



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109477612 B

(45) 授权公告日 2021.04.30

(21) 申请号 201780043826.8

(22) 申请日 2017.06.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109477612 A

(43) 申请公布日 2019.03.15

(30) 优先权数据
2016-139250 2016.07.14 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.14

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/024116 2017.06.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/012320 JA 2018.01.18

(73) 专利权人 东奇柯系统解决方案株式会社
地址 日本神奈川

(72) 发明人 吉田纯 高桥强 三牧幸博
门出政则

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

代理人 朱龙

(51) Int.Cl.
F17C 5/06 (2006.01)
F25B 9/06 (2006.01)

审查员 贺晓丹

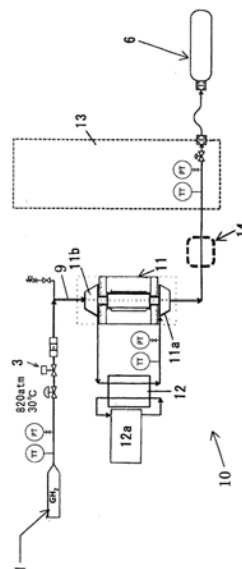
权利要求书1页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

高压氢的膨胀涡轮式填充系统

(57) 摘要

为了提供一种结构简单、维护管理服务的负担少、能够使包括消耗电力的成本在内的运转成本低廉且能够使用通用的构件作为氢气供给单元的构成构件的高压氢的膨胀涡轮式填充系统，在向箱(6)加压填充被蓄压为高压的氢气时使用膨胀涡轮(11)进行氢气的焓下降的填充系统中，在膨胀涡轮(11)的出口设置蓄冷器(14)。



1. 一种高压氢的膨胀涡轮式填充系统,所述高压氢的膨胀涡轮式填充系统是在向箱加压填充被蓄压为高压的氢气时使用膨胀涡轮进行氢气的焓下降的填充系统,其特征在于,

所述膨胀涡轮使用涡轮压缩机,在与该膨胀涡轮的出口连接的配管设置有在耐压容器的内部保持蓄冷体而构成的蓄冷器,该蓄冷器通过吸收在膨胀涡轮的出口温度下降了氢气的寒冷使温度下降的程度缓和、平滑化,在特定温度以上的温度下经由氢气供给单元向箱加压填充氢气,所述特定温度处于 $-40\sim-45^{\circ}\text{C}$ 的范围。

2. 根据权利要求1所述的高压氢的膨胀涡轮式填充系统,其特征在于,所述蓄冷体使用带刷状的金属。

3. 根据权利要求1所述的高压氢的膨胀涡轮式填充系统,其特征在于,所述蓄冷体使用储氢合金。

高压氢的膨胀涡轮式填充系统

技术领域

[0001] 本发明涉及氢填充设备(以下,有时称为“氢站”)的最终填充部中的预冷器功能等温度下降系统技术所应用的高压氢的膨胀涡轮式填充系统,所述氢填充设备用于将成为燃料电池汽车等氢动力汽车(以下,有时简称为“氢动力汽车”)的燃料的氢气从氢气供给源填充到氢动力汽车的燃料箱。

背景技术

[0002] 用作氢动力汽车的燃料的氢气具有如下这样的性质:若在设置于填充氢气的路径的膨胀阀等部分从高压绝热膨胀(等焓膨胀),则由于其性状而成为比转化温度(-58℃)高的区域内的膨胀,因此膨胀后的温度因焦耳-汤姆逊效应而上升。

[0003] 因此,在氢站中,在将成为氢动力汽车的燃料的氢气从氢气供给源填充到氢动力汽车的燃料箱时,在设置于填充氢气的路径的膨胀阀等部分,氢气的温度上升。

[0004] 由于氢气的膨胀比越大,该氢气的温度的上升变得越显著,因此,随着氢站中的来自氢气供给源的供给气体的高压力化,例如供给气体的压力(供给源的箱压)从45MPa(G)高压力化为70MPa(G),进一步高压力化为82MPa(G),进而自身温度上升量变大。

[0005] 作为一例,在图1中示出使氢气从作为供给源的箱压的70MPa(G)、30℃膨胀一级时的各二次压的自身温度变化的一例。

[0006] 而且,在向车载的燃料箱这样的封闭空间差压填充氢气的情况下,由于填充时的气体自身的压缩作用,填充的箱内的氢气会进一步带来温度上升。

[0007] 另一方面,在当前开始普及的燃料电池车中,由于燃料箱的材质的温度限制和燃料电池主体单元的运用温度的限制,将氢填充时的最高温度上限设为85℃。

[0008] 并且,由于所述氢的性质,若不实施任何手段而直接填充氢气,则氢填充时的温度会超过作为最高温度上限的85℃,会产生燃料箱的材质的温度限制、燃料电池主体单元的运用温度的限制以及伴随着填充后的冷却而引起的压力下降等问题,因此提出了如下方法并将其实用化:在填充氢气的路径中配置热交换器等冷却机构,一边利用该冷却机构冷却氢气一边向氢动力汽车填充(例如,参照专利文献1)。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本特开2004-116619号公报

发明内容

[0012] 发明所要解决的课题

[0013] 在此,在图2中示出现有的一般的70MPa(G)的氢站的结构图。

[0014] 该氢站具备:压缩机设备1,所述压缩机设备1由接收氢气的压缩机单元构成;氢蓄压设备2,所述氢蓄压设备2由对从压缩机设备1输送来的氢气进行蓄压的蓄压器单元构成;膨胀阀3以及氢气预冷器4,所述膨胀阀3以及氢气预冷器4设置在用于将来自氢蓄压设备2

的氢气填充到氢动力汽车的燃料箱6的路径中;以及氢预冷系统5,所述氢预冷系统5经由该氢气预冷器4进行氢气的冷却,而且,在氢预冷系统5中具备由压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器、储液器等构成的制冷机设备7和由盐水箱、一次盐水泵、二次泵等构成的盐水回路8。

[0015] 并且,在该氢站中,现场型、非现场型的氢站两者均将接受的氢在压缩机设备1中压缩至中间压(图例中为40MPa(G))、高压(图例中为82MPa(G)),在各自的压力下以压缩气体的形式保持在氢蓄压设备2的蓄压单元内。

[0016] 为了向作为需求侧的车载的燃料箱6填充这些氢气,通过经由膨胀阀3的膨胀来进行,但此时伴随着氢气自身的温度上升,因此由作为外部设备的氢预冷系统5冷却至-40℃。

[0017] 在现有技术中,该氢预冷系统5是将氟利昂制冷剂等通常的制冷机设备7和在-40℃附近动作的盐水回路8组合而构成的,因此结构复杂,另外,还需要制冷机用制冷剂压缩机、一次盐水泵、二次盐水泵等较多的旋转设备。

[0018] 因此,在以往的氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统中,存在以下的课题。

[0019] 1) 外部独立的氢预冷系统是其自身以外部电力运转的系统。在一般的氢站(300Nm³/h)中约为40kW,氢预冷系统的运用自身使运转成本上升。

[0020] 2) 由于使用氟利昂(代替氟利昂)作为制冷机的制冷剂而受到法律上的处理,该预冷器设备自身涉及高压气体保安法的制冷保安准则,在设备、运用上受到限制。

[0021] 3) 在站内拥有氟利昂、盐水的情况下,需要针对氟利昂、盐水的外部泄漏的环境事故的预防对策。

[0022] 4) 由于氢预冷系统为制冷回路和盐水回路这两级结构且复杂,存在多个制冷剂压缩机、盐水泵等旋转机,因此产生较多的维护管理服务。

[0023] 5) 由于是经由盐水的系统,所以从运转起动到成为稳定状态为止需要时间。因此,需要在填充作业的许久之之前预先起动氢预冷系统,使系统内成为稳定状态。

[0024] 6) 在使氢站自身的设置空间小型化时,氢预冷系统的专有空间成为其限制。

[0025] 7) 在当前的-40℃这样的温度下,氢进一步的急速填充存在限制。将来,为了进一步缩短填充时间,也有可能需要预冷至比当前的-40℃低的温度。

[0026] 另外,鉴于在上述以往的氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统所具有的问题,本案申请人之前在日本特愿2016-032072中提出了一种在氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统,其结构简单,维护管理服务的负担少,且能够使包括消耗电力的成本在内的运转成本低廉。

[0027] 在该氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统在对氢气进行膨胀减压的过程中利用膨胀机(膨胀涡轮)进行氢气的温度下降,利用该冷热能量进行氢气的预冷,能够消除在上述以往的氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统所具有的问题。

[0028] 更具体而言,如图3所示,该氢预冷系统构成为如下的高压氢的膨胀涡轮式填充系统10:将氢气源管路9与膨胀涡轮11的回路连接,由膨胀涡轮11最终使氢气膨胀,使焓下降(温度下降)了的氢气经由氢气供给单元13填充到氢动力汽车的燃料箱6中。

[0029] 需要说明的是,在图3所示的例子中使用了在膨胀涡轮11同轴地配置有涡轮11a和压缩机11b的涡轮压缩机,但也可以仅由膨胀涡轮构成。

[0030] 在此,在图4及图5中示出氢气的使用了膨胀阀的膨胀(阀膨胀)(现有方式)和高压氢的膨胀涡轮式填充系统(新方式)的填充流量、压力以及温度的变化。

[0031] 另外,在该高压氢的膨胀涡轮式填充系统10中,由于膨胀涡轮11的出口的温度由时刻变化的膨胀涡轮11的膨胀比决定,因此不是恒定的。

[0032] 即,如图5的典型的涡轮出口(=填充箱入口)温度的计算事例所示, (“Tin[新方式]”表示高压氢的膨胀涡轮式填充系统10中的膨胀涡轮11的出口温度(=填充箱入口温度)的举动例),在填充的初始阶段,由于膨胀涡轮11的膨胀比较高,因此虽然只是短时间,但会产生氢气的温度下降至-70℃附近的区域。

[0033] 这样,由于存在氢气的温度比-40℃低的时间段,因此需要将氢气供给单元13的构成构件、例如填充软管的密封件设为与-70℃对应的构件,存在导致设备成本上升这样的问题(课题8)。

[0034] 本发明是鉴于在上述以往的氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统所具有的问题而完成的,其目的在于提供一种高压氢的膨胀涡轮式填充系统,其结构简单,维护管理服务的负担少,且能够使包括消耗电力的成本在内的运转成本低廉,而且能够使用通用的构件作为氢气供给单元的构成构件。

[0035] 用于解决课题的技术方案

[0036] 为了实现上述目的,本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统是在向箱加压填充被蓄压为高压的氢气时使用膨胀涡轮进行氢气的焓下降的填充系统,其特征在于,在与膨胀涡轮的出口连接的配管上设置有在耐压容器的内部保持蓄冷体而构成的蓄冷器。

[0037] 在此,所述蓄冷体能够使用带刷状(日文:リボンたわし状)的金属等各种蓄冷体。

[0038] 在该情况下,所述膨胀涡轮能够使用涡轮压缩机。

[0039] 发明效果

[0040] 根据本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统,通过在向箱加压填充被蓄压为高压的氢气时由膨胀涡轮最终使氢膨胀,将焓下降(温度下降)了的氢气向调节箱侧填充,从而能够提供一种例如在氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统,其结构简单,维护管理服务的负担少,且能够使包括消耗电力的成本在内的运转成本低廉。

[0041] 并且,通过在与膨胀涡轮的出口连接的配管上设置在耐压容器的内部保持带刷状的金属等蓄冷体而构成的蓄冷器,从而使膨胀涡轮的膨胀比高的填充的初始阶段中的氢气的温度下降的程度缓和、平滑化,能够使用通用的构件作为氢气供给单元的构成构件,从而能够防止设备成本上升。

[0042] 另外,通过所述膨胀涡轮使用涡轮压缩机,即,使用在旋转轴的一侧具有膨胀用叶轮且在另一侧具有压缩用叶轮的涡轮压缩机,从而能够取出在膨胀机中产生的能量,不需要另外设置有效利用的机构,而且,通过利用在涡轮侧得到的旋转能量使氢气的压力在压缩机侧上升,并导入涡轮入口,从而与由压缩机升压的量相应地使涡轮的膨胀比增大,能够得到更多的热降(=寒冷产生量)。

附图说明

[0043] 图1是示出氢气的使用了膨胀阀的膨胀(阀膨胀)的填充流量、压力以及温度的变化的图表。

- [0044] 图2是使用了以往的氢预冷系统的氢站的说明图。
- [0045] 图3是示出新方式的高压氢的膨胀涡轮式填充系统的一例的说明图。
- [0046] 图4是示出氢气的使用了膨胀阀的膨胀(阀膨胀)(现有方式)和高压氢的膨胀涡轮式填充系统(新方式)的填充流量及压力的变化的图表。
- [0047] 图5是示出氢气的使用了膨胀阀的膨胀(阀膨胀)(现有方式)和高压氢的膨胀涡轮式填充系统(新方式)的温度变化的图表。
- [0048] 图6是示出本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统的一实施例的说明图。
- [0049] 图7是本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统的主要部分(蓄冷器)的说明图。
- [0050] 图8是本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统的主要部分(蓄冷器)的剖视图。
- [0051] 图9是示出由该蓄冷器进行的填充的初始阶段中的氢气的温度下降的缓和效果的图表。

具体实施方式

- [0052] 以下,基于附图对本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统的实施方式进行说明。
- [0053] 如图6所示,将本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统应用于在氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统,该高压氢的膨胀涡轮式填充系统是在将被蓄压为高压的氢气向箱6加压填充时使用膨胀涡轮11进行氢气的焓下降的填充系统,在膨胀涡轮11的出口设置有蓄冷器14。
- [0054] 在此,膨胀涡轮11也能够仅由膨胀涡轮构成,但在本实施例中,使用涡轮压缩机、即以往例如为了进行制冷剂的压缩和膨胀而通用的在旋转轴的一侧具有膨胀用叶轮且在另一侧具有压缩用叶轮的涡轮压缩机。
- [0055] 具体而言,如图6所示的氢站的氢气的最终膨胀机构那样,该高压氢的膨胀涡轮式填充系统10构成为将氢气源管路9与膨胀涡轮11的回路连接,由膨胀涡轮11最终使氢气膨胀,经由氢气供给单元13向氢动力汽车的燃料箱6填充焓下降(温度下降)了的氢气。
- [0056] 在此,膨胀涡轮11在旋转轴的一侧具备具有膨胀用叶轮的涡轮11a,在另一侧具备具有压缩用叶轮的压缩机11b,利用在涡轮11a侧得到的旋转能量使氢气的压力在压缩机11b侧上升,并导入涡轮11a的入口(氢气向压缩机11b供给,然后,向涡轮11a供给),由此,与由压缩机11b升压的量相应地使涡轮11a的膨胀比增大,能够得到更多的热降(=寒冷产生量)。
- [0057] 另外,能够在膨胀涡轮11的涡轮11a侧的入口部设置冷却器12。
- [0058] 作为冷却器12的冷热源12a,能够适当地使用水冷方式的冷热源、冷却单元方式的冷热源。
- [0059] 另外,虽然省略了图示,但也可以在压缩机11b侧的入口部设置同样的冷却器。在该情况下,也能够省略设置于涡轮11a侧的入口部的冷却器12。
- [0060] 由此,能够辅助氢气的温度下降。
- [0061] 在图4及图5中示出氢气的使用了膨胀阀的膨胀(阀膨胀)(现有方式)和高压氢的膨胀涡轮式填充系统(新方式)的填充流量、压力以及温度的变化。
- [0062] 通过将高压氢的膨胀涡轮式填充系统10应用于在氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统,能够利用压力差驱动膨胀涡轮11,从氢气源管路9的高压

(82MPa) (初始压力)的氢气将膨胀后的氢气直接填充到氢动力汽车的燃料箱6。

[0063] 在该情况下,在填充初始,由于初始压力与燃料箱6的内压的差大,因此能够较大地取得涡轮11a中的膨胀比以及压缩机11b的膨胀比,因此能够产生更多的寒冷。

[0064] 随着填充的进行,燃料箱6的内压逐渐上升,由膨胀涡轮11产生的寒冷减小,但最终能够在85℃以下结束填充。

[0065] 另外,若高压氢的膨胀涡轮式填充系统10不进行任何处理,则如图5所示,在填充的初始阶段,由于膨胀涡轮11的膨胀比较高,因此虽然只是短时间,但会产生氢气的温度下降至-70℃附近的区域。

[0066] 因此,在本实施例的高压氢的膨胀涡轮式填充系统10中,在膨胀涡轮11的出口设置蓄冷器14。

[0067] 如图7所示,蓄冷器14经由连接接头15以能够装卸的方式组装于与膨胀涡轮11的出口连接的配管。

[0068] 该蓄冷器14使膨胀涡轮11的膨胀比高的填充的初始阶段中的氢气的温度下降的程度缓和、平滑化,具体而言,在-40~-45℃下进行动作,氢气供给单元13的构成构件、例如填充软管的密封件能够使用通用的构件而无需使用与-70℃对应的构件,特别是,能够使用可应对低温的蓄冷器。

[0069] 在此,如图8所示,蓄冷器14具有由耐压容器14a构成的槽构造,对耐压容器14a实施绝热构造14b以抑制来自外部的输入热/散热,在内部保持蓄冷体14c1~14c3。

[0070] 蓄冷体14c1~14c3没有特别限定,但能够优选使用如图8(a)所示使用了铜、不锈钢等蜂窝构造的金属的金属蜂窝式蓄冷体14c1、图8(b)所示使用了铜、不锈钢等带刷状的金属的金属(带刷状)填充式蓄冷体14c2、图8(c)所示使用了异丙醇的珠或凝胶(是指在规定的目标温度下以固化热的形式存取热的由珠或凝胶构成的低温蓄冷体。例如,“PlusICE”(商品名)(Phase Change Material Products Limited制)的乙醇珠(凝胶)内置式蓄冷体14c3。

[0071] 其中的金属蜂窝式蓄冷体14c1、金属(带刷状)填充式蓄冷体14c2是通过使氢气通过由金属构成的蓄冷体的空隙部而将蓄冷体的热容量直接用于蓄冷能量的授受的方式,因此能够得到更多的填充密度和更多的气体/金属接触面积。

[0072] 作为该金属,有时也由上述铜、不锈钢等通常的金属构成,但也可以使用储氢合金。

[0073] 在使用储氢合金的情况下,除了作为蓄冷体的效果之外,还增加了在低温下吸收氢且在高温下放出氢的特性,因此在膨胀涡轮11的运转的初始,由于温度低且压力低,因此进行氢的放出。由此,能够更有效地填充氢。

[0074] 另外,在膨胀涡轮11的运转的最后阶段中,由于温度变得比较高,且压力增加,因此进行氢的吸收。由此,能够减少填充完成时的配管内部的气体放出,因此不仅能够实现基于蓄冷效果的温度缓和,还能够实现高效的氢填充。

[0075] 并且,通过像这样在膨胀涡轮11的出口设置蓄冷器14,从而如图9所示,在膨胀涡轮11的膨胀比高的填充的初始阶段中使温度在膨胀涡轮11的出口下降至-70℃附近的氢气通过蓄冷器14,由此吸收寒冷,使其成为-40℃左右而进行供给。对于由蓄冷器14蓄积的寒冷能量,在填充工序的后半部分,即随着膨胀涡轮11的出口的温度上升,能够放出寒冷,从

而使整体的温度举动平滑化。

[0076] 通过将本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统应用于在氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统,从而能够如以下那样解决在以往的氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统的课题。

[0077] 关于课题1),由于在膨胀涡轮自身的运转中不需要外部电力,因此相对于以往的氢预冷系统的运转成本(电费),几乎不需要电力。

[0078] 关于课题2),由于不存在制冷剂,因此成为单独不涉及制冷准则的系统。能够在氢站整体的高压气体保安法中进行应对。

[0079] 关于课题3),由于不存在氟利昂制冷剂、盐水本身,因此没有对环境事故的风险。

[0080] 关于课题4),由于成为相当简单的系统结构,因此不仅能够大幅降低运转成本,还能够大幅降低维护成本。

[0081] 关于课题5),由于与膨胀涡轮的起动同时地形成温度下降状态,因此系统内的时间常数非常小。预先起动的的时间很少。

[0082] 关于课题6),由于仅是膨胀涡轮的冷箱即可,因此能够实现大幅度的省空间化。相对于以往,以体积比率计为10%左右。

[0083] 关于课题7),通过组合多台膨胀涡轮,或使用最佳流量的膨胀涡轮,能够容易地增加设备流量,能够在没有大的预冷冷却器的情况下构成大型的燃料电池公共汽车、卡车的填充设备。

[0084] 关于课题8),通过在膨胀涡轮的出口设置蓄冷器,能够使膨胀涡轮的膨胀比较高的填充的初始阶段中的氢气的温度下降的程度缓和、平滑化,能够使用通用的构件作为氢气供给单元的构成构件,从而能够防止设备成本上升。

[0085] 而且,通过使用涡轮压缩机作为膨胀涡轮,从而取出在膨胀机中产生的能量,不需要另外设置有效利用的机构,而且,利用在膨胀涡轮侧得到的旋转能量使氢气的压力在压缩机侧上升,并引入涡轮入口,由此与由压缩机升压的量相应地使涡轮的膨胀比增大,能够得到更多的热降(=寒冷产生量)。

[0086] 以上,基于该实施例说明了本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统,但本发明并不限定于上述实施例中记载的结构,在不脱离其主旨的范围内能够适当地变更其结构。

[0087] 产业上的可利用性

[0088] 本发明的高压氢的膨胀涡轮式填充系统具有结构简单、维护管理服务的负担少、能够使包括消耗电力的成本在内的运转成本低廉且能够使用通用的构件作为氢气供给单元的构成构件这样的特性,因此能够适合用于在氢站的最终填充部中用于使氢气的温度下降的氢预冷系统的用途。

[0089] 附图标记说明

[0090] 1 压缩机设备

[0091] 2 氢蓄压设备

[0092] 3 膨胀阀

[0093] 4 氢气预冷器

[0094] 5 氢预冷系统

[0095] 6 燃料箱(箱)

- [0096] 7 制冷机设备
- [0097] 8 盐水回路
- [0098] 9 氢气源管路
- [0099] 10 高压氢的膨胀涡轮式填充系统
- [0100] 11 膨胀涡轮(涡轮压缩机)
- [0101] 11a 涡轮
- [0102] 11b 压缩机
- [0103] 12 冷却器
- [0104] 12a 冷热源
- [0105] 13 氢气供给单元
- [0106] 14 蓄冷器
- [0107] 14a 耐压容器
- [0108] 14b 绝热构造
- [0109] 14c1~14c3 蓄冷体
- [0110] 15 连接接头。

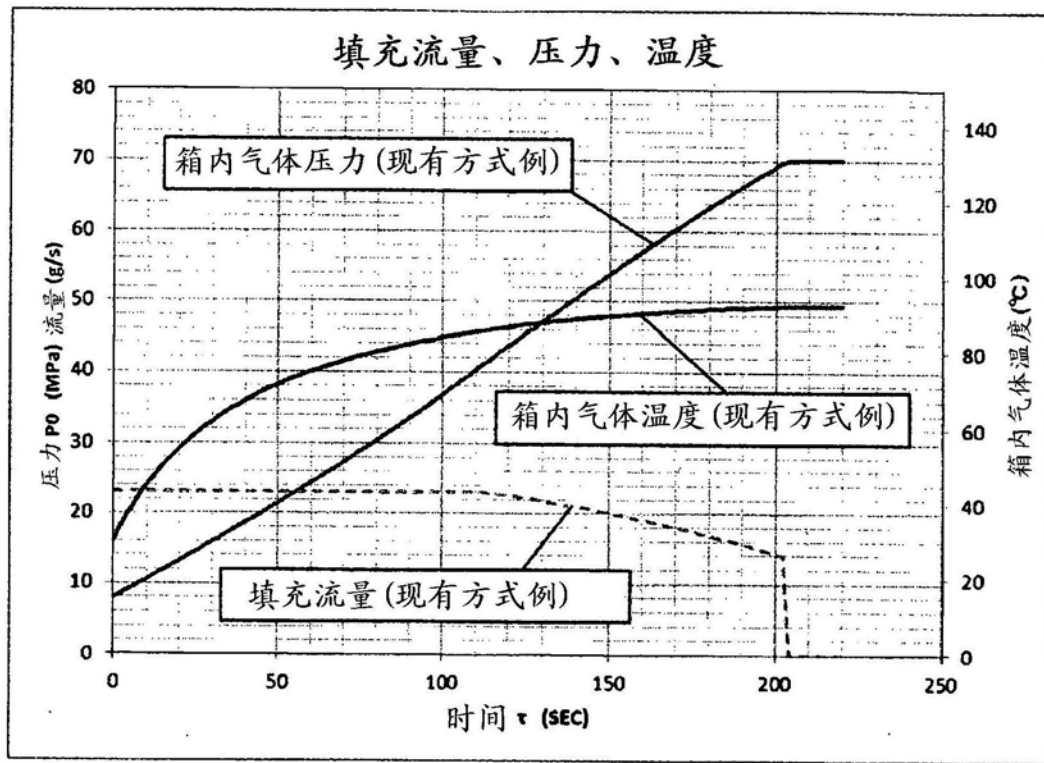


图1

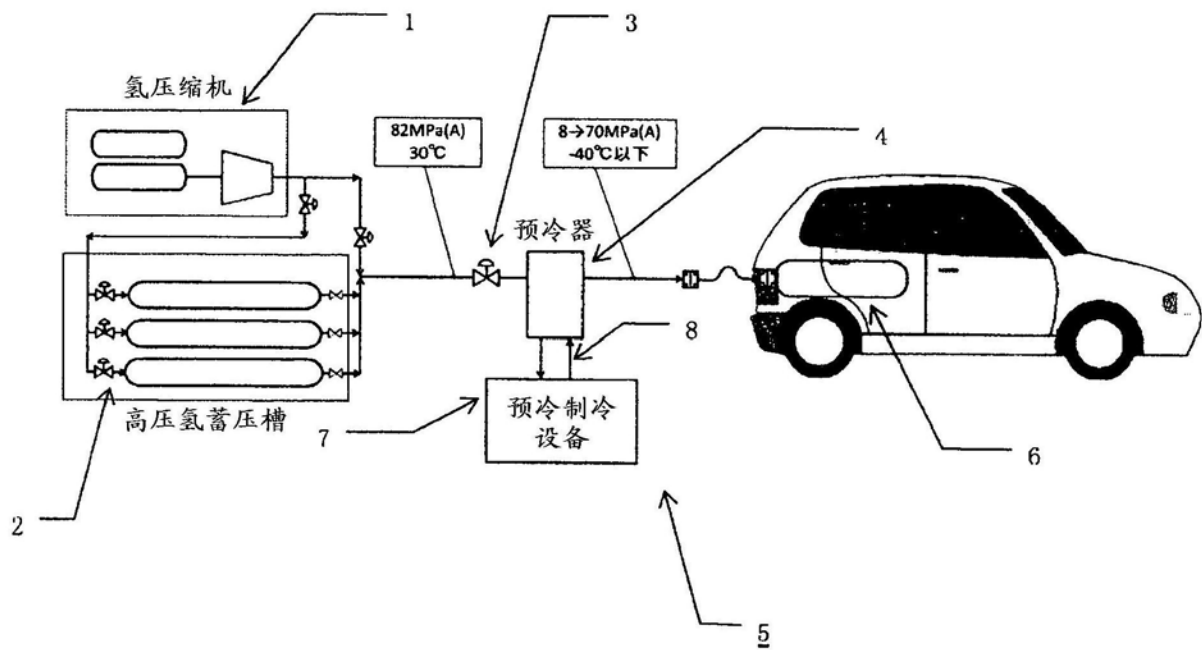


图2

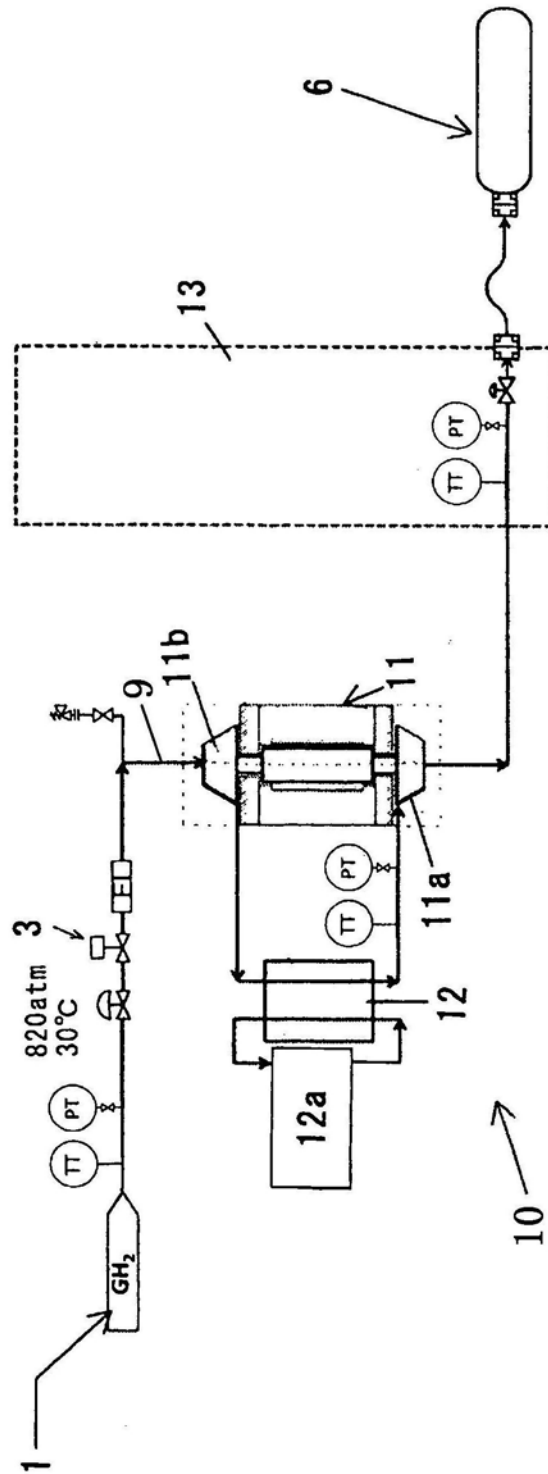
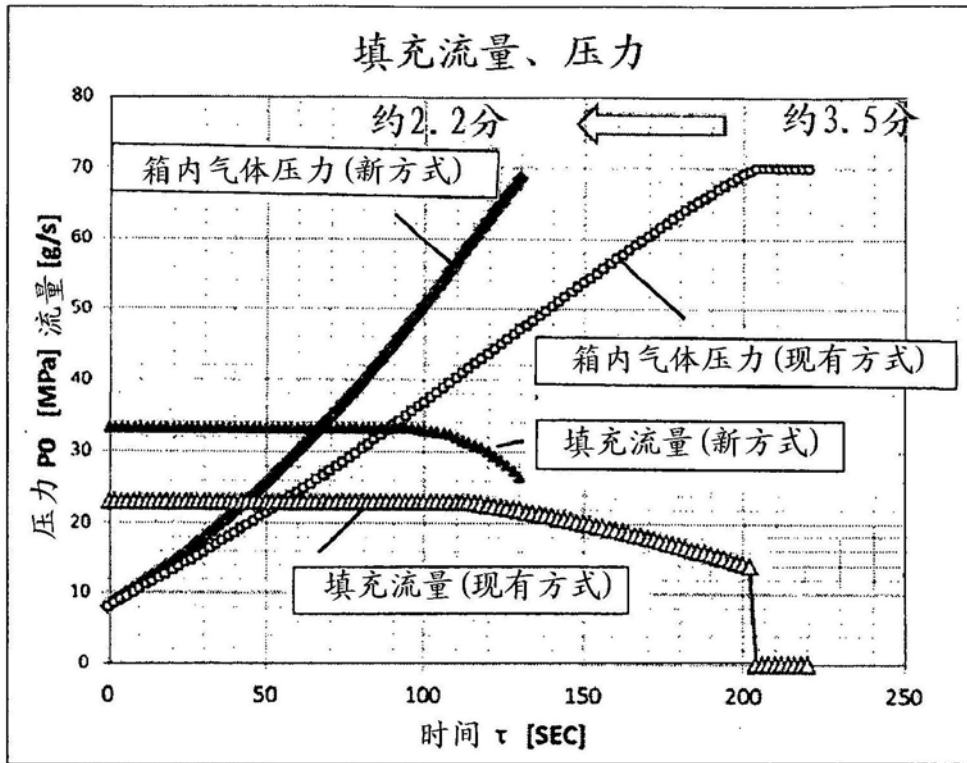
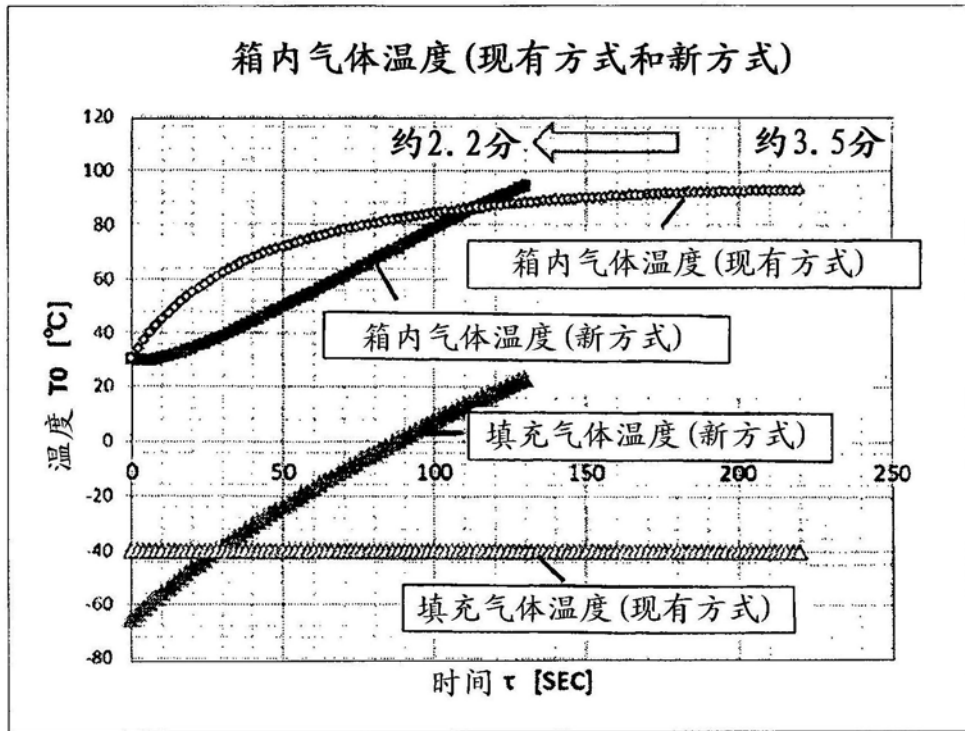


图3



箱容量: 156L 氢气初始压力: 82MPa(A)、 温度: 30℃
初始箱压力: 8MPa(A)、 初始箱温度: 30℃

图4



箱容量：156L 氢气初始压力：82MPa(A)、 温度：30°C
初始箱压力：8MPa(A)、 初始箱温度：30°C

图5

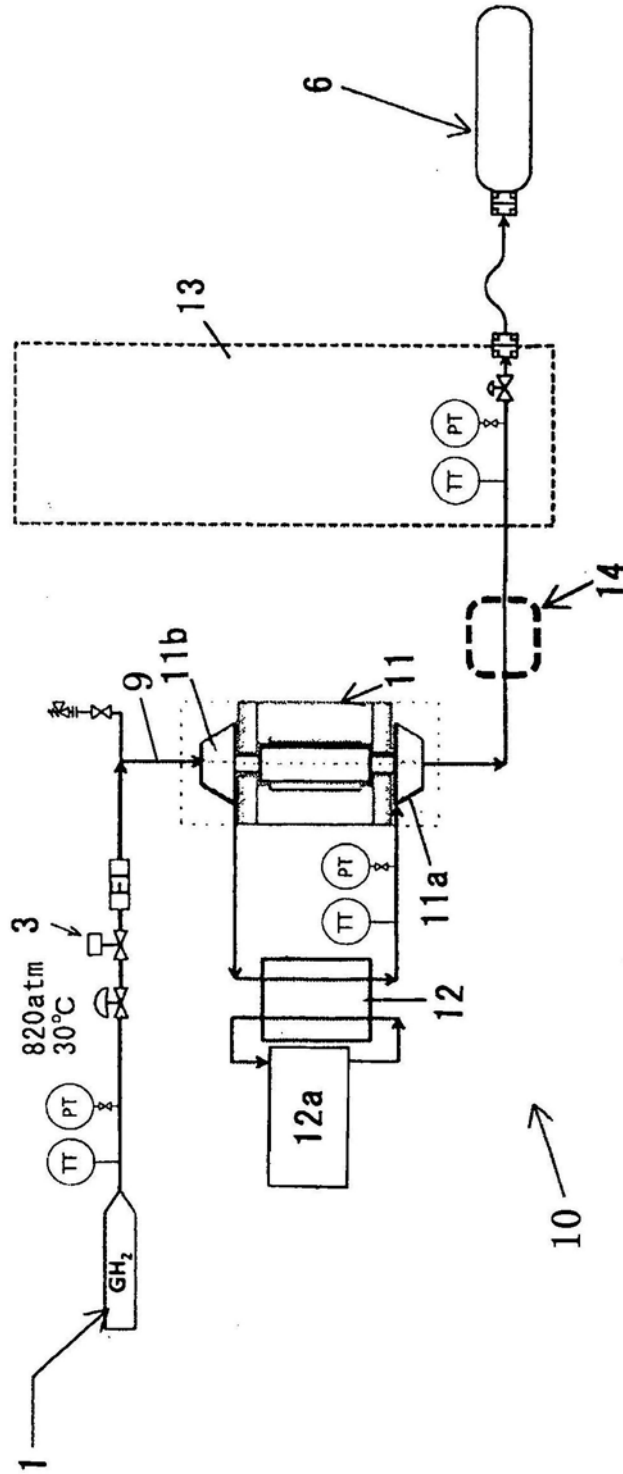


图6

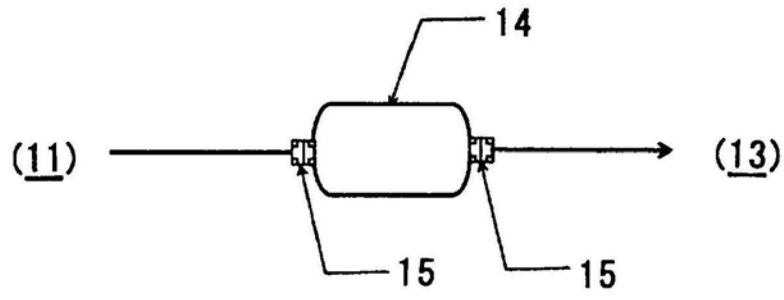


图7

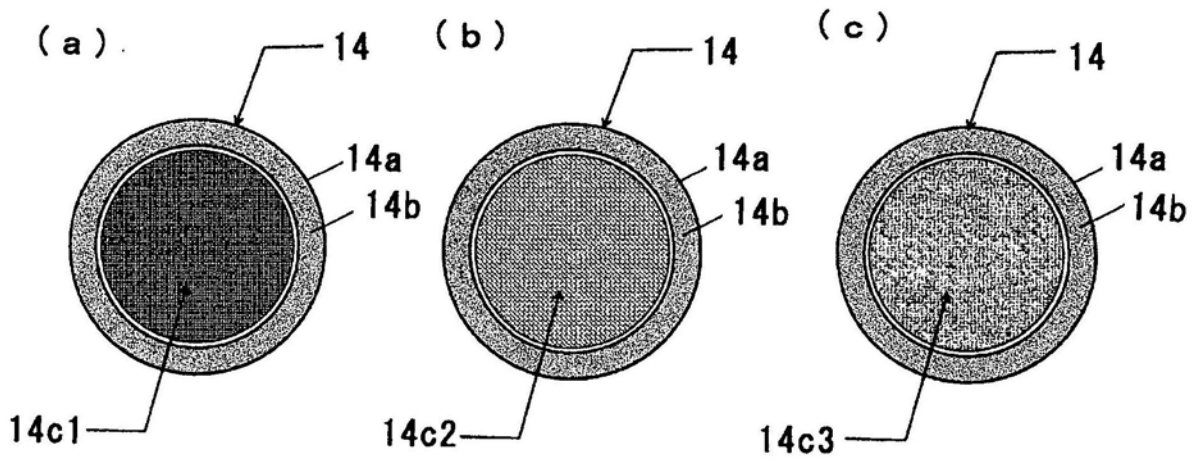


图8

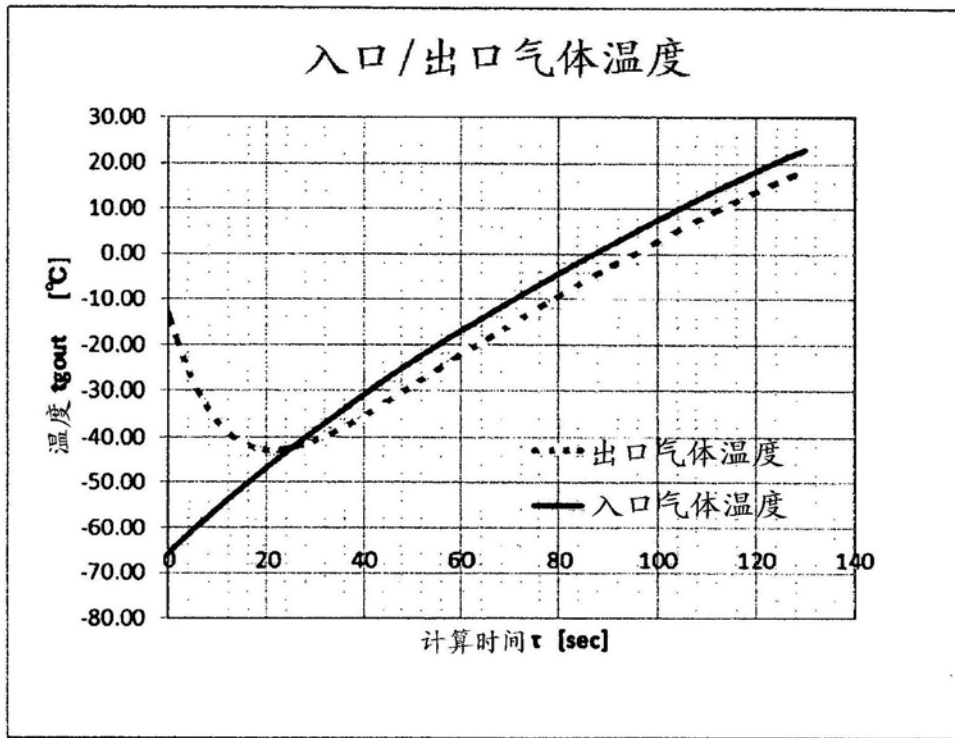


图9