



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108963368 B

(45)授权公告日 2020.07.03

(21)申请号 201810621161.0

H01M 10/613(2014.01)

(22)申请日 2018.06.15

H01M 10/625(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H01M 10/66(2014.01)

申请公布号 CN 108963368 A

G01F 1/00(2006.01)

(43)申请公布日 2018.12.07

审查员 李发喜

(73)专利权人 北京长城华冠汽车科技股份有限公司

地址 101300 北京市顺义区仁和镇时骏北街1号院4栋(科技创新功能区)

(72)发明人 陆群 陈殿领

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 张驰 宋志强

(51)Int.Cl.

H01M 10/48(2006.01)

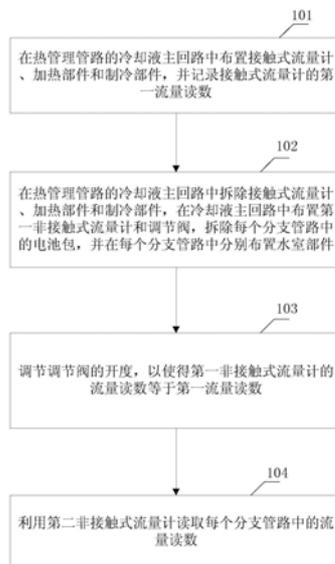
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法和装置

(57)摘要

本发明实施方式公开了一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法和装置。该方法包括：在热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件，并记录接触式流量计的第一流量读数；在热管理管路的冷却液主回路中拆除接触式流量计、加热部件和制冷部件，在冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀，拆除每个分支管路中的电池包，并在每个分支管路中分别布置水室部件；调节调节阀的开度，以使得第一非接触式流量计的流量读数等于第一流量读数；利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。本发明实施方式减少热管理连接部件，结构简单，易于实现，降低时间和物料成本，测量准确度提高，安装空间大且易于操作。



1. 一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法,其特征在于,所述热管理管路包括冷却液主回路及分别连接到所述冷却液主回路的多个分支管路,每个分支管路中布置有包含水室的电池包,该方法包括:

在所述热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,并记录所述接触式流量计的第一流量读数;

在所述热管理管路的冷却液主回路中拆除所述接触式流量计、加热部件和制冷部件,在所述冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀,拆除每个分支管路中的所述电池包,并在每个分支管路中分别布置水室;

调节所述调节阀的开度,以使得所述第一非接触式流量计的流量读数等于所述第一流量读数;

利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法,其特征在于,该方法还包括:

判断第二非接触式流量计的流量读数与预定读数之间的差值是否大于预定门限值,如果是,判定该第二非接触式流量计所在分支管路不合格。

3. 根据权利要求1所述的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法,其特征在于,所述利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数包括:

在每个分支管路中分别布置所述第二非接触式流量计;

同时读取各个所述第二非接触式流量计的流量读数。

4. 根据权利要求1所述的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法,其特征在于,所述利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数包括:

在分支管路中布置所述第二非接触式流量计以测量该分支管路的流量;

拆除该分支管路中的第二非接触式流量计,并将第二非接触式流量计布置到另外的分支管路中,以测量另外的分支管路的流量。

5. 一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试装置,其特征在于,所述热管理管路包括冷却液主回路及分别连接到所述冷却液主回路的多个分支管路,每个分支管路中布置有包含水室的电池包,所述流量测试装置包括:

第一布置模块,用于在所述热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,并记录所述接触式流量计的第一流量读数;

第二布置模块,用于在所述热管理管路的冷却液主回路中拆除所述接触式流量计、加热部件和制冷部件,在所述冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀,拆除每个分支管路中的所述电池包,并在每个分支管路中分别布置水室和第二非接触式流量计;

调节模块,用于调节所述调节阀的开度,以使得所述第一非接触式流量计的流量读数等于所述第一流量读数;

读取模块,用于利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。

6. 根据权利要求5所述的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试装置,其特征在于,读取模块,还用于判断第二非接触式流量计的流量读数与预定读数之间的差值是否大于预定门限值,如果是,判定该第二非接触式流量计所在分支管路不合格。

7. 根据权利要求5所述的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试装置,其特征在于,

读取模块,用于在每个分支管路中分别布置所述第二非接触式流量计;同时读取各个所述第二非接触式流量计的流量读数。

8. 根据权利要求5所述的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试装置,其特征在于,读取模块,用于在每个分支管路中布置第二非接触式流量计以读取该分支管路的流量读数;拆除该分支管路中的第二非接触式流量计,并将第二非接触式流量计布置到另外的分支管路中,以读取另外的分支管路的流量读数。

9. 一种电池管理系统,其特征在于,包括如权利要求5所述的流量测试装置。

10. 一种电动汽车,其特征在于,包括如权利要求9所述的电池管理系统。

## 一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及汽车技术领域,更具体地,涉及一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法和装置。

### 背景技术

[0002] 能源短缺、石油危机和环境污染愈演愈烈,给人们的生活带来巨大影响,直接关系到国家经济和社会的可持续发展。世界各国都在积极开发新能源技术。电动汽车作为一种降低石油消耗、低污染、低噪声的新能源汽车,被认为是解决能源危机和环境恶化的重要途径。

[0003] 在电动汽车中,动力电池驱动电动机产生动力,因此动力电池的性能及寿命是影响电动汽车性能的关键因素。由于车辆上空间有限,电池在工作中产生大量热量受空间影响而累积,造成各处温度不均而影响电池单体的一致性,从而降低电池充放电循环效率,影响电池的功率和能量发挥,严重时还将导致热失控,影响系统的安全性与可靠性。热管理技术普遍应用于电动汽车领域,特别应用于电动汽车动力电池的温度管理。热管理技术施加于电动汽车的动力电池上,使得动力电池无论在高温或低温环境下,以及在充放电过程中产生热量的情况下,都能很好地控制或调节动力电池的温度,使得动力电池始终工作在适宜的温度范围内,发挥电池的良好性能,起到延长电池使用寿命和增加电池续航里程的作用。

[0004] 热管理方式基本分为风冷和液冷两种方式。液冷是比风冷更复杂有效的一种热管理方式。由于液冷方式是利用管道中的液体流动来和电池产生热交换,因此,流量在各个电池的热交换中应该保持均匀,这是使得各个电池温度保持均匀和计算流动场热效率均匀性的基础。

[0005] 在现有技术中,在液冷热管理管道的流量测试中,为了真实模拟实车,一般采用带有动力电池包的接触式流量测试,其缺点至少包括如下几点:

[0006] (1)、采用各个电池包搭建的模型进行流量测试,尤其对于并联管路,有多个流量测试点,则其安装接触式流量计众多或安装重复测试次数多,时间和物料成本增加,且其安装接触式流量计的位置空间狭小,不易操作,或根本无法安装接触式流量计,不能准确测出各管道流量。

[0007] (2)、按实车方式通常布置电动汽车前机舱热管理部件,其加热或制冷管道及其部件不能省略,增加了部件成本和搭建的复杂性。

[0008] (3)、接触式流量计大部分使用安装在管道内部,接触式流量计本身就易形成流量压力损失,不能准确测出管道流量。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的是提出一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法和装置,从而降低时间和物料成本。

[0010] 一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法,所述热管理管路包括冷却液主回路及分别连接到所述冷却液主回路的多个分支管路,每个分支管路中布置有包含水室部件的电池包,该方法包括:

[0011] 在所述热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,并记录所述接触式流量计的第一流量读数;

[0012] 在所述热管理管路的冷却液主回路中拆除所述接触式流量计、加热部件和制冷部件,在所述冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀,拆除每个分支管路中的所述电池包,并在每个分支管路中分别布置水室部件;

[0013] 调节所述调节阀的开度,以使得所述第一非接触式流量计的流量读数等于所述第一流量读数;

[0014] 利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。

[0015] 在一个实施方式中,该方法还包括:

[0016] 判断第二非接触式流量计的流量读数与预定读数之间的差值是否大于预定门限值,如果是,判定该第二非接触式流量计所在分支管路不合格。

[0017] 在一个实施方式中,所述利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数包括:

[0018] 在每个分支管路中分别布置所述第二非接触式流量计;

[0019] 同时读取各个所述第二非接触式流量计的流量读数。

[0020] 在一个实施方式中,所述利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数包括:

[0021] 在每个分支管路中分时复用所述第二非接触式流量计;

[0022] 分时读取所述第二非接触式流量计的流量读数。

[0023] 一种电动汽车动力电池热管理管路的流量测试装置,所述热管理管路包括冷却液主回路及分别连接到所述冷却液主回路的多个分支管路,每个分支管路中布置有包含水室部件的电池包,所述流量测试装置包括:

[0024] 第一布置模块,用于在所述热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,并记录所述接触式流量计的第一流量读数;

[0025] 第二布置模块,用于在所述热管理管路的冷却液主回路中拆除所述接触式流量计、加热部件和制冷部件,在所述冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀,拆除每个分支管路中的所述电池包,并在每个分支管路中分别布置水室部件和第二非接触式流量计;

[0026] 调节模块,用于调节所述调节阀的开度,以使得所述第一非接触式流量计的流量读数等于所述第一流量读数;

[0027] 读取模块,用于利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。

[0028] 在一个实施方式中,读取模块,还用于判断第二非接触式流量计的流量读数与预定读数之间的差值是否大于预定门限值,如果是,判定该第二非接触式流量计所在分支管路不合格。

[0029] 在一个实施方式中,读取模块,用于在每个分支管路中分别布置所述第二非接触式流量计;同时读取各个所述第二非接触式流量计的流量读数。

[0030] 在一个实施方式中,读取模块,用于在每个分支管路中分时复用所述第二非接触式流量计;分时读取所述第二非接触式流量计的流量读数。

[0031] 一种电池管理系统,包括如上所述的流量测试装置。

[0032] 一种电动汽车,包括如上所述的电池管理系统。

[0033] 从上述技术方案可以看出,本发明实施方式包括:在热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,并记录接触式流量计的第一流量读数;在热管理管路的冷却液主回路中拆除接触式流量计、加热部件和制冷部件,在冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀,拆除每个分支管路中的电池包,并在每个分支管路中分别布置水室部件;调节调节阀的开度,以使得第一非接触式流量计的流量读数等于第一流量读数;利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。因此,本发明实施方式利用调节阀部件代替机舱热管理部件(加热部件和制冷部件),热管理连接部件减少,结构更加简单,容易实现且成本降低。

[0034] 而且,本发明实施方式以电池包中的水室代替整个电池包,水室和流量计的安装方便简单,安装空间大,易于操作,且不影响流量准确度测试。

[0035] 另外,本发明实施方式采用非接触式流量计,没有压力和流量损失,测量准确度提高,安装更便捷。

[0036] 还有,本发明实施方式还可以在测量过程中分时复用非接触式流量计,从而降低针对非接触式流量计的数量需求,并由此进一步降低昂贵成本。

## 附图说明

[0037] 以下附图仅对本发明做示意性说明和解释,并不限定本发明的范围。

[0038] 图1为根据本发明的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法的流程图。

[0039] 图2为基于包含水室部件的电池包和接触式流量计的流量测试的示意图。

[0040] 图3为根据本发明基于非接触式流量计的流量测试的第一示意图,其中每个分支管路中分别布置非接触式流量计。

[0041] 图4为根据本发明基于非接触式流量计的流量测试的第二示意图,其中每个分支管路中分时复用非接触式流量计。

[0042] 图5为根据本发明基于非接触式流量计的流量测试的第三示意图,其中每个分支管路中分时复用非接触式流量计。

[0043] 图6为根据本发明的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试装置的结构图。

## 具体实施方式

[0044] 为了对发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图说明本发明的具体实施方式,在各图中相同的标号表示相同的部分。

[0045] 为了描述上的简洁和直观,下文通过描述若干代表性的实施方式来对本发明的方案进行阐述。实施方式中大量的细节仅用于帮助理解本发明的方案。但是很明显,本发明的技术方案实现时可以不局限于这些细节。为了避免不必要地模糊了本发明的方案,一些实施方式没有进行细致地描述,而是仅给出了框架。下文中,“包括”是指“包括但不限于”,“根据……”是指“至少根据……,但不限于仅根据……”。由于汉语的语言习惯,下文中没有特

别指出一个成分的数量时,意味着该成分可以是一个也可以是多个,或可理解为至少一个。

[0046] 图1为根据本发明的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试方法的流程图。热管理管路包括冷却液主回路及分别连接到冷却液主回路的多个分支管路,每个分支管路中布置有包含水室部件的电池包。

[0047] 如图1所示,该方法包括:

[0048] 步骤101:在热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,并记录接触式流量计的第一流量读数。

[0049] 在这里,可以参照现有技术的分支管路流量测试方式,在热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,其中冷却液主回路中已布置有水泵,而且在每个分支管路中布置包含水室部件的电池包,各个电池包所在的分支管路中分别布置有各自的接触式流量计,以用于测量各个分支管路的流量。冷却液主回路中布置的接触式流量计,用于测量冷却液主回路的流量。记录布置在冷却液主回路中的接触式流量计的第一流量读数。

[0050] 图2为基于包含水室部件的电池包和接触式流量计的流量测试的示意图。

[0051] 由图2可见,冷却液主回路包含泵、与泵连接的接触式流量计、制冷部件和加热部件。其中制冷部件和加热部件包括加热器、压缩机及其制冷管路、热交换器等等。多个分支管路分别连接到冷却液主回路,每个分支管路中包含电池包及与电池包连接的接触式流量计,其中电池包包含水室部件。

[0052] 基于步骤101的描述,记录冷却液主回路中接触式流量计的第一流量读数,即记录冷却液主回路中的流量值。

[0053] 步骤102:在热管理管路的冷却液主回路中拆除接触式流量计、加热部件和制冷部件,在冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀,拆除每个分支管路中的电池包,并在每个分支管路中分别布置水室部件。

[0054] 在这里,针对图2所示的测量架构,在热管理管路的冷却液主回路中拆除接触式流量计、加热部件和制冷部件,而且在冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀。而且,拆除每个分支管路中的电池包,并在每个分支管路中分别布置水室部件。即,针对每个分支管路,分别拆除该分支管路中所布置的电池包(包含有水室部件),而布置该被拆除电池包中的水室部件。

[0055] 步骤103:调节调节阀的开度,以使得第一非接触式流量计的流量读数等于第一流量读数。

[0056] 在这里,通过调节调节阀的开度,使得第一非接触式流量计的流量读数等于第一流量读数。因此,开度被调节后的调节阀的流阻相当于被拆除的接触式流量计、加热部件和制冷部件的流阻,从而可以代替被拆除的接触式流量计、加热部件和制冷部件。而且,相比图2所示的结构,调节阀的热管理连接部件明显减少,结构更加简单,容易实现且成本降低。

[0057] 步骤104:利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。

[0058] 在这里,利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数,从而可以获得每个分支管路的流量测量值。

[0059] 在一个实施方式中,该方法还包括:判断第二非接触式流量计的流量读数与预定读数之间的差值是否大于预定门限值,如果是,判定该第二非接触式流量计所在分支管路

不合格。

[0060] 因此,通过将各个分支管路的流量读数与预定读数进行差值比较,可以发现流量不均衡的不合格分支管路。

[0061] 在一个实施方式中,利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数包括:

[0062] 在每个分支管路中分别布置第二非接触式流量计;同时读取各个第二非接触式流量计的流量读数。

[0063] 图3为根据本发明基于非接触式流量计的流量测试的第一示意图,其中每个分支管路中分别布置非接触式流量计。

[0064] 由图3可见,冷却液主回路包含泵和第一非接触式流量计。其中,调节阀的开度被调节,以使得第一非接触式流量计的流量读数等于图2中布置在冷却液主回路中的接触式流量计的第一流量读数。

[0065] 在图3中,多个分支管路分别连接到冷却液主回路,每个分支管路中包含被拆除的电池包中的水室。每个分支管路中包含各自的非接触流量计,以用于测量各自分支管路的流量。其中,水室数目为 $n$ ,分别为水室1、水室2...水室 $n$ 。在水室1的分支管路中布置有第二非接触式流量计1,第二非接触式流量计1用于测量水室1的分支管路的流量;在水室2的分支管路中布置有第二非接触式流量计2,第二非接触式流量计2用于测量水室2的分支管路的流量...在水室 $n$ 的分支管路中布置有第二非接触式流量计 $n$ ,第二非接触式流量计 $n$ 用于测量水室 $n$ 的分支管路的流量。

[0066] 因此,本发明实施方式可以在每个分支管路中同时布置第二非接触式流量计,并同时读取这些第二非接触式流量计的流量读数,从而实现批量和快速获取各个分支管路的流量测量值。

[0067] 在一个实施方式中,利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数包括:在每个分支管路中分时复用第二非接触式流量计;分时读取第二非接触式流量计的流量读数。

[0068] 图4为根据本发明基于非接触式流量计的流量测试的第二示意图,其中每个分支管路中分时复用非接触式流量计。图5为根据本发明基于非接触式流量计的流量测试的第三示意图,其中每个分支管路中分时复用非接触式流量计。

[0069] 在图4和图5中,冷却液主回路包含泵和第一非接触式流量计,多个分支管路分别连接到冷却液主回路,每个分支管路中包含被拆除的电池包中的水室。在图4和图5中,调节阀的开度被调节,以使得第一非接触式流量计的流量读数等于图2中布置在冷却液主回路中的接触式流量计的第一流量读数。

[0070] 在图4中,水室1所在的分支管路中布置有第二非接触流量计,以用于测量水室1所在的分支管路的流量。然而,可以将第二非接触流量计从水室1所在的分支管路拆除下来,并将第二非接触流量计布置到水室2所在的分支管路中,以用于测量水室2所在的分支管路的流量。依此类推,如图5所示,将第二非接触流量计布置到水室 $n$ 所在的分支管路中,以用于测量水室 $n$ 所在的分支管路的流量。

[0071] 因此,本发明实施方式可以在每个分支管路中分时复用相同的第二非接触式流量计,从而降低针对非接触式流量计的需求数量,并由此降低成本。

[0072] 可见,在本发明实施方式中,利用调节阀部件代替机舱热管理部件(包括加热部件和制冷部件),通过调节阀使得前后二者的总流阻和总流量一致,热管理连接部件减少,结构更加简单,容易实现且成本降低。

[0073] 而且,在本发明实施方式中,以电池包中的水室代替整个电池包,从而水室和流量计的安装方便简单,而且安装空间大、易于操作,不影响流量准确度测试。

[0074] 还有,在本发明实施方式中,采用非接触式流量计而不是接触式流量计,没有压力和流量损失,测量准确度提高,安装更便捷。另外,本发明实施方式还可以在测量过程中分时复用非接触式流量计,从而还可以降低成本。

[0075] 下面描述本发明实施方式的一个典型应用过程。首先,以实车相同材质和内径的管路连接调节阀和泵,以组成加热部件和制冷部件的等效流阻部件;然后,按实车电池包排列的拓扑结构布置水室,其几何尺寸的空间布置与实车相同;接着,将各分支管路连接水室;将调节阀与泵组成的加热制冷等效流阻部件与各水室及分支管路部件相连接;在总管路上和分支管路上连接非接触式流量计;在管路中加注防冻液等耐高低温液冷介质;打开水泵运行排气,直到排气干净;调节阀使管路总流量等于实车等效总流量;待流量计显示信号稳定时读出流量数据;关闭水泵,等待一段时间再次启动,读出第二次流量数据;重复流量测试三次,取三次流量平均值作为各管路的流量最终值。

[0076] 基于上述描述,本发明实施方式还提出了电动汽车动力电池热管理管路的流量测试装置。

[0077] 图6为根据本发明的电动汽车动力电池热管理管路的流量测试装置的结构图。热管理管路包括冷却液主回路及分别连接到所述冷却液主回路的多个分支管路,每个分支管路中布置有包含水室部件的电池包。该流量测试装置包括:

[0078] 第一布置模块601,用于在所述热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,并记录所述接触式流量计的第一流量读数;

[0079] 第二布置模块602,用于在所述热管理管路的冷却液主回路中拆除所述接触式流量计、加热部件和制冷部件,在所述冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀,拆除每个分支管路中的所述电池包(电池包拆除后,可以利用水室测量多个管路拓扑,用于多个研发管路的不断改进),并在每个分支管路中分别布置水室部件和第二非接触式流量计;

[0080] 调节模块603,用于调节调节阀的开度,以使得所述第一非接触式流量计的流量读数等于所述第一流量读数;

[0081] 读取模块604,用于利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。

[0082] 在一个实施方式中,读取模块604,还用于判断第二非接触式流量计的流量读数与预定读数之间的差值是否大于预定门限值,如果是,判定该第二非接触式流量计所在分支管路不合格。

[0083] 在一个实施方式中,读取模块604,用于在每个分支管路中分别布置所述第二非接触式流量计;同时读取各个所述第二非接触式流量计的流量读数。

[0084] 在一个实施方式中,读取模块604,用于在每个分支管路中分时复用所述第二非接触式流量计;分时读取所述第二非接触式流量计的流量读数。

[0085] 可以将本发明实施方式的流量测试方法应用到电池管理系统中,而且可以将本发明实施方式提出的流量测试方法应用到各种电动汽车中,比如混合动力电动汽车(HEV)、纯

电动汽车 (BEV)、燃料电池电动汽车 (FCEV) 和其他新能源 (如超级电容器、飞轮等高效储能器) 汽车等。

[0086] 综上所述,在热管理管路的冷却液主回路中布置接触式流量计、加热部件和制冷部件,并记录接触式流量计的第一流量读数;在热管理管路的冷却液主回路中拆除接触式流量计、加热部件和制冷部件,在冷却液主回路中布置第一非接触式流量计和调节阀,拆除每个分支管路中的电池包,并在每个分支管路中分别布置水室部件;调节调节阀的开度,以使得第一非接触式流量计的流量读数等于第一流量读数;利用第二非接触式流量计读取每个分支管路中的流量读数。因此,本发明实施方式利用调节阀部件代替机舱热管理部件(加热部件和制冷部件),热管理连接部件减少,结构更加简单,容易实现且成本降低。

[0087] 而且,本发明实施方式以电池包中的水室代替整个电池包,水室和流量计的安装方便简单,安装空间大,易于操作,且不影响流量准确度测试。

[0088] 另外,本发明实施方式采用非接触式流量计,没有压力和流量损失,测量准确度提高,安装更便捷。

[0089] 还有,本发明实施方式还可以在测量过程中分时复用非接触式流量计,从而降低针对非接触式流量计的数量需求,并由此进一步降低成本。

[0090] 上文所列出的一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,而并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方案或变更,如特征的组合、分割或重复,均应包含在本发明的保护范围之内。

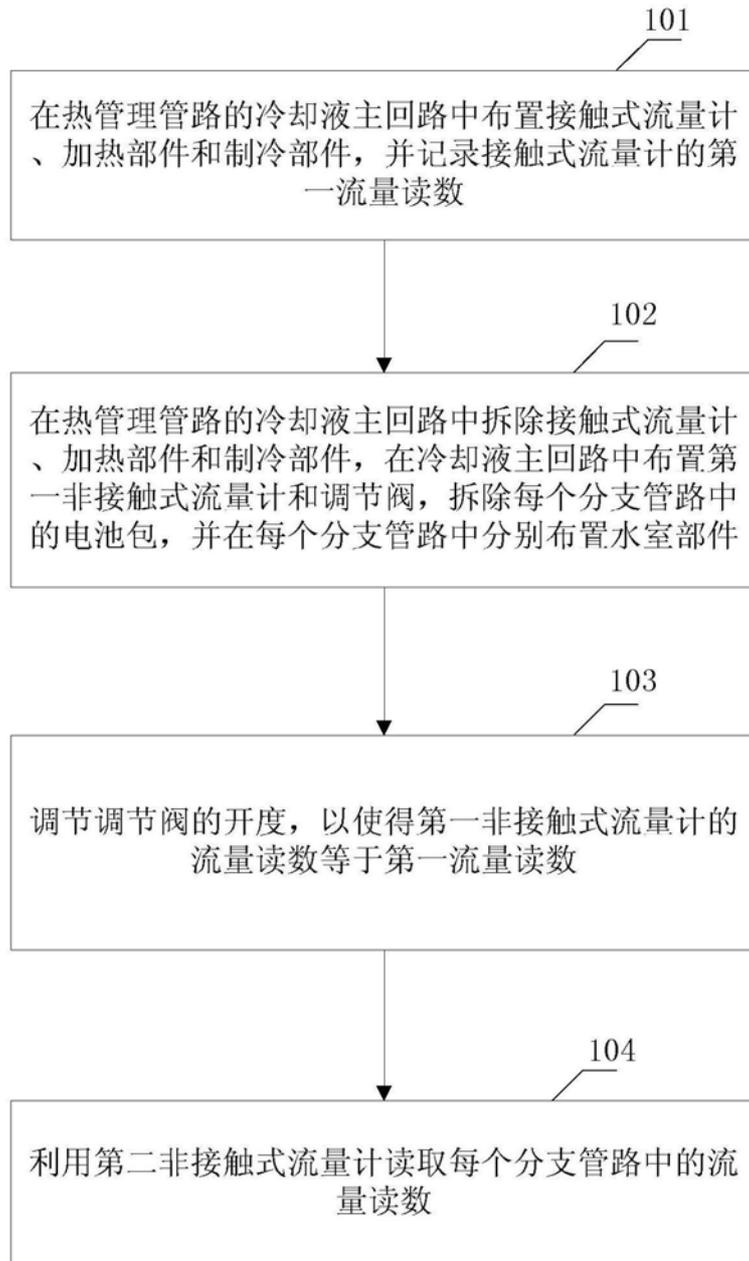


图1

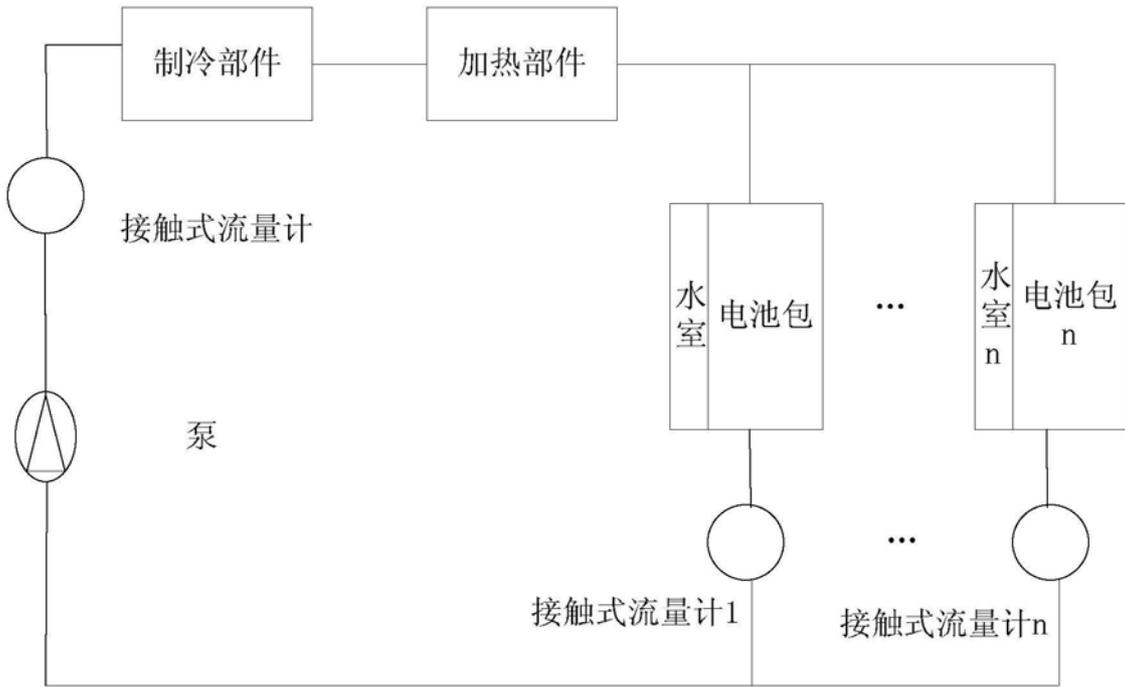


图2

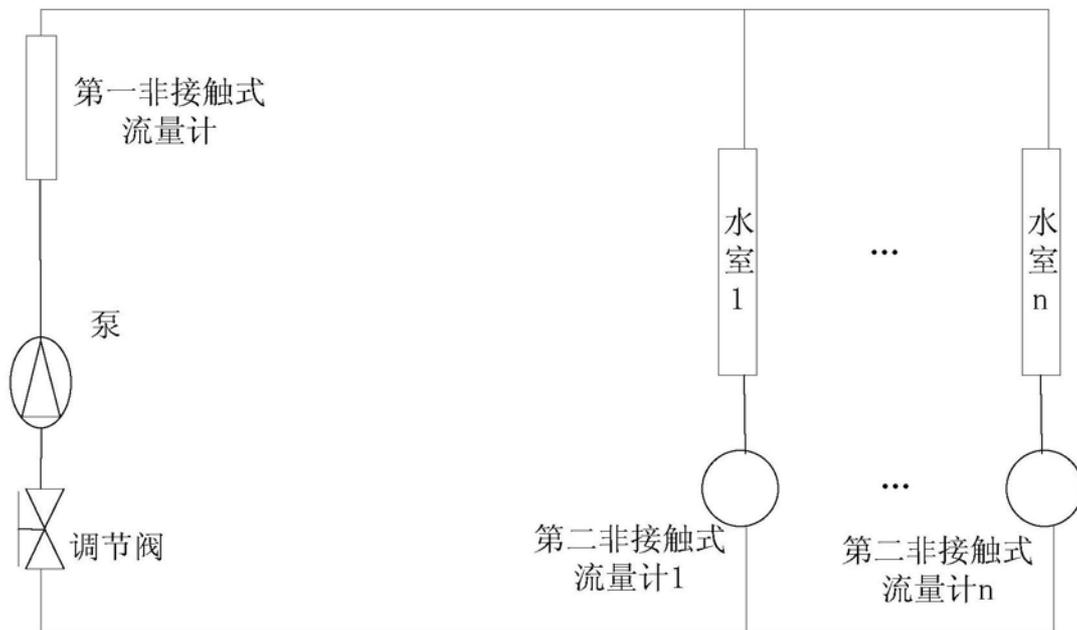


图3

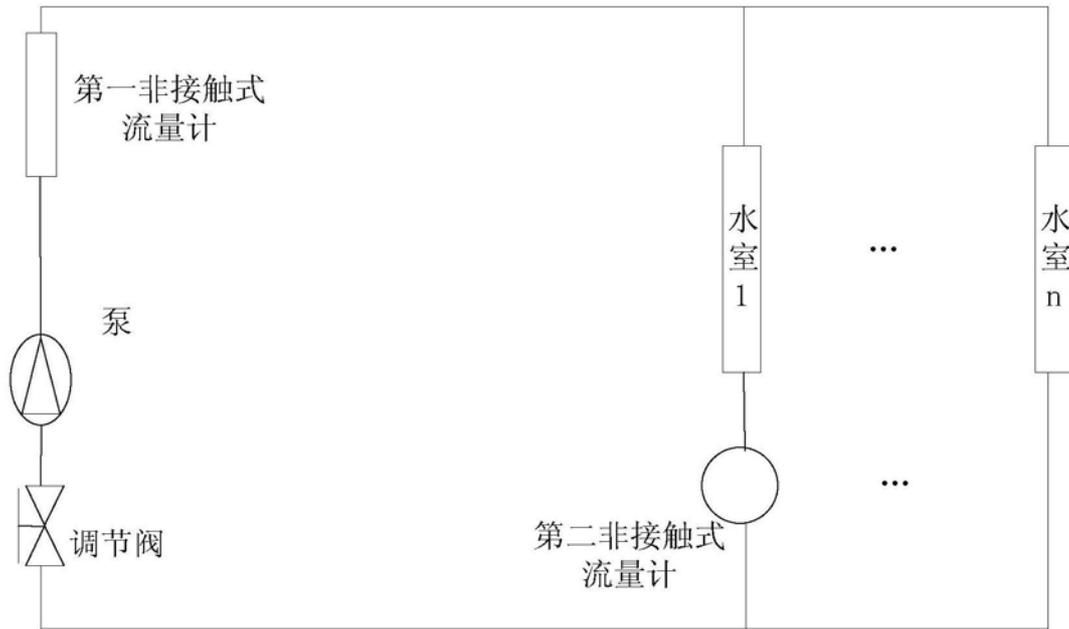


图4

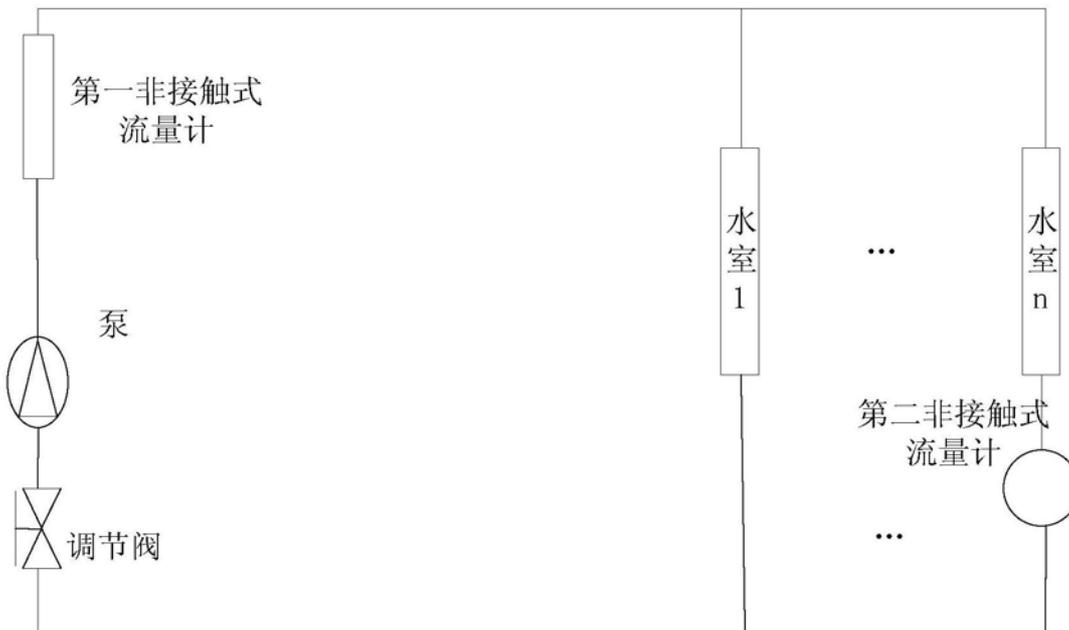


图5

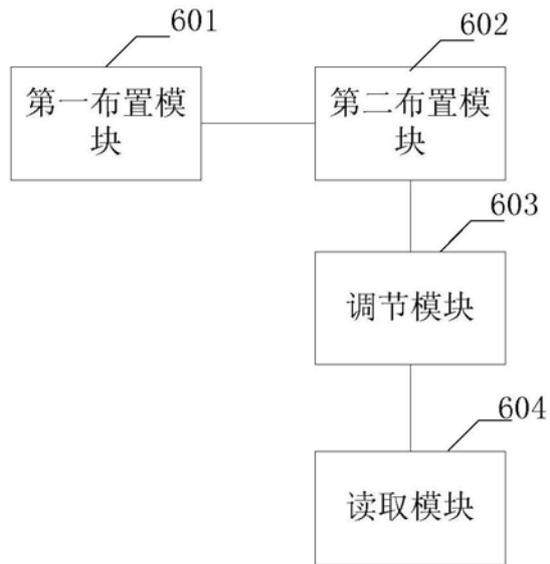


图6