

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4988728号
(P4988728)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

F 1

H04W 52/02 (2009.01)
H04W 84/18 (2009.01)H04Q 7/00 421
H04Q 7/00 633

請求項の数 23 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2008-518417 (P2008-518417)
 (86) (22) 出願日 平成18年6月21日 (2006.6.21)
 (65) 公表番号 特表2008-547326 (P2008-547326A)
 (43) 公表日 平成20年12月25日 (2008.12.25)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2006/024428
 (87) 國際公開番号 WO2007/002363
 (87) 國際公開日 平成19年1月4日 (2007.1.4)
 審査請求日 平成21年5月27日 (2009.5.27)
 (31) 優先権主張番号 60/692,798
 (32) 優先日 平成17年6月21日 (2005.6.21)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 11/454,259
 (32) 優先日 平成18年6月16日 (2006.6.16)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 392026693
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100092657
 弁理士 寺崎 史朗
 (74) 代理人 100121980
 弁理士 沖山 隆
 (74) 代理人 100128107
 弁理士 深石 賢治
 (72) 発明者 ガオ, シャー
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州,
 クーパチーノ, ホームステッド ロード
 20900

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】アドホックモードでのワイヤレスネットワークのビーコン生成における節電のための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アドホックワイヤレスネットワークの受信機ステーションが節電状態に入るための方法であって、

アドホックワイヤレスネットワーク内の送信機ステーションのリストを維持するステップであって、該リストにおける該送信機ステーションは、アウェイク状態にあることが知られており、該リストにおける該送信機ステーションから、前記受信機ステーションが現在のビーコンインターバル内に該受信機ステーションへのデータフレームの更なる送信を指示するコントロール又はデータフレームを受信している、該ステップと、

前記リストの各送信機ステーションから前記データフレームを受信し、前記リストの各送信機ステーションに対するタイマーを維持し、対応する送信機ステーションからデータフレームを受信した際に各タイマーをリセットし、前記更なる送信の完了時に前記リストから各送信機ステーションを取り除くステップであって、該完了は、前記データフレームの選択されたフィールドにおいて前記送信機ステーションにより指示される、該ステップと、

前記リストが空になるときに前記節電状態に入るステップと、
を含む方法。

【請求項2】

前記コントロール又はデータフレームが、A T I M フレームを含む、請求項1に記載の方法。

10

20

【請求項 3】

前記タイマーのうちの一つがタイムアウトするとき、前記受信機ステーションが、空のデータフレームを前記対応する送信機ステーションへ送信する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記受信機ステーションが、前記現在のビーコンインターバル内で前記対応する送信機ステーションに複数の空のデータフレームを送信した後に、前記リストから前記対応する送信機ステーションを取り除く、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記送信機ステーションのうちの一つからデータフレームを受信すると、前記受信機ステーションが、確認応答フレームにより応答し、前記確認応答フレームの選択されたフィールドは、前記受信機ステーションが送信すべきデータフレームを有することを指示するようにセットされている、請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 6】

前記受信機ステーションによって送信されるべきデータフレームは、前記確認応答フレームが送信されている前記送信機ステーションへ向けられる、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

アドホックワイヤレスネットワークの送信機ステーションが節電状態に入るための方法であって、

前記アドホックワイヤレスネットワーク内の受信機ステーションの第 1 のリストを維持するステップであって、該第 1 のリストは、それらから、送信機ステーションが、該送信機ステーションによって送信されるコントロールフレームであって現在のビーコンインターバル内に送信されるべきデータフレームを示す該コントロールフレームへの確認応答フレームを受信している受信機ステーションを含んでいる、該ステップと、 20

前記アドホックワイヤレスネットワーク内の受信機ステーションの第 2 のリストを維持するステップであって、該第 2 のリストは、それらから、前記送信機ステーションが、該送信機ステーションによって送信されるコントロールフレームであって現在のビーコンインターバル内に送信されるべきデータフレームを示す該コントロールフレームへの確認応答フレームの受信を失敗している受信機ステーションを含んでいる、該ステップと、

前記第 1 のリスト及び第 2 のリストの双方における各受信機ステーションへ前記データフレームを送信するステップと、 30

前記節電状態に入るステップと、
を含む方法。

【請求項 8】

受信機ステーションへのデータフレームの送信が成功したときに、前記受信機ステーションを前記第 2 のリストから前記第 1 のリストへと移すステップを更に含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記送信機ステーションは、データフレームのヘッダーにおける選択されたフィールドにおいて、該送信機ステーションが送信する更なるデータを有するか否かを示すことにより、各受信機ステーションへその受信機ステーションへの送信の完了を指示する、請求項 8 に記載の方法。 40

【請求項 10】

前記送信機ステーションは、前記データフレームに応答して確認応答フレームを調べて、前記受信機ステーションが前記送信機ステーションに対するデータフレームを有するか否かを判定する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記送信機ステーションは、更に、受信機ステーションのピアリストを維持し、前記送信機ステーションは、前記受信機ステーションが該送信機ステーションに対するデータフレームを有することを前記確認応答フレームから決定する場合に、前記受信機ステーションを前記ピアリストへ加える、請求項 10 に記載の方法。 50

【請求項 12】

前記受信機ステーションは、該受信機ステーションからの送信が完了するときに前記ピアリストから取り除かれる、請求項11に記載の方法。

【請求項 13】

前記送信機ステーションは、前記ピアリストが空になるときに前記節電状態に入る、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

アドホックワイヤレスネットワーク内のマルチキャストフレームの送信機ステーションが節電状態に入るための方法であって、

前記送信機ステーションと他のステーションとの間で A T I M ウィンドウにて以前に通知されたユニキャストデータ送信を完了するステップと、10

前記送信機ステーションによるマルチキャスト送信を完了するステップと、

マルチキャストの空のデータフレームを送信するステップであって、該マルチキャストの空のデータフレームのヘッダーにおける選択されたフィールドは、前記送信機ステーションが送信する更なるデータを有するか否かを示す、該ステップと、

前記節電状態に入るステップと、

を含む方法。

【請求項 15】

他のステーションが前記送信機ステーションへ送信すべきデータフレームを有するか否かを判定するために、該他のステーションからの応答を調べるステップを更に含む、請求項14に記載の方法。20

【請求項 16】

前記調べるステップは、前記マルチキャストの空のデータフレームに対して、ステーションが全く応答しなかったか、一つのステーションが応答したか、又は二つ以上のステーションが応答したかを判定することを含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 17】

前記マルチキャストの空のデータフレームに応答したステーションからデータフレームを受信するステップを更に含む、請求項16に記載の方法。

【請求項 18】

前記マルチキャストの空のデータフレームに応答したステーションから全てのデータフレームを受信した際に、前記節電状態への移行を指示する通知フレームを送信するステップを更に含む、請求項17に記載の方法。30

【請求項 19】

二つのステーションからデータフレームを受信した際に、前記マルチキャストの空のデータフレームを再送信する、請求項16に記載の方法。

【請求項 20】

タイマーをセットし、前記他のステーションのうちの一以上のものが前記送信機ステーションへ送信すべきデータフレームを有していることを指示するコントロール又はデータフレームを受信することなく前記タイマーが切れると、前記節電状態に入るステップを更に含む、請求項14に記載の方法。40

【請求項 21】

前記他のステーションのうちの一つから、そのステーションが前記送信機ステーションへ送信されるべきデータフレームを有していることを指示するコントロール又はデータフレームを受信するときに、前記送信機ステーションは、そのステーションをピアリストへ含ませ、前記データフレームがそのステーションから受信されるときに、そのステーションを前記ピアリストから取り除く、請求項20に記載の方法。

【請求項 22】

前記送信機ステーションは、前記ピアリストが空になるときに前記節電状態に入る、請求項21に記載の方法。

【請求項 23】

50

前記送信機ステーションは、前記 A T I M ウィンドウ中無差別モードで動作する、請求項 1-4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の背景】

【0001】

< 1. 発明の分野 >

本発明は、ワイヤレスコンピュータネットワークに関するものであり、特に、本発明は、アドホックワイヤレスコンピュータネットワークにおける節電動作に関するものである。

【0002】

< 2. 関連技術の説明 >

ワイヤレスネットワークは、モバイルユーザが連続して又は時々場所を変えても、そのモバイルユーザがネットワークアクセスを維持できるようにする。必然的に、モバイルデバイスは、バッテリ電力により動作しており、バッテリ電力は、乏しい資源である。近年では、モバイルデバイス用のバッテリ寿命の改善は、コンピュータ電力及び通信容量の改善に対応できていない。従って、電力効率は、ワイヤレスコンピュータネットワークの重要な設計パラメータとなっている。

【0003】

基盤ネットワークにおける電力管理に比較して、アドホックワイヤレスネットワーク（例えば、802.11b の下でインデペンデントベーシックサービスセット、即ち「IBSS」を使用するアドホックワイヤレスネットワーク）のリンクレイヤーにおける電力管理は、十分理解されておらず、効率的なものではない。例えば、ワイヤレスローカルエリアネットワーク（WLAN）においては、アクセスポイント（「AP」）は、それに関連した全てのステーション（「STA」）の節電状態のグローバルな知識を有している。このようなネットワークでは、モバイルノードとの全ての通信は、AP を通して行われ、AP は、節電（「PS」）モードの STA を指定するデータパケットをバッファリングすることができる。予め特定された時間間隔中に、AP は、これらの STA にバッファリングしたパケットを取り出すように通知する。しかしながら、これとは異なり、アドホックワイヤレスネットワークでは、全てのノードの節電状態のグローバルな知識を有する AP と同様のエンティティは、IBSS には存在しない。その代わりに、各 STA は、パケットをローカルに記憶しており、そのピアと個々に通信してパケット配信をスケジューリングする。

【0004】

IBSS の分散特性のために、802.11 の下では IBSS において多くの節電上の問題点が存在する。

【0005】

802.11 の下で動作する WLAN においては、分散制御機能（「DCF」）は、衝突回避キャリア波感知多重アクセス（CSMA/CA）プロトコルを使用し、分散方式にて、そのワイヤレスネットワーク内で動作しているステーションがフレームを送受信することが許可される時を決定する。CSMA/CA の下では、送信の前に、STA は、媒体を感知して、それが「ビジー」であるか（即ち、別のステーションが送信しているか）を判定する。その媒体がビジーでないならば、STA は送信を行なうことができる。CSMA/CA は、隣接するフレームシーケンスの間ににおいて「インターフレームスペース」（IFS）と称される最小の指定時間間隔を必要とする。送信機は、送信する前に少なくとも IFS の間その媒体がアイドルとなるのを待つ。IFS の値は、送信されるフレームの優先度に従って変化する。IFS 値の例としては、ショート IFS（SIFS）、ポイント IFS（PIFS）、及び分散 IFS（DIFS）がある。

【0006】

SIFS は、最も短いインターフレームスペースであり、STA のグループが実行すべきフレーム交換シーケンスの持続期間中に媒体を取得しているときに使用される。SIFS

10

20

30

40

50

Sは、フレーム交換シーケンスが確実に完了してから、他のSTAがその媒体にアクセスできるようになる。従って、その他のSTAは、その媒体へ送信しようと試みる前に、SIFSよりも長い時間において、その媒体がアイドルとなるのを待機する必要がある。確認応答(ACK)フレームは、例えば、SIFSを使用する。

【0007】

PIFSは、無競合期間の開始時に媒体への優先アクセスを得るために、集中制御機能(PCF)の下で動作するSTAによって使用される。PIFSは、SIFSよりは長いが、DIFSより短い。

【0008】

DIFSは、データフレーム及び管理フレーム(例えば、プロープ要求及びプロープ応答)を送信するために、DCFの下で動作するステーションによって使用される。

10

【0009】

DCFの下では、媒体がビジーであると検出された場合に、STAは、現在の送信が完了するまで、送信を延期する。その延期の後に、又は、送信が成功した直後に再び送信を試みる前に、ステーションは、ランダムな「バックオフ」インターバルを選択する。このインターバルの間は、ステーションは送信を行なわない。バックオフ期間カウンタが、このインターバルを監視する。

【0010】

コントロールパケットの幾つかのフォーマットの例を図1(「プロープ要求フレーム」)、図3(「プロープ応答フレーム」)、及び図4(「確認応答(ACK)フレーム」)に示す。コントロールパケットは、一般的に図5に示すようなフォーマット(即ち、「管理フレーム」)をもつ。図5に示すように、このフォーマットは、媒体アクセスコントロール(MAC)ヘッダー、フレーム本体、及びフレームチェックシーケンス(FCS)を含んでいる。FCSは、送信されるフレームの完全性についての判定を可能とする。802.11 WLANにおいては、STAは、パケットのMACヘッダーにおける宛先アドレス(DA)フィールドを使用して、パケットに関する受信の決定を行なう。例えば、DAフィールドは、グループアドレス(例えば、ブロードキャストアドレス)を含み、そのフレームがビーコンフレームでない場合には、ベーシックサービスセット識別子(BSSID)が認証されなければならない(即ち、そのフレームのBSSIDフィールドが、受信先と同じBSSIDである)。(BSSIDフィールドは、プロープ要求フレームにおけるブロードキャストBSSIDである)。別の例として、アクセスポイントを含むSTAは、データフレーム又はDAフィールドにおいてグループアドレスを特定していない管理フレームを受信した際に、SIFSの遅延の範囲で、ACKフレームで応答することができる。ACKフレームは、DAフィールドにおいてグループアドレスを特定しているパケットについては送信されない。

20

【0011】

媒体の状態は、物理及び仮想キャリア感知機能によって決定される。物理レイヤーは、ワイヤレス媒体におけるエネルギー検出に基づいて物理キャリア感知機構を提供する。MACレイヤーは、ネットワーク割当てベクトル(NAV)と称される仮想キャリア感知機構を提供する。NAVは、データの実際の交換前にフレームにて通知される持続期間情報に基づいて媒体における将来のトラフィックを予想する。ごく僅かの例外はあるが、このような持続期間情報は、MACヘッダーにおいて検出される。

30

【0012】

プロープ要求フレームは、既存のネットワークのエリアを走査するSTAによって送られる。プロープ要求フレームは、そのエリアにおけるAPがプロープ応答フレームで応答するように求める。図1に示すように、プロープ要求フレームは、サービスセット識別子(SSID)フィールド、及びSTAによってサポートされるデータレートを含む。プロープ要求フレームを受信するAPは、STAがそのネットワークに加わるよう求めるか否かを決定する。図2に示すように、フレームコントロールフィールドのタイプビット(B2、B3)及びサブタイプビット(B4-B7)は、フレームタイプ(例えば、「管理

40

50

」) 及びサブタイプ(例えば、「プローブ要求」) の双方を特定する。表1は、タイプビット及びサブタイプビットの種々のとり得る値を示している。

【表1】

表1 有効タイプ及びサブタイプの組合せの例

タイプ値 B3 B2	タイプ記述	サブタイプ値 B7 B6 B5 B4	サブタイプ記述
00	管理	0100	プローブ要求
00	管理	0101	プローブ応答
00	管理	1000	ビーコン
00	管理	1001	ATIM
00	管理	1101	アクション
00	管理	1110-1111	予約
01	コントロール	1101	確認(ACK)

10

【0013】

プローブ要求フレームに応答するために、APは、走査しているSTAへプローブ応答フレーム(図3)を送って、ネットワークの可用性及び特性を知らせる。他のフレームとしては、例えば、受信データフレームに対して確認応答を行なうACKフレーム、又は、ビーコンフレーム(ネットワークの存在を通知する)がある。

20

【0014】

ビーコンフレームを送出することは、多くのネットワークメンテナンスタスクの重要な部分である。ビーコンフレームは、通常、一定間隔で送信され、モバイルSTAが、参加し得るネットワークを見出し、特定し、且つパラメータをマッチングすることを可能とする。ビーコンフレームにおいては、フレーム本体は、次のフィールド、即ち、(a)タイムスタンプ、(b)ビーコンインターバル、(c)ケイパビリティ、(d)SSID、(e)IBSSパラメータセット、及び(f)TIM(Traffic Indication Map)を含む。IBSSパラメータ内的情報フィールドは、ATIMウィンドウパラメータを含む。IBSSパラメータセットのフォーマットを図14に示す。

【0015】

30

基盤ネットワークでは、APは、ビーコンフレームを送信することを担っている。APのサービスエリアは、ビーコンフレームの到達範囲によって画成される。BSSのタイミングは、ビーコンフレームにて特定されるビーコンインターバルによって決定される。ビーコンフレームの連続する送信の間のタイムインターバルは、「ターゲットビーコン移行タイム」、即ちTBTと称される。

【0016】

IBSSネットワークでは、ビーコンフレームは、分散方式にて生成される。ビーコンインターバルは、ビーコンフレーム及びプローブ応答フレームの双方に含められる。STAは、各STAがアドホックネットワークに加わるときにビーコンインターバルを採用する。IBSSネットワークでは、全てのメンバがビーコン生成に参加する。各STAは、ビーコンインターバルタイミングのためのタイミング同期ファンクション(TSF)タイマーを維持する。IBSSネットワークはアクセスポイントを有さないので、STAが低電力モードにある受信機用にバッファしたフレームを有している場合には、当該STAは、ATIMウィンドウ中にアナウンスマントラフィック指示メッセージ(ATIM)フレームを送って、当該STAが受信先用にバッファしたデータを有していることをその受信先に通知する。ATIMフレームは、空の(null)フレーム本体をもっている。

40

【0017】

図15は、IBSSにおけるビーコンフレーム生成のプロセスを示している。各TBTにて、各ステーションは、(a)そのチャネルにて現在送信しているパケットが完了するのを待機し、(b)目下の非ビーコン又は非ATIM送信のためにバックオフタイマー

50

を一時停止し、(c)零と $2 * CW_{min} * TU$ との間の範囲にて均一に分散されたランダム遅延を計算する。ここで、 CW_{min} は、最小衝突ウィンドウのサイズであり、 TU は、タイミングユニットである。次いで、STAは、このランダム遅延を使用してタイマーをセットし、このタイマーが切れるのを待機する。ランダム遅延タイマーが切れる前に、ビーコンフレームが到達する場合には、その待機がキャンセルされ、バックオフタイマーが再始動される。しかしながら、STAがビーコンフレームを受信せずに、ランダム遅延タイマーが切れる場合には、STAは、ビーコンフレームを送出する。ATIMメッセージは、送信元ステーションから宛先ステーションへのビーコンフレームに統一して、通常データパケットと同じ分散制御機能(DCF)アルゴリズムを使用して送信される。ATIMウィンドウの長さは固定されており、ビーコンインターバル中のパケット送信の存在に依らず、理論的TBTTタイムから常に始まる。

10

【0018】

ビーコンフレームにおけるタイムスタンプフィールドは、当該フレームの送信元でのTSFタイマーにおける値を表している。IBSSネットワークに参加しているステーションは、そのTSFタイマーを0に初期化し、整合するSSIDを有するIBSSの別のメンバからビーコンフレーム又はプローブ応答フレームを受信する後まで、ビーコンフレーム又はプローブ応答フレームを送信せず、IBSSネットワーク内の適切な同期を保証する。

【0019】

IBSSネットワークでは、STAは、当該STAの電力が十分であるような「アウェイク(Awake)」状態にあるか、又は、当該STAが電力を殆ど消費できず、送信又は受信することができないような「ドーズ(Doze)」状態にある。STAのための「電力管理」なる用語は、STAがアウェイク状態とドーズ状態との間で移行する方式を指している。

20

【0020】

基盤ネットワークでは、電力管理モードをドーズ又はPS状態に変更するSTAは、送信されるフレームのフレームコントロールフィールド内の電力管理ビットを使用してAPに知らせる。その後、APは、MACサービスデータユニット(MSDU)をSTAへ任意に送信しない。MSDUは、バッファされ、指定された時間に送信される。STAのためにMSDUをバッファしたAPに関連するSTAは、そのAPによって生成された全てのビーコンフレームに含まれるTIMにて特定される。そのTIMを解釈することにより、STAは、当該STA用にMSDUがバッファされていることを知る。PSモードにおいて動作するSTAは、その聴取インターバル及び受信DTIM(delivery traffic indication message)パラメータに従って、周期的にビーコンフレームを聴取する。MSDUがAPにおいて現在バッファされていることを知ると、そのSTAは、ショートPSポールフレームをそのAPへ送信し、当該APが、対応するバッファしたMSDUを用いて直ちに応答するか、又は、そのPSポールに対して確認応答を行ない、その後に対応するMSDUを用い応答する。そのBSSにおけるSTAがPSモードにあるならば、APは、全てのブロードキャスト及びマルチキャストMSDUをバッファし、それらを、DTIM送信を含む次のビーコンフレームに統一して直ぐに、STAへ伝送する。

30

【0021】

図16は、IBSSにおける電力管理の基本的な動作を示している。図16に示すように、各TBTTの後に、ATIMウィンドウが設けられている。このATIMウィンドウ中に、PSモードにて動作するSTAは、アウェイク状態となり、ビーコンフレーム又はATIMフレームを聴取する。MSDUをPSモードにて受信先STAへ送信するためには、送信STAは、先ず、ATIMウィンドウ中にATIMフレームを送信する。異なるSTAからのATIMの送信は、共通DCPバックオフ手順を使用してランダム化される。宛てられたATIMに対しては確認応答がなされる。ACKフレームが宛てられたATIMに応答して受信されない場合には、送信STAは、バックオフ手順を実行して再送信を試みる。マルチキャストATIMに対しては確認応答がなされない。ATIMインターバ

40

50

ルの後、確認応答されたMSDU及び通知されたブロードキャスト/マルチキャストMSDUが、通常のDCFアクセス手順を使用して、PSモードにあるSTAへ送信される。STAは、MSDUが通知されるビーコンインターバル中にバッファしたMSDUを送信することができない場合には、バッファしたMSDUを保持し、次のATIMウィンドウ中にATIMにて再び当該MSDUを通知する。全てのバッファしたMSDUが送信された後、アウェイク状態にあるSTAへ通知されていないMSDUが送信される。

【0022】

PSモードにおいて動作するSTAは、各TBTTの前にアウェイク状態に入る。STAは、ATIMウィンドウ中に、当該STAに宛てられたATIM管理フレーム又はマルチキャストATIM管理フレームを受信した場合には、次のATIMウィンドウの終わりまで、アウェイク状態に留まる。ビーコンフレーム又はATIM管理フレームを送信したSTAは、そのATIMに対する確認応答が受信されるか否かにかかわらず、次のATIMウィンドウの終わりまでアウェイク状態に留まる。STAは、ATIMを送信しておらず、ATIMウィンドウ中に、当該STAに宛てられたATIM管理フレームもマルチキャストATIM管理フレームも受信していない場合には、現在のATIMウィンドウの終了の後にドーズ状態に戻ることができる。

【0023】

ビーコン生成及び電力管理は、関連したアクティビティである。ビーコンフレームは、PSモードにて動作しているSTAのアウェイク期間中に送信され、全てのSTAがそのビーコンフレームを処理することができる。その上、ビーコンフレームの送信元は、少なくとも一つのSTAがアウェイク状態となりネットワークを走査している新たなSTAからのプローブ要求フレームに対して応答するようにするために、次のアクティブ期間の終わりまでは、PS状態に入らない。

【0024】

従って、現在の標準は、IBSSネットワークにおいてビーコンフレームを送信するSTAが次のATIMウィンドウの終わりまではアウェイク状態に留まることを要求して、ネットワークを走査しているSTAによって送られるあらゆるプローブ要求にも応答があることを確実にしている。STAは、そのSTAが送信又は受信するパケットを有しているか否かにかかわらず、アウェイク状態に維持される。従って、相当の電力がそのSTAによって浪費されてしまう。ATIM/ACKを送信しているSTAを全ビーコンインターバル内でアウェイク状態に維持することにより、この標準は、直接的なATIM/ACK交換をせずとも、STAが他のSTAの電力管理状態を引き出すことができるようになっている。例えば、マルチキャスト/ブロードキャストフレームを受信すると、受信機は、送信機がその全ビーコンインターバルを通じてアウェイク状態にあると推測する。ユニキャストATIMフレームの受信機は、ACKフレームが失われてしまい、送信機がその受信機の電力管理状態を推測できないとしても、同じような推測をなしてしまうことがある。この特別の情報でもって、STAは、それがアウェイクモードにあることを推測させるフレームをそれらSTAへ送ることができる。

【0025】

従って、STAが他のSTAの電力管理状態を推測できるような能力を維持し且つドーズモードに入るSTAがそのSTAとその隣接メンバとの間の通信を損なわないようにしつつ、アクティブステーションがパケット送信及び受信の完了後、即座にドーズモードに入れることによってアクティブステーションにおける節電を改善することが必要とされている。

【概要】

【0026】

本発明は、アドホックワイヤレスネットワーク（例えば、IBSS）においてフレームを送信又は受信するSTAにおける節電を、そのSTAがスケジュールされたタスクを完了するときに素早く節電モードに入ることを可能としつつ、向上するための方法を提供す

10

20

30

40

50

る。同時に、本発明の方法は、二つのSTAが、ATIMウィンドウ内でそれらSTAの間でのATIM/ACK交換を必要とせずに、互いに他方の電力管理モードを推測することを可能とする。従って、本発明によれば、STAは、パケットを受信するSTAの能力を損なうことなく、即座に節電モードに入ることができる。

【0027】

本発明の一実施形態によれば、STAの間で「モアデータ(more data)」フィールドを使用して、将来のデータ送信に関する情報を交換する。本発明の種々の実施形態によれば、異なる計算能力を有したSTAが、異なる時間制限の下で情報を提供する。STAは、ATIMウィンドウ内で無差別モードを使用するか又はマルチキャスト/ブロードキャストフレームを送信する節電モードに入ることができる。

10

【0028】

本発明は、添付図面と共に以下の詳細な説明を参照すると、より良く理解されよう。

【好ましい実施形態の詳細な説明】

【0029】

本発明は、アドホックワイヤレスネットワークにおいてアクティブSTA(即ち、メッセージを送信又は受信しているワイヤレスSTA)のための節電を最適化するアルゴリズムを提供する。

【0030】

本発明の一実施形態では、アドホックワイヤレスネットワークのSTAは、ATIMウィンドウ内でユニキャストATIMメッセージのみを送信又は受信し、無差別モード(即ち、802.11標準に従って)においては動作しない。802.11の下では、ATIMフレーム及びACKフレームの交換に基づいて、送信機及び受信機STAは、互いについての異なる内部状態を次の様に推測することができる。

20

【表2】

表2：送信機及び受信機の内部状態

ケース番号	送信機	受信機	推測
1	ATIMフレームを正しく送信し、ACKフレームを正しく受信する	ATIMフレームを正しく受信し、ACKフレームを正しく送信する	送信機及び受信機は、それらが同じ電力状態にあると信じ、従って、互いをピアとしてみなす
2	ATIMフレームを正しく送信するが、対応するACKフレームの受信に失敗する	ATIMフレームを正しく受信し、対応するACKフレームを正しく送信する	受信機は、送信機をそのピアとして取り扱うが、送信機は、受信機をそのピアとして取り扱わない
3	ATIMフレームを正しく送信するが、対応するACKフレームの受信に失敗する	ATIMフレームの受信に失敗し、従って、対応するACKフレームを送信しない	受信機も送信機も他方をそのピアとして取り扱わない

30

【0031】

STAは、当該STAからのATIMフレームがATIMウィンドウ内において受信機STAによって正しく確認応答された場合にのみ、当該ATIMウィンドウの終了時に受信機STAへデータフレームを送信する。データフレームの送信機STAが現在のデータフレームの後に受信機STAへ送信すべき以上の付加的なデータフレームを有している場合には、当該送信機STAは、その現在のデータフレームの「モアデータ」フィールドを「1」にセットする。さもなければ、送信機は、その「モアデータ」フィールドを「0」にセットし、それにより、現在のデータフレームがその送信機STAからの最後のフレームであることを、受信機に知らせる。ビーコンインターバル内で、STAがデータフレームを受信するだけである場合には、各送信機STAからの最後のデータフレームを受信

40

50

すると（即ち、各予想される送信機から、その「モアデータ」フィールドが「0」にセットされたデータフレームを受信した後）、STAは、節電状態又はドーズモードに入ることができる。このスキームは、上記の表2のケース1及びケース3については適切に働く。しかしながら、表2のケース2の下では、送信機（ATIMウィンドウ中に受信機STAからATIMフレームに対するACKフレームを受信していない）は、受信機STAへデータフレームを送信せず、一方で、受信機STAは、データフレームを受信すると予期する。その結果、受信機STAは、予期されたデータフレームを無駄に待機して、ドーズモードに入らない。

【0032】

本実施形態では、送信機STAは、ATIM/ACK交換以外の情報を使用して、受信機STAがアウェイク状態又はアクティブモードにあることを推測し、データフレームを受信機STAへ送出する。送信機STAが受信機STAの節電モードを推測できるようする情報の幾つかの例としては、a)受信機STAが幾つかのマルチキャスト又はブロードキャストフレームの送信機であること、又は、b)受信機STAがまた、データフレームを送信機STAへ送信することが予期されること、がある。

10

【0033】

或いは、ATIMフレームに対する確認応答が正しく受信されたSTAへデータフレームを送信するのに加えて、送信機STAは、ATIMフレームに正しく確認応答していないSTAへデータフレームを送信することができる（即ち、表2のケース2及びケース3）。このスキームの下では、受信機STAは、データフレームが正しく受信されているときに、そのデータフレームに確認応答する。さもなければ、即ち、データフレームが受信機STAで正しく受信されない場合、又は、データフレームが送信されるときに受信機STAがドーズモードにある場合には、送信機はタイムアウト期間中待機して、データフレームへの対応するACKを受信しなかった後に、その送信機STAは、その受信機STAが節電状態にあると結論付けて、その受信機STAをそのピアリストから取り除く。或いは、送信すべきデータが長い場合には、送信機STAは、先ず、受信機STAがそのデータフレームを送信する前にアウェイク状態となるようにするために、送信要求/送信クリア（RTS/CTS）機構を使用することができる。

20

【0034】

図6は、受信STAの動作を例示している。この図6に示すように、STAは、当該STAがATIMウィンドウ中にATIMフレームをそこから受信する送信機STAを記録することにより、ピアリストを維持する（ステップ601、602）。データフレームが受信されると（ステップ604）、送信機STAから「モアデータ」フィールドが「0」にセットされたデータフレームが受信されている場合に、送信機STAは、ピアリストから取り除かれる（ステップ605、606）。前述したように、送信機STAは、確認応答を受信していなかった以前のATIMに対応するデータフレームを送信することができる。従って、受信機STAが、そのピアリストにない送信機STAからデータフレームを受信する場合（ステップ609）、これは、欠落したATIMがあった可能性を表すものであり、当該受信機STAは、そのピアリストにその送信機を加える（ステップ610）。通常、ピアリストが空になる場合に、受信機STAは、ドーズモードに入る（ステップ608）。しかしながら、必要とされているわけではないが、受信機STAは、マルチキャストの空のデータフレームを送出して、今まさに起ころうとしている電力管理移行について隣接メンバに知らせる（ステップ607）。

30

【0035】

また或いは、受信機STAは、チャネルがある期間に亘ってアイドルであったことを観察した後に、当該受信機STAが以前のATIMからして送信機STAからのデータフレームを予期するとしても、ヘッダーにおける電力管理フィールドを「1」にセットして、送信機STAへ、ユニキャストデータフレームを送信することができる。図7は、受信機STAがATIMフレームに対するACKを受信していない送信機STAを待機することを避け得る一方法を示している。図7に示すように、受信機STAは、そのピアリスト上

40

50

の各送信機STAに対するタイマーを維持する(ステップ701)。データフレームが送信機STAから受信されると、受信機STAは、その送信機STAに対するタイマーをリセットする(ステップ702)。送信機STAに対するタイマーが所定の期間後に切れるとき(即ち、タイマー「タイムアウト」、ステップ703)、受信機STAは、ユニキャストの空のデータフレームを送出する(ステップ703)。その空のデータフレームに対応するACKフレームが到達すると、タイマーはリセットされる(ステップ706)。その空のデータフレームが所定時間インターバルの後に確認応答されない場合には(ステップ705)、受信機STAは、バックオフインターバルの後、所定の再送信限界までの間空のデータフレームを再送信することができる(ステップ707、708)。所定の再送信限界に達すると(ステップ709)、受信機STAは、その送信機STAがドーズモードにあるとみなして、その結果、ピアリストからその送信機を取り除く(ステップ710)。
10

【0036】

前述したように、送信機STAは、その受信機へ全ての未送信のデータフレームを送信した後に、現在のビーコンインターバル中に各受信機へのその最後のデータフレームにおいて「モアデータ」フィールドを「0」にセットすることにより、受信機へのその送信の終了を通知して、ドーズモードに入ることができる。しかしながら、この説明は、送信機STA自身が受信機となることを考慮に入れていない。例えば、現在の802.11標準の下では、STAは、現在のビーコンインターバルの間アウェイク状態にあることが知られている別のSTAへ通知せずにデータフレームを送信することができる(例えば、適当なATIM管理フレームを送信することにより)。従って、送信機STAがその受信機STAのうちの一つからATIMフレームを受信していなかったとしても、当該受信機STAは、依然として、その送信機STAへデータフレームを送信することができる。理想的には、データフレームの送出を完了した後、送信機STAは、ドーズ状態に入る前に、その受信機から送信されるべきデータフレームが存在しないことを確認すべきである。この実施形態は、例えば、送信機STAがデータフレームの到来を確認するための三つの方法を提供する。
20

【0037】

送信機STAから「モアデータ」フィールドが「0」にセットされた最後のデータフレームを受信すると、受信機STAがその送信機STAのためのデータを有している場合には、受信機STAは、ACKフレームを送出する。このACKフレームにおいては、受信機STAがその「モアデータ」フィールドを「1」にセットする。そうでない場合には、受信機STAは、ACKフレームの「モアデータ」フィールドを「0」にセットする。送信機STAは、それにより、その受信機の状態を知る。その受信機の何れからもデータが予期されない場合には、送信機STAは、ドーズモードに入ることができる。このような構成の下では、受信機STAは、送信機STAからデータフレームを受信した後、SIFSタイム内にACKフレームを送出する。この方法の一つの欠点は、多くの実施例において、受信機STAは、当該受信機STAが送信機へ送信すべきデータを有しているか否かを決定し、それに応じて、「モアデータ」フィールドを正しくセットすることができるような十分な計算能力を有していないことがあるということである。
30

【0038】

或いは、インターバル処理を完了し且つ「モアデータ」フィールドを正しくセットアップするのにより時間をかけることができるよう、受信機STAは、PIFSタイムの後に、ACKフレームを送出してもよい。(PIFSタイムは、SIFSとスロットタイムの和である)。全ての他のステーションがチャネルにアクセスするためにデータフレームの完了後少なくともDIFSタイムの間待機するので、受信機STAは、依然として、衝突の危険なしに、ACKフレームを送出することができ、従って、この方法によれば、その処理時間が1スロットタイムだけ拡張される。この遅延したACKフレームを受信すると、送信機STAが既にタイムアウトしており(即ち、データフレームが適切にその受信機に達しなかったと仮定される)、且つ、データフレームを再送信するためのバックオフ
40

手順に入っていた場合には、当該送信機STAは、以前のデータフレームの送信に成功したとみなし、そのバックオフ手順をキャンセルする。

【0039】

また或いは、受信機STAは、通常の応答時間内（即ち、SIFSタイム内）にACKフレームを送信する。しかしながら、受信機STAがいずれかの送信機STA向けのデータを有している場合には、当該受信機STAは、その「モアデータ」フィールドを「1」にセットして、その受信機STAがそのビーコンインターバル内で一つ又はそれ以上のデータフレームを送信していることを示す。さもなければ、その「モアデータ」フィールドは、「0」にセットされる。このようにして、受信機STAは、そのアウェイク状態を全ての送信機STAにグローバルに通知する。図9は、受信機が送信機へ通知メッセージを送信するこのような方法の一例を示している。この図9に示すように、受信機は、アクティブピアのリストを維持する（ステップ901）。メッセージが新しい送信機STAから受信されると、新しい送信機STAは、そのリストに加えられ、そして、ピアがドーズモードに入ることを通知すると、当該ピアは、リストから取り除かれる（ステップ902）。受信機STAがそのピアリストにおけるいずれかのSTAへ送信すべきデータを有している場合には、その受信機STAは、それが送り出すコントロール及びデータフレームにおける「モアデータ」フィールドを「1」にセットする（ステップ904）。さもなければ、受信機STAは、アウトバウンドコントロール及びデータメッセージにおける「モアデータ」フィールドを「0」にセットする（ステップ905）。データフレームを受信すると（ステップ906）、その「モアデータ」フィールドが「0」にセットされていない場合には（ステップ907）、受信機STAは、送信機STAからの一以上の付加的なデータフレームを予期するので、如何なる節電動作も行わない。しかしながら、受信されたデータフレームが「0」にセットされた「モアデータ」フィールドを有するならば、受信機STAは、SIFSタイム後に、前述したようなルールに従って「モアデータ」フィールドをセットして、ACKフレームを送信する（ステップ908）。この処理は特定の送信機STAへ送信されるデータをルックアップすることを含まないので、この情報を予め処理して、「モアデータ」フィールドのための値をそのSIFSタイム制限内に設定することができる。

【0040】

同時に、受信機STAは、リソースを使用して、送信機特定動作を用意することができる。受信機STAが、特定送信機STAに対するデータを、当該特定の送信機STAからの送信が完了した後、有していない場合には、当該受信機STAは、SIFSタイムの後又は分散制御機能（DCF）手順を使用して、ユニキャストの空のデータフレームを送信することができる（ステップ912）。このヌルデータフィールドの「モアデータ」フィールドを「0」にセットして、特定の送信機に対して更なる送信が予定されていないことを指示する（ステップ912）。ここで、いずれかの送信機STAに対するデータが存在する場合には、以前のACKフレームの「モアデータ」フィールドが「1」にセットされていたことに注意されたい。この特定の送信機STAに対して、受信機STAは、一以上のデータフレームを送信し（ステップ910）、更に、それらのデータフレームのうちの最後のデータフレームにて、「モアデータ」フィールドを「0」にセットする（ステップ911）。このようにして、受信機STAは、それがデータを有する特定の送信機STAへのデータフレームを用意し、それら特定の送信機STAと通信するためにデータフレームにおける「モアデータ」フィールドを使用する。

【0041】

空のデータフレーム（ステップ912）は、一以上の方法で送出することができる。例えば、空のデータフレームは、衝突を避けるために、SIFSタイム内でACKフレームに直ぐに続くことができる。送信機STAは、その空のデータフレームに対して確認応答するためにACKフレームを送信することができる。受信機STAは、予期するACKフレームが受信されない場合には（即ち、「タイムアウト」）、空のデータフレームを再送信することができる。このプロトコルトランザクションを、図8に示す。ACKフレーム

10

20

30

40

50

のネットワーク割当てベクトル (NAV) は、SIFS とその新しい空のデータフレームを送信するための時間との和だけ拡大される。受信機 STA は、又、通常のDCFを使用して空のデータフレームを送信することもできる。

【0042】

図10は、図9に関して前述した受信機STAのプロセスに応答して、ドーズモードに入る時を決定するための送信機STAのプロセスを示している。この実施形態では、送信機STAは、二つのリスト、即ち、s-リスト及びf-リストを維持する。s-リストは、送信機がATIMウィンドウ中にそのATIMフレームに応答してACKフレームを受信する全てのSTAを含む(ステップ1001)。これに対応して、f-リストは、ATIMウィンドウ中にACKフレームが受信されなかった全てのSTAを含む(ステップ1002)。ATIM交換期間の後、送信機STAは、s-リスト及びf-リストの双方におけるSTAへデータフレームを送信する(ステップ1006)。f-リストにおけるSTAへのデータフレーム送信が失敗する場合には、その対応のSTAは、f-リストから取り除かれる。しかしながら、f-リストのSTAからACKフレームが受信される場合には、そのSTAは、f-リストからs-リストへと移される。従って、ビーコンインターバル中のある時点で、f-リストは空になる。

【0043】

送信機STAは、適切にセットされた「モアデータ」フィールドを有するデータフレームをf-リスト及びs-リストにおけるSTAへ送信する。この実施形態では、送信機STAは、対応するACKフレームが予期した時間内に受信されない場合に、データフレームを再送信する。更に、STAへの最後のデータフレームにおいて、送信機STAは、その「モアデータ」フィールドを「0」にセットする(ステップ1007)。次いで、送信機STAは、受信機STAが当該送信機に対するデータを有するかについての受信機STAからの通知を待機する。前述したように、送信機STAの最後のデータフレームに応答して受信機STAから戻されたACKフレームの「モアデータ」フィールドは、受信機STAがその隣接メンバのいずれに対するデータも有していないときにのみ、「0」にセットされる。この時点で、受信機STAは、その送信機のs-リストから取り除かれる(ステップ1012)。しかしながら、そのACKフレームにおける「モアデータ」フィールドが「1」にセットされている場合には、送信機STAは、その後のフレームにおいて受信機STAからより特定の情報を受信することを予期する。受信機STAからの次のフレームが空のデータフレームであり且つその「モアデータ」フィールドが「1」にセットされている場合には(図9のステップ912に対応する、ステップ1010)、受信機STAから送信機STAへのそれ以上のデータは存在しない。この時点で、受信機STAを、s-リストから取り除くことができる。さもなければ、送信機STAは、受信機STAからの付加的なデータフレームを予期する。これらの処理の後、その受信機STAは、s-リストから取り除かれる。送信機STAが受信機STAからのデータフレームを予期する場合には、送信機は、その受信機STAをそのピアリストへ加える(ステップ1012)。ピアリストは、送信機STAがデータフレームを予期している全てのSTAを含む。送信機STAは、そのピアリストにおける全てのSTAが当該送信機STAへのそれらの送信を完了するまで待機する(ステップ1003、1004)。送信が完了するとき、送信機STAは、ドーズモードに入る。

【0044】

一般的な場合において、STAは、ビーコンインターバル内において送信機及び受信機の双方となる。この場合には、STAは、データパケットを送り出すために送信機STAのプロセスに従い、データフレームを受信するときには、受信機STAのプロセスに従う。STAは、それが全てのその送信及び受信を完了したときにのみドーズモードに入る。二つのピアがATIMウィンドウ中に互いにATIMフレームを送信し、又は、ATIMウィンドウの後に互いにデータフレームを送信するときには、双方のSTAは、その他方をピアとみなし、それらの状態は、それらの各外部向けのデータフレームにおける「モアデータ」フィールドを通して通信することができる。従って、データフレームを受信する

10

20

30

40

50

と、受信しているSTAは、他方のSTAへの送信の完了を合図するためのユニキャストの空のデータフレームを省略することができる（即ち、図9のステップ912）。このように、図9及び図10のプロセスは、二つのSTAが共に互いに送信機及び受信機である場合に制御される。

【0045】

本発明の第2の実施形態によれば、STAは、マルチキャスト又はブロードキャストメッセージを送信することができる。この実施形態では、どのSTAも無差別モードで動作しない。既存の802.11ワイヤレスネットワークの下では、マルチキャスト又はブロードキャストフレームを送出するSTAは、ビーコンインターバルを通してアウェイク状態にある。マルチキャスト又はブロードキャストフレームは多数のSTAによって受信されるので、受信機STAは、送信機STAのアウェイク状態を導き出す。その結果として、データフレームは、ATIMフレームを使用する通知をすることなしに、マルチキャスト又はブロードキャストフレームを送出するSTAへ送信され得る。10

【0046】

マルチキャスト又はブロードキャストフレームの送信機STAの場合には、ドーズモードに入る時について多くの選択肢がある。一つの方法では、送信機STAは、その送信を完了した後直ぐにドーズモードに入ることができる。送信機STAは、既存の802.11標準において特定されているように、そのマルチキャスト又はブロードキャスト送信を完了することができる。この方法の下では、ATIMフレームがそのATIMウィンドウ中に受信されない限り、送信機STAは、マルチキャスト又はブロードキャスト受信機からの発生し得る送信を待機しない。そのユニキャスト送信に対しては、STAは、図6から図10に関して前述したものと同じプロセスに従う。ユニキャスト及びマルチキャスト通信の完了時に、STAは、ドーズモードに入る。この場合においては、マルチキャスト又はブロードキャスト送信に対する特別な規定はない。20

【0047】

別の方法では、送信機STAは、当該送信機STAがその受信機によって送られる全てのデータフレームを受信する後まで、ドーズモードに入ることを待機することができる。この第2の方法は、マルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAが、ドーズモードに入ることに成功するために、その受信機の全てについての正しい状態情報を有することを要する。図12は、マルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAがドーズモードに入るためのこの第2の方法の下での一つの方法を示している。図12に示すように、送信機STAが、そのユニキャスト送受信（ステップ1201）及びマルチキャスト送信（ステップ1202）の双方を完了し、当該送信機STAが送信すべき更なるデータを有する場合には、そのデータフレームにおける「モアデータ」フィールドを「1」にセットし、最後のデータフレームで、その「モアデータ」フィールドを「0」にセットする。マルチキャスト又はブロードキャストフレームは、確認応答されない。30

【0048】

ステップ1201及び1202のアクティビティを完了すると、送信機STAは、ドーズモードに入ることを決定することができる（ステップ1203）。ドーズモードに入る準備をするため、送信機STAは、先ず、その隣接メンバの全てにマルチキャストの空のデータフレームを送出する（ステップ1204）。マルチキャストの空のデータフレームは、その送信機へ送るべきデータフレームを有する受信機STAからの応答（ACKフレームの形の）を求めることを意図している（ステップ1205）。送信機からマルチキャスト又はブロードキャストの空のデータフレームを受信すると、依然としてその送信機STAへ送るべきデータを有している受信機は、SIFSタイムの後にその送信機STAへACKフレームを、当該ACKフレームの「モアデータ」フィールドを「1」にセットして、送信する。図11に関連して後述するプロセスを使用して、送信機STAは、（1）ACKフレームがないか（ステップ1206）、（2）ACKフレームが厳密に一つあるか（ステップ1207）、又は（3）複数のACKフレームがあるか、を決定することができる（ステップ1208、ACKフレーム衝突の形にて）。送信機STAは、ACKフレ4050

ームが無い（即ち、受信機STAの何れもが送信機STAへ送信すべきデータフレームを有さない）場合には、ドーズモードに入る。

【0049】

厳密に一つのACKフレームがある場合には、送信機STAは、そのACKフレームの送信機STAからのデータフレームを待機する（ステップ1209）。マルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAとその受信機STAとの間の送信は、例えば、前述したようなプロトコルを使用して完了することができる。その後、そのマルチキャスト又はブロードキャスト送信機は、ドーズモードに入ることができる。マルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAは、適当なヘッダーにおける「電力管理」フィールドが、送信機STAが節電モードに入ろうとしていることを示すようにセットされている通知フレームを送出することができる（ステップ1210）。

10

【0050】

ACK衝突（即ち、二つ又はそれ以上の受信機STAがマルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAに送るデータを有していることに対応する、ステップ1208）の場合には、送信機STAは、少なくとも二つのSTAが送信機STAへのそれらのデータ送信を完了するのを待機する。その後、送信機STAは、マルチキャストの空のデータを再送信し、ステップ1204-1208を繰り返す。

【0051】

ステップ1206-1208の決定をなすためには、マルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAがACKフレームの衝突と無ACKフレーム送信とを区別する必要がある。そうするために、送信機STAは、その送信電力が閾値を越えるか否かを、マルチキャストヌルデータフレームの送信完了時からのSIFSタイムの後に始まるACK送信期間内に、測定する。図11は、マルチキャスト送信機STAがマルチキャスト通知フレームに応答して受信されるACKフレームを如何に判定し得るかを例示するフローチャートである。図11に示すように、マルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAは、先ず、そのACK送信期間中に適切なACKフレームが受信されるかを判定する（ステップ1101-1103）。そうでない場合（ステップ1104）には、送信機STAは、受信された信号電力が所定の平均ノイズ電力閾値を越えているかを判定する。ノイズ電力閾値よりも高い電力が受信されている場合（ステップ1105）には、送信機STAは、ACK衝突が検出されたとみなす。さもなければ（ステップ1106、即ち、ノイズ電力閾値よりも低い電力が受信されている）、送信機STAは、ACKフレームが受信されていないとみなす。

20

【0052】

別の方法では、マルチキャストヌルデータフレームは確認応答されない。図13は、このような別の方法の下でマルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAがドーズモードに入るプロセスを示している。図13に示すように、ユニキャスト送信及び受信アクティビティ（ステップ1301）及びマルチキャスト又はブロードキャスト送信（ステップ1302）を完了した後、そのマルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAは、図12のステップ1201-1203に関連して前述したようなアクティビティと同様に、ドーズモードに入ることを決定する（ステップ1303）。次いで、マルチキャスト又はブロードキャスト送信機は、「モアデータ」フィールドが「1」にセットされたマルチキャストの空のデータフレームを送信し、タイマーを始動させる（ステップ1304-1305）。この実施形態においては、マルチキャスト又はブロードキャスト送信機へ送信されるべきデータフレームを有する受信機STAがヌルデータフレームを受信する場合に、受信機は、その受信機が送信しようとしている他のデータフレームに先んじて、そのマルチキャスト又はブロードキャスト送信機に対するデータフレームを進める。こうして、そのような受信機STAが次にパケット送信のためにそのチャネルを取得すると、マルチキャスト送信機STAへ向けられたデータフレームが送信される。

30

【0053】

タイマーが切れる前にデータフレームが受信されない場合（ステップ1306）には、

40

50

マルチキャスト送信機STAは、ドーズモードに入る（ステップ1311）。しかしながら、データフレームが到達する場合には、そのとき、マルチキャスト送信機STAは、それが既にそのピアリストにないならば、その送信STAをそのピアリストに含める。マルチキャスト送信機STA及びこの送信STAは、前述したようなプロセス（例えば、図9及び図10に例示したプロセス）を使用して、データ送信トラフィック情報を交換することができる。他のSTAからの付加的なデータフレームも、マルチキャスト送信機と送信STAとのこののような交換が完了する前に、到達することがある。マルチキャスト送信機STAは、データフレームが到達すると、これらの付加的なSTAをそのピアリストへ含める。同時に、そのマルチキャスト送信機は、送信を完了したSTAをそのピアリストから取り除く（ステップ1308）。このプロセスは、その受信機STAがそのマルチキャスト又はブロードキャスト送信機へのそれらの送信を完了するように続けられる。ピアリストが空になると（ステップ1309）、マルチキャスト送信機は、別の空のデータフレームを再び送信して、それがドーズモードに入ることができるかを判定する。ステップ1304-1310は、その送信機がドーズモードに入るまで、又は、新しいビーコンインターバルが始まるまで、繰り返される。10

【0054】

更に別の実施形態では、アドホックワイヤレスネットワークにおける全てのSTAが、ATIMウィンドウ中、無差別モードにて動作し、全てのSTAが、他のSTAの間でのATIM/ACK交換を聴取する。従って、STAがその隣接メンバのうちのいずれか又は全てとATIM/ACK交換をしないとしても、そのSTAは、依然として、観測によりその隣接メンバの節電モードを導き出すことができる。このように隣接メンバの節電状態を知ることにより、STAは、アウェイクモードにあると信しられるその隣接メンバのいずれにもフレームを送出することができる。ドーズモードに入るため、STAは、その隣接メンバが当該STAにデータパケットを送信するか否かを判定する。このような実施形態では、図6-図13の方法が可能である。例えば、STAは、図6-図10の方法を使用して、ATIMウィンドウ中にATIM/ACKフレームを交換した他のSTAと情報を交換することができる。STAがマルチキャスト又はブロードキャストデータフレームを送出している場合には、図11-図13の方法を使用し得る。従って、STAがドーズモードに入りたいときには、一つの例として、当該STAは、そのデータ送信の後且つそのATIMウィンドウにて通知されたトラフィックを完了した後、その隣接メンバにデータフレームがありうるかについて問い合わせることなく、ドーズモードに入ることができる。別の例では、STAは、電力管理フィールドを「0」にセットしたブロードキャストの空のデータフレームを送信して、それがドーズモードに入ろうとしていることをその隣接メンバに通知することができる。隣接STAは、例えば、図11-図13の方法を使用して応答することができる。20

【0055】

前述の詳細な説明は、本発明の特定の実施形態を例示するためになしたものであり、本発明を限定することを意図していない。本発明の範囲内において、種々な変更及び変形が可能である。本発明の範囲は、特許請求の範囲に記載されている通りである。30

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】プローブ要求フレームのフォーマットを示す図である。

【図2】フレームのフレームコントロールフィールド内のデータフィールドを示す図である。

【図3】プローブ応答フレームのフォーマットを示す図である。

【図4】確認(ACK)フレームのフォーマットを示す図である。

【図5】管理フレームの一般的なフォーマットを示す図である。

【図6】本発明の一実施形態による受信機STAの動作を例示する図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る方法であって、受信機STAがATIMフレームに対するACKフレームを受信しなかった送信機STAを待機することを避ける得る一方法を40

示す図である。

【図8】本発明の一実施形態に従って、受信機STAが送信機STAに、それが送信すべきデータを有していることを通知するプロトコルトランザクションを例示する図である。

【図9】本発明の一実施形態に係る方法であって、受信機STAが通知メッセージを送信機STAへ送信する別の方法を示す図である。

【図10】図9に関して前述した受信機のプロセスに応答して、ドーズモードに入る時を決定する送信機STAのプロセスを示す図である。

【図11】マルチキャスト送信機STAが、マルチキャスト通知フレームに応答して受信されるACKフレームを如何に決定し得るかを例示するフロー-チャートである。

【図12】本発明の一実施形態に係る方法であって、ACKフレーム衝突検出技法を使用してマルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAがドーズモードに入る一方法を示す図である。

【図13】本発明の一実施形態に係るプロセスであって、他のSTAから受信すべきデータが存在するかを決定するためにタイマーを使用して、マルチキャスト又はブロードキャスト送信機STAがドーズチャードに入るプロセスを示す図である。

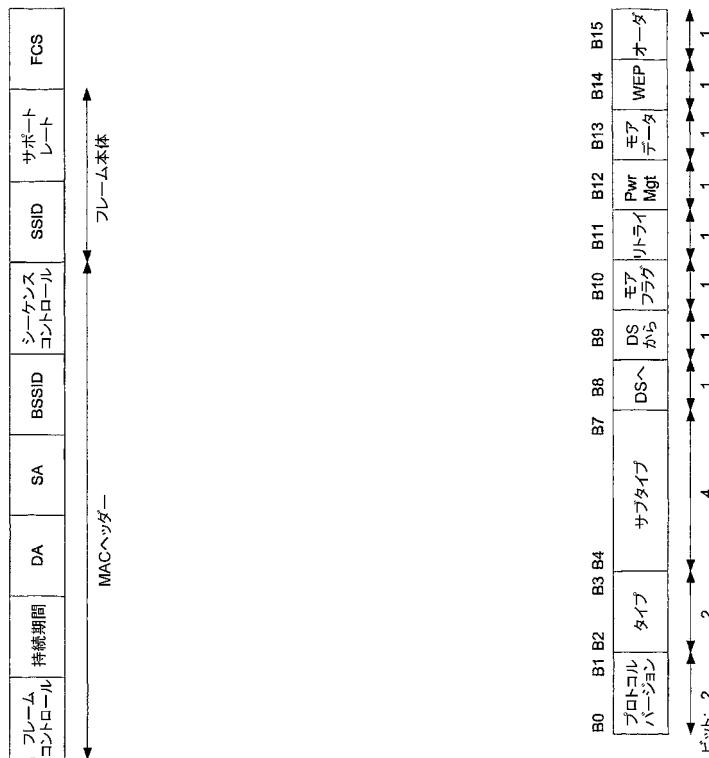
【図1-4】ピニコンフニコムのTBS5パラメータにおけるフィールドを示す図である。

【図1.5】TBS55におけるピーコンフレーム生成のプロセスを示す図である。

【図1.6】TBSSにおける電力管理の基本的動作を示す図である。

〔 1 〕

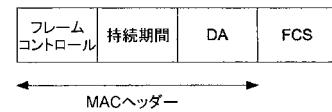
【 2 】



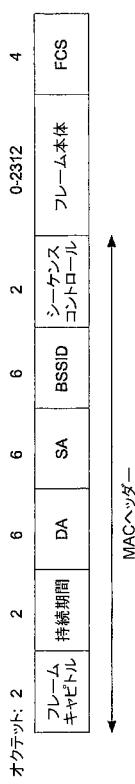
【図3】



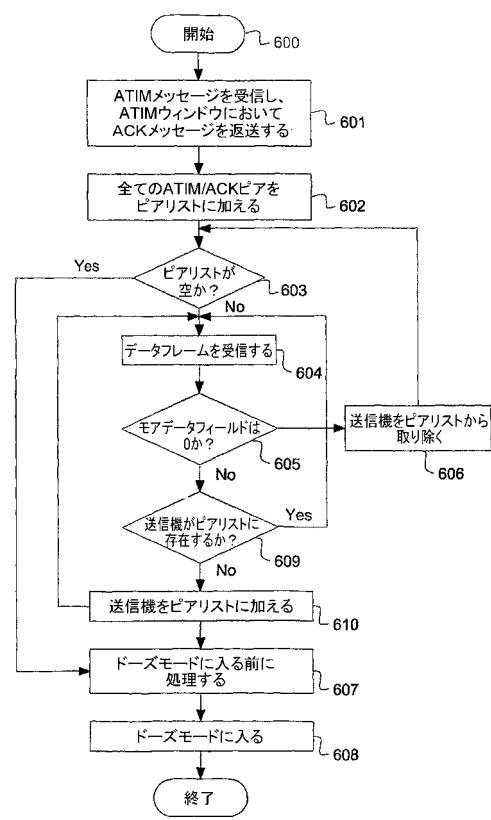
【図4】



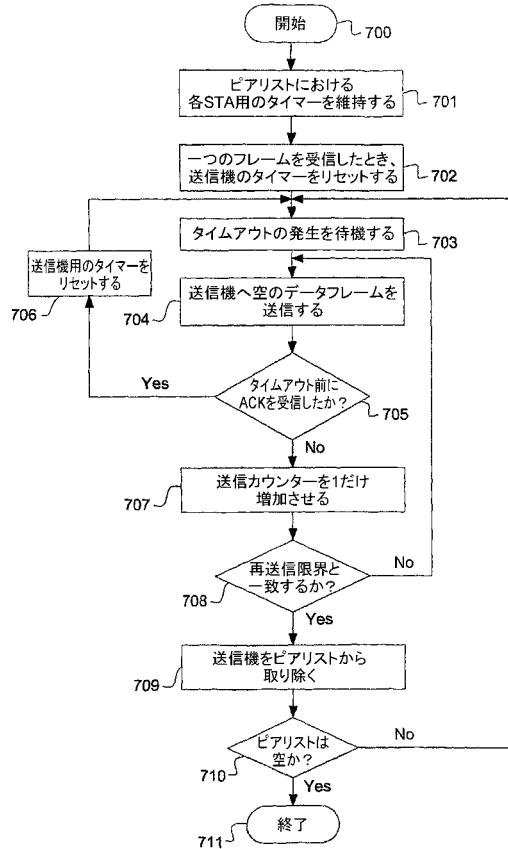
【図5】



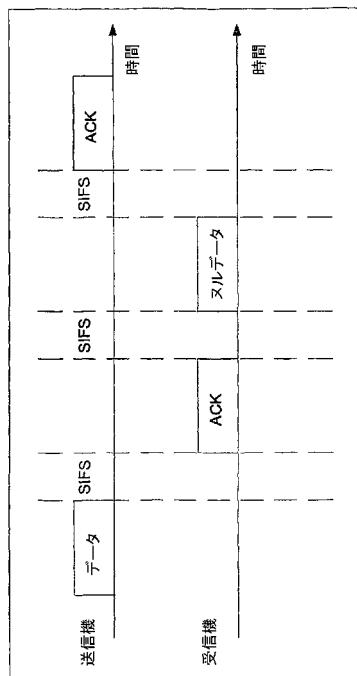
【図6】



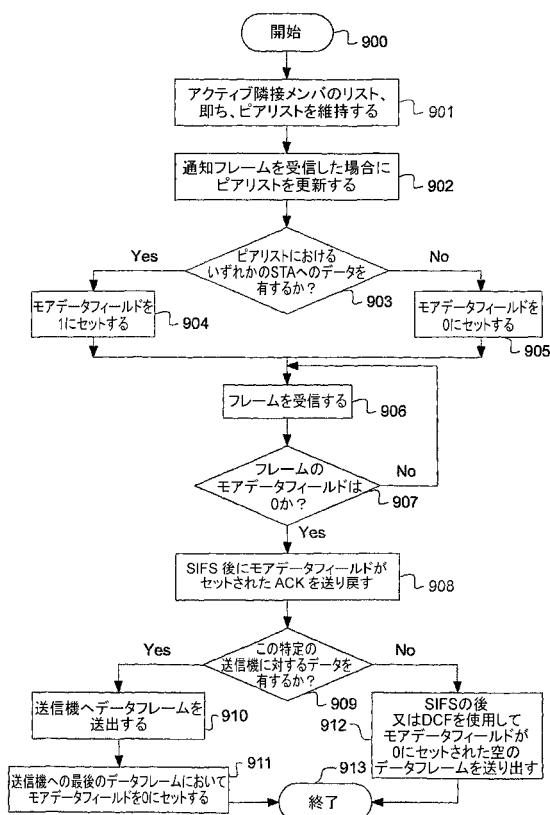
【図7】



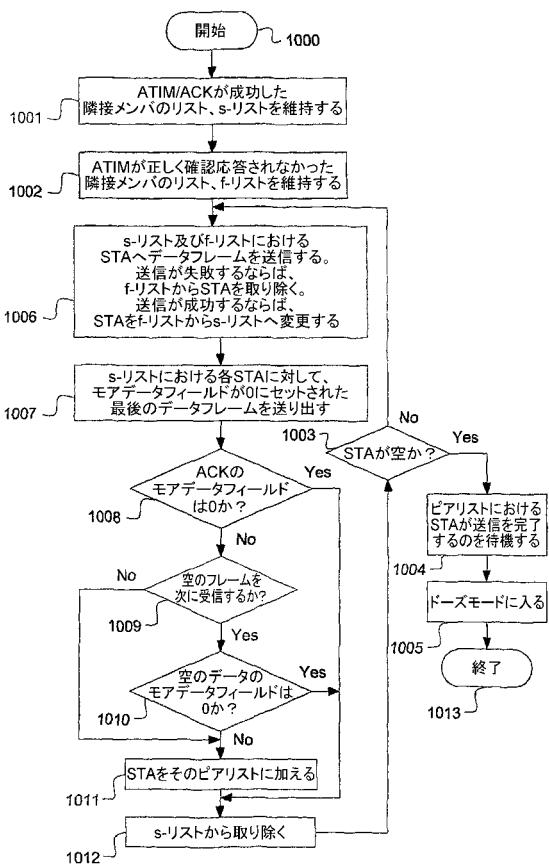
【図8】



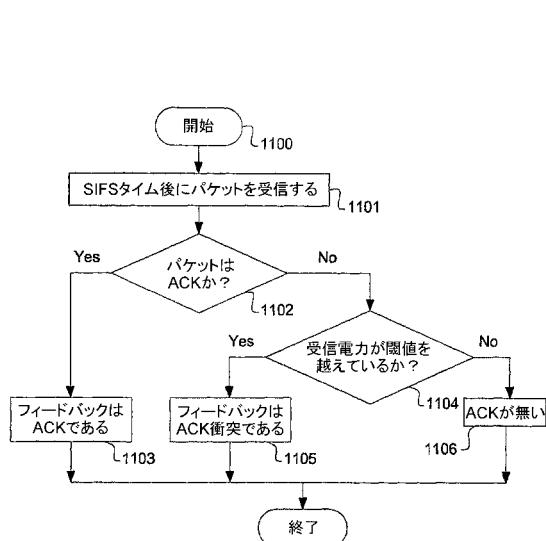
【図9】



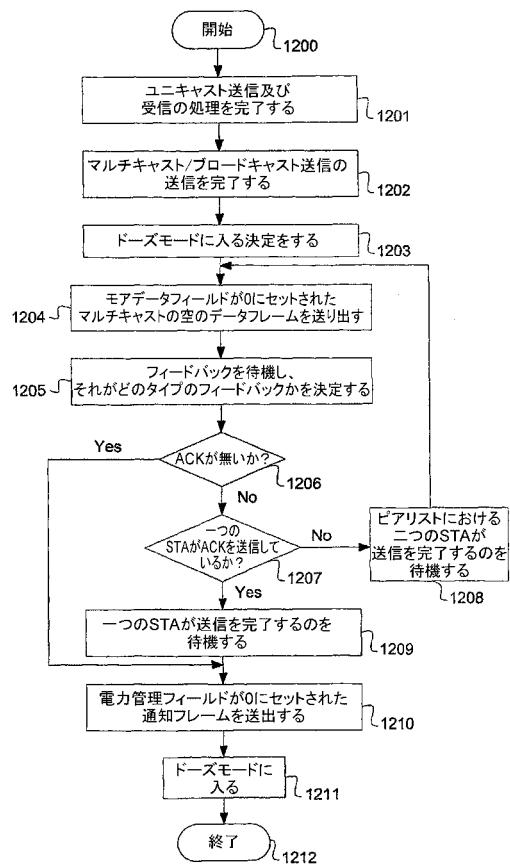
【図10】



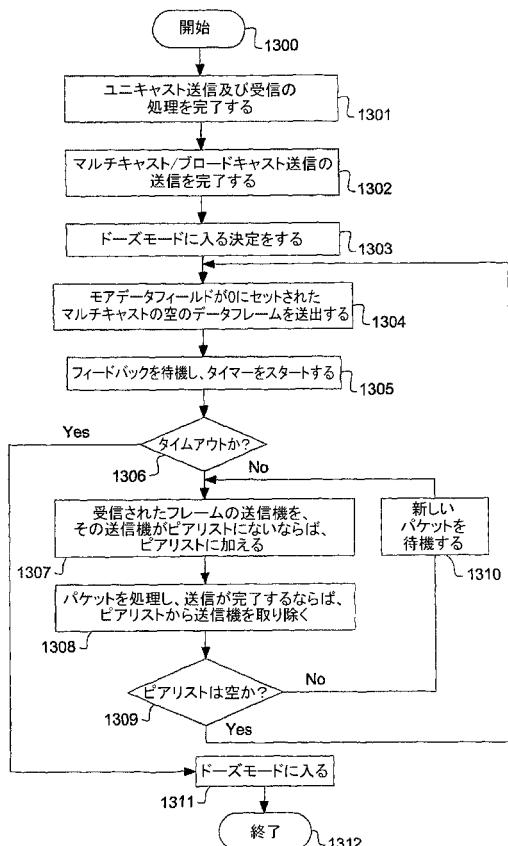
【図11】



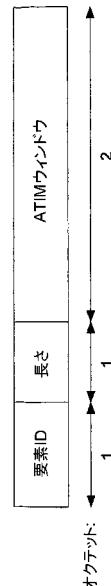
【図12】



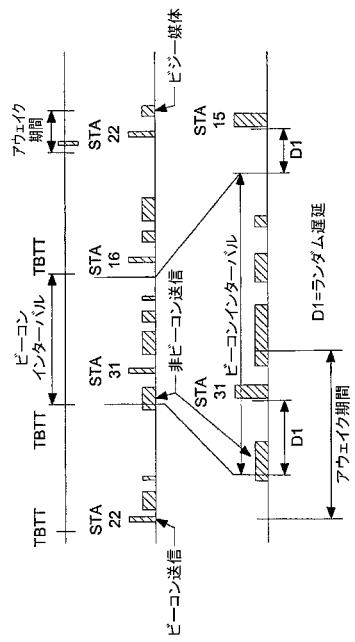
【図13】



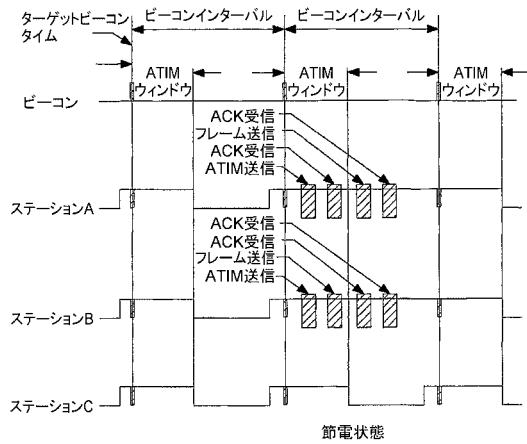
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 富士雄

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サニーヴェール, ナンバー 2190, レイクサイド ドライヴ 1263

(72)発明者 ジェオン, ムー リヨン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ホゼ, ナンバー 206, エラン ヴィレッジ レーン 305

審査官 佐藤 敬介

(56)参考文献 国際公開第 2004 / 077718 (WO, A1)

米国特許出願公開第 2005 / 0037765 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W4/00-99/00