



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111828712 A  
(43)申请公布日 2020.10.27

(21)申请号 201910300170.4  
(22)申请日 2019.04.15  
(71)申请人 舍弗勒技术股份两合公司  
地址 德国黑措根奥拉赫工业街1-3  
(72)发明人 汪路 杨炳春 吴寒  
(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11277  
代理人 刘新宇 张会华  
(51)Int.Cl.  
F16K 31/06(2006.01)  
H01F 7/06(2006.01)  
H01F 27/10(2006.01)

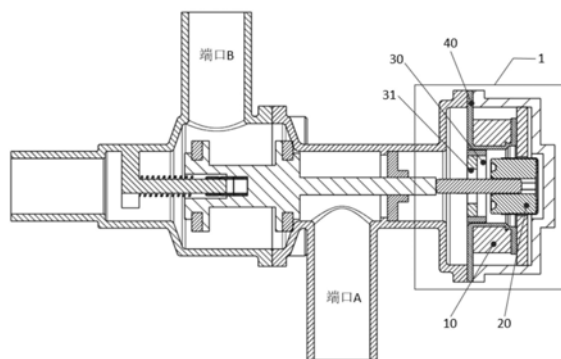
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种电磁阀以及热管理方法

(57)摘要

本公开提供了一种电磁阀以及热管理方法。其中,所述电磁阀包括:线圈,其在通电的情况下形成电磁场,其中,所述电磁场在所述线圈断电后消失;磁芯,其根据所述电磁场产生的电磁力进行动作,以对在设置了所述电磁阀的管路中流动的流体进行控制;以及腔体,其设置有导流孔,其中,该导流孔用于向所述腔体导入所述流体,并将所述腔体内的流体导出,其中,在所述腔体存储有所述流体的情况下,所述线圈浸泡于该流体中。根据本公开提供的电磁阀能够在保持成本不变的情况下具有更高性能,或者在保持性能不变的情况下具有更低成本。根据本公开提供的热管理方法能够实现无需传感器的线圈温度检测,因此能够使得电磁阀控制电路的硬件结构更加简单。



1. 一种电磁阀,其特征在于,包括:

线圈,其在通电的情况下形成电磁场,其中,所述电磁场在所述线圈断电后消失;

磁芯,其根据所述电磁场产生的电磁力进行动作,以对在设置了所述电磁阀的管路中流动的流体进行控制;以及

腔体,其设置有导流孔,所述导流孔用于向所述腔体导入所述流体以及将所述腔体内的流体导出,

其中,在所述腔体存储有所述流体的情况下,所述线圈浸泡于该流体中。

2. 根据权利要求1所述的电磁阀,其特征在于,所述线圈被防水结构包覆。

3. 根据权利要求1所述的电磁阀,其特征在于,所述流体为冷却用流体。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的电磁阀,其特征在于,还包括:

运算模块,用于根据所述线圈每单位时间  $\Delta t$  产生的能量  $E_{in}$  和所述线圈每单位时间  $\Delta t$  散发的能量  $E_{out}$ , 来计算所述线圈在该单位时间  $\Delta t$  内的温度变化量  $\Delta T$ , 并根据所述线圈在第  $K$  时刻的温度  $T_k$  以及所计算出的温度变化量  $\Delta T$ , 来计算所述线圈在从所述第  $K$  时刻起经过所述单位时间  $\Delta t$  之后的第  $K+1$  时刻的温度  $T_{k+1}$ 。

5. 根据权利要求4所述的电磁阀,其特征在于,

所述运算模块还用于根据在所述第  $K$  时刻施加至所述线圈的电流  $I_k$  和在第  $K$  时刻所述线圈的电阻  $R_k$  来确定所述能量  $E_{in}$ , 根据所述线圈在第  $K$  时刻的温度  $T_k$  和所述电磁阀的环境温度  $T_{am}$  之间的差来确定所述能量  $E_{out}$ ,

其中,所述运算模块根据所述线圈在第  $K$  时刻的温度  $T_k$ , 来确定所述线圈在第  $K$  时刻的电阻  $R_k$ 。

6. 根据权利要求4所述的电磁阀,其特征在于,还包括:

发送模块,与所述运算模块连接,用于将所述运算模块计算出的所述线圈在第  $K+1$  时刻的温度  $T_{k+1}$  发送至热管理系统,其中,所述热管理系统根据所述线圈在该第  $K+1$  时刻的温度  $T_{k+1}$  来控制施加至所述线圈的电流。

7. 根据权利要求4所述的电磁阀,其特征在于,还包括:

控制模块,与所述运算模块连接,用于从所述运算模块获取所述线圈在第  $K+1$  时刻的温度  $T_{k+1}$ , 并根据所述线圈在第  $K+1$  时刻的温度  $T_{k+1}$  来控制施加至所述线圈的电流。

8. 一种热管理方法,其利用如权利要求1至3中任一项所述的电磁阀进行热管理,其特征在于,包括:

温度感测步骤,在该温度感测步骤中,根据所述线圈每单位时间  $\Delta t$  产生的能量  $E_{in}$  和所述线圈每单位时间  $\Delta t$  散发的能量  $E_{out}$ , 来计算所述线圈在该单位时间  $\Delta t$  内的温度变化量  $\Delta T$ , 并根据所述线圈在第  $K$  时刻的温度  $T_k$  以及所计算出的温度变化量  $\Delta T$ , 来计算所述线圈在从所述第  $K$  时刻起经过所述单位时间  $\Delta t$  之后的第  $K+1$  时刻的温度  $T_{k+1}$ 。

9. 根据权利要求8所述的热管理方法,其特征在于,

在所述温度感测步骤中,还根据在所述第  $K$  时刻施加至所述线圈的电流  $I_k$  和在第  $K$  时刻所述线圈的电阻  $R_k$  来确定所述能量  $E_{in}$ , 根据所述线圈在第  $K$  时刻的温度  $T_k$  和所述电磁阀的环境温度  $T_{am}$  之间的差来确定所述能量  $E_{out}$ ,

其中,在所述温度感测步骤中,根据所述线圈在第  $K$  时刻的温度  $T_k$ , 来确定所述线圈在第  $K$  时刻的电阻  $R_k$ 。

10. 根据权利要求8或9所述的热管理方法,其特征在于,还包括:  
热管理步骤,在该热管理步骤中,根据在所述温度感测步骤中计算出的所述线圈在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 来控制施加至所述线圈的电流。

## 一种电磁阀以及热管理方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及热管理技术领域,尤其涉及一种可以应用于整车热管理的湿式温度感知电磁阀以及热管理方法。

### 背景技术

[0002] 随着世界各国环境保护的措施越来越严格,混合动力发动机或者纯电动发动机由于其节能、低排放等特点成为汽车研究与开发的一个重点。对于混合动力发动机系统或纯电动发动机系统来说,为了追求更高效地运行,热管理变得越来越重要。目前,为了实现低成本智能热管理模块(英文:thermal management module;缩写:TMM),提出了使用利用电磁阀的概念。也就是说,通过控制向电磁阀的线圈施加的电流,来对在设置了该电磁阀的管路中流动的例如冷却液等的流体进行流量分配,从而实现热管理。

[0003] 然而,现有的应用于TMM的电磁阀具有如下缺点:

[0004] (1) 在电磁阀连续工作的情况下,其线圈的温度将不断升高,因此存在电磁阀被烧坏的风险;

[0005] (2) 为了获得较大的电磁力,需要向线圈提供较高的电压和较大的电流。但是,这将导致线圈的温度显著升高。因此,不能在一个较宽的范围内任意增加电磁阀两端的电压;

[0006] (3) 如上所述,电磁阀在工作时,其线圈的温度会升高。由于线圈温度的升高,将会影响电磁阀的控制性能、尤其是电磁阀的线性控制性能;

[0007] (4) 如果为了控制电磁阀的线圈的温度阻抗,而需要确定线圈附近的媒介的温度,则需要另外设置温度传感器,这将导致电磁阀控制单元的硬件结构变得更加复杂。

### 发明内容

[0008] 有鉴于此,本公开提出了一种电磁阀以及热管理方法,能够使得至少上述缺点(1)至(4)之一最小化甚至完全消除。

[0009] 为了使得上述缺点(1)至(3)最小化甚至完全消除,根据本公开的一个方面,提供了一种电磁阀,包括:线圈,其在通电的情况下形成电磁场,其中,所述电磁场在所述线圈断电后消失;磁芯,其根据所述电磁场产生的电磁力进行动作,以对在设置了所述电磁阀的管路中流动的流体进行控制;以及腔体,其设置有导流孔,所述导流孔用于向所述腔体导入所述流体以及将所述腔体内的流体导出,其中,在所述腔体存储有所述流体的情况下,所述线圈浸泡于该流体中。

[0010] 对于上述电磁阀,在一种可能的实现方式中,所述线圈被防水结构包覆。

[0011] 对于上述电磁阀,在一种可能的实现方式中,所述流体为冷却用流体。

[0012] 对于上述电磁阀,在一种可能的实现方式中,还包括:运算模块,用于根据所述线圈每单位时间 $\Delta t$ 产生的能量 $E_{in}$ 和所述线圈每单位时间 $\Delta t$ 散发的能量 $E_{out}$ ,来计算所述线圈在该单位时间 $\Delta t$ 内的温度变化量 $\Delta T$ ,并根据所述线圈在第 $K$ 时刻的温度 $T_k$ 以及所计算出的温度变化量 $\Delta T$ ,来计算所述线圈在从所述第 $K$ 时刻起经过所述单位时间 $\Delta t$ 之后的第 $K$

+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 。

[0013] 对于上述电磁阀,在一种可能的实现方式中,所述运算模块还用于根据在所述第K时刻施加至所述线圈的电流 $I_k$ 和在第K时刻所述线圈的电阻 $R_k$ 来确定所述能量 $E_{in}$ ,根据所述线圈在第K时刻的温度 $T_k$ 和所述电磁阀的环境温度 $T_{am}$ 之间的差来确定所述能量 $E_{out}$ ,其中,所述运算模块根据所述线圈在第K时刻的温度 $T_k$ ,来确定所述线圈在第K时刻的电阻 $R_k$ 。

[0014] 对于上述电磁阀,在一种可能的实现方式中,还包括:发送模块,与所述运算模块连接,用于将所述运算模块计算出的所述线圈在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 发送至热管理系统,其中,所述热管理系统根据所述线圈在该第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 来控制施加至所述线圈的电流。

[0015] 对于上述电磁阀,在一种可能的实现方式中,还包括:控制模块,与所述运算模块连接,用于从所述运算模块获取所述线圈在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ ,并根据所述线圈在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 来控制施加至所述线圈的电流。

[0016] 为了使得上述缺点(4)最小化甚至完全消除,根据本公开的另一方面,提供了一种热管理方法,其利用如上述第一种实现方式~第三种实现方式中任一种实现方式所述的电磁阀进行热管理,其特征在于,包括:温度感测步骤,在该温度感测步骤中,根据所述线圈每单位时间 $\Delta t$ 产生的能量 $E_{in}$ 和所述线圈每单位时间 $\Delta t$ 散发的能量 $E_{out}$ ,来计算所述线圈在该单位时间 $\Delta t$ 内的温度变化量 $\Delta T$ ,并根据所述线圈在第K时刻的温度 $T_k$ 以及所计算出的温度变化量 $\Delta T$ ,来计算所述线圈在从所述第K时刻起经过所述单位时间 $\Delta t$ 之后的第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 。

[0017] 对于上述热管理方法,在一种可能的实现方式中,在所述温度感测步骤中,还根据在所述第K时刻施加至所述线圈的电流 $I_k$ 和在第K时刻所述线圈的电阻 $R_k$ 来确定所述能量 $E_{in}$ ,根据所述线圈在第K时刻的温度 $T_k$ 和所述电磁阀的环境温度 $T_{am}$ 之间的差来确定所述能量 $E_{out}$ ,其中,在所述温度感测步骤中,根据所述线圈在第K时刻的温度 $T_k$ ,来确定所述线圈在第K时刻的电阻 $R_k$ 。

[0018] 对于上述热管理方法,在一种可能的实现方式中,还包括:热管理步骤,在该热管理步骤中,根据在所述温度感测步骤中计算出的所述线圈在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 来控制施加至所述线圈的电流。

[0019] 在本公开提出的新型电磁阀设计中,通过使得线圈能够浸泡于自设置了该电磁阀的管路经由导流孔导入至腔体内的流体中,能够抑制由于电磁阀工作所导致的线圈温度升高。由此,能够设计出在保持成本不变的情况下具有更高性能的电磁阀,或者在保持性能不变的情况下具有更低成本的电磁阀。

[0020] 另一方面,在本公开提出的利用具有如上结构的电磁阀进行热管理的热管理方法中,基于与线圈的温度相关的参数直接计算出线圈的温度,实现了无需传感器的线圈温度检测。由此,能够使得电磁阀控制电路的硬件结构更加简单。

[0021] 根据下面参考附图对示例性实施例的详细说明,本公开的其它特征及方面将变得清楚。

## 附图说明

[0022] 包含在说明书中并且构成说明书的一部分的附图与说明书一起示出了本公开的

示例性实施例、特征和方面,并且用于解释本公开的原理。

[0023] 图1示出根据本公开一实施例的电磁阀的结构示意图;

[0024] 图2示出根据本公开一实施例的电磁阀的电磁感应原理的示意图;

[0025] 图3示出根据本公开另一实施例的电磁阀的结构示意图;

[0026] 图4示出根据本公开一实施例的热管理方法的流程图。

## 具体实施方式

[0027] 以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面,但是除非特别指出,不必按比例绘制附图。

[0028] 在这里专用的词“示例性”意为“用作例子、实施例或说明性”。这里作为“示例性”所说明的任何实施例不必解释为优于或好于其它实施例。

[0029] 另外,为了更好的说明本公开,在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解,没有某些具体细节,本公开同样可以实施。在一些实例中,对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述,以便于凸显本公开的主旨。

[0030] 实施例1

[0031] 图1示出了根据本公开实施例的电磁阀1的结构示意图。并且,图1中还示意性示出了设置有该电磁阀1的管路的结构。如图1所示,与现有的电磁阀类似地,本公开实施例的电磁阀1包括:线圈10和磁芯20。其中,在线圈10通电的情况下形成电磁场,并且该电磁场在线圈10断电后消失。磁芯20根据由线圈10通电形成的电磁场而产生的电磁力进行动作,以对在设置了电磁阀1的管路中流动的流体进行控制。具体而言,磁芯20在电磁力的作用下,能够使得端口A的开度和端口B的开度发生变化,从而对管路中流动的流体进行流量分配。由此,能够根据热管理的需求调节端口A和端口B的冷却液流量的变化。

[0032] 与现有的电磁阀不同的是,如图1所示,根据本公开实施例的电磁阀1还包括腔体30。其中,腔体30设置有导流孔31,导流孔31用于向腔体30导入在设置了电磁阀1的管路中流动的流体以及将腔体30内的流体导出。这样,在腔体30存储有流体的情况下,线圈10能够被浸泡于该流体中,从而能够抑制由于电磁阀1工作而导致的线圈10温度升高。对于导流孔31的个数,本公开不作限制,本领域技术人员可以根据实际应用场景来设定。

[0033] 在一种可能的实现方式中,如图1所示,线圈10还可以被防水结构40所包覆。由此,能够防止由于线圈10经常浸泡于流体中而导致线圈10生锈。

[0034] 在一种可能的实现方式中,所述的流体为冷却用流体,也即冷却液。如上所述,为了实现热管理,需要驱动电磁阀1而对管路中流动的冷却液进行流量分配,因此腔体30内存储的冷却液也会随之更新。由此,能够更有效地对线圈10进行散热。

[0035] 另外,如图2所示,施加到线圈10的电流I的方向与该线圈10由于通电而产生的磁通量 $\Phi$ 的方向垂直,磁通量 $\Phi$ 越高,则施加到磁芯20上的电磁力越高。然而,由于磁芯20自身的磁饱和现象,使得磁通量 $\Phi$ 和电流I之间的关系不是线性的。而是在电流I到达一定水平之后,磁通量 $\Phi$ 将不会再增加。所以,为了增加电磁力,本公开实施例的磁芯20可以选择具有较高的饱和磁通量密度的材料。

[0036] 下面结合本公开的发明人对如何通过优化线圈设计来增加磁通量进行的研究,来

进一步说明根据本公开实施例的电磁阀能够带来的有益效果。

[0037] 本公开的发明人注意到线圈10由于通电而产生的磁通量 $\Phi$ 能够由如下表达式来表示：

$$[0038] \quad \Phi = BS = \frac{\mu NiS}{L_c}$$

[0039] 其中， $\Phi$ 表示磁通量， $B$ 表示磁通量密度， $S$ 表示线圈10的截面积， $\mu$ 表示磁导率， $N$ 表示线圈10的匝数， $i$ 表示施加到线圈10的瞬时电流， $L_c$ 表示线圈磁路的有效长度。

[0040] 因此，为了增加磁通量 $\Phi$ ，最容易想到的是如下三种实现方式：

[0041] (1) 在线圈的截面积 $S$ 和线圈磁路的有效长度 $L_c$ 固定的情况下，增加线圈的匝数 $N$ 。

[0042] (2) 在线圈的截面积 $S$ 和线圈磁路的有效长度 $L_c$ 固定的情况下，向线圈施加更高的电压，以在相同的线圈直径下产生更大的电流；

[0043] (3) 在线圈的截面积 $S$ 和线圈磁路的有效长度 $L_c$ 固定的情况下，增加线圈的直径，以在向线圈供给相同的电压下产生更大的电流。

[0044] 然而，上述三种实现方式都将导致线圈产生的热增加，由此将导致在原来的工作条件下，电磁阀存在被烧坏的风险。

[0045] 与上述三种实现方式不同的是，在本公开实施例中提出了一种新型的电磁阀设计，其设置了具有导流孔31的腔体30，来存储自设置了本公开实施例的电磁阀1的管路经由导流孔31导入的流体，并使得线圈10浸泡于该流体中。由此，能够抑制为了获取更高的电磁力而导致的线圈10温度升高。因此，能够在相同成本的情况下，使得电磁阀具有更高的性能。

[0046] 另一方面，由于本公开实施例1的电磁阀1的线圈10能够浸泡于流体中进行散热，所以可以选择较低等级的额定电流较低的线圈类型。或者，也可以减小线圈的直径，并在其它参数保持不变的情况下，通过施加更高的电压来获得相同的电流需求。因此，根据本公开实施例的电磁阀1在能够实现与现有的电磁阀同样的性能的情况下，还能够降低成本。

[0047] 这样，通过如上那样的将线圈浸泡于流体中的新型电磁阀设计，根据本公开实施例的电磁阀1能够抑制由于电磁阀工作而导致的线圈温度升高。因此，能够根据实际应用场景设计出在保持成本不变的情况下具有更高性能的电磁阀，或者在保持性能不变的情况下具有更低成本的电磁阀。

[0048] 实施例2

[0049] 如在背景技术部分对现有的电磁阀的缺点(3)中所述，随着线圈温度的升高，线圈的温度阻抗会降低，最后将会影响电磁阀的例如线性控制性能等的控制性能。换言之，线圈温度对于保证线圈的温度阻抗和电磁阀的控制性能来说起到了至关重要的作用。因此，为了进行电磁阀的线性控制，需要正确地感测线圈的温度。

[0050] 然而，如在背景技术部分对现有的电磁阀的缺点(4)中所述，为了控制电磁阀的线圈的温度阻抗，需要另外设置温度传感器，而这将导致电磁阀控制单元的硬件结构变得更加复杂。为了解决这一问题，在本公开实施例的电磁阀中，基于与线圈的温度相关的参数来实现线圈的温度检测，而不需要另外设置传感器。由此，能够使得电磁阀控制电路的硬件结构更加简单。在本公开实施例中，电磁阀被看作是分布均匀的发热元件。下面对本公开实施

例的电磁阀进行如下详细说明。

[0051] 在本公开上述实施例1的基础上,如图3所示,根据本公开实施例2的电磁阀还包括运算模块50。该运算模块50用于根据线圈10每单位时间 $\Delta t$ 产生的能量 $E_{in}$ 和该线圈10每单位时间 $\Delta t$ 散发的能量 $E_{out}$ ,来计算线圈10在该单位时间 $\Delta t$ 内的温度变化量 $\Delta T$ ,并根据线圈10在第K时刻的温度 $T_k$ 以及所计算出的温度变化量 $\Delta T$ ,来计算线圈10在从第K时刻起经过单位时间 $\Delta t$ 之后的第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 。

[0052] 另外,所述的运算模块50还用于根据在第K时刻施加至线圈10的电流 $I_k$ 和在第K时刻线圈10的电阻 $R_k$ 来确定能量 $E_{in}$ ,根据线圈10在第K时刻的温度 $T_k$ 和该电磁阀的环境温度 $T_{am}$ 之间的差来确定能量 $E_{out}$ 。其中,所述的运算模块50可以根据线圈10在第K时刻的温度 $T_k$ ,来确定线圈10在第K时刻的电阻 $R_k$ 。

[0053] 其中,尽管在图3中以结构框图的形式示出了运算模块50,但是在本公开实施例中,该运算模块50可以安装在电磁阀的阀体上,也可以设置在电磁阀的壳体外侧等任意适当位置。并且,运算模块50可以是例如CPU这样的微处理器。

[0054] 需要说明的是,本公开实施例提出了一种能够基于与线圈的温度相关的参数(线圈10每单位时间 $\Delta t$ 产生的能量 $E_{in}$ 和该线圈10每单位时间 $\Delta t$ 散发的能量 $E_{out}$ )直接计算出线圈的温度,从而不需要另外设置传感器就能够进行线圈的温度检测的构思。在本公开实施例给出的这一构思的启示下,本领域技术人员根据所掌握的基础知识,应当能够基于上述参数计算出线圈的温度。

[0055] 在一种可能的实现方式中,根据本公开实施例的运算模块50可以基于温度预测模型来计算出线圈的温度。具体说明如下。

[0056] 在本公开实施例2中,将线圈的温度升高等效于每单位时间内的线圈温度变化,也就是每单位时间内由于线圈工作而产生的能量 $E_{in}$ 和由线圈、磁芯和其它部件散发的能量 $E_{out}$ 之差。因此,可以根据如下的公式(1)来计算线圈10每单位时间的温度变化量:

$$[0057] \quad \Delta T / \Delta t = c (E_{in} - E_{out}) \quad (1)$$

[0058] 其中, $c$ 是放热系数。

[0059] 进一步地,由于线圈工作期间生成的能量 $E_{in}$ 与线圈的控制电流 $I$ 和阻抗 $R$ 有关。经由线圈、磁芯和其它部件散发的能量 $E_{out}$ 与线圈当前的温度 $T_{curr}$ 和环境温度 $T_{am}$ 之间的温度差有关。因此,上述公式(1)可以被转换成如下的公式(2):

$$[0060] \quad \Delta T / \Delta t = c [I^2 R - h (T_{curr} - T_{am})] \quad (2)$$

[0061] 其中, $h$ 是线圈的比热容。并且,在计算过程中,对于线圈的控制电流 $I$ ,可以采用施加至线圈10的电流的均方根值(也称为电流的有效值)。

[0062] 这样,假设线圈10在第K+1时刻的温度为 $T_{k+1}$ ,线圈10在第K时刻的温度为 $T_k$ ,从K时刻到K+1时刻的温度变化量为 $\Delta T$ ,则存在由如下的公式(3)表示的离散表达式,并且根据该公式(3)能够计算出线圈10在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ :

$$[0063] \quad T_{k+1} = T_k + \Delta T \quad (3)$$

[0064] 结合上述公式(2),可以将上述公式(3)转换成如下的公式(4):

$$[0065] \quad T_{k+1} = T_k + c [I_k^2 R_k - h (T_k - T_{am})] \Delta t \quad (4)$$

[0066] 另外,线圈10在第K时刻的电阻 $R_k$ 与该线圈10在第K时刻的温度 $T_k$ 相对应,两者存在如公式(5)表示的对应关系:



$$[0067] \quad R_k = \frac{T_k + 234.5}{T_0 + 234.5} * R_0 \quad (5)$$

[0068] 其中,  $R_0$ 表示线圈10在标准温度 $T_0$ (例如可以设置为25℃)下的电阻值,数值234.5表示线圈10的物理特性。

[0069] 根据上述公式(4)和(5)可见,如果已知线性控制指令也即在第 $K$ 时刻向线圈10施加的控制电流 $I_k$ 、以及在第 $K$ 时刻的环境温度 $T_{am}$ 的情况下,则可以通过运算得到线圈10在第 $K+1$ 时刻的温度 $T_{k+1}$ 。其中,考虑到放热系数 $c$ 和比热容 $h$ 的不确定性,还可以通过使用在不同冷却剂温度下测量出的线圈温度数据来优化上述的温度预测模型的参数。因此,根据本公开实施例的运算模块50可以基于由上述公式(4)和(5)表示的温度预测模型,来实现对线圈的温度检测,而无需另外设置传感器。

[0070] 另外,对于线圈10在初始时刻的温度,可以通过获取整车机舱的环境温度而得。对于电磁阀的环境温度 $T_{am}$ ,则可以根据已知的方法来获取。例如,在将电磁阀设置于发动机舱的情况下,可以将设置于发动机舱的传感器所感测到的温度作为电磁阀的环境温度 $T_{am}$ 。其中,用于测量环境温度 $T_{am}$ 的传感器是应用了电磁阀的部件的常规设置,并不是本公开为了实现线圈的温度检测而专门设置的。也就是说,相比现有的电磁阀而言,本公开至少能够节省一个原本用于检测电磁阀的线圈温度的传感器。

[0071] 尽管以运算模块50可以基于由上述公式(4)和(5)表示的温度预测模型来计算线圈的温度为例,对运算模块50基于与线圈的温度相关的参数计算线圈的温度进行了说明,但是本公开并不限于此。运算模块50还可以采用其它形式的温度预测模型,来实现基于与线圈的温度相关的参数计算线圈的温度。

[0072] 在本公开实施例的电磁阀中,由于其线圈也被浸泡于例如冷却剂等的流体中,并且,还能够通过计算的方式感测出线圈的温度,因此可以将所感测出的线圈温度看作是线圈周围的流体的温度。当然,在计算出线圈温度的情况下,也可以根据实时感知的线圈温度建立它与例如端口A和端口B等处的温度之间的关系模型,确定出例如端口A处的温度或者端口B处的温度。其中,所述的关系模型可以通过软件仿真和整车测试的实际检测数据中得到并由此进行迭代优化。利用这些温度信息,进行相应的热管理策略的开发。例如,在端口A处的温度过高的情况下,驱动电磁阀使得流向端口A的冷却剂流量增加。

[0073] 如上所述,本公开实施例的重点在于提出了一种在不设置传感器的情况下仍能够获得线圈温度的构思。因此,对于具体如何使用所获得的线圈温度进行热管理,本公开不作过多的说明。

[0074] 实施例3

[0075] 在本公开上述实施例2的基础上,如图3所示,根据本公开实施例的电磁阀还包括发送模块60。其中,该发送模块60与运算模块50连接,用于将运算模块50计算出的线圈10在第 $K+1$ 时刻的温度 $T_{k+1}$ 发送至热管理系统,其中,所述的热管理系统根据线圈10在该第 $K+1$ 时刻的温度 $T_{k+1}$ 来控制施加至线圈10的电流,以进行相应的热管理。

[0076] 其中,本公开实施例的发送模块例如可以是能够通过蓝牙、NFC等近距离通信的方式与热管理系统相通信的通信模块,也可以是能够通过无线网络等远距离通信的方式与热管理系统相通信的通信模块。

[0077] 另外,在本公开实施例中,还可以将运算模块50和发送模块60集成到同一个硬件

模块中。也就是说,可以利用一个硬件模块来同时实现运算模块50和发送模块60这两者的功能。

[0078] 具体如何实现发送模块60的上述功能,本领域技术人员可以根据实际应用需求合理决定。

[0079] 实施例4

[0080] 与本公开上述实施例3不同的是,根据本公开实施例的电磁阀在本公开上述实施例2的基础上还包括控制模块70。其中,该控制模块70与运算模块50连接,用于从运算模块50获取线圈10在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ ,并根据线圈10在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 来控制施加至线圈10的电流,以进行相应的热管理。一般而言,在设置了发送模块60的情况下可以不再设置控制模块70,而在设置了控制模块70的情况下可以不再设置发送模块。因此,图3中以虚线示出了发送模块60和控制模块70。

[0081] 也就是说,根据本公开实施例的电磁阀还集成了热管理的功能。其中,所述的控制模块70能够实现与本公开上述实施例3中所述的热管理系统相同的功能。

[0082] 另外,与本公开上述实施例3类似的是,在本公开实施例中,也可以将运算模块50和控制模块70集成到同一个硬件模块中。也就是说,可以利用一个硬件模块来同时实现运算模块50和控制模块70这两者的功能。当然,具体如何实现控制模块70的上述功能,本领域技术人员可以根据实际应用需求合理决定。

[0083] 实施例5

[0084] 根据本公开实施例的热管理方法利用如实施例1所述的电磁阀1进行热管理。其中,图4示出了根据本公开实施例的热管理方法的流程图。如图4所示,该热管理方法包括:温度感测步骤S100。在该温度感测步骤S100中,根据电磁阀1的线圈10每单位时间 $\Delta t$ 产生的能量 $E_{in}$ 和线圈10每单位时间 $\Delta t$ 散发的能量 $E_{out}$ ,来计算线圈10在该单位时间 $\Delta t$ 内的温度变化量 $\Delta T$ ,并根据线圈10在第K时刻的温度 $T_k$ 以及所计算出的温度变化量 $\Delta T$ ,来计算线圈10在从第K时刻起经过单位时间 $\Delta t$ 之后的第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 。

[0085] 在一种可能的实现方式中,在该温度感测步骤S100中,还根据在所述第K时刻施加至所述线圈的电流 $I_k$ 和在第K时刻所述线圈的电阻 $R_k$ 来确定所述能量 $E_{in}$ ,根据所述线圈在第K时刻的温度 $T_k$ 和所述电磁阀的环境温度 $T_{am}$ 之间的差来确定所述能量 $E_{out}$ 。其中,在该温度感测步骤S100中,根据所述线圈在第K时刻的温度 $T_k$ ,来确定所述线圈在第K时刻的电阻 $R_k$ 。

[0086] 根据本公开实施例的热管理方法所包括的温度感测步骤S100与根据本公开上述实施例2的电磁阀所包括的运算模块50的功能相同,因此,对于本公开实施例的温度感测步骤S100的具体实现方式,可参考在本公开上述实施例2中对电磁阀所包括的运算模块50的说明,这里不再赘述。并且,根据本公开实施例的热管理方法,能够实现与实施例2相同的技术效果,这里也不再赘述。

[0087] 在一种可能的实现方式中,如图4所示,根据本公开实施例的热管理方法还包括:热管理步骤S200。在该热管理步骤S200中,根据在温度感测步骤S100中计算出的所述线圈在第K+1时刻的温度 $T_{k+1}$ 来控制施加至所述线圈的电流。

[0088] 根据本公开实施例的热管理方法所包括的热管理步骤S200与根据本公开上述实施例4的电磁阀所包括的控制模块70的功能相同,因此,对于本公开实施例的热管理步骤

S200的具体实现方式,可参考在本公开上述实施例4中对电磁阀所包括的控制模块70的说明,这里不再赘述。

[0089] 本公开提出了一种电磁阀以及热管理方法,能够使得背景技术部分中提及的现有技术存在的缺点(1)至(4)至少之一最小化甚至完全消除。本公开相比现有技术而言的特征在于:

[0090] • 提供了一种新型的电磁阀设计,能够将线圈浸泡于TMM冷却电路中,由此能够在相同成本下提高电磁阀的性能,或者在相同性能下降低电磁阀的成本;

[0091] • 提出了一种基于温度预测模型的无传感器的温度测量方法,由此能够使得电磁阀控制电路的硬件结构更加简单;

[0092] • 由于将线圈浸泡于冷却剂的新型设计,能够将所感测出的线圈温度看作是线圈周围的冷却剂的温度,因此能够更加有效地进行热管理。

[0093] 通过具备上述特征,本公开能够具有如下有益的技术效果:

[0094] • 通过将线圈浸泡于冷却剂的新型的电磁阀设计,能够减小甚至消除电磁阀被烧坏的风险;

[0095] • 由于线圈被浸泡于冷却剂中,因此电磁阀两端的电压能够在在一个较宽范围内任意增加。因此,能够将本公开提出的新型电磁阀设计应用到作为轻度混合双动力系统的发展趋势的48VDC中;

[0096] • 由于新型的电磁阀设计,能够抑制线圈的温度升高,因此电磁阀的控制特性更加稳定;

[0097] • 由于无需另外安装和部署温度传感器,因此不使用传感器对线圈及其周围进行温度测量的方法能够使得电磁阀控制电路的硬件结构更加简单。

[0098] • 这种应用于整车热管理的湿式温度感知电磁阀,对于其他管路介质一样可以起到流量管理和温度感知,包括但不限于如整车的采暖通风与空调热泵系统,燃料电池汽车中高压氢气的流量控制。

[0099] 以上已经描述了本公开的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

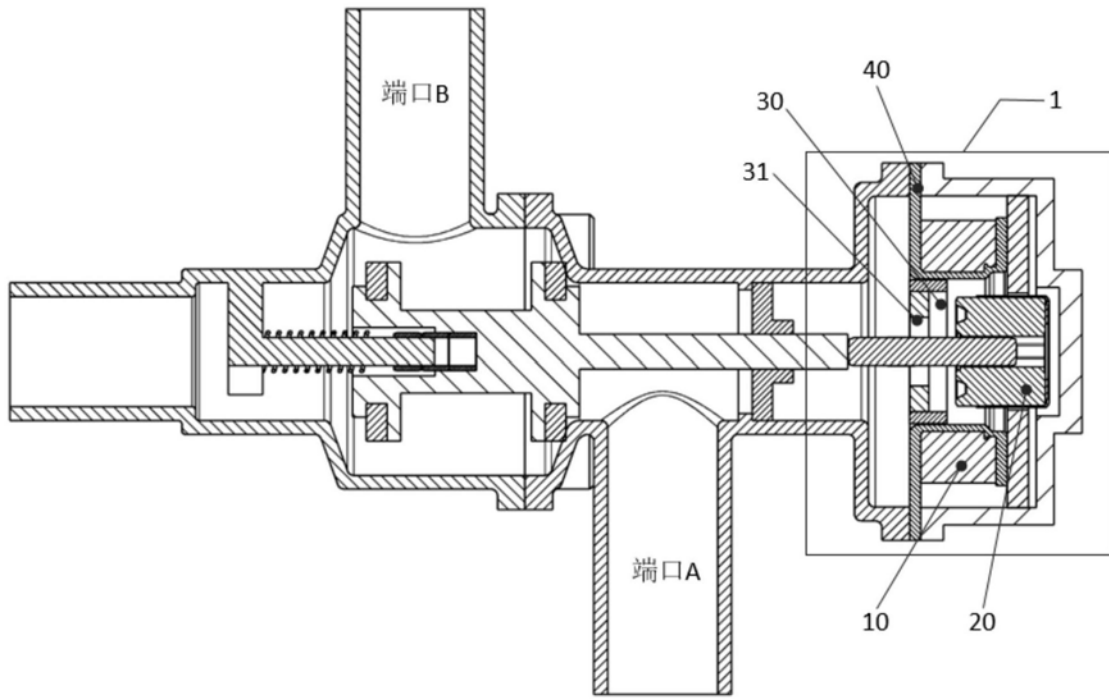


图1

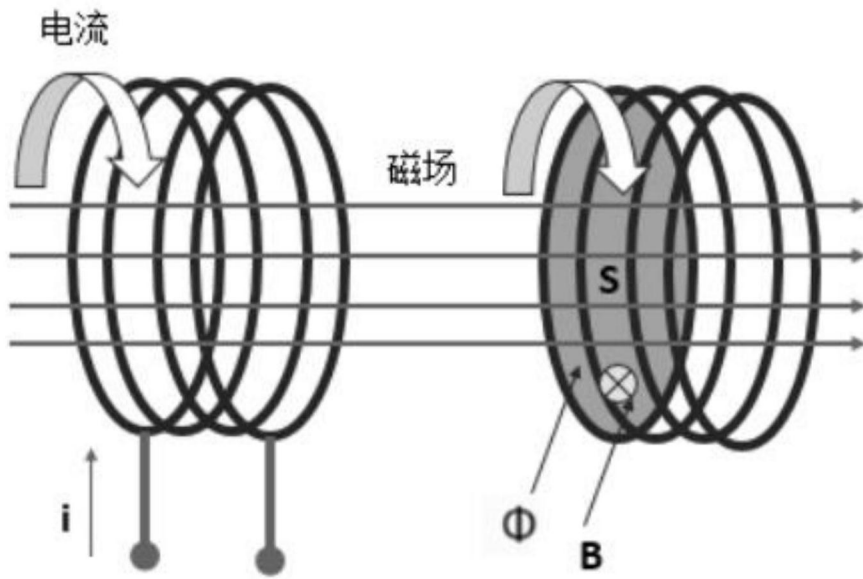


图2

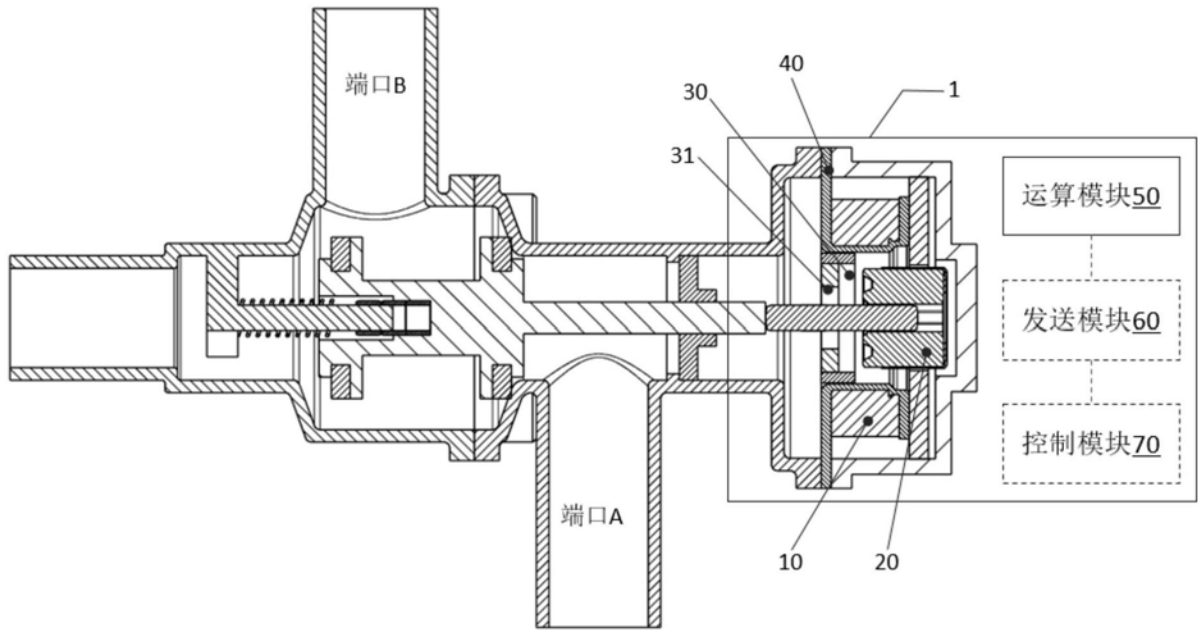


图3

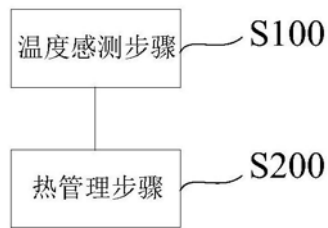


图4