

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2014-522602
(P2014-522602A)

(43) 公表日 平成26年9月4日 (2014. 9. 4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 4W 16/32 (2009. 01)	HO 4W 16/32	5 K O 6 7
HO 4W 36/08 (2009. 01)	HO 4W 36/08	
HO 4W 36/30 (2009. 01)	HO 4W 36/30	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 63 頁)

(21) 出願番号	特願2014-513714 (P2014-513714)	(71) 出願人	392026693 株式会社 N T T ドコモ 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
(86) (22) 出願日	平成24年5月31日 (2012. 5. 31)	(74) 代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
(85) 翻訳文提出日	平成26年1月31日 (2014. 1. 31)	(74) 代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/040288	(74) 代理人	100158528 弁理士 守屋 芳隆
(87) 国際公開番号	W02012/166975	(72) 発明者	石井 啓之 アメリカ合衆国 9 4 3 0 4 - 1 2 0 1 カリフォルニア州 パロ アルト ヒルビ ューアベニュー 3 2 4 0
(87) 国際公開日	平成24年12月6日 (2012. 12. 6)		
(31) 優先権主張番号	61/492, 321		
(32) 優先日	平成23年6月1日 (2011. 6. 1)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	61/500, 426		
(32) 優先日	平成23年6月23日 (2011. 6. 23)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	61/502, 023		
(32) 優先日	平成23年6月28日 (2011. 6. 28)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 小ノードデバイスを用いる移動通信における拡張ローカルアクセス

(57) 【要約】

【課題】 ハイブリッドユーザ装置及び小ノードデバイスによりデータをオフロードする構成を提供すること。

【解決手段】 このハイブリッド構成において、小ノードデバイスは遠距離通信ネットワーク及び／又はインターネットに対するバックホールリンクを有する。ユーザ装置はバックホールリンクを用いて、小ノードデバイスを介してデータの送受信を行うことができる。

【選択図】 図 1

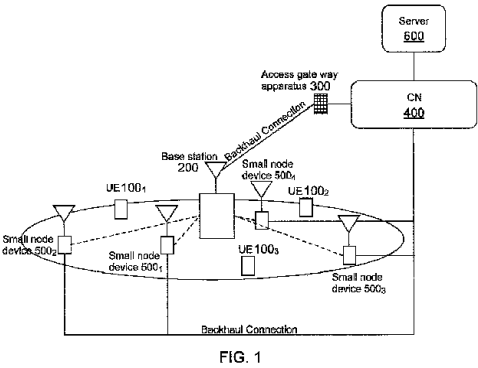


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

セルラ遠距離通信システムにおいてデータトラフィックをオフロードするための小ノードデバイスであって、

B S 2 D 通信リンクを通して基地局から第 1 の制御プレーンメッセージを受信するように構成されるマクロ基地局対小ノードデバイス (B S 2 D) 通信部と、

前記第 1 の制御プレーンメッセージに応じて確立された無線 D 2 U E 通信リンクを通してユーザプレーンデータをユーザ装置に送信するように構成される小ノードデバイス対ユーザ装置 (D 2 U E) 通信部と、

バックホールリンクを通してサーバからユーザプレーントラフィックデータを受信するように構成されるバックホール通信部と、を具備することを特徴とする小ノードデバイス。

10

【請求項 2】

前記 B S 2 D 通信リンクは前記基地局と前記小ノードデバイスとの間でマスタスレーブ関係を有することを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

【請求項 3】

前記 B S 2 D 通信部はさらに前記基地局から第 2 の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、

前記 D 2 U E 通信部は前記前記第 2 の制御プレーンメッセージに応じて前記 D 2 U E 通信リンクを解放するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

20

【請求項 4】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記基地局により割り当てられた無線リソースで前記ユーザプレーンデータを送信するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

【請求項 5】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記小ノードデバイスにより割り当てられた無線リソースで前記ユーザプレーンデータを送信するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

【請求項 6】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記基地局により割り当てられた無線ベアラを用いて前記ユーザプレーンデータを送信するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

30

【請求項 7】

前記 B S 2 D 通信部はさらに前記基地局から第 3 の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記第 3 の制御プレーンメッセージに応じてパイロット信号を前記ユーザ装置に送信して、前記ユーザ装置に前記パイロット信号を用いて前記 D 2 U E 通信リンクの無線リンク品質を測定することを可能にさせるように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

40

【請求項 8】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記ユーザ装置の用いるタイムスロットと時分割多重されたタイムスロットを用いて前記ユーザプレーンデータを前記ユーザ装置に送信して、追加のユーザプレーンデータを前記基地局から受信するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

【請求項 9】

前記 B S 2 D 通信部はさらに前記基地局から第 4 の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、

前記 D 2 U E 通信部は前記第 4 の制御プレーンメッセージに応じて前記 D 2 U E 通信リンクを再設定するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス

50

。

【請求項 10】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記 D 2 U E 通信リンクを通して前記ユーザ装置から第 3 のユーザプレーンデータを受信し、前記バックホールリンクを通して前記第 3 のユーザプレーンデータを前記サーバにアップロードするように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

【請求項 11】

前記バックホール通信部はサービングゲートウェイ、PDNゲートウェイ、及び前記基地局のうち少なくとも 1 つを介して前記サーバに接続するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の小ノードデバイス。

10

【請求項 12】

セルラ遠距離通信システムにおいて小ノードデバイスからオフロードされたデータを受信するように構成される移動局（ユーザ装置）であって、

無線 BS 2 U E 通信リンクを通して基地局から制御プレーンデータ及び第 1 のユーザプレーンデータの両方を受信するように構成されるマクロ基地局対ユーザ装置（BS 2 U E）通信部と、

無線 D 2 U E 通信リンクを用いて、前記小ノードデバイスを通してサーバから第 2 のユーザプレーンデータを受信するように構成される小ノードデバイス対ユーザ装置（D 2 U E）通信部と、を具備し、

前記 BS 2 U E 通信部はさらに前記 BS 2 U E 通信リンクを通して前記基地局から第 1 の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、

20

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記第 1 の制御プレーンメッセージに応じて前記 D 2 U E 通信リンクを確立するように構成されることを特徴とする移動局。

【請求項 13】

前記 BS 2 U E 通信リンクは LTE リンクであることを特徴とする請求項 12 に記載の移動局。

【請求項 14】

前記 D 2 U E 通信リンクは前記 BS 2 U E 通信リンクで用いられるキャリア周波数とは異なるキャリア周波数を用いることを特徴とする請求項 12 に記載の移動局。

【請求項 15】

30

前記 BS 2 U E 通信部はさらに前記基地局から第 2 の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、

前記 D 2 U E 通信部は前記第 2 の制御プレーンメッセージに応じて前記 D 2 U E 通信リンクを解放するように構成されることを特徴とする請求項 12 に記載の移動局。

【請求項 16】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記基地局により割り当てられた無線リソースで前記第 2 のユーザプレーンデータを受信するように構成されることを特徴とする請求項 12 に記載の移動局。

【請求項 17】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記小ノードデバイスにより割り当てられた無線リソースで前記第 2 のユーザプレーンデータを受信するように構成されることを特徴とする請求項 12 に記載の移動局。

40

【請求項 18】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記基地局により割り当てられた無線ベアラを用いて前記第 2 のユーザプレーンデータを受信するように構成されることを特徴とする請求項 12 に記載の移動局。

【請求項 19】

前記 BS 2 U E 通信部はさらに前記基地局から第 3 の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記小ノードデバイスにより送信されるパイロット信号を

50

受信して、前記パイロット信号の無線リンク品質を測定するように構成され、

前記パイロット信号の無線リソースは前記第3の制御プレーンメッセージに示されることを特徴とする請求項12に記載の移動局。

【請求項20】

前記D2UE通信部はさらに前記D2UE通信リンクを用いて、前記小ノードデバイスを通して第3のユーザプレーンデータを前記サーバに送信するように構成されることを特徴とする請求項12に記載の移動局。

【請求項21】

前記BS2UE通信部はさらに前記基地局から第5の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、

前記D2UE通信部は前記第5の制御プレーンメッセージに応じて前記D2UE通信リンクを再設定するように構成されることを特徴とする請求項12に記載の移動局。

【請求項22】

セルラ遠距離通信ネットワークにおいてユーザ装置（UE）及び小ノードデバイスを制御するためのマクロ基地局であって、

無線BS2UE通信リンクを用いて前記UEとユーザプレーン及び制御プレーンデータをやり取りするように構成されるマクロ基地局対UE（BS2UE）通信部と、

BS2D通信リンクを用いて前記小ノードデバイスと制御プレーンデータをやり取りするように構成されるマクロ基地局対小ノードデバイス（BS2D）通信部と、

前記BS2UE及びBS2D通信リンクのうち1つをそれぞれ用いて、前記UE及び前記小ノードデバイスのうち少なくとも1つに送信される第1の制御プレーンメッセージを通して、小ノードデバイス対UE（D2UE）通信リンクの確立及び解放／再設定／ハンドオーバを制御するように構成されるD2UE制御部と、を具備することを特徴とするマクロ基地局。

【請求項23】

前記D2UE制御部はさらに、前記BS2UE通信部により前記BS2UE通信リンクを用いて前記UEに送信され、前記BS2D通信部により前記BS2D通信リンクを用いて前記小ノードデバイスに送信される第2の制御プレーンメッセージを用いて、前記D2UEリンクの無線リソース割り当てを決定するように構成されることを特徴とする請求項22に記載のマクロ基地局。

【請求項24】

前記D2UE制御部はさらに前記BS2UE通信部により前記UEに送信される第4の制御プレーンメッセージ及び前記BS2D通信部により前記小ノードデバイスに送信される第5の制御プレーンメッセージを用いて前記D2UEリンクの無線ベアラを割り当てることにより、前記UEと前記小ノードデバイスとの間で前記D2UE通信リンクを用いてやり取りされるユーザプレーンデータを識別するように構成されることを特徴とする請求項22に記載のマクロ基地局。

【請求項25】

前記BS2UE通信部はさらに前記BS2UEリンクを用いて前記UEから測定報告を受信するように構成され、

前記測定報告は前記D2UE通信リンクの無線リンク品質の測定結果を含み、

前記D2UE制御部は前記測定報告に応じて、確立、解放、再設定、ハンドオーバ、及び無線リソース割り当てのうち少なくとも1つを決定することを特徴とする請求項22に記載のマクロ基地局。

【請求項26】

セルラ遠距離通信システムにおいて小ノードデバイスを用いて通信を行う方法であって、

前記小ノードデバイスで、基地局対小ノードデバイス（BS2D）通信リンクを通して基地局から第1の制御プレーンメッセージを受信し、

前記小ノードデバイスで、前記第1の制御プレーンメッセージに応じて小ノードデバイ

10

20

30

40

50

ス対ユーザ装置（D 2 U E）通信リンクを確立し、

前記小ノードデバイスで、バックホールリンクを通してサーバから下りユーザプレーンデータを受信し、

前記小ノードデバイスから、前記D 2 U E通信リンクを通して前記下りユーザプレーンデータを送信することの特徴とする方法。

【請求項 27】

セルラ遠距離通信システムにおいてユーザ装置を用いて通信を行う方法であって、

前記ユーザ装置で、マクロ基地局対ユーザ装置（B S 2 U E）通信リンクを通して基地局から第1の制御プレーンメッセージを受信し、

前記ユーザ装置で、前記第1の制御プレーンメッセージに応じて小ノードデバイス対ユーザ装置（D 2 U E）通信リンクを確立し、

前記ユーザ装置で、前記D 2 U E通信リンクを通して前記小ノードデバイスから下りユーザプレーンデータを受信することの特徴とする方法。

【請求項 28】

セルラ遠距離通信システムにおいてユーザ装置（U E）及び小ノードデバイスを制御するためのマクロ基地局を用いて通信を行う方法であって、

前記マクロ基地局で、無線マクロ基地局対U E（B S 2 U E）通信リンクを用いて前記U Eとユーザプレーンデータ及び制御プレーンメッセージをやり取りし、マクロ基地局対小ノードデバイス（B S 2 D）通信リンクを用いて前記小ノードデバイスと制御プレーンメッセージをやり取りし、

前記マクロ基地局で、前記B S 2 U E通信リンク及び前記B S 2 D通信リンクのうちそれぞれ1つを用いて、前記U E及び前記小ノードデバイスのうち少なくとも1つに送信される第1の制御プレーンメッセージを通して、小ノードデバイス対U E（D 2 U E）通信リンクの確立及び解放／再設定／ハンドオーバを制御し、

前記マクロ基地局で、前記D 2 U E通信リンクを用いて前記U Eと前記小ノードデバイスとの間でやり取りされるユーザプレーンデータを識別することの特徴とする方法。

【請求項 29】

セルラ遠距離通信システムにおいてデータトラフィックをオフロードするための小ノードデバイスであって、

無線B S 2 D通信リンクを通して基地局から第1の制御プレーンメッセージ及び第2の制御プレーンメッセージを受信するように構成されるマクロ基地局対小ノードデバイス（B S 2 D）通信部と、

前記第1の制御プレーンメッセージに応じて前記ユーザ装置との無線D 2 U E通信リンクを確立するように構成され、さらに前記第2の制御プレーンメッセージに応じて少なくとも1つのパイロット信号を前記ユーザ装置に送信し、前記D 2 U E通信リンクを通して前記ユーザ装置とユーザプレーンデータをやり取りするように構成される小ノードデバイス対ユーザ装置（D 2 U E）通信部と、

バックホールリンクを用いてサーバと前記ユーザプレーンデータをやり取りするように構成されるバックホール通信部とを具備することの特徴とする小ノードデバイス。

【請求項 30】

前記D 2 U E通信部はさらに前記第2の制御プレーンメッセージにより決定される送信周期、周波数領域リソース、時間領域リソース、符号領域リソース、及び送信電力のうち少なくとも1つに従って前記少なくとも1つのパイロット信号を送信するように構成されることを特徴とする請求項 29に記載の小ノードデバイス。

【請求項 31】

前記B S 2 D通信部及び前記D 2 U E通信部は基地局対ユーザ装置通信リンク及び前記D 2 U E通信リンクを同期させるように構成されることを特徴とする請求項 29に記載の小ノードデバイス。

【請求項 32】

セルラ遠距離通信システムにおいて小ノードデバイスからオフロードされたデータを受

10

20

30

40

50

信するように構成される移動局（ユーザ装置）であって、

無線 B S 2 U E 通信リンクを通して基地局から制御プレーンデータメッセージ及び第 1 のユーザプレーンデータの両方を受信するように構成される基地局対ユーザ装置（B S 2 U E）通信部と、

無線 D 2 U E 通信リンクを用いて、前記小ノードデバイスを通してサーバから第 2 のユーザプレーンデータを受信するように構成される小ノードデバイス対ユーザ装置（D 2 U E）通信部と、を具備し、

前記 B S 2 U E 通信部はさらに前記 B S 2 U E 通信リンクを通して前記基地局から第 1 の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記第 1 の制御プレーンメッセージに応じて前記 D 2 U E 通信リンクを確立するように構成され、

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記 D 2 U E 通信リンクを通して前記小ノードデバイスから少なくとも 1 つのパイロット信号を受信し、受信した前記少なくとも 1 つのパイロット信号を用いて前記 D 2 U E 通信リンクの無線リンク品質を測定するように構成され、

前記 B S 2 U E 通信部はさらに前記 B S 2 U E 通信リンクを通して前記基地局に前記無線リンク品質を送信するように構成されることを特徴とする移動局。

【請求項 3 3】

前記 D 2 U E 通信部はさらに前記第 2 の制御プレーンメッセージにより決定される送信周期、周波数領域リソース、時間領域リソース、符号領域リソース、及び送信電力のうち少なくとも 1 つに従って前記少なくとも 1 つのパイロット信号を受信するように構成されることを特徴とする請求項 3 2 に記載の移動局。

【請求項 3 4】

セルラ遠距離通信システムにおいてデータトラフィックをオフロードするための小ノードデバイスであって、

B S 2 D 通信リンクを通して基地局から第 1 の制御プレーンメッセージを受信するように構成される基地局对小ノードデバイス（B S 2 D）通信部と、

前記第 1 の制御プレーンメッセージに応じて確立された無線 D 2 U E 通信リンクを通してユーザプレーンデータをユーザ装置に送信するように構成される小ノードデバイス対ユーザ装置（D 2 U E）通信部と、

バックホールリンクを通してサーバから前記ユーザプレーンデータを受信するように構成されるバックホール通信部と、を具備し、

前記 D 2 U E 通信部はさらに、処理負荷、無線リソース使用量、データレート、第 2 のリンクのパスロス、無線リンク品質、ブロックエラーレート、送信信号電力、受信信号電力、干渉電力、及び前記 D 2 U E 通信リンクにおけるユーザ装置数のうち少なくとも 1 つを測定するように構成され、

前記 B S 2 D 通信部はさらに前記測定の結果を前記基地局に送信するように構成されることを特徴とする小ノードデバイス。

【請求項 3 5】

セルラ遠距離通信ネットワークにおいてユーザ装置（U E）及び小ノードデバイスを制御するためのマクロ基地局であって、

無線 B S 2 U E 通信リンクを用いて前記 U E とユーザプレーンデータ及び制御プレーンメッセージをやり取りするように構成されるマクロ基地局対 U E（B S 2 U E）通信部と、

B S 2 D 通信リンクを用いて前記小ノードデバイスと制御プレーンメッセージをやり取りするように構成されるマクロ基地局对小ノードデバイス（B S 2 D）通信部と、

前記 B S 2 U E 通信リンク及び B S 2 D 通信リンクのうち 1 つをそれぞれ用いて、前記 U E 及び前記小ノードデバイスのうち少なくとも 1 つに送信される第 1 の制御プレーンメッセージを通して、小ノードデバイス対 U E（D 2 U E）通信リンクの確立及び解放／再設定／ハンドオーバを制御するように構成される制御部とを具備し、

前記制御部はさらに、前記 D 2 U E 通信リンクを用いて前記 U E と前記小ノードデバイ

10

20

30

40

50

スとの間でやり取りされるユーザプレーンデータを識別するように構成され、

前記制御部はさらにD2UE接続数、無線リソースの使用量、データレート、接続確立の成功率、ハンドオーバーの成功率、無線リンクの故障数、ハンドオーバーの回数、及び前記D2UE通信リンクにおける接続再確立の回数のうち少なくとも1つを測定するように構成されることを特徴とするマクロ基地局。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、移動通信プロトコルにおける物理レイヤ及びリンクレイヤのオペレーションに関する。

【背景技術】

【0002】

無線ネットワークの容量を増加させるためのオプションの1つは、配置する基地局又は遠隔アンテナユニットの密度（単位エリアあたりのデバイス数）を上げることである。配置する基地局又は遠隔アンテナユニットの密度が上がれば、周波数繰返し効果によってセル容量が増加する。しかしながら、配置密度を上げることは幾つかの困難が伴い、特に、そのような配置ユニットはそれ自体が従来の基地局として動作可能でなければならない。これらの困難には、以下が含まれる。

【0003】

（1）配置密度が上がるほど、ユーザ装置がそのサービングユニット（基地局）を極めて頻繁に変更するため、ハンドオーバーの回数が増加する。その結果、接続性／移動性の品質の低下が予想される。したがって、セルラ容量を増加させる配置ユニットはマクロ基地局と高精度の連係を持つ必要がある。

（2）従来のマクロ基地局は、パイロット信号、同期信号、報知信号、及びページング信号など複数の所要の信号を送信し、これらの信号はすべて干渉の問題を生じさせる可能性がある。そのような干渉は配置される基地局の数を制限し、これによりセルラ容量が低下する。

（3）さらに、従来のマクロ基地局の所要の信号の無線リソースは通常スタティックである。したがって、ダイナミックな無線リソースの割り当てによりダイナミックかつ効率的な干渉制御を行うことは困難であり、これによっても配置される基地局の数と対応のセルラ容量とが制限される。

（4）ネットワークオペレータが各セルに対してセルID又は他のセル固有パラメータを割り当てる必要がある。例えば、LTE上りリンク（UL）におけるランダムアクセスチャネルのルート系列はそのようなセル固有パラメータの一例である。このようなセルIDやルート系列などのセルプランニングは煩雑であり、これによっても配置される基地局の数と対応のセルラ容量とが制限される。

（5）所要のセル容量は領域毎に固有である。例えば、都市部においては非常に大きい容量が求められる一方で、郊外又は地方では、セル容量の比較的小さめの増加で十分である。このように異なる密度のニーズに効率的に対応するため、配置ユニットは、容易に、低コストで、かつ簡易に設置できる必要がある。

（6）各配置ユニットのコストが高ければ、配置密度が上がった場合、システム全体のコストが極めて高くなる。したがって、実行可能な方法でセル容量を増加させるには、配置ユニットのコストを比較的低くする必要がある。

【0004】

無線ネットワークの容量を増加させるため、様々な構成が提案されてきた。例えば、Remote Radio Head（RRH）技術を用いる分散基地局は、光ファイバを用いて基地局サーバと通信を行う。基地局サーバはベースバンド処理を行うので、各RRH分散基地局は、その基地局サーバに対して電力増幅器として動作する。RRH分散基地局の密度が上がるほど、基地局サーバでのベースバンド処理の複雑さが増す。したがって、各分散RRH基地局に対応するRRHセルの数は、このRRHの複雑さにより制限される。

10

20

30

40

50

【0005】

無線ネットワークの容量を増加させる別のオプションは、ピコセル又はフェムトセルの使用を伴う。RRHのアプローチとは異なり、ベースバンド処理がピコ／フェムトセルに亘って分散される。しかし、ピコセル／フェムトセルとマクロセル基地局との間に、高精度の連係が存在しない。したがって、ピコセル／フェムトセルとマクロセル基地局との間で従来の周波数内又は周波数間ハンドオーバーが必要になるため、接続性及び移動性が十分ではない可能性がある。さらに、ピコセル／フェムトセル自体も基地局であるため、上述したパイロット信号、同期信号、報知信号、及びページング信号などの信号を送信する。その結果、ピコ／フェムトセルの配置密度が上がり、干渉の問題、ダイナミックかつ効率的な干渉制御における困難、セルプランニングの問題、及び関連する問題を解決することができない。

10

【0006】

無線ネットワークの容量を増加させるための更に別のオプションとして、従来のWi-Fiの使用が挙げられる。ただし、Wi-Fiノードとマクロセル基地局との間に連係はない。したがって、デュアルマクロセル及びWi-Fiユーザは、接続性及び移動性が制限される。さらに、マクロセルネットワークにおけるWi-Fiの使用は、単一ユーザに対して複数のIPアドレスが割り当てられるという複雑さを生じさせる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

20

したがって、無線ネットワークの容量を増加させるための、改良された構成及び技術が当該分野において求められている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、3GPPのLong Term Evolution (LTE)などのシステムの物理(PHY)及びリンクレイヤ設計に焦点を置く。設計にはデバイス対UE (D2UE)構成及びマクロ対UE (BS2UE)構成を用い、これらの構成において一部の機能はBS2UEリンクによって維持され、他はD2UEリンクによりサポートされる。したがって、本発明によれば、大容量、高接続性、低コスト、及びプランニングの複雑さの低下を可能にする無線通信システムを提供することができる。

30

【0009】

開示の第1の態様に従って提供される、セルラ遠距離通信システムにおいてデータトラフィックをオフロードするための小ノードデバイスは、BS2D通信リンクを通して基地局から第1の制御プレーンメッセージを受信するように構成されるマクロ基地局対小ノードデバイス(BS2D)通信部と、前記第1の制御プレーンメッセージに応じて確立された無線D2UE通信リンクを通してユーザプレーンデータをユーザ装置に送信するように構成される小ノードデバイス対ユーザ装置(D2UE)通信部と、バックホールリンクを通してサーバからユーザプレーンデータを受信するように構成されるバックホール通信部と、を含む。

【0010】

40

開示の第2の態様に従って提供される、セルラ遠距離通信システムにおいて小ノードデバイスからオフロードされたデータを受信するように構成される移動局(ユーザ装置)は、無線BS2UE通信リンクを通して基地局から制御プレーンデータ及び第1のユーザプレーンデータの両方を受信するように構成されるマクロ基地局対ユーザ装置(BS2UE)通信部と、無線D2UE通信リンクを用いて、前記小ノードデバイスを通してサーバから第2のユーザプレーンデータを受信するように構成される小ノードデバイス対ユーザ装置(D2UE)通信部と、を含み、前記BS2UE通信部はさらに前記BS2UE通信リンクを通して前記基地局から第1の制御プレーンメッセージを受信するように構成され、前記D2UE通信部はさらに前記第1の制御プレーンメッセージに応じて前記D2UE通信リンクを確立するように構成される。

50

【0011】

開示の第3の態様に従って提供される、セルラ遠距離通信ネットワークにおいてユーザ装置（UE）及び小ノードデバイスを制御するためのマクロ基地局は、無線BS2UE通信リンクを用いて前記UEとユーザプレーン及び制御プレーンデータをやり取りするように構成されるマクロ基地局対UE（BS2UE）通信部と、BS2D通信リンクを用いて前記小ノードデバイスと制御プレーンデータをやり取りするように構成されるマクロ基地局对小ノードデバイス（BS2D）通信部と、前記BS2UE及びBS2D通信リンクのうち1つをそれぞれ用いて、前記UE及び前記小ノードデバイスのうち少なくとも1つに送信される第1の制御プレーンメッセージを通して、小ノードデバイス対UE（D2UE）通信リンクの確立及び解放／再設定／ハンドオーバを制御するように構成されるD2UE制御部と、を含む。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】小ノードデバイスを用いる拡張ローカルエリア無線アクセスシステムの構成例を示す。

【図2】図1のシステムにおける、任意の1つの小ノードデバイスのデータパスを示す。

【図3】図2の小ノードデバイスの制御プレーン及びユーザプレーンデータの流れを図示する。

【図4】小ノードデバイスからのバックホールリンクがインターネットを通過する、図2の構成の変更例を図示する。

20

【図5】図1及び図4の実施例に示す特徴を組み合わせた構成を図示する。

【図6】小ノードデバイスとコアネットワーク／インターネットとの間にゲートウェイを含む、図5の構成の変更例を図示する。

【図7】小ノードデバイスからのバックホールリンクがネットワークアクセスゲートウェイを通過する、図5の構成の変更例を図示する。

【図8】小ノードデバイスからのバックホールリンクが基地局を通過する、図5の構成の変更例を図示する。

【図9】小ノードデバイスからのバックホールリンクが中央小ノードデバイスを通過する、図6の構成の変更例を図示する。

【図10】D2UEリンク及びユーザ装置のBS2UEリンクのタイムスロットを図示する。

30

【図11】小ノードデバイスの一例のブロック図を示す。

【図11A】小ノードデバイスの実施例のより詳細なブロック図を示す。

【図12】ユーザ装置の一例のブロック図を示す。

【図13】基地局の一例のブロック図を示す。

【図14】D2UE接続確立方法のフローチャートを示す。

【図14A】図14に示すステップのフロー図を示す。

【図15】D2UE接続の解放のフロー図を示す。

【図16】D2UEリンクの再確立のフロー図を示す。

【図17】D2UEリンクのハンドオーバのフロー図を示す。

40

【図17A】より近い隣接小ノードデバイスの存在を検出するユーザ装置測定技術のフローチャートを示す。

【図18】D2UEリンクの呼受付制御方法のフローチャートを示す。

【図19A】隣接基地局に干渉する移動局を図示する。

【図19B】隣接基地局に干渉しない移動局を図示する。

【図20】基地局を中心に配置された複数の小ノードデバイスを図示する。

【図21】D2UE接続確立方法のフローチャートを示す。

【図22】複数のD2UEパイロット信号間の時間、周波数、及び符号の関係を図示する。

。

【図22A】BS2UEリンクと同期したD2UEリンクを示す。

50

- 【図 2 2 B】 B S 2 U E リンクに対して時間でオフセットされた D 2 U E リンクを示す。
- 【図 2 2 C】 それぞれが複数の小ノードデバイスを有する複数のセルを図示する。
- 【図 2 2 D】 複数のマクロセルカバレッジ領域における D 2 U E リンクと、対応する B S 2 U E リンクとの間のタイミング関係を図示する。
- 【図 2 2 E】 複数の小ノードデバイスからの D 2 U E パイロット信号を示す。
- 【図 2 2 F】 パイロット信号物理レイヤフォーマットを図示する。
- 【図 2 2 G】 図 2 2 F に示すようにフォーマット化された複数のパイロット信号間のタイミング関係を図示する。
- 【図 2 2 H】 図 2 2 G のパイロット信号の受信信号電力のグラフを示す。
- 【図 2 3】 パスロス測定に応じた D 2 U E 確立方法のフローチャートを示す。
- 【図 2 4】 D 2 U E ハンドオーバー方法のフローチャートを示す。
- 【図 2 5】 パスロス測定に応じた D 2 U E リンク解放方法のフローチャートを示す。
- 【図 2 6】 D 2 U E 測定データ収集部を含む、図 2 に示す構成の変更例を図示する。
- 【図 2 7】 D 2 U E 測定項目のテーブルを示す。
- 【図 2 7 A】 小ノードデバイスネットワークにおける状態通知送信を図示する。
- 【図 2 8】 トラフィック測定項目のテーブルを示す。
- 【発明を実施するための形態】

【0013】

上述した問題を伴わずにユーザがマクロセル基地局からトラフィックをオフロードできるようにするセルラネットワークデバイスを開示する。セルラネットワークデバイスはマクロ基地局からトラフィックを適宜オフロードし、以下では「小ノードデバイス」と表記する。小ノードデバイスは、通常はマクロセル基地局と U E との間のリンク（これは「B S 2 U E リンク」とも表記する）で行う必要のあるデータトラフィックのオフロードを可能にする。小ノードデバイスを配置した場合、オフロードデータを小ノードデバイス対 U E リンク（これは「D 2 U E リンク」とも表記する）を通して伝搬してもよい。小ノードデバイスは D 2 U E リンクに対する無線リソース割り当て及び伝送フォーマットを制御できるといふ点に鑑みれば、小ノードデバイスはフェムト又はピコ基地局と類似する。しかし、移動局は、移動局とフェムト／ピコ基地局との間のリンクの R R C 工程を実行するフェムト／ピコ基地局から、ユーザプレーン及び制御プレーンの両方のシグナリングを受信する。この点に関し、フェムト／ピコ基地局はユーザ装置に対し正に従来の基地局として動作する。したがって、移動局はフェムト／ピコ基地局から別のフェムト／ピコ基地局へ、又はマクロ基地局からフェムト／ピコ基地局へ、従来のハンドオーバーを行う必要があり、この逆も同様である。そのようなハンドオーバーが多数ある場合、接続性／移動性の品質は低下する。これは、ユーザ装置がフェムト／ピコ基地局及びマクロ基地局と同時に通信を行うことが不可能であり、従来の周波数内又は周波数間ハンドオーバーが必要だからである。換言すると、従来のキャリアアグリゲーションのオペレーションはマクロ基地局及びフェムト／ピコ基地局のような 2 つの異なるノード間では実行できないためである。これに対し、移動局は本明細書に開示する小ノードデバイスとのデータ転送とマクロ基地局とのデータ転送とを同時に行うことができる。マクロ基地局対移動局接続は小ノードデバイス対移動局接続でデータのオフロードが実行される間維持される。その結果、配置密度を増加させたとしても、高い接続性／移動性を維持することができる。

【0014】

さらに、フェムト／ピコ基地局はセル固有参照信号（C R S）、プライマリ同期信号（P S S）、セカンダリ同期信号（S S S）、及び報知信号を送信しなければならない。C R S／P S S／S S S／報知信号の送信は、結果として生じるセル間干渉により配置密度が増加されるため、問題がある。これに対し、移動局は自局の制御シグナリングをマクロ基地局から取得するため、本明細書に開示する小ノードデバイスは C R S／P S S／S S S／報知信号を送信する必要はない。小ノードデバイスはこのように移動局とユーザプレーンデータをやり取りするため、配置密度が上がるほどセル間干渉に苦しむということがない。

【0015】

このデータトラフィックのオフロードを行うため、小ノードデバイスはインターネット又はコアネットワークに接続されるバックホールリンクを有し、インターネット又はコアネットワークにおいてサーバと通信を行う。小ノードデバイスに対するバックホールリンクはインターネットへの有線接続に限定されず、Wi-Fiやセルラ接続など、インターネットへの無線接続であってもよい。サーバは、バックホールリンク及びD2UE接続を利用してデータの一部をユーザ装置に転送する（又は当該データは基地局を利用して転送される）。D2UE接続はマクロ基地局（以下単に「基地局」という）によって制御される。より具体的には、接続の確立、ハンドオーバー、接続の解放、及び呼受付制御などのD2UE接続の基本的な無線リソース制御は基地局により制御される。さらに、UEと基地局との間のBS2UE接続はD2UE接続が設定された状態で維持される。その結果、基地局対UE（BS2UE）接続とD2UE接続との間で高精度の連係が容易に実現される。さらに、従来の基地局に必須の複数の機能を小ノードデバイスにおいて省略することができる。例えば、小ノードデバイスはD2UE接続の機能のみサポートすればよい。したがって、小ノードデバイスのコスト及び複雑さを抑えて維持することができる。例えば、無線リソース制御（RRC）接続状態制御や非アクセス層（NAS）制御など、機能の複雑なオペレーションは基地局によって行われる。したがって、報知チャネルの送信、パイロット及び同期信号の送信、及び接続の制御など、従来のMacro2UEリンクの機能の一部又は大半をD2UE接続において省略することができる。

10

【0016】

小ノードデバイスは、小ノードデバイス対ユーザ装置（D2UE）データ転送をサポートするように構成される。小ノードデバイスは基地局対小ノードデバイスリンク（BS2Dリンク）をサポートし、D2UEリンクはBS2Dリンクを介して基地局により制御される。本明細書に開示するUEはさらに基地局対ユーザ装置リンク（BS2UEリンク）及びD2UEリンクをサポートする。そのD2UEリンクもBS2UEリンクを介して基地局により制御される。D2UE接続に対する制御シグナリングは、BS2UE接続を介してUEに送信が可能である。同様に、D2UE接続に対する制御シグナリングは、BS2D接続を介して小ノードデバイスに送信が可能である。別の実施例では、D2UE接続はD2D（UE対UE、又は小ノードデバイス対小ノードデバイス）接続と類似してもよい。

20

30

【0017】

高い接続性を実現するために、RRC接続状態制御やNAS制御などのより重要な機能は、BS2UE接続を用いて基地局によって維持される。より具体的には、D2UE接続における無線インタフェース制御は、BS2D及びマクロセル基地局対ユーザ装置（BS2UE）接続によって行われる。この制御には、接続の確立、接続の管理、再設定、ハンドオーバー、接続の解放、無線リソース選択管理、電力制御、リンクアダプテーション、呼受付制御、無線ベアラ割り当て、トラフィック測定、無線測定制御、ベアラ管理、セキュリティアソシエーションなどのうち少なくとも1つが含まれる。

【0018】

別の実施例においては、D2UE接続は時間領域複信（TDD）物理レイヤ設計により維持される。そのような実施例では、D2UE送信に用いられる帯域において、ユーザ装置と小ノードデバイスとは無線リソースを時間的に共有して当該帯域上で使用する。＜更に別の実施例では、D2UE接続は、TDDの代わりに、周波数領域複信（FDD）物理レイヤリソース共有によって維持される。D2UE及びBS2UE送信はキャリアアグリゲーション機能を利用して異なる帯域で動作させることもできる。キャリアアグリゲーション機能は2つ以上のキャリアにおいて送信機と受信機とが同時に信号の送受信を行うことのできる機能に対応する。このように、D2UE送信が1つの帯域で動作し、かつBS2UE送信が他の帯域で同時に動作することができる。

40

【0019】

或いは、D2UE及びBS2UE送信は時分割多重機能を利用して異なる帯域で動作す

50

ることもでき、この場合D 2 U E送信は選択された時間においてのみ発生し、B S 2 U E送信は残りの時間において発生する。

【0020】

<システム構成>

様々な小ノードデバイスの実施例を詳細に説明する。図面を参照し、図1はセルラ通信システム内の複数の小ノードデバイス又はユニット500₁～500₄を示す。このシステムにはさらに基地局200とユーザ装置(U E)100₁、100₂、及び100₃とが含まれる。本明細書では、同一のベース構成要素番号を有するコンポーネントは特段の断りがない限り同一の構成、機能及び状態を有する(例えば、100₁及び100₂)ものとする。図1のシステムではEvolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) / Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN) (Long Term Evolution (LTE) とも表記する) が適用されるが、WiMAX、Wi-Fi、又はLTE-Advancedなど他の様々な無線プロトコルも当該システムにおいて実現可能であることは明らかである。

10

【0021】

基地局200は、例えばアクセスゲートウェイ装置300などの上位レイヤ局に接続される。一方、アクセスゲートウェイ300はコアネットワーク(CN)400に接続される。アクセスゲートウェイ300は「MME / SGW」(Mobility Management Entity / Serving Gateway) ともいう。サーバ600はコアネットワーク400に接続してもよい。

20

【0022】

ユーザ装置100はデバイス対ユーザ装置(D 2 U E)通信により小ノードデバイス500と通信を行う。ユーザ装置100と小ノードデバイス500との間のD 2 U E通信は、時分割多重(TDD)に従って行われる。或いは、ユーザ装置と小ノードデバイス500との間のD 2 U E通信は、周波数分割多重(FDD)に従って行ってもよい。D 2 U EリンクはLTEリンクでもよく、又は単純化されたLTEリンクであってもよい。しかし、LTE-Advanced、WiMax、Wi-Fi、又は他の適切なプロトコルなど、LTE以外のプロトコルを用いてD 2 U Eリンクを実現してもよいことは明らかである。

【0023】

小ノードデバイス500は基地局対小ノードデバイス(B S 2 D)リンクを用いて基地局200と通信を行う。例えば、B S 2 Dリンクは有線X 2インタフェースリンクを含んでもよい。或いは、B S 2 DリンクはX 2リンクと異なる有線リンク又は無線リンクであってもよい。或いは、B S 2 DリンクはX 2インタフェースの改良版であってもよい。X 2インタフェースリンクの改良版は基地局200と小ノードデバイス500との間にマスタースレーブ関係を敷く。より大きな容量を実現するために、一部の実施例では小ノードデバイス500はバックホールリンクを介してコアネットワーク400に接続される。これらのバックホールリンクはそれぞれがイーサネットリンク、Wi-Fiリンク、又はセルラネットワークリンクであり、有線又は無線である。データプレーントラフィックはこのように、基地局200に負荷を掛けることなく、コアネットワーク400と小ノードデバイス500との間を流れることができる。このように、データが基地局200を通過することなく、ユーザ装置はサーバ600からのデータにアクセスが可能である。換言すると、データをオフロードする目的のために、小ノードデバイス500はD 2 U E通信を利用してユーザ装置100と通信を行う。別の実施例では、小ノードデバイス500はコアネットワーク400の代わりに基地局200に接続してもよい。この場合、物理レイヤ又はMACレイヤなどの下位レイヤにおけるデータ処理は小ノードデバイス500により行われるため、データプレーントラフィックは基地局200に流入するが、基地局200のデータ処理を最小化することができる。これに対し、制御プレーン情報及びデータプレーントラフィック(例えば、VoIPなどのリアルタイムデータ)は、基地局200、アクセスゲートウェイ300、コアネットワーク400、及びサーバ600を介してUE100に流れ続けることができる。図2は図1のシステムの省略図であり、B S 2 U E接続又は

30

40

50

リンク 720、D2UE 接続 710、バックホール接続 750、BS2D 接続 730、及びバックホール接続 740を示す。

【0024】

図3に図1の通信システムにおけるデータフローを図示する。この点に関し、従来のユーザ装置と基地局との間のやり取りに対し、どのデータが小ノードデバイスを通してオフロードされるかを決定するエンティティが必要である。基地局はユーザ装置及び／又は小ノードデバイスから無線リンク品質報告を受信するため、データ分割の決定（すなわち、どのデータをオフロードすべきかの決定）を行う候補としては、基地局が自然である。しかし、他のネットワークノードがこの決定を行ってもよい。図3を参照し、あるデータをオフロードし、他のデータをオフロードしない決定がなされたとする。非オフロードデータはデータ#1として指定され、バックホール接続 740によりアクセスゲートウェイ装置 300から基地局 200へと転送され、そしてBS2UE 接続 720により下りリンク（DL）でユーザ装置 100へと送信される。逆の上りリンク（UL）についても同様である。このデータフローは従来どおりに送信される。データ#1に加え、オフロードデータ#2はバックホール接続 750によりコアネットワーク 400から小ノードデバイス 500へと転送され、そして、D2UE 接続 710によりDLでユーザ装置 100へと転送される。逆のULについても同様である。制御プレーンシグナリングはBS2D 接続 730で送信されるため、基地局 200はD2UE 接続 710での通信を制御することができる。制御シグナリングはBS2UE 接続 720でも送信されるため、基地局 200はD2UE 接続 710での通信を制御することができる。BS2UE 接続 720の制御シグナリングは無線リソース制御（RRC）シグナリングであってよい。より具体的には、データ#1はRRCシグナリング、NASシグナリング、音声パケットなどを含み、データ#2はベストエフォートパケット、FTPデータ、ウェブ閲覧パケットなどを含んでもよい。すなわち、どの種類のデータをデータ#1又はデータ#2として転送するかをデータベアラにより決定してもよい。その結果、接続性をBS2UE 接続 720により維持し、同時にUプレーンデータのオフロードをD2UE 接続 710で実現することができる。

【0025】

図4に小ノードデバイス 500がインターネット 410を介してサーバ 610に接続することのできる別の実施例を図示する。この場合、コアネットワーク 400をネットワークオペレータによって制御されるネットワークと見なしてもよい。コアネットワーク 400は、MME、S/P-GW、課金システムのノード、顧客データベース（HLS）などを含んでもよい。

【0026】

図5に別の実施例を図示するが、これは図1及び図4の実施例の組み合わせと見なしてもよい。本実施例では、拡張ユーザ装置 500は、コアネットワーク 400を介してサーバ 600に接続してもよく、又はインターネットを介してサーバ 610に接続してもよい。小ノードデバイス 500はネットワーク機器に接続可能であり、このネットワーク機器はコアネットワーク 400を介してサーバ 600に接続してもよく、又はインターネットを介してサーバ 610に接続してもよい。ネットワーク機器は、コアネットワークにおけるS-GW若しくはP-GW、又は他のノードである。或いは、ネットワーク機器は、コアネットワークにおけるS-GW若しくはP-GW、又は他のノードを用いることができる。別の実施例では、図6に示すように、コアネットワーク 400／インターネット 410と小ノードデバイス 500との間にゲートウェイ 310が設けられる。

【0027】

バックホール接続 750を、アクセスゲートウェイ 300と小ノードデバイス 500とを接続するように、図7に示すように変更してもよい。或いは、図8に示すように、バックホール接続 750は基地局 200と小ノードデバイス 500とを接続してもよい。さらに別の実施例では、図9に示すように、バックホール接続 750は中央ノード小ノードデバイス 510と小ノードデバイス 500とを接続してもよい。中央ノード小ノードデバイス 510はゲートウェイ 310（選択可）を介してインターネット 410及びコアネット

ワーク４００に接続してもよく、直接これらのネットワークに接続してもよい。中央ノード小ノードデバイス５１０が含まれる場合、中央ノード小ノードデバイス５１０がＲＬＣ／ＰＤＣＰレイヤを実現する一方で、残りの小ノードデバイスが物理／ＭＡＣレイヤを処理するレイヤ共有プロトコルを実現してもよい。他のレイヤ共有の方法を実現してもよい。例えば、中央小ノードデバイス５１０がＰＤＣＰレイヤを実現する一方で、残りの小ノードデバイスが物理／ＭＡＣ／ＲＬＣレイヤを実現してもよい。データのオフロードが小ノードデバイスを介すべきかは、データベアラによって決定してもよい。また、データフローが小ノードデバイス及びインターネット４１０を介すべきか、又は小ノードデバイス及びコアネットワーク４００を介すべきかを、データベアラによって決定してもよい。データベアラは論理チャネル又は論理チャネルタイプであってもよい。

10

【００２８】

Ｄ２ＵＥ接続７１０におけるキャリア周波数はＢＳ２ＵＥ接続７２０におけるキャリア周波数と異なってもよい。或いは、Ｄ２ＵＥ接続７１０のキャリア周波数はＢＳ２ＵＥ接続７２０のキャリア周波数と同一でもよい。

【００２９】

以下の例では、一般性を失うことなく、Ｄ２ＵＥ接続におけるキャリア周波数は３．５ＧＨｚであり、ＴＤＤがＤ２ＵＥ接続に適用されるものとする。さらに、基地局２００とユーザ装置１００との間のＢＳ２ＵＥ接続におけるキャリア周波数は２ＧＨｚであり、基地局２００と小ノードデバイス５００との間のＢＳ２Ｄ接続におけるキャリア周波数は２ＧＨｚであるものとする。この設定の開始にあたって、ユーザ装置１００はＲＲＣ接続要求を基地局２００に送信してもよい。基地局はこれに応じてＢＳ２ＵＥ接続７２０を設定する。或いは、基地局２００はユーザ装置１００にページング信号を送ってもよく、ユーザ装置１００はページング信号に対するＲＲＣ接続要求を基地局２００に送る。基地局２００はこれに応じてＢＳ２ＵＥ接続を設定し、さらに基地局２００、アクセスゲートウェイ３００、及びコアネットワーク４００を介して、ユーザ装置１００とサーバ６００との間に接続を設定する。

20

【００３０】

同様に、基地局２００は、基地局２００と小ノードデバイス５００との間にＢＳ２Ｄ接続７３０を設定する。この設定は常設させてもよいし、ＢＳ２ＵＥ接続と同様に確立してもよい。一部の実施例においては、小ノードデバイス５００は非使用時に電力を低下させる又はスリープ状態に入る能力を備える。そのような基地局２００の実施例は、Ｘ２又は他の適切なプロトコルでサポートされるＢＳ２Ｄ接続７３０を用いて小ノードデバイス５００にウェイクアップ信号を送るように構成される。一部の実施例においては、プロトコル設計にＬＴＥインタフェースを用いてもよい。さらに、小ノードデバイスはユーザ装置に対応するスタンバイモードなどの省電力モードを用いることができる。この場合、省電力モードの解除は、ユーザ装置１００と同一の方法により行うか、又は、基地局２００より望まれる又は基地局２００により送られる信号に応じて実行してもよい。信号はＭＡＣ制御シグナリング又は物理レイヤシグナリングなどのページング信号又は制御シグナリングであってもよい。

30

【００３１】

上述したとおり、ＢＳ２Ｄ接続７３０は基地局２００と小ノードデバイス５００との間に常時設定してもよい。そのような常時設定型の実施例では、小ノードデバイス５００とユーザ装置１００との間にＤ２ＵＥ接続７１０が設定されていない場合、小ノードデバイス５００はＢＳ２Ｄ接続７３０で間欠受信モードになってもよい。この場合、小ノードデバイス５００とユーザ装置１００との間にＤ２ＵＥ接続７１０が設定されなければ、小ノードデバイス１００は信号を送信しない、又は非常に低頻度で信号を送信する。例えば、小ノードデバイス５００とユーザ装置１００との間にＤ２ＵＥ接続７１０が設定されない場合であっても、ユーザ装置１００が小ノードデバイス５００を検出できるように、小ノードデバイス５００はパイロット信号のみを低頻度で送信してもよい。パイロット信号の周期は例えば１００ミリ秒、１秒、又は１０秒などである。或いは、小ノードデバイ

40

50

ス 5 0 0 とユーザ装置 1 0 0 との間に D 2 U E 接続 7 1 0 が設定されない場合であっても、ユーザ装置 1 0 0 が小ノードデバイス 5 0 0 を検出できるように、小ノードデバイス 5 0 0 は基地局 2 0 0 からの要求に基づいてパイロット信号を送信する。

【 0 0 3 2 】

リンク 7 2 0 及び 7 3 0 の確立後、基地局 2 0 0 は制御シグナリングを用いて B S 2 U E 接続 7 2 0 でユーザ装置 1 0 0 に D 2 U E 接続 7 1 0 の設定を指示する。さらに、基地局 2 0 0 は制御シグナリングを用いて B S 2 D 接続 7 3 0 で小ノードデバイス 5 0 0 に D 2 U E 接続 7 1 0 の設定を指示する。D 2 U E 接続 7 1 0 を設定することを、D 2 U E 接続 7 1 0 を確立するともいう。

【 0 0 3 3 】

さらに、基地局 2 0 0 は D 2 U E 接続 7 1 0 を制御する。例えば、基地局 2 0 0 は、ユーザ装置 1 0 0 と小ノードデバイス 5 0 0 とに対し D 2 U E 接続 7 1 0 を再設定又は再確立するよう命令してもよい。同様に、基地局 2 0 0 は、ユーザ装置 1 0 0 と小ノードデバイス 5 0 0 とに対し D 2 U E 接続 7 1 0 を解放するように指示してもよい。さらに、基地局 2 0 0 はユーザ装置 1 0 0 に D 2 U E 接続を小ノードデバイスへハンドオーバーするよう指示してもよい。より具体的には、基地局 2 0 0 はユーザ装置 1 0 0 に D 2 U E 接続 7 1 0 が実行されるキャリアで別の小ノードデバイスへのハンドオーバーを実行するように指示する。基地局 2 0 0 は B S 2 U E 接続 7 2 0 及び／又は B S 2 D 接続 7 3 0 で R R C シグナリングを利用して上記工程を制御することができる。

【 0 0 3 4 】

D 2 U E 接続が中断された場合、基地局 2 0 0 は B S 2 U E 接続 7 2 0 を利用してユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間の接続を維持する。

【 0 0 3 5 】

基地局 2 0 0 はさらに D 2 U E 接続 7 1 0 の無線リソースを制御する。D 2 U E 接続 7 1 0 の無線リソース制御の詳細を以下にさらに説明する。或いは、小ノードデバイス 5 0 0 は D 2 U E リンクの無線リソースを制御してもよい。さらに別の実施例では、基地局 2 0 0 及び小ノードデバイス 5 0 0 の両方が D 2 U E リンクの無線リソースを制御してもよい。以下の説明では、一般性を失うことなく、基地局 2 0 0 がこの無線リソース管理を行うことを想定する。

【 0 0 3 6 】

基地局 2 0 0 は通信のために 1 つ又は複数の無線ベアラを設定する。無線ベアラを設定するための制御シグナリングは B S 2 U E 接続 7 2 0 でユーザ装置 1 0 0 に送信される。同様に、無線ベアラを設定するための制御シグナリングは B S 2 D 接続 7 3 0 で小ノードデバイス 5 0 0 に送信される。

【 0 0 3 7 】

無線ベアラは「論理チャネル」と表記してもよい。また、基地局 2 0 0 は B S 2 U E 接続 7 2 0 のための無線ベアラ及び D 2 U E 接続 7 1 0 のための無線ベアラを設定する。B S 2 U E 接続 7 2 0 の無線ベアラは、D 2 U E 接続 7 1 0 で用いられるものと同一であってもよい。或いは、B S 2 U E 接続 7 2 0 の無線ベアラは、D 2 U E 接続 7 1 0 で用いられるものと異なってもよい。例えば、ウェブ閲覧、電子メール、及び F T P などの非リアルタイムサービスのパケットの無線ベアラは D 2 U E 接続 7 1 0 で設定することができる。一方、V o I P やストリーミングなどのリアルタイムサービスのパケットの無線ベアラは B S 2 U E 接続 7 2 0 で設定することができる。或いは、非リアルタイムサービスのパケットが優先的に D 2 U E 接続 7 1 0 で送信されるように、非リアルタイムサービスのパケットの無線ベアラを D 2 U E 接続 7 1 0 及び B S 2 U E 接続 7 2 0 の両方に対応するように設定してもよい。更に別の変更例では、リアルタイムサービスのパケットが優先的に B S 2 U E 接続 7 2 0 で送信されるように、リアルタイムサービスのパケットの無線ベアラを D 2 U E 接続 7 1 0 及び B S 2 U E 接続 7 2 0 の両方に対応するように設定される。そのようなパケットの優先又は優先度は、基地局 2 0 0 によって設定可能である。この点に関し、基地局 2 0 0 は、各無線ベアラでの通信において優先して利用すべき D 2 U E 接

10

20

30

40

50

続 7 1 0 又は B S 2 U E 接続 7 2 0 のいずれかの接続を設定することができる。

【0038】

非アクセス層 (N A S) シグナリング及び無線リソース制御 (R R C) シグナリングなどの制御プレーン (C プレーン) シグナリングは B S 2 U E 接続 7 2 0 で送信してもよい。R R C シグナリングには、例えば、R R C 接続の確立、初期セキュリティの起動、R R C 接続の再設定、R R C 接続の解放、R R C 接続の再確立、無線リソースの設定、測定報告、及びハンドオーバーコマンドなどのシグナリングメッセージが含まれる。C プレーンシグナリングの無線ベアラは「シグナリング無線ベアラ」と表記してもよい。C プレーンシグナリングは D 2 U E 接続 7 1 0 で送信することもできる。或いは、無線ベアラデータの一部を D 2 U E 接続 7 1 0 で送信し、無線ベアラデータのその他の部分を B S 2 U E 接続 7 2 0 で送信してもよい。

10

【0039】

小ノードデバイスはプライマリ同期信号 (P S S)、セカンダリ同期信号 (S S S)、共通参照信号、及び報知チャネルなどの共通チャネル／信号を D 2 U E 接続 7 1 0 で送信する。或いは、小ノードデバイス 5 0 0 は共通チャネル／信号を送信しない、又は非常に低頻度で共通チャネル／信号を送信する。例えば、ユーザ装置 1 0 0 が小ノードデバイスを検出できるように、小ノードデバイス 5 0 0 がパイロット信号を低頻度で送信する。パイロット信号の周期は例えば 1 秒や 1 0 秒である。或いは、ユーザ装置 1 0 0 が小ノードデバイス 5 0 0 を検出できるように、小ノードデバイス 5 0 0 は基地局 2 0 0 からの要求に基づいてパイロット信号を送信してもよい。

20

【0040】

ユーザ装置 1 0 0 は、D 2 U E 接続 7 1 0 における通信と B S 2 U E 接続 7 2 0 における通信とを同時に行う。一実施例では、ユーザ装置 1 0 0 は、キャリアアグリゲーション機能を利用して、D 2 U E 接続 7 1 0 と B S 2 U E 接続 7 2 0 とを介して同時に通信を行う。この点に関し、ユーザ装置 1 0 0 は、2 つの無線周波数 (R F) インタフェースを備え、D 2 U E 接続 7 1 0 での通信と B S 2 U E 接続 7 2 0 での通信とを同時に行う。或いは、ユーザ装置 1 0 0 は、図 1 0 に示すように、D 2 U E 接続 7 1 0 での通信と B S 2 U E 接続 7 2 0 での通信とを時分割多重に従って行ってもよい。2 セットのタイムスロットである区間 # A 及び区間 # B を図 1 0 に示す。ユーザ装置 1 0 0 は、B S 2 U E 接続 7 2 0 では区間 # A に対応するタイムスロットで通信を行い、D 2 U E 接続 7 1 0 では区間 # B に対応するタイムスロットで通信を行う。

30

【0041】

D 2 U E 接続の区間は B S 2 U E 接続よりも長いため、データオフロードの効果を向上させることができる。例えば、区間 # A の長さを 8 ミリ秒とし、区間 # B の長さを 1 . 2 8 秒とすることができる。B S 2 U E 接続 7 2 0 の区間 (図 1 0 の区間 # A) は B S 2 U E 接続 7 2 0 の D R X 制御におけるオン時間に対応する。D 2 U E 接続 7 1 0 の区間は B S 2 U E 接続 7 2 0 の D R X 制御におけるオフ時間に対応する。オフ時間とは、ユーザ装置 1 0 0 が、基地局 2 0 0 から B S 2 U E 接続 7 2 0 を通して送信される物理制御チャネルを監視する必要のない、D R X 制御のスリープモードを意味する。ユーザ装置 1 0 0 が接続 7 1 0 及び 7 2 0 に対して時分割多重を用いる場合、これらの接続を通して同時に通信を行う能力をサポートする必要はない。すなわち、ユーザ装置 1 0 0 は B S 2 U E 接続 7 2 0 からの R F インタフェースを D 2 U E 接続 7 1 0 の R F インタフェースに切り替えることができ、この逆についても同様である。その結果、ユーザ装置 1 0 0 のコスト／複雑さを軽減することができる。

40

【0042】

基地局 2 0 0 は D 2 U E 接続 7 1 0 の無線リソースを制御する。無線リソースは、時間領域、周波数領域及び符号リソースで選択的に設定される。例えば、基地局 2 0 0 は、他のすべての D 2 U E 接続で非重複スペクトルが用いられるように D 2 U E 接続 7 1 0 を設定してもよい。その結果、他の D 2 U E 接続から生じる干渉の問題を軽減することができる。同様に、基地局 2 0 0 は、D 2 U E 接続 7 1 0 における時間リソースを他の D 2 U E

50

接続で利用される時間リソースと重複しないように設定してもよい。或いは、基地局 200 は、D2UE 接続 710 における符号リソースを他の D2UE 接続で利用される符号リソースと重複しないように設定してもよい。その結果、他の D2UE 接続から生じる干渉の問題を軽減することができる。

【0043】

別の実施例では、D2UE 接続 710 の無線リソースのパラメータの一部を基地局 200 により設定し、その他のパラメータを小ノードデバイス 500 で設定してもよい。例えば、D2UE 接続 710 の周波数領域リソースを基地局 200 により設定し、D2UE 接続 710 の時間領域リソースを小ノードデバイス 500 により設定してもよい。或いは、D2UE 接続 710 の中心キャリア周波数を基地局 200 により設定し、D2UE 接続 710 のその他の周波数領域リソース（リソースブロックの識別番号やリソースブロック数など）及び時間領域リソースを小ノードデバイス 500 により設定してもよい。

10

【0044】

或いは、基地局 200 が複数セットの無線リソースを D2UE 接続 710 用に設定し、この複数セットのうちの 1 つを小ノードデバイス 500 が D2UE 接続 710 用に設定してもよい。

【0045】

基地局 200 は BS2UE 接続 720 で制御シグナリングをユーザ装置 100 に送信し、上に説明したように D2UE 接続 710 の無線リソースを設定するさらに、基地局 200 は BS2D 接続 730 で制御シグナリングを小ノードデバイス 500 に送信し、上に説明したように D2UE 接続 710 の無線リソースを設定する。

20

【0046】

基地局 200 は D2UE 接続 710 における DL の送信電力を制御する。より具体的には、基地局 200 は D2UE 接続 710 における DL の最大送信電力を設定してもよい。さらに、基地局 200 は D2UE 接続 710 における UL の送信電力を制御する。より具体的には、基地局 200 は D2UE 接続 710 における UL の最大送信電力を設定してもよい。

【0047】

基地局 200 は、小ノードデバイスが無線通信サービスを提供するセルにおけるユーザ装置数に基づいて D2UE 接続 710 における UL 又は DL の最大送信電力を設定することができる。例えば、セル中のユーザ装置数が比較的小さい場合、基地局は最大送信電力を高く設定する。一方、セル中のユーザ装置数が大きい場合、基地局は最大送信電力を低く設定する。その結果、高密度の配置における最大送信電力を下げることににより、D2UE 接続 710 に用いられるキャリアの干渉レベルを低下させることができる。ユーザ装置が多くない場合、最大送信電力を上げることににより D2UE 接続 710 のカバレッジ領域を拡大することができる。

30

【0048】

或いは、基地局 200 は、D2UE 接続での通信が行われる周波数に基づいて D2UE 接続 710 の最大送信電力を設定してもよい。より具体的には、D2UE 接続での通信が行われる周波数が他のシステムに利用される周波数に比較的近い場合、最大送信電力を低くすることにより他方のシステムとの干渉のレベルを抑えることができる。一方、他方のシステムが周波数領域で比較的近くない場合、最大送信電力を高くすることにより D2UE 接続のカバレッジ領域を拡大することができる。

40

【0049】

ユーザ装置 100 は最も近い小ノードデバイス 500 を測定及び検出する能力を有するため、D2UE 接続のデータスループットを最大化し、D2UE 接続から生じる干渉を最小化することができる。さらに、ユーザ装置は、測定の結果及び検出された最も近い小ノードデバイスを基地局に対して報告する能力を有する。これに対し、基地局 200 はユーザ装置から報告された測定結果及び検出された最も近い小ノードデバイスに基づいて、D2UE 接続を制御する。例えば、最も近い小ノードデバイスの ID が変更した場合、基地

50

局は、ユーザ装置に対し、現在のサービング小ノードデバイスとの通信を停止して、新たに検出された最も近い小ノードデバイスとの通信を新たに開始するように命令することができる。

【0050】

小ノードデバイス500のブロック図を図11に示す。本実施例では、小ノードデバイス500は、BS2D通信部502と、D2UE通信部504と、バックホール通信部506とを含む。BS2D通信部502、D2UE通信部504、及びバックホール通信部506はすべて互いに接続されている。

【0051】

BS2D通信部502はBS2D接続730を利用して基地局200と通信を行う。より具体的には、BS2D通信部502は、基地局200からD2UE接続710の制御シグナリングを受信し、基地局200に向けてD2UE接続710の制御シグナリングを送信する。制御シグナリングには、D2UE接続710を確立／設定／再設定／再確立／解放するためのシグナリングが含まれる。この制御シグナリングはD2UE接続のハンドオーバーのシグナリングを含んでもよい。実施例によっては、制御シグナリングはLTEにおけるRRCレイヤシグナリングである。制御シグナリングはD2UE通信部504に送信される。制御シグナリングは、D2UE接続710における物理レイヤ、MACレイヤ、RLCレイヤ、PDCPレイヤ、及びRRCレイヤのうち少なくとも1つのパラメータを含んでもよい。制御シグナリングは無線ベアラの情報を含んでもよい。

【0052】

さらに、制御シグナリングはD2UE接続710の無線リソース制御情報を含んでもよい。上で説明したように、D2UE接続710の無線リソース制御情報は、D2UE接続710で利用可能な無線リソース情報を含んでもよく、又はD2UE接続で利用不可能な無線リソース情報を含んでもよい。無線リソースとは、時間領域リソース、周波数領域リソース及び符号領域リソースのうち少なくとも1つである。無線リソース制御情報をD2UE接続に対して送信してもよい。

【0053】

さらに、制御シグナリングは、D2UE接続のリンクアダプテーションの情報を含んでもよい。より具体的には、制御シグナリングは、電力制御、適応変調、及び符号化のうちの1つであってもよい。電力制御情報はD2UE接続における最大送信出力電力の情報を含んでもよい。

【0054】

別の実施例では、制御シグナリングはD2UE接続710の測定結果を含んでもよい。より具体的には、D2UE通信部504によって取得された測定結果をBS2UE通信部502から送信してもよい。測定結果は小ノードデバイスとユーザ装置との間のパスロス、D2UEリンクのULの受信信号対干渉比(SIR)、UL干渉電力などのD2UEリンクのULの無線リンク品質を含む。ユーザ装置に対する測定は、D2UE接続を介して現在接続中のユーザ装置に関してもよく、又は現在D2UE接続を用いて小ノードデバイスに接続していないユーザ装置に関してもよい。或いは、測定結果は、報告のあった小ノードデバイスと他の小ノードデバイスとの間の無線リンク品質を含む。

【0055】

D2UE通信部504はD2UE接続710を利用してユーザ装置100と通信を行う。より具体的には、D2UE通信部504は、小ノードデバイス500とユーザ装置100との間で、D2UE接続710を確立／設定／再設定／再確立／解放する。このD2UE接続710の管理は、基地局200によって送信される制御シグナリングに基づいて行うことができる。

【0056】

D2UE通信部504は電力制御、適応変調、及び符号化などのD2UE接続710のリンクアダプテーションを行う。さらに、D2UE通信部504は、D2UE接続710を利用して、小ノードデバイス500にデータを送信し、小ノードデバイス500からデ

10

20

30

40

50

ータを受信する。上で説明したように、一部の無線ベアラのデータをD 2 U E接続7 1 0で送信してもよい。

【0057】

以下、ユーザ装置100からサーバ600（又はサーバ610）へ転送されるデータを「上りリンクデータ」と称し、サーバ600（又はサーバ610）からユーザ装置100へ転送されるデータを「下りリンクデータ」と称する。D 2 U E通信部504はD 2 U E接続7 1 0を用いてユーザ装置100に下りリンクデータを送信する。下りリンクデータはコアネットワーク400及びバックホール通信部506を介してサーバ600から転送される。D 2 U E通信部504はD 2 U E接続7 1 0を介してユーザ装置100から上りリンクデータを受信する。そして、上りリンクデータはバックホール通信部506及びコアネットワーク400を介してサーバ600に転送される。D 2 U E通信部504はさらにD 2 U E接続7 1 0の測定を行う。より具体的には、D 2 U E通信部504は、小ノードデバイス500とユーザ装置100との間のD 2 U E接続7 1 0の無線リンク品質を測定する。無線リンク品質は、D 2 U E接続7 1 0におけるULのパイロット信号受信電力、パスロス、信号対干渉比、チャネル状態情報、チャネル品質指標、及び受信信号強度指標のうちの少なくとも1つである。無線リンク品質は、現在接続中のユーザ装置から送信されたパイロット信号を用いて算出可能である。パスロスは、小ノードデバイス500とユーザ装置との間のものを用いる。測定は、D 2 U E通信の動作する周波数帯域における干渉電力レベルを対象としてもよい。別の実施例では、D 2 U E通信部504は小ノードデバイス500と他の小ノードデバイスとの間の無線リンク品質を測定してもよい。D 2 U E通信部504は、BS 2 D通信部502及びBS 2 D接続7 3 0を介して基地局200に測定結果を報告する。

【0058】

バックホール通信部506はバックホールリンクを介してコアネットワーク400に接続される。バックホールリンクは有線接続、無線接続、又は有線接続と無線接続との組み合わせでもよい。無線接続はWi Fi（無線LAN）又はセルラーシステムにより提供される接続であってもよい。

【0059】

バックホール通信部506は、コアネットワーク400からバックホールリンクを介して転送される下りリンクデータをD 2 U E通信部504に送信する。バックホール通信部506はバックホールリンクを介して上りリンクデータ（これはD 2 U E通信部504から転送される）をコアネットワークに送信する。

【0060】

当業者には、図11に示す機能ブロックが適切なハードウェア及びソフトウェアを備えることが容易に理解されよう。例えば、図11Aはこれらのブロックのインスタンス化の例を示す。図11Aに示すように、小ノードデバイス500はD 2 U EリンクのRFインタフェース530を含む。例えば、UEからのデータは、D 2 U Eリンクを通して、RFインタフェース530に接続されるアンテナ520で受信される。RFインタフェース530は、アンテナ520において受信及び送信の両方の機能を可能にするデュプレクサを含む。UEに送信されるベースバンドデータは、ベースバンドプロセッサ535からRFインタフェース530で受信される。SERDESはベースバンドデータを直列化し、続いてデジタル／アナログ変換器（DAC）でアナログ形式へ変換する。そして、この結果生じるアナログ信号は直交変調器により処理され、所望のキャリア周波数へ変調される。バンドパスフィルタ及び電力増幅器（PA）を通過した後、結果生じたRF信号はUEへの送信準備が整った状態となる。UEからのデータの受信は、PAが低雑音増幅器（LNA）に置き換えられ、直交変調器が直交復調器に置き換えられる点を除いて同様である。そして、その結果生じるアナログベースバンドデータは、SERDESで非直列化される前に、アナログ／デジタル変換器（ADC）でデジタル形式に変換される。

【0061】

BS 2 Dリンクが無線リンクである実施例では、BS 2 Dリンクでサービスを提供する

10

20

30

40

50

ために、小ノードデバイス 500 は RF インタフェース 530 に類似する別の RF インタフェースを含んでもよい。しかし、図 11A の実施例では、有線 BS 2 D リンクを用いる。そのようなリンクでサービスを提供するために、小ノードデバイス 500 はイーサネットインタフェース 540 などの適切なインタフェースカード又は回路を有する。小ノードデバイスと基地局との間でやり取りされる制御シグナリングはベースバンドプロセッサ 535 に向けてイーサネットインタフェース 540 を通過する。

【0062】

図 11A において、バックホールリンクはイーサネットインタフェース 550 で受信される有線イーサネットリンクでもある。バックホールリンクからの下りリンクデータはこのようにイーサネットインタフェースからベースバンドプロセッサへと通過し、ベースバンドプロセッサはホストマイクロプロセッサ 560 により制御される。図 11 のバックホール通信部 506 はこのようにイーサネットインタフェース 550 と、ベースバンドプロセッサ 535 及びホストマイクロプロセッサ 560 により実行される対応の機能とに対しマッピングを行う。同様に、BS 2 D 通信部 502 は、イーサネットインタフェース 540 と、ベースバンドプロセッサ 535 及びホストマイクロプロセッサ 560 により実行される対応の機能とに対しマッピングを行う。最後に、D 2 UE 通信部 504 は、RF インタフェース 530 と、ベースバンドプロセッサ 535 及びホストマイクロプロセッサ 560 により実行される対応の機能とをアンテナ 520 にマッピングする。

【0063】

ユーザ装置 100 の一実施例のブロック図を図 12 に示す。ユーザ装置 100 は、互いに接続される BS 2 UE 通信部 102 及び D 2 UE 通信部 104 を有する。BS 2 UE 通信部 102 は BS 2 UE 接続 720 を利用して基地局 200 と通信を行う。上に説明したように、一部の無線ベアラのデータは BS 2 UE 接続 720 により送信される。例えば、RRC シグナリング、NAS シグナリング、及び MAC レイヤシグナリングなどの制御シグナリングは、BS 2 UE 接続 720 で送信してもよい。さらに、Voice over IP (VoIP) のパケットは BS 2 UE 接続 720 での送信が可能である。D 2 UE 接続 710 が中断したり、又は使用不可能である場合、BS 2 UE 通信部 102 は、基地局 200 と、すべての無線ベアラのデータの送受信を行う。さらに、BS 2 UE 通信部 102 は、D 2 UE 接続 710 の制御シグナリングを基地局 200 から受信し、D 2 UE 接続 710 の制御シグナリングを基地局 200 に送信する。そのような制御シグナリングは、図 11 の小ノードデバイス 500 に関連して上述したものと同一である、又は類似している。

【0064】

制御シグナリングは、D 2 UE 接続 710 を確立／設定／再設定／再確立／解放するシグナリングを含むために、類似している。この制御シグナリングは、D 2 UE 接続のハンドオーバーのシグナリングを含んでもよい。制御シグナリングは、LTE では RRC レイヤシグナリングである。或いは、制御シグナリングは LTE の MAC レイヤシグナリングであってもよい。さらに別の実施例では、制御シグナリングの一部が RRC シグナリングであり、他が MAC レイヤシグナリングである。制御シグナリングは D 2 UE 通信部 104 に送信される。制御シグナリングは、物理レイヤ、MAC レイヤ、RLC レイヤ、PDCP レイヤ又は RRC レイヤのうち少なくとも 1 つのパラメータを含んでもよい。制御シグナリングは無線ベアラの情報を含んでもよい。

【0065】

さらに、制御シグナリングは D 2 UE 接続 710 の無線リソース制御情報を含んでもよい。上で説明したように、D 2 UE 接続 710 の無線リソース制御情報は、D 2 UE 接続 710 で利用可能な無線リソース情報を含んでもよく、又は D 2 UE 接続において利用不可能な無線リソース情報を含んでもよい。無線リソースとは、時間領域リソース、周波数領域リソース及び符号領域リソースのうち少なくとも 1 つである。無線リソース制御情報は、D 2 UE 接続に対して送信してもよい。

【0066】

さらに、制御シグナリングは、D 2 UE 接続のリンクアダプテーションの情報を含んで

もよい。より具体的には、制御シグナリングは、電力制御、及び適応変調並びに符号化のうちの1つである。電力制御情報はD 2 U E接続7 1 0の最大送信出力電力についての情報を含んでもよい。

【0067】

最後に、制御シグナリングはD 2 U E接続7 1 0の測定結果を含んでもよい。より具体的には、D 2 U E通信部1 0 4によって取得された測定結果をB S 2 U E通信部1 0 2から送信してもよい。測定結果は小ノードデバイスとユーザ装置との間のパスロス、D 2 U EリンクのD Lにおける受信信号対干渉比（S I R）、及びD L干渉電力などのD 2 U EリンクのD Lにおける無線リンク品質を含む。小ノードデバイスの測定は現在接続中の小ノードデバイスに関してもよく、又は隣接する小ノードデバイスに関してもよい。現在接続中の小ノードデバイスは「サービング小ノードデバイス」とも表記する。D Lの無線リンク品質を以下にさらに詳細に説明する。

【0068】

D 2 U E通信部1 0 4はD 2 U E接続7 1 0を介して小ノードデバイス5 0 0と通信を行う。より具体的には、D 2 U E通信部1 0 4は、小ノードデバイス5 0 0とユーザ装置1 0 0との間のD 2 U E接続7 1 0を確立／設定／再設定／再確立／解放する。D 2 U E接続7 1 0の管理は、基地局2 0 0により送信される制御シグナリングに基づいて行ってもよい。D 2 U E通信部1 0 4は、電力制御、及び適応変調並びに符号化など、D 2 U E接続7 1 0のリンクアダプテーションを行ってもよい。さらに、D 2 U E通信部1 0 4はU Lで小ノードデバイス5 0 0にデータを送信し、D 2 U E接続7 1 0を利用して、D Lで小ノードデバイスからデータを受信する。上に説明したように、一部の無線ベアラのデータはD 2 U E接続7 1 0で送信することができる。

【0069】

D 2 U E通信部1 0 4はさらにD 2 U E接続7 1 0の測定を行う。より具体的には、D 2 U E通信部1 0 4は、ユーザ装置1 0 0と現在接続中の小ノードデバイス又は隣接小ノードデバイスとの間のD 2 U E接続のD L無線リンク品質を測定する。D L無線リンク品質は、パイロット信号受信電力、パスロス、信号対干渉比、チャネル状態情報、チャネル品質指標、及び受信信号強度指標のうちの少なくとも1つである。無線リンク品質は、サービング小ノードデバイス又は隣接する小ノードデバイスから送信されるパイロット信号を用いて算出可能である。パスロスは、ユーザ装置と1 0 0とサービング小ノードデバイス又は隣接小ノードデバイスとの間のものを用いる。D 2 U E通信部1 0 4は、B S 2 U E通信部1 0 2及びB S 2 U E接続7 2 0を介して基地局2 0 0に測定結果を報告する。

【0070】

基地局2 0 0の一例のブロック図を図1 3に示す。基地局2 0 0は、B S 2 U E通信部2 0 1と、B S 2 D通信部2 0 2と、D 2 U E通信制御部2 0 4と、バックホール通信部2 0 6とを含み、これらはすべて互いに接続される。

【0071】

B S 2 U E通信部2 0 1はB S 2 U E接続7 2 0を利用してユーザ装置と通信を行う。上に説明したように、一部の無線ベアラのデータはB S 2 U E接続7 2 0で送信される。例えば、R R Cシグナリング、N A Sシグナリング、及びM A Cレイヤシグナリングなどの制御シグナリングは、B S 2 U E接続7 2 0で送信してもよい。さらに、Voice over IP（V o I P）のパケットはB S 2 U E接続7 2 0での送信が可能である。他のデータベアラのデータをB S 2 U E接続7 2 0で送信してもよい。

【0072】

上述したように、D 2 U E接続7 1 0が中断したり、又は使用不可能である場合、B S 2 U E通信部2 0 1はユーザ装置1 0 0とすべての無線ベアラのデータの送受信を行う。ユーザ装置1 0 0から送信されるUプレーンデータなどのデータの一部はB S 2 U E通信部2 0 1及びバックホール通信部2 0 6を介してコアネットワーク4 0 0に転送される。コアネットワーク4 0 0から送信されるUプレーンデータはバックホール通信部2 0 6及びB S 2 U E通信部2 0 1を介してユーザ装置1 0 0に転送される。

【0073】

さらに、BS 2 UE 通信部 201 は、D 2 UE 接続 710 の制御シグナリングをユーザ装置 100 から受信し、D 2 UE 接続 710 の制御シグナリングをユーザ装置 100 に送信する。この制御シグナリングはユーザ装置 100 に対するものと同一であるため、以下ではその説明を省略する。

【0074】

BS 2 D 通信部 202 は BS 2 D 接続 730 を利用して小ノードデバイス 500 と通信を行う。BS 2 D 通信部 202 は D 2 UE 接続 710 の制御シグナリングを小ノードデバイス 500 から受信し、D 2 UE 接続 710 の制御シグナリングを小ノードデバイス 500 に送信する。この制御シグナリングは小ノードデバイス 500 に対するものと同一であるため、以下ではその説明を省略する。

10

【0075】

D 2 UE 接続 710 の制御シグナリングは後述するように D 2 UE 通信制御部 204 により生成され、BS 2 UE 通信部 201 を介してユーザ装置 100 に転送される。制御シグナリングは BS 2 D 通信部 202 を介して小ノードデバイスにも送信される。

【0076】

D 2 UE 通信制御部 204 は D 2 UE 接続 710 の無線リンク接続制御を行う。無線リンク接続制御には、D 2 UE 接続 710 の確立／設定／再設定／再設定／再確立／解放のうち少なくとも 1 つが含まれる。無線リンク接続制御のパラメータは BS 2 UE 通信部 201 を介してユーザ装置 100 へ送信され、BS 2 D 通信部 202 を介して小ノードデバイス 500 へ送信される。このパラメータは、物理レイヤ、MAC レイヤ、RLC レイヤ、PDCP レイヤ、及び RRC レイヤパラメータのうち少なくとも 1 つを含む。パラメータは無線ベアラの情報を含む。本明細書中で無線リンク接続制御は「無線リソース制御」とも表記する。

20

【0077】

より具体的には、ユーザ装置 100 と小ノードデバイス 500 との間のパスロスが閾値よりも大きい場合、D 2 UE 通信制御部 204 は D 2 UE 接続 710 を解放すべきであると判断する。例えば、D 2 UE 通信制御部 204 は D 2 UE 接続 710 を解放する制御シグナリングを送ってもよい。D 2 UE 通信制御部は、ユーザ装置 100 及び小ノードデバイス 500 のうち少なくとも 1 つから送信される測定報告に基づいて、そのような決定を行うことができる。より具体的には、ユーザ装置 100 及び小ノードデバイス 500 のうち少なくとも 1 つがパスロスが閾値よりも大きいかを決定し、パスロスが閾値よりも大きい場合に測定報告を送る。測定報告を受信した後、D 2 UE 通信制御部 204 は少ユーザ装置 100 及び小ノードデバイス 500 のうち少なくとも 1 つに制御シグナリングを送ってもよい。上の例では、D 2 UE 接続 710 における DL 送信電力又は UL 送信電力をパスロスの代わりに用いてもよい。

30

【0078】

D 2 UE 通信制御部 204 はユーザ装置 100 と小ノードデバイス 500 との間で D 2 UE 接続のハンドオーバを制御する。より具体的には、D 2 UE 通信制御部 204 は小ノードデバイス 500 から測定報告を受信し、ユーザ装置 100 がより近い隣接小ノードデバイスへハンドオーバすべきかを決定する。ここで、「サービング小ノードデバイス」とは、ユーザ装置と現在 D 2 UE 接続を有する小ノードデバイスを指す。

40

【0079】

これに加えて、D 2 UE 通信制御部 204 は D 2 UE 接続の無線リソースを制御する。より具体的には、D 2 UE 通信制御部 204 は、他の D 2 UE 接続に干渉しないように、かつ他の D 2 UE 接続から干渉を受けないように、D 2 UE 接続の無線リソースを割り当てる。このように 1 つの D 2 UE 接続における無線リソースは残りの D 2 UE 接続と重複しない。無線リソースは、無線リソース制御パラメータによりユーザ装置及び小ノードデバイスに示すことができる。パラメータには、周波数領域リソースの ID、時間領域リソースの ID、及び符号領域リソースの ID のうち少なくとも 1 つが含まれる。D 2 UE 接

50

続に割り当てられる無線リソースは、サービング小ノードデバイスのセル中のユーザ装置数又はD 2 U E通信の動作する周波数帯域における干渉レベルに基づいて決定してもよい。

【0080】

さらに、D 2 U E通信制御部204はD 2 U E接続710のリンクアダプテーションを制御してもよい。より具体的には、リンクアダプテーションは、電力制御、及び適応変調並びに符号化のうち1つである。電力制御情報は、D 2 U E接続710のDL又はULの最大送信出力電力についての情報を含んでもよい。

【0081】

上記D 2 U E通信制御部204における制御に基づいて決定された制御シグナリングはBS 2 U E通信部201を介してユーザ装置に送信される。制御シグナリングはBS 2 D通信部202を介して小ノードデバイスに送信される。

【0082】

バックホール通信部206はコアネットワーク400から受信した下りリンクデータをBS 2 U E通信部201へ供給する。同様に、BS 2 U E通信部201は上りリンクデータをバックホール通信部206へ供給し、そしてバックホール通信部206はこの上りリンクデータをコアネットワーク400へ送信する。

【0083】

当業者は、図12及び図13にそれぞれ示すユーザ装置100及び基地局200の機能ブロックが、ユーザ装置500について説明したものと同様の構成要素にマッピングされることは容易に理解されよう。例えば、ユーザ装置は、Macro 2 D通信部102及びD 2 D通信部104のために2つの類似するRFインタフェースを要する。これらのRFインタフェースは、ベースバンドプロセッサやホストマイクロプロセッサなどの適当なプロセッサと協働する。

【0084】

本明細書に記載の移動通信システムのオペレーションは、図14及び14Aに示す、送信すべきトラフィックデータの発生に応じた接続の確立に関するフローチャートを参照してより明確に理解される。当該フローチャートはステップS801における上りリンク及び／又は下りリンクデータであるトラフィックデータの発生から始まる。例えば、トラフィックデータは、電子メールの送受信、ウェブサイトの閲覧、ファイルのダウンロード、又はファイルのアップロードに対応する。

【0085】

ステップS802で、基地局200とユーザ装置100との間にLTE接続（BS 2 U E接続720）が確立される。接続がユーザ装置によってトリガされた場合、ユーザ装置はランダムアクセス工程で接続を開始することができる。接続がサーバ600によってトリガされた場合、基地局は接続の開始のためにページングメッセージを送信してもよい。ステップS802は図14AのステップA802に対応する。

【0086】

図14及び14Aの実施例では、BS 2 D接続730は基地局200及び小ノードデバイス500との間に常時設定されるものと想定する。しかし他の実施例では、基地局200と小ノードデバイス500との間の接続（BS 2 D接続730）はステップS802で又はステップS802の直後に確立される。確立は、基地局200が制御シグナリングを用いてトリガしてもよい。さらに、上の確立工程において基地局200からの要求を受けた後に、小ノードデバイス500がD 2 U E接続710のパイロット信号の送信を開始してもよい。その結果、パイロット信号を送信しない場合に、周波数帯域内の他の通信との間に深刻な干渉が発生しない。

【0087】

ステップS803で、ユーザ装置100はD 2 U E接続の測定を行う。特に、ユーザ装置100はD 2 U E接続におけるDL無線リンク品質を測定する。より具体的には、ユーザ装置100は、最良のDL無線リンク品質を有する小ノードデバイスの識別番号を基地

10

20

30

40

50

局に通知する測定報告を基地局に送信する。

【0088】

一実施例においては、D2UE接続の測定は図14AのステップA803a、A803b、及びA803cに図示するように行ってもよい。ステップA803aで、基地局はBS2UE接続720でユーザ装置に制御シグナリングを送信してユーザ装置にD2UE接続の測定を行うよう命令するので、ユーザ装置は最良の無線リンク品質を有する小ノードデバイスを検出する。

【0089】

制御シグナリングは測定の情報を含んでもよい。例えば、制御シグナリングは、D2UE接続のキャリア周波数、D2UE接続の帯域幅、小ノードデバイスの識別番号、測定量の情報、小ノードデバイスによって送信されるパイロット信号の情報などのうち少なくとも1つを含んでもよい。測定量についての情報はRSRP又はRSRQの指標を用いることができる。パイロット信号の情報はパイロット信号の無線リソースに関するものでもよい。より具体的には、パイロット信号情報は、パイロット信号の送信周期、パイロット信号の周波数領域リソース情報、パイロット信号の時間領域リソース情報などのうち少なくとも1つである。さらに説明するように、D2UE接続とBS2UE接続との間の時間オフセットをパイロット信号の情報に含んでもよい。さらに、パイロット信号の送信電力をパイロット信号の情報に含んでもよい。

【0090】

さらに、測定報告を基地局200に送る際のルールを、測定情報に含んでもよい。このルールは、TS36.331に規定されるEvent A1、A2、A3、A4、及びA5など、LTEにおける判断基準と同様の判断基準を含んでもよい。閾値、レイヤー3フィルタリング係数、又はトリガ時間などを測定情報に含んでもよい。これに加えて、セル選択／再選択の制御シグナリングをさらに測定情報に含んでもよい。例えば、アイドルモード測定の制御シグナリングをさらに測定情報に含んでもよい。

【0091】

制御シグナリングは、個別制御シグナリング又は報知情報で送信が可能である。

【0092】

ステップS803の制御シグナリングは、基地局200がユーザ装置100に無線通信システムを提供するセルにおいてD2UE接続が使用可能であるか否かの指標を含んでもよい。ステップA803aの代わりにステップA802において制御シグナリングを送信してもよい。

【0093】

ステップA803bでユーザ装置100はD2UE接続におけるDL無線リンク品質を測定する。

【0094】

ステップA803cで、ユーザ装置100は最良のDL無線リンク品質を有する小ノードデバイスの識別番号を基地局200に通知する測定報告をBS2UE接続720で基地局200に送信する。

【0095】

ステップS804で、ユーザ装置と小ノードデバイスとの間にD2UE接続(D2UE接続710)が確立される。基地局は、ユーザ装置及び小ノードデバイスにD2UE接続710を設定するよう命令する。D2UE接続710のパラメータは基地局200からそれぞれBS2UE接続720及びBS2D接続730でユーザ装置100及び小ノードデバイス500に送信される。さらに、D2UE接続710の確立はユーザ装置100及び／又は小ノードデバイスによって基地局200に報告される。ステップS804は図14AのステップA804aからA804fに対応する。換言すると、D2UE接続710の確立は図14AのステップA804a、A804b、A804c、A804d、A804e、及びA804fに図示するように行うことができる。

【0096】

ステップA 8 0 4 aで、基地局2 0 0はBS 2 D接続7 3 0で小ノードデバイス5 0 0に制御シグナリングを送信し、小ノードデバイス5 0 0にユーザ装置1 0 0とD 2 U E接続7 1 0を確立するように命令する。一般に、この小ノードデバイスは、測定報告に基づく、最良のDL無線リンク品質を有する小ノードデバイスである。ステップA 8 0 4 bで、小ノードデバイス5 0 0は、ステップA 8 0 4 aからの受信制御シグナリングに対する応答を送信することができる。制御シグナリングはユーザ装置1 0 0の識別番号、ユーザ装置1 0 0の能力情報などのうち少なくとも1つを含んでもよい。

【0 0 9 7】

ステップA 8 0 4 cで、基地局2 0 0はBS 2 U E接続7 2 0でユーザ装置1 0 0に制御シグナリングを送信し、ユーザ装置1 0 0に小ノードデバイス5 0 0とD 2 U E接続7 1 0を確立するよう命令する。例えば、ステップA 8 0 4 cの制御シグナリングは以下のパラメータのうち少なくとも1つを含んでもよい。

【0 0 9 8】

- －D 2 U E接続7 1 0の無線ベアラ情報
- －D 2 U E接続7 1 0のキャリア周波数情報
- －D 2 U E接続7 1 0の周波数帯域指標
- －D 2 U E接続7 1 0のシステム帯域幅（チャネル帯域幅）
- －D 2 U E接続7 1 0の禁止セル情報
- －小ノードデバイス5 0 0の識別番号
- －D 2 U E接続7 1 0のUL最大送信電力
- －D 2 U E接続7 1 0におけるDL及びULスロットの情報（TDDの場合）
- －D 2 U E接続7 1 0のランダムアクセスチャネルの情報
- －D 2 U E接続7 1 0のP U C C Hなどの上りリンク物理制御チャネルの情報
- －D 2 U E接続7 1 0のP D C C H及びP H I C Hなどの下りリンク物理制御チャネルの情報
- －D 2 U E接続7 1 0の上りリンク物理共有チャネルの情報
- －D 2 U E接続7 1 0の下りリンク物理共有チャネルの情報
- －D 2 U E接続7 1 0の上りリンクサウンディング参照信号の情報
- －D 2 U E接続7 1 0の上りリンク電力制御情報の情報
- －D 2 U E接続7 1 0の下りリンク又は上りリンクサイクリックプリフィックス情報の情報
- －D 2 U E接続7 1 0の上りリンクにおける時間アライメント制御の情報
- －D 2 U E接続7 1 0の各無線ベアラのR L C又はP D C P構成の情報
- －D 2 U E接続7 1 0のM A C構成の情報
- －D 2 U E接続7 1 0のセキュリティの情報

【0 0 9 9】

ステップA 8 0 4 cの情報の一部又はすべてをステップA 8 0 4 aで小ノードデバイス5 0 0に送信してもよい。

【0 1 0 0】

無線ベアラ情報はどの種類の無線ベアラをD 2 U E接続7 1 0に設定し、どの優先度を各無線ベアラに指定すべきかを示してもよい。D 2 U E接続7 1 0のパラメータはステップA 8 0 4 cで送信することもできるため、小ノードデバイス5 0 0は必ずしも報知チャネルを送信する必要はなく、これにより小ノードデバイスの複雑さは低下する。

【0 1 0 1】

ステップA 8 0 4 dで、ユーザ装置1 0 0はユーザ装置1 0 0と小ノードデバイス5 0 0との間に接続（D 2 U E接続7 1 0）を確立する制御シグナリングを送信する。制御シグナリングはランダムアクセスシグナリングであってもよい。或いは、制御シグナリングは事前に割り当てられたアクセスシグナリングであってもよい。事前に割り当てられたアクセスシグナリングの無線リソース情報はステップA 8 0 4 cで基地局2 0 0によりユーザ装置1 0 0に送信してもよい。

10

20

30

40

50

【0102】

事前に割り当てられたアクセスシグナリングの無線リソース情報は基地局200により設定してもよい。この場合、基地局200はステップA804aで小ノードデバイス500に無線リソース情報を通知する。或いは、事前に割り当てられたアクセスシグナリングの無線リソース情報を小ノードデバイス500により設定してもよい。そのような実施例では、小ノードデバイス500はステップA804bで基地局200に無線リソース情報を通知する。

【0103】

ステップA804eで、小ノードデバイス500はステップA804dで送信された制御シグナリングに対する応答を送信する。その結果、D2UE接続710を確立することができる。

10

【0104】

ステップA804fで、ユーザ装置100は基地局200に制御シグナリングを送信し、D2UE接続710の確立が成功したことを基地局200に通知する。

【0105】

ステップS805では、図3を参照して上に説明したように、トラフィックデータの一部（例えば、図3のデータ#2）がD2UE接続710及び小ノードデバイス500を介してユーザ装置100とサーバ600との間で転送される。D2UE接続710で送信されるデータは、例えばユーザ装置100とサーバ600との間の通信に設定された無線ベアラの一部のデータである。より具体的には、D2UE接続710を介して転送されるデータは、ベストエフォートパケット、非リアルタイムサービスのパケット、及びリアルタイムサービスのパケットのうち少なくとも1つである。D2UE接続710を介して転送されるデータはUプレーンデータを含む。ステップS805は図14AのステップA805に対応する。

20

【0106】

ステップS806では、図3を参照して上に説明したように、トラフィックデータの一部（例えば、図3のデータ#1）がBS2UE接続720及び基地局200を介してユーザ装置100とサーバ600との間で転送される。CプレーンデータをD2UE接続710の代わりにBS2UE接続720で送信してもよい。ステップS806は図14AのステップA806に対応する。

30

【0107】

図14に示すオペレーションは、以下のように小ノードデバイス500のオペレーションとして説明してもよい。小ノードデバイス500のオペレーションは、ユーザ装置100（ステップS804）とのD2UE接続710の確立（ステップS804）と、ユーザ装置100とサーバ600との間でD2UE接続710を用いて転送されるデータの一部の転送（ステップS805）とを含む。

【0108】

図14に示すオペレーションは、以下のようにユーザ装置100のオペレーションとして説明してもよい。ユーザ装置100のオペレーションは、基地局200とのLTE接続（BS2UE接続720）の確立（ステップS802）と、小ノードデバイスの測定（ステップS803）と、小ノードデバイス500とのD2UE接続710の確立（ステップS804）と、データの一部（ユーザ装置100とサーバ600との間で転送される）の、D2UE接続710及び小ノードデバイス500を介しての転送（ステップS805）と、データの一部（ユーザ装置100とサーバ600との間で転送される）の、BS2UE接続720及び基地局200を介しての転送（ステップS806）とを含む。

40

【0109】

図14に示す処理は、以下のように基地局200のオペレーションとして説明してもよい。基地局200のオペレーションは、ユーザ装置100とのLTE接続（BS2UE接続720）の確立（ステップS802）と、D2UE接続710の確立のための制御シグナリング（ステップS804）と、BS2UE接続720を用いてのデータの一部（ユー

50

ザ装置 100 とサーバ 600 との間で転送される) の転送 (ステップ S806) とを含む。D2UE 接続 710 では、データの一部 (ユーザ装置 100 とサーバ 600 との間で転送される) が D2UE 接続 710 と小ノードデバイス 500 とを介して転送される。

【0110】

図 15 を参照して、実施例に係る移動通信システムのオペレーションを説明する。ステップ S901 で、トラフィックデータの一部がユーザ装置 100 とサーバ 600 との間で D2UE 接続 710 及び小ノードデバイス 500 を介して転送される。ステップ S902 では、トラフィックデータの一部がユーザ装置 100 とサーバ 600 との間で BS2UE 接続 720 及び基地局 200 を介して転送される。ステップ S901 及び S902 はそれぞれステップ S805 及び S806 と同一であり、具体的にはステップ S901 及び S902 はステップ S805 及び S806 からの続きであってもよい。

10

【0111】

ステップ S903 で、ユーザ装置 100 とサーバ 600 との間にトラフィックデータがこれ以上存在しない。より具体的には、ステップ S903 は、電子メールの送受信、ウェブサイトの閲覧、ファイルのダウンロード、又はファイルのアップロードの終了に相当する。

【0112】

ステップ S904 で、基地局 200 は小ノードデバイス 500 に制御シグナリングを送信し、D2UE 接続 710 を解放すべきであることを小ノードデバイス 500 に通知する。ステップ S905 で、小ノードデバイス 500 はステップ S904 の通知に対する応答を送信する。

20

【0113】

ステップ S906 で、基地局 200 はユーザ装置 100 に制御シグナリングを送信し、D2UE 接続 710 を解放すべきであることをユーザ装置 100 に通知する。ステップ S907 で、ユーザ装置 100 はステップ S906 の通知に対する応答を送信する。ステップ S906 及び S907 はステップ S904 及び S905 の前に実行してもよい。或いは、ステップ S906 及び S907 をステップ S904 及び S905 と同時に実行してもよい。

【0114】

ステップ S904 及び S906 での制御シグナリングに応じて、ステップ S908 で D2UE 接続 710 が解放される。ユーザ装置 100 又は小ノードデバイス 500 が D2UE 接続 710 が解放されたことを報告できるように、ステップ S905 及び S907 をステップ S908 の後に実行してもよい。

30

【0115】

ステップ S909 で、基地局 200 は制御シグナリングをユーザ装置 100 に送信し、BS2UE 接続 720 が解放されたことをユーザ装置 100 に通知する。ステップ S910 で、ユーザ装置 100 はステップ S909 の制御シグナリングに対する応答を基地局 200 に送信する。ステップ S909 及び S910 は LTE 接続の解放の通常の工程に対応する。

【0116】

図 15 で説明した実施例では、基地局 200 が制御シグナリングを送信して D2UE 接続 710 の解放を指示する。しかし、更に別の実施例では、ユーザ装置 100 又は小ノードデバイス 500 が制御シグナリングを送信してもよい。

40

【0117】

図 15 に示す処理は以下のように小ノードデバイス 500 によって行われるオペレーションとして説明してもよい。小ノードデバイス 500 のオペレーションは、D2UE 接続 710 を用いてのデータの一部 (ユーザ装置 100 とサーバ 600 との間で転送される) の転送 (ステップ S901) と、基地局 200 から送信される制御シグナリングの受信 (ステップ S904) と、制御シグナリングに対する応答の基地局 200 への送信 (ステップ S905) と、ユーザ装置 100 との D2UE 接続 710 の解放 (ステップ S908) と、

50

とを含んでもよい。

【0118】

図15に示す処理は、以下のようにユーザ装置100により行われるオペレーションとして説明してもよい。ユーザ装置100のオペレーションは、D2UE接続710及び小ノードデバイス500を介してのデータの一部（ユーザ装置100とサーバ600との間で転送される）の転送（ステップS901）と、BS2UE接続720及び基地局200を介してのデータの一部（ユーザ装置100とサーバ600との間で転送される）の転送（ステップS902）と、基地局200により送信される制御シグナリングの受信（ステップS906）と、制御シグナリングに対する応答の基地局200への送信（ステップS907）と、ユーザ装置100とのD2UE接続710の解放（ステップS908）と、ステップS909及びS910でのLTE接続（BS2UE接続720）の解放とを含む。

10

【0119】

図15に示す処理は、以下のように基地局200により行われるオペレーションとして説明してもよい。基地局200のオペレーションは、D2UE接続710の解放のための制御シグナリングの小ノードデバイス500への送信（ステップS904）と、D2UE接続710の解放のための制御シグナリングのユーザ装置100への送信（ステップS906）と、BS2UE接続720の解放（ステップS909及びS910）とを含む。

【0120】

図16を参照して、別の実施例に係る移動通信システムのオペレーションを説明する。ステップS1001で、トラフィックデータの一部がD2UE接続710及び小ノードデバイス500を介してユーザ装置100とサーバ600との間で転送される。ステップS1002で、トラフィックデータの一部がBS2UE接続720及び基地局200を介してユーザ装置100とサーバ600との間で転送される。ステップS1001及びS1002はそれぞれステップS805及びS806と同一でもよく、具体的にはステップS1001及びS1002はステップS805及びS806からの続きであってもよい。

20

【0121】

ステップS1004で、基地局200は小ノードデバイス500に制御シグナリングを送信し、D2UE接続710を再設定すべきであることを小ノードデバイス500に通知する。ステップS1005で、基地局200はユーザ装置100に制御シグナリングを送信し、D2UE接続710を再設定すべきであることをユーザ装置100に通知する。より具体的には、ステップA804cで説明したパラメータをステップ1004又はステップS1005の制御シグナリングに含んでもよい。

30

【0122】

ステップS1006で、D2UE接続710は再設定される。より具体的には、D2UE接続710のパラメータの一部が変更される。このパラメータには、周波数領域リソースのパラメータ、時間領域リソースのパラメータ、符号領域リソースのパラメータ、D2UE接続710のパイロット信号のパラメータ、D2UE接続710の初期アクセスのパラメータ、無線ベアラのパラメータ、及びD2UE接続710の電力制御のパラメータのうち少なくとも1つが含まれる。電力制御パラメータは、D2UE接続710におけるDL又はULの最大送信出力電力の情報を含む。

40

【0123】

ステップS1007で、小ノードデバイス500は基地局200に制御シグナリングを送信し、D2UE接続710の再設定が成功したことを基地局200に通知する。ステップS1008で、ユーザ装置100は基地局200に制御シグナリングを送信し、D2UE接続710の再設定が成功したことを基地局200に通知する。

【0124】

図16に示す処理は、以下のように小ノードデバイス500のオペレーションとして説明してもよい。小ノードデバイス500のオペレーションは、D2UE接続710を用いての、ユーザ装置100とサーバ600との間で転送されるデータの一部の転送（ステッ

50

プ S 1 0 0 1) と、D 2 U E 接続 7 1 0 を再設定する制御シグナリングの受信 (ステップ S 1 0 0 4) と、D 2 U E 接続 7 1 0 の再設定 (ステップ S 1 0 0 6) と、D 2 U E 接続 7 1 0 が再設定されたことを報告する制御シグナリングの送信 (ステップ S 1 0 0 8) とを含む。

【0125】

図 1 6 に示す処理は、以下のようにユーザ装置 1 0 0 のオペレーションとして説明してもよい。ユーザ装置 1 0 0 のオペレーションは、D 2 U E 接続 7 1 0 を用いての、ユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 0 0 1) と、B S 2 U E 接続 7 2 0 を用いての、ユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 0 0 2) と、D 2 U E 接続 7 1 0 を再設定する制御シグナリングの受信 (ステップ S 1 0 0 5) と、D 2 U E 接続 7 1 0 の再設定 (ステップ S 1 0 0 6) と、D 2 U E 接続 7 1 0 が再設定されたことを報告する制御シグナリングの送信 (ステップ S 1 0 0 8) とを含む。

【0126】

図 1 6 に示す処理は、以下のように基地局 2 0 0 のオペレーションとして説明してもよい。基地局 2 0 0 のオペレーションは、B S 2 U E 接続 7 2 0 を用いての、ユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 0 0 2) と、D 2 U E 接続 7 1 0 を再設定する制御シグナリングの小ノードデバイス 5 0 0 への送信 (ステップ S 1 0 0 3) と、D 2 U E 接続 7 1 0 を再設定する制御シグナリングのユーザ装置 1 0 0 への送信 (ステップ S 1 0 0 4) と、D 2 U E 接続 7 1 0 が再設定されたことを報告する制御シグナリングの受信 (ステップ S 1 0 0 7) と、D 2 U E 接続 7 1 0 が再設定されたことを報告する制御シグナリングの受信 (ステップ S 1 0 0 8) とを含む。

【0127】

図 1 7 を参照して、別の実施例に係る移動通信システムのオペレーションを説明する。ステップ S 1 1 0 1 で、トラフィックデータの一部が D 2 U E 接続 7 1 0 及びソース小ノードデバイス 5 0 0 を介してユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間で転送される。ステップ S 1 1 0 2 で、トラフィックデータの一部が B S 2 U E 接続 7 2 0 及び基地局 2 0 0 を介してユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間で転送される。ステップ S 1 1 0 1 及び S 1 1 0 2 はそれぞれステップ S 8 0 5 及び S 8 0 6 と同一でもよく、具体的にはステップ S 1 1 0 1 及び S 1 1 0 2 はステップ S 8 0 5 及び S 8 0 6 からの続きであってもよい。

【0128】

ステップ S 1 1 0 3 で、ユーザ装置 1 0 0 は以下に説明するように D 2 U E 接続の測定を行う。すなわち、ユーザ装置 1 0 0 はサービング小ノードデバイス及び隣接小ノードデバイスの D L 無線リンク品質を測定する。D L 無線リンク品質は、パイロット信号受信電力、パスロス、信号対干渉比 (S I R)、チャネル状態情報、チャネル品質指標、及び受信信号強度指標のうち少なくとも 1 つである。

【0129】

より具体的には、図 1 7 A に図示するように、ユーザ装置 1 0 0 はサービング小ノードデバイスよりもユーザ装置 1 0 0 に近い隣接小ノードデバイスが検出されたか否かを決定し、隣接小ノードデバイスが検出されれば、基地局に測定報告を送信する。ステップ A 1 1 0 3 a で、ユーザ装置 1 0 0 は D 2 U E 接続の測定を行う。

【0130】

ステップ A 1 1 0 3 b で、ユーザ装置 1 0 0 はサービング小ノードデバイスよりもユーザ装置に近い隣接小ノードデバイスが検出されたか否かを決定する。サービング小ノードデバイスとは、ユーザ装置と現在通信中の小ノードデバイス (ソース小ノードデバイス) を意味する。より具体的には、隣接する小ノードデバイスがサービング小ノードデバイスよりも高い無線リンク品質を有する場合、当該隣接小ノードデバイスはサービング小ノードデバイスよりもユーザ装置に近いと判断する。

【0131】

隣接小ノードデバイスがサービング小ノードデバイスよりもユーザ装置に近い場合（ステップA 1 1 0 3 b：YES）、ユーザ装置は測定報告を基地局に送信して、隣接小ノードデバイスが検出されたことを基地局に通知する。ステップA 1 1 0 3 bは図17のステップS 1 1 0 4に対応する。

【0132】

隣接小ノードデバイスがサービング小ノードデバイスよりもユーザ装置に近くない場合（ステップA 1 1 0 3 b：NO）、ユーザ装置は基地局に測定報告を送信しない。ステップA 1 1 0 3 a及びA 1 1 0 3 bは図17のステップS 1 1 0 3に対応する。

【0133】

ステップS 1 1 0 4で、ユーザ装置は基地局に測定報告を送信し、より近い隣接小ノードデバイスが検出されたことを基地局に通知する。以下サービング小ノードデバイスを「ソース小ノードデバイス」と称し、隣接小ノードデバイスを「ターゲット小ノードデバイス」と称する。

【0134】

ステップS 1 1 0 5で、基地局は、ユーザ装置が隣接小ノードデバイス（ターゲット小ノードデバイス）へハンドオーバーすべきであると決定する。

【0135】

ステップS 1 1 0 6で、基地局はハンドオーバーの準備のために制御シグナリングをターゲット小ノードデバイスに送信する。この制御シグナリングを「D 2 U E接続のハンドオーバー要求」と称してもよい。より具体的には、基地局は、ターゲット小ノードデバイスがユーザ装置とD 2 U E接続を確立するためのパラメータを、ターゲット小ノードデバイスに通知する。ステップA 8 0 4 aで説明したパラメータをステップS 1 1 0 6の制御シグナリングに含んでもよい。

【0136】

ステップS 1 1 0 7で、ターゲット小ノードデバイスはステップS 1 1 0 6の制御シグナリングに対する応答を送信する。

【0137】

ステップS 1 1 0 8で、基地局200はユーザ装置に制御シグナリングを送信し、ユーザ装置にターゲット小ノードデバイスへのハンドオーバーを実行するよう命令する。制御シグナリングはD 2 U E接続710の接続情報を含んでもよい。より具体的には、接続情報は、D 2 U E接続710の測定の設定、D 2 U E接続71の移動性制御の情報、D 2 U E接続710の無線リソース制御情報などのうち少なくとも1つを含む。

【0138】

さらに、D 2 U E接続710の無線リソース制御情報は、D 2 U E接続710の無線ベアラ情報、D 2 U E接続710におけるPDCPレイヤ構成の情報、D 2 U E接続710におけるRLCレイヤ構成の情報、D 2 U E接続710におけるMACレイヤ構成の情報、D 2 U E接続710における物理レイヤ構成の情報などのうち少なくとも1つを含んでもよい。より具体的には、ステップA 8 0 4 cで説明したパラメータをD 2 U E接続710の無線リソース制御情報に含んでもよい。

【0139】

ステップS 1 1 0 9で、基地局200は制御シグナリングをソース小ノードデバイス500に送信し、ユーザ装置100がターゲット小ノードデバイスへハンドオーバーすべきであることをソース小ノードデバイス500に通知する。ソース小ノードデバイス500は制御シグナリングに基づいてユーザ装置100との通信を終了させる。具体的には、ソース小ノードデバイスがD 2 U E接続710を解放する。

【0140】

ステップS 1 1 1 0で、ユーザ装置は、ユーザ装置とターゲット小ノードデバイスとの間に接続を確立する制御シグナリングを送信する。制御シグナリングはランダムアクセスシグナリングであってもよく、ステップA 8 0 4 cにおけるものと同一であってもよい。

【0141】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 1 1 1 で、ターゲット小ノードデバイス 5 0 0 はステップ S 1 1 1 0 で送信された制御シグナリングに対する応答を送信する。その結果、ユーザ装置 1 0 0 とターゲット小ノードデバイスとの間に D 2 U E 接続を確立することができる。

【 0 1 4 2 】

ステップ S 1 1 1 2 で、ユーザ装置は制御シグナリングを基地局に送信し、ターゲット小ノードデバイスへのハンドオーバーの実行が成功したことを基地局に通知する。

【 0 1 4 3 】

ステップ S 1 1 1 3 で、トラフィックデータの一部が D 2 U E 接続 7 1 0 及びターゲット小ノードデバイス 5 0 0 を介してユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間で転送される。

10

【 0 1 4 4 】

ステップ S 1 1 1 4 で、トラフィックデータの一部が B S 2 U E 接続 7 2 0 及び基地局 2 0 0 を介してユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間で転送される。ステップ S 1 1 1 4 はステップ S 1 1 0 2 と同一である。すなわち、図 1 7 に説明する工程の間、ステップ (S 1 1 0 2 及び S 1 1 1 4) を継続して行ってもよい。

【 0 1 4 5 】

図 1 7 に示す処理は、以下のようにソース小ノードデバイス 5 0 0 のオペレーションとして説明してもよい。ソース小ノードデバイス 5 0 0 のオペレーションは、D 2 U E 接続 7 1 0 を用いての、ユーザ装置 1 0 0 とサーバ 6 0 0 との間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 1 0 1) と、ユーザ装置がターゲット小ノードデバイスへハンドオーバーすべきであることをソース小ノードデバイス 5 0 0 に通知する制御シグナリングの受信、及びユーザ装置 1 0 0 との D 2 U E 接続 7 1 0 の終了 (ステップ S 1 1 0 9) とを含む。

20

【 0 1 4 6 】

図 1 7 に示す処理は、以下のようにターゲットソース小ノードデバイス 5 0 0 のオペレーションとして説明してもよい。ターゲット小ノードデバイス 5 0 0 のオペレーションは、基地局により送信されるハンドオーバーの準備のための制御シグナリングの受信 (ステップ S 1 1 0 6) と、制御シグナリングに対する応答の送信 (ステップ S 1 1 0 7) と、ユーザ装置とターゲット小ノードデバイスとの間に接続を確立する制御シグナリングの受信 (ステップ S 1 1 1 0) と、制御シグナリングに対する応答の送信 (ステップ S 1 1 1 1) と、D 2 U E 接続 7 1 0 を用いての、ユーザ装置とサーバとの間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 1 1 3) とを含む。

30

【 0 1 4 7 】

図 1 7 に示す処理は、以下のようにユーザ装置 1 0 0 のオペレーションとして説明してもよい。ユーザ装置のオペレーションは、ソース小ノードデバイスとの D 2 U E 接続 7 1 0 を用いての、ユーザ装置とサーバ 6 0 0 との間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 1 0 1) と、B S 2 U E 接続 7 2 0 を用いての、ユーザ装置とサーバ 6 0 0 との間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 1 0 2) と、D 2 U E 接続の測定 (ステップ S 1 1 0 3) と、基地局への測定報告の送信 (ステップ S 1 1 0 4) と、ユーザ装置にターゲット小ノードデバイスへハンドオーバーすることを命令する制御シグナリングの受信 (ステップ S 1 1 0 8) と、ユーザ装置とターゲット小ノードデバイスとの間に接続を確立する制御シグナリングの送信 (ステップ S 1 1 1 0) と、制御シグナリングに対する応答の受信 (ステップ S 1 1 1 1) と、ターゲット小ノードデバイスへのハンドオーバーの実行が成功したことを基地局に通知する制御シグナリングの基地局への送信 (ステップ S 1 1 1 2) と、ターゲット小ノードデバイスとの D 2 U E 接続 7 1 0 を用いての、ユーザ装置とサーバ 6 0 0 との間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 1 1 3) と、B S 2 U E 接続 7 2 0 を用いての、ユーザ装置とサーバ 6 0 0 との間で転送されるデータの一部の転送 (ステップ S 1 1 1 4) とを含む。なお、ステップ S 1 1 0 2 はステップ S 1 1 1 4 と同一であり、全てのステップの間この工程を継続的に実行してもよい。

40

【 0 1 4 8 】

50

図17に示す処理は、以下のように基地局200のオペレーションとして説明してもよい。基地局のオペレーションは、BS2UE接続720を用いての、ユーザ装置とサーバ600との間で転送されるデータの一部の転送（ステップS1002）と、ユーザ装置100により送信される測定報告の受信（ステップS1104）と、ユーザ装置がターゲット小ノードデバイスへハンドオーバをすべきであるとの決定（ステップS1105）と、ハンドオーバの準備のための制御シグナリングのターゲット小ノードデバイスへの送信（ステップS1106）と、制御シグナリングに対する応答の受信（ステップS1107）と、ユーザ装置にターゲット小ノードデバイスへのハンドオーバを実行するよう命令する制御シグナリングのユーザ装置への送信（ステップS1108）と、ユーザ装置がターゲット小ノードデバイスへハンドオーバすべきであることをソース小ノードデバイスに通知する制御シグナリングのソース小ノードデバイスへの送信（ステップS1109）と、ターゲット小ノードデバイスへのハンドオーバの実行が成功したことを基地局に通知する制御シグナリングの受信（ステップS1112）と、BS2UE接続720を用いての、ユーザ装置とサーバ600との間で転送されるデータの一部の転送（ステップS1114）とを含む。

10

【0149】

図18を参照して、実施例に係る基地局200のオペレーションを説明する。図18に示す制御方法はD2UE接続710の無線リソース制御又は呼受付制御の一例である。ステップS1201で、基地局はD2UE接続710を利用するユーザ装置の数が所定の閾値よりも大きいかな否かを判断する。或いは、基地局は、アクティブなユーザ装置の数、D2UE接続の数、トラフィックデータ量、D2UE通信が動作する周波数帯域における干渉レベルなどのうち少なくとも1つに基づいて決定可能な混雑度を決定し、当該混雑度が所定の閾値よりも大きいかな否かを判断する。換言すると、ステップS1201で、基地局はセルの混雑度が高いかな否かを決定することができる。

20

【0150】

ユーザ装置数が所定の閾値よりも大きくない場合（ステップS1201：NO）、ステップS1202で、基地局は小ノードデバイスとユーザ装置との間の新たなD2UE接続の設定を許可する。より具体的には、ステップS801と同様にトラフィックデータが発生し、ユーザ装置が基地局との新たなBS2UE接続及び小ノードデバイスとの新たなD2UE接続の設定を試みる場合、基地局は、基地局との新たなBS2UE接続の設定に加え、小ノードデバイスとの新たなD2UE接続の設定を許可する。或いは、ユーザ装置が基地局とBS2UE接続を有する状態において、ユーザ装置が小ノードデバイスとの新たなD2UE接続の設定を試みる場合、基地局は小ノードデバイスとの新たなD2UE接続を許可してもよい。

30

【0151】

ユーザ装置数が所定の閾値よりも大きい場合（ステップS1201：YES）、ステップS1203で、基地局は小ノードデバイスとユーザ装置との間の新たなD2UE接続の設定を許可しない。より具体的には、ステップS801と同様にトラフィックデータが発生し、ユーザ装置が基地局との新たなBS2UE接続及び小ノードデバイスとの新たなD2UE接続の設定を試みる場合、基地局は小ノードデバイスとの新たなD2UE接続の設定を許可しない。ここで基地局は、基地局との新たなBS2UE接続の設定を許可し、小ノードデバイスとの新たなD2UE接続のみ許可しないということも可能である。或いは、ユーザ装置が基地局とBS2UE接続を有する状態において、ユーザ装置が小ノードデバイスとの新たなD2UE接続の設定を試みる場合、基地局は小ノードデバイスとの新たなD2UE接続を許可しないことも可能である。

40

【0152】

上の例においては小ノードデバイスは1つのユーザ装置と1つのD2UE接続を有するが、従来の基地局同様に、小ノードデバイスは2つ以上のユーザ装置と2つ以上のD2UE接続を有することも可能である。各D2UE接続の無線リソースは複数のユーザ装置間で共有してもよく、基地局又は小ノードデバイスにより制御してもよい。

50

【0153】

上の例ではD2UE接続710及びBS2UE接続720の送信は異なる周波数帯域で動作が可能であるが、別の実施例ではD2UE接続はBS2UE接続と同一の帯域で同時に動作してもよい。このシナリオでは、周波数帯域内でのD2UE送信及びBS2UE送信の共存を実現するために干渉軽減技術を利用することもできる。

【0154】

例えば、D2UE接続710は基地局により設定されるため、基地局はユーザ装置が異なる周波数／タイムスロットを用いて基地局からのシグナリングに応答することはないことを把握している。そのような実施例では、基地局により継続的な接続及び管理をサポートするために、D2UE接続710を、BS2UE通信（基地局からユーザ装置へ）を行うことのできる送信スロットを利用可能なように設定してもよい。換言すると、ユーザ装置は所定のオン時間において基地局と通信を行い、他の時間（オフ時間）に小ノードデバイスと通信を行うことができる。

10

【0155】

或いは、D2UE接続710による送信が基地局の送信と同一の帯域で同時に発生する他の実施例においては、様々なリソースブロック（RB）のOFDMリソースエレメント（RE）が各リンク用に確保される。一実施例では、制御シグナリングに用いるREはD2UEリンクでは用いられないため、いずれのD2UEリンク送信においても空のままである。自身によるユーザ装置への制御シグナリングを含め、D2UEリンク送信は他のREで送信される。そのような実施例では、ユーザ装置は、例えば基地局からの制御REなどのREを、小ノードデバイスからの通信と同時に受信することができる。基地局は、D2UEリンクによる送信の発生する可能性のある無線リソースで、BS2UEリンクの送信をオフにする又は送信電力を低下させる。無線リソースは時間領域リソースであっても、周波数領域リソースであってもよい。

20

【0156】

上の実施例では、D2UEリンクは通常のBS2UEリンクと同様である。具体的には、小ノードデバイスは共通パイロット信号、報知信号、同期信号、及び物理レイヤ制御シグナリングなどを送信してもよい。或いは、D2UEリンクで信号及びチャネルの一部を送信し、残りを送信しないようにしてもよい。例えば、共通パイロット信号及び物理レイヤ制御シグナリングをD2UEリンクで送信し、報知チャネル／信号、同期信号などの他のチャネル及び信号をD2UEリンクで送信しないようにしてもよい。或いは、共通パイロット信号をD2UEリンクで送信し、物理レイヤ制御シグナリング、報知チャネル／信号、同期信号などの他のチャネル及び信号をD2UEリンクで送信しないようにしてもよい。或いは、頻繁に送信されるパイロット又は同期信号のみをD2UEリンクで送信し、共通パイロット信号、物理レイヤ制御シグナリング、報知チャネル／信号、従来の同期信号などの他のチャネル及び信号をD2UEリンクで送信しないようにしてもよい。

30

【0157】

或いは、D2UEリンクはデバイス対デバイス（D2D）リンクであってもよい。そのようなシナリオでは、共通パイロット信号、報知信号、同期信号、物理レイヤ制御シグナリングなどの共通信号／チャネルの大半をD2UEリンクで省略し、データを転送するチャネルのみをD2UEリンクで送信してもよい。或いは、このシナリオであっても、低頻度で送信されるパイロット又は同期信号や物理レイヤ制御シグナリングなど、チャネル／信号の一部をD2UEリンクで送信してもよい。

40

【0158】

D2UEリンクが通常のBS2UEリンクに類似するか又はD2Dリンクに類似するかに関わらず、D2UEリンクはLTE型の無線インタフェースをベースとしてもよく、又は他のシステムのインタフェースをベースとしてもよい。例えば、D2UEリンクは、WCDMA、CDMA2000、Wi-Fi、WiMAX、LTE-Advanced、TD-SCDMA、又はTD-LTEをベースとするものであってもよい。

【0159】

50

例えば、D 2 U E 接続 7 1 0 を W i F i 型の無線インタフェースに基づいて構成してもよい。このような使用の場合、W i F i アクセスポイントを小ノードデバイス 5 0 0 と見なすことができる。特に、小ノードデバイス 5 0 0 の D 2 U E 通信部 5 0 4 は W i F i 無線インタフェースを利用してユーザ装置 1 0 0 と通信を行い、一方で W i F i 無線インタフェースの無線リソース制御は基地局 2 0 0 により行われる。無線リソース制御の制御シグナリングは B S 2 U E 接続 7 2 0 及び B S 2 D 接続 7 3 0 で送信してもよい。

【0160】

移動通信システムでは、移動局（ユーザ装置）がセルからセルへ移動する場合においても移動通信の接続性を維持する必要があるため、セル識別、測定、ハンドオーバ、セル選択／再選択などの移動性工程が極めて重要である。なお、移動局が高頻度で隣接セルを検出及び測定しようとする場合、接続性は向上するものの、バッテリー消費が増加し、これにより移動通信システムにおけるサービス品質が低下する。そのような場合、移動局は、移動性工程によるバッテリー消費を最小限に抑え、かつ同時に高品質の移動性パフォーマンスを得る必要がある。

10

【0161】

さらに、移動性工程は、移動通信システム内の干渉の観点からも極めて重要である。特に、移動局が無線リンク品質の最も高い基地局と通信を行うことも極めて重要である。無線リンク品質とは、パスロス、パイロット信号受信電力、及び信号対干渉比などのうちの少なくとも1つに相当する。移動局が2番目に品質の高い基地局と通信を行う場合に、移動局がリンク品質の最も高い基地局と通信を行わない場合、図 1 9 A 及び 1 9 B に図示するように、移動局の送信電力が他の無線リンクに対して高すぎるため、他の通信との干渉を起こしてしまう。

20

【0162】

図 1 9 A で、移動局 # A 1 は、無線リンク品質の最も高い基地局の代わりに、無線リンク品質の2番目に高い基地局と通信を行う。その結果、移動局 # A 1 により送信される信号は無線リンク品質の最も高い基地局と他の移動局との間の通信と干渉する。しかし、図 1 9 B では、移動局 # A 1 は無線リンク品質の最も高い基地局と通信を行っているため、移動局 # A 1 より送信される信号は他の通信に干渉しない。

【0163】

この干渉は周波数内干渉又は周波数間干渉である。周波数間干渉の場合、送信機側での隣接チャネル干渉又は受信機側での受信機ブロック特性が他の通信における品質を劣化させることがある。干渉の問題は、移動性工程のみではなく、他の無線リソース管理工程で対処してもよい。要するに、移動性工程及び他の無線リソース管理工程は、良好な品質の接続性、移動局のバッテリーの長寿命化、及びシステム内の干渉の軽減などを実現するために、移動通信システムにおいて適切に行うべきものである。

30

【0164】

さらに、上述の干渉の問題に加えて、パイロット汚染の問題が発生することがある。1つのセルから送信されるパイロット信号が別のセルから送信されるパイロット信号と衝突する場合、衝突したパイロット信号同士は、互いに対して直交でなければ、干渉し合う。ユーザ装置の受信機での受信信号電力の強い複数のセルについてユーザ装置が測定を行う必要がある場合、各セルの信号対干渉比（S I R）は干渉によって劣化し、セルサーチ／測定精度が低下する。なお、低 S I R セルに対するセルサーチ及び測定は、より長い時間をセルサーチ及び測定に要するため、高 S I R セルよりも高い電力消費を要する。

40

【0165】

先に示したハイブリッド D 2 U E 及び B S 2 U E システムにおいては、そのような移動性工程及び無線リソース管理工程は、B S 2 U E リンクに加えて、D 2 U E リンクで実行される。なお、D 2 U E リンクにおけるセルサイズが小さいため、移動性パフォーマンスがより劣化し易く、干渉の問題もより頻繁に起こり得る。したがって、上の移動性工程及び他の無線リソース管理工程は D 2 U E リンクにおい手極めて重要である。D 2 U E リンクにおける移動性工程及び他の無線リソース管理工程を以下にさらに詳細に説明する。

50

【0166】

以下の例では、上の例と同様に、D2UE接続710のキャリア周波数は3.5GHzであり、基地局とユーザ装置との間のBS2UE接続のキャリア周波数は2GHzであるものと想定する。なお、周波数帯域は例示に過ぎず、別の実施例では異なる周波数帯域も適用可能である。

【0167】

図20は一実施例における無線通信システムを図示する。これは基本的に図1と同一であるが、無線通信システムの移動性工程及び無線リソース管理を図示するために、図1と比較して若干の変更が加えられている。図20には、3つの小ノードデバイス(500A、500B、500C)が説明のために示されている。

10

【0168】

図21を参照して、本発明の実施例に係る移動通信システムのオペレーションを説明する。オペレーションはD2UE接続710における接続の確立に関連する。オペレーションは、図14のステップS803及びS804、又は図14AのステップA803a、A803b、A803c、A804a、A804b、A804c、A804d、A804e、及びA804fの詳細に対応する。

【0169】

ステップS1301で、基地局200はD2UE接続710の制御シグナリングをユーザ装置100に送信する。制御シグナリングはS1301の代わりに図14AのステップA803で送信される。或いは、制御シグナリングを報知情報の一部としてユーザ装置100に送信してもよい。制御シグナリングは、D2UEパイロット信号の周波数リソースの情報、D2UEパイロット信号の時間リソースの情報、及びD2UEパイロット信号の符号リソースの情報のうち少なくとも1つを含む。D2UEパイロット信号の例を以下にさらに説明する。

20

【0170】

制御シグナリングは、D2UEパイロット信号の送信電力の情報を含むことができる。すなわち、D2UEパイロット信号の送信電力を制御シグナリングの情報エレメントとの1つとして送信してもよい。さらに、制御シグナリングはユーザ装置100における測定動作に関する情報を含んでもよい。

【0171】

ステップS1302で、小ノードデバイスは所定の無線リソースでD2UEパイロット信号を送信する。より具体的には、小ノードデバイス500A、500B、及び500Cが所定の無線リソースでD2UEパイロット信号を送信する。無線リソースは、時間リソース、符号リソース、及び周波数リソースのうち少なくとも1つより成る。所定の無線リソースの情報は、ステップS1301で説明した制御シグナリングによってシグナリングしてもよい。この意味で、「所定の無線リソース」は基地局の示す無線リソースに対応する。

30

【0172】

<D2UEパイロット信号>

図22はD2UEパイロット信号の無線リソースの一例を示す。図22において、周波数リソース#3は周波数無線リソースとして割り当てられ、時間リソース#6は時間無線リソースとして割り当てられる。さらに、各小ノードデバイスは自機の符号リソースを受信する。例えば、符号リソース#0、#1、及び#2は、それぞれ小ノードデバイス500A、500B、及び500Cに割り当てられる。符号リソースは以下に示すようにCAZAC系列(又はZadoff-Chu系列)と巡回シフトとの組み合わせでもよい。

40

【0173】

時間同期はすべてのD2UE接続について得られるものと想定する。具体的には、すべてのD2UE接続のタイムスロットが互いに揃えられる。各小ノードデバイス500について、GPSを用いて時間同期を得てもよい。或いは、BS2D接続により時間同期を得てもよい。すなわち、D2UE接続が互いに同期するように、基地局により送信される信

50

号に基づいてD 2 U E接続のタイムフレーム同期を得てもよい。他の時間同期技術をD 2 U E接続の同期に用いてもよい。いずれの場合も、D 2 U E接続が互いに時間で同期するように、D 2 U E接続のタイムフレームタイミングが指定される。

【0174】

ユーザ装置100について、各D 2 U E接続のタイムフレームタイミングが残りのD 2 U E接続と揃うように、基地局200により送信される信号を用いてBS 2 U E接続720により時間同期が得られる。D 2 U E接続の時間同期を得るために他の時間同期技術を利用してよい。その結果、小ノードデバイス500及びユーザ装置100の両方について、各D 2 U E接続のタイムフレームタイミングが残りのD 2 U E接続との時間同期を得る。

10

【0175】

時間同期を以下にさらに説明する。例えば、図22Aに図示するように、D 2 U EリンクのタイムスロットはBS 2 U E接続のタイムスロットと完全に揃えられている。或いは、図22Bに図示するように、D 2 U E接続のタイムスロットとBS 2 U E接続のタイムスロットとの間に時間オフセットを設けてもよい。

【0176】

より具体的には、図22C及び22Dに示すように、D 2 U E接続のタイムスロットとBS 2 U E接続のタイムスロットとの間の各時間オフセットを、各基地局200のサポートするエリアに対応するマクロ（基地局）カバレッジ領域毎に指定してもよい。図22Cは2つのマクロ（基地局）カバレッジ領域#A及び#Bを図示し、複数の小ノードデバイスが配置されている。図22Dは、図22CのBS 2 U E接続及びD 2 U E接続の時間軸上での関係を図示する。図22Dでは、時間オフセット#Aがマクロ（基地局）#Aカバレッジ領域について指定され、時間オフセット#Bがマクロ（基地局）#Bカバレッジ領域について指定される。すべてのD 2 U E接続が同期するように各時間オフセットを指定することもできる。基地局200は時間オフセット値（図22Dの時間オフセット#A又は時間オフセット#B）を制御シグナリングの一部としてユーザ装置100に通知してもよい。さらに、基地局200は時間オフセット値（図22Dの時間オフセット#A又は時間オフセット#B）を制御シグナリングの一部として小ノードデバイス500に通知してもよい。時間オフセット値は図21のステップS1301の制御シグナリングに含んでもよい。その結果、マクロ（基地局）ネットワークの時間同期が存在しない場合であっても、すなわちマクロ#Aとマクロ#Bとが時間的に揃わない場合であっても、図22Dに図示するように、マクロ#Aカバレッジ領域のD 2 U E接続をマクロ#Bカバレッジ領域のD 2 U E接続と揃えることができる。

20

30

【0177】

ユーザ装置100については、ユーザ装置は複数の小ノードデバイスにより所定の無線リソース（周波数リソース#3及び時間リソース#6）で送信されるD 2 U Eパイロット信号を復号し、電力消費を最小に抑える。より具体的な例を以下に示す。上述したようにBS 2 U Eによる時間同期が既に得られているため、ユーザ装置100はバッテリーを消費して複数の小ノードデバイスとの時間同期を（LTEのPSS/SSSを用いた従来の時間同期のように）得る必要がない。このように、セル識別の複雑さが軽減され、セル識別のための電力消費が軽減される。

40

【0178】

<D 2 U Eパイロット信号の受信のためのUE動作>

図22Eに示すように、小ノードデバイス500A、500B、500C、及び500DはD 2 U Eパイロット信号をユーザ装置100に送信する。上述したように、D 2 U Eパイロット信号は共通の時間領域及び周波数領域リソースを有するが、各D 2 U Eパイロット信号は固有の符号領域リソースを有する。例えば、符号リソース#0、#1、#2、及び#3をそれぞれ小ノードデバイス500A、500B、500C、及び500Dに割り当ててもよい。一実施例においては、Constant Amplitude Zero Auto Correlation（CAZAC）系列を符号に用いることもできる。より具体的には、Zadoff-Ch

50

u 系列を符号リソースに用いることができる。或いは、Walsh 系列を符号に用いてもよい。直交符号の実施例において、ある小ノードデバイスからの符号系列は、近隣の小ノードデバイスに用いられる系列に対して直交である。さらに、部分的に直交な符号系列を小ノードデバイスに用いてもよい。そのような実施例では、一部の符号系列ペアは互いに直交で、他は互いに直交ではない。

【0179】

直交符号系列は互いに干渉しない。その結果、複数の小ノードデバイスから送信される D2UE パイロット信号が互いに衝突する場合であっても、所謂パイロット汚染の問題を回避することができる。さらに、パイロット汚染の問題を回避することにより D2UE パイロット信号の SIR を向上させることができるため、セルサーチ及び測定のための電力消費を軽減することができる。

10

【0180】

各パイロット信号は図 22F に示すように物理レイヤフォーマットを有してもよい。この物理レイヤフォーマットはサイクリックプリフィックス、系列部分、及びガード区間を含んでもよい。ガード区間はブランク部分と同一である。系列部分には CAZAC 系列を適用してもよい。そのような実施例では、ユーザ装置 100 は図 22G に示すように受信ウィンドを有し、各小ノードデバイスにより送信される各 D2UE パイロット信号を 1 回又は複数回の試みで復号するのみでよい。ユーザ装置 100 は図 22H に示すように各 D2UE パイロット信号の遅延プロファイルを取得し、各 D2UE パイロット信号の遅延プロファイルは Zadoff-Chu 系列の巡回シフトによりシフトされている。なお、図 22H では小ノードデバイス 500A の巡回シフトはゼロであると想定する。その結果、ユーザ装置 100 は各小ノードデバイスについて容易に D2UE パイロット信号の遅延及び受信電力レベルを測定できる。このように、セルサーチ及び測定における UE の複雑を軽減することができる。

20

【0181】

各小ノードデバイス 500 のセル範囲に基づいて巡回シフトを調整することもできる。或いは、基地局 200 のセル範囲に基づいて巡回シフトを調整してもよい。セル範囲が大きい場合、D2UE パイロット信号間の時間差も大きいため、巡回シフトを大きく設定する必要がある。一方、セル範囲が小さい場合、巡回シフトも小さくなる。基地局 200 は各小ノードデバイスに対する巡回シフトの設定を制御シグナリングを用いてユーザ装置 100 に通知してもよい。より具体的には、巡回シフトの情報を図 21 のステップ S1301 の制御シグナリングに含むことができる。同様に、基地局 200 は小ノードデバイス 500 にその巡回シフト設定を制御シグナリングを用いて通知してもよい。

30

【0182】

さらに別の実施例では、物理ランダムアクセスチャネル (PRACH) 又は PRACH に類似した物理チャネルを D2UE パイロット信号に用いてもよい。PRACH は TS 36.211 に LTE 物理チャネルとして規定されている。このように、各小ノードデバイス 500 がランダムアクセスプリアンプルに類似した信号を所定の無線リソースで送信する。基地局 200 は各小ノードデバイスにそれぞれ固有のランダムアクセスプリアンプルを割り当てる。信号の無線リソースは基地局 200 により割り当ててもよい。

40

【0183】

上に説明したように、D2UE パイロット信号は低頻度で送信してもよい。例えば、D2UE パイロット信号を毎秒 1 回送信してもよい。時間同期は BS2UE 接続を利用して得られるため、D2UE パイロット信号を頻繁に送信する必要はない。その結果、ユーザ装置は毎秒 1 回のみ D2UE パイロット信号を復号すればよく、結果生じるパイロット信号測定のための電力消費が最小化される。さらに、D2UE パイロット信号は LTE の共通参照信号又は同期信号よりも遥かに低い頻度で送信されるため、小ノードデバイスの代わりに従来の LTE のフェムト／ピコ基地局を用いる場合とは異なり、D2UE パイロット信号から生じる干渉は問題にならない。D2UE パイロット信号の周期は、例えば 1 秒や 2 秒のように非常に大きくてもよいし、100 ミリ秒や 200 ミリ秒のような程々の大

50

きさでもよい。周期の非常に大きい実施例では、測定 of 電力消費及び干渉の問題を大幅に軽減することができるものの、高い精度を得るために複数の測定サンプルが必要になるため、ユーザ装置 100 は隣接する拡張ユーザ装置の検出及びこれらの測定にさらなる時間を要する。その結果、移動性工程における遅延が増加する可能性がある。反対に、周期が程々に大きい場合では、測定 of 電力消費及び干渉の問題は幾分軽減されるものの、遅延時間は減少する。そこで、D2UE パイロット信号の周期を、測定 of 電力消費、干渉の問題、移動性工程の遅延時間などの上記の側面に基づいて最適化することができる。D2UE パイロット信号の周期はネットワークによる設定が可能であり、基地局 200 が制御信号を利用してユーザ装置 100 に周期を通知してもよい。例えば、図 21 のステップ S1301 の制御シグナリングはこのように用いることができる。同様に、基地局 200 は制御信号を利用して小ノードデバイス 500 に周期を通知してもよい。

10

【0184】

ユーザ装置が複数の無線周波数成分をサポートせず、第 1 の周波数キャリアが BS2UE 接続 720 に用いられ、同時に第 2 の周波数キャリアが D2UE 接続 710 に用いられる場合、ユーザ装置が D2UE 接続 710 の測定を行うことができるように、D2UE パイロット信号が送信されている間、ユーザ装置は BS2UE 接続 720 での信号の送受信を停止してもよい。この場合、基地局はユーザ装置のそのような動作を BS2UE 接続 720 のスケジューリングに考慮に入れてもよい。すなわち、D2UE パイロット信号が送信される間、基地局はユーザ装置への無線リソースの割り当てを回避してもよい。

【0185】

20

D2UE パイロット信号は「D2UE サウンディング参照信号」又は「D2UE 同期信号」とも表記する。D2UE パイロット信号を周波数領域で分散させ、レイリーフェージングによる信号強度の変動を抑え、より高精度な無線リンク品質の測定を可能にしてもよい。基地局は各小ノードデバイスの D2UE パイロット信号情報をユーザ装置に通知してもよい。この情報を図 21 のステップ S1301 で制御シグナリングに含んでもよい。パイロット信号情報の例には、以下が含まれる。

【0186】

- ー D2UE パイロット信号の符号領域リソース
- ー 例えば、Zadoff-Chu 系列のインデックス
- ー D2UE パイロット信号の周波数領域リソース
- ー D2UE パイロット信号の時間領域リソース
- ー D2UE 接続と BS2UE 接続との間の時間オフセット
- ー D2UE パイロット信号の送信電力
- ー D2UE パイロット信号の巡回シフト情報

30

【0187】

上の情報は各小ノードデバイスについて指定してもよく、従って、各小ノードデバイスの隣接小ノードデバイスリストに含んでもよい。上の情報は BS2UE 接続で報知情報によりシグナリングしてもよく、BS2UE 接続で個別シグナリングを行ってもよい。上の例では、単一の時間領域リソース及び単一の周波数領域リソースが図 22 に示すように指定される。しかし、2 つ以上の時間領域リソース又は周波数領域リソースを小ノードデバイスに設定することも可能である。例えば、比較的多くの小ノードデバイスがセルに含まれる場合、符号領域リソースが十分ではなく、2 つ以上の時間領域リソース又は周波数領域リソースが必要になることがある。

40

【0188】

図 21 を再度参照し、ステップ S1303 で、ユーザ装置 100 は D2UE パイロット信号を受信し、所定の無線リソースで D2UE パイロット信号を測定する。ユーザ装置は、複数の小ノードデバイス 500 により送信される D2UE パイロット信号を復号し、複数の小ノードデバイスの測定を行う。より具体的には、ユーザ装置は自機と複数の小ノードデバイスとの間の D2UE 接続の無線リンク品質を取得する。無線リンク品質には、パスロス、D2UE パイロット信号の受信電力、D2UE パイロット信号の SIR、D2U

50

Eパイロット信号の受信品質などのうち少なくとも1つが含まれる。ユーザ装置は、測定に基づいて、無線リンク品質の最も高い小ノードデバイスを検出することができる。パスロスは、ステップS1301の制御シグナリングに含まれるD2UEパイロット信号の受信電力及びD2UEパイロット信号の送信電力から求めてもよい。D2UEパイロット信号の受信品質は、総受信信号強度に対するD2UEパイロット信号の受信電力の比でもよい。

【0189】

ステップS1304で、ユーザ装置は測定報告を基地局に送信する。測定報告はステップS1303で取得した測定結果を含む。より具体的には、測定報告は無線リンク品質の最も高い小ノードデバイスのIDを含んでもよい。換言すれば、ユーザ装置100はステップS1304のD2UE接続の無線リンク品質に基づいて最良の小ノードデバイスを認識してもよい。このように、小ノードデバイスの情報に小ノードデバイスの識別番号及び小ノードデバイスの無線リンク品質を含むことができる。

10

【0190】

さらに、測定報告は最も高い無線リンク品質を有さない隣接小ノードデバイスの情報を含んでもよい。すなわち、測定報告は無線リンク品質の2番目又は3番目に高い隣接小ノードデバイスの情報を含んでもよい。別の実施例では、4番目に高い又はそれ以下の無線リンク品質を有する隣接小ノードデバイスの情報など、更に低い無線リンク品質を小ノードデバイス情報に含んでもよい。基地局はステップS1301で幾つの小ノードデバイスの情報を測定報告に含むかを示してもよい。或いは、測定報告に無線リンク品質が閾値よりも高いすべての小ノードデバイスを含んでもよい。基地局はステップS1301で所望の閾値を示してもよい。さらに別の実施例では、測定報告に無線リンク品質が閾値（これは基地局200がステップS1301で示してもよい）よりも低いすべての小ノードデバイスについての情報を含んでもよい。

20

【0191】

ステップS1305で、基地局はD2UE接続710を確立する。より具体的には、基地局は、ユーザ装置と、ステップS1304で通知された、無線リンク品質の最も高い小ノードデバイスとの間に無線リンクを確立する。これに加えて、ステップS1305で基地局はD2UE接続710に無線リソースを割り当てる。無線リソースは、周波数領域リソース、時間領域リソース、符号領域リソースなどのうちの少なくとも1つである。より具体的には、無線リソースはD2UE接続710のキャリア周波数であってもよい。例えば、基地局200は、ステップS1304で報告された、2番目又は3番目に高い無線リンク品質を有する小ノードデバイスに用いられていない無線リソースを選択してもよい。この結果、隣接小ノードデバイスにおける、他のD2UE接続との干渉を回避できる。或いは、基地局は、無線リンク品質の最も高い小ノードデバイスの近隣に位置する他の小ノードデバイス500に用いられていない無線リソースを割り当ててもよい。基地局は小ノードデバイス500の位置情報を有していてもよい。図21に示した実施例では、測定の電力消費の低下が実現できる。さらに、干渉の軽減を実現することができる。

30

【0192】

図23を参照して、実施例に係る移動通信システムのオペレーションを説明する。オペレーションはD2UE接続710での接続の確立に関する。オペレーションは図14のステップS804、又は図14AのステップA803a、A803b、A803c、A804a、A804b、A804c、A804d、A804e、及びA804fに対応する。図23のステップS1401からS1404は図21のステップS1301からS1304と同一であるため、ステップS1401からS1404の説明は省略する。

40

【0193】

ステップS1405で、基地局200はパスロスが閾値よりも小さいか否かを判断する。より具体的には、基地局200は無線リンク品質の最も高い小ノードデバイスのパスロスが閾値よりも小さいか否かを判断する。無線リンク品質の最も高い小ノードデバイスのパスロスが閾値よりも小さい場合（ステップS1405：YES）、基地局200はステ

50

ップ S 1 4 0 6 で D 2 U E 接続 7 1 0 を確立する。ステップ S 1 4 0 6 で、ステップ S 1 3 0 5 に関連して説明したように、基地局は、無線リソースの確立に加え、D 2 U E 接続 7 1 0 への無線リソースの割り当てを行う。

【0194】

無線リンク品質の最も高い基地局のパスロスが閾値よりも小さくない場合（ステップ S 1 4 0 5 : N O）、基地局 2 0 0 はステップ S 1 4 0 7 で D 2 U E 接続 7 1 0 を確立しない。特に、基地局 2 0 0 はユーザ装置及び小ノードデバイスに D 2 U E 接続 7 1 0 の確立を指示しないため、ユーザ装置は B S 2 U E 接続でのみサーバ 6 0 0 と通信を行う。パスロスが大きくかつ所要の送信電力が高いため、結果として生じる D 2 U E 接続は他の D 2 U E 接続又は通信と干渉する可能性がある。このような干渉の問題は図 2 3 に示す制御を利用して軽減が可能である。

10

【0195】

ステップ S 1 4 0 5 では判断にパスロスを用いるが、D 2 U E パイロット信号の受信電力、D 2 U E パイロット信号の受信品質、D 2 U E パイロット信号の S I R など、他の無線リンク品質指標を用いてもよい。この場合、無線リンク品質が閾値よりも良好であれば、ステップ S 1 4 0 5 における判断は「Y E S」である。又は、ステップ S 1 4 0 5 の判断は「N O」である。

【0196】

無線リンク品質の最も高い小ノードデバイスのパスロスの使用に加えて、無線リンク品質が 2 番目又は 3 番目に高い隣接小ノードデバイスのパスロスに基づいてステップ S 1 4 0 5 における判断を行ってもよい。より具体的には、最も高い無線リンク品質と 2 番目に高い無線リンク品質との間の差を、ステップ S 1 4 0 5 における判断に利用することもできる。差が閾値よりも大きい場合、基地局 2 0 0 は D 2 U E 接続 7 1 0 に無線リソースを割り当てることができる（S 1 4 0 6）。一方、差が閾値よりも小さくない場合、基地局 2 0 0 は D 2 U E 接続 7 1 0 に無線リソースを割り当てない（S 1 4 0 7）。差が小さい場合、D 2 U E 接続は他の接続と干渉する可能性がある。したがって、上記の制御を利用することでそのような干渉の問題を軽減することができる。この制御は、無線リソースで無線リンク品質が 2 番目又は 3 番目に高い小ノードデバイスが他のユーザ装置と D 2 U E 接続を有する実施例に適用可能である。

20

【0197】

図 2 4 を参照して、実施例に係る移動通信システムのオペレーションを説明する。オペレーションは D 2 U E 接続 7 1 0 における移動性制御に関連する。オペレーションは図 1 7 のステップ S 1 1 0 3 から S 1 1 1 2 に対応する。

30

【0198】

ステップ S 1 5 0 1 から S 1 5 0 3 は図 2 1 のステップ S 1 3 0 1 から S 1 3 0 3 と類似する。唯一の相違点は、ステップ S 1 3 0 1 から S 1 3 0 3 が D 2 U E 接続が確立される前に実行されるのに対し、ステップ S 1 5 0 1 から S 1 5 0 3 は D 2 U E 接続が確立された後に実行される点である。D 2 U E 接続が確立されている場合でも、ユーザ装置は既知又は未知の隣接セルについて測定を行う必要がある。この意味で、ステップ S 1 3 0 1 から S 1 3 0 3 の測定はステップ S 1 5 0 1 から S 1 5 0 3 に等しい。したがって、ステップ S 1 5 0 1 から S 1 5 0 3 の説明を省略する。

40

【0199】

ステップ S 1 5 0 4 で、ユーザ装置 1 0 0 はサービング小ノードデバイスよりもユーザ装置 1 0 0 に近い隣接小ノードデバイスが存在するかを判断する。先に示したように、サービング小ノードデバイスはユーザ装置 1 0 0 と現在通信中の小ノードデバイスを指す。より具体的には、隣接する小ノードデバイスがサービング小ノードデバイスよりも高い無線リンク品質を有する場合、ステップ S 1 5 0 4 における判断は「Y E S」と見なされる。

【0200】

ステップ S 1 5 0 5 の判断において、ヒステリシスを考慮に入れてもよい。より具体的

50

には、以下の式が成り立つ場合にステップ S 1 4 0 4 の判断は「Y E S」と見なされる。

【0 2 0 1】

(隣接セルの無線リンク品質) > (サービングセルの無線リンク品質) + H y s t

ここで、H y s t はヒステリシスである。例えば、H y s t は 3 d B である。これに加えて、時間領域におけるヒステリシスを用いてもよい。時間領域ヒステリシスは「トリガ時間」とも称する。

【0 2 0 2】

より近い隣接小ノードデバイスが検出された場合（ステップ S 1 5 0 4 : Y E S）、ユーザ装置はステップ S 1 5 0 5 で基地局に測定報告を送信する。これらの測定報告はより近い隣接小ノードデバイスの決定を含んでもよい。

10

【0 2 0 3】

ステップ S 1 5 0 6 において、基地局はハンドオーバのコマンドをユーザ装置に送信する。基地局は、ハンドオーバの準備のために制御シグナリングを小ノードデバイスに送信する。さらに、基地局はユーザ装置が隣接小ノードデバイスにハンドオーバされることをサービング小ノードデバイスに通知してもよい。

【0 2 0 4】

ステップ S 1 5 0 7 で、ユーザ装置は隣接小ノードデバイスへのハンドオーバを実行する。

【0 2 0 5】

一方、より近い隣接小ノードデバイスが検出されない場合（ステップ S 1 5 0 4 : N O）、ステップ S 1 5 0 8 でユーザ装置は小ノードデバイスとの D 2 U E 接続を維持する。

20

【0 2 0 6】

図 2 5 を参照して、実施例に係る移動通信システムのオペレーションを説明する。この動作は D 2 U E 接続 7 1 0 における移動性制御に関する。この動作は D 2 U E 接続がすでに確立されている状態で実行される。ステップ S 1 6 0 1 から S 1 6 0 3 は図 2 1 のステップ S 1 3 0 1 から S 1 3 0 3 に類似する。唯一の相違点は、ステップ S 1 3 0 1 から S 1 3 0 3 が D 2 U E 接続が確立される前に実行されるのに対し、ステップ S 1 6 0 1 から S 1 6 0 3 は D 2 U E 接続が確立された後に実行される点である。したがって、ステップ S 1 6 0 1 から S 1 6 0 3 の説明を省略する。

【0 2 0 7】

30

ステップ S 1 6 0 4 では、ユーザ装置のパスロスが閾値よりも大きいかを判断する。より具体的には、ユーザ装置はサービング小ノードデバイスのパスロスが閾値よりも大きいかを判断する。基地局は、ステップ S 1 6 0 1 の制御シグナリングによってユーザ装置に閾値を通知する。

【0 2 0 8】

ステップ S 1 6 0 2 及び 1 6 0 3 で、ユーザ装置は D 2 U E パイロット信号を用いてパスロスを測定するが、他の信号又はチャネルをパスロス測定に用いてもよい。例えば、D 2 U E 接続 7 1 0 のチャネル推定又は復調のためのパイロット信号をパスロス測定に用いてもよい。チャネル推定又は復調のためのパイロット信号は、移動性測定に用いられる D 2 U E パイロット信号よりもより高精度のパスロス測定を可能にする。他の信号又はチャネルを用いてパスロスを算出する場合、当該他の信号又はチャネルの送信電力情報を当該他の信号又はチャネルに含んでもよい。ユーザ装置は他の信号又はチャネルの受信電力、或いは他の信号又はチャネルの送信電力に基づいてパスロスを算出することができる。

40

【0 2 0 9】

サービング小ノードデバイスのパスロスが閾値よりも大きい場合（ステップ S 1 6 0 4 : Y E S）、ステップ S 1 6 0 5 でユーザ装置は測定報告を基地局に送信する。測定報告は小ノードデバイスのパスロスが閾値よりも大きいことを示す。

【0 2 1 0】

ステップ S 1 6 0 6 で、基地局は D 2 U E 接続 7 1 0 の無線リソースを解放する。より具体的には、基地局 2 0 0 は D 2 U E 接続 7 1 0 を解放する制御メッセージを送る。その

50

結果、D 2 U E 接続 7 1 0 は解放される。

【0 2 1 1】

サービング小ノードデバイスのパスロスが閾値よりも大きくない場合（ステップ S 1 6 0 4：N O）、ステップ S 1 6 0 7 でユーザ装置 1 0 0 は小ノードデバイス 5 0 0 との D 2 U E 接続を維持する。

【0 2 1 2】

上の例で、パスロス以外に無線リンク品質を表わす値を用いてもよい。例えば、パイロット信号の受信電力、パイロット信号の S I R、パイロット信号の受信品質などのうち少なくとも 1 つを用いることができる。この場合、無線リンク品質が閾値よりも低ければ、ステップ S 1 6 0 4 での判断は「Y E S」であり、又は、ステップ S 1 6 0 4 での決定は「N O」である。図 2 5 で説明した無線リソース管理に基づいて、良好なシステム品質が得られるように、干渉を生じる D 2 U E 接続を除くこともできる。

10

【0 2 1 3】

別の実施例では、従来の B S 2 U E オペレーションの一部を D 2 U E 接続 7 1 0 で省略してもよい。より具体的には、以下に示すオペレーションのうち少なくとも 1 つを省略してもよい。

【0 2 1 4】

- － D L での報知チャネルの送信
- － D L での共通参照信号の送信
- － D L でのプライマリ同期信号／セカンダリ同期信号の送信
- － D L でのページング信号の送信
- － 接続の確立、接続の再確立、接続の設定、接続の再設定、接続の解放などの R R C 工程に関連する個別 R R C シグナリングの送信
- － 測定構成、測定制御、ハンドオーバーコマンド、ハンドオーバーコンプリートなどのハンドオーバーのための制御シグナリングの送信

20

【0 2 1 5】

さらに、他の従来の B S 2 U E オペレーションを別の実施例による D 2 U E 接続 7 1 0 においてサポートしてもよい。より具体的には、以下のオペレーションのうち少なくとも 1 つをサポートすることができる。

【0 2 1 6】

- － D L での P D C C H の送信
- － D L での P H I C H の送信
- － D L での P C F I C H の送信
- － U L での P U C C H の送信
- － U L での P U S C H の送信
- － U L での P R A C H の送信
- － 上りリンク電力制御
- － D L 電力制御
- － D L 及び U L に対する適応変調及び符号化
- － D R X
- － H A R Q

30

40

【0 2 1 7】

<トラフィック測定>

移動通信システムでは、無線インタフェースの測定結果を収集することが極めて重要である。測定結果は、パラメータの最適化、追加の基地局を設定すべきかの判断、及び追加の基地局又は追加のキャリアへのハンドオフなどに用いることができる。このパラメータの最適化は、一般にネットワークの最適化ともいう。さらに、測定結果は Self-Organized Network (S O N) でも利用可能である。測定結果を S O N エンティティに供給し、S O N エンティティがパラメータの一部を測定結果に基づいて変更してもよい。一般的に、ノード数が増加するほど、そのような測定の複雑さ及びコストも上昇する。したがって、

50

ネットワークオペレータがピコ基地局又はフェムト基地局など多くの小ノードを利用する場合、どのようにして効率的に測定結果を収集するかが難しい問題となる。

【0218】

本開示では、小ノードデバイスを追加することは、そのような測定の問題を生じさせる。小ノードデバイス数が既存の配置基地局よりも多いため、より効率的な測定工程及びネットワーク最適化が必要となる。測定工程は以下に説明するとおりである。

【0219】

図26に通信システムの例を図示する。図2を参照して説明したシステムと比較して、図26のシステムは基地局200のD2UE測定データ収集部208が追加されている点を除いて類似している。

10

【0220】

D2UE測定データ収集部208はD2UEリンクの測定データを収集するように構成される。図26ではD2UE測定データ収集部208は基地局200の外部に位置するように示されているが、基地局200の内側に位置してもよく、又は基地局200と一体化してもよい。或いは、D2UE測定データ収集部208は、アクセスゲートウェイ300又はコアネットワーク400内のノードなど、他のノード内に位置してもよい。図26のシステムにおいては少なくとも2種類の測定データが存在する。一方は基地局200で測定される測定データであり、他方は小ノードデバイス500で測定される測定データである。以下では、これらの2種類の測定データを別々に説明する。

【0221】

20

<基地局200で測定される測定データ>

図27に基地局200により行われる測定の例を示す。D2UE通信制御部204は上述したようにD2UE接続710の無線リンク接続制御を行うので、この実施例ではD2UE通信制御部204は図27に示す測定を行い、これにより容易に測定を行うことができる。無線リンク接続制御はD2UE接続710の確立／設定／再設定／再確立／解放のうち少なくとも1つを含む。さらに、無線リンク接続制御には、D2UE接続710のハンドオーバー又は無線リンクの故障対応が含まれる。

【0222】

D2UE通信制御部204は測定を行い、測定結果をD2UE測定データ収集部208に送信する。測定インデックス#0はD2UE接続数に対応する。D2UE接続数は、基地局200がユーザ装置100に向けて無線通信サービスを提供するマクロセルカバレッジ領域におけるD2UE接続の総数である。或いは、D2UE接続数は小ノードデバイスのD2UE接続と等しくてもよい。この測定項目から、ネットワークオペレータはマクロカバレッジ領域又は各小ノードデバイスにおいていくつかのD2UE接続が利用されているかを検出することができる。そのような情報は、ネットワークオペレータが新しい小ノードデバイスを設置すべきか否かを判断するのに用いることができる。小ノードデバイス500におけるD2UE接続数が閾値よりも大きい場合、ネットワークオペレータは新しい小ノードデバイスを設置すべきであると判断する。

30

【0223】

或いは、小ノードデバイス500のD2UE接続数が閾値よりも大きい場合、ネットワークオペレータは小ノードデバイスの無線リソースを増加すべきであると判断する。無線リソースとは周波数リソースである。例えば、小ノードデバイス500におけるD2UE接続数が閾値よりも大きい場合、ネットワークオペレータは小ノードデバイスの扱うD2UE接続の周波数キャリアを増加させるべきであると判断する。

40

【0224】

D2UE接続数に加え、D2UE接続における論理チャネル数を測定項目#0の一部として測定してもよい。或いは、各論理チャネルについてD2UE接続数を測定してもよい。より具体的には、ベストエフォートパケットをサポートする論理チャネルが転送されるD2UE接続の数を測定してもよい。

【0225】

50

測定インデックス#1はD2UE接続で用いられる無線リソースに対応する。D2UE接続の無線リソースはマクロセルカバレッジ領域におけるすべてのD2UE接続の無線リソースに対応する。或いは、無線リソースは、各小ノードデバイスで用いられる無線リソースに対応する。この測定項目により、ネットワークオペレータはマクロカバレッジ領域又は各小ノードデバイスのD2UE接続でどれほどの無線リソースが利用されているかを検出することができる。このような情報はネットワークオペレータが新しい小ノードデバイスを設置すべきかを判断するのに用いることができる。例えば、D2UE接続で小ノードデバイスの用いる無線リソースの量が閾値よりも大きい場合、ネットワークオペレータは新しい小ノードデバイスを設置すべきであると判断することができる。或いは、小ノードデバイスのD2UE接続の無線リソースの量が閾値よりも大きい場合、ネットワークオペレータは、小ノードデバイスの無線リソースを増加すべきであると判断する。

10

【0226】

無線リソースとは周波数領域リソースである。例えば、小ノードデバイスの無線リソース量が閾値よりも大きい場合、ネットワークオペレータは小ノードデバイスの扱うD2UE接続の周波数キャリアを増加させるべきであると判断する。或いは、無線リソースは時間一周波数リソースである。

【0227】

無線リソースの測定は、DL（小ノードデバイスからユーザ装置）とUL（ユーザ装置から小ノードデバイス）とで別々に行われる。実際の無線リソースの代わりに、無線リソースの使用量を測定してもよい。無線リソースの使用量（usage_{#1}）は以下のように算出できる。

20

【0228】

【数1】

$$usage_{\#1} = \frac{r(T)}{total_r(T)}$$

ここで、r(T)は時間Tにおける割り当てられた無線リソースの量であり、total_r(T)は時間Tの間に使用可能な無線リソースの量であり、Tは測定が行われる時間である。

【0229】

30

測定インデックス#2はD2UE接続におけるデータレートに対応する。D2UE接続のデータレートとは、マクロセルカバレッジ領域におけるD2UE接続の総データレートに対応する。或いは、各小ノードデバイスのデータレートをD2UE接続のデータレートとしてもよい。この測定項目により、ネットワークオペレータは、マクロカバレッジ領域又は各小ノードデバイスでD2UE接続に対しどれほどのデータレートが得られるかを検出することができる。

【0230】

データレートは、物理レイヤ、MACレイヤ、RLCレイヤ、又はPDCPレイヤで算出が可能である。さらに、D2UE接続の各論理チャネルについてデータレートを算出してもよい。データレートは下りリンク（小ノードデバイスからユーザ装置）と上りリンク（ユーザ装置から小ノードデバイス）とで別々に算出してもよい。状態通知を算出に用いてもよい。例えば、実際のデータ送信はD2UE接続710で行うが、D2UE接続710の状態通知はユーザ装置100のBS2UE通信部102を介して、BS2UE接続720を利用して基地局200に送信するようにしてもよい。図27Aにユーザ装置100から基地局200への状態通知の送信を示す。状態通知（各論理チャネルの状態を含む）をD2UE接続710及びBS2UE接続720の両方でこのように送信してもよい。状態通知は各論理チャネルの状態を含んでもよい。その結果、基地局200のD2UE通信制御部204は、状態通知を利用して、D2UE接続において每秒何ビットが送信されているかを容易に確認することができる。1秒当たりのビット数はD2UE接続710のデータレートに対応する。或いは、D2UE通信制御部204は状態通知の系列番号を利用

40

50

してD 2 U E接続7 1 0の転送データ量を算出してもよい。1つの区間中での系列番号の変更は、その区間中に転送されるデータ量に対応する。

【0 2 3 1】

上の例では、ユーザ装置1 0 0が基地局2 0 0に状態通知を送信する。しかし、代わりに小ノードデバイス5 0 0のBS 2 D通信部5 0 2がBS 2 D接続7 3 0によって基地局2 0 0に状態通知を送信してもよい。データレートは、1つの小ノードデバイスにおける1つのD 2 U E接続に対応する。或いは、データレートは単一の小ノードデバイスにおける複数のD 2 U E接続のデータレートの合計でもよい。さらに別の実施例では、データレートはマクロカバレッジ領域内のすべてのD 2 U E接続のデータレートの合計であってもよい。例えば、すべてのD 2 U E接続のデータレート (Total_data_rate) の総計を以下の式にしたがって算出する。

10

【0 2 3 2】

【数 2】

$$\text{Total_data_rate} = \sum_{n=1}^N \text{data_rate} (n)$$

ここで、data_rateは1つのD 2 U E接続のデータレートであり、nはD 2 U E接続のインデックスであり、NはD 2 U E接続の総数である。ネットワークオペレータはこのような情報を、類似の、ユーザ装置から報告されるデータレート測定について、新しい小ノードデバイスを設置すべきかを上述したように判断する際に用いることができる。

20

【0 2 3 3】

図2 7の測定インデックス# 3はD 2 U E接続確立の成功率に対応する。D 2 U E接続確立の成功率 (Rate_{#3}) は以下のように定義が可能である。

【0 2 3 4】

【数 3】

$$\text{Rate}_{\#3} = \frac{N_1}{N_1 + N_2}$$

30

ここでN₁は確立に成功したD 2 U E接続の数であり、N₂は確立に失敗したD 2 U E接続の数である。D 2 U E接続確立の成功率は、マクロセルカバレッジ領域におけるすべてのD 2 U E接続のものである。或いは、D 2 U E接続確立の成功率は、各小ノードデバイスについて決定してもよい。D 2 U E接続確立の失敗率をD 2 U E接続確立の成功率の代わりに測定してもよい。D 2 U E接続確立の失敗率は以下のように定義することができる。

【0 2 3 5】

(D 2 U E接続確立の失敗率) = 1 - (D 2 U E接続確立の成功率)

【0 2 3 6】

D 2 U E接続確立の成功 (又は失敗) から、ネットワークオペレータは一部の無線インタフェースパラメータを変更すべきかを判断する。例えば、成功率が閾値よりも低い場合、ネットワークオペレータは無線インタフェースパラメータの変更を求める。

40

【0 2 3 7】

測定インデックス# 4はD 2 U E接続のハンドオーバー成功率である。ハンドオーバー成功率 (Rate_{#4}) は以下のように定義することができる。

【0 2 3 8】

【数 4】

$$Rate_{\#4} = \frac{N_3}{N_3 + N_4}$$

ここで N_3 は成功した D 2 U E 接続のハンドオーバーの数であり、 N_4 は失敗した D 2 U E 接続のハンドオーバーの数である。ハンドオーバー成功率は、マクロセルカバレッジ領域におけるすべての D 2 U E 接続に対するものである。或いは、個別の小ノードデバイスの D 2 U E ハンドオーバーの成功率を測定してもよい。さらに別の実施例では、D 2 U E 接続におけるハンドオーバー失敗率を成功率の代わりに測定してもよい。D 2 U E 接続のハンドオーバー失敗率は以下のように定義できる。

10

【0 2 3 9】

(D 2 U E 接続のハンドオーバー失敗率) = 1 - (D 2 U E 接続のハンドオーバー成功率)

【0 2 4 0】

このハンドオーバーの成功 (又は失敗) の測定項目により、ネットワークオペレータはハンドオーバーパラメータを変更すべきかを判断する。例えば、ハンドオーバー成功率が閾値よりも低い場合、ネットワークオペレータは無線インタフェースパラメータの変更を求める。

【0 2 4 1】

測定インデックス # 5 は D 2 U E 接続の再確立の成功率に対応する。D 2 U E 接続における接続再確立の成功率 ($Rate_{\#5}$) は以下のように定義することができる。

20

【0 2 4 2】

【数 5】

$$Rate_{\#5} = \frac{N_5}{N_5 + N_6}$$

ここで、 N_5 は成功した D 2 U E 接続の接続再確立の数であり、 N_6 は失敗した D 2 U E 接続の接続再確立の数である。D 2 U E 接続再確立の成功率は、マクロセルカバレッジ領域におけるすべての D 2 U E 接続のものである。或いは、成功率は個々の D 2 U E 接続に対応してもよい。或いは、D 2 U E 接続再確立の失敗率を D 2 U E 接続における接続再確立の成功率の代わりに測定してもよい。D 2 U E 接続における接続再確立の失敗率は以下のように定義することができる。

30

【0 2 4 3】

(D 2 U E 接続の接続再確立の失敗率) = 1 - (D 2 U E 接続の接続再確立の成功率)

【0 2 4 4】

この測定項目により、ネットワークオペレータは D 2 U E 接続再確立パラメータの一部を変更すべきかを判断する。例えば、D 2 U E 接続再確立の成功率が閾値よりも低い場合、ネットワークオペレータは D 2 U E 接続再確立パラメータの一部を変更すべきであると判断する。

【0 2 4 5】

40

測定インデックス # 6 は D 2 U E 接続における D 2 U E 接続のハンドオーバー数に対応する。この数はマクロセルカバレッジ領域におけるすべての D 2 U E 接続に対するのものであってもよい。或いは、小ノードデバイスの D 2 U E 接続のハンドオーバー数であってもよい。この測定項目から、ネットワークオペレータは D 2 U E 接続ハンドオーバーパラメータを変更すべきかを判断することができる。例えば、D 2 U E 接続におけるハンドオーバー数が閾値よりも大きい場合 (これはハンドオーバーに何らかのピンポン問題が存在することを示唆する)、ネットワークオペレータはハンドオーバーパラメータの変更を求める。

【0 2 4 6】

測定インデックス # 7 は D 2 U E 接続での無線リンクの故障数に対応する。この数はマクロセルカバレッジ領域におけるすべての無線リンク故障のものであってもよい。或いは、

50

小ノードデバイスにおける無線リンクの故障数であってもよい。無線リンクの故障数はユーザ装置100からBS2UE接続720を通して報告される。或いは、小ノードデバイス500がBS2D接続730を通して報告してもよい。無線リンク故障の報告は、ステップS1301の制御シグナリングに含んでもよい。この測定項目から、ネットワークオペレータは無線インタフェースパラメータの一部を変更すべきかを判断することができる。例えば、D2UE接続における無線リンクの故障数が閾値よりも大きい場合（これは最適化されていない無線インタフェースパラメータが存在することを示唆する）、ネットワークオペレータは無線インタフェースパラメータの一部を変更すべきであると判断することができる。

【0247】

10

最後に、図27の測定インデックス#8はD2UE接続の再確立数に対応する。この数はマクロセルカバレッジ領域におけるすべてのD2UE接続に対するものであってもよい。或いは、この数は各小ノードデバイスにおけるD2UE接続再確立数であってもよい。この測定項目を用いて、ネットワークオペレータは無線インタフェースパラメータの一部を変更すべきかを判断することができる。例えば、D2UE接続における接続再確立数が閾値よりも大きい場合（これは最適化されていない無線インタフェースパラメータが存在することを示唆する）、ネットワークオペレータは一部の無線インタフェースパラメータを変更すべきであると判断することができる。

【0248】

20

<小ノードデバイス500の測定データ>

図28に小ノードデバイス500において測定される測定項目の例を示す。D2UE通信部504（図11）が図28に挙げた測定を行う一方で、BS2D通信部502は測定結果をBS2D接続730を介して基地局に送る。測定結果を制御シグナリングの一部として基地局200に送ることもできる。測定結果はD2UE測定データ収集部208に転送される。D2UE測定データ収集部208はこのように、測定結果の収集を非常に効率的にするBS2D接続730を利用してD2UE接続の測定結果を容易に取得することができる。

【0249】

30

図28の測定インデックス#A0は小ノードデバイス500の中央処理装置（CPU）の使用率に対応する。CPU使用率は小ノードデバイスにおける混雑度が比較的に高いか否かを判断するのに用いることができる。例えば、CPU使用率が閾値よりも高い場合、ネットワークオペレータは新しい小ノードデバイスを設置すべきであると判断する。

【0250】

測定インデックス#A1は小ノードデバイス500のメモリ使用率に対応する。メモリ使用率を小ノードデバイスにおける混雑度が比較的に高いかを判断するのに用いることもできる。例えば、メモリ使用率が閾値よりも高い場合、ネットワークオペレータは新たな小ノードデバイス又は追加メモリを設置すべきであると判断する。

【0251】

40

測定インデックス#A2は小ノードデバイス500におけるバッファのバッファ使用率に対応し、測定インデックス#A1に類似している。バッファ使用率を小ノードデバイスにおける混雑度が比較的に高いかを判断するのに用いることもできる。例えば、バッファ使用率が閾値よりも高い場合、ネットワークオペレータは新たな小ノードデバイス又は追加メモリを設置すべきであると判断する。

【0252】

測定インデックス#A3は小ノードデバイスにおけるベースバンド処理使用率である。ベースバンド使用率は、小ノードデバイスにおける混雑度が比較的に高いかを判断するのに用いることができる。インデックスA0からA3はこのように小ノードデバイスにおける処理負荷に対応する。

【0253】

50

測定インデックス#A4はD2UE接続における無線リソース量に対応する。無線リソ

ースは、基地局 200 により D2UE 接続に割り当てられたものではなく、実際にデータ送信に用いられるものに対応する。このような場合、使用無線リソースは D2UE 接続の混雑度に対応する。D2UE 接続における使用無線リソース量は、小ノードデバイス 500 における混雑度が閾値と比較して比較的高いかを判断するのに用いることができる。閾値を超える場合、ネットワークオペレータは新たな小ノードデバイスの設置を求める。使用無線リソースの測定は、DL（小ノードデバイスからユーザ装置）と UL（ユーザ装置から小ノードデバイス）とで別々に行ってもよい。

【0254】

測定インデックス # A5 は小ノードデバイスにおけるバックホール使用率に対応し、バックホールリンクにおける混雑度が、例えば閾値と比較して比較的高いかを判断するためのものである。閾値を超える場合、ネットワークオペレータはバックホールリンクのための追加の帯域幅を設置すべきであると判断する。

10

【0255】

測定インデックス # A6 は D2UE 接続のデータレートに対応する。データレートは、物理レイヤ、MAC レイヤ、RLC レイヤ、又は PDCP レイヤで算出することができる。データレートは、送信バッファ内に送信すべきデータが存在する時間に平均化の区間を設定することにより算出してもよい。例えば、500 ミリ秒の測定区間中 300 ミリ秒にのみデータが存在する場合、図 29 に示すように、データレートは、300 ミリ秒の区間のみで平均を求めて、残りの区間を用いずに算出される。或いは、送信バッファ内での送信すべきデータの有無に関わらず、測定区間全体に亘ってデータレートを算出してもよい。データレートの測定は、DL（小ノードデバイスからユーザ装置）と UL（ユーザ装置から小ノードデバイス）とで別々に行ってもよい。データレートを D2UE 接続の論理チャネル毎に算出してもよい。

20

【0256】

D2UE 接続におけるデータレートは、小ノードデバイス 500 における混雑度が比較的高いかを判断するのに用いることができる。例えば、データレート量を閾値と比較してもよい。閾値を超えない場合、ネットワークオペレータは混雑度が比較的高く、新しい小ノードデバイスを設置すべきであると判断する。

【0257】

測定インデックス # A7 は D2UE 接続における通信区間に対応する。実施例によっては、D2UE 通信の無線リソースは基地局 200 により割り当てられるが、無線リソースは、D2UE 接続で送信すべきデータが存在する場合にのみ用いられるものである。このように D2UE 通信の区間はデータが実際に送信される区間に対応する。この区間は、データがバーストであるか否かを確認する場合など、データトラフィックパターンを確認するのに用いることができる。

30

【0258】

インデックス # A7 と異なり、測定インデックス # A8 は D2UE 接続でデータ通信が行われない区間に対応する。この区間もデータトラフィックパターンを確認するのに用いることができる。

【0259】

測定インデックス # A9 は D2UE 接続におけるパスロスに対応する。パスロスは小ノードデバイスが無線通信サービスを提供する実際のカバレッジ領域を推定するのに用いることができる。ネットワークオペレータはこのような情報を閾値と比較して、当該エリアに新たな小ノードデバイスを設置すべきかを判断する際に用いてもよい。パスロス測定には、小ノードデバイス 500 の扱う D2UE 接続のパスロスの平均値を用いてもよい。

40

【0260】

測定インデックス # A10 は D2UE 接続における無線リンク品質に対応する。無線リンク品質は小ノードデバイスが無線通信サービスを提供するカバレッジ領域における通信品質を推定するのに用いることができる。ネットワークオペレータはこのような情報を一部の無線インタフェースパラメータを変更すべきかを判断するのに用いることができる。

50

無線リンク品質には、小ノードデバイス500の扱うD2UE接続の無線リンク品質の平均値を用いてもよい。無線リンク品質は、D2UE接続の信号対干渉比及びD2UE接続のチャネル品質指標(CQI)のうちの少なくとも1つである。より具体的には、D2UE接続の無線リンク品質が閾値よりも低い場合、ネットワークオペレータは一部の無線インタフェースパラメータを変更すべきであると判断する。無線リンク品質の測定は、DL(小ノードデバイスからユーザ装置)とUL(ユーザ装置から小ノードデバイス)とで別々に行ってもよい。

【0261】

測定インデックス#A11はD2UE接続のブロックエラーレート(BLER)に対応する。BLERは小ノードデバイス500のカバレッジ領域における通信品質を推定するのに用いることができる。ネットワークオペレータはこのような情報を無線インタフェースパラメータの一部を変更すべきか否かを判断するのに用いることができる。BLERは小ノードデバイス500の扱うD2UE接続のBLERの平均値である。BLERの代わりにビットエラーレートを用いてもよい。D2UE接続のBLERが閾値よりも大きい場合、ネットワークオペレータは一部の無線インタフェースパラメータを変更すべきであると判断する。BLERの測定は、DL(小ノードデバイスからユーザ装置)とUL(ユーザ装置から小ノードデバイス)とで別々に行ってもよい。

【0262】

測定インデックス#A12はD2UE接続の受信信号電力に対応する。受信信号電力は小ノードデバイスのカバレッジ領域における通信品質を推定するのに用いられる。ネットワークオペレータは、無線インタフェースパラメータの一部を変更すべきか否かを判断するのにこのような情報を用いてもよい。受信信号電力には、小ノードデバイス500の扱うD2UE接続の受信信号電力の平均値を用いてもよい。D2UE接続の受信信号電力が閾値よりも高い場合、ネットワークオペレータは一部の無線インタフェースパラメータを変更すべきであると判断することができる。受信信号電力の測定は、DL(小ノードデバイスからユーザ装置)とUL(ユーザ装置から小ノードデバイス)とで別々に行ってもよい。DLについては、ユーザ装置が受信信号電力を小ノードデバイスに報告してもよい。

【0263】

測定インデックス#A13はD2UE接続の送信信号電力に対応する。送信信号電力は小ノードデバイス500が無線通信サービスを提供する、小ノードデバイスのカバレッジ領域における通信品質を推定するのに用いられる。ネットワークオペレータは、無線インタフェースパラメータの一部を変更すべきか否かを判断するのにこのような情報を用いてもよい。送信信号電力には、小ノードデバイス500の扱うD2UE接続の送信信号電力の平均値を用いてもよい。送信信号電力の測定は、DL(小ノードデバイスからユーザ装置)とUL(ユーザ装置から小ノードデバイス)とで別々に行ってもよい。ULについては、ユーザ装置が送信信号電力を小ノードデバイスに通知してもよい。D2UE接続の送信信号電力が閾値よりも高い場合、ネットワークオペレータは一部の無線インタフェースパラメータを変更すべきであると判断することができる。

【0264】

測定インデックス#A14はD2UE接続の干渉電力に対応する。干渉電力は小ノードデバイス500が無線通信サービスを提供するカバレッジ領域における通信品質を推定するのに用いられる。ネットワークオペレータは、無線インタフェースパラメータの一部を変更すべきか否かを判断するのにこのような情報を用いてもよい。干渉電力には、小ノードデバイス500の扱うD2UE接続の干渉電力の平均値を用いてもよい。D2UE接続の干渉電力が閾値よりも高い場合、ネットワークオペレータは一部の無線インタフェースパラメータを変更すべきであると判断することができる。干渉電力の測定は、DL(小ノードデバイスからユーザ装置)とUL(ユーザ装置から小ノードデバイス)とで別々に行ってもよい。DLについては、ユーザ装置100が干渉電力を小ノードデバイス500に通知してもよい。

【0265】

測定インデックス# A 1 5は小ノードデバイス5 0 0の位置情報に対応する。位置情報は、SONのオペレーションに用いてもよい。

【0 2 6 6】

測定インデックス# A 1 6は送信バッファ内に送信すべきデータが存在するユーザ装置の数に対応する。この数は小ノードデバイス5 0 0における混雑レベルが比較的高いかを判断するのに用いてもよい。送信すべきデータが存在するユーザ装置数が閾値よりも多い場合、ネットワークオペレータは、混雑度が比較的高く、新しい小ノードデバイスを設置すべきであると判断する。送信すべきデータが存在するユーザ装置数の測定は、DL（小ノードデバイスからユーザ装置）とUL（ユーザ装置から小ノードデバイス）とで別々に行ってもよい。ULについては、ユーザ装置1 0 0が、送信すべきデータが送信バッファ内に存在するかを小ノードデバイス5 0 0に報告してもよい。送信すべきデータを有するユーザ装置の数はD 2 U E接続の論理チャネル毎に算出してもよい。すなわち、送信すべきデータを有する論理チャネルの数を算出してもよい。送信すべきデータの存在するユーザ装置をアクティブユーザと見なしてよい。

10

【0 2 6 7】

測定インデックス# A 1 7は、データレートが閾値よりも低いユーザ装置の数に対応する。この数は小ノードデバイス5 0 0における混雑レベルが比較的高いかを判断するのに用いてもよい。データレートが閾値よりも低いユーザ装置の数が別の閾値よりも小さい場合、ネットワークオペレータは、混雑度が比較的高く、新しい小ノードデバイスを設置すべきであると判断する。データレートが閾値よりも低いユーザ装置数の測定は、DL（小ノードデバイスからユーザ装置）とUL（ユーザ装置から小ノードデバイス）とで別々に行ってもよい。データレートが閾値よりも低いユーザ装置数はD 2 U E接続の論理チャネル毎に算出してもよい。

20

【0 2 6 8】

測定インデックス# A 1 8は、D 2 U E接続において非アクティブなユーザ装置の数に対応する。一部の実施例で、D 2 U E接続の無線リソースが基地局によって割り当てられるが、無線リソースが用いられるのは送信すべきデータが存在する場合のみである。したがって、送信すべきデータの無い区間が存在する。非アクティブなユーザ装置は、D 2 U E接続で送信すべきデータを有さないユーザ装置に対応する。

【0 2 6 9】

ユーザ装置又は小ノードデバイスがトラフィック測定を行うかに関わらず、D 2 U E測定データ収集部2 0 8は上述の測定データの一部をD 2 U E接続の呼受付制御に用いてもよい。例えば、小ノードデバイスのD 2 U E接続数が閾値よりも大きい場合、D 2 U E測定部2 0 8は新たなD 2 U E接続を禁止すべきであると判断する。無線リソースの使用量など他の測定項目をD 2 U E接続数の代わりに呼受付制御に用いてもよい。D 2 U E測定データ収集部2 0 8の代わりにD 2 U E通信制御部2 0 4が呼受付制御を行ってもよい。

30

【0 2 7 0】

上述した基地局、ユーザ装置、及び小ノードデバイスのオペレーションはハードウェアで実現してもよく、又はプロセッサにより実行されるソフトウェアモジュールで実現してもよい。さらに、これら両者を組み合わせて実現することもできる。

40

【0 2 7 1】

ソフトウェアモジュールは、ランダムアクセスメモリ（RAM）、フラッシュメモリ、読み取り専用メモリ（ROM）、Erasable Programmable ROM（EPROM）、Electrically Erasable and Programmable ROM（EEPROM）、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROMなどの任意の形式の記憶媒体に配置が可能である。

【0 2 7 2】

このような記憶媒体はプロセッサに接続されているため、プロセッサは記憶媒体への情報の書き込み及び記憶媒体からの情報の読み取りが可能である。このような記憶媒体をプロセッサ中に集積させてもよい。記憶媒体及びプロセッサはASIC中に配置してもよい

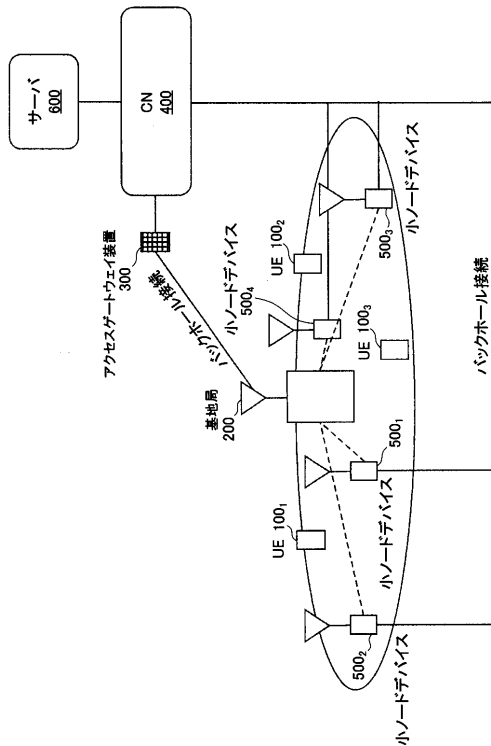
50

。このようなA S I Cは基地局装置、ユーザ装置、及び小ノードデバイスに配置してもよい。このような記憶媒体及びプロセッサを独立した構成要素として基地局、ユーザ装置、及び小ノードデバイスに配置することもできる。

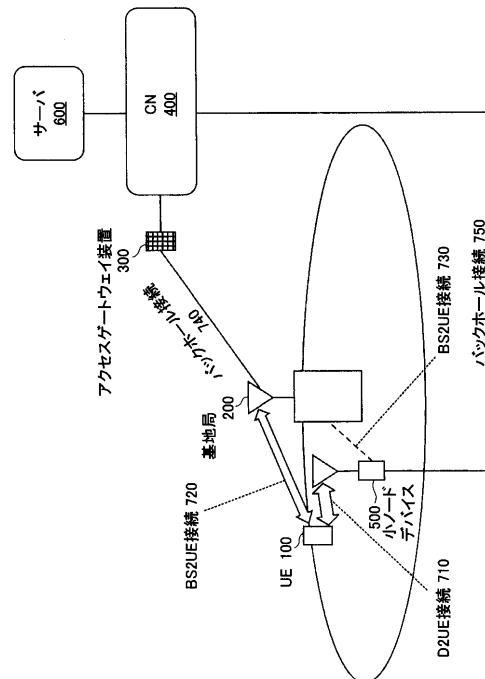
【0273】

上述の実施例を用いて本発明を詳細に説明したが、当業者には本発明が本明細書に記載の実施例に限定されないことは明らかである。本発明は、請求項に定義される発明の要点及び範囲から逸脱することなく、修正及び変更を加えて実現可能である。したがって、本明細書中の記載は例示を示すことのみを意図するものであり、本発明に対し何ら制限を加えるものではない。

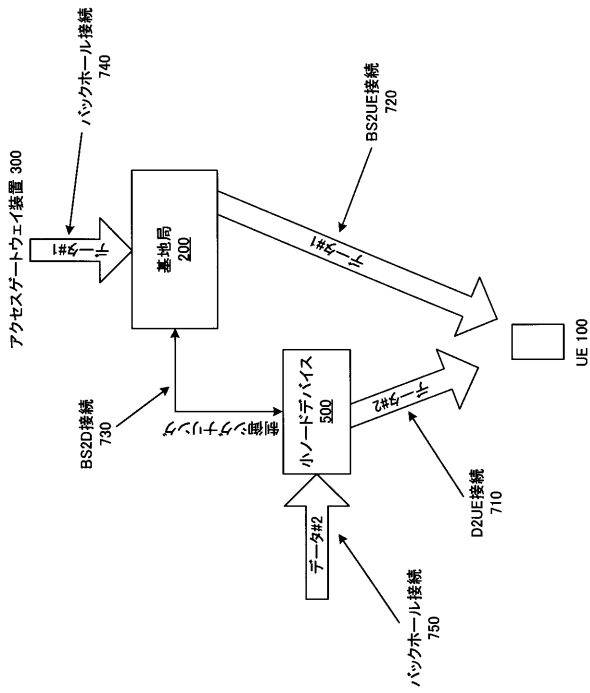
【図1】



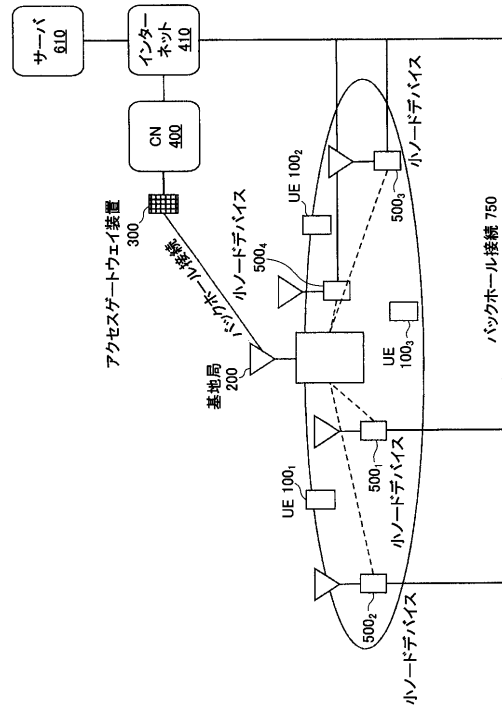
【図2】



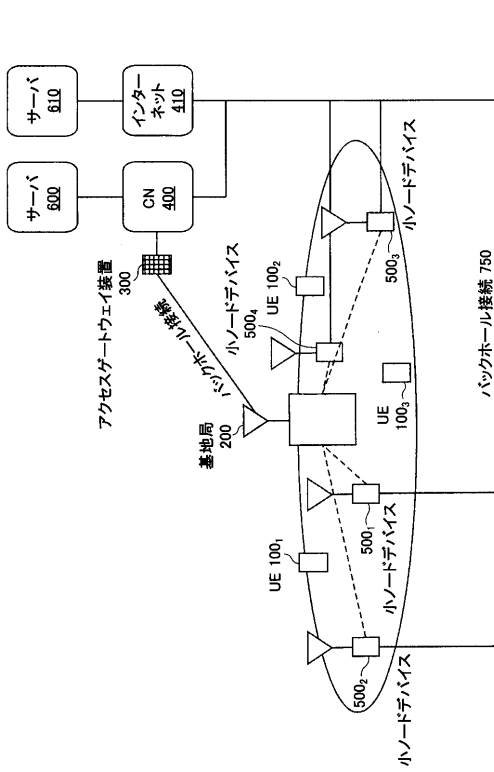
【図 3】



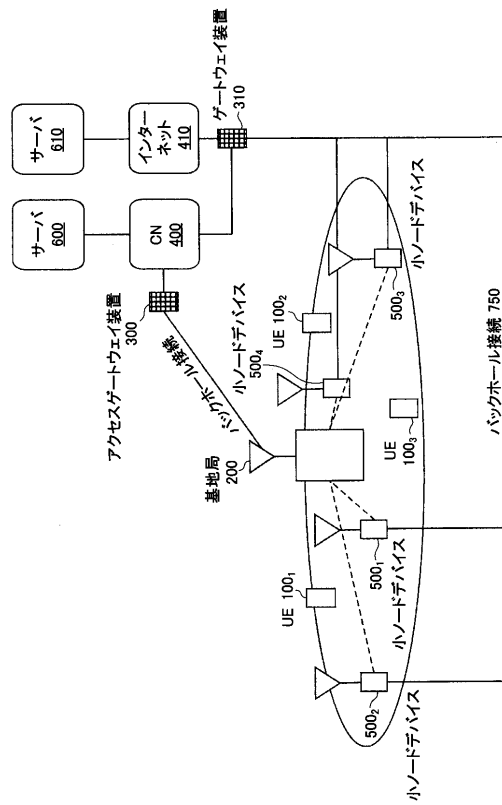
【図 4】



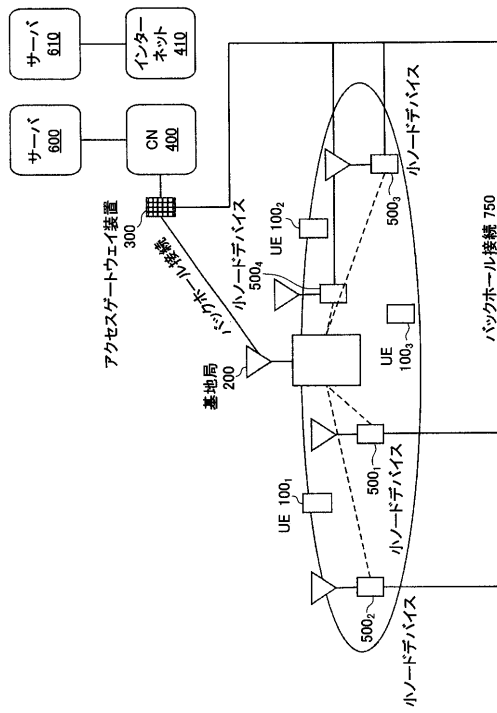
【図 5】



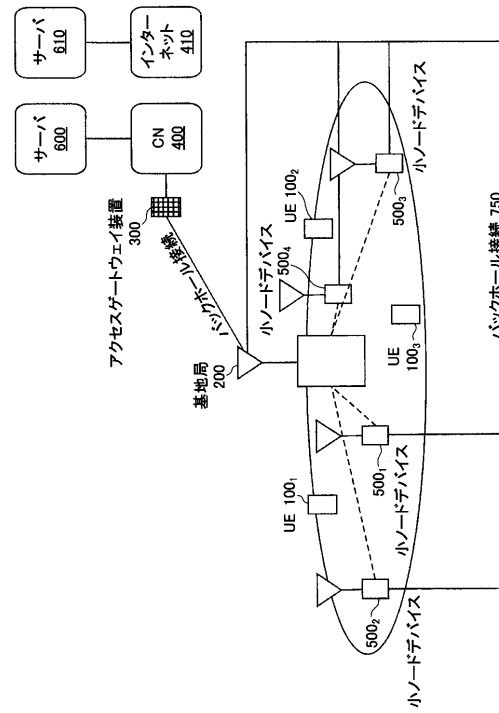
【図 6】



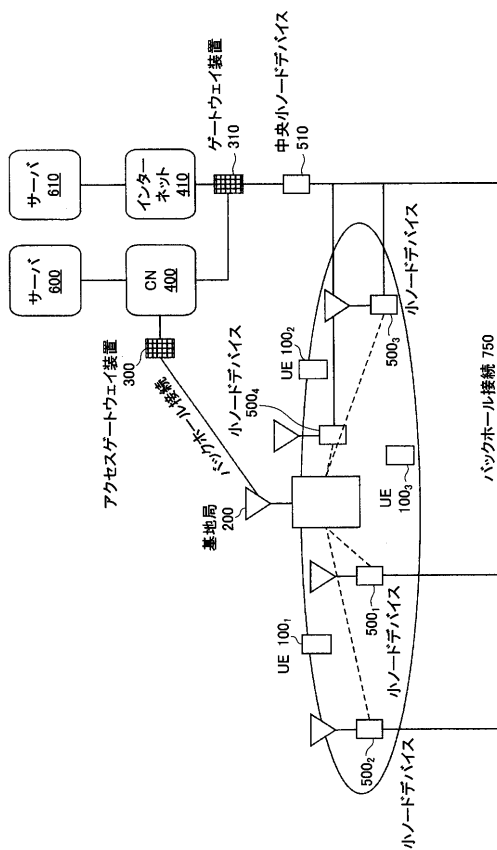
【図 7】



【図 8】



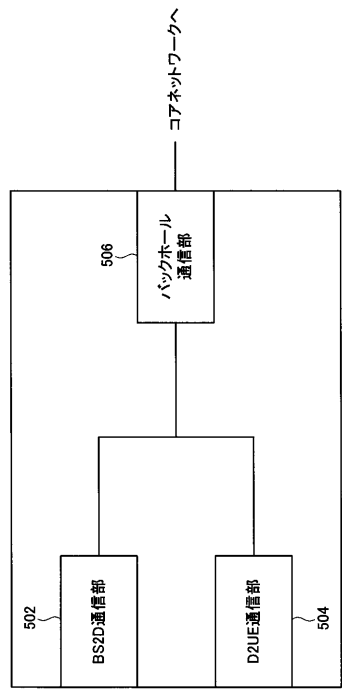
【図 9】



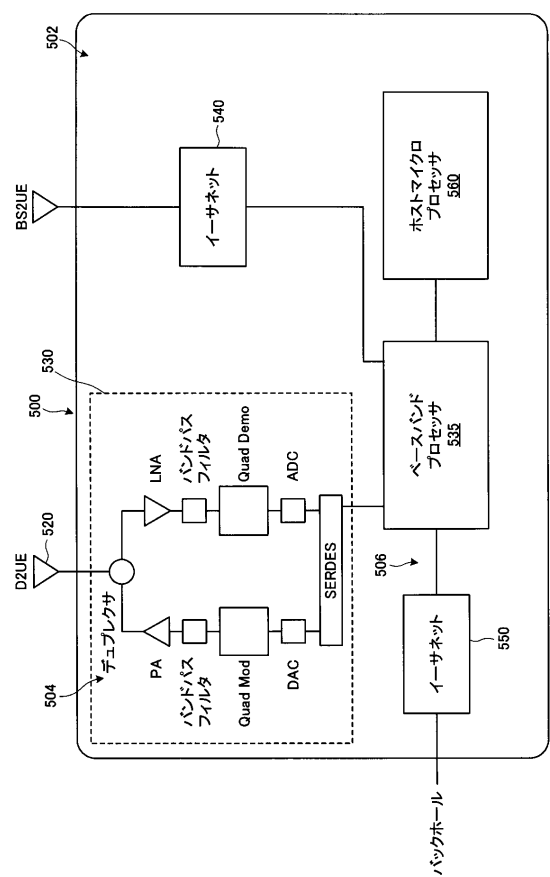
【図 10】



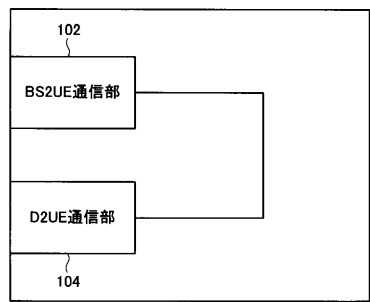
【図 1 1】



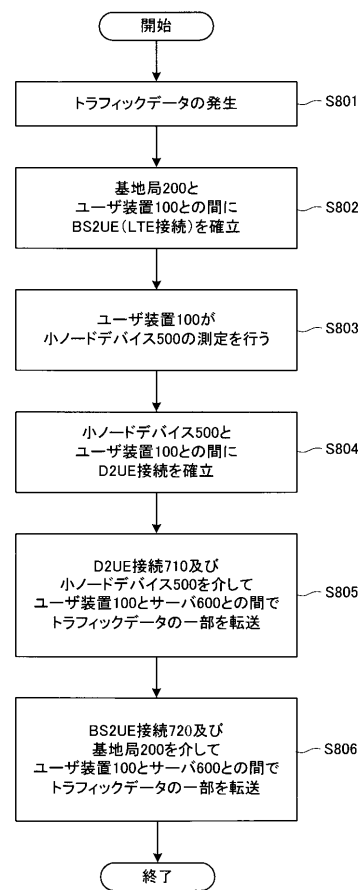
【図 1 1 A】



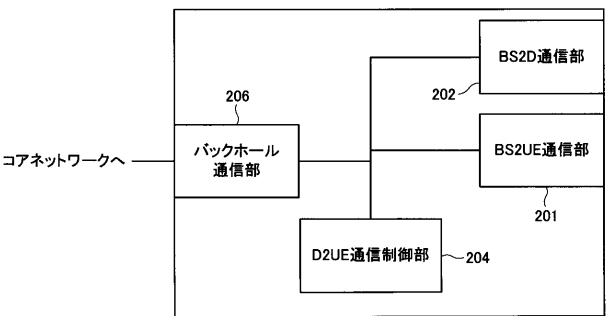
【図 1 2】



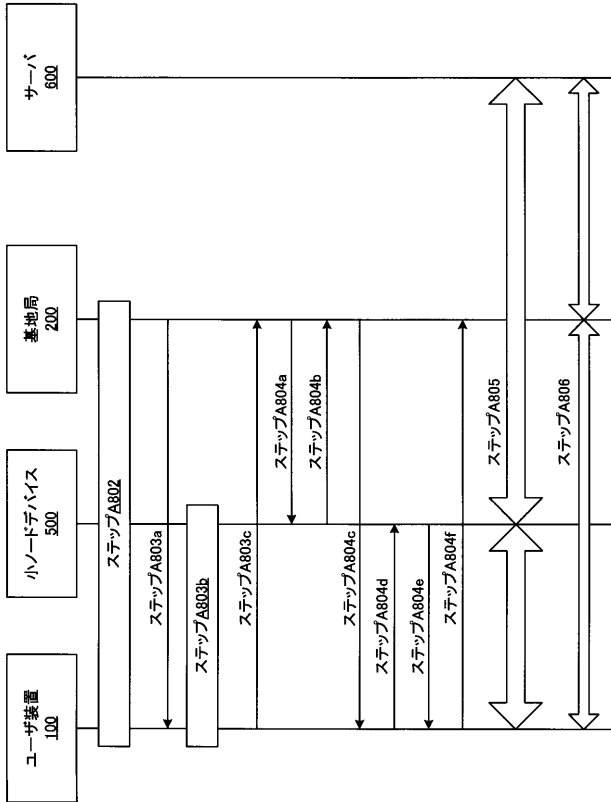
【図 1 4】



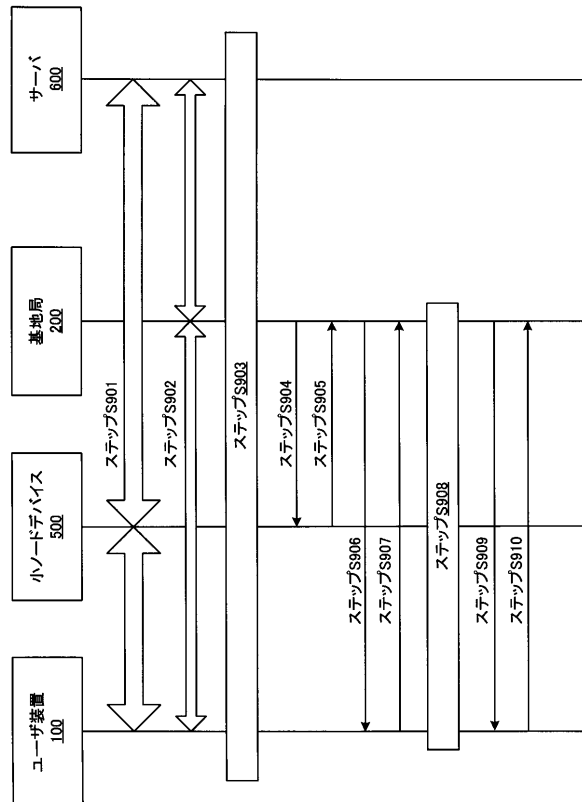
【図 1 3】



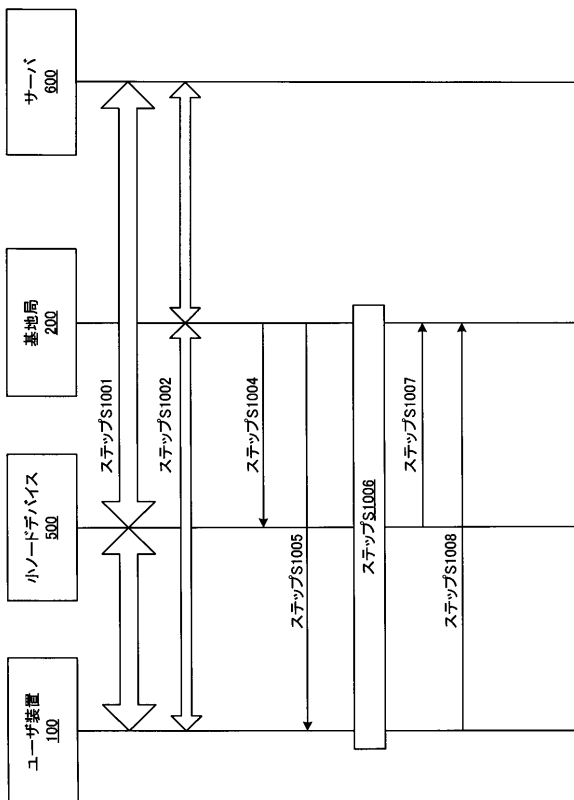
【図 14 A】



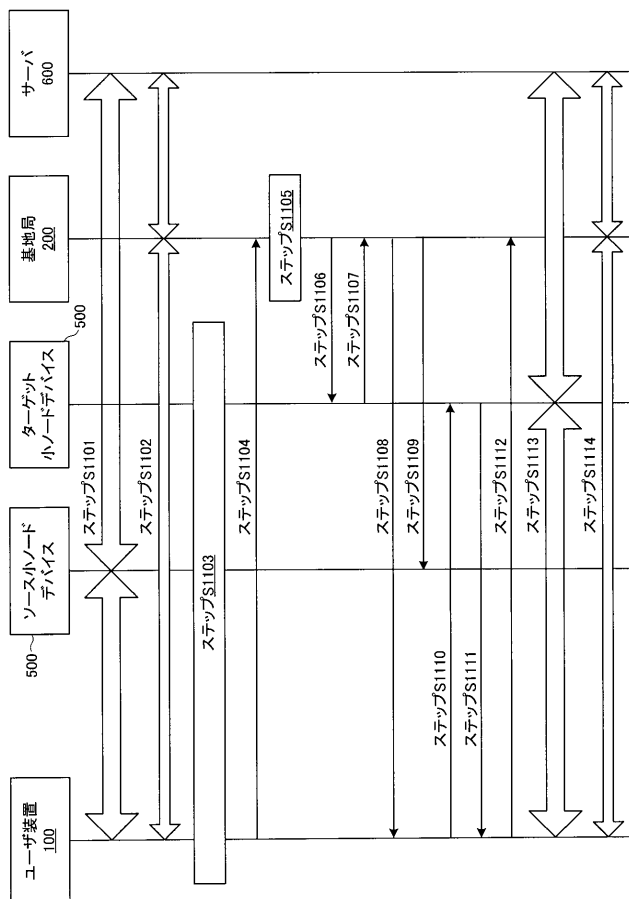
【図 15】



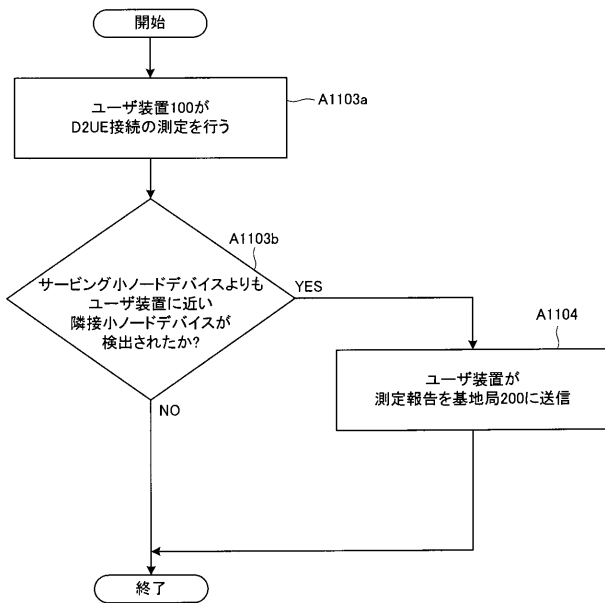
【図 16】



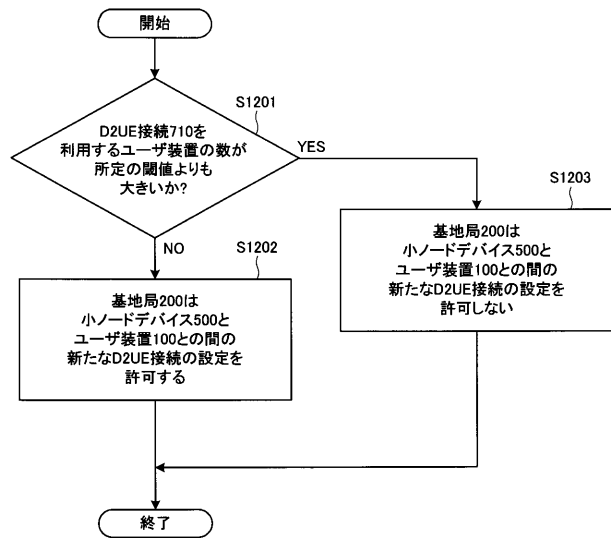
【図 17】



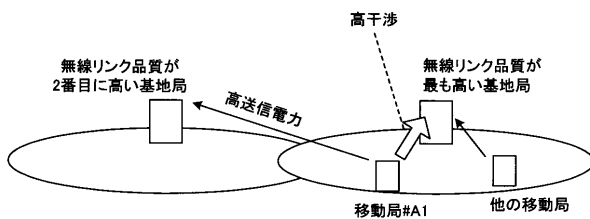
【 図 1 7 A 】



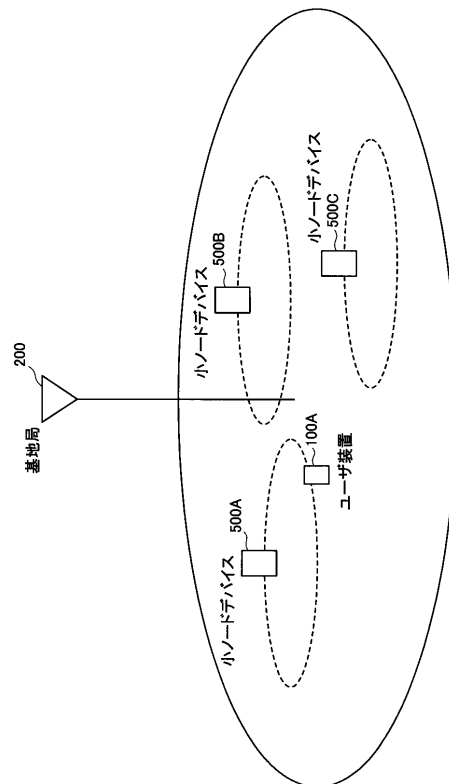
【 図 1 8 】



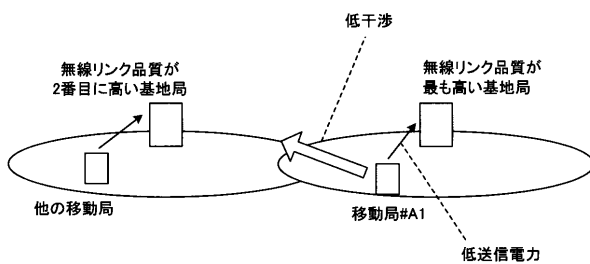
【図 19 A】



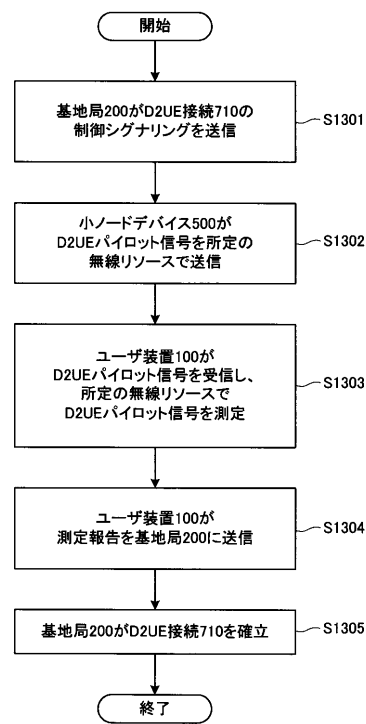
【图 20】



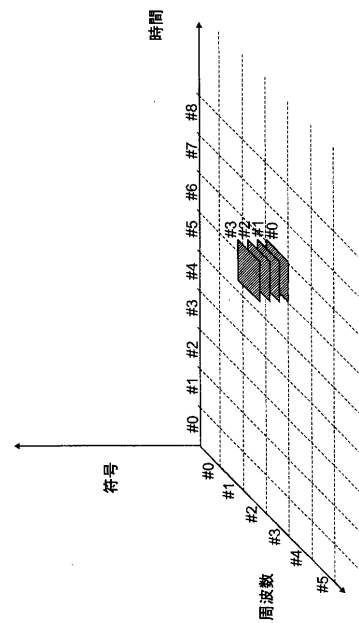
【図 19 B】



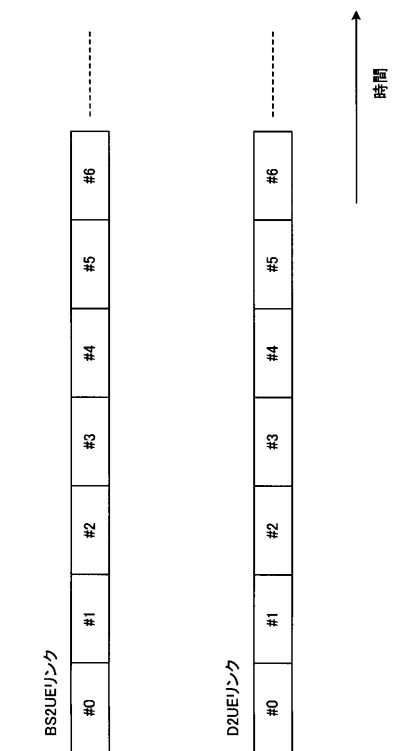
【図 2 1】



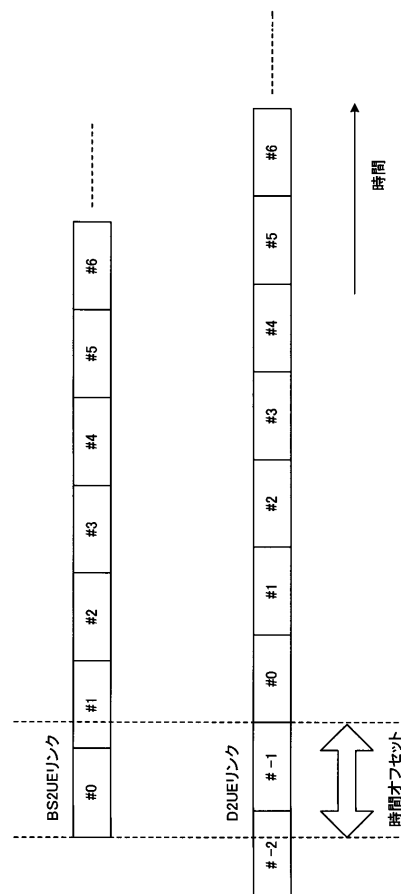
【図 2 2】



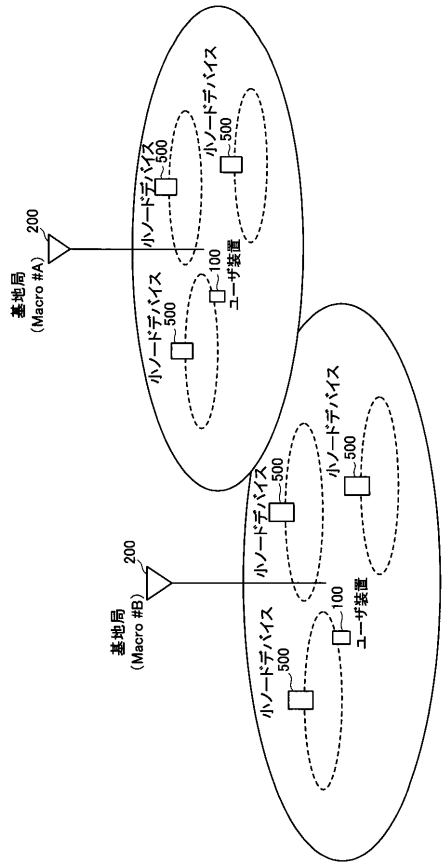
【図 2 2 A】



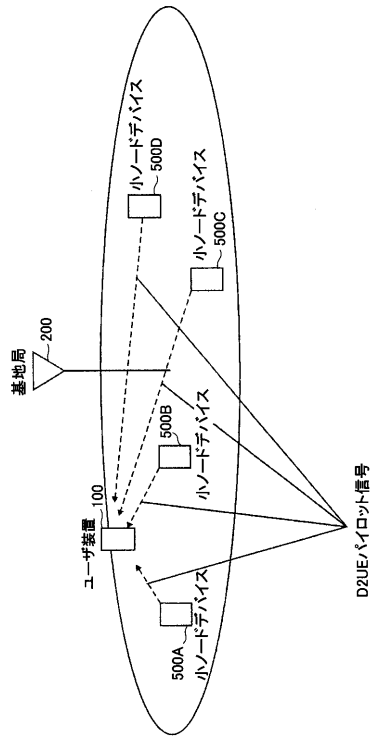
【図 2 2 B】



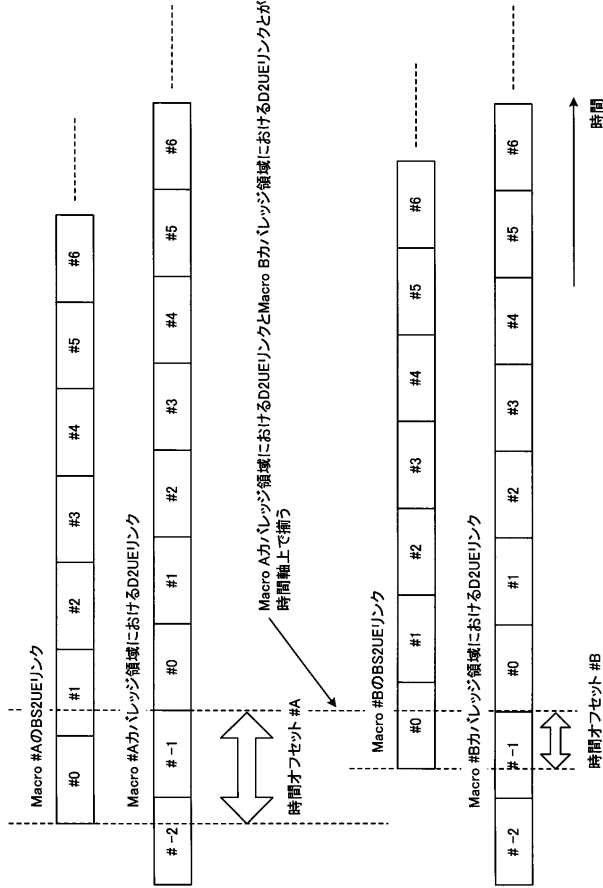
【図 2 2 C】



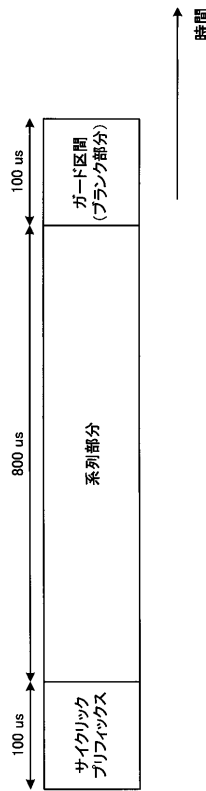
【図 2 2 E】



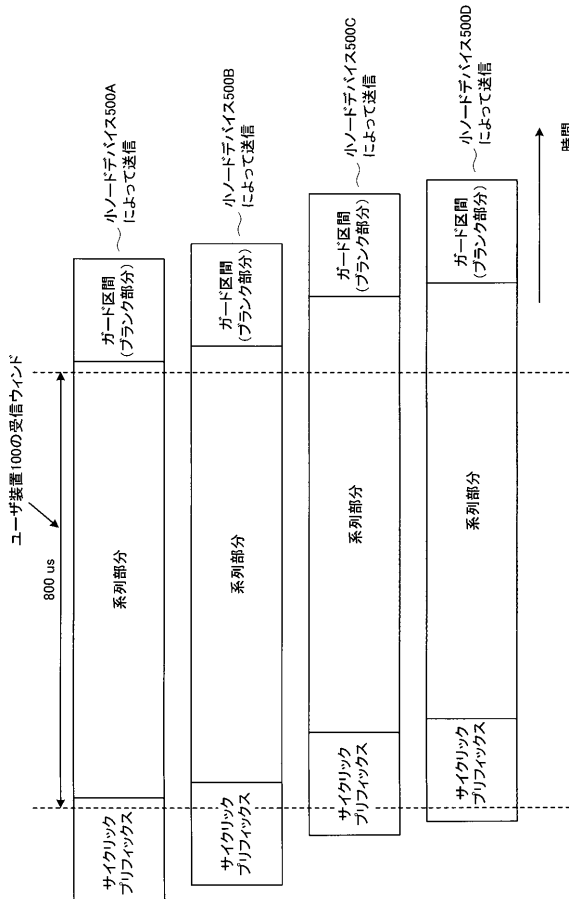
【図 2 2 D】



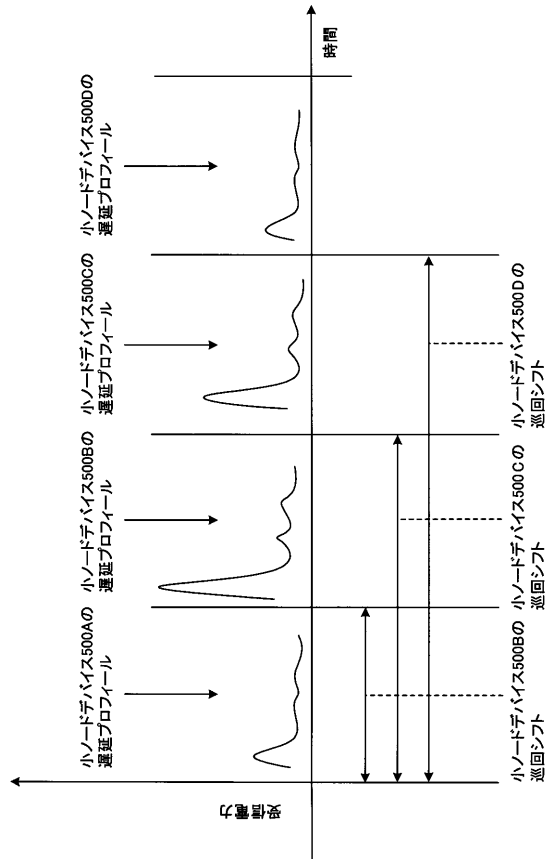
【図 2 2 F】



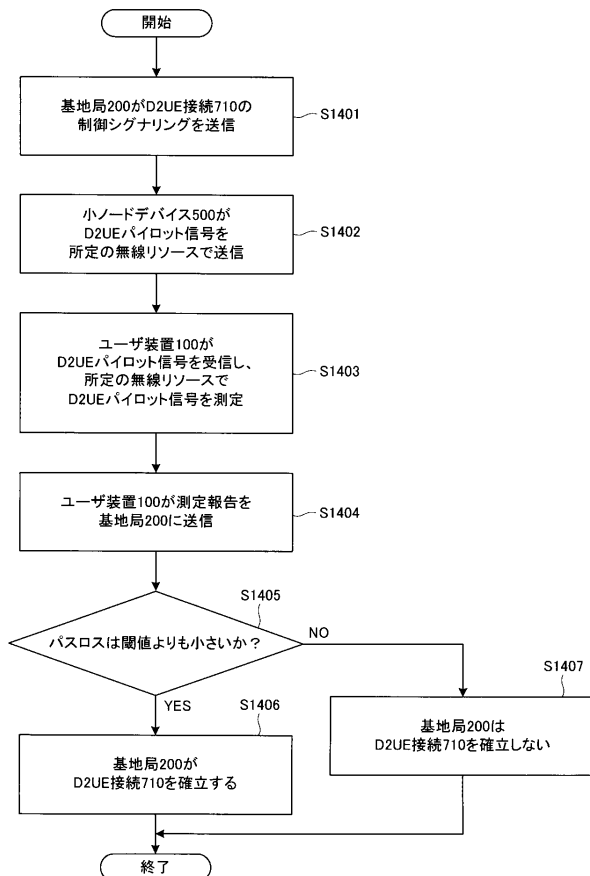
【図 2 2 G】



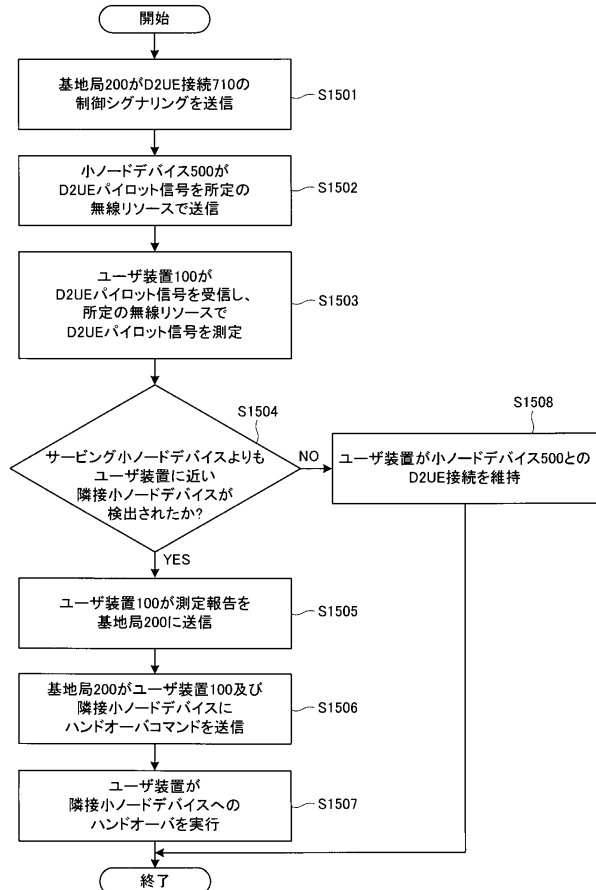
【図 2 2 H】



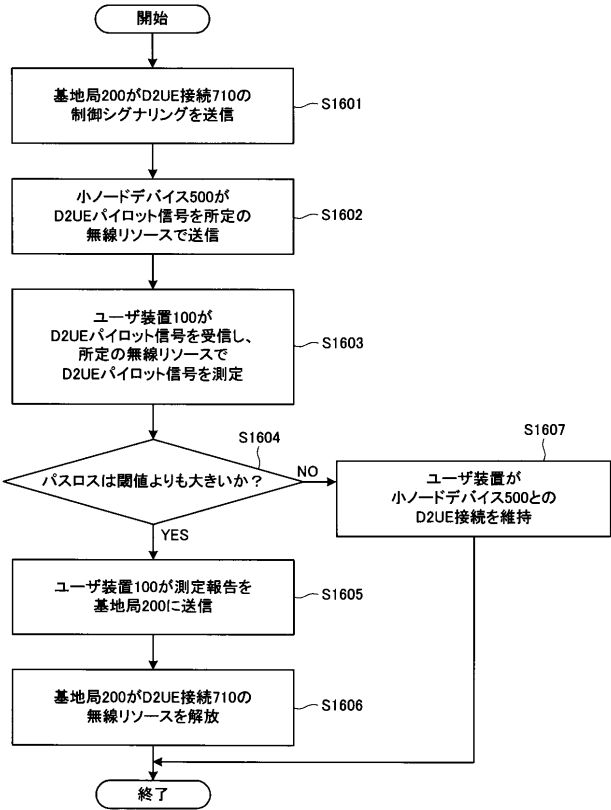
【図 2 3】



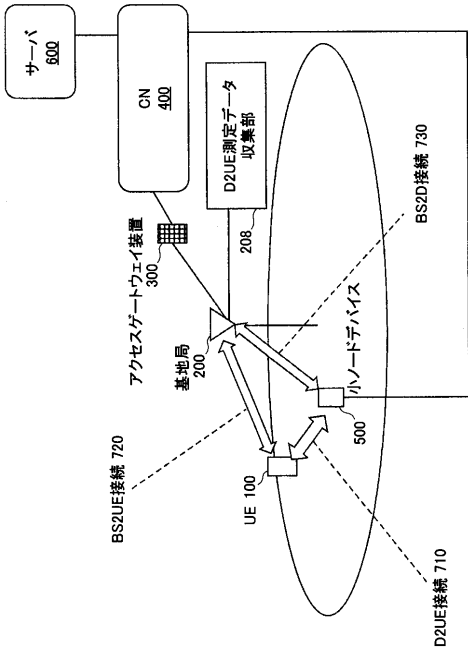
【図 2 4】



【図 2 5】



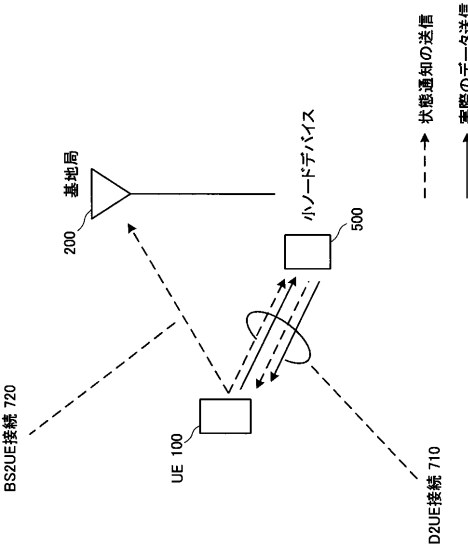
【図 2 6】



【図 2 7】

インデックス	測定項目	備考
#0	D2UE接続数	
#1	D2UE接続における無線リソース量	
#2	D2UE接続におけるデータレート	
#3	D2UE接続確立の成功率	
#4	D2UE接続におけるハンドオーバーの成功率	
#5	D2UE接続における接続再確立の成功率	
#6	D2UE接続におけるハンドオーバー回数	
#7	無線リンクの故障数	
#8	接続再確立の回数	

【図 2 7 A】



インデックス	測定項目	備考
#A0	CPU(中央処理装置)の使用率	
#A1	メモリ使用率	
#A2	バッファ使用率	
#A3	ベースバンド処理使用率	
#A4	D2UE接続における無線リソース量	
#A5	バックホールリンク使用率	
#A6	D2UE接続におけるデータレート	
#A7	通信区間	転送すべきトラフィックデータが存在する区間
#A8	非通信区間	転送すべきトラフィックデータが存在しない区間
#A9	D2UE接続のバスロス	
#A10	D2UE接続の無線リンク品質	無線リンク品質は例えばSINRやCQIに対応する
#A11	D2UE接続のブロックエラーレート	
#A12	D2UE接続の受信信号電力	
#A13	D2UE接続の送信信号電力	
#A14	D2UE接続の干渉電力	
#A15	位置情報	
#A16	送信バッファ内に送信すべきデータが存在するユーザ装置の数	
#A17	データレートが閾値よりも低いユーザ装置の数	
#A18	非アクティブなユーザ装置の数	

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 12/40288
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H04W 36/00 (2012.01) USPC - 455/444 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) USPC: 455/444 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC: 455/403, 430, 443, 444, 445, 446, 448, 449; 709/201, 208 (keyword limited - see terms below) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST (PGPB, USPT, USOC, EPAB, JPAB); GOOGLE; GoogleScholar Search Terms: node, small-node, macro, basestation, data, traffic, metric, measurement, back-haul, pilot, wireless, cell, cell phone, cellular, telecommunication, message, control, master, slave, slot, pilot, report, down-link		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011/0075557 A1 (Chowdhury et al.) 31 March 2011 (31.03.2011), entire document, especially; abstract, para. [0034], [0048], [0059]-[0061], [0065], [0069], [0071], [0074], [0075], [0123]	1 - 35
Y	US 2002/0089949 A1 (Bjelland et al.) 11 July 2002 (11.07.2002), entire document, especially; abstract, para. [0010], [0019]-[0021], [0029], [0030]	1 - 35
A	US 2010/0323745 A1 (Chen et al.), 23 December 2010 (23.12.2010), entire document	1 - 35
A	US 6,829,479 B1 (Chang et al.) 07 December 2004 (07.12.2004), entire document	1-35
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 August 2012 (16.08.2012)		Date of mailing of the international search report 07 SEP 2012
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/503,975
(32)優先日 平成23年7月1日(2011.7.1)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/505,955
(32)優先日 平成23年7月8日(2011.7.8)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/512,132
(32)優先日 平成23年7月27日(2011.7.27)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/533,382
(32)優先日 平成23年9月12日(2011.9.12)
(33)優先権主張国 米国(US)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. イーサネット
2. WC DMA

(72)発明者 ラームプラサード ショーン
アメリカ合衆国 94304-1201 カリフォルニア州 パロ アルト ヒルビューアベニュー 3240
(72)発明者 ムカジー サヤンデブ
アメリカ合衆国 94304-1201 カリフォルニア州 パロ アルト ヒルビューアベニュー 3240

Fターム(参考) 5K067 AA22 EE02 EE10