(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117716219 A
(43)申请公布日 2024.03.15

(21)申请号 202280052998.2
(22)申请日 2022.06.29
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.01.29
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/026038 2022.06.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/004095 JA 2024.01.04
(71)申请人 株式会社斯巴鲁
地址 日本东京
(72)发明人 大野翼
(74)专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
专利代理师 周爽 金玉兰
(51)Int.Cl.
G01L 1/22(2006.01)

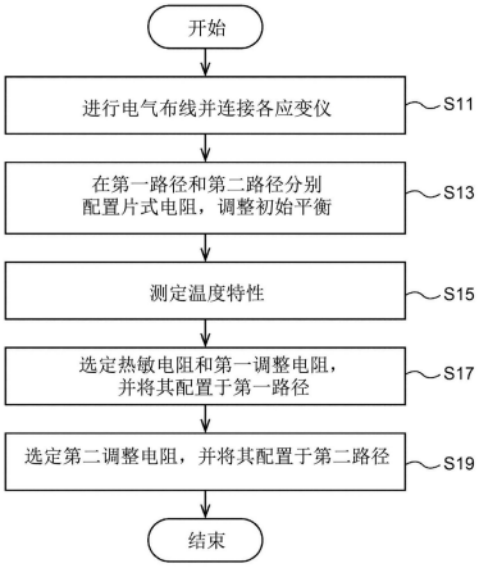
权利要求书1页 说明书14页 附图6页

(54)发明名称

测力元件及测力元件的输出调整方法

(57)摘要

本发明能够对使用了元件电阻值比较大且具有温度依赖性的应变仪的测力元件的温度特性进行补偿并且进行电阻值的初始平衡的调整。在具备将根据载荷而变化的应变仪的电阻的变化转换为电信号并将其输出的桥式电路的测力元件中,在所述桥式电路的一侧的第一路径具备:第一片式电阻,其用于调整所述桥式电路的初始平衡;以及热敏电阻和第一调整电阻,所述热敏电阻和所述第一调整电阻分别与所述第一片式电阻串联连接并且彼此并联连接,所述热敏电阻用于补偿所述桥式电路的温度特性,所述第一调整电阻用于调整在设置了所述热敏电阻的状态下的所述初始平衡的偏差,在所述桥式电路的另一侧的第二路径具备:第二片式电阻,其用于调整所述桥式电路的初始平衡;以及第二调整电阻,其与所述第二片式电阻串联连接,并用于调整因在所述第一路径设置了所述第一调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。



CN 117716219 A

1.一种测力元件,其特征在于,具备将根据载荷而变化的应变仪的电阻的变化转换为电信号并将其输出的桥式电路,

在所述测力元件中,在所述桥式电路的一侧的第一路径具备:

第一片式电阻,其用于调整所述桥式电路的初始平衡;以及

热敏电阻和第一调整电阻,所述热敏电阻和所述第一调整电阻分别与所述第一片式电阻串联连接并且所述热敏电阻和所述第一调整电阻彼此并联连接,所述热敏电阻用于补偿所述桥式电路的温度特性,所述第一调整电阻用于调整在设置了所述热敏电阻的状态下的所述初始平衡的偏差,

在所述桥式电路的另一侧的第二路径具备:

第二片式电阻,其用于调整所述桥式电路的初始平衡;以及

第二调整电阻,其与所述第二片式电阻串联连接,并用于调整因在所述第一路径设置了所述第一调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。

2.根据权利要求1所述的测力元件,其特征在于,

所述第一调整电阻和所述第二调整电阻是相同的电阻元件。

3.根据权利要求2所述的测力元件,其特征在于,

在所述第一路径和所述第二路径中的至少任一方,具备第三调整电阻,所述第三调整电阻用于调整因设置了所述第二调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。

4.根据权利要求1所述的测力元件,其特征在于,

所述应变仪的元件电阻值为1KΩ以上。

5.根据权利要求1所述的测力元件,其特征在于,

所述测力元件是检测多个分力的多分力检测器。

6.一种测力元件的输出调整方法,其特征在于,所述测力元件具备将根据载荷而变化的应变仪的电阻的变化转换为电信号并将其输出的桥式电路,在所述测力元件的输出调整方法中,

在所述桥式电路的一侧的第一路径连接第一片式电阻,所述第一片式电阻用于调整所述桥式电路的初始平衡,

在所述桥式电路的另一侧的第二路径连接第二片式电阻,所述第二片式电阻用于调整所述桥式电路的初始平衡,

在所述第一路径连接热敏电阻和第一调整电阻,所述热敏电阻和所述第一调整电阻彼此并联连接并且分别与所述第一片式电阻串联连接,所述热敏电阻用于补偿所述桥式电路的温度特性,所述第一调整电阻用于调整设置了所述热敏电阻的状态下的所述初始平衡的偏差,

在所述第二路径连接第二调整电阻,所述第二调整电阻与所述第二片式电阻串联连接,并用于调整因在所述第一路径设置了所述第一调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。

7.根据权利要求5所述的测力元件的输出调整方法,其特征在于,

在所述第一路径和所述第二路径中的至少任一方连接第三调整电阻,所述第三调整电阻用于调整因设置了所述第二调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。

测力元件及测力元件的输出调整方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具备桥式电路的测力元件(load cell)以及测力元件的输出调整方法。

背景技术

[0002] 使用了电阻值根据因载荷产生的应变而变化的应变仪的测力元件被广泛使用。已知有以下测力元件:该测力元件构成为在作为将由例如载荷引起的应变仪的电阻值的变化转换为电信号的转换电路的桥式电路嵌入应变仪,并将电阻值的变化作为电信号而输出。

[0003] 在这样的结构的测力元件中,应变仪以及安装有应变仪的应变体均具有因温度变化而产生应变的温度特性,有时即使实际上没有载荷也如受到了载荷那样进行输出。在应变仪用于桥式电路的情况下,构成为通过桥式电路消除应变仪的线膨胀,因此,各个应变仪或者应变体的温度特性之差作为测力元件的温度特性而被输出。因此,为了检测由施加于应变仪的载荷引起的应变量,需要适当的温度补偿。

[0004] 例如,在专利文献1中,存在具备零平衡(初始平衡)调整电路的测力元件,该零平衡调整电路以将在预定温度下载荷为零时从桥式电路提取的电位差设为零的方式设置有片式电阻。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2008-151596号公报

发明内容

[0008] 技术问题

[0009] 然而,在设置于例如汽车的车轴而对施加于车轮的载荷进行检测的测力传感器等、输出大的测力元件、或者检测多个分力且对各分力的灵敏度的差异大的测力元件中,依赖于温度的应变仪的电阻值的变化的范围宽,不容易补偿温度特性并且调整初始平衡。

[0010] 本发明是鉴于上述问题而完成的,本发明的目的在于提供一种能够对使用了元件电阻值比较大且具有温度依赖性的应变仪的测力元件的温度特性进行补偿并且进行电阻值的初始平衡的调整的测力元件以及测力元件的输出调整方法。

[0011] 技术方案

[0012] 为了解决上述课题,根据本发明的一个观点,提供一种测力元件,其具备将根据载荷而变化的应变仪的电阻的变化转换为电信号并将其输出的桥式电路,

[0013] 在所述桥式电路的一侧的第一路径具备:

[0014] 第一片式电阻,其用于调整所述桥式电路的初始平衡;以及

[0015] 热敏电阻和第一调整电阻,所述热敏电阻和所述第一调整电阻分别与所述第一片式电阻串联连接并且所述热敏电阻和所述第一调整电阻彼此并联连接,所述热敏电阻用于补偿所述桥式电路的温度特性,所述第一调整电阻用于调整在设置了所述热敏电阻的状态

下的所述初始平衡的偏差，

[0016] 在所述桥式电路的另一侧的第二路径具备：

[0017] 第二片式电阻，其用于调整所述桥式电路的初始平衡；以及

[0018] 第二调整电阻，其与所述第二片式电阻串联连接，并用于调整因在所述第一路径设置了所述第一调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。

[0019] 另外，为了解决上述课题，根据本发明的另一观点，提供一种测力元件的输出调整方法，所述测力元件具备将根据载荷而变化的应变仪的电阻的变化转换为电信号并将其输出的桥式电路，

[0020] 在所述桥式电路的一侧的第一路径连接第一片式电阻，所述第一片式电阻用于调整所述桥式电路的初始平衡，

[0021] 在所述桥式电路的另一侧的第二路径连接第二片式电阻，所述第二片式电阻用于调整所述桥式电路的初始平衡，

[0022] 在所述第一路径连接热敏电阻和第一调整电阻，所述热敏电阻和所述第一调整电阻彼此并联连接并且分别与所述第一片式电阻串联连接，所述热敏电阻用于补偿所述桥式电路的温度特性，所述第一调整电阻用于调整设置了所述热敏电阻的状态下的所述初始平衡的偏差，

[0023] 在所述第二路径连接第二调整电阻，所述第二调整电阻与所述第二片式电阻串联连接，并用于调整因在所述第一路径设置了所述第一调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。

[0024] 技术效果

[0025] 如上所述，根据本发明，能够对使用了元件电阻值比较大且具有温度依赖性的应变仪的测力元件的温度特性进行补偿并且容易地调整电阻值的初始平衡。

附图说明

[0026] 图1是示出本实施方式的测力元件(六分力检测器)的剖视图。

[0027] 图2是示出本实施方式的测力元件中的应变仪的配置的示意图。

[0028] 图3是示出本实施方式的测力元件的桥式电路的结构的说明图。

[0029] 图4是示出本实施方式的测力元件的输出调整方法的顺序的流程图。

[0030] 图5是示出本实施方式的测力元件的输出调整方法的第一调整的说明图。

[0031] 图6是示出本实施方式的测力元件的输出调整方法的第一调整后的输出状态的说明图。

[0032] 图7是示出本实施方式的应用例的测力元件的桥式电路的结构的说明图。

[0033] 图8是示出应用例的测力元件的输出调整方法的顺序的流程图。

[0034] 图9是示出应用例的测力元件的输出调整方法的第二调整后的输出状态的说明图。

[0035] 图10是示出应用例的测力元件的输出调整方法的第三调整后的输出状态的说明图。

[0036] 图11是示出变形例的六分力检测器中的应变仪的配置的示意图。

[0037] 图12是示出双轴剪切应变仪的仪表图案的说明图。

[0038] 符号说明

[0039] 21、22、23、24:应变仪;80、80A:桥式电路;81:第一端子;82:第二端子;83:第三端子;84:第四端子;86:第一路径;87:第二路径;91:第一片式电阻;91a:电阻元件(暂定电阻);91b:电阻元件(分流电阻);93:第二片式电阻;93a:电阻元件(暂定电阻);93b:电阻元件(分流电阻);95:热敏电阻;96:第一调整电阻;97:第二调整电阻;98:第三调整电阻

具体实施方式

[0040] 以下,参照附图对本发明的优选实施方式进行详细说明。应予说明,在本说明书和附图中,通过对具有实质相同的功能构成的构成要素标注相同的符号从而省略重复说明。

[0041] <<1.本发明的实施方式的概要>>

[0042] <1-1.本发明的背景的详细描述>

[0043] 首先,对创造出本发明的技术的背景进行说明。应予说明,以下所说明的背景仅是示出能够应用本发明的技术的测力元件的结构的一个方式,能够应用本发明的测力元件并不限于以下所例示的结构的测力元件。

[0044] 已知有作为施加于汽车等车辆的车轮的载荷而对施加于车辆的前后方向(以下,也称为“x轴方向”)、车宽方向(以下,也称为“y轴方向”)以及高度方向(以下,也称为“z轴方向”)方向的载荷(Fx、Fy、Fz)、以及绕x轴、y轴以及z轴各自的轴的力矩(Mx、My、Mz)进行检测的六分力检测器。这样的六分力检测器具有安装于车轴的圆筒形的应变体,但是在考虑到相对于所施加的载荷的耐性的情况下,在应变系数为2左右的通常的箔应变仪中,难以得到与仅检测1轴方向上的载荷那样的测力元件同等的输出。

[0045] 对此,认为通过使用例如Cr-N等元件电阻值大且应变系数大的薄膜应变仪(例如Cr-N应变仪的情况下的应变系数:10~12),从而能够得到所期望的输出。然而,Cr-N应变仪由于元件电阻值的温度依赖性大,因此向六分力检测器的应用成为课题。即,在使用元件电阻值大且应变系数大的应变仪的情况下,由于由使用温度范围内的温度变化所引起的电阻值的变化变大,因此,存在不容易补偿六分力检测器的输出的温度特性这样的课题。

[0046] 另外,六分力检测器还具有应变仪的灵敏度的差异根据分力的方向而变大的特性。因此,即使使用通常的箔应变仪构成桥式电路并且与灵敏度小的分力相匹配地调整初始平衡,对于灵敏度大的分力而言,温度特性的补偿也有可能不充分。

[0047] 对此,也考虑预先准备求出依赖于温度的输出的变化的特性的温度特性映射数据,例如,直接测量应变仪的温度,并基于温度特性映射数据进行修正来自六分力检测器的输出的由处理器进行的处理。然而,由于需要追加原本不需要的温度传感器和/或软件的运算处理功能,因此不能说是优选的解决对策。

[0048] 本发明的技术在这样的背景之下,提供一种即使在使用元件电阻值大且应变系数大的应变仪的情况下,也能够在不追加温度传感器和/或软件的功能的情况下,补偿使用温度范围内的温度特性并且调整初始平衡的测力元件以及测力元件的输出调整方法。

[0049] <1-2.本发明的实施方式的特征>

[0050] (1-2-1)本发明的实施方式在具备将根据载荷而变化的应变仪的电阻的变化转换为电信号并将其输出的桥式电路的测力元件中具有以下结构:

[0051] 在所述桥式电路的一侧的第一路径具备:

[0052] 第一片式电阻,其用于调整所述桥式电路的初始平衡;以及

[0053] 热敏电阻和第一调整电阻,所述热敏电阻和所述第一调整电阻分别与所述第一片式电阻串联连接并且所述热敏电阻和所述第一调整电阻彼此并联连接,所述热敏电阻用于补偿所述桥式电路的温度特性,所述第一调整电阻用于调整在设置了所述热敏电阻的状态下的所述初始平衡的偏差,

[0054] 在所述桥式电路的另一侧的第二路径,具备:

[0055] 第二片式电阻,其用于调整所述桥式电路的初始平衡;以及

[0056] 第二调整电阻,其与所述第二片式电阻串联连接,并用于调整因在所述第一路径设置了所述第一调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。

[0057] 应予说明,本发明的实施方式也能够作为对测力元件的输出进行调整的输出调整方法来实现,该测力元件具备将根据载荷而变化的应变仪的电阻的变化转换为电信号并将其输出的桥式电路。

[0058] 根据该结构,能够对使用了具有例如1kΩ以上的比较大的元件电阻值且温度特性大的应变仪的测力元件、构成为能够检测多个分力的测力元件的温度特性进行补偿并且容易地调整初始平衡。因此,能够提高测力元件的输出的可靠度。

[0059] 应予说明,“桥式电路的一侧的第一路径”和“桥式电路的另一侧的第二路径”表示桥式电路的两个电流路径。第一路径和第二路径构成为分别具备两个应变仪。

[0060] 另外,“初始平衡”表示在未对测力元件施加载荷的状态下,设置于第一路径的两个应变仪之间的电位与设置于第二路径的两个应变仪之间的电位之差(电位差)。“调整初始平衡的偏差”即表示以使未施加载荷的状态下的电位差接近于零的方式进行调整。

[0061] 另外,“桥式电路的温度特性”表示测力元件的输出根据温度而变化的特性。“温度特性大”表示根据温度而变化的测力元件的输出的波动幅度大。“补偿桥式电路的温度特性”即表示以根据温度而变化的测力元件的输出的波动幅度成为预定范围内的方式进行调整。

[0062] (1-2-2)另外,在本发明的实施方式中,所述第一调整电阻和所述第二调整电阻可以是相同的电阻元件。

[0063] 根据该结构,能够省去分别选择可对在桥式电路连接了第一片式电阻和第二片式电阻的状态下的温度特性进行补偿的第一调整电阻和第二调整电阻的麻烦。另外,即使在将第一调整电阻和所述第二调整电阻设为相同的电阻元件的情况下,也能够使桥式电路的初始平衡的偏差收敛于预定范围内。

[0064] (1-2-3)另外,在本发明的实施方式中,在所述第一路径和所述第二路径中的至少任一方,还可以具备第三调整电阻,该第三调整电阻用于调整因设置了所述第二调整电阻而引起的所述初始平衡的偏差。

[0065] 根据该结构,即使在将相同的电阻元件即第一调整电阻和第二调整电阻分别配置于第一路径和第二路径时产生了初始平衡的微小的偏差,也能够容易地调整该初始平衡的偏差。

[0066] (1-2-4)另外,在本发明的实施方式中,所述应变仪的元件电阻值可以为1KΩ以上。

[0067] 根据该结构,能够通过使用比较大的元件电阻值的应变仪并且补偿了温度特性的

测力元件来检测比较大的期望的载荷。

[0068] (1-2-5)另外,在本发明的实施方式中,所述测力元件可以是具有多个所述桥式电路并检测多个分力的多分力检测器。

[0069] 根据该结构,即使在具备根据分力的方向而针对应变的灵敏度不同的多个桥式电路的情况下,也能够对来自各个桥式电路的输出的温度特性进行补偿,并且容易地调整初始平衡。

[0070] <<2.本发明的实施方式的详细描述>>

[0071] <2-1.测力元件(六分力检测器)的结构例>

[0072] 接下来,对本发明的实施方式的测力元件的结构例进行说明。

[0073] 在本实施方式中,作为测力元件的一个方式,对将本发明的技术应用于能够检测施加于车辆的车轮的六分力(Fx、Fy、Fz、Mx、My、Mz)的六分力检测器的例子进行说明。本实施方式的测力元件是检测施加于车轮的六分力的六分力检测器,并且组装于轮毂轴承单元,该轮毂轴承单元安装于悬架装置且可旋转地支承汽车等车辆的车轮。

[0074] 图1示出以包含车轴的平面将包括六分力检测器的轮毂轴承单元剖切而得的剖视图。在图1中,右侧表示车宽方向外侧,左侧表示车宽方向内侧。应予说明,图1所示的轮毂轴承单元的结构仅是一例,并不限于图1所示的结构。

[0075] 轮毂轴承单元100构成为具备轮毂110、外筒120、内筒130、滚动体140、基部150以及六分力检测器1。轮毂110是供由轮辋和轮胎构成的未图示的车轮的轮辋盘部分紧固的部件。轮毂110构成为一体地形成筒状部111、法兰部112、轴环部113等。

[0076] 筒状部111形成为与车轮的旋转中心轴(车轴)同心的圆筒状。筒状部111插入于内筒130、感受体10、基部150的内径侧。在筒状部111的内周面部的车宽方向外侧的区域形成有与未图示的驱动轴的花键轴部嵌合的花键孔111a。法兰部112是从筒状部111的车宽方向外侧的端部向外径侧以凸缘状伸出而形成的圆盘状的部分。法兰部112的车宽方向外侧的面部作为供轮辋盘紧固的基部而发挥功能。在法兰部112,在预定的节圆直径上沿周向等间隔地形成有例如5个左右的供轮毂螺栓插入的开口112a。轴环部113是从法兰部112的车宽方向外侧的面部突出的与车轴同心的圆筒状的部分。轴环部113与形成于轮辋盘的中央部的圆形开口即中心孔嵌合,以提高车轮的安装精度。

[0077] 外筒120、内筒130、滚动体140协同动作而构成可旋转地支承车轮的滚动轴承(轮毂轴承)。外筒120构成为一体地形成筒状部121、法兰部122等。筒状部121是与车轴同心的圆筒状的部分。在筒状部121的内周面形成有对滚动体140进行引导的轨道面。筒状部121的车宽方向内侧的端部形成为相对于内筒130的筒状部131的车宽方向内侧的端部向车宽方向内侧伸出。

[0078] 法兰部122形成为从筒状部121的车宽方向外侧的端部向外径侧以凸缘状伸出。法兰部122是供轮毂110的法兰部112紧固固定的部分。法兰部122的车宽方向外侧的面部与轮毂110的法兰部112的车宽方向内侧的面部抵接。法兰部122具有与轮毂110的开口112a同心地形成的螺纹孔122a。在螺纹孔122a紧固有用于车轮的固定的未图示的轮毂螺栓。

[0079] 内筒130构成为一体地形成筒状部131、法兰部132等。筒状部131是与车轴同心的圆筒状的部件,并插入于外筒120的筒状部121的内径侧。在筒状部131的外周面与外筒120的筒状部121的内周面之间设置有预定的间隔。在筒状部131的外周面形成有对滚动体140

进行引导的轨道面。法兰部132形成为从筒状部131的车宽方向外侧的端部向内径侧伸出。法兰部132对感受体10的第一法兰12的车宽方向外侧的端部进行保持。滚动体140是组装于外筒120与内筒130的轨道面之间的轴承。滚动体140与保持器141和保持器142一起组装于外筒120与内筒130之间,该保持器141和保持器142在外筒120与内筒130之间进行滚动体140的定位。

[0080] 基部150是将轮毂轴承单元100紧固固定于悬架装置的未图示的立柱(upright)(轮毂转向节)的部分。基部150构成为一体地形成筒状部151、法兰部152、凹部153、突出部154等。筒状部151是与车轴同心的圆筒状的部件,并且供轮毂110的筒状部111的车宽方向内侧的端部插入。轮毂110的筒状部111的外周面与筒状部151的内周面在径向上隔开预定的间隔而对置配置。

[0081] 法兰部152形成为从筒状部151的车宽方向外侧的端部向外径侧以凸缘状伸出。法兰部152是将基部150紧固于未图示的立柱的紧固面部。在法兰部152以沿周向分布的方式形成有多个开口152a,该开口152a供用于向立柱的紧固的多个螺栓插入。在法兰部152的内部,从配置有感受体10的圆筒部11的外周面的空间部内到法兰部152的外周缘部形成有贯通孔152b,该贯通孔152b配置有与应变仪连接的布线等。

[0082] 凹部153是将基部150的内周面中的、在轴向上相当于法兰部152的区域的内径以台阶状扩大而形成的部分。凹部153是对感受体10的第二法兰13进行保持的部分。突出部154是从法兰部152的径向上的中间部分向车宽方向外侧突出而形成的圆筒状的部分。突出部154的外周面与外筒120的筒状部121的车宽方向内侧的端部处的内周面在径向上隔开间隔而对置配置。

[0083] 六分力检测器1是能够检测作用于车轮的正交三轴方向上的载荷以及绕正交三轴的力矩的测力元件。六分力检测器1构成为具有实质上形成为圆筒状的感受体10、设置于该感受体10的多个应变仪以及包括该应变仪的桥式电路。

[0084] 感受体(传感器芯)10形成为具有圆筒部11、第一法兰12、第二法兰13等。圆筒部11是形成为遍及预定的轴向长度而内径和外径实质上为恒定的圆筒状的部分,并且是供后述的多个应变仪粘贴(粘接)的部分。第一法兰12是设置于圆筒部11的车宽方向外侧的端部,相对于圆筒部11分别向外径侧和内径侧伸出而形成的部分。第一法兰12以外周面与内筒30的筒状部131的车宽方向外侧的端部附近的内周面抵接且端面与法兰部132的车宽方向内侧的面部碰触的状态固定于内筒30。

[0085] 第二法兰13是设置于圆筒部11的车宽方向内侧的端部,并且相对于圆筒部11分别向外径侧和内径侧伸出而形成的部分。第二法兰13以其外周面和端面嵌入于基部150的凹部153内的状态固定于基部150。通过这样的结构,作用于车轮的力实质上全部经由感受体10在与基部150之间进行传递。

[0086] 六分力检测器1分别具有Fx检测系统、Fy检测系统、Fz检测系统、Mx检测系统、My检测系统、Mz检测系统,所述Fx检测系统、Fy检测系统、Fz检测系统、Mx检测系统、My检测系统、Mz检测系统分别具有包括设置于上述的感受体10的圆筒部11的应变仪的桥式电路。Fx检测系统检测作用于感受体10的圆筒部11的径向(x轴方向)上的力Fx。Fy检测系统检测作用于感受体10的圆筒部11的轴向(y轴方向)上的力Fy。Fz检测系统检测作用于感受体10的圆筒部11的与x轴方向正交的方向的径向(z轴方向)上的力Fz。Mx检测系统检测作用于感受体10

的圆筒部11的绕x轴的力矩Mx。My检测系统检测作用于感受体10的圆筒部11的绕y轴的力矩My。Mz检测系统检测作用于感受体10的圆筒部11的绕z轴的力矩Mz。

[0087] 上述的Fx检测系统、Fy检测系统、Fz检测系统、Mx检测系统、My检测系统、Mz检测系统分别构成为具有包括四个应变仪的桥式电路。图2是示出六分力检测器1中的应变仪的配置的示意图。图3是示出六分力检测器1中的Fx检测系统的应变仪的配置以及桥式电路的结构的图,并示出各测力系统(Fx检测系统、Fy检测系统、Fz检测系统)和各测力矩系统(Mx检测系统、My检测系统、Mz检测系统)的应变仪的配置以及桥式电路的结构的代表例。

[0088] 如图2和图3所示,Fx检测系统构成为具有应变仪21～24。应变仪21～24是单轴的应变仪,并以其检测方向成为与圆筒部11的中心轴方向平行的方式粘贴于圆筒部11的外周面。应变仪21配置于圆筒部11的外周面的第一法兰12侧的区域(接近于中间部14的区域)。应变仪22配置在通过应变仪21且与圆筒部11的轴向平行的直线上,并配置在圆筒部11的外周面的第二法兰13侧的区域(接近于中间部15的区域)。应变仪23配置于从应变仪22观察绕圆筒部11的中心轴偏移180度而得的位置(相对于应变仪22呈圆筒部11的中心轴对称的位置)。应变仪24配置于从应变仪21观察绕圆筒部11的中心轴偏移180度而得的位置(相对于应变仪21呈圆筒部11的中心轴对称的位置)。

[0089] 如图3所示,Fx检测系统的桥式电路构成为惠斯通桥式电路,将应变仪21～24依次连接为环状,并在应变仪22与应变仪23之间、以及应变仪21与应变仪24之间分别连接电源的正极、负极。桥式电路提取应变仪21与应变仪22之间的电位差、以及应变仪23与应变仪24之间的电位差作为输出。桥式电路的结构将在后面进行详细说明。

[0090] Fy检测系统构成为具有应变仪41～44。应变仪41～44是单轴的应变仪,并以其检测方向成为与圆筒部11的中心轴方向平行的方式粘贴于圆筒部11的外周面。应变仪41配置于Fx检测系统的应变仪21、22的中间。应变仪42、43、44分别配置于相对于应变仪41绕圆筒部11的中心轴的相位偏移90度、180度、270度而得的位置。Fy检测系统的桥式电路除了将图3所示的Fx检测直径的应变仪21～24置换为应变仪41～44这一点以外,具有与所述Fx检测系统的桥式电路相同的结构。

[0091] Fz检测系统构成为具有应变仪31～34。应变仪31～34是单轴的应变仪,并以其检测方向成为与圆筒部11的中心轴方向平行的方式粘贴于圆筒部11的外周面。应变仪31配置为相对于Fx检测系统的应变仪21绕圆筒部11的中心轴偏移90度。应变仪32配置为相对于Fx检测系统的应变仪22绕圆筒部11的中心轴偏移90度。应变仪31和应变仪32配置于与圆筒部11的轴向平行的同一直线上。应变仪33配置于从应变仪32观察绕圆筒部11的中心轴偏移180度而得的位置(相对于应变仪32呈圆筒部11的中心轴对称的位置)。应变仪34配置于从应变仪31观察绕圆筒部11的中心轴偏移180度而得的位置(相对于应变仪31呈圆筒部11的中心轴对称的位置)。Fz检测系统的桥式电路除了将图3所示的Fx检测直径的应变仪21～24置换为应变仪31～34这一点以外,具有与所述Fx检测系统的桥式电路相同的结构。

[0092] Mx检测系统构成为具有应变仪51～54。应变仪51～54是单轴的应变仪,并以其检测方向成为与圆筒部11的中心轴方向平行的方式粘贴于圆筒部11的外周面。应变仪51配置为在圆筒部11的中心轴方向上与Fz检测系统的应变仪31相邻。应变仪52配置为在圆筒部11的中心轴方向上与Fz检测系统的应变仪32相邻。应变仪51和应变仪52配置于与圆筒部11的轴向平行的同一直线上。应变仪53配置于从应变仪52观察绕圆筒部11的中心轴偏移180度

而得的位置(相对于应变仪52呈圆筒部11的中心轴对称的位置)。应变仪54配置于从应变仪51观察绕圆筒部11的中心轴偏移180度而得的位置(相对于应变仪51呈圆筒部11的中心轴对称的位置)。Mx检测系统的桥式电路除了将图3所示的Fx检测直径的应变仪21～24置换为应变仪51～54这一点以外,具有与所述Fx检测系统的桥式电路相同的结构。

[0093] My检测系统构成为具有应变仪71～74。应变仪71～74是剪切型的应变仪,并以其检测方向成为圆筒部11的周向的方式粘贴于圆筒部11的外周面。应变仪71配置于Fy检测系统的应变仪41、42的中间。应变仪72配置于Fy检测系统的应变仪42、44的中间。应变仪73、74配置于分别相对于应变仪72、71成为圆筒部11的中心轴对称的位置。My检测系统的桥式电路除了将图3所示的Fx检测直径的应变仪21～24置换为应变仪61～64这一点以外,具有与所述Fx检测系统的桥式电路相同的结构。

[0094] Mz检测系统构成为具有应变仪61～64。应变仪61～64是单轴的应变仪,并以其检测方向成为与圆筒部11的中心轴方向平行的方式粘贴于圆筒部11的外周面。应变仪61配置为在圆筒部11的中心轴方向上与Fx检测系统的应变仪21相邻。应变仪62配置为在圆筒部11的中心轴方向上与Fx检测系统的应变仪22相邻。应变仪61和应变仪62配置于与圆筒部11的轴向平行的同一直线上。应变仪63配置于从应变仪62观察绕圆筒部11的中心轴偏移180度而得的位置(相对于应变仪62呈圆筒部11的中心轴对称的位置)。应变仪64配置于从应变仪61观察绕圆筒部11的中心轴偏移180度而得的位置(相对于应变仪61呈圆筒部11的中心轴对称的位置)。Mz检测系统的桥式电路除了将图3所示的Fx检测直径的应变仪21～24置换为应变仪61～64这一点以外,具有与所述Fx检测系统的桥式电路相同的结构。

[0095] <2-2.桥式电路>

[0096] 接下来,以图3所示的Fx检测系统的桥式电路为例,对各测力系统和各测力矩系统的桥式电路的结构例进行具体说明。

[0097] 图3所示的Fx检测系统的桥式电路80具有第一端子81、第二端子82、第三端子83以及第四端子84这四个端子、以及四个应变仪21、22、23、24。应变仪21设置于第一端子81与第二端子82之间,应变仪22设置于第二端子82与第四端子84之间。应变仪24设置于第一端子81与第三端子83之间,应变仪23设置于第三端子83与第四端子84之间。通过第一端子81、应变仪21、第二端子82、应变仪22以及第四端子84的电流路径构成第一路径86。另外,通过第一端子81、应变仪24、第三端子83、应变仪23以及第四端子84的电流路径构成第二路径87。

[0098] 应变仪21、22、23、24是电阻值根据应变量而变化的电阻元件。在本实施方式中,应变仪构成为使用应变系数为4以上的材料。例如,应变仪也可以由Cr-N薄膜构成。如果应变仪的应变系数为4以上,则作为检测施加于车轮的载荷的六分力检测器1能够得到所期望的输出。其中,应变仪不限于Cr-N薄膜。

[0099] 在桥式电路80中,通过对应变体施加载荷,从而在各应变仪21、22、23、24产生应变,各应变仪21、22、23、24的电阻值根据该应变量而变化。桥式电路80输出与第一路径86的第二端子82与第二路径87的第三端子83之间的电位差对应的电信号。

[0100] 在本实施方式中,桥式电路80在第一路径86的应变仪22与第四端子84之间具备第一片式电阻91(91a、91b)、热敏电阻95以及第一调整电阻96。热敏电阻95和第一调整电阻96与第一片式电阻91串联连接并且所述热敏电阻95和所述第一调整电阻96彼此并联连接。另外,桥式电路80在第二路径87的应变仪23与第四端子84之间具备第二片式电阻93(93a、

93b)和第二调整电阻97。第二调整电阻97与第二片式电阻93串联连接。

[0101] 设置于第一路径86和第二路径87的这些元件相对于桥式电路80以第一片式电阻91和第二片式电阻93、热敏电阻95、第一调整电阻96和第二调整电阻97的顺序设置。

[0102] 第一片式电阻91是用于调整以在桥式电路80设置有应变仪21、22、23、24的状态测定的初始平衡的偏差的电阻元件。由于作为目标的电阻值比较大,因此使用片式电阻作为电阻元件。在图2所示的桥式电路80的例子中,第一片式电阻91具有彼此并联连接的两个电阻元件91a、91b。同样地,第二片式电阻93是用于调整以在桥式电路80设置有应变仪21、22、23、24的状态测定的初始平衡的偏差的电阻元件。在图2所示的桥式电路80的例子中,第二片式电阻93具有彼此并联连接的两个电阻元件93a、93b。

[0103] 通常,对于片式电阻而言,准备有以任意的间隔分别设计为预定的电阻值的多个片式电阻。作为以在桥式电路80连接了应变仪21、22、23、24的状态设置的第一片式电阻91和第二片式电阻93,使用第一路径86和第二路径87的电阻值成为符合目的的电阻值的适当的电阻值的片式电阻。在本实施方式中,首先,选择可以将第一路径86和第二路径87的电阻值设为符合目的的电阻值的任意电阻值的片式电阻(以下,也称为“暂定电阻”)91a、93a,并将其分别连接于第一路径86和第二路径87。

[0104] 此外,在桥式电路80连接了暂定电阻91a、93a的状态下,测定预定的基准温度下的桥式电路80的初始平衡,分别选择可以消除初始平衡的偏差的电阻值的片式电阻(以下,也称为“分流电阻”)91b、93b,并将其分别与暂定电阻91a、93a并联连接。由此,能够将预定的基准温度下的桥式电路80的初始平衡的偏差设为所期望的范围内。其中,在仅利用暂定电阻91a、93a使预定的基准温度下的桥式电路80的初始平衡的偏差成为所期望的范围内的情况下,也可以不设置分流电阻91b、93b。

[0105] 在假定为在桥式电路80连接了第一片式电阻91和第二片式电阻93的状态下调整了桥式电路80的初始平衡的情况下,在设置有各应变仪21、22、23、24的各边具有同等的温度特性的情况下,通过桥式电路80的结构消除各自的温度特性,并在未施加载荷的状态下不产生输出。另一方面,在尽管未施加载荷但产生了输出的情况下,能够判断为桥式电路80的初始平衡产生了偏差。因此,在本实施方式中,通过将热敏电阻95组装于桥式电路80从而进行温度特性的补偿,该热敏电阻95是相对于来自桥式电路80的输出所反映的温度特性的相反特性的温度补偿元件。

[0106] 热敏电阻95是用于对在桥式电路80连接了第一片式电阻91和第二片式电阻93的状态下的桥式电路80的温度特性进行补偿的电阻元件。作为热敏电阻95,使用具有因温度的上升而电阻值降低的特性的NTC(Negative Temperature Coefficient:负温度系数)热敏电阻。热敏电阻95通常是电阻值高(例如为1kΩ以上)且适于温度特性的补偿的元件。期望表示伴随热敏电阻95的温度上升的电阻值的降低率的电阻温度系数为更大的系数。第一调整电阻96是用于调整在将第一片式电阻91和热敏电阻95设置于桥式电路80的状态下的初始平衡的偏差的电阻元件。第二调整电阻97是用于调整因在第一路径86设置了第一调整电阻96而引起的初始平衡的偏差的电阻元件。

[0107] 连接有第一片式电阻91和第二片式电阻93的桥式电路80虽然调整了预定的基准温度下的桥式电路80的初始平衡,但是由于第一片式电阻91和第二片式电阻93分别具有温度特性,因此,桥式电路80的输出也具有温度特性。因此,将热敏电阻95与第一调整电阻96

彼此并联并且与第一片式电阻91串联连接,该热敏电阻95可以对连接有第一片式电阻91和第二片式电阻93的桥式电路80的温度特性进行测定,并可以对该温度特性进行补偿,该第一调整电阻96用于使因在第一路径86连接热敏电阻95而引起的初始平衡的偏差复原。

[0108] 另外,将用于取第一路径86与第二路径87的电阻值的平衡的第二调整电阻97与第二片式电阻93串联连接。虽然也可以使第二调整电阻97的电阻值与第一调整电阻96的电阻值不同来消除第一路径86与第二路径87之间的电阻值的初始平衡的偏差,但是由于难以预先掌握热敏电阻95和第一调整电阻96的温度特性,因此也可以将第二调整电阻97暂定性地设为与第一调整电阻96相同的电阻元件。

[0109] 用于调整初始平衡的偏差的第一调整电阻96和第二调整电阻97优选为表示电阻值相对于温度变化的变化率的电阻温度系数低的电阻元件、例如为1Ω以下的电阻元件。作为这样的电阻元件,例如,例示出由锌、钨、铝、纯铁、铱、钢、铜、金、镍、银、铂、钯或锡中的一种或多种的混合材料构成的元件。

[0110] <2-3.测力元件的输出调整方法>

[0111] 接下来,以六分力检测器1为例,对本实施方式的测力元件的输出调整方法进行说明。在以下说明的测力元件的输出调整方法中,对将各测力系统和各测力矩系统的温度特性的补偿的目标值设为0.2mV/V来进行输出调整的例子进行说明。

[0112] 图4是示出测力元件的输出调整方法的顺序的流程图。

[0113] 首先,通过在相对于作为应变体的圆筒部隔着绝缘层配置的应变仪连接应变仪引线等来进行电气布线,形成将四个应变仪电连接而成的桥式电路(步骤S11)。例如,在Fx检测系统的桥式电路中,在第一端子81与第二端子82之间连接应变仪21,在第二端子82与第四端子84之间连接应变仪22。另外,在第一端子81与第三端子83之间连接应变仪24,在第三端子83与第四端子84之间连接应变仪23。

[0114] 在完成步骤S11时,使用于进行初始平衡的调整以及温度特性的补偿的电阻元件的预定连接部位短路。对构成各测力系统和各测力矩系统的六组四个应变仪而进行将四个应变仪电连接的工序。

[0115] 接着,在桥式电路的一侧的第一路径以及另一侧的第二路径分别连接第一片式电阻和第二片式电阻,实施调整桥式电路的初始平衡的第一调整(步骤S13)。例如,如图5所示,在Fx检测系统的桥式电路中,在通过第一端子81、应变仪21、第二端子82、应变仪22以及第四端子84的第一路径86的应变仪22与第四端子84之间,连接第一片式电阻91(暂定电阻91a和分流电阻91b)。另外,在通过第一端子81、应变仪24、第三端子83、应变仪23以及第四端子84的第二路径87的应变仪23与第四端子84之间配置第二片式电阻93(暂定电阻93a和分流电阻93b)。

[0116] 更具体而言,选择可以将第一路径86和第二路径87的电阻值设为符合目的的电阻值的任意电阻值的暂定电阻91a、93a,并将其分别与第一路径86和第二路径87连接。暂定电阻91a、93a的电阻值可以基于应变仪21、22、23、24以及应变仪引线等电气布线的电阻值等来计算。此外,在桥式电路80连接了暂定电阻91a、93a的状态下,测定预定的基准温度下的桥式电路80的初始平衡,分别选择可以消除初始平衡的偏差的电阻值的分流电阻91b、93b,并将其分别与暂定电阻91a、93a并联连接。由此,能够将预定的基准温度下的桥式电路80的初始平衡的偏差设为所期望的范围内。其中,在仅利用暂定电阻91a、93a使预定的基准温度

下的桥式电路80的初始平衡的偏差成为所期望的范围内的情况下,也可以不连接分流电阻91b、93b。

[0117] 在步骤S13中,在六个检测系统的桥式电路的第一路径和第二路径分别连接第一片式电阻和第二片式电阻。

[0118] 接着,在桥式电路连接了第一片式电阻和第二片式电阻的状态下,测定桥式电路的输出的温度特性(步骤S15)。在此,对六分力检测器1的使用温度范围内的各测力系统和各测力矩系统的输出的温度特性进行测定。温度特性的测量方法可以是以往公知的方法。

[0119] 图6示出在桥式电路的第一路径连接了第一片式电阻且在第二路径连接了第二片式电阻的状态(第一调整后)下测量出的、在设想使用温度范围(0~100℃)的六个检测系统的输出的温度特性的例子。在图6所示的例子中,六个检测系统的输出中的3个检测系统的输出的温度特性成为0.5mV/V以上,超过温度特性的补偿的目标。

[0120] 接收温度特性的测定结果,在接下来的步骤S17中,实施将热敏电阻与第一调整电阻彼此并联连接并且与第一片式电阻串联地连接于第一路径的第二调整(步骤S17),该热敏电阻用于补偿温度特性,该第一调整电阻用于调整因设置热敏电阻而引起的初始平衡的偏差。接着,为了减小因在第一路径连接了热敏电阻和第一调整电阻而引起的电阻值的平衡的偏差,将第二调整电阻与第二片式电阻并联地连接于第二路径(步骤S19)。例如,在Fx检测系统的桥式电路中,在第一路径86将热敏电阻95与第一调整电阻96彼此并联连接,并且与第一片式电阻91串联连接,在第二路径87将第二调整电阻97与第二片式电阻93串联连接(参照图3)。

[0121] 在步骤S17~步骤S19中,在六个检测系统的桥式电路的第一路径和第二路径分别连接热敏电阻、第一调整电阻以及第二调整电阻。由此,六个检测系统全部的输出被调整为小于作为温度特性的补偿的目标的0.2mV/V。

[0122] 如此,根据本发明的实施方式的测力元件以及测力元件的输出调整方法,即使在由使用温度范围内的温度变化所引起的电阻值的变化大的情况下,也能够容易地补偿桥式电路的输出的温度特性。另外,即使是检测多个分力的六分力检测器,也能够使所有检测系统的输出的温度特性小于目标。因此,能够补偿测力元件的温度特性并且容易地调整电阻值的初始平衡。

[0123] 应予说明,在上述实施方式中,在桥式电路的第一路径连接热敏电阻和第一调整电阻,并在第二路径连接第二调整电阻,但是在该情况下,第一路径可以是输入的正侧或负侧中的任一侧。

[0124] <2-4.应用例>

[0125] 至此,对本实施方式的测力元件以及测力元件的输出调整方法进行了说明。接下来,对本发明的技术的应用例进行说明。

[0126] 在上述实施方式中,在第二路径87设置有与第一调整电阻96相同的第二调整电阻97的情况下,在第一路径86中热敏电阻95和第一调整电阻96的合成电阻变小,有时使第一路径86的电阻值过度恢复。因此,在应用例中,在将第一片式电阻91、第二片式电阻93、热敏电阻95、第一调整电阻96以及第二调整电阻97连接于桥式电路80的状态下再次测定桥式电路80的初始平衡,并为了进一步调整初始平衡的偏差,连接有第三调整电阻。

[0127] 图7是示出应用例的桥式电路80A的构成的说明图,与图3同样地例示出Fx检测系

统的桥式电路。

[0128] 在应用例中,桥式电路80A在第二路径87的应变仪23与第四端子84之间具备第二片式电阻93(93a、93b)、第二调整电阻97以及第三调整电阻98。第二调整电阻97和第三调整电阻98与第二片式电阻93串联连接并且所述第二调整电阻97和所述第三调整电阻98彼此并联连接。

[0129] 设置于第一路径86和第二路径87的这些元件相对于桥式电路80A以第一片式电阻91和第二片式电阻93、热敏电阻95、第一调整电阻96和第二调整电阻97、第三调整电阻98的顺序设置。第三调整电阻98是用于调整因在第二路径87设置了第二调整电阻97而引起的初始平衡的偏差的电阻元件。第三调整电阻98与第一调整电阻96和第二调整电阻97同样地,优选为表示电阻值相对于温度变化的变化率的电阻温度系数低的电阻元件,例如为1Ω以下的电阻元件。

[0130] 在图7所示的例子中,第三调整电阻98与第二调整电阻97并联连接于第二路径87,但是也可以根据初始平衡的偏差而与热敏电阻95和第一调整电阻96并联连接于第一路径86。另外,在连接了第三调整电阻98之后初始平衡的偏差仍未消除的情况下,也可以进一步通过在第一路径86或第二路径87连接第四调整电阻从而使初始平衡的偏差成为预定的范围内。

[0131] 图8是示出应用例的测力元件的输出调整方法的顺序的流程图。步骤S11～步骤S19按照在上述实施方式中所说明的顺序实施。

[0132] 在应用例中,在实施第二调整之后,进一步测定六个检测系统的输出的温度特性(步骤S21)。图9示出在桥式电路的第一路径连接了第一片式电阻、热敏电阻以及第一调整电阻且在第二路径连接了第二片式电阻和第二调整电阻的状态(第二调整后)下测量出的六个检测系统的输出的温度特性的例子。如图9所示,除了六个检测系统中的一个检测系统以外,虽然低于作为温度特性的补偿的目标的0.2mV/V,但是一个检测系统的温度特性成为0.3mV/V,可能发生超过温度特性的补偿的目标的情况。

[0133] 因此,接收温度特性的测定结果,在接下来的步骤S23中,实施将第三调整电阻连接于第一路径或第二路径的第三调整(步骤S23),该第三调整电阻用于调整因在第二路径设置了第二调整电阻而引起的初始平衡的偏差。即,通过在使基于热敏电阻的温度特性的补偿成为过度补偿倾向的基础上再次测定温度特性,在温度特性仍超过目标的情况下进行双重补偿,从而能够进行更高精度的补偿。例如,如图7所示,在Fx检测系统的桥式电路中,在第二路径87与第二调整电阻97并联地连接第三调整电阻98。根据基于温度特性的输出是向正侧偏移还是向负侧偏移,来确定将第三调整电阻连接于第一路径还是将第三调整电阻连接于第二路径。

[0134] 图10示出在桥式电路的第一路径连接了第一片式电阻、热敏电阻以及第一调整电阻,并且在第二路径连接了第二片式电阻、第二调整电阻以及第三调整电阻的状态(第三调整后)下测量出的、六个检测系统的输出的温度特性的例子。在图10所示的例子中,通过连接第三调整电阻,从而使六个检测系统全部的输出低于作为温度特性的补偿的目标的0.2mV/V。

[0135] 应予说明,即使在第一路径或第二路径连接了第三调整电阻时,六个检测系统中的至少一个检测系统的输出的温度特性也大幅超过目标的情况下,进一步实施将第四调整

电阻连接于第一路径或第二路径的工序。上述的第三调整电阻或第四调整电阻等用于使温度特性收敛于补偿的目标内的最终的调整电阻的电阻值也可以基于温度特性的测定结果通过计算而计算出。

[0136] 如此,根据应用例的测力元件以及测力元件的输出调整方法,即使在由使用温度范围内的温度变化所引起的电阻值的变化大的情况下,也能够提高对桥式电路的输出的温度特性进行补偿的可靠性。

[0137] 以上,参照附图对本发明的优选实施方式详细地进行了说明,但是本发明不限于该例。如果是具有本发明所属技术领域中的通常的知识的人员,则知晓在权利要求书所记载的技术思想的范畴内,能够想到各种变更例或修正例,并了解这些变更例或修正例当然也属于本发明的技术范围。

[0138] 例如,在上述实施方式中,对使用了单轴的应变仪的测力元件的例子进行了说明,但是能够应用本发明的技术的测力元件并不限于该例子。例如,即使是使用了图11和图12所示的双轴剪切应变仪的测力元件,也能够应用本发明的技术。

[0139] 具体而言,图11是示出变形例的六分力检测器中的应变仪的配置的示意图,图12是示出双轴剪切应变仪的仪表图案的说明图。图11所示的六分力检测器代替上述的Fx检测系统的应变仪21～24以及Fz检测系统的应变仪31～34而设置有以下所说明的Fx检测系统的剪切应变仪271、272以及Fz检测系统的剪切应变仪275、277。在图12中,作为一例示出了剪切应变仪271,但是剪切应变仪272、275、277也具有实质相同的仪表图案。

[0140] 剪切应变仪271构成为所谓的矢型双轴(两极)。剪切应变仪271将由Cr-N薄膜等构成的第一检测部271a和第二检测部271b形成在作为绝缘体的薄膜的共用的绝缘层271c上。第一检测部271a和第二检测部221b构成为将分别沿着检测方向平行配置的多个直线部依次串联连接。第一检测部271a和第二检测部271b设定为电阻易于根据直线部所伸缩的方向(检测方向)的应变而变化。第一检测部271a和第二检测部271b的检测方向配置为实质上正交。剪切应变仪271以第一检测部271a和第二检测部271b的检测方向相对于圆筒部250的中心轴方向分别向45°相反方向倾斜的方式安装于圆筒部250的外周面。应予说明,剪切应变仪272、275、277也同样地安装于圆筒部250的外周面。

[0141] 如图11所示,剪切应变仪271、272、275、277粘贴于圆筒部250的中心轴方向上的中央部的外周面。Fx检测系统的剪切应变仪271配置于Mx检测系统的应变仪251、252的中间。Fx检测系统的剪切应变仪272配置于Mx检测系统的应变仪253、254的中间(与剪切应变仪271成为中心轴对象的位置)。Fz检测系统的剪切应变仪275配置于Mz检测系统的应变仪261、262的中间。Fz检测系统的剪切应变仪277配置于Mz检测系统的应变仪263、264的中间(与剪切应变仪275成为中心轴对象的位置)。

[0142] 另外,Fy检测系统的应变仪281～284、My检测系统的应变仪291～294为了避免与Fx检测系统的应变仪271、272以及Fz检测系统的应变仪275、277之间的干涉,将绕中心轴的位置偏移地配置。例如,如图11所示,能够构成为将剪切应变仪271、应变仪282、应变仪292、剪切应变仪277、应变仪284、应变仪294、剪切应变仪272、应变仪283、应变仪293、剪切应变仪275、应变仪281以及应变仪291沿着圆筒部250的周向依次配置在绕中心轴的角度以30°间隔偏移而得的位置。

[0143] Fx检测系统的剪切应变仪271、272分别具有的第一检测部和第二检测部构成与图

3所示的桥式电路相同的桥式电路。该桥式电路产生与向感受体250输入的Fx方向分力相对应的输出。同样地,Fz检测系统的剪切应变仪275、277分别具有的第一检测部和第二检测部构成与图3所示的桥式电路相同的桥式电路。该桥式电路产生与向感受体250输入的Fz方向分力相对应的输出。

[0144] 即使是使用了如此构成的双轴剪切应变仪的测力元件,也能够应用本发明的技术,能够起到通过上述实施方式而得到的效果。

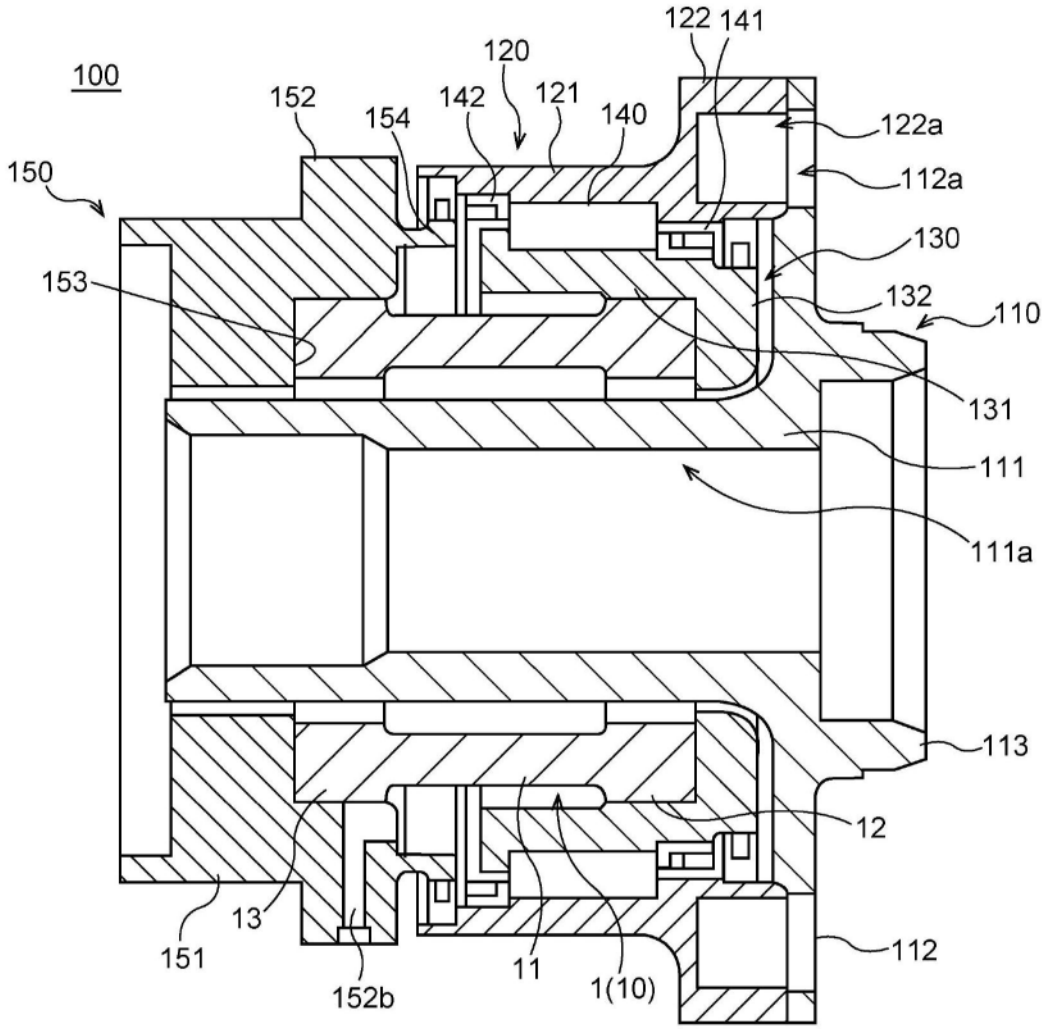

100
150
152
154
142
120
121
140
122 141
122a
112a
130
132
110
153
131
111
111a
113
12
112
13
151
152b
11
1(10)

图1

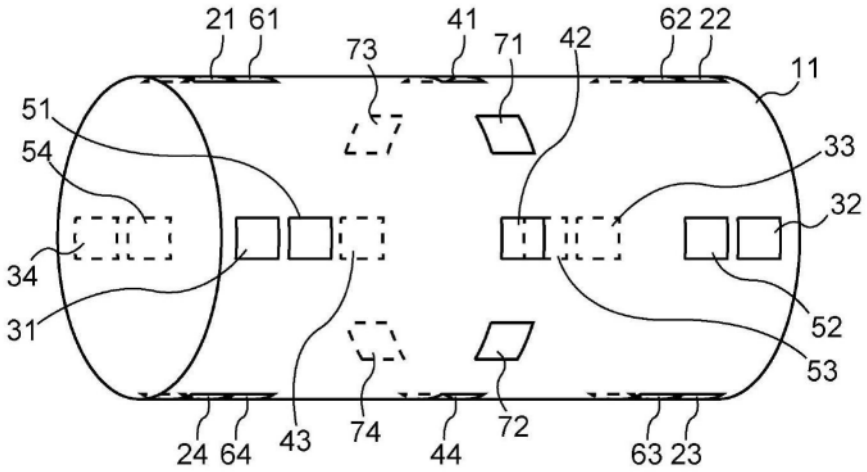

21 61
73
41
71
42
62 22
11
51
54
33
32
34
31
52
53
24 64
43
74
44
72
63 23

图2

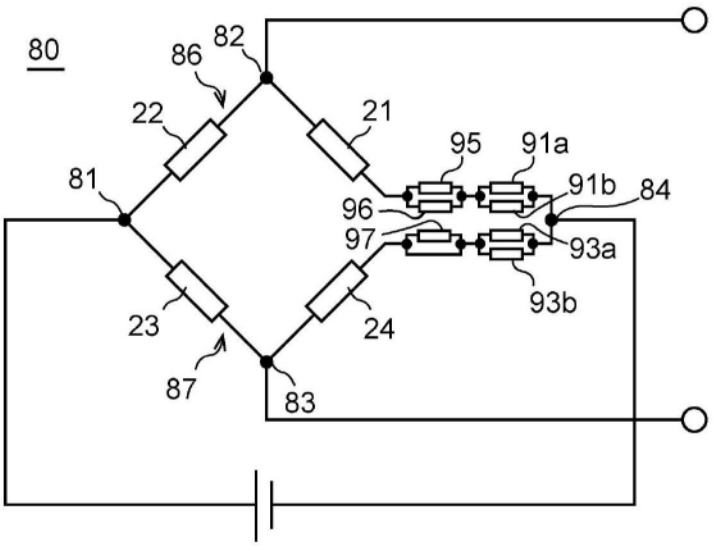

80
82
86
22
21
95
91a
81
91b
84
96
97
93a
93b
23
24
87
83

图3

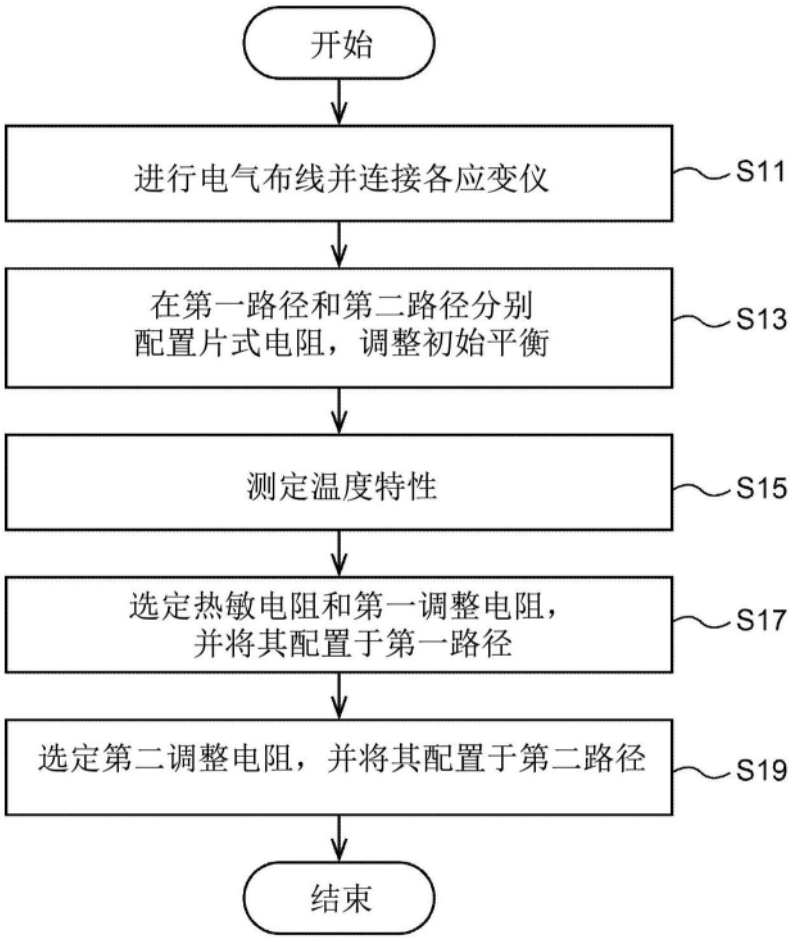

开始
进行电气布线并连接各应变仪
S11
在第一路径和第二路径分别
配置片式电阻，调整初始平衡
S13
测定温度特性
S15
选定热敏电阻和第一调整电阻，
并将其配置于第一路径
S17
选定第二调整电阻，并将其配置于第二路径
S19
结束

图4

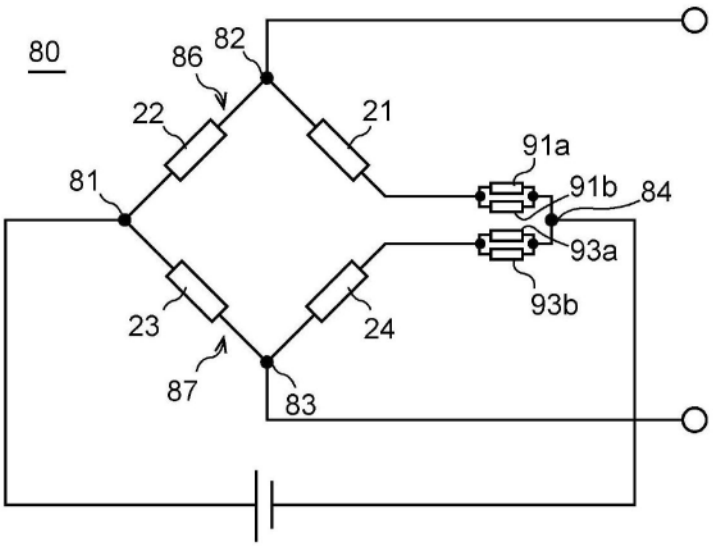

80
82
86
22
21
91a
81
91b
84
93a
93b
23
24
87
83

图5

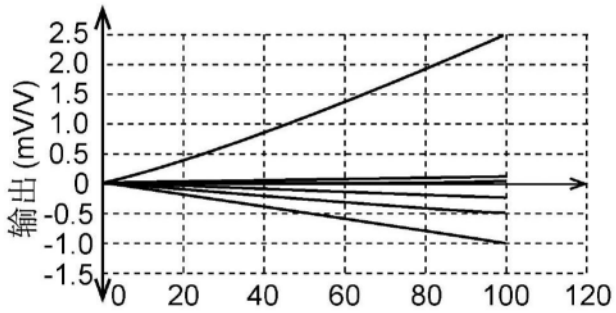

2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
-0.5
-1.0
-1.5
输出 (mV/V)
0
20
40
60
80
100
120

图6

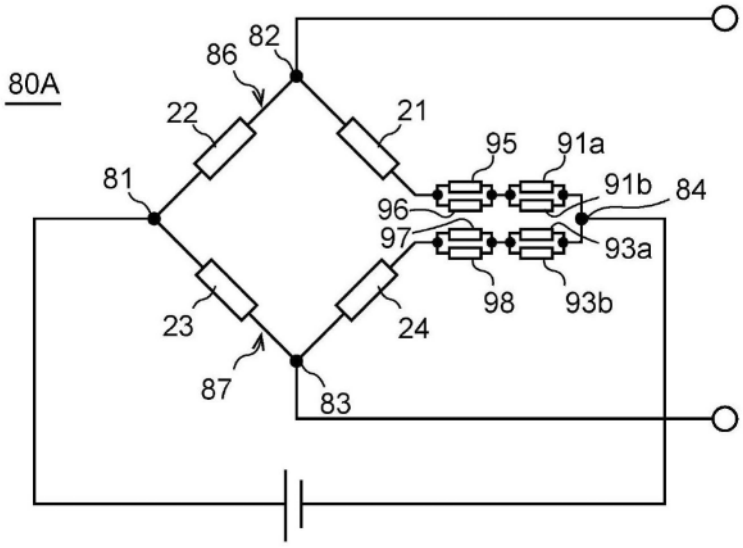

80A
82
86
22
21
95
91a
81
91b
84
96
97
93a
98
93b
23
24
87
83

图7

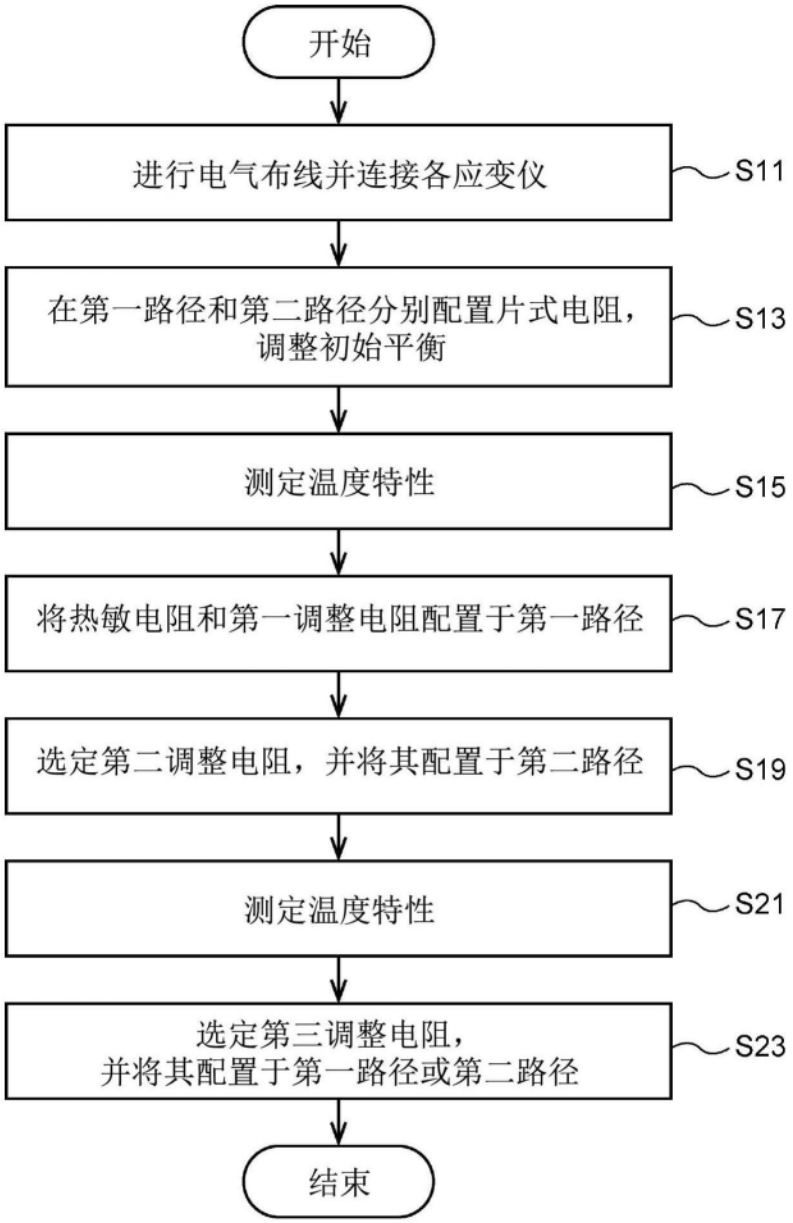

开始
进行电气布线并连接各应变仪
S11
在第一路径和第二路径分别配置片式电阻，
调整初始平衡
S13
测定温度特性
S15
将热敏电阻和第一调整电阻配置于第一路径
S17
选定第二调整电阻，并将其配置于第二路径
S19
测定温度特性
S21
选定第三调整电阻，
并将其配置于第一路径或第二路径
S23
结束

图8

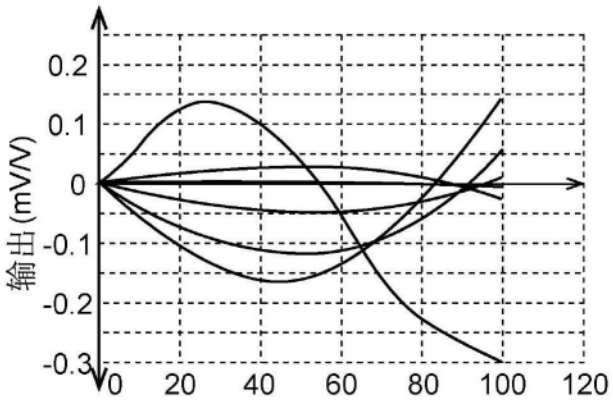

0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
输出(mV/V)
0
20
40
60
80
100
120

图9

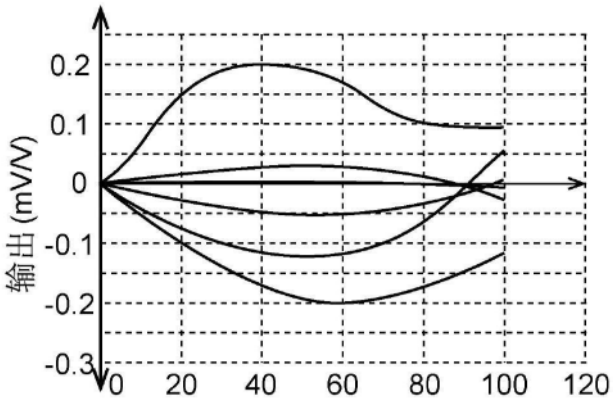

0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
输出(mV/V)
0
20
40
60
80
100
120

图10

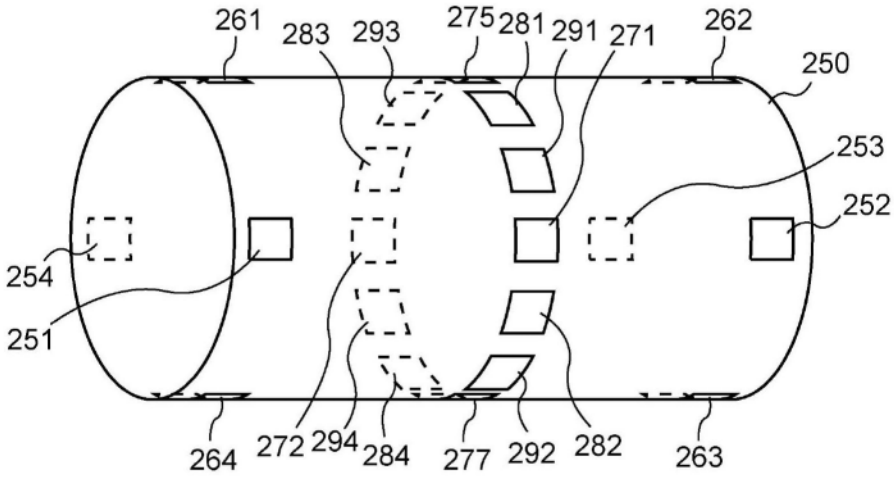

261
283
293
275
281
291
271
262
250
253
252
254
251
264
272
294
284
277
292
282
263

图11

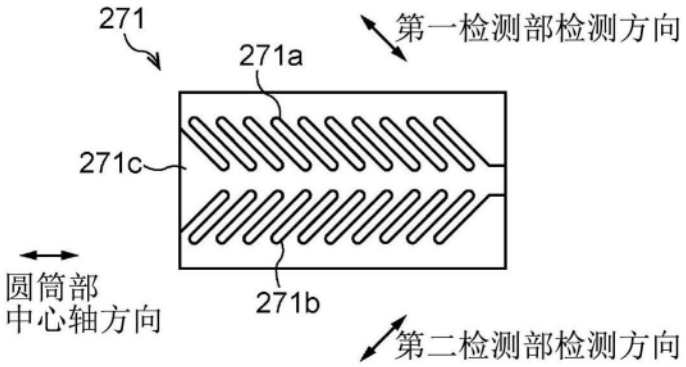


图12