



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103934239 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410139144.5

(22)申请日 2014.04.08

(73)专利权人 国家电网公司

地址 100761 北京市西城区西长安街86号

专利权人 国网陕西省电力公司电力科学研究院

(72)发明人 丁德 谷永刚 苏耕 闫爱军

白晓春 吴健 薛军 宋元峰

孙少晗 郭安祥 林一凡 王建平

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 徐文权

(51)Int.Cl.

B08B 7/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103272805 A,2013.09.04,

JP 60-198764 A,1985.10.08,

JP 61-54876 A,1986.03.19,

CN 102394551 A,2012.03.28,

CN 103435196 A,2013.12.11,

CN 201584884 U,2010.09.15,

JP 55-162880 A,1980.12.18,

KR 2002-0096018 A,2002.12.28,

审查员 叶映芳

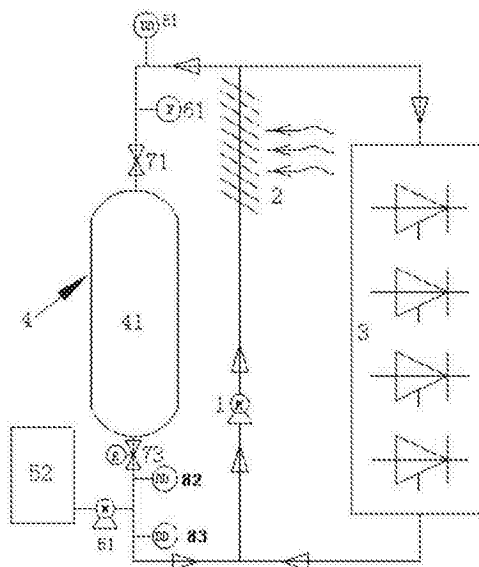
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种换流阀均压电极再生装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种换流阀均压电极再生装置及方法,包括与换流阀内冷水循环水路并联的离子交换旁路;离子交换器串联在离子交换旁路的入口和出口之间的管路上;离子交换器的入口处安装有第一电导率表,离子交换器的出口处安装有第二电导率表;计量泵的入口连接电解质溶液槽,出口连通第二电导率表与离子交换旁路出口之间的管路;计量泵的出口处安装有第三电导率表。本发明通过向内冷水添加电解质,控制内冷水的电导率及电极的析气反应,生成的气体能去除电极表面生成的沉积物,沉积物最终通过离子交换树脂吸附去除,从而实现电极的再生。



1. 一种换流阀均压电极再生装置,其特征在于,包括与换流阀内冷水循环水路并联的离子交换旁路(4);离子交换旁路(4)包括离子交换器(41)、计量泵(51)和电解质溶液槽(52);离子交换器(41)串联在离子交换旁路(4)的入口和出口之间的管路上;离子交换器(41)的入口处安装有第一电导率表(81),离子交换器(41)的出口处安装有第二电导率表(82);计量泵(51)的入口连接电解质溶液槽(52),出口连通第二电导率表(82)与离子交换旁路(4)出口之间的管路;计量泵(51)的出口处安装有第三电导率表(83);

计量泵(51)向内冷水添加电解质溶液,控制内冷水的电导率小于 $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ ;

内冷水电解质溶液促使换流阀塔(3)中均压电极发生析气反应,均压电极析出的气体将均压电极表面生成的沉积物去除,从均压电极上脱落的沉积物进入离子交换旁路(4)被离子交换器(41)吸附去除。

2. 根据权利要求1所述的一种换流阀均压电极再生装置,其特征在于,所述电解质溶液是质量浓度 $0\sim 1\%$ 的碳酸溶液、质量浓度 $0\sim 1\%$ 的碳酸氢铵溶液、质量浓度 $0\sim 1\%$ 的碳酸铵溶液、质量浓度 $0\sim 1\%$ 的双氧水溶液中一种或几种的混合溶液。

3. 根据权利要求1所述的一种换流阀均压电极再生装置,其特征在于,通过第一电导率表(81)和第三电导率表(83)监控内冷水的电导率,通过控制计量泵(51)添加电解质的量和离子交换旁路(4)的流量调节内冷水的电导率。

4. 根据权利要求1所述的一种换流阀均压电极再生装置,其特征在于,均压电极的析气反应中,正极电极表面析出氧气或二氧化碳气泡,负极电极表面析出氢气或氨气气泡。

5. 根据权利要求1所述的一种换流阀均压电极再生装置,其特征在于,离子交换器(41)包括进水盖部(411)、净化筒体(412)和出水底部(413),进水盖部(411)、净化筒体(412)和出水底部(413)依次活动连接构成封闭容器;所述的净化筒体(412)内安装有滤元(4123);

所述的进水盖部(411)包括封盖(4110)、布水板(4111)和第一水帽(4112),封盖(4110)和布水板(4111)形成内空腔,第一水帽(4112)设在布水板(4111)上,封盖(4110)上设有与进水盖部(411)连通的进水口(4113);

所述的出水底部(413)包括封底(4130)、集水板(4131)和第二水帽(4132),封底(4130)和集水板(4131)形成内空腔,第二水帽(4132)设在集水板(4131)上,集水板(4131)中央设有出树脂口(4134),封底(4130)上设有与出水底部(413)连通的出水口(4133);

所述的净化筒体(412)内壁(4120)设有隔环(4121),隔环(4121)上安装有隔板(4122),隔板(4122)将净化筒体(412)分为位于上部的第一净化腔(4124)和位于下部的第二净化腔(4125),第一净化腔(4124)和第二净化腔(4125)分别装填离子交换树脂I和离子交换树脂II;

所述滤元(4123)内装填纤维粉与粉末树脂的混合物;

所述的离子交换树脂I为氢型树脂;所述的离子交换树脂II包括上层的氢型树脂和下层抛光树脂,其中氢型树脂的体积为离子交换树脂II体积的 $20\sim 40\%$ ,抛光树脂的体积为离子交换树脂II体积的 $60\sim 80\%$ 。

6. 一种换流阀均压电极再生方法,其特征在于,包括以下步骤:向换流阀内冷水中添加电解质溶液,控制内冷水的电导率小于 $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ ;电解质增强了内冷水的导电性及电极的析气性,促使均压电极发生析气反应,产生的气体剥离、粉碎电极表面吸附的沉积物,剥离、粉碎后的沉积物在水流携带下,流经离子交换树脂被过滤去除,实现电极的再生。

7. 根据权利要求6所述的一种换流阀均压电极再生方法, 其特征在于, 所述电解质溶液是质量浓度0~1%的碳酸溶液、质量浓度0~1%的碳酸氢铵溶液、质量浓度0~1%的碳酸铵溶液、质量浓度0~1%的双氧水溶液中一种或几种的混合溶液。

8. 根据权利要求6所述的一种换流阀均压电极再生方法, 其特征在于, 均压电极的析气反应中, 正极电极表面析出氧气或二氧化碳气泡, 负极电极表面析出氢气或氨气气泡。

## 一种换流阀均压电极再生装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及换流阀技术领域,特别涉及一种换流阀均压电极再生装置及方法。

### 背景技术

[0002] 高压直流输电换流阀运行1~3年后,换流阀内冷水管路上安装的均压电极表面普遍被沉积物覆盖,沉积物降低电极的工作面积,从而导致与内冷水接触的金属电气设备发生严重电解腐蚀及电气闪络,且沉积物在阀塔振动及内冷水扰动下容易脱落堵塞水路,导致电气设备过热损坏。

[0003] 电极表面沉积物,目前处理方法为:每年换流阀停运1次,人工抽取电极,通过擦拭、敲碎等方法去除电极表面沉积物,不仅耗费人力物力,且人工清除电极表面沉积物过程中容易导致换流阀其他设备受损,最关键的是换流阀停运,损失负荷输送,经济损失巨大。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种换流阀均压电极再生装置及方法,在换流阀不停运的情况下有效的去除均压电极表面的沉积物,保障换流阀的正常运行。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种换流阀均压电极再生装置,包括与换流阀内冷水循环水路并联的离子交换旁路;离子交换旁路包括离子交换器、计量泵和电解质溶液槽;离子交换器串联在离子交换旁路的入口和出口之间的管路上;离子交换器的入口处安装有第一电导率表,离子交换器的出口处安装有第二电导率表;计量泵的入口连接电解质溶液槽,出口连通第二电导率表与离子交换旁路出口之间的管路;计量泵的出口处安装有第三电导率表。

[0007] 本发明进一步的改进在于:计量泵向内冷水添加电解质溶液,控制内冷水的电导率小于 $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

[0008] 本发明进一步的改进在于:所述电解质溶液是质量浓度 $0\sim 1\%$ 的碳酸溶液、质量浓度 $0\sim 1\%$ 的碳酸氢铵溶液、质量浓度 $0\sim 1\%$ 的碳酸铵溶液、质量浓度 $0\sim 1\%$ 的双氧水溶液中一种或几种的混合溶液。

[0009] 本发明进一步的改进在于:通过第一电导率表和第三电导率表监控内冷水的电导率,通过控制计量泵添加电解质的量和离子交换旁路的流量调节内冷水的电导率。

[0010] 本发明进一步的改进在于:内冷水电解质溶液促使换流阀塔中均压电极发生析气反应,均压电极析出的气体将均压电极表面生成的沉积物去除,从均压电极上脱落的沉积物进入离子交换旁路被离子交换器吸附去除。

[0011] 本发明进一步的改进在于:均压电极的析气反应中,正极电极表面析出氧气或二氧化碳气泡,负极电极表面析出氢气或氨气气泡。

[0012] 本发明进一步的改进在于:离子交换器包括进水盖部、净化筒体和出水底部,进水盖部、净化筒体和出水底部依次活动连接构成封闭容器;所述的净化筒体内安装有滤芯;所述的进水盖部包括封盖、布水板和第一水帽,封盖和布水板形成内空腔,第一水帽设在布水

板上,封盖上设有与进水盖部连通的进水口;所述的出水底部包括封底、集水板和第二水帽,封底和集水板形成内空腔,第二水帽设在集水板上,集水板中央设有出树脂口,封底上设有与出水底部连通的出水口;所述的净化筒体内壁设有隔环,隔环上安装有隔板,隔板将净化筒体分为位于上部的第一净化腔和位于下部的第二净化腔,第一净化腔和第二净化腔分别装填离子交换树脂I和离子交换树脂II;所述滤元内装填纤维粉与粉末树脂的混合物;所述的离子交换树脂I为氢型树脂;所述的离子交换树脂II包括上层的氢型树脂和下层抛光树脂,其中氢型树脂的体积为交换树脂II体积的20~40%,抛光树脂的体积为交换树脂II体积的60~80%。

[0013] 一种换流阀均压电极再生方法,包括以下步骤:向换流阀内冷水中添加电解质,控制内冷水的电导率小于 $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ ;电解质增强了内冷水的导电性及电极的析气性,使电极之间发生水溶液的电解反应,产生的气体剥离、粉碎电极表面吸附的沉积物,剥离、粉碎后的沉积物在水流携带下,流经离子交换树脂被过滤去除,实现电极的再生。

[0014] 本发明进一步的改进在于:所述电解质溶液是质量浓度0~1%的碳酸溶液、质量浓度0~1%的碳酸氢铵溶液、质量浓度0~1%的碳酸铵溶液、质量浓度0~1%的双氧水溶液中一种或几种的混合溶液。

[0015] 本发明进一步的改进在于:均压电极的析气反应中,正极电极表面析出氧气或二氧化碳气泡,负极电极表面析出氢气或氨气气泡。

[0016] 本发明进一步的改进在于:离子交换器出水电导率大于 $0.2\mu\text{S}/\text{cm}$ 或离子交换器进、出口压差大于 $0.1\text{Mpa}$ 时,将离子交换器退出运行,更换树脂后重新投入运行。

[0017] 本发明进一步的改进在于:电解质溶液中包含体积浓度为0.01%的碳酸溶液及体积浓度为0.5%双氧水溶液。

[0018] 本发明进一步的改进在于:离子交换器内部装填由50%体积的氢型树脂和50%体积的氢氧型树脂组成的混合树脂。

[0019] 本发明进一步的改进在于:解质溶液中包含体积浓度为0.01%的碳酸铵溶液及1%双氧水溶液。

[0020] 本发明进一步的改进在于:离子交换器内下部装填60%体积的1:1的氢型树脂和氢氧型树脂组成的混合树脂,中部装填20%体积的氢氧型树脂,顶部装填20%体积的氢型树脂。

[0021] 本发明将一定浓度的电解质溶液通过微量计量泵,注入内冷水旁路,同时监测注入点前后电导率的变化,调整电解质的注入量,控制电导率不超过 $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ ,注入内冷水中的电解质,增强了内冷水的导电性及电极的析气性,使电极之间发生水溶液的电解反应,正极产生氧气、二氧化碳气体,负极产生氢气、氨气,产生的气体剥离、粉碎电极表面吸附的沉积物,剥离、粉碎后的沉积物在水流携带下,流经离子交换树脂,被过滤去除,从而实现电极的再生。

[0022] 相对于现有技术,本发明具有以下优点:

[0023] 本发明通过向内冷水添加一定浓度的电解质,控制内冷水电导率及电极析气反应,使正、负电极表面发生气体的析出反应,剥离电极表面吸附的沉积物,沉积物通过离子交换树脂过滤去除,从而实现电极的再生,免除人工清除电极表面沉积物,使换流阀能长期稳定运行,安全效益及经济效益显著。

## 附图说明

- [0024] 图1是本发明一种换流阀均压电极再生装置的示意图；  
[0025] 图2是换流阀组件示意图；  
[0026] 图3是离子交换器的结构示意图；  
[0027] 图4是隔板的示意图；  
[0028] 图5是滤元的结构示意图。

## 具体实施方式

[0029] 请参阅图1和图2所示,本发明一种换流阀均压电极再生装置,包括与换流阀内冷水循环水路并联的离子交换旁路4。

[0030] 换流阀内冷水循环水路包括依次串联的循环泵1、风冷换热器2和换流阀塔3;循环泵1的出口通过管路连接风冷换热器2的入口,风冷换热器2的出口连接换流阀塔3的冷却水入口,换流阀塔3的冷却水出口连接循环泵1的入口。

[0031] 离子交换旁路4包括离子交换器41、计量泵51和电解质溶液槽52;离子交换旁路4的入口连接循环泵1的出口,离子交换旁路4的出口连接循环泵1的入口。离子交换器41的入口处安装有第一电导率表81流量表、第一流量表61和第一调节阀71,离子交换器41的出口处安装有第二调节阀72和第二电导率表82。计量泵51的入口连接电解质溶液槽52,出口连通第二电导率表82与离子交换旁路4出口之间的管路;计量泵51的出口处安装有逆止阀和第三电导率表83。

[0032] 请参阅图2所示,换流阀组件30是换流阀塔3的构成组件,3个换流阀组件30构成一个换流阀,4个换流阀构成一个换流阀塔3。换流阀组件30由2个阀段串联组成,1个阀段由13片晶闸管302及14片水冷板301叠加组成。换流阀组件30的进水管303及出水管304共安装有10支均压电极305。均压电极电线连接于电缆306或水冷板301,因此换流阀工作时,均压电极间存在电压差。

[0033] 本发明一种换流阀均压电极再生装置,工作过程如下:循环泵1将内冷水加压输送至风冷散热器2散热后,进入换流阀塔3,吸收晶闸管302产生的热量,然后再进入循环泵1的入口,如此重复循环,部分内冷水通过离子交换旁路4进行电导率调整处理,使整个系统中的电导率小于 $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ ,以控制均压电极的析气反应,释放电解电流,电极析出的气体将电极表面生成的沉积物去除,沉积物最终被离子交换器中离子交换树脂吸附去除,从而实现电极的再生。电极的析气反应,可以是正极电极表面的氧气、二氧化碳析出生成气泡,负极电极表面的氢气、氨气析出生成气泡。析出的气体将电极表面生成的沉积物去除,可以是正、负电极表面析出的气泡剥离、粉碎电极表面沉积物。

[0034] 实施例1:

[0035] 电解质溶液槽52中装有电解液(体积浓度为0.01%的碳酸溶液及体积浓度为0.5%双氧水溶液),通过计量泵51将电解液注入离子交换旁路,进而流入冷却水循环系统,控制冷却水循环系统中内冷水的电导率不大于 $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ ;将离子交换器41串联于离子交换旁路4中,离子交换器41内部装填由50%体积的氢型树脂和50%体积的氢氧型树脂组成的混合树脂,调整第一调节阀71和第二调节阀72,控制流过离子交换器41的流量,每小时过滤内冷水

循环水量的1%，离子交换器41投入运行，待离子交换器41出水电导率大于 $0.2\mu\text{S}/\text{cm}$ 或离子交换器进、出口压差大于 $0.1\text{Mpa}$ ，离子交换器41退出运行，更换树脂，重新投入运行。离子交换器41进出口均设有调节阀，可以在不停止运行的情况下进行树脂更换。

[0036] 实施例2:

[0037] 电解质溶液槽52中装有电解液(体积浓度为0.01%的碳酸铵溶液及1%双氧水溶液)，通过计量泵51将电解液注入离子交换旁路4，进而流入冷却水循环系统，控制冷却水循环系统中内冷水的电导率不大于 $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ ；将离子交换器41串联于离子交换旁路4中，离子交换器41内下部装填60%体积的1:1的氢型树脂和氢氧型树脂组成的混合树脂，中部装填20%体积的氢氧型树脂，顶部装填20%体积的氢型树脂，调整第一调节阀71和第二调节阀72，控制流过离子交换器41的流量，每小时过滤内冷水循环水量的1%，离子交换器41投入运行，待离子交换器41出水电导率大于 $0.2\mu\text{S}/\text{cm}$ 或离子交换器进、出口压差大于 $0.1\text{Mpa}$ ，离子交换器41退出运行，更换树脂，重新投入运行。

[0038] 请参阅图3至图5所示，离子交换器41包括进水盖部411、净化筒体412和出水底部413，进水盖部411、净化筒体412和出水底部413依次活动连接构成封闭容器；进水盖部411包括封盖4110、布水板4111和第一水帽4112，封盖4110和布水板4111形成内空腔，第一水帽4112设在布水板4111上，封盖4110上设有与进水盖部1连通的进水口4113；出水底部413包括封底4130、集水板4131和第二水帽4132，封底4130和集水板4131形成内空腔，第二水帽4112设在集水板4131上，集水板4131中央设有出树脂口4134，封底4130上设有与出水底部413连通的出水口4133；净化筒体412内壁4120设有隔环4121，隔环4121上安装有隔板4122，隔板4122将净化筒体412分为位于上部的第一净化腔4124和位于下部的第二净化腔4125，第一净化腔4124和第二净化腔4125分别装填离子交换树脂I和离子交换树脂II。净化筒体412内安装有滤元4123；滤元4123包括滤元封盖234、滤元外围233、精密滤网230和缠绕滤芯231；滤元外围233为底部开有圆孔的筒状结构，精密滤网230焊接在滤元外围233的外壁上，滤元外围233被精密滤网230包裹的外壁上设有进水孔235；缠绕滤芯231为顶部设有螺栓、侧壁缠绕线状材料的空心柱型结构，其侧壁和底部设有进出水孔，其侧壁靠近底部处设有挡板236；缠绕滤芯231顶部穿过滤元外围233底部圆孔，通过螺栓连接固定在滤元封盖234上；在滤元外围233与缠绕滤芯231之间的形成环形空腔232，环形空腔232装填过滤介质。隔板4122上均匀的设有多个与滤元4123匹配的安装孔220，滤元4123安装在安装孔220上。

[0039] 本发明中进水盖部411、净化筒体412和出水底部413的连接处设有凹槽，凹槽内有环形橡胶圈；隔板4122与净化筒体内壁4120的连接处设有凹槽，凹槽内有环形橡胶圈，隔板4122通过环形橡胶圈与净化筒体内壁4120接触；滤元4123与安装孔220的连接处设有凹槽，凹槽内有环形橡胶圈，滤元4123通过环形橡胶圈与安装孔220接触；缠绕滤芯231与滤元外围233的连接处设有凹槽，凹槽内有环形橡胶圈，缠绕滤芯231通过环形橡胶圈与滤元外围233接触；滤元封盖234与滤元外围233的连接处设有凹槽，凹槽内有环形橡胶圈，滤元封盖234通过环形橡胶圈与滤元外围233接触。

[0040] 本发明中的精密滤网230，滤网之间间隙为 $3\sim 50\mu\text{m}$ 。布水板4111为穹形状或水平状，第一水帽4112均匀布置在布水板4111上，第一水帽4112的数量至少为4个，第一水帽4112之间间隙为 $3\sim 300\mu\text{m}$ 。集水板4131为倒穹形状或水平状，第二水帽4132均匀布置在集水板4131上，第二水帽4132的数量至少为4个，第二水帽4132之间间隙为 $3\sim 300\mu\text{m}$ 。

[0041] 具体实施时,净化筒体412下部依次装入抛光树脂和氢型树脂,中部安装隔板4122及滤元4123,上部空间装填氢型树脂,氢型树脂的装填量应该高于滤元23的高度,保证水能够通过全部通过氢型树脂和滤元,再依次安装进水盖部411、净化筒体412和出水底部413,使其通过螺栓连接构成封闭容器。

[0042] 方式一:

[0043] 净化筒体412下部依次装入60%的抛光树脂和40%的氢型树脂,中部安装隔板4122及滤元4123,滤元4123内部装填60%纤维粉及40%粉末树脂组成的混合物,上部空间装填50%氢型树脂。

[0044] 方式二:

[0045] 净化筒体412下部依次装入80%的抛光树脂和20%的氢型树脂,中部安装隔板4122及滤元4123,滤元4123内部装填50%纤维粉及50%粉末树脂组成的混合物,上部空间装填50%氢型树脂。

[0046] 按照方式一或二安装的离子交换器41串联于换流阀内冷水旁路中,调整流量,流速为5米/小时,投入运行。使用时,pH值为7.0~8.8的冷水从进水口4113进入进水盖部411,通过第一水帽4112将水流均匀的分散,进入净化筒体412内。冷水先通过上部氢型树脂被酸化,pH值低至5.2~6.8,水中铝的氧化物由于冷水pH值降低,生成大颗粒胶体,被滤元4123滤过滤、吸附,部分透过滤元4123的小颗粒氢氧化铝胶体再次进入净化筒体412下部的氢型树脂层,在该层,氢氧化铝继续酸化,生成铝离子而被树脂交换去除,底层抛光树脂实现盐分的深度去除,通过出水口4133排出。待出水电导率大于 $0.2\mu\text{S}/\text{cm}$ 或进、出口压差大于 $0.12\text{Mpa}$ ,离子交换器41退出运行并隔离,开启进水盖部411,掏出上部氢型树脂,移出滤元4123及隔板4122,下部树脂通过集水板4131中央设有出树脂口4134排放;重新依上述顺序装填下部抛光树脂和氢型树脂、安装隔板及滤元,装填上部氢型树脂,冲洗合格,投入运行。



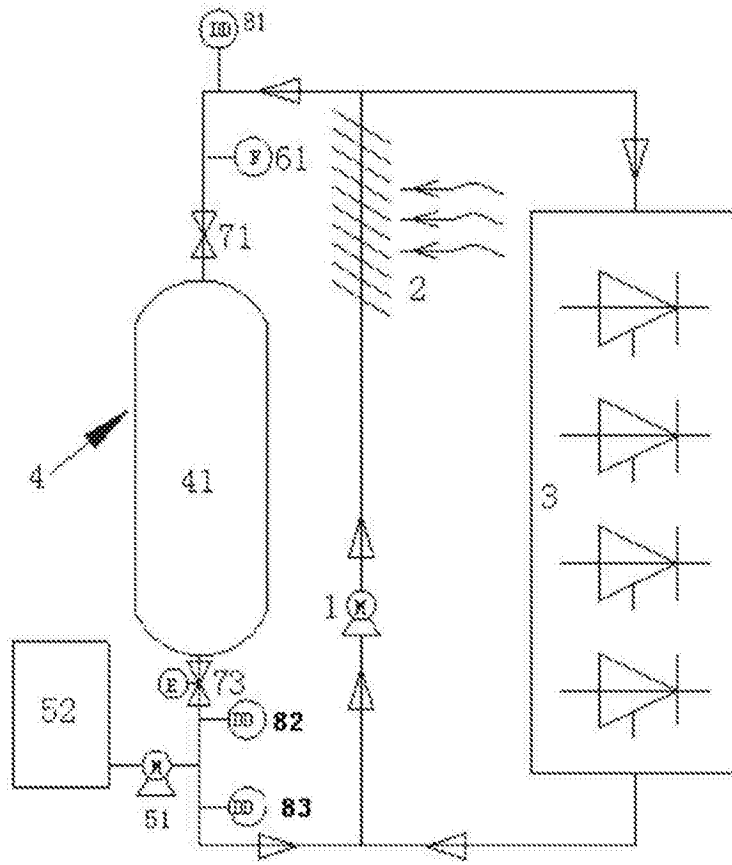


图1

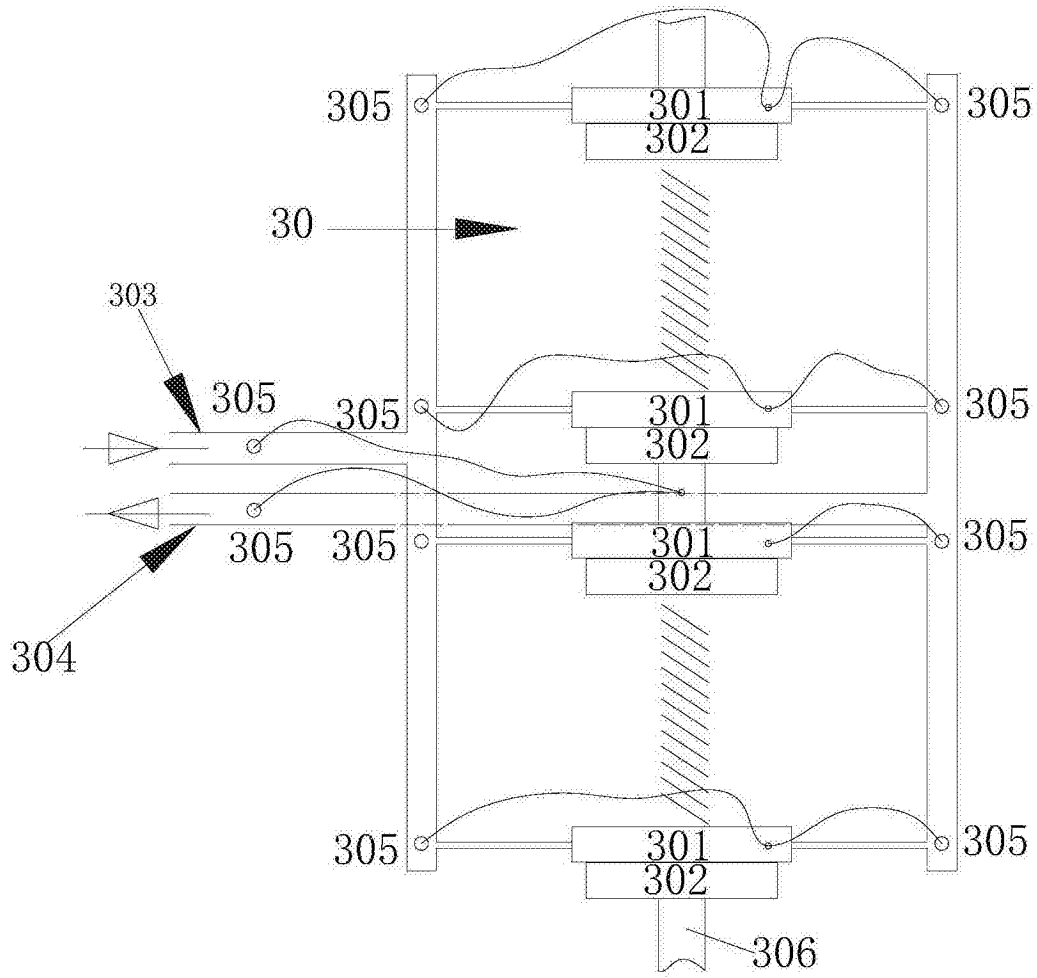


图2

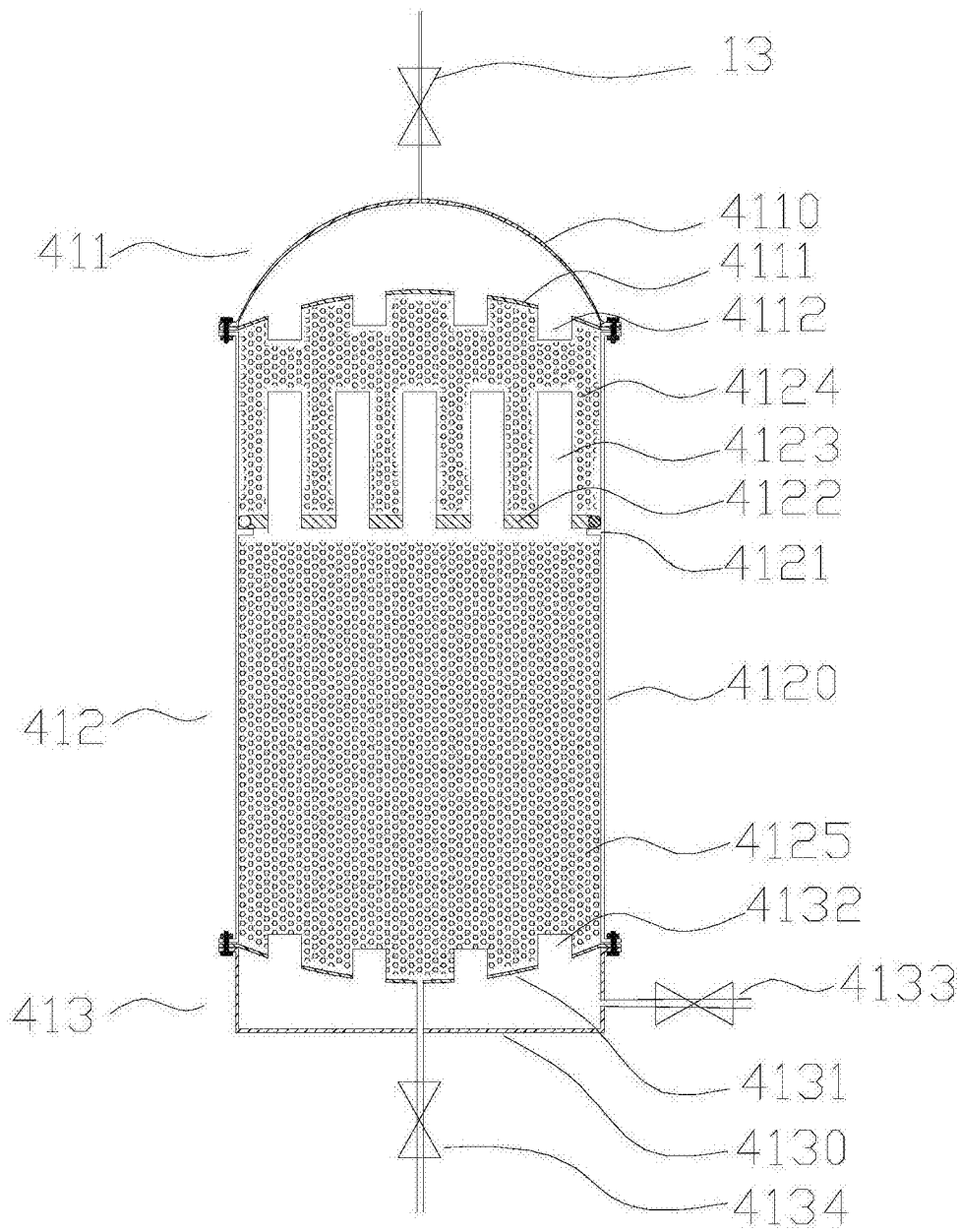


图3

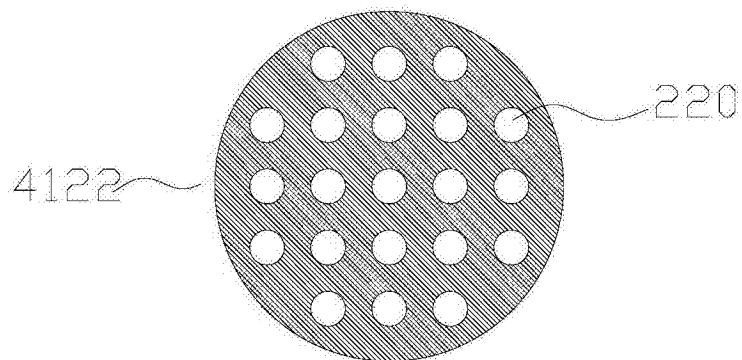


图4

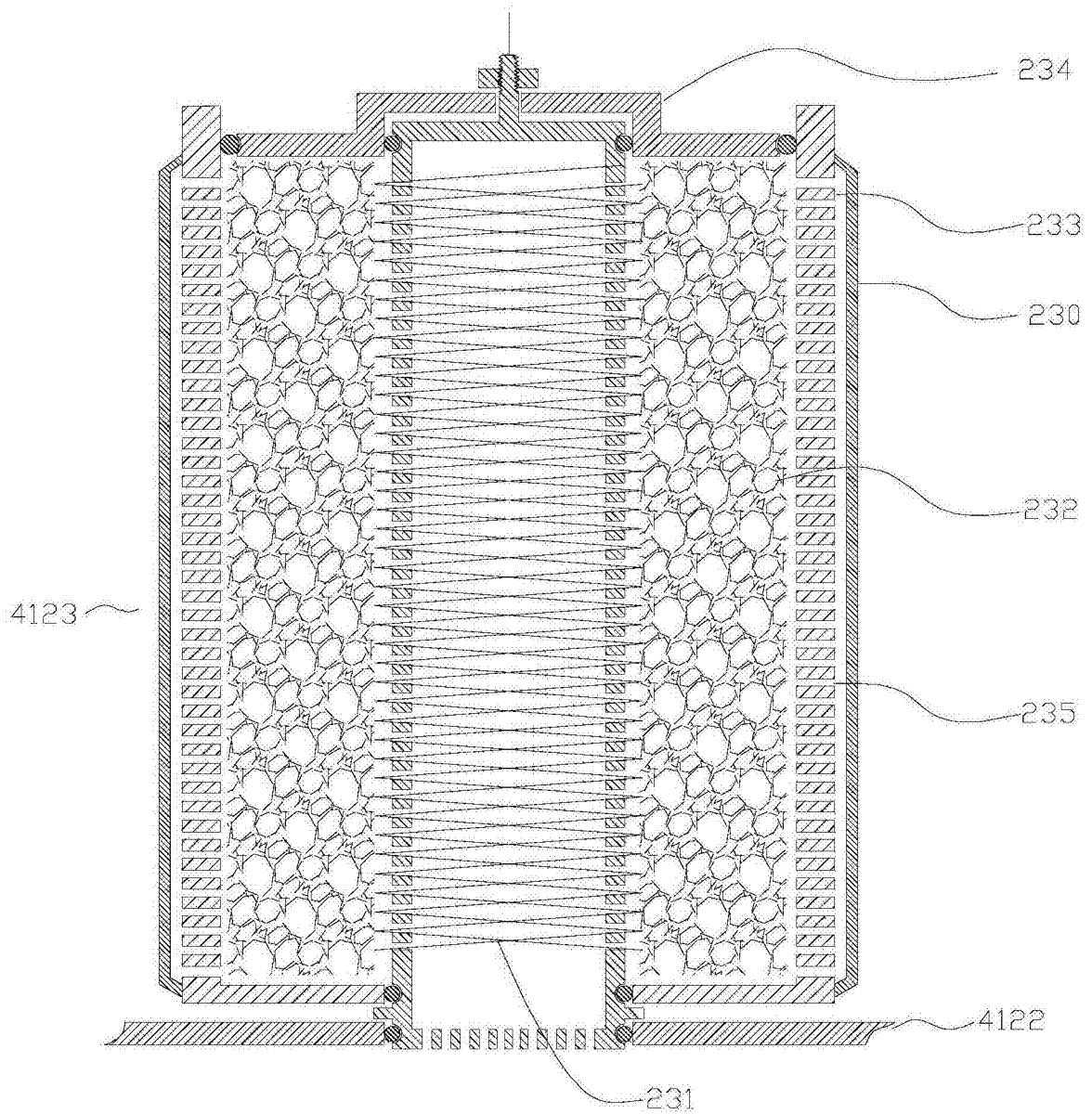


图5