



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111521247 A

(43)申请公布日 2020.08.11

(21)申请号 202010075698.9

(22)申请日 2020.01.22

(30)优先权数据

2019-016849 2019.02.01 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 大森启史

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 李丹

(51)Int.Cl.

G01G 19/03(2006.01)

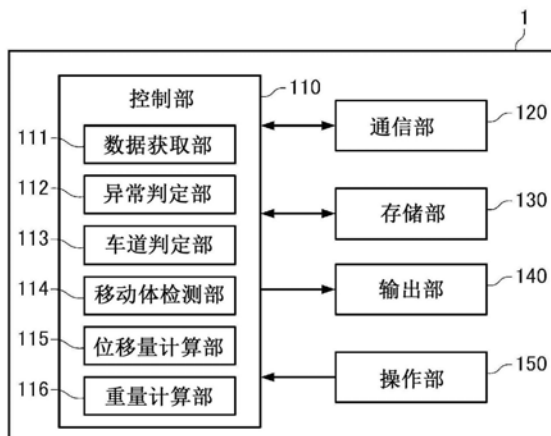
权利要求书2页 说明书14页 附图9页

(54)发明名称

测量装置、测量系统及测量方法

(57)摘要

本发明涉及测量装置、测量系统及测量方法,测量装置具备:数据获取部,获取从设置于构造物的第一至第三传感器输出的第一数据至第三数据;异常判定部,判定所述传感器的每一个是否异常;移动体检测部,根据所述第一数据及第二数据中的至少一方来检测移动体;以及位移量计算部,根据所述第三数据来检测所述构造物的位移量;当判定为设置于最接近所述构造物的第i车道的所述主梁或者第二接近的所述主梁的所述第一传感器没有异常时,所述移动体检测部根据从该第一传感器输出的所述第一数据,来检测在所述第i车道中移动的所述移动体。



1. 一种测量装置,其特征在于,包括:

数据获取部,获取从设置于构造物的第一传感器输出的第一数据、从设置于所述构造物的第二传感器输出的第二数据以及从设置于所述构造物的第三传感器输出的第三数据,所述第一数据表示由移动体进入所述构造物以及从所述构造物退出中的一方引起的冲击,所述第二数据表示由所述移动体进入所述构造物以及从所述构造物退出中的另一方引起的冲击,所述第三数据表示由所述移动体引起的所述构造物的挠曲;

异常判定部,判定所述第一传感器、所述第二传感器及所述第三传感器中的每一个是否异常;

移动体检测部,根据所述第一数据及所述第二数据中的至少一方,来检测在所述构造物中移动的所述移动体;以及

位移量计算部,根据所述第三数据,计算所述构造物的位移量,

所述构造物具有第一车道至第m车道以及n个主梁,其中,m为1以上的整数,n为1以上的整数,

k个所述第一传感器分别设置于所述构造物的k个所述主梁,其中,k为1以上且n以下的整数,

当所述异常判定部判定为所述k个所述第一传感器中设置于最接近所述构造物的第i车道的所述主梁或者第二接近所述第i车道的所述主梁的所述第一传感器没有异常时,所述移动体检测部根据从该第一传感器输出的所述第一数据,来检测在所述第i车道中移动的所述移动体,其中,i为1以上且m以下的整数。

2. 根据权利要求1所述的测量装置,其特征在于,

p个所述第二传感器分别设置于所述构造物的p个所述主梁,其中,p为1以上且n以下的整数,

当所述异常判定部判定为所述p个所述第二传感器中设置于最接近所述第i车道的所述主梁或者第二接近所述第i车道的所述主梁的所述第二传感器没有异常时,所述移动体检测部根据从该第二传感器输出的所述第二数据,来检测在所述第i车道中移动的所述移动体。

3. 根据权利要求1或2所述的测量装置,其特征在于,

q个所述第三传感器分别设置于所述构造物的q个所述主梁,其中,q为1以上且n以下的整数,

当所述异常判定部判定为所述q个所述第三传感器中设置于最接近所述第i车道的所述主梁或者第二接近所述第i车道的所述主梁的所述第三传感器没有异常时,所述位移量计算部根据从该第三传感器输出的所述第三数据以及由所述移动体检测部检测到的所述移动体的信息,来计算所述构造物在所述第i车道中的位移量。

4. 根据权利要求3所述的测量装置,其特征在于,

所述测量装置包括计算所述移动体的重量的重量计算部,

所述重量计算部根据由所述移动体检测部检测到的所述移动体的信息以及由所述位移量计算部计算出的所述构造物的位移量,来计算在所述第i车道中移动的所述移动体的重量。

5. 根据权利要求1所述的测量装置,其特征在于,

所述第一传感器、所述第二传感器及所述第三传感器是加速度传感器。

6. 一种测量系统,其特征在于,包括:

权利要求1至5中任一项所述的测量装置;

所述第一传感器;

所述第二传感器;以及

所述第三传感器。

7. 一种测量方法,其特征在于,包括:

数据获取工序,获取从设置于构造物的第一传感器输出的第一数据、从设置于所述构造物的第二传感器输出的第二数据以及从设置于所述构造物的第三传感器输出的第三数据,所述第一数据表示由移动体进入所述构造物以及从所述构造物退出中的一方引起的冲击,所述第二数据表示由所述移动体进入所述构造物以及从所述构造物退出中的另一方引起的冲击,所述第三数据表示由所述移动体引起的所述构造物的挠曲;

异常判定工序,判定所述第一传感器、所述第二传感器及所述第三传感器中的每一个是否异常;

移动体检测工序,根据所述第一数据及所述第二数据中的至少一方,来检测在所述构造物中移动的所述移动体;以及

位移量计算工序,根据所述第三数据,计算所述构造物的位移量,

所述构造物具有第一车道至第 m 车道以及 n 个主梁,其中, m 为1以上的整数, n 为1以上的整数,

k 个所述第一传感器分别设置于所述构造物的 k 个所述主梁,其中, k 为1以上且 n 以下的整数,

当在所述异常判定工序中判定为所述 k 个所述第一传感器中设置于最接近所述构造物的第 i 车道的所述主梁或者第二接近所述第 i 车道的所述主梁的所述第一传感器没有异常时,在所述移动体检测工序中,根据从该第一传感器输出的所述第一数据,来检测在所述第 i 车道中移动的所述移动体,其中, i 为1以上且 m 以下的整数。

测量装置、测量系统及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量装置、测量系统及测量方法。

背景技术

[0002] 专利文献1中记载了一种测量系统,其具备:第一传感器,设置于构造物的一端及另一端侧,用于检测移动体的进入和退出;以及第二传感器,设置于构造物的中央部,用于检测构造物的挠曲;基于第一传感器的检测信号,检测在构造物上移动的移动体,并且基于第一传感器的检测信号和第二传感器的检测信号,测量该移动体的重量。

[0003] 然而,在专利文献1所述的测量系统中,没有假定传感器脱落或故障等异常状态,如果传感器发生异常,则有可能无法继续进行运算。

[0004] 专利文献1:日本特开2018-66637号公报

发明内容

[0005] 涉及本发明的测量装置的一方式,包括:数据获取部,获取从设置于构造物的第一传感器输出的第一数据、从设置于所述构造物的第二传感器输出的第二数据以及从设置于所述构造物的第三传感器输出的第三数据,所述第一数据表示由移动体进入所述构造物以及从所述构造物退出中的一方引起的冲击,所述第二数据表示由所述移动体进入所述构造物以及从所述构造物退出中的另一方引起的冲击,所述第三数据表示由所述移动体引起的所述构造物的挠曲;异常判定部,判定所述第一传感器、所述第二传感器及所述第三传感器中的每一个是否异常;移动体检测部,根据所述第一数据及所述第二数据中的至少一方,来检测在所述构造物中移动的所述移动体;以及位移量计算部,根据所述第三数据,计算所述构造物的位移量,所述构造物具有第一车道至第 m 车道以及 n 个主梁,其中, m 为1以上的整数, n 为1以上的整数, k 个所述第一传感器分别设置于所述构造物的 k 个所述主梁,其中, k 为1以上且 n 以下的整数,当所述异常判定部判定为所述 k 个所述第一传感器中设置于最接近所述构造物的第 i 车道的所述主梁或者第二接近所述第 i 车道的所述主梁的所述第一传感器没有异常时,所述移动体检测部根据从该第一传感器输出的所述第一数据,来检测在所述第 i 车道中移动的所述移动体,其中, i 为1以上且 m 以下的整数。

[0006] 在所述测量装置的一方式中,可以为, p 个所述第二传感器分别设置于所述构造物的 p 个所述主梁,其中, p 为1以上且 n 以下的整数,当所述异常判定部判定为所述 p 个所述第二传感器中设置于最接近所述第 i 车道的所述主梁或者第二接近所述第 i 车道的所述主梁的所述第二传感器没有异常时,所述移动体检测部根据从该第二传感器输出的所述第二数据,来检测在所述第 i 车道中移动的所述移动体。

[0007] 在所述测量装置的一方式中,可以为, q 个所述第三传感器分别设置于所述构造物的 q 个所述主梁,其中, q 为1以上且 n 以下的整数,当所述异常判定部判定为所述 q 个所述第三传感器中设置于最接近所述第 i 车道的所述主梁或者第二接近所述第 i 车道的所述主梁的所述第三传感器没有异常时,所述位移量计算部根据从该第三传感器输出的所述第三数

据以及由所述移动体检测部检测到的所述移动体的信息,来计算所述构造物在所述第i车道中的位移量。

[0008] 所述测量装置的一方式,可以为,所述测量装置包括计算所述移动体的重量的重量计算部,所述重量计算部根据由所述移动体检测部检测到的所述移动体的信息以及由所述位移量计算部计算出的所述构造物的位移量,来计算在所述第i车道中移动的所述移动体的重量。

[0009] 在所述测量装置的一方式中,可以为,所述第一传感器、所述第二传感器及所述第三传感器是加速度传感器。

[0010] 涉及本发明的测量系统的一方式,包括:所述测量装置的一方式、所述第一传感器、所述第二传感器以及所述第三传感器。

[0011] 涉及本发明的测量方法的一方式,包括:数据获取工序,获取从设置于构造物的第一传感器输出的第一数据、从设置于所述构造物的第二传感器输出的第二数据以及从设置于所述构造物的第三传感器输出的第三数据,所述第一数据表示由移动体进入所述构造物以及从所述构造物退出中的一方引起的冲击,所述第二数据表示由所述移动体进入所述构造物以及从所述构造物退出中的另一方引起的冲击,所述第三数据表示由所述移动体引起的所述构造物的挠曲;异常判定工序,判定所述第一传感器、所述第二传感器及所述第三传感器中的每一个是否异常;移动体检测工序,根据所述第一数据及所述第二数据中的至少一方,来检测在所述构造物中移动的所述移动体;以及位移量计算工序,根据所述第三数据,计算所述构造物的位移量,所述构造物具有第一车道至第m车道以及n个主梁,其中,m为1以上的整数,n为1以上的整数,k个所述第一传感器分别设置于所述构造物的k个所述主梁,其中,k为1以上且n以下的整数,当在所述异常判定工序中判定为所述k个所述第一传感器中设置于最接近所述构造物的第i车道的所述主梁或者第二接近所述第i车道的所述主梁的所述第一传感器没有异常时,在所述移动体检测工序中,根据从该第一传感器输出的所述第一数据,来检测在所述第i车道中移动的所述移动体,其中,i为1以上且m以下的整数。

附图说明

[0012] 图1是示出测量系统的配置示例的图。

[0013] 图2是示出传感器在桥梁上的设置示例的图。

[0014] 图3是示出传感器在桥梁上的设置示例的图。

[0015] 图4是加速度传感器的三轴复合加速度的说明图。

[0016] 图5是示出测量装置的配置示例的图。

[0017] 图6是示出影响线数据的示例的图。

[0018] 图7是WIM的说明图。

[0019] 图8是示出四轴车辆的示例的图。

[0020] 图9是示出传感器的信号波形例的图。

[0021] 图10是示出计算车辆重量所需的数据的关系的数据流程图。

[0022] 图11是示出当传感器的一部分异常时的示例的图。

[0023] 图12是示出当传感器的一部分异常时的其他示例的图。

[0024] 图13是示出当传感器的一部分异常时的其他示例的图。

[0025] 图14是示出用于说明本实施方式的处理的流程图的一例的图。

[0026] 附图标记说明

[0027] 1…测量装置;4…通信网络;5…桥梁;6…车辆;10…测量系统;21…传感器;22…传感器;23…传感器;110…控制部;111…数据获取部;112…异常判定部;113…车道判定部;114…移动体检测部;115…位移量计算部;116…重量计算部;120…通信部;130…存储部;140…输出部;150…操作部。

具体实施方式

[0028] 以下,使用附图,对本发明的优选实施方式进行详细说明。此外,以下说明的实施方式并不会不当地限制权利要求中描述的本发明的内容。另外,并非以下说明的所有结构全是本发明的必要结构要素。

[0029] 1. 测量系统

[0030] 1-1. 系统配置示例

[0031] 涉及本实施方式的测量系统具备:设置于构造物上的第一传感器、第二传感器和第三传感器。以及用于计算在构造物上移动的移动体的重量的测量装置。第一传感器输出表示由于移动体进入构造物以及从构造物退出中的一方引起的冲击的第一数据,第二传感器输出表示由于移动体进入构造物以及从构造物退出中的另一方引起的冲击的第二数据。另外,第三传感器输出表示由于移动体引起的构造物的挠曲的第三数据。以下,在本说明中,说明了构造物为桥梁、移动体为车辆的示例。然而,结构物只要是由于移动体的重量而引起位移(狭义上为挠曲位移)即可,该结构物不限于桥梁。另外,移动体只要是对构造物施加载荷的同时在该构造物上移动即可,该移动体不限于车辆。

[0032] 图1是示出涉及本实施方式的测量系统的一例的图。如图1所示,涉及本实施方式的测量系统10具备:测量装置1;设置于作为构造物的桥梁5的一端侧的传感器21;设置于桥梁5的另一端侧的传感器22;以及设置于桥梁5的中央部的传感器23。测量装置1与传感器21、传感器22及传感器23例如可以经由手机的无线网络和互联网等的通信网络4进行通信。

[0033] 例如,传感器21作为输出表示由于移动体即车辆6进入桥梁5引起的冲击的第一数据的第一传感器发挥作用,传感器22作为输出表示由于车辆6从桥梁5退出引起的冲击的第二数据的第二传感器发挥作用。或者,传感器22作为输出表示由于车辆6从桥梁5退出引起的冲击的第一数据的第一传感器发挥作用,传感器21作为输出表示由于车辆6进入桥梁5引起的冲击的第二数据的第二传感器发挥作用。另外,传感器23作为输出表示由于车辆6导致的桥梁5的挠曲的第三数据的第三传感器发挥作用。

[0034] 在本实施方式中,传感器21、传感器22及传感器23分别是加速度传感器,例如,可以是晶体加速度传感器,也可以是MEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微电子机械系统)加速度传感器。

[0035] 传感器21检测车辆6进入桥梁5时产生的桥梁5的加速度,传感器22检测车辆6从桥梁5退出时产生的桥梁5的加速度。即,传感器21是检测车辆6进入桥梁5的加速度传感器,传感器22是检测车辆6从桥梁5退出的加速度传感器。

[0036] 传感器21、22只要能够分别检测车辆6进入桥梁5以及从桥梁5退出即可,其设置位

置不限于桥梁5的端部。例如,传感器21、22也可以设置于距离桥梁5的端部几米远的位置。

[0037] 桥梁5的楼板和主梁等由于在桥梁5上移动的车辆6、即在桥梁5上行驶的车辆6的载荷,而在垂直方向上朝下方挠曲。传感器23设置于桥梁5的中央部,检测由于在桥梁5上行驶的车辆6的载荷而引起的桥梁5的挠曲、例如楼板或主梁的挠曲的加速度。

[0038] 测量装置1基于从传感器21、22、23输出的加速度数据,计算由于车辆6的行驶而引起的桥梁5的挠曲的速度及位移。而且,测量装置1根据计算出的位移,来计算在桥梁5上行驶的车辆6的重量。

[0039] 图2、图3是示出传感器21、22、23在桥梁5上的设置示例的图。此外,图2是从其上方观察桥梁5的图,图3是将图2沿A-A线剖切得到的剖视图。

[0040] 如图2及图3所示,作为构造物的桥梁5具备由第一车道L1至第m车道Lm构成的m个车道、以及由第一主梁G1至第n主梁Gn构成的n个主梁。这里,m、n均为1以上的整数。此外,在图2及图3的示例中,主梁G1至Gn的各位置与车道L1至Lm的各边界的位置一致,并且 $m=n-1$,但是主梁G1至Gn的各位置也可以不必与车道L1至Lm的各边界的位置一致,并且也可以为 $m \neq n-1$ 。

[0041] 在图2及图3的示例中,作为第一传感器的k个传感器21分别设置于主梁G1至Gn中的k个主梁,作为第二传感器的p个传感器22分别设置于主梁G1至Gn中的p个主梁。这里,k、p均为1以上n以下的整数。此外,也可以是作为第一传感器的k个传感器22分别设置于主梁G1至Gn中的k个主梁,作为第二传感器的p个传感器21分别设置于主梁G1至Gn中的p个主梁。另外,在图2及图3的示例中,作为第三传感器的q个传感器23分别设置于主梁G1至Gn中的q个主梁。这里,q为1以上n以下的整数。此外,在图2及图3的示例中,在主梁G1至Gn的每一个上设置传感器21、22、23, $k=p=q=n$,但是也可以是在主梁G1至Gn的至少一方上设置传感器21、22、23的至少一方。即,也可以是 $k \neq n$ 、 $p \neq n$ 或 $q \neq n$ 。另外,传感器21、22、23的数量也可以彼此不一致。即,也可以是 $k \neq p$ 、 $k \neq q$ 或 $p \neq q$ 。

[0042] 在本实施方式中,测量装置1使用从各传感器21输出的加速度数据以及从各传感器22输出的加速度数据的至少一方来判定车辆6已经行驶的车道。另外,测量装置1使用从各传感器21输出的加速度数据,以计算车辆6进入车道的时刻,并且使用从各传感器22输出的加速度数据,以计算车辆6从车道退出的时刻。因此,各传感器21及各传感器22优选设置为,根据车辆6已经行驶的车道,所输出的加速度数据存在差异,在图2的示例中,各传感器21设置于主梁的一端侧,各传感器22设置于主梁的另一端侧。

[0043] 另外,在本实施方式中,测量装置1使用从各传感器23输出的加速度数据,以计算车辆6已经行驶的车道的位移量。因此,各传感器23优选设置为,根据车辆6已经行驶的车道,所输出的加速度数据存在差异,在图2的示例中,各传感器23设置于主梁的中央部。

[0044] 此外,传感器21、22、23的数量及安装位置不限于图1至图3所示的例子,可实施各种变形。

[0045] 图4是说明加速度传感器的三轴复合加速度的图。加速度传感器是可以测量在彼此正交的三个轴的各轴方向上产生的加速度的加速度传感器。

[0046] 将三个检测轴即x轴、y轴、z轴之一对准垂直方向,由此设置加速度传感器。由此,加速度传感器可以检测桥梁5在垂直方向上的挠曲的加速度。

[0047] 当加速度传感器作为传感器21、22、23设置于桥梁5时,安装位置可能是倾斜的。即

使没有在垂直方向上设置加速度传感器的三个检测轴之一,测量装置1也可以通过合成x轴、y轴、z轴的加速度而获得的三轴复合加速度,校正由于加速度传感器的倾斜引起的测量误差。

[0048] 1-2. 测量装置的结构

[0049] 图5是示出测量装置1的配置示例的图。如图5所示,测量装置1具有控制部110、通信部120、存储部130、输出部140及操作部15。

[0050] 控制部110基于从设置于桥梁5上的传感器21、22、23输出的加速度数据,计算在桥梁5上行驶的车辆6的重量。

[0051] 通信部120经由通信网络4,从传感器21、22、23接收加速度数据。从传感器21、22、23输出的加速度数据例如是数字信号。通信部120将从传感器21、22、23接收的加速度数据输出到控制部110。

[0052] 存储部130存储用于控制部110执行计算处理或控制处理的程序和数据等。另外,存储部130存储用于控制部110实现预定应用功能的程序和数据等。各种程序和数据等可以预先存储在不挥发性的记录介质中,或者也可以由控制部110经由通信网络4从服务器接收并存储到存储部130中。存储部130例如由诸如ROM(Read Only Memory:只读存储器)和闪存ROM、RAM(Random Access Memory)的各种IC(Integrated Circuit)存储器、或者诸如硬盘、存储卡的记录介质等构成。

[0053] 输出部140将控制部110的控制结果等输出到显示装置。

[0054] 操作部150获取来自用户的操作数据,并执行发送到控制部110的处理。

[0055] 控制部110具备数据获取部111、异常判定部112、车道判定部113、移动体检测部114、位移量计算部115及重量计算部116。

[0056] 控制部110的各部例如通过执行存储在存储部130中的程序的CPU(Central Processing Unit:中央处理器)来实现其功能。此外,控制部110的各部可以通过诸如ASIC(Application Specific Integrated Circuit)的定制IC(Integrated Circuit)来实现其功能,也可以通过CPU和ASIC来实现其功能。

[0057] 数据获取部111获取从各传感器21、22、23输出的加速度数据。具体地,数据获取部111获取通信部120从各传感器21、22、23接收的加速度数据。另外,数据获取部111对从各传感器21、22输出的加速度数据进行滤波处理,以使得由于车辆6的行驶而引起的加速度分量清晰地显示。

[0058] 异常判定部112基于从数据获取部111获取的加速度数据,判定各传感器21、22、23是否异常。稍后将描述由异常判定部112进行的异常判定的细节。

[0059] 车道判定部113基于从各传感器21输出的加速度数据以及从各传感器22输出的加速度数据中的至少一方,来判定车辆6已经行驶的车道。具体地,移动体检测部114比较从各传感器21输出的加速度数据的大小,或者比较从各传感器22输出的加速度数据的大小,基于比较结果,来判定车辆6行驶的车道。稍后将描述由车道判定部113进行的车道判定的细节。

[0060] 移动体检测部114基于从各传感器21输出的加速度数据以及从各传感器22输出的加速度数据中的至少一方,检测在桥梁5上行驶的车辆6。具体地,移动体检测部114基于异常判定部112的判定结果,判断是否能够计算车辆6的各车轴相对于由车道判定部113判定

的车道的进入时刻和退出时刻,如果判断为能够,则计算该进入时刻和退出时刻。稍后将描述由移动体检测部114进行的移动体检测的细节。

[0061] 位移量计算部115基于从各传感器23输出的加速度数据,计算桥梁5的位移量。具体地,位移量计算部115基于异常判定部112的判定结果,判断是否能够计算由车道判定部113判定的车道中桥梁5的位移量,如果判断为能够,则计算该位移量。稍后将描述由位移量计算部115进行的位移量计算的细节。

[0062] 重量计算部116计算在桥梁5上行驶的车辆6的重量。具体地,重量计算部116基于由位移量计算部115计算出的位移量,通过WIM(Weigh-In-Motion:动态称重),计算在由车道判定部113判定的车道中行驶的车辆6的重量。稍后将描述由重量计算部116进行的重量计算的细节。

[0063] 1-3. 移动体的重量估算方法

[0064] 接下来,将描述通过WIM估算在桥梁5上行驶的车辆6的重量的方法。

[0065] 在WIM中,根据由于车辆6的行驶而引起的桥梁5的位移、以及作为基准移动体的基准车辆在桥梁5上行驶时的表示桥梁5的各地点位移的影响线数据,来计算车辆6的重量。

[0066] 图6是说明影响线数据的示例的图。图6的横轴示出桥梁5的长度。图6的纵轴示出桥梁5在垂直方向的位移。图6所示的波形示出桥梁5的影响线数据。图6的波形示出例如当1t的车辆等预先知道重量的基准车辆在各车道中行驶时、在各车道中的任意点处的桥梁5的挠曲位移、例如桥梁5的跨度中央部处的挠曲位移。影响线数据例如是在操作测量系统10之前预先创建并存储。

[0067] 图7是说明基于影响线数据的WIM的方法以及运算结果的图。图7的横轴表示时间,纵轴表示桥梁5在垂直方向的位移。当作为重量估算对象的车辆6在桥梁5上行驶时,基于从各传感器23输出的加速度数据,求出桥梁5在各车道的给定点处的挠曲位移的时序变化。图7的波形A1表示车辆6在桥梁5的给定车道中行驶时桥梁5的挠曲位移。

[0068] 在WIM中,根据车辆6的轴数,配置预先求出的影响线数据。例如,当车辆6是如图8所示的四轴车辆时,配置了A21至A24所示的四个影响线数据。此外,当配置影响线数据时,使用车辆6相对于各车轴的各车道的进入时刻和退出时刻,将图6所示的影响线数据的横轴长度转换为时间轴。

[0069] 在图7的示例中,车辆6的第一个车轴在时刻“ti1”进入桥梁5的给定车道,在时刻“to1”从该车道退出。由此,第一轴所对应的影响线数据A21配置成以“ti1”和“to1”为端点。第二至四个车轴也同样地,基于各车轴的进入时刻“ti2”至“ti4”以及退出时刻“to2”至“to4”,配置影响线数据A22至A24。

[0070] 影响线数据表示规定重量的车辆、例如如上所述1t的车辆行驶时的位移。因此,当车辆6的各车轴的重量相对于1至4的整数j设为Wj时,由各车轴引起的桥梁5的位移是影响线数据的Wj倍。即,由第一个车轴引起的位移用A31表示,它是A21的W1倍。同样地,由第二个车轴引起的位移是A22的W2倍、即A32,由第三个车轴引起的位移是A23的W3倍、即A33,由第四个车轴引起的位移是A24的W4倍、即A34。

[0071] 由整个车辆6引起的位移U是A31至A34的总和,通过以下等式(1)表示。

[0072] 【数学式1】

[0073]
$$U = W1 \times A21 + W2 \times A22 + W3 \times A23 + W4 \times A24 \cdots (1)$$

[0074] 在图7的示例中,波形A4表示通过上式(1)求出的位移U。在WIM中,通过使表示使用影响线数据求出的位移U的波形A4、与表示使用传感器测得的位移的波形A1之间的误差变小的方式,估算各车轴的轴重W1至W4。具体地,可以使用诸如最小二乘法的数学方法来确定W1至W4。

[0075] 而且,求出各轴重的总和、即 $W1+W2+W3+W4$,作为车辆6的重量。

[0076] 此外,本实施方式的方法不限于应用在测量装置1中。本实施方式的方法例如也可以应用于包括传感器21、22、23和上述测量装置1的测量系统10中。

[0077] 1-4. 异常判定

[0078] 异常判定部112基于由数据获取部111获取的从各传感器21、22、23输出的加速度数据,判定各传感器21、22、23是否异常。

[0079] 例如,各传感器21、22、23具有自诊断功能,当自诊断的结果判断为故障的情况下,输出好像施加了诸如99G的通常不可能的加速度的异常值的加速度数据,异常判定部112可以将输入出了异常值的加速度数据的各传感器21、22、23判定为异常。

[0080] 另外,例如,当没有从各传感器21、22、23输出加速度数据时,可以判定各传感器21、22、23为缺失异常。

[0081] 另外,例如,预先将各传感器21、22、23设置于主梁,使得各检测轴相对于重力加速度的方向朝向特定方向,异常判定部112基于从各传感器21、22、23输出的加速度数据来计算重力加速度的方向,并且可以判定各检测轴相对于计算出的重力加速度的方向未朝向特定方向的各传感器21、22、23为掉落异常。

[0082] 1-5. 车道判定

[0083] 桥梁5的车道L1至Lm与主梁G1至Gn的相对位置关系例如如图2及图3所示。在图2及图3的示例中, $m=n-1$,对于1以上m以下的整数i,例如,第i主梁Gi最接近第i车道Li,第i+1主梁Gi+1第二接近第i车道Li。因此,例如,在第一车道L1中行驶的车辆6与主梁G1、G2的距离小,与G3至Gn的距离相对较大。同样地,在第二车道L2中行驶的车辆6与主梁G2、G3的距离小,与G1、G4至Gn的距离相对较大。

[0084] 由于这种相对位置关系,当车辆6在桥梁5的第一车道L1中行驶时,从设置于主梁G1、G2上的传感器21输出的加速度数据分别大于从设置于主梁G3至Gn上的传感器21输出的加速度数据。同样地,当车辆6在桥梁5的第二车道L2中行驶时,从设置于主梁G2、G3上的传感器21输出的加速度数据分别大于从设置于主梁G1、G4至Gn上的传感器21输出的加速度数据。

[0085] 图9是示出当车辆6在桥梁5的第一车道L1中行驶时从各传感器21输出的加速度数据的一例的图。图9的示例是当桥梁5的主梁的数量n为4时的示例。此外,图9的各波形是对各加速度数据进行滤波处理以使峰值更明确的波形。

[0086] 四个波形中的峰值P11、P12示出了车辆6的车轴通过。由于四个波形分别具有两个峰值P11、P12,因此车辆6是双轴车。峰值P11示出了车辆6的前轮车轴的通过,峰值P12示出了车辆6的后轮车轴的通过。

[0087] 在图9的示例中,从设置于主梁G1、G2上的传感器21分别输出的加速度数据的峰值P11、P12大于从设置于主梁G3、G4上的传感器21分别输出的加速度数据的峰值P11、P12,因此能够判定为车辆6已经在车道L1上行驶。

[0088] 车道L1至Lm与主梁G1至Gn的相对位置关系有时与图2和图3不同,但是通常,对于1以上m以下的整数i,当车辆6在第i车道Li中行驶时,从设置于最接近车道Li的主梁或者第二接近车道Li的主梁的传感器21输出的加速度数据大于从设置于其他主梁的传感器21输出的加速度数据。同样地,当车辆6在车道Li中行驶时,从设置于最近接车道Li的主梁或者第二接近车道Li的主梁的传感器22输出的加速度数据大于从设置于其他主梁的传感器22输出的加速度数据。

[0089] 因此,车道判定部113可以通过比较由数据获取部111获取的从各传感器21输出的加速度数据的大小,来判定车辆6已经行驶的车道。另外,车道判定部113也可以通过比较由数据获取部111获取的从各传感器22输出的加速度数据的大小,来判定车辆6已经行驶的车道。车道判定部113使用由数据获取部111进行了滤波处理的加速度数据来确定车辆6已经行驶的车道,以使得由于车辆6的行驶而引起的加速度分量清晰地显示。

[0090] 此外,例如当在n个主梁G1至Gn中的主梁Gi没有设置传感器21或传感器22的情况下、以及在主梁Gi上设置的传感器21或传感器22异常的情况下,移动体检测部114能够使用从设置于主梁Gi上的传感器22输出的加速度数据来执行车道判定。例如,在图9的示例中,由于车辆6在桥梁5的第一车道L1中行驶,因此从设置于主梁G1上的传感器22输出的加速度数据相对大于从设置于主梁G2、G3、G4上的传感器21分别输出的加速度数据。因此,当在主梁G1上没有设置传感器21的情况下、以及在主梁G1上设置的传感器21异常的情况下,能够使用从设置于主梁G1上的传感器22输出的加速度数据以及从设置于主梁G2、G3、G4上的传感器21分别输出的加速度数据,来判定车辆6已经行驶的车道。

[0091] 确定传感器21、22的数量和配置,使得至少能够判定车辆6已经行驶的车道。进而,优选使传感器21、22的数量和配置具有冗余度,从而即使在规定数量的传感器21、22发生异常的情况下也能够判定车辆6已经行驶的车道。

[0092] 1-6. 移动体检测

[0093] 当由车道判定部113判定为车辆6已经在桥梁5的第i车道Li中行驶时,移动体检测部114使用从设置于最接近车道Li的主梁或第二接近车道Li的主梁的传感器21输出并且进行了滤波处理的加速度数据,计算车辆6的各车轴进入桥梁5的车道Li中的时刻。例如,在图9的示例中,移动体检测部114也可以求出从设置于主梁G1或主梁G2上的传感器21输出的加速度数据的峰值P11、P12的定时,作为车辆6的前轮及后轮分别进入第一车道L1中的时刻。

[0094] 同样地,当由车道判定部113判定为车辆6已经在桥梁5的第i车道Li中行驶时,移动体检测部114使用从设置于最接近车道Li的主梁或第二接近车道Li的主梁的传感器22输出并且进行了滤波处理的加速度数据,计算车辆6的各车轴从桥梁5的车道Li退出的时刻。

[0095] 在测量装置1的存储部130中,存储着各车道Li与最接近车道Li的主梁以及第二接近的主梁之间的对应表,移动体检测部114可以参照该对应表,选择用于在各车道Li中行驶的车辆6的检测的传感器21、22。

[0096] 此外,当传感器21、22的安装位置不是桥梁5的端点时,车辆6的实际进入、退出的定时与加速度数据中出现峰值的定时可能会产生偏差。由此,移动体检测部114可以根据传感器21、22的安装位置对加速度数据的峰值定时执行校正,来求出进入时刻和退出时刻。

[0097] 1-7. 位移量的计算

[0098] 当由车道判定部113判定为车辆6已经在桥梁5的第i车道Li中行驶时,位移量计算

部115对于从设置于最接近车道Li的主梁或第二接近车道Li的主梁的传感器23输出的加速度数据,进行二阶积分,计算由于车辆6在车道Li中的行驶而引起的桥梁5的位移量。根据相对于移动体检测部114计算出的车道Li的进入时刻和退出时刻,确定该二阶积分的积分区间。例如,位移量计算部115可以在从移动体检测部114计算出的进入车道Li的时刻或者其之前一点的时刻、到自车道Li退出的时刻或者其之后一点的时刻之间的区间中,对加速度数据进行二阶积分。

[0099] 此外,位移量计算部115可以从加速度数据中去除DC(Direct Current:直流电)分量,以使得积分结果不会由于传感器23的偏移量而发散。

[0100] 1-8.车辆的重量的计算

[0101] 重量计算部116通过上述的WIM,根据由位移量计算部115计算出的、因车辆6在车道Li中的行驶而引起的桥梁5的位移以及影响线数据,来计算车辆6的重量。具体地,重量计算部116使用影响线数据、以及车辆6的各车轴相对于车道Li的进入时刻和退出时刻,计算每个车轴的轴重,并且通过对计算出的轴重求和来计算车辆6的重量。

[0102] 这里,当车辆6分别在第一车道L1至第m车道Lm中行驶时,车道L1至Lm中的给定地点处的桥梁5的位移彼此不同。因此,通过使基准车辆分别在车道L1至Lm中行驶来分别创建相对于车道L1至Lm的影响线数据E1至Em,并且预先存储在存储部130中。重量计算部116使用由于车辆6在车道Li中的行驶而引起的桥梁5的位移、以及相对于车道Li的影响线数据Ei,通过上述WIM来计算车辆6的重量。

[0103] 1-9.判断能否运算

[0104] 图10是示出在图2和图3的示例中用于通过上述WIM计算在各车道中行驶的车辆6的重量所需的数据关系的数据流程图。在图10中,虚线箭头表示输入到运算中的两个数据的任一个是必要的,实线箭头表示输入到运算中的数据是必要的。

[0105] 如图10所示,移动体检测部114为了计算车辆6进入车道Li的时刻,需要从设置于最接近车道Li的主梁传感器21输出的加速度数据以及从设置于第二接近车道Li的主梁的传感器21输出的加速度数据的至少一方。同样地,移动体检测部114为了计算车辆6从车道Li退出的时刻,需要从设置于最接近车道Li的主梁的传感器22输出的加速度数据以及从设置于第二接近车道Li的主梁的传感器22输出的加速度数据的至少一方。

[0106] 因此,当异常判定部112判定k个传感器21中、设置于桥梁5的最接近车道Li的主梁或第二接近车道Li的主梁的传感器21没有异常时,移动体检测部114基于从该传感器21输出的加速度数据,检测在车道Li中行驶的车辆6,计算车辆6进入车道Li的时刻。同样地,当异常判定部112判定p个传感器22中、设置于桥梁5的最接近车道Li的主梁或第二接近车道Li的主梁的传感器22没有异常时,移动体检测部114基于从该传感器22输出的加速度数据,检测在车道Li中行驶的车辆6,计算车辆6从车道Li退出的时刻。

[0107] 此外,当车辆6在桥梁5的车道Li中行驶时,如果设置于最接近车道Li的主梁的传感器21与设置于第二接近车道Li的主梁的传感器21两者均异常,则移动体检测部114不计算车辆6进入车道Li的时刻。另外,当设置于最接近车道Li的主梁的传感器21异常、并且在第二接近车道Li的主梁未设置传感器21的情况下,或者设置于第二接近车道Li的主梁的传感器21异常、并且在最接近车道Li的主梁未设置传感器21的情况下,移动体检测部114也不计算车辆6进入车道Li的时刻。

[0108] 同样地,当车辆6在桥梁5的车道Li中行驶时,如果设置于最接近车道Li的主梁的传感器22与设置于第二接近车道Li的主梁的传感器22两者均异常,则移动体检测部114不计算车辆6从车道Li退出的时刻。另外,当设置于最接近车道Li的主梁的传感器22异常、并且在第二接近车道Li的主梁未设置传感器22的情况下,或者设置于第二接近车道Li的主梁的传感器22异常、并且在最接近车道Li的主梁未设置传感器22的情况下,移动体检测部114也不计算车辆6从车道Li退出的时刻。

[0109] 另外,为了使位移量计算部115计算车道Li中桥梁5的位移量,需要从设置于最接近车道Li的主梁的传感器23输出的加速度数据和从设置于第二接近车道Li的主梁的传感器23输出的加速度数据的至少一方、以及为了指定对加速度数据进行二阶积分的积分区间而需要车辆6进入车道Li的进入时刻和从车道Li退出的时刻的信息。因此,当异常判定部112判定q个传感器23中、设置于桥梁5的最接近车道Li的主梁或第二接近车道Li的主梁的传感器23没有异常时,位移量计算部115根据从该传感器23输出的加速度数据、以及由移动体检测部114检测到的车辆6的信息即进入和退出车道Li的进入时刻和退出时刻,来计算车道Li中桥梁5的位移量。此外,车辆6进入车道Li的进入时刻是车辆6的第一个车轴进入车道Li的时刻,车辆6从车道Li退出的退出时刻是车辆6的最后一个车轴从车道Li退出的时刻。

[0110] 此外,当车辆6在桥梁5的车道Li中行驶时,如果设置于最接近车道Li的主梁的传感器23与设置于第二接近车道Li的主梁的传感器23两者均异常,则位移量计算部115不计算车道Li中桥梁5的位移量。另外,当设置于最接近车道Li的主梁的传感器23异常、并且在第二接近车道Li的主梁未设置传感器23的情况下,或者设置于第二接近车道Li的主梁的传感器23异常、并且在最接近车道Li的主梁未设置传感器23的情况下,位移量计算部115不计算车道Li中桥梁5的位移量。另外,即使在移动体检测部114不计算车辆6进入车道Li的进入时刻以及从车道Li退出的退出时刻的至少一方的情况下,位移量计算部115也不计算车道Li中桥梁5的位移量。

[0111] 另外,为了使重量计算部116通过WIM计算在第i车道Li中行驶的车辆6的重量,需要车辆6进入和退出车道Li的进入时刻和退出时刻的信息以配置影响线数据,并且需要由于车辆6的行驶而引起的车道Li中桥梁5的位移量的信息。即,重量计算部116根据由移动体检测部114检测到的车辆6的信息即进入和退出车道Li的进入时刻和退出时刻、以及由位移量计算部115计算出的车道Li中桥梁5的位移量,来计算在车道Li中行驶的车辆6的重量。

[0112] 此外,当车辆6在桥梁5的车道Li中行驶时,如果位移量计算部115没有计算车道Li中桥梁5的位移量,则重量计算部116也不计算在车道Li中行驶的车辆6的重量。

[0113] 图11、图12及图13是示出传感器21、22、23的一部分异常时的示例的图。在图11,图12及图13的示例中,主梁的数量n、传感器21的数量k、传感器22的数量p、传感器23的数量q均为4,车道的数量m为3。在图11、图12及图13中,异常的传感器21、22、23用×标记。

[0114] 在图11的示例中,设置于主梁G2的传感器21、22、以及设置于主梁G3的传感器21、22异常,而其他各传感器21、22、23没有异常。这种情况下,移动体检测部114计算车辆6进入和退出车道L1、L3的进入时刻和退出时刻,并且不计算车辆6进入和退出车道L2的进入时刻和退出时刻。另外,位移量计算部115计算由于车辆6的行驶而引起的车道L1、L3中桥梁5的位移量,并且不计算由于车辆6的行驶而引起的车道L2中桥梁5的位移量。另外,重量计算部116计算在车道L1、L3中行驶的车辆6的重量,并且不计算在车道L2中行驶的车辆6的重量。

[0115] 在图12的示例中,设置于主梁G2的传感器21、设置于主梁G3的传感器21、22、以及设置于主梁G4的传感器22异常,而其他各传感器21、22、23没有异常。这种情况下,移动体检测部114计算车辆6进入车道L1、L3的进入时刻,并且不计算车辆6进入车道L2的进入时刻。另外,移动体检测部114计算车辆6从车道L1、L2退出的退出时刻,并且不计算车辆6从车道L3退出的退出时刻。另外,位移量计算部115计算由于车辆6的行驶而引起的车道L1中桥梁5的位移量,并且不计算由于车辆6的行驶而引起的车道L2、L3中桥梁5的位移量。另外,重量计算部116计算在车道L1中行驶的车辆6的重量,并且不计算在车道L2、L3中行驶的车辆6的重量。

[0116] 在图13的示例中,设置于主梁G2的传感器23、设置于主梁G3的传感器22、23、以及设置于主梁G4的传感器22异常,而其他各传感器21、22、23没有异常。这种情况下,移动体检测部114计算车辆6进入车道L1、L2、L3的进入时刻。另外,移动体检测部114计算车辆6从车道L1、L2退出的退出时刻,并且不计算车辆6从车道L3退出的退出时刻。另外,位移量计算部115计算由于车辆6的行驶而引起的车道L1中桥梁5的位移量,并且不计算由于车辆6的行驶而引起的车道L2、L3中桥梁5的位移量。另外,重量计算部116计算在车道L1中行驶的车辆6的重量,并且不计算在车道L2、L3中行驶的车辆6的重量。

[0117] 此外,在图11、图12及图13中,即使用×标记的传感器21、22、23的一部分没有设置于主梁的情况下,能否通过移动体检测部114、位移量计算部115及重量计算部116进行各运算与图11、图12及图13的示例的情况相同。

[0118] 1-10. 计算车辆的重量

[0119] 图14是示出在本实施方式中用于计算移动体即车辆6的重的处理顺序的流程图。

[0120] 如图14所示,首先,数据获取部111获取从各传感器21、22、23输出的加速度数据(步骤S1)。

[0121] 接着,数据获取部111对于从各传感器21、22输出的加速度数据执行滤波处理,以使得由于车辆6的车轴通过而引起的加速度分量清晰地显示(步骤S2)。例如,数据获取部111具有使25Hz以上的频率分量的加速度通过的HPF(High Pass Filter:高通滤波器)的功能。HPF例如由FIR(Finite Impulse Response:有限冲击响应)滤波器和FFT(Fast Fourier Transform:快速傅立叶变换)构成。此外,为了提高清晰度,数据获取部111也可以执行差分滤波器、例如拉普拉斯滤波器等的增强滤波处理。

[0122] 接着,异常判定部112基于在步骤S1中获取的加速度数据或者在步骤S2中进行了滤波处理的加速度数据,判定各传感器21、22、23是否异常(步骤S3)。

[0123] 接着,车道判定部113基于在步骤S2中进行了滤波处理的加速度数据,判定车辆6已经行驶的车道Li(步骤S4)。

[0124] 接着,当设置于最接近在步骤S4中判定的车道Li的主梁或第二接近的主梁的传感器21正常时(步骤S5的是),移动体检测部114根据从该传感器21输出并且在步骤S2中进行了滤波处理的加速度数据,来计算车辆6的各车轴进入车道Li的进入时刻(步骤S6)。

[0125] 接着,当设置于最接近车道Li的主梁或第二接近的主梁的传感器22正常时(步骤S7的是),移动体检测部114根据从该传感器22输出并且在步骤S2中进行了滤波处理的加速度数据,来计算车辆6的各车轴从车道Li退出的退出时刻(步骤S8)。

[0126] 接着,当设置于最接近车道Li的主梁或第二接近的主梁的传感器23正常时(步骤S9的是),位移量计算部115根据从该传感器23输出并且在步骤S1中获取的加速度数据、和在步骤S6中计算出的进入时刻以及在步骤S8中计算出的退出时刻,来计算车道Li中桥梁5的位移量(步骤S10)。

[0127] 最后,重量计算部116根据相对于车道Li的影响线数据、在步骤S6中计算出的进入时刻和在步骤S8中计算出的退出时刻、以及在步骤S10中计算出的位移量,来执行WIM,计算在车道Li中行驶的车辆6的重量(步骤S11),处理结束。

[0128] 另外,在步骤S5中,当设置于最接近车道Li的主梁的传感器21以及设置于第二接近车道Li的主梁的传感器21两者异常的情况下,或者设置于最接近车道Li的主梁的传感器21异常、并且在第二接近车道Li的主梁未设置传感器21的情况下,或者设置于第二接近车道Li的主梁的传感器21异常、并且在最接近车道Li的主梁未设置传感器21的情况下(步骤S5的否),移动体检测部114不计算车辆6的各车轴进入车道Li的进入时刻。而且,当设置于最接近车道Li的主梁或第二接近的主梁的传感器22正常时(步骤S12的是),与步骤S8同样地,移动体检测部114计算车辆6的各车轴从车道Li退出的退出时刻(步骤S13)。

[0129] 另外,在步骤S7或步骤S12中,当设置于最接近车道Li的主梁的传感器22以及设置于第二接近车道Li的主梁的传感器22两者异常的情况下,或者设置于最接近车道Li的主梁的传感器22异常、并且在第二接近车道Li的主梁未设置传感器22的情况下,或者设置于第二接近车道Li的主梁的传感器22异常、并且在最接近车道Li的主梁未设置传感器22的情况下(步骤S7的N或步骤S12的否),移动体检测部114不计算车辆6的各车轴从车道Li退出的退出时刻,处理结束。

[0130] 另外,在步骤S9中,当设置于最接近车道Li的主梁的传感器23以及设置于第二接近车道Li的主梁的传感器23两者异常的情况下,或者设置于最接近车道Li的主梁的传感器23异常、并且在第二接近车道Li的主梁未设置传感器23的情况下,或者设置于第二接近车道Li的主梁的传感器23异常、并且在最接近车道Li的主梁未设置传感器23的情况下(步骤S9的否),重量计算部116不计算车道Li中桥梁5的位移量,处理结束。

[0131] 此外,步骤S1是数据获取工序的一例。另外,步骤S3是异常判定工序的一例。另外,步骤S5、S6、S7、S8、S12、S13是移动体检测工序的一例。另外,步骤S9、S10是位移量计算工序的一例。另外,步骤S11是重量计算工序的一例。

[0132] 1-11. 作用效果

[0133] 在以上说明的本实施方式中,当异常判定部112判定为设置于桥梁5的最接近第i车道Li的主梁或者第二接近车道Li的主梁的传感器21没有异常时,移动体检测部114根据从该传感器21输出的加速度数据,来检测在车道Li上移动的车辆6。因此,例如即使设置于最接近车道Li的主梁的传感器21发生异常,只要在第二接近车道Li的主梁设有正常的传感器21,则移动体检测部114能够根据从该正常的传感器21输出的加速度数据,来检测在车道Li上行驶的车辆6,并计算车辆6进入车道Li的进入时刻。因此,根据涉及本实施方式的测量装置1、测量系统10及测量方法,即使传感器21发生异常,也能够提高可继续进行车辆6的检测运算的概率。

[0134] 另外,在本实施方式中,当异常判定部112判定为设置于桥梁5的最接近第i车道Li的主梁或第二接近车道Li的主梁的传感器22没有异常时,移动体检测部114根据从该传感

器22输出的加速度数据,来检测在车道Li上移动的车辆6。因此,例如,即使设置于最接近车道Li的主梁的传感器22发生异常,只要在第二接近车道Li的主梁设有正常的传感器22,则移动体检测部114能够根据从该正常的传感器22输出的加速度数据,来检测在车道Li上行驶的车辆6,并计算车辆6从车道Li退出的退出时刻。因此,根据涉及本实施方式的测量装置1、测量系统10及测量方法,即使传感器22发生异常,也能够提高可继续进行车辆6的检测运算的概率。

[0135] 另外,在本实施方式中,当异常判定部112判定为设置于桥梁5的最接近第i车道Li的主梁或第二接近车道Li的主梁的传感器23没有异常时,位移量计算部115根据从该传感器23输出的加速度数据、以及由移动体检测部114检测到的车辆6的信息,来计算车道Li中桥梁5的位移量。另外,重量计算部116根据由移动体检测部114检测到的车辆6的信息、以及由位移量计算部115计算出的桥梁5的位移量,来计算在车道Li中行驶的车辆6的重量。因此,当移动体检测部114检测在车道Li上行驶的车辆6并且计算进入时刻和退出时刻的情况下,例如,即使设置于最接近车道Li的主梁的传感器23发生异常,只要在第二接近车道Li的主梁设有正常的传感器23,则位移量计算部115能够根据从该正常的传感器23输出的加速度数据,来计算由于在车道Li上行驶的车辆6而引起的桥梁5的位移量。另外,重量计算部116能够根据由位移量计算部115计算出的桥梁5的位移量,来计算在车道Li中行驶的车辆6的重量。因此,根据涉及本实施方式的测量装置1、测量系统10及测量方法,即使传感器23发生异常,也能够提高可继续进行计算桥梁5的位移量的运算或者计算车辆6的重量的运算的概率。

[0136] 2. 变形例

[0137] 本发明不限于本实施方式,可以在本发明的主旨的范围内实施各种变形。

[0138] 在上述的实施方式中,传感器21、22、23是加速度传感器,但不限于加速度传感器。传感器21、22、23只要是能够测量加速度、速度、位移、形变等外力的传感器,则能够使用基于诸如激光多普勒振动计和采样云纹法而进行的位移/速度测量技术等各种测量技术。

[0139] 当传感器21、22、23是诸如形变传感器和位移计的能够直接测量桥梁5的位移的传感器时,则无需位移量计算部115中的积分处理。但是,形变传感器等需要直接设置于桥梁5的部件上。例如,当设置传感器时,需要进行除漆等工序。对此,由于加速度传感器能够通过磁铁等设置于桥梁5的表面,因此从设置负担的观点出发加速度传感器是有利的。

[0140] 另外,传感器21、22、23优选为输出信号的峰值明确并且响应迅速、即峰值的影响随后不易残留的传感器,加速度传感器优于形变传感器等。

[0141] 另外,作为传感器21、22、23选择的传感器组合是任意的。例如,可以是诸如选择传感器21、22为加速度传感器、选择传感器23为形变传感器等各种实施方式。

[0142] 另外,在上述的实施方式中,测量装置1等也可以通过程序来实现其处理的一部分或大部分。这种情况下,通过由CPU等的处理器执行程序,来实现测量装置1等。具体地,读取存储在非临时性信息存储装置中的程序,并且由CPU等的处理器执行读取的程序。这里,作为计算机可读装置或介质的信息存储装置储存程序或数据等,其功能可以通过诸如光盘DVD、CD的光盘、硬盘驱动器或卡型存储器和ROM等各种存储器来实现。而且,CPU等的处理器基于储存在信息存储装置中的程序或数据来执行本实施方式的各种处理。即,在信息存储装置中存储有用于使计算机作为本实施方式的各部发挥功能的程序。

[0143] 另外,在上述的实施方式中,测量装置1可以包括处理器和存储器。这里的处理器,例如可各部的功能可以通过单独的硬件来实现,或者各部的功能可以通过集成的硬件来实现。例如,处理器可以包括硬件,该硬件可以包括处理数字信号的电路以及处理模拟信号的电路中的至少一方。作为处理器,可以使用CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)、或者DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)等各种处理器。存储器可以是诸如SRAM(Static Random Access Memory:静态随机存取存储器)、DRAM(Dynamic Random Access Memory:动态随机存取存储器)之类的半导体存储器、寄存器、诸如硬盘装置之类的磁存储装置、或者诸如光盘装置之类的光学式存储装置。例如,存储器储存计算机可读取的指令,并且通过由处理器执行该指令,来实现测量装置1的各部的功能。

[0144] 上述实施方式及变形例仅为一例,本发明不限于此。例如,也可以适当地组合各实施方式及各变形例。

[0145] 本发明可以包括与实施方式中描述的结构基本相同的结构,例如功能、方法及结果相同的结构、或者目的及效果相同的结构。另外,本发明包括实施方式中描述的结构非必要部分被替换的结构。另外,本发明包括与实施方式中描述的结构发挥相同作用效果的结构或实现相同目的的结构。另外,本发明包括对实施方式中描述的结构添加了已知技术的结构。

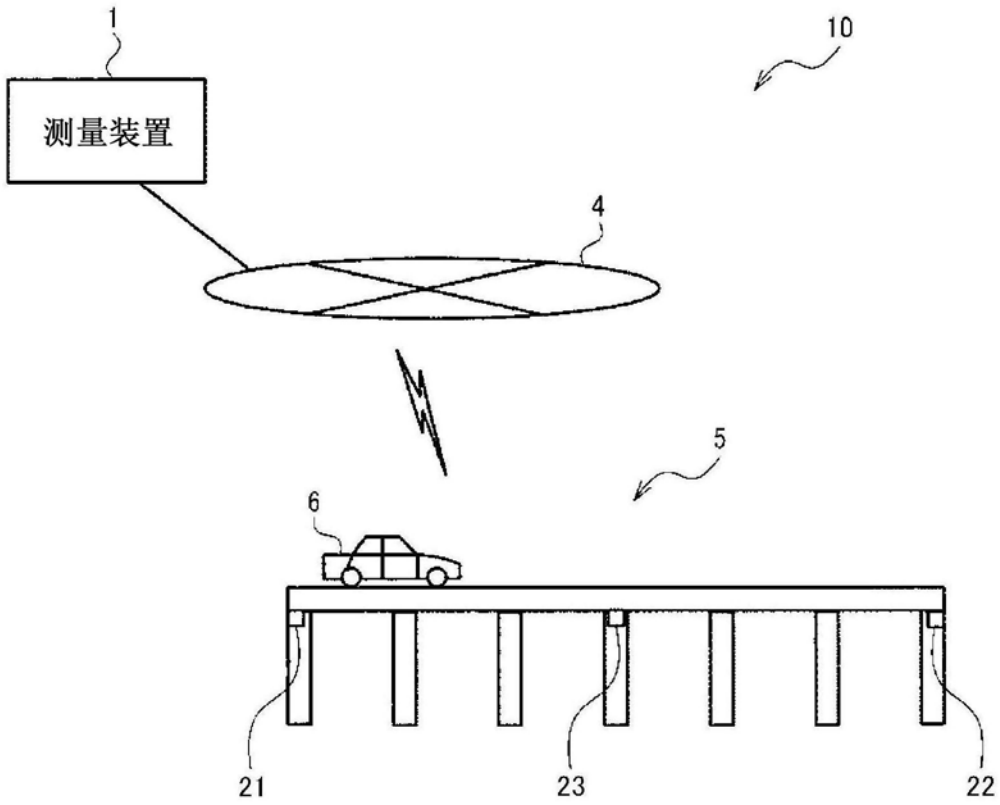


图1

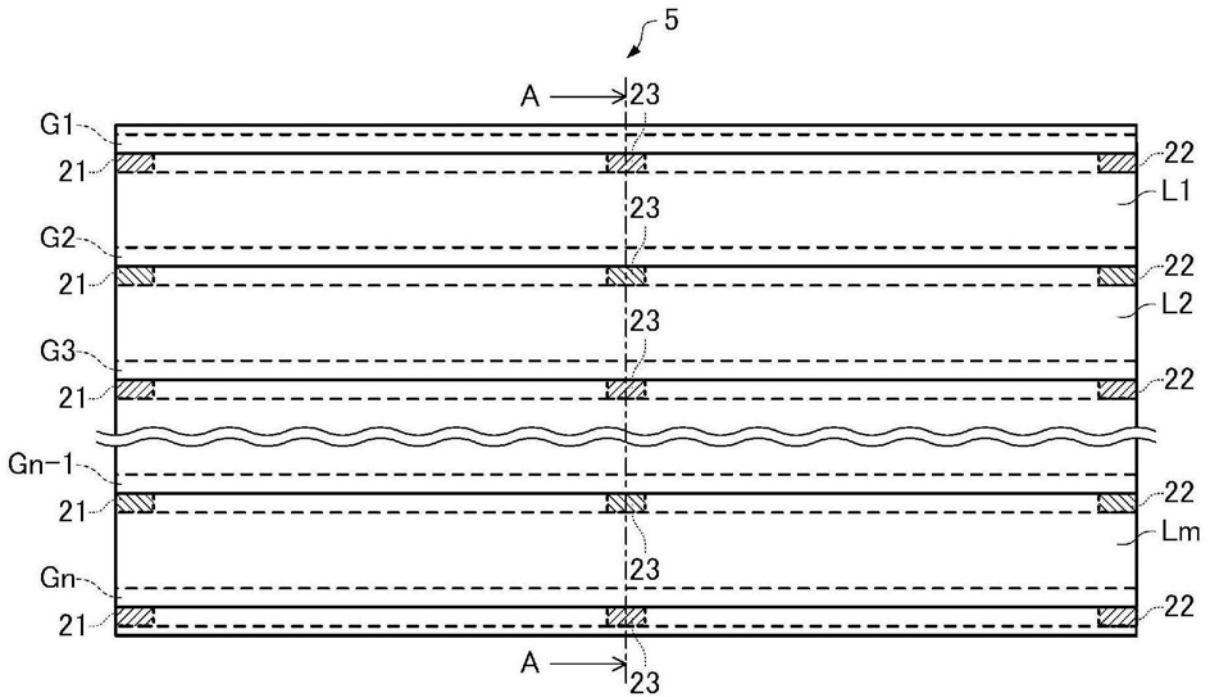


图2

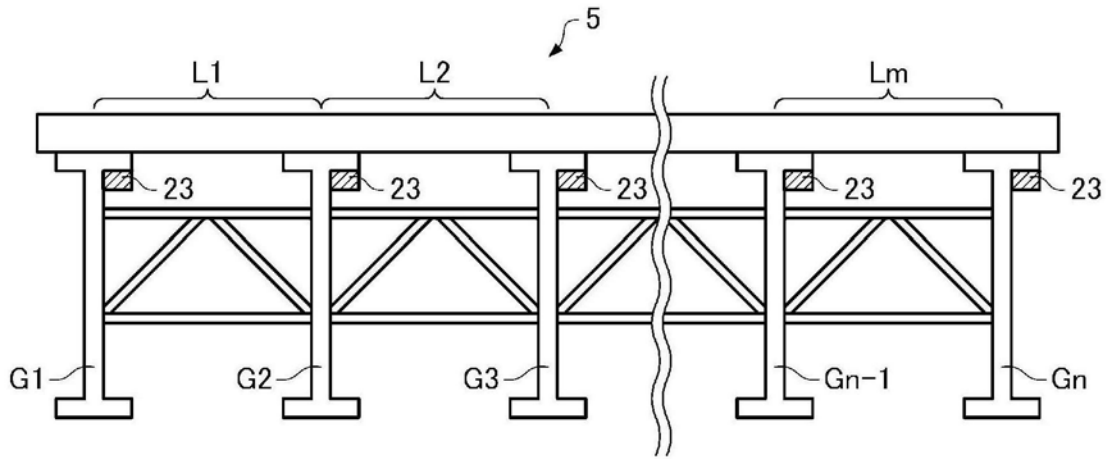


图3

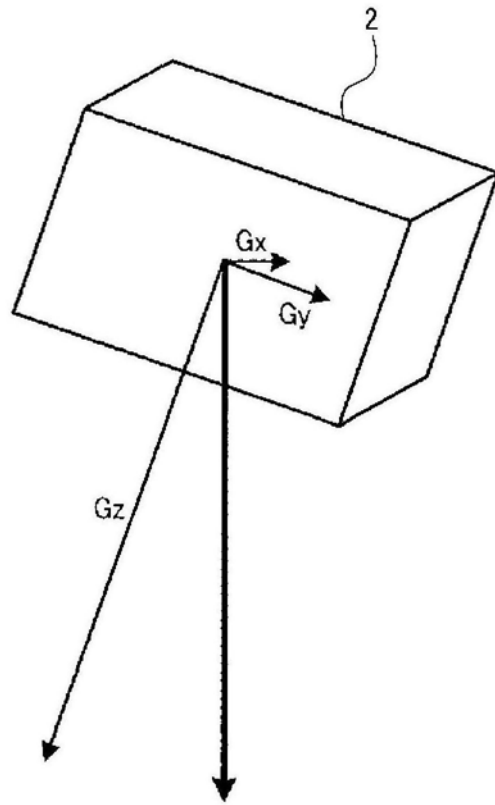


图4

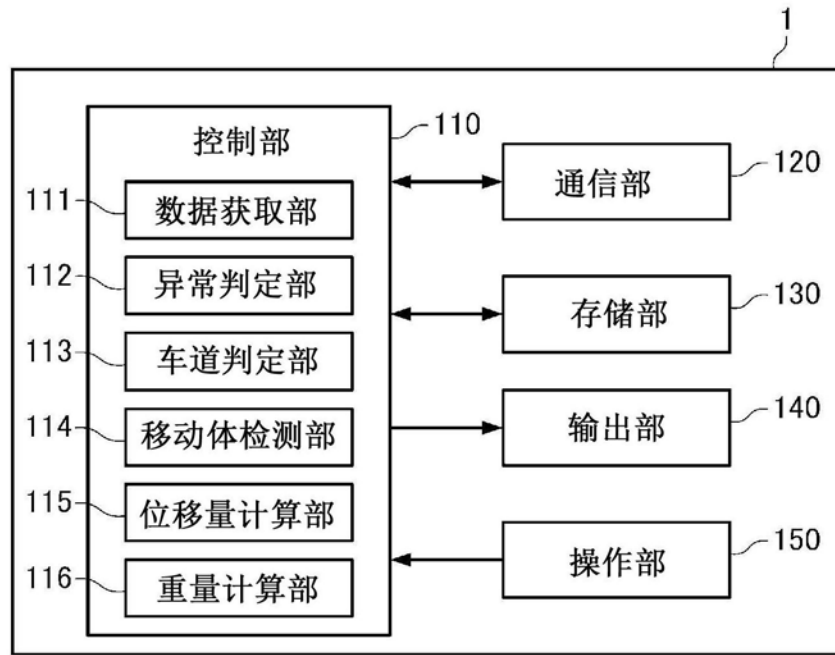


图5

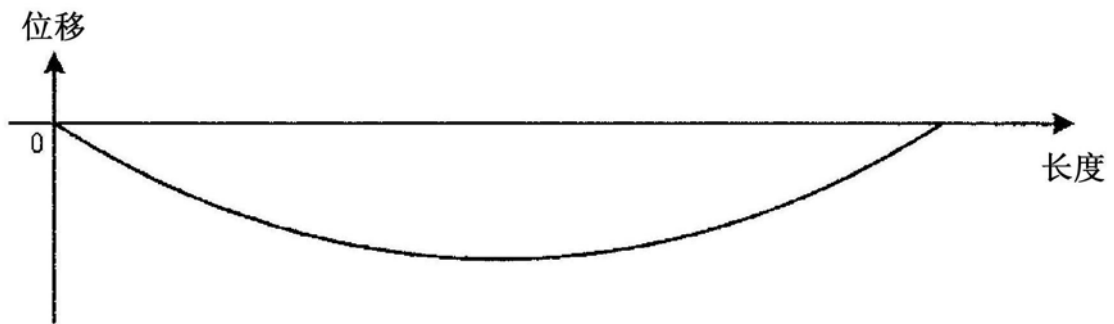


图6

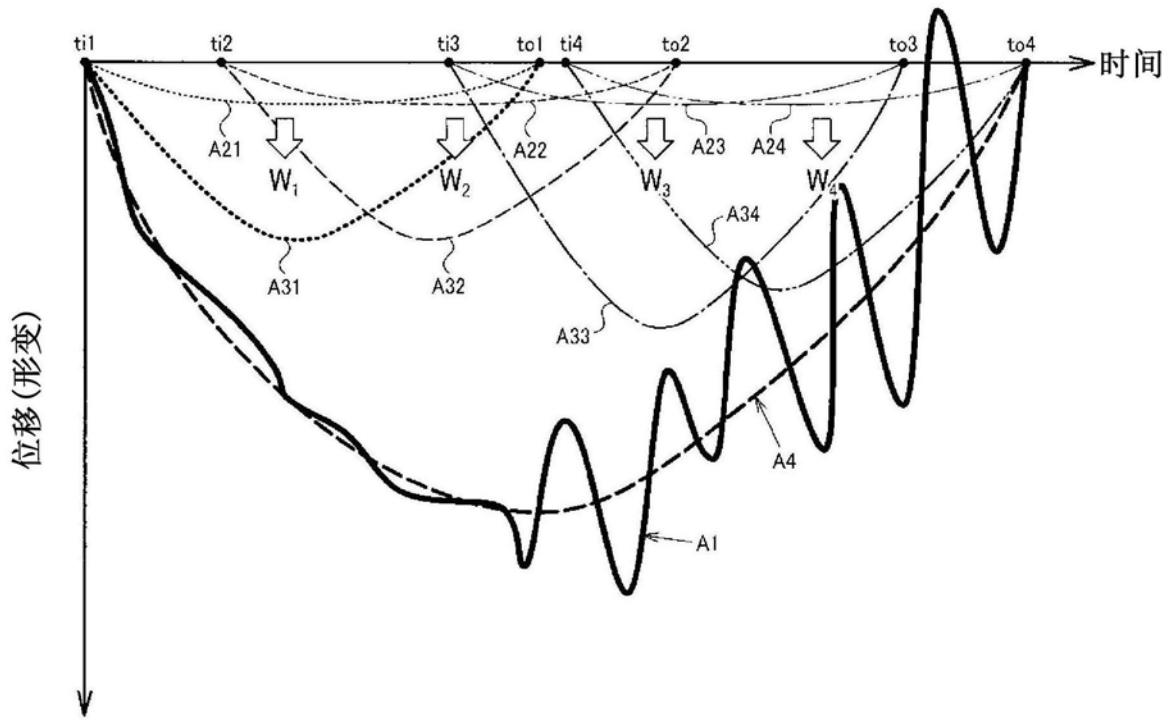


图7

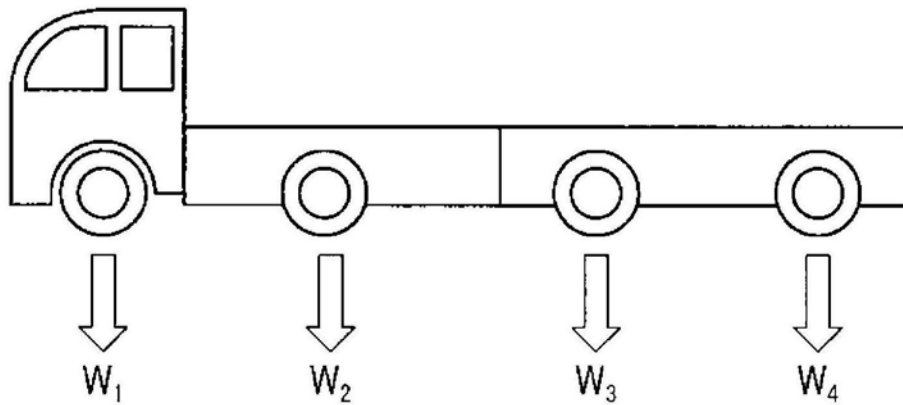


图8

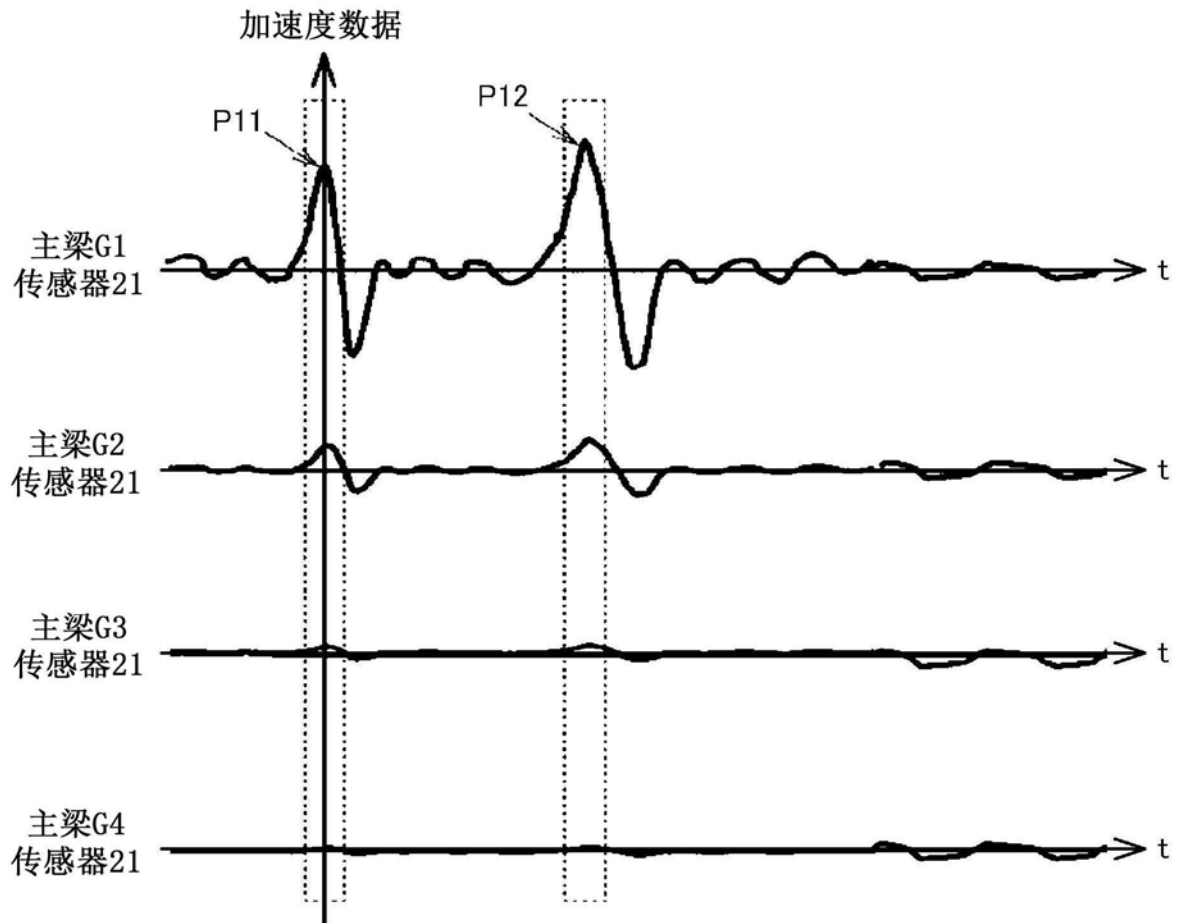


图9

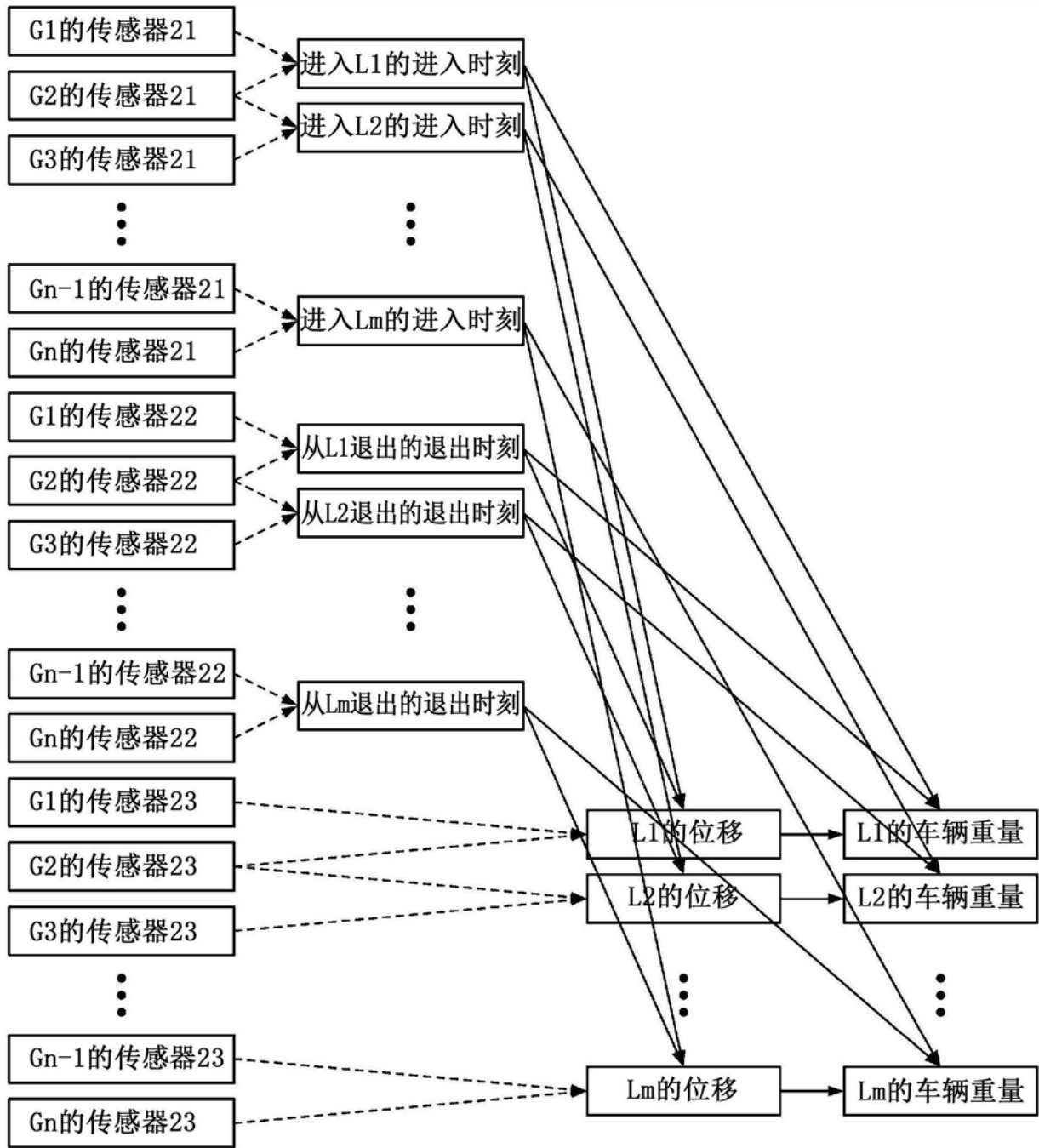


图10

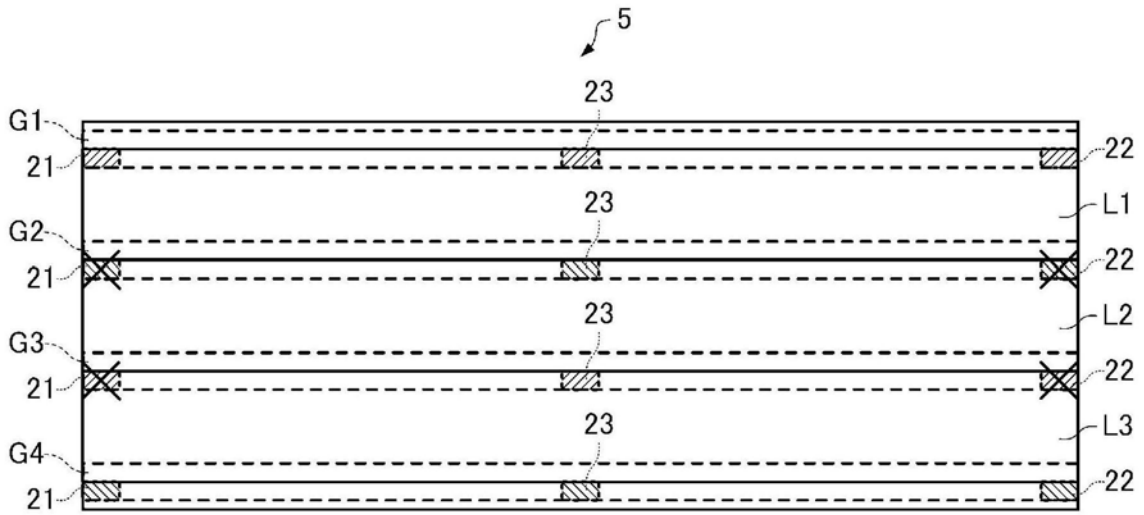


图11

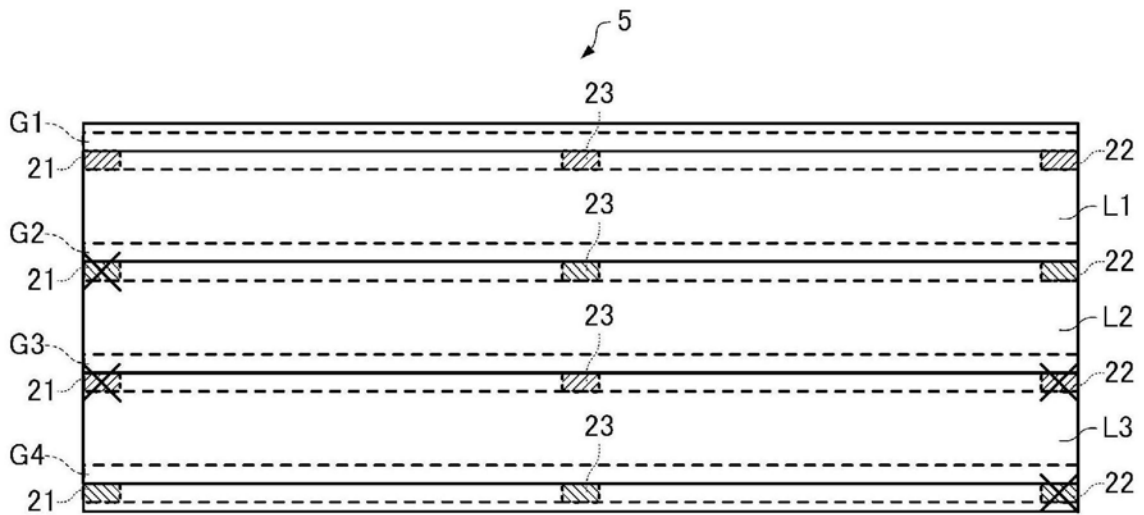


图12

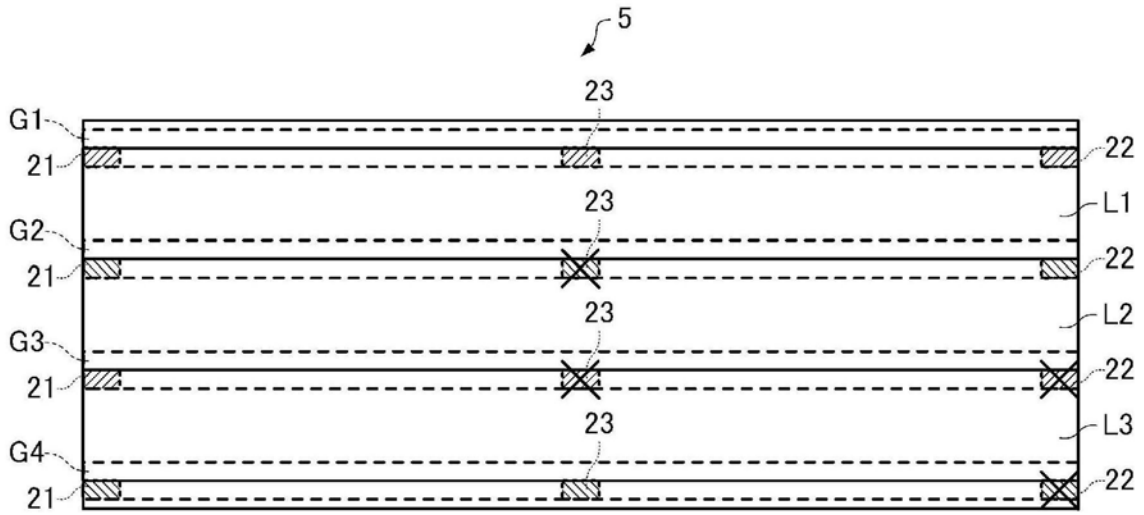


图13

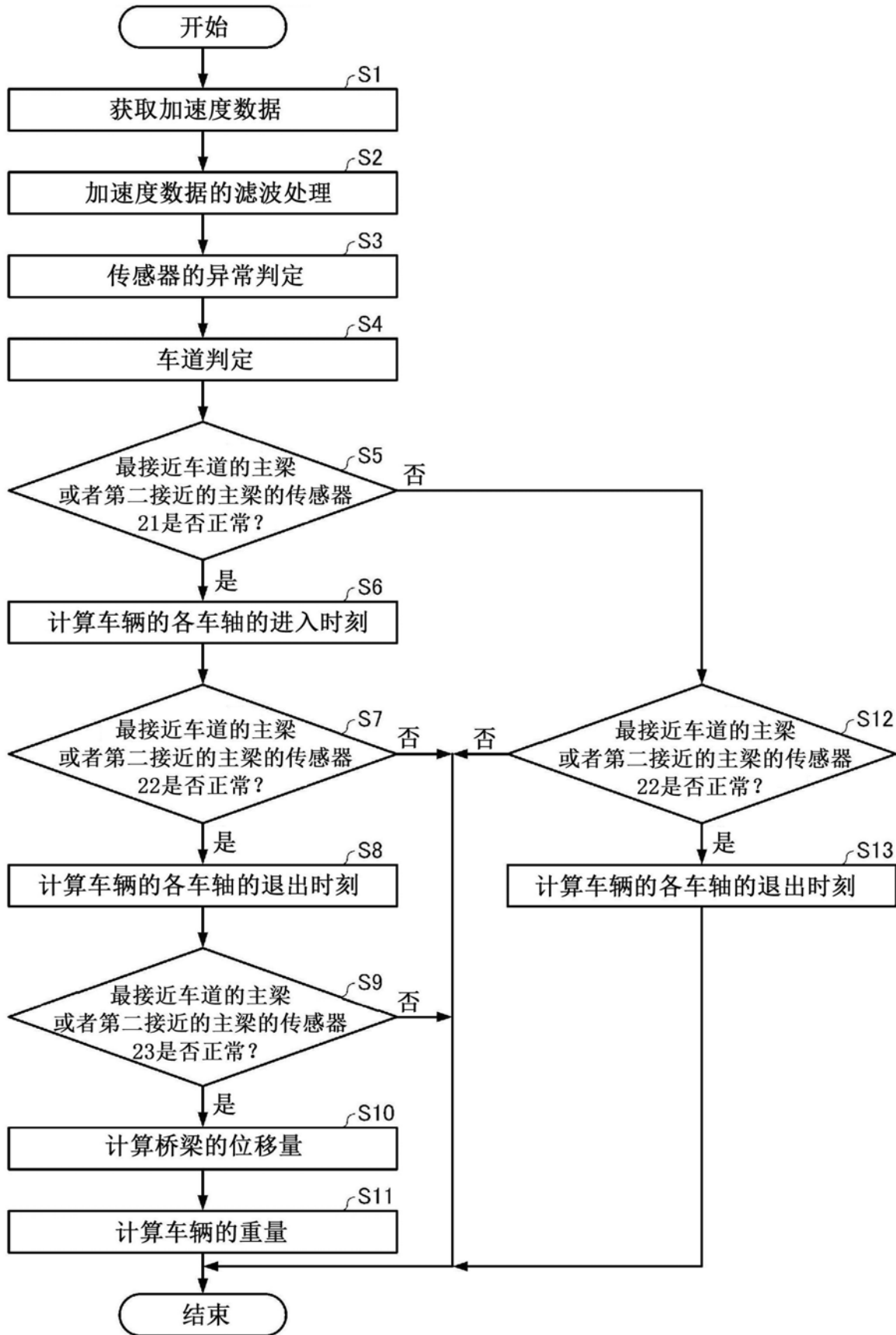


图14