

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4628162号
(P4628162)

(45) 発行日 平成23年2月9日 (2011.2.9)

(24) 登録日 平成22年11月19日 (2010.11.19)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 W 84/12 (2009.01)

H O 4 L 12/28 3 O O Z

H O 4 W 74/04 (2009.01)

H O 4 L 12/28 3 O 3

請求項の数 19 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2005-113820 (P2005-113820)
 (22) 出願日 平成17年4月11日 (2005.4.11)
 (65) 公開番号 特開2005-328515 (P2005-328515A)
 (43) 公開日 平成17年11月24日 (2005.11.24)
 審査請求日 平成20年3月14日 (2008.3.14)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-121122 (P2004-121122)
 (32) 優先日 平成16年4月16日 (2004.4.16)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 395015319
 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (72) 発明者 前川 格
 東京都港区南青山2丁目6番21号 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント内

審査官 岩田 玲彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信端末装置、通信システムおよび電力制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1つ以上の他の通信端末装置とグループを構成してグループ内で通信を行う通信端末装置であって、

他の通信端末装置からデータ信号を受信する受信部と、

他の通信端末装置から受信したデータ信号の数をカウントする受信制御部と、

カウントしたデータ信号数がグループを構成する他の通信端末装置の数に達した場合に、省電力状態に入る電力制御部と、

を備えることを特徴とする通信端末装置。

【請求項 2】

他の通信端末装置にデータ信号を送信する送信部をさらに備え、

前記電力制御部は、カウントしたデータ信号数および自身がデータ信号を送信したことに基づいて、省電力状態に入ることを特徴とする請求項 1 に記載の通信端末装置。

【請求項 3】

前記送信部は、所定の報知信号を発信することを特徴とする請求項 2 に記載の通信端末装置。

【請求項 4】

受信制御部は、グループを構成する他の通信端末装置からデータ信号を受け取ると、その旨を電力制御部に通知し、

電力制御部は、その通知を受けて、省電力状態に入ることを特徴とする請求項 1 に記載

10

20

の通信端末装置。

【請求項 5】

所定の報知信号を発信または受信したことを契機として、送信部が、データ信号を送信することを特徴とする請求項 2 に記載の通信端末装置。

【請求項 6】

電力制御部は、前記報知信号を発信または受信する前に、省電力状態から起動状態に入ること

【請求項 7】

受信制御部は、通信状態を監視し、無通信期間が所定時間を超えると、その旨を電力制御部に通知し、

電力制御部は、その通知を受けて、省電力状態に入ること

【請求項 8】

前記所定時間は、グループを構成する通信端末装置のそれぞれで定められる送信タイミング同士の間隔のうち、最も長い時間間隔よりも長くなるように設定されることを特徴とする請求項 7 に記載の通信端末装置。

【請求項 9】

前記報知信号には、送信タイミングを決定するためのデータ要素が含まれており、前記報知信号におけるデータ要素をもとに、自身のデータ信号を送信するタイミングを定める送信制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 5 に記載の通信端末装置。

【請求項 10】

グループを構成する 1 つ以上の他の通信端末装置からデータ信号を受信するステップと、
他の通信端末装置から受信したデータ信号の数をカウントするステップと、
カウントしたデータ信号数がグループを構成する他の通信端末装置の数に達した場合に、省電力状態に入るステップと、
を備えることを特徴とする電力制御方法。

【請求項 11】

コンピュータに、
グループを構成する 1 つ以上の他の通信端末装置からデータ信号を受信する機能と、
他の通信端末装置から受信したデータ信号の数をカウントする機能と、
カウントしたデータ信号数がグループを構成する他の通信端末装置の数に達した場合に、省電力状態に移行する機能と、
を実現させるためのプログラム。

【請求項 12】

1 つ以上の他の通信端末装置とグループを構成してグループ内で通信を行う通信端末装置であって、

送信タイミングを決定するためのデータ要素を含んだ報知信号を受信する受信部と、
所定の報知信号に含まれるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定める送信制御部と、

送信制御部で定めた送信タイミングで、他の通信端末装置にデータ信号を送信する送信部と、

を備えることを特徴とする通信端末装置。

【請求項 13】

送信制御部は、報知信号ごとに値の異なるデータ要素をもとに、グループ内におけるデータ信号の送信順序をデータ信号の送信ごとに設定することを特徴とする請求項 12 に記載の通信端末装置。

【請求項 14】

送信制御部は、報知信号に含まれる報知信号番号と、当該通信端末装置に割り当てられた装置番号を用いて、データ信号の送信タイミングを定めることを特徴とする請求項 12

10

20

30

40

50

に記載の通信端末装置。

【請求項 1 5】

送信制御部は、送信タイミングを、他の端末装置からの信号検出後の経過時間として設定し、

送信部は、他の端末装置からの信号検出後、送信タイミングに定められた時間を経過したときに、データ信号を送信することを特徴とする請求項 1 2 に記載の通信端末装置。

【請求項 1 6】

前記送信制御部は、他の通信端末装置によるデータ信号の送信タイミングと重ならないように、自身のデータ信号の送信タイミングを定めることを特徴とする請求項 1 2 に記載の通信端末装置。

10

【請求項 1 7】

自身のデータ信号の送信タイミングを決定するためのデータ要素を含んだ報知信号を受信するステップと、

所定の報知信号に含まれるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定めるステップと、

定めた送信タイミングで、他の通信端末装置にデータ信号を送信するステップと、
を備えることを特徴とする通信方法。

【請求項 1 8】

コンピュータに、

データ信号の送信タイミングを決定するためのデータ要素を含んだ報知信号を受信する機能と、

20

所定の報知信号に含まれるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定める機能と、

定めた送信タイミングで、他の通信端末装置にデータ信号を送信する機能と、
を実現させるためのプログラム。

【請求項 1 9】

複数の通信端末装置の間で通信を行う通信システムであって、省電力モードとして、

複数の通信端末装置の 1 つが報知信号を発信すると、複数の通信端末装置がスリープ状態に入る第 1 の省電力モードと、

1 つの通信端末装置が、他の通信端末装置から受信したデータ信号の数が所定値に達したことに基づいて、自律的にスリープ状態に入る第 2 の省電力モードと、

30

を備えたことを特徴とする通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、複数の通信端末装置の間で通信を行う技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、情報端末の小型化および軽量化が実現されたことにより、情報端末を持ち運ぶことが一般的になってきた。それに伴い、オンデマンド型の通信として無線アドホックネットワークを構築する研究が盛んに行われている。アドホックネットワークでは、基地局やアクセスポイントが不要となるため、このようなインフラが存在しない場所でも簡易にネットワークを構築することができる。このアドホックネットワークを利用すると、例えば複数のユーザが携帯型ゲーム機を持ち寄って相互に無線通信することで、一緒にゲームを楽しむことも可能となる。

40

【0 0 0 3】

アドホックネットワークは、IEEE802.11やBluetoothなどの技術を用いて、端末同士が通信することで構築される。外部電源から電力供給を常時受けられる場合には問題ないが、携帯型の端末の場合は、限られたバッテリー電力により駆動されるものであるため、バッテリーの消費をできるだけ抑えることが好ましい。そのため、IEEE802.11のような通信規格

50

においても、省電力モードにおける電力制御処理が標準化されている。

【 0 0 0 4 】

図 1 は、802.11で標準仕様化されている省電力モードにおけるステーション動作を示すタイミングチャートである。まず、ステーション A ~ D のいずれかが、ビーコン信号を送信する。ビーコン信号は報知信号であり、全てのステーションに対して通信される。トラフィック発生通知メッセージ(Announcement Traffic Indication Message:ATIM)ウィンドウと呼ばれる時間ウィンドウが、ビーコンの送信に続いて開始される。このウィンドウは、ノードがアクティブな状態を保たなければならない時間である。802.11標準の省電力モードでは、各ステーションが、ATIMウィンドウ中に、ATIM信号を送信して、他のステーションがスリープするのを防ぐことができる。

10

【 0 0 0 5 】

図 1 の例では、ステーション B が、ステーション C に対してユニキャストでATIM信号を送信しており、ステーション C がステーション B にACK信号を返信している。ステーション A およびステーション D は、ATIM信号を送信または受信していないため、ATIMウィンドウの終了後、スリープ状態にはいることができる。一方、ステーション B およびステーション C はスリープ状態に入ることはできず、ATIMウィンドウの終了後、ステーション B はステーション C にデータを送信し、ステーション C は、データ受信後、ステーション B にACK信号を返信する。このビーコン間隔が終了する前に、ステーション A およびステーション D は、ビーコン信号を送信または受信するために起動される。次のATIMウィンドウでは、どのステーションもATIM信号を送受信しなかったため、ATIMウィンドウの終了後、全ステーションがスリープ状態にはいつている。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

図 1 に示したタイミングチャートでは、802.11標準の省電力モードを説明するために、ごく単純なケースを例にあげたが、複数の携帯型ゲーム機によりネットワークが構築されている場合には、それぞれのゲーム機のステータス情報を相互に渡し合う必要があるため、より多くの信号が通信されることになる。リアルタイム性の要求が高いゲームアプリケーションにおいては、ステータス情報が頻繁に更新される必要があり、マルチキャスト通信でデータを送信することが好ましい。

30

【 0 0 0 7 】

マルチキャスト通信を行う場合、802.11標準の省電力モードにおける問題点として、ACK信号が返信されないにもかかわらず、ATIMウィンドウが設定されていることがあげられる。標準の省電力モードでは、スリープできるステーションを決定するために、ATIMウィンドウの間、他のステーションからのATIM信号をモニタさせることとしているが、逆に言えば、この期間の間、全てのステーションが、ステータス情報を送受信しないにもかかわらず、起動状態にされる。低遅延が要求されるゲームアプリケーション、例えばレーシングゲームを行う場合を想定すると、プレイヤーが、方向キーを押しっぱなしにして車を操作するような状況が頻発する。そのとき、ステータス情報は、常時、他の携帯型ゲーム機に送信される必要があるが、ATIMウィンドウの間は、ステータス情報を送信することはできない。

40

【 0 0 0 8 】

また、複数のゲーム機が存在する無線環境下では、信号の衝突が問題になることがある。信号の受信が適切に行われない場合、例えば再送制御を行うことも可能であるが、低遅延が要求されるゲームアプリケーションにおいては、その再送制御も時間的にシビアな場合もある。

【 0 0 0 9 】

そこで本発明は、複数端末間の通信において省電力を実現する技術を提供することを目的とする。また、本発明は、複数端末間の通信において信号の効率的な伝送を実現する技術を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明のある態様は、1つ以上の他の通信端末装置とグループを構成してグループ内で通信を行う通信端末装置であって、他の通信端末装置からデータ信号を受信する受信部と、他の通信端末装置から受信したデータ信号の数をカウントする受信制御部と、カウントしたデータ信号数に基づいて、省電力状態に入る電力制御部とを備える通信端末装置を提供する。ここでデータ信号は、時間的に連続して送信または受信される一塊のデータ集合体を意味し、通信端末装置は、その一塊のデータ集合をもって1つのデータ信号として処理する。

【0011】

10

なお、通信端末装置において、電力制御部は、送信処理に基づいて、省電力状態に入ってもよい。具体的に、電力制御部は、当該端末装置がデータ信号を所定回数送信したことに基づいて省電力状態に入ってもよい。

【0012】

本発明の別の態様は、グループを構成する1つ以上の他の通信端末装置からデータ信号を受信するステップと、他の通信端末装置から受信したデータ信号の数をカウントするステップと、カウントしたデータ信号数に基づいて、省電力状態に入るステップとを備える電力制御方法を提供する。

【0013】

本発明のさらに別の態様は、コンピュータに、他の通信端末装置からデータ信号を受信させる機能と、他の通信端末装置から受信したデータ信号の数をカウントさせる機能と、カウントしたデータ信号数に基づいて、省電力状態に移行させる機能とを実行させるためのプログラムを提供する。

20

【0014】

本発明のさらに別の態様は、1つ以上の他の通信端末装置とグループを構成してグループ内で通信を行う通信端末装置であって、送信タイミングを決定するためのデータ要素を含んだ報知信号を受信する受信部と、所定の報知信号に含まれるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定める送信制御部と、送信制御部で定めた送信タイミングで、他の通信端末装置にデータ信号を送信する送信部とを備える通信端末装置を提供する。

30

【0015】

本発明のさらに別の態様は、自身のデータ信号の送信タイミングを決定するためのデータ要素を含んだ報知信号を受信するステップと、所定の報知信号に含まれるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定めるステップと、定めた送信タイミングで、他の通信端末装置にデータ信号を送信するステップとを備える通信方法を提供する。

【0016】

本発明のさらに別の態様は、コンピュータに、データ信号の送信タイミングを決定するためのデータ要素を含んだ報知信号を受信させる機能と、所定の報知信号に含まれるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定めさせる機能と、定めた送信タイミングで、他の通信端末装置にデータ信号を送信させる機能とを実行させるためのプログラムを提供する。

40

【0017】

本発明のさらに別の態様は、複数の通信端末装置の間で通信を行う通信システムであって、省電力モードとして、複数の通信端末装置の1つが報知信号を発信すると、複数の通信端末装置がスリープ状態に入る第1の省電力モードと、1つの通信端末装置が、他の通信端末装置から受信したデータ信号の数が所定値に達したことに基づいて、自律的にスリープ状態に入る第2の省電力モードとを備えた通信システムを提供する。

【0018】

本発明のさらに別の態様は、1つ以上の他の通信端末装置とグループを構成してグループ内で通信を行う通信端末装置であって、報知信号ごとに値の異なるデータ要素を含めた

50

所定の報知信号を周期的に送信する送信部と、報知信号に含めるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定める送信制御部とを備える通信端末装置を提供する。

【0019】

本発明のさらに別の態様は、複数の通信端末装置の間で通信を行う通信システムであって、1つの通信端末装置が、報知信号ごとに値の異なるデータ要素を含めた所定の報知信号を周期的に送信し、複数の通信端末装置のそれぞれは、報知信号におけるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定め、定めた送信タイミングで他の通信端末装置にデータ信号を送信する通信システムを提供する。

【0020】

本発明のさらに別の態様は、送信すべきデータ信号を少なくとも2種類に分類する選択部と、分類したデータ信号を、送信前に記憶する記憶部とを備えた通信端末装置であって、記憶部が、分類された1種類のデータ信号を記憶するオーバーライト型メモリと、他の種類のデータ信号を記憶するFIFO型メモリとを含むものを提供する。

【0021】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0022】

本発明によると、端末装置間の省電力を実現することができる。また本発明によると、複数端末装置間の通信において信号の効率的な伝送を実現する技術を提供することを目的とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図2は、本発明の実施例における通信システム1を示す。この通信システム1は、複数の通信端末装置（以下、簡便のため「通信端末」と呼ぶ）により構成されており、ここでは、通信端末として4台のゲーム機2a、2b、2c、2dを例示している。なお、ゲーム機2の台数は4台に限定するものではなく、4台以外の台数であってもよい。ゲーム機2は無線通信機能を有し、複数のゲーム機2が集まることによって、無線ネットワークを構築する。例えばIEEE802.11bなどの無線LANの規格を使用することで、無線アドホックネットワークが構築されてもよい。IEEE802.11のMACレイヤの技術には、CSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance:衝突回避機能付きキャリア感知多元接続）がアクセス制御方式として採用されており、各端末は、通信路が一定時間以上継続して空いていることを確認してからデータを送信する機能をもつ。この待ち時間は最小限の時間に各端末ごとのランダムな長さの待ち時間を加えたもので、直前の通信があってから一定時間後に複数の端末が一斉に送信して、信号同士の衝突が発生する事態を防止している。ユニキャスト通信において、実際にデータが正しく送信されたかは受信側からのACK(Acknowledge)信号が到着するかどうかで判定し、ACK信号がなければ通信障害があったとみなしてデータの再送信を行なう。

【0024】

通信システム1は、アドホックネットワークを構築することで、基地局やアクセスポイントなどのインフラストラクチャを別途必要とすることなく、複数のゲーム機2の間の通信を実現することができる。それぞれのゲーム機2が他のゲーム機におけるステータス情報を受信することで、同じゲームアプリケーションを複数プレイヤーが同時に楽しむことが可能となる。

【0025】

ゲームアプリケーションは、リアルタイム性の観点より分別すると、大きく2つのグループ、すなわちリアルタイム性の要求が高いゲームと低いゲームとに分けることができる。リアルタイム性の要求が高いゲームとは、例えば格闘ゲームやレーシングゲームなど、

10

20

30

40

50

ゲームの進行が速く、ユーザの操作入力が即座にゲーム画面などの出力に反映される必要のあるゲームである。一方、リアルタイム性の要求が低いゲームとは、将棋や麻雀などの対戦ゲームや、RPG（ロールプレイングゲーム）など、ゲームの進行が比較的緩やかなゲームである。

【0026】

ゲーム画面の更新は、所定のフレームレートないしはリフレッシュレートで行われる。現状、1フィールドの書き換え速度は約16.7m秒(1/60秒)であり、したがって、リアルタイムの要求が高い、すなわち低遅延が要求されるゲームアプリケーションでは、1フィールド(16.7m秒)に少なくとも1回は、自分のステータス情報を他のゲーム機に知らせ、また他のゲーム機のステータス情報を知ることが好ましい。ステータス情報は、レーシングゲームであれば、コース上の位置や車の向き、速度などの絶対的な情報である。なお、ここで絶対的な情報とするのは、無線環境における通信の信頼性が高くないためであり、十分な信頼性が確保できるのであれば、過去と現在との差分情報を知ることができればよい。通信システム1において、各ゲーム機2は、アプリケーションをそれぞれ独立して非同期に実行している。なお、低遅延が要求されないゲームアプリケーションにおいては、1フィールドごとのデータアップデートができない場合であっても再送処理を行えばよいため、アプリケーションの処理に大きな影響を与える虞は少ない。

【0027】

以下に、ゲーム機同士の直接的な通信により、通信システム1を実現する3タイプの通信方式を示す。ここでは通信規格として、IEEE802.11プロトコルを用いる。IEEE802.11プロトコルは、Bluetoothなどのプロトコルと比較すると、インターネットへの接続が容易という利点をもつ。ゲーム機2が通信プロトコルにIEEE802.11を採用することで、無線ネットワークの構築だけでなく、インターネット経由で他の端末と接続することも可能となり、通信システム1の拡張性が向上することになる。

【0028】

(タイプ1)

タイプ1では、それぞれのステーションが、単一の相手を指定したユニキャスト通信を行う。図3(a)は、4台のステーションが相互にユニキャスト通信を行っている状態を示す。なお、ステーションは、通信システム1におけるゲーム機2に対応する。802.11プロトコルにおいて、各ステーションは、他の3つのステーションに対してステータス情報を送信する。したがって、ユニキャスト通信では、ステータス情報の通信が計12回行われ、受信応答として返信するACK信号を考慮すると、計24回の通信が行われることになる。低遅延が要求されるアプリケーションでは、この24回の通信が1フィールド内に行われる必要がある。CSMA/CAのもとでは、パケットが衝突しない制御が行われていることが前提となるが、パケットの衝突を回避しながら16.7m秒の間に24回の通信を行わせるのは実際に容易でない。ステーションの台数が増え、1フィールドあたりに必要な通信回数はさらに増加することになる。以上の理由から、図3(a)に示すタイプ1の通信方式は、低遅延が要求されないゲームアプリケーションに有効な方法といえる。

【0029】

(タイプ2)

タイプ2では、1台のステーションがアクセスポイントとして機能し、ステーション間ではユニキャスト通信を行う。図3(b)は、ステーションAがアクセスポイントとなり、他の3台のステーションが、ステーションAと相互にユニキャスト通信を行っている状態を示す。ステーションAは、他の3つのステーションB、C、Dからステータス情報を受信する。ステーションAは、自身のステータス情報と、ステーションC、Dのステータス情報とを1パケットにまとめて、ステーションBに送信する。同様に、ステーションAは、ステーションCに、ステーションC以外の3つのステーションのステータス情報を送信し、また、ステーションDには、ステーションD以外の3つのステーションのステータス情報を送信する。したがって、このユニキャスト通信では、ステータス情報の通信が計6回行われ、受信応答として返信するACK信号を考慮すると、計12回の通信が行われる

ことになる。図3(a)に示したタイプ1の通信方式と比較すると、アクセスポイントとなるステーションAのホストCPUの負荷が大きくなることは否めないが、通信回数を削減することができるため、タイプ1よりも高速性が要求されるデータ通信に優れているといえる。

【0030】

(タイプ3)

タイプ3では、それぞれのステーションが、マルチキャスト通信を行う。802.11のアドホックネットワークにおいては、他のネットワークと区別するために、ネットワークごとに基本サービスセットID(Basic Service Set ID:BSSID)がランダムな値として設定される。したがって、それぞれのステーションはBSSIDをデータフレームに含めることで、同一の基本サービスエリア内でグループを構成するステーションに対して、自身のデータフレームをマルチキャストで送信することができる。なお、802.11以外の通信プロトコルを用いる場合は、それぞれのステーションが、他の3つのステーションのアドレスを指定して、マルチキャスト通信を行ってもよい。

【0031】

図4は、各ステーションが、同じデータをマルチキャスト通信している状態を示す。すなわち、ステーションAは、BSSIDをデータフレームに含めて、自身のステータス情報を1パケットで送信する。ステーションB、C、Dについても同様である。したがって、このマルチキャスト通信では、ステータス情報の通信が計4回行われる。なお、マルチキャスト通信では、ACK信号の返信は行われない。したがって、図3(a)および図3(b)に示したタイプ1およびタイプ2の通信方式と比較すると、通信回数を大幅に削減することができるため、高速性が要求されるデータ通信に最適であり、且つ、各ステーションにおける処理負荷も大きくならない。したがって、図4に示すタイプ3の通信方式は、低遅延が要求されるゲームアプリケーションに最も有効な方法といえる。

【0032】

以上のように、本実施例の通信システム1における通信方式には、3つのタイプのものが考えられるが、いずれのタイプであっても、ゲーム機2(ステーション)の省電力化を図ることが好ましい。携帯電話端末などと同様に、無線アドホックネットワーク端末においても時間軸での間欠動作を実現することは、電力の節約に大いに寄与する。以下では、無線インタフェースのトランシーバ部(主としてアナログ回路で構成される)のバイアス回路への電流の遮断や、モデム部/MAC部のクロック停止などにより、きわめて低消費電力で無線インタフェースの一部のみが動作している又は動作可能な状態をスリープ状態と呼び、無線インタフェースの全ての機能が動作している又は動作可能な状態を起動状態と呼ぶ。

【0033】

(実施例1)

実施例1では、スリープ状態の期間を長くすることで省電力を図る。なお、省電力化の実現性で考えると、低遅延が要求されないアプリケーションほどスリープ状態を長く設定することができるため、電力の節約は一般に容易となる。以下では、高速性が要求されるレイテンシ的にシビアなゲームアプリケーションを想定し、そのような環境下でも省電力を実現することのできる通信方法について説明する。

【0034】

図5は、実施例1の省電力モードにおけるステーション動作を示すタイミングチャートである。このタイミングチャートにおいて、ビーコン信号は報知信号であり、全てのステーションに対して通信される。ビーコンフレームには、タイムスタンプ、ビーコン間隔、ケーパビリティ情報、サービスセットID、サポートレートなどの必須フィールドと、FHパラメータセット、DSパラメータセット、CFパラメータセット、IBSSパラメータセット、TIMなどのオプションフィールドが含まれる。オプション情報は、使用する場合のみ存在する。ステーションは、前のビーコン間隔のちょうど最後の時刻にあたるターゲットビーコン送信時刻(Target Beacon Transmission Time:TBTT)から

バックオフと呼ばれるランダムな待機時間だけ待機した後、ビーコン信号を送信する。ステーションが自身の送信時刻よりも前にビーコン信号を受け取ると、保留中のビーコン信号の送信はキャンセルされる。したがって、通信システム 1 では、1 つのステーションのみがビーコン信号を送信することになる。ビーコンフレームは、すべてのステーションにより処理される必要があるため、TBTTの前には、すべてのステーションが立ち上がって、起動状態にされている。

【 0 0 3 5 】

図 5 に示す例では、ビーコン信号の発信者を固定としており、ステーション A がビーコン発信を担当する。これにより、複数のステーションが同時にビーコン信号を発信して、ビーコン信号同士が衝突する事態を回避することができる。図 5 に示す通信では、データ通信の高速性を重視して、タイプ 3 のマルチキャスト通信を採用している。これにより、各ステーションは ACK 信号の応答をモニタする必要もなく、また複数のステーションに対して 1 つのパケットで、ステータス情報を送信することが可能となる。

【 0 0 3 6 】

このタイミングチャートにおいて、まずステーション A がアウェイク用のビーコン信号を発信する。アウェイク用のビーコン信号は、全てのステーションにアウェイク状態（起動状態）にあるべきことを宣言する。この宣言は、ビーコンフレームの空きフィールドを用いて行われ、例えばオプションフィールドである FH パラメータセットや TIM などが利用される。このタイミングでは、全てのステーションが起動されており、ステーション B、C、D は、アウェイク用ビーコン信号を受信すると、自身のステータス情報を送信するタイミングがきたことを認識する。アウェイク用ビーコン信号の発信または受信の後、ステーション A、B、C、D のそれぞれは、起動状態を維持しながら、ランダムなバックオフ時間を生成して、自身のステータス情報の送信時刻を決定する。続いて、各ステーションは、決定した送信時刻で、自身のステータス情報を他のステーションに対してマルチキャスト送信する。図 5 のタイミングチャートには、ランダムなタイミングで各ステーションからデータがマルチキャストされている状態が示されている。なお、CSMA/CA による衝突回避制御も行われるため、自身の送信時刻に他のステーションによるデータ送信がなされている場合は、その送信が終了するのを待って、自身のステータス情報を送ることになる。全てのステーションによるデータ送信は、次のスリープ用のビーコン信号が送信されるまでの間（ビーコン間隔 T_1 ）に行われる。

【 0 0 3 7 】

続いて、ステーション A がスリープ用ビーコン信号を発信する。スリープ用のビーコン信号は、全てのステーションにスリープ状態に移行すべきことを宣言する。この宣言は、アウェイク用ビーコンの場合と同様に、ビーコンフレームの空きフィールドを用いて行われ、例えばオプションフィールドである FH パラメータセットや TIM など利用される。このタイミングでは、全てのステーションが起動されており、ステーション B、C、D は、スリープ用ビーコン信号を受信すると、スリープ状態に移行すべきことを認識して、バイパス回路やクロック回路を制御して省電力状態（スリープ状態）にはいる。なお、ステーション A は、スリープ用ビーコン送信後にスリープ状態にはいる。

【 0 0 3 8 】

スリープ状態にある全ステーションは、スリープ用ビーコン信号を発信または受信した時点から、所定時間の経過後、すなわちビーコン間隔 T_2 の経過後には、次のビーコン信号を発信または受信するために起動した状態にされる。なお、このスリープ状態から起動状態への遷移は、無線インタフェース端末内部のタイマなどを使用して、端末内で自律的に行われる。各ステーションの立ち上がりのタイミングは、内部のアナログ回路を安定化させるまでの時間など、デバイス依存な関係で定められる。なお、高い省電力を実現するためには、各ステーションの立ち上がりのタイミングは、遅ければ遅いほど好ましい。この状態で、ステーション A がアウェイク用ビーコン信号を発信すると、全ステーションが起動状態を維持して、自身のステータス情報を送信する時刻を定め、その時刻で送信する。

【 0 0 3 9 】

図 5 に示したタイミングチャートから分かるように、実施例 1 では、2 種類のビーコン信号により、ステーションの起動期間とスリープ期間とを、いわば強制的に設定している。具体的には、所定の時間を 2 つの時間帯に分割し、各ステーションは、一方の時間帯でデータを送受信し、他方の時間帯でスリープ状態に入るように制御される。これにより、無用な起動期間を極力少なくし、残りの時間をスリープさせることで、高効率な省電力を実現する。

【 0 0 4 0 】

フィールド周期(16.7m秒)を考慮すると、アウェイク用ビーコンの発信周期すなわち($T_1 + T_2$)は、16.7m秒以下、好ましくは16.7m秒より短い例えば16m秒などに設定されることが好ましい。ステーションの起動周期を16.7m秒より短く設定することで、1フィールドの間に少なくとも1回はステータス情報を送受信することが可能となる。これにより、スリープ期間を確実に設けつつ、低遅延を要求するゲームアプリケーションの円滑なゲーム進行が実現できる。

10

【 0 0 4 1 】

($T_1 + T_2$)を所定の時間に設定した場合、ビーコン間隔 T_1 は、例えばネットワークに参加するゲーム機2の台数などによって定められてもよい。台数が多ければ、ビーコン間隔 T_1 を長くし、台数が少なければ、ビーコン間隔 T_1 を短くする。ゲームアプリケーションなどにも依存するが、各ステーションによるデータの送信時間は大体数100 μ 秒となることが予想される。したがって、ビーコン間隔 T_1 は4m秒程度あれば十分と考えられる。ビーコン間隔 T_1 を4m秒、ビーコン間隔 T_2 を12m秒と設定すると、ステーションのスリープ期間を全体の75%に設定することができる。またビーコン間隔 T_1 は、データの変調モードや、ゲームデータサイズなどを考慮して定められてもよい。 $T_2 / (T_1 + T_2)$ の値を大きくすることで、省電力の効率を高めることができるため、ビーコン間隔 T_1 は可能な限り短くすることが好ましい。

20

【 0 0 4 2 】

ビーコン発信を担当するステーションAは、以上の状況を加味して、ビーコン間隔 T_1 を決定することができる。ビーコン間隔 T_1 は動的に変更されてもよく、それに応じてビーコン間隔 T_2 が動的に変更されてもよい。例えばゲーム機2の台数が増減した場合や、通信環境が変化したときなどの外的要因によって、ステーションAが、ビーコン間隔 T_1 を適応的に変化させることが好ましい。($T_1 + T_2$)が所定の時間に設定されている場合は、 T_1 の変化に応じて T_2 の値が定められ、また($T_1 + T_2$) 所定時間、の条件が存在する場合は、この条件の範囲内で T_1 の変化に応じて T_2 の値が定められる。これにより、状況に適した電力制御を実行できる。なお、ステーションAが設定したビーコン間隔の値は、ビーコンフレームに組み込まれる。これにより、ステーションB、C、Dは、次のビーコンが送信されるタイミングを知ることができ、そのタイミングにあわせて、スリープ状態から起動状態に移行することができる。

30

【 0 0 4 3 】

上記は、低遅延が要求される場合を想定して、1フィールド(16.7m秒)に少なくとも1回のステータス情報の更新を行うことを前提としたが、そこまでのレイテンシが要求されない場合には、ビーコン間隔 T_1 に対するビーコン間隔 T_2 の時間を長く設定することができる。この場合、スリープ期間をさらに長くとれるため、より高効率な省電力を実現できる。例えば、ゲームアプリケーション側からの要求により、ステータス情報の更新を、2フィールド(33.3m秒)に少なくとも1回、また3フィールド(50m秒)に少なくとも1回などのタイミングで実現させてもよい。

40

【 0 0 4 4 】

図 6 は、ゲーム機 2 の機能ブロック図である。ゲーム機 2 は、ゲーム処理に関する動作を行うゲーム処理部 3 と、通信に関する動作を行う通信処理部 4 とを備える。さらにゲーム機 2 は、電力を供給するためのバッテリー 1 6 と、所定の時間間隔でパルスを発生するクロック部 1 8 とを備える。ゲーム処理部 3 は、入力部 1 0、アプリケーション処理部 1 2

50

および出力部 14 を有し、通信処理部 4 は、M A C 部 20、タイマ 22、電力 / クロック制御部 24 および P H Y 部 26 を有する。

【 0045 】

実施例 1 における通信機能は、通信処理部 4 において、C P U、メモリ、メモリにロードされたプログラムなどによって実現され、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。プログラムは、ゲーム機 2 に内蔵されていてもよく、また記録媒体に格納された形態で外部から供給されるものであってもよい。したがってこれらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者に理解されるところである。

【 0046 】

入力部 10 は、ユーザからの操作指示を受け付ける方向キーなどの操作ボタン群であり、アプリケーション処理部 12 は、入力部 10 から入力される操作指示、および P H Y 部 26 から受信される他のゲーム機 2 のステータス情報をもとに、ゲームアプリケーションを実行する。出力部 14 は、ディスプレイやスピーカなどで構成され、アプリケーション処理部 12 における処理結果が出力される。アプリケーション処理部 12 において処理された自身のステータス情報は、M A C 部 20 のバッファに記憶される。クロック部 18 は、タイマ 22 および電力 / クロック制御部 24 にクロックを供給する。なおタイマ 22 は図示のように独立した構成として存在してもよいが、M A C 部 20 の機能として組み込まれてもよいし、また電力 / クロック制御部 24 の機能として組み込まれてもよい。

【 0047 】

バッテリー 16 は、ゲーム処理部 3、タイマ 22 および電力 / クロック制御部 24 に電力を供給する。電力 / クロック制御部 24 は、M A C 部 20 および P H Y 部 26 への電力供給およびクロックを制御する。具体的に、電力 / クロック制御部 24 は、M A C 部 20 および P H Y 部 26 を起動状態からスリープ状態に遷移させ、またスリープ状態から起動状態に遷移させることができる。M A C 部 20 は、ビーコン信号を生成し、また P H Y 部 26 を介して他のゲーム機 2 から受信したビーコン信号を解析する機能をもつ。

【 0048 】

ゲーム機 2 がビーコン信号の発信を担当する場合、M A C 部 20 は、ビーコンフレームの必須フィールドにビーコン間隔の値を挿入するが、このとき、フレーム中のオプションフィールドの空き領域に、アウェイク用ビーコンであるか又はスリープ用ビーコンであるかの情報（フラグ）も付加する。P H Y 部 26 は、所定のタイミングでビーコン信号を発信する。M A C 部 20 がビーコン信号を生成するタイミング、および P H Y 部 26 がビーコン信号を発信するタイミングは、電力 / クロック制御部 24 により制御される。

【 0049 】

ゲーム機 2 がビーコン信号の発信を担当しない場合、M A C 部 20 は、受信したビーコン信号を解析して、省電力モードに入るか否かを決定する。具体的に、M A C 部 20 は、オプションフィールドに含まれるフラグをもとに、受信したビーコン信号がアウェイク用であるか又はスリープ用であるかを判定する。スリープ用ビーコン信号である場合、M A C 部 20 は、電力 / クロック制御部 24 に省電力モードへの移行指示を送る。電力 / クロック制御部 24 は、M A C 部 20 および P H Y 部 26 における電力消費を停止させるべく、M A C 部 20 および P H Y 部 26 へのクロック供給を停止して、動作を停止させる。これにより、M A C 部 20 および P H Y 部 26 がスリープ状態にはいる。このとき、電力 / クロック制御部 24 は、スリープ状態にはいった時点から所定時間経過後に M A C 部 20 および P H Y 部 26 を起動させるように、タイマ 22 をセットする。このタイマ制御は、ビーコンフレームに含まれるビーコン間隔の値をもとに行われる。ビーコン間隔の値は、M A C 部 20 から電力 / クロック制御部 24 に送られる。スリープさせた時点から起動させるまでの時間は、ビーコン間隔 T_2 よりも僅かに短い時間に設定されることが好ましい。タイマ 22 は、クロック部 18 から供給されるパルスをカウントし、所定時間が経過した後、電力 / クロック制御部 24 にウェイク信号を供給する。電力 / クロック制御部 24 は、ウェイク信号を受け取ると、M A C 部 20 および P H Y 部 26 を起動状態に移行させ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 5 0 】

受信した信号がアウェイク用ビーコン信号である場合、既に M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 が起動されている。言い換えると、M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 は、アウェイク用ビーコン信号を受信するために、上記したタイマ制御により起動されている。ゲーム機 2 は、次のスリープ用ビーコン信号を受信するまで、その起動状態を維持する。

【 0 0 5 1 】

P H Y 部 2 6 にてアウェイク用ビーコン信号が受信されると、M A C 部 2 0 は、ステータス情報の送信時刻を乱数を用いて定め、その送信時刻にバッファからステータス情報を読み出して送信する。なお、送信時刻に他の信号が存在する場合、M A C 部 2 0 は、衝突を回避するようにタイミングをずらしてステータス情報を送信する。

10

【 0 0 5 2 】

ゲーム機 2 がビーコン信号の発信を担当する場合、M A C 部 2 0 は、タイマ 2 2 により省電力モードに入るか否かを認識している。この認識のもとに、M A C 部 2 0 は、スリープ用ビーコン信号またはアウェイク用ビーコン信号を発信する。スリープ用ビーコン信号を発信する場合、M A C 部 2 0 は、電力/クロック制御部 2 4 に省電力モードへの移行指示を送る。電力/クロック制御部 2 4 による処理は上述のとおりである。また、アウェイク用ビーコン信号を発信する場合、発信時点では、既に M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 が起動されている。言い換えると、M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 は、アウェイク用ビーコン信号を発信するために、タイマ制御により起動されている。ビーコン発信を担当するゲーム機 2 は、次のスリープ用ビーコン信号を発信するまで、その起動状態を維持する。アウェイク用ビーコン信号を発信すると、M A C 部 2 0 は、ステータス情報の送信時刻を乱数を用いて定め、その送信時刻にバッファからステータス情報を読み出して送信する。

20

【 0 0 5 3 】

図 7 は、実施例 1 の変形例として改良した省電力モードにおけるステーション動作を示すタイミングチャートである。ここでは、報知信号であるビーコン信号の発信者を任意としており、ステーション A ~ D が、ランダムなバックオフ時間の待機後、ビーコンの発信を試みる。ビーコン発信者を固定した場合、ビーコン発信者がネットワークから脱退すると、その後ビーコン信号の発信担当者を選定等する必要があるが、ビーコンの発信者を固定しない場合には、通信システム 1 におけるネットワークへの自由な参加または脱退を行うことが容易となる。この変形例では、ビーコン間隔を例えば 4m 秒と固定する。アウェイク用ビーコン信号から直後のスリープ用ビーコン信号までの間の動作は、図 5 に示したアウェイク用ビーコン信号からスリープ用ビーコン信号までの間の動作と同様である。スリープ用ビーコン信号は、アウェイク用ビーコン信号の後、ステーション A ~ D のいずれから 3 回発信される。ステーションは、前のビーコン間隔のちょうど最後の時刻にあたるターゲットビーコン送信時刻 TBTT からランダムな待機時間だけ待機した後、ビーコン信号を送信する。ステーションが自身の送信時刻よりも前にビーコン信号を受け取ると、保留中のビーコン信号の送信はキャンセルされる。各ステーションは、スリープ用ビーコン信号を発信または受信することで、スリープ状態にはいる。

30

40

【 0 0 5 4 】

図 7 に示したステーション動作は、図 5 に示したステーション動作と比較すると、4m 秒ごとにスリープ用ビーコンを送信または受信するために立ち上がる必要があり、省電力効率は若干落ちることとなるが、ビーコン間隔の設定を単純化することができ、実装が容易という利点がある。また、全ゲーム機 2 でビーコン信号を生成するため、消費電力を均一化する利点もある。なお、ゲームアプリケーションのデータ量やネットワークへのゲーム機 2 の参加台数などに応じて、ビーコン間隔を変更することも可能である。図 7 のタイミングチャートでは、アウェイク用ビーコン信号の周期に相当する 16m 秒を 4 等分して、ビーコン間隔を 4m 秒としているが、例えば、参加台数が増えると 3 等分、減ると 5 等分といったように、ビーコン間隔を調整することで、省電力に最適なビーコン間隔を設定するこ

50

とも可能である。

【 0 0 5 5 】

図 6 の機能ブロック図を用いて、図 5 におけるステーション動作との相違点について説明する。図 7 の例では、全てのゲーム機 2 における M A C 部 2 0 が、ビーコン信号を生成する。M A C 部 2 0 は、アウェイク用ビーコン信号を送信または受信すると、それから所定のビーコン間隔でスリープ用ビーコン信号を 3 回生成し、その後アウェイク用ビーコン信号を生成する。その他の処理は、図 5 におけるステーション動作に関して説明したものと同様である。

【 0 0 5 6 】

図 8 は、実施例 1 のさらなる変形例として改良した省電力モードにおけるステーション動作を示すタイミングチャートである。図 8 では、報知信号であるビーコン信号の発信者をステーション A で固定としており、ビーコン間隔を可変としている。なお、ビーコン信号の発信者は任意であってもよいし、またビーコン間隔は固定であってもよい。スリープ用ビーコン信号からアウェイク用ビーコン信号までの間の動作は、図 5 に示したスリープ用ビーコン信号からアウェイク用ビーコン信号までの動作と同様である。

【 0 0 5 7 】

図 8 に示す変形例では、アウェイク用ビーコン信号からスリープ用ビーコン信号までの間、擬似的な時分割多元接続 (T D M A) による信号送信を行う。すなわち、各ステーションの信号送信時刻が重ならないように、アウェイク用ビーコン信号を基準として、それぞれ異なるオフセット時間だけ各ステーションの送信時刻をずらす。例えば、ステーション A のオフセット時間を 400 μ 秒、ステーション B のオフセット時間を 800 μ 秒、ステーション C のオフセット時間を 1200 μ 秒、ステーション D のオフセット時間を 1600 μ 秒と、400 μ 秒ずつずらして設定してもよい。なお、このオフセット時間は、各ステーションに対して固定的に割り当ててもよいし、また動的に割り当ててもよい。図示の例のように、ステーション A が常にビーコン信号を送信する場合には、各ステーションのオフセット時間を固定的に割り当てることが容易であるし、またビーコン信号を送信するステーションが任意である場合には、結果的にビーコン信号を発信したステーションが、オフセット時間を動的に割り当ててもよい。例えばオフセット時間の割り当ては、ビーコンを発信したステーションにより、ビーコンフレームのオブションフィールドにおける空き領域に記述されて、各ステーションに伝達される。各ステーションは、アウェイク用ビーコン信号を受信すると、自身のオフセット時間を認識し、オフセット時間の経過後、ステータス情報を送信する。このように擬似的な T D M A 通信を実現することで、信号衝突を確実に回避することができ、品質の優れた通信を行うことが可能となる。

【 0 0 5 8 】

(実施例 2)

実施例 2 では、複数の通信端末がグループを構成してできるネットワークにおいて、グループを構成する他の通信端末からの信号を受信することで、それぞれの通信端末が自律的に省電力を図る。実施例 1 で示した省電力モードと区別するために、実施例 2 における省電力モードを、自主制御型省電力モードと呼ぶ。

【 0 0 5 9 】

また、実施例 2 では、通信端末間の信号の衝突を回避するために、ネットワーク内に存在するコーディネータから送信される報知信号に基づいて、それぞれの通信端末が自身の送信タイミングを決定する。この機能を、衝突回避モードと呼ぶ。この衝突回避モードでは、送信ごとにそれぞれの通信端末の送信順序を変更することができる。アドホックネットワークにおいては、コーディネータはグループメンバである 1 つの通信端末であり、インフラストラクチャネットワークにおいては、コーディネータはアクセスポイントである。

【 0 0 6 0 】

なお、IEEE802.11 の M A C レイヤの技術には、C S M A / C A がアクセス制御方式として採用されており、キャリアセンスすることで信号の衝突を回避することが前提となっ

10

20

30

40

50

いる。しかしながら、複数の通信端末から同時に信号送信される可能性は残っており、この場合には信号の衝突が発生することになる。そのため、実施例2の衝突回避モードをIEEE802.11においても利用することは有効であり、また他の通信プロトコルにおいても有効に利用することができる。実施例2における自主制御型省電力モードおよび衝突回避モードの実現は、ほとんどソフトウェア的な処理で行うことができるため、実装が容易という利点がある。

【0061】

まず、複数の通信端末が参加するネットワークにおいて、例えばステーションのプリセットや、通常のIEEE802.11アドホックモードやインフラストラクチャモードによるアプリケーション間のロビーIBSS上のネゴシエーションにより、以下の通信用のパラメータが決定される。ステーションがゲーム機2である場合、ゲーム機2に挿入するディスクに組み込まれたゲームプログラムに通信パラメータがプリセットされていてもよい。また、ロビーIBSS上でネゴシエーションを行う場合は、コーディネータが、他のグループメンバーに対してユニキャスト通信で通信パラメータを個別に通知する。このユニキャスト通信は、標準のアドホックモードにおいて実行できる。

【0062】

<通信パラメータ>

- a) 周波数チャンネル
- b) SSID (Service Set Identity)
- c) TBTT (Target Beacon Transmission Time)
- d) 物理層の変調 / 符号化方式
- e) 各ステーションのMACアドレスとステーション番号 (装置番号)
- f) IFS (Inter Frame Space) 生成モード (802.11標準方式またはIFSベクタによるQoS方式)
- g) IFSベクタ値 (IFSベクタによるQoS方式においてのみ有効)
- h) セキュリティモード / 共通鍵

【0063】

以上の通信パラメータにおいて、実施例2では、f) IFS生成モードとしてIFSベクタによるQoS方式が設定されている場合を例にとる。g) IFSベクタ値は、各ステーションの送信時間を求めるために用いられる時間量であり、単位はマイクロ秒である。IFSベクタ値は、送信の基準時間を定めるIFS0と、IFS0からのオフセット時間を定めるIFSオフセットを含む。なお、後述するが、IFSベクタ値によるQoS方式は、信号衝突を回避するための衝突回避モードにおいて利用するものであり、実施例2における自主制御型省電力モードの実現とは直接的な関係はない。なお、自主制御型省電力モードおよび衝突回避モードを同時に実行することで、より効率的な通信を実現できる。

【0064】

通信パラメータの通知を受けた各ステーションは、受信したパラメータに従い、無線I/Fをゲームモードに切り替える。ステーション番号は、コーディネータが0であり、他のステーションは、通信パラメータにてそれぞれ設定された値となる。したがって、4台のステーションにより構成されるネットワークでは、コーディネータ以外の3台のステーションに対して、それぞれ1、2、3のステーション番号が割り当てられる。すべてのプレイヤーのゲームモードへの移行の完了後、コーディネータは自身の無線I/Fをゲームモードに切り替える。ここで、ゲームモードは、プレイヤーがゲームを実行するモードであり、このゲームモードにおいて、実施例2における自主制御型省電力モードおよび/または衝突回避モードが実行される。なお、このゲームモードにおいては、実施例1における省電力モードが実行されてもよく、実施例1における省電力モードと実施例2における自主制御型省電力モードとが選択的に実行されてもよい。

【0065】

TBTTは、ビーコンの送信タイミングを定めるものであるが、コーディネータは、ゲームアプリケーションに応じて、そのTBTT間隔を適宜設定してもよい。例えば、低遅延が要求

10

20

30

40

50

されるゲームアプリケーションに対しては、TBTT間隔を短く設定し、低遅延が要求されないゲームアプリケーションに対しては、TBTT間隔を長く設定する。フィールド周期(16.7m秒)を考慮すると、低遅延が要求されるゲームアプリケーションに対しては、ビーコンの発信周期が、16.7m秒以下、好ましくは16.7m秒より短い例えば16m秒などに設定されることが好ましい。一方、低遅延が要求されないゲームアプリケーションに対しては、ビーコンの発信周期が16.7m秒以上に設定されてもよい。なお、実施例2におけるTBTTの設定方法は、実施例1において、 $(T_1 + T_2)$ の設定方法として説明したものと同様であってよい。実施例2における自主制御型省電力モードによると、各ステーションが、TBTT期間中の起動期間を短くできるため、TBTT間隔を長く設定することで、スリープ期間を長くすることができる。

10

【0066】

図9は、実施例2の自主制御型省電力モードおよび衝突回避モードを実現するステーション動作を示すタイミングチャートである。各ステーションは、1つ以上の他のステーションとグループを構成して、グループ内で通信を行う機能をもつ。ここでは、ステーションA、B、C、Dの4つの通信端末でグループ、すなわちネットワークが構成されている。以下では、まず、実施例2の衝突回避モードについて説明する。

【0067】

このタイミングチャートにおいて、ビーコン信号は報知信号であり、全てのステーションに対して通信される。図示の例では、ステーションAがコーディネータとして機能し、ビーコン発信を担当する。これにより、複数のステーションが同時にビーコン信号を発信して、ビーコン信号同士が衝突する事態を回避できるとともに、ステーションAがネットワーク内の通信を統括的に制御できる。図9に示す通信では、データ通信の高速性を重視して、タイプ3のマルチキャスト通信を採用している。これにより、各ステーションはACK信号の応答をモニタする必要もなく、また複数のステーションに対して1つのパケットで、ステータス情報を送信することが可能となる。

20

【0068】

コーディネータであるステーションAには、ステーション番号0が割り当てられる。以下では、ステーションBにステーション番号1が、ステーションCにステーション番号2が、ステーションDにステーション番号3が、それぞれ割り当てられているものとする。

【0069】

ビーコンフレームは、すべてのステーションにより処理される必要があるため、TBTTの前には、すべてのステーションが立ち上がって、起動状態にされている。各ステーションは、ビーコン信号を発信または受信する前に、省電力状態から起動状態に入る必要がある。また、各ステーションは、ビーコン信号を発信または受信したことを契機として、データ信号を送信することができる。なお、TBTTは、予めコーディネータより各ステーションに通知されており、したがって各ステーションは、スリープ状態から起動状態となるタイミングを自身で認識することができる。

30

【0070】

このタイミングチャートにおいて、まずステーションAがビーコン信号を発信する。ビーコン信号には、各ステーションがデータの送信タイミングを決定するためのデータ要素が含まれる。ビーコン信号はTBTTに応じて周期的に送信されるが、ビーコン信号に含まれるデータ要素には、ビーコン信号ごとに値の異なるデータ要素も含まれる。

40

【0071】

実施例2において、ステーションAは、ビーコン信号に、ビーコン番号、IBSSステーション数、IFSベクタ値を含ませて送信する。ビーコン番号は、例えば4ビットのデータで表現され、0から15までの番号をサイクリックに割り当てられる。IBSSステーション数は、グループを構成するステーションの数であり、図9の例では4に設定される。これらのデータ要素のうち、ビーコン信号ごとに値の異なるデータ要素は、ビーコン番号であり、IBSSプレイヤ数およびIFSベクタ値は、必要のない限り一定値に保たれる。なお、ビーコン信号に含まれるIFSベクタ値は、第三者によるIBSSへの参加や、同一の周波数

50

帯に他のグループが新規のIBSSを生成する際に利用される。

【0072】

各ステーションは、同一ネットワークにおける他のステーションによるデータ信号の送信タイミングと重ならないように、自身のデータ信号の送信タイミングを定める。送信タイミングは、各ステーションがグループ内における自身の送信順序を決定し、決定した送信順序とIFSベクタ値を用いることで定められる。既述したように、IFSベクタ値は、コーディネータによりユニキャスト通信で通知されて、通信パラメータとして予め設定されている。

【0073】

送信順序は、例えば、以下の式により各ステーションで決定される。

(送信順序値) = (ステーション番号 + ビーコン番号) mod (ステーション数)

ステーションA (ステーション番号0) の送信順序について考察する。ビーコン番号が例えば4の場合、送信順序値は、

$$(0 + 4) \text{ mod } 4 = 0$$

として決定される。なお、送信順序値が0であることは、最も送信順序が早いことを示す。

この場合、ステーションB (ステーション番号1) の送信順序値は1、ステーションC (ステーション番号2) の送信順序値は2、ステーションD (ステーション番号3) の送信順序値は3となる。このため、ビーコン番号が4の場合には、ステーションA、ステーションB、ステーションC、ステーションDの順に送信順序が定められる。なお、送信順序は、各ステーションのグループ内の送信順序が重ならないように、他の方法により決定されてもよい。

【0074】

各ステーションは、自身の送信順序に相当する送信順序値を用いて、自身の送信タイミングを決定する。送信タイミングは以下の式で決定される。

(送信タイミング) = IFS0 + (送信順序値) × IFSオフセット

ここで、IFS0が15μ秒、IFSオフセットが7μ秒であるとする。ステーションAの送信タイミングは、

$$15 + 0 \times 7 = 15 \mu \text{ 秒}$$

として決定される。この場合、ステーションBの送信タイミングは22μ秒、ステーションCの送信タイミングは29μ秒、ステーションDの送信タイミングは36μ秒となる。IFSオフセットは、図9においてΔtとして示されている。

【0075】

なお、IEEE802.11のMACレイヤの技術には、CSMA/CAがアクセス制御方式として採用されており、各ステーションは、通信路が一定時間以上継続して空いていることを確認してからデータを送信する機能をもつ。ここで定めた送信タイミングは、通信路の空きを確認する時間であり、すなわち自身が送信するための、他の端末装置からの信号検出後の経過時間に相当する。各ステーションは、他の端末装置からの信号検出後、送信タイミングに定められた時間を経過したときに、データ信号を送信することができる。ここで、他の端末装置には、同一グループ内における他のステーションも含むが、異なるグループ内におけるステーションや、他の電子機器も含む。

【0076】

通信路の空きを確認する時間である送信タイミングは、できるだけ短い間隔に設定されることが好ましい。送信タイミングを短く設定することで、後述する自主制御型省電力モードにおける省電力機能を効果的に実現することができる。しかしながら、例えば1μ秒などの短い時間では、各ステーションにおいて信号がうまく受信できない虞もある。そこで、送信タイミングを例えば10μ秒から50μ秒程度の間に設定することで、省電力性を向上することが可能となる。この範囲内にそれぞれの送信タイミングを収めるために、コーディネータが、ステーション数に基づいて、IFSベクタ値を適切に設定することが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

以上のように、送信順序値の計算に、ステーションユニークな値、すなわち自身のステーション番号を加味することにより、ステーションごとに異なる送信タイミングを決定することができる。これにより、各ステーションは、他のステーションによるデータ信号の送信タイミングと重ならないように自身のデータ信号の送信タイミングを定めることができる。したがって、実施例 2 の通信システム 1 によると、各ステーションからの信号が衝突される可能性を回避でき、安定した通信を実現することができる。

【 0 0 7 8 】

各ステーションは、それぞれの送信タイミングで、自身のステータス情報を他のステーションに対してマルチキャスト送信する。図 9 のタイミングチャートには、決定した送信タイミングで各ステーションからデータがマルチキャストされている状態が示されている。図中、内部にドットが書き込まれている信号表示は、ステーションにおいて適切に受信できた信号であることを示している。

【 0 0 7 9 】

実施例 2 の衝突回避モードにおいては、送信ごとにそれぞれのステーションの送信順序を変更することができる。これは、送信順序値の決定に、ビーコン信号ごとに値の異なるビーコン番号を用いることで実現される。上の例では、ビーコン番号が 4 の場合について考察したが、続いて、次のビーコン信号、すなわちビーコン番号 5 をもつビーコン信号に基づいて送信順序値を決定する場合を考察する。

ステーション A (ステーション番号 0) の送信順序値は、

$$(0 + 5) \bmod 4 = 1$$

として決定される。なお、送信順序値が 1 であることは、2 番目の送信順序であることを示す。

この場合、ステーション B (ステーション番号 1) の送信順序値は 2、ステーション C (ステーション番号 2) の送信順序値は 3、ステーション D (ステーション番号 3) の送信順序値は 0 となる。このため、ビーコン番号が 5 の場合には、ステーション D、ステーション A、ステーション B、ステーション C の順に送信順序が定められる。

【 0 0 8 0 】

この送信順序値を用いて各ステーションが送信タイミングを決定する。ステーション A の送信タイミングは、

$$15 + 1 \times 7 = 22 \mu \text{ 秒}$$

として決定される。同様に計算すると、ステーション B の送信タイミングは $29 \mu \text{ 秒}$ 、ステーション C の送信タイミングは $36 \mu \text{ 秒}$ 、ステーション D の送信タイミングは $15 \mu \text{ 秒}$ となる。

【 0 0 8 1 】

無線を利用した通信システム 1 においては、ジャミングなどを原因として通信環境が悪化する状況が頻発する。特に、IEEE802.11b における CSMA/CA 制御下においては、キャリアセンスにより自身の送信を待機することになるため、ジャミングの発生により、信号を送信できなくなる事態が生じうる。同一のグループ内でのステーションの信号送信を考えた場合、送信順序が固定されていたのでは、最後の送信順序を割り当てられているステーションは、他のステーションと比べて、信号を送信できない可能性が確実に大きくなる。

【 0 0 8 2 】

そこで、実施例 2 の衝突回避モードでは、送信順序値の計算に、ビーコン番号を加味することにより、送信ごと、すなわち TBTT 間のビーコン間隔ごとに各ステーションの送信順序が変更されて設定されている。これにより、全ステーションによる送信機会を公平化することができる。特定のステーションからの信号送信が常に阻害される事態を回避できる。なお、上記した例では、連続したビーコン番号を用いて送信順序を設定しているが、例えば所定のビーコン信号を用いて、すなわち所定数おきのビーコン番号を用いて送信順序を設定してもよい。例えば、3 つおきのビーコン信号に含まれるビーコン番号を利用して、

送信順序を設定してもよい。

【 0 0 8 3 】

なお、ステーションから送信されるステータス情報には暗号処理が施される場合もあるが、コーディネータから送信されるビーコン信号は暗号化されていない。したがって、ビーコン信号は、同一周波数を利用する他のグループのステーションにも伝えられることになる。

【 0 0 8 4 】

他のグループにおけるコーディネータは、ビーコン信号を解析して、そのグループ内での信号送信タイミングを、ビーコン信号を発信したグループとは異なるように設定することが好ましい。例えば、IFSベクタ値において、IFS0の値を変更することで、これは実現できる。

10

【 0 0 8 5 】

ここで、同一の周波数帯を利用する2つのグループが同一環境にネットワークを構築している状況を考える。第1のグループにおいて、上記したように、IFS0が15 μ 秒、IFSオフセットが7 μ 秒に設定されているとする。第2のグループにおけるコーディネータは、第1のグループからのビーコン信号からIFSベクタ値を取得して、自身のグループにおけるIFSベクタ値を設定する。このとき、第1のグループにおける各ステーションの送信タイミングと重ならないように、IFSベクタ値を設定する。例えば、IFS0を19 μ 秒、IFSオフセットを7 μ 秒と設定する。それぞれのグループに4台のステーションが存在する場合、第1のグループにおける各ステーションの送信タイミングは、15 μ 秒、22 μ 秒、29 μ 秒、36 μ 秒となる。一方、第2のグループにおける各ステーションの送信タイミングは、19 μ 秒、26 μ 秒、33 μ 秒、40 μ 秒となる。

20

【 0 0 8 6 】

図10は、2つのグループ内の各ステーションの送信タイミングを示す。第1のグループにおける各ステーションの送信タイミングが、15 μ 秒、22 μ 秒、29 μ 秒、36 μ 秒、第2のグループにおける各ステーションの送信タイミングが、19 μ 秒、26 μ 秒、33 μ 秒、40 μ 秒と設定された場合、結果として、それぞれのグループにおける各ステーションは、他方のグループからの送信時間を基準として、信号送信を行うことになる。この場合、それぞれのグループから交互に信号が送信される。複数のグループ間で、共通のIFSオフセットを使用し、またIFS0を変えることで、グループ間での信号衝突を容易に回避することができる。

30

【 0 0 8 7 】

次に、実施例2における自主制御型省電力モードについて説明する。

図9に戻って、自主制御型省電力モードにおいては、原則として、各ステーションが、同一グループ内の他の全てのステーションからのデータ信号を受信し、且つ、自身が他のステーションに対してデータ信号を送信したことに基づいて、省電力状態に入る。実施例2では、ビーコン間隔中に、各ステーションがゲームデータを1回送信することとしており、他のステーションからのデータ信号を受信して、自身がデータ信号を送信したことで、ビーコン間隔中に必要な通信は完了している。各ステーションは、他のステーションから受信したデータ信号の数をカウントし、カウントしたデータ信号数と、自身がデータ信号を送信した事実とに基づいて、省電力状態への移行を行う。また、各ステーションが自律的に省電力状態に移行できることで、通信システム1において例えばコーディネータなどが、他のステーションの電力制御を直接的に管理する必要もない。

40

【 0 0 8 8 】

この自主制御型省電力モードによると、必要な全ての信号の送受信の終了後、速やかに省電力状態に移行するため、省電効率を高めることができる。各ステーションにおいて無駄な起動期間をなくすことができ、また単純なアルゴリズムで電力制御を実現できるため、実用化に適している。

【 0 0 8 9 】

このアルゴリズムで電力制御を行った場合、あるステーションが他の1つのステーショ

50

ンからの信号を受信できない場合には、そのステーションは、ビーコン間隔中、他のステーションからの信号を待ち続けることとなり、その期間中には省電力状態に移行することはできない。そのような状況の発生頻度を考えると、この問題は重要ではなく、通信時間に占める割合は、微々たるものであって、無視することも可能である。しかしながら、このような状況下においても、簡易な構成で対応できるのであれば、さらに省電効率を高めることが好ましい。

【 0 0 9 0 】

図 1 1 は、自主制御型省電力モードおよび衝突回避モードを実現するステーション動作を示すタイミングチャートである。図 1 1 では、ステーション C が、ステーション D からマルチキャストされたデータ信号の受信に失敗した例を示す。ステーション A、B、D については、他の全ステーションからの信号を受信し、自身の信号も送信したために、ステーション D からの信号の受信または送信後、速やかに省電力状態に移行している。

10

【 0 0 9 1 】

ここで、各ステーションは、通信状態を監視する機能をもっている。図 1 1 の例では、ステーション C が、他のステーションと同様に、通信状態を監視し、無通信期間を計測する。無通信期間とは、同一グループ内におけるステーションからの信号の送受信がない期間である。なお、同一グループ内の信号であるか否かは、信号に含まれる BSSID を参照することで認識できる。ステーションは、ステーション数および I F S ベクタ値により、グループ内のステーションがとり得る最大の送信タイミングを知っている。例えば、ステーション数が 4、I F S 0 が 15 μ 秒、I F S オフセットが 7 μ 秒のときの最大送信タイミングは、36 μ 秒である。したがって、自身が信号を発信し、または他のステーションからの信号を受信した時点から、最大送信タイミングである 36 μ 秒を超えて信号を観測できない場合には、それ以後待機しても、信号を受信できない可能性が高い。したがって、各ステーションは、無通信期間が所定時間 T を超えると、省電力状態に移行する。

20

【 0 0 9 2 】

図 1 1 の例では、ステーション C がステーション D からの信号を受信できず、所定時間 T だけ待機した後、省電力状態に移行している。所定時間 T は、グループを構成するステーションのそれぞれで定められる送信タイミング同士の間隔のうち、最も長い時間間隔よりも長くなるように設定される。すなわち所定時間 T は、最大送信タイミングに若干のマージンを加えた時間に設定される。例えば、最大送信タイミングが 36 μ 秒である場合、所定時間 T は、40 μ 秒に設定されてもよい。

30

【 0 0 9 3 】

実施例 2 におけるステーション、すなわちゲーム機 2 の機能ブロックは、実施例 1 に関連して説明した図 6 に示すとおりである。実施例 2 における通信機能も、通信処理部 4 において、C P U、メモリ、メモリにロードされたプログラムなどによって実現される。

【 0 0 9 4 】

ゲーム機 2 がコーディネータとして機能する場合、M A C 部 2 0 は、同一グループ内のゲーム機 2 のそれぞれに対してユニキャスト通信で伝送するデータフレームに、通信パラメータを含めて送信する。これにより、同一グループ内の全てのゲーム機 2 が、通信パラメータを共有することができる。全てのゲーム機 2 がゲームモードに入った後、コーディネータであるゲーム機 2 は、送信タイミングを決定するためのデータ要素、すなわちビーコン番号、IBSSステーション数、I F S ベクタ値を含んだビーコン信号を送信する。M A C 部 2 0 がビーコン信号を生成するタイミング、および P H Y 部 2 6 がビーコン信号を発信するタイミングは、電力/クロック制御部 2 4 により制御される。

40

【 0 0 9 5 】

図 1 2 は、図 6 に示す通信処理部 4 の詳細を示す。ここでは、実施例 2 における自主制御型省電力モードと衝突回避モードを実現する通信機能に着目した構成を示す。通信処理部 4 において、M A C 部 2 0 は送信制御部 5 0 および受信制御部 5 2 を有し、P H Y 部 2 6 は送信部 5 4 および受信部 5 6 を有している。P H Y 部 2 6 において、送信部 5 4 は他のゲーム機 2 にデータ信号を送信し、受信部 5 6 は他のゲーム機 2 からのデータ信号を受

50

信する。M A C 部 2 0 において、送信制御部 5 0 は送信部 5 4 における送信動作を制御し、受信制御部 5 2 は受信部 5 6 における受信結果の処理などを行う。

【 0 0 9 6 】

コーディネータとなるゲーム機 2 において、送信制御部 5 0 は、ビーコン信号を生成する。送信制御部 5 0 は、ビーコン信号に、ビーコン番号、IBSSステーション数、I F S ベクタ値を含ませる。ビーコン番号は、連続するビーコン信号において異なっていればよく、所定の周期で繰り返されるものであってよい。現実的には、ビーコン番号を表すビット数が有限であるため、ビーコン番号は周期的に繰り返されるものとなる。具体的に送信制御部 5 0 は、ビーコン番号を、例えば 4 ビットのデータで表現して、0 から 1 5 までの番号をサイクリックに割り当てる。したがって、ビーコン番号は、報知信号ごとに値の異なるデータ要素となる。IBSSステーション数は、グループを構成するステーション数である。また既述したように、I F S ベクタ値は、送信タイミングの基準時間を定めるデータとなる I F S 0 と、I F S 0 からのオフセット時間を定める I F S オフセットを含む。コーディネータとなるゲーム機 2 において、送信部 5 4 は、送信制御部 5 0 にて生成したビーコン信号を、所定の周期で送信する。

10

【 0 0 9 7 】

コーディネータ以外のゲーム機 2 では、衝突回避モードにおいて、受信部 5 6 が、送信タイミングを決定するためのデータ要素を含んだビーコン信号を受信する。ビーコン信号は送信制御部 5 0 に送られる。ビーコン信号には、ビーコン番号が含まれている。送信制御部 5 0 は、ビーコン信号に含まれるデータ要素をもとに、自身のデータ信号の送信タイミングを定める。

20

【 0 0 9 8 】

送信制御部 5 0 は、ビーコン番号をもとに、送信ごとのグループ内における送信順序を決定する。これにより、送信制御部 5 0 は、送信ごとに送信順序を変更することができ、特定のゲーム機 2 の送信状態が悪くなる状況を回避できる。送信順序が遅いゲーム機 2 ほど、送信を行えない可能性は高くなるが、送信順序を可変とすることで、ゲーム機 2 の送信プライオリティに対する公平を図ることが可能となる。

【 0 0 9 9 】

また送信制御部 5 0 は、ビーコン番号に加えて、ゲーム機 2 に割り当てられたステーション番号を用いて、データ信号の送信タイミングを定める。ステーション番号はそれぞれのゲーム機 2 ごとに異なっている。全てのゲーム機 2 が、送信タイミングを定めるための共通の式を利用し、その演算要素の 1 つにステーション番号を利用することで、ゲーム機ごとに異なる送信タイミングを定めることが可能となる。これにより、ゲーム機 2 が、グループを構成する他のゲーム機 2 によるデータ信号の送信タイミングと重ならない自身のデータ信号の送信タイミングを定めることができる。同時に信号を送信する可能性をなくすことで、円滑な通信を実現できるようになる。

30

【 0 1 0 0 】

なお、以上はコーディネータではないゲーム機 2 において、送信タイミングを定める方法について説明したが、コーディネータであるゲーム機 2 においては、送信制御部 5 0 が、報知信号に含まれるデータ要素を保持している。そのため、送信制御部 5 0 は、そのデータ要素に基づいて、上記したように、自身のデータ信号の送信タイミングを定めることが可能となる。

40

【 0 1 0 1 】

なお、送信制御部 5 0 は、様々な形式で送信タイミングを定めてもよい。一つの例として、送信制御部 5 0 は、送信タイミングを、他の端末装置からの信号検出後の経過時間として設定し、送信部 5 4 が、送信タイミングに定められた時間を経過したときに、データ信号を送信してもよい。

【 0 1 0 2 】

自主制御型省電力モードにおいて、受信部 5 6 が、他のゲーム機 2 からデータ信号を受信する。受信制御部 5 2 は、ビーコン間隔ごとに、受信部 5 6 が他のゲーム機 2 から受信

50

したデータ信号の数をカウントする。ビーコン信号にはステーション数が含まれており、受信制御部 5 2 は、そのステーション数をもとに、他のゲーム機 2 の数を把握することができる。例えば、ステーション数が 4 の場合は、自身を除いて、他のゲーム機 2 が 3 台存在していることが分かる。

【 0 1 0 3 】

例えば受信制御部 5 2 は、他のゲーム機 2 から受信したデータ信号に含まれるステーション番号をもとに、データ信号を送信した他のゲーム機 2 を特定してもよい。グループを構成する他のゲーム機 2 のステーション番号は既知である。例えば、ステーション数が 4 であり、自身のステーション番号が 1 であるとき、他の 3 台のゲーム機 2 のステーション番号はそれぞれ 0、2、3 である。受信制御部 5 2 は、受信部 5 6 がステーション番号を 0、2、3 のいずれかとする他のゲーム機 2 からデータ信号を受信すると、そのデータ信号をカウントする。この例は、受信制御部 5 2 がステーション番号をもとに他のゲーム機 2 を特定する場合であるが、例えば、M A C アドレスをもとに他のゲーム機 2 を特定してもよい。このとき、受信制御部 5 2 は、他のゲーム機 2 のステーション番号や M A C アドレスなどを予めテーブル化しておき、そのテーブルを参照することで、カウントすべき他のゲーム機 2 からの送信であるか否かを判別してもよい。

10

【 0 1 0 4 】

受信制御部 5 2 は、他のゲーム機 2 の全てからデータ信号を受け取ると、その旨を電力 / クロック制御部 2 4 に通知する。電力 / クロック制御部 2 4 は、その通知を受けて、省電力状態に入る。

20

【 0 1 0 5 】

具体的に、受信制御部 5 2 は、電力 / クロック制御部 2 4 に省電力モードへの移行指示を送る。電力 / クロック制御部 2 4 は、M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 における電力消費を停止させるべく、M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 へのクロック供給を停止して、動作を停止させる。これにより、M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 がスリープ状態にはいる。このとき、電力 / クロック制御部 2 4 は、スリープ状態にはいった時点から所定時間経過後に M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 を起動させるように、タイマ 2 2 をセットする。このタイマ制御は、TBTT の値をもとに行われる。タイマ 2 2 は、クロック部 1 8 から供給されるパルスをカウントし、所定時間が経過した後、電力 / クロック制御部 2 4 にウェイク信号を供給する。電力 / クロック制御部 2 4 は、ウェイク信号を受け取ると、M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 を起動状態に移行させる。

30

【 0 1 0 6 】

受信制御部 5 2 は、通信状態を監視し、無線通信期間が所定時間を超えると、その旨を電力 / クロック制御部 2 4 に通知する。この所定時間は、ゲーム機 2 のそれぞれで定められる送信タイミング同士の間隔のうち、最も長い時間間隔となるように設定される。電力 / クロック制御部 2 4 は、その通知を受けて、省電力状態に入る。具体的に、受信制御部 5 2 は、電力 / クロック制御部 2 4 に省電力モードへの移行指示を送る。電力 / クロック制御部 2 4 は、M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 における電力消費を停止させるべく、M A C 部 2 0 および P H Y 部 2 6 へのクロック供給を停止して、動作を停止させる。

40

【 0 1 0 7 】

図 1 3 は、送信制御部 5 0 の構成を示す。送信制御部 5 0 は、選択部 6 0、記憶部 6 2 およびデータ送出部 6 8 を有する。選択部 6 0 は、送信すべきデータ信号を 2 種類に分類する。具体的には、データ信号が、ゲームデータと、それ以外の信号とに選択される。それ以外の信号とは、例えば通信を行うための基本的なパラメータ値などの制御信号であってよい。以下、ゲームデータ以外の信号を、代表して制御信号と呼ぶ。

【 0 1 0 8 】

分類された制御信号とゲームデータは、それぞれ記憶部 6 2 の F I F O 6 4 とゲームバッファ 6 6 とに供給される。F I F O 6 4 は、先入れ先出し型メモリであり、選択部 6 0 から供給される制御信号を順次記憶し、記憶した順に出力する機能をもつ。制御信号の送信は、一般にリアルタイム性が要求されないため、F I F O 6 4 から都合のよいタイミン

50

グで出力されることで、制御信号の所期の目的を達成できる。

【 0 1 0 9 】

一方、ゲームバッファ 6 6 は、オーバライト型メモリとして構成される。特に、低遅延が要求されるゲームアプリケーションでは、データを次々とリアルタイムに送信することが重要であり、送信遅延が発生した場合に、新たなデータが生成されたのであれば、送信遅延したデータを送る必要はない。そこで、ゲームバッファをオーバライト型とし、新しいデータを上書きして記憶するものとして構成することで、データのリアルタイム性を確保することとする。

【 0 1 1 0 】

F I F O 6 4 およびゲームバッファ 6 6 に記憶されたデータは、データ送出部 6 8 に送られる。データ送出部 6 8 は、F I F O 6 4 およびゲームバッファ 6 6 から送られてきたデータを送信部 5 4 に送り出す。このとき、ゲームデータの送信に支障が生じないことを条件として、F I F O 6 4 から送られてきたデータを優先的に送信部 5 4 に送り出すことが好ましい。この条件としては、例えば F I F O 6 4 からの制御信号のデータサイズがあまりに大きく、そのまま送ったのではゲームデータの送信が妨げられるような場合があげられる。この場合、データ送出部 6 8 は、制御信号を細分化して、送信部 5 4 に送り出してもよい。なお、F I F O 6 4 のデータを優先的に送信部 5 4 へ送り出すのは、ゲームデータの送信または受信が、自主制御型省電力モードにおいて省電力状態へ移行するためのトリガとなりうるためである。送信部 5 4 は、ゲームデータよりも先に制御信号を送信することで、自主制御型電力モードにおいても適切に制御信号を送信することが可能となる。

【 0 1 1 1 】

図 1 4 は、制御信号の送信を示すタイミングチャートである。図 1 4 の例では、ステーション C が、ゲームデータをマルチキャストする前に、制御信号をユニキャスト通信でステーション D に送信している。ステーション C は、ステーション D からの ACK を受けた後、ゲームデータをマルチキャストしている。なお、ゲームデータの送信だけでなく、制御信号の送信についても、衝突回避モードにおいて決定される送信タイミングが順守される。

【 0 1 1 2 】

実施例 2 では、衝突回避モードと自主制御型省電力モードとを併用する場合について説明した。既述したように、これらのモードを併用することで、効率的な通信および電力制御を実現できるが、これらのそれぞれは、独立して実行することも可能である。

【 0 1 1 3 】

実施例 2 では、マルチキャストでデータ信号（ゲームデータ）を送信する場合について説明したが、ブロードキャストで送信してもよい。ブロードキャストで送信する場合であっても、他のステーションに対して 1 回の送信動作で済むため、送信時間を短くすることができる。また、実施例 2 では、IEEE802.11 のアドホックモードの場合を説明したが、インフラストラクチャモードにおいても、衝突回避モードおよび自主制御型省電力モードを実現することが可能である。

【 0 1 1 4 】

以上、本発明を実施例をもとに説明した。これらの実施例は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能で、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。上記した実施例では、主として、低遅延が要求されて、タイプ 3 のマルチキャスト通信を行う場合について説明したが、本発明は、低遅延が要求される場合の省電力制御に利用されるだけでなく、例えばタイプ 1 やタイプ 2 による通信方式を採用した場合であっても、効果的に利用することが可能である。

【 0 1 1 5 】

なお、実施例 1 における省電力モードと、実施例 2 における省電力モードとを併用した通信システム 1 を実現してもよい。すなわち、通信システム 1 が、省電力モードとして、

複数の通信端末装置の１つが報知信号を発信すると複数の通信端末装置がスリープ状態に入る第１の省電力モードと、１つの通信端末装置が、他の通信端末装置から受信したデータ信号の数が所定値に達したことに基づいて、自律的にスリープ状態に入る第２の省電力モードとを備えて、これらの省電力モードを選択的に実行できることとしてもよい。第２の省電力モード、すなわち自主制御型省電力モードは、特に低遅延が要求される通信における電力制御を得意とする。したがって、リアルタイム性の高いゲームアプリケーションに対しては第２の省電力モードを、比較的リアルタイム性の高くないゲームアプリケーションに対しては第１の省電力モードを実行することで、高効率な省電力を実現する通信システム１を提供することができる。リアルタイム性の程度はゲームのタイトルやジャンルなどにより定められてもよく、例えば、アプリケーション処理部１２が、取得したタイトルやジャンルをもとにリアルタイム性を判定し、そのリアルタイム性をＭＡＣ部２０に伝えることで、ＭＡＣ部２０が自律的に実施例１または実施例２で説明した省電力モードを選択して採用してもよい。

10

【０１１６】

実施例２では、ステーションが、原則として、グループ内の他の全てのステーションからデータ信号を受信し、また自身がデータ信号を送信したことを条件として省電力状態に入る自主制御型省電力モードについて説明した。上記した例では、各ステーションは、他のそれぞれのステーションから１つのデータ信号を受信することを省電力状態への移行条件としているが、例えば、他のステーションから所定数のデータ信号を受信することを省電力状態への移行条件としてもよい。所定数は、例えば「３」などの複数の値をとってもよく、この場合は、他のステーションのそれぞれから３つのデータ信号を受信し、且つ自身が１つのデータ信号を送信したことを条件として、省電力状態へ移行してもよい。

20

【０１１７】

この所定数は、例えば、コーディネータから通信パラメータとして各ステーションに予め通知されてもよく、またビーコン信号に埋め込まれてもよい。いずれの場合であっても、各ステーションは、省電力状態への移行条件として、他のそれぞれのステーションから受信するデータ信号の数を把握し、その数をもとに、自主制御型省電力モードを実行することができる。なお、以上では、１つのステーションから受信するデータ信号の数が複数である場合を説明したが、自身が送信するデータ信号の数が複数であってもよい。

【０１１８】

また、各ステーションは、データ信号の送信回数、または、受信したデータ信号のカウント数のいずれか一方に基づいて、省電力状態へ移行してもよい。通信環境において、グループ内の各ステーションの役割が異なる場合、例えば受信専門のステーションであれば、受信したデータ信号のカウント数に基づいて省電力状態に入ってもよい。また送信専門のステーションであれば、データ信号の送信回数が所定回数に達したことに基づいて省電力状態に入ってもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【０１１９】

【図１】 802.11標準の省電力モードにおけるステーション動作を示すタイミングチャートである。

40

【図２】 実施例１における通信システムを示す図である。

【図３】 (a) は４台のステーションが相互にユニキャスト通信を行っている状態を示す図であり、(b) は１台のステーションがアクセスポイントとなり、他の３台のステーションが、アクセスポイントと相互にユニキャスト通信を行っている状態を示す図である。

【図４】 各ステーションがマルチキャスト通信を行っている状態を示す図である。

【図５】 実施例１の省電力モードにおけるステーション動作を示すタイミングチャートである。

【図６】 ゲーム機の機能ブロック図である。

【図７】 実施例１の変形例として改良した省電力モードにおけるステーション動作を示すタイミングチャートである。

50

【図 8】実施例 1 のさらなる変形例として改良した省電力モードにおけるステーション動作を示すタイミングチャートである。

【図 9】実施例 2 の自主制御型省電力モードおよび衝突回避モードを実現するステーション動作を示すタイミングチャートである。

【図 10】2 つのグループ内の各ステーションの送信動作を示すタイミングチャートである。

【図 11】自主制御型省電力モードおよび衝突回避モードを実現するステーション動作を示すタイミングチャートである。

【図 12】図 6 に示す通信処理部の詳細を示す図である。

【図 13】送信制御部の構成を示す図である。

【図 14】制御信号の送信を示すタイミングチャートである。

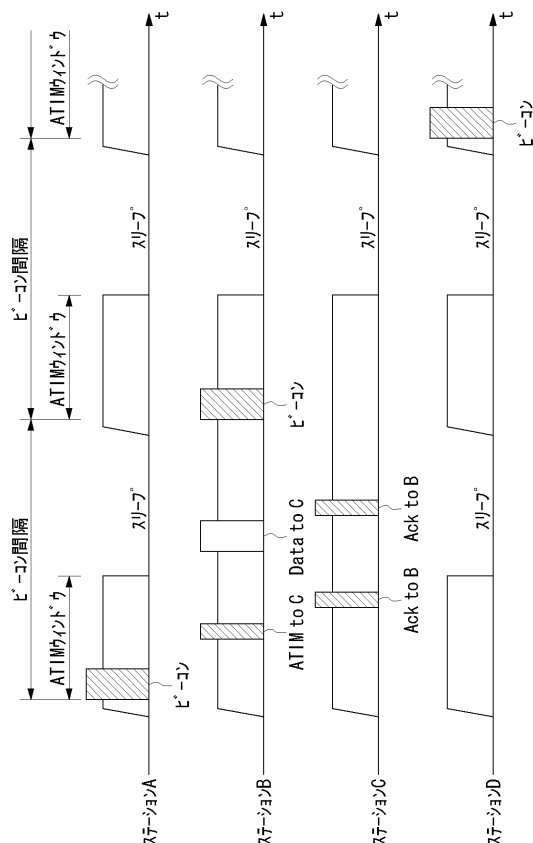
【符号の説明】

【 0 1 2 0 】

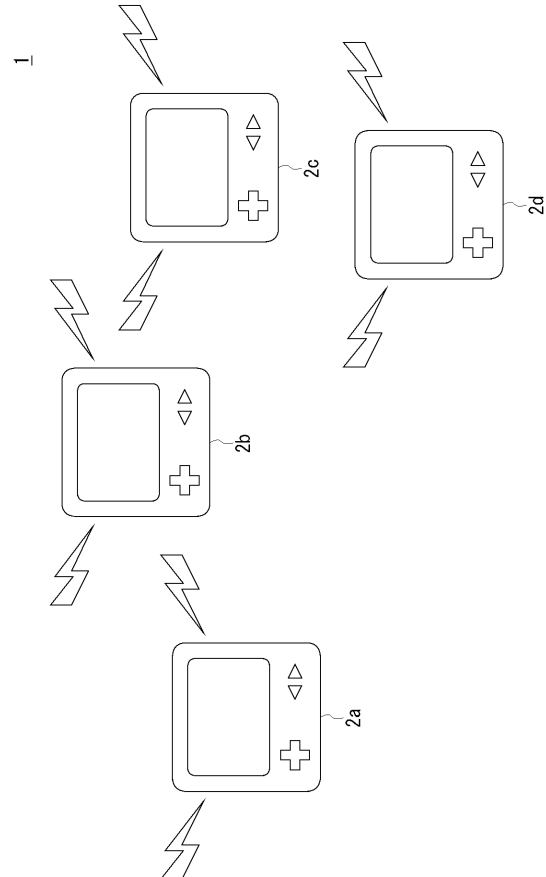
1・・・通信システム、2・・・ゲーム機、3・・・ゲーム処理部、4・・・通信処理部、10・・・入力部、12・・・アプリケーション処理部、14・・・出力部、16・・・バッテリー、18・・・クロック部、20・・・MAC部、22・・・タイマ、24・・・電力/クロック制御部、26・・・PHY部、50・・・送信制御部、52・・・受信制御部、54・・・送信部、56・・・受信部、60・・・選択部、62・・・記憶部、64・・・FIFO、66・・・ゲームバッファ、68・・・データ送出部。

10

【図 1】

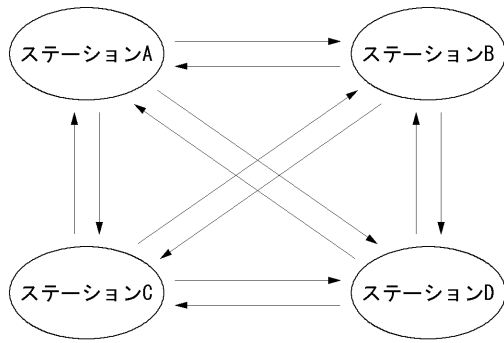


【図 2】

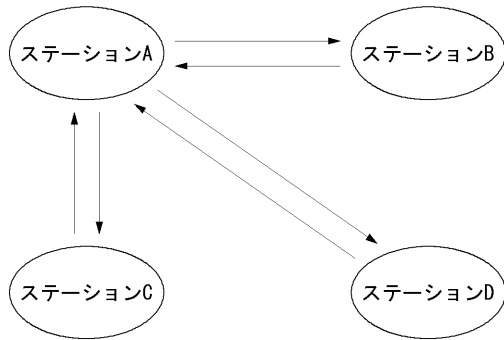


【図 3】

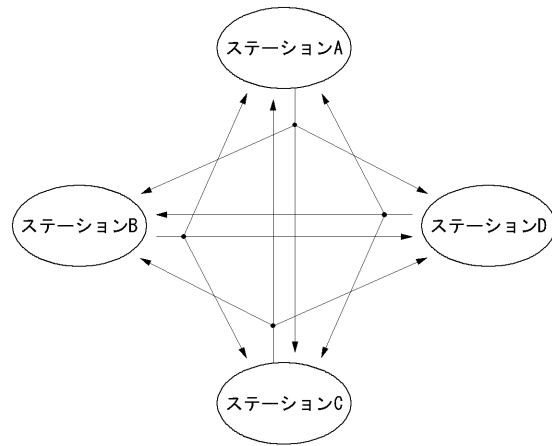
(a)



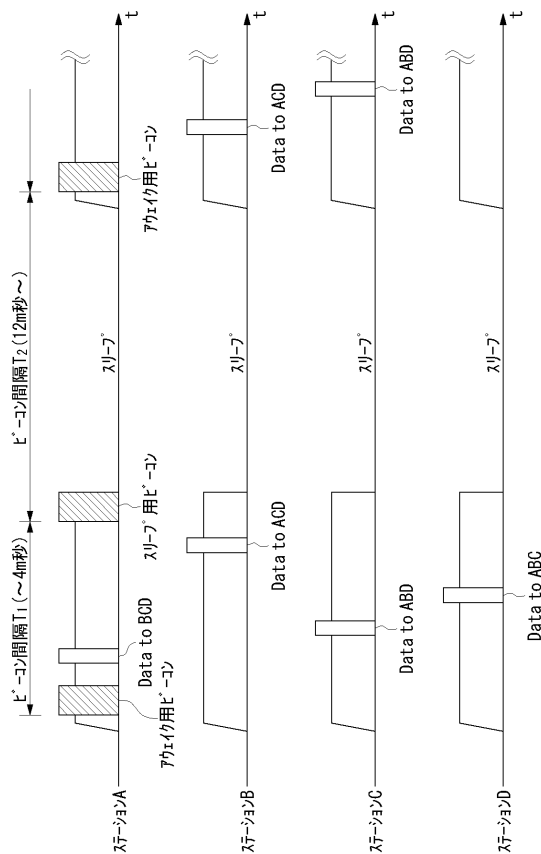
(b)



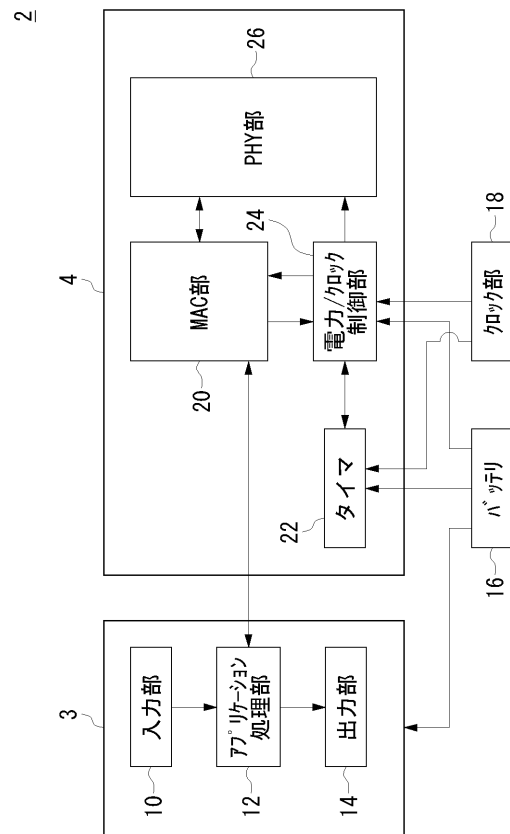
【図 4】



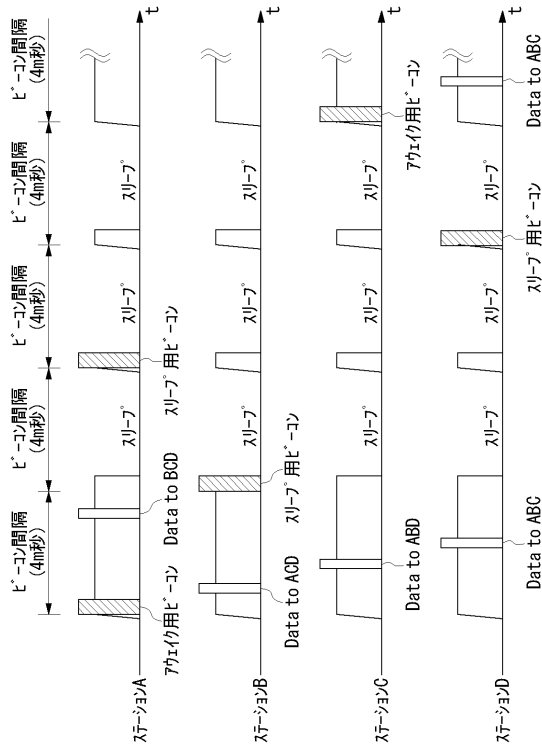
【図 5】



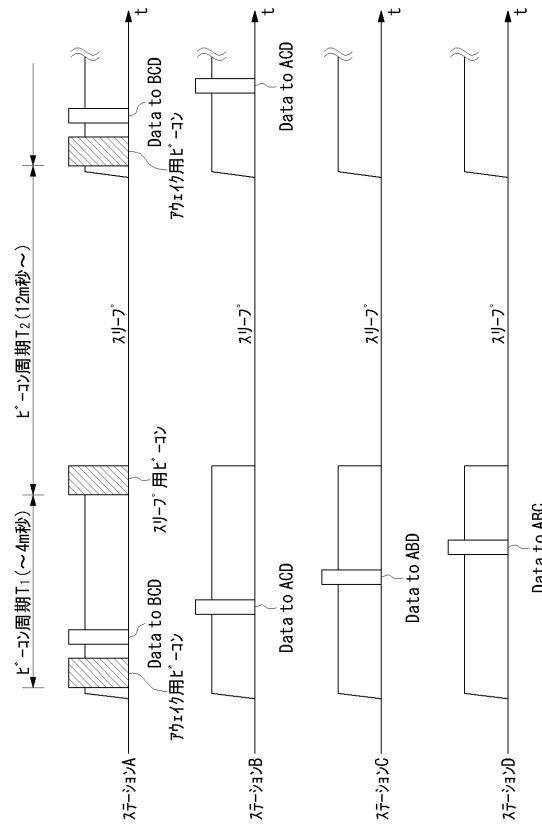
【図 6】



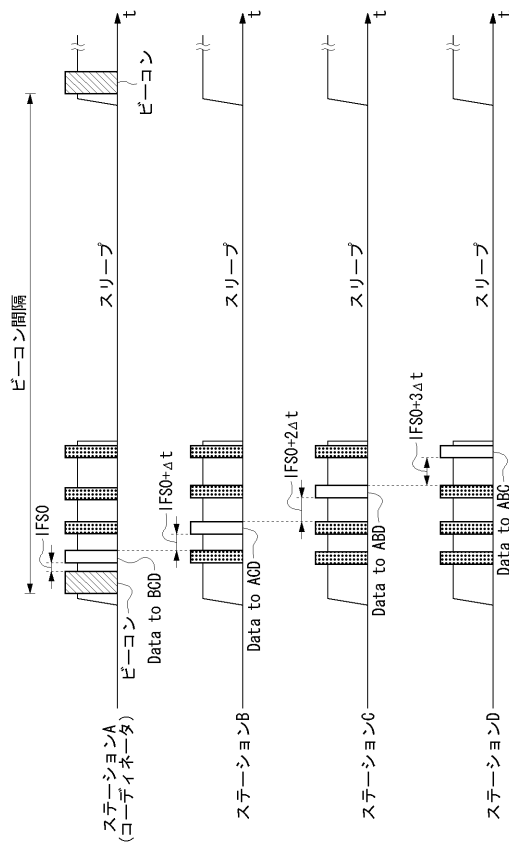
【図 7】



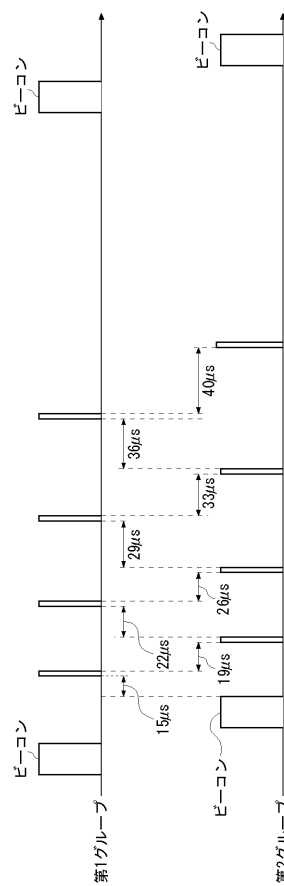
【図 8】



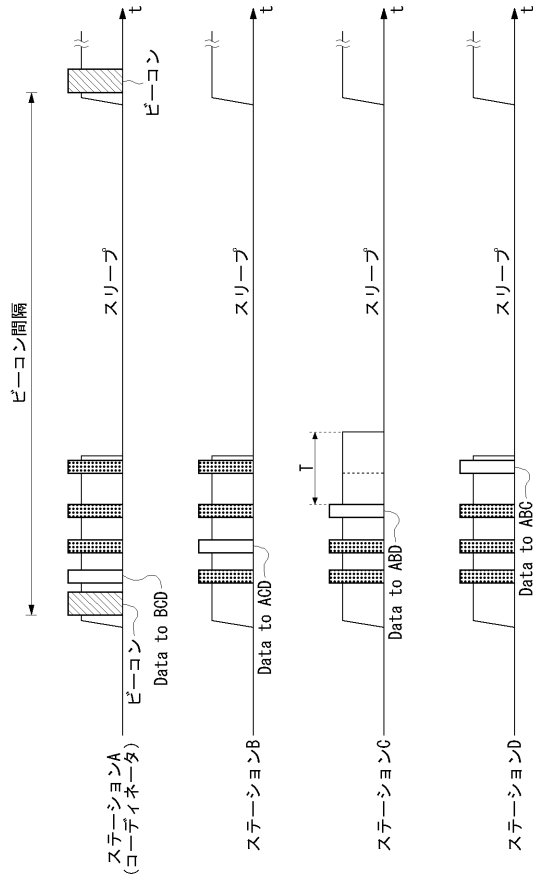
【図 9】



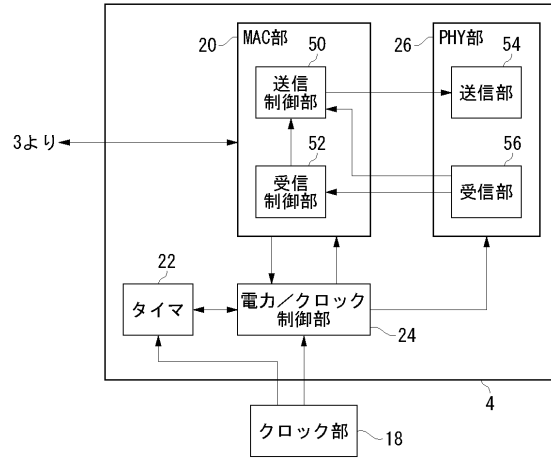
【図 10】



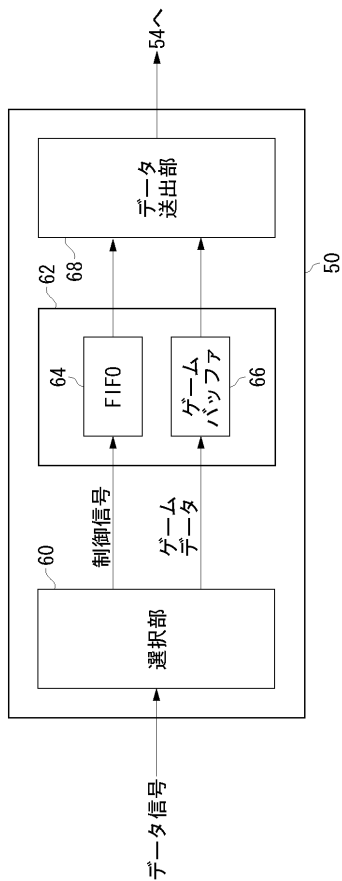
【図 1 1】



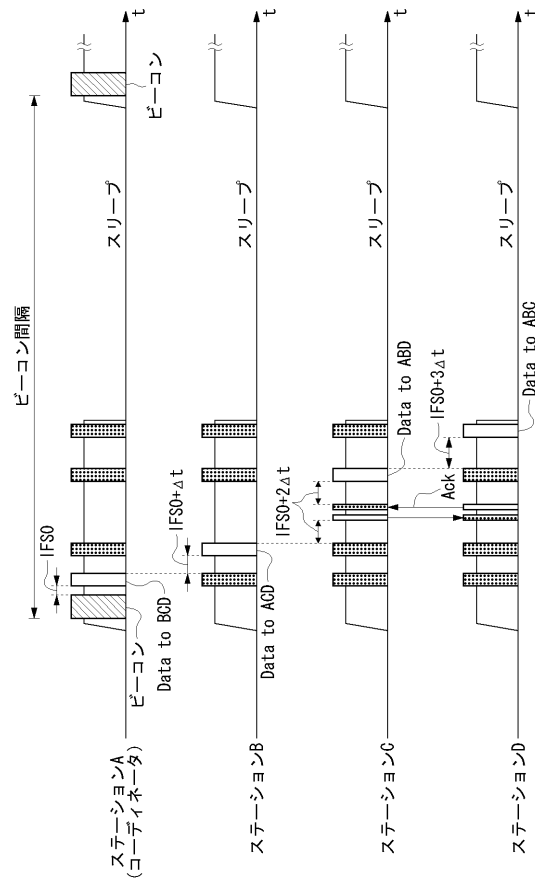
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-074813(JP,A)

工藤徳也,企業向けPocket PC「e740W」登場!! , Mobile PRESS 2002年秋号,日本,(株)技術評論社,2002年11月24日,第2巻 第4号,pp.84-87