



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107923669 B

(45) 授权公告日 2021.05.28

(21) 申请号 201680040311.8

雷弗·卡普尔·彼得森

(22) 申请日 2016.05.12

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司

(65) 同一申请的已公布的文献号

公司 31220

申请公布号 CN 107923669 A

代理人 郑立 应风晔

(43) 申请公布日 2018.04.17

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

F25B 9/00 (2006.01)

PA201570281 2015.05.13 DK

F25B 25/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F25B 49/02 (2006.01)

2018.01.08

F25B 6/02 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/DK2016/050128 2016.05.12

CN 1238036 A, 1999.12.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02016/180425 EN 2016.11.17

CN 101275790 A, 2008.10.01

CN 1743760 A, 2006.03.08

DE 3004114 A1, 1980.11.06

JP 2008224206 A, 2008.09.25

(73) 专利权人 耐尔氢气有限公司

审查员 赵迎杰

地址 丹麦海宁

(72) 发明人 洛伦兹·克里斯蒂安·赫拉普

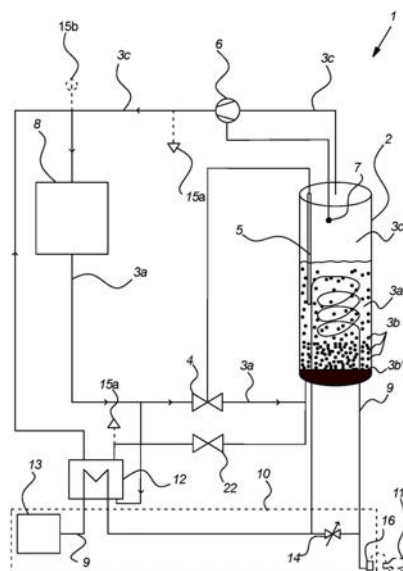
权利要求书3页 说明书15页 附图5页

(54) 发明名称

在三相点处用制冷剂冷却流体

(57) 摘要

本发明提供了一种用于冷却开放式流体系统(10)的流体的封闭式冷却系统(1),所述封闭式冷却系统包括第一热交换器(2)和有利于制冷剂在封闭式冷却系统中循环的压缩机(6),其中制冷剂有利于提供热耦合到开放式流体系统的固态冷床(3b),从而冷却被引导通过开放式流体系统的流体。



1. 一种氢燃料供应站,包括:

——氢存储器,以及

——将所述氢存储器连接到氢出口的氢导体(9),其中所述氢导体(9)通过封闭式冷却系统(1)的固态冷床的固态制冷剂至少部分地被进行温度控制;

其中用于冷却开放式流体系统中的氢流体的所述封闭式冷却系统(1),其特征在于,所述封闭式冷却系统(1)包括第一热交换器(2)和有利于制冷剂(3)在所述封闭式冷却系统(1)中循环的压缩机(6),以及将所述第一热交换器(2)连接至所述压缩机(6)的制冷剂导体,其中所述制冷剂(3)有利于提供所述第一热交换器(2)内的固态冷床,所述固态冷床耦合到所述第一热交换器内部的所述开放式流体系统的所述氢导体(9)的部分,从而通过限定固态冷床的位于第一热交换器(2)中的所述至少部分固化的制冷剂(3)来冷却被引导通过所述开放式流体系统的所述氢流体;

其中所述封闭式冷却系统(1)包括:

压力调节装置,所述压力调节装置有利于确保所述制冷剂(3)至少部分地以液态(3a)、固态或气态(3c)中的至少一种形式存在,所述压力调节装置包括:

由液位指示器(5)控制的喷射阀(4),所述液位指示器测量所述第一热交换器(2)中的所述制冷剂(3)的液位,所述喷射阀(4)有利于通过允许所述液态(3a)形式的制冷剂(3)进入所述第一热交换器(2)来调节所述第一热交换器(2)内的压力,以及

由压力指示器(7)控制的压缩机(6),所述压力指示器测量所述第一热交换器(2)内或者连接所述第一热交换器(2)与所述压缩机(6)的制冷剂导体处的压力,所述压缩机(6)有利于通过从所述第一热交换器(2)中去除所述气态(3c)形式的制冷剂(3)来调节所述第一热交换器(2)内的压力,

其中所述氢流体被引入到在所述第一热交换器(2)内的所述氢导体(9)中,所述氢导体(9)是所述开放式流体系统的一部分并且与所述封闭式冷却系统(1)分开;

其中所述封闭式冷却系统(1)进一步包括对被所述氢导体(9)引导的所述氢流体进行预冷却的第二热交换器(12),以及

其中所述开放式流体系统进一步包括温度相关阀(14),所述温度相关阀(14)有利于将来自与所述氢存储器连接的所述第二热交换器(12)中的所述氢流体与来自所述第一热交换器(2)中的氢流体混合,或直接将来自所述存储器的所述氢流体与来自所述第一热交换器(2)的所述氢流体混合,以在所述开放式流体系统的出口处获得所述氢流体的预定温度。

2. 根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,所述固态冷床由所述第一热交换器(2)中的制冷剂(3)的相移提供。

3. 根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,在没有所述氢流体流过所述开放式流体系统的时间段内,所述固态冷床提供在所述第一热交换器(2)内。

4. 根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,在所述制冷剂(3)的三相点的压力下的所述制冷剂的温度低于零下20℃。

5. 根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,所述制冷剂(3)是二氧化碳。

6. 根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,所述冷却系统(1)的冷却能力小于车辆(11)进行燃料补给时在峰值(T1、T4)要求下所需的冷却能力。

7. 根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,如果被引导通过所述第一热交换

器(2)与所述开放式流体系统的出口之间的所述氢导体(9)的所述氢流体的温度下降到预定阈值以下,则终止通过所述开放式流体系统的所述氢流体的流动。

8.根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,所述氢导体(9)在所述第一热交换器(2)中被实现为管或板。

9.根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,所述第一热交换器(2)的压力由所述压缩机(6)基于在所述封闭式冷却系统(1)的所述第一热交换器(2)内进行的压力测量进行调节。

10.根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,当所述氢导体(9)中没有氢流动时,在所述第一热交换器(2)内至少部分地产生所述固态制冷剂。

11.根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,所述冷床由所述第一热交换器(2)中的制冷剂(3)的从液态(3a)到固态的相移提供。

12.根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,在所述制冷剂(3)的三相点的压力下的所述制冷剂的温度低于零下40℃。

13.根据权利要求1所述的氢燃料供应站,其特征在于,所述氢导体(9)在所述第一热交换器(2)中被实现为在所述第一热交换器(2)内的多个平行管。

14.一种使用根据权利要求1所述的封闭式冷却系统冷却可连接到车辆的开放式流体系统中的氢流体的方法,所述氢流体在氢导体(9)中被引导通过所述封闭式冷却系统(1),所述封闭式冷却系统(1)包括适用于冷却包括所述氢流体的氢导体(9)的至少一部分的制冷剂,所述封闭式冷却系统(1)包括压缩机(6),其特征在于,所述方法包括以下步骤:

当以下任一情况发生时,通过启动所述压缩机(6)在所述封闭式冷却系统(1)的所述第一热交换器(2)内产生所述固态形式的制冷剂(3):

——记录到所述氢流体从所述开放式流体系统到所述车辆(11)的流动,或者

——当自从所述第一热交换器(2)中的压力超过所述制冷剂(3)的三相点的压力已经经过了预定时间段时,或者

——当自从上一次压缩循环起已经经过了预定时间时。

15.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,当以下情况发生时,所述压缩机(6)停止:

——当所述第一热交换器(2)中的压力低于所述制冷剂(3)的三相点的压力时,或者

——当自从上一次压缩循环起已经经过了预定时间时,或者

——当在所述第一热交换器(2)中检测到预定量的冰时。

16.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,在所述制冷剂的三相点的压力下的所述制冷剂的温度低于零下20℃。

17.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述制冷剂是二氧化碳。

18.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述压缩机(6)以由所述第一热交换器(2)内的压力的压力阈值确定的间断模式运行。

19.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,在所述制冷剂的三相点的压力下的所述制冷剂的温度低于零下40℃。

20.一种用于冷却氢燃料供应站中的氢的固态冷床的用途,其特征在于,所述氢燃料供应站包括根据权利要求1所述的封闭式冷却系统(1),并且其中所述封闭式冷却系统(1)的

所述第一热交换器(2)的所述固态冷床根据权利要求14所述的方法进行控制。

在三相点处用制冷剂冷却流体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种冷却系统和一种使用固态制冷剂来冷却开放式流体系统的流体的方法。

背景技术

[0002] 二氧化碳在冷却系统中作为制冷剂已被认识多年。EP2539650和US6260361都是使用二氧化碳作为制冷剂的冷却系统的实例。这两个文件都描述了开放式冷却系统,其中产生二氧化碳雪泥或冰的目的是用于开放式冷却系统外部的产品的冷却过程。

发明内容

[0003] 本发明涉及一种用于冷却开放式流体系统的流体的封闭式冷却系统,其特征在于,所述封闭式冷却系统包括第一热交换器和有利于制冷剂在封闭式冷却系统中循环的压缩机,其中所述制冷剂有利于提供固态冷床,所述固态冷床热耦合到开放式流体系统,从而冷却被引导通过开放式流体系统的流体。

[0004] 根据本发明的有利实施例,所述冷床由第一热交换器中的制冷剂的相移提供,优选地为从液态到固态的相移。

[0005] 根据本发明的有利实施例,所述冷却系统还包括冷床封闭箱,所述冷床封闭箱包括热耦合到开放式流体系统的冷却剂,其中所述制冷剂有利于冷床封闭箱中的冷却剂的相移,优选地为从液态冷却剂到固态冷却剂的相移,从而提供所述固态冷床。

[0006] 根据本发明的优选实施例,第一热交换器热耦合到开放式流体系统,从而通过限定冷床的位于第一热交换器中的至少部分固化的制冷剂冷却被引导通过开放式流体系统的流体。

[0007] 这是有利的,因为冷床(也被称为能量存储)随后以制冷剂的固态形式被建立而成。进一步地,从液态到固态的相移中存在非常小的体积变化,这使得第一热交换器能够包括固态制冷剂形式的能量存储。

[0008] 液态到固态的相移是有利的,因为这不需要附加的制冷剂存储,但是需要第一热交换器,如果使用从液态到气态的相移的话,则将会是这种情况。

[0009] 应该提到的是,也可以使用从液态到气态的相移来建立能量存储。然而,这将需要气态形式的制冷剂的存储,诸如可变尺寸的气球形存储。

[0010] 进一步地,包括能量存储的固态制冷剂(即,固态冷床)在受热时经历回到液态或气态的相移。可以从冷却系统的周围或者由第一热交换器所包括的开放式流体系统的一部分中的流体的流动将热量施加或辐射到固态制冷剂上。由此,固体制冷剂熔化而变成液体制冷剂,并且当所有固态制冷剂熔化时,进一步对制冷剂施加热量,所述制冷剂变成气态。然后通过压缩机去除气态形式的制冷剂,所述压缩机降低压力,导致制冷剂相移回到固态,从而重新使用所获得的制冷剂。

[0011] 固态制冷剂在需要峰值冷却能力的情况下(例如当利用氢为车辆进行燃料供应

时)是特别有利的,因为只要制冷剂处于固态,其温度保持不变。即,在使用CO₂作为制冷剂并且CO₂处于固态的情况下,只要存在固态CO₂,则温度保持在大约零下56℃的三相点温度。在氢冷却期间由氢引入的能量在恒温下将固态制冷剂转化为液态制冷剂。

[0012] 根据本发明的有利实施例,冷却系统还包括冷床封闭箱,所述冷床封闭箱包括热耦合到所述开放式流体系统的冷却剂,其中所述制冷剂有利于所述冷床封闭箱中的冷却剂的相移,优选地为从液态冷却剂到固态冷却剂的相移。

[0013] 根据本发明的有利实施例,冷床封闭箱内的固态冷却剂然后可以用作冷床。这种由与在封闭式冷却系统中循环的制冷剂不同的冷却剂提供并且优选地在冷床封闭箱中静止的冷床可以被看作为对冷床的补充,对冷床的补充可以提供在第一热交换器中或者作为封闭式冷却系统的主要冷床来提供。无论如何,如果冷却系统设置有冷床封闭箱,则开放式流体系统的流体导体穿过冷床封闭箱是有利的。

[0014] 封闭式冷却系统应被理解为制冷剂在其中循环而不离开封闭式冷却系统的系统,由此应该理解的是,开放式流体系统的流体不以任何方式与封闭式冷却系统的制冷剂混合,因为它是两个独立的系统。当然应该注意的是,本文中的封闭式系统表示基于制冷剂的再循环从而例如由于安全阀、压力调节阀等的激活允许某一需要量的制冷剂的再填充、通风、油分离的系统。因此,可以预料到的是,封闭式冷却系统存在制冷剂的小的泄漏。

[0015] 本系统的一个显著优点是所应用的制冷剂既可以用于在热交换器中获得某一期望的温度,同时也可以用作能量存储。

[0016] 根据本发明的有利实施例,在没有流体流过开放式流体系统的时间段内,冷床提供在第一热交换器中和/或在冷床封闭箱中。特别是当待冷却的开放式流体系统的流体是输送到车辆的氢时,这是有利的。在这种情况下,当为车辆进行燃料补给时,需要高的峰值冷却功率。

[0017] 通过在车辆的两次燃料补给之间建立从液态改变到固态的制冷剂形式的能量存储限制封闭式冷却系统的冷却能力的需要。这是由于流体的冷却至少通过固态制冷剂形式的能量存储(即冷却能力存储)来实现的事实。

[0018] 除了使用用于冷却流体的能量存储之外,压缩机优选地也开始从第一热交换器中去除气态形式的制冷剂,从而试图保持固态制冷剂的能量存储或至少保持液态制冷剂的温度尽可能低,即尽可能接近制冷剂的三相点。

[0019] 这样的冷却系统是非常有利的,因为在不需要冷却开放式流体系统的流体的时间内,当需要再次冷却时,能量存储(也被称为冷床或简单地称为存储)可以被建立以供使用。在流体需要高峰值冷却的情况下,这是特别有利的。这是因为那时可以使用来自冷床的冷却能力,这降低了对包括非常大且昂贵的压缩机的高容量冷却系统的需要。

[0020] 为了促进期望的(峰值)冷却能力,必须平衡制冷剂的体积、冷却系统的压缩机容量和制冷剂的惯性(以及物理冷却系统的惯性,诸如包含制冷剂的容器的质量)。本发明是有利的,因为通过使用固态形式的制冷剂,与现有技术的系统(不使用固态形式的制冷剂)相比,制冷剂的体积和压缩机容量显著降低,导致所述冷却系统占用面积较小。

[0021] 当将氢冷却到零下40℃的温度时,使用二氧化碳作为制冷剂是有利的,因为其固态温度接近零下56℃,同样在热交换器的氢排放时提供良好的热传递。

[0022] 建立能量存储是通过以有利于将制冷剂转化为其固态的方式控制封闭式冷却系

统来实现的。因此,能量存储在物理上是固态形式的制冷剂。当所有制冷剂从其液态转化为其固态时,能量存储达到其全部存储容量,并且第一热交换器因此仅包括气态和固态形式的制冷剂。

[0023] 开放式流体系统应该被理解为这样的系统:其中流体(优选地流体存储)在系统的入口处进入系统,并且优选地经由喷嘴等在出口处离开系统。

[0024] 根据本发明的有利实施例,在制冷剂的三相点的压力下的制冷剂的温度低于零下20°C,优选地低于零下40°C。当在这以下使用时,应该被理解为更低。

[0025] 具有较低但仍然接近开放式流体系统的流体的期望最终温度(例如在5-10°C或甚至20°C内)的三相点温度是有利的。这是因为能量存储的温度仅低于开放式流体系统的流体的期望最终温度,并且因此不需要使用能量来将制冷剂进一步冷却到低于该温度10-20°C。

[0026] 进一步地,开放式流体系统的流体优选地通过具有大于零下70°C(更高)的三相点的制冷剂冷却至低于零下30°C(更低)的温度。再次,这是有利的,因为在第一热交换器中仅使用最少的能量来建立能量存储。

[0027] 进一步地,制冷剂的三相点优选地在-40°C与-100°C之间。如果制冷剂的三相点处于该区间中,则它是有利的,因为当利用氢为车辆进行燃料补给时,制冷剂的三相点接近氢的优选温度。这具有这样的效果:与具有较低三相点的制冷剂相比,建立冷床需要更少的能量。

[0028] 根据本发明的有利实施例,所述制冷剂是二氧化碳。二氧化碳(CO₂)是有利的,因为在5.18bar的压力下其三相点为零下56.6°C,接近于氢用于为车辆进行燃料补给时氢的优选温度。进一步地,二氧化碳是有利的,因为它的全球温暖潜力比其它制冷剂低得多,从而比这些其它制冷剂更环保。

[0029] 根据本发明的有利实施例,所述流体是氢。氢是有利的,因为它已知为许多汽车制造商认可的气候友好燃料,因此氢作为例如用于汽车、公共汽车等的燃料在当今被使用。通过实现如本文件中所述的用于氢的冷却系统,氢燃料供应站被优化导致减少物理空间要求,有助于减少燃料补给时间和降低氢燃料供应站的成本。

[0030] 根据本发明的有利实施例,所述封闭式冷却系统包括:

[0031] 包括制冷剂的第一热交换器,其中所述制冷剂至少部分地以固态形式和以气态形式存在于所述第一热交换器内,

[0032] 有利于确保制冷剂至少部分地以液态、固态或气态中的至少一种形式存在的压力调节装置,所述压力调节装置包括:

[0033] 由液位指示器控制的喷射阀,所述喷射阀有利于通过允许液态形式的制冷剂进入所述第一热交换器来调节所述第一热交换器内的压力,以及

[0034] 由压力指示器控制的压缩机,所述压缩机有利于通过从所述第一热交换器中去除气态形式的制冷剂来调节所述第一热交换器内的压力,

[0035] 第三热交换器,其有利于制冷剂从由所述压缩机从所述第一热交换器中去除的气态形式相移到准备经由所述喷射阀喷射到所述第一热交换器中的液态形式,

[0036] 其中待冷却的流体被引入到所述第一热交换器中,所述第一热交换器包括在至少一个流体导体中,所述至少一个流体导体是所述开放式流体系统的一部分并且与所述封闭

式冷却系统分开。

[0037] 优选地,将流体存储器连接到开放式流体系统出口的流体导体穿过封闭式冷却系统的第一热交换器。关于本发明,开放式流体系统出口可连接到车辆。车辆应该被理解为借助于流体能够移动、上升等的任何类型的装置,包括任何类型的机动车辆。当流体是氢时,这是特别有利的,所述氢存储在流体存储器中并且经由流体导体被引导。

[0038] 封闭式冷却系统与流体系统分离应该被理解为包括流体和制冷剂的系统的分离。这通过使用两个独立的系统来实现,这确保了流体和制冷剂没有混合。

[0039] 根据本发明的有利实施例,封闭式冷却系统是燃料供应站的一部分。关于燃料供应(也被称为燃料补给)站或其部分,这是特别有利的,在燃料供应站或其部分中,可以利用优选为气态形式的燃料(诸如氢)为车辆进行燃料补给。当例如将氢从燃料供应站输送到车辆时,温度优选地在 -33°C 与 -40°C 之间。因此,当利用氢为车辆进行燃料补给时,对冷却系统的要求是巨大的,因为燃料供应站的氢存储应该低于 -33°C 。从一个时间点到另一个时间点的替代方案中,应该将氢从其存储温度(通常与氢存储的环境温度相同)转变到温度低于 -33°C 的输送温度,以避免总填充时间增加。通过本发明的冷却系统,由于如上所述的第一热交换器中建立的冷床,总填充时间增加是可能的,由此避免了昂贵且物理上大型的冷却系统/压缩机。

[0040] 根据本发明的有利实施例,冷却系统的冷却能力小于在为车辆进行燃料补给时在峰值T1、T4要求下所需的冷却能力。这是有利的,因为由此,燃料供应站的冷却系统的成本减少,并且通过使用所述的冷却系统提供能量存储,该冷却系统仍然能够在为车辆进行燃料补给期间符合峰值要求。

[0041] 根据本发明的有利实施例,如果被引导通过第一热交换器与开放式流体系统的出口之间的流体导体的流体的温度下降到预定阈值以下,则终止通过开放式流体系统的流体的流动。这是有利的,因为这确保了流出开放式流体系统的流体的温度至少处于预定阈值处。在流体是从开放式流体系统输送到车辆的氢的情况下,该阈值优选地为零下 32°C 或更低。

[0042] 根据本发明的有利实施例,流体导体在第一热交换器中或在冷床封闭箱中被实现为管或板,优选地在第一热交换器内被实现为多个平行管。管应该被理解为任何类型的管状流体导体,包括形成为螺旋的管状流体导体,以增加与冷却流体接触的流体导体的表面。板应该被理解为内部可能存在流体的导管的流体引导板。

[0043] 在优选的实施例中,平行使用多个流体导体,然后这些平行安装的流体导体可以例如在歧管中或经由歧管连接到第一热交换器外部的公共流体导体。作为替代方案,多个流体导体串联连接。

[0044] 根据本发明的有利实施例,封闭式冷却系统还包括对所述流体进行预冷却的第二热交换器。这是有利的,因为在该第二热交换器中,流体被从例如 20°C 的存储温度冷却到 -5°C 至 -10°C 的温度。然后,第一换热器不必像第二换热器不存在的情况那样冷却流体很多。这是有利的,因为第一热交换器在使用能量消耗方面通常比第二热交换器更昂贵,因为当制冷剂是二氧化碳时,第一热交换器将温度降低到大约零下 56°C 。

[0045] 根据本发明的有利实施例,第三热交换器位于冷却系统中比第一热交换器和第二热交换器更高的位置处。这是有利的,因为来自第三热交换器的液化制冷剂然后通过重力

被供应到至少第一热交换器或第二热交换器。第三热交换器可以是传统的热交换器,其不直接冷却来自开放式流体系统的流体,而是通过将气态冷凝成液态来降低制冷剂的温度。

[0046] 根据本发明的有利实施例,冷却系统还包括温度相关阀,所述温度相关阀有利于将来自第二热交换器或来自存储器的流体与来自第一热交换器或来自冷床封闭箱的流体混合,以在开放式流体系统的出口处获得预定温度的流体。当第一热交换器的制冷剂主要为固态形式(以及气态形式)时,可以将流体冷却到期望温度以下,因此将由第一热交换器冷却的流体与例如来自第二热交换器的气态流体混合以获得期望温度的流体是有利的。

[0047] 优选地,该温度比零下40°C更高,并且至少当来自开放式流体系统出口的流体与优选车辆的接收存储器的流体混合时,则该车辆流体存储器中的流体的温度一直在85°C至零下45°C之间,优选地在零下20°C至零下40°C之间。

[0048] 当流体是用作车辆燃料的氢时,这是特别有利的,因为在此温度下氢以液态形式存在。进一步地,当温度在零下40°C以上(高于)时,常用材料(诸如钢和碳)的行为是正常的。因此,保持在该温度以上以便能够既不在开放式流体系统中也不在与其耦合的系统中使用没有特殊材料特性的普通材料是有利的。因为不需要材料的附加要求,所以可以使用商业上可购得的阀门、容器等。

[0049] 根据本发明的有利实施例,第一热交换器的压力由压缩机基于在封闭式冷却系统内(优选地在第一热交换器内)进行的压力测量进行调节。

[0050] 这是有利的,因为当第一热交换器的压力等于或低于制冷剂的三相点时,能量存储被建立。作为替代方案,压缩机也可以通过压缩机与第一热交换器之间的制冷剂的压力测量来控制。

[0051] 此外,本发明涉及一种用于冷却可连接到车辆的开放式流体系统所包括的气态流体的方法,所述气态流体在流体导体中被引导通过封闭式冷却系统,所述封闭式冷却系统包括适用于冷却包括所述气态流体的流体导体的至少一部分的制冷剂,所述封闭式冷却系统至少包括第一热交换器和压缩机,所述方法包括以下步骤:

[0052] 当以下任一情况发生时,通过启动压缩机在封闭式冷却系统内产生固态形式的制冷剂:记录到气态流体从开放式流体系统到车辆的流动,或者当自从第一热交换器中的压力超过制冷剂的三相点的压力已经经过了预定时间段时,或者当自从上一次压缩循环起已经经过了预定时间时。

[0053] 根据本发明的实施例,当第一热交换器中的压力低于制冷剂的三相点的压力时,或者当自从上一次压缩循环起已经经过了预定时间时,或者当在第一热交换器中检测到预定量的冰时,压缩机停止。

[0054] 以上提到的压缩循环可以被简单地理解为压缩机运行并且改变第一热交换器中的压力时。压缩循环可以由控制器控制,所述控制器从压力、流量或温度换能器获得输入。另外,第一换热器中的用于检测冰分数或冰水平的传感器也可以提供对压缩机的控制的输入。另外,控制器的时间也可以是压缩机运行的一部分,即开始和停止压缩机循环。

[0055] 以第一热交换器中的制冷剂的固态为目标是有利的,因为这样,形成冷床,所述冷床有利于在峰值负载期间冷却气态流体。峰值负载可以例如当用气态流体为车辆进行燃料补给时。

[0056] 当正为车辆进行燃料补给时,非冷却气态流体形式的热量在流体导体中通过第一

热交换器,导致固态制冷剂熔化。因此,压缩机的有利启动条件是当气态流体流过流体导体时。

[0057] 来自第一热交换器周围的热量将随着时间的推移增加第一热交换器内的热量,从而熔化固体制冷剂。因此,在已经经过一定时间段时,启动压缩机以增加第一热交换器(冷床)的冷却能力是有利的。该时间段取决于进入封闭式冷却系统的热量,所述热量将固化的制冷剂熔化,从而使热交换器的保温。因此,该时间段根据冷却系统周围的环境来调整,并且甚至可以在计算时间时考虑环境测量、压缩机上次停止之后经过的时间等的数学公式的结果。因此,这个时间可以从几个小时到三天或更多天不等。

[0058] 当第一热交换器中的压力变得低于制冷剂的三相点的压力时,这表明所有液态形式的制冷剂被固化。固态形式的制冷剂越多,第一热交换器(冷床)中存储的冷却能力较高,但是在三相点压力之下的压力下,不再有制冷剂液体固化,因此压缩机停止。如果希望固化的制冷剂温度更低,则可能与等待停止压缩机有关,但这将取决于第一热交换器(冷床)的期望或所需的冷却能力。

[0059] 根据本发明的有利实施例,在制冷剂的三相点的压力下的制冷剂的温度低于零下20°C,优选地低于零下40°C。当在这以下使用时,应该被理解为更低。

[0060] 根据本发明的有利实施例,所述制冷剂是二氧化碳。二氧化碳是有利的,因为在5.18bar的压力下,三相点处的温度为-56.6°C,该温度与当用于为车辆进行燃料补给时作为气态流体的氢的优选温度相匹配。优选的温度在-33°C与-40°C之间。

[0061] 根据本发明的有利实施例,压缩机以由第一热交换器内的压力的压力阈值确定的间断模式运行。这是有利的,因为压缩机的能耗限于两种情况:1)开放式流体系统中存在流体流动以及2)当第一热交换器内的压力高于阈值压力时。

[0062] 优选地,压力阈值是在封闭式冷却系统中使用的制冷剂的三相点的压力,并且其中当第一热交换器内的压力低于该三相点压力时,压缩机停止。

[0063] 这是有利的,因为当第一热交换器的压力低于三相点时,第一热交换器的制冷剂为其固态形式。当制冷剂是二氧化碳时,这至少是正确的。

[0064] 此外,本发明涉及用于冷却氢燃料供应站中的氢的包括固态化合物的冷床的用途。

[0065] 根据本发明的有利实施例,所述化合物是固态制冷剂。

[0066] 根据本发明的有利实施例,所述化合物是固态冷却剂。

[0067] 根据本发明的有利实施例,所述氢燃料供应站包括根据权利要求1-15中任一项所述的封闭式冷却系统,并且所述氢燃料供应站根据权利要求16-19中任一项所述的方法进行控制。这是有利的,因为在氢的特定情况下的气态流体然后处于期望的温度下,以将燃料供应到车辆中。

[0068] 此外,本发明涉及一种氢燃料供应站,其包括:

[0069] ——氢存储器,以及

[0070] ——将氢存储器连接到氢出口的氢导体,其中所述氢导体通过固态制冷剂至少部分地进行温度控制。

[0071] 这是有利的,因为氢导体中的氢然后被冷却到固态制冷剂的温度,所述制冷剂被选择为具有等于或低于氢出口处的氢的期望温度的固态温度。氢出口优选地为适于将氢导

体连接到车辆上的喷嘴的形式,并且当氢从氢存储器流到出口时被冷却。

[0072] 根据该实施例,所提到的流体是氢,因此在该文件中使用流体的地方,可以用氢代替所述流体,即,在该文件描述流体的地方,关于该实施例和以下实施例,应该优选将该流体理解为氢。

[0073] 只有温度调节优选地冷却氢导体以获得所需温度的氢,并且优选地仅在第一热交换器中进行是有利的。替代方案是在氢存储器处冷却氢,与上述温度控制相比,这将需要高得多的能耗、对存储器的保温要求等。

[0074] 根据本发明的有利实施例,氢燃料供应站还包括产生固体制冷剂的自动固体制冷剂发生器,所述自动固体制冷剂发生器包括:

[0075] ——第一热交换器,其包括用于冷却氢的制冷剂;

[0076] ——压缩机,用于调节所述第一热交换器中的压力,从而提供至少一部分固态形式的制冷剂;

[0077] ——压力指示器,用于指示所述固体制冷剂发生器的压力;

[0078] ——氢分配器,用于测量离开所述氢燃料供应站的氢的流动特性。

[0079] 应该提到的是,固体制冷剂发生器可以参考并且包括与本文件中描述的封闭式冷却系统相同的特征。

[0080] 通过氢分配器测量的特性可以是向从氢燃料供应站进行燃料补给的车辆提供燃料的氢的量、氢的成本、氢的温度、车辆的氢存储器的压力等。

[0081] 自动化应该被理解为当测量结果表明在第一热交换器中存在液态形式的制冷剂时,自动固体制冷剂发生器自动开始产生固态形式的制冷剂。

[0082] 在燃料供应站产生固态制冷剂是有利的,因为这样,当需要与为车辆进行燃料补给相关的冷却时,总是存在所述固态制冷剂。这与从外部固体制冷剂发生器向所述燃料供应站输入固态制冷剂相反。

[0083] 根据本发明的有利实施例,当氢导体中没有氢流动时,至少部分地产生固体制冷剂。

[0084] 优选地,氢燃料供应站还包括用于在燃料供应站局部产生氢的电解器。

[0085] 优选地,燃料供应站包括用于控制氢燃料供应站的附加测量设备和数据处理单元。测量设备被理解为用于测量温度、压力、泄漏等的设备。

[0086] 数据处理单元被理解为例如微处理器或逻辑电路,通过来自燃料供应站的输入,它们能够产生用于控制燃料供应站的输出。这包括控制固态制冷剂的产生,控制压缩机、出口、分配器、流量、存储器、热交换器等的运行。

[0087] 优选地,氢燃料供应站的出口可连接到车辆。

附图说明

[0088] 在下文中,参考附图来描述本发明的一些示例性实施例,其中:

[0089] 图1a示出了根据本发明的实施例的用于冷却开放式流体系统的流体的封闭式冷却系统,

[0090] 图1b示出了根据本发明的可选实施例的用于冷却开放式流体系统的流体的封闭式冷却系统,

- [0091] 图2示出了与利用氢为车辆进行燃料补给相关的功耗，
- [0092] 图3示出了根据本发明的实施例的流体燃料供应站，以及
- [0093] 图4和图5示出了根据本发明的实施例的氢燃料供应站。

具体实施方式

[0094] 图1a示出了根据本发明的封闭式冷却系统1。封闭式冷却系统1包括第一热交换器2和使制冷剂3在封闭式冷却系统1中循环的压缩机6。第一热交换器2内的压力优选地在制冷剂3的三相点附近，并且由使制冷剂3在封闭式冷却系统1中循环的压缩机6通过将气态制冷剂3c从第一热交换器2中吸出而进行控制。

[0095] 在三相点处，制冷剂3以三相（即液态3a、固态3b和气态3c）存在。根据本发明的优选的制冷剂3是二氧化碳，其三相点在5.18bar处为零下56.6℃（摄氏度）。这意味着，通过调节包括二氧化碳的容器（根据本发明，第一热交换器2）的压力，可以改变二氧化碳的状态。这是任何制冷剂3的众所周知的特性，因此是本领域技术人员所了解的，并且在该文件中将不再进一步描述。可以使用具有适当三相点的其它制冷剂作为二氧化碳的替代品。由这类制冷剂制成的冷床冷却的流体（诸如氢）可以例如通过与直接来自流体存储器13的流体混合而进行温度调节。

[0096] 如上所述，压缩机6通过从第一热交换器2中吸出气态3c形式的二氧化碳来调节第一热交换器2的压力。这降低了第一热交换器2内的压力，导致液态3a形式的制冷剂转化为固态3b形式的制冷剂。固态二氧化碳的温度低于液态二氧化碳（低于三相点压力）的事实用于在第一热交换器2内产生固态二氧化碳3b形式的能量存储。当能量存储完成时，在第一热交换器2的下部处，该能量存储在物理上转化成二氧化碳冰（也被称为干冰或CO₂冰）块。未完成的能量存储3b' 在图1a中被图示为制冷剂冰块，然而，在全部为固态形式之前接近三相点温度的制冷剂3也可以被称为能量存储。

[0097] 如图1a所示，开放式流体系统10的流体导体9进入延伸通过能量存储的第一热交换器2，被冷冻的该部分3b具有（理想地）在零下56.6℃的温度。因此，当温度高于零下56.6℃的流体在流体导体9中循环时，来自流体的热量与来自能量存储的寒冷进行交换。一些二氧化碳为固态形式的事实表明，尚未转化为固体形式的液体接近于零下56.6℃，因此二氧化碳的液体部分也将对流体具有冷却作用。

[0098] 热交换器内和外的流体导体9优选地由管状的不锈钢制成，但是也可以使用本领域公知的其它替代方案。对热交换器2中流体导体9的总表面的要求由制冷剂（例如温度大约为零下56℃的二氧化碳）与流体（例如温度大约为零下10℃的氢）之间的温差限定。为了避免与长流体导体9中的压力降低有关的问题，可以在第一热交换器2内的多个平行的流体导体9回路（注意附图中仅示出一个回路）之间分开所需要的表面。优选地，第一热交换器2中的整个流体导体位于液态3a或固态3b形式的制冷剂的一部分的表面下方。这是有利的，因为这导致流体导体中的流体与制冷剂之间的优化的热/冷交换。然而，具有固态形式的制冷剂3增加了定时的风险，从而阻碍了制冷剂在制冷系统中的流动。这种风险应该与所描述的优点相比，在一些情况下，所述优点可以胜过这种风险。

[0099] 如图所示，随着压力朝向二氧化碳的三相点的压力下降，第一热交换器2中的二氧化碳经由雪泥-冰相从液态3a逐渐转变为固态3c。因此，不管制冷剂3的状态是液态3a、固态

3b、气态3c还是从这些状态中的一个状态改变到另一个状态,根据本发明的能量存储应该被理解为温度比开放式流体系统10的流体更低的制冷剂3。

[0100] 因此,无论二氧化碳的状态如何,保持在接近其三相点的压力下的二氧化碳将能够将寒冷交换给经由流体导体9进入第一热交换器2的开放式流体系统10所包括的流体(当然,假设所述流体高于二氧化碳的温度)。

[0101] 根据本发明的优选实施例,制冷剂3的压力(从而温度)保持接近三相点,因此制冷剂3至少部分地以液态3a、以固态3b和以气态3c存在于第一热交换器2内。当制冷剂3比在流体导体9中流过第一热交换器2的开放式流体系统10的流体温度更高时,尤其如此。关于这种说法,当能量存储完全被建立时,即当所有的液态制冷剂3a变成固态制冷剂3b时,在第一热交换器2中只存在两种状态的制冷剂3,即固态3b和气态3c。

[0102] 图1a进一步公开了提到压缩机6的压力调节装置。另外,压力调节装置还包括控制喷射阀4的液位指示器5。因此,如果液态3a形式或固态3b形式(单独或组合)的制冷剂3低于由液位指示器测量的预定阈值,喷射阀4断开。这样,优选液态3a形式的制冷剂3被施加到第一热交换器2。液位指示器5和喷射阀4优选地为用于冷却系统的常规类型,液位指示器可以提供连续的液位测量结果。

[0103] 可以将来自液位指示器5的测量结果提供给未示出的数据处理器,例如,为PLC(可编程逻辑控制器;PLC)或包括接触器的简单逻辑电路的形式。来自其它传感器(诸如压力指示器7、流量指示器等)的输入也可以用作未示出的数据处理器的输入。这样的数据处理器然后可以处理数据并且为压缩机、阀门、出口16等提供输出信号。可选地,传感器可以直接连接到它们提供数据的阀门、压缩机、热交换器等,从而它们自主地被控制,即,不是通过控制器被控制。

[0104] 控制器从换能器或传感器接收与时间、压力、温度、流量等有关的输入,并且处理这些数据以控制压缩机、阀门、压力、温度、流量等。由此确保固态制冷剂的能量存储能够将例如通过开放式流体系统的氢流冷却到期望的最终温度,例如零下33°C到零下40°C(均包括在内)。

[0105] 控制器可以控制压缩机,包括在预定时间之后启动和停止压缩机循环。预定时间可以基于固态能量存储建立得多快(来自实验或计算)的知识来确定。压缩机的运行时间可以与压缩机不运行的时间不同。

[0106] 以相同的方式,第一热交换器2中的冰的预定水平可以例如基于燃料补给的频率和由此需要的能量存储的冷却能力或简单地所需的尺寸的知识来确定。考虑的是建立和保持能量存储的尺寸的成本,其应该与冷却开放式流体系统的流体的要求(诸如燃料补给的频率)相平衡。

[0107] 控制器可以经由数据网络连接到外部数据处理器,所述外部数据处理器有利于冷却系统的远程改变、操作和控制。在冷却系统是氢燃料补给站的一部分的情况下,冷却系统的控制器和燃料补给站可以是相同的并且可以被远程控制。

[0108] 然后,可以将液态3a形式的制冷剂3从第三热交换器8供应到第一热交换器2。在优选实施例中,由于热交换器2、8的物理位置,制冷剂3通过重力仅从第三热交换器8流动到第一热交换器2。

[0109] 进一步地,压力调节装置包括压力指示器7,所述压力指示器7测量第一热交换器2

内或者在连接第一热交换器2和压缩机6的导体处的压力。当该压力高于制冷剂3的三相点时,存在液态制冷剂3a,并且压缩机6应该被启动来降低所述压力从而促进相移回到固态制冷剂3b。压力指示器可以是适合于在所选制冷剂3的三相点附近的压力下运行的任何常规的压力计/压力表。

[0110] 图1a进一步示出了第二热交换器12,其目的是在开放式流体系统10的流体进入第一热交换器2之前对其进行预冷却。第二热交换器12包括液态3a形式的制冷剂3,当来自开放式流体系统10的流体在流体导体9中进入第二热交换器12时,液态3a形式的制冷剂3沸腾或汽化。然后,将现在气态3c形式的制冷剂3引导到第三热交换器8。

[0111] 在第二热交换器12中对开放式流体系统10的流体进行预冷却是有利的,因为第二热交换器12与第一热交换器2相比操作便宜。第三热交换器8可以确定第二冷却系统12的预冷却系数,但在冷却系统中的消耗之间的良好折衷是将流体预冷却至零下10°C至零下15°C的温度。然后,第一热交换器2将流体从该温度冷却到流体的期望最终温度。例如,如果从第一热交换器2流出的流体温度低于零下40°C左右,可以绕过第二热交换器12,使得直接来自流体存储器13的流体与由第一热交换器2冷却的流体混合,如果使用二氧化碳作为制冷剂,最可能是这种情况。

[0112] 在能量存储完成的情况下,即第一热交换器2中的全部液体制冷剂3a已经改变相位为固态3b,在流体导体9中被引导的流体将被冷却到大约零下56.6°C,该温度低于流体的期望最终温度。因此,为了获得流体的期望最终温度,在第一热交换器2和第二热交换器12的流体输出之间插入温度调节阀14(或脉冲控制开关阀)。通过调节该温度调节阀,将零下10°C至零下15°C的流体与低于零下40°C的流体混合,可以得到流体的期望最终温度。流体(例如供应给车辆的氢)的期望最终温度在零下33°C与零下40°C之间。

[0113] 第三热交换器8用于冷凝通过压缩机6从第一热交换器2和/或从第二热交换器12去除的气态制冷剂3c。如上所述,现在可以经由喷射阀4将液态制冷剂3a提供给第一热交换器2。进一步地,将液态制冷剂3a返回到第二热交换器12。第三热交换器8可以是任何类型的常规冷却系统的一部分,因此,不再进一步详细地解释。

[0114] 根据本发明的实施例,第三热交换器8(物理上)位于第一热交换器2和第二热交换器12上方,这是有利的,因为重力足以将液体形式的制冷剂3a从第三热交换器8引导到第一热交换器2(如果喷射阀5断开)并且引导到第二热交换器12。

[0115] 图1a进一步示出了附加部件15,诸如附加阀15a和制冷剂入口15b,所述附加阀15a可以被实现为安全阀或压力调节阀。如果需要的话,制冷剂3优选地以气态3c形式被施加到封闭式冷却系统1,沿着标示为3c的线的某位置处表明这些线包括气态3c形式的制冷剂。作为替代方案,制冷剂3也可以以液体形式3a施加到封闭式冷却系统。

[0116] 根据本发明的封闭式冷却系统1至少包括第一热交换器2、压缩机6和第三热交换器8。另外,封闭式冷却系统1可以包括压力指示器7、液位指示器5、附加阀15a、入口15b、喷射阀4、第二热交换器12和温度调节阀14以及冷却系统的正常运行所需的其它部件。进一步地,封闭式冷却系统1可以包括控制第一热交换器2与第二热交换器12之间的压力的阀22。该压力调节阀22有利于封闭式冷却系统1例如在第二热交换器12上的负载为高的情况下的稳定,然后第一热交换器2的固态冷床3b'可以用作第二热交换器12的过载保护,同样地,为封闭式冷却系统的保护机构。这是有利的,因为这样,冷却系统实际上可以在没有电力提供

给封闭式冷却系统1的情况下继续冷却开放式流体系统10的流体。

[0117] 除了封闭式冷却系统1的部件之外,图1a还示出了一起可以被称为开放式流体系统10的零件。开放式流体系统10包括流体存储器13、流体导体9以及开放式流体系统的出口16。

[0118] 流体存储器13包括一定量的流体,该流体优选为气态形式的氢,但是原则上可以是气态或液态形式的任何种类的流体。这些流体将由使用它们的应用决定。

[0119] 如上所述,来自流体存储器13的流体在被第一热交换器进一步冷却之前被第二热交换器12预冷却,并且如果需要,第一热交换器2和第二热交换器12的输出被混合以在开放式流体系统10的出口16处达到期望的温度。出口16处的优选温度在零下33°C与零下40°C之间(都包括在内)以便能够使用常规的部件/材料。在零下40°C以下,有常规部件/材料可能会改变行为或特性的风险。

[0120] 更具体的输出温度范围的实例可以是在零下30°C与零下40°C之间,并且如果流体是氢并且被供应到车辆11,则优选的温度可以是零下37°C。根据本发明的实施例,流体存储器13中的流体(诸如氢)的温度与流体存储器13的环境温度相同。在流体存储器13保温的情况下,内部的流体可以被存储在低于其环境温度的温度下。然而,这不是优选的,因为由于来自流体的辐射,这将需要用于在车辆11的燃料补给之间保持所存储的流体寒冷的能量,所述辐射是不可避免地,与保温的量无关。因此,优选的是提供制冷剂3的能量存储而不是将流体存储在出口16处所需的温度下。

[0121] 图1b示出了连接到图1a的冷却系统1的冷床封闭箱21,其中封闭式冷却系统1的制冷剂3被引导通过冷床封闭箱21。这可以通过将冷床封闭箱21连接到热交换器2、8、12中的一个来实现。这样,冷床封闭箱21所包括的冷却剂20被制冷剂3优选地冷却到其固态。从而,通过经由流体导体9有利于冷却开放式流体系统10的流体的制冷剂3在冷床封闭箱21中提供固态冷床3b'。

[0122] 冷却剂可以是适于冷却开放式流体系统10的流体的任何化合物,甚至是与制冷剂3相同的化合物,即冷却剂也可以被称为化合物。因此,可以使用水和盐或水和葡萄糖溶剂作为冷却剂20。而且可以使用适于当固化时获得期望温度的冷却剂并且由此变成固态冷床3b'的任何化学组合。

[0123] 在使用包括水的溶剂时,当将冷却剂从其液态转变为其固态时发生体积变化。因此,如果冷床封闭箱21没有完全充满冷却剂,而为这种体积变化留出空间,这是有利的。这个缺点在一些情况下可以通过设计具有从液态到固态的精确限定的相移温度从而具有精确限定的固态冷床3b'的温度的冷却剂的可能性来克服。

[0124] 应该提到的是,冷床封闭箱21的固态冷床3b'也可以由简单的热交换器(即不同于图1a的冷却系统的冷却系统)来提供。

[0125] 然而,在大多数情况下,图1a中所示的冷却系统1是优选的,其中制冷剂3本身变成固态并且由此提供固态冷却系统3b'。其中一个原因是当从液态变为固态时制冷剂3的体积变化的最小值,另一个原因是所需的较不复杂的系统。在所描述的实施例中任何一个中,它是决定固态冷床的温度的制冷剂或冷却剂的三相点。

[0126] 图2示出了燃料补给曲线,该燃料补给曲线示出了当从根据本发明的氢燃料供应站17用氢为车辆进行燃料补给时冷却氢所需的冷却能力(P)与时间(T)的关系。如可以看到

的,所述曲线示出了两次燃料补给,并且从曲线看出,在时间T1和T4处所需的冷却能力达到峰值。这些峰值说明了将氢冷却到为车辆进行燃料补给所需的温度(即可以是零下34℃或甚至更低的温度)的能量要求。在这些峰值出,这可能很容易相当于60kW至70kW之间的所需冷却能力,取决于氢的起始温度。在氢进入第一热交换器2之前通过第二热交换器12预冷却到大约零下10℃的温度的情况下,这种能力可能是真实的。在峰值之后,所需的冷却能力减小,直到在时间T2、T5处燃料补给过程结束。因此,就燃料补给过程而言,冷却要求在此停止。

[0127] 因此,图2示出了从氢的角度来看所需要的、可以说在为车辆进行燃料补给时符合温度要求的时间T0-T2和T3-T5内的冷却能力。如图所示,峰值要求在时间T1和T4处到达顶峰。对于提供制冷剂从液态3a到固态3b的相移,从而提供能量存储3b,燃料补给之间的时间T6的至少一部分是必要的。在这类情况下,能量存储能够将氢冷却到期望最终温度,而不使用包括压缩机6的冷却系统的其余部分。在提供能量存储的任何情况下,它可以是冷却系统1的能量存储而不是冷却氢的冷却系统本身。因此,即使在冷却系统1无动力或者例如压缩机6发生故障(例如不能满负荷运转)时,流体(氢)的冷却也可以被促进。对于提供能量存储的情况或者当压缩机(或者冷却系统本身)在燃料补给之间的时间足以重建能量存储(即将制冷剂3的相位从液态改变为固态)的水平下运行时,这是真实的。如果第一热交换器2保温——保温越多,效率越好,则冷却系统或燃料供应站的特征可能增加。

[0128] 因此,图2示出了关于两辆车进行燃料补给所需的冷却要求,其中之间的间隔时间为T6。另外未示出的车辆燃料补给将具有基本上相同的冷却要求曲线,然而,例如,对于车辆接收到的氢的量、环境温度和进入第一热交换器2的氢的温度,峰值和长度可以不同。从开始T0到T1处所需的峰值容量的时间通常在20秒至60秒之间。总的燃料补给时间T0到T2主要取决于环境温度,并且如果环境温度在20℃与30℃之间,那么时间T0到T2通常在3分钟至5分钟之间。应该提到的是,为车辆进行燃料补给的时间可取决于氢的温度。

[0129] 燃料补给之间的时间T6优选地用于制备第一换热器2中用于下一次燃料补给的能量存储。优选地,这通过调节第一热交换器2中的压力来实现,并且由此提供从液体制冷剂3a到固体制冷剂3c的相移,并且由此在第一热交换器2内提供或建立冷却能力的能量存储。这优选地通过在第一次燃料补给结束时(测量到流体导体9中的流动停止,测量到第一热交换器2内的压力上升或温度下降时)启动压缩机6来实现。第一热交换器2压力和温度变化表明第一热交换器2的所有制冷剂3返回到液态3a(能量存储器3b'不再存在,即能量存储的所有存储的冷却能力被辐射到第一热交换器2中流体导体9中的氢流),因此是时候再次建立固体制冷剂3b的能量存储。应该提到的是,例如在第二热交换器提供大量气态制冷剂的情况下,第三热交换器8上的负载也可能影响压缩机10的启动。

[0130] 从图2所示的曲线可以看出,很显然的是,能够输送峰值冷却能力的常规冷却系统的尺寸大,功耗大,因此成本非常高。这些要求与尺寸较小、通过增加的容量和高的可靠性使功耗和价格最小化的燃料供应站的要求不匹配。这些要求是开发本文件中描述的本发明的冷却系统的一些动力,本文件中描述的本发明的冷却系统具有比在时间T1和T4在燃料补给峰值处所需的冷却能力小的冷却能力。

[0131] 在一个实施例中,本发明的冷却压缩机容量可能不符合例如来自SAE j2601的要求来冷却为车辆进行燃料补给的氢流,而不具有能量存储。因此,如果在能量存储没有充分

建立的情况下,氢流过第一热交换器,那么冷却系统的容量可能不足以在峰值T1和T4处将氢冷却到低于零下33℃的温度。

[0132] 本发明的冷却系统利用恰好在实际燃料补给(开放式流体系统中的氢流动)之前和之后的时间来建立固态能量存储,以准备进行连续的燃料补给。

[0133] 图3示出了根据本发明的实施例的燃料供应站17。燃料供应站17可以是允许补给矿物燃料(诸如柴油和汽油)还有氢的常规燃料供应站,或者优选是独立的氢燃料供应站17。

[0134] 燃料供应站包括如上所述的开放式流体系统10,所述开放式流体系统10包括经由氢导体9与开放式流体系统10的出口16流体连接的氢存储器13。开放式流体系统10是开放式的,因为与其中不允许制冷剂离开的封闭式冷却系统1相比,流体允许离开开放式流体系统10。在氢存储器13与出口16之间,氢导体9可以通过第一热交换器2和/或第二热交换器12和流体/氢分配器18。

[0135] 氢分配器18的目的可以包括测量或至少向为车辆11进行燃料补给的人显示所使用的氢的量,以及例如还有所使用的氢的费用。

[0136] 出口16优选地为喷嘴的形式,其与车辆11的氢存储器的开口配合,从而有利于氢从燃料供应站17流向车辆11。喷嘴作为氢燃料供应站17的其它部分优选地符合SAE-J 2600标准。

[0137] 从图3可以看出,燃料供应站17还公开了如上所述的封闭式冷却系统1。因此,封闭式冷却系统1至少包括热交换器2、8、12,压缩机6和不同用途的阀4、14。进一步地,燃料供应站17可以包括能够局部产生氢的电解器19。除了所示的部件之外,封闭式冷却系统(以及开放式流体系统10)还可以包括例如出于安全原因用于调节压力的未示出的阀、例如用于交换制冷剂的入口和出口,等等。

[0138] 进一步地,上文关于用于驱动车辆电机的冷却流体提到了冷却系统1,但是冷却系统1也可以用于其它应用中。

[0139] 图4和图5示出了本发明的冷却系统1在氢燃料供应站17中的优选应用。这种氢燃料供应站17至少包括经由流体导体9冷却从氢存储器13流到氢出口16的氢的固态制冷剂。

[0140] 氢燃料供应站17优选地包括如整个文件中所描述的封闭式冷却系统1和开放式流体系统10。

[0141] 通常,在封闭式冷却系统中,它不被理解为产生固态形式的制冷剂,因此压缩机以确保热交换器中的压力保持在产生固体制冷剂的水平之上的方式进行运行。通常,冷却系统与来自待冷却介质的冷却要求相匹配,使得这种介质的流动以需要压缩机连续运转的速率将热量交换到制冷剂。

[0142] 在用于向车辆供应流体的系统中,这种冷却系统不是很合适,因为例如在夜间,在燃料补给之间可能会经过很长时间,因此冷却能力的需要不是连续的。事实上,如上所述,燃料供应需要大的峰值冷却能力,大部分时间即当没有车辆正在进行燃料补给时,所述峰值冷却能力未被开发。

[0143] 进一步地,避免产生固态形式的制冷剂的原因是存在这种固态制冷剂被从热交换器中吸出并且到达压缩机中的风险。如果发生这种情况,可能会对压缩机造成损害。这种风险是通过使用具有由固态形式的制冷剂制成的能量存储的冷却系统的一个缺点,并且应该

与在某些情况下可能胜过这种风险的这种系统的有点进行比较。例如在用氢为车辆11进行燃料补给方面,本文件中描述的冷却系统1的优点至少在于它设法符合高峰值冷却要求,也符合超过其冷却能力的要求(从而减小尺寸和成本),其允许压缩机6的间断操作,并且由此当能源价格低时可以利用变化的能源价格来操作压缩机6,与具有相同冷却能力的已知冷却系统相比,所述冷却系统的物理尺寸和能量消耗降低,而例如压缩机6的寿命增加,因为它不必像已知的冷却系统的压缩机那样经常启动和停止。

[0144] 应该提到的是,冷却系统和开放式流体系统可能需要数据处理单元以便最佳运行。数据处理单元被理解为例如微处理器或逻辑电路,通过来自燃料供应站的输入,它们能够产生用于控制燃料供应站的输出。这包括控制固态制冷剂的产生,压缩机、出口、分配器、流量、存储器、热交换器等操作。没有示出数据处理器的事实不应该表明对于燃料供应站、冷却系统和/或开放式流体系统运行不需要这类数据处理器。

[0145] 另外,还可能需要不同的测量设备,例如,用于测量温度、压力、泄漏等。

[0146] 最后,应该提到的是,制冷剂3的三相点特性(诸如压力和温度)可能偏离物理燃料供应站17的理论值一点儿。这主要是由于存储在导体、热交换器等中的热惯性,但是本发明的总体原理仍然适用。

[0147] 附图标记列表

[0148] 1、封闭式冷却系统

[0149] 2、第一热交换器

[0150] 3、制冷剂

[0151] a、液态形式的制冷剂

[0152] b、固态形式的制冷剂(3b' 固态冷床)

[0153] c、气态形式的制冷剂

[0154] 4、喷射阀

[0155] 5、液位指示器

[0156] 6、压缩机

[0157] 7、压力指示器

[0158] 8、第三热交换器

[0159] 9、流体导体

[0160] 10、开放式流体系统

[0161] 11、车辆

[0162] 12、第二热交换器

[0163] 13、流体存储器

[0164] 14、温度调节阀

[0165] 15、附加部件

[0166] a、附加阀

[0167] b、制冷剂入口

[0168] 16、开放式流体系统的出口

[0169] 17、流体站

[0170] 18、流体分配器

- [0171] 19、电解器
- [0172] 20、冷却剂
- [0173] 21、冷床封闭箱
- [0174] 22、压力调节阀

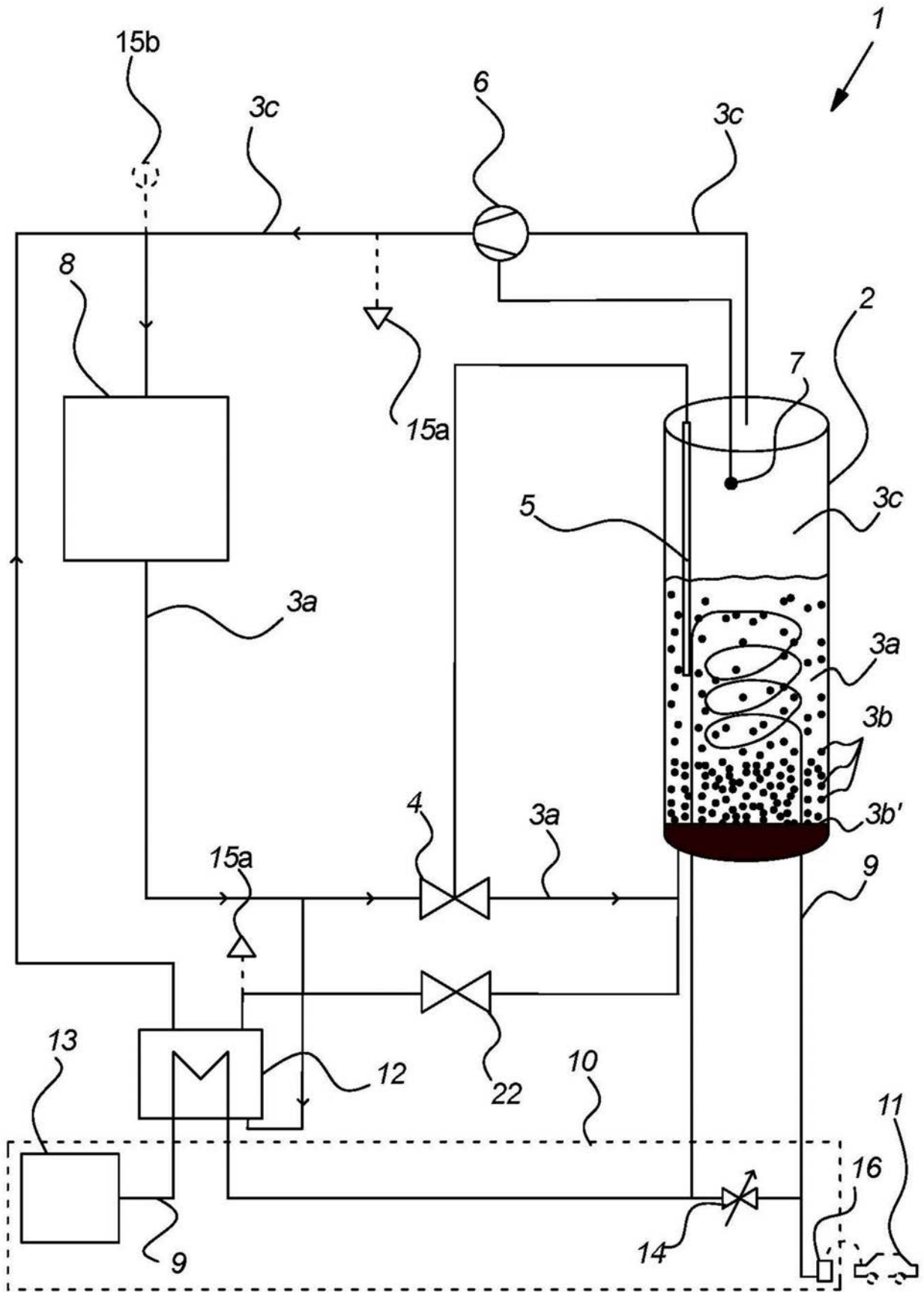


图1A

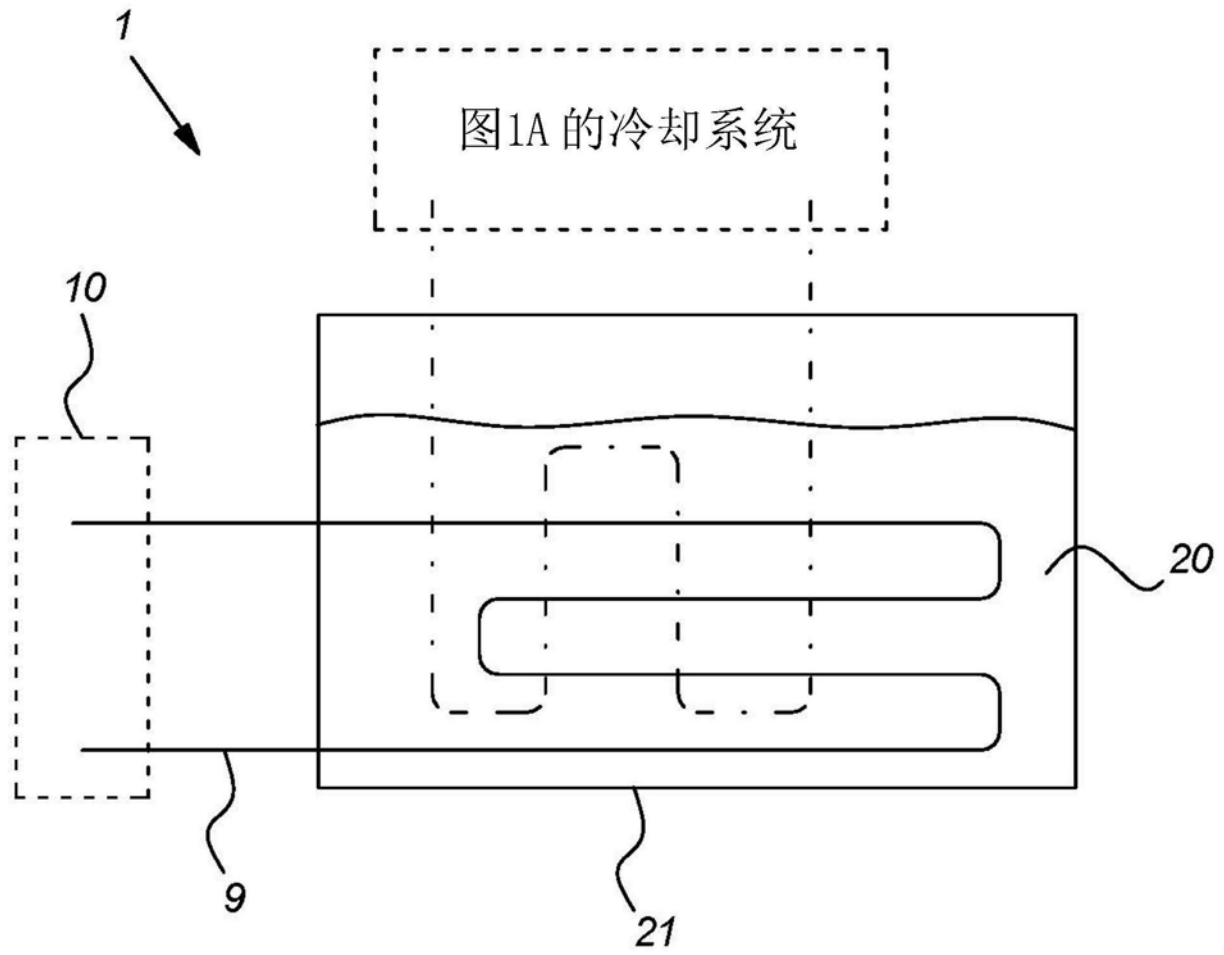


图1B

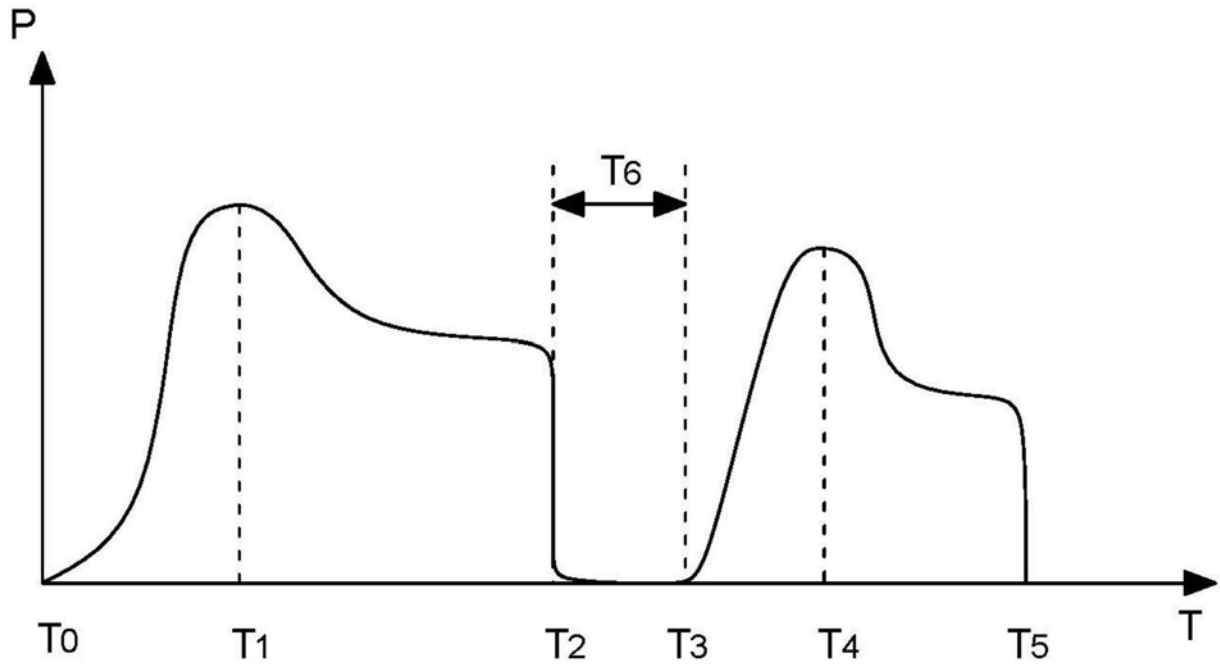


图2

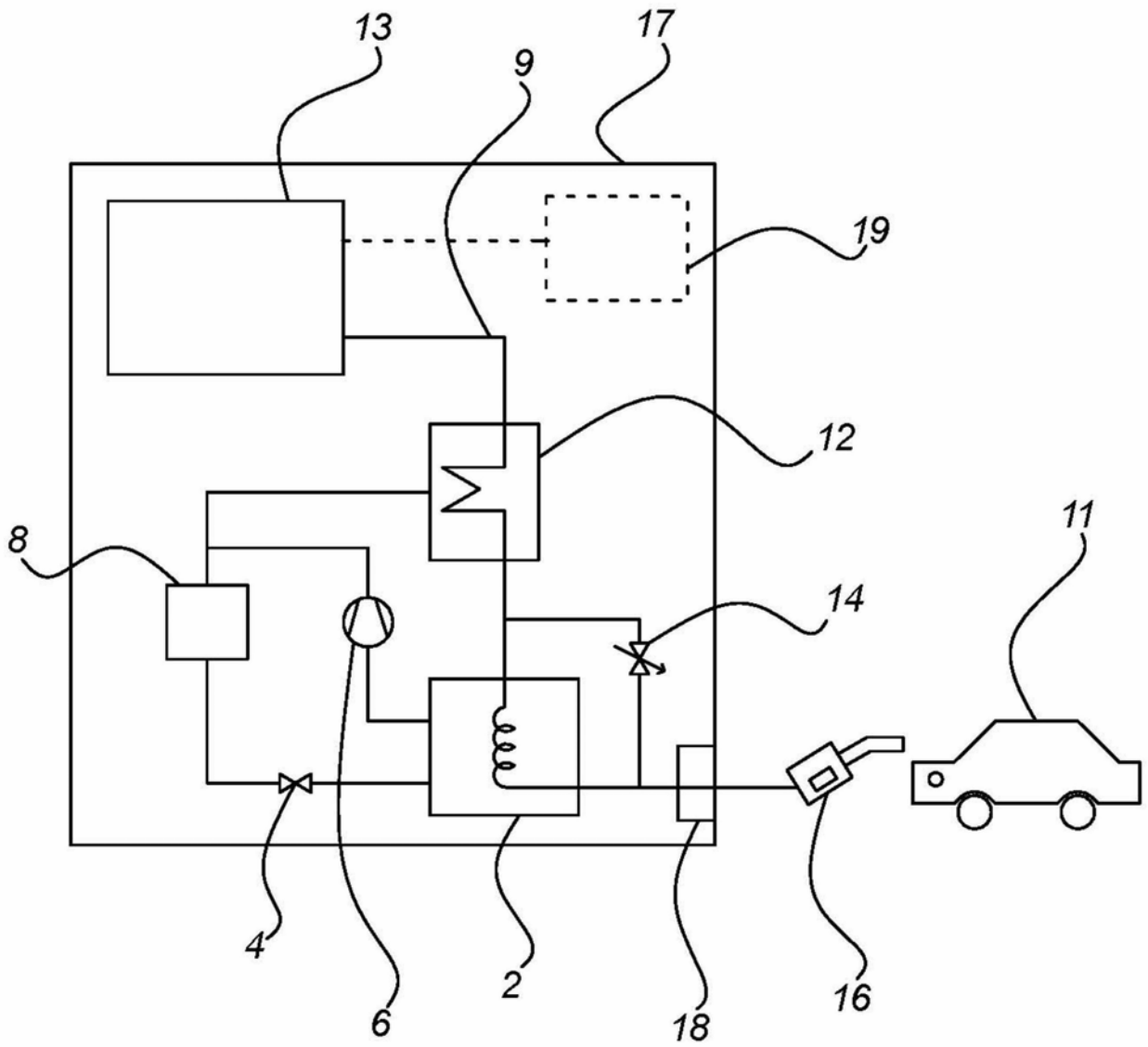


图3

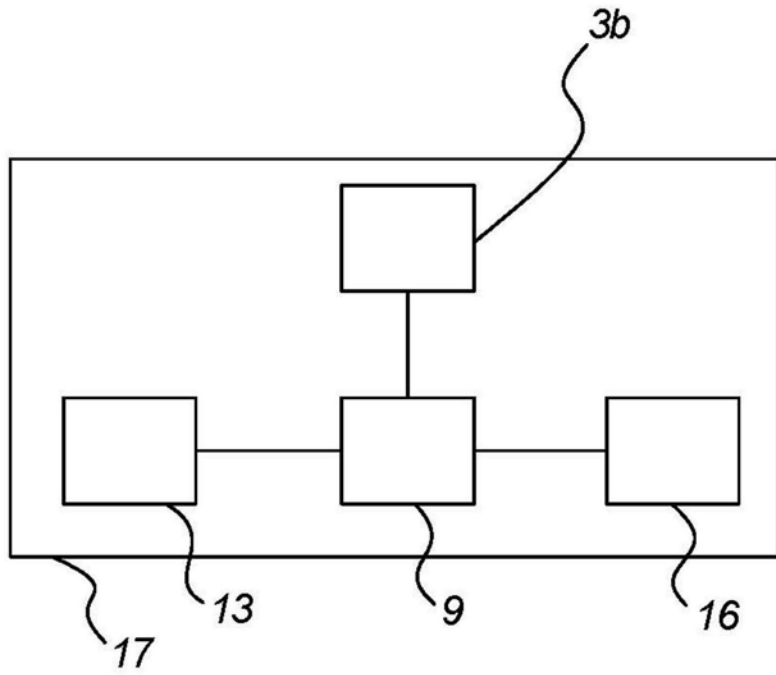


图4

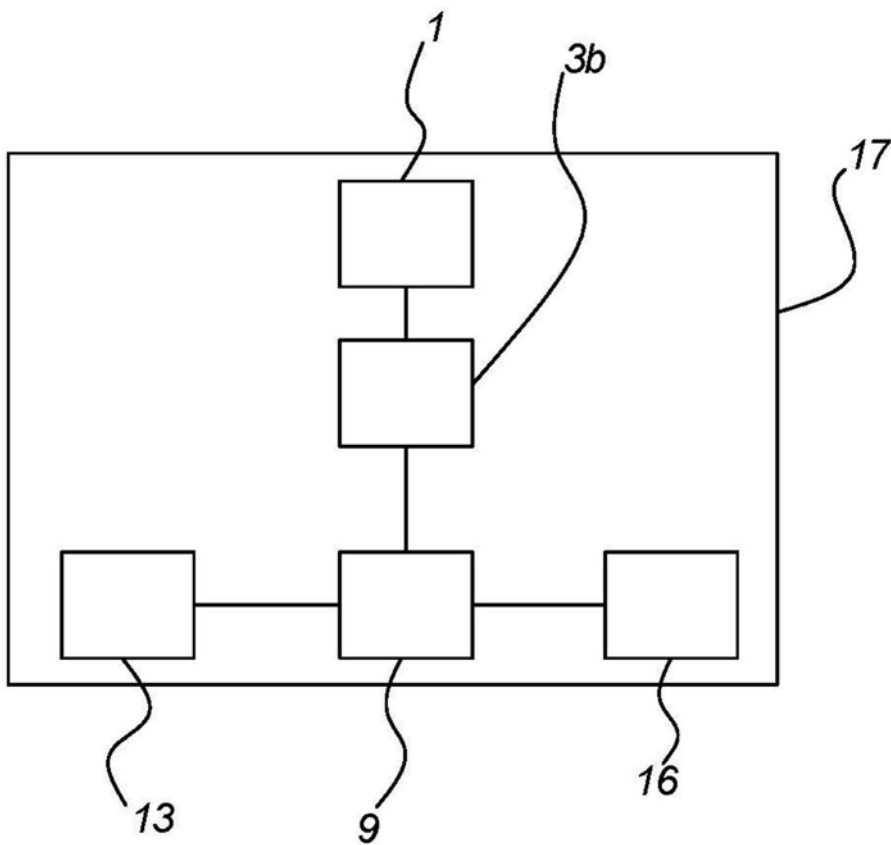


图5