〔19〕中华人民共和国专利局

[11] 审定号 CN 1004770B

〔12〕发明专利申请审定说明书

〔21〕申请号 85107551

[51] Int.Cl⁴

〔44〕审定公告日 1989年7月12日 G01V 1/18

〔22〕申请日 85.10.16

〔30〕优先权

〔32〕84.11.30 〔33〕US 〔31〕676,729

〔71〕申请人 杰奥苏斯公司 地址 美国得克萨斯州休斯墩

〔72〕发明人 A·L·哈格杜恩

F·A·维特林加

〔74〕专利代理机构 中国专利代理有限公司

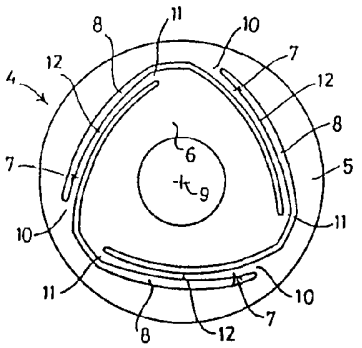
代理人 李晓舒 曹永来

说明书页数： 附图页数：

〔54〕发明名称 地震检波器弹簧

〔57〕摘要

一种用于地震检波器用以将线圈悬挂在磁场组件内的弹簧。弹簧用圆片制成，含有一外环、一内环和连接内外环的三条腿，这些腿是通过按一预定图形将圆片一些部分去掉而形成。每条腿(7)的内缘落在一个具有一个半径至少比从弹簧（4）的中心（9）到在腿跟内环（6）接合的点（11）上的腿(7)的内缘的距离大1.25倍的圆弧上。腿跟内外环连接点(10、11）间的直线距离大于从弹簧中心到外环(5)的外缘的距离。每条腿(7)最好两端(10、11)比其中间(12)大。



权　利　要　求　书

1.一种用于地震检波器的、由一个圆片制成的弹簧，这弹簧用以将线圈悬挂在一个磁场组件内，所述弹簧含有一个外环、一个内环和将内外环连接起来的多条腿，这些腿通过按一个预定图形将圆片的一些部分去掉而形成，每条腿的内缘与外缘基本上由圆弧段构成并且每条腿两端比当中宽，其特征在于每条腿(7) 的内缘落在一个具有一个半径至少比从弹簧(4) 的中心(9) 到在腿(7) 跟内环(6) 接合的点(11)上的腿(7) 的内缘的距离大1.25倍的圆弧上。

2.按权利要求1 的弹簧，其特征在于腿(7) 跟内环(6) 和外环(5) 连接的点(10 、11) 之间的直线距离大于从弹簧(4) 的中心(9) 到外环(5) 的外缘的距离。

地震检波器弹簧

本发明涉及地震检波器，具体涉及地震检波器的悬挂弹簧。

地震检波器是一种通过从一个刚性的固定的支承结构悬挂着一个惯性参考质量来检测运动的装置。典型结构是此质量是一种每端用一个弹簧悬挂着在一个磁场中的线圈。这些弹簧将线圈放置在这磁场内使它在这磁场内沿其轴线中心定位。这些弹簧同时形成一个具有一个预定谐振频率的悬挂系统。

地震发生时，地震波传到在或接近地球表面的地壳，部分地震波从地下岩层的界面反射或折射。地震检波器成排成组地布置在地面上，当反射波或折射波碰到一个地震检波器时，悬挂在两个弹簧之间的线圈在地震检波器的外壳连同与它相连的磁路随着地面运动时会保持静止不动。线圈穿过磁场的运动使一个电压产生在地震检波器的输出端。地震检波器排列的输出记录成一个能进行分析的格式。有经验的分析人员能够从分析中鉴别地下岩层的形状，有可能找出诸如油和气之类的矿藏。

现时的地震检波器广泛使用辐条状弹簧。这种弹簧通常用弹簧材料圆片制造并具有用多条腿连起来的一个内环和一个外环。这些腿是按一个预定的图形用腐蚀方法或冲压方法形成。通常采用三条腿，这种三腿布置通常被认为是最有利的。

地震检波器弹簧的腿通常具有矩形截面并在跟弹簧内外环的接合处之间沿其长度弯曲。弹簧在腐蚀后用公知技术预成型。预成型完成后，内环跟外环错开，使每个弹簧的内环、腿和外环在一个质量悬挂在两个这样的弹簧之间时处在同一平面上。

地震检波器是用来检测来自大致平行于线圈相对于地震检波器外壳的运动轴线的方向的运动，因此需要将由不平行于在地震检波器内悬挂着的线圈的运动轴线的力引起的线圈的任何侧向运动的影响消除掉或降到最小。

地震发生时，一个不是完全平行于地震检波器轴线的并且含有一个在寄生频率上或非常靠近寄生频率的频率成份的脉冲导致地震检波器在线圈里产生一个不合乎需要的或错误的电动势。由于品质因素Q 很高，这个运动将会在使它发生的力消退后仍然持续一些时间。这个谐振被认为是地震检波器的主要寄生振荡，由于它限制了地震检波器净带宽的上限，所以它是非常不希望有的。

由于一种给定型号的地震检波器的线圈的几何形状与质量在制造容差范围内是固定的，寄生振荡也是固定的。因此寄生振荡的频率可以通过改变悬挂弹簧的几何形状来提高或降低。这个特征已被用来提高这些错误的信号的频率使它落在地震检波器需用的频谱之外，通过提高弹簧的侧向刚度来实现。用这个方法，这些错误的信号就不会干扰有用的信号。提高弹簧的侧向刚度的普遍的方法是缩短弹簧腿。可惜在弹簧腿比较短时由于弹簧的非线性导致的信号失真增大了，并且弹簧寿命缩短了。

在美国专利3,602,490 中公开了一种用于地震检波器的弹簧，这弹簧由一个圆片制成，用来将线圈悬挂在一个磁场组件内，所述弹簧含有一个外环、一个内环和将内外环连接起来的多条腿，这些腿通过按一个预定图形将圆片的一些部分去掉而形成，每条腿的内缘与外缘基本上由圆弧段构成并且每条腿两端比当中宽。

希望有一种弹簧它的寄生振荡频率比现有技术的弹簧高出很多而同时保持住这弹簧的线性响应。

根据本发明的地震检波器弹簧的特征在于每条腿的内缘落在一个具有一个半径至少比从弹簧中心到腿跟内环接合的点上的腿的内缘的距离

大1.25倍的圆弧上。

本发明实现一个大为改善的弹簧的寄生振荡频率对固有频率的比值而不给弹簧响应的线性带来有害的影响。首先通过分析将作用在弹簧内的基本的非线性力分离出，然后设计特定的结构以抗衡该非线性力，同时提高弹簧的侧向刚度以取得一个高的弹簧的寄生振荡频率对固有频率的比值。

为了抗衡非线性力，每条腿的宽度做成两端大中间窄，这个拔梢降低由腿产生的非线性力导致的信号失真。这拔梢也降低了可能出现在每条腿跟内外环接合处的破坏性应力。把腿做得尽可能长也减低非线性力。

为了改善侧向刚度，在应用本发明的特定地震检波器的结构容许的范围内，每条腿的弯曲度要尽可能地小尽可能地直。因此在每条腿上，形成一条腿的内边的圆弧半径至少比从弹簧的中心到在腿跟内环接合的点上的腿的内边的距离大1.25倍。而且腿跟内外环的连接点之间的直线距离大于从弹簧的中心到外环的外缘的距离。

本发明的地震检波器弹簧，跟以前所用的弹簧相比，具有将弹簧侧向刚度提高到使产生的寄生振荡频率至少高出弹簧固有频率40倍的优点。这就实现了可用洁净带宽在高频端提高而不牺牲弹簧的线性。

本发明将结合附图阐明。

图1 是一个现有技术的地震检波器弹簧的平面图；

图2a与2b是一个弹簧的一部分的示意平面图；

图3 是一条示出一个弹簧内的基本的线性复原力的曲线；

图4 是一条示出一个弹簧内的基本的非线性复原力的曲线；

图5 是一条示出线性与非线性复原力组合的曲线；

图6 是本发明的地震检波器弹簧的平面图；

图7 是图6 的地震检波器弹簧预成型后的透视图。

参看图1,示出一个典型的现有技术弹簧，具有一个外环1 与一个内

环2,用三条腿3 连起来。可以看到现有技术的弹簧的腿弯曲度过大。如果侧面弯曲的可能性是大的话，很容易看出一根弧形的梁比一根基本上是直的梁容易弯曲得多。因此一根弧形的梁增加了侧向柔性并降低了不希望有的寄生振荡频率。

地震检波器弹簧可用诸如铍铜合金这类的弹簧材料、用任何合适的加工方法制造，例如用冲压方法冲出弹簧的形状、通过用一种合适材料的薄片在腿与环之间腐蚀出槽来、等等方法加工出来。弹簧然后进行预成型，使腿永久定型从内环向上弯、从外环向下弯。即外环位移到内环平面的上面。

当一个地震检波器弹簧被装到地震检波器上时，弹簧悬挂着的质量将外环向下推回到内环的平面上。当外环被朝下推时，内外环相互间一定会有一个微小的转动以让外环向下位移。这转动改变了内外环与每条腿之间的角度关系。

质量的下向力主要受弹簧内两个复原力影响。复原力A 是一个腿抗御外环下降的力。如图3 所示，复原力A 在用O 表示的弹簧放平位置上下的一段一定距离内相对于外环的下向位移D 是线性的。

图2a示意地示出在预成型状态下的一个弹簧的外环、腿与内环的、从上面看的、在一个质量施加下向压力到外环上以前的相对平面关系。

图2b示出一个质量施加一个下向力到外环上所发生的变化。质量未悬挂上以前的角度 α小于质量悬挂上以后的角度 α' 。与之相反，悬挂前的角度 β大于悬挂后的角度 β' 。

复原力B 是一个腿发出以将内外环的角度关系回复到在质量导致外环发生一个下向位移D 以前存在着的角度关系的力。复原力B 相对于外环的下向位移D 是非线性的。图4 示出该非线性的复原力B 。

图5 示出复原力A 与B 的合力C 。这个由力A 与B 组合的合力C 在弹簧的放平位置O 上下的一段短距离X 内基本上是线性的。力B 的强度、

或幅度确定X 段的长短因而确定合力C 的线性。X 段越长，地震检波器能够传感的地表面运动的幅度就越大，因而该地震检波器的动态范围也就增大了。

根据本发明，为了限制侧向弯曲，在地震检波器结构容许的范围内把腿设计成基本上是直的，或者必要带弧形的话也尽可能直一些。

图6 示出最佳弹簧结构的平面图。弹簧4 包括有一个由三条腿7 连接到一个内环6 的外环5 。弹簧4 的这些部分是用适当的方法、例如用腐蚀法将标有8 的区域从圆片上除去而形成。腿7 每条朝着弹簧4 的中心9 弯曲，从在外环5 上的一个接合点10伸展到在内环上的一个接合点11。三条腿基本上等长并基本上等距设置。

为了降低力B 的作用，每条腿7 的宽度从每个接合点10、11向中点12逐渐缩小一点，使中间12比接合处10、11窄些。由于存在着拔梢，腿7 能侧向弯曲。腿7 的横向弯曲吸收了部分的复原力B ，从而降低了地震检波器输出信号的非线性。

参看图6 ，弹簧被设计成使每条腿7 的内缘在弹簧预成型前、即弹簧是平的时候，落在一个半径至少比从弹簧中心9 到在接合点11处的腿的内缘的距离大1.25倍的圆弧上。

非线性复原力B 还用另外的方法来降低。参看图7 所示的预成型弹簧，在同等的预变形量的情况下，长一些的腿跟环的平面形成的夹角要小些。环与腿的夹角越小，力B 就小一些。因此，制造弹簧的圆片的尺寸给定以后，就要将腿做到尽可能地长以降低力B 。腿7 跟内环6 和外环5 连接的点10、11之间的直线距离大于从弹簧4 的中心9 到外环5 的外缘的距离。

本发明的上面的描述针对一个特定最佳实施例作为示范进行说明。但是内行人很清楚，在本发明的精神与范围之内可对此特定装置进行很多改进与修改。

申请号 85 1 07551
Int.Cl.⁴ G01V 1/18
审定公告日 1989年7月12日

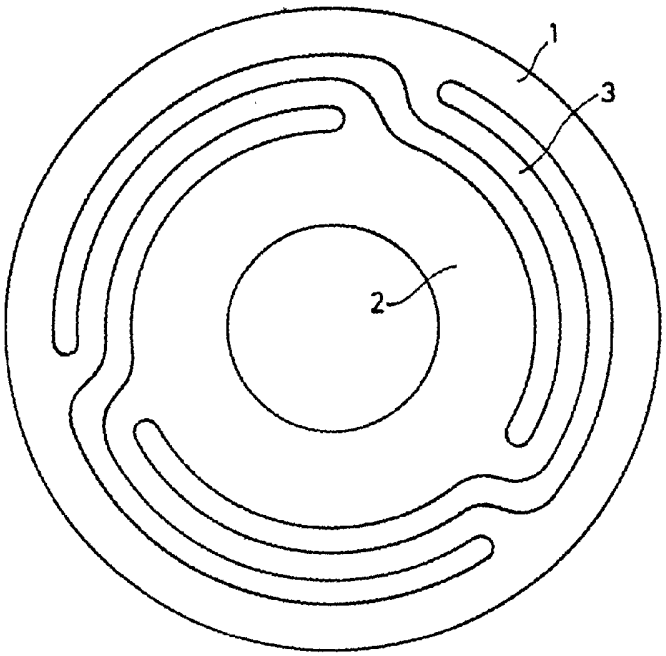


图 2.

申请号 85 1 07551
Int.Cl.⁴ G01V 1/18
审定公告日 1989年7月12日

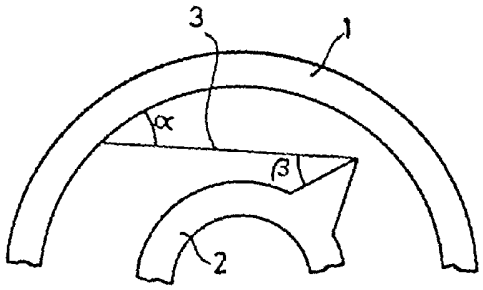


图 2a.

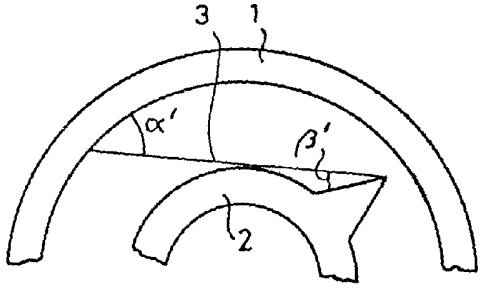


图 2b.

申请号 85 1 07551
Int.Cl.⁴ G01V 1/18
审定公告日 1989年7月12日

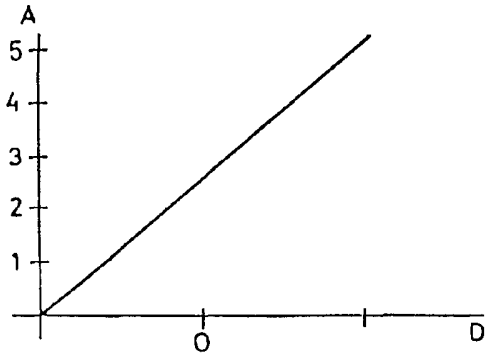


图 3.

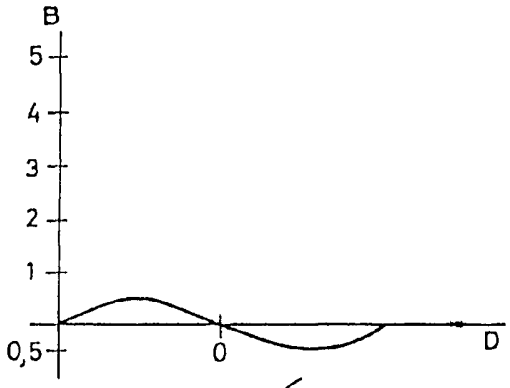


图 4.

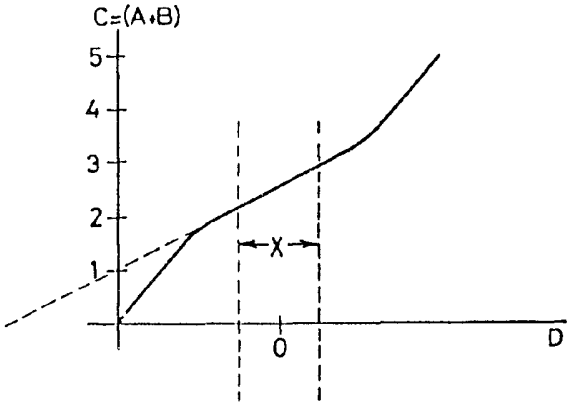


图 5.

申请号 86 1 07551
Int.Cl⁴ G01V 1/18
审定公告日 1989年7月12日

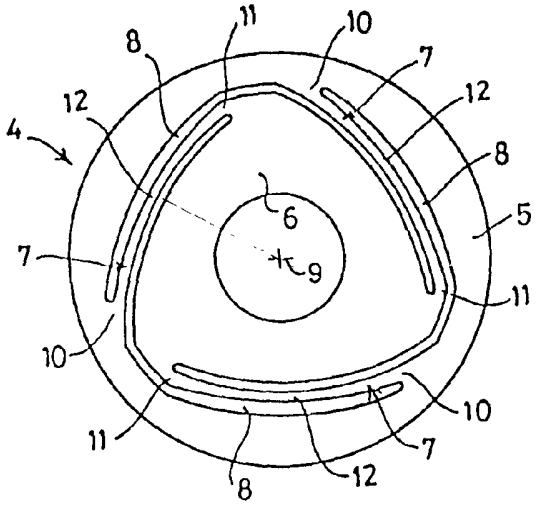


图 5.

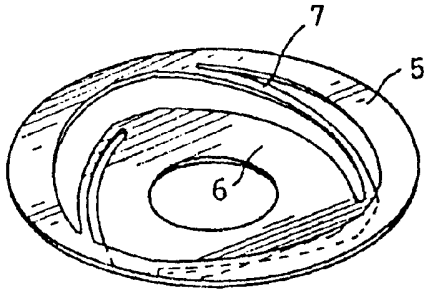


图 7.