

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7003820号

(P7003820)

(45)発行日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(24)登録日 令和4年1月6日(2022.1.6)

(51)国際特許分類

F I

E 0 5 B 49/00 (2006.01)

E 0 5 B 49/00

J

G 0 1 S 13/76 (2006.01)

G 0 1 S 13/76

B 6 0 R 25/24 (2013.01)

B 6 0 R 25/24

請求項の数 6 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-74743(P2018-74743)	(73)特許権者	000004695
(22)出願日	平成30年4月9日(2018.4.9)		株式会社 S O K E N
(65)公開番号	特開2019-183487(P2019-183487 A)		愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 0
(43)公開日	令和1年10月24日(2019.10.24)	(73)特許権者	000004260
審査請求日	令和3年2月3日(2021.2.3)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
		(74)代理人	100106149
			弁理士 矢作 和行
		(74)代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(74)代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72)発明者	楠本 哲也
			愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両用電子キーシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両のユーザに携帯される携帯機と無線通信による認証処理を実施するとともに、前記認証処理が成功したことに基づいて所定の車両制御を実施するように構成されている車両用電子キーシステムであって、

前記携帯機と無線通信を実施するための通信機として、前記車両においてそれぞれ異なる位置に配置されている複数の車載通信機（12、12A～12F、12X）と、複数の前記車載通信機と相互通信可能に接続されている認証装置（11）と、を備え、複数の前記車載通信機のうちの少なくとも1つは、前記車両の外面部に配置されており、複数の前記車載通信機のそれぞれの、

__前記車両に搭載されている他の前記車載通信機である他機のうちの少なくとも1つと無線通信を実施可能に構成されて__あって、__

__前記他機から送信された信号に基づいて当該他機までの距離を直接的又は間接的に示す距離関連情報を生成するとともに、__

__前記携帯機から送信された信号に基づいて、前記携帯機までの距離を直接的又は間接的に示す携帯機距離関連情報を生成するように構成されており、__

前記認証装置は、

前記認証処理が成功したことに基づいて前記車両制御を実行する制御実行部（F8）と、

__前記車載通信機が生成する前記携帯機距離関連情報に基づいて、前記携帯機との距離を特定する携帯機距離特定部（F4）と、__

前記携帯機距離特定部によって特定されている前記携帯機との距離が、前記車両制御の実行を許可する所定の作動閾値未満となっていることに基づいて、複数の前記車載通信機の少なくとも何れか１つと連携して前記携帯機の前記認証処理を実行する認証処理部（Ｆ３）と、

複数の前記車載通信機のそれぞれが生成した複数の前記距離関連情報に基づいて、２つの前記車載通信機間の距離である通信機間距離を、相互に無線通信可能な位置関係にある前記車載通信機の組み合わせ毎に特定する通信機間距離特定部（Ｆ５）と、を備え、前記認証処理部は、前記車載通信機の組み合わせ毎の前記通信機間距離のうちの少なくとも１つが、前記車載通信機の組み合わせに応じた所定の正常範囲を逸脱している場合には、前記携帯機距離特定部によって特定されている前記携帯機との距離が前記作動閾値以下であっても、前記認証処理を実行しないように構成されている車両用電子キーシステム。

10

【請求項２】

請求項１に記載の車両用電子キーシステムであって、前記車載通信機として、車室内のうち、前記車両の外面部に配置されている前記車載通信機と無線通信可能な位置に配置された車室内通信機を少なくとも１つ備える車両用電子キーシステム。

【請求項３】

請求項１又は２の何れか１項に記載の車両用電子キーシステムであって、前記車載通信機を３つ以上備え、前記通信機間距離が前記正常範囲から逸脱した値となっている前記車載通信機の組み合わせに基づいて、複数の前記車載通信機のうち、車体から取り外されている前記車載通信機である車両離脱機を特定する離脱機特定部（Ｆ６）を備える車両用電子キーシステム。

20

【請求項４】

請求項３に記載の車両用電子キーシステムであって、前記離脱機特定部は、前記車両離脱機に係る前記車載通信機の組み合わせにおける前記通信機間距離と、当該組み合わせを提供する前記車両離脱機以外の前記車載通信機の搭載位置と、に基づいて、前記車両離脱機の位置を推定するように構成されている車両用電子キーシステム。

【請求項５】

請求項１から４の何れか１項に記載の車両用電子キーシステムであって、複数の前記車載通信機のそれぞれは、前記距離関連情報として、無線信号を送信してから当該無線信号に対する応答信号を受信するまでの時間に基づいて定まる信号飛行時間を生成するように構成されている車両用電子キーシステム。

30

【請求項６】

請求項５に記載の車両用電子キーシステムであって、複数の前記車載通信機のそれぞれは、前記携帯機及び前記他機と、超広帯域幅を有するパルス状の信号であるインパルス信号を前記他機と送受信することによって前記距離関連情報としての前記信号飛行時間を算出するように構成されている車両用電子キーシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【０００１】

本開示は、車載システムと携帯機とが無線通信による認証処理を実施し、認証処理が成功したことに基づいてユーザが車両を使用するための所定の車両制御を実行する車両用電子キーシステムに関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、車両に搭載された車載システムが、ユーザによって携帯される携帯機と無線通信による認証処理を実行し、当該認証処理が成功したことに基づいてドアの施開錠等の車両制御を実行する車両用電子キーシステムが種々提案されている（例えば特許文献１）。

【０００３】

50

一般的に、車両用電子キーシステムを提供する車載システムは、車室外に存在する携帯機と無線通信を実施するための通信機（以降、車室外通信機）を複数備える。車室外通信機は、例えば運転席用ドアの外面部に配されているドアハンドルや、助手席用ドアの外面部に配されているドアハンドルなど、車両の外面部において適宜選択される位置に配されている。そして、車載システムは、車室外通信機を用いて車室外に存在する携帯機と無線通信を実施することにより、携帯機が車両近傍領域に存在することを検知したり、認証処理を実施したりする。

【 0 0 0 4 】

なお、特許文献 1 には、車載システムと携帯機とが UWB（Ultra Wide Band）通信可能に構成されており、車載システムが、UWB 通信で用いられるインパルス信号を送信してから携帯機からの応答信号を受信するまでの時間（以降、ラウンドトリップ時間）に基づいて車両に対する携帯機の距離を推定する。そして、車載システムは、携帯機との認証処理が成功したこと及び携帯機との距離が所定の閾値以下であることを条件に、車載システムが車両ドアの施開錠等の車両制御を実行する構成が開示されている。なお、車足システムが UWB 通信を実施するための装置（以降、UWB 通信機）は、車室内の運転席付近や助手席付近に配置されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【文献】特許第 6 0 9 3 6 4 7 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

車両電子キーシステムでは、第 3 者が中継器を用いて、車室外通信機から送信された無線信号を遠くまで飛ばし、車載システムと携帯機との無線通信を間接的に実現させることで車載システムによる携帯機の認証を不正に成立させるリレーアタックが懸念される。リレーアタックが成功してしまうと、正規のユーザが意図しないにも関わらず、車両ドアの開錠やエンジン始動等の車両制御が実行されてしまう。

【 0 0 0 7 】

上記リレーアタックを防ぐための 1 つの構成としては、車室外通信機が、例えば所定の距離指標情報を用いて携帯機までの距離を算出し、携帯機から車室外通信機までの距離が所定の正常範囲に収まっていることを条件に車両制御を実行する構成が考えられる。距離指標情報とは、車両から携帯機までの距離の指標となる情報であって、例えばラウンドトリップ時間や、信号の受信強度などがある。ラウンドトリップ時間などの距離指標情報の検出は車室外通信機が実行する。なお、距離指標情報に基づく距離の算出は、車室外通信機が実施しても良いし、ECU が実施しても良い。

30

【 0 0 0 8 】

ところで、車室外通信機は車両外面部に配置されているため、所定の工具を用いれば、車室外通信機を車体から取り外すことは不可能ではない。そして、車体から取り外した車室外通信機（以降、車両離脱機）をユーザの近くに配置するとともに、車両から車室外通信機へのベースバンド信号を当該車両離脱機まで中継された場合には、携帯機が車室外通信機の近くに存在すると認識してしまう。車両離脱機自体は携帯機の近くに存在するため、距離指標情報としてのラウンドトリップ時間等は、携帯機が近くに存在することを示す値をとるためである。

40

【 0 0 0 9 】

そして、上記の検討構成では、車室外通信機ごと車両から取り外され、かつ、ベースバンド信号の中継が行われてしまった場合には対応できない。

【 0 0 1 0 】

本開示は、この事情に基づいて成されたものであり、その目的とするところは、車両が不正に使用されることを抑制可能な車両用電子キーシステムを提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0011】

その目的を達成するための車両用電子キーシステムは一例として、車両のユーザに携帯される携帯機と無線通信による認証処理を実施するとともに、認証処理が成功したことに基づいて所定の車両制御を実施するように構成されている車両用電子キーシステムであって、携帯機と無線通信を実施するための通信機として、車両においてそれぞれ異なる位置に配置されている複数の車載通信機（12、12A～12F、12X）と、複数の車載通信機と相互通信可能に接続されている認証装置（11）と、を備え、複数の車載通信機の中の少なくとも1つは、車両の外面部に配置されており、複数の車載通信機のそれぞれは、車両に搭載されている他の車載通信機である他機の中の少なくとも1つと無線通信を実施可能に構成されてあって、他機から送信された信号に基づいて当該他機までの距離を直接的又は間接的に示す距離関連情報を生成するとともに、携帯機から送信された信号に基づいて、携帯機までの距離を直接的又は間接的に示す携帯機距離関連情報を生成するように構成されており、認証装置は、認証処理が成功したことに基づいて車両制御を実行する制御実行部（F8）と、車載通信機が生成する携帯機距離関連情報に基づいて、携帯機との距離を特定する携帯機距離特定部（F4）と、携帯機距離特定部によって特定されている携帯機との距離が、車両制御の実行を許可する所定の作動閾値未満となっていることに基づいて、複数の車載通信機の少なくとも何れか1つと連携して携帯機の認証処理を実行する認証処理部（F3）と、複数の車載通信機のそれぞれが生成した複数の距離関連情報に基づいて、2つの車載通信機間の距離である通信機間距離を、相互に無線通信可能な位置関係にある車載通信機の組み合わせ毎に特定する通信機間距離特定部（F5）と、を備え、認証処理部は、車載通信機の組み合わせ毎の通信機間距離の中の少なくとも1つが、車載通信機の組み合わせに応じた所定の正常範囲を逸脱している場合には、携帯機距離特定部によって特定されている携帯機との距離が作動閾値以下であっても、認証処理を実行しないように構成されている。

【0012】

車両に搭載されている車載通信機が車両から取り外されている場合、当該車載通信機から他の車載通信機までの距離は長くなる。故に、車載通信機が車両から取り外されている場合には、車載通信機同士の距離である通信機間距離は、予め設計されている正常範囲から逸脱した（換言すれば不正な）値を取りうる。正常範囲は、各車載通信機が車両に搭載されていることを前提として設定されるためである。

【0013】

そして、上記構成の認証装置は、車載通信機の組み合わせ毎の通信機間距離の中の少なくとも1つが、車載通信機の組み合わせに応じた所定の正常範囲を逸脱している場合には、携帯機との距離が所定の作動閾値以下であっても認証処理を実行しない。このような構成によれば、車両の外面部に配されていた車載通信機が、通信モジュールごと車両から取り外され、かつ、ベースバンド信号レベルでの中継が行われた場合であっても、車両が不正に使用されることを抑制することができる。

【0014】

なお、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本開示の技術的範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】車両用電子キーシステム100の概略的な構成を示す図である。

【図2】認証ECU11の機能ブロック図である。

【図3】車載通信機12の構成を示すブロック図である。

【図4】モード制御処理を説明するためのフローチャートである。

【図5】車載通信機12同士の通信態様を示す図である。

【図6】車載通信機12の組み合わせ毎の正常範囲を示すデータの概念図である。

【図 7】右側通信機 1 2 A が車体から取り外されてベースバンドレベルでの中継が行われている様を示す図である。

【図 8】車両制御関連処理を説明するためのフローチャートである。

【図 9】車載通信機 1 2 の設置態様の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

<車両用電子キーシステム 100 の概略的な構成について>

以下、本開示の実施形態について図を用いて説明する。図 1 は、本開示の車両用電子キーシステム 100 の概略的な構成の一例を示す図である。図 1 に示すように車両用電子キーシステム 100 は、車両 H v に搭載された車載システム 1 と、当該車両 H v のユーザによって携帯される通信端末である携帯機 2 と、を備えている。

10

【0017】

車載システム 1 と携帯機 2 は、所定の周波数帯の電波を用いて双方向に無線通信を実施するための構成を有している。ここでは一例として車載システム 1 と携帯機 2 は、UWB - IR (Ultra Wide Band - Impulse Radio) 方式の無線通信を実施可能に構成されている。すなわち、車載システム 1 と携帯機 2 は、超広帯域 (UWB : Ultra Wide Band) 通信で使用されるインパルス状の電波 (以降、インパルス信号) を送受信可能に構成されている。UWB 通信で用いられるインパルス信号とは、パルス幅が極短時間 (例えば 2 ns) であって、かつ、500 MHz 以上の帯域幅 (つまり超広帯域幅) を有する信号である。

【0018】

20

なお、UWB 通信に利用できる周波数帯 (以降、UWB 帯) としては、3.1 GHz ~ 10.6 GHz や、3.4 GHz ~ 4.8 GHz、7.25 GHz ~ 10.6 GHz、22 GHz ~ 29 GHz 等がある。これら種々の周波数帯のうち、本実施形態における UWB 帯とは、一例として 3.1 GHz ~ 10.6 GHz 帯を指すものとする。つまり、本実施形態におけるインパルス信号は 3.1 GHz ~ 10.6 GHz 帯の電波を用いて実現される。なお、インパルス信号の帯域幅は、500 MHz 以上であればよく、1.5 GHz 以上の帯域幅を備えていても良い。

【0019】

UWB - IR 通信の変調方式としては、パルスの発生位置で変調を行う PPM (pulse position modulation) 方式など、多様なものを採用可能である。具体的には、オンオフ変調 (OOK : On Off Keying) 方式や、パルス幅変調 (PWM : Pulse Width Modulation)、パルス振幅変調 (PAM : Pulse-Amplitude Modulation) 方式、パルス符号変調 (PCM : Pulse-Code Modulation) などを採用可能である。なお、オンオフ変調方式はインパルス信号の存在 / 欠如によって情報 (例えば 0 と 1) を表現する方式であり、パルス幅変調方式はパルス幅によって情報を表現する方式である。パルス振幅変調方式は、インパルス信号の振幅によって情報を表現する方式である。パルス符号変調方式はパルスの組み合わせによって情報を表現する方式である。

30

【0020】

携帯機 2 は、車載システム 1 からのインパルス信号を受信した場合、応答信号としてインパルス信号を返送するように構成されている。車載システム 1 は、携帯機 2 と相互に無線通信することによって携帯機 2 を認証する。また、車載システム 1 は、携帯機 2 の認証が成功したに基づいて、ユーザが車両 H v を使用するための所定の車両制御を実施する。ユーザが車両 H v を使用するための車両制御とは、車両ドアの開施錠や、エンジンの始動などである。

40

【0021】

車載システム 1 が携帯機 2 を認証する処理とは、車載システム 1 にとって無線通信を実施している通信端末 (以降、通信対象) が、当該車載システム 1 と対応付けられている正規の携帯機 2 であることを確認する処理である。認証が成功したということは、正規の携帯機 2 であると判定したことに相当する。

【0022】

50

車載システム 1 による携帯機 2 の認証は、チャレンジ - レスポンス方式によって実施されればよい。認証処理の詳細は別途後述する。なお、認証処理の準備として、携帯機 2 と車載システム 1 のそれぞれには、認証処理に用いられる共通の暗号鍵が保存されている。また、携帯機 2 には固有の識別番号（以降、携帯機 ID）が割り当てられており、車載システム 1 には、当該携帯機 ID が登録されている。前述の暗号鍵は、携帯機 ID であってもよい。なお、車載システム 1 にも固有の識別番号（以降、車両 ID）が割り当てられており、携帯機 2 には当該車両 ID が登録されている。以下、車載システム 1 及び携帯機 2 の具体的な構成について順に説明する。

【 0 0 2 3 】

< 携帯機 2 の構成について >

まずは、携帯機 2 の構成及び作動について説明する。携帯機 2 は種々の用途に供される通信端末を援用して実現することができる。携帯機 2 は、図 1 に示すように、携帯機側受信回路 2 1、携帯機側制御部 2 2、及び携帯機側送信回路 2 3 を備える。携帯機側制御部 2 2 は、携帯機側受信回路 2 1 及び携帯機側送信回路 2 3 のそれぞれと通信可能に接続されている。

【 0 0 2 4 】

携帯機側受信回路 2 1 は、UWB 帯のインパルス信号を受信するための構成である。携帯機側受信回路 2 1 は、インパルス信号を受信すると、その信号を復調する等、電気的に処理しつつ受信信号を生成し、この受信信号を携帯機側制御部 2 2 に出力する。携帯機側受信回路 2 1 は、車載システム 1 からの信号を受信するための構成に相当する。

【 0 0 2 5 】

携帯機側制御部 2 2 は、携帯機側受信回路 2 1 から受信信号が入力されると、この信号に対応する応答信号に相当するベースバンド信号を生成し、このベースバンド信号を携帯機側送信回路 2 3 に出力する。例えば携帯機側制御部 2 2 は、車載システム 1 から送信される後述するチャレンジ信号を受信した場合には、携帯機 2 に予め登録されている暗号鍵を用いて生成したレスポンスコードを含むベースバンド信号を生成する。携帯機側制御部 2 2 が生成したレスポンスコードを含むベースバンド信号は、携帯機側送信回路 2 3 に出力されて、無線信号として送信される。また、携帯機側制御部 2 2 は、携帯機側受信回路 2 1 が車載システム 1 から送信される後述するポーリング信号を受信した場合には所定の応答信号を生成し、携帯機側送信回路 2 3 と協働して送信する。

【 0 0 2 6 】

携帯機側制御部 2 2 は、CPU、RAM、及び ROM 等を備えた、コンピュータを用いて実現されればよい。なお、携帯機側制御部 2 2 は、1 つ又は複数の IC を用いて実現されていても良い。加えて、携帯機側制御部 2 2 は、MPU や GPU を用いて実現されていても良い。なお、後述の通り携帯機側送信回路 2 3 は、ベースバンド信号をインパルス信号に変換して送信する構成である。故に、携帯機側制御部 2 2 は、携帯機側受信回路 2 1 がインパルス信号を受信した場合に、携帯機側送信回路 2 3 に応答信号としてのインパルス信号を送信させる構成に相当する。

【 0 0 2 7 】

携帯機側送信回路 2 3 は、携帯機側制御部 2 2 から入力されたベースバンド信号を変調する等、電気的に処理しつつ応答信号を生成し、この応答信号を UWB 通信により送信する。携帯機側送信回路 2 3 は、車載システム 1 への信号を送信するための構成である。なお、携帯機 2 が車載システム 1 からのインパルス信号を受信してから応答信号としてのインパルス信号を送信するまでには所定の時間（以降、応答処理時間）がかかる。応答処理時間は、携帯機 2 のハードウェア構成に応じて定まる。応答処理時間の想定値は、試験等によって予め特定しておくことができる。

【 0 0 2 8 】

< 車載システム 1 の構成について >

次に、車載システム 1 の構成について説明する。車載システム 1 は図 1 に示すように、認証 ECU 1 1 と、複数の車載通信機 1 2 を備える。認証 ECU 1 1 は、後述するモード制

10

20

30

40

50

御処理や車両制御処理といった、種々の処理を実行する電子制御装置（いわゆる ECU：Electronic Control Unit）である。認証 ECU 11 が認証装置に相当する。認証 ECU 11 は、CPU、RAM、フラッシュメモリ 111、I/O、及びこれらの構成を接続するバスラインなどを備えた、コンピュータとして構成されている。なお、認証 ECU 11 は、CPU の代わりに、GPU や MPU を用いて実現されていても良い。さらに CPU や GPU、MPU を組み合わせて実現されていてもよい。

【0029】

フラッシュメモリ 111 は、不揮発性且つ書き換え可能なメモリである。フラッシュメモリ 111 には、コンピュータを認証 ECU 11 として機能させるためのプログラム（以降、車両制御プログラム）等が格納されている。車両制御プログラムの具体的な記憶媒体としては、多様な非遷移的実体的記憶媒体（non-transitory tangible storage medium）を採用可能である。CPU が車両制御プログラムを実行することは、車両制御プログラムに対応する方法が実行されることに相当する。

10

【0030】

認証 ECU 11 は、CPU がフラッシュメモリ 111 に保存されている車両制御プログラムを実行することによって実現される機能として、図 2 に示すように、車両情報取得部 F1、通信処理部 F2、認証処理部 F3、携帯機距離特定部 F4、通信機間距離特定部 F5、離脱機特定部 F6、モード制御部 F7、及び制御実行部 F8 を備える。なお、認証 ECU 11 が備える種々の機能ブロックの一部又は全部は、ハードウェアとして実現されていてもよい。或る機能がハードウェアとして実現されている態様には、1 つ又は複数の IC 等を用いて実現されている態様も含まれる。また、種々の機能ブロックの一部又は全部は、CPU 等によるソフトウェアの実行とハードウェア構成との協働によって実現されていてもよい。

20

【0031】

車両情報取得部 F1 は、車両 Hv に搭載されたセンサやスイッチなどから、車両 Hv の状態を示す種々の情報（以降、車両情報）を取得する。車両情報とは、例えば、ドアの開閉状態や、各ドアの施錠／開錠状態、シフトポジションセンサが検出するシフトポジション、車両 Hv の電源状態（例えばイグニッション電源のオン／オフ）、パーキングブレーキの作動状態等などである。なお、車両情報に含まれる情報の種類は、上述したものに限らない。図示しないブレーキペダルが踏み込まれているか否かを検出するブレーキセンサの検出結果なども車両情報に含まれる。

30

【0032】

車両情報取得部 F1 は、上述した種々の情報に基づいて、車両 Hv の現在の状態を特定する。例えば車両情報取得部 F1 は、エンジンがオフであり、全てのドアが施錠されている場合に、車両 Hv は駐車されていると判定する。もちろん、車両 Hv が駐車されていると判定する条件は適宜設計されればよく、多様な判定条件を適用することができる。通信処理部 F2、認証処理部 F3、携帯機距離特定部 F4、通信機間距離特定部 F5、離脱機特定部 F6、モード制御部 F7、及び制御実行部 F8 についての詳細は別途後述する。

【0033】

認証 ECU 11 は、複数の車載通信機 12 のそれぞれと、例えば、専用の信号線を介して相互通信可能に接続されている。なお、認証 ECU 11 は、複数の車載通信機 12 のそれぞれと車両内に構築されている通信ネットワークを介して相互通信可能に接続されていてもよい。

40

【0034】

また、認証 ECU 11 は、通信ネットワークを介して、図示しないボディ ECU やエンジン ECU と相互通信可能に接続されている。ボディ ECU は、車体制御に関する各種の処理を実行する ECU である。例えばボディ ECU は、認証 ECU 11 からの指示に基づき、各ドアに設けられたドアロックモータを駆動し、各ドアの施錠及び開錠を行う。エンジン ECU は、車両 Hv に搭載されたエンジンの動作を制御する ECU である。例えばエンジン ECU は、認証 ECU 11 からエンジンの始動を指示する始動指示信号を取得する

50

と、エンジンを始動させる。なお、ここでは一例として車両Hvは、エンジンを動力源として備える車両とするがこれに限らない。車両Hvは動力源としてエンジンとモータを備える、いわゆるハイブリッド車であってもよいし、モータのみを動力源として備える電気自動車であってもよい。

【0035】

なお、本実施形態の認証ECU11は、動作モードとして、通常モードと警戒モードの2種類の動作モードが用意されている。

【0036】

通常モードは、携帯機2の認証が成功したことに基づいて所定の車両制御を実施する動作モードである。警戒モードは、無線通信による認証処理の実行そのものをキャンセルする（つまり認証処理を実行しない）動作モードである。なお、他の態様として、警戒モードは携帯機2の認証が成功した場合であっても車両制御を実行しない動作モードとしてもよい。通常モードから警戒モードに移行する条件や、警戒モードから通常モードに移行する条件については別途後述する。

10

【0037】

車載通信機12は、携帯機2と無線通信（ここではUWB通信）を実施するための通信機である。また、複数の車載通信機12のそれぞれは、車両Hvに搭載されている他の車載通信機12ともUWB通信を実施可能に構成されている。つまり、各車載通信機12は、携帯機2及び他の車載通信機12と相互通信可能に構成されている。便宜上、或る車載通信機12にとっての他の車載通信機12のことを他機とも記載する。

20

【0038】

車載システム1は車載通信機12を少なくとも2つ備えていればよい。複数の車載通信機12のうちの少なくとも1つは、車両Hvの外面部に配置されている。ここでの外面部とは、車両Hvにおいて車室外空間に接するボディ部分であって、車両Hvの側面部、背面部、及び前面部が含まれる。

【0039】

本実施形態の車載システム1は、車載通信機12として、右側通信機12A、左側通信機12B、及び車室内通信機12Xを備える。右側通信機12Aは、主として車両右側方に通信エリアを形成するための車載通信機12である。右側通信機12Aは、例えば車両右側の前部座席用のドアに配置されているアウトドアハンドル付近に設けられている。アウトドアハンドルとは、ドアの外側面に設けられた、ドアを開閉するための把持部材（いわゆるドアハンドル）を指す。アウトドアハンドル付近には、アウトドアハンドルの内部も含まれる。

30

【0040】

左側通信機12Bは、主として車両右側方に通信エリアを形成するための車載通信機12である。左側通信機12Bは、車両左側の前部座席用のドアに配置されているアウトドアハンドルに設けられている。以降では右側通信機12A及び左側通信機12Bといった車両Hvの外面部に配置されている車載通信機12を車室外通信機とも称する。

【0041】

車室内通信機12Xは、主として車室内全域に通信エリアを形成するための車載通信機12である。車室内通信機12Xは、右側通信機12A及び左側通信機12Bといった、車両Hvの外面部に配置されている車載通信機12と無線通信可能な位置に配置されている。例えば車室内通信機12Xは、車室内の天井の中央部に配されている。

40

【0042】

なお、車室内通信機12Xは、Bピラーの室内側の面部に配置されていても良い。また、車室内通信機12Xは、インストゥルメントパネルの車幅方向中央部や、センターコンソールボックス付近に設けられればよい。ここでは車室内通信機12Xを1つしか図示していないが、車室内通信機12Xは車室内に複数設けられていてもよい。車室内通信機12Xは、車室内だけでなく車室外にも無線信号が伝搬するように、車室外を見通せる位置に配置されていることが好ましい。なお、車両Hvのボディが電波の遮断性が低い樹脂製で

50

ある場合には、車室内通信機 1 2 X は車室内の任意の位置に配置可能である。

【 0 0 4 3 】

なお、車載通信機 1 2 の設置態様（具体的には設置位置や設置数）は上述した態様に限らない。例えば車室外通信機は車両 H v の B ピラーの外側面に配置されていても良い。もちろん、A ピラーや C ピラーの外側面に配置されていても良い。さらに、車室外通信機は、車両 H v の側面部と屋根部との境界付近（以降、側面上端部）に配置されていても良い。このような構成は、車室外通信機をサイドウィンドウの上側に位置する部分に設けた構成に相当する。側面上端部は、車両 H v の屋根部において車両 H v のドアの上端部が接する部分に相当する。また、車載システム 1 は、トランク内部を通信エリアとする車載通信機 1 2 や、リアバンパ等の車両後端部に配置された車載通信機 1 2 を備えていてもよい。

10

【 0 0 4 4 】

各車載通信機 1 2 には、固有の通信機番号が設定されている。通信機番号は、複数の車載通信機 1 2 を識別するための情報として機能する。また各車載通信機 1 2 の動作は認証 E C U 1 1 によって制御される。

【 0 0 4 5 】

複数の車載通信機 1 2 のそれぞれは、図 3 に示すように、送信回路 3 1、受信回路 3 2、及びラウンドトリップタイマ 3 3 を備える。送信回路 3 1 は、認証 E C U 1 1 から入力されたベースバンド信号を変調する等、電氣的に処理しつつインパルス信号を生成し、このインパルス信号を電波として放射する構成である。送信回路 3 1 は例えば、変調回路 3 1 1、及び送信アンテナ 3 1 2 を用いて実現されている。

20

【 0 0 4 6 】

変調回路 3 1 1 は、認証 E C U 1 1 から入力されたベースバンド信号を変調する回路である。変調回路 3 1 1 は、認証 E C U 1 1 から入力されたベースバンド信号が示すデータ（以降、送信データ）に対応する変調信号を生成し、送信アンテナ 3 1 2 に向けて送信する。変調信号は、送信データを所定の変調方式（例えば P C M 変調方式）で変調した信号である。変調信号は、複数のインパルス信号を送信データに対応する時間間隔で配置した信号系列を意味する。

【 0 0 4 7 】

変調回路 3 1 1 は、電氣的なインパルス信号を生成する回路（以降、パルス生成回路）や、インパルス信号を増幅したり整形したりする回路を含む。送信アンテナ 3 1 2 は、変調回路 3 1 1 が出力した電氣的なインパルス信号を電波に変換して空間に放射する構成である。つまり、送信アンテナ 3 1 2 は、U W B 帯において所定の帯域幅を有するパルス状の電波をインパルス信号として放射する。また、変調回路 3 1 1 は、送信アンテナ 3 1 2 へ電氣的なインパルス信号を出力した場合には、それと同時に、インパルス信号を出力したことを示す信号（以降、送信通知信号）をラウンドトリップタイマ 3 3 に出力する。

30

【 0 0 4 8 】

なお、本実施形態の送信回路 3 1 は、インパルス信号の立上り時間が 1 ナノ秒となるように構成されている。立上り時間とは、信号強度が初めて最大振幅の 1 0 % を越えてから最大振幅の 9 0 % を越えるまでに要する時間である。インパルス信号の立上がり時間は、送信回路 3 1 の回路構成などのハードウェア構成に応じて定まる。インパルス信号の立上り時間は、シミュレーションや実試験によって特定できる。なお、一般的に U W B 帯のインパルス信号の立上り時間は、1 ナノ秒程度である。

40

【 0 0 4 9 】

受信回路 3 2 は、携帯機 2 から送信される応答信号としてのインパルス信号など、車両用電子キーシステム 1 0 0 で採用されている通信規格に準拠した無線信号を受信するための構成である。受信回路 3 2 は、例えば受信アンテナ 3 2 1、及び復調回路 3 2 2 を備える。受信アンテナ 3 2 1 は、インパルス信号を受信するためのアンテナである。受信アンテナ 3 2 1 は、携帯機 2 が送信したインパルス信号に対応する電氣的なインパルス信号を復調回路 3 2 2 に出力する。

【 0 0 5 0 】

50

復調回路 3 2 2 は、受信アンテナ 3 2 1 が UWB 帯のインパルス信号を受信すると、その信号を復調する等、電氣的に処理しつつ受信信号を生成し、この受信信号を認証 ECU 1 1 に出力する。すなわち復調回路 3 2 2 は、携帯機 2 や他機から送信された複数のインパルス信号からなる一連の変調信号（以降、パルス系列信号）を復調し、変調前のデータを復元する構成である。例えば、復調回路 3 2 2 は受信アンテナ 3 2 1 から入力されるインパルス信号に基づいて、携帯機 2 や他の車載通信機 1 2 が送信したパルス系列信号を取得する。復調回路 3 2 2 が取得するパルス系列信号は、受信アンテナ 3 2 1 から入力される複数のインパルス信号を、実際の受信間隔において時系列に並べたものである。なお、復調回路 3 2 2 は、受信アンテナ 3 2 1 で受信したインパルス信号の周波数を、ベースバンド帯の信号に変換して出力する周波数変換回路や、信号レベルを増幅する増幅回路などを備える。

10

【0051】

また、受信回路 3 2 は、受信アンテナ 3 2 1 からインパルス信号が入力された場合には、インパルス信号を受信したことを示す信号（以降、受信通知信号）をラウンドトリップタイマ 3 3 に出力する。

【0052】

ラウンドトリップタイマ 3 3 は、送信回路 3 1 がインパルス信号を送信してから、受信回路 3 2 がインパルス信号を受信するまでの時間（以降、ラウンドトリップ時間）を計測するタイマである。送信回路 3 1 がインパルス信号を送信したタイミングは送信通知信号の入力によって特定される。また、受信回路 3 2 がインパルス信号を受信したタイミングは受信通知信号の入力によって特定される。すなわち、本実施形態のラウンドトリップタイマ 3 3 は、変調回路 3 1 1 が送信通知信号を出力してから、復調回路 3 2 2 が受信通知信号を出力するまでの時間を計測する構成である。ラウンドトリップ時間は信号飛行時間に相当する。

20

【0053】

ラウンドトリップタイマ 3 3 は、図示しないクロック発振器から入力されるクロック信号を計数することによって、送信回路 3 1 がインパルス信号を送信してからの経過時間を測定する。ラウンドトリップタイマ 3 3 によるカウントは、受信通知信号が入力された場合や、所定の上限值まで達した場合に停止され、そのカウント値を認証 ECU 1 1 に出力する。つまり、認証 ECU 1 1 にラウンドトリップ時間を報告する。なお、認証 ECU 1 1 へのラウンドトリップ時間の報告が完了するとラウンドトリップタイマ 3 3 のカウント値は 0 に戻る（つまりリセットされる）。

30

【0054】

<モード制御処理>

次に、図 4 に示すフローチャートを用いて認証 ECU 1 1 が実施するモード制御処理について説明する。モード制御処理は、車両情報取得部 F 1 が車両 H v は駐車されていると判定している間、所定の監視周期で実行されればよい。なお、車載システム 1 がモード制御処理を実行するための電力は、図示しない車載バッテリーから供給されれば良い。監視周期は 500 ミリ秒や 1 秒、5 秒、1 分など、適宜設計されればよい。

【0055】

まずステップ S 1 0 1 では通信処理部 F 2 が、右側通信機 1 2 A と左側通信機 1 2 B とを作動させ、双方向に無線通信を実施させる。具体的には図 5 に示すように、右側通信機 1 2 A に、左側通信機 1 2 B を宛先とする応答要求信号として機能するパルス系列信号を送信させる。これに伴い、右側通信機 1 2 A のラウンドトリップタイマ 3 3 は、応答要求信号を送信してからの経過時間を計測し始める。すなわちラウンドトリップ時間の計測を開始する。

40

【0056】

応答要求信号は、応答信号の返送を要求する信号である。応答要求信号は、例えば、宛先とする車載通信機 1 2 の通信機番号（ここでは左側通信機 1 2 B の通信機番号）を、宛先情報として含む。応答要求信号が宛先情報を含むことによって、宛先以外の車載通信機 1

50

2や携帯機2が応答信号を返送することを抑制することができる。また、応答要求信号は、送信元の車載通信機12の通信機番号(ここでは右側通信機12Aの通信機番号)を、送信元情報として含む。応答要求信号が送信元情報を含むことによって応答要求信号を受信した車載通信機12は、応答信号の宛先(換言すれば返信先)を特定することができる。

【0057】

左側通信機12Bは、応答要求信号を受信すると、応答信号として機能するパルス系列信号を送信する。つまり、当該応答要求信号に示されている送信元情報を宛先として指定した応答信号を送信する。応答信号も、宛先情報や送信元情報を含んでいる。また、左側通信機12Bのラウンドトリップタイマ33は、応答信号の送信をトリガとして、インパルス信号を送信してからの経過時間(つまりラウンドトリップ時間)の計測を開始する。

10

【0058】

右側通信機12Aのラウンドトリップタイマ33は、左側通信機12Bからの応答信号を受信すると、ラウンドトリップ時間の計測を停止し、当該測定したラウンドトリップ時間を認証ECU11に報告する。また、右側通信機12Aは、左側通信機12Bからの応答信号を受信すると、当該応答信号に対する応答信号である再応答信号を送信する。再応答信号は、応答信号として機能するパルス系列信号である。再応答信号もまた、送信元情報や宛先情報を含む。なお、応答要求信号、応答信号、及び再応答信号は、変形例1として別途後述するように、宛先情報や送信元情報を含んでいなくとも良い。応答要求信号や、応答信号、再応答信号は単発のインパルス信号であってもよい。

【0059】

20

左側通信機12Bのラウンドトリップタイマ33は、右側通信機12Aからの再応答信号を受信すると、ラウンドトリップ時間の計測を停止し、当該測定したラウンドトリップ時間を認証ECU11に報告する。以上によって右側通信機12A及び左側通信機12Bのそれぞれで計測されたラウンドトリップ時間は、右側通信機12Aと左側通信機12Bとの距離を示す指標(以降、距離指標情報)として機能する。

【0060】

ステップS102では通信機間距離特定部F5が、右側通信機12A及び左側通信機12Bのそれぞれからラウンドトリップ時間を取得してステップS103に移る。ステップS103では、ステップS102で取得したラウンドトリップ時間に基づいて右側通信機12Aと左側通信機12Bとの距離である左右通信機間距離を算出する。

30

【0061】

例えば通信機間距離特定部F5は、右側通信機12Aから取得したラウンドトリップ時間から左側通信機12Bでの応答処理時間の想定値を減算し、さらに当該算出値を2で除算することによって片道飛行時間を算出する。そして、片道飛行時間に空気中の電波の伝搬速度を乗算することによって、右側通信機12Aから取得したラウンドトリップ時間に基づく左右通信機間距離を算出する。また、通信機間距離特定部F5は同様の手順によって、左側通信機12Bから取得したラウンドトリップ時間に基づく左右通信機間距離を算出する。

【0062】

そして、右側通信機12Aから取得したラウンドトリップ時間に基づく左右通信機間距離と、左側通信機12Bから取得したラウンドトリップ時間に基づく左右通信機間距離の平均値を、左右通信機間距離として最終的に採用する。車載通信機12での応答処理時間の想定値、携帯機2での応答処理時間の想定値、及び、電波の伝搬速度は、演算用のパラメータとしてフラッシュメモリ111に登録されているものとする。

40

【0063】

なお、左右通信機距離の算出方法は適宜変更可能である。例えば、他の態様として、右側通信機12Aから取得したラウンドトリップ時間に基づく左右通信機間距離をそのまま最終的な左右通信機間距離として採用するように構成されていても良い。その場合には、そもそも左側通信機12Bはラウンドトリップ時間を計測させなくともよく、右側通信機12Aは再応答信号を送信する必要もない。

50

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 0 3 での処理が完了するとステップ S 1 0 4 に移る。ステップ S 1 0 4 では通信処理部 F 2 が、車室内通信機 1 2 X と右側通信機 1 2 A とを作動させ、双方向に無線通信を実施させる。車室内通信機 1 2 X と右側通信機 1 2 A との通信内容は、ステップ S 1 0 1 と同様である。なお、応答要求信号は、車室内通信機 1 2 X から送信させても良いし、右側通信機 1 2 A から送信させても良い。ここでは一例として通信処理部 F 2 は、車室内通信機 1 2 X が右側通信機 1 2 A に向けて応答要求信号を送信するように制御するものとする。ステップ S 1 0 4 を実行することにより、車室内通信機 1 2 X 及び右側通信機 1 2 A のそれぞれでは、車室内通信機 1 2 X と右側通信機 1 2 A との距離を表すラウンドトリップ時間が計測される。

10

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 0 5 では通信機間距離特定部 F 5 が、車室内通信機 1 2 X 及び右側通信機 1 2 A のそれぞれからラウンドトリップ時間を取得してステップ S 1 0 6 に移る。ステップ S 1 0 6 では、ステップ S 1 0 4 で取得したラウンドトリップ時間に基づいて車室内通信機 1 2 X と右側通信機 1 2 A との距離である車室内 - 右側通信機間距離を算出する。その算出態様は左右通信機間距離の算出方法と同様とすることができる。すなわち、車室内通信機 1 2 X から取得したラウンドトリップ時間に基づいて仮の車室内 - 右側通信機間距離を算出する。また、右側通信機 1 2 A から取得したラウンドトリップ時間に基づいて、仮の車室内 - 右側通信機間距離を算出する。そして、車室内通信機 1 2 X から取得したラウンドトリップ時間に基づく車室内 - 右側通信機間距離と、右側通信機 1 2 A から取得したラウンドトリップ時間に基づく左右通信機間距離の平均値を、最終的な車室内 - 右側通信機間距離として採用する。

20

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 0 6 での処理が完了するとステップ S 1 0 7 に移る。ステップ S 1 0 7 では通信処理部 F 2 が、車室内通信機 1 2 X と左側通信機 1 2 B とを作動させ、双方向に無線通信を実施させる。車室内通信機 1 2 X と左側通信機 1 2 B との通信内容は、ステップ S 1 0 1 やステップ S 1 0 4 と同様である。なお、応答要求信号は、車室内通信機 1 2 X から送信させても良いし、左側通信機 1 2 B から送信させても良い。ここでは一例として通信処理部 F 2 は、車室内通信機 1 2 X が左側通信機 1 2 B に向けて応答要求信号を送信するように制御するものとする。ステップ S 1 0 7 を実行することにより、車室内通信機 1 2 X 及び左側通信機 1 2 B のそれぞれでは、車室内通信機 1 2 X と左側通信機 1 2 B との距離を表すラウンドトリップ時間が計測される。

30

【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 0 8 では通信機間距離特定部 F 5 が、車室内通信機 1 2 X 及び左側通信機 1 2 B のそれぞれからラウンドトリップ時間を取得してステップ S 1 0 9 に移る。ステップ S 1 0 9 では、ステップ S 1 0 8 で取得したラウンドトリップ時間に基づいて車室内通信機 1 2 X と左側通信機 1 2 B との距離である車室内 - 左側通信機間距離を算出する。その算出態様は、前述の左右通信機間距離の算出方法と同様とすることができる。すなわち、車室内通信機 1 2 X から取得したラウンドトリップ時間に基づいて仮の車室内 - 左側通信機間距離を算出する。また、左側通信機 1 2 B から取得したラウンドトリップ時間に基づいて、仮の車室内 - 左側通信機間距離を算出する。そして、車室内通信機 1 2 X から取得したラウンドトリップ時間に基づく車室内 - 左側通信機間距離と、左側通信機 1 2 B から取得したラウンドトリップ時間に基づく左右通信機間距離の平均値を、最終的な車室内 - 左側通信機間距離として採用する。以降では便宜上、左右通信機間距離や、車室内 - 右側通信機間距離、車室内 - 左側通信機間距離といった、それぞれ異なる位置に配されている 2 つの車載通信機 1 2 間の距離のことを通信機間距離とも記載する。

40

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 0 9 での処理が完了すると、離脱機特定部 F 6 がステップ S 1 1 0 を実行する。ステップ S 1 1 0 では離脱機特定部 F 6 が、以上の処理で算出された種々の通信機間距離が、車載通信機 1 2 の組み合わせ毎に予め設定されている正常範囲に収まっているか

50

否かを判定する。車載通信機 1 2 の組み合わせ毎の正常範囲を示すデータ（以降、正常範囲データ）は、フラッシュメモリ 1 1 1 に例えば制御実行部プログラムの一部として保存されている。図 6 は、正常範囲データの構成を示す概念図である。車載通信機 1 2 の組み合わせに応じた正常範囲は、各車載通信機 1 2 の搭載位置によって定まる車載通信機 1 2 間の距離に測距誤差を加えた値に設定されていれば良い。

【 0 0 6 9 】

正常範囲の上限値は、車載通信機 1 2 が車両 H v から取り外され、かつ、ベースバンドレベルでの中継がなされていると認証 E C U 1 1 が判定するための閾値に相当する。なお、ベースバンドレベルでの中継がなされている状態とは、認証 E C U 1 1 から車載通信機 1 2 へのベースバンド信号や、車載通信機 1 2 から認証 E C U 1 1 へのベースバンド信号が中継されている状態に相当する。ベースバンドレベルでの中継がなされている場合、上記の方法によって算出される通信機間距離は 1 0 m 以上となることが想定される。そのため、正常範囲の上限値は 5 m や 1 0 m など、車両 H v の大きさよりも大きい値であってもよい。なお、正常範囲の下限値は適宜設定されればよく、例えば 0 m であってもよい。また、正常範囲は、上限値のみによって規定されていても良い。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 1 0 での判定の結果、複数の通信機間距離の中に、車載通信機 1 2 の組み合わせに応じた正常範囲を逸脱している通信機間距離が存在する場合には、ステップ S 1 1 2 を実行する。一方、複数の通信機間距離が何れも車載通信機 1 2 の組み合わせに応じた正常範囲内に収まっている場合にはステップ S 1 1 1 を実行する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 1 1 ではモード制御部 F 7 が、認証 E C U 1 1 の動作モードを通常モードに設定して本フローを終了する。ステップ S 1 1 2 ではモード制御部 F 7 が、認証 E C U 1 1 の動作モードを警戒モードに設定し、ステップ S 1 1 3 に移る。ステップ S 1 1 3 では離脱機特定部 F 6 は、通信機間距離が正常範囲外の値（換言すれば不正な値）となっている車載通信機 1 2 の組み合わせに基づいて、車体から取り外されている車載通信機 1 2 （以降、車両離脱機）を特定する。

【 0 0 7 2 】

例えば図 7 に示すように右側通信機 1 2 A が車体から取り外されて、中継機 4 によってベースバンドレベルでの中継が成されている場合には、左右通信機間距離及び車室内 - 右側通信機間距離が不正となる。故に、逆説的に左右通信機間距離及び車室内 - 右側通信機間距離が不正となっている場合には、右側通信機 1 2 A が車両 H v から取り外されていると判定できる。つまり、車両離脱機は右側通信機 1 2 A であると特定可能である。同様の技術的に思想に基づき、左右通信機間距離及び車室内 - 左側通信機間距離が不正となっている場合には、車両離脱機は左側通信機 1 2 B であると特定可能である。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 1 3 での処理が完了すると離脱機特定部 F 6 はステップ S 1 1 4 を実行する。ステップ S 1 1 4 では離脱機特定部 F 6 が、車両離脱機に係る少なくとも 2 つの通信機間距離、及び、車両離脱機以外の車載通信機 1 2 の設置位置に基づいて、車両離脱機的位置を特定する。車両離脱機に係る通信機間距離とは、車両離脱機を含む車載通信機の組み合わせについての通信機間距離である。例えば、車両離脱機が右側通信機 1 2 A である場合には、左右通信機間距離と車室内 - 右側通信機間距離が、車両離脱機に係る通信機間距離に該当する。また、車両離脱機が左側通信機 1 2 B である場合には、左右通信機間距離と車室内 - 左側通信機間距離が、車両離脱機に係る通信機間距離に該当する。

【 0 0 7 4 】

仮に、車両離脱機が右側通信機 1 2 A である場合、離脱機特定部 F 6 は、左右通信機間距離、車室内 - 右側通信機間距離、左側通信機 1 2 B の搭載位置、及び車室内通信機 1 2 X の搭載位置に基づいて、車両離脱機としての右側通信機 1 2 A の位置を推定（例えば算出）する。具体的には左側通信機 1 2 B から左右通信機間距離となり、かつ、車室内通信機 1 2 X から車室内 - 右側通信機間距離となる地点に右側通信機 1 2 A が存在すると判定す

10

20

30

40

50

る。なお、上記条件を充足する地点は2箇所存在する。離脱機特定部F6はその2箇所のどちらかに車両離脱機が存在すると判定すればよい。

【0075】

車両離脱機が左側通信機12Bである場合にも、離脱機特定部F6は同様の方法によって車両離脱機としての左側通信機12Bの位置を特定する。すなわち、左右通信機間距離、車室内-左側通信機間距離、右側通信機12Aの搭載位置、及び車室内通信機12Xの搭載位置に基づいて、車両離脱機としての左側通信機12Bの位置を特定する。

【0076】

なお、車載システム1が4つ以上の車載通信機12を備え、かつ、車両離脱機が1つである場合には、車両離脱機以外の車載通信機（以降、残存機）の数は3つ以上となる。つまり、車両離脱機の位置の算出に使用可能な基準点は3点以上となる。車両離脱機の位置の算出に使用可能な基準点が少なくとも3点存在する場合には、車両離脱機の位置を1箇所に特定可能である。

10

【0077】

以上の処理が完了すると本フローを終了する。なお、離脱機特定部F6によって特定された車両離脱機に相当する車載通信機12や、車両離脱機の位置情報は、動作モードが通常モードに設定されるまでメモリに保持されればよい。

【0078】

また、認証ECU11は、離脱機特定部F6によって特定された車両離脱機に相当する車載通信機12や車両離脱機の位置情報を、車両Hvに搭載されているディスプレイや携帯機2を介してユーザに通知するように構成されていても良い。そのような構成によればセキュリティ性を更に高めることができる。

20

【0079】

<車両制御処理>

次に、図8に示すフローチャートを用いて認証ECU11が実施する車両制御関連処理について説明する。車両制御関連処理は、認証ECU11が携帯機2との無線通信の結果に基づいて、ユーザが車両Hvを使用するための車両制御を実施するための処理である。車両制御関連処理は、例えば車両Hvが駐車状態に移行した時点から所定時間（例えば10秒）経過したタイミングで実行される。また、車両制御関連処理は、例えば車両情報取得部F1が車両Hvは駐車されていると判定している間、逐次実行するように構成されていても良い。

30

【0080】

まずステップS201は通信処理部F2が、所定の車載通信機12（例えば車室内通信機12X）からポーリング信号を送信させ、ステップS202に移る。ポーリング信号は、携帯機2に対して応答信号の返送を要求する、チャレンジコードを含まない無線信号である。ポーリング信号は、携帯機2をスリープモードから通常モードへと復帰させる役割を果たす場合もあるため、ウェイク信号と称されることもある。認証処理部F3としての認証ECU11は、ポーリング信号に対する携帯機2からの応答信号を車載通信機12が受信することによって、携帯機2である可能性がある通信端末が、車両Hvの通信エリア内に存在することを検出可能となる。

40

【0081】

ポーリング信号にも、送信元情報や宛先情報が含まれているものとする。ポーリング信号の送信元である車載通信機12（以降、作動通信機）のラウンドトリップタイム33は、ポーリング信号を送信してからの経過時間を計測し始める。すなわちラウンドトリップ時間の計測を開始する。

【0082】

ステップS202では、ステップS201で送信したポーリング信号に対する応答信号を作動通信機が受信したか否かを判定する。作動通信機が応答信号を受信した場合には、ステップS202が肯定判定されてステップS203に移る。また、携帯機2からの応答信号を受信すると、作動通信機のラウンドトリップタイム33は、ラウンドトリップ時間の

50

計測を停止し、当該測定したラウンドトリップ時間を認証 ECU 11 に報告する。このラウンドトリップ時間は、作動通信機から携帯機 2 までの距離を示す情報（以降、携帯機距離関連情報）として機能する。

【0083】

一方、ステップ S 201 を実施してから所定の応答待機時間が経過しても、応答信号を受信できなかった場合にはステップ S 201 に戻り、前回応答要求信号を送信させた車載通信機 12 とは別の車載通信機 12（例えば右側通信機 12A）からポーリング信号を送信させる。つまり、ステップ S 201 ～ S 202 は、複数の車載通信機 12 から順番にポーリング信号を送信させる処理である。なお、複数の車載通信機 12 においてポーリング信号を送信させる順番は適宜設計されれば良い。

10

【0084】

ステップ S 203 では携帯機距離特定部 F 4 が、作動通信機から報告されたラウンドトリップ時間に基づいて、作動通信機から携帯機 2 までの距離である携帯機距離を算出し、ステップ S 204 に移る。ラウンドトリップ時間に基づく携帯機距離の算出方法は、通信機間距離の算出と同様の方法で実施可能である。

【0085】

ステップ S 204 では認証処理部 F 3 が、ステップ S 203 で算出された携帯機距離が所定の作動閾値未満であるか否かを判定する。作動閾値は、車両制御の実行を許可する通信機距離の上限値に相当する。作動閾値は、例えば 1 m や、2 m など、携帯機 2 が車両 H v の近傍又は車室内に存在することを示す値に設定されている。なお、作動閾値は 5 m に設定されていても良い。携帯機距離が作動閾値未満である場合にはステップ S 205 に移る。

20

【0086】

一方、携帯機距離が作動閾値以上である場合にはステップ S 204 を否定判定して本フローを終了する。なお、携帯機距離が作動閾値以上である場合には車両制御は実行されない。また、携帯機距離が作動閾値以上である場合にはステップ S 201 から再び車両制御関連処理を実行すればよい。

【0087】

ステップ S 205 では認証処理部 F 3 が、認証 ECU 11 の動作モードがモード制御部 F 7 によって警戒モードに設定されているか否かを判定する。認証 ECU 11 の動作モードが警戒モードに設定されている場合には、ステップ S 206 を実行する。一方、認証 ECU 11 の動作モードが通常モードに設定されている場合には、ステップ S 207 を実行する。

30

【0088】

ステップ S 206 では認証処理部 F 3 は、ステップ S 203 で算出された携帯機距離は不正な値であると判定して、本フローを終了する。このように本実施形態の認証 ECU 11 は、携帯機距離が不正であると判定した場合には、ユーザが車両 H v を使用するための車両制御を実行しない。携帯機距離は不正であると判定した場合にはステップ S 201 から再び車両制御関連処理を実行すればよい。

【0089】

なお、モード制御部 F 7 が認証 ECU 11 の動作モードを警戒モードに設定する場合とは、車載通信機 12 の組み合わせ毎の通信機間距離のうちの少なくとも 1 つが、車載通信機 12 の組み合わせに応じた所定の正常範囲を逸脱している場合である。つまり、このような構成は、車載通信機 12 の組み合わせ毎の通信機間距離のうちの少なくとも 1 つが、車載通信機 12 の組み合わせに応じた所定の正常範囲を逸脱している場合には、車両制御を実行しない構成に相当する。

40

【0090】

ステップ S 207 では認証処理部 F 3 が、通信処理部 F 2 と協働して、携帯機 2 の認証処理を実行する。具体的には、認証処理部 F 3 は、通信処理部 F 2 に対して、作動通信機からチャレンジコードを含む信号（以降、チャレンジ信号）を送信させるように要求する。通信処理部 F 2 は認証処理部 F 3 からの要求に基づき、作動通信機からチャレンジ信号を

50

送信させる。

【 0 0 9 1 】

チャレンジコードは、携帯機 2 を認証するためのコードである。チャレンジコードは、乱数表など用いて生成された乱数とすればよい。携帯機 2 は、チャレンジコードを受信した場合、携帯機 2 に予め登録されている暗号鍵を用いて当該チャレンジコードを暗号化し、その暗号化したコード（以降、レスポンスコード）を含む信号（以降、レスポンス信号）を返送する。また、認証処理部 F 3 は、チャレンジ信号を送信するとともに、自分自身が保持する暗号鍵を用いて、チャレンジコードを暗号化したコード（以降、照合用コード）を生成する。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 2 0 7 でのチャレンジ信号の送信及び照合用コードの生成が完了するとステップ S 2 0 8 に移る。ステップ S 2 0 8 では認証処理が成功したか否かを判定する。例えば、携帯機 2 からレスポンス信号を受信でき、かつ、当該レスポンス信号に示されているレスポンスコードが照合用コードと一致している場合、認証成功と判定する。一方、チャレンジ信号を送信してから応答待機時間が経過してもレスポンスコードを受信できなかった場合には、認証失敗と判定する。また、レスポンスコードを受信できた場合であっても、当該レスポンス信号が示すレスポンスコードと照合用コードとが一致しなかった場合には認証失敗と判定する。

【 0 0 9 3 】

認証処理が成功した場合には、ステップ S 2 0 8 を肯定判定してステップ S 2 0 9 に移る。一方、認証処理が失敗した場合にはステップ S 2 0 8 を否定判定して本フローを終了する。認証処理が失敗した場合にも、ユーザが車両 H v を使用するための車両制御は実行されない。なお、認証処理が失敗した場合にはステップ S 2 0 1 から再び搭乗関連処理を実行すればよい。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 2 0 9 では制御実行部 F 8 が、認証処理が成功したときの場面（換言すれば車両 H v の状態）に応じた、ユーザが車両 H v を使用するための所定の車両制御を実行する。例えば制御実行部 F 8 は、車両 H v が駐車されている場合には、図示しないボディ E C U と連携して車両 H v のドアロック機構を開錠状態又は会場準備状態に設定する。会場準備状態は、ユーザがドアに配されているボタンやタッチセンサに触れるだけでドアを開錠することができる状態である。また、制御実行部 F 8 は、携帯機 2 が車室内に存在している場合には、エンジン E C U と連携してエンジンを始動させる。その他、制御実行部 F 8 が実施する車両制御の内容は、認証処理が成功したときの場面（換言すれば車両 H v の状態）に合わせて適宜決定される。

【 0 0 9 5 】

< 実施形態のまとめ >

上記の構成では、認証 E C U 1 1 は、互いに無線通信可能な位置関係にある車載通信機 1 2 の組み合わせ毎に双方向無線通信を実施させ、その通信結果として得られるラウンドトリップ時間に基づいて、通信機間距離が正常値であるか否かを判定する。そして、複数の通信機間距離の中に、車載通信機 1 2 の組み合わせに応じた正常範囲を逸脱している通信機間距離が存在する場合には、車両ドアの開錠などの車両制御の実行を禁止（又は保留に）する。

【 0 0 9 6 】

このような構成によれば、車両 H v の外面部に配されている車載通信機 1 2 が、モジュールごと車両 H v から取り外され、かつ、ベースバンド信号レベルでの中継が行われてしまった場合であっても、車両 H v が不正に使用される恐れを抑制できる。

【 0 0 9 7 】

なお、上述した実施形態では、携帯機距離特定部 F 4 が特定した携帯機距離を不正な値とみなすことで、車両制御の実行を禁止する態様を開示した。複数の通信機間距離の中に、車載通信機 1 2 の組み合わせに応じた正常範囲を逸脱している通信機間距離が存在する場

10

20

30

40

50

合に、車両制御が実行されなくする構成はこれに限らない。例えば、複数の通信機間距離の中に車載通信機 1 2 の組み合わせに応じた正常範囲を逸脱している通信機間距離が存在する場合には、認証処理を実行しないように構成されていても良い。認証処理が実行されなければ認証成功とはならない。そのため、上記の構成によっても、車両制御の実行を禁止することができる。

【 0 0 9 8 】

また、複数の通信機間距離の中に車載通信機 1 2 の組み合わせに応じた正常範囲を逸脱している通信機間距離が存在する場合には、例えばポーリング信号などの、携帯機 2 に向けた信号の送信を停止するように構成されていても良い。上記の構成によっても、車両制御の実行を禁止することができる。

10

【 0 0 9 9 】

以上、本開示の実施形態を説明したが、本開示は上述の実施形態に限定されるものではなく、以降で述べる種々の変形例も本開示の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。例えば下記の種々の変形例は、技術的な矛盾が生じない範囲において適宜組み合わせで実施することができる。

【 0 1 0 0 】

なお、前述の実施形態で述べた部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。また、構成の一部のみに言及している場合、他の部分については先に説明した実施形態の構成を適用することができる。

【 0 1 0 1 】

20

< 変形例 1 >

上述した実施形態では通信機間距離を特定する際、測距対象とする 2 つの車載通信機 1 2 が送信元情報と宛先情報とを含む信号をやり取りする態様を開示したが、これに限らない。車載通信機 1 2 が単発のインパルス信号を送受信することによってラウンドトリップ時間を計測するように構成されていても良い。

【 0 1 0 2 】

本変形例の車載通信機 1 2 は、認証 E C U 1 1 からの指示に基づき応答要求信号として単発のインパルス信号を送信する。また、測距対象とする組み合わせを提供する 2 つの車載通信機 1 2 は、単発のインパルス信号を受信した場合に、単発のインパルス信号を応答信号、再応答信号として返送する。本変形例における認証 E C U 1 1 は、測距対象とする組み合わせ以外の車載通信機 1 2 は、動作を停止させるか、単発のパルス信号を受信しても応答信号としての単発パルス信号を返送しないように制御される。例えばステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 3 において左右通信機間距離を測定する処理を実施している間は、車室内通信機 1 2 X は動作を停止させる。車載通信機 1 2 が動作を停止した状態とは、信号の送受信を実施しない状態である。なお、本変形例の携帯機 2 も、単発のインパルス信号を受信しても応答信号としての単発パルス信号を返送しないように構成されている。

30

【 0 1 0 3 】

このように単発のインパルス信号を送受信することによって、ラウンドトリップ時間を計測する構成によれば、応答信号を生成するための演算処理等に要する時間（つまり応答処理時間）がラウンドトリップ時間に含まれにくくなる。その結果、通信機間距離の測距精度を高めることができる。

40

【 0 1 0 4 】

< 変形例 2 >

上述した実施形態ではラウンドトリップ時間を用いて通信機間距離を算出する態様を開示したが、通信機間距離を算出するための指標はラウンドトリップ時間に限らない。各車載通信機 1 2 は、他機から送信された信号の受信強度を距離指標情報として認証 E C U 1 1 に報告し、通信機間距離特定部 F 5 は、各車載通信機 1 2 が検出した受信強度に基づいて通信機間距離を算出するように構成されていても良い。

【 0 1 0 5 】

また、各車載通信機 1 2 が認証 E C U 1 1 の制御のもと、完全に同期している場合には、

50

各車載通信機 1 2 は距離指標情報として片道飛行時間を生成するように構成されていても良い。片道飛行時間は、他機が信号を送信した時刻と、信号を実際に受信した時刻との差である。片道飛行時間は、各車載通信機 1 2 が信号を送信する時刻を予め規定しておくことによって算出可能となる。その他、通信機間距離を算出する方法としては、多様な方法を援用することができる。

【 0 1 0 6 】

< 変形例 3 >

上述した実施形態では各車載通信機 1 2 がラウンドトリップ時間を認証 E C U 1 1 に報告し、認証 E C U 1 1 が各車載通信機 1 2 から提供されたラウンドトリップ時間に基づいて通信機間距離を算出する態様を開示したが、これに限らない。ラウンドトリップ時間に基づいて通信機間距離を算出する機能は各車載通信機 1 2 が備えていても良い。すなわち、各車載通信機 1 2 は、他機と無線通信した際に計測されたラウンドトリップ時間に基づいて、自機から通信相手としての他機までの距離を算出する。そして、当該距離を示すデータを、通信相手及び自機のそれぞれについての通信機番号と対応付けて認証 E C U 1 1 に報告する。

10

【 0 1 0 7 】

このような構成によっても上述した実施形態と同様の効果を奏する。また、認証 E C U 1 1 の演算負荷を抑制することができる。なお、変形例 3 として開示の技術的思想は、変形例 2 として開示の受信強度等に基づいて距離の算出を行う構成にも適用することができる。例えば各車載通信機 1 2 は、他機から受信した信号の受信強度に基づいて距離を算出するように構成されていても良い。

20

【 0 1 0 8 】

なお、車載通信機 1 2 が生成するラウンドトリップ時間を示すデータや受信強度を示すデータが、他機までの距離を間接的に示す距離関連情報に相当する。また、車載通信機 1 2 が他機までの距離を算出する場合には、当該距離を示すデータが、他機までの距離を直接的に示す距離関連情報に相当する。

【 0 1 0 9 】

< 変形例 4 >

上述した実施形態では、車室内通信機 1 2 X を備える態様を開示したがこれに限らない。車室内通信機 1 2 X は備えていなくとも良い。換言すれば、車載通信機 1 2 はすべて車両 H v の外面部に配されていても良い。例えば車載システム 1 は図 9 に示すように、車載通信機 1 2 は、車両 H v の 4 隅に配されていてもよい。

30

【 0 1 1 0 】

図 9 中に示す車載通信機 1 2 C は、車両前端の右コーナー部に配されている車載通信機 1 2 である。車載通信機 1 2 D は、車両後端の右コーナー部に配されている車載通信機 1 2 である。車載通信機 1 2 E は、車両前端の左コーナー部に配されている車載通信機 1 2 である。車載通信機 1 2 F は、車両後端の左コーナー部に配されている車載通信機 1 2 である。図 9 においては認証 E C U 1 1 の図示は省略している。

【 0 1 1 1 】

また、図 9 中の白塗り矢印は、相互に無線通信可能に構成されている車載通信機 1 2 の組み合わせを示している。図 9 に示すように、対角に位置する車載通信機 1 2 とは無線通信を実施しない / できないように構成されていてもよい。各車載通信機 1 2 は、少なくとも 1 つの他機と無線通信可能に構成されていればよい。通信機間距離の算出対象とする車載通信機 1 2 の組み合わせは適宜設計されれば良い。もちろん、各車載通信機 1 2 C ~ 1 2 F は、破線矢印で示すように対角な位置に存在する他機とも無線通信を実施可能に構成されていてもよい。

40

【 0 1 1 2 】

< 変形例 5 >

上述した実施形態では車載システム 1 と携帯機 2 とは、Impulse Radio方式で無線通信を実施する構成を開示したが、これに限らない。車載システム 1 と携帯機 2 とは、MB-OFD

50

M (MultiBand Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式や、DS-UWB (Direct Sequence UWB)方式などで無線通信を実施するように構成されていても良い。また、車載システム1と携帯機2とは、Bluetooth(登録商標)や、Wi-Fi(登録商標)、ZigBee(登録商標)等の近距離無線通信規格に準拠した無線通信(以降、近距離通信)を実施するように構成されていても良い。LF帯の電波及びUHF帯の電波を用いて無線通信を実施するように構成されていても良い。

【0113】

<付言>

認証ECU11が提供する手段および/または機能は、実体的なメモリ装置に記録されたソフトウェアおよびそれを実行するコンピュータ、ソフトウェアのみ、ハードウェアのみ、あるいはそれらの組合せによって提供することができる。例えば、認証ECU11がハードウェアである電子回路によって提供される場合、それは多数の論理回路を含むデジタル回路、またはアナログ回路によって提供することができる。また、認証ECU11は、1つのコンピュータ、または相互に通信可能に構成された一組のコンピュータ資源によって提供されうる。

10

【0114】

携帯機2は、ユーザに携帯され、かつ、車両Hvの電子キーとしての機能を備えるデバイスであればよい。車両Hvの電子キーとしての機能とは、具体的には、車載システム1からの要求に基づいて車両Hvの鍵であることを証明する情報を含む信号(例えばレスポンス信号)を送信する機能である。携帯機2は、従来スマートキーとして知られている長方形型、楕円型(フォブタイプ)、又はカード型の小型デバイスであってもよい。携帯機2は、ユーザの指や腕等に装着されるウェアラブルデバイスとして構成されていてもよい。さらに、携帯機2はスマートフォンやタブレット端末などといった情報処理端末であってもよい。

20

【符号の説明】

【0115】

100 車両用電子キーシステム、1 車載システム、2 携帯機、11 認証ECU、12・12A~12F 車載通信機(車室外通信機)、12X 車載通信機(車室内通信機)、F1 車両情報取得部、F2 通信処理部、F3 認証処理部、F4 携帯機距離特定部、F5 通信機間距離特定部、F6 離脱機特定部、F7 モード制御部、F8 制御実行部、31 送信回路、32 受信回路、33 ラウンドトリップタイマ

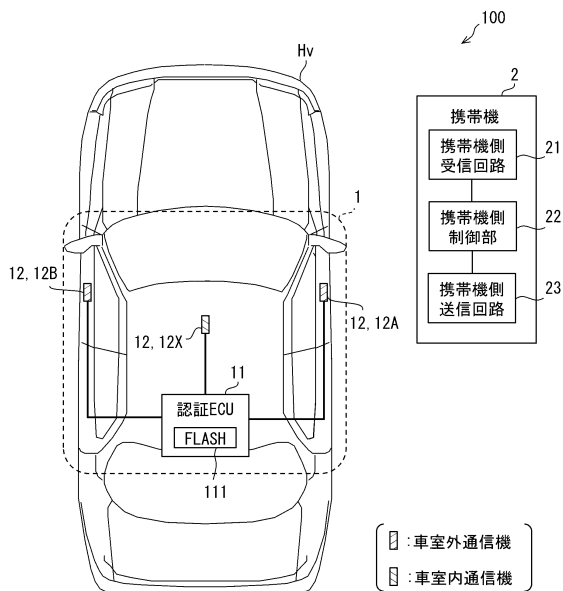
30

40

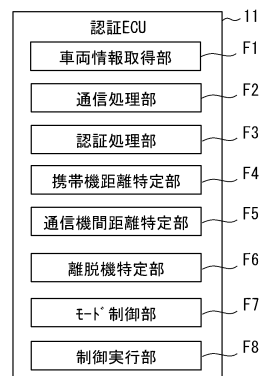
50

【図面】

【圖 1】

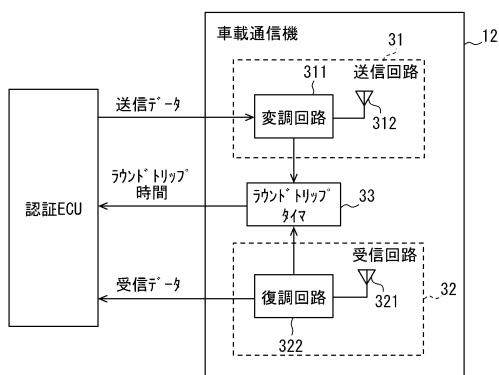


【圖 2】

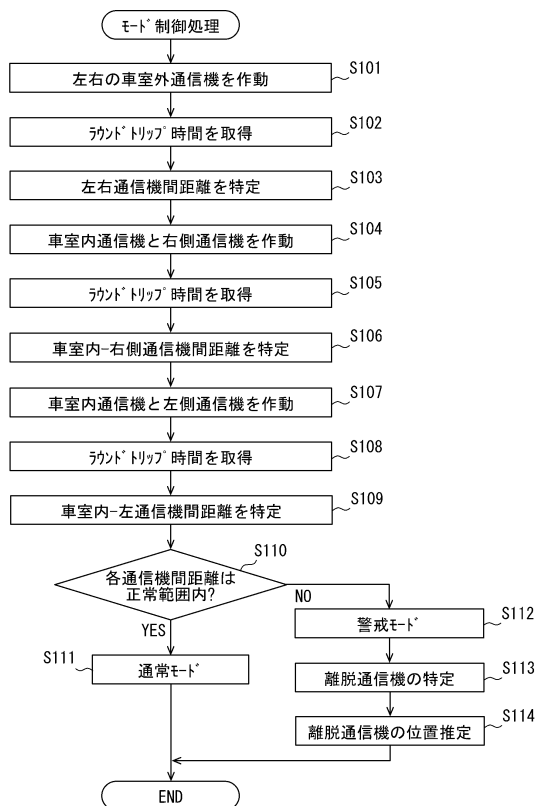


10

【圖 3】



【図 4】

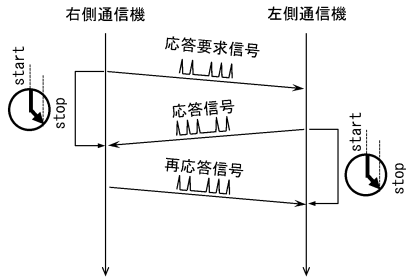


20

30

40

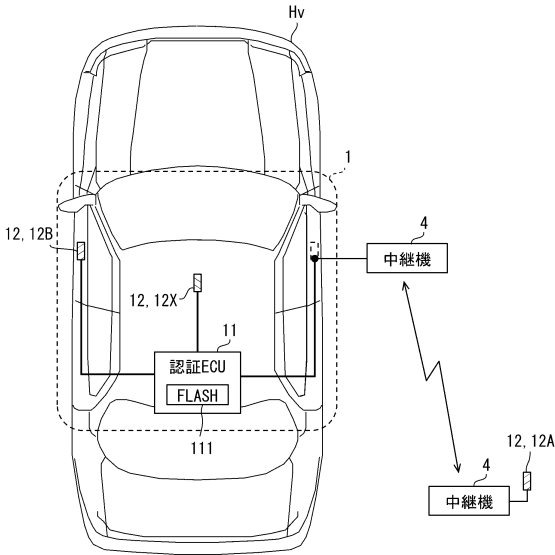
【図 5】



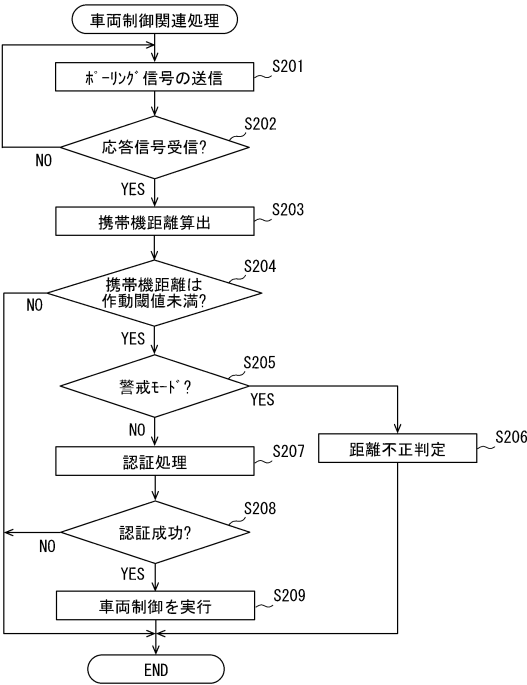
【図 6】

通信機の組み合わせ	正常範囲
右側通信機, 左側通信機	0.5m~4m
車室内通信機, 右側通信機	0.3m~3m
車室内通信機, 左側通信機	0.3m~3m

【図 7】



【図 8】



10

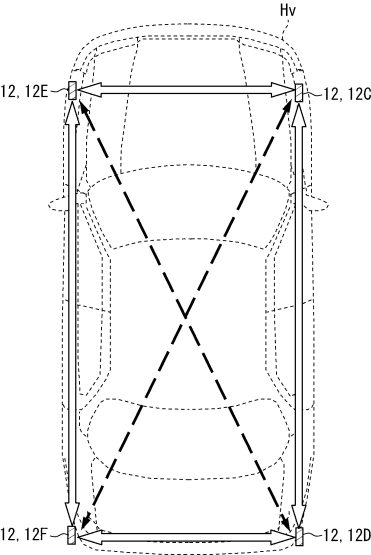
20

30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 0 株式会社 S O K E N 内
- (72)発明者 三治 健一郎
愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 0 株式会社 S O K E N 内
- (72)発明者 篠田 卓士
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- 審査官 秋山 斉昭
- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 1 8 4 2 3 (U S , A 1)
特開 2 0 0 5 - 5 9 0 2 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 3 1 6 0 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
- E 0 5 B 4 9 / 0 0
G 0 1 S 1 3 / 7 6
B 6 0 R 2 5 / 2 4