

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02011/036701

発行日 平成25年2月14日(2013.2.14)

(43) 国際公開日 平成23年3月31日(2011.3.31)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H04W 52/02 (2009.01) H04Q 7/00 423 5K067

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

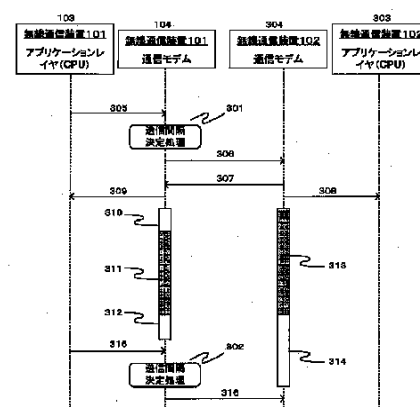
出願番号	特願2011-532786 (P2011-532786)	(71) 出願人	000003078
(21) 国際出願番号	PCT/JP2009/004800		株式会社東芝
(22) 国際出願日	平成21年9月24日(2009.9.24)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(81) 指定国	AP (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW	(74) 代理人	100159938
			弁理士 砂井 正之
		(74) 代理人	100149803
			弁理士 藤原 康高
		(74) 代理人	100078019
			弁理士 山下 一
		(72) 発明者	堀口 智哉
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		Fターム(参考)	5K067 AA43 BB04 BB21 CC22 EE02

(54) 【発明の名称】 無線通信装置および通信プログラム

(57) 【要約】

通信モデムがアプリケーションレイヤからアプリケーションの情報をもらうことなくパケット送信間隔を決定し、低消費電力化を実現する。無線通信装置101は、アプリケーションレイヤ103から通知される送信要求に応じて、通信モデム104がパケットを送信する無線通信装置であって、前記送信要求が通知される度にその時刻を取得し、前記送信要求が通知される要求間隔を計算すると共に、過去n個(nは2以上の整数)の前記要求間隔を保持する履歴保持部113と、前記過去n個の要求間隔に基づき次のパケット送信までの送信間隔を決定するタイミング制御部114と、前記送信間隔を示す時間情報をパケットに記載するパケット生成部115と、パケットを送受信する物理レイヤ109と、パケットを送信してから送信間隔の時間が経過するまでの間、少なくとも物理レイヤ109を停止させるモデム制御部111とを備える。

[図3]



103 APPLICATION LAYER (CPU) IN WIRELESS COMMUNICATION APPARATUS 101
 104 COMMUNICATION MODEM IN WIRELESS COMMUNICATION APPARATUS 101
 304 COMMUNICATION MODEM IN WIRELESS COMMUNICATION APPARATUS 102
 303 APPLICATION LAYER (CPU) IN WIRELESS COMMUNICATION APPARATUS 102
 301, 302 DECIDE TRANSMISSION INTERVAL

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アプリケーションレイヤから通知される送信要求に応じて、通信部がパケットを送信する無線通信装置であって、

前記送信要求が通知される度に、その通知された時刻を取得して、前記送信要求が通知される要求間隔を計算すると共に、過去 n 個 (n は 2 以上の整数) の前記要求間隔を保持する履歴保持部と、

前記過去 n 個の要求間隔に基づき、次のパケット送信までの送信間隔を決定するタイミング制御部と、

送信データのヘッダ部に前記送信間隔を示す時間情報を付加したパケットを生成して相手の無線通信装置に送信し、前記相手の無線通信装置からのパケットを受信する送受信部と、

10

前記パケットを送信してから前記送信間隔の時間が経過するまでの間、少なくとも前記送受信部を停止させる通信制御部と

を備えることを特徴とする無線通信装置。

【請求項 2】

前記タイミング制御部は、前記履歴保持部に保持した前記過去 n 個の要求間隔の中間の値または平均値を前記送信間隔と決定することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信装置。

20

【請求項 3】

前記タイミング制御部は、前記履歴保持部に保持した前記過去 n 個の要求間隔のうち、小さい方から m 番目 (m は n 以下の正の整数) の値を、前記送信間隔と決定し、

前記送信要求が通知されてから前記パケット送信開始までの時間を短くする要求が通知された場合に前記 m を小さく設定し、消費電力を小さくする要求が通知された場合に前記 m を大きく設定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信装置。

【請求項 4】

前記通信制御部は、前記パケットの送信後に前記パケットに対する肯定応答を受信した場合に、前記パケットの送信した時点から前記送信間隔の時間が経過するまでの間、少なくとも前記送受信部を停止させる

30

ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信装置。

【請求項 5】

前記通信制御部は、前記送信間隔を示す時間情報を含むパケットを受信し、かつ、前記上位アプリケーションレイヤから送信要求がない場合に、前記受信パケットの前記送信間隔の時間が経過するまでの間、少なくとも前記送受信部を停止させる

ことを特徴とする前記請求項 1 に記載の無線通信装置。

【請求項 6】

アプリケーションレイヤから通知される送信要求に応じて、通信部がパケットを送信する無線通信装置の通信プログラムであって、

前記送信要求が通知される度に、その通知された時刻を取得して、前記送信要求が通知される要求間隔を計算すると共に、過去 n 個 (n は 2 以上の整数) の前記要求間隔を保持する機能と、

40

前記過去 n 個の要求間隔に基づき、次のパケット送信までの送信間隔を決定する機能と、

送信データのヘッダ部に前記送信間隔を示す時間情報を付加したパケットを生成して相手の無線通信装置に送信する機能と、

前記パケットを送信してから前記送信間隔の時間が経過するまでの間、少なくとも前記送受信部を停止させる機能と

を有することを特徴とする通信プログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信装置および通信プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、無線通信装置における低消費を図る電力制御技術の一つとして、無線通信装置内の通信モデムにおいてパケットの送信間隔を決定し、次のパケット送信までの間は、自無線通信装置、またはネットワーク内の他の無線通信装置をスリープモードとして動作させる無線通信装置が発明されている。（例えば、特許文献1参照。）

特許文献1では、無線通信装置内の通信モデムが、次のパケットの送信までの間隔を、上位のアプリケーションが要求する伝送レートに基づき、一定間隔・増加関数・減少関数・周期関数の何れかをを用いて決定している。そして、決定した送信間隔を通信相手の無線通信装置に通知し、通信相手の無線通信装置をスリープモードにさせることで低消費電力化を図っている。

【0003】

一方で、アプリケーションで必要とされるレイテンシやスループットを満たすためにはアプリケーションの情報を考慮する必要がある。例えば、パケットの送信間隔を決定する際に、アプリケーションが要求する送信レートや、送信データの発生が周期的であることを満たす必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-320153

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載される無線通信装置では、アプリケーションが求めているレイテンシやスループットを満たすために、アプリケーションレイヤから通信モデムにアプリケーションの情報を通知する必要がある。その結果、アプリケーションレイヤと無線通信モデム間の独立性が損なわれる虞がある。

【0006】

本発明の目的は、通信モデムがアプリケーションレイヤからアプリケーションの情報をもらわなくてもパケット送信間隔を決定することができ、低消費電力化が可能な無線通信装置および通信プログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の無線通信装置は、アプリケーションレイヤから通知される送信要求に応じて、通信部がパケットを送信する無線通信装置であって、前記送信要求が通知される度に、その通知された時刻を取得して、前記送信要求が通知される要求間隔を計算すると共に、過去 n 個（ n は2以上の整数）の前記要求間隔を保持する履歴保持部と、前記過去 n 個の要求間隔に基づき、次のパケット送信までの送信間隔を決定するタイミング制御部と、送信データのヘッダ部に前記送信間隔の時間値を付加したパケットを生成して相手の無線通信装置に送信し、前記相手の無線通信装置からのパケットを受信する送受信部と、前記パケットを送信してから前記送信間隔の時間が経過するまでの間、少なくとも前記送受信部を停止させる通信制御部とを備えることを特徴とする。

【0008】

また、本発明の通信プログラムは、アプリケーションレイヤから通知される送信要求に応じて、通信部がパケットを送信する無線通信装置の通信プログラムであって、前記送信要求が通知される度に、その通知された時刻を取得して、前記送信要求が通知される要求間隔を計算すると共に、過去 n 個（ n は2以上の整数）の前記要求間隔を保持する機能と

、前記過去 n 個の要求間隔に基づき、次のパケット送信までの送信間隔を決定する機能と、送信データのヘッダ部に前記送信間隔の時間値を付加したパケットを生成して相手の無線通信装置に送信する機能と、前記パケットを送信してから前記送信間隔の時間が経過するまでの間、少なくとも前記送受信部を停止させる機能と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明の無線通信装置によれば、通信モデムがアプリケーションレイヤからアプリケーションの情報をもらうことなくパケット送信間隔を決定し、低消費電力化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る無線通信装置の構成を示すブロック図。

【図2】同実施形態に係るパケットフォーマット。

【図3】同実施形態に係る無線通信装置間のシーケンスチャート。

【図4】同実施形態に係る無線通信装置の動作を示すフローチャート。

【図5】本発明の無線通信装置の第1の特性例を示すシミュレーション結果のグラフ。

【図6】本発明の無線通信装置の第2の特性例を示すシミュレーション結果のグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。

20

【0012】

図1に、本発明の実施形態に係る無線通信装置101の構成を示す。無線通信装置101は、他の無線通信装置102を通信相手としてパケットの送受信を行う。無線通信装置101と無線通信装置102は、同様の構成を有するものとする。

【0013】

無線通信装置101は、アプリケーションレイヤ103、通信部（以下、通信モデムという）104、およびこれらのモジュールを接続するバス105を有する。

【0014】

アプリケーションレイヤ103は、無線通信装置全体の制御を行うCPU106とデータバッファ等に利用するメモリ107を有する。

30

【0015】

通信モデム104は、アプリケーションレイヤ103とのデータの受け渡しを行うデータバッファ108、アプリケーションレイヤ103との間で命令や情報のやりとりを行う設定レジスタ110、通信モデム104全体の制御を行う通信制御部（以下、モデム制御部という）111、無線通信のための信号処理を行う送受信部（以下、物理レイヤという）109、アプリケーションレイヤ103から通知された送信要求の間隔を計算して保持する履歴保持部113、時刻を計数するための時計112、物理レイヤ109に対してパケットの送信タイミングを通知するタイミング制御部114、アプリケーションレイヤ103から受け渡されたデータから送信パケットを生成するパケット生成部115を有する。本実施形態では、モデム制御部111内にパケット生成部115を備えるものとして説明する。また、タイミング制御部114はタイマーAを備え、モデム制御部111はタイマーBを備える。タイマーAはパケット送信のタイミングを管理するタイマーであり、タイマーBは無線通信装置101の動作モードを管理するタイマーである。無線通信装置101における動作モードとして、通常動作モードとスリープモードが存在する。通常動作モードは、無線通信装置101が通常動作し、データの送受信機能やキャリアセンス機能が動作している状態である。スリープモードは、無線通信装置101がデータの送受信機能やキャリアセンス機能を停止している状態である。具体的には、少なくとも、図示しない電源部から物理レイヤ109への電源供給が停止されている。動作モード切替手順の詳細は後述する。

40

【0016】

50

無線通信装置 101 は、パケット送信時に以下のように動作する。ここでは、アプリケーションレイヤ 103 で生成された送信データが、メモリ 107 に格納されているものとする。まず、CPU 106 は、メモリ 107 から読み出した送信データをバス 105 を介してデータバッファ 108 に転送する。その後、CPU 106 は、通信モデム 104 の設定レジスタ 110 に、送信要求を書き込む。

【0017】

CPU 106 から設定レジスタ 110 に送信要求が書き込まれると、履歴保持部 113 は、送信要求が書き込まれた時刻 t_2 を時計 112 から取得する。履歴保持部 113 は、その時刻 t_2 から、その前に送信要求が書き込まれた時刻 t_1 までの時間 ($= t_2 - t_1$ 、これを送信要求間隔という) を計算し、保持する。履歴保持部 113 は、過去 n 回分 ($n: 2$ 以上の整数) の送信要求間隔を保持するものとする。

10

【0018】

一方、タイミング制御部 114 は、設定レジスタ 110 に送信要求が書き込まれると、履歴保持部 113 から過去 n 回分の送信要求間隔を取得する。タイミング制御部 114 は、この過去 n 回分の送信要求間隔を用いて、次のパケット送信までの送信間隔 D_{ind} を決定する。送信間隔 D_{ind} の決定方法の詳細は、後述する。タイミング制御部 114 は、決定した送信間隔 D_{ind} をモデム制御部 111 に通知する。

【0019】

また、タイミング制御部 114 は、決定した送信間隔 D_{ind} を、次のパケット送信の送信タイミングとして用いるため、今回のパケット送信が完了するまで保持している。タイミング制御部 114 は、今回のパケット送信が完了したとき、送信間隔 D_{ind} をタイマー A に設定し、タイマー A のカウントダウンを開始する。一方、今回のパケット送信の送信間隔 $D_{ind}-1$ は、前回のパケット送信時に決定された送信間隔 $D_{ind}-1$ がタイマー A に設定されている。よって、前回のパケット送信完了時にはタイマー A のカウントダウンがすでに開始されている。CPU 106 から設定レジスタ 110 に送信要求が書き込まれたときに、タイマー A のカウントダウンが終了していれば、タイミング制御部 114 は直ちに、送信処理開始信号 1 を物理レイヤ 109 に通知する。タイマー A がカウントダウン中であれば、タイミング制御部 114 は、タイマー A のカウントダウンが完了するまで待つ。タイマー A のカウントダウンが終了すると、タイミング制御部 114 は送信処理開始信号 1 を物理レイヤ 109 に通知する。

20

30

【0020】

一方、モデム制御部 111 は、設定レジスタ 110 に送信要求が書き込まれると、パケット生成やメディアアクセス制御などの送信処理を開始する。パケットの生成は、モデム制御部 111 に内蔵するパケット生成部 115 が行う。

【0021】

図 2 は、パケットフォーマットの一例を示す。図 2 のフレームフォーマットは 1 つのパケットを示しており、Common Header、Sub Header、Frame Body、FCS (フレームチェックシーケンス) を含む。なお、Sub Header、Frame Body、FCS を含むサブパケットは 1 つのパケット内に複数存在してもよい。Common Header には、パケットの宛先アドレス (Rx UID)、送信元アドレス (Tx UID)、サブパケットの数 (MUX)、ヘッダの誤り検出符号 (HCS) に加えて、送信間隔 (D_{ind}) が含まれる。各情報のフィールド長は、図 2 に示すが、そのバイト数に限らなくて良い。

40

【0022】

モデム制御部 111 は、データバッファ 108 から送信データを読み出し、パケット生成部 115 において図 2 に示すパケットのヘッダ部分を生成しながら、物理レイヤ 109 に転送する。パケット生成時、モデム制御部 111 は、タイミング制御部 114 から通知された送信間隔 D_{ind} を、図 2 に示すパケットの D_{ind} フィールドに格納する。このとき、送信間隔 D_{ind} の値は、あらかじめ定められた時間単位 (例えば 16 進数など) で表してもよいし、マイクロ秒・ミリ秒のように絶対時間を表してもよい。また、各無線通信装置が全体的な統一時刻を知ることができるようなシステムであれば、送信間隔 D_{ind} そのもの

50

ではなく次のパケットを送信する時刻を格納してもよい。無線通信装置 101 は、このパケットを送信することで、通信相手の無線通信装置 102 に自端末のパケット送信間隔 D_{ind} を通知する。これらの送信処理完了後、モデム制御部 111 は、送信処理開始信号 2 を物理レイヤ 109 に通知する。

【0023】

また、モデム制御部 111 は、無線通信装置 101 の動作モードの管理を行う。動作モード切替手順の詳細は後述するが、モデム制御部 111 は、タイミング制御部 114 から通知された送信間隔 D_{ind} を用いてスリープモードの時間長を決定し、決定したスリープモードの時間長をタイマー B に設定する。モデム制御部 111 は、後述するアルゴリズムに従ってパケット送信後に無線通信装置 101 (ここでは、物理レイヤ 109) をスリープモードに移行させ、タイマー B のカウントダウンを開始する。タイマー B のカウントダウンが終了した時に、モデム制御部 111 は、無線通信装置 101 を通常動作モードに移行させる。

【0024】

物理レイヤ 109 は、タイミング制御部 114 からの送信処理開始信号 1 と、モデム制御部 111 からの送信処理開始信号 2 の両方が通知された段階で、データバッファ 108 からパケットを読み出しながら、図 2 の FCS を付加した後、無線通信のための信号処理を行う。信号処理として、例えば符号化や変調、D/A(Digital/Analog)変換などをパケットに施す。物理レイヤ 109 によって信号処理されたパケットは、無線通信装置 101 から無線通信装置 102 に電波として送信される。

【0025】

なお、上記ではモデム制御部 111 がパケット生成部 115 を備える例を説明したが、物理レイヤ 109 がパケット生成部 115 を有してもよい。物理レイヤ 109 がパケット生成部 115 を有する場合には、タイミング制御部 114 は決定した送信間隔 D_{ind} を物理レイヤ 109 に通知する。物理レイヤ 109 は、モデム制御部 111 から送信処理開始信号 2 が通知された後、データバッファ 108 からデータを読み出し、パケット生成部 115 において図 2 に示すようなパケットを生成する。この際、物理レイヤ 109 は、パケットのヘッダに、タイミング制御部 114 から通知された送信間隔 D_{ind} を格納する。

【0026】

次に、図 1 および図 3 を用いて、無線通信装置 101 が他の無線通信装置 102 と通信している場合における、動作モードの遷移について以下に説明する。ここでは、無線通信装置 101 がデータを送信し、無線通信装置 102 がデータを受信する場合としている。

【0027】

無線通信装置 101 と無線通信装置 102 は、図 1 に示す同じ装置で構成されている。また、図 3 における無線通信装置 101 のアプリケーションレイヤ 103 と無線通信装置 102 の上位アプリケーションレイヤ 303 は、図 1 における上位アプリケーションレイヤ 103 と同じものである。また、無線通信装置 101 の通信モデム 104 と無線通信装置 102 の通信モデム 304 は、図 1 における通信モデム 104 と同じものである。無線通信装置 101 の通信モデム 104 と無線通信装置 102 の通信モデム 304 の間ではすでに同期・初期化等の処理が終了しているものとする。また、無線通信装置 101 と無線通信装置 102 は、いずれも通常動作モードで動作しているものとする。

【0028】

まず、無線通信装置 101 のアプリケーションレイヤ 103 の CPU 106 は、送信データの準備ができた段階で送信要求 305 を通信モデム 104 の設定レジスタ 110 に書き込む。送信要求 305 が書き込まれると、無線通信装置 101 の通信モデム 104 は、タイミング制御部 114 において送信間隔決定処理 301 を実行し、送信間隔 D_{ind} を決定する。送信間隔決定処理 301 の詳細については後述する。

【0029】

同時に無線通信装置 101 の通信モデム 104 は、データバッファ 108 から読み出した送信データに対し無線通信のための信号処理を行い、無線通信装置 102 にパケット 3

10

20

30

40

50

06を送信する。このとき、パケット306には、送信間隔決定処理301で決定した送信間隔D_{ind}が含まれている。すなわち、無線通信装置101から次のパケット316を送信するまでの時間間隔D_{ind}が無線通信装置102に通知されることになる。

【0030】

なお、送信間隔決定処理301で決定される送信間隔D_{ind}とは、別の言い方をすると、無線通信装置101がパケットを送信しないことを保証する間隔である。この間は、無線通信装置101のアプリケーションレイヤ103から送信要求が通知されたとしても、無線通信装置101の通信モデム104はパケット送信処理を行わず、パケットはデータバッファ108に蓄えられたままとなる。反対に、無線通信装置101のアプリケーションレイヤ103からのデータ送信要求が発生しなければ、送信間隔D_{ind}の時間が経過した後もパケット送信は行われない。無線通信装置102は、無線通信装置101から送信されてきたパケット306の受信処理を行い、受信データを取得する。受信データ中に誤りが検出されない場合、無線通信装置102は、無線通信装置101に対して肯定応答307を送信する。

10

【0031】

ここから説明する無線通信装置102の動作は、図1を用いて説明する。まず、無線通信装置102は、通信モデム304からアプリケーションレイヤ303に対して、受信データ308を転送する。この後、無線通信装置102の通信モデム304は、無線通信装置101から送信されたパケット306から無線通信装置101の送信間隔D_{ind}を取得する。無線通信装置102の通信モデム304内のモデム制御部111は、この送信間隔D_{ind}に基づきスリープモードの時間長を計算し、タイマーBに設定する。その後、無線通信装置102の通信モデム304はスリープモード313へ移行し、タイマーBのカウントダウンを開始する。

20

【0032】

ここで、無線通信装置102がスリープモードの時間長を計算する際、受信パケットのヘッダに格納された送信間隔D_{ind}から次のパケットが送信される予定の時刻を算出する。その次パケットの送信予定時刻には、キャリアセンス314、および次のデータ受信316が開始できるように、物理レイヤ109の電源を起動して通常動作モードに遷移完了するまでの遷移時間を考慮して、スリープモードの時間長を決定する。タイマーBが満了し、通信モデム304がスリープモード313から通常動作モードに遷移すると、無線通信装置102はキャリアセンス314を行い、パケット受信待ち状態になる。

30

【0033】

一方、無線通信装置101の通信モデム104は肯定応答307を受信すると、アプリケーションレイヤ103に対して、パケットデータ306の送信が成功した事を情報309により通知する。この後、無線通信装置101の通信モデム104はキャリアセンス310を行い、無線通信装置102からパケット送信がないことを確認する。

【0034】

無線通信装置101の通信モデム104は、無線通信装置102からパケット送信がない場合、送信間隔決定処理301で決定した送信間隔D_{ind}に基づき、スリープモードの時間長をモデム制御部111のタイマーBに設定する。スリープモードの時間長は、各回路の電源を起動して通常動作モードに遷移するまでの遷移時間や干渉確認のためのキャリアセンス312の時間を考慮して決定する。その後、通信モデム104はスリープモード311へ移行し、タイマーBのカウントダウンを開始する。

40

【0035】

タイマーBのカウントダウンが終了すると、通信モデム104はスリープモード311から通常動作モードへ遷移し、キャリアセンス312を実行する。一方、キャリアセンス310において、無線通信装置102からのパケット送信が検出された場合には、上述のようにスリープモードには遷移せずにパケットの受信動作を行う。

【0036】

さらに、図3では、無線通信装置101のアプリケーションレイヤ103から、通信モ

50

デム 1 0 4 に新規の送信要求 3 1 5 が通知される場合を示している。無線通信装置 1 0 1 の通信モデム 1 0 4 は送信要求 3 1 5 を受けて、送信間隔決定処理 3 0 2 を実行し、次のデータ送信までの送信間隔 $D_{ind}+1$ を決定する。前の送信間隔決定処理 3 0 1 で決定した送信間隔 D_{ind} の時間はすでに経過しているので、無線通信装置 1 0 1 の通信モデム 1 0 4 はパケット 3 1 6 を送信する。その後、無線通信装置 1 0 1 と無線通信装置 1 0 2 は、上述の説明と同様の動作を繰り返す。

【 0 0 3 7 】

次に、図 4 のフローチャートを用いて、タイミング制御部 1 1 4 における送信間隔 D_{ind} の決定方法（図 3 の送信間隔決定処理 3 0 1、3 0 2 の詳細）と、モデム制御部 1 0 4 における動作モード切替手順の詳細を説明する。この例では、無線通信装置 1 0 1 と通信相手の無線通信装置 1 0 2 との間で、すでに同期・初期化等の処理が終了しているものとする。

10

【 0 0 3 8 】

まず、無線通信装置 1 0 1 は通常動作モードに移行（ステップ S 4 0 1）した後、キャリアセンスを行う（ステップ S 4 0 2）。そして、通信相手の無線通信装置 1 0 2 からのパケット受信待ち（ステップ S 4 0 3）およびアプリケーションレイヤ 1 0 3 からの送信要求待ち（ステップ S 4 0 4）の状態になる。

【 0 0 3 9 】

無線通信装置 1 0 2 からのパケット受信を検出した場合（ステップ S 4 0 3 の Yes）、無線通信装置 1 0 1 は後述するパケット受信処理（ステップ S 4 1 4）に分岐する。無線通信装置 1 0 2 からのパケット受信が検出されない場合（ステップ S 4 0 3 の No）、アプリケーションレイヤ 1 0 3 からの送信要求の有無をチェックする（ステップ S 4 0 4）。

20

【 0 0 4 0 】

アプリケーションレイヤ 1 0 3 から送信要求が通知された場合（ステップ S 4 0 4 の Yes）、履歴保持部 1 1 3 は、時計 1 1 2 から得られる送信要求が通知された時刻 t_2 から、以前に送信要求が通知された時刻 t_1 を減算（ $t_2 - t_1$ ）して、送信要求間隔を算出する。履歴保持部 1 1 3 は、算出した過去 n 回の送信要求間隔について履歴を保持する（ステップ S 4 0 5）。タイミング制御部 1 1 4 は、履歴保持部 1 1 3 から供給されるこれら n 回分の送信要求間隔を用いて、次のパケット送信までの送信間隔 D_{ind} を決定する（ステップ S 4 0 6）。

30

【 0 0 4 1 】

タイミング制御部 1 1 4 における送信間隔 D_{ind} の決定方法として、過去 n 回の送信要求間隔の中で、中間の値を送信間隔 D_{ind} とする方法が考えられる。または、過去 n 回の送信要求間隔の中で、最小値を送信間隔 D_{ind} とする方法も考えられる。他には、過去 n 回の送信要求間隔の平均を計算し、その平均値を送信間隔 D_{ind} としてもよい。また、過去 n 回の送信要求間隔の中で小さい方から m 番目（ m は n 以下の正の整数）の値を送信間隔 D_{ind} としてもよい。この場合、アプリケーションレイヤ 1 0 3 からの送信要求から、物理レイヤ 1 0 9 におけるパケット送信完了までの間のレイテンシを短くしたい場合（アプリケーション側からのレイテンシ要求が高い場合）は、 m を小さな値に設定する。逆に、アプリケーション側からの低消費電力の要求が高い場合には、 m を大きな値に設定するとよい。また、 m の値は、レイテンシ要求・低消費電力要求の高低にあわせて、動的に変更してもよい。また、アプリケーション側がレイテンシ要求としてレイテンシの最大値を D_{max} と定めている場合は、過去 n 回の送信要求間隔から算出した送信間隔と要求最大レイテンシ D_{max} とを比較し、小さい方を送信間隔 D_{ind} とする方法もある。また、送信要求のキューや送信データを保持しておくためのデータバッファ 1 0 8 に空き容量がない場合、過去 n 回の送信要求間隔を用いずに、送信間隔 D_{ind} を最小値（たとえば 0）としてもよい。

40

【 0 0 4 2 】

無線通信装置 1 0 1 の通信モデム 1 0 4 は、上記いずれかの方法によって送信間隔 D_{ind}

50

dを決定する。決定した送信間隔D_indはパケットのヘッダに格納され、無線通信のための送信信号処理（ステップS 4 0 7）が施され、相手の無線通信装置 1 0 2 へ送信される。

【 0 0 4 3 】

パケット送信の後、無線通信装置 1 0 1 は、送信したパケットに対する相手の無線通信装置 1 0 2 からの肯定応答の受信有無を確認する（ステップS 4 0 8）。肯定応答の受信有無は、肯定応答パケット内に含まれる誤り検出符号を用いて、肯定応答パケット内の誤り発生の有無によって、判定してもよい。パケットを送信してから所定の時間内に、肯定応答が受信できない場合（ステップS 4 0 8のNo）、再びパケットの送信処理（ステップS 4 0 7）を行う。

【 0 0 4 4 】

一方、肯定応答が受信できたら（ステップS 4 0 8のYes）、無線通信装置 1 0 1 は、相手の無線通信装置 1 0 2 からパケットが送信されてきているか否かの判断（ステップS 4 0 9）を行う。無線通信装置 1 0 1 は、肯定応答を受信してから所定の時間内に、相手の無線通信装置 1 0 2 からパケットが送信されてきたことを検出すると（ステップS 4 0 9のYes）、パケット受信処理（ステップS 4 1 4）の状態へ移行する。

【 0 0 4 5 】

一方、相手の無線通信装置 1 0 2 からパケットが送信されてこない場合（ステップS 4 0 9のNo）、無線通信装置 1 0 1 のモデム制御部 1 1 1 は次のデータの送信要求の有無を確認する（ステップS 4 1 0）。送信要求が存在すれば（ステップS 4 1 0のYes）、送信のための処理（ステップS 4 0 5）を開始する。

【 0 0 4 6 】

一方、送信要求が存在しなければ（ステップS 4 1 0の“No”）、モデム制御部 1 1 1 はタイミング制御部 1 1 4 から供給される送信間隔D_indをあらかじめ定めた閾値Xと比較する。閾値Xは、例えば、アプリケーションレイヤ 1 0 3 から送信要求を通知されてからパケット送信を開始するまでのパケット転送時間、送受信切り替え時間、肯定応答受信時間、スリープモードへの遷移時間、通常動作モードへの復帰時間、送信前の干渉検出時間の和であることが望ましい。送信間隔D_indがあらかじめ定めた閾値Xより小さければ（ステップS 4 1 1の“No”）、無線通信装置 1 0 1 はスリープモードに入らず通常動作モードへ移行する（ステップS 4 0 1）。しかし、送信間隔D_indが閾値Xより大きければ、無線通信装置 1 0 1 はスリープモードへ移行する（ステップS 4 1 2）。

【 0 0 4 7 】

スリープモードでは、無線通信装置 1 0 1 は、データの送受信やキャリアセンスを行わず、少なくとも物理レイヤ 1 0 9 の電源供給を遮断にする。これにより、無線通信装置 1 0 1 の低消費電力化を図る。無線通信装置 1 0 1 がスリープモードを保つ時間としては、決定した送信間隔D_indから閾値Xを減じた時間を用いる。この値をモデム制御部 1 1 1 のタイマーBに設定することで、タイマーBのカウントダウンの終了時（ステップS 4 1 3のYes）に、無線通信装置 1 0 1 はスリープモードから通常動作モードへと移行（ステップS 4 0 1）する。

【 0 0 4 8 】

次に、無線通信装置 1 0 1 のパケット受信動作を説明する。無線通信装置 1 0 1 は通常動作モードに移行（ステップS 4 0 1）した後、再びキャリアセンス（ステップS 4 0 2）を実行し、他の無線通信装置 1 0 2 からのパケットを検出したら（ステップS 4 0 3のYes）、パケットの受信処理（ステップS 4 1 4）を行う。このパケットには、図2のパケットフォーマットに従い、相手の無線通信装置 1 0 2 における次のパケット送信までの送信間隔D_indが含まれている。

【 0 0 4 9 】

無線通信装置 1 0 1 はパケットの受信処理を行った後、パケットの受信が成功したかどうかの判定（ステップS 4 1 5）を行う。パケットの受信が成功したかどうかは、パケットのペイロード部分に含まれる誤り検出符号を用いて、パケット内の誤り発生の有無を調べることで、判定することができる。パケットに誤りが発生し、パケットの受信に失敗し

10

20

30

40

50

た場合（ステップS 4 1 5のN o）、パケットが再送されてくることに備えて、無線通信装置1 0 1は通常動作モード（ステップS 4 0 1）へ移行する。一方、パケットの受信に成功した場合（ステップS 4 1 5のY e s）、パケットを受信した事を相手の無線通信装置1 0 2に通知するための肯定応答送信処理（ステップS 4 1 6）を行う。肯定応答送信処理では、肯定応答パケットの生成や、肯定応答パケットの送信を行う。

【0 0 5 0】

肯定応答パケットの送信後、無線通信装置1 0 1は、さらに、相手無線通信装置1 0 2からパケットが送信されてきているか否かの判断（ステップS 4 1 7）を行う。肯定応答パケット送信完了後、所定の時間内に、相手無線通信装置1 0 2からパケットが送信されてきていれば（ステップS 4 1 7のY e s）、データ受信処理（ステップS 4 1 4）へ移行する。

10

【0 0 5 1】

一方、相手無線通信装置1 0 2からのパケット送信が検出されない場合（ステップS 4 1 7のN o）、アプリケーションレイヤ1 0 3からの次の送信要求の有無を確認する（ステップS 4 1 8）。アプリケーションレイヤ1 0 3からの送信要求が存在すれば（ステップS 4 1 8のY e s）、送信のための処理（ステップS 4 0 5）を開始する。送信要求が存在しなければ（ステップS 4 1 8のN o）、受信データに含まれている無線通信装置1 0 2における送信間隔D_indとあらかじめ定められた閾値Yとを比較する。閾値Yは、アプリケーションレイヤが送信要求を通知してからパケットを送信開始するまでのパケット転送時間、送受信切り替え時間、肯定応答受信時間、スリープモードへの移行時間、キャリアセンスモードへの復帰時間の和とすることが望ましい。

20

【0 0 5 2】

送信間隔D_indが閾値Yより小さければ（ステップS 4 1 9のN o）、無線通信装置1 0 1はスリープモードに入らず通常動作モードへ移行（ステップS 4 0 1）する。送信間隔D_indが閾値Yより大きければ（ステップS 4 1 9のY e s）、無線通信装置1 0 1はスリープモードへ移行する（ステップS 4 1 2）。スリープモードの時間長は、無線通信装置1 0 2から通知された送信間隔D_indから閾値Yを減じた時間を用いる。この値をモデム制御部1 1 1のタイマーBに設定することで、タイマーBのカウントダウンを終了時（ステップS 4 1 3のY e s）に、無線通信装置1 0 1はスリープモードから通常動作モードへと移行（ステップS 4 0 1）する。

30

【0 0 5 3】

なお、図4のフローチャートでは肯定応答を用いた場合の例を説明しているが、否定応答を用いたシステムにおいても無線通信装置1 0 1は同様に動作することが可能である。

【0 0 5 4】

次に、図5、図6を用いて、本実施形態の送信間隔D_indの決定方法を用いた場合の効果についてシミュレーションを行った結果を説明する。シミュレーションの条件として、通信モデムの最大転送レート1.9Gbps、通信モデムの送信時消費電力400mW、通信モデムのキャリアセンス時消費電力200mW、通信モデムのスリープモード時の消費電力0.1mWとしている。また、送信間隔D_indの決定のために過去8回（ $n = 8$ ）の送信要求間隔の履歴を保持するものとし、パケット誤り率0.16、肯定応答パケット誤り率0.001としている。

40

【0 0 5 5】

図5は、アプリケーションレイヤ1 0 3の最大スループットと通信モデムの最大スループットの比が1 : 1の場合を示す。図6は、その比が1 : 1 1の場合を示している。図5、図6の横軸はバス1 0 5の混み具合を示している。即ち、図5の左側が、バス1 0 5が混んでいて、アプリケーションレイヤ1 0 3のスループットが低下し、送信要求間隔の分散値が大きい場合（「密」）を示している。図5の右側が、バス1 0 5が空いていて、送信要求間隔の分散値が小さい場合（「疎」）を示している。図5（a）の縦軸は通信モデムの消費電力である。図5（b）の縦軸は、無線通信装置間のデータのスループットである。図5（c）の縦軸は、送信要求が発生してから送信が完了するまでのレイテンシである。送信間隔D_indの決定方法としてシミュレーションで用いたアルゴリズムは、以下の

50

通りである。

【 0 0 5 6 】

(実施例)

・ NO_SLEEP: スリープモードに入らない場合。つまり常にD_ind=0となる。

【 0 0 5 7 】

・ SORT_0 : 送信要求間隔の履歴の最小値をD_indとするアルゴリズムを用いた場合。

【 0 0 5 8 】

・ SORT_3 : 送信要求間隔の履歴の中間の値をD_indとするアルゴリズムを用いた場合。

【 0 0 5 9 】

・ FIR_7 : 送信要求間隔の履歴の平均値をD_indとするアルゴリズムを用いた場合。

10

【 0 0 6 0 】

NO_SLEEPを用いた場合、他のアルゴリズムと比較して、図 5、図 6 とともにスループットは常に最大、レイテンシは常に最小の値となっている。これは、NO_SLEEPでは、上位アプリケーションレイヤ 1 0 3 からの送信要求を常に監視し、送信要求発生直後、すぐに通信モデムは相手の無線通信装置 1 0 2 にデータを送信できるためである。一方、データ送信を行っていない場合にもスリープモードに移行せず、常にキャリアセンス動作を続けるので、消費電力は他のスリープモードに移行するアルゴリズムと比較して最大となる。本実施形態のアルゴリズムである、SORT_0、SORT_3、FIR_7を用いる場合、図 5、図 6 のいずれにおいても、本来転送すべきデータのスループット (NO_SLEEPのスループット) を低下させることなく、電力消費を抑えていることがわかる。これらのアルゴリズムを用いる場合の電力消費の大小は、レイテンシの大小とトレードオフの関係となっている。このため、システムの消費電力要求およびレイテンシ要求に合わせて、いずれかのアルゴリズムを選択してもよいし、その要求に合わせて、アルゴリズムを適応的に切り替えてもよい。

20

【 0 0 6 1 】

(比較例)

・ TH_CONT_5: 送信要求間隔が閾値以上の場合に、D_indを増加させるアルゴリズム (特許文献 1 に記載のアルゴリズム) を用いた場合。閾値は、アプリケーションレイヤ 1 0 3 からのスループット情報を用いて設定し、固定である。

【 0 0 6 2 】

30

TH_CONT_5 (特許文献 1 に記載のアルゴリズム) を用いた場合、図 5 のようにアプリケーションレイヤの最大スループットと通信モデムの最大スループットの比が 1 : 1 の場合では、スループットの低下は見られないものの、消費電力を抑える効果が表れていない。また、図 6 のようにアプリケーションレイヤ 1 0 3 の最大スループットと通信モデムの最大スループットの比が 1 : 1 の場合では、消費電力を抑える効果は表れているものの、アプリケーションレイヤから要求されているデータを送信できずに、他のアルゴリズムと比較してスループットが大きく低下していることがわかる。このような連続的に送信間隔D_indを制御するアルゴリズムを用いる場合、アプリケーションレイヤ 1 0 3 からスループット情報等の詳細な情報が必須となり、アプリケーションレイヤと通信モデムとの独立性が損なわれる可能性がある。

40

【 0 0 6 3 】

このように、本実施形態の無線通信装置によれば、アプリケーションレイヤから要求される伝送レートの情報や送信要求発生のパターン、傾向等の詳細な情報をもらわなくても、アプリケーションレイヤと通信モデム間の独立性を保つことができる。つまり、通信モデム側がアプリケーションレイヤからの送信開始要求信号を観測し送信間隔D_indを決定することで、アプリケーションレイヤで必要とされるレイテンシ要求やスループット要求を満たしつつ、アプリケーションレイヤと通信モデム間の独立性を保つことができる。また、決定した送信間隔D_indの間はスリープモードに移行し、不要な回路の電源を切断することで、低消費電力化を図ることができる。

【 0 0 6 4 】

50

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

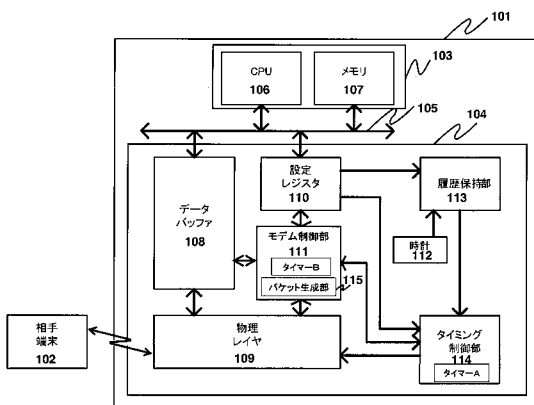
【 0 0 6 5 】

1 0 1、1 0 2・・・無線通信装置
 1 0 3・・・アプリケーションレイヤ
 1 0 4・・・通信モデム
 1 0 5・・・バス
 1 0 6・・・C P U
 1 0 7・・・メモリ
 1 0 8・・・データバッファ
 1 0 9・・・物理レイヤ
 1 1 0・・・設定レジスタ
 1 1 1・・・モデム制御部
 1 1 2・・・時計
 1 1 3・・・履歴保持部
 1 1 4・・・タイミング制御部
 1 1 5・・・パケット生成部

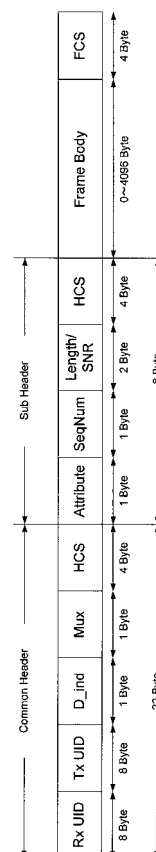
10

20

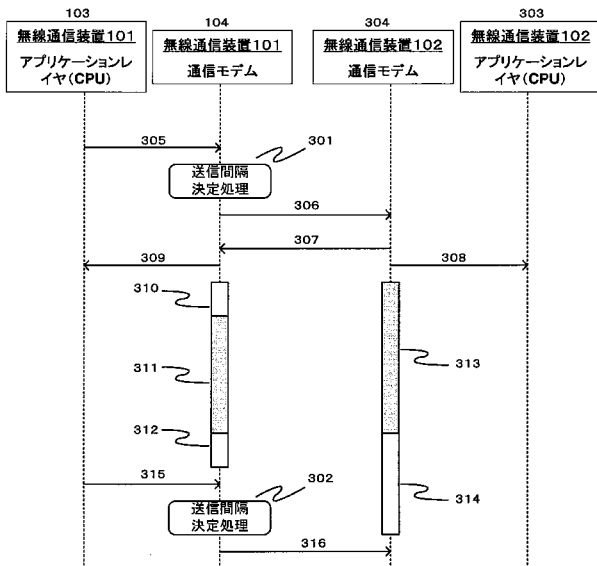
【 図 1 】



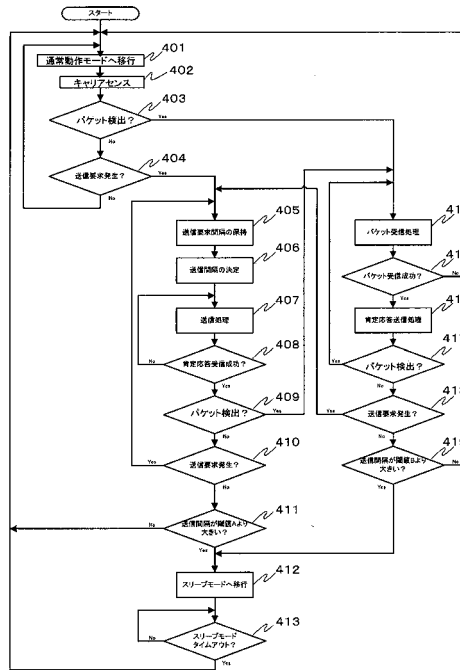
【 図 2 】



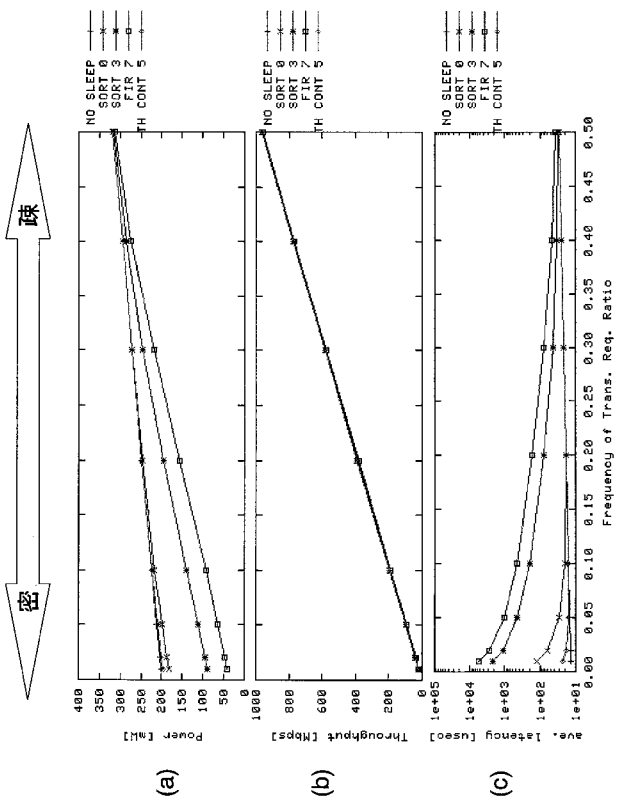
【 図 3 】



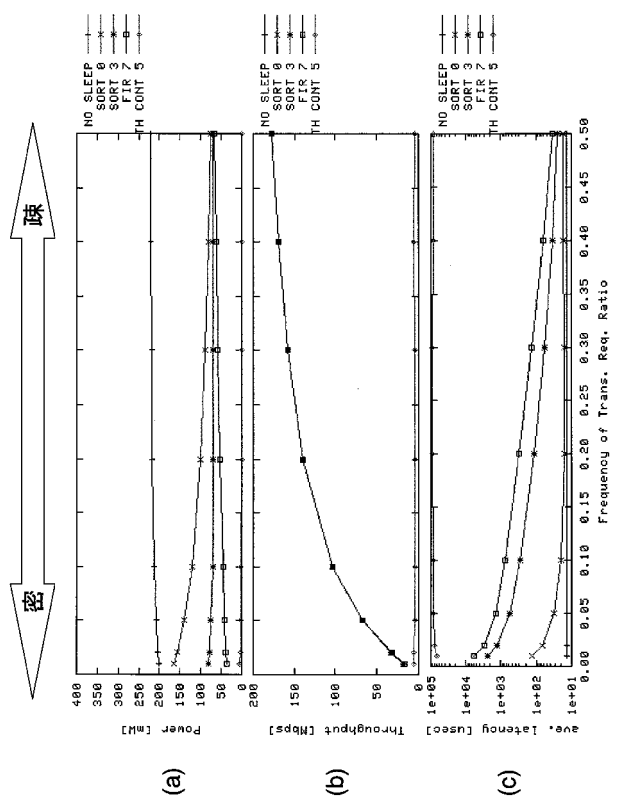
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2009/004800												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04W52/02 (2009.01) i														
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04W52/02														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2004-320153 A (Sony Corp.), 11 November 2004 (11.11.2004), paragraphs [0031] to [0032] (Family: none)</td> <td>1, 2, 4-6 3</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2003-244166 A (Honda Motor Co., Ltd.), 29 August 2003 (29.08.2003), paragraph [0027]; fig. 4 & US 2003/0220076 A1 & EP 1333618 A2</td> <td>1, 2, 4-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2003-87185 A (Sony Corp.), 20 March 2003 (20.03.2003), paragraphs [0093] to [0094]; fig. 5 (Family: none)</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y A	JP 2004-320153 A (Sony Corp.), 11 November 2004 (11.11.2004), paragraphs [0031] to [0032] (Family: none)	1, 2, 4-6 3	Y	JP 2003-244166 A (Honda Motor Co., Ltd.), 29 August 2003 (29.08.2003), paragraph [0027]; fig. 4 & US 2003/0220076 A1 & EP 1333618 A2	1, 2, 4-6	Y	JP 2003-87185 A (Sony Corp.), 20 March 2003 (20.03.2003), paragraphs [0093] to [0094]; fig. 5 (Family: none)	4
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y A	JP 2004-320153 A (Sony Corp.), 11 November 2004 (11.11.2004), paragraphs [0031] to [0032] (Family: none)	1, 2, 4-6 3												
Y	JP 2003-244166 A (Honda Motor Co., Ltd.), 29 August 2003 (29.08.2003), paragraph [0027]; fig. 4 & US 2003/0220076 A1 & EP 1333618 A2	1, 2, 4-6												
Y	JP 2003-87185 A (Sony Corp.), 20 March 2003 (20.03.2003), paragraphs [0093] to [0094]; fig. 5 (Family: none)	4												
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.		☐ See patent family annex.												
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family												
Date of the actual completion of the international search 22 February, 2010 (22.02.10)		Date of mailing of the international search report 09 March, 2010 (09.03.10)												
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer												
Facsimile No.		Telephone No.												

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 9 / 0 0 4 8 0 0	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H04W52/02(2009.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H04W52/02			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y	JP 2004-320153 A（ソニー株式会社）2004.11.11, 段落0031- 段落0032（ファミリーなし）	1, 2, 4-6	
A		3	
Y	JP 2003-244166 A（本田技研株式会社）2003.08.29, 段落0027 及び第4図 & US 2003/0220076 A1 & EP 1333618 A2	1, 2, 4-6	
Y	JP 2003-87185 A（ソニー株式会社）2003.03.20, 段落0093-段 落0094及び第5図（ファミリーなし）	4	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 22.02.2010		国際調査報告の発送日 09.03.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 富田 高史 電話番号 03-3581-1101 内線 3534	5 J 2952

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。