

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/003937 A1

(51) 国際特許分類:
H04W 52/02 (2009.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/022332

(22) 国際出願日: 2019年6月5日(05.06.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2018-122325 2018年6月27日(27.06.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 藤野 洋輔(FUJINO Yosuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 照日 繁(TERUHI Shigeru); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 赤羽 和徳(AKABANE Kazunori); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

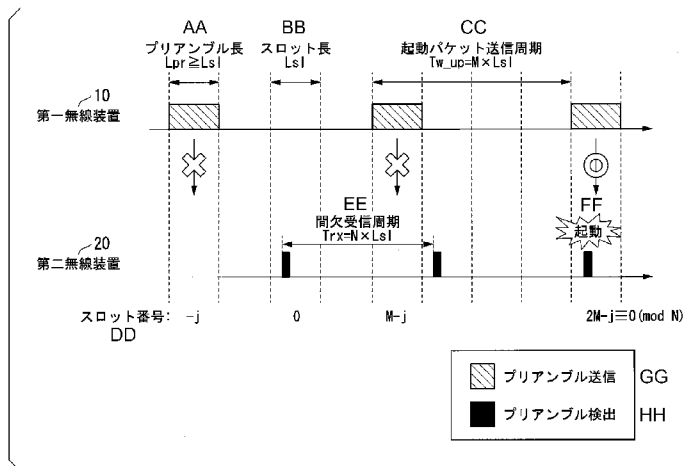
(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, FIRST WIRELESS DEVICE, SECOND WIRELESS DEVICE, AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 無線通信システム、第一無線装置、第二無線装置及び無線通信方法

[図5]



10... FIRST WIRELESS DEVICE
20... SECOND WIRELESS DEVICE
AA... PREAMBLE LENGTH
BB... SLOT LENGTH
CC... ACTIVATION PACKET TRANSMISSION CYCLE
DD... SLOT NUMBER
EE... INTERMITTENT RECEPTION CYCLE
FF... ACTIVATED
GG... PREAMBLE TRANSMISSION
HH... PREAMBLE DETECTION

(57) Abstract: The present invention further reduces power consumption in a wireless communication device that operates intermittently. [Solution] A wireless communication system in which a first wireless device and a second wireless device communicate intermittently by wireless, wherein: the first wireless device transmits an activation signal for activating the second wireless device repeatedly on a first cycle until a response signal is received from the second wireless device; the second wireless device executes a detection process of detecting the activation signal repeatedly on a second cycle longer than the first cycle, receives the activation signal when a portion of the activation signal is detected in the detection process, and transmits a response signal to the first wireless device when the activation signal is addressed to the local device; the first wireless device transmits data to the second wireless device when the response signal is received; and the

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

second wireless device receives the data from the first wireless device after having transmitted the response signal.

(57) 要約: 間欠動作する無線通信装置において消費電力をより低下させること。【解決手段】第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムであって、前記第一無線装置が、前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信し、前記第二無線装置が、前記第一周期よりも長い第二周期で前記起動信号の検出処理を繰り返し実行し、前記検出処理において前記起動信号の一部が検出された場合には前記起動信号を受信し、前記起動信号が自装置宛てである場合には応答信号を前記第一無線装置に送信し、前記第一無線装置が、前記応答信号を受信された場合には前記第二無線装置に対してデータを送信し、前記第二無線装置が、前記応答信号を送信した後に前記第一無線装置から前記データを受信する。

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、第一無線装置、第二無線装置及び無線通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、間欠動作により無線通信を行う技術に関する。

背景技術

[0002] I o T (Internet of Things) の進展に伴い、様々な場所に無線通信機能を有したセンサー等の機器が配置され、情報の収集が実現されている。電源が確保されない場所にも、情報収集のために機器は設置される。このような機器には、年単位での長期間にわたって電池での駆動が要求される。そのため、省電力での動作が必要となる。

[0003] 従来から、間欠的に通信を行い、必要なとき以外は可能な限りスリープすることによって省電力が実現されている。特に、不定期に送信されるデータを待ち受ける必要のある場合には、送信データの有無を間欠的な動作で判定する省電力技術が必要となる。この省電力技術では、間欠的な判定動作の周期を長くし、かつ 1 回あたりの判定動作の時間を短くすることで、より高い省電力効果が得られる。

[0004] このような高い省電力効果を得るための技術として、非特許文献 1 に示されるようなプリアンブルサンプリングが提案されている。図 8 は、非特許文献 1 に示される第一無線装置 80 と第二無線装置 90 との間で行われる無線通信の動作例を示したタイムチャートである。図 8 において、第一無線装置 80 はデータを送信し、第二無線装置 90 はデータを受信する。この技術では、第二無線装置 90 は、所定の周期（プリアンブル検出周期）で間欠的にプリアンブル検出を行うことによって、第一無線装置 80 から送信されるプリアンブルを待ち受ける。第一無線装置 80 は、データ送信の直前に、第二無線装置 90 のプリアンブル検出周期よりも長い時間プリアンブルを送信する。このようなプリアンブルの送信によって、第一無線装置 80 は、間欠動

作する第二無線装置 90 との間で確実なデータ通信を行う。

[0005] なお、プリアンプル検出は、電界強度測定などとは異なり、特定パターンの検出である。そのため、雑音が存在する環境や信号が雑音に埋もれるような環境においても精度良く検出できるというメリットがある。このようなメリットによって、劣悪な環境で運用されることが多い LPWA (Low Power Wide Area) の省電力無線通信システムへの適用も可能である。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1: Amre El-Hoiydi, “Aloha with Preamble Sampling for Sporadic Traffic in Ad Hoc Wireless Sensor Networks”, Proc. of IEEE ICC 2002, p. 3418-3423

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、無線装置の実装上の制約や電波法規により、一般的に 1 回で送信できる無線パケットの長さには制限がある。非特許文献 1 に開示された技術では、プリアンプル検出周期よりも長い時間プリアンプルを送信する必要があった。これらの制約によって、プリアンプル検出周期を長くすることが困難となり、その結果消費電力を低下させることが困難となっていた。

[0008] 上記事情に鑑み、本発明は、間欠動作する無線通信装置において消費電力をより低下させることが可能な技術を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様は、第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムであって、前記第一無線装置は、前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信し、前記応答信号が受信された場合には前記第二無線装置に対してデータを送信し、前記第二無線装置は、前記第一周期よりも長い第二周期で前記起動信号の検出処理を繰り返し実行し、前記検出処理にお

いて前記起動信号の一部が検出された場合には前記起動信号を受信し、前記起動信号が自装置宛てである場合には応答信号を前記第一無線装置に送信し、その後に前記第一無線装置から前記データを受信する、無線通信システムである。

[0010] 本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記第二周期を T_{rx} 、互いに素な2つの整数をM及びNとおいた場合に、前記第一無線装置は、前記起動信号に T_{rx} の $1/N$ 以上の長さのプリアンプルを付加し、前記第一周期は T_{rx} の M/N 倍の値である。

[0011] 本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記第一無線装置は、前記起動信号の送信の後に所定の時間にわたって応答信号を待ち受ける。

[0012] 本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記第一無線装置は、前記起動信号を複数回送信した後に所定の時間にわたって応答信号を待ち受ける。

[0013] 本発明の一態様は、上記の無線通信システムであって、前記第二無線装置は、前記応答信号を送信する際に、前記第一無線装置が応答信号を待ち受ける所定の時間内でランダムなタイミングで送信する。

[0014] 本発明の一態様は、第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムにおける第一無線装置であって、前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信し、前記応答信号が受信された場合には前記第二無線装置に対してデータを送信する通信制御部、を備える第一無線装置である。

[0015] 本発明の一態様は、第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムにおける第二無線装置であって、前記第一無線装置は、前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信し、前記応答信号が受信された場合には前記第二無線装置に対してデータを送信し、前記第一周期よりも長い第二周期で前記起動信号の検出処理を繰り返し実行し、前記検出処理にお

いて前記起動信号の一部が検出された場合には前記起動信号を受信し、前記起動信号が自装置宛てである場合には応答信号を前記第一無線装置に送信し、その後に前記第一無線装置から前記データを受信する通信制御部、を備える第二無線装置である。

[0016] 本発明の一態様は、第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムが行う無線通信方法であって、前記第一無線装置が、前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信するステップと、前記第二無線装置が、前記第一周期よりも長い第二周期で前記起動信号の検出処理を繰り返し実行し、前記検出処理において前記起動信号の一部が検出された場合には前記起動信号を受信し、前記起動信号が自装置宛てである場合には応答信号を前記第一無線装置に送信するステップと、前記第一無線装置が、前記応答信号を受信された場合には前記第二無線装置に対してデータを送信するステップと、前記第二無線装置が、前記応答信号を送信した後に前記第一無線装置から前記データを受信するステップと、を有する無線通信方法である。

発明の効果

[0017] 本発明により、間欠動作する無線通信装置において消費電力をより低下させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]無線通信システムのシステム構成例を示す図である。

[図2]第一無線装置10の機能構成を示す概略ブロック図である。

[図3]第二無線装置20の機能構成を示す概略ブロック図である。

[図4]第1実施形態における第一無線装置10と第二無線装置20との間で行われる無線通信の具体例を示す図である。

[図5]起動に関する動作のみを抽出したタイムチャートである。

[図6]第2実施形態における第一無線装置10と複数の第二無線装置20との間で行われる無線通信の具体例を示す図である。

[図7]第3実施形態における第一無線装置10と複数の第二無線装置20との

間で行われる無線通信の具体例を示す図である。

[図8]非特許文献1に示される第一無線装置80と第二無線装置90との間で行われる無線通信の動作例を示したタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態について説明する。

図1は、無線通信システムのシステム構成例を示す図である。無線通信システム100は、第一無線装置10と、複数台の第二無線装置20（20-1～20-L）と、を備える。第一無線装置10及び第二無線装置20は間欠的に無線通信を行う。無線通信の動作の詳細については後述する。

[0020] 図2は、第一無線装置10の機能構成を示す概略ブロック図である。第一無線装置10は、無線通信部11、記憶部12及び通信制御部13を備える。無線通信部11、記憶部12及び通信制御部13はバスで接続される。

[0021] 無線通信部11は、所定の無線通信方式で電波を送信及び受信することによって第二無線装置20との間で無線通信を行う。無線通信部11は、通信制御部13によって制御される。

[0022] 記憶部12は、磁気記憶装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。記憶部12は、第一無線装置10の動作を示す情報を記憶してもよい。例えば、記憶部12は、無線通信部11が送信する起動信号を示す情報を記憶してもよい。起動信号を示す情報の具体例として、起動信号に含まれるデータを示す情報がある。起動信号を示す情報のより具体的な例として、プリアンプルの信号パターンを示す情報がある。記憶部12は、起動信号を送信するタイミングを示す起動タイミング情報を記憶してもよい。起動タイミング情報の具体例として、起動信号が送信される際の周期を示す情報がある。

[0023] 通信制御部13は、無線通信部11の動作を制御する。通信制御部13は、予め定められたタイミングで起動信号を送信するように無線通信部11を制御する。起動信号の信号パターンや起動信号の送信タイミングを示す情報は、記憶部12に記憶されてもよいし、予め通信制御部13において定義さ

れてもよい。起動信号には、所定のパターンの信号であるプリアンブルが含まれる。プリアンブルは、所定のパターンが所定の期間（プリアンブル長）にわたって送信し続けられるように生成される。通信制御部13は、生成したプリアンブルを起動信号に付加する。

[0024] 通信制御部13の機能の全て又は一部は、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）やPLD（Programmable Logic Device）やFPGA（Field Programmable Gate Array）等のハードウェアを用いて実現されてもよい。通信制御部13は、CPU（Central Processing Unit）等のプロセッサを用いて構成される。通信制御部13は、プロセッサが記憶部12に記憶されている制御プログラムを読み出して実行することによって機能してもよい。制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。制御プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

[0025] 図3は、第二無線装置20の機能構成を示す概略ブロック図である。第二無線装置20は、無線通信部21、記憶部22及び通信制御部23を備える。無線通信部21、記憶部22及び通信制御部23はバスで接続される。

[0026] 無線通信部21は、所定の無線通信方式で電波を送信及び受信することによって第一無線装置10との間で無線通信を行う。無線通信部21は、通信制御部23によって制御されることによって、予め定められたタイミング（間欠周期）で起動信号の受信を待機する。

[0027] 記憶部22は、磁気記憶装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。記憶部22は、第二無線装置20の動作を示す情報を記憶する。例えば、記憶部22は、無線通信部21が起動信号の受信を待機する間欠周期の長さを示す情報を記憶する。

[0028] 通信制御部23は、無線通信部21の動作を制御する。通信制御部23は、予め定められたタイミングで起動信号を待機する。通信制御部23が起動

信号の受信を待機する間欠周期の長さを示す情報は、記憶部 22 に記憶されてもよいし、予め通信制御部 23 において定義されてもよい。通信制御部 23 は、起動信号が受信されると、応答信号を第一無線装置 10 に送信する。

[0029] 通信制御部 23 の機能の全て又は一部は、ASIC や PLD や FPGA 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。通信制御部 23 は、CPU 等のプロセッサを用いて構成される。通信制御部 23 は、プロセッサが記憶部 22 に記憶されている制御プログラムを読み出して実行することによって機能してもよい。制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。制御プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

[0030] 次に、無線通信システム 100 の動作の具体例について第 1 実施形態～第 3 実施形態の 3 つのパターンを説明する。

[0031] (第 1 実施形態)

図 4 は、第 1 実施形態における第一無線装置 10 と第二無線装置 20 との間で行われる無線通信の具体例を示す図である。第 1 実施形態では、第一無線装置 10 が、間欠動作する第二無線装置 20 を起動させ、その後に第二無線装置 20 に対してデータを送信する。

以下、図 4 を用いて第 1 実施形態における無線通信の処理の流れについて説明する。なお、以下の説明において、以下のように各値を定義する。

[0032] ・ L_{pr} : プリアンブル長 (時間)
・ L_{sl} : 単位スロット長 (時間)
・ T_{w_up} : 起動信号の送信周期 (時間 : 第一周期)
・ T_{rx} : 間欠周期 (時間 : 第二周期)
・ M, N : 互いに素な整数
・ L : 第二無線装置 20 の台数
・ j : オフセット

また、以下の説明では、起動信号の具体例として起動パケットが用いられ、応答信号の具体例として応答パケットが用いられる。

[0033] まず、第一無線装置 10 の通信制御部 13 が、長さ L_{pr} のプリアンブルが付加された起動パケットを生成する。プリアンブルの長さ L_{pr} は、単位スロット長 L_{sl} 以上の長さである。プリアンブルの長さ L_{pr} は、例えば T_{rx} の $1/N$ 倍以上の長さである。通信制御部 13 は、生成された起動パケットを、起動信号の送信周期 T_{w_up} で送信する。 T_{w_up} の長さは、 $M \times L_{sl}$ である。言い換えれば、 T_{w_up} の長さは、 T_{rx} の M/N 倍の長さである。通信制御部 13 は、起動パケットを送信すると、その後に所定の時間にわたって応答パケットを待ち受ける。応答パケットは、起動パケットを受信して起動した第二無線装置 20 によって送信されるパケットである。通信制御部 13 は、応答パケットを待ち受けている間に応答パケットが受信されない場合は、起動信号の送信周期 T_{w_up} にしたがって繰り返し起動パケットを送信する。なお、第一無線装置 10 が応答パケットを待ち受けるタイミングを示す情報は、その情報が起動パケットに含められることによって第二無線装置 20 に通知されてもよい。第一無線装置 10 が応答パケットを待ち受けるタイミングを示す情報は、予め第二無線装置 20 において記憶や設定がなされていてもよい。

[0034] 第二無線装置 20 の通信制御部 23 は、間欠周期 T_{rx} でプリアンブル検出処理を実行する。 T_{rx} の長さは、 $N \times L_{sl}$ である。プリアンブル検出処理のタイミングでプリアンブルが第一無線装置 10 から送信されていると、通信制御部 23 はプリアンブルを検出する。プリアンブルが検出されると、通信制御部 23 は第二無線装置 20 を起動し、所定のタイミングまで受信処理を継続する。所定のタイミングは、例えば起動パケットの受信が完了するまでのタイミングであってもよいし、予め定められた時間の間であってもよい。

[0035] その後、第二無線装置 20 の通信制御部 23 は、受信された起動パケットが自装置宛であるか否かを判定する。起動パケットがブロードキャスト送信

されたものであった場合も、通信制御部 23 は起動パケットが自装置宛てであると判定してもよい。受信された起動パケットが自装置宛てであった場合、通信制御部 23 は、第一無線装置 10 に対して応答パケットを送信する。

[0036] 第一無線装置 10 の通信制御部 13 は、応答パケットを受信すると、第二無線装置 20 に対してデータパケットを送信する。このとき、通信制御部 13 は、応答パケットを受信した後に一時的に起動パケットの送信を中止してもよい。なお、起動パケットに含まれる情報は、プリアンブルが含まれること以外は任意である。ただし、起動パケットには、宛先を示す情報が含まれることが望ましい。この宛先を示す情報に基づいて、第二無線装置 20 の通信制御部 23 は起動パケットが自装置宛てであるか否か判定してもよい。

[0037] 以上のように動作することによって、第 1 実施形態の無線通信システム 100 では、間欠周期である T_{rx} の長さを、プリアンブルが送信され続ける時間（プリアンブル長）である L_{pr} よりも長くすることができる。そのため、より長い時間にわたって第二無線装置 20 のスリープ時間を確保することができる。したがって、間欠動作する無線通信装置において消費電力をより低下させることが可能となる。

[0038] 上述したように、無線通信システム 100 では、第一無線装置 10 は、応答パケットが受信されるまで起動パケット（起動信号）を繰り返し送信する。このように動作することによって、間欠動作する第二無線装置 20 を確実にかつ効率的に起動できる。以下、このような動作の原理について説明する。

[0039] 図 5 は、起動に関する動作のみを抽出したタイムチャートである。起動に関する動作とは、具体的にはプリアンブル送信とプリアンブル検出である。なお、起動パケットに付加されるプリアンブルの長さ L_{pr} は、 L_{sl} 以上の任意の長さを利用可能であるが、以下の説明では便宜的に $L_{pr} = L_{sl}$ と定義し、時間を長さ L_{sl} のスロット単位で区切る。第二無線装置 20 が最初にプリアンブル検出を行うタイミングが含まれるスロットのスロット番号を“0”と定義する。オフセット j は、第一無線装置 10 が 1 回目の起動パケットのプリアンブルを送信したスロットと、スロット番号“0”との間

のロット数（オフセット）を表す。そのため、第一無線装置 10 が 1 回目の起動パケットのプリアンプルを送信したロットのロット番号は “- j” と定義される。

[0040] 第一無線装置 10 がプリアンプルを送信しているロットと、第二無線装置 20 がプリアンプルを検出しているロットとのタイミングが一致した場合に、第二無線装置 20 は起動する。そのため、以下の式を満たす n 回目の起動パケットの送信で、第二無線装置 20 が起動する。

[0041] [数1]

$$(n-1)*M-j \equiv 0 \pmod{N} \quad \dots (1)$$

[0042] 例えば、図 5 の例では、 $M=4$ 、 $N=3$ 、 $j=2$ である。そのため、3 回目の起動パケットの送信で第二無線装置 20 が起動する。 M 及び N は互いに素な任意の整数であり、第一無線装置 10 と第二無線装置 20 とは互いに独立に動作している。そのため、 j も $0 \sim M-1$ の間の任意の値を取り得る。以下では、任意の M 、 N 、 j において、式 (1) を満たす n が存在することを説明する。

[0043] 完全剰余系の基本定理により、 M と N とを互いに素な整数としたとき、 $\{0, N, 2N, 3N, \dots, (M-1) \times N\}$ を M で割った余りは $0 \sim M-1$ の全て異なる値を取ることが知られている。また、剰余の性質より、同様に $\{-j, N-j, 2N-j, 3N-j, \dots, (M-1) \times N-j\}$ を M で割った余りも $0 \sim M-1$ の全て異なる値を取る。これは $(n-1) \times M-j$ に必ず N で割り切れる数が存在する事を意味し、式 (1) を満たす N 以下の n は必ず存在する。そのため、いかなる状況においても確実に起動することができる。

[0044] 以上説明したように、本実施形態の無線通信システム 100 では、より短いプリアンプル長の起動信号を用いて、互いに素の整数の関係を有する M 及び N に基づいて定められる周期で送信及びプリアンプル検出を行うことで、無線装置の実装上の制約や電波法規で制限される最長の送信時間よりも長い

周期で間欠受信周期を設定することができる。このような設定において、第二無線装置20を確実にかつ低消費電力の処理で起動させ、無線通信を行うことが可能となる。

[0045] また、以下に説明するように、同じ間欠受信周期で動作する従来技術と比較した場合、起動に要する消費電力の削減と、自装置宛ではない起動パケットで誤起動した場合の消費電力のペナルティの削減とが実現される。

[0046] まず、起動に要する消費電力の削減効果について説明する。本実施形態では、起動パケットの送信回数は平均で $(1 + N) / 2$ 回であり、送信されるプリアンプルの長さの合計は $L_{s1} \times (1 + N) / 2$ となる。そのため、 N が十分に大きい場合は、概ね間欠受信周期の半分となる。常に間欠受信周期以上の長さのプリアンプル送信が必要であった従来技術と比較すると、本実施形態ではプリアンプルの送信に要する電力を概ね $1 / 2$ に削減できることが分かる。

[0047] 次に、誤起動時の消費電力のペナルティの削減効果について説明する。本実施形態では、自装置宛ではない起動パケットで誤起動してしまうのは、本来の宛先である第二無線装置20が起動するよりも早く起動してしまう場合である。その確率は、概ね $1 / 2$ である。また、誤起動してしまった場合も、従来技術の $1 / N$ である1回分のプリアンプルを受信するだけで済む。そのため、常に、誤起動の可能性がある、かつ、長いプリアンプル信号を全て受信する必要があった従来技術と比較すると、誤起動時の消費電力のペナルティを概ね $1 / 2 N$ に低減できることが分かる。

[0048] (第2実施形態)

図6は、第2実施形態における第一無線装置10と複数の第二無線装置20との間で行われる無線通信の具体例を示す図である。第2実施形態では、第一無線装置10が、間欠動作する複数の第二無線装置20 ($20-1 \sim 20-L$) の少なくとも1台を起動させ、その中のいずれかの第二無線装置20に対してデータを送信する。

[0049] まず、第一無線装置10の通信制御部13は、 L_{s1} 以上の長さのプリア

ンブルを付加した起動パケットを、 $M \times L \times I$ の周期で送信する。通信制御部13は、起動パケットを送信すると、その後に所定の時間にわたって応答パケットを待ち受ける。通信制御部13は、応答パケットを待ち受けている間に応答パケットが受信されない場合は、起動信号の送信周期にしたがって繰り返し起動パケットを送信する。なお、第一無線装置10が応答パケットを待ち受けるタイミングを示す情報は、その情報が起動パケットに含められることによって第二無線装置20に通知されてもよい。第一無線装置10が応答パケットを待ち受けるタイミングを示す情報は、予め第二無線装置20において記憶や設定がなされていてもよい。

[0050] 各第二無線装置20の通信制御部23は、それぞれ $N \times L \times I$ の周期で間欠的にプリアンブル検出処理を実行する。プリアンブル検出処理のタイミングでプリアンブルが第一無線装置10から送信されていると、通信制御部23はプリアンブルを検出する。プリアンブルが検出されると、通信制御部23は第二無線装置20を起動し、所定のタイミングまで受信処理を継続する。所定のタイミングは、例えば起動パケットの受信が完了するまでのタイミングであってもよいし、予め定められた時間の間であってもよい。

[0051] その後、各第二無線装置20の通信制御部23は、受信された起動パケットが自装置宛であるか否かを判定する。受信された起動パケットが自装置宛であった場合、通信制御部23は、第一無線装置10に対して応答パケットを送信する。このとき、通信制御部23は、第一無線装置10の待ち受け時間内でランダムなタイミングで応答パケットを送信する。例えば、通信制御部23は、第一無線装置10の待ち受け時間内で、ランダムに時間を遅延させて応答パケットを送信してもよい。

[0052] 第一無線装置10の通信制御部13は、応答パケットを受信すると、複数の第二無線装置20のうちいずれかの装置に対してデータパケットを送信する。このとき、通信制御部13は、応答パケットを受信した後に一時的に起動パケットの送信を中止してもよい。

[0053] 図6に示される具体例では、起動パケットがブロードキャストアドレスに

対して送信され、2回目の起動パケット送信で第二無線装置20-1及び第二無線装置20-2が起動する。第二無線装置20-1及び第二無線装置20-2は、それぞれ応答パケットを送信する。その後、第一無線装置10は、第二無線装置20-1宛にデータパケットを送信している。

[0054] 応答パケットの返信タイミングをランダムに決定させることで、複数の第二無線装置20が同一の起動パケットで起動してしまった場合においても応答パケットの輻輳を回避できる。これにより、第一無線装置10は、複数の第二無線装置20が存在する環境下でも、より確実にデータパケットを送信することが可能となる。

[0055] また、応答パケットの返送において輻輳（コリジョン）が生じた場合には、バックオフ値をランダムに決定するように構成されてもよい。このように構成されることによって、万が一輻輳が生じた場合であっても、その後の再送において再び輻輳が生じてしまう可能性を低減することが可能となる。

[0056] （第3実施形態）

図7は、第3実施形態における第一無線装置10と複数の第二無線装置20との間で行われる無線通信の具体例を示す図である。第3実施形態では、第一無線装置10が、間欠動作する複数の第二無線装置20（20-1～20-L）の全てを起動させ、その中のいずれかの第二無線装置20に対してデータを送信する。

[0057] まず、第一無線装置10の通信制御部13は、 $L \times S$ 以上の長さのプリアンブルを付加した起動パケットを、 $M \times L \times S$ の周期でN回送信する。通信制御部13は、起動パケットを送信すると、その後に所定の時間にわたって応答パケットを待ち受ける。通信制御部13は、応答パケットを待ち受けている間に応答パケットが受信されない場合は、起動信号の送信周期にしたがって繰り返し起動パケットを送信する。なお、第一無線装置10が応答パケットを待ち受けるタイミングを示す情報は、その情報が起動パケットに含まれることによって第二無線装置20に通知されてもよい。第一無線装置10が応答パケットを待ち受けるタイミングを示す情報は、予め第二無線装置

20において記憶や設定がなされていてもよい。

[0058] 各第二無線装置20の通信制御部23は、それぞれ $N \times L_s$ の周期で間欠的にプリアンプル検出処理を実行する。プリアンプル検出処理のタイミングでプリアンプルが第一無線装置10から送信されていると、通信制御部23はプリアンプルを検出する。プリアンプルが検出されると、通信制御部23は第二無線装置20を起動し、所定のタイミングまで受信処理を継続する。所定のタイミングは、例えば起動パケットの受信が完了するまでのタイミングであってもよいし、予め定められた時間の間であってもよい。

[0059] その後、各第二無線装置20の通信制御部23は、受信された起動パケットが自装置宛であるか否かを判定する。受信された起動パケットが自装置宛であった場合、通信制御部23は、第一無線装置10の待ち受け時間内でランダムなタイミングで応答パケットを送信する。例えば、通信制御部23は、第一無線装置10の待ち受け時間内で、ランダムに時間を遅延させて応答パケットを送信してもよい。

[0060] 応答パケットを受信した第一無線装置10の通信制御部13は、複数の第二無線装置20（20-1～20-L）のいずれかに対してデータパケットを送信する。

[0061] 第3実施形態では、起動パケットがN回送信された後に応答パケットの送受信が実行される。そのため、通信可能な全ての第二無線装置20を起動することができる。これにより、無線装置31は通信可能な全ての第二無線装置20を把握しつつ、その中で適切な第二無線装置20に対してデータパケットを送信することができる。

[0062] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明は、間欠動作により無線通信を行う技術に適用することができる。

符号の説明

[0064] 1 0…第一無線装置, 2 0…第二無線装置, 1 1…無線通信部, 1 2
…記憶部, 1 3…通信制御部, 2 1…無線通信部, 2 2…記憶部,
2 3…通信制御部

請求の範囲

- [請求項1] 第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムであって、
- 前記第一無線装置は、前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信し、前記応答信号が受信された場合には前記第二無線装置に対してデータを送信し、
- 前記第二無線装置は、前記第一周期よりも長い第二周期で前記起動信号の検出処理を繰り返し実行し、前記検出処理において前記起動信号の一部が検出された場合には前記起動信号を受信し、前記起動信号が自装置宛てである場合には応答信号を前記第一無線装置に送信し、その後前記第一無線装置から前記データを受信する、無線通信システム。
- [請求項2] 前記第二周期を T_{rx} 、互いに素な2つの整数を M 及び N とおいた場合に、
- 前記第一無線装置は、前記起動信号に T_{rx} の $1/N$ 以上の長さのプリアンプルを付加し、
- 前記第一周期は T_{rx} の M/N 倍の値である、請求項1に記載の無線通信システム。
- [請求項3] 前記第一無線装置は、前記起動信号の送信の後に所定の時間にわたって応答信号を待ち受ける、請求項1又は2に記載の無線通信システム。
- [請求項4] 前記第一無線装置は、前記起動信号を複数回送信した後に所定の時間にわたって応答信号を待ち受ける、請求項1又は2に記載の無線通信システム。
- [請求項5] 前記第二無線装置は、前記応答信号を送信する際に、前記第一無線装置が応答信号を待ち受ける所定の時間内でランダムなタイミングで送信する、請求項3又は4に記載の無線通信システム。

[請求項6] 第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムにおける第一無線装置であって、

前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信し、前記応答信号が受信された場合には前記第二無線装置に対してデータを送信する通信制御部、を備える第一無線装置。

[請求項7] 第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムにおける第二無線装置であって、

前記第一無線装置は、前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信し、前記応答信号が受信された場合には前記第二無線装置に対してデータを送信し、

前記第一周期よりも長い第二周期で前記起動信号の検出処理を繰り返し実行し、前記検出処理において前記起動信号の一部が検出された場合には前記起動信号を受信し、前記起動信号が自装置宛てである場合には応答信号を前記第一無線装置に送信し、その後前記第一無線装置から前記データを受信する通信制御部、を備える第二無線装置。

[請求項8] 第一無線装置と第二無線装置とが間欠的に無線通信する無線通信システムが行う無線通信方法であって、

前記第一無線装置が、前記第二無線装置を起動させるための起動信号を前記第二無線装置から応答信号を受信するまで第一周期で繰り返し送信するステップと、

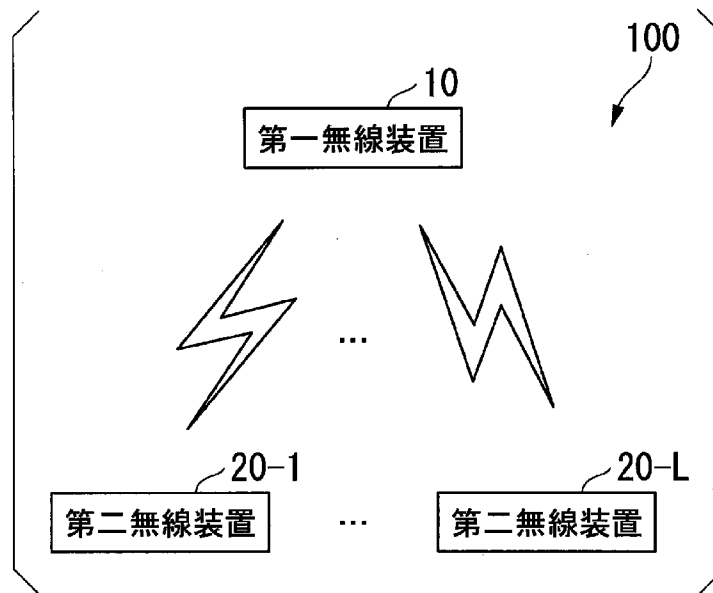
前記第二無線装置が、前記第一周期よりも長い第二周期で前記起動信号の検出処理を繰り返し実行し、前記検出処理において前記起動信号の一部が検出された場合には前記起動信号を受信し、前記起動信号が自装置宛てである場合には応答信号を前記第一無線装置に送信するステップと、

前記第一無線装置が、前記応答信号が受信された場合には前記第二

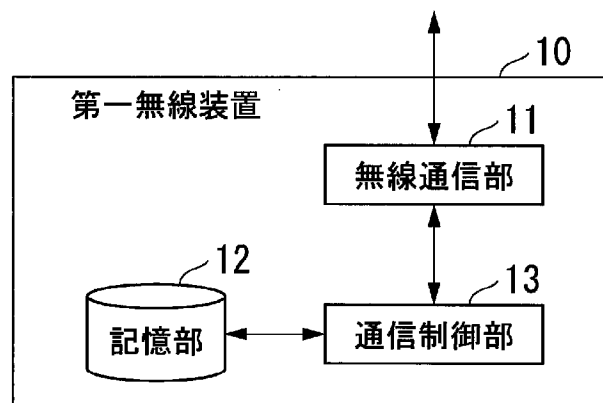
無線装置に対してデータを送信するステップと、

前記第二無線装置が、前記応答信号を送信した後に前記第一無線装置から前記データを受信するステップと、を有する無線通信方法。

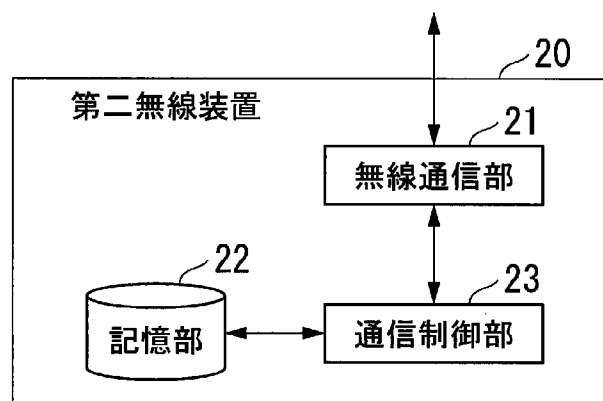
[図1]



[図2]



[図3]



10 第一無線装置

20 第二無線装置

起動パケット長 $L_{pr} \geq L_{sl}$

起動パケット送信周期 $T_{w_up} = M \times L_{sl}$

起動パケット

データパケット

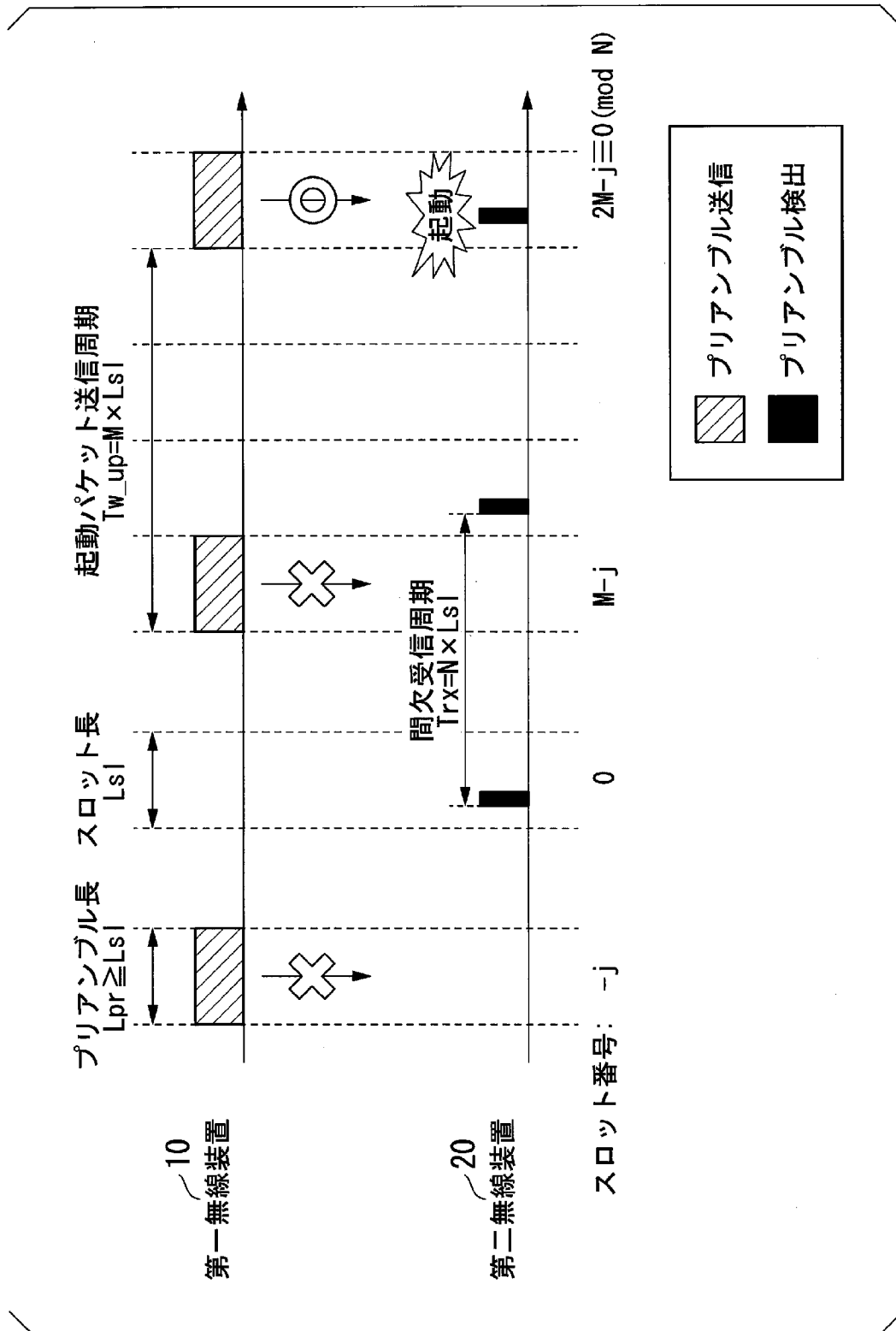
間欠受信周期 $T_{rx} = N \times L_{sl}$

起動

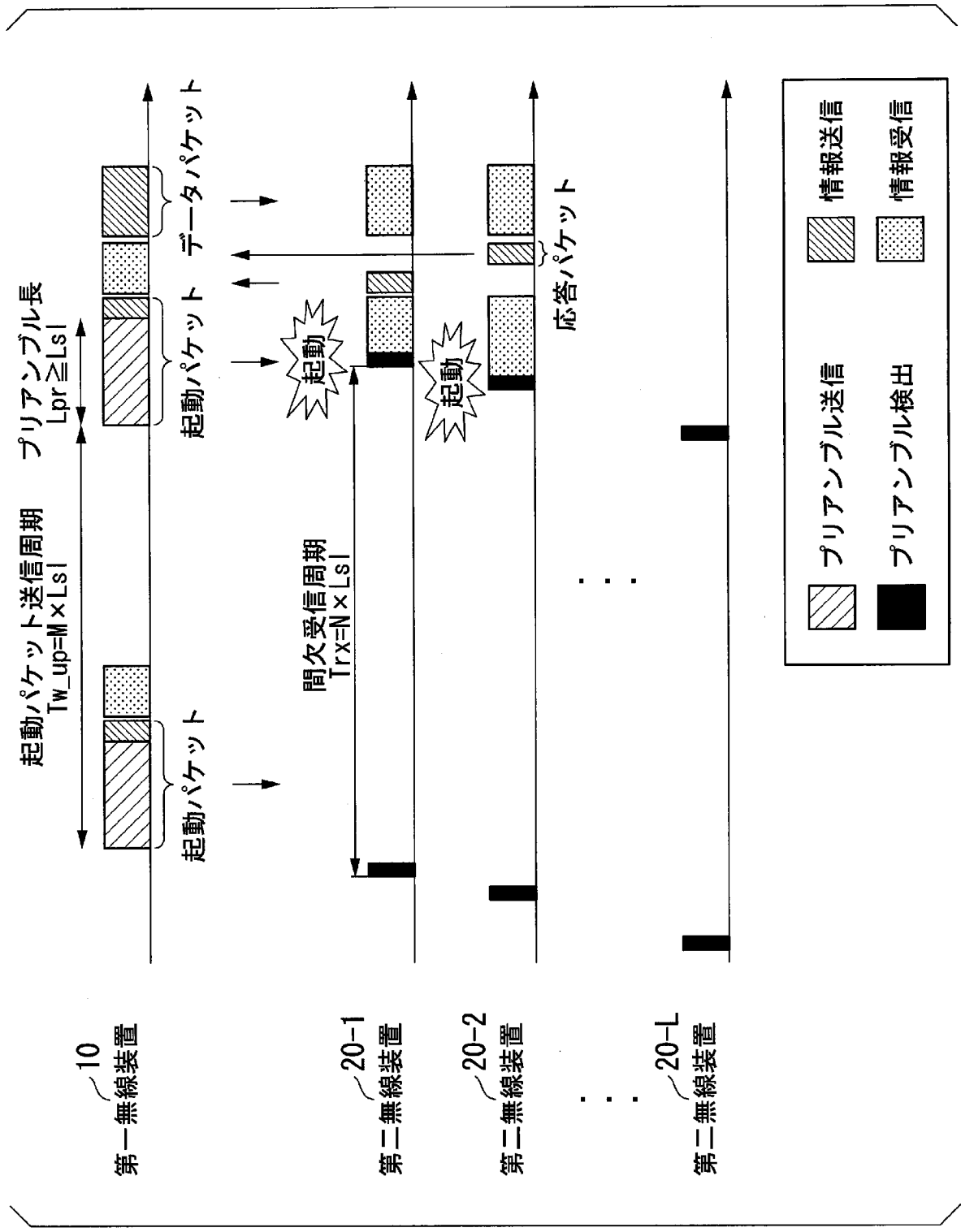
応答パケット

斜線 情報送信
 点線 情報受信
 黒 起動パケット検出

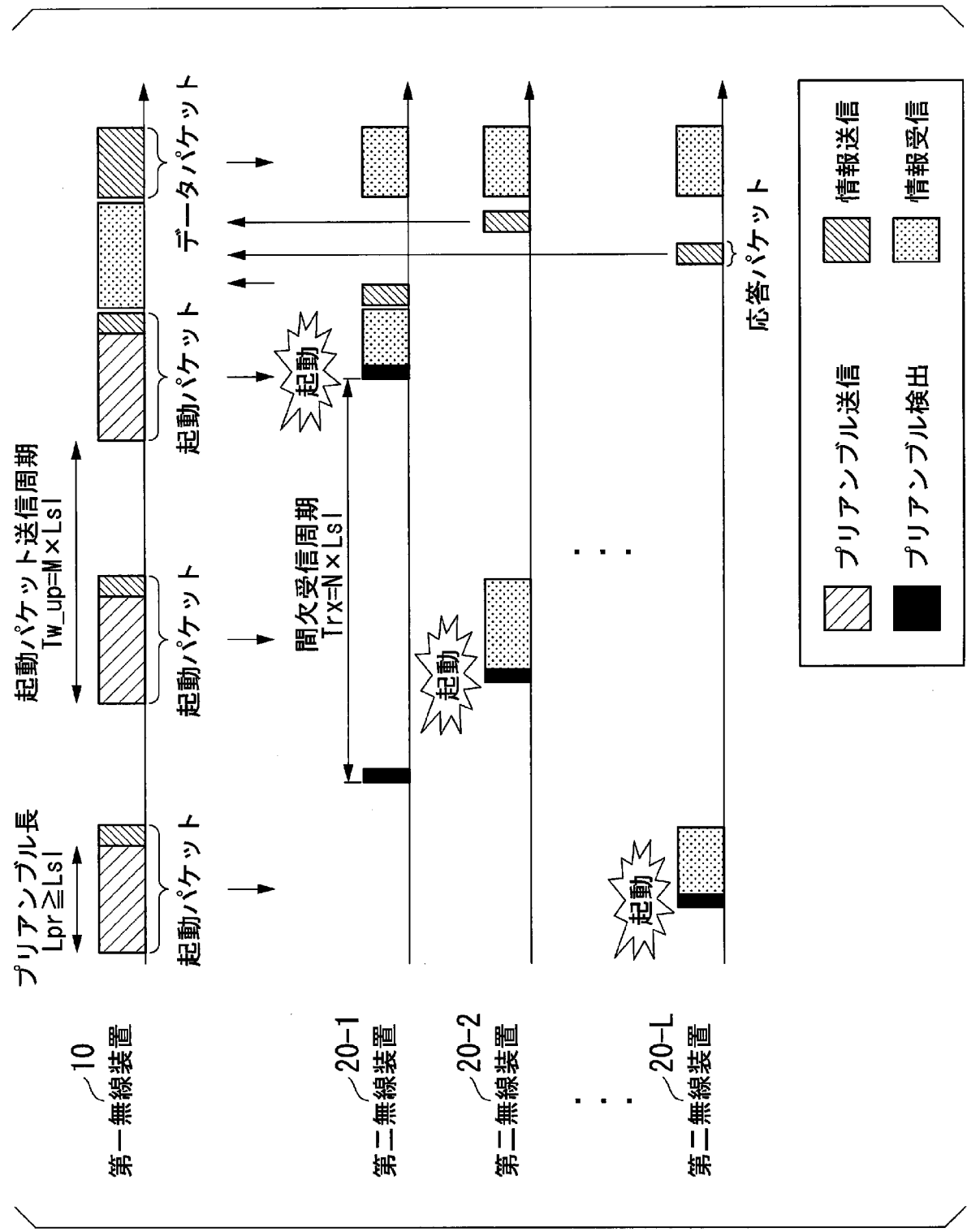
[図5]



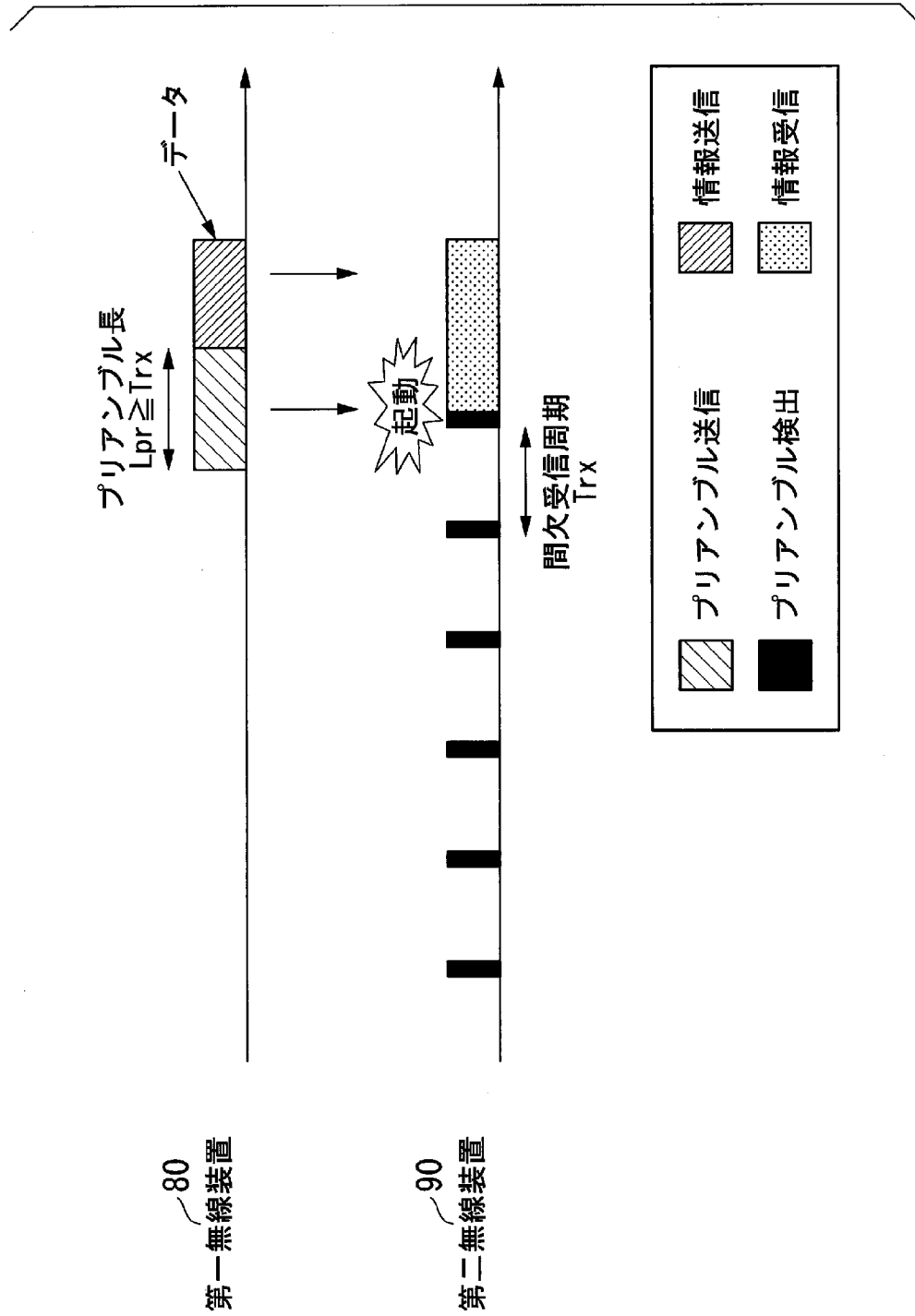
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/022332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. 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)

Int. Cl. H04W52/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-177243 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 06 August 2009, paragraphs [0076]-[0082], [0151]- [0159] (Family: none)	1, 3, 6-8 2, 4-5
Y	JP 2009-219083 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 24 September 2009, paragraph [0017] (Family: none)	1, 3, 6-8

☐ 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
23.07.2019

Date of mailing of the international search report
06.08.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2009-177243 A（三菱電機株式会社）2009.08.06, 段落[0076]-[0082], [0151]-[0159]（ファミリーなし）	1, 3, 6-8 2, 4-5
Y	JP 2009-219083 A（三菱電機株式会社）2009.09.24, 段落[0017]（ファミリーなし）	1, 3, 6-8

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

23.07.2019

国際調査報告の発送日

06.08.2019

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）

石田 紀之

5 J

3665

電話番号 03-3581-1101 内線 3534