



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108139212 A

(43)申请公布日 2018.06.08

(21)申请号 201580083561.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.10.15

G01C 21/12(2006.01)

G01S 19/49(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.04.02

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/079155 2015.10.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/064790 JA 2017.04.20

(71)申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 石上忠富 入江崇志 藤井将智

藤本浩平 西马功泰 毛利笃史

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 熊风 胡秋瑾

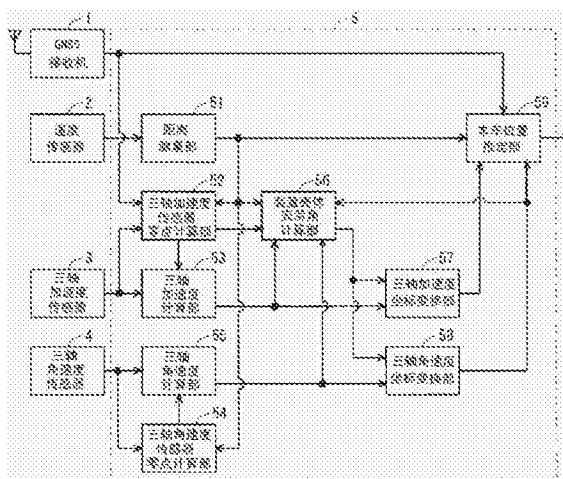
权利要求书4页 说明书21页 附图15页

(54)发明名称

定位装置及定位方法

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种无论以怎样的安装角来设置都能推定本车位置的定位装置及定位方法。本发明的定位装置包括GNSS接收机；速度传感器；三轴加速度传感器；三轴角速度传感器；距离测量部；在移动体处于行驶中时至少基于GNSS接收机计算出的三轴速度、距离测量部计算出的前后加速度及三轴加速度传感器检测出的三轴加速度，判断移动体是否处于水平面等速直线行驶中，并计算判断为处于水平面等速直线行驶中时的三轴加速度的零点的三轴加速度传感器零点计算部；基于三轴加速度的零点计算俯仰方向安装角和翻滚方向安装角的装置壳体安装角计算部；对三轴角速度进行坐标变换的三轴角速度坐标变换部；及至少基于根据三轴角速度而求出的偏航率来推定移动体的当前位置的位置推定部。



1. 一种定位装置,该定位装置是移动体的定位装置,其特征在于,包括:

GNSS接收机,该GNSS接收机从GPS卫星接收电波,至少计算所述移动体的当前位置、以及所述定位装置中相互正交的三轴的速度即包含前后方向速度、左右方向速度、以及上下方向速度的三轴速度,并作为定位结果进行输出;

速度传感器,该速度传感器输出与所述移动体的移动相对应的脉冲信号;

三轴角速度传感器,该三轴角速度传感器检测所述定位装置中相互正交的三轴的角速度即三轴角速度;

三轴加速度传感器,该三轴加速度传感器检测所述定位装置中相互正交的三轴的加速度即三轴加速度;

距离测量部,该距离测量部基于每隔一定周期从所述速度传感器输出的所述脉冲信号,计算所述移动体的移动距离、速度、以及前后加速度;

三轴加速度传感器零点计算部,该三轴加速度传感器零点计算部在所述移动体处于行驶中的情况下,至少基于由所述GNSS接收机计算出的所述三轴速度、由所述距离测量部计算出的所述前后加速度、以及由所述三轴加速度传感器检测出的所述三轴加速度,判断所述移动体是否处于在水平面上等速进行直线行驶的水平面等速直线行驶中,在判断为处于所述水平面等速直线行驶中时,计算由所述三轴加速度传感器检测出的所述三轴加速度以作为零点;

装置壳体安装角计算部,该装置壳体安装角计算部基于由所述三轴加速度传感器零点计算部计算出的所述三轴加速度的零点,计算安装于所述移动体的所述定位装置的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角;

三轴角速度坐标变换部,该三轴角速度坐标变换部基于由所述装置壳体安装角计算部计算出的所述俯仰方向安装角和所述翻滚方向安装角,对所述三轴角速度传感器检测出的所述三轴角速度进行坐标变换;以及

位置推定部,该位置推定部至少基于根据所述三轴角速度坐标变换部变换得到的所述三轴角速度而求出的偏航率,来推定所述移动体的当前位置。

2. 如权利要求1所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部基于所述俯仰方向安装角、所述翻滚方向安装角以及预先确定的偏航方向的角度,对所述三轴加速度传感器所检测出的所述三轴加速度进行坐标变换,并进一步计算该坐标变换后的所述三轴加速度中所述移动体的前后方向的加速度与所述距离测量部所计算出的所述前后加速度相匹配时的所述偏航方向的角度,以作为所述定位装置的偏航方向安装角,

所述三轴角速度坐标变换部基于所述俯仰方向安装角、所述翻滚方向安装角以及所述偏航方向安装角,对所述三轴角速度进行坐标变换。

3. 如权利要求2所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部针对预先确定的角度范围内多个所述偏航方向的角度、所述俯仰方向安装角以及所述翻滚方向安装角的所有的组合,对同一时刻由所述三轴加速度传感器检测出的所述三轴加速度进行坐标变换,并计算该坐标变换后的所述三轴加速度中所述移动体的前后方向的加速度与所述距离测量部所计算出的所述前后加速度最为匹配时的所述偏航方向的角度,以作为所述偏航方向安装角。

4. 如权利要求1所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部基于所述距离测量部所计算出的所述速度、以及根据所述三轴角速度坐标变换部进行坐标变换后的所述三轴角速度而求出的偏航角,计算与所述移动体的前后方向正交的法线方向的加速度即法线加速度,并基于所述俯仰方向安装角、所述翻滚方向安装角以及预先确定的偏航方向的角度,对所述三轴加速度传感器所检测出的所述三轴加速度进行坐标变换,进一步计算该坐标变换后的所述三轴加速度中与所述移动体的前后方向正交的左右方向的加速度和所述法线加速度相匹配时的所述偏航方向的角度,以作为所述定位装置的偏航方向安装角,

所述三轴加速度坐标变换部基于所述俯仰方向安装角、所述翻滚方向安装角以及所述偏航方向安装角,对所述三轴加速度进行坐标变换。

5. 如权利要求4所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部针对预先确定的角度范围内多个所述偏航方向的角度、所述俯仰方向安装角以及所述翻滚方向安装角的所有的组合,对同一时刻由所述三轴加速度传感器检测出的所述三轴加速度进行坐标变换,并计算该坐标变换后的所述三轴加速度中与所述移动体的前后方向正交的左右方向的加速度和所述法线加速度最为匹配时的所述偏航方向的角度,以作为所述偏航方向安装角。

6. 如权利要求5所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部在所述三轴加速度中与所述移动体的前后方向正交的左右方向的加速度和所述法线加速度最为匹配时的所述偏航方向的角度、与所述三轴加速度中所述移动体的前后方向的加速度和由所述距离测量部计算出的所述前后加速度最为匹配时的所述偏航方向的角度相同的情况下,计算所述偏航方向的角度,以作为所述偏航方向安装角。

7. 如权利要求6所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部能够设定所述角度范围及该角度范围内的所述偏航方向的角度分辨率。

8. 如权利要求1所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部基于所述俯仰方向安装角、所述翻滚方向安装角以及预先确定的偏航方向的角度,分别对由所述三轴角速度传感器检测出的所述三轴角速度和由所述三轴加速度传感器检测出的所述三轴加速度进行坐标变换,

分别基于该坐标变换后的所述三轴角速度和所述三轴加速度,计算包含俯仰角、翻滚角以及偏航角在内的姿态角,并进一步计算经过该计算后的基于所述三轴角速度的所述姿态角与基于所述三轴加速度的所述姿态角中的任一姿态角相匹配时的所述偏航角,以作为所述定位装置的偏航方向安装角,

所述三轴角速度坐标变换部基于所述俯仰方向安装角、所述翻滚方向安装角以及所述偏航方向安装角,对所述三轴角速度进行坐标变换。

9. 如权利要求8所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部针对预先确定的角度范围内多个所述偏航方向的角度、所述俯仰方向安装角以及所述翻滚方向安装角的所有的组合,分别对同一时刻由所述三轴加速度传感器检测出的所述三轴加速度和由所述三轴角速度传感器检测出的所述三轴角速

度进行坐标变换,基于该坐标变换后的所述三轴角速度计算所述姿态角,并基于所述坐标变换后的所述三轴加速度计算所述俯仰角、所述翻滚角以及所述偏航角中的至少一个所述姿态角,计算经过该计算后的基于所述三轴角速度的所述姿态角与基于所述三轴加速度的所述姿态角最为匹配时的所述偏航角,以作为所述定位装置的偏航方向安装角。

10. 如权利要求9所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部在下述两个所述偏航方向的角度及下述的所述偏航角中的至少两个以上相同的情况下,计算所述偏航方向的角度或所述偏航角,以作为所述偏航方向安装角,即:所述三轴加速度中与所述移动体的前后方向正交的左右方向的加速度和与所述前后方向正交的法线方向的加速度即法线加速度最为匹配时的所述偏航方向的角度、所述三轴加速度中所述移动体的前后方向的加速度和由所述距离测量部计算出的所述前后加速度最为匹配时的所述偏航方向的角度、以及基于所述三轴角速度的所述俯仰角、所述翻滚角或所述偏航角和基于所述三轴加速度的所述俯仰角、所述翻滚角或所述偏航角中的任一个最为匹配时的所述偏航角。

11. 如权利要求10所述的定位装置,其特征在于,

所述装置壳体安装角计算部能够设定所述角度范围及该角度范围内的所述偏航方向的角度分辨率。

12. 如权利要求8所述的定位装置,其特征在于,

所述位置推定部基于所述移动距离和所述姿态角推定所述移动体的当前位置,并根据所述定位结果、所述移动距离以及所述姿态角各自的预测误差,基于所述定位结果对所述移动体的当前位置进行修正。

13. 如权利要求12所述的定位装置,其特征在于,

所述位置推定部根据基于所述三轴加速度的所述姿态角与基于所述三轴角速度的所述姿态角之间的差异,计算所述姿态角的所述预测误差。

14. 一种定位方法,该定位方法在移动体的定位装置中使用,其特征在于,从GPS卫星接收电波,至少计算所述移动体的当前位置、以及所述定位装置中相互正交的三轴的速度即包含前后方向速度、左右方向速度、以及上下方向速度的三轴速度,并作为定位结果进行输出,

输出与所述移动体的移动相对应的脉冲信号,

检测所述定位装置中相互正交的三轴的角速度即三轴角速度,

检测所述定位装置中相互正交的三轴的加速度即三轴加速度,

基于每隔一定周期输出的所述脉冲信号,计算所述移动体的移动距离、速度、以及前后加速度,

在所述移动体处于行驶中的情况下,至少基于作为所述定位结果计算出的所述三轴速度、所述计算出的所述前后加速度、以及所述检测出的所述三轴加速度,判断所述移动体是否处于在水平面上等速进行直线行驶的水平面等速直线行驶中,计算判断为处于所述水平面等速直线行驶中时的所述三轴加速度以作为零点,

基于所述计算出的所述三轴加速度的零点,计算安装于所述移动体的所述定位装置的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,

基于所述计算出的所述俯仰方向安装角和所述翻滚方向安装角,对所述检测出的所述

三轴角速度进行坐标变换，

至少基于根据所述坐标变换后的所述三轴角速度而求出的偏航率，来推定所述移动体的当前位置。

## 定位装置及定位方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及移动体的定位装置及定位方法。

### 背景技术

[0002] 车辆(移动体)的定位装置是使用GNSS(Global Navigation Satellite System:全球导航卫星系统)接收机及各种传感器,来推定车辆的位置及姿态角(Attitude Angle)等的装置。定位装置中,在使用检测轴向俯仰方向或偏航方向倾斜的角速度传感器及加速度传感器时,需要考虑角速度传感器及加速度传感器的各特性。此外,在将定位装置的壳体以预先确定的安装角倾斜地设置于车体时,需要考虑定位装置的安装角。

[0003] 以往,公开有计算定位装置的安装角的技术(例如,参照专利文献1~3)。

现有技术文献

专利文献

[0004] 专利文献1:日本专利第3375268号公报

专利文献2:日本专利第2843904号公报

专利文献3:日本专利特开2011-209162号公报

### 发明内容

发明所要解决的技术问题

[0005] 在现有技术中,并不能认为无论以怎样的安装角来设置定位装置都能够推定本车位置。

[0006] 本发明是为了解决这种问题而完成的,其目的在于提供一种无论以怎样的安装角来设置都能够推定本车位置的定位装置及定位方法。

解决技术问题的技术方案

[0007] 为了解决上述问题,本发明所涉及的定位装置是移动体的定位装置,其包括:GNSS接收机,该GNSS接收机从GPS卫星接收电波,至少计算移动体的当前位置、以及定位装置中相互正交的三轴的速度即包含前后方向速度、左右方向速度、以及上下方向速度的三轴速度,并作为定位结果进行输出;速度传感器,该速度传感器输出与移动体的移动相对应的脉冲信号;三轴角速度传感器,该三轴角速度传感器检测定位装置中相互正交的三轴的角速度即三轴角速度;三轴加速度传感器,该三轴加速度传感器检测定位装置中相互正交的三轴的加速度即三轴加速度;距离测量部,该距离测量部基于每隔一定周期从速度传感器输出的脉冲信号,计算移动体的移动距离、速度、以及前后加速度;三轴加速度传感器零点计算部,该三轴加速度传感器零点计算部在移动体处于行驶中的情况下,至少基于由GNSS接收机计算出的三轴速度、由距离测量部计算出的前后加速度、以及由三轴加速度传感器检测出的三轴加速度,判断移动体是否处于在水平面上等速进行直线行驶的水平面等速直线行驶中,在判断为处于水平面等速直线行驶中时,计算由三轴加速度传感器检测出的三轴加速度以作为零点;装置壳体安装角计算部,该装置壳体安装角计算部基于由三轴加速度

传感器零点计算部计算出的三轴加速度的零点,计算安装于移动体的定位装置的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角;三轴角速度坐标变换部,该三轴角速度坐标变换部基于由装置壳体安装角计算部计算出的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,对三轴角速度传感器检测出的三轴角速度进行坐标变换;以及位置推定部,该位置推定部至少基于根据三轴角速度坐标变换部变换得到的三轴角速度而求出的偏航率,来推定移动体的当前位置。

[0008] 此外,本发明所涉及的定位方法是移动体的定位装置中所使用的定位方法,在该定位方法中,从GPS卫星接收电波,至少计算移动体的当前位置、以及定位装置中相互正交的三轴的速度即包含前后方向速度、左右方向速度、以及上下方向速度的三轴速度,并作为定位结果进行输出,输出与移动体的移动相对应的脉冲信号,检测定位装置中相互正交的三轴的角速度即三轴角速度,检测定位装置中相互正交的三轴的加速度即三轴加速度,基于每隔一定周期输出的脉冲信号,计算移动体的移动距离、速度、以及前后加速度,在移动体处于行驶中的情况下,至少基于作为定位结果计算出的三轴速度、计算出的前后加速度、以及检测出的三轴加速度,判断移动体是否处于在水平面上等速进行直线行驶的水平面等速直线行驶中,计算判断为处于水平面等速直线行驶中时的三轴加速度以作为零点,基于计算出的三轴加速度的零点,计算安装于移动体的定位装置的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,基于计算出的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,对检测出的三轴角速度进行坐标变换,至少基于根据坐标变换后的三轴角速度而求出的偏航率,来推定移动体的当前位置。

#### 发明效果

[0009] 根据本发明,定位装置是移动体的定位装置,其包括:GNSS接收机,该GNSS接收机从GPS卫星接收电波,至少计算移动体的当前位置、以及定位装置中相互正交的三轴的速度即包含前后方向速度、左右方向速度、以及上下方向速度的三轴速度,并作为定位结果进行输出;速度传感器,该速度传感器输出与移动体的移动相对应的脉冲信号;三轴角速度传感器,该三轴角速度传感器检测定位装置中相互正交的三轴的角速度即三轴角速度;三轴加速度传感器,该三轴加速度传感器检测定位装置中相互正交的三轴的加速度即三轴加速度;距离测量部,该距离测量部基于每隔一定周期从速度传感器输出的脉冲信号,计算移动体的移动距离、速度、以及前后加速度;三轴加速度传感器零点计算部,该三轴加速度传感器零点计算部在移动体处于行驶中的情况下,至少由基于GNSS接收机计算出的三轴速度、由距离测量部计算出的前后加速度、以及由三轴加速度传感器检测出的三轴加速度,判断移动体是否处于在水平面上等速进行直线行驶的水平面等速直线行驶中,在判断为处于水平面等速直线行驶中时,计算由三轴加速度传感器检测出的三轴加速度以作为零点;装置壳体安装角计算部,该装置壳体安装角计算部基于由三轴加速度传感器零点计算部计算出的三轴加速度的零点,计算安装于移动体的定位装置的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角;三轴角速度坐标变换部,该三轴角速度坐标变换部基于由装置壳体安装角计算部计算出的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,对三轴角速度传感器检测出的三轴角速度进行坐标变换;以及位置推定部,该位置推定部至少基于根据三轴角速度坐标变换部变换得到的三轴角速度而求出的偏航率,来推定移动体的当前位置,因此,无论以怎样的安装角来设置都能够推定本车位置。

[0010] 此外,定位方法是移动体的定位装置中所使用的定位方法,在该定位方法中,从

GPS卫星接收电波,至少计算移动体的当前位置、以及定位装置中相互正交的三轴的速度即包含前后方向速度、左右方向速度、以及上下方向速度的三轴速度,并作为定位结果进行输出,输出与移动体的移动相对应的脉冲信号,检测定位装置中相互正交的三轴的角速度即三轴角速度,检测定位装置中相互正交的三轴的加速度即三轴加速度,基于每隔一定周期输出的脉冲信号,计算移动体的移动距离、速度、以及前后加速度,在移动体处于行驶中的情况下,至少基于作为定位结果计算出的三轴速度、计算出的前后加速度、以及检测出的三轴加速度,判断移动体是否处于在水平面上等速进行直线行驶的水平面等速直线行驶中,计算判断为处于水平面等速直线行驶中时的三轴加速度以作为零点,基于计算出的三轴加速度的零点,计算安装于移动体的定位装置的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,基于计算出的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,对检测出的三轴角速度进行坐标变换,至少基于根据坐标变换后的三轴角速度而求出的偏航率,来推定移动体的当前位置,因此,无论以怎样的安装角来设置都能够推定本车位置。

[0011] 本发明的目的、特征、方式及优点通过以下详细说明及附图将变得更为明了。

## 附图说明

[0012] 图1是表示本发明的实施方式1所涉及的定位装置的结构的一个示例的框图。

图2是表示本发明的实施方式1所涉及的定位装置的硬件结构的一个示例的框图。

图3是表示本发明的实施方式1所涉及的定位装置的动作的一个示例的流程图。

图4是用于说明本发明的实施方式1所涉及的基于俯仰方向安装角及翻滚方向安装角从传感器坐标系向车体坐标系变换的变换状态的图。

图5是表示本发明的实施方式2所涉及的装置壳体安装角计算部的动作的一个示例的流程图。

图6是用于说明本发明的实施方式2所涉及的基于偏航方向的任意角度从传感器坐标系向假定的车体坐标系变换的变换状态的图。

图7是表示本发明的实施方式3所涉及的装置壳体安装角计算部的动作的一个示例的流程图。

图8是表示本发明的实施方式4所涉及的装置壳体安装角计算部的动作的一个示例的流程图。

图9是表示本发明的实施方式4所涉及的三轴角速度传感器的测量值与由三轴加速度传感器得出的计算值的关系的图。

图10是表示本发明的实施方式4所涉及的三轴角速度传感器的测量值与由三轴加速度传感器得出的计算值的关系的图。

图11是表示本发明的实施方式4所涉及的三轴角速度传感器的测量值与由三轴加速度传感器得出的计算值的关系的图。

图12是用于说明车体坐标系的定义的图。

图13是用于说明传感器坐标系的定义的图。

图14是用于说明俯仰方向安装角的计算的课题的图。

图15是用于说明俯仰方向安装角的计算的课题的图。

图16是用于说明俯仰方向安装角的计算的课题的图。



图17是用于说明俯仰方向安装角的计算的课题的图。

图18是用于说明翻滚方向安装角的计算的课题的图。

图19是用于说明翻滚方向安装角的计算的课题的图。

图20是用于说明翻滚方向安装角的计算的课题的图。

图21是用于说明翻滚方向安装角的计算的课题的图。

图22是用于说明偏航方向安装角的计算的课题的图。

图23是用于说明偏航方向安装角的计算的课题的图。

图24是表示本发明的实施方式1所涉及的定位系统的结构的一个示例的框图。

## 具体实施方式

[0013] 下面,基于附图,说明本发明的实施方式。

[0014] 另外,本实施方式中,使用图12所示的车体坐标系以及图13所示的传感器坐标系来进行说明。

[0015] <首先>

在说明本发明的实施方式之前,对定位装置的安装角倾斜的情况详细进行说明。

[0016] 定位装置中,在使用检测轴向俯仰方向或偏航方向倾斜的角速度传感器及加速度传感器时,需要考虑以下角速度传感器及加速度传感器的各特性。

[0017] (1)角速度传感器(或加速度传感器)测量作用于检测轴的角速度(或加速度),但若检测轴倾斜,则作用于该检测轴的角速度(或加速度)的灵敏度根据倾斜角度而下降,反之,存在于倾斜方向的其他轴的灵敏度将变高。即,检测出根据角速度传感器(或加速度传感器)的安装角而分配给各轴的角速度(或加速度)。

[0018] (2)在使用三轴的角速度传感器(以下称为三轴角速度传感器)或三轴的加速度传感器(以下称为三轴加速度传感器)的情况下,通过使用欧拉角或四元数(quaternion)的公式,能够变换成三轴角速度传感器或三轴加速度传感器旋转了任意的安装角时的传感器输出。但是,在使用二轴或单轴的角速度传感器或加速度传感器的情况下,由于无法测量出应在未设置的测量轴上进行测量的角速度或加速度,因此,若未设定限定条件,则无法变换(恢复)成任意的安装角下的传感器输出。

[0019] (3)关于角速度传感器,由于在停车中不产生角速度,因此能够基于停车中的传感器输出来求出零点。

[0020] (4)关于加速度传感器,若加速度传感器倾斜,则会受到与倾斜角度相应的重力的影响,因此,能够基于停车中的传感器输出来推定加速度传感器的倾斜角度。然而,由于无法区分加速度传感器的倾斜是因道路的倾斜而导致、是因定位装置的壳体的安装角而导致、还是因传感器输出的变动发生温度漂移而导致,因此,无法基于停车中的传感器输出来准确地求出零点。

[0021] 为了呈现出车辆的位置及姿态角等,需要确定正交三轴坐标系。关于正交三轴坐标系中的X轴、Y轴及Z轴,提出了多种定义。本发明中,如图12所示,将下述坐标系定义为车体坐标系,即:将车辆的前后方向设为 $X_B$ 轴方向、将与车辆的前后方向正交的左右方向(法线方向)设为 $Y_B$ 轴方向、并将相对于车辆的X-Y平面在上下方向上正交的方向设为 $Z_B$ 轴方向。另外,各轴上所标注的字符“B”表示“本体坐标系(Body Frame)”。此外, $A_{BX}$ 、 $A_{BY}$ 、 $A_{BZ}$ 表示各

轴方向的加速度,  $\omega_{\text{Roll}}$ 、 $\omega_{\text{Pitch}}$ 、 $\omega_{\text{Yaw}}$ 表示各轴方向的角速度。

[0022] 此外,如图13所示,在定位装置的壳体以预先确定的安装角倾斜地设置于车体的情况下,传感器检测轴(Xs轴、Ys轴、Zs轴)分别相对于车体坐标系的XB轴、YB轴、ZB轴倾斜翻滚方向的安装角即翻滚方向安装角 $\phi_{\text{roll}}$ 、俯仰方向的安装角即俯仰方向安装角 $\phi_{\text{pitch}}$ 、以及偏航方向的安装角即偏航方向安装角 $\phi_{\text{yaw}}$ 。本发明中,将传感器检测轴(Xs轴、Ys轴、Zs轴)的坐标系定义为传感器坐标系,与车体坐标系相区分。

[0023] 若已知翻滚方向安装角、俯仰方向安装角、以及翻滚方向安装角,则根据式(1),能够求出从车体坐标系坐标变换成传感器坐标系的欧拉坐标变换矩阵 $C_B^S$ 。此外,通过将利用式(1)求得的坐标变换矩阵 $C_B^S$ 应用于式(2),从而能够将车体坐标系的测量量 $M_B$ 坐标变换成传感器坐标系的测量量 $M_s$ 。这里,测量量是指与计算目的相对应的姿态角或加速度等。

[数学式1]

$$C_B^S = \begin{pmatrix} \cos\phi_y \cdot \cos\phi_p & \sin\phi_y \cdot \cos\phi_p & -\sin\phi_p \\ \cos\phi_y \cdot \sin\phi_p \cdot \sin\phi_r - \sin\phi_y \cdot \cos\phi_r & \sin\phi_y \cdot \sin\phi_p \cdot \sin\phi_r + \cos\phi_y \cdot \cos\phi_r & \cos\phi_p \cdot \sin\phi_r \\ \cos\phi_y \cdot \sin\phi_p \cdot \cos\phi_r + \sin\phi_y \cdot \sin\phi_r & \sin\phi_y \cdot \sin\phi_p \cdot \cos\phi_r - \cos\phi_y \cdot \sin\phi_r & \cos\phi_p \cdot \cos\phi_r \end{pmatrix} \dots (1)$$

[数学式2]

$$M_s = C_B^S \cdot M_B \dots (2)$$

[0024] 同样地,若已知翻滚方向安装角、俯仰方向安装角、以及翻滚方向安装角,则根据式(3),能够求出从传感器坐标系坐标变换成车体坐标系的欧拉坐标变换矩阵 $C_s^B$ 。此外,通过将利用式(3)求得的坐标变换矩阵 $C_s^B$ 应用于式(4),从而能够将传感器坐标系的测量量 $M_s$ 坐标变换成车体坐标系的测量量 $M_B$ 。

[数学式3]

$$C_s^B = \begin{pmatrix} \cos\phi_y \cdot \cos\phi_p & \cos\phi_y \cdot \sin\phi_p \cdot \sin\phi_r - \sin\phi_y \cdot \cos\phi_r & \cos\phi_y \cdot \sin\phi_p \cdot \cos\phi_r + \sin\phi_y \cdot \sin\phi_r \\ \sin\phi_y \cdot \cos\phi_p & \sin\phi_y \cdot \sin\phi_p \cdot \sin\phi_r + \cos\phi_y \cdot \cos\phi_r & \sin\phi_y \cdot \sin\phi_p \cdot \cos\phi_r - \cos\phi_y \cdot \sin\phi_r \\ -\sin\phi_p & \cos\phi_p \cdot \sin\phi_r & \cos\phi_p \cdot \cos\phi_r \end{pmatrix} \dots (3)$$

[数学式4]

$$M_B = C_s^B \cdot M_s \dots (4)$$

[0025] 另外,有时也采用式(5)~式(9)所示的使用了四元数的坐标变换矩阵,以取代上述的欧拉坐标变换。

[数学式5]

$$q_0 = \cos(\phi_y/2) \cdot \cos(\phi_p/2) \cdot \cos(\phi_r/2) + \sin(\phi_y/2) \cdot \sin(\phi_p/2) \cdot \sin(\phi_r/2) \dots (5)$$

$$q_1 = \cos(\phi_y/2) \cdot \cos(\phi_p/2) \cdot \sin(\phi_r/2) - \sin(\phi_y/2) \cdot \sin(\phi_p/2) \cdot \cos(\phi_r/2) \dots (6)$$

$$q_2 = \cos(\phi_y/2) \cdot \sin(\phi_p/2) \cdot \cos(\phi_r/2) + \sin(\phi_y/2) \cdot \cos(\phi_p/2) \cdot \sin(\phi_r/2) \dots (7)$$

$$q_3 = \sin(\phi_y/2) \cdot \cos(\phi_p/2) \cdot \cos(\phi_r/2) - \cos(\phi_y/2) \cdot \sin(\phi_p/2) \cdot \sin(\phi_r/2) \dots (8)$$

$$C_{S0}^S = \begin{pmatrix} a_0^2 + a_1^2 - a_2^2 - a_3^2 & 2(a_1 \cdot a_2 - a_0 \cdot a_3) & 2(a_1 \cdot a_3 + a_0 \cdot a_2) \\ 2(a_1 \cdot a_2 + a_0 \cdot a_3) & a_0^2 - a_1^2 + a_2^2 - a_3^2 & 2(a_2 \cdot a_3 - a_0 \cdot a_1) \\ 2(a_1 \cdot a_3 - a_0 \cdot a_2) & 2(a_2 \cdot a_3 + a_0 \cdot a_1) & a_0^2 - a_1^2 - a_2^2 + a_3^2 \end{pmatrix} \cdots (9)$$

[0026] 以往,在上述专利文献1~3中,公开了分别使用上述式(1)~式(4)的坐标变换式来计算定位装置的安装角的技术。

[0027] 在专利文献1中,成为以图12所示的车体坐标系的X轴为中心旋转了90度后的车体坐标系。此外,前后方向(前为正极性)、上下方向(下为正极性)、左右方向(左为正极性)分别对应于车体坐标系的X轴、Y轴、Z轴(专利文献1:图3)。在专利文献1中,以在车辆的车速信号不连接至定位装置的情况下推定本车位置为目的,将定位装置安装于车体,以使得能够使用二轴以上的加速度传感器来检测车辆的前后加速度。以下,简单说明专利文献1中加速度传感器的输出的零点、以及定位装置的安装角的计算。

[0028] 首先,对零点的计算方法进行说明。

[0029] 基于三轴加速度传感器的输出信号的波形是否变动了预先确定的电平以上,来判断车辆是处于行驶中还是停车中(专利文献1:图3)。在判断为停车中的情况下,存储加速度传感器的各轴的输出以作为该各轴的零点,之后,从加速度传感器的各轴的输出减去零点,从而得到各轴的加速度(Ax,Ay,Az) [m/s<sup>2</sup>] (专利文献1:段落[0020]~[0027])。

[0030] 接着,对俯仰方向安装角的计算方法进行说明。

[0031] 在检测出零点之后在水平面上进行了停车(A=0)时,根据式(10)计算出俯仰方向安装角 $\theta_{sz}$ (专利文献1:段落[0036]~[0038])。

[数学式6]

$$A_x = A \cdot \cos \theta_{sz} - G \cdot \sin \theta_{sz} \cdots (10)$$

$$\theta_{sz} = -\sin^{-1}(A_x/G)$$

[0032] 此外,当在倾斜( $\theta_{rz}$ )的道路上进行了停车(A=0)时,若俯仰方向安装角 $\theta_{sz}$ 为0,则根据式(11)计算出道路倾斜角( $\theta_{rz}$ ) (专利文献1:段落[0033]~[0035])。

[数学式7]

$$A_x = A - G \cdot \sin \theta_{rz} \cdots (11)$$

$$\theta_{rz} = -\sin^{-1}(A_x/G)$$

[0033] 另外,当加速度传感器以俯仰方向安装角 $\theta_{sz}$ 安装于车体时,并在倾斜( $\theta_{rz}$ )的道路上进行行驶的情况下,由于无法直接求出俯仰方向安装角 $\theta_{sz}$ ,因此,使用在停车中(A=0)存储于地图存储器的道路倾斜角 $\theta_{rz}$ ,并根据式(12)来计算出俯仰方向安装角 $\theta_{sz}$ (专利文献1:段落[0041]~[0045],[0088])。

[数学式8]

$$A_x = A \cdot \cos \theta_{sz} - G \cdot \sin(\theta_{rz} + \theta_{sz}) \cdots (12)$$

$$\theta_{sz} = -\sin^{-1}(A_x/G) - \theta_{rz}$$

[0034] 接着,对翻滚方向安装角的计算方法进行说明。

[0035] 与俯仰方向安装角 $\theta_{sz}$ 同样,使用存储于地图存储器的道路倾斜角 $\theta_{rx}$ ,在停车中根据式(13)计算出翻滚方向安装角 $\theta_{sx}$ 。

[数学式9]

$$A_z = A \cdot \cos\theta_{sx} - G \cdot \sin(\theta_{rx} + \theta_{sx}) \cdots (13)$$

$$\theta_{sx} = -\sin^{-1}(A_z/G) - \theta_{rx}$$

[0036] 接着,对偏航方向安装角的计算方法进行说明。

[0037] 在直线行驶中通过对式(14)及式(15)的联立方程式进行求解,从而同时计算出前后加速度A和偏航方向安装角 $\theta_{sy}$ 。

[数学式10]

$$A_x = A \cdot \cos\theta_{sy} \cdots (14)$$

$$A_z = -A \cdot \sin\theta_{sy} \cdots (15)$$

[0038] 此外,根据对直线行驶中加速度传感器的输出 $A_x$ 进行积分后得到的速度 $V_x$ 与GPS速度 $V_{GPS}$ 的关系,通过式(16)和式(17)计算出偏航方向安装角 $\theta_y$ (专利文献1:段落[0051]~[0057])。

[数学式11]

$$V_x = V_{GPS} \cdot \cos\theta_{sy} \cdots (16)$$

$$\theta_{sy} = -\cos^{-1}(V_x/V_{GPS}) \cdots (17)$$

[0039] 此外,在专利文献2中,成为与图12所示的车体坐标系相同的车体坐标系(专利文献2:图2)。专利文献2中,具备使用里程表(车轮转速)及二轴角速度传感器(偏航率、俯仰率)的第1自主定位运算部、以及使用三轴加速度传感器的第2自主定位运算部(专利文献2:图1)。根据第1自主定位运算部和第2自主定位运算部各自的自主定位结果的差异,求出里程表的比例系数(scale factor)误差及定位装置的安装角误差。第1自主定位运算部和第2自主定位运算部中对这些误差进行修正。下面,简单说明专利文献2中安装角误差的计算方法。

[0040] 第1自主定位运算部通过式(18)由里程表(车轮转速 $n$ )计算出速度 $V_1$ 和移动距离 $L_1$ ,对二轴角速度(偏航率 $\omega_y$ 、俯仰率 $\omega_p$ )进行积分从而计算出方位角 $\theta_y$ 和俯仰角 $\theta_p$ 。

[数学式12]

$$V_1 = n(\text{rpm}) \cdot SF, L_1 = \int V_1 dt \cdots (18)$$

[0041] 此外,第1自主定位运算部使用速度 $V_1$ 、方位角 $\theta_y$ 、以及俯仰角 $\theta_p$ ,并根据式(19)~(22)来计算出各种移动距离。

[数学式13]

$$V_{H1} = V_1 \cdot \cos\theta_p, L_{H1} = \int V_{H1} dt \cdots (19)$$

$$V_{V1} = V_1 \cdot \sin\theta_p, L_{V1} = \int V_{V1} dt \cdots (20)$$

$$V_{HE1} = V_{H1} \cdot \sin\theta_y, L_{HE1} = \int V_{HE1} dt \cdots (21)$$

$$V_{HN1} = V_{H1} \cdot \cos\theta_y, L_{HN1} = \int V_{HN1} dt \cdots (22)$$

[0042] 第2自主定位运算部根据三轴加速度传感器测量出的加速度( $A_{sx}, A_{sy}, A_{sz}$ ),通过式(23)计算出速度 $V_2$ 和移动距离 $L_2$ 。

[数学式14]

$$V_2 = \int \sqrt{(A_{sx}^2 + A_{sy}^2 + A_{sz}^2)} dt, L_2 = \int V_2 dt \cdots (23)$$

[0043] 此外,第2自主定位运算部使用速度 $V_2$ 、方位角 $\theta_y$ 、以及俯仰角 $\theta_p$ ,并根据式(24)~(28)来计算出各种移动距离。

[数学式15]

$$A_{HX} = A_{SX} \cdot \cos\theta_p + A_{SZ} \cdot \sin\theta_p \cdots (24)$$

$$V_{HZ} = \int \sqrt{(A_{HX}^2 + A_{SY}^2)} dt, L_{HZ} = \int V_{HZ} dt \cdots (25)$$

$$V_{V2} = \int (A_{SX} \cdot \sin\theta_p - A_{SZ} \cdot \cos\theta_p) dt, L_{V2} = \int V_{V2} dt \cdots (26)$$

$$V_{HE2} = \int (A_{HX} \cdot \sin\theta_y + A_{SY} \cdot \cos\theta_y) dt, L_{HE2} = \int V_{HE2} dt \cdots (27)$$

$$V_{HN2} = \int (A_{HX} \cdot \cos\theta_y - A_{SY} \cdot \sin\theta_y) dt, L_{HN2} = \int V_{HN2} dt \cdots (28)$$

[0044] 第1自主定位运算部和第2自主定位运算部基于各种移动距离,通过式(29)~(31)计算出比例系数误差 $\delta SF$ 、俯仰方向安装角误差 $\delta\theta_p$ 、以及偏航方向安装角误差 $\delta\theta_y$ ,并通过式(32)~(34)对比例系数 $SF$ 、俯仰方向安装角 $\theta_p$ 、以及偏航方向安装角 $\theta_y$ 进行修正。

[数学式16]

$$\delta SF = (L_1 - L_2) / L_1 \cdots (29)$$

$$\delta\theta_p = \tan^{-1}(L_{V1}/L_{H1}) - \tan^{-1}(L_{V2}/L_{H2}) \cdots (30)$$

$$\delta\theta_y = \tan^{-1}(L_{HE1}/L_{HN1}) - \tan^{-1}(L_{HE2}/L_{HN2}) \cdots (31)$$

[数学式17]

$$SF = SF(1 - \delta SF) \cdots (32)$$

$$\theta_p = \theta_p - \delta\theta_p \cdots (33)$$

$$\theta_y = \theta_y - \delta\theta_y \cdots (34)$$

[0045] 专利文献3中,成为与图12所示的车体坐标系仅在Z轴的极性上不同的车体坐标系。此外,前后方向(前为正极性)、左右方向(右为正极性)、上下方向(上为正极性)分别对应于X轴、Y轴、Z轴(专利文献3:图2)。专利文献3中,与专利文献1同样,以在车辆的车速信号不连接至定位装置的情况下推定本车位置为目的,设想了频繁反复地进行装置的拆卸及设置,从而安装角每次均不同的状况。专利文献3中,具备单轴角速度传感器、三轴加速度传感器、以及GPS接收机。以下,简单说明专利文献3中加速度传感器的输出的零点、以及装置的安装角的计算。

[0046] 首先,对零点的计算方法进行说明。

[0047] 在一定时间(例如、3秒)内三轴加速度传感器的输出收敛到任意的偏差范围内的情况下,判断为停车中,在没有收敛到任意的偏差范围内的情况下判断为行驶中。在判断为停车中的情况下,求出加速度传感器的各轴的输出的平均值,并保持该平均值作为零点( $A_{SXbias}$ 、 $A_{SYbias}$ 、 $A_{SZbias}$ )直到在不同地点进行了停车时再次求出平均值。此外,零点误差根据温度、道路倾斜而变化(专利文献3:段落[0048]~[0058])。

[0048] 接着,对俯仰方向安装角的计算方法进行说明。

[0049] 加速度传感器由于受到温度漂移导致的零点的变动及重力的影响,因此限定于从发车起10m以内计算出俯仰方向安装角。在偏航方向安装角及翻滚方向安装角较小的情况下,根据式(35)~(37)简单计算出俯仰方向安装角 $\theta_p$ (专利文献3:段落[0061]~[0065])。另外,A表示车辆的前后加速度。

[数学式18]

$$\Delta A_X = A_{SX} - A_{SXbias} = A_{BX} \cdot \sin\theta_p \cdots (35)$$

$$\Delta A_Z = A_{SZ} - A_{SZbias} = A_{BX} \cdot \cos\theta_p \cdots (36)$$

$$\theta_p = \tan^{-1}(\Delta A_x / \Delta A_z) \cdots (37)$$

[0050] 接着,对偏航方向安装角的计算方法进行说明。

[0051] 在与计算俯仰方向安装角相同的定时,计算出偏航方向安装角。在俯仰方向安装角及翻滚方向安装角较小的情况下,根据式(38)~(40)简单计算出偏航方向安装角 $\theta_y$ (专利文献3:段落[0065])。

[数学式19]

$$\Delta A_x = A_{sx} - A_{sx\text{bias}} = A_{BX} \cdot \cos\theta_y \cdots (38)$$

$$\Delta A_y = A_{sz} - A_{sz\text{bias}} = -A_{BX} \cdot \sin\theta_y \cdots (39)$$

$$\theta_y = \tan^{-1}(-\Delta A_y / \Delta A_x) \cdots (40)$$

[0052] 接着,对翻滚方向安装角的计算方法进行说明。

[0053] 基于由GPS速度和单轴角速度传感器得出的偏航率计算离心力,若离心力在一定以上,则计算出翻滚方向安装角。在偏航方向安装角及俯仰方向安装角较小的情况下,根据式(41)~(43)简单计算出翻滚方向安装角 $\theta_r$ (专利文献3:段落[0066]~[0074])。

[数学式20]

$$\Delta A_y = A_{sz} - A_{sz\text{零点}} = A_{BY} \cdot \cos\theta_r \cdots (41)$$

$$\Delta A_z = A_{sz} - A_{sz\text{零点}} = -A_{BY} \cdot \sin\theta_r \cdots (42)$$

$$\theta_r = -\tan^{-1}(\Delta A_z / \Delta A_y) \cdots (43)$$

[0054] 接着,对安装角的修正进行说明。

[0055] 若两个以上的安装角在阈值(例如,5度)以上,则根据阈值以上的安装角的组合来对安装角进行修正。例如,在翻滚方向安装角为0、偏航方向安装角及俯仰方向安装角为阈值以上的情况下,在直线行驶时通过式(44)~(47)来修正偏航方向安装角(专利文献3:段落[0066]~[0081])。

[数学式21]

$$\Delta A_x = A_{BX} (\cos\theta_y \cdot \cos\theta_p) \cdots (44)$$

$$\Delta A_y = A_{BX} (\cos\theta_y \cdot \sin\theta_p \cdot \sin\theta_r - \sin\theta_y \cdot \cos\theta_r) \cdots (45)$$

$$\Delta A_z = A_{BX} (\cos\theta_y \cdot \sin\theta_p \cdot \cos\theta_r + \sin\theta_y \cdot \sin\theta_r) \cdots (46)$$

$$\theta_y = -\tan^{-1}(\Delta A_y / \Delta A_x \cdot \cos\theta_p) \cdots (47)$$

[0056] <课题1>

以往,由于加速度传感器检测重力的影响,因此,能够基于停车时的加速度传感器的各轴的输出,来推定加速度传感器在俯仰方向上倾斜的角度。然而,难以区分并判断加速度传感器发生倾斜的理由是道路的倾斜、是装置的安装角、还是温度漂移产生的传感器的输出的变动。换言之,若已知车辆存在于水平面上,则即使在图14和图16所示的任一情况下,也能够根据停车时及水平面等速行驶时的加速度传感器的输出来求出零点,并根据该零点求出俯仰方向安装角(例如,参照图17)。但是,在不了解车辆存在于水平面上这一情况时,如图15所示,车辆有可能存在于倾斜面上,因此,无法根据加速度传感器的输出求出零点。因此,以往,存在对车辆是否存在于水平面上进行判断的课题。此外,如图18~21所示,在翻滚方向上也存在与上述俯仰方向相同的课题。

[0057] 针对上述课题,在专利文献1和专利文献3中的加速度传感器的零点的计算中存在下述问题。即,由于在没有特别设定有效条件的情况下根据停车中的加速度传感器的输出

来求出零点,因此,并不能够解决上述问题。此外,虽然因温度漂移导致在行驶中零点有可能发生变动,但并不能认为与该温度漂移相对应。

[0058] 此外,针对上述课题,专利文献1中进行的俯仰方向和翻滚方向的安装角的计算具有以下问题。

[0059] (1) 在计算出零点之后的停车时,当车辆停在水平面上时根据加速度传感器的输出求出安装角。然而,并没有公开如下方法:在因温度漂移而导致零点发生了变动的情况下,将零点的变动和安装角区分开来计算。

[0060] (2) 由于没有公开正确地对车辆是否存在于水平面上进行判断的方法,因此,并不能认为安装角的计算精度较高。

[0061] (3) 使用地图数据中所包含的道路倾斜角或道路侧倾角(bank angle)来计算安装角。然而,在未能正确地进行地图匹配时,或者在道路外、或在道路倾斜角及道路侧倾角没有包含在道路数据中的道路中,无法计算出安装角。

[0062] (4) 由于道路倾斜角及道路侧倾角是数据化后的区间的平均角度,并与停车地点的角度具有微妙的差异,因此,并不能认为安装角的检测精度较高。

[0063] 此外,针对上述课题,专利文献2中进行的俯仰方向和翻滚方向的安装角的计算具有以下问题。

[0064] (1) 基于使用里程表和二轴角速度传感器的第1自主定位运算部、以及使用三轴加速度传感器的第2自主定位运算部中的各定位结果(各种移动距离)的差异,来求出俯仰方向安装角。但是,若以对加速度进行两次积分后得到的移动距离为基准,则积分误差会导致安装角的误检测的风险提高。

[0065] (2) 由于没有公开在使用角速度传感器和加速度传感器时,对温度漂移进行修正的有效的结构,因此,随着时间经过,安装角的计算精度下降的风险提高。

[0066] (3) 在使用积分误差较小的高精度的加速度传感器、温度漂移较小的角速度传感器或加速度传感器的情况下,成本增加。此外,无法计算出翻滚方向安装角。

[0067] 此外,针对上述课题,专利文献3中进行的俯仰方向和翻滚方向的安装角的计算具有以下问题。

[0068] (1) 公开了以下情况:在发车后到行驶一定距离为止的期间内计算出俯仰方向安装角,在产生预先确定的阈值以上的离心力的旋转中计算出翻滚方向安装角。但是,在这种计算条件下,可以认为在没有明确的左转右转而维持行驶的期间,无法正确地计算出安装角。

[0069] (2) 由于安装角的计算中所使用的计算式是简单的计算式,因此,并不能认为计算精度较高。此外,并未公开在俯仰方向和翻滚方向均大幅倾斜地进行安装的情况下的应对。

[0070] <课题2>

在俯仰方向和翻滚方向的安装角的计算后,在水平面行驶时,即使是图22和图23的任一状态,也能同样地测量偏航率,因此,无法根据偏航率计算出偏航方向安装角。

[0071] 针对这类课题,专利文献1、2、3中进行的偏航方向安装角的计算具有以下问题。

[0072] (1) 如上述的课题1中所述,并不能认为加速度传感器的零点、俯仰方向及翻滚方向的安装角的计算精度足够高。此外,无法正确地判断水平面上的行驶。因此,若在包含有这种误差的状态下计算偏航方向安装角,则该偏航方向安装角也会产生误差。

[0073] (2) 专利文献1中,还公开了使用GPS速度的方法,但并未公开GPS速度的精度下降的情况下的应对,因此存在下述问题,即:与GPS速度的误差相联动地,在偏航方向安装角中产生误差。

[0074] (3) 专利文献2中,具有与上述课题1中所述的问题相同的问题。

[0075] (4) 专利文献1、2、3中,公开了根据加速度传感器的输出来计算偏航方向安装角的情况,但由于未利用其他传感器的输出来验证该计算结果,因此存在无法抑制计算精度的下降或错误计算的问题。

[0076] <实施方式1>

首先,对本发明的实施方式1所涉及的定位装置的结构进行说明。另外,设为定位装置是设置于移动体即车辆(以下,也称为本车)的装置。

[0077] 图1是表示定位装置的结构的一个示例的框图。

[0078] 如图1所示,定位装置包括GNSS接收机1、速度传感器2、三轴加速度传感器3、三轴角速度传感器4以及控制部5。

[0079] GNSS接收机1接收来自GPS(Global Positioning System:全球定位系统)卫星的电波,对设置有GNSS接收机1的车辆的车辆位置(当前位置)进行定位。GNSS接收机1在输出位置、方位、以及三轴速度(前后方向速度、左右方向速度、上下方向速度)等定位结果的同时,还输出定位计算中所使用的各GPS卫星的Raw(原始)数据(卫星轨道(星历)、对GPS卫星与本车间的电波传输时间进行换算后得到的疑似距离、卫星电波的多普勒移频等)。

[0080] 速度传感器2输出与车辆的移动距离相对应的脉冲信号。三轴加速度传感器3按预先确定的周期输出传感器坐标系中三轴的加速度即三轴加速度(X轴加速度、Y轴加速度、Z轴加速度)。三轴角速度传感器4按预先确定的周期输出传感器坐标系中三轴的角速度即三轴角速度(翻滚率、俯仰率、偏航率)。

[0081] 控制部5包括距离测量部51、三轴加速度传感器零点计算部52、三轴加速度计算部53、三轴角速度传感器零点计算部54、三轴角速度计算部55、装置壳体安装角计算部56、三轴加速度坐标变换部57、三轴角速度坐标变换部58、以及本车位置推定部59。

[0082] 控制部5基于GNSS接收机1、速度传感器2、三轴加速度传感器3、以及三轴角速度传感器4的输出,计算本车的位置、方位及速度等(以下,也称为本车位置信息)。即使在车体坐标系中定位装置倾斜地设置于车体的情况下,控制部5也计算出三轴的安装角(绕X轴旋转的翻滚方向安装角、绕Y轴旋转的俯仰方向安装角、绕Z轴旋转的偏航方向安装角),基于该计算出的安装角,将传感器坐标系的角速度和加速度变换成车体坐标系的角速度和加速度,并将它们用于本车位置信息的计算。另外,GNSS接收机1基于利用GNSS天线接收卫星电波而得到的原始数据来计算本车位置信息,特别地,也将此时计算出的本车位置信息称为GPS定位结果。

[0083] 距离测量部51基于在每个预先确定的周期由速度传感器2测量出的脉冲信号,来计算车辆每时每刻的移动距离、速度、以及前后加速度。

[0084] 三轴加速度传感器零点计算部52计算出传感器坐标系中车辆在水平面上等速直线行驶(水平面等速直线行驶)时的三轴加速度传感器3中各轴的输出,以作为零点。三轴加速度计算部53从三轴加速度传感器3的输出中减去由三轴加速度传感器零点计算部52计算出的零点。



[0085] 三轴角速度传感器零点计算部54计算出传感器坐标系中没有产生角速度的停车时的三轴角速度传感器4中各轴的输出,以作为零点。三轴角速度计算部55从三轴角速度传感器4的输出中减去由三轴角速度传感器零点计算部54计算出的零点。

[0086] 装置壳体安装角计算部56计算三轴的安装角(翻滚方向安装角、俯仰方向安装角、偏航方向安装角)。三轴加速度坐标变换部57基于由装置壳体安装角计算部56计算出的三轴的安装角,将三轴加速度计算部53的输出坐标变换成车体坐标系。三轴角速度坐标变换部58基于由装置壳体安装角计算部56计算出的三轴的安装角,将三轴角速度计算部55的输出坐标变换成车体坐标系。本车位置推定部59每隔预先确定的时间对本车的位置、方位、姿态角、以及速度等进行推定。

[0087] 图2是表示定位装置的硬件结构的一个示例的框图。

[0088] 定位装置中的距离测量部51、三轴加速度传感器零点计算部52、三轴加速度计算部53、三轴角速度传感器零点计算部54、三轴角速度计算部55、装置壳体安装角计算部56、三轴加速度坐标变换部57、三轴角速度坐标变换部58、以及本车位置推定部59的功能由处理电路来实现。即,定位装置具备用于实现下述功能的处理电路,即:计算车辆每时每刻的移动距离、速度及前后加速度,计算车辆进行水平面等速直线行驶时的三轴加速度传感器3中各轴的输出以作为零点,从三轴加速度传感器3的输出中减去由三轴加速度传感器零点计算部52计算出的零点,计算没有产生角速度的停车时的三轴角速度传感器4中各轴的输出以作为零点,从三轴角速度传感器4的输出中减去由三轴角速度传感器零点计算部54计算出的零点,计算三轴的安装角,将三轴加速度计算部53的输出坐标变换成车体坐标系,将三轴角速度计算部55的输出坐标变换成车体坐标系,并推定本车的位置、方位、姿态角、以及速度等。处理电路是执行存储器7中所存储的程序的处理器6(也称为中央处理装置、处理装置、运算装置、微处理器、微型计算机、DSP(Digital SignalProcessor:数字信号处理器))。

[0089] 定位装置中的距离测量部51、三轴加速度传感器零点计算部52、三轴加速度计算部53、三轴角速度传感器零点计算部54、三轴角速度计算部55、装置壳体安装角计算部56、三轴加速度坐标变换部57、三轴角速度坐标变换部58、以及本车位置推定部59的各功能由软件、固件、或软件和固件的组合来实现。软件或固件以程序的形式来表述,并储存于存储器7。处理电路读取储存于存储器7的程序并执行,由此来实现各部分的功能。即,定位装置具备用于存储最终可执行下述步骤的程序的存储器7,即:计算车辆每时每刻的移动距离、速度及前后加速度的步骤;计算车辆进行水平面等速直线行驶时的三轴加速度传感器3中各轴的输出来作为零点的步骤;从三轴加速度传感器3的输出中减去由三轴加速度传感器零点计算部52计算出的零点的步骤;计算没有产生角速度的停车时的三轴角速度传感器4中各轴的输出来作为零点的步骤;从三轴角速度传感器4的输出中减去由三轴角速度传感器零点计算部54计算出的零点的步骤;计算三轴的安装角的步骤;将三轴加速度计算部53的输出坐标变换成车体坐标系的步骤;将三轴角速度计算部55的输出坐标变换成车体坐标系的步骤;以及推定本车的位置、方位、姿态角、以及速度等的步骤。此外,也可认为这些程序使计算机执行距离测量部51、三轴加速度传感器零点计算部52、三轴加速度计算部53、三轴角速度传感器零点计算部54、三轴角速度计算部55、装置壳体安装角计算部56、三轴加速度坐标变换部57、三轴角速度坐标变换部58、以及本车位置推定部59的工作步骤或方法。这

里,存储器例如指RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)、ROM(Read Only Memory:只读存储器)、闪存、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory:可擦写可编程只读存储器)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read OnlyMemory:电可擦写可编程只读存储器)等非易失性或易失性的半导体存储器、磁盘、软盘、光盘、CD、小型磁盘、DVD(Digital Versatile Disk:数字通用光盘)等。

[0090] 接着,对定位装置的动作进行说明。

[0091] 图3是表示定位装置的动作的一个示例的流程图。另外,图3所示的动作按预先确定的周期进行。

[0092] 在步骤S101中,控制部5判断本周期中是否需要初始化。在需要初始化的情况下,转移至步骤S102。另一方面,在不需要初始化的情况下,转移至步骤S103。

[0093] 在步骤S102中,控制部5对定位处理进行初始化。

[0094] 在步骤S103中,距离测量部51将本周期中由速度传感器2测量出的脉冲信号数与换算成距离的系数相乘,从而计算出移动距离,根据移动距离的微分计算出速度,并根据速度的微分计算出前后加速度。

[0095] 在步骤S104中,控制部5基于步骤S103中由距离测量部51计算出的速度,对车辆是否处于停车中进行判断。在处于停车中的情况下,转移至步骤S105。另一方面,在不处于停车中(即,处于行驶中)的情况下,转移至步骤S106。

[0096] 在步骤S105中,三轴角速度传感器零点计算部54针对停车中三轴角速度传感器4输出的角速度(翻滚率、俯仰率、偏航率),计算没有产生预先确定的阈值以上的角速度时的角速度,以作为三轴角速度传感器4输出的角速度的零点。

[0097] 在步骤S106中,三轴角速度计算部55对从行驶中由三轴角速度传感器4输出的角速度中减去由三轴角速度传感器零点计算部54计算出的角速度的零点后得到的角速度进行时间积分,并计算时间积分后的数值以作为传感器坐标系的姿态角(翻滚角、俯仰角、偏航角)。

[0098] 在步骤S107中,三轴加速度传感器零点计算部52判断装置壳体安装角计算部56对俯仰方向安装角和翻滚方向安装角的计算是否完成。在装置壳体安装角计算部56对俯仰方向安装角和翻滚方向安装角的计算已完成的情况下,转移至步骤S110。另一方面,在装置壳体安装角计算部56对俯仰方向安装角和翻滚方向安装角的计算没有完成的情况下,转移至步骤S108。

[0099] 在步骤S108中,三轴加速度传感器零点计算部52基于步骤S103中由距离测量部51计算出的速度,判断车辆是否处于停车中。在处于停车中的情况下,转移至步骤S109。另一方面,在没有处于停车中的情况下,转移至步骤S110。

[0100] 在步骤S109中,三轴加速度传感器零点计算部52确认在停车中三轴加速度传感器3输出的加速度的波形为恒定状态(收敛在预先确定的范围内),并计算此时的加速度,以作为传感器坐标系中三轴加速度传感器3输出的加速度的假定零点。

[0101] 在步骤S110中,三轴加速度传感器零点计算部52对是否从GNSS接收机1接收到定位结果进行判断。在接收到定位结果的情况下,转移至步骤S111。另一方面,在没有接收到定位结果的情况下,转移至步骤S113。

[0102] 在步骤S111中,三轴加速度传感器零点计算部52基于由GNSS接收机1计算出的定

位结果中所包含的三轴速度(前后方向速度、左右方向速度、上下方向速度)、由距离测量部51计算出的前后加速度、以及从三轴加速度传感器3输出的各轴的加速度,对车辆是否处于水平面等速直线行驶中进行判断。具体而言,若由GNSS接收机1计算出的定位结果中所包含的三轴速度(前后方向速度、左右方向速度、上下方向速度)、由距离测量部51计算出的前后加速度、以及从三轴加速度传感器3输出的各轴的加速度各自的变动在预先确定的阈值以下,则三轴加速度传感器零点计算部52判断车辆处于水平面等速直线行驶中。在车辆处于水平面等速直线行驶中的情况下,转移至步骤S112。另一方面,在车辆不处于水平面等速直线行驶中的情况下,转移至步骤S113。

[0103] 在步骤S112中,三轴加速度传感器零点计算部52计算从三轴加速度传感器3输出的加速度,以作为传感器坐标系中三轴加速度传感器3输出的加速度的零点。

[0104] 在步骤S113中,三轴加速度计算部53从行驶中由三轴加速度传感器3输出的加速度中减去由三轴加速度传感器零点计算部52计算出的加速度的零点(在步骤S109和步骤S112中计算出的零点),并计算由此得到的加速度,以作为传感器坐标系的加速度。

[0105] 在步骤S114中,装置壳体安装角计算部56计算定位装置的安装角。具体而言,当在步骤S112中三轴加速度传感器零点计算部52计算出零点( $A_{sXbias}$ 、 $A_{sYbias}$ 、 $A_{sZbias}$ )时,装置壳体安装角计算部56使用该零点,通过式(48)和式(49)计算出定位装置的壳体的俯仰方向安装角 $\Phi_p$ 和翻滚方向安装角 $\Phi_r$ 。

[数学式22]

$$\Phi_p = \tan^{-1} \left\{ -A_{sXbias} / \sqrt{(A_{sYbias}^2 + A_{sZbias}^2)} \right\} \quad \dots (48)$$

$$\Phi_r = \tan^{-1} \left\{ A_{sYbias} / \sqrt{(A_{sXbias}^2 + A_{sZbias}^2)} \right\} \quad \dots (49)$$

[0106] 并且,当在步骤S112中没有计算出零点,且在步骤S109中由三轴加速度传感器零点计算部52计算出假定零点(假定 $A_{sXbias}$ 、假定 $A_{sYbias}$ 、假定 $A_{sZbias}$ )时,装置壳体安装角计算部56使用该零点,通过式(50)和式(51)计算出定位装置的壳体的俯仰方向假定安装角 $\Phi_{p-tentative}$ 和翻滚方向假定安装角 $\Phi_{r-tentative}$ 。

[数学式23]

$$\Phi_{p-tentative} = \tan^{-1} \left\{ -\text{假定 } A_{sXbias} / \sqrt{(\text{假定 } A_{sYbias}^2 + \text{假定 } A_{sZbias}^2)} \right\} \quad \dots (50)$$

$$\Phi_{r-tentative} = \tan^{-1} \left\{ \text{假定 } A_{sYbias} / \sqrt{(\text{假定 } A_{sXbias}^2 + \text{假定 } A_{sZbias}^2)} \right\} \quad \dots (51)$$

[0107] 在步骤S115中,三轴角速度坐标变换部58如图4所示,基于步骤S114中由装置壳体安装角计算部56计算出的安装角(或者假定安装角),通过式(48)和式(49)(或者式(50)和式(51))将传感器坐标系的姿态角坐标变换成车体坐标系的姿态角。

[0108] 在步骤S116中,三轴加速度坐标变换部57基于步骤S114中由装置壳体安装角计算部56计算出的安装角(或者假定安装角),通过式(48)和式(49)(或者式(50)和式(51))将传感器坐标系的加速度坐标变换成车体坐标系的加速度。通过该坐标变换,以下事项成为可能。

[0109] (1) 能够综合传感器坐标系的 $Z_s$ 轴与车体坐标系的 $Z_B$ 轴,并能够恢复车体坐标系的偏航率。

[0110] (2) 能够基于车体坐标系的偏航率、以及由距离测量部51计算出的车体坐标系的

X<sub>B</sub>轴的速度,计算出法线加速度(左右加速度)。

[0111] (3)能够以前后加速度、左右加速度、重力、以及偏航率为基准,计算出偏航方向安装角(实施方式2之后将详细阐述)。

[0112] 在步骤S117中,本车位置推定部59更新本车位置。具体而言,本车位置推定部59在装置壳体安装角计算部56没有计算出所有的安装角的情况下,基于将步骤S106中由三轴角速度计算部55计算出的传感器坐标系的姿态角(翻滚角、俯仰角、偏航角)合成后的角度、以及步骤S103中由距离测量部51计算出的移动距离,来更新本车位置信息。

[0113] 此外,本车位置推定部59在装置壳体安装角计算部56仅仅没有计算出偏航方向安装角的情况下,基于移动距离和车体坐标系的偏航角来更新二维的本车位置信息。

[0114] 此外,本车位置推定部59在装置壳体安装角计算部56计算出偏航方向安装角的情况下,基于移动距离和车体坐标系的姿态角来更新三维的本车位置信息。

[0115] 在步骤S118中,本车位置推定部59对是否从GNSS接收机1接收到定位结果进行判断。在接收到定位结果的情况下,转移至步骤S119。另一方面,在没有接收到定位结果的情况下,结束处理。

[0116] 在步骤S119中,本车位置推定部59根据移动距离、姿态角、以及定位结果各自的预测误差,利用定位结果来适当修正本车位置信息。

[0117] 如上所述,根据本实施方式1,通过使用来自GNSS接收机1、速度传感器2、以及三轴加速度传感器3这些不同的检测单元的输出,从而即使在没有计算出安装角的情况下也能够对是否处于水平面等速直线行驶进行判断,因此,能够在行驶中高精度地计算出从传感器坐标系中的三轴加速度传感器输出的加速度的零点。由此,即使零点因温度漂移而发生变动,即使处于停车场这样的道路外,也能够迅速地计算(修正)零点。另外,若采用本申请发明的发明人在先公开的技术(日本专利第5606656号公报),则能够使用由GNSS接收机1计算出的可靠性更高的三轴的速度来对是否处于水平面等速直线行驶进行判断。

[0118] 此外,能够基于从三轴加速度传感器3输出的加速度的零点,计算出俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,并能将由三轴角速度传感器4输出的角速度从传感器坐标系变换成车体坐标系,因此,俯仰方向和翻滚方向的安装角的范围没有限制。使用按此方式计算出的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,当位于水平面或平缓的倾斜面时准确地计算出从传感器坐标系坐标变换成车体坐标系的姿态角中的特别是偏航角,因此,使用该偏航角更新得到的二维的本车位置也变得准确。

[0119] 另外,实施方式1中,说明了将GNSS接收机1设为接收GPS卫星的电波来对本车位置进行定位的装置,但并不限于此。GNSS接收机1不限于接收GPS卫星的电波,也可以设为接收例如GLONASS(Global Navigation Satellite System:全球导航卫星系统)卫星、BeiDou卫星(北斗卫星)、Galileo卫星、准天顶卫星等的电波来对本车位置进行定位。

[0120] 在上述中,说明了使用式(48)~(51),根据三轴加速度传感器3的各轴的输出零点或假定零点计算安装角的情况,但也可以替换为其他的计算式。

[0121] 上述水平面等速直线行驶的判断也可以使用本申请发明的发明人在先公开的技术(日本专利第5606656号公报)中的单轴加速度传感器的零点修正条件。

[0122] <实施方式2>

本发明的实施方式2中,装置壳体安装角计算部56进行的处理具有特点。其他结构及动

作与实施方式1相同,因此这里省略说明。

[0123] 图5是表示本发明的实施方式2所涉及的装置壳体安装角计算部56的动作的一个示例的流程图。另外,图5所示的动作对应于图3的步骤S114中的处理。

[0124] 在步骤S201中,装置壳体安装角计算部56判断三轴加速度传感器零点计算部52是否对传感器坐标系中三轴加速度传感器3输出的加速度的零点进行了更新(计算)。具体而言,在图3的步骤S112中,装置壳体安装角计算部56判断三轴加速度传感器零点计算部52是否对传感器坐标系中三轴加速度传感器3输出的加速度的零点进行了计算。在零点被更新的情况下,转移至步骤S202。另一方面,在零点未被更新的情况下,转移至步骤S203。

[0125] 在步骤S202中,装置壳体安装角计算部56使用由三轴加速度传感器零点计算部52计算出的加速度的零点,通过式(48)和式(49)计算出定位装置的壳体的俯仰方向安装角 $\phi_p$ 和翻滚方向安装角 $\phi_r$ 。

[0126] 在步骤S203中,装置壳体安装角计算部56接收三轴加速度传感器零点计算部52的计算结果,判断计算定位装置的壳体的安装角的准备是否已完成。具体而言,装置壳体安装角计算部56在以下四个条件全部得到满足的情况下判断为计算安装角的准备已完成。

[0127] (1) 传感器坐标系中三轴加速度传感器3输出的加速度的零点( $Asx_{bias}$ 、 $Asy_{bias}$ 、 $Asz_{bias}$ )的计算完成。

[0128] (2) 将三轴角速度计算部55计算出的传感器坐标系的姿态角(翻滚角、俯仰角、偏航角)合成后而得到的角度在预先确定的阈值以下。

[0129] (3) 距离测量部51计算出的前后加速度在预先确定的阈值以上。

[0130] (4) 基于俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,通过式(48)和式(49)对传感器坐标系中三轴加速度传感器3输出的加速度进行变换后,此时的Z轴加速度的变动在预先确定的范围内。

[0131] 在计算安装角的准备已完成的情况下(上述四个条件全部得到满足的情况),转移至步骤S204。另一方面,在计算安装角的准备没有完成的情况下(上述四个条件没有全部得到满足的情况),结束处理。

[0132] 在步骤S204中,装置壳体安装角计算部56设定偏航方向安装角的检索范围(角度范围)以及检索分辨率(偏航方向的角度的分辨率)。例如,装置壳体安装角计算部56在未计算出偏航方向安装角的情况下,作为检索范围设定-180度到+180度,作为检索分辨率设定10度。此外,装置壳体安装角计算部56在偏航方向安装角的计算已完成的情况下,作为检索范围设定-15度到+15度,作为检索分辨率设定1度。

[0133] 在步骤S205中,装置壳体安装角计算部56设定检索范围的下限角度,以作为用于检索偏航方向安装角的任意角度(任意的偏航方向安装角)的初始值。

[0134] 在步骤S206中,装置壳体安装角计算部56基于俯仰方向安装角、翻滚方向安装角、以及任意的偏航方向安装角,通过式(48)和式(49)将三轴加速度传感器3中传感器坐标系的加速度坐标变换成车体坐标系的加速度。具体而言,如图6所示,装置壳体安装角计算部56将传感器坐标系的 $X_s$ 轴加速度和 $Y_s$ 轴加速度分别坐标变换成假定的车体坐标系的 $X_B$ 轴加速度和 $Y_B$ 轴加速度。

[0135] 在步骤S207中,装置壳体安装角计算部56求出由距离测量部51计算出的前后加速度、与步骤S206中坐标变换后的假定的车体坐标系的X轴加速度 $A_{BX}$ 之间的差异。

[0136] 在步骤S208中,装置壳体安装角计算部56将任意的偏航方向安装角与检索分辨率的角度相加。

[0137] 在步骤S209中,装置壳体安装角计算部56判断任意的偏航方向安装角是否在检索范围内。在任意的偏航方向安装角在检索范围内的情况下,转移至步骤S206。另一方面,在任意的偏航方向安装角不在检索范围内的情况下,转移至步骤S210。

[0138] 在步骤S210中,装置壳体安装角计算部56选出具有步骤S207中求出的差异中的最小差异(最为匹配)时的任意的偏航方向安装角。

[0139] 在步骤S211中,装置壳体安装角计算部56使用步骤S210中选出的任意的偏航方向安装角的统计处理结果,通过式(52)更新(计算)偏航方向安装角。

偏航方向安装角+=任意的偏航方向安装角(统计处理结果) · · · (52)

然而, -180度~180度

[0140] 如上所述,根据本实施方式2,在计算出俯仰方向安装角和翻滚方向安装角之后,无论GNSS接收机1的接收状况如何,仅利用速度传感器2、三轴加速度传感器3、以及三轴角速度传感器4就能计算出偏航方向安装角,因此,即使在宽阔的室内停车场中移动的过程中,也能够计算出偏航方向安装角。此外,关于车体坐标系的X轴加速度,能够一边对基于速度传感器2的输出计算出的前后加速度与基于三轴加速度传感器3的输出计算出的X轴加速度之间的匹配状态进行确认,一边搜寻偏航方向安装角,因此,偏航方向安装角的范围没有限制,能够稳定地计算出偏航方向安装角。

[0141] 此外,能够根据偏航方向安装角的计算状况,替换检索范围和检索分辨率,或仅对偏航方向安装角的妥当性进行确认,因此,在未计算出偏航方向安装角的情况下,能够迅速地对偏航方向安装角进行计算,且之后能有条不紊地计算出偏航方向安装角。在该情况下,由于进行所需的最小限度的计算处理,因此处理负担变小。在计算出偏航方向安装角之后,无论是水平面或倾斜面,都能够将三轴角速度传感器4的角速度从传感器坐标系坐标变换成车体坐标系,对于偏航角以外的姿态角也能够准确地进行计算,因此,可获得能够更为准确地对三维的本车位置进行推定这一现有技术所不具备的显著效果。

[0142] 另外,在实施方式2中,关于X轴加速度,说明了在同一时刻同时对检索范围内的多个任意的偏航方向安装角进行确认的情况,但并不限于此。例如,也可以通过每隔预先确定的时间改变任意的偏航方向安装角来确认匹配性,由此计算出偏航方向安装角。

[0143] 上述内容中,在行驶中可以仅对从各传感器输出的信息进行收集,并在停车中对该收集到的信息进行汇总处理。

[0144] 实施方式2中,说明了随着偏航方向安装角的计算不断推进而缩小检索范围并减小检索分辨率的情况,但并不限于此。例如,在偏航方向安装角的计算已收敛时,为了仅对偏航方向安装角的妥当性进行确认,可以仅确认偏航方向安装角的匹配性,也可以在通过该确认而得出变更为不同安装角的可能性变高时,利用预先确定的检索范围和检索分辨率计算出偏航方向安装角。

[0145] <实施方式3>

本发明的实施方式3中,装置壳体安装角计算部56进行的处理具有特点。其他结构及动作与实施方式1、2相同,因此这里省略说明。

[0146] 图7是表示本发明的实施方式3所涉及的装置壳体安装角计算部56的动作的一个

示例的流程图。另外,图7所示的动作对应于图3的步骤S114中的处理。此外,图7的步骤S301~步骤S306与图5的步骤S201~步骤S206相同,因此这里省略说明。

[0147] 在步骤S307中,装置壳体安装角计算部56基于俯仰方向安装角、翻滚方向安装角、以及任意的偏航方向安装角,通过式(48)和式(49)将三轴角速度传感器4中传感器坐标系的姿态角坐标变换成假定的车体坐标系的姿态角。

[0148] 在步骤S308中,装置壳体安装角计算部56基于由距离测量部51计算出的速度和步骤S307中变换得到的偏航角来计算法线加速度。

[0149] 在步骤S309中,装置壳体安装角计算部56求出步骤S308中计算出的法线加速度、与步骤S306中变换得到的Y轴加速度之间的差异。

[0150] 在步骤S310中,装置壳体安装角计算部56将任意的偏航方向安装角与检索分辨率的角度相加。

[0151] 在步骤S311中,装置壳体安装角计算部56判断任意的偏航方向安装角是否在检索范围内。在任意的偏航方向安装角在检索范围内的情况下,转移至步骤S306。另一方面,在任意的偏航方向安装角不在检索范围内的情况下,转移至步骤S312。

[0152] 在步骤S312中,装置壳体安装角计算部56选出具有步骤S309中求出的差异中的最小差异时的任意的偏航方向安装角。

[0153] 在步骤S313中,装置壳体安装角计算部56使用步骤S312中选出的任意的偏航方向安装角的统计处理结果,通过式(52)更新(计算)偏航方向安装角。

[0154] 如上所述,根据本实施方式3,与实施方式2同样,在计算出俯仰方向安装角和翻滚方向安装角之后,无论GNSS接收机1的接收状况如何,仅利用速度传感器2、三轴加速度传感器3、以及三轴角速度传感器4就能计算出偏航方向安装角,因此,即使在宽阔的室内停车场中移动的过程中,也能够计算出偏航方向安装角。此外,关于车体坐标系的Y轴加速度,能够一边对步骤S308中计算出的法线加速度与基于三轴加速度传感器3的输出计算出的Y轴加速度之间的匹配状态进行确认,一边搜寻偏航方向安装角,因此,偏航方向安装角的范围没有限制,能够稳定地计算出偏航方向安装角。

[0155] 此外,能够根据偏航方向安装角的计算状况,替换检索范围和检索分辨率,或仅对偏航方向安装角的妥当性进行确认,因此,在未计算出偏航方向安装角的情况下,能够迅速地对偏航方向安装角进行计算,且之后能有条不紊地计算出偏航方向安装角。在该情况下,由于进行所需的最小限度的计算处理,因此处理负担变小。在计算出偏航方向安装角之后,无论是水平面或倾斜面,都能够将三轴角速度传感器4的角速度从传感器坐标系坐标变换成车体坐标系,对于偏航角以外的姿态角也能够准确地进行计算,因此,可获得能够更为准确地对三维的本车位置进行推定这一现有技术所不具备的显著效果。

[0156] 另外,在实施方式3中,关于Y轴加速度,说明了在同一时刻同时对检索范围内的多个任意的偏航方向安装角进行确认的情况,但并不限于此。例如,也可以通过每隔预先确定的时间改变任意的偏航方向安装角来确认匹配性,由此计算出偏航方向安装角。

[0157] 上述内容中,在行驶中可以仅对从各传感器输出的信息进行收集,并在停车中对该收集得到的信息进行汇总处理。

[0158] 实施方式3中,说明了随着偏航方向安装角的计算不断推进而缩小检索范围并减小检索分辨率的情况,但并不限于此。例如,在偏航方向安装角的计算已收敛时,为了仅对

偏航方向安装角的妥当性进行确认,可以仅确认偏航方向安装角的匹配性,也可以在通过该确认而得出变更为不同安装角的可能性变高时,利用预先确定的检索范围和检索分辨率计算出偏航方向安装角。

[0159] <实施方式4>

本发明的实施方式4中,装置壳体安装角计算部56进行的处理具有特点。其他结构及动作与实施方式1~3相同,因此这里省略说明。

[0160] 图8是表示本发明的实施方式4所涉及的装置壳体安装角计算部56的动作的一个示例的流程图。另外,图8所示的动作对应于图3的步骤S114中的处理。此外,图8的步骤S401~步骤S407与图7的步骤S301~步骤S307相同,因此这里省略说明。

[0161] 在步骤S408中,如图9~11所示,装置壳体安装角计算部56通过式(53)~(55),根据步骤S406中坐标变换得到的加速度计算出姿态角。

[数学式24]

$$\theta_{\text{Bro11}} = \tan^{-1} \{A_{By} / A_{Bz}\} \cdots (53)$$

$$\theta_{\text{pitch}} = \tan^{-1} \{A_{Bx} / \sqrt{A_{By}^2 + A_{Bz}^2}\} \cdots (54)$$

$$\theta_{\text{yaw}} = \tan^{-1} \{-A_{By} / \sqrt{A_{Bx}^2 + A_{Bz}^2}\} \cdots (55)$$

[0162] 在步骤S409中,装置壳体安装角计算部56针对姿态角中的任意一个,求出步骤S408中计算出的姿态角与步骤S407中坐标变换得到的姿态角之间的差异。

[0163] 在步骤S410中,装置壳体安装角计算部56将任意的偏航方向安装角与检索分辨率的角度相加。

[0164] 在步骤S411中,装置壳体安装角计算部56判断任意的偏航方向安装角是否在检索范围内。在任意的偏航方向安装角在检索范围内的情况下,转移至步骤S406。另一方面,在任意的偏航方向安装角不在检索范围内的情况下,转移至步骤S412。

[0165] 在步骤S412中,装置壳体安装角计算部56选出具有步骤S409中求出的差异中的最小差异时的任意的偏航方向安装角。

[0166] 在步骤S413中,装置壳体安装角计算部56使用步骤S412中选出的任意的偏航方向安装角的统计处理结果,通过式(52)更新(计算)偏航方向安装角。

[0167] 如上所述,根据本实施方式4,与实施方式2、3同样,在计算出俯仰方向安装角和翻滚方向安装角之后,无论GNSS接收机1的接收状况如何,仅利用速度传感器2、三轴加速度传感器3、以及三轴角速度传感器4就能计算出偏航方向安装角,因此,即使在宽阔的室内停车场中移动的过程中,也能够计算出偏航方向安装角。此外,关于车体坐标系的姿态角中的任意一个,能够一边对基于三轴加速度传感器3的输出计算出的姿态角与基于三轴角速度传感器4的输出计算出的姿态角之间的匹配状态进行确认,一边搜寻偏航方向安装角,因此,偏航方向安装角的范围没有限制,能够稳定地计算出偏航方向安装角。

[0168] 此外,能够根据偏航方向安装角的计算状况,替换检索范围和检索分辨率,或仅对偏航方向安装角的妥当性进行确认,因此,在未计算出偏航方向安装角的情况下,能够迅速对偏航方向安装角进行计算,且之后能有条不紊地计算出偏航方向安装角。在该情况下,由于进行所需的最小限度的计算处理,因此处理负担变小。在计算出偏航方向安装角之后,无论是水平面或倾斜面,都能够将三轴角速度传感器4的角速度从传感器坐标系坐标变换成



车体坐标系,对于偏航角以外的姿态角也能够准确地进行计算,因此,可获得能够更为准确地对三维的本车位置进行推定这一现有技术所不具备的显著效果。

[0169] 另外,在实施方式4中,关于姿态角(翻滚角、俯仰角、偏航角)中的任意一个,说明了在同一时刻同时对检索范围内的多个任意的偏航方向安装角进行确认的情况,但并不限于此。例如,也可以通过每隔预先确定的时间改变任意的偏航方向安装角来确认匹配性,由此计算出偏航方向安装角。

[0170] 上述内容中,在行驶中可以仅对从各传感器输出的信息进行收集,并在停车中对该收集到的信息进行汇总处理。

[0171] 实施方式4中,说明了随着偏航方向安装角的计算不断推进而缩小检索范围并减小检索分辨率的情况,但并不限于此。例如,在偏航方向安装角的计算已收敛时,为了仅对偏航方向安装角的妥当性进行确认,可以仅确认偏航方向安装角的匹配性,也可以在通过该确认而得出变更为不同安装角的可能性变高时,利用预先确定的检索范围和检索分辨率计算出偏航方向安装角。

[0172] <实施方式5>

本发明的实施方式5的特征在于,进行综合了实施方式2~4的处理。定位装置的结构与实施方式1相同,因此这里省略说明。

[0173] 装置壳体安装角计算部56按任意的偏航方向安装角,对于假定的车体坐标系的X轴加速度、Y轴加速度、以及姿态角(翻滚角、俯仰角、偏航角)中的任意两个以上确认匹配性(即,进行组合了图5的步骤S207、图7的步骤S309、图8的步骤S409后的处理),选出两个以上在相同的任意的偏航方向安装角下相匹配时的该任意的偏航方向安装角,以作为偏航方向安装角。并且,在计算出偏航方向安装角之后,更为可靠地判断出安装角是否发生了变更,从而开始计算新的安装角。

[0174] 本车位置推定部59使用预先确定的卡尔曼滤波器,基于移动距离和姿态角来更新本车位置,并根据定位结果、移动距离、以及姿态角各预测误差,利用定位结果对本车位置进行修正。特别地,对于姿态角的预测误差,基于三轴加速度传感器3和三轴角速度传感器4各自的输出,根据姿态角的差异来进行计算。

[0175] 如上所述,根据本实施方式5,与实施方式2~4同样,在计算出俯仰方向安装角和翻滚方向安装角之后,无论GNSS接收机1的接收状态如何,仅利用速度传感器2、三轴加速度传感器3、以及三轴角速度传感器4就能计算出偏航方向安装角,因此,即使在宽阔的室内停车场中移动的过程中,也能够计算出偏航方向安装角。此外,对于X轴加速度、Y轴加速度、俯仰角、翻滚角、偏航角中的至少两个以上,通过确认是否已获得相同的任意的偏航方向安装角,从而能够可靠地搜寻偏航方向安装角,或可靠地判断安装角是否已被变更。

[0176] 此外,使用俯仰方向安装角、翻滚方向安装角、以及偏航方向安装角从传感器坐标系坐标变换成车体坐标系而得到的姿态角是排除了安装角的影响后得到的姿态角,因此,使用该姿态角更新后得到的三维的本车位置也是准确的。

[0177] 另外,实施方式5中,说明了利用分别根据三轴加速度和三轴角速度计算出的姿态角来求出姿态角的预测误差的情况,但并不限于此。例如,为了减小温度漂移导致的姿态角的误差的影响,可以对分别根据三轴加速度和三轴角速度计算出的姿态角进行加权平均,并将其用于本车位置的推定。此外,也可以使用卡尔曼滤波器以外的模型来修正本车位置。

[0178] 以上所说明的定位装置不仅仅适用于车载用导航装置、即车辆导航装置,还可适用于能够搭载于车辆的PND (Portable Navigation Device:便携式导航设备)和移动通信终端(例如移动电话、智能手机及平板终端等)、以及适当地组合服务器等从而作为系统来构建的导航装置或导航装置以外的装置。该情况下,定位装置的各功能或各构成要素分散地配置在构建上述系统的各功能中。

[0179] 具体而言,作为一个示例,可将定位装置的功能配置于服务器。例如,如图24所示,可在车辆侧设置GNSS接收机1、速度传感器2、三轴加速度传感器3、以及三轴角速度传感器4,并对服务器8设置图1所示的距离测量部51、三轴加速度传感器零点计算部52、三轴加速度计算部53、三轴角速度传感器零点计算部54、三轴角速度计算部55、装置壳体安装角计算部56、三轴加速度坐标变换部57、三轴角速度坐标变换部58、以及本车位置推定部59,由此来构建定位系统。另外,服务器8所具备的各构成要素可以适当地分散配置于服务器8和车辆侧。

[0180] 即使是采用上述结构的情况,也能够获得与上述实施方式相同的效果。

[0181] 此外,也可以将执行上述实施方式中的动作的软件(定位方法)组装入例如服务器、移动通信终端。

[0182] 具体而言,作为一个示例,上述定位方法是移动体的定位装置中所使用的定位方法,在该定位方法中,从GPS卫星接收电波,至少计算移动体的当前位置、以及定位装置中相互正交的三轴的速度即包含前后方向速度、左右方向速度及上下方向速度的三轴速度,并作为定位结果输出,输出与移动体的移动相对应的脉冲信号,检测定位装置中相互正交的三轴的角速度即三轴角速度,检测定位装置中相互正交的三轴的加速度即三轴加速度,基于每隔一定周期输出的脉冲信号,计算移动体的移动距离、速度及前后加速度,在移动体处于行驶中的情况下,至少基于作为定位结果而计算出的三轴速度、计算出的前后加速度以及检测出的三轴加速度,判断移动体是否处于在水平面上等速进行直线行驶的水平面等速直线行驶中,计算判断为处于水平面等速直线行驶中时的三轴加速度以作为零点,基于计算出的三轴加速度的零点,计算安装于移动体的定位装置的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,基于计算出的俯仰方向安装角和翻滚方向安装角,对检测出的三轴角速度进行坐标变换,至少基于根据坐标变换后的三轴角速度而求出的偏航率,来推定移动体的当前位置。

[0183] 如上所述,通过将执行上述实施方式中的动作的软件组装入服务器、移动通信终端来使它们动作,从而可获得与上述实施方式相同的效果。

[0184] 另外,本发明在其发明范围内可对实施方式进行适当变形、省略。

[0185] 虽然对本发明进行了详细的说明,但上述的说明在所有的方式中均为例示,本发明并不限于此。应该认为未进行例示的无数变形例在不脱离本发明范围的情况下是能想到的。

#### 标号说明

[0186] 1GNSS接收机、2速度传感器、3三轴加速度传感器、4三轴角速度传感器、5控制部、6处理器、7存储器、51距离测量部、52三轴加速度传感器零点计算部、53三轴加速度计算部、54三轴角速度传感器零点计算部、55三轴角速度计算部、56装置壳体安装角计算部、57三轴加速度坐标变换部、58三轴角速度坐标变换部、59本车位置推定部。

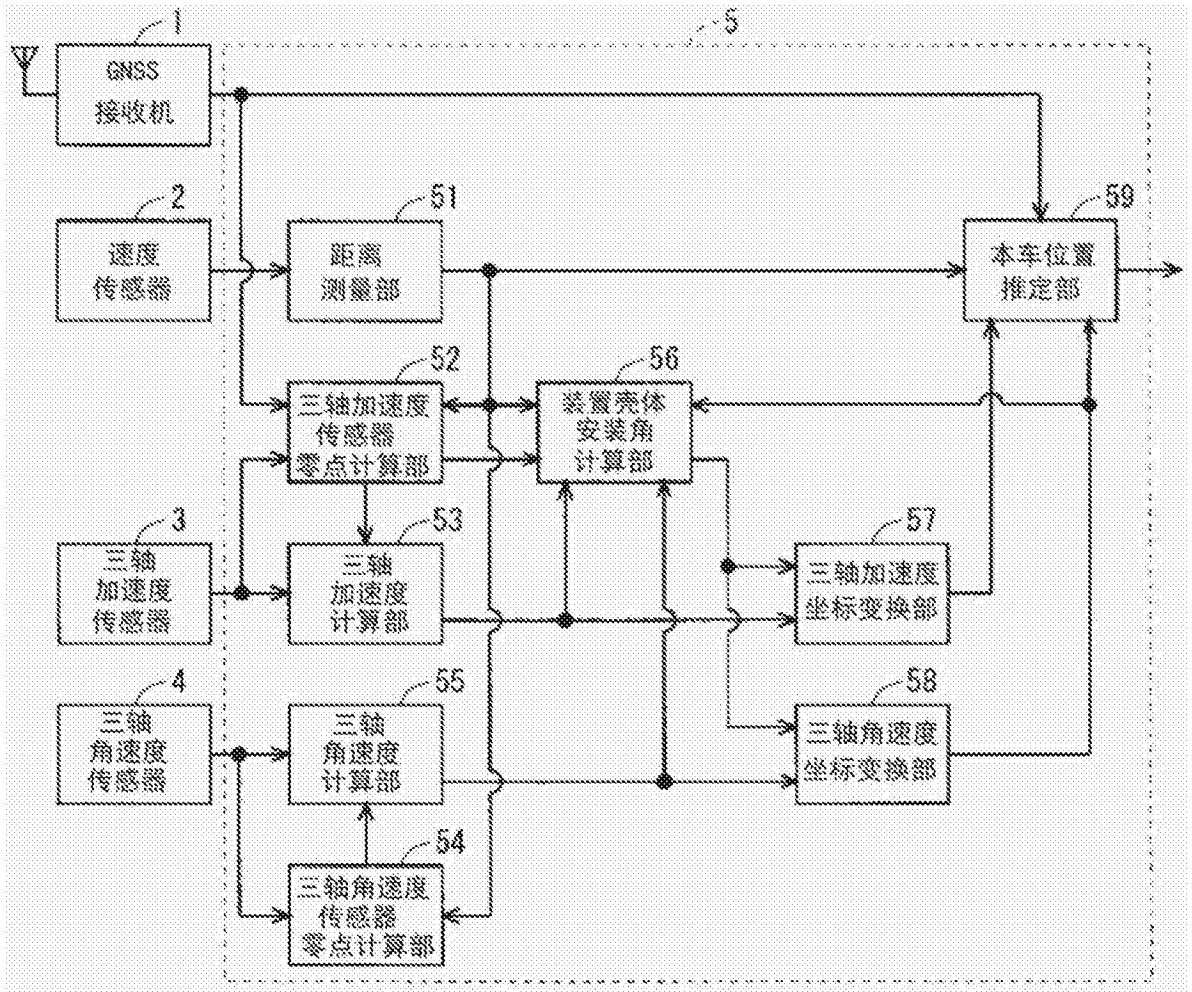


图1

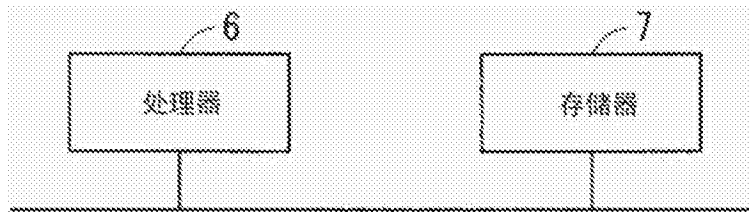


图2

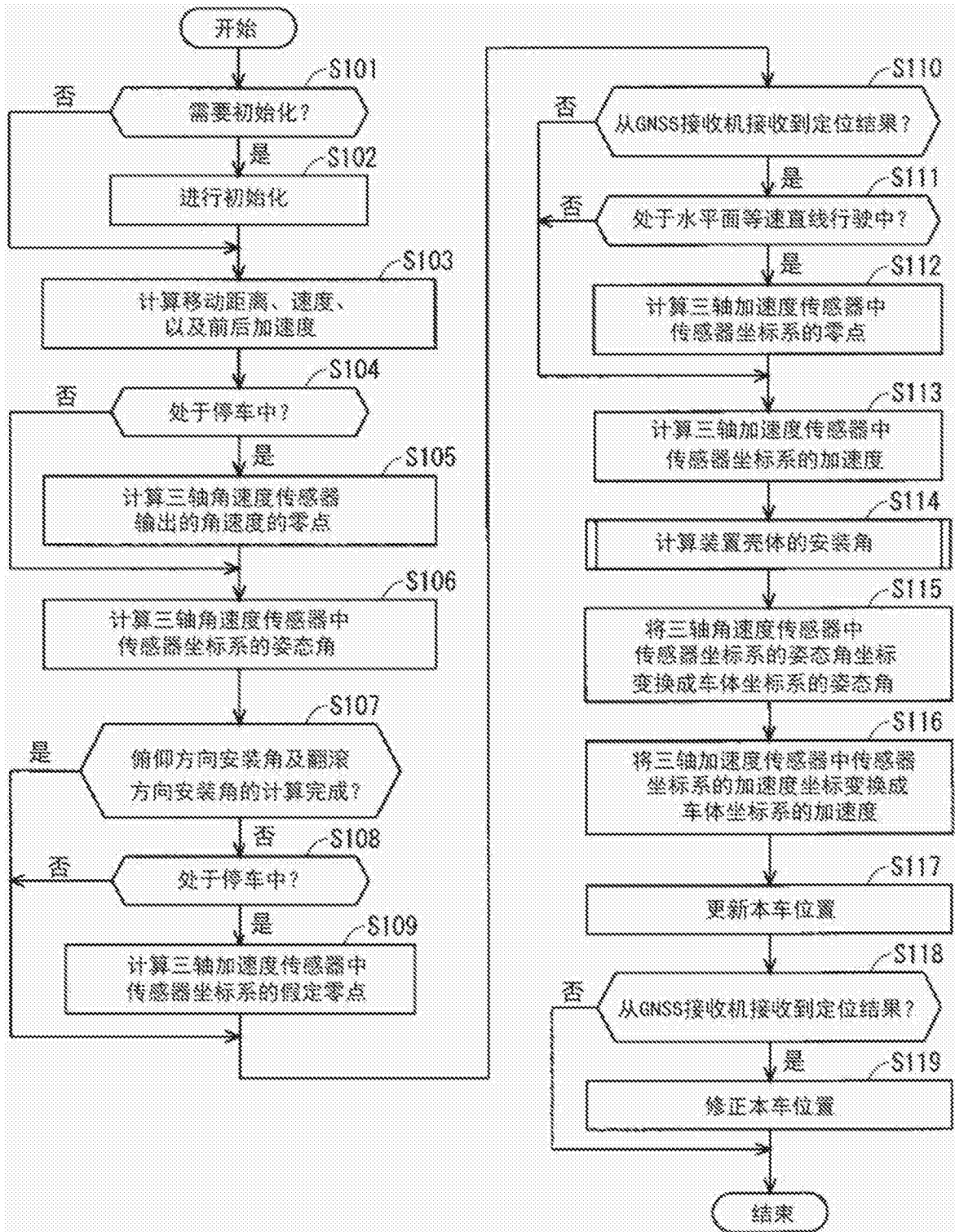


图3

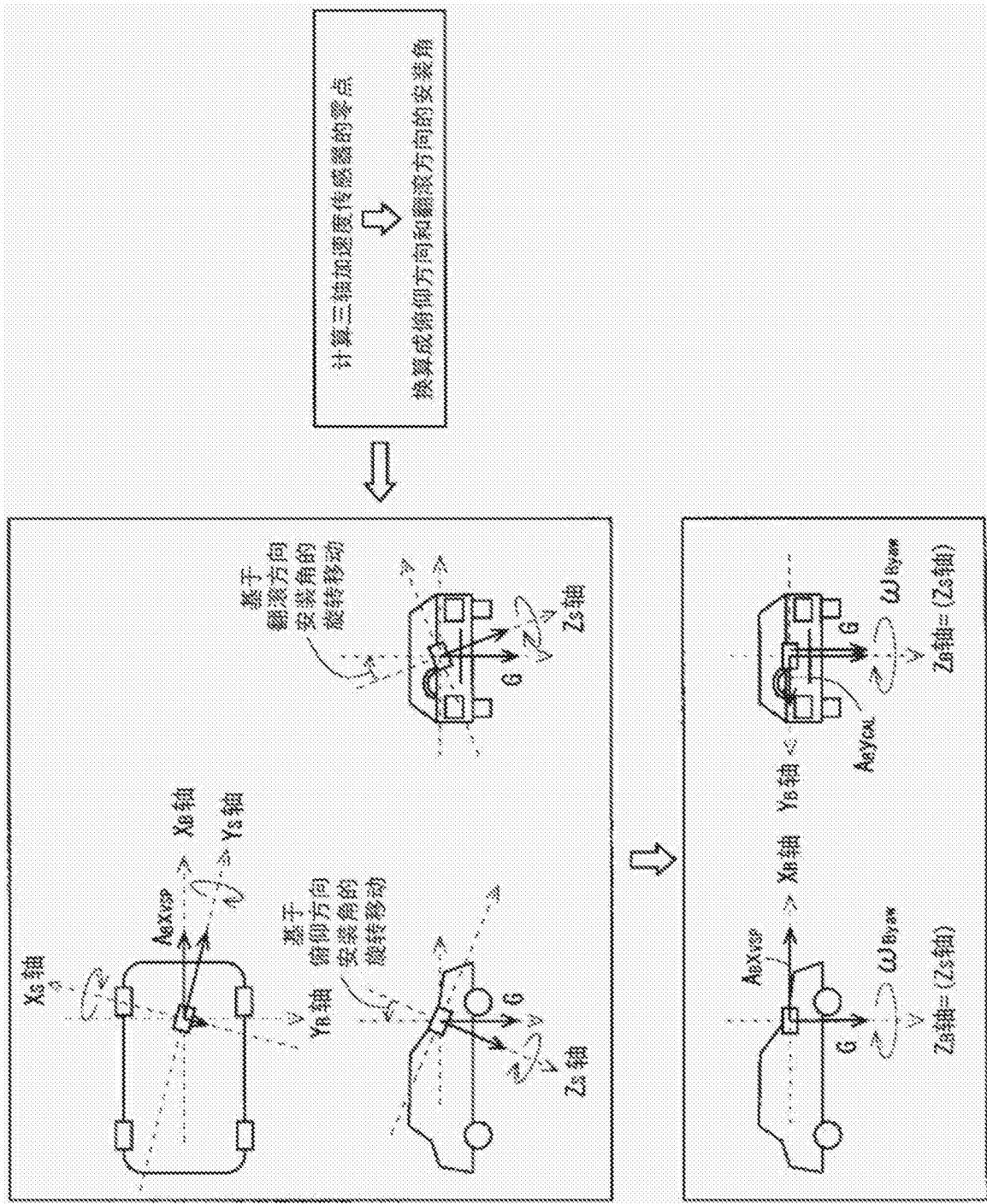


图4

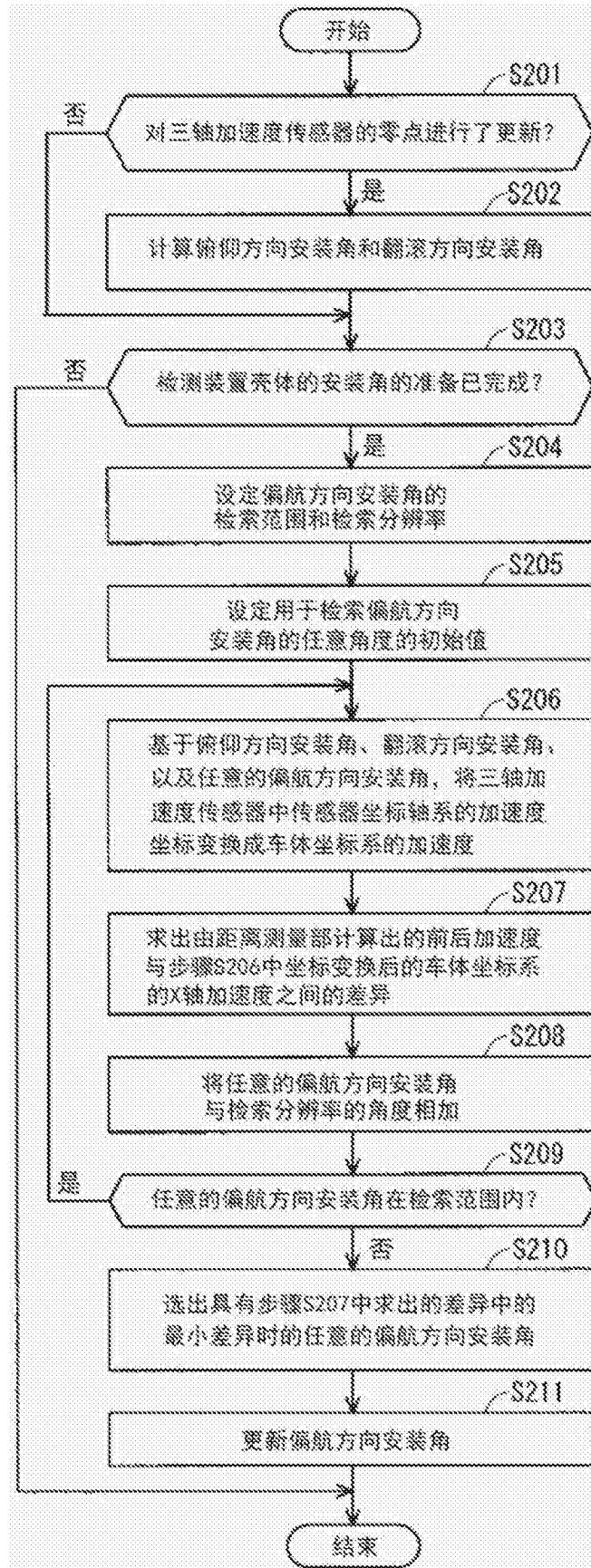


图5

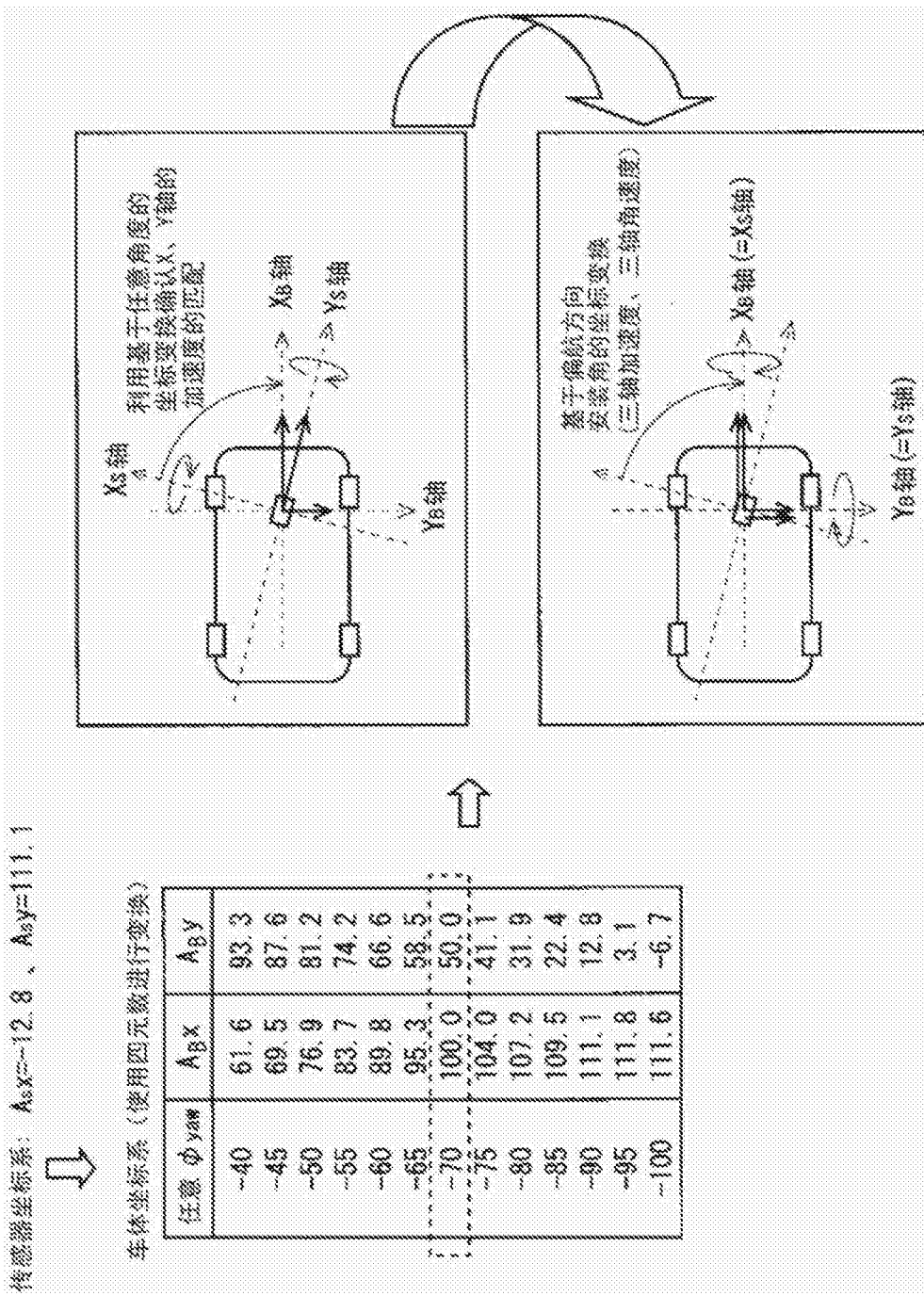


图6



图7



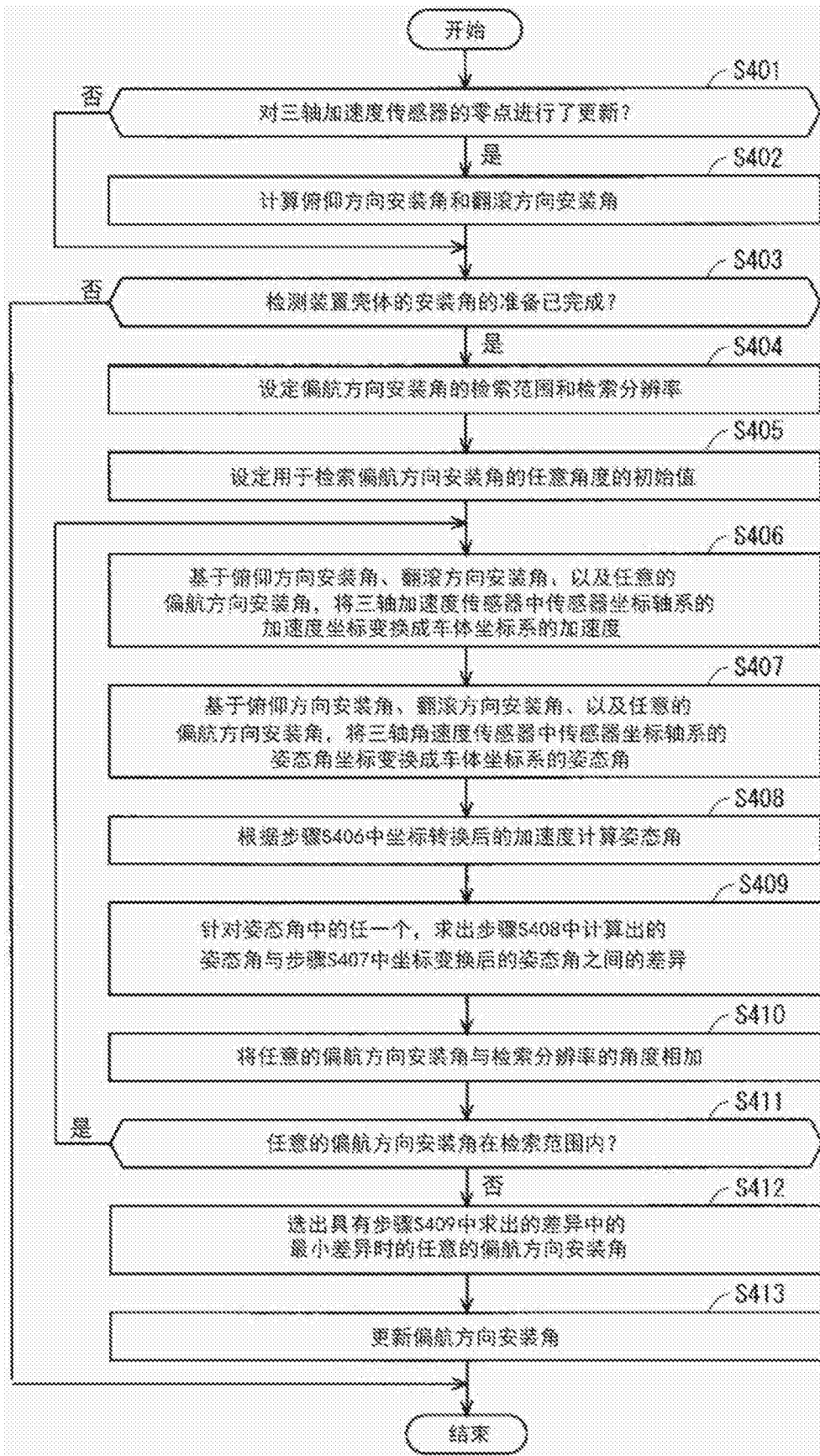


图8

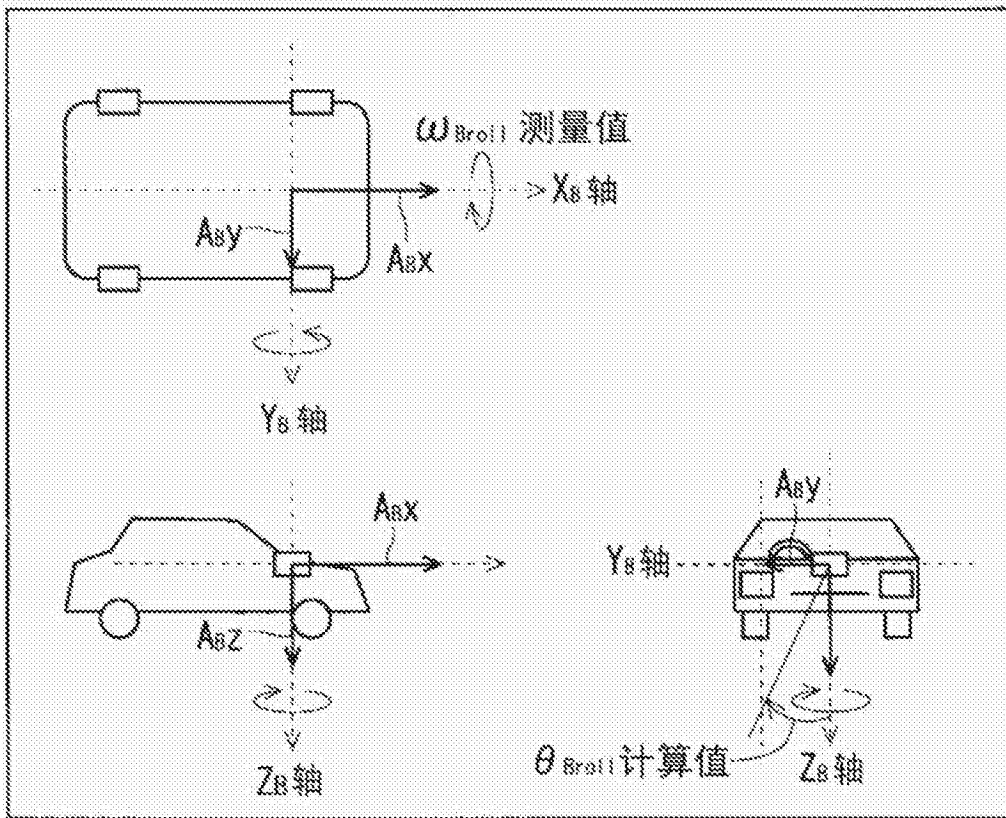


图9

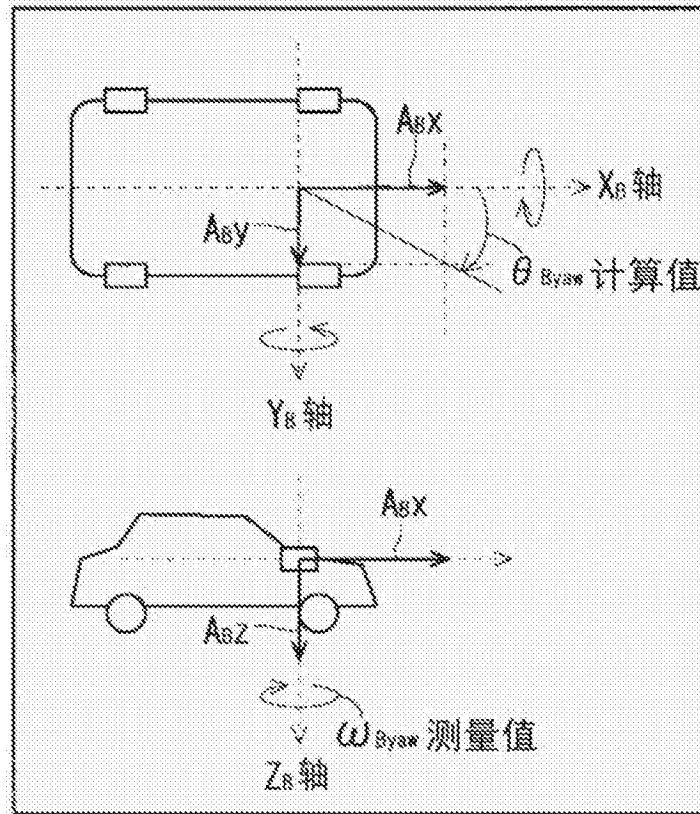


图10

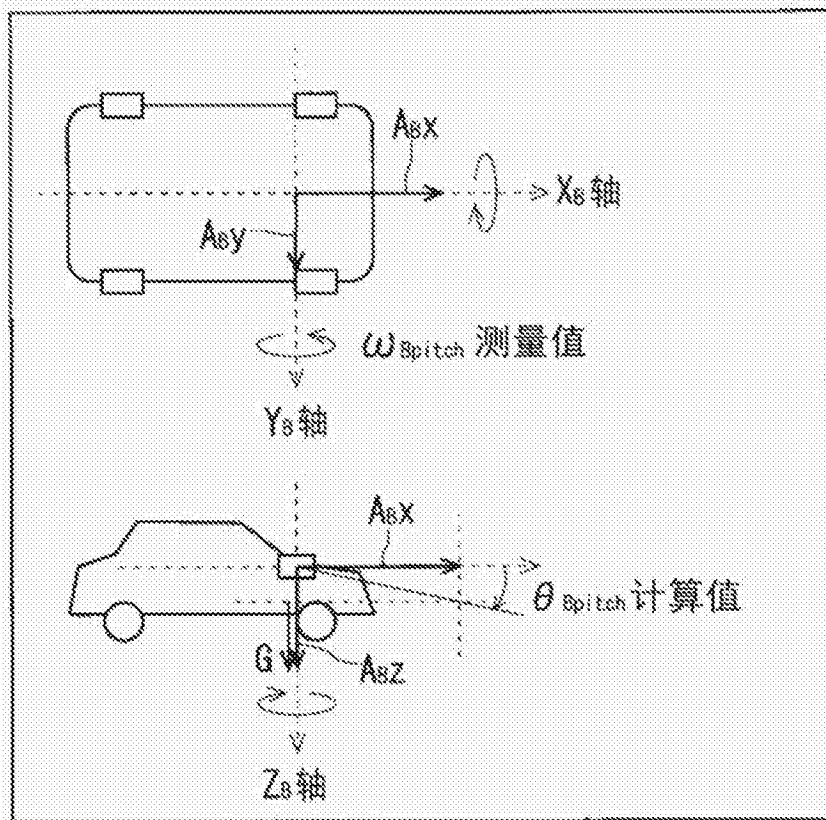


图11

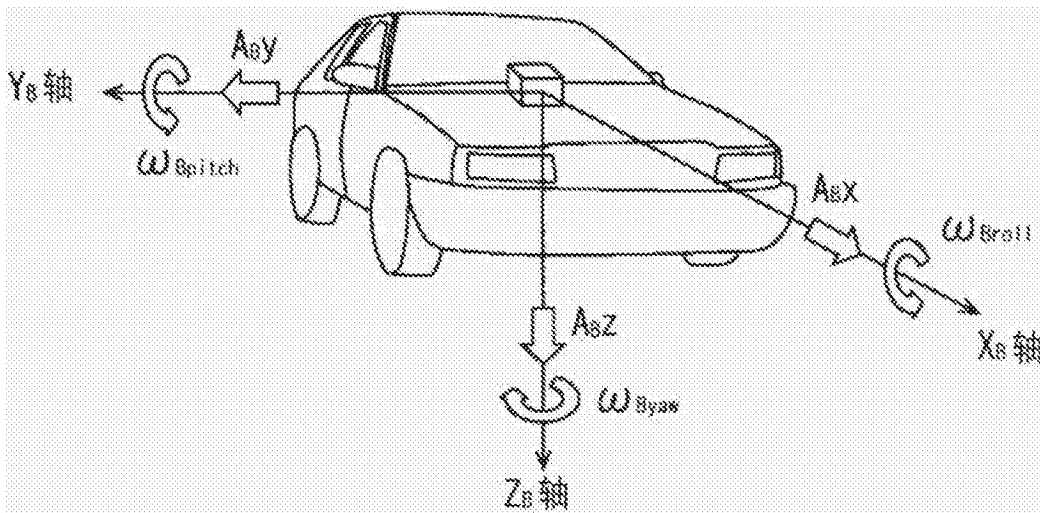


图12

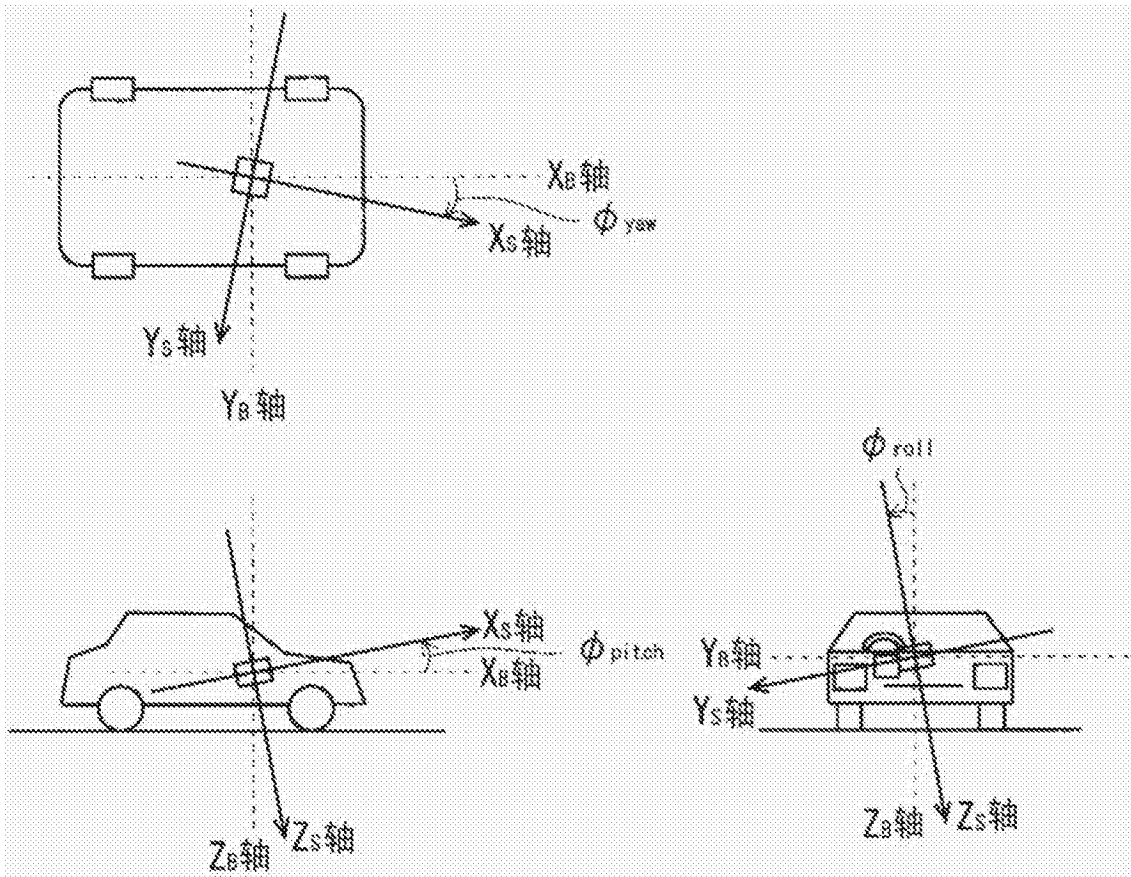


图13

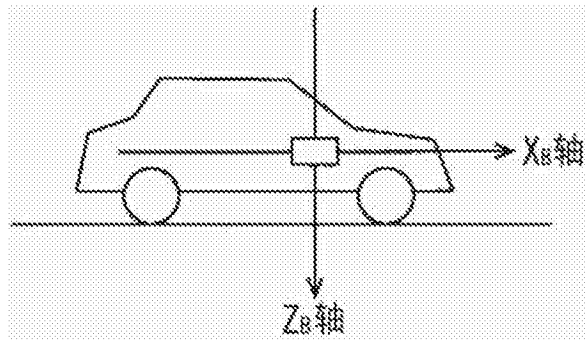


图14

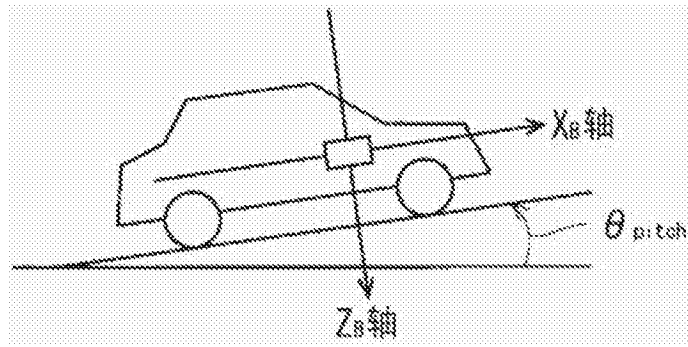


图15

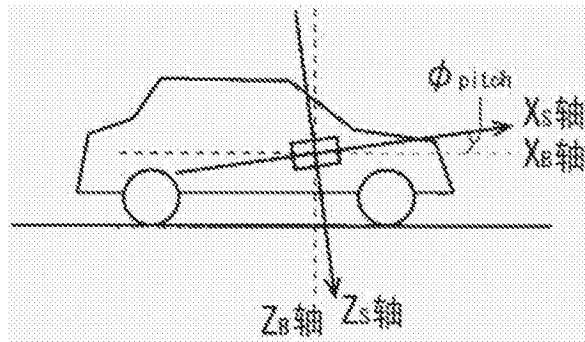


图16

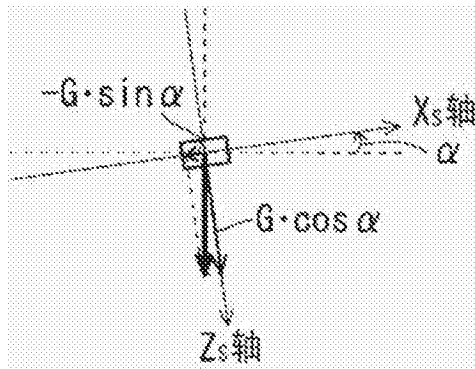


图17

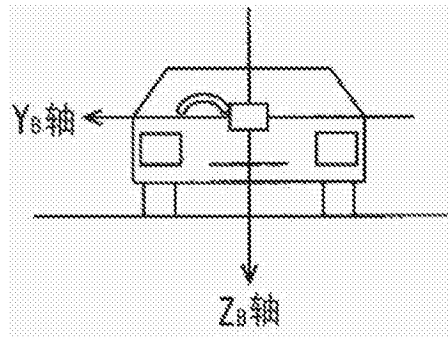


图18

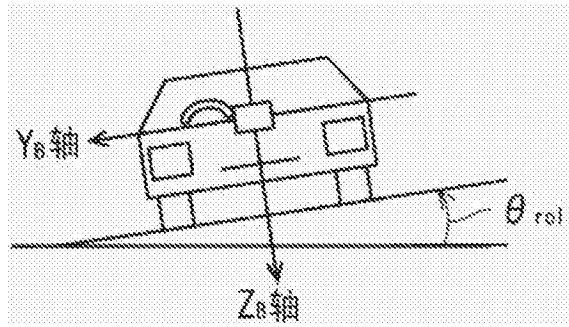


图19

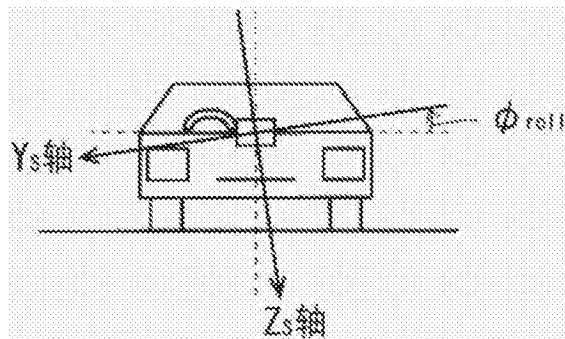


图20

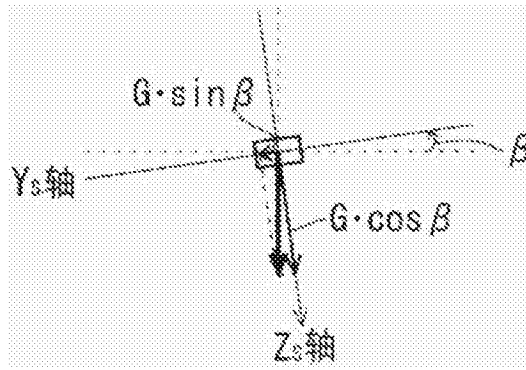


图21

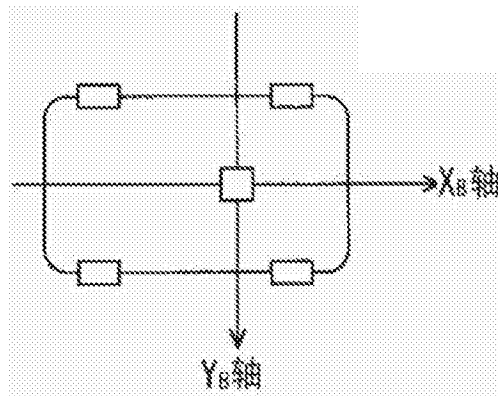


图22

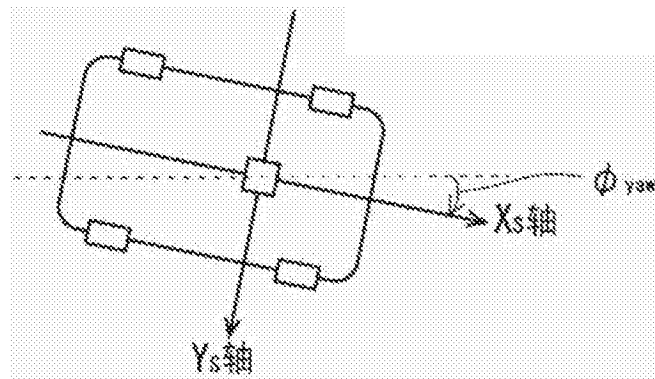


图23



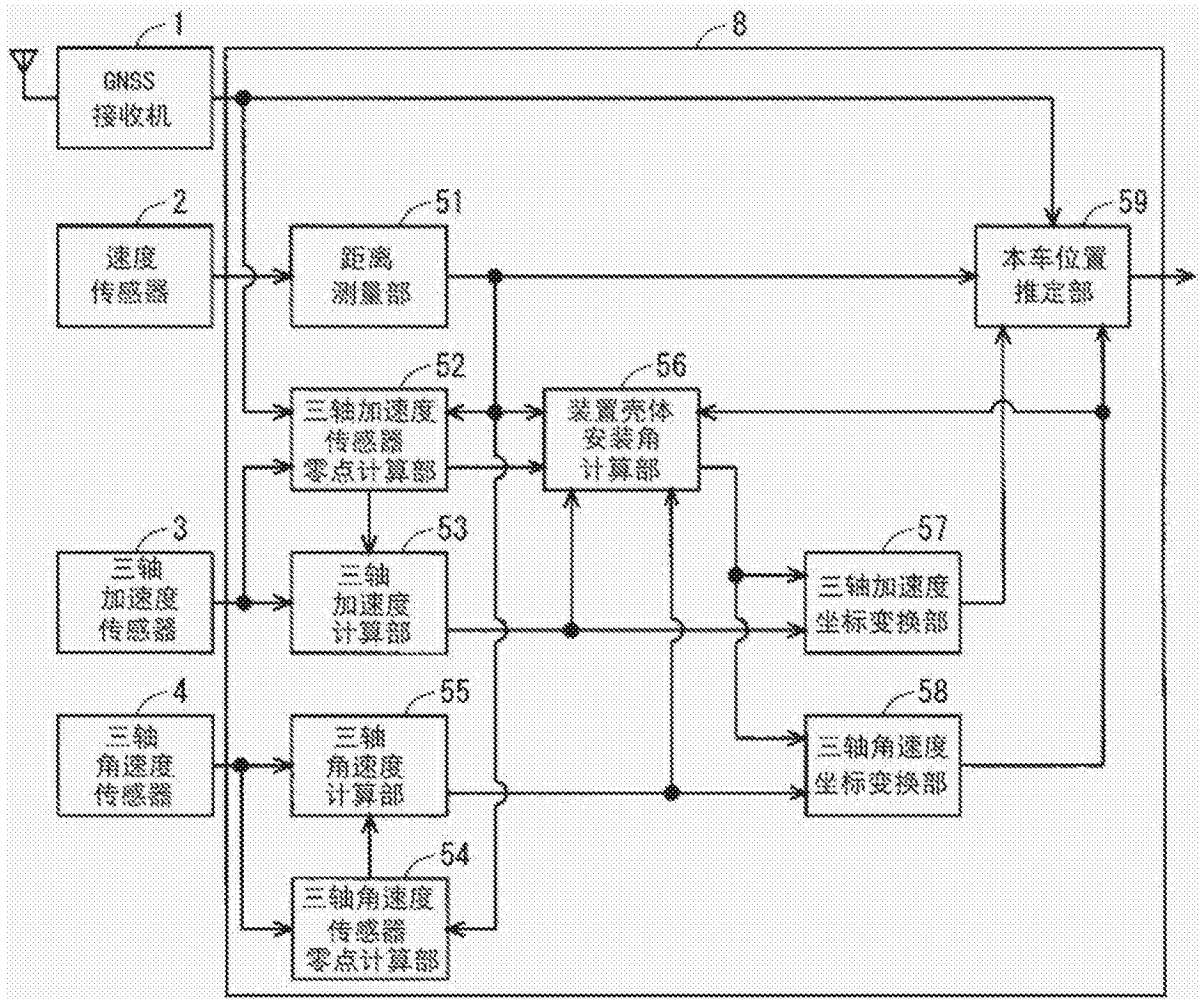


图24