

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6474912号  
(P6474912)

(45) 発行日 平成31年2月27日 (2019. 2. 27)

(24) 登録日 平成31年2月8日 (2019. 2. 8)

(51) Int. Cl.

F I

H04W 40/10 (2009.01)

H04W 40/10

H04W 8/00 (2009.01)

H04W 8/00 110

請求項の数 14 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2017-547546 (P2017-547546)  
 (86) (22) 出願日 平成28年2月29日 (2016. 2. 29)  
 (65) 公表番号 特表2018-513595 (P2018-513595A)  
 (43) 公表日 平成30年5月24日 (2018. 5. 24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/020049  
 (87) 国際公開番号 W02016/148886  
 (87) 国際公開日 平成28年9月22日 (2016. 9. 22)  
 審査請求日 平成30年9月26日 (2018. 9. 26)  
 (31) 優先権主張番号 62/132, 665  
 (32) 優先日 平成27年3月13日 (2015. 3. 13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 14/846, 630  
 (32) 優先日 平成27年9月4日 (2015. 9. 4)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(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  
 イヴ 5775  
 (74) 代理人 100108453  
 弁理士 村山 靖彦  
 (74) 代理人 100163522  
 弁理士 黒田 晋平  
 (72) 発明者 ピュシュ・グプタ  
 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  
 イヴ・5775

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 あらゆるモノのインターネットデバイスの中継器の発見および選択

(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のワイヤレス通信デバイスにおいて、発見時間期間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスから発見メッセージを受信するステップであって、前記発見メッセージは、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスにおける少なくとも1つのエネルギー消費パラメータとアウェイクスケジュールとを含む、ステップと、

前記少なくとも1つのエネルギー消費パラメータと、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスによって受信されるべき前記第1のワイヤレス通信デバイスのデータパケットとに基づいて、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスが、前記第1のワイヤレス通信デバイスへの中継デバイスとして働くことに応答して、前記第1のワイヤレス通信デバイスによって、前記1つまたは複数のワイヤレス通信デバイスにおけるエネルギー負荷を決定するステップと、

前記第1のワイヤレス通信デバイスによって、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスにおける前記アウェイクスケジュールと、エネルギー消費値またはバッテリー寿命値のうちの少なくとも1つに対する前記決定されたエネルギー負荷の比較とに基づいて、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの中から中継デバイスを選択するステップと、

前記第1のワイヤレス通信デバイスによって、関連付け時間期間の間に、前記選択された中継デバイスに関連付けるステップと

10

20

を含む方法。

【請求項 2】

前記発見時間期間の別個のスロットの間に、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスから前記発見メッセージを受信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 3】

前記関連付け時間期間が、  
前記発見時間期間とは別個の関連付けフレーム、または  
前記発見時間期間の少なくとも1つのスロット  
のうちの少なくとも1つを占有する、請求項2に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスのID、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスのアウェイクスケジュール、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信スケジュール、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスのエネルギー消費の現在のレート、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの残りのバッテリー寿命、または前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスが一定の長さのデータパケットを送信するのに必要なエネルギー量のうちの少なくとも1つを含む前記発見メッセージを受信するステップをさらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項 5】

前記第1のワイヤレス通信デバイスと前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスとの間の経路損失に基づいて、前記第1のワイヤレス通信デバイスの範囲内の前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスを識別するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記選択された中継デバイスの前記アウェイクスケジュールに基づいて、前記関連付け時間期間を選択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 7】

前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスのエネルギー消費または前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスのバッテリー寿命からなるエネルギーパラメータのグループから選択されたエネルギーパラメータを最適化する前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスを識別するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

30

【請求項 8】

検出された事象からデータを生成するように構成されたセンサと、  
発見時間期間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスから発見メッセージを受信することであって、前記発見メッセージは、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスにおける少なくとも1つのエネルギー消費パラメータとアウェイクスケジュールとを含む、受信すること、  
関連付け時間期間の間に、関連付けメッセージを選択された中継デバイスに送信することと

を行うように構成されたトランシーバと、

40

前記少なくとも1つのエネルギー消費パラメータと、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスによって受信されるべき前記ワイヤレス通信デバイスのデータパケットとに基づいて、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスが、前記ワイヤレス通信デバイスへの中継デバイスとして働くことに応答して、前記1つまたは複数のワイヤレス通信デバイスにおけるエネルギー負荷を決定することと、

前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスにおける前記アウェイクスケジュールと、エネルギー消費値またはバッテリー寿命値のうちの少なくとも1つに対する前記決定されたエネルギー負荷の比較とに基づいて、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの中から前記中継デバイスを選択することと

を行うように構成されたプロセッサと

50

を備えるワイヤレス通信デバイス。

【請求項 9】

前記発見時間期間が発見フレームであり、前記トランシーバが、前記発見フレームの別個のスロットの間に、前記発見メッセージを受信するように構成される、請求項8に記載のワイヤレス通信デバイス。

【請求項 10】

前記関連付け時間期間が、  
前記発見時間期間とは別個の関連付けフレーム、または  
前記発見時間期間の少なくとも1つのスロット  
のうちの少なくとも1つを占有する、請求項8に記載のワイヤレス通信デバイス。

10

【請求項 11】

前記プロセッサが、前記ワイヤレス通信デバイスと前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスとの間の経路損失を計算することによって前記ワイヤレス通信デバイスの範囲内の前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスを識別することによって、前記中継デバイスを選択するように構成される、請求項8に記載のワイヤレス通信デバイス。

【請求項 12】

前記プロセッサが、前記中継デバイスの前記アウェイクスケジュールに基づいて、前記関連付け時間期間を選択するようにさらに構成される、請求項8に記載のワイヤレス通信デバイス。

20

【請求項 13】

前記プロセッサが、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの中から、他のワイヤレス通信デバイスのエネルギー消費または前記他のワイヤレス通信デバイスのバッテリー寿命からなるエネルギーパラメータのグループから選択されたエネルギーパラメータを最適化する前記中継デバイスを識別することによって、前記中継デバイスを選択するようにさらに構成される、請求項8に記載のワイヤレス通信デバイス。

【請求項 14】

前記トランシーバによって受信された前記発見メッセージが、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスのID、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスのアウェイクスケジュール、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信スケジュール、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスのエネルギー消費の現在のレート、前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの残りのバッテリー寿命、または前記1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスが一定の長さのデータパケットを送信するのに必要なエネルギー量のうちの少なくとも1つを含む、請求項8に記載のワイヤレス通信デバイス。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照および優先権主張

本出願は、2015年3月13日に提出された米国仮特許出願第62/132,665号の利益を主張する、2015年9月4日に提出された米国特許出願第14/846,630号の優先権を主張するものであり、両出願は、全体が参照により本明細書に組み込まれる。

40

【0002】

本出願は、一般にワイヤレス通信システムに関し、より詳細には、「あらゆるモノのインターネット」(IoE)デバイスおよび他のワイヤレス通信デバイスによる中継器の発見および選択に関する。

【背景技術】

【0003】

他のセンサおよびコンピュータシステムにリンクすることができるセンサは、ますます多くのデバイスまたは対象物に組み込まれ続けており、「あらゆるモノのインターネット

50

」(「モノのインターネット」とも呼ばれる)がもたらされている。これらのデバイスは、様々なワイヤードおよび/またはワイヤレス通信技術を使用することができる。接続性の発展は、人間の介入を必要とせずに機械間(M2M)またはデバイス間(D2D)通信をもたらしめている。統合のいくつかの例は、情報を取り込むセンサまたはメータを統合するデバイスを含み、その情報は次いで、中央サーバなどのリモートシステムに中継される。これは、スマートメタリング、温度モニタリング、圧力モニタリング、流体流モニタリング、インベントリモニタリング、水位モニタリング、機器モニタリング、ヘルスケアモニタリング、野生生物モニタリング、天候および地質学的現象モニタリング、フリート管理および追跡、スマートシティ、スマートな運転シナリオ、リモートセキュリティ検知、物理アクセス制御、トランザクションベースのビジネス課金、および他の適用例を含むことができる。

10

#### 【0004】

それらの性質を考慮して、これらのIoEデバイスは、典型的には、少量の電力を消費し、一般的に低コストを有するように設計されている。たとえば、ガスメータ中に配備されるセンサ(結果として「スマートメータ」になる)は、交換または再充電(再充電が可能であっても)なしで数年間もつことが予想され得る。対照的に、モバイルデバイスなどのUEは、その所与のUEの他の特徴とともに、毎日またはより高い頻度ではないとしても数日ごとにUEが再充電されると予想される十分な電力を消費する、かなり多くの送信電力を有する。

#### 【先行技術文献】

20

#### 【特許文献】

#### 【0005】

【特許文献1】米国特許出願第14/107,195号

【特許文献2】米国特許出願第14/107,221号

【特許文献3】米国仮特許出願第62/078,755号

【特許文献4】米国仮特許出願第62/078,711号

#### 【発明の概要】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

以下に、説明する技術の基本的理解を与えるために、本開示のいくつかの態様を要約する。この概要は、本開示のすべての企図された特徴の包括的な概観ではなく、本開示のすべての態様の主要または重要な要素を識別するものでもなく、本開示のいずれかまたはすべての態様の範囲を定めるものでもない。その唯一の目的は、後で提示するより詳細な説明の前置きとして、本開示の1つまたは複数の態様のいくつかの概念を概要の形で提示することである。

30

#### 【0007】

本開示の一態様では、第1のワイヤレス通信デバイスにおいて、発見時間期間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスから発見メッセージを受信するステップと、第1のワイヤレス通信デバイスによって、受信された発見メッセージに基づいて、データレイテンシパラメータおよびエネルギーパラメータを満たす1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの中から中継デバイスを選択するステップと、第1のワイヤレス通信デバイスによって、関連付け時間期間の間に、選択された中継デバイスに関連付けるステップとを含む、ワイヤレス通信のための方法が提供される。

40

#### 【0008】

本開示の追加の態様では、第1のワイヤレス通信デバイスによって、発見フレームのスロットの新しいブロードキャスト時間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信をリッスン(listen)するステップと、発見スロットの間に1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信が聴取(hear)されなかった場合、第1のワイヤレス通信デバイスによって、発見フレームの発見スロットにおいて発見メッセージをブロードキャストするステップと、第1のワイヤレス通信デバイスによって、関連付け時間期間の間に

50

、第2のワイヤレス通信デバイスに関連付けるステップであって、第2のワイヤレス通信デバイスが、発見フレームの発見スロットの間に第1のワイヤレス通信デバイスによってブロードキャストされた発見メッセージに基づいて、第1のワイヤレス通信デバイスの中継デバイスとして選択した、ステップとを含む、ワイヤレス通信のための方法が提供される。

【0009】

本開示の追加の態様では、検出された事象からデータを生成するように構成されたセンサと、発見時間期間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスから発見メッセージを受信し、関連付け時間期間の間に、関連付けメッセージを選択された中継デバイスに送信するように構成されたトランシーバと、トランシーバによって受信された発見メッセージに基づいて、データレイテンシパラメータおよびエネルギーパラメータを満たす1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの中から中継デバイスを選択するように構成されたプロセッサとを含む、ワイヤレス通信デバイスが提供される。

10

【0010】

本開示の追加の態様では、発見フレームのスロットの新しいブロードキャスト時間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信をリッスンすることと、発見スロットの間に1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信が聴取されなかった場合、発見フレームの発見スロットにおいて発見メッセージをブロードキャストすることと、関連付け時間期間の間に、第2のワイヤレス通信デバイスから関連付けメッセージを受信することであって、第2のワイヤレス通信デバイスが、発見フレームの発見スロットの間にブロードキャストされた発見メッセージに基づいて、ワイヤレス通信デバイスを中継デバイスとして選択した、受信することを行うように構成されたトランシーバを含む、ワイヤレス通信デバイスが提供される。

20

【0011】

本開示の追加の態様では、発見時間期間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスから発見メッセージを受信するための手段と、受信された発見メッセージに基づいて、データレイテンシパラメータおよびエネルギーパラメータを満たす1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの中から中継デバイスを選択するための手段と、関連付け時間期間の間に、選択された中継デバイスに関連付けるための手段とを含む、ワイヤレス通信デバイスが提供される。

30

【0012】

本開示の追加の態様では、発見フレームのスロットの新しいブロードキャスト時間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信をリッスンするための手段と、発見スロットの間に1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信が聴取されなかった場合、発見フレームの発見スロットにおいて発見メッセージをブロードキャストするための手段と、関連付け時間期間の間に、第2のワイヤレス通信デバイスに関連付けるための手段であって、第2のワイヤレス通信デバイスが、発見フレームの発見スロットの間にブロードキャストするための手段によってブロードキャストされた発見メッセージに基づいて、ワイヤレス通信デバイスを中継デバイスとして選択した、手段とを含む、ワイヤレス通信デバイスが提供される。

40

【0013】

本開示の追加の態様では、本明細書で説明する方法の1つまたは複数の態様をコンピュータに実行させるコードを含む、プログラムコードを記録したコンピュータ可読媒体が提供される。

【0014】

添付の図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、本発明の他の態様、特徴、および実施形態が当業者に明らかになる。本発明の特徴について、以下のいくつかの実施形態および図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、本明細書で説明する有利な特徴のうちの1つまたは複数を含むことができる。言い換えれば、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

50

として説明する場合があるが、そのような特徴のうちの1つまたは複数は、本明細書で説明する本発明の様々な実施形態に従って使用される場合もある。同様に、例示的な実施形態について、デバイス、システム、または方法の実施形態として以下で説明する場合があるが、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装され得ることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本開示の実施形態による、例示的なワイヤレス通信環境の図である。

【図2】本開示の実施形態による、例示的なIoTデバイスのブロック図である。

【図3】本開示の実施形態による、発見フレーム間隔を示すフレームタイムラインの図である。

10

【図4】本開示の実施形態による、発見フレームのフレーム構造の図である。

【図5】本開示の実施形態による、発見フレーム内のスロット構造の図である。

【図6】本開示の実施形態による、発見および関連付けのためのスロットを含む発見フレームのフレーム構造の図である。

【図7】本開示の実施形態による、発見フレームと関連付けフレームとの間のタイミングを示すフレームタイムラインの図である。

【図8】本開示の実施形態による、発見フレームと関連付けフレームとの間のタイミングを示すフレームタイムラインの図である。

【図9】本開示の様々な態様による、ワイヤレス通信中継器選択のためのIoTデバイス間のシグナリングを示す図である。

20

【図10】本開示の様々な態様による、ワイヤレス通信のための例示的な方法を示すフローチャートである。

【図11】本開示の様々な態様による、ワイヤレス通信のための例示的な方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

添付の図面に関して以下に記載する詳細な説明は、様々な構成の説明として意図されており、本明細書で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意図されていない。詳細な説明は、様々な概念の完全な理解を与えるための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は明らかであろう。場合によっては、そのような概念を曖昧にすることを避けるために、よく知られている構造および構成要素がブロック図の形態で示される。

30

【0017】

本明細書で説明する技法は、CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、SC-FDMAおよび他のネットワークなどの様々なワイヤレス通信ネットワークに使用され得る。「ネットワーク」および「システム」という用語は、しばしば互換的に使用される。CDMAネットワークは、ユニバーサル地上波無線アクセス(UTRA)、cdma2000などの無線技術を実装し得る。UTRAは、広帯域CDMA(WCDMA(登録商標))およびCDMAの他の変形態を含む。cdma2000は、IS-2000規格、IS-95規格およびIS-856規格をカバーする。TDMAネットワークは、モバイル通信用グローバルシステム(GSM(登録商標))などの無線技術を実装し得る。OFDMAネットワークは、発展型UTRA(E-UTRA)、ウルトラモバイルブロードバンド(UMB)、IEEE802.11(Wi-Fi)、IEEE802.16(WiMAX)、IEEE802.20、Flash-OFDMAなどの無線技術を実装し得る。UTRAおよびE-UTRAは、ユニバーサルモバイルテレコミュニケーションシステム(UMTS)の一部である。3GPPロングタームエボリューション(LTE)およびLTEアドバンスト(LTE-A)は、E-UTRAを使用するUMTSの新しいリリースである。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、LTE-AおよびGSM(登録商標)は、「第3世代パートナーシッププロジェクト」(3GPP)という名称の組織からの文書に記載されている。CDMA2000およびUMBは、「第3世代パートナーシッププロジェクト2」(3GPP2)という名称の組織からの文書に記載されている。本明細書で説明する技法は、上述のワイヤレスネットワークおよび無線技術、ならびに次世代(たとえば、第5世代(5G))ネットワークなど

40

50

他のワイヤレスネットワークおよび無線技術に使用され得る。さらに、デバイスはまた、LTE-Direct(LTE-D)、Bluetooth(登録商標)、Bluetooth(登録商標) Low Energy(BLE)、ZigBee、無線周波数識別(RFID)、および/または他のアドホックもしくはメッシュネットワーク技術などの様々なピアツーピア技術を使用して互いと通信し得る。

#### 【0018】

あらゆるモノのインターネット(IoE)デバイスは、それらのデータを中央サーバまたは他のデバイスに配信するために周期的にウェイクアップするように設計されている。しかしながら、いくつかのIoEデバイスは、基地局/ゲートウェイに対して、他のIoEデバイスよりもかなり高い経路損失を有する可能性がある。たとえば、このことは、極度のシャドーイングおよび/またはデバイス配置(たとえば、建造物の地階にあるIoEデバイス)によって引き起こされる可能性がある。さらに、IoEデバイスはほとんどまたはまったく移動性をもたないと予想されることが多く、このことは、より高い経路損失を有するIoEデバイスがその経路損失に縛られる可能性があることを意味する。限られた送信電力ならびに/あるいはシャドーイングおよび/またはデバイス配置に起因する経路損失により、対応するIoEデバイスのバッテリー寿命は、ネットワーク内の他のデバイスよりもかなり低く、頻繁なバッテリー交換を必要とするおよび/またはネットワーク性能を劣化させる可能性がある。結果として、そのような機能を実行するためにIoEデバイスから要求される電力量を制限する中継デバイスをIoEデバイスが識別および選択することを可能にする技法が必要とされている。

#### 【0019】

本開示の実施形態では、中継器の発見および選択によってIoEデバイス通信を強化するシステムおよび技法を紹介する。いくつかの態様では、IoEデバイスは、IoEネットワークにおいて発見フレームと呼ばれることがある共通フレームを導出するために、ワイドエリアネットワーク(WAN)または他の外部ソースからのタイミングを同期させる。基地局/ゲートウェイへの良好な経路を有するIoEデバイス(たとえば、基地局に対する低い経路損失を有するIoEデバイス)は、これらの発見フレームにおいて、他のIoEデバイスがそれらのIoEデバイスを発見し、適切な場合、それらのIoEデバイスの中継器として選択することを可能にする情報をブロードキャストすることができる。IoEデバイスからの発見ブロードキャストメッセージは、リッスンする側のIoEデバイスが、中継のエネルギー影響を最小限に抑えながらレイテンシ制約を満たす、そのデータを中継するための適切なIoEデバイスを選択することを可能にする情報を含むことができる。異なるIoEデバイスが、既存の周期的なブロードキャストを混乱させることなしに、発見フレーム内で分散的にブロードキャストするためのスロットを選択することを可能にするシグナリング構造も提供される。

#### 【0020】

図1は、本開示の実施形態による、例示的なワイヤレス通信環境100の図である。通信環境100は、いくつかのIoEデバイス102a~102eと、いくつかの基地局104と、コアネットワーク108と、1つまたは複数のアプリケーションサーバ110とを含み得る。

#### 【0021】

通信環境100は、複数のキャリア(たとえば、異なる周波数の波形信号)上での動作をサポートし得る。マルチキャリア送信機は、被変調信号を複数のキャリア上で同時に送信することができる。たとえば、各被変調信号は、上記で説明した様々な無線技術に従って変調されるマルチキャリアチャネルであり得る。各被変調信号は、異なるキャリア上で送られてもよく、制御情報(たとえば、パイロット信号、制御チャネルなど)、オーバーヘッド情報、データなどを搬送し得る。通信環境100は、ネットワークリソースを効率的に割り振ることが可能なマルチキャリアLTEネットワークであり得る。通信環境100は、本開示の様々な態様が適用されるネットワークの一例である。

#### 【0022】

基地局104は、たとえば、発展型ノードB(eノードBまたはeNB)を含み得る。基地局104は、基地局トランシーバ局、ゲートウェイ、またはアクセスポイントと呼ばれることもある。図1は、単に簡単にするために、単一の基地局104を示す。2つ以上の基地局が存在しても

よく、ならびにマクロ基地局、ピコ基地局、および/またはフェムト基地局などの異なるタイプの取り合わせが存在してもよいことが認識されよう。基地局104は、コアネットワーク108などのバックホールを介してアプリケーションサーバ110と通信し得る。基地局104はまた、直接的に、またはコアネットワーク108を介してなど、間接的に、他の基地局と通信し得る。

#### 【0023】

IoTデバイス102は、通信環境100全体にわたって分散されてもよく、各IoTデバイス102は固定またはモバイルであり得る。図1は、単に説明を簡単にするために、IoTデバイス102a~102eを示す。当業者に理解されるように、より多いまたはより少ないIoTデバイスが通信環境100内で配備されてもよい。IoTデバイス102a~102eは、スタンドアロンであるか、または他のデバイス内に統合されるかのいずれかであり得る。IoTデバイス102は情報を取り込むことができ、その情報は次いで、図1のアプリケーションサーバ110などのリモートシステムに中継される。IoTデバイス102は、デバイスまたは対象物を「スマート」にするなどのために、それらのデバイスまたは対象物と統合され、長い時間期間の間、たとえば、数日、数週間、数ヶ月、または数年の間、交換または再充電なしで動作可能である必要があるので、限られた電力リソースを有する場合がある。結果として、限られた送信電力、高い経路損失、および/または他の制約を有するIoTデバイス102は、以下でより詳細に説明するように、電力消費を減少させるために、別のIoTデバイス102を発見し、別のIoTデバイス102を基地局104への中継器として利用することができる。

#### 【0024】

ワイヤレスネットワーク100は、ワイヤレスネットワーク100全体にわたって分散されてもよく、固定またはモバイルのいずれかであり得る、1つまたは複数のユーザ機器(UE)106も含み得る。UE106は、端末、移動局、加入者ユニットなどと呼ばれることもある。UE106は、セルラーフォン、スマートフォン、携帯情報端末、ワイヤレスモデム、ラップトップコンピュータ、エンターテインメントデバイス、タブレットコンピュータ、運動/医療デバイス、産業用デバイス、車両/車両構成要素デバイス、および多くの他のワイヤレス通信デバイスであり得る。いくつかの実装形態では、UE106、別の基地局、アクセスポイント、またはゲートウェイは、特定のIoTデバイスのための、基地局104への中継器として働くことができる。この点について、以下の説明は、中継器として働く別のIoTデバイスの使用に焦点を当てるが、概念は、中継器として働くことができる他のタイプのワイヤレス通信デバイスに等しく適用可能であることを理解されたい。

#### 【0025】

アプリケーションサーバ110は、IoTデバイス102が記憶および/または分析のためにデータを送信しようと試みている、中央サーバであり得る。アプリケーションサーバ110は、IoTデバイス102のうちの1つまたは複数からのデータを、そのデータが基地局104から伝達されるときに受信し、そのデータからの情報を利用し、および/またはそのデータをアプリケーションサーバ110と対話する1人または複数のユーザに提示することができる。

#### 【0026】

基地局104は、IoTデバイス102a~102eのうちの1つもしくは複数および/またはUE106が、ダウンリンクを介して基地局104aおよび104bの一方または両方からデータを受信することができる、十分に大きいカバレッジエリアを有し得る。ダウンリンク(または順方向リンク)は、基地局104からIoTデバイス102および/またはUE106への通信リンクを指す。基地局104とのダウンリンクを確立することは可能であるが、場合によっては、IoTデバイス102のうちの1つまたは複数は、基地局104へのアップリンクを確立することができるのに十分な電力を有しないことがある。アップリンク(または逆方向リンク)は、IoTデバイス102(またはUE106)から基地局104への通信リンクを指す。さらに、場合によっては、IoTデバイス102は、基地局104とのアップリンク接続またはダウンリンク接続を確立することができない場合がある。そのような場合、IoTデバイス102は、基地局104との間接通信を容易にするために、他のIoTデバイス102および/またはUE106との通信を利用し得る。そのような間接通信手法の例は、2013年12月16日に出願された「A HYBRID RELAY SCHEME」と題す



る米国特許出願第14/107,195号、2013年12月16日に出願された「RELAY SCHEME BETWEEN N ARROW FREQUENCY BAND AND BROAD FREQUENCY BAND DEVICES」と題する米国特許出願第14/107,221号、2014年11月12日に出願された「OPPORTUNISTIC IOE MESSAGE DELIVERY VIA SE NSOR-TRIGGERED FORWARDING」と題する米国仮特許出願第62/078,755号、および/または2014年11月12日に出願された「OPPORTUNISTIC IOE MESSAGE DELIVERY VIA WAN-TRIGGERED F ORWARDING」と題する米国仮特許出願第62/078,711号に記載されており、それらの各々は、その全体が参照により本明細書に明確に組み込まれる。

【0027】

図1では、IoEデバイス102aは、エリア112によって表される送信範囲を有するものとして示されている。図示のように、エリア112は基地局104に達しない。したがって、IoEデバイス102aは、基地局104と直接通信するために(可能な場合)送信電力を増加させることが要求され得るが、このことは、IoEデバイス102aの電力消費および/またはバッテリー寿命に悪影響を及ぼすことになる。本開示の態様によれば、IoEデバイス102は、電力を節約し、IoEデバイス102aから基地局104に通信されるべきデータの任意のレイテンシパラメータを考慮する方法で基地局104と通信する中継器として利用するために、別のIoEデバイス(たとえば、IoEデバイス102bまたは102c)を発見および選択することができる。

【0028】

IoEデバイス102は、たとえばD2Dリンクを介して、互いにリンクするか、または互いに関連付けることが可能であり得る。場合によっては、IoEデバイス102は、どの他のIoEデバイス102が隣接する近傍内にあり得るかおよび/または基地局104への中継器として働くのに十分な動作パラメータを有し得るかを決定するために、発見メッセージを送出するおよび/または発見メッセージをリッスンすることによって、互いにリンクする。ネットワーク100内のIoEデバイス102は、帯域内シグナリングまたは帯域外シグナリングのいずれかを介して、WANから直接または指定された基地局もしくはゲートウェイからのいずれかで、WAN(たとえば、セルラーネットワーク)のダウンリンクと時間同期することができる。指定された基地局またはゲートウェイは、IoEデバイスのすべての同期化を容易にするために、ネットワーク100内のIoEデバイス102のすべてにカバレッジを提供し得る。いくつかの実装形態では、IoEデバイス102は、発見フレームを同期させるための共通タイミングを導出するために、外部ソース(たとえば、コロラド州フォートコリンズにあるNIST局によるUTC時間の無線送信、または全地球測位システムタイミング)を利用することができる。さらに、場合によっては、IoEデバイス102は、基地局104からWAN信号を受信することができない場合がある。たとえば、多くのIoEデバイス102は、極めて低コストになるように製造され、したがって、WAN技術を含まない場合がある。したがって、いくつかの実装形態では、別のIoEデバイス102、UE106、アクセスポイント、ゲートウェイ、および/または他のワイヤレス通信デバイスは、特定の無線プロトコルを使用して、IoEデバイス102に関連付けられたチャネル(たとえば、WLAN、Bluetooth(登録商標)、ZigBeeなど)上で、タイミング情報をIoEデバイス102に通信することができる。IoEデバイス102がどのようにタイミングを受信するかにかかわらず、共通タイミングは、以下でより詳細に説明するように、所定の時間におよび/または所定の周期で、発見ブロードキャストを送るならびに/あるいは基地局104および/または他のIoEデバイス102からの発見ブロードキャストをリッスンするために使用され得る。

【0029】

ネットワーク100に新たに導入されたIoEデバイス102、または中継器を探している既存のIoEデバイス102は、基地局104および/または基地局104に中継するための他の潜在的なワイヤレス通信デバイス(たとえば、他のIoEデバイス、UE、アクセスポイント、ゲートウェイ、基地局など)を知るために、1つまたは複数の発見フレームを利用することができる。発見フレームのための所定の同期したタイミングを有することによって、IoEデバイス102は、1つまたは複数の次の発見フレームまで省電力モードであることによって、最小のエネルギー消費量で発見を実行することができる。発見フレーム構造およびタイミングの追加の態様について、図3～図8に関して以下で説明する。

## 【 0 0 3 0 】

図2は、本開示の実施形態による、例示的なIoEデバイス102のブロック図である。IoEデバイス102は、上記で説明した様々なIoE適用例のための多くの構成のうちのいずれか1つを有し得る。IoEデバイス102は、プロセッサ202、メモリ204、センサ208、中継モジュール210、トランシーバ212、およびアンテナ218を含み得る。これらの要素は、たとえば1つまたは複数のバスを介して、互いと直接通信または間接通信していてもよい。

## 【 0 0 3 1 】

プロセッサ202は、いくつかの特徴を有し得る。たとえば、プロセッサ202は、中央処理装置(CPU)、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、コントローラ、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)デバイス、別のハードウェアデバイス、ファームウェアデバイス、または、図1に関して上記で紹介し、以下でより詳細に説明するIoEデバイス102を参照しながら本明細書で説明する動作を実行するように構成されたそれらの任意の組合せを含み得る。プロセッサ202は、コンピューティングデバイスの組合せ、たとえば、DSPとマイクロプロセッサの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1つもしくは複数のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実装される場合もある。

## 【 0 0 3 2 】

メモリ204は、いくつかの特性を有し得る。たとえば、メモリ204は、キャッシュメモリ(たとえば、プロセッサ202のキャッシュメモリ)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、磁気抵抗RAM(MRAM)、読取り専用メモリ(ROM)、プログラマブル読取り専用メモリ(PROM)、消去可能プログラマブル読取り専用メモリ(EPROM)、電気的消去可能プログラマブル読取り専用メモリ(EEPROM)、フラッシュメモリ、固体メモリデバイス、ハードディスクドライブ、他の形態の揮発性および不揮発性メモリ、または異なるタイプのメモリの組合せを含む。一実施形態では、メモリ204は、非一時的コンピュータ可読媒体を含む。メモリ204は、命令206を記憶し得る。命令206は、プロセッサ202によって実行されると、本開示の実施形態に関してIoEデバイス102を参照しながら本明細書で説明する動作をプロセッサ202に実行させる命令を含み得る。命令206は、コードと呼ばれることもある。「命令」および「コード」という用語は、任意のタイプのコンピュータ可読ステートメントを含むように、広く解釈されるべきである。たとえば、「命令」および「コード」という用語は、1つまたは複数のプログラム、ルーチン、サブルーチン、関数、プロシージャなどを指す場合がある。「命令」および「コード」は、単一のコンピュータ可読ステートメントまたは多くのコンピュータ可読ステートメントを含み得る。

## 【 0 0 3 3 】

センサ208は、その環境の何らかの側面についての情報を知覚し、取り込むことが可能な任意のセンサまたはメータであり得る。これは、ほんのいくつかの例を挙げれば、サービスメータリング(たとえば、ガス公益事業用)、温度モニタリング、圧力モニタリング、流体流モニタリング、インベントリレベルモニタリング、水位モニタリング、機器ステータスモニタリング、野生生物追跡、天候事象モニタリング、地質学的な事象モニタリング、環境モニタリング、フリート追跡、およびトランザクションベースのビジネス課金を含むことができる。センサ208は、センサ208がデータとして取り込む任意の情報を、アプリケーションサーバ110などのリモートサイトに送信するために、トランシーバ212に送ることができる。センサ208は、センサ208がデータとして取り込む任意の情報を、一時的または永久的に記憶するために、メモリ204に送ることもできる。

## 【 0 0 3 4 】

中継モジュール210は、本開示による中継デバイスを検出および選択することに関する様々な機能のうちの1つまたは複数を実行するために使用され得る。たとえば、中継モジュール210は、IoEデバイス102によってブロードキャストするための発見メッセージを生成し得る。この点について、発見メッセージは、IoEデバイスが中継器として働くのに適切であるかどうかを別のIoEデバイス102が決定することを可能にする情報を含み得る。たとえば、発見メッセージは、IoEデバイスのID、デバイスのアウェイクスケジュールおよ

び/または送信スケジュール、エネルギー消費の現在のレート、残りのバッテリー、一定の長さの packets を送信するのに必要なエネルギー、および/または他の情報などの情報を含み得る。同様に、中継モジュール210は、送信ワイヤレス通信デバイスがIoEデバイス102のための中継器として働くことができるかどうかを決定するために、他のIoEデバイス102、基地局104、および/またはUE106から受信された発見メッセージを分析し得る。受信された発見メッセージに基づいて中継器を評価および/または選択するための例示的な技法について、以下でより詳細に説明する。場合によっては、中継モジュール210は、IoEデバイス102の別個の構成要素でなくともよく、代わりに、プロセッサ202、メモリ204、センサ208、トランシーバ212、および/またはアンテナ218などの、IoEデバイス102の他の構成要素または要素に関連付けられたハードウェア、ソフトウェア、および/またはファームウェアの組合せによって定義されてもよい。

10

#### 【0035】

トランシーバ212は、モデムサブシステム214および無線周波数(RF)ユニット216を含み得る。トランシーバ212は、他のIoEデバイス102、基地局104、および/またはUE106などの他のデバイスと双方向に通信するように構成される。モデムサブシステム214は、変調およびコーディング方式(MCS)、たとえば、低密度パリティチェック(LDPC)コーディング方式、ターボコーディング方式、畳み込みコーディング方式などに従って、センサ208および/または中継モジュール210からのデータを変調および/または符号化するように構成され得る。RFユニット216は、(アウトバウンド送信上の)モデムサブシステム214からの、または別のIoEデバイス102、基地局104、もしくはUE106などの別のソースから発信された送信の、変調/符号化されたデータを処理する(たとえば、アナログデジタル変換またはデジタルアナログ変換などを実行する)ように構成され得る。トランシーバ212内に一緒に統合されたものとして示されているが、モデムサブシステム214およびRFユニット216は、IoEデバイス102が他のデバイスと通信することを可能にするためにIoEデバイス102において一緒に結合される別個のデバイスであってもよい。

20

#### 【0036】

RFユニット216は、変調および/または処理されたデータ、たとえば、データパケット(または、より一般的には、1つまたは複数のデータパケットおよび他の情報を含み得るデータメッセージ)を、1つまたは複数の他のデバイスに送信するために、アンテナ218に供給し得る。これは、たとえば、本開示の実施形態に従って、データメッセージを、基地局104に中継するために別のIoEデバイス102に、基地局104に中継するためにUE106に、または基地局104に直接、送信することを含み得る。アンテナ218はさらに、別のIoEデバイス102、基地局104、および/またはUE106から送信されたデータメッセージを受信し、受信されたデータメッセージをトランシーバ212における処理および/または復調のために供給することができる。図2はアンテナ218を単一のアンテナとして示しているが、アンテナ218は、複数の送信リンクを維持するために、同様のまたは異なる設計の複数のアンテナを含み得る。

30

#### 【0037】

プロセッサ202、メモリ204、センサ208、中継モジュール110、トランシーバ212、および/またはアンテナ218などの、IoEデバイス102の様々な構成要素または要素に関連付けられたハードウェア、ソフトウェア、および/またはファームウェアは、本明細書で説明する様々な機能を実行するために、個別におよび/または組み合わせて利用され得ることを理解されたい。たとえば、いくつかの実装形態では、トランシーバ212および/またはアンテナ218は、信号、メッセージ、および/または他の情報をリスン、受信、送信、および/またはブロードキャストするために利用される。さらに、いくつかの実装形態では、プロセッサ202および/またはメモリ204は、本開示の文脈において、コードを処理、評価、フィルタリング、選択、計算、実行し、アルゴリズムを実行し、および/または(たとえば、センサ208、トランシーバ212、および/またはアンテナ218を介して)IoEデバイスによって取得されたデータ/信号を他の方法で操作するために利用される。

40

#### 【0038】

50

図3は、本開示の実施形態による、発見フレーム間の間隔を示すフレームタイムライン300の図である。図示のように、発見フレーム( $F_0$ および $F_D$ )は、所定の時間におよび/または所定の周期で生じる。発見フレーム( $F_0$ および $F_D$ )は、(たとえば、基準クロックに基づいて)一定の時間に、一定の時間間隔で(たとえば、 $x$ 分に1回、 $x$ 時間に1回、 $x$ 日に1回、 $x$ 週に1回、 $x$ 月に1回など)、一定のフレーム間隔で(たとえば、図示の実施形態では $D$ 個のフレームごと)、および/または他の適切なタイミング技法を使用して送られ得る。発見フレーム( $F_0$ および $F_D$ )の間、中継器として働く立場にある各IoEデバイス102は発見メッセージをブロードキャストし、発見メッセージは、他のIoEデバイスが、各IoEデバイス102がその特定の受信側IoEデバイスのための中継器として働くのに適切であるかどうかを決定することを可能にする情報を含む。たとえば、発見メッセージは、デバイスID、アウェイスケジュール、送信スケジュール、エネルギー消費の現在のレート、残りのバッテリー電力、一定の長さの packets を送信するのに必要なエネルギー量、および/または送信デバイスについての他の情報などの情報を含むことができる。

#### 【0039】

図4は、本開示の実施形態による、発見フレーム( $F_D$ )のフレーム構造400の図である。図示のように、発見フレーム( $F_D$ )は、複数のスロット( $D_1 \sim D_m$ )に分割され得る。本開示によれば、IoEデバイス102の各々は、他のIoEデバイス102からのブロードキャストを混乱させるかまたはそれらのブロードキャストに干渉することなしに、その発見メッセージをブロードキャストするために、発見フレーム( $F_D$ )内の特定のスロットを選択することができる。場合によっては、IoEデバイス102は、その発見メッセージをブロードキャストするための発見フレーム( $F_D$ )内の適切なスロット( $D_1 \sim D_m$ )を識別するために、キャリア検知を利用する。

#### 【0040】

たとえば、図5は、本開示の実施形態による、発見フレーム( $F_D$ )内のスロット( $D_x$ )のスロット構造500の図である。図示のように、スロット( $D_x$ )の間、IoEデバイス102は最初に、新しいブロードキャスト時間(NBT)の間にキャリア検知を実行することができる。IoEデバイス102がNBTの間に別のIoEデバイス102などの別のワイヤレス通信デバイスからのブロードキャストを検知した場合、IoEデバイスはスロット( $D_x$ )の間に送信しない。IoEデバイス102は再度、次のスロット( $D_{x+1}$ )または後のスロット( $D_{x+y}$ )であり得る後続のスロットのNBTの間にキャリア検知を実行し、IoEデバイス102がスロットの間に別のデバイスからのブロードキャストを検知しなくなるまで、このプロセスを後続のスロットごとに繰り返すことができる。

#### 【0041】

IoEデバイス102がNBTの間に別のワイヤレス通信デバイスからのブロードキャストを検知しなかった場合、IoEデバイス102は、バックオフを実行する(すなわち、ある時間の間、他のデバイスからの通信をリッスンする)。バックオフ期間は、ランダムな(すなわち、可変の)時間または固定の時間に対するものであり得る。バックオフ期間がランダムなバックオフである場合、バックオフの長さは、ワイヤレス通信デバイスのハードウェアおよび/またはソフトウェアによって選択され得る。この場合も、IoEデバイス102がランダムなバックオフ期間の間に別のワイヤレス通信デバイスからのブロードキャストを検知した場合、IoEデバイスはスロット( $D_x$ )の間に送信せず、次のスロット( $D_{x+1}$ )または後のスロット( $D_{x+y}$ )であり得る後続のスロットのモニタリングに進む。しかしながら、IoEデバイス102がランダムなバックオフ期間の間に別のワイヤレス通信デバイスからのブロードキャストを検知しなかった場合、IoEデバイス102は、図示のように、ランダムなバックオフ期間に続く発見ブロードキャスト期間の間に、その発見メッセージを送信する。したがって、2つのIoEデバイス102がブロードキャストするためのスロットを同時に探している場合、より長いランダムなバックオフ期間を有するIoEデバイス102は、利用可能なスロットに関して、より短いランダムなバックオフ期間を有するIoEデバイス102に従う。このようにして、ランダムなバックオフ期間は、利用可能なスロットを探して競争するIoEデバイス102間の競合を解決することができる。いくつかの実装形態では、別のワイヤレス通信

デバイスからのブロードキャストがNBTの間に検知されなかった場合、IoEデバイス102がその発見メッセージをNBTの直後に送信するように、ランダムなバックオフ期間は含まれない(またはランダムなバックオフ時間はゼロに設定される)。

#### 【0042】

IoEデバイス102は、その発見メッセージをブロードキャストするために利用可能なスロット( $D_x$ )を見つけると、NBTの間にキャリア検知を実行するかまたはランダムなバックオフを実行する必要なしに、後続の発見フレーム( $F_D$ )においてその同じスロットを利用し続けることができる。この点について、任意の新たに導入されたIoEデバイス102、またはその発見メッセージを送信するためのスロットを探している他のIoEデバイスは、上記で説明したようにキャリア検知および/またはランダムなバックオフを実行した結果として、スロットが占有されていることを検出する。したがって、IoEデバイス102は、既存の周期的なブロードキャストを混乱させることなしに、それらのそれぞれの発見ブロードキャストのためのスロットを分散的に選ぶことができる。この点について、場合によっては、IoEデバイス102は、しきい値のバッテリー電力、電力消費、経路損失、および/またはIoEデバイス102が他のIoEデバイスへの中継器として働くのに適切であることを示す他の値を満たす場合、単に発見メッセージをブロードキャストする。したがって、そのようなしきい値を満たさないIoEデバイス102は、発見メッセージをブロードキャストしなくてもよいが、代わりに、基地局104への中継器として働くのに適切なデバイスを発見および選択するために、他のIoEデバイス102からのブロードキャストをリッスンする。

#### 【0043】

図6は、本開示の実施形態による、発見スロット( $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、...)および関連付けスロット( $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、...)を含む発見フレーム( $F_D$ )のフレーム構造600の図である。発見メッセージのブロードキャストのための時間スロットを有する発見フレーム( $F_D$ )全体を占める代わりに、IoEデバイス102間の関連付けのために発見フレーム( $F_D$ )の1つまたは複数のスロットが予約され得る。たとえば、関連付けスロット( $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、...)の間、中継器を探しているIoEデバイス102は、発見スロット( $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、...)のうちの1つの間に別のIoEデバイス102から受信された発見メッセージに基づいて、適切な中継器であると識別されたその別のIoEデバイス102(または他のワイヤレス通信デバイス)に関連付けることができる。一般的に、IoEデバイス102は、任意の知られているまたは将来開発される、互いに関連付けるための技法を利用することができる。いくつかの実装形態では、IoEデバイス102は、互いに関連付けるためにRTS/CTSハンドシェイクを利用する。単一の発見フレーム( $F_D$ )内に発見スロット( $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、...)および関連付けスロット( $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、...)を有することによって、関連付けのレイテンシが短縮される。しかしながら、そのような手法は、あるエリア内の複数のIoEデバイスがそのエリア内の同じ中継デバイスおよび/または異なる中継デバイスに関連付けしようとするせいで、より高い競合解決をもたらす可能性がある。

#### 【0044】

次に図7および図8を参照すると、発見フレームとは別個のフレームにおいて実行されているIoEデバイス102の関連付けを示すフレームタイムラインがこれらの図に示されている。たとえば、図7は、発見フレーム( $F_D$ )の直後の関連付けフレーム( $F_A$ )を示すフレームタイムライン700を示しているが、図8は、1つまたは複数の介在フレームだけ発見フレーム( $F_D$ )から離間した関連付けフレーム( $F_A$ )を示すフレームタイムライン800を示している。図7および図8の実施形態では、発見フレーム( $F_D$ )内のスロットのすべては、発見ブロードキャストのために予約される場合があり、または、発見フレームの関連付けスロット( $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、...)のすべては、IoEデバイス間の関連付けが関連付けフレーム( $F_A$ )として示される後続のフレームの間に行われるように、他のデバイスによって利用されていてもよい。この点について、関連付けフレーム( $F_A$ )は、(図7に示すように)直後のフレームまたは(図8に示すように)後続のフレームであり得る。この点について、いくつかの実装形態では、関連付けフレーム( $F_A$ )は、中継器として働くのに適切であると識別されたIoEデバイスが次にいつアウェイクするか(たとえば、発見ブロードキャスト内のそのアウェイクスケジ

ジュールに示されるように)に基づいて選択され、これは、発見フレーム( $F_D$ )の数秒後、数分後、数時間後、数日後、数週間後などであり得る。この遅延された関連付け手法は、図6の単一フレーム手法と比較して、関連付け時間の間のIoEデバイス間の競合を著しく低減することができるが、これは、共通の関連付け時間スロットを求めて競走したことがある異なるIoEが、中継ノードとして働くことになる異なるIoEデバイスのアウェイクスケジュールに基づいて、異なる時間に関連付けを開始することができるからである。しかしながら、この手法は、発見フレームと関連付けフレームとの間の遅延により、より高い関連付けレイテンシをもたらす可能性がある。

【0045】

IoEデバイス102間の関連付けに利用される特定の手法は、ネットワークの特定の目的もしくは優先事項および/またはIoEデバイス102の利用可能な機能に基づいて選択され得る。たとえば、いくつかの実装形態では、IoEデバイス102間の低レイテンシ関連付けが重要であり得、その結果、発見スロットと関連付けスロットの両方を有するフレームが好まれる。他の事例では、IoEデバイス102間の競合を回避することが重要であり得、その結果、別個の発見フレームおよび関連付けフレームを利用することが好まれる。

【0046】

場合によっては、複数のIoEデバイス102が同じ中継IoEデバイスに接続しようとする場合がある。しかしながら、中継IoEデバイスは、複数のデバイスのための中継器として働くことを処理できない場合があり、および/または、別のIoEデバイスに関連付けされると、中継IoEデバイスはもはや、他の中継オプションを有する特定のIoEデバイスのための最も適切な中継器ではなくなる場合がある。したがって、いくつかの実装形態では、IoEデバイス102は、別のIoEデバイスがIoEデバイス102に関連付けるたびに、更新された発見メッセージをブロードキャストし得る。更新された発見メッセージは、中継器として働くIoEデバイスの影響を反映する更新された情報を含むことができる。同様に、IoEデバイス102は、一見したところ利用可能であるIoEデバイス102のオーバーヘッドを防止するために、いずれか1つの発見および関連付け時間期間の間に(単一フレーム内であるか、発見フレームおよび関連付けフレームにわたるかにかわらず)1つのみの他のIoEデバイスがIoEデバイス102に関連付けることを可能にし得る。その次の発見ブロードキャストの間に、ブロードキャストメッセージに含まれる情報は、前の発見および関連付け期間からのその1つの他のIoEデバイスとの関連付けの影響を反映する。

【0047】

上述のように、中継器を探しているIoEデバイス102は、ネットワーク100の他のIoEデバイス102によってブロードキャストされた発見メッセージに基づいて、適切な中継デバイスを検出および選択することができる。いくつかの実装形態では、中継器を探しているIoEデバイス102は、中継器として働くべきIoEデバイス102を識別するために、分散型貪欲近似(distributed greedy approximation)を実装する。たとえば、IoEデバイス102は、任意のデータレイテンシパラメータを満たし、中継器として働くために残りのバッテリー電力に対して最小エネルギー負荷を有する、その送信範囲内のデバイスを識別し得る。

【0048】

再び図1を参照すると、IoEデバイス102aは、基地局104との通信を容易にするために、適切な中継器を探している場合がある。したがって、IoEデバイス102aは最初に、その範囲内の他のIoEデバイス102を識別し得る。この点について、範囲内のIoEデバイス102は、経路損失に基づいて(たとえば、パイロット信号の既知の送信強度に対する受信されたパイロット信号の強度の比較に基づいて)を含め、任意の適切な技法を使用して決定され得る。図1では、IoEデバイス102eはIoEデバイス102aの範囲112の外にあるが、IoEデバイス102b、102c、および102dはIoEデバイス102aの範囲112内にある。

【0049】

IoEデバイス102aはまた、その範囲112内のIoEデバイス102b、102c、および102dのうちのどれが、IoEデバイス102aによって送信されるべきデータのレイテンシ要件を満たす送信スケジュールを有するかを決定し得る。たとえば、IoEデバイス102dが、IoEデバイス10

10

20

30

40

50

2aがそのデータを基地局に送信する必要がある時間フレーム内にスケジュールされたアウェイク期間および/または送信期間を有しない場合、IoEデバイス102dは中継器として働くのに適切ではない。場合によっては、IoEデバイス102aは、特定のIoEデバイスによってブロードキャストされた発見メッセージに含まれる情報(たとえば、アウェイクスケジュール、送信スケジュールなど)に基づいて、その特定のIoEデバイスがそのレイテンシ要件を満たすかどうかを決定する。

#### 【0050】

IoEデバイス102aはまた、その範囲112内にあり、そのレイテンシ要件を満たす送信スケジュールを有するIoEデバイス102bおよび102cのうちのどれが、中継器として働く結果として最小エネルギー負荷を有するかを決定し得る。この点について、IoEデバイス102aは、中継器として働くときに最小エネルギー負荷を有するIoEデバイスを識別するために、以下の式を利用し得る。

$$\min_j (E_j(t-1) + E_{D2D-Rx}(ij) + E_{D-eNB}(j)) / B_j \quad (\text{式1})$$

ここで、 $E_j(t-1)$ は、IoEデバイスj(たとえば、IoEデバイス102bまたはIoEデバイス102c)におけるエネルギー消費の既存のレートであり、 $E_{D2D-Rx}(ij)$ は、IoEデバイスi(たとえば、IoEデバイス102a)から周期的なデータを受信することから生じるIoEデバイスjにおけるエネルギー消費のレートであり、 $E_{D-eNB}(j)$ は、IoEデバイスiから受信されたデータを基地局(たとえば、基地局104)に送信するためのエネルギー消費のレートであり、 $B_j$ は、IoEデバイスjの残りのバッテリーエネルギーである。代替的に、IoEデバイスjの予想バッテリー寿命に対応する、式1に示す比の逆数は、どのIoEデバイスが中継器として働くべきかを決定するために最大化され得る。この場合も、IoEデバイス102aは、IoEデバイスによってブロードキャストされた発見メッセージに含まれる情報(たとえば、エネルギー消費の現在のレート、残りのバッテリー、一定の長さの packets を送信するのに必要なエネルギーなど)に基づいて、どのIoEデバイスがエネルギー負荷を最小限に抑えるか(または予想バッテリー寿命を最大化するか)を決定することができる。

#### 【0051】

場合によっては、IoEデバイス102aは、基地局104への直接経路通信と比較して、中継器を利用することに関連付けられた電力節約、バッテリー寿命、および/または他のパラメータを決定または計算する。中継器を使用することが、直接経路通信に比べて、少なくともも事前に指定された改善(たとえば、しきい値を満たす)をもたらさない場合、IoEデバイス102aは、直接経路通信を維持し、中継器を使用しないことがある。

#### 【0052】

IoEデバイス102aは、中継器として働くのに最適なIoEデバイス102(たとえば、IoEデバイス102c)を発見および選択すると、関連付けスロットまたは関連付けフレームの間にそのIoEデバイス102cに関連付け、その後、IoEデバイス102cを中継器として利用する。この点について、IoEデバイス102aは、IoEデバイス102cを中継器として無期限に利用し続けてもよい。代替的に、IoEデバイス102aは時々再評価してもよい。場合によっては、適切な中継器の再評価および/または再選択の間の時間は、ネットワーク100のIoEデバイス102の予想される/実際の移動性および/またはネットワーク100の部分であるIoEデバイス102の数の変動性に少なくとも部分的に基づく。たとえば、IoEデバイス102が固定であると予想され、ネットワーク内のIoEデバイスの数が一定のままであると予想される場合(たとえば、建造物内の複数のスマートメータ)、IoEデバイス102aは、その中継接続を再評価することなしに、長期間(たとえば、数日、数週間、数ヶ月、数年など)もつことができる。一方、IoEデバイス102のうちの1つまたは複数の数がモバイルであると予想されるおよび/またはIoEデバイス102の数が(たとえば、IoEデバイスの導入および/または撤去によって)定期的に変化すると予想されるネットワークでは、IoEデバイス102aは、より頻繁に(たとえば、数ヶ月、数週間、数日、数分など)再評価する場合がある。

#### 【0053】

図9は、本開示の様々な態様による、ワイヤレス通信中継器選択のためのIoEデバイス間のシグナリング900を示す図である。詳細には、図9は、複数の利用可能なIoEデバイス102

10

20

30

40

50

b、102c、...、102iから中継デバイスを選択するIoEデバイス102aに関連付けられたシグナリングを示す。図示のように、IoEデバイス102b、102c、...、102iの各々は、発見フレームの異なるスロットの間に、発見メッセージをブロードキャストする。たとえば、IoEデバイス102bは、発見フレームのスロットbの間に発見メッセージ902をブロードキャストするように示されており、IoEデバイス102cは、発見フレームのスロットcの間に発見メッセージ904をブロードキャストするように示されており、IoEデバイス102iは、発見フレームのスロットiの間に発見メッセージ906をブロードキャストするように示されている。任意の数のIoEデバイスが発見フレームの間に発見メッセージをブロードキャストしてもよいことを理解されたい。IoEデバイス102b、102c、...、102iの各々は特定のスロットを選択することができ、そのスロットの間に、これらのIoEデバイスの各々は、図5に関して上記で説明し、図11に関して以下で説明する技法を含む本明細書で説明する様々な技法ならびに任意の他の適切な技法を利用して、その発見メッセージをブロードキャストする。

10

#### 【0054】

アクション908において、IoEデバイス102aは、受信された発見メッセージ902、904、...、906に基づいて、複数の利用可能なIoEデバイス102b、102c、...、102iから中継デバイスを選択する。IoEデバイス102aは、必要な範囲、レイテンシ、および/またはエネルギーパラメータを満たすIoEデバイスを識別することを含め、本明細書で説明する様々な技法を利用して、中継デバイスを選択し得る。IoEデバイス102aが中継デバイスを選択すると、IoEデバイス102aは、アクション910において、選択された中継デバイスに関連付ける。たとえば、図9は、それぞれ、IoEデバイス102b、102c、および102iとの関連付けのための関連付け910b、910c、および910iを示す。上述のように、IoEデバイスは、任意の知られているまたは将来開発される、互いに関連付けるための技法を利用することができる。関連付けられると、IoEデバイス102aは、ネットワークを介して通信するために、選択された中継デバイスを利用することができる。

20

#### 【0055】

図10は、本開示の様々な態様による、ワイヤレス通信中継器選択のための例示的な方法1000を示すフローチャートである。詳細には、方法1000は、本開示の実施形態による、複数の利用可能な中継デバイスの中からの中継デバイスの選択を示す。方法1000は、IoEデバイス102(たとえば、図1および図2に関して上記で説明したいずれか)において実装され得る。追加のステップが方法1000のステップの前、間、および後に設けられる場合があること、および説明するステップのうちのいくつかは差し替えられるか、または方法1000から削除される場合があることを理解されたい。

30

#### 【0056】

アクション1002において、IoEデバイスなどのワイヤレス通信デバイスは、発見時間期間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスから発見メッセージを受信する。発見時間期間は、発見フレームであり得る。発見メッセージは、発見フレームの別個のスロットの間に受信され得る。発見メッセージは、ワイヤレス通信デバイスのID、ワイヤレス通信デバイスのアウェイクスケジュール、ワイヤレス通信デバイスの送信スケジュール、ワイヤレス通信デバイスのエネルギー消費の現在のレート、ワイヤレス通信デバイスの残りのバッテリー寿命、および/またはワイヤレス通信デバイスが一定の長さのデータパケットを送信するのに必要なエネルギー量のうちの1つまたは複数を含み得る。

40

#### 【0057】

アクション1004において、ワイヤレス通信デバイスは、受信された発見メッセージに基づいて、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの中から中継デバイスを選択する。たとえば、ワイヤレス通信デバイスは、範囲/近接度、データレイテンシ、エネルギー、および/または他のパラメータを満たすデバイスを選択し得る。たとえば、ワイヤレス通信デバイスは、(i)ワイヤレス通信デバイス間の経路損失に基づいた、一定の範囲内の、(ii)他のワイヤレス通信デバイスのアウェイクスケジュールに基づいた、データレイテンシ要件を満たす、かつ/あるいは(iii)他のワイヤレス通信デバイスのエネルギー消費またはバッテリー寿命からなるエネルギーパラメータのグループから選択されたエネルギーパ

50



ラメータを満たすおよび/または最適化する、他のワイヤレス通信デバイスを識別し得る。

【0058】

アクション1006において、ワイヤレス通信デバイスは、中継デバイスとして働くように選択された他のワイヤレス通信デバイスに関連付ける。関連付けは、発見フレームとは別個の関連付けフレームの間に、または発見フレームの少なくとも1つのスロットの間に行われ得る。関連付けられると、ワイヤレス通信デバイスは、ネットワークを介して通信するために、中継デバイスを利用することができる。

【0059】

図11は、本開示の様々な態様による、ワイヤレス通信のための例示的な方法1100を示すフローチャートである。詳細には、方法1100は、本開示の実施形態による、中継器選択のために他のワイヤレス通信デバイスによって利用され得る発見メッセージをブロードキャストするための発見フレーム内のスロットの選択を示す。方法1100は、IoTデバイス102(たとえば、図1および図2に関して上記で説明したいずれか)において実装され得る。追加のステップが方法1100のステップの前、間、および後に設けられることがあること、および説明するステップのうちのいくつかは差し替えられるか、または方法1100から削除される場合があることを理解されたい。

【0060】

アクション1102において、IoTデバイスなどのワイヤレス通信デバイスは、発見フレームの発見スロットのブロードキャスト時間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信をリッスンする。

【0061】

アクション1104において、ワイヤレス通信デバイスは、発見スロットのブロードキャスト時間の間に任意の送信が受信されたかどうかを決定する。送信が受信された場合、方法はアクション1102に戻り、ワイヤレス通信デバイスは、発見フレームの発見スロットのブロードキャスト時間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信をリッスンし、この発見スロットは、同じ発見フレーム内の異なる発見スロットまたは異なる発見フレーム内の発見スロットであり得る。したがって、ワイヤレス通信デバイスは、単一の発見フレーム内の複数の発見スロットにおいて、他のワイヤレス通信デバイスからの送信をリッスンし得る。

【0062】

ブロードキャスト時間の間に送信が受信されなかった場合、方法はアクション1106に続き、ここで、ワイヤレス通信デバイスは、発見フレームの発見スロットのバックオフ期間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信をリッスンする。バックオフ期間は、送信が受信されなかったブロードキャスト時間の直後にきてもよい。バックオフ期間は、ランダムな(すなわち、可変の)時間または固定の時間に対するものであり得る。バックオフ期間がランダムなバックオフである場合、バックオフの長さは、ワイヤレス通信デバイスのハードウェアおよび/またはソフトウェアによって選択され得る。

【0063】

アクション1108において、ワイヤレス通信デバイスは、発見スロットのバックオフ期間の間に任意の送信が受信されたかどうかを決定する。送信が受信された場合、方法はアクション1102に戻り、ワイヤレス通信デバイスは、発見フレームの発見スロットのブロードキャスト時間の間に、1つまたは複数の他のワイヤレス通信デバイスの送信をリッスンし、この発見スロットは、同じ発見フレーム内の異なる発見スロットまたは異なる発見フレーム内の発見スロットであり得る。

【0064】

バックオフ期間の間に送信が受信されなかった場合、方法はアクション1110に続き、ここで、ワイヤレス通信デバイスは、発見フレームの時間スロットの発見ブロードキャスト期間の間に、発見メッセージをブロードキャストする。ブロードキャストされた発見メッセージは、ワイヤレス通信デバイスのID、ワイヤレス通信デバイスのアウェイクスケジュー

10

20

30

40

50

ール、ワイヤレス通信デバイスの送信スケジュール、ワイヤレス通信デバイスのエネルギー消費の現在のレート、ワイヤレス通信デバイスの残りのバッテリー寿命、および/またはワイヤレス通信デバイスが一定の長さのデータパケットを送信するのに必要なエネルギー量のうちの1つまたは複数を含み得る。さらに、場合によっては、ワイヤレス通信デバイスは、後続の発見フレームにおいて他のワイヤレス通信デバイスの送信をリッスンすることなしに、後続の発見フレームの発見スロットにおいて発見メッセージをブロードキャストする。この点について、ワイヤレス通信デバイスは、その発見メッセージをブロードキャストするために利用可能な発見スロットを識別すると、後続の発見フレームのその同じ発見スロットの間にブロードキャストし続けることができる。

【0065】

10

アクション1112において、ワイヤレス通信デバイスは、そのワイヤレス通信デバイスをブロードキャスト発見メッセージに基づいて中継デバイスとして働くように選択した別のワイヤレス通信デバイスに関連付ける。関連付けは、発見フレームとは別個の関連付けフレームの間に、または発見フレームの少なくとも1つのスロットの間に行われ得る。関連付けられると、ワイヤレス通信デバイスは、ネットワークを介した通信を容易にするために、他のワイヤレス通信デバイスのための中継デバイスとして働く。

【0066】

場合によっては、方法1100はアクション1106および1108を含まず、その結果、ワイヤレス通信デバイスは、発見スロットのブロードキャスト時間の間に送信が受信されない限り、発見フレームの時間スロットの発見ブロードキャスト期間の間に、発見メッセージをブロードキャストすることに進む。

20

【0067】

情報および信号は、本開示による様々な異なる技術および技法のいずれかを使用して表され得る。たとえば、上記の説明全体にわたって言及される場合があるデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場もしくは磁性粒子、光場もしくは光学粒子、またはそれらの任意の組合せによって表され得る。

【0068】

本明細書の本開示に関して説明する様々な例示的なブロックおよびモジュールは、汎用プロセッサ、DSP、ASIC、FPGAもしくは他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートもしくはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、または本明細書で説明する機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せを用いて実装または実行され得る。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであり得るが、代替として、プロセッサは、任意の従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、または状態機械であり得る。プロセッサは、コンピューティングデバイスの組合せ(たとえば、DSPとマイクロプロセッサの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1つもしくは複数のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成)として実装される場合もある。

30

【0069】

本明細書で説明する機能は、ハードウェア、プロセッサによって実行されるソフトウェア、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装され得る。プロセッサによって実行されるソフトウェアにおいて実装される場合、機能は、1つまたは複数の命令またはコードとしてコンピュータ可読媒体上に記憶されるか、またはコンピュータ可読媒体を介して送信され得る。他の例および実装形態は、本開示および添付の特許請求の範囲の範囲内にある。たとえば、ソフトウェアの性質により、上記で説明した機能は、プロセッサによって実行されるソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、ハードワイヤリング、またはこれらのいずれかの組合せを使用して実装され得る。機能を実装する特徴はまた、機能の部分が異なる物理的口ケーションにおいて実装されるように分散されることを含めて、様々な位置に物理的に位置してもよい。また、特許請求の範囲を含めて、本明細書で使用する場合、項目のリスト(たとえば、「のうちの少なくとも1つ」または「のうちの1つまたは複数」などの句で終わる項目のリスト)で使用される「または」は、たとえ

40

50

ば、[A、B、またはCのうちの少なくとも1つ]のリストがAまたはBまたはCまたはABまたはACまたはBCまたはABC(すなわち、AおよびBおよびC)を意味するような包含的リストを示す。

【 0 0 7 0 】

当業者が今では諒解するように、また当面の特定の適用例に応じて、本開示の趣旨および範囲から逸脱することなく、本開示のデバイスの材料、装置、構成および使用方法において、またそれらに対して、多くの修正、置換および変形が行われ得る。このことに照らして、本明細書において図示および説明する特定の実施形態は、本開示のいくつかの例としてのものにすぎないので、本開示の範囲は、それらの実施形態の範囲に限定されるべきではなく、むしろ、以下に添付された特許請求の範囲およびそれらの機能的等価物の範囲に完全に相応すべきである。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 1 】

100 ワイヤレス通信環境、通信環境、ワイヤレスネットワーク、ネットワーク

102、102a、102b、102c、102d、102e、102i IoTデバイス

104、104a、104b 基地局

106 ユーザ機器(UE)、UE

108 コアネットワーク

110 アプリケーションサーバ

112 エリア、範囲

20

202 プロセッサ

204 メモリ

206 命令

208 センサ

210 中継モジュール

212 トランシーバ

214 モデムサブシステム

216 無線周波数(RF)ユニット、RFユニット

218 アンテナ

300 フレームタイムライン

30

400 フレーム構造

500 スロット構造

600 フレーム構造

700 フレームタイムライン

800 フレームタイムライン

900 シグナリング

902、904、906 発見メッセージ

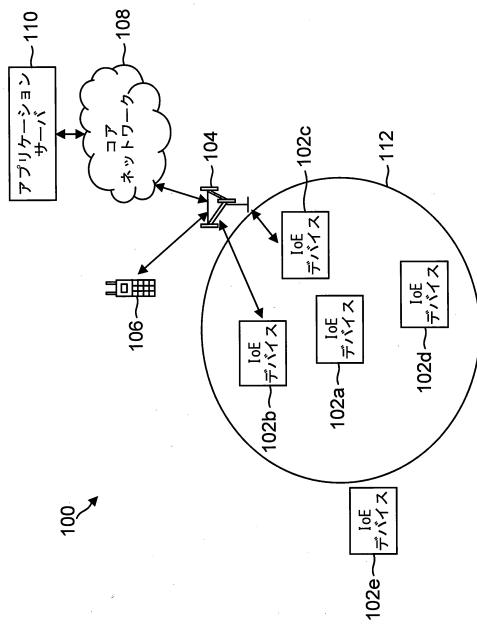
910b、910c、910i 関連付け

1000 方法

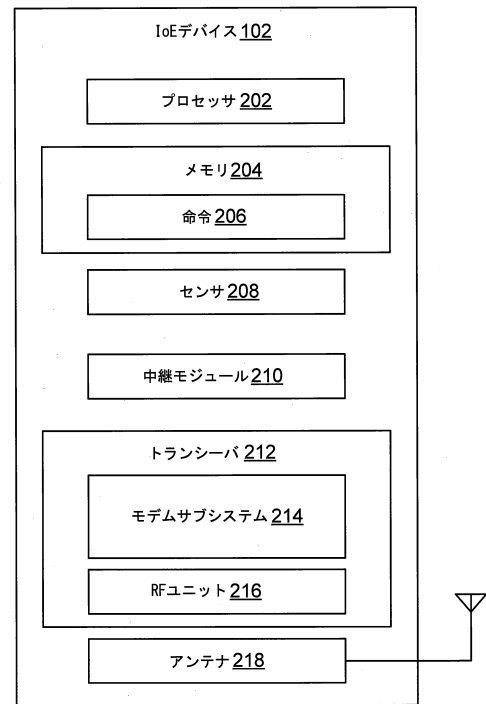
1100 方法

40

【図 1】



【図 2】



【図 3】

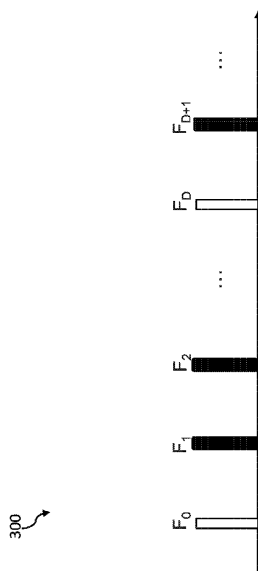


FIG. 3

【図 4】

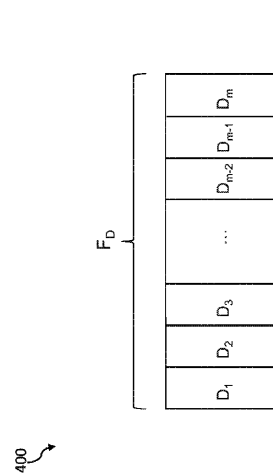
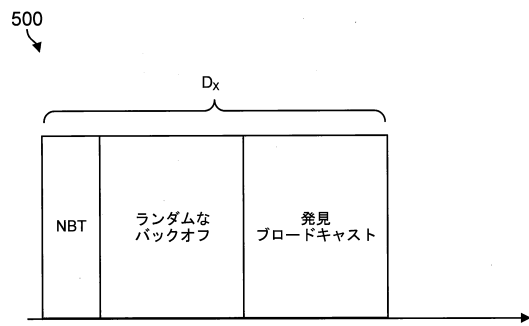


FIG. 4

【図 5】



【図 6】

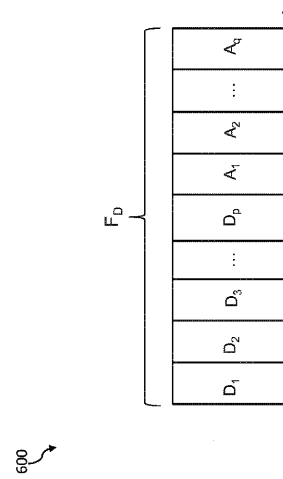


FIG. 6

【図 7】

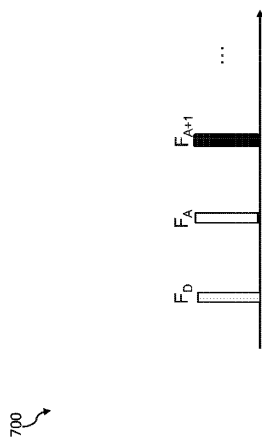


FIG. 7

【図 8】

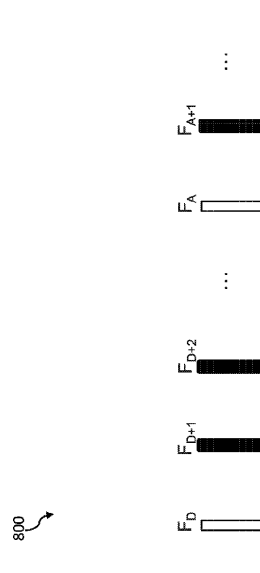
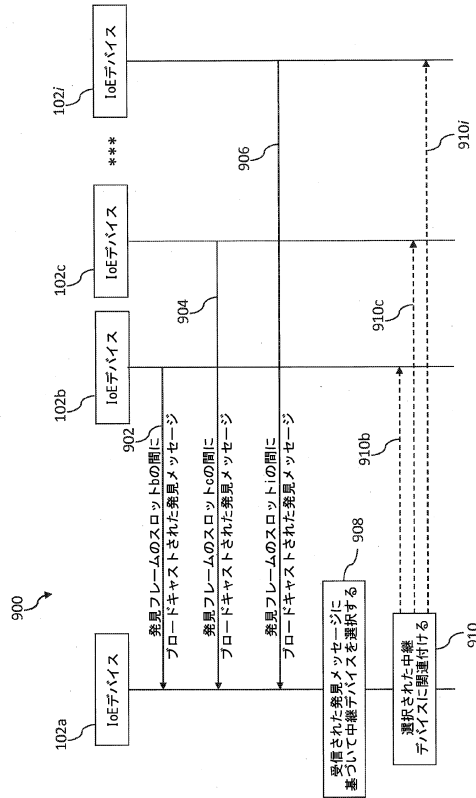
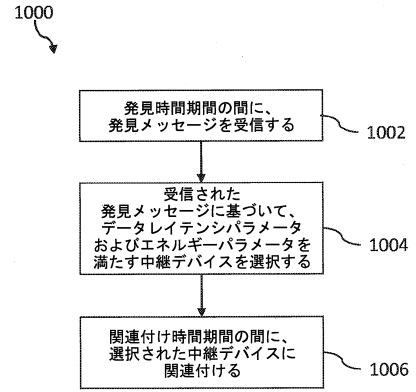


FIG. 8

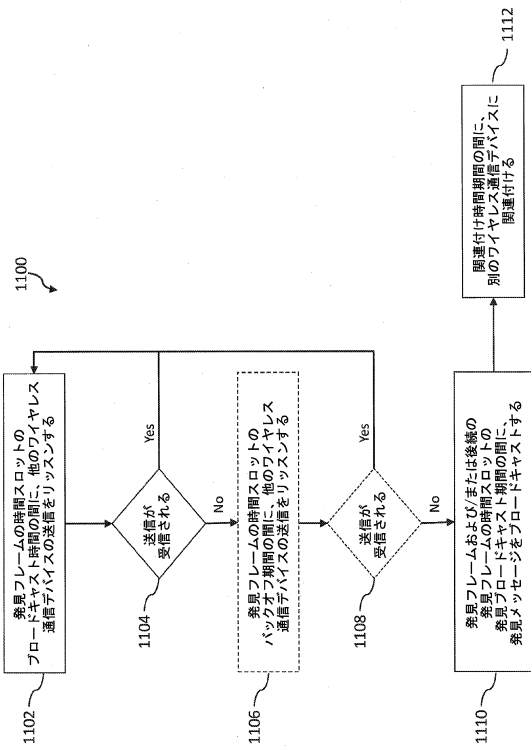
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジュンイ・リ

アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5775

審査官 齋藤 浩兵

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0218926(US, A1)

国際公開第2013/136527(WO, A1)

特表2013-526146(JP, A)

米国特許出願公開第2014/0056210(US, A1)

米国特許出願公開第2009/0028086(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00