

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H03H 9/05 (2006.01)

G01N 29/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680032859.4

[43] 公开日 2008年9月3日

[11] 公开号 CN 101258676A

[22] 申请日 2006.9.7

[21] 申请号 200680032859.4

[30] 优先权

[32] 2005.9.9 [33] DE [31] 102005043037.6

[86] 国际申请 PCT/EP2006/066127 2006.9.7

[87] 国际公布 WO2007/028817 德 2007.3.15

[85] 进入国家阶段日期 2008.3.7

[71] 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 R·加布尔 M·施雷特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 卢江 刘春元

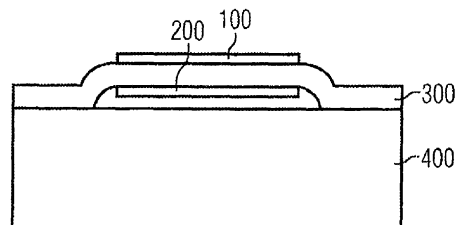
权利要求书3页 说明书12页 附图3页

[54] 发明名称

具有压电声学共振元件的装置及其制造方法
以及输出取决于共振频率的信号的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种包括至少一个压电声学共振元件(2)的装置,该压电声学共振元件具有压电层(32)和两个与该压电层(32)电接触的电极,其中压电声学共振元件(2)这样实现,通过用电极在压电层(32)上施加电压,激励压电层(32)以共振频率进行声学体振动。按照本发明,该装置具有与该压电声学共振元件(2)集成的温度获取装置(3),该温度获取装置具有实施为薄层的测量元件(37)。



1. 一种包括至少一个压电声学共振元件(2)的装置, 该压电声学共振元件具有压电层(32)和两个与该压电层(32)电接触的电极, 其中压电声学共振元件(2)这样实现, 通过用电极在压电层(32)上施加电压, 激励压电层(32)以共振频率进行声学体振动, 其特征在于, 具有与该压电声学共振元件(2)集成的温度获取装置(3)。

2. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述温度获取装置(3)包括实施为薄层的测量元件。

3. 根据权利要求2所述的装置, 其特征在于, 层厚 $<25\mu\text{m}$ 。

4. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 所述温度获取装置(3)与压电声学共振元件(2)以层技术设置在共同的载体衬底(35)上。

5. 根据权利要求4所述的装置, 其特征在于, 所述压电声学共振元件(2)的电极和温度获取装置(3)作为层设置在载体衬底(35)上。

6. 根据权利要求4或5所述的装置, 其特征在于, 所述载体衬底(35)由半导体材料制成。

7. 根据权利要求2至6中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述测量元件实施为金属线路。

8. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 所述测量元件基本上由铂制成。

9. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 在载体衬底(35)和压电声学共振元件(2)之间设置声波反射镜(36), 该声波反射镜由多个层组成。

10. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 加热元件和压电声学共振器(32)之间的横向间距小于 $100\mu\text{m}$ 。

11. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 所述压电声学共振元件(2)实施为阵列, 包括多个具有相应电极的压电层(32)和至少一个温度获取装置(3)。

12. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 具有与所述压电声学共振元件(2)集成的加热装置。

13. 根据权利要求12所述的装置, 其特征在于, 所述装置实施为使

得所述温度获取装置(3)的测量元件也能作为所述加热装置的加热元件运行。

14. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 具有外部的或者集成在该装置中的分析装置(4), 该分析装置用于从测量元件的依温度电阻变化中确定温度。

15. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 包括校正装置(8), 用于根据由所述温度获取装置(3)所确定的值校正压电声学共振元件(2)的共振频率。

16. 根据上述权利要求之一所述的装置, 其特征在于, 该装置实施为采用压电声学共振元件(2)检测物质的传感器元件, 其中该压电声学共振元件(2)具有用于吸附该物质的表面段, 并且该压电声学共振元件(2)的输出信号取决于该物质的沉积。

17. 根据权利要求16所述的装置, 其特征在于, 所述温度获取装置(3)位于传感器元件的这样一个位置上, 即使得该温度获取装置(3)在传感器元件的测量过程中与含有待检测物质的测量介质接触。

18. 一种用于制造权利要求1至17中任一项所述装置的方法, 具有步骤: 在载体衬底(35)上敷设金属层, 对该金属层形成显微结构以从该层中产生压电声学共振元件(2)的电极和温度获取装置(3)的测量元件。

19. 一种用于输出取决于共振频率的信号的方法, 其特征在于具有步骤:

通过温度获取装置(3)获取根据权利要求1前序部分、尤其是根据权利要求1至17中任一项的装置的压电声学共振元件(2)的工作温度,

激励该压电声学共振元件(2)的压电层(32)以共振频率进行体振动,

输出取决于所测得的工作温度的输出信号。

20. 根据权利要求19所述的方法, 其特征在于, 包括步骤: 输出取决于所测得的共振频率的输出值。

21. 根据权利要求19或20所述的方法, 其特征在于, 该方法实施为用于检测物质的方法, 包括步骤:

将压电声学共振元件(31)的用于沉积物质的表面段和包含待检测

物质的流体组合在一起，

依据该物质所沉积的量来测量共振频率。

22. 根据权利要求 18 至 21 中任一项所述的方法，其特征在于包括步骤：控制所述压电声学共振元件（2）的工作温度。

具有压电声学共振元件的装置及其制造方法以及 输出取决于共振频率的信号的方法

技术领域

本发明涉及一种包括至少一个压电声学共振元件的装置，该共振元件具有压电层和两个设置在压电层上的电极，其中该压电声学共振元件是通过用电极在压电层上施加交变电压从而激励压电层以共振频率进行体振动来实现的，本发明还涉及制造这种装置的方法以及输出取决于共振频率的信号的方法。

背景技术

这种类型的压电声学共振元件，其中通过施加交变电压场而激励压电声学层以共振频率纵振动 (Dickenschwingung)，即整体振动 (Koerpervolumenschwingung)，称为“体声波 (Bulk Acoustic Wave, BAW) 压电共振器”，并且首先是为通信电子的高频应用而开发的。

用于实现 BAW 共振器的最简单的配置是由压电材料制成的层，该压电材料在合适的结晶方向情况下 (例如 c 轴垂直于电极面) 以三明治结构设置在两个电极之间。

在图 1 和图 2 中示意性示出 BAW 共振器的两个基本类型，如在 M. Dubois 的介绍性文章 “Thin Film Bulk Acoustic Resonators: A Technology Overview”，Tagung MEMSWAVE 03, Toulouse, France, July 2-4, 2003 中所示。

图 1A 在此示意性示出所谓“薄膜体声波共振器 (FBAR)”的例子。压电 AlN 层 300 敷设在 Si 晶片 400 形式的载体衬底上。在压电层的底面和正面敷设了电极 100 和 200。如果通过电极 100/200 向压电层 300 施加电交变场，则由于反向的压电效应会出现电能向机械能的转换。所产生的声波体振动在压电层内传播，其中其前进方向平行于电场，而且声波在电极/空气的界面上被反射。如果共振器的层结构的厚度等于输入信号波长的一半，则实现共振振动。为了避免在载体衬底中的声学损失，在压电层的底面设置一个空腔，从而声波可以在电极/空气的界面

上被反射。

图 1B 示出 BAW 共振器作为所谓的稳固安装的共振器 (Solidly Mounted Resonator, SMR) 的结构。与图 1 的结构不同, 在此为了避免在载体衬底方向上的声学损失, 在下电极 300 和衬底 400 之间设置声波反射镜 (布拉格反射镜) 500。该声波反射镜由多个具有极为不同的声阻抗的层组成, 这些层以交替的顺序设置, 例如 W/SiO₂ 层或 Al/AlN 层等。层厚是 $\lambda/4$ 。

与已经作为滤波器元件广泛应用于高频技术的所谓表面波共振器 (Surface Acoustic Wave (SAW) Resonator) 相比, 存在原理上的差异, 即在 BAW 共振器的情况下激励起压电层的纵振动 (体振动), 这与表面波共振器中的表面波相反。体振动 (整体振动) 的激励通过合适的电极布置结合压电层的合适结晶方向进行。根据不同的配置, 压电声学共振元件的被激励的体振动可以是纵向振动或者体剪切振动 (Dickenschwingung)。

表面波共振器 (SAW 共振器) 和体声波共振器 (BAW 共振器) 之间的原理性差异根据不同的应用领域对部件的电特性产生很大的影响。例如, 在采用 BAW 共振器作为高频区域的滤波器元件时, 由于在两个电极之间产生的电场而仅发生与金属表面之外的电场的最小耦合。此外, FBAR 滤波器或 BAW 滤波器在通带区域展现出比 OFW 滤波器更小的电损耗, 而且比 OFW 滤波器的功率兼容性更高。

特别的优点还参照制造工艺给出, 因为 BAW 共振器能以简单方式用标准集成电路工艺 (例如 CMOS、BiC-MOS 等) 集成在作为载体衬底的半导体芯片上。

原则上, 作为 BAW 共振器的制造工艺不仅可以考察厚层技术, 这种技术基本上基于丝网印刷技术并且尤其适用于 $>100\mu\text{m}$ 的结构, 而且还可以考察薄层技术, 如通过 CVD/PVD 方法从蒸镀阶段分离。

基于通过薄层技术可以获得尺寸范围明显低于 $10\mu\text{m}$ 直至亚 μm 范围的结构, 随着集成的要求逐渐增多以及不同部件的微型化不断发展该薄层技术尤其是提供了很好的机会。

例如, 在开始引用的文献 Marc-Alexandre Dubois, Thin Film Bulk Acoustic Resonators: A Technology Overview: A Technology Overview, MEMS WAVE 03, Toulouse, France, July 2-4, 2003 中,

作为 BAW 共振器的制造工艺描述了反应溅射作为制造过程，用于在相应的电极上生长铝氮化物层作为压电层。从而如在该文献中描述的那样可以通过反应溅射产生 $1.8\mu\text{m}$ 厚的 AlN 层，其中压电系数 $d_{33,r}$ 为 $5.3\pm 0.22\text{pm/V}$ ，这证明这种通过溅射过程产生的 AlN 层具有很高的质量。

除了 AlN 之外，原则上还可以采用例如 ZnO、PZT（锆钛酸铅）或者铌酸锂作为压电层，但是 AlN 就其化学特性、电特性和机械特性来说是很有利的，尤其是已经提到的在半导体芯片上的集成。

如开头所述，BAW 共振器最初是作为无源部件为高频技术，尤其是目标范围从 1 到 10GHz 的系统开发的。作为应用实例，尤其是制造压控振荡器 (Voltage Controlled Oscillator, VCO) 或者放大器 (Low Noise Amplifier, LNA)。

除了用作高频技术的部件之外，BAW 共振器还被推荐用作传感器。例如，本申请人的申请 WO2004/017063 A2 描述了一种用于获取特定物质在 BAW 共振器的表面上的沉积的传感器。通过这种方式可以识别所涉及的物质。沉积在此可以表示吸附和/或吸收。

在结构方面共振器为此具有敷设在共振器的一个电极上的灵敏涂层，例如以聚合膜的形式。在该聚合膜上可以吸收待检测的不同物质，如碳氢化合物。待检测的物质位于流体（气体或液体）中，该流体用作测量介质。为了测量将该传感器与该测量介质接触，该测量介质包含可以沉积在灵敏涂层上的物质。通常采用具有测量单元的微型射流计 (Mikrofluidik)，通过该微型射流计测量介质流过传感器的所涉及的面段。

传感器的被沉积了所涉及物质的表面段在很多情况下根据待检测物质的类型用于通过这种方式从多种物质的混合物中选择地检测一种特定物质。例如，上述专利申请描述了借助一种传感器来检测 DNA 片段，该传感器在电极的表面段上具有包含所选择的 DNA 序列的涂层，该涂层使得可以根据钥匙-锁原理沉积匹配的 DNA 序列。

在检测 DNA 时，重要的是可以区分具有一元或多元错配的分支 (Strang) 与一次完美的匹配 (互补分支)。按照相应的方式，这取决于 DNA 分支在表面段上的解吸附平衡状态。该解吸附平衡状态由相应系统的给定参数，如涂层的类型、参与核素的浓度、温度等等来确定。

通过在共振器上沉积一种物质，共振频率随着所沉积物质的质量而改变。因此通过测量共振频率可以推断出物质的沉积。所涉及的特征值是共振器的质量灵敏度，该质量灵敏度与共振器共振频率的平方成正比。

在所述专利申请中，描述了压电层在从 $0.1\mu\text{m}$ 到 $20\mu\text{m}$ 的范围内的非常小的层厚的积极影响，这基于质量灵敏度和共振频率之间的所述关系而对传感器的检测灵敏度产生积极的影响。此外，在集成厚度和微型化方面非常有利，尤其是在包含多个这种传感器元件的传感器阵列中。

由于压电声学共振器的共振频率在一定的界限内是与温度有关的，因此由具有 BAW 共振器的滤波器或传感器输出的信号不期望地与温度有关。为了解决该问题，建议以合成物的形式采用具有正或负温度系数的不同材料，以通过这种方式用补偿来平衡温度漂移。该解决方案例如在文献 K.M.Lakin, K.T.McCarron, J.F.McDonald 和 J.Belsick “Temperature Coefficient and Aging of BAW Composit Materials”, 2001, Frequency Control Symp. Proc., 605-608 页中描述。

在 K.M.Lakin 的 Thin Film Resonator Technology, IEEE 2003, FCS-ITF Paper We1A, May 5-8, 2003 中，描述了参照温度变化过程补偿的共振器，其中采用 AlN 作为压电层，采用 SiO_2 来进行补偿。基于 SiO_2 的正温度系数 $+85\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 与 AlN 的 $-25\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 的比例，通过连续提高 SiO_2 的含量实现对温度漂移的补偿。

但是该解决方案存在固有的缺陷，因为它带来了关于所要使用的材料组成或元件的整体结构方面的限制。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种改进的、包括至少一个开头所述类型的压电声学共振元件的装置，该装置解决了共振频率取决于温度的问题，而且提供一种用于制造这种装置的简单和廉价的方法。本发明要解决的技术问题尤其在于提供一种实施为用于检测物质的传感器的装置，其具有更高的测量精度和更宽的使用范围。

此外本发明要解决的技术问题在于，提供一种优化的、用于输出取决于压电声学共振器的共振频率的信号的方法。

该技术问题通过一种具有权利要求 1 特征的、具有压电声学共振元

件的装置，以及具有权利要求 18 的制造方法解决。用于输出取决于压电声学共振器的共振频率的信号的方法在权利要求 19 中给出。

根据本发明，具有一种与压电声学共振元件集成的温度获取装置，该温度获取装置用于获取所述装置的工作温度。

在本发明中，所述装置的工作温度可以是压电声学共振元件的温度。但是本发明不限于此。该装置的工作温度的位置可以是该装置本身的任意片段，和/或该装置附近的环境片段。

尤其是在将装置实施为用于检测物质的传感器时，工作温度可以涉及被沉积了待检测物质的表面段。含有该物质的测量介质的温度也可以是本发明含义下的装置工作温度。

为了向温度获取装置集成压电声学共振元件，温度获取装置的测量元件优选实施为层。在优选的实施方式中，该层基本上由也可以实施为用于加热该装置的电阻加热器的材料构成。

优选的，温度元件的层厚位于低于 $25\mu\text{m}$ 的区域内，尤其优选的是层厚 $<10\mu\text{m}$ ，最佳的是层厚 $<1\mu\text{m}$ 。很小的层厚有利于利用薄层工艺的方法将加热元件与压电声学共振元件集成起来，如通过 PVD/CVD 过程的分离方法。由此可以用特别简单的方式将温度获取装置与用层技术实施的压电声学共振元件一起加工。

在本发明装置的一种简单实施方式中，实施为层的温度获取装置与压电声学共振元件一并设置在载体衬底上，该载体衬底可以是半导体衬底。

在此，可以在层状的测量元件和载体衬底之间设置中间层。例如，压电声学共振元件和测量元件可以用层技术设置在中间层上，该中间层用作声波反射镜（布拉格反射器），这种声波反射镜将减小衬底方向上的声波损失。

在特别简单和有利的实施方式中，所述载体衬底实施为例如通过对具有 SiO_2 或 Si_3N_4 层的半导体衬底进行背面蚀刻而可以制造为蚀刻阻挡层的膜。替换的，该膜可以覆盖载体衬底中的空腔，即实施为表面显微结构，如在图 1A 中所示。

除了测量元件之外，温度获取装置通常可以包括常见的功能元件，如具有外部电压源的连接件。

优选的，测量元件和压电声学共振器的压电层之间的间距小于

250 μm ，优选小于150 μm ，最好的是小于50 μm 。这产生很小的、位于十分之几或更小开氏温度范围内的温度偏差。

原则上，根据本发明压电声学共振元件本身的电极用作温度测量元件。

测量元件可以通过厚层工艺的常用技术制造。但是，通过采用例如由半导体技术公知的、用于制造在亚 μm 区域直至nm区域的层厚的薄层工艺，可以改善集成和微型化。该薄层工艺可以是常用的PVD/CVD方法。

涉及测量元件的材料优选采用可以用作金属电阻温度计的材料。在这种情况下该测量元件也可以作为加热元件运行，其中所述装置不仅用于从温度测量元件的电阻值中确定温度，而且通过加热控制所述装置的温度。在这种关系下，尤其是采用铂，铂的电阻温度系数在-200到+850 $^{\circ}\text{C}$ 的使用范围内是 $3.85 \cdot 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ 。如果待测量的温度不超过150 $^{\circ}\text{C}$ ，也可以采用镍。镍尤其是在价格方面要比铂便宜。

通过将所述装置的温度获取装置（微型传感器）和加热装置实施为一个部件，使得可以闭合地调节压电声学共振元件的工作温度，该闭合的温度调节包括通过加热装置控制温度，通过温度获取装置获取所达到的工作温度，以及接着依据所获取的温度调节工作温度。

通过这种方式例如可以对共振频率进行有效的温度补偿，其中保证所述装置在预定的温度下运行。

本发明的将温度传感器与压电声学共振元件集成起来的装置，可以包括分析装置，该分析装置具有存储装置，在该存储装置中存储针对给定材料的电阻与温度的依赖关系的相应特征曲线，而且还具有读取装置，用于读取取决于所获取的电阻值的温度值。具有读取装置的分析装置可以是外部设备的组件，该外部设备按照合适的方式与温度获取装置电连接。本发明中，电连接也可以是常见的无线连接，而不限于传统的连线连接。

在特别有利的实施方式中，分析装置所需要的电子部件一起集成在压电声学共振元件的载体衬底中，以进一步增大集成密度。相应的方法和为此所需要的工艺由电子部件集成领域公知。但是所述分析装置还可以实施为外部设备。

除了这种用于从温度获取装置提供的测量值中确定温度的分析装置外，还可以在压电声学共振元件中集成另一个用于确定共振器的共振

频率的分析装置。该另一个分析装置例如可以是高频电路，其中共振器确定频率。这种用于确定共振频率的分析装置可以按照公知方式例如通过 CMOS、双极或 BIC-MOS 工艺集成在半导体衬底中。

此外，所述装置可以包括校正装置，用于根据所确定的温度校正压电声学共振元件的输出信号。为此可以在相应的装置中存储压电声学共振元件的共振频率的温度变化过程作为特征曲线。该校正装置也可以是集成部件或外部部件。

本发明装置实施为用于检测物质的传感器的情况是特别有利的，因为通过控制温度可以有针对性地控制待检测物质在压电声学共振元件的表面段上的沉积的平衡条件。通过这种方式，可以根据不同的待检测物质提高测量值获取的精度。同时可以扩大传感器的使用范围，因为可以有针对性地调整吸附条件，该吸附条件除了温度之外还通过测量介质（气体、液体）、通过待检测物质以及其它可能位于测量介质中的物质来确定。通过这种方式，可以检测例如仅在预定温度时才沉积在传感器的表面段上的物质。在本发明的含义中，“物质的检测”在此可以用于识别一种物质。传感器也可以实施为用于确定沉积量的质量传感器。

在用于检测物质的传感器的实施方式中，有利的是，温度获取装置位于传感器元件的这样一个位置上，即该位置保证测量元件与测量介质接触。由此例如还可以获取测量介质的发热，该测量介质例如流过传感器的流动单元（Flusszelle）。

本发明还包括用于制造本发明装置的制造方法。在这种方法中，载体衬底被涂以金属层。接着通过对该金属层形成显微结构，产生压电声学共振元件的电极和测量元件。在此重要方面在于，通过在工作进程中仅对一个金属层形成显微结构，可以制造一部分压电声学共振元件和整个测量元件。尤其适用于形成显微结构的是照相平版印刷方法，这种方法原则上由半导体技术公开。

本发明的方法使得制造过程更为合理，因为附加费用非常少，而且基本上限于对布局的匹配。

在特别优选的实施方式中，例如通过从蒸镀阶段分离出来而将铂敷设在衬底上。铂由于其电阻与温度的依赖关系也适用作电阻温度计，从而在一个方法步骤中共振元件的电极、加热装置的加热元件以及温度获取装置的测量元件可以通过对所敷设的层形成显微结构来制造。所有三

个功能元件，即加热元件、测量元件和电极在此可以通过相同的层片段实现，但是该层片段将受到不同的控制。

共振器和测量元件可以通过载体衬底与无源的高频部件接触，如用倒装焊芯片（Flip Chip）技术通过接合焊盘（bond pad）与 LTCC（Low Temperature Cofired Ceramics，低温共烧陶瓷）衬底接触，从而形成一个模块。这有助于改善高频部件的电特性，因为可以避免相应的连接线之间的电感。此外，倒装焊芯片技术还可以提高不同部件的包装密度，由此有助于明显改善在制造整个高频模块时的集成度和微型化。

本发明还涉及一种用于输出取决于共振频率的信号的方法，具有步骤：

获取一个装置的压电声学共振元件的工作温度，该装置包括至少一个具有压电层和两个与该压电层电接触的电极的压电声学共振元件，其中压电声学共振元件这样制造，通过用电极在压电层上施加交变电压，激励压电层以共振频率进行声学体振动，通过测量元件激励压电声学共振元件的压电层以共振频率进行声学体振动，输出取决于所测得的温度的输出信号。

在本发明方法的特别优选的实施例中，该方法用于检测物质的方法，该方法优选采用本发明的装置执行。该方法包括步骤：将流体和压电声学共振元件组合在一起，使得物质可以被共振器的一个片段吸收和/或吸附，确定该共振器的共振频率，其中可以从该共振频率中推断出物质沉积在表面段上的量。在本发明的方法中，在确定共振频率的频率之前获取具有压电声学共振元件的装置的工作温度。

在本发明的方法中，优选另外控制具有相应压电声学共振元件的装置的工作温度。这以特别简单的方式通过上述装置进行，其中同时将温度测量元件和加热元件集成在该装置中。该方法在此可以包含调整工作温度的步骤，即根据所测得的温度进行控制，

通过这种方式，可以根据待检测的不同物质明显提高传感器的精度。此外该方法还可以检测特定的、例如无法在室温下检测到的物质。

本发明尤其是具有以下优点：

-通过很少的附加费用和处理，可以将测量元件与其它需要的元件一并集成在载体衬底（芯片）上。

-尤其是在极度微型化的系统中首先考虑到集成。

-与分散的解决方案相反，该测量元件非常靠近于压电声学共振元件，从而产生相应的测量精度。

-尤其是在使用铂时，同时可以提供加热元件。由此可以实现完全的温度调节。

-通过获得压电声学共振元件的工作温度，可以考虑共振频率的温度变化过程。

本发明提供了一种简单组装的压电声学共振器，而且该压电声学共振器相对于目前的已知BAW共振器提供可相对于由装置的温度变化产生的背景信号完全区分开来的输出信号。为此所需要的、在工作条件下的共振器元件的近邻环境中的温度信息通过温度获取装置提供，该温度获取装置直接设置在共振器元件附近。这通过在利用原理公知的工艺的条件下将压电声学共振元件与温度获取装置集成在一起来实现，该工艺例如由薄层技术和/或厚层技术公开。

通过这种方式提供一种廉价的、包括压电声学共振元件的装置，该装置例如可以用作高频应用中的滤波器元件、用作传感器(生物传感器)或用作执行元件(混合器，泵)。除了具有温度获取装置的压电声学共振元件之外，本发明的装置还可以包括多种分析装置，用于从温度获取装置提供的测量值中确定温度和/或用于确定共振频率。此外，可以设置校正装置，其可以借助预定的特征参照在各工作情况中给定的温度对该装置的输出值进行校正。通过这种方式，可以相对于传统的这种装置明显改善装置的精度。

附图说明

下面参照附图借助不同的实施例描述本发明的优选结构和其它细节。

图1A和1B以截面图示意性示出FBAR共振器和SMR共振器的结构作为BAW共振器的例子，它们是现有技术公知的。

图2示意性示出本发明装置的第一实施例的结构，

图3以截面图示意性示出集成在载体衬底上的压电声学共振元件和温度获取装置的实施方式，

图4示出用于制造本发明装置的方法的实施例的流程图，

图5示出用于输出取决于共振频率的信号值的本发明方法的实施例

的流程图。

具体实施方式

图2示出本发明装置的实施例的结构。据此本发明的装置1包括压电声学共振元件2、温度获取装置3、用于确定压电声学共振元件2的共振频率的分析装置4，以及用于从温度获取装置3提供的测量值中确定温度的分析装置5。在本实施例中，该测量值是温度获取装置3的电阻。但是本发明不限于此。而是可以采用现有技术公开的任意温度测量器或类似的用于测量温度的装置，只要它们可以按照工艺与压电声学共振元件集成在一起。

在图2的实施例中用于确定共振频率的分析装置4集成在装置1中，但是本发明不限于该实施方式。用于确定共振频率的分析装置也可以是外部装置，装置1与该分析装置电连接。用于确定温度的分析装置5尽管在该实施例中是装置1的集成部件，但是也可以设置在外部。

例如，在本发明装置的简单和合适的实施方式中，用于确定温度的分析装置5是外部存储装置，在该存储装置中存储了温度获取装置3的电阻的温度变化过程。借助该分析装置可以从温度获取装置的电阻值中推断出温度。

两个分析装置4和5的原理部件根据不同的应用情况（频率，温度等）设计，并且本身作为电子部件公知。

装置1与用于依据所确定的温度校正共振频率的装置6连接。校正装置6实施为外部装置并且包括存储元件7，在该存储元件7中存放了共振频率的温度变化过程。此外，校正装置6还包括用于借助存储在存储元件7中的值校正共振频率的装置8。校正装置8用于输出经过校正的共振频率作为输出值。

图3示出本发明装置30的示意结构，其中压电声学共振元件和温度传感器相互集成在载体衬底上。压电声学共振元件31包括由ZnO组成的压电层32、在其底面上的第一铂电极33以及在其正面上的第二铂电极34。下铂电极33敷设在硅载体衬底35上。在压电声学共振元件31和载体衬底35之间设置可以防止衬底35方向上的声波损失的声波反射镜36。

Pt电极33、34的厚度在250nm的范围内。压电层（ZnO）的厚度是

400nm。制造图 3 的所示阵列通过用于对涂有铂层的 Si 晶片结构化的照相平版印刷方法制造。

在半导体衬底 35 上与压电声学共振元件 31 一起还敷设了温度获取装置。温度获取装置具有由铂制成的、层厚为 $1\mu\text{m}$ 的层 37，该层用作温度获取装置的测量元件。铂层 37 通过由 Al_2O_3 组成的隔离层 38 而与压电声学共振元件 31 隔离开来。

下面参照图 4 描述用于制造本发明装置的方法的实施例。

在步骤 41 中设置 Si 晶片元件，其覆盖层由硅氧化物 ($\text{Si}_x\text{O}_y/\text{SiO}_2$) 组成，该 Si 晶片元件通过溅射而具有 Pt 层。

在步骤 42 中，通过形成显微结构产生压电声学共振元件的电极以及温度测量元件。

用于组装 BAW 共振器的步骤 43 原则上由现有技术公开，因此在此不需要详细解释。例如，可以通过对衬底的背面蚀刻而产生一个膜，在该膜上设置了共振元件和温度获取装置。其它方法步骤包括分离出压电层，敷设第二电极以及使这些元件相应接触，从而产生所述装置。

如上所述，特别有利的是下电极或上电极以及测量元件都通过对同一个 Pt 层形成显微结构来产生。通过这种方式不仅可以由一层产生电极和测量元件，而且还可以另外产生加热装置的加热元件。在特别优选的实施方式中，还可以由一个层片段形成电极、加热元件和温度传感器的测量元件，该层片段根据期望的功能而受到不同的控制。

参照图 5 描述用于输出取决于共振频率的信号的方法的实施例。

在步骤 51 中，利用温度获取装置获取具有压电声学共振元件的装置的工作温度。

在步骤 52 中，通过在压电声学共振元件的压电层的电极上施加交变电压来激励具有共振频率的纵振动（即体振动）。

在步骤 53 中，依据所测得的温度校正所测得的共振频率。

在步骤 54 中，输出取决于该校正值的输出信号。

特别有意义的是，本发明的方法实施为用于检测物质的方法。在此，该方法包括附加步骤：将压电声学共振元件的用于吸附物质的表面段与包含所要检测的物质的流体组合在一起。在沉积了该物质之后，测量取决于所沉积的物质的质量的共振频率。在此，该测量可以是差分测量，即在沉积物质之前和之后对共振频率的测量。从测得的共振频率可以推

断出所涉及物质在该流体中的沉积。通过获取该装置的工作温度，可以确定特定物质的选择性沉积，该物质仅在预定的温度时才沉积。该实施例包括分析所测得的共振频率以检测所涉及物质的步骤以及输出所涉及输出值的步骤。

上述实施例的各个结构特征可以按照任意方式彼此组合，以提供其它对相应的应用情况最佳的实施方式。只要这样的修正对本领域技术人员是显而易见的，它们就应当是由上述实施例的描述隐含公开的，而不必详细描述全部组合。

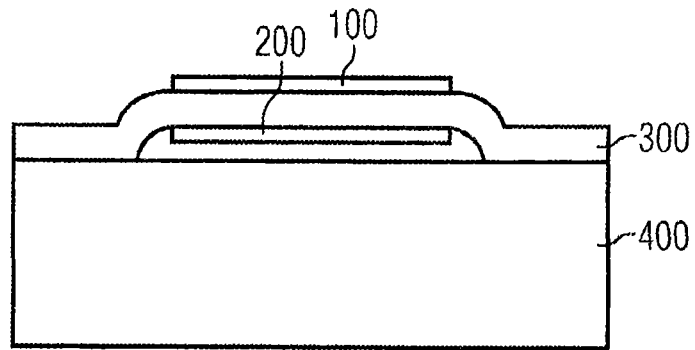


图 1A

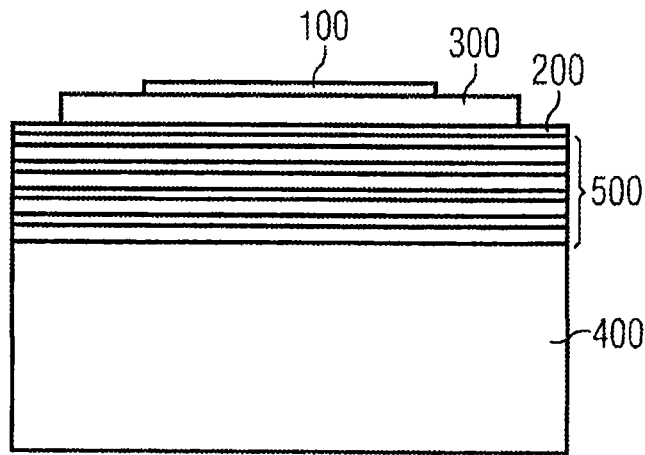


图 1B

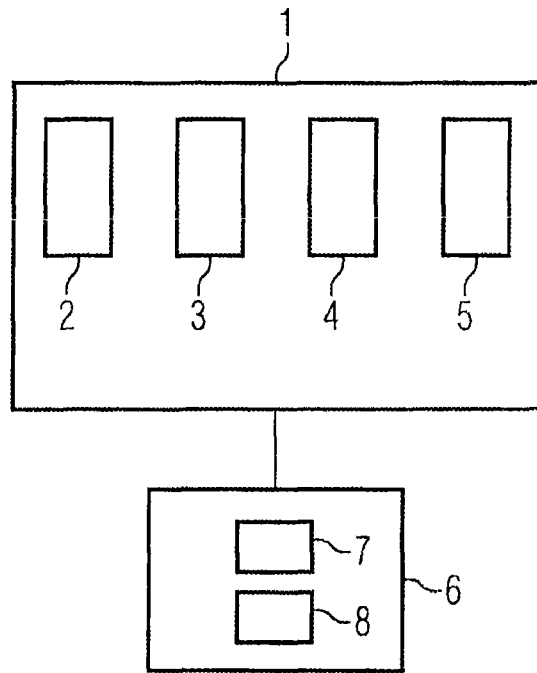


图 2

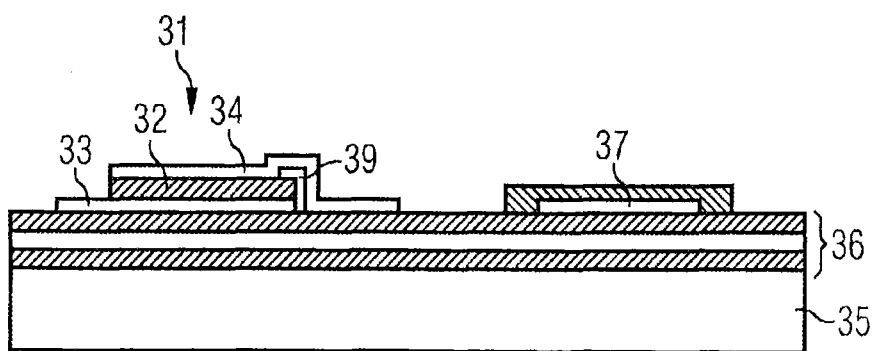


图 3

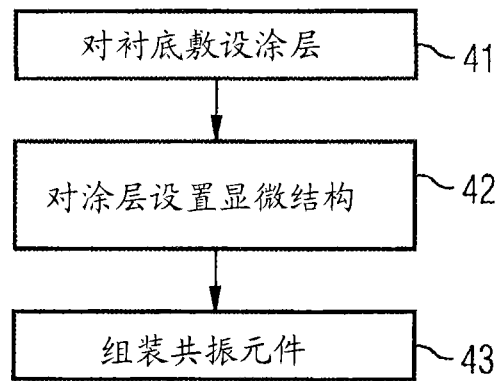


图 4

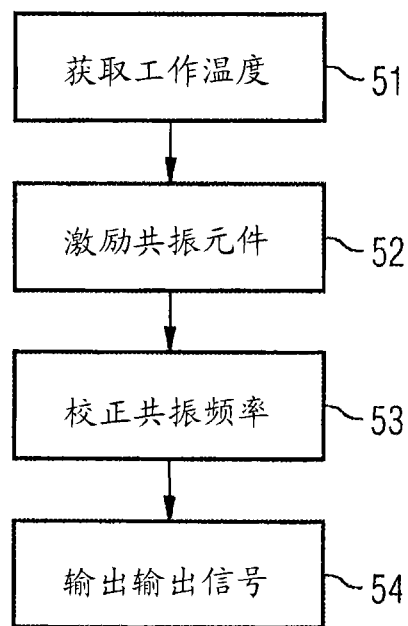


图 5