



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206040826 U

(45)授权公告日 2017.03.22

(21)申请号 201620760716.6

(22)申请日 2016.07.19

(73)专利权人 北京晟泽科技有限公司

地址 100021 北京市朝阳区东三环南路58号1号楼10层1105

(72)发明人 胡晓晶 赖平化 朱俊娥

(74)专利代理机构 北京知舟专利事务所(普通合伙) 11550

代理人 郭韪

(51)Int. Cl.

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/04014(2016.01)

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 8/06(2016.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

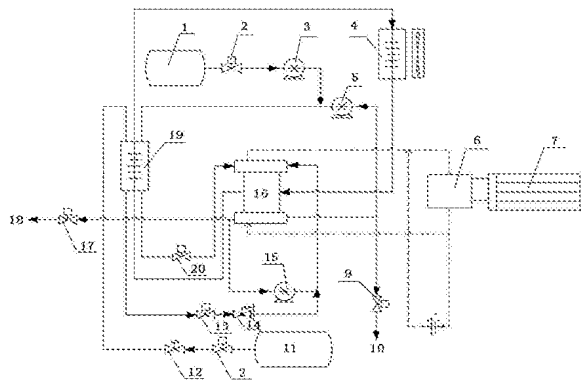
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)实用新型名称

一种用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统

(57)摘要

本实用新型提供了一种用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统,属于航空航天器能源系统领域。所述高空无人机燃料电池模块包括燃料电池反应堆、氧气供气系统和氢气供气系统,所述热管理系统包括换热器和散热系统;所述燃料电池反应堆产生的余热一部分通过换热器对氢气和氧气加热,另一部分通过散热系统对燃料电池反应堆所处的环境空间加热;所述燃料电池反应堆为风冷燃料电池反应堆或液冷燃料电池反应堆,所述风冷燃料电池反应堆包括封闭式风冷燃料电池反应堆和开放式风冷燃料电池反应堆。



1. 一种用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统, 所述高空无人机燃料电池模块包括燃料电池反应堆、氧气供气系统和氢气供气系统, 其特征在于: 所述热管理系统包括换热器和散热系统;

所述燃料电池反应堆产生的余热一部分通过换热器对氢气和氧气加热, 另一部分通过散热系统对燃料电池反应堆所处的环境空间加热;

所述燃料电池反应堆为风冷燃料电池反应堆或液冷燃料电池反应堆, 所述风冷燃料电池反应堆包括封闭式风冷燃料电池反应堆和开放式风冷燃料电池反应堆。

2. 根据权利要求1所述的用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统, 其特征在于: 所述换热器为管壳式换热器、板式换热器或套管式换热器。

3. 根据权利要求2所述的用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统, 其特征在于: 对于风冷燃料电池反应堆, 所述散热系统包括冷却风扇;

空气流经燃料电池反应堆阴极流道参加电化学反应, 从燃料电池反应堆流出, 带走燃料电池反应堆余热; 冷却风扇将热吹向换热器, 换热器的导热材料吸收热量为氢气和空气加热, 同时冷却风扇促进风冷燃料电池反应堆环境空间的热气循环。

4. 根据权利要求3所述的用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统, 其特征在于: 对于液冷燃料电池反应堆, 所述散热系统包括散热器和设置在散热器旁的风扇;

所述散热器中的冷却液从散热器流出后通过液冷燃料电池反应堆上的冷却入口进入液冷燃料电池反应堆, 经过液冷燃料电池反应堆内的冷却板流道, 带走液冷燃料电池反应堆产生的余热, 从液冷燃料电池反应堆的冷却出口流出, 然后进入换热器, 在换热器内对氢气和氧气进行加热, 并将氧气完全气化, 然后冷却液从换热器流出, 回到散热器, 冷却液的热量经过散热器内的导热材料传导到散热器的冷却流道外, 利用所述风扇将热量吹送到液冷燃料电池反应堆环境空间中, 散热后的低温冷却液从散热器流出, 进入液冷燃料电池反应堆, 开始下一个循环;

所述散热器采用U型管散热器或波纹板散热器;

所述冷却液采用去离子水或50%乙二醇溶液。

5. 根据权利要求1至4任一所述的用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统, 其特征在于: 所述氢气供气系统包括氢源、电磁阀、第一减压阀、供氢电磁阀、第二减压阀和氢气循环泵;

氢气通过电磁阀, 再经第一减压阀减压后进入换热器, 由换热器将氢气加热;

加热后的氢气流出换热器后经过供氢电磁阀, 再通过二次减压阀的二次减压, 进入燃料电池反应堆参加电化学反应产电;

未参加电化学反应的过量氢气流过燃料电池反应堆, 一部分通过氢气循环泵再次进入燃料电池反应堆, 另一部分经过阳极冲刷阀的定时开启, 随阳极积水排出阳极出口;

在所述供氢电磁阀上设置有氢气温度传感器和氢气压力传感器;

所述氢气温度传感器用于检测氢气的温度, 所述氢气压力传感器用于检测氢气的压力。

6. 根据权利要求5所述的用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统, 其特征在于: 所述氢源采用高压储氢罐、固态储氢、硼氢化钠水溶液加固态催化剂、固态硼氢化钠和催化剂混合加水、或者固态硼氢化钠加催化剂溶液。

7. 根据权利要求6所述的用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统,其特征在于:对于封闭式风冷燃料电池反应堆或液冷燃料电池反应堆,所述氧气供气系统包括液氧罐、电磁阀、液氧泵、供氧电磁阀和氧气循环泵;

液氧经电磁阀由液氧泵泵出,进入换热器,由换热器将其充分气化并加热;

加热后的氧气流出换热器后经过供氧电磁阀后通过燃料电池反应堆的阴极入口进入燃料电池反应堆,参加电化学反应产电;

未参加电化学反应的氧气流出燃料电池反应堆,一部分通过氧气循环泵再次进入换热器,另一部分经过阴极冲刷阀的定时开启,随阴极积水排出阴极出口;

在所述供氧电磁阀上设置有氧气温度传感器和氧气压力传感器;

所述氧气温度传感器用于检测氧气的温度,所述氧气压力传感器用于检测氧气的压力;

对于封闭式风冷燃料电池反应堆,所述氧气供气系统包括阴极过滤器和阴极风机,空气经过阴极过滤器过滤后通过阴极风机输送到燃料电池反应堆,在燃料电池反应堆内参加电化学反应;

未参加电化学反应的氧气,经过阴极冲刷阀的定时开启,随阴极积水排出阴极出口;

对于开放式风冷燃料电池反应堆,所述氧气供气系统为空气,由冷却风扇促进空气循环提供氧气和散热。

8. 根据权利要求7所述的用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统,其特征在于:所述用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统包括保温壳,其采用双层壳体结构,外层采用轻型保温材料,维持燃料电池反应堆环境温度恒定,在外层设有散热装置;内层密封,采用轻质金属材料导热并维持环境气压稳定;

在无人机起飞前将内层的内部充满惰性气体;

所述氢源放置在保温壳的外部;

所述液氧罐放置在保温壳的外部;

所述冷却风扇设置在保温壳内、风冷燃料电池反应堆的外部;

所述阳极出口和阴极出口经软管连接到所述保温壳的外部;

在保温壳上设有温度传感器、气压传感器和输电线路通道以及以下接口中的一种或多种:氢气入口、废氢出口、液氧入口、废氧出口、氮气入口;

所述温度传感器用于检测环境温度,当温度过高,打开保温壳的散热装置释放部分热量,温度适中时,关闭保温壳的散热装置;

所述压力传感器用于检测环境气压。

一种用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于航空航天器能源系统领域,具体涉及一种用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统。

背景技术

[0002] 燃料电池是将化学能转化为电能的新能源发电装置,其氢气燃料来源充足且廉价、能量密度高、发电效率高、性能稳定、无安全隐患且产物无污染,被广泛应用到民用和军方产品。燃料电池作为高空无人机供电系统的辅助电源可以为其提供长时间用电需求,减轻供电系统重量。

[0003] 燃料电池对工作环境要求严格,在离地面5000米的高空,温度-10摄氏度,并且高度每上升1000米,温度降低6摄氏度。高空无人机供电系统中燃料电池若要在低温低压环境下稳定高效运行,需要对燃料电池模块保温,并对进入燃料电池反应堆的氢气和氧气加热,否则燃料电池工作效率和寿命严重下降,甚至不能工作。

[0004] 目前传统的燃料电池热管理系统研究主要致力于常温常压条件下燃料电池模块的热管理。

[0005] 专利号为200910073442.8的专利适用于AUV的闭式循环燃料电池系统中有完整的水热交换循环系统,但是只能保证燃料电池反应堆的环境温度和燃料电池反应堆的冷却,没有考虑低温环境下氢气和氧气加热、供电系统体积和重量,并不适用于高空无人机燃料电池供电模块的热管理系统。

[0006] 专利号为201510215700.7的专利提供了一种自身热管理系统及其控制办法,其中带有加热装置的水箱、冷却水循环泵、散热器和温度传感器,可以实现燃料电池反应堆的散热冷却,但此热管理系统不能满足对氧气和氢气的加热和整体环境的保温。

实用新型内容

[0007] 本实用新型的目的在于解决上述现有技术中存在的难题,提供一种用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统,由换热器、散热系统、保温外壳协调工作,合理利用自身余热,将热量集中管理,简化燃料电池热管理系统结构,为燃料电池创建一个稳定的运行环境。

[0008] 本实用新型是通过以下技术方案实现的:

[0009] 一种用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统,所述高空无人机燃料电池模块包括燃料电池反应堆、氧气供气系统和氢气供气系统,所述热管理系统包括换热器和散热系统;

[0010] 所述燃料电池反应堆产生的余热一部分通过换热器对氢气和氧气加热,另一部分通过散热系统对燃料电池反应堆所处的环境空间加热;

[0011] 所述燃料电池反应堆为风冷燃料电池反应堆或液冷燃料电池反应堆,所述风冷燃料电池反应堆包括封闭式风冷燃料电池反应堆和开放式风冷燃料电池反应堆。

- [0012] 所述换热器为管壳式换热器、板式换热器或套管式换热器。
- [0013] 对于风冷燃料电池反应堆,所述散热系统包括冷却风扇;
- [0014] 空气流经燃料电池反应堆阴极流道参加电化学反应,从燃料电池反应堆流出,带走燃料电池反应堆余热;冷却风扇将热吹向换热器,换热器的导热材料吸收热量为氢气和空气加热,同时冷却风扇促进风冷燃料电池反应堆环境空间的热气循环。
- [0015] 对于液冷燃料电池反应堆,所述散热系统包括散热器和设置在散热器旁的风扇;
- [0016] 所述散热器中的冷却液从散热器流出后通过液冷燃料电池反应堆上的冷却入口进入液冷燃料电池反应堆,经过液冷燃料电池反应堆内的冷却板流道,带走液冷燃料电池反应堆产生的余热,从液冷燃料电池反应堆的冷却出口流出,然后进入换热器,在换热器内对氢气和氧气进行加热,并将氧气完全气化,然后冷却液从换热器流出,回到散热器,冷却液的热量经过散热器内的导热材料传导到散热器的冷却流道外,利用所述风扇将热量吹送到液冷燃料电池反应堆环境空间中,散热后的低温冷却液从散热器流出,进入液冷燃料电池反应堆,开始下一个循环;
- [0017] 所述散热器采用U型管散热器或波纹板散热器;
- [0018] 所述冷却液采用去离子水或50%乙二醇溶液。
- [0019] 所述氢气供气系统包括氢源、电磁阀、第一减压阀、供氢电磁阀、第二减压阀和氢气循环泵;
- [0020] 氢气通过电磁阀,再经第一减压阀减压后进入换热器,由换热器将氢气加热;
- [0021] 加热后的氢气流出换热器后经过供氢电磁阀,再通过二次减压阀的二次减压,进入燃料电池反应堆参加电化学反应产电;
- [0022] 未参加电化学反应的过量氢气流出燃料电池反应堆,一部分通过氢气循环泵再次进入燃料电池反应堆,另一部分经过阳极冲刷阀的定时开启,随阳极积水排出阳极出口;
- [0023] 在所述供氢电磁阀上设置有氢气温度传感器和氢气压力传感器;
- [0024] 所述氢气温度传感器用于检测氢气的温度,所述氢气压力传感器用于检测氢气的压力。
- [0025] 所述氢源采用高压储氢罐、固态储氢、硼氢化钠水溶液加固态催化剂、固态硼氢化钠和催化剂混合加水、或者固态硼氢化钠加催化剂溶液。
- [0026] 对于封闭式风冷燃料电池反应堆或液冷燃料电池反应堆,所述氧气供气系统包括液氧罐、电磁阀、液氧泵、供氧电磁阀和氧气循环泵;
- [0027] 液氧经电磁阀由液氧泵泵出,进入换热器,由换热器将其充分气化并加热;
- [0028] 加热后的氧气流出换热器后经过供氧电磁阀后通过燃料电池反应堆的阴极入口进入燃料电池反应堆,参加电化学反应产电;
- [0029] 未参加电化学反应的氧气流出燃料电池反应堆,一部分通过氧气循环泵再次进入换热器,另一部分经过阴极冲刷阀的定时开启,随阴极积水排出阴极出口;
- [0030] 在所述供氧电磁阀上设置有氧气温度传感器和氧气压力传感器;
- [0031] 所述氧气温度传感器用于检测氧气的温度,所述氧气压力传感器用于检测氧气的压力;
- [0032] 对于封闭式风冷燃料电池反应堆,所述氧气供气系统包括阴极过滤器和阴极风机,空气经过阴极过滤器过滤后通过阴极风机输送到燃料电池反应堆,在燃料电池反应堆

内参加电化学反应；

[0033] 未参加电化学反应的氧气，经过阴极冲刷阀的定时开启，随阴极积水排出阴极出口；

[0034] 对于开放式风冷燃料电池反应堆，所述氧气供气系统为空气，由冷却风扇促进空气循环提供氧气和散热。

[0035] 进一步，所述用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统可以包括保温壳，其采用双层壳体结构，外层采用轻型保温材料，维持燃料电池反应堆环境温度恒定，在外层设有散热装置；内层密封，采用轻质金属材料导热并维持环境气压稳定；

[0036] 在无人机起飞前将内层的内部充满惰性气体；

[0037] 所述氢源放置在保温壳的外部；

[0038] 所述液氧罐放置在保温壳的外部；

[0039] 所述冷却风扇设置在保温壳内、风冷燃料电池反应堆的外部；

[0040] 所述阳极出口和阴极出口经软管连接到所述保温壳的外部；

[0041] 在保温壳上设有温度传感器、气压传感器和输电线路通道以及以下接口中的一种或多种：氢气入口、废氢出口、液氧入口、废氧出口、氮气入口；

[0042] 所述温度传感器用于检测环境温度，当温度过高，打开保温壳的散热装置释放部分热量，温度适中时，关闭保温壳的散热装置；

[0043] 所述压力传感器用于检测环境气压。

[0044] 与现有技术相比，本实用新型的有益效果是：本实用新型通过创建一个稳定的燃料电池供电环境，可以实现燃料电池在高空低温低压环境的正常运行。通过使用换热器将燃料电池反应堆的余热用于对燃料气体进行加热，通过散热器将余热用于环境加热，实现了燃料电池反应堆的散热和燃料加热、环境加热三步的同步进行，简化了燃料电池热管理系统。通过保温壳的内层密闭维持了环境气压稳定，保温壳外层的隔热和散热维持了环境温度稳定。考虑到环境温度和压强的易控和及时响应，将储氢罐、液氧罐置于保温壳外部，减小环境空间。该系统不仅适用于高空低温低压环境，同样适用于其他特殊环境中的低温低压环境。

附图说明

[0045] 图1是无人机氢罐储氢液冷燃料电池热管理系统图；

[0046] 图2是无人机氢罐储氢风冷燃料电池热管理系统图；

[0047] 图3是无人机氢罐储氢开放式风冷燃料电池热管理系统图；

[0048] 图4是无人机氢罐储氢封闭式风冷燃料电池热管理系统图；

[0049] 图5是无人机固态储氢开放式风冷燃料电池热管理系统图；

[0050] 图6是无人机固态储氢封闭式风冷燃料电池热管理系统图；

[0051] 图7是液冷型燃料电池模块保温壳的结构示意图。

具体实施方式

[0052] 下面结合附图对本实用新型作进一步详细描述：

[0053] 本实用新型用于高空无人机燃料电池模块的热管理系统，包括燃料电池反应堆、

换热器、散热系统、保温壳；燃料电池反应堆与无人机上的电调模块6连接，电调模块6与机载动力系统7连接。

[0054] 本实用新型中的燃料电池反应堆可以根据工作环境选择风冷燃料电池反应堆或液冷燃料电池反应堆。

[0055] 针对液冷型燃料电池16的热管理系统如图1所示。反应堆余热为热管理系统的主要热源；冷却循环回路中的冷却液带出燃料电池反应堆余热，其中一部分通过换热器对氢气和氧气加热，一部分通过散热器4对燃料电池反应堆环境加热。其中换热器类型可以是管壳式换热器、板式换热器、套管式换热器等；其中冷却液可选择去离子水或50%乙二醇溶液；

[0056] 液冷型燃料电池启动前，如需要可由电加热器为燃料电池环境加热，为氧气和氢气预热；从地面起飞设备，由于地面温度适合，也可无预热过程；

[0057] 液冷型燃料电池待机时，如设备处于寒冷条件，保温壳为燃料电池环境保温，由太阳能加热器为环境补热。其中太阳能加热可选择太阳能产电加热、太阳能直接加热等方式；

[0058] 液冷型燃料电池处于工作状态时，散热器4中冷却液进入燃料电池反应堆冷却液入口，经过反应堆冷却板流道，冷却液带走燃料电池反应堆余热，从反应堆冷却出口流出，然后进入换热器，为氢气和氧气加热，并将氧气完全气化。冷却液从换热器流出进入散热器4，散热器4对其散热降温，并对燃料电池反应堆环境加热（散热器4采用热导性能好的材料，再通过散热风扇吹扫散热器加速散热，并促进环境内气体流通），其中散热器4可以选择U型管散热器、波纹板散热器等。低温冷却液从散热器4流出，进入燃料电池反应堆，进入下一个循环；

[0059] 液冷型燃料电池模块保温壳外层使用轻型保温材料例如薄型隔热涂料、有机保温材料、无机保温材料等，维持燃料电池反应堆环境温度恒定；内层封闭，采用轻质金属材料，导热性好，维持环境气压稳定，如图7所示，壳体上有氢气入口72、废氢出口76、液氧入口73、废氧出口77、氮气入口71、温度传感器74、气压传感器75、输电线路通道78。其中温度传感器74检测环境温度，当温度过高，打开保温壳散热器散热，温度适中时，关闭保温壳散热器。其中压力传感器75检测环境压力；

[0060] 氧气供气系统：液氧罐1放置在保温壳外部。液氧经液氧泵3泵出，进入换热器，由换热器将其充分气化并加热。加热后氧气经过供氧电磁阀20进入燃料电池反应堆阴极入口，参加电化学反应产电。通过氧气温度传感器检测氧气温度，通过氧气压力传感器检测氧气压力（氧气温度传感器和压力传感器设置在供氧电磁阀20上）。未参加电化学反应的氧气流出反应堆，一部分通过氧气循环泵5再次进入氧气循环回路，一部分经过阴极冲刷阀9的定时开启，随积水排出阴极出口10，经软管排放到保温壳外部；

[0061] 氢气供气系统：储氢罐11放置在保温壳外部。氢气通过电磁阀2，再经减压阀12减压后进入换热器，由换热器将其加热（换热器内部有三个流道：氧气、氢气、冷却液，三个流道互相隔离）。加热后氢气经过供氢电磁阀13，通过二次减压阀14二次减压，进入燃料电池反应堆参加电化学反应产电。通过氢气温度传感器检测氢气温度，通过氢气压力传感器检测氢气压力（温度传感器和压力传感器都设置在供氢电磁阀13上）。未参加电化学反应的氢气流出反应堆，一部分通过氢气循环泵15再次进入氢气循环回路，一部分经过阳极冲刷阀17的定时开启，随积水排出阳极出口18，经软管排放到保温壳外部；

[0062] 燃料电池反应堆的保温系统采用双层壳体保温箱,无人机起飞前将箱体内部充满氮气(在内层壳体内部充满氮气,营造一个正压环境,满足燃料电池反应堆运行条件)。内层壳封闭,采用轻质导热金属材料,保证环境处于一定气压范围内;外层壳采用隔热材料保温,并带有散热装置

[0063] 针对氧气富足环境无人机燃料电池的热管理系统如图3-图6所示,包括风冷电堆、冷却风扇、换热器、供氢气路;

[0064] 其中风冷电堆21可以选择开放式或封闭式,开放式风冷电堆22由空气对流提供氧气和散热,散热风扇23不仅有散热作用,同时为阴极提供空气中的氧气,如图3和图5所示,封闭式通过鼓风机提供氧气(空气经过过滤除杂,经过阴极风机,进入反应堆阴极),如图4和图6所示;

[0065] 其中冷却风扇为风冷燃料电池反应堆供氧、散热,同时为环境加热,具体如下:冷却风扇位于壳体内,空气流经燃料电池反应堆阴极流道,参加电化学反应,从阴极出口流出并带走反应堆热量;开放式风冷电堆的冷却风扇既给阳极输送空气又给燃料电池反应堆散热,封闭式风冷电堆27的冷却风扇只有散热作用。

[0066] 其中换热器19吸收风扇余热(冷却风扇将热气吹向换热器,换热器导热材料吸收热量并与氢气进行热交换),为氢气和空气加热;

[0067] 其中氢源可以选择高压储氢罐24,如图1、图2、图3、图4所示,或者固态储氢,例如硼氢化钠储氢,如图5、图6所示,硼氢化钠产氢有三种不同的方式:硼氢化钠水溶液加固态催化剂28、固态硼氢化钠和催化剂30混合加水29、固态硼氢化钠加含催化剂的水溶液,三种方式均可使用。

[0068] 下面通过对如图1所示的无人机氢罐供氢液冷燃料电池热管理系统来说明本实用新型的效果:

[0069] 本实施例是燃料电池功率峰值为15kw,平均功率为10kw的无人机在离地面20km高空燃料电池热管理系统,20km高空温度-45摄氏度,气压为5KPa,极少量氧气。

[0070] 经计算,燃料电池反应堆1h释放的热量为5kwh,所需氢气和氧气加热至45摄氏度吸收的热量为1.4kwh,考虑到填充气加热所需的热量后,释放的热量远远大于吸收所需的热量,所以在保温壳壳体外层设计散热器,防止环境过热。

[0071] 燃料电池启动前,关闭供氢阀、供氧阀,打开氮气供气阀(无人机起飞前在地面填充氮气,减少系统体积和重量)。向封闭环境填充气体,保温壳防止环境的温度和压强流失。

[0072] 燃料电池待机时,若环境温度过低,启动太阳能加热器(放置在壳体外,利用内层壳的热传导给内部环境加热,尽可能减少壳的打孔,降低密封内层壳的泄漏概率),为环境补热至常温,关闭太阳能加热器。过热时打开保温壳散热器散热。燃料电池反应堆待机时不会出现过热状态。

[0073] 燃料电池运行时,启动冷却液循环回路(只有图1中需要,对于图2-图6,就不需要启动冷却液循环回路),打开氧气供气阀和氢气供气阀,氧气和氢气通过气管进入换热器,氧气温度传感器和氢气温度传感器检测加热后的温度,进入燃料供气系统循环。散热器为环境补热,若环境过热,打开保温壳散热器散热。其中氮气可用其他惰性气体代替。

[0074] 本实用新型中热管理系统实现了燃料电池给高空无人机在低温低压无氧环境的供电。实现了燃料电池反应堆的散热和燃料加热、环境加热三步的同步进行,简化了传统燃

料电池热管理系统结构。该系统不仅适用于高空低温低压环境,同样适用于其他特殊环境中的低温低压环境。

[0075] 上述技术方案只是本实用新型的一种实施方式,对于本领域内的技术人员而言,在本实用新型公开了原理的基础上,很容易做出各种类型的改进或变形,而不仅限于本实用新型上述具体实施例所描述的结构,因此前面描述的只是优选的,而并不具有限制性的意义。

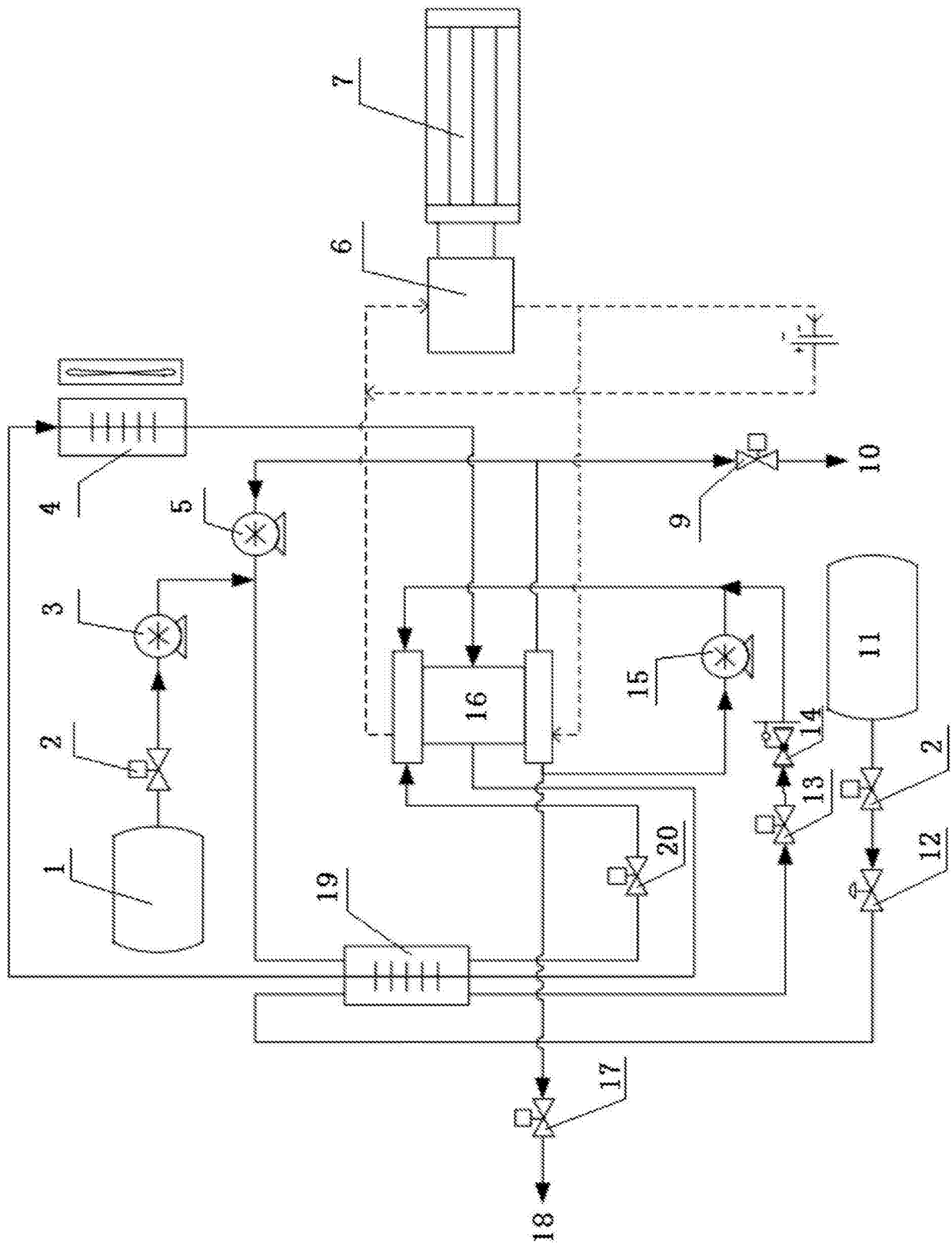


图1

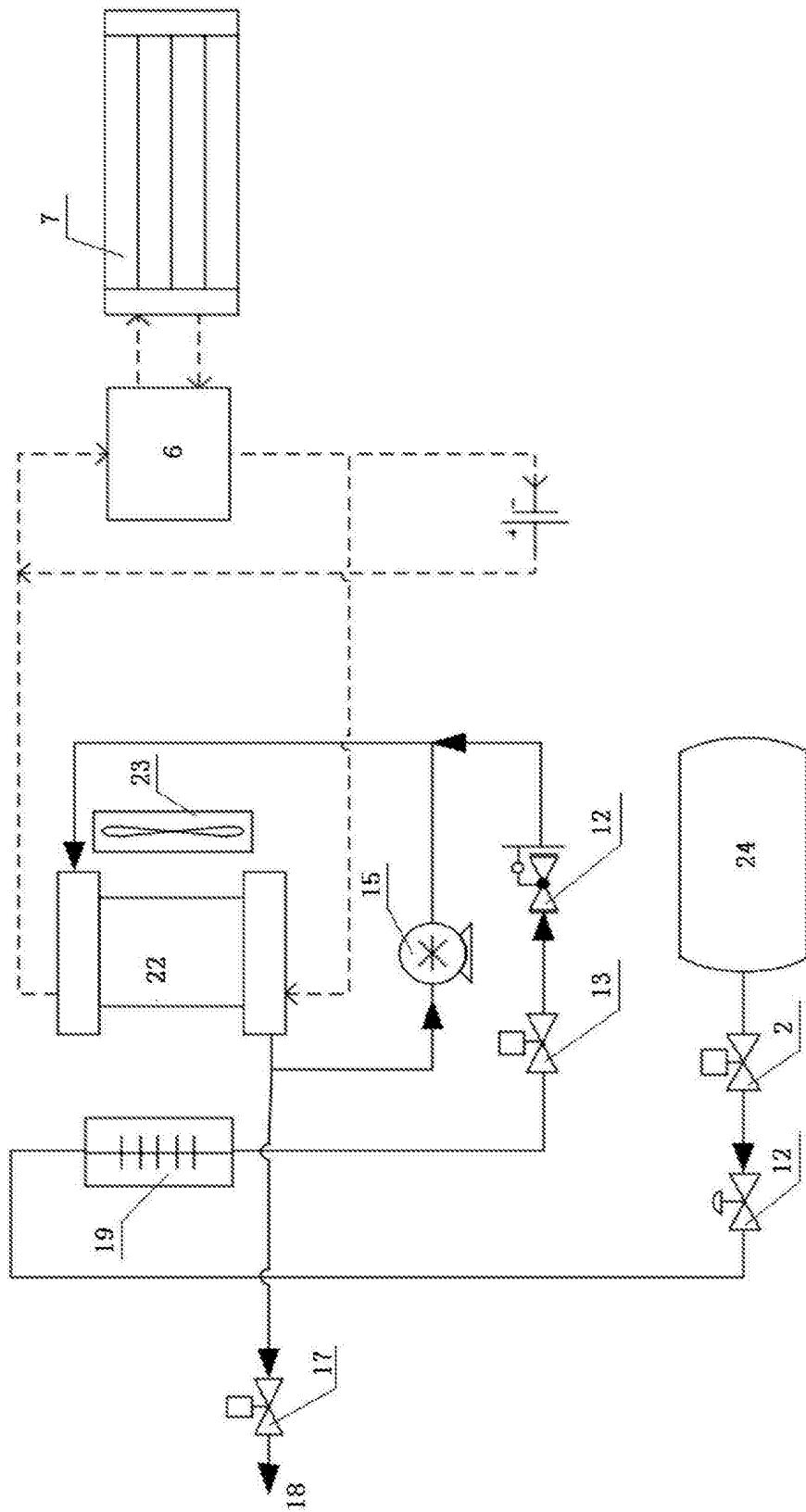


图4

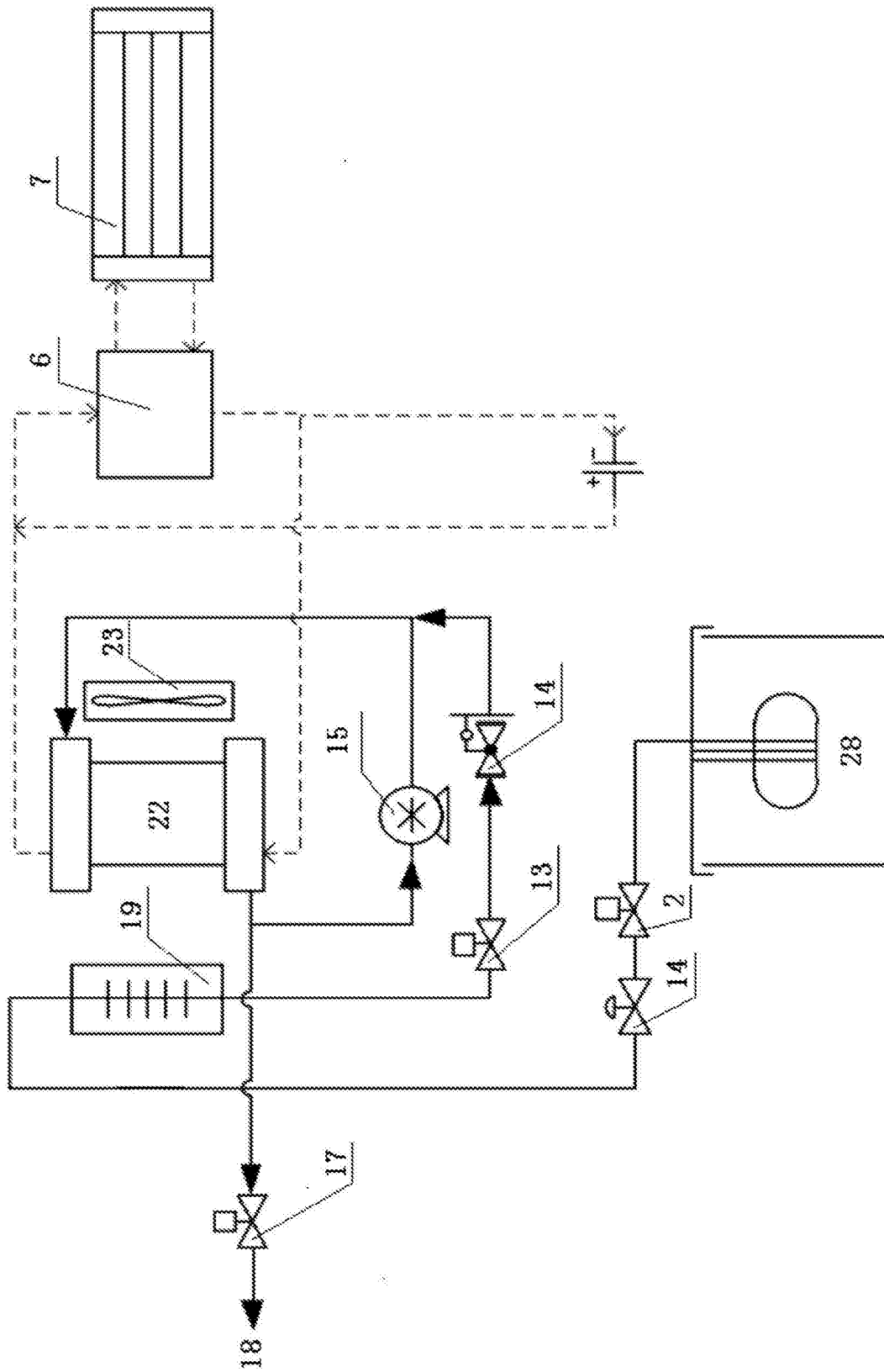


图5

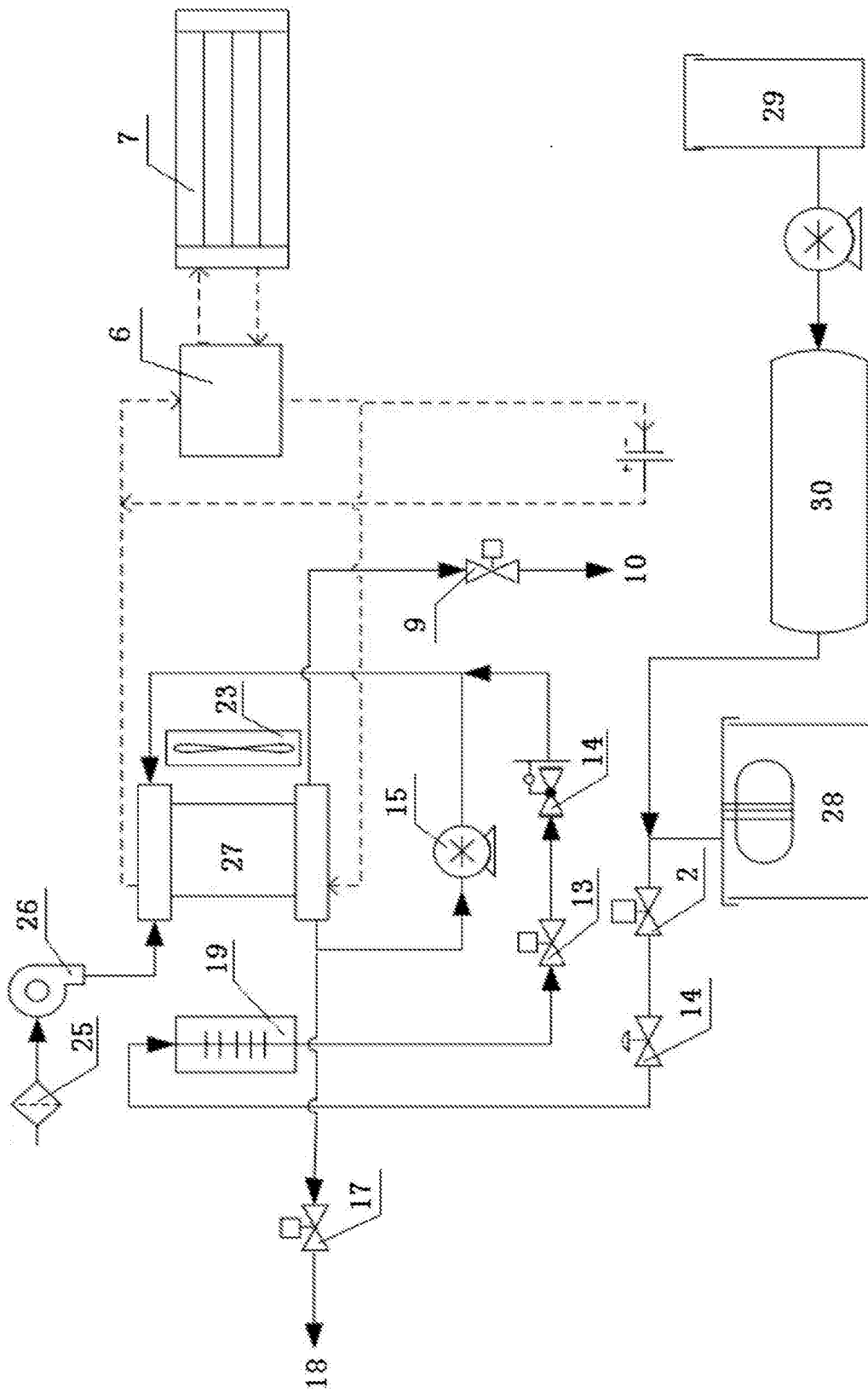


图6

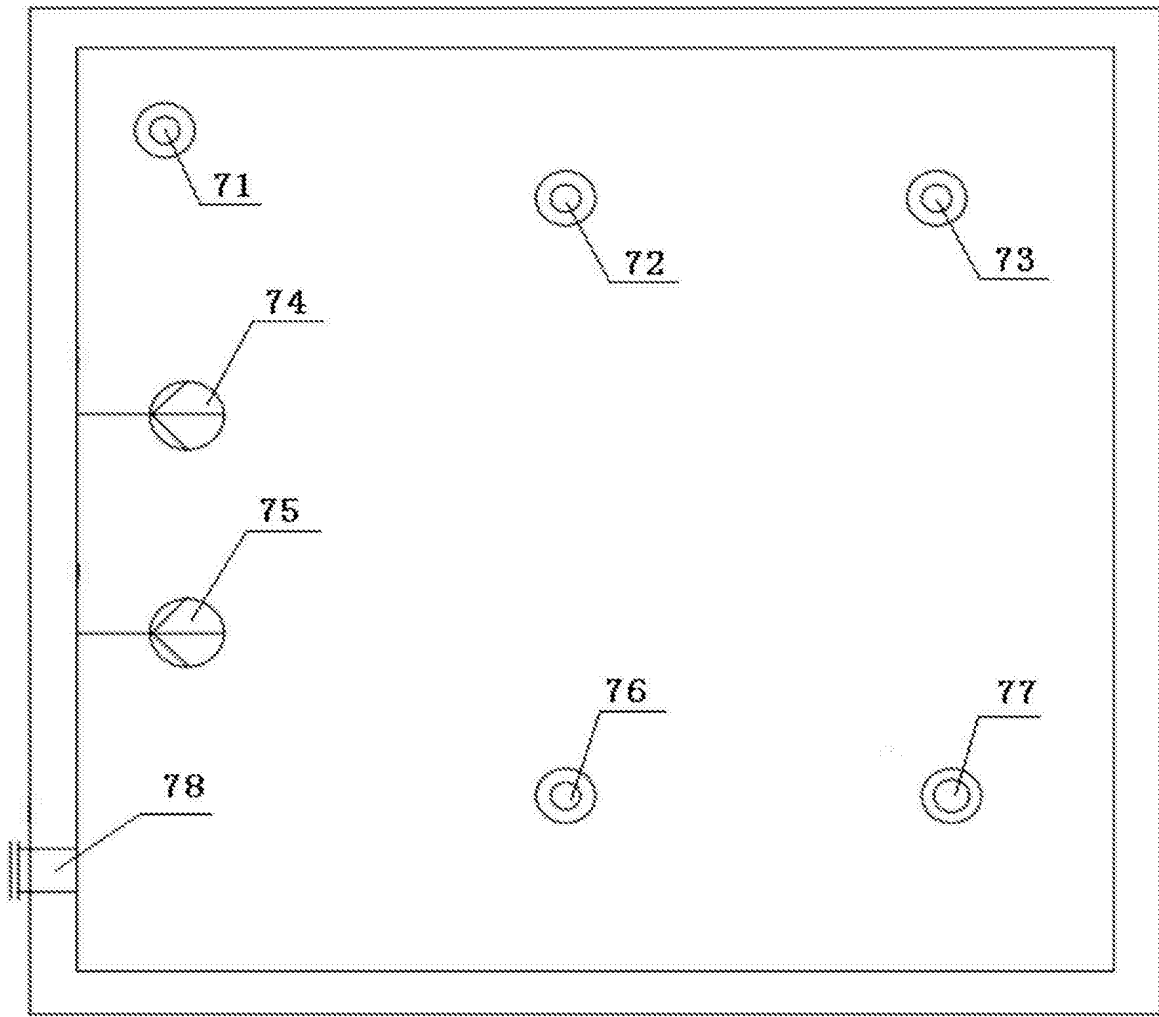


图7