



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106762525 A
(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201610088320.6

(22)申请日 2016.02.17

(30)优先权数据

14/946,782 2015.11.20 US

(71)申请人 财团法人工业技术研究院

地址 中国台湾新竹县

(72)发明人 罗凯帆 黄蓓芸 洪剑长 曹芳海

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 陈小雯

(51)Int.Cl.

F04B 35/02(2006.01)

F04B 39/00(2006.01)

B01D 53/04(2006.01)

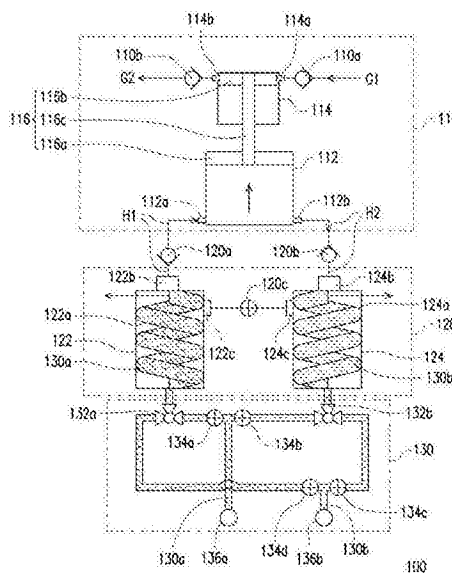
权利要求书5页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

气体压缩系统及其使用方法

(57)摘要

本发明公开一种气体压缩系统及其使用方法。该气体压缩系统包括压缩机、吸附装置以及流体控制装置。该压缩机包括第一端口和第二端口。该吸附装置用于输出一高压氢气至该第一端口和从该第二端口吸附低压氢气。该吸附装置包括连结该第一端口或该第二端口的第一容器及连结该第一端口或该第二端口的第二容器。该第一容器以及该第二容器具有一氢吸附材料,该氢吸附材料于加热时释放该高压氢气以及冷却时吸附该低压氢气。并且提供使用压缩气体系统压缩气体的方法。



1. 一种气体压缩系统,包括:

压缩机,包括具有第一端口以及第二端口的加压腔体,其中该第一端口用于接收氢气和该第二端口用于输出该氢气;

吸附装置,用于输出该氢气至该第一端口和吸附来自该第二端口的该氢气,该吸附装置包括:

第一容器,连接该加压腔体的该第一端口或该第二端口,其中该第一容器包括氢吸附材料;以及

第二容器,连接该加压腔体的该第一端口或该第二端口,其中该第二腔体包括该氢吸附材料,其中该第一容器和该第二容器的该氢吸附材料于加热时释放氢气以及在冷却时吸附氢气;以及

流体控制装置,用于提供第一流体源的第一流体与第二流体源的第二流体两者之一至该第一容器而提供另一者至该第二容器,其中该第一流体的温度比该第二流体的温度高。

2. 如权利要求1所述的气体压缩系统,其中该压缩机还包括:

压缩腔体,其包括第三端口让低压气体进入并且被压缩,以及第四端口使压缩气体可经此被排出;

活塞,其包括第一末端和第二末端,其中该活塞的第一末端可滑动地被配置于该加压腔体内且该活塞的第二末端可滑动地被配置于该压缩腔体内,且从该吸附装置来的该高压氢气推动该活塞的第一末端,使该活塞的第二末端在该压缩腔体中压缩该低压气体。

3. 如权利要求2所述的气体压缩系统,其中该活塞的第一末端的截面积较该活塞的第二末端的截面积大。

4. 如权利要求1所述的气体压缩系统,其中该第一容器以及该第二容器的每一者还包括热交换器,用于使该第一流体或该第二流体流过,以控制该第一容器以及该第二容器的每一者的一温度。

5. 如权利要求4所述的气体压缩系统,其中该流体控制装置还包括:

第一三通阀,连接该第一容器的该热交换器;

第二三通阀,连接该第二容器的该热交换器;

第一开闭阀,配置于该第一流体源至该第一三通阀的流体通道上;

第二开闭阀,配置于该第一流体源至该第二三通阀的流体通道上;

第三开闭阀,配置于该第二流体源至该第二三通阀的流体通道上;以及

第四开闭阀,被配置于该第二流体源至该第一三通阀的流体通道上。

6. 如权利要求1所述的气体压缩系统,其中该吸附装置还包括第五开闭阀,配置在该第一容器和该第二容器之间的流体通道上。

7. 如权利要求1所述的气体压缩系统,其中还包括:

第一单通阀,配置于该第一容器和该加压腔体的该第一端口之间的流体通道上;以及

第二单通阀,配置于该第二容器和该加压腔体的该第二端口之间的流体通道上。

8. 如权利要求1所述的气体压缩系统,其中进一步包括:

第三三通阀,配置于该第一容器的进口/出口;

第四三通阀,配置于该第二容器的进口/出口;

梭阀,配置于该第三三通阀、该第四三通阀以及该第一端口之间的流体通道上,其中该梭阀阻隔流体流经该第三三通阀和该第四三通阀之间,并且允许流体流经该第三三通阀和该第一端口之间或该第四三通阀和该第一端口之间;

第三单通阀,配置于该第三三通阀和该第二端口之间的流体通道上;

第四单通阀,配置于该梭阀和该第一端口之间的流体通道上;以及

第五单通阀,配置于该第四三通阀和该第二端口之间的流体通道上。

9.一种利用气体压缩系统来压缩气体的方法,该气体压缩系统包括压缩机、流体控制装置、具有氢吸附材料的第一容器、以及具有该氢吸附材料的第二容器,该方法包括以下:

(a)通过流体控制装置从第一流体源提供第一流体至该第一容器以加热该第一容器的该氢吸附材料,以及从第二流体源提供第二流体至该第二容器以冷却该第二容器的该氢吸附材料,其中该第一流体的温度比该第二流体的温度高,且该氢吸附材料于加热时释放氢气而且冷却时吸附氢气;

(b)开启该压缩机的第一端口以接收从该第一容器释放出的氢气以推动活塞进行压缩;

(c)关闭该压缩机的该第一端口并开启该压缩机的第二端口以输出氢气;

(d)以该第二容器吸附来自该压缩机的该第二端口的氢气,并在吸附氢气后关闭该第二端口;

(e)重复步骤(b)至步骤(d),若该第一容器的氢气压力比第一预设阈值为高;

(f)当该第一容器的该氢气压力比该第一预设阈值低,则提供该第二流体至该第一容器以冷却该第一容器的该氢吸附材料,以及提供该第一流体至该第二容器以加热该第二容器的该氢吸附材料;

(g)以该第一容器的该氢吸附材料吸附从该第二容器释放的氢气直到该第一容器的该氢气压力比第二预设阈值高;以及

(h)重复步骤(a)至步骤(h)。

10.如权利要求9所述的方法,其中该第一容器以及该第二容器的每一者还包括热交换器,用于使第一流体或第二流体流过,以控制该第一容器和该第二容器的每一者的温度。

11.如权利要求10所述的方法,其中该流体控制装置包括:

第一三通阀连接该第一容器的该热交换器;

第二三通阀连接该第二容器的该热交换器;

第一开闭阀,配置于该第一流体源至该第一三通阀的流体通道上;

第二开闭阀,配置于该第一流体源至该第二三通阀的流体通道上;

第三开闭阀,配置于该第二流体源至该第二三通阀的流体通道上;以及

第四开闭阀,配置于该第二流体源至该第一三通阀的流体通道上。

12.如权利要求11所述的方法,其中在步骤(a)之中:

该第一开闭阀被开启且该第二开闭阀被关闭,以经由该第一开闭阀以及该第一三通阀而提供该第一流体至该第一容器,

该第三开闭阀被开启且该第四开闭阀被关闭,以经由该第三开闭阀以及该第二三通阀而提供该第二流体至该第二容器。

13.如权利要求11所述的方法,其中在步骤(f)之中:

该第一开闭阀被关闭且该第二开闭阀被开启,以经由该第二开闭阀以及该第二三通阀而提供该第一流体至该第二容器,

该第三开闭阀被关闭且该第四开闭阀被开启,以经由该第四开闭阀以及该第一三通阀而提供该第二流体至该第一容器。

14. 如权利要求9所述的方法,其中在步骤(g)之中,通过开启配置于该第一容器与该第二容器之间的流体通道上的第五开闭阀,该第一容器吸附从该第二容器所释放的氢气。

15. 如权利要求9所述的方法,其中该气体压缩系统还包括:

第一单通阀,配置在该第一容器和该压缩机的该第一端口之间的流体通道上,使得该氢气流经该第一单通阀至该第一端口,且通过该第一单通阀阻隔该氢气回流至该第一容器;以及

第二单通阀,配置在该第二容器和该压缩机的该第二端口之间的流体通道上,使得该氢气流经该第二单通阀至该第二容器,且通过该第二单通阀阻隔该氢气回流至该压缩机。

16. 如权利要求9所述的方法,其中该压缩机还包括:

压缩腔体,其包括第三端口让低压气体进入且被压缩,以及第四端口使一压缩气体可以经此被排出;

加压腔体,包括该第一端口以及该第二端口;以及

活塞,包括第一末端和第二末端,其中该活塞的该第一末端可滑动地配置于该加压腔体内以及该第二末端可滑动地配置于该压缩腔体内,

其中在步骤(b)中,从该第一端口中接收的该氢气推动该活塞的该第一末端,使该活塞的第二末端于该压缩腔体中压缩该低压气体。

17. 一种利用气体压缩系统压缩气体的方法,该气体压缩系统包括压缩机、流体控制装置、含有氢吸附材料的第一容器、以及含有该氢吸附材料的第二容器,该方法包括:

(a)通过一流体控制装置从第一流体源提供第一流体至该第一容器以加热该第一容器的该氢吸附材料,以及从第二流体源提供第二流体至该第二容器以冷却该第二容器的该氢吸附材料,其中该第一容器的温度比该第二容器的温度高,且该氢吸附材料于加热时释放氢气以及冷却时吸附氢气;

(b)开启该压缩机的第一端口以接收从该第一容器释放的该氢气以推动活塞进行压缩;

(c)关闭该压缩机的该第一端口并开启该压缩机的第二端口以输出该氢气;

(d)以该第二容器的该氢吸附材料吸附从该压缩机的该第二端口来的该氢气,并且在吸附该氢气之后关闭该第二端口;

(e)重复步骤(b)至步骤(d),若该第一容器的氢气压力比第一预设阈值高;

(f)当该第一容器的该氢气压力比该第一预设阈值低,则提供该第二流体至该第一容器以冷却该第一容器的该氢吸附材料,以及提供该第一流体至该第二容器以加热该第二容器的该氢吸附材料;

(g)开启该压缩机的该第一端口来接收该第二容器输出的氢气以推动该活塞进行压缩;

(h)关闭该压缩机的该第一端口并开启该压缩机的该第二端口以输出该氢气;

(i)以该第一容器的该氢吸附材料吸附从该压缩机的该第二端口来的氢气,并且在吸

附该氢气之后关闭该第二端口；

(j)重复步骤(g)至步骤(i),若该第二容器的氢气压力比第二预设值高;以及

(k)当该第二容器的该氢气压力比该第二预设阈值低时,则回复到步骤(a)并重复步骤(a)至步骤(k)。

18.如权利要求17所述的方法,其中该第一容器和该第二容器的每一者还包括热交换器,用于使该第一流体或该第二流体流过,以冷却或加热该第一容器和该第二容器的每一者。

19.如权利要求18所述的方法,其中该流体控制装置包括:

第一三通阀,连接该第一容器的该热交换器;

第二三通阀,连接该第二容器的该热交换器;

第一开闭阀,配置于该第一流体源至该第一三通阀之间的流体通道上;

第二开闭阀,配置于该第一流体源至该第二三通阀之间的流体通道上;

第三开闭阀,配置于该第二流体源至该第二三通阀之间的流体通道上;以及

第四开闭阀,配置于该第二流体源至该第一三通阀之间的流体通道上。

20.如权利要求19所述的方法,其中在步骤(a)之中:

该第一开闭阀被开启且该第二开闭阀被关闭,以经由该第一开闭阀以及该第一三通阀而提供该第一流体至该第一容器,

该第三开闭阀被开启且该第四开闭阀被关闭,以经由该第三开闭阀以及该第二三通阀而提供该第二流体至该第二容器。

21.如权利要求19所述的方法,其中在步骤(f)之中:

该第一开闭阀被关闭且该第二开闭阀被开启,以经由该第二开闭阀以及该第二三通阀而提供该第一流体至该第二容器,

该第三开闭阀被关闭和该第四开闭阀被开启,以经由该第四开闭阀以及该第一三通阀而提供该第二流体至该第一容器。

22.如权利要求17所述的方法,其中该气体压缩系统还包括:

第三三通阀,连接该第一容器的进口/出口;

第四三通阀,连接该第二容器的进口/出口;

梭阀,配置于该第三三通阀、该第四三通阀以及该第一端口之间的流体通道上,其中该梭阀阻隔流体流经该第三三通阀以及该第四三通阀之间,并允许流体流经该第三三通阀及该第一端口之间或该第四三通阀及该第一端口之间;

第一单通阀,配置于该第三三通阀和该第二端口之间的流体通道上;

第二单通阀,配置于该梭阀和该第一端口之间的流体通道上;以及

第三单通阀,配置于该第四三通阀和该第二端口之间的流体通道上。

23.如权利要求22所述的方法,其中在步骤(b)之中,从该第一容器来的该氢气通过该第三三通阀和该梭阀以及该第二单通阀而进入该压缩机的该第一端口,该氢气被该第一单通阀阻隔无法进入该第二端口,且被该梭阀阻隔无法进入该第四三通阀,且该第二单通阀阻隔该氢气回流至该第三三通阀。

24.如权利要求23所述的方法,其中在步骤(d)之中,从该第二端口输出的该氢气经由该第三单通阀进入该第四三通阀而于该第二容器中被吸附,该氢气被该第一单通阀阻隔无

法进入该第三三通阀,该第一单通阀被从该第一容器来的该氢气推动,并且该氢气被该第三单通阀阻隔无法回流至该第二端口。

25.如权利要求22所述的方法,其中在步骤(g)之中,来自该第二容器的该氢气经过该第四三通阀和该梭阀以及该第二单通阀而进入该压缩机的该第一端口,该氢气被该第三单通阀阻隔无法进入该第二端口,并且被该梭阀阻隔无法进入该第三三通阀,且该第二单通阀阻隔氢气回流至该第四三通阀。

26.如权利要求25所述的方法,其中在步骤(i)之中,从该第二端口输出的该氢气经过该第一单通阀进入该第三三通阀而于该第一容器中被吸附,该氢气被该第三单通阀阻隔无法进入该第四三通阀,该第三单通阀被来自该第二容器所释放的氢气推动,且该氢气被该第一单通阀阻隔无法回流至该第二端口。

气体压缩系统以及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种气体压缩系统以及一种用气体压缩系统压缩气体的方法

背景技术

[0002] 压缩气体在许多技术领域,包括气动技术(pneumatics)、能源储存(energy storage)、运载科技(vehicles)等,都有广泛的应用。此外,一般工业所使用的自动化仪器系统或是机械化系统如气动技术仪器的操作也都需要应用压缩气体。

[0003] 气体压缩系统(gas compression system)多应用于增加压缩气体的压力。目前有部分压力储存装置具有储存高达875巴(bar)气压的气体能力。一般而言,气体可被压缩到气压30巴左右而不需要花费大量的成本及能源。然而,若要压缩气体超过气压30巴以上则会导致所耗费的成本和能源大大增加。因此,相对于储存高压气体,要如何能够达到简易压缩高压气体是颇为重要。

发明内容

[0004] 本发明提供一种压缩系统,包括压缩机(compressor)、吸附装置(adsorption device)以及流体控制装置(fluid control device)。该压缩机包括加压腔体(pressurizing chamber),该加压腔体包括第一端口(port)和第二端口。该第一端口用于接收氢气,且该第二端口用于输出氢气。该吸附装置用于输出氢气至该第一端口和吸附由该第二端口输出的氢气。该吸附装置包括连接至该加压腔体的该第一端口或该第二端口的第一容器(container)以及连接至该加压腔体的该第一端口或该第二端口的第二容器。该第一容器具有氢吸附材料(hydrogen adsorption material),且该第二容器具有该氢吸附材料。该第一容器以及该第二容器的该氢吸附材料于加热时释放氢气并在冷却时吸附氢气。该流体控制装置用于提供第一流体(fluid)与第二流体的两者之一至该第一容器,并提供另一者至该第二容器。该第一流体的温度高于该第二流体的温度。

[0005] 本发明提供一种以气体压缩系统压缩气体的方法。该气体压缩系统包括了压缩机、流体控制系统、具有氢吸附材料的第一容器以及具有该氢吸附材料的第二容器。该压缩气体方法包括以下步骤。在步骤(a),通过流体控制装置从第一流体源提供第一流体至该第一容器以加热该第一容器的该氢吸附材料,以及从第二流体源提供第二流体至该第二容器以冷却该第二容器的该氢吸附材料,其中该第一流体的温度比该第二流体的温度高,且该氢吸附材料于加热时释放氢气而且冷却时吸附氢气。然后,在步骤(b),开启该压缩机的第一端口以接收从该第一容器释放出的氢气以推动活塞进行压缩。接着,在步骤(c),关闭该压缩机的该第一端口并开启该压缩机的第二端口以输出氢气。在步骤(d),以该第二容器的该氢吸附材料吸附来自该压缩机的该第二端口的氢气,并在吸附氢气后关闭该第二端口。接着,在步骤(e),若该第一容器的氢气压力比第一预设阈值为高,重复步骤(b)至步骤(d)。接着,步骤(f),当该第一容器的该氢气压力比该第一预设阈值低,则提供该第二流体至该第一容器以冷却该第一容器的该氢吸附材料,以及提供该第一流体至该第二容器以加热该

第二容器的该氢吸附材料。接着,步骤(g),以该第一容器的该氢吸附材料吸附从该第二容器释放的氢气直到该第一容器的该氢气压力比第二预设阈值高。接着,在步骤(h)中,步骤(a)至步骤(h)会重复。

[0006] 本发明提供一种以气体压缩系统压缩气体的方法。该气体压缩系统包括了压缩机、流体控制系统、具有氢吸附材料的第一容器以及具有该氢吸附材料的第二容器。该压缩气体方法的包括以下步骤。在步骤(a),通过流体控制装置从第一流体源提供第一流体至该第一容器以加热该第一容器的该氢吸附材料,以及从第二流体源提供第二流体至该第二容器以冷却该第二容器的该氢吸附材料,其中该第一流体的温度比该第二流体的温度高,且该氢吸附材料于加热时释放氢气以及冷却时吸附氢气。接着,在步骤(b),开启该压缩机的第一端口以接收从该第一容器释放的该氢气以推动一活塞进行压缩。接着,在步骤(c),关闭该压缩机的该第一端口并开启该压缩机的第二端口以输出该氢气。接着,在步骤(d),以该第二容器的氢吸附材料吸附从该压缩机的第二端口来的氢气,并且在吸附该氢气之后关闭该第二端口。接着,在步骤(e),若该第一容器的氢气压力比第一预设阈值高,重复步骤(b)至步骤(d)。接着,在步骤(f),当该第一容器的氢气压力比该第一预设阈值低,则提供该第二流体至该第一容器以冷却该第一容器的氢吸附材料,以及提供该第一流体至该第二容器以加热该第二容器的氢吸附材料。接着,在步骤(g),开启该压缩机的第一端口来接收该第二容器输出的氢气以推动该活塞进行压缩。接着,在步骤(h),关闭该压缩机的第一端口并开启该压缩机的第二端口以输出该氢气。接着,在步骤(i),以该第一容器的该氢吸附材料吸附从该压缩机的第二端口来的氢气,并且在吸附该低压氢气之后关闭该第二端口。接着,在步骤(j),若该第二容器的氢气压力比第二预设阈值高,重复步骤(g)至步骤(i)。接着,在步骤(k),当该第二容器的氢气压力比该第二预设阈值低时,则回复到步骤(a)并重复步骤(a)至步骤(k)。

[0007] 下文特举优选实施例并配合所附的附图做详细说明如下。

附图说明

[0008] 图1为本发明的实施例的气体压缩系统的示意图;

[0009] 图2为图1的该气体压缩系统在不同状态下的示意图;

[0010] 图3为使用图1的该气体压缩系统的气体压缩方法的流程图;

[0011] 图4为本发明的另一实施例的气体压缩系统的示意图;

[0012] 图5为图4的该气体压缩系统于不同状态的示意图;

[0013] 图6为使用图4的该气体压缩系统的气体压缩方法的流程图;

[0014] 图7为本发明的实施例所得氢气压力实验结果的线图;

[0015] 图8为图7的实施例所得压缩气体实验结果的线图。

[0016] 符号说明

[0017] 100、200:气体压缩系统

[0018] 110:压缩机

[0019] 110a、110b、120a、120b、244a、244b、244c:单通阀

[0020] 112:加压腔体

[0021] 112a:第一端口

- [0022] 112b:第二端口
- [0023] 114:压缩腔体
- [0024] 114a:第三端口
- [0025] 114b:第四端口
- [0026] 116:活塞
- [0027] 116a:第一末端
- [0028] 116b:第二末端
- [0029] 116c:轴
- [0030] 120:吸附装置
- [0031] 120c、134a、134b、134c、134d:开闭阀
- [0032] 122:第一容器
- [0033] 122a、124a:热交换器
- [0034] 122b、124b:进口/出口
- [0035] 122c、124c:开口
- [0036] 124:第二容器
- [0037] 130:流体控制装置
- [0038] 130a:第一流体
- [0039] 130b:第二流体
- [0040] 132a、132b、240a、240b:三通阀
- [0041] 136a:第一流体源
- [0042] 136b:第二流体源
- [0043] 242:梭阀
- [0044] H1:高压氢气
- [0045] H2:低压氢气
- [0046] G1:低压气体
- [0047] G2:压缩气体

具体实施方式

[0048] 图1是依照本发明的一实施例的气体压缩系统的示意图。在图1所示的该气体压缩系统100包括压缩机110、吸附装置120及流体控制装置130。

[0049] 该流体控制装置130用于从第一流体源(fluid source)136a提供第一流体130a以及从第二流体源136b提供第二流体130b。在此实施例中,该第一流体130a的温度比该第二流体130b高。该第一流体130a和该第二流体130b可为任一类别的流体,可为液体或气体。在此实施例中,以该第一流体130a为热水而该第二流体130b为冷水为例。然而本发明实施例并不以该例为限。本领域的普通技术者是可以使用合适类别的流体来做为该第一流体130a以及该第二流体130b。例如,该第一流体130a和该第二流体130b可分别为热或冷的废水或该气体压缩系统100所使用的过剩流体。该气体压缩系统100可以作为回收该废水以及该过剩流体的方法。

[0050] 在此实施例中,该流体控制装置130包括三通阀(three way valve)132a以及三通

阀132b。该流体控制装置130也包括四个开闭阀(on-off valve)134a、134b、134c及134d。该开闭阀134a被配置在该第一流体源136a和该三通阀132a的端口之间的流体通道(fluid flow path)上。该开闭阀134d被配置在该第二流体源136b和该三通阀132a的另一端口之间的流体通道上。该开闭阀134c被配置在该第二流体源136b和该三通阀132b的端口之间的流体通道上。该开闭阀134b被配置在该第一流体源136a和该三通阀132b的另一端口之间的流体通道上。通过开关该些开闭阀134a、134b、134c以及134d,该流体控制装置130控制该第一流体130a或是该第二流体130b流至该些三通阀132a及132b。该些流体通道例如可以为让流体流过的一些管线(tubes)或配管(pipes)。可以使用本领域任何合适的方法或手段装置作为该第一流体130a和第二流体130b得以流过的流体通道。

[0051] 该吸附装置120包括一第一容器122和一第二容器124。该第一容器122以及该第二容器124都具一氢吸附材料。举例说明,该氢吸附材料可以为一金属氢化物。该氢吸附材料可以为一第一材料和一第二材料所形成的一复合材料。举例说明,该第一材料可为钛、镧、镁、锶、锂、铬、铌、钙及钡。举例说明,该第二材料可为银、镍、金、铂、铜、钴、铝、铁、钒、锰及砷。然而,该复合材料并不局限于此,并且该氢吸附材料可以为本领域所知可以应用的任何材料。该氢吸附材料可以因应不同温度变化释放出加压的氢气。举例说明,在室温的状况下(约摄氏25度),该氢吸附材料可以释放气压在1-3巴的加压氢气。另外,例如在摄氏60度的条件下,该氢吸附材料一般可以释放压力约20巴的加压氢气直到所有的氢气被释放完。而在摄氏100度的条件下,该氢吸附材料一般可以释放约压力30巴的加压氢气。该氢吸附材料的另外一项特征就是在一低温时,该氢吸附材料会吸附氢气。该第一容器122以及该第二容器124的该氢吸附材料是相同的。然而本发明并没有限制至所揭露实施例。本领域技术者可以视情况于该第一容器122以及该第二容器124使用不同的适用氢吸附材料。

[0052] 也就是说,该第一容器122以及该第二容器124的该氢吸附材料于加热后释放高压氢气(high pressure hydrogen gas)H1,并且冷却后吸附低压氢气(low pressure hydrogen gas)H2。该些容器拥有比较高的温度者,其氢吸附材料会释放高压氢气。该些容器拥有比较低的温度者,其该氢吸附材料会吸附氢气。

[0053] 该第一容器122具有热交换器(heat exchanger)122a,该第二容器124具有热交换器124a。该热交换器122a连接该三通阀132a而使该第一流体130a或该第二流体130b流经该三通阀132a而流过该热交换器122a。该热交换器124a连接该三通阀132b而使该第一流体130a或该第二流体130b流经该三通阀132b而流过该热交换器124a。如此,该些热交换器122a、124a就可以分别控制该第一容器122及该第二容器124的温度。在此实施例中,该流体流经该些热交换器122a、124a的输入(Input)以及输出(output)(箭头标记于图1标示该些热交换器122a、124a输出流体),但该流体不会直接接触到该氢吸附材料。然而本发明并不限于所述实施例。本领域技术者可以视情况于采用合适类别的热交换器,通过该第一流体130a和该第二流体130b来控制该第一容器122及该第二容器124的温度。

[0054] 该压缩机110包括加压腔体112和压缩腔体(compression chamber)114。该加压腔体112包括第一端口112a以及第二端口112b。该第一端口112a用于接收由该第一容器122所释放的该高压氢气H1。该第二端口112b用于输出该低压氢气H2。

[0055] 该压缩腔体114包括用以输入低压气体G1并使其被压缩的第三端口114a,以及第四端口114b使压缩气体G2经此被排出。该低压气体(low pressure gas)G1可以为任何一种

使用者欲压缩的气体,且没有限定是何种特殊的气体。该低压气体G1可以通过连接该第三端口114a的单通阀(one way valve)110a进入该压缩腔体114。该单通阀110a允许该低压气体G1流经该第三端口114a并阻隔该低压气体G1回流至该低压气体G1的源头。换句话说,该单通阀110a只允许气体以朝向该第三端口114a的方向流动。该压缩气体G2通过连结该第四端口114b的单通阀110b来被排出。也就是说,当该低压气体G1被压缩且该第四端口114b开启时,该压缩气体G2会流经该单通阀110b而被排出。该单通阀110b允许该压缩气体G2流经但会阻隔该压缩气体G2回流至该第四端口114b。也就是说,该单通阀110b只允许气体以远离该第四端口114b的方向流动。然而本发明并不限于所述实施例。这些单通阀110a、110b是可以被省略的。或者,可使用其他的一些构件用以提供该低压气体G1流至该第三端口114a,并且从该第四端口114b排出该压缩气体G2。

[0056] 该压缩机110还包括具有第一末端116a和第二末端116b的活塞(piston)116。该活塞116的该第一末端116a以可滑动的方式(slidably)配置于该加压腔体112内以及该活塞116的该第二末端116b以可滑动的方式配置于该压缩腔体114内。该活塞116的该第一末端116a和该第二末端116b以气密(gas tight)方式被设置于加压腔体112和压缩腔体114中。该第一末端116a和该第二末端116b以一轴(shaft)116c互相连接。在本实施例中,该活塞116的该第一末端116a的截面积比该第二末端116b的截面积要大。

[0057] 该气体压缩系统100包括单通阀120a,其被配置在该第一容器122的进口/出口(inlet/outlet)122b和该加压腔体112的第一端口112a之间的流体通道上。该气体压缩系统100包括单通阀120b,其被配置在该第二容器124的进口/出口124b和该加压腔体112的第二端口112b之间的流体通道上。

[0058] 图1中,该开闭阀134a被开启且该开闭阀134b被关闭。该第一流体130a经由该三通阀132a被提供至该热交换器122a以加热该第一容器122内的氢吸附材料。因此,该第一容器122处于高温及高压的状态,而该第一容器122的该氢吸附材料释放出该高压氢气H1。该高压氢气H1从该第一容器122的该进口/出口122b流经该单通阀120a至该加压腔体112的该第一端口112a。该单通阀120a允许该高压氢气H1流向该第一端口112a,并阻隔该高压氢气H1回流至该第一容器122的该进口/出口122b。该开闭阀134c被开启和该开闭阀134d被关闭,使该第二流体经由该三通阀132b流向该热交换器124a以冷却该第二容器124的氢吸附材料。

[0059] 当该高压氢气H1经由该第一端口112a流进该加压腔体112,因为该活塞116处于气密状态而使该活塞116的第一末端116a被该高压氢气H1推动。该活塞116的第一末端116a以该轴116c连接于该第二末端116b,例如当该第一末端116a被推动向上远离该第一端口112a及该第二端口112b时,该第二末端116b也被推向该压缩腔体114的该第三端口114a和该第四端口114b。该第三端口114a开启以允许该低压气体G1进入。然后该第三端口114a被关闭且该活塞的该第二末端116b压缩在该压缩腔体114内的低压气体G1。该第四端口114b然后开启以排出该压缩气体G2。为排出该压缩气体G2,该活塞116的该第二末端116b被推动至该压缩腔体114的末端,如图1所示。图1于该加压腔体112的箭头标记显示该活塞116被该高压氢气H1所推动。当该活塞116的该第二末端116b被推动到该压缩腔体114的末端时,该第一端口112a被关闭,而该高压氢气H1会因为该活塞116被上推导致体积的改变而成为该低压氢气H2。然而,该高压氢气H1也可以持续维持在高压的状态。在本实施例的范例中,该高压

氢气H1转变为低压氢气H2,仅为示范性描述。接着,该第二端口112b开启且该低压氢气H2流过该单通阀120b,至该第二容器124的该进口/出口124b。如上所述,该第二流体130b流过该第二容器的该热交换器124a以冷却该第二容器的该氢吸附材料。因此,该第二容器124就处于低温以及低压的状态。故该第二容器124的该氢吸附材料用于吸附氢气。该低压氢气H2流过该第二容器的该进口/出口124b并且被该第二容器124的该氢吸附材料所吸附。该单通阀120b允许该低压氢气H2流过并阻隔该低压氢气H2回流至该第二端口112b。当该低压氢气H2流出该第二端口112b,该活塞116滑回初始状态(以图2为例,箭头指示往下方表示该活塞滑回底部位置)。然后,该第一端口112a被开启且该第二端口112b被关闭,以重复驱动该活塞116压缩该低压气体G1的过程。

[0060] 本实施例中,显示从该第一容器122所释放的该高压氢气H1驱动该活塞以压缩该压缩腔体114内的该低压气体G1。从该第四端口114b所排出的该压缩气体G2的压力取决于从该第一容器122所释放的该高压气体H1的压力。也就是说,当该第一流体130a的温度比较高,由该第一容器所释放的该高压氢气H1压力较大。因此,当第一流体130a的温度较高时,该压缩气体G2的压力也较大。由前所述,该第一流体130a可为废水或是其他制作工艺所产生的多余流体。该流体的温度可能不够高以致无法为其他制作工艺所使用,但可以被该气体压缩系统100利用。只要该流体存在温度差,就能够被该气体压缩系统100所利用,而使其中一容器释放氢气而另一个容器吸附氢气。

[0061] 此外,该第一末端116a的截面积以及该第二末端116b的截面积之间的比例将会影响该压缩气体G2的压力。其中压力和截面积之间的关系采用以下的方程式来定义:

[0062] $F = P1 \times A1 = P2 \times A2$ 。

[0063] 在本方程式中,F代表力,P1代表该高压氢气的压力,A1代表该第一末端116a的截面积,P2代表该压缩气体G2的压力,以及A2代表该第二末端116b的截面积。这当该截面积A1比较大而该截面积A2比较小时,该压力P2将较大。通过该活塞116设计和该第一流体130a的温度,使用者可以得到该压缩气体G2预期的压力。如上所述,以在摄氏60度为例,该氢吸附材料一般会释放压力约为20巴的压缩氢气。在该第一末端116a的截面积相较于该第二末端116b的截面积为大的条件下,依照该第一末端116a的截面积和该第二末端116b的截面积之间的比例,该气压可被倍增调控。因此,该压缩气体G2可以在不需要非常大量的成本和能源状态下非常容易被压缩使其气体压力超过30巴。

[0064] 在本实施例中,该吸附装置120还包括开闭阀120c,其被配置在该第一容器122的开口122c和该第二容器124的开口124c之间的流体通道上。图1所示的状态,该开闭阀120c被关闭以致在该第一容器122和该第二容器124之间没有气体流动。如上述所示,图1显示该气体压缩系统100处于进行一气体压缩程序的状态。

[0065] 图2是绘示图1的该气体压缩系统在不同状态下的示意图。当该高压氢气H1从该第一容器122释放,在该第一容器122中的氢气的压力状态(或说是一氢气压力)是下降。图2中,该第一容器122中的氢气的压力状态(或说是一氢气压力)比一预设阈值为低。图2中的该活塞116的位置仅为例示,实际上当该第一容器122的压力状态比预设阈值为低时该活塞116可位于任何一位置。图2显示该气体压缩系统100处于一再生过程(regeneration),因为该第一容器122中的氢气压力小于第一预设阈值。

[0066] 图2中,该开闭阀134b被开启且该开闭阀134a被关闭而使该第一流体源136a的该

第一流体130a被提供至该三通阀132b。该开闭阀134c被关闭且该开闭阀134d被开启而使该第二流体源136b的该第二流体130b被提供至该三通阀132a。也就是说,该第一流体130a被提供至该第二容器124的该热交换器124a,且该第二流体130b被提供至该第一容器122的该热交换器122a。因此该第二容器124的温度比该第一容器122的温度高。

[0067] 该第二容器124处于高温以及高压的状态,并且该第二容器124的该氢吸附材料用于释放该高压氢气H1。该单通阀120b阻隔从该进口/出口124b释出的该高压氢气H1回流至该第二端口112b。在图2的状态下,该开闭阀120c被开启而使气体可以流经该第一容器122和该第二容器124。该第一容器122被该第二流体130b冷却而处于一低压状态。因此,该第一容器122的该氢吸附材料用于吸附氢气。因此,从该第二容器124释放的该高压氢气H1流经该开闭阀120c至处于低压状态的该第一容器122。该第一容器122的该氢吸附材料用于吸附来自该第二容器124所释放出的氢气。从该第二容器124释放的该高压氢气H1持续流动并被该第一容器122的氢吸附材料所吸附直到该第一容器122的压力高于第二预设阈值。在本实施例中,从该第二容器124释放的该高压氢气H1持续流动且被该第一容器122的氢吸附材料吸附,直到该第一容器122的压力状态与该第二容器124的压力状态相同为止。当该第一容器122的压力状态和该第二容器124的压力状态是一样的,或是该第一容器122的压力状态比该第二预设阈值为高时,该再生过程完成,且该开闭阀120c会被关闭。图1所示的该气体压缩过程可以重复以压缩气体。

[0068] 图3是利用图1的该气体压缩系统进行气体压缩的方法的流程图。该气体压缩系统100进行气体压缩的方法包括以下的步骤。通过该流体控制装置130提供该第一流体130a至该第一容器122以加热该第一容器122的氢吸附材料,且提供该第二流体130b至该第二容器124以冷却该第二容器124的氢吸附材料(步骤S102)。上述为如何提供该第一流体130a以及该第二流体130b的细节已见于前述描述故不再重复。此外,如前所述,该第一容器122用于释放该高压氢气H1。接着,该加压腔体112的该第一端口112a被开启以接收来自该第一容器122所释出的该高压氢气H1,以推动一活塞116进行压缩(步骤S104)。以上所述为气体如何被该活塞116所压缩的细节不再重复描述。接着,该第一端口112a被关闭以及该第二端口112b被开启,以输出该低压氢气(步骤S106)。接着,来自于该第二端口112b的该低压氢气H2被该第二容器124的该氢吸附材料所吸附,并且在该低压氢气H2被该第二容器124的该氢吸附材料所吸附后,该第二端口112b被关闭(步骤S108)。接着,决定是否该第一容器122的氢气压力比第一预设阈值低(步骤S110)。如果该第一容器的该氢气压力并没有比第一预设阈值低,就会重复步骤S104至步骤S108以驱动该活塞116来连续压缩该低压气体G1成为高压气体G2。当该第一容器122的氢气压力比第一预设阈值低时,该第二流体130b被提供至该第一容器122以冷却该第一容器122的氢吸附材料,且该第一流体130a被提供至该第二容器124以加热该第二容器124的氢吸附材料(步骤S112)。步骤S110所描述的细节可以图2做为参考而不在文中重复说明。接着,以该第一容器122的该氢吸附材料吸附由该第二容器124所释放的该高压氢气H1(步骤S114)。接着决定该第一容器122的氢气压力是否比第二预设阈值高(步骤S116)。如果该第一容器122的该氢气压力没有比第二预设阈值高,就重复步骤S114。如果该第一容器122的该氢气压力比该第二预设阈值高,该程序回到步骤S102并重复步骤S102至S116。

[0069] 图4是根据另一实施例的气体压缩系统的示意图。在图4的该气体压缩系统200中,

类似于图1的该气体压缩系统100的元素或部件会标示相同或是类似数字。明确的说,图4的压缩机110以及流体控制装置130与图1是相同的。类似的部件细节等叙述将不再重复。除了图4的该吸附装置220并没有包括该开闭阀120c和该些开口122c、以及124c,图4的该吸附装置220与图1的该吸附装置120是类似的。图4的该气体压缩系统200的不同之处在于:没有包括图1的该气体压缩系统100中作为该压缩机110和该吸附装置120间的流体连接的该单通阀120a和该单通阀120b。由图4所示,该气体压缩系统200包括两个三通阀240a、240b、一梭阀(shuttle valve)242、以及三个单通阀244a、244b、244c。

[0070] 该三通阀240a被连接至该第一容器122的进口/出口122b。该三通阀240b被连接至该第二容器124的进口/出口124b。该梭阀242被配置在该三通阀240a、该三通阀240b和该第一端口112a之间的流体通道上。该梭阀242阻隔流体通过该三通阀240a和该三通阀240b之间,并且允许流体通过该三通阀240a和该第一端口112a之间或该三通阀240b和该第一端口112a之间。该单通阀244a被配置在该三通阀240a和该第二端口112b之间的流体通道上。该单通阀244b被配置在该梭阀242和该第一端口112a之间的流体通道上。该单通阀244c被配置在该三通阀240b和该第二端口112b之间的流体通道上。

[0071] 图4显示该气体压缩系统200进行一气体压缩程序。该第一流体130a被提供至该第一容器122且该第二流体130b被提供至该第二容器124。该流体控制装置130、该吸附装置220和该压缩机110的细节叙述与图1描述相同故不再重复叙述。

[0072] 本实施例中,从该第一容器122释放的该高压氢气H1流至该三通阀 240a。该三通阀240a允许该高压氢气H1流过,该高压氢气H1被该单通阀244a阻隔无法流至第二端口112b。该高压氢气H1也流至该梭阀242并被该梭阀242阻隔无法流至该三通阀240b。该梭阀242允许该高压氢气H1通过并流至该单通阀244b。该单通阀244b允许该高压氢气H1通过并流至该第一端口112a,并阻隔该高压氢气H1回流至该三通阀240a。该第一端口112a被开启使该高压氢气H1流进该加压腔体112以推进该活塞116。该活塞116接着被驱动以压缩该低压气体G1。该活塞116压缩该低压气体G1的程序可参考图1所示,故本文此处不再重复。

[0073] 该第一端口112a被关闭且该第二端口112b被开启,且由该第二端口112b输出的该低压氢气H2经由该单通阀244c流至该三通阀240b,并被该单通阀244c阻隔无法回流至该第二端口112b。从该第二端口112b输出的该低压氢气H2也流至该单通阀244a。然而,因为该单通阀244a的阻隔阀(blocking valve)或球(ball)被该高压氢气H1所推动,该低压氢气H2无法流经该单通阀244a至该三通阀240a。由该第二端口112b输出的该低压氢气H2流至该三通阀240b并被该三通阀240b输出至该梭阀242。该梭阀242的一阻隔阀或球被该高压氢气H1所推动,而该低压氢气H2无法流经该梭阀242。该低压氢气H2流至该三通阀也流至该第二容器的该进口/出口124b,并被该第二容器124的氢吸附材料所吸附。通过开启和关闭该些端口112a、112b、114a、114b来重复上述程序以允许该活塞116持续压缩该低压气体G1并且排出该压缩气体G2。

[0074] 在此揭露该些单通阀和该梭阀可包括阻隔阀或球以允许或阻隔流体流动。然而,本发明并不限于此实施例。本领域技术者可以使用本发明所属相关技术的任何形式的适用单通阀或梭阀。此外,该三通阀和该些开闭阀可为任何适用类型的阀。

[0075] 图5为图4的该气体压缩系统于不同状态下的示意图。图5中的该气体压缩系统200也进行气体压缩程序。在此实施例中,该高压氢气H1被该第一容器122所释放,该第一容器

122中氢气的压力状态降低。图5中,该第一容器122中氢气的压力状态比预设阈值低。根据图5,当该第一容器122的该氢气压力状态比预设阈值低时,该气体压缩系统200进行气体压缩过程。

[0076] 详细说明,该第一流体130a被提供至该第二容器124,该第二流体130b被提供至该第一容器122。该流体控制装置130和该压缩机110的叙述细节 与图2的实施例相同,故此处不再重复。

[0077] 本实施例中,该第二容器124被该第一流体130a加热且释放出高压氢气H1。该高压氢气H1流经该三通阀240b且被单通阀244c所阻隔无法进入该第二端口112b。该高压氢气H1也从该三通阀240b流至该梭阀242以推动该梭阀242的阻隔阀或球。该梭阀242的阻隔阀或球阻隔该高压氢气H1流至该三通阀240a。该梭阀242允许该高压氢气H1流经该单通阀244b至该第一端口112a。该第一端口112a被开启而使该高压氢气H1流进该加压腔体112并驱动该活塞116以压缩该低压气体G1。

[0078] 该第一端口112a被关闭且该第二端口112b被开启而使该低压氢气H2被释放。该低压氢气H2流至该单通阀244c。该单通阀244c的阻隔阀或球被该第二容器124来的该高压氢气H1所推动,并且该低压氢气H2无法流经该单通阀244c。该低压氢气H2流经该单通阀244a并流至该三通阀240a。因此,该低压氢气H2通过该三通阀240a并流至该第一容器122的进口/出口122b。因为该第一容器122被该第二流体130b所冷却,该第一容器的该氢吸附材料用于吸附该低压氢气H2。该低压氢气H2也流至该梭阀242。该梭阀242的阻隔阀或球被该高压氢气H1推离该第二容器124,且该低压氢气H2无法流经该梭阀242。通过开启和关闭这些端口112a、112b、114a、114b来重复程序,以允许该活塞116持续地压缩该低压气体G1并且排出该压缩气体G2。驱动活塞116的气体压缩程序持续进行直到该第二容器124的氢气压力状态比预设阈值低。接着此程序回复到图4的气体压缩程序,其中该第一容器122释放该高压氢气H1。

[0079] 图6是以图4的该气体压缩系统压缩气体的方法的流程图。该气体压缩系统200压缩气体的方法包括以下的步骤。通过该流体控制装置130,该第一流体130a被提供至该第一容器122以加热该第一容器122的氢吸附材料,且该第二流体130b被提供至该第二容器124以冷却该第二容器124的氢吸附材料(步骤S202)。如何提供该第一流体130a以及该第二流体130b的细节已叙述在图1的实施例中,故此处不再重复。此外,如同前述的实施例,该第一容器122用于释放该高压氢气H1。接着,该第一端口112a被开启以接收从该第一容器122所释放的该高压氢气H1,来推动活塞116以进行压缩(步骤S204)。气体如何被该活塞116压缩的细节已在前述实施例中叙述,故此处不再重复。该第一端口112a接收该高压氢气H1的细节可参考前述图4的细节,此处不再重复。接着,该第一端口112a被关闭且该第二端口112b被开启以输出该低压氢气H2(步骤S206)。接着,来自该第二端口112b的该低压氢气H2被该第二容器124的氢吸附材料所吸附,且在该低压氢气H2被吸附后,该第二端口112b被关闭(步骤S208)。该低压氢气H2被吸附的细节可以参考前述图4的细节,此处不再重复。接着决定是否该第一容器122的氢气压力比第一预设阈值低(步骤S210)。如果该第一容器122的氢气压力没有比第一预设阈值低,就会重复步骤S204至步骤S208来驱动该活塞116,以持续压缩该低压气体G1成为该高压气体G2。当该第一容器122的氢气压力比第一预设阈值低时,该第二流体130b被提供至该第一容器122以冷却该第一容器122的氢吸附材料,且该第一流

体130a被提供至该第二容器124以加热该第二容器124的氢吸附材料(步骤S212)。如何提供该第一流体130a和该第二流体130b的细节可以参考前述图2的细节,此处将不再重复。接着该第一端口112a被开启以接收从该第二容器输出的该高压氢气H1来推动该活塞116进行压缩(步骤S214)。该第一端口112a接收该高压氢气H1的细节可以参考前述图5的细节,将不再重复。接着,该第一端口112a被关闭以及该第二端口112b被开启以输出该低压氢气H2(步骤S216)。接着,从第二端口112b输出的该低压氢气H2被该第一容器122的氢吸附材料所吸附,在该低压氢气H2被吸附之后,该第二端口112b被关闭(步骤S218)。该低压氢气H2被吸附的细节可以参考前述图5的细节,此处将不再重复。接着决定是否该第二容器124的氢气压力比一第二预设阈值低(步骤S220)。若该第二容器124的氢气压力没有比该第二预设阈值低,接着就会重复步骤S214至S218来驱动该活塞116,以持续地压缩该低压气体G1形成高压气体G2。当该第二容器124的氢气压力比第二预设阈值低时,该程序回复至步骤S202以重复该程序至步骤S220。该第一预设阈值和该第二预设阈值可依使用者需求而为相同或相异。

[0080] 图7显示另一实施例的氢气压力的实验结果。该实验是以该气体压缩系统100进行。本实施例中,该第一流体130a为摄氏100度,且该第二流体130b为摄氏25度。流经该第一及该第二容器122、124的该些热交换器122a、124a的该第一流体130a的流体流量以及该第二流体130b的流体流量为500毫升/分钟。该第一容器以及第二容器122、124的该氢吸附材料为 $\text{LaNi}_{4.7}\text{Al}_{0.3}$ 。该第一容器以及第二容器122、124的该氢吸附材料的重量都为2公斤。图7中的y轴显示从氢吸附材料释放的氢气压力(以巴为单位),x轴显示该氢吸附材料的氢气吸附重量百分比。x轴所表示数据是该氢吸附材料所吸附氢的重量除以该氢吸附材料的重量再乘上100。依该图所示,在摄氏100度的条件下,被释放的氢气压力大约是23巴。

[0081] 图8显示根据图7实施例的压缩气体压力实验结果。在此实施例中,图8显示因该活塞116压缩该低压气体G1所导致该压缩气体G2的气压。在该实验结果中,三种低压气体G1被使用。该三种低压气体压力为23巴、5巴以及3巴。图中该y轴显示该压缩气体G2的压力,而该x轴显示相对于该氢吸附材料吸附氢气的氢气重量百分比。也就是说x轴显示该氢吸附材料所吸附氢的重量除以该氢吸附材料的重量再乘上100。通过该活塞116,23巴的该低压气体G1可以被压缩至约138巴的气压。通过该活塞116,5巴和3巴的该低压气体G1可以被压缩到高达约80巴的气压。图7和图8实施例所示的实验结果仅为范例。其他参数例如活塞116的设计、该氢吸附材料的类型以及该流体的温度等均可能会改变压缩气体的气压。

[0082] 虽然结合以上实施例公开了本发明,然而其并非用以限定本发明,任何所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,可作些许的更动与润饰,故本发明的保护范围应当以附上的权利要求所界定的为准。

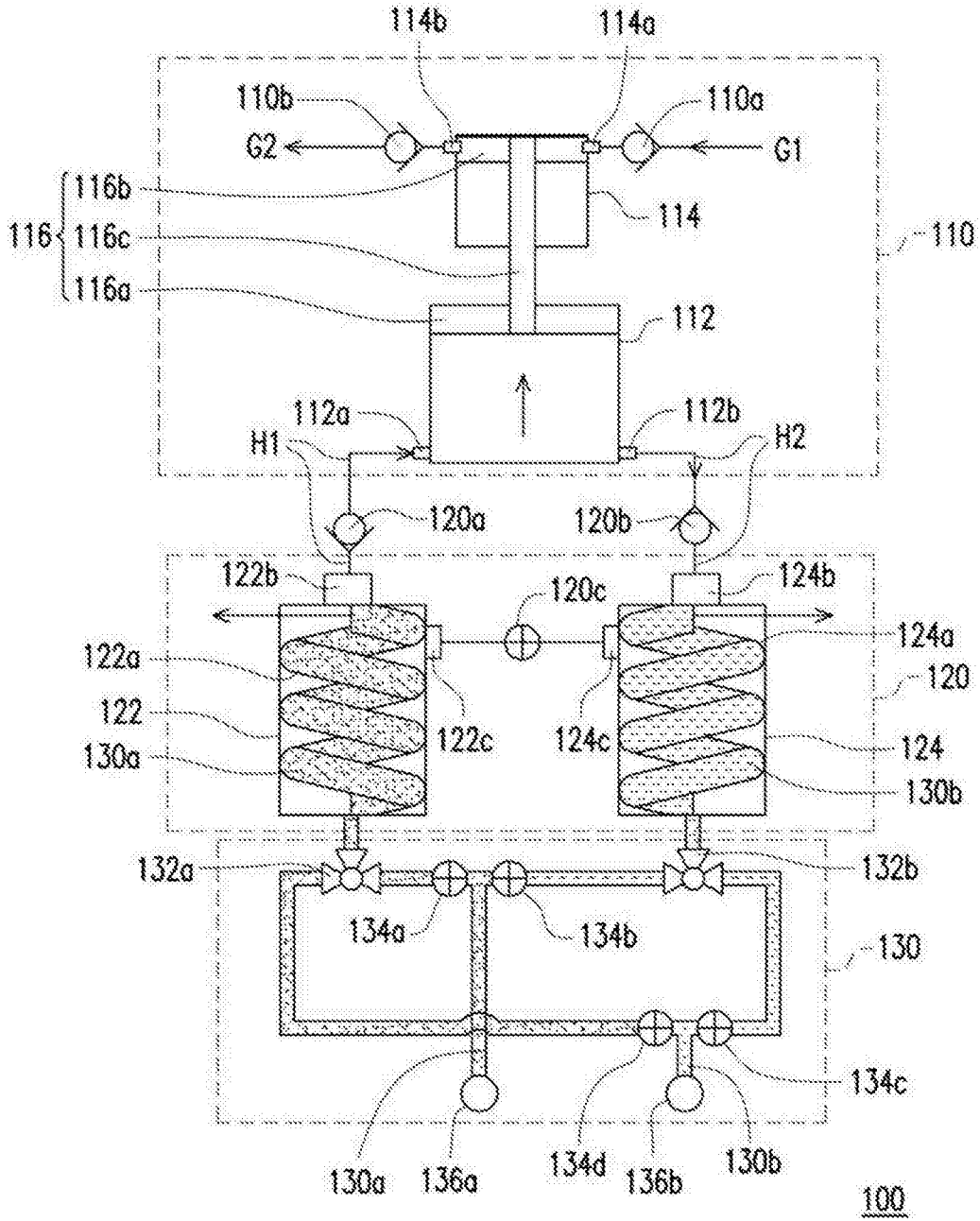


图1

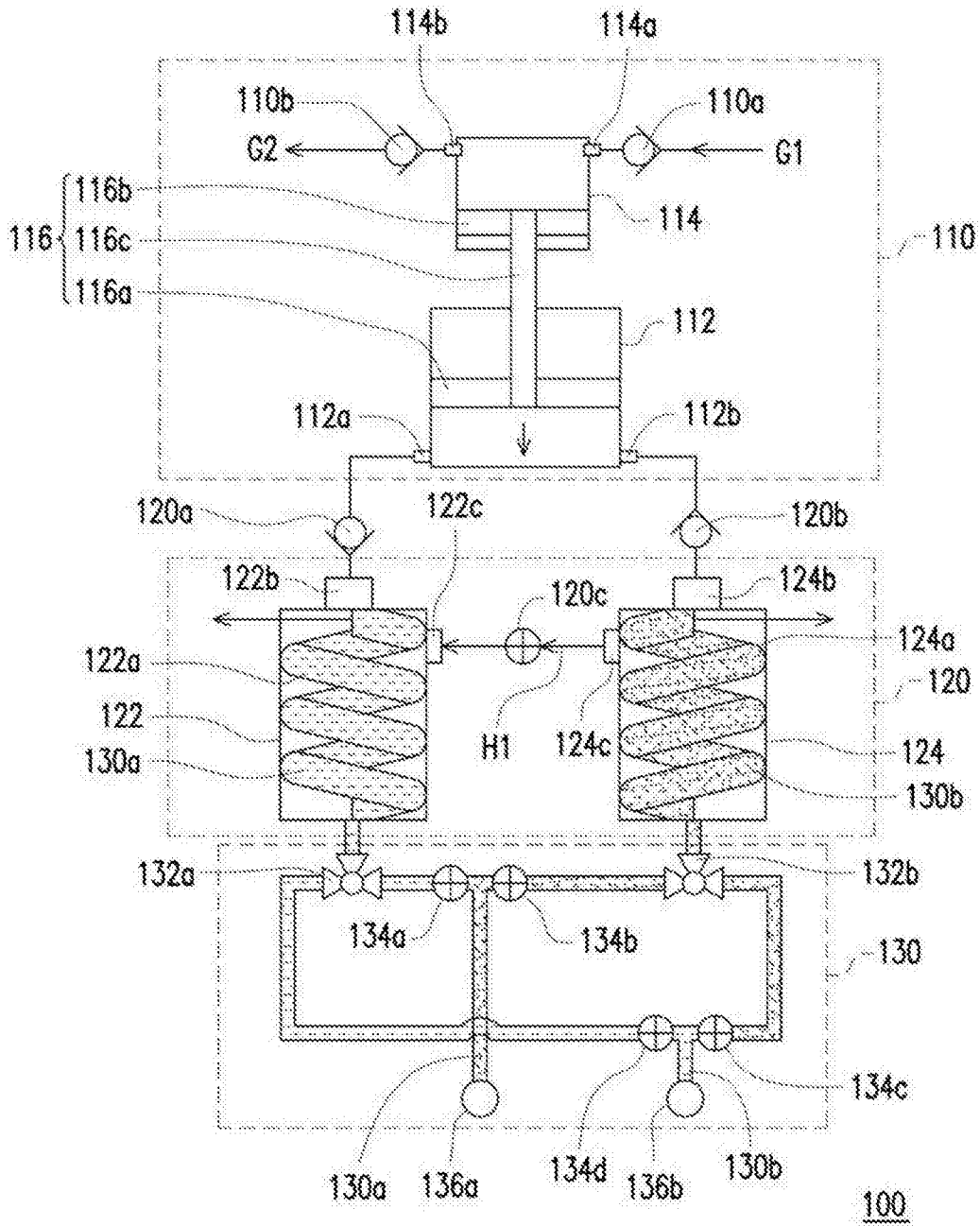


图2

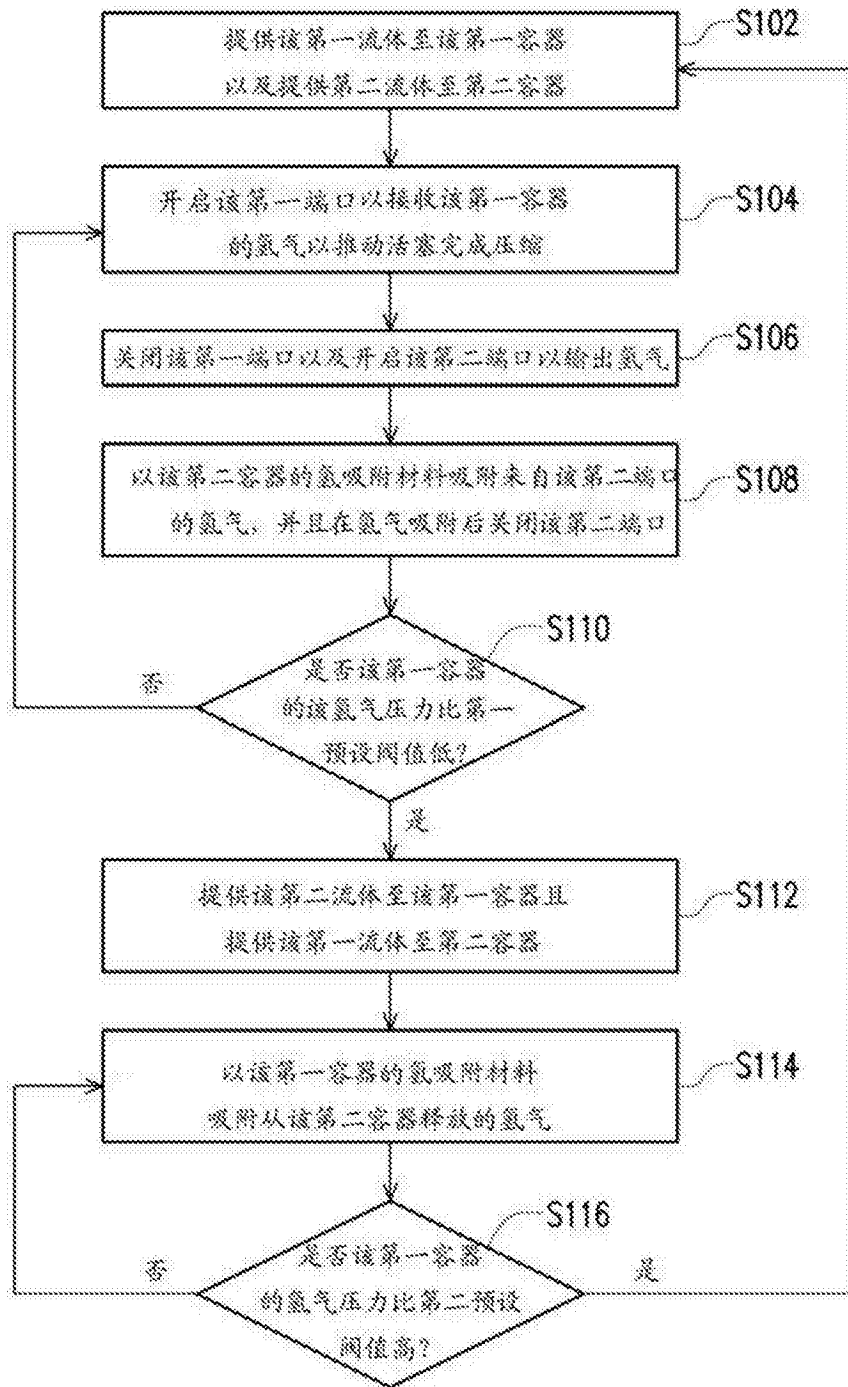


图3

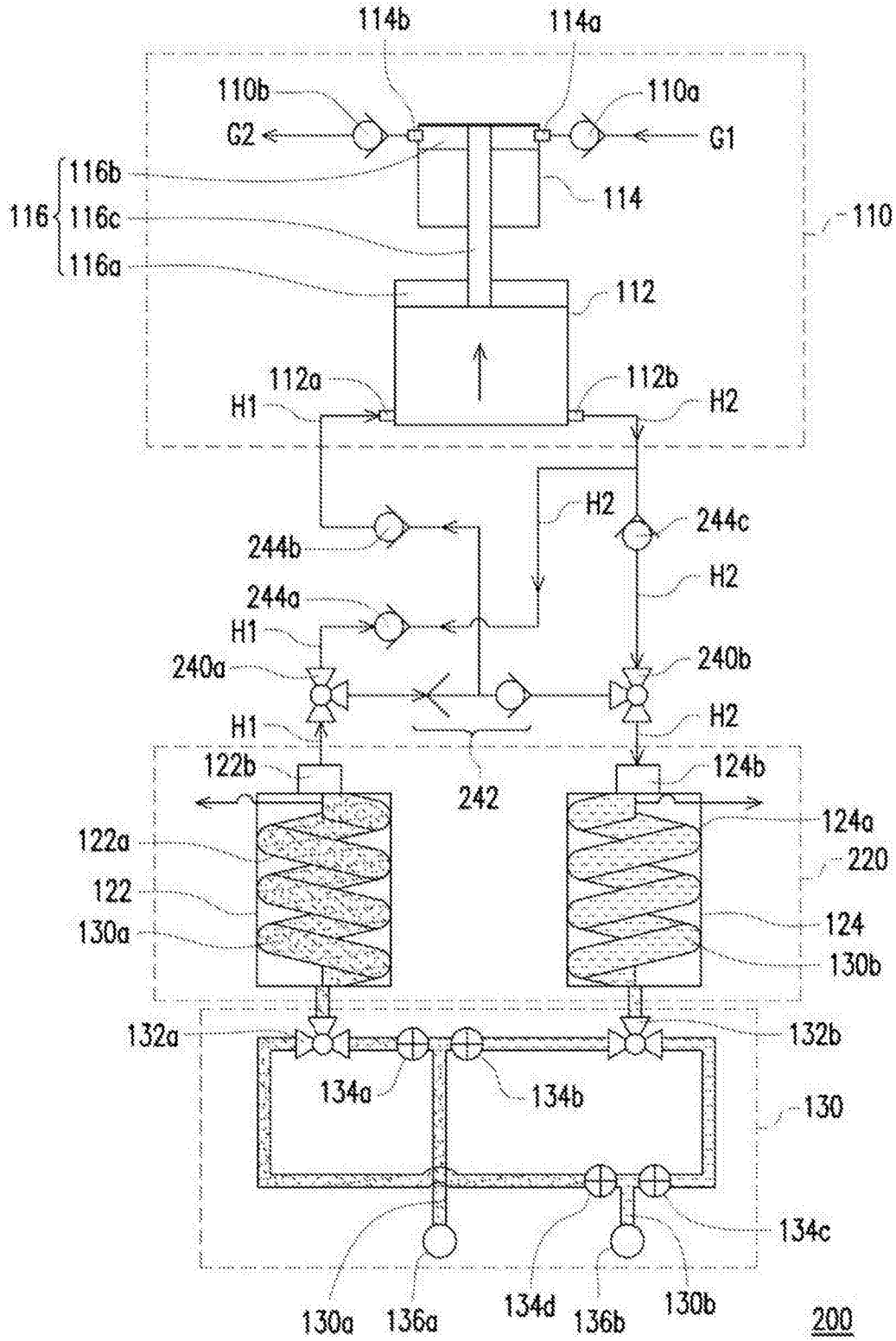


图4

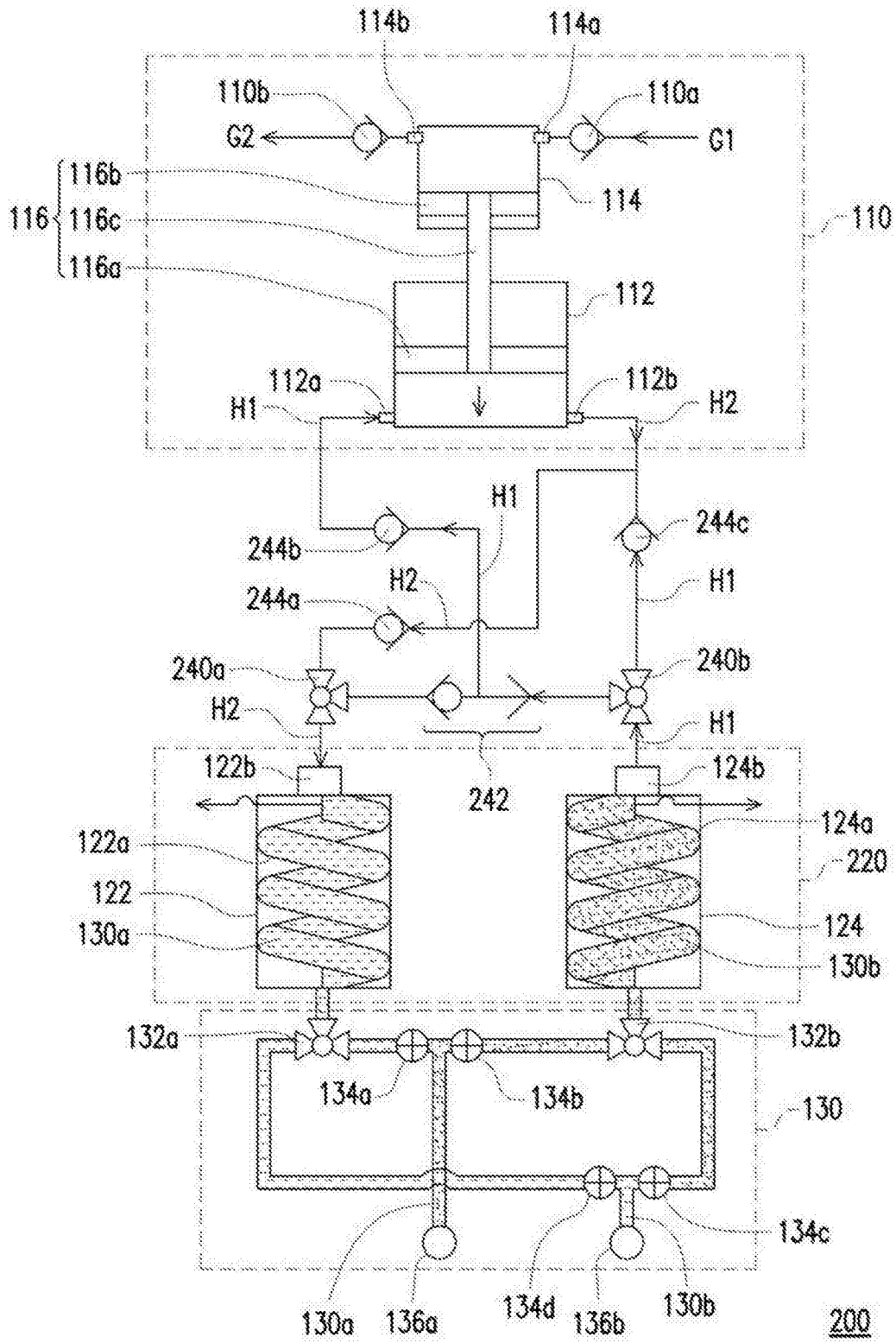


图5

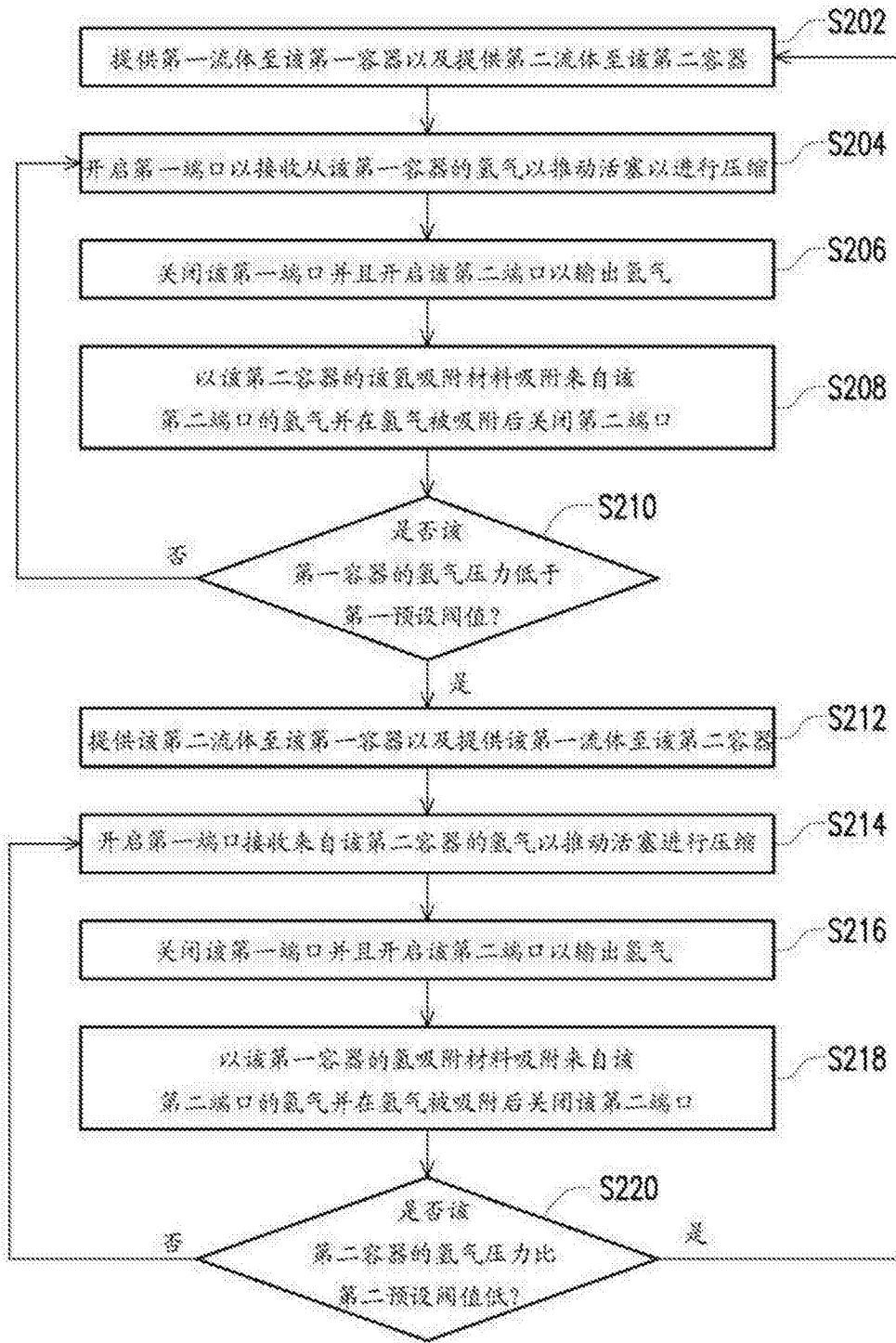


图6

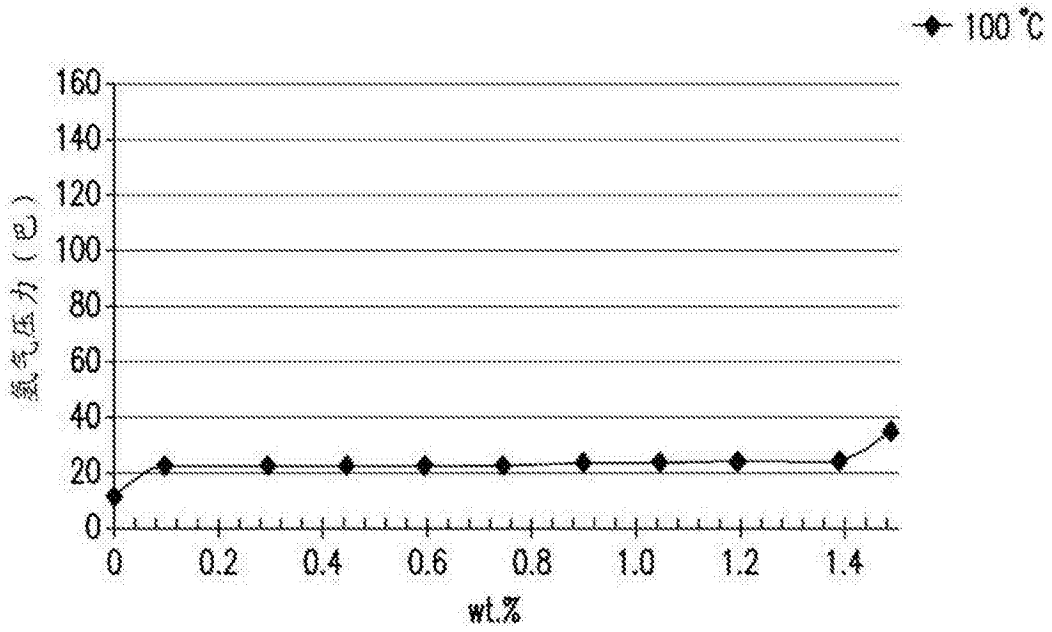


图7

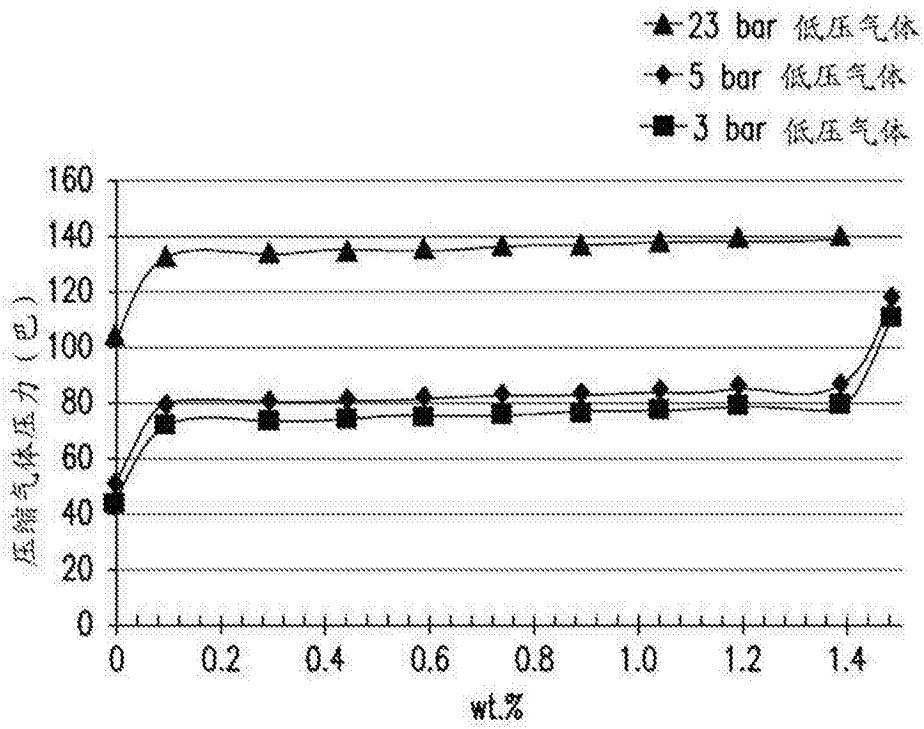


图8