



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105917204 B

(45)授权公告日 2019.08.27

(21)申请号 201480070088.2

托马斯·尤林

(22)申请日 2014.11.14

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有  
限责任公司 11219

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105917204 A

代理人 戚传江 金洁

(43)申请公布日 2016.08.31

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

G01L 9/00(2006.01)

102013114734.8 2013.12.20 DE

G01L 9/12(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.06.20

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2014/074656 2014.11.14

US 2002/0026835 A1,2002.03.07,

DE 4011901 A1,1991.10.17,

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/090771 DE 2015.06.25

DE 102009002662 A1,2010.10.28,

DE 102011078557 A1,2013.01.03,

(73)专利权人 恩德莱斯和豪瑟尔欧洲两合公司  
地址 德国毛尔堡

CN 102768093 A,2012.11.07,

CN 1845327 A,2006.10.11,

CN 201707167 U,2011.01.12,

CN 87209178 U,1987.12.30,

CN 1975358 A,2007.06.06,

(72)发明人 马丁·布加德 武尔费特·德鲁斯  
尼尔斯·波纳特  
安德烈亚斯·罗斯贝格

审查员 王媛

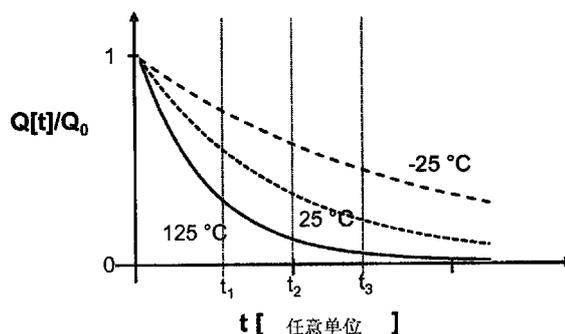
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

## (54)发明名称

具有至少一个温度传感器的电容式压力测量单元

## (57)摘要

一种压力传感器包括操作电路和压力测量单元,压力测量单元(1)包括台面体(3),测量隔膜(2),其设置在台面体(3)上并通过待测量的压力而变形,以及电容式变送器,其具有至少一个设置在测量隔膜上的隔膜电极(7)以及至少一个设置在台面体(3)上的台面体电极(8,9),其中隔膜电极(7)和台面体电极(8,9)之间的电容取决于测量隔膜依赖压力的变形,其中至少隔膜电极(7)具有依赖温度的阻抗,其中操作电路设计为检测所述至少一个台面体电极和所述至少一个隔膜电极之间的至少一个电容以及提供基于至少一个电容的压力测量值,以及确定隔膜电极的阻抗,特别是隔膜电极阻抗的欧姆部分。



1. 一种压力传感器,包括:  
操作电路;以及  
带有台面体(3)的压力测量单元(1);  
测量隔膜(2),其设置在所述台面体(3)上并通过待测量的压力是可变形的;以及  
电容式变送器,其具有设置在所述测量隔膜上的隔膜电极(7)以及至少一个设置在所述台面体(3)上的台面体电极(8,9),其中所述隔膜电极(7)覆盖测量隔膜的面对所述台面体(3)的整个表面;

其中所述隔膜电极(7)和所述台面体电极(8,9)之间的电容取决于所述测量隔膜的依赖压力的变形,其中至少所述隔膜电极(7)具有依赖温度的阻抗;

其中所述操作电路设计为采集所述至少一个台面体电极和所述隔膜电极之间的至少一个电容以及提供基于至少一个电容的压力测量值,同时确定所述隔膜电极的阻抗。

2. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中所述操作电路设计成取决于所述隔膜电极的阻抗来执行温度补偿和/或温度梯度补偿,从而提供补偿的压力测量值。

3. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中所述操作电路设计成利用所述隔膜电极和所述至少一个台面体电极之间的电容的充电和/或放电过程时间常数来确定所述隔膜电极的阻抗。

4. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中所述操作电路与位于所述隔膜电极和所述至少一个台面体电极之间的电容一起形成振荡电路,其中所述操作电路设计成利用所述振荡电路中充电电压和充电电流之间的相位角,或者利用所述振荡电路的质量或阻尼来确定所述隔膜电极的阻抗。

5. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中所述隔膜电极的阻抗不仅仅取决于温度还取决于所述测量隔膜的变形,其中所述操作电路设计成取决于所述隔膜电极和所述至少一个台面体电极之间的至少一个电容值确定对所述隔膜电极阻抗的变形影响并在所述测量隔膜的确定期间对其加以补偿,其中采用此方法确定的温度值在压力测量值的确定期间用于执行温度补偿和/或温度梯度补偿。

6. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中所述隔膜电极具有半导体。

7. 根据权利要求6所述的压力传感器,其中所述半导体包括金属氧化物。

8. 根据权利要求7所述的压力传感器,其中所述金属氧化物包括二氧化钛。

9. 根据权利要求7所述的压力传感器,其中所述金属氧化物包括掺杂的氧化钛。

10. 根据权利要求9所述的压力传感器,其中所述掺杂的氧化钛包括掺杂铌或钨的氧化钛。

11. 根据权利要求1所述的压力传感器,进一步包括第二温度传感器,其设置在所述台面体的背对所述测量隔膜的背面,其中所述操作电路设计成取决于通过所述测量隔膜的阻抗的方式确定的测量隔膜的温度以及使用所述第二温度传感器的温度测量值来执行温度补偿或温度梯度补偿。

12. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中所述测量隔膜通过圆周导电接头的方式压力密封地与所述台面体结合,以及其中所述隔膜电极以导电的方式连接到所述接头。

13. 根据权利要求12所述的压力传感器,其中所述接头包括活性硬焊料。

14. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中所述电容式变送器具有带有第一台面体电

极和第二台面体电极的微分电容器,其中所述第一台面体电极被所述第二台面体电极以环绕的方式包围,并且其中当所述测量隔膜和所述台面体在它们的静止位置的时候,所述第一台面体电极和所述隔膜电极之间的第一电容等于所述第二台面体电极和所述隔膜电极之间的第二电容。

15. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中所述操作电路设计为采集所述至少一个台面体电极和所述隔膜电极之间的至少一个电容以及提供基于至少一个电容的压力测量值,同时确定所述隔膜电极的阻抗的欧姆部分。

## 具有至少一个温度传感器的电容式压力测量单元

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电容式压力测量单元,具有台面体,连接到台面体并且通过待测量的压力可变形的测量隔膜,以及至少一个温度传感器。

### 背景技术

[0002] 温度传感器经常集成到压力测量单元中,以便补偿静态温度误差。在通用的压力测量单元中,这种温度传感器一般设置在陶瓷材料的背面;然而它也可以包含在连接的评估电子设备内部。如果压力测量单元与环境处于热平衡中,压力测量的温度依赖性可以通过这样一种温度传感器以及测量信号的适当的处理而得到很好的补偿。然而,温度跳跃能导致很大的测量误差,其很难利用已知的方法得到补偿。尤其是在具有薄的测量隔膜的陶瓷压力测量单元的情形下,该隔膜具有例如仅仅几个 $100\mu\text{m}$ 的厚度和大概 $1\text{cm}^2$ 到 $10\text{cm}^2$ 暴露给介质的面积,测量隔膜的温度快速跟随隔膜所暴露的介质的温度,然而台面体的背面和测量隔膜之间的热传导进行的非常慢,也就是经由台面体和测量隔膜外沿上的接头之间的圆周接头并然后通过台面体的体积到达它的背面。这样,在有疑问的情况下,在台面体背面处的温度测量总是被延迟。

[0003] 专利申请DE10044078A1公开了一种具有两个温度传感器的压力测量单元,所述两个温度传感器将会以一定距离沿预期温度梯度的方向设置。为了这个原因,第一温度传感器设置在形成压力测量单元的前面的测量隔膜处,在这里它可以快速跟随介质温度的变化,而第二温度传感器设置在压力测量单元台面体的背面并背对测量隔膜。第一温度传感器设置在台面体的前面,嵌入接头中并经由贯通基体的电转接而接触。

[0004] 两个温度传感器的温度信号之间的比较使得能够检测温度梯度和更精确的补偿由温度梯度引起的效应,例如测量隔膜和/或台面体的曲率或者刚性的变化。所述的专利申请进一步提到温度梯度可以利用来自第一温度传感器的信号的时间导数建立。

[0005] 然而,如上文所述,测量隔膜和台面体之间的接头实际上提供了明显的热阻,从而在台面体前面的额外的温度传感器一方面明显改进了现有技术;另一方面,该温度传感器也暴露于台面体体积的热影响,从而在温度快速跳动的情形下,失真仍是可预期的。如果密封环在接头区域里对测量隔膜的前面产生影响,这也能对第一温度传感器的温度测量值产生影响,其会损害温度补偿。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明是基于提供一种压力测量单元以及操作它的方法的目的,其中压力测量单元提供进一步改进的温度补偿。

[0007] 根据本发明的压力传感器包括操作电路;以及包括台面体的压力测量单元;测量隔膜,其设置在台面体上并通过待测量的压力而变形;以及电容式变送器,其具有至少一个设置在测量隔膜上的隔膜电极以及至少一个设置在台面体上的台面体电极,其中隔膜电极和台面体电极之间的电容取决于测量隔膜依赖压力的变形,其中至少隔膜电极具有依赖温

度的阻抗;其中操作电路设计为检测所述至少一个台面体电极和所述至少一个隔膜电极之间的至少一个电容以及提供基于至少一个电容的压力测量值,并且确定隔膜电极的阻抗-特别地,隔膜电极阻抗的欧姆部分。

[0008] 阻抗的温度依赖性特别地由隔膜电极材料的温度依赖欧姆电阻提供。

[0009] 在本发明的进一步发展中,操作电路设计成取决于隔膜电极的阻抗确定测量隔膜的温度值。

[0010] 在本发明的进一步发展中,取决于隔膜电极的阻抗,操作电路设计成执行温度补偿和/或温度梯度补偿,从而提供补偿的压力测量值。

[0011] 根据本发明的压力传感器使得能够确定隔膜温度,其一般被测量隔膜的整个表面影响,并不只是由边缘区域,在此处测量隔膜与其他热源或散热器耦合,其使温度测量值失真,因而为温度补偿提供不足的基础。

[0012] 此外,根据本发明的压力传感器-与现有技术不同-不要求任何额外的贯通台面体的连接或转接来用于确定测量隔膜的温度。因而,只要考虑该设计那么隔膜温度的确定没有增加成本。

[0013] 在本发明的进一步发展中,操作电路设计成利用隔膜电极和至少一个台面体电极之间的电容的充电和/或放电过程的时间常数来确定隔膜电极的阻抗。

[0014] 在本发明的进一步发展中,操作电路与位于隔膜电极和至少一个台面体电极之间的电容一起形成振荡电路,其中操作电路设计成利用振荡电路的特征值,例如振荡电路中充电电压和充电电流之间的相位角,或者利用振荡电路的质量或阻尼来确定隔膜电极的阻抗。

[0015] 在本发明的进一步发展中,隔膜电极的阻抗不仅仅取决于温度还取决于测量隔膜的变形,其中操作电路设计成取决于隔膜电极和至少一个台面体电极之间的至少一个电容值确定在隔膜电极阻抗上的变形影响,并在测量隔膜温度值的确定期间对去加以补偿,其中采用此方法确定的温度值在压力测量值的确定期间用于执行温度补偿和/或温度梯度补偿。

[0016] 在本发明的进一步发展中,隔膜电极特征是半导体-特别地,金属氧化物-尤其是二氧化钛。

[0017] 在本发明的进一步发展中,压力传感器进一步包括第二温度传感器,其设置在台面体的背对测量隔膜的背面,其中操作电路设计成取决于通过测量隔膜的阻抗的方式确定的测量隔膜的温度以及利用第二温度传感器的温度测量值来执行温度补偿或温度梯度补偿。

[0018] 在本发明的进一步发展中,测量隔膜通过圆周导电接头的方式压力密封地与台面体结合,其中接头特别地包括一个活性硬焊料,以及其中隔膜电极以导电的方式连接到该接头。

[0019] 在本发明的进一步发展中,电容式变送器具有带有第一台面体电极和第二台面体电极的微分电容器,其中第一台面体电极被第二台面体电极以环绕的方式包围,并且其中当测量隔膜和台面体在它们的静止位置的时候,第一台面体电极和隔膜电极之间的第一电容等于第二台面体电极和隔膜电极之间的第二电容。

[0020] 根据本发明的用于确定压力测量值的方法,通过压力传感器的方式特别是通过根

据前述任一权利要求的压力传感器的方式,该压力传感器具有电容式变送器,用于将测量隔膜依赖压力的变形转换成电信号,其中压力传感器包括关于测量隔膜温度和/或关于测量隔膜和压力传感器的其他部件之间的温度梯度的交叉灵敏度,其中电容式变送器具有依赖温度的阻抗的隔膜电极,是一种包括如下步骤的方法:确定电容式变送器的依赖变形的电容测量值;确定隔膜电极的依赖温度的阻抗测量值;以及取决于电容测量值和阻抗测量值确定温度补偿的和/或温度梯度补偿的压力测量值。

### 附图说明

[0021] 本发明在下文基于附图中所示的示例性实施例以更详细的方式进行解释。所描述的有:

[0022] 图1:通过根据本发明的压力测量单元的示例性实施例的纵视图;

[0023] 图2:描述不同温度下根据压力的损失角正切 $\tan(\delta)$ 的图表;以及

[0024] 图3:描述在不同的电极温度下电容器的放电曲线的图。

### 具体实施方式

[0025] 图1所示的压力测量单元1包括盘状的陶瓷测量隔膜2,其是以压力密封的连接方式沿着圆周接头4与更硬的盘状陶瓷台面体3连接,由此在台面体3和测量隔膜2之间形成测量腔5。测量隔膜和台面体可能特别地包括刚玉。所述接头可能特别地包括活性硬焊料,例如锆-镍-钛活性硬焊料。

[0026] 测量隔膜2具有横跨它的整个台面体表面的隔膜电极7,其包括金属氧化物-尤其是,掺杂的金属氧化物-例如掺杂了铌或钨的二氧化钛,其中电极直径为 $2R$ ,其中 $R$ 是对应于接头的内径的测量隔膜的柔性区域的半径。在测量隔膜一侧的台面体表面上,中心的,盘状的测量电极8被设置从而由参考电极9以环绕的方式包围,在测量隔膜2处于静止位置上时,该参考电极9与测量电极8的电容基本上相同。参考电极9到测量电极8和接头4的距离大约各是 $0.1R$ 。参考电极9和测量电极8经通过基体的金属转接10,11电接触。隔膜电极7例如可能经由接头被置于开关接地。

[0027] 为了确定压力测量值,一方面测量电极8和隔膜电极7之间的电容以及另一方面参考电极9和隔膜电极7之间的电容被获取。借助于这些电容的压力测量值的确定一般是公知的,并例如在专利申请DE102011078557A1中描述。

[0028] 隔膜电极7的电极材料具有依赖温度的电阻,其提供用于确定测量隔膜2的温度的机会,并且基于此,用于执行温度补偿或温度梯度补偿。为此,不同的方法在下文说明。

[0029] 基本上,压力测量单元的台面体电极和隔膜电极之间的电容可以看做振荡电路的电容,其中在这种振荡电路中的欧姆电阻可以通过损失角的正切 $\tan(\delta)$ 确定,其中损失角 $\delta$ 对应于 $90^\circ$ 与电流和电压之间的相位角 $\varphi$ 之间的差。对于根据本发明的压力传感器的压力测量单元,该确定的欧姆电阻由隔膜电极7提供并遍布通常的取决于掺杂的操作温度范围,在例如1和 $8k\Omega$ 之间。如图2所示,损失角的正切的值展示了可测量的温度依赖性,从而,在确定了压力依赖性仍需要通过测量电容的方式被校正的损失角之后,测量隔膜2的温度能够被确定至一个充分精确的程度,以致能够使将要被执行的温度补偿成为可能。为了确定损失角,包含测量电容的振荡电路需要优选在其共振频率进行操作,其共振频率在给定的

激励电压下例如可以借助于扫频而确定。

[0030] 在实际中,电容式压力测量单元经常被充电泵或所谓的开关电容电路操作,其中例如其电容将会被确定的精密电容器被利用确定的电压充电,其中精密电容器后续对评估电容器放电,其中评估电容器得到的电压是搜寻电容的度量。当然,只有当为充电和放电过程预留充足的时间时这才适用。在实际中,电流操作电路被设计从而为电容充电和放电提供充足的时间,在小电容的情形下,其一般需要不长于几个微秒或甚至小于 $1\mu\text{s}$ 。

[0031] 如图3所示,隔膜电极依赖温度的电阻也包含隔膜电极的电容器的放电时间有影响。这提供了一个机会,通过充放电过程序列的方式-在此期间隔膜电极的电容经历不同的时间 $t_1$ ,  $t_1$ 和 $t_1$ 分别充放电-以确定时间常数以及通过所述时间常数来确定测量隔膜的温度值。基于此,在压力测量值的确定期间可以执行温度补偿或温度梯度补偿。

[0032] 对于温度补偿,一方面只有测量隔膜温度的一个温度值能够被使用,该值是采用上文所述的方法确定的,而另一方面,第二温度传感器(图1未示出)能额外地被使用,该温度传感器设置在压力测量单元的台面体的背面上。通过比较测量隔膜和台面体的背面的温度值,附加的温度梯度补偿是可能的。对于温度梯度的明显的指示也可以从测量隔膜温度的时间导数获得。

[0033] 操作电路特别地能够以ASIC的形式实现,其设置在压力测量单元的背面。此外,这样ASIC也可以仅仅是操作电路的部分元件,该ASIC特别地与主处理器通讯,其在压力测量值确定期间分析ASIC提供的信号以便执行温度补偿或温度梯度补偿。

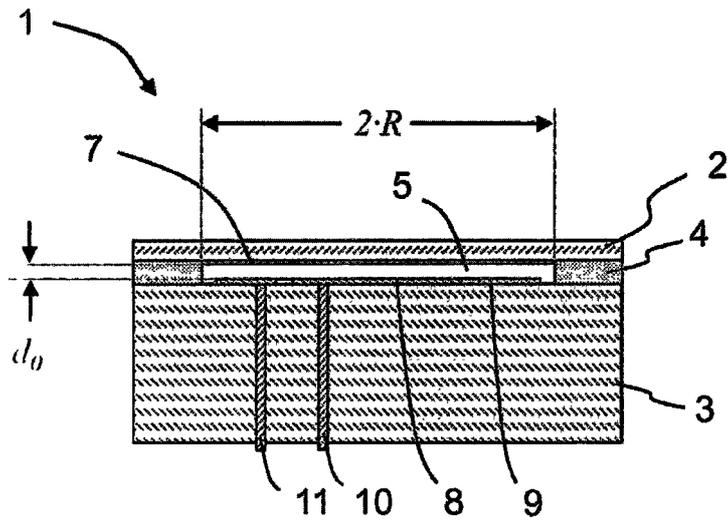


图1

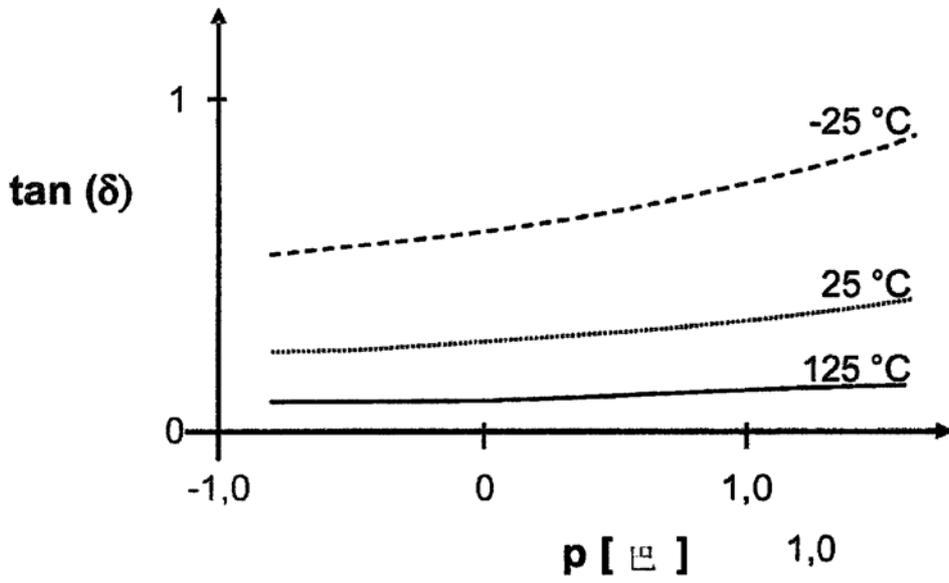


图2

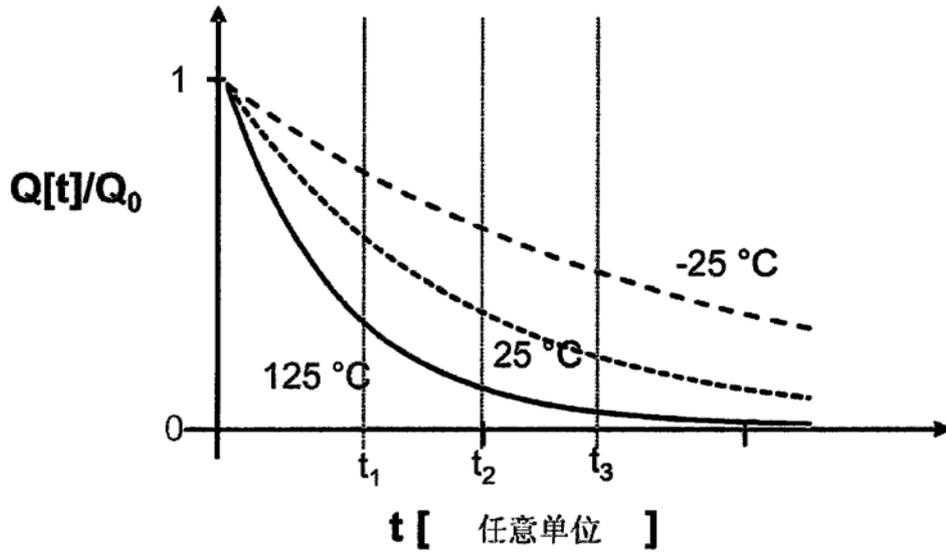


图3