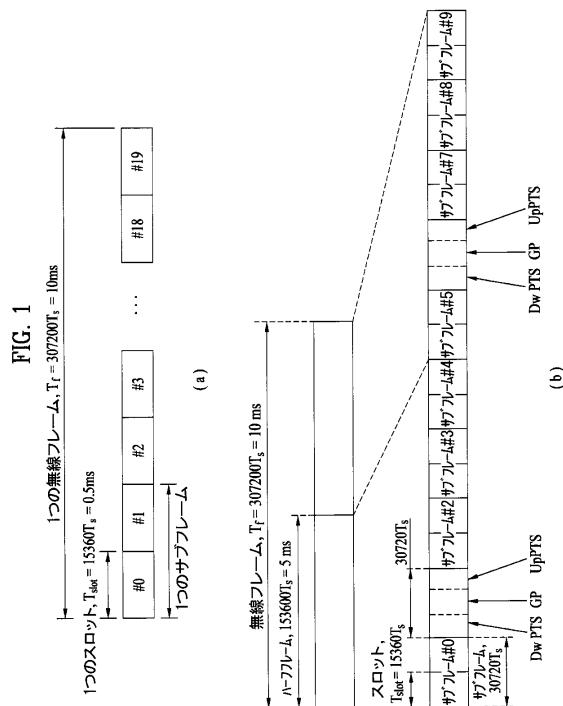
【産業上の利用可能性】

【0243】

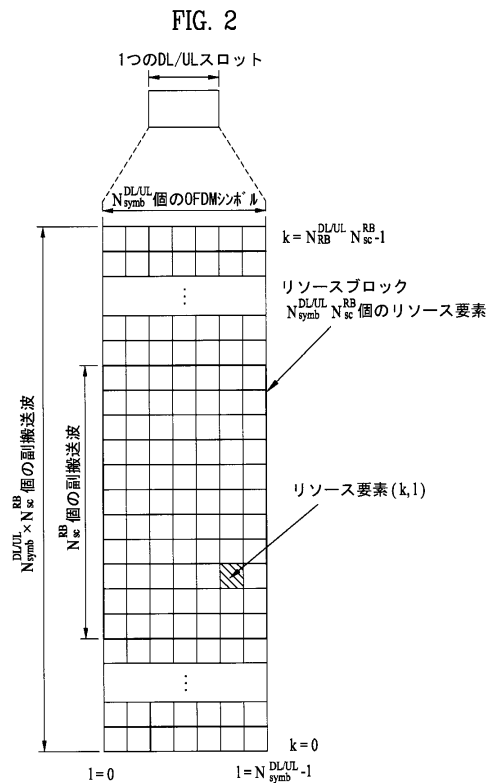
本発明の実施例は、無線通信システムにおいて、基地局またはユーザ機器、その他の装置に用いることができる。

10

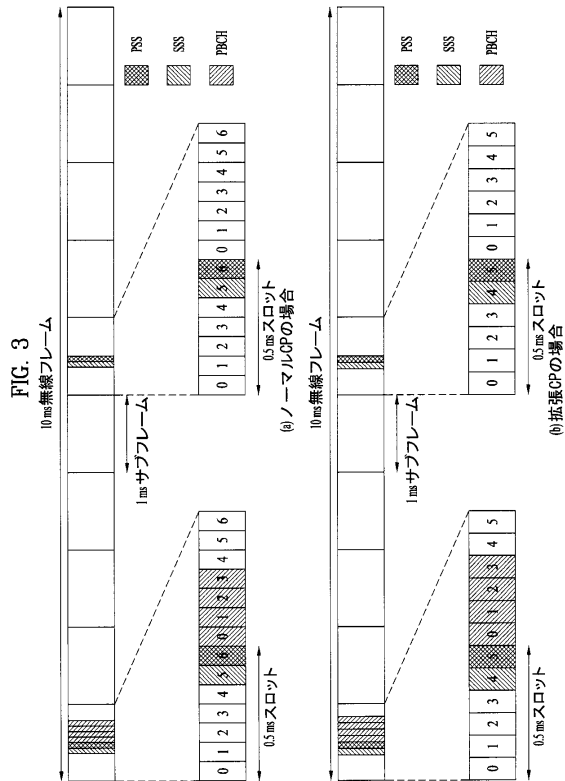
【図1】



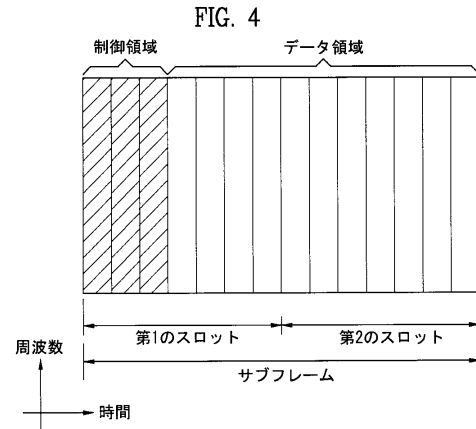
【図2】



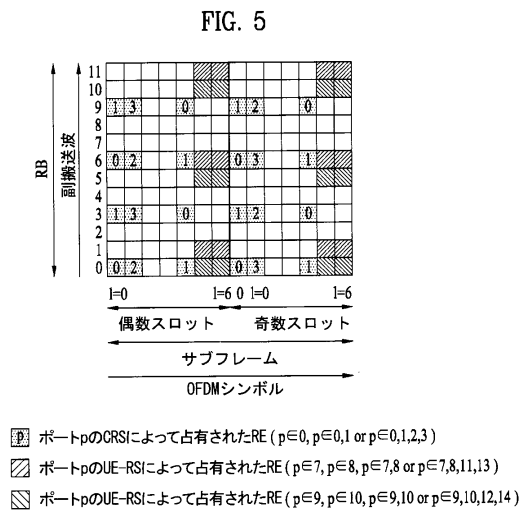
【図 3】



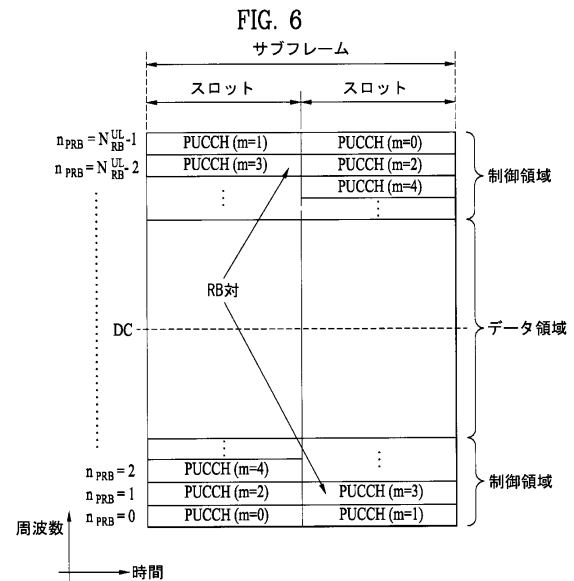
【図 4】



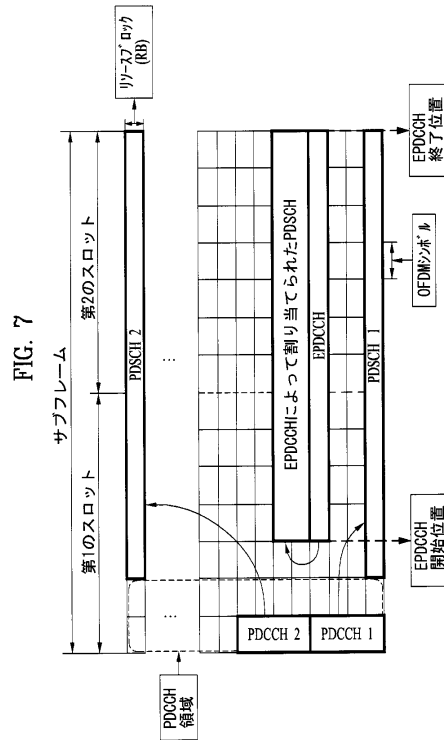
【図 5】



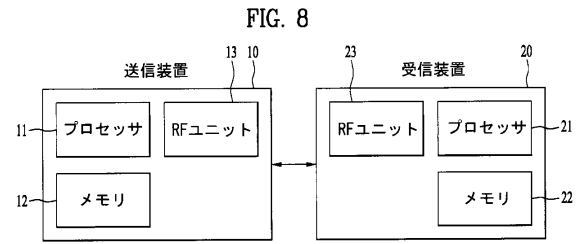
【図 6】



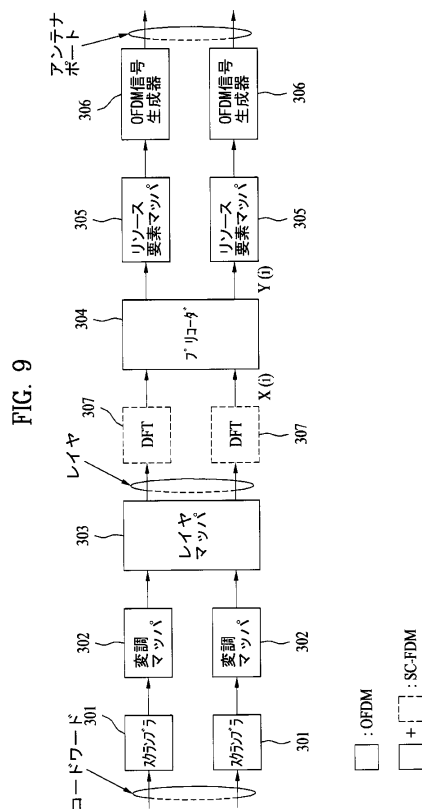
【図 7】



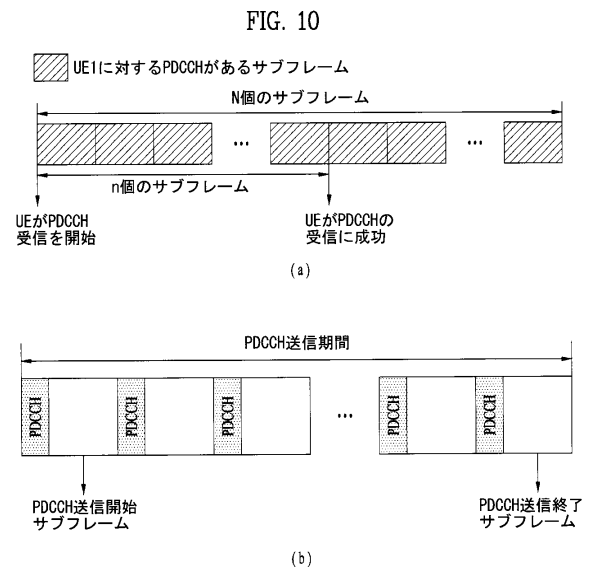
【図 8】



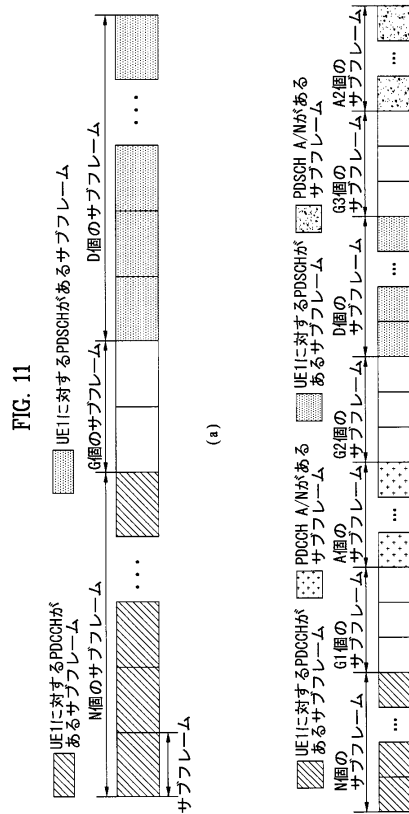
【図 9】



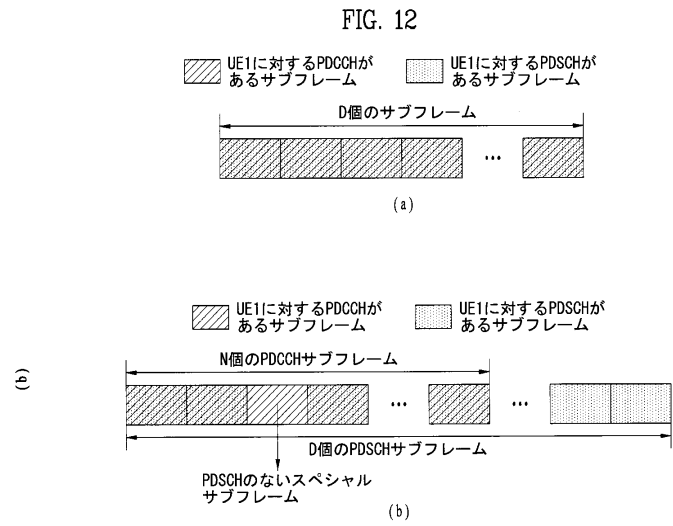
【図 10】



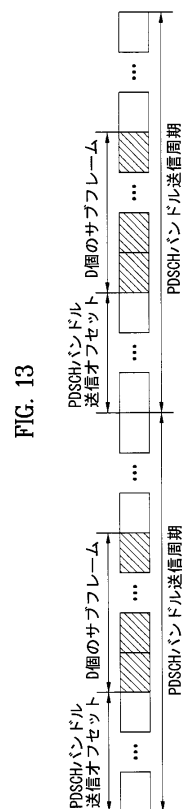
【図 1 1】



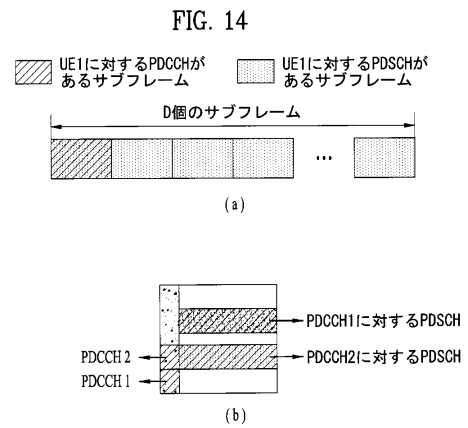
【図 1 2】



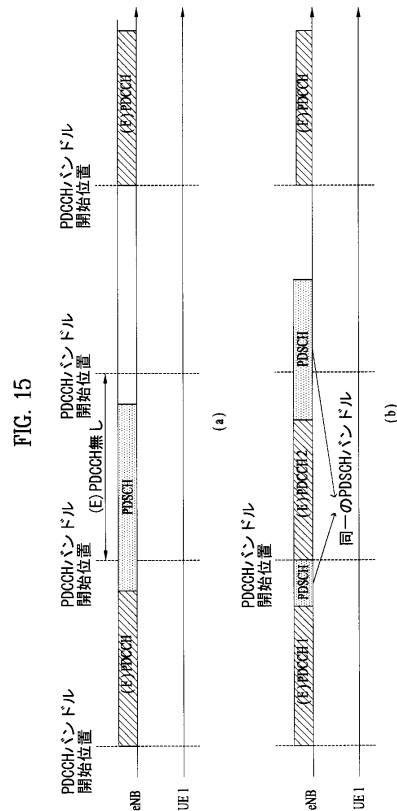
【図 1 3】



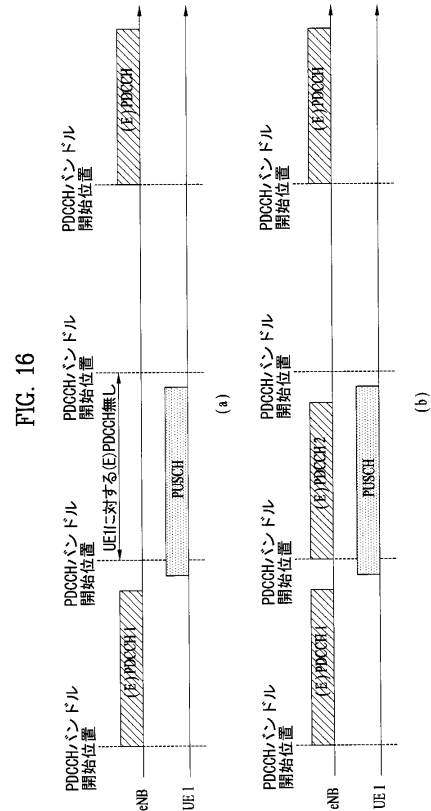
【図 1 4】



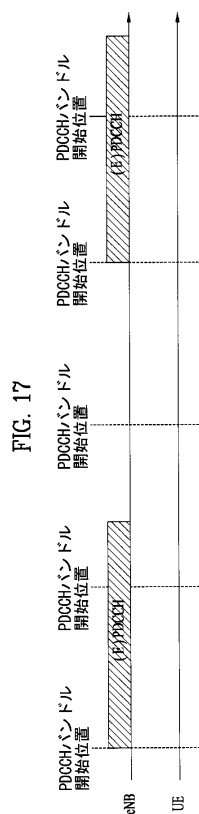
【図 15】



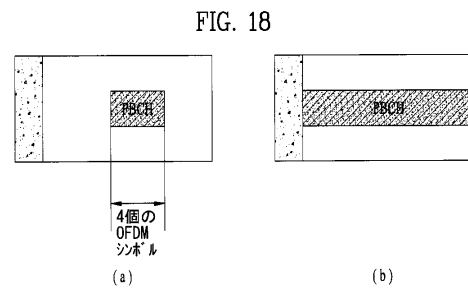
【図 16】



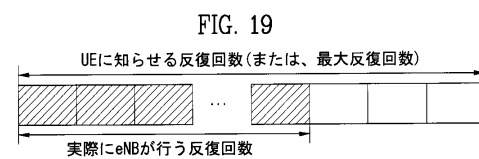
【図 17】



【図 18】

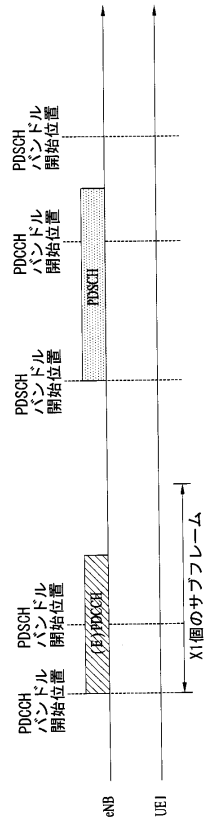


【図 19】



【図 20】

FIG. 20



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/822,416
 (32)優先日 平成25年5月12日(2013.5.12)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 61/862,518
 (32)優先日 平成25年8月6日(2013.8.6)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 61/883,214
 (32)優先日 平成25年9月27日(2013.9.27)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 61/886,673
 (32)優先日 平成25年10月4日(2013.10.4)
 (33)優先権主張国 米国(US)

- (72)発明者 ユ ヒャンスン
 大韓民国, ソウル 137-130, ソチョ-ク, ヤンジエ-デロ 11ギル, 19
 (72)発明者 ソ トンヨン
 大韓民国, ソウル 137-130, ソチョ-ク, ヤンジエ-デロ 11ギル, 19
 (72)発明者 イ ヨンチョン
 大韓民国, ソウル 137-130, ソチョ-ク, ヤンジエ-デロ 11ギル, 19
 (72)発明者 アン チュンクイ
 大韓民国, ソウル 137-130, ソチョ-ク, ヤンジエ-デロ 11ギル, 19
 (72)発明者 ヤン ソクチェル
 大韓民国, ソウル 137-130, ソチョ-ク, ヤンジエ-デロ 11ギル, 19

審査官 田畑 利幸

- (56)参考文献 国際公開第2014/025381(WO, A1)
 米国特許出願公開第2012/0269151(US, A1)
 CATT, Analysis of coverage improvement for low-cost MTC LTE UEs, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #71 R1-124772, [online], 2012年11月3日, pages 1-6, [検索日 2017.12.27],
 URL, http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_71/Docs/R1-124772.zip
 Samsung, Coverage improvement for low-cost MTC UEs based on LTE, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #71 R1-125286, [online], 2012年11月13日, pages 1-4, [検索日 2017.12.27],
 URL, http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_71/Docs/R1-125286.zip
 LG Electronics, Cell Acquisition and Reference Signals for Coverage Limiting MTC UEs, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #72 R1-130263, [online], 2013年1月18日, pages 1-7, [検索日 2017.12.27] 本願の優先日の後に公開された文献, URL, http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_72/Docs/R1-130263.zip

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 4/00-99/00
 3GPP TSG RAN WG1-4
 SA WG1-4
 CT WG1、4