



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111448694 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 21

(21) 申请号 201880077571.1

(22) 申请日 2018.05.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111448694 A

(43) 申请公布日 2020.07.24

(30) 优先权数据
10-2017-0161869 2017.11.29 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.05.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2018/005243 2018.05.08

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/107676 KO 2019.06.06

(73) 专利权人 标能有限公司
地址 韩国大田广域市

(72) 发明人 金富基 金箕贤 朴相炫 崔淡潭
赵范熙 崔康永

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 金鲜英 张敬强

(51) Int.Cl.
H01M 8/04276 (2016.01)
H01M 8/24 (2016.01)
H01M 8/2455 (2016.01)
H01M 8/18 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2014220463 A1, 2014.08.07
CN 105359300 A, 2016.02.24
US 2016372763 A1, 2016.12.22
CN 104756286 A, 2015.07.01
US 2016315337 A1, 2016.10.27
CN 102687329 A, 2012.09.19
CN 104282927 A, 2015.01.14
CN 106030883 A, 2016.10.12
CN 106463754 A, 2017.02.22

审查员 刘宇航

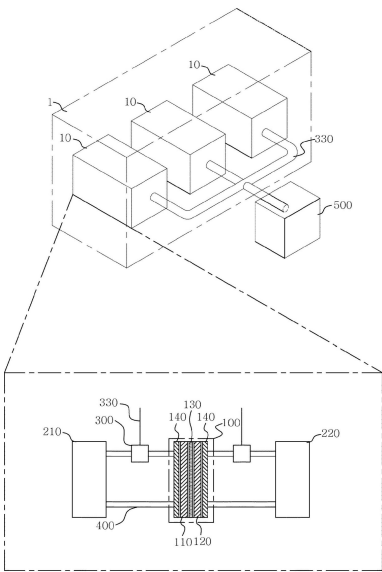
权利要求书2页 说明书15页 附图15页

(54) 发明名称

氧化还原液流电池

(57) 摘要

本发明的氧化还原液流电池在电池模块内具备电池芯或堆叠体和电解液槽,并按每个电池模块适用为了将电解液搬运至电池芯或堆叠体而代替泵的机构,从而能够显著减少分路电流的产生。此外,通过按每个电池模块具备电解液槽,能够大幅缩减电解液的移送路径,并且,为了输送电解液,代替按每个模块具备泵地,具备利用压力的流体控制部,从而能够节省泵的驱动所需要的动力,并提高电池的效率。



1. 一种氧化还原液流电池,其特征在于,

所述氧化还原液流电池具备一个或两个以上的电池模块,所述电池模块包括电池芯、电解液槽、电解液流路以及将由外部生成的压力传递至电解液流路的流体控制部,且每个所述电池模块或每规定个数的所述电池模块独立地使电解液循环来进行充放电,所述氧化还原液流电池满足下式1和式2:

[式1]

$$V_h \geq 0.05V_c;$$

[式2]

$$0.05 \leq T \leq V_h/Q_{\min},$$

上式1中, V_h 为能够流入流体控制部的电解液的最大体积, $Q_{\min}$ 为临界流量,其是每分钟流动的电解液的体积对应于反应体积 V_c 的3%的值, T 指流体控制部的工作周期,

反应体积 V_c 指以作为电解液直接接触的部分的流路中电池芯的构成要素的分离膜、分离板、电极、集电板为基准面积最小的构成要素的面积和电解液的流路中对置距离最短处的长度的乘积。

2. 根据权利要求1所述的氧化还原液流电池,其特征在于,

所述电池模块包括:

一个或两个以上的电池芯,其在内部区分为阳极和阴极,且包括层叠于分离膜的外侧面的分离板;

一对电解液槽,其具备于所述电池模块的内部,并向所述阳极或阴极供应阳极电解液或阴极电解液;

电解液流路,其连接所述电池芯和电解液槽,供移送电解液;以及

一个或两个以上的流体控制部,其具备于所述电解液流路,并将由电池模块外部传递的压力传递至电解液流路来控制电解液的流动。

3. 根据权利要求1所述的氧化还原液流电池,其特征在于,

所述流体控制部包括:

一个或多个止回阀,其具备于所述电解液流路的内部,且单向地引导电解液的流动;以及

流体移送管,其与所述止回阀相邻,并与电解液流路相通而将由所述电池模块外部传递的压力直接传递至电解液流路。

4. 根据权利要求1所述的氧化还原液流电池,其特征在于,

所述流体控制部具备于所述电解液流路的一侧末端,所述流体控制部包括:

控制部外壳,其位于所述电解液槽内;

流体移送管,其将由所述电池模块外部传递的压力直接传递至控制部外壳内;以及

一个或多个止回阀,其具备于所述控制部外壳的侧面,由电解液槽向控制部外壳引导电解液的同时,由控制部外壳向电解液流路引导电解液。

5. 根据权利要求1所述的氧化还原液流电池,其特征在于,

所述电池模块具备两个以上的流体控制部。

6. 根据权利要求1所述的氧化还原液流电池,其特征在于,

所述电池模块具备两个流体控制部,且所述流体控制部的压力供应周期使某一个流体

控制部的正压周期的区间或负压周期的区间与另一个流体控制部的正压周期的区间或负压周期的区间相互重叠。

7. 根据权利要求1所述的氧化还原液流电池, 其特征在于,
所述流体控制部还具备一个或两个以上的压力控制阀。

8. 根据权利要求3所述的氧化还原液流电池, 其特征在于,
所述流体移送管在内部还具备选膜片、截止阀、止回阀及浮阀中的任一个或两个以上的电解液流入防止器。

9. 根据权利要求3所述的氧化还原液流电池, 其特征在于,
所述流体移送管还具备流体过滤器。

氧化还原液流电池

技术领域

[0001] 本发明涉及一种氧化还原液流电池,详细而言,涉及一种结合有多个电池模块的氧化还原液流电池,在所述电池模块中,每个电池芯都具备保管阳极电解液及阴极电解液的电解液槽和用于由所述电解液槽向电池芯移送电解液的流体控制部,从而能够缩短反应时间,提高效率,且抑制产生分路电流。

背景技术

[0002] 近来,作为用于抑制成为地球温暖化主要原因的温室气体排放的方法,诸如太阳能、风能的节能能源倍受青睐,并且,正在为了其实用化的普及而进行大量研究。然而,再生能源受选址环境、自然条件的影响较大。尤其,由于再生能源的输出变动较严重,因而存在无法连续均匀地供应能量的缺点。因此,为了将再生能源用于家庭用途或商业用途,引入并使用输出较高时储存能量,输出较低时则使用所储存的能量的系统。

[0003] 作为这种储能系统,使用大容量二次电池,例如,在大规模太阳能发电及风力发电园区引入了大容量二次电池储存系统。作为用于所述大容量的电力储存的二次电池,有铅蓄电池、硫化钠电池、以及氧化还原液流电池等。

[0004] 由于氧化还原液流电池具有能够在常温工作且能够分别独立地设计容量和输出的特征,近来,将其作为大容量二次电池进行了大量研究。

[0005] 类似于燃料电池,氧化还原液流电池串联地配置有分离膜(membrane)、电极及分离板而构成堆叠体,从而具有能够进行电能的充放电的二次电池的功能。就氧化还原液流电池而言,由阳极及阴极电解液储存槽供应的阳极电解液和阴极电解液在分离膜的两侧循环而进行离子交换,在该过程中,发生电子的移动而进行充放电。这样的氧化还原液流电池因寿命比现有二次电池长且能够被制作为kW至MW级中大型系统,因而以最适宜于ESS而闻名。

[0006] 然而,氧化还原液流电池为储存阳极电解液和阴极电解液的槽独立地隔开规定空间而配置的结构(例如,在堆叠体的两侧或下侧隔开规定空间配置电解液槽的结构),由于连接对堆叠体和电解液槽的电解液循环管,存在以近似的电力储存容量为基准,整体系统的体积相对于作为其他电力储存装置的铅蓄电池、锂离子电池及锂硫电池较大的缺点。

[0007] 此外,由于需要具备与堆叠体、泵以及电解液槽连接的多个电解液循环管,要求规定基准以上的泵容量,以向各个堆叠体恒定地供应电解液,电解液循环管的长度变得越长,泵的要求容量越增大,因而存在泵的大小及电池的制造单价增加的问题,随着功耗与泵容量增大相应地增加,伴有整体的电池效率下降的问题。

[0008] 同时,一般的电池要求执行充放电动作的工作响应速度较快。然而,在氧化还原液流电池的情况下,当为了在静止的状态下进行充放电运行氧化还原液流电池时,在通过泵使电解液循环至堆叠体内部之前需要时间,与所需时间相应地,响应性会下降,并且,需要多个连接电池芯、堆叠体和泵的耐化学性配管,因而存在成本上升的问题。

[0009] 这里,通常的氧化还原液流电池通过多歧管向各电池芯供应电解液。然而,填充于

多歧管的电解液起连接各电池芯的电通道的作用,因而可以成为电子的移动路径,通过这样的路径,产生分路电流,因此,在进行充放电时,能量的一部分因分路电流而损失,而这会成为引起效率下降、零件损伤、电池芯性能不均的主要原因。以往,为了减少这样的分路电流,主要采用了增加多歧管的长度并缩窄截面积的方法,但这会增加流体的流动阻力而造成泵送损失,因而要求能够克服这种问题的应对方案。

发明内容

[0010] 技术问题

[0011] 本发明为解决如上所述的问题而提出,其目的在于,提供一种氧化还原液流电池,在所述氧化还原液流电池中,对每个电池芯或每个层叠有多个电池芯的堆叠体都分别具备保管电解液的电解液槽或多个电池芯共用电解液槽的方式适用为了将电解液搬运至电池芯或堆叠体而代替泵的机构,从而能够克服因设置多个泵所造成的电池效率下降,且抑制分路电流的产生。

[0012] 技术方案

[0013] 本发明涉及一种氧化还原液流电池。

[0014] 本发明的一方面涉及一种氧化还原液流电池,其在内部具备一个或两个以上的电池模块,所述电池模块包括电池芯、电解液槽、电解液流路以及将由外部生成的压力传递至电解液流路的流体控制部,且每个所述电池模块或每规定个数的所述电池模块独立地使电解液循环来进行充放电,所述氧化还原液流电池满足下式1和式2:

[0015] [式1]

[0016] $V_h \geq 0.05V_c$;

[0017] [式2]

[0018] $0.05\text{秒} \leq T \leq Q_{\min}$,

[0019] 上式1中, V_h 为流入流体控制部的电解液的最大体积, V_c 是参与氧化还原反应的电解液的体积, T 是流体控制部的工作周期, $Q_{\min}$ 指电解液的每分钟平均流量。

[0020] 在本发明中,所述氧化还原液流电池的特征在于,所述电池模块包括:

[0021] 一个或两个以上的电池芯,其包括具备于阳极与阴极之间的分离膜、以及层叠于阳极和阴极的外侧面的分离板;

[0022] 一对电解液槽,其具备于所述电池模块的内部,并向所述阳极或阴极供应阳极电解液或阴极电解液;

[0023] 电解液流路,其连接所述电池芯和电解液槽,供移送电解液;以及

[0024] 一个或两个以上的流体控制部,其具备于所述电解液流路,并将由电池模块外部传递的压力传递至电解液流路来控制电解液的流动。

[0025] 在本发明中,所述流体控制部可以包括:

[0026] 一个或多个止回阀,其具备于所述电解液流路的一部分,且单向地引导电解液的流动;以及

[0027] 流体移送管,其与所述止回阀相邻,并与电解液流路相通而将由所述电池模块外部传递的压力直接传递至电解液流路,或者,

[0028] 所述流体控制部具备于所述电解液流路的一侧末端,所述流体控制部可以包括:

- [0029] 控制部外壳,其具备于所述电解液流路的一侧末端,且位于所述电解液槽内;
- [0030] 流体移送管,其将由所述电池模块外部传递的压力直接传递至控制部外壳内;以及
- [0031] 一个或多个止回阀,其具备于所述控制部外壳的侧面,由电解液槽向控制部外壳引导电解液的同时,由控制部外壳向电解液流路引导电解液。
- [0032] 在本发明中,所述氧化还原液流电池的特征在于,所述电池模块可以具备两个以上的流体控制部,其中,当所述电池模块具备两个流体控制部时,所述流体控制部的压力供应周期使某一个流体控制部的正压周期与另一流体控制部的正压周期部分地重叠。此外,为此,所述流体控制部还可以具备一个或两个以上的压力控制阀。
- [0033] 此外,在本发明中,所述流体移送管还可以具备一个或两个以上的流体过滤器,或在内部还可以具备选膜片、截止阀、止回阀及浮阀中的任一个或两个以上的电解液流入防止器。
- [0034] 发明的效果
- [0035] 本发明的氧化还原液流电池在电池模块具备电池芯或堆叠体和电解液槽,并且,为了输送电解液,代替按每个模块具备泵地,具备利用压力的流体控制部并按每个电池模块进行适用,从而能够显著减少或消除分路电流的产生。
- [0036] 此外,当按每个电池模块具备电解液槽时,能够大幅缩减电解液的移送路径,能够节省泵的驱动所需要的动力,且提高电池的效率。

附图说明

- [0037] 图1示出本发明的实施例的结合有多个电池模块的氧化还原液流电池。
- [0038] 图2示出本发明的一实施例的电池模块的内部结构。
- [0039] 图3示出本发明的另一实施例的电池模块的内部结构。
- [0040] 图4示出本发明中止回阀的一例。
- [0041] 图5示出本发明中止回阀的另一例。
- [0042] 图6和图7示出具备两个流体控制部的氧化还原液流电池。
- [0043] 图8示出具备两个流体控制部的情况下各流体控制部的压力周期。
- [0044] 图9示出还具备压力控制阀的流体控制部。
- [0045] 图10示出压力控制阀的一例。
- [0046] 图11和图12示出还具备电解液流入防止器及流体过滤器的流体控制部。
- [0047] 图13示出本发明的实施例的结合有多个电池模块的氧化还原液流电池。
- [0048] 图14示出本发明的实施例1、比较例1至2的氧化还原液流电池的 V_h/V_c 所对应的流量偏差比率。
- [0049] 主要附图标记说明
- [0050] 1:堆叠体,10:电池模块,100:电池芯,110:阳极,120:阴极,130:分离膜,140:分离板,150:外壳,200:电解液槽,210:阳极电解液槽,220:阴极电解液槽,300:流体控制部,310:止回阀,311:第一止回阀,312:第二止回阀,320:控制部外壳,330:流体移送管,340:压力控制阀,350:电解液流入防止器,360:流体过滤器,400:电解液流路,500:压力生成器,600:模块连接部。

具体实施方式

[0051] 下面参照具体例对本发明的氧化还原液流电池进行详细说明。接下来介绍的具体例是为了向本领域技术人员充分传递本发明的思想而举例提供的。

[0052] 因此,本发明不限于以下所提示的具体例,而是可以被具体化为其他形态,以下所提示的具体例仅仅是为了使本发明的思想清楚而记载的,本发明不限于这些具体例。

[0053] 此时,关于所使用的技术术语及科学术语,若无不同的定义,则具有本领域技术人员通常所理解的含义,以下说明中将省略对可能会不必要地使本发明的要旨不清楚的公知功能及配置的说明。

[0054] 此外,在说明本发明的构成要素时,可以使用第一、第二、A、B、(a)、(b)等术语。这些术语仅用于区分该构成要素与别的构成要素,该构成要素的本质、次序或顺序等不为该术语所限定。当记载有某构成要素“连接”、“结合”或“连结”于另一构成要素时,应理解为该构成要素可能直接连接或连结于该另一构成要素,但各构成要素之间也可能“连接”、“结合”或“连结”有又一构成要素。

[0055] 此外,接下来介绍的附图是为了向本领域技术人员充分传递本发明的思想而举例提供的。因此,本发明不限于以下所提示的附图,而是可以被具体化为其他形态,为了本发明的思想清楚起见,以下所提示的附图可以被夸张而图示。此外,在整个说明书中,相同的附图标记表示相同的构成要素。

[0056] 此外,除非上下文中有特殊指示,说明书和所附权利要求书中使用的单数形式意图也包括复数形式。

[0057] 在本发明中,术语“电池芯”是通过电解液进行充放电的最小单位,其包括进行离子交换的分离膜、分离膜板等而构成。

[0058] 在本发明中,术语“堆叠体”是指层叠或设置有多个电池芯。

[0059] 本发明的发明人在为了解决作为氧化还原液流电池的缺点的电解液循环管的长度增加和由此引起的电池自身的体积增加、要求高性能泵或增加泵自身的数量等物理问题和搬运电解液所致的泵的大小及电池的制造单价增加、响应性下降且产生泵送损失的问题而反复潜心研究的过程中,通过结合多个具备电池芯或堆叠体和流体控制部的电池模块,大幅缩减电解液的移动距离的同时,为了代替泵,按每个电池模块具备流体控制器,且控制对电解液的供应造成影响的多个因素,由此解决了响应性下降、泵送损失等问题,从而完成了本发明。

[0060] 如图1或图13所示,本发明的氧化还原液流电池的特征在于,具备电连接的一个或两个以上的电池模块10,所述电池模块10在内部包括电池芯100、电解液槽200、电解液流路400以及将由外部生成的压力传递至电解液流路的流体控制部300,且所述电池模块分别独立地使电解液进行内部循环来进行充放电。

[0061] 通过图2如下进行更详细说明,可以构成为,包括:一个或两个以上的电池芯100,其在内部包括区分为阳极110和阴极120的一对电极、具备于所述电极之间的分离膜130、以及层叠于所述电极的外侧面的分离板140;一对电解液槽200,其具备于所述电池模块的内部,并向所述阳极或阴极供应阳极电解液或阴极电解液;电解液流路400,其连接所述电池芯和电解液槽,供移送电解液;以及一个或两个以上的流体控制部300,其具备于所述电解液流路,并将由电池模块外部传递的压力传递至电解液流路来控制电解液的流动。

[0062] 另一方面,在本说明书中,由于本领域技术人员均熟知端板、电解液槽200及泵等配置及功能,因而本说明书中将不另行对此进行说明。

[0063] 但是,在本发明中,所述电池芯是以通常的氧化还原液流电池为基准进行说明和图示的,根据情况,也可以省略电极或分离膜、分离板等。

[0064] 下面基于附图对各构成要素进行更详细说明。

[0065] 图1简略地示出本发明的氧化还原液流电池的形态,如图13所图示,多个电池模块10通过模块连接部600电连接,所述电池模块为了移送电解液而通过流体移送管330与压力生成器500连接。但是,根据情况,也可以构成为电池模块之间无电连接而独立地进行驱动的形态。

[0066] 本发明的氧化还原液流电池的特征在于,没有所述电池模块之间的电解液干扰或交换地均独立地使电解液进行循环,或几个电池模块共用电解液槽,由此使分路电流的产生最少化。但是,根据情况,可以在电池模块之间设置电解液能够流动的通道,以在各电池模块内部或电池模块之间进行电解液的混合。在本发明中,对此不作限定。

[0067] 图2简略地示出所述电池模块10的形态,具备电池芯100、阳极电解液槽210、以及阴极电解液槽220,它们通过电解液流路400与电池芯连接。另一方面,可以在所述电解液流路具备流体控制部300,以便利用从外部传递的压力来移送电解液。

[0068] 在本发明中,如图2的下端所示,电池芯100可以包括区分为阳极110和阴极120的一对电极、位于所述电极之间的分离膜130、以及隔开地位于所述阳极及阴极的外侧的分离板140。所述阳极、阴极、分离膜及分离板位于外壳150内,在外壳内部发生电解液的移动、充电、放电等电化学反应。

[0069] 供应至所述电池芯的阳极电解液及阴极电解液由电解液槽进行移送并通过电解液流路流入外壳内部而进行反应,反应结束的电解液再通过电解液流路进入电解液槽而进行循环。

[0070] 在本发明中,所述流体控制部300可以代替现有的泵,并且,为了电解液的循环,可以设置于电解液流入电池芯的电解液流路。具备所述流体控制部是为了能够利用压力的变化使电解液流向既定的方向流动,只要是能够防止逆流并通过压力的变化来进行电解液的移送的形态,则对其结构及种类不作限定。

[0071] 作为所述流体控制部的另一例,可以举出止回阀。通过图2的左侧上端如下对所述止回阀进行更详细说明,在电解液流路内具备能够向一侧方向移送流体的一对止回阀311、312,且在所述止回阀之间以与电解液流路相通的方式具备直接向电解液流路传递压力的流体移送管330。

[0072] 即,当通过流体移送管从外部传递压力时,自然地在第一止回阀311与第二止回阀312之间的空间发生压力变化,由此,电解液流向一个方向。

[0073] 例如,若在流体移送管以使第一止回阀与第二止回阀之间的空间的压力下降的方式工作(负压),则止回阀之间的空间的压力也会自然地下降。因此,为了维持压力平衡,使第一止回阀那一侧的电解液流入止回阀之间的空间,而第二止回阀被关闭,从而防止电解液的逆流。此外,当由外部供应的压力升高时(正压),存在于止回阀之间的电解液自然地通过第二止回阀而流入电池芯,而第一止回阀被关闭。通过重复该过程,使电解液流入电池芯或堆叠体并进行循环。

[0074] 需要指出的是,虽然在图2等中图示为所述流体控制部具备一对止回阀的形态,通常,电池芯内部的流体流动阻力高,根据需要,即使没有第二止回阀,也具有部分地防止逆流的效果,因而所述流体控制部也可以仅具有一个止回阀,与此相反,也可以具备两个以上的多个止回阀。这样的流体控制部的配置可以在能够达成本发明的目的的范围内自由地进行变更,当然,这也属于本发明的范围。

[0075] 虽然本发明的实施例中图示了流体控制部向电池芯施加正压来供应电解液的情况,但不限此,也可以构成为,连接于从电池芯排出电解液的电解液流路并由流体控制部向电池芯施加负压,以使电解液从电池芯进行循环。在这种情况下,可以相反地配置止回阀的工作方向。

[0076] 由于本发明具有如上所述的结构,因而无需按每个电池模块驱动电机,从而能够提高能源效率,且能够缩减电解液的循环距离来提高电池的响应性,并使耐酸性配管的使用最少化。

[0077] 在本发明中,所述流体控制部需要引导电解液的流动,因而必须形成规定水准以上的正压及负压。但是,在本发明中,对正压及负压的范围不作限定,只要是能够引导电解液的流动的程度的压力,则高于大气压或低于大气压皆无碍。例如,压力的范围可以以大气压为基准,与压力的上限及下限无关地适当地调整其差异,如正压至负压、正压至大气压、大气压至负压等。

[0078] 此外,为了引导电解液的顺畅的流动并增加供应至电池芯的电解液的量,如图2的上端所示,也可以进一步具备能够在止回阀之间形成一定的隔室的控制部外壳320。

[0079] 在本发明中,对向所述流体控制部传递压力的装置及流体的种类不作限制。作为一例,为了形成正压,可以具备压力生成器500作为压缩或泵,以进行用于传递压力的流体的压缩,并且,为了形成负压,可以将压力生成器设为真空装备、吸入装备或具备文丘里管的喷射器。就流体而言,气体、液体皆可使用,可以根据所启动的压力生成器的种类来自由地进行选择。也可以通过压力生成器同时生成正压和负压,至于形成正压或负压的装备,也可以仅使用其中的某一个。当然,如前述,流体控制部的工作压力可以以正压-负压或正压-大气压、负压-大气压的组合进行动作,虽然可能会发生电解液的流量差,但这意味着流体控制部的动作概念与压力的组合无关地相同。

[0080] 此外,本发明的压力生成器可以为了补偿在动作过程中流失的流体而通过另外的供应装置(未图示)进行补充,并且,为了使施加于流体控制部的压力的大小维持恒定,也可以还包括一种通过还具备压力测量仪(未图示),从而在测量到规定水准以下的正压及负压时通过所述供应装置向压力生成器注入流体来进行补充或向外部进行排出的配置。

[0081] 图4示出具备止回阀的流体控制部的一般的形态,在控制部外壳320的两侧面具备与电解液流路400直接连接的一对止回阀311、312,而在上表面直接连接有向所述电解液流路供应压力的流体移送管330。此时,为了防止流体通过所述流体移送管流入控制部外壳内流入,还可以具备一个以上的电解液流入防止器350。

[0082] 就所述电解液流入防止器而言,只要能够顺畅地传递压力,且防止流体流入控制部外壳内,则具有任何材质、形态皆可。作为一例,优选地,如图4所示,构成为以位于电解液外壳内,且可以在物理上阻隔电解液外壳和流体移送管,并具有柔性的膜片形态。当电解液包括酸成分时,电解液能够直接接触的膜片优选使用具有耐酸性的膜片。

[0083] 本发明的流体控制部300可以如图2所示位于电解液槽与电池芯之间,也可以如图3所示位于电解液槽200的内部。更详细而言,所述流体控制部具备于电解液槽内且位于电解液流路400的一端,并通过控制部外壳320来阻断流体和电解液的混合。控制部外壳在侧面具备一对止回阀311、312,所述止回阀分别具备由控制部外壳的外部向内部工作的止回阀和由控制部外壳的内部向外部工作的止回阀。此时,由控制部外壳的内部向外部工作的止回阀可以直接与电解液流路的一端连接。此外,优选由控制部外壳的外部向内部工作的止回阀直接与电解液槽的电解液接触,或管路被延长而位于电解液中。

[0084] 当流体控制部位位于电解液槽内时,若通过压力生成器向电解液槽内的流体控制部传递正压,则流体控制部内的电解液会通过止回阀被推向电解液流路,自然地,流体控制部内的电解液的液位会下降,从而会发生流体控制部内的电解液与外部的电解液的液位差。若将电解液的液位降低规定以上程度并中断正压的供应,则可以通过电解液的液位差使电解液流入流体控制部内部。因此,可以在压力生成器中减少用于电解液的流入所需的负压的供应量,或者,无需供应负压即可使电解液自然地流入流体控制部内部,从而能够提高整体氧化还原液流电池的效率。

[0085] 在本发明中,所述止回阀310亦称逆流防止阀,其以向一个方向引导电解液的流动的方式工作。在本发明中,如图2等所示,只要能够控制流体的流动方向,则止回阀具有球(ball)形态或膜片形态等任意构造皆可。

[0086] 例如,也可以具备如图5的(a)所示的盘形态的止回阀或如图5的(b)所示的膜片形态的止回阀,除此之外,还可以使用提升止回阀、摆动式止回阀、对夹旋启式止回阀、分体式盘止回阀等多种形态的止回阀。

[0087] 此外,除了上述止回阀外,也可以具备如图5的(c)所示通过压力进行动作的阀。所述阀的动作形式也与一般的止回阀相同,可以具有在电解液的流动上因逆向的流动阻力高于正向而使流体整体上正向地流动的形式,而这也视为属于止回阀的范畴。即,可以具有与止回阀的形式无关地在电解液的流动上因逆向的流动阻力高于正向而使流体整体上正向地流动的形式,而这也视为属于止回阀的范畴。

[0088] 此外,如图6和图7所示,所述电池模块也可以具备两个以上的所述流体控制部300。通常,当流体控制部的流体移送管为一个时,只有在正压的情况下向电池芯供应电解液,因而难以形成连续的电解液的流动。此外,此时,电解液不连续流动而在电池芯内部滞留规定时间以上,从而可能导致电池芯自身的性能下降。

[0089] 为了消除这种现象,本发明可以连接两个或两个以上的流体控制部来引导连续的流动。通过图7如下对其进行更详细说明,当向第一流体控制部300a供应正压时,向第二流体控制部300b供应负压。即,由于向第一流体控制部供应正压,因而位于止回阀之间的电解液向电池芯侧流入,在同一时间,由于第二流体控制部被供应负压,因而电解液槽内的电解液会流入止回阀之间的空间。在将第一流体控制部内的电解液供应至电池芯侧后,向第一流体控制部供应负压,在同一时间,向第二流体控制部供应正压,由此向电池芯供应电解液。若重复这样的动作,可以引导电解液的连续的流动而稳定地驱动电池芯。

[0090] 当如上述在电池模块具备多个流体控制部时,优选调节供应至这些流体控制部的压力的供应周期。但是,在这种情况下,相比将这些流体控制部的供应周期设为相同的相位(phase),更优选以不同的相位带来压力变化。

[0091] 通过图8如下对其进行更详细说明,当如图8的(a)所示使第一流体控制部的压力供应周期与第二流体控制部的压力供应周期完全相反,且使各控制部的正压区间与负压区间的长度相同时,应向电池芯供应规定的流量的电解液,但是,在各流体控制部,在压力周期被变更之处,由于各区间造成的干扰,会向电池芯供应少于通常应供应的电解液的量的电解液。即,在该区间,流量可能会瞬间地减少。

[0092] 因此,为了防止如上所述的干扰妨碍电解液的供应,使各流体控制部的正压周期区间或负压周期区间彼此重叠为佳。

[0093] 通过附图如下对其进行更详细说明,如图8的(b)所示,使各流体控制部的周期相同,且使一个流体控制部的正压区间与负压区间的长度维持相同,使另一个流体控制部的正压区间维持比负压区间长,或者,如(c)所示,使两个流体控制部的工作相位不同,且使某一个流体控制部的正压周期与另一个流体控制部的正压周期彼此重叠规定时间,即,调节为一个流体控制部中的正压周期的区间 D_1 比另一个流体控制部中的负压周期的区间 D_2 长为佳。

[0094] 这是因为,当两个流体控制部的正压周期和负压周期具有完全相同的长度时,向电池芯供应少于通常应供应的电解液的量的电解液,因而为了补充不足部分,将某一个或两个流体控制部的正压周期的长度增加至大于负压周期的长度,从而将供应至电池芯的电解液维持为规定水准以上。

[0095] 需要指出的是,虽然图中图示为两个流体控制部的周期彼此相同,但两个流体控制部的周期可以彼此相同或不同,只要能够达成前述流体控制部的工作目的,则可以变更为任意的形态。或者,可以使流体控制部的周期相同,且使各个流体控制部的容量不同来达成相同的目的。

[0096] 为了如上述调节供应至各流体控制部300的压力的周期,优选如图9所示在压力生成器与流体控制部之间进一步具备压力控制阀340。所述压力控制阀用于向流体控制部交替地供应正压和负压,其包括按照如上所述的特定压力供应周期来自由地调节端口的打开和关闭的结构、以及与之相应的所有形态的装置。

[0097] 通过图10如下对所述压力控制阀340进行更详细说明,如图10(a)所示,可以在出自彼此不同的两个压力生成器的流体移送管分别具备压力控制阀。所述压力控制阀可以具备压力控制阀外壳341和位于所述外壳内部的转换管342。此时,所述压力控制阀外壳分别具备流体的流动方向朝向外壳内部的管(流入管)、以及由外壳内部朝向外部的管(排出管),且可以通过调节这些管的个数来自由地调节转换管的转换方式。

[0098] 此外,如图10的(b)所示,可以使正压和负压同时连接于各个压力控制阀340,并按照需要的周期从正压和负压中选择性地供应向流体控制部300供应的压力。或者,可以具备另外的端口或外部的阀来连接两个压力供应管,以便形成正压和负压的中间压力。

[0099] 作为一例,当在一个压力控制阀中具备一个流入管和两个排出管时,所述压力控制阀具有与一个压力生成器及两个流体控制部连接的结构。因此,当原本正在对某一个流体控制部供应正压,但需要改变压力的形式时,可以改变所述转换管与排出管的连接方式来调节为向另一个流体控制部供应正压。

[0100] 需要指出的是,虽然也可以如图所示具备一个外壳流入管和两个外壳排出管,但也可以具备两个外壳流入管和一个外壳排出管,本发明对根据压力供应器及流体控制部的

个数来自由地调节流入管及排出管的个数不作限制。

[0101] 此外,当如上述调节为使正压周期的区间 D_1 比负压周期的区间 D_2 长时,由于正压周期的区间比负压周期的区间长,因而会出现向所有流体控制部供应正压的瞬间。此时,若如上述具备转换管,将难以向所有流体控制部供应正压,因此,代替所述转换管地,在外壳外部具备诸如电磁阀的调节阀(未图示)为佳。

[0102] 例如,将所述电磁阀与连接于各流体控制部的排出管连接,当向某一个流体控制部供应正压时,在先打开与该流体控制部连接的排出管的电磁阀再向第一流体控制部和第二流体控制部均供应正压时,打开所有排出管的电磁阀来如上述调节正压周期。或者,可以构成为如图10的(b)所示来按每个电池芯独立地控制正压和负压。

[0103] 本发明的氧化还原液流电池可以如图9等所示具备多个压力生成器500,但也可以如图9的(b)所示通过在一个压力生成器同时生成正压和负压,并将所生成的正压和负压的排出口设置得不同的方式来减少能量消耗并使空间利用率最大化。

[0104] 此外,本发明的氧化还原液流电池也可以在所述流体移送管330的内部进一步具备电解液流入防止器350。

[0105] 通常,氧化还原液流电池被添加钒氧化物、肼、卤素化合物及其它酸类等,因而需要使用具有耐酸性的移送管,用以搬运氧化还原液流电池。但是,由于如上所述的特殊的移送管比一般的管价昂,因而除了移送电解液的管外,使用一般的金属管、空压管或空压导管为佳。

[0106] 问题是,为了如上述利用流体对电解液流路施加压力,需要将供应所述流体的流体移送管配置为与电解液流路相通,但是,在正压供应或负压供应过程中,电解液也可能向流体移送管侧逆流。

[0107] 因此,为了解决这样的问题,可以在流体移送管内进一步具备选膜片、截止阀、止回阀及浮阀中的任一个或两个以上的电解液流入防止器来防止电解液逆流。

[0108] 通过图11如下对所述电解液流入防止器350的一例进行更详细说明,所述电解液流入防止器具备于流体移送管与流体控制部外壳相邻之处,且可以通过电解液漂浮,并且,可以是网结构等在内部具有气孔且能够与流体移送管相接的面具有片形状,以便能够封闭流体移送管的物体。

[0109] 如图11的上端所示,所述电解液流入防止器具有规定大小以上的直径为佳,以在流体移送管内漂浮,且优选直径小于流体移送管。另一方面,所述流体移送管可以配置为,与所述控制部外壳直接连接的部分的直径小于所述电解液流入防止器的直径,以防止电解液流入防止器脱离。

[0110] 如图11的下端所示,当流体移送管被施加负压而使控制部外壳内的电解液液位上升时,所述电解液流入防止器堵住流体移送管,起到一种阀的作用,从而能够防止电解液流入。

[0111] 但是,在如图11所示的浮阀的情况下,根据供应负压和正压的泵的工作,可能难以完全阻挡流体流入控制部外壳。因此,也可以如图12所示引入膜片形态的电解液流入防止器,以完全覆盖所述流体移送管的端面。

[0112] 通过图12如下对其进行更详细说明,所述膜片完全封闭所述流体移送管与控制部外壳的连接,且由具有弹性的材质而成,从而能够向控制部外壳内有效地传递通过流体移

送管传递的压力。即,如图12的上端所示,当向控制部外壳传递正压时,所述膜片也会与正压相应地由流体移送管向控制部外壳方向进行伸张。从而,控制部外壳内的压力升高,因而内部的止回阀自然地工作,使得电解液向电池芯侧移动。

[0113] 如图12的下端所示,当向对控制部外壳传递负压时,所述膜片也与负压相应地由控制部外壳向流体移送管方向进行伸张。在这种情况下,随着控制部外壳内的压力下降,内部的止回阀进行工作而使电解液由电解液槽向控制部外壳方向移动。

[0114] 需要指出的是,虽然所述电解液流入防止器也可以配置为如图11或图12所示作为漂浮体或能够应对压力变形的膜片来完全堵住流体移送管的形态,但是,除此之外,只要是能够既能堵住电解液的流入又能向流体控制部传递压力的结构,则可以不作区分地在本发明中进行适用。

[0115] 此外,所述电解液流入防止器可以混合一个或两个以上的不同结构而进行使用。即,也可以混合一个或两个以上的漂浮体或膜片形态的电解液流入防止器混合而进行使用。

[0116] 所述电解液流入防止器是与电解液直接相接的结构,因而维持耐酸性,如上述,当所述电解液流入防止器为膜片形态时,由具有流动性的物质而成为佳。例如,有聚丙烯、聚乙烯、聚苯乙烯等高分子、丙烯酸橡胶、氟橡胶等橡胶类、铝等金属等,除此之外,只要是具有如上所述的物性的物质,则可以不受限制地进行使用。

[0117] 此外,本发明的氧化还原液流电池可以在流体移送管330进一步具备流体过滤器360,以去除可能会混合于电解液的杂质。

[0118] 当向流体控制部传递压力的流体为空气或包含氧气的气体时,电解液可能会氧化,以致电池芯的充放电效率下降。为了消除这种现象,如图9所示,在流体移送管进一步具备流体过滤器为佳,以防止氧气等杂质混合于电解液。此时,流体过滤器可以设置于各流体控制部,或连接整体流体控制部而设置于一个流体移送管,也可以为了修理而进行更换。

[0119] 在本发明中,所述流体过滤器用于预先去除如氧气、水分那样致使电解液的性能下降的成分,优选包含除了上述成分外但对电解液的性能造成影响物质则一律都能去除的用于去除该成分的过滤器等。作为一例,可以在流体移送管的一部分安装除氧剂或除氧装置。

[0120] 在本发明涉及的氧化还原液流电池中,除了如上所述的配置外,还可以进一步设置用于从外部进行电连接的电气端子、能够控制所述流体控制部等的控制部及监测部、以及连接这些的端子或连接端口。

[0121] 图13是关于通过连接多个前述电池模块来构成大容量系统的实施例的图。电池模块100可以串联或并联地电连接,或电独立地进行配置,并且,为了进行各电池模块的流体控制部的驱动,可以以能够从外部传递压力的方式连接于压力生成器,且根据电池模块的大小和个数,压力生成器的个数也可以配置为一个或多个。

[0122] 当如图13所示具备多个电池模块时,应均匀地控制多个流体控制部。尤其,由于氧化还原液流电池会根据在电池芯内部流动的电解液的流量而发生性能的偏差,因而对电池芯确保规定范围的电解液流量较重要。然而,当未适当地设计流体控制部时,多个流体控制部无法向电池芯供应均匀的流量的电解液,因此,各电池模块的性能会不同,因而可能会导致整体氧化还原液流电池的性能大幅下降。

[0123] 尤其,就氧化还原液流电池而言,由于使用具有较高粘度的液体电解液,为了向电池芯均匀地供应电解液并使其循环,可能会增加压力生成器的电力使用,因而应考虑功耗而进行设计。此外,多个流体控制部均可能发生工作偏差,因而从压力生成器施加的流体的流动难以在同一时间均匀地到达各流体控制部,因而对此进行控制也较重要。

[0124] 本发明的氧化还原液流电池的特征在于,具备控制电解液的流动的流体控制部,且通过掌握对电解液的供应造成影响的诸多因素并对其进行控制来提高电池的效率。

[0125] 首先,流体控制部将通过压力生成器接收的压力传递至电解液而使电解液在模块内部进行循环,大体上可以具备位于控制部外壳内部的电解液流动空间($V_{h_electrolyte}$)和物理上或概念上与所述电解液流动空间分离而向流体控制部传递压力的自由空间(V_{h_free})。更详细而言, $V_{h_electrolyte}$ 可以定义为连接于控制部外壳的一对止回阀之间的空间,或定义为止回阀至电池芯的电极的空间,在本发明中,优选这两个定义中的至少一个满足本发明中的条件。

[0126] 但是,除了流体控制部内部外,自由空间还可以包括流体控制部与压力生成器之间的空间体积,无需在 V_{h_free} 另行配置流体控制部内部相当的空间,仍可以实现流体控制部的结构。

[0127] 作为一例,当向流体控制部施加压力时,控制部外壳的 $V_{h_electrolyte}$ 的空间减小而使电解液被排出至控制部外壳的外部,当施加于流体控制部的压力减少或施加负压时, $V_{h_electrolyte}$ 的空间增大,因而电解液流入控制部外壳的空间。通过反复该动作,流体控制部会通过从压力生成器接收的流体压力来向电池芯供应电解液。

[0128] 在本发明中,将电解液通过流体控制部的压力变化流入时的流体控制部内部的电解液的最大体积和向电池芯供应电解液时流体控制部内部的电解液的最小体积中对实际电解液的流量供应性能而言重要的所流入的电解液的最大体积定义为 $V_h = V_{h_electrolyte_max}$ 来描述各参数。

[0129] 当一个电池芯连接有多个流体控制部时, V_h 为各个流体控制部内部的电解液流入最大体积的总和。当连接有一个压力生成器的电池芯或流体控制部具有彼此不同的形状和体积时,至少一组电池芯-流体控制部是满足本发明中描述的参数值,从而应解释为落入本发明的范畴内。

[0130] 作为一例,当 V_h 较小时,膜片可以变形的体积也变小。在这种情况下,由于从压力生成器传递的流体,到达膜片可以变形的最大点的时间将变短。此外,当一个流体移送管330具备多个流体控制部时,由于从压力生成器传递的流体的流量大量到达的流体控制部或膜片的厚度偏差,相对容易发生膜片的变形的流体控制部(下称流体控制部1)的达到膜片的最大变形点的时间比别的流体控制部短,因此,尽管电解液的流量在初期快速增加,但一旦达到膜片的最大变形点,膜片将无法变形,因而电解液不再流动,故而在电池芯内部循环的电解液将停止流动。但是,另一流体控制部(下称流体控制部2)因膜片未达到最大变形点而向电池芯传递着电解液,因而电池芯之间的举动会发生偏差。

[0131] 当为了使该现象最少化而在膜片达到最大变形点之前将从压力生成器传递的流体的压力由正压转换为负压时,虽然流体控制部1可以顺畅地引导电解液的流动,但对从压力生成器传递的流体的流量较低的流体控制部2而言,不但膜片的变形发生得相对少,而且,当从压力生成器传递的流体的正压和负压的周期较短时,膜片的变形进行得不充分,因

而可能发生电解液不流动的情况。

[0132] 相反,当 V_h 较大时,膜片可以变形的体积也变大,相对而言,达到膜片的最大变形点的时间较长且余裕体积较大,因而可以减少流体控制部的工作偏差。但是,当流体控制部的控制部外壳体积大至规定水准以上时,产生一种储存处,从而待另一流体控制部工作之前所需要的时间较长,因而泵的功耗会变大或电解液流量的偏差会变大。

[0133] 这里,当具备多个流体控制部时,由于各流体控制部的工作偏差,电解液的流量也会存在差异。作为一例,当10个流体控制部连接于一个流体移送管330时,由于至各流体控制部的流体移送管的距离或流体控制部内部膜片的制作偏差或流体控制部的组装偏差、流体控制部与电池芯之间的连接部偏差、电池芯内部的电解液流动阻力的偏差等多种因素,电解液的流量也会出现差异。

[0134] 这样的流量偏差可能会引发电池芯的性能偏差而降低由多个电池芯构成的系统整体的效率和稳定性。为了克服这种现象,可以使用大容量的压力生成器来确保所有流体控制部中提供最少的流量的流体控制部的流量为规定水准以上的流量,以便以可保证性能的流量临界值以上进行动作,但是,在这种情况下,可能压力生成器的功耗变大,且另一流体控制部的流动加快,使得内部压力增加而导致电池芯受损伤。因此,在确保系统的效率和电池芯的动作稳定性的同时使流体控制部的工作偏差最小化来确保均匀的流量较重要。

[0135] 此外,电解液的流量与诸如对电池芯内部的电解液的电化学反应主要造成影响的参与氧化还原反应的电解液的体积,简称反应体积 V_c 和输出密度的动作环境有着直接的关联。反应体积 V_c 通常由实际发生电解液的离子交换的分离膜的有效面积和电极厚度的乘积定义,但部分氧化还原液流电池存在无需分离膜或电极、分离板中的一部分即可进行动作的情况,且电解液流动的流路的配置可能不同。

[0136] 本发明中将其考虑在内对反应体积进行了定义。更详细而言,反应体积指以作为电解液直接接触的部分的流路中电池芯的构成要素的分离膜、分离板、电极、集电板为基准面积最小的构成要素的面积和电解液的流路中对置距离最短处的长度的乘积。

[0137] 此时,对置距离意指以电解液的流路中与电解液接触的一个接触面为基准与和所述接触面对置的另一接触面的之间距离,即,指电解液的流路中宽度最窄之处的长度。此外,电解液的流路指电解液由电解液槽出发而直到再循环至电解液槽的所有路径,至于所述电解液的流路,除了所图示电解液流路400外,流体控制部内的外壳、阳极或阴极、分离膜及分离板之间的空间等所有的电解液接触而通过之处均可视为电解液的路径。

[0138] 作为所述对置距离的一例,当电解液的流路中对置距离最短的部分为圆筒形的管时,对置距离为该管的直径,当电解液的流路中宽度最窄之处为分离膜与电极之间时,该宽度的长度即为对置距离。

[0139] 鉴于如上所述的特性,优选本发明的氧化还原液流电池满足下式1:

[0140] [式1]

[0141] $V_h \geq 0.05V_c$ 。

[0142] 此外,除了与流入流体控制部的电解液相关的变量外,本发明的氧化还原液流电池还可以调节由压力生成器供应的正压及负压的周期。

[0143] 当压力生成器生成正压和负压并传递至流体控制部时,流体控制部内部的压力变化而使膜片移动,并形成电解液的流动。此时,传递至流体控制部的动作流体的流量和可生

成的压力的范围、以及正压和负压的生成周期较重要。随着正压和负压反复,流体控制部向电池芯供应电解液,因而应对此适当进行控制才能使压力生成器的功耗最小化的同时,确保必要的电解液的流量。

[0144] 对于氧化还原液流电池而言,根据所适用的电解液的种类,电解液流量的最优值可能会彼此不同,但是,为了稳定的性能,优选来自流体控制部的电解液每分钟流动的平均流量 m^3/min 为反应体积 V_c 的3%以上(参考实施例2)。此时,将每分钟流动的平均流量 m^3/min 对应于反应体积 V_c 的3%的流量定义为临界流量 Q_{min} 。

[0145] 当电解液的流量为临界流量以上时,可以均匀地维持电池芯的性能,因而优选使所有流体控制部能够向电池芯供应临界流量以上的电解液。为满足此条件,在本发明的氧化还原液流电池中,流体控制部的工作周期 T 满足下式a为佳。此时,流体控制部的工作周期指在 V_h/V_c 值被固定时以 V_h 最大的流体控制部为基准所需要的正压和负压的压力转换周期。

[0146] 然而,由于所述临界流量 Q_{min} 定义为每分钟流动的电解液的体积为反应体积 V_c 的3%以上,因而代入与之对应的值即可设定最大周期。

[0147] [式a]

[0148] $T \leq V_h / Q_{min}$ 。

[0149] 但是,当周期过短时,相比控制阀和止回阀的反应速度,流体控制部的内部压力变化周期变得更短,从而发生电解液不流动的现象,因而优选满足下式2:

[0150] [式2]

[0151] $0.05 \text{秒} \leq T \leq V_h / Q_{min}$ 。

[0152] 如上述,为了使流体控制部提供临界值以上的流量,有通过缩短 T 来以较快的周期供应电解液,或加长 T 并增加一个周期内供应的电解液的量的方法。然而,当缩短 T 时,或许能缩小 V_h 需要的体积,但由于止回阀的反应速度的局限、控制阀的反应速度的局限、以及现实中可能发生的零件及组装偏差等,难以保证流体控制部的稳定的动作。相反,当 T 较长时, V_h 的体积应变大,因而系统的整体体积变大,且由于前述流体控制部的零件及组装偏差,部分流体控制部可能不进行动作。因此,适用压力生成器和流体控制部来进行驱动的氧化还原液流电池应满足上述条件方可稳定地驱动多个电池芯。

[0153] 综合而言,在本发明的氧化还原液流电池中,为了实现最优的效率,考虑由流体控制部供应至电池芯的电解液的流量、在电池芯内进行反应的电解液的体积、供应至流体控制部的压力的周期等,优选同时满足下式1和式2。但是,当流体控制部具有彼此不同的多个周期 T 时,优选至少一个周期满足式2,当具备多个流体控制部时,优选至少一个流体控制部满足式1。

[0154] 如前述,本发明的氧化还原液流电池无需使用价昂的化学用泵即可使电解液顺畅地循环至电池芯或堆叠体。此外,由于可以使每个电池模块均具备电解液槽或使每规定数量的电池模块共用电解液槽,因而电解液的循环距离远远短于现有的氧化还原液流电池,由此,能够大幅减小价昂的耐酸性移送管的使用比重。

[0155] 此外,由于电解液的循环距离较短,与现有的氧化还原液流电池相比,能够大幅改善响应性,并且,由于电解液槽可以分离,此时,电解液仅在各电池模块内进行循环,因而不会产生分路电流。

[0156] 通过如上所述的特性,本发明的氧化还原液流电池能够有效地实现被称为储电库

的高电压大容量储能系统。此外,由于无需使用多个价昂的化学用泵,因而能够节省成本,并且,由于可以独立地设置、更换各个电池模块,因而能够提高运用效率。不仅如此,由于能够考虑电池模块的性能偏差而按具有类似性能的每个电池模块进行区分来实现大容量的储能系统,因而能够提高系统的效率。

[0157] 下面举实施例及比较例对本发明的氧化还原液流电池进行更详细说明。但是,以下实施例及比较例是为了帮助对本发明的理解而记载的,因而本发明并不限于以下实施例及比较例。

[0158] 通过以下实施例及比较例制造的试片的诸元和物性和物性测量方法如下。

[0159] (模块)

[0160] 流体控制部:具有 $8,000\text{mm}^3$ 的体积,且具备电磁阀的PVC (polyvinylchloride, 聚氯乙烯) 材质的外壳;

[0161] 压力生成器:具有最大 0.1kW 的功耗、 $-0.1\text{MPa}\sim 0.1\text{MPa}$ 的压力输出的正压-负压转换式泵,具有止回阀结构,从而两个端口分别生成正压和负压的泵;

[0162] 膜片:三元乙丙橡胶和氟橡胶;

[0163] 阳极、极:碳纤维及石墨、碳复合材料。

[0164] (电解液)

[0165] 电解液使用了钒离子的浓度为 1.6mol ,除此之外还包括硫酸的钒(V) 电解液。

[0166] (电解液的最大体积(V_h))

[0167] 测量了在将电解液槽和所述泵连接于流体控制部后,通过所述泵向流体控制部施加负压而将电解液移送至流体控制部时的最大流量。

[0168] (电解液的反应体积(V_c))

[0169] 电池芯的反应面积为横 70mm 、竖 70mm ,电极的压缩厚度为 2mm ,电解液的流路中宽度嘴窄处的宽度为 2mm ,最终,电解液的反应体积为 $9,800\text{mm}^3$ 。

[0170] (电流效率)

[0171] 以电压范围 1.2V 至 1.6V 、电流密度 $40\text{mA}/\text{cm}^2\sim 200\text{mA}/\text{cm}^2$ 进行充电及放电,且以此为1个周期(cycle)而反复进行10个周期后,计算了平均值。

[0172] (流量偏差比率)

[0173] 将按每个流体控制部测量规定时间的电解液的最大体积代入下式3中进行计算:

[0174] [式3]

[0175] 流量偏差比率 $= \frac{L-S}{L}$,

[0176] (上式3中,L为各流体控制部的流量中的最大值,S为各流体控制部的流量中的最小值。)

[0177] (效率偏差比率)

[0178] 测量连接于各流体控制部的电池芯的能源效率并代入下式4中进行计算:

[0179] [式4]

[0180] 效率偏差比率 $= \frac{M-N}{M}$

[0181] (上式4中,M为电池芯的能源效率中的最大值,N为电池芯的能源效率中的最小

值。)

[0182] (实施例1、比较例1至2)

[0183] 流体控制部共设有10个,且连接于一个压力生成器,并在一个电解液槽分别连接两个流体控制部。然后,逐个测量通过各个流体控制部移送的电解液的流量。此时,在将电解液的最大体积 V_h 和电解液的反应体积 V_c 的比率分别调节为0.05(实施例1)、0.02(比较例1)、20(比较例2)时测量流量偏差比率并记载于图14及表1。

[0184] [表1]

[0185]

	V_h/V_c	流量偏差比率
实施例1	0.05	0.05
比较例1	0.02	1.0
比较例2	20	0.05

[0186] 当流量偏差比率为1时,意味着多个流体控制部中至少1个流体控制部无法向电池芯供应电解液。流量以阳极电解液为基准进行记载,并且,在阴极电解液的情况下,也用相同的条件进行测量。

[0187] 如上表1及图14的(a)及(b)所示,确认到当 V_h/V_c 为0.05(5%)时流量偏差比率急剧减少,被确认为这与用于确保最小流量的周期T的最小值有关。如前述,当 V_h/V_c 值较小时,确认到每一个正压与负压的转换周期T的流体控制部可供应至电池芯的电解液的量减少,以致电解液的流动停止,随之,效率急剧下降。

[0188] 与此相反,当如比较例2所示加大 V_h/V_c 时,确认到由于流体控制部的组装偏差,部分流体控制部不进行动作,致使效率下降。

[0189] (实施例2)

[0190] 为了测量流量临界值,将条件设置为与实施例1相同,且自每分钟平均流量为 V_c 的0.5%时起在3000%的范围进行实验,并测量电池芯的效率变化。对在该范围内按照式4计算的效率偏差比率进行图示。此时,由于每分钟平均流量为 V_c 的10%以上时没有明显的结果值的差异,因而对0.5%至10%范围的值进行了图示。

[0191] 如图14的(c)所示,确认到临界流量在电解液每分钟流动的流量为 V_c 的3%以上时,电池芯之间的效率偏差大大减小。因此,优选临界流量为 V_c 的3%以上。

[0192] 如上述,虽然参照本发明的优选实施例及比较例对本发明的氧化还原液流电池的大致的连接结构等进行了说明,但本领域中的一般的技术人员应该能够理解在不脱离下述权利要求书中记载的本发明的思想及领域的范围内可以对本发明实施多种修改及变更。

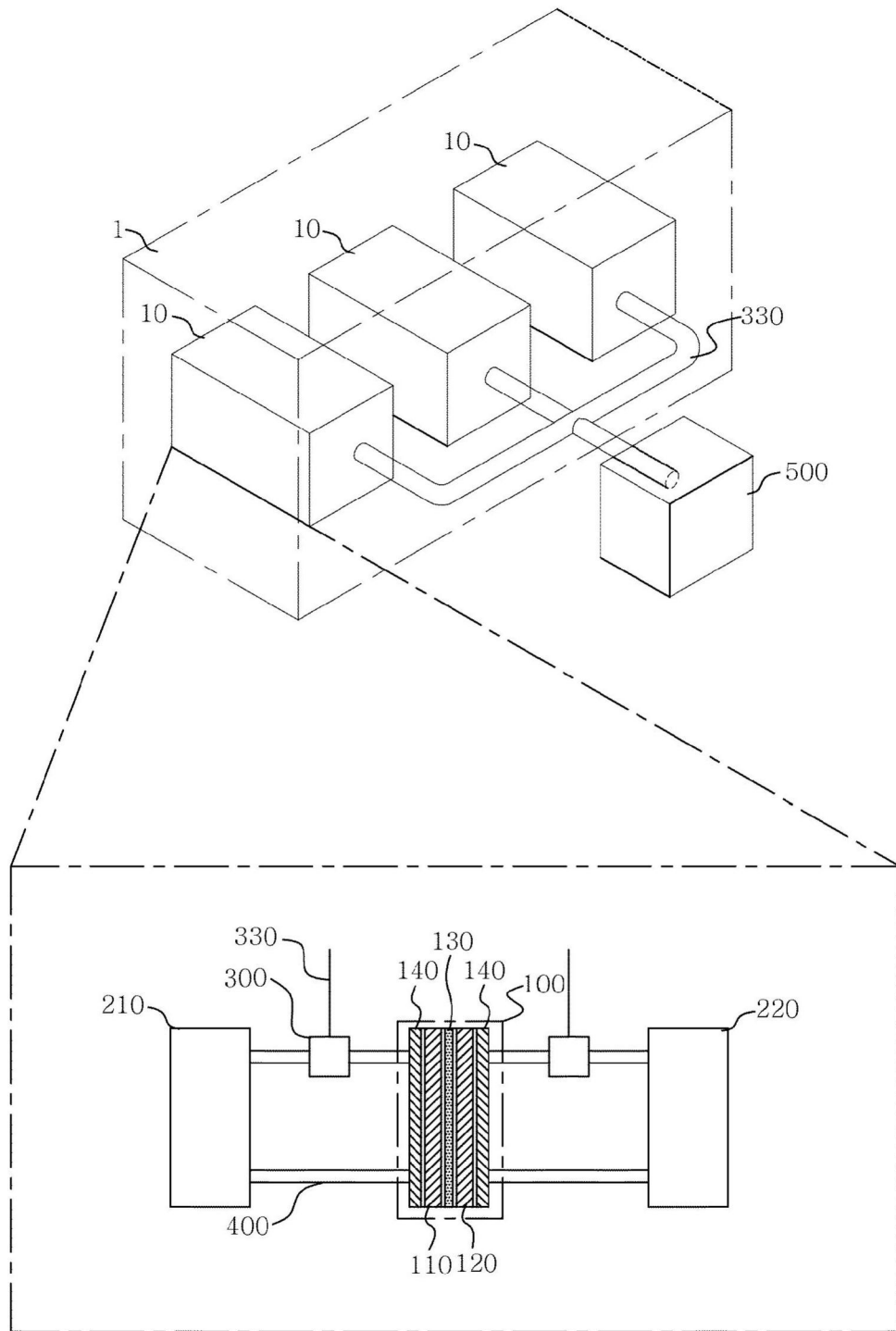


图1

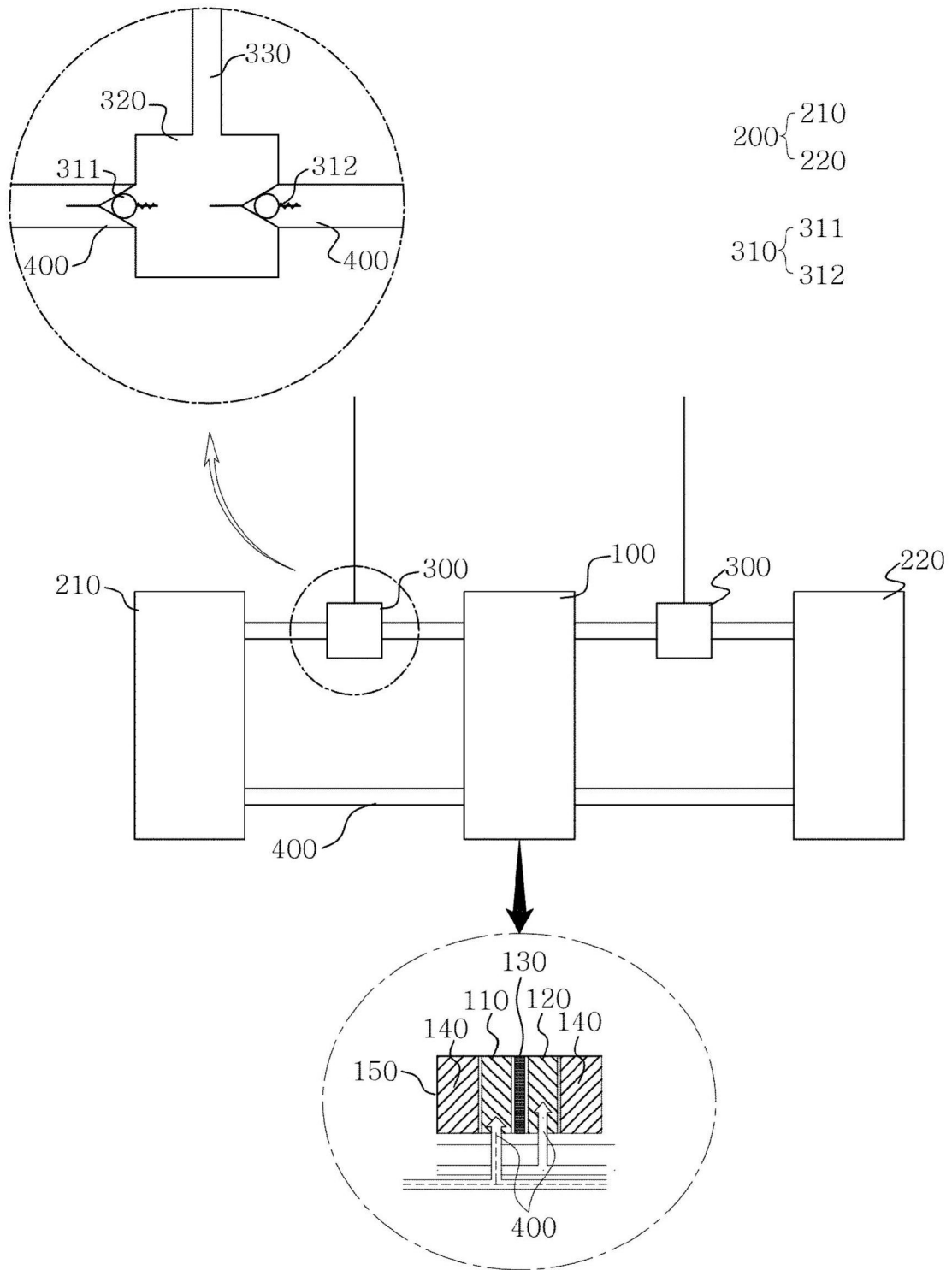


图2

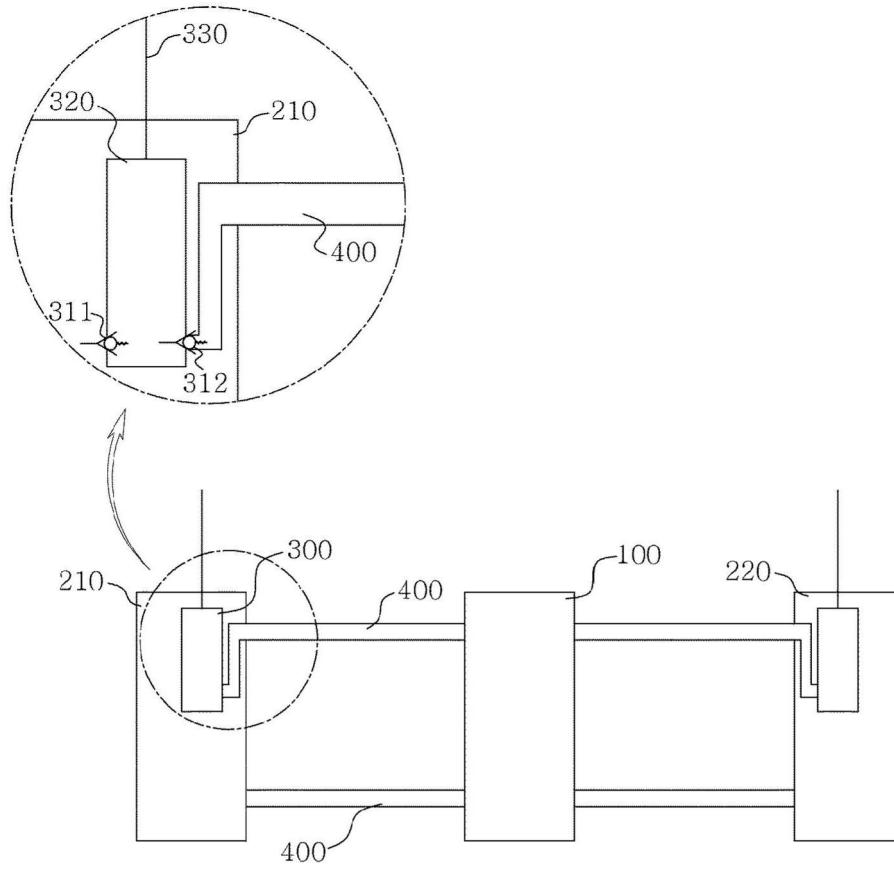


图3

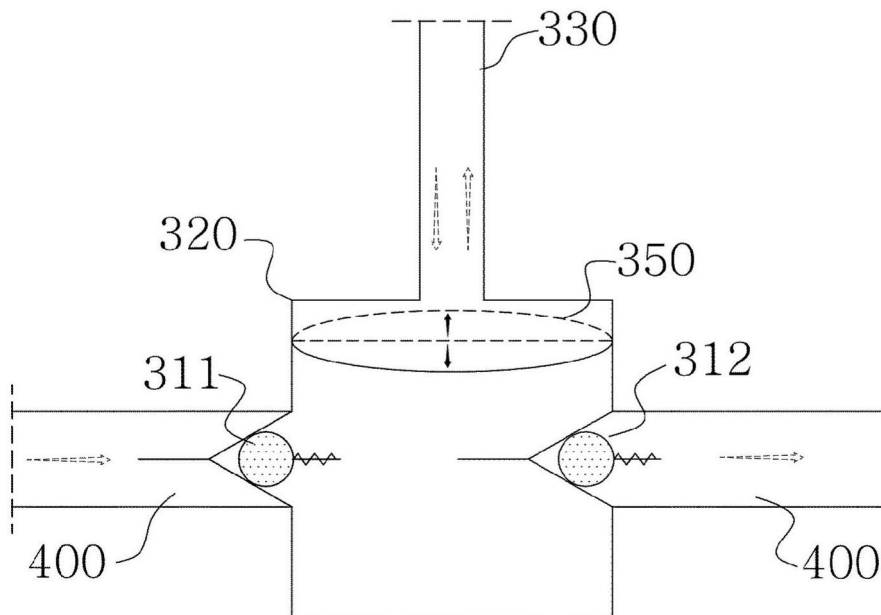


图4

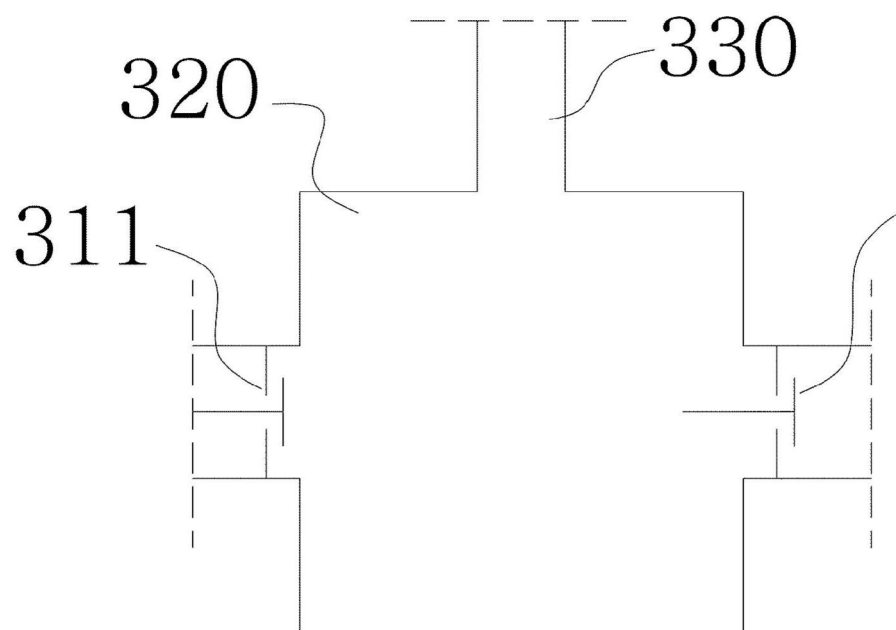


图5a

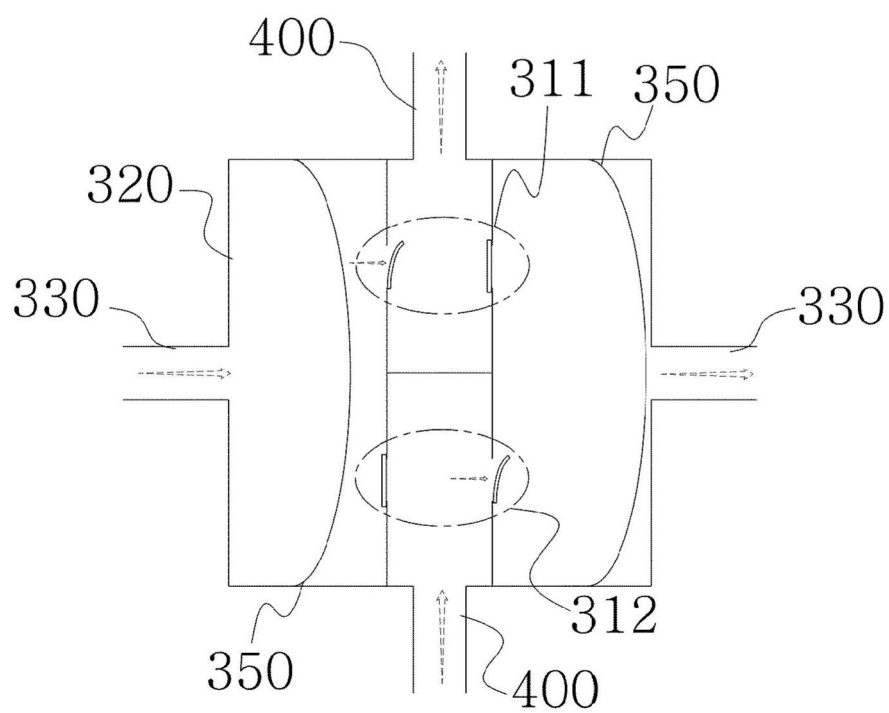


图5b

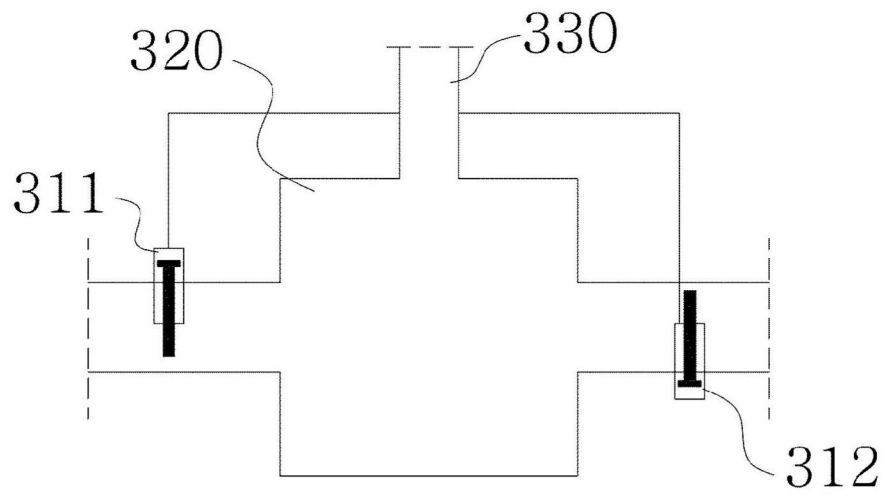


图5c

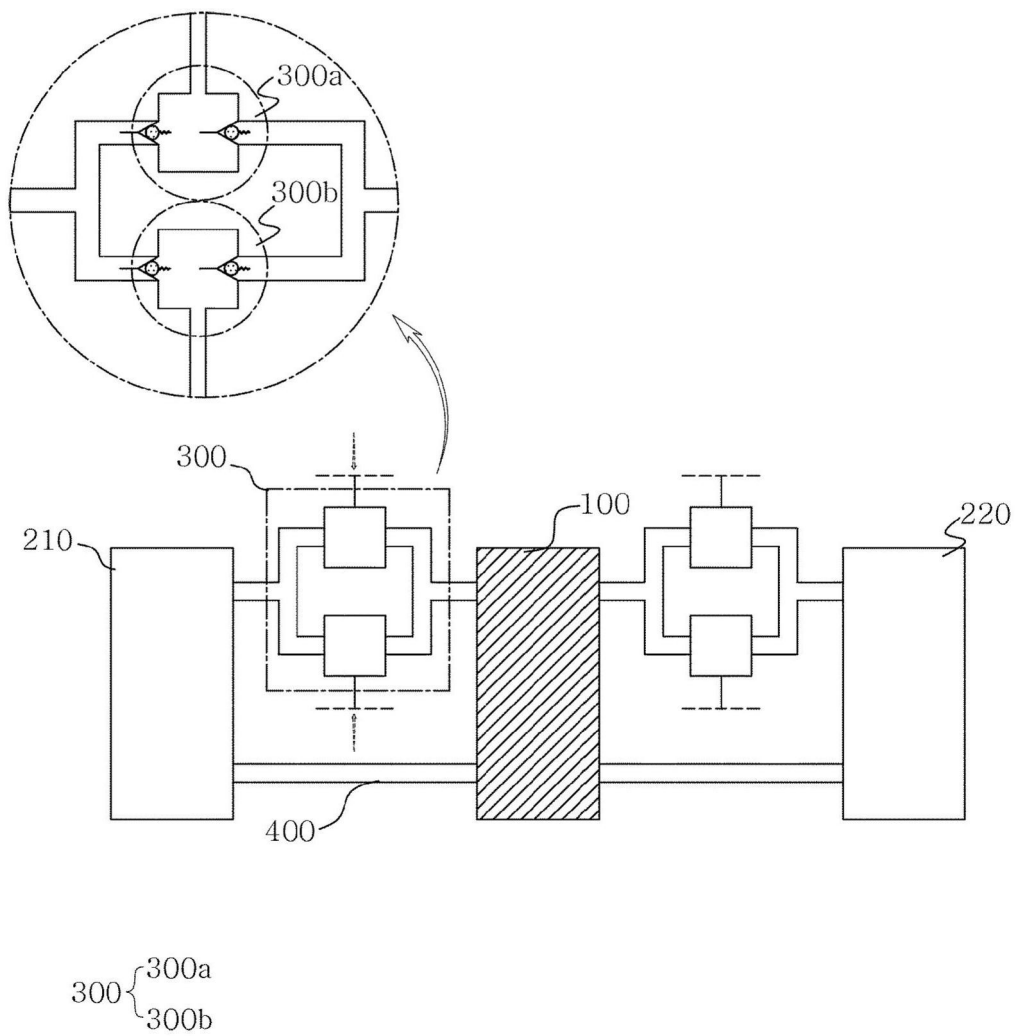


图6

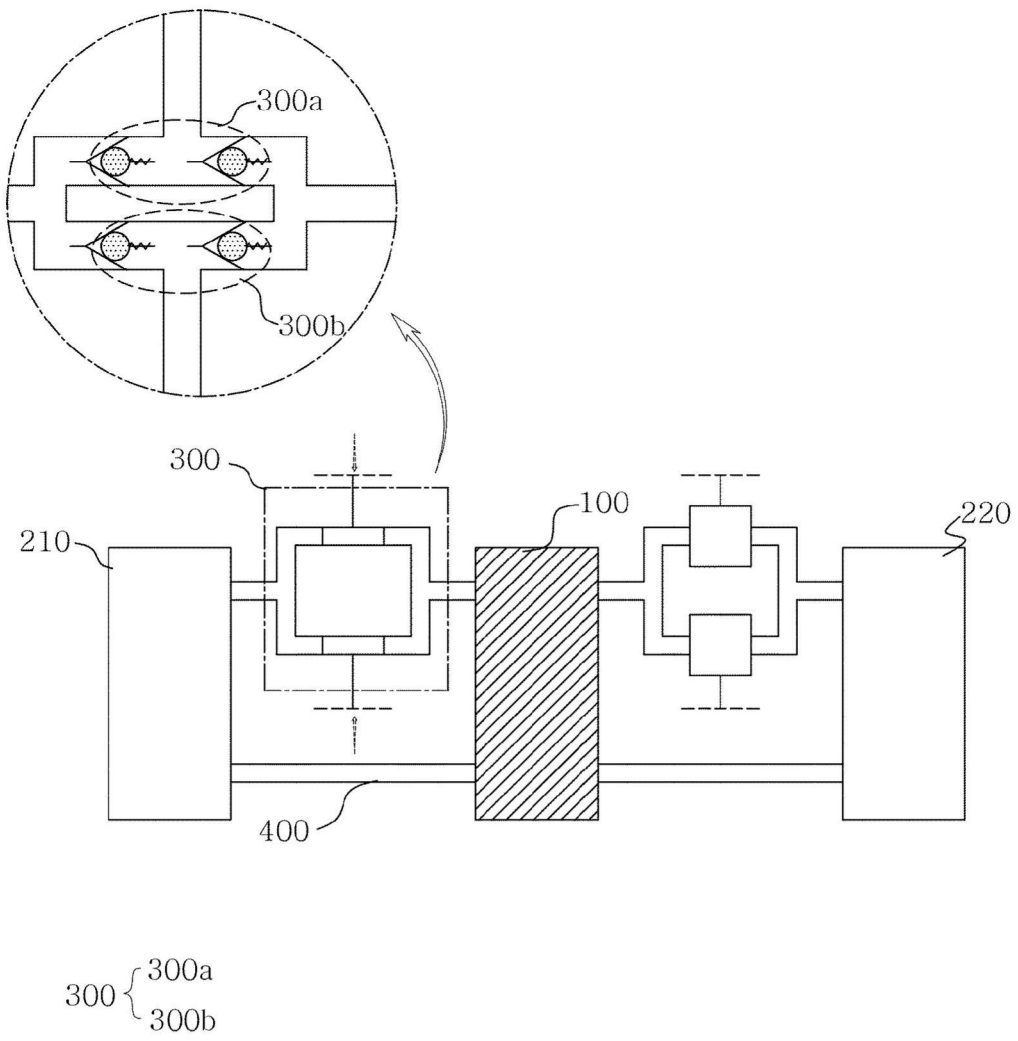


图7

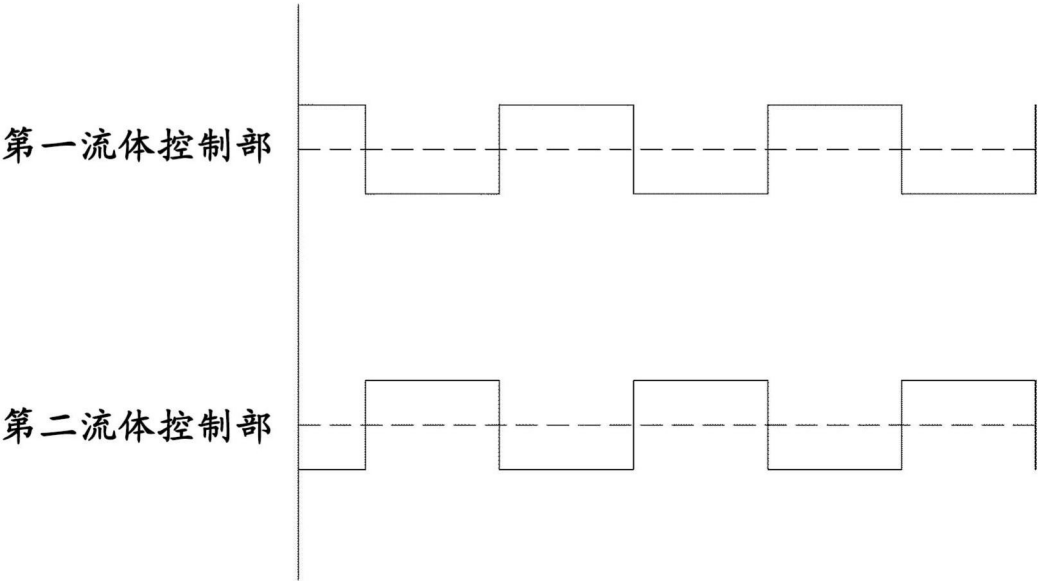


图8a

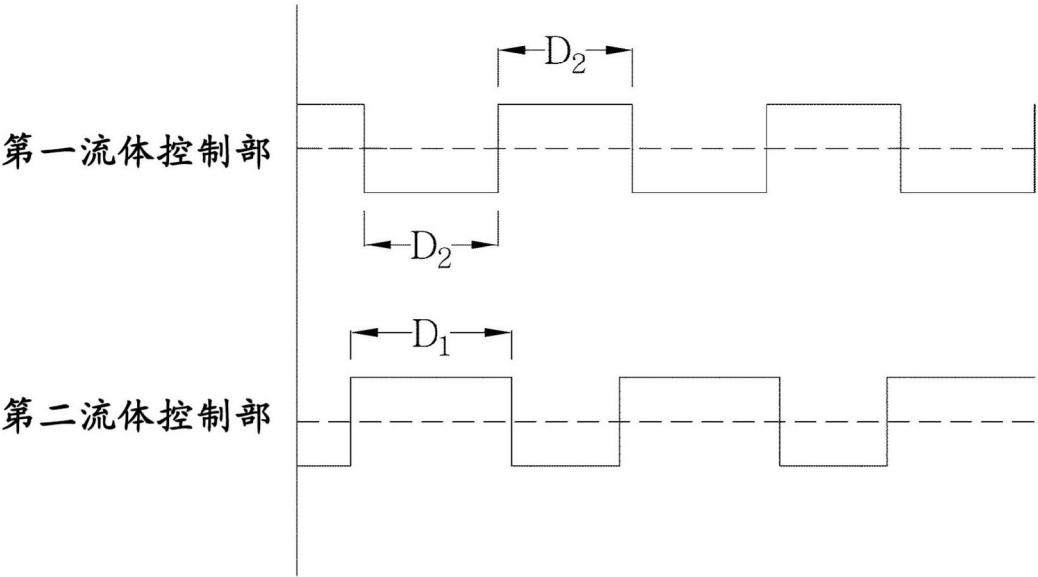


图8b

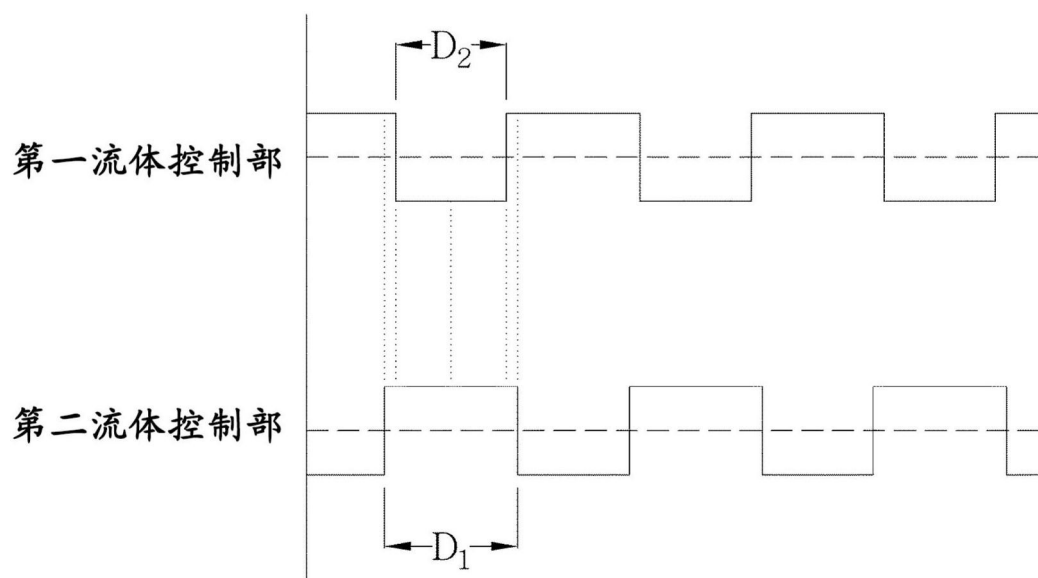


图8c

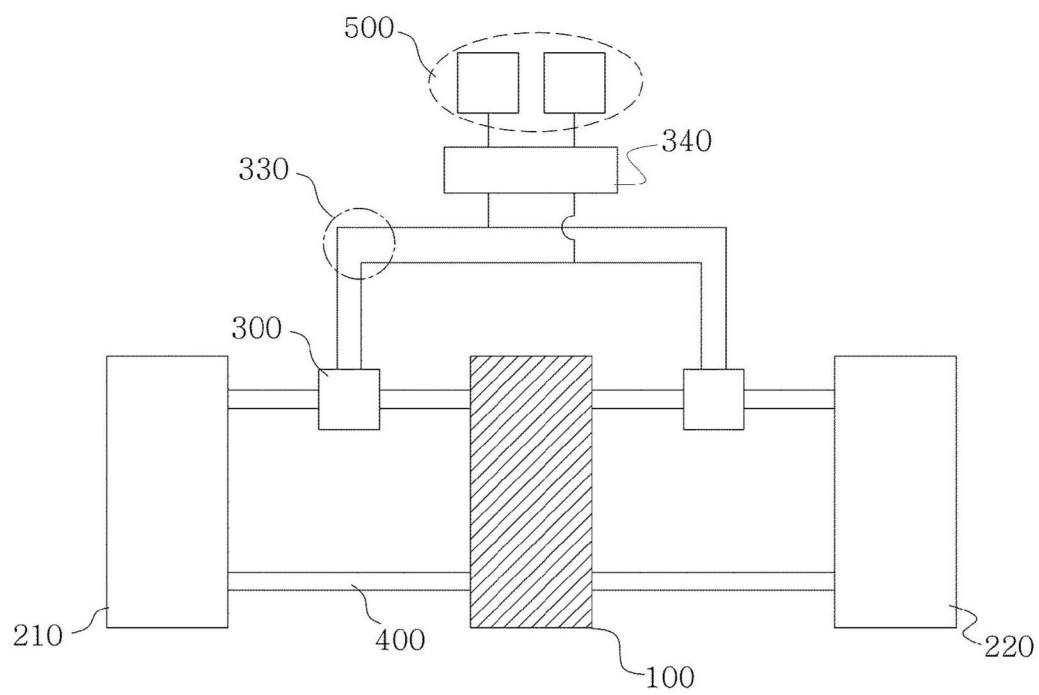


图9a

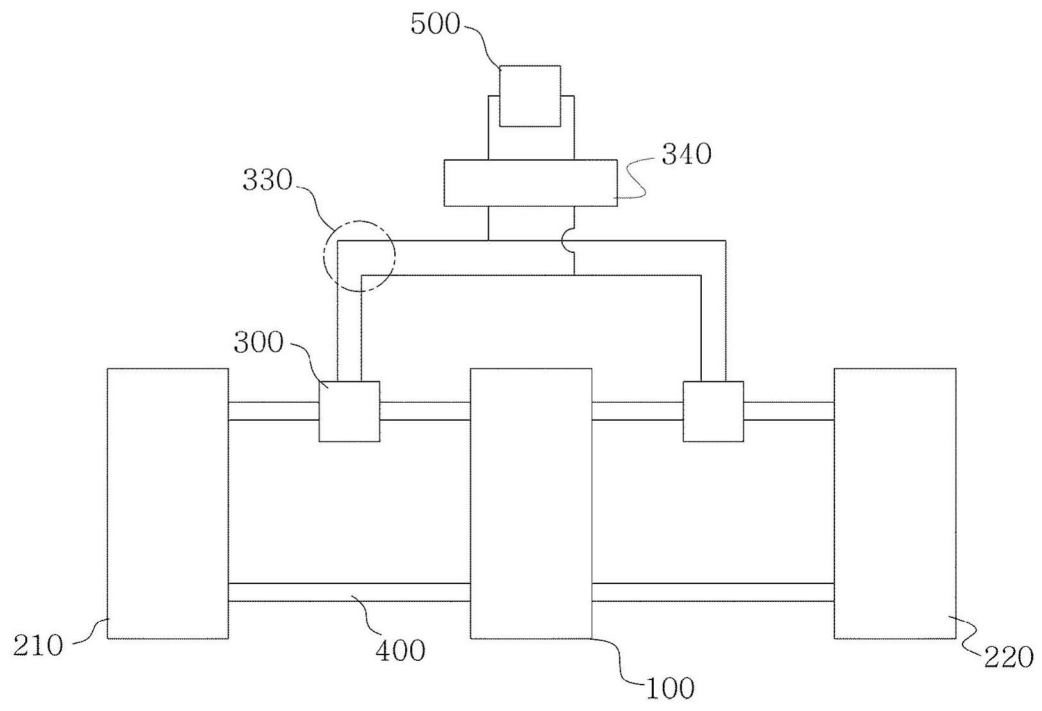


图9b

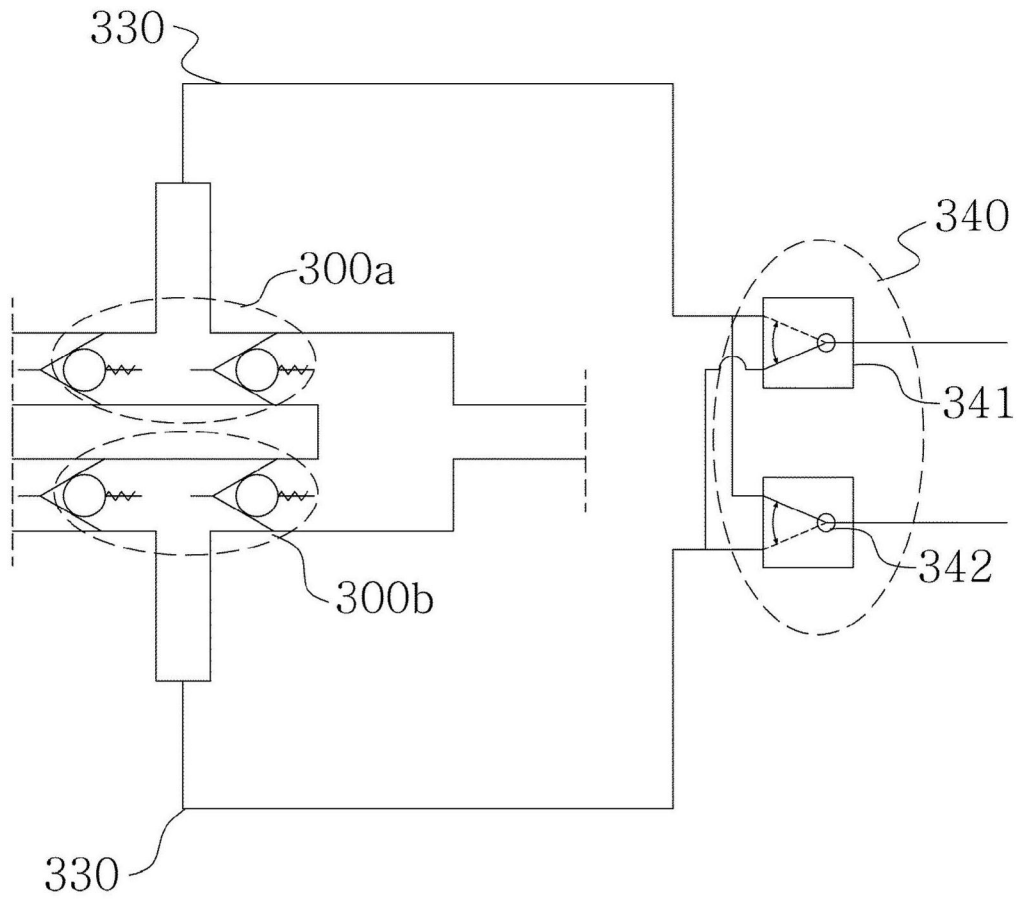


图10a

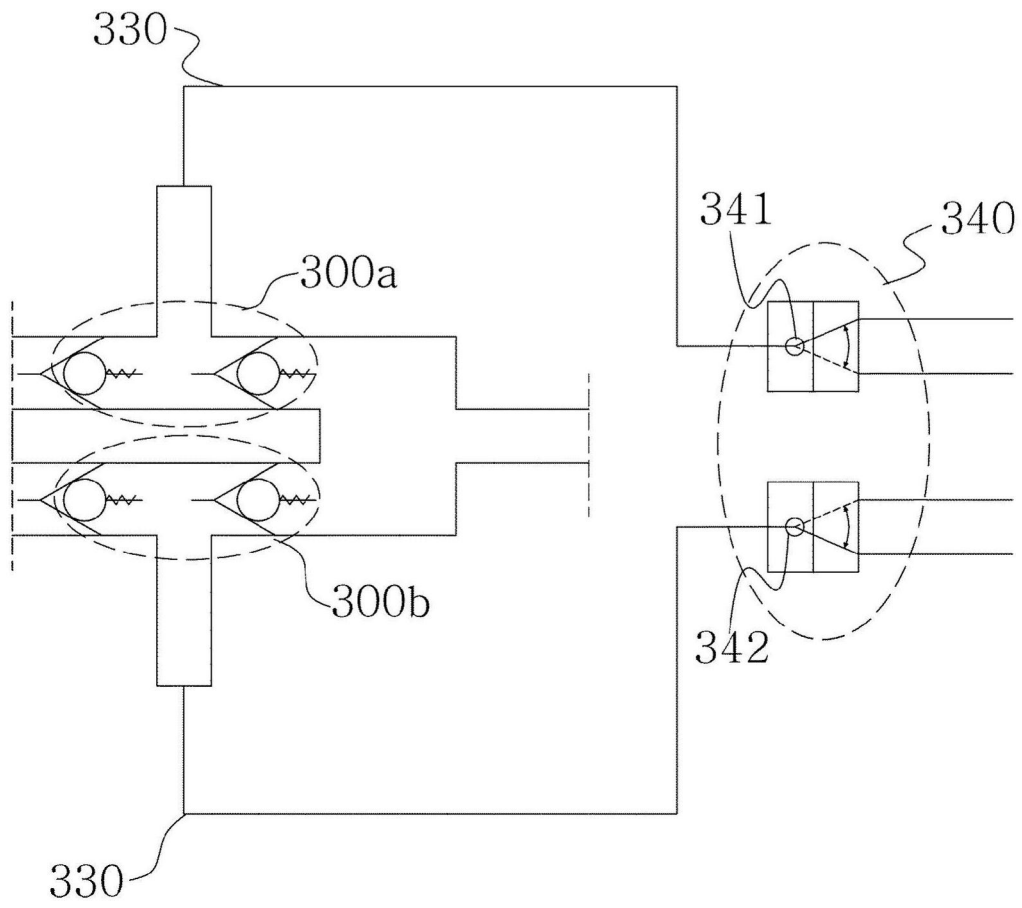


图10b

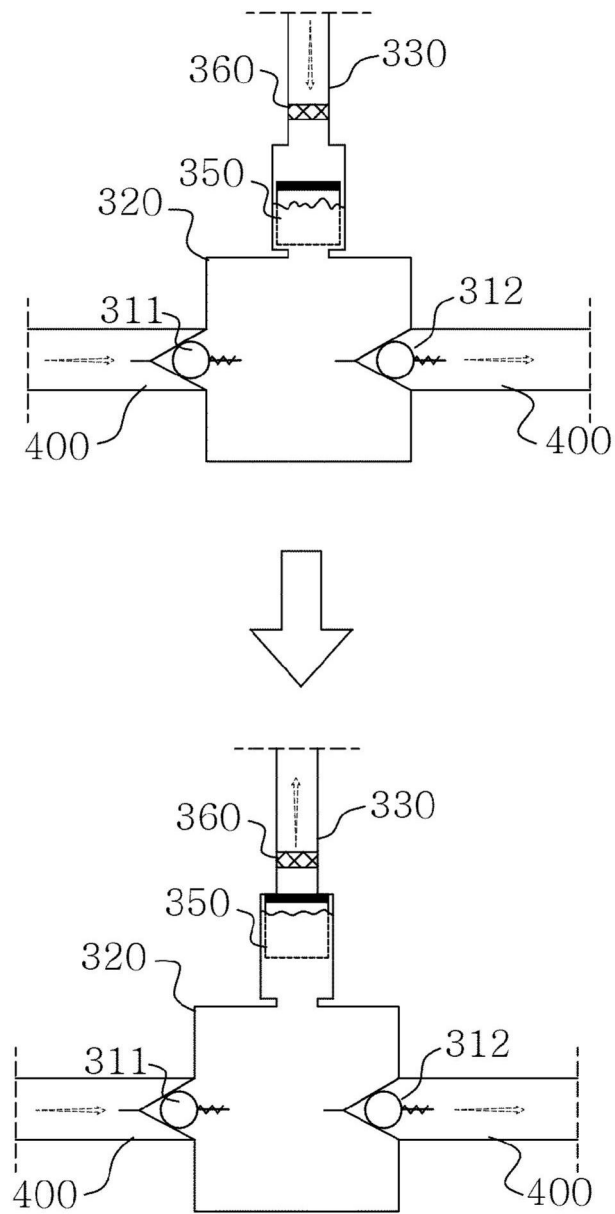


图11

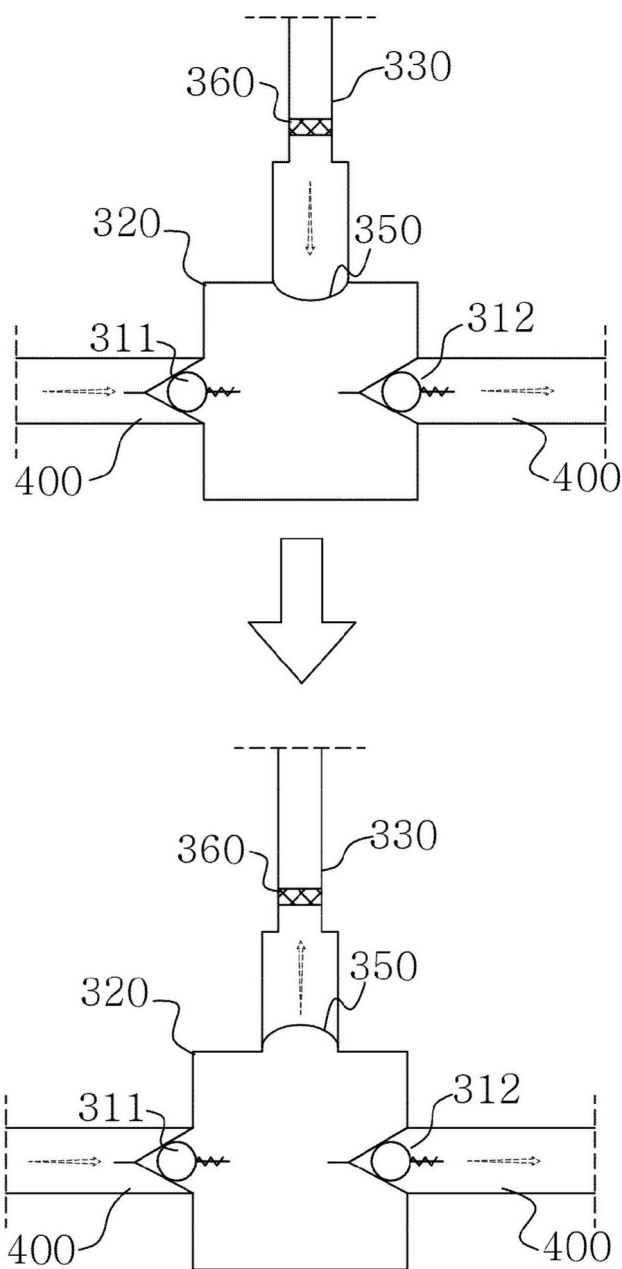


图12

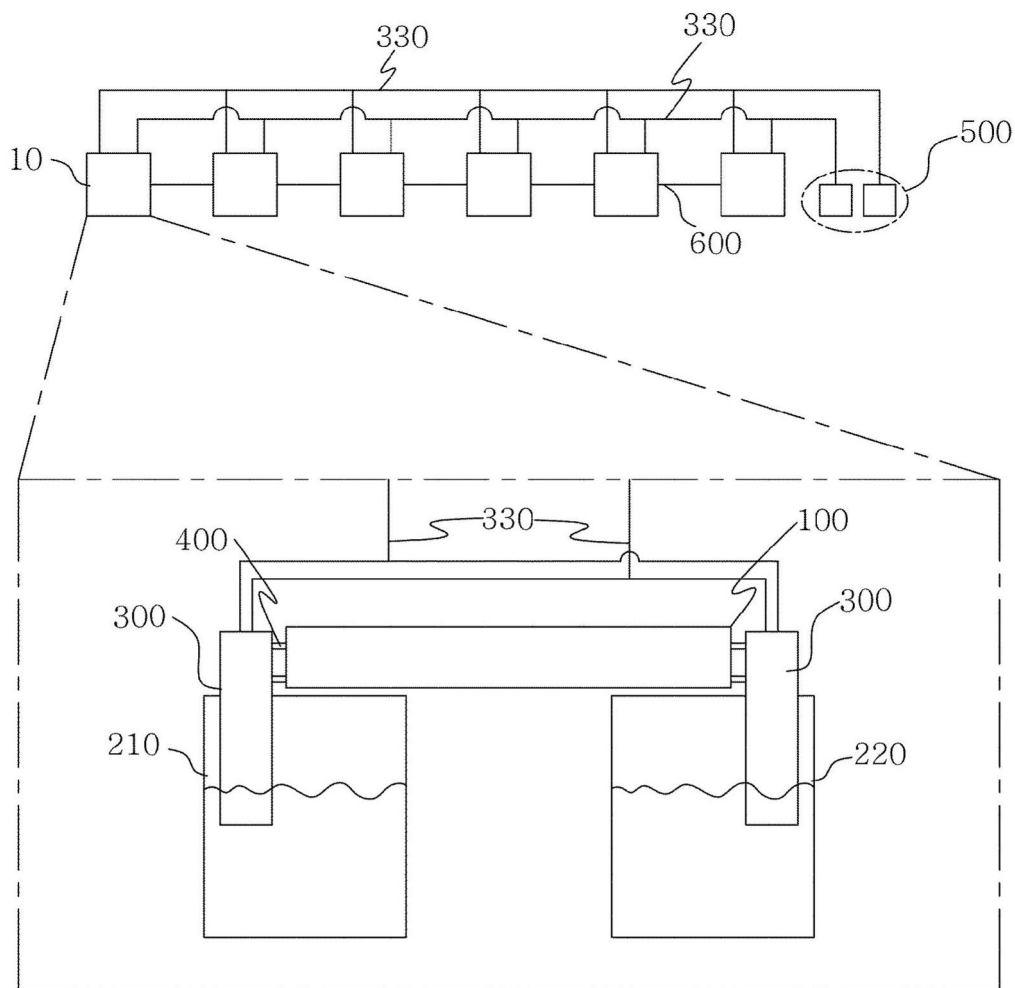


图13

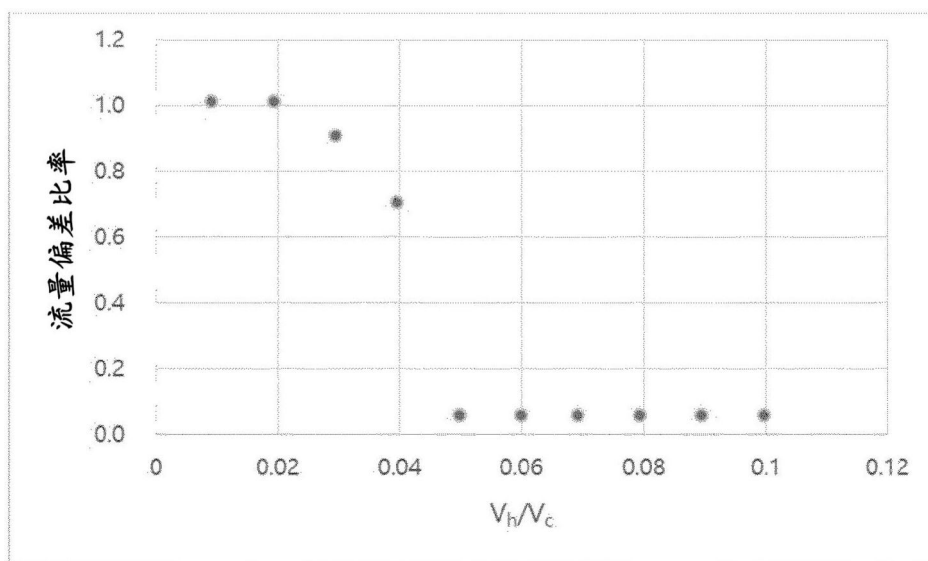


图14a

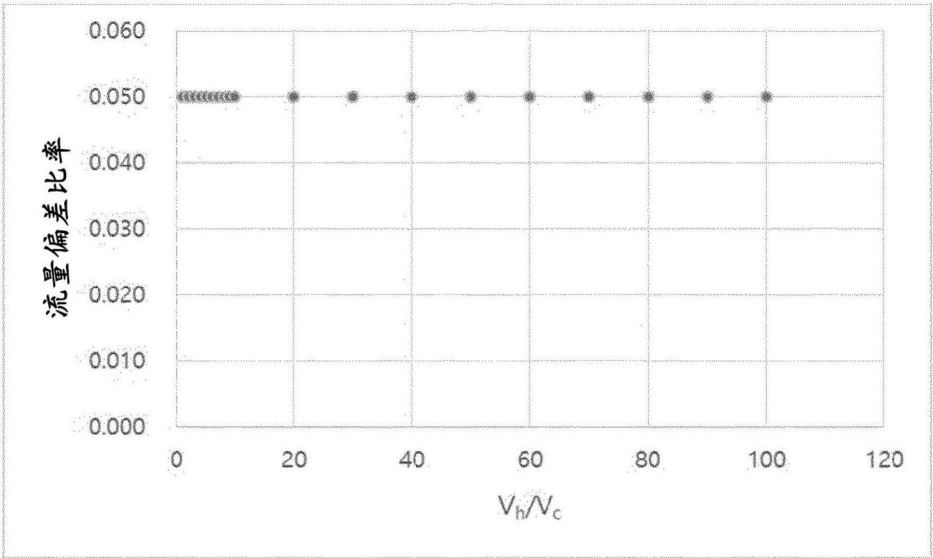


图14b

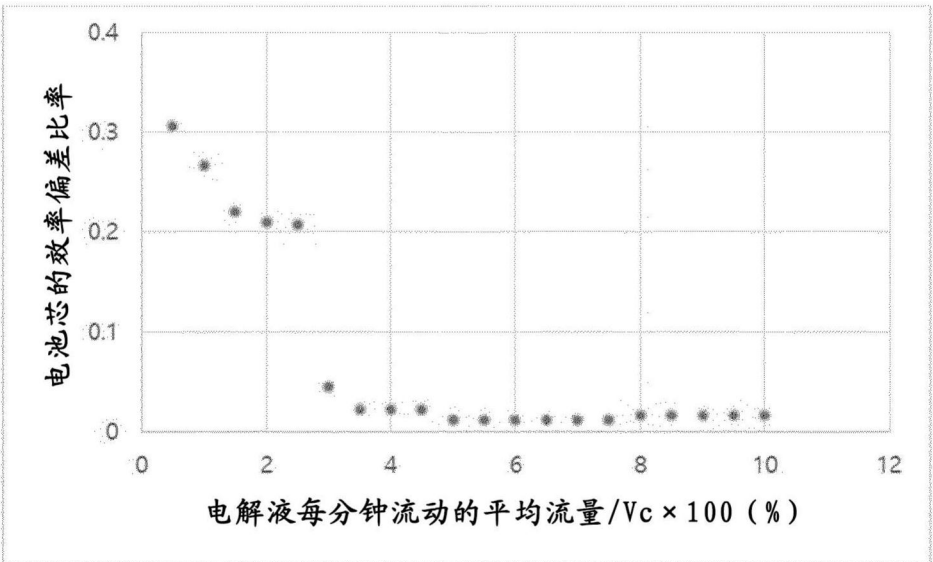


图14c