



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112567258 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 23

(21) 申请号 201980053417.5

(22) 申请日 2019.07.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112567258 A

(43) 申请公布日 2021.03.26

(30) 优先权数据  
2018-151310 2018.08.10 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.02.08

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2019/026012 2019.07.01

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/031550 JA 2020.02.13

(73) 专利权人 株式会社电装  
地址 日本爱知县

(72) 发明人 楠本哲也 三治健一郎 篠田卓士

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227  
专利代理师 舒艳君 王海奇

(51) Int.Cl.  
G01S 5/14 (2006.01)  
G01S 13/76 (2006.01)  
B60R 25/24 (2006.01)  
E05B 49/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2017173256 A, 2017.09.28  
JP 2013152133 A, 2013.08.08  
WO 2009145325 A1, 2009.12.03  
审查员 康军

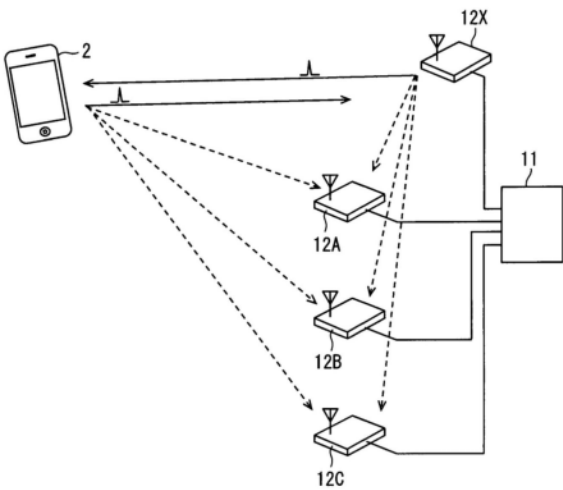
权利要求书4页 说明书17页 附图9页

## (54) 发明名称

便携机位置推定系统

## (57) 摘要

本发明提供一种便携机位置推定系统。在便携机位置推定系统中,车载系统具备收发机(12X)、多个旁听机(12A、12B、12C)以及位置推定部(11)。位置推定部基于往返时间,确定从收发机到便携机的无线信号的传播时间亦即第一传播时间,往返时间是从收发机发送响应请求信号开始到收发机接收来自便携机的响应信号为止的时间。位置推定部基于往返时间和旁听机从接收响应请求信号到接收响应信号的时间即信号接收间隔,确定从便携机到旁听机的无线信号的传播时间亦即第二传播时间。



1. 一种便携机位置推定系统,通过搭载于车辆的车载系统与由所述车辆的用户携带的便携机实施以规定的通信方式为依据的无线通信,来推定所述便携机相对于所述车辆的相对位置,其中,

所述车载系统具备:

收发机,是构成为能够与所述便携机收发无线信号的通信模块;

多个旁听机,构成为能够接收从所述便携机以及所述收发机发出的无线信号;以及

位置推定部,基于所述收发机中的与所述便携机的通信结果、和多个所述旁听机的各个旁听机中的无线信号的接收状况,推定所述便携机的位置,

所述收发机构成为发送规定的响应请求信号作为朝向所述便携机的无线信号,

所述便携机构成为在接收到来自所述收发机的所述响应请求信号的情况下回送响应信号,

所述位置推定部具备:

第一传播时间确定部,基于往返时间,确定从所述收发机到所述便携机的无线信号的传播时间亦即第一传播时间,所述往返时间是从所述收发机发送所述响应请求信号开始到所述收发机接收来自所述便携机的所述响应信号为止的时间;

第二传播时间确定部,针对多个所述旁听机的各个所述旁听机,基于信号接收间隔和所述往返时间,确定从所述便携机到所述旁听机的无线信号的传播时间亦即第二传播时间,所述信号接收间隔是所述旁听机从接收所述响应请求信号开始到接收所述响应信号为止的时间;以及

位置推定处理部,基于由所述第一传播时间确定部确定的所述第一传播时间和由所述第二传播时间确定部确定的所述第二传播时间,推定所述便携机的位置,

所述车载系统具备多个所述收发机,

所述车载系统还具备作用设定部,该作用设定部将多个所述收发机中的一个收发机设定为承担朝向所述便携机发送所述响应请求信号的作用的主机,并且使该主机以外的所述收发机作为所述旁听机发挥功能,

所述作用设定部构成为以规定的周期变更作为所述主机的所述收发机。

2. 根据权利要求1所述的便携机位置推定系统,其中,

具备参数存储部,所述参数存储部存储车载机间传播时间的假定值和响应处理时间的假定值,所述车载机间传播时间是所述收发机发送的无线信号被所述旁听机接收为止的时间,所述响应处理时间是从所述便携机接收所述响应请求信号到回送所述响应信号所需的时间,

所述第一传播时间确定部通过将从所述往返时间减去所述响应处理时间的假定值而得的值除以2从而计算所述第一传播时间,

所述第二传播时间确定部构成为,对所述信号接收间隔加上所述车载机间传播时间的假定值,并且减去所述第一传播时间,进一步减去所述响应处理时间的假定值,从而计算所述第二传播时间。

3. 根据权利要求2所述的便携机位置推定系统,其中,

所述便携机构成为,测定从接收所述响应请求信号到回送所述响应信号所需的所述响应处理时间,并且发送表示测定出的所述响应处理时间的无线信号作为处理时间通知信

号,

所述位置推定部具备响应处理时间保持部,所述响应处理时间保持部在接收到从所述便携机发送的所述处理时间通知信号的情况下,保持该处理时间通知信号所表示的所述响应处理时间作为实际处理时间,

所述第一传播时间确定部在所述响应处理时间保持部保持所述实际处理时间的情况下,代替预先登记的所述响应处理时间的假定值而使用该实际处理时间来确定所述第一传播时间,

所述第二传播时间确定部构成为,在所述响应处理时间保持部保持所述实际处理时间的情况下,代替预先登记的所述响应处理时间的假定值,使用该实际处理时间来确定所述第二传播时间。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的便携机位置推定系统,其中,

所述收发机构成为测定所述往返时间,将表示该测定结果的数据提供给所述位置推定部,

多个所述旁听机分别构成为测定所述信号接收间隔,将表示该测定结果的数据提供给所述位置推定部,

所述第一传播时间确定部基于从所述收发机提供的所述往返时间,确定所述第一传播时间,

所述第二传播时间确定部构成为基于从作为对象的所述旁听机提供的所述信号接收间隔和所述第一传播时间,确定每个所述旁听机的所述第二传播时间。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的便携机位置推定系统,其中,

所述收发机构成为,将表示发送所述响应请求信号的时刻的数据、以及表示接收来自所述便携机的所述响应信号的时刻的数据依次提供给所述位置推定部,

多个所述旁听机分别构成为,将表示接收所述响应请求信号的时刻的数据、以及表示接收所述响应信号的时刻的数据依次提供给所述位置推定部,

所述第一传播时间确定部构成为,基于从所述收发机提供的数据,确定所述往返时间,并且基于该往返时间确定所述第一传播时间,

所述第二传播时间确定部构成为,基于从所述旁听机提供的数据,确定每个所述旁听机的所述信号接收间隔,基于每个所述旁听机的所述信号接收间隔和所述第一传播时间确定每个所述旁听机的所述第二传播时间。

6. 根据权利要求5所述的便携机位置推定系统,其中,

所述旁听机具备如下动作模式:向所述位置推定部提供表示接收到所述响应信号的时刻的数据,而不向所述位置推定部提供表示接收到所述响应请求信号的时刻的数据。

7. 根据权利要求1所述的便携机位置推定系统,其中,

该便携机位置推定系统具备所述车载系统和所述便携机。

8. 一种便携机位置推定系统,通过搭载于车辆的车载系统与由所述车辆的用户携带的便携机实施以规定的通信方式为依据的无线通信,从而推定所述便携机相对于所述车辆的相对位置,其中,

所述便携机构成为,对所述车载系统发送请求回送响应信号的无线信号亦即响应请求信号,并且在接收到所述响应信号的情况下,将时间差通知信号发送到所述车载系统,所述

时间差通知信号是表示往返时间的无线信号,所述往返时间是从接收所述响应请求信号开始到接收所述响应信号所需的时间,

所述车载系统具备:

收发机,是构成为能够以规定的通信方式与所述便携机收发无线信号的通信模块;

多个旁听机,构成为能够接收从所述便携机以及所述收发机发出的无线信号;以及

位置推定部,基于所述收发机中的与所述便携机的通信结果、和多个所述旁听机的各个旁听机中的无线信号的接收状况,推定所述便携机的位置,

所述收发机构成为,在接收到来自所述便携机的所述响应请求信号的情况下回送所述响应信号,

所述位置推定部具备:

第一传播时间确定部,基于所述时间差通知信号所表示的所述往返时间,确定从所述收发机到所述便携机的无线信号的传播时间亦即第一传播时间;

第二传播时间确定部,针对多个所述旁听机的各个旁听机,基于信号接收间隔和所述往返时间,确定从所述便携机到所述旁听机的无线信号的传播时间亦即第二传播时间,所述信号接收间隔是从所述旁听机接收所述响应请求信号开始到接收所述响应信号为止的时间;以及

位置推定处理部,基于由所述第一传播时间确定部确定的所述第一传播时间、和由所述第二传播时间确定部确定的所述第二传播时间,推定所述便携机的位置,

所述车载系统具备多个所述收发机,

所述车载系统还具备作用设定部,该作用设定部将多个所述收发机中的一个收发机设定为承担向所述便携机发送所述响应信号的作用的主机,并且使该主机以外的所述收发机作为所述旁听机发挥功能,

所述作用设定部构成为以规定的周期变更作为所述主机的所述收发机。

9. 根据权利要求8所述的便携机位置推定系统,其中,

该便携机位置推定系统具备所述车载系统和所述便携机。

10. 一种车载系统,通过与由车辆的用户携带的便携机实施以规定的通信方式为依据的无线通信,来推定所述便携机相对于所述车辆的相对位置,其中,

所述车载系统具备:

收发机,是构成为能够与所述便携机收发无线信号的通信模块;

多个旁听机,构成为能够接收从所述便携机以及所述收发机发出的无线信号;以及

位置推定部,基于所述收发机中的与所述便携机的通信结果、和多个所述旁听机的各个旁听机中的无线信号的接收状况,推定所述便携机的位置,

所述收发机构成为发送规定的响应请求信号作为朝向所述便携机的无线信号,

所述便携机构成为在接收到来自所述收发机的所述响应请求信号的情况下回送响应信号,

所述位置推定部具备:

第一传播时间确定部,基于往返时间,确定从所述收发机到所述便携机的无线信号的传播时间亦即第一传播时间,所述往返时间是从所述收发机发送所述响应请求信号开始到所述收发机接收来自所述便携机的所述响应信号为止的时间;

第二传播时间确定部,针对多个所述旁听机的各个所述旁听机,基于信号接收间隔和所述往返时间,确定从所述便携机到所述旁听机的无线信号的传播时间亦即第二传播时间,所述信号接收间隔是所述旁听机从接收所述响应请求信号开始到接收所述响应信号为止的时间;以及

位置推定处理部,基于由所述第一传播时间确定部确定的所述第一传播时间和由所述第二传播时间确定部确定的所述第二传播时间,推定所述便携机的位置,

所述车载系统具备多个所述收发机,

所述车载系统还具备作用设定部,该作用设定部将多个所述收发机中的一个收发机设定为承担朝向所述便携机发送所述响应请求信号的作用的主机,并且使该主机以外的所述收发机作为所述旁听机发挥功能,

所述作用设定部构成为以规定的周期变更作为所述主机的所述收发机。

## 便携机位置推定系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于在2018年8月10日申请的日本专利申请2018-151310,在这里通过参照引用其记载内容。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及基于从便携机到搭载于车辆的通信机的信号的传播时间,来推定便携机相对于车辆的位置的便携机位置推定系统。

### 背景技术

[0004] 以往,提出了各种通过搭载于车辆的车载系统与由用户携带的便携机实施无线通信,从而推定便携机相对于车辆的位置的构成(即便携机位置推定系统)。

[0005] 另外,在专利文献1中公开了如下构成:车载系统和便携机构成为能够进行UWB(Ultra Wide Band:超宽带)通信,车载系统基于从发送在UWB通信中使用的脉冲信号起到接收来自便携机的响应信号为止的时间(以下,往返时间)来推定便携机相对于车辆的距离。为了方便起见,将车载系统所具备的、用于与便携机实施无线通信的构成称为车载通信机。

[0006] 专利文献1:JP-6093647B。

[0007] 如专利文献1所公开那样,为了使用便携机—车载通信机间的信号的传播时间来推定便携机相对于车辆的相对位置,需要以车载系统具备多个(至少3个以上)车载通信机为前提,分别推定从各车载通信机到便携机的距离。为了推定从各车载通信机到便携机的距离,需要各车载通信机分别与便携机实施无线通信。便携机与车辆实施通信的次数越增加,位置推定所需的时间变得越长,并且,通信所需的功率消耗增大。

### 发明内容

[0008] 本公开是基于该情况而完成的,其目的在于提供一种便携机位置推定系统,该系统基于从便携机到车载系统的无线信号的传播时间来推定便携机的位置,并且能够抑制用于位置推定的便携机与车载系统的无线通信的执行次数。

[0009] 第一例的便携机位置推定系统是便携机位置推定系统,通过搭载于车辆的车载系统与由车辆的用户携带的便携机实施以规定的通信方式为依据的无线通信从而推定便携机相对于车辆的相对位置,车载系统具备:收发机,是构成为能够与便携机收发无线信号的通信模块;多个旁听机,构成为能够接收从便携机以及收发机发出的无线信号;以及位置推定部,基于在收发机的与便携机的通信结果、和在多个旁听机的各个旁听机中的无线信号的接收状况来推定便携机的位置,收发机构成为发送规定的响应请求信号作为朝向便携机的无线信号,便携机构成为在接收到来自收发机的响应请求信号的情况下回送响应信号,位置推定部具备:第一传播时间确定部,基于从收发机发送响应请求信号开始到收发机接收来自便携机的响应信号为止的时间亦即往返时间,确定从收发机到便携机的无线信号的

传播时间亦即第一传播时间;第二传播时间确定部,针对多个旁听机的各个旁听机,基于信号接收间隔和往返时间,确定从便携机到旁听机的无线信号的传播时间亦即第二传播时间,所述信号接收间隔是旁听机从接收响应请求信号开始到接收响应信号的时间;以及位置推定处理部,基于由第一传播时间确定部确定的第一传播时间、和由第二传播时间确定部确定的第二传播时间来推定便携机的位置。

[0010] 根据以上的构成,位置推定部通过收发机和便携机进行一次无线信号的收发,不仅能够确定从收发机到便携机的信号的传播时间即第一传播时间,还能够确定从便携机到各旁听机的信号的传播时间即第二传播时间。第一传播时间作为表示从收发机到便携机的距离的指标发挥功能,并且每个旁听机的第二传播时间作为从各旁听机到便携机的距离的指标发挥功能。因此,位置推定部能够基于第一传播时间和每个旁听机的第二传播时间来推定便携机的位置。而且,根据上述构成,用于推定便携机的位置的各种信息(具体而言第一传播时间和第二传播时间)通过一次无线通信而齐全。也就是说,根据上述构成,在基于从便携机到车载系统的无线信号的传播时间来推定便携机的位置的便携机位置推定系统中,能够抑制用于位置推定的便携机与车载系统的无线通信的执行次数。

[0011] 另外,第二例的便携机位置推定系统是便携机位置推定系统,通过搭载于车辆的车载系统与由车辆的用户携带的便携机实施以规定的通信方式为依据的无线通信从而推定便携机相对于车辆的相对位置,便携机构成为,对车载系统发送请求回送响应信号的无线信号即响应请求信号,并且在接收到响应信号的情况下,将时间差通知信号发送到车载系统,上述时间差通知信号是表示从接收响应请求信号开始到接收响应信号所需要的时间亦即往返时间的无线信号,车载系统具备:收发机,是构成为能够以规定的通信方式与便携机收发无线信号的通信模块;多个旁听机,构成为能够接收从便携机以及收发机发出的无线信号;以及位置推定部,基于在收发机的与便携机的通信结果、和在多个旁听机的各个旁听机中的无线信号的接收状况来推定便携机的位置,收发机构成为在接收到来自便携机的响应请求信号的情况下,回送响应信号,位置推定部具备:第一传播时间确定部,基于时间差通知信号所表示的往返时间,确定从收发机到便携机的无线信号的传播时间亦即第一传播时间;第二传播时间确定部,针对多个旁听机的各个旁听机,基于信号接收间隔和往返时间来确定从便携机到旁听机的无线信号的传播时间亦即第二传播时间,所述信号接收间隔是旁听机从接收响应请求信号到接收响应信号为止的时间;以及位置推定处理部,基于由第一传播时间确定部确定的第一传播时间、和由第二传播时间确定部确定的第二传播时间来推定便携机的位置。

[0012] 根据以上的第二例的构成,也与第一例的构成同样,位置推定部通过收发机与便携机进行一次无线信号的收发从而能够确定第一传播时间和每个旁听机的第二传播时间。因此,上述第二构成也能起到与第一构成同样的效果。

## 附图说明

[0013] 关于本公开的上述以及其他的目的、特征、优点根据参照了附图的下述详细的说明变得更加明确。其附图为:

[0014] 图1是简要表示便携机位置推定系统的整体构成的框图。

[0015] 图2是表示车载通信机的构成的框图。

- [0016] 图3是位置推定装置的功能框图。
- [0017] 图4是表示车载系统与便携机的通信方式的示意图。
- [0018] 图5是对位置推定装置的动作进行说明的流程图。
- [0019] 图6是用于说明便携机、主机、以及旁听机的动作的示意图。
- [0020] 图7是用于说明往返时间 $T_p$ 与脉冲接收间隔 $T_q$ 的关系的图。
- [0021] 图8是用于说明便携机的位置的推定方法的图。
- [0022] 图9是用于说明变形例1中的便携机、主机以及旁听机的动作的示意图。
- [0023] 图10是用于说明变形例2中的便携机、主机以及旁听机的动作的示意图。
- [0024] 图11是用于说明变形例5中的便携机、主机以及旁听机的动作的示意图。
- [0025] 图12是用于说明变形例6中的便携机、主机以及旁听机的动作的示意图。
- [0026] 图13是用于说明变形例9中的便携机、主机以及旁听机的动作的示意图。

### 具体实施方式

[0027] <关于便携机位置推定系统100的简要的构成>

[0028] 以下,使用附图对本公开的实施方式进行说明。图1是表示本公开的便携机位置推定系统100的简要的构成的一个例子的图。如图1所示,便携机位置推定系统100具备搭载于车辆Hv的车载系统1、和由该车辆Hv的用户携带的通信终端即便携机2。

[0029] 车载系统1和便携机2具有用于使用规定的频带的电波双向实施无线通信的构成。在这里,作为一个例子,车载系统1和便携机2构成为能够实施UWB-IR(Ultra Wide Band-Impulse Radio:超宽带脉冲无线电)方式的无线通信。即,车载系统1和便携机2构成为能够收发在超宽带(UWB:Ultra Wide Band)通信中使用的脉冲状的电波(以下,脉冲信号)。在UWB通信中使用的脉冲信号是指脉冲宽度为极短时间(例如2ns)、且具有500MHz以上的带宽(即超宽带宽)的信号。

[0030] 此外,作为能够在UWB通信中利用的频带(以下,UWB频带),具有3.2GHz~10.6GHz、3.4GHz~4.8GHz、7.25GHz~10.6GHz、22GHz~29GHz等。在这些各种频带中,本实施方式中的UWB频带作为一个例子是指3.2GHz~10.6GHz频带。也就是说,本实施方式中的脉冲信号使用3.2GHz~10.6GHz频带的电波来实现。用于脉冲信号的频带可以根据使用该便携机位置推定系统100的国家适当地选定。此外,脉冲信号的带宽为500MHz以上即可,也可以具备1.5GHz以上的带宽。

[0031] 作为UWB-IR通信的调制方式,能够采用在脉冲的产生位置进行调制的PPM(pulse position modulation:脉冲位置调制)方式等多种方式。具体而言,能够采用通断调制(OOK:On Off Keying)方式、脉冲宽度调制(PWM:Pulse Width Modulation)、脉冲幅度调制(PAM:Pulse-Amplitude Modulation)方式、脉冲编码调制(PCM:Pulse-Code Modulation)等。此外,通断调制方式是通过脉冲信号的存在/缺少表现信息(例如0和1)的方式,脉冲宽度调制方式是根据脉冲宽度表现信息的方式。脉冲幅度调制方式是根据脉冲信号的振幅表现信息的方式。脉冲编码调制方式是根据脉冲的组合表现信息的方式。

[0032] 以下,为了方便起见,将能够实施UWB通信的通信机称为UWB通信机。UWB通信机除了便携机2之外,还包括车载系统1所具备的后述的车载通信机12。便携机2构成为在接收到来自车载系统1的脉冲信号的情况下,回送脉冲信号作为响应信号。以下,对车载系统1以及



便携机2的具体的构成依次进行说明。

[0033] <关于便携机2的构成>

[0034] 首先,对便携机2的构成以及动作进行说明。便携机2能够引用用于各种用途的通信终端来实现。例如便携机2是智能手机。便携机2也可以是平板终端等信息处理终端。另外,便携机2也可以是作为现有智能钥匙而被熟知的长方形、椭圆形(表带式)、或者卡片型的小型设备。另外,便携机2也可以构成为佩戴于用户的手指、手臂等的可穿戴设备。

[0035] 如图1所示,便携机2具备便携机侧接收电路21、便携机侧控制部22以及便携机侧发送电路23。便携机侧控制部22分别与便携机侧接收电路21以及便携机侧发送电路23可通信地连接。

[0036] 便携机侧接收电路21是用于接收UWB频带的脉冲信号的构成。便携机侧接收电路21若接收脉冲信号,则对该信号进行解调等电处理并生成接收信号,将该接收信号输出到便携机侧控制部22。便携机侧接收电路21相当于用于接收来自车载系统1的无线信号的构成。

[0037] 便携机侧控制部22若从便携机侧接收电路21输入接收信号,则生成相当于与该信号对应的响应信号的基带信号,并将该基带信号输出到便携机侧发送电路23。便携机侧控制部22向便携机侧发送电路23输出的基带信号被便携机侧发送电路23调制,作为无线信号被发送。

[0038] 便携机侧控制部22可以使用具备CPU、RAM、以及ROM等的计算机来实现。此外,便携机侧控制部22也可以使用一个或者多个IC来实现。此外,便携机侧控制部22也可以使用MPU、GPU来实现。此外,如后所述,便携机侧发送电路23是将基带信号变换为脉冲信号并发送的构成。因此,便携机侧控制部22相当于如下构成:在便携机侧接收电路21接收到脉冲信号的情况下,使便携机侧发送电路23发送作为响应信号的脉冲信号。

[0039] 便携机侧发送电路23对从便携机侧控制部22输入的基带信号进行调制等电处理并生成发送信号,通过UWB通信发送该发送信号。便携机侧发送电路23相当于用于向车载系统1发送响应信号的构成。此外,便携机2从接收来自车载系统1的脉冲信号到发送作为响应信号的脉冲信号需要规定的时间(以下,响应处理时间 $T_{\alpha}$ )。响应处理时间 $T_{\alpha}$ 根据便携机2的硬件构成被确定。响应处理时间 $T_{\alpha}$ 的假定值能够通过试验等预先确定。

[0040] 此外,便携机2也可以具备激活模式和睡眠模式作为动作模式。激活模式是能够实施针对从车载系统1发送的信号的响应信号的生成等处理(接收以及响应所涉及的处理)的动作模式。睡眠模式是通过停止便携机侧控制部22所具备的功能的一部分或者全部,从而降低功率消耗的动作模式。例如睡眠模式能够设为停止未图示的时钟振荡器的动作的模式。便携机侧控制部22可以构成为在睡眠模式中,在从便携机侧接收电路21输入了相当于脉冲信号的电信号的情况下,转移到激活模式。

[0041] <关于车载系统1的构成>

[0042] 接下来,对车载系统1的构成进行说明。如图1所示,车载系统1具备位置推定装置11和多个车载通信机12。位置推定装置11是基于各车载通信机12中的来自便携机2的无线信号的接收状况,执行推定便携机2的位置的处理(以下,位置推定处理)的电子控制装置(所谓的ECU:Electronic Control Unit)。位置推定装置11构成为具备CPU111、闪存112、RAM113、I/O、以及将这些构成连接的总线等的计算机。此外,位置推定装置11也可以代替

CPU,使用GPU、MPU来实现。并且,也可以将CPU、GPU、MPU组合来实现。

[0043] 闪存112是非易失性且可改写的存储器。在闪存112中储存有用于使计算机作为位置推定装置11发挥功能的程序(以下,车辆用程序)等。作为车辆用程序的具体的存储介质,能够采用多种非过渡性实体存储介质(non-transitory tangible storage medium)。CPU执行车辆用程序相当于执行与车辆用程序对应的方法。此外,在闪存112中还保存有表示车辆Hv中的各车载通信机12的搭载位置的数据(以下,通信机位置数据)、便携机2中的响应处理时间 $T_{\alpha}$ 的假定值、车载机间传播时间 $T_{1A}$ 的假定值等。闪存112相当于参数存储部。假定值可以通过模拟而确定的设计值,也可以是由实际试验测定的值。

[0044] 位置推定装置11与多个车载通信机12的各个例如经由专用的信号线可相互通信地连接。此外,位置推定装置11也可以与多个车载通信机12的各个经由构建于车辆内的通信网络可相互通信地连接。

[0045] 另外,位置推定装置11经由通信网络,也与未图示的车身ECU、发动机ECU可相互通信地连接。车身ECU是执行与车体控制相关的各种处理的ECU。例如,车身ECU基于来自位置推定装置11的指示,对设置于各车门的车门锁马达进行驱动,进行各车门的上锁以及解锁。发动机ECU是控制搭载于车辆Hv的发动机的动作的ECU。例如发动机ECU若从位置推定装置11获取对发动机的启动进行指示的启动指示信号,则使发动机启动。此外,在这里,作为一个例子,车辆Hv设为具备发动机作为动力源的车辆,但并不限于此。车辆Hv也可以是具备发动机和马达作为动力源的所谓的混合动力车,也可以是仅具备马达作为动力源的电动汽车。

[0046] 车载通信机12是用于与便携机2实施无线通信(在这里UWB通信)的通信机。各车载通信机12的动作由位置推定装置11控制。多个车载通信机12的各个构成为也能够与搭载于车辆Hv的其他的车载通信机12实施UWB通信。也就是说,各车载通信机12构成为能够与便携机2以及其他的车载通信机12进行无线通信。车载系统1可以具备至少三个车载通信机12。优选多个车载通信机12中的至少一个配置于车辆Hv的车室内。另外,优选各车载通信机12配置于能够看清车室内以及车室外的位置。

[0047] 本实施方式的车载系统1具备右侧通信机12A、左侧通信机12B、后部通信机12C以及前部通信机12X作为车载通信机12。右侧通信机12A例如配置于车辆右侧的C支柱。C支柱是从前面起第三个支柱。左侧通信机12B例如配置于车辆左侧的C支柱。后部通信机12C配置于后车窗的上端部。前部通信机12X配置于顶置控制台。

[0048] 优选各车载通信机12配置在相对于车室内和车室外的双方视野良好的位置。这是基于以下的理由。首先作为前提,在UWB通信中使用的电波容易被金属反射(换言之屏蔽),因此相对于屏蔽物进行衍射而传播。在如本实施方式那样使用电波的传播时间进行测距的构成中,可能产生由衍射引起的距离的误差。另外,为了确定电波的传播时间,需要接收从其他的UWB通信机发送的信号,由于屏蔽物而产生的衍射,电波强度可能大幅度降低。也就是说,在如本实施方式那样使用电波的传播时间进行测距的构成中,优选构成为通过因衍射而电波强度的衰减,能够正常地接收从其他的UWB通信机发送的信号。

[0049] 根据以上的观点,各车载通信机12优选搭载于车室内和车室外的双方视野良好的场所。此外,对于车室内和车室外的双方视野良好的场所是室内顶部、以及各种支柱(特别是位于窗部的高度的部分)。也就是说,如上所述,各种车载通信机12的配置方式相当于将

各车载通信机12配置于容易看清车室内以及车室外的位置的方式的一个例子。

[0050] 此外,车载通信机12的设置方式(具体而言设置位置、设置数量)不限于上述的方式。例如右侧通信机12A也可以设置于车辆右侧的A支柱、配置于前部座椅用的车门的外侧门把手附近。左侧通信机12B也可以设置于车辆左侧的A支柱、配置于前部座椅用的车门的外侧门把手。外侧门把手是指设置于车门的外侧面的、用于开闭车门的把持部件(所谓的门把手)。外侧门把手附近也包括外侧门把手的内部。

[0051] 另外,作为其他方式,前部通信机12X也可以配置于车室内的顶部的中央部。前部通信机12X也可以设置于仪表盘的车宽方向中央部、中心控制台箱附近。在这里,只图示一个前部通信机12X,但前部通信机12X也可以在车室内设置有多个。

[0052] 另外,车载通信机12也可以配置于车辆Hv的B支柱。当然,也可以配置于A支柱、D支柱的外侧面。并且,车载通信机12也可以配置于车辆Hv的侧面部与顶部的边界附近(以下,侧面上端部)。这样的构成相当于将车载通信机12设置于位于侧窗的上侧的框架部分的构成。侧面上端部相当于在车辆Hv的顶部供车辆Hv的车门的上端部接触的部分。另外,车载系统1也可以具备将行李箱内部设为通信区域的车载通信机12。另外,车载系统1也可以具备配置于车辆Hv的外面部的车载通信机12。这里的外面部是在车辆Hv中与车室外空间接触的车身部分,包括车辆Hv的侧面部、背面部、以及前面部。

[0053] 车辆Hv中的各车载通信机12的设置位置例如可以表示为以车辆Hv的任意的位置为中心,与车辆水平面平行的二维坐标(以下,车辆二维坐标系)上的点。这里的车辆水平面是与车辆的高度方向正交的平面。形成车辆二维坐标系的X轴设为与车辆的前后方向平行、Y轴设为与车宽方向平行的轴即可。二维坐标系的中心例如可以设为后轮车轴的中心等。表示各车载通信机12的设置位置的通信机位置数据储存于闪存112中。此外,在本实施方式中,作为更优选的方式,在各车载通信机12中设定固有的通信机编号。通信机编号作为用于识别多个车载通信机12的信息发挥功能。在闪存112中与通信机编号建立对应地保存有各车载通信机12的设置位置作为通信机位置数据。

[0054] 如图2所示,多个车载通信机12的各个车载通信机具备控制IC31、发送电路32以及接收电路33。控制IC31分别与发送电路32以及接收电路33连接。另外,控制IC31也与位置推定装置11可相互通信地连接。控制IC31将从位置推定装置11输入的基带信号向发送电路32输出,并使其无线发送,并且将接收电路33接收到的数据向位置推定装置11输出。对于控制IC31的详细另行在后面叙述。

[0055] 发送电路32是如下构成:对从控制IC31输入的基带信号进行调制等电处理并生成脉冲信号,将该脉冲信号辐射为电波。发送电路32例如使用调制电路321、以及发送天线322来实现。

[0056] 调制电路321是对从控制IC31输入的基带信号进行调制的电路。调制电路321生成从位置推定装置11输入的基带信号所表示的数据(以下,发送数据)所对应的调制信号,朝向发送天线322发送。调制信号是以规定的调制方式(例如PCM调制方式)调制了发送数据的信号。调制信号意味着以与发送数据对应的时间间隔配置了多个脉冲信号的信号序列。

[0057] 调制电路321包括生成电脉冲信号的电路(以下,脉冲生成电路)、放大或整形脉冲信号的电路。发送天线322是将调制电路321所输出的电脉冲信号变换为电波并辐射到空间的构成。也就是说,发送天线322将在UWB频带中具有规定的带宽的脉冲状的电波辐射为脉

冲信号。另外,调制电路321在向发送天线322输出了电脉冲信号的情况下,与此同时,将表示输出了脉冲信号的信号(以下,发送通知信号)输出到控制IC31。

[0058] 此外,本实施方式的发送电路32构成为脉冲信号的上升时间成为1纳秒。所谓上升时间是从信号强度最先超过最大振幅的10%起到超过最大振幅的90%所需的时间。脉冲信号的上升时间根据发送电路32的电路构成等的硬件构成而确定。脉冲信号的上升时间能够通过模拟、实际试验来确定。此外,一般而言,UWB频带的脉冲信号的上升时间是1纳秒左右。

[0059] 接收电路33是用于接收作为从便携机2发送的响应信号的脉冲信号等、以在便携机位置推定系统100中采用的通信标准为依据的无线信号的构成。接收电路33例如具备接收天线331以及解调电路332。接收天线331是用于接收脉冲信号的天线。接收天线331将便携机2所发送的脉冲信号所对应的电脉冲信号输出到解调电路332。

[0060] 若接收天线331接收UWB频带的脉冲信号,则解调电路332对该信号进行解调等电处理并生成接收信号,将该接收信号向位置推定装置11输出。即解调电路332是对由从便携机2、其他的车载通信机12发送的多个脉冲信号构成的一系列的调制信号(以下,脉冲序列信号)进行解调、并对调制前的数据进行复原的构成。例如解调电路332基于从接收天线331输入的脉冲信号,获取便携机2、其他的车载通信机12所发送的脉冲序列信号。

[0061] 解调电路332所获取的脉冲序列信号是将从接收天线331输入的多个脉冲信号隔开实际的接收间隔按时间序列排列的信号。此外,解调电路332具备将由接收天线331接收到的脉冲信号的频率变换成基带的信号而输出的频率变换电路、放大信号电平的放大电路等。此外,接收电路33在从接收天线331输入脉冲信号的情况下,将表示接收了脉冲信号的信号(以下,接收通知信号)向控制IC31输出。

[0062] 此外,在这里示出了车载通信机12分别设置发送用的天线(即发送天线322)和接收用的天线(即接收天线331)的方式,但也可以构成为使用定向耦合器在发送和接收中共用一个天线元件。另外,调制电路321、解调电路332也可以内置于控制IC31。也就是说,车载通信机12也可以使用一个天线和具有各种电路功能的一个专用IC来实现。

[0063] <关于控制IC31的功能>

[0064] 本实施方式的车载通信机12所具备的控制IC31基于来自位置推定装置11的指示控制车载通信机12的动作模式。本实施方式的车载通信机12具备主模式和旁听模式作为动作模式。主模式是允许脉冲信号的发送的(换言之具有脉冲信号的发送权)动作模式。主模式相当于能够与包含便携机2的其他的UWB通信机实施无线通信的动作模式。旁听模式是仅实施便携机2、其他的车载通信机12所发送的脉冲信号的接收的动作模式。也就是说,旁听模式是对便携机2、其他的车载通信机12所发送的脉冲信号进行探听(sniffing)的动作模式。根据其他的观点,旁听模式相当于禁止脉冲信号的发送的(即没有发言权)动作模式。

[0065] 各车载通信机12以主模式进行动作还是以旁听模式进行动作由位置推定装置11控制。也就是说,控制IC31基于从位置推定装置11输入的控制信号切换动作模式。为了方便起见,在以下,将以主模式进行动作的车载通信机12称为主机,并且,将以旁听模式进行动作的车载通信机12称为旁听机。主机相当于收发机。

[0066] 另外,控制IC31使用从未图示的时钟振荡器输入的时钟信号实施往返时间测定处理、脉冲接收间隔测定处理。往返时间测定处理是测定往返时间 $T_p$ 的处理,往返时间 $T_p$ 是从发送电路32发送脉冲信号开始到接收电路33接收脉冲信号为止的时间。脉冲接收间隔测定

处理是测定从接收电路33接收脉冲信号开始到再次接收脉冲信号为止的时间即脉冲接收间隔 $T_q$ 的处理。

[0067] 往返时间 $T_p$ 、脉冲接收间隔 $T_q$ 的测定可以通过对从未图示的时钟振荡器输入的时钟信号进行计数而实现。控制IC31在例如以主机模式进行动作的情况下,在由位置推定装置11指示了往返时间 $T_p$ 的测定的情况下,执行往返时间测定处理。另外,控制IC31在以旁听模式进行动作的情况下,在由位置推定装置11指示了脉冲接收间隔 $T_q$ 的测定的情况下,实施脉冲接收间隔测定处理。发送电路32发送脉冲信号的时机可以通过来自发送电路32的发送通知信号的输入来确定。另外,接收电路33接收脉冲信号的时机可以通过来自接收电路33的接收通知信号的输入来确定。另外,控制IC31构成基于来自位置推定装置11的指示,与规定的其他的车载通信机12双向实施无线通信。

[0068] <关于位置推定装置11的功能>

[0069] 位置推定装置11如图3所示具备车辆信息获取部F1、作用设定部F2、以及位置推定部F3,作为通过CPU执行保存于闪存112中的车辆用程序而实现的功能。此外,位置推定装置11所具备的各种功能模块的一部分或者全部也可以作为硬件来实现。某功能作为硬件而实现的方式也包含使用一个或者多个IC等而实现的方式。另外,各种功能模块的一部分或者全部也可以通过基于CPU等的软件的执行和硬件构成的协作来实现。

[0070] 车辆信息获取部F1根据搭载于车辆Hv的传感器、开关等,获取表示车辆Hv的状态的各种信息(以下,车辆信息)。车辆信息例如是车门的开闭状态、各车门的上锁/解锁状态、换挡位置传感器所检测的换挡位置、车辆Hv的电源状态(例如点火电源的接通/断开)、停车制动器的动作状态等等。此外,车辆信息所包含的信息的种类并不限于上述的内容。检测未图示的制动踏板是否被踏入的制动传感器的检测结果等也包含于车辆信息。

[0071] 车辆信息获取部F1基于上述的各种信息,确定车辆Hv的当前的状态。例如,车辆信息获取部F1在发动机为断开且全部的车门被上锁的情况下,判定为车辆Hv停车。当然,判定车辆Hv停车的条件被适当地设计即可,能够应用多种判定条件。

[0072] 作用设定部F2控制各车载通信机12的动作模式。作用设定部F2使多个车载通信机12中的任一个作为主机进行动作,剩余全部作为旁听机进行动作。本实施方式的作用设定部F2作为一个例子,使前部通信机12X作为主机进行动作,使右侧通信机12A、左侧通信机12B、以及后部通信机12C作为旁听机进行动作。此外,作为主机进行动作相当于以主机模式进行动作,即担当与便携机2的通信系统。另外,作为旁听机进行动作相当于以旁听模式进行动作。

[0073] 图4是示意性地表示进行了上述的作用设定的情况下的便携机位置推定系统100所具备的各构成间的无线信号的流向的图。前部通信机12X作为主机进行动作,因此与便携机2的无线通信由前部通信机12X执行。即,位置推定装置11使脉冲信号(实际上表示多个位串的脉冲序列信号)从前部通信机12X朝向便携机2发送。便携机2若接收来自主机的脉冲信号,则发送作为响应信号的脉冲信号。该便携机2发送的脉冲信号被作为主机的前部通信机12X接收。作为主机的前部通信机12X发送的脉冲信号、以及便携机2作为响应信号而回送的脉冲信号如图中的虚线所示,也被作为旁听机的右侧通信机12A等各旁听机接收。

[0074] 位置推定部F3是实施位置推定处理的构成。使用图5所示的流程图对位置推定处理进行说明。本实施方式的位置推定处理作为一个例子具备步骤S101~步骤S108。各步骤

主要由位置推定部F3执行。

[0075] 此外,该位置推定处理例如可以在车辆停车期间以规定周期定期地(例如每200毫秒)执行。另外,位置推定处理也可以构成为以基于与便携机2的密码通信的便携机2的认证处理成功为条件,以规定的周期来执行。便携机2的认证例如可以通过挑战—应答方式来实现。认证成功相当于判定为车载系统1的通信对象是正规的便携机2。

[0076] 首先,在步骤S101中,对主机指示往返时间 $T_p$ 的测定准备。由此,主机移至往返时间 $T_p$ 的测定准备状态。所谓往返时间 $T_p$ 的测定准备状态,是在下次发送脉冲信号时开始测定往返时间 $T_p$ 的状态。在步骤S102中,对各旁听机指示脉冲接收间隔 $T_q$ 的测定准备。由此,各旁听机移至脉冲接收间隔 $T_q$ 的测定准备状态。所谓脉冲接收间隔 $T_q$ 的测定准备状态,是在下次接收脉冲信号时开始测定脉冲接收间隔 $T_q$ 的状态。

[0077] 在步骤S103中,对主机指示脉冲信号的发送。基于该指示,主机朝向便携机2发送脉冲信号,并且开始测定往返时间 $T_p$ 。另外,各旁听机将主机接收到脉冲信号作为触发开始测定脉冲接收间隔 $T_q$ 。然后,主机将接收到来自便携机2的脉冲信号作为触发而结束往返时间 $T_p$ 的测定。另外,旁听机也将接收到来自便携机2的脉冲信号作为触发而结束脉冲接收间隔 $T_q$ 的测定。脉冲接收间隔 $T_q$ 相当于信号接收间隔。此外,优选旁听机构成为能够通过信号的频带、信号所包含的代码等来识别接收到的脉冲信号的发送源是主机还是便携机2。

[0078] 在步骤S104中,从作为主机的前部通信机12X获取往返时间 $T_p$ 。在步骤S105中,基于往返时间 $T_p$ ,计算从前部通信机12X到便携机2的脉冲信号的传播时间即第一传播时间 $T_{12}$ 。另外,基于该第一传播时间 $T_{12}$ ,推定从主机到便携机2的距离。具体而言,从往返时间 $T_p$ 减去便携机2中的响应处理时间 $T_\alpha$ 的假定值,并且将该计算值除以2来计算单程的信号飞行时间。从主机到便携机2的单程的信号飞行时间相当于第一传播时间 $T_{12}$ 。信号飞行时间相当于无线信号的传播时间。而且,将第一传播时间 $T_{12}$ 乘以空气中的电波的传播速度,来计算从作为主机的前部通信机12X到便携机2的距离。步骤S105相当于第一传播时间确定部。

[0079] 在步骤S106中,从各旁听机获取脉冲接收间隔 $T_q$ 。在步骤S107中,基于各旁听机观测到的脉冲接收间隔 $T_q$ 和往返时间 $T_p$ ,推定每个旁听机的第二传播时间 $T_{2A}$ 。对于某旁听机的第二传播时间 $T_{2A}$ 相当于便携机2发送的脉冲信号从便携机2传播至该旁听机为止的信号飞行时间。而且,将每个旁听机的第二传播时间乘以电波的传播速度,从而计算从各旁听机到便携机的距离。步骤S107相当于第二传播时间确定部。

[0080] 在这里,使用图6以及图7,对往返时间 $T_p$ 与在某一个旁听机(例如右侧通信机12A)中观测到的脉冲接收间隔 $T_q$ 的关系进行说明,并且说明能够根据往返时间 $T_p$ 以及脉冲接收间隔 $T_q$ ,计算出从便携机2到该旁听机的信号的传播时间(进而距离)。图6以及图7示意性地表示在一次位置推定处理中的作为主机的前部通信机12X、作为旁听机的右侧通信机12A、以及便携机2的动作。

[0081] 图中的 $T_{12}$ 表示前部通信机12X发送的脉冲信号传播至便携机2为止的时间(即第一传播时间), $T_{21}$ 表示便携机2发送的脉冲信号传播至前部通信机12X为止的信号飞行时间。从前部通信机12X到便携机2的脉冲信号的传播时间在去路和回路中视为相同,因此 $T_{12} = T_{21}$ 。另外, $T_{1A}$ 表示前部通信机12X发送的脉冲信号传播至右侧通信机12A为止的信号飞行时间(以下,车载机间传播时间)。 $T_{2A}$ 表示便携机2发送的脉冲信号传播至右侧通信机12A

为止的信号飞行时间(即第二传播时间)。

[0082] 往返时间 $T_p$ 相当于前部通信机12X发送的脉冲信号传播至便携机2为止的时间 $T_{12}$ 、便携机2中的响应处理时间 $T_{\alpha}$ 、以及便携机2发送的脉冲信号传播至前部通信机12X为止的时间的合算值。也就是说, $T_p = T_{12} + T_{21} + T_{\alpha}$ 的关系成立。因此,通过将在主机中观测到的往返时间 $T_p$ 代入以下的式1中能够确定第一传播时间 $T_{12}$ 。此外,作为响应处理时间 $T_{\alpha}$ ,应用在闪存112中登记的假定值即可。另外,作为响应处理时间 $T_{\alpha}$ ,如作为变形例1另行在后面叙述那样,也可以应用在便携机2中测定的实际的值。

[0083] (式1)  $T_{12} = (T_p - T_{\alpha}) / 2$

[0084] 接下来,对第二传播时间 $T_{2A}$ 的计算方法进行叙述。在第二传播时间 $T_{2A}$ 上加第一传播时间 $T_{12}$ 和便携机2中的响应处理时间 $T_{\alpha}$ 而得的值与在脉冲接收间隔 $T_q$ 上加车载机间传播时间 $T_{1A}$ 而得到的值相等。因此,第二传播时间 $T_{2A}$ 能够通过下述的式2确定。

[0085] (式2)  $T_{2A} = T_q + T_{1A} - (T_{12} + T_{\alpha})$

[0086]  $= T_q + T_{1A} - T_p / 2 + T_{\alpha} / 2$

[0087] 也就是说,如上述式2所示,作为从便携机2到右侧通信机12A的距离的指标发挥功能的第二传播时间 $T_{2A}$ 能够基于脉冲接收间隔 $T_q$ 、往返时间 $T_p$ 、车载机间传播时间 $T_{1A}$ 、以及响应处理时间 $T_{\alpha}$ 而计算出。也就是说,上述式2表示第二传播时间 $T_{2A}$ 能够使用第一传播时间 $T_{12}$ 来计算。

[0088] 在这里,车载机间传播时间 $T_{1A}$ 是根据从前部通信机12X到右侧通信机12A的距离而确定的参数。从前部通信机12X到右侧通信机12A的距离是恒定的,因此车载机间传播时间 $T_{1A}$ 大致成为恒定的值。在本实施方式的闪存112中,如上所述,保存有车载机间传播时间 $T_{1A}$ 的假定值。

[0089] 位置推定部F3通过将往返时间 $T_p$ 、脉冲接收间隔 $T_q$ 、以及保存于闪存112中的各种参数代入式2,从而计算第二传播时间 $T_{2A}$ 。然后,位置推定部F3通过将由上述确定的第二传播时间 $T_{2A}$ 乘以空气中的电波的传播速度从而计算从便携机2到右侧通信机12A的距离。

[0090] 以上,作为一个例子,记载了如下方法:基于往返时间 $T_p$ 和在右侧通信机12A中观测到的脉冲接收间隔 $T_q$ 计算从右侧通信机12A到便携机2的第二传播时间 $T_{2A}$ 以及距离。对于从其他的旁听机到便携机2的第二传播时间 $T_{2A}$ 以及距离(即旁听机—便携机间距离)也同样,根据在该旁听机中观测到的脉冲接收间隔 $T_q$ 和往返时间 $T_p$ 计算。

[0091] 返回到图5,在步骤S107中,若针对各旁听机的与便携机2的距离的计算完成,则执行步骤S108。在步骤S108中,基于从主机以及各旁听机(即各车载通信机)到便携机2的距离、和各车载通信机的搭载位置,推定便携机2相对于车辆的位置。从主机到便携机2的距离来自第一传播时间 $T_{12}$ ,并且从旁听机到便携机2的距离来自第二传播时间 $T_{2A}$ 。因此,基于从车载通信机到便携机2的距离来推定便携机2的位置相当于基于第一传播时间和每个旁听机的第二传播时间 $T_{2A}$ 来推定便携机2的位置。步骤S108相当于位置推定处理部。

[0092] 作为使用各车载通信机的设置位置、和从各车载通信机到便携机2的距离信息来计算便携机2的位置的方法,能够引用在卫星定位系统等中使用的计算算法。便携机2相对于车辆 $H_v$ 的位置能够表现为与路面平面平行的二维坐标系(即车辆二维坐标系)的点。

[0093] 此外,便携机2的位置能够基于距至少三个车载通信机12的距离、和这三个车载通信机12的设置位置来推定。便携机2的位置示意性地如图8所示,相当于以车载通信机12的

设置位置为中心、且以从该车载通信机12到便携机2的推定距离为半径的每个车载通信机12的圆(或者球)重叠的坐标。图8中的实线所示的圆Cx表示以前部通信机12X为中心的半径Rx的圆。半径Rx被设定为从前部通信机12X到便携机2的推定距离。另外,点划线所示的圆Ca表示以右侧通信机12A为中心的半径Ra的圆。半径Ra被设定为从右侧通信机12A到便携机2的推定距离。双点划线所示的圆Cb表示以左侧通信机12B为中心的半径Rb的圆。半径Rb被设定为从左侧通信机12B到便携机2的推定距离。虚线所示的圆Cc表示以后部通信机12C为中心的半径Rc的圆。半径Rc被设定为从后部通信机12C到便携机2的推定距离。图8的点Pm表示便携机2的位置。此外,便携机2的位置可以设为距各圆的距离成为最小的点。

[0094] <实施方式的总结>

[0095] 在上述的实施方式中,作为主机的前部通信机12X朝向便携机2发送位置推定用的脉冲信号,并且便携机2回送针对主机发出的脉冲信号的作为响应信号的脉冲信号。此时,主机测定往返时间Tp并向位置推定装置11报告,该往返时间Tp是从朝向便携机2发送脉冲信号开始到接收电路33接收脉冲信号为止的时间。另外,主机以外的车载通信机12(即旁听机)测定从接收主机发送的脉冲信号开始到接收便携机2发送的脉冲信号为止的脉冲接收间隔Tq并向位置推定装置11报告。而且,位置推定装置11基于一个往返时间和在各旁听机中观测到的多个脉冲接收间隔Tq,计算便携机2相对于车辆Hv的相对位置(换言之为推定)。

[0096] 根据这样的构成,车载系统1和便携机2进行一次信号的收发,从而能够推定便携机2的位置。换言之,不需要多个车载通信机12分别与便携机2实施无线通信。因此,在基于无线信号的传播时间推定便携机2相对于车辆Hv的位置的便携机位置推定系统中,能够抑制用于位置推定的与便携机2的无线通信的执行次数。

[0097] 以上对本公开的实施方式进行了说明,但本公开并不限于上述的实施方式,以下所述的各种变形例也包含于本公开的技术范围,并且,除了下述之外,还能够在不脱离主旨的范围内进行各种变更来实施。例如,下述的各种变形例能够在不产生技术矛盾的范围适当地组合并实施。此外,对于与上述的实施方式所述的部件具有相同的功能的部件,标注相同的附图标记,省略其说明。另外,在仅提及构成的一部分的情况下,对于其他的部分能够应用之前说明的实施方式的构成。

[0098] [变形例1]

[0099] 在上述的实施方式中,作为响应处理时间Ta,公开了使用预先登记于闪存112中的设计值(换言之为假定值)的方式,但并不限于此。便携机2也可以构成为使用未图示的计时器测定从接收来自主机的信号到回送响应信号所需的响应处理时间,并且,将测定出的响应处理时间Ta通过无线通信向主机发送。

[0100] 如图9所示,便携机2测定出的响应处理时间Ta可以通过与位置推定用的脉冲信号Ps不同的数据通信来通知。例如便携机2构成为在发送位置推定用的脉冲信号之后经过了规定时间的时机发送表示响应处理时间Ta的实测值(换言之实际处理时间)的脉冲序列信号(以下,处理时间通知信号Sg)。此外,假设在能够用一个脉冲信号表现实际的响应处理时间Ta的情况下,在位置推定处理中,便携机2也可以构成为发送表示实际的响应处理时间Ta的脉冲信号。

[0101] 本变形例的主机若接收到来自便携机2的处理时间通知信号,则将表示接收到的处理时间通知信号Sg所表示的响应处理时间的实测值的数据向位置推定装置11提供。位置



推定装置11在从主机获取到响应处理时间的实测值的情况下,将该数据保存于RAM113中,用于第一传播时间 $T_{12}$ 、每个旁听机的第二传播时间 $T_{2A}$ 的计算。在该构成中, RAM113相当于响应处理时间保持部。

[0102] 根据本变形例1所公开的构成,车载系统1能够使用便携机2中的实际的响应处理时间 $T_{\alpha}$ ,计算从各车载通信机12到便携机2的距离。根据这样的构成,能够提高从各车载通信机12到便携机2的距离的推定精度。另外,便携机2中的响应处理时间 $T_{\alpha}$ 也可以不恒定,因此能够提高便携机2的软件的扩展性。

[0103] [变形例2]

[0104] 如图10所示,位置推定装置11所具备的作用设定部F2也可以构成作为动态变更作为主机进行动作的车载通信机12。例如,作用设定部F2也可以构成作为在每次执行位置推定处理时,按照前部通信机12X、右侧通信机12A、左侧通信机12B、后部通信机12C的顺序变更作为主机的车载通信机12(换言之置换)。该构成相当于使主机成为交替制的构成。

[0105] 根据这样的构成,即使在前部通信机12X产生不良情况的情况下,在其他的车载通信机12正常动作的情况下,通过使正常的车载通信机12作为主机进行动作从而也能够推定便携机2的位置。也就是说,能够提高作为便携机位置推定系统的可靠性。

[0106] 另外,也可以构成,将对置换主机而得到的多次位置推定处理的结果进行平均化后的位置采用为便携机2的当前位置。各车载通信机12的设置位置不同,因此通过置换作为主机的车载通信机12,从而针对往返时间 $T_p$ 、脉冲接收间隔 $T_q$ 的多路径的影响程度发生变化。因此,根据该构成,能够减少来自车辆Hv的周围的环境的多路径的影响。

[0107] [变形例3]

[0108] 在上述的实施方式中,作为从主机到旁听机的车载机间传播时间 $T_{1A}$ ,公开了使用登记于闪存112中的设计值(换言之为假定值)的方式,但并不限于此。车载机间传播时间 $T_{1A}$ 也可以应用通过在规定时机实际上主机与各旁听机实施无线通信而测定的值(即实测值)。

[0109] 例如,位置推定装置11从多个旁听机中选定作为测定对象的旁听机(以下,测定对象机),使该测定对象机以在接收到来自主机的脉冲信号的情况下回送脉冲信号作为响应信号的动作模式进行动作。而且,位置推定装置11使脉冲信号从主机向作为测定对象的旁听机发送。

[0110] 作为测定对象的旁听机在接收到来自主机的脉冲信号时,发送作为响应信号的脉冲信号,因此主机获取从发送脉冲信号到接收来自作为测定对象的旁听机的脉冲信号的时间(即,往返时间)。将从通过上述的处理而得到的往返时间减去测定对象机中的响应处理时间而得的值进一步除以2而得到的值表示从主机到测定对象机的车载机间传播时间 $T_{1A}$ 。该运算处理例如由位置推定部F3进行自校即可。作为测定对象机中的响应处理时间,能够应用规定的假定值。

[0111] 用于测定车载机间传播时间 $T_{1A}$ 的无线通信,例如作为位置推定处理的准备动作,只要在车辆的行驶用电源断开时、换挡位置被设定为停车位置时等执行即可。测定对象机可以依次变更。也就是说,用于测定车载机间传播时间 $T_{1A}$ 的无线通信可以针对车载通信机12的每个组合实施。另外,用于确定车载机间传播时间 $T_{1A}$ 的无线通信也可以构成作为与位置推定处理独立地以规定的周期定期地执行。

[0112] [变形例4]

[0113] 与上述变形例3相关,位置推定装置11也可以构成为,基于在车载通信机12之间双向实施无线通信而得到的车载机间传播时间T1A,判定车载通信机12是否安装于车辆的规定位置。判定车载通信机12是否安装于车辆的规定位置,相当于判定是否将车载通信机12连同通信模块一起从车辆Hv取下并进行基带信号电平下的中继。

[0114] 假设在车载通信机12被从车辆Hv取下,并进行了基带电平下的中继的情况下,车载通信机12之间的距离延长,因此车载机间传播时间T1A成为相对较大的值。另一方面,在车载通信机12正常搭载于车辆的情况下,能够获取的车载机间传播时间T1A被期待容纳于一定的范围内。因此,在车载通信机12彼此实际进行无线通信而得到的车载机间传播时间T1A成为规定的正常范围外的情况下,表示有可能从车辆Hv取下车载通信机12,并且进行基带信号电平下的中继。车载机间传播时间T1A的正常范围可以由预先试验等确定,登记于闪存112中。此外,正常范围的下限值可以适当地设定,例如也可以是0秒。另外,正常范围也可以仅由上限值规定。正常范围的上限值设定为例如33纳秒等在车载通信机12安装于车辆Hv的状态下无法观测到的水平的值即可。此外,33纳秒是提示车载通信机12之间的距离成为10m左右的长度。

[0115] 本变形例的位置推定装置11通过例如在车辆Hv停车期间,针对处于能够相互无线通信的位置关系的车载通信机12的每个组合,定期地双向实施无线通信,从而获取车载通信机12的每个组合的车载机间传播时间T1A。而且,判定那些车载机间传播时间T1A是否为正常值。在多个车载机间传播时间T1A中,在存在脱离与车载通信机12的组合对应的正常范围的车载机间传播时间T1A的情况下,可以判定为配置于车辆Hv的车载通信机12与通信模块一起被从车辆Hv取下并进行了基带信号电平下的中继。

[0116] 此外,在判定为进行了上述的中继行为(所谓的中继攻击)的情况下,位置推定装置11例如禁止车辆用电子钥匙系统的动作。这里的车辆用电子钥匙系统是指如下系统:车载系统1和便携机2分别实施使用了相互规定的频带的电波的无线通信,从而车载系统1认证便携机2,实施车门的解锁、发动机启动等规定的车辆控制。车辆用电子钥匙系统相当于所谓的智能钥匙系统。

[0117] 另外,位置推定装置11也可以构成为,在判定为进行了上述的中继行为的情况下,与未图示的广域通信装置协作,通知作为紧急联络处而预先登记于闪存112中的联络处(例如用户、保安公司的电话号码或者邮件地址)。这里的广域通信装置是指用于对移动电话网、因特网等由电信运营商提供的公众通信网络进行无线访问的通信装置。

[0118] 根据作为本变形例公开的上述构成,即使在配置于车辆Hv的车载通信机12连同模块一起被从车辆Hv取下并进行了基带信号电平下的中继的情况下,也能够抑制车辆Hv被不正当使用的可能性。

[0119] [变形例5]

[0120] 在位置推定用中进行收发的信号也可以不是单发的脉冲信号,而是如图11所示那样具有一定的长度的脉冲序列信号。将与上述的思想对应的实施方式作为变形例5在以下进行说明。

[0121] 本变形例中的主机向便携机2发送请求回送响应信号的、表示一定的位串的脉冲序列信号(以下,响应请求信号Sa)。主机例如将从发送响应请求信号Sa的最先的脉冲的时

机开始到结束接收来自便携机2的响应信号Sb为止的时间测定为往返时间 $T_p$ 。便携机2在接收到来自主机的响应请求信号Sa的情况下,回送表示一定的位串的脉冲序列信号作为响应信号Sb。为了简化后述的计算处理,优选响应信号Sb的长度 $T_\gamma$ (换言之为位数)被设定为与响应请求信号Sa的长度 $T_\beta$ 相同。在这里,作为一个例子,设定为 $T_\gamma = T_\beta$ 。

[0122] 根据这样的设定,前部通信机12X发送的无线信号传播至便携机2为止的时间(即第一传播时间 $T_{12}$ )能够通过下述的式3确定。各种信号的长度 $T_\beta$ 、 $T_\gamma$ 能够使用保存于闪存112中的假定值。

$$[0123] \quad (式3) \quad T_{12} = (T_p - T_\alpha - T_\beta - T_\gamma) / 2 = (T_p - T_\alpha - 2 \cdot T_\beta) / 2$$

[0124] 另外,表示从主机到旁听机的距离的 $T_{2A}$ 能够通过下述式4确定。

$$[0125] \quad (式4) \quad T_{2A} = T_q + T_{1B} - T_\gamma - (T_{12} + T_\beta + T_\alpha)$$

$$[0126] \quad = T_q + T_{1A} + T_\beta - T_{12} - T_\beta - T_\alpha$$

$$[0127] \quad = T_q + T_{1A} + T_{12} - T_\alpha$$

[0128] 在上述式4中,车载机间传播时间 $T_{1A}$ 能够采用登记于闪存112中的值、或者由变形例3所记载的方法确定的实测值。另外,第一传播时间 $T_{12}$ 能够通过上述式3确定。便携机2中的响应处理时间 $T_\alpha$ 能够采用登记于闪存112中的值、或者在变形例1中如上述那样从便携机2通知的实测值。

[0129] 位置推定部F3通过运算上述式4,能够确定作为从便携机2到旁听机的距离的指标发挥功能的第二传播时间 $T_{2A}$ 。另外,伴随此,也能够计算出从便携机2到旁听机的距离。也就是说,在本变形例中也起到与上述的实施方式同样的效果。

[0130] 此外,优选响应请求信号Sa包括表示目的地是便携机2的代码。另外,优选响应信号Sb包括表示目的地是主机的代码、响应处理时间 $T_\alpha$ 。此外,响应信号Sb也可以构成包括在挑战—应答方式的认证处理中使用的应答代码的信号。

[0131] [变形例6]

[0132] 在上述的实施方式中,公开了如下方式:各车载通信机12对位置推定装置11报告往返时间 $T_p$ 、脉冲接收间隔 $T_q$ 等从发生规定的事件到发生规定的事件为止的时间的长度,但并不限于此。各车载通信机12也可以构成对位置推定装置11如图12所示那样依次报告发送脉冲信号的时机、接收脉冲信号的时机。此外,这里的事件是指脉冲信号的发送、脉冲信号的接收。

[0133] 本变形例的车载系统1构成,各车载通信机12将产生了规定的事件这一情形依次报告给位置推定装置11,位置推定装置11识别各种事件的产生时刻,推定便携机2的位置。从各车载通信机12向位置推定装置11的各种事件的产生的通知(换言之为报告)可以通过电脉冲信号的输出来进行。

[0134] 例如,主机在发送脉冲信号的情况下、在接收到来自便携机2的脉冲信号的情况下,将电脉冲信号发送到位置推定装置11,从而依次报告发送脉冲信号的时机、接收脉冲信号的时机。由此,位置推定装置11确定第一时刻 $T_{m1}$ 、第二时刻 $T_{m2}$ ,该第一时刻表示主机发送脉冲信号的时机,该第二时刻 $T_{m2}$ 表示主机接收来自便携机2的脉冲信号的时机。另外,旁听机在每次接收脉冲信号时,将表示该意旨的电脉冲信号输出到位置推定装置11。由此,位置推定装置11确定第三时刻 $T_{m3}$ 、第四时刻 $T_{m4}$ ,该第三时刻 $T_{m3}$ 表示旁听机接收到由主机发送的脉冲信号的时机,该第四时刻 $T_{m4}$ 表示旁听机接收到由便携机2发送的脉冲信号的时

机。根据那样的构成,也能够位置推定装置11内计算往返时间 $T_p$ 、脉冲接收间隔 $T_q$ ,进而起到与上述的实施方式同样的效果。

[0135] 但是,车载通信机12与位置推定装置11的通信受到从车载通信机12到位置推定装置11的电布线长度而导致的延迟、通知用的脉冲信号的上升时间等的影响。因此,在作为本变形例公开的方法中,与实施方式相比,相对容易包含误差。换言之,根据上述的实施方式的构成,在计算从旁听机到便携机2的距离时,不受从车载通信机12到位置推定装置11的电布线长度等的影响,因此与作为本变形例公开的构成相比,能够高精度地推定便携机2的位置。

[0136] 此外,本变形例的位置推定装置11也可以构成为,使用由预先试验确定的、从车载通信机12到位置推定装置11的电布线长度、脉冲信号的生成以及检测处理导致的延迟时间来计算车载机间传播时间 $T_{1A}$ 。根据那样的构成,能够减少便携机2相对于车辆的位置的推定精度的变差。

[0137] [变形例7]

[0138] 在变形例6中,公开了如下方式:主机、各旁听机对位置推定装置11输出电脉冲信号,从而向位置推定装置11通知发送/接收脉冲信号的时机,但并不限于此。也可以构成为,在各车载通信机12具有时钟功能的情况下,各车载通信机12在检测出规定的事件的产生的情况下,将表示该事件的产生时刻的数据向位置推定装置11输出。

[0139] 例如,主机也可以构成为依次提供基于自身保持的时刻信息确定的、表示脉冲信号的发送时刻、接收时刻的数据。另外,旁听机也可以构成为依次提供基于自身保持的时刻信息确定的、表示脉冲信号的接收时刻的数据。发送时刻、接收时刻例如可以通过UTC(协调世界时:Coordinated universal time)等表现。各种事件的产生时刻可以通过以铯原子的振动频率为基准的时系(所谓的原子时)表现。

[0140] [变形例8]

[0141] 在变形例7中,位置推定装置11能够掌握主机发送脉冲信号的时机。另外,从主机到各旁听机的车载机间传播时间 $T_{1A}$ 根据主机与旁听机的距离而确定,因此正常为恒定值,能够应用在闪存112中登记的值。因此,位置推定装置11通过对相当于主机发送脉冲信号的时机的第一时刻 $T_{m1}$ 加上每个旁听机的车载机间传播时间 $T_{1A}$ ,从而能够确定各旁听机接收主机发出的脉冲信号的第三时刻 $T_{m3}$ 。

[0142] 因此,作为变形例7的旁听机的动作/构成,能够省略将接收到主机发送的脉冲信号的时刻报告给位置推定装置11的构成。换言之,旁听机也可以构成为仅报告第四时刻 $T_{m4}$ 。那样的构成相当于如下构成:具备部分报告动作模式作为旁听机的动作模式,其中,表示便携机2发出的脉冲信号的接收时刻(即第四时刻)的数据提供给位置推定装置11,另一方面,对于表示主机发出的脉冲信号的接收时刻(即第三时刻)的数据不提供给位置推定装置11。此外,所谓应用部分报告模式的情况,优选为例如位置推定装置11和旁听机的时刻信息同步的情况、或者时刻信息的偏差量成为已知的情况。本变形例8中公开的思想也能够应用于变形例6。

[0143] 此外,假定各车载通信机中的时刻信息不完全一致(换言之为产生偏差)。因此,本变形例的各车载通信机12优选在使用从位置推定装置11或外部输入的信号取得同步的状态下运用。例如,优选本变形例的位置推定装置11将用于消除装置间的时刻信息的偏差(换

言之为:为了取得同步)的信号向各车载通信机12输出。

[0144] 另外,作为其他的方式,本变形例的位置推定装置11也可以构成为,在确定主机与旁听机的时刻信息的偏差量,使用该偏差量修正旁听机所报告的时刻信息的基础上,计算往返时间 $T_p$ 、脉冲接收间隔 $T_q$ 。例如,位置推定装置11通过对主机发出的脉冲信号的发送时刻加上车载机间传播时间 $T_{1A}$ ,从而计算旁听机接收主机发出的脉冲信号的假定时刻。而且,将该假定时刻与旁听机实际报告的接收时刻之差采用为主机与旁听机的时刻信息的偏差量。

[0145] 此外,根据上述的实施方式,用于便携机2的位置推定的往返时间 $T_p$ 、脉冲接收间隔 $T_q$ 在各车载通信机12内被测定,因此不需要车载通信机12彼此同步。也就是说,上述的实施方式的构成具有如下优点:不需要获取车载通信机12之间的同步、难以产生因同步偏差引起的推定误差。另外,上述的实施方式的各车载通信机12只要具备测定从某规定的事件到产生规定的事件为止的时间的功能(所谓的计时器)即可,不需要具备保持时刻信息的功能(即时钟功能)。因此,根据作为实施方式公开的构成,与变形例7、8所公开的构成相比,也具有能够简化车载通信机12的构成的优点。

[0146] [变形例9]

[0147] 在上述的实施方式中,公开了如下方式:主机发送脉冲信号,便携机2发送针对该脉冲的响应信号,从而推定便携机2的位置,但并不限于此。如图13所示,也可以构成为,便携机2发送脉冲信号,主机回送脉冲信号作为对于来自该便携机2的脉冲信号的响应,从而推定便携机2的位置。将那样的构成作为变形例9在以下进行说明。

[0148] 本变形例中的便携机2将从发送朝向主机的脉冲信号开始到接收来自主机的脉冲信号为止的时间测定为往返时间 $T_p$ 。另外,另行发送表示所测定的往返时间 $T_p$ 的脉冲序列信号(以下,时间差通知信号 $S_p$ )。

[0149] 主机若接收来自便携机2的脉冲信号,则朝向便携机2回送作为对于该脉冲信号的响应的脉冲信号。也就是说,本变形例中的主机相当于对从便携机2发送的响应请求信号回送规定的响应信号的车载通信机12。另外,主机若接收来自便携机2的时间差通知信号 $S_p$ ,则将该信号所表示的数据(具体而言,往返时间 $T_p$ )向位置推定装置11通知。

[0150] 本变形例的旁听机将接收到来自便携机2的脉冲信号作为触发,开始脉冲接收间隔 $T_q$ 的测定。也就是说,旁听机将从接收来自便携机2的脉冲信号到接收来自主机的脉冲信号的时间测定为脉冲接收间隔 $T_q$ ,并报告给位置推定装置11。

[0151] 在这样的构成中,从便携机2到主机的信号的传播时间 $T_{21}$ (= $T_{12}$ )通过以下的式被确定。此外,图13所示的 $T_{\delta}$ 表示主机中的响应处理时间,是通过试验等确定具体的值的参数。换言之,响应处理时间 $T_{\delta}$ 可以应用登记于闪存112中的值。本变形例的位置推定部F3通过将时间差通知信号 $S_p$ 所表示的往返时间 $T_p$ 代入下述式5,从而计算第一传播时间 $T_{12}$ 作为相当于步骤S105的处理。

[0152] (式5)  $T_{12} = (T_p - T_{\delta}) / 2$

[0153] 另外,表示从便携机2到右侧通信机12A的距离的 $T_{2A}$ 能够通过以下的式6计算出。

[0154] (式6)  $T_{2A} = T_{21} + T_{\delta} + T_{1A} - T_q$

[0155] 在这里,作为车载机间传播时间 $T_{1A}$ ,能够采用登记于闪存112中的值、或者作为变形例由上述的方法确定的实测值。 $T_{21}$ 能够使用上述式5确定, $T_q$ 是由旁听机观测到的参数。

T8如上所述,是主机中的响应处理时间,能够应用登记于闪存112中的值。因此,根据上述的方法,也能够推定便携机2的位置。本变形例的位置推定部F3可以执行式6的运算处理作为相当于步骤S107的处理。

[0156] 根据上述构成,不需要始终在接收待机状态下动作以使便携机2能够接收来自车载系统1的信号。因此,能够抑制便携机2中的功率消耗。

[0157] [变形例10]

[0158] 在以上,公开了各车载通信机12均具备发送功能和接收功能的双方的方式,但并不限于此。假设在固定作为主机、旁听机发挥功能的车载通信机12的情况下,不需要作为旁听机发挥功能的车载通信机12具备发送电路32。旁听机具备接收功能即可。具体而言,在将前部通信机12X作为主机、将右侧通信机12A、左侧通信机12B、以及后部通信机12C作为旁听机而使用的情况下,不需要右侧通信机12A、左侧通信机12B、以及后部通信机12C具备发送电路32。发送电路32由能够作为主机发挥功能的车载通信机12具备即可。

[0159] <附言>

[0160] 位置推定装置所提供的机构以及/或者功能能够通过记录于实体存储器装置的软件以及执行该软件的计算机、仅软件、仅硬件、或者它们的组合来提供。位置推定装置11所具备的功能的一部分或者全部也可以作为硬件来实现。将某功能作为硬件实现的方式包括使用一个或者多个IC等而实现的方式。在位置推定装置11所具备的功能的一部分或者全部由作为硬件的电子电路提供的情况下,它能够由包括多个逻辑电路的数字电路、或者模拟电路提供。位置推定装置11能够由一个计算机、或者经由数据通信装置连接的一组计算机资源来提供。

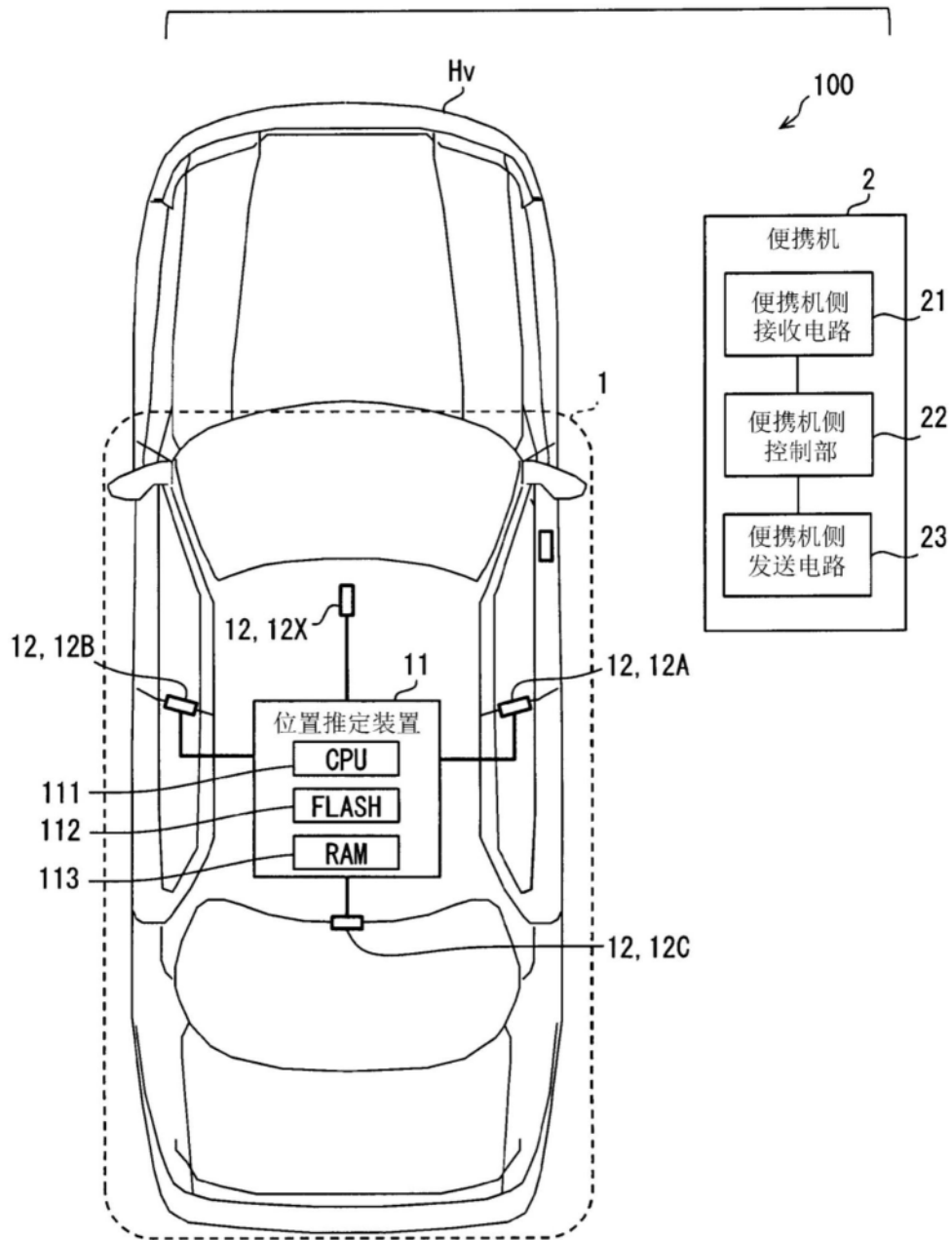


图1

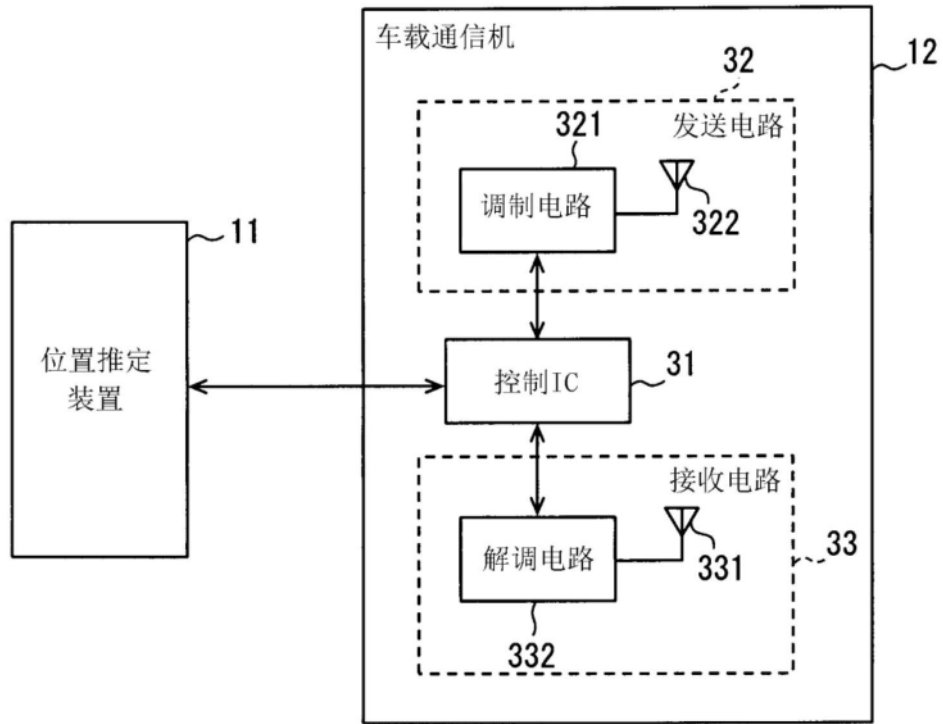


图2

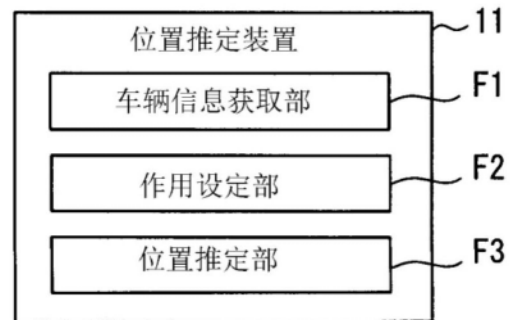


图3



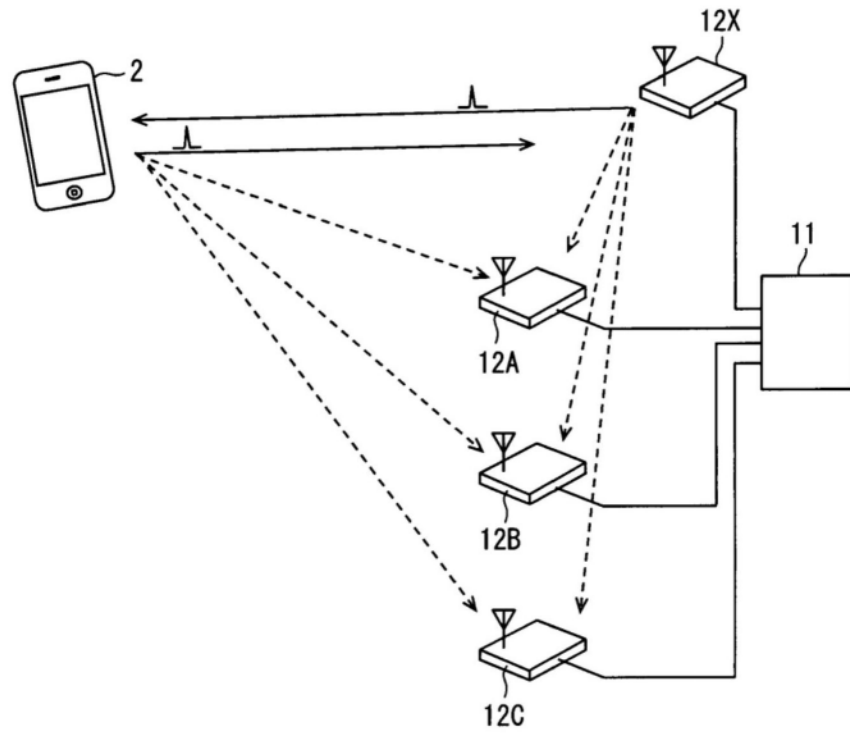


图4



图5

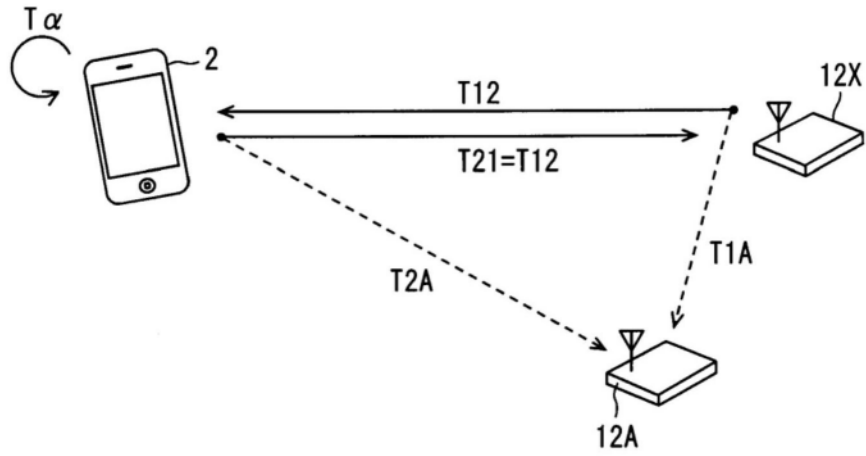


图6

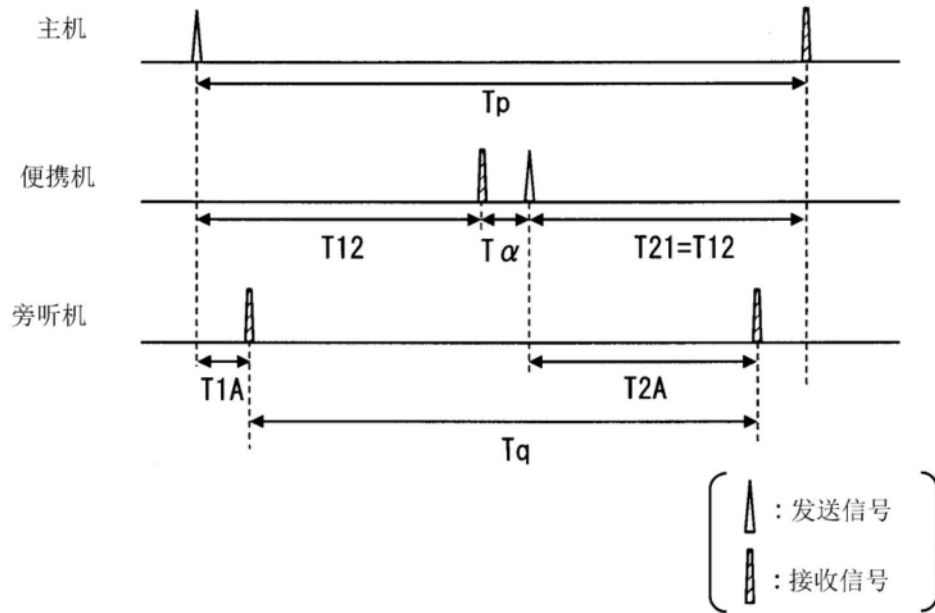


图7

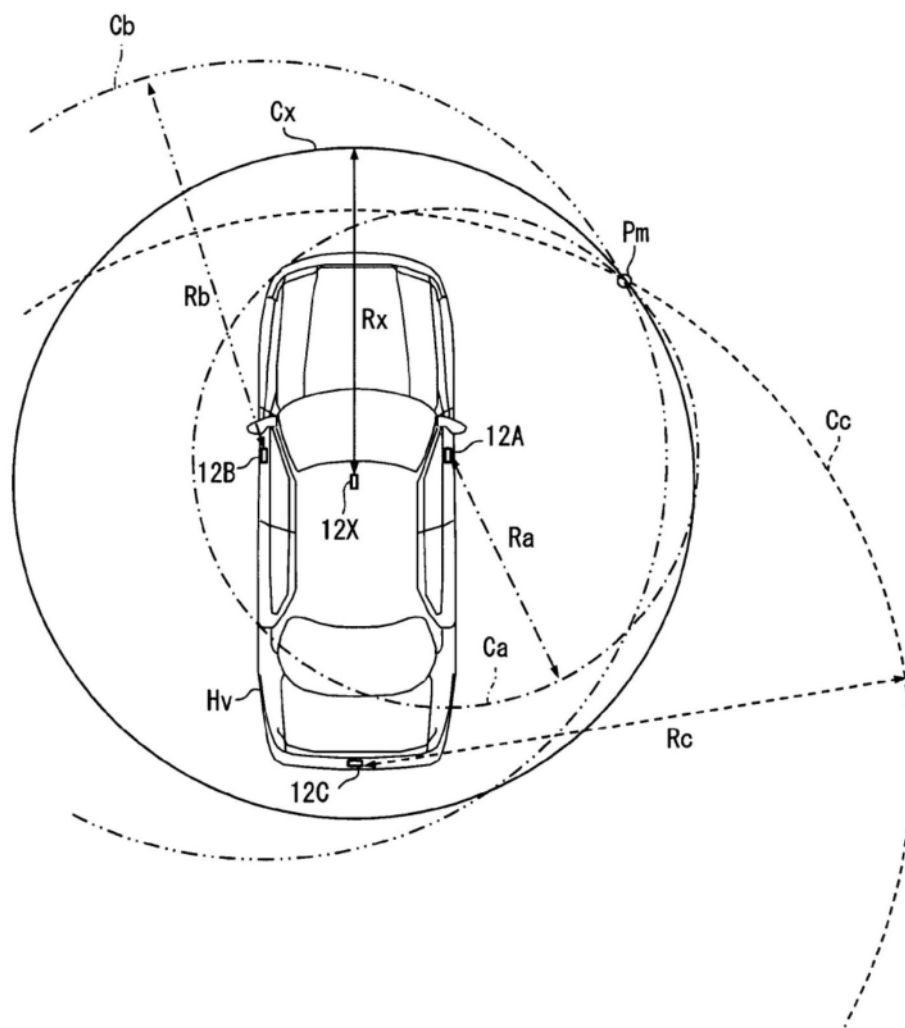


图8

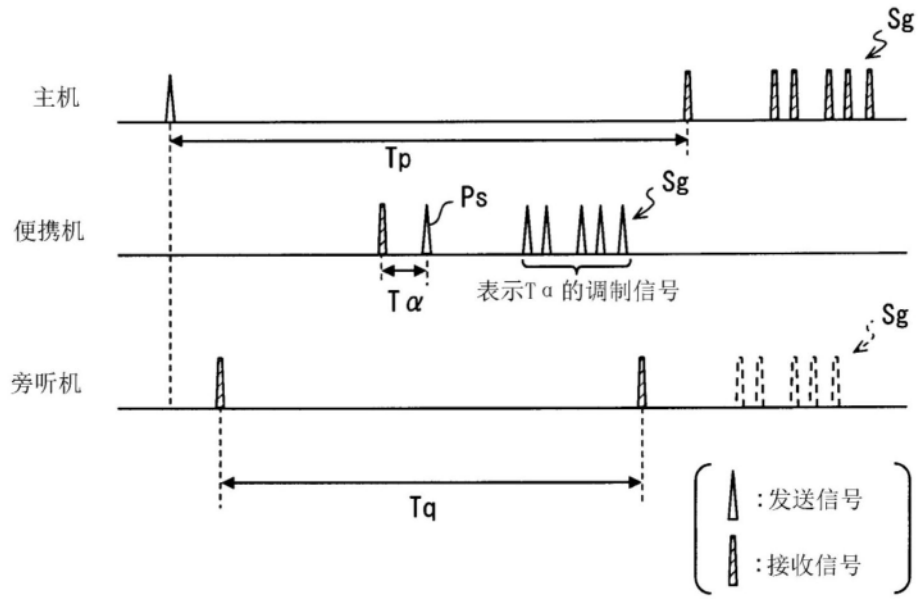


图9

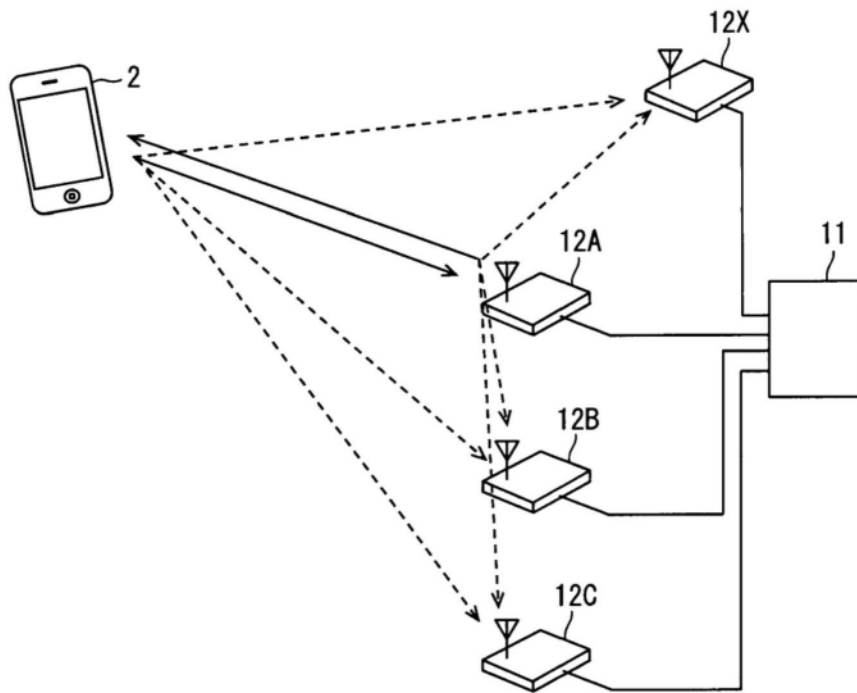


图10

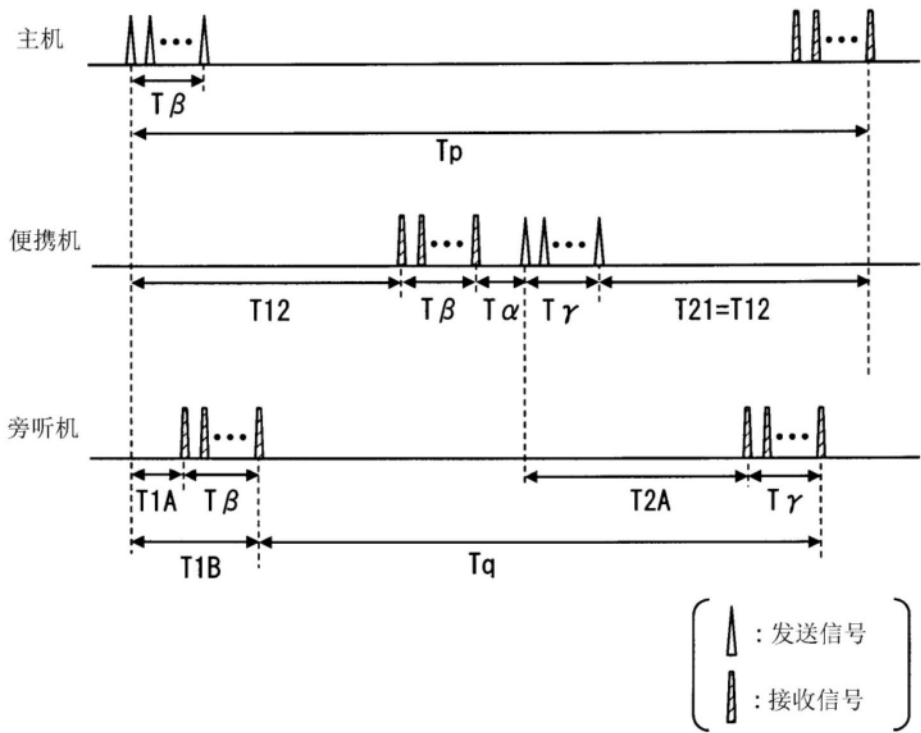


图11

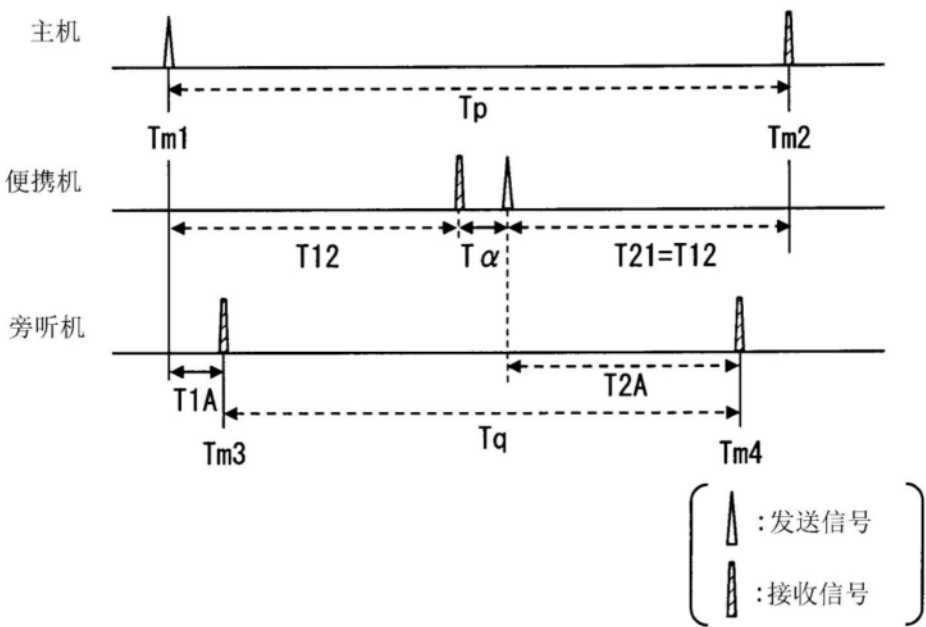


图12

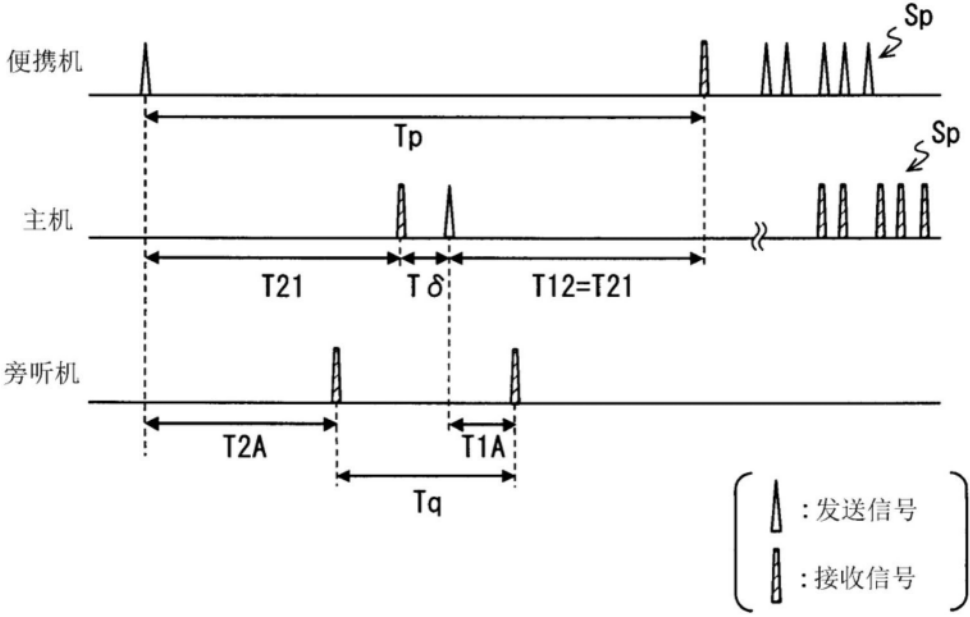


图13