

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年9月12日(12.09.2014)



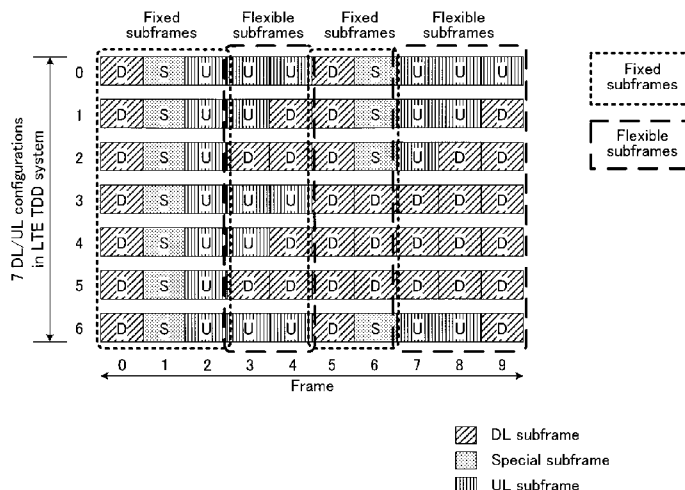
(10) 国際公開番号
WO 2014/136542 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 16/30 (2009.01) H04W 72/04 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053268
- (22) 国際出願日: 2014年2月13日(13.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-045868 2013年3月7日(07.03.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社NTTドコモ (NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 永田 聡 (NAGATA, Satoshi); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 山王パークタワー 株式会社NTTドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). コウ ギョウリン (HOU, Xiaolin); 100190 北京市海澱区科学院南路2号融科資訊中心エイ座7層 都科摩 (北京) 通信技術研究中心内 Beijing (CN). ナ スウネイ (NA, Chongning); 100190 北京市海澱区科学院南路2号融科資訊中心エイ座7層 都科摩 (北京) 通信技術研究中心内 Beijing (CN). 原田 篤 (HARADA, Atsushi); 100190 北京市海澱区科学院南路2号融科
- (74) 代理人: 青木 宏義, 外 (AOKI, Hiroyoshi et al.); 〒1020076 東京都千代田区五番町5番地1 J S 市ヶ谷ビル5F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS BASE STATION, USER TERMINAL, AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 無線基地局、ユーザ端末及び無線通信方法



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to improve usage efficiency of wireless resources, and suppress the impact of interference, even in cases when different DL/UL configurations are applied among neighbouring transmission/reception points. This wireless base station uses time division duplexing to communicate with user terminals, and is capable of implementing control to change DL/UL configurations. The wireless base station is provided with: a subframe-type determination unit which categorizes each subframe as a fixed subframe or a dynamic subframe in accordance with a relationship between a DL/UL configuration applied by the wireless base station and DL/UL configurations applied by other wireless base stations; and a frequency-allocation controller which respectively applies different frequency-allocation methods to the fixed subframes and the dynamic subframes.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/136542 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

隣接する送受信ポイント間で異なる DL/UL 構成を適用する場合であっても、干渉の影響を抑制すると共に無線リソースの利用効率を向上すること。ユーザ端末と時間分割複信で通信すると共に DL/UL 構成を変更して制御可能な無線基地局であって、無線基地局が適用する DL/UL 構成と他の無線基地局が適用する DL/UL 構成間の関係に応じて、各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類するサブフレーム種別決定部と、固定サブフレームと動的サブフレームにそれぞれ異なる周波数割当て方法を適用する周波数割当て制御部と、を設ける。

明 細 書

発明の名称：無線基地局、ユーザ端末及び無線通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、セルラーシステム等に適用可能な無線基地局、ユーザ端末及び無線通信方法に関する。

背景技術

[0002] U M T S (Universal Mobile Telecommunications System) ネットワークにおいては、周波数利用効率の向上、データレートの向上を目的として、H S D P A (High Speed Downlink Packet Access) や H S U P A (High Speed Uplink Packet Access) を採用することにより、W - C D M A (Wideband Code Division Multiple Access) をベースとしたシステムの特徴を最大限に引き出すことが行われた。この U M T S ネットワークについては、更なる高速データレート、低遅延などを目的としてロングタームエボリューション (L T E : Long Term Evolution) が検討され、仕様化が行われた (非特許文献 1) 。

[0003] 第 3 世代のシステムは、概して 5 M H z の固定帯域を用いて、下り回線で最大 2 M b p s 程度の伝送レートを実現できる。一方、L T E システムでは、1. 4 M H z ~ 2 0 M H z の可変帯域を用いて、下り回線で最大 3 0 0 M b p s 及び上り回線で 7 5 M b p s 程度の伝送レートを実現できる。また、U M T S ネットワークにおいては、更なる広帯域化及び高速化を目的として、L T E システムの後継のシステムも検討され、仕様化が行われた (例えば、L T E アドバンスド又は L T E エンハンスメントと呼ぶこともある (以下、「L T E - A」という)) 。

[0004] 無線通信における複信形式としては、上りリンク (U L) と下りリンク (D L) を周波数で分割する周波数分割複信 (F D D) と、上りリンクと下りリンクを時間で分割する時間分割複信 (T D D) とがある。T D D の場合、上りリンクと下りリンクの通信に同じ周波数領域が適用され、一つの送受信

ポイントから上りリンクと下りリンクが時間で分けられて信号の送受信が行われる。

- [0005] LTEシステムのTDDにおいては、上りサブフレームと下りサブフレーム間の送信比率が異なる複数のフレーム構成 (DL/UL configuration (DL/UL構成)) が規定されている (図1参照)。LTEシステムにおいては、図1に示すように、DL/UL configuration0~6の7つのフレーム構成が規定されており、サブフレーム#0と#5は下りリンクに割当てられ、サブフレーム#2は上りリンクに割当てられる。また、一般に、TDDでは、ある1つの周波数キャリアにおいて、送信ポイント間 (又はセル間) の干渉を回避するため、地理的に隣接する送信ポイント間で同じDL/UL構成が適用される。

先行技術文献

非特許文献

- [0006] 非特許文献1: 3GPP, TR25.912 (V7.1.0), "Feasibility study for Evolved UTRA and UTRAN", Sept. 2006

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 一般に、DLのトラヒックとULのトラヒックは非対称である。また、DLのトラヒックとULのトラヒックの比率は一定ではなく、時間的に、あるいは、場所的に変動する。例えば、TDDを適用する場合、無線リソースの有効利用という観点では、図1に示したDL/ULの構成は、固定されるのではなく、実際のトラヒックの変動に応じて、時間的に、あるいは、場所的に変更されることが望ましい。

- [0008] 特に、LTE-Aシステム以降のTDDでは、無線リソースの有効利用を図るために、送受信ポイント毎にDLとULの送信比率を時間領域で動的 (Dynamic) に変更すること (Dynamic TDD) が検討されている。この場合、同じ時間領域・周波数領域において、地理的に隣接する送受信ポイント間でD

LサブフレームとULサブフレームが同時に送信されると、送受信ポイント間やユーザ端末間で干渉が生じ、通信品質の特性が劣化するおそれがある。

[0009] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、隣接する送受信ポイント間で異なるDL/UL構成を適用する場合であっても、干渉の影響を抑制すると共に無線リソースの利用効率を向上することができる無線基地局、ユーザ端末及び無線通信方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の無線基地局は、ユーザ端末と時間分割複信で通信すると共にDL/UL構成を変更して制御可能な無線基地局であって、前記無線基地局が適用するDL/UL構成と他の無線基地局が適用するDL/UL構成間の関係に応じて、各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類するサブフレーム種別決定部と、固定サブフレームと動的サブフレームにそれぞれ異なる周波数割当て方法を適用する周波数割当て制御部と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、隣接する送受信ポイント間で異なるDL/UL構成を適用する場合であっても、干渉の影響を抑制すると共に無線リソースの利用効率を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1] TDDにおけるDL/UL構成の一例を説明するための図である。
[図2] 隣接する無線基地局間で異なるDL/UL構成を適用する無線通信システムの一例を示す図である。
[図3] Half Duplex FDDのメカニズムを利用した場合の無線リソース割当ての一例を示す図である。
[図4] 固定サブフレームと動的サブフレームの分類方法を説明するための図である。
[図5] 本実施の形態で利用可能な周波数割当て方法（周波数繰り返し方式）を示す図である。

[図6]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せを示す図である。

[図7]実施の形態1で利用可能な無線通信システムを示す図である。

[図8]UL/DL構成に基づいてサブフレーム種別を決定する場合のシーケンス図の一例を示す図である。

[図9]UL/DL構成に基づいてサブフレーム種別を決定する場合のフローチャートの一例を示す図である。

[図10]干渉レベルに基づいて適用する周波数割当て方法を決定する場合のシーケンス図の一例を示す図である。

[図11]干渉レベルに基づいて適用する周波数割当て方法を決定する場合のフローチャートの一例を示す図である。

[図12]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せ（第1の態様）を示す図である。

[図13]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せ（第2の態様）を示す図である。

[図14]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せ（第3の態様）を示す図である。

[図15]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せ（第4の態様）を示す図である。

[図16]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せ（第5の態様）を示す図である。

[図17]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せ（第6の態様）を示す図である。

[図18]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せ（第6の態様）を示す図である。

[図19]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の組合せ（第7の態様）を示す図である。

[図20]固定サブフレームと動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の

組合せ（第 8 の態様）を示す図である。

[図21]実施の形態 2 で利用可能な無線通信システムを示す図である。

[図22]UL / DL 構成に基づいてサブフレーム種別と周波数割当て方法を決定する場合のシーケンス図の一例を示す図である。

[図23]動的サブフレームに適用する周波数割当ての一例（第 9 の態様）を示す図である。

[図24]動的サブフレームに適用する周波数割当ての具体例（第 9 の態様）を示す図である。

[図25]動的サブフレームに適用する周波数割当ての一例（第 10 の態様）を示す図である。

[図26]動的サブフレームに適用する周波数割当ての具体例（第 10 の態様）を示す図である。

[図27]本実施の形態における無線通信システムの一例を示す図である。

[図28]無線基地局の全体構成を説明するための図である。

[図29]無線基地局のベースバンド処理部に対応した機能ブロック図である。

[図30]ユーザ端末の全体構成を説明するための図である。

[図31]ユーザ端末のベースバンド処理部に対応した機能ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] まず、TDDを適用する際に送受信ポイント毎にDLとULの送信比率（DL/UL configuration）を動的に変化する場合（Dynamic TDD）の一例について図 2 を参照して説明する。なお、図 2 A に示す無線通信システムは、複数の送受信ポイント（ここでは、無線基地局 # 1、# 2）と、各無線基地局 # 1、# 2 と通信するユーザ端末 # 1、# 2 とを含んで構成されている。送受信ポイントは、無線基地局又はセルであってもよい。

[0014] 図 2 A において、無線基地局 # 1 とユーザ端末 # 1 との間、及び無線基地局 # 2 とユーザ端末 # 2 との間では、時間分割複信（TDD）により無線通信が行われる。図 2 B では、無線基地局 # 1 が DL / UL 構成 1、無線基地局 # 2 が DL / UL 構成 2 を適用する場合を示している。

- [0015] この場合、サブフレーム3、8において、無線基地局#1はUL伝送を行い、無線基地局#2はDL伝送を行う。すなわち、同一時間領域／同一周波数領域において、無線基地局#2からユーザ端末#2に下りリンク信号が送信され、ユーザ端末#1から無線基地局#1に上りリンク信号が送信される。
- [0016] そのため、無線基地局#2からユーザ端末#2に送信される下りリンク信号は、ユーザ端末#1から無線基地局#1に送信される上りリンク信号への干渉（無線基地局#1と無線基地局#2間の干渉1）となるおそれがある。また、ユーザ端末#1から無線基地局#1に送信される上りリンク信号は、無線基地局#2からユーザ端末#2に送信される下り信号への干渉（ユーザ端末#1とユーザ端末#2間の干渉2）となるおそれがある（図2A参照）。
- [0017] その結果、サブフレーム3、8において、無線基地局#1の受信品質、ユーザ端末#2の受信品質が低下するおそれがある。また、通常は無線基地局からユーザ端末に送信される下りリンク信号の送信電力が、ユーザ端末から無線基地局に送信される上りリンク信号の送信電力より大きくなる。そのため、無線基地局から送信される下りリンク信号が、ユーザ端末から送信される上りリンク信号（例えば、上り制御信号）に対して及ぼす干渉（図2Aにおける干渉1）の影響が特に大きくなる。
- [0018] このように、隣接する無線基地局間で異なるDL／UL構成を適用する場合、DLサブフレームとULサブフレームが重なると、上り制御チャンネル（PUCCH）等に対する下りリンク信号の干渉（無線基地局間の干渉）の影響が大きくなり、通信品質が劣化するおそれがある。
- [0019] ところで、隣接セル間の干渉低減方法として、様々な干渉低減方法（interference mitigation strategies）が検討されている。例えば、隣接セル間で異なる周波数領域（キャリア、又はリソースブロックであってもよい）を用いて周波数方向で直交させる方法がある。また、各セルが、セル中央に位置するユーザ端末に対して共通の周波数領域を適用し、セル端に位置するユ

ーザ端末に対してそれぞれ異なる周波数領域を適用する方法も検討されている。

[0020] 複数の送受信ポイントがダイナミックTDDを適用する際に、このような干渉低減方法を利用することが考えられる。例えば、隣接セル間で異なる周波数領域を割当てた場合、隣接セル間で伝送方向が異なる（干渉の影響が大きい）サブフレームにおいて、無線基地局間やユーザ端末間の干渉を抑制することが可能となる。

[0021] しかし、この場合、隣接セル間で伝送方向が同一となる（干渉の影響が小さい）サブフレームにおいても、隣接セル間で異なる周波数領域を利用することとなる。つまり、無線基地局間やユーザ端末間の干渉の影響が小さいサブフレームにおいて、各セルで利用されない周波数領域（無線リソース）が生じる。その結果、無線リソースの利用効率が十分に凶れなくなる。

[0022] そこで、本発明者等は、異なる送受信ポイント間で異なるDL/UL構成を適用する場合に、各サブフレームにおける各送受信ポイントの伝送方向（UL/DL）に着目し、当該伝送方向に基づいて各サブフレームを分類することを着想した。そして、分類されたサブフレームに対して、それぞれ適した周波数割当て方法を適用することにより、無線基地局間やユーザ端末間の干渉を抑制すると共に、無線リソースの利用効率を向上できることを見出した（下記実施の形態1参照）。

[0023] 具体的には、異なる送受信ポイントがそれぞれ適用するDL/UL構成に応じて、各サブフレームを固定サブフレーム（fixed subframe）又は動的サブフレーム（flexible subframe、又はDynamic subframe）と定義する。そして、固定サブフレームと動的サブフレームに対して異なる周波数割当て方法（それぞれに適した周波数割当て）を適用する。周波数割当て方法は、周波数繰り返し方式（frequency reuse schemes）、又は干渉低減方法（interference mitigation strategies）であってもよい。

[0024] 本実施の形態において、固定サブフレームは、異なる送受信ポイント間でDL/UL構成における伝送方向が同一となるサブフレームに相当し、動的

サブフレームは、異なる送受信ポイント間でDL/UL構成における伝送方向が異なるサブフレームに相当する、と定義することができる。例えば、図2に示すように、無線基地局#1がDL/UL構成1、無線基地局#2がDL/UL構成2を適用する場合、サブフレーム0、1、2、4、5、6、7、9を固定サブフレーム、サブフレーム3、8を動的サブフレームと分類することができる。なお、各サブフレームの種別を決定する場合に、特殊サブフレームは、DLサブフレームとみなすことができる。

[0025] ところで、上述した干渉低減方法とは別に、ダイナミックTDDにおける干渉低減方法として、Half Duplex FDDのメカニズムを利用することが検討されている。Half Duplex FDD方式は、FDD方式と同様に上りリンクと下りリンクで異なる周波数領域（キャリア、又はリソースブロックであってもよい）を割当てて一方で、あるユーザ端末に対しては上りリンク伝送と下りリンク伝送を同時に行わないという通信方式である。すなわち、あるユーザ端末に関しては、上りリンク伝送と下りリンク伝送は時間で分けられる。この上りリンク伝送と下りリンク伝送が時間で分けられるという点に関しては、TDD方式の動作と同様である。

[0026] Half Duplex FDDのメカニズムを利用する場合、図3に示すように上りリンク伝送に利用するUL用キャリアと、下りリンク伝送に利用するDL用キャリアと、が周波数方向で直交するようにキャリアの割当てを行う。そして、1送信時間間隔（例えば、1サブフレーム）において、1ユーザ端末に対してUL用キャリアとDL用キャリアのいずれか一方の伝送方向を用いて信号の送受信を行う。

[0027] 図3では、各無線基地局は、DL用キャリア（図3のキャリア#0）及びUL用キャリア（図3のキャリア#1）を利用して通信を行う。また、1ユーザ端末に対するUL伝送とDL伝送が、異なるキャリア且つ異なるサブフレームで行われる。このように、Half Duplex FDDのメカニズムを利用することにより、隣接する無線基地局間で異なるDL/UL構成を適用する場合であっても、無線基地局間やユーザ端末間で生じる干渉を抑

制することができる。

[0028] しかし、通常のシステムにおいては、DLのトラフィック量とULのトラフィック量が非対称となる（例えば、DLトラフィック量がULトラフィック量と比較して非常に多い場合）ことが考えられる。この場合、図3に示すようにUL用キャリアとDL用キャリアをそれぞれ設定すると、無線リソース利用効率が低下するおそれがある。

[0029] そこで、本発明者等は、上述したように各サブフレームを固定サブフレームと動的サブフレームに分類し、動的サブフレームにおいて、所定の周波数領域（キャリア又はリソースブロック）をUL用キャリアとし、他の周波数領域をDL用キャリアとして利用することを着想した（下記実施の形態2参照）。

[0030] 例えば、動的サブフレームにおいて、ULとDLの同時伝送が許容される場合を想定する。この場合、無線基地局とユーザ端末は、動的サブフレームにおいて、所定の周波数領域（例えば、第1のキャリア）をDL用キャリアとして利用し、他の周波数領域（例えば、第2のキャリア）をUL用キャリアとして利用する（FDD）。一方で、無線基地局とユーザ端末は、固定サブフレームでは第1のキャリア及び第2のキャリアを利用してUL伝送又はDL伝送を行う（TDD）。つまり、固定サブフレームでは広い周波数領域でTDDを適用し、動的サブフレームでは複数の周波数領域を用いてFDDのメカニズムを利用する（Hybrid TDD/FDD operation）。

[0031] また、本発明者等は、上述したように各サブフレームを固定サブフレームと動的サブフレームに分類し、動的サブフレームにおいて、所定の周波数領域を無送信（Empty subframe）とすることにより、他の送受信ポイントと周波数領域で直交化する構成とすることを着想した。

[0032] 例えば、無線基地局とその配下のユーザ端末は、動的サブフレームにおいて、他の無線基地局とその配下のユーザ端末が利用する周波数と直交する周波数領域（例えば、第1のキャリア）に限定して送受信（DL伝送又はUL伝送）を行う。他の無線基地局とユーザ端末は、他の周波数領域（例えば、

第2のキャリア)に限定して送受信(DL伝送又はUL伝送)を行う。一方で、固定サブフレームでは、各無線基地局とユーザ端末は、第1のキャリア及び第2のキャリアを利用してUL伝送又はDL伝送を行う。

[0033] 以下に、本実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明では、2又は3つの送受信ポイントを例に挙げて説明するが、適用可能な送受信ポイント数等はこれらに限られない。また、本実施の形態において、各送受信ポイントで適用するDL/UL構成として、LTEシステムで規定されている構成(図1参照)を例に挙げているが、適用可能なDL/UL構成はこれに限られない。

[0034] (実施の形態1)

実施の形態1では、ダイナミックTDDを適用する場合に、各送受信ポイントが適用するDL/UL構成に応じて分類される固定サブフレーム(fixed subframe)と動的サブフレーム(flexible subframe、又はDynamic subframe)に対して、異なる周波数割当て方法を適用する場合について説明する。

[0035] まず、図4を参照して、サブフレームの分類方法について説明する。図4は、1フレームにおいて、DL/UL構成0~6の各サブフレームの伝送方向を示している。固定サブフレームと動的サブフレームは、各サブフレームの伝送方向に基づいて決定することができる。例えば、DL/UL構成0~6の全部を考慮する場合には、サブフレーム0、1、2、5、6を固定サブフレーム、サブフレーム3、4、7、8、9を動的サブフレームとして定義することができる。なお、ここでは、特殊サブフレームを、DLサブフレームとみなして各サブフレームの種別を決定している。

[0036] このように、固定サブフレームは、隣接する送受信ポイント間で伝送方向が同一となる(無線基地局間やユーザ端末間の干渉が小さい)サブフレームに相当する。一方で、動的サブフレームは、隣接する送受信ポイント間で伝送方向が異なる(無線基地局間やユーザ端末間の干渉が大きい)サブフレームに相当する。

- [0037] 各送受信ポイントは、自装置で適用するDL/UL構成と、他の送受信ポイントが適用するDL/UL構成との関係に基づいて、各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類する。なお、各無線基地局は、動的サブフレームと定義されたサブフレームに対して、通信環境等に応じて伝送方向や送受信の有無を適宜自由に設定することも可能である。
- [0038] 各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類した後、分類されたサブフレームに対してそれぞれ異なる周波数割当て方法を適用する。この際、無線基地局間やユーザ端末間の干渉の影響が大きい動的サブフレームに対しては、固定サブフレームに適用する周波数割当て方法より干渉低減効果が大きくなる方法を適用する。なお、周波数割当て方法は、周波数繰り返し方式 (frequency reuse schemes)、又は干渉低減方法 (interference mitigation strategies) であってもよい。
- [0039] 以下に、本実施の形態で利用可能な周波数割当て方法の一例について、図5を参照して説明する。
- [0040] (1) 直交周波数リユース (Orthogonal Frequency Reuse)
- 図5Aは、各隣接セルが異なる周波数領域を利用する方法である。ここでは、3つのセル#1、#2、#3が、それぞれ互いに直交する周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 を利用する場合を示している。なお、周波数リユースファクタ (FRF: Frequency Reuse Factor) は、1より大きい整数をとる。
- [0041] (2) フラクショナル周波数リユース (FFR: Fractional Frequency Reuse)
- 図5Bは、各セルの中央に位置するユーザ端末に対してセル間で共通の周波数領域 (システム帯域の一部) を適用する。そして、各セルの端 (セル端) に位置するユーザ端末に対して各セルで異なる周波数領域を適用する方法である。
- [0042] 例えば、システム帯域から共通周波数 (f_0) を除いた周波数領域を分割して複数のサブバンド (f_1 、 f_2 、 f_3) とし、各セルがセル端のユーザ端末に対して1つのサブバンドを利用し、他のサブバンドで送信を行わない

(ミュートする)。ここでは、セル# 1、# 2、# 3の中央に位置するユーザ端末に共通周波数 f_0 を適用し、セル# 1、# 2、# 3のセル端のユーザ端末にそれぞれサブバンド f_1 、 f_2 、 f_3 を適用する場合を示している。なお、図5 Bに示した例に限られず、FFRのメカニズムを利用する周波数割当て方法であれば適用することができる。

[0043] (3) ソフト周波数リユース (SFR : Soft Frequency Reuse)

図5 Cは、各セルの中央に位置するユーザ端末に対してセル間で共通の周波数領域 (システム帯域 (複数サブバンドの組合せ)) を適用する。そして、各セルのセル端に位置するユーザ端末に対して各セルで異なる周波数領域を適用する方法である。

[0044] 例えば、システム帯域 (f) を複数のサブバンド (f_1 、 f_2 、 f_3) に分割し、隣接セルがそれぞれ異なる特定のサブバンドの送信電力を高く設定し、他のサブバンドの送信電力を低く設定する。ここでは、セル# 1においてサブバンド f_1 の送信電力を他のサブバンド f_2 、 f_3 より高く設定し、セル# 2においてサブバンド f_2 の送信電力を他のサブバンド f_1 、 f_3 より高く設定し、セル# 3においてサブバンド f_3 の送信電力を他のサブバンド f_1 、 f_2 より高く設定する場合を示している。

[0045] (4) 共通チャネル配置 (Co-channel deployment)

図5 Dは、全てのセルが同一の周波数領域を利用する方法である。ここでは、セル# 1、# 2、# 3が同一の周波数領域 (f) を利用する場合を示している。なお、周波数リユースファクタ (FRF : Frequency Reuse Factor) は、1となる。

[0046] 上記図5 A~5 Cの干渉低減方法を利用することにより、ダイナミックTDDの適用時に、隣接セル間で異なる伝送方向が設定されるサブフレームが生じてても、当該サブフレームにおける無線基地局間等の干渉を抑制することができる。特に、図5 Aに示す直交周波数リユースは、隣接セル間で異なる周波数領域を利用するため、干渉低減効果が大きくなる。一方で、直交周波数リユースを適用する場合、各セルは、隣接セル間で同一の伝送方向が設定

されるサブフレームでも、利用できる周波数領域が小さくなるため、周波数利用効率が低減してしまう。

[0047] そこで、本実施の形態では、干渉の影響が小さい固定サブフレームに対して周波数利用効率が高い周波数割当て方法を優先的に適用し、干渉の影響が大きい動的サブフレームに対して干渉低減効果が高い周波数割当て方法を優先的に適用する。例えば、図5に示した周波数割当て方法（周波数繰り返し方式）を利用する場合、無線基地局間の干渉の影響は、（4）Co-channel deployment > （3）Soft Frequency Reuse > （2）Fractional Frequency Reuse > （1）Orthogonal Frequency Reuseの順に高くなる。一方で、周波数利用効率の効果はこの逆となると考えられる。そのため、固定サブフレームに適用する周波数割当て方法の番号が、動的サブフレームに適用する周波数割当て方法の番号以上となるように制御する（図6参照）。

[0048] 具体的には、図6に示すように、固定サブフレームに（4）Co-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに（1）Orthogonal Frequency Reuse、（2）Fractional Frequency Reuse、又は（3）Soft Frequency Reuseを適用する。また、固定サブフレームに（3）Soft Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに（1）Orthogonal Frequency Reuse、（2）Fractional Frequency Reuse、又は（3）Soft Frequency Reuseを適用する。また、固定サブフレームに（2）Fractional Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに（1）Orthogonal Frequency Reuse、又は（2）Fractional Frequency Reuseを適用する。

[0049] このように、各無線基地局は、他の無線基地局が利用するDL/UL構成における各サブフレームの伝送方向との関係に基づいて、固定サブフレームと動的サブフレームを設定し、固定サブフレームと動的サブフレームに対して異なる周波数割当て方法を適用する。以下に、本実施の形態における動作の一例について、図面を参照して説明する。

[0050] 図7は、本実施の形態が適用される無線通信システムの一例を示している。図7Aは、中央制御局を設けて制御する場合（With central node）を示

し、図7Bは、中央制御局は設けずに無線基地局間の接続 (Direct connection) で制御する場合 (Without central node) を示している。なお、図7において、セルの中央に位置するユーザ端末 (Cell center UE) と、セル端に位置するユーザ端末 (Cell edge UE) は、各ユーザ端末の信号強度と、所定の閾値との関係に基づいて区別することができる。例えば、閾値 T_h より大きいユーザ端末はセルの中央に位置し、閾値 T_h 以下のユーザ端末はセル端に位置すると定義することができる。

[0051] 図8Aは、中央制御局を設けて制御する場合 (図7A参照) のシーケンス図の一例である。各無線基地局は、中央制御局 (情報交換 node (central processing node、又はmaster eNB)) に対してDL/UL構成を報告する (Step 1)。中央制御局は、各無線基地局から報告されたDL/UL構成に基づいて固定サブフレームと動的サブフレームを決定する (Step 2)。

[0052] 中央制御局は、動的サブフレーム (及び固定サブフレーム) に関する情報を各無線基地局に通知する (Step 3)。また、各無線基地局は、通知された動的サブフレームに関する情報をユーザ端末に通知する (Step 3)。ユーザ端末への通知は、RRCシグナリング、報知情報、又は下り制御情報等を用いて行うことができる。また、動的サブフレームに関する情報を、ビットマップ形式の情報としてユーザ端末に通知してもよい。あるいは、動的サブフレームの情報として、複数の候補パターンをRRC等を用いてユーザ端末に通知し、選択する候補パターンを下り制御信号を利用して通知してもよい。

[0053] なお、ユーザ端末が無線基地局 (例えば、スモール基地局) と中央制御局 (例えば、マクロ基地局) の双方に接続する場合 (dual connection)、中央制御局からユーザ端末へ動的サブフレームに関する情報を通知してもよい。その後、各無線基地局は、固定サブフレーム及び動的サブフレームに対してそれぞれ適切な周波数割当て方法を適用してユーザ端末と通信を行う (Step 4)。

[0054] 図8Bは、中央制御局は設けずに無線基地局間の接続で制御する場合（図7B参照）のシーケンス図の一例である。各無線基地局は、直接接続（Direct connection）を介して、DL/UL構成に関する情報を交換する（Step 1）。各無線基地局は、他の無線基地局から受信したDL/UL構成に基づいて固定サブフレームと動的サブフレームを決定する（Step 2）。各無線基地局は、動的サブフレーム（及び固定サブフレーム）に関する情報をユーザ端末に通知する（Step 3）。なお、ユーザ端末への通知方法は、上記図8Aと同様に行うことができる。その後、各無線基地局は、固定サブフレーム及び動的サブフレームに対してそれぞれ適切な周波数割当て方法を適用してユーザ端末と通信を行う（Step 4）。

[0055] 図9は、固定サブフレームと動的サブフレームに異なる周波数割当て方法を適用する際のフローチャートの一例を示している。まず、各無線基地局は、各無線基地局が適用するDL/UL構成に関する情報を、中央制御局又は無線基地局間の直接接続を介して交換する（Step 11）。続いて、各無線基地局又は中央制御局は、各無線基地局が利用するDL/UL構成における各サブフレームの伝送方向に基づいて動的サブフレームを決定する（Step 12）。続いて、各無線基地局は、動的サブフレームについてユーザ端末に通知する（Step 13）。続いて、各無線基地局は、固定サブフレーム又は動的サブフレームであるかを判断し（Step 14）、サブフレームの種別に応じて周波数割当て方法を変更して適用する（Step 15）。

[0056] なお、上記図8、図9では、各無線基地局が適用するDL/UL構成における各サブフレームの伝送方向に基づいてサブフレームの種別を分類して、異なる周波数割当て方法を適用する場合を示したが、本実施の形態はこれに限られない。例えば、各サブフレームにおいて他の無線基地局から受ける干渉レベルを測定し、当該干渉レベルに基づいて各サブフレームに適用する周波数割当て方法（周波数リユーススキーム（frequency reuse schemes））を決定してもよい。干渉レベルに基づいて周波数割当て方法を制御する場合の動作について以下に説明する。

[0057] 図10Aは、中央制御局を設けて制御する場合 (With central node) のシーケンス図の一例である。各無線基地局は、各サブフレームにおける他の無線基地局からの干渉レベルを測定する (Step 1)。例えば、UL伝送を行う無線基地局は、当該サブフレームにおいて、DL伝送を行う他の無線基地局から受ける干渉レベルを測定する。同様に、各ユーザ端末が、他のユーザ端末からの干渉レベルを測定してもよい (Step 1)。例えば、DL伝送を行うユーザ端末は、当該サブフレームにおいて、UL伝送を行う他のユーザ端末から受ける干渉レベルを測定する。

[0058] 各無線基地局 (及びユーザ端末) は、測定した干渉レベルを中央制御局に報告する (Step 2)。ユーザ端末は、無線基地局を介して中央制御局に報告する。なお、ユーザ端末が無線基地局と中央制御局の双方に接続する場合 (dual connection)、中央制御局に直接報告してもよい。中央制御局は、各無線基地局 (及びユーザ端末) から受信した干渉レベルに基づいて、各サブフレームに適用する周波数割当て方法 (frequency reuse schemes) を決定する (Step 3)。そして、決定した周波数割当て方法を各無線基地局に通知する (Step 4)。

[0059] 図10Bは、無線基地局間の接続 (Direct connection) で制御する場合 (Without central node) のシーケンス図の一例である。Step 1は、上記図10Aと同様に行うことができる。各無線基地局は、他の無線基地局 (及び配下のユーザ端末) から干渉レベルに関する情報を取得する (Step 2)。そして、各無線基地局は、取得した干渉レベルに関する情報に基づいて、各サブフレームに適用する周波数割当て方法 (frequency reuse schemes) を決定する (Step 3)。

[0060] 図11は、干渉レベルに基づいて周波数割当て方法を制御する場合のフローチャートの一例を示している。まず、各ユーザ端末は、下りリンクにおける干渉レベルを測定して接続している無線基地局に報告する (Step 11)。また、各無線基地局は、上りリンクにおける他の無線基地局からの干渉レベルを測定する (Step 12)。続いて、各無線基地局は、取得した干

渉レベルに関する情報を、中央制御局又は無線基地局間の直接接続を介して交換する（Step 13）。続いて、各無線基地局又は中央制御局は、取得した干渉レベルに基づいて、各サブフレームに適用する周波数割当て方法（frequency reuse schemes）を決定する（Step 14）。

[0061] このように、本実施の形態では、各送受信ポイントが適用するDL/UL構成に基づいて各サブフレームを分類するのではなく、干渉レベルに基づいて各サブフレームを分類することも可能である。この場合、干渉レベルが大きいサブフレームは動的サブフレームであると仮定し、干渉レベルが小さいサブフレームは固定サブフレームであると仮定して、各サブフレームに適用する周波数割当て方法を決定する構成としてもよい。

[0062] 以下に、固定サブフレームと動的サブフレームに対してそれぞれ適用する周波数割り当て方法の具体例について図面を参照して説明する。なお、以下の説明では、3つのセル（Cell#1, Cell#2, Cell#3）を例に挙げて説明するが、これに限られない。

[0063] <第1の態様>

第1の態様では、固定サブフレームに（4）Co-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに（1）Orthogonal Frequency Reuseを適用する場合について説明する。

[0064] 図12Aは、第1の態様におけるフローチャートの一例を示している。まず、各無線基地局は、各無線基地局が適用するDL/UL構成に関する情報を、中央制御局又は無線基地局間の直接接続を介して交換する（Step 11）。続いて、各無線基地局又は中央制御局は、各無線基地局が利用するDL/UL構成における各サブフレームの伝送方向に基づいて動的サブフレームを決定する（Step 12）。なお、中央制御局において動的サブフレームを決定する場合には、無線基地局は動的サブフレームに関する情報を中央制御局から受信する。

[0065] 続いて、各無線基地局は、動的サブフレームについてユーザ端末に通知する（Step 13）。続いて、各無線基地局は、通信に用いるサブフレーム

の種別（固定サブフレーム又は動的サブフレームであるか）を判断し（Step 14）、サブフレームの種別に応じて所定の周波数割当て方法を適用する（Step 15）。ここでは、各無線基地局は、固定サブフレームに対してCo-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに対してOrthogonal Frequency Reuseを適用する。

[0066] 具体的には、図12Bに示すように、固定サブフレームでは、全てのセル（Cell#1～Cell#3）が同一の周波数領域（ $f_1 + f_2 + f_3$ ）を利用してユーザ端末と通信を行うように周波数領域を割り当てる（Co-channel deployment）。一方で、動的サブフレームでは、各セル（Cell#1～Cell#3）がそれぞれ異なる周波数領域（ f_1 、 f_2 、 f_3 ）を利用してユーザ端末と通信を行うように周波数領域を割り当てる（Orthogonal Frequency Reuse）。

[0067] このように、隣接セル間でDL/UL構成の伝送方向が同一となる（干渉の影響が小さい）固定サブフレームに周波数利用効率を向上できるCo-channel deploymentを適用する。そして、伝送方向が異なる（干渉の影響が大きい）動的サブフレームにセル間の干渉を効果的に低減可能なOrthogonal Frequency Reuseを適用する。これにより、ダイナミックTDDを適用する場合であっても、無線基地局間やユーザ端末間の干渉を効果的に抑制すると共に、周波数利用効率を向上することができる。

[0068] <第2の態様>

第2の態様では、固定サブフレームに（4）Co-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに（2）Fractional Frequency Reuseを適用する場合について説明する。なお、第1の態様と重複する部分の説明は省略する。

[0069] 図13Aは、第2の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step 11～Step 14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step 15において、各無線基地局は、固定サブフレームに対してCo-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに対してFractional Frequency Reuseを適用する。

[0070] 具体的には、図13Bに示すように、固定サブフレームでは、全てのセル（Cell#1～Cell#3）が同一の周波数領域（ f_1 ）を利用してユーザ端末と通信を行うように周波数領域を割り当てる（Co-channel deployment）。一方で、動的サブフレームでは、各セル（Cell#1～Cell#3）がそれぞれセルの中央に位置するユーザ端末に対してセル間で共通の周波数領域（サブバンドSB0）を割り当てる。そして、各セルのセル端に位置するユーザ端末に対してそれぞれ異なる周波数領域（サブバンドSB1、SB2、SB3）を割り当てる。なお、サブバンドSB1、SB2、SB3は、システム帯域（ f_1 ）からSB0を除いた周波数領域を分割した周波数領域とすることができる。

[0071] このように、隣接セル間で固定サブフレームに周波数利用効率を向上できるCo-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに干渉を効果的に低減可能なFractional Frequency Reuseを適用することにより、干渉を抑制すると共に周波数利用効率を向上することができる。

[0072] <第3の態様>

第3の態様では、固定サブフレームに（4）Co-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに（3）Soft Frequency Reuseを適用する場合について説明する。なお、第1の態様と重複する部分の説明は省略する。

[0073] 図14Aは、第3の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step11～Step14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step15において、各無線基地局は、固定サブフレームに対してCo-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに対してSoft Frequency Reuseを適用する。

[0074] 具体的には、図14Bに示すように、固定サブフレームでは、全てのセル（Cell#1～Cell#3）が同一の周波数領域（ f_1 ）を利用してユーザ端末と通信を行うように周波数領域を割り当てる（Co-channel deployment）。一方で、動的サブフレームでは、システム帯域（ f_1 ）を複数のサブバンドSB1、SB2、SB3に分割し、各セル（Cell#1～Cell#3）はそれぞれ異なる1つのサブバンドの送信電力を高く設定し、且つ他のサブバンドの送信電力

を低く設定する。ここでは、セル# 1はSB 1の送信電力をSB 2、SB 3の送信電力より高く設定し、セル# 2はSB 2の送信電力をSB 1、SB 3の送信電力より高く設定し、セル# 3はSB 3の送信電力をSB 1、SB 2の送信電力より高く設定する場合を示している。

[0075] このように、隣接セル間で固定サブフレームに周波数利用効率を向上できるCo-channel deploymentを適用し、動的サブフレームに干渉を効果的に低減可能なSoft Frequency Reuseを適用することにより、干渉を抑制すると共に周波数利用効率を向上することができる。特に、第3の態様では、動的サブフレームにおいても、各セルの中央に位置するユーザ端末に対しては広い周波数領域を利用して通信を行うことができるため、周波数利用効率を効果的に向上することができる。

[0076] <第4の態様>

第4の態様では、固定サブフレームに(3) Soft Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに(1) Orthogonal Frequency Reuseを適用する場合について説明する。なお、第1の態様と重複する部分の説明は省略する。

[0077] 図15Aは、第4の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step 11~Step 14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step 15において、各隣接セルは、固定サブフレームに対してSoft Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに対してOrthogonal Frequency Reuseを適用する。

[0078] 具体的には、図15Bに示すように、固定サブフレームでは、システム帯域(例えば、 f_1)を複数のサブバンドSB 1、SB 2、SB 3に分割し、各セル(Cell#1~Cell#3)はそれぞれ異なる1つのサブバンドの送信電力を高く設定し、且つ他のサブバンドの送信電力を低く設定する。ここでは、セル# 1はSB 1の送信電力をSB 2、SB 3の送信電力より高く設定し、セル# 2はSB 2の送信電力をSB 1、SB 3の送信電力より高く設定し、セル# 3はSB 3の送信電力をSB 1、SB 2の送信電力より高く設定する場

合を示している。一方で、動的サブフレームでは、各セル (Cell#1~Cell#3) がそれぞれ異なる周波数領域 (サブバンドSB1、SB2、SB3) を利用してユーザ端末と通信を行うように周波数領域を割り当てる (Orthogonal Frequency Reuse)。

[0079] このように、隣接セル間で固定サブフレームに対して、干渉を低減可能であり且つある程度の周波数利用効率を向上できるSoft Frequency Reuseを適用する。そして、動的サブフレームに干渉を効果的に低減可能なOrthogonal Frequency Reuseを適用することにより、干渉を抑制すると共に周波数利用効率を向上することができる。

[0080] <第5の態様>

第5の態様では、固定サブフレームに(3) Soft Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに(2) Fractional Frequency Reuseを適用する場合について説明する。なお、第1の態様と重複する部分の説明は省略する。

[0081] 図16Aは、第5の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step11~Step14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step15において、各無線基地局は、固定サブフレームに対してSoft Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに対してFractional Frequency Reuseを適用する。

[0082] 具体的には、図16Bに示すように、固定サブフレームでは、システム帯域(f1)を複数のサブバンドSB1、SB2、SB3に分割し、各セル(Cell#1~Cell#3)はそれぞれ異なる1つのサブバンドの送信電力を高く設定し、且つ他のサブバンドの送信電力を低く設定する。一方で、動的サブフレームでは、各セル(Cell#1~Cell#3)がそれぞれセルの中央に位置するユーザ端末に対してセル間で共通の周波数領域(サブバンドSB0)を割当て、各セルのセル端に位置するユーザ端末に対してそれぞれ異なる周波数領域(サブバンドSB1、SB2、SB3)を割り当てる。

[0083] また、セルの中央に位置するユーザ端末(Cell center UE)と、セル端

に位置するユーザ端末 (Cell edge UE) とを識別するための信号強度の閾値として、SFRとFFRで同一の値とすることができる。信号強度の閾値を同一とすることにより通信制御を簡略化することが可能となる。

[0084] このように、隣接セル間で固定サブフレームに対して、干渉を低減可能であり、且つある程度の周波数利用効率を向上できるSoft Frequency Reuseを適用する。そして、動的サブフレームに干渉を効果的に低減可能なFractional Frequency Reuseを適用することにより、干渉を抑制すると共に周波数利用効率を向上することができる。

[0085] <第6の態様>

第6の態様では、固定サブフレームと動的サブフレームにそれぞれ(3) Soft Frequency Reuseを適用する場合について説明する。なお、第1の態様と重複する部分の説明は省略する。

[0086] 図17A、Bは、第6の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step 11~Step 14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step 15において、各隣接セルは、固定サブフレームと動的サブフレームに対してSoft Frequency Reuseを適用する。

[0087] この際、セルの中央に位置するユーザ端末 (Cell center UE) と、セル端に位置するユーザ端末 (Cell edge UE) とを識別するための信号強度の閾値を、固定サブフレームと動的サブフレームとで異なる値とする(図17A参照)。例えば、固定サブフレームに対して閾値 Th_1 を設定し、動的サブフレームに対して閾値 Th_2 ($Th_1 < Th_2$)を設定する。また、 Th_1 と Th_2 のいずれかの値と、オフセット値を設定して T_1 、 T_2 を定義することができる。

[0088] この場合、動的サブフレームと比較して閾値が低く設定される固定サブフレームの方が、セルの中央領域を拡大することができる。つまり、動的サブフレームと比較して固定サブフレームの方が、より多くのユーザ端末が複数のサブバンドSB1、SB2、SB3を用いて通信を行うことができる(図18参照)。なお、この場合、送信電力は、固定サブフレームと動的サブフ

レームで同一とすることが好ましい。

[0089] あるいは、セル中央に位置するユーザ端末と、セル端に位置するユーザ端末に適用する送信電力比（例えば、図18のセル#1におけるSB1の送信電力とSB2/SB3の送信電力との比）を、固定サブフレームと動的サブフレームとで異なる値とする（図17B参照）。図18では、主にセル端のユーザ端末に使用するSB1の送信電力（P1）は、主にセル中央のユーザ端末に使用するSB2の送信電力（P2）、SB3の送信電力（P3）より高く設定される。そのため、ここでの電力比Rを、 $R = P2 / P1$ （又は、 $P3 / P1$ ）と定義する場合、例えば、固定サブフレームに対して電力比R1を設定し、動的サブフレームに対して電力比R2（ $R1 > R2$ ）を設定することができる。つまり、電力比Rが大きい（1に近い）固定サブフレームの方が、動的サブフレームと比較して、セル端のユーザ端末に使用するSB1の送信電力と、セル中央のユーザ端末に使用するSB2/SB3の送信電力との差が小さくなる。

[0090] この場合、動的サブフレームと比較して電力比が大きい固定サブフレームの方が、SB2、SB3の電力を高くすることができる。その結果、動的サブフレームと比較して固定サブフレームでは、より多くのユーザ端末が複数のサブバンドSB1、SB2、SB3を用いて通信を行うことができる（図18参照）。なお、この場合、セル中央に位置するユーザ端末と、セル端に位置するユーザ端末とを識別するための信号強度の閾値は、固定サブフレームと動的サブフレームで同一とすることが好ましい。また、R1とR2のいずれかの値と、オフセット値とを設定して、R1、R2を定義することができる。

[0091] このように、固定サブフレームと動的サブフレームに対してSoft Frequency Reuseを適用し、セル中央に位置するユーザ端末とセル端に位置するユーザ端末を識別する閾値を固定サブフレームと動的サブフレームで異なる値とする。あるいは、セル中央に位置するユーザ端末とセル端に位置するユーザ端末とに適用する電力比を固定サブフレームと動的サブフレームで異なる値

とする。これにより、各サブフレームの干渉レベルに応じて、適切な周波数割当てを行うことが可能となる。

[0092] <第7の態様>

第7の態様では、固定サブフレームに(2) Fractional Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに(1) Orthogonal Frequency Reuseを適用する場合について説明する。なお、第1の態様と重複する部分の説明は省略する。

[0093] 図19Aは、第7の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step11~Step14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step15において、各無線基地局は、固定サブフレームに対してFractional Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに対してOrthogonal Frequency Reuseを適用する。

[0094] 具体的には、図19Bに示すように、固定サブフレームでは、各セル(Cell#1~Cell#3)がそれぞれセルの中央に位置するユーザ端末に対してセル間で共通の周波数領域(サブバンドSB0)を割当て、各セルのセル端に位置するユーザ端末に対してそれぞれ異なる周波数領域(サブバンドSB1、SB2、SB3)を割り当てる。一方で、動的サブフレームでは、各セル(Cell#1~Cell#3)がそれぞれ異なる周波数領域(サブバンドSB1、SB2、SB3)を利用してユーザ端末と通信を行うように周波数領域を割り当てる(Orthogonal Frequency Reuse)。

[0095] このように、隣接セル間で固定サブフレームに対して、干渉を低減可能であり、且つある程度の周波数利用効率を向上できるFractional Frequency Reuseを適用し、動的サブフレームに干渉を効果的に低減可能なOrthogonal Frequency Reuseを適用することにより、干渉を抑制すると共に周波数利用効率を向上することができる。

[0096] <第8の態様>

第8の態様では、固定サブフレームと動的サブフレームにそれぞれ(2) Fractional Frequency Reuseを適用する場合について説明する。なお、第1

の態様と重複する部分の説明は省略する。

- [0097] 図20Aは、第8の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step 11～Step 14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step 15において、各隣接セルは、固定サブフレームと動的サブフレームに対してFractional Frequency Reuseを適用する。
- [0098] この際、セル中央に位置するユーザ端末 (Cell center UE) と、セル端に位置するユーザ端末 (Cell edge UE) とを識別するための信号強度の閾値を、固定サブフレームと動的サブフレームとで異なる値とする。例えば、固定サブフレームに対して閾値 $Th1$ を設定し、動的サブフレームに対して閾値 $Th2$ ($Th1 < Th2$) を設定する。また、 $Th1$ と $Th2$ のいずれかの値と、オフセット値を設定して $T1$ 、 $T2$ を定義することができる。
- [0099] この場合、動的サブフレームと比較して閾値が低く設定される固定サブフレームの方が、セルの中央領域を拡大することができる。つまり、動的サブフレームと比較して固定サブフレームの方が、より多くのユーザ端末が複数のサブバンドを用いて通信を行うことができる (図20参照)。
- [0100] このように、固定サブフレームと動的サブフレームに対してFractional Frequency Reuseを適用し、セル中央に位置するユーザ端末とセル端に位置するユーザ端末を識別する閾値を固定サブフレームと動的サブフレームで異なる値とする。これにより、各サブフレームの干渉レベルに応じて、適切な周波数割当てを行うことが可能となる。
- [0101] 以上のように、上記第1の態様～第8の態様に示すように、各送受信ポイントが適用するDL/UL構成に基づいて分類されたサブフレームに対して、異なる周波数割当て方法を適用することにより、各サブフレームに適切な周波数を割当てることが可能となる。これにより、ダイナミックTDDを用いる場合であっても、無線基地局間やユーザ端末間の干渉を抑制すると共に周波数利用効率を向上することが可能となる。
- [0102] なお、上記第1の態様～第3の態様では、動的サブフレームにおける周波数領域の割当ては、準静的 (Semi-static) としてもよいし、ランダム的 (Ra

ndom hopping) としてもよいし、トラフィック量や干渉レベルに応じて動的な割当て (Dynamic allocation) としてもよい。

[0103] (実施の形態 2)

実施の形態 2 では、ダイナミック TDD を適用する場合に、各送受信ポイントが適用する DL / UL 構成に応じて分類される固定サブフレームと動的サブフレームに対して、他の無線基地局からの干渉を低減するように周波数領域の割当てを行う場合について説明する。

[0104] まず、各無線基地局は、自装置で適用する DL / UL 構成と、他の無線基地局が適用する DL / UL 構成とを比較して、各サブフレームを固定サブフレーム (fixed subframe) 又は動的サブフレーム (flexible subframe、又は Dynamic subframe) として分類する。なお、サブフレームの分類方法については、実施の形態 1 と実施の形態 2 で同様の方法を利用することができる。

[0105] 各サブフレームの種別を決定した後、各無線基地局は、動的サブフレームに対して他の無線基地局からの干渉を低減するように周波数領域の割当てを行う。例えば、UL と DL の同時送受信が許容される場合、動的サブフレームにおいて、UL 用キャリアと DL 用キャリアを設ける。あるいは、UL と DL の同時送受信が許容されない場合、動的サブフレームにおいて、所定の周波数領域 (キャリア又はリソースブロック) を無送信として他の送受信ポイントと周波数領域で直交化する。

[0106] 以下に、動的サブフレームに他の無線基地局からの干渉を考慮した周波数領域の割当て方法を適用する場合の動作について、図面を参照して具体的に説明する。

[0107] 図 2 1 は、本実施の形態が適用される無線通信システムの一例を示している。図 2 1 A は、中央制御局を設けて制御する場合 (With central node) を示し、図 2 1 B は、中央制御局は設けずに無線基地局間の接続 (Direct connection) で制御する場合 (Without central node) を示している。

[0108] 図 2 2 A は、中央制御局を設けて制御する場合 (図 2 1 A 参照) のシーケ

ンス図の一例である。各無線基地局は、中央制御局（情報交換 node (central processing node、又はmaster eNB)）に対してDL/UL構成を報告する（Step 1）。中央制御局は、各無線基地局から報告されたDL/UL構成に基づいて固定サブフレームと動的サブフレームを決定する（Step 2）。

[0109] 中央制御局は、動的サブフレーム（及び固定サブフレーム）に関する情報を各無線基地局に通知する（Step 3）。また、各無線基地局は、通知された動的サブフレームに関する情報をユーザ端末に通知する（Step 3）。ユーザ端末への通知は、RRCシグナリング、報知情報、又は下り制御情報等を用いて行うことができる。なお、ユーザ端末が無線基地局（例えば、スモール基地局）と中央制御局（例えば、マクロ基地局）の双方に接続する場合（dual connection）、中央制御局からユーザ端末へ動的サブフレームに関する情報を通知してもよい。その後、各無線基地局は、動的サブフレームに対して他の無線基地局からの干渉を低減するように周波数領域の割当てを行う（Step 4）。

[0110] 図22Bは、中央制御局は設けずに無線基地局間の接続で制御する場合（図21B参照）のシーケンス図の一例である。各無線基地局は、直接接続（Direct connection）を介して、DL/UL構成に関する情報を交換する（Step 1）。各無線基地局は、他の無線基地局から受信したDL/UL構成に基づいて固定サブフレームと動的サブフレームを決定する（Step 2）。各無線基地局は、動的サブフレーム（及び固定サブフレーム）に関する情報をユーザ端末に通知する（Step 3）。その後、各無線基地局は、動的サブフレームに対して他の無線基地局からの干渉を低減するように周波数領域の割当てを行う（Step 4）。

[0111] 図22A、BにおけるStep 4として、各無線基地局は、動的サブフレームにおいて、所定の周波数領域をUL用キャリアとし、他のキャリアをDL用キャリアとして利用する。あるいは、動的サブフレームにおいて、所定の周波数領域を無送信として他の無線基地局が割当てる周波数領域と直交化

する。以下に、動的サブフレームにおける周波数領域の割当てについて説明する。

[0112] <第9の態様>

第9の態様では、動的サブフレームにおいてULとDLの同時送受信が許容され、動的サブフレームで所定の周波数領域をUL用キャリアとし、他のキャリアをDL用キャリアとする場合について説明する。

[0113] 図23Aは、第9の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step11～Step14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step15において、各無線基地局は、サブフレームの種類に応じて、TDD又はFDDの適用を選択する。

[0114] ここでは、図23Bに示すように、無線基地局は、動的サブフレームに対して所定の周波数領域（例えば、キャリア#0）を無線基地局用の送信キャリア（DL用キャリア）として利用する。そして、他の周波数領域（例えば、キャリア#1）をユーザ端末用の送信キャリア（UL用キャリア）とする（FDD）。一方で、固定サブフレームに対しては、キャリア#0及びキャリア#1を無線基地局用の送信キャリア（DL用キャリア）又はユーザ端末用の送信キャリア（UL用キャリア）とする（TDD）。つまり、固定サブフレームでは広い周波数領域でTDDを適用し、動的サブフレームでは用途の異なる複数のキャリアを用いてFDDのメカニズムを利用する（Hybrid TDD/FDD operation）。

[0115] ここで、セル#1がDL/UL構成0を適用し、セル#2がDL/UL構成1を適用する場合について、図24A、Bを参照して具体的に説明する。

[0116] まず、各無線基地局は、適用するDL/UL構成に関する情報を他の無線基地局と交換する（Step11）。なお、ここでは、中央制御局を設けずに無線基地局間の接続で制御する場合（Without central node）を想定している。各無線基地局は、各サブフレームの伝送方向を考慮して、サブフレーム4、9を動的サブフレームとして定義し（Step12）、当該動的サブフレームに関する情報をユーザ端末に通知する（Step13）。

[0117] その後、各無線基地局は、ユーザ端末と通信を行うサブフレームの種類（固定サブフレーム／動的サブフレーム）を判断し（Step 14）、サブフレームの種類に応じて通信を行う周波数領域の割当てを決定する（Step 15）。

[0118] 動的サブフレーム（サブフレーム4、9）では、各無線基地局がキャリア#0を用いてDL伝送を行うと共に、各ユーザ端末がキャリア#1を用いてUL伝送を行うように周波数割当てを行う（FDD）。また、固定サブフレーム（サブフレーム0、1、5、6）では、各無線基地局がキャリア#0と#1を用いてDL伝送を行い、固定サブフレーム（サブフレーム2、3、7、8）では、各ユーザ端末がキャリア#0と#1を用いてUL伝送を行うように周波数割当てを行う。

[0119] このように、隣接セル間でDL／UL構成の伝送方向が同一となる（干渉の影響が小さい）固定サブフレームに対して、広い周波数領域を設定してTDDを適用する。そして、伝送方向が異なる可能性のある（干渉の影響が大きい）動的サブフレームに対して、各無線基地局が利用するDL用キャリアと、各ユーザ端末が利用するUL用キャリアを設定してFDDを適用する。これにより、無線基地局間やユーザ端末間の干渉を効果的に抑制すると共に、周波数利用効率を向上することができる。

[0120] <第10の態様>

第10の態様では、動的サブフレームにおいてULとDLの同時送受信が許容されない場合に、動的サブフレームにおいて、所定の周波数領域を無送信（Empty subframe）とする場合について説明する。なお、第9の態様と重複する部分の説明は省略する。

[0121] 図25Aは、第10の態様におけるフローチャートの一例を示している。Step 11～Step 14までは、上記図12Aと同様に行うことができる。Step 15において、各無線基地局は、サブフレームの種類に応じて、所定の周波数領域を無送信とする。

[0122] ここでは、図25Bに示すように、ある無線基地局は、動的サブフレーム

に対して所定の周波数領域（例えば、キャリア# 1）を無送信（Empty subframe）とする。なお、他のキャリア# 0は、DL/UL構成に基づいてTDDを適用することができる。より具体的には、DL/UL構成5を適用する無線基地局は、動的サブフレームにおいてキャリア# 1を無送信とする（例1）。また、DL/UL構成0を適用する他の無線基地局は、動的サブフレームにおいてキャリア# 0を無送信とする（例2）。

[0123] ここで、セル1がDL/UL構成0を適用し、セル2がDL/UL構成5を適用する場合について、図26A、Bを参照して具体的に説明する。

[0124] まず、各無線基地局（eNB1、eNB2）は、適用するDL/UL構成に関する情報をそれぞれ中央制御局に通知する（Step11）。なお、ここでは、中央制御局を設ける場合（With central node）を想定している。中央制御局は、サブフレーム3、4、7、8、9を動的サブフレームとして定義し（Step12）、当該動的サブフレームに関する情報を各無線基地局に通知する（Step13）。また、各無線基地局は、配下のユーザ端末に動的サブフレームに関する情報を通知する。

[0125] その後、各無線基地局は、通信を行う各サブフレームについて、サブフレーム種別（固定サブフレーム/動的サブフレーム）を判断し（Step14）、サブフレーム種別に応じて周波数領域の割当てを決定する（Step15）。

[0126] 動的サブフレーム（サブフレーム3、4、7、8、9）では、無線基地局（eNB1）の配下のユーザ端末は、当該無線基地局によりキャリア# 1を利用してUL伝送を行うように制御される。なお、セル# 1において、動的サブフレームではキャリア# 0が無送信（Empty subframe）となる。また、他の無線基地局（eNB2）はキャリア# 0を利用してDL伝送を行い、キャリア# 1は無送信（Empty subframe）となる。

[0127] また、固定サブフレーム（0、1、5、6）では、全ての無線基地局がキャリア# 0と# 1を用いてDL伝送を行い、固定サブフレーム（サブフレーム2）では、全てのユーザ端末がキャリア# 0と# 1を用いてUL伝送を行

うように周波数割当てを制御する。

[0128] このように、隣接セル間でDL／UL構成の伝送方向が同一となる（干渉の影響が小さい）固定サブフレームにおいて、広い周波数領域を設定してTDDを適用する。そして、伝送方向が異なる可能性のある（干渉の影響が大きい）動的サブフレームにおいて、他の無線基地局との干渉を考慮して、所定の周波数を無送信とする。これにより、無線基地局間やユーザ端末間の干渉を効果的に抑制すると共に、周波数利用効率を向上することができる。

[0129] 以上のように、実施の形態2では、複数の無線基地局がそれぞれ適用するDL／UL構成間の関係に基づいて、各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類する工程と、固定サブフレームと動的サブフレームにそれぞれ異なる周波数割当て方法を適用する工程を有し、動的サブフレームにおいて、固定サブフレームで利用する一部の周波数帯域をDL用サブフレームとし、他の周波数帯域をUL用サブフレームとすることを特徴とする。あるいは、複数の無線基地局がそれぞれ適用するDL／UL構成間の関係に基づいて、各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類する工程と、固定サブフレームと動的サブフレームにそれぞれ異なる周波数割当て方法を適用する工程を有し、動的サブフレームにおいて、固定サブフレームで利用する一部の周波数帯域を無送信とすることを特徴とする。

[0130] なお、実施の形態2においても、上記図10、11に示したように、各サブフレームにおいて他の無線基地局から受ける干渉レベルを測定し、当該干渉レベルに基づいて各サブフレームに適用する周波数割当てを決定してもよい。

[0131] （無線通信システム）

図27は、本実施の形態に係る無線通信システムの概略構成図である。なお、図27に示す無線通信システムは、例えば、LTEシステム或いは、SUPER 3Gが包含されるシステムである。この無線通信システムでは、LTEシステムのシステム帯域幅を1単位とする複数の基本周波数ブロック（コンポーネントキャリア）を一体としたキャリアアグリゲーション（CA

)が適用することができる。また、この無線通信システムは、IMT-Advancedと呼ばれても良いし、4G、FRA (Future Radio Access) と呼ばれても良い。

[0132] 図27に示す無線通信システム1は、マクロセルC1を形成する無線基地局11と、マクロセルC1内に配置され、マクロセルC1よりも狭いスモールセルC2を形成する無線基地局12a及び12bとを備えている。また、マクロセルC1及び各スモールセルC2には、ユーザ端末20が配置されている。ユーザ端末20は、無線基地局11及び無線基地局12の双方に接続すること (dual connectivity) ができる。

[0133] ユーザ端末20と無線基地局11との間は、相対的に低い周波数帯域 (例えば、2GHz) で帯域幅が狭いキャリア (既存キャリア、Legacy carrier 等と呼ばれる) を用いて通信が行なわれる。一方、ユーザ端末20と無線基地局12との間は、相対的に高い周波数帯域 (例えば、3.5GHz等) で帯域幅が広いキャリアが用いられてもよいし、無線基地局11との間と同じキャリアが用いられてもよい。ユーザ端末20と無線基地局12間のキャリアタイプとしてニューキャリアタイプ (NCT) を利用してもよい。無線基地局11と無線基地局12 (又は、無線基地局12間) は、有線接続 (Optical fiber、X2インターフェース等) 又は無線接続されている。

[0134] 無線基地局11及び各無線基地局12は、それぞれ上位局装置30に接続され、上位局装置30を介してコアネットワーク40に接続される。なお、上位局装置30には、例えば、アクセスゲートウェイ装置、無線ネットワークコントローラ (RNC)、モビリティマネジメントエンティティ (MME) 等が含まれるが、これに限定されるものではない。また、各無線基地局12は、無線基地局11を介して上位局装置に接続されてもよい。

[0135] なお、無線基地局11は、相対的に広いカバレッジを有する無線基地局であり、eNodeB、マクロ基地局、送受信ポイントなどと呼ばれてもよい。また、無線基地局12は、局所的なカバレッジを有する無線基地局であり、スモール基地局、ピコ基地局、フェムト基地局、Home eNodeB

、RRH (Remote Radio Head)、マイクロ基地局、送受信ポイントなどと呼ばれてもよい。以下、無線基地局11及び12を区別しない場合は、無線基地局10と総称する。各ユーザ端末20は、LTE、LTE-Aなどの各種通信方式に対応した端末であり、移動通信端末だけでなく固定通信端末を含んでよい。

[0136] 無線通信システムにおいては、無線アクセス方式として、下りリンクについてはOFDMA (直交周波数分割多元接続) が適用され、上りリンクについてはSC-FDMA (シングルキャリア周波数分割多元接続) が適用される。OFDMAは、周波数帯域を複数の狭い周波数帯域 (サブキャリア) に分割し、各サブキャリアにデータをマッピングして通信を行うマルチキャリア伝送方式である。SC-FDMAは、システム帯域幅を端末毎に1つ又は連続したリソースブロックからなる帯域に分割し、複数の端末が互いに異なる帯域を用いることで、端末間の干渉を低減するシングルキャリア伝送方式である。

[0137] ここで、図27に示す無線通信システムで用いられる通信チャネルについて説明する。下りリンクの通信チャネルは、各ユーザ端末20で共有されるPDSCH (Physical Downlink Shared Channel) と、下りL1/L2制御チャネル (PDCCH、PCFICH、PHICH、拡張PDCCH) とを有する。PDSCHにより、ユーザデータ及び上位制御情報が伝送される。PDCCH (Physical Downlink Control Channel) により、PDSCHおよびPUSCHのスケジューリング情報等が伝送される。PCFICH (Physical Control Format Indicator Channel) により、PDCCHに用いるOFDMシンボル数が伝送される。PHICH (Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) により、PUSCHに対するHARQのACK/NACKが伝送される。また、拡張PDCCH (EPDCCH) により、PDSCH及びPUSCHのスケジューリング情報等が伝送されてもよい。このEPDCCHは、PDSCH (下り共有データチャネル) と周波数分割多重される。

- [0138] 上りリンクの通信チャネルは、各ユーザ端末20で共有される上りデータチャネルとしてのPUSCH (Physical Uplink Shared Channel) と、上りリンクの制御チャネルであるPUCCH (Physical Uplink Control Channel) とを有する。このPUSCHにより、ユーザデータや上位制御情報が伝送される。また、PUCCHにより、下りリンクの無線品質情報 (CQI: Channel Quality Indicator)、ACK/NACK等が伝送される。
- [0139] 図28は、本実施の形態に係る無線基地局10 (無線基地局11及び12を含む) の全体構成図である。無線基地局10は、MIMO伝送のための複数の送受信アンテナ101と、アンプ部102と、送受信部103と、ベースバンド信号処理部104と、呼処理部105と、伝送路インターフェース106とを備えている。
- [0140] 下りリンクにより無線基地局10からユーザ端末20に送信されるユーザデータは、上位局装置30から伝送路インターフェース106を介してベースバンド信号処理部104に入力される。
- [0141] ベースバンド信号処理部104では、PDCPレイヤの処理、ユーザデータの分割・結合、RLC (Radio Link Control) 再送制御の送信処理などのRLCレイヤの送信処理、MAC (Medium Access Control) 再送制御、例えば、HARQの送信処理、スケジューリング、伝送フォーマット選択、チャネル符号化、逆高速フーリエ変換 (IFFT: Inverse Fast Fourier Transform) 処理、プリコーディング処理が行われて各送受信部103に転送される。また、下りリンクの制御チャネルの信号に関しても、チャネル符号化や逆高速フーリエ変換等の送信処理が行われて、各送受信部103に転送される。
- [0142] また、ベースバンド信号処理部104は、報知チャネルにより、ユーザ端末20に対して、当該セルにおける通信のための制御情報を通知する。当該セルにおける通信のための情報には、例えば、上りリンク又は下りリンクにおけるシステム帯域幅等が含まれる。また、上述したサブフレーム種別 (固定サブフレーム/動的サブフレーム) に関する情報を、報知チャネルを用い

てユーザ端末に通知してもよい。なお、ユーザ端末が無線基地局 11 と無線基地局 12 の双方に接続する場合 (dual connection)、中央制御局として機能する無線基地局 12 からユーザ端末へ報知チャネルを用いてサブフレーム種別に関する情報を通知することも可能である。

[0143] 各送受信部 103 は、ベースバンド信号処理部 104 からアンテナ毎にプリコーディングして出力されたベースバンド信号を無線周波数帯に変換する。アンプ部 102 は、周波数変換された無線周波数信号を増幅して送受信アンテナ 101 により送信する。

[0144] 一方、上りリンクによりユーザ端末 20 から無線基地局 10 に送信されるデータについては、各送受信アンテナ 101 で受信された無線周波数信号がそれぞれアンプ部 102 で増幅され、各送受信部 103 で周波数変換されてベースバンド信号に変換され、ベースバンド信号処理部 104 に入力される。

[0145] ベースバンド信号処理部 104 では、入力されたベースバンド信号に含まれるユーザデータに対して、FFT処理、IDFT処理、誤り訂正復号、MAC再送制御の受信処理、RLCレイヤ、PDCPLレイヤの受信処理がなされ、伝送路インターフェース 106 を介して上位局装置 30 に転送される。呼処理部 105 は、通信チャネルの設定や解放等の呼処理や、無線基地局 10 の状態管理や、無線リソースの管理を行う。

[0146] 図 29 は、本実施の形態に係る無線基地局 10 が有するベースバンド信号処理部 104 及び一部の上位レイヤの機能構成図である。なお、図 29 においては、下りリンク (送信) 用の機能構成を主に示しているが、無線基地局 10 は、上りリンク (受信) 用の機能構成を備えてもよい。

[0147] 図 29 に示すように、無線基地局 10 が有するベースバンド信号処理部 104 は、サブフレーム種別決定部 301 と、周波数割当て制御部 302 と、スケジューラ 303 と、制御信号生成部 304 と、データ信号生成部 305 と、上位制御信号生成部 306 と、信号多重部 307 とを含んで構成されている。

- [0148] サブフレーム種別決定部301は、各サブフレームの種別を決定する。例えば、サブフレーム種別決定部301は、他の無線基地局が適用するDL/UL構成における各サブフレームの伝送方向の関係に基づいて、各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類する。
- [0149] なお、中央制御局（例えば、無線基地局11）を介して各無線基地局12のDL/UL構成に関する情報を交換する場合（With central node）、各無線基地局12のサブフレーム種別決定部301は、中央制御局から通知される情報に基づいて各サブフレームの種別を判断する。この場合、各無線基地局12は、適用するDL/UL構成について、あらかじめ中央制御局へ報告する。
- [0150] 一方で、中央制御局は設けずに無線基地局12間の接続（Direct connection）で制御する場合（Without central node）、各無線基地局12のサブフレーム種別決定部301は、他の無線基地局から通知される情報に基づいて各サブフレームの種別を判断する。この場合、各無線基地局12は、自装置が適用するDL/UL構成について、あらかじめ他の無線基地局に通知する。
- [0151] 周波数割当て制御部302は、サブフレーム種別決定部301で決定された各サブフレームの種別（固定サブフレーム/動的サブフレーム）に応じて、それぞれ適切な周波数割当て方法を適用する。例えば、上記実施の形態1に示すように、周波数割当て制御部302は、干渉の影響が小さい固定サブフレームに対して周波数利用効率が向上する周波数割当て方法を優先的に適用し、干渉の影響が大きい動的サブフレームに対して干渉低減効果が高い周波数割当て方法を優先的に適用する。具体的には、固定サブフレームと動的サブフレームに対する周波数割当て方法として、上記第1の態様から第8の態様のいずれかを適用することができる。
- [0152] また、上記第2の実施の形態に示すように、周波数割当て制御部302は、ULとDLの同時送受信が許容される場合、動的サブフレームにおいて、UL用キャリアとDL用キャリアを設ける（第9の態様）。あるいは、UL

とDLの同時送受信が許容されない場合、動的サブフレームにおいて、所定の周波数領域（キャリア又はリソースブロック）を無送信として他の送受信ポイントと周波数領域で直交化する（第10の態様）。

[0153] なお、周波数割当て制御部302は、各サブフレームにおいて他の無線基地局から受ける干渉レベルに基づいて、各サブフレームに適用する周波数割当て方法（周波数リユーススキーム（frequency reuse schemes））を決定してもよい。この場合、干渉レベルを測定する測定部を新たに設けた構成としてもよいし、サブフレーム種別決定部301が各無線基地局からの干渉レベルを測定して各サブフレームの種別を決定する構成としてもよい。

[0154] スケジューラ303は、周波数割当て制御部302で決定された周波数割当て方法に応じて、各ユーザ端末に対するスケジューリングを制御する。なお、周波数割当て制御部302の機能をスケジューラ303に含めてもよい。

[0155] 上位制御信号生成部306は、各サブフレームの種別（固定サブフレーム又は動的サブフレーム）を示す情報等を含む上位制御信号を生成する。上位制御信号生成部306で生成された上位制御信号は、データ信号生成部305に出力され、データ信号（PDSCH）に組み込まれ、RRCシグナリングとして送信される。また、各サブフレームの種別に関する情報を、ビットマップ情報としてユーザ端末に通知してもよい。また、あらかじめ各サブフレームの種別について、複数パターン準備してユーザ端末にRRC等を用いて通知してもよい。

[0156] 制御信号生成部304は、スケジューラ303により各サブフレームへの割当てが決定されたユーザ端末20に対する制御信号を生成する。また、制御信号生成部304は、各サブフレームの種別（固定サブフレーム又は動的サブフレーム）を示す情報を下り制御信号に含めて送信することも可能である。また、あらかじめ各サブフレームの種別について複数パターン準備してユーザ端末に通知する場合、複数のサブフレーム種別パターンから特定のパターンを選択するビット情報を下り制御信号に含めて送信することができる。

- 。
- [0157] なお、ユーザ端末が無線基地局11と無線基地局12の双方に接続する場合 (dual connection)、中央制御局として機能する無線基地局12からユーザ端末へ上位制御信号 (例えば、RRC) や下り制御信号を用いてサブフレーム種別に関する情報を通知することも可能である。
- [0158] データ信号生成部305は、スケジューラ303により各サブフレームへの割当てが決定されたユーザ端末20に対するデータ信号 (PDSCH) を生成する。データ信号生成部305により生成されるデータ信号には、上位制御信号生成部306により生成される上位制御信号 (例えば、各サブフレームの種別 (固定サブフレーム/動的サブフレーム) に関する情報等) が含まれる。
- [0159] 信号多重部307は、制御信号生成部304で生成された制御信号と、データ信号生成部305で生成されたデータ信号と、不図示の参照信号生成部で生成された参照信号とを多重して送信信号を生成する。信号多重部307で生成された送信信号は、送受信部103に出力され、アンプ部102及び送受信アンテナ101を介してユーザ端末20に送信される。
- [0160] 図30は、本実施の形態に係るユーザ端末20の全体構成図である。ユーザ端末20は、MIMO伝送のための複数の送受信アンテナ201と、アンプ部202と、送受信部 (受信部) 203と、ベースバンド信号処理部204と、アプリケーション部205とを備えている。
- [0161] 下りリンクのデータについては、複数の送受信アンテナ201で受信された無線周波数信号がそれぞれアンプ部202で増幅され、送受信部203で周波数変換されてベースバンド信号に変換される。このベースバンド信号は、ベースバンド信号処理部204でFFT処理や、誤り訂正復号、再送制御の受信処理等がなされる。この下りリンクのデータの内、下りリンクのユーザデータは、アプリケーション部205に転送される。アプリケーション部205は、物理レイヤやMACレイヤより上位のレイヤに関する処理等を行う。また、下りリンクのデータの内、報知情報もアプリケーション部205

に転送される。

[0162] 一方、上りリンクのユーザデータについては、アプリケーション部205からベースバンド信号処理部204に入力される。ベースバンド信号処理部204では、再送制御（H-ARQ（Hybrid ARQ））の送信処理や、チャンネル符号化、プリコーディング、DFT処理、IFFT処理等が行われて各送受信部203に転送される。送受信部203は、ベースバンド信号処理部204から出力されたベースバンド信号を無線周波数帯に変換する。その後、アンプ部202は、周波数変換された無線周波数信号を増幅して送受信アンテナ201により送信する。送受信部203は、無線基地局から通知されるサブフレーム種別に関する情報等を受信する受信部として機能する。

[0163] 図31は、ユーザ端末20が有するベースバンド信号処理部204の機能構成図である。ユーザ端末20は、下りリンク（受信）用の機能構成として、CP除去部401、FFT部402、デマッピング部403、デインタリーブ部404、PDCCH復調部405、サブフレーム種別判断部406、PDSCH復調部407、チャンネル推定部408を具備する。

[0164] 無線基地局10から受信データとして受信された下り信号は、CP除去部401でサイクリックプリフィクス（CP）が除去される。CPが除去された下り信号は、FFT部402へ入力される。FFT部402は、下り信号を高速フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transform）して時間領域の信号から周波数領域の信号に変換し、デマッピング部403へ入力する。デマッピング部403は、下り信号をデマッピングする。なお、デマッピング部403によるデマッピング処理は、アプリケーション部205から入力される上位レイヤ制御情報に基づいて行われる。デマッピング部403から出力された下り制御情報は、デインタリーブ部404でデインタリーブされる。

[0165] PDCCH復調部405は、後述するチャンネル推定部408によるチャンネル推定結果に基づいて、デインタリーブ部404から出力された下り制御情

報（DCI）のブラインド復号、復調、チャンネル復号などを行う。

[0166] サブフレーム種別判断部406は、無線基地局から受信した各サブフレームの種別（固定サブフレーム／動的サブフレーム）に関する情報に基づいて、各サブフレームの種別（又は各サブフレームで適用される周波数割当て方法）を判断する。これにより、各サブフレームに対して異なる周波数割当て方法を適用する場合であっても、ユーザ端末は各サブフレームで適用する周波数領域等を特定することができる。PDCCH復調部405、PDSCH復調部407等の処理部は、各サブフレームの種別に基づいて受信した信号の処理を行うことができる。

[0167] なお、図31では、サブフレーム種別判断部406は、RRCシグナリングを介して受信したサブフレーム種別情報に基づいて判断する場合を示しているが、これに限られない。サブフレーム種別情報が下り制御情報に含まれる場合には、PDCCH復調部405から出力される情報に基づいて各サブフレームの種別（又は周波数割当て方法）を判断することができる。あるいは、サブフレーム種別判断部406は、RRCシグナリングと下り制御情報の両方に基づいて各サブフレームの種別（又は周波数割当て方法）を判断してもよい。

[0168] PDSCH復調部407は、チャンネル推定部408によるチャンネル推定結果に基づいて、デマッピング部403から出力された下りデータの復調、チャンネル復号などを行う。具体的には、PDSCH復調部407は、PDCCH復調部405で復調された下り制御情報に基づいて自端末に割り当てられたPDSCHを復調し、自端末宛ての下りデータ（下りユーザデータ及び上位レイヤ制御情報）を取得する。

[0169] チャンネル推定部408は、復調用参照信号（DM-RS）、測定用参照信号（CRS、CSI-RS）などを用いてチャンネル推定を行う。チャンネル推定部408は、測定用参照信号（CRS、CSI-RS）によるチャンネル推定結果をPDCCH復調部405に出力する。一方、チャンネル推定部408は、復調用参照信号（DM-RS）によるチャンネル推定結果をPDSCH復

調部407に出力する。

[0170] 以上、上述の実施形態を用いて本発明について詳細に説明したが、当業者にとっては、本発明が本明細書中に説明した実施形態に限定されるものではないということは明らかである。本発明は、特許請求の範囲の記載により定まる本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく修正及び変更態様として実施することができる。また、上述した複数の態様を適宜組み合わせ適用することができる。例えば、信号の通知方法等について、異なる実施の形態で示した方法を適用することも可能である。従って、本明細書の記載は、例示説明を目的とするものであり、本発明に対して何ら制限的な意味を有するものではない。

[0171] 本出願は、2013年3月7日出願の特願2013-045868に基づく。この内容は、全てここに含めておく。

請求の範囲

- [請求項1] ユーザ端末と時間分割複信で通信すると共にDL/UL構成を変更して制御可能な無線基地局であって、
前記無線基地局が適用するDL/UL構成と他の無線基地局が適用するDL/UL構成間の関係に応じて、各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類するサブフレーム種別決定部と、
固定サブフレームと動的サブフレームにそれぞれ異なる周波数割当て方法を適用する周波数割当て制御部と、を有することを特徴とする無線基地局。
- [請求項2] 前記サブフレーム種別決定部は、前記無線基地局が適用するDL/UL構成と前記他の無線基地局から通知されるDL/UL構成における各サブフレームの伝送方向に基づいて、各サブフレームの種別を決定することを特徴とする請求項1に記載の無線基地局。
- [請求項3] DL/UL構成に関する情報を中央制御局に報告する通知部と、中央制御局で決定された固定サブフレーム及び動的サブフレームに関する情報を受信する受信部と、をさらに有し、
前記サブフレーム種別決定部は、前記中央制御局から通知される情報に基づいて、各サブフレームの種別を決定することを特徴とする請求項1に記載の無線基地局。
- [請求項4] 固定サブフレームと動的サブフレームに関する情報を、RRCシグナリング、報知信号、又は下り制御信号を介して、ユーザ端末に送信する送信部をさらに有することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の無線基地局。
- [請求項5] 前記周波数割当て制御部は、動的サブフレームに対して、固定サブフレームと比較して干渉低減効果が大きい周波数繰返し方式 (frequency reuse schemes) を適用することを特徴とする請求項1に記載の無線基地局。
- [請求項6] 前記周波数割当て制御部は、固定サブフレームにCo-channel repl

oymentを適用し、動的サブフレームにorthogonal frequency reuse、fractional frequency reuse、又はsoft frequency reuseを適用することを特徴とする請求項5に記載の無線基地局。

[請求項7] 前記周波数割当て制御部は、固定サブフレームにsoft frequency reuseを適用し、動的サブフレームにorthogonal frequency reuse、又はfractional frequency reuseを適用することを特徴とする請求項5に記載の無線基地局。

[請求項8] 前記周波数割当て制御部は、固定サブフレームにfractional frequency reuseを適用し、動的サブフレームにorthogonal frequency reuseを適用することを特徴とする請求項5に記載の無線基地局。

[請求項9] DL/UL構成を変更して制御可能な無線基地局と時間分割複信で通信するユーザ端末であって、

複数の無線基地局がそれぞれ適用するDL/UL構成間の関係に基づいて決定された固定サブフレームと動的サブフレームに関する情報を受信する受信部と、

前記固定サブフレームと動的サブフレームに関する情報に基づいて、受信信号を処理する処理部と、を有することを特徴とするユーザ端末。




[請求項10] DL/UL構成を変更して制御可能な複数の無線基地局と、前記無線基地局と時間分割複信で通信するユーザ端末との無線通信方法であって、

複数の無線基地局がそれぞれ適用するDL/UL構成間の関係に基づいて、各サブフレームを固定サブフレーム又は動的サブフレームに分類する工程と、

固定サブフレームと動的サブフレームにそれぞれ異なる周波数割当て方法を適用する工程と、を有することを特徴とする無線通信方法。

[図1]

DL/UL CONFIGURATION	SUBFRAME n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

-  DL subframe
-  Special subframe
-  UL subframe

[圖2]

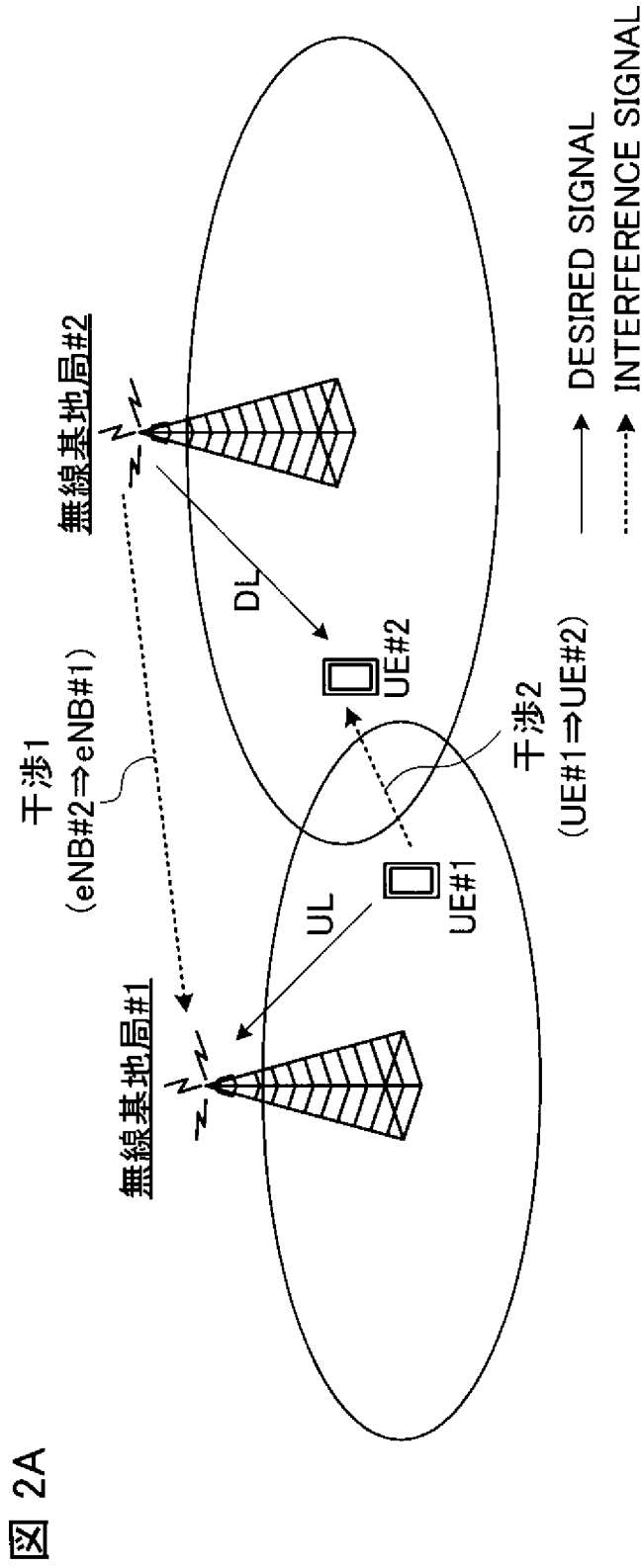
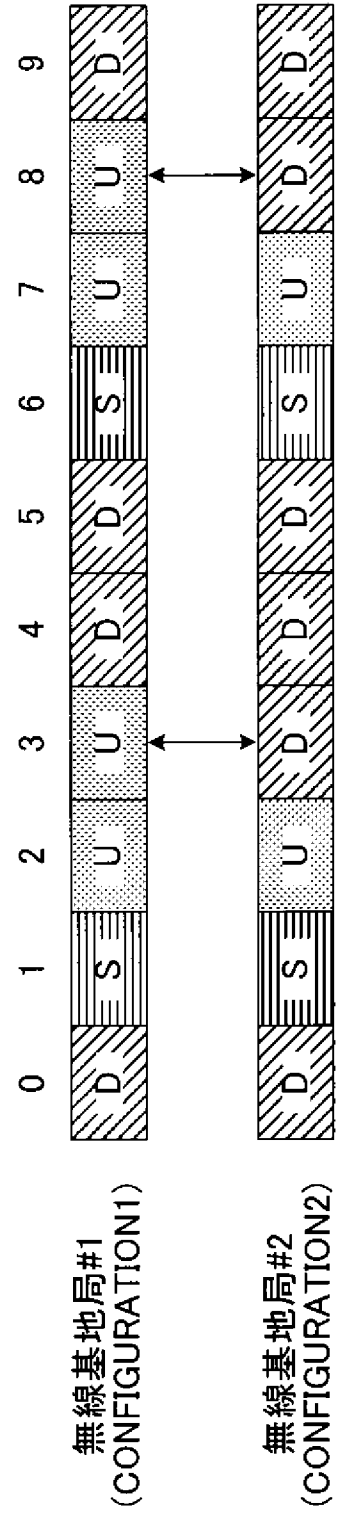
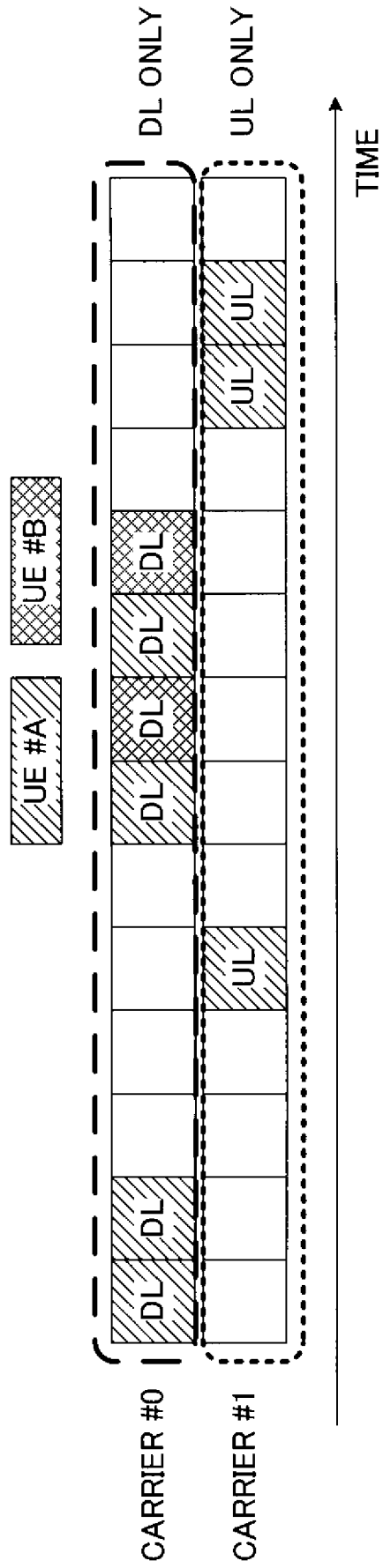


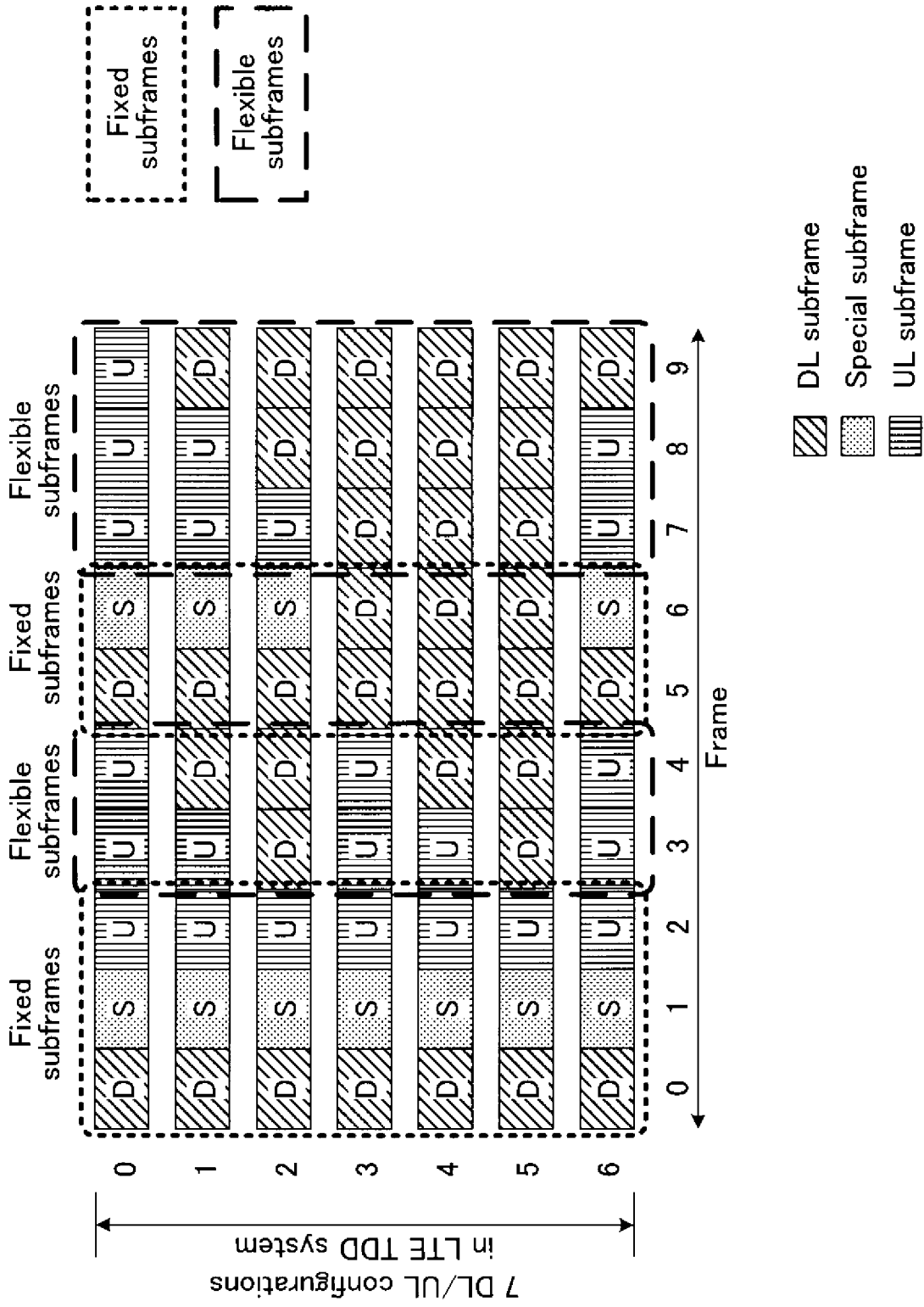
圖 2B



[圖3]



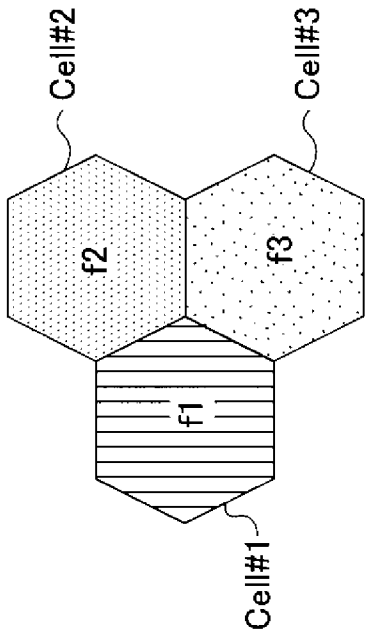
[Fig. 4]



[5]

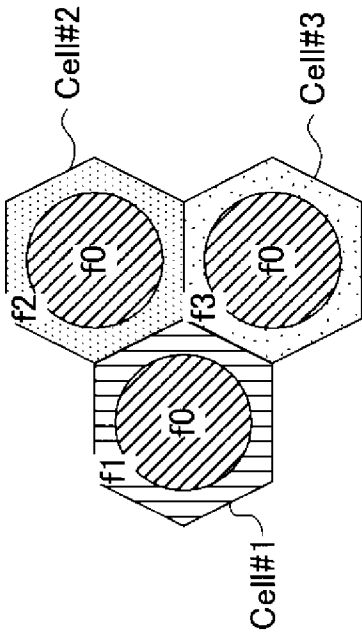
5A

(1) Orthogonal frequency reuse



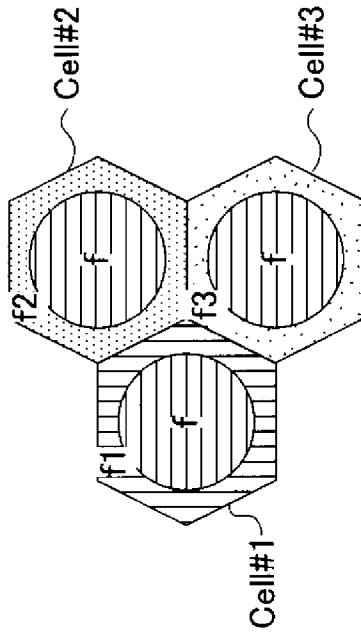
5B

(2) FFR



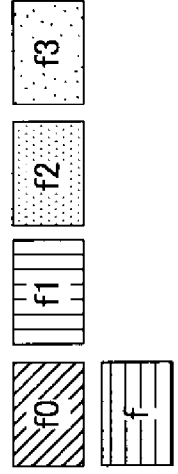
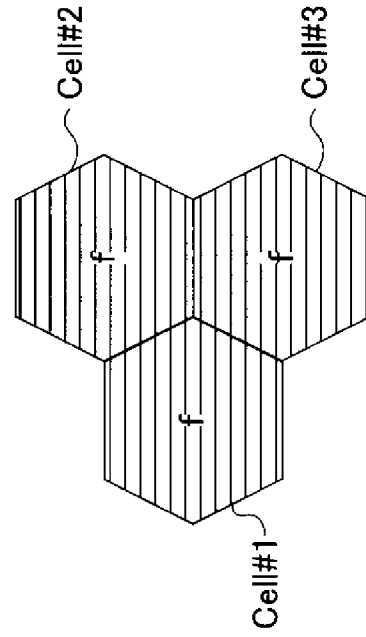
5C

(3) SFR



5D

(4) Co-channel deployment



Orthogonal carrier or subband

The whole bandwidth

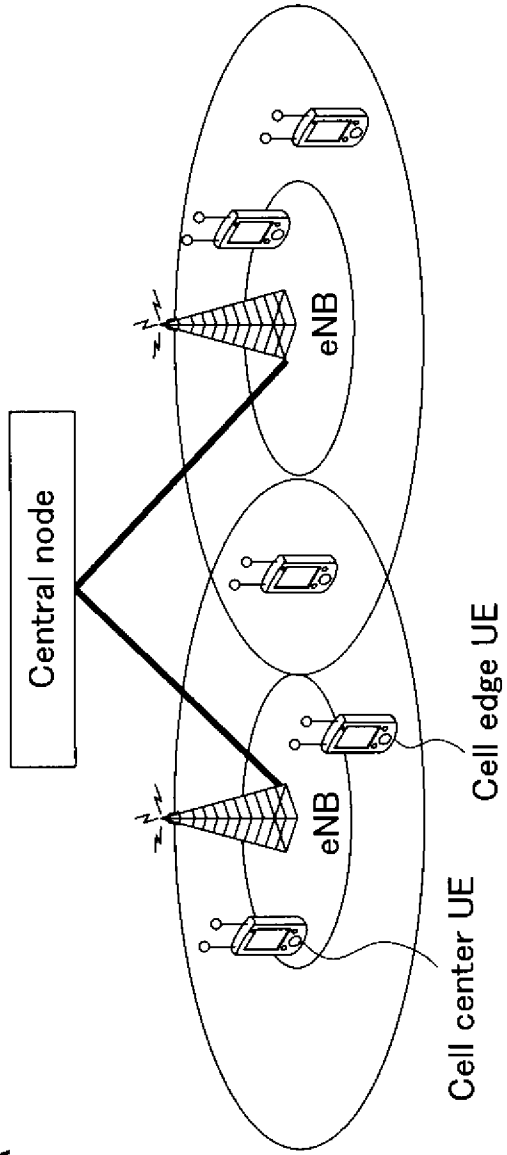
[図6]

B. Flexible Subframes			
(4) Co-channel	(3) SFR	(2) FFR	(1) Orthogonal frequency reuse
	第3の態様 ✓	第2の態様 ✓	第1の態様 ✓
	第6の態様 ✓	第5の態様 ✓	第4の態様 ✓
		第8の態様 ✓	第7の態様 ✓
A. Fixed Subframes			
(4) Co-channel			
(3) SFR			
(2) FFR			
(1) Orthogonal frequency reuse			

無線基地局間干渉の影響
 小 ← (1) < (2) < (3) < (4) → 大

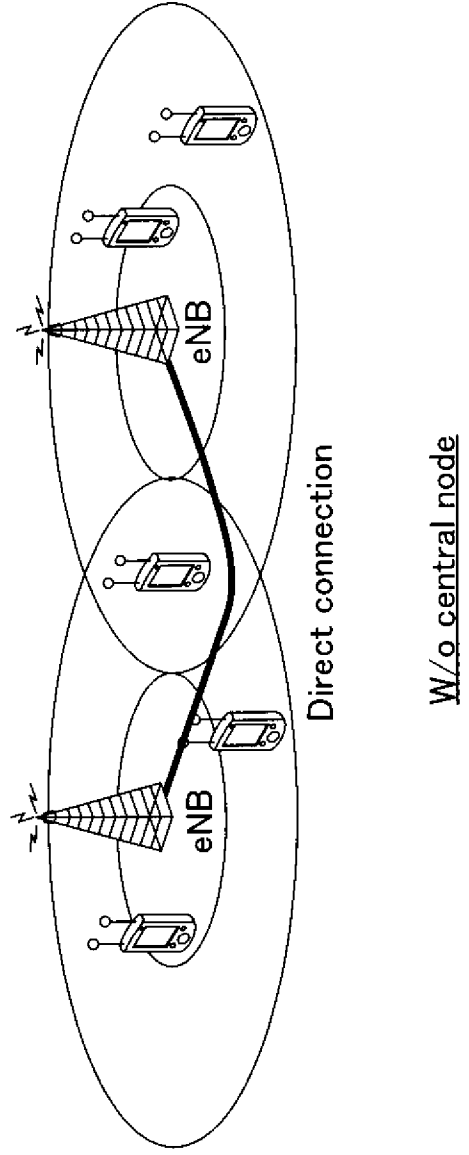
[7]

7A



With central node

7B



W/o central node

[図8]

図8A

with central node

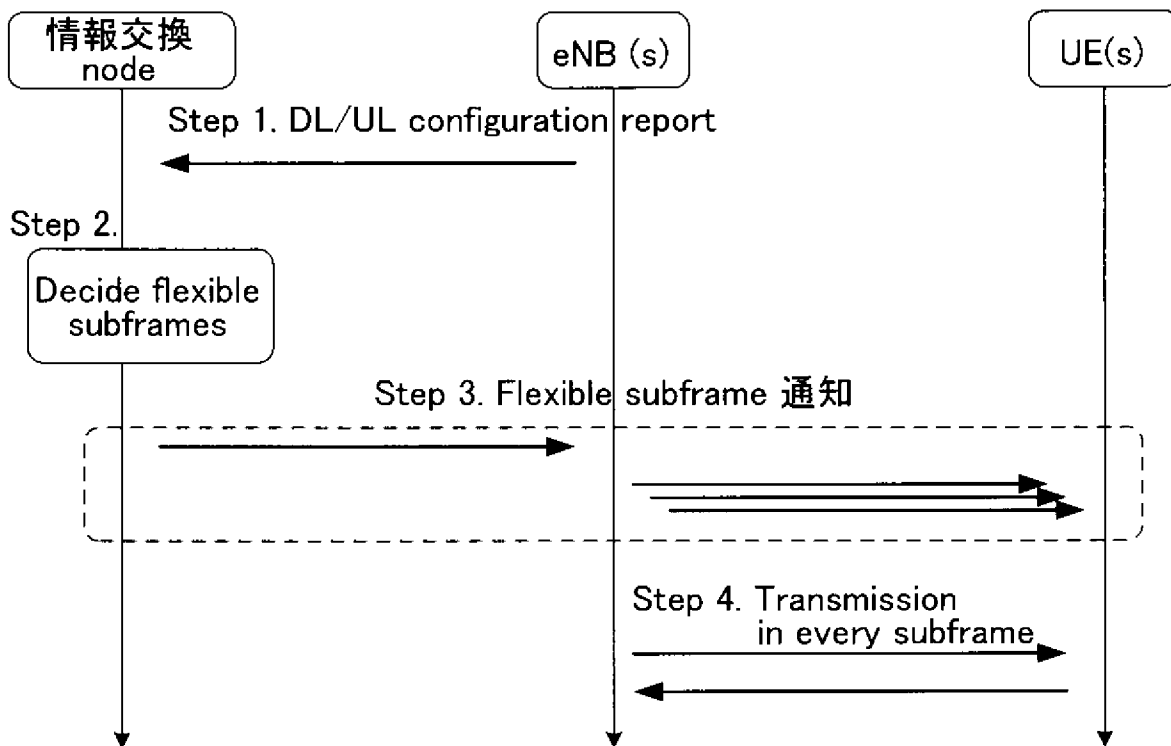
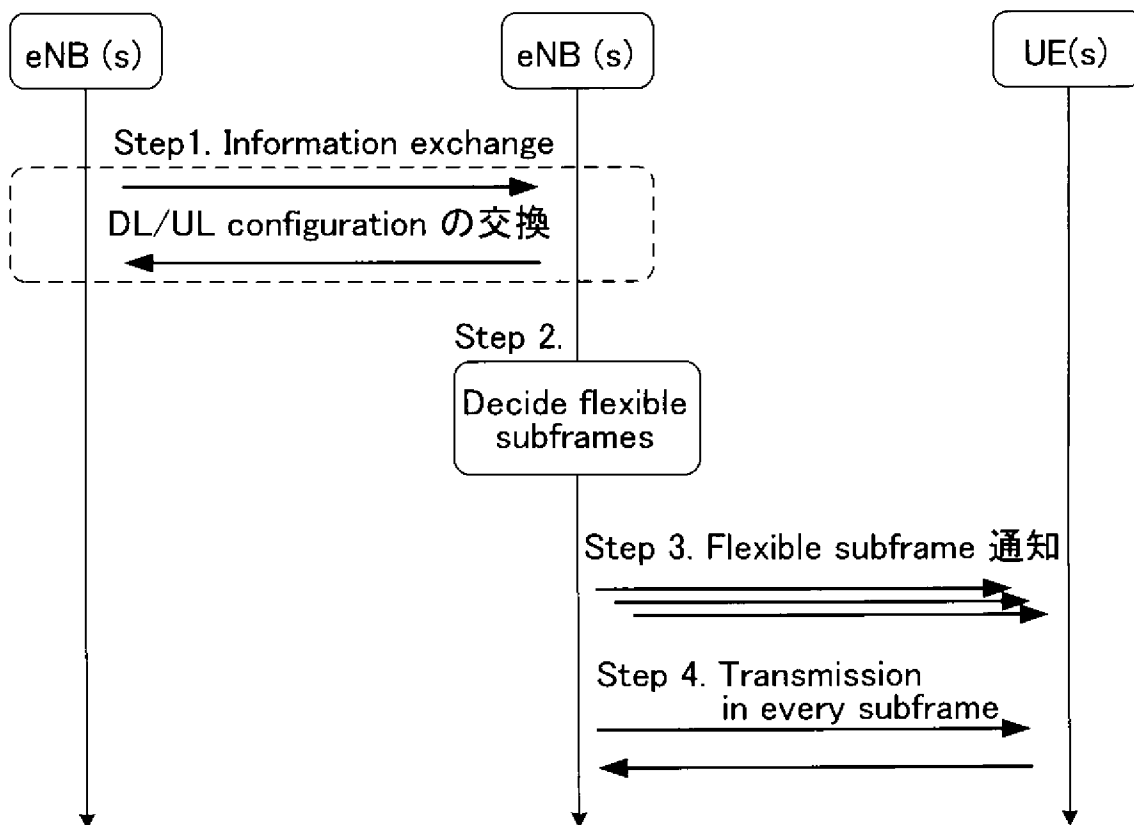
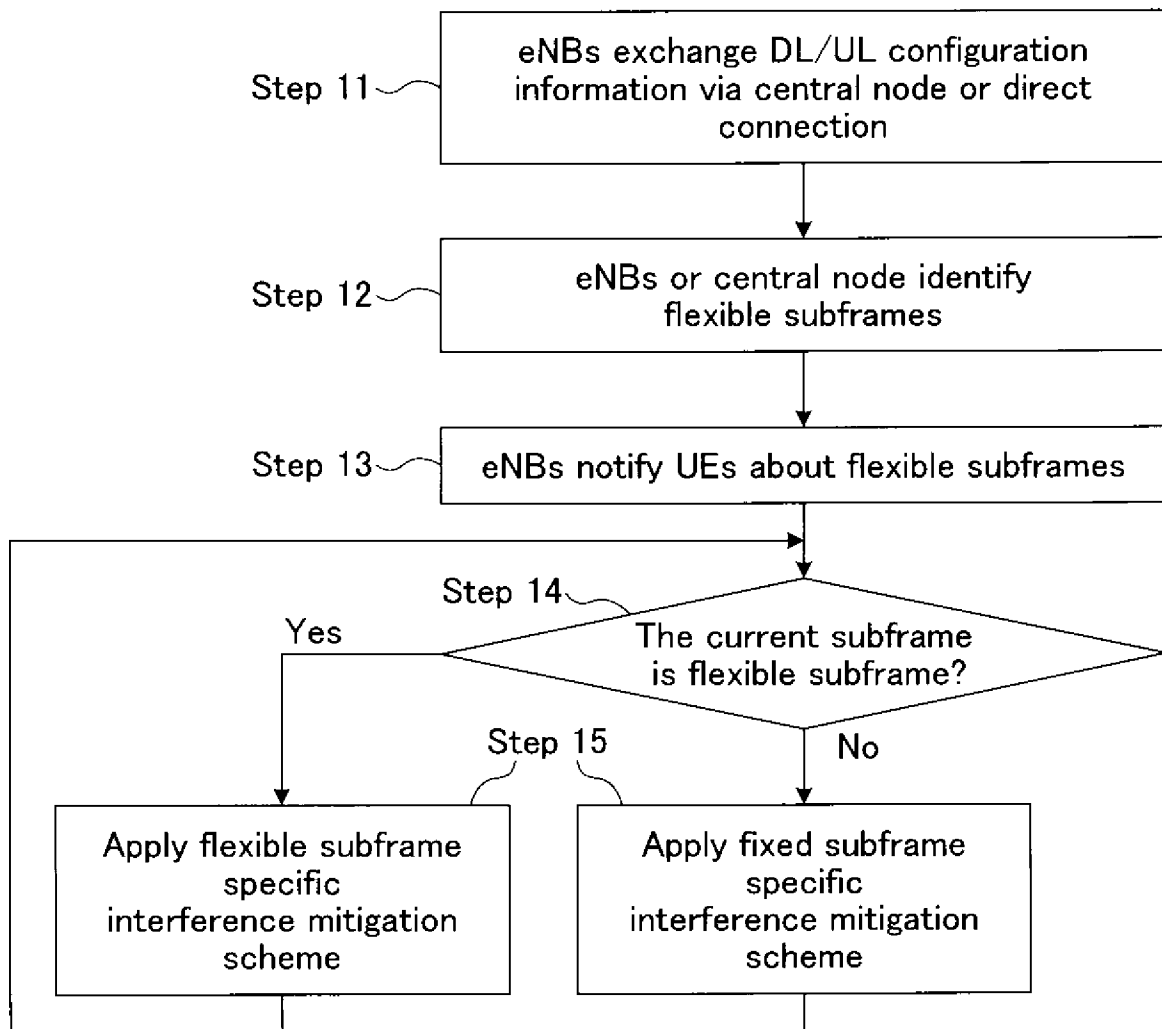


図8B

W/o central node



[図9]



[図10]

図10A

with central node

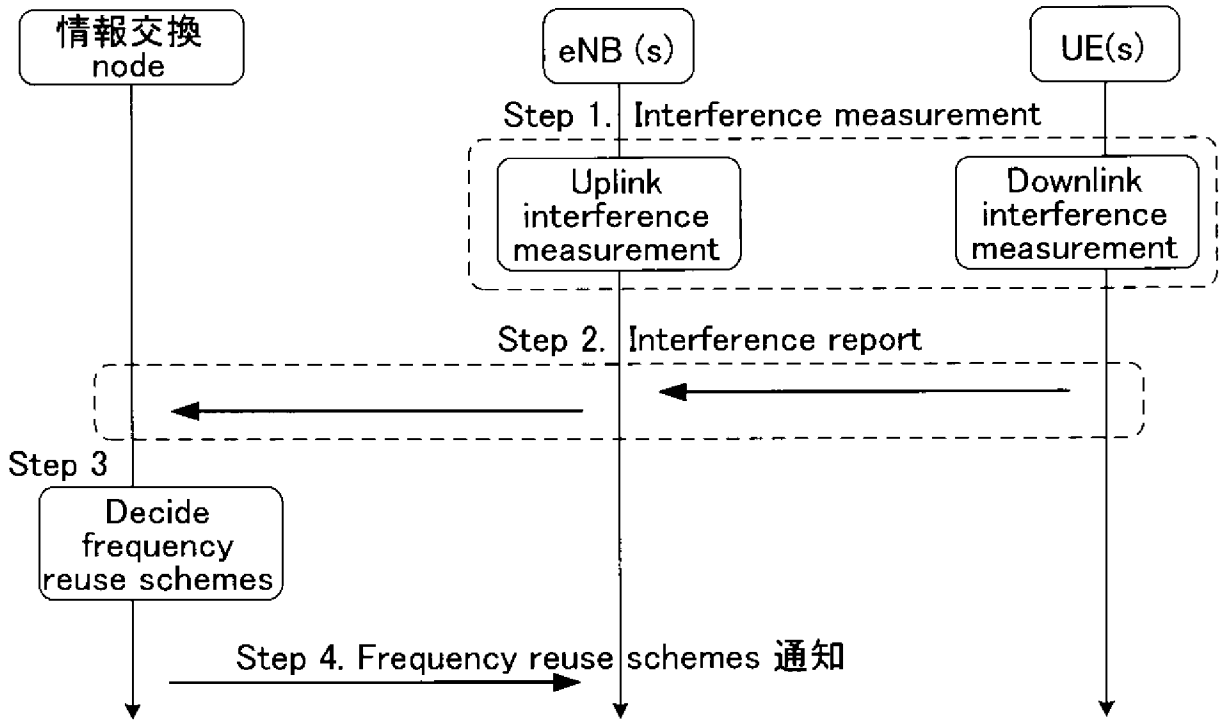
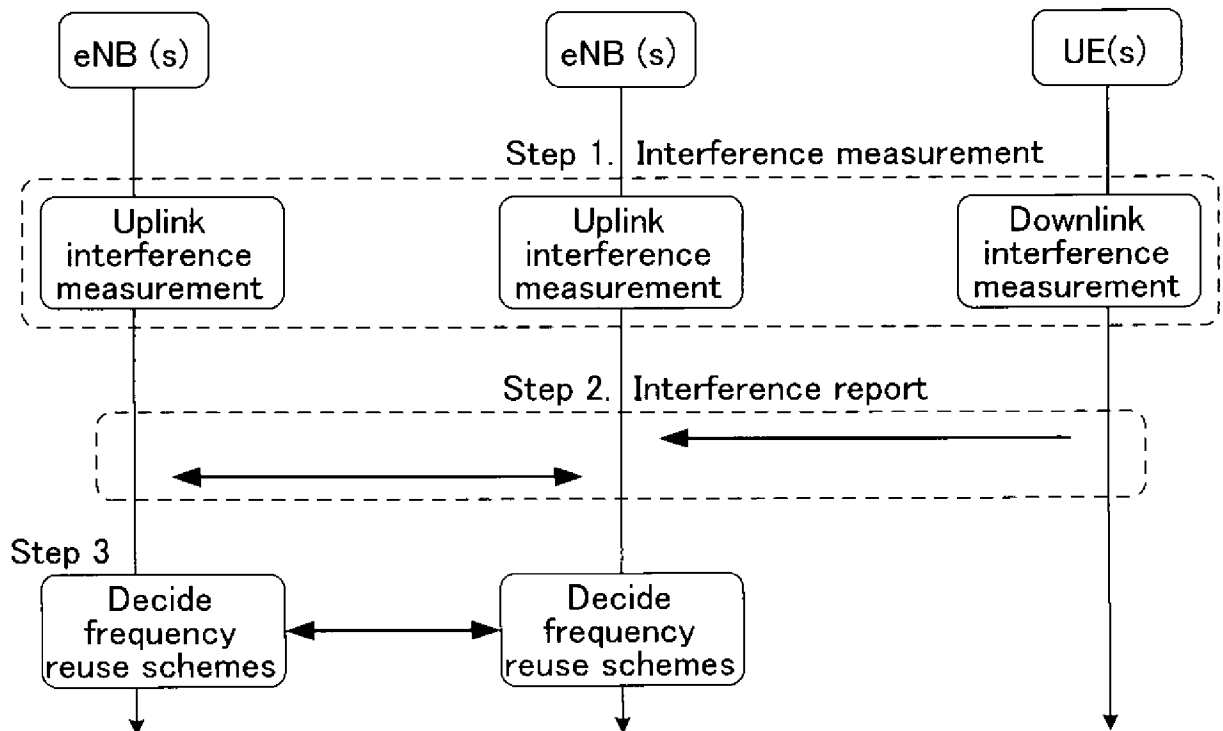
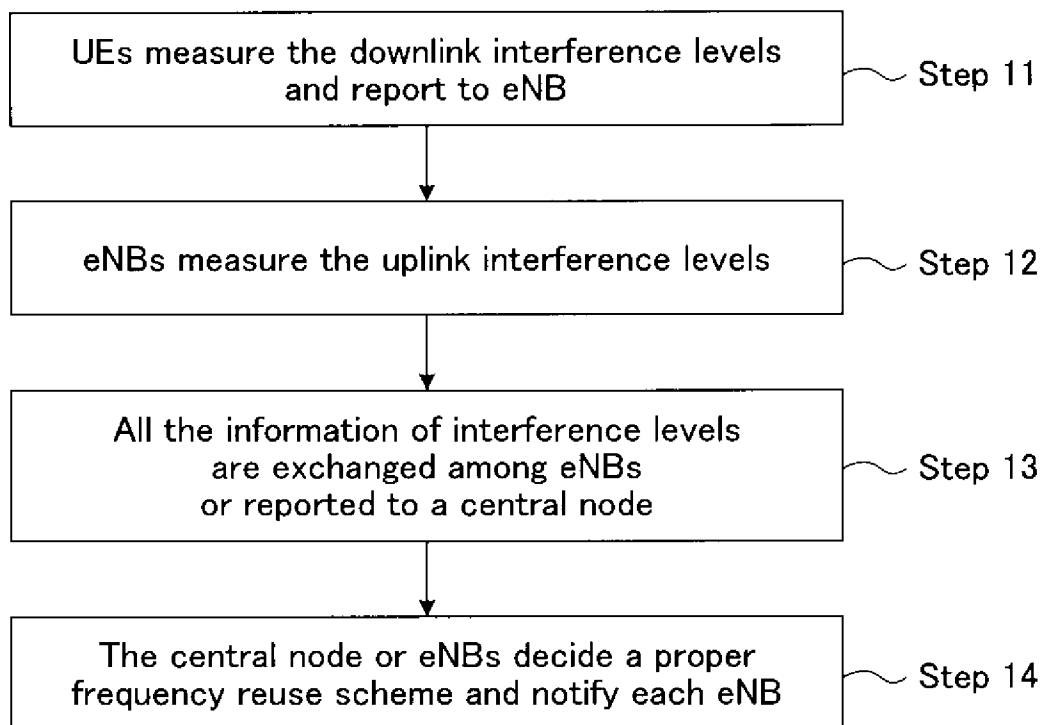


図10B

W/o central node



[図11]



[図12]

図12A

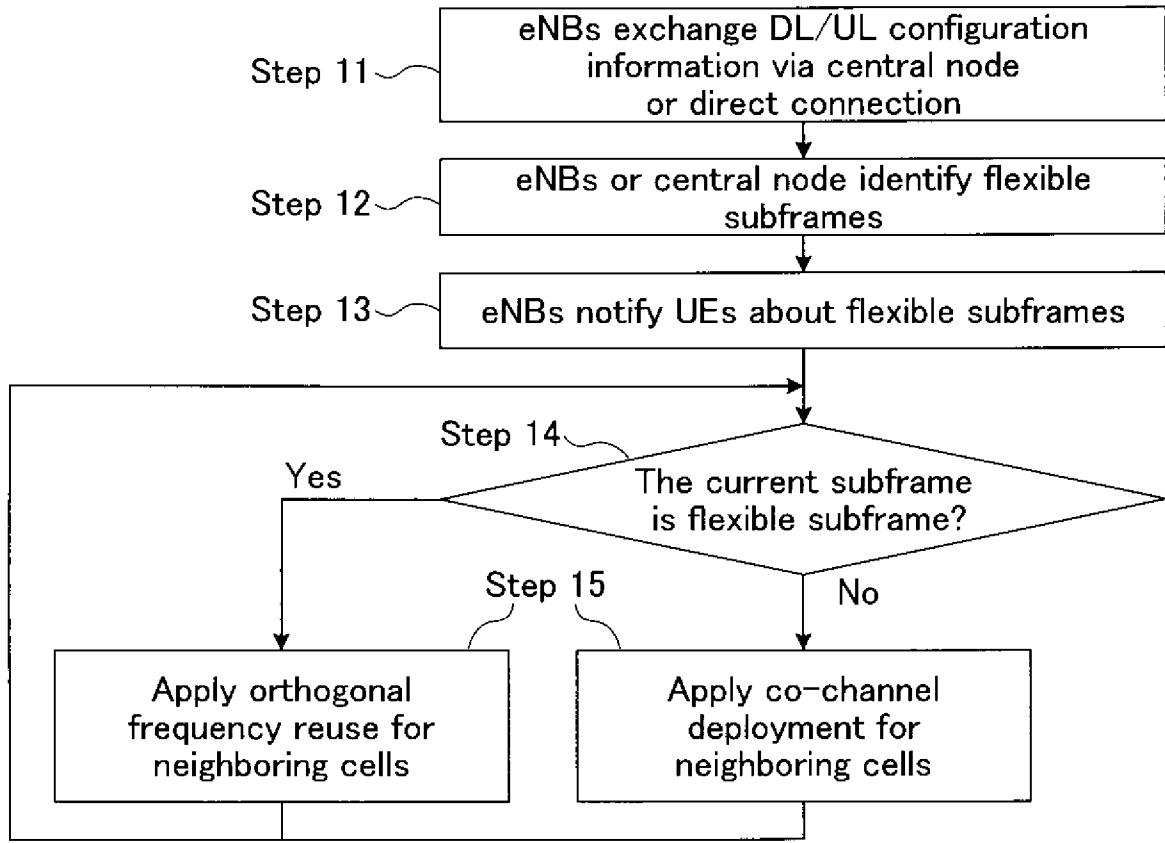
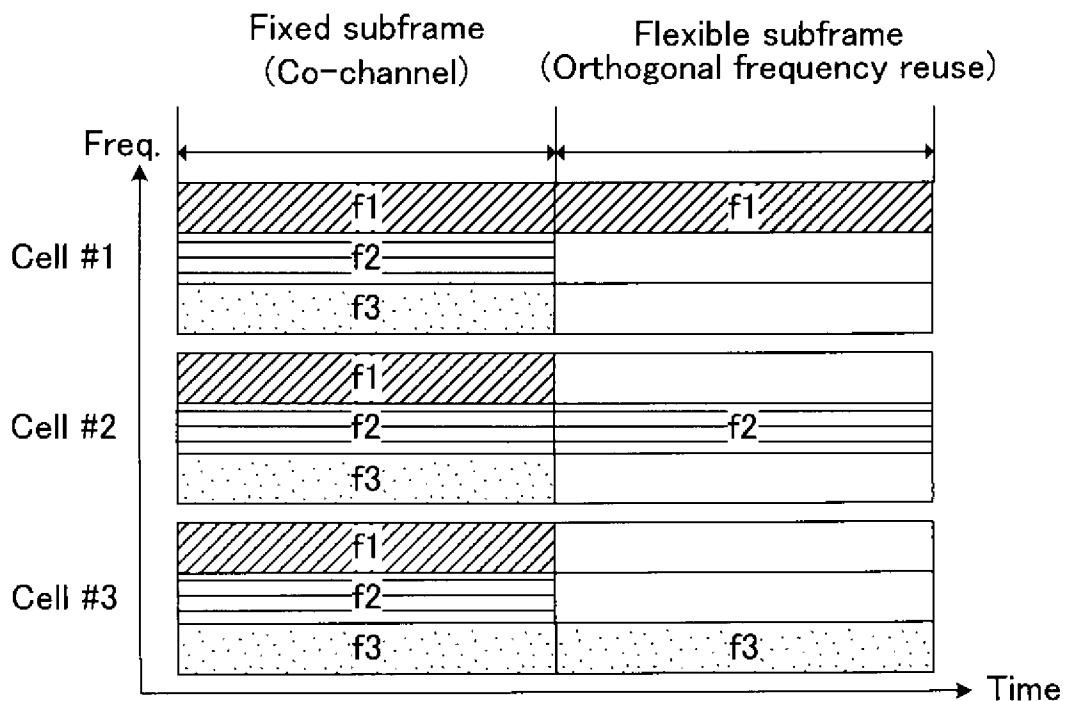


図12B



[図13]

図13A

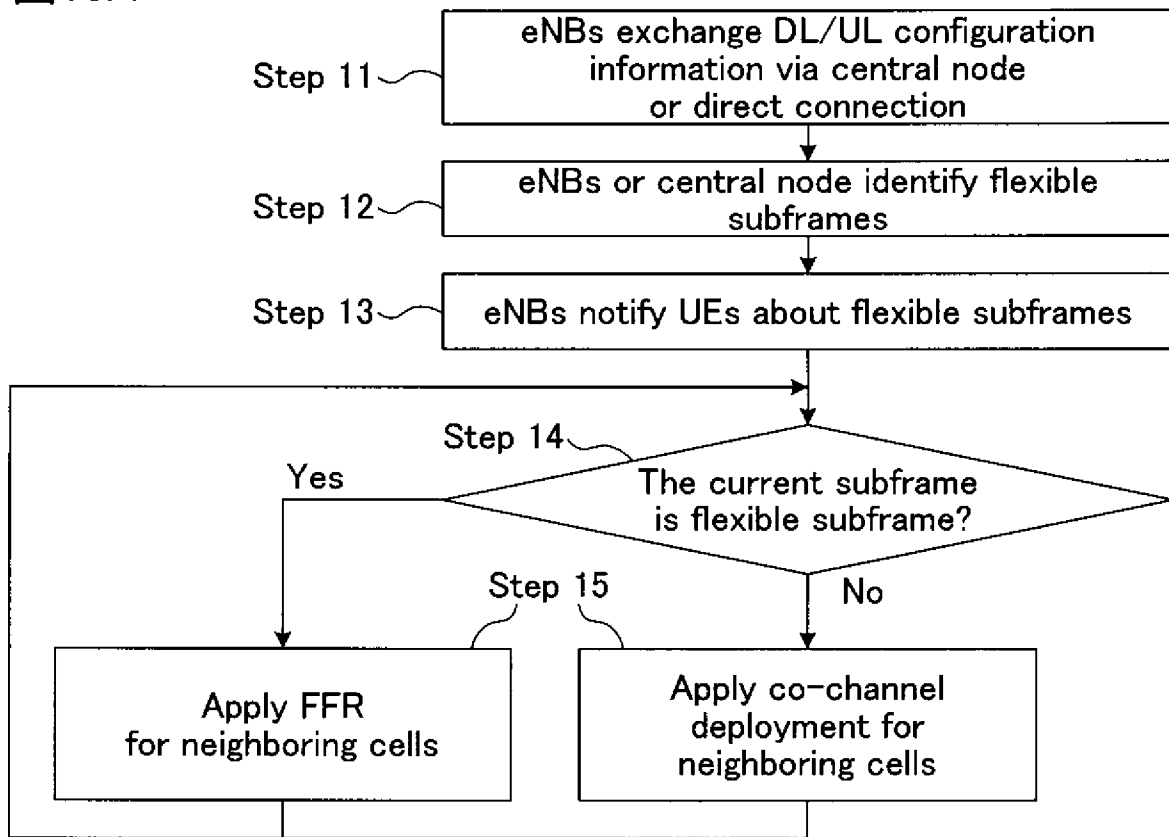
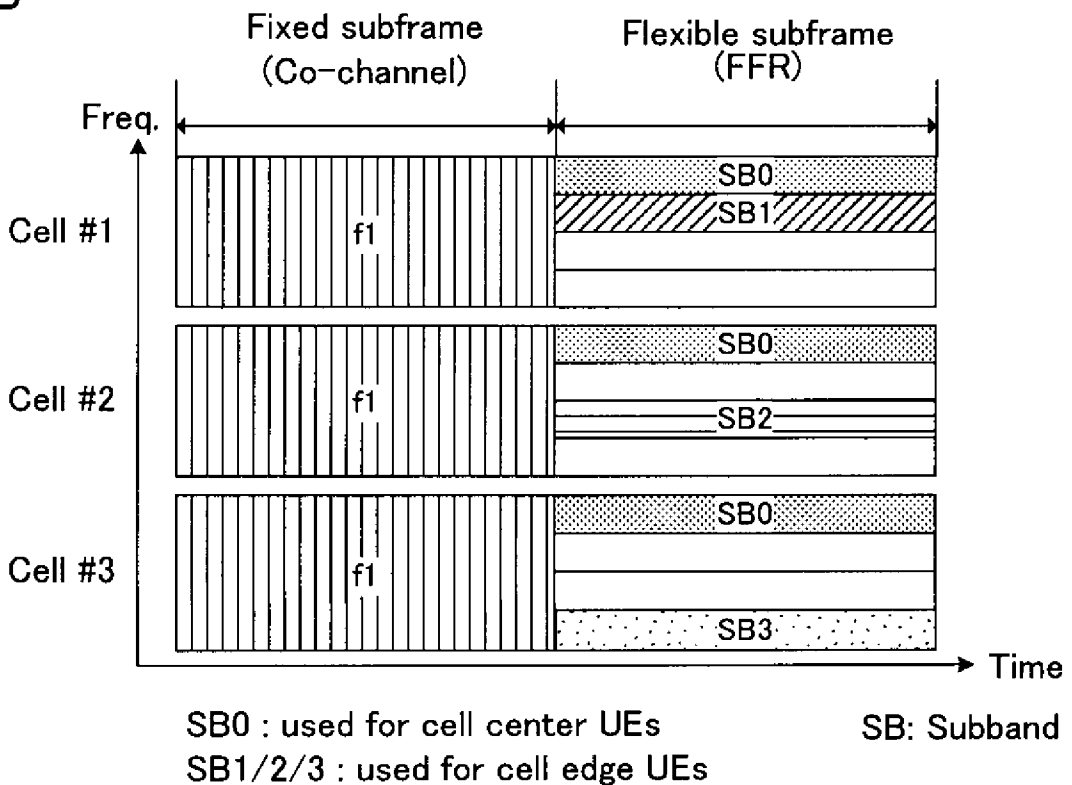


図13B



[図14]

図14A

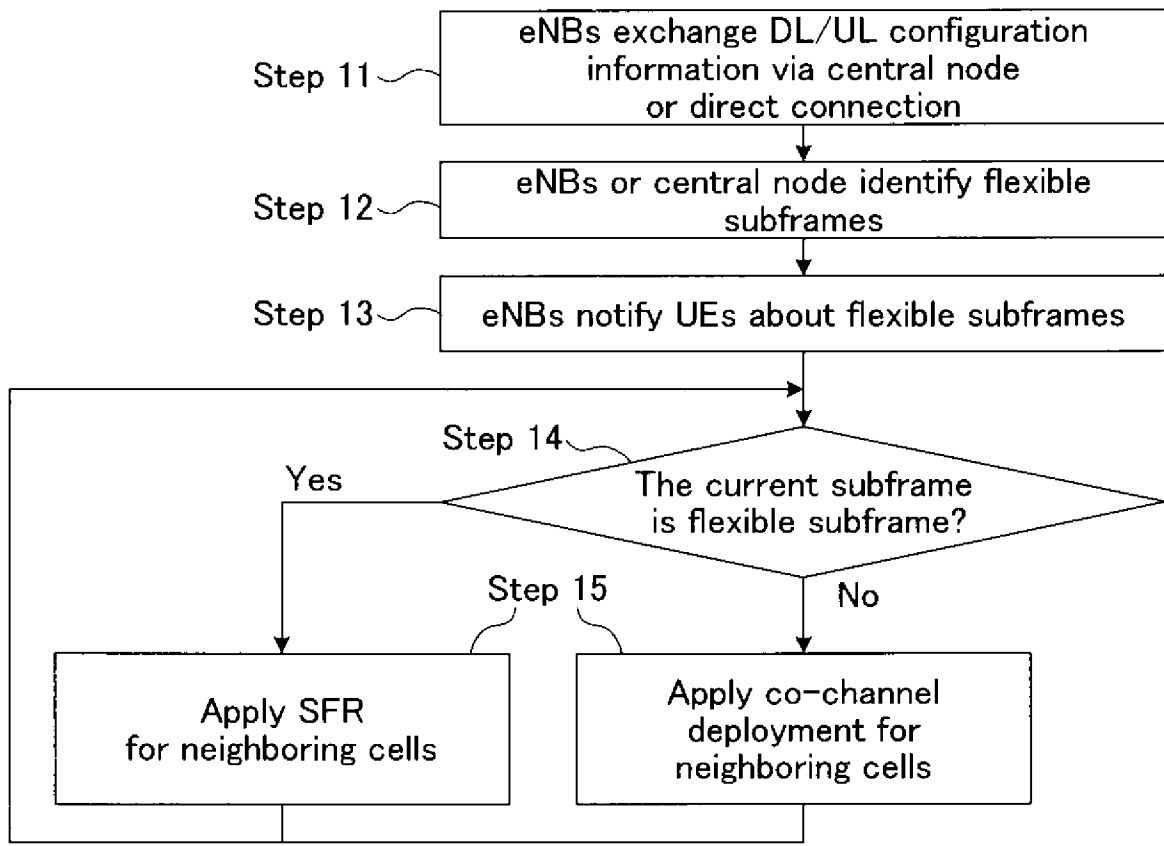
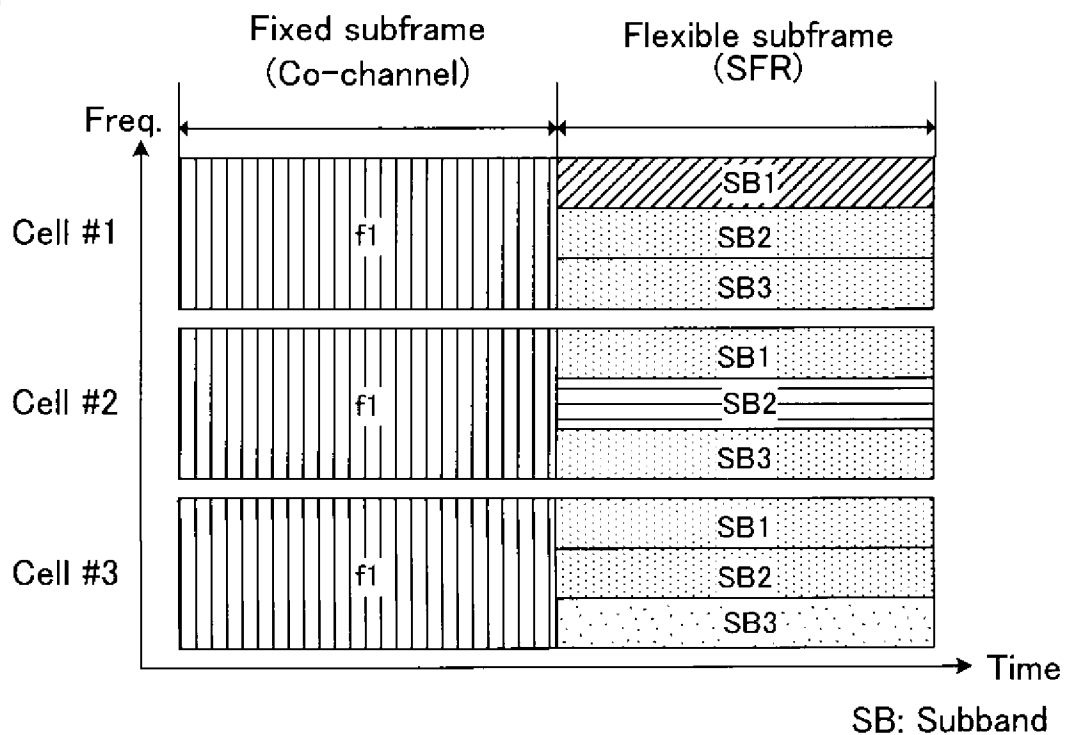


図14B



[図15]

図15A

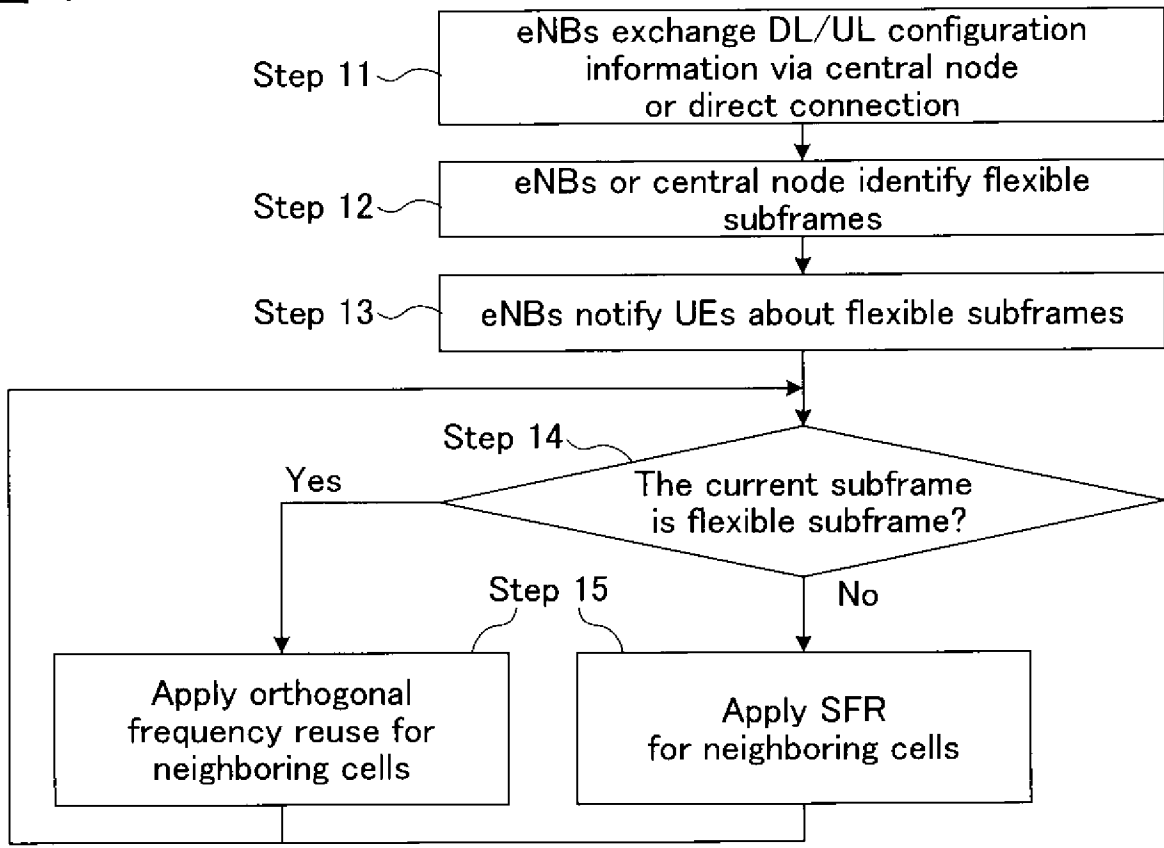
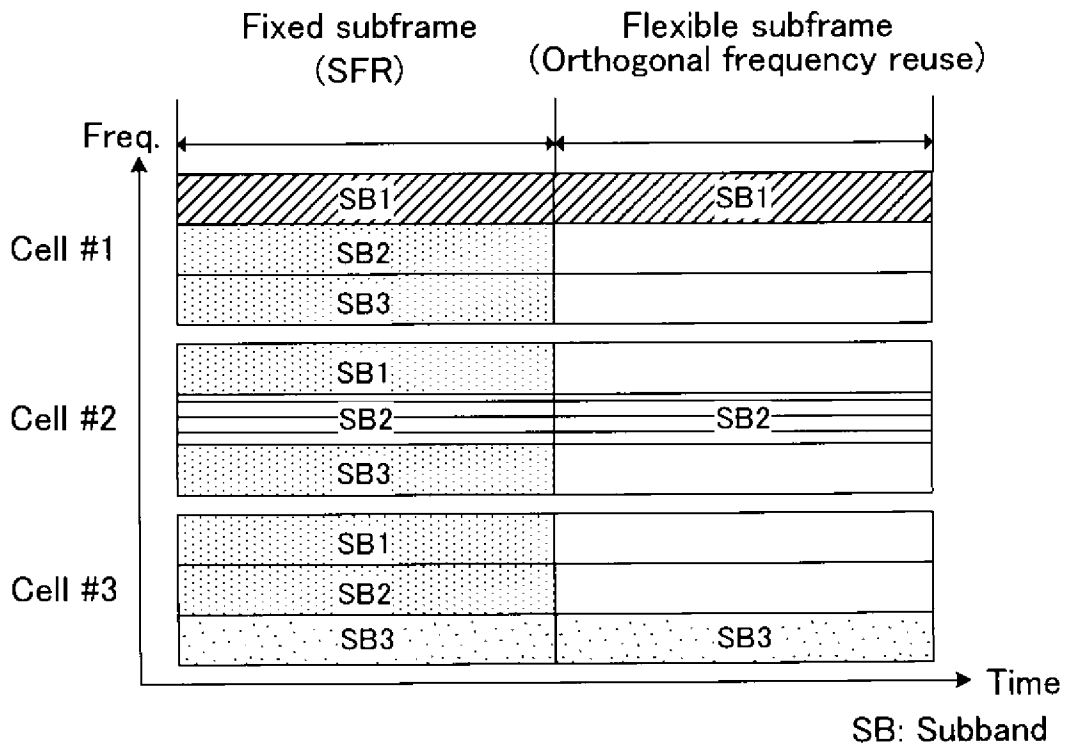


図15B



[図]16

図16A

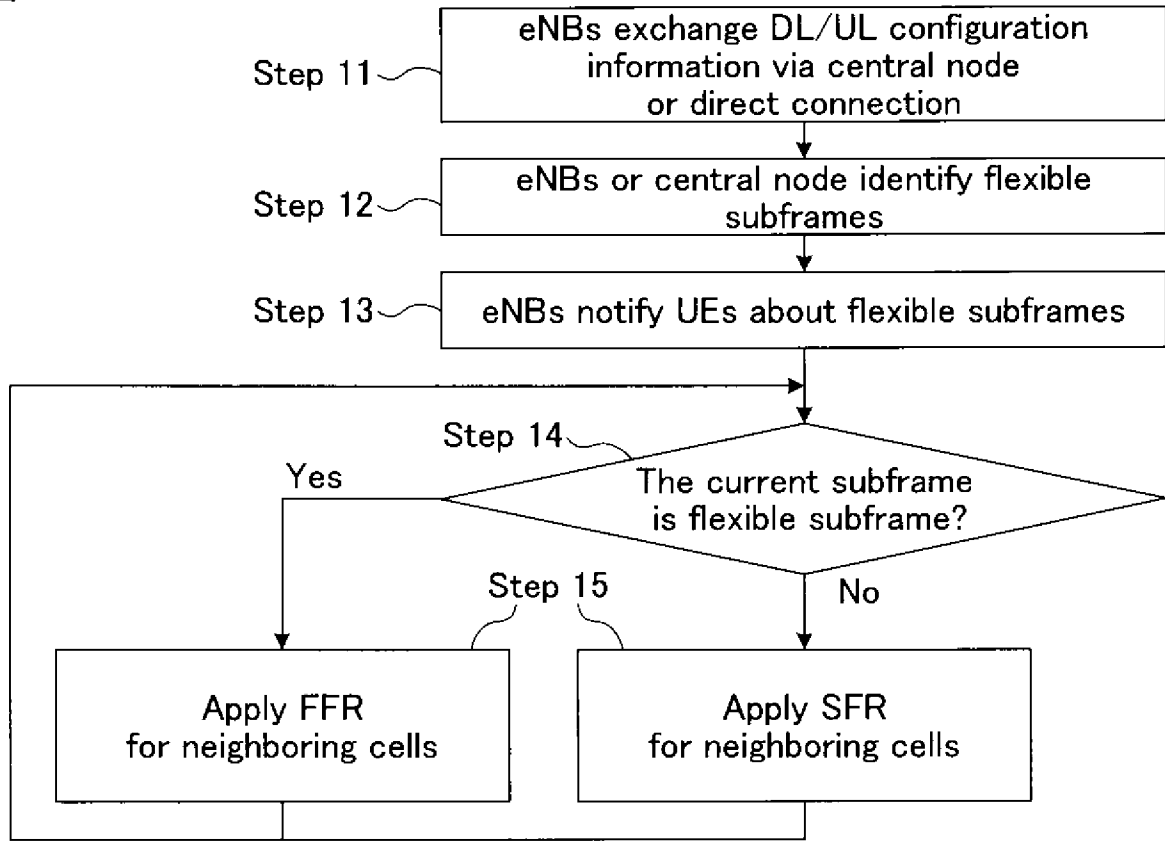
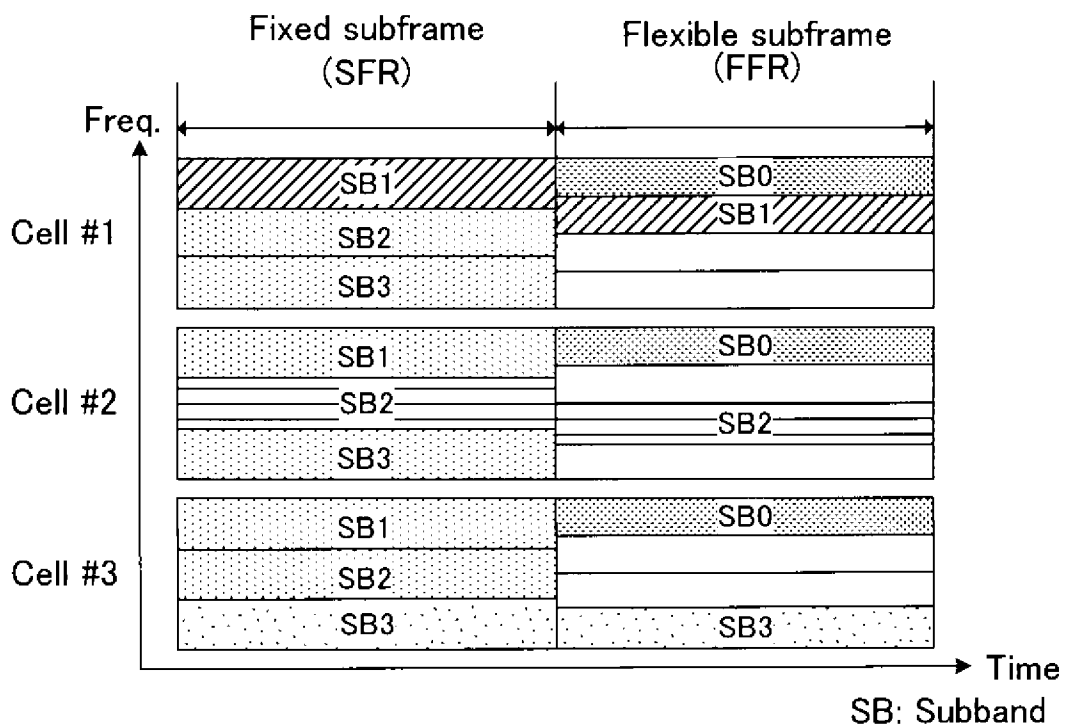
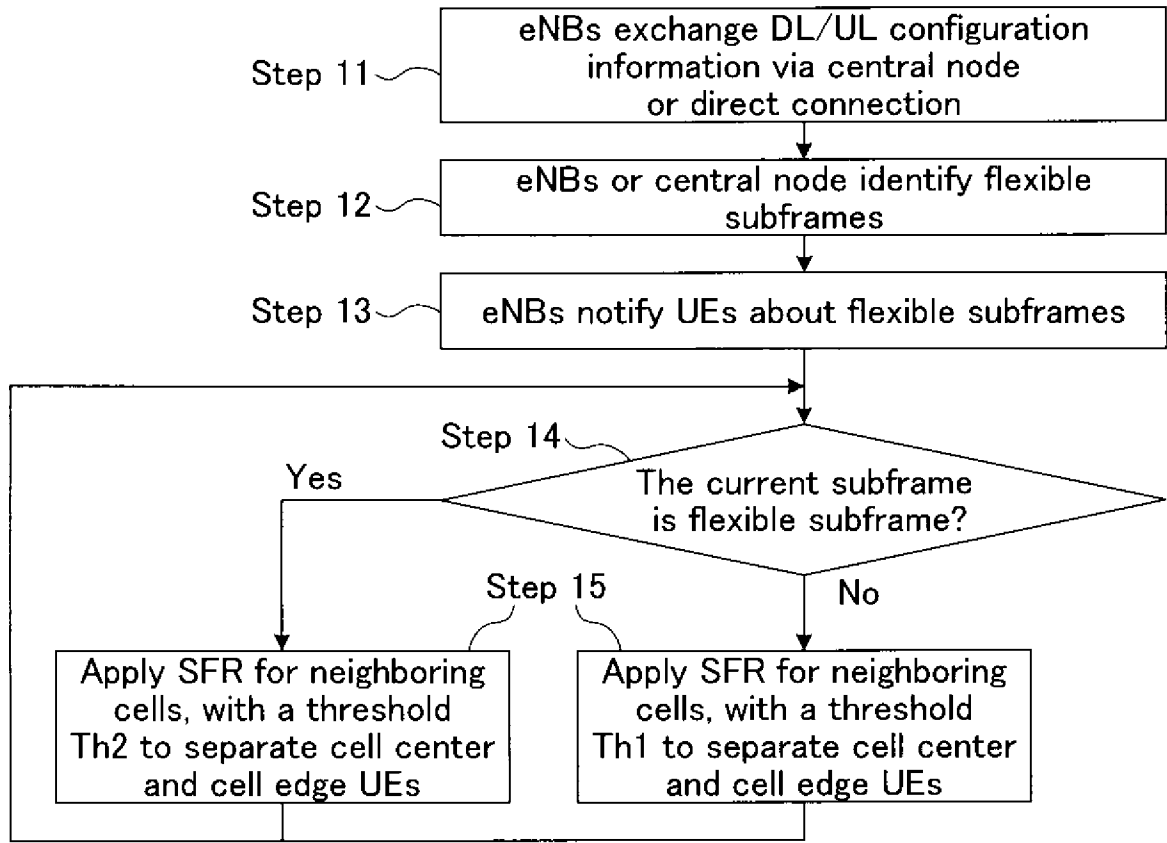


図16B

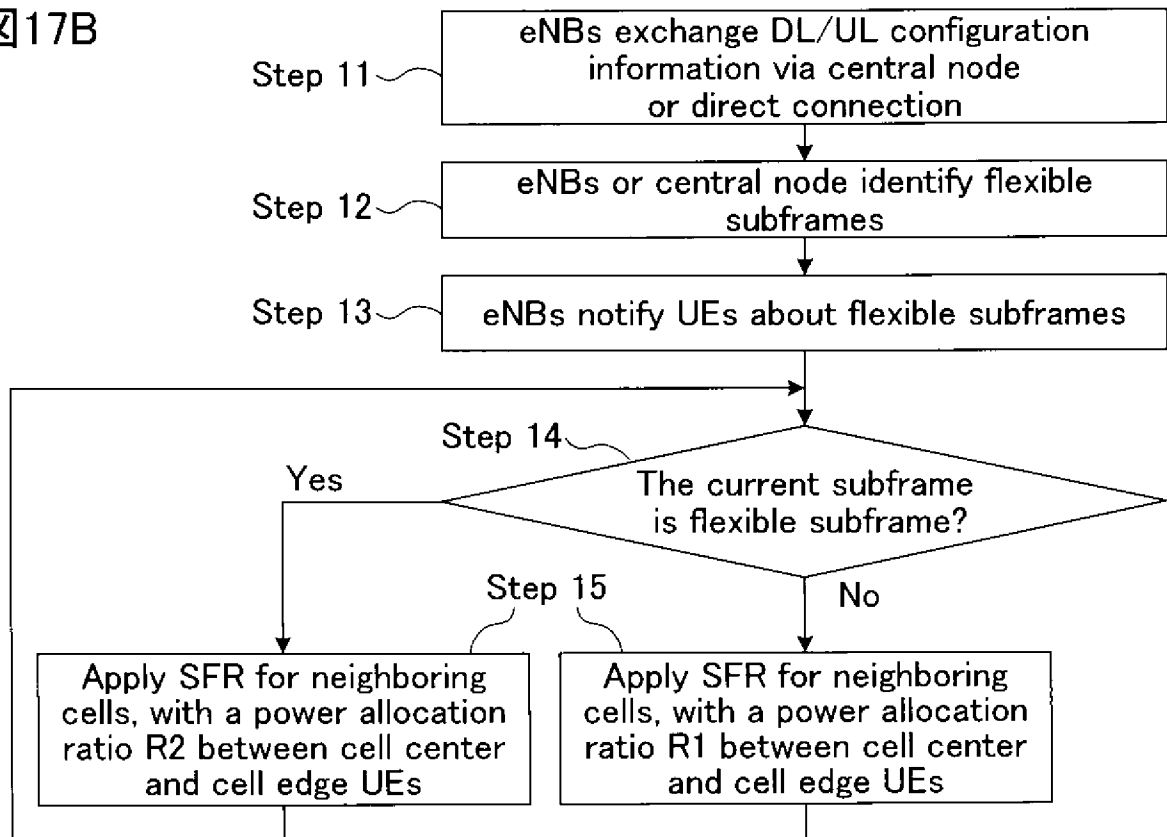


[図17]

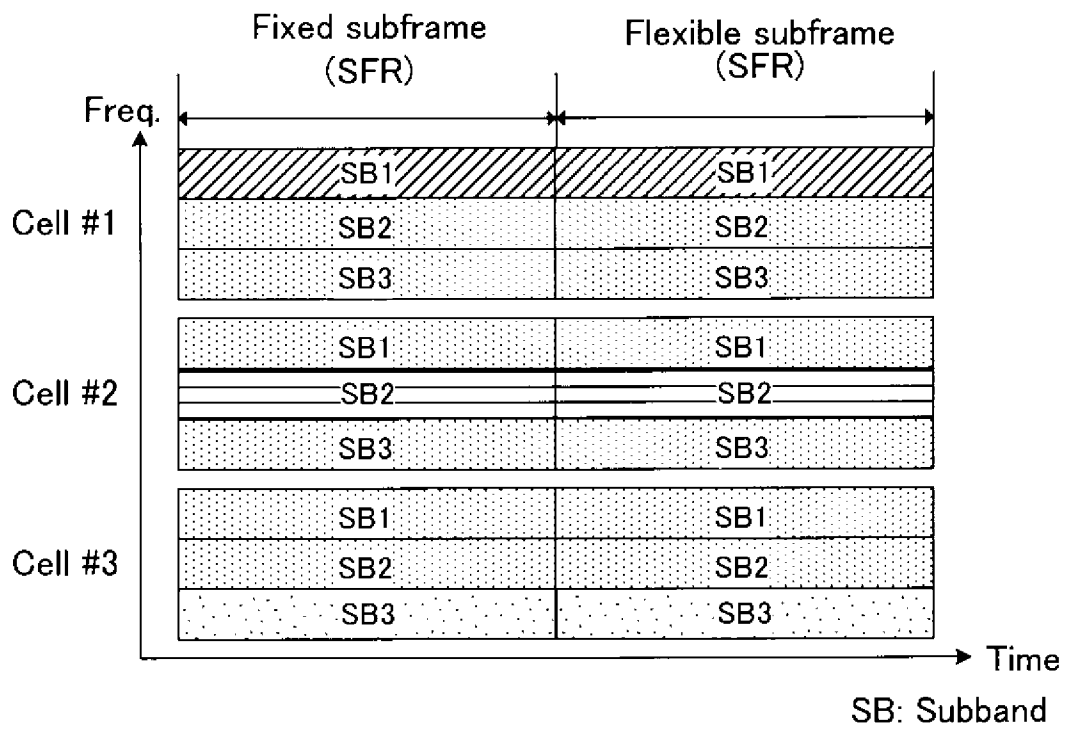
[図]17A



[図]17B

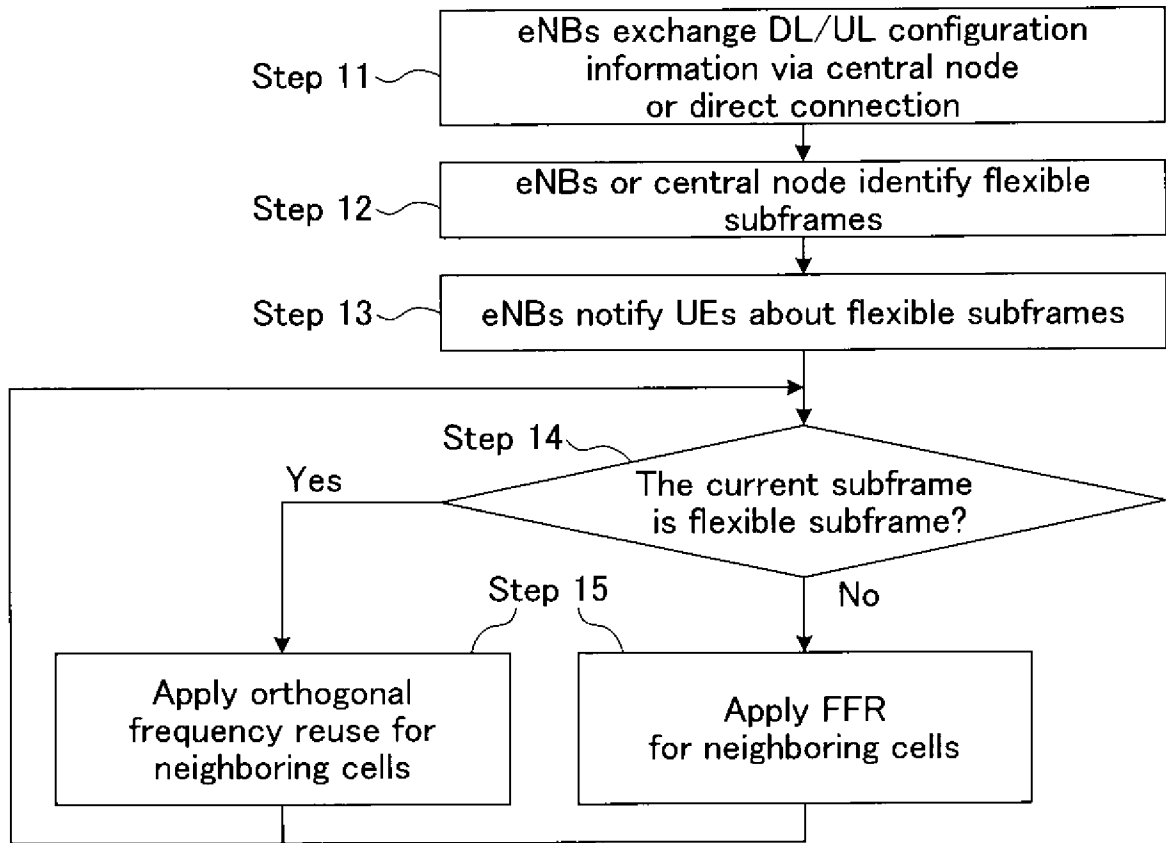


[図18]

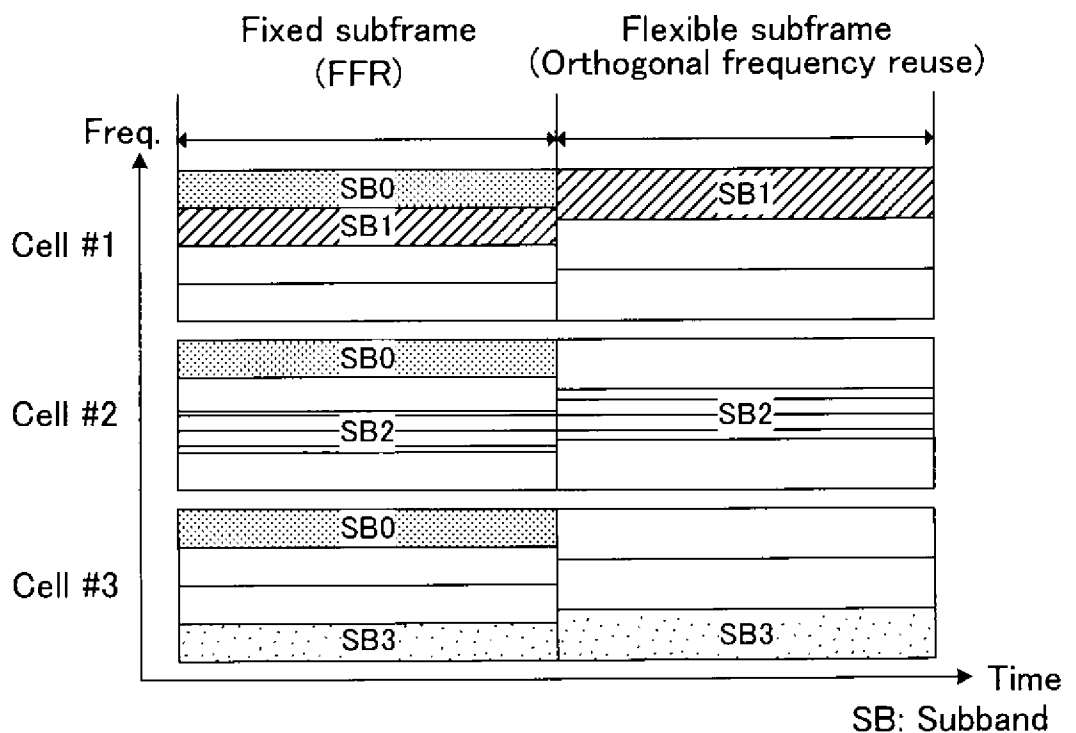


[図]19

19A



19B



[図20]

図20A

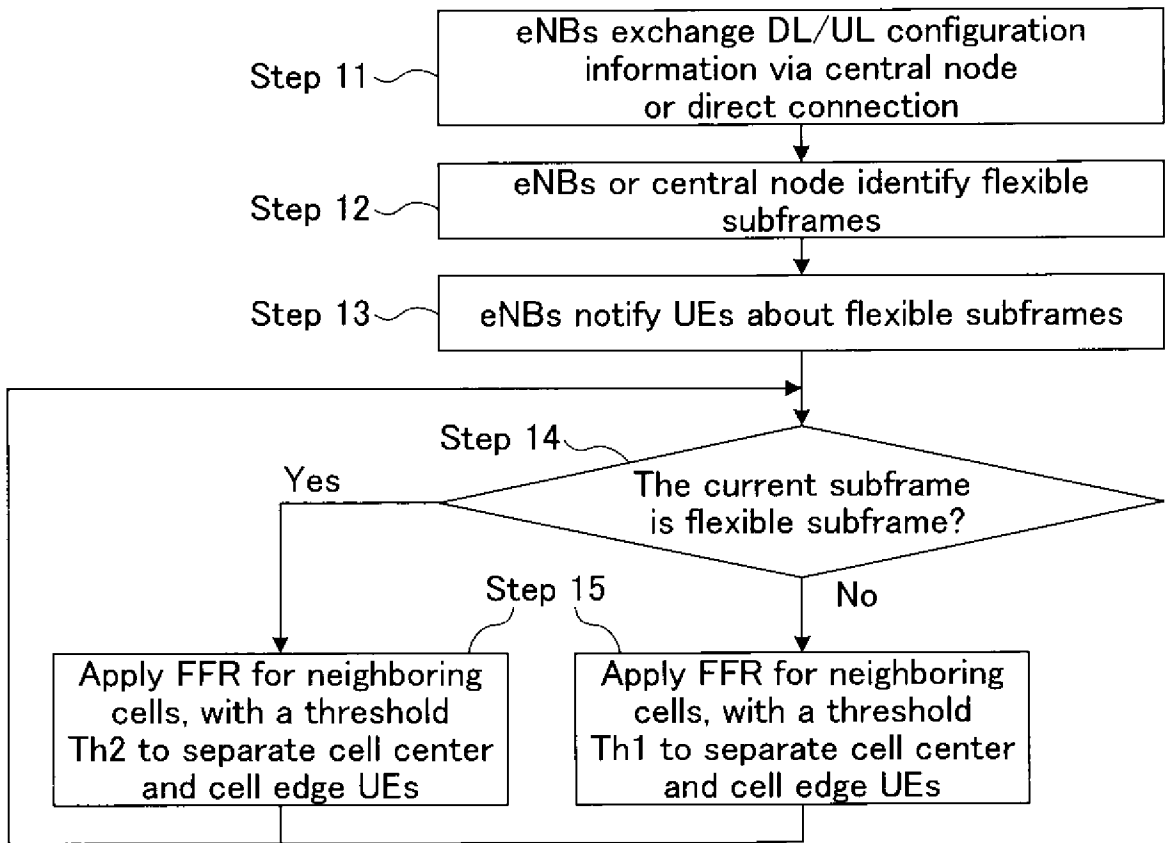
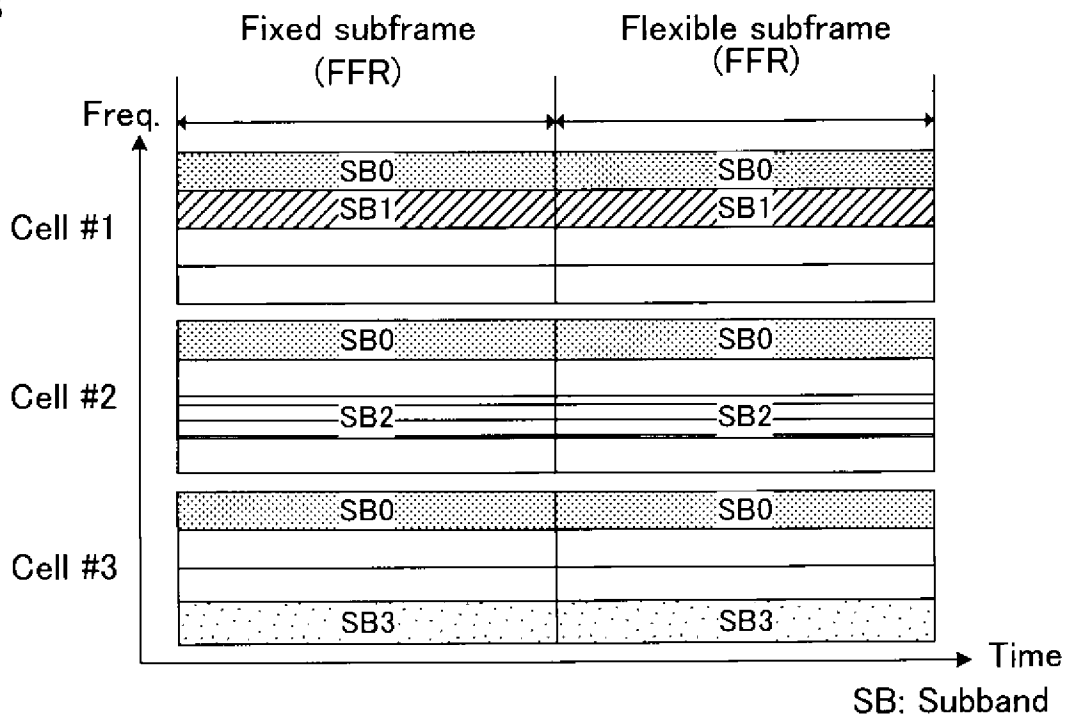
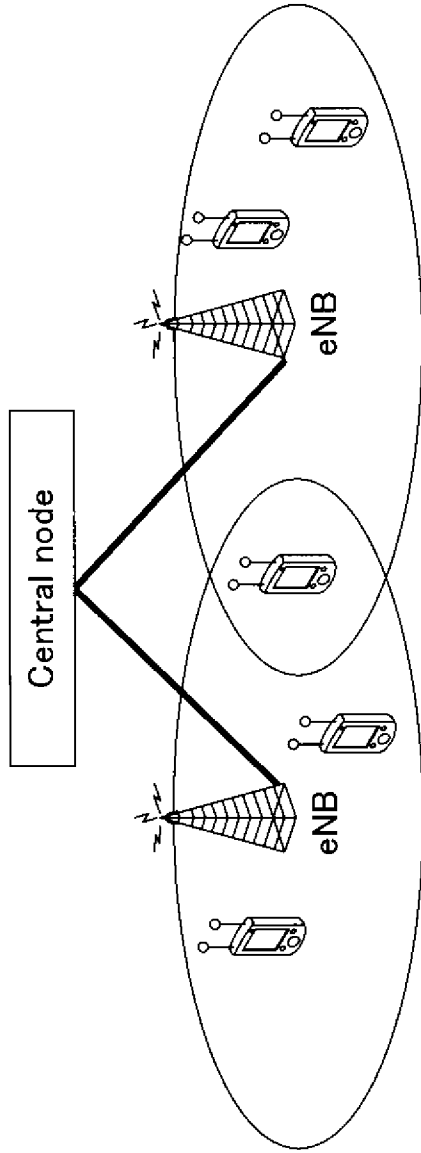


図20B



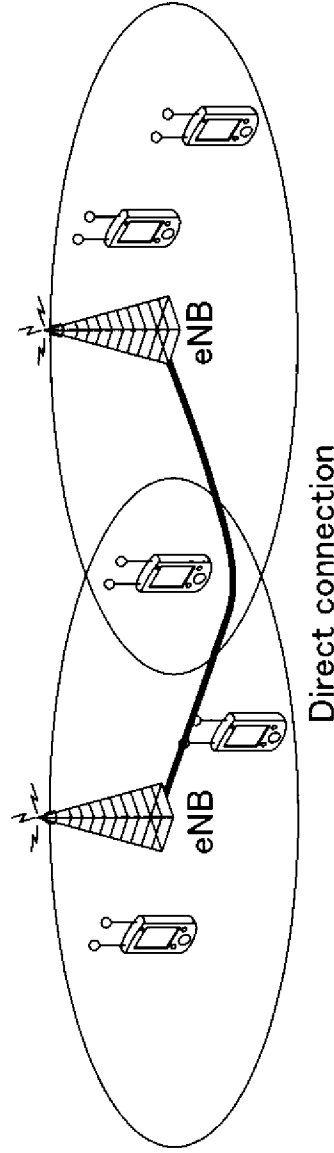
[21]

21A



With central node

21B



W/o central node

[図22]

図22A

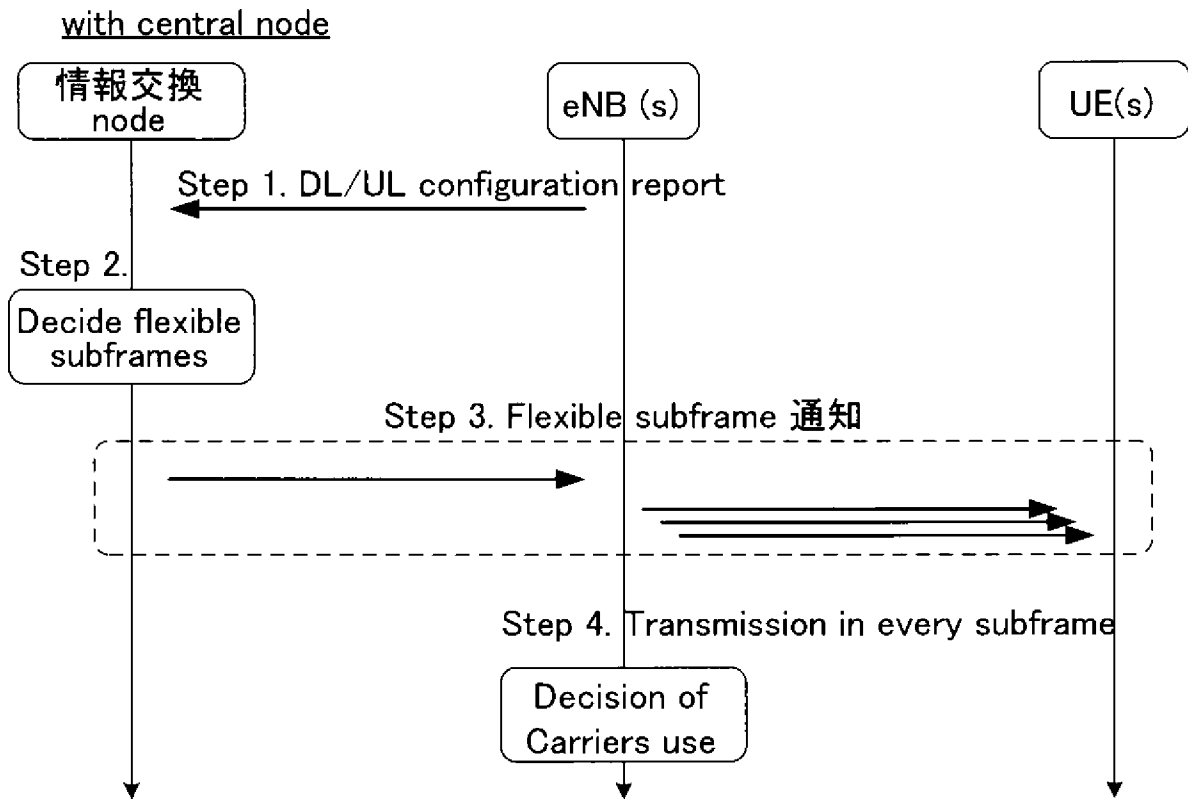
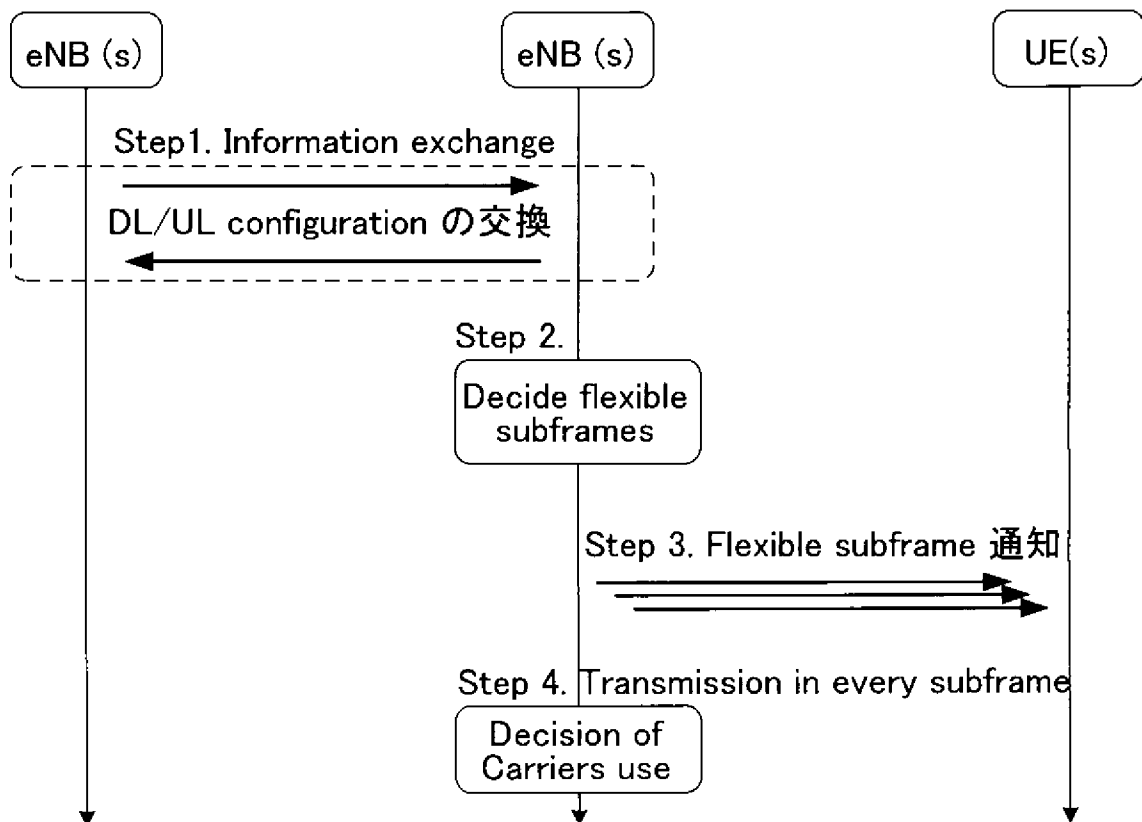


図22B

W/o central node



[図23]

図23A

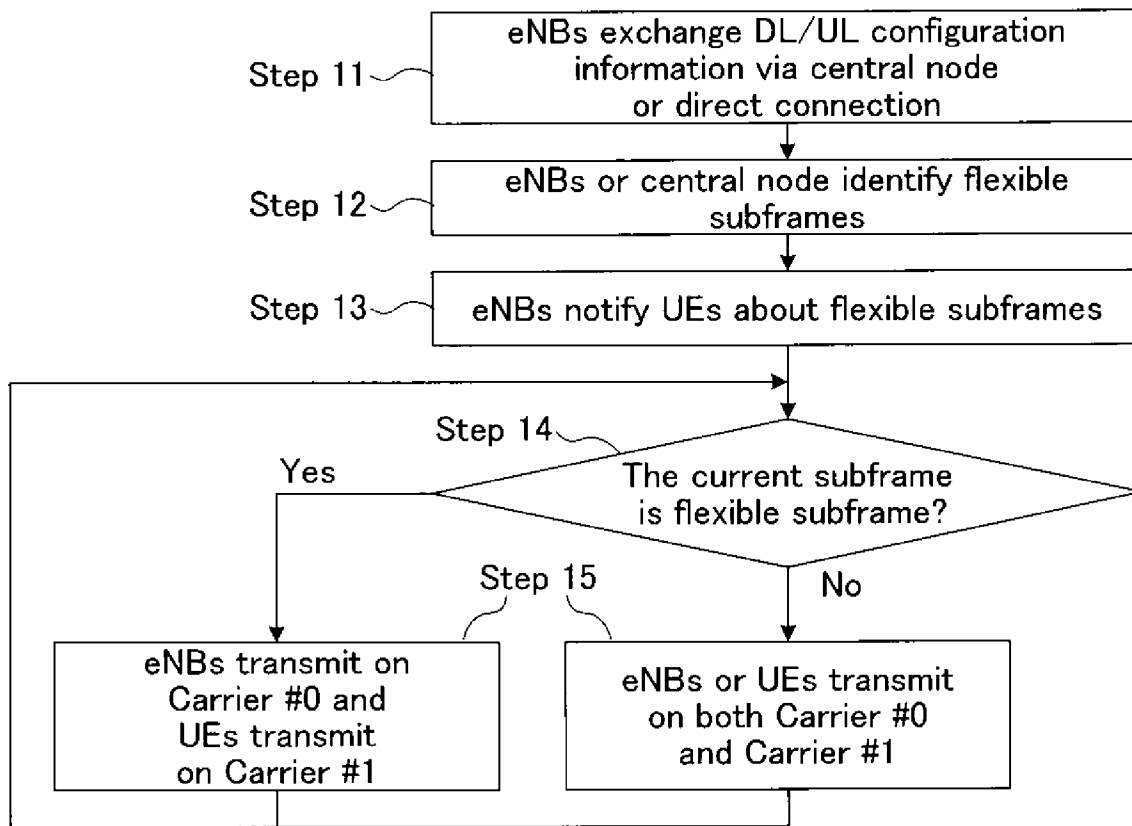
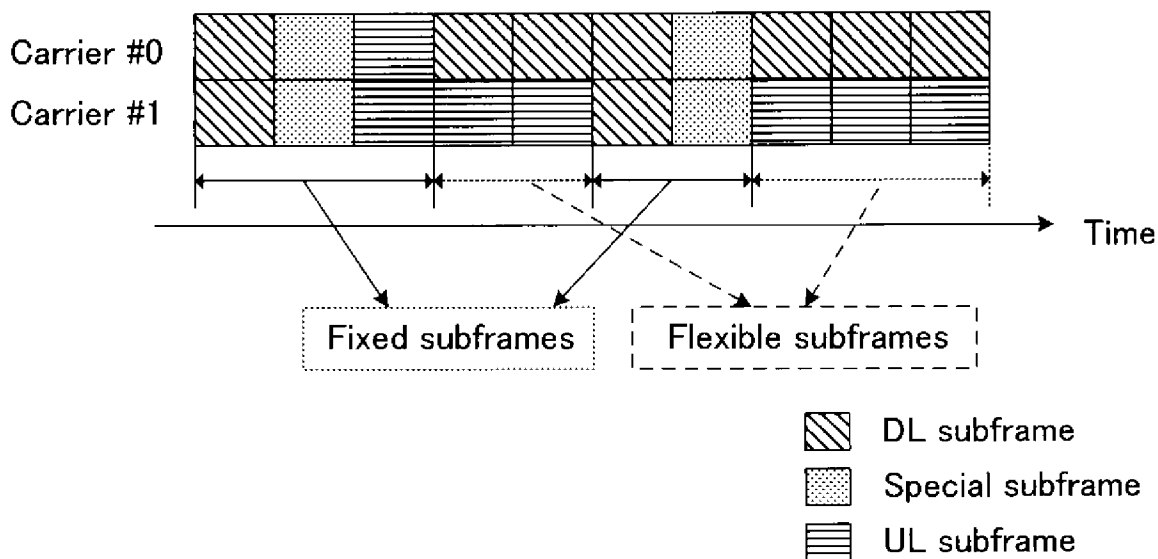


図23B



Hybrid TDD/FDD operation

[図24]

図24A

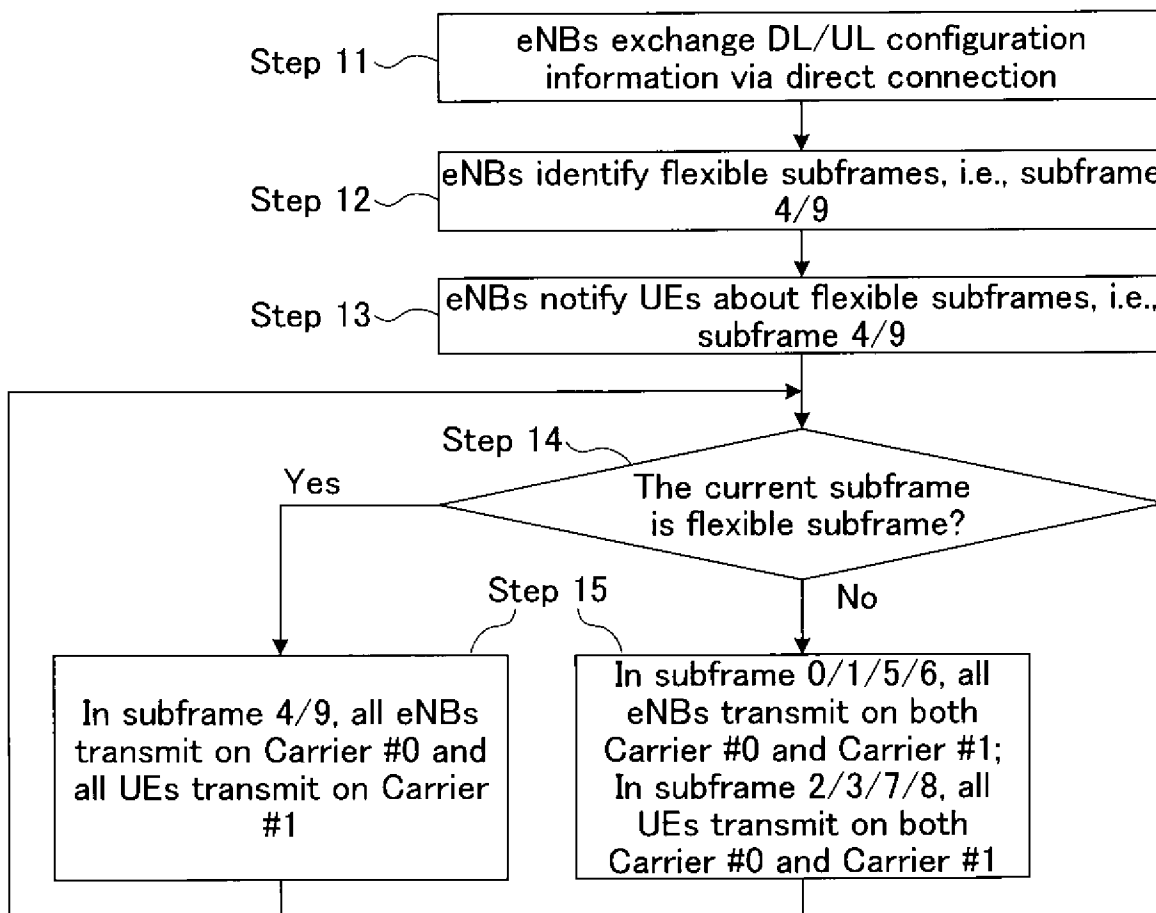
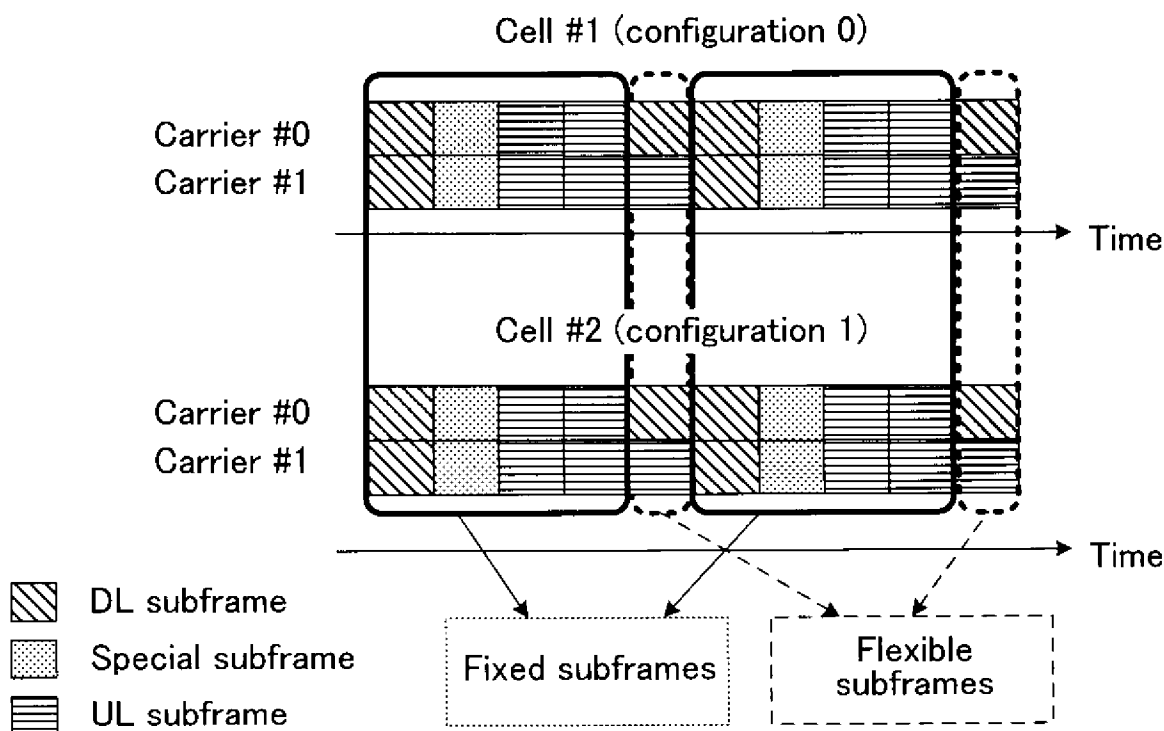


図24B



[図25]

図25A

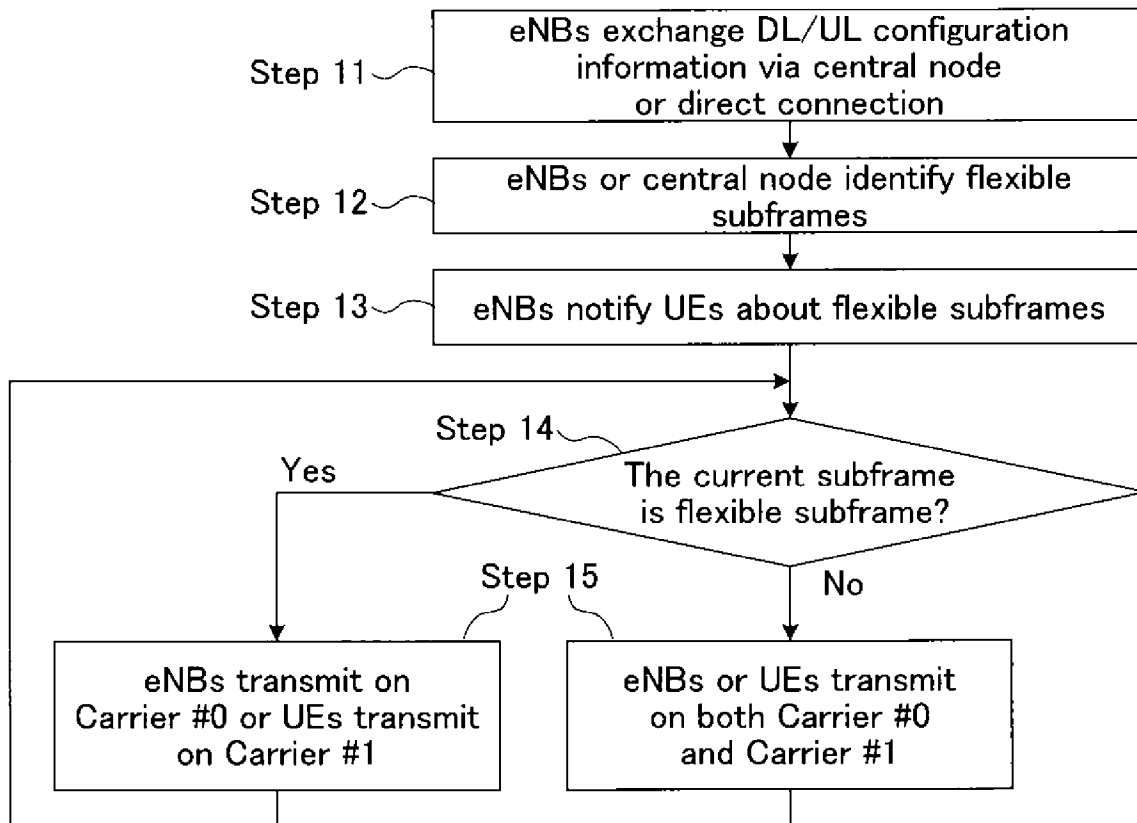
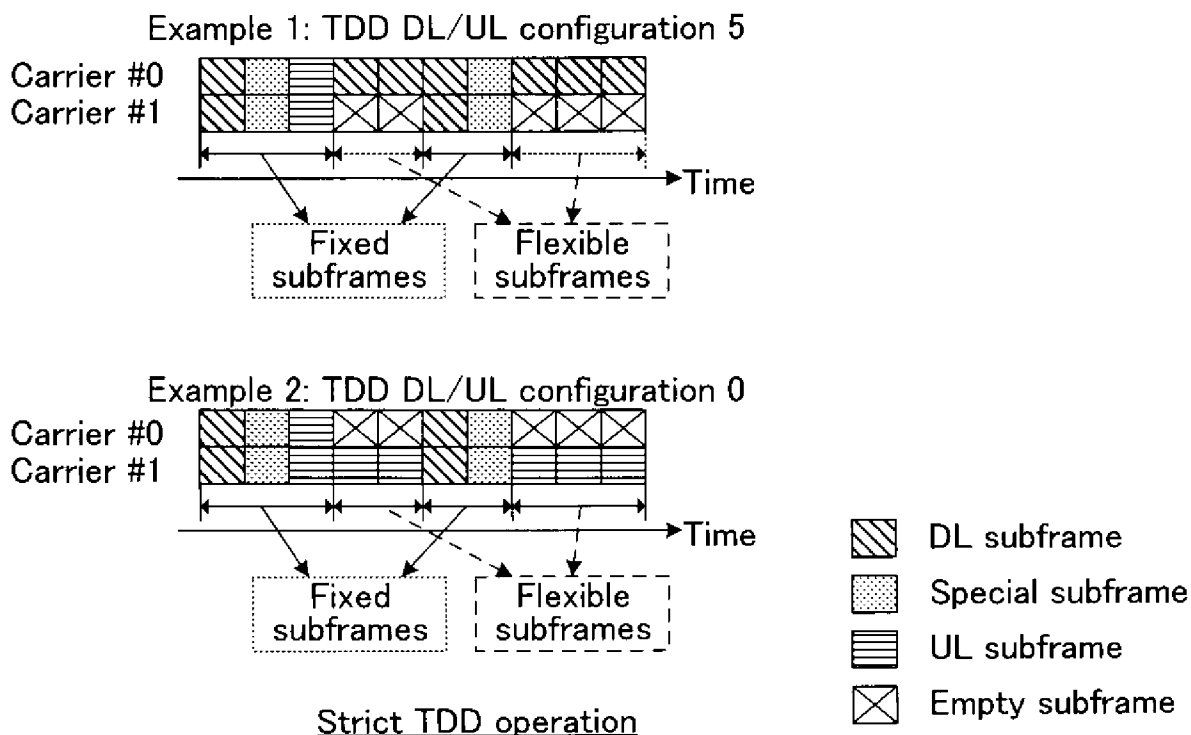


図25B



[図26]

図26A

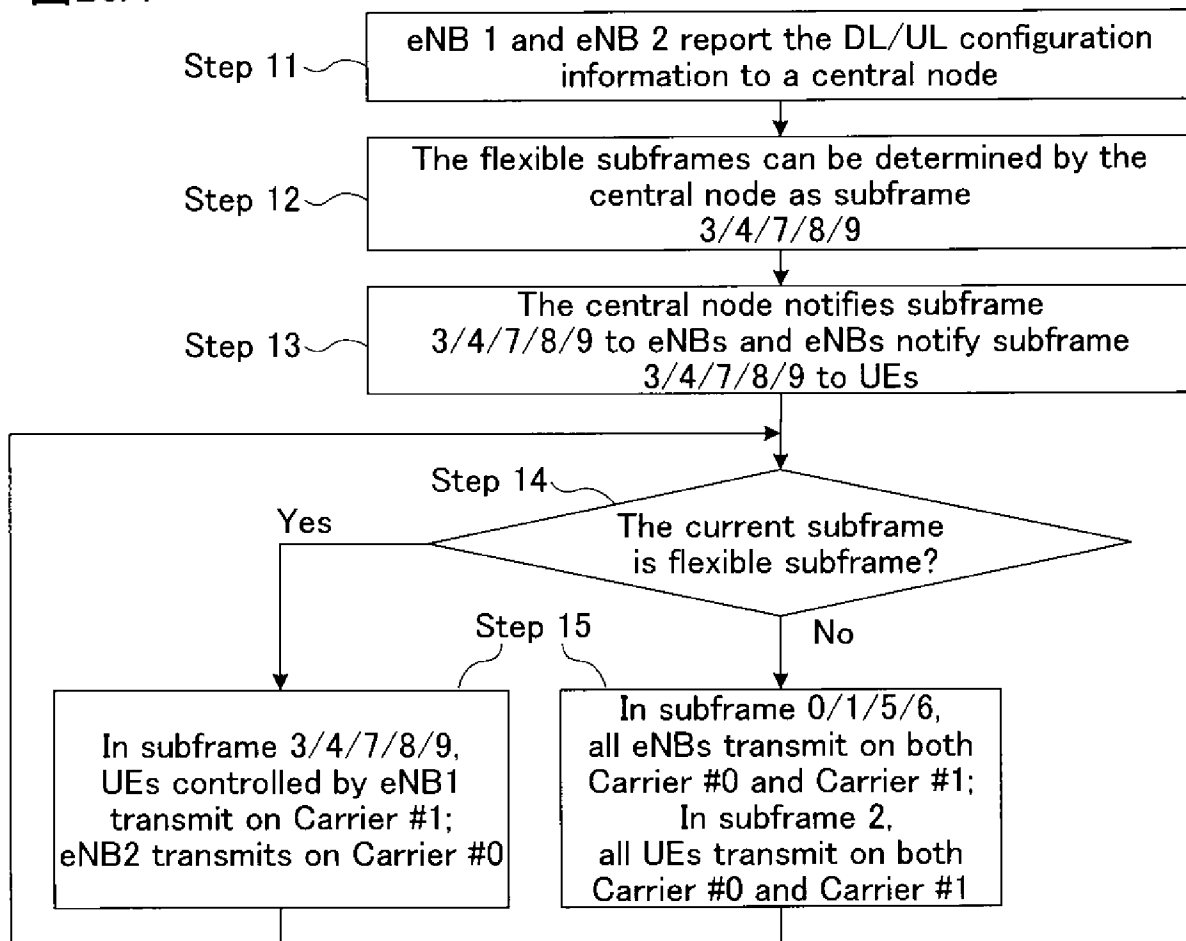
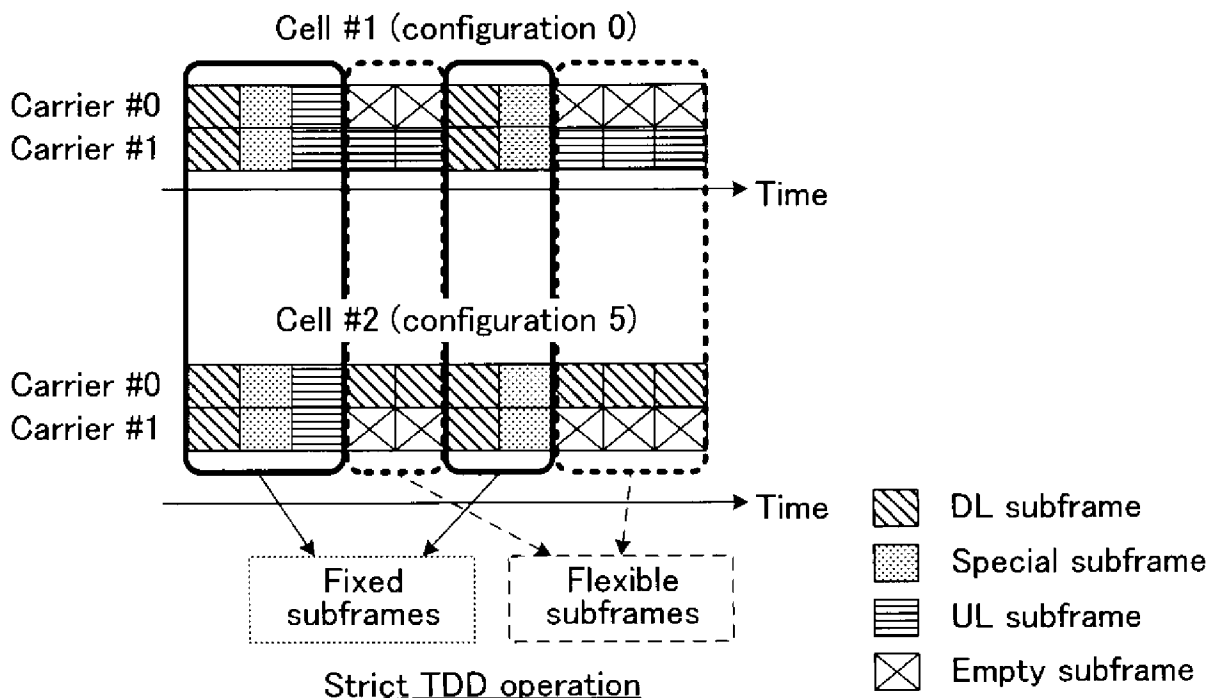
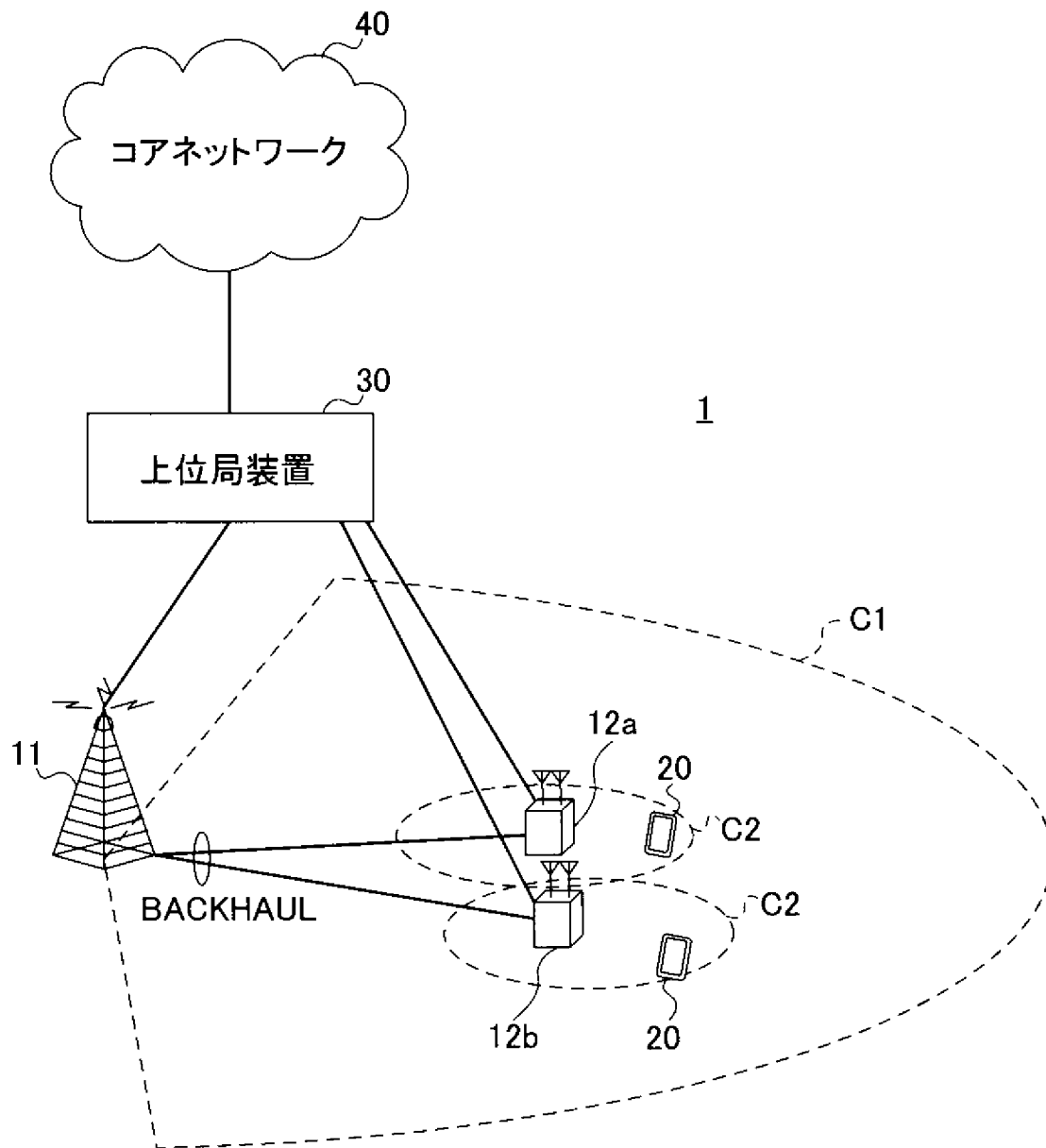


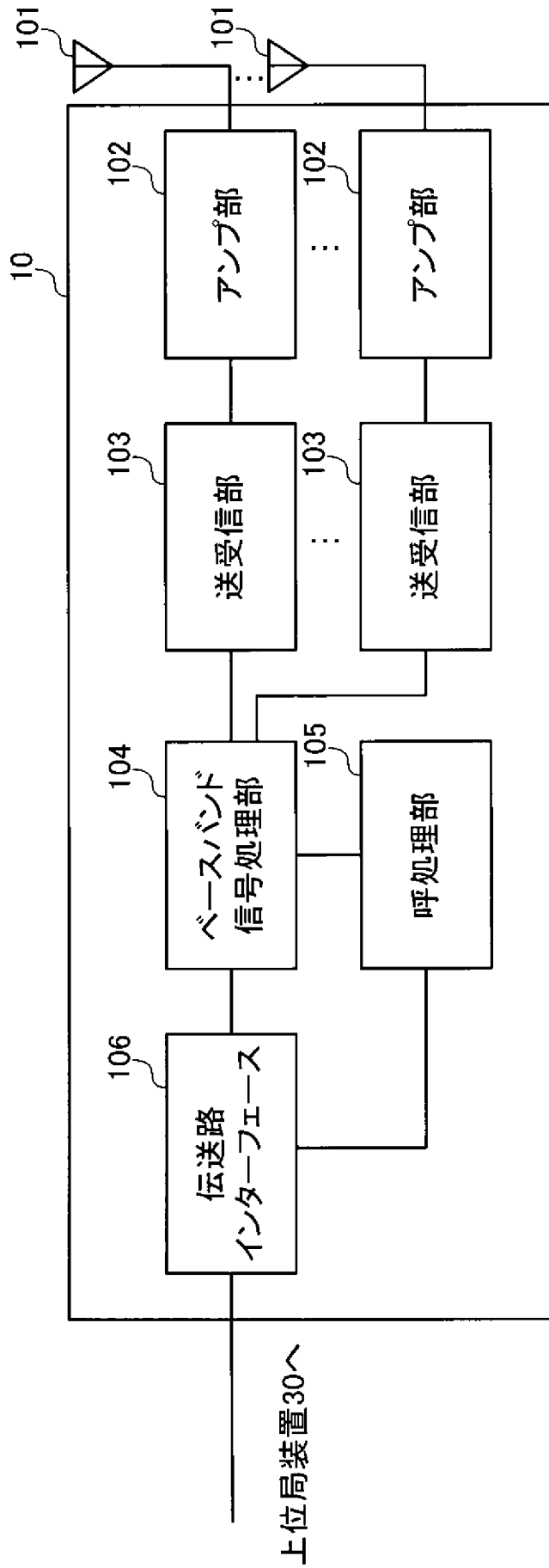
図26B



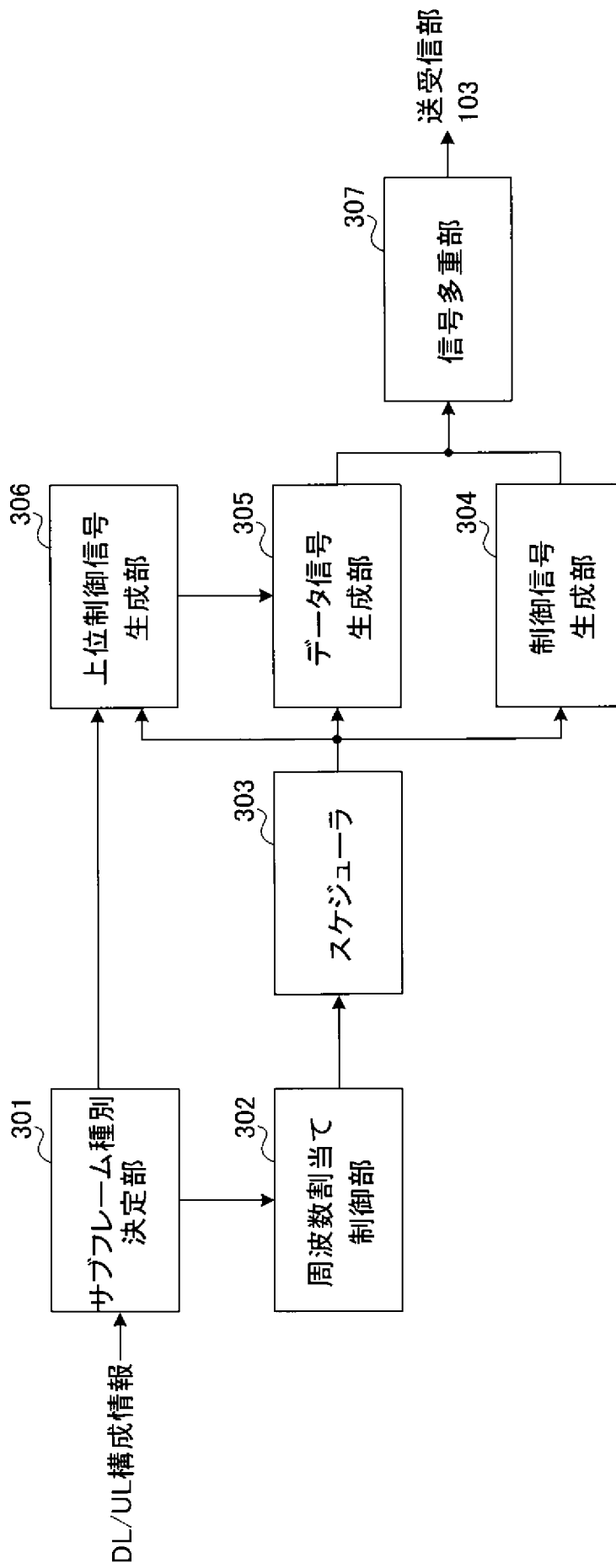
[図27]



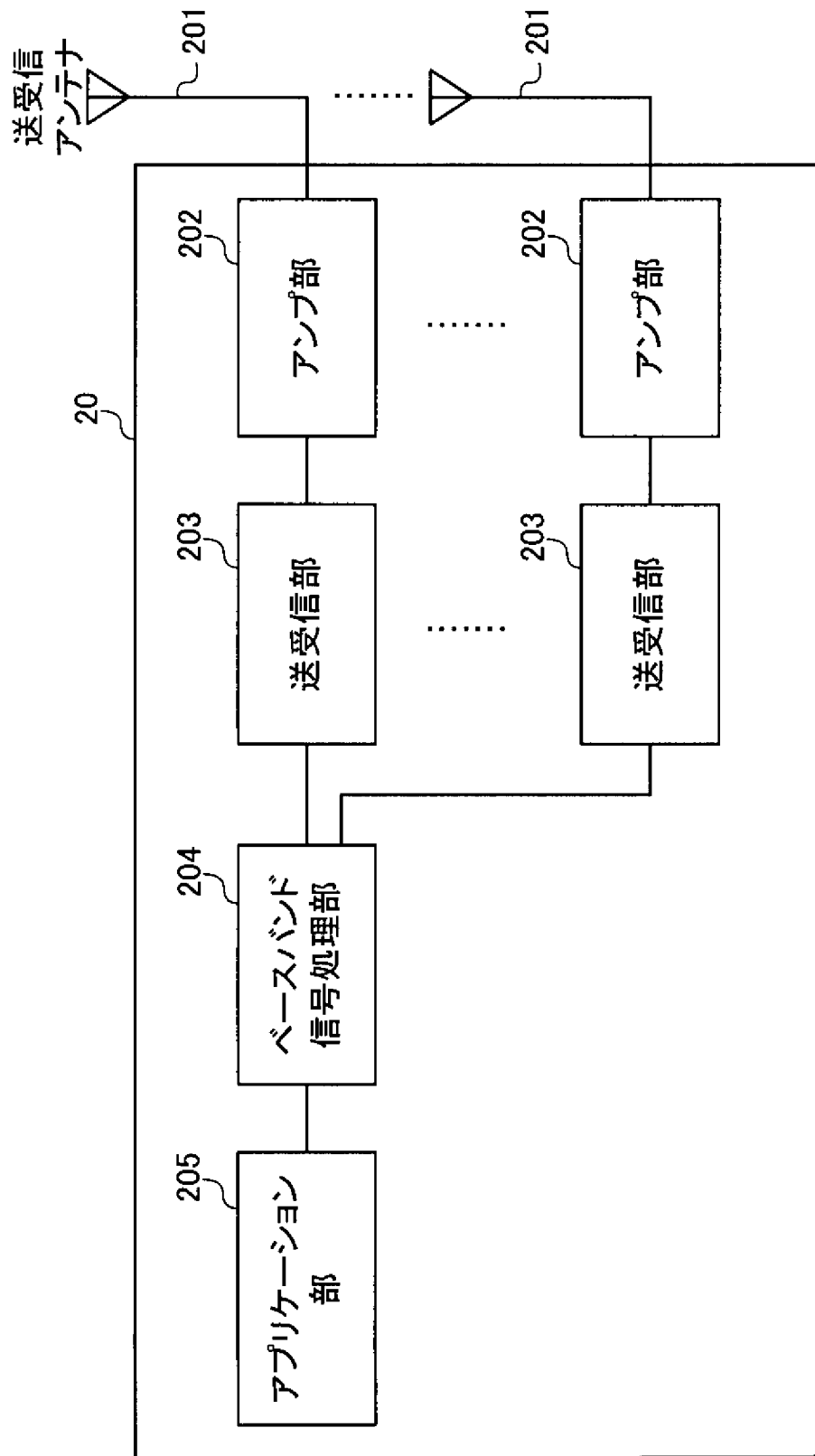
[図28]



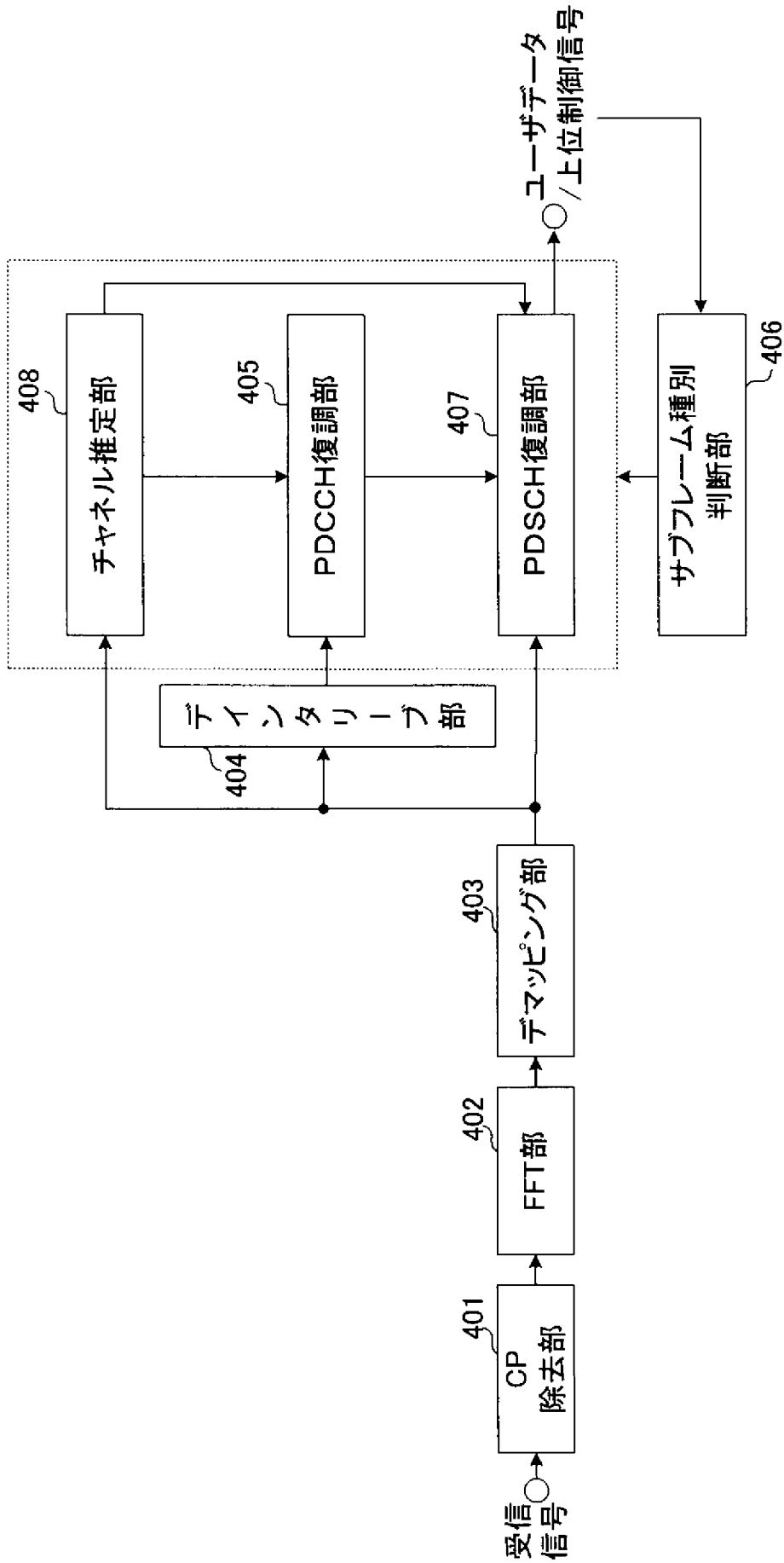
[図29]



[図30]



[図31]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/053268

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04W16/30(2009.01) i, H04W72/04(2009.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Qualcomm Incorporated, Interference mitigation schemes, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #72 R1-130586, 2013.01.19	9 1-8, 10
Y A	Samsung, Power control in flexible subframes for eIMTA, 3GPP TSG RAN WG1 #72 R1-130290, 2013.01.19	9 1-8, 10
A	Intel Corporation, Discussion on MCS mismatch between regular and flexible subframes in multi-cell outdoor Pico scenario, 3GPP TSG-RAN WG1 #69 R1-122643, 2012.05.12	1-10

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 09 April, 2014 (09.04.14)	Date of mailing of the international search report 22 April, 2014 (22.04.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04W16/30(2009.01)i, H04W72/04(2009.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2014年									
日本国実用新案登録公報	1996-2014年									
日本国登録実用新案公報	1994-2014年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y A	Qualcomm Incorporated, Interference mitigation schemes, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #72 R1-130586, 2013.01.19	9 1-8、10								
Y A	Samsung, Power control in flexible subframes for eIMTA, 3GPP TSG RAN WG1 #72 R1-130290, 2013.01.19	9 1-8、10								
A	Intel Corporation, Discussion on MCS mismatch between regular and flexible subframes in multi-cell outdoor Pico scenario, 3GPP TSG-RAN WG1 #69 R1-122643, 2012.05.12	1-10								
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 09.04.2014	国際調査報告の発送日 22.04.2014									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 石原 由晴 電話番号 03-3581-1101 内線 3534	5 J 3782								