



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103986433 B

(45)授权公告日 2017.06.30

(21)申请号 201410044911.4

(22)申请日 2014.02.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103986433 A

(43)申请公布日 2014.08.13

(30)优先权数据
13154432.2 2013.02.07 EP

(73)专利权人 斯沃奇集团研究和开发有限公司
地址 瑞士马林

(72)发明人 T·黑塞勒

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247
代理人 高美艳 吴鹏

(51)Int.Cl.

H03H 3/04(2006.01)

H03H 9/21(2006.01)

(56)对比文件

CN 102687394 A,2012.09.19,

US 2005/0281137 A1,2005.12.22,

CN 101995812 A,2011.03.30,

审查员 李维

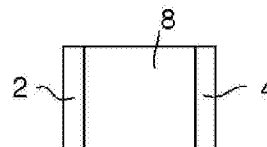
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

通过形状记忆金属得以热补偿的谐振器

(57)摘要

本发明涉及一种热补偿谐振器(1,11),该谐振器(1,11)包括在使用时变形的体部(5,15),所述体部(5,15)的芯(8,18)由第一材料制成。根据本发明,所述体部(5,15)的至少一部分包括由形状记忆金属制成的至少一层涂层(2,4,6,12,14,16),所述涂层的作为温度的函数的杨氏模量变化(CTE)与用于所述芯(8,18)的第一材料的杨氏模量变化(CTE)符号相反,以允许所述谐振器具有作为温度的函数的频率变化,所述函数的至少一阶系数(α , β)基本上为零。



1. 一种热补偿谐振器(1,11),该谐振器(1,11)包括在使用时变形的体部(5,15),所述体部(5,15)的芯(8,18)由第一材料制成,所述谐振器的特征在于,所述体部(5,15)的至少一部分包括由形状记忆金属制成的至少一层涂层(2,4,6,12,14,16),所述涂层的作为温度的函数的杨氏模量变化与用于所述芯(8,18)的第一材料的杨氏模量变化符号相反,以允许所述谐振器具有作为温度的函数的频率变化,所述函数的至少一阶系数基本上为零。

2. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述体部(5,15)的芯(8,18)包括玻璃、金属玻璃、工业陶瓷或陶瓷玻璃。

3. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述体部(5,15)的芯(8,18)包括掺杂的或不掺杂的单晶硅,或者包括掺杂的或不掺杂的多晶硅。

4. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述体部(5,15)的芯(8,18)包括石英。

5. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述至少一层涂层(2,4,6,12,14,16)包括基于Cu-Zn、Co-Ni、Ni-Ti或Cu-Al的合金。

6. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述体部(5,15)包括基本上四边形形状的截面,所述体部的各面成对相同。

7. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述体部(5,15)包括基本上四边形形状的截面,所述体部的各面完全覆盖有涂层。

8. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述至少一层涂层(2,4,6,12,14,16)形成抵御湿气的屏障。

9. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述至少一层涂层(2,4,6,12,14,16)是顺磁性或反磁性的。

10. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述体部(5)是自身盘绕以形成游丝的并联接至飞轮的条。

11. 根据权利要求1所述的谐振器(1,11),其特征在于,所述体部(15)包括对称地安装以形成音叉的至少两个条(17,19)。

12. 一种钟表,其特征在于,所述钟表包括至少一个根据前述权利要求中的任一项所述的谐振器(1,11)。

通过形状记忆金属得以热补偿的谐振器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种游丝摆轮或音叉类型的热补偿谐振器,其使得可以制造时基或频率基,该谐振器的一阶或甚至二阶温度系数基本上为零。

背景技术

[0002] 欧洲专利文献EP1422436公开了一种由硅形成且涂覆有二氧化硅的游丝,以便使温度系数在COSC认证过程温度附近——即,在+8°C和+38°C之间——基本上为零。类似地,文献W02008-043727公开了一种MEMS谐振器,该谐振器在相同的温度范围内具有其杨氏模量变化小的类似性能。

[0003] 然而,在上述文献中频率的变化根据应用需要复杂的校正。例如,对于能够得到COSC认证的电子石英表,必须根据温度测量实施电子校正。

发明内容

[0004] 本发明的目的是,通过提出一种至少一阶温度系数得到热补偿的谐振器来克服上述全部或部分缺点。

[0005] 因此,本发明涉及一种热补偿谐振器,该谐振器包括在使用时变形的体部,所述体部的芯由第一材料制成,所述谐振器的特征在于,所述体部的至少一部分包括由形状记忆金属制成的至少一层涂层,所述涂层的作为温度的函数的杨氏模量变化与用于所述芯的第一材料的杨氏模量变化符号相反,以允许所述谐振器具有作为温度的函数的频率变化,所述函数的至少一阶系数基本上为零。

[0006] 有利地,根据本发明,使用时变形的谐振器体部可以包括用于补偿一阶或两阶的单个涂层。因此,根据涂层材料的尺寸和各阶的符号,计算出涂层的厚度,以便补偿至少第一阶。

[0007] 根据本发明的其它有利特征:

[0008] -体部的芯包括玻璃、金属玻璃、工业陶瓷、陶瓷玻璃、掺杂的或不掺杂的单晶硅、掺杂的或不掺杂的多晶硅、或者石英;

[0009] -所述至少一层涂层包括基于Cu-Zn、Co-Ni、Ni-Ti或Cu-Al的合金;

[0010] -所述体部包括基本上四边形形状的截面,所述体部的各面成对相同;

[0011] -所述体部包括基本上四边形形状的截面,所述体部的各面完全覆盖有涂层;

[0012] -所述至少一层涂层形成抵御湿气的屏障;

[0013] -所述至少一层涂层是顺磁性或反磁性的;

[0014] -所述体部是自身盘绕以形成游丝并联接至飞轮的条;

[0015] -所述体部包括对称地安装以形成音叉的至少两个条。

[0016] 最后,本发明还涉及一种时基或频率基,例如钟表,其特征在于,它包括至少一个根据前述变型方案中的任一方案的谐振器。

附图说明

[0017] 从下面参照附图经由示例以非限制性方式给出的描述中,可以更清楚地发现本发明的其它特征和优点,其中:

[0018] 图1是游丝摆轮谐振器的一部分的透视图;

[0019] 图2是图1的螺旋游丝的截面图;

[0020] 图3和图4是根据本发明的谐振器的截面的替代方案;

[0021] 图5是音叉类型的谐振器的总体透视图;

[0022] 图6和图7是根据本发明的谐振器的截面的替代方案。

具体实施方式

[0023] 如上所述,本发明涉及一种包括谐振器的钟表,所述谐振器可以是游丝摆轮或音叉类型的。然而,本领域技术人员可以根据下文给出的启示无过多困难地实现针对谐振器的其它应用。

[0024] 通过定义,谐振器的频率的相对变化遵循下列关系:

$$[0025] \quad \frac{\Delta f}{f_0} = A + \alpha \cdot (T - T_0) + \beta \cdot (T - T_0)^2 + \gamma \cdot (T - T_0)^3$$

[0026] 式中

[0027] - $\frac{\Delta f}{f_0}$ 是频率的相对变化 (ppm或 10^{-6});

[0028] -A是取决于参考点的常数 (ppm);

[0029] - T_0 是参考温度($^{\circ}\text{C}$);

[0030] - α 是一阶温度系数 (ppm \cdot $^{\circ}\text{C}^{-1}$);

[0031] - β 是二阶温度系数 (ppm \cdot $^{\circ}\text{C}^{-2}$);

[0032] - γ 是三阶温度系数 (ppm \cdot $^{\circ}\text{C}^{-3}$)。

[0033] 此外,热弹性系数 (CTE) 表示杨氏模量随温度的相对变化。因此,下面使用的术语“ α ”和“ β ”分别表示一阶温度系数和二阶温度系数,即,谐振器的频率随温度的相对变化。术语“ α ”和“ β ”取决于谐振器体部的热弹性系数 (thermoelastic coefficient) 和所述体部的膨胀系数。此外,术语“ α ”和“ β ”也考虑到可能分开的惯性块——例如用于游丝摆轮谐振器的摆轮 (形成飞轮)——所特有的系数。

[0034] 由于必须维持用于时基或频率基的整个谐振器的振荡,因此热依赖性也包括对维持系统的可能的贡献。

[0035] 因此,最重要的参数是热弹性系数 (CTE),不应将其与作为“热膨胀常数”的英文缩写CTE混淆,热膨胀常数涉及膨胀系数。

[0036] 大多数金属的热弹性系数 (CTE) 是约 $-1,000 \text{ ppm} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ 的很大的负值。因此,无法想象用它们来制造游丝。因此,为了解决这个问题已经开发出了复杂的合金,例如尼瓦洛克斯合金CT。然而,它们仍然难于控制,尤其在涉及它们的制造时。

[0037] 有利地,本发明涉及用于形成所述谐振器的替代材料。本发明因此涉及热补偿谐

振器1、11,所述谐振器包括在使用时变形的体部5、15,体部5、15的芯8、18由第一材料形成,所述第一材料例如是陶瓷、硅基材料或石英基材料。

[0038] 陶瓷可以被认为具有或不具有玻璃化体部的物品,其具有晶体或部分晶体结构或玻璃结构,所述体部由或不由基本上无机的金属物质形成,由冷却时固化的熔融体形成,或在加热作用下同时或随后形成和完成。

[0039] 根据本发明的陶瓷因此尤其包括普通玻璃、金属玻璃、工业陶瓷,例如碳化硅或陶瓷玻璃。

[0040] 硅基材料可以例如是单晶硅、多晶硅、掺杂的单晶硅或掺杂的多晶硅,它们可以包括自然氧化层或者厚度比自然氧化层更厚的氧化层。最后,石英基材料优选是天然硅石(silica)或合成硅石,其结晶成阿尔法或贝它类型的三角形形状。

[0041] 根据本发明有利的是,体部5、15的至少一部分包括由形状记忆金属制成的至少一层涂层2、4、6、12、14、16,所述涂层的作为温度的函数的杨氏模量变化 CTE_1 与用于芯8、18的第一材料的那些 CTE_2 符号相反,以允许所述谐振器具有作为温度的函数的频率变化,所述函数的至少一阶 α 、 β 基本上为零。

[0042] 所述由形状记忆金属制成的至少一层涂层2、4、6、12、14、16可以例如包括例如基于Ag-Cd、Au-Cd、Co-Ni、Cu-Al、Cu-Mn、Cu-Sn、Cu-Zn、Fe-Mn-Si、Fe-Ni、Fe-Pt、Ni-Ti、Ni-Mn或Ti-Pd的合金。然而,所述至少一层涂层2、4、6、12、14、16优选包括基于Cu-Zn、Co-Ni、Ni-Ti或Cu-Al的合金。

[0043] 事实上,有益的是,所述涂层可以导电,但对磁场不十分敏感,以避免相对于体部的预定轨迹的寄生位移。此外,有利地,这些形状记忆金属化学上很稳定。例如,它们非常耐清洁且对湿气不敏感,这使得它们成为抵御湿气的优良屏障。

[0044] 在图1和图2示出的例子中,可以看到游丝1,其体部5与它的内桩3成一体,通过分别针对芯8和涂层6使用两种材料来补偿游丝1的一阶温度系数 α 或甚至二阶温度系数 β 。图2示出游丝1的体部5的一段,该图使得可以更清楚地看到所述体部的呈四边形的截面。体部5因此可以由它的长度 l 、它的高度 h 和它的厚度 e 来限定。

[0045] 图2示出一例子,其中芯8完全覆盖有涂层。当然,图2仅示出一个非限制性的例子。因此,游丝1可以包括覆盖体部5的外表面的一部分——例如一个或多个面——或者甚至体部5的整个外表面的涂层2、4、6,例如图3和图4中示出的例子。供参阅,涂层2、4、6与芯8的尺寸不成比例,这是为了更清楚地示出各部分的位置。

[0046] 因此,可以理解的是,根据本发明的体部可以以非限制性方式包括基本上是四边形的截面,体部的单个面覆盖有涂层,或者其各面成对相同,或者甚至其各面完全覆盖有相同的或不同的涂层。

[0047] 类似地,根据本发明有利的是,可以在图5中看到音叉类型的谐振器11。谐振器的体部15由基部13形成,该基部连接至将振动的两个臂17、19。作为示例,所使用的音叉11是反向类型的,即,基部13在两个臂17、19之间延伸;并且是掌状类型的,即,两个臂17、19在它们的端部包括掌状件20、22;并且是带槽类型的,即,两个臂17、19包括槽24、26。然而,应理解的是,音叉有多种可能的变型,其可以以非穷尽的方式是反向类型的和/或带槽类型的和/或圆锥型和/或掌状类型的。

[0048] 根据本发明有利的是,音叉11具有通过沉积在体部5的芯18上的涂层12、14、16得

以补偿的一阶温度系数 α 或甚至二阶温度系数 β 。图6和图7示出音叉11的体部15沿着平面A-A的非穷尽性的截面的例子。带槽四边形形状的截面示出体部15的芯18被涂层这样覆盖,即,至少一层涂层12、14、16覆盖体部15的外表面的作为一个或多个面的至少一部分或甚至覆盖体部15的整个外表面。如在第一个例子中一样,涂层12、14、16与芯18的尺寸不成比例,这是为了更清楚地示出各部分的位置。

[0049] 谐振器1、11的芯8、18可以由陶瓷、硅基材料或石英基材料制成。然而,那涉及大量不同的材料。这是优选具有低热弹性系数(CTE)和膨胀系数(α_{spi})的原因。

[0050] 因此,可以使用石英玻璃,也称为熔凝石英或结晶石英。

[0051] 根据第一材料的制造方法,所获得的热弹性系数(CTE)的值总体上较小且是正的或负的,即,介于 $100\text{ppm} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 和 $500\text{ppm} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 之间。

[0052] 因此,涂层2、4、6、12、14、16具有负的或正的热弹性系数(CTE)。如上述解释的,这样的涂层因此可以包括形状记忆金属合金,例如优选地基于Cu-Zn、Co-Ni、Ni-Ti或Cu-Al的合金。作为示例,根据本发明的谐振器1、11的由单晶硅制成的芯8、18可以因此通过基于Ni-Ti的微米级的涂层2、4、6、12、14、16得以热补偿,所述涂层具有正的热弹性系数(CTE)。

[0053] 如上述解释的,应当理解的是,第一材料可以包括可以是正的和负的一阶和二阶热弹性系数(CTE)。这是用于芯8、18的涂层2、4、6、12、14、16附带地可以包括负的和正的一阶和二阶热弹性系数(CTE)的原因。

[0054] 优选地,由形状记忆金属制成的涂层2、4、6、12、14、16的沉积是溅射类型的。可选地,也可以在主涂层2、4、6、12、14、16之前沉积粘合层、例如铬,以改善所述涂层的粘附性和/或渗透性。

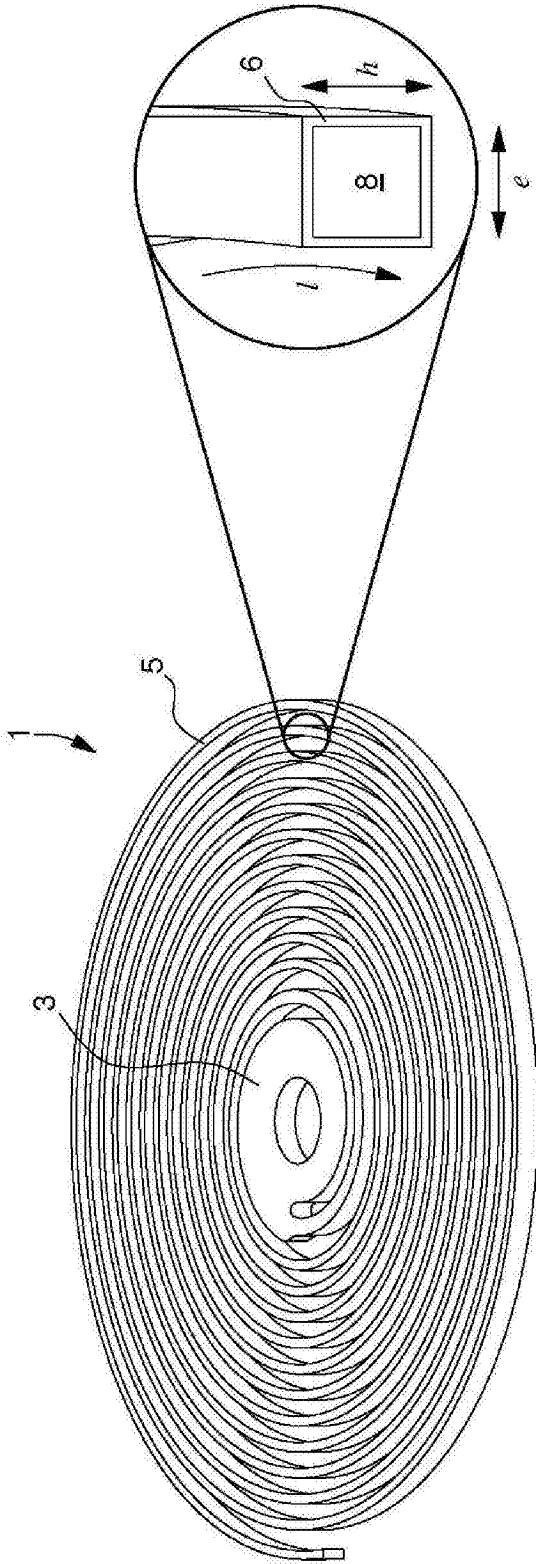


图 2

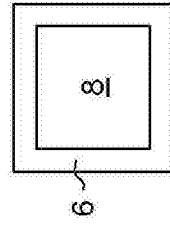


图 3

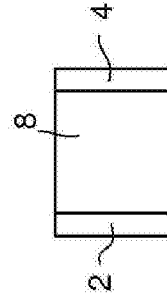


图 4

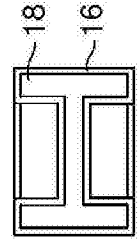


图 6

图 1

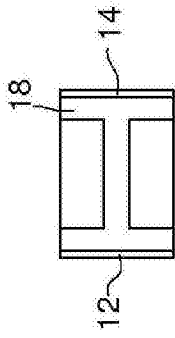


图7

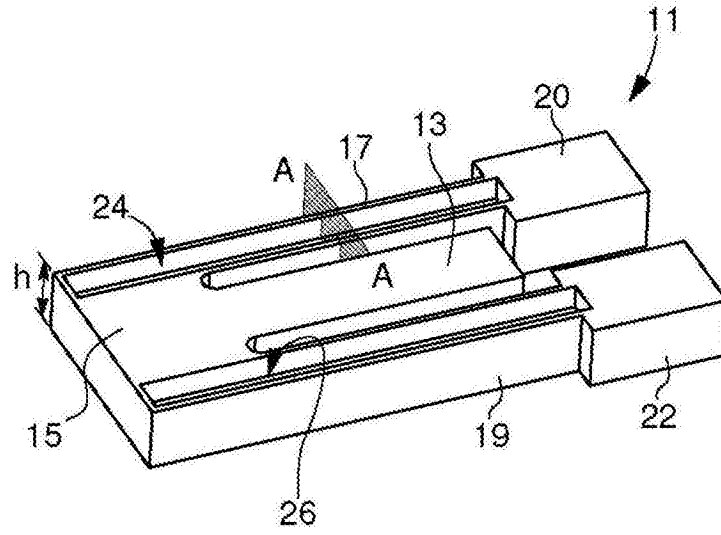


图5