



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103827990 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201280041530. X

G01R 15/18(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 03. 28

(30) 优先权数据

PCT/EP2011/003554 2011. 07. 16 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/001362 2012. 03. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/010599 EN 2013. 01. 24

(71) 申请人 ABB 技术股份公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 A·霍佐尔 R·迪塞尔恩克特

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 秦振

(51) Int. Cl.

H01F 5/02(2006. 01)

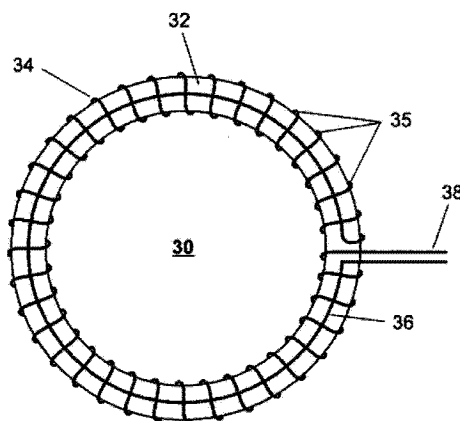
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

电学装置

(57) 摘要

本发明涉及用于测量交流电流或电流脉冲的电学装置(30, 40), 其包括至少一个线圈(34, 42), 所述线圈由缠绕在非磁性载体(10, 20, 26, 32, 50)周围的电导线构成, 而所述非磁性载体(10, 20, 26, 32, 50)是由玻璃制成的。



1. 用于测量交流电流或电流脉冲的电学装置(30,40),其包括由缠绕在非磁性载体(10,20,26,32,50)周围的电导线构成的至少一个线圈(34,42),其特征在于,所述非磁性载体(10,20,26,32,50)是由玻璃制成的。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,由缠绕在非磁性载体(10,14,20,26,32)周围的电导线构成的至少一个线圈(34)形成为类似于环形的环或者近似于卵形或椭圆形的环。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,设有至少两个线圈的组件,其中这些线圈(42,44,46,48)以串联形式电连接,其中每个线圈(42,44,46,48)缠绕在非磁性载体(50,52,54,56)上,其中这些线圈(42,44,46,48)对称布置从而形成封闭的或者几乎封闭的环。

4. 根据前述权利要求1-3之一所述的装置,其特征在于,所述非磁性载体(10,20,26,32,50)是由玻璃制成的,其具有低的玻璃转变温度。

5. 根据前述权利要求1-4之一所述的装置,其特征在于,用于非磁性载体(10,20,26,32,50)的玻璃材料的玻璃转变温度在200℃和700℃之间。

6. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,所述非磁性载体(10,20,26,32,50)是由混合其他成分的二氧化硅制成的。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中所述非磁性载体(10,20,26,32,50)是由钠钙玻璃或硼硅酸盐玻璃制成的。

8. 根据前述权利要求之一所述的装置,其中所述非磁性载体(10,20,26,32,50)利用玻璃模制或玻璃压制工艺制造的。

9. 根据前述权利要求1至7之一所述的装置,其特征在于,所述非磁性载体(10,20,26,32,50)是利用精确玻璃模制工艺制造的或者是由精确模制玻璃制造的。

10. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,返回导线(36,60)从线圈(34)或线圈组件(40)的一端引到线圈(34)或线圈组件(40)的另一端,使得两个电导线端子在线圈(34)或线圈组件(40)的相同端上。

11. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,在非磁性载体(20,26,32)中设置有凹槽(22,28),使得返回导线(36)能够位于所述凹槽(22,28)中。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述凹槽(22,28)通过线圈(34)的中心或者靠近线圈的中心或中心轴线。

13. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,所述非磁性载体(10,20,26,32,50)用聚合物层覆盖。

14. 根据前述权利要求之一所述的装置,其特征在于,电线圈(34)或线圈组件(40)部分地或者完全地被封装在电屏蔽件中,该电屏蔽件包括一个或多个导体或半导体材料部件。

15. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述电屏蔽件包括金属、添加有导电填充物的塑料或者用一个或多个金属层覆盖的塑料,或由金属、添加有导电填充物的塑料或者用一个或多个金属层覆盖的塑料构成。

16. 电流传感器,其包括根据前述权利要求中任一项所述的电学装置(30,40),以用于电力传输和分配或电能计量。

电学装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测量交流电流或电流脉冲的电学装置,其由优选地缠绕在非磁性载体周围的线圈构成,所述非磁性载体优选地具有恒定的横截面积并且构成封闭的或者几乎封闭的环。这种装置通常称作罗哥夫斯基线圈(Rogowski Coil),其广泛地用于测量交流电流(AC)或电流脉冲的装置。这种线圈相对于其他类型的电流传感器具有许多优点,不过也存在一些缺点。

背景技术

[0002] 罗哥夫斯基线圈一般是通过将电导线施加在非磁性和非导电载体上构成的,所述载体通常是基于塑料的结构并且构成封闭的或者几乎封闭的环,使得形成一种环形线圈,其中电导线以螺旋状布置在环形载体上以形成环形线圈。来自于线圈一端的引线可以通过线圈的中心或者靠近线圈的中心返回到另一端,使得两个终端处在线圈的同一段并且环线线圈本身不构成封闭的环,类似于图7中那样。在一些应用中可以不需要返回导线。

[0003] 罗哥夫斯基线圈属于空心线圈的种类,因为线圈的载体是非磁性的,即其磁化率远小于1。该载体可以是刚性的或者柔性的,其形状可以是环形的或者类似于椭圆环,但是其他形状也是可行的。此外,罗哥夫斯基线圈可以由单个线圈构成,正如图7中示例性示出的,或者可以由多个线圈的装置构成,正如在图8中示例性示出的——在这种情况下这些线圈的形状可以是直的或者是弯曲的。

[0004] 当围绕承载电流的主导体布置时,根据安培定律,罗哥夫斯基线圈产生与电流导数成比例的电压。该电压还与每单位长度的匝数和匝的面积成比例。一匝的面积等于由单个完整匝围起的面积并且大致等于线圈载体的横截面积。

[0005] 因为在罗哥夫斯基线圈中引起的电压与主导体中电流的变化速率成比例,所以线圈的输出端一般连接到信号被积分并最终被进一步处理的电子装置,以提供与流过主导体的电流成比例的精确信号。

[0006] 罗哥夫斯基线圈相比于其他类型的电流测量装置具有许多优点,最显著的优点是由于其不易于有饱和效应的非磁性芯而导致的极好的线性。因此,罗哥夫斯基线圈甚至在承受大电流时也是高度线性的,比如那些用在电力输送、焊接或脉冲功率应用场合中的线圈。此外,因为罗哥夫斯基线圈具有非磁性芯,所以其具有非常低的感应系数并且可以响应于慢速和快速变化的电流,从而具有特别宽的操作频率范围。合适形成的罗哥夫斯基线圈具有均匀间隔并且具有相等或几乎相等面积的缠绕线匝以便于显著避免电磁干扰。非磁性材料在这里表示磁化率的大小或值低于1的任何材料。

[0007] 尽管使用之前提到的罗哥夫斯基线圈具有许多优点,但是罗哥夫斯基线圈的精度和可靠性强烈取决于线圈缠绕和线匝面积的精度和均匀性。

[0008] 缠绕质量又取决于缠绕方法和所使用的线圈载体,而线匝的面积主要取决于线圈载体。罗哥夫斯基线圈的载体一般是使用各种基于塑料的材料(热固性的或者热塑性的)制造的。塑料材料可以包含诸如玻璃纤维之类的纤维或者硅土颗粒以改进它们的机械和尺寸

特性。

[0009] 然而,对于这些基于塑料的材料,将热膨胀系数减小到 25ppm/K 以下是非常困难的,另外线圈载体承受由模压收缩率和吸水造成的变形。基于塑料的线圈载体的初始公差不能不保持在窄区间内,并且很难接近 $\pm 0.05\text{mm}$ 。这种中等公差对缠绕过程具有负面影响并且可能影响缠绕线匝的精度和均匀性。

[0010] 塑料材料的偏差和变形通常是不均匀的,这是由于在模制过程中由聚合物分子的优先取向和 / 或玻璃纤维填充物引起的各向异性特性造成的。非均匀的变形和非均匀的缠绕线匝减小了罗哥夫斯基线圈抵抗电磁干扰以及避免寄生信号拾取的能力,导致退化的精度和减小的可靠性。

[0011] 由载体公差造成的初始误差和由载体的热膨胀造成的偏差对于高精度应用场合通常过高并且必须校正——例如通过调节罗哥夫斯基线圈信号的设备来进行,然而仅可以部分校正由均匀变形造成的误差。不能减小由非均匀变形和非均匀缠绕造成的误差。甚至在具有技术先进的校正装置的复杂系统中,在宽的温度范围内确保良好的精度也是非常困难的。

发明内容

[0012] 因此,要求保护的发明的目的是提供一种具有载体的电学装置,特别是罗哥夫斯基线圈,其中前面提到的问题被克服,同时生产容易并顺利。

[0013] 该目的是通过根据权利要求 1 的特征的用于测量交流电流或电流脉冲的电学装置达到的。在另外的权利要求和描述中披露了另外的改进和有利的实施方式。

[0014] 根据本发明的电学装置包括至少一个由缠绕在非磁性载体周围的电导体构成的线圈,其中所述非磁性载体是由玻璃制成的。

[0015] 在本发明的一个有利的实施方式中,电学装置特别是罗哥夫斯基线圈的载体是通过诸如玻璃模制或压制之类的工艺由玻璃制成的。此外,玻璃材料可以主要由混合有其他成分(比如 Na_2O 、 CaO 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 等等)的二氧化硅构成的。

[0016] 根据所使用的处理方法,玻璃材料在超出至少玻璃转变温度(T_g)的温度下被加热之后形成。具有较低 T_g 的玻璃材料因此可以在较低的温度下处理。

[0017] 玻璃不会经受模压收缩并且可以获得非常好的公差和表面质量。此外,由于高含量的二氧化硅,玻璃在非常宽的温度范围内表现出极好的物理和化学稳定性。其特性在于非常低的热偏差、极好的抗老化能力、没有吸水性和良好的抗溶解性。所述材料由于其无定形结构优选地是各向同性的,导致其物理特性具有极好的均匀性。在市场上可以买到许多种具有不同物理特性的玻璃,比如不同的玻璃转变温度和热膨胀系数。

[0018] 最常见的、最广泛的和最低成本的玻璃是钠钙玻璃(soda-lime glass),其具有大约 570°C 的玻璃转变温度和大约 9ppm/K 的热膨胀系数。可以利用可以有利地使用的其他玻璃种类获得显著较低的热膨胀系数,比如硼硅酸盐玻璃,其易于获得 3ppm/K 左右的热膨胀系数和 525°C 左右的玻璃转变温度。

[0019] 在又一个实施方式中,为了增强线圈载体的容易的和有益的生产,使用优选地具有低玻璃转变温度例如在 200°C 和 700°C 之间的玻璃材料,因为它们的处理参数导致模具寿命的显著增加和处理时间的显著减少。这种玻璃材料的热膨胀系数根据材料的特定组成

一般在 2ppm/K 和 15ppm/K 之间。

[0020] 因此由玻璃制成的线圈载体呈现出比现存和生产的基于塑料的对应件显著更低的公差、更好的均匀性、更宽的温度范围和更好的稳定性。确保了极好的机械和化学稳定性,包括热偏差、没有长期的变形、没有吸水性以及抵抗溶解性。此外,玻璃材料是广泛使用的并且相比于基于塑料的对应件易于以有竞争力的成本进行处理。

[0021] 玻璃载体的低公差和均匀的结构使其可以获得非常均匀的线圈缠绕,这对于达到高精度和对电磁干扰的高抗扰度是必要的。

[0022] 在玻璃载体上构造的根据本发明的电学装置(比如罗哥夫斯基线圈)相对于基于塑料材料的现有线圈具有许多益处。最重要的益处是:

[0023] - 极好的精度,

[0024] - 极好的长期稳定性,

[0025] - 极好的抵抗电磁干扰的抗扰度,

[0026] - 宽的操作温度范围。

[0027] - 不需要对热偏差进行补偿,以及

[0028] - 相比于基于塑料的载体具有大约相同的生产工作。

[0029] 根据一个优选的实施方式,电学装置尤其是罗哥夫斯基线圈的玻璃载体可以通过传统的模制或压制技术形成,其具有低至 $\pm 0.02\text{mm}$ 的窄公差并且具有良好的表面抛光度,比一般利用基于塑料的材料获得的载体更好。

[0030] 甚至更好的公差和表面抛光度可以通过利用精确玻璃模制工艺来实现,这是目前开发的用于制造高精度但低成本光学元件的工艺。

[0031] 使用精确玻璃模制可以获得 $\pm 0.005\text{mm}$ 量级的极好公差和 5nm 量级的表面粗糙度,比利用任何基于塑料的材料好的多。

[0032] 已经开发了用于精确模制的具有低玻璃转变温度的玻璃,其具有用于在模制温度范围内减小玻璃失透的趋势和减小与模具材料的反应的组分。这些玻璃可以从各个厂商进行宽范围的选择并且许多还适合于制造用于电学装置尤其是罗哥夫斯基线圈的线圈载体。

[0033] 用于制造线圈载体的精确模制工艺的典型示例是来自于 SCHOTT AG 的 P-SK57Q1 型,其具有 439°C 的转变温度和 8.9ppm/K 的热膨胀系数,或者是来自于 Ohara 公司的 L-PHL1 型,其具有 347°C 的转变温度和 10.5ppm/K 的热膨胀系数。

[0034] 在又一个实施方式中,电学装置尤其是罗哥夫斯基线圈的玻璃载体可以具有类似于环形或环状的封闭路径形状。路径的各种形状是可行的,比如圆形、卵形、椭圆形、矩形或者具有圆端和 / 或圆边的矩形。

[0035] 载体的横截面可以是类似于图 1 中的卵形、类似于图 2 中的圆形或者任何其他合适的形状,比如椭圆形或者具有圆端和 / 或圆角的矩形。玻璃载体可以具有用于返回导线的凹槽,其目的在于使电学装置和 / 或罗哥夫斯基线圈对于垂直于载体路径的磁场不敏感。如果所述凹槽的深度使得返回导线通过线圈的中心,那横向敏感性将为空或零。然而,所述凹槽的深度可以更小,以方便载体的制造工艺和 / 或芯的缠绕。在图 5 中示出了设有用于返回导线的凹槽的环形载体的示例,其中所述凹槽被施加到所述载体,使得获得两个对称的瓣部。然而,凹槽的其他实施方式是可行的并且可以从不同的方向施加所述凹槽,所述凹槽可以具有不同的轮廓或者可以具有各种深度。在图 6 中示出了这种示例。

[0036] 玻璃载体的路径还可以是开放式的,例如具有一个或多个间隙,和/或罗哥夫斯基线圈和/或电学装置可以由多个线圈构成,线圈的数量和它们的布置可以变化。

[0037] 此外,所述电学装置尤其是罗哥夫斯基线圈可以具有单层缠绕或者用于增加敏感性的多层。多层的话一般具有交替的缠绕方向,以使所述电学装置对于垂直于载体路径的磁场不敏感。

[0038] 此外,所述玻璃载体可以用薄的聚合物层覆盖,以控制线圈电导线与载体之间的摩擦和/或改进电导线与载体的附着性。

[0039] 可以部分地或者完全地将本发明中描述的电学装置尤其是罗哥夫斯基线圈封装在电屏蔽件中,以防止其被电学干扰。所述电屏蔽件可以由一个或多个导体或半导体材料制成,其可以是坚固的或者柔性的,其中所使用的材料的典型示例是基于金属或添加有导体填充物的塑料或者用一个或多个金属层覆盖的塑料的材料。

[0040] 电学装置和/或罗哥夫斯基线圈可以用于宽范围的电流以及类似于电力传送和分配、电能计量、AC电机控制或使用仪器之类的各种应用场合。虽然本发明源于用在电力传输和分配中的电流传感器的领域,但是其应用领域可以更宽。

[0041] 此外,披露了并要求保护包括根据本发明的电学装置的电流传感器,其将用在电力传输和分配,尤其是用在电力传输和分配站或开关设备中或者用在电能计量中,因此其明确地包括在本申请的权利要求中,从而包括在本发明的范围和内容内。

[0042] 本发明的这些以及另外的实施方式是从属权利要求的主题。

附图说明

[0043] 通过附图中示出的示例性实施方式,将更详细地解释和阐述本发明本身、本发明的优选实施方式和改进以及本发明的具体优点。其中:

[0044] 图1是具有环形形状的玻璃线圈载体,其具有卵形横截面;

[0045] 图2是具有环形形状的玻璃线圈载体,其具有圆形横截面;

[0046] 图3是具有类似于椭圆环形状的玻璃线圈载体,其中线圈的横截面可以具有任何合适的形状;

[0047] 图4是具有类矩形环形状的玻璃线圈载体,但是矩形形状具有圆角,其中线圈的横截面可以具有任何合适的形状;

[0048] 图5是具有环形形状的玻璃线圈载体,其具有用于返回导线的凹槽,该凹槽施加在载体的正中平面中;

[0049] 图6是具有环形形状的玻璃线圈载体,其具有用于返回导线的凹槽;

[0050] 图7是根据本发明的电学装置,其包括玻璃载体、环形线圈和返回导线,其用作罗哥夫斯基线圈;

[0051] 图8是根据本发明的电学装置,其包括由四个线圈构成的组件,这四个线圈具有直的玻璃载体,其中这些线圈均匀并对称地布置,且该组件用作罗哥夫斯基线圈。

具体实施方式

[0052] 下面更详细地描述在附图中显示的本发明的这些示例性实施方式。

[0053] 图1表示根据本发明的玻璃载体10的第一实施方式,其尤其用在罗哥夫斯基线圈

中,具有环形的形状,且具有大致是卵形或椭圆形形状的横截面 12。该卵形或椭圆形横截面 12 在一些情况下是有利的,因为其可以实现细长的形状同时确保线圈电导线与玻璃载体之间的良好接触。

[0054] 在图 2 中,示出了尤其是要用在罗哥夫斯基线圈中的玻璃载体 14 的第二实施方式,其具有环形的形状并且具有圆形形状的横截面 16。

[0055] 图 3 示出了尤其是要用在罗哥夫斯基线圈中的根据本发明的玻璃载体 18 的第三实施方式,其具有类似于椭圆环的形状。载体 18 的椭圆或卵形环形状对于选定的测量应用场合是有利的。载体 18 的横截面在该图中是不可见的,其可以具有任何合适的形状,例如圆形或卵形。

[0056] 图 4 表示尤其是要用在罗哥夫斯基线圈中的玻璃载体 19 的第四实施方式,其具有大致是矩形环的形状,矩形环具有圆角,其中载体的横截面可以具有任何合适的形状,例如圆形或卵形。

[0057] 在图 5 中,示出了罗哥夫斯基线圈的玻璃载体 20 具有环形形状,其中玻璃载体 20 设有用于返回导线的凹槽 22。在该具体示例中,所述凹槽通过载体的正中平面施加,使得在横截面区域中获得两个对称的瓣部。玻璃载体的横截面 24 具有类似于卵形的形状,其具有由所述凹槽 22 导致的中空区域,中空区域的最深部大致在卵形的中心。

[0058] 图 6 示出了玻璃载体 26 的不同的实施方式,其具有垂直于载体的正中平面施加的凹槽 28。凹槽 28 的深度可以采用几乎为零和高至大约载体的正中平面之间的任何值。

[0059] 在图 7 中,示出了根据本发明的电学装置 30,尤其是罗哥夫斯基线圈,其具有环形玻璃载体 32,该玻璃载体 32 设有以螺旋方式缠绕/布置在环形玻璃载体 32 周围的电导线和/或电导线环形线圈 34。所述线圈 34 由多个缠绕匝 35 形成,这些匝缠绕在玻璃载体 32 周围并且设有返回导线 36,返回导线放置在玻璃载体 32 的凹槽中,该凹槽在该图中不可见。玻璃载体 32 的凹槽可以如图 5 或图 6 中示出的那样实施,但是其他实施方式也是可行的。该电学装置 30 设有用于电连接的电端子 38。

[0060] 图 8 示出了使用导体 58 以串联形式电连接的至少四个相同的线圈 42,44,46,48 的组件 40,其中这些线圈缠绕在直的玻璃载体 50,52,54,56 上,其中它们均匀并对称地布置在例如正方形的每一侧上,线圈组件 40 用作罗哥夫斯基线圈。载体 50,52,54,56 的横截面可以具有任何合适的形状,例如圆形或卵形。线圈组件 40 还设有返回导线 60,并且具有用于电连接的电端子 62。

[0061] 因此,图 7 和图 8 每个表示根据本发明的实际的电学装置 30,40,尤其用作罗哥夫斯基线圈,其中该电学装置包括由缠绕在玻璃载体周围的电导线构成的至少一个线圈 34,42,44,并且设有返回导线 36,60。返回导线 36,60 使电学装置 30,40 对于垂直于电学装置 30,40 的路径的磁场不敏感,然而,在任何应用中都可以不需要返回导线。

[0062] 此外,正如上面已经提到的,线圈的尺寸取决于作为玻璃载体提供的相应的载体,因为已经发现玻璃载体具有极好的尺寸和物理稳定性,即这些载体不受比如温度膨胀、吸水或老化等影响而保持它们的尺寸。

[0063] 因此本发明的主题涉及用于制造电学装置(比如线圈,尤其是罗哥夫斯基线圈)的载体的材料及其特性。

[0064] 本发明还包括优选实施方式以及各特征和改进的任何结合,只要它们彼此不排斥

的话。

- [0065] 附图标记列表
- [0066] 10 玻璃载体的第一实施方式
- [0067] 12 卵形横截面
- [0068] 14 玻璃载体的第二实施方式
- [0069] 16 圆形横截面
- [0070] 18 玻璃载体的第三实施方式
- [0071] 19 玻璃载体的第四实施方式
- [0072] 20 玻璃载体的第五实施方式
- [0073] 22 用于返回导线的凹槽
- [0074] 24 具有由所述凹槽导致的中空区域的卵形横截面
- [0075] 26 玻璃载体的第六实施方式
- [0076] 28 用于返回导线的凹槽
- [0077] 30 根据本发明的电学装置(罗哥夫斯基线圈)
- [0078] 32 玻璃载体
- [0079] 34 环形线圈
- [0080] 35 缠绕线匝
- [0081] 36 返回导线
- [0082] 38 电端子
- [0083] 40 根据本发明的包括线圈组件的电学装置
- [0084] 42, 44, 46, 48 线圈
- [0085] 50, 52, 54, 56 直的玻璃载体
- [0086] 58 导体
- [0087] 60 返回导线
- [0088] 62 电端子

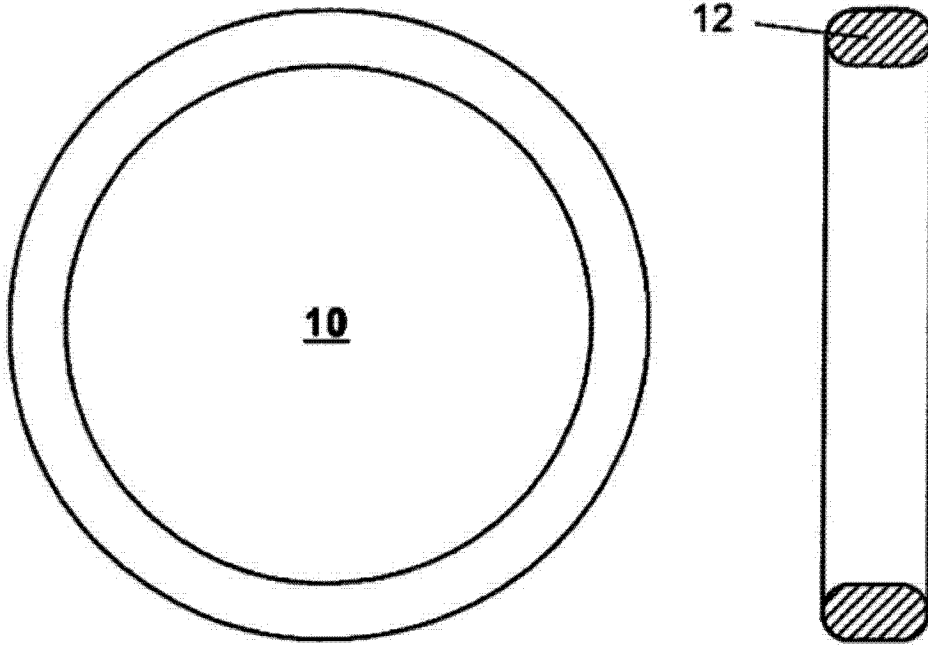


图 1

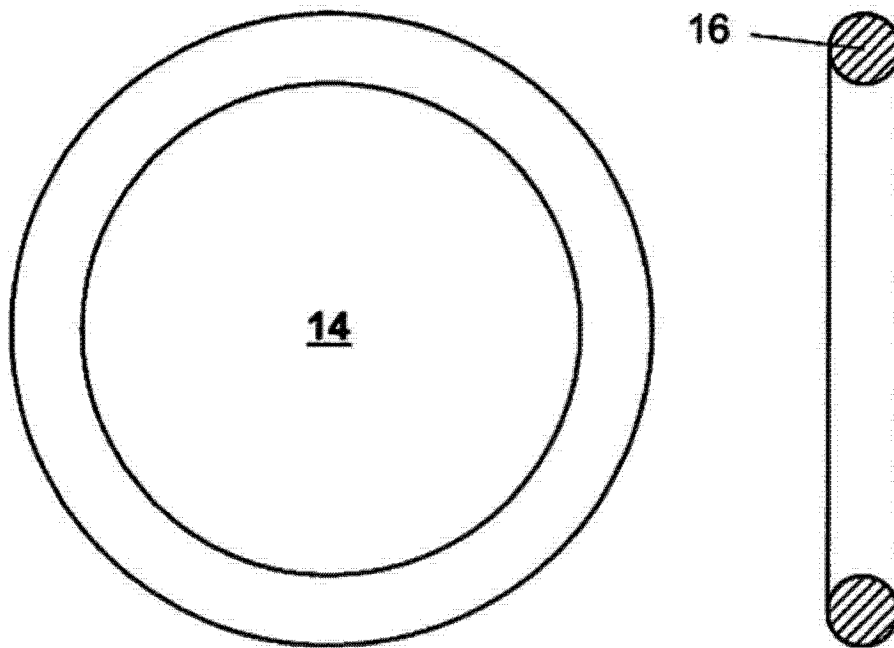


图 2

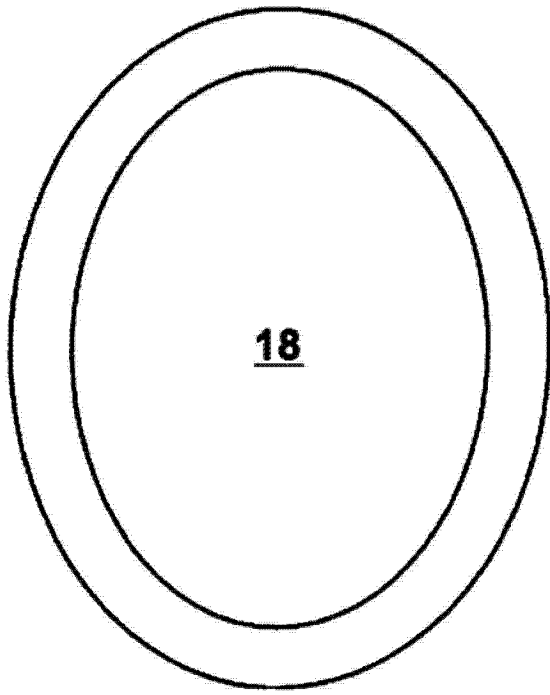


图 3

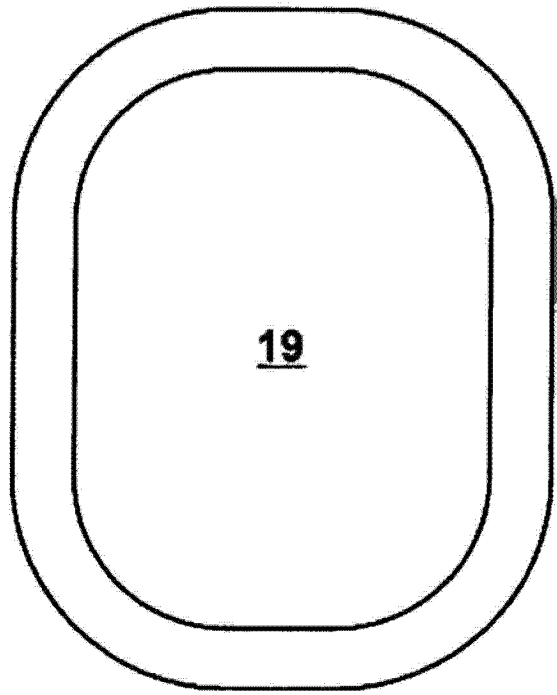


图 4

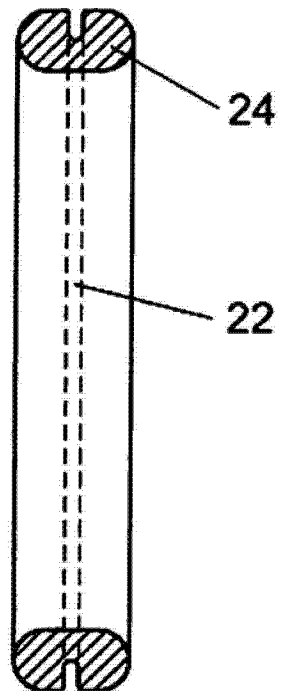
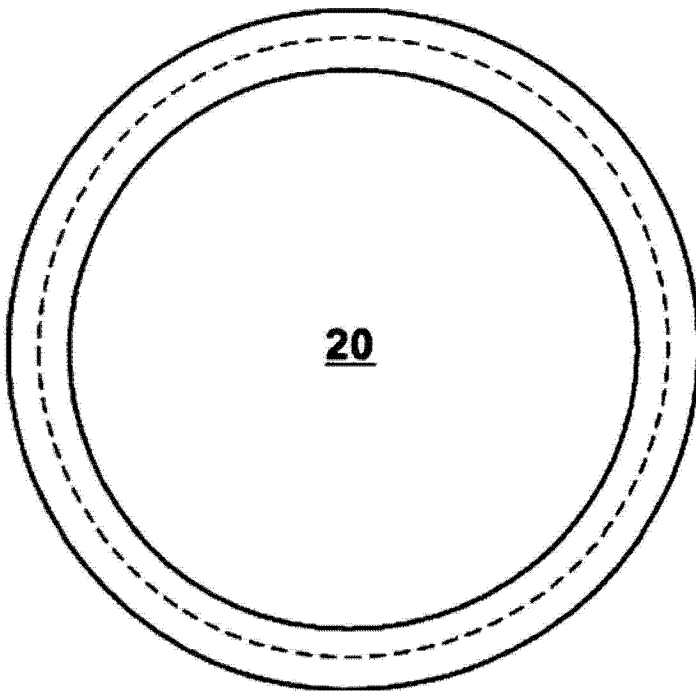


图 5

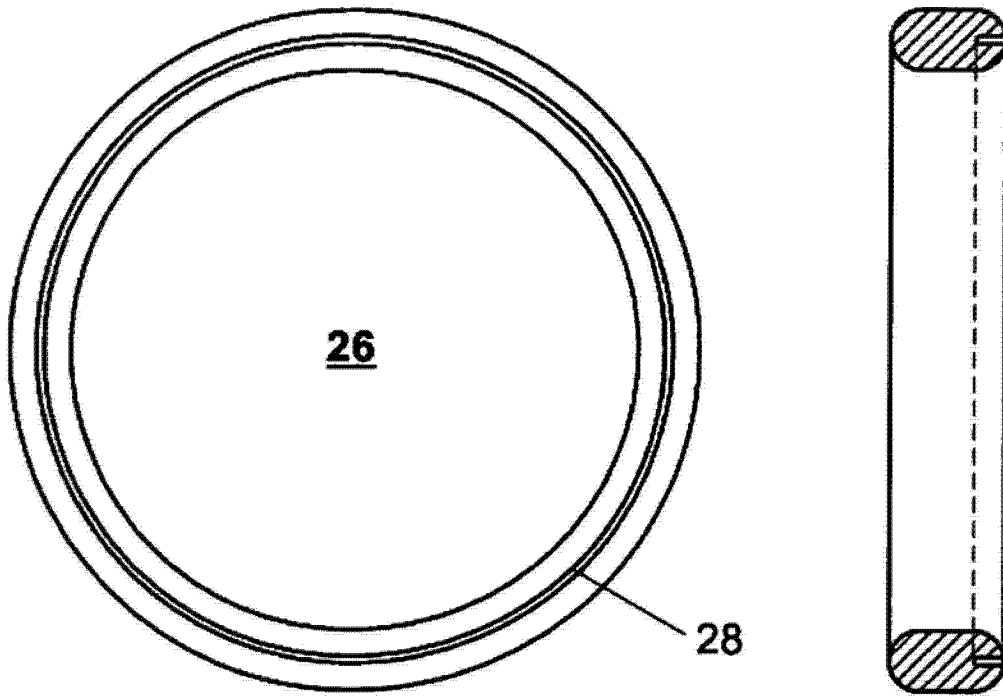


图 6

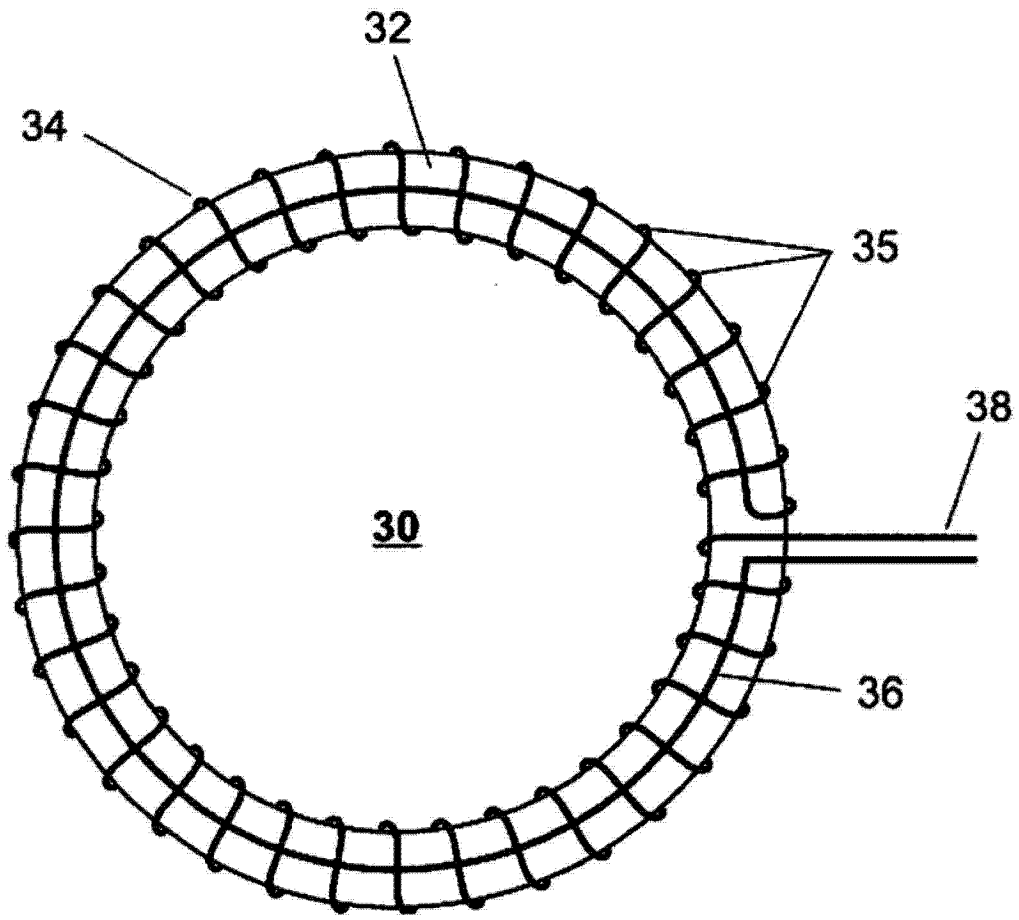


图 7

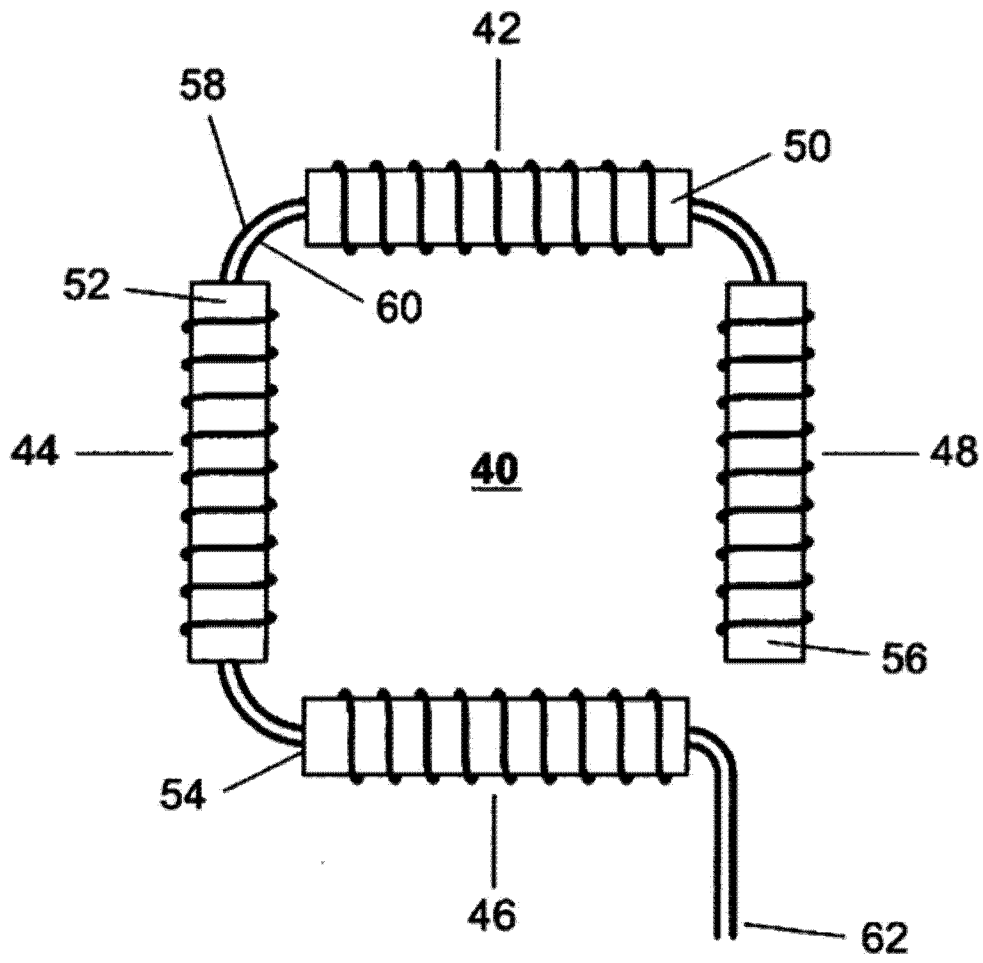


图 8