

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5675965号
(P5675965)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4W 48/18	(2009.01)	HO4W	48/18	110	
HO4W 52/02	(2009.01)	HO4W	52/02	110	
HO4W 88/06	(2009.01)	HO4W	88/06		

請求項の数 32 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2013-510189 (P2013-510189)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成23年5月6日(2011.5.6)		クォアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2013-530620 (P2013-530620A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成25年7月25日(2013.7.25)		ED
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/035635		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(87) 国際公開番号	W02011/140512		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開日	平成23年11月10日(2011.11.10)		ハウス・ドライブ 5775
審査請求日	平成25年1月7日(2013.1.7)	(74) 代理人	100108855
(31) 優先権主張番号	13/101, 820		弁理士 蔵田 昌俊
(32) 優先日	平成23年5月5日(2011.5.5)	(74) 代理人	100109830
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 福原 淑弘
(31) 優先権主張番号	61/332, 630	(74) 代理人	100088683
(32) 優先日	平成22年5月7日(2010.5.7)		弁理士 中村 誠
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Bluetooth (登録商標) 走査活動時の Bluetooth 受信機を使用した WLAN 信号の検出

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) Bluetooth (BT) 受信機無線周波数 (RF) フロントエンドをページ走査モードで使用して BT 走査窓のシーケンスを受信することと、

(b) 1つの前記 BT 走査窓の間前記 Bluetooth (BT) 受信機 RF フロントエンド上でワイヤレスローカルエリアネットワーク (WLAN) エネルギーを受け取ることと、

(c) エネルギー検出器を使用して、前記 BT 受信機 RF フロントエンドが前記 1つの前記 BT 走査窓の間前記 WLAN エネルギーを受け取っているときに前記 BT 受信機 RF フロントエンドの出力信号を処理することと、

(d) 前記 (c) の処理の結果に少なくとも部分的に基づいてウェイクアップ信号をアサートすることと、を備え、前記ウェイクアップ信号の前記アサートは、前記 BT 受信機 RF フロントエンドが前記 1つの前記 BT 走査窓の間に前記 WLAN エネルギーを受け取ったことを示し、

(e) BT ベースバンドプロセッサを使用して前記 Bluetooth 受信機 RF フロントエンドの前記出力信号を処理し、前記処理の結果として、前記 BT ベースバンドプロセッサが前記出力信号を首尾よく復調したかどうかを示す BT 検出信号を出力することと

(f) 前記 BT ベースバンドプロセッサが前記出力信号を首尾よく復調した場合に、前記 BT 検出信号を使用して前記ウェイクアップ信号がアサートされるのを妨げることと、

をさらに備える、方法。

【請求項 2】

(a)における前記 B T 走査窓のシーケンスの各 B T 走査窓は、B T 走査間隔のシーケンスの対応する B T 走査間隔の一部であり、前記 B T 走査間隔の各々は持続時間を有し、前記 B T 走査間隔の前記シーケンスの前記各 B T 走査間隔の前記持続時間は同一ではない、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

(a)における前記 B T 走査窓のシーケンスの各 B T 走査窓は、B T 走査間隔のシーケンスの対応する B T 走査間隔の一部であり、前記 B T 走査間隔の各々は持続時間を有し、前記 B T 走査間隔の前記シーケンスの前記各 B T 走査間隔の前記持続時間は様々である、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 4】

(b)において受信される前記 W L A N エネルギーの実質的にすべてが前記 1 つの B T 走査窓の間に受け取られ、(c)において処理される前記出力信号は、(b)において受け取られる前記 W L A N エネルギーによるものであり、前記 1 つの B T 走査窓の外側で受け取られる他の W L A N エネルギーによるものではない、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

(e)前記ウェイクアップ信号がアサートされたことに応答して、W L A N 受信機 R F フロントエンドと W L A N ベースバンドプロセッサを含む W L A N 受信機の少なくとも一部に電源を投入することと、

20

(f)前記 W L A N 受信機 R F フロントエンドおよび前記 W L A N ベースバンドプロセッサを使用して W L A N 信号を受信し復調することと、をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

(g)前記 W L A N 受信機の少なくとも一部が(e)において電源を投入された後で前記エネルギー検出器を無効化することをさらに備える、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記 B T 受信機 R F フロントエンドは、前記 B T 走査窓の直前には前記 B T 受信機 R F フロントエンドが B l u e t o o t h 信号を受信できないように、前記 B T 走査窓の直前には低電力状態にある、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 8】

前記 B T 受信機 R F フロントエンドは、20メガヘルツよりも実質的に小さい受信信号帯域幅を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

(e)前記 B T 受信機 R F フロントエンドを使用して前記 1 つの B T 走査窓の間 B T ページ走査を実行することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

B T 走査窓の間前記 B T 受信機 R F フロントエンドを使用して W L A N エネルギーを検出するとともに B T ページ走査信号を受信することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 11】

(a)における前記ページ走査モードでの前記 B T 受信機 R F フロントエンドの前記使用は、擬似ランダム周波数ホッピングシーケンスに従って B T 走査窓から B T 走査窓へと変化する受信周波数を有するように前記 B T 受信機 R F フロントエンドを同調させることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記エネルギー検出器は第 1 の部分と第 2 の部分とを有し、前記第 1 の部分は、前記 1 つの B T 走査窓の間に前記 B T 受信機 R F フロントエンドによって受信された R F エネルギーの量を示す値を出力し、前記第 2 の部分は、前記第 1 の部分によって出力された値をしきい値と比較する、請求項 1 に記載の方法。

50

【請求項 13】

方法であって、

B l u e t o o t h (B T) 受信機をページ走査モードで使用して複数の B T 走査窓において走査を行うことを備え、各 B T 走査窓は対応する B T 走査間隔内に位置し、前記 B T 走査間隔は全体として B T 走査間隔のシーケンスであり、前記 B T 走査間隔のシーケンスの前記 B T 走査間隔は持続時間が様々であり、

前記 B T 受信機は、B T 受信機 R F フロントエンドと B T ベースバンドプロセッサとを備え、前記方法は、

前記 B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号を処理するためにエネルギー検出器を使用することであって、前記エネルギー検出器は、1メガヘルツよりも実質的に大きくかつ 20メガヘルツよりも実質的に小さい帯域幅内のエネルギーを検出することと、

前記出力信号の処理の結果に少なくとも部分的に基づいてウェイクアップ信号をアサートすることと、を備え、前記ウェイクアップ信号の前記アサートは、前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記 1 つの前記 B T 走査窓の間に前記 W L A N エネルギーを受け取ったことを示し、

前記 B T ベースバンドプロセッサを使用して前記 B l u e t o o t h 受信機 R F フロントエンドの前記出力信号を処理し、前記処理の結果として、前記 B T ベースバンドプロセッサが前記出力信号を首尾よく復調したかどうかを示す B T 検出信号を出力することと、

前記 B T ベースバンドプロセッサが前記出力信号を首尾よく復調した場合に、前記 B T 検出信号を使用して前記ウェイクアップ信号がアサートされるのを妨げることと、をさらに備える、方法。

【請求項 14】

ウェイクアップ信号を出力することをさらに備え、前記ウェイクアップ信号は、前記エネルギー検出器が、1つの前記 B T 走査窓の間にある量のワイヤレスローカルエリアネットワーク (W L A N) エネルギーを検出したことを示す、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

(a) 20メガヘルツよりも実質的に小さい受信信号帯域幅を有する B l u e t o o t h (B T) 受信機無線周波数 (R F) フロントエンドを B T ページ走査モードで動作させることと、

(b) エネルギー検出器を使用して前記 B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号を処理し、前記処理の結果として、前記 B T 受信機 R F フロントエンドがある量の R F エネルギーを受け取ったかどうかを示す第 1 の信号を出力することと、

(c) B T ベースバンドプロセッサを使用して前記 B T 受信機 R F フロントエンドの前記出力を復調することを試み、前記復調の試みの結果として、前記 B T ベースバンドプロセッサが B T 信号を首尾よく復調できないかどうかを示す第 2 の信号を出力することと、

(d) 1) 前記第 1 の信号が、前記ある量の R F エネルギーが受け取られたことを示すことと、2) 前記第 2 の信号が、前記 B T ベースバンドプロセッサが B T 信号を首尾よく復調できないことの両方が生じた場合にウェイクアップ信号をアサートすることとを備える方法。

【請求項 16】

(b) において 10 個のエネルギー検出器を使用して前記出力信号を処理することは、実質的に完全に単一の B T 走査窓内で行われ、(c) における前記 B T ベースバンドプロセッサの前記使用による前記出力信号を復調することの前記試みは、実質的に完全に単一の B T 走査窓内で行われる、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

(a) において前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記 B T ページ走査モードで動作させられるときに、前記 B T 受信機 R F フロントエンドの受信周波数が、B T 走査窓のシーケンス内で B T 走査窓から B T 走査窓へと擬似ランダム周波数ホッピングシーケンスでホッピングするように同調され、前記エネルギー検出器は、(b) において前記 B T 走査窓のシーケンスの前記 1 つの B T 走査窓の間使用される、請求項 15 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 18】

1つのBT走査窓内にある量のWLANエネルギーを受け入れるBluetooth (BT) 受信機無線周波数 (RF) フロントエンドと、

前記BT受信機RFフロントエンドから出力信号を受信するBTベースバンド処理回路と、

前記BT受信機RFフロントエンドが前記1つのBT走査窓の間前記WLANエネルギーを受け取っているときに前記出力信号を処理し、前記処理の結果に少なくとも部分的に基づいて、前記BT受信機RFフロントエンドが前記1つのBT走査窓の間前記WLANエネルギーを受け取ったことを示すウェイクアップ信号をアサートするエネルギー検出器と、を備え、

前記BTベースバンド処理回路は、前記Bluetooth受信機RFフロントエンドの前記出力信号を処理し、前記処理の結果として、前記BTベースバンド処理回路が前記出力信号を首尾よく復調したかどうかを示すBT検出信号を出力し、前記出力信号を首尾よく復調した場合に、前記BT検出信号を使用して前記ウェイクアップ信号がアサートされるのを妨げる、回路。

10

【請求項 19】

前記ある量のWLANエネルギーの実質的にすべてが、前記1つのBT走査窓の間前記BT受信機RFフロントエンドによって受け取られる、請求項18に記載の回路。

【請求項 20】

前記エネルギー検出器によって処理される前記出力信号は、前記BT受信機RFフロントエンドによって受け取られる前記ある量のWLANエネルギーによるものであり、前記1つのBT走査窓の外側で前記BT受信機RFフロントエンドによって受け取られた他のWLANエネルギーによるものではない、請求項18に記載の回路。

20

【請求項 21】

前記BTベースバンド処理回路は、前記エネルギー検出器にBT検出信号を供給し、前記BT検出信号は、前記BTベースバンド処理回路がBT信号を首尾よく復調したかどうかを示す、請求項18に記載の回路。

【請求項 22】

前記BTベースバンド処理回路は、BT走査間隔がいつ終了するかを判定するタイミング機構を含み、BT走査間隔の持続時間はすべてが同一とは限らない、請求項18に記載の回路。

30

【請求項 23】

前記エネルギー検出器は、
フィルタと、
アナログデジタル変換器 (ADC) と、
デジタル信号プロセッサ (DSP) とを備え、信号経路は、前記Bluetooth受信機RFフロントエンドのミキサから前記フィルタを通過し、前記ADCを通過し、前記DSPに至る、請求項18に記載の回路。

【請求項 24】

単一のBT走査窓内にある量のWLANエネルギーを受け入れるBluetooth (BT) 受信機無線周波数 (RF) フロントエンドと、

前記BT受信機RFフロントエンドが前記単一のBT走査窓の間WLANエネルギーを受け取っているときにBT受信機RFフロントエンドの出力信号を処理し、前記処理の結果として、前記BT受信機RFフロントエンドが前記単一のBT走査窓の間前記ある量のWLANエネルギーを受け取ったことを示すウェイクアップ信号をアサートするための手段と、

40

前記出力信号を受信し、前記BT受信機RFフロントエンドが前記単一のBT走査窓の間前記ある量のWLANエネルギーを受け取ったときに前記出力信号の復調を試みるBTベースバンド処理回路と、を備え、

前記BTベースバンド処理回路は、前記Bluetooth受信機RFフロントエンド

50

の前記出力信号を処理し、前記処理の結果として、前記 B T ベースバンド処理回路が前記出力信号を首尾よく復調したかどうかを示す B T 検出信号を出力し、前記出力信号を首尾よく復調した場合に、前記 B T 検出信号を使用して前記ウェイクアップ信号がアサートされるのを妨げる、回路。

【請求項 2 5】

前記 B T ベースバンド処理回路は、前記 アサートするための手段に B T 検出信号を供給し、前記 アサートするための手段は、前記 B T 検出信号が供給された場合前記ウェイクアップ信号をアサートしない、請求項 2 4 に記載の回路。

【請求項 2 6】

前記 B T 受信機 R F フロントエンドは、前記単一の B T 走査窓の直前に実質的に電源を切断され、前記 B T 受信機 R F フロントエンドは受信周波数を有し、前記受信周波数は、前記 B T 走査窓全体にわたって実質的に一定であり、前記 B T 受信機 R F フロントエンドは、前記単一の B T 走査窓の直後に実質的に電源を切断される、請求項 2 4 に記載の回路。

【請求項 2 7】

前記単一の B T 走査窓は、B T 走査窓のシーケンス内の B T 走査窓であり、前記 B T 走査窓の各々は、対応する B T 走査間隔の一部であり、前記 B T 走査間隔は全体として B T 走査間隔のシーケンスであり、各 B T 走査間隔は持続時間を有し、前記 B T 走査間隔の前記シーケンスの前記 B T 走査間隔の前記持続時間はすべてが同一とは限らない、請求項 2 4 に記載の回路。

【請求項 2 8】

前記手段は、フィルタと、アナログデジタル変換器 (A D C) と、デジタル信号プロセッサ (D S P) とを備え、信号経路が、前記 B T 受信機 R F フロントエンドから、前記フィルタを通過し、前記 A D C を通過し、前記 D S P に至る、請求項 2 4 に記載の回路。

【請求項 2 9】

B T 受信機に関する、1 組のプロセッサ実行可能な命令を記憶するプロセッサ可読媒体であって、前記 B T 受信機は、B T 受信機 R F フロントエンドと B T ベースバンドプロセッサとを備え、前記 1 組のプロセッサ実行可能な命令の実行は、

前記 B T 受信機 R F フロントエンドがある量の W L A N エネルギーを受け取っているときに前記 B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号が処理され、前記処理にตอบสนองして、前記 B T 受信機 R F フロントエンドが 1 つの B T 走査窓の間前記ある量の W L A N エネルギーを受け取ったことを示すウェイクアップ信号がアサートされるように前記 B T 走査窓のシーケンス内に受け入れるように前記 B T 受信機 R F フロントエンドを制御することを含み、

前記 1 組のプロセッサ実行可能な命令の実行はさらに、

前記 B T ベースバンドプロセッサを使用して前記 B T 受信機 R F フロントエンドの前記出力信号を処理し、前記処理の結果として、前記 B T ベースバンドプロセッサが前記出力信号を首尾よく復調したかどうかを示す B T 検出信号を出力することと、

前記 B T ベースバンドプロセッサが前記出力信号を首尾よく復調した場合に、前記 B T 検出信号を使用して前記ウェイクアップ信号がアサートされるのを妨げることと、を含む、プロセッサ可読媒体。

【請求項 3 0】

前記 B T 走査窓のシーケンスの各 B T 走査窓は、対応する B T 走査間隔内に位置し、前記 B T 走査間隔は全体として、B T 走査間隔のシーケンスであり、前記 B T 走査間隔の前記シーケンスの前記 B T 走査間隔の前記持続時間は様々である、請求項 2 9 に記載のプロセッサ可読媒体。

【請求項 3 1】

プロセッサによって前記 1 組の命令を実行すると、前記 B T 走査窓が生じる時間が 決定される、請求項 3 0 に記載のプロセッサ可読媒体。

【請求項 3 2】

10

20

30

40

50

前記1組のプロセッサ実行可能な命令の実行は、また、

前記BT受信機RFフロントエンドの前記出力信号に対する処理の一部を実行するための実行であり、前記一部の処理はデジタル信号処理である、請求項30に記載のプロセッサ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

米国特許法第119条に基づく優先権の主張

本出願は、Heらによって、2010年5月7日に出願され、「Method and Apparatus To Detect WLAN Signals Using Bluetooth Receiver During Bluetooth Scan Activity」という名称を有する米国仮出願第61/332630号の米国特許法第119条に基づく利益を主張するものであり、この仮出願は、参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

開示する実施形態は、BT受信機RFフロントエンドを使用してWLAN無線をウェイクアップすることに関する。

【背景技術】

【0003】

Bluetooth(登録商標、BT)とWLAN(ワイヤレスLAN)は、同じ2.4GHz無認可帯域を使用して動作する競合する2つの無線技術である。WLANは、IEEE802.11において標準化されており、IEEE802.11(n)を含むいくつかの改良形を有する。Bluetoothは、IEEE802.15.1において標準化されているワイヤレスパーソナルエリアネットワーク(WPAN)技術の営利的な実装形態である。

【0004】

しかし、WLANとBTは、BTが高い信頼性を必要としない適用例において短距離を対象とする比較的単純なシステムであるという点で互いに異なる。一方、WLANは、より複雑であり、一般に実現するには費用がかかり、より長い距離を対象としている。WLANは、比較的複雑な変調を伴い、WLAN信号のエネルギーは、約22MHzの広い周波数範囲にわたって拡散する。WLANではより複雑な変調およびより高いコードレートが使用されるので、WLAN送信を確実に受信することができる。したがって、22MHz幅のWLAN信号を受信するには広帯域受信機RFフロントエンドが必要である。WLAN無線にはより複雑で、したがってより多くの電力を消費する復調回路も必要である。一方、BTは、比較的単純な変調を伴う。BT信号のエネルギーは一般に、より狭い1MHz周波数範囲に制限され、したがって、比較的狭帯域の受信機RFフロントエンドしか使用できない。多くの理由から、WLAN無線は一般にBT無線よりも多くの電力を消費する。

【0005】

WLAN通信には2種類のデバイス、すなわちアクセスポイント(AP)および局(STA)が関与してもよい。ある一般的な動作シナリオでは、STAは、WLAN APへの送信を試みず、STAは、WLAN APの無線範囲外であり、圏外(OoS)と呼ばれる低電力モードである。WLAN APはビーコンパケットを周期的に送信する。OoS STAがWLAN APの無線範囲に入りそうである場合、WLAN APからのビーコンパケットをOoS STAにおいて周期的に受信することができる。このような状況では、STAは、各ビーコンを検出し、WLAN APとの通信を開始してWLANネットワークに参加すべきである。このことを実現するために、OoS STAは、その受信機をウェイクしてWLANチャネルを走査させることによって周期的に走査を行ってビーコンを検出する。そのような13個のチャネルがある。WLAN受信機は全時間の約90%にわたって非アクティブであるが、OoS STAが走査を行うに過ぎず、実際には

10

20

30

40

50

使用されないにもかかわらず、S T AのW L A受信機は、全時間の約10%の間アクティブである。このため、大量の電力が消費される。モバイルデバイスでは、O o S S T Aのこの電力消費量を低減させることが望ましい場合がある。

【0006】

いくつかのタイプのモバイルデバイスは、W L A Nトランシーバに加えてB Tトランシーバを含む。B TトランシーバとW L A Nトランシーバが同じデバイスに存在する場合、このB TトランシーバとW L A Nトランシーバは共存していると言われる。電力を浪費するのを避けるために、B T受信機を使用してW L A N信号を探索することが提案されている。この目的のために、より多くの電力を消費するW L A N受信機ではなく、B T受信機が使用される。B T受信機を使用して2.4GHz無認可帯域内でエネルギーが検出された場合、W L A N無線がアクティブ化され、その後正常なW L A N通信が実行される。たとえば、公開された米国特許出願第20081081155号は、B T受信機を使用してW L A Nエネルギーを検出することを記載している。B T受信機は、W L A Nチャンネル周波数帯域にわたって互いに間隔を置いて設定されたいくつかの周波数に同調される。各周波数においてエネルギー標本が採られ、各標本が分析されてW L A Nエネルギーが検出される。別の例では、B T受信機がW L A Nチャンネル周波数帯域の中心周波数に同調される。ある時間にわたって受け取られたエネルギーが蓄積された後、標本のエネルギーがしきい値と比較され、しきい値を超えている場合、W L A N無線がアクティブ化される。B T受信機を使用してW L A Nエネルギーを検出する方法としてより優れた代替方法が求められている。

10

20

【発明の概要】

【0007】

デバイスは、B Tトランシーバと、W L A Nトランシーバと、W L A Nエネルギー検出器回路とを含む。例示的な一方法では、W L A Nトランシーバは、W L A Nトランシーバ自体がW L A Nビーコン信号を受信して復調することができないように、最初は低電力状態である。W L A Nトランシーバがこの低電力状態であるとき、B T受信機のB T受信機R Fフロントエンドがページ走査モードで使用され、B T走査窓のシーケンス内にR Fエネルギーを受け入れる。たまたまW L A NエネルギーであるR Fエネルギーは、これらのB T走査窓のうちの1つの間B T受信機R Fフロントエンド上で受け取られる。W L A Nエネルギー検出器回路は、B T受信機R FフロントエンドがB T走査窓のうちのこの走査窓の間W L A Nエネルギーを受け取っているときにB T受信機R Fフロントエンドの出力信号を処理する。B T受信機R Fフロントエンドは、このB T走査窓全体にわたって単一の一定のB Tホップ周波数を受信するように同調される。B Tホップ周波数は、B l u e t o o t h規格に従って決定される。

30

【0008】

W L A Nエネルギー検出器によってこの1つのB T走査窓の間B T受信機R Fフロントエンドの出力に対して行われるこの処理の結果に少なくとも部分的に基づいて、第1の信号が生成される。この第1の信号(たとえば、エネルギー検出信号)は、B T受信機R FフロントエンドがこのB T走査窓の間にW L A Nエネルギーを受け取ったことを示す。B Tトランシーバは、B T受信機R Fフロントエンドに加えて、B Tベースバンドプロセッサを含む。B Tベースバンドプロセッサは、B T受信機R Fフロントエンドの出力信号を処理し、その結果、第2の信号を出力する。第2の信号(たとえば、B T復調信号)は、B TベースバンドプロセッサがB T信号を首尾よく復調したかどうかを示す。

40

【0009】

以下の両方が生じると、W L A Nウェイクアップ信号がアサートされる。1) B T受信機R FフロントエンドがB T走査窓の間に所定量よりも多くのR Fエネルギーを受け取ったことを第1の信号が示し、かつ2) B TベースバンドプロセッサがB T信号を首尾よく復調できなかったことを第2の信号が示す。一例では、1つのB T走査窓の直前に、B T受信機R Fフロントエンドが、電源を切断されるかまたは他の方法で無効化され、R F信号を受信できなくなり、したがってR F信号を受信しない。同様に、1つのB T走査窓の

50

直後に、BT受信機RFフロントエンドが、電源を切断されるかまたは他の方法で無効化され、RF信号を受信できなくなり、したがってRF信号を受信しない。BT受信機RFフロントエンドは、1つのBT走査窓全体にわたって、単一のBTホップ周波数において受信を行うように同調される。

【0010】

次いで、このように生成されたWLANウェイクアップ信号がWLANトランシーバに供給される。WLANウェイクアップ信号がアサートされたことに応答して、WLANトランシーバが、電源を投入される前には、WLAN信号を受信できず、電源を投入された後に、WLAN信号を受信することができるように、WLANトランシーバの少なくとも一部に電源が投入されるかまたはWLANトランシーバの少なくとも一部がその他の方法によって有効化される。WLANウェイクアップ信号がアサートされたことの結果として、WLANトランシーバが低電力状態から高電力状態に遷移する。有利な一態様では、WLANウェイクアップ信号がアサートされるためWLANトランシーバに電源が投入され動作可能になった後、WLANエネルギー検出器回路が電源を切断されるかまたは無効化されて電力消費量を低減させる。WLANエネルギー検出器回路は、WLANトランシーバが動作可能である時間全体にわたって電源を切断される。

10

【0011】

いくつかの例では、WLANエネルギー検出器回路の動作は、BT受信機RFフロントエンドの同調および動作が、BT走査窓がいつ開始していつ停止するかの点を除いて従来通りの同調および動作であるという点でBTトランシーバと「抱き合わせる (piggy-back)」動作であると言われる。BT走査間隔のシーケンスの各BT走査間隔がBT走査窓を有する。BT受信機RFフロントエンドとWLANエネルギー検出器は、上述のRFエネルギーを検出し、かつ適宜、WLANウェイクアップ信号をアサートし、それによってWLANトランシーバをウェイクアップするために、これらのWLAN走査窓の各々において一緒に使用される。これらのBT走査窓の外側の他の時間には、BT受信機RFフロントエンドが無効化され、RFエネルギーを受け取ることはできなくなる。

20

【0012】

WLANビーコンのエネルギーを検出することができるように (BT走査間隔のシーケンスの多数のBT走査窓の) 少なくとも1つのBT走査窓をWLANビーコンと時間的に重ね合わせるのを容易にするために、BT走査間隔の持続時間を変化させる。特定の一例では、BT走査間隔の持続時間は、1つのBT走査から次のBT走査への連続的なBT走査間隔が、より小さいBT走査間隔値とより大きいBT走査間隔値との間で交互に切り替わるようにデザインされる。BluetoothリンクのBTマスタとBTスレーブはどちらもこの修正された走査間隔タイミングを使用する。2つの間隔値の間のBT走査間隔のデザインはここでは一例として記載されるが、この例は、ここに記載する一般的な新規のBT走査間隔持続時間変更方法に従ってBT走査間隔の持続時間を変化させることができる考えられる多数の方法の1つに過ぎない。

30

【0013】

WLANエネルギー検出器回路を実現するには様々な方法がある。特定の一例では、WLANエネルギー検出器回路は、ローパスフィルタ (LPF) 部と、調整可能な利得増幅器部と、アナログデジタル変換器 (ADC) 部と、デジタル信号処理 (DSP) 部とを含む。BT受信機RFフロントエンドの出力信号はLPF部によってフィルタリングされる。LPF部の出力は、調整可能な利得増幅器部によって増幅され、得られた増幅された信号はADC部によってデジタル化される。一例では、BT受信機RFフロントエンドからの出力信号は、同相 (I) 信号成分と直交位相 (Q) 信号成分とを含む。I信号経路とQ信号経路の各々について、別個のLPFと、別個の調整可能な増幅器と、別個のADCとがある。次いで、デジタル化された値の得られたIストリームおよびデジタル化された値の得られたQストリームがDSP部によって分析され、BT受信機RFフロントエンドによって受け取られたRFエネルギーの量が所定のしきい値を超えていないかが判定される。判定結果がしきい値を超えていることを示し、かつBT受信機RFフロントエン

40

50

ドの出力をBTベースバンドプロセッサによって首尾よく復調することができない場合、DSPはWLANウェイクアップ信号をアサートする。

【0014】

有利な一態様では、ローパスフィルタの信号帯域幅が、BT信号の1MHz帯域幅よりも実質的に大きく、WLAN信号の約20MHz帯域幅よりも実質的に小さい。有利な第2の態様では、WLANエネルギー検出器回路内のI信号ストリームおよびQ信号ストリームをデジタル化するのに使用されるADCは、BTベースバンドプロセッサ内に延びるI信号経路およびQ信号経路内のADCよりも解像度が実質的に低く、かつ電力消費量が実質的に少ない。有利な第3の態様では、WLANエネルギー検出器回路内の一方の信号経路のみ（I信号経路またはQ信号経路のいずれか）のLPF/増幅器/ADC回路が設けられ、DSPにおけるエネルギー検出判定は、一方のADCのみのデジタル化出力に基づいて行われる。デジタル形式で実現されるWLANエネルギー検出器回路の例について説明したが、これらは一例に過ぎない。他の特定の例では、WLANエネルギー検出器は、DSPを含まないアナログ回路において実現される。上述の様々な新規の態様は、互いに独立に実施されてもよい。たとえば、BT走査間隔の持続時間の変化は、特別のWLANエネルギー検出器回路またはさらなるWLANエネルギー検出器回路を使用せずに実施されてもよい。BTベースバンドプロセッサは、たとえば、BTベースバンドプロセッサ自体がさらなるWLANエネルギー検出器回路なしにWLANウェイクアップ信号を生成するように、BTベースバンドプロセッサがBTエネルギーではない可能性が高いと判定したRFエネルギーを検出してよい。

10

20

【0015】

上記は概要であり、したがって当然、詳細の簡略化、一般化および省略を含んでおり、したがって、概要はいかなる形でも例示的なものに過ぎず、限定的なものではないことを当業者は諒解されたい。特許請求の範囲のみによって定義される、本明細書で説明するデバイスおよび/またはプロセスの他の態様、発明的特徴、および利点は、本明細書に記載する非限定的な詳細な説明において明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】WLANエネルギーを検出し、WLANトランシーバをウェイクアップする方法を実施するワイヤレスネットワークシステムの概略図。

30

【図2】図1のワイヤレスネットワークシステムの一部のより詳細な図。

【図3】図1のワイヤレスヘッドセット115内のBT/M回路114のより詳細な図。

【図4】図1のセルラー電話111内のBT/S回路112のより詳細な図。

【図5】図4のBluetoothスレーブ集積回路148および149のより詳細な図。

【図6】図5のWLANエネルギー検出器回路195の一例の図。

【図7】BT走査窓がWLANビーコンと重なり合うようにBT走査間隔の持続時間を変化させる、BT走査間隔のシーケンスとWLAN間隔のシーケンスとを含む図4のセルラー電話の動作を示す波形図。

【図8】BT走査間隔の従来のスケジューリングを使用した場合、どのようにしてBT走査窓がWLANビーコン送信と決して重なり合わなくなり得るかを示す表。

40

【図9】特定の一例において、BT走査間隔の持続時間を新規の一態様に従って変化させた場合、どのようにしてBT走査窓がWLANビーコン送信と確実に重なり合うかを示す表。

【図10】WLANエネルギー検出器回路195がBT走査窓の間WLANエネルギーの検出を試みるように図1のシステムのBT/S112を動作させる方法のフローチャート。

【図11】図10の方法において1つのBTページ走査窓で実行される各ステップのフローチャート。

【図12】BT走査間隔の持続時間をディザリングするために図10の方法の1つのステ

50

ップにおいて実行される各ステップのフローチャート。

【図13】図4のWLANエネルギー検出器回路195のアナログ実装形態の回路図。

【図14】新規の一態様に従ってBT走査間隔の持続時間を変化させる方法のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、共設されたBTトランシーバがBT信号を単一のBTホップ周波数でBT走査窓内で走査している間WLANトランシーバが低電力状態にあるシステムおよび方法について説明する。WLANエネルギー検出器回路は、BT走査窓時間の間BTトランシーバのBT受信機RFフロントエンドによって出力される信号を処理する。WLANエネルギー検出器回路がある量のRFエネルギーを検出し、かつBTトランシーバがBT信号を首尾よく復調できない場合、WLANトランシーバは、その後WLAN信号を受信できるように電源を投入されて高電力状態になる。BT受信機RFフロントエンドを同時にBT走査にも使用できるように、BT受信機RFフロントエンドが1つのBTホップ周波数でBT走査窓内に位置するときWLANエネルギー検出(WLAN周波数帯域でのRFエネルギー検出)がBT受信機RFフロントエンドによって出力される信号に対して行われるので、WLANエネルギー検出器回路の動作は、BT走査と「抱き合わされる」動作と言われる。いくつかの実施形態では、BT受信機RFフロントエンドの通常と同調に影響を与えず、BT走査間隔の持続時間を変化させて、WLANビーコンを検出できるようにBT走査窓が時間的にWLANビーコンと重なり合うのを容易にする。

【0018】

例示的なシステム

図1～図6は、WLANエネルギーを検出し、WLANトランシーバをウェイクアップする方法を実施する例示的なシステムを示している。図1は、本明細書では基本サービスセット(BSS)とも呼ぶワイヤレスネットワークシステム100の概略図である。ワイヤレスネットワークシステム100は、一般にアクセスポイント(AP)と呼ばれるいくつかのワイヤレスノードと、複数のアクセス端末(AT)または局(STA)102～108とを含む。1つのAP101のみが示されているが、ワイヤレスネットワークシステム100は、カバレッジを広げるようにある地理的領域全体にわたって分散されたそのような多数のAPを含んでもよい。各ワイヤレスノードは、受信および/または送信することが可能である。以下の説明では、語「アクセスポイント」は、受信ノードを指定するのに使用され、語「アクセス端末」は、アップリンク通信の送信ノードを指定するのに使用される。しかしながら、APおよび/またはATには他の用語または名称が使用されることを、当業者なら容易に理解されよう。例として、APは、基地局、送受信基地局、局、端末、ノード、ワイヤレスノード、アクセスポイントとして働くアクセス端末、または何らかの他の好適な用語で呼ばれることがある。ATをユーザ端末、ノード、またはワイヤレスノードと呼んでも、あるいは適切な他の何らかの用語で呼んでもよい。本開示全体にわたって説明する様々な概念は、ワイヤレスノードの固有の名称にかかわらず、すべての好適なワイヤレスノードに当てはまるものである。

【0019】

ワイヤレスネットワークシステム100がある地理的領域全体にわたって分散された複数のAPを含む場合、システムコントローラ109を使用してこれらの様々なAPを調和させかつ制御してもよく、また他のネットワークにアクセスできるようにしてもよい。インターネットクラウドシンボル110がこれらの他のネットワークを表している。APは、一般に、カバレッジの地理的領域内のアクセス端末にバックホールサービスを提供する固定端末である。しかしながら、APは、いくつかの適用例ではモバイルであり得る。固定またはモバイルであり得るATは、APのバックホールサービスを利用するか、または他のATとのピアツーピア通信に参与する。ATは、電話(たとえば、セルラー電話)、ラップトップコンピュータ、デスクトップコンピュータ、携帯情報端末(PDA)、デジタルオーディオプレーヤ(たとえば、MP3プレーヤ)、カメラ、ゲーム機、または他の

好適なワイヤレスノードのような別のデバイスの一部として実現されてもよい。

【0020】

図1のワイヤレスネットワークシステム100の特定の例では、AT108のうちの1つはセルラー電話111の一部である。AT108は、AP101とのWLANワイヤレス通信119に關与する。セルラー電話111は、WLAN AT108に加えてBluetoothトランシーバ機能112を含む。この場合のBluetoothトランシーバ機能112は、IEEE802.15.1規格に従ってBluetoothマスタ114(BT M)とのワイヤレス方式での双方向性Bluetooth通信113に關与するBluetoothスレーブ(BT S)である。図1のシステム100の特定の例では、Bluetoothマスタ114はワイヤレスヘッド115の一部である。セルラー電話111は、WLAN AT108によってもたらされるWLAN機能、およびBT S112によってもたらされるBT機能に加えて、セルラー電話ネットワーク移動局(CT MS)機能116を含む。CT MS116は、セルラー電話ネットワーク基地局(CT BS)118との双方向ワイヤレスセルラー電話通信117に關与してもよい。

10

【0021】

図2は、図1のワイヤレスネットワークシステム100の一部のより詳細な図である。セルラー電話111は、ワイヤレスヘッドセット115との双方向ワイヤレスBluetooth通信113に關与してもよく、また、WLAN AP101との双方向ワイヤレスWLAN通信119に關与してもよい。セルラー電話111は、CT BS118との双方向セルラー電話通信117に關与してもよい。

20

【0022】

図3は、図1のワイヤレスヘッドセット115内のBT M回路114のより詳細な図である。BT M114は、(例示されない部品のうちで特に)アンテナ120と、Bluetooth無線周波数トランシーバ集積回路(BT RF XCVR IC)121と、Bluetoothベースバンドプロセッサ集積回路(BT BBP IC)122と、中央処理ユニット(CPU)123と、ある量のメモリ124と、バスインターフェース125と、パラレルバス126とを含む。CPU123は、メモリ124に記憶されている命令のプログラムを実行する。CPU123は、ローカルバス機構127を介してメモリ124にアクセスする。BT BBP IC122はプロセッサ128を含む。プロセッサ128は、メモリ129に記憶されている命令のプログラムを実行する。プロセッサ128は、オンチップローカルバス機構130を介してメモリ129にアクセスする。CPU123は、バスインターフェース125を介してパラレルバス126上で読取りおよび書き込みを行ってもよい。同様に、プロセッサ128は、バスインターフェース140を介してパラレルバス126上で読取りおよび書き込みを行ってもよい。BT BBP IC122は、Bluetooth信号を変調し復調するためのBluetoothモデム部131も含む。

30

【0023】

ここで説明する特定のBT M回路は2つの集積回路121および122を含むが、これらの集積回路上の回路を単一の集積回路上のような他の方法で集積しても、あるいは離散形態で実現してもよいことを理解されたい。前述の特定のBT Mでは、バス126はパラレルバスであるが、他の実装形態では、複数のバスもしくはシリアルバスまたは他の通信機構を使用してバス126の機能を実行してもよい。図3の特定の回路は、一例として設けられているに過ぎない。

40

【0024】

送信されたBluetooth信号がアンテナ120上で受信された場合、その信号はスイッチ132を通過して、BT RF XCVR IC121の受信チェーン133内で増幅され、ダウンコンバートされ、ベースバンドフィルタリングを施される。得られたダウンコンバートされたアナログ信号は、モデム部131内のアナログデジタル変換器(ADC)134によってデジタル化される。次いで、デジタル化された信号がBTモデム部131において復調される。次いで、回復された情報が、プロセッサ128によって使

50

用できるようにローカルバス機構 130 上で利用可能になる。情報を送信する場合、その情報はローカルバス機構 130 を横切って BT モデム部 131 の変調部に到達する。得られた変調信号は、デジタルアナログ変換器 (DAC) 135 によってアナログ形式に変換される。次いで、得られたアナログ信号が、BT RF XCVR IC 121 の送信チェーン 136 内でベースバンドフィルタリングを施され、アップコンバートされ、増幅される。増幅された信号は、スイッチ 132 を通過し、Bluetooth 信号として送信できるようにアンテナ 120 に到達する。

【0025】

Bluetooth 通信では、互いに異なり幅が 1 MHz である 79 個のチャンネル間で周波数ホッピングを擬似ランダム的に使用する。時間領域において、情報は、BT スロットと呼ばれる 625 マイクロ秒の期間内に伝達される。BT M は通常、偶数スロットにおいて送信され、一方、BT S は通常、奇数スロットにおいて送信される。問合せ手順およびページ走査手順を使用して BT マスタと BT スレーブとの間に新しい接続が確立される。ページング手順では、BT マスタが 625 マイクロ秒 BT スロットごとに 2 つのメッセージを送信し、マスタが、新しいメッセージが送信されるごとにホップチャンネルを変更する。BT スレーブはまだ BT マスタに同期されていない。したがって、BT スレーブには、BT マスタがいつそのようなメッセージを送信するかはわからない。BT スレーブは、必要に応じて BT 受信機に電源を投入して BT 受信機を同調させ、少なくとも 1 つの 11.25 マイクロ秒の BT 走査窓の持続時間にわたって単一のホップ周波数で受信を行う。BT スレーブがメッセージを受信した場合、BT スレーブは応答メッセージを BT マスタに送り返す。BT マスタが応答メッセージを受信した場合、BT マスタは、BT スレーブがチャンネル周波数ホッピングシーケンスおよび BT マスタによって使用されるタイミングに同期するのを可能にするメッセージを送り返す。次いで、BT マスタと BT スレーブが互いに同期し、BT マスタがあるスロットにおいて送信を行い、BT スレーブが他のスロットにおいて送信を行う。

【0026】

図 3 の回路では、タイミング機構 137 は、BT マスタの BT 無線回路の残りの部分に適切に電源を投入し、かつ BT マスタの BT 無線回路の残りの部分を適切な時間に受信および送信を行うように構成することができるように、BT スロットがいつ開始しいつ停止するかを判定するのに使用できるある量のファームウェアである。プロセッサ 128 はファームウェアを実行し、この実行の結果として、トリガ信号を生成する。このトリガ信号はシーケンシングステートマシン 138 をトリガする。シーケンシングステートマシン 138 は、電源投入シーケンスのために適切にトリガされた後、必要に応じて BT 受信機全体が機能するように所定の順序で受信を行うのに必要な様々な回路に電源を投入する。同様に、タイミング機構 137 は適切な時間に BT 受信機の電源の切断を開始する。タイミング機構は、BT 受信機の電源の切断を開始するために、シーケンシングステートマシン 138 をトリガする。シーケンシングステートマシン 138 は、電源切断シーケンスのために適切にトリガされた後、受信機回路の様々な回路を制御して所定の順序で電源を切断する。このようにして、タイミング機構 137 は、BT 無線の残りの部分に電源を投入し、BT M の動作モードに応じて適切な時間にこの部分の電源を切断する。

【0027】

図示の特定の実施形態では、タイミング機構はファームウェアであるが、タイミング機構ファームウェアの機能をソフトウェアで実現しても、ファームウェアで実現しても、ハードウェアで実現しても、これらの組合せで実現してもよいことを理解されたい。別の実施形態では、たとえば、タイミング機構機能が、ファームウェア命令を実行しない配線接続されたステートマシンとして実現される。ステートマシンは、バス 130 に結合され、BT モデム 122 の一部とみなされる。タイミング機構を実現するには他の方法も可能である。

【0028】

BT モデム部 131 はホップ計算機 139 も含む。ホップ計算機は、バス 130 上でフ

10

20

30

40

50

ファームウェアからリソースとしてアクセスできるある量の専用ハードウェアである。ホップ計算機は、擬似ランダム周波数ホッピングシーケンスに従って使用すべき次のホップ周波数を求めるときに送信ファームウェアプロセスと受信ファームウェアプロセスの両方によって使用可能である。

【0029】

BTマスタ114は、当技術分野において知られているようにBluetoothプロトコル処理スタックを実施する。BTスタックの上位のプロトコル処理層は、メモリ124に記憶されるコードとしてソフトウェア形態で実現される。BTスタックの下位プロトコル処理層は、BT RF XCVR IC121内のハードウェア、BTモデム部131、およびメモリ129に記憶されたファームウェアにおいて実現される。

10

【0030】

図4は、図1のセルラー電話111のより詳細なブロック図である。セルラー電話移動局116の機能は、図4の回路において、アンテナ141、デュプレクサ142、セルラー電話RFトランシーバ集積回路143、およびセルラー電話ベースバンドプロセッサ集積回路144として実現されてもよい。図1のWLAN AT108の機能は、図4の回路において、アンテナ145、WLAN RFトランシーバ集積回路146、およびWLANベースバンドプロセッサIC147として実現されてもよい。図1のBT S112の機能は、図4の回路において、アンテナ145、Bluetooth RFトランシーバ集積回路148、およびBluetoothベースバンドプロセッサ集積回路149として実現されてもよい。

20

【0031】

セルラー電話信号がアンテナ141上で受信された場合、その信号はデュプレクサ142を通過し、セルラー電話RFトランシーバ集積回路143の受信チェーン154内で増幅され、ダウンコンバートされ、ベースバンドフィルタリングを施される。得られたダウンコンバートされたアナログ信号は、モデム部151内のADC150によってデジタル化される。次いで、デジタル化された信号がモデム151の復調部によって復調される。次いで、復調された情報が、プロセッサ153によって使用できるようにローカルバス機構152上で利用可能になる。情報を送信する場合、その情報はローカルバス機構152を横切ってBTモデム部151の変調部に到達する。得られた変調信号は、デジタルアナログ変換器(DAC)155によってアナログ形式に変換される。次いで、得られたアナログ信号が、送信チェーン156内でベースバンドフィルタリングを施され、アップコンバートされ、増幅される。増幅された信号は、スイッチ142を通過し、送信できるようにアンテナ141に到達する。プロセッサ153は、メモリ157に記憶されている命令のプログラムを実行する。プロセッサ153は、バス機構152、バスインターフェース158、シリアルバス159、およびバスインターフェース160を介してRFトランシーバ集積回路143に制御情報を送信することによって、送信に対するアップコンバートおよび受信に対するダウンコンバートを制御する。

30

【0032】

WLAN信号161がアンテナ145上で受信された場合、その信号はアンテナスイッチ162を通過し、WLAN RFトランシーバ集積回路146の受信チェーン163内で増幅され、ダウンコンバートされ、ベースバンドフィルタリングを施される。WLAN信号がWLAN RF XCVR IC146によって受信された後、得られたダウンコンバートされたアナログ信号は、モデム165内のADC164によってデジタル化される。次いで、デジタル化されたWLAN信号がモデム165の復調部によって復調される。次いで、復調された情報が、プロセッサ167によって使用できるようにローカルバス機構166上で利用可能になる。情報を送信する場合、その情報はローカルバス機構166を横切ってモデム部165の変調部に到達する。得られた変調信号は、デジタルアナログ変換器(DAC)168によってアナログ形式に変換される。次いで、得られたアナログ信号が、送信チェーン169内でベースバンドフィルタリングを施され、アップコンバートされ、増幅される。増幅された信号は、スイッチ162を通過し、WLAN信号17

40

50

0として送信できるようにアンテナ161に到達する。プロセッサ167は、メモリ171に記憶されている命令のプログラムを実行する。WLANBBPIC147は、WLANRFXCVRIC146を制御し、バス172および導体173を介してWLANRFXCVRIC146に制御情報を送信することによって適宜送信機と受信機を同調させる。

【0033】

Bluetooth信号174がアンテナ145上で受信された場合、その信号はアンテナスイッチ162を通過し、BTRFトランシーバ集積回路148の受信チェーン175内で増幅され、ダウンコンバートされ、ベースバンドフィルタリングを施される。得られたダウンコンバートされたアナログ信号176は、BTモデム部178内のADC177によってデジタル化される。次いで、デジタル化された信号がモデム178の復調部によって復調される。次いで、復調された情報が、プロセッサ180によって使用できるようにバス機構179上で利用可能になる。情報を送信する場合、その情報はローカルバス機構179を横切ってBTモデム178の変調部に到達する。得られた変調信号は、デジタルアナログ変換器(DAC)181によってアナログ形式に変換される。次いで、得られたアナログ信号182が、送信チェーン183内でベースバンドフィルタリングを施され、アップコンバートされ、増幅される。増幅された信号は、スイッチ162を通過し、BT信号184として送信できるようにアンテナ145に到達する。プロセッサ180は、メモリ185に記憶されている命令のプログラムを実行する。BTベースバンドプロセッサ集積回路149は、シリアルバス186を横切ってBTRFトランシーバ集積回路148に制御情報を送信することによって、集積回路148のBT受信機RFフロントエンド部を含むBTRFトランシーバ集積回路148を制御し同調させる。

【0034】

セルラー電話ベースバンドプロセッサ集積回路144のプロセッサ153は、パラレルバスインターフェース188を介してパラレルバス187上で読取りおよび書き込みを行ってもよい。WLANベースバンドプロセッサ集積回路147のプロセッサ167は、パラレルバスインターフェース189を介してパラレルバス187上で読取りおよび書き込みを行ってもよい。BTベースバンドプロセッサ集積回路149のプロセッサ180は、パラレルバスインターフェース190を介してパラレルバス187上で読取りおよび書き込みを行ってもよい。PTA(パケットトラフィックアービタ)共存機構194は、WLAN機能とBT機能を結合して、BT送信同士の間での休眠期間におけるWLAN送信のスケジューリングを容易にする。

【0035】

タイミング機構191は、BTスレーブ112のBT無線回路の残りの部分に適切に電源を投入し、この部分を適切な時間に受信または送信を行うように構成することができるように、BT走査間隔およびBT走査スロットがいつ開始しいつ停止するかを判定するのに使用できるある量のファームウェアである。プロセッサ180はファームウェアを実行し、その結果、トリガ信号が生成される。トリガ信号は、たとえば、ローカルバス179上で行われる通信であってよい。このトリガ信号はシーケンシングステートマシン192をトリガする。シーケンシングステートマシン192は、電源投入シーケンスのために適切にトリガされた後、必要に応じてBT受信機全体が機能するように所定の順序で受信を行うのに必要な様々な回路に電源を投入する。同様に、タイミング機構191は適切な時間にBT受信機の電源の切断を開始する。タイミング機構は、BT受信機の電源の切断を開始するために、シーケンシングステートマシン192をトリガする。シーケンシングステートマシン192は、電源切断シーケンスのために適切にトリガされた後、受信機回路の様々な回路を制御して所定の順序で電源を切断する。タイミング機構191は、BT受信機の残りの部分に電源を投入し、BTスレーブの動作モードに応じて適切な時間にこの部分の電源を切断する。モデム178はホップ計算機193も含む。ホップ計算機193は、ファームウェアからリソースとしてアクセスできるある量の専用ハードウェアである。ホップ計算機は、擬似ランダム周波数ホッピングシーケンスに従って使用すべき次のホ

10

20

30

40

50

ップ周波数を求めるときにバス179上で送信ファームウェアプロセスと受信ファームウェアプロセスの両方によって使用可能である。

【0036】

セルラー電話111は、Bluetoothプロトコル処理スタックを含む。Bluetoothスタックの上位層は、プロセッサ153によってメモリ157から実行されるソフトウェアにおいて実現される。Bluetoothスタックの下位層は、BluetoothRFトランシーバ集積回路148内のハードウェアおよびBluetoothベースバンドプロセッサ集積回路149のBTモデム178およびプロセッサ180によって実行されメモリ185に記憶されるファームウェアにおいて実現される。

【0037】

BTスレーブ112は、WLANエネルギー検出器回路195も含む。WLANエネルギー検出器回路195は、図4に示されていない他の部分のうちのADC部196とデジタル信号プロセッサ(DSP)部197とを含む。WLANエネルギー検出器回路195は、BTRFトランシーバ集積回路148のBT受信機RFフロントエンドの出力信号198(図5参照)を処理する。この処理の結果、WLANエネルギー検出器回路195は、WLANウェイクアップ信号199を出力する。WLANウェイクアップ信号199は、さらに説明するようにWLANエネルギー検出器回路195がある量のWLANエネルギーを検出したことを示す。WLANウェイクアップ信号199は、導体200上でBTベースバンドプロセッサ集積回路149からWLANベースバンドプロセッサ集積回路147に伝達される。

【0038】

図5は、図4のBluetoothスレーブ集積回路148および149のより詳細な図である。BT受信チェーン175は、BT受信機RFフロントエンド201と、一對のローパスフィルタ(LPF)202および203と、調整可能な一對の利得増幅器204および205とを含む。BT受信機RFフロントエンド201の出力信号198は実際には、導体206上の同相(I)信号と導体207上の直交位相(Q)信号とを含む。BT受信機RFフロントエンド201は、図示のように直交構成として相互接続されたベースバンドフィルタ208と、低雑音増幅器(LNA)209と、一對のミキサ210および211とを含む。シリアルバス186を介してBTRFトランシーバ集積回路148上で受信された制御情報は、ここに示されていない他のインターフェース回路によってを介して間接的にBT受信機RFフロントエンドの局部発振器216を調整する。BT受信機RFフロントエンド201は、BT信号を受信するのに適切であり、WLAN信号を首尾よく復調できるように受信するには使用できないほど狭い場合もある帯域幅を有する。受信帯域幅は概して、実質的に20MHz未満であり、本例では約1MHzである。しかし、BT受信機RFフロントエンドは、以下に詳しく説明するようにWLANエネルギーを検出するのに使用可能である。

【0039】

BTモデム部178において、図4に簡略化して示されているADC177は実際には、ダウンコンバートされたI信号213をデジタル化する第1のADC212と、ダウンコンバートされたQ信号215をデジタル化する第2のADC214とを含む。図4の信号176は、実際にはI信号213とQ信号215とを含む。シーケンシングステートマシン192は、図示のように導体217を介してBT受信機RFフロントエンド201およびエネルギー検出器195の様々な部分に供給されるイネーブル信号EN[0:4]を出力する。シーケンシングステートマシン192は、EN[0:4]によってBT受信機RFフロントエンド201およびエネルギー検出器回路195に電源を投入しかつBT受信機RFフロントエンド201およびエネルギー検出器回路195の電源を切断する。フロントエンド201およびエネルギー検出器を電源に接続しかつフロントエンド201およびエネルギー検出器を電源から切り離すことによってこれらの回路に電源を投入しかつこれらの回路の電源を切断するのではなく、これらの回路を有効化しかつ無効化してもよい。回路は、スイッチングを無効化されると、スイッチングしていたときよりも電力消費

10

20

30

40

50

量がかなり少なくなる。したがって、一実施形態では、回路に電力を投入すると、回路はスイッチングしない低電力状態からスイッチングする高電力状態に遷移することができる。矢印228は、タイミング機構191がシーケンシングステートマシン192をトリガしてイネーブル信号EN[0:4]を適切な電源投入シーケンスまたは適切な電源切断シーケンスで出力するためのトリガリング制御情報の伝達(プロセッサ180によるファームウェアの実行)を示している。

【0040】

エネルギー検出器回路195は、BT RFトランシーバ集積回路148の一部とBTベースバンドプロセッサ集積回路149の一部とを含む。BT RFトランシーバ集積回路148の上記の部分は、出力信号198のI信号部分を処理するための第1のアナログローパスフィルタ(LPF)218および調整可能な第1の利得増幅器219と、出力信号198のQ信号部分を処理するための第2のアナログローパスフィルタ(LPF)220および調整可能な第2の利得増幅器221とを含む。LPF218およびLPF219は、BT受信信号経路には存在せず、WLAN受信信号経路にも存在しない。LPF218およびLPF220は、通過帯域帯域幅がLPF202およびLPF203の通過帯域帯域幅よりも広い。本例では、LPF218およびLPF220は、WLANビーコン信号の20MHz幅の帯域幅の約2分の1である10MHzの通過帯域帯域幅を有する。LPF210およびLPF220の帯域幅は、ダウンコンバートされたすべての信号が帯域内に入るように広くしてもよいが、このように広くすると、信号対雑音比(SNR)が低くなる。SNRが低くなると、検出感度が低下する。LPFを10MHz幅にすると、SNRが向上するとともに検出感度が向上するが、いくつかの有効なWLAN信号が帯域外になるので検出遅延も長くなる。したがって、「検出感度」と「検出遅延」のトレードオフが存在する。WLANエネルギー検出器回路195は、10MHz幅のLPF218およびLPF220を使用して、検出遅延がわずかに長くなることを犠牲にしてSNRを向上させるとともに検出感度を向上させる。

【0041】

いくつかの例では、LPF218およびLPF220の帯域幅は、感度と検出遅延との間のトレードオフを調整できるようにプロセッサ180によるソフトウェアまたはファームウェアの制御の下でデジタル的に調整可能である。プロセッサ180は、LPF218およびLPF220に供給される制御情報をシリアルバス186上で送信する。

【0042】

調整可能な利得増幅器219および211は、EN[3]信号によって有効化され無効化されてもよい。BTベースバンドプロセッサ集積回路内のエネルギー検出器回路195の部分には2つのADC222および223が示されている。この2つのADC222および223は一緒に、図4にADC記号196として簡略形態で示されているものを構成する。これらのADC222および223は、分解能が実質的に低く、ADC212および214よりも電力が低い。ADC222および223は、WLANエネルギー検出を判定するのに十分な分解能を実現する。ADC222および223をEN[4]信号によって無効化し、電源切断無効化状態にしてもよい。本例では、ADC222および223は、毎秒400万個の3ビット値を出力することができ、一方、ADC212および214は、毎秒400万個の4ビット値を出力することができる。DSP197は、2つのレジスタ224および225を含む。プロセッサ180は、ローカルバス機構179を介してこれらのレジスタ224および225に書き込みを行ってもよい。レジスタ224は窓値N229を記憶する。レジスタ225はしきい値230を記憶する。これらの値229および230の有意性について以下に詳しく説明する。BTモデム部178がBT信号を首尾よく復調した場合、このことは、導体227上でBT DEMOD信号226をアサートすることによってエネルギー検出器回路195に伝達される。信号226がアサートされることは、BT信号が首尾よく受信され復調されたことを示す。

【0043】

図6は、図5のWLANエネルギー検出器回路195の一例の図である。WLANエネ

10

20

30

40

50

ルギー検出器回路195は、BT RF受信機フロントエンド201の2.4GHz帯域内に入るあらゆるWLAN信号を検出する。任意の所与のSNRでは、APがビーコンパッケージのみを送信しているときには通常、WLANネットワークのデューティサイクルが最低限に抑えられるので、検出の最悪ケースが生じる可能性がある。検出器は、信号対雑音比(SNR)が低くても検出確率 P_D が高くなり、フォールスアラーム確率 P_{FA} が低くなるように検出感度が良好であり検出遅延が短いWLANビーコンを検出してもよい。BTフロントエンド出力信号 $r_I(t)$ および $r_Q(t)$ のフィルタリングされ増幅されたバージョンをそれぞれ、離散時間サンプル信号 $r_I(n)$ および $r_Q(n)$ の対応するストリームに変換するためのADC222、223。DSP197は、デジタルローパスフィルタ部231、232と、処理部233と、比較部234と、論理ゲーティング機能部235とを含む。論理ゲーティング機能部235から出力される論理値は、WLANウェイクアップ信号199をアサートするかどうかを決定する。Bluetooth受信機RFフロントエンドが同調される周波数は f_{BT} として示される。概して、 f_{BT} は、BluetoothデバイスアドレスおよびBluetoothクロック周波数およびBluetooth動作モードによって決定される2402MHzと2480MHzとの間の擬似ランダム整数周波数である。2.4GHz帯域内のWLAN信号の中心周波数は f_{WL} によって示されてもよい。所与のWLANネットワークでは、 f_{WL} は、 $(2412 + 5(k - 1))$ MHzを満たす確定周波数であってよい。この場合、 k は1と13との間の整数である。しかし、 f_{WL} は一般に、検出が終わるまで未知である。WLAN信号がWLANエネルギー検出器によって検出された後、WLAN無線は、通常のチャンネル走査および接続設定手順をウェイクアップし実行してもよい。WLANチャンネル走査が成功すると f_{WL} の値が求められる。

10

20

【0044】

ダウンコンバートされた出力信号198(信号 $r_I(t)$ および $r_Q(t)$)は、WLANエネルギー検出器回路195の入力の所で通常、 $f_{IF} = |f_{BT} - f_{WL}|$ によって与えられる中間周波数(IF)を有する。WLANエネルギー検出器回路195は、式(1)についての以下の仮説検定を実行することのできる低IF受信機とみなされてもよい。

【数1】

$$\begin{cases} H_0: & r(t) = n(t) \\ H_1: & r(t) = s(t) + n(t) \end{cases} \quad \text{式(1)}$$

30

【0045】

上式において、 $r(t)$ 、 $s(t)$ 、および $n(t)$ はそれぞれ、時間 t における受信信号、時間 t におけるWLAN信号、時間 t における加法的雑音を表す。仮説 H_0 は、受信信号にWLAN信号が存在すると判定された場合に不適切なエネルギーが検出されることに対応する。仮説 H_1 は、WLAN信号が存在すると判定された場合にWLANエネルギー検出器の検出帯域内で適切なエネルギーが検出されることに対応する。 f_{BT} がランダムであり、 f_{WL} が未知であるので、得られる f_{IF} は、周波数を示すランダム実数であってよい。

40

【0046】

図6に示すように、 $r_I(t)$ 信号成分および $r_Q(t)$ 信号成分($r_I(t)$ と $r_Q(t)$ は一緒に出力信号198を構成する)はまず、雑音を抑圧できるようにローパスフィルタ(LPF)218および220を通過する。LPFの帯域幅は BW_{LP} によって示される。この帯域幅は、雑音抑圧(すなわち検出感度)と検出遅延 d とのトレードオフに基づいて求められる。雑音が抑圧された信号は、ADC222および223によってデジタル化される前に、ローパスフィルタ出力の所で増幅器219、221によって増幅される。ADC222および223は、アナログ信号成分を、さらにDSP197によって処理でき

50

るように、時間サンプリングされた離散デジタル信号成分 $r_I(n)$ および $r_Q(n)$ に変換する。WLAN信号が検出されると通常、得られる f_{IF} はLPFの通過帯域内に入るので、イメージリジェクションは通常必要とされない。さらに、WLANエネルギー検出器のI/Q不平衡に対する要件を緩和することもできる。直接変換低IF受信機は通常、同相(I)信号成分と直交位相(Q)信号成分とを有する。このI相成分とQ相成分は一般に、90度の位相オフセットを有するべきであり、かつ各信号成分を相互干渉なしに分離し回復するのを可能にするように等振幅を有するべきである。位相および振幅の任意のオフセットをI/Q不平衡またはI/Q不整合と呼んでもよい。WLANエネルギー検出器回路195は、受信信号の総エネルギーを測定するだけでよく、WLAN波形を回復する必要がないので、信号を混合しても受け取られる総エネルギーは変化しない。したがって、I/Q不平衡を軽減することができる。

10

【0047】

ある実施形態では、I相信号成分とQ相信号成分の一方のみが、WLANエネルギー検出器回路をさらに簡略化し、かつ電力消費量をさらに低減させるように処理される。これによって、WLANエネルギー検出器回路の設計を簡略化することができ、通常の高IF受信機と比べて電力消費量が少なくなる。WLAN信号の厳密な波形を回復するのではなく、WLANエネルギー検出器回路の通過帯域内のWLAN信号の総エネルギーが検出されるので、ADC222および223は低精度ADCであってよい。

【0048】

図6の実施形態では、処理部233が総エネルギー検定統計量Tを算出する前にデジタルローパスフィルタ部231、232がさらなるデジタルローパスフィルタリングを実行して信号を強化する。検定統計量Tは、仮説 H_0 または H_1 を判定する検定規則として使用されてもよい。ガウス雑音およびガウス信号の場合、検定規則は以下の式(2)によって与えられる。

20

【数2】

$$\begin{cases} \text{検定 } H_0 \\ \text{検定 } H_1 \end{cases} \quad \begin{cases} T = \sum_{n=0}^N r^2[n] < \gamma \text{ である場合} \\ T = \sum_{n=0}^N r^2[n] > \gamma \text{ である場合} \end{cases} \quad \text{式 (2)}$$

30

【0049】

上式において、

【数3】

$$T = \sum_{n=0}^N r^2[n]$$

40

【0050】

は検定統計量であり、 $r[n]$ は、 $r_I(n)^2$ と $r_Q(n)^2$ の和の平方根であり、 n は時間指数であり、 N は標本の数に関する信号の持続時間であり、 γ は検定しきい値である。WLANエネルギー検出器回路195がオンであるとき、DSP297の処理部233が検定統計量Tを求める。比較器部234が、値Tをしきい値230と比較する。Tがしきい値 γ を超える場合、エネルギー検出信号236がアサートされ、Tがしきい値 γ を超えない場合、エネルギー検出信号236はアサートされない。しかし、Bluetooth

50

h 信号のエネルギーが検出されたためにエネルギー検出信号 236 がハイにアサートされることがある。論理ゲーティング機能部 235 は、Bluetooth 信号からのエネルギーがエネルギー検出信号 236 をアサートさせる条件下で WLAN ウェイクアップ信号がアサートされるのを防止するために、Bluetooth モデム 178 が Bluetooth 信号を首尾よく復調した場合に WLAN ウェイクアップ信号 199 がアサートされるのを妨げる。上記のように、Bluetooth モデム 178 は、Bluetooth 信号が首尾よく復調される条件下で BT 復調信号 226 をアサートする。したがって、(エネルギー検出信号 236 がハイにアサートされることによって示されるように) エネルギーが検出され、かつ (BT 復調信号 226 がアサート停止されてローになることによって示されるように) どの Bluetooth 信号も首尾よく復調されなかった場合、WLAN ウェイクアップ信号 199 がハイにアサートされ、エネルギーが検出されず、かつ首尾よく復調された Bluetooth 信号がある場合、WLAN ウェイクアップ信号 199 はアサートされない。WLAN ウェイクアップ信号 199 がアサートされると、WLAN 無線が、電源を投入され有効化されて、チャンネル走査接続セットアップ手順を実行する。

10

【0051】

上記の式(2)の検定規則は、使用できる検定規則の一例に過ぎない。一実施形態では、スライディングウィンドウエネルギー検出アルゴリズムを実施してもよい。この場合、検定規則は、以下の式(3)によって示されるように表されてもよい。

【数4】

20

$$T_n = \sum_{i=0}^{N-1} [r_f^2(n-i) + r_b^2(n-i)] \quad \text{式(3)}$$

【0052】

上式において、Nは窓のサイズである。デジタル領域における標本間隔 T_s について、 $N \times T_s \times W_{WLBK}$ を設定すると一般に、窓はWLANビーコンのすべてのエネルギーを取り込むのに十分な幅を有し、この場合、 w_{WLBK} は、WLANビーコンの時間の長さ(持続時間)である。スライディングウィンドウでは、検定規則が、サイズNの窓229内に取り込まれる総エネルギーであってよいことに留意されたい。窓に取り込まれるこの総エネルギーをしきい値と比較してもよい。一般に、NとしてはWLAN走査持続時間全体を対象とするのに十分な大きさが選択される($N \times T_s \times W_{WLBK}$)。窓内に取り込まれるエネルギーは一般に、Bluetooth走査内の総エネルギーではないことに留意されたい。

30

【0053】

別の実施形態では、二重スライディングウィンドウが使用される。この場合、検定規則は、連続する2つの窓(各々がサイズMを有する)同士の比であってよい。検定規則は、総エネルギーではなく連続する2N個の標本の相対的なエネルギー変化を表す。

40

【0054】

BT走査間隔の持続時間の変化

上記に図1~図6に関連して説明したシステム100では、WLANエネルギー検出器回路195がBT走査窓の間BT受信機RFフロントエンド201の出力信号198を処理する。BTページ走査モードでのBT走査窓は、持続時間が約11.25マイクロ秒である。しかし、従来のBTページ走査間隔は、持続時間が1280マイクロ秒である。BT受信機RFフロントエンドは、電源を投与されず、動作不能であり、BT走査間隔の大部分にわたってどんな種類の信号の受信にも使用されない。この特定の例におけるBT受信機RFフロントエンド201の出力信号198を処理するLANエネルギー検出器回路195は、BTページ走査間隔の大部分の間WLANエネルギーを検出することができな

50

い。

【 0 0 5 5 】

WLANエネルギー検出器回路195は一般に、WLANエネルギーを検出するのに使用される。ビーコンを除いてアクティブなトラフィックがないとき、WLAN間隔当りに送信されるWLANビーコンパケットは1つだけである。WLAN APは、サポートされる最低データレートでビーコンを周期的にブロードキャストし、WLAN STAが接続をセットアップできるようにネットワークパラメータを告知する。WLANビーコンのペイロードは通常、長さが約100バイトである。ビーコンは、たいていのWLAN 802.11b/gネットワークにおいてサポートされる最低データレートの1Mbpsで送信されたときに、持続時間が約1.25ミリ秒になる。しかし、WLAN間隔は通常、約100ミリ秒である。WLAN間隔のシーケンスとBTページ走査間隔のシーケンスとの間の開始時間オフセットに応じて、BT走査窓がWLANビーコン送信と重なり合うことがない可能性がある。

10

【 0 0 5 6 】

図7は、BT走査間隔のシーケンスおよびWLAN間隔のシーケンスを示す波形図である。上部の波形はBT走査間隔のシーケンスを示している。値 p_{BT} は1280ミリ秒BT走査間隔である。値 w_{BT} はBT走査窓の持続時間である。値 m は間隔を識別する指数である。値 m は、第1の間隔では零であり、次の間隔では1であり、次の間隔では2であり、以降も同様である。図7の図における下方の第2の波形は、WLAN間隔のシーケンスを示している。値 p_{WL} は100ミリ秒WLAN間隔である。値 w_{WLBK} は、WLANビーコンの1.25ミリ秒持続時間である。値 x は、 $m=0$ BT走査間隔の開始時間と $n=1$ WLAN間隔の開始時間との間の未知の時間オフセットである。この時間オフセットは、未知であるので、一様な確率変数としてモデル化されてもよい。

20

【 0 0 5 7 】

図8は、間隔値、BT走査窓持続時間、WLANビーコン持続時間、および時間オフセット x に応じて、どのようにしてBT走査窓がWLANビーコン送信と決して重なり合わなくなり得るかを示す表である。この表では、第1の列は、BTページ走査間隔のシーケンスの m 指数を示している。行のBTページ走査間隔については、第2列の値は、BT走査窓がいつ開始するかを示し、第3列の値は、BT走査窓がいつ終了するかを示す。図8の表の簡略化された例では、BT走査窓は10ミリ秒である。BT走査窓は11.25ミリ秒であるが、WLANビーコン全体を確実にBT走査窓に入れることができる最長の時間が10ミリ秒であるので、有用な時間は10ミリ秒である。BT走査間隔の指数 m が0である場合、BT走査窓は、第1行の値のうちの第2列および第3列の値によって示されているように、時間0ミリ秒から開始し、時間10ミリ秒で終了する。同様に、BT走査間隔の指数 m が1である場合、BT走査窓は、第2行の値のうちの第2列および第3列の値によって示されているように、時間1280ミリ秒から開始し、時間1290ミリ秒で終了する。第3の行は、その行のBT走査窓の時間の間に生じるWLANビーコンの指数 n である。したがって、指数 $n=0$ のWLANビーコンの間隔シーケンスと指数 $m=0$ のBT走査窓の間隔シーケンスとの間の時間オフセットが0ミリ秒から10ミリ秒の間である場合、指数 $n=0$ のWLANビーコンは、指数 $m=0$ のBT走査窓の時間の間に生じる。第2の行は、指数 $n=12$ のWLANビーコンの間隔シーケンスと指数 $m=1$ のBT走査窓の間隔シーケンスとの間の時間オフセットが80ミリ秒から90ミリ秒の間である場合、指数 $n=12$ のWLANビーコンは、指数 $m=1$ のBT走査窓の時間の間に生じることを示している。図8の表を調べると、右側の列の時間オフセットが周期的に繰り返されることがわかる。図8の右側の列の値を調べると、行項目がない時間オフセット x の値があることがさらにわかる。時間オフセットのこれらの値については、シーケンスがどれだけ長いにかかわらず、どのWLANビーコンもシーケンスのBT走査窓に入らない。たとえば、この表のどの行にも、 $x=12$ の時間オフセット値は出現しない。

30

40

【 0 0 5 8 】

有利な一態様によれば、このことが認識され、BT間隔の持続時間をWLANビーコン

50

がBT走査間隔のシーケンス内のBT走査窓内に確実に入るように変化させる。再び図7を参照すると、1番下の波形は、BT走査間隔の持続時間の変化を示している。指数 $m = 0$ の第1のBT走査間隔は持続時間が1270ミリ秒であり、その場合、指数 $m = 1$ の第2のBT走査間隔は持続時間が1290ミリ秒であり、その場合、指数 $m = 2$ の第3のBT走査間隔は持続時間が1270ミリ秒であり、他の場合についても同様である。図7の例では、BT走査窓は、図示および例示を容易にするように11.25ミリ秒ではなく10ミリ秒であるように示されている。しかし、BT走査間隔の持続時間を変化させる方法は、BT走査窓が11.25ミリ秒である実際の場合にWLANビーコンをBT走査窓内に入れるように働く。

【0059】

図9は、どのようにしてBT走査窓が、図8の例のBT走査窓持続時間、WLANビーコン持続時間、およびWLAN間隔にわたってWLANビーコン送信と確実に重なり合うかを示す表であり、この場合、BT走査間隔の持続時間を図7の1番下の波形に示されているように変化させる。 $m = 1$ のBT間隔の場合、BT走査窓は時間0から開始し、時間10で終了し、 $m = 1$ の間隔の場合、BT走査窓は時間1280から開始し、時間1290で終了し、 $m = 2$ の間隔の場合、BT走査窓は時間2560から開始し、時間2570で終了することに留意されたい。BT間隔のこのディザリングが図7の1番下の波形に示されているディザリングに対応することに留意されたい。各行について、表の最も右側の列の値は、その行に示されているWLANビーコンがその行のBT走査窓と重なり合う時間オフセット x の値の範囲を示している。時間オフセット x は、0ミリ秒からWLAN間隔持続時間の100ミリ秒までの値を有してもよい。図9の最も右側の列に示されているように、WLANビーコンは、任意の時間オフセット値 x についてBT走査間隔と重なり合う。

【0060】

数学的には、(BT間隔持続時間と、WLAN間隔持続時間と、BT走査窓持続時間と、WLANビーコン持続時間と、時間オフセットとの間の) 必要な関係は、WLANビーコンをBT走査窓に入れるうえで満たすべきである式(4)の関係によって示される。

【数5】

$$p_{BT} \cdot m \leq p_{WL} \cdot n + x \leq p_{BT} \cdot m + w_{BT} - w_{WLBK} \quad \text{式(4)}$$

【0061】

式(4)において、 m および n は整数であり、 p_{BT} はBT走査間隔であり、 p_{WL} はWLANビーコン間隔であり、 w_{BT} はBluetoothページ走査窓の持続時間であり、 w_{WLBK} はWLANビーコンの持続時間であり、 x はタイミングオフセットである。タイミングオフセット x は0から p_{WL} の間の値である。 $p_{BT} = 1280$ ミリ秒であり、かつ $p_{WL} = 100$ ミリ秒であり、かつ $w_{WLBK} = 1.25$ ミリ秒であり、かつ $w_{BT} - w_{WLBK} < 20$ ミリ秒である場合、式(4)を満たす整数 m と整数 n の組合せがないようなタイミングオフセット x が存在することがある。このことは、どのWLANビーコンもBT走査窓に入らないことを意味する。そのような時間オフセット値 x に対して得られる検出確率は、WLANエネルギー検出器回路がどれだけ優れた回路であっても常に零である。

【0062】

余分な電力を消費せずにこの問題を解消するには、BTページ走査間隔の持続時間を変化させる。 p_{BT} ミリ秒ごとにBTページ走査をスケジューリングする代わりに、 m が偶数である場合に

【数 6】

p_{BT_D}

【0063】

が 0 ミリ秒になり、かつ m が奇数である場合に

【数 7】

10

p_{BT_D}

【0064】

が y ミリ秒 (y は正の実数) になるようにスケジューリングルーチンにおける

【数 8】

p_{BT_D}

20

【0065】

の遅延を導入してもよい。Bluetooth仕様の順守が維持されるようにこの修正を実施することが可能であることが諒解されよう。修正された BT ページ走査スケジューリングルーチンを使用して WLAN ビーコン信号を首尾よく検出するには、一般に式 (5) の条件を満たす必要がある。

【数 9】

$$p_{BT} \cdot m + p_{BT_D} \leq p_{WL} \cdot n + x \leq p_{BT} \cdot m + p_{BT_D} + w_{BT} - w_{WLBK} \quad \text{式 (5)}$$

30

【0066】

前述のように、 $p_{BT} = 1280$ 秒、 $p_{WL} = 100$ ミリ秒、 $w_{BT} - w_{WLBK} = 10$ ミリ秒を仮定する場合、一般に以下の条件を満たすべきである。

【数 10】

$$1280m - 100n + p_{BT_D} \leq x \leq 1280m - 100n + p_{BT_D} + 10 \quad \text{式 (6)}$$

40

【0067】

これは式 (5) と等価である。0 ミリ秒から 100 ミリ秒までの範囲の任意の x について、式 (6) が満たされ、次いで式 (5) が満たされるような整数 m および n のある値を求めてもよい。 $w_{BT} = 11.25$ ミリ秒であり、かつ $w_{WLBK} = 1.25$ ミリ秒であるとともに、 $y = 10 + 20k$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) である場合、式 (5) に指定された検出の条件を満たし得ることをさらに検証してもよい。連続する BT 走査間隔の 1 つの走査間隔から次の走査間隔までの持続時間が 20 ミリ秒だけ異なる例では、WLAN ビーコンは、確実に BT 走査間隔内に入り、WLAN エネルギー検出器によって検出される。

50

【 0 0 6 8 】

B Tスレーブの動作

図 1 0 は、図 4 の B Tスレーブ 1 1 2 の動作の方法 3 0 0 のフローチャートである。最初、B T 間隔の開始時間に、B T 受信機 R F フロントエンド 2 1 0 が (ステップ 3 0 1 で) 電源を投入される。B T 受信機 R F フロントエンド 2 0 1 によって使用される受信周波数が、B T 標準擬似ランダム周波数ホッピングシーケンスに応じたホップ周波数に設定される (ステップ 3 0 2)。この周波数は、B Tスレーブの B T アドレスと B Tスレーブのクロック値の関数である。次いで、B T 受信機がホップ周波数に設定されたときに B T 受信機 R F フロントエンド 2 0 1 を使用して R F エネルギーが受け取られる (ステップ 3 0 3)。B T 走査窓の間、B T 受信機 R F フロントエンドを使用して従来の B T ページ走査が実行される。さらに、W L A N エネルギー検出器回路 1 9 5 を使用して B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号 1 9 8 が処理され、W L A N エネルギーが検出される。B T 受信機 R F フロントエンドおよび W L A N エネルギー検出器が、電源を投入され、B T 走査窓全体にわたって動作可能になる。W L A N エネルギー検出器回路が所定量よりも多くの R F エネルギーを検出し、かつ B T ベースバンドプロセッサが B T 信号を首尾よく復調できない場合、W L A N エネルギー検出器回路によって検出された R F エネルギーが W L A N エネルギーであると仮定され、W L A N ウェイクアップ信号がアサートされる。B T 走査窓の終了時間にまだ達していない場合、矢印 3 0 7 は、引き続き W L A N エネルギー検出器回路を使用して B T 受信機 R F フロントエンドの出力が処理されることを示す。判定ダイヤモンド形ブロック 3 0 4 において判定される B T 走査窓の終了時間には、B T 受信機 R F フロントエンド 2 0 1 および W L A N エネルギー検出器回路 1 9 5 が電源を切断され無効化される (ステップ 3 0 5)。B T ページ走査間隔の持続時間は、たとえば図 7 の 1 番下の波形に示されているように変化させられる。矢印 3 0 8 によって示されているように、B T 受信機 R F フロントエンド 2 0 1 および W L A N エネルギー検出器回路 1 9 5 は、現在の B T ページ走査間隔の終了時間に達しない限り電源を切断されたままである。現在の B T ページ走査間隔の終了時間に達したと判定された場合 (ステップ 3 0 6)、処理はステップ 3 0 1 に戻る。

10

20

【 0 0 6 9 】

図 1 1 は、ある B T ページ走査窓の動作のフローチャートである。図 1 1 の各ステップは、図 1 0 のフローチャートのステップ 3 0 3 において行われる。B T 受信機 R F フロントエンド 2 0 1 を使用して、ページングメッセージを走査しつつ W L A N エネルギーが受け取られる。W L A N 信号を首尾よく復調することができず、W L A N 信号内の伝達される情報を回復することができないほど狭い帯域で W L A N エネルギーが受け取られる。W L A N エネルギー検出器回路 1 9 5 は、B T 受信機 R F フロントエンド 2 0 1 の出力信号 1 9 8 を処理して (ステップ 4 0 1)、所定量よりも多くの R F エネルギーが存在するかどうかを判定する。B T モデル 1 7 8 は、B T 受信機 R F フロントエンド 2 0 1 の出力 2 1 3、2 1 5 の復調を試みる (ステップ 4 0 2)。W L A N エネルギー検出器回路 1 9 5 が、所定量よりも多くの R F エネルギーが存在すると判定しなかった場合 (ステップ 4 0 3)、W L A N ウェイクアップ信号 1 9 9 はアサートされない (ステップ 4 0 4)。W L A N エネルギー検出器回路 1 9 5 が、所定量よりも多くの R F エネルギーが検出されたと判定した場合 (ステップ 4 0 3)、処理は判定ダイヤモンド形ブロック 4 0 5 に進む。B T モデム 1 7 8 が B T 信号を首尾よく復調した場合 (ステップ 4 0 5)、W L A N ウェイクアップ信号 1 9 9 はアサートされない (ステップ 4 0 4)。しかし、B T モデム 1 7 8 が B T 信号を首尾よく復調しなかった場合 (ステップ 4 0 5)、W L A N ウェイクアップ信号 1 9 9 はアサートされる (ステップ 4 0 6)。ウェイクアップ信号 1 9 9 は、W L A N R F トランシーバ集積回路 1 4 6 および W L A N ベースバンドプロセッサ集積回路 1 4 7 に電源を投入するかまたは W L A N R F トランシーバ集積回路 1 4 6 および W L A N ベースバンドプロセッサ集積回路 1 4 7 を他の方法で有効化する。次いで、この 2 つの集積回路 1 4 6 および 1 4 7 を使用して W L A N 信号が受信され、W L A N 信号が復調される (ステップ 4 0 7)。現在の B T ページ走査窓の終了時間にまだしていないと判定さ

30

40

50

れた場合（ステップ408）、処理はステップ400に戻る。BT走査窓の終了時間に達した場合（ステップ408）、処理は図10のフローチャートのステップ304に戻る。

【0070】

図12は、図10の判定ダイヤモンド形ブロック306において行われる判定の動作サブステップのフローチャートである。BT走査間隔指数 m が奇数である場合（ステップ501）、処理はブロック502に進み、BT走査間隔指数 m が奇数でない場合、処理はブロック503に進む。ブロック502では、BT走査間隔指数 m が奇数であるので、現在のBT走査間隔を、直前のBT走査間隔の終了時間から開始し、直前のBT走査間隔の終了時間に1つのBT走査間隔時間 p_{BT} を加え、さらに10ミリ秒を加えた時間に終了する間隔として算出する（ステップ502）。図7の1番下の波形の例では、 p_{BT} は1280ミリ秒である。したがって、算出される現在のBT間隔は、1280ミリ秒に10ミリ秒を加えた持続時間である。一方、BT走査間隔指数 m が奇数ではない場合（すなわち、偶数である場合）、現在のBT走査間隔を、直前のBT走査間隔の終了時間から開始し、直前のBT走査間隔の終了時間に1つのBT走査間隔時間 p_{BT} を加え、10ミリ秒を引いた時間に終了する間隔として算出する（ステップ503）。したがって、算出される現在のBT間隔は、1280ミリ秒から10ミリ秒を引いた持続時間である。矢印502によって示すように、処理は、現在の時間が現在のBT走査間隔の算出された終了時間に達しない限りステップ504に留まる。判定ダイヤモンド形ブロック504において、現在の時間が現在のBT走査間隔の算出された終了時間に達したと判定されたときには、処理は図10のステップ306に戻る。

【0071】

図13は、図4のBTスレーブ112において使用するのに適したWLANエネルギー検出器回路のアナログ実装形態600の回路図である。WLANエネルギー検出器回路にADCを含めずかつDSPを含めないことによって、回路設計を簡略化し、電力消費量を低減させることができる。しかし、アナログ実装形態600は通常、デジタル処理を使用する実装形態と比べて同じ性能を発揮することはできない。I信号経路が、導体206からORゲート606の上部入力リード線まで延びている。Q信号経路が、導体207からORゲート606の下部入力リード線まで延びている。I信号経路は、不要な雑音を抑圧するアナログLPF601と、調整可能な利得増幅器602と、信号2乗コンポーネント603と、信号積分コンポーネント604と、受信された信号成分が指定されたしきい値を超えたことを検出するアナログ比較器605とを含み、ORゲート606の上部入力リード線に至る。Q信号経路は、不要な雑音を抑圧するアナログLPF609と、調整可能な利得増幅器610と、信号2乗コンポーネント611と、信号積分コンポーネント612と、受信された信号成分が指定されたしきい値を超えたことを検出するアナログ比較器613とを含み、ORゲート606の下部入力リード線に至る。ORゲート606はエネルギー検出信号607を生成する。BT復調信号226がアサートされず（BT信号が復調されなかったことを示すデジタルローであり）、かつエネルギー検出信号607がアサートされた場合、ANDゲート608がWLANウェイクアップ信号199をアサートする。電力消費量をさらに低減させるために、エネルギー検出は同相 $r_I(t)$ 回路のみまたは直交位相 $r_Q(t)$ 回路のみによって行われてもよい。さらに、WLANエネルギー検出器回路は、ミキサを削除できるように受信されたRF信号をベースバンドにダウンコンバートせずに実現されてもよい。

【0072】

アナログエネルギー検出器は、スライディングウィンドウエネルギー検出アルゴリズムを実施する検出器とみなされてもよい。この場合、仮説検定用の検定規則を次式のように表してもよい。

【数 1 1】

$$T_t = \int_{t-T}^t [r_f^2(t) + r_b^2(t)] dt \quad \text{式 (7)}$$

【0073】

上式において、 T_t は、検定規則の計算値であり、 t は時間であり、 T は、WLANビーコンのすべてのエネルギーが取り込まれるようにWLANビーコン全体を対象とするのに十分な大きさの窓サイズとして通常選択される窓サイズである。アナログ実装形態600のアナログ比較器605、613は、 T_t と事前に選択されたしきい値を効果的に比較する。しきい値が交差された後、BT信号が首尾よく復調されなかったことをBT復調信号226が示すならば、WLANウェイクアップ信号199がアサートされる。

10

【0074】

エネルギー検出器とパケットプリアンブル計算器との関係

従来のWLAN受信機におけるWLAN信号検出は通常、エネルギー検出とパケットプリアンブルとの相関の両方に基づく検出である。プリアンブル相関は、純粋なエネルギー検出よりも優れた性能（特に感度に関する性能）を実現することができ、したがって、非常に弱いWLAN信号を検出するのを可能にする処理利得をもたらす。良好な検出性能を維持することと全電力消費量を低減させることとの妥協策として、ある実施形態は、WLANエネルギー検出器回路およびBT受信機RFフロントエンドを使用してそれほど弱くないWLAN信号を検出し、かつWLANエネルギー検出器回路およびBT受信機RFフロントエンドが非常に弱いWLAN信号を検出するためにWLAN受信機内のWLAN相関器をウェイクアップする頻度を従来のWLAN無線よりも低くする。この手法は、全電力消費量を低減させ、一方、より弱いWLAN信号に対して良好な検出性能を維持する。この実施形態では、大部分の時間においてエネルギー検出を使用してもよく、WLANプリアンブル相関の使用を減らして電力を節約することができる。プリアンブル相関は、より多くの複雑な回路が必要になることがあるので、一般により多くの電力を消費することに留意されたい。

20

30

【0075】

上述の実施形態の様々な新規の態様は、互いに独立に実施されてもよい。たとえば、BT走査間隔の持続時間の変化は、特別のWLANエネルギー検出器回路またはさらなるWLANエネルギー検出器回路を使用せずに実施されてもよい。BTベースバンドプロセッサは、たとえば、BTベースバンドプロセッサ自体がさらなるWLANエネルギー検出器回路なしにWLANウェイクアップ信号を生成するように、BTベースバンドプロセッサがBTエネルギーではない可能性が高いと判定したRFエネルギーを検出してもよい。

【0076】

図14は、BT走査窓がWLANビーコンと重なり合うようにBT走査間隔の持続時間を変化させる方法700のフローチャートである。BT走査間隔のシーケンス内のBT走査間隔の持続時間が変化させられる（ステップ701）。1つのBT走査間隔のうちの1つのBT走査窓の間WLANエネルギーが検出される（ステップ702）。一例では、BTベースバンドプロセッサ集積回路149は、BTベースバンドプロセッサ集積回路149自体がBTエネルギーではない可能性が高いと判定したRFエネルギーを検出する。BTベースバンドプロセッサ集積回路149は、この判定を下すと、さらなるWLANエネルギー検出器回路を使用せずにWLANウェイクアップ信号199をアサートする。方法700は、特別のWLANエネルギー検出器回路を使用しても使用しなくてもよい。WLANが検出されない場合（ステップ703）、矢印（ステップ704）によって示されているように、WLAN機能に電源を投入するステップが飛ばされ、WLAN機能はWLAN信号の受信に使用できないままになる。しかし、WLANエネルギーが検出された場合

40

50

(ステップ703)、WLAN機能が電源が投入されるか、あるいはWLAN機能が他の方法で有効化される(ステップ705)。一例では、このWLAN機能は、WLAN RFトランシーバ集積回路146およびWLANベースバンドプロセッサ集積回路147である。WLAN機能は、電源を投入され有効化された後、首尾よくWLAN信号を受信し復調する(ステップ706)。方法700の一例では、結果としてWLAN機能に電源を投入するエネルギー検出はすべて、ステップ702の1つのBT走査窓内で行われる。BT走査窓の間に行われるエネルギー検出動作をエネルギー走査と呼んでもよい。いくつかの例では、WLANエネルギー検出器回路とBT受信機RFフロントエンドは、BT走査窓が開始する直前とBT走査窓が終了した直後の両方に電源を投入される。

【0077】

1つまたは複数の例示的な実施形態では、説明した機能はハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せで実装できる。ソフトウェアで実装する場合、各機能は、1つまたは複数の命令またはコードとしてコンピュータ可読媒体上に記憶するか、あるいはコンピュータ可読媒体を介して送信することができる。コンピュータ可読媒体は、ある場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を可能にする任意の媒体を含む、コンピュータ記憶媒体とコンピュータ通信媒体の両方を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスできる任意の利用可能な媒体でよい。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM、あるいは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージまたは他の磁気記憶デバイス、もしくは命令またはデータ構造の形態の所望のプログラムコードを搬送または記憶するために使用でき、コンピュータによってアクセスできる任意の他の媒体を備えることができる。さらに、任意の接続が適宜、コンピュータ可読媒体と呼ばれる。たとえば、ソフトウェアが、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線(DSL)、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、または他のリモートソースから送信される場合、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、DSL、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術は、媒体の定義に含まれる。本明細書で使用するディスク(disk)およびディスク(disc)は、コンパクトディスク(disc)(CD)、レーザーディスク(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(disc)(DVD)、フロッピー(登録商標)ディスク(disk)およびブルーレイ(登録商標)ディスク(disc)を含み、ディスク(disk)は、通常、データを磁気的に再生し、ディスク(disc)は、データをレーザーで光学的に再生する。上記の組合せもコンピュータ可読媒体の範囲内に含めるべきである。一例では、図4のタイミング機構191は、BT走査間隔の持続時間を変化させるための1組のプロセッサ実行可能なファームウェア命令である。タイミング機構ファームウェアの命令は、プロセッサ180によって読取り可能なプロセッサ可読媒体であるメモリ185に記憶される。その上、図4のDSP197は、DSP自体が、BT走査窓内で受け取られたRFエネルギーの量が所定のしきい値を超えているかどうかを判定し、BT復調信号226を受信し、WLANウェイクアップ信号220をアサートすべきかどうかを判定するように、1組のプロセッサ可読命令を実行する。DSP197によって実行される命令は、DSP197のプロセッサ可読媒体部に記憶される。

【0078】

いくつかの特定の实施形態について説明の目的で上述したが、本特許文書の教示は、一般的な適用可能性を有し、上述した特定の实施形態に限定されない。上述のフローチャート内の各ブロックをステップと呼んでいるが、語「ステップ」の使用は必ずしも任意の特定の順序を意図するものとは限らない。いくつかのステップは、同時にまたは連続的に実行される処置であってもよい。したがって、説明した特定の实施形態の様々な特徴の様々な変更、適合、および組合せは、以下に記載する特許請求の範囲の範囲から逸脱することなく実施できる。上述のピギーバック(piggy-back)エネルギー検出方法およびピギーバックエネルギー検出構造は、BTおよびWLANに関連するものであるが、開示された方法および構造は、汎用性を有し、各々がより大きい時間間隔で間欠的に送信を行う任意の

10

20

30

40

50

2つのワイヤレス技術を伴う使用形態に拡張される。

以下に、出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[C 1]

(a) Bluetooth (B T) 受信機無線周波数 (R F) フロントエンドをページ走査モードで使用して B T 走査窓のシーケンスを受信することと、

(b) 1つの前記 B T 走査窓の間前記 Bluetooth (B T) 受信機 R F フロントエンド上でワイヤレスローカルエリアネットワーク (W L A N) エネルギーを受け取ることと、

(c) エネルギー検出器を使用して、前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記 1つの前記 B T 走査窓の間前記 W L A N エネルギーを受け取っているときに前記 B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号を処理することと、

(d) 前記 (c) の処理の結果に少なくとも部分的に基づいてウェイクアップ信号をアサートすることとを備え、前記ウェイクアップ信号の前記アサートは、前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記 1つの前記 B T 走査窓の間に前記 W L A N エネルギーを受け取ったことを示す方法。

[C 2]

(a) における前記 B T 走査窓のシーケンスの各 B T 走査窓は、 B T 走査間隔のシーケンスの対応する B T 走査間隔の一部であり、前記 B T 走査間隔の各々は持続時間を有し、前記 B T 走査間隔の前記シーケンスの前記各 B T 走査間隔の前記持続時間は同一ではない、 C 1 に記載の方法。

[C 3]

(a) における前記 B T 走査窓のシーケンスの各 B T 走査窓は、 B T 走査間隔のシーケンスの対応する B T 走査間隔の一部であり、前記 B T 走査間隔の各々は持続時間を有し、前記 B T 走査間隔の前記シーケンスの前記各 B T 走査間隔の前記持続時間は様々である、 C 1 に記載の方法。

[C 4]

(b) において受信される前記 W L A N エネルギーの実質的にすべてが前記 1つの B T 走査窓の間に受け取られ、 (c) において処理される前記出力信号は、 (b) において受け取られる前記 W L A N エネルギーによるものであり、前記 1つの B T 走査窓の外側で受け取られる他の W L A N エネルギーによるものではない、 C 1 に記載の方法。

[C 5]

(e) 前記ウェイクアップ信号がアサートされたことに応答して、 W L A N 受信機 R F フロントエンドと W L A N ベースバンドプロセッサを含む W L A N 受信機の少なくとも一部に電源を投入することと、

(f) 前記 W L A N 受信機 R F フロントエンドおよび前記 W L A N ベースバンドプロセッサを使用して W L A N 信号を受信し復調することとをさらに備える、 C 1 に記載の方法。

[C 6]

(g) 前記 W L A N 受信機の少なくとも一部が (e) において電源を投入された後で前記エネルギー検出器を無効化することをさらに備える、 C 5 に記載の方法。

[C 7]

前記 B T 受信機 R F フロントエンドは、前記 B T 走査窓の直前には前記 B T 受信機 R F フロントエンドが Bluetooth 信号を受信できないように、前記 B T 走査窓の直前には低電力状態にある、 C 1 に記載の方法。

[C 8]

(e) B T ベースバンドプロセッサを使用して前記 Bluetooth 受信機 R F フロントエンドの前記出力信号を処理し、前記処理の結果として、 B T ベースバンドプロセッサが前記出力信号を首尾よく処理したかどうかを示す B T 検出信号を出力することと、

(f) B T ベースバンドプロセッサが前記出力信号を首尾よく復調した場合に、前記 B T 検出信号を使用して前記ウェイクアップ信号がアサートされるのを妨げることとをさら

10

20

30

40

50

に備える、C 1 に記載の方法。

[C 9]

前記 B T 受信機 R F フロントエンドは、20メガヘルツよりも実質的に小さい受信信号帯域幅を有する、C 1 に記載の方法。

[C 1 0]

(e) 前記 B T 受信機 R F フロントエンドを使用して前記 1 つの B T 走査窓の間 B T ページ走査を実行することをさらに備える、C 1 に記載の方法。

[C 1 1]

B T 走査窓の間前記 B T 受信機 R F フロントエンドを使用して W L A N エネルギーを検出するとともに B T ページ走査信号を受信することをさらに備える、C 1 に記載の方法。

[C 1 2]

(a) における前記ページ走査モードでの前記 B T 受信機 R F フロントエンドの前記使用は、擬似ランダム周波数ホッピングシーケンスに従って B T 走査窓から B T 走査窓へと変化する受信周波数を有するように前記 B T 受信機 R F フロントエンドを同調させることを含む、C 1 に記載の方法。

[C 1 3]

前記エネルギー検出器は第 1 の部分と第 2 の部分とを有し、前記第 1 の部分は、前記 1 つの B T 走査窓の間に前記 B T 受信機 R F フロントエンドによって受信された R F エネルギーの量を示す値を出力し、前記第 2 の部分は、前記第 1 の部分によって出力された値をしきい値と比較する、C 1 に記載の方法。

[C 1 4]

B l u e t o o t h (B T) 受信機をページ走査モードで使用して複数の B T 走査窓において走査を行うことを備え、各 B T 走査窓は対応する B T 走査間隔内に位置し、前記 B T 走査間隔は全体として B T 走査間隔のシーケンスであり、前記 B T 走査間隔のシーケンスの前記 B T 走査間隔は持続時間が様々である方法。

[C 1 5]

前記 B T 受信機は、B T 受信機 R F フロントエンドと B T ベースバンドプロセッサとを備え、前記方法は、

1 メガヘルツよりも実質的に大きくかつ 20 メガヘルツよりも実質的に小さい帯域幅内のエネルギーを検出するエネルギー検出器を使用して前記 B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号を処理することと、

前記 B T ベースバンドプロセッサを使用して前記出力信号を処理することとをさらに備える、C 1 4 に記載の方法。

[C 1 6]

ウェイクアップ信号を出力することをさらに備え、前記ウェイクアップ信号は、前記エネルギー検出器が、1 つの前記 B T 走査窓の間にある量のワイヤレスローカルエリアネットワーク (W L A N) を検出したことを示す、C 1 5 に記載の方法。

[C 1 7]

(a) 20 メガヘルツよりも実質的に小さい受信信号帯域幅を有する B l u e t o o t h (B T) 受信機無線周波数 (R F) フロントエンドを B T ページ走査モードで動作させることと、

(b) エネルギー検出器を使用して前記 B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号を処理し、前記処理の結果として、前記 B T 受信機 R F フロントエンドがある量の R F エネルギーを受け取ったかどうかを示す第 1 の信号を出力することと、

(c) B T ベースバンドプロセッサを使用して前記 B T 受信機 R F フロントエンドの前記出力を復調することを試み、前記復調の試みの結果として、前記 B T ベースバンドプロセッサが B T 信号を首尾よく復調できないかどうかを示す第 2 の信号を出力することと、

(d) 1) 前記第 1 の信号が、前記ある量の R F エネルギーを受け取られたことを示すことと、2) 前記第 2 の信号が、前記 B T ベースバンドプロセッサが B T 信号を首尾よく復調できないことの両方が生じた場合にウェイクアップ信号をアサートすることとを備え

10

20

30

40

50

る方法。

[C 1 8]

(b) において 1 0 個のエネルギー検出器を使用して前記出力信号を処理することは、
実質的に完全に単一の B T 走査窓内で行われ、(c) における前記 B T ベースバンドプロ
セッサの前記使用による前記出力信号を復調することの前記試みは、実質的に完全に単一
の B T 走査窓内で行われる、C 1 7 に記載の方法。

[C 1 9]

(a) において前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記 B T ページ走査モードで動作
させられるときに、前記 B T 受信機 R F フロントエンドの受信周波数が、B T 走査窓のシ
ーケンス内で B T 走査窓から B T 走査窓へと擬似ランダム周波数ホッピングシーケンスで
ホッピングするように同調され、前記エネルギー検出器は、(b) において前記 B T 走査
窓のシーケンスの前記 1 つの B T 走査窓の間使用される、C 1 7 に記載の方法。

10

[C 2 0]

1 つの B T 走査窓内にある量の W L A N エネルギーを受け入れる B l u e t o o t h (B T)
受信機無線周波数 (R F) フロントエンドと、
前記 B T 受信機 R F フロントエンドから出力信号を受信する B T ベースバンド処理回路
と、

前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記 1 つの B T 走査窓の間前記 W L A N エネルギ
ーを受け取っているときに前記出力信号を処理し、前記処理の結果に少なくとも部分的に
基づいて、前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記 1 つの B T 走査窓の間前記 W L A N
エネルギーを受け取ったことを示すウェイクアップ信号をアサートするエネルギー検出器
とを備える回路。

20

[C 2 1]

前記ある量の W L A N エネルギーの実質的にすべてが、前記 1 つの B T 走査窓の間前記
B T 受信機 R F フロントエンドによって受け取られる、C 2 0 に記載の回路。

[C 2 2]

前記エネルギー検出器によって処理される前記出力信号は、前記 B T 受信機 R F フロン
トエンドによって受け取られる前記ある量の W L A N エネルギーによるものであり、前記
1 つの B T 走査窓の外側で前記 B T 受信機 R F フロントエンドによって受け取られた他の
W L A N エネルギーによるものではない、C 2 0 に記載の回路。

30

[C 2 3]

前記 B T ベースバンド処理回路は、前記エネルギー検出器に B T 検出信号を供給し、前
記 B T 検出信号は、前記 B T ベースバンド処理回路が B T 信号を首尾よく復調したかどう
かを示す、C 2 0 に記載の回路。

[C 2 4]

前記 B T ベースバンド処理回路は、B T 走査間隔がいつ終了するかを判定するタイミン
グ機構を含み、各 B T 走査間隔の前記持続時間はすべてが同一とは限らない、C 2 0 に記
載の回路。

[C 2 5]

前記エネルギー検出器は、
フィルタと、
アナログデジタル変換器 (A D C) と、
デジタル信号プロセッサ (D S P) とを備え、信号経路は、前記 B l u e t o o t h 受
信機 R F フロントエンドのミキサから前記フィルタを通過し、前記 A D C を通過し、前記
D S P に至る、C 2 0 に記載の回路。

40

[C 2 6]

単一の B T 走査窓内にある量の W L A N エネルギーを受け入れる B l u e t o o t h (B T)
受信機無線周波数 (R F) フロントエンドと、
前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記単一の B T 走査窓の間 W L A N エネルギーを
受け取っているときに B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号を処理し、前記処理の結

50

果として、前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記単一の B T 走査窓の間前記ある量の W L A N エネルギーを受け取ったことを示すウェイクアップ信号をアサートするための手段と、

前記出力信号を受信し、前記 B T 受信機 R F フロントエンドが前記単一の B T 走査窓の間前記ある量の W L A N エネルギーを受け取ったときに前記出力信号の復調を試みる B T ベースバンド処理回路とを備える回路。

[C 2 8]

前記 B T ベースバンド処理回路は、前記処理手段に B T 検出信号を供給し、前記処理手段は、前記 B T 検出信号がアサートされた場合前記ウェイクアップ信号をアサートしない、C 2 6 に記載の回路。

[C 2 9]

前記 B T 受信機 R F フロントエンドは、前記単一の B T 走査窓の直前に実質的に電源を切断され、前記 B T 受信機 R F フロントエンドは受信周波数を有し、前記受信周波数は、前記 B T 走査窓全体にわたって実質的に一定であり、前記 B T 受信機 R F フロントエンドは、前記単一の走査窓の直後に実質的に電源を切断される、C 2 6 に記載の回路。

[C 3 0]

前記単一の走査窓は、B T 走査窓のシーケンス内の B T 走査窓であり、前記 B T 走査窓の各々は、対応する B T 走査間隔の一部であり、前記 B T 走査間隔は全体として B T 走査間隔のシーケンスであり、各 B T 走査間隔は持続時間を有し、前記 B T 走査間隔の前記シーケンスの前記各 B T 走査間隔の前記持続時間は様々である、C 2 6 に記載の回路。

[C 3 1]

前記手段は、フィルタと、アナログデジタル変換器 (A D C) と、デジタル信号プロセッサ (D S P) とを備え、信号経路が、前記 B T 受信機 R F フロントエンドから、前記フィルタを通過し、前記 A D C を通過し、前記 D S P に至る、C 2 6 に記載の回路。

[C 3 2]

1 組のプロセッサ実行可能な命令を記憶するプロセッサ可読媒体であって、前記 1 組のプロセッサ実行可能な命令の実行は、

B T 受信機 R F フロントエンドがある量の W L A N エネルギーを受け取っているときに前記 B T 受信機 R F フロントエンドの出力信号が処理され、前記処理に応答して、前記 B T 受信機 R F フロントエンドが 1 つの B T 走査窓の間前記ある量の W L A N エネルギーを受け取ったことを示すウェイクアップ信号がアサートされるように前記 B T 走査窓のシーケンス内に受け入れるように前記 B T 受信機 R F フロントエンドを制御するための実行であるプロセッサ可読媒体。

[C 3 3]

前記 B T 走査窓のシーケンスの各 B T 走査窓は、対応する B T 走査間隔内に位置し、前記 B T 走査間隔は全体として、B T 走査間隔のシーケンスであり、前記 B T 走査間隔の前記シーケンスの前記 B T 走査間隔の前記持続時間は様々である、C 3 2 に記載のプロセッサ可読媒体。

[C 3 4]

プロセッサによって前記 1 組の命令を実行すると、前記 B T 走査窓が生じる時間が求められる、C 3 3 に記載のプロセッサ可読媒体。

[C 3 5]

前記 1 組のプロセッサ実行可能な命令の実行は、

前記 B T 受信機 R F フロントエンドの前記出力信号に対する処理の一部を実行するための実行であり、前記一部の処理はデジタル信号処理である、C 3 3 に記載のプロセッサ可読媒体。

10

20

30

40

【図1】

図1

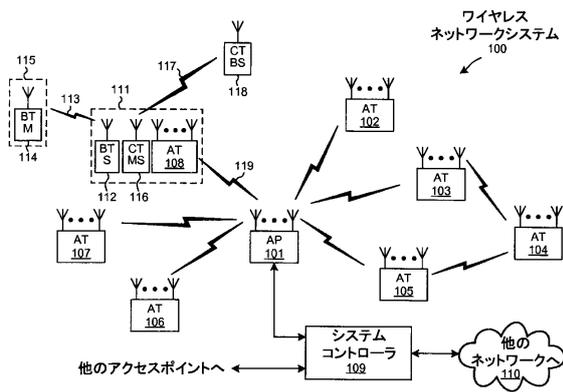


FIG. 1

【図2】

図2

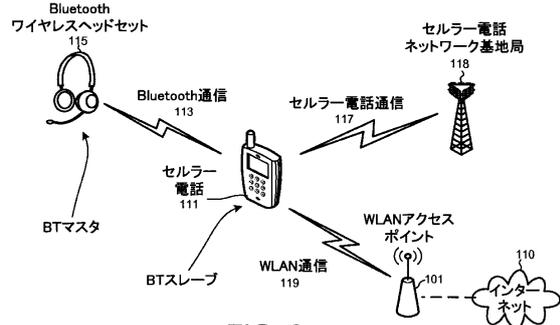
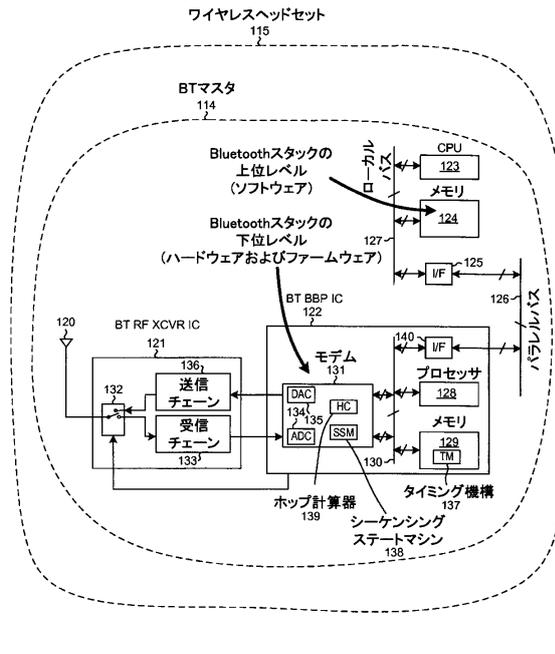


FIG. 2

【図3】

図3

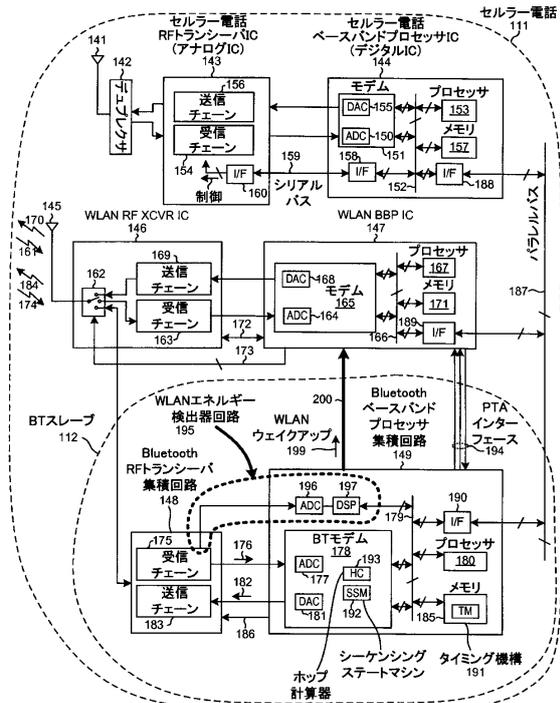


ワイヤレスヘッドセット内のBTマスタ

FIG. 3

【図4】

図4



セルラー電話内のBTスレーブ

FIG. 4

【図5】

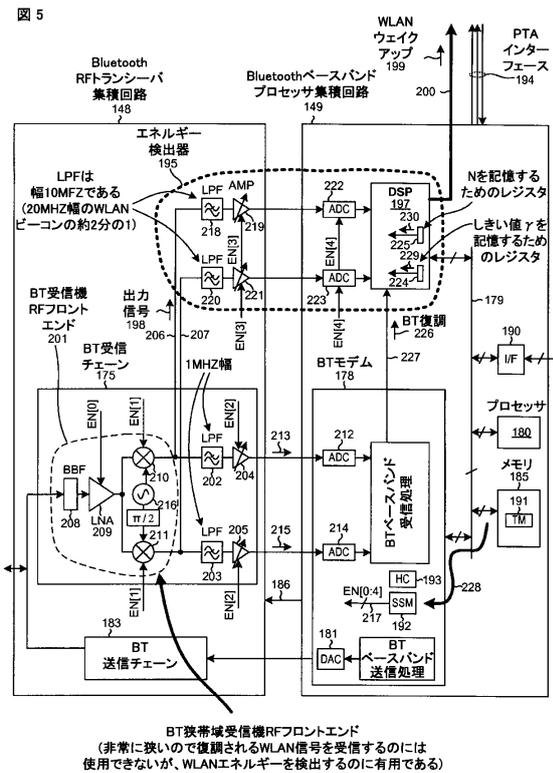


FIG. 5

【図6】

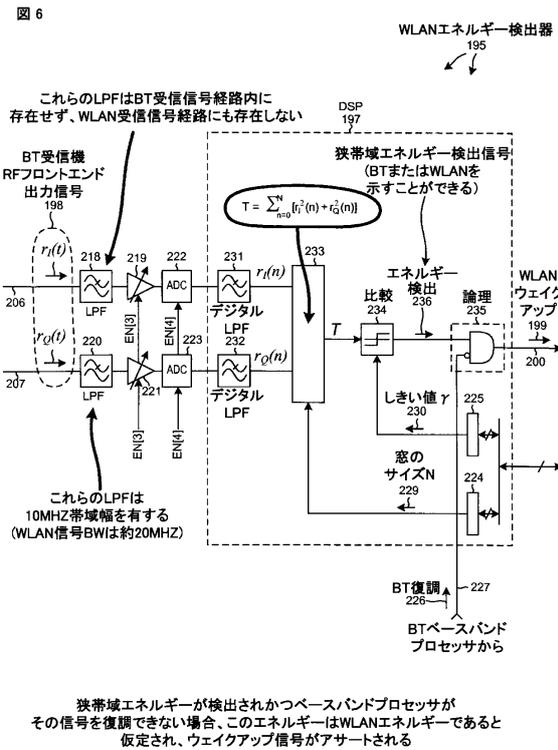


FIG. 6

狭帯域エネルギーが検出されかつベースバンドプロセッサがその信号を復調できない場合、このエネルギーはWLANエネルギーであると仮定され、ウェイクアップ信号がアサートされる

【図7】

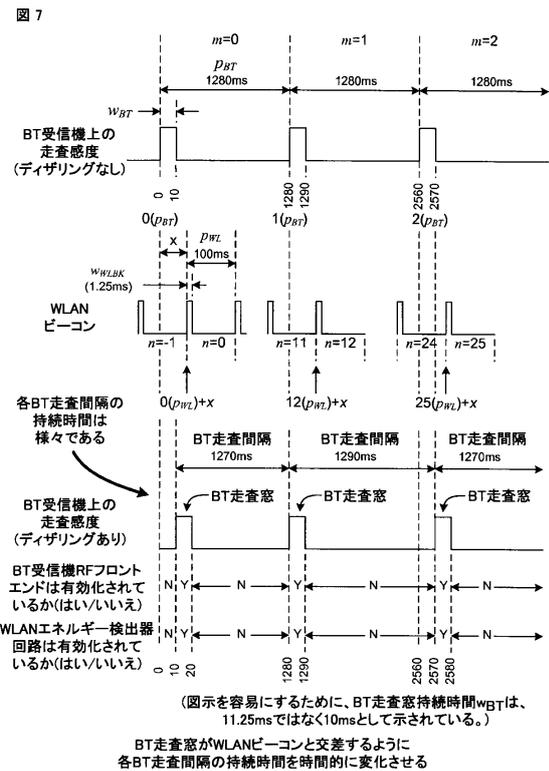


FIG. 7

【図8】

図8

m	走査期間の開始時間	走査期間の終了時間	n BT走査と交差するWLANビーコンの数	x 交差が生じるオフセット値の範囲
0	0	10	0	[0, 10]
1	1280	1290	12	[80, 90]
2	2560	2570	25	[60, 70]
3	3840	3850	38	[40, 50]
4	5120	5130	51	[20, 30]
5	6400	6410	64	[0, 10]
6	7680	7690	76	[80, 90]
7	8960	8970	89	[60, 70]
8	10240	10250	102	[40, 50]
9	11520	11530	115	[20, 30]
10	12800	12810	128	[0, 10]
11	14080	14090	140	[80, 90]
12	15360	15370	153	[60, 70]
13	16640	16650	166	[40, 50]
14	17920	17930	179	[20, 30]
15	19200	19210	192	[0, 10]
16	20480	20490	204	[80, 90]
17	21760	21770	217	[60, 70]
18	23040	23050	230	[40, 50]

m = BT間隔指数
 n = WLAN間隔指数
 x = タイミングオフセット
 P_{BT} = BTページ走査周期 (1280ms)
 P_{WL} = WLANビーコン周期 (100ms)
 w_{BT} = BT走査持続時間 (11.25msであるが有用な部分は10msである。)
 w_{WL} = WLANビーコン持続時間 (1.25ms)

この表は、WLANビーコンがBTページ走査窓に入らない x の値がどのように生じるかを示している

FIG. 8

【図9】

図9

m	走査期間の開始時間	走査期間の終了時間	n BT走査と交差するWLANビーコンの数	x 交差が生じるオフセット値の範囲
0	10	20	0	[10,20]
1	1280	1290	12	[80,90]
2	2570	2580	25	[70,80]
3	3840	3850	38	[40,50]
4	5130	5140	51	[30,40]
5	6400	6410	64	[0,10]
6	7690	7700	76	[90,100]
7	8960	8970	89	[60,70]
8	10250	10260	102	[50,60]
9	11520	11530	115	[20,30]
10	12810	12820	128	[10,20]
11	14080	14090	140	[80,90]
12	15370	15380	153	[70,80]
13	16640	16650	166	[40,50]
14	19930	17940	179	[30,40]
15	19200	19210	192	[0,10]
16	20490	20500	204	[90,100]
17	21760	21770	217	[60,70]
18	23050	23060	230	[50,60]

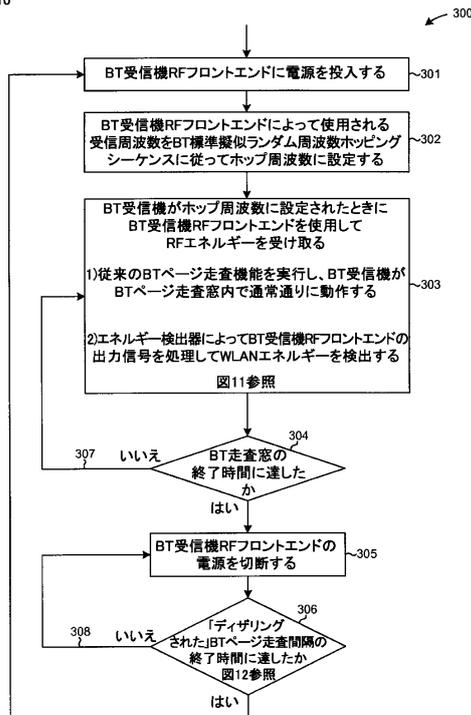
m = BT間隔指数
 n = WLAN間隔指数
 x = タイミングオフセット
 P_{BT} = BTページ走査周期(1280ms)
 P_{WL} = WLANビーコン周期(100ms)
 W_{BT} = BT走査持続時間(1.125msであるが有用な部分は10msである。)
 W_{WLK} = WLANビーコン持続時間(1.25ms)

この表は、BT間隔をディザリングすることによって、xの値とは無関係にWLANビーコンをBT走査窓に入れるにはどうすればよいかを示している

FIG. 9

【図10】

図10

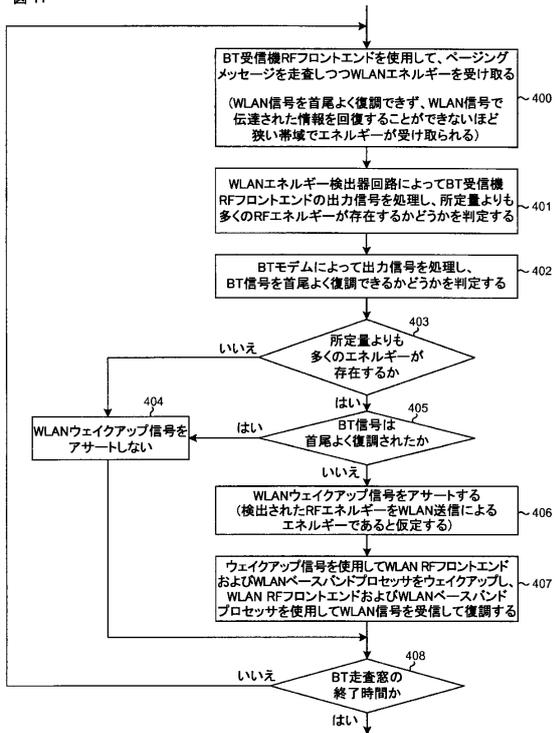


BTスリープ内の動作 (セルラー電話)

FIG. 10

【図11】

図11

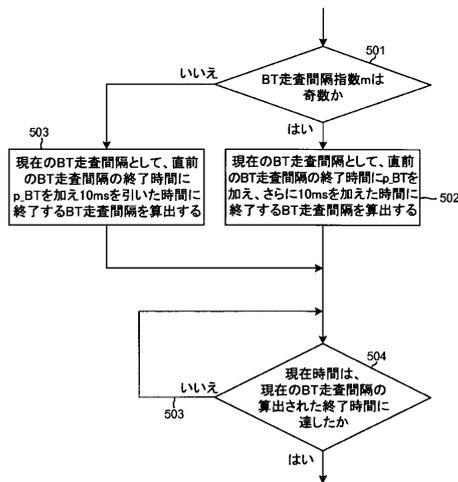


1つのページ走査窓における動作

FIG. 11

【図12】

図12



「ディザリングされた」BTページ走査間隔の終了時間を求める

FIG. 12

【図 13】

図 13

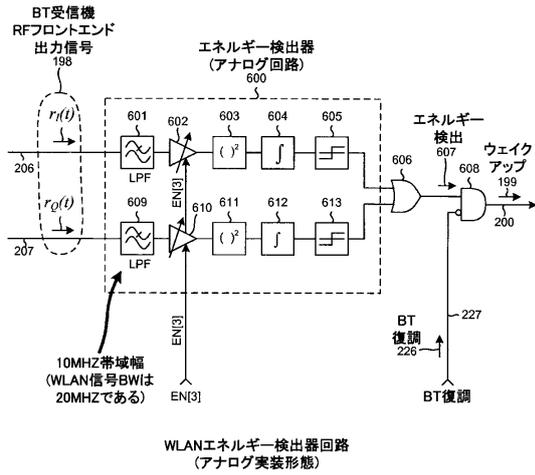
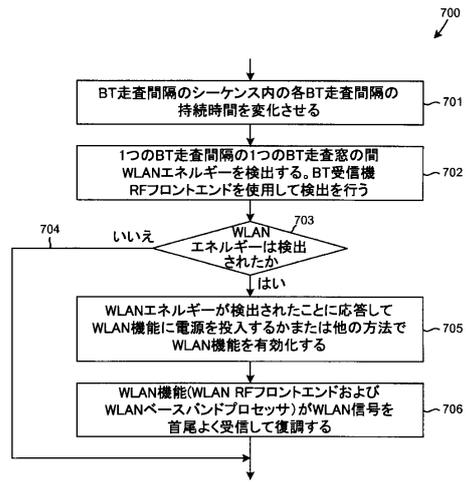


FIG. 13

【図 14】

図 14



BT間隔を変化させる方法

FIG. 14

フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 へ、ジャンチャン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7
7 5
- (72)発明者 バイ、カイ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7
7 5
- (72)発明者 フォン、ジーン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7
7 5

審査官 石原 由晴

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0181155 (US, A1)
米国特許出願公開第2006/0128308 (US, A1)
国際公開第2009/111178 (WO, A1)
特表2011-519494 (JP, A)
国際公開第2010/045360 (WO, A2)
特表2012-506214 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00