



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208188189 U

(45)授权公告日 2018.12.04

(21)申请号 201820592713.5

(22)申请日 2018.04.24

(73)专利权人 厦门理工学院

地址 361024 福建省厦门市集美区理工路600号

(72)发明人 陈方斯 钟智雄 黄昌文 黄韬

(74)专利代理机构 厦门智慧呈睿知识产权代理  
事务所(普通合伙) 35222

代理人 郭福利 魏思凡

(51)Int.Cl.

G01R 19/00(2006.01)

G01R 15/20(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

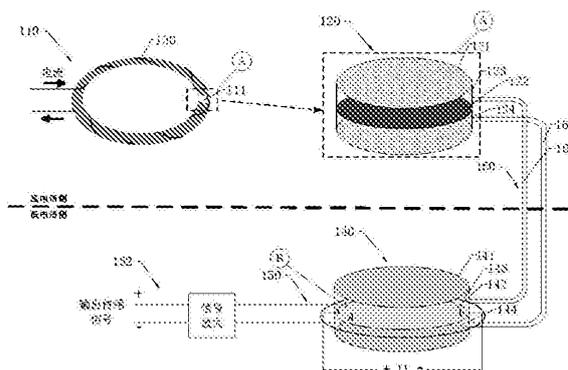
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

## (54)实用新型名称

一种基于磁化膜的应变式电流传感器

## (57)摘要

本实用新型提供了一种基于磁化膜的应变式电流传感器,涉及传感器技术领域。其中,这种电流传感器包括绕制有线圈的环形磁芯、磁感应元件和输出元件。磁感应元件设于环形磁芯的缺口处,包括内部设有磁化膜的导磁外壳。输出元件包括绝缘外壳和设于其容腔内的可形变隔膜。可形变隔膜上设有应变件。磁感应元件和输出元件分别被磁化膜和可形变隔膜分隔成两个容腔,磁感应元件和输出元件的容腔通过两个导气管连通,实现电气绝缘。本实用新型的电流传感器基于磁化膜在磁场力作用下形变,引起传感头容腔中空气流动,该空气流动会传递至输出元件的下腔隔膜,最终导致应变片输出电压变化。该实用新型抗电磁干扰,体积小,重量轻,成本低。



1. 一种基于磁化膜的应变式电流传感器,其特征在于,包括:  
环形磁芯,所述环形磁芯上绕制有线圈,所述环形磁芯的一侧开设有缺口;  
磁感应元件,设于所述缺口处,包括导磁外壳、设于所述导磁外壳容腔内的磁化膜,所述磁化膜将所述导磁外壳的容腔分隔成第一腔室和第二腔室;  
输出元件,包括绝缘外壳、设于所述绝缘外壳容腔内的可形变隔膜,所述可形变隔膜将所述绝缘外壳的容腔分隔为第三腔室和第四腔室,所述可形变隔膜上设有应变件,所述应变件将所述可形变隔膜的形变量转换为电信号;  
导气管,包括第一导气管和第二导气管,第一导气管的两端分别连接至所述第一腔室和所述第三腔室,以连通所述第一腔室和所述第三腔室,所述第二导气管的两端分别连接至所述第二腔室和所述第四腔室,以连通所述第二腔室和所述第四腔室。
2. 根据权利要求1所述的基于磁化膜的应变式电流传感器,其特征在于,所述应变件包括电连接的4个贴片传感元件和信号调制电路,所述贴片传感元件用于感应所述可形变隔膜的形变量,并将所述形变量转化为电压差,所述电压差再经所述信号调制电路放大。
3. 根据权利要求2所述的基于磁化膜的应变式电流传感器,其特征在于,4个所述贴片传感元件设置成全桥差动电路结构。
4. 根据权利要求1所述的基于磁化膜的应变式电流传感器,其特征在于,所述环形磁芯为开设有缺口的环形硅钢片,所述环形硅钢片上绕设有5-12匝的所述线圈。
5. 根据权利要求4所述的基于磁化膜的应变式电流传感器,其特征在于,所述环形硅钢片的缺口的高度为0.6-1cm。
6. 根据权利要求1所述的基于磁化膜的应变式电流传感器,其特征在于,所述导磁外壳的材质为铝或铝合金,所述绝缘外壳的材质为塑料,所述磁感应元件和所述输出元件电气绝缘。
7. 根据权利要求1所述的基于磁化膜的应变式电流传感器,其特征在于,所述可形变隔膜的材质为PET薄膜。
8. 根据权利要求1所述的基于磁化膜的应变式电流传感器,其特征在于,所述导磁外壳和所述绝缘外壳的规格相同。

## 一种基于磁化膜的应变式电流传感器

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及传感器技术领域,具体而言,涉及一种基于磁化膜的应变式电流传感器。

### 背景技术

[0002] 随着电力系统的发展,系统容量越来越大,对安全及稳定性的要求也越来越高。继电保护系统的作用日益凸显,而电流测量是电力系统中电能计量、继电保护、系统分析、系统监测的关键,在系统维护、故障诊断等方面起着非常重要的作用。电流传感器的测量精度与可靠性直接关系到电力系统的安全、可靠、经济运行。目前我国电网的最高电压等级已达800kV,并有继续提高的趋势。传统的电磁式电流互感器暴露出一系列严重的缺点,电流传感器的绝缘结构复杂,整体尺寸和重量大,造价成本高。此外,电磁式电流互感器的铁芯具有容易产生磁饱和、铁磁谐振、暂态响应范围小、误差大、频带窄等缺点,已经难以满足新一代电力系统在线检测、高精度故障诊断、电力数字网等的发展需要。

### 实用新型内容

[0003] 本实用新型提供了一种基于磁化膜的应变式电流传感器,旨在改善传统的电流传感器结构复杂、体积大的问题。

[0004] 本实用新型是这样实现的:

[0005] 一种基于磁化膜的应变式电流传感器,包括:

[0006] 环形磁芯,环形磁芯上绕制有线圈,环形磁芯的一侧开设有缺口;

[0007] 磁感应元件,设于缺口处,包括导磁外壳、设于导磁外壳容腔内的磁化膜,磁化膜将导磁外壳的容腔分隔成第一腔室和第二腔室;

[0008] 输出元件,包括绝缘外壳、设于绝缘外壳容腔内的可形变隔膜,可形变隔膜将绝缘外壳的容腔分隔为第三腔室和第四腔室,可形变隔膜上设有应变件,应变件将可形变隔膜的形变量转换为电信号;

[0009] 导气管,包括第一导气管和第二导气管,第一导气管的两端分别连接至第一腔室和第三腔室,以连通第一腔室和第三腔室,第二导气管的两端分别连接至第二腔室和第四腔室,以连通第二腔室和第四腔室。

[0010] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,应变件包括电连接的4个贴片传感元件和信号调制电路,贴片传感元件用于感应可形变隔膜的形变量,并将形变量转化为电压差,电压差再经信号调制电路放大。

[0011] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,4个贴片传感元件设置成全桥差动电路结构。

[0012] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,环形磁芯为开设有缺口的环形硅钢片,环形硅钢片上绕设有5-12匝的线圈。

[0013] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,环形硅钢片的缺口的高度为0.6-1cm。

[0014] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,导磁外壳的材质为铝,绝缘外壳的材质为塑料,磁感应元件和输出元件电气绝缘。

[0015] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,可形变隔膜的材质为PET 薄膜。

[0016] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,导磁外壳和绝缘外壳的规格相同。

[0017] 本实用新型的有益效果是:本实用新型通过上述设计得到的基于磁化膜的应变式电流传感器,使用时,电流接入线圈,在环形磁芯的缺口处产生磁场,在磁场力的作用下,磁化膜发生形变,挤压第一腔室和第二腔室中的空气,并通过导气管传递至输出元件中。输出元件中的可形变隔膜在空气的作用下发生形变,然后通过应变件将形变情况转化为电信号。将大电流通过磁感应元件转化为形变物理量,再将形变物理量转换为小电流,位于环形磁芯所在的一侧形成高电流侧,位于输出元件的一侧形成低电流侧。高电流侧和低电流侧通过第一导气管和第二导气管连接,实现电气绝缘,避免位于磁感应元件一侧的大电流对位于输出元件一侧的小电流产生影响,测量精度更高。改变了传统电流互感器复杂的绝缘结构,具有抗电磁干扰、测量范围大、体积小、重量轻等优点,避免了传统电流互感器的电磁干扰,大大提高了测量精度和可靠性。

## 附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本实用新型实施方式的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本实用新型的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0019] 图1是本实用新型实施例1的应变式电流传感器的结构示意图;

[0020] 图2是图1中B处(贴片传感元件)的结构示意图;

[0021] 图3是图1中磁感应元件的剖切示意图;

[0022] 图4是图1中绝缘外壳的剖切示意图;

[0023] 图5是本实用新型实施例1的磁感应元件截面的磁力线仿真图。

[0024] 图标:110-环形磁芯;111-缺口;120-磁感应元件;121-导磁外壳;122-磁化膜;123-第一腔室;124-第二腔室;125-固定块;126-绝缘层;130-线圈;140-输出元件;141-绝缘外壳;142-可形变隔膜;143-第三腔室;144-第四腔室;150-应变件;151-贴片传感元件;152-信号调制电路;160-导气管;161-第一导气管;162-第二导气管。

## 具体实施方式

[0025] 为使本实用新型实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本实用新型实施方式中的附图,对本实用新型实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式是本实用新型一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本实用新型中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本实用新型保护的范围。因此,以下对在附图中提供的本实用新型的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本实用新型的范围,而是仅仅表示本实用新型的选定实施方式。基于本实用新型中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本实用新型保护的范围。

[0026] 在本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0027] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本实用新型的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0028] 在本实用新型中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0029] 在本实用新型中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0030] 实施例1

[0031] 参照图1所示,本实施例提供一种基于磁化膜的应变式电流传感器,该应变式电流传感器形成高电流侧和低电流侧。待测的大电流从高电流侧接入,然后在低电流侧转换为小电流实现电流的测量。

[0032] 位于高电流侧的组件包括环形磁芯110和磁感应元件120。环形磁芯 110上绕制有线圈130,环形磁芯110的一侧开设有缺口111。磁感应元件 120设于缺口111处。

[0033] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,线圈130为绕设在环形磁芯上的铜导线。电流从铜导线的一端接入,再从铜导线的另一端接出。待测电流流经铜导线时,在环形磁芯110的缺口111处产生磁场。需要说明的是,在绕制铜导线时,铜导线不与磁感应元件120发生接触,避免大功率电流流经磁感应元件,导致产品损毁。

[0034] 进一步地,为提高缺口111处的磁场强度,利用安培环路定理将铜导线在环形磁芯110上缠绕成多匝。更为优选地,线圈的匝数为5-12匝。提高磁场强度,能够有效提高磁感应元件120的感应精度,测量精确度更高。

[0035] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,环形磁芯110为开设有缺口的环形硅钢片。选用硅钢片作为环形磁芯110的材质,结合在硅钢片上绕设成多匝的铜导线,能够有效进行集磁,提高缺口111处的磁场强度。进一步地,在环形硅钢片的缺口处安装磁感应元件120,缺口的高度为0.6-1cm,更为优选地,缺口高度为0.8cm。

[0036] 磁感应元件120包括导磁外壳121、设于导磁外壳121容腔内的磁化膜 122。磁化膜122将导磁外壳121的容腔分隔成第一腔室123和第二腔室124。在磁场力的作用下,磁化膜

122发生形变,磁化膜122的形变改变第一腔室123和第二腔室124的大小,从而挤压导磁外壳121内的空气。

[0037] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,磁化膜122为PET磁化膜。PET磁化膜为聚合物基磁性膜材料,相比于传统的无机磁性材料,具有密度小、耐冲击强度大、加工性能好、脆性小、磁性稳定等特点,有利于实现设备的小型化、轻量化、精密化和高性能化。

[0038] 需要说明的是,PET磁化膜可以是市面上购买得到的,也可以是自制的,例如:将磁粉(例如 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )通过粘胶粘接在清洗过的PET薄膜的上下表面,然后进行压制,即得到PET磁化膜。

[0039] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,导磁外壳121的材质为铝或铝合金。可以理解的是,任何导磁性能好且具有良好机械强度的材质都可以作为导磁外壳121的材质。本实施例中,采用铝或铝合金,质量轻,且成本低廉。

[0040] 位于低电流侧的组件包括输出元件140。输出元件140包括绝缘外壳141、设于绝缘外壳141容腔内的可形变隔膜142。可形变隔膜142将绝缘外壳141的容腔分隔为第三腔室143和第四腔室144。可形变隔膜142上设有应变件150,应变件150将可形变隔膜142的形变量转换为电信号。

[0041] 该应变式电流传感器还包括连接高电流侧和低电流侧的导气管160。导气管160包括第一导气管161和第二导气管162,第一导气管161的两端分别连接至第一腔室123和第三腔室143,以连通第一腔室123和第三腔室143。第二导气管162的两端分别连接至第二腔室124和第四腔室144,以连通第二腔室124和第四腔室144。

[0042] 进一步地,第一腔室123位于导磁外壳121容腔的上部,第二腔室124位于导磁外壳121容腔的下部。第三腔室143位于绝缘外壳141容腔的上部,第四腔室144位于绝缘外壳141容腔的下部。因此,第一导气管161连通导磁外壳121和绝缘外壳141容腔的上方,第二导气管162连通导磁外壳121和绝缘外壳141容腔的下方。

[0043] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,应变件150包括电连接的4个贴片传感元件151和信号调制电路152,贴片传感元件151用于感应可形变隔膜142的形变量,并将该形变量转化为电压差,电压差再经信号调制电路152放大。

[0044] 进一步地,可形变隔膜142为耐高温聚酯薄膜(PET薄膜),耐高温聚酯薄膜能够在第三腔室143和第四腔室144中的空气发生改变时,在空气的作用下产生物理形变。

[0045] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,4个贴片传感元件151为贴设在可形变隔膜142上的4个电阻应变片R。电阻应变片R是用于测量应变的原件,其能够将机械构件上的应变的变化转换为电阻变化。通过贴片传感元件151测量可形变隔膜142的形变。

[0046] 请参阅图1和图2,进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,4个电阻应变片R设置成全桥差动电路结构。具体地,贴片传感元件151包括第一电阻应变片R1、第二电阻应变片R2、第三电阻应变片R3、第四电阻应变片R4、第一电极a、第二电极b、第三电极c和第四电极d。第一电阻应变片R1的两端连接到第一电极a和第三电极c,第二电阻应变片R2的两端连接到第二电极b和第三电极c,第三电阻应变片R3的两端连接到第二电极b和第四电极d,第四电阻应变片R4的两端连接到第一电极a和第四电极d。

[0047] 位于同一侧的两组电阻应变片贴设在磁化膜的上表面,另一侧的两组电阻应变片贴设在磁化膜的下表面。即第一电阻应变片R1、第二电阻应变片R2贴设在磁化膜122的上表

面,第三电阻应变片R3、第四电阻应变片R4贴设在磁化膜122的下表面。该方法很好的解决了应变式电路固有的横栅效应以及温度补偿。

[0048] 进一步地,绝缘外壳141的材质为不导电塑料,导气管160的材质为不导电塑料。高电流侧和低电流侧通过导气管160连接,实现电气绝缘,该结构能够避免高电流侧对低电流侧的影响,从而可以实现对大电流的测量。

[0049] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,导磁外壳121和绝缘外壳 141的规格相同。当磁化膜122发生形变,通过导气管160挤压空气时,可形变隔膜142能够更为精准反映空气的变化量。

[0050] 进一步地,如图3所示,本实施例中,在导磁外壳121的第二腔室124 中形成一圈凸缘,磁化膜122贴设在凸缘上。第一腔室123中,在磁化膜 122上贴设有环形的固定块125,且固定块125和导磁外壳121的内侧壁固定,磁化膜122夹设在固定块125和凸缘之间,以使磁化膜122和导磁外壳121良好固定。

[0051] 进一步地,为了使得磁化膜122能够更有效地进行集磁,在导磁外壳 121的边缘设置一层绝缘层126,例如采用环氧树脂作为绝缘层,以隔绝边缘处的导磁性,仅使导磁外壳 121与磁化膜122正对的平面具有导磁效果(如图3所示的网格状的填充区),以更好地在磁化膜122上聚集磁场。

[0052] 进一步地,如图4所示,本实施例中,绝缘外壳141的第三腔室143 和第四腔室144均设有凸缘(结构可以与导磁外壳类似),可形变隔膜142 可以通过粘结等方式固定在两个腔室的凸缘处。可以理解的是,该绝缘外壳141可以是一体成型的塑料结构。

[0053] 进一步地,在本实用新型较佳的实施例中,用有限元法对磁感应元件120进行建模。优选地,利用Ansoft Maxwell进行建模,第一步是建立大电流的环境;第二步是通过有限元对电流传感器的磁场分布进行分析;第三步是观察磁化膜的形变量。从而得到缺口111处磁感应强度分布的仿真图。如图5所示,中间区域为红色区域,从中间向外依次为环形的绿色区域以及处于边缘处的蓝色区域。通过仿真实验可以看出磁感应元件120的截面中间红色区域磁感应强度最大,分布较均匀,红色以外的区域,磁感应强度衰减的程度大大提高。因此,为得到更好的磁化膜122形变效果,进而提高应变式电流传感器的灵敏度,磁化膜122大小应为红色区域内的最大圆。

[0054] 本实用新型的原理为:在环形磁芯110的右侧弄出缺口111,将装有 PET磁化膜122的铝制磁感应元件120装入缺口111处。环形磁芯110上的铜导线两端作为电流传感器的输入端和输出端。进行测量工作时,将电流传感器串联进被测量电路中。电流通入绕设在环形磁芯110上的铜导线后, PET磁化膜122在在磁场力的作用下产生形变,磁化膜122的形变挤压导磁外壳121内的空气并通过导气管160传到低电流侧。即磁化膜122形变挤压导磁外壳121内的空气,通过第一导气管161和第二导气管162将挤压的空气传到第三腔室143和第四腔室144中。低电流侧有一个与高电流侧相同规格的绝缘外壳141。绝缘外壳141的内部为贴有电阻应变片的可形变隔膜142(耐高温聚酯薄膜)。在空气的作用下使可形变隔膜142发生形变,进而使电阻应变片的阻值发生变化产生电压差,最后通过放大电路后测取电压值。

[0055] 需要说明的是,将磁感应元件120装入缺口111处时,可以通过外部的固定装置将磁感应元件120固定在缺口111处,也可以通过连接件进行固定。例如,在磁感应元件120的外壁上开设固定孔,通过环氧树脂制成的固定柱作为连接件,固定柱的一端装设在磁感应

元件120的固定孔中,另一端抵接在环形磁芯110开口边缘,从而将磁感应元件120固定在缺口 111处。

[0056] 以上所述仅为本实用新型的优选实施方式而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

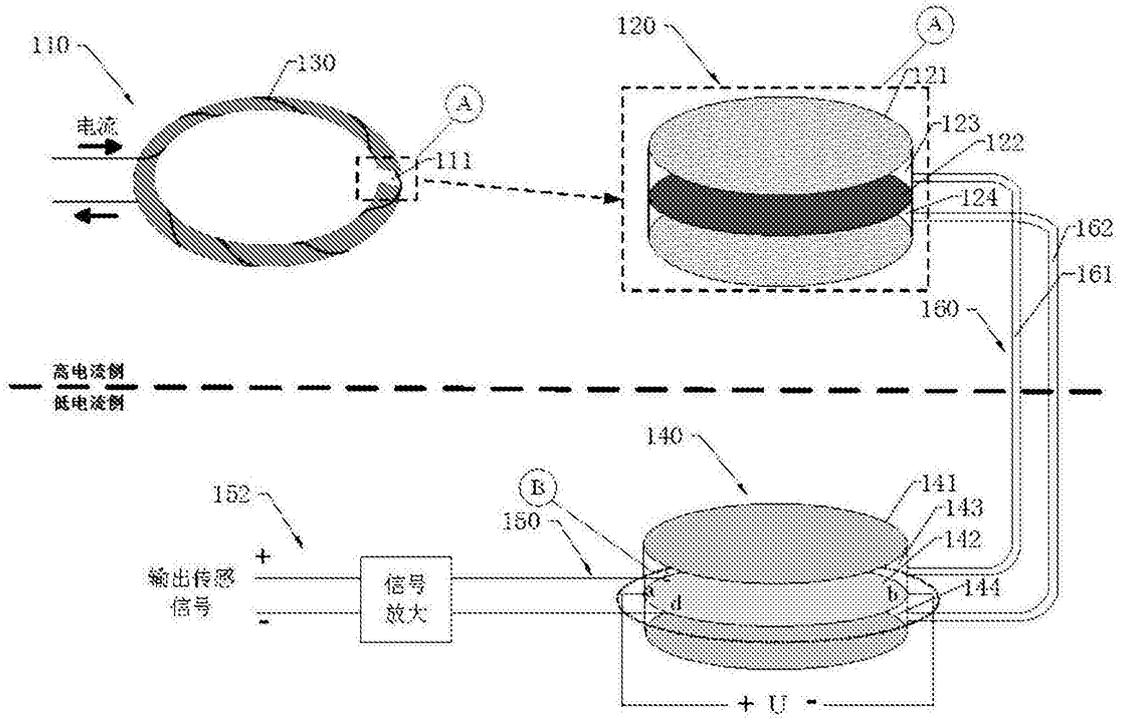


图1

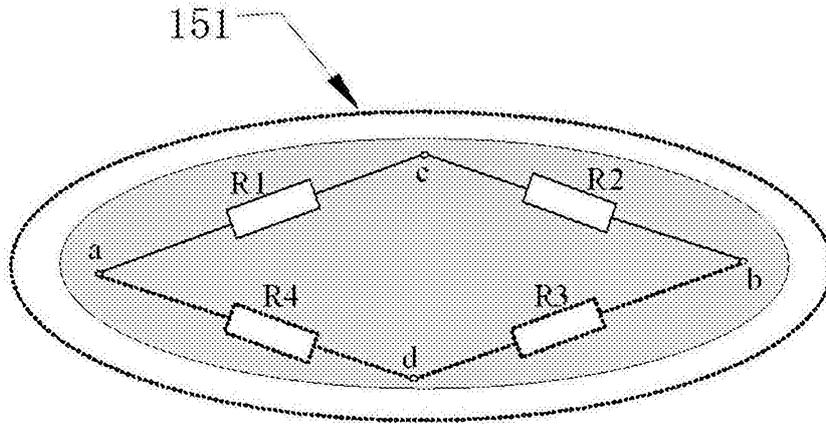


图2

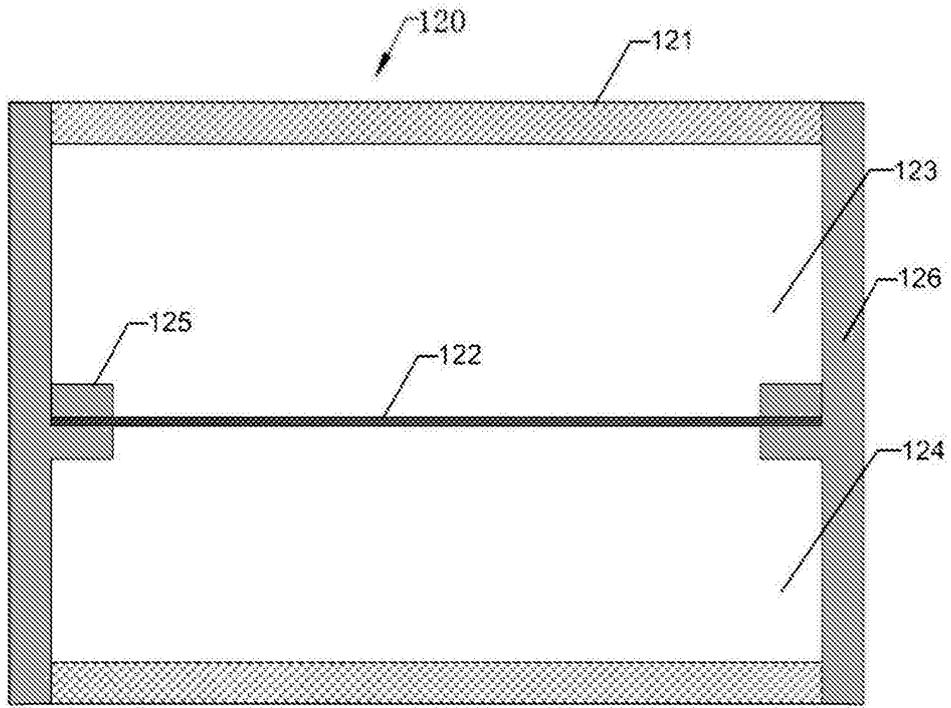


图3

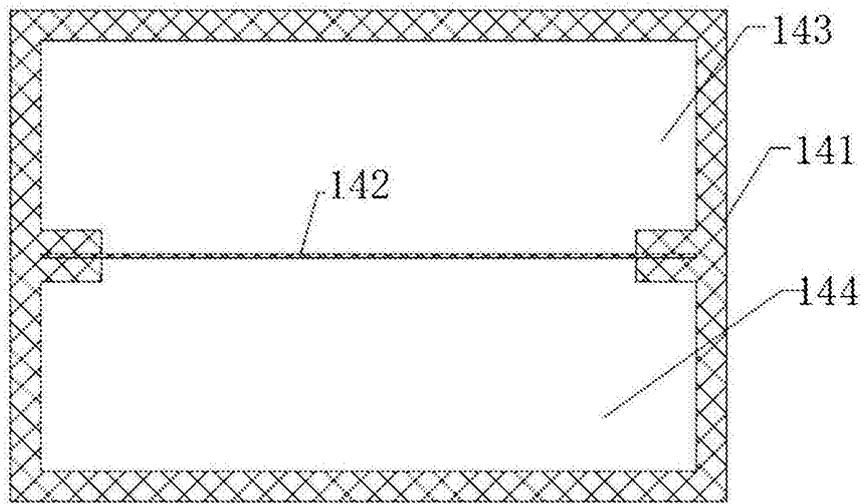


图4

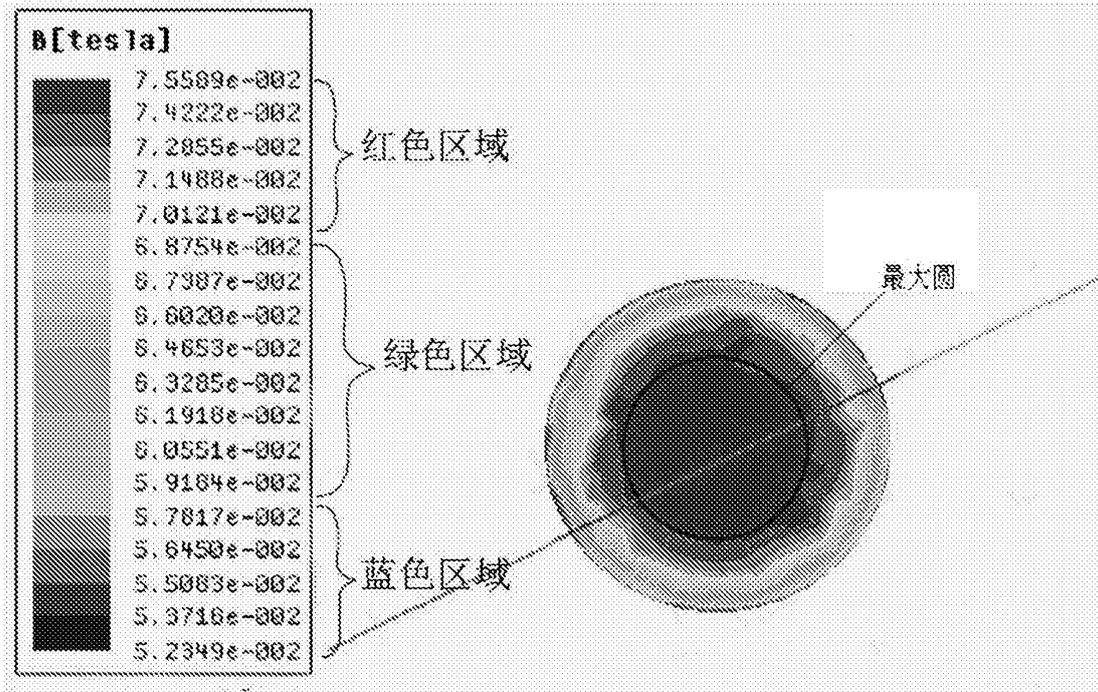


图5