(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109932032 B
(45)授权公告日 2021.05.04

(21)申请号 201811542235.8

(22)申请日 2018.12.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109932032 A

(43)申请公布日 2019.06.25

(30)优先权数据
17207636 2017.12.15 EP

(73)专利权人 基斯特勒控股公司
地址 瑞士温特图尔

(72)发明人 A·瑞比

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司 72003
代理人 黄艳 谢强

(51)Int.Cl.
G01G 19/03(2006.01)
G01G 3/13(2006.01)

(56)对比文件
CN 104040307 A,2014.09.10
JP H04315015 A,1992.11.06
CN 1140784 C,2004.03.03
WO 2013017768 A1,2013.02.07
US 2002103613 A1,2002.08.01
CN 105698908 A,2016.06.22
CN 101625254 A,2010.01.13
CN 102834700 A,2012.12.19

审查员 于陶然

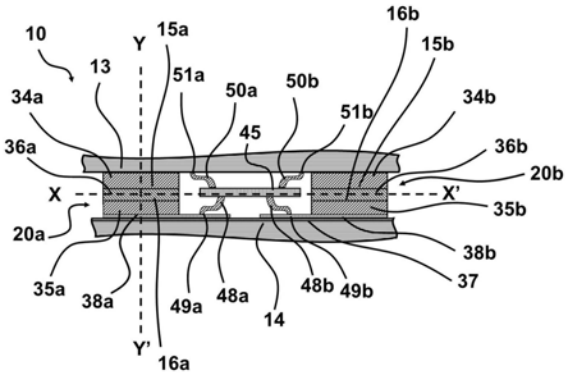
权利要求书4页 说明书12页 附图5页

(54)发明名称

动态称重传感器和用于制造动态称重传感器的方法

(57)摘要

本发明涉及一种WIM传感器(10),用于在道路区间(1)上在车辆(2a,2b,2c,2d)的车轮驶过时确定车辆的车轮负载;WIM传感器被构造为沿纵轴线(X-X')长形伸展设计的空心型材(11);空心型材包围至少一个第一空间(12);在第一空间中,多个压电测量元件(36,36a,36b)沿纵轴线布置;在第一空间中布置至少一个载体元件(30,30a,30b,30c);载体元件固定至少一个压电测量元件;在第一空间中布置至少一个电子元件(45);载体元件固定至少一个电子元件;至少一个电荷导体(61a,61b)布置在第一空间中;电荷导体将至少一个受力面(15,15a,15b)和电子元件电连接;电荷导体将电荷信号(201a,201b)从至少一个受力面传导至电子元件。



CN 109932032 B

1.一种WIM传感器(10),用于在一道路区间(1)上在车辆(2a,2b,2c,2d)的车轮驶过时确定所述车辆(2a,2b,2c,2d)的车轮负载;所述WIM传感器(10)在所述道路区间(1)内被所述道路区间(1)的道路表面封闭地设置在所述道路表面中;所述WIM传感器(10)被构造为沿纵轴线(X-X')长形伸展设计的空心型材(11);所述空心型材(11)包围至少一个第一空间(12);在所述第一空间(12)中,多个压电测量元件(36,36a,36b)沿所述纵轴线(X,X')布置;所述压电测量元件(36,36a,36b)分别具有第一受力面(15,15a,15b)和第二受力面(16,16a,16b);所述车轮负载在所述车辆(2a,2b,2c,2d)的车轮驶过时作用在所述压电测量元件(36,36a,36b)上;其中,每个压电测量元件(36,36a,36b)在所述第一受力面(15,15a,15b)上和所述第二受力面(16,16a,16b)上产生与作用的车轮负载成比例的电荷;其特征在于,在所述第一空间(12)中布置至少一个载体元件(30,30a,30b,30c);所述载体元件(30,30a,30b,30c)固定至少一个压电测量元件(36,36a,36b);在所述第一空间(12)中布置至少一个电子元件(45);所述载体元件(30,30a,30b,30c)固定至少一个电子元件(45);在所述第一空间(12)中布置至少一个电荷导体(61a,61b);所述电荷导体(61a,61b)将至少一个受力面(15,15a,15b)和电子元件(45)电连接;并且所述电荷导体(61a,61b)将电荷信号(201a,201b)从至少一个受力面(15,15a,15b,16,16a,16b)传导至所述电子元件(45),

其中,在所述第一空间(12)中布置有第一挤压面(13)和第二挤压面(14),所述挤压面(13,14)相对置地设置;所述第一受力面(15,15a,15b)和第二受力面(16,16a,16b)分别面向直接或间接地作用在受力面(15,15a,15b,16,16a,16b)上的一挤压面(13,14);所述挤压面(13,14)在所述受力面(15,15a,15b,16,16a,16b)上的间接作用是通过至少一个第一力导入元件(34,34a,34b)和第二力导入元件(35,35a,35b)产生的,所述力导入元件(34,34a,34b,35,35a,35b)布置在一挤压面(13,14)和一受力面(15,15a,15b,16,16a,16b)之间;所述第二受力面(16,16a,16b)与所述第二挤压面(14)之间布置电极膜(39);所述电极膜(39)具有绝缘膜(37);所述绝缘膜(37)由电绝缘材料制成;所述绝缘膜(37)使所述第二受力面(16,16a,16b)与所述第二挤压面(14)电绝缘;所述电极膜(39)在所述绝缘膜(37)的至少一个面向所述第二受力面(16,16a,16b)的侧面上具有导电层(38);所述导电层(38)在所述绝缘膜(37)的面向所述第二受力面(16,16a,16b)的侧面上被划分成至少两个导电区域(38a,38b);并且所述电极膜(39)在所述导电层(38)的所述导电区域(38a,38b)之间具有电绝缘。

2.一种WIM传感器(10),用于在一道路区间(1)上在车辆(2a,2b,2c,2d)的车轮驶过时确定所述车辆(2a,2b,2c,2d)的车轮负载;所述WIM传感器(10)在所述道路区间(1)内被所述道路区间(1)的道路表面封闭地设置在所述道路表面中;所述WIM传感器(10)被构造为沿纵轴线(X-X')长形伸展设计的空心型材(11);所述空心型材(11)包围至少一个第一空间(12);在所述第一空间(12)中,多个压电测量元件(36,36a,36b)沿所述纵轴线(X,X')布置;所述压电测量元件(36,36a,36b)分别具有第一受力面(15,15a,15b)和第二受力面(16,16a,16b);所述车轮负载在所述车辆(2a,2b,2c,2d)的车轮驶过时作用在所述压电测量元件(36,36a,36b)上;其中,每个压电测量元件(36,36a,36b)在所述第一受力面(15,15a,15b)上和所述第二受力面(16,16a,16b)上产生与作用的车轮负载成比例的电荷;其特征在于,在所述第一空间(12)中布置至少一个载体元件(30,30a,30b,30c);所述载体元件(30,30a,30b,30c)固定至少一个压电测量元件(36,36a,36b);在所述第一空间(12)中布置至少一个电子元件(45);所述载体元件(30,30a,30b,30c)固定至少一个电子元件(45);在所述

第一空间(12)中布置至少一个电荷导体(61a,61b);所述电荷导体(61a,61b)将至少一个受力面(15,15a,15b)和电子元件(45)电连接;并且所述电荷导体(61a,61b)将电荷信号(201a,201b)从至少一个受力面(15,15a,15b,16,16a,16b)传导至所述电子元件(45),

其中,一载体元件(30c)具有多个载体元件部件(91);并且所述载体元件部件(91)形状配合地、力配合地或材料配合地连接成一载体元件(30c)。

3.根据权利要求1或2所述的WIM传感器(10),其特征在于,所述电极膜(39)的至少一个导电区域(38a,38b)与所述第二力导入元件(35,35a,35b)力配合地连接;所述第二力导入元件(35,35a,35b)和所述电极膜(37)的导电区域(38a,38b)的力配合连接形成所述第二力导入元件(35,35a,35b)和所述导电区域(38a,38b)之间的电接触;借助所述第二力导入元件(35,35a,35b)构成所述第二受力面(16,16a,16b)与所述导电区域(38a,38b)之间的电接触;并且由于所述导电区域(38a,38b)之间的电绝缘,使得不同的压电测量元件(36,36a,36b)的第二受力面(16,16a,16b)彼此电绝缘。

4.根据权利要求3所述的WIM传感器(10),其特征在于,固定在所述载体元件(30,30a,30b,30c)上的电子元件(45)具有至少一个弹簧触点(48a,48b,50a,50b);所述弹簧触点(48a,48b,50a,50b)是弹性的;所述弹簧触点(48a,48b,50a,50b)是导电的;所述弹簧触点(48a,48b,50a,50b)与所述电子元件导电连接;所述弹簧触点(48a,48b,50a,50b)具有弹簧触点面(49a,49b,51a,51b);所述弹簧触点(48a,48b,50a,50b)在安装状态下在所述空心型材(11)中在所述电子元件(45)和一接触面之间被预紧;被预紧的弹簧触点(48a,48b,50a,50b)通过弹簧触点面(49a,49b,51a,51b)施加限定的机械弹簧力至所述接触面上;所述弹簧触点面(49a,49b,51a,51b)与所述接触面力配合地连接;所述电子元件(45)借助于所述弹簧触点(48a,48b,50a,50b)以及在所述接触面与所述弹簧触点面(49a,49b,51a,51b)之间的力配合连接与所述接触面导电连接;并且所述接触面是所述空心型材(11)的一挤压面(13,14)或一电极膜(37)。

5.根据权利要求4所述的WIM传感器(10),其特征在于,将所述压电测量元件(36,36,36b)的所述第一受力面(15,15a,15b)和所述电子元件(45)进行电连接的一第一电荷导体(61a,61b)由所述第一弹簧触点(50a,50b)、所述第一弹簧触点(50a,50b)与所述空心型材(11)的所述第一挤压面(13)之间的电接触、所述空心型材(11)、所述空心型材(11)与所述第一力导入元件(34,34a,34b)之间的电接触和所述第一力导入元件(34,34a,34b)形成;所述第一电荷导体(61a,61b)传导第一电荷信号(201a);将所述压电测量元件(36,36,36b)的所述第二受力面(16,16a,16b)和所述电子元件(45)进行电连接的一第二电荷导体(61a,61b)由所述第二弹簧触点(48a,48b)、所述第二弹簧触点(48a,48b)与所述电极膜(39)之间的电接触、所述电极膜(39)、所述电极膜(39)与所述第二力导入元件(35,35a,35b)之间的电接触和所述第二力导入元件形成;并且所述第二电荷导体(61a,61b)传导第二电荷信号(201b)。

6.根据权利要求5所述的WIM传感器(10),其特征在于,在固定于所述载体元件(30,30a,30b,30c)上的所述电子元件(45)上布置有至少一个电荷放大器(21)和至少一个A/D转换器(22);所述电荷放大器(21)将一压电测量元件(36,36a,36b)的电荷信号(201a,201b)转换成一电荷放大器信号(202a,202b);所述A/D转换器(22)将该电荷放大器信号(202a,202b)转换成一数字式电荷信号(203);并且所述A/D转换器(22)提供该数字式电荷信号

(203)作为输出信号。

7.根据权利要求6所述的WIM传感器(10),其特征在于,所述压电测量元件(20,20a,20b)的所述第一受力面(15,15a,15b)或所述第二受力面(16,16a,16b)与所述电子元件(45)的所述电荷放大器(21)之间的电荷所经过的距离最大为20mm;并且该距离在小于或等于20mm时使所述电荷信号(201)中的干扰信号和噪声的发生最小化。

8.根据权利要求6或7所述的WIM传感器(10),其特征在于,在所述WIM传感器(10)的一空间(12)中布置有至少一个分析元件(80);在该分析元件(80)上布置有一用于一电信号导体(60)的联接元件(52);在所述电子元件(45)上布置有一用于该电信号导体(60)的联接元件(52);在所述空间(12)中布置有至少一个电信号导体(60);所述电信号导体(60)将所述分析元件(80)的联接元件(52)与至少两个电子元件(45)的联接元件(52)串联连接;并且所述电子元件(45)通过所述电信号导体(60)将提供的数字式电荷信号(203)传递到所述分析元件(80)上。

9.根据权利要求8所述的WIM传感器(10),其特征在于,在所述WIM传感器(10)的一空间(12)中布置至少一个测量探头(70);所述测量探头(70)测量一物理量作为测量探头信号(207);所述A/D转换器(22)将所述测量探头信号(207)转换为数字式测量探头信号(204)并提供给联接元件(52);并且该提供的数字式测量探头信号(204)可以通过所述分析元件(80)中的电信号导体(60)获得。

10.一种用于校准根据权利要求6至8中任一项所述的WIM传感器(10)的方法,其特征在于,使用一校准函数(301),该校准函数是一数学函数,该数学函数是一有限度的多项式,该多项式包括代表参数(302)的系数,该参数(302)唯一地对应于一压电测量元件(36,36a,36b);使用一个数值或多个数值作为参数(302),该参数(302)是对应的压电测量元件(36,36a,36b)的至少一个预先确定的灵敏度和预先确定的线性;所述校准函数(301)利用一压电测量元件(36,36a,36b)的数字式电荷信号(203)作为变量产生被校准的数字式电荷信号(205);所述校准函数(301)产生作用在所述压电测量元件(36,36a,36b)上的车轮负载和所述被校准的数字式电荷信号(205)的水平之间的线性关系,由此提高了确定车轮负载时的测量精度。

11.一种用于校准根据权利要求9所述的WIM传感器(10)的方法,其特征在于,使用一校准函数(301),该校准函数是一数学函数,该数学函数是一有限度的多项式,该多项式包括代表参数(302)的系数,该参数(302)唯一地对应于一压电测量元件(36,36a,36b);使用一个数值或多个数值作为参数(302),该参数(302)是对应的压电测量元件(36,36a,36b)的至少一个预先确定的灵敏度和预先确定的线性和预先确定的温度相关性;所述校准函数(301)利用一压电测量元件(36,36a,36b)的数字式电荷信号(203)作为变量并利用数字式测量探头信号(204)作为变量产生被校准的数字式电荷信号(205);其中,所述数字式测量探头信号(204)的所述测量探头(70)是温度探头,其确定所述压电测量元件(36,36a,36b)的温度;所述校准函数(301)产生作用在所述压电测量元件(36,36a,36b)上的力和所述被校准的数字式电荷信号(205)的水平之间的线性关系,由此使得所述被校准的数字式电荷信号(205)与所述压电测量元件(36,36a,36b)的温度的相关性最小化并提高了确定车轮负载时的测量精度。

12.根据权利要求10或11所述的方法,其特征在于,一算法确定所述校准函数,以便在

所述压电测量元件(36,36a,36b)上顺序地施加不同大小的且被限定的力,并且该算法将所述数字式电荷信号(203)与所述限定的力一起记录;该算法借助于由数值数学已知的多项式插值确定插值多项式,该插值多项式利用所述数字式电荷信号(203)作为变量给出所述的力;所述插值多项式是所述校准函数(301),其根据作为变量的所述数字式电荷信号(203)产生所述被校准的数字式电荷信号(205);所述算法将所确定的校准函数(301)与时间戳(208)一起存储在非易失性存储元件(81)上。

13.一种用于制造根据权利要求1至9中任一项所述的WIM传感器(10)的方法,其特征在于,借助于至少两个连接元件(46,47),将两个载体元件(30,30a,30b,30c)形状配合地或力配合地连接成一载体(90),所述连接元件(46,47)在至少一个端部上具有所述载体元件(30,30a,30b,30c);所述载体(90)由至少两个相互连接的载体元件(30,30a,30b,30c)组成;并且所述载体(90)被容易地拉入到WIM传感器(10)的被撑开的空心型材(11)中。

14.根据权利要求13所述的制造WIM传感器(10)的方法,其特征在于,将至少一个电极膜(39)与载体(90)一起拉入到被撑开的空心型材(11)中。

动态称重传感器和用于制造动态称重传感器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种WIM传感器和一种用于制造WIM传感器的方法。

背景技术

[0002] 动态称重(WIM)传感器使用在运输领域中,用于确定车辆的车轮的负载,简称负载;或用于确定车轮驶过一道路区间的数量。负载在此是指重力,简称力,其是由车辆的质量通过车轮作用在道路区间上。车辆是指由牵引车辆和一个或多个拖车组成的车辆组合体或车辆。

[0003] 分析元件借助于所确定的数据可以采取步骤,这些步骤尤其适用于:避免由于负载高于道路区间所允许的负载而损坏道路区间;确定道路的与使用相关的维护时段;确定取决于负载或车辆的车轮数量的支付费用;以及提高交通安全性。

[0004] WIM传感器被置入到道路区间的路面中,在此,车辆的车道在相对于行进方向的纵向方向上被多个沿着行进方向并排置入到路面中的WIM传感器横穿,其中,每一个WIM传感器横穿车辆的一轮距,其中,WIM传感器布置在道路区间的路面中,使其与道路区间的路面的表面形成一平面。WIM传感器通常被设计为长形的型材。

[0005] 轮距在此是指车辆的车轮在车辆行驶通过时在路面上的轨迹。车道是指车辆的所有轮距的总体。

[0006] 由一种实施方式已知:车辆的整个车道由单个的长WIM传感器横穿。

[0007] 存在各种类型的车轮,它们使用在不同的车辆上。存在如下的车轮类型:单轮、双轮或超级单轮。为了在车辆驶过时区分一个车轮、双轮或超级单轮,必须在WIM传感器中沿着其纵轴线以适当小的间距布置单个的压电测量元件;其中,压电测量元件产生与作用于其上的力成比例的信号。压电测量元件的信号必须被单个地检测,并单个地纳入到确定车轮类型的分析中。

[0008] WIM传感器的压电测量元件通常是压电材料,在其外表面上形成与作用在压电材料上的负载成比例的电荷。电荷信号被理解为电荷,它们从压电材料的表面通过适当的电导体来传输。电荷信号在电荷放大器中被放大并转换成电荷放大器信号。

[0009] 因此,对各个压电测量元件或压电测量元件组的电荷信号的检测关系到巨大的支出。必须为每个压电测量元件或每个压电测量元件组均提供一电荷放大器。此外,每个电荷放大器信号必须独立于电子分析单元地控制。

[0010] 对于所驶过的车轮的车轮类型的明确表征特别是对于WIM传感器的未来应用以及对于确定配属于车轮的车辆类型是不可缺少的。这样的应用并不仅包括:

[0011] • 检测车辆类型;

[0012] • 在全巡航速度下的WIM测量的基础上,基于车辆类型的允许总重量直接处罚超载车辆;

[0013] • 在全巡航速度下的WIM测量的基础上,基于车辆类型的允许最高速度直接处罚超速车辆;

[0014] • 存储在收费系统中的数据相对于车辆的车辆类型的一致性检查；

[0015] • 在全巡航速度下的WIM测量的基础上，按照车辆类型根据负载支付通行费；

[0016] • 基于工业应用(港口，矿山，碎石场等)中的WIM测量，按照车辆类型根据负载进行支付。

[0017] 所提到的议题对WIM系统的测量精度提出很高的要求。因此，根据国际法定计量组织(OIML)在标准OIML R 134的建议，给出根据测量精度对WIM系统的分类。对于WIM传感器在上述应用中的使用，测量精度的规范和高精度等级的分类是极其重要的。

[0018] 从专利文献US5265481A已知一种WIM传感器，其具有多个在空心型材中沿纵向方向布置的压电测量元件，简称压电元件；其中，压电元件连接到信号处理装置，使得单个压电元件或一组压电元件能够以并联方式联系；其中，压电元件由力导入节段之间的压电盘组成。此外，从专利文献US5265481A已知一种装配方法，在该方法中，由膜、安装在膜上的压电元件和通往压电元件的信号导体形成一弹性链，该弹性链被拉入到撑开的空心型材中。在该空心型材中，诸如前置放大器那样的电子部件可以侧向布置在压电元件的旁边。

[0019] 这里的缺点就在于这种由力导入节段、压电盘、导电膜、另一压电盘、以及另一力导入节段组成的压电元件的多件式结构，它们分别用粘合剂连接。包括多个布置在导电膜上的压电元件的组装体被称为弹性链。这种弹性链允许通过将弹性链拉入空心型材中来安装。粘合剂的弹性特性对于压电元件的信号的测量精度和线性是有害的。此外，引入除压电元件之外的电子器件是困难的，因为它们必须同步使用，以防止压电元件和这些电子器件之间的信号缆线的撕裂。此外，为了能够分析各个压电元件的信号，必须引导独立于各个压电元件的缆线穿过空心型材。这些缆线使得将压电元件组成的弹性链拉入到空心型材中变得复杂。而复杂的安装涉及到更多的费用和高成本。

[0020] 在下文中，测量精度是指在确定由驶过车辆的车轮作用在WIM传感器的压电测量元件上的车轮负载时的测量精度。测量精度的提高将通过减少确定车轮负载时的系统错误和/或减小多次确定的同一车轮的车轮负载的散布来实现。

发明内容

[0021] 本发明的第一目的在于有效地充分利用WIM传感器的空心型材中的空间。另一目的在于提高WIM传感器的测量精度。还有一个目的在于，通过WIM传感器的简单且有效的结构给出一种低成本的制造方法。

[0022] 这些目的中的至少一个通过独立权利要求的特征来实现。

[0023] 本发明涉及一种WIM传感器，用于在一道路区间上在车辆车轮驶过时确定车辆的车轮负载；所述WIM传感器在该道路区间中以该道路区间的道路表面封闭地设置在道路表面中；所述WIM传感器被构造为沿纵轴线长形伸展设计的空心型材；空心型材包围至少一个第一空间；在第一空间中沿纵轴线设置多个压电测量元件；压电测量元件各自具有第一受力面和第二受力面；车轮负载在车辆的车轮驶过时作用在压电测量元件上；其中，各个压电测量元件在第一受力面和第二受力面上产生与作用的车轮负载成比例的电荷；其中，在第一空间中布置至少一个载体元件；所述载体元件固定至少一个压电测量元件；在第一空间中布置至少一个电子元件；其中，所述载体元件固定至少一个电子元件；其中，在所述第一空间中布置至少一个电荷导体；其中，所述电荷导体将至少一个受力面和电子元件电连接；

并且其中,所述电荷导体将电荷信号从至少一个受力面传导至所述电子元件。

[0024] 电荷信号是指在电荷导体中传导的电荷。

[0025] 识别车轮类型,例如单轮、双轮或超级单轮,需要各个压电测量元件或压电测量元件组在WIM传感器的纵向方向上具有适当小的、低于70mm的、优选为50mm的间距以及分析各个压电测量元件或压电测量元件组的信号。纵向方向在这里是指WIM传感器的最大几何尺寸的方向;其中,WIM传感器通常布置在道路中,使其纵向方向对应于车轮车道的横向方向。所需要的大量电荷放大器(每个压电测量元件一个)必须尽可能节省空间地安置。为此将使用各个压电测量元件之间的自由空间,在一种优选的实施方式中,电子元件被设置在该空间中。在一种优选的实施方式中,将电子元件与压电测量元件一起节省空间地布置在空心型材的空间中是通过借助于载体元件将电子元件固定在各个压电测量元件之间来实现。压电测量元件也通过该载体元件来固定。

[0026] 在此,在电子元件上布置至少一个电荷放大器和至少一个模拟-数字转换器(简称A/D转换器)。在一种优选的实施方式中,在电子元件上布置一定数量的电荷放大器和A/D转换器,该数量相应于邻接的压电测量元件的数量。

[0027] 对空间的最佳利用也可通过如下的方式实现:即,借助于电荷放大器将各个压电测量元件或各个压电测量元件组的电荷信号转换为成比例的电压信号,并通过A/D转换器转换成数字式电荷信号。压电测量元件组在此是指由一个或多个压电测量元件构成的组,这些压电测量元件并联电连接并在被加载时产生单个的公共信号。

[0028] 在设置于WIM传感器中的分析元件中必须能够有大量的电荷信号,每个压电测量元件或压电测量元件组一个。基于数字数据传输的特性,用于传输的电信号导体的数量相比于专利文献US5265481A中的对各个压电测量元件的电荷信号的模拟传输是减少的。数字信号特别是相对于如专利文献US5265481A中使用的模拟信号的优点在于:不同的信号可以通过相同的电信号导体来传导。源于不同的压电测量元件或压电测量元件组的多个数字式电荷信号有利地经由相同的电信号导体通过WIM传感器被传导至分析元件。由此实现的压电测量元件的串联连接避免了型材中的瓶颈,这样的瓶颈例如在专利文献US5265481A中出现在设置有压电测量元件的位置附近。由此能够更好地利用WIM传感器的空心型材中的空间。

[0029] 相对于专利文献US5265481A提高WIM传感器的测量精度将通过对WIM传感器的各个压电测量元件的校准来实现。这是有利的,因为在利用整个WIM传感器的仅一个校准函数来校准WIM传感器时会由于下述原因而出现系统测量误差:即,车轮不一定是在关于WIM传感器的纵向方向的相同位置上横穿WIM传感器,并由此使得布置在WIM传感器纵轴线上的各个压电测量元件的特征性的灵敏度、线性和滞后性对测量结果造成影响。

[0030] 各个压电测量元件或各个压电测量元件组的数字式电荷信号在一分析元件中通过一校准函数来校准。

[0031] 在另一实施方式中,至少一个布置在WIM传感器中的测量探头的至少一个数字式测量探头信号被用于校准。

[0032] 提高WIM传感器的测量精度还通过具有电荷放大器的电子元件相对于压电测量元件的空间接近来实现。长的线路会增加干扰信号和噪声的出现。因此,从压电测量元件的表面通向电荷放大器的电荷导体的长度必须选择得尽可能短,优选短于20mm。这减少了干扰

信号的发生,并通过将载体元件上的电子元件空间接近地固定在对应的压电测量元件之间来实现。

[0033] 优选地,A/D转换器直接位于电荷放大器的输出端;其中,A/D转换器将电荷放大器的电压信号转换为不易受外部干扰信号影响的数字式电荷信号。

[0034] 通过载体元件能够实现简单的装配;其中,载体元件固定至少一个压电测量元件;并且其中,载体元件固定至少一个电子元件。可以将至少两个载体元件连接到一个载体。压电测量元件和WIM传感器的电子元件可以通过载体被简单地一体拉入到空心型材中。

附图说明

[0035] 下面参照附图示例性详细说明本发明。其中:

[0036] 图1以示意性局部视图示出了道路区间以及设置于其中的WIM传感器;

[0037] 图2以示意性截面图示出了根据一种优选实施方式的WIM传感器;

[0038] 图3以示意性局部视图示出了根据第一种实施方式的载体元件;

[0039] 图4以示意性局部视图示出了根据第二种实施方式的载体元件;

[0040] 图5以示意性局部视图示出了根据第三种实施方式的载体元件;

[0041] 图6以示意性截面图示出了根据一种实施方式的载体元件的一部分,在此为清楚起见,在各个元件之间加入了相对于轴线Y-Y′的距离;

[0042] 图7以示意性截面图示出了根据一种优选实施方式的WIM传感器的一部分,在此为清楚起见未示出载体元件;

[0043] 图8以示意图示出了根据一种优选实施方式的WIM传感器的电信号导体,该电信号导体将分析元件和至少一个电子元件和至少一个测量探头电连接;并示出了根据一种优选实施方式的WIM传感器的电荷导体,该电荷导体使压电测量元件与电子元件连接;

[0044] 图9以示意图示出了分析元件中的流程;

[0045] 图10以示意图示出了载体。

[0046] 其中,附图标记说明如下:

[0047] 1 道路区间

[0048] 2a,2b,2c,2d 车辆,带拖车的车辆,车辆组合体

[0049] 10 WIM传感器

[0050] 11 空心型材

[0051] 12 空间

[0052] 13 挤压面

[0053] 14 挤压面

[0054] 15 受力面

[0055] 16 受力面

[0056] 20,20a,20b 压电测量元件单元

[0057] 21 电荷放大器

[0058] 22 A/D转换器

[0059] 30 载体元件

[0060] 30a 载体元件

[0061] 30b 载体元件

[0062] 30c 载体元件

[0063] 31 引导元件

[0064] 32 子连接元件,榫销

[0065] 33 子连接元件,开槽

[0066] 34,34a,34b 力导入元件

[0067] 35,35a,35b 力导入元件

[0068] 36,36a,36b 压电测量元件

[0069] 37 绝缘膜

[0070] 38 导电层

[0071] 38a,38b 导电区域

[0072] 39 电极膜

[0073] 41 留空部

[0074] 42 保持夹

[0075] 43 保持夹

[0076] 44 保持元件

[0077] 45 电子元件

[0078] 46 连接元件,开槽

[0079] 47 连接元件,榫销

[0080] 48a,48b 弹簧触点

[0081] 49a,49b 弹簧触点面

[0082] 50a,50b 弹簧触点

[0083] 51a,51b 弹簧触点面

[0084] 52 联接元件

[0085] 60 电信号导体

[0086] 61a,61b 电荷导体

[0087] 70 测量探头

[0088] 80 分析元件

[0089] 81 非易失性存储元件

[0090] 82 微处理器

[0091] 90 载体

[0092] 91 载体元件部件

[0093] 201a,201b 电荷信号

[0094] 202a,202b 电荷放大器信号

[0095] 203 数字式电荷信号

[0096] 204 数字式测量探头信号

[0097] 205 被校准的数字式电荷信号

[0098] 206 总力

[0099] 207 测量探头信号

[0100] 208 时间戳

[0101] 301 校准函数

[0102] 302 参数

[0103] 303 总力函数

具体实施方式

[0104] 图1示出了道路区间1和布置于其中的WIM传感器10，该WIM传感器用于确定驶过WIM传感器的车辆2a、2b、2c、2d的车轮负载。

[0105] 图2示出了根据一种优选实施方式的WIM传感器10的示意性截面图。轴线YY'平行于空心型材11的高度并垂直于道路表面。轴线Z-Z'平行于空心型材11的宽度并平行于驶过型材的车辆2a、2b、2c、2d的名义行驶方向。轴线X-X'垂直于Y-Y'和Z-Z'，轴线X-X'在图2中未示出并平行于空心型材11的长度。轴线X-X'、Y-Y'和Z-Z'形成一正交坐标系。在图2中示出的切割平面由轴线Y-Y'和Z-Z'给出。在一种优选的实施方式中，空心型材11展示出空间12、第一挤压面13和第二挤压面14，挤压面13、14相对置、间隔开并垂直于Y-Y'地设置。

[0106] 在一种优选的实施方式中，空心型材11由金属或金属合金构成。在另一种实施方式中，空心型材11由塑料或复合材料构成。

[0107] 此外，空心型材11的空间12还包括有压电测量元件单元20；其中，压电测量元件单元20包括压电测量元件36、第一力导入元件34和第二力导入元件35。

[0108] 压电测量元件36具有第一受力面15和第二受力面16，第一受力面15和第二受力面16分别面对第一挤压面13和各自的第二挤压面14。在一种优选的实施方式中，压电测量元件36是单晶体，在一种优选的实施方式中是石英。

[0109] 在第一挤压面13和第一受力面15之间布置有第一力导入元件34。在第二挤压面14和第二受力面16之间布置有第二力导入元件35。力导入元件34、35完全或部分地由导电材料构成，例如金属、金属合金、具有导电层的晶体或陶瓷，导电层被材料配合地施加在晶体或陶瓷上。

[0110] 力通过力导入元件34、35从挤压面13、14间接地作用在受力面15、16上。

[0111] 在另一种实施方式中，压电测量元件单元20仅具有一个压电测量元件36。针对该实施方式，应当将下面的说明理解为：通过与去除力导入元件34、35相应的尺寸、元件或特性直接影响到压电测量元件36的受力面15、16。

[0112] 在至少一个挤压面13、14和一受力面15、16之间布置有电极膜39；其中，电极膜39是由非导电材料制成的长条状的绝缘膜37，在其两个表面中的至少一个上设有导电层38。导电层38优选使用一种材料或下列材料的组合物：铬，铜，锆，金，银，铂，钢。绝缘膜37优选使用聚酰亚胺膜。

[0113] 导电层38永久地机械连接绝缘膜37。机械连接可以通过不同的方法实现。因此，导电层38可以被层压在绝缘膜37上；在此将层压理解为一种材料配合的热接合方法。此外，导电层38可以通过在该层与绝缘膜37之间的粘接剂与绝缘膜37材料配合地连接。此外，通过按压或供热使绝缘膜37进入至可使导电层38与绝缘膜37材料配合连接的粘性状态，也可以使导电层38与绝缘膜37材料配合地连接。在一种优选的实施方式中，导电层38通过热汽化渗镀、阴极溅射或电镀覆层被施加到绝缘膜37上。

[0114] 导电层38在绝缘膜37的至少一侧具有一结构，在此，该结构被设计为，导电层38存在不同的导电区域38a、38b，这些导电区域彼此电绝缘。导电层的这种结构是通过将该层选择性地施加在绝缘膜37的限定区域上来实现的，或者首先在绝缘膜37上施加一连续的导电层38，然后在接下来的工作步骤中将该结构置入到该绝缘膜中。由此，导电层38的导电区域38a、38b可以通过机械的方法或选择性地蚀刻导电层38来去除。

[0115] 当然，本领域技术人员也可以组合地使用上述方法来实现绝缘膜37和导电层38之间的材料配合的连接。

[0116] 当然，本领域技术人员也可以组合地使用上述方法，以便在电极膜39的导电层38中实现一结构。

[0117] 在一种优选的实施方式中，空心型材的空间12包括载体元件30。在图3中示意性示出了载体元件30的第一种实施方式。

[0118] 载体元件30沿轴线X-X'长形地构成，并优选沿着轴线Z-Z'比压电测量元件单元20更宽，并布置在空心型材11的第一空间12中。

[0119] 在一种优选的实施方式中，载体元件30具有至少一个留空部41，该留空部沿轴线Y-Y'贯穿载体元件30；其中，留空部41具有保持夹42、43，所述保持夹42、43关于载体元件30固定压电测量元件单元20。

[0120] 在一种优选的实施方式中，载体元件30具有至少一个保持元件44；其中，保持元件44使电子元件45与载体元件30机械地固定连接；在此，该连接是形状配合或力配合地实现的。因此，在一种实施方式中，电子元件45借助于柔性钩形式的保持元件44与载体元件30机械地固定连接。在另一种实施方式中，电子元件45借助于螺栓形式的保持元件44、载体元件30中的螺孔和螺母，或者借助于螺栓形式的保持元件44和载体元件30中的螺纹孔，与载体元件30机械地固定连接。

[0121] 在另一种实施方式中，电子元件45与载体元件30材料配合地连接，例如利用适当的粘合剂，在此情况下不需要保持元件44。

[0122] 在如图4示意性示出的第二种实施方式中，载体元件30a被构造为有至少两个部件，在此，载体元件30a的各个部件通过保持元件44与电子元件45机械地连接。在一种优选的实施方式中，电子元件45具有机械刚性的结构，例如电路板。在载体元件30a的这种实施方式中，电子元件45是载体元件30a的结构部件。

[0123] 如图5所示，在第三实施方式中，载体元件30b被构造为电子元件45的主要部分，例如电路板，其具有至少一个留空部41。电子元件45中的留空部41具有保持夹42、43，这些保持夹与电子元件45材料配合地、形状配合地或力配合地连接。保持夹42、43关于载体元件30b固定压电测量元件单元20。

[0124] 在一种优选的实施方式中，载体元件30、30a、30b如图3、图4、图5中所示地在载体元件30、30a、30b各自关于轴线X-X'的端部上具有连接元件46、47；在该实施方式中，连接元件46、47被构造为榫销形连接元件47和开槽形连接元件46的形式；其中，连接元件46、47形状配合地连接载体元件30、30a、30b。

[0125] 在另一种实施方式中，载体元件30、30a、30b具有用于载体元件30、30a、30b的力配合连接的连接元件。载体元件的力配合连接例如通过螺栓连接进行。

[0126] 在另一种实施方式中，载体元件30c由多个载体元件部件91组装而成，该多个载体

元件部件91的连接通过形状配合、力配合或材料配合来实现。因此，例如在图6中示意性示出的载体元件30c由两个载体元件部件91组成；其中，这些载体元件部件91可以通过子连接元件32、33力配合或形状配合地连接。子连接元件32、33在所示实施方式中被各自为榫销32和开槽33，它们是可形状配合连接的。

[0127] 在另一种实施方式中，子连接元件32、33也可以被构成为螺栓连接。

[0128] 还可以考虑一种实施方式，其中，载体元件部件91通过材料配合连接来连接。在此取消了相应的子连接元件32、33。

[0129] 在下文中，将在空心型材中力配合地、形状配合地或材料配合地连接的所有载体元件30整体称为载体90，如图10所示。

[0130] 当然也可以考虑载体元件30的其他的实施方式。本领域技术人员例如可以组合使用如图3至图5所示的实施方式，加入其他的用于提高载体元件30的稳定性的元件，或者将元件布置在其他的位置上。因此可以考虑，不像所描述的那样将电子元件45布置在通过X-X'、Z-Z'表示的平面中，而是布置在通过X-X'、Y-Y'表示的平面中，侧向地设置在载体元件30上。

[0131] 在一种优选的实施方式中，载体元件30、30a、30b、30c具有引导元件31，其简化了载体的装配，如图2所示。

[0132] 载体90极大地简化了WIM传感器10的装配方法。优选地，根据下面描述的方法来装配WIM传感器10：在空心型材11的外面，由可连接的载体元件30、30a、30b、30c组成的载体90分别与至少一个压电测量元件单元20、20a、20b和至少一个电子元件45进行预装配。该预装配还包括借助于联接元件52和电信号导体60与WIM传感器11的所有电子元件45的电连接。

[0133] 此外，电极膜39被放入到载体的适当的元件中，使得电极膜39不会关于轴线Z-Z'侧向地滑动。这样的元件的功能例如通过引导元件31来满足。

[0134] 预装配的载体90与至少一个电极膜39一起被拉入到撑开的空心型材11中；其中，空心型材11的挤压面13、14的间距通过沿轴线Z-Z'施加在空心型材11上的侧向的力作用而扩大。引导元件31使得能够简单地将载体拉入到空心型材中并保证了载体和电极膜39在空心型材中的精确定位。

[0135] 优选地，载体元件30、30a、30b、30c具有一沿轴线X-X'的长度，该长度在100mm和1000mm之间，在一种特别优选的实施方式中为100mm和300mm之间。因此，在一种特别优选的实施方式中，载体元件30、30a、30b、30c可以用于不同长度的载体90的装配，并因此可以关于WIM传感器10的长度用于不同的结构形式。这降低了WIM传感器10的制造成本。

[0136] 图7以示意性截面图示出了已完成装配的WIM传感器10的一部分，在此为清楚起见未示出载体元件30、30a、30b、30c。在一种优选的实施方式中，电子元件45在其关于轴线Y-Y'的下侧面上具有至少一个弹簧触点48a、48b；在此，弹簧触点48a、48b与电子元件45固定地连接，并以在WIM传感器10的组装状态下限定的弹簧力将弹簧触点面49a、49b按压向一表面，例如结构化的电极膜39的导电区域38a、38b。

[0137] 此外，在一种优选的实施方式中，电子元件45在其关于轴线Y-Y'的上侧面上具有至少一个弹簧触点50a、50b；其中，弹簧触点50a、50b与电子元件45固定地连接，并以在WIM传感器10的组装状态下限定的弹簧力将弹簧触点面51a、51b按压向一表面，例如空心型材11的挤压面13。

[0138] 弹簧触点48a、50a通过弹簧触点面49a、51a的压靠在电子元件45与压电测量元件单元20a之间建立电连接。在一种优选的实施方式中，在压电测量元件36a上的力作用下，在第二受力面16a上产生的电荷经由力导入元件35a、电极膜的导电区域38a和弹簧元件48a被传导至电子元件45。力导入元件35a、电极膜的导电区域38a和弹簧元件48a因此是电荷导体61a。在压电测量元件36a上的力作用下，在第一受力面15a上产生的电荷经由力导入元件34a、挤压面13和弹簧元件50a被传导至电子元件45。力导入元件34a、挤压面13和弹簧元件50a因此是电荷导体61a。

[0139] 相应地，弹簧触点48b、50b通过弹簧触点面49b、51b的压靠在电子元件45与压电测量元件单元20b之间建立了电连接。在一种优选的实施方式中，在压电测量元件36b上的力作用下，在第二受力面16b上产生的电荷经由力导入元件35b、电极膜的导电区域38b和弹簧元件48b被传导到电子元件45。力导入元件35b、电极膜的导电区域38b和弹簧元件48b因此是电荷导体61b。在压电测量元件36b上的力作用下，在第一受力面15b上产生的电荷经由力导入元件34b、挤压面13和弹簧元件50b被传导给电子元件45。力导入元件34b、挤压面13和弹簧元件50b因此是电荷导体61b。

[0140] 在图7所示的优选的实施方式中，电极膜39的导电区域38a和38b通过绝缘膜37的非导电性覆层的区域彼此电绝缘。这使得能够在施加在各个压电测量元件36a、36b上的力作用下实现对压电测量元件的选择性接触，并因此实现对压电测量元件36a、36b的电荷信号的独立分析。

[0141] 在另一种实施方式中，至少两个压电测量元件36借助于电极膜的导电层的一区域平行接触。在下文中，压电测量元件组被理解为至少两个平行接触的压电测量元件单元20。

[0142] 在另一种未示出的实施方式中，在力导入元件34a、34b和挤压面13之间布置另一电极膜；该电极膜使得挤压面13相对于力导入元件34电绝缘；在此，以已知的方式在绝缘膜的面对力导入元件34a、34b的侧面上施加一导电层；其中，在施加到压电测量元件36a、36b上的力作用下，在第一受力面15a、15b上产生的电荷经由力导入元件34a、34b，另一电极膜的导电层和弹簧元件50a、50b被传导给电子元件45。

[0143] 所述另一电极膜在至少一个侧面上具有连续的导电层或具有结构化的导电层，与电极膜39相同。

[0144] 在一种优选的实施方式中，载体元件30、30a、30c、30c各自在两个压电测量元件单元20a、20b之间具有一电子元件45，如图3、图4和图5所示。在一种优选的实施方式中，如图8所示的，在电子元件45上布置至少一个电荷放大器21，该电荷放大器将压电测量元件单元20a、20b或压电测量元件组的电荷信号201a、201b转换为与电荷信号201a、201b成比例的电压或与电荷信号201a、201b成比例的电流。与电荷信号201a、201b成比例的电压或与电荷信号201a、201b成比例的电流在下文中被称为电荷放大器信号202a、202b。此外，在一种优选的实施方式中，在电子元件45上还布置有至少一个A/D转换器22，其将电荷放大器信号202a、202b转换为数字式电荷信号203并提供。

[0145] 在下文中，提供信号应被理解为：所提供的信号可以用于进一步的使用。因此，提供还包含在电子存储器上存储信号以及从存储器加载信号。提供也包括在显示器上示出信号。

[0146] 当然，A/D转换器22不仅仅是具有刚好一个信号输入端和刚好一个信号输出端的

电子器件。本领域技术人员熟悉配设有多个信号输入端和多个信号输出端的电子器件，它们将多个输入端信号转换成多个数字式输出端信号。因此，可以将A/D转换器22看作是由设有多个信号输入端和多个信号输出端的电子器件的一信号输入端和一信号输出端组成的配对。

[0147] 当然，功能不同的电子器件，例如A/D转换器22和电荷放大器21，也可以组合成一个电子器件，例如特定于应用的集成电路，简称ASIC。在下文中为简单起见，将继续称其为A/D转换器和电荷放大器，即使它们是以ASIC的形式存在。

[0148] 如图3至图5所示的，电子元件45具有至少一个用于电信号导体60的联接元件52。在图8中示意性示出了电信号导体60。联接元件52允许至少两个电子元件45通过电信号导体60实现电连接。电信号导体60借助于联接元件52来连接一载体元件30、30a、30b、30c的或不同载体元件30、30a、30b、30c的电子元件45。

[0149] 在一种优选的实施方式中，WIM传感器10具有分析元件80。该分析元件80布置在空心型材11的空间12中。压电测量元件单元20、20a、20b或压电测量元件组的数字式电荷信号203可提供至分析元件80中进行分析。

[0150] 优选地，在分析元件80上设置至少一个微处理器82，以及至少一个非易失性存储元件81，以及至少一个用于电信号导体60的一个联接元件52。此外，电信号导体60也将电子元件45的至少一个联接元件52与分析元件80连接起来。

[0151] 有利的是，使得电信号导体60中所需要的电导体要少于所提供的信号通过使用数字信号，使得电信号导体60中所需要的电导体要少于所提供的信号。

[0152] WIM传感器10的电子元件45的数字式电荷信号203可通过联接元件52和电信号导体60提供到分析元件80中进行分析。

[0153] 在另一种实施方式中，联接元件52用于向电子元件45供电。

[0154] 在另一种实施方式中，在空心型材11的空间12中布置有至少一个测量探头70，该测量探头70测量物理量并作为测量探头信号207给出。A/D转换器22将该测量探头信号207转换为数字式测量探头信号204，并提供该数字式测量探头信号204给联接单元52。测量探头70测量下述的物理量之一：温度，声波，加速度。

[0155] 在另一种实施方式中，至少一个数字式测量探头信号204可通过联接元件52和电信号导体60提供到分析元件80中进行分析。

[0156] 在一种优选的实施方式中，至少一个数字式电荷信号203在分析元件80中通过校准函数301来校准。校准函数301是具有至少一个变量的数学函数。

[0157] 在一种优选的实施方式中，校准函数301被存储在非易失性存储元件81上并被加载到微处理器82中。

[0158] 在校准函数301中使用了多个参数302，参数302对应于压电测量元件36、36a、36b的特征性属性。这些特征性属性至少如下：压电测量元件36、36a、36b的灵敏度和线性。在此，一个参数302具有一个或多个数值，并且唯一地对应于一压电测量元件36、36a、36b。用于压电测量元件36、36a、36b的线性和灵敏度是预先确定的。

[0159] 优选地，校准函数是有限度的多项式。多项式是对变量的幂的倍数求和。由与变量的幂相乘的系数给出变量的每个幂的倍数。这些系数表示参数302。

[0160] 校准函数301利用压电测量元件36、36a、36b的数字式电荷信号203作为变量产生

被校准的数字式电荷信号205，如图9中所示。被校准的数字式电荷信号205根据校准函数301的选择与作用在压电测量元件36、36a、36b上的车轮负载成线性关系。这用于在确定由驶过的车辆的车轮作用在WIM传感器10的压电测量元件36、36a、36b上的车轮负载时提高测量精度。

[0161] 校准函数301和参数302优选通过如下的方法来确定：在该方法中，在压电测量元件36、36a、36b上顺序地施加不同大小且被限定的力，并记录数字式电荷信号203。在该方法中，首先，一算法借助于由数值数学已知的多项式插值确定插值多项式，其利用数字式电荷信号203作为变量给出在该方法中所使用的力。该插值多项式是校准函数301，其根据作为变量的数字式电荷信号203产生被校准的数字式电荷信号205。灵敏度由多项式的线性项的系数直接给出。线性通过多项式的其他系数给出。

[0162] 本领域技术人员可以选择校准函数301的另外的数学形式，并选择不同的方法来确定校准函数。

[0163] 在一种优选的实施方式中，设有时间戳208的校准函数301被存储在非易失性存储元件81上，其中，时间戳208由日期和时间组成并通过微处理器82中的一算法来提供。

[0164] 在重新确定校准函数301的框架下，通过上述的方法对所存储的校准函数301进行调整；在此，先前存储在非易失性存储元件81上的校准函数被替换。此外，先前存在的校准函数301被存档在非易失性存储元件81上。

[0165] 在非易失性存储元件81上，针对每个压电测量元件36、36a、36b分别存储一校准函数301。

[0166] 优选地，根据所存档的配设有时间戳208的校准函数301的时间进程，确定WIM传感器10的性能、压电测量元件36、36a、36b的老化效果或道路区间1的路面2的老化效果和状态。

[0167] 提高在确定驶过的车辆2、2'、2"、2"'的车轮作用在WIM传感器10的压电测量元件36、36a、36b上的车轮负载时的测量精度也可以通过其他的方式利用根据另一实施方式的校准函数301来实现。与校准函数301的上述实施方式不同，在下面的实施方式中，校准函数301将利用确定压电测量元件36、36a、36b温度的测量探头70的数字式测量探头信号204和压电测量元件36、36a、36b的数字式电荷信号203作为变量来产生被校准的数字式电荷信号205。因此，测量探头70对于校准函数301的这种实施方式而言是必不可少的。校准函数301的参数302至少是压电测量元件36、36a、36b的灵敏度、线性和温度相关性，压电测量元件36、36a、36b的线性、灵敏度和温度相关性是被预先确定的。校准函数301根据数字式测量探头信号204和数字式电荷信号203产生被校准的数字式电荷信号205，由此理想地使被校准的数字式电荷信号205与作用在压电测量元件36、36a、36b上的车轮负载处于线性关联中，并与压电测量元件36、36a、36b的温度无关。

[0168] 在一种优选的实施方式中，在WIM传感器10的分析元件的微处理器82中，每一个校准函数301均对应于一压电测量元件36、36a、36b。利用校准函数301，根据压电测量元件36、36a、36b的数字式电荷信号203，产生压电测量元件36、36a、36b的被校准的数字式电荷信号205。

[0169] 在一种优选的实施方式中，在非易失性存储元件81中存储有一总力函数(Gesamtkraftfunktion)303。该总力函数303是数学算法并且被加载到微处理器82中，并应

用于所有被校准的数字式电荷信号205。微处理器82基于该总力函数303计算在车辆2a、2b、2c、2d的车轮驶过WIM传感器10时施加在道路区间1上的总力206。

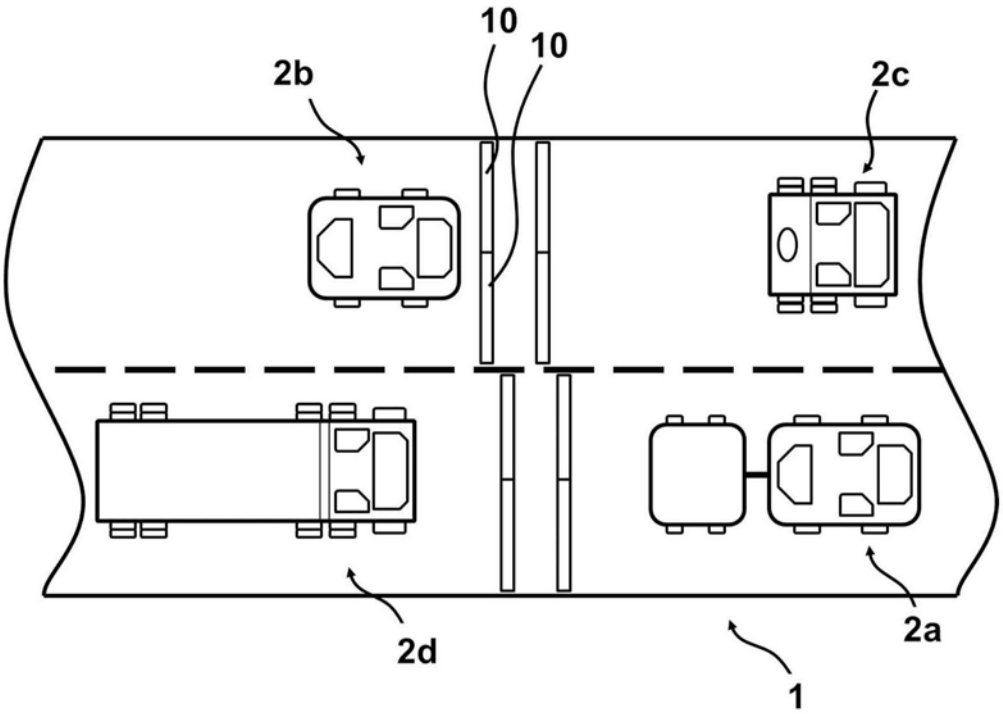

10
10
2b
2c
2d
2a
1

图1

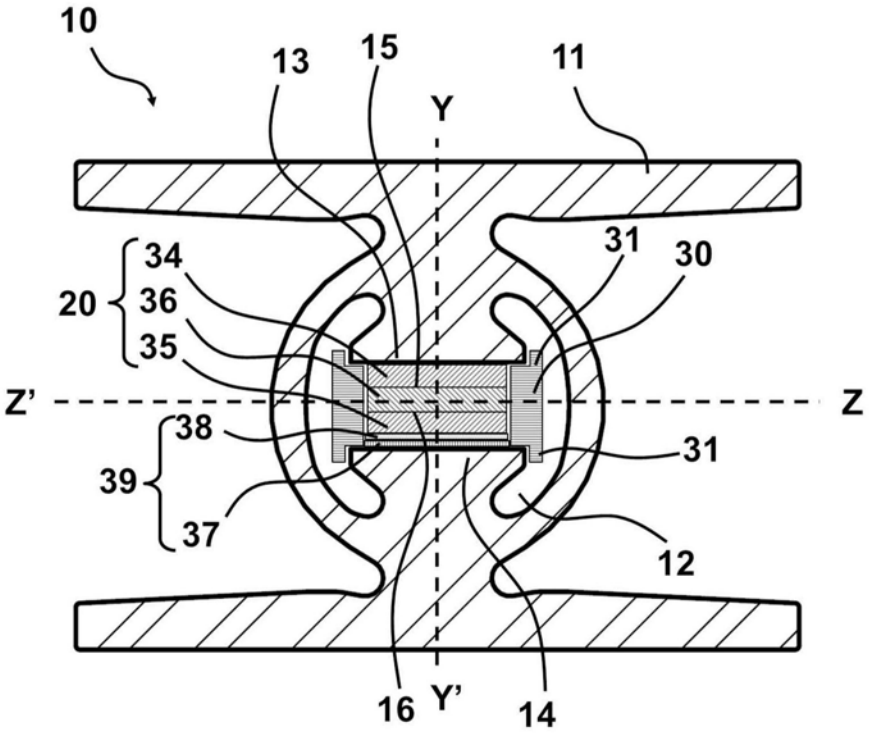

10
13
15
11
Y
31
30
34
20
36
35
Z'
Z
38
31
39
37
12
16
Y'
14

图2

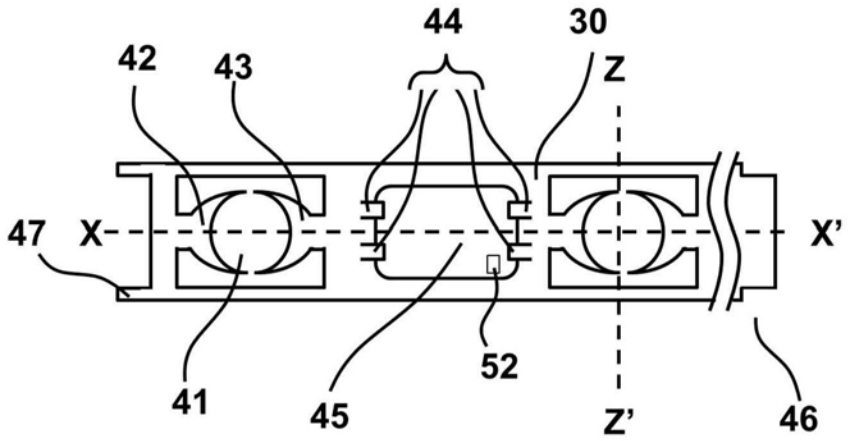

44
30
42
43
Z
47
X
X'
41
45
52
Z'
46

图3

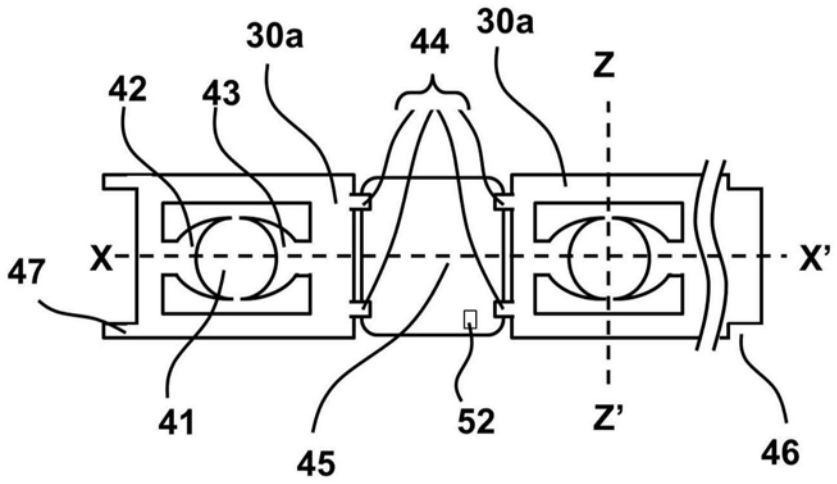

30a
44
30a
Z
42
43
47
X
X'
41
45
52
Z'
46

图4

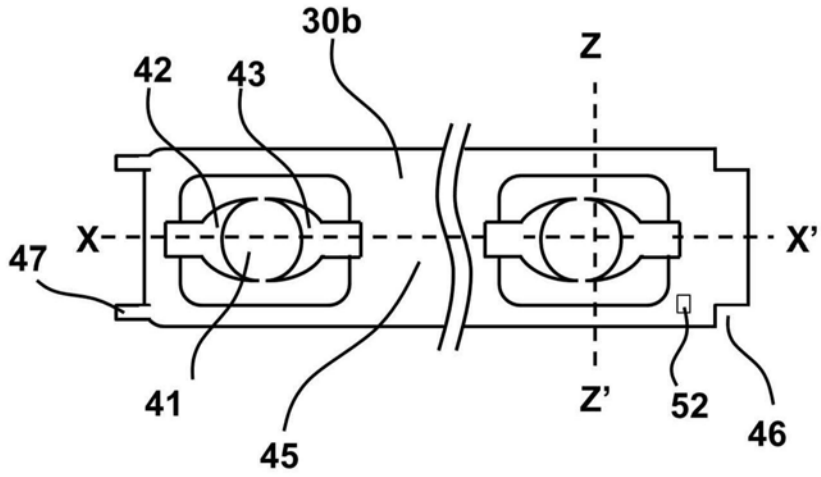

30b
Z
42
43
47
X
X'
41
45
Z'
52
46

图5

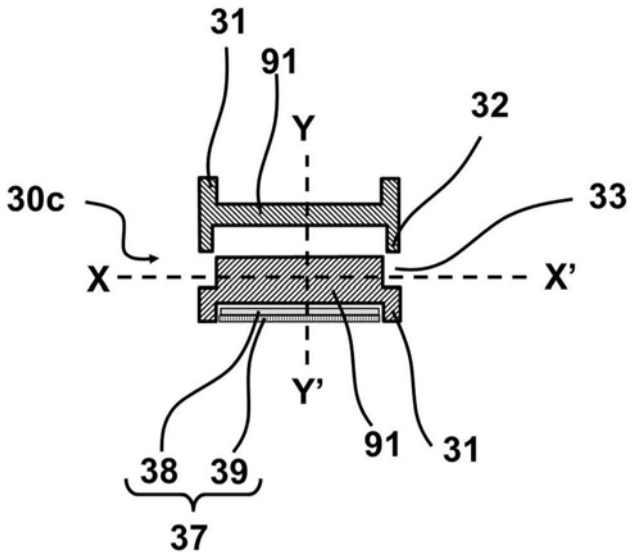

31
91
Y
32
30c
33
X
X'
Y'
91
31
38
39
37

图6

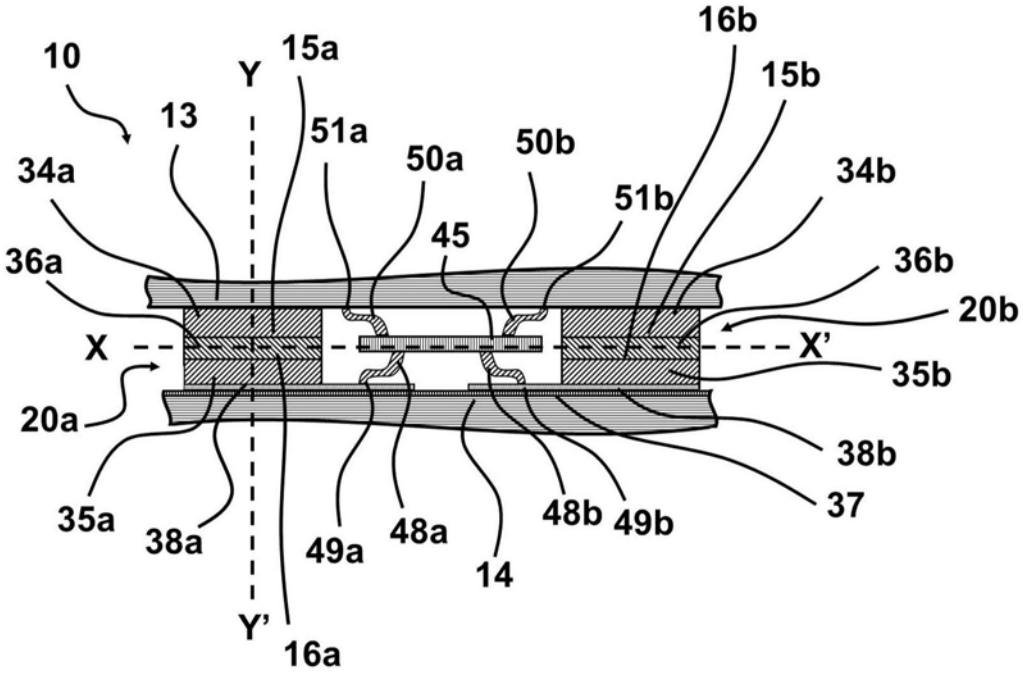

10
Y
15a
16b
15b
13
51a
50a
50b
34a
51b
34b
45
36a
36b
20b
X
X'
35b
20a
38b
37
35a
38a
49a
48a
48b
49b
14
Y'
16a

图7

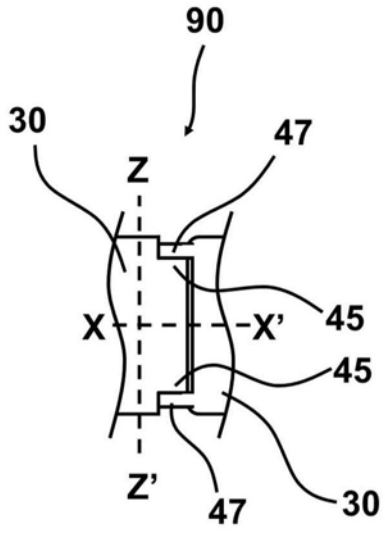

90
30
47
Z
X
X'
45
45
Z'
47
30

图10

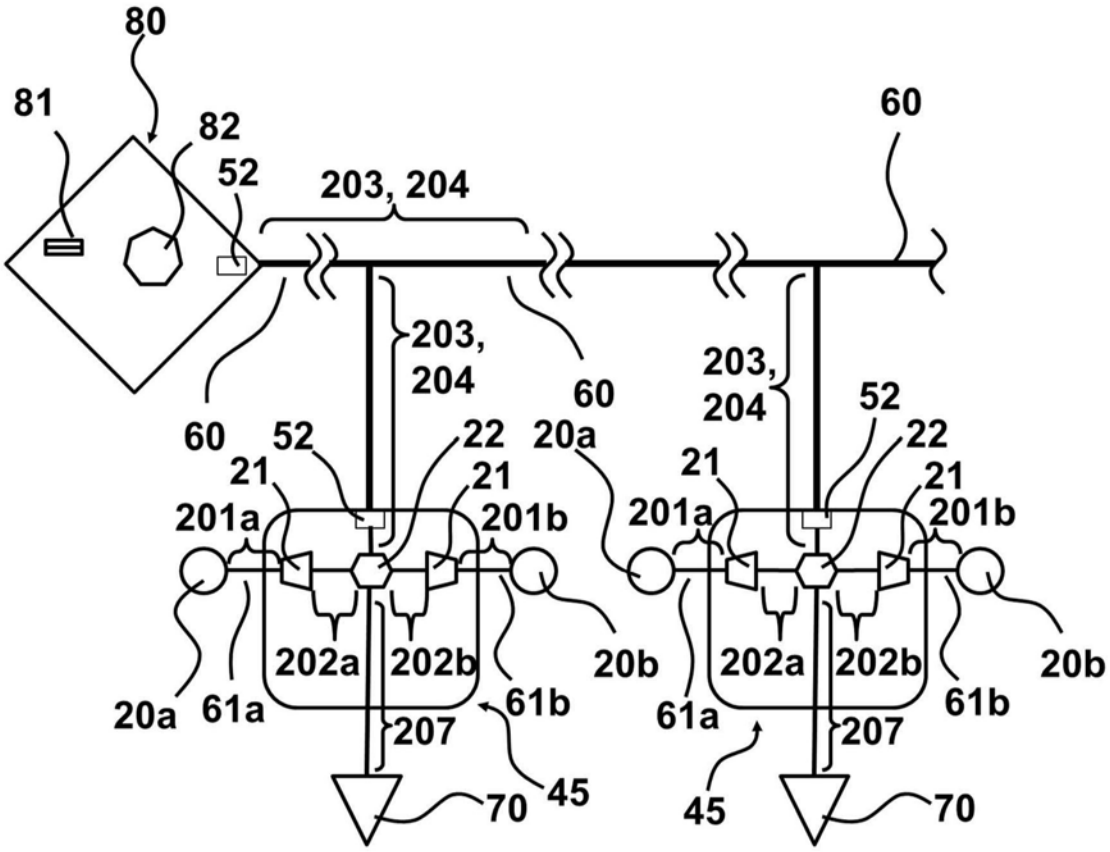

80
81
82
52
203, 204
60
203,
204
60
52
22
21
21
201a
201b
20a
61a
202a
202b
20b
61b
207
70
45
60
203,
204
52
22
21
21
201a
201b
20a
61a
202a
202b
20b
61b
207
45
70

图8

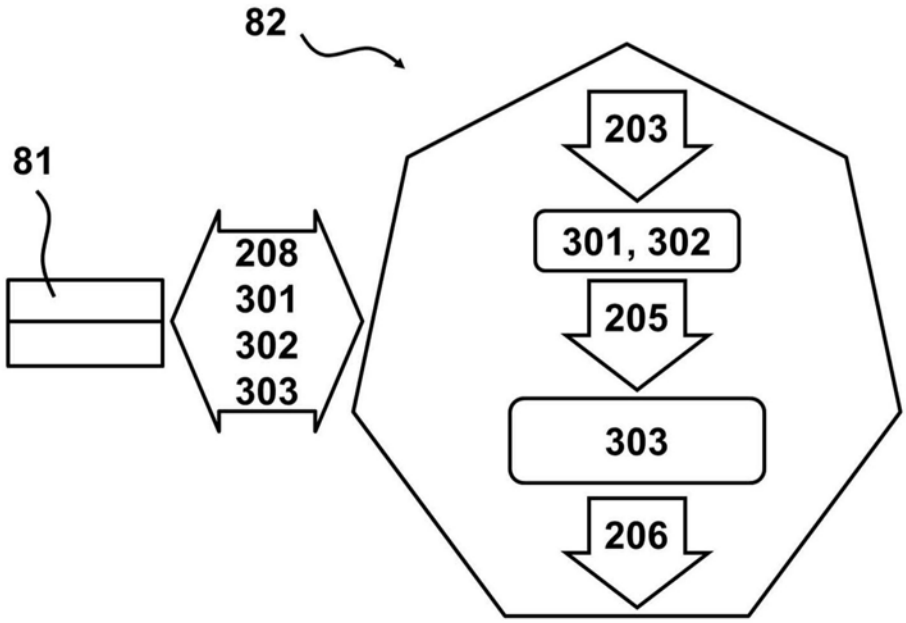


图9