

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7081613号

(P7081613)

(45)発行日 令和4年6月7日(2022.6.7)

(24)登録日 令和4年5月30日(2022.5.30)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 W 28/12 (2009.01)

H 0 4 W 28/12

H 0 4 W 16/32 (2009.01)

H 0 4 W 16/32

H 0 4 W 72/04 (2009.01)

H 0 4 W 72/04

1 1 1

H 0 4 W 92/20 (2009.01)

H 0 4 W 92/20

請求項の数 5 (全18頁)

(21)出願番号 特願2019-559640(P2019-559640)
(86)(22)出願日 平成30年12月11日(2018.12.11)
(86)国際出願番号 PCT/JP2018/045384
(87)国際公開番号 WO2019/117109
(87)国際公開日 令和1年6月20日(2019.6.20)
審査請求日 令和2年5月8日(2020.5.8)
(31)優先権主張番号 特願2017-238515(P2017-238515)
(32)優先日 平成29年12月13日(2017.12.13)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(74)代理人 100109313
弁理士 机 昌彦
(74)代理人 100149618
弁理士 北嶋 啓至
(72)発明者 登 煉軍
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気
株式会社内
審査官 小林 正明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線通信システム、主基地局、二次基地局、および無線通信方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

主基地局と、
二次基地局と、
を備え、

端末による、前記主基地局および前記二次基地局の両方への接続を可能とする動作モードであるデュアルコネクティビティが実行される際、前記二次基地局は、複数のデータ無線ベアラからなるデータ無線ベアラグループの空きバッファ量の情報を、前記データ無線ベアラグループを単位として、前記主基地局へと送信し、
前記空きバッファ量の情報は、前記二次基地局から前記主基地局へ送信される制御信号に含まれ、

前記二次基地局は、前記空きバッファ量を定期的に測定し、前記空きバッファ量が閾値範囲の外にある場合に前記空きバッファ量の情報を含む前記制御信号を、前記主基地局へ送信し、

前記閾値範囲は、前回、前記制御信号を前記主基地局へ送信した際の前記空きバッファ量を中心とした所定範囲である、

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】

前記データ無線ベアラグループは、前記主基地局のセルを単位とするデータ無線ベアラのグループ、および前記主基地局のセル内で運用される端末を単位とするデータ無線ベアラ

のグループの少なくともいずれか一方であることを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 3】

前記制御信号は、3GPP (3rd Generation Partnership Project) TS 36.425にて規定されている、PDU Type 0乃至3の各メッセージ、および、新規のメッセージとしてのPDU Type 4のメッセージの少なくともいずれかに含まれることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線通信システム。

【請求項 4】

主基地局と通信可能な二次基地局であって、
端末による、前記主基地局および前記二次基地局の両方への接続を可能とする動作モード
であるデュアルコネクティビティが実行される際、複数のデータ無線ベアラからなるデータ無線ベアラグループの空きバッファ量の情報を、前記データ無線ベアラグループを単位として、前記主基地局へ送信し、
前記空きバッファ量の情報は、前記二次基地局から前記主基地局へ送信される制御信号に含まれ、
前記二次基地局は、前記空きバッファ量を定期的に測定し、前記空きバッファ量が閾値範囲の外にある場合に前記空きバッファ量の情報を含む前記制御信号を、前記主基地局へ送信し、
前記閾値範囲は、前回、前記制御信号を前記主基地局へ送信した際の前記空きバッファ量を中心とした所定範囲である、
ことを特徴とする二次基地局。

10

20

【請求項 5】

主基地局と二次基地局とを備える無線通信システムにおける無線通信方法であって、
端末による、前記主基地局および前記二次基地局の両方への接続を可能とする動作モード
であるデュアルコネクティビティが実行される際、複数のデータ無線ベアラからなるデータ無線ベアラグループの空きバッファ量の情報を、前記データ無線ベアラグループを単位として、前記二次基地局から前記主基地局へと送信し、
前記空きバッファ量の情報は、前記二次基地局から前記主基地局へ送信される制御信号に含まれ、
前記二次基地局は、前記空きバッファ量を定期的に測定し、前記空きバッファ量が閾値範囲の外にある場合に前記空きバッファ量の情報を含む前記制御信号を、前記主基地局へ送信し、
前記閾値範囲は、前回、前記制御信号を前記主基地局へ送信した際の前記空きバッファ量を中心とした所定範囲である、
ことを特徴とする無線通信方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システム、主基地局、二次基地局、および無線通信方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

3GPP (3rd Generation Partnership Project) の Release 12では、1つの端末と2つの基地局との間でパケットデータを送受信するデュアルコネクティビティ (Dual Connectivity) が規定されている。Dual Connectivityは、基地局である、MeNB (Master eNode B)、及びSeNB (Secondary eNode B)の両方への接続を可能にする端末の動作モードである。MeNBのセル (Cell) は、MCG (Master Cell Group) と呼ばれる。SeNBのセル (Cell) は、SCG (Secondary Cell Group) と呼ばれる。SCGは、MCGのカバーエリア内に配置されている。

【0003】

50

Dual Connectivityでは、複数の無線基地局が運用する通信帯域を1つのベアラとして使用するためのスプリットベアラオプション(Split bearer option)が定義されている。このSplit bearer optionをユーザデータ通信のベアラ(データ無線ベアラ:DRB)に適用した構成では、MeNBは、上位装置であるCNから受信したDLデータを、自局とSeNBとを経由して端末に送信する。この場合、MeNBは、自局配下及びSeNB配下の各通信帯域で配信するDLデータ量を適切に分配した後、SeNBに対してデータ転送を行う。上記において、DRBは、Data Radio bearerの略である。CNは、Core Networkの略である。DLは、Down Linkの略である。

【0004】

10

U-Planeについての他のbearer optionであるSCG bearer optionでは、SCGにおいて送信されるデータはMeNBを通らないのでU-Planeデータの転送にMeNBは関与しない。

【0005】

一方、上述したSplit bearer optionでは、MCG Split bearerにおいて送信されるDLデータがSeNBを通るので、U-Planeデータの転送にMeNB及びSeNBの両方が関与する。そのため、MeNBからSeNBへのデータ転送を適切に行うためにはFlow Controlが必要となる。

【0006】

特許文献1には、SeNBが、標準とは異なる場合に、自身の能力を、SeNB追加/修正コマンドに含めて、MeNBに返信する技術についての記載がある。

20

【0007】

特許文献2には、通信端末装置が、サブキャリア数情報により基地局装置から指示された数のサブキャリアを、回線品質の良好な順に選択して基地局装置に通知する技術が記載されている。これにより、基地局装置が受信品質の良好なサブキャリアにパケットデータを割り当てることができるので、ユーザダイバーシティ効果を得ることができ、システム全体のスループットが向上するとともに、周波数利用効率を向上させることができるとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0008】

【文献】特開2017-085667号公報

特開2010-016881号公報

【非特許文献】

【0009】

【文献】3GPP TS 36.425 V14.0.0 (2017-03), "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); X2 interface user plane protocol (Release 14)".
3GPP TS 36.322 V14.0.0 (2017-03), "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Link Control (RLC) protocol specification (Release 14)".

40

3GPP TS 36.323 V14.3.0 (2017-06), "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Packet Data Convergence Protocol (PDCP) specification (Release 14)".

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

非特許文献1の規定では、Flow ControlはDRB単位で実行されることにな

50

っている。S e N B に収容される端末数や、S e N B と各端末との無線通信環境が時々刻々と変化することにより、S e N B が端末宛に送信するデータ量が変動することがある。M e N B から S e N B へのデータ転送を適切に行うために、F l o w C o n t r o l 信号は、D R B 単位で頻繁に送信される。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、D R B 単位の F l o w C o n t r o l では、M e N B と S e N B との間の F l o w C o n t r o l 信号が M e N B に収容する端末が持つ D R B 数に比例して増加する。従って、M e N B と S e N B における F l o w C o n t r o l 信号の増大により通信帯域が D R B 数に比例して消費され、D u a l C o n n e c t i v i t y における高速化の効果が得られない可能性がある。また、ほぼ移動しない、または位置が変化しない端末（あるいは C e l l ）に対して、転送する D L データ量を頻繁に調整する必要がほぼないにも関わらず、D R B 単位の F l o w C o n t r o l 信号が頻繁に送信される。これにより、スループットが低下する可能性がある。

10

【 0 0 1 2 】

特許文献 1 および特許文献 2 には、上記問題点を解決するための方策は全く記載されていない。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、基地局間の通信帯域を効率的に使用することができる無線通信システム、主基地局、二次基地局、および無線通信方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明の無線通信システムは、主基地局と、二次基地局と、を備え、端末による、前記主基地局および前記二次基地局の両方への接続を可能とする動作モードであるデュアルコネクティビティが実行される際、前記二次基地局は、複数のデータ無線ベアラからなるデータ無線ベアラグループの空きバッファ量の情報を、前記データ無線ベアラグループを単位として、前記主基地局へと送信する。

【 0 0 1 5 】

本発明の二次基地局は、主基地局と通信可能な二次基地局であって、端末による、前記主基地局および前記二次基地局の両方への接続を可能とする動作モードであるデュアルコネクティビティが実行される際、複数のデータ無線ベアラからなるデータ無線ベアラグループの空きバッファ量の情報を、前記データ無線ベアラグループを単位として、前記主基地局へ送信する。

30

【 0 0 1 6 】

本発明の主基地局は、二次基地局と通信可能な主基地局であって、端末による、前記主基地局および前記二次基地局の両方への接続を可能とする動作モードであるデュアルコネクティビティが実行される際、複数のデータ無線ベアラからなるデータ無線ベアラグループの空きバッファ量の情報を、前記データ無線ベアラグループを単位として、前記二次基地局から受信する。

【 0 0 1 7 】

本発明の無線通信方法は、主基地局と二次基地局とを備える無線通信システムにおける無線通信方法であって、端末による、前記主基地局および前記二次基地局の両方への接続を可能とする動作モードであるデュアルコネクティビティが実行される際、複数のデータ無線ベアラからなるデータ無線ベアラグループの空きバッファ量の情報を、前記データ無線ベアラグループを単位として、前記二次基地局から前記主基地局へと送信する。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、基地局間の通信帯域を効率的に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

50

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る無線通信システムの構成例を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施形態に係る無線通信システムの構成例を示すブロック図である。

【図 3】Split bearer option における U - Plane の接続構成例を示す。

【図 4】Split bearer option における無線プロトコルの接続構成例を示す。

【図 5】Flow Control 信号のフォーマット例である。

【図 6】図 2 に示される SeNB の構成例を示すブロック図である。

10

【図 7】図 2 に示される MeNB の構成例を示すブロック図である。

【図 8】図 6 に示される SeNB の動作例を示すフローチャートである。

【図 9】図 7 に示される MeNB の動作例を示すフローチャートである。

【図 10】MeNB 内に保存されるバッファ量分配リスト DB (Data Base) のフォーマット例を示す。

【図 11】Cell 毎の Flow Control 信号のフォーマット例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

[第 1 の実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る無線通信システム 200 の構成例を示すブロック図である。無線通信システム 200 は、3GPP の Release 12 に準拠するシステムである。無線通信システム 200 は、MeNB 210 (Master eNode B) と、MeNB 210 と通信可能な SeNB (Secondary eNode B) 220 と、を備える。MeNB 210 は主基地局の一例であり、SeNB 220 は二次基地局の一例である。二次基地局のカバーエリアは、主基地局のカバーエリア内に配置される。

20

【0021】

無線通信システム 200 において、デュアルコネクティビティ (Dual Connectivity) が実行される際、SeNB 220 は、複数のデータ無線ベアラ (DRB) からなる DRB グループの空きバッファ量の情報を MeNB 210 へと送信する。上記において、Dual Connectivity は、UE 230 による、MeNB 210 および SeNB 220 の両方への接続を可能とする動作モードである。DRB は、Data Radio bearer の略である。UE は、User Equipment の略である。UE は、端末の一例である。

30

【0022】

上記において、Dual Connectivity は、UE 230 による、MeNB 210 および SeNB 220 の両方への接続を可能とする動作モードである。

【0023】

また、本発明の第 1 の実施形態に係る無線通信方法において、Dual Connectivity が実行される際、複数の DRB からなる DRB グループの空きバッファ量の情報が、DRB グループを単位として、SeNB 220 から MeNB 210 へと送信される。

【0024】

40

なお、図 1 において、MeNB 210、SeNB 220、および UE 230 は、それぞれ 1 つずつ示されているが、あくまで一例であって、それぞれ複数であってもよい。

【0025】

上記 DRB グループは、たとえば、MeNB 210 が運用する Cell を単位とする DRB のグループであってもよいし、または MeNB 210 の Cell 内で運用される UE 230 を単位とする DRB のグループであってもよい。また、Split bearer は、MCG Split bearer であってもよいし、SCG Split bearer であってもよい。

【0026】

上記空きバッファ量の送信内容および送信手順等については後述する第 2 の実施形態にて

50

詳細に説明する。

【 0 0 2 7 】

以上説明したように、本実施形態において、空きバッファ量は、DRB毎ではなく、上記DRBグループの単位（MeNB 210のCell毎、またはこのCell内で運用されるUEの単位）で、SeNB 220からMeNB 210へと送信される。従って、MeNB 210に収容されるUEが持つDRB数に比例して、SeNB 220とMeNB 210との間の通信（空きバッファ量の通知：たとえば、制御信号の送信）が増加することはない。すなわち、本実施形態によれば、基地局間（SeNB 220とMeNB 210との間）の通信帯域を効率的に使用することができる。

[第 2 の実施形態]

（構成の説明）

図2は、本発明の第2の実施形態に係る無線通信システム1の構成例を示すブロック図である。無線通信システム1において、Dual Connectivityが実施される。

【 0 0 2 8 】

なお、本実施形態では、上述したように、DRBグループは、Cellを単位として設定されており、Split bearerは、MCGのSplit bearerである場合を例に挙げる。もちろん、DRBグループは、Cell毎に設定されることに限定されず、たとえば、UE毎に設定されるものでもよい。また、Split bearerは、MCG Split bearerであってもよいし、SCG Split bearerであってもよい。

【 0 0 2 9 】

無線通信システム1は、端末であるUE 10（User Equipment）と、MeNB 20と、SeNB 30と、MME（Mobility Management Entity）40と、S-GW（Serving Gateway）50と、を備える。

【 0 0 3 0 】

UE 10は、2つの基地局（MeNB 20およびSeNB 30）からDLデータを受信する。なお、UE 10は、UL（UpLink）データについては、MeNB 20のみに送信するか、または、2つの基地局（MeNB 20およびSeNB 30）へ送信する。

【 0 0 3 1 】

MME 40は、コアネットワーク（CN：Core Network）を構成するネットワーク装置であり、C（Control）-planeの伝送やUE 10の移動管理を行う。

【 0 0 3 2 】

S-GW 50は、CNを構成するネットワーク装置であり、U（User）-planeのDLデータの伝送を行う。

【 0 0 3 3 】

MeNB 20とSeNB 30は、X2インタフェースを介して接続される。MME 40およびS-GW 50と、MeNB 20およびSeNB 30とは、S1インタフェースを介して接続されている。

【 0 0 3 4 】

SeNB 30は、MeNB 20との接続、およびUE 10との無線接続により、CN内のネットワーク装置（MME 40およびS-GW 50）や、CNに接続されるサーバ等のネットワーク装置から受信したDLデータをUE 10に送信する。また、SeNB 30は、UE 10から受信したULデータを上記各種ネットワーク装置に送信する。

【 0 0 3 5 】

MeNB 20は、UE 10との無線接続により、上記各種ネットワーク装置から受信したDLデータをUE 10に送信する。また、MeNB 20は、UE 10から受信したULデータを上記各種ネットワーク装置に送信する。また、Dual Connectivityを設定することで、MeNB 20は、CNから受信したDLデータを、UE 10に直接送信可能、およびSeNB 30を経由してUE 10に送信可能である。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

なお、図2では、2つの基地局および1つの端末が示されている。しかしながら、これはあくまで一例であって、実際には、無線通信システム1のサービスエリアをカバーするように、複数の基地局が配置され、各基地局には複数の端末が収容される。

【0037】

Dual Connectivityでは、複数の無線基地局が運用する通信帯域を1つのベアラとして使用するためのSplit bearer optionが定義されている。

【0038】

図3は、Split bearer optionにおけるU-Planeの接続構成例を示す。図4は、Split bearer optionにおける無線プロトコルの接続構成例を示す。

10

【0039】

図3および図4に示すように、Split bearer optionの場合、U-PlaneのDLデータは、S-GW50からMeNB20にのみ送信され、S-GW50からSeNB30へは送信されない。DLデータは、MeNB20から、直接、UE10へと送信される。また、DLデータは、MeNB20からSeNB30を経由してUE10へと送信される。

【0040】

図4に示すように、UE10、MeNB20、およびSeNB30は、いずれも、PDCP（パケットデータ暗号化）レイヤ、RLC（無線リンク制御）レイヤ、およびMAC（メディアアクセス制御）レイヤから構成される。PDCPは、Packet Data Convergence Protocolの略である。RLCは、Radio Link Controlの略である。MACは、Medium Access Controlの略である。

20

【0041】

Split bearer optionの場合、MeNB20において、S-GW50から受信したU-PlaneのDLデータは、PDCPレイヤにて受け付けられる。ここで、MeNB20のPDCPレイヤは、一部のDLデータ（PDCP PDU）については自局配下のCell経由でUE10に送信し、別の一部のDLデータ（PDCP PDU）についてはSeNB30経由でUE10に送信する。すなわち、Split bearer optionの場合、MeNB20のPDCPレイヤでは、U-PlaneのDLデータが分離される。PDUは、Protocol Data Unitの略である。

30

【0042】

Split bearer optionにおいて、SeNB30の通信帯域を圧迫させることなく、SeNB30の通信帯域を十分に利用するために、SeNB30は、MeNB20にFlow Control信号（制御信号）をフィードバックする。そして、MeNB20は、Flow Control信号を参照してSeNB30へ送信するDLデータのデータ量（すなわち、PDCP PDUの量）を調整する。

【0043】

図5は、Flow Control信号のフォーマット例である。Flow Control信号は、MeNB20がDLデータの送信経路を制御するために、SeNB30側の状態をMeNB20に通知して、MeNB20からSeNB30へのデータ転送を適切に行うための信号である。Flow Control信号の情報は、非特許文献1に示されるように、DLデータと同様に、GTPヘッダのExtensionに追加されたRAN Containerに含まれる（PDU Type = 1）。上記において、GTPは、GPRS Tunneling Protocolの略である。GPRSは、General Packet Radio Serviceの略である。RANは、Radio Access Networkの略である。

40

【0044】

Flow Control信号には、“Highest successfully delivered PDCP Sequence Number”、“Desired buffer size for the E-RAB”、および“Minimum desired buffer size for the UE”が含まれる。

【0045】

50

“ Highest successfully delivered PDCP Sequence Number ” は、当該 S e N B 3 0 が U E 1 0 に送信した D L データに対して U E 1 0 からの送達確認、又は R L C A C K m e s s a g e を受信した最後の P D C P S N を示す。“ Desired buffer size for the E-RAB ” および “ Minimum desired buffer size for the UE ” は、S e N B 3 0 が D L データ送信に必要なバッファ量を示す。

【 0 0 4 6 】

また、F l o w C o n t r o l 信号には、オプション機能として S e N B 3 0 における D L データロスを検出したデータの X 2 - U S N (“ Number of lost X2-U Sequence Number ranges reported ”、 “ Start of lost X2-U Sequence Number range ”、 “ End of lost X2-U Sequence Number range ”) が含まれる。

10

【 0 0 4 7 】

さらに、F l o w C o n t r o l 信号には、最後の制御データであることを示す情報 (F i n a l F r a m e I n d .) などが含まれる。

【 0 0 4 8 】

なお、上記において、U E 1 0 からの R L C A C K m e s s a g e の受信とは、非特許文献 2 (3 G P P T S 3 6 . 3 2 2 V 1 4 . 0 . 0) での S t a t u s P D U (または S t a t u s R e p o r t) の受信に相当する。また、M e N B 2 0 は、通知された P D C P S N を参照し、U E が受信済みの P D C P S D U (S e r v i c e D a t a U n i t) を P D C P バッファから削除する。

【 0 0 4 9 】

20

なお、R L C A C K m e s s a g e は、必ずしも S e N B 3 0 を経由せずに、U E 1 0 から M e N B 2 0 が直接受信することもできる。この場合、F l o w C o n t r o l 信号は、R L C A C K m e s s a g e に基づく “ Highest successfully delivered PDCP Sequence Number ” を含んでいなくてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 6 は、図 2 に示される S e N B 3 0 の構成例を示すブロック図である。S e N B 3 0 は、通信部 3 1 と、空きバッファ量測定部 3 2 と、空きバッファ量変化検出部 3 3 と、バッファ量記録部 3 4 と、信号生成部 3 5 と、を備える。

【 0 0 5 1 】

通信部 3 1 は、S - G W 5 0、M e N B 2 0、および U E 1 0 との通信を行う。

30

【 0 0 5 2 】

空きバッファ量測定部 3 2 は、通信部 3 1 内の各 D R B のバッファを定期的に参照し、各 D R B の空きバッファ量を測定し、M e N B 2 0 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量を算出し、空きバッファ量変化検出部 3 3 に通知する。

【 0 0 5 3 】

空きバッファ量変化検出部 3 3 は、通知された、M e N B 2 0 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量と、バッファ量記録部 3 4 に保存された、前回の M e N B 2 0 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量から設定された閾値とを比較する。空きバッファ量変化検出部 3 3 は、測定時点での M e N B 2 0 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の、前回の運用からの変化を検出する。M e N B 2 0 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の変化を検出した場合、空きバッファ量変化検出部 3 3 は、C e l l の混雑度が変化したと判断し、信号生成部 3 5 に対して制御信号 (F l o w C o n t r o l 信号) 生成を指示する。一方、M e N B 2 0 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の変化を検出しない場合、空きバッファ量変化検出部 3 3 は、C e l l の混雑度に変化なしと判断し、信号生成部 3 5 に対して信号生成を指示しない。

40

【 0 0 5 4 】

バッファ量記録部 3 4 は、M e N B 2 0 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の情報を更新して保存する。例えば、バッファ量記録部 3 4 は、F l o w C o n t r o l 信号が送信されるたびに、M e N B 2 0 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の情報を更新して保存する。

50

【 0 0 5 5 】

信号生成部 35 は、空きバッファ量変化検出部 33 の信号生成の通知を受け、F l o w C o n t r o l 信号を生成し、生成した信号を通信部 31 から M e N B 20 へ送信する。F l o w C o n t r o l 信号に含まれる情報は、S e N B 30 が管理している D u a l C o n n e c t i v i t y 設定時に U E 10 の測定報告 (Measurement Report) に含まれる C e l l の識別番号 (Physical Cell Identification、以降 P h y s i c a l C e l l I D と表記)、および空きバッファ量変化検出部 33 から通知された、M e N B 20 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の情報 (“ Desired buffer size for the Cell ”) である。

【 0 0 5 6 】

ここで、図 11 を用いて、C e l l 毎に新規に定義する F l o w C o n t r o l 信号のフォーマットを説明する。この F l o w C o n t r o l 信号の P D U T y p e は、“ 4 ” とする。この F l o w C o n t r o l 信号において、Physical Cell ID が 2 O c t e t s で用意される。また、この F l o w C o n t r o l 信号において、M e N B 20 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の情報が、“ Desired buffer size for the Cell ” として、8 O c t e t s で用意される。その他の情報は不要でもよい。また、ここで生成される信号は、D u a l C o n n e c t i v i t y の為に規定された F l o w C o n t r o l 信号 (P D U T y p e = 1) に必要な情報 (P h y s i c a l C e l l I D、および M e N B 20 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量) を追加してもよいし、新たに X 2 メッセージを規定してもよい。

【 0 0 5 7 】

なお、図 6 に示される各構成の機能は、I C (Integrated Circuit) や F P G A (Field Programmable Gate Array) 等の電子回路で実現されてもよい。あるいは、各構成の機能は、コンピュータ (たとえば、C P U (Central Processing Unit)) がメモリに記憶されたプログラムを実行することにより実現されてもよい。もちろん、各構成の機能は、電子回路とコンピュータの組み合わせにて実現されてもよい。

【 0 0 5 8 】

図 7 は、図 2 に示される M e N B 20 の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 5 9 】

M e N B 20 は、通信部 21 と、バッファ量管理部 22 と、D L データ量調整部 23 と、D L データ蓄積部 24 と、を備える。

【 0 0 6 0 】

通信部 21 は、S - G W 50、S e N B 30、U E 10 などと通信することが可能である。また、通信部 21 は、S e N B 30 から F l o w C o n t r o l 信号を受信する。

【 0 0 6 1 】

バッファ量管理部 22 は、図 10 に示すようなバッファ量分配リスト D B を保存する。バッファ量分配リスト D B には、M e N B 20 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の情報、各 D R B のバッファ量分配係数の情報、および各 D R B の送信バッファ量の情報が含まれている。

【 0 0 6 2 】

バッファ量管理部 22 は、M e N B 20 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量について、S e N B 30 から受信した F l o w C o n t r o l 信号に含まれる P D U T y p e (= 4) の情報を識別する。バッファ量管理部 22 は、識別した情報から、M e N B 20 の運用する C e l l 毎の空きバッファ量の情報を取り出し、取り出した空きバッファ情報を反映させることにより、バッファ量分配リスト D B を更新する。

【 0 0 6 3 】

各 D R B のバッファ量分配係数は、例えば、一定の時間で、各 D R B の M e N B 20 から U E 10 に送信した D L データの送信レートと、全体 D R B の送信レートの割合から算出してもいい。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

各DRBの送信バッファ量は、たとえば、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量と各DRBのバッファ量分配係数を乗算することで算出される。バッファ量管理部22は、算出した各DRBの送信バッファ量を反映させることにより、バッファ量分配リストDBを更新する。バッファ量管理部22は、更新されたバッファ量分配リストDBを、DLデータ量調整部23に通知する。

【0065】

DLデータ量調整部23は、各DRBに対して、DLデータ蓄積部24からDLデータを取り出してデータ化する。さらに、DLデータ量調整部23は、バッファ量管理部22から通知されたバッファ量分配リストDBを参照し、MeNB20からSeNB30へのDLデータ量を調整する。通信部21は、DLデータ量調整部23からのDLデータをSeNB30に送信する。

10

【0066】

DLデータ蓄積部24は、S-GW50から通信部21を通して受信したDLデータを蓄積している。

【0067】

Cell毎にFlow Control信号を送信する場合、SeNB30からMeNB20へのFlow Control信号に、UE10で受信が確認されたPDCP SNの情報が含まれていない。そのため、MeNB20は、UE10が受信済のPDCP SDUをPDCPバッファから削除するには、PDCP Status Report信号をUE10から直接にMeNB20へ定期的に送信し（非特許文献3：3GPP TS 36.323 V14.3.0）、UE10が受信済のPDCP SDUをPDCPバッファから削除する。

20

【0068】

なお、図7に示される各構成の機能は、ICやFPGA等の電子回路で実現されてもよい。あるいは、各構成の機能は、コンピュータ（たとえば、CPU）がメモリに記憶されたプログラムを実行することにより実現されてもよい。もちろん、各構成の機能は、電子回路とコンピュータの組み合わせにて実現されてもよい。

（動作の説明）

図8は、図6に示されるSeNB30の動作例を示すフローチャートである。

【0069】

SeNB30は、各DRBの空きバッファ量を測定する（ステップS301）。具体的には、各DRBの空きバッファ量は、Flow Control信号（PDU Type = 1）に含まれるバッファ量の情報（“Desired buffer size for the E-RAB”）に該当する。非特許文献1（3GPP TS 36.425 V14.0.0）において、“Desired buffer size for the E-RAB”は、明確に定義されていない。そこで、本実施形態では、“Desired buffer size for the E-RAB”は、E-RABあたりの全バッファ量からRLC ACKのPDCP PDU未受信のバッファ量を減算した後の空きバッファ量として定義する。SeNB30の空きバッファ量測定部32は、通信部31内の各DRBのバッファを定期的に参照し、各DRBの空きバッファ量を測定し、各DRBの空きバッファ量の総和から各UEの空きバッファ量として算出する。空きバッファ量測定部32は、MeNB20の運用する各UE単位の空きバッファ量の総和からMeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量として算出する。ここで、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量は、Nt1と定義される。

30

40

【0070】

次に、SeNB30は、閾値の設定する（ステップS302）。概略的には、閾値は、前回、Flow Control信号をMeNB20へ送信した際の空きバッファ量を中心とした所定範囲を決定するための閾値である。具体的には、SeNB30のバッファ量記録部34は、前回のFlow Control信号を送信した時、MeNB20が運用するCell毎の空きバッファ量の情報を保存している。例えば、Flow Control信号を前回送信した時刻はt0で定義され、その時刻t0（時：たとえば、朝10時）における、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量はNt0（バイト：たと

50

例えば、100Mバイト)で定義される。空きバッファ量変化検出部33は、バッファ量記録部34からNt0を取得し、Nt0の所定の範囲を用いて、閾値(たとえば、低閾値および高閾値)を設定する。例えば、上記所定の範囲を係数M(任意の実数:たとえば、10)%とし、実際の運用環境に応じて、Cellの混雑度に影響されない範囲の係数を用いることが可能である。ここで、低閾値は、 $Nt0 \times (1 - M\%)$ で定義され、高閾値は、 $Nt0 \times (1 + M\%)$ で定義される。なお、Nt0のM%未満の範囲は閾値範囲内と定義され、Nt0のM%以外の範囲は閾値範囲外と定義される。

【0071】

SeNB30は、空きバッファ量が閾値を超えたか否かを判定する(ステップS303)。具体的には、空きバッファ量変化検出部33は、測定時刻t1(>t0)において、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量と閾値の大小関係に基づいて、Flow Control信号の送信を決定する。

10

【0072】

測定時刻t1における、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量と閾値(低閾値および高閾値)との比較に関する関係式は以下のとおりである。

【0073】

$$Nt1 \geq Nt0 \times (1 + M\%) \quad (1)$$

$$Nt1 \geq Nt0 \times (1 - M\%) \quad (2)$$

$$Nt0 \times (1 - M\%) < Nt1 < Nt0 \times (1 + M\%) \quad (3)$$

式(1)が満たされる状況は、測定時刻t1において、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量が高閾値を上回る状況である。この状況では、端末数が急減し、Cellの混雑度が急激に緩和される。この場合、端末あたりの無線の通信速度が急増する。このとき、空きバッファ量変化検出部33は、Flow Control信号の送信が必要だと判断し、信号生成部35に信号生成を指示する。

20

【0074】

式(2)が満たされる状況は、測定時刻t1において、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量が低閾値を下回る状況である。この状況では、端末数が急増し、Cellの混雑度が急激に増加する。この場合、端末あたりの無線の通信速度が急減する。このとき、空きバッファ量変化検出部33は、Flow Control信号の送信が必要だと判断し、信号生成部35に信号生成を指示する。

30

【0075】

式(3)が満たされる状況は、測定時刻t1において、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量が閾値範囲内にある状況である。この状況では、端末数が特に急増あるいは急減することなく、MeNB20の運用するCellの混雑度はほぼ変わらない。この場合、端末あたりの無線の通信速度は安定している。このとき、空きバッファ量変化検出部33は、Flow Control信号の送信が不要だと判断し、信号生成部35に信号生成を指示しない。

【0076】

以上のように、SeNB30(空きバッファ量変化検出部33)は、無線通信の混雑度合を考慮して通信制御を行った場合、接続中の端末数の急増や急減に起因してCellの混雑度が変化した時のみ、Cell毎のFlow Control信号を送信するように制御する。

40

【0077】

SeNB30は、Flow Control信号を生成する(ステップS304)。具体的には、空きバッファ量変化検出部33における、空きバッファ量が閾値を超えた(閾値範囲外の場合)との判定結果に基づいて、信号生成部35は、Flow Control信号を生成する。この場合、バッファ量記録部34は、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量を、バッファ量記録部34に上書き保存する。上書きされた空きバッファ量は、次の閾値生成に利用される。また、バッファ量記録部34は、信号生成部35へ、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量情報を提供する。Flow

50

Control 信号生成として、バッファ量記録部 34 から MeNB 20 の運用する Cell 毎の空きバッファ量の情報に基づいて、PDU Type は 4 と設定し、Physical Cell ID、および MeNB 20 の運用する Cell 毎の空きバッファ量 “Desired buffer size for the Cell” の情報を格納する。ここでは、Cell 毎の Flow Control 信号を生成するため、GTP ヘッダに含まれる TEID (Tunnel Endpoint ID) は、MeNB 20 に接続中の任意の 1 つの DRB に対応する TEID とする。例えば、UE ID = 1、DRB = 1 に対応する TEID が用いられてもよい。なお、ステップ S301 で対象とした各 DRB は Cell 毎の Flow Control 信号を生成するため、DRB 単位の Flow Control 信号は不要である。

【0078】

SeNB 30 は、Flow Control 信号を送信する (ステップ S305)。具体的には、SeNB 30 の通信部 31 は、信号生成部 35 から受け取った Flow Control 信号を、MeNB 20 へ送信する。

【0079】

一方、空きバッファ量変化検出部 33 において、空きバッファ量が閾値範囲内と判定された場合、通信部 31 から Flow Control 信号は送信されず (ステップ S306)、本フローチャートの処理は終了する。

【0080】

以上説明したように、Cell の混雑度がほぼ変わらない状況において、Cell 毎の空きバッファ量は閾値範囲を超えることない。従って、最初 (すなわち、起動時点および空きバッファ量の変化時) に、MeNB 20 の運用する Cell 毎の空きバッファ量を、MeNB 20 にフィードバックしておけば、変化するまで更新する必要はない。よって、Flow Control 信号の送信回数を大幅に減らすことが可能となる。

【0081】

なお、図 6 に示される各構成の機能がコンピュータにより実現される場合、図 8 に示される処理は、コンピュータ読み取り可能なメモリ (記録媒体) に、コンピュータプログラムとして記憶される。

【0082】

図 9 は、図 7 に示される MeNB 20 の動作例を示すフローチャートである。

【0083】

MeNB 20 の通信部 21 は、SeNB 30 から Flow Control 信号を受信する (ステップ S201)。

【0084】

MeNB 20 のバッファ量管理部 22 は、保存しているバッファ量分配リスト DB のパラメータ (図 10 参照) を更新する (ステップ S202)。バッファ量管理部 22 は、MeNB 20 の運用する Cell 毎の空きバッファ量について、SeNB 30 から受信した Flow Control 信号に含まれる PDU Type (= 4) 情報から Cell 毎の情報を認識する。バッファ量管理部 22 は、識別した情報から、Cell 毎の情報 (Physical Cell ID の情報、および MeNB 20 の運用する Cell 毎の空きバッファ量の情報 (“Desired buffer size for the Cell”)) を取り出し、取り出した Cell 毎の情報を反映させることにより、バッファ量分配リスト DB を更新する。

【0085】

各 DRB のバッファ量分配係数は、例えば、UE 10 から直接に MeNB 20 へ定期的に送信する PDCP Status Report 信号の情報をを用いて算出される。一定の時間 (例えば、PDCP Status Report 信号の受信から次の PDCP Status Report 信号の受信まで) で、各 DRB の送信する DL データ量と PDCP Status Report 信号の情報から実際に送信できた DL データ量より、各 DRB の送信レートが算出される。ここで、各 DRB の送信レートは、PDCP Status Report 信号の受信から次の PDCP Status Report 信号の受信までの時間に、MeNB 20 から UE 10 に送信でき、かつ UE 10 が正しく受信できた DL データ量のレートと定義される。各 DRB の送信レートと全 DRB の送信レート (MeNB 20

10

20

30

40

50

の運用するCell毎の送信レート)と対比することにより、各DRBのバッファ量分配係数が算出される。算出した各DRBのバッファ量分配係数によりバッファ量分配リストDBが更新される。

【0086】

バッファ量分配リストDBに格納される各DRBの空きバッファ量は、MeNB20の運用するCell毎の空きバッファ量と各DRBのバッファ量分配係数を乗算して算出される。そのため、各DRBの空きバッファ量の更新タイミングは、Cell毎のFlow Control信号を受信した場合、あるいは各DRBのバッファ量分配係数が更新された場合とする。各DRBの空きバッファ量は、図10に示すバッファ量分配リストDBに従って、決定される。

10

【0087】

また、図10に示されるバッファ量分配リストDBに存在しないDRBは、Cell毎の対象外とし、DRB単位でFlow Control信号(PDU Type (=1))をSeNB30からMeNB20へ送信してもよい。Cell毎の対象外とは、例えば、前述の“空きバッファ量を測定(図8:ステップS301)”にて各DRBにおける定期的な測定後に、SeNB30と新たに接続するDRBである。

【0088】

そのため、SeNB30と新たに接続するDRBの情報がバッファ量分配リストDBに設定される。たとえば、DRBの空きバッファ量には、Flow Control信号(PDU Type (=1))に含まれる“Desired buffer size for the E-RAB”が設定され、DRBのバッファ量分配係数には、0が設定されてもよい。

20

【0089】

MeNB20のDLデータ量調整部23は、DLデータ蓄積部24からDLデータを取り出してデータ化する。さらに、DLデータ量調整部23は、バッファ量管理部22から通知されたバッファ量分配リストDBを参照し、MeNB20からSeNB30へのDLデータ量を調整する(ステップS203)。

【0090】

通信部21はDLデータ量調整部23から受信したDLデータをSeNB30へ送信する(ステップS204)。

【0091】

なお、図7に示される各構成の機能がコンピュータにより実現される場合、図9に示される処理は、コンピュータ読み取り可能なメモリ(記録媒体)に、コンピュータプログラムとして記憶される。

30

[効果の説明]

以上説明した第2の実施形態では、Split bearer optionにおいて、Flow Control信号(制御信号)は、Cell毎に送信される。Cellの混雑度合に応じてFlow Control信号が適切に送信されることにより、SeNB30とMeNB20との間における、Flow Control信号の無駄な送信を大幅に削減することができる。結果として、Flow Control信号による通信帯域の消費が抑制され、SeNBとMeNBとの間において、通信帯域を効率的に使用することが可能となる。

40

(変形例)

Flow Control信号(第1の実施形態の“DRBグループ単位の空きバッファ量”に相当)は、3GPP TS 36.425にて規定されている、PDU Type 1のメッセージ、および新規のメッセージとしてのPDU Type 4のメッセージに限定されることはない。Flow Control信号は、他のPDU Type(たとえば、Type 0、Type 2、およびType 3)のメッセージであってもよいし、3GPP TS 36.425にて規定されていないメッセージであってもよい。

【0092】

また、空きバッファ量(換言すれば、Flow Control信号)を送信する単位は

50

、常に、DRBグループ単位（Cell毎またはUE単位）である必要はない。たとえば、所定の条件に応じて、空きバッファ量を送信する単位は、DRBグループ単位とDRB単位との間で切り換えられてもよい。上記所定の条件は、たとえば、緊急性の度合いやQoS（Quality of Service）である。また、切り換えの周期は、任意である。

【0093】

以上、各実施形態を用いて本発明を説明したが、本発明の技術的範囲は、上記各実施形態の記載に限定されない。上記各実施形態に多様な変更又は改良を加えることが可能であることは当業者にとって自明である。従って、そのような変更又は改良を加えた形態もまた本発明の技術的範囲に含まれることは説明するまでもない。また、以上説明した各実施形態において使用される、数値や各構成の名称等は例示的なものであり適宜変更可能である。即ち、本発明は、本発明の範囲内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

10

【0094】

この出願は、2017年12月13日に出願された日本出願特願2017-238515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】

【0095】

1 無線通信システム

10 UE

20 MeNB

20

21 通信部

22 バッファ量管理部

23 DLデータ量調整部

24 DLデータ蓄積部

30 SeNB

31 通信部

32 空きバッファ量測定部

33 空きバッファ量変化検出部

34 バッファ量記録部

35 信号生成部

30

40 MME

50 S-GW

200 無線通信システム

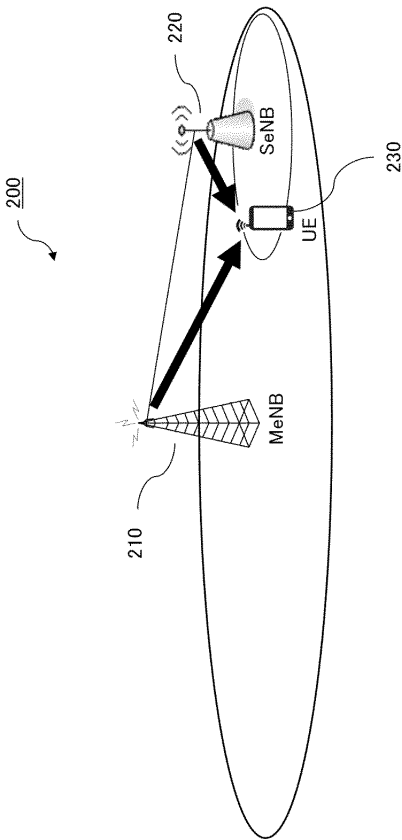
210 MeNB

220 SeNB

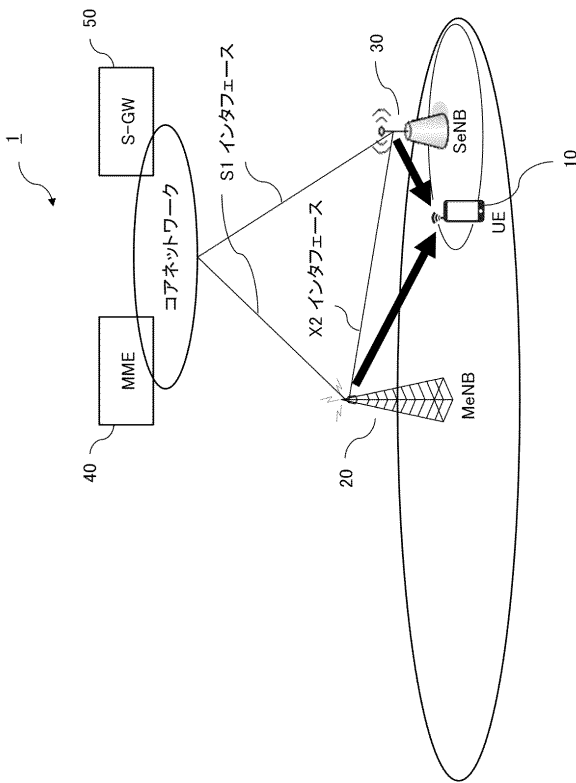
40

【図面】

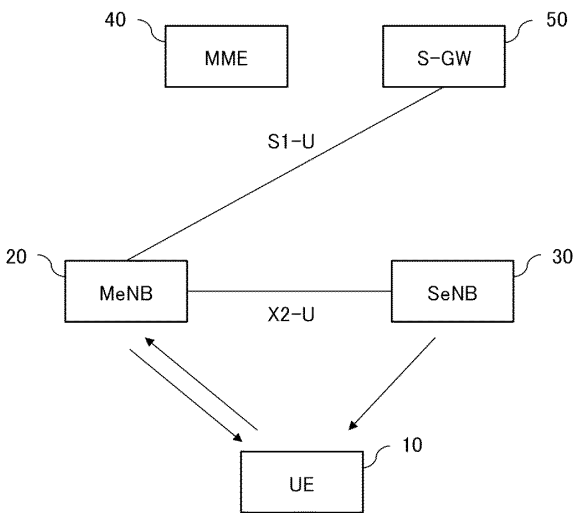
【図 1】



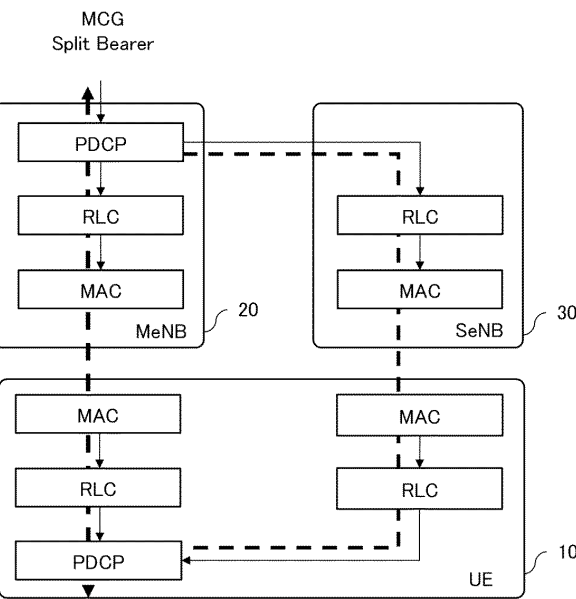
【図 2】



【図 3】



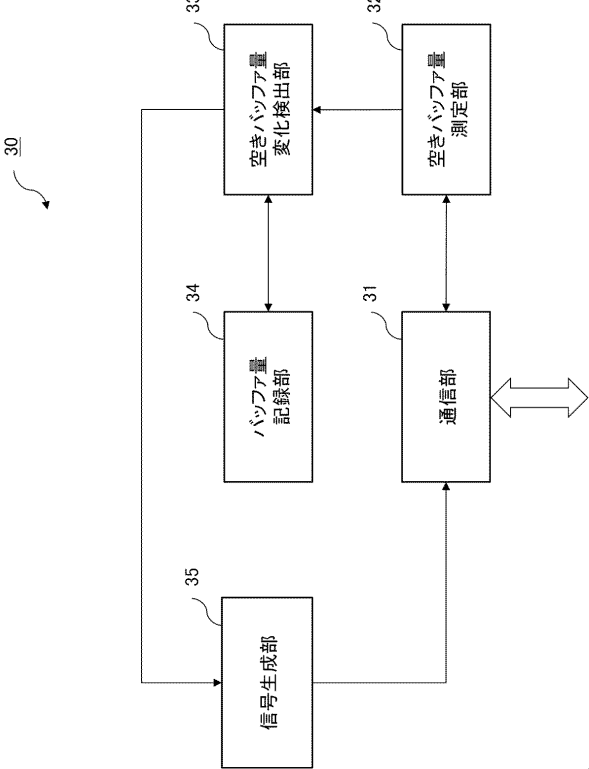
【図 4】



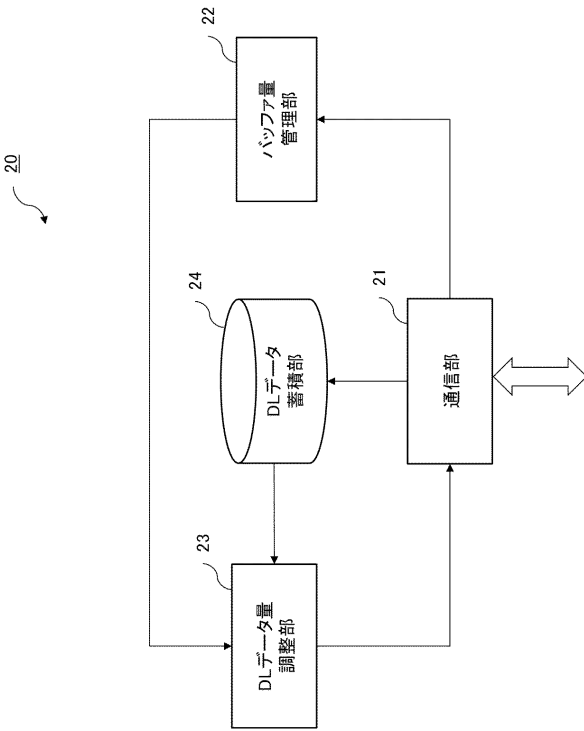
【図 5】

Bits								Number of Octets
7	6	5	4	3	2	1	0	
PDU Type (=1)				Spare		Final Frame Ind.	Lost Packet Report	1
Highest successfully delivered PDCP Sequence Number								2
Desired buffer size for the E-RAB								4
Minimum desired buffer size for the UE								4
Number of lost X2-U Sequence Number ranges reported								1
Start of lost X2-U Sequence Number range								4* (Number of reported lost X2-u SN ranges)
End of lost X2-U Sequence Number range								
Spare extension								0-4

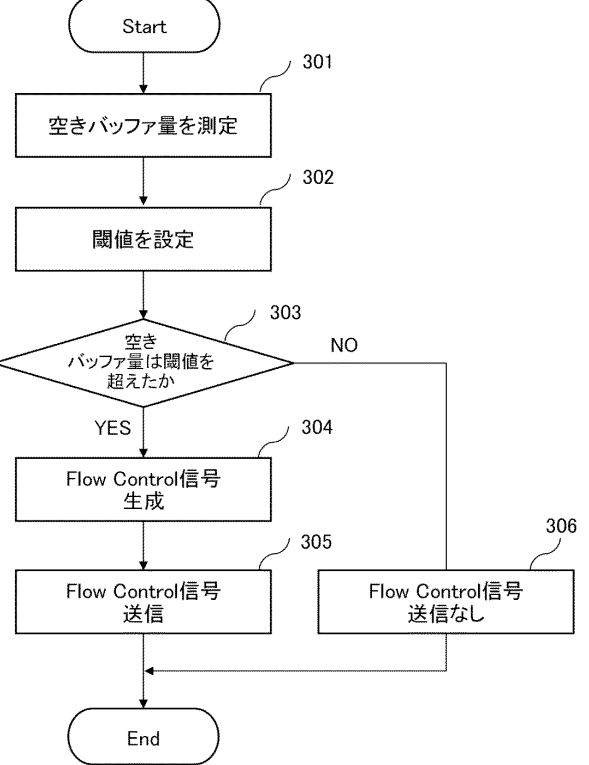
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

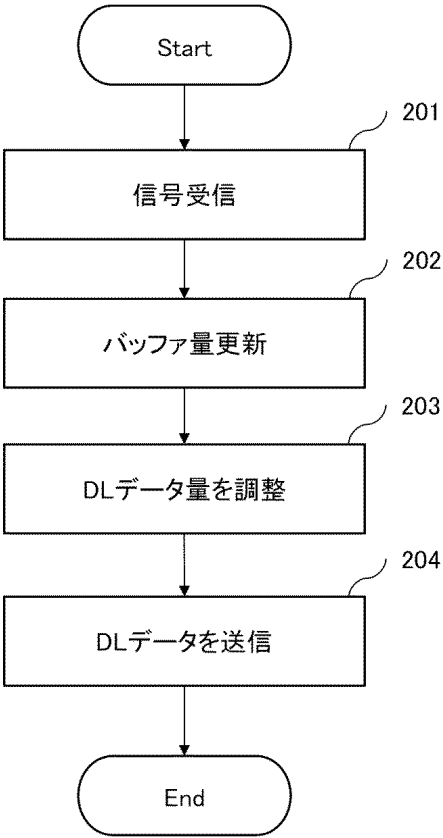
20

30

40

50

【図 9】



【図 10】

Physical Cell ID	MeNB20における Cell単位の空きバッファ量	各DRBのバッファ量 分配係数	各DRBの空きバッファ量
Cell#1	4Gbyte	UE#1, DRB#1 = 0.1	UE#1, DRB#1 = 0.4Gbyte
		UE#1, DRB#2 = 0.3	UE#1, DRB#2 = 1.2Gbyte
		...	...
		...	...
...	...	UE#j, DRB#k = 0.2	UE#j, DRB#k = 0.8Gbyte
...	...	...	...

【図 11】

Bits								Number of Octets
7	6	5	4	3	2	1	0	
PDU Type (=4)				Spare		Spare	Spare	1
Physical Cell ID								2
Desired buffer size for the Cell (1 st to 4 th Octet)								4
Desired buffer size for the Cell (5 th to 8 th Octet)								4
Spare extension								1
Spare extension								4
Spare extension								
Spare extension								0-4

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 2 8 1 8 2 (U S , A 1)
特開 2 0 1 6 - 1 2 3 0 5 1 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 1 8 4 9 3 (U S , A 1)
BlackBerry UK Limited , Necessity of flow control for various U-plane alternatives[online] ,
3GPP TSG-RAN WG2#84 R2-134116 , インターネット <URL:http://www.3gpp.org/ftp/t
sg_ran/WG2_RL2/TSGR2_84/Docs/R2-134116.zip > , 2013年11月15日
ZTE , Further Discussion on P-approved 36.425[online] , 3GPP TSG RAN WG3 adhoc_R3_
AH_NR_1706 R3-172051 , Internet URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG3_lu/TSG
R3_AHGs/R3_AH_NR_1706/Docs/R3-172051.zip , 2017年06月29日
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 B 7 / 2 4 - 7 / 2 6
H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0
3 G P P T S G R A N W G 1 - 4
S A W G 1 - 4
C T W G 1 , 4