(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
2017 年 8 月 31 日(31.08.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/145354 A1

(51) 国際特許分類:
G07B 15/00 (2011.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055790

(22) 国際出願日: 2016 年 2 月 26 日(26.02.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 三菱重工メカトロシステムズ株式会社 **(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES MECHATRONICS SYSTEMS, LTD.)** [JP/JP]; 〒6520863 兵庫県神戸市兵庫区和田宮通五丁目４番２２号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 山口 泰弘 **(YAMAGUCHI Yasuhiro)**; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 中尾 健太 **(NAKAO Kenta)**; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 中山 博之 **(NAKAYAMA Hiroyuki)**; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 森 隆一郎, 外 **(MORI Ryuichirou** et al.); 〒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, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

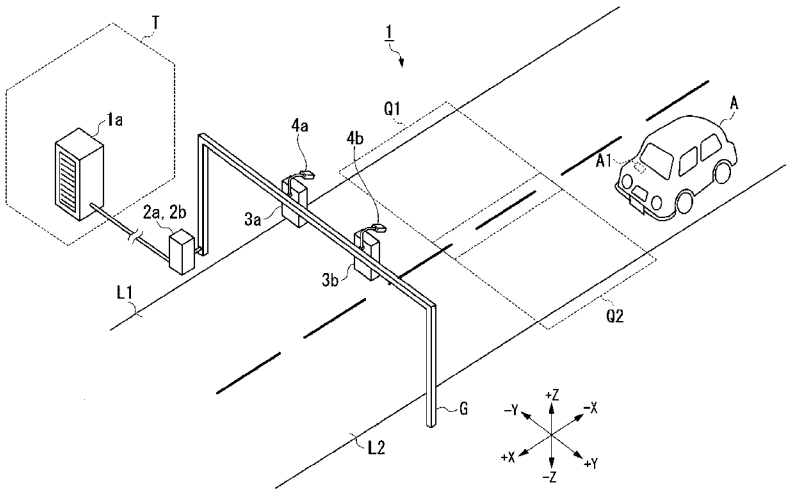
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: TOLL COLLECTION SYSTEM AND SOUNDNESS DETERMINATION METHOD

(54) 発明の名称 : 料金収受システム及び健全性判断方法

[図15]



(57) Abstract: A toll collection system (1) is provided with: a roadside antenna (3a, 3b) that wirelessly communicates with an on-board device (A1) mounted in a vehicle (A); a wireless communication control device (2a, 2b) that carries out a predetermined communication processing with the on-board device (A1) via the roadside antenna (3a, 3b), and acquires toll collection information about the on-board device (A1); and a confirmation apparatus (4a, 4b) that is disposed in a range in which wireless communication with the roadside antenna (3a, 3b) is possible, and that receives a confirmation signal from the roadside antenna (3a, 3b) and transmits a response signal.

(57) 要約: 料金収受システム（１）は、車両（Ａ）に搭載された車載器（Ａ１）と無線通信を行う路側アンテナ（３ａ、３ｂ）と、路側アンテナ（３ａ、３ｂ）を通じて車載器（Ａ）との間で所定の通信処理を行い、車載器（Ａ）についての料金収受用の情報を取得する無線通信制御装置（２ａ、２ｂ）と、路側アンテナ（３ａ、３ｂ）と無線通信が可能な範囲内に設けられ、路側アンテナ（３ａ、３ｂ）からの確認信号を受信して応答信号を送信する確認機（４ａ、４ｂ）と、を備えている。

WO 2017/145354 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 料金収受システム及び健全性判断方法

技術分野

[0001] 本発明は、料金収受システム及び健全性判断方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、電子式料金収受システム（ＥＴＣ：Electronic Toll Collection System（登録商標）、「自動料金収受システム」ともいう）は、発進制御機等が設けられた料金所に設置されている。一方、近年、高速道路の本線を走行する車両に対してノンストップで料金収受を行うフリーフロー型の電子式料金収受システムの導入が検討されている（例えば、特許文献１参照）。

既存の料金所に進入する際、通常、利用者は、車両の減速、一時停止等を行う必要があった。しかし、フリーフロー型の電子式料金収受システムでは、利用者は、このような車両の減速、一時停止等を行う必要がなく、ガントリ下を通常の走行速度で通過するだけで車両に搭載した車載器と路側機器との間で通信を行うことができる。これにより、渋滞緩和等の効果が期待され、高速道路の利便性を一層高めることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００５－０８５０４６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の料金収受システムでは、一般に、車載器と路側機器との間で行われる通信を経て、各利用者についての料金収受のために必要な料金収受用の情報（ＩＣカードの個人契約情報、車種情報等）が取得される。ここで、当該料金収受システムにおいて料金収受用の情報が取得されていない期間が続いていた場合、料金収受システムの監視員等は、その期間において、実際に車両が通過していないだけなのか、それとも、車両が通過しているにもかかわ

らずシステムに何らかの異常が発生しているために料金収受用の情報が取得されていないのか、を直ちに判別することができない。

フリーフロー型の料金収受システムの場合、異常の発見及び回復が遅れると、その間に、多数の車両が、正規の料金収受処理がなされないまま通り過ぎることになるため、運用上、大きな不利益を招くことが想定される。

[0005] 上記課題に鑑みて、本発明は、システムの異常を検知可能なフリーフロー型の料金収受システム及び健全性判断方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様に係る料金収受システム（１）は、車両（Ａ）に搭載された車載器（Ａ１）と無線通信を行う路側アンテナ（３ａ、３ｂ）と、前記路側アンテナを通じて前記車載器との間で所定の通信処理を行い、当該車載器についての料金収受用の情報を取得する無線通信制御装置（２ａ、２ｂ）と、前記路側アンテナと無線通信が可能な範囲内に設けられ、前記路側アンテナからの確認信号を受信して応答信号を送信する確認機（４ａ、４ｂ）と、を備え、前記無線通信制御装置は、前記路側アンテナを通じた前記確認機からの前記応答信号の受信結果に基づいて、前記路側アンテナ及び前記無線通信制御装置が正常に動作しているか否かを判断する。

このようにすることで、無線通信制御装置が確認信号を送信したときには、その通信可能範囲内に常設された確認機が当該確認信号を受信して、当該確認信号に応じた応答信号を返信する。したがって、確認機からの応答信号の受信の有無に応じて、無線通信制御装置及び路側アンテナが正常に動作しているか否かを判断することができる。

[0007] また、本発明の一態様によれば、上述の料金収受システムにおいて、前記確認機は、前記路側アンテナのサイドローブ（ＳＬ）を通じて前記路側アンテナと無線通信が可能な範囲内に設けられている。

このようにすることで、路側アンテナのメインローブそのものには影響を与えることなく、路側アンテナと確認機との間の無線通信処理を安定して行うことができる。したがって、路側アンテナと車載器との間の通信処理の安

定性を損なうことなく、無線通信制御装置及び路側アンテナが正常に動作しているか否かを判断することができる。

[0008] また、本発明の一態様によれば、上述の料金収受システムにおいて、前記路側アンテナは、前記車載器との間で電波の送受信を行うアンテナ素子（３００ａ）と、前記アンテナ素子を覆うレドーム（３０１）と、を備え、前記確認機は、前記レドームの内部に設けられている。

このようにすることで、路側アンテナと確認機とを一体として形成することができるので、料金収受システムの簡素化を図ることができる。

[0009] また、本発明の一態様によれば、上述の料金収受システムにおいて、前記確認機は、前記確認信号として、前記通信処理において前記無線通信制御装置が前記路側アンテナを通じて前記車載器へ送信する所定の要求信号を受信した場合に、前記応答信号を送信する。

このようにすることで、車載器との間でやり取りされる要求信号を利用して確認機からの応答信号を受信するので、確認機と路側アンテナとの間の無線通信処理を行う目的で新規の構成要素を実装する必要がなくなり、料金収受システムの製造コスト増加を抑えながら、路側アンテナが正常に動作しているか否かを判断することができる。

[0010] また、本発明の一態様によれば、上述の料金収受システムにおいて、前記確認機は、前記要求信号を受信した場合に送信する前記応答信号に、当該応答信号の送信元が当該確認機であることを識別可能な識別子を含む。

このようにすることで、無線通信制御装置は、応答信号から読み取られた識別子を参照するのみで、当該応答信号が、確認機から送信されたものか否かを判断することができる。

[0011] また、本発明の一態様によれば、上述の料金収受システムにおいて、前記無線通信制御装置は、前記路側アンテナで受信した電波の受信強度を示す受信強度情報を取得する受信強度取得部（２０２）と、前記受信強度情報に示される電波の受信強度が所定の受信判定閾値を下回っているか否かに基づいて、前記路側アンテナが正常に動作しているか否かを判断する電波受信健全

性判断部（２０３）と、を備えている。

このようにすることで、無線通信制御装置は、確認機からの応答信号の受信の有無のみならず、その受信結果として、当該応答信号が重ねられた電波の受信強度に基づいて、路側アンテナが正常に動作しているか否かを判断することができる。したがって、料金収受システムにおける動作の異常箇所を更に絞り込んで特定することができる。

[0012] 本発明の一態様に係る健全性判断方法は、車両に搭載された車載器と無線通信を行う路側アンテナと、前記路側アンテナを通じて前記車載器との間で所定の通信処理を行い、当該車載器についての料金収受用の情報を取得する無線通信制御装置と、を備える料金収受システムの健全性を判断する健全性判断方法であって、前記路側アンテナからの確認信号を受信して応答信号を送信する確認機を、前記路側アンテナと無線通信が可能な範囲内に設けるステップと、前記路側アンテナを通じた前記確認機からの前記応答信号の受信結果に基づいて、前記路側アンテナ及び前記無線通信制御装置が正常に動作しているか否かを判断するステップと、を有する。

発明の効果

[0013] 上述の料金収受システム、健全性判断方法によれば、システムの異常を検知可能なフリーフロー型の料金収受システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]第１の実施形態に係る料金収受システムの全体構成を示す図である。

[図2]第１の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

[図3]第１の実施形態に係るＤＳＲＣ処理部の機能を説明する図である。

[図4]第１の実施形態に係る無線通信制御装置の機能構成を示す図である。

[図5]第１の実施形態に係る通信制御部及びＤＳＲＣ処理部の処理フローを示す図である。

[図6]第１の実施形態の変形例に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

[図7]第２の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

[図8]第２の実施形態に係る路側アンテナの機能構成を示す図である。

[図9]第２の実施形態に係る電波受信健全性判断部の処理フローを示す図である。

[図10]第２の実施形態の変形例に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

[図11]第２の実施形態の変形例に係る記録媒体に記録された統計データを説明する図である。

[図12]第３の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

[図13]第３の実施形態に係る通信処理健全性判断部の処理フローを示す図である。

[図14]第４の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

[図15]第５の実施形態に係る料金収受システムの全体構成を示す図である。

[図16]第５の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

[図17]第５の実施形態に係る路側アンテナ及び確認機の構造を示す第１の図である。

[図18]第５の実施形態に係る路側アンテナ及び確認機の構造を示す第２の図である。

[図19]第５の実施形態に係る確認機の機能を説明する図である。

[図20]第５の実施形態に係る確認機用健全性判断部の処理フローを示す図である。

[図21]第５の実施形態の変形例に係る路側アンテナ及び確認機の構造を示す第１の図である。

[図22]第５の実施形態の変形例に係る路側アンテナ及び確認機の構造を示す第２の図である。

[図23]第６の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] ＜第１の実施形態＞

以下、図１～図６を参照しながら、第１の実施形態に係る料金収受システ

ムについて詳細に説明する。

[0016]（料金収受システムの全体構成）

図１は、第１の実施形態に係る料金収受システムの全体構成を示す図である。

本実施形態に係る料金収受システム１は、２本の車線Ｌ１、Ｌ２からなる高速道路の本線（以下、「本線道路」とも記載する。）上に設置されたフリーフロー型の電子料金収受システムである。

図１に示すように、料金収受システム１は、本線道路（車線Ｌ１、Ｌ２）を走行中の車両Ａに搭載された車載器Ａ１との間で料金収受用の通信処理を行い、当該車両Ａに搭乗する利用者に対して料金収受処理を実行する。

[0017] 図１に示すように、料金収受システム１は、料金収受処理装置１ａと、無線通信制御装置２ａ、２ｂと、路側アンテナ３ａ、３ｂと、を備えている。

図１に示すように、料金収受処理装置１ａは、本線道路（車線Ｌ１、Ｌ２）から離れた通信塔Ｔに設置されている。

無線通信制御装置２ａ、２ｂは、車線Ｌ１、Ｌ２の路側であってガントリＧの近傍に設置されている。無線通信制御装置２ａ、２ｂは、それぞれ、路側アンテナ３ａ、３ｂを通じて、車載器Ａ１との間で、料金収受用の情報を取得するための通信処理を行う。

路側アンテナ３ａ、３ｂは、車線Ｌ１、Ｌ２を車線幅方向（図１の±Ｙ方向）に跨るように設けられたガントリＧに取り付けられ、車線Ｌ１、Ｌ２の各々の上空に固定されている。

料金収受処理装置１ａと無線通信制御装置２ａ、２ｂ、及び、無線通信制御装置２ａ、２ｂと路側アンテナ３ａ、３ｂとは、それぞれ、有線（後述する光ケーブル、イーサネット（登録商標）ケーブル）で接続されている。

[0018] 路側アンテナ３ａ、３ｂは、電波を介して、車載器Ａ１との無線通信を行う無線通信用のインターフェイスである。

路側アンテナ３ａは、車線Ｌ１の路面上に予め規定された規定通信領域Ｑ１の範囲内に存在する車載器Ａ１と無線通信を行う。即ち、車線Ｌ１を走行

する車両Ａに対しては、路側アンテナ３ａを通じて通信処理がなされる。また、路側アンテナ３ｂは、車線Ｌ２の路面上に予め規定された規定通信領域Ｑ２の範囲内に存在する車載器Ａ１と無線通信を行う。即ち、車線Ｌ２を走行する車両Ａに対しては、路側アンテナ３ｂを通じて通信処理がなされる。

このように、本実施形態においては、２つの車線Ｌ１、車線Ｌ２を走行する各車両Ａに対し、２つの路側アンテナ３ａ、３ｂの各々を介して料金収受用の通信処理がなされる態様となっている。

なお、他の実施形態においては上述の態様に限定されることはなく、例えば、２本の車線Ｌ１、Ｌ２からなる本線道路において、１つの路側アンテナが設けられる態様であってもよい。この場合、当該１つの路側アンテナにより、車線Ｌ１、Ｌ２の両方の路面を含む規定通信領域が設定される。

また、他の実施形態においては、３本以上の車線からなる本線道路において、１つ又は２つ以上の路側アンテナが設けられる態様であってもよい。

[0019]（料金収受システムの機能構成）

図２は、第１の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

図２に示すように、料金収受システム１の料金収受処理装置１ａは、料金収受処理部１０を備えている。

料金収受処理部１０は、無線通信制御装置２ａ、２ｂから、車載器Ａ１との通信処理を経て取得された料金収受用の情報を集約するとともに、当該料金収受用の情報に基づいて高速道路の利用者に対する料金収受処理を行う。

[0020] また、図２に示すように、無線通信制御装置２ａ、２ｂは、それぞれ、通信制御部２０と、ＤＳＲＣ処理部２１（通信処理部）と、を備えている。

通信制御部２０は、無線通信制御装置２ａ、２ｂ全体の動作を司るプロセッサである。特に、通信制御部２０は、後述するＤＳＲＣ処理部２１のホストコントローラとして当該ＤＳＲＣ処理部２１の動作を制御する。具体的には、通信制御部２０は、ＤＳＲＣ処理部２１と車載器Ａ１との通信処理を経て受信した各種情報を取得する。そして、通信制御部２０は、取得した各種

情報をまとめて、当該ＤＳＲＣ処理部２１が通信対象とした車載器Ａ１についての料金収受用の情報を作成する。

ＤＳＲＣ処理部２１は、路側アンテナ３ａ、３ｂを通じて、車載器Ａ１との間で、予め定められた通信規格に基づく通信処理を行う。ここで、予め定められた通信規格とは、本実施形態においては、狭域通信（ＤＳＲＣ：Dedicated Short-Range Communication）システムの標準的な通信規格であるＡＲＩＢ（Association of Radio Industries and Businesses）標準規格である。

ＤＳＲＣ処理部２１は、ＡＲＩＢ規格に則った車載器Ａ１との狭域通信（ＤＳＲＣ）処理を経て、車載器Ａ１の内部メモリ等に記録されている各種情報を取得し、通信制御部２０に出力する。

[0021] 本実施形態において、路側アンテナ３ａと無線通信制御装置２ａのＤＳＲＣ処理部２１、及び、路側アンテナ３ｂと無線通信制御装置２ｂのＤＳＲＣ処理部２１とは、共に、高速のデータ通信が可能な光ケーブルで接続されている。

また、本実施形態において、無線通信制御装置２ａの通信制御部２０、及び、無線通信制御装置２ｂの通信制御部２０と、通信塔Ｔ（図１）に設置されている料金収受処理装置１ａの料金収受処理部１０とは、イーサネット（登録商標）ケーブルで接続されている。

ただし、他の実施形態においては上述の態様に限定されることはなく、それぞれ、光ケーブル、イーサネット（登録商標）ケーブル以外の通信ケーブルで接続されている態様であってもよい。

なお、本実施形態において、無線通信制御装置２ａ内において、ＤＳＲＣ処理部２１と通信制御部２０とは、同一の回路基板上においてバス接続されている。同様に、無線通信制御装置２ｂ内において、ＤＳＲＣ処理部２１と通信制御部２０とは、同一の回路基板上においてバス接続されている。

[0022] なお、本実施形態においては、図１に示すように、無線通信制御装置２ａ、２ｂは、車線Ｌ１、Ｌ２の路側であってガントリＧの近傍に設置されてい

る態様として説明したが、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。例えば、無線通信制御装置２ａ、２ｂは、通信塔Ｔ（図１）に設置される態様であってもよい。この場合、路側アンテナ３ａ、３ｂと、無線通信制御装置２ａ、２ｂ（ＤＳＲＣ処理部２１）とは、ガントリＧから通信塔Ｔまで引き回された光ケーブル等で接続される。

[0023] なお、以下の説明において、通信制御部２０と料金収受処理部１０とで構成される対を「通信対Ｐ１」、ＤＳＲＣ処理部２１と通信制御部２０とで構成される対を「通信対Ｐ２」、路側アンテナ３ａ、３ｂとＤＳＲＣ処理部２１とで構成される対を「通信対Ｐ３」とも表記する。

[0024] （ＤＳＲＣ処理部の機能）

図３は、第１の実施形態に係るＤＳＲＣ処理部の機能を説明する図である。

図３は、車載器Ａ１とＤＳＲＣ処理部２１との間で行われる狭域通信処理の一部の態様を示している。

例えば、無線通信制御装置２ａに具備されるＤＳＲＣ処理部２１（図２）は、ある時刻ｔｆにおいて、路側アンテナ３ａ（又は路側アンテナ３ｂ）を通じて、ＡＲＩＢ標準規格に則った「ＦＣＭＣ信号」（フレームコントロールメッセージチャネル信号）を電波で送信する。

車線Ｌ１（又は車線Ｌ２）を走行中の車両Ａに搭載された車載器Ａ１が、当該ＦＣＭＣ信号が重畳された電波を受信した場合、受信したＦＣＭＣ信号に対する応答として、同じくＡＲＩＢ標準規格に則った「ＡＣＴＣ信号」（アクティベーションチャネル信号）を電波で送信（返信）する。

[0025] また、上述したＡＲＩＢ標準規格においては、ＦＣＭＣ信号を受信した車載器Ａ１は、ＦＣＭＣ信号の受信のタイミングを基準とするタイミングであって、予め、異なる期間別に規定された１２個のチャネル（図３に示すチャネルＣ０１～Ｃ１２）のうちの何れか一つに対応するタイミングで、ＡＣＴＣ信号を電波で送信する。

車載器Ａ１がＡＣＴＣ信号を送信するタイミング（チャネルＣ０１～Ｃ１

２）は、その送信の都度、ランダムに選択される。これにより、例えば、同一の規定通信領域Ｑ１において、複数の車両Ａ（車載器Ａ１）が同時にＦＣＭＣ信号を受信した場合において、当該複数の車載器Ａ１の各々から送信されるＡＣＴＣ信号の送信のタイミングが重なって混信することを抑制することができる。

例えば、図３に示す例では、４つの異なる車載器Ａ１からのＡＣＴＣ信号が、チャネルＣ０２、Ｃ０５、Ｃ１０、Ｃ１２の４つの期間で送信されている。

[0026] また、図３に示すように、ＡＲＩＢ標準規格において、ＡＣＴＣ信号は、ＰＲ（プリアンブル）、ＵＷ２（ユニークワード）、ＬＩＤ（リンクＩＤ）、ＣＲＣ等の種々の情報が規則的に配列されて構成されている。

ここで、ＰＲは、ＡＣＴＣ信号の先頭に付される情報であって、受信側（ＤＳＲＣ処理部２１）で受信処理の同期をとるために設けられたデータ列である。また、ＵＷ２は、このＵＷ２を含む信号の種類を識別するためのデータ列である。ＡＣＴＣ信号に含まれるＵＷ２には、この信号が“ＡＣＴＣ信号”であることを示す情報が含まれている。また、ＬＩＤには、送信元である車載器Ａ１固有に割り振られた識別情報が含まれている。また、ＣＲＣは、送信すべきＡＣＴＣ信号の情報（配列パターン）に応じたデータ列であって、受信元で受け取ったデータ破損の有無を判断するために付される情報である。

[0027] ＤＳＲＣ処理部２１は、ＡＣＴＣ信号を受け付けて通信対象とすべき車載器Ａ１を特定すると、当該特定した車載器Ａ１との間でデータリンクを確立する。その後、ＤＳＲＣ処理部２１は、車載器Ａ１との間で更に相互通信を継続し、料金収受に必要な情報であって車載器Ａ１に記録されている各種情報（個人契約情報、車両番号情報、車種情報、入口情報等）を取得する。そして、ＤＳＲＣ処理部２１は、狭域通信処理の結果として取得した上記各種情報を通信制御部２０に出力する。

通信制御部２０は、ＤＳＲＣ処理部２１から取得した上記各種情報を、Ｄ

ＳＲＣの通信対象とした車載器Ａ１についての料金収受用の情報としてまとめ、これを料金収受処理部１０に出力する。

[0028]（無線通信制御装置の機能構成）

図４は、第１の実施形態に係る無線通信制御装置の機能構成を示す図である。

図４には、無線通信制御装置２ａについての詳細な機能構成を示している。なお、無線通信制御装置２ｂの機能構成については、無線通信制御装置２ａと同様である。

図４に示すように、通信制御部２０及びＤＳＲＣ処理部２１は、それぞれ、ハートビート処理部２０１、２１１を備えている。

また、ＤＳＲＣ処理部２１のハートビート処理部２１１は、健全性判断部２１１ａと、応答部２１１ｂと、を有している。同様に、通信制御部２０のハートビート処理部２０１は、健全性判断部２０１ａと、応答部２０１ｂと、を有している。

[0029] ＤＳＲＣ処理部２１の健全性判断部２１１ａは、所定の確認信号（第１確認信号）を通信制御部２０に出力するとともに、当該第１確認信号に関連付けられた所定の応答信号（第１応答信号）の入力を受け付けたか否かに基づいて通信制御部２０が正常に動作しているか否かを判断する。

ここで、「関連付けられた」とは、本実施形態においては、例えば、第１確認信号に付された固有の信号識別子と同じ信号識別子が第１応答信号において付されていることを指している。このようにすることで、第１確認信号の送信側（健全性判断部２１１ａ）は、受信した応答信号が、自らが出力した第１確認信号に対する返信信号であるか否かを識別することができる。

また、通信制御部２０の健全性判断部２０１ａは、所定の確認信号（第２確認信号）をＤＳＲＣ処理部２１に出力するとともに、当該第２確認信号に関連付けられた所定の応答信号（第２応答信号）の入力を受け付けたか否かに基づいてＤＳＲＣ処理部２１が正常に動作しているか否かを判断する。

また、ＤＳＲＣ処理部２１の応答部２１１ｂは、健全性判断部２０１ａか

ら第２確認信号の入力を受け付けた場合に、当該第２確認信号に関連付けられた第２応答信号を、通信制御部２０に出力する。

また、通信制御部２０の応答部２０１ｂは、健全性判断部２１１ａから第１確認信号の入力を受け付けた場合に、当該第１確認信号に関連付けられた第１応答信号を、ＤＳＲＣ処理部２１に出力する。

[0030] このように、本実施形態に係る料金収受システム１においては、通信対Ｐ２を構成する各構成要素（通信制御部２０及びＤＳＲＣ処理部２１）が、相互に、確認信号（第１確認信号、第２確認信号）及び応答信号（第１応答信号、第２応答信号）のやり取りを行い、互いの健全性を判断し合う。

なお、この場合において、通信対Ｐ２を構成する第１構成要素は、通信制御部２０及びＤＳＲＣ処理部２１のうちの何れか一方であり、通信対Ｐ２を構成する第２構成要素は、通信制御部２０及びＤＳＲＣ処理部２１のうちの他方である。

[0031] （通信制御部及びＤＳＲＣ処理部の処理フロー）

図５は、第１の実施形態に係る通信制御部及びＤＳＲＣ処理部の処理フローを示す図である。

[0032] 図５に示すように、ＤＳＲＣ処理部２１の健全性判断部２１１ａは、通信制御部２０に対して第１確認信号を出力する（ステップＳ０１）。第１確認信号の入力を受け付けた通信制御部２０の応答部２０１ｂは、直ちに、ＤＳＲＣ処理部２１に対して当該第１確認信号に関連付けられた第１応答信号を出力する（ステップＳ０２）。健全性判断部２１１ａは、第１確認信号に関連付けられた第１応答信号の入力を受け付けると、通信制御部２０が正常に動作していると判断し、一定時間経過後に、再度、第１確認信号を出力する（ステップ０１）。

このように、ＤＳＲＣ処理部２１の健全性判断部２１１ａと通信制御部２０の応答部２０１ｂとは、ステップＳ０１及びステップＳ０２の処理を、常時、繰り返し実行する。

[0033] 一方、通信制御部２０の健全性判断部２０１ａは、ＤＳＲＣ処理部２１に

対して第２確認信号を出力する（ステップＳ１１）。第２確認信号の入力を受け付けたＤＳＲＣ処理部２１の応答部２１１ｂは、直ちに、通信制御部２０に対して当該第２確認信号に関連付けられた第２応答信号を出力する（ステップＳ１２）。健全性判断部２０１ａは、第２確認信号に関連付けられた第２応答信号の入力を受け付けると、ＤＳＲＣ処理部２１が正常に動作していると判断し、一定時間経過後に、再度、第２確認信号を出力する（ステップ１１）。

このように、通信制御部２０の健全性判断部２０１ａとＤＳＲＣ処理部２１の応答部２１１ｂとは、ステップＳ１１及びステップＳ１２の処理を、常時、繰り返し実行する。

[0034] ここで、あるタイミングにおいて、通信制御部２０の動作に異常が発生した場合の処理の流れについて説明する。

この場合、異常が発生したタイミング以降において、通信制御部２０の応答部２０１ｂは、健全性判断部２１１ａからの第１確認信号に対する第１応答信号の出力がなされない（ステップＳ０２’）。

健全性判断部２１１ａは、第１確認信号を出力したにもかかわらず第１応答信号の入力がなかったことを検知して、当該事象の発生回数をカウントする。そして、「第１確認信号を出力したにもかかわらず第１応答信号の入力がない」との事象の発生回数が所定回数に達したとき、健全性判断部２１１ａは、通信制御部２０が正常に動作していないと判断する。

この場合、健全性判断部２１１ａは、更に、通信制御部２０の再起動条件を充足したと判断し、通信制御部２０に対し再起動指示信号を出力する（ステップＳ０３）。異常状態にあると判断された通信制御部２０は、当該再起動指示信号を受け付けると、直ちに再起動処理を実行する（ステップＳ０４）。通信制御部２０は、再起動処理が完了すると、異常状態から回復し、正常に動作する。

[0035] なお、上記では、通信制御部２０の動作に異常が発生した場合の処理の流れについて説明したが、ＤＳＲＣ処理部２１の動作に異常が発生した場合の

処理の流れも同様である。即ち、通信制御部２０の健全性判断部２０１ａが、「第２確認信号を出力したにもかかわらず第２応答信号の入力がない」との事象の発生回数が所定回数に達したとき、健全性判断部２０１ａは、ＤＳＲＣ処理部２１が正常に動作していないと判断し、ＤＳＲＣ処理部２１の再起動処理を実行する。

[0036] （作用効果）

以上のように、第１の実施形態に係る料金収受システム１は、車両Ａに搭載された車載器Ａ１と無線通信を行う路側アンテナ３ａ、３ｂと、路側アンテナ３ａ、３ｂを通じて、車載器Ａ１との間で、予め定められた通信規格（ＡＲＩＢ標準規格）に基づく狭域通信処理を行うＤＳＲＣ処理部２１と、ＤＳＲＣ処理部２１からＡＲＩＢ標準規格に基づく狭域通信処理の結果を取得して、車載器Ａ１についての料金収受用の情報を作成する通信制御部２０と、通信制御部２０から料金収受用の情報の入力を受け付けて、当該料金収受用の情報に基づいて料金収受処理を行う料金収受処理部１０と、を備えている。

また、第１の実施形態に係る料金収受システム１では、通信対Ｐ２（図２）を構成する一方である通信制御部２０が、ＤＳＲＣ処理部２１から第１確認信号の入力を受け付けた場合に、当該第１確認信号に関連付けられた所定の応答信号を出力する応答部２０１ｂを有している。

そして、通信対Ｐ２を構成する他方であるＤＳＲＣ処理部２１が、第１確認信号を通信制御部２０に出力するとともに、当該第１確認信号に関連付けられた第１応答信号の入力を受け付けたか否かに基づいて通信制御部２０が正常に動作しているか否かを判断する健全性判断部２１１ａを有している。

[0037] このように、健全性判断部２１１ａが、確認信号及び応答信号を通じて、定期的に通信相手である通信制御部２０の健全性（通信制御部２０が正常に動作しているか否か）を判断する。したがって、当該通信制御部２０で異常が生じた場合に、直ちに当該異常を検知することができる。

以上より、第１の実施形態に係る料金収受システム１によれば、フリーフ

ロー型の料金収受システムにおいて、その異常を迅速かつ精度良く検知することができる。

[0038] また、車載器Ａ１と無線通信を行う路側アンテナ３ａ、３ｂに対し、料金収受用の情報が集約される料金収受処理部１０を「上流」とした場合、本実施形態に係る料金収受システム１は、下流側に位置する構成要素（ＤＳＲＣ処理部２１）が、上流側に位置する構成要素（通信制御部２０）に対してハートビート処理（確認信号の出力、及び、応答信号の有無の確認）を行い、当該上流側の構成要素の健全性を判断している。

ここで、例えば、通信制御部２０の上流側に位置する料金収受処理部１０が、当該通信制御部２０に対してハートビート処理を行う場合を考える。この場合、上流側に位置する料金収受処理部１０は、下流側に位置する複数（２つ）の通信制御部２０（無線通信制御装置２ａ、２ｂが備える通信制御部２０）の各々に対し、確認信号を出力する必要がある。また、上流側に位置する料金収受処理部１０は、下流側に位置する複数の通信制御部２０の各々からの応答信号の入力を受け付ける。そのため、料金収受処理部１０は、一つの通信制御部２０に対するハートビート処理に割り当てることができる時間が少なくなり、その時間間隔が長期化する。また、本実施形態においては、料金収受処理部１０から通信制御部２０までの物理的な距離が長く、比較的長いイーサネット（登録商標）ケーブルが引き回されて接続されている。

以上のような要因により、料金収受処理部１０が通信制御部２０に対してハートビート処理を行う場合、当該通信制御部２０に生じた異常を迅速には検知できない場合がある。

これに対し、ＤＳＲＣ処理部２１は、料金収受処理部１０と比較して行うべき処理が単純で高速に動作可能であり、また、通信制御部２０との距離も短い。したがって、本実施形態のように、下流側に位置するＤＳＲＣ処理部２１が通信制御部２０に対してハートビート処理を行うことで、当該通信制御部２０で異常が発生した場合に、より迅速に当該異常を検知することができる。

[0039] また、本実施形態においては、更に、ＤＳＲＣ処理部２１が、通信制御部２０から第２確認信号の入力を受け付けた場合に、当該第２確認信号に関連付けられた第２応答信号を出力する応答部２１１ｂを有している。また、通信制御部２０が、第２確認信号をＤＳＲＣ処理部２１に出力するとともに、当該第２確認信号に関連付けられた第２応答信号の入力を受け付けたか否かに基づいてＤＳＲＣ処理部２１が正常に動作しているか否かを判断する健全性判断部２０１ａを有している。

このようにすることで、通信制御部２０とＤＳＲＣ処理部２１とは、相互に、ハートビート処理を実行して互いの健全性を確認し合うので、通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１のいずれで異常が生じた場合であっても、当該異常を検知することができ、また、その異常の発生箇所を特定することができる。

[0040] また、本実施形態に係る健全性判断部２１１ａ、２０１ａは、対象とする構成要素（通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１）が正常に動作していないと判断した場合に、当該対象とする構成要素の再起動を指示する。

このようにすることで、料金収受システム１を構成する各構成要素にて異常が検知された場合に、当該検知された構成要素が直ちに再起動されるので、より迅速に、料金収受システム１の異常を回復させることができる。

[0041] 以上、第１の実施形態に係る料金収受システム１について詳細に説明したが、第１の実施形態に係る料金収受システム１の具体的な態様は、上述のものに限定されることはなく、要旨を逸脱しない範囲内において種々の設計変更等を加えることは可能である。

[0042] （第１の実施形態の変形例）

図６は、第１の実施形態の変形例に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

図６に示すように、本変形例に係る料金収受処理装置１ａの料金収受処理部１０は、ハートビート処理部１０１を備えている。また、料金収受処理部１０のハートビート処理部１０１は、健全性判断部１０１ａと、応答部１０

１ｂと、を有している。

[0043] 料金収受処理部１０の健全性判断部１０１ａは、所定の確認信号（第３確認信号）を通信制御部２０に出力するとともに、第３確認信号に関連付けられた所定の応答信号（第３応答信号）の入力を受け付けたか否かに基づいて通信制御部２０が正常に動作しているか否かを判断する。

また、通信制御部２０の健全性判断部２０１ａは、更に、所定の確認信号（第４確認信号）を料金収受処理部１０に出力するとともに、第４確認信号に関連付けられた所定の応答信号（第４応答信号）の入力を受け付けたか否かに基づいて料金収受処理部１０が正常に動作しているか否かを判断する。

また、料金収受処理部１０の応答部１０１ｂは、健全性判断部２０１ａから第４確認信号の入力を受け付けた場合に、当該第４確認信号に関連付けられた第４応答信号を、通信制御部２０に出力する。

また、通信制御部２０の応答部２０１ｂは、健全性判断部１０１ａから第３確認信号の入力を受け付けた場合に、当該第３確認信号に関連付けられた第３応答信号を、料金収受処理部１０に出力する。

[0044] このように、本変形例に係る料金収受システム１においては、通信対Ｐ１を構成する各構成要素（料金収受処理部１０及び通信制御部２０）が、相互に、確認信号（第３確認信号、第４確認信号）及び応答信号（第３応答信号、第４応答信号）のやり取りを行い、互いの健全性を判断する。

なお、この場合において、通信対Ｐ１を構成する第１構成要素は、料金収受処理部１０及び通信制御部２０のうちの何れか一方であり、通信対Ｐ１を構成する第２構成要素は、料金収受処理部１０及び通信制御部２０のうちの他方である。

[0045] このようにすることで、通信制御部２０の健全性判断部２０１ａが、確認信号及び応答信号を通じて、定期的に通信相手である料金収受処理部１０の健全性を判断するので、当該料金収受処理部１０で異常が生じた場合に、直ちに異常を検知することができる。

更に、料金収受処理部１０の健全性判断部１０１ａが、確認信号及び応答

信号を通じて、定期的に通信相手である通信制御部２０の健全性を判断するので、当該料金収受処理部１０で異常が生じた場合に、直ちに異常を検知することができる。

したがって、料金収受システム１の異常を、一層、迅速かつ精度良く検知することができる。

[0046] また、上述の変形例に係る料金収受システム１は、料金収受処理部１０にハートビート処理部１０１を備える態様として説明したが、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、更に他の変形例に係る料金収受システム１においては、通信対Ｐ３を構成する各構成要素（ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａ、３ｂ）が、相互に、確認信号及び応答信号のやり取りを行い、互いの健全性を判断する態様であってもよい。

具体的には、路側アンテナ３ａ、３ｂが、ハートビート処理部（健全性判断部、応答部）を備えていてもよい。この場合、路側アンテナ３ａ、３ｂの健全性判断部がＤＳＲＣ処理部２１に向けて確認信号を出力する。そして、路側アンテナ３ａ、３ｂの健全性判断部は、ＤＳＲＣ処理部２１から応答信号を入力したか否かに基づいてＤＳＲＣ処理部２１の健全性を判断する。

また、路側アンテナ３ａ、３ｂの応答部は、ＤＳＲＣ処理部２１から確認信号の入力を受け付けた場合に、当該確認信号に関連付けられた応答信号をＤＳＲＣ処理部２１に出力する。

なお、この場合において、通信対Ｐ３を構成する第１構成要素は、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａ、３ｂのうちの何れか一方であり、第２構成要素は、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａ、３ｂのうちの他方である。

[0047] また、上述の第１の実施形態に係る料金収受システム１は、通信対Ｐ２を構成する構成要素（通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１）の両方が、相互にハートビート処理を行うものとして説明した。しかし、他の実施形態においてはこの態様に限定されず、通信制御部２０及びＤＳＲＣ処理部２１のう

ちの何れか一方から他方に対してのみハートビート処理を行う態様としてもよい。

具体的には、例えば、ＤＳＲＣ処理部２１は、健全性判断部２１１ａのみを有し、通信制御部２０は、応答部２０１ｂのみを有する。この場合、通信対Ｐ２においては、ＤＳＲＣ処理部２１から通信制御部２０に対するハートビート処理のみが行われる。

他の通信対Ｐ１、Ｐ３についても同様に、各通信対Ｐ１、Ｐ３を構成する構成要素のうちの何れか一方の構成要素から他方の構成要素に対してのみハートビート処理を行う態様としてもよい。

[0048] また、第１の実施形態において、ＤＳＲＣ処理部２１の健全性判断部２１１ａ及び通信制御部２０の健全性判断部２０１ａの各々は、対象とする構成要素（通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１）の動作が異常と判断された場合に、当該構成要素に対して再起動指示信号を出力し、再起動を実行させる態様として説明した（図５のステップＳ０４）。しかし、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、他の実施形態においては、健全性判断部２０１ａ、２１１ａは、対象とする構成要素の動作が異常と判断された場合に、料金収受システム１の中央設備等に駐在する監視員等に、当該異常を通知する態様としてもよい。

具体的には、ＤＳＲＣ処理部２１の健全性判断部２１１ａは、通信制御部２０が正常に動作していないと判断した場合に、当該通信制御部２０が正常に動作していないことを通知するための異常信号を出力する。そして、上記中央設備に備えられた監視用機器は、当該異常信号の入力を受け付けた場合に、例えば、モニタ等を通じて、通信制御部２０の動作に異常が生じていることを監視員に通知する。

これにより、監視員は、異常が発生したことを迅速かつ正確に認識することができる。したがって、通信制御部２０にて異常が検知された場合に、通知を受けた監視員が、自らの判断に基づいて通信制御部２０の回復処理を行

うことが可能となるので、より的確に、料金収受システム１の異常を回復させることができる。

なお、上記態様において、下流側の構成要素が上流側の構成要素の異常を検知できたとしても、下流側の構成要素と（監視員が待機する）中央設備との間に位置する上流側の構成要素が異常中であるため、更に上流の中央設備に異常を通知することができないことが想定される。したがって、料金収受システム１は、下流側の構成要素が上流側の構成要素の異常を検知した場合には、直接、中央設備に上記通知を伝送するための通信ラインを有してもよい。

[0049] ＜第２の実施形態＞

次に、図７～図１１を参照しながら、第２の実施形態に係る料金収受システムについて詳細に説明する。

[0050] （料金収受システムの機能構成）

図７は、第２の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

図７において、第１の実施形態と同一の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

図７に示すように、第２の実施形態に係る料金収受システム１は、第１の実施形態と同様に、料金収受処理装置１ａと、無線通信制御装置２ａと、路側アンテナ３ａとを備えている。なお、本実施形態に係る料金収受システム１は、第１の実施形態と同様に、更に、無線通信制御装置２ｂ及び路側アンテナ３ｂ（図２参照）を備えているが、これらの構成については図示を省略している。

[0051] 図７に示す無線通信制御装置２ａは、通信制御部２０と、ＤＳＲＣ処理部２１と、を備えている。

また、図７に示すように、通信制御部２０は、ＲＳＳＩ取得部２０２（受信強度取得部）と、電波受信健全性判断部２０３と、を備えている。

ＲＳＳＩ取得部２０２は、路側アンテナ３ａから、当該路側アンテナ３ａ

で受信した電波の受信強度（ＲＳＳＩ：Received Signal Strength Indication）を示すＲＳＳＩ信号（受信強度情報）を取得する。

電波受信健全性判断部２０３は、ＲＳＳＩ信号に示される電波の受信強度Ｉが所定の受信判定閾値Ｉｈを下回っている（Ｉ＜Ｉｈとなる）時間帯が所定の判定基準時間ｔｈ以上続いたか否かに基づいて、路側アンテナ３ａが正常に動作しているか否かを判断する。

[0052] なお、本実施形態においては、通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１、料金収受処理部１０及び路側アンテナ３ａは、第１の実施形態（又は、その変形例）と同様に、ハートビート処理部２０１、２０２等を有するものとして説明するが、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

即ち、他の実施形態においては、通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１、料金収受処理部１０及び路側アンテナ３ａは、ハートビート処理部２０１、２０２等を有しない態様であってもよい。

[0053]（路側アンテナの機能構成）

図８は、第２の実施形態に係る路側アンテナの機能構成を示す図である。

図８に示すように、路側アンテナ３ａ、３ｂは、アンテナ素子３０と、増幅器３１と、混合器３２と、基準発振源３３と、復調処理部３４と、受信強度検出部３５と、を備えている。

アンテナ素子３０は、車載器Ａ１から発信される電波を受信する素子である。

増幅器３１は、例えば、ＬＮＡ（Low Noise Amplifier）であって、電波の受信に応じてアンテナ素子３０から出力された高周波信号を増幅して出力する。

混合器３２は、アンテナ素子３０から出力され増幅器３１で増幅された高周波信号と基準周波数信号とを混合して、低周波数の信号に変換する。

基準発振源３３は、所定の基準周波数で発振する基準周波数信号を出力する。

復調処理部３４は、低周波数に変換された信号に対して復調処理を行い、

受信した電波に重畳された情報（例えば、図３で説明したＵＷ２、ＬＩＤ等）を抽出する。復調処理部３４は、抽出した情報をＤＳＲＣ信号としてＤＳＲＣ処理部２１（図７）に出力する。

受信強度検出部３５は、アンテナ素子３０から出力され増幅器３１で増幅された高周波信号を入力し、その受信強度Ｉを検出する検出センサである。受信強度検出部３５は、検出した受信強度Ｉを示すＲＳＳＩ信号を出力する。

[0054]（電波受信健全性判断部の処理フロー）

図９は、第２の実施形態に係る電波受信健全性判断部の処理フローを示す図である。

まず、電波受信健全性判断部２０３は、ある時刻からの時間の経過を計測しながら（ステップＳ３０）、ＲＳＳＩ取得部２０２が取得するＲＳＳＩ信号に基づいて、所定の受信判定閾値Ｉｈ以上の受信強度Ｉが検出されたか否かを判定する（ステップＳ３１）。

受信判定閾値Ｉｈ以上の受信強度Ｉが検出された場合（ステップＳ３１：ＹＥＳ）、電波受信健全性判断部２０３は、計測中の時間をリセットし（ステップＳ３２）、再度、ステップＳ３０にて時間の計測を開始する。一方、受信判定閾値Ｉｈ以上の受信強度Ｉが検出されない場合（ステップＳ３１：ＮＯ）、ステップＳ３０で計測中の時間（計測時間ｔ）が、予め規定された判定基準時間ｔｈ以上となったか否かを判定する（ステップＳ３３）。

計測時間ｔが、判定基準時間ｔｈ以上となっていない場合（ステップＳ３３：ＮＯ）、電波受信健全性判断部２０３は、ステップＳ３０にて時間の計測を継続する。一方、判定基準時間ｔｈに達した場合（ステップＳ３３：ＹＥＳ）、電波受信健全性判断部２０３は、路側アンテナ３ａに異常が生じたものと判断し、路側アンテナ３ａに対して再起動処理を指示する（ステップＳ３４）。

[0055]（作用効果）

以上のように、第２の実施形態に係る料金収受システム１は、路側アンテ

ナ３ａ、３ｂで受信した車載器Ａ１からの電波の受信強度Ｉを示すＲＳＳＩ信号を取得するＲＳＳＩ取得部２０２と、ＲＳＳＩ信号に示される電波の受信強度Ｉが所定の受信判定閾値Ｉｈを下回っている時間幅（計測時間ｔ）が所定の判定基準時間ｔｈ以上続いたか否かに基づいて、路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作しているか否かを判断する電波受信健全性判断部２０３と、を備えている。

[0056] ここで、料金収受システム１の規定通信領域Ｑ１、Ｑ２（図１）においては、通常、高速道路の利用者数（車両Ａの走行量）に応じた所定の頻度（単位時間当たりの車両通過数）で車両Ａが走行する。即ち、路側アンテナ３ａ、３ｂは、高速道路における車両Ａの走行量に応じた所定の頻度で、車載器Ａ１から電波を受信し、無線通信を行う。したがって、料金収受システム１の通常の運用時において、路側アンテナ３ａ、３ｂが、車載器Ａ１から電波を受信しない状態が継続し得る時間幅は、規定通信領域Ｑ１における単位時間当たりの車両通過数から想定される。

そうすると、車載器Ａ１からの電波の受信が観測されない状態が上記想定される時間幅よりも明らかに長い時間続いている場合、「実際には車両Ａが規定通信領域Ｑ１、Ｑ２を通過しているにもかかわらず、路側アンテナ３ａ、３ｂが車載器Ａ１からの電波を正しく受信できていない」という異常が疑われる。

そこで、電波受信健全性判断部２０３は、上述の処理フロー（ステップＳ３０～Ｓ３４）に従い、電波の受信強度Ｉが所定の受信判定閾値Ｉｈ以上とならない状態が、単位時間当たりの車両通過数に基づいて定められた判定基準時間ｔｈまで継続した場合に、路側アンテナ３ａ、３ｂの動作が異常であると判断する。そして、電波受信健全性判断部２０３は、路側アンテナ３ａ、３ｂに対し再起動処理の指示を行う。

[0057] このようにすることで、更に、電波の受信強度（ＲＳＳＩ）を利用して路側アンテナ３ａ、３ｂの動作の異常を検知することができるので、一層精度良く料金収受システム１の異常を検知することができる。

[0058] （第２の実施形態の変形例）

図１０は、第２の実施形態の変形例に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

図１０に示すように、本変形例に係る料金収受システム１の料金収受処理装置１ａは、予め取得された統計データＤ（後述）が記録された記録媒体１１を備えている。

また、本変形例に係る電波受信健全性判断部２０３は、更に、時間帯別の車両Ａの走行量を示す統計データＤに基づいて、時間帯別に判定基準時間ｔｈを変更することを特徴とする。

[0059] 図１１は、第２の実施形態の変形例に係る記録媒体に記録された統計データを説明する図である。

本変形例に係る料金収受処理部１０は、高速道路の利用者別に、料金収受処理に関する情報（車種情報、ナンバープレート情報、課金額、年月日時刻等）を逐次記録して蓄積する。そして、料金収受処理部１０は、当該蓄積した料金収受処理に関する情報（特に、年月日時刻）に基づいて、１日のうちの時間帯別の利用者数（即ち、車両Ａの走行量）を示す統計データＤを作成する。

ここで、図１１に示す統計データＤの例によれば、本変形例に係る料金収受システム１では、早朝（８時頃）から夕方（１８時頃）にかけて車両Ａの走行量が多くなる一方、深夜（０時頃）では車両Ａの走行量が少なくなるという傾向がみられている。

本変形例に係る電波受信健全性判断部２０３は、この統計データＤに基づいて、例えば、車両Ａの走行量が多くなる日中の時間帯には、判定基準時間ｔｈを相対的に短く設定し、逆に、車両Ａの走行量が少なくなる深夜の時間帯には、判定基準時間ｔｈを相対的に長く設定する処理を行う。

[0060] このようにすることで、電波受信健全性判断部２０３は、単位時間当たりの車両通過数が時間帯に応じて変化する場合において、各時間帯の車両通過数に適した判定基準時間ｔｈを適用して、路側アンテナ３ａ、３ｂの健全性

を判断することができる。

なお、上述の変形例において、料金収受処理部１０は、統計データＤを、蓄積された料金収受処理に関する情報に基づいて作成するものとして説明したが、更に他の変形例においてはこの態様に限定されない。例えば、料金収受処理部１０は、単に、時間帯別の電波の受信強度（ＲＳＳＩ）を計測することによって、１日のうちの時間帯別の利用者数を示す統計データＤを作成してもよい。

[0061] なお、第２の実施形態の変形例に係る電波受信健全性判断部２０３は、１日のうちの時間帯別（早朝、夕方、深夜等）の車両Ａの走行量を示す統計データＤを参照して、当該１日の時間帯別に判定基準時間ｔｈを変化させるものとして説明したが、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、他の実施形態に係る電波受信健全性判断部２０３は、１月（月初、月末等）又は１年（年初、年末、各季節別等）のうちの時間帯別の車両Ａの走行量を示す統計データＤを参照して、当該１月又は１年の時間帯別に判定基準時間ｔｈを変化させるものとしてもよい。

[0062] また、第２の実施形態において、電波受信健全性判断部２０３は、路側アンテナ３ａ、３ｂに異常が生じたものと判断した場合に、路側アンテナ３ａ、３ｂに対して再起動処理を指示するものとして説明した（図９のステップＳ３４）。しかし、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、他の実施形態においては、電波受信健全性判断部２０３は、対象とする構成要素（路側アンテナ３ａ、３ｂ）の動作が異常と判断された場合に、料金収受システム１の中央設備等に駐在する監視員等に、当該異常を通知する態様としてもよい。

[0063] ＜第３の実施形態＞

次に、図１２～図１３を参照しながら、第３の実施形態に係る料金収受システムについて詳細に説明する。

[0064] （料金収受システムの機能構成）

図１２は、第３の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図で

ある。

図１２において、第１、第２の実施形態及び各種変形例と同一の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

図１２に示すように、第３の実施形態に係る料金収受システム１は、第１、第２の実施形態と同様に、料金収受処理装置１ａと、無線通信制御装置２ａと、路側アンテナ３ａとを備えている。なお、本実施形態に係る料金収受システム１は、第１、第２の実施形態と同様に、更に、無線通信制御装置２ｂ及び路側アンテナ３ｂ（図２参照）を備えているが、これらの構成については図示を省略している。

[0065] また、第３の実施形態に係る料金収受システム１の通信制御部２０は、更に、通信処理健全性判断部２０４を備えている。

通信処理健全性判断部２０４は、ＲＳＳＩ信号に示される電波の受信強度Ｉが受信判定閾値Ｉｈ以上であって、かつ、ＤＳＲＣ処理部２１から狭域通信処理の結果を正しく取得していない場合に、路側アンテナ３ａ、３ｂ及びＤＳＲＣ処理部２１のうちの少なくとも何れか一方が正常に動作していないと判断する。

ここで、「狭域通信処理の結果を正しく取得していない」とは、例えば、狭域通信時、車載器から送信される電波において符号化されている情報の一部を正しく復号できず、電波の受け手側においてＣＲＣエラー等の異常が検知されることを意味している。

[0066] 図１３は、第３の実施形態に係る通信処理健全性判断部の処理フローを示す図である。

まず、通信処理健全性判断部２０４は、ＲＳＳＩ取得部２０２が取得するＲＳＳＩ信号に基づいて、受信判定閾値Ｉｈ以上の受信強度Ｉが検出されたか否かを判定する（ステップＳ４０）。

受信判定閾値Ｉｈ以上の受信強度Ｉが検出されていない間（ステップＳ４０：ＮＯ）は、ステップＳ４０の処理を繰り返して待機する。

一方、受信判定閾値Ｉｈ以上の受信強度Ｉが検出された場合（ステップＳ

４０：ＹＥＳ）、通信処理健全性判断部２０４は、ＤＳＲＣ処理部２１が車載器Ａ１との間で行う狭域通信処理の結果を取得して、当該狭域通信処理の結果に異常が生じているか否かを判定する（ステップＳ４１）。

[0067] ＤＳＲＣ処理部２１による狭域通信処理の結果に異常が生じていない場合（ステップＳ４１：ＮＯ）、通信処理健全性判断部２０４は、ステップＳ４０に戻って、再度、受信判定閾値Ｉｈ以上の受信強度Ｉの検出を待ち受ける。ここで、通信処理健全性判断部２０４は、ＤＳＲＣ処理部２１による狭域通信処理の結果として、例えば、ＡＣＴＣ信号に含まれるＣＲＣ（図３）等を参照し、ＡＲＩＢ規格に準拠した電文となっているか否かを判断する。

[0068] 一方、ＤＳＲＣ処理部２１による狭域通信処理の結果に異常が生じていた場合（ステップＳ４１：ＹＥＳ）、通信処理健全性判断部２０４は、当該狭域通信処理の結果の異常の発生回数をカウントする（ステップＳ４２）。そして、通信処理健全性判断部２０４は、上記異常の発生回数が所定の基準回数（例えば、１０回）以上となったか否かを判定する（ステップＳ４３）。

ここで、異常の発生回数が所定の基準回数以上となっていない場合（ステップＳ４３：ＮＯ）、通信処理健全性判断部２０４は、ステップＳ４０に戻って、再度、受信判定閾値Ｉｈ以上の受信強度Ｉの検出を待ち受ける。一方、異常の発生回数が所定の基準回数以上となった場合（ステップＳ４３：ＹＥＳ）、通信処理健全性判断部２０４は、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａの少なくとも何れか一方に異常が生じたものと判断し、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａに対して再起動処理を指示する（ステップＳ４４）。

[0069]（作用効果）

以上のように、第３の実施形態に係る料金収受システム１は、ＲＳＳＩ信号に示される電波の受信強度Ｉが受信判定閾値Ｉｈ以上であって（ステップＳ４０：ＹＥＳ）、かつ、ＤＳＲＣ処理部２１から狭域通信処理の結果を正しく取得していない場合（ステップＳ４１：ＹＥＳ）に、路側アンテナ３ａ、３ｂ及びＤＳＲＣ処理部２１のうちの少なくとも何れか一方が正常に動作

していないと判断する通信処理健全性判断部２０４を更に備えている。

[0070] ここで、車載器Ａ１から受信した電波の受信強度Ｉが受信判定閾値Ｉｈを下回る場合は受信強度Ｉが十分でないため、例えば、路側アンテナ３ａ、３ｂの復調処理部３４（図８）における復調処理等が正しく実行されない（例えば、受信した電波において本来“１”であった符号を誤って“０”と復調してしまう）場合がある。したがって、ＤＳＲＣ処理部２１は、正常に動作していたとしても、狭域通信処理の結果を正しく取得できない場合が想定される。

しかしながら、車載器Ａ１から受信した電波の受信強度Ｉが十分であるにもかかわらず、ＤＳＲＣ処理部２１から狭域通信処理の結果を正しく取得できない（ＣＲＣ異常が発生する）という事象が複数回に渡って発生した場合は、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａ（復調処理部３４）の少なくとも何れか一方に異常が生じている可能性が高い。

そこで、通信処理健全性判断部２０４は、上述の処理フロー（ステップＳ４０～Ｓ４４）に従い、電波の受信強度Ｉが受信判定閾値Ｉｈ以上にもかかわらず、ＤＳＲＣ処理部２１から狭域通信処理の結果を正しく取得していない回数が所定の基準回数以上となった場合に、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａの少なくとも何れか一方が正常に動作していないと判断する。そして、通信処理健全性判断部２０４は、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａに対し再起動処理の指示を行う。

[0071] このようにすることで、更に、電波の受信強度（ＲＳＳＩ）とＤＳＲＣ処理部２１の狭域通信処理の結果との組み合わせを利用して路側アンテナ３ａ、３ｂ又はＤＳＲＣ処理部２１の動作の異常を検知することができるので、一層精度良く料金収受システム１の異常を検知することができる。

[0072] なお、第３の実施形態において、通信処理健全性判断部２０４は、路側アンテナ３ａ、３ｂ及びＤＳＲＣ処理部２１の少なくともいずれかに異常が生じたと判断した場合に、路側アンテナ３ａ、３ｂ及びＤＳＲＣ処理部２１に対して再起動処理を指示するものとして説明した（図１３のステップＳ４４

）。しかし、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、他の実施形態においては、通信処理健全性判断部２０４は、対象とする構成要素（路側アンテナ３ａ、３ｂ、ＤＳＲＣ処理部２１）の動作が異常と判断された場合に、料金収受システム１の中央設備等に駐在する監視員等に、当該異常を通知する態様としてもよい。

[0073] また、第３の実施形態においては、電波を発信する車載器Ａ１自体には異常が生じていないという前提の下、ＤＳＲＣ処理部２１から狭域通信処理の結果を正しく取得しなかった場合（基準回数以上のＣＲＣ異常を検知した場合）には、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａの何れかが正常に動作していないと判断するものとして説明した。

しかしながら、電波の発信元である車載器Ａ１自体に異常が生じていた場合、元々、ＣＲＣ異常を抱えている電波が発信されていることも想定される。そうすると、実際には車載器Ａ１側の異常にもかかわらず、誤ってＤＳＲＣ処理部２１又は路側アンテナ３ａを異常と判断することが懸念される。

そこで、第３の実施形態の変形例に係る通信処理健全性判断部２０４は、受信強度Ｉが受信判定閾値Ｉｈ以上にもかかわらずＣＲＣ異常が検知されたＡＣＴＣ信号から車載器Ａ１のＬＩＤを読み取り、その種類をカウントする。そして、通信処理健全性判断部２０４は、当該ＬＩＤの種類が所定の基準数以上となった場合に、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａの少なくともいずれか一方が正常に動作していないと判断してもよい。即ち、複数の車載器Ａ１からＣＲＣ異常の電波が発信されることは考え難いため、異常の発生箇所を、アンテナ３ａ、又は、ＤＳＲＣ処理部２１に絞り込むことができる。

[0074] ＜第４の実施形態＞

次に、図１４を参照しながら、第４の実施形態に係る料金収受システムについて詳細に説明する。

[0075] （料金収受システムの機能構成）

図１４は、第４の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図で

ある。

図１４において、第１～第３の実施形態及び各種変形例と同一の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

図１４に示すように、第４の実施形態に係る料金収受システム１は、第１～第３の実施形態と同様に、料金収受処理装置１ａと、無線通信制御装置２ａとを備えている。なお、本実施形態に係る料金収受システム１は、第１～第３の実施形態と同様に、更に、無線通信制御装置２ｂ、路側アンテナ３ａ、３ｂ（図２参照）を備えているが、これらの構成については図示を省略している。

また、料金収受処理装置１ａは、料金収受処理部１０と、記録媒体１１と、システム健全性判断部１２と、を備えている。

[0076] システム健全性判断部１２は、単位時間当たりに実行される料金収受処理の回数ｒが、予め定められた所定の基準処理回数ｒｈを下回っている場合に、料金収受システム１を構成する各種装置（路側アンテナ３ａ、３ｂ、ＤＳＲＣ処理部２１、通信制御部２０及び料金収受処理部１０）のうちの少なくとも何れか一つが正常に動作していないと判断する。

[0077] より具体的には、システム健全性判断部１２は、記録媒体１１に記録された統計データＤ（図１１）を参照するとともに、単位時間当たりに実行される料金収受処理の回数ｒが統計データＤに応じた基準処理回数ｒｈを下回っている場合に、料金収受システム１を構成する各種装置（料金収受処理装置１ａ、無線通信制御装置２ａ、２ｂ、路側アンテナ３ａ、３ｂ）のうちの少なくとも何れか一つが正常に動作していないと判断する。

例えば、現時刻が１２時であった場合、システム健全性判断部１２は、統計データＤから当該１２時の時間帯における走行量を参照し、その走行量に応じた基準処理回数ｒｈを設定する。そして、システム健全性判断部１２は、料金収受処理部１０において単位時間当たりに実行される料金収受処理の回数ｒをカウントし、その回数が上記基準処理回数ｒｈを下回っているか否か（ｒ＜ｒｈか否か）を判定する。

また、単位時間当たりに実行される料金収受処理の回数ｒが現時刻の時間帯に応じた基準処理回数ｒｈを下回っている場合（ｒ＜ｒｈ）、システム健全性判断部１２は、各種装置（料金収受処理装置１ａ、無線通信制御装置２ａ、２ｂ、路側アンテナ３ａ、３ｂ）の少なくとも何れか一つに異常が生じたものと判断し、料金収受システム１を構成する各種装置の再起動処理を指示する。

[0078]（作用効果）

ここで、料金収受システム１の規定通信領域Ｑ１、Ｑ２（図１）においては、通常、高速道路の利用者数（車両Ａの走行量）に応じた所定の頻度（単位時間当たりの車両通過数）で車両Ａが走行する。したがって、料金収受システム１全体が正常に機能している場合、料金収受処理部１０は、上記車両通過数に応じた所定の基準処理回数ｒｈ以上の頻度で、料金収受処理を実行することが想定される。

そうすると、単位時間当たりに実行される実際の料金収受処理の回数ｒが基準処理回数ｒｈを下回っている場合、「実際には車両Ａが規定通信領域Ｑ１、Ｑ２を通過しているにもかかわらず、各車両Ａについて正しく料金収受処理がなされていない」という異常が疑われる。

そこで、システム健全性判断部１２は、上記のように、単位時間当たりに料金収受処理を実行した回数ｒが所定の基準処理回数ｒｈを下回った場合に、料金収受システム１を構成する各種装置のうちの少なくとも何れか一つが正常に動作していないと判断する。そして、システム健全性判断部１２は、当該各種装置全体に対し再起動処理の指示を行う。

[0079] 例えば、通信制御部２０において生じ得る動作異常の態様によっては、通信制御部２０が実行する各処理のうちの一部のみが異常となる場合が想定される。そうすると、通信制御部２０が本来行うべき処理（車載器Ａ１についての料金収受用の情報の作成）が正常に行われていないにもかかわらず、ハートビート処理部２０１が正常に機能することも考えられる。この場合、ＤＳＲＣ処理部２１のハートビート処理部２１１では、当該通信制御部２０で

生じた異常を検知することは出来ない。

本実施形態に係る料金収受システム１によれば、このような場合であっても、料金収受処理部１０で行われる実際の料金収受処理の回数に基づいて、料金収受システム１を構成する各種装置のいずれかにおいて異常が生じているか否かを判断することができるので、より精度良く料金収受システム１の異常を検知することができる。

[0080] なお、第４の実施形態の変形例に係る料金収受システム１においては、統計データＤの態様は、１日の時間帯別のみならず、例えば、１月又は１年の時間帯別の走行量を示すものであってもよい。

また、第４の実施形態の他の変形例に係る料金収受システム１においては、基準処理回数ｒｈは、統計データＤに応じて変化するものではなく、予め定められた一定値であってもよい。

[0081] なお、上述の第１～第４の実施形態においては、料金収受処理部１０、通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａ、３ｂの各種機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各種処理を行うものとしている。ここで、上述した料金収受処理部１０、通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａ、３ｂの各種処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって上記各種処理が行われる。また、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

また、料金収受処理部１０、通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａ、３ｂの各々は、各種機能構成が単一の装置筐体に収められる態様に限定されず、料金収受処理部１０、通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理

部２１及び路側アンテナ３ａ、３ｂの各々が有する各種機能構成が、ネットワークで接続される複数の装置に渡って具備される態様であってもよい。

[0082] ＜第５の実施形態＞

次に、図１５～図２２を参照しながら、第５の実施形態に係る料金収受システムについて詳細に説明する。

[0083] （料金収受システムの全体構成）

図１５は、第５の実施形態に係る料金収受システムの全体構成を示す図である。

図１５に示すように、料金収受システム１は、料金収受処理装置１ａと、無線通信制御装置２ａ、２ｂと、路側アンテナ３ａ、３ｂと、確認機４ａ、４ｂと、を備えている。本実施形態において、料金収受処理装置１ａ、無線通信制御装置２ａ、２ｂ、及び、路側アンテナ３ａ、３ｂについては、第１～第４の実施形態と同様である。

また、本実施形態においては、図１５に示すように、確認機４ａ、４ｂが、それぞれ、路側アンテナ３ａ、３ｂに付属して取り付けられている。

[0084] （料金収受システムの機能構成）

図１６は、第５の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

図１６に示すように、料金収受処理装置１ａは、料金収受処理部１０を備えている。また、無線通信制御装置２ａ、２ｂは、それぞれ、通信制御部２０と、ＤＳＲＣ処理部２１（通信処理部）と、を備えている。

図１６に示すように、料金収受システム１の料金収受処理装置１ａは、料金収受処理部１０を備えている。また、無線通信制御装置２ａ、２ｂは、それぞれ、通信制御部２０と、ＤＳＲＣ処理部２１（通信処理部）と、を備えている。

確認機４ａ、４ｂは、路側アンテナ３ａ、３ｂの各々と無線通信が可能な範囲内に設けられ、各路側アンテナ３ａ、３ｂからの確認信号（ＦＣＭＣ信号）を受信して応答信号（ＡＣＴＣ信号）を送信する。

[0085] 本実施形態に係る通信制御部２０は、確認機用健全性判断部２０５を備えている。確認機用健全性判断部２０５は、路側アンテナ３ａ、３ｂを通じた確認機４ａ、４ｂからの応答信号（ＡＣＴＣ信号）の受信結果に基づいて、路側アンテナ３ａ、３ｂ及び無線通信制御装置２ａ、２ｂが正常に動作しているか否かを判断する。

[0086] なお、第５の実施形態に係る料金収受処理部１０、通信制御部２０、ＤＳＲＣ処理部２１、及び、路側アンテナ３ａ、３ｂは、第１の実施形態及びその変形例で説明したハートビート処理部（ハートビート処理部１０１、２０１、２１１等）を具備していないものとして説明する。また、第５の実施形態に係る通信制御部２０は、第２の実施形態及びその変形例、第３の実施形態で説明した電波受信健全性判断部２０３、通信処理健全性判断部２０４を具備しないものとして説明する。

ただし、他の実施形態においては、料金収受システム１は、ハートビート処理部１０１、２０１、２１１、電波受信健全性判断部２０３、通信処理健全性判断部２０４のうちの一つ又は複数を具備し、第５の実施形態に係る確認機用健全性判断部２０５が、これらの各種機能構成と組み合わせて料金収受システム１全体の動作の健全性を判断する態様であってもよい。

[0087]（路側アンテナ及び確認機の構造）

図１７は、第５の実施形態に係る路側アンテナ及び確認機の構造を示す第１の図である。

また、図１８は、第５の実施形態に係る路側アンテナ及び確認機の構造を示す第２の図である。

ここで、図１７は、路側アンテナ３ａを正面から見た様子を示しており、図１８は、路側アンテナ３ａを側面から見た様子を示している。

なお、図１７、図１８における±Ｙ’方向は、矩形板状に形成されている路側アンテナ３ａの板面に平行な方向であって車線Ｌ１の路面（図１５参照）と平行な方向とする。また、＋Ｚ’方向は、路側アンテナ３ａの板面に平行な方向であって、路側アンテナ３ａの上方側（車線Ｌ１の路面（図１５参

照）から離れる方向）を向く方向とする。また、図１７、図１８における－Ｘ’方向は、路側アンテナ３ａの板面の垂直方向であって車線Ｌ１の路面上における規定通信領域Ｑ１（図１５参照）を向く方向とする。

図１７、図１８に示すように、路側アンテナ３ａ及び確認機４ａは、取り付け治具ｇ１を介してガントリＧに固定設置されている。

[0088] 路側アンテナ３ａは、車線Ｌ１の路面上における規定通信領域Ｑ１（図１５）に応じたメインローブ（アンテナの放射パターンのうち、目的とする方向であって電波の放射量が最も高い範囲。図１７、図１８には図示せず。）を有している。ここで、路側アンテナ３ａのメインローブは、例えば、その板面（Ｙ’Ｚ’平面）の前方側（規定通信領域Ｑ１を向く方向（－Ｘ’方向）側）であって、当該板面の中心軸線Ｒを中心とする所定範囲とされる。

また、路側アンテナ３ａは、メインローブとは異なる方向に生じる不要な電波の放射パターンであるサイドローブＳＬを有している。路側アンテナ３ａのサイドローブＳＬは、例えば、図１７、図１８に示すように、路側アンテナ３ａの矩形状の板面の各縁（辺）の近傍を基端として、その前方側（－Ｘ’方向側）、かつ、当該板面の中心軸線Ｒから遠ざかる方向に伸びた範囲となる。

[0089] 確認機４ａは、路側アンテナ３ａのサイドローブＳＬの電波を受信可能な位置に配置される。具体的には、確認機４ａは、路側アンテナ３ａ板面の上方側（＋Ｚ’方向側）であって、その後方側（＋Ｘ’方向側）から前方側（－Ｘ’方向側）にかけて延びる固定棒ｇ２の先端に取り付けられる。この結果、確認機４ａは、路側アンテナ３ａ板面の上方側（＋Ｚ’方向側）かつ前方側（－Ｘ’方向側）に配置される。

[0090] なお、図１７、図１８には、路側アンテナ３ａ及び確認機４ａの構造及び位置関係について説明したが、路側アンテナ３ｂ及び確認機４ｂ構造及び位置関係もこれらと同様である。

[0091]（確認機の機能）

図１９は、第５の実施形態に係る確認機の機能を説明する図である。

図１９には、無線通信制御装置２ａのＤＳＲＣ処理部２１と確認機４ａとの間で行われる通信処理の内容を示している。

ＤＳＲＣ処理部２１は、通常の処理として、規定通信領域Ｑ１内に位置する車両Ａ（車載器Ａ１）を通信対象とすべく、ある時刻ｔｆからＦＣＭＣ信号を送信する。ここで、ＦＣＭＣ信号とは、上述したＡＲＩＢ標準規格に則った狭域通信処理において、無線通信制御装置２ａ、２ｂが路側アンテナ３ａ、３ｂを通じて車載器Ａ１へ送信する所定の要求信号である。無線通信制御装置２ａ、２ｂは、ＦＣＭＣ信号（要求信号）を送信して、車載器Ａ１からのＡＣＴＣ信号の返信を要求する。

規定通信領域Ｑ１内に車載器Ａ１が存在する場合、このＦＣＭＣ信号が重畳された電波は、路側アンテナ３ａのメインローブを通じて当該車載器Ａ１に受信される。そして、当該車載器Ａ１は、当該ＦＣＭＣ信号に対する応答信号であるＡＣＴＣ信号を返信する。

一方、ＦＣＭＣ信号が重畳された電波は、路側アンテナ３ａのサイドローブＳＬにも放射される。したがって、図１７、図１８に示す位置関係で配置された確認機４ａは、路側アンテナ３ａのサイドローブＳＬを通じて、ＦＣＭＣ信号を受信する。

[0092] ＦＣＭＣ信号を受信した確認機４ａは、当該ＦＣＭＣ信号に対する応答信号として、１２個のチャネルＣ０１～Ｃ１２のうちのいずれかのタイミングでＡＣＴＣ信号を電波で送信する。そして、確認機４ａは、ここで送信するＡＣＴＣ信号に、確認機４ａ固有に割り振られた確認機専用のＬＩＤであって、当該ＡＣＴＣ信号の送信元が当該確認機４ａであることを識別可能な識別子を付する。

[0093] （確認機用健全性判断部の処理フロー）

図５は、第５の実施形態に係る確認機用健全性判断部の処理フローを示す図である。

無線通信制御装置２ａの確認機用健全性判断部２０５は、まず、ＤＳＲＣ処理部２１からの確認信号であるＦＣＭＣ信号の送信を検知する（ステップ

Ｓ５０）。この際、ＤＳＲＣ処理部２１から送信されたＦＣＭＣ信号は、路側アンテナ３ａのサイドローブＳＬ（図１７、図１８）を通じて確認機４ａに送信される。

ここで、確認機４ａは、ＦＣＭＣ信号の受信に応じて、確認機４ａ固有のＬＩＤ（確認機専用のＬＩＤ）が付されたＡＣＴＣ信号（図１９参照）を送信する。確認機用健全性判断部２０５は、ＤＳＲＣ処理部２１を通じて受信したＡＣＴＣ信号に付されたＬＩＤを参照して、確認機４ａから受信があったか否かを判定する（ステップＳ５１）。

確認機４ａから、ＦＣＭＣ信号に対する応答信号であるＡＣＴＣ信号を受信した場合（ステップＳ５１：ＹＥＳ）、確認機用健全性判断部２０５は、ステップＳ５０に戻り、再度のＦＣＭＣ信号の送信を検知する。

一方、ＤＳＲＣ処理部２１からＦＣＭＣ信号の送信があったにもかかわらず、確認機４ａからＡＣＴＣ信号を受信しなかった場合（ステップＳ５１：ＮＯ）、確認機用健全性判断部２０５は、確認機４ａからの応答が検知されなかった回数（確認機非応答回数）をカウントする（ステップＳ５２）。そして、確認機用健全性判断部２０５は、上記確認機非応答回数が所定の基準回数（例えば、１０回）以上となったか否かを判定する（ステップＳ５３）。

ここで、確認機非応答回数が所定の基準回数以上となっていない場合（ステップＳ５３：ＮＯ）、確認機用健全性判断部２０５は、ステップＳ５０に戻って、再度、ＦＣＭＣ信号送信の検知を行う。一方、確認機非応答回数が所定の基準回数以上となった場合（ステップＳ５３：ＹＥＳ）、確認機用健全性判断部２０５は、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａの少なくとも何れか一方に異常が生じたものと判断し、ＤＳＲＣ処理部２１及び路側アンテナ３ａに対して再起動処理を指示する（ステップＳ５４）。

[0094]（作用効果）

以上のように、第５の実施形態に係る料金収受システム１は、車両Ａに搭載された車載器Ａ１と無線通信を行う路側アンテナ３ａ、３ｂと、路側アン

テナ３ａ、３ｂを通じて車載器Ａ１との間で所定の通信処理（狭域通信処理）を行い、当該車載器Ａ１についての料金収受用の情報を取得する無線通信制御装置２ａ、２ｂと、路側アンテナ３ａ、３ｂと無線通信が可能な範囲内に設けられ、路側アンテナ３ａ、３ｂからのＦＣＭＣ信号を受信してＡＣＴＣ信号を送信する確認機４ａ、４ｂと、を備えている。また、無線通信制御装置２ａ、２ｂは、路側アンテナ３ａ、３ｂを通じた確認機４ａ、４ｂからのＡＣＴＣ信号の受信結果に基づいて、路側アンテナ３ａ、３ｂ及び無線通信制御装置２ａ、２ｂが正常に動作しているか否かを判断する。

即ち、無線通信制御装置２ａ、２ｂが車載器Ａ１に向けたＦＣＭＣ信号を送信する度に、その通信可能範囲内に常設された確認機４ａ、４ｂが当該ＦＣＭＣ信号を受信して、ＦＣＭＣ信号に応じた応答信号（ＡＣＴＣ信号）を送信（返信）する。これにより、当該確認機４ａ、４ｂからの応答信号の受信の有無に応じて、無線通信制御装置２ａ、２ｂ及び路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作しているか否かを判断することができる。

以上より、第５の実施形態に係る料金収受システム１によれば、フリーフロー型の料金収受システムにおいて、その異常を迅速かつ精度良く検知することができる。

[0095] また、第５の実施形態に係る料金収受システム１は、確認機４ａ、４ｂが、路側アンテナ３ａ、３ｂのサイドローブを通じて路側アンテナ３ａ、３ｂと無線通信が可能な範囲内に設けられていることを特徴としている。

[0096] ここで、上述したように、路側アンテナ３ａ、３ｂのメインローブは、それぞれ、車線Ｌ１、Ｌ２の路面上における規定通信領域Ｑ１、Ｑ２を規定するものである。この場合において、例えば、路側アンテナ３ａ、３ｂの近傍、かつ、メインローブの範囲内に確認機４ａ、４ｂを常設すると、当該メインローブの放射パターンが確認機４ａ、４ｂの存在の影響（反射等）を受け、規定通信領域Ｑ１、Ｑ２が意図していた領域から変動することが想定される。

そこで、本実施形態に係る料金収受システム１のように、確認機４ａ、４

ｂが、路側アンテナ３ａ、３ｂのサイドローブを通じて無線通信可能な位置に配置されることで、路側アンテナ３ａ、３ｂのメインローブそのものには影響を与えることなく、路側アンテナ３ａ、３ｂと確認機４ａ、４ｂとの間の無線通信処理を安定して行うことができる。

したがって、規定通信領域Ｑ１、Ｑ２の範囲、即ち、路側アンテナ３ａ、３ｂと車載器Ａ１との間で行われる狭域通信処理の安定性を損なうことなく、確認機４ａ、４ｂからの応答信号の受信結果に応じて、無線通信制御装置２ａ、２ｂ及び路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作しているか否かを判断することができる。

[0097] また、第５の実施形態に係る確認機４ａ、４ｂは、路側アンテナ３ａ、３ｂからの確認信号として、狭域通信処理において無線通信制御装置２ａ、２ｂが車載器Ａ１へ送信する要求信号（ＦＣＭＣ信号）を受信した場合に、応答信号を送信するものとしている。また、確認機４ａ、４ｂは、その応答信号として、狭域通信処理において車載器Ａ１が送信する応答信号と同じ規格（ＡＲＩＢ標準規格）に則った応答信号（ＡＣＴＣ信号）を送信するものとしている。

つまり、本実施形態に係る料金収受システム１は、通常の狭域通信処理において車載器Ａ１との間でやり取りされるＦＣＭＣ信号及びＡＣＴＣ信号を、確認機４ａ、４ｂとの間で行う健全性判断用の無線通信処理にも利用している。そうすると、無線通信制御装置２ａ、２ｂは、既存のＤＳＲＣ処理部２１のみを通じて、確認機４ａ、４ｂとの間で、確認信号及び応答信号の送受を行うことができる。

したがって、確認機４ａ、４ｂと路側アンテナ３ａ、３ｂとの間の無線通信処理を行う目的で新規の構成要素（ハードウェア）を実装する必要がなくなるので、料金収受システム１の製造コスト増加を抑えながら、路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作しているか否かを判断することができる。

[0098] また、第５の実施形態に係る確認機４ａ、４ｂは、ＦＣＭＣ信号を受信した場合に送信するＡＣＴＣ信号に、当該ＡＣＴＣ信号の送信元が当該確認機

４ａ、４ｂであることを識別可能な識別子（確認機専用のＬＩＤ）を含むことを特徴としている。

このようにすることで、確認機用健全性判断部２０５は、ＤＳＲＣ処理部２１による狭域通信処理を通じてＡＣＴＣ信号から読み取られたＬＩＤを参照するのみで、当該ＡＣＴＣ信号が、確認機４ａ、４ｂから送信されたものか否かを判別することができる。

[0099]（第５の実施形態の変形例）

図２１は、第５の実施形態の変形例に係る路側アンテナ及び確認機の構造を示す第１の図である。

また、図２２は、第５の実施形態の変形例に係る路側アンテナ及び確認機の構造を示す第２の図である。

ここで、図２１は、路側アンテナ３ａの内部構造を正面から見た様子を示しており、図２２は、路側アンテナ３ａの内部構造を側面から見た様子を示している。

図２１、図２２に示すように、路側アンテナ３ａは、板面にパッチアンテナ３００ａが形成されているパッチアンテナ用基板３００と、パッチアンテナ３００ａ（パッチアンテナ用基板３００）を覆うレドーム３０１と、を備えている。

また、路側アンテナ３ａのレドーム３０１は、更に、確認機４ａ’を覆うように形成されている。ここで、レドーム３０１の内部に配置された、本変形例に係る確認機４ａ’は、第５の実施形態に係る確認機４ａ（図１７、図１８）とは異なり、確認機４ａ’単独のレドーム（カバーケース）を有しておらず、単に、パッチアンテナ４００ａ及び確認機処理部４０１が実装された確認機用基板４００のみから構成される。ここで、確認機処理部４０１は、確認機４ａ’としての通信処理（受信したＦＣＭＣ信号の読み取り及びＡＣＴＣ信号の送信）を行う通信処理部である。

[0100] 路側アンテナ３ａのパッチアンテナ３００ａは、路側アンテナ３ａのアンテナ素子（図８に示すアンテナ素子３０）であって、車載器Ａ１との間で電

波の送受信を行う素子である。

パッチアンテナ３００ａは、車線Ｌ１の路面上における規定通信領域Ｑ１（図１５）に応じたメインローブ（図２１、図２２には図示せず。）を有している。ここで、パッチアンテナ３００ａのメインローブは、例えば、パッチアンテナ用基板３００の板面（Ｙ’Ｚ’平面）の前方側（－Ｘ’方向側）であって、当該板面の中心軸線Ｒ’を中心とする所定範囲とされる。

また、パッチアンテナ３００ａは、メインローブとは異なる放射パターンであるサイドローブＳＬを有している。パッチアンテナ３００ａのサイドローブＳＬは、例えば、図２１、図２２に示すように、パッチアンテナ用基板３００の矩形状の板面の各縁（辺）の近傍を基端として、その前方側（－Ｘ’方向側）、かつ、当該板面の中心軸線Ｒ’から遠ざかる方向に伸びた範囲となる。

[0101] 確認機４ａ’のパッチアンテナ４００ａは、路側アンテナ３ａのパッチアンテナ３００ａとの間で電波を送受可能とするアンテナ素子である。

確認機４ａ’のパッチアンテナ４００ａは、パッチアンテナ３００ａのサイドローブＳＬの電波を受信可能な位置に配置される。例えば、確認機４ａ’（パッチアンテナ４００ａ）は、路側アンテナ３ａのレドーム３０１の内部であって、パッチアンテナ用基板３００の上方側（＋Ｚ’方向側）のサイドローブＳＬの範囲に含まれるように配置される。

[0102] なお、図２１、図２２には、路側アンテナ３ａ及び確認機４ａ’の構造及び位置関係について説明したが、路側アンテナ３ｂ及び確認機４ｂ’（路側アンテナ３ｂのレドーム３０１の内部に配置された確認機）の構造及び位置関係もこれらと同様である。

[0103] 以上、第５の実施形態の変形例に係る料金収受システム１によれば、路側アンテナ３ａ、３ｂは、車載器Ａ１との間で電波の送受信を行うパッチアンテナ３００ａと、当該パッチアンテナ３００ａを覆うレドーム３０１と、を備え、また、確認機４ａ’、４ｂ’は、レドーム３０１の内部に設けられていることを特徴としている。

このようにすることで、路側アンテナ３ａ、３ｂと確認機４ａ’、４ｂ’とを一体として形成することができるので、料金収受システム１の簡素化を図ることができる。即ち、確認機４ａ’、４ｂ’がレドーム３０１内に収められ路側アンテナ３ａ、３ｂと一体化されているため、取り付け作業者は、確認機４ａ’、４ｂ’の存在を意識せずに路側アンテナ３ａ、３ｂを取付けることができる。また、取り付け作業者は、確認機３ａ、３ｂと確認機４ａ’、４ｂ’との位置ずれなどを気にする必要がなくなる。

また、確認機４ａ’、４ｂ’の筐体（カバーケース）、及び、当該確認機４ａ’、４ｂ’を路側アンテナ３ａ、３ｂの外側に取り付けるための固定具（取り付け治具ｇ１、固定棒ｇ２等）が不要となるため製造コストの低減効果も期待できる。

[0104] 以上、第５の実施形態及びその変形例に係る料金収受システム１について詳細に説明したが、第５の実施形態及びその変形例に係る料金収受システム１の具体的な態様は、上述のものに限定されることはなく、要旨を逸脱しない範囲内において種々の設計変更等を加えることは可能である。

[0105] 例えば、第５の実施形態に係る料金収受システム１では、確認機４ａ、４ｂが、路側アンテナ３ａ、３ｂのサイドローブを通じて路側アンテナ３ａ、３ｂと無線通信が可能な範囲内に設けられているものとして説明したが、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、他の実施形態においては、確認機４ａ、４ｂが、路側アンテナ３ａ、３ｂのメインローブの範囲内に配置される態様であってもよい。この場合、確認機４ａ、４ｂは、路側アンテナ３ａ、３ｂから比較的離れた位置（例えば、車線Ｌ１、Ｌ２の路面上における規定通信領域Ｑ１、Ｑ２の範囲内）であって、かつ、車両Ａの走行を阻害しない位置（例えば、車線Ｌ１、Ｌ２に隣接する路側帯等）に配置されてもよい。また、確認機４ａ、４ｂが、車線Ｌ１、Ｌ２の道路内部に埋め込まれていてもよい。

[0106] また、第５の実施形態（及びその変形例）に係る料金収受システム１では、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）は、確認信号として、狭域通

信処理において無線通信制御装置２ａ、２ｂが車載器Ａ１へ送信するＦＣＭＣ信号を受信した場合に、応答信号を送信するものとして説明した。また、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）は、その応答信号として、狭域通信処理において車載器Ａ１が送信する応答信号と同じ規格に則った応答信号（ＡＣＴＣ信号）を送信するものとして説明した。しかし、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）は、路側アンテナ３ａ、３ｂとの間で、狭帯域通信とは異なる、健全性判断専用の無線通信処理（健全性判断専用の確認信号、及び、健全性判断専用の応答信号の送受信）を行ってもよい。

[0107] また、第５の実施形態（及びその変形例）に係る料金収受システム１では、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）は、チャネルＣ０１～Ｃ１２のいずれかの期間を選択してＡＣＴＣ信号を送信するものとして説明したが、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）は、常に、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）の応答専用とされた特定のチャネル（例えば、チャネルＣ１２）のみを用いて応答信号を送信する態様であってもよい。このようにすることで、確認機用健全性判断部２０５は、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）の応答専用とされた特定のチャネル（チャネルＣ１２）のみを監視して、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）から応答信号を受信したか否かを判断すればよいので、健全性判断の処理の負荷を軽減することができる。

[0108] また、第５の実施形態（及びその変形例）に係るＤＳＲＣ処理部２１の処理は、例えば、以下のようにしてもよい。

即ち、ＤＳＲＣ処理部２１は、ＦＣＭＣ信号の送信に続いて受信したＡＣＴＣ信号を読み取った際に、当該ＡＣＴＣ信号に含まれるＬＩＤを参照して、このＡＣＴＣ信号が車載器Ａ１から送信されたものか、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）によって送信されたものかを判断する。車載器Ａ

１から送信されたＡＣＴＣ信号を受信した場合には、ＤＳＲＣ処理部２１は、続く狭帯域通信を経て当該車載器Ａ１との間でデータリンクを確立し、料金収受用の情報を取得する。一方、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）から送信されたＡＣＴＣ信号を受信した場合には、ＤＳＲＣ処理部２１は、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）との間ではデータリンクを確立せずに、狭帯域通信を終了する。

このようにすることで、ＤＳＲＣ処理部２１が、確認機４ａ、４ｂ（確認機４ａ’、４ｂ’）との間で不要な狭域通信処理を行わないようにすることができる。

[0109] なお、第５の実施形態において、確認機用健全性判断部２０５は、路側アンテナ３ａ、３ｂ及びＤＳＲＣ処理部２１の少なくともいずれかに異常が生じたと判断した場合に、路側アンテナ３ａ、３ｂ及びＤＳＲＣ処理部２１に対して再起動処理を指示するものとして説明した（図２０のステップＳ５４）。しかし、他の実施形態においてはこの態様に限定されない。

例えば、他の実施形態においては、確認機用健全性判断部２０５は、対象とする構成要素（路側アンテナ３ａ、３ｂ、ＤＳＲＣ処理部２１）の動作が異常と判断された場合に、料金収受システム１の中央設備等に駐在する監視員等に、当該異常を通知する態様としてもよい。

[0110] ＜第６の実施形態＞

次に、図２３を参照しながら、第６の実施形態に係る料金収受システムについて詳細に説明する。

[0111] （料金収受システムの機能構成）

図２３は、第６の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

図２３において、第５の実施形態と同一の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

図２３に示すように、第６の実施形態に係る料金収受システム１は、第５の実施形態と同様に、料金収受処理装置１ａと、無線通信制御装置２ａと、

路側アンテナ３ａと、確認機４ａと、を備えている。なお、本実施形態に係る料金収受システム１は、第５の実施形態と同様に、更に、無線通信制御装置２ｂ、路側アンテナ３ｂ及び確認機４ｂ（図１６参照）を備えているが、これらの構成については図示を省略している。

[0112] 図２５に示す無線通信制御装置２ａは、通信制御部２０と、ＤＳＲＣ処理部２１と、を備えている。

また、図２５に示すように、通信制御部２０は、ＲＳＳＩ取得部２０２（受信強度取得部）と、電波受信健全性判断部２０３と、確認機用健全性判断部２０５と、を備えている。

本実施形態に係るＲＳＳＩ取得部２０２は、路側アンテナ３ａ、３ｂから、当該路側アンテナ３ａ、３ｂで受信した電波の受信強度（ＲＳＳＩ）を示すＲＳＳＩ信号（受信強度情報）を取得する。

また、本実施形態に係る電波受信健全性判断部２０３は、ＲＳＳＩ信号に示される電波の受信強度Ｉｃが所定の受信判定閾値Ｉｃｈを下回っているか否かに基づいて、路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作しているか否かを判断する。

[0113] ここで、本実施形態に係る料金収受システム１においては、例えば、第５の実施形態と同様に、確認機４ａ、４ｂと路側アンテナ３ａ、３ｂとの位置関係が、取り付け治具ｇ１、固定棒ｇ２（図１７、図１８）等によって固定されている。また、本実施形態に係る確認機４ａ、４ｂが、ＡＣＴＣ信号の送信のために発信する電波の強度は、常に一定とされる。

この場合、路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作している場合、当該路側アンテナ３ａ、３ｂは、ＤＳＲＣ処理部２１がＦＣＭＣ信号を送信する度に、確認機４ａ、４ｂから常に一定の受信強度で電波を受信するはずである。

そこで、本実施形態に係る電波受信健全性判断部２０３は、予め設定された受信判定閾値Ｉｃｈと、ＦＣＭＣ信号を送信する度に検出される受信強度Ｉｃと、を比較する。更に、電波受信健全性判断部２０３は、ＦＣＭＣ信号を送信する度に検出される受信強度Ｉｃが受信判定閾値Ｉｃｈを下回った場

合には、その回数をカウントする。そして、電波受信健全性判断部２０３は、受信強度Ｉｃが受信判定閾値Ｉｃｈを下回った回数が所定の基準回数に達した場合に、路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作していないと判断する。

[0114] （作用効果）

以上のように、第６の実施形態に係る無線通信制御装置２ａ、２ｂは、路側アンテナ３ａ、３ｂで受信した電波の受信強度を示すＲＳＳＩ信号を取得するＲＳＳＩ取得部２０２と、当該ＲＳＳＩ信号に示される電波の受信強度Ｉｃが受信判定閾値Ｉｃｈを下回っているか否かに基づいて、路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作しているか否かを判断する電波受信健全性判断部２０３と、を備えている。

このようにすることで、無線通信制御装置２ａ、２ｂは、確認機４ａ、４ｂからのＡＣＴＣ信号の受信の有無のみならず、当該ＡＣＴＣ信号が重畳された電波の受信強度に基づいて、路側アンテナ３ａ、３ｂが正常に動作しているか否かを判断することができる。したがって、料金収受システム１における動作の異常箇所を更に絞り込んで特定することができる。

[0115] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものとする。

産業上の利用可能性

[0116] 上述の料金収受システム、健全性判断方法によれば、システムの異常を検知可能なフリーフロー型の料金収受システムを提供することができる。

符号の説明

[0117] １　料金収受システム

１ａ　料金収受処理装置

１０　料金収受処理部

１０１　ハートビート処理部

１０１ａ　健全性判断部

１０１ｂ　応答部

１１　記録媒体

１２　システム健全性判断部

２ａ、２ｂ　無線通信制御装置

２０　通信制御部

２０１　ハートビート処理部

２０１ａ　健全性判断部

２０１ｂ　応答部

２０２　ＲＳＳＩ取得部（受信強度取得部）

２０３　電波受信健全性判断部

２０４　通信処理健全性判断部

２０５　確認機用健全性判断部

２１　ＤＳＲＣ処理部（通信処理部）

２１１　ハートビート処理部

２１１ａ　健全性判断部

２１１ｂ　応答部

３ａ、３ｂ　路側アンテナ

３０　アンテナ素子

３１　増幅器

３２　混合器

３３　基準発振源

３４　復調処理部

３５　受信強度検出部

３００　パッチアンテナ用基板

３００ａ　パッチアンテナ

３０１　レドーム

４ａ、４ｂ　確認機

４ａ’、４ｂ’　確認機

４００　確認機用基板

４００ａ　パッチアンテナ

４０１　確認機処理部

Ａ　車両

Ａ１　車載器

Ｑ１、Ｑ２　規定通信領域

Ｇ　ガントリ

Ｌ１、Ｌ２　車線

Ｔ　通信塔

Ｄ　統計データ

Ｐ１、Ｐ２、Ｐ３　通信対

ｇ１　取り付け治具

ｇ２　固定棒

ＳＬ　サイドローブ

請求の範囲

[請求項1] 車両に搭載された車載器と無線通信を行う路側アンテナと、

前記路側アンテナを通じて前記車載器との間で所定の通信処理を行い、当該車載器についての料金収受用の情報を取得する無線通信制御装置と、

前記路側アンテナと無線通信が可能な範囲内に設けられ、前記路側アンテナからの確認信号を受信して応答信号を送信する確認機と、

を備え、

前記無線通信制御装置は、

前記路側アンテナを通じた前記確認機からの前記応答信号の受信結果に基づいて、前記路側アンテナ及び前記無線通信制御装置が正常に動作しているか否かを判断する

料金収受システム。

[請求項2] 前記確認機は、

前記路側アンテナのサイドローブを通じて前記路側アンテナと無線通信が可能な範囲内に設けられている

請求項１に記載の料金収受システム。

[請求項3] 前記路側アンテナは、前記車載器との間で電波の送受信を行うアンテナ素子と、前記アンテナ素子を覆うレドームと、を備え、

前記確認機は、前記レドームの内部に設けられている

請求項１又は請求項２に記載の料金収受システム。

[請求項4] 前記確認機は、前記確認信号として、前記通信処理において前記無線通信制御装置が前記路側アンテナを通じて前記車載器へ送信する所定の要求信号を受信した場合に、前記応答信号を送信する

請求項１から請求項３の何れか一項に記載の料金収受システム。

[請求項5] 前記確認機は、前記要求信号を受信した場合に送信する前記応答信号に、当該応答信号の送信元が当該確認機であることを識別可能な識別子を含む

請求項４に記載の料金収受システム。

[請求項6] 前記無線通信制御装置は、

前記路側アンテナで受信した電波の受信強度を示す受信強度情報を取得する受信強度取得部と、

前記受信強度情報に示される電波の受信強度が所定の受信判定閾値を下回っているか否かに基づいて、前記路側アンテナが正常に動作しているか否かを判断する電波受信健全性判断部と、

を備えている請求項１から請求項４の何れか一項に記載の料金収受システム。

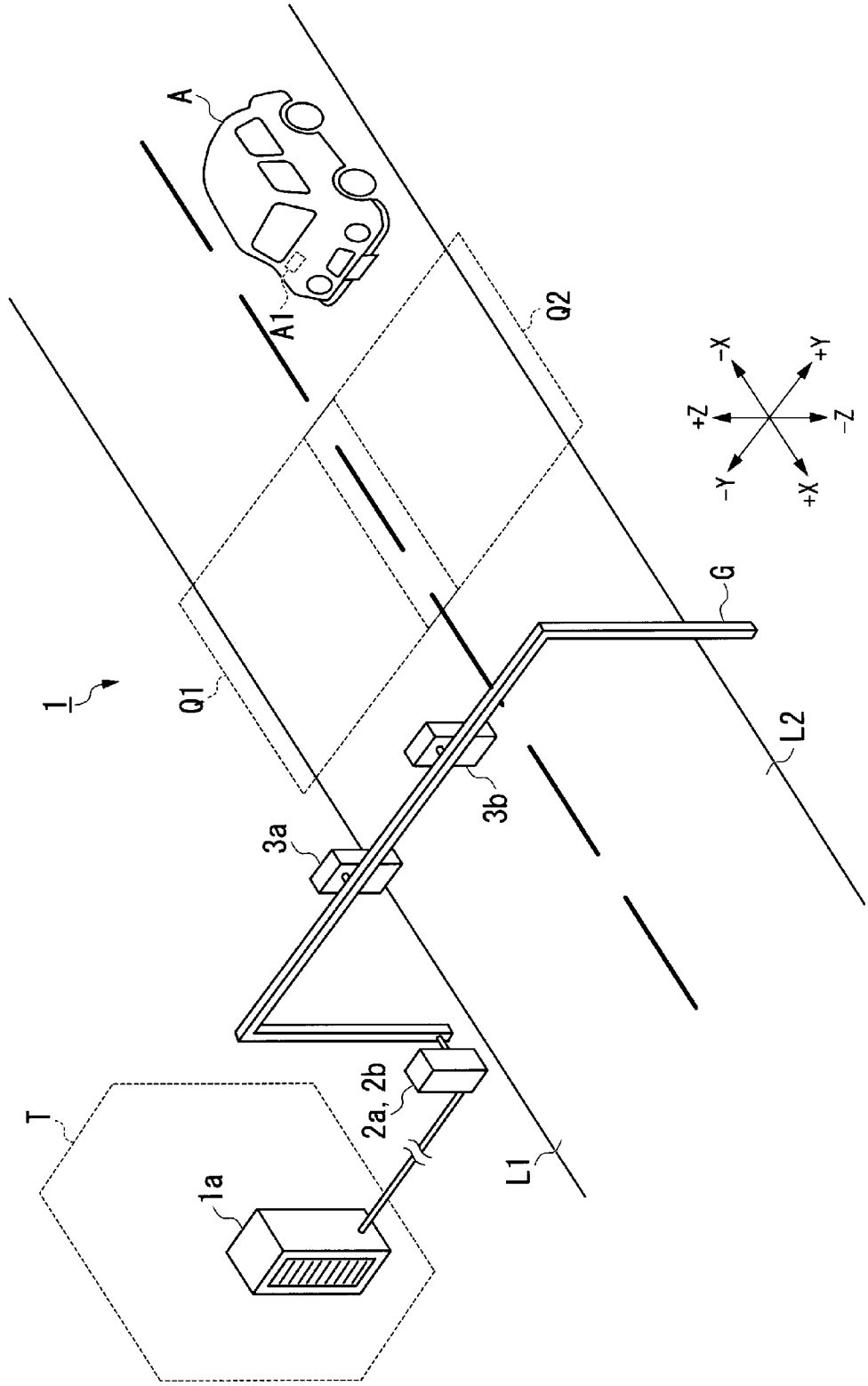
[請求項7] 車両に搭載された車載器と無線通信を行う路側アンテナと、前記路側アンテナを通じて前記車載器との間で所定の通信処理を行い、当該車載器についての料金収受用の情報を取得する無線通信制御装置と、を備える料金収受システムの健全性を判断する健全性判断方法であって、

前記路側アンテナからの確認信号を受信して応答信号を送信する確認機を、前記路側アンテナと無線通信が可能な範囲内に設けるステップと、

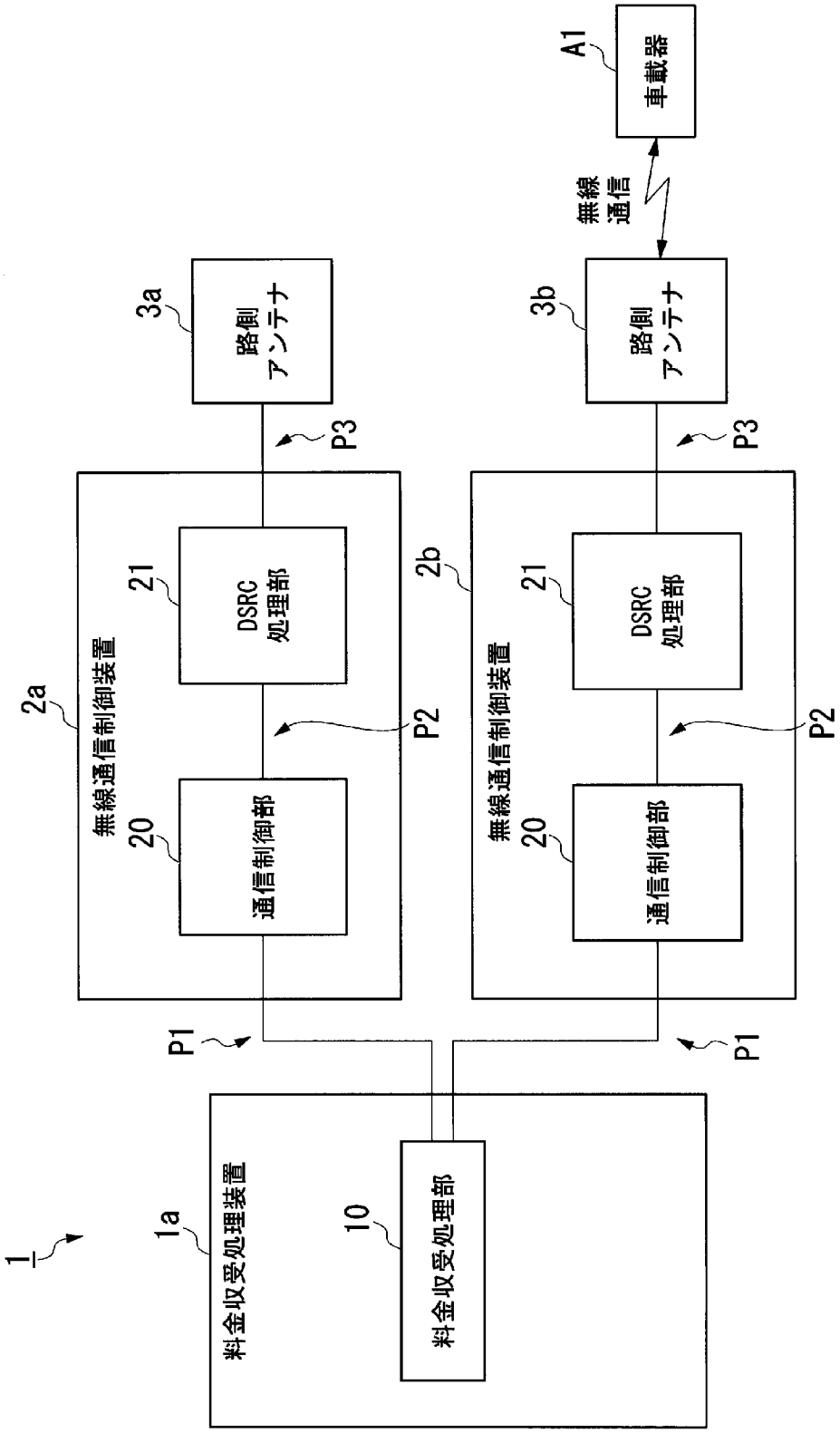
前記路側アンテナを通じた前記確認機からの前記応答信号の受信結果に基づいて、前記路側アンテナ及び前記無線通信制御装置が正常に動作しているか否かを判断するステップと、

を有する健全性判断方法。

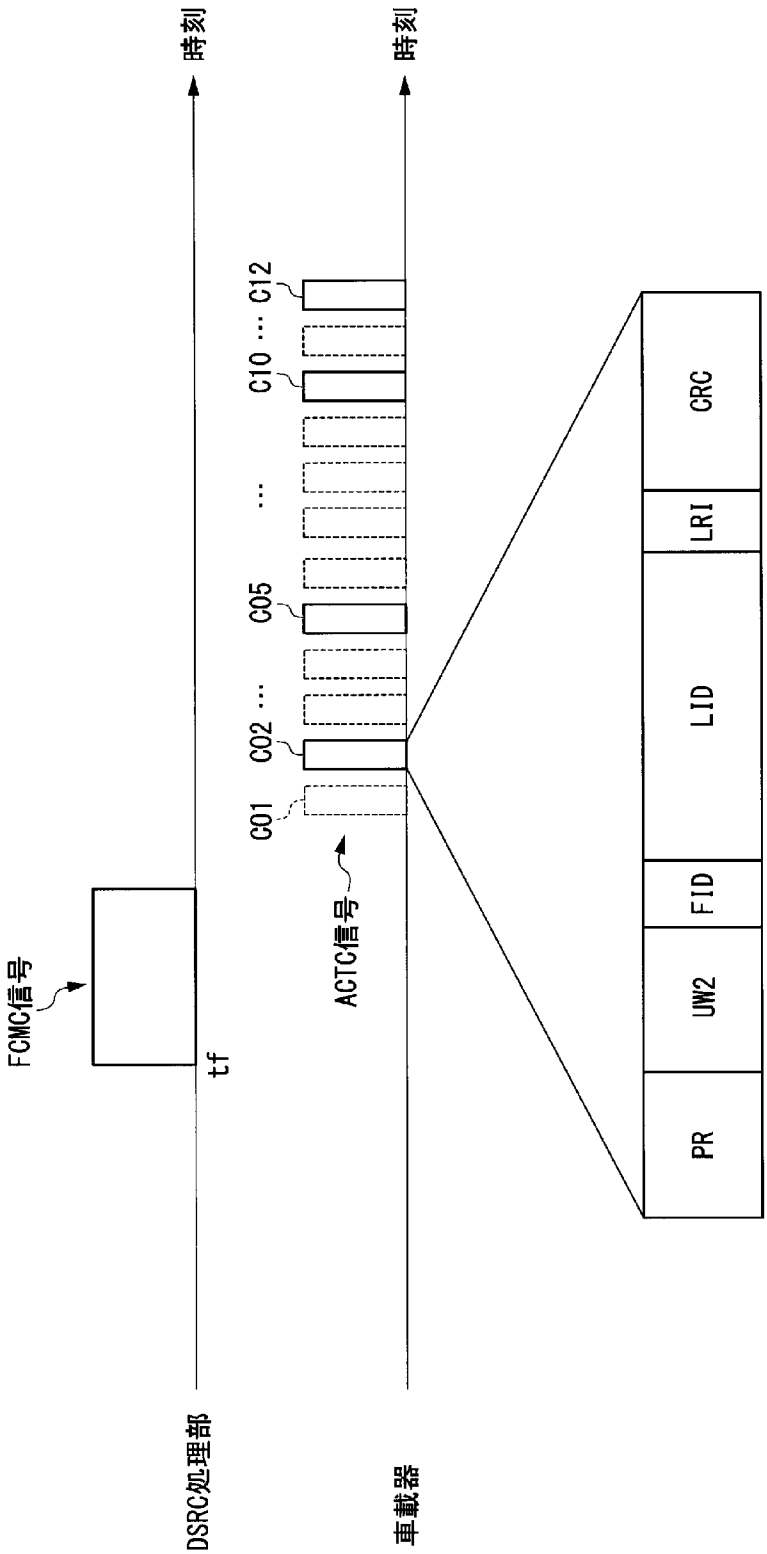
[図1]



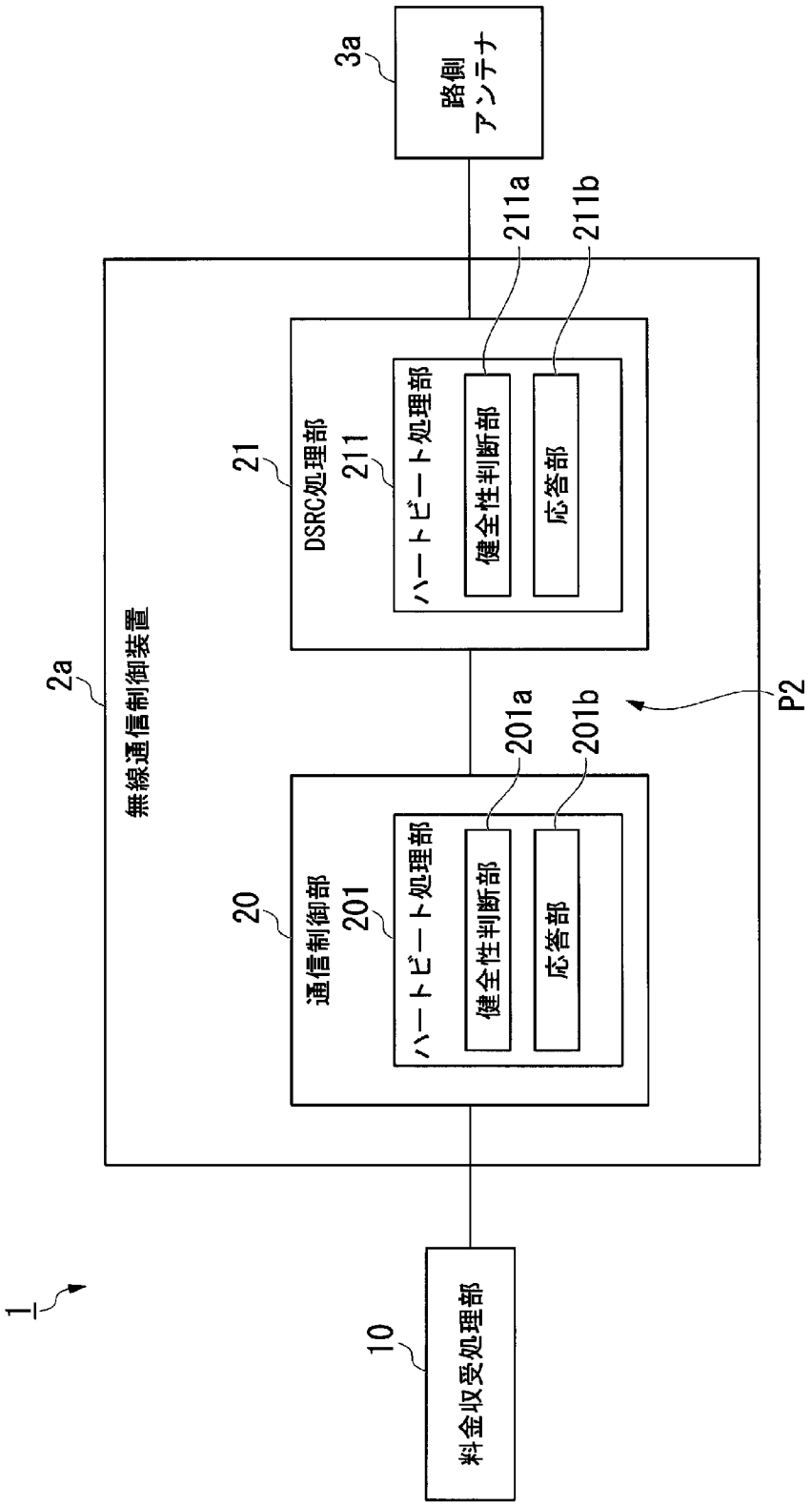
[図2]


1
料金収受処理装置
1a
料金収受処理部
10
無線通信制御装置
2a
通信制御部
20
DSRC
処理部
21
無線通信制御装置
2b
通信制御部
20
DSRC
処理部
21
P1
P2
P3
P1
P2
P3
路側
アンテナ
3a
路側
アンテナ
3b
無線
通信
車載器
A1

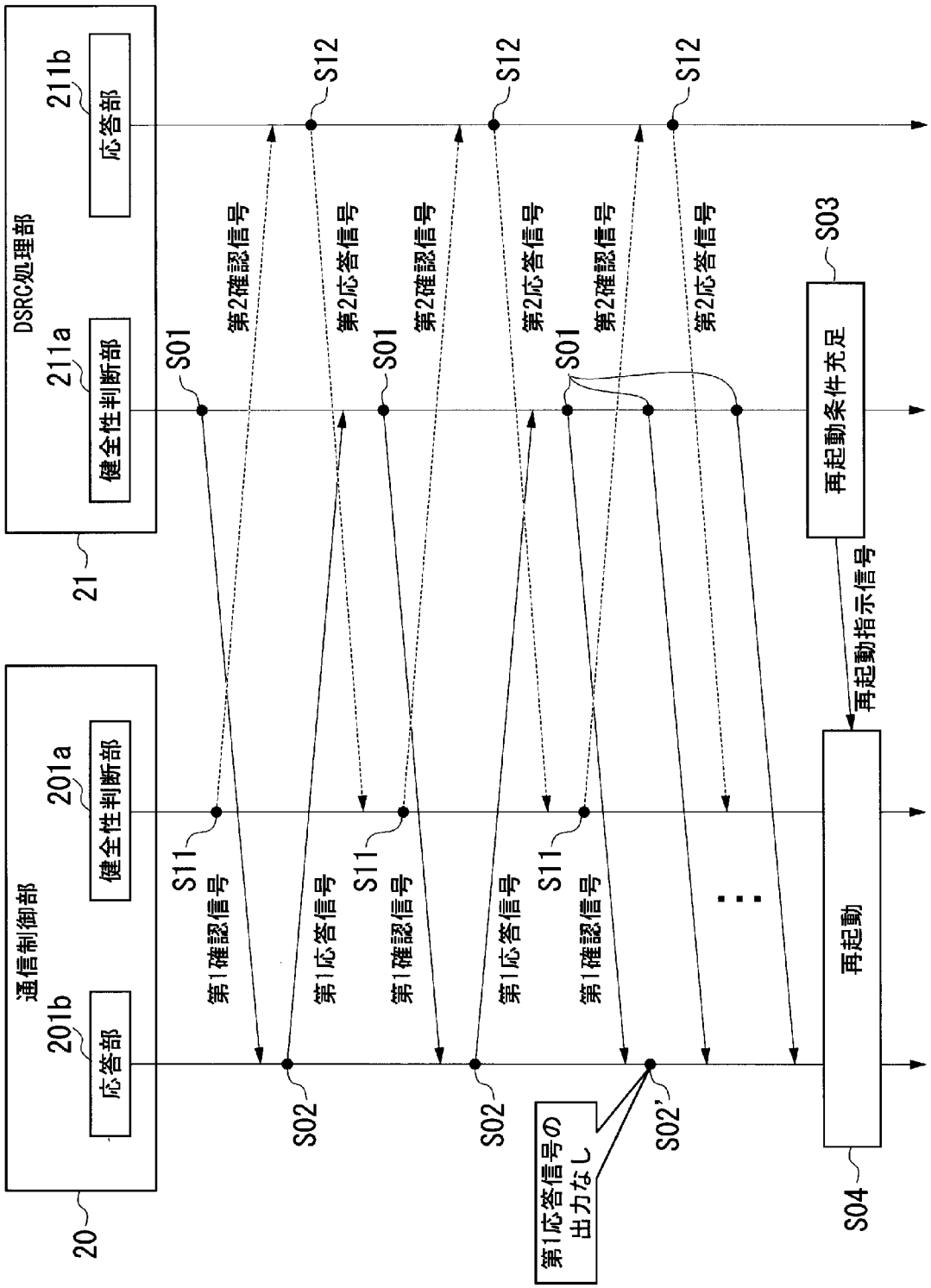
[図3]


時刻
時刻
C12
C10 …
…
C05
C02 …
C01
FCMC信号
tf
ACTC信号
CRC
LRI
LID
FID
UW2
PR
DSRC処理部
車載器

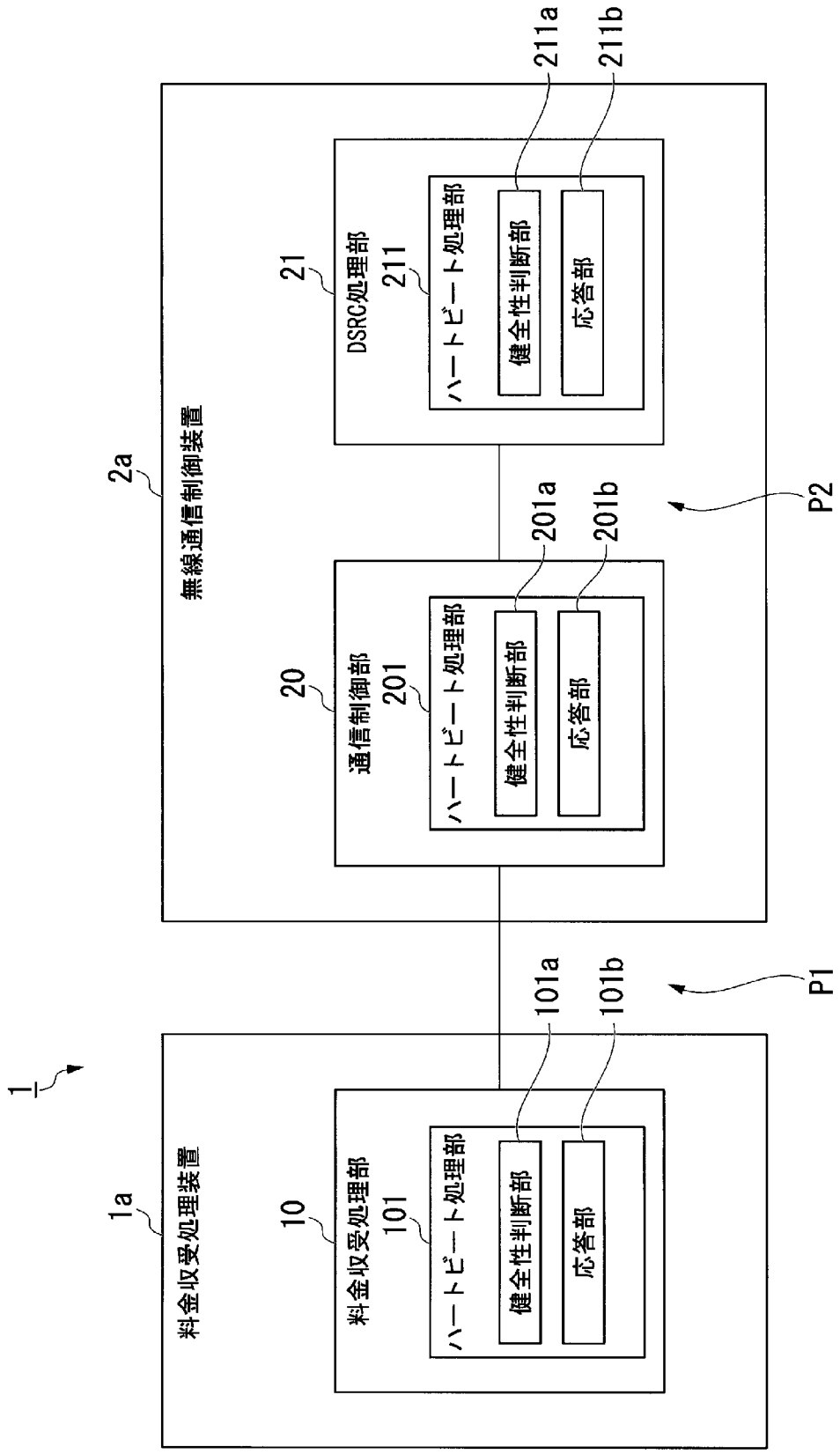
[図4]


1
10
料金収受処理部
2a
無線通信制御装置
20
通信制御部
201
ハートビート処理部
健全性判断部
応答部
201a
201b
21
DSRC処理部
211
ハートビート処理部
健全性判断部
応答部
211a
211b
P2
3a
路側
アンテナ

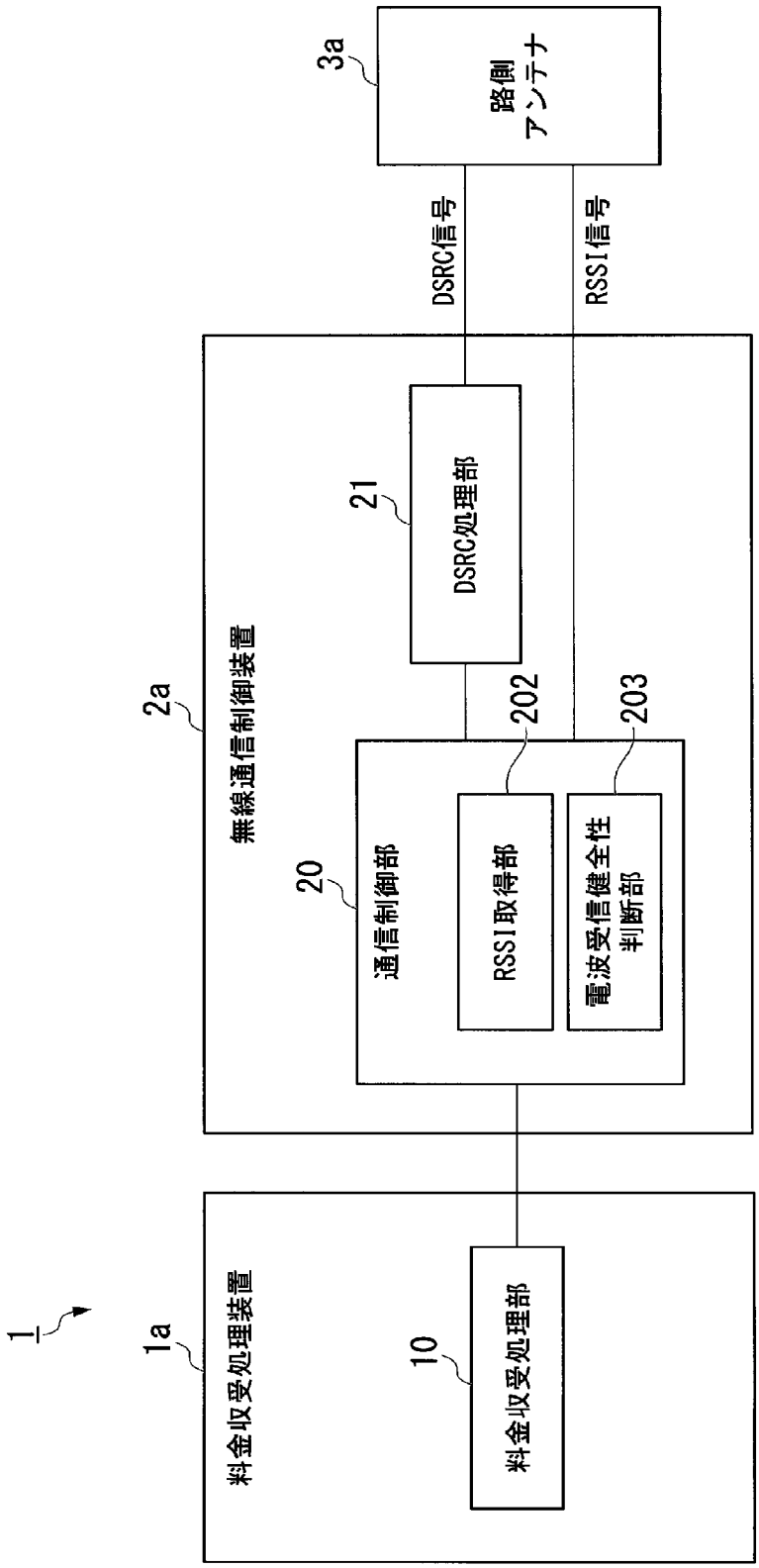
[図5]


DSRC処理部
211a
健全性判断部
211b
応答部
21
通信制御部
201a
健全性判断部
201b
応答部
20
S01
S02
S02'
S03
S04
S11
S12
第1確認信号
第1応答信号
第2確認信号
第2応答信号
第1応答信号の出力なし
再起動条件充足
再起動指示信号
再起動

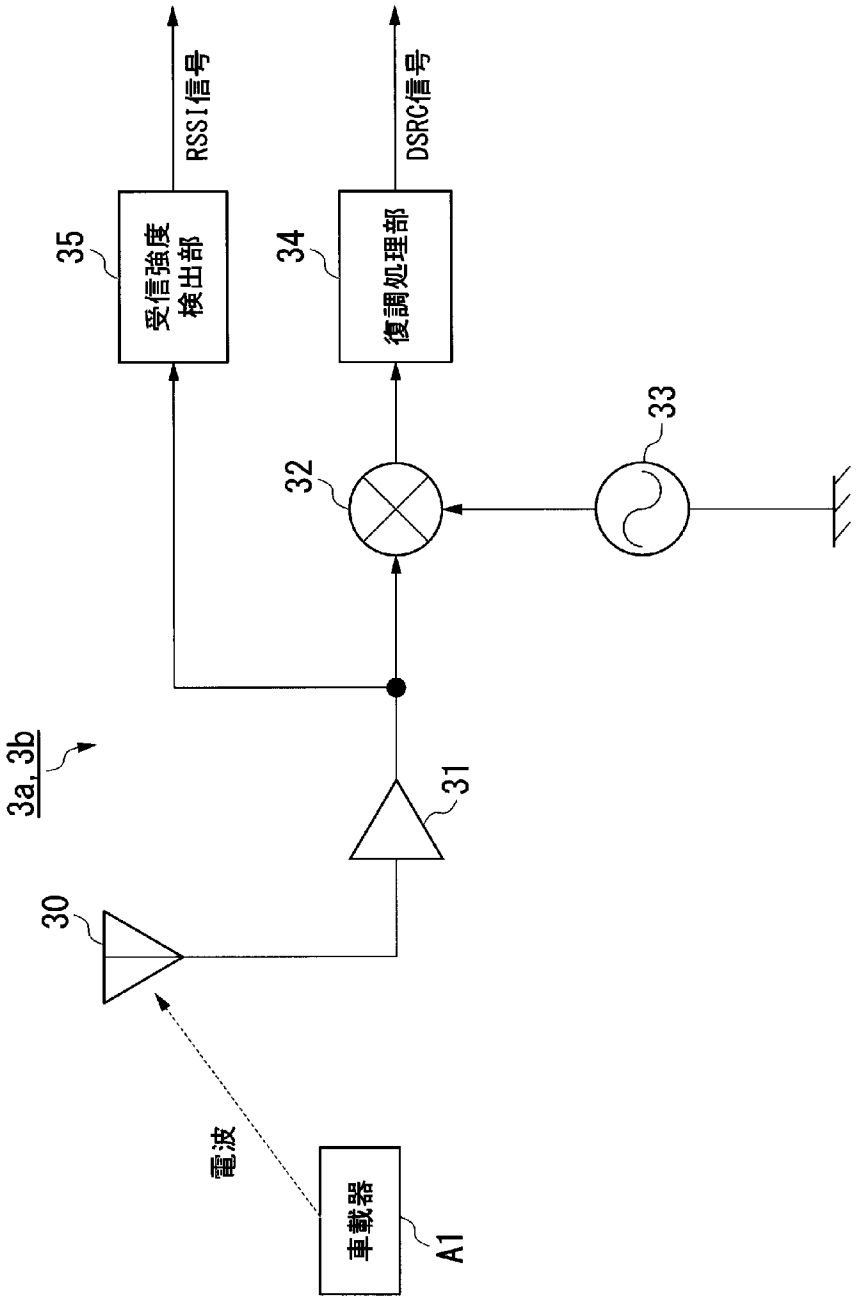
[図6]


1
1a
料金収受処理装置
10
料金収受処理部
101
ハートビート処理部
健全性判断部
応答部
101a
101b
P1
2a
無線通信制御装置
20
通信制御部
201
ハートビート処理部
健全性判断部
応答部
201a
201b
P2
21
DSRC処理部
211
ハートビート処理部
健全性判断部
応答部
211a
211b

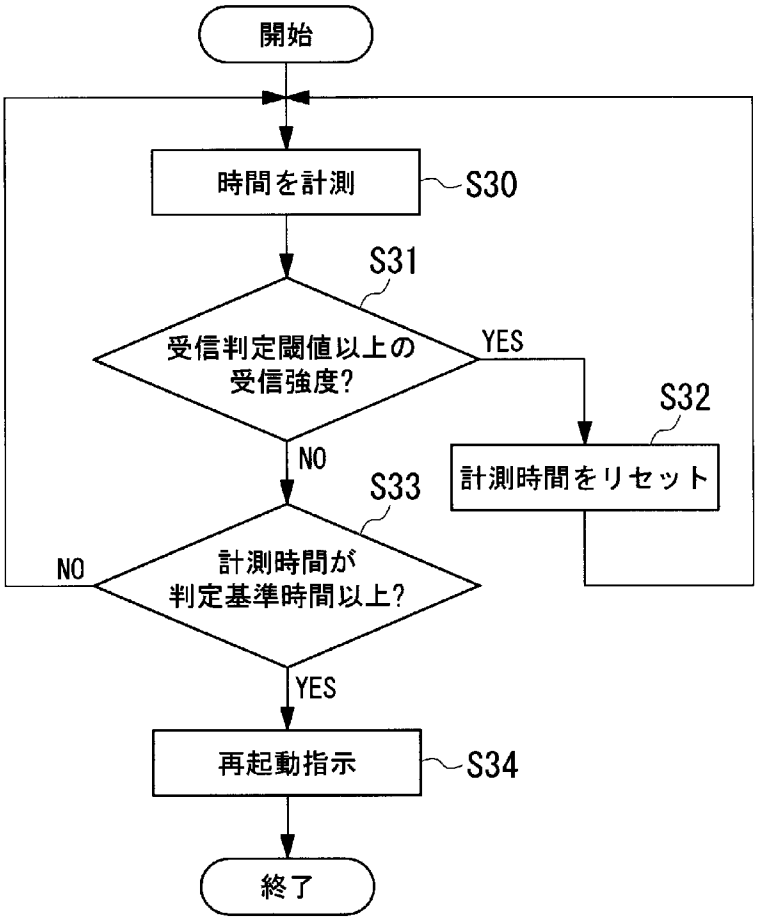
[図7]


1
1a
料金収受処理装置
10
料金収受処理部
2a
無線通信制御装置
20
通信制御部
202
RSSI取得部
203
電波受信健全性判断部
21
DSRC処理部
DSRC信号
RSSI信号
3a
路側アンテナ

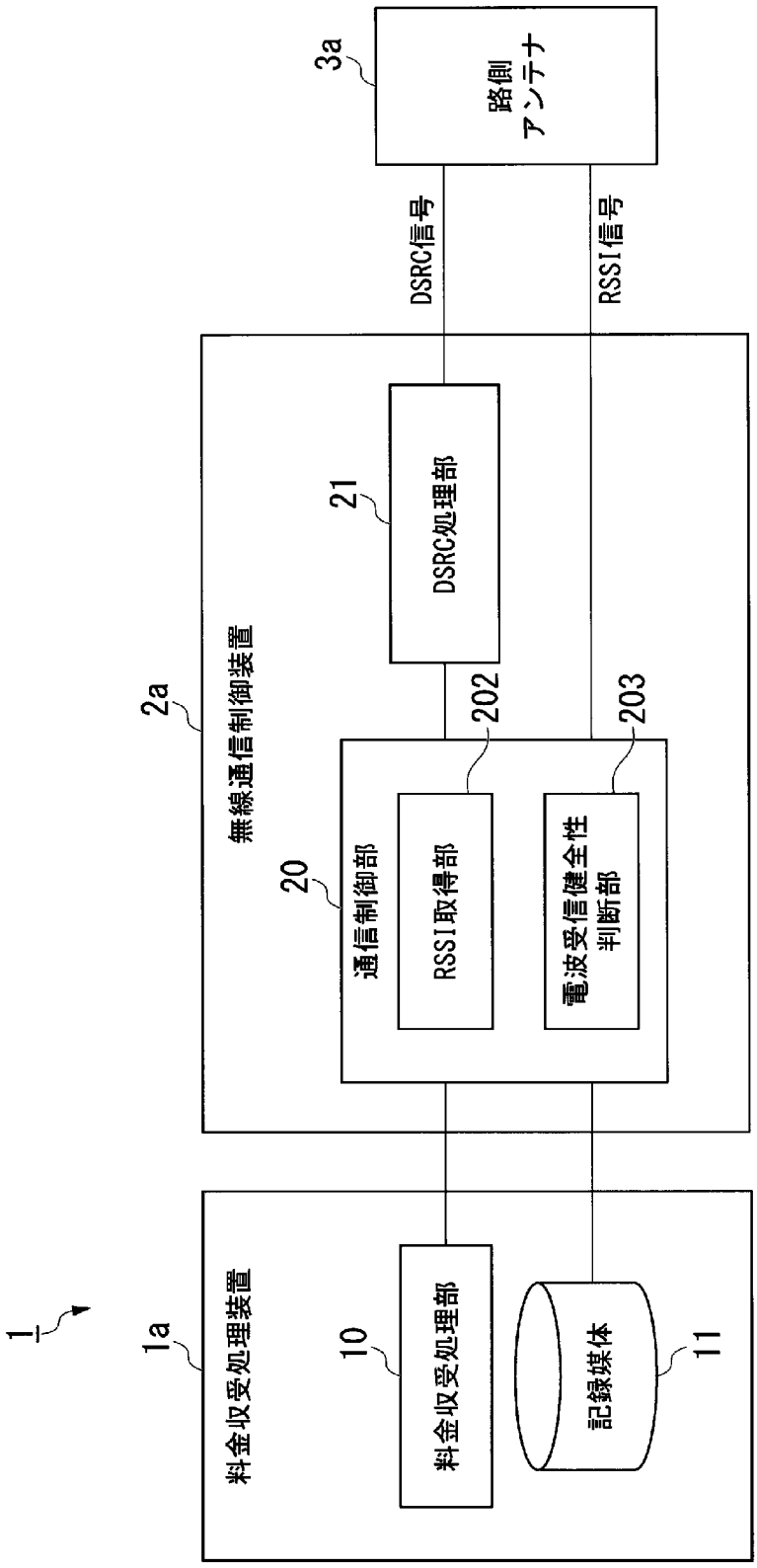
[図8]



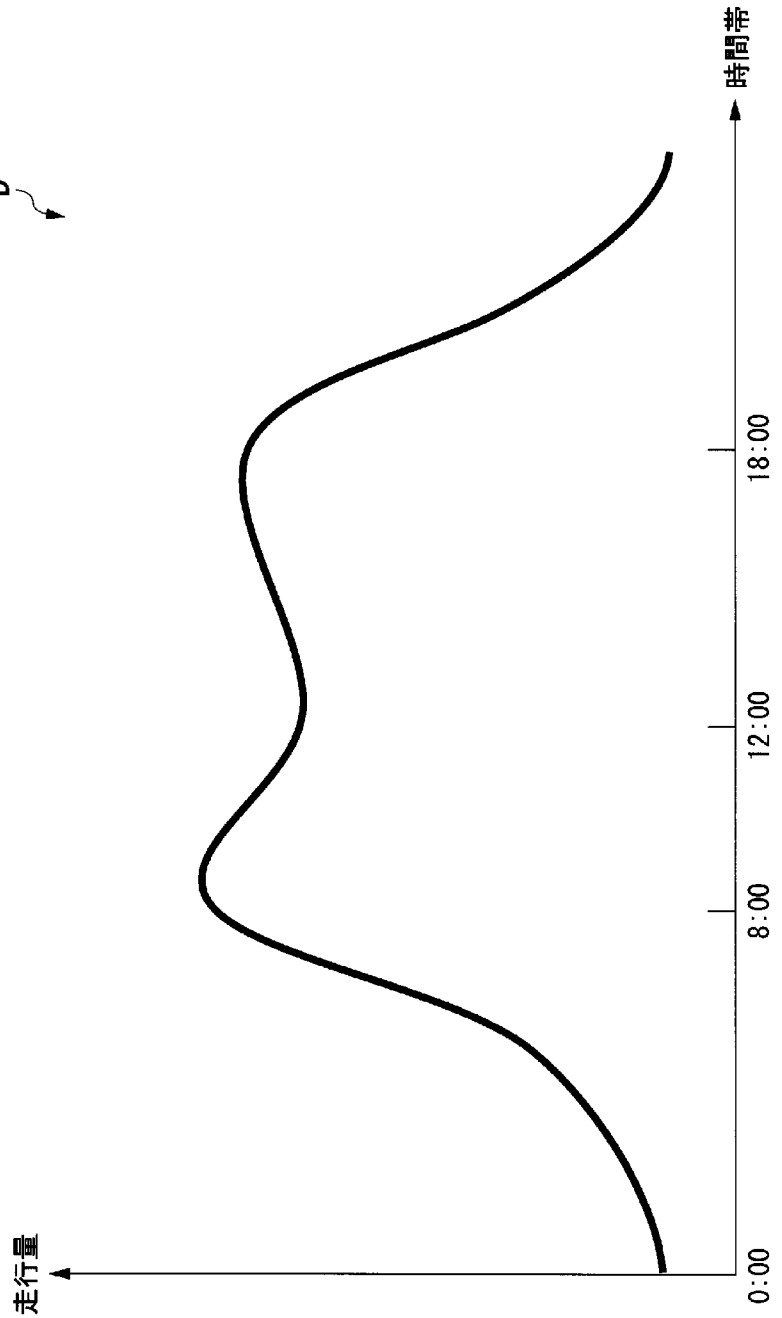
[図9]


開始
時間を計測
S30
S31
受信判定閾値以上の
受信強度?
YES
S32
計測時間をリセット
NO
S33
計測時間が
判定基準時間以上?
NO
YES
再起動指示
S34
終了

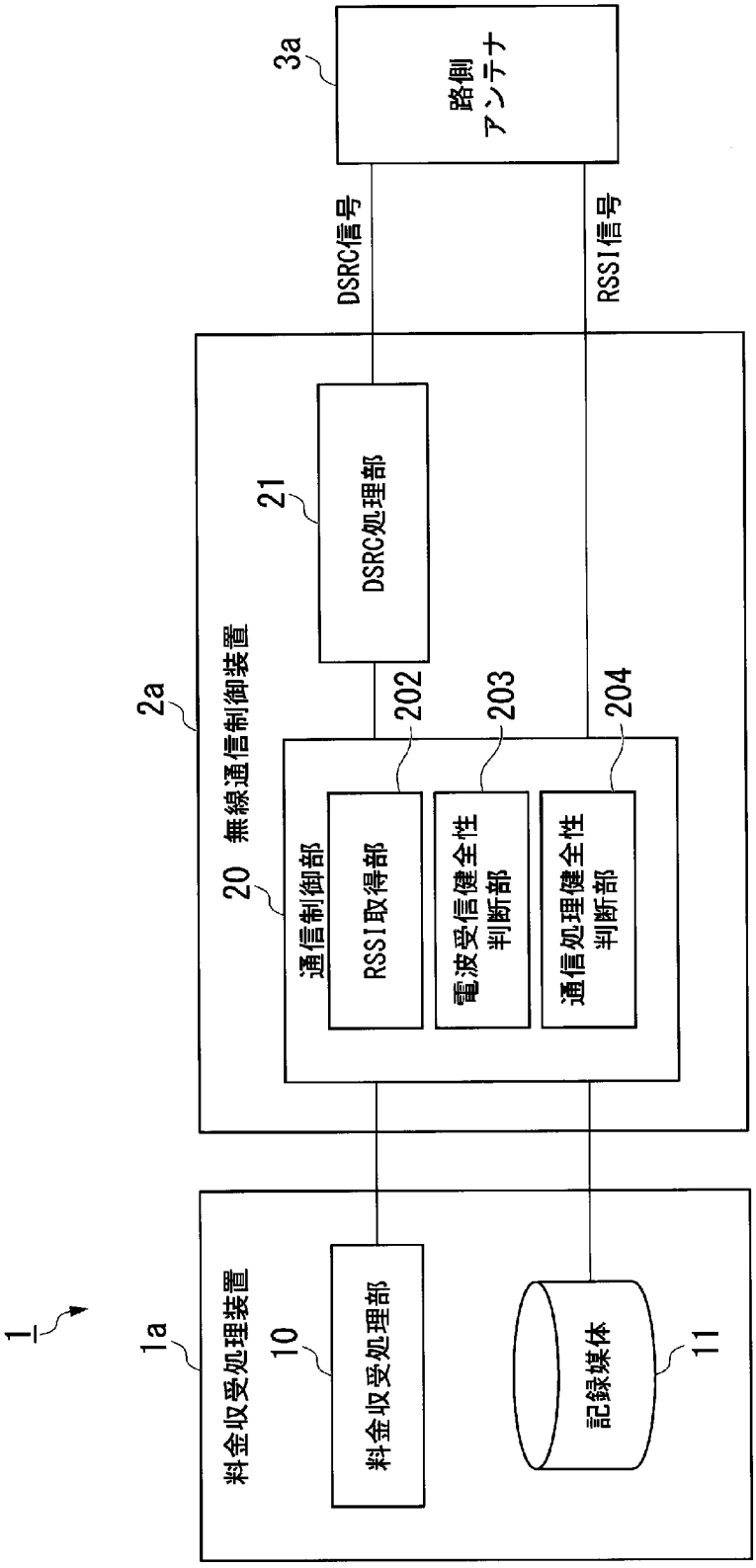
[図10]


1
1a
料金収受処理装置
10
料金収受処理部
記録媒体
11
2a
無線通信制御装置
20
通信制御部
RSSI取得部
202
電波受信健全性判断部
203
21
DSRC処理部
DSRC信号
RSSI信号
3a
路側アンテナ

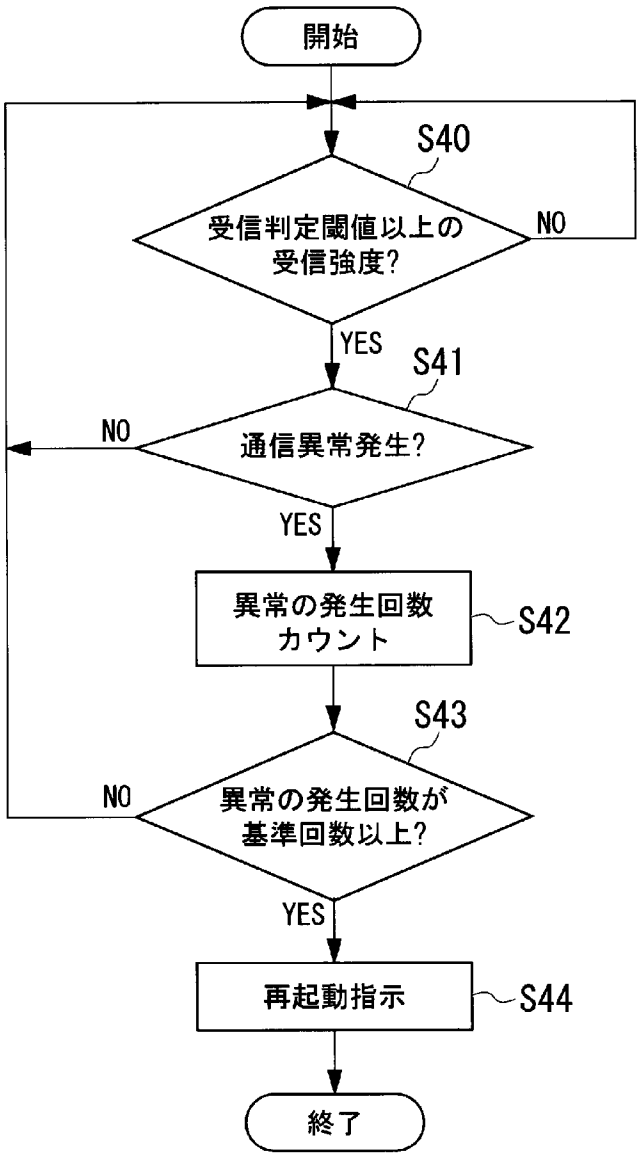
[図11]



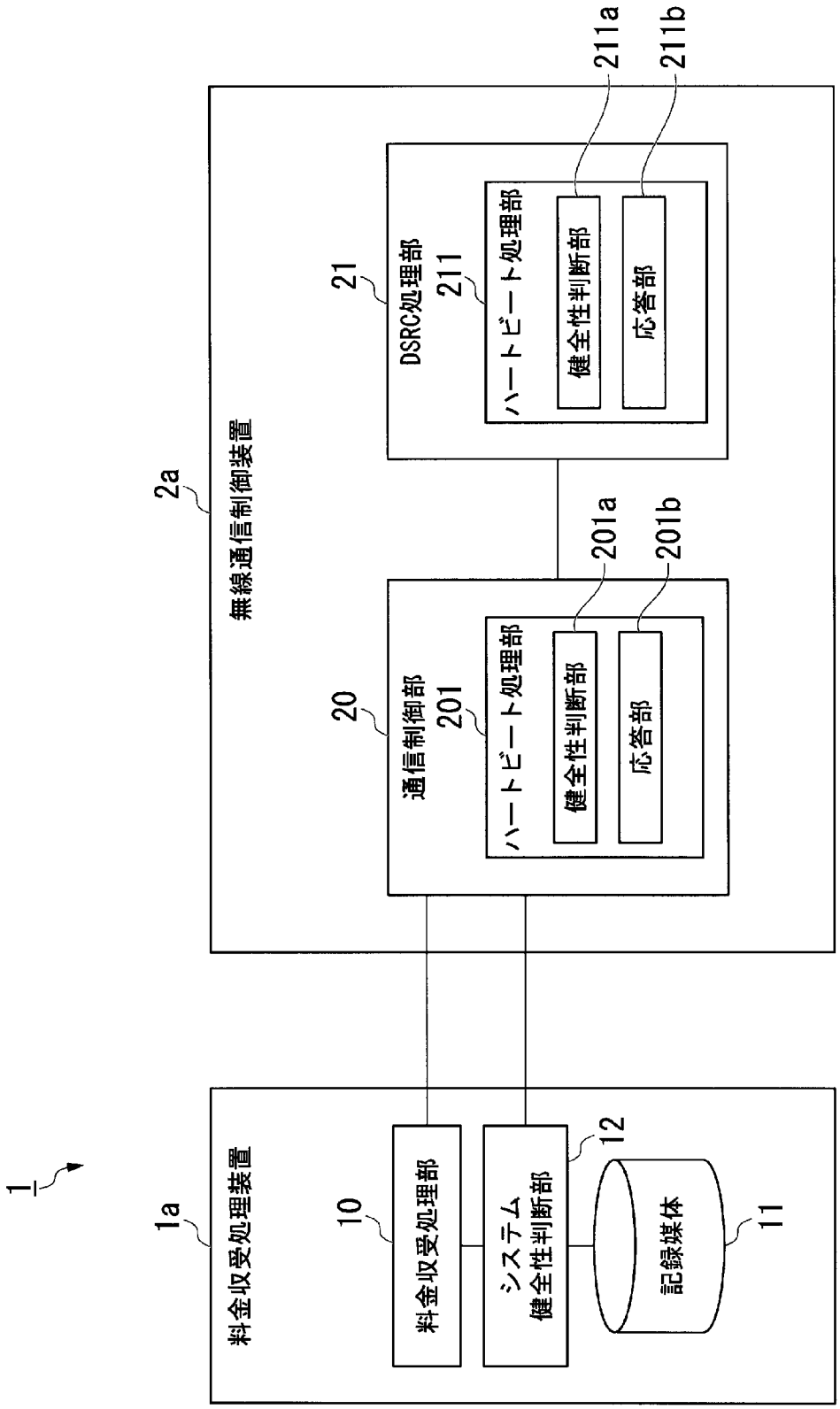
[図12]


1
料金収受処理装置
1a
10
料金収受処理部
記録媒体
11
無線通信制御装置
2a
20
通信制御部
RSSI取得部
電波受信健全性判断部
通信処理健全性判断部
202
203
204
DSRC処理部
21
DSRC信号
RSSI信号
路側アンテナ
3a

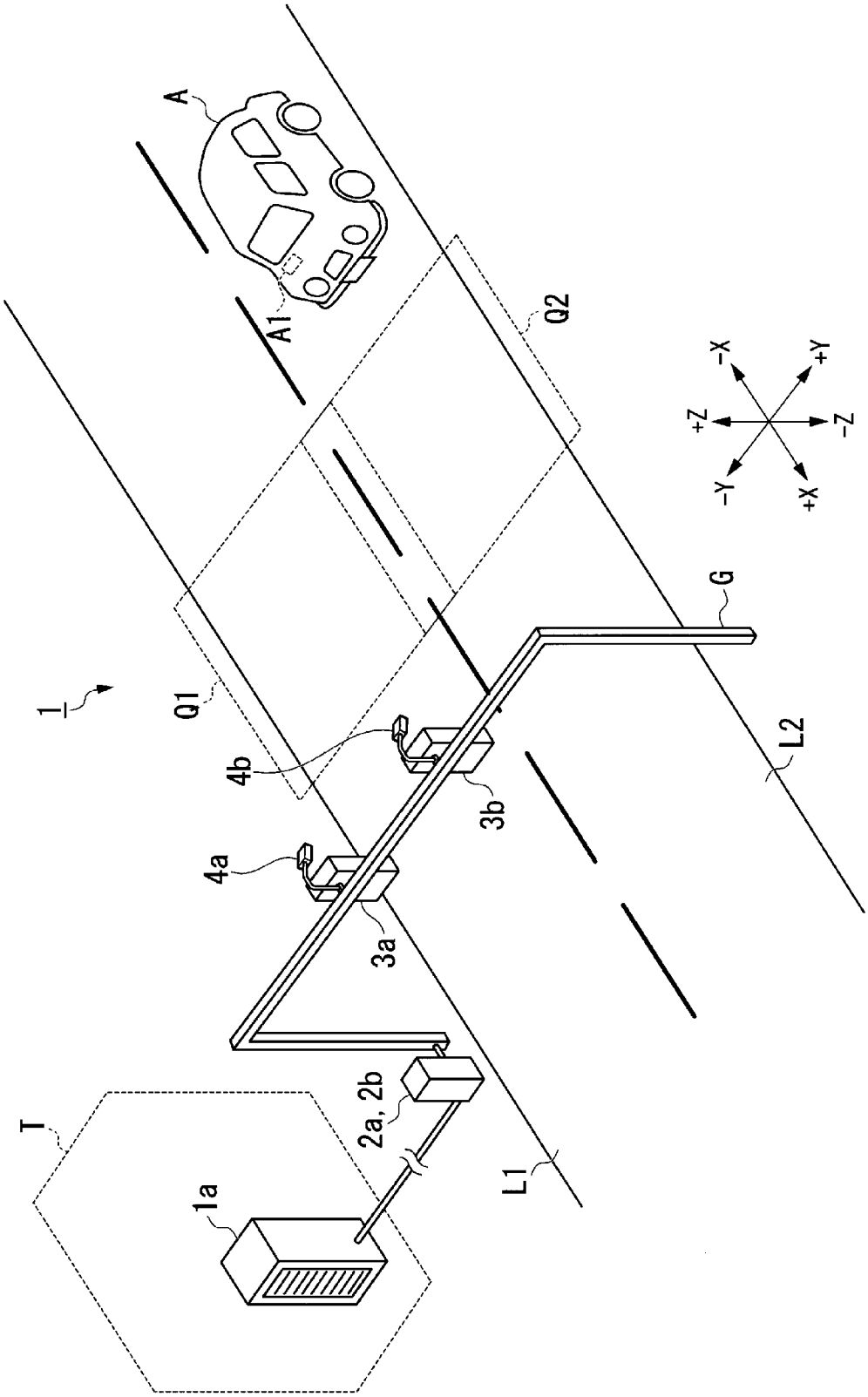
[図13]


開始
S40
受信判定閾値以上の受信強度?
NO
YES
S41
通信異常発生?
NO
YES
異常の発生回数カウント
S42
S43
異常の発生回数が基準回数以上?
NO
YES
再起動指示
S44
終了

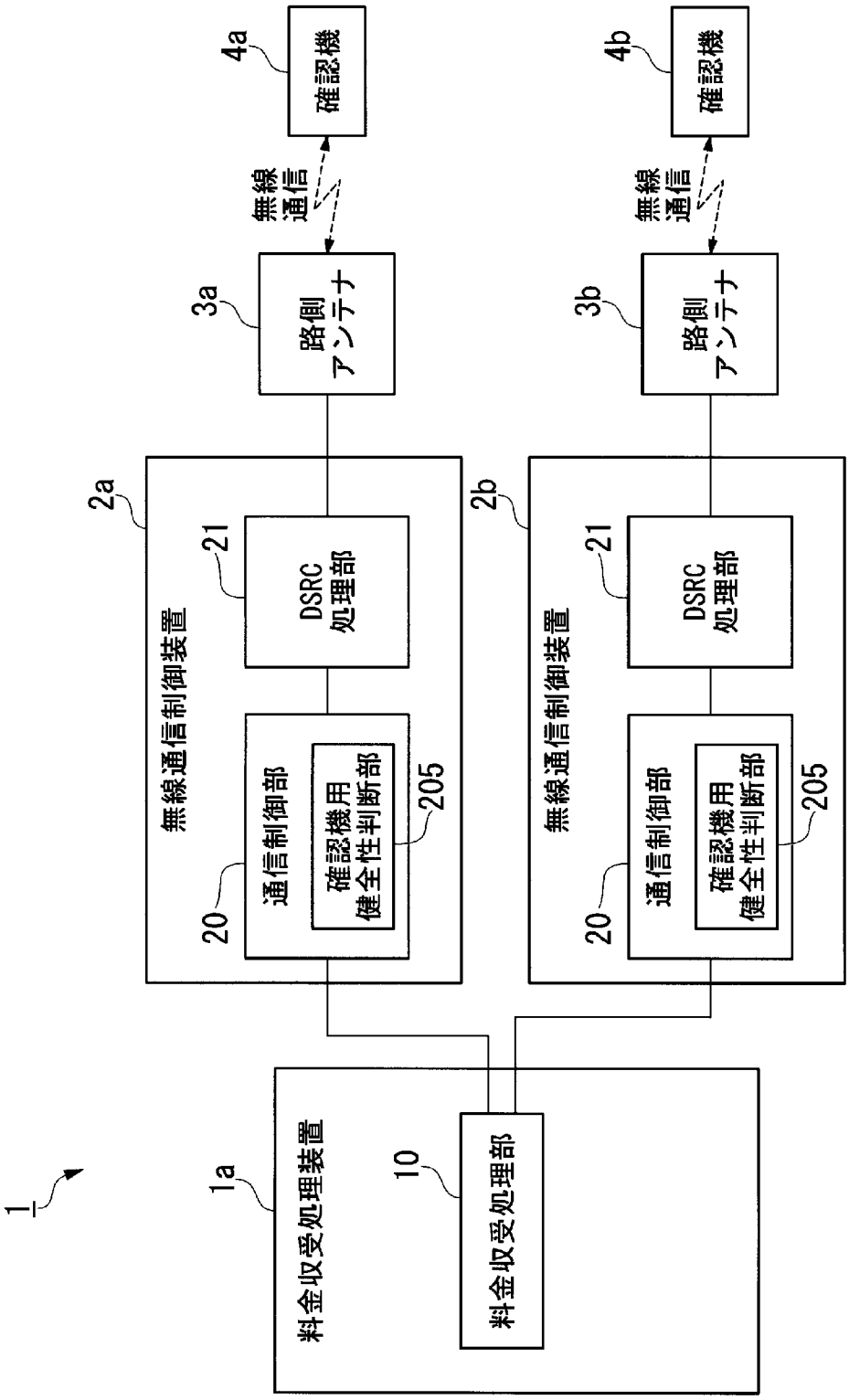
[図14]


1
料金収受処理装置
1a
料金収受処理部
10
システム
健全性判断部
12
記録媒体
11
無線通信制御装置
2a
通信制御部
20
ハートビート処理部
201
健全性判断部
201a
応答部
201b
DSRC処理部
21
ハートビート処理部
211
健全性判断部
211a
応答部
211b

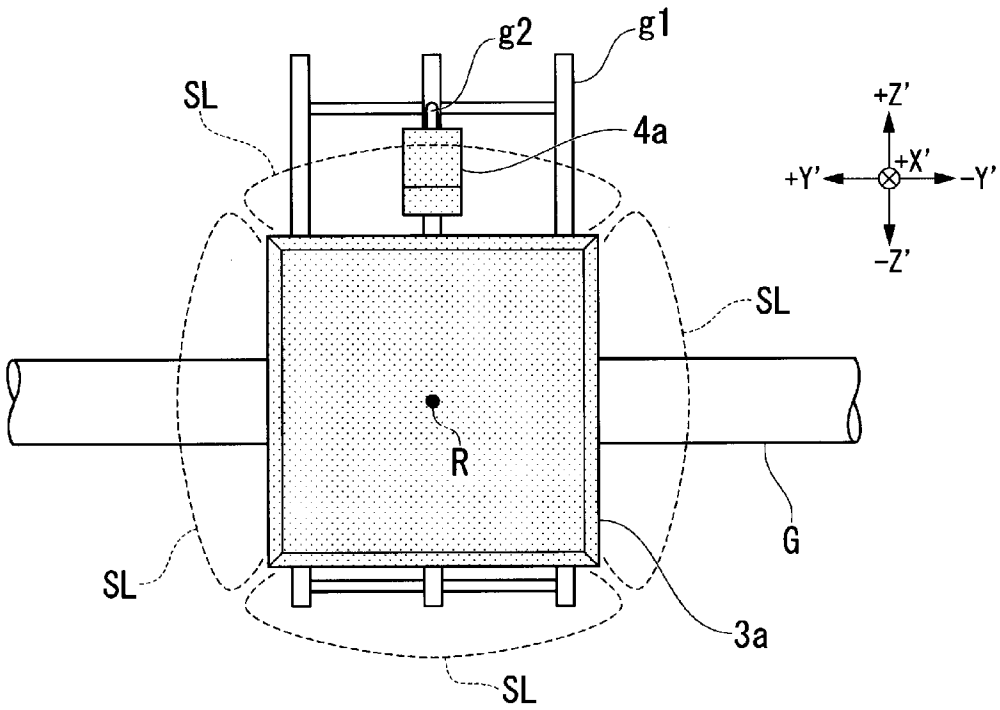
[図15]



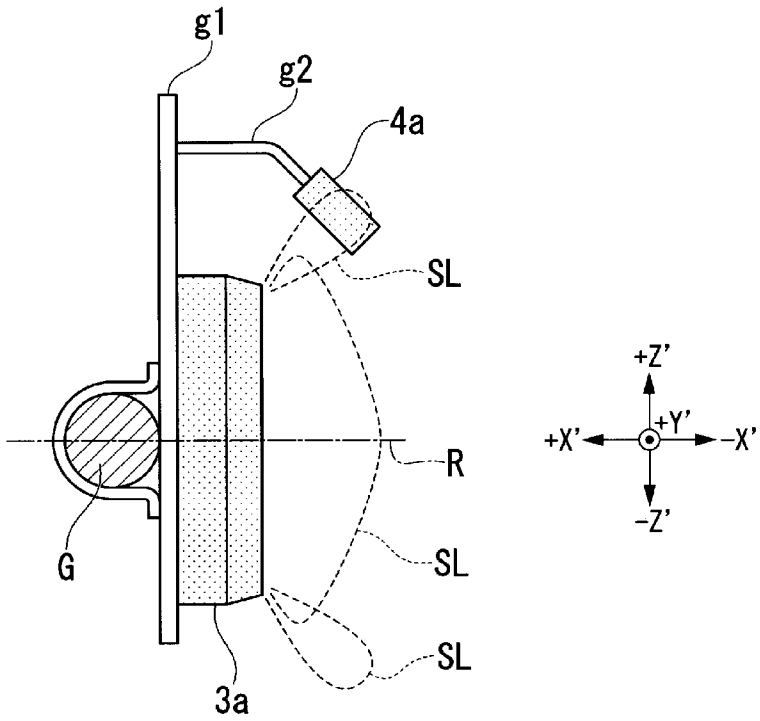
[図16]


1
料金収受処理装置
1a
料金収受処理部
10
無線通信制御装置
2a
通信制御部
20
確認機用
健全性判断部
205
DSRC
処理部
21
路側
アンテナ
3a
無線
通信
確認機
4a
無線通信制御装置
2b
通信制御部
20
確認機用
健全性判断部
205
DSRC
処理部
21
路側
アンテナ
3b
無線
通信
確認機
4b

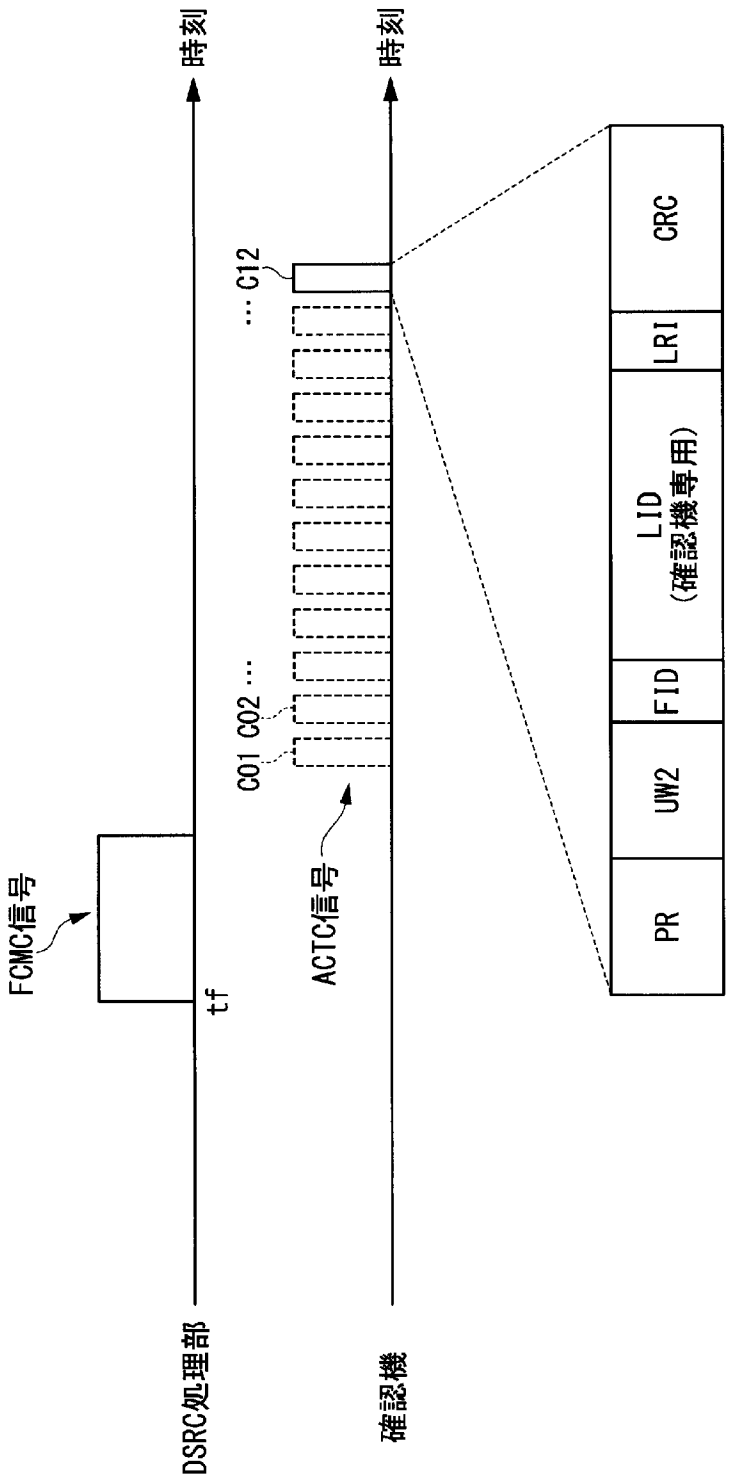
[図17]



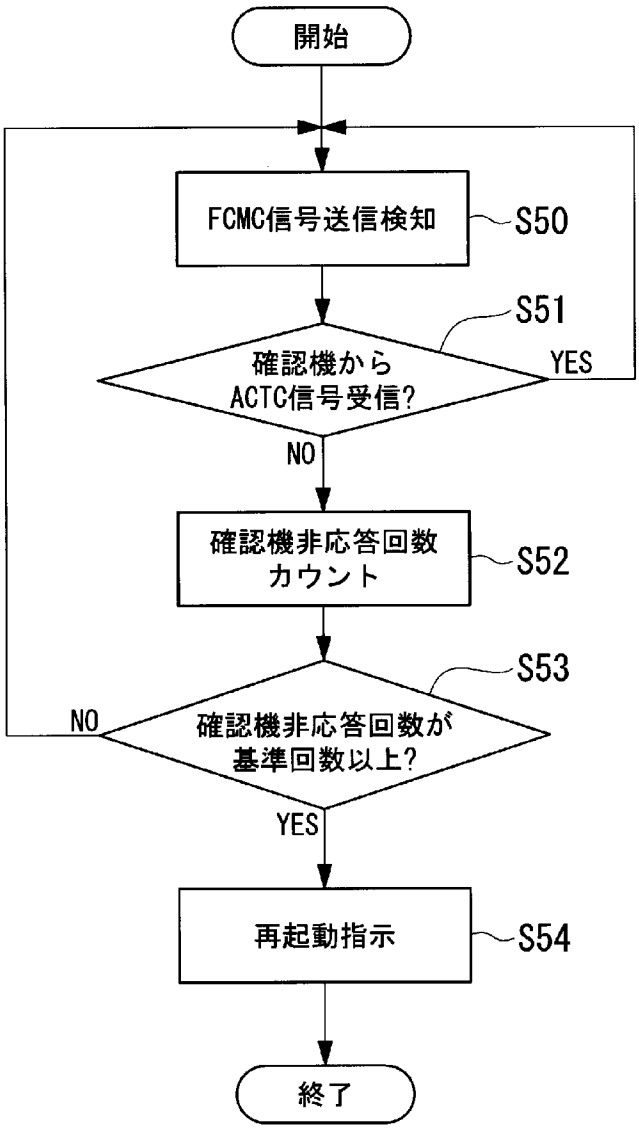
[図18]



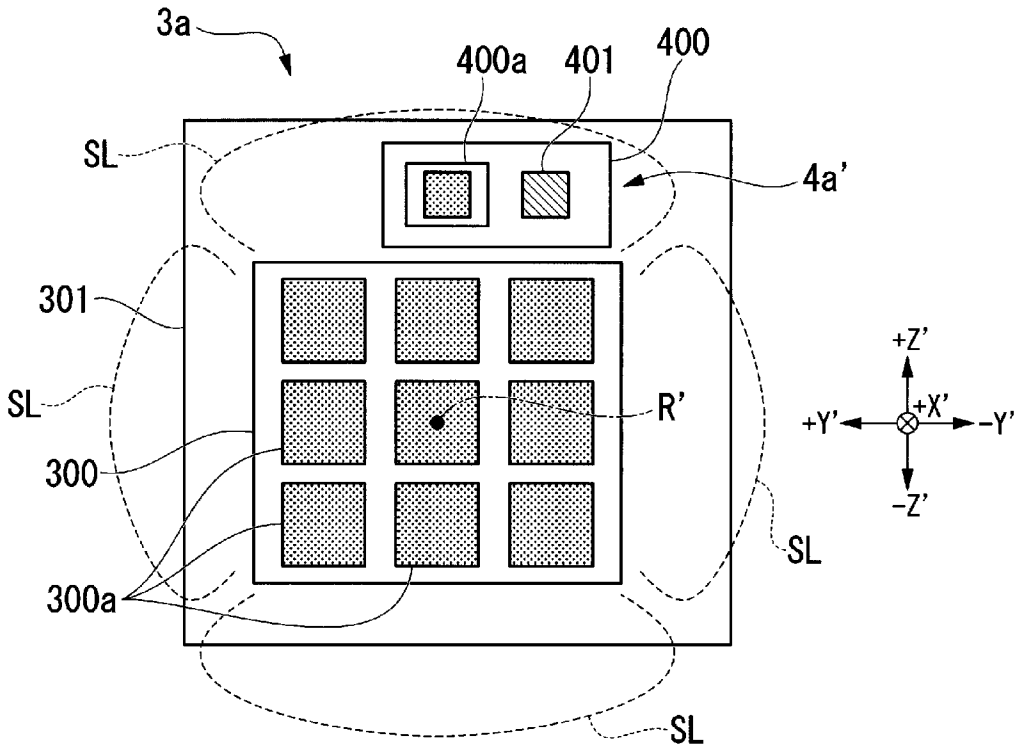
[図19]


時刻
時刻
FCMC信号
tf
ACTC信号
C01 C02 ...
... C12
DSRC処理部
確認機
PR
UW2
FID
LID
(確認機専用)
LRI
CRC

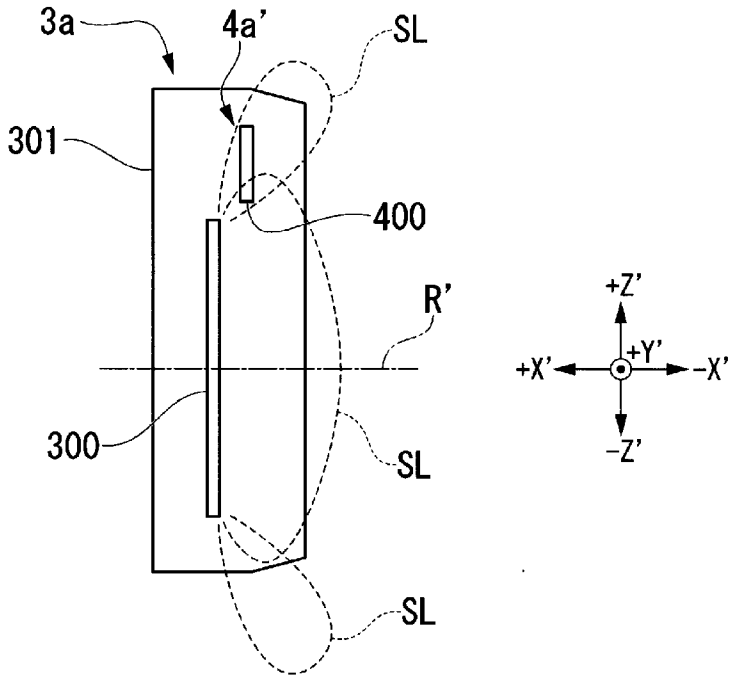
[図20]


開始
FCMC信号送信検知
S50
S51
確認機から
ACTC信号受信?
YES
NO
確認機非応答回数
カウント
S52
S53
確認機非応答回数が
基準回数以上?
NO
YES
再起動指示
S54
終了

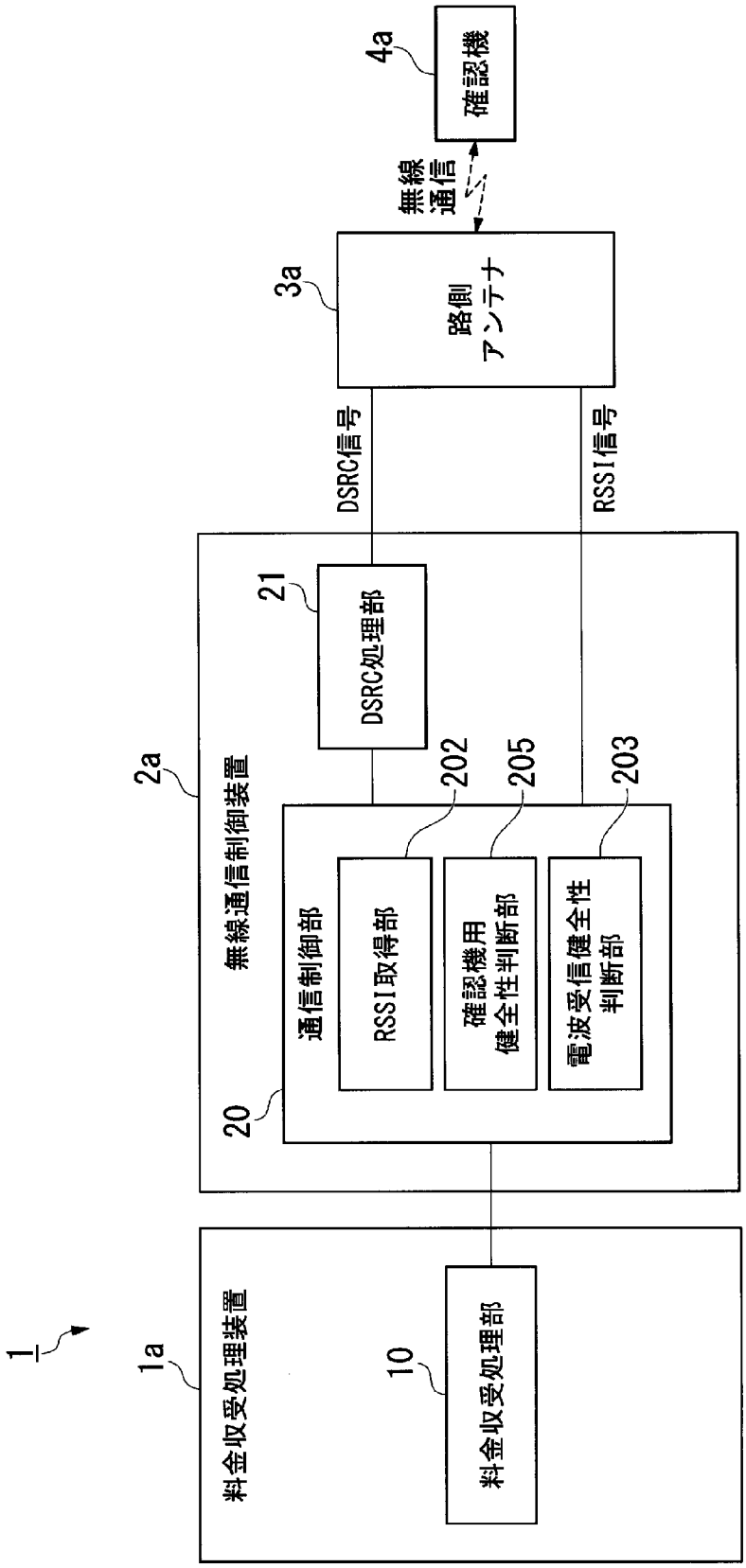
[図21]


3a
400a
401
400
SL
4a'
301
SL
R'
300
300a
SL
SL
+Z'
+Y'
+X'
-Y'
-Z'

[図22]


3a
4a'
SL
301
400
R'
300
SL
SL
+Z'
+X'
+Y'
-X'
-Z'

[図23]


1
1a
料金収受処理装置
10
料金収受処理部
2a
無線通信制御装置
20
通信制御部
RSSI取得部
202
確認機用
健全性判断部
205
電波受信健全性
判断部
203
21
DSRC処理部
DSRC信号
RSSI信号
3a
路側
アンテナ
無線
通信
4a
確認機

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/055790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G07B15/00(2011.01)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)
G07B15/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y A	JP 2007-52735 A (Toshiba Corp.), 01 March 2007 (01.03.2007), paragraphs [0014] to [0052]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1,4-5,7 2,4-6 3
Y A	JP 2008-204026 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 September 2008 (04.09.2008), paragraphs [0014] to [0034]; fig. 1 to 3 (Family: none)	2,4-6 3
Y	JP 2003-283403 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 03 October 2003 (03.10.2003), paragraphs [0076] to [0080] (Family: none)	6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
13 May 2016 (13.05.16)	31 May 2016 (31.05.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５５７９０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G07B15/00(2011.01)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.　G07B15/00

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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
X Y A	JP 2007-52735 A (株式会社東芝) 2007.03.01, [0014]-[0052], [図 1]-[図 5] (ファミリーなし)	1, 4-5, 7 2, 4-6 3
Y A	JP 2008-204026 A (三菱電機株式会社) 2008.09.04, [0014]-[0034], [図 1]-[図 3] (ファミリーなし)	2, 4-6 3

☑　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	国際調査報告の発送日
１３．０５．２０１６	３１．０５．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｒ　５３７０
古川　峻弘
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３７２

C（続き）．　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 2003-283403 A (三洋電機株式会社) 2003.10.03, [0076]-[0080] (ファミリーなし)	6