



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107994242 A

(43)申请公布日 2018.05.04

(21)申请号 201710061446.9

(22)申请日 2017.01.26

(30)优先权数据

10-2016-0140404 2016.10.26 KR

(71)申请人 现代自动车株式会社

地址 韩国首尔

(72)发明人 权赫律 李南遇 罗盛煜

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 王朋飞 张晶

(51)Int.Cl.

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 8/04007(2016.01)

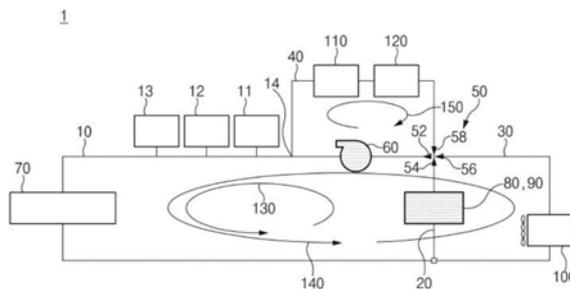
权利要求书3页 说明书14页 附图11页

(54)发明名称

用于燃料电池车辆的热管理系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开一种用于燃料电池车辆的热管理系统,其包括:第一管线,其包括冷却剂泵和燃料电池堆;第二管线,其包括冷却剂加热器和相变材料(PCM),并且被连接到第一管线以形成冷却剂泵、堆、冷却剂加热器和PCM布置在其中的第一回路;第三管线,其包括散热器并且被连接到第一管线以形成冷却剂泵、堆和散热器布置在其中的第二回路;以及开闭阀,其打开和关闭第一管线、第二管线和第三管线中的每一个以允许冷却剂在第一回路和第二回路中的至少一个中循环,其中PCM被配置为与冷却剂加热器和冷却剂的每一个热交换。



1. 一种用于燃料电池车辆的热管理系统,所述热管理系统包括:
 - 第一管线,其包括冷却剂泵和燃料电池堆;
 - 第二管线,其包括冷却剂加热器和相变材料即PCM,并且被连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵、所述堆、所述冷却剂加热器和所述PCM布置在其中的第一回路;
 - 第三管线,其包括散热器并且被连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵、所述堆和所述散热器布置在其中的第二回路;以及开闭阀,其打开和关闭所述第一管线、所述第二管线和所述第三管线中的每一个以允许所述冷却剂在所述第一回路和所述第二回路中的至少一个中循环,
其中所述PCM被配置为与所述冷却剂加热器和所述冷却剂的每一个热交换。
2. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中
所述冷却剂加热器具有加热器壳体和加热器芯体,所述加热器壳体被配置为允许所述冷却剂从其通过,所述加热器芯体被安装在所述加热器壳体内并且加热所述冷却剂,并且
所述PCM被安装在所述加热器壳体内并且与所述冷却剂接触。
3. 根据权利要求2所述的热管理系统,其中
所述冷却剂加热器进一步具有热管,其被安装在所述壳体内并且热连接所述加热器芯体和所述PCM。
4. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中
所述冷却剂加热器具有基于所述第二管线设置的至少一个加热器芯体,并且
所述PCM被安装成围绕所述加热器芯体和所述第二管线的至少一部分。
5. 根据权利要求4所述的热管理系统,其中
所述冷却剂加热器进一步具有金属线圈,其在所述加热器芯体和所述第二管线的外圆周部分的周围缠绕以热连接所述加热器芯体和所述第二管线。
6. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中
所述PCM具有相变温度,其低于预定的冷却剂温度极限值。
7. 一种用于燃料电池车辆的热管理系统,所述热管理系统包括:
 - 第一管线,其包括冷却剂泵、冷却剂加热器、相变材料即PCM以及燃料电池堆;
 - 第二管线,其连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵、所述冷却剂加热器、所述PCM和所述燃料电池堆布置在其中的第一回路;
 - 第三管线,其具有散热器并且被连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵、所述冷却剂加热器、所述PCM、所述燃料电池堆和所述散热器布置在其中的第二回路;
 - 第四管线,其具有离子过滤器并且被连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵、所述冷却剂加热器和所述PCM中的至少一个以及所述离子过滤器布置在其中的第三回路;以及开闭阀,其打开和关闭所述第一管线、所述第二管线、所述第三管线和所述第四管线中的每一个以允许所述冷却剂在所述第一回路、所述第二回路和所述第三回路中的至少一个中循环,
其中所述PCM被配置为与所述冷却剂加热器和所述冷却剂的每一个热交换。
8. 根据权利要求7所述的热管理系统,其中
所述第四管线进一步具有加热器,
其中所述第四管线连接到所述第一管线,使得所述冷却剂泵、所述冷却剂加热器和所

述PCM中的至少一个、所述加热器以及所述离子过滤器被布置在所述第三回路中。

9. 一种用于燃料电池车辆的热管理系统,所述热管理系统包括:

第一管线,其包括冷却剂泵和燃料电池堆;

第二管线,其连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵和所述燃料电池堆布置在其中的第一回路;

第三管线,其具有散热器并且被连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵、所述燃料电池堆和所述散热器布置在其中的第二回路;

第四管线,其具有冷却剂加热器、相变材料即PCM,以及离子过滤器,并且被连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵、所述冷却剂加热器、所述PCM和所述离子过滤器布置在其中的第三回路;以及

开闭阀,其打开和关闭所述第一管线、所述第二管线、所述第三管线和所述第四管线中的每一个以使所述冷却剂在所述第一回路、所述第二回路和所述第三回路中的至少一个中循环,

其中所述PCM被配置为与所述冷却剂加热器和所述冷却剂的每一个热交换。

10. 一种用于燃料电池车辆的热管理系统,所述热管理系统包括:

第一管线,其包括冷却剂泵和燃料电池堆;

第二管线,其连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵和所述燃料电池堆布置在其中的第一回路;

第三管线,其具有散热器、冷却剂加热器以及相变材料即PCM,并且被连接到所述第一管线以形成所述冷却剂泵、所述堆、所述散热器、所述冷却剂加热器以及所述PCM布置在其中的第二回路;

开闭阀,其打开和关闭所述第一管线、所述第二管线和所述第三管线中的每一个以允许所述冷却剂在所述第一回路和所述第二回路中的至少一个中循环,

其中所述PCM被配置为与所述冷却剂加热器和所述冷却剂的每一个热交换。

11. 一种根据权利要求1所述的用于燃料电池车辆的热管理系统的控制方法,所述控制方法包括:

(a) 当在所述冷却剂具有低于预定的冷启动温度的温度的状态下启动车辆时,使用从所述堆输出的电力来致动所述冷却剂加热器并且将从所述冷却剂加热器输出的热储存在所述PCM中;以及

(b) 在操作(a)之后,当所述PCM的温度升高到所述相变温度或更高时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂在所述第一回路中循环。

12. 根据权利要求11所述的控制方法,其进一步包括:

(c) 在操作(b)之后,当在预定的正常状态下致动所述堆时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂以预定分配比在所述第一回路和所述第二回路中循环。

13. 根据权利要求11所述的控制方法,其进一步包括:

(d) 在操作(b)之后,当在预定的高输出状态下致动所述堆时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂在所述第二回路中循环;以及

(e) 在操作(d)之后,当所述冷却剂的温度达到预定的冷却剂温度极限值时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂以预定分配比在所述第一回路和所述第二回路中循

环,

其中所述PCM的相变温度低于所述冷却剂温度极限值。

14. 根据权利要求13所述的控制方法,其中

当执行操作(d)时,以预定的最大输出来致动所述冷却剂泵。

15. 一种根据权利要求7所述的用于燃料电池车辆的热管理系统的控制方法,所述控制方法包括:

(a) 当在所述冷却剂具有低于预定的冷启动温度的温度的状态下启动车辆时,使用从所述堆输出的电力来致动所述冷却剂加热器,并且使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂在所述第三回路中循环以将从所述冷却剂加热器输出的热储存在所述PCM中;以及

(b) 在操作(a)之后,当所述PCM的温度升高到所述相变温度或更高时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂在所述第一回路中循环。

16. 根据权利要求15所述的控制方法,其进一步包括:

(c) 在操作(b)之后,当在预定的正常状态下致动所述堆时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂以预定分配比在所述第一回路、所述第二回路和所述第三回路中循环。

17. 根据权利要求15所述的控制方法,其进一步包括:

(d) 在操作(b)之后,当在预定的高输出状态下致动所述堆时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀使所述冷却剂在所述第二回路中循环。

18. 一种根据权利要求9所述的用于燃料电池车辆的热管理系统的控制方法,所述控制方法包括:

(a) 当在所述冷却剂具有低于预定的冷启动温度的温度的状态下启动车辆时,使用从所述堆输出的电力来致动所述冷却剂加热器,并且使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂在所述第三回路中循环以将从所述冷却剂加热器输出的热储存在所述PCM中;以及

(b) 在操作(a)之后,当所述PCM的温度升高到所述相变温度或更高时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂在所述第一回路和所述第三回路中循环。

19. 根据权利要求18所述的控制方法,其进一步包括:

(c) 在操作(b)之后,当在预定的正常状态下致动所述堆时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂以预定分配比在所述第一回路、所述第二回路和所述第三回路中循环。

20. 根据权利要求18所述的控制方法,其进一步包括:

(d) 在操作(b)之后,当在预定的高输出状态下致动所述堆时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂在所述第二回路中循环;以及

(e) 在操作(d)之后,当所述冷却剂的温度达到预定的冷却剂温度极限值时,使用所述冷却剂泵和所述开闭阀,使所述冷却剂以预定分配比在所述第二回路和所述第三回路中循环,

其中所述PCM的所述相变温度低于所述冷却剂温度极限值。

用于燃料电池车辆的热管理系统及其控制方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于并且要求于2016年10月26日向韩国知识产权局提交的申请号为10-2016-0140404的韩国专利申请的优先权,其全部公开内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及一种用于燃料电池车辆的热管理系统及其控制方法。

背景技术

[0004] 燃料电池是一种电生成装置,其通过燃料电池堆内的电化学反应将燃料的化学能转化为电能,而不是通过燃烧将化学能变成热。燃料电池可用于供给用于小型电气/电子产品,特别地,便携式装置的电力、以及用于工业用途的电力、用于家庭用途的电力和用于驱动车辆的电力。

[0005] 作为燃料电池的示例,已经被研究的作为用于驱动车辆的动力源的聚合物电解质膜燃料电池或质子交换膜燃料电池(PEMFC)包括其中发生电化学反应的催化电极层附接到氢离子移动的电解质膜的相对侧的膜电极组件(MEA),均匀分布反应气体并且传递电能的气体扩散层(GDL),用于保持反应气体和冷却剂的气密性和适当压缩的垫圈和夹紧机构,以及允许反应气体和冷却剂移动的双极板。

[0006] 在燃料电池中,作为燃料的氢和作为氧化剂的氧(空气)通过双极板的流动通道分别被供给到MEA的阳极和阴极,并且此处,氢被供给到阳极并且氧(空气)被供给到阴极。

[0007] 供给到阳极的氢被分解成氢离子(质子)(H^+)和电子(e^-),并且只有氢离子选择性地通过电解质膜、阳离子交换膜,并被传递到阴极,同时电子通过作为导体GDL和双极板被传递到阴极。

[0008] 在阴极中,发生如下反应:通过电解质膜被提供的氢离子和通过双极板被传递的电子与通过空气供给装置供给到阴极的空气中的氧相遇以生成水。此处,氢离子的移动导致电子流经外部导线从而生成电流。

[0009] 安装在车辆中的燃料电池系统包括:燃料电池堆,其生成电能;燃料供给装置,其将燃料(氢)供给到燃料电池堆;空气供给装置,其供给空气中的氧;氧化剂,其用于燃料电池堆的电化学反应;以及热管理系统(TMS),其将燃料电池堆的反应移除到系统外部并且控制燃料电池堆的操作温度。

[0010] 通过该配置,在燃料电池系统中,通过基于作为燃料的氢和空气中的氧的电化学反应来生成电并且排出作为反应副产物的热和水。

[0011] 在燃料电池系统中,特别地,作为反应副产物,热被生成,并且因此,冷却堆的冷却装置是必要的以便防止堆的温度升高。并且,燃料电池系统的最紧迫但困难的问题是确保冷启动性能的策略,并且因此,热管理系统的作用是至关重要的。

[0012] 热管理系统(TMS)管线的冷却剂用作冷却堆的冷介质并且当在冷启动时,其被加热器快速加热并被供给到堆时,其也作为用于快速解冻堆的热介质。

[0013] 然而,此处,燃料电池系统需要长时间用于冷启动,这降低了驾驶员的便利性。

[0014] 并且,相关技术的燃料电池系统具有冷却剂的复杂回路以确保冷启动性能并且具有安装在回路中的大量的阀,导致复杂的、重的、并且具有较高安装成本的系统结构。

[0015] 另外,在相关技术的燃料电池系统中,用于使冷却剂具有高温以达到预定冷却剂温度极限值的时间非常短,使得堆的输出降低。

[0016] 本部分的公开是用于提供本发明的背景技术。申请人注意到,本部分可包含本申请之前可用的信息。然而,通过提供本部分,申请人不承认本部分中包含的任何信息构成现有技术。

发明内容

[0017] 已经进行本公开以解决上述挑战,同时通过相关技术的燃料电池系统实现的优点被完整保持。

[0018] 本公开的一个方面提供一种用于燃料电池车辆的热管理系统及其控制方法,该热管理系统具有被改进为具有高的冷启动性能的结构。

[0019] 本公开的另一个方面提供一种用于燃料电池车辆的热管理系统及其控制方法,该热管理系统具有被改进为延长用于冷却剂的温度达到冷却剂温度极限值的时间的结构。

[0020] 本公开的另一个方面提供一种用于燃料电池车辆的热管理系统及其控制方法,该热管理系统具有被改进为简化冷却剂的回路的结构。

[0021] 本公开的另一个方面提供一种用于燃料电池车辆的热管理系统及其控制方法,该热管理系统具有被改进为最小化安装在冷却剂的回路中的阀的数量的结构。

[0022] 根据本公开的实施例,用于燃料电池车辆的热管理系统包括:第一管线,其包括冷却剂泵和燃料电池堆;第二管线,其包括冷却剂加热器和相变材料(PCM)并且被连接到第一管线以形成冷却剂泵、堆、冷却剂加热器和PCM布置在其中的第一回路;第三管线,其包括散热器并且被连接到第一管线以形成冷却剂泵、堆和散热器布置在其中的第二回路;以及开闭阀,其打开和关闭第一管线、第二管线和第三管线中的每一个以使冷却剂在第一回路和第二回路中的至少一个中循环,其中PCM被配置为与冷却剂加热器和冷却剂的每一个热交换。

[0023] 冷却剂加热器可具有加热器壳体和加热器芯体,加热器壳体被配置为允许冷却剂从其通过,加热器芯体被安装在加热器壳体内并且加热冷却剂,并且PCM可被安装在加热器壳体内并且可与冷却剂接触。

[0024] 冷却剂加热器可进一步具有热管,其被安装在壳体内并且热连接加热器芯体和PCM。

[0025] 冷却剂加热器可具有基于第二管线设置的至少一个加热器芯体,并且PCM可被安装成围绕加热器芯体和第二管线的至少一部分。

[0026] 冷却剂加热器可进一步具有金属线圈,其在加热器芯体和第二管线的外圆周部分的周围缠绕以热连接加热器芯体和第二管线。

[0027] PCM可具有相变温度,其低于预定的冷却剂温度极限值。

[0028] 根据本公开的另一个实施例,如上所述的用于燃料电池车辆的热管理系统的控制方法包括:(a)当在冷却剂具有低于预定的冷启动温度的温度的状态下启动车辆时,使用从

堆输出的电力来致动冷却剂加热器并且将从冷却剂加热器输出的热储存在PCM中;以及(b)在操作(a)之后,当PCM的温度升高到相变温度或更高时,使用冷却剂泵和开闭阀,使冷却剂在第一回路中循环。

[0029] 控制方法可进一步包括:(c)在操作(b)之后,当在预定的正常状态下致动堆时,使用冷却剂泵和开闭阀,使冷却剂以预定分配比在第一回路和第二回路中循环。

[0030] 控制方法可进一步包括:(d)在操作(b)之后,当在预定的高输出状态下致动堆时,使用冷却剂泵和开闭阀,使冷却剂在第二回路中循环;以及(e)在操作(d)之后,当冷却剂的温度达到预定的冷却剂温度极限值时,使用冷却剂泵和开闭阀,使冷却剂以预定分配比在第一回路和第二回路中循环,其中PCM的相变温度低于冷却剂温度极限值。

[0031] 当执行操作(d)时,可以预定的最大输出来致动冷却剂泵。

附图说明

[0032] 根据结合附图的以下详细描述,本公开的上述和其它目的、特征以及优点将更加显而易见。

[0033] 图1是根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0034] 图2A和图2B是示出用于联接图1所示的冷却剂加热器和相变材料(PCM)的方法的视图。

[0035] 图3是示出用于联接图1所示的冷却剂加热器和PCM的另一种方法的视图。

[0036] 图4A和图4B是示出用于联接图1所示的冷却剂加热器和PCM的另一种方法的视图。

[0037] 图5是示出图1所示的热管理系统的控制方法的流程图。

[0038] 图6是根据本公开的第二实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0039] 图7是示出图6所示的热管理系统的控制方法的流程图。

[0040] 图8是根据本公开的第三实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0041] 图9是根据本公开的第四实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0042] 图10是根据本公开的第五实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0043] 图11是示出图10所示的热管理系统的控制方法的流程图。

[0044] 图12是根据本公开的第六实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0045] 附图中每个元件的符号

[0046] 1、2、3、4、5、6:热管理系统

[0047] 10:第一管线

[0048] 11:温度传感器

[0049] 12:压力传感器

[0050] 13:电导率传感器

[0051] 20:第二管线

[0052] 22:支管

[0053] 24:进口端

[0054] 26:出口端

[0055] 30:第三管线

[0056] 40:第四管线

- [0057] 50:开闭阀
- [0058] 52:第一口
- [0059] 54:第二口
- [0060] 56:第三口
- [0061] 58:第四口
- [0062] 60:冷却剂泵
- [0063] 70:燃料电池堆
- [0064] 80:冷却剂加热器
- [0065] 82:加热器芯体
- [0066] 84:金属线圈
- [0067] 86:加热器壳体
- [0068] 86a:进口
- [0069] 86b:出口
- [0070] 88:热管
- [0071] 90:PCM
- [0072] 92:PCM包
- [0073] 94:温度传感器
- [0074] 100:散热器
- [0075] 110:加热器
- [0076] 120:离子过滤器
- [0077] 130:第一回路
- [0078] 140:第二回路
- [0079] 150:第三回路

具体实施方式

[0080] 应当理解的是,在本说明书和权利要求书中使用的术语或词语不应被限制并且被解释为常见含义或字典含义,而应当被解释为根据基于发明人能够适当地定义每个术语的概念以便以最佳方式描述本公开的原则的本公开的技术精神的含义和概念。在本公开中描述的实施例和在附图中示出的配置仅仅是本公开的最优选的实施例,而不是代表本公开的所有技术概念,因此本公开旨在涵盖在提交本公开时包括在本公开的精神和范围内的所有变型、类似物和替代物。

[0081] 为了方便理解和清楚,在附图中所示的每个部件的尺寸或形成每个部件的特定元件被放大、排除或简化。因此,每个部件的尺寸可能不能完全反映实际尺寸。并且,如果认为涉及本发明的已知现有技术的任何解释使得本发明的主体模糊,涉及本发明的已知现有技术的任何解释可以被省略。

[0082] 图1是根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0083] 参照图1,根据本公开的第一实施例的热管理系统1可包括:第一管线10至第四管线40,其被连接和断开以形成冷却剂在其中循环的第一回路130至第三回路150;以及开闭阀50,其打开和关闭第一管线10至第四管线40。

[0084] 第一管线10可包括泵送冷却剂的冷却剂泵60以及生成电力的燃料电池堆70(下文中称为“堆70”)。第一管线10的一端连接到开闭阀50的第一口52(将在下文中描述)。第一管线10的另一端连接到第二管线20(将在下文中描述)的一端。冷却剂泵60和堆70被设置为使得被冷却剂泵60泵送的冷却剂被引入到堆70。并且,优选地,测量冷却剂的温度的温度传感器11、测量冷却剂的压力的压力传感器12和测量冷却剂的电导率的电导率传感器13被安装在冷却剂泵60和堆70之间,但是本发明不限于此。

[0085] 第二管线20可包括加热冷却剂的冷却剂加热器80以及储存从冷却剂加热器80或冷却剂传递的热或者将储存的热传递到冷却剂的相变材料(PCM) 90。冷却剂加热器80优选地是阴极氧耗尽(COD)集成加热器,但是本发明不限于此。第二管线20的一端连接到第一管线10的一端,并且第二管线20的另一端连接到开闭阀50的第二口54(将在下文中描述)。当第二管线20以该方式被安装时,其中布置有冷却剂泵60、堆70、冷却剂加热器80和PCM 90的第一回路130被形成为如图1所示。

[0086] 表1

	第一回路 (130)	第二回路 (140)	第三回路 (150)
温度传感器(11)	X	X	
压力传感器(12)	X	X	
电导率传感器(13)	X	X	
[0087] 冷却剂泵(60)	X	X	X
燃料电池堆(70)	X	X	
冷却剂加热器(80)	X		
PCM(90)	X		
散热器(100)		X	
车厢加热器(110)			X
离子过滤器(120)			X

[0088] 表1指出图1中的通过各个回路连接的部件。

[0089] 图2A和图2B是示出用于联接图1所示的冷却剂加热器80和PCM90的方法的视图,图3是示出用于联接图1所示的冷却剂加热器80和PCM 90的另一方法的视图,并且图4A和图4B是示出用于联接图1中所示的冷却剂加热器80和PCM 90的另一方法的视图。

[0090] PCM 90被安装以与通过冷却剂加热器80和第二管线20的冷却剂热交换。

[0091] 例如,如图2A和图2B所示,冷却剂加热器80可包括基于第二管线20设置的多个加热器芯体82以及将加热器芯体82热连接到第二线路20和PCM 90的金属线圈84。PCM 90可被设置成围绕冷却剂加热器80和第二管线20。

[0092] 加热器芯体82可以预定间隔来设置,使得第二管线20被设置在加热器芯体82之间。加热器芯体82可通过从堆70和外部电源供给的电力来致动。金属线圈84被缠绕在加热器芯体82和第二管线20的外圆周部分的周围以便热连接加热器芯体82和第二管线20。金属

线圈84在材料方面没有特别限制并且可由具有高导热性的材料形成。金属线圈84可加速通过加热器芯体82、PCM 90和第二管线20的冷却剂之间的热交换。

[0093] PCM 90被设置成围绕加热器芯体82、金属线圈84和第二管线20的至少一部分。例如,PCM包92被安装为使得加热器芯体82、金属线圈84和第二管线20的至少一部分被设置在其中,并且PCM包92的内部可利用PCM 90来充电。然后甚至在加热器芯体82、金属线圈84和第二管线20之间形成的空隙也可利用PCM 90来充电。如图2A所示,测量PCM90的温度的温度传感器94可被安装在PCM 90中。

[0094] 潜热是指当某种材料发生相变,即从固态变为液态(或从液态变为固态)或从液态变为气态(或从气态变为液态)时吸收或释放的热。相对于显热,即根据在没有发生相变的状态下的温度的变化而吸收或释放的热,潜热是相当大的。

[0095] PCM是用于使用潜热的热吸收或热释放效应来储存能量或均匀地保持温度的材料。由于PCM的相变的温度、潜热等是材料的独特特征,因此,根据使用目的或使用环境选择适当的PCM。因此,考虑PCM 90的使用目的或使用环境来选择待用作PCM 90的PCM。

[0096] 由于PCM 90被安装以与冷却剂加热器80和冷却剂中的每一个热交换,因此PCM 90优选地被配置为能够将冷却剂的温度保持在适于驱动堆70的温度的PCM。例如,PCM 90可被配置为具有低于预定冷却剂温度极限值的相变温度的PCM。可用作PCM 90的PCM的特定示例在表2中被示出。

[0097] 表2

[0098]

名称	熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	潜热 (KJ/Kg)	液相密度 (Kg/m^3)	液相比热 ($\text{KJ/Kg}^{\circ}\text{C}$)	固相比热 ($\text{KJ/Kg}^{\circ}\text{C}$)
脱水山梨醇脂肪酸酯	64~68	38.5	1003.4	4.548	6.163
硬脂酸	70	327.1	794.2	3.92	3.19
十六烷醇	65	217.8	861.94	7.163	6.997
对羟基苯甲酸丁酯	67~70	576.9	1059.14	7.235	3.414
丁基甲氧基二苯甲酰甲烷	81~84	140	1101.44	7.426	1.74
巴西棕榈蜡	81~86	566.8	819.34	10.842	2.421

[0099] 在冷却剂通过加热器芯体82和第二管线20的过程中,PCM 90可与冷却剂热交换。例如,PCM 90可接收从加热器芯体82释放的热,接收通过第二管线20的冷却剂的热,或者接收在冷却剂通过第二管线20的过程中储存在冷却剂中的热。

[0100] 如图2A所示,第二管线20可包括:多个支管22,其被配置为穿透PCM包92的内部空间;进口端24,其将处于通过第二管线20的过程中的冷却剂传递到支管22;以及出口端26,其将已经通过支管22的冷却剂再传递到第二管线20。加热器芯体82、金属芯体84和PCM 90可被安装以与支管22热交换。当以这种方式制备支管22时,增加与加热器芯体82、金属线圈

84和PCM 90热交换的第二管线20的表面积以加速加热器芯体82、金属线圈84、第二线路20和PCM 90之间的热交换。

[0101] 例如,如图3所示,冷却剂加热器80可包括:加热器壳体86,其被配置为允许冷却剂从其通过;以及加热器芯体82,其被安装在加热器壳体86内并且加热通过加热器壳体86的冷却剂。PCM 90可被安装在加热器壳体86内。

[0102] 加热器壳体86可具有连接到第二管线20的进口86a和出口86b。然后,处于通过第二管线20的过程中的冷却剂可通过进口86a被引入到壳体86,与加热器芯体82和PCM 90热交换,并且随后通过出口86b被再引入到第二管线20。加热器芯体82被安装在加热器壳体86的内部空间中以加热通过加热器壳体86的冷却剂。

[0103] PCM 90被安装在加热器壳体86内,使得其可与通过加热器壳体86的冷却剂热接触。例如,PCM 90可在PCM包92内被充电,并且PCM包92可被安装在加热器壳体86内。然后,PCM 90可与通过加热器壳体86的冷却剂直接地热交换。并且,PCM 90可由通过加热器壳体86的冷却剂介质与加热器芯体82间接地热交换。即,由于在加热器壳体86内形成的冷却剂的自然对流,在加热器芯体82中生成的热被传递到PCM90。

[0104] 例如,如图4A和4B所示,冷却剂加热器80可包括:加热器壳体86,其被配置为允许冷却剂从其通过;加热器芯体82,其被安装在加热器壳体86内并且加热通过加热器壳体86的冷却剂;以及热管88,其热连接加热器芯体82和PCM 90。PCM 90可被安装在加热器壳体86内。

[0105] 热管88可被安装在加热器壳体86内,使得其一端热连接到加热器芯体82并且另一端热连接到PCM 90。热管88的安装数量没有特别限制并且可以预定间隔来安装至少一个热管88。与其中加热器芯体82和PCM 90被热直接地连接以通过冷却剂介质将热从加热器芯体82传递到PCM 90的情况相比,热管88可加速加热器芯体82和PCM之间的热交换。

[0106] 第三管线30可以具有向外耗散从冷却剂传递的热量的散热器100。第三管线30的一端连接到第一管线10的另一端和第二管线20的一端,并且第三管线30的另一端连接到开闭阀50的第三口56(将在下文中描述)。当第三管线30以该方式被安装时,其中布置有冷却剂泵60、堆70和散热器100的第二回路140被形成。

[0107] 第四管线40可具有加热器110,其使用从冷却剂传递的热来加热车辆的室内空间,以及离子过滤器120,其去除包括在冷却剂中的离子。第四管线40的一端连接到设置在冷却剂泵60和堆70之间的第一管线10的特定点14,并且第四管线40的另一端连接到开闭阀50的第四口58(将在下文中描述)。当第四管线以该方式被安装时,其中布置有冷却剂泵60、加热器110和离子过滤器120的第三回路150被形成。

[0108] 开闭阀50可具有连接到第一管线10的一端的第一口52,连接到第二管线20的另一端的第二口54,连接到第三管线30的另一端的第三口56以及连接到第四管线40的另一端的第四口58。可用作开闭阀50的阀的类型没有特别限制并且开闭阀50可被配置为通常使用的四通阀。如图1所示,开闭阀50可选择性地打开和关闭第一口52到第四口58以使得通过冷却剂泵60泵送的冷却剂在第一回路130至第三回路150中的至少一个中循环。

[0109] 上述各种传感器可将感测信息传递到车辆的控制器,并且车辆的控制器可以控制包括在用于燃料电池车辆的热管理系统1中的各种构件,诸如冷却剂泵60、堆70、冷却剂加热器80、散热器100、加热器110、开闭阀50等。

[0110] 在下文中,将参照图5描述根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统1的控制方法。

[0111] 如图5所示,根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统1的控制方法可包括冷启动操作S10、正常驱动操作S20以及高输出驱动操作S30。

[0112] 首先,冷启动操作S10可包括:操作S12,其使用从堆70输出的电力致动冷却剂加热器80并且将从冷却剂加热器80输出的热储存在PCM90中;以及操作S14,其在操作S12之后,当PCM 90的温度增加到相变温度或更高时,使用冷却剂泵60和开闭阀50来使冷却剂在第一回路130中循环。

[0113] 当堆70在其中通过温度传感器11测量的冷却剂的温度低于冷启动温度的情况下启动时,可执行操作S12。在操作S12中,在其中冷却剂泵60的致动被停止并且冷却剂不在第一回路130至第三回路150中循环的状态下,堆70被致动,并且使用从堆70输出的电力来致动冷却剂加热器80。然后,由于堆70中生成的热,堆70温度升高,并且PCM 90储存通过冷却剂加热器80生成的热。

[0114] 当通过温度传感器94测量的PCM 90的温度增加到相变温度或更高时,可执行操作S14。在操作S14中,致动冷却剂泵60以泵送冷却剂并且致动开闭阀50以使冷却剂在第一回路130中循环。然后,在操作S12中储存在PCM 90中的热被传递到通过第二管线20的冷却剂,并且具有由PCM 90升高的温度的冷却剂通过第一管线10被传递到堆70。即,储存在PCM 90中的热通过冷却剂介质被传递到堆70。因此,与其中仅使用由堆70本身生成的热来执行冷启动的情况相比,根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统1可减少堆70的冷启动所需的时间。

[0115] 此后,在完成冷启动之后,当在预定的正常状态下致动堆70时,可执行正常驱动操作S20。在正常驱动操作S20中,致动冷却剂泵60以泵送冷却剂,并且致动开闭阀50以使冷却剂以预定分配比在第一回路130和第二回路140中循环。此处,冷却剂的分配比没有特别限制并且可以根据堆70的状态来选择性地调整。

[0116] 此后,在完成冷启动之后,当在预定的高输出状态下致动堆70时,可执行高输出驱动操作S30。高输出驱动操作S30可在完成冷启动之后被执行并且包括:操作S32,其当在预定的高输出状态下致动堆70时,使用冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂在第二回路140中循环;以及操作S34,其在操作S32之后,当冷却剂的温度达到预定的冷却剂温度极限值时,使用冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂以预定分配比在第一回路130和第二回路140中循环。

[0117] 当在高输出状态下致动堆70,但是冷却剂的温度尚未达到冷却剂温度极限值时,可执行操作S32。在操作S32中,以最大输出致动冷却剂泵60并且致动开闭阀50以使冷却剂仅在第二回路140中循环。在其中冷却剂的温度尚未达到冷却剂温度极限值的情况下,PCM 90不能有效地储存来自冷却剂的热,因此,冷却剂在其中以最大输出来致动泵60的状态下,仅被集中地供给到散热器100以最大化通过散热器100的散热。

[0118] 当在高输出状态下致动堆70并且冷却剂的温度达到冷却剂温度极限值时,可执行操作S34。在操作S34中,冷却剂泵60被致动并且开闭阀50也被致动以使冷却剂以预定分配比在第一回路130和第二回路140中循环。在操作S34中,冷却剂未被引入到第二管线20,因此,PCM 90被冷却到低于相变温度的温度。在这种状态下,当具有升高到冷却剂温度极限值的温度的冷却剂被引入到第二管线20时,通过第二管线20的冷却剂被PCM 90冷却到相变温

度。因此,由于这种冷却,被引入堆70的冷却剂的温度降低到低于冷却剂温度极限值的温度。可继续使用PCM 90的冷却剂的冷却,直到当PCM 90的温度升高到相变温度或更高时完成PCM 90的相变。因此,与其中仅使用散热器100冷却冷却剂的情况相比,根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统1可最小化由于冷却剂的高温导致的堆70的输出限制。

[0119] 根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统1的控制方法可进一步包括再生能量回收操作,其使用通过使用马达回收的再生能量来致动冷却剂加热器80。当再生能量不再能够被存储在电气/电子部件中或者被供给到电气/电子部件时,可执行再生能量恢复操作。在再生能量恢复操作中,致动冷却剂泵60,使用再生能量致动冷却剂加热器80,并且致动开闭阀50以使冷却剂在第一回路130和第二回路140中循环。然后,再生能量可被传递到堆70或可被热储存在PCM90中。

[0120] 图6是根据本公开的第二实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0121] 在冷却剂加热器80和PCM 90的安装位置方面,根据本公开的第二实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统2不同于根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统1。

[0122] 详细地,如图6所示,冷却剂加热器80和PCM 90被安装在第一管线10中,使得冷却剂加热器80和PCM 90设置在连接到第四管线40的一端的特定点14和冷却剂泵60之间。PCM 90被安装以与冷却剂加热器80和通过第一管线10的冷却剂中的每一个热交换。

[0123] 表3

	第一回路 (130)	第二回路 (140)	第三回路 (150)
温度传感器(11)	X	X	
压力传感器(12)	X	X	
电导率传感器(13)	X	X	
[0124] 冷却剂泵(60)	X	X	X
燃料电池堆(70)	X	X	
冷却剂加热器(80)	X	X	X
PCM(90)	X	X	X
散热器(100)		X	
车厢加热器(110)			X
离子过滤器(120)			X

[0125] 表3指出图6中的通过各个回路连接的部件。

[0126] 在下文中,将参照图7描述根据本公开的第二实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统2的控制方法。

[0127] 如图7所示,描述根据本公开的第二实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统2的控制方法可包括冷启动操作S110、正常驱动操作S120和高输出驱动操作S130。

[0128] 首先,冷启动操作S110可包括:操作S112,其在冷却剂的温度低于预定的冷启动温度的状态下启动堆70的情况下,使用从堆70输出的电力致动冷却剂加热器80并且使用冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂在第三回路150中循环以将从冷却剂加热器80输出的热储存在PCM 90中;以及操作S114,其在操作S112之后,当PCM 90的温度升高到相变温度或更高时,使用冷却剂泵和开闭阀50使冷却剂在第一回路130中循环。

[0129] 当在其中通过温度传感器11测量的冷却剂的温度低于冷启动温度的状态下启动堆70时,优选地执行操作S112。操作S112与上述操作S12相同,除了通过致动冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂在第三回路中循环。根据操作S112,堆70由于堆70本身生成的热而温度升高,并且PCM90储存通过冷却剂加热器80生成的热。

[0130] 在其中通过温度传感器94测量的PCM 90的温度升高到等于或高于相变温度的情况下,优选地执行操作S114。在通过在第一回路130中循环的冷却剂将储存在PCM 90中的热传递到堆70以减少冷启动所需的时间方面,操作S114与上述操作S14相同。

[0131] 在完成冷启动之后,在预定的正常状态下致动堆70的情况下,可执行正常驱动操作S120。在正常驱动操作S120中,致动冷却剂泵60以泵送冷却剂,并且致动开闭阀50以使冷却剂以预定分配比在第一回路130至第三回路150中循环。冷却剂的分配比没有特别限制,并且可根据堆70的状态来选择性地调整。

[0132] 此后,在完成冷启动之后,在预定的高输出状态下致动堆70的情况下,可执行高输出驱动操作S130。在高输出驱动操作S130中,以最大输出致动冷却剂泵60以泵送冷却剂,并且致动开闭阀50以使冷却剂仅在第二回路140中循环。然后,可最大化散热器100的散热并且可使用PCM 90冷却冷却剂。因此,由于冷却剂的温度达到冷却剂温度极限值的时刻被延迟到最大水平,所以可防止由于冷却剂的高温而导致的堆70的输出的限制。

[0133] 图8是根据本公开的第三实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0134] 参照图8,在冷却剂加热器80与PCM 90之间的联接关系以及第四管线40的安装结构方面,根据本公开的第三实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统3不同于根据本公开的第二实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统2。

[0135] 详细地,冷却剂加热器80和PCM 90被单独地设置并且通过热交换构件160热连接。例如,热交换构件160可以是散热翅片。第一管线10被设置以通过PCM 90。第四管线40被设置为使得其一端连接到设置在冷却剂泵60和PCM 90之间的第一管线10的特定点15并且通过冷却剂加热器80。即,第一管线10通过PCM 90并且第四管线40通过冷却剂加热器80。因此,PCM 90与通过冷却剂加热器80和第一管线10的冷却剂的每一个热交换。

[0136] 表4

	第一回路 (130)	第二回路 (140)	第三回路 (150)
温度传感器 (11)	X	X	
压力传感器 (12)	X	X	
电导率传感器 (13)	X	X	
[0137] 冷却剂泵 (60)	X	X	X
燃料电池堆 (70)	X	X	
冷却剂加热器 (80)			X
PCM (90)	X	X	
散热器 (100)		X	
车厢加热器 (110)			X
离子过滤器 (120)			X

[0138] 表4指出图8中的通过各个回路连接的部件。

[0139] 在根据本公开的第三实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统3中,由于冷却剂加热器80和PCM 90通过热交换构件160被热连接,所以根据本公开的第三实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统3可以与根据本公开的第二实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统2的方式相同的方式来控制。

[0140] 图9是根据本公开的第四实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0141] 参照图9,在冷却剂加热器80、PCM 90、第一管线10和第四管线40的联接关系方面,根据本公开的第四实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统4不同于上述根据本公开的第三实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统3。

[0142] 详细地,冷却剂加热器80和PCM 90被单独地设置并且通过热交换构件170热连接。例如,热交换构件170可以是散热翅片。第一管线10被设置以通过冷却剂加热器80。第四管线40被设置为使得其一端连接到设置在冷却剂泵60与冷却剂加热器80之间的第一管线10的特定点16并且通过PCM 90。即,第四管线40通过PCM 90并且第一管线10通过冷却剂加热器80。因此,PCM 90与通过冷却剂加热器80和第四管线40的冷却剂的每一个热交换。

[0143] 表5

	第一回路 (130)	第二回路 (140)	第三回路 (150)
[0144] 温度传感器 (11)	X	X	
压力传感器 (12)	X	X	
电导率传感器 (13)	X	X	
冷却剂泵 (60)	X	X	X
燃料电池堆 (70)	X	X	
冷却剂加热器 (80)	X	X	
PCM (90)			X
散热器 (100)		X	
[0145] 车厢加热器 (110)			X
离子过滤器 (120)			X

[0146] 表5指出图9中的通过图9中的各个回路连接的部件。

[0147] 在根据本公开的第四实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统4中,由于冷却剂加热器80和PCM 90通过热交换构件170热连接,因此根据本公开的第四实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统4可以与根据本公开的第二实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统2的方式相同的方式来控制。

[0148] 图10是根据本公开的第五实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0149] 参照图10,在冷却剂加热器80和PCM 90的安装位置方面,根据本公开的第五实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统5不同于上述根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统1。

[0150] 详细地,如图10所示,冷却剂加热器80和PCM 90被安装在第四管线40中,从而相对于加热器110被定位于邻近开闭阀50的第四口58。PCM 90被配置为与冷却剂加热器80和通过第四管线40的冷却剂热交换。

[0151] 表6

	第一回路 (130)	第二回路 (140)	第三回路 (150)
温度传感器 (11)	X	X	
压力传感器 (12)	X	X	
[0152] 电导率传感器 (13)	X	X	
冷却剂泵 (60)	X	X	X
燃料电池堆 (70)	X	X	
冷却剂加热器 (80)			X
PCM (90)			X
散热器 (100)		X	
[0153] 车厢加热器 (110)			X
离子过滤器 (120)			X

[0154] 表6指出在图10中的通过各个回路连接的部件。

[0155] 在下文中,将参照图11描述根据本公开的第五实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的控制方法。

[0156] 如图11所示,根据本公开的第五实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的控制方法可包括冷启动操作S210、正常驱动操作S220和高输出驱动操作S230。

[0157] 首先,冷启动操作S210可包括:操作S212,其使用从堆70输出的电力致动冷却剂加热器80,并且使用冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂在第三回路150中循环以将从冷却剂加热器80输出的热储存在PCM 90中;以及操作S214,其在操作S212之后,在其中PCM 90的温度升高到相变温度或更高的情况下,使用冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂在第一回路130和第三回路150中循环。

[0158] 当在通过温度传感器11测量的冷却剂的温度低于冷启动温度的状态下启动堆70时,优选地执行操作S212。操作S212与上述操作S12相同,除了通过致动冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂在第三回路150中循环。根据操作S212,堆70由于堆70本身生成的热而温度升高,并且PCM 90储存由冷却剂加热器80生成的热。

[0159] 在通过温度传感器94测量的PCM 90的温度升高到等于或高于相变温度的情况下,优选地执行操作S214。操作S214与上述操作S14相同,除了使冷却剂在第一回路130和第三回路150中循环以将储存在PCM 90中的热通过在第一回路130中循环的冷却剂传递到堆70。根据操作S214,堆70由于堆70本身生成的热而温度升高,并且PCM 90存储由冷却剂加热器80生成的热。

[0160] 在完成冷启动之后,在预定的正常状态下致动堆70的情况下,可执行正常驱动操作S220。在正常驱动操作S220中,致动冷却剂泵60以泵送冷却剂,并且致动开闭阀50以使冷却剂以预定分配比在第一回路130至第三回路150中循环。冷却剂的分配比没有特别限制,并且可根据堆70的状态来选择性地调整。

[0161] 此后,在完成冷启动之后,在预定的高输出状态下致动堆70的情况下,可执行高输出驱动操作S230。高输出驱动操作S230可包括:操作S232,其在完成冷启动之后,在其中以预定的高输出状态致动堆70的情况下,使用冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂在第二回路140中循环;以及操作S234,其在操作S232之后,当冷却剂的温度达到预定的冷却剂温度极限值时,使用冷却剂泵60和开闭阀50使冷却剂以预定分配比在第二回路140和第三回路150中循环。

[0162] 当在高输出状态下致动堆70但是冷却剂的温度尚未达到冷却剂温度极限值时,可执行操作S232。在操作S232中,以最大输出致动冷却剂泵60,并且致动开闭阀50以使冷却剂仅在第二回路140中循环。因此,在其中以最大输出来致动冷却剂泵60的状态下,可将冷却剂仅集中地供给到散热器100以最大化散热器100的散热。

[0163] 当在高输出状态下致动堆70并且冷却剂的温度达到冷却剂温度极限值时,可执行操作S234。在操作S234中,致动冷却剂泵60,并且致动开闭阀50以使冷却剂以预定分配比在第二回路140和第三回路150中循环。在操作S234中,由于未将冷却剂引入到第四管线40,因此PCM 90被冷却到低于相变温度。在该状态下,当将具有升高到冷却剂温度极限值的温度的冷却剂引入到第四管线40时,通过第四管线40的冷却剂被PCM 90冷却到相变温度。因此,与其中仅使用散热器100冷却冷却剂的情况相比,根据本公开的第五实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统5可最小化由于冷却剂的高温而导致的堆70的输出限制。

[0164] 图12是根据本公开的第六实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统的概念图。

[0165] 在冷却剂加热器80和PCM 90之间的安装位置方面,根据本公开的第六实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统6不同于根据本公开的第一实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统1。

[0166] 详细地,冷却剂加热器80和PCM 90可被安装在第三管线30中,使得冷却剂加热器80和PCM 90设置在散热器100与开闭阀50的第三口56之间。PCM 90与通过冷却剂加热器80和第三管线30的冷却剂热交换。

[0167] 根据本公开的实施例的用于燃料电池车辆的热管理系统及其控制方法具有以下优点。

[0168] 第一,在本公开中,为了执行冷启动,由冷却剂加热器生成的热通过冷却剂被储存在PCM中并且被供给到堆,因此,与其中仅使用由堆本身生成的热来执行冷启动的情况相比,可减少冷启动所需的时间。

[0169] 第二,在本公开中,在高输出驱动的情况下,冷却剂的热被传递到散热器和PCM中的每一个以延迟用于使冷却剂的温度达到冷却剂温度极限值的时间,因此,由于冷却剂的高温而导致的堆的输出限制被最小化。

[0170] 第三,在本公开中,可简化冷启动所需的冷却剂的回路,并且可减少用于调节冷却剂的流动而安装的阀的数量。

[0171] 在上文中,虽然已经参照实施例和附图描述本公开,但是本公开不限于此,并且在不脱离所附权利要求中要求保护的本公开的精神和范围的情况下,可由本公开所属领域的技术人员进行各种变型和改变。

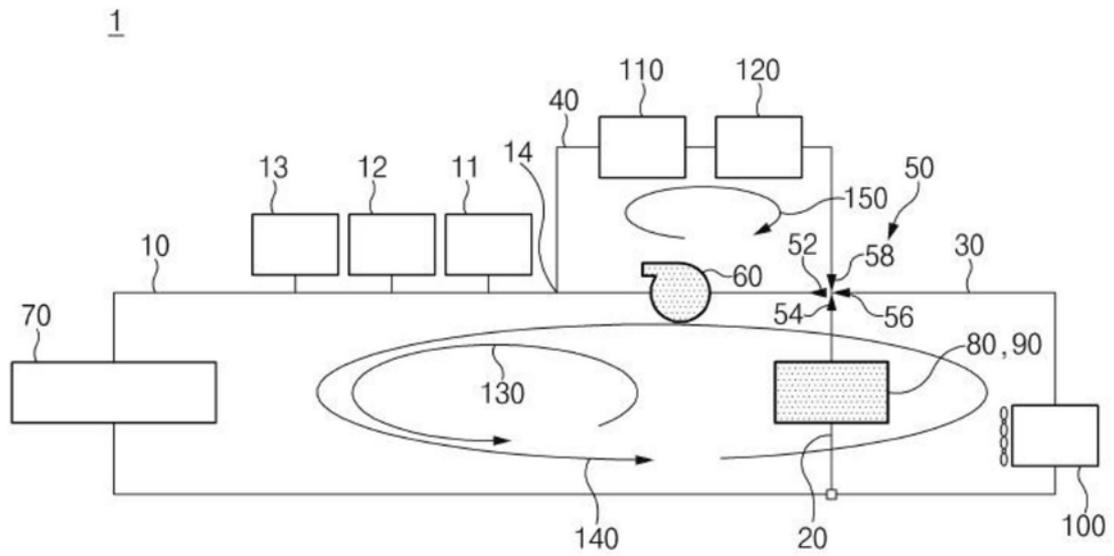


图1

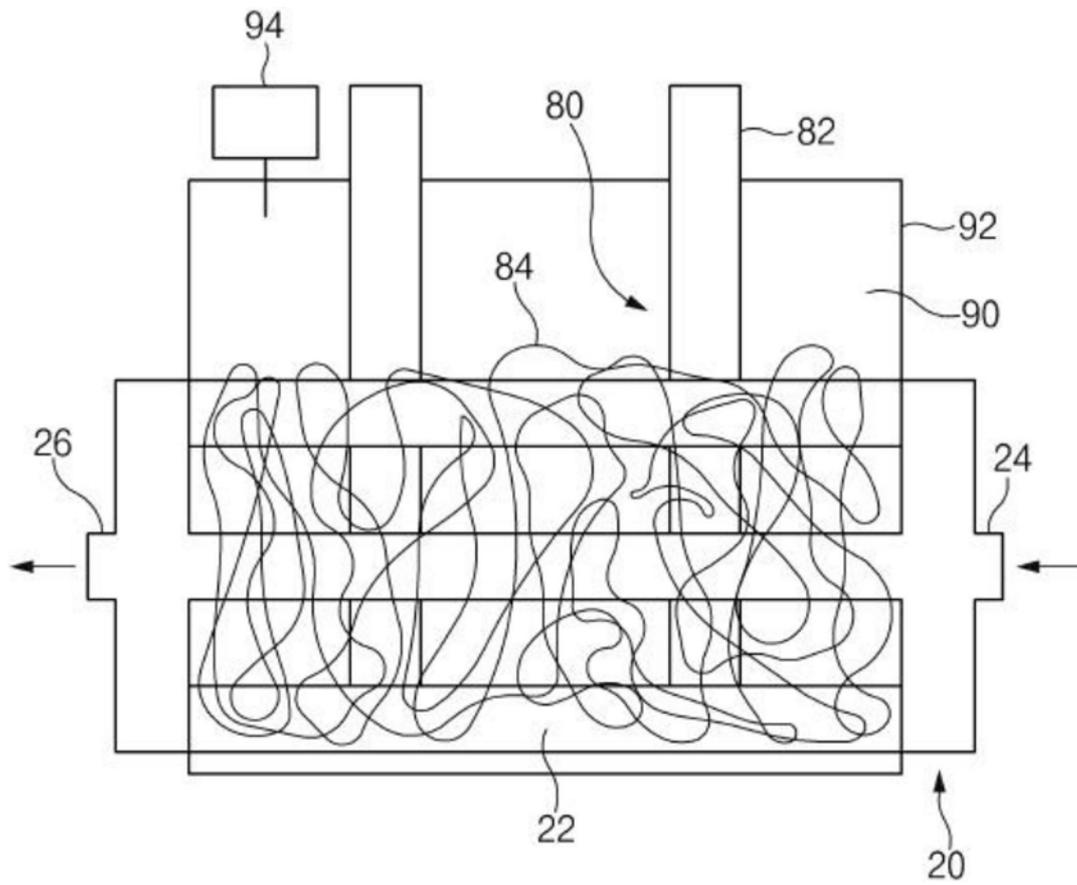


图2A

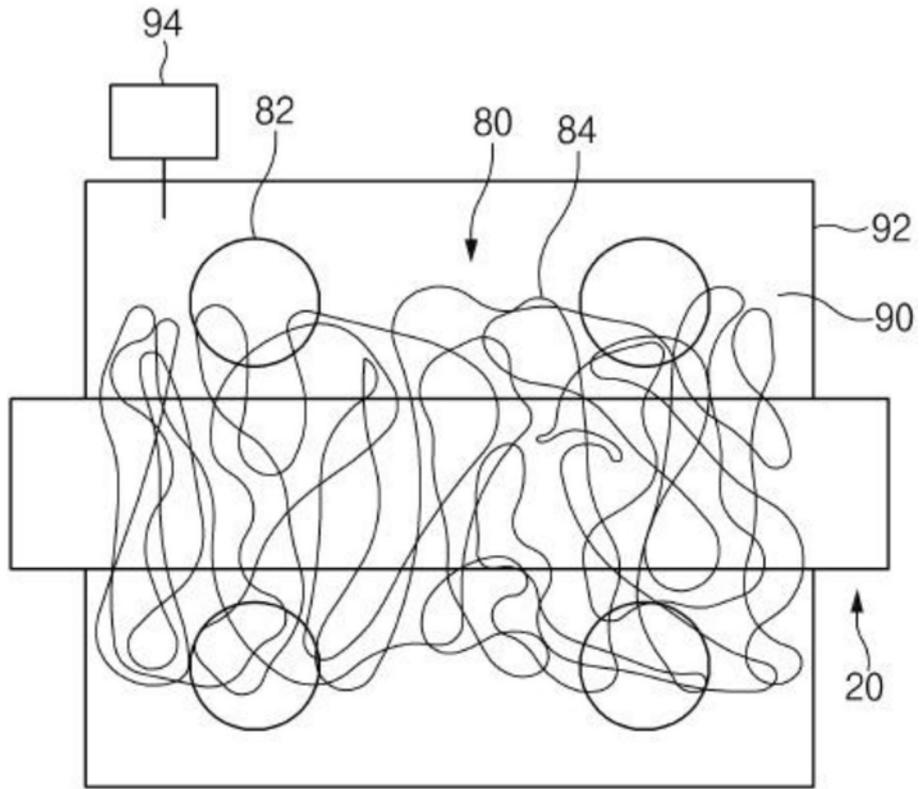


图2B

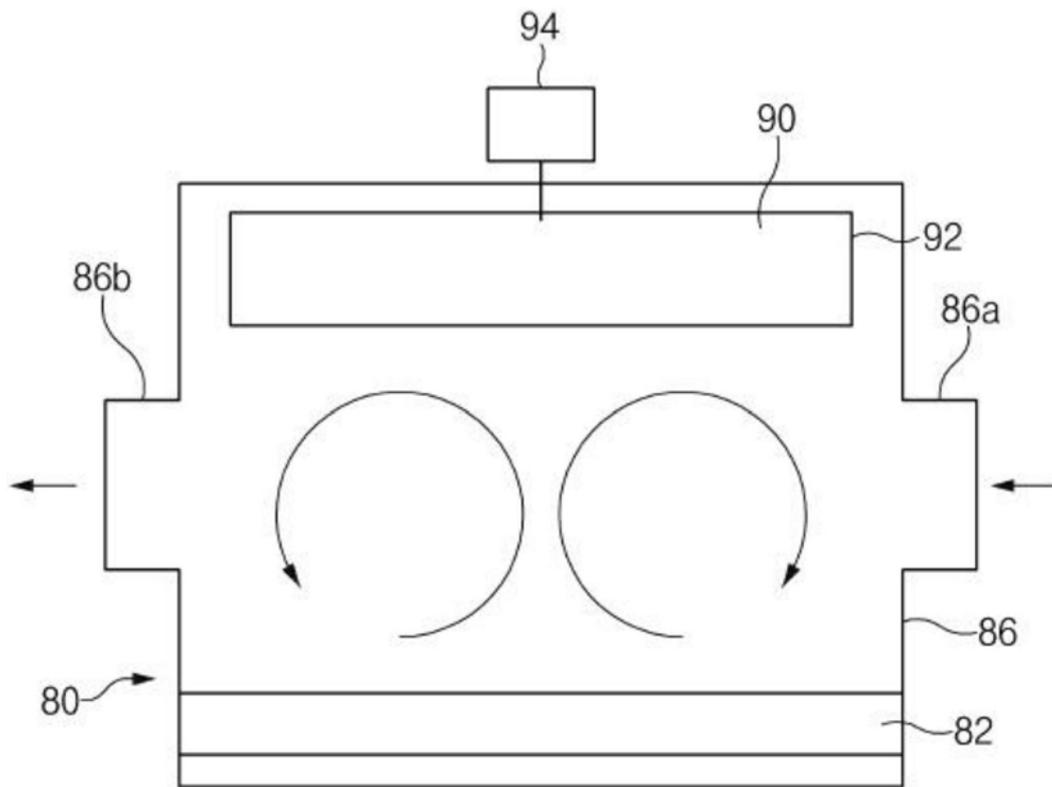


图3

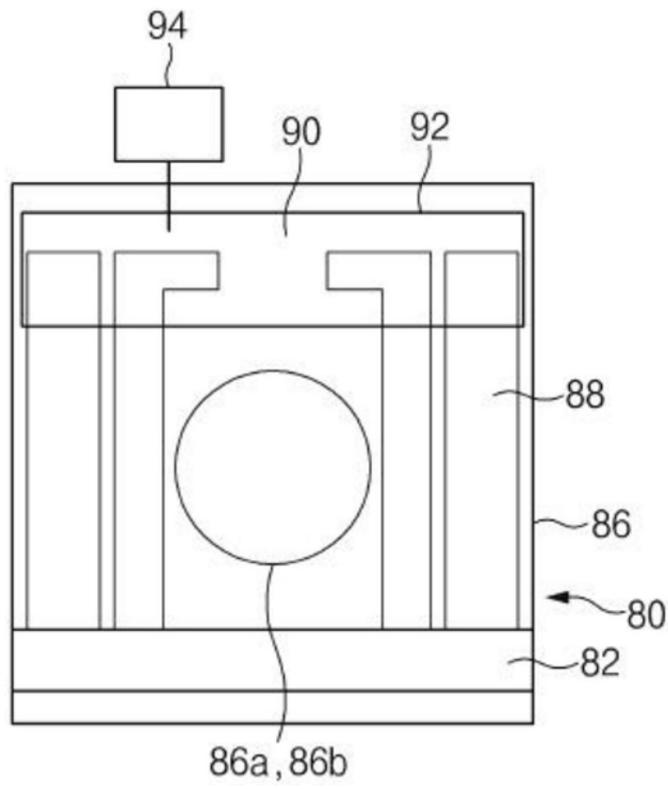


图4A

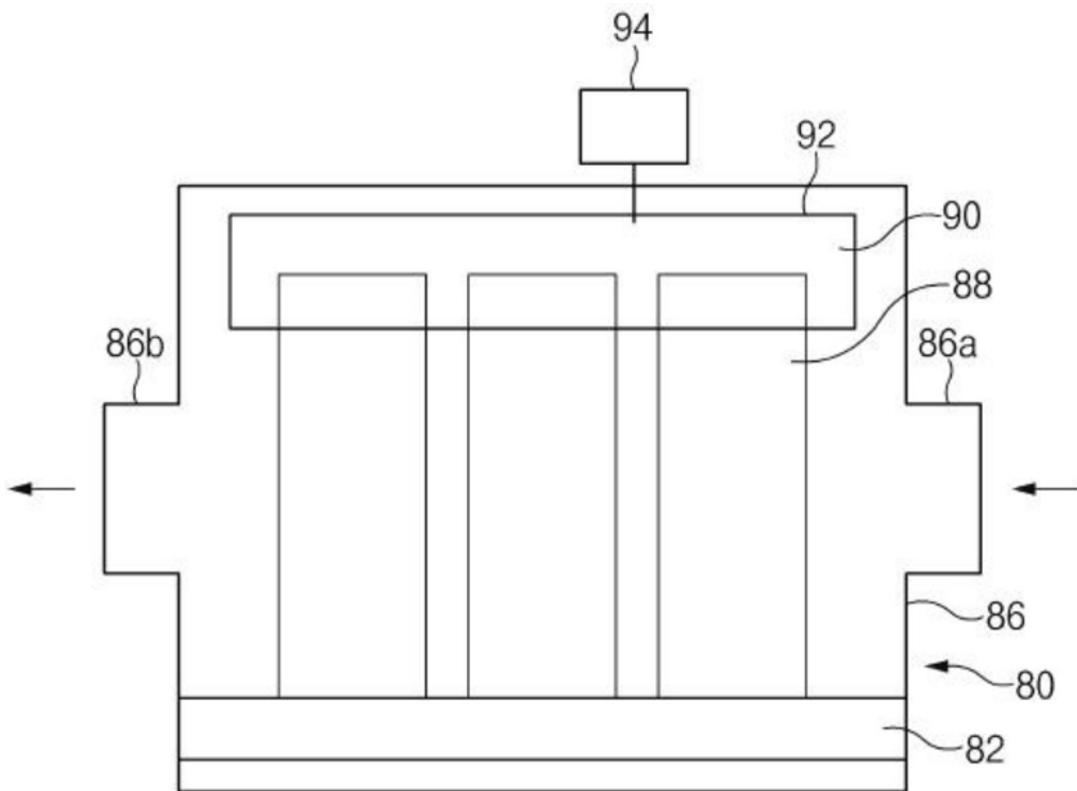


图4B

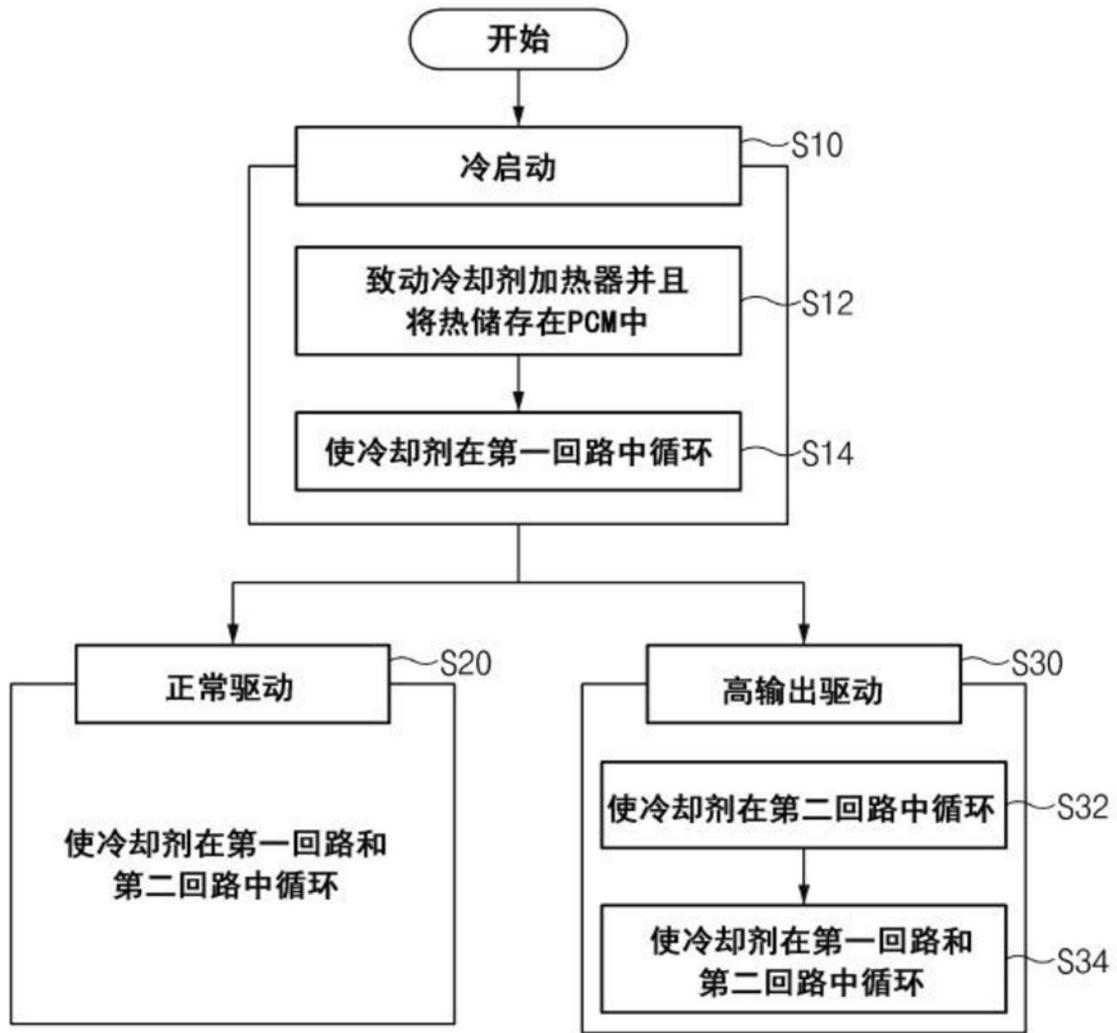
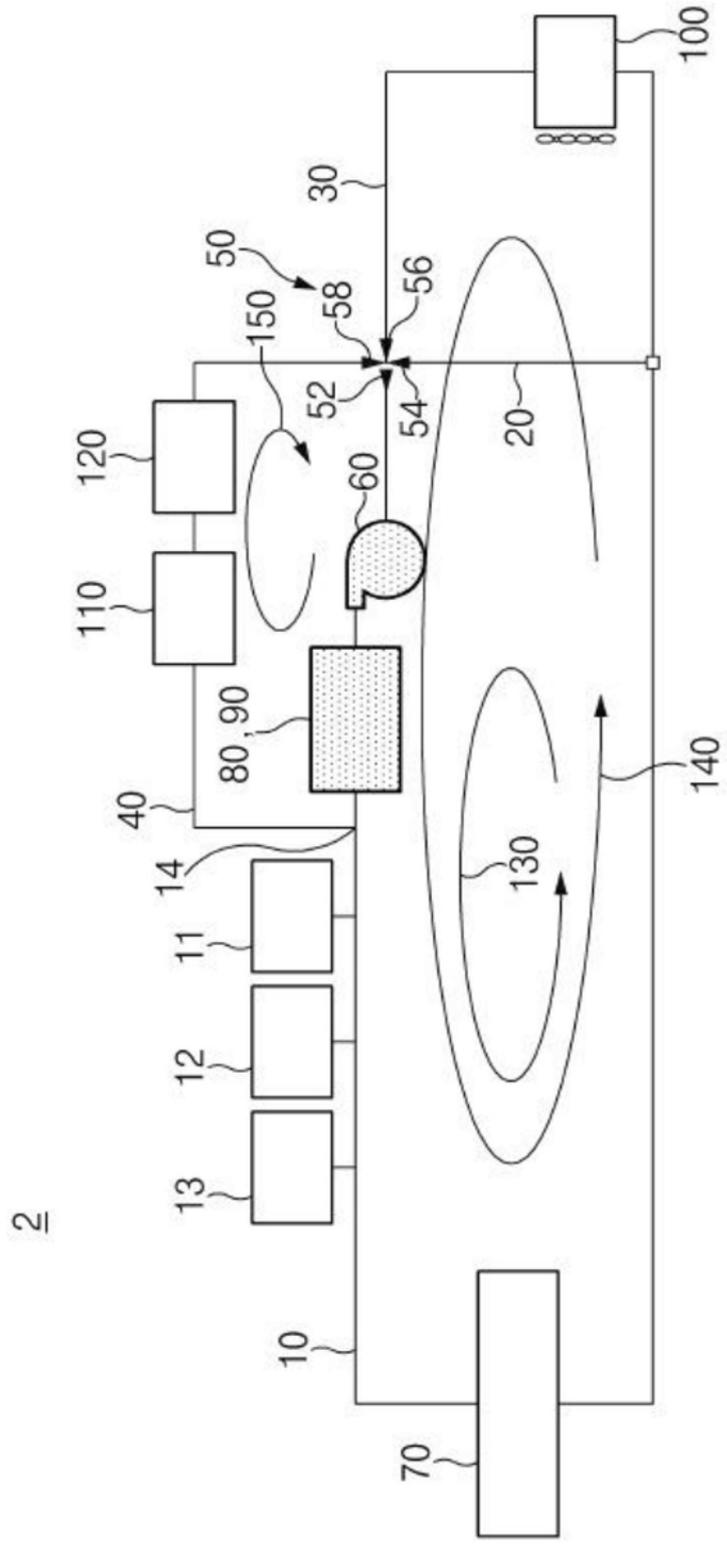


图5



2

图6

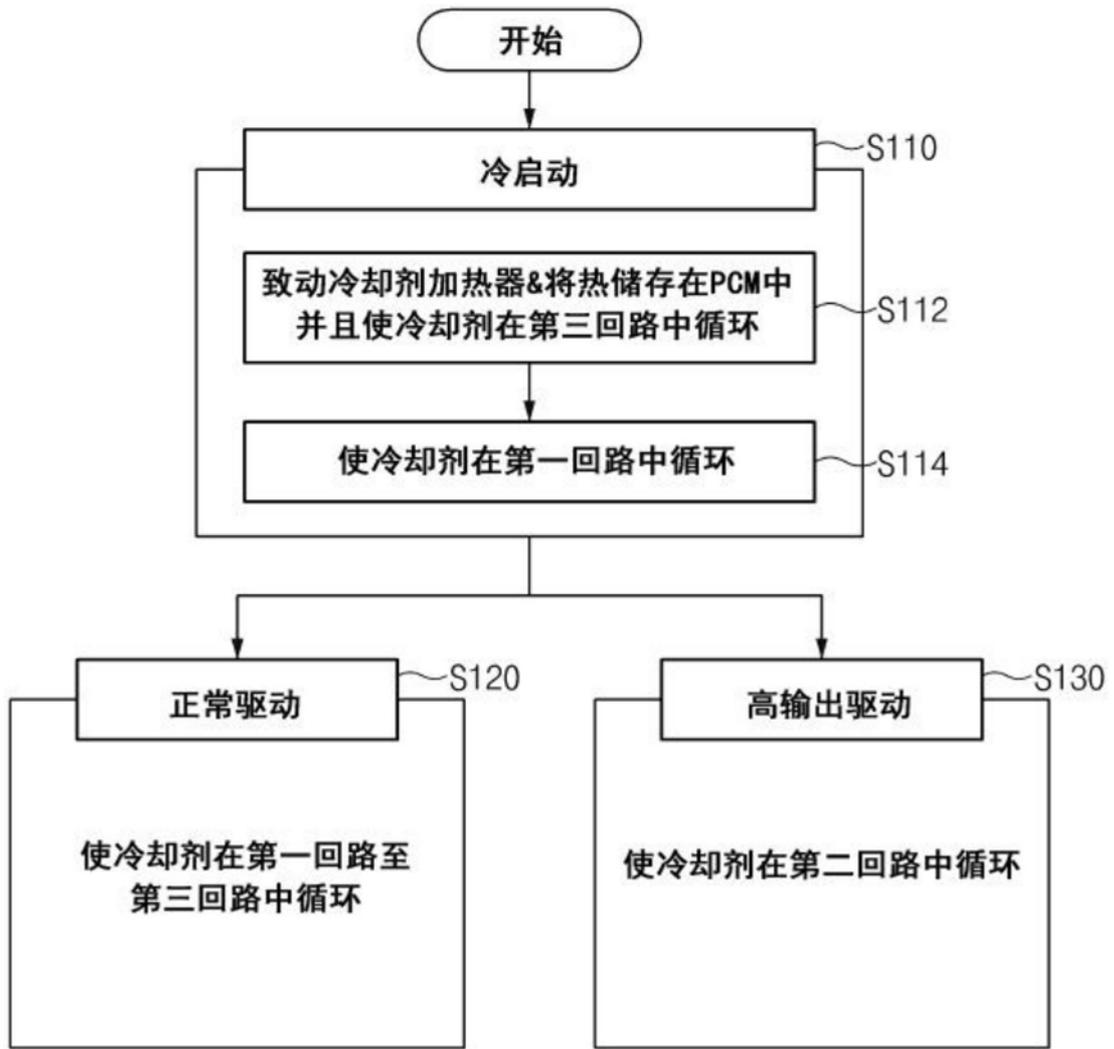
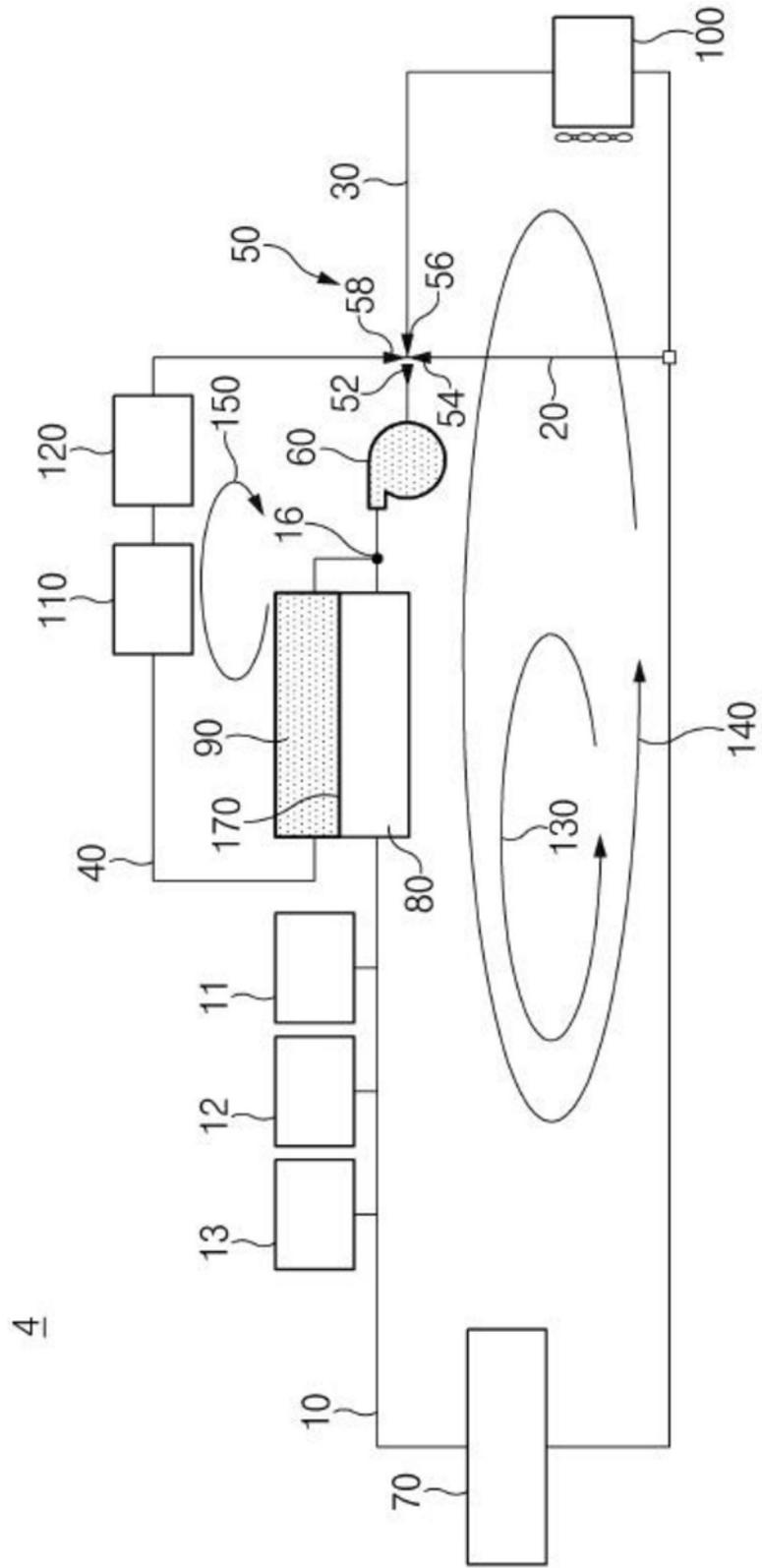


图7



4

图9

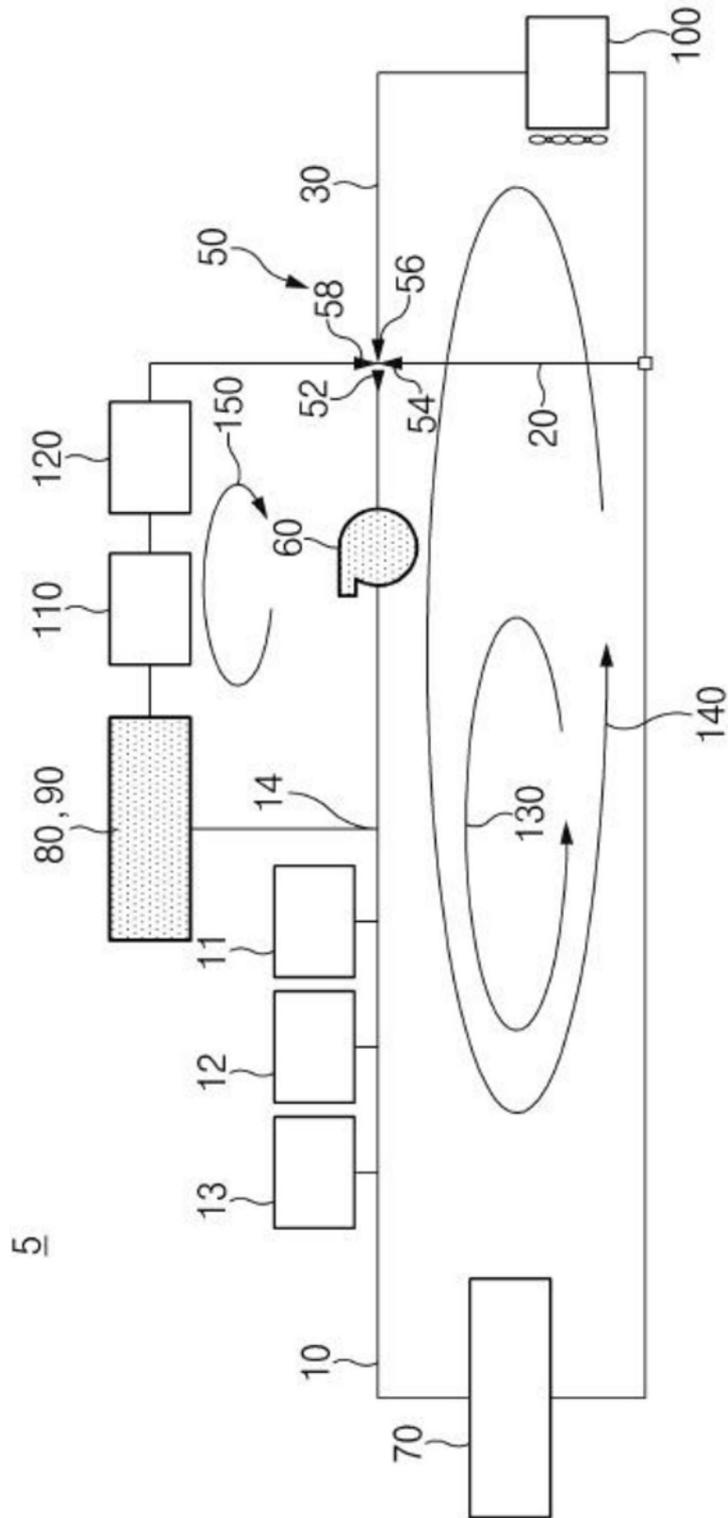


图10

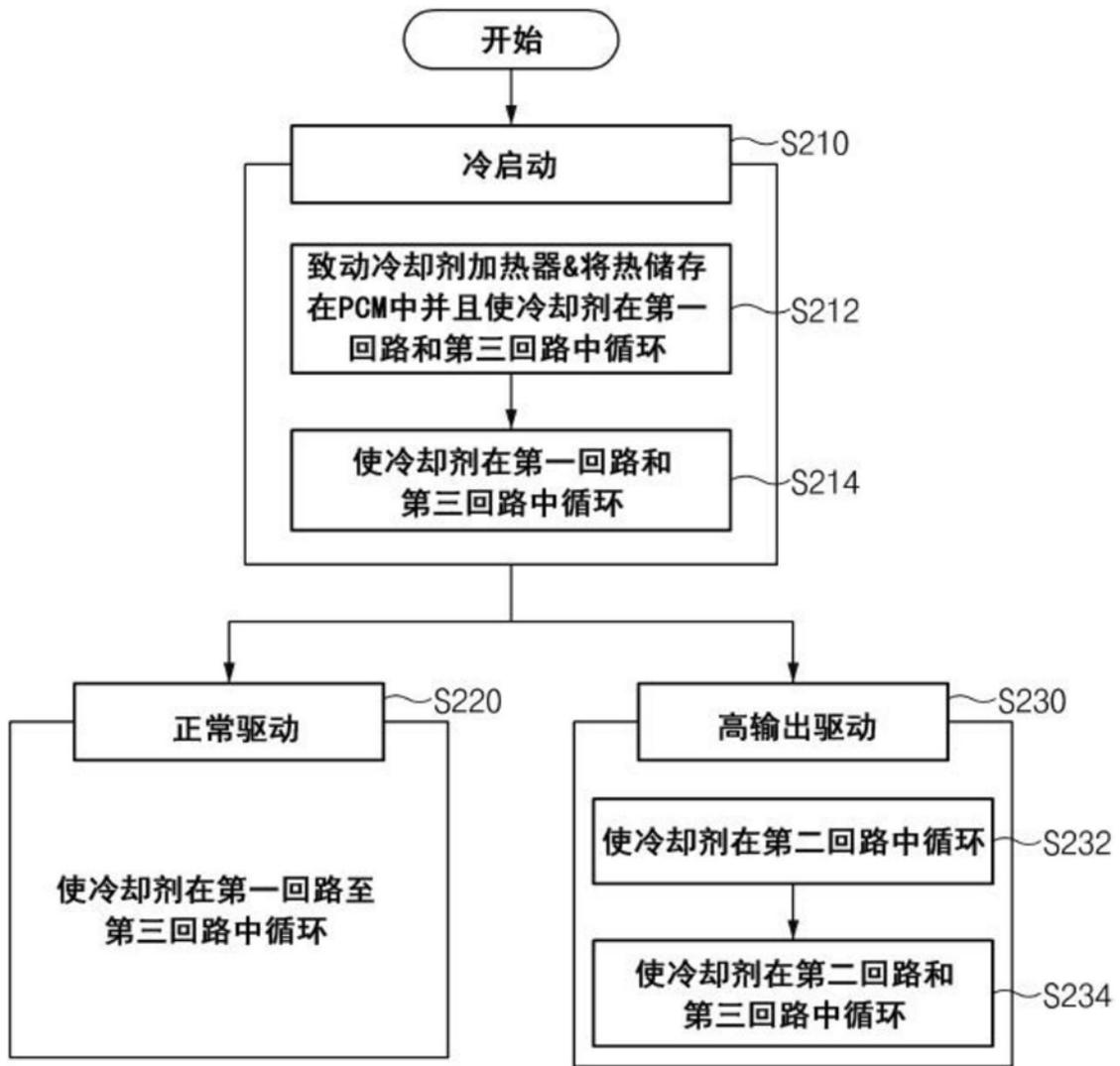


图11

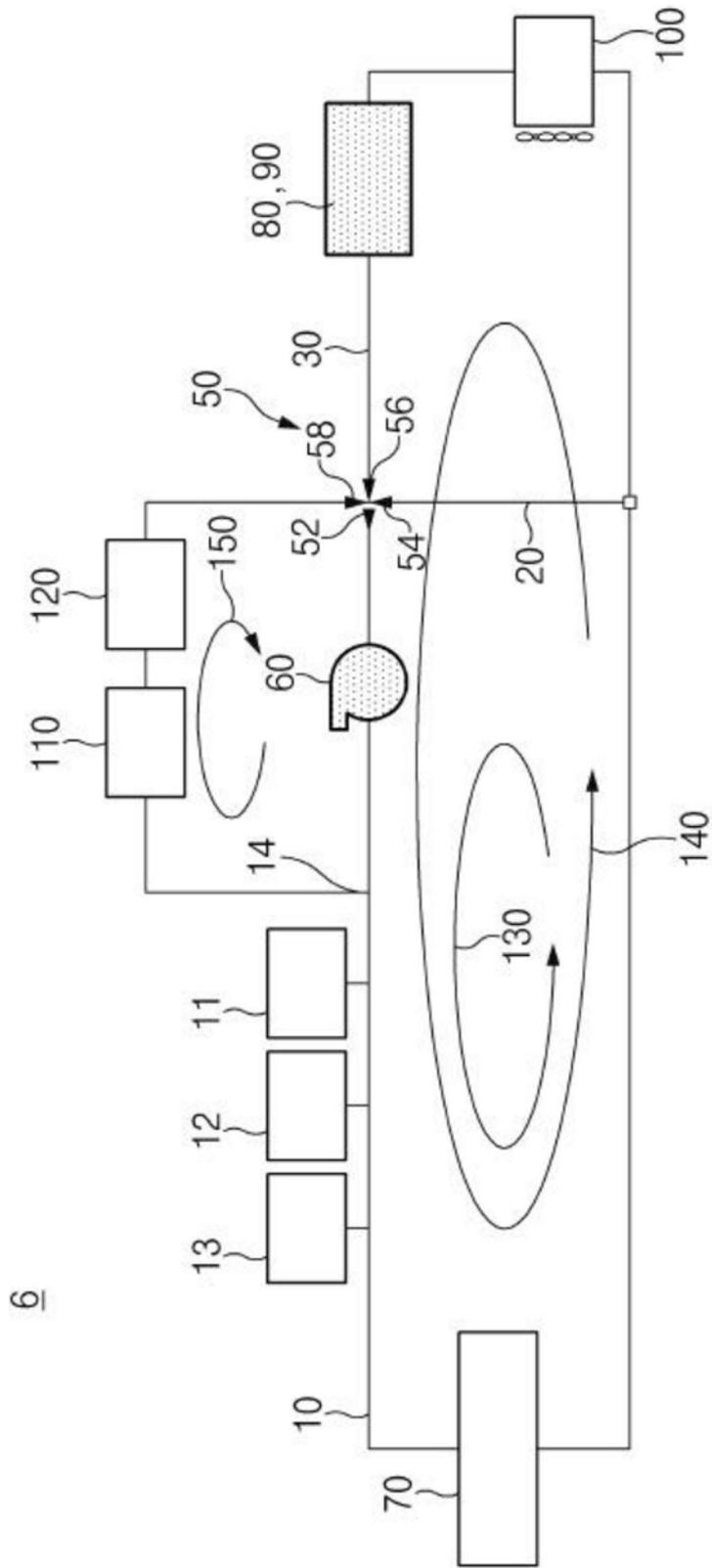


图12