(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 105980938 B
(45)授权公告日 2018.04.03

(21)申请号 201580003174.6

(22)申请日 2015.12.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105980938 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(30)优先权数据
14199039.0 2014.12.18 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.06.17

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/079515 2015.12.14

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/096677 FR 2016.06.23

(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 G·迪多梅尼科 B·伊诺
L·克灵格尔 J-L·黑尔费尔

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

(51)Int.Cl.
G04B 17/04(2006.01)

(56)对比文件
FR 1573518 A,1969.07.04,
CN 103858061 A,2014.06.11,
CN 101986561 A,2011.03.16,
CN 104204966 A,2014.12.10,

审查员 骆静

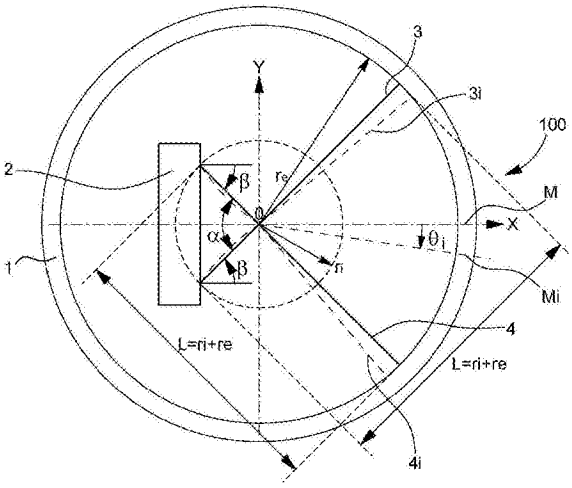
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

具有交叉条带的钟表谐振器

(57)摘要

本发明涉及一种钟表(300)或手表,其包括至少一个谐振器(100),所述谐振器包括相对于固定到钟表机芯(200)的结构上的连接元件(2)振荡的至少一个摆陀(1),该摆陀(1)通过弹性的交叉条带(3,4)从所述连接元件(2)悬置,所述条带彼此相距一定距离在两个平行平面上延伸,在所述平行平面中的一个平面上的所述条带的投影在所述摆陀(1)的虚拟枢轴轴线(0)处交叉,并且限定作为顶角的第一角度(α),与该第一角度相对的是连接元件(2)的延伸的一部分,该部分位于交叉的条带(3,4)与连接元件(2)的附接点之间,并且第一角度(α)在68°和76°之间。



CN 105980938 B

1.一种钟表谐振器(100),其包括相对于包含在所述谐振器中的连接元件(2)振荡的至少一个摆陀(1),所述连接元件布置为直接或间接地固定到钟表机芯(200)的结构上,所述至少一个摆陀(1)通过交叉的条带(3,4)从所述连接元件(2)悬置,所述交叉的条带(3,4)是彼此相距一定距离在两个平行平面中延伸的弹性条带,在所述平行平面的其中一个平面上的所述条带的方向的投影在所述摆陀(1)的虚拟枢轴轴线(0)处交叉,并且一起限定始自所述虚拟枢轴轴线(0)的作为顶角的第一角度(α),所述第一角度与所述连接元件(2)的一个延伸的部分相对,该部分位于所述交叉的条带(3,4)与所述连接元件(2)的附接点之间,其特征在于,所述第一角度(α)在68°和76°之间。

2.如权利要求1所述的谐振器(100),其特征在于,所述第一角度(α)在70°和76°之间。

3.如权利要求2所述的谐振器(100),其特征在于,所述第一角度(α)在70°和74°之间。

4.如权利要求3所述的谐振器(100),其特征在于,所述第一角度(α)等于71.2°。

5.如权利要求1-4中任一项所述的谐振器(100),其特征在于,所述条带(3,4)的尺寸设计为:具有在所述虚拟枢轴轴线(0)与所述条带到所述连接元件(2)的附接点之间的内径ri,在所述虚拟枢轴轴线(0)与所述条带到所述摆陀(1)的附接点之间的外径re,以及总长度L,其中L=ri+re,并且比率Q=ri/L在0.12和0.13之间。

6.如权利要求1-4中任一项所述的谐振器(100),其特征在于,所述条带(3,4)的尺寸设计为:具有在所述虚拟枢轴轴线(0)与所述条带到所述连接元件(2)的附接点之间的内径ri,在所述虚拟枢轴轴线(0)与所述条带到所述摆陀(1)的附接点之间的外径re,以及在每个所述条带(3,4)的平面中的厚度e,其中比率Qm=(ri+e/2)/(ri+e/2+re)在0.12和0.13之间。

7.如权利要求5所述的谐振器(100),其特征在于,所述比率等于0.1264。

8.如权利要求6所述的谐振器(100),其特征在于,所述比率等于0.1264。

9.如权利要求1-4中任一项所述的谐振器(100),其特征在于,当所述谐振器在休止位置时,在所述平行平面中的一个平面上的投影中,所述谐振器(100)关于所述第一角度(α)的平分线(OX)是对称的。

10.如权利要求1-4中任一项所述的谐振器(100),其特征在于,所述至少一个摆陀(1)为摆轮。

11.如权利要求1-4中任一项所述的谐振器(100),其特征在于,所述交叉的条带(3,4)均在所述连接元件(2)的表面上在锚定点处锚定到所述连接元件(2)中,其中所述表面与相关的所述条带(3,4)的端部正交。

12.如权利要求1-4中任一项所述的谐振器(100),其特征在于,在音叉结构中,所述谐振器(100)包括至少两个摆陀。

13.如权利要求1-4中任一项所述的谐振器(100),其特征在于,所述谐振器(100)为一体件。

14.如权利要求1-4中任一项所述的谐振器(100),其特征在于,所述谐振器(100)由硅或氧化硅或金属玻璃或石英或DLC制成。

15.如权利要求5所述的谐振器(100),其特征在于,当所述谐振器在休止位置时,在所述平行平面中的一个平面上的投影中,所述谐振器(100)关于所述第一角度(α)的平分线(OX)是对称的。

16.如权利要求5所述的谐振器(100),其特征在于,所述至少一个摆陀(1)为摆轮。

17.如权利要求5所述的谐振器(100),其特征在于,所述交叉的条带(3,4)均在所述连接元件(2)的表面上在锚定点处锚定到所述连接元件(2)中,其中所述表面与相关的所述条带(3,4)的端部正交。

18.如权利要求5所述的谐振器(100),其特征在于,在音叉结构中,所述谐振器(100)包括至少两个摆陀。

19.如权利要求5所述的谐振器(100),其特征在于,所述谐振器(100)为一体件。

20.如权利要求5所述的谐振器(100),其特征在于,所述谐振器(100)由硅或氧化硅或金属玻璃或石英或DLC制成。

21.如权利要求6所述的谐振器(100),其特征在于,当所述谐振器在休止位置时,在所述平行平面中的一个平面上的投影中,所述谐振器(100)关于所述第一角度(α)的平分线(OX)是对称的。

22.如权利要求6所述的谐振器(100),其特征在于,所述至少一个摆陀(1)为摆轮。

23.如权利要求6所述的谐振器(100),其特征在于,所述交叉的条带(3,4)均在所述连接元件(2)的表面上在锚定点处锚定到所述连接元件(2)中,其中所述表面与相关的所述条带(3,4)的端部正交。

24.如权利要求6所述的谐振器(100),其特征在于,在音叉结构中,所述谐振器(100)包括至少两个摆陀。

25.如权利要求6所述的谐振器(100),其特征在于,所述谐振器(100)为一体件。

26.如权利要求6所述的谐振器(100),其特征在于,所述谐振器(100)由硅或氧化硅或金属玻璃或石英或DLC制成。

27.一种钟表机芯(200),包括至少一个连接元件(2)直接或间接地固定于其上的结构,所述连接元件包含在如权利要求1-26中任一项所述的谐振器(100)中。

28.一种钟表(300)或手表,包括如权利要求27所述的钟表机芯(200),和/或至少一个如权利要求1-26中任一项所述的谐振器(100)。

具有交叉条带的钟表谐振器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钟表谐振器，其包括相对于包含在谐振器中的连接元件振荡的至少一个摆陀(weight)，该连接元件布置为直接或间接紧固到钟表机芯的结构上，所述至少一个摆陀通过交叉的条带或梁从所述连接元件悬置，所述交叉的条带或梁是彼此相距一定距离在两个平行平面中延伸的弹性条带，在所述平行平面中的一个平面上的所述条带的方向的投影在所述摆陀的虚拟枢轴轴线处交叉，并且一起限定始自所述虚拟枢轴轴线的作为顶角的第一角度，与所述第一角度相对的是所述连接元件的一个延伸的部分，该部分位于所述交叉条带与所述连接元件的附接点之间。

[0002] 本发明还涉及一种包括该谐振器的钟表机芯。

[0003] 本发明还涉及一种钟表，特别是手表，其包括该机芯和/或该谐振器。

[0004] 本发明涉及用于机械钟表机构、特别是手表的时基领域。

背景技术

[0005] 具有交叉的条带或梁的摆轮是可以代替游丝摆轮组件在机械手表中用作时基的谐振器。

[0006] 交叉条带或梁的使用具有增加品质因数的优点，因为在枢转点不再具有任何摩擦。

[0007] 但是，具有交叉条带的摆轮具有两个重大的缺陷：

[0008] -弹性回复力矩是非线性的，这使得系统非等时，即，谐振器的频率取决于振荡的振幅；

[0009] -摆轮的质量中心承受残余运动，该残余运动是由于瞬时旋转轴的寄生运动导致的。因此，在重力场中，谐振器频率取决于手表的取向：这被称为位置影响(position effect)。

[0010] 在F.Barrot，T.Hamaguchi的出版物《Un nouveau régulateur mécanique pour une réserve de marche exceptionnelle》(Proceedings of the2014Study Day of the Swiss Society of Chronometry，瑞士计时学会2014学习日会议)中，作者公开了由具有交叉条带的摆轮形成的振荡器。他们描述了“选择执行Wittrick式枢转”以“使得振荡频率与摆轮相对于重力的取向无关”。其中条带在它们长度的八分之七处交叉的此特别构型在W.H.Wittrick的著作The properties of crossed flexure pivots and the influence of the point at which the strips cross>>(《交叉挠曲枢轴的特性及在条带交叉点处的影响》The Aeronautical Quarterly II(4)，第272-292页(1951))中公开。它具有使虚拟旋转轴线的位移最小化的优点，并且因此使位置影响最小化。但是，在两个条带之间具有90°角的情况下，在这些文献中使用的具有交叉条带的摆轮是高度非等时的，这是作者为什么借助被称作等时性校正器的附加部件进行补偿的原因。实验测量表明，该补偿很难在实践中实现，因此对于条带找到消除位置影响和由弹性回复力的非线性引起的非等时的几何形状将会十分有用。

[0011] CSEM名下的欧洲专利申请EP 2911012A1公开了一种具有虚拟枢轴的钟表旋转振荡器，其具有通过若干柔性条带连接到支撑件的摆轮，特别是在一体式实施例中。至少两个柔性条带在垂直于所述振荡器的平面的平面中延伸，并且在限定振荡器的振荡几何轴线的直线上互相交叉；该轴线在所述条带各自长度的八分之七位置处与两个条带交叉。

[0012] 根据W.H.Wittrick的著作(University of Sydney，悉尼大学，1951年2月)，在八分之七长度处具有交叉点的构型已知是最佳的，以获得围绕虚拟振荡轴线的本身的无摩擦旋转，同时使轴线的位移最小化。

[0013] 尽管在该文献EP 2911012A1中，设想条带垂直于具有N个边的规则内多变形(其具有围绕虚拟振荡轴线的N级对称性)的边，但是示出的唯一特定构型是内正方形的构型，其中包括条带的两个平面彼此垂直。根据该文献，条带数目和它们的布置由允许用于系统的空间(特别是从美学的视角)和系统的稳定性之间的折中所限定。除了已知的八分之七规则外，在欧洲专利申请EP 2911012A1中没有明确提到用于实现最优等时性的特定的优选几何参数。

发明内容

[0014] 发明人观察到，一方面，位置影响很少地依赖于两个交叉条带之间的角度，另一方面，由弹性回复力的非线性所引起的非等时性高度依赖于所述角度，他们通过数值模拟论证出可以找到同时优化位置影响和等时性的角度值。

[0015] 本发明因此提出，通过提供一种用于摆轮条带的优化的几何形状来消除现有技术的缺陷，该优化的几何形状消除了位置影响和由弹性回复力的非线性引起的非等时性。为此，本发明涉及一种钟表谐振器，该谐振器包括相对于包括在该谐振器中并且布置为直接或间接紧固到钟表机芯的结构上的连接元件振荡的至少一个摆陀，所述至少一个摆陀通过交叉条带从所述连接元件上悬置，所述交叉条带是彼此相距一定距离在两个平行平面中延伸的弹性条带，在所述平行平面的一个平面中所述条带的方向的投影在所述摆陀的虚拟枢轴轴线处交叉，并且一起限定始自所述虚拟枢轴轴线的作为顶角的第一角度，与所述第一角度相对的是所述连接元件的一个延伸的部分，该部分位于所述交叉条带与所述连接元件的附接点之间，其特征在于，所述第一角度在68°到76°之间。

[0016] 本发明还涉及一种包含该谐振器的钟表机芯。

[0017] 本发明还涉及一种包括该机芯和/或该谐振器的钟表，特别是手表。

附图说明

[0018] 在参照附图阅读下面的详细描述后，本发明的其他特征和优点将显现，图中：

[0019] -图1示出具有带交叉条带的摆轮的谐振器的示意性平面图，其处于以实线示出的休止位置，以及瞬时位置(交叉条带用虚线示出)，在该瞬时位置摆轮从其休止位置移开。图1表示交叉条带倾斜地锚定在承载它们的连接元件上的一般情况，该连接元件附接到钟表机芯的结构上。图1A示出一种优选构造，其中在连接元件中的锚定点处，在与每一条带的端部正交的平面中实现锚定。

[0020] -图2是表示现有技术的曲线图，其中在谐振器的休止位置所述交叉条带相垂直，该图示出了在纵坐标上的弹性常数K随着由其休止位置在横坐标上的摆轮所形成的当前角

度θ而发生的变化。

[0021] -图3和图4也是表示同一现有技术的曲线图，示出了质量中心坐标(在图3中关于X和ΔX，在图4中关于Y和ΔY)随着由其休止位置在横坐标上的摆轮所形成的当前角度θ而发生的变化。坐标ΔX和ΔY的这些变化相对于条带长度L被标准化，因此该曲线没有单位。

[0022] -图5是表示本发明的曲线，其中在谐振器的休止位置，交叉条带彼此形成接近72°的第一角度α，该图示出了在纵坐标上的弹性常数K随着由其休止位置在横坐标上的摆轮所形成的当前角度θ而发生的变化。

[0023] -图6和图7也是表示本发明的曲线，其中在谐振器的休止位置，交叉条带彼此形成接近72°的第一角度α，该图示出了质量中心坐标(在图6中关于X和ΔX，在图7中关于Y和ΔY)随着由其休止位置在横坐标上的摆轮所形成的当前角度θ而发生的变化。坐标ΔX和ΔY的这些变化相对于条带长度L被标准化，因此该曲线没有单位。

[0024] -图8示出一个变型，其中具有交叉条带的谐振器为音叉谐振器。

[0025] -图9是细节图，以虚线示出由可微加工材料制成的具有连接元件的一体式弹性条带的挠曲影响区域的深度(如图1的情况)。-图9A等同于图1A。

[0026] -图10是示出钟表或手表的框图，其包括具有一个机构的机芯，该机构又包括所述谐振器。

[0027] -图11A的曲线图示出具有交叉条带的摆轮随着参数Q＝ri/L而变化的非等时性，其使得可以对比本发明(α＝71.2°)和现有技术(α＝90°)的性能。以秒/天(s/d)测量的非等时性是针对不同幅值(所选择的12°和8°的值代表相关系统的操作范围)观察到的日差的区别。

[0028] -图11B的曲线图示出对于本发明(α＝71.2°)和对于现有技术(α＝90°)，根据参数Q＝ri/L而变化的对于带交叉条带的摆轮的日差的位置影响。

具体实施方式

[0029] 这里使用的术语“质量中心”也可理解为术语“惯性中心”。

[0030] 本发明涉及一种钟表谐振器100，其包括相对于包含在该谐振器中的连接元件2振荡的至少一个摆陀1。该连接元件2布置为直接或间接地附接到钟表机芯200的结构。

[0031] 该至少一个摆陀1借助交叉的条带或梁3，4从连接元件2上悬置，所述交叉的条带或梁3，4是彼此相距一定距离在两个平行平面中延伸的弹性的条带或梁，并且在这些平行平面的一个平面中所述条带的方向的投影在摆陀1的虚拟枢轴轴线O处交叉，并且一起限定作为顶角(始自该虚拟枢轴轴线O)的第一角度α，与该第一角度α相对的是连接元件2的一个延伸的部分，该部分位于交叉条带3，4与连接元件2的附接点之间。

[0032] 根据本发明，如在这里稍后所述的，第一角度α包含在68°和76°之间。

[0033] 更为特别地，并且以非限制性方式，摆陀1为摆轮，如在图1和1A中看到的，图1和1A以实线示出谐振器100的几何形状，谐振器100具有带有交叉条带的摆轮，并且处于其休止位置。

[0034] 摆轮1通过两个交叉条带3和4保持固定到连接元件2。这些交叉条带3和4是彼此相距一定距离在两个平行平面中延伸的弹性条带，并且在所述平行平面中的一个平面上的所述条带的方向的投影在摆轮1的虚拟枢轴轴线O处交叉。这些交叉条带允许摆轮1旋转，并且

基本阻止摆轮1在三个方向X,Y,Z的平移,并且还提供对于较小震动的良好抵抗。图1示出了一般情况,其中,交叉条带3,4在承载它们的连接元件2中被倾斜地锚定。图1A示出一个优选构型,其中,在与每个条带3,4的端部正交的表面上在每个条带的锚定点处实现锚定。

[0035] 当谐振器100在其休止位置时,坐标系的原点O位于条带3和4的交叉处。当摆轮在其休止位置时,摆轮的瞬时旋转中心和质量中心也位于原点O处。第一角度α的平分线限定方向X,两个条带3和4在所述平行平面的一个平面中的投影与该方向X形成作为第一角度α的一半的角度β。

[0036] 在图1的优选实施例中,谐振器100相对于轴线OX对称。

[0037] 在已有技术中,第一角度α具有90°的值。

[0038] 在图1中,内径ri是点O与条带3和4在连接元件2中的锚定点之间的距离。外径re是点O与条带3和4在摆轮1中的锚定点之间的距离。需要注意的是,ri和re的角色能够互换,这取决于所使用的参考系是连接元件的参考系还是摆轮的参考系。由于起作用的是相对旋转运动,因此所有下面的原理保持有效。

[0039] 在该对称结构中,每一条带的总长度L为:L=ri+re。

[0040] 第一角度α是当摆轮谐振器100处于其休止位置时两个条带3和4之间的角度。该第一角度α为顶角(在O处),其限定了条带3和4相对于连接元件2的孔口,并且与该孔口相对的是连接元件2的一个延伸的部分,该部分位于交叉条带3和4与所述元件的附接点之间。

[0041] 由所述条带施加到摆轮上的弹性回复力矩可以写为M=k″θ,其中k为弹性常数,θ为摆轮1相对于其休止位置得到的当前角度。图1和1A示出当前角度θ的一个瞬时值θi,其对应于点M到它的瞬时位置Mi的偏离,这对应于条带3和4的挠曲位置3i和4i,如在图1和1A中用虚线示出的。

[0042] 由于力矩是非线性的,弹性常数随着摆轮角度而变化:k(θ)=M/θ。

[0043] 对于现有技术而言,弹性常数k随着摆轮的当前角度θ的变化在图2中示出。可以看出,对于比率Q=ri/L=0.10,弹性回复力是线性的。

[0044] 对于同一现有技术,随着摆轮角度θ而变化的摆轮质量中心的位移(ΔX,ΔY)在图3和4中示出。不同曲线对应于不同的Q=ri/L比率。可以看出,在该现有技术中,当ri/L介于0.12和0.13之间时,沿X的位移是最小的。

[0045] 因此可以观察到,在代表现有技术的所有附图2至4中,没有比率Q=ri/L的值可以同时满足线性回复力矩和基本为0的位移ΔX。

[0046] 因此,在其中α=90°的现有技术结构中,不可能实现这样的系统:该系统同时是等时的(线性的弹性回复力)和独立于位置的(质量中心沿X具有零位移)。

[0047] 本发明致力于确定一种几何形状,对于该几何形状,谐振器可以既等时又独立于位置。

[0048] 在本发明范围内所作的研究可以确定合适的值。

[0049] 通过具有72°的第一角度α和具有包含在0.12和0.13之间的比率Q=ri/L,该系统同时是等时的和独立于位置的。

[0050] 事实上,在第一角度α接近72°的情况下,弹性常数k随着摆轮的当前角度θ的变化在图5中示出。可以看到,当比率Q=ri/L介于0.12和0.13之间时,弹性回复力是线性的。

[0051] 类似地,在第一角度α接近72°的情况下,随着摆轮的当前角度θ而变化的摆轮的质

量中心沿X的位移在图6中示出。不同的曲线对应于不同的ri/L比率。可以看到，当Q＝ri/L介于0.12和0.13之间时，沿X的位移可以消除。

[0052] 因此可以观察到，在第一角度α接近于72°并且比率Q＝ri/L介于0.12和0.13之间的情况下，同时具有线性回复力矩和沿X的质量中心的零位移，这是相当大的优点。

[0053] 第一角度α的这一特征值构成本发明的基本特征，并且绝不是偶然的，因为该值是能同时保证等时性和消除位置影响的唯一值。为了清楚地说明这点，我们模拟了具有交叉条带的摆轮的非等时性，即，对于两个不同的幅值(我们选择了代表相关系统的操作范围的12°和8°)观察到的日差(秒/天)的区别。同时对于现有技术(α＝90°)和对于本发明(α＝72°)，在图11A的曲线图中示出根据参数Q＝ri/L而变化的结果。可以观察到，非等时性极大地取决于角度α和参数Q＝ri/L。具有参数Q＝0.125和角度α＝90°的现有技术具有极大的非等时性，因为日差的变化具有约17秒/天的值。但是，根据本发明，具有交叉条带的摆轮在α＝71.2°的情况下是等时的。出于完整性考虑，我们还模拟了在具有交叉条带的摆轮上的位置影响，即，在水平位置(水平X和Y轴)和竖直位置(与重力对齐的水平Y轴和X轴)之间观察到的日差的区别。同时对于现有技术(α＝90°)和对于本发明(α＝71.2°)，在图11B的曲线图中示出了根据参数Q＝ri/L而变化的结果。可以观察到，位置影响极少地依赖于角度α和参数Q＝ri/L。这也解释了我们的方法，该方法在于利用α来优化等时性和利用Q来使位置影响最小化。需要注意的是，Q＝ri/L的最佳值很少地依赖于角度α，对于本发明(α＝71.2°)其具有0.1264的值，对于现有技术(α＝90°)其具有0.1270的值。最后，重要的是应注意到，α＝71.2°的选择是能够使系统同时具有等时性和独立于位置的唯一选择。

[0054] 简而言之，现有技术远不能达到最佳等时性，而本发明在于利用合适的角度值来实现最佳等时性。

[0055] 在实践中，可以根据条带3和4的宽度、摆轮的振荡幅度以及制造公差，使该优化的几何构造非常轻微地变化。

[0056] 图9和9A示出了一种现象，根据交叉条带材料的性质，该现象可非常轻微地修改条带3和4的总长度L的估计值：当弯曲条带的作用出现在连接元件的深度中时(例如，在由硅或类似物制成的一体式实施例的情况中)，可以估算该深度大致为条带厚度的一半。因此必须使用值rim＝ri+e/2来代替值ri以修正该值ri，其中e是相关的条带3或4的厚度。

[0057] 因此总长度必须修正：Lm＝ri+e/2+re，且比率Q必须以相同的方式修正：Qm＝(ri+e/2)/(ri+e/2+re)，其必须包含在0.12和0.13之间。

[0058] 在实践中，第一角度α的合适的值包含在68°和76°之间，并且优选地尽可能接近71.2°，并且比率Q＝ri/L的合适的值包含在0.12和0.13之间。

[0059] 在一个特定变型中，谐振器100为一体件。

[0060] 更为具体地，谐振器100由可通过MEMS技术或LIGA技术生产的可微加工材料制成，或者由硅或氧化硅、或至少部分非晶态的金属、或金属玻璃、或石英、或类金刚石碳(DLC)制成。

[0061] 在这些情况之一中，比率Qm＝(ri+e/2)/(ri+e/2+re)必须包括在0.12和0.13之间。更为特别地，该比率Qm选择为等于0.1264。

[0062] 在一个有利的变型中，第一角度α在70°和76°之间。

[0063] 更为特别地，第一角度α在70°和74°之间。进一步地，第一角度α等于71.2°。

[0064] 还要注意的是，由于函数ΔY(θ)的对等性(parity)，质量中心沿Y的位移不会影响谐振器的日差，如在图7中看到的。换言之，对于具有带交叉条带的摆轮的该谐振器，为使日差独立于位置，消除位移ΔX就足够了。

[0065] 本发明还涉及包括至少一个该谐振器100的钟表机芯200。

[0066] 本发明还涉及一种钟表300，特别是手表，其包括该机芯200和/或该谐振器100。

[0067] 因此，本发明可以使得具有带交叉条带的摆轮的谐振器同时具有等时性和独立于位置。

[0068] 本发明可应用于具有交叉条带的其它构型的谐振器，尤其是音叉结构，如在图8中看到的。使用若干个摆陀是有利的，因为它能够使得在锚定点处的损失最小化。事实上，单个摆轮在锚定点引起反作用力并因而导致损失。可以通过将若干个摆陀组合以使得在锚固点处它们的反作用力的总和为零来补偿这些损失。特别地，谐振器100可包括至少两个摆陀，特别是如在该图中看到的两个摆陀，这两个摆陀的相反运动使得在锚定点处的反作用力彼此补偿。在此特定的非限制性实施例中，两个摆轮1均通过两个交叉条带3和4保持固定到共同的连接元件2上，该交叉条带3和4根据上述的特征布置。这里，谐振器100有利地关于轴线Y完全对称。其他变型实施例当然也是可能的。

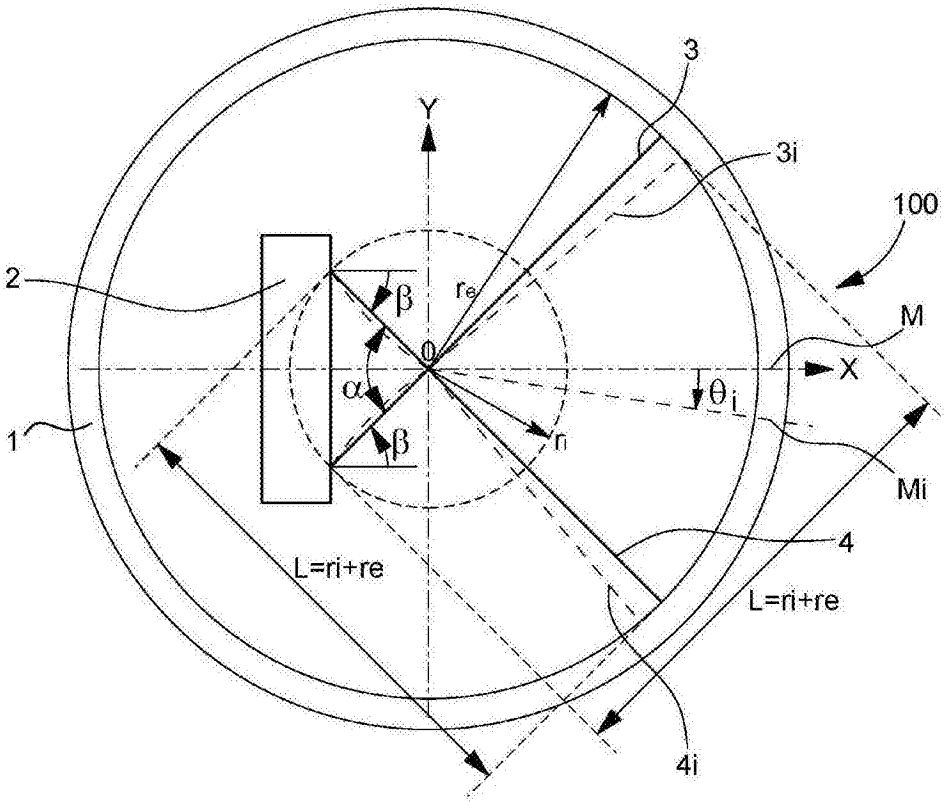

3
3i
100
Y
2
β
re
M
0
X
α
θi
1
β
ri
Mi
4
L=ri+re
L=ri+re
4i

图1

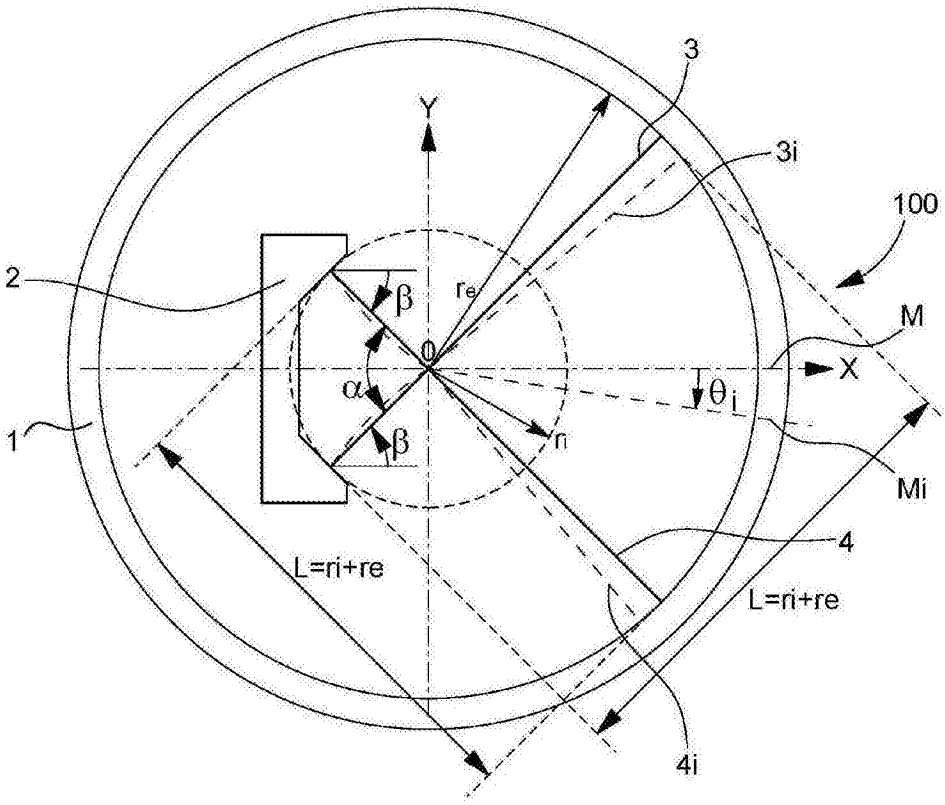

3
3i
100
Y
2
β
re
M
0
X
α
θi
1
β
ri
Mi
4
L=ri+re
L=ri+re
4i

图1A

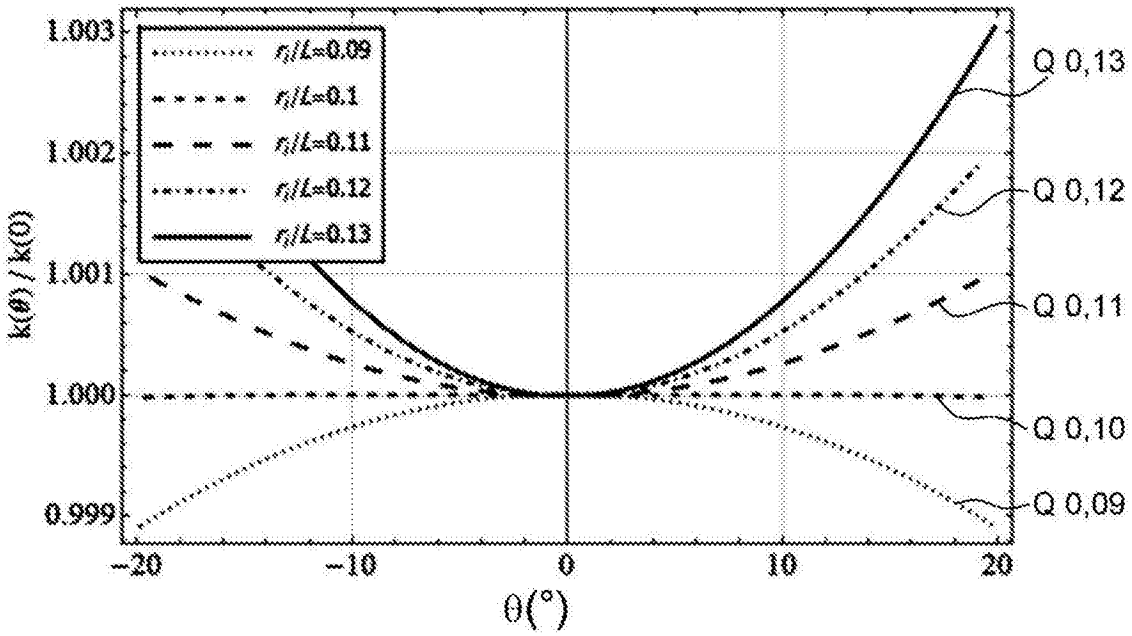

1.003
1.002
1.001
1.000
0.999
k(θ) / k(0)
−20
−10
0
10
20
θ(°)
r_j/L=0.09
r_j/L=0.1
r_j/L=0.11
r_j/L=0.12
r_j/L=0.13
Q 0,13
Q 0,12
Q 0,11
Q 0,10
Q 0,09

图2

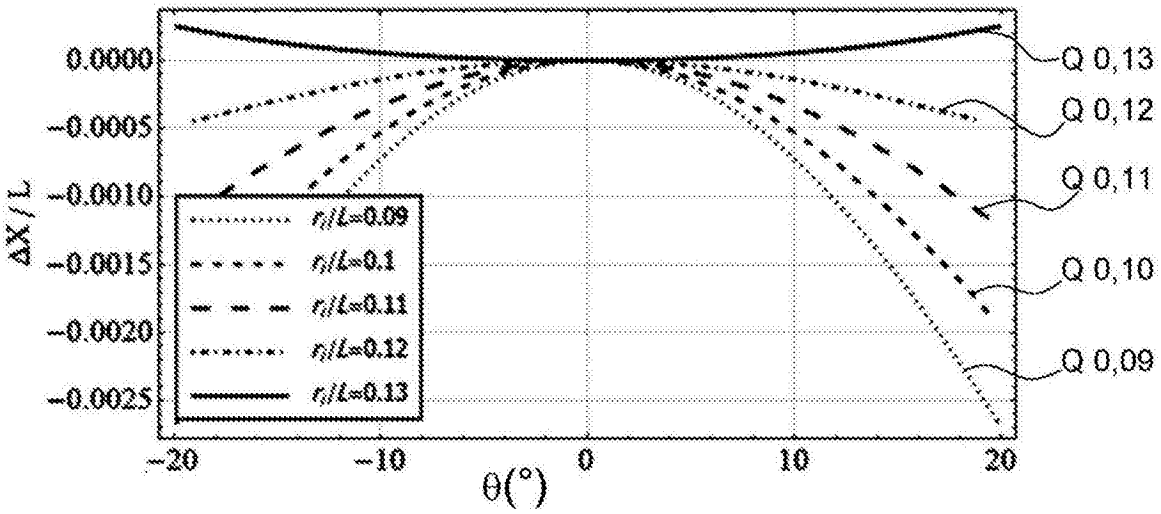

0.0000
−0.0005
−0.0010
−0.0015
−0.0020
−0.0025
ΔX / L
−20
−10
0
10
20
θ(°)
r_j/L=0.09
r_j/L=0.1
r_j/L=0.11
r_j/L=0.12
r_j/L=0.13
Q 0,13
Q 0,12
Q 0,11
Q 0,10
Q 0,09

图3

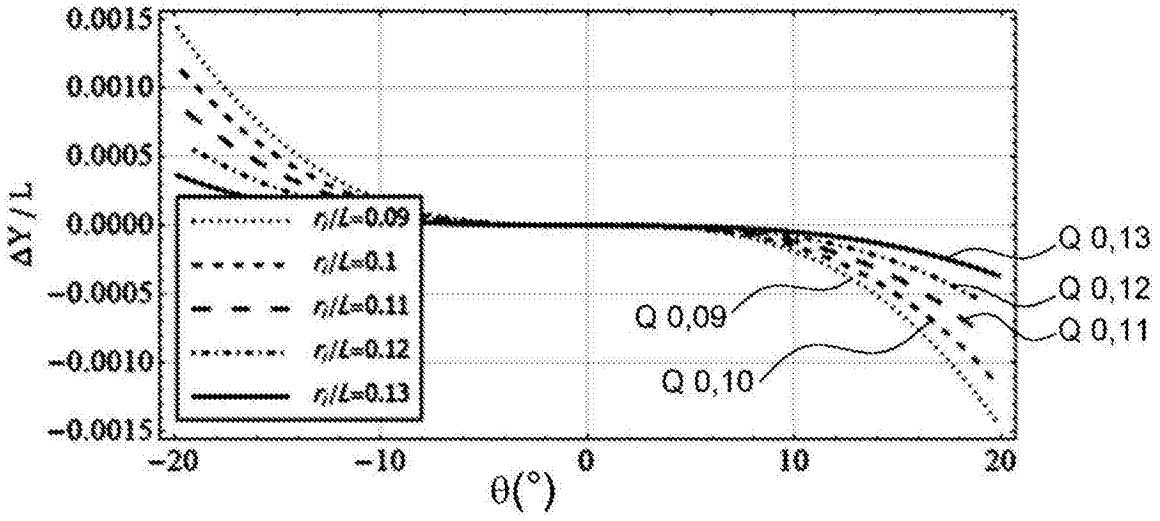

0.0015
0.0010
0.0005
0.0000
−0.0005
−0.0010
−0.0015
ΔY / L
−20
−10
0
10
20
θ(°)
r_i/L=0.09
r_i/L=0.1
r_i/L=0.11
r_i/L=0.12
r_i/L=0.13
Q 0,13
Q 0,12
Q 0,11
Q 0,10
Q 0,09

图4

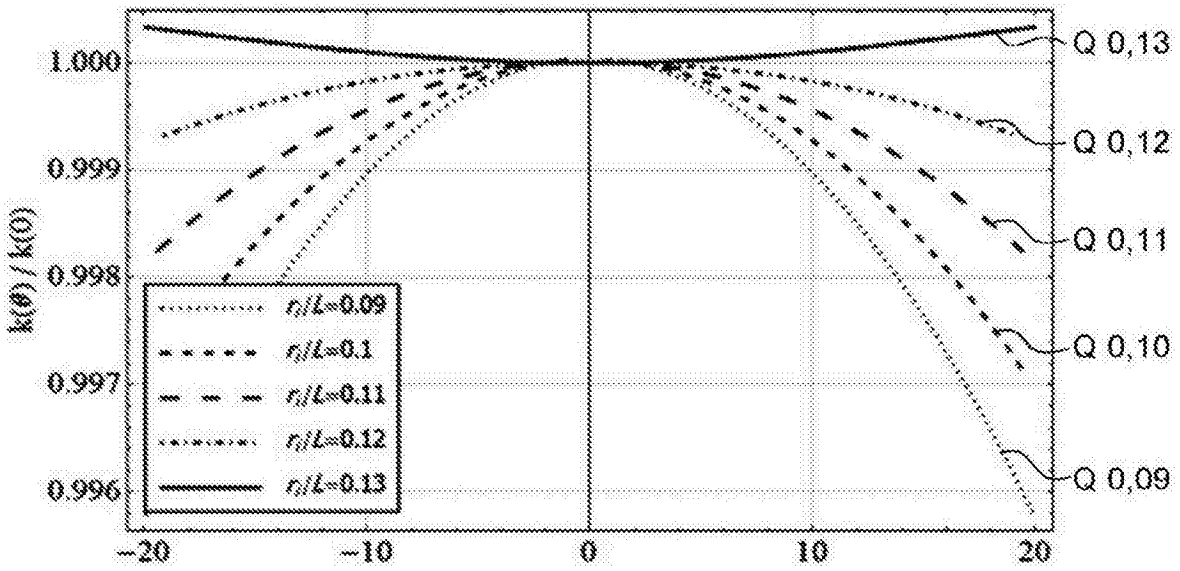

1.000
0.999
0.998
0.997
0.996
k(θ) / k(0)
−20
−10
0
10
20
r_i/L=0.09
r_i/L=0.1
r_i/L=0.11
r_i/L=0.12
r_i/L=0.13
Q 0,13
Q 0,12
Q 0,11
Q 0,10
Q 0,09

图5

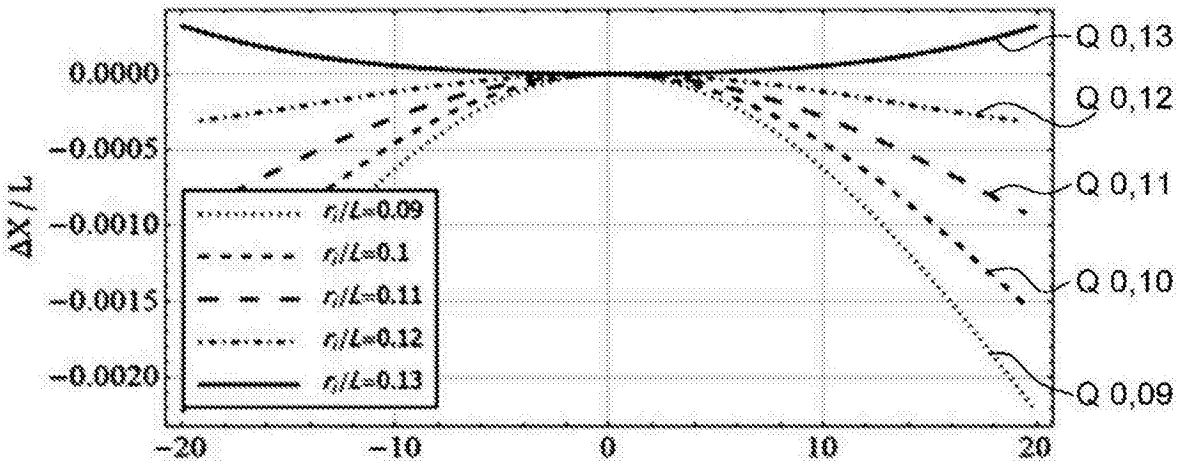

0.0000
−0.0005
−0.0010
−0.0015
−0.0020
ΔX/L
−20
−10
0
10
20
r_i/L=0.09
r_i/L=0.1
r_i/L=0.11
r_i/L=0.12
r_i/L=0.13
Q 0,13
Q 0,12
Q 0,11
Q 0,10
Q 0,09

图6

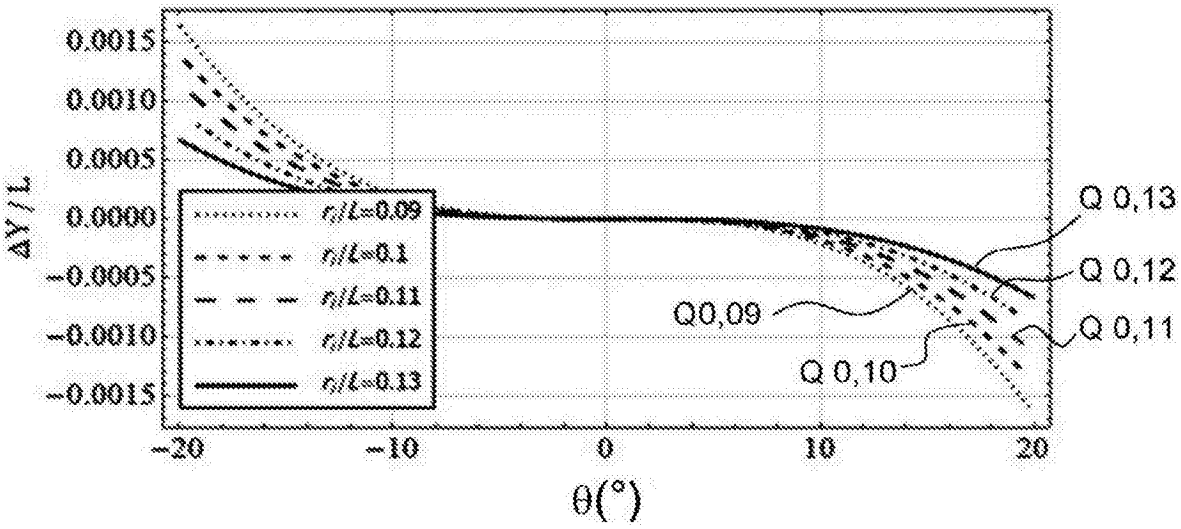

0.0015
0.0010
0.0005
0.0000
−0.0005
−0.0010
−0.0015
ΔY/L
−20
−10
0
10
20
θ(°)
r_i/L=0.09
r_i/L=0.1
r_i/L=0.11
r_i/L=0.12
r_i/L=0.13
Q 0,13
Q 0,12
Q0,09
Q 0,11
Q 0,10

图7

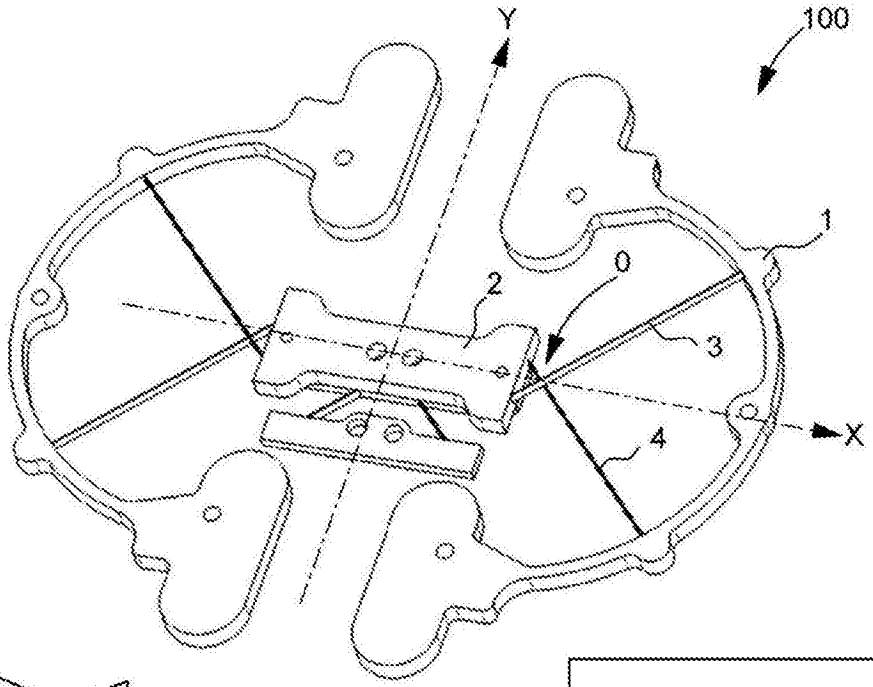


图 8

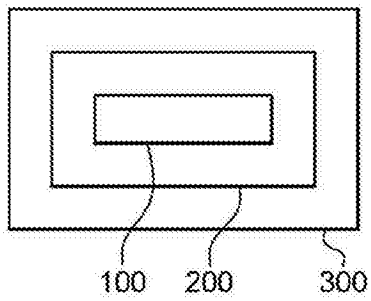


图 10

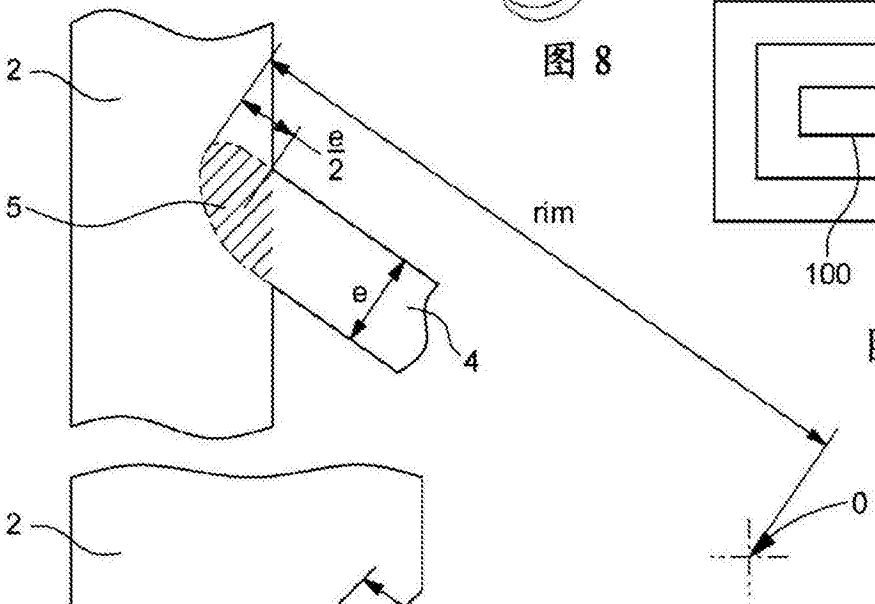


图 9

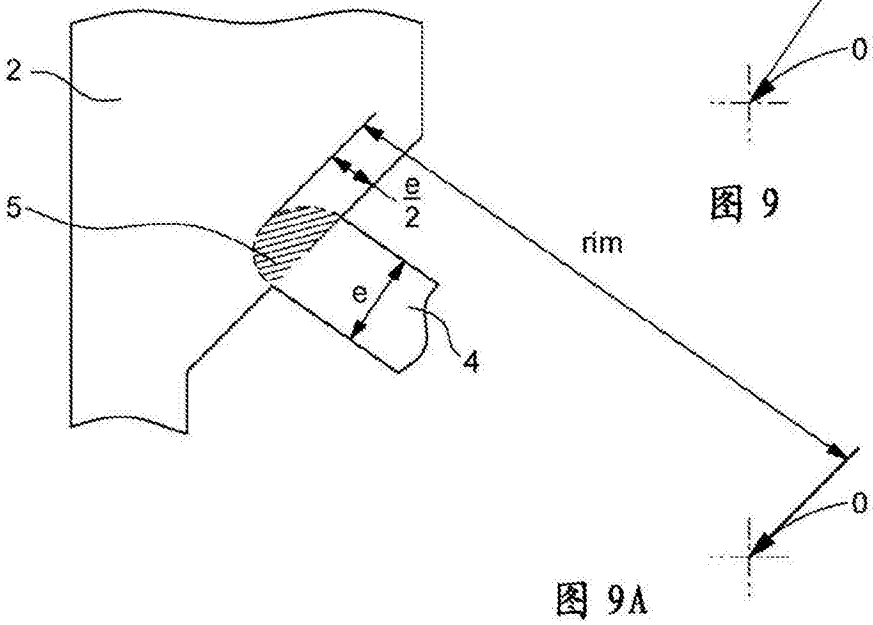


图 9A

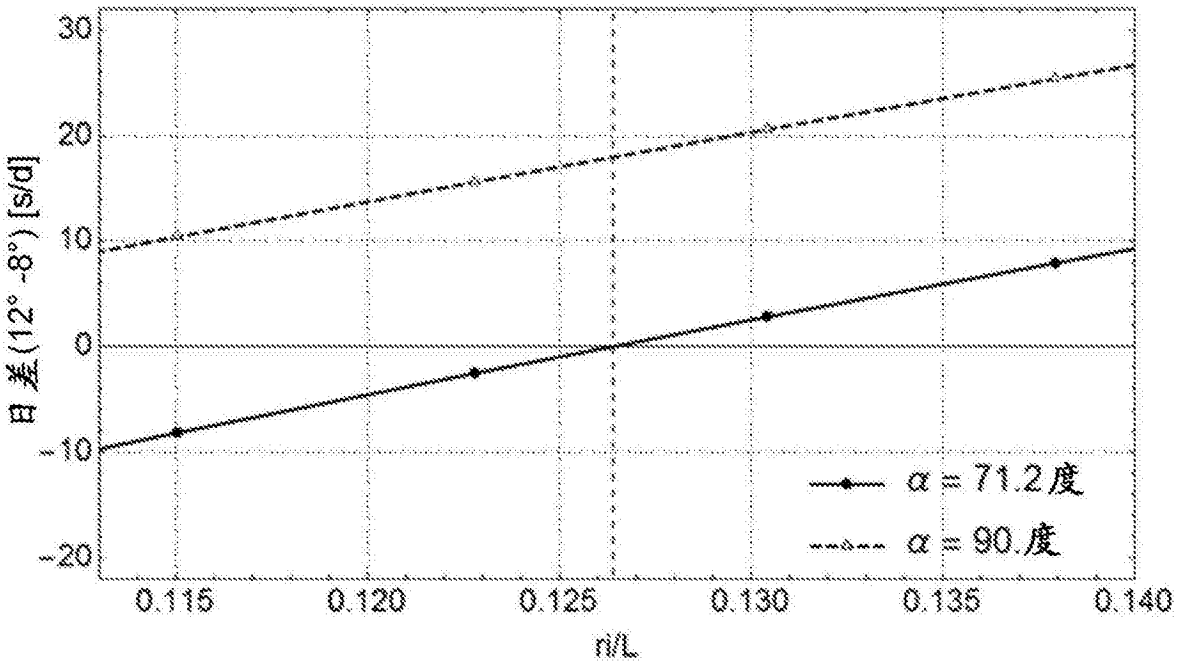

30
20
10
0
-10
-20
日差(12°-8°) [s/d]
0.115
0.120
0.125
0.130
0.135
0.140
n/L
α = 71.2度
α = 90.度

图11A

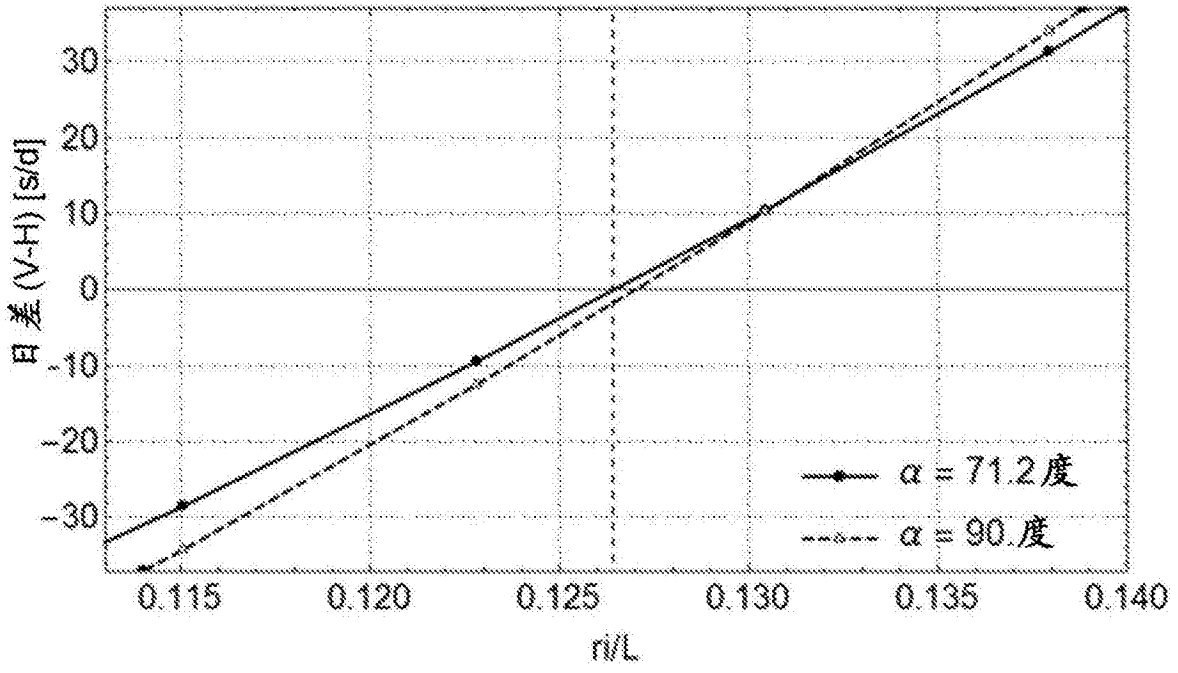

30
20
10
0
-10
-20
-30
日差(V-H) [s/d]
0.115
0.120
0.125
0.130
0.135
0.140
n/L
α = 71.2度
α = 90.度

图11B