

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6790830号  
(P6790830)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月9日(2020.11.9)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 4W 72/08	(2009.01)	HO 4W	72/08	1 1 0	
HO 4W 16/14	(2009.01)	HO 4W	16/14		
HO 4W 72/04	(2009.01)	HO 4W	72/04	1 3 6	
		HO 4W	72/04	1 1 1	

請求項の数 9 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2016-565863 (P2016-565863)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成27年7月13日 (2015.7.13)		日本電気株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/003524		東京都港区芝五丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02016/103533	(74) 代理人	100103894
(87) 国際公開日	平成28年6月30日 (2016.6.30)		弁理士 冢入 健
審査請求日	平成30年6月6日 (2018.6.6)	(72) 発明者	二木 尚
(31) 優先権主張番号	特願2014-262541 (P2014-262541)		東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(32) 優先日	平成26年12月25日 (2014.12.25)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	審査官	深津 始
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線端末、無線局、及びこれらにより行われる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線端末であって、

ライセンス周波数及び非ライセンス周波数を使用して1又は複数の無線局と通信するよう構成された無線トランシーバと、

少なくとも1つのプロセッサと、

を備え、

前記少なくとも1つのプロセッサは、

前記非ライセンス周波数に対するListen Before talk (LBT) を行わずにアップリンク送信を開始することが許可される第1の期間を示す制御情報を前記1又は複数の無線局の少なくとも1つから受信し、

前記無線端末により行われた過去のLBTで無線リソースが使用可能と判定された後の経過時間が前記第1の期間より短い場合に、新たなLBTが不要であることを認識し、

前記新たなLBTが必要とされる場合に前記新たなLBTを行った後に前記非ライセンス周波数での前記アップリンク送信を開始し、前記新たなLBTが必要とされない場合に前記新たなLBTを行わずに前記アップリンク送信を開始する、

よう動作する、

無線端末。

【請求項2】

前記少なくとも1つのプロセッサは、

前記アップリンク送信のための無線リソースの割り当てを示すアップリンク・グラント又は前記アップリンク送信の要求メッセージと共に前記制御情報を受信するよう動作し、前記アップリンク・グラント毎に又は前記要求メッセージ毎に前記新たなLBTを行う必要があるか否かを認識するよう動作する、  
請求項 1 に記載の無線端末。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記アップリンク送信の度に前記新たなLBTを行う必要があるか否かを認識するよう動作する、  
請求項 1 に記載の無線端末。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記 1 又は複数の無線局のいずれかより報知されるシステム情報、又は前記 1 又は複数の無線局のいずれかより送信されるRadio Resource Control (RRC)メッセージを介して前記制御情報を受信するよう動作する、  
請求項 1 に記載の無線端末。

10

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、  
前記 1 又は複数の無線局のいずれかより送信されるSemi-Persistent Scheduling (SPS)に関する設定情報を含むSPSコンフィグレーション、又は前記SPSを有効化するためのSPSグラントとともに前記制御情報を受信するよう動作し、

前記SPSに従う周期的なアップリンク送信の前に前記新たなLBTを行う必要があるか否かを認識するよう動作する、  
請求項 1 に記載の無線端末。

20

【請求項 6】

ライセンス周波数及び非ライセンス周波数を使用して 1 又は複数の無線局と通信するよう構成された無線端末により行われる方法であって、

前記非ライセンス周波数に対するListen Before talk (LBT)を行わずにアップリンク送信を開始することが許可される第 1 の期間を示す制御情報を前記 1 又は複数の無線局の少なくとも 1 つから受信すること、

前記無線端末により行われた過去のLBTで無線リソースが使用可能と判定された後の経過時間が前記第 1 の期間より短い場合に、新たなLBTが不要であることを認識すること、  
及び

30

前記新たなLBTが必要とされる場合に前記新たなLBTを行った後に前記非ライセンス周波数での前記アップリンク送信を開始し、前記新たなLBTが必要とされない場合に前記新たなLBTを行わずに前記アップリンク送信を開始すること、  
を備える、方法。

【請求項 7】

メモリと、

前記メモリに結合され、非ライセンス周波数に対するListen Before talk (LBT)を無線端末においてアップリンク送信に先立って行う必要があるか否かを認識するために前記無線端末によって使用される制御情報を前記無線端末に送信するよう動作する少なくとも 1 つのプロセッサと、  
を備え、

40

前記制御情報は、LBTを行わずに送信することが許可される第 1 の期間を示し、前記無線端末により行われた過去のLBTで無線リソースが使用可能と判定された後の経過時間が前記第 1 の期間より短い場合に前記無線端末による新たなLBTが不要であることを示す、無線局。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の方法をコンピュータに行わせるためのソフトウェアコードを備えるプログラム。

【請求項 9】

50

1 又は複数の無線局と、

ライセンス周波数及び非ライセンス周波数を使用して前記 1 又は複数の無線局と通信するよう構成された無線端末と、  
を備え、

前記無線端末は、さらに、前記非ライセンス周波数に対する Listen Before talk (LBT) を行わずにアップリンク送信を開始することが許可される第 1 の期間を示す制御情報を前記 1 又は複数の無線局の少なくとも 1 つから受信し、前記無線端末により行われた過去の LBT で無線リソースが使用可能と判定された後の経過時間が前記第 1 の期間より短い場合に新たな LBT が不要であることを認識し、前記新たな LBT が必要とされる場合に前記新たな LBT を行った後に前記非ライセンス周波数での前記アップリンク送信を開始し、前記新たな LBT が必要とされない場合に前記新たな LBT を行わずに前記アップリンク送信を開始するよう構成される

無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、無線局が非ライセンス周波数又は共用周波数において無線端末と通信を行う無線通信システムに関し、特にアップリンク送信のための Listen-Before-Talk (LBT) に関する。

【背景技術】

【0002】

以下では、3rd Generation Partnership Project (3GPP) Release 8 (Long Term Evolution (LTE) と呼ばれる) 及びそれ以降で用いられる無線フレーム (radio frame) 構造について説明し、次に、3GPP Release 10 (LTE-Advanced と呼ばれる) で導入されたキャリアアグリゲーション (carrier aggregation (CA)) について説明する。さらに、3GPP Release 13 に関して現在議論されている Licensed Assisted Access (LAA)、及び関連する Licensed Shared Access (LSA) について説明する。

【0003】

始めに、LTE の時間 - 周波数リソース (無線リソース) について説明する。図 2 1 は、LTE の無線フレーム構造を示している。3GPP Release 8 及びそれ以降では、2 種類の無線フレーム構造が用意されている。一方は、frame structure type 1 と呼ばれ、frequency division duplex (FDD) に適用できる。他方は、frame structure type 2 と呼ばれ、Time division duplex (TDD) に適用できる。図 2 1 に示されている通り、type 1 及び type 2 のいずれのフレーム構造においても、1 つの無線フレームの長さは 10 ミリ秒であり、1 つの無線フレームは 10 個のサブフレーム (subframe) から構成されている。なお、TDD の場合、前半の 5 つのサブフレーム (#0 ~ #4) と、後半の 5 つのサブフレーム (#5 ~ #9) をそれぞれハーフ・フレームと呼ぶ。ハーフ・フレームの長さは 5 ミリ秒である。1 つのサブフレームの長さは、1 ミリ秒である。さらに 1 つのサブフレームは、各々が 0.5 ミリ秒の 2 つのスロットに分解される。Normal cyclic prefix の場合、1 つのスロットは、時間領域で 7 個のシンボル (アップリンクであれば single carrier frequency division multiple access (SC-FDMA) シンボル、ダウンリンクであれば orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) シンボル) を含む。したがって、1 つのサブフレームは、時間領域で 14 個のシンボルを含む。

【0004】

図 2 2 は、TDD LTE がサポートしている 7 通りのアップリンク・ダウンリンク コンフィグレーション (TDD UL/DL コンフィグレーション) を示している。TDD LTE の場合、アップリンク・サブフレーム (UL サブフレーム) とダウンリンク・サブフレーム (DL サブフレーム) が 1 つの無線フレーム内に共存する。TDD UL/DL コンフィグレーションは、1 つの無線フレーム内でのアップリンク・サブフレームとダウンリンク・サブフレームの配置を意味する。図 2 2 において、“D” は DL サブフレームを示し、“U” は UL サブフレームを示

10

20

30

40

50

し、“S”はスペシャル・サブフレームを示している。TDD LTEでは、図22に示されたいずれかのTDD UL/DLコンフィギュレーションが無線フレームの周期(10ミリ秒)で繰り返し使用される。

#### 【0005】

ULサブフレームは、無線端末(User Equipment (UE))から無線基地局(eNodeB (eNB))へのアップリンク(UL)送信が行われるサブフレームであり、DLサブフレームは、eNBからUEへのダウンリンク(DL)送信が行われるサブフレームである。DL送信(DLサブフレーム)からUL送信(ULサブフレーム)への切り替えは、ハーフ・フレーム内の2番目のサブフレーム(つまり、サブフレーム#1及び#6)で行われる。図23は、スペシャル・サブフレームの構成例を示している。スペシャル・サブフレームは、DL送信が行われるダ  
10  
ウンリンク・パイロット・タイムスロット(downlink pilot time slot (DwPTS))、無送信区間であるガードピリオド(guard period (GP))、及び上り送信が行われるアップ  
リンク・パイロット・タイムスロット(uplink pilot time slot (UpPTS))から構成されている。

#### 【0006】

さらに、3GPP Release 10ではeNBとUEが複数のセルを使用して通信を行うキャリアアグリ  
ゲーション(Carrier Aggregation (CA))機能の仕様化が行われた。なお、UEがCAで  
使用可能なセルは、1つのeNBの複数のセル(つまり、eNBによって運用または管理される  
複数セル)に限定される。CAにおいてUEが使用するセルは、CAを開始する時点で既にサー  
ビングセルとして使用されているプライマリセル(Primary cell: PCell)と、追加的に  
20  
又は従属的に使用されるセカンダリセル(Secondary cell: SCell)に分類される。PCell  
では、無線接続の(再)確立(Radio Resource Control (RRC) Connection Establishment, RRC Connection Re-establishment)の際に、Non Access Stratum (NAS) モビリティ  
情報(NAS mobility information)及びセキュリティ情報(security input)が送受信され  
る(非特許文献1のセクション7.5を参照)。

#### 【0007】

CAの導入により機能的には高速通信の実現が可能になったが、実運用においては各オペ  
レータに割り当てられた周波数の制限(不足)により、今後の更なるモバイルトラフィック  
の増加に対しては懸念が残るのが現状である。そこで、3GPP標準化では、非ライセンス  
周波数(Unlicensed frequency band、Unlicensed spectrum)を利用してLTEを実行するU  
30  
nlicensed LTE (LTE-UまたはU-LTEとも呼ばれる。以降ではLTE-Uと記載する)の議論が開始  
されている(非特許文献2、3)。

#### 【0008】

LTE-Uの実現方式としては、ライセンス周波数と連動して(例えばCAのSCellとして)、  
非ライセンス周波数でeNBがUEと通信を行うLicensed Assisted Access (LAA)と、非ライ  
センス周波数のみでUEと通信を行うStandalone (SA)の2通りの方法が考えられている。  
ここで、非ライセンス周波数としては、例えば5GHz帯が想定されており、当該5GHz帯は、  
他にもレーダーシステム及び無線LAN(Wireless LAN: WLAN、WiFiとも呼ばれる)にも使用  
される周波数である。そのため、非ライセンス周波数のみで通信を行うSA方式は、LTEで  
40  
規定される細やかな制御の実現可能性に懸念があり、実現可能性が比較的高いLAA方式(L  
A-LTEとも呼ばれる)が検討の中心とされている。以降では、ライセンス周波数と非ライ  
センス周波数でCAを行うLAA方式によるLTE-Uに注目して説明する。尚、ライセンス周波数  
とは、特定のオペレータに割り当てられた専用周波数を指す。また、非ライセンス周波  
数とは、特定のオペレータに割り当てられていない周波数、あるいは複数のオペレータに  
割り当てられた共用周波数を指す。後者の場合、当該周波数は非ライセンス周波数と呼ば  
れる代わりに、ライセンス共有周波数とも呼ばれることがあり、当該周波数を使用した通  
信はLicensed Shared Access (LSA)とも呼ばれる。以降では、特定のオペレータのみにラ  
イセンスされたライセンス周波数以外のこれらの周波数を総称して非ライセンス周波数と  
呼ぶ。

#### 【0009】

10

20

30

40

50

LAA方式によるLTE-Uは、基本的に図24に示すシーケンスに従って実行される。ここでは、eNBがライセンス周波数のCell #1と非ライセンス周波数のCell #2において、UE #1との間でデータ送信（又は受信）を行う場合を想定する。まず、Cell #1においてeNBとUE #1の間で無線接続が確立され（RRC Connection Establishment, 2401）、更にコアネットワーク（Evolved Packet Core: EPC）とUE #1の間でベアラが確立される（不図示）。つまり、Cell #1がUE #1のPCellとなる。eNBは、UE #1へ送信すべきダウンリンク（DL）・ユーザデータ（User Plane (UP)データとも呼ぶ）がある場合、又はUE #1が送信したいアップリンク（UL）・ユーザデータがある場合、当該ユーザデータをCell #1において送受信する（DL (or UL) UP data transmission, 2402）。

【0010】

次に、eNBは、ある時点でUE #1がCell #2においてユーザデータを送受信することが有効であると判定した場合（Trigger LTE-U for UE #1, 2403）、Cell #1においてCell #2の無線リソース設定に関する制御情報をUE #1に送信する（Radio Resource Configuration for Cell #2, 2404）。当該制御情報は、LTEにおけるRRC Connection Reconfiguration messageにて送信されるRadioResourceConfigDedicated Information Element (IE)及びRadioResourceConfigCommon IEに相当する（非特許文献4）。このとき、Cell #2がUE #1のSCellとなる。下りリンクでユーザデータを送信する場合、eNBは、Cell #2においてセンシングを行い、当該Cell #2が使用可能であるかを判定する（Perform channel sensing, 2405）。eNBは、Cell #2が使用可能であると判定した場合、UE #1との間でユーザデータを送受信する（DL (or UL) UP data transmission, 2406）。このように、非ライセンス周波数を利用することで更なるスループットの改善、或いはセル容量の増加が期待できる。

【0011】

上述のブロック2405でのセンシングは、Listen Before Talk (LBT)とも呼ばれ（非特許文献2）、対象の非ライセンス周波数にて、他のオペレータによるLTE-U又は他の無線システム（e.g. WLAN）による通信が近隣で行われているか否かを判定するもので、レーダシステムに対するChannel Availability Check (CAC)、及びWLANでAccess Point (AP)において実行されるClear Channel Assessment (CCA)などに相当する（特許文献1）。

【0012】

なお、上述のブロック2405でのLBT（センシング）は、eNBによって行われ、主にDL送信に先立ってDL送信に使用される周波数リソースに対して行われるLBTである。本明細書では、これをDL LBTと呼ぶ。ダウンリンクでのLAA（LAA DL）が行われる場合、eNBがDL送信に先立ってDL LBTを行うことが合理的である。

【0013】

一方、アップリンクでのLAA（LAA UL）が行われる場合も、法的規制（規制条件、regulatory requirements）に準拠し且つ他システムとの非ライセンス周波数での公平な共存（fair coexistence）を達成するためには、LBTが必要とされるかもしれない。本明細書では、UL送信に先立ってUL送信に使用される周波数リソースに対して行われるLBTをUL LBTと呼ぶ。非特許文献5は、UEがUL LBTを実施するオプション（オプション1）とeNBがUL LBTを実施するオプション（オプション2）を記載している。

【0014】

より具体的に述べると、オプション1では、UEは、eNBからアップリンク・グラント（UL grant）を受信した後にUL LBTを行う。もしUL送信のための非ライセンス周波数チャンネルがアイドルであれば（つまり、クリアであれば、ビジーでなければ、又は利用可能（available）であれば）UEはUL送信を開始する。このやり方（way）は、多くの国及び地域の法的規制（regulatory requirements）に則しており、センシング結果はUEにとって常に信頼できる。しかしながら、このやり方では、LBTの結果として当該チャンネルが利用可能でなければ、UL grantを正常に受信できたとしても、UEは当該UL grantに従った送信を実行できない。この場合、eNBは、必要ないのだけれども、UL grantのコーディングゲインを増加するためにリンクアダプテーションを行うかもしれない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

オプション 2 では、eNBは、UEが送信に利用する非ライセンス周波数チャンネルにおいてLBT (チャンネルセンシング) を行い、当該チャンネルがアイドルであればUL grantをUEに送信する。UEは、UL grantの受信に应答して、LBTを行わずにUL送信を開始する。このやり方では、eNBがUEのUL送信をコントロールできる。LTEではアップリンク送信はeNBによってスケジュールされるため、eNBがUL送信を決定することはLTEの観点から適切であるかもしれない。しかしながら、LBTとUL送信との間の遅延が大きいことは好ましくない。さらに、eNBサイドでのセンシング結果がUEサイドでの干渉状況 (interference situation) を正確に反映していないために、eNBがLBTを行うオプション 2 は、UEがLBTを行うオプション 1 に比べてセンシング結果の正確さが劣るかもしれない。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 1 6 】

【 非特許文献 1 】 3GPP TS 36.300 V12.3.0 (2014-09), " 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 12) ", 2014年9月

【 非特許文献 2 】 3GPP RP-131635, " Introducing LTE in Unlicensed Spectrum ", Qualcomm, Ericsson, 2013年12月

【 非特許文献 3 】 3GPP workshop on LTE in unlicensed spectrum, RWS-140002, " LTE in Unlicensed Spectrum: European Regulation and Co-existence Considerations ", Nokia, 2014年6月

20

【 非特許文献 4 】 3GPP TS 36.331 V12.3.0 (2014-09), " 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); Protocol specification (Release 12) ", 2014年9月

【 非特許文献 5 】 3GPP R1-144970, " Views on issues related to LAA UL ", NTT DOCOMO, 2014年11月

【 非特許文献 6 】 3GPP TS 36.213 V12.3.0 (2014-09) " 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (Release 12) ", 2014年9月

30

【 非特許文献 7 】 3GPP TR 36.842 V12.0.0 (2013-12), " 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Study on Small Cell enhancements for E-UTRA and E-UTRAN; Higher layer aspects (Release 12) ", 2013年12月

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 1 7 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 7 4 4 3 8 2 1 号明細書

## 【 発明の概要 】

40

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 1 8 】

UL LBTのオプション 1 及び 2 の各々には、非特許文献 5 に記載されているように、利点と欠点がある。よって、オプション 1 若しくはオプション 2 又はこれら両方を採用するかは、これらオプション 1 及び 2 の利点及び欠点を比較衡量して、国若しくは地域毎に又は Public Land Mobile Network (PLMN) 毎に決定されるかもしれない。言い換えると、UEがUL LBTを行うべきか否かは、UEが位置している場所 (国又は地域)、UEが接続するPLMN、UEが接続するeNB、などに応じて異なるかもしれない。

## 【 0 0 1 9 】

具体例を上げると、非ライセンス周波数での通信に関する法的規制 (regulatory requi

50

rement) は、国又は地域毎に異なるかもしれない。したがって、ある国又は地域ではUEによるUL LBTが必ず必要であるが、別の国又は地域ではUEによるUL LBTは必ずしも必要とされないかもしれない。したがって、UEは、UEによりLBTが行われるオプション1及びeNBによりLBTが行われるオプション2のどちらもサポートするほうがよいかもしれない。

【0020】

また、UEがLBTを行うオプション1が採用される場合であっても、特定の条件又は状況において、UEがLBTを省略することが許容されるかもしれない。具体例をあげると、UEは、その近くに非ライセンス周波数を使用する他のシステムが存在するかその可能性があればUL LBTを行う必要があるが、このような他のシステムが存在しないことが明らかであればUL LBTを省略できるかもしれない。

10

【0021】

従って、本明細書に開示される実施形態が達成しようとする目的の1つは、無線端末によるLBTが必要とされる状況およびこれが不要な状況に適応的に対応可能な無線端末、方法、及びプログラム、並びにこれに寄与する装置、方法、及びプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0022】

第1の態様では、無線端末は、ライセンス周波数及び非ライセンス周波数を使用して1又は複数の無線局と通信するよう構成された無線トランシーバと、少なくとも1つのプロセッサとを含む。前記少なくとも1つのプロセッサは、前記非ライセンス周波数に対するListen Before talk (LBT) をアップリンク送信に先立って行う必要があるか否かを認識し、前記LBTが必要とされる場合に前記LBTを行った後に前記非ライセンス周波数での前記アップリンク送信を開始し、前記LBTが必要とされない場合に前記LBTを行わずに前記アップリンク送信を開始するよう動作する。

20

【0023】

第2の態様では、無線端末によって行われる方法は、非ライセンス周波数に対するListen Before talk (LBT) をアップリンク送信に先立って行う必要があるか否かを認識すること、及び前記LBTが必要とされる場合に前記LBTを行った後に前記非ライセンス周波数での前記アップリンク送信を開始し、前記LBTが必要とされない場合に前記LBTを行わずに前記アップリンク送信を開始することを含む。

30

【0024】

第3の態様では、プログラムは、コンピュータに読み込まれた場合に、上述の第2の態様に係る方法をコンピュータに行わせるための命令群(ソフトウェアコード)を含む。

【0025】

第4の態様では、無線局は、メモリと、前記メモリに結合され、非ライセンス周波数に対するListen Before talk (LBT) を無線端末においてアップリンク送信に先立って行う必要があるか否かを認識するために前記無線端末によって使用される制御情報を前記無線端末に送信するよう動作する少なくとも1つのプロセッサとを含む。

【0026】

第5の態様では、無線局によって行われる方法は、非ライセンス周波数に対するListen Before talk (LBT) を無線端末においてアップリンク送信に先立って行う必要があるか否かを認識するために前記無線端末によって使用される制御情報を前記無線端末に送信することを含む。

40

【0027】

第6の態様では、プログラムは、コンピュータに読み込まれた場合に、上述の第5の態様に係る方法をコンピュータに行わせるための命令群(ソフトウェアコード)を含む。

【0028】

第7の態様では、無線通信システムは、1又は複数の無線局と、ライセンス周波数及び非ライセンス周波数を使用して前記1又は複数の無線局と通信するよう構成された無線端末とを含む。前記無線端末は、さらに、前記非ライセンス周波数に対するListen Before

50

talk (LBT) を行う必要があるか否かを認識し、前記LBTが必要とされる場合に前記LBTを行った後に前記非ライセンス周波数での前記アップリンク送信を開始し、前記LBTが必要とされない場合に前記LBTを行わずに前記アップリンク送信を開始するよう構成されている。

【発明の効果】

【0029】

上述の態様によれば、無線端末によるLBTが必要とされる状況およびこれが不要な状況に適応的に対応可能な無線端末、方法、及びプログラム、並びにこれに寄与する装置、方法、及びプログラムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1A】いくつかの実施形態に係る無線通信システムと他の無線システムの構成例を示す図である。

【図1B】いくつかの実施形態に係る無線通信システムと他の無線システムの構成例を示す図である。

【図2】いくつかの実施形態に係る無線通信システムと他の無線システムの構成例を示す図である。

【図3】第1の実施形態に係る無線端末の動作の一例を示すフローチャートである。

【図4】第1の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図5】第2の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図6】第2の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図7】第3の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図8A】第3の実施形態に係る無線端末により行われる動作の一例を説明するための図である。

【図8B】第3の実施形態に係る無線端末により行われる動作の一例を説明するための図である。

【図8C】第3の実施形態に係る無線端末により行われる動作の一例を説明するための図である。

【図8D】第3の実施形態に係る無線端末により行われる動作の一例を説明するための図である。

【図8E】第3の実施形態に係る無線端末により行われる動作の一例を説明するための図である。

【図8F】第3の実施形態に係る無線端末により行われる動作の一例を説明するための図である。

【図9】TDD LTEでのUL grant (PDCCH/EPDCCH) 又はACK/NACK (PHICH) の受信とPUSCH送信の関係を示すテーブルである。

【図10】第3の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図11】第3の実施形態に係る無線端末により行われる動作の一例を説明するための図である。

【図12】第3の実施形態に係る無線端末により行われる動作の一例を説明するための図である。

【図13】第4の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図14】いくつかの実施形態に係る無線通信システムと他の無線システムの構成例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 5】第 5 の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図 1 6】第 5 の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図 1 7】第 5 の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図 1 8】第 5 の実施形態に係る無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【図 1 9】いくつかの実施形態に係る無線基地局の構成例を示すブロック図である。

【図 2 0】いくつかの実施形態に係る無線端末の構成例を示すブロック図である。

10

【図 2 1】LTEの無線フレーム構造及びサブフレーム構造を示す図である。

【図 2 2】TDD LTEに関して定義された 7 通りのUL-DLコンフィギュレーションを示すテーブルである。

【図 2 3】TDD LTEに関して定義されたスペシャル・サブフレームの構造を示す図である。

【図 2 4】LTE-Uでの無線基地局及び無線端末の動作の一例を示すシーケンス図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下では、具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図面において、同一又は対応する要素には同一の符号が付されており、説明の明確化のため、必要に応じて重複説明は省略される。

20

【0032】

以下に示される複数の実施形態は、LTE及びSAE (System Architecture Evolution) を収容するEvolved Packet System (EPS) を主な対象として説明される。しかしながら、これらの実施形態は、EPSに限定されるものではなく、他のモバイル通信ネットワーク又はシステム、例えば3GPP UMTS、3GPP2 CDMA2000システム (1xRTT, HRPD (High Rate Packet Data))、global system for mobile communications (GSM (登録商標)) / General packet radio service (GPRS) システム、及びWiMAXシステム等に適用されてもよい。

【0033】

< 第 1 の実施形態 >

30

始めに、本実施形態を含む複数の実施形態が対象とする非ライセンス周波数 (Unlicensed frequency band, Unlicensed spectrum) を利用するUnlicensed LTEのいくつかの例について説明する。ここで、Unlicensed LTEはLTE-UまたはU-LTEとも呼ばれ、以降ではLTE-Uと記載して説明する。また、非ライセンス周波数とは、例えばレーダーシステム及び無線LAN (WLAN, WiFiとも呼ばれる) にも使用される周波数で、特定のオペレータ (つまり、サービス事業者) のみに割り当てられたライセンス周波数以外の周波数を指す。非ライセンス周波数としては、例えば5 GHz帯が想定されるが、これには限定されない。更に、以下に説明される複数の実施形態は、複数のオペレータに共通に割り当てられた共用周波数 (Shared frequency band, Shared spectrum) においても適用可能であることは言うまでもない。以降では、ライセンス周波数以外のこれらの周波数を総称して非ライセンス周波数と呼ぶ。

40

【0034】

図 1 A、図 1 B、及び図 2 は、本実施形態を含む複数の実施形態が対象とするLTE-Uの無線通信システムと他のシステムの構成例を示す図である。図 1 A の例では、無線通信システムは、LTEの無線基地局 (eNB) 1 1 と無線端末 (UE) 3 を含む。eNB 1 1 とUE 3 は、ライセンス周波数 (F1) で通常のLTEによる通信を行うよう構成され、非ライセンス周波数 (F2) にてLTE-Uによる通信を行うよう構成されている。一方、当該非ライセンス周波数 (F2) は、無線LANアクセスポイント (WLAN AP) 4 と無線LAN端末 (WLAN Terminal) 5 間の通信にも使用される。図 1 B の例では、図 1 A の例に加え、LTE eNB 1 1 がリモート基地局 (RRH又はRRE) 1 2 を管理し、当該リモート基地局 1 2 によって非ライセンス周波

50

数 (F2) にてLTE-Uによる通信を行う。

【 0 0 3 5 】

図 1 A と 1 B の構成は、同じシステムに共存していてもよい。さらに、図 1 A 及び図 1 B では、想定する無線通信システムの一部のみを示しており、実際にはeNB 1 1、RRH/RRE 1 2、及びUE 3 の周辺に複数のeNB及びRRH/RRE並びに複数のUEが存在し、複数のライセンス周波数のセルがこれら複数のeNB及びRRH/RREにより管理される。さらに、eNB 1 1、RRH/RRE 1 2、及びUE 3 の周辺に複数のWLAN APとWLAN Terminalが存在してもよい。以降の説明では、LTE-Uの機能を有するeNBを総称して無線基地局 1 又はLTE-U eNB 1 と呼ぶ。つまり、無線基地局 1 又はLTE-U eNB 1 は、図 1 A の構成ではeNB 1 1 に相当し、図 1 B の構成ではeNB 1 1 及びRRH/RRE 1 2 に相当する。説明の便宜上、図 1 B の構成のRRH/RRE 1 2 10

【 0 0 3 6 】

図 2 は、非ライセンス周波数に注目した場合のLTE-Uの無線通信システムと他の無線通信システムの構成例である。あるオペレータ ( サービス事業者 ) A のLTE-Uの機能を有する無線基地局 ( LTE-U eNB-A ) 1 A と当該オペレータAのネットワークに接続可能な無線端末 ( UE for Operator A. UE-A ) 3 A が存在する。同様に、別のオペレータ ( サービス事業者 ) B のLTE-Uの機能を有する無線基地局 ( LTE-U eNB-B ) 1 B と当該オペレータBのネットワークに接続可能な無線端末 ( UE for Operator B. UE-B ) 3 A が存在する。ここで、LTE-U eNB 1 A 及び 1 B は、例えば図 1 A 及び図 1 B のeNB 1 1 及びRRH/RRE 1 2 に相当し、LTE-Uのアクセスポイントという意味でLTE-U APとも呼ばれる。また、図 1 A 及び図 1 B と 20

【 0 0 3 7 】

上述および以降の説明では、LTE-UがLAA ( LA-LTEとも呼ばれる ) で実現されることを想定する。既に述べたように、LAAでは、無線基地局 ( LTE-U eNB ) 1 と無線端末 ( UE ) 3 は、ライセンス周波数のセルと非ライセンス周波数のセルをキャリアグリゲーション ( CA ) し、ライセンス周波数のセルをプライマリセル ( PCell ) として使用すると共に、非ライセンス周波数のセルをセカンダリセル ( SCell ) として使用する。既に述べたように、LTE-Uは、非ライセンス周波数において実行される代わりに、複数のオペレータ ( サービス事業者 ) に割り当てられた共用周波数 ( Shared frequency band、Shared spectrum ) において実行されてもよい。この場合、LTE-Uは、上述のLAA又はこれと同様の方式で実現されてもよい。あるいは、LTE-U eNB 1 とUE 3 は、複数 ( 例えば、F3とF4の2つ ) の共用周波数を使用してCAを行い、片方の共用周波数 ( F3 ) をPCellとして通常のLTEを実行し、もう一方の共用周波数 ( F4 ) をSCellとしてLTE-Uを実行するようにしてもよい。既に述べたように、共用周波数におけるLTE-Uは特にLicensed Shared Access ( LSA ) とも呼ばれる。さらにまた、LTE-U eNB 1 とUE 3 は、複数のオペレータに割り当てられた共用周波数 ( 例えばF3 ) と、いずれのオペレータにも割り当てられていない狭義の非ライセンス周波数 ( 例 30

【 0 0 3 8 】

さらに、本実施形態を含む複数の実施形態では、説明の簡単化の為に、LTE-Uにて実行される非ライセンス周波数 ( または共用周波数 ) における通信は、基本的に無線端末 3 から無線基地局 1 へのアップリンク ( UL ) 送信を想定する。更に、非ライセンス周波数における無線基地局 1 と無線端末 3 との間の通信がアップリンクのみ可能である場合、当該非ライセンス周波数は実質的に単独のセルとしての役割を持たず、アップリンクのセカンダリキャリア ( Secondary Component Carrier: SCC ) としての役割のみを持つ。しかし、本実施形態を含む実施形態の説明においては、基本的に非ライセンス周波数が単独でセルとしての役割を持つか否かは区別せずに説明し、必要に応じて補足説明を行うものとする。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

続いて以下では、本実施形態に係るUE 3の動作について説明する。図3は、UE 3によって行われる動作の一例(処理300)を示している。ブロック301では、UE 3は、非ライセンス周波数に対するアップリンクListen Before talk (UL LBT)を行う必要があるか否かを認識する。既に説明したように、本明細書で使用される“UL LBT”との用語は、UL送信に先立ってUL送信に使用される周波数リソースに対して行われるLBTを意味する。したがって、UL LBTは、UL timing (or UL subframe, UL frame, UL frequency, or UL channel)において行われてもよいし、DL timingで行われてもよい。また、既に説明したように、非ライセンス周波数に対するLBTは、他のシステム(e.g., 他のオペレータによるLTE-U又は他の無線システム(e.g. WLAN))による非ライセンス周波数での通信が近隣で行われているか否かを検出するために、送信に先立って非ライセンス周波数を受信(sense)する動作を含む。LBTは、例えば、レーダーシステムに対するChannel Availability Check (CAC)、WLANでのClear Channel Assessment (CCA)、及びpreamble detectionに相当する。またLBTは、例えば、信号電力の検出(e.g., Power detection, Energy detection)、所定の系列の検出(e.g., Preamble detection)の少なくともいずれかを行うことに相当する、と考えるてもよい。

10

**【0040】**

UL LBTが必要とされる場合(ブロック301でYES)、UE 3は、UL LBTを行った後に非ライセンス周波数でのUL送信を開始する(ブロック302)。具体的には、UE 3は、UL LBTを行い、UL送信のための非ライセンス周波数チャンネル(リソース)が利用可能である場合にUL送信を開始する。しかしながら、UE 3は、LBTの結果として当該チャンネルが利用可能でなければ、UL送信を行わない。

20

**【0041】**

一方、UL LBTが必要でないことを認識した場合(ブロック301でNO)、UE 3は、UL LBTを行わずにUL送信を開始する(ブロック303)。すなわち、UE 3は、UE 3によるUL LBTの要否を認識(判定)し、UL LBTが必要であればUL LBTの後にUL送信を開始し、UL LBTが必要でなければUL LBTを省略してUL送信を開始する。したがって、UE 3は、UE 3によるUL LBTが必要とされる状況およびこれが不要な状況に適応的に対応することができる。

**【0042】**

既に説明したように、UE 3がUL LBTを行うべきか否かは、UE 3が位置している場所(国又は地域)、UE 3が接続するPLMN、UEが接続するeNB、などに応じて異なるかもしれない。例えば、非ライセンス周波数での通信に関する法的規制(regulatory requirement)は、国又は地域毎に異なるかもしれない。したがって、ある国又は地域ではUE 3によるUL LBTが必ず必要であるが、別の国又は地域ではUE 3によるUL LBTは必ずしも必要とされないかもしれない。本実施形態に係るUE 3は、例えば、国及び地域によって異なる法的規制に適用的に対応できる。

30

**【0043】**

また、特定の条件又は状況において、UE 3がLBTを省略することが許容されるかもしれない。具体例をあげると、UE 3は、その近くに非ライセンス周波数を使用する他のシステムが存在するかその可能性があればUL LBTを行う必要があるが、このような他のシステムが存在しないことが明らかであればUL LBTを省略できるかもしれない。本実施形態に係るUE 3は、例えば、UE 3によるUL LBTが必要とされる状況においてのみ選択的にUL LBTを行うことができる。

40

**【0044】**

いくつかの実装において、UE 3は、特定の1又は複数のUL信号の送信に関してUL LBTの要否を認識(判定)してもよい。これに代えて、UE 3は、UE 3が行う全てのUL送信に関してUL LBTの要否を認識(判定)してもよい。すなわち、UE 3は、Physical Uplink Shared Channel (PUSCH)送信、Physical Random Access Channel (PRACH)送信(i.e., Random Access Preamble)、Physical Uplink Control Channel (PUCCH)送信(e.g., HARQ ACK・NACK、CQI reporting)、Sounding Reference Signal (SRS)送信、若しくは他の制御信号(e.g., short control signaling (SCS))、又はこれら任意の組合せに対してUL L

50

BTの要否を認識（判定）してもよい。

【 0 0 4 5 】

いくつかの実装において、UE 3 は、非ライセンス周波数チャンネルでのUL送信毎にUL LBTが必要であるか否かを認識（判定）してもよい。例えば、UE 3 は、UL grantをeNB 1 からDL制御チャンネル（e.g., Physical Downlink Control Channel（PDCCH）又はenhanced PDCCH（EPDCCH））を介して受信する度に、当該UL grantに対応するPUSCH送信のためにUL LBTが必要であるか否かを認識してもよい。さらに又はこれに代えて、例えば、UE 3 は、アップリンクhybrid automatic repeat request（HARQ）プロセスに関するACK/NACKをeNB 1 からDL制御チャンネル（e.g., Physical Hybrid ARQ Indicator Channel（PHICH））を介して受信する度に、当該ACK/NACKに対応するPUSCH再送信のためにUL LBTが必要であるか否かを認識してもよい。このような動作によれば、UE 3 は、UL送信単位の細かな判定を行えるため、不要なUL LBTの実行をより効果的に抑止できる。

10

【 0 0 4 6 】

いくつかの実装において、UE 3 は、周期的なUL送信の設定又は半持続的（semi-persistent）なULリソース割り当ての設定毎にUL LBTが必要であるか否かを認識（判定）してもよい。周期的なUL送信および半持続的なULリソース割り当ては、予め定められた無線リソースでの複数回のUL送信を含む。例えば、UE 3 は、Semi-Persistent Scheduling（SPS）に関する設定情報を含むSPSコンフィギュレーションをeNB 1 から受信する度に、SPSに従う周期的なUL送信のためにUL LBTが必要であるか否かを認識してもよい。さらに又はこれに代えて、UE 3 は、SPSを有効化（activate）するためのSPSグラントをeNB 1 から受信する度に、SPSに従う周期的なUL送信のためにUL LBTが必要であるか否かを認識してもよい。このような動作によれば、UE 3 は、SPS設定に関してUL LBTが不要であると判定した場合に、SPSによってUE 3 にスケジューリングされた複数のUL送信におけるUL LBTを省略できる。SPSは、主に、音声通話（voice call）サービス及びビデオサービスのようリアルタイム通信パケットのスケジューリングに利用される。このため、SPSによってUE 3 にスケジューリングされたUL送信においては、不要なUL LBTを省略できることが特に好ましいかもしれない。なお、SPS設定に関してUL LBTを不要とする場合、新規送信（HARQ初送）においてのみLBTを不要としてもよいし、新規送信およびHARQの再送においてLBTを不要としてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

いくつかの実装において、UE 3 は、非ライセンス周波数を利用するセル又はコンポーネントキャリア（例えば、図 1 A 及び図 1 B のCell #2）の設定毎にUL LBTが必要であるか否かを認識（判定）してもよい。例えば、UE 3 は、eNB 1 からライセンス周波数のセル（例えば、図 1 A 及び図 1 B のCell #1）又は非ライセンス周波数のセル（例えば、図 1 A 及び図 1 B のCell #2）において報知されるシステム情報（System Information Block（SIB））を受信する度に、非ライセンス周波数に対するUL LBTが必要であるか否かを判定してもよい。さらに又はこれに代えて、UE 3 は、非ライセンス周波数のセル（又はコンポーネントキャリア）の設定に関する個別シグナリング（dedicated signaling）、例えばRRC Connection Reconfigurationメッセージ、を受信する度に、非ライセンス周波数に対するUL LBTが必要であるか否かを判定してもよい。このような動作によれば、UE 3 は、セル（又はコンポーネントキャリア）単位での判定を行えるため、不要なUL LBTを包括的に抑止でき、UL LBTの要否判定を高頻度に行うことに起因する負荷を低減できる。

30

40

【 0 0 4 8 】

UE 3 は、上述したUL送信単位、SPS単位、及びセル単位でのUL LBT要否判定を適宜組合せて行ってもよい。

【 0 0 4 9 】

いくつかの実装において、UE 3 は、eNB 1 から受信した制御情報に基づいて、UE 3 によるUL LBTを行う必要があるか否かを認識してもよい。このような動作によれば、eNB 1 は、制御情報の内容を調整することで、UE 3 にUL LBTを実行させるか否かを制御することができる。図 4 は、eNB 1 及びUE 3 の動作の一例（処理 4 0 0）を示している。ブロック 4

50

01では、eNB1は、制御情報をUE3に送信する。当該制御情報は、非ライセンス周波数に対するUL LBTをUE3において行う必要があるか否かを認識するためにUE3によって使用される。

【0050】

eNB1は、ライセンス周波数におけるUE3のサービングセル（例えば、図1A及び図1BのCell #1）を介して当該制御情報を送信してもよいし、非ライセンス周波数のセル（例えば、図1A及び図1BのCell #2）を介して当該制御情報を送信してもよいし、これら両方で当該制御情報を送信してもよい。ここで、非ライセンス周波数のセルは、UL LBTの要否判定の対象とされるULキャリアと関連付けられた（e.g., SIB2 linked）DLキャリアであってもよい。

10

【0051】

eNB1は、システム情報（SIB）又は個別シグナリング（e.g., RRC Connection Reconfigurationメッセージ内のMAC-MainConfig又はPhysicalConfigDedicated）を介して当該制御情報を送信してもよい。さらに又はこれに代えて、eNB1は、当該制御情報をUL信号に割り当てられた無線リソースを示すスケジューリング情報（UL grant）と共にDL制御チャンネル（PDCCH/EPDCCH）において送信してもよい。さらに又はこれに代えて、eNB1は、当該制御情報をHARQ ACK/NACKと共にDL制御チャンネル（PHICH）において送信してもよい。PHICHでのNACK送信は、UE3によるPUSCH再送信をトリガーする。

【0052】

ブロック402では、UE3は、eNB1から受信した制御情報に基づいて、UE3によるUL LBTを行う必要があるか否かを認識（判定）する。UL LBTが必要とされる場合、UE3は、UL LBT（ブロック403）を行った後に非ライセンス周波数でのUL送信を開始する（ブロック404）。すなわち、UE3は、UL LBT（ブロック403）を行い、UL送信のための非ライセンス周波数チャンネル（リソース）が利用可能である場合に非ライセンス周波数でのUL送信を行い（ブロック404）、利用可能でなければUL送信を行わない。一方、UL LBTが必要でないことを認識した場合、UE3は、UL LBTを行わずにUL送信を行う（ブロック404）。図4のブロック403及び404が破線で示されているのは、ある条件においてこれらの処理が行われなことを意味する。

20

【0053】

いくつかの実装において、非ライセンス周波数に対するUL LBTをUE3において行う必要があるか否かを認識するためにUE3によって使用される制御情報は、PLMN又は外部ネットワークに配置されたネットワーク・エンティティ（e.g., OAM server又はRegulation Database）からユーザプレーンでUE3に送信されてもよい。さらに又はこれに代えて、当該制御情報は、コアネットワーク内のエンティティ（e.g., Mobility Management Entity（MME））からUE3に制御メッセージ（e.g., NASメッセージ）を用いて送信されてもよい。

30

【0054】

eNB1又は他のネットワーク・エンティティからUE3に送信される当該制御情報は、「UL LBTの必要性に関する情報」若しくは「非ライセンス周波数における無線通信に対する規制（regulatory requirement）に関する情報」又はこれら両方を含んでもよい。これらの情報要素の具体例は、後述する実施形態において説明される。

40

【0055】

< 第2の実施形態 >

本実施形態では、UEおよびeNBによって行われる処理の具体例が説明される。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は、第1の実施形態に関して説明された図1A、図1B、及び図2と同様である。本実施形態では、UE3は、eNB1から受信した制御情報に基づいてUE3によるUL LBTが必要であるか否かを認識し、UL LBTが必要とされる場合にUL LBTの後に非ライセンス周波数でのUL送信を行い、UL LBTが必要とされない場合にUL LBTを行わずに非ライセンス周波数でのUL送信を行うよう動作する。

【0056】

50

UE 3 が eNB 1 から受信する当該制御情報は、UL LBTの必要性に関する情報を含む。例えば、UL LBTの必要性に関する情報は、UL LBTを行う必要があるか否かを明示的に示してもよい。より具体的には、UL LBTの必要性に関する情報は、以下に列挙する情報要素のうち少なくとも1つを含んでもよい：

- ・ LBTが必要であるか否かを示す情報 (e.g., Flag) ;
- ・ LBTが必要 (又は不必要) であることを示す情報 (e.g., Boolean) ; 及び
- ・ LBTが必要 (又は不必要) である場合を判定するための所定条件を示す情報。

【 0 0 5 7 】

LBTが必要 (又は不必要) である場合を判定するための所定条件を示す情報は、所定条件を満たす場合にLBTが必要 (又は不必要) であることを示してもよい。当該所定条件は、UE 3 の能力 (UE capability)、UE 3 が接続 (又は登録) しているネットワーク、UL送信に使用される周波数、及び周辺のシステム又はネットワーク、少なくとも1つに関するものであってもよい。すなわち、一例において、UE 3 は、自身のUE capabilityが指定された所定条件 (e.g., UE Power class、又はsupport of LBT) に該当する場合に、LBTが必要 (又は不必要) であること認識してもよい。UE 3 は、自身が接続 (又は登録) しているネットワークが所定条件 (e.g., PLMN ID (list of PLMN IDs)) に該当する場合に、LBTが必要 (又は不必要) であること認識してもよい。UE 3 は、UL送信に使用される周波数が所定条件 (e.g., Absolute Radio Frequency Channel Number (ARFCN)、又は frequency index) に該当する場合に、LBTが必要 (又は不必要) であること認識してもよい。UE 3 は、自身が検出した他のシステム又はネットワークが所定条件 (e.g., WLAN Service Set Identifier (SSID)、Basic SSID (BSSID)、Extended SSID (ESSID)、Homogenous Extended Service Set Identifier (HESSID)、又はaccess point name) に該当する場合に、LBTが必要 (又は不必要) であること認識してもよい。なお、所定条件がWLANに関するものである場合、上述のWLANに関する情報 (e.g. SSID, BSSID, ESSID, HESSID, 又はaccess point name) は、LTEとWLAN間のトラフィック制御 (traffic steering between E-UTRAN and WLAN) に用いられるシステム情報 (SIB17) で送信されるものを利用してもよい。

【 0 0 5 8 】

以上の説明から理解されるように、本実施形態では、UE 3 は、eNB 1 から受信した“UL LBTの必要性に関する情報”に基づいてUL LBTを行う必要があるか否かを認識し、UL LBTが必要とされる場合にUL LBTの後に非ライセンス周波数でのUL送信を行い、UL LBTが必要とされない場合にUL LBTを行わずに非ライセンス周波数でのUL送信を行うよう動作する。したがって、UE 3 は、UE 3 によるUL LBTが必要とされる状況およびこれが不要な状況に適応的に対応することができる。さらに、eNB 1 は、“UL LBTの必要性に関する情報”の内容を調整することで、UE 3 にUL LBTを実行させるか否かを制御することができる。

【 0 0 5 9 】

図 5 は、eNB 1 及びUE 3 の動作の一例 (処理 5 0 0) を示すシーケンス図である。ブロック 5 0 1 では、eNB 1 は、LBTの必要性に関する情報 (e.g., Flag又はBoolean) を、アップリンクのスケジューリング情報 (UL grant) と共にPDCCH/EPDCCHでUE 3 に送信する。eNB 1 は、UL grantを送信するPDCCH/EPDCCHとは別のPDCCH/EPDCCHでLBTの必要性に関する情報を先に送信してもよい。この場合、eNB 1 は、これらのPDCCH/EPDCCHを互いに異なるセルで送信してもよい。eNB 1 は、1 又は複数のPDCCH/EPDCCHを非ライセンス周波数のセルで送信してもよいし、ライセンス周波数のセル (e.g. PCell) で送信してもよい。

【 0 0 6 0 】

ブロック 5 0 2 では、UE 3 は、eNB 1 から受信したLBTの必要性に関する情報に基づいて、UE 3 によるUL LBTを行う必要があるか否かを認識 (判定) する。UL LBTが必要とされる場合、UE 3 は、UL LBT (ブロック 5 0 3) を行い、UL送信のための非ライセンス周波数チャネル (リソース) が利用可能である場合に非ライセンス周波数でUL grantに従ってULデータ送信 (PUSCH送信) を行い (ブロック 5 0 4)、利用可能でなければULデータ送信を行わない。一方、UL LBTが必要でないことを認識した場合、UE 3 は、UL LBTを行わずに非ライセンス周波数でULデータ送信 (PUSCH送信) を行う (ブロック 5 0 4)。図 5 のプロ

ック503及び504が破線で示されているのは、ある条件においてこれらの処理が行われないことを意味する。

【0061】

UE3は、ブロック503において、予め仕様に規定されたLBTに関する設定情報に基づいてLBTを行ってもよい。或いは、eNB1が予めLBTに関する設定情報をUE3に送信し、UE3が当該設定情報に基づいてLBTを行ってもよい。このとき、eNB1は、当該設定情報を、システム情報(SIB)又は個別シグナリング(RRC Connection Reconfigurationメッセージ)で送信してもよい。

【0062】

図5の例では、UE3は、UL grantと共に制御情報(LBTの必要性に関する情報)を受信する。したがって、UE3は、非ライセンス周波数チャンネルでのUL送信毎にUL LBTが必要であるか否かを認識(判定)することができる。このような動作によれば、UE3は、UL送信単位の細かな判定を行えるため、不要なUL LBTの実行をより効果的に抑止できる。

10

【0063】

なお、図5のブロック501では、eNB1は、LBTが必要(又は不必要)である場合を判定するための所定条件を示す情報を送信してもよい。この場合、UE3は、ブロック502において、eNB1によって指定された所定条件を満たすか否かを判定し、当該所定条件を満たす場合にUE3によるUL LBTが必要(又は不必要)であることを認識してもよい。

【0064】

図5の例に関連するUE3の一連の動作を以下のようにまとめることができる。

20

もし、このTTIに対して、及び、このサービングセルに対して、上りリンク・グラントを(e)PDCCHで受信していたら：

- (さらに)もし、(e)PDCCHコンテンツが、LBTの必要性を示しているなら：

- UE3は、LBTを実行する。

- UE3は、このTTIのためのHARQ entityへ、当該上りリンク・グラント、及び関連したHARQ情報を送る。

- そうでなければ：

UE3は、このTTIのためのHARQ entityへ、当該上りリンク・グラント、及び関連したHARQ情報を送る。

【0065】

30

あるいは、図5の例に関連するUE3の一連の動作を以下のようにまとめることができる。

もし、(e)PDCCHが、非ライセンス周波数における新規送信(UL)を示しているなら：

- (さらに)もし、(e)PDCCHコンテンツが、LBTの必要性を示しているなら：

- UE3は、LBTを実行する。

【0066】

図6は、eNB1及びUE3の動作の一例(処理600)を示すシーケンス図である。ブロック601では、eNB1は、LBTの必要性に関する情報(e.g., Flag又はBoolean)を、システム情報(SIB)または個別シグナリング(RRC Connection Reconfigurationメッセージ)でUE3に送信する。ブロック602では、UE3は、eNB1から受信したLBTの必要性に関する情報に基づいて、UE3によるUL LBTを行う必要があるか否かを認識(判定)する。

40

【0067】

ブロック603では、eNB1は、ULスケジューリング情報(UL grant)をPDCCH/EPDCCHでUE3に送信する。eNB1は、PDCCH/EPDCCHを非ライセンス周波数(のセル)で送信してもよいし、ライセンス周波数(のセル)で送信してもよい。

【0068】

ブロック602においてUL LBTが必要と認識していた場合、UE3は、UL grantの受信にตอบสนองしてUL LBTを行う(ブロック604)。そして、UE3は、UL送信のための非ライセンス周波数チャンネル(リソース)が利用可能である場合に非ライセンス周波数でUL grantに従ってULデータ送信(PUSCH送信)を行い(ブロック605)、利用可能でなければUL送

50

信を行わない。一方、ブロック602においてUL LBTが必要でないことを認識していた場合、UE3は、UL LBTを行わずに非ライセンス周波数でULデータ送信（PUSCH送信）を行う（ブロック605）。図6のブロック604及び605が破線で示されているのは、ある条件においてこれらの処理が行われないことを意味する。

【0069】

図6の例では、UE3は、システム情報（SIB）又は個別シグナリング（RRC Connection Reconfigurationメッセージ）を介して制御情報（LBTの必要性に関する情報）を受信する。したがって、UE3は、非ライセンス周波数を利用するセル又はコンポーネントキャリアの設定毎に、UL LBTが必要であるか否かを認識（判定）することができる。このような動作によれば、UE3は、セル（又はコンポーネントキャリア）単位での判定を行えるため、不要なUL LBTを包括的に抑止でき、UL LBTの要否判定を高頻度に行うことに起因する負荷を低減できる。

【0070】

なお、図6のブロック601では、eNB1は、LBTが必要（又は不必要）である場合を判定するための所定条件を示す情報を送信してもよい。この場合、UE3は、ブロック602において、eNB1によって指定された所定条件を満たすか否かを判定し、当該所定条件を満たす場合にUE3によるUL LBTが必要（又は不必要）であることを認識してもよい。

【0071】

図6の例に関連するUE3の一連の動作を以下のようにまとめることができる。

もし、このTTIに対して、及び、このサービングセルに対して、上りリンク・グラントを(e)PDCCHで受信していたら：

- （さらに）もし、RRCによって、LBTの必要性が示されているなら：

- UE3は、LBTを実行する。

- UE3は、このTTIのためのHARQ entityへ、当該上りリンク・グラント、及び関連したHARQ情報を送る。

- そうでなければ：

UE3は、このTTIのためのHARQ entityへ、当該上りリンク・グラント、及び関連したHARQ情報を送る。

【0072】

図5及び図6を用いて説明した具体例では、ULデータ送信に関して説明した。これらの具体例は、ULデータ送信以外の他のUL信号送信に関して行われてもよい。例えば、図5のブロック501及び図6のブロック603において送信されるULスケジューリング情報は、eNB1からのRACH preamble送信要求（PDCCH order）により置き換えられてもよく、図5のブロック504及び図6のブロック605において送信されるアップリンク信号（PUSCH）は、PRACHにより置き換えられてもよい。あるいは、UE3は、UL制御信号（e.g., SR、PRACH、又はPUCCH）の送信に対しては、UL LBTの必要性の認識することなく、常にLBTを行わずにeNB1から指定された無線リソースにおいて当該制御情報を送信してもよい。

【0073】

< 第3の実施形態 >

本実施形態では、UEおよびeNBによって行われる処理の具体例が説明される。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は、第1の実施形態に関して説明された図1A、図1B、及び図2と同様である。本実施形態では、UE3は、eNB1から受信した制御情報に基づいてUE3によるUL LBTが必要であるか否かを認識し、UL LBTが必要とされる場合にUL LBTの後非ライセンス周波数でのUL送信を行い、UL LBTが必要とされない場合にUL LBTを行わずに非ライセンス周波数でのUL送信を行うよう動作する。

【0074】

UE3がeNB1から受信する当該制御情報は、非ライセンス周波数における無線通信に対する規制（regulation）に関する情報を含む。当該規制に関する情報は、UL LBTを行わずにUL信号を送信することが許可される第1の期間を示してもよい。より具体的には、当該規制に関する情報は、以下に列挙する情報要素のうち少なくとも1つを含んでもよい：

10

20

30

40

50

- ・ LBTで無線リソースが使用可能と判定した後に許可される最大連続使用時間 (maximum occupancy period, maximum channel occupancy time, 又はmaximum transmission duration) ;
- ・ 所定の信号を受信後に許可される連続使用時間 (occupancy period, channel occupancy time, 又はtransmission duration) ;
- ・ Duty cycle情報 (e.g., duty cycle [%], observation period [ms], 又はduty cycle type (continuous duty or intermittent duty)) ; 及び
- ・ LBT判定情報 (e.g., LBT type (e.g., energy detection又はpreamble detection), LBT for LAA only, LBT threshold for LAA, LBT for WLAN only, LBT threshold for WLAN, 又はCCA time)。

10

## 【 0 0 7 5 】

当該規制に関する情報がUL LBTを行わずにUL信号を送信することが許可される第1の期間 (e.g., LBTで無線リソースが使用可能と判定した後に許可される最大連続使用時間、又は所定の信号を受信後に許可される連続使用時間) を示す場合、UE 3 は以下のように動作してもよい。

## 【 0 0 7 6 】

ある実装において、UE 3 は、UL LBTの過去の実行からの経過時間が第1の期間 (i.e., LBTで無線リソースが使用可能と判定した後に許可される連続使用時間) より短い場合に、新たなUL LBTが不要であることを認識してもよい。ここで、過去のUL LBTは、UE 3 により実行されたものでもよいし、eNB 1 によって実行されたものでもよい。なお、UL LBTの過去の実行からの経過時間とは、例えば、UL LBTにより無線リソースが使用可能と判定した時点からの経過時間、又はUL LBTにより無線リソースが使用可能と判定したサブフレームの次のサブフレームからの経過時間、に相当する。また、当該経過時間が第1の期間より短いか否かの判定は、例えば、実際にUL送信を行うタイミング (時刻、又はサブフレーム) が第1の期間より短いか否か (又は第1の期間に納まるか否か)、又はUL送信を行う準備をするタイミング (時刻、又はサブフレーム) が第1の期間より短いか否か (又は第1の期間に納まるか否か)、により行われてもよい。

20

## 【 0 0 7 7 】

ある実装において、UE 3 は、eNB 1 による所定の信号の送信又はUE 3 による当該所定の信号の受信からUL送信までの期間が第1の期間 (i.e., 所定の信号を受信後に許可される連続使用時間) より短い場合に、UL LBTが不要であることを認識してもよい。当該所定の信号は、UL送信のための無線リソースの割り当てを示すスケジューリング情報 (e.g., PDCCH/EPDCCHでのUL grant)、UL送信を要求する要求メッセージ (e.g., PHICHでのHARQ ACK/NACK)、又は所定のbeaconであってもよい。なお、所定の信号の受信からUL送信までの期間とは、例えば、UE 3 が当該所定の信号を受信したタイミング (時刻、又はサブフレーム) からUL送信までの期間、又はUE 3 が当該所定の信号を受信し、復調し、当該信号に含まれる情報を認識したタイミング (時刻、又はサブフレーム) からUL送信までの期間、に相当する。また、当該期間が第1の期間より短いか否かの判定は、例えば、実際にUL送信を行うタイミング (時刻、又はサブフレーム) が第1の期間より短いか否か (又は第1の期間に納まるか否か)、又はUL送信を行う準備をするタイミング (時刻、又はサブフレーム) が第1の期間より短いか否か (又は第1の期間に納まるか否か)、により行われてもよい。

30

40

## 【 0 0 7 8 】

言い換えると、ある実装において、UE 3 が所定の信号 (e.g., PDCCH for UL grant) をサブフレーム n にて受信しており且つ (その時点から) 時間が第1の期間 (e.g., 最大送信期間 (maximum transmission duration)) 以上未だ経過していないなら、UL信号 (e.g., UL grantに従うPUSCH) は、LBTを実行せずに送信されることができる。

## 【 0 0 7 9 】

言い換えると、ある実装において、もしUE 3 が所定の信号 (e.g., PDCCH for UL grant) をサブフレーム n にて受信しており且つ第1の期間 (e.g., 最大送信期間 (maximum tr

50

ansmission duration) ) が  $k + 1$  より小さいなら、UE 3 は、現在のサブフレーム  $n + k$  において、UL 信号 (e.g., UL grant に従う PUSCH) を送信する前に LBT を行わなければならない。ここで、 $n$  はサブフレーム番号を示す数 (0 から 9 のいずれかの整数) であり、 $k$  は正の整数である。

【 0 0 8 0 】

さらに言い換えると、ある実装において、UE 3 は、UL 送信のタイミング (サブフレーム) から遡って eNB 1 による所定の信号の送信又は UE 3 による当該所定の信号の受信までの期間が第 1 の期間 (i.e., 所定の信号を受信後に許可される連続使用時間) より短い場合に、UL LBT が不要であることを認識してもよい。つまり、UE 3 は、UL 送信のタイミングから遡って第 1 の期間よりも近い過去に所定の信号を受信していた場合、UL LBT が不要であることを認識してもよい。

10

【 0 0 8 1 】

言い換えると、ある実装において、もし UE 3 が現在のサブフレーム  $n$  から遡って第 1 の期間 (e.g., 最大送信期間 (maximum transmission duration) ) より短い前に所定の信号 (e.g., PDCCH for UL grant) を受信していたなら、UL 信号 (e.g., UL grant に従う PUSCH) は、LBT を実行せずに送信されることができる。

【 0 0 8 2 】

言い換えると、ある実装において、もし UE 3 が所定の信号 (e.g., PDCCH for UL grant) をサブフレーム  $n - k$  にて受信しており且つ第 1 の期間 (e.g., 最大送信期間 (maximum transmission duration) ) が  $k + 1$  より小さいなら、UE 3 は、現在のサブフレーム  $n$  において、UL 信号 (e.g., UL grant に従う PUSCH) を送信する前に LBT を行わなければならない。ここで、 $n$  はサブフレーム番号を示す数 (0 から 9 のいずれかの整数) であり、 $k$  は正の整数である。

20

【 0 0 8 3 】

以上の説明から理解されるように、本実施形態では、UE 3 は、eNB 1 から受信した “非ライセンス周波数における無線通信に対する規制 (regulation) に関する情報” に基づいて UL LBT を行う必要があるか否かを認識し、UL LBT が必要とされる場合に UL LBT の後に非ライセンス周波数での UL 送信を行い、UL LBT が必要とされない場合に UL LBT を行わずに非ライセンス周波数での UL 送信を行うよう動作する。したがって、UE 3 は、UE 3 による UL LBT が必要とされる状況およびこれが不要な状況に適応的に対応することができる。さらに、eNB 1 は、“非ライセンス周波数における無線通信に対する規制 (regulation) に関する情報” の内容を調整することで、UE 3 に UL LBT を実行させるか否かを制御することができる。

30

【 0 0 8 4 】

図 7 は、eNB 1 及び UE 3 の動作の一例 (処理 7 0 0) を示すシーケンス図である。ブロック 7 0 1 では、eNB 1 は、非ライセンス周波数における無線通信に対する規制 (regulation) に関する情報を、システム情報 (SIB) または個別シグナリング (RRC Connection Reconfiguration メッセージ) で UE 3 に送信する。

【 0 0 8 5 】

ブロック 7 0 2 では、eNB 1 は、UL スケジューリング情報 (UL grant) を PDCCH/EPDCCH で UE 3 に送信する。eNB 1 は、PDCCH/EPDCCH を非ライセンス周波数 (のセル) で送信してもよいし、ライセンス周波数 (のセル) で送信してもよい。

40

【 0 0 8 6 】

ブロック 7 0 3 では、UE 3 は、ブロック 7 0 1 において受信した規制に関する情報とブロック 7 0 2 において受信した UL スケジューリング情報 (UL grant) に基づいて、UE 3 による UL LBT を行う必要があるか否かを認識 (判定) する。UL LBT が必要とされる場合、UE 3 は、UL LBT (ブロック 7 0 4) を行い、UL 送信のための非ライセンス周波数チャネル (リソース) が利用可能である場合に非ライセンス周波数で UL grant に従って UL データ送信 (PUSCH 送信) を行い (ブロック 7 0 5)、利用可能でなければ UL データ送信を行わない。一方、UL LBT が必要でないことを認識した場合、UE 3 は、UL LBT を行わずに非ライセン

50

ス周波数でULデータ送信（PUSCH送信）を行う（ブロック705）。図7のブロック704及び705が破線で示されているのは、ある条件においてこれらの処理が行われないことを意味する。

【0087】

ブロック701においてeNB1からUE3に送信される規制に関する情報は、“LBTで無線リソースが使用可能と判定した後に許可される最大連続使用時間（MAX\_T）”を示してもよい。一例として、eNB1がUL grantを送信する前にUL送信無線リソースに対するLBT（UL LBT）を行い、UL送信無線リソースが利用可能である場合に直ちに（つまり、MAX\_Tの先頭で）UL grantを送信するケースを想定する。この場合、UE3は、図8Aに示すように、eNB1によるUL grantの送信タイミング又はUE3によるUL grantの受信タイミング（801）からUL grantに対応するULデータ送信（PUSCH送信）のタイミング（802）までの期間が最大連続使用時間（MAX\_T）より短い場合にUL LBTが不要であることを認識し、そうでない場合にUL LBTが必要であることを認識してもよい。最大連続使用時間（MAX\_T）は、サブフレーム数（つまり、ms単位）で指定されてもよい。

10

【0088】

図8Aを用いて具体的に説明する。UE3は、サブフレームnにおいてUL grant（801）を受信したことに応答して、サブフレームn+kにおいてPUSCH送信（802）を行う。すなわち、kの値は、PUSCH送信が行われるサブフレームとUL grantが送信されるサブフレームとのマッピングを定める。ここでkは前述の通り、正の整数であるが、3GPP TS 36.213 V12.3.0（非特許文献6）のセクション8に規定されているkの値であってもよい。

20

【0089】

例えば、CAのプライマリセル（ここでは、ライセンス周波数セル）及びセカンダリセル（ここでは、非ライセンス周波数セル）が共にFDD component carrier（CC）（FDDセル）である場合、セルフキャリア・スケジューリング（セルフ・スケジューリング）であるかクロスキャリア・スケジューリングであるかに関わらずk=4である。ここで、セルフキャリア・スケジューリングは、DLデータ受信又はULデータ送信のためにUEが利用するコンポーネントキャリアと同じコンポーネントキャリア上でスケジューリング・グラント（UL grant及びDL grant）が送信されるスケジューリング方法である。これに対して、クロスキャリア・スケジューリングは、DLデータ受信又はULデータ送信のためにUEが利用するコンポーネントキャリアとは異なるコンポーネントキャリア上でスケジューリング・グラントが送信されるスケジューリング方法である。すなわち、セルフキャリア・スケジューリングの場合、UEは、あるサービングセルのスケジューリングのために、当該サービングセル内で送信されるPDCCH/EPDCCHをモニターするよう設定される。一方、クロスキャリア・スケジューリングの場合、UEは、あるサービングセル（例えば、SCell）のスケジューリングのために、他のサービングセル（例えば、PCell）内で送信されるPDCCH/EPDCCHをモニターするよう設定される。

30

【0090】

CAのプライマリセル（ライセンス周波数セル）及びセカンダリセル（非ライセンス周波数セル）が共にTDD component carrier（CC）（TDDセル）である場合、kの値は図9に示すテーブルに従う。なお、図9に示されたテーブルのTDD UL/DL configurationは、“UL-reference UL/DL configuration”を意味する。UL-reference UL/DL configurationは、セルフキャリア・スケジューリング（セルフ・スケジューリング）であるか又はクロスキャリア・スケジューリングであるか、及び2つのサービングTDDセルのUL/DLコンフィギュレーションの組合せに応じて定まる。

40

【0091】

さらに、3GPP Release 12及びそれ以降は、FDDコンポーネントキャリア（FDD CC）とTDDコンポーネントキャリア（TDD CC）のCAを規定している。FDD CC（又はFDDセル）は、FDDのためのframe structure type 1を使用するセルである。TDD CC（又はTDDセル）は、TDDのためのframe structure type 2を使用するセルである。本明細書では、このキャリア

50

アグリゲーションを“FDD-TDDアグリゲーション”、又は単に“FDD-TDD”と呼ぶ。FDD-TD Dキャリアアグリゲーションでは、プライマリセルはFDD CC (FDDセル)であってもよいし、TDD CC (TDDセル)であってもよい。

【0092】

FDD-TDDにおいて、セカンダリセル(ここでは、非ライセンス周波数セル)がTDD CC (TDDセル)であり、セカンダリセルでのPUSCH送信のためにセルフキャリア・スケジューリングがUEに設定される場合、 $k$ の値は、セカンダリセルのUL/DLコンフィグレーションと図9に示されたテーブルに従う。一例としてTDDセカンダリセル(ここでは、非ライセンス周波数セル)のUL/DLコンフィグレーションがコンフィグレーション0の場合、図9に示されたテーブルの定義に従うと、サブフレーム#0で受信したUL grantに対応するPUSCH送信はサブフレーム#4で行われ、サブフレーム#1で受信したUL grantに対応するPUSCH送信はサブフレーム#7で行われる。

10

【0093】

FDD-TDDにおいて、セカンダリセル(ここでは、非ライセンス周波数セル)がTDD CC (TDDセル)であり、セカンダリセルでのPUSCH送信のために他のサービングセルで送信されるPDCCH/EPDCCHを参照するクロスキャリア・スケジューリングが設定され、且つ他のサービングセルがFDDセルである場合、 $k$ の値は、セカンダリセルのUL/DLコンフィグレーションと図9に示されたテーブルに従う。

【0094】

図8Aに戻り説明を続ける。UE3は、サブフレーム $n$ においてUL grant (801)を受信したことに応答して、サブフレーム $n+k$ においてPUSCH送信(802)を行う。UL grant (801)からPUSCH送信(802)までの期間(つまり、 $k$ )が最大連続使用時間(MAX\_T)より小さい場合(言い換えると、MAX\_Tが $k+1$ 以上であるとき)、UE3はUL LBTを実行しなくてもよい。一方、UL grant (801)からPUSCH送信(802)までの期間(つまり、 $k$ )が最大連続使用時間(MAX\_T)以上である場合(言い換えると、MAX\_Tが $k$ 以下であるとき)、UE3はUL LBTを実行する。例えば、図8Aに示すように、MAX\_T=4msであり $k=4$ であれば、UE3はUL LBTを行った後にPUSCH送信を行う。これに対して、MAX\_T=8msであり $k=4$ であれば、UE3はUL LBTを行わずにPUSCH送信を行う。

20

【0095】

ここで、図7及び図8Aの例に関連するUE3の一連の動作を以下のようにまとめることができる。もしUE3が所定の信号(e.g., UL grant (801))をサブフレーム $n$ にて受信しており且つ(その時点から)時間が第1の期間(e.g., MAX\_T)以上未だ経過していないなら、UL信号(e.g., UL grant (801))に従うPUSCH(802)は、LBTを実行せずに送信されることができる。

30

【0096】

言い換えると、もしUE3が所定の信号(i.e., UL grant (801))をサブフレーム $n$ にて受信しており且つ第1の期間(e.g., MAX\_T)が $k+1$ より小さいなら、UE3は、UL信号(e.g., UL grant (801))に従うPUSCH(802)を送信する前にLBTを行わなければならない。

【0097】

図8Aの例に代えて、UE3は、図8Bの例に従って動作してもよい。すなわち、UE3は、UL送信のタイミング(サブフレーム)(812)から遡ってeNB1による所定の信号の送信又はUE3による当該所定の信号の受信(e.g., UL grant (811))までの期間が第1の期間(i.e., 所定の信号を受信後に許可される連続使用時間、MAX\_T)より短い場合に、UL LBTが不要であることを認識してもよい。つまり、UE3は、UL送信のタイミング(812)から遡って第1の期間よりも近い過去に所定の信号(e.g., UL grant (811))を受信していた場合、UL LBTが不要であることを認識してもよい。

40

【0098】

図8Bの例では、UE3は、サブフレーム $n$ においてPUSCH送信(812)を行う。PUSCH送信(812)から遡ってUL grant (801)の送信又は受信が行われたサブフレーム $n$

50

-  $k$  ( 8 1 1 ) までの期間 (つまり、 $k$ ) が最大連続使用時間 (MAX\_T) より小さい場合 (言い換えると、MAX\_Tが  $k + 1$  以上であるとき)、UE 3 はUL LBTを実行しなくてもよい。一方、PUSCH送信 ( 8 1 2 ) から遡ってUL grant ( 8 0 1 ) の送信又は受信までの期間 (つまり、 $k$ ) が最大連続使用時間 (MAX\_T) 以上である場合 (言い換えると、MAX\_Tが  $k$  以下であるとき)、UE 3 はUL LBTを実行する。例えば、図 8 B に示すように、MAX\_T = 4 ms であり  $k = 4$  であれば、UE 3 はUL LBTを行った後にPUSCH送信を行う。これに対して、MAX\_T = 8 ms であり  $k = 4$  であれば、UE 3 はUL LBTを行わずにPUSCH送信を行う。

【 0 0 9 9 】

図 7 及び図 8 B の例に関連するUE 3 の一連の動作を以下のようにまとめることができる。もしUE 3 が現在のサブフレーム  $n$  から遡って第 1 の期間 (e.g., MAX\_T) より短い前に 10  
所定の信号 (e.g., UL grant ( 8 1 1 )) を受信していたなら、UL信号 (e.g., UL grant ( 8 1 1 )) に従うPUSCH ( 8 1 2 )) は、LBTを実行せずに送信されることができる。

【 0 1 0 0 】

言い換えると、もしUE 3 が所定の信号 (e.g., UL grant ( 8 1 1 )) をサブフレーム  $n - k$  にて受信しており且つ第 1 の期間 (e.g., MAX\_T) が  $k + 1$  より小さいなら、UE 3 は、現在のサブフレーム  $n$  において、UL信号 (e.g., UL grant ( 8 1 1 )) に従うPUSCH ( 8 1 2 )) を送信する前にLBTを行わなければならない。

【 0 1 0 1 】

なお、非ライセンス周波数におけるUL送信タイミング ( $k$ 、または  $k$  に準ずる値) は、 20  
非特許文献 6 に規定されている  $k$  の値とは別に新しく3GPP仕様に規定されてもよい。あるいは、非ライセンス周波数におけるUL送信タイミングを規定する情報 ( $k$ 、または  $k$  に準ずる値) をeNB 1 がUE 3 に指定してもよい。

【 0 1 0 2 】

図 8 A を用いて説明した例において、eNB 1 は、UL grant ( 8 0 1 ) を送信した後、当該UL grant ( 8 0 1 ) の送信を契機とするMAX\_T内に納まる他のUL grantに関して、LBTを行わなくてもよいことをUE 3 に通知してもよい。あるいは、図 8 A を用いて説明した例において、UE 3 は、UL grant ( 8 0 1 ) の受信を契機とするMAX\_T内に納まる他のUL grant 30  
についてLBTを行わないようにしてもよい。図 8 B を用いて説明した例においても同様である。具体的には、図 8 C に示すように、プロセス # 1 (e.g., HARQプロセス # 1) に関するUL grant ( 8 2 1 ) の受信を契機とするMAX\_T (ここでは10 ms) 内では、UE 3 は、プロセス # 1 のUL grant ( 8 2 1 ) に従うPUSCH ( 8 2 3 ) だけでなく、他のプロセス # 2 (e.g., HARQプロセス # 2) に関するUL grant ( 8 2 2 ) に従うPUSCH ( 8 2 4 ) についてもUL LBTを行わずに送信してもよい。

【 0 1 0 3 】

さらに、図 8 A を用いて説明した例において、UE 3 は、UE 3 は、UL grant ( 8 0 1 ) の受信を契機とするMAX\_T内に納まる任意のUL送信についてLBTを行わないようにしてもよい。図 8 B を用いて説明した例においても同様である。任意のUL送信は、例えば図 8 D に示されるようにSRS及びPUCCHを含む。図 8 D の例では、また、UL grant ( 8 3 1 ) の受信を契機とするMAX\_T (ここでは10 ms) 内において、UL grant ( 8 3 1 ) に従うPUSCH送信 ( 8 3 2 ) だけでなく、SRS送信 ( 8 3 3 ) 及びPUCCH送信 ( 8 3 4 ) がLBT無しで行われる 40  
。MAX\_T外のPUCCH送信 ( 8 3 5 ) は、LBTの後に送信されてもよいし、又は中止されてもよい。

【 0 1 0 4 】

また、任意のUL送信は、例えば図 8 E に示されるように、アップリンクHARQに基づくPUSCH再送信を含む。図 8 E の例では、UE 3 は、UL grant ( 8 4 1 ) の受信を契機とするMAX\_T (ここでは10 ms) 内にUL grant ( 8 4 1 ) に従うPUSCH送信 ( 8 4 2 ) だけでなく他の (e.g., HARQプロセス) のPUSCH再送信 ( 8 4 3 ) が納まる場合に、当該再送信 ( 8 4 3 ) の前のLBTを省略してもよい。PUSCH再送信 ( 8 4 3 ) は、プロセス # 1 (e.g., HARQプロセス # 1) の送信であり、前のPUSCH送信 ( 8 4 0 ) が失敗であったことに応答して送信される。 50

## 【 0 1 0 5 】

なお、図 8 A ~ 図 8 E の例では、eNB 1 から UE 3 に送信される規制に関する情報が “ LBT で無線リソースが使用可能と判定した後に許可される最大連続使用時間 (MAX\_T) ” を示す場合について説明した。さらに、これらの例では、eNB 1 が UL grant を送信する前に UL 送信無線リソースに対する LBT (UL LBT) を行い、UL 送信無線リソースが利用可能である場合に直ちに (つまり、MAX\_T の先頭で) UL grant を送信するケースを想定した。これに代えて、図 8 F に示すように、UE 3 は、自身が LBT (UL LBT) を行って UL 送信無線リソースが利用可能であると判定した場合に、UE 3 は、最大連続使用時間 (MAX\_T) の間、新たな LBT を行わずに UL 送信を行ってもよい。

## 【 0 1 0 6 】

図 8 F の例では、UE 3 は、サブフレーム # 1 での UL grant (8 5 1) の受信にตอบสนองして、サブフレーム # 2 から LBT を開始し、サブフレーム # 5 において非ライセンス周波数リソースが利用可能であることを判定する。この場合、UE 3 は、非ライセンス周波数リソースが利用可能と判定してから UL grant (8 5 1) の受信に基づいて定まる最大連続使用時間 (MAX\_T) が満了するまでの間 (つまり、サブフレーム # 6 から # 9 までの間)、PUSCH 送信 (8 5 2) を含む PUSCH 送信を LBT 無しで行うことが許可される。図 8 D を参照して説明したのと同様に、UE 3 は、非ライセンス周波数リソースが利用可能と判定してから最大連続使用時間 (MAX\_T) が満了するまでの間、PUSCH 以外の任意の UL 送信を LBT 無しで行ってもよい。

## 【 0 1 0 7 】

図 1 0 は、eNB 1 及び UE 3 の動作の一例 (処理 1 0 0 0) を示すシーケンス図である。ブロック 1 0 0 1 では、eNB 1 は、規制に関する情報をアップリンクのスケジューリング情報 (UL grant) と共に PDCCH/EPDCCH で UE 3 に送信する。eNB 1 は、UL grant を送信する PDCCH/EPDCCH とは別の PDCCH/EPDCCH で規制に関する情報を先に送信してもよい。この場合、eNB 1 はこれらの PDCCH/EPDCCH を互いに異なるセルで送信してもよい。eNB 1 は、1 又は複数の PDCCH/EPDCCH を非ライセンス周波数のセルで送信してもよいし、ライセンス周波数のセル (e.g. PCell) で送信してもよい。

## 【 0 1 0 8 】

ブロック 1 0 0 2 では、UE 3 は、ブロック 1 0 0 1 において受信した規制に関する情報及び UL スケジューリング情報 (UL grant) に基づいて、UE 3 による UL LBT を行う必要があるか否かを認識 (判定) する。UL LBT が必要とされる場合、UE 3 は、UL LBT (ブロック 1 0 0 3) を行い、UL 送信のための非ライセンス周波数チャネル (リソース) が利用可能である場合に非ライセンス周波数で UL grant に従って UL データ送信 (PUSCH 送信) を行い (ブロック 1 0 0 4)、利用可能でなければ UL データ送信を行わない。一方、UL LBT が不要でないことを認識した場合、UE 3 は、UL LBT を行わずに非ライセンス周波数で UL データ送信 (PUSCH 送信) を行う (ブロック 1 0 0 4)。図 1 0 のブロック 1 0 0 3 及び 1 0 0 4 が破線で示されているのは、ある条件においてこれらの処理が行われなことを意味する。

## 【 0 1 0 9 】

ブロック 1 0 0 1 において eNB 1 から UE 3 に送信される規制に関する情報は、“ 所定の信号を受信後に許可される連続使用時間 (T) ” を示してもよい。一例として、eNB 1 が UL grant を送信する前に UL 送信無線リソースに対する LBT (UL LBT) を行い、UL 送信無線リソースが利用可能である場合に、連続使用時間 (T) と共に UL grant を送信するケースを想定する。eNB 1 は、UL LBT を実行した時刻と UL grant の送信時刻の差に基づいて連続使用時間 (T) を計算してもよい。この場合、UE 3 は、図 1 1 に示すように、eNB 1 による UL grant の送信タイミング又は UE 3 による UL grant の受信タイミング (1 1 0 1) から UL grant に対応する UL データ送信 (PUSCH 送信) のタイミング (1 1 0 2) までの期間が連続使用時間 (T) より短い場合に UL LBT が不要であることを認識し、そうでない場合に UL LBT が必要であることを認識してもよい。最大連続使用時間 (MAX\_T) は、サブフレーム数 (つまり、ms 単位) で指定されてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 0 】

図 1 1 を用いて具体的に説明する。UE3は、サブフレーム n においてUL grant ( 1 1 0 1 ) を受信したことに応答して、サブフレーム n + k においてPUSCH送信 ( 1 1 0 2 ) を行う。UL grant ( 1 1 0 1 ) からPUSCH送信 ( 1 1 0 2 ) までの期間 (つまり、k) が連続使用時間 (T) より小さい場合 (言い換えると、Tがk + 1 以上であるとき)、UE 3 はUL LBTを実行しなくてもよい。一方、UL grant ( 1 1 0 1 ) からPUSCH送信 ( 1 1 0 2 ) までの期間 (つまり、k) が連続使用時間 (T) 以上である場合 (言い換えると、Tがk 以下であるとき)、UE 3 はUL LBTを実行する。例えば、図 1 1 に示すように、T = 5 m s であり k = 6 であれば、UE 3 はUL LBTを行った後にPUSCH送信を行う。これに対して、T = 1 0 m s であり k = 6 であれば、UE 3 はUL LBTを行わずにPUSCH送信を行う。

10

## 【 0 1 1 1 】

図 7 ~ 図 1 1 を用いて説明した具体例では、ULデータ送信に関して説明した。これらの具体例は、ULデータ送信以外の他のUL信号送信に関して行われてもよい。例えば、図のブロック 7 0 2 及び図 1 0 のブロック 1 0 0 1 において送信されるULスケジューリング情報は、eNB 1 からのRACH preamble送信要求 (PDCCH order) により置き換えられてもよく、図 7 のブロック 7 0 5 及び図 1 0 のブロック 1 0 0 4 において送信されるアップリンク信号 (PUSCH) は、PRACHにより置き換えられてもよい。あるいは、UE 3 は、UL制御信号 (e.g., SRS、PRACH、又はPUCCH) の送信に対しては、UL LBTの必要性の認識することなく、常にLBTを行わずにeNB 1 から指定された無線リソースにおいて当該制御情報を送信してもよい。

20

## 【 0 1 1 2 】

図 7 ~ 図 1 1 を用いて説明した具体例では、非ライセンス周波数における無線通信に対する規制 (regulation) に関する情報として最大連続使用時間 (MaX\_T) 又は連続使用時間 (T) が利用される例を説明した。しかしながら、当該規制に関する情報は、LBT判定情報を含んでもよい。この場合、UE 3 は、LBT判定情報を受信したことに応答して、UL LBTが必要であると認識してもよい。そして、UE 3 は、LBT判定情報に示される事項に基づいてLBTを実行してもよい。

## 【 0 1 1 3 】

また、当該規制に関する情報は、Duty cycle情報を含んでもよい。この場合、UE 3 は、Duty cycle情報を受信したことに応答して、UL LBTが必要であると認識してもよい。そして、UE 3 は、Duty cycle情報に示される事項に基づいてLBTを実行してもよい。

30

## 【 0 1 1 4 】

図 1 2 は、Duty cycle情報に基づくUE 3 の動作の一例を示している。図 1 2 の例では、Duty cycle情報は、duty cycle (XX %) 及びobservation period (yy ms) を含む。図 1 2 に示されたオプション 1 では、UE 3 は、自身がUL LBTを行って無線リソースが利用可能であると判定してからyy\*XX/100 msの期間は、新たなLBTを行わずにUL送信を行ってもよい。図 1 2 に示されたオプション 2 では、自身がUL LBTを行って無線リソースが利用可能であると判定した場合、自身がLBTを開始してからyy ms経過するまでの期間、及び無線リソースが利用可能であると判定してからyy\*XX/100 msの期間のうち早く満了する期間の間、新たなLBTを行わずにUL送信を行ってもよい。

40

## 【 0 1 1 5 】

図 1 2 は、duty cycle及びobservation periodがそれぞれ50%及び8msである場合を示している。図 1 2 の例では、UE 3 は、サブフレーム # 0 でLBTを開始し、サブフレーム # 5 において非ライセンス周波数リソースが利用可能であることを判定する。この場合、図 1 2 のオプション 1 の場合は、サブフレーム # 6 からサブフレーム # 9 までの4サブフレーム期間 (4ms) において、UE 3 はLBTを行わずにUL送信を行うことが許可される。一方、図 1 2 のオプション 2 の場合は、サブフレーム # 6 からサブフレーム # 8 までの3サブフレーム期間 (3ms) において、UE 3 はLBTを行わずにUL送信を行うことが許可される。したがって、サブフレーム # 6 でのPUSCH送信 (1 2 0 1) は、オプション 1 及び 2 のどちらの場合もLBTを行わずに送信される。一方、サブフレーム # 9 でのPUSCH送信

50

( 1 2 0 2 ) は、オプション 1 のときはLBTが不要であるが、オプション 2 のときは追加のLBTが必要とされる。なお、サブフレーム # 0 でLBTを開始し、当該サブフレーム # 0 を observation periodに含んでカウントしてもよい。

【 0 1 1 6 】

< 第 4 の実施形態 >

本実施形態では、UEおよびeNBによって行われる処理の具体例が説明される。本実施形態に係る無線通信システムの構成例は、第 1 の実施形態に関して説明された図 1 A、図 1 B、及び図 2 と同様である。本実施形態では、UE 3 は、eNB 1 から受信した制御情報に基づいてUE 3 によるUL LBTが必要であるか否かを認識し、UL LBTが必要とされる場合にUL LBTの後に非ライセンス周波数でのUL送信を行い、UL LBTが必要とされない場合にUL LBTを行わずに非ライセンス周波数でのUL送信を行うよう動作する。

10

【 0 1 1 7 】

UE 3 は、システム情報 (SIB) 又は個別シグナリング (RRC Connection Reconfigurationメッセージ) を介して第 1 の制御情報を受信する。さらに、UE 3 は、アップリンクのスケジューリング情報 (UL grant) と共に第 2 の制御情報を受信する。第 1 の制御情報は、非ライセンス周波数を利用するセル又はコンポーネントキャリアの設定毎に、UL LBTが必要であるか否かを認識 (判定) するためにUE 3 によって利用される。第 2 の制御情報は、UL送信単位でUL LBTが必要であるか否かを認識 (判定) するためにUE 3 によって利用される。第 1 及び第 2 の制御情報の各々は、「UL LBTの必要性に関する情報」若しくは「非ライセンス周波数における無線通信に対する規制 (regulatory requirement) に関する情報」又はこれら両方を含んでもよい。なお、UL送信単位とは、例えば、上りリンクのスケジューリング・グラント (UL grant) の単位、つまりHARQ process単位でもよいし、新規送信 (HARQ初送) 及びsynchronous, non-adaptive再送の組み合わせ単位でもよい。後者の場合、eNB 1 がHARQ再送をPDCCH/EPDCCHで指示する際に、改めて第 2 の制御情報をUE 3 に送信してもよい。

20

【 0 1 1 8 】

UE 3 は、第 1 の制御情報に基づいて、非ライセンス周波数を利用するセル又はコンポーネントキャリアにおいて、UL LBTが必要であるか否かを認識する。第 1 の制御情報に基づいてUL LBTが不要であると認識した場合、UE 3 は、UL送信単位でのUL LBTの要否判定を省略できる。したがって、UL LBTの要否判定を高頻度に行うことに起因する負荷を低減できる。一方、第 1 の制御情報に基づいてUL LBTが必要であると認識した場合、UE 3 はさらに第 2 の制御情報に基づいてUL送信単位でUL LBTの要否を認識する。したがって、UE 3 は、UL送信単位の細かな判定を行えるため、不要なUL LBTの実行をより効果的に抑止できる。さらに、このような動作によれば、eNB 1 は、複数のUE 3 のうち一部に対してUL LBTを課す一方、残りのUE 3 にはUL LBTを免除することを容易に行うことができる。具体的には、UL LBTを免除するUE 3 に対して第 1 の制御情報においてUL LBTが不要であることを知らせればよい。

30

【 0 1 1 9 】

図 1 3 は、eNB 1 及びUE 3 の動作の一例 (処理 1 3 0 0) を示すシーケンス図である。ブロック 1 3 0 1 では、eNB 1 は、第 1 の制御情報 (e.g., Flag又はBoolean) を、システム情報 (SIB) または個別シグナリング (RRC Connection Reconfigurationメッセージ) でUE 3 に送信する。ブロック 1 3 0 2 では、UE 3 は、eNB 1 から受信した第 1 の制御情報に基づいて、UE 3 によるUL LBTを行う必要があるか否かを認識 (判定) する。ブロック 1 3 0 2 は、セル又はコンポーネントキャリアの設定毎の要否判定であるから、粗い判定 (coarse determination (recognition)) と呼ぶことができる。

40

【 0 1 2 0 】

ブロック 1 3 0 3 では、eNB 1 は、第 2 の制御情報をアップリンクのスケジューリング情報 (UL grant) と共にPDCCH/EPDCCHでUE 3 に送信する。ブロック 1 3 0 2 においてUL LBTが必要であることを判定していた場合、UE 3 は、第 2 の制御情報に基づいてUL送信単位 (PUSCH送信単位) でのUL LBTの要否を認識する (ブロック 1 3 0 4)。ブロック 1 3 0

50

4 は、UL送信毎の要否判定であるから、細かい判定 (fine determination (recognition)) と呼ぶことができる。

【 0 1 2 1 】

ブロック 1 3 0 4 においてUL LBTが必要であることを認識した場合、UE 3 は、UL LBT (ブロック 1 3 0 5) を行い、UL送信のための非ライセンス周波数チャネル (リソース) が利用可能である場合に非ライセンス周波数でUL grantに従ってULデータ送信 (PUSCH送信) を行い (ブロック 1 3 0 6)、利用可能でなければULデータ送信を行わない。一方、ブロック 1 3 0 4 においてUL LBTが必要でないことを認識した場合、UE 3 は、UL LBTを行わずに非ライセンス周波数でULデータ送信 (PUSCH送信) を行う (ブロック 1 3 0 6)。なお、ブロック 1 3 0 2 の粗い判定においてUL LBTが不要であることを認識していた場合、UE 3 は、ブロック 1 3 0 4 及び 1 3 0 5 をスキップし、UL LBTを行わずにULデータ送信 (PUSCH送信) を行う (ブロック 1 3 0 6)。図 1 3 のブロック 1 3 0 4、1 3 0 5、及び 1 3 0 6 が破線で示されているのは、ある条件においてこれらの処理が行われないことを意味する。

【 0 1 2 2 】

< 第 5 の実施形態 >

上述の第 1 ~ 第 4 の実施形態では、ライセンス周波数と非ライセンス周波数でCAを行うLAA方式によるLTE-Uの例について説明した。本実施形態では、第 1 ~ 第 4 の実施形態で説明された技術のDual Connectivity (DC)への応用が説明される。図 1 4 は、本実施形態に係る無線通信システムの構成例を示す図である。無線基地局 (eNB) 6 及び 7 並びに無線端末 (UE) 8 は、Dual Connectivityの機能を有する。Dual Connectivityは、メイン基地局 (マスター基地局、Master eNB: MeNB) 6 とサブ基地局 (セカンダリ基地局、Secondary eNB: SeNB) 7 によって提供される (つまり、管理される) それぞれの無線リソース (つまり、セル又はキャリア) を同時に使用してUE 8 が通信を行う処理である。図 1 4 の例では、MeNB 6 とSeNB 7 がX2インターフェースを介して接続され、MeNB 6 がライセンス周波数F1のCell #1を管理し、SeNB 7 がライセンス周波数F2のCell #2と非ライセンス周波数F3のCell #3を管理する。MeNB 6 及びSeNB 7 は、DCを行わないUEにとっては通常のLTE eNBとして動作し、それぞれCell #1及びCell #2において独立してUEと通信が可能である。

【 0 1 2 3 】

DCをサポートするUE 8 は、MeNB 6 とSeNB 7 のそれぞれによって管理される周波数が異なる複数のセルを同時に帰属セル (serving cell) として使用するキャリアアグリゲーション (Carrier Aggregation: CA) を行うことができる。MeNB 6 が管理するserving cellの集合はMaster Cell Group (MCG)と呼ばれ、SeNB 7 が管理するserving cellの集合はSecondary Cell Group (SCG)と呼ばれる。MCGは、少なくともPrimary Cell (PCell)を含み、更に1つ以上のSecondary Cell (SCell)を含んでもよい。SCGは、少なくともPrimary SCell (pSCell又はPSCellと略記)を含み、更に1つ以上のSCellを含んでもよい。pSCellは、少なくとも上りリンクの物理制御チャネル (Physical Uplink Control CHannel: PUCCH) が割り当てられており、SCGの中でPCellのような役割を持つセルである。

【 0 1 2 4 】

以下では、Dual Connectivity (DC) に関して簡単に説明する。Dual Connectivityの詳細については、例えば、非特許文献 7 を参照されたい。MeNB 6 は、DCを実行するUE 8 に対するコアネットワーク (Evolved Packet Core (EPC)) のモビリティ管理装置 (MME) との接続 (S1-MME) を保持する。その為、MeNB 6 はUE 8 のモビリティ管理ポイント (又はmobility anchor) と呼ぶことができる。従って、Control Plane (CP) の制御情報は、MCGにおいてMeNB 6 とUE 8 の間で送受信される。SeNB 7 のSCGに関連するCPの制御情報は、SeNB 7 とMeNB 6 の間 (X2インターフェース) で送受信され、更にMCGにおいてMeNB 6 とUE 8 の間で送受信される。例えば、SCGのRadio Resource Configuration (e.g. RadioResourceConfigDedicated IE) は、SCG-Configと呼ばれるinter-node RRC message (SeNB to MeNB container) でSeNB 7 からMeNB 6 へ送信され、RRC Connection Reconfiguration message (SCG configuration IE) でMeNB 6 からUE 8 へ送信される。一方、UE 8 の端末能力情報 (UE-

10

20

30

40

50

EUTRA capabilities IE)、SCGのセキュリティ情報(e.g. S-K<sub>eNB</sub>)、MCGのRadio Resource Configuration(e.g. RadioResourceConfigDedicated IE)などは、SCG-ConfigInfoと呼ばれるinter-node RRC message(MeNB to SeNB container)でMeNB 6からSeNB 7へ送信される。

#### 【0125】

DCでは、User Plane(UP)のベアラ設定の観点から3つの構成がサポートされている。1つ目はMCG bearerである。MCG bearerは、MeNB 6のリソース(e.g. MCG)のみを使用する為に、無線プロトコルがMeNB 6のみに配置されているベアラであり、DCを行わない通常のLTEと同様に、ゲートウェイ装置(Serving Gateway(S-GW)又はPacket Data Network Gateway(P-GW))とMeNB 6の間で接続(S1-U)が保持される。2つ目はSCG bearerである。SCG bearerは、SeNB 7のリソース(e.g. SCG)のみを使用する為に、無線プロトコルがSeNB 7のみに配置されているベアラであり、ゲートウェイ装置(S-GW又はP-GW)とSeNB 7の間で接続(S1-U)が保持される。3つ目はSplit bearerである。Split bearerは、MeNB 6とSeNB 7の両方のリソース(e.g. MCGとSCG)を使用する為に、無線プロトコルがMeNB 6とSeNB 7の両方に配置されているベアラである。Split bearerでは、ゲートウェイ装置(S-GW又はP-GW)とMeNB 6の間で接続(S1-U)が保持され、例えばSCGで送信されるUP data(e.g. PDCP PDU)は、X2を介してMeNB 6からSeNB 7へ転送される。DCを実行中のSeNB 7及びUE 8においてLAAを行う場合、例えばSCGのPSCellと共に非ライセンス周波数のセルをSCellとして使用する。このとき、非ライセンス周波数のセルでは、SCG bearer又はSplit bearerに対応する無線ベアラ(Radio Bearer)が確立される。

#### 【0126】

第1~第4の実施形態で説明されたUL LBTが必要であるか否かをUE 3において認識する技術は、図14に示されたDual Connectivityのケースにも適用できる。すなわち、MeNB 6若しくはSeNB 7又はこれら両方は、UL LBTに関する制御情報を送信する。UE 8は、当該制御情報を基にUL LBTが必要であるか否かを認識(判定)し、UL LBTが必要と認識した場合にはUL LBTの後にUL送信を行い、UL LBTが不要と認識した場合にはUL LBTを行わずにUL送信を行う。当該制御情報は、「UL LBTの必要性に関する情報」若しくは「非ライセンス周波数における無線通信に対する規制(regulatory requirement)に関する情報」又はこれら両方を含んでもよい。

#### 【0127】

図15は、MeNB 6、SeNB 7、及びUE 8の動作の一例(処理1500)を示すシーケンス図である。図15の手順(procedure)は、制御情報(LBTの必要性に関する情報)の送信がeNB 1ではなくSeNB 7により行われる点を除いて、図5に示された手順と実質的に同一である。すなわち、ブロック1501では、SeNB 7は、LBTの必要性に関する情報(e.g., Flag又はBoolean)をいずれかのSCGセルにおいてアップリンクのスケジューリング情報(UL grant)と共にPDCCH/EPDCCHでUE 3に送信する。SeNB 7は、UL grantを送信するPDCCH/EPDCCHとは別のPDCCH/EPDCCHでLBTの必要性に関する情報を先に送信してもよい。この場合、SeNB 7は、これらのPDCCH/EPDCCHをSCG内の互いに異なるセルで送信してもよい。eNB 1は、1又は複数のPDCCH/EPDCCHを非ライセンス周波数のSCGセルで送信してもよいし、ライセンス周波数のSCGセル(e.g. PSCell)で送信してもよい。ブロック1502~1504の処理は、図5のブロック502~504の処理と同様であるから説明を省略する。

#### 【0128】

図16は、MeNB 6、SeNB 7、及びUE 8の動作の一例(処理1600)を示すシーケンス図である。図16の手順(procedure)は、制御情報(LBTの必要性に関する情報)の送信がeNB 1ではなくSeNB 7からMeNB 6を介して行われる点、及びULスケジューリング情報(UL grant)の送信がeNB 1ではなくSeNB 7により行われる点を除いて、図6に示された手順と実質的に同一である。すなわち、ブロック1601では、SeNB 7は、LBTの必要性に関する情報(e.g., Flag又はBoolean)をSeNB Modification Required message(のSCG-Config)でMeNB 6へ送信する。ブロック1602では、MeNB 6は、LBTの必要性に関する情報

を、MCG Cell (e.g., PCell)において、システム情報 (SIB) または個別シグナリング (RRC Connection Reconfigurationメッセージ) でUE 3 に送信する。ブロック 1 6 0 3 ~ 1 6 0 6 の処理は、図 6 のブロック 6 0 2 ~ 6 0 5 の処理と同様であるから説明を省略する。

#### 【 0 1 2 9 】

図 1 7 は、MeNB 6、SeNB 7、及びUE 8 の動作の一例 (処理 1 7 0 0) を示すシーケンス図である。図 1 7 の手順 (procedure) は、制御情報 (非ライセンス周波数における無線通信に対する規制に関する情報) の送信がeNB 1 ではなくSeNB 7 からMeNB 6 を介して行われる点、及びULスケジューリング情報 (UL grant) の送信がeNB 1 ではなくSeNB 7 により行われる点を除いて、図 7 に示された手順と実質的に同一である。すなわち、ブロック 1 7 0 1 では、SeNB 7 は、規制に関する情報をSeNB Modification Required message (のSCG-Config) でMeNB 6 へ送信する。ブロック 1 7 0 2 では、MeNB 6 は、当該規制に関する情報を、MCG Cell (e.g., PCell)において、システム情報 (SIB) または個別シグナリング (RRC Connection Reconfigurationメッセージ) でUE 3 に送信する。ブロック 1 7 0 3 ~ 1 6 0 6 の処理は、図 7 のブロック 7 0 2 ~ 7 0 5 の処理と同様であるから説明を省略する。

#### 【 0 1 3 0 】

図 1 8 は、MeNB 6、SeNB 7、及びUE 8 の動作の一例 (処理 1 8 0 0) を示すシーケンス図である。図 1 7 の手順 (procedure) は、第 1 の制御情報の送信がeNB 1 ではなくSeNB 7 からMeNB 6 を介して行われる点、及び第 2 の制御情報及びULスケジューリング情報 (UL grant) の送信がeNB 1 ではなくSeNB 7 により行われる点を除いて、図 1 3 に示された手順と実質的に同一である。すなわち、ブロック 1 8 0 1 では、SeNB 7 は、第 1 の制御情報をSeNB Modification Required message (のSCG-Config) でMeNB 6 へ送信する。ブロック 1 8 0 2 では、MeNB 6 は、当該第 1 の制御情報を、MCG Cell (e.g., PCell)において、システム情報 (SIB) または個別シグナリング (RRC Connection Reconfigurationメッセージ) でUE 3 に送信する。ブロック 1 8 0 4 では、SeNB 7 は、第 2 の制御情報をいずれかのSCGセルにおいてアップリンクのスケジューリング情報 (UL grant) と共にPDCCH/EPDCCHでUE 3 に送信する。ブロック 1 8 0 3 及び 1 8 0 5 ~ 1 8 0 7 の処理は、図 1 3 のブロック 1 3 0 2 及び 1 3 0 4 ~ 1 3 0 6 の処理と同様であるから説明を省略する。

#### 【 0 1 3 1 】

最後に上述の実施形態に係る無線基地局 (LTE-U eNB 1) 及び無線端末 (UE 3) の構成例について説明する。上述の実施形態で説明された無線基地局 (LTE-U eNB 1) の各々は、無線端末 (UE 3) と通信するためのランシーバ、及び当該ランシーバに結合されたコントローラを含んでもよい。コントローラは、上述の実施形態で説明された無線基地局 (LTE-U eNB 1) に関する処理 (例えば、CRS based 及びCSI-RS based受信信号品質に基づくPCIの競合の検出) を実行する。

#### 【 0 1 3 2 】

上述の実施形態で説明された無線端末 (UE 3) の各々は、無線基地局 (LTE-U eNB 1) と通信するためのランシーバ、及び当該ランシーバに結合されたコントローラを含んでもよい。コントローラは、上述の実施形態で説明された無線端末 (UE 3) に関する処理 (例えば、CRS based 及びCSI-RS based受信信号品質のLTE-U eNB 1 への報告) を実行する。

#### 【 0 1 3 3 】

図 1 9 は、上述の実施形態に係る無線基地局 (LTE-U eNB) 1 の構成例を示すブロック図である。図 1 9 を参照すると、LTE-U eNB 1 は、無線ランシーバ 1 9 0 1、ネットワークインターフェース 1 9 0 2、プロセッサ 1 9 0 3、及びメモリ 1 9 0 4 を含む。無線ランシーバ 1 9 0 1 は、UE 3 と通信するよう構成されている。ネットワークインターフェース 1 9 0 2 は、ネットワークノード (e.g., Mobility Management Entity (MME) 及びServing Gateway (S-GW)) と通信するために使用される。ネットワークインターフェース 1 9 0 2 は、例えば、IEEE 802.3 seriesに準拠したネットワークインターフェース

10

20

30

40

50

カード (NIC) を含んでもよい。

【 0 1 3 4 】

プロセッサ 1 9 0 3 は、メモリ 1 9 0 4 からソフトウェアコード (コンピュータプログラム) を読み出して実行することで、上述の実施形態で説明されたLTE-U eNB 1 の処理を行う。プロセッサ 1 9 0 3 は、例えば、マイクロプロセッサ、Micro Processing Unit (MPU)、又はCentral Processing Unit (CPU) であってもよい。プロセッサ 1 9 0 3 は、複数のプロセッサを含んでもよい。

【 0 1 3 5 】

メモリ 1 9 0 4 は、揮発性メモリ及び不揮発性メモリの組み合わせによって構成される。揮発性メモリは、例えば、Static Random Access Memory (SRAM) 若しくはDynamic RAM (DRAM) 又はこれらの組み合わせである。不揮発性メモリは、例えば、マスクRead Only Memory (MROM)、Programmable ROM (PROM)、フラッシュメモリ、若しくはハードディスクドライブ、又はこれらの組合せである。メモリ 1 9 0 4 は、プロセッサ 1 9 0 3 から離れて配置されたストレージを含んでもよい。この場合、プロセッサ 1 9 0 3 は、ネットワークインターフェース 1 9 0 2 又は図示されていないI/Oインターフェースを介してメモリ 1 9 0 4 にアクセスしてもよい。

【 0 1 3 6 】

メモリ 1 9 0 4 は、上述の実施形態で説明されたLTE-U eNB 1 の処理を実行するための命令群およびデータを含む 1 又は複数のソフトウェアモジュールを格納するために使用されてもよい。プロセッサ 1 9 0 3 は、当該 1 又は複数のソフトウェアモジュールをメモリ 1 9 0 4 から読み出して実行することで、上述の実施形態で説明されたLTE-U eNB 1 の処理を行うことができる。

【 0 1 3 7 】

図 2 0 は、上述の実施形態に係る無線端末 (UE) 3 の構成例を示すブロック図である。図 2 0 を参照すると、UE 3 は、無線トランシーバ 2 0 0 1、プロセッサ 2 0 0 2、及びメモリ 2 0 0 3 を含む。無線トランシーバ 2 0 0 1 は、LTE-U eNB 1 と通信するよう構成されている。

【 0 1 3 8 】

プロセッサ 2 0 0 2 は、メモリ 2 0 0 3 からソフトウェアコード (コンピュータプログラム) を読み出して実行することで、上述の実施形態で説明されたUE 3 の処理を行う。プロセッサ 2 0 0 2 は、例えば、マイクロプロセッサ、MPU、又はCPUであってもよい。プロセッサ 2 0 0 2 は、複数のプロセッサを含んでもよい。

【 0 1 3 9 】

メモリ 2 0 0 3 は、揮発性メモリ及び不揮発性メモリの組み合わせによって構成される。揮発性メモリは、例えば、SRAM若しくはDRAM又はこれらの組み合わせである。不揮発性メモリは、例えば、MROM、PROM、フラッシュメモリ、若しくはハードディスクドライブ、又はこれらの組合せである。また、メモリ 2 0 0 3 は、プロセッサ 2 0 0 2 から離れて配置されたストレージを含んでもよい。この場合、プロセッサ 2 0 0 2 は、図示されていないI/Oインターフェースを介してメモリ 2 0 0 3 にアクセスしてもよい。

【 0 1 4 0 】

メモリ 2 0 0 3 は、上述の実施形態で説明されたUE 3 の処理を実行するための命令群およびデータを含む 1 又は複数のソフトウェアモジュールを格納するために使用されてもよい。プロセッサ 2 0 0 2 は、当該 1 又は複数のソフトウェアモジュールをメモリ 2 0 0 3 から読み出して実行することで、上述の実施形態で説明されたUE 3 の処理を行うことができる。

【 0 1 4 1 】

図 1 9 及び図 2 0 を用いて説明したように、上述の実施形態に係るLTE-U eNB 1 及びUE 3 が有するプロセッサの各々は、図面を用いて説明されたアルゴリズムをコンピュータに行わせるための命令群を含む 1 又は複数のプログラムを実行してもよい。これらのプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer re

10

20

30

40

50

adable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、Compact Disc Read Only Memory (CD-ROM)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、Programmable ROM (PROM)、Erasable PROM (EPROM)、フラッシュROM、Random Access Memory (RAM)) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

10

## 【0142】

<その他の実施形態>

上述の複数の実施形態は、各々独立に実施されてもよいし、適宜組み合わせられてもよい。

## 【0143】

上述の複数の実施形態において、eNB 1 (MeNB 6 又はSeNB 7) は、アップリンクのスケジューリング情報 (UL grant) を非ライセンス周波数で送信する場合、当該送信に先立って非ライセンス周波数チャネル (リソース) に対するLBTを行ってもよい。eNB 1 (MeNB 6 又はSeNB 7) は、UL grantを非ライセンス周波数で送信する場合であっても、当該UL grantにおいてUL送信のためにUE 3 にスケジュールされる非ライセンス周波数チャネル (リソース) に対するLBT (つまり、UL LBT) を行ってもよい。

20

## 【0144】

上述の複数の実施形態において、UE 3 がLBTの対象とする他のシステム又はネットワークは、他オペレータのLTEシステム (LTE-U、LAA) のみでもよいし、WLANのみでもよい。言い換えると、UE 3 は、同じ非ライセンス周波数を共用する全ての他のシステム又はネットワークをLBTの対象としなくてもよい。あるいは、UE 3 は、同じ非ライセンス周波数を共用する複数の他のシステム又はネットワークのうち一部に関して、UL LBTが必要であるか否かを認識するよう動作してもよい。あるいは、UE 3 は、同じ非ライセンス周波数を共用する複数の他のシステム又はネットワークのうち一部 (例えば、他オペレータのLTEシステム) に対するLBTに対してある実施形態の技術を適用し、残り (例えば、WLANシステム) に対するLBTに対して別の実施形態の技術を適用してもよい。

30

## 【0145】

上述の複数の実施形態では、主にLTEシステムに関して説明を行った。しかしながら、既に述べたように、これらの実施形態は、LTEシステム以外の無線通信システム、例えば、3GPP UMTS、3GPP2 CDMA2000システム (1xRTT、HRPD)、GSM (登録商標) /GPRSシステム、又はWiMAXシステム等に適用されてもよい。尚、非ライセンス周波数におけるLTEの通信を行う機能を有する無線基地局 (eNB) 及びRRH/RREを無線基地局 (LTE-U eNB) と呼んだ。他のシステムでも同様に、複数の周波数 (例えば、ライセンス周波数および非ライセンス周波数) において通信を行うことが可能なネットワーク装置の導入が可能であり、それらを総称して無線局と呼ぶことができる。つまり、当該無線局は、LTEでは上述のように無線基地局 (eNB) 及びRRH/RREに相当し、UMTSでは基地局 (NodeB: NB) 及び基地局制御局 (RNC) に相当し、更にCDMA2000システムでは基地局 (BTS) 及び基地局制御局 (BSC) に相当する。さらに、特にDual Connectivity (DC) の例では、メイン基地局 (LTEではMeNB) 及びサブ基地局 (LTEではSeNB) を含む基地局システムを無線局と呼ぶことができる。メイン基地局及びサブ基地局の各々は、無線通信ノードと呼ぶことができる。

40

## 【0146】

さらに、上述した実施形態は本件発明者により得られた技術思想の適用に関する例に過ぎない。すなわち、当該技術思想は、上述した実施形態のみに限定されるものではなく、種々の変更が可能であることは勿論である。

50

【 0 1 4 7 】

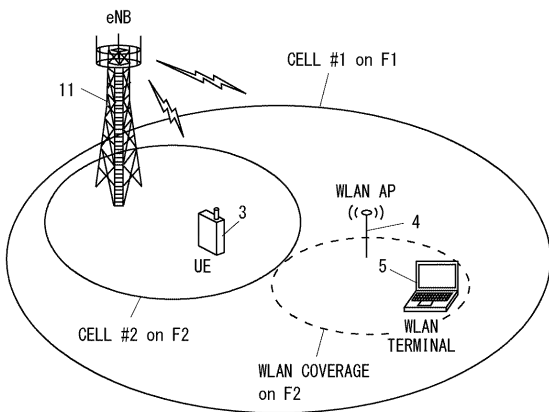
この出願は、2014年12月25日に出願された日本出願特願2014-262541を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【 0 1 4 8 】

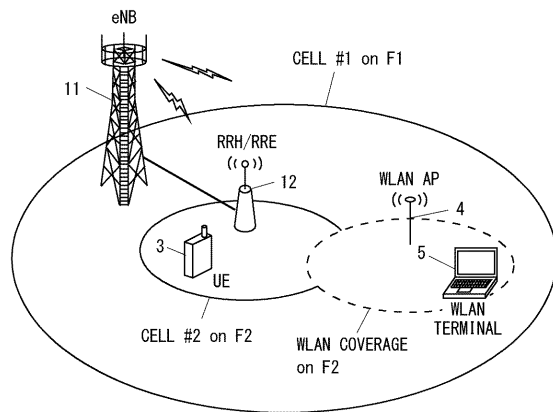
- 1、6、7 無線基地局
- 3、8 無線端末
- 4 無線LANアクセスポイント
- 5 無線LAN端末
- 1901、2001、 無線トランシーバ
- 1902 ネットワークインターフェース
- 1903、2002 プロセッサ
- 1904、2003 メモリ

【 図 1 A 】



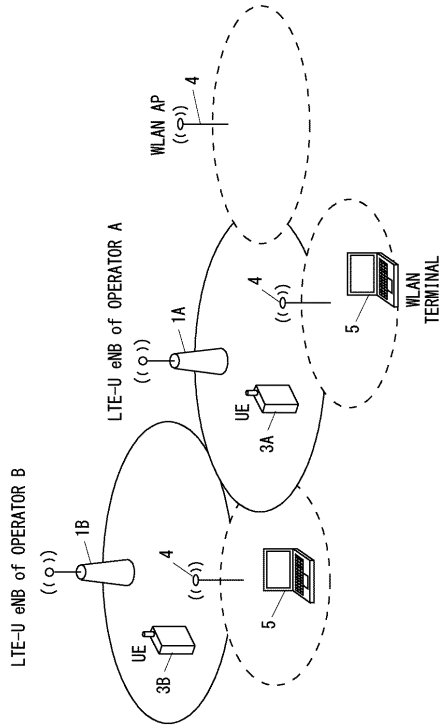
F1: LICENSED FREQUENCY  
 F2: UNLICENSED FREQUENCY

【 図 1 B 】

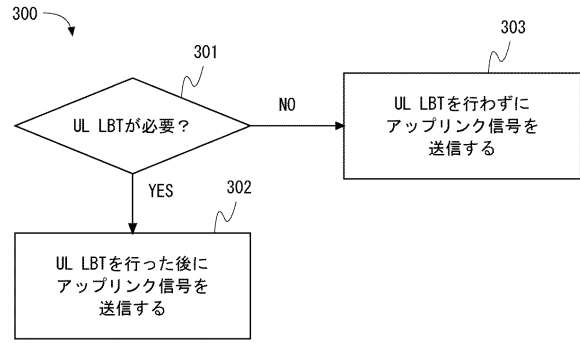


F1: LICENSED FREQUENCY  
 F2: UNLICENSED FREQUENCY

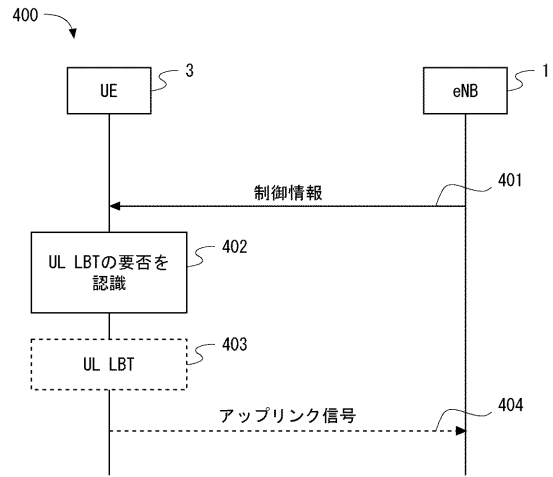
【図2】



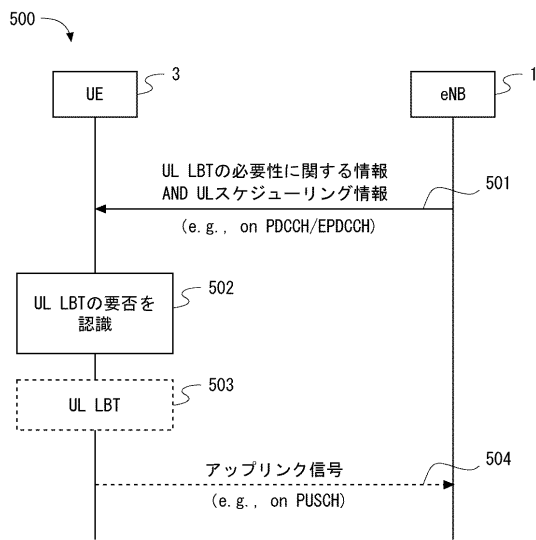
【図3】



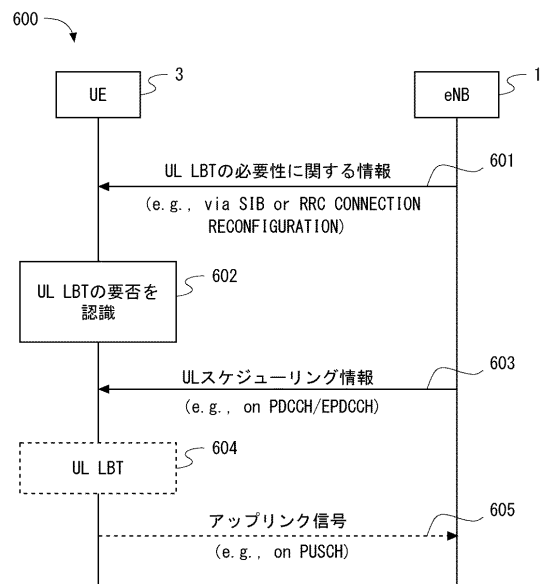
【図4】



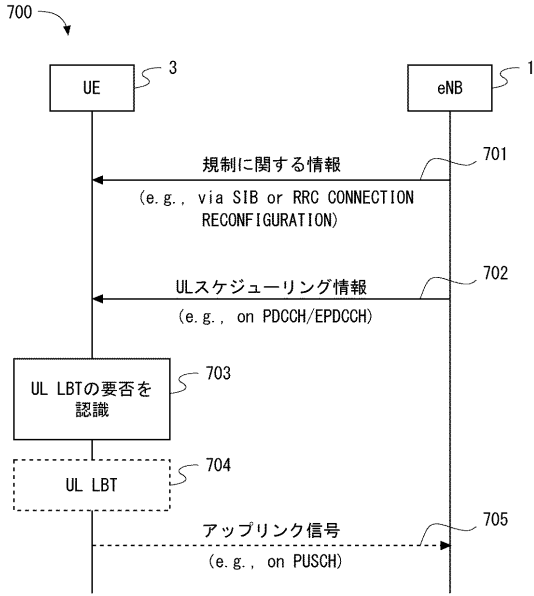
【図5】



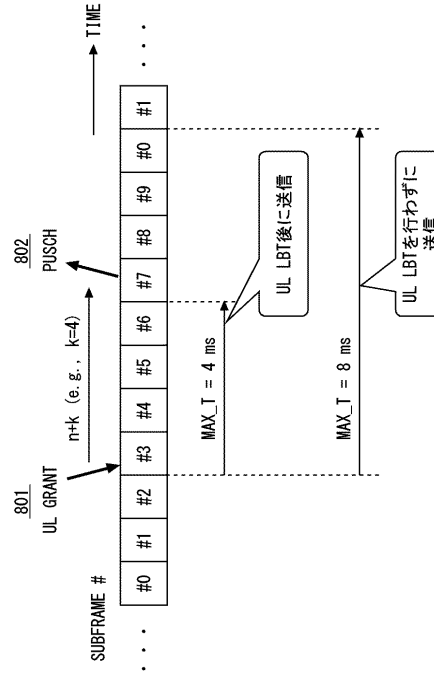
【図6】



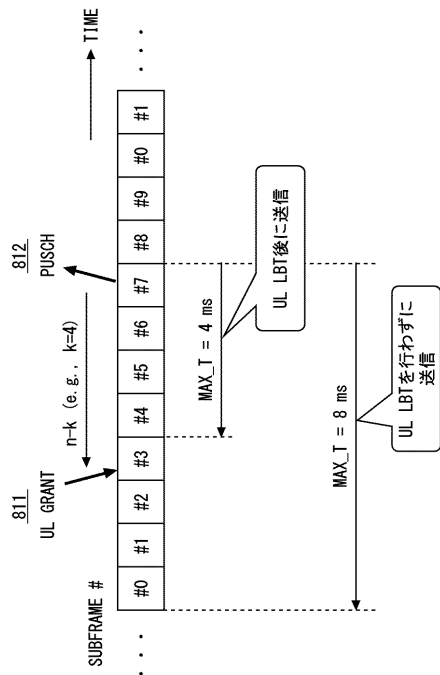
【図7】



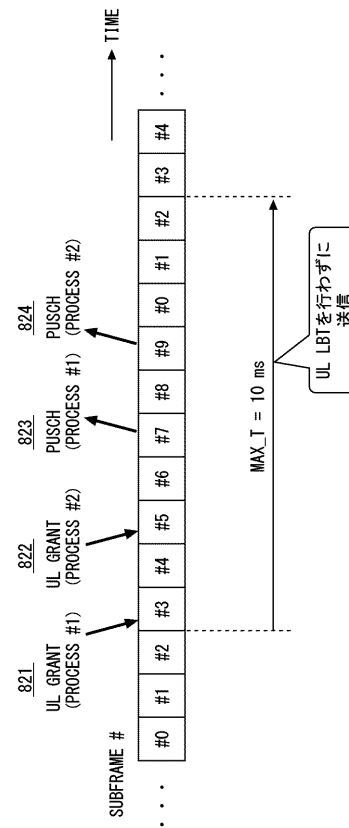
【図8A】



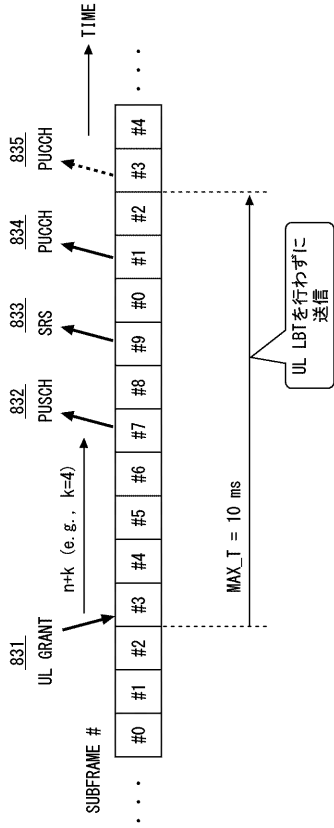
【図8B】



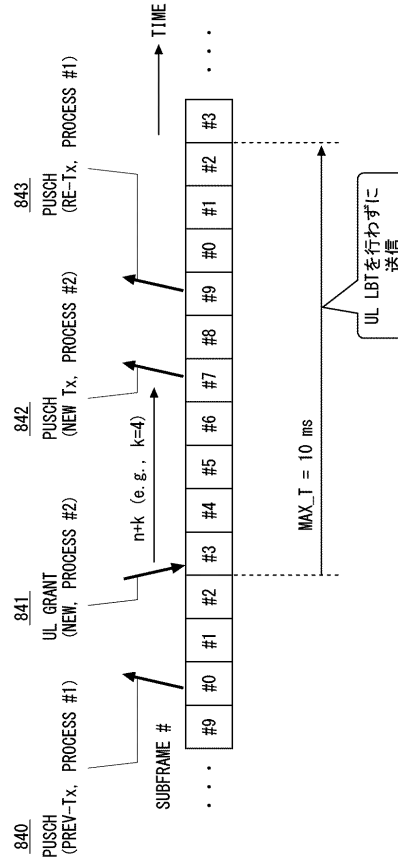
【図8C】



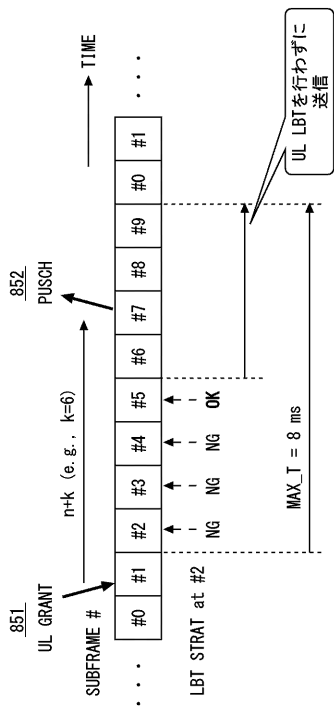
【 8 D 】



【 8 E 】



【 8 F 】

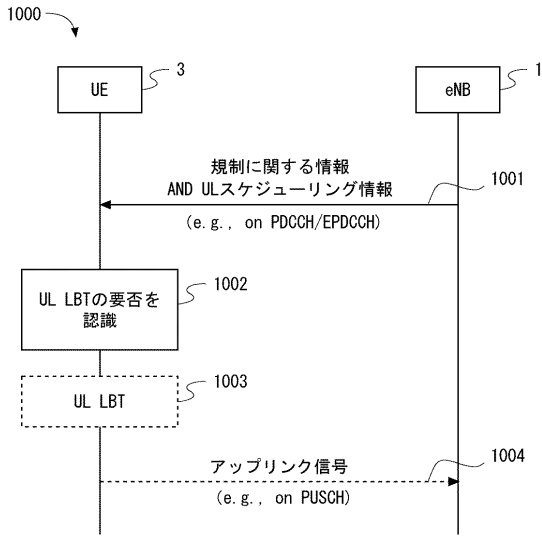


【 9 】

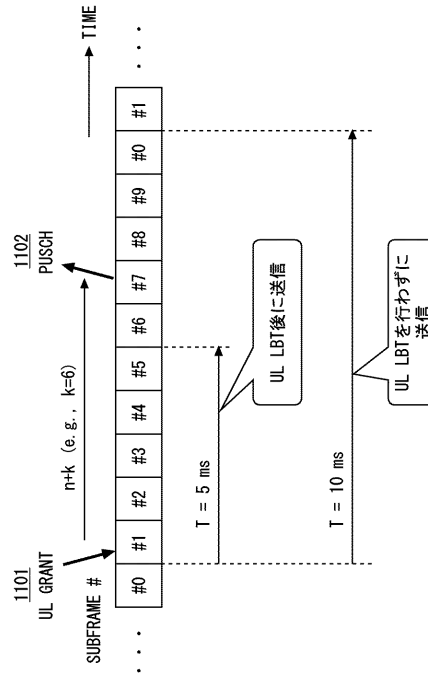
TDD UL/DL CONFIGURATION	SUBFRAME NUMBER n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	6				4	6			
1		6			4		6			4
2				4					4	
3	4								4	4
4									4	4
5									4	
6	7	7				7	7			5

- DOWNLINK SUBFRAME
- UPLINK SUBFRAME
- SPECIAL SUBFRAME

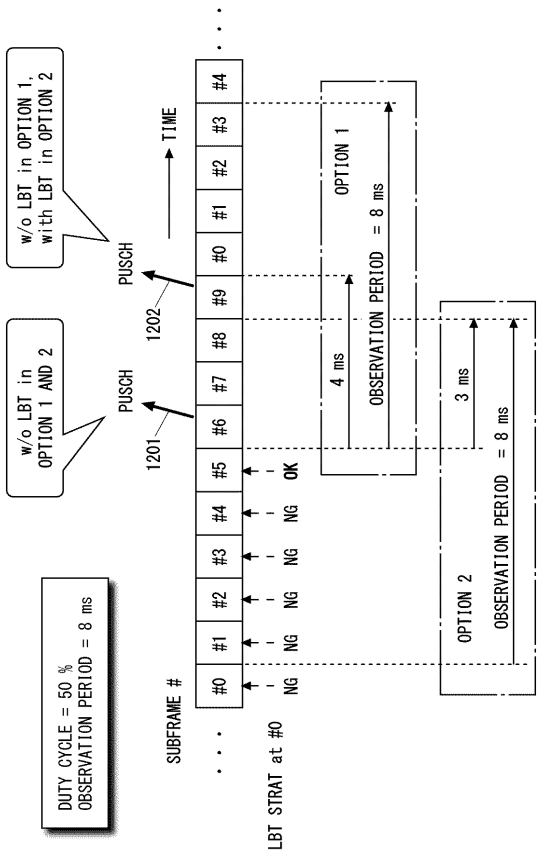
【図10】



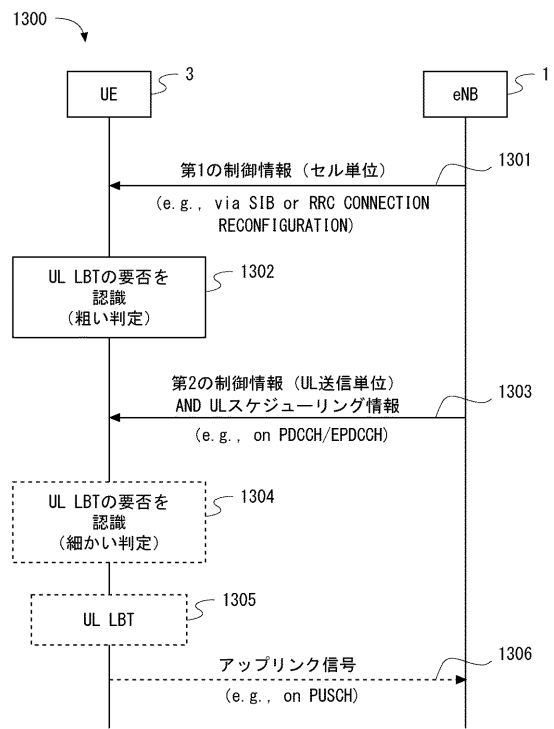
【図11】



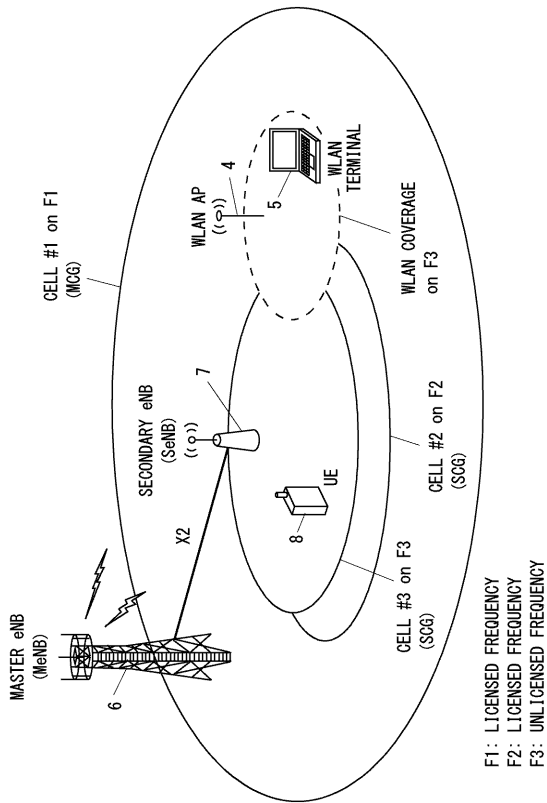
【図12】



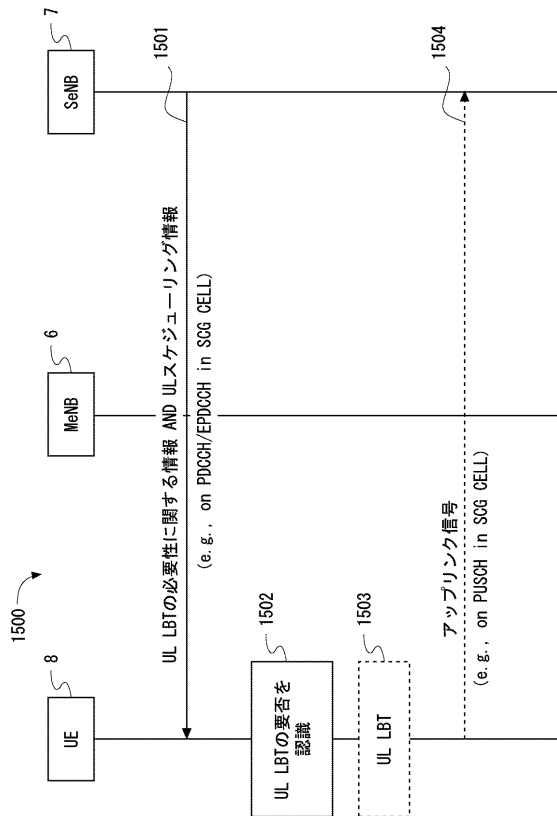
【図13】



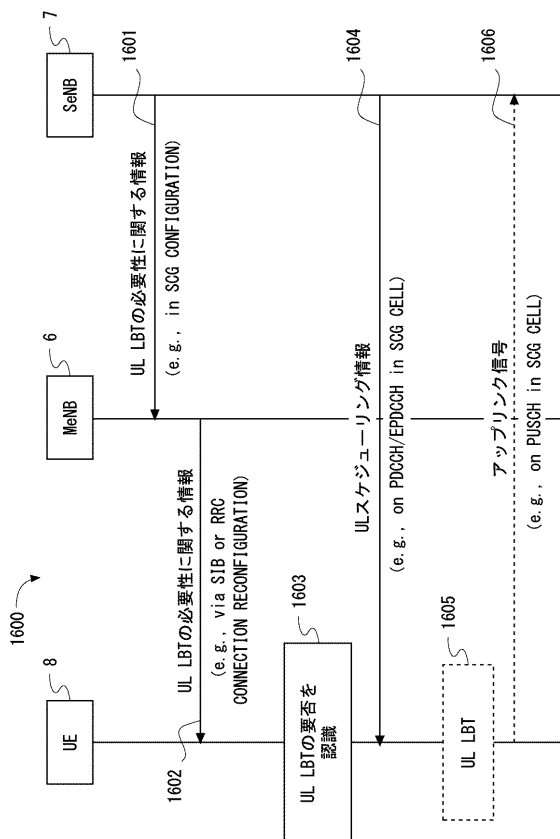
【 図 1 4 】



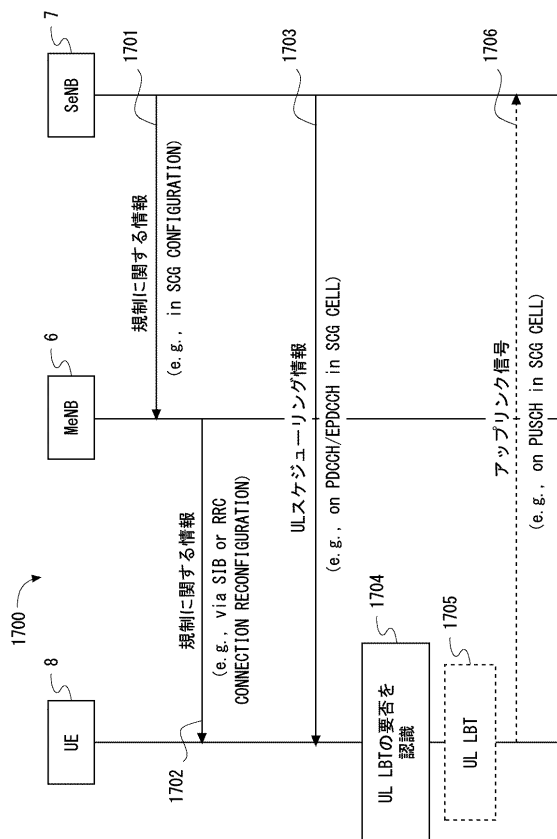
【 図 1 5 】



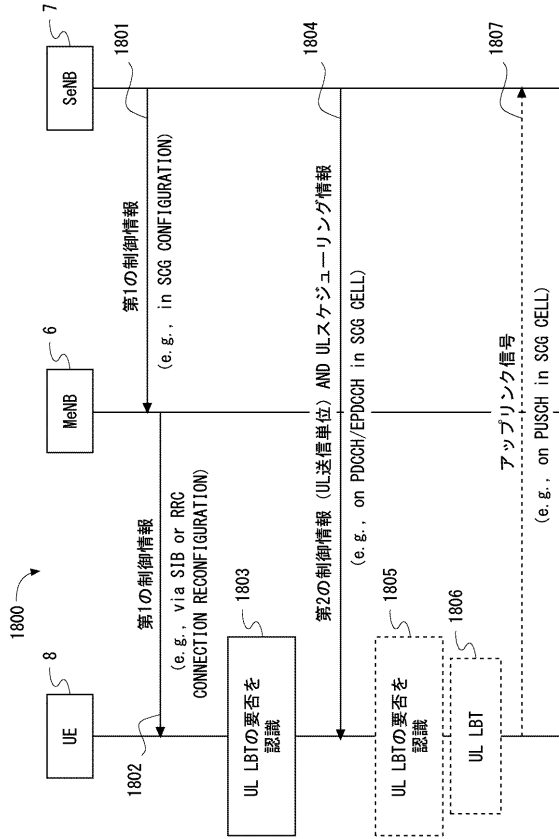
【 図 1 6 】



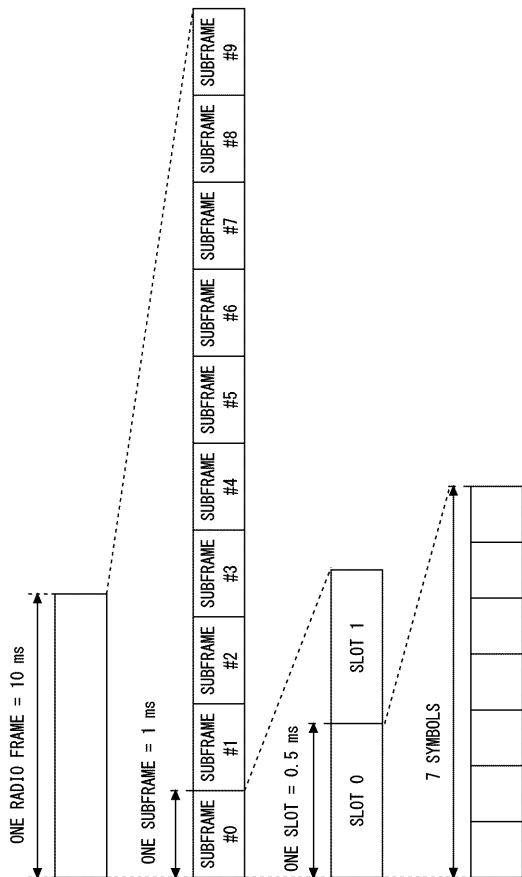
【 図 1 7 】



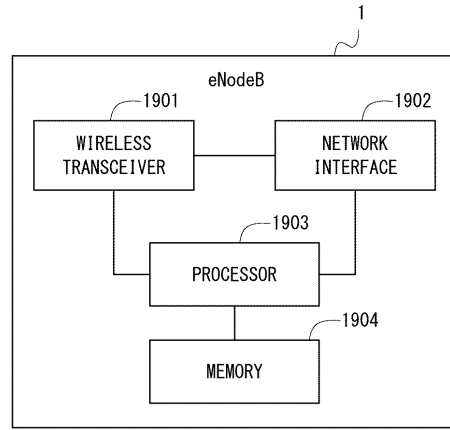
【図18】



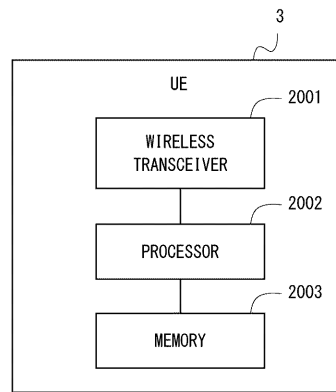
【図21】



【図19】



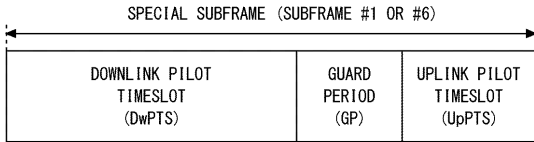
【図20】



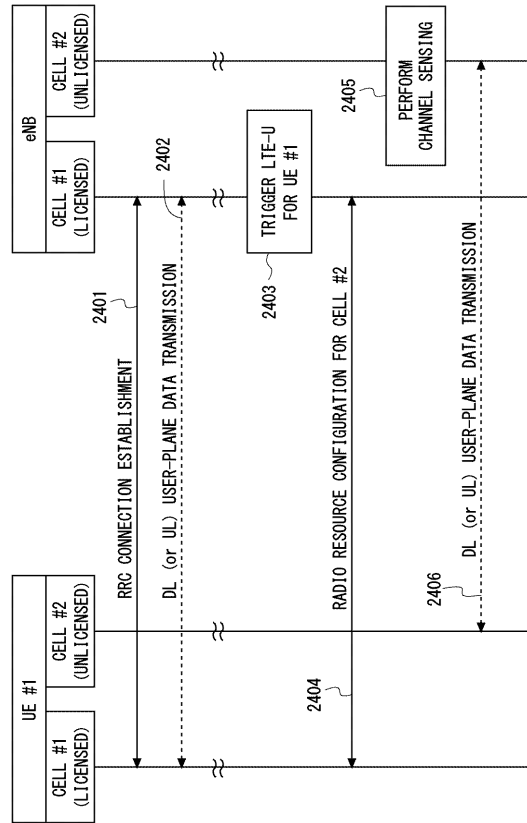
【図22】

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	D	D	S	U	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	S	U	U	U	U
2	5 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	S	U	U	U	U
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	D	S	U	U	U	U	U

【 2 3 】



【 2 4 】



---

 フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2013/119095(WO, A1)

英国特許出願公開第02498988(GB, A)

米国特許出願公開第2014/0301351(US, A1)

LG Electronics, Candidate solutions for LAA operation[online], 3GPP TSG-RAN WG1#78b R1-144042, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg\_ran/WG1\_RL1/TSGR1\_78b/Docs/R1-144042.zip>, 2014年 9月27日

ZTE, Regulatory requirements affecting RAN1 for licensed-assisted access using LTE[online], 3GPP TSG-RAN WG1#78b R1-143826, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg\_ran/WG1\_RL1/TSGR1\_78b/Docs/R1-143826.zip>, 2014年 9月27日

Huawei, HiSilicon, Review of existing unlicensed spectrum regulatory requirements affecting physical layer design[online], 3GPP TSG-RAN WG1#78b R1-143724, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg\_ran/WG1\_RL1/TSGR1\_78b/Docs/R1-143724.zip>, 2014年 9月27日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B	7/24	- H04B	7/26
H04W	4/00	- H04W	99/00
3GPP	TSG RAN	WG1 - 4	
		SA	WG1 - 4
		CT	WG1、4