

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6568939号
(P6568939)

(45) 発行日 令和1年8月28日(2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日(2019.8.9)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4W 72/12 (2009.01)	HO4W 72/12
HO4W 84/18 (2009.01)	HO4W 84/18
HO4W 52/46 (2009.01)	HO4W 52/46
HO4L 29/08 (2006.01)	HO4L 13/00 307Z

請求項の数 15 (全 45 頁)

(21) 出願番号	特願2017-521193 (P2017-521193)	(73) 特許権者	507364838 クアルコム、インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア 921 21 サンディエゴ モアハウス ドラ イブ 5775
(86) (22) 出願日	平成27年9月24日(2015.9.24)	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(65) 公表番号	特表2017-533648 (P2017-533648A)	(74) 代理人	100163522 弁理士 黒田 晋平
(43) 公表日	平成29年11月9日(2017.11.9)	(72) 発明者	ジョセフ・ビナミラ・ソリアガ アメリカ合衆国・カリフォルニア・921 21-1714 サン・ディエゴ・モアハ ウス・ドライブ・5775
(86) 國際出願番号	PCT/US2015/052023		
(87) 國際公開番号	W02016/069146		
(87) 國際公開日	平成28年5月6日(2016.5.6)		
審査請求日	平成30年9月10日(2018.9.10)		
(31) 優先権主張番号	62/069,228		
(32) 優先日	平成26年10月27日(2014.10.27)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	14/863,413		
(32) 優先日	平成27年9月23日(2015.9.23)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】低電力デバイス用のメッシュネットワークの同期調整の活用

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワイヤレス通信のための方法であって、

第1のデバイスが、第1の通信モードのために構成されているときには、ワイドエリアネットワーク(WAN)のエンティティから前記第1のデバイスにおいて受信されたダウンリンク信号からWANスケジューリング情報を受信するステップと、

前記WANスケジューリング情報に基づいてメッシュネットワークスケジュールを判定するステップと、

前記WANスケジューリング情報に従って前記第1のデバイスの無線エアインターフェースを構成するステップであって、前記第1の通信モードとデータを周波数領域リソースを介して拡散させる第2の通信モードとの一方を選択するステップを含む、ステップと、

前記無線エアインターフェースが前記第1の通信モードのために構成されている場合に、第1の電力レベルで前記第1のデバイスから時間領域リソースを介して前記WANの前記エンティティにワイヤレスにデータを送信するステップと、

前記無線エアインターフェースが前記第2の通信モードのために構成されている場合に、

(a)前記メッシュネットワークスケジュールに従って、前記第1の電力レベルよりも低い第2の電力レベルで前記第1のデバイスから周波数領域リソースを介して第2のデバイスにワイヤレスにデータを送信し、

(b)前記WAN内の前記エンティティによって受信される場合に前記第2の通信モードに

10

20

おける前記第1のデバイスによるデータ送信を前記WAN内の前記エンティティに無視させるように算出されたレベルよりも低いレベルを前記第2の電力レベルとして選択するステップとを含む方法。

【請求項2】

前記WANスケジューリング情報に基づいて前記メッシュネットワークスケジュールを判定するステップは、

前記第1のデバイスの動作をWAN同期信号に時間的に揃えるステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記WANスケジューリング情報に従ってメッシュネットワークリソースの使用を調整するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。 10

【請求項4】

前記エンティティと前記第2のデバイスとの間の複数の経路を判定するステップと、

前記複数の経路から、メッセージを前記第2のデバイスから前記エンティティにルーティングするための好ましい経路を選択するステップとをさらに含み、

前記好ましい経路は、パケットごとに選択されるか、あるいはメッシュネットワークの全ノードにわたってエネルギー消費量のバランスをとる事前定義されたスケジュールに基づいて選択される、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記メッシュネットワークスケジュールに従って前記第2のデバイスにワイヤレスにデータを送信するステップは、 20

スリープ動作モードを終了するステップと、

メッシュネットワークにおいてメッセージを監視するステップと、

前記メッシュネットワークを通じて第3のデバイスからアドバタイズメントを受信するステップと、

前記アドバタイズメントに基づいて前記エンティティへの経路を構成するステップとを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記スリープ動作モードを終了するステップは、

前記メッシュネットワークスケジュールに従って起動するステップであって、前記メッシュネットワークスケジュールは、リンク送信受信ペアを定義し、前記リンク送信受信ペアには、2つ以上のメッシュネットワークデバイス間のタイミングドリフトを考慮したタイミングマージンが割り振られる、ステップを含む請求項5に記載の方法。 30

【請求項7】

前記エンティティとの事前スケジュールされたマルチホップトランザクションを実行するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

ワイヤレス通信のために構成された装置であって、

1つまたは複数の無線周波数キャリア上でワイヤレスに通信するための手段であって、無線エインターフェースを含む手段と、 40

前記無線エインターフェースを構成するための手段であって、前記無線エインターフェースは、データを時間領域リソースを介して拡散させる第1の通信モードおよびデータを周波数領域リソースを介して拡散させる第2の通信モードのために構成される場合がある手段と、

前記無線エインターフェースが、前記第1の通信モードのために構成されているときに、ワイドエリアネットワーク(WAN)のエンティティから受信されたダウンリンク信号からWANスケジューリング情報を判定するための手段と、

メッシュネットワークスケジュールを判定するための手段であって、前記WANスケジューリング情報に基づいて前記メッシュネットワークスケジュールを構成するように適合された手段と、 50

前記無線エアインターフェースが前記第2の通信モードのために構成されているときに、前記メッシュネットワークスケジュールに従って第1のメッシュデバイスとワイヤレスに通信するための手段とを備え、

前記無線エアインターフェースを構成するための手段は、前記WANスケジューリング情報に従って前記第1の通信モードと前記第2の通信モードの一方を選択し、

前記無線エアインターフェースは、前記第1の通信モードでは第1の電力レベルで送信し、前記第2の通信モードでは第2の電力レベルで送信するように構成され、

前記第2の電力レベルは、前記第1の電力レベルよりも低く、かつ、前記WAN内の前記エンティティによって受信された場合に前記第2の通信モードにおける第1のデバイスによるデータ送信を前記WAN内の前記エンティティに無視させるように算出されたレベルよりも低い装置。10

【請求項 9】

前記メッシュネットワークスケジュールを構成するための前記手段は、

前記無線エアインターフェースの動作をWAN同期信号に時間的に揃えるように構成される、請求項8に記載の装置。

【請求項 10】

前記メッシュネットワークスケジュールを構成するための前記手段は、

前記WANスケジューリング情報に従ってメッシュネットワークリソースの使用を調整するように構成される、請求項8に記載の装置。

【請求項 11】

前記メッシュネットワークスケジュールに従って前記第1のデバイスとワイヤレスに通信するための前記手段は、

前記エンティティと前記第1のメッシュデバイスとの間の複数の経路を判定することと、

前記複数の経路から、メッセージを前記第1のメッシュデバイスから前記エンティティにルーティングするための好ましい経路を選択することとを行うように構成される、請求項8に記載の装置。20

【請求項 12】

前記好ましい経路は、パケットごとに選択されるか、あるいはメッシュネットワークの全ノードにわたってエネルギー消費量のバランスをとる事前定義されたスケジュールに基づいて選択される、請求項11に記載の装置。30

【請求項 13】

前記第1のメッシュデバイスとワイヤレスに通信するための前記手段は、

前記装置にスリープ動作モードを終了させることと、

メッシュネットワークにおいてメッセージを監視することと、

前記メッシュネットワークを通じて第2のメッシュデバイスからアドバタイズメントを受信することと、

前記アドバタイズメントに基づいて前記エンティティへの経路を構成することとを行うように構成される、請求項8に記載の装置。

【請求項 14】

リンク送信受信ペアを定義するスケジュールに従って前記スリープ動作モードを終了し、前記リンク送信受信ペアにはタイミングドリフトに関するマージンが割り振られる、請求項13に記載の装置。40

【請求項 15】

プロセッサによって実行されるときに、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法を実行するための命令を含む、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、その内容全体が参照により本明細書に組み込まれる、2014年10月27日に米国特許庁に出願された仮特許出願第62/069,228号および2015年9月23日に米国特許庁に出願された米国非仮出願第14/863,413号の優先権および利益を主張する。

【0002】

本開示は、概して通信システムに関し、より詳細には、メッシュネットワークおよびワイドエリアネットワークに接続された低電力デバイスに関連する通信活動の調整に関する。

【背景技術】

【0003】

ワイヤレス通信システムは、電話、ビデオ、データ、メッセージング、および放送などの種々の電気通信サービスを提供するために広く展開されている。通常のワイヤレス通信システムは、利用可能なシステムリソース(たとえば、帯域幅、送信電力)を共有することによって、複数のユーザとの通信をサポートすることが可能な多元接続技術を利用することができます。そのような多元接続技術の例としては、符号分割多元接続(CDMA)システム、時分割多元接続(TDMA)システム、周波数分割多元接続(FDMA)システム、直交周波数分割多元接続(OFDMA)システム、シングルキャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA)システム、および時分割同期符号分割多元接続(TD-SCDMA)システムがある。

10

【0004】

これらの多元接続技術は、異なるワイヤレスデバイスが、都市、国家、地域、さらには世界レベルで通信することを可能にする共通のプロトコルを実現するために、種々の電気通信規格において採用されている。新たな電気通信規格には、ロングタームエボリューション(LTE)などの第4世代(4G)技術および第5世代(5G)技術が含まれる。LTEは、第3世代パートナーシッププロジェクト(3GPP)によって公表されたユニバーサルモバイル電気通信システム(UMTS:Universal Mobile Telecommunications System)モバイル標準規格に対する1組の拡張規格である。LTEは、スペクトル効率を改善することによってモバイルブロードバンドインターネットアクセスをより良好にサポートすることと、コストを下げることと、サービスを改善することと、新しいスペクトルを利用することと、ダウンリンク(DL)上のOFDMA、アップリンク(UL)上のSC-FDMA、および多入力多出力(MIMO)アンテナ技術を使用して他のオープン規格とより良好に統合することとを行うように設計される。しかしながら、モバイルブロードバンドアクセスに対する需要が増大し続けるにつれて、ワイヤレス通信技術のさらなる改善が必要とされている。好ましくは、これらの改善は、他の多元接続技術、およびこれらの技術を採用する電気通信規格に適用可能であるべきである。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

以下に、説明する技術を基本的に理解できるように、本開示のいくつかの態様を要約する。この概要は、本開示の企図する全特徴の広い全体像ではなく、本開示の全態様の鍵となる要素または重要な要素を特定する意図も、本開示の任意または全部の態様の範囲を視覚的に示す意図もない。その唯一の目的は、後で提示するより詳細な説明の導入として、本開示の1つまたは複数の態様のいくつかの概念を要約の形で提示することである。

30

【0006】

本開示の一態様では、メッシュネットワークおよびワイドエリアネットワークに接続されるように構成されたデバイスに関連する通信活動の調整を改善することのできる方法、コンピュータプログラム製品および装置が提供される。

40

【0007】

いくつかの態様によれば、ワイヤレス通信のための方法は、第1のデバイスが第1の通信モード向けに構成されているときには、ワイドエリアネットワーク(WAN)のエンティティから第1のデバイスにおいて受信されたダウンリンク信号からWANスケジューリング情報を受信するステップと、WANスケジューリング情報に基づいてメッシュネットワークスケジュールを判定するステップとを含む。第1のデバイスは、第1の動作モードでは第1の電力

50

レベルでWANにおけるエンティティへのワイヤレス送信を行ってもよい。この無線は、第1の動作モードでは時間領域リソースを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。第1のデバイスは、第2の動作モードでは第2の電力レベルで第1のデバイスからメッシュネットワークにおける第2のデバイスへのワイヤレス送信を行ってもよい。この無線は、第2の動作モードでは周波数領域リソースを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。第2の電力レベルは、第1の電力レベルよりも低くてもよく、第2の電力レベルとしては、第2の通信モードにおける第1のデバイスによるデータ送信がWANにおけるエンティティによって受信された場合にそれをWANにおけるエンティティに無視させる電力レベルとして算出されたレベルよりも低いレベルが選択されてもよい。

【0008】

10

いくつかの態様によれば、ワイヤレス通信用に構成された装置は、無線エインターフェースと処理回路とを含む。処理回路は、1つまたは複数のプロセッサを有してもよく、少なくとも1つのプロセッサは、第1のデバイスが第1の通信モード向けに構成されているときには、WANのエンティティから第1のデバイスにおいて受信されたダウンリンク信号からWANスケジューリング情報を受信することと、WANスケジューリング情報に基づいてメッシュネットワークスケジュールを構成することとを行うように構成されてもよい。少なくとも1つのプロセッサは、第1のデバイスに、第1の動作モードでは第1の電力レベルでWANにおけるエンティティへのワイヤレス送信を行わせるように構成されてもよい。この無線は、第1の動作モードでは時間領域リソースを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。少なくとも1つのプロセッサは、第1のデバイスに、第2の動作モードでは第2の電力レベルで第1のデバイスからメッシュネットワークにおける第2のデバイスへのワイヤレス送信を行わせるように構成されてもよい。この無線は、第2の動作モードでは周波数領域リソースを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。第2の電力レベルは、第1の電力レベルよりも低くてもよく、第2の電力レベルとしては、第2の通信モードにおける第1のデバイスによるデータ送信がWANにおけるエンティティによって受信された場合にそれをWANにおけるエンティティに無視させる電力レベルとして算出されたレベルよりも低いレベルが選択されてもよい。

【0009】

20

いくつかの態様によれば、ワイヤレス通信用に構成された装置は、1つまたは複数の無線周波数キャリア上でワイヤレスに通信するための手段であって、無線エインターフェースを含む手段と、無線エインターフェースを構成するための手段であって、無線エインターフェースが、第1の通信モード向けおよび第2の通信モード向けに構成されてもよい手段と、無線エインターフェースが第1の通信モード向けに構成されているときには、WANのエンティティから受信されたダウンリンク信号からWANスケジューリング情報を判定するための手段と、メッシュネットワークスケジュールを判定するための手段であって、WANスケジューリング情報に基づいてメッシュネットワークスケジュールを構成するように適合された手段と、無線エインターフェースが第2の通信モード向けに構成されているときには、メッシュネットワークスケジュールに従って第1のメッシュデバイスとワイヤレスに通信するための手段とを含む。無線エインターフェースは、第1の通信モードでは第1の電力レベルで送信し、第2の通信モードでは第2の電力レベルで送信するように構成されてもよい。第2の電力レベルは、第1の電力レベルよりも低くてもよい。第2の電力レベルとしては、第2の通信モードにおける第1のデバイスによるデータ送信がWANにおけるエンティティによって受信された場合にそれをWANにおけるエンティティに無視させる電力レベルとして算出されたレベルよりも低いレベルが選択されてもよい。

【0010】

30

いくつかの態様によれば、コンピュータ可読媒体はコンピュータ実行可能コードを記憶する。このコードは、処理回路上の1つまたは複数のプロセッサによって実行されてもよい。このコードは、処理回路に、第1のデバイスが第1の通信モード向けに構成されているときには、WANのエンティティから第1のデバイスにおいて受信されたダウンリンク信号からWANスケジューリング情報を受信することと、WANスケジューリング情報に基づいてメッシュ

40

50

シユネットワークスケジュールを判定することを行わせる命令を含んでもよい。このコードは、処理回路に、第1の動作モードでは第1の電力レベルでWANにおけるエンティティへのワイヤレス送信を行わせるように構成されてもよい。この無線は、第1の動作モードでは時間領域リソースを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。このコードは、処理回路に、第2の動作モードでは第2の電力レベルで第1のデバイスからメッシュネットワークにおける第2のデバイスへのワイヤレス送信を行わせる命令を含んでもよい。この無線は、第2の動作モードでは周波数領域リソースを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。第2の電力レベルは、第1の電力レベルよりも低くてもよく、第2の電力レベルとしては、第2の通信モードにおける第1のデバイスによるデータ送信がWANにおけるエンティティによって受信された場合にそれをWANにおけるエンティティに無視させる電力レベルとして算出されたレベルよりも低いレベルが選択されてもよい。

10

【0011】

本発明の他の態様、特徴、および実施形態は、添付の図面とともに本発明の特定の例示的な実施形態の以下の説明を検討すれば、当業者には明らかとなるであろう。本発明の特徴については、以下のいくつかの実施形態および図面に対して説明する場合があるが、本発明のすべての実施形態は、本明細書で論じられる有利な特徴の1つまたは複数を含むことが可能である。言い換えると、1つまたは複数の実施形態についていくつかの有利な特徴を有するものとして説明する場合があるが、そのような特徴の1つまたは複数はまた、本明細書において説明する本発明の様々な実施形態に従って使用されてもよい。同様に、例示的な実施形態について以下ではデバイスの実施形態、システムの実施形態、または方法の実施形態として説明することがあるが、そのような例示的な実施形態は様々なデバイス、システム、および方法において実施することが可能であることを理解されたい。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】ネットワークアーキテクチャの例を示す図である。

【図2】アクセスネットワークの例を示す図である。

【図3】ユーザプレーンおよび制御プレーンのための無線プロトコルアーキテクチャの例を示す図である。

【図4】LTEパケット交換ネットワークの例において動作する通信デバイスにおいて実装されてもよいプロトコルスタックの例を示す図である。

30

【図5】アクセスネットワークに配備された発展型NodeBおよびユーザ機器の例を示す図である。

【図6】デバイスの母集団に関する移動局送信電力を示すグラフである。

【図7】本明細書において開示するいくつかの態様による低電力デバイスのワイドエリアネットワークの例を示す図である。

【図8】本明細書において開示するいくつかの態様によるリソース拡散多元接続(RSMA)のシングルキャリア変形形態および直交周波数分割多重(OFDM)変形形態とともに使用されるエアインターフェースの動作を示す図である。

【図9】本明細書において開示するいくつかの態様によるRSMAのシングルキャリア変形形態およびOFDM変形形態向けの単一無線エアインターフェースの動作を示す図である。

40

【図10】緩和されたアップリンク同期を使用するいくつかの態様を示す図である。

【図11】マルチユーザ検出(MUD)方式の例を実施する装置を示す図である。

【図12】本明細書において開示するいくつかの態様によるネットワーク加入者領域に設けられた低電力デバイスのメッシュネットワークを示す図である。

【図13】本明細書において開示するいくつかの態様による、低電力デバイスのメッシュネットワークのスペクトル割振りと、メッシュネットワークにおいて低電力デバイスを発見するためのタイミングの例を示す図である。

【図14】低電力デバイスのメッシュネットワークにおけるホップ当たりトラフィックトランザクションを示す図である。

【図15】本明細書において開示するいくつかの態様による、機会主義的リレーを使用す

50

る場合がある低電力デバイスのネットワークを示す図である。

【図16】本明細書において開示するいくつかの態様による、低電力デバイス用の通信オプションに関するネットワーク性能を示す図である。

【図17】本明細書において開示するいくつかの態様による、5Gネットワークにおける物理レイヤまたはメディアアクセスレイヤの適合を示す図である。

【図18】本明細書において開示するいくつかの態様に従って設けられたエッジレスインターネットオブエブリシングネットワーキング環境を示す図である。

【図19】本明細書において開示するいくつかの態様による、フレキシブル周波数分割複信向けの無線構成の例を示す図である。

【図20】本明細書において開示するいくつかの態様に従って適合されてもよい処理回路を使用する装置の例を示すブロック図である。 10

【図21】本明細書において開示するいくつかの態様によるワイヤレス通信の第1の方法のフローチャートである。

【図22】本明細書において開示するいくつかの態様によるワイヤレス通信の第2の方法のフローチャートである。

【図23】本明細書において開示する1つまたは複数の態様による装置に関するハードウェア実装形態の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

添付の図面に関して以下に記載する詳細な説明は、様々な構成について説明することを目的としたものであり、本明細書において説明する概念が実践される場合がある唯一の構成を表すことは目的としたものではない。詳細な記述は、様々な概念を完全に理解することを目的とした具体的な詳細を含む。しかしながら、これらの概念がこれらの具体的な詳細なしに実践される場合があることは当業者に明らかであろう。場合によっては、そのような概念を曖昧にするのを避けるために、よく知られている構造および構成要素がプロック図の形で示される。 20

【0014】

概説

本開示のいくつかの態様は、ワイヤレスアクセスマルチホップネットワークのエンティティとの長距離通信を可能にする動作モードをサポートするように動的に再構成することができる単一無線エアインターフェースを含むワイヤレスデバイスに関する。このデバイスは、ワイドエリアネットワークのエンティティから受信されるシグナリングに基づいて1つまたは複数の無線インターフェースのタイミングおよびスケジューリングを同期させることができるように、本明細書において開示するいくつかの態様に従って適合されてもよい。このエンティティは、たとえば、認可されたワイヤレスネットワークにおける基地局などのスケジューリングエンティティであってもよい。メッシュネットワーク通信のタイミングおよびスケジューリングは、ワイドエリアネットワーク通信のタイミングおよびスケジューリングと同期されてもよい。ワイドエリアネットワーク通信のタイミングおよびスケジューリングは、エンティティから受信されるダウンリンク信号から判定されてもよい。ダウンリンク信号において送信されるスケジューリング情報に基づいて、メッシュネットワーク上のデバイス間の送信を調整するスケジュールが確立され、構成され、ならびに/あるいは調整されてもよい。 30

【0015】

たとえば、機器、環境条件、前提、プロセスなどの管理および監視を含む様々な機能を実行するために、向上を続ける通信機能および処理機能を有する低電力デバイスのネットワークが使用されてもよい。低電力デバイスのネットワークが、無認可周波数を利用するメッシュネットワークを通して接続される場合がある。低電力デバイスのネットワークは集中管理が行われないことが多い。場合によっては、データが利用可能になったときにそのデータがアドホック接続を介して送信されることがある。低電力デバイスのネットワークにおける活動は、たとえば、監視サーバに接触する期間として不正確な期間を定義する 40

場合がある大まかに定義されたスケジュールに従って調整されることがある。

【0016】

本明細書において開示するいくつかの態様によれば、セルラー電気通信ネットワークなどの認可されたワイドエリアネットワークに接続されているかまたは接続することができ、さらに低電力デバイスのネットワークに接続される場合がある通信デバイスについてスケジューリングおよび調整が行われる。

【0017】

一例では、メッシュネットワークにおける複数のデバイスは、メッシュネットワーク内の複数のデバイスの各々がエンティティによって送信されるスケジューリング情報を受信できるように、ワイドエリアネットワークのエンティティの範囲内に位置してもよい。さらに、エンティティによって送信されるスケジューリング情報は、各デバイスが、エンティティのタイミングをより正確に追跡しながらに/あるいはメッシュネットワーク内の他のデバイスに対する遅延を相殺するように各デバイスの内部メッシュネットワークスケジュールを調整するのを可能にする追加タイミング情報を各デバイスに供給してもよい。したがって、メッシュネットワークデバイスは、メッシュネットワーク全体にわたって同期されるメッシュネットワークスケジュールを正確にかつ確実に確立または判定する場合がある。距離に起因して直接通信することのできない2つのデバイスの両方がワイドエリアネットワークのエンティティからスケジューリング情報を受信できるとき、これらのデバイスがこの距離にもかかわらず、同期したメッシュネットワークスケジュールを維持する場合がある。

【0018】

メッシュネットワークスケジュールは、ワイドエリア送信スケジュールとの矛盾を回避するように構成されてもよい。たとえば、第1のデバイスは、メッシュネットワーク上で通信できるように構成されてもよく、ワイドエリアネットワークは、第1のデバイスがワイドエリア通信に対してアイドル状態であるときにデバイスが第2のデバイスと通信するのを可能にするメッシュネットワークスケジュールを確立してもよい。場合によっては、第1のデバイスは、単一無線エアインターフェースをメッシュネットワークとワイドエリアネットワーク通信の両方に使用することによって電力を節約してもよい。

【0019】

次に、電気通信システムのいくつかの態様を、様々な装置および方法を参考しながら提示する。これらの装置および方法について、以下の詳細な説明において説明し、様々なブロック、モジュール、構成要素、回路、ステップ、プロセス、アルゴリズムなど(「要素」と総称される)によって添付の図面に示す。これらの要素は、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはこれらの任意の組合せを使用して実装されてもよい。そのような要素がハードウェアとして実装されるのか、それともソフトウェアとして実装されるのかは、特定の適用例および全体的なシステムに課された設計制約によって決まる。

【0020】

例として、要素、もしくは要素の任意の部分、または要素の任意の組合せは、1つまたは複数のプロセッサを含む「処理システム」を用いて実装されてもよい。プロセッサの例は、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラマブル論理デバイス(PLD)、ステートマシン、ゲート論理、個別ハードウェア回路、および本開示全体にわたって説明される種々の機能を実行するように構成された他の適切なハードウェアを含む。処理システムの中の1つまたは複数のプロセッサは、ソフトウェアを実行してもよい。ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語と呼ばれるか、または他の名称で呼ばれるかにかかわらず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行可能ファイル、実行スレッド、プロシージャ、関数などを意味するように広く解釈されなければなら

10

20

30

40

50

ない。

【0021】

したがって、1つまたは複数の例示的な実施形態では、記載される機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せにおいて実現されてもよい。ソフトウェアにおいて実施される場合、機能は、コンピュータ可読媒体上の1つまたは複数の命令またはコードとして、記憶または符号化されてもよい。コンピュータ可読媒体はコンピュータ記憶媒体を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスするとのできる利用可能な媒体の任意の組合せを含んでもよい。

【0022】

本開示のいくつかの態様は、通信システムにおいて使用される低電力デバイスのネットワークに対処する。いくつかのシナリオでは、これらのデバイスは、第5世代(5G)以後のネットワークならびに第4世代1(4G)以前のネットワークを含む、より新しい世代の無線アクセス技術(RAT)において使用することができる。本明細書では、4G LTEネットワークアーキテクチャの構成および動作について、一例としてかつ複数のRATに適用される場合があるいくつかの態様の説明を簡略化することを目的として説明する。すなわち、たとえば、LTEネットワークのシナリオについて説明するが、本開示の態様は限定されない。むしろ、LTEネットワークのシナリオについての説明は、読者がいくつかの実装形態および実施形態を理解するのを助けるために行われる。

【0023】

次に、各図を参照する。図1は、LTEネットワークアーキテクチャ100を示す図である。LTEネットワークアーキテクチャ100は、発展型パケットシステム(EPS)100と呼ばれる場合がある。EPSは、1つまたは複数のユーザ機器(UE)102と、発展型UMTS地上波無線アクセスネットワーク(E-UTRAN)104と、発展型パケットコア(EPC)110と、ホーム加入者サーバ(HSS)120と、事業者のインターネットプロトコル(IP)サービス122とを含む場合がある。EPSは、他のアクセスネットワークと相互接続することができるが、説明を単純にするために、それらのエンティティ/インターフェースは図示しない。図示のように、EPSはパケット交換サービスを提供するが、当業者は、本開示全体にわたって提示される様々な概念が、回路交換サービスを提供するネットワークに拡張される場合があることを容易に諒解するであろう。

【0024】

E-UTRANは、発展型Node B(eNB)106と他のeNB108とを含む。eNB106は、UE102に向けてユーザプレーンプロトコル終端と制御プレーンプロトコル終端とを形成する。eNB106は、バックホール(たとえばX2インターフェース)を介して他のeNB108に接続されてもよい。eNB106は、基地局、トランシーバ基地局、無線基地局、無線トランシーバ、トランシーバ機能、基本サービスセット(BSS)、拡張サービスセット(ESS)と呼ばれるか、または他の何らかの適切な用語によって呼ばれることがある。eNB106は、UE102のためにEPC110へのアクセスポイントを形成する。UE102の例は、セルラーフォン、スマートフォン、セッション開始プロトコル(SIP)電話、ラップトップ、携帯情報端末(PDA)、衛星ラジオ、全地球測位システム、マルチメディアデバイス、ビデオデバイス、デジタルオーディオプレーヤ(たとえば、MP3プレーヤ)、カメラ、ゲーム機、タブレット、または他の任意の類似の機能デバイスを含む。UE102はまた、当業者によって、移動局、加入者局、モバイルユニット、加入者ユニット、ワイヤレスユニット、リモートユニット、モバイルデバイス、ワイヤレスデバイス、ワイヤレス通信デバイス、リモートデバイス、モバイル加入者局、アクセス端末、モバイル端末、ワイヤレス端末、リモート端末、ハンドセット、ユーザエージェント、モバイルクライアント、クライアントと呼ばれるか、または他の何らかの適切な用語によって呼ばれることがある。

【0025】

eNB106は、S1インターフェースによってEPC110に接続される。EPC110は、モビリティ管理エンティティ(MME)112と、他のMME114と、サービングゲートウェイ116と、パケットデータネットワーク(PDN)ゲートウェイ118とを含む。MME112は、UE102とEPC110との間のシ

10

20

30

40

50

グナリングを処理する制御ノードである。一般に、MME112は、ペアラおよび接続の管理を行う。すべてのユーザIPパケットは、サービングゲートウェイ116を通じて転送され、サービングゲートウェイ116自体は、PDNゲートウェイ118に接続される。PDNゲートウェイ118は、UEのIPアドレス割振り、ならびに他の機能を実現する。PDNゲートウェイ118は、事業者のIPサービス122に接続される。事業者のIPサービス122は、インターネット、インターネット、IPマルチメディアサブシステム(IMS)、およびPSストリーミングサービス(PSS)を含む場合がある。

【 0 0 2 6 】

図2は、LTEネットワークアーキテクチャにおけるアクセスネットワーク200の例を示す図である。この例では、アクセスネットワーク200は、いくつかのセルラー領域(セル)202に分割されている。1つまたは複数の低電力クラスeNB208は、セル202の1つまたは複数と重複するセルラー領域210を有してもよい。低電力クラスeNB208は、フェムトセル(たとえば、ホームeNB(HeNB))、ピコセル、マイクロセル、またはリモート無線ヘッド(RRH)とすることができる。マクロeNB204は各々、それぞれのセル202に割り当てられ、セル202中のすべてのUE206についてEPC110へのアクセスポイントを形成するように構成されている。アクセスネットワーク200のこの例では集中型コントローラはないが、代替的な構成では集中型コントローラが使用されてもよい。eNB204は、無線ペアラ制御、承認制御、モビリティ制御、スケジューリング、セキュリティ、およびサービングゲートウェイ116への接続性を含む、すべての無線関連機能を担当する。

【 0 0 2 7 】

アクセスネットワーク200によって採用される変調方式および多元接続方式は、展開されている特定の電気通信規格に応じて異なる場合がある。LTEの適用例では、OFDMがDL上で使用されSC-FDMAがUL上で使用されて、周波数分割複信(FDD)と時分割複信(TDD)の両方をサポートする。当業者が以下の詳細な説明から容易に理解するように、本明細書において提示される種々の概念は、LTEの適用例に適している。しかしながら、これらの概念は、他の変調技法および多元接続技法を利用する他の電気通信規格に容易に拡張されてもよい。例として、これらの概念は、エボリューションデータオプティマイズド(EV-DO)またはウルトラモバイルブロードバンド(UMB)に拡張されてもよい。EV-DOおよびUMBは、CDMA2000規格ファミリーの一部として第3世代パートナーシッププロジェクト2(3GPP2)によって公表されたエアインターフェース規格であり、CDMAを利用して移動局へのブロードバンドインターネットアクセスを可能にする。これらの概念はまた、Wideband-CDMA(W-CDMA)およびTD-SCDMAなどのCDMAの他の変形形態を使用するUniversal Terrestrial Radio Access(UTRA)、TDMAを採用するGlobal System for Mobile Communications(GSM(登録商標))、ならびにOFDMAを使用するEvolved UTRA(E-UTRA)、IEEE802.11(Wi-Fi)、IEEE802.16(WiMAX)、IEEE802.20、およびFlash-OFDMに拡張されてもよい。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、およびGSM(登録商標)については、3GPP団体による文書に記載されている。CDMA2000およびUMBについては、3GPP2団体による文書に記載されている。使用される実際のワイヤレス通信規格および多元接続技術は、具体的なアプリケーションおよびシステムに課される全体的な設計制約によって決まる。

【 0 0 2 8 】

eNB204は、MIMO技術をサポートする複数のアンテナを有してもよい。MIMO技術の使用により、eNB204は空間領域を活用して、空間多重化、ビームフォーミング、および送信ダイバーシティをサポートすることが可能になる。同じ周波数上でデータの異なるストリームを同時に送信するために、空間多重化が使用されてもよい。データストリームは、データレートを高めるために単一のUE206に送信されてもよく、あるいは全体的なシステム容量を増大させるために複数のUE206に送信されてもよい。これは、各データストリームを空間的にプリコーディングし(すなわち、振幅および位相のスケーリングを適用し)、次いで、空間的にプリコーディングされた各ストリームをDL上で複数の送信アンテナを通じて送信することによって実現される。空間的にプリコーディングされたデータストリームは、異なる空間シグネチャとともにUE206に到達し、これにより、UE206の各々は、そのUE206

10

20

30

40

50

に向けられた1つまたは複数のデータストリームを復元することが可能になる。UL上では、各UE206は、空間的にプリコーディングされたデータストリームを送信し、これにより、eNB204は、空間的にプリコーディングされた各データストリームの送信元を特定することが可能になる。

【0029】

空間多重化は一般に、チャネル状態が良好なときに使用される。チャネル状態がそれほど好ましくないとき、送信エネルギーを1つまたは複数の方向に集中させるために、ビームフォーミングが使用される場合がある。これは、複数のアンテナを通して送信するためにデータを空間的にプリコーディングすることによって達成することができる。セルのエッジにおいて良好なカバーレージを達成するために、単一ストリームビームフォーミング送信が、送信ダイバーシティと組み合わせて使用される場合がある。

10

【0030】

以下の発明を実施するための形態では、アクセスネットワークの様々な態様について、DL上でOFDMをサポートするMIMOシステムを参照しながら説明する。OFDMは、OFDMシンボル内のいくつかのサブキャリアにわたってデータを変調する技法である。サブキャリアは、厳密な周波数ごとに離間される。この離間は、レシーバがサブキャリアからデータを回復することを可能にする「直交性」をもたらす。時間領域では、OFDMシンボル間干渉をなくすために、各OFDMシンボルにガードインターバル(たとえば、サイクリックプレフィックス)が追加されてもよい。ULは、高いピーク対平均電力比(PAPR)を補償するために、DFT拡散OFDM信号の形態でSC-FDMAを使用してもよい。

20

【0031】

パケット交換ネットワークを含むネットワークは、複数の階層プロトコルレイヤにおいて構造化されてもよく、下位プロトコルレイヤは上位レイヤにサービスを提供し、各レイヤは異なるタスクを受け持つ。図3は、LTE実装形態におけるユーザプレーン用および制御プレーン用の無線プロトコルアーキテクチャの一例を示す図300である。UEおよびeNBのための無線プロトコルアーキテクチャは、レイヤ1、レイヤ2、およびレイヤ3という3つのレイヤによって示される。レイヤ1(L1レイヤ)は最下位レイヤであり、様々な物理レイヤ信号処理機能を実装する。L1レイヤは、本明細書において物理レイヤ306と呼ばれる。レイヤ2(L2レイヤ)308は、物理レイヤ306の上にあり、物理レイヤ306を介したUEとeNBとの間のリンクを担う。

30

【0032】

ユーザプレーンでは、L2レイヤ308は、メディアアクセス制御(MAC)サブレイヤ310と、無線リンク制御(RLC)サブレイヤ312と、パケットデータコンバージェンスプロトコル(PDCP)サブレイヤ314とを含み、それらはネットワーク側でeNBにおいて終端される。図示されていないが、UEは、L2レイヤ308の上にいくつかの上位レイヤを有することがあり、それらは、ネットワーク側のPDNゲートウェイ118において終端されるネットワークレイヤ(たとえば、IPレイヤ)と、接続の他端(たとえば、遠端UE、サーバなど)において終端されるアプリケーションレイヤとを含む。

【0033】

PDCPサブレイヤ314は、異なる無線ベアラと論理チャネルとの間で多重化を行う。PDCPサブレイヤ314はまた、無線送信のオーバーヘッドを低減するための上位レイヤデータパケットのヘッダ圧縮、データパケットの暗号化によるセキュリティ、およびeNB間のUEのハンドオーバのサポートを実現する。RLCサブレイヤ312は、上位レイヤのデータパケットのセグメント化および再組立、紛失したデータパケットの再送信、ならびに、ハイブリッド自動再送要求(HARQ)に起因して順序が乱れた受信を補償するデータパケットの並べ替えを実現する。MACサブレイヤ310は、論理チャネルとトランスポートチャネルとの間で多重化を行う。MACサブレイヤ310はまた、1つのセル中の様々な無線リソース(たとえば、リソースロック)をUEの間で割り振ることを担当する。MACサブレイヤ310は、HARQ動作も担当する。

40

【0034】

50

制御プレーンでは、UEおよびeNBに関する無線プロトコルアーキテクチャは、制御プレーン用のヘッダ圧縮機能がないことを除いて、物理レイヤ306の場合もL2レイヤ308の場合も実質的に同じである。制御プレーンはまた、レイヤ3(L3レイヤ)の中に無線リソース制御(RRC)サブレイヤ316を含む。RRCサブレイヤ316は、無線リソース(すなわち、無線ペアラ)を取得すること、およびeNBとUEとの間のRRCシグナリングを用いて下位レイヤを構成することを担当する。

【0035】

ワイドエリアネットワークにおける無線リンクセットアップ

アクセス端末、UE、モバイルデバイスなどの通信デバイスは、登録、アタッチメント、プロビジョニング、および/またはプロシージャのうちの1つまたは複数を使用してWANを通じてサブスクリプションネットワークとの接続を確立してもよい。たとえば、LTEネットワークにおける無線リンクセットアップは、ネットワークへのアクセスを可能にするアクセスノードと通信デバイスとの間の1つまたは複数の無線ペアラの確立を含んでもよい。無線リンクセットアップは一般に、セキュリティアクティビ化交換を含む。セッションペアラは、論理ペアラまたは論理チャネルであってもよく、その場合、無線リンクを介して確立されてもよく、セッションペアラを介して1つまたは複数のサービスおよび/または通信が確立されてもよい。セッションペアラ、サービス、および/または通信は、1つまたは複数のセキュリティ鍵によってセキュアにされてもよい。セッションペアラセットアップの一部として、認証要求および/または1回または複数回の鍵交換が行われてもよい。LTE互換プロトコルに従って動作するネットワークでは、鍵が1つまたは複数のネットワークエンティティによって実現されるアルゴリズムに基づいて通信デバイスによって導出されてもよい。

【0036】

図4は、LTEパケット交換ネットワークにおいて動作する通信デバイスに実装されてもよいプロトコルスタックの一例を示す図である。この例では、LTEプロトコルスタック402は、物理(PHY)レイヤ404と、メディアアクセス制御(MAC)レイヤ406と、無線リンク制御(RLC)レイヤ408と、パケットデータコンバージェンスプロトコル(PDCP)レイヤ411と、RRCレイヤ412と、非アクセス層(NAS)レイヤ414と、アプリケーション(APP)レイヤ416とを含む。NASレイヤ414の下のレイヤは、しばしばアクセス層(AS)レイヤ403と呼ばれる。

【0037】

RLCレイヤ408は、1つまたは複数のチャネル410を含んでもよい。RRCレイヤ412は、接続状態とアイドル状態とを含む、ユーザ機器に関する様々な監視モードを実現してもよい。NASレイヤ414は、通信デバイスのモビリティ管理コンテキスト、パケットデータコンテキストおよび/またはそのIPアドレスを維持してもよい。プロトコルスタック402中に(たとえば、図示のレイヤの上、下、および/または中間に)他のレイヤが存在する場合があるが、説明のために省略されていることに留意されたい。たとえばRRCレイヤ412および/またはNASレイヤ414において無線/セッションペアラ413が確立されてもよい。最初、通信デバイスへの通信および/または通信デバイスからの通信は、セキュアでない共通制御チャネル(CCCH)を介して送信されてもよい(保護されないかまたは暗号化されない)。NASレイヤ414は、セキュリティ鍵を生成するために通信デバイスおよびMMEによって使用されてもよい。これらのセキュリティ鍵が確立された後、シグナリング、制御メッセージ、および/またはユーザデータを含む通信が専用制御チャネル(DCCH)を介して送信されてもよい。NASコンテキストは、サービス要求時、アタッチ要求時、およびトラッキングエリア更新(TAU)要求時に再使用されてもよい。

【0038】

図5は、アクセスネットワークにおいてUE550と通信しているeNB510のブロック図500である。DLでは、コアネットワークからの上位レイヤパケットが、コントローラ/プロセッサ575に供給される。コントローラ/プロセッサ575は、L2レイヤの機能を実現する。DLでは、コントローラ/プロセッサ575は、ヘッダ圧縮、暗号化、パケットのセグメント化および並べ替え、論理チャネルとトランスポートチャネルとの間の多重化、ならびに、様々な

10

20

30

40

50

優先度メトリックに基づくUE550への無線リソース割振りを行う。コントローラ/プロセッサ575はまた、HARQ動作、紛失したパケットの再送、およびUE550へのシグナリングを担う。

【 0 0 3 9 】

送信(TX)プロセッサ516は、L1レイヤ(すなわち、物理レイヤ)に関する種々の信号処理機能を実現する。信号処理機能は、UE650における前方誤り訂正(FEC)を容易にするためのコーディングおよびインターリービング、ならびに様々な変調方式(たとえば、2位相シフトキーイング(BPSK)、4位相シフトキーイング(QPSK)、M位相シフトキーイング(M-PSK)、多値直交振幅変調(M-QAM))に基づく信号コンスタレーションへのマッピングを含む。次いで、コーディングおよび変調されたシンボルが、並列ストリームに分割される。次いで、各ストリームは、OFDMサブキャリアにマッピングされ、時間領域および/または周波数領域において基準信号(たとえば、パイロット)と多重化され、次いで、逆高速フーリエ変換(IFFT)を使用して合成されて、時間領域のOFDMシンボルストリームを搬送する物理チャネルを生成する。OFDMストリームは、複数の空間ストリームを生成するために空間的にブリコーディングされる。チャネル推定器574からのチャネル推定値が、コーディングおよび変調方式を決定するために、ならびに空間処理のために使用されてもよい。チャネル推定値は、UE550によって送信された基準信号および/またはチャネル状態フィードバックから導出されてもよい。その後、各空間ストリームは、別のトランスマッタ518TXを介して異なるアンテナ520に与えられる。各トランスマッタ518TXは、送信するためにそれぞれの空間ストリームにより無線周波数(RF)キャリアを変調する。

【 0 0 4 0 】

UE550において、各レシーバ554RXは、そのそれぞれのアンテナ552を介して信号を受信する。各レシーバ554RXは、RFキャリア上に変調された情報を復元し、情報を受信(RX)プロセッサ556に供給する。RXプロセッサ556は、L1レイヤの種々の信号処理機能を実現する。RXプロセッサ556は、情報に関する空間処理を実行して、UE550宛てのあらゆる空間ストリームを再生する。複数の空間ストリームがUE550宛てである場合、それらの空間ストリームはRXプロセッサ556によって単一のOFDMAシンボルストリームとして合成されてもよい。次いで、RXプロセッサ556は、高速フーリエ変換(FFT)を使用して、OFDMAシンボルストリームを時間領域から周波数領域に変換する。周波数領域信号は、OFDM信号のサブキャリアごとに別個のOFDMシンボルストリームを含む。各サブキャリア上のシンボル、および基準信号は、eNB510によって送信された最も可能性の高い信号コンスタレーションポイントを判定することによって、復元され復調される。このような軟判定は、チャネル推定器558によって計算されたチャネル推定値に基づいてもよい。次いで、物理チャネル上でeNB510によって元々送信されたデータおよび制御信号を復元するために、軟判定が復号されデインタリープされる。その後、データ信号および制御信号は、コントローラ/プロセッサ559に与えられる。

【 0 0 4 1 】

コントローラ/プロセッサ559はL2レイヤを実装する。コントローラ/プロセッサは、プログラムコードおよびデータを記憶するメモリ560に関連付けることができる。メモリ560は、コンピュータ可読媒体と呼ばれることがある。ULでは、コントローラ/プロセッサ559が、コアネットワークからの上位レイヤパケットを復元するために、トランSPORTチャネルと論理チャネルとの間の逆多重化、パケット再組立、暗号化解除、ヘッダ圧縮解除、制御信号処理を行う。次いで、上位レイヤパケットはデータシンク562に供給され、データシンク562はL2レイヤの上のすべてのプロトコルレイヤを代表する。様々な制御信号も、L3処理を行えるようにデータシンク562に供給されてもよい。また、コントローラ/プロセッサ559は、HARQ動作をサポートするために、肯定応答(ACK)および/または否定応答(NACK)プロトコルを使用する誤り検出も担う。

【 0 0 4 2 】

ULでは、データソース567は、上位レイヤパケットをコントローラ/プロセッサ559に与えるために使用される。データソース567は、L2レイヤの上のすべてのプロトコルレイヤ

10

20

30

40

50

を代表する。eNB510によるDL送信に関して説明した機能と同様に、コントローラ/プロセッサ559は、ヘッダ圧縮、暗号化、パケットのセグメント化および並べ替え、ならびに、eNB510による無線リソース割振りに基づく論理チャネルとトランスポートチャネルとの間の多重化を行うことによって、ユーザプレーン用および制御プレーン用のL2レイヤを実現する。また、コントローラ/プロセッサ559は、HARQ動作、失われたパケットの再送、およびeNB510へのシグナリングも担う。

【 0 0 4 3 】

eNB510によって送信された基準信号またはフィードバックから、チャネル推定器558によって導出されたチャネル推定値は、適切なコーディングおよび変調方式を選択するとともに空間処理を容易にするために、TXプロセッサ568によって使用され得る。TXプロセッサ568によって生成された空間ストリームは、別のトランスマッタ554TXを介して異なるアンテナ552に与えられる。各トランスマッタ554TXは、送信するためのそれぞれの空間ストリームによってRFキャリアを変調する。10

【 0 0 4 4 】

UL送信は、eNB510において、UE550におけるレシーバ機能に関連して説明したのと同じようにして処理される。各レシーバ518RXは、そのそれぞれのアンテナ520を通じて信号を受信する。各レシーバ518RXは、RFキャリア上に変調されている情報を復元し、その情報をRXプロセッサ570に供給する。RXプロセッサ570は、L1レイヤを実現してもよい。

【 0 0 4 5 】

コントローラ/プロセッサ575はL2レイヤを実現する。コントローラ/プロセッサ575は、プログラムコードおよびデータを記憶するメモリ576に関連付けることができる。メモリ576は、コンピュータ可読媒体と呼ばれることがある。ULでは、コントローラ/プロセッサ575が、UE550からの上位レイヤパケットを復元するために、トランスポートチャネルと論理チャネルとの間の逆多重化、パケット再組立、暗号化解除、ヘッダ圧縮解除、制御信号処理を行う。コントローラ/プロセッサ575からの上位レイヤパケットは、コアネットワークに供給される場合がある。コントローラ/プロセッサ575はまた、ACKプロトコルおよび/またはNACKプロトコルを使用してHARQ動作をサポートする誤り検出を担う。20

【 0 0 4 6 】

上述のように、出願人は、例示的なLTE型ネットワークについて説明し、いくつかの実装形態に関する基礎情報をユーザに示した。以下において、出願人は、メッシュネットワークおよびワイドエリアネットワークを介して通信する低電力デバイスにおける動的に再構成可能な無線エアインターフェースに関する1つまたは複数の特徴を組み込んださらなる通信ネットワークデバイス、方法、およびシステムを有効化し実現するさらなる概念、実装形態、および実施形態について説明する。30

【 0 0 4 7 】

低電力デバイスのワイドエリアネットワーク

様々な場所においてネットワークアクセスが可能になり、ますます数が増している機器およびセンサにワイヤレス通信機能が設けられているので、そのようなワイヤレス対応機器およびセンサへのアクセスの改善が引き続き要求されている。機器およびセンサは一般に、低電力ワイヤレストラムスマッタを備え、従来、物理的範囲が限られており、数百メートル未満である場合があるローカルエリアネットワークに接続されるように構成される。ワイヤレス対応機器およびセンサの大部分は、たとえば、認可RFスペクトルを使用する電気通信事業者によって運営される場合があるWANにおいて直接アクセスするには電力が不十分である。40

【 0 0 4 8 】

WANでは一般に、各デバイスは、キロメートル単位で測定されたカバレージの半径を有する場合がある基地局またはスマートセルにアクセスするうえで十分に高い電力によって送信する必要がある。一例では、デバイスは、基地局にアクセスするうえで23dBm以上の電力レベルにおいて送信することが必要になる場合がある。図6は、累積分布関数(CDF)によって測定されたデバイスの母集団に関する移動局(MS)送信電力を示す、CDMA開発者グル

ープによるグラフである。リンクを成立させるのに必要な中央値送信電力はたいていのユーザの場合約-2dBm以下であるが、低電力デバイスに追加損失が生じると、たとえば、デバイス上のPAが取り外されることによって予期される20dBのアップリンク損失が生じると、ネットワークにおけるノードのほぼ半数がピーク電力で動作する場合があり、場合によつては、現在の最小データ転送速度要件を成立させることができなくなることが観測されよう。

【0049】

リンクを成立させるのに必要な送信電力を0dBmに低減させると、たとえば、より低電力のデバイスがWANにおいて動作するのを可能にすることができますが、アップリンクを成立させるのに長時間の送信が必要になる場合があり、それによって、追加の電力増幅器を使用する場合よりも全体的なエネルギー効率が低くなることがある。低電力デバイスをWANに接続するための従来の手法は、断片化されており、無認可のメッシュネットワークの様々な構成要素およびセルラーアクセスを含む。

【0050】

本明細書において開示するいくつかの態様に従って設けられる管理された通信システムは、低電力デバイスのワイドエリアネットワークをサポートして直接的なメッシュネットワーキングを効率的に有効化することができる。この管理された通信システムでは、基地局への長距離ワイヤレス通信リンクと低電力デバイス間の短距離メッシュリンクとの両方に關して单一の再構成可能な無線エアインターフェースが設けられてもよい。低電力デバイスは、本明細書において説明するように1つまたは複数のRSMAインターフェースをサポートしてもよい。一例では、周波数領域リソースおよび/または時間領域リソースを介してデータを符号化するのに使用される場合がある低レートチャネルコードを使用して多重アクセスが実現されてもよい。いくつかの態様によれば、低電力デバイスからのアップリンク通信を伝達するのにメッシュネットワーキングが使用されてもよく、データおよび制御情報を低電力デバイスに送信するためにワイドエリアネットワークによって直接ダウンリンク送信が使用されてもよい。いくつかの態様によれば、管理された直接的なメッシュアクセス環境では認可FDDスペクトルがフレキシブルに使用されてもよい。

【0051】

メッシュリンクおよび直接リンク用の单一無線エアインターフェース

図7は、本明細書において開示するいくつかの態様に従ってアップリンクメッシュダウンリンク直接(UMDD)通信を使用するように構成される場合がある低電力デバイスのワイドエリアネットワーク700の例を示す図である。低電力デバイスのワイドエリアネットワーク700は、直接通信リンク718、720およびメッシュネットワーク接続728、730、732全体にわたって適合可能なRSMA方式を使用してもよい。低電力デバイスのワイドエリアネットワーク700は、インターネット704を含んでもよく、インターネットオブエブリシング(IoE)またはモノのインターネット(IoT)と呼ばれることがある。

【0052】

デバイスは、いくつかの特徴を有する低電力デバイスと見なされてもよい。たとえば、デバイスは、認可された無線アクセスネットワークにおける基地局またはその他のエンティティによってデバイスの送信が無視される電力レベルしきい値よりも低い電力レベルにおいて送信するときは低電力デバイスであってもよい。低電力デバイスは、通信範囲を制限することができるデバイスの最大送信電力に従って分類されてもよい。たとえば、IEEE802.15.4規格は一般に、送信範囲が10メートル未満であるネットワークにおいて使用され、最小電力レベルを-3dBm(0.5mW)に定めており、送信電力は、アプリケーションに応じて0dBm(1mW)、4dBm(2.5mW)、または20dBm(100mW)に限定される。電力レベルの判定は、有効放射電力または等価放射電力(ERP)、あるいは実効等方放射電力(EIRP)に基づいてもよい。ERPは、システム損失およびシステム利得を算出することによって取得される標準化された理論測定値として理解されてもよい。EIRPは、ビームフォーミングおよびその他の出力電力濃縮係数を考慮するために使用されてもよい。一例では、複数の低電力デバイス706、708、710、712、714の各々が、IoEデバイスと呼ばれることがあり、送信電力が0dBmに低減

10

20

30

40

50

される場合がある。

【0053】

いくつかの例では、デバイスは、スケジューリングエンティティおよび/またはワイドエリアネットワーク内のその他のデバイスによって検出されないことが算出または予期される電力レベルにおいて送信するときに低電力デバイスと見なされてもよい。いくつかの例では、低電力デバイスの送信電力としては、しきい値電力レベルよりも低い送信電力が選択される場合がある。しきい値電力レベルは、事前定義されるかまたはネットワークエンティティによって設定されてもよく、ならびに/あるいは1つまたは複数のアクセス端末、基地局、スケジューリングエンティティ、またはその他のデバイスから受信される測定値およびその他の情報から算出されてもよい。しきい値電力レベルとしては、ワイドエリアネットワークにおけるエンティティによって低電力デバイスによる送信が受信された場合にそれをワイドエリアネットワークにおけるエンティティに無視させるレベルが算出されてもよい。一例では、しきい値電力レベルは、スケジューリングエンティティ、基地局などにおいて検出可能な受信電力レベルに相当する最小送信電力レベルとして算出されてもよい。別の例では、しきい値電力レベルは、スケジューリングエンティティ、基地局などによって無視またはフィルタ処理されることのない信号に関する受信電力レベルに相当する最小送信電力レベルとして算出されてもよい。場合によっては、低電力デバイスによって送信される低電力信号がスケジューリングエンティティまたはワイドエリアネットワークにおける他のエンティティによって検出されてもよい。場合によっては、スケジューリングエンティティまたはワイドエリアネットワークにおける他のエンティティは、第1の低電力デバイスによって第2の低電力デバイスに送信される検出信号を干渉信号として扱ってもよく、そのような干渉信号をフィルタ処理してもよい。

10

20

【0054】

いくつかのIoEデバイス706、708は、基地局702との直接的なアップリンク接続およびダウンリンク接続718、720を確立してもよい。一例では、IoEデバイス708、708は、单一キヤリア波形を介して低レートコーディングを使用して基地局702に接続してもよい。IoEデバイス706、708、710、712、714間のメッシュ通信をサポートするためにRSMAのマルチキヤリアOFDM変形形態が使用されてもよい。RSMAは、IoEデバイス706、708、710、712、714のレイテンシおよびオン時間を短縮する場合がある非スケジュール(非同期)送信をサポートすることができる。

30

【0055】

ネットワーク700における直接通信は、様々な特性を有することができる。たとえば、メッシュ接続されたIoEデバイス710、712、714からのアップリンク通信は、直接接続されたIoEデバイス706、708をメッシュ接続されたIoEデバイス710、712、714と相互接続するメッシュネットワーク接続728、730、732を通じて伝達されてもよい。メッシュ接続されたIoEデバイス710、712、714は、基地局702から直接ダウンリンク信号722、724、726を受信してもよい。この例では、1つのIoEデバイス708が他のIoEデバイス710、712、714用のアグリゲータとして働いてもよい。基地局702および/またはメッシュネットワークの別のノードに近接していることに基づき、電力が利用可能であることに基づき、ならびに/あるいはメッシュネットワークの他のノードとの交渉の後に、IoEデバイス708がアグリゲータとして選択されてもよい。

40

【0056】

メッシュネットワーク接続728、730、732および直接通信リンク718、720において同じ無線アクセス技術(RAT)が使用されてもよい。たとえば、RSMAは、シングルキャリア変形形態およびOFDM変形形態を実現してもよい。シングルキャリア変形形態は有利なことに、基地局702との直接通信に使用されてもよく、一方、OFDMはメッシュネットワークに好適である場合がある。一例では、メッシュネットワーク接続728、730、732および直接通信リンク718、720は、RSMAの一例としてシングルキャリア波形を介して拡散コードを使用してもよい。メッシュネットワーク接続728、730、732は、直接通信リンク718、720に対してスケーリングされ数値的に関係付けられてもよい。一例では、OFDMは、ネスト化された

50

タイムラインおよびスケーリングされたシンボル持続時間とともに使用されてもよい。RSMAのOFDM変形形態は、衝突が存在する場合にロバストネスを実現する場合があり、OFDM変形形態におけるシンボルサイズは、シングルキャリア変形形態、ここでは周波数領域均等化によるシングルキャリア波形(SC/FDE)よりも時間が短い場合がある。一例では、より小さいシンボルサイズを有するOFDMを使用すると、IoEデバイス706、708、710、712、714が受信された信号を処理して休止モードにより迅速に戻るのが可能になり、それによって電力消費量が低減する。場合によっては、電力を節約するために、複数のIoEデバイス708、712を通過するIoEデバイス714とのマルチホップリンク730/732が事前スケジュールされててもよい。

【0057】

いくつかの例では、IoEデバイス706、708、710、712、714は、基地局702とメッシュネットワークを介して(メッシュ波形)通信しあつ直接(直接波形)通信するための単一の構成可能な無線エアインターフェースを使用してもよい。直接波形(直接通信リンク718、720参照)が大半径ネットワーキング周波数選択性をサポートしてもよい。メッシュ波形は、より短距離のメッシュネットワーク接続728、730、732をサポートしてもよい。メッシュ波形は直接波形のタイムラインに適合してもよい。直接波形のタイムラインとの適合には、同様の数値またはスケーリングされた数値を使用して単純な再構成された無線およびモデムを取得することを含めてもよい。場合によっては、メッシュネットワークと直接ネットワークとの間の適合性により、IoEデバイス706、708、710、712、714はセルラープロードキャストを効率的に復調することが可能になる。単一無線エアインターフェースは、直接通信リンク718、720とメッシュネットワーク接続728、730、732の両方を介した統合された多元接続を可能にしてもよい。

【0058】

RSMAは、時間リソース要素および/または周波数リソース要素を含むリソース要素を介してデータを拡散させシグナリングを制御してもよい。シングルキャリアRSMAが使用されるとき、たとえば、データは時間領域リソース要素またはチップを介して拡散されてもよい。TDDシステムでは、フレームが事前定義された数のチップによって構成されたスロットに分割されてもよい。一例では、10msフレームが、各スロットが2560個のチップを有する15個のスロットに分割されてもよい。OFDMシステムでは、周波数領域リソース(サブチャネル)および時間領域リソースを拡散に利用することができる。単一無線エアインターフェースは、RSMAのシングルキャリア変形形態とOFDM変形形態とを切り替えるように構成されてもよい。単一無線エアインターフェースは、サポートすべき帯域がより少ない実装形態を含め、RFフロントエンドコストを最小限に抑えることができる。サポートされる帯域幅には、認可された帯域と無認可のより低い帯域とを含めてもよい。

【0059】

図8は、本明細書において開示するいくつかの態様による、単一エアインターフェース802に関する2つの構成800、820を示す。第1の構成800では、エアインターフェース802は、コーディングされたビットを時間領域リソースリソース要素を介して拡散させるRSMAのシングルキャリア変形形態向けに構成されてもよい。RSMAは、妥当なローディング特性を有する許可不要の送信を可能にする低レートコーディングを使用して実現されてもよい。RSMAのシングルキャリア実装形態は、マルチキャリア実装形態に対してPAPRが低くなることを特徴とする場合がある。シングルキャリアRSMAは、たとえば遠くの基地局との通信に使用されてもよい。第1の構成800では、エアインターフェース802の入力804がコーダ806に供給される。コーダは、低コードレートで動作してもよく、コードレートはコードのチップレートとして定義されてもよく、コードのチップレートは、コードが送信または受信される1秒当たりチップ数として表されてもよい。コーダ806の出力は、場合によっては、スプレッダおよび/またはスクランbler810によって拡散される前にインターリーバ808によってインターリーブされてもよい。得られた拡散信号が、出力816を取得するためにアップコンバートされる(814)前に、CPモジュールまたは回路812によってサイクリックプレフレックス(CP)が付加される。

10

20

30

40

50

【0060】

第2の構成820では、エAINターフェース802は、RSMAのOFDM変形形態向けに構成されてもよい。ダウンリンク通信リンクおよびメッシュ通信リンクにRSMAのOFDM変形形態が使用されてもよい。OFDMを使用すると、送信チェーンと受信チェーンとの間で対称的な複雑さが生じる場合がある。たとえば、高速フーリエ変換(FET)処理と逆高速フーリエ変換(IF FT)処理が、レシーバに集中するのではなく、送信チェーンと受信チェーンとの間で分割される場合がある。OFDMはシングルタップ均等化を可能にし、一方、低レートコーディングを使用すると、マルチユーザ干渉に対するロバストネスが実現され、それによって最も強力な信号が復号可能になる。第2の構成820では、エAINターフェース802の入力804がコード806に供給され、コード806の出力は場合によっては、スプレッダおよび/またはスクランブル810によって拡散される前にインターリーバ808に供給されてもよい。この構成820では、スプレッダおよび/またはスクランブル810によって出力された信号シーケンスは、直並列変換器822において並列に変換される。これにより、IFFT824による適切な処理によってOFDM波形におけるそれぞれに異なるサブチャネルを介して並列信号を送信することができる。IFFT824の出力は、再び直列信号に変換し直すことができるよう並直列変換器826に供給される。最後に、得られた周波数拡散信号が、出力828を取得するためにアップコンバートされる(814)前に、CPモジュールまたは回路812によってCPが付加される。

10

【0061】

図8に示すように、コーディング方式の様々な変形形態をサポートするように単一無線を構成することができる。コード806、インターリーバ808、およびスプレッダおよび/またはスクランブル810を使用して、コーディングされた信号を時間リソースまたは周波数リソースを介して拡散させるように動作する「波形フロントエンド」を供給することによって、共通リソース拡散コーディング方式が実施されてもよい。このコーディング方式は、低密度パリティチェック(LDPC)コード、または共有拡散スペクトルおよび/またはマルチパスネットワークにおいて使用するのに好適なその他のコーディング方式であってもよい。そのような低レートコードを使用し、その後、OFDM実装形態またはシングルキャリア実装形態を選択することのできる構成可能な変調段階を実行することによって、単一無線デバイスが基地局などのスケジューリングエンティティとのメッシュ通信と直接通信の両方をサポートするのが可能になる。メッシュネットワークに配備されるモバイルデバイスは、そのような無線デバイスを備え、このモバイルデバイスのクラスの他のデバイスおよびより遠くの基地局と通信してもよい。

20

【0062】

無線エAINターフェースは、コーディング方式の1つまたは複数の変形形態をサポートするための単一無線の動的再構成を有効化するように、本明細書において開示するいくつかの態様に従って適合されてもよい。一例では、動的に再構成可能な無線エAINターフェースは、第1の構成においてRSMAのシングルキャリア変形形態を使用して通信し、第2の構成においてRSMAのOFDM変形形態を使用して通信するように組み合わせることのできる回路およびモジュールを含んでもよい。いくつかの例では、動的に再構成可能な無線エAINターフェースは、それぞれに異なる波形とともに使用することができる様々な低レートコーディング方式をサポートしてもよい。

30

【0063】

図9は、シングルキャリアRSMAおよびマルチキャリアRSMAをサポートする場合がある構成可能な波形フロントエンドによるRSMAに使用される単一無線エAINターフェース902の例を示す概略ブロック図900である。一例では、エAINターフェース902は、シングルキャリアRSMAおよびOFDM RSMAによって動作できるように構成されてもよい。エAINターフェース902は、第1の動作モードではシングルキャリアRSMAをサポートし、第2の動作モードではマルチキャリアRSMAをサポートしてもよい。多くの事例では、RSMAエAINターフェース902は、選択された動作モードに基づいて再構成されならびに/あるいは再使用されてもよい。

40

【0064】

50

RSMAエインターフェース902は、シングルキャリアRSMA動作モードおよびマルチキャリアRSMA動作モードの場合に概して図8に関して説明したように動作してもよい。すなわち、エインターフェース902の入力904はコード906に供給され、コード906は低コードレートで動作する場合がある。コード906の出力は、場合によっては、スプレッダおよび/またはスクランブル910によって拡散される前にインターリーバ908によってインターリーブされる。得られた拡散信号が、出力930を取得するためにアップコンバートされる(928)前に、CPモジュールまたは回路922によってサイクリックプレフィックス(CP)が付加される。

【 0 0 6 5 】

モード選択信号932が、RSMAエインターフェース902の動作モードを決定してもよい。
一例では、モード選択信号932は、ハードウェア、論理、およびソフトウェアの構成を制御してもよい。図示の例では、モード選択信号932は、多重化論理、分波論理、および/またはスイッチング論理912、926の動作を制御してもよい。モード選択信号932は、OFDM回路およびモジュール924が第2の動作モードではエインターフェース902の処理チェーンに挿入されるように、多重化論理、分波論理、および/またはスイッチング論理912、926を制御してもよい。

【 0 0 6 6 】

モード選択信号932は、1つまたは複数のスケジュールおよび/またはアプリケーションの要件に従ってRSMAエインターフェース902の動作モードを切り替えるのに使用してもよい。一例では、RSMAエインターフェース902を備えた通信デバイスは、WANのスケジューリングエンティティからスケジューリング情報を受信してもよい。モード選択信号932は、通信デバイスがWAN上でリッスンするかまたは別の場合には通信することが予期される、スケジューリング情報によって指定される時間に、RSMAエインターフェース902が第1の動作モード向けに構成されるように、WANのスケジューリングエンティティから受信されたスケジューリング情報に従ってプロセッサ、コントローラ、処理回路、ステートマシン、またはシーケンサによって制御されてもよい。別の例では、アプリケーションプロセッサが、WANを探索するかまたはWANに接続するために第1の動作モードを選択するようにモード選択信号932を動作させてもよい。別の例では、アプリケーションプロセッサが、メッシュネットワークを介して通信する第2の動作モードを選択するようにモード選択信号932を動作させてもよい。

【 0 0 6 7 】

RSMAエインターフェース902は他の動作モード向けに構成されてもよい。たとえば、無線エインターフェース902は、シングルキャリアRSMA接続とOFDM RSMA接続の両方を使用して2つ以上のエンティティ間でデータを伝達するのにシングルキャリア方式とマルチキャリア方式の組合せが利用される場合がある第3の動作モードにおいて動作してもよい。第3の動作モードでは、モード選択信号932は、(スプレッダおよび/またはスクランブル910によって出力される)拡散コーディングされたデータの第1の部分をシングルキャリアパス914に供給し、第2の部分をOFDM回路およびモジュール924に供給するように、多重化論理、分波論理、および/またはスイッチング論理912、926を制御してもよい。無線エインターフェース902は、第3の動作モードにおいて時間領域リソースと周波数領域リソースの組合せを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。第3の動作モードは、1つまたは複数の基地局および/またはメッシュネットワーク内の1つまたは複数のデバイスとのいくつかの種類の通信をサポートしてもよい。

【 0 0 6 8 】

いくつかの態様によれば、非同期RSMAを使用すると、IoEデバイスと基地局との間に低電力低レイテンシ直接リンクが形成されることによってIoEデバイスの性能を向上させることができる。図10は、常に基地局と同期されるとは限らないIoEデバイスに関連する大きいタイミングドリフトの後の短縮されたコールドスタートを含む、緩和されたアップリンク同期を使用することのいくつかの利点を示すタイミング図1000およびタイミング図1040を含む。いくつかの例では、10秒以上の期間の後に顕著なタイミングドリフトが生じる

10

20

30

40

50

場合があり、このとき、IoEデバイスの内部クロックの指定された許容差は100ppm(parts per million)クロックである。一例では、非同期RSMAは、要求メッセージおよび許可メッセージを交換せずに小さいペイロードおよび低いデータ転送速度に関するアップリンク送信を可能にしてもよい。より長時間のトランザクションでは再送信および閉ループ電力制御が必要になる場合がある。ダウンリンク通信は、全体的なタイミング基準を生成するために同期したままになる。IoEデバイスをアップリンク送信の前に送信アドバンスプロトコル向けに構成する必要はない。

【 0 0 6 9 】

図10において、第1のタイミング図1000は従来の同期動作を示す。IoEは、IoEに、ネットワークに送信すべきイベント情報を生成させるイベント1002を検出してもよい。このイベントは、内部イベントであってもあるいは外部イベントであってもよく、たとえば、タイムによって生成されてもよい。IoEは、IoEがネットワーク同期情報1006、1008を取得する場合があるリスニング期間1004を開始する。ネットワーク同期情報1006、1008は、周波数追跡同期1024およびフレーム同期1026に関する情報であってもよい。IoEは、IoEがシステム同期1028を取得するのを可能にする、ブロードキャスト1010、1012において送信されるパラメータを含む制御情報を受信してもよい。その場合、IoEは、要求メッセージ1014を送信し、リソースの許可情報とタイミングアドバンス情報を含む場合がある1つまたは複数の応答メッセージ1016を受信してもよい。IoEは次いで、アップリンク上の1つまたは複数のデータ送信1018においてイベント情報を送信してもよく、基地局がそのデータを受信してもよい。IoEは、イベント情報が適切に受信されたと判定する前にデータ送信が受信されたことについての肯定応答1020を待機してもよく、イベント情報が適切に受信されたと判定した時点で、IoEデバイスはスリープすることができる(1022)。

【 0 0 7 0 】

図10は、非同期RSMAリンクの動作を示す第2のタイミング図1040を含む。ここで、IoEは、イベント1042を検出した後にリスニング期間1044に入ってもよい。IoEは、ダウンリンク送信1046に基づいて周波数追跡同期1054を取得したときに、アップリンク上の1つまたは複数のデータ送信においてイベント情報を送信してもよく、基地局がそのデータを受信してもよい。IoEは次いで、イベント情報が適切に受信されたと判定する前にデータ送信が受信されたことについての肯定応答1052を待機してもよい。したがって、非同期RSMAシステムにおけるイベント1042によってトリガされるトランザクションは、同期システム上の同様のイベント1002よりも処理に必要な時間が著しく短くなる場合がある。異なるIoEからの非同期送信が受信される(たとえば、データ送信1048)期間の間に基地局において衝突が生じる場合がある。この期間は、2つのIoEデバイスに関する伝搬遅延の差に関係付くられてもよく、あるいはこの差に基づいて算出されてもよい。

【 0 0 7 1 】

RSMAに使用される単一無線エアインターフェース902は、認可されたワイヤレスアクセスマッシュネットワークのスケジューリングエンティティとのワイヤレス接続を1つまたは複数のメッセージネットワーク接続と同時に維持することがある。本明細書において開示する一例では、認可されたワイヤレスアクセスマッシュネットワークから受信されたスケジューリング情報がメッセージネットワーク内のスケジューリング通信に使用されてもよい。したがって、デバイスは、認可されたワイヤレスアクセスマッシュネットワークとの通信にデバイスが関与していないタイムスロットにおいてメッセージ通信をスケジュールしてもよい。このモードにおいて、ワイヤレスデバイスによって使用されるリソース拡散方式は、メッセージネットワーク上で通信する際に時間領域リソースと周波数領域リソースの両方を介してデータを拡散させることと見なされてよい。

【 0 0 7 2 】

場合によっては、デバイスは、認可されたワイヤレスアクセスマッシュネットワークとメッセージネットワークのスケジュールが調整されずならびに/あるいは同期されないときに、認可されたワイヤレスアクセスマッシュネットワークのスケジューリングエンティティとのワイヤレス接続を1つまたは複数のメッセージネットワーク接続と同時に維持することがある。このよ

10

20

30

40

50

うな例では、デバイスが認可されたワイヤレスアクセスネットワークとメッシュネットワークの両方において通信するように同時にスケジューリングされる衝突が生じる場合がある。衝突が生じると、デバイスは選択的に、一方のネットワーク上で通信するアプリケーション用の無線インターフェースへのアクセスを可能にし、他方のネットワーク上で通信する別のアプリケーションへのアクセスを拒否する場合がある。優先度、ネットワークの特性、サービス品質要件、電力バジェットに基づき、かつその他の理由に起因して、アクセスできるネットワークが選択される場合がある。一例では、デバイスと認可されたワイヤレスアクセスネットワークとの間の接続が切断される確率が高いとき、およびそのような接続を再確立すると、顕著な時間リソースおよび帯域幅リソースならびに/あるいはシステム電力が消費される可能性がある場合に、認可されたワイヤレスアクセスネットワークへのアクセスが選択されることがある。別の例では、レジリエンスの高いネットワーク接続を介して通信するアプリケーションへのアクセスが拒否される場合がある。すなわち、無線エアインターフェースへのアクセスについて、レジリエンスの低いネットワーク接続を介して通信が許可される場合があり、その場合、たとえば、レジリエンスの高いネットワーク接続に関して再送信方式がサポートされる。別の例では、メッシュネットワークがアドホック通信またはコネクションレス通信を行うときに、認可されたワイヤレスアクセスネットワークとの通信へのアクセスが許可される場合がある。

【0073】

いくつかの態様によれば、RSMAアップリンク多重アクセス設計は、サポートされるアクセス端末の数に関してフレキシブルであってもよい。このフレキシビリティは、より少ないオーバーヘッドおよびより短いスケジューリングレイテンシによって実現される場合がある。さらに、RSMAは、信号対雑音比(SNR)が低く、ライズオーバサーマル(RoT)制御が厳密に行われるチャネルに対する性能が高いという特徴を有する場合がある。RoTは、基地局において受信される総干渉と熱雑音の比に関係する。

【0074】

いくつかの態様によれば、RSMAネットワークにおけるUEは、事前登録されてもよく、シグネチャシーケンスを割り当てることができる。シグネチャシーケンスは、スクランブリングコード、インターリーブパターンなどを含んでもよい。UEによって使用すべき送信周波数帯域が指定されてもよい。場合によっては、トラフィックを時間領域においてより一様ならびに/あるいはより効果的に分散させるために目標起動時間がスケジュールされてもよい。

【0075】

動作時には、UEは、開ループ電力制御を使用し、たとえば、ダウンリンク受信電力を測定してアップリンクトランジット電力を判定してもよい。UEは次いで、データ送信の間に閉ループ電力制御に切り替えてよい。

【0076】

いくつかの態様によれば、1つまたは複数のマルチユーザ検出(MUD)方式が使用されてもよい。MUD方式は、たとえば、干渉を雑音として取り扱い、連続的な干渉消去および/またはジョイント反復復号(図11参照)を実行する手法を含む、1つまたは複数の手法を使用してもよい。5G RATを含むいくつかのRATは、すべての手法を有効化する場合がある。MUD方式は、直接リンクとメッシュリンクの両方に適用されてもよい。いくつかのMUD手法は、実質的なジッタが存在するときに検出を向上させることができる。

【0077】

いくつかの態様によれば、アクセスチャネルに関する通信とトラフィックチャネルを使用する通信との間に違いが設けられる。アクセスチャネルは一般に、トラフィックチャネルほど電力制御が厳密ではない。場合によっては、トラフィックチャネルの復号よりも前に復号された高電力アクセスチャネルプローブは取り消されてもよい。場合によっては、さらなるトラフィックチャネル復号および取消しが実行された後でアクセスチャネルを再使用することが可能である。

【0078】

10

20

30

40

50

いくつかの態様によれば、アップリンクアクセスプローブは、プリアンブルと特定の識別情報とを含んでもよい。プリアンブルと識別情報は時間領域において分離されてもよく、プリアンブルは、識別情報の送信が開始される前に送信される。識別情報は、IoEの一意のデバイス識別子(デバイスID)と、コードおよび/または変調フォーマットと、パイロットシーケンスのフォーマットとを含んでもよい。識別情報は、開ループ電力制御を使用して選択されてもよい。場合によっては、識別情報および/またはプリアンブルは、たとえばテイルバイティングコードおよび反復を使用してジョイント符号化することができる。

【 0 0 7 9 】

いくつかの態様によれば、アップリンク送信、ダウンリンク送信、およびメッシュ送信において使用されるトラフィックスロット構造が定義されてもよい。一例では、シングルキャリアパイロット、制御、および/またはトラフィックチャネルが時分割多重化されてもよく、この場合、パケットフレームを介して同じ送信電力が維持される。この種のトラフィックスロット構造は、BPSK変調、QPSK変調、および/または8-PSK変調ならびにそれらの変形形態によって、より低いPAPRを実現してもよい。パイロットはミッドアンブルにおいて送信されてもよい。ただし、実装形態によっては、2つの不連続なデータバーストを処理することには都合が悪い場合がある。

【 0 0 8 0 】

別の例では、OFDMパイロット、制御、および/またはトラフィックチャネルが、パケットフレームを介して時分割多重化され周波数分割多重化される。この手法の下では、PAPRは高くなるが、より優れた感度変調および/または復調を実現することができる。

【 0 0 8 1 】

場合によっては、トラフィック対パイロットリソース比を所望の動作点に基づいて調整することができる。高コーディング利得を実現し、したがって、必要な送信電力を低減させるために、低レートLDPCコードまたはターボコードなどの低レートEFCコードを使用してデータチャネルおよび/または制御チャネルが符号化されてもよい。

【 0 0 8 2 】

いくつかの態様によれば、電力を節約するために復調の複雑さを低減させてもよい。たとえば、簡略化されたアンテナダイバーシティがサポートされてもよく、あるいはアンテナダイバーシティがサポートされなくてもよい。HARQ送信の数が減らされてもよく、あるいはエラー制御がARQに依存してもよい。

【 0 0 8 3 】

チャネルコーディングに関するいくつかの電力節約オプションが利用可能である。たとえば、LDPCは簡略化されたデコーダによって使用されてもよい。反復復号メッセージビット幅およびノード関数がスケールダウンされてもよく、ならびに/あるいは全ビット演算についてビットフリッピングアルゴリズムによって復号を実行することができる。これらの電力節約方法および技術は、畳み込み符号化技術またはリードソロモン符号化技術などの従来の技術と比較しても遜色がない。

【 0 0 8 4 】

いくつかの例では、エアインターフェースの統合された構成は、単一無線との直接リンクおよびメッシュリンクをサポートする。各リンクは、リンク間で同じ波形および/または関連する数値もしくはスケーリングされた数値を使用して複雑さを低減させてもよい。短距離リンク上の電力を低下させるために複雑さのダウンスケーリングが行われてもよい。

【 0 0 8 5 】

いくつかの例では、メッシュネットワークおよび直接ネットワーク全体にわたって適合可能なRSMA方式が使用される。RSMAは、時間/周波数リソース全体にわたって拡散された情報ビットおよび付加ビットとともに使用されてもよい。RSMAは、シングルキャリア波形とマルチキャリア(たとえば、OFDM)波形の両方にわずかな修正を施したうえで適用されてもよい。

10

20

30

40

50

【0086】

いくつかの例では、スクランブリング、拡散、およびインターリープの任意の組合せが含まれられてもよい。シングルキャリア波形におけるPAPRを低減するためにパイロットおよび制御の時分割がサポートされてもよい。

【0087】

IoEデバイスネットワークに関するアップリンクメッシュ/ダウンリンク直接送信

本明細書の他の箇所において説明するように、RSMAを使用して通信するように構成されたIoEデバイスのネットワークは、アップリンク接続を成立させるには不十分な送信電力IoEを有するIoEデバイスを含む場合がある。たとえば、IoEデバイスは、0dBmに近い送信電力を有する場合がある。この説明では、IoEデバイスによる効率的な復号を可能にするのに十分な電力によってIoEデバイスにおいてダウンリンクを受信することができるよう、ある基地局がIoEデバイスの範囲内に位置していると仮定することができる。本明細書において開示するいくつかの態様は、メッシュネットワーク内のタイミングを基地局または他のネットワークエンティティによって無線アクセスネットワークに関して定義されたタイミングと揃え、同期させ、ならびに/あるいはこのタイミングに対して調整するのを可能にするシステム、装置、および方法を提供する。いくつかの例では、メッシュネットワークにおける第1のデバイスと第2のデバイスは、メッシュネットワークタイミングを基地局同期信号に基づかせることによって、互いの範囲外であるときに各デバイスのタイミングを同期させることができる。本明細書において開示するいくつかの態様は、IoEメッシュがアップリンク接続を成立させるのを可能にするシステム、装置、および方法を提供する。

10

【0088】

図12は、IoEデバイス1204、1206、および1208のメッシュネットワーク1218を示す図120を含む。基地局1202は、IoEデバイス1204、1206、1208によって受信することができるダウンリンクチャネルを形成してもよい。この例では、少なくとも1つのIoEデバイス1204が基地局1202とのアップリンク接続1210を確立している。IoEデバイス1204、1206、および1208の各々が基地局1202からのダウンリンク送信1214、1216を監視してもよい。この例では、2つのIoEデバイス1206、1208がアグリゲータIoEデバイス1204を使用してアップリンク上で通信する。

20

【0089】

30

いくつかの態様によれば、ダウンリンク周波数は、メッシュネットワーク1218における発見および調整に使用されてもよい。IoEデバイス1204、1206、1208は、電力制約アグリゲータおよび/またはプラグインアグリゲータを含んでもよい。

【0090】

図12は、加入者領域および機会主義的リレーに関するいくつかの態様を含む加入者領域1220における発見、接続性、およびトラフィックに関するいくつかの態様を示すメッシュネットワーク加入者領域1220を含む。加入者領域1220は、IoEデバイス1222、1224、1226、および1228を含む複数のIoEデバイスを含んでもよい。IoEデバイス1224、1226、1228は、電力制約アグリゲータおよび/またはプラグインアグリゲータを含んでもよい。

30

【0091】

加入者領域1220におけるIoEデバイス発見手順は、非常に短いメッセージおよび/または信号のブロードキャストを使用して実行されてもよい。一例では、ショートメッセージは、10バイトから100バイトの間のバイト数を含んでもよく、これらのメッセージは、IoEデバイス1222、1224、1226、1228のうちの1つまたは複数に関連する通信サービスをアドバタイズしてもよい。通信サービスには、リレーサービス、アグリゲータサービス、および/またはアクセスサービスを含んでもよい。非常に短いメッセージは、システム構成を伝搬させ、ならびに/あるいは同期に使用される信号を供給するのに使用されてもよい。加入者領域1220に関して構成された発見サブシステムは、事前定義されたタイムスケールに従って動作してもよい。一例では、発見サブシステムタイムスケールは、静的IoEデバイス1222、1224、1226、1228の場合、秒単位、10秒単位、または分単位で測定されてもよい

40

50

。

【0092】

発見は、様々な利用可能なモードのうちの1つにおいて実行されてもよい。一例では、IoEデバイス1222、1224、1226、1228はプルモードをサポートするように構成されてもよく、プルモードでは、発見は送信された問合せに応答して供給されるメッセージに基づいて動作する。別の例では、IoEデバイス1222、1224、1226、1228は、プッシュモードをサポートするように構成されてもよく、プッシュモードでは、IoEデバイス1222、1224、1226、1228が、IoEデバイス1222、1224、1226、1228に関して定義または構成されたスケジュールに従って周期的にアドバタイズメントを送信する。

【0093】

10

いくつかの態様によれば、発見は、マルチホップモードにおいて行われてもよく、それによって、加入者領域1220における1つまたは複数のIoEデバイス1222、1224、1226、1228によってアドバタイズメントが中継されてもよい。この発見プロセスは、構成可能でありかつフレキシブルであってもよく、一連のペイロードの範囲、および加入者領域1220におけるIoEデバイス1222、1224、1226、1228間のホップの数で測定されてもよい範囲が許容される。

【0094】

20

メッセージ波形に関して、発見メッセージの基本ユニットは、1ミリ秒期間において送信される1つまたは2つのリソースブロック(RB)を含んでもよい。RSMAのOFDM変形形態の場合、発見シグナリングは、サウンディング基準信号(SRS)プリアンブルと同様である場合があるプリアンブルを含んでもよい。

【0095】

30

引き続き図12を参照しながら、図13を参照すると、図13は、IoEメッセージに関するスペクトル割振り1300と、IoEメッセージ発見プロセスに対応するタイミング図1320の例とを示す。このスペクトルは、WAN IoEアップリンク非同期RSMAに関して割り当てられた周波数1302と、WAN IoE TDDメッセージアクセスおよびバーストアクセスに関して割り当てられた周波数1304と、5G公称サービスに関して予約された周波数1308とを含んでもよい。ガードバンドが5G公称サービス周波数1308をメッセージ関連周波数1302、1304から分離してもよい。発見期間1310の間、IoEデバイス1222、1224、1226、1228はメッセージシグナリングをリッスンしてもよく(1330)、WANシグナリングのリスニングを中断してもよい(1322)。発見期間は、トリガリングイベントによって開始されてもよく、トリガリングイベントは周期性を有してもよい。

【0096】

40

タイミング図1320は、発見期間1310に相当する。発見期間1310の持続時間、周期性、およびその他の特性は、ブロードキャスト制御メッセージにおいて供給されてもよい。IoEデバイス1222、1224、1226、1228を含む、IoEメッセージネットワーク加入者領域1220の各ノードは、WAN同期信号1324に従い、かつ少なくとも場合によってはWANパラメータ1326に従って時間的に揃えられてもよい。たとえば、無線エアインターフェースのいくつかの動作は、WAN同期信号に従って時間的に揃えられてもよい。発見期間1310中のある時点において、IoEデバイス1222、1224、1226、1228はアドバタイズメント1334を送信してもよい。各IoEデバイス1222、1224、1226、1228は、そのアドバタイズメントを異なる時間またはある無作為の時間に送信するように構成されてもよい。発見プロセスは、IoEデバイス間の送信および受信を伴うので、RSMA OFDM波形を使用すると有利である場合がある。RSMA OFDM波形は、情報を拡散させることができるリソースのサブセットをさらに組み込んでよい。

【0097】

発見は、分散リソース割振りを使用してもよい。衝突検出およびハンドリングが実施されてもよい。一例では、スロット付きアロハ法に従ってもよく、その場合、最も強いIoEデバイス1222、1224、1226、1228が優先される。応答は問合せに対するスレーブとして供給されてもよい。プロセスは、衝突検出による半永続的な選択を含んでもよい。

50

【0098】

発見の後に、IoEメッシュネットワーク1218の接続が構成されてもよい。2つ以上のエンドノード間に接続が確立されてもよく、その場合、エンドノードはIoEデバイス1222、1224、1226、1228を含んでもよい。さらに、IoEデバイス1222、1224、1226、1228の各々について経路選択が構成されてもよい。WANトラフィックについては、シングルホップ経路が選択されてもあるいはマルチホップ経路が選択されてもよい。経路は一般に、参加ノードによって維持される。経路の完全性がチェックされならびに/あるいは周期的に確認される。経路の完全性が問題である場合、経路に障害が生じた場合、あるいはより優れた経路が発見された場合、確立された経路が異なる経路に切り替えられてもよい。いくつかの態様によれば、接続性は発見よりも速い時間スケール上で作用する。

10

【0099】

図14は、ホップ当たりIoEメッシュトラフィックトランザクションを示す図1400である。固定ノードまたは低モビリティノードに関して半永続的スケジューリングが適用されてもよく、メッシュ内の同期はWANレベル同期に対して緩和されてもよい。

【0100】

いくつかの態様によれば、トラフィックトランザクションは、一連のウィンドウ1418内において行われる。各ウィンドウ1402は、クロックドリフトに対処し、データの同期および交換が行われる場合があるトランザクション間隔1422に十分な時間を確保するようなサイズを有してもよい。一例では、各IoEデバイス1222、1224、1226、1228は、各IoEデバイス1222、1224、1226、1228が起動してメッシュネットワーク1218上のリスニング期間1404を開始するスケジュールされた時間1406を特定するスケジュールとともに構成されてもよい。一般に、IoEデバイス1222、1224、1226、1228は、クロックドリフトに対処できるよう早期起動時間1416を設定するかまたは早い起動時間1416を実行するように構成されてもよい。起動時間1416が早い場合でも、IoEデバイス1222、1224、1226、1228が起動するのが遅くなる場合があるが、一般にスケジュールによって許可されるマージン内で起動することが諒解されよう。アグリゲートされたクロックドリフトは、たとえば、ACK1410によって送信されるタイミングアドバンス情報によって管理することができる。電力レベルのオーバーヘッドがWAN再同期にとって好都合であるときを含むいくつかの場合には、WAN同期が実行されてもよい。

20

【0101】

30

図15は、機会主義的UEリレーを使用する場合があるIoEネットワークを示す図1500である。IoEデバイスはセンサ1508、1510、1512を含んでもよい。1つまたは複数のセンサ1510は、基地局1502へのアップリンククリンクを成立させていてもよい。センサ1508、1510、1512は、本明細書において開示するようにメッシュネットワークにおいて構成されてもよい。いくつかの例では、センサ1508、1510、1512は基地局1502と機会主義的に通信してもよい。たとえば、第1のセンサ1508は第1のUE1504を通じて情報を中継してもよく、一方、第2のセンサ1512は第2のUE1506を通じて情報を中継してもよい。UE1504、1506は、センサ1508、1512の近傍を通過してもよい。

【0102】

40

機会主義的UEリレーには電力効率的な発見機構が使用されてもよい。発見は、狭帯域通信を使用して実行されてもよい。UE1520は発見ウィンドウ1526の間リッスンしてもよい。各センサ1522、1524は、発見ウィンドウ1526の間事前構成されたスロットまたはランダムスロットにおいてデータを送信してもよい。1つまたは複数のセンサ1522、1524からの送信を受信するUE1520は、受信したデータを同時に送信するかまたはできるだけ早く送信し、WANおよび1つまたは複数のセンサ1522、1524に対してアップリンクおよびダウンリンク上でACKを処理するように構成されてもよい。場合によっては、UE1520は、複数のセンサ1522、1524からのULデータをアグリゲートし、その後アグリゲートされたデータをWANに供給してもよい。したがって、センサ1522、1524によるアップリンクデータの送信とWANへの供給との間に遅延が生じる場合がある。WANは、アグリゲートされたデータを受信すると、WANダウンリンク上でセンサ1522、1524にACKをブロードキャストしてもよい。

50

【0103】

機会主義的UEリレーは、セキュリティ機構と関連付けられてもよい。リレーUE1504、1506とセンサ1508、1512は、ネットワーク事業者の署名付きの埋め込み証明書を使用して互いに認証してもよい。このセキュリティ機構は、顕著な処理オーバーヘッドおよびシグナリングオーバーヘッドを受ける場合がある。したがって、少なくとも場合によっては、リレーとセンサとの間においてセキュリティプロシージャは実施されず、潜在的な脆弱性および/または損害を回避するために他の機構が使用されてもよい。

【0104】

図16を参照する。本明細書において開示するいくつかの態様に従って適合されるシステム、装置、および方法によっていくつかの利点および利益がもたらされる場合がある。一例では、ネットワーク全体にわたって拡張されたカバレージおよび場合によってはより一様な電力消費が実現される場合がある。この例では、ネットワークは基地局1602と2つ以上のノード1604、1606とを含んでもよい。第1のノード1604と基地局との間の接続がシャドーイング1608によって損なわれる場合があり、それによって、シャドーイング1608は、第1のノード1604と基地局1602との間の直接リンクを第2のノード1606に対してXdBだけ低下させる。この例では、第1のノード1604は、メッシュネットワークおよび第2のノード1606を通じて基地局1602と選択的に通信してもよい。

10

【0105】

グラフ1610は、様々な通信オプションに関するネットワーク性能を示す。第1の曲線1612は、第2のノード1606がアグリゲータとして動作する通信を表し、第1のノード1604によって送信されるパケットの数は、第2のノード1606によって送信されるパケットの数によって決まる。第2の曲線1614は、相互メッシュベース通信と直接通信とを含む通信を表す。ここで、ノード1604、1606はそのそれぞれのパケットを送信することができ、各ノード1604、1606は他方のノード1606、1604のために中継することができる。第3の曲線1616は、各ノード1604、1606がそれ自体のパケットを処理する通信を表す。各ノード1604、1606によって送信されるパケットの数は、ノード1604、1606に関連するバッテリ電力およびリンク品質によって決まる。

20

【0106】

いくつかの例では、直接リンクおよびメッシュリンクは、大きいダウンリンク直接カバレージを活用することによって管理されてもよい。一例では、アドバタイズ発見期間が設けられ、この発見期間が開始される前に同期がとられてもよい。場合によっては、集中的なルーティング最適化更新が行われてもよい。

30

【0107】

いくつかの例では、直接リンクおよびメッシュリンクは、時間、周波数、および/または空間に対して区分されてもよい。

【0108】

いくつかの態様は、事前スケジュールされた低電力のマルチホップトランザクションを構成し実行するのを可能にする。事前スケジュールされたリンク送信受信対には、タイミングドリフトを考慮したマージンが割り振られる。

40

【0109】

いくつかの例では、起動およびトランザクションが再同期メッセージに含められてもよいが、このことはリンク送信受信対に対してのみ行われる。再同期がネットワークに対して実行される必要はない。電力消費量を節約するために、ネットワークとの完全な再同期は、発見の場合にのみ実行されればよい。

【0110】

いくつかの例では、エネルギー効率的なルーティングプロトコルが使用されてもよい。ルーティングの決定は、パケットごとに下されてもよくあるいはノード間のエネルギー消費量のバランスをとる事前定義されたスケジューリングに基づいて下されてもよい。

【0111】

認可スペクトル上でOFDMスペクトルのフレキシブルな使用

50

本明細書において開示するいくつかの態様によれば、IoEデバイスのネットワークは、認可スペクトルを使用してWANネットワーク通信およびメッシュネットワーク通信に参加してもよく、その場合、IoEデバイスの直接ネットワークおよびメッシュネットワークは、FDDスペクトルのフレキシブルな使用に基づいて管理される。FDDはアップリンクとダウンリンクを2つの帯域に分離する。4G LTEなどのいくつかのより最近の技術では、デバイス間(D2D)通信によって、UEは、アップリンク送信用に指定された帯域上でリップスンすることが可能になる場合がある。いくつかの実装形態は、モバイルデバイスと基地局の両方にわたってフレキシビリティを実現するようにPHYレイヤ構成要素および/またはMACレイヤ構成要素を適合させてもよい。たとえば、D2D通信向けに構成されたいいくつかのモバイルデバイスは、アップリンク送信用に指定された帯域上でリップスンするように適合されてもよい。FDDスペクトルをフレキシブルに使用することは、低電力デバイスのワイドエリアネットワークに適用されてもよく、その場合、高電力基地局は、統合されたアクセスを行う場合にダウンリンク帯域上でリップスンするとともに、オーバージエアバックホール経路においてバックホールトラフィックを送信する場合にダウンリンク帯域上でリップスンするように構成されてもよい。センサなどのIoEデバイスは、アップリンク帯域上でリップスンすることができ、ならびに/あるいはマルチホップメッシュに関してダウンリンク帯域上で送信してもよい。IoEデバイスは、静止しているときにダウンリンク帯域を使用するように構成されてもよい。FDDスペクトルをフレキシブルに使用すると、無認可周波数上で動作するメッシュネットワークよりも適切に管理される、認可スペクトルを使用するメッシュネットワークが有効化されサポートされる場合がある。図17における表1700は、5GネットワークにおけるPHY/MAC適合の一例を示す。

【0112】

図18を参照する。本明細書において開示するいくつかの態様によれば、静止しているIoEデバイスによってメッシュトラフィックを送信する場合にダウンリンク帯域が使用されてもよい。高電力基地局1802、1804は、統合されたアクセスを行う場合にダウンリンク帯域上でリップスンするとともに、オーバージエアバックホール1814を実施するためにダウンリンク帯域上でリップスンすることができる。オーバージエアバックホール1814は、リモート基地局1804が銅線バックホールまたは光バックホールによって接続されていないときにワイアレスサービスを拡張するために使用されてもよい。IoEデバイス1810、1812は、シングルホップメッシュネットワークまたはマルチホップメッシュネットワークを実現するために、アップリンク帯域1830上でリップスンならびに/あるいはダウンリンク帯域1820上で送信することができる。場合によっては、アップリンク帯域1830および/またはダウンリンク帯域1820が利用可能であるかどうかは、IoEデバイス1808、1812が静止しているかどうかを条件とすることがある。認可スペクトルを使用すると、無認可周波数を使用する従来のメッシュネットワークにおいて利用可能な管理よりも優れたメッシュネットワークの管理を行うことができる。

【0113】

図18に示すネットワーキング環境は、フレキシブルFDDを使用して働き、「エッジレスインターネットオブエブリシング」と呼ばれることもある。従来のネットワークでは、センサおよび機械通信は、センサのネットワークを実現するために割り当てられるかまたは使用されるスペクトルを十分に利用しない。単一バッテリ充電デバイスからのペイロードが少なくかつデューティサイクルが低いことは、特にアップリンク通信によってセンサバッテリが消耗する可能性があるときに、ネットワークの使用の制限に寄与する。

【0114】

本明細書において開示するいくつかの態様に従ってワイドエリアIoEネットワークにフレキシブルFDDを使用すると、FDDダウンリンク帯域上でマルチホップリレーに関するセル間送信を可能にすることができる。ダウンリンクスペクトルは一般に十分に利用されておらず、ダウンリンクスペクトルをIoEネットワークに使用すると、チョークポイントによる急速展開に対して後で必要に応じてバックホールを利用することができる。FDDスペクトルをフレキシブルに適用すると、FDDアップリンクおよび/またはFDDダウンリンク上で

のマルチホップリレーに関するIoE間送信が可能になる場合があり、この適用では、静止しているIoEノード間の十分に利用されていないダウンリンクスペクトルが活用されることがある。

【0115】

図19は、フレキシブルFDDに関する無線構成の例1900、1940を示す。既存の無線フロンティエンドが、フレキシブルFDDを可能にするように適合されてもよい。適合された無線フロンティエンドでは、アップリンク帯域とダウンリンク帯域の両方を介した同時送信または受信が行われないことが活用される場合がある。他の無線構成および別の手法が、UL帯域上でのみまたはDL帯域上でのみTx/Rxをサポートするのに使用されてもよい。

【0116】

図19は、全二重モードにおいて働くフレキシブルFDDに関する無線構成の第1の例1900を含む。モデム1902は、トランシーバと協働する送信構成要素1912と受信構成要素1914とを含んでもよい。FDD帯域1918、1920使用環境を構成するように二極双投スイッチ(Xスイッチ)1906が設けられてもよい。

【0117】

図19は、半二重モードにおいて働くフレキシブルFDDに関する無線構成の第2の例1940を含む。ここでは、Xスイッチ1906およびFDDデュプレクサが単極双投スイッチ1942と置換されてもよい。

【0118】

いくつかの例では、FDDアップリンク帯域および/またはFDDダウンリンク帯域がマルチホップメッシュに関して有効化される。マルチホップメッシュにおけるノードには基地局および/またはIoEデバイスを含めてもよい。FDDアップリンク帯域および/またはFDDダウンリンク帯域は、FDDスペクトルが十分に利用されていないときに必要に応じてカバーレジを拡張するために使用されてもよい。

【0119】

いくつかの例では、基地局は、FDDダウンリンク帯域上でのみ組み合わされたTxとRxをサポートする。場合によっては、Tx電力が特定の実効等方放射電力(EIRP)限界内であるときにFDDアップリンク帯域幅上で完全なTx/Rxが行われてもよい。

【0120】

いくつかの例では、IoEデバイスはFDDアップリンク帯域上にTx/Rxを有する。IoEデバイスが静止しているときにFDDダウンリンク帯域上で完全なTx/Rxが実現されてもよく、それによってTxが可能になる。

【0121】

いくつかの例では、IoEデバイスは、集中した無線をわずかなフロンティエンド修正を施したうえで使用することができる。

【0122】

図20は、本明細書で開示する1つまたは複数の機能を実行するように構成されてもよい処理回路2002を利用する装置のためのハードウェア実装形態の簡略化された例を示す概念図2000である。本開示の様々な態様によると、本明細書で開示するような要素、または要素の任意の部分、または要素の任意の組合せは、処理回路2002を使用して実装されてもよい。処理回路2002は、ハードウェアモジュールとソフトウェアモジュールの何らかの組合せによって制御される1つまたは複数のプロセッサ2004を含んでもよい。ハードウェアモジュールは、論理機能と信号処理の何らかの組合せを実行する場合がある1つまたは複数のアナログ回路またはデジタル回路を含んでもよい。ソフトウェアモジュールは、1つまたは複数の機能を実行する際にプロセッサ2004の動作を構成しならびに/あるいは制御するのに使用される場合があるコードのブロックを含んでもよい。プロセッサ2004の例は、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラマブル論理デバイス(PLD)、ステートマシン、シーケンサ、ゲート論理、個別ハードウェア回路、および本開示全体にわたって記載された様々な機能性を実施するように構成された他の適切なハードウェアを含む。1つ

10

20

30

40

50

または複数のプロセッサ2004は、特定の機能を実施し、ソフトウェアモジュール2016のうちの1つによって構成され、増強され、または制御されてもよい専用プロセッサを含んでもよい。1つまたは複数のプロセッサ2004は、初期化中にロードされたソフトウェアモジュール2016の組合せを通じて構成されてもよく、動作中に1つまたは複数のソフトウェアモジュール2016のローディングまたはアンローディングによってさらに構成されてもよい。

【 0 1 2 3 】

図示の例では、処理回路2002は、バス2010によって概略的に表されるバスアーキテクチャを用いて実装されてもよい。バス2010は、処理回路2002の特定の適用例および全体的な設計制約に応じて、任意の数の相互接続するバスおよびブリッジを含んでもよい。バス2010は、1つまたは複数のプロセッサ2004およびストレージ2006を含む様々な回路を互いにリンクさせる。ストレージ2006は、メモリデバイスおよび大容量ストレージデバイスを含んでもよく、本明細書ではコンピュータ可読媒体および/またはプロセッサ可読媒体と呼ばれる場合がある。バス2010はまた、タイミングソース、タイマ、周辺装置、電圧調整器、および電力管理回路などの様々な他の回路をリンクさせててもよい。バスインターフェース2008は、バス2010と1つまたは複数のトランシーバ2012との間のインターフェースを構成してもよい。トランシーバ2012は、処理回路によってサポートされるネットワーキング技術ごとに設けられてもよい。場合によっては、複数のネットワーキング技術が、トランシーバ2012の中に存在する回路または処理モジュールの一部または全部を共有してもよい。各トランシーバ2012は、伝送媒体を介して様々な他の装置と通信するための手段を構成する。装置の性質に応じて、ユーザインターフェース2018(たとえば、キーパッド、ディスプレイ、スピーカ、マイクロフォン、ジョイスティック)が設けられてもよく、直接またはバスインターフェース2008を通じてバス2010に通信可能に結合されてもよい。

【 0 1 2 4 】

プロセッサ2004は、バス2010を管理することと、ストレージ2006を含む場合があるコンピュータ可読媒体に記憶されたソフトウェアの実行を含む場合がある一般的な処理とを担つてもよい。この場合、プロセッサ2004を含む処理回路2002は、本明細書で開示する方法、機能および技法のうちのいずれかを実現するために使用されてもよい。ストレージ2006は、ソフトウェアを実行するとき、プロセッサ2004によって操作されるデータを記憶するために使用されてもよく、ソフトウェアは、本明細書で開示する方法のうちの任意の1つを実施するように構成されてよい。

【 0 1 2 5 】

処理回路2002の中の1つまたは複数のプロセッサ2004は、ソフトウェアを実行してもよい。ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語、または他の名称で呼ばれるかどうかにかかわらず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行ファイル、実行スレッド、プロシージャ、関数、アルゴリズムなどを意味するように広く解釈されるものとする。ソフトウェアは、コンピュータ可読の形でストレージ2006の中または外部コンピュータ可読媒体の中に存在してもよい。外部コンピュータ可読媒体および/またはストレージ2006は、非一時的コンピュータ可読媒体を含んでもよい。非一時的コンピュータ可読媒体は、例として、磁気ストレージデバイス(たとえば、ハードディスク、フロッピーディスク、磁気ストリップ)、光ディスク(たとえば、コンパクトディスク(CD)またはデジタル多用途ディスク(DVD))、スマートカード、フラッシュメモリデバイス(たとえば、「フラッシュドライブ」、カード、スティック、またはキードライブ)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読み取り専用メモリ(ROM)、プログラマブルROM(PROM)、消去可能PROM(EPROM)、電気的消去可能PROM(EEPROM)、レジスタ、リムーバブルディスク、ならびに、コンピュータによってアクセスされ読み取られる場合があるソフトウェアおよび/または命令を記憶するための任意の他の適切な媒体を含む。コンピュータ可読媒体および/またはストレージ2006は、

10

20

30

40

50

例として、搬送波、伝送路、ならびに、コンピュータによってアクセスされ読み取られる場合があるソフトウェアおよび/または命令を送信するための任意の他の適切な媒体を含んでもよい。コンピュータ可読可読媒体および/またはストレージ2006は、処理回路2002中に存在するか、プロセッサ2004中に存在するか、処理回路2002の外部に存在するか、または処理回路2002を含む複数のエンティティにわたって分散されてもよい。コンピュータ可読媒体および/またはストレージ2006は、コンピュータプログラム製品において具現化されてもよい。例として、コンピュータプログラム製品は、パッケージング材料の中のコンピュータ可読媒体を含んでもよい。特定の適用例および全体的なシステムに課された全体的な設計制約に応じて、本開示全体にわたって提示される前述の機能がどのようにすれば最もうまく実現されるかを、当業者は認識するであろう。

10

【0126】

ストレージ2006は、本明細書でソフトウェアモジュール2016と呼ばれる場合がある、ロード可能なコードセグメント、モジュール、アプリケーション、プログラムなどにおいて維持かつ/または構成されるソフトウェアを維持してもよい。ソフトウェアモジュール2016の各々は、処理回路2002にインストールまたはロードされ、1つまたは複数のプロセッサ2004によって実行されるとき、1つまたは複数のプロセッサ2004の動作を制御するランタイムイメージ2014に寄与する命令およびデータを含んでもよい。いくつかの命令は、実行されたときに、処理回路2002に、本明細書で説明するいくつかの方法、アルゴリズム、およびプロセスに従って機能を実行させてもよい。

【0127】

ソフトウェアモジュール2016のうちのいくつかは、処理回路2002の初期化中にロードされてもよく、これらのソフトウェアモジュール2016は、本明細書で開示する様々な機能の実施を可能にするように処理回路2002を構成してもよい。たとえば、いくつかのソフトウェアモジュール2016は、プロセッサ2004の内部デバイスおよび/または論理回路2022を構成してもよく、トランシーバ2012、バスインターフェース2008、ユーザインターフェース2018、タイマ、数学的コプロセッサなどの外部デバイスへのアクセスを管理してもよい。ソフトウェアモジュール2016は、割込みハンドラおよびデバイスドライバと対話し、処理回路2002によって提供される様々なリソースへのアクセスを制御する制御プログラムおよび/またはオペレーティングシステムを含んでもよい。リソースは、メモリ、処理時間、トランシーバ2012へのアクセス、ユーザインターフェース2018などを含んでもよい。

20

【0128】

処理回路2002の1つまたは複数のプロセッサ2004は、多機能であってもよく、それにより、ソフトウェアモジュール2016のうちのいくつかがロードされ、異なる機能または同じ機能の異なるインスタンスを実行するように構成される。1つまたは複数のプロセッサ2004は、さらに、たとえば、ユーザインターフェース2018、トランシーバ2012、およびデバイスドライバからの入力に応答して開始されるバックグラウンドタスクを管理するように適合されてもよい。複数の機能の実行をサポートするために、1つまたは複数のプロセッサ2004は、マルチタスク環境を提供するように構成されてもよく、それにより、複数の機能の各々が、必要または要望に応じて、1つまたは複数のプロセッサ2004によってサービスされるタスクのセットとして実装される。一例では、マルチタスク環境は、異なるタスク間でプロセッサ2004の制御を渡す時分割プログラム2020を使用して実装されてもよく、それにより、各タスクは、任意の未処理動作が完了すると、および/または割込みなどの入力に応答して、時分割プログラム2020に1つまたは複数のプロセッサ2004の制御を戻す。タスクが1つまたは複数のプロセッサ2004の制御を有するとき、処理回路は、事実上、制御しているタスクに関連した機能によって対処される目的に事実上特化される。時分割プログラム2020は、オペレーティングシステム、ラウンドロビンベースで制御を移すメインループ、機能の優先度付けに従って1つもしくは複数のプロセッサ2004の制御を割り振る機能、および/または、1つもしくは複数のプロセッサ2004の制御を操作関数に委ねることによって外部イベントに応答する割込み駆動のメインループを含んでもよい。

30

【0129】

40

50

以下のフローチャートは、本明細書において開示するいくつかの態様に従って適合または構成されたネットワーク要素に対して実行されるかまたは作用する方法およびプロセスを示す。これらの方法およびプロセスは、ほんのいくつかの例を挙げれば、3G技術、4G技術、および5G技術を含む任意の適切なネットワーク技術において実施されてもよい。したがって、特許請求の範囲は単一ネットワーク技術に制限されない。この場合、「UE」の参照は、移動局、加入者局、モバイルユニット、加入者ユニット、ワイヤレスユニット、リモートユニット、モバイルデバイス、ワイヤレスデバイス、ワイヤレス通信デバイス、リモートデバイス、モバイル加入者局、アクセス端末、モバイル端末、ワイヤレス端末、リモート端末、ハンドセット、ユーザエージェント、モバイルクライアント、クライアントを指すか、または他の何らかの適切な用語にも相当することが理解されよう。「eNodeB」の参照は、基地局、トランシーバ基地局、無線基地局、無線トランシーバ、トランシーバ機能、基本サービスセット、拡張サービスセットを指すか、または他の何らかの適切な用語に相当することが理解されよう。MMEの参照は、サービングネットワークにおいてオーセンティケータとして働くエンティティ、および/または、たとえばモバイルスイッチングセンタなどの一次サービス供給ノードを指す場合がある。HSSの参照は、ユーザ関連情報および加入者関連情報を含み、たとえば、ホームロケーションレジスタ(HLR)、認証セントラル(AuC)、および/または認証、許可、およびアカウンティング(AAA)サーバを含む、モビリティ管理、呼設定およびセッションセットアップ、ならびに/あるいはユーザ認証およびアクセス認証におけるサポート機能を実現するデータベースを指す場合もある。

【0130】

図21は、ワイヤレス通信の方法のフローチャート2100である。

【0131】

ブロック2102において、第1のデバイスが、第1の通信モード向けに構成されているときには、WANのエンティティから第1のデバイスにおいて受信されたダウンリンク信号からWANスケジューリング情報を受信してもよい。

【0132】

ブロック2104において、第1のデバイスは、WANスケジューリング情報に基づいてメッシュネットワークスケジュールを判定してもよい。第1のデバイスの動作は、WAN同期信号に時間的に揃えられてもよい。メッシュネットワークリソースの使用は、WANスケジューリング情報に基づいて調整されてもよい。

【0133】

ブロック2106において、現在の通信モードが判定されてもよい。一例では、現在の通信モードは、WANのエンティティから受信されたスケジューリング情報に基づいて判定されてもよい。1つまたは複数の通信モードが、スケジューリング情報におけるアイドル時間に有効化されてもよい。フローチャート2100には2つの通信モードが示されている。第1の通信モードが選択された場合、この方法はブロック2108に進む。第2の通信モードが選択された場合、この方法はブロック2110に進む。

【0134】

ブロック2108において、無線を第1の通信モードに従って動作させてもよく、無線が、第1のデバイスから時間領域リソースを介してWANにおけるエンティティに第1の電力レベルでワイヤレスにデータを送信してもよい。

【0135】

ブロック2110において、無線を第2の通信モードに従って動作させてもよく、第2の通信モードにおいて使用される第2の電力レベルが選択されてもよい。第2の電力レベルとしては、第2の通信モードにおける第1のデバイスによるデータ送信がWANにおけるエンティティによって受信された場合にそれをWANにおけるエンティティに無視させる電力レベルとして算出されたレベルよりも低いレベルが選択されてもよい。

【0136】

ブロック2112において、無線は、メッシュネットワークスケジュールに従って、第1の電力レベルよりも低い第2の電力レベルで第1のデバイスから周波数領域リソースを介して

10

20

30

40

50

第2のデバイスにワイヤレスにデータを送信してもよい。

【0137】

いくつかの例では、第2の電力レベルとしては、しきい値電力レベルよりも低い電力レベルが選択される場合がある。しきい値電力レベルは、第2の通信モードにおける第1のデバイスによるデータ送信がWANにおけるエンティティによって受信された場合にそれをWANにおけるエンティティに無視させる電力レベルとして算出されてもよい。一例では、しきい値電力レベルは、スケジューリングエンティティ、基地局などにおいて検出可能な受信電力レベルに相当する最小送信電力レベルとして算出されてもよい。別の例では、しきい値電力レベルは、スケジューリングエンティティ、基地局などによって無視またはフィルタ処理されることのない信号に関する受信電力レベルに相当する最小送信電力として算出されてもよい。別の例では、第2の電力レベルで第1のデバイスから第2のデバイスに送信される信号は、スケジューリングエンティティまたはWANにおける他のエンティティによって検出されてもよい。別の例では、第2の電力レベルで第1のデバイスから第2のデバイスに送信される信号を検出するスケジューリングエンティティまたはWANにおける他のエンティティは、そのような信号を干渉信号として扱ってもよく、そのような干渉信号をフィルタ処理してもよい。

【0138】

一例では、第1のデバイスは、スリープ動作モードを終了し、メッシュネットワークにおいてメッセージを監視し、メッシュネットワークに結合された第3のデバイスからアドバタイズメントを受信し、アドバタイズメントに基づいてWANのエンティティへの経路を構成してもよい。第1のデバイスは、WANのエンティティと第2のデバイスとの間の複数の経路を判定し、複数の経路から、第2のデバイスからWANのエンティティにメッセージをルーティングするための好ましい経路を選択してもよい。この好ましい経路は、パケットごとに選択されてもよく、あるいはメッシュネットワークの全ノードにわたってエネルギー消費量のバランスをとる事前定義されたスケジュールに基づいて選択されてもよい。第1のデバイスは、メッシュネットワークスケジュールに従って起動してもよい。メッシュネットワークスケジュールは、リンク送信受信ペアを定義してもよい。リンク送信受信ペアには、2つ以上のメッシュネットワークデバイス間のタイミングドリフトを考慮したタイミングマージンが割り振られてもよい。

【0139】

場合によっては、第1のデバイスは、WANのエンティティとの事前スケジュールされたマルチホップトランザクションを実行してもよい。

【0140】

図22は、ワイヤレス通信の方法のフローチャート2200である。この方法は、メッシュネットワークに接続された第1のIoEデバイスによって実行されてもよい。

【0141】

ブロック2202において、第1の動作モードでは、第1のIoEデバイスは、第1のIoEデバイスの無線を第1の動作モードではRSMA技術の第1の変形形態に従って動作するように構成してもよい。この無線は、第1の動作モードでは時間領域リソースを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。

【0142】

ブロック2204において、第1のIoEデバイスは、無線がRSMA技術の第1の変形形態に従って動作するように構成されているときには、第1のIoEデバイスからワイヤレスアクセスネットワークの基地局へのワイヤレス通信を行ってもよい。

【0143】

ブロック2206において、第2の動作モードでは、第1のIoEデバイスは、第1のIoEデバイスの無線を無線アクセス技術の第2の変形形態に従って動作するように構成してもよい。この無線は、第2の動作モードでは周波数領域リソースを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。

【0144】

10

20

30

40

50

ブロック2208において、第1のIoEデバイスは、無線がRSMA技術の第2の変形形態に従つて動作するように構成されているときには、メッシュネットワークにおける第2のIoEデバイスとのワイヤレス通信を行ってもよい。第1のIoEデバイスと第2のIoEデバイスは、低電力無線周波数トランスマッタを使用してワイヤレスに通信してもよい。

【0145】

場合によっては、第3の動作モードにおいて、第1のIoEデバイスの無線は、RSMA技術の第3の変形形態に従つて動作するように構成されてもよい。無線は、第3の動作モードにおいて時間領域リソースと周波数領域リソースの組合せを介してデータを拡散させるように構成されてもよい。

【0146】

一例では、第1のIoEデバイスは、無線がRSMA技術の第3の変形形態に従つて動作するように構成されているときには、基地局とのワイヤレス通信を行ってもよい。第1のIoEデバイスは、無線がRSMA技術の第3の変形形態に従つて動作するように構成されているときには、第2のIoEデバイスとのワイヤレス通信を行ってもよい。

【0147】

別の例では、第2のIoEデバイスとワイヤレスに通信することは、無線を第2の動作モードにおいて動作させる間に第2のIoEデバイスからデータを受信することと、第1のIoEデバイスの無線をRSMA技術の第1の変形形態に従つて動作するように再構成することと、RSMA技術の第1の変形形態を使用して基地局にデータを送信することとを含んでもよい。

【0148】

別の例では、メッシュネットワークを介して複数のデバイスによって送信されたデータがアグリゲートされ、アグリゲートされたデータが取得される。アグリゲートされたデータは、RSMA技術の第1の変形形態を使用して基地局に中継されてもよい。

【0149】

場合によっては、RSMA技術の第1の変形形態はシングルキャリアRSMA技術であり、RSMA技術の第2の変形形態はマルチキャリアOFDM RSMAである。RSMA技術の第1の変形形態とRSMA技術の第2の変形形態は、同じ波形または関連するスケーリングされた数値を使用してもよい。

【0150】

場合によっては、第1のIoEデバイスの無線をRSMA技術の第2の変形形態に従つて動作するように再構成することは、RSMA技術の第1の変形形態とともに使用される誤り訂正コードに関する簡略化されたデコーダバージョンとともに無線を構成することを含む。RSMAアクセス技術は、スクランブリング、拡散、およびインターリーブの構成可能な組合せを含んでもよい。RSMAアクセス技術は、時分割二重パイロット信号および制御信号を使用してもよい。

【0151】

図23は、処理回路2302を使用する装置2300のためのハードウェア実装形態の例を示す図である。処理回路は、一般に、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ、シーケンサ、およびステートマシンのうちの1つまたは複数を含んでもよいプロセッサ2316を有する。処理回路2302は、概してバス2320によって表されるバスアーキテクチャを用いて実装されてもよい。バス2320は、処理回路2302の特定の適用例および全体的な設計制約に応じて、任意の数の相互接続バスおよびブリッジを含んでもよい。バス2320は、プロセッサ2316、モジュールまたは回路2304、2306、2308、および2310、アンテナ2314に結合されたRFトランスマッタに備えられるかまたはこのRFトランスマッタと協働する場合がある無線エインターフェース2312、ならびにコンピュータ可読記憶媒体2318によって表される、1つまたは複数のプロセッサおよび/またはハードウェアモジュールを含む様々な回路と一緒にリンクする。また、バス2320は、タイミングソース、周辺機器、電圧調整器、および電力管理回路などの種々の他の回路をリンクしてもよいが、これらの回路は当技術分野でよく知られており、したがって、これらについてはこれ以上説明しない。

10

20

30

40

50

【0152】

プロセッサ2316は、コンピュータ可読記憶媒体2318上に記憶されたソフトウェアの実行を含む全体的な処理を担当する。ソフトウェアは、プロセッサ2316によって実行されたときに、処理回路2302に、任意の特定の装置のための上記で説明した様々な機能を実施させる。コンピュータ可読記憶媒体2318は、ソフトウェアを実行するとき、アンテナ2314を介して受信されるシンボルから復号されたデータを含めて、プロセッサ2316によって操作されるデータを記憶するために使用されてもよい。処理回路2302は、モジュール2304、2306、2308、および2310のうちの少なくとも1つをさらに含む。モジュール2304、2306、2308、および2310は、プロセッサ2316の中で動作しコンピュータ可読記憶媒体2318に存在する記憶されるソフトウェアモジュール、プロセッサ2316に結合された1つもしくは複数のハードウェアモジュール、またはそれらの何らかの組合せであってもよい。モジュール2304、2306、2308および/または2310は、マイクロコントローラ命令、ステートマシン構成パラメータ、またはそれらの何らかの組合せを含んでもよい。

【0153】

一構成では、ワイヤレス通信用の装置2300は、シングルキャリア符号化データストリームとOFDM変調データストリームとを含む複数の信号から無線エアインターフェース2312の出力を選択するように構成された論理を含む、無線エアインターフェース2312を構成するためのモジュールおよび/または回路2304を含む。装置2300は、シングルキャリアRSMAコーディング方式に従ってデータを符号化するためのモジュールおよび/または回路2306を含んでもよい。装置2300は、シングルキャリア符号化データストリームを変調してOFDM変調データストリームを取得するためのモジュールおよび/または回路2308を含んでもよい。

【0154】

別の構成では、ワイヤレス通信用の装置2300は、無線エアインターフェース2312と、無線エアインターフェースを構成するためのモジュールおよび/または回路2304とを含み、無線エアインターフェースは、第1の通信モードおよび第2の通信モード向けに構成されてもよい。装置2300は、無線エアインターフェースが、第1の通信モード向けに構成され、かつメッシュネットワークタイミングを設定するように構成されているときには、基地局から受信されたダウンリンク信号からWANタイミングを判定するためのモジュールおよび/または回路2310を含んでもよい。メッシュネットワークタイミングを設定するための手段は、WANタイミングに基づいてメッシュネットワークタイミングを設定するように適合されてもよい。装置2300は、無線エアインターフェースが第2の通信モード向けに構成されているときには、メッシュネットワークタイミングに従ってメッシュデバイスとワイヤレスに通信するためのモジュール、回路、および/またはデバイス2306、2308、2312、2314を含んでもよい。この装置とメッシュデバイスは、基地局に装置とメッシュデバイスとの間の送信を無視させる電力レベルとして選択される電力レベルしきい値よりも低い電力レベルで通信する。

【0155】

別の構成では、装置2300は、第1のデバイスにおいてダウンリンク信号を受信するためのモジュールおよび/または回路2312、2314を含んでもよく、この場合、ダウンリンク信号は、認可されたワイヤレスアクセスネットワークのダウンリンク周波数上で送信される。装置2300は、第1のメッセージをダウンリンク周波数上で第2のデバイスに送信するように構成された無線エアインターフェース2312を含む、ワイヤレスネットワーク上で通信するためのモジュールおよび/または回路2306、2308、2312、2314を含んでもよく、この場合、第1のメッセージは、認可されたワイヤレスアクセスネットワークとは無関係である。この装置と第2のデバイスは、基地局に第1のデバイスと第2のデバイスとの間の送信を無視させる電力レベルとして選択される電力レベルしきい値よりも低い電力レベルでメッシュネットワークを介して通信してもよい。

【0156】

開示したプロセスにおけるステップの特定の順序または階層は、例示的な手法の例示で

10

20

30

40

50

あることを理解されたい。設計上の選好に基づいて、プロセスにおけるステップの特定の順序または階層が再構成されてもよいことを理解されたい。さらに、いくつかのステップは、組み合わされるか、または省略される場合がある。添付の方法クレームは、種々のステップの要素を見本的な順序において提示したものであり、提示された特定の順序または階層に限定されるものではない。

【0157】

上記の説明は、本明細書において説明した種々の態様を任意の当業者が実践できるようにするために与えられている。これらの態様に対する種々の変形態は、当業者に容易に明らかになり、本明細書において規定する一般原理は、他の態様に適用される場合がある。したがって、特許請求の範囲は本明細書に示された態様に限定されるものではなく、文言通りの特許請求の範囲に一致するすべての範囲を与えられるべきであり、単数形の要素への言及は、そのように明記されていない限り、「唯一無二の」を意味するものではなく、「1つまたは複数の」を意味するものである。別段に明記されていない限り、「いくつかの」という用語は1つまたは複数を指している。当業者にとって既知の、または後に既知となる、本開示全体を通じて説明された種々の態様の要素に対するすべての構造的および機能的均等物が、参照により本明細書に明白に組み込まれ、特許請求の範囲によって包含されることが意図される。さらに、本明細書において開示されるものは、そのような開示が特許請求の範囲において明示的に列挙されているかどうかにかかわらず、公に供されることは意図されていない。いかなるクレーム要素も、要素が「ための手段」という語句を用いて明確に記述されていない限り、ミーンズプラスファンクションとして解釈されるべきではない。

10

【符号の説明】

【0158】

100	LTEネットワークアーキテクチャ	
106	eNB	
108	他のeNB	
112	MME	
116	サービングゲートウェイ	
118	PDNゲートウェイ	
200	アクセスネットワーク	30
202	セル	
204	マクロeNB	
206	UE	
208	低電力クラスeNB	
306	物理レイヤ	
308	L2レイヤ	
310	メディアアクセス制御(MAC)レイヤ	
312	無線リンク制御(RLC)レイヤ	
314	パケットデータコンバージェンスプロトコル(PDCP)サブレイヤ	
316	無線リソース制御(RRC)レイヤ	40
402	プロトコルスタック	
403	ASレイヤ	
404	物理レイヤ	
406	メディアアクセス制御(MAC)レイヤ	
408	無線リンク制御(RLC)レイヤ	
410	論理チャネル	
412	無線リソース制御(RRC)レイヤ	
413	セッション/無線ベアラ	
414	非アクセス層(NAS)レイヤ	
416	アプリケーション(APP)レイヤ	50

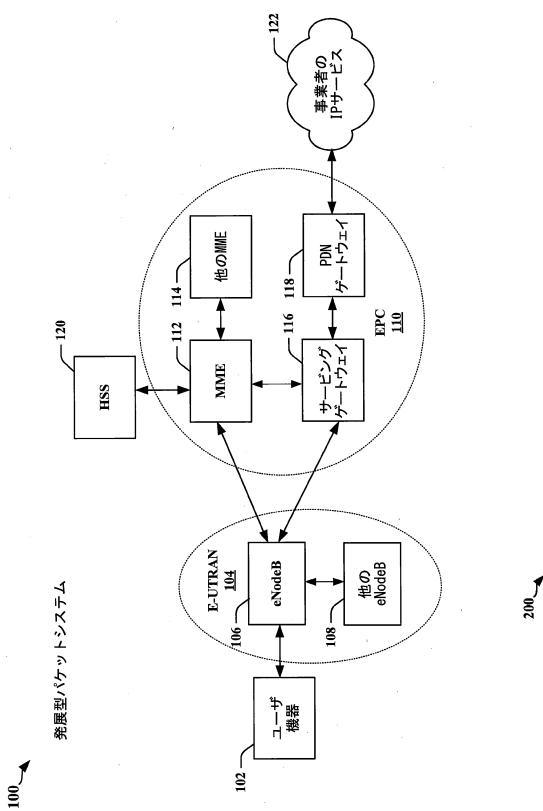
510	eNB	
530	アンテナ	
552	アンテナ	
556	RXプロセッサ	
558	チャネル推定器	
559	コントローラ/プロセッサ	
560	メモリ	
562	データシンク	10
567	データソース	
568	TXプロセッサ	
570	RXプロセッサ	
574	チャネル推定器	
575	コントローラ/プロセッサ	
576	メモリ	
700	低電力デバイス	
702	基地局	
704	インターネット	
706	IoEデバイス	
708	IoEデバイス	
710	他のIoEデバイス	20
714	IoEデバイス	
718	直接通信リンク	
728	メッシュネットワーク接続	
800	第1の構成	
802	エアインターフェース	
804	入力	
806	コード	
808	インターリーバ	
810	スプレッダおよび/またはスクランbler	
812、812	サイクリックプレフィックス	30
816	出力	
820	第2の構成	
822	直並列変換器	
824	IFFT	
826	並直列変換器	
828	出力	
902	無線エアインターフェース	
904	入力	
906	コード	
908	インターリーバ	40
910	スプレッダおよび/またはスクランbler	
914	シングルキャリア経路	
916	直並列変換器	
918	IFFT	
920	並直列変換器	
922	サイクリックプレフィックス	
924	モジュール	
930	出力	
932	モード選択信号	
1002	イベント	50

1004	リスニング期間	
1006	ネットワーク同期情報	
1010	ブロードキャスト	
1014	要求メッセージ	
1018	データ送信	
1020	肯定応答	
1042	イベント	
1044	リスニング期間	10
1046	ダウンリンク送信	
1048	データ送信	
1052	肯定応答	
1202	基地局	
1204	アグリゲータIoEデバイス	
1210	アップリンク接続	
1218	IoEメッシュネットワーク	
1220	メッシュネットワーク加入者領域	
1222	IoEデバイス	
1302	メッシュ関連周波数	
1310	発見期間	
1334	アドバタイズメント	20
1404	リスニング期間	
1406	スケジュールされた時間	
1410	肯定応答	
1416	早い起動時間	
1418	ウィンドウ	
1422	トランザクション間隔	
1502	基地局	
1504	UE	
1508	第1のセンサ	
1512	第2のセンサ	30
1526	発見ウィンドウ	
1602	基地局	
1604	第1のノード	
1606	第2のノード	
1608	シャドーイング	
1612	第1の曲線	
1614	第2の曲線	
1616	第3の曲線	
1804	リモート基地局	
1808	IoEデバイス	40
1820	ダウンリンク帯域	
1830	アップリンク帯域	
1902	モデム	
1906	Xスイッチ	
2002	処理回路	
2004	プロセッサ	
2006	コンピュータ可読媒体および/またはストレージ	
2008	バスインターフェース	
2010	バス	
2012	トランシーバ	50

- 2014 ランタイムイメージ
 2016 ソフトウェアモジュール
 2018 ユーザインターフェース
 2020 時分割プログラム
 2300 装置
 2302 処理回路
 2304 回路
 2312 無線エアインターフェース
 2314 アンテナ
 2316 プロセッサ
 2318 コンピュータ可読記憶媒体
 2320 バス

10

【図1】



【図2】

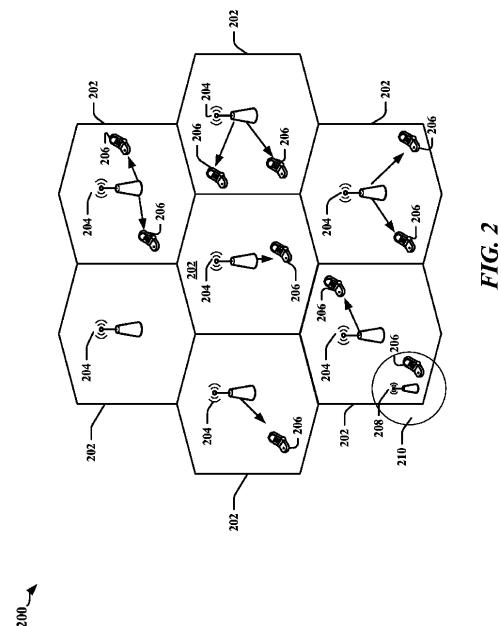
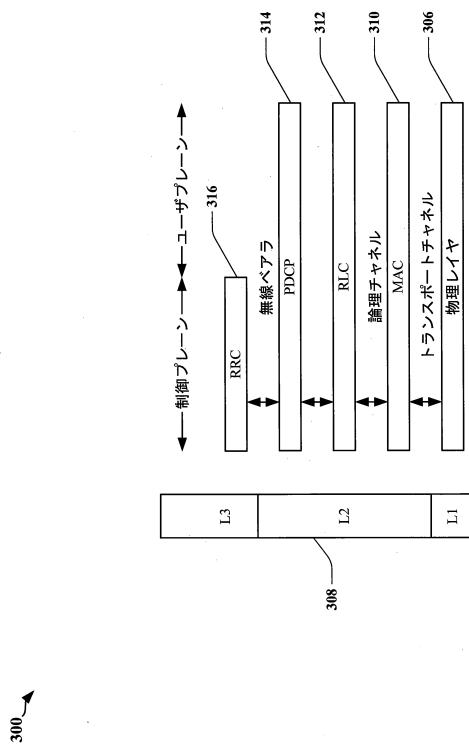
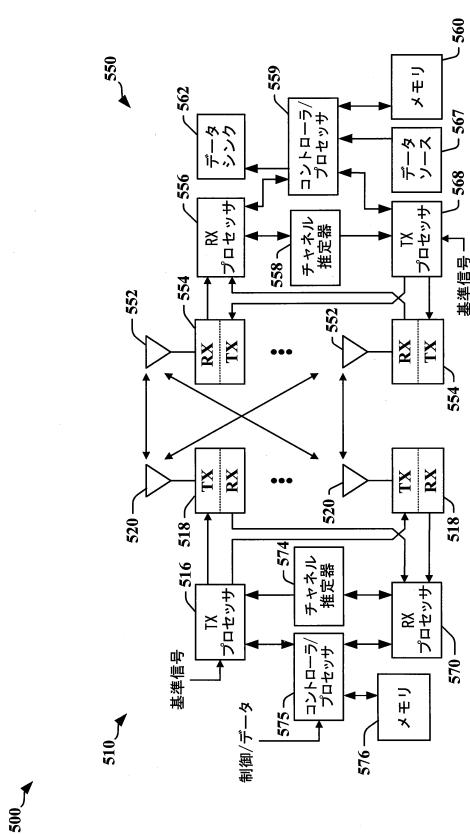


FIG. 2

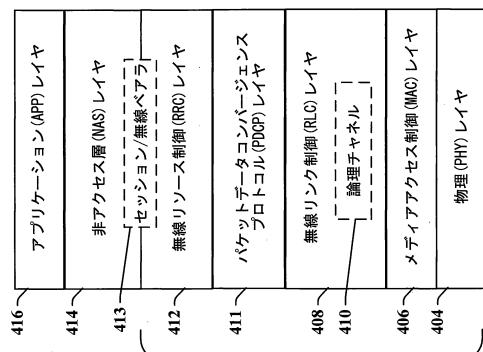
【 义 3 】



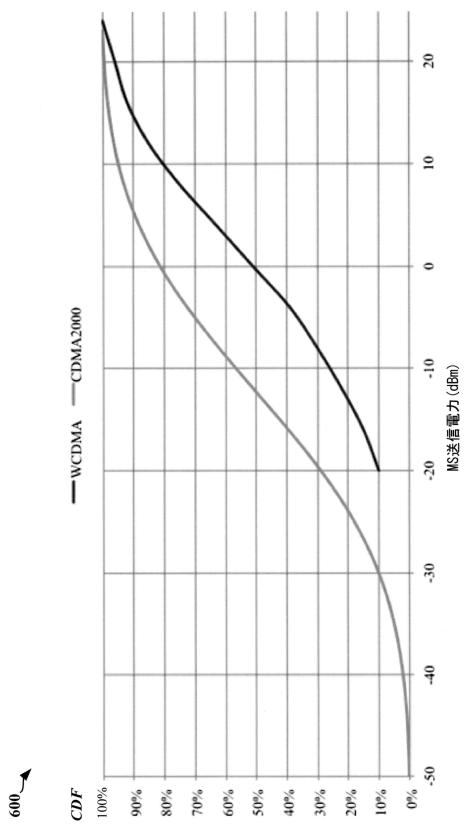
【 义 5 】



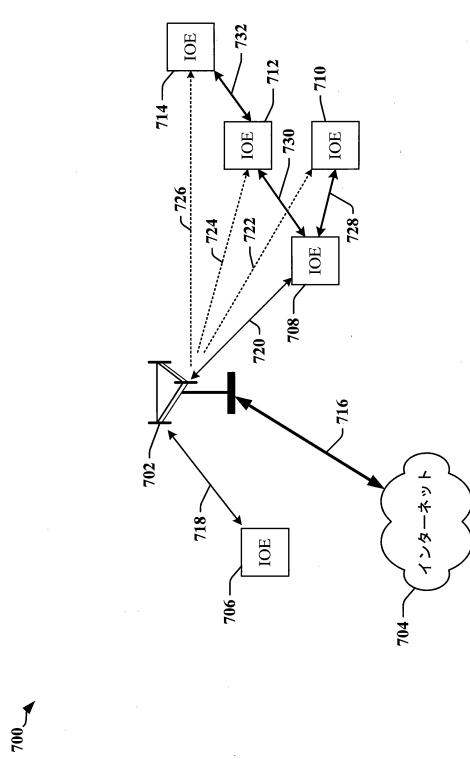
【 図 4 】



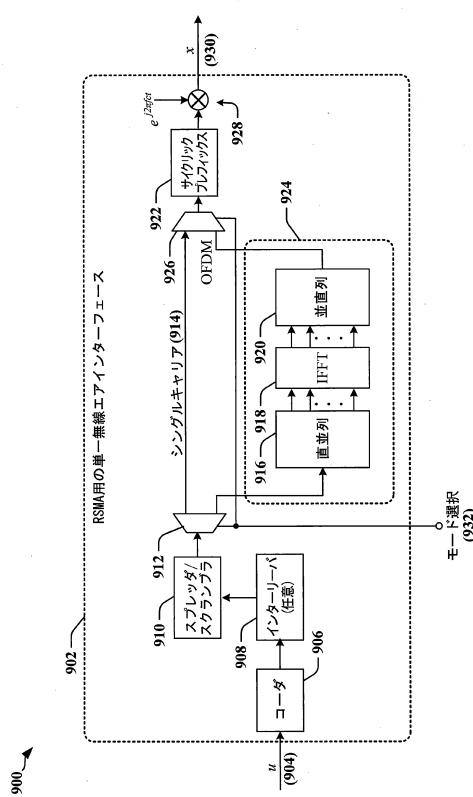
【図6】



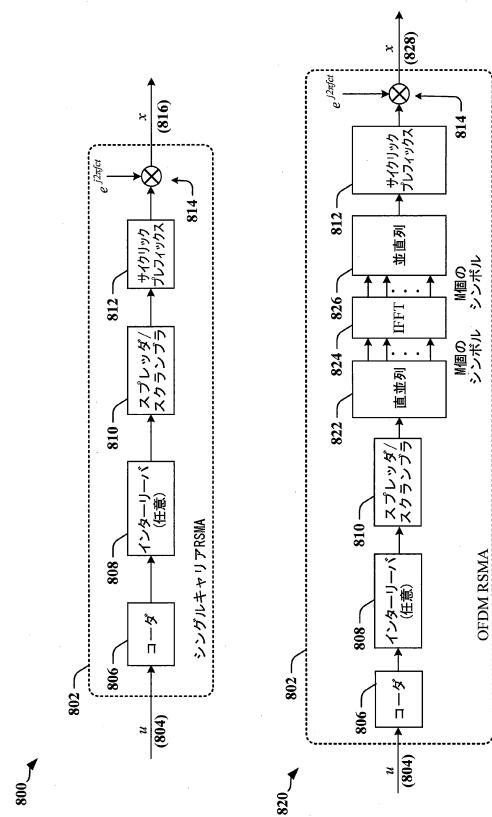
【図7】



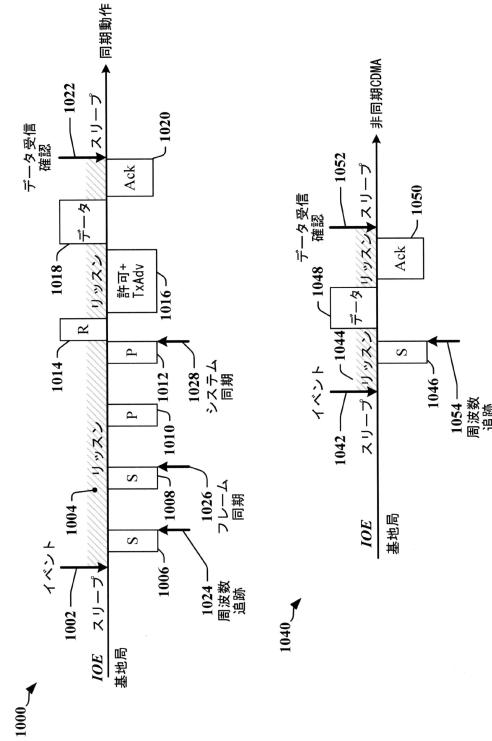
【図9】



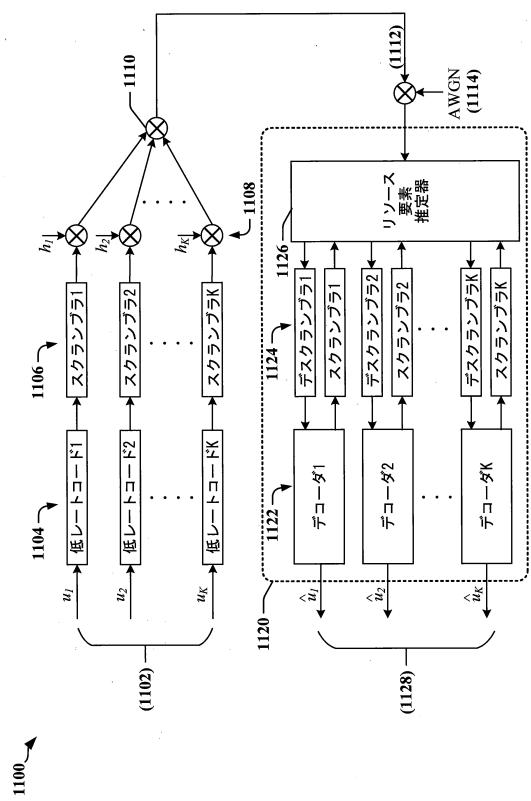
【図8】



【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】

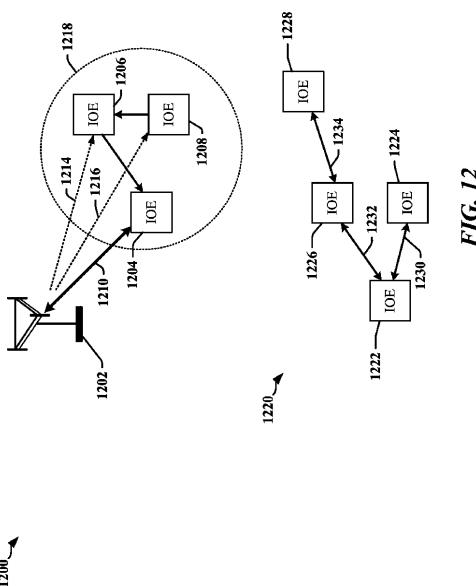
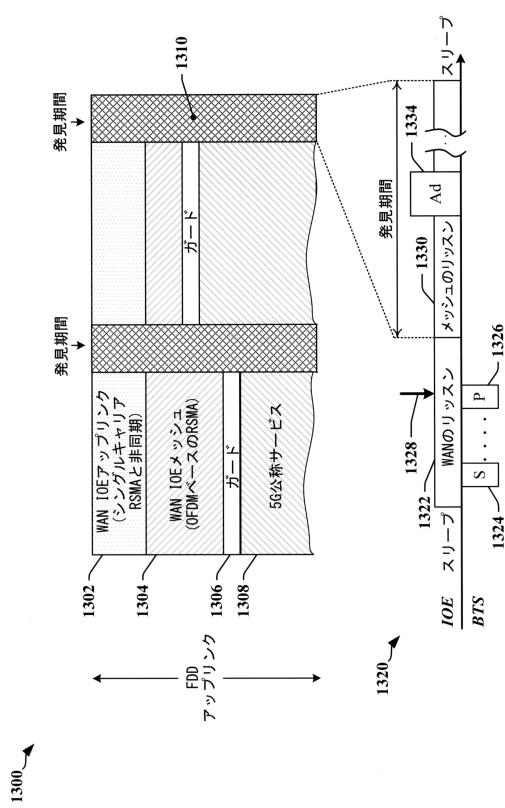
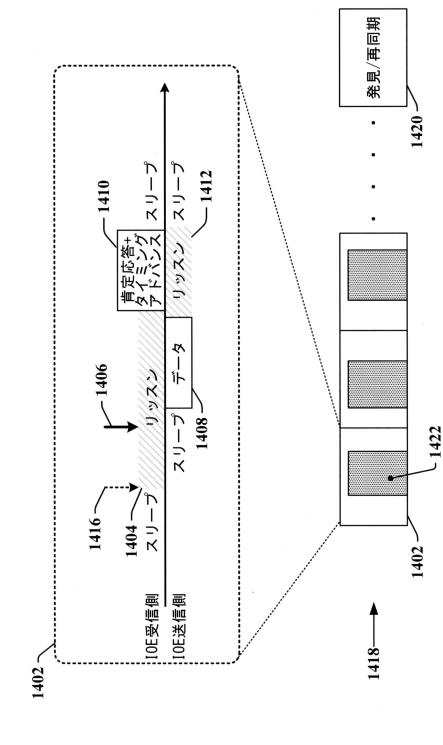


FIG. 12

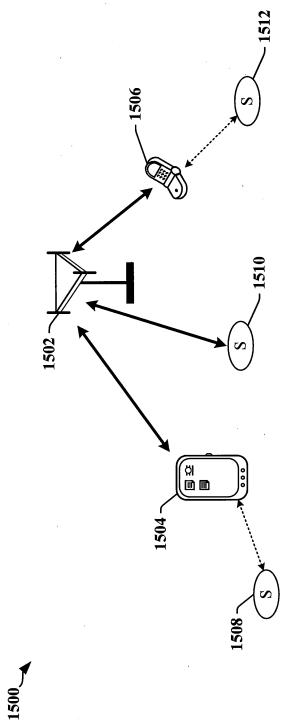
【図 1 3】



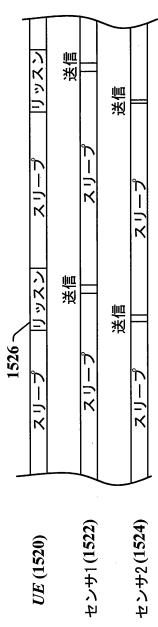
【図 1 4】



【 図 1 5 】



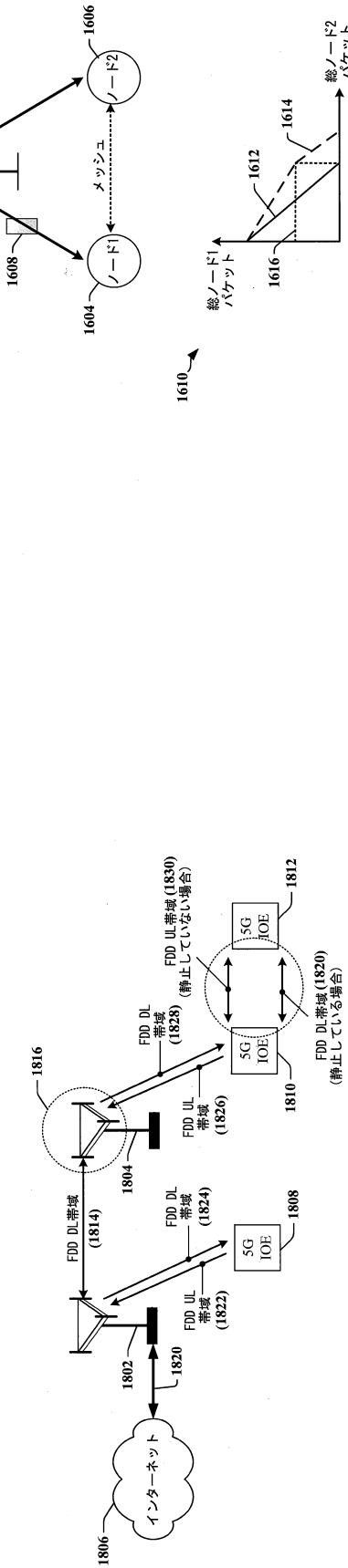
【図16】



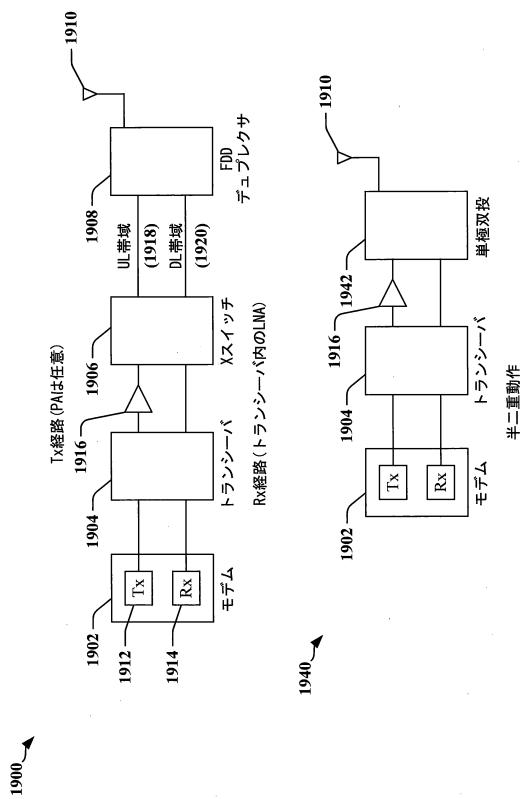
【 図 1 7 】

主：スマートセルの最大送信電力が23dBmである場合(たとえば、モバイルデバイスクラスと同じ)に許容されるセンサが停止している場合、すなわち、アグリゲータ/モードルセル特性を有することによって許容される

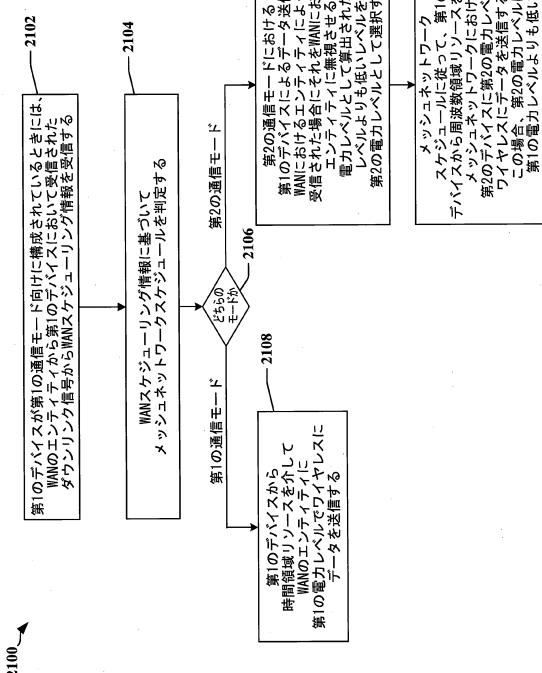
【図18】



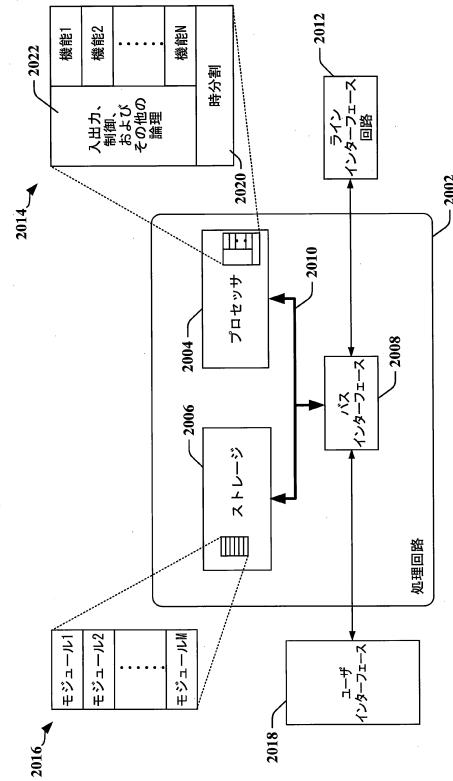
【図19】



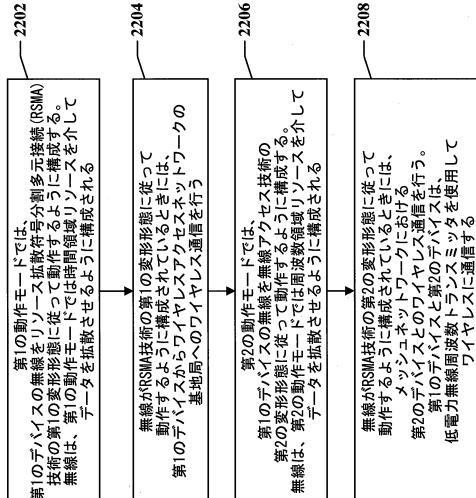
【図21】



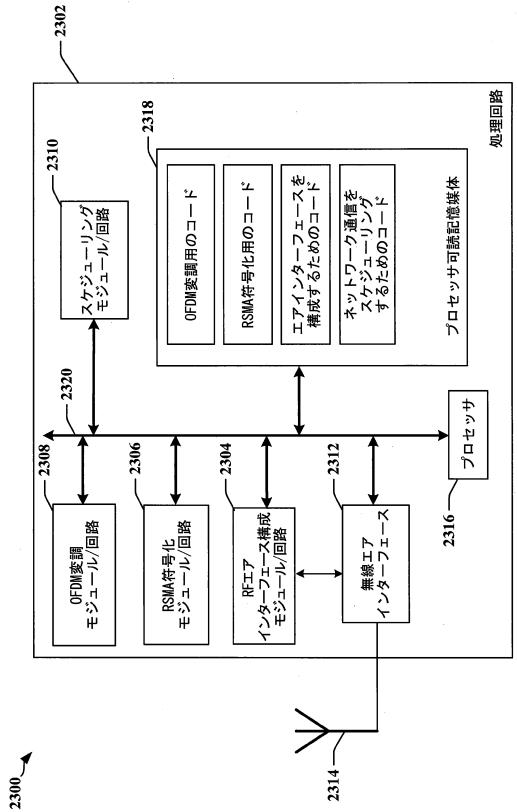
【図20】



【図22】



【図 2 3】



フロントページの続き

(72)発明者 ティンファン・ジ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5775

(72)発明者 ナガ・ブシャーン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5775

(72)発明者 クリシュナ・キラン・ムッカヴィリ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5775

(72)発明者 ジョン・エドワード・スミー
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5775

(72)発明者 ジン・ジアン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5775

審査官 新井 寛

(56)参考文献 国際公開第2012/049351 (WO, A1)
特表2010-504048 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0226504 (US, A1)
Gerhard Wunder, et al., 5GNOW: Non-Orthogonal, Asynchronous Waveforms for Future Mobil
e Applications, IEEE Communications Magazine, 2014年 2月19日, Volume 52, Issue
2, pp.97-105

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 B	7 / 24	-	7 / 26
H 04 W	4 / 00	-	99 / 00
H 04 L	29 / 08		
3 G P P	T S G	R A N	WG 1 - 4
	S A		WG 1 - 4
	C T		WG 1、4