

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25B 43/00 (2006.01)

F25B 41/04 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03100406.7

[45] 授权公告日 2006年10月18日

[11] 授权公告号 CN 1280597C

[22] 申请日 2003.1.10 [21] 申请号 03100406.7

[30] 优先权

[32] 2002.1.10 [33] JP [31] 2002-003911

[71] 专利权人 爱斯佩克株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 榎本真一

审查员 刘淑静

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

司

代理人 龙淳

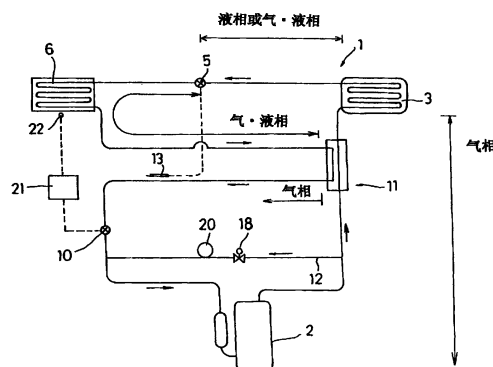
权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 11 页

[54] 发明名称

冷却装置及恒温装置

[57] 摘要

本发明涉及冷却装置，该冷却装置(1)除了具有压缩装置(2)、凝缩装置(3)、膨胀阀(5)和蒸发装置(6)外，还设置有电动阀(10)，将它们用配管依次连接构成冷冻回路。还设置有加热部(11)和旁通通路(12)。膨胀阀(5)的感温筒(13)设置在加热部(11)和电动阀(10)之间，用来检测从加热部(11)出来到电动阀(10)之间的制冷剂温度。制冷剂在从蒸发装置(6)出去以前维持气-液混合状态，所以蒸发装置(6)内的制冷剂温度无论在哪个部位都等于制冷剂的饱和温度，因此温度的差别极小。



1. 一种冷却装置，具有压缩装置、凝缩装置、膨胀设备和蒸发装置，将它们用配管依次连接构成冷冻回路，在压缩装置中将处于气体状态的制冷剂压缩并送入凝缩装置，在凝缩装置中从制冷剂吸取热量使制冷剂变成液态或气-液混合状态，经膨胀设备送入蒸发装置，再将制冷剂返回压缩装置，其特征在于，在蒸发装置和压缩装置之间设置有加热部，基于膨胀设备出口附近的温度与加热部下游的温度之差对所述膨胀设备进行控制，当温度之差超过一定温度时，增大膨胀设备的开度，而当温度之差低于一定温度时，减小膨胀设备的开度，制冷剂在加热部得到热量后全部气化。

2. 如权利要求 1 所述的冷却装置，其特征在于，在从蒸发装置到压缩装置之间设置有流量控制设备或压力控制设备，
具有检测负荷侧温度的负荷侧温度检测设备，基于所述负荷侧温度检测设备检测的温度来控制流量控制设备或压力控制设备。

3. 如权利要求 2 所述的冷却装置，其特征在于，流量控制设备或压力控制设备设置在从加热部到压缩装置之间。

4. 如权利要求 1~3 任一项所述的冷却装置，其特征在于，加热部以从压缩装置到膨胀设备的高压侧的制冷剂作为热源。

5 如权利要求 2 或 3 所述的冷却装置，其特征在于，设置有使流量控制设备或压力控制设备旁通的旁通设备。

6. 如权利要求 1~3 任一项所述的冷却装置，其特征在于，通过蒸发装置使所述制冷剂与传热流体进行热交换，在蒸发装置的传热流体的出口侧设置有负荷侧温度检测设备。

7. 如权利要求 2 或 3 所述的冷却装置，其特征在于，当所述负荷侧温度检测设备检测到的温度高于设定温度时，流量控制设备或压力控

制设备的开度增大;而当所述负荷侧温度检测设备检测到的温度低于设定温度时,流量控制设备或压力控制设备的开度减小。

5 8. 如权利要求 1 所述的冷却装置,其特征在于,在加热部和压缩装置之间具有流量控制设备或压力控制设备,调节膨胀设备的开度,使得膨胀设备出口附近的温度与从加热设备出来到流量控制设备或压力控制设备之间的制冷剂的温度差一定。

10 9. 一种恒温装置,其特征在于,为了冷却该恒温装置内的温度控制对象而搭载有冷却装置,

所述冷却装置具有压缩装置、凝缩装置、膨胀设备和蒸发装置,将它们用配管依次连接构成冷冻回路,在压缩装置中将处于气体状态的制冷剂压缩并送入凝缩装置,在凝缩装置中从制冷剂吸取热量使制冷剂变成液态或气-液混合状态,经膨胀设备送入蒸发装置,再将制冷剂返回
15 压缩装置,在蒸发装置和压缩装置之间设置有加热部,基于膨胀设备出口附近的温度与加热部下游的温度之差对所述膨胀设备进行控制,当温度之差超过一定温度时,增大膨胀设备的开度,而当温度之差低于一定温度时,减小膨胀设备的开度,制冷剂在加热部得到热量后全部气化。

20 10. 如权利要求 9 所述的恒温装置,其特征在于,在所述冷却装置中设置有使流量控制设备或压力控制设备旁通的旁通设备。

25 11. 如权利要求 9 所述的恒温装置,其特征在于,作为蒸发装置使用直接膨胀式板式热交换器,该热交换器的传热板的表面温度能够实质上维持均匀。

30 12. 如权利要求 10 所述的恒温装置,其特征在于,具有为了加热该恒温装置内的流体而搭载的加热器,在低温区进行温度控制时,使冷却装置工作而不使加热器工作,而且关闭所述旁通设备,在进行中温区的温度控制时,使冷却装置和加热器都工作,而且开启所述旁通设备,在高温区进行温度控制时,使加热器工作而不使冷却装置工作,而且关闭所述旁通设备。

冷却装置及恒温装置

技术领域

- 5 本发明涉及冷却装置，特别涉及半导体和电子器件等的制造装置、检查装置、评价试验装置等需要精密的恒温环境的制造装置和检查装置所采用的冷却装置。

背景技术

- 10 冷却装置一般在冰箱和空调等形成低温的装置中使用。冷却装置，众所周知要具备压缩装置、冷凝装置、膨胀阀和蒸发装置，将它们依次用配管连接起来构成冷冻回路。

- 在冷冻回路中，气体状态的制冷剂在压缩装置中被压缩并送入冷凝装置，制冷剂在冷凝装置中被取走热量变成液态或气-液混合状态。
15 然后制冷剂经过膨胀送入蒸发装置。在蒸发装置内，处于上述液态或气-液混合状态的制冷剂蒸发，由潜热从负荷中夺走热量。从负荷中接收了热量的制冷剂气化并返回进入压缩装置。

在此，返回压缩装置的制冷剂，为了防止发生液体压缩，希望处于完全气化的状态。

- 20 在现有技术中，液态或气-液混合状态的制冷剂在蒸发装置内设计成全量气化的样子。

也就是说，在现有技术的冷却装置中由膨胀阀等控制，使得蒸发装置出口侧的温度高于在冷冻回路中制冷剂的饱和温度。更具体说，由膨胀阀进行控制，使得蒸发装置出口侧的冷剂的过热度一定。

- 25 作为使制冷剂在完全气化的状态下返回压缩装置的对策，提出了在特开昭 61-89456 号中记载的方法。

- 在特开昭 61-89456 号中记载的对策，是使蒸发装置和压缩装置之间的低压侧的制冷剂与由压缩装置到膨胀阀之间的高压侧进行热交换。特开昭 61-89456 号中记载的对策是把从蒸发装置出来的制冷剂加
30 热，将制冷剂在过热状态下送入压缩装置。

特开昭 61-89456 号中记载的对策，最终是以制冷剂在蒸发装置内完全气化为目的的，使蒸发装置和压缩装置之间与高压侧进行热交换，是用于使从蒸发装置出来的制冷剂气体被进一步加热到过热状态，从而完全阻止液态制冷剂返回到压缩装置。

5 而在现有技术的冷却装置中，负荷一侧的温度控制是由压缩装置的开和关进行的。

也就是说在负荷侧的温度比设定温度高的情况下，压缩装置启动，冷却装置就动作，蒸发装置的温度降低了，负荷侧的温度就下降。相反，当负荷侧的温度低于设定温度时，压缩装置就停止工作。

10 现有技术的冷却装置，如上所述地由压缩装置的开、关使温度接近设定温度，有负荷侧的温度摆动的问题。

可是，在半导体或电子器件等的制造装置、检查装置、评价试验装置或者环境试验器等当中，要求有极其精密的温度环境。为此，如上所述的由压缩装置的开-关形成温度控制，不能满足负荷侧的温度摆动，从而不能满足性能的要求。也就是说，由压缩装置的开-关进行的温度控制，温度的稳定性差。

15 为此，在这样的装置中，内藏冷却装置以外的应答性高的加热器。采用以冷却装置给予必要冷却量以上的冷却量，冷却过度时用应答性高的加热器进行弥补的对策。

20 但是，象这样内藏冷却装置以外的应答性高的加热器的结构，在加热的同时又要冷却是矛盾的，能量效率很差，与节能是背道而驰的。

而上述的环境试验器等，其内部的温度分布偏差小是重要的性能之一，而现有技术的冷却装置是无法满足这一点的。

25 这就是说，环境试验器等，要求温度在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 这样宽的范围内改变设定的温度，在这上面搭载的冷却装置的蒸发装置，使用可达到最低达到温度的高性能（热交换效率高）装置。为此，在负荷侧（比如在恒温槽内）的温度高的情况下，进入蒸发装置的制冷剂就立即气化，在蒸发装置的途中就放出了潜热。结果，在现有技术的冷却装置中，在蒸发装置本身上就产生了温度分布，在负荷侧产生温度分布就不能进行正确的环境试验，从而有不令人满意的地方。

30 为了消除负荷侧的温度分布，考虑在冷却装置中进行二次制冷剂

(氟利昂)的温度调节,使二次制冷剂流向负荷侧的对策,但由于需要二次制冷剂的回路和循环泵等另外的设备,会产生需要成本的问题,而且由于装置的大型化,要考虑放置的场所也会带来新的问题。

这就是说,在冷却装置中用二次制冷剂进行温度调节,作为使二次制冷剂流向负荷侧的结构,比如考虑了如在图11中所示的装置,但是除了由压缩装置100、冷凝装置101、膨胀阀102、蒸发装置103等构成的冷却装置以外,还需要罐105。而在罐105内有必要内藏电加热器106。为此使用二次制冷剂的对策要花费设备的成本,而且要确保设备的专有空间。所以使用二次制冷剂的对策,其热效率也不好。

发明内容

因此,本发明针对现有技术的上述问题,目的在于以开发温度控制精度高,而且温度差别小,设备成本低的冷却装置。

为了解决上述课题,本发明的一种实施方案是一种冷却装置,其具有压缩装置、冷凝装置、膨胀设备和蒸发装置,将它们依次用配管连接构成回路,将处于气体状态的制冷剂在压缩装置中压缩并送入冷凝装置,在冷凝装置中,从制冷剂吸取热量使制冷剂变成液态或气-液混合状态,经膨胀设备送入蒸发装置,然后使制冷剂重新返回压缩装置,其特征在于,在蒸发装置和压缩装置之间具备加热部,使制冷剂在到达蒸发装置的出口以前一直维持气-液混合状态,在加热部得到热量后转变为气体。

在此加热部希望有加热器或其它的热源,只要在该部位流动的制冷剂能够接受热能就可以,比如和外界进行热交换使得制冷剂被加热也可以。此点对本发明的其它方面中也是一样的。

在本实施方案的冷却装置中,制冷剂在直到蒸发装置的出口处以前一直维持气-液混合状态。为此,由蒸发装置的入口到出口之间的制冷剂温度大致是一定的,温度的差别很小。并且因为制冷剂在直到蒸发装置的出口以前一直维持气-液混合状态,故在蒸发装置内的制冷剂保持有潜热。为此即使有大的负荷变动,蒸发装置的温度也难以变化。从而本实施方案的冷却装置的稳定性提高。

在本实施方案的冷却装置中,在蒸发装置和压缩装置之间具有加

热部，从加热部得到热量从而全部气化。为此就不会有液态的制冷剂返回到压缩装置中。

加热部优选以从压缩装置到膨胀设备的高压侧的制冷剂作为热源。

- 5 在这样的冷却装置中，加热部以从压缩装置到膨胀设备的高压侧的制冷剂作为热源。因此就不需要特别的热源，不会浪费能量而且结构简单。

在以高压侧的制冷剂作为热源的情况下，热源的位置在由压缩装置至冷凝装置之间，或者从冷凝装置至膨胀设备之间任一种都可以。

- 10 冷却装置优选在从蒸发装置到压缩装置之间装有流量控制设备或压力控制设备。

- 在这样的冷却装置中，在冷凝装置到压缩装置之间装有流量控制设备或压力控制设备。在此，作为流量控制设备，包括比如电动阀之类的可以改变开口面积的阀门，或者根据脉冲信号可在短时间内反复开闭的，根据脉冲宽度能够改变单位时间内流量的阀门。也包括使流量保持一定结构的。
- 15

压力控制设备包括可任意调节压力、或者保持压力一定的设备。

- 在这样的冷却装置中，由于在从蒸发装置到压缩装置之间装有流量控制设备等，就能够控制蒸发装置内制冷剂的压力。因此就能够控制蒸发装置中的饱和温度。
- 20

此流量控制设备或压力控制设备优选安装在加热部到压缩装置之间。

按照这样的配置，制冷剂在加热部的下游是干的蒸汽，不是气液混合状态，因此容易进行流量控制。

- 25 在冷却装置中，优选设置使流量控制设备或压力控制设备旁通的旁通设备。

- 这样的冷却装置，由于设置了使流量控制设备旁通的旁通设备，在不想使流量控制设备工作时，可以使流量控制设备等旁通。这就是说，可防止流量控制设备处于切断的状态，或者能够减轻流量控制设备等的流通阻力。
- 30

在冷却装置中，优选设置连接由压缩装置到冷凝装置之间以及从

流量控制设备或压力控制设备到压缩装置之间的旁通设备。

这样的冷却装置，由于设置使从压缩装置到冷凝装置之间、从流量控制设备等到压缩装置之间旁通（连接）的旁通设备，当流量控制设备等的开度很小时，也能够向压缩装置供给足够的制冷剂。

5 优选在连接从压缩装置到冷凝装置之间、从流量控制设备或压力控制设备到压缩装置之间的前述旁通设备中，在流量控制设备或压力控制设备在一定的开度以下时，设置使前述旁通设备开通的通路开闭设备。在此，作为通路开闭设备，可以使用电磁阀、电动阀、空气气压阀等。

10 在这样的冷却装置中，由于只是在流量控制设备的开度很低时才开通上述旁通设备，在流量控制设备等的开度高的时候，可以避免制冷剂的无效循环，而在流量控制设备等的开度低的时候，能够向压缩装置供给充足的制冷剂。

冷却装置优选具有检测负荷侧温度的负荷侧温度检测设备，而流量控制设备或压力控制设备就是基于上述负荷侧温度检测设备检测的温度进行控制的。在本说明书中，所谓“基于检测的温度”包括只是根据其检测温度的数值，换言之，只是根据一个测定值的情况，以及根据多个检测温度（也就是说该检测温度以及在其他部位的检测温度）的数值时、即该检测温度的数值和其他检测量的数值等多个测定值的情况双方。

20 在这样的冷却装置中，由于检测负荷侧的温度来进行温度的控制，故能够通过控制蒸发装置内制冷剂的压力把负荷侧的温度调节到希望的温度。

25 在冷却装置中，优选由蒸发装置进行制冷剂和传热流体的热交换，在蒸发装置的传热流体的出口侧设置检测负荷侧温度的检测设备。

在这样的冷却装置中，制冷剂和盐水等传热流体通过蒸发装置进行直接的热交换，可控制蒸发装置中的冷却量，故不需要传热流体罐，可实现节省空间。

30 此蒸发装置优选具有在外管的内部同心配置内管的双重管道，在此双重管道的一个管道中流过制冷剂，在另一个管道中流过传热流体。

在这样的冷却装置中，由于构造简单，可以以更高的效率进行热

交换。

本发明的另一个实施方案是一种冷却装置，具有压缩装置、冷凝装置、膨胀设备和蒸发装置，将这些装置用配管依次连接形成冷冻回路，将气体状态的制冷剂在压缩装置中压缩，送到冷凝装置，在冷凝装置中，从制冷剂吸取热量使制冷剂变成液态或者气-液混合状态，经过膨胀设备送到蒸发装置，再把制冷剂返回到压缩装置中，其特征在于，能够控制膨胀设备的开度，在蒸发装置和压缩装置之间具有加热部，上述膨胀设备基于此加热部下游侧的温度进行控制。

在本实施方案的冷却装置中采用的膨胀设备可以控制开度。在本发明中，在蒸发装置和压缩装置之间装有加热部。因此在本实施方案中，由于基于加热部下游侧的温度对膨胀设备进行控制，故从加热部出来的制冷剂可以保持一定的过热度。因此不会有液态的制冷剂返回到压缩装置中。

如果按照本实施方案来构成，在到蒸发装置的出口以前，容易使制冷剂形成气-液混合状态。这就是说，在制冷剂到达蒸发装置的出口之前维持气-液混合状态，由加热部得到热量后使其完全气化，从而膨胀设备的开度能够自动调节。

并可确保设定的温度幅度。

上述膨胀设备优选基于冷冻回路内制冷剂的饱和温度与加热部下游侧的温度之差进行控制。

在这样的冷却装置中，由于膨胀设备是基于冷冻回路内制冷剂的饱和温度与加热部下游侧的温度之差进行控制的，所以从加热部出来的制冷剂可以确保一定的过热度。因此，液态的制冷剂就不会返回到压缩装置中。

如果这样构成，在到蒸发装置出口之前，制冷剂就容易成为气-液混合状态。

膨胀设备优选具有筒体，在筒体中封入流体，流体随着温度变化而膨胀或收缩，这样就得到了上述的温度差。

在这样的冷却装置中，由简单的结构就能够得到温度差，就能够控制膨胀设备。

优选对膨胀设备的开度进行调节，使膨胀设备出口附近的温度与

从加热设备出来到流量控制设备或压力控制设备之间的制冷剂温度之差成为一定。

通过所述结构，可以将从加热设备出来的制冷剂、即从加热设备出来进入流量控制设备或压力控制设备的制冷剂的过热度控制在所希望的值。

此冷却装置优选在加热部和压缩装置之间具有流量控制设备或压力控制设备，膨胀设备是一个带感温筒的温度式膨胀阀，此感温筒配置在加热部和流量控制设备或压力控制设备之间。

在这样的冷却装置中，由简单的结构来检测出温度差，能够使从加热部出来的制冷剂确保一定的过热度，可以防止液态的制冷剂返回到压缩装置中。

本发明的另一个实施方案是为了冷却该恒温装置内的温度控制对象而搭载了上述任一种冷却装置的恒温装置。

本发明的恒温装置，温度的控制精度高，而且温度的差别小。

在本发明的恒温装置中，蒸发装置优选是直接膨胀板式热交换器。在此所谓直接膨胀板式热交换器是具有通过制冷剂的制冷剂通路和传热板的热交换器或者是具有制冷剂腔和传热板的热交换器。

在这样的恒温装置中，被冷却物可以在传热板上进行冷却，进行希望的试验。为此，即使不使用盐水温度的分布也很均匀，因此就不需要盐水回路，是经济而节能的，可以实现节省空间化。

直接膨胀式热交换器也可以是在金属制造的板的一个面上安装制冷剂配管。在这样的恒温装置中，热交换器的制造是很容易的。

直接膨胀式热交换器，也可以在金属制造的板的内部形成制冷剂通路。在这样的恒温装置中，热交换器的传热效率高。

直接膨胀式热交换器优选是在金属制造的板的一个面上装有平面状加热器。在这样的恒温装置中，传热板的温度同样可以升高。

本发明的又一个实施方案是一种恒温装置，其特征在于，具有为了冷却该恒温装置内的温度控制对象而搭载的上述任一种冷却装置和为了加热该恒温装置内的温度控制对象而搭载的加热器，在冷却装置中设置使流量控制设备或压力控制设备旁通的旁通设备，在低温区进行温度控制时，使冷却装置工作而不使加热器工作，而且关闭流量控

制设备或压力控制设备旁通的旁通设备，在中温区进行温度控制时，使冷却装置和加热器都工作，而且开通上述旁通设备，在高温区进行温度控制时，使加热器工作而不使冷却装置工作，而且关闭上述旁通设备。

- 5 在这样的恒温装置中，在低温区进行温度控制时，蒸发装置的温度差别小，恒温槽内的温度差别也小。另外，在中温区进行温度控制时，由于开通旁通设备而对制冷剂流量没有限制，可以与现有技术一样地通过冷却装置和加热器的组合而进行高精度的控制。而在高温区进行温度控制时，可以与现有技术一样只用加热器就可以。

10

附图说明

图 1 是本发明实施方式的冷却装置的配管系统图。

图 2 是在图 1 的冷却装置中采用的直接膨胀式热交换器的立体图。

图 3 是显示直接膨胀式热交换器的变形例的立体图。

- 15 图 4 是显示直接膨胀式热交换器的另一个变形例的立体图。

图 5 是本发明另一个实施方式的冷却装置的配管系统图。

图 6 是本发明另外一个实施方式的冷却装置的配管系统图。

图 7 是本发明又一个实施方式的冷却装置以及使用该装置的恒温装置的配管系统图。

- 20 图 8 是本发明再一个实施方式的冷却装置以及使用该装置的恒温装置的配管系统图。

图 9 是本发明另外一个实施方式的冷却装置以及作为使用该装置的恒温装置的恒温盐水供给装置的配管系统图。

图 10 是图 9 的恒温盐水供给装置上采用的蒸发装置的断面图。

- 25 图 11 是使用现有技术中的冷却装置的恒温盐水供给装置的配管系统图。

具体实施方式

- 30 图 1 是本发明一个实施方式的冷却装置 1。本实施方式的冷却装置 1 是在半导体等的环境试验中使用的装置。

本实施方式的冷却装置 1，与现有技术一样具有压缩装置 2、凝缩

装置 3、膨胀阀 5 和蒸发装置 6。并且本实施方式的冷却装置 1 除了这些装置以外，还设置有电动阀 10，将它们依次用配管连接构成冷冻回路。作为在本实施方式中所特有的结构，是设置了加热部（热交换部分）11 和旁通通路 12。

5 下面依次进行说明，压缩装置 2 与公知的是一样的，是往复式或转子式或者是涡轮式制冷剂压缩泵。

凝缩装置 3 是一个热交换器，接收来自图上未示出的风扇的送风使流经内部的制冷剂冷却。

10 膨胀阀 5 是所谓温度式膨胀阀。温度式膨胀阀也称为温度自动膨胀阀或者感热式膨胀阀，并具有感温筒 13。在其内部具有一个柱塞，根据感温筒 13 的温度和膨胀阀 5 出口附近的温度改变孔的开度。

也就是说在感温筒 13 的内部封入填充的介质，根据感温筒 13 的温度而膨胀或收缩。因此感温筒 13 的压力借助法兰等作用在柱塞上，结果根据感温筒 13 所检测的温度将力作用在柱塞上。另外，对于节流孔出口侧的制冷剂压力也借助法兰等作用在柱塞上，故根据出口侧制
15 冷剂温度也可将力作用在柱塞上。如果两者平衡，则节流孔就停止，结果膨胀阀 5 就基于感温筒 13 周围的温度和膨胀阀 5 附近的温度而受到控制。

20 因此，膨胀阀 5 改变开度可使感温筒 13 的温度和膨胀阀 5 出口附近的温度的差值成为一定。

本实施方式的冷却装置 1 是如上所述用于半导体等的环境试验器中，蒸发装置 6 采用直接膨胀式板式热交换器。这就是说蒸发装置 6 具有通过制冷剂的制冷剂通路和制冷剂腔，在其上接合有传热板。

25 作为在本实施方式中能够采用的蒸发装置 6 的例子，可以举出比如图 2 所示的在导热性优异的金属制传热板 15 的内部形成通路 16 的装置。

如图 3 所示，在金属制的传热板 17 的一面焊接上制冷剂配管 14 也可。

30 如在图 4 所示，内藏电加热器等的板式加热装置 19 也可。而板式加热装置 19 是使金属制传热板 15 升温的板状加热器。板式加热器 19 能够在比如运转结束后的干燥运转等希望使金属制传热板 15 的温度上

升的情况下使用。

在蒸发装置 6 中，装有热电偶或温度计等温度传感器 22。

电动阀 10 是装有步进电机的阀，可根据信号调节开度。

本实施方式的冷却装置 1 如上所述具有压缩装置 2、凝缩装置 3、
5 膨胀阀 5 和蒸发装置 6，把这些依次用配管连接起来构成冷冻回路。而
构成本实施方式特征的电动阀 10 安装在蒸发装置 6 的下游侧。

而在本实施方式的冷却装置 1 中，蒸发装置 6 出口侧的一分配管
与高压侧的配管靠近，构成加热部 11。

这就是说在本实施方式的冷却装置 1 中，由蒸发装置 6 的出口侧
10 到电动阀 10 之间的一分配管，与由压缩装置 2 到凝缩装置 3 之间
的一分配管相接触。具体说，两者的配管在 100~200mm 左右的范围内
彼此紧密地靠近，在两者之间进行直接热交换。

在此，由压缩装置 2 到凝缩装置 3 之间是制冷剂被压缩流动的部位，
作为高压区的配管温度高。而由蒸发装置 6 的出口侧到电动阀 10
15 之间是低压区，温度低。因此在此加热部 11 中，在由压缩装置 2 至膨
胀装置 3 的高压侧的制冷剂作为热源，在由蒸发装置 6 的出口侧到电
动阀 10 之间加热。换言之，加热部 11 是蒸发装置 6 出口侧的制冷剂
和高压区的制冷剂进行热交换的部分。

旁通通路 12 由压缩装置 2 和加热部 11 之间分支，连接到电动阀
20 10 和压缩装置 2 之间。在旁通通路 12 中连接着电磁阀 18 和毛细管 20。

下面以压缩装置 2 作为起点说明本实施方式的冷却装置 1。即压缩
装置 2 的出口侧经加热部 11 连接到凝缩装置 3 的入口侧，而凝缩装置
3 的出口侧，经膨胀阀 5 连接到蒸发装置 6 上，进而经过加热部 11 连
接到电动阀 10 上，电动阀 10 的出口侧返回到压缩装置 2 的入口侧。

25 在压缩装置 2 和加热部 11 之间和在电动阀 10 和压缩装置 2 之间
设置有旁通通路 12，在该旁通通路 12 上设置有电磁阀 18 和毛细管 20。

在上述连接为一体的配管中，封入了替代卤化碳等热介质。

膨胀阀 5 的感温筒 13 设置在加热部 11 和电动阀 10 之间，用来检
测流出加热部 11 到电动阀 10 之间的制冷剂温度。

30 在通常的冷却装置中，膨胀阀的感温筒都安装在蒸发装置的出口
附近，而在本实施方式中，膨胀阀 5 的感温筒 13 安装在远离蒸发装置

出口的部位，并且在感温筒 13 的安装部位和蒸发装置 6 之间，存在有加热部 11。

此膨胀阀 5 基于从加热部 11 出来到电动阀 10 之间的制冷剂温度进行过热度控制。这就是说膨胀阀 5 自动调节小孔的开度，使由加热部 11 出来到电动阀 10 之间的制冷剂温度与膨胀阀 5 出口附近的温度（饱和温度）之差为一定温度。具体说，膨胀阀 5 自动调节阀门的开度使从加热部 11 出来的制冷剂温度和冷冻回路内的制冷剂的饱和温度的差值为一定，在上述差值超过一定温度时，阀的开度扩大，在不足一定温度的情况下，阀门的开度缩小。

在本实施方式中，膨胀阀 5 的过热度的设定，要考虑压缩装置 2 的容量、蒸发装置 6 的容量以及低压侧制冷剂从加热部 11 所接受的热量等因素，至少要选择使制冷剂在从蒸发装置 6 出来前维持在气-液混合状态的温度。这个温度一般是 3~8℃，优选 4~6℃。

本实施方式的冷却装置 1 具有控制装置 21。在此控制装置 21 中输入安装在蒸发装置 6 上的温度传感器 22 的信号。把温度传感器 22 的温度与由在图上没有标出的温度设定装置设定的温度进行比较，把根据该差值的脉冲信号送入电动阀 10。也就是说进行 P. I. D 控制，使在温度传感器 22 检测的温度高于设定温度的情况下，电动阀 10 的开度加大，反之若温度传感器 22 检测的温度低于设定温度时，就减小电动阀 10 的开度。

下面说明本实施方式的冷却装置 1 的功能。

本实施方式的冷却装置 1 如上所述用于半导体等的环境试验器中，在蒸发装置 6 中采用直接膨胀式板式热交换器。在本实施方式的冷却装置 1 中，蒸发装置（直接膨胀式板式热交换器）6 的金属制传热板 15 上并排放置被试验物，或者由金属制传热板 15 夹持住被试验物。

本实施方式的冷却装置 1，与通常的冷却装置相同，用压缩装置 2 把气体状态的制冷剂压缩送入凝缩装置 3 中，在凝缩装置 3 中从制冷剂吸取热量将制冷剂变成液体或气-液混合状态。制冷剂由膨胀阀 5 进行流量控制，经膨胀阀 5 开放到蒸发装置 6 中，使金属制传热板 15 的温度下降。

从此蒸发装置 6 出来的制冷剂由加热部 11 进行加热，到达电动阀

10。在电动阀 10 当中，根据安装在蒸发装置 6 上的温度传感器 22 来缩小制冷剂的流量，把制冷剂返回到压缩装置 2。

在上述一系列制冷剂的流动当中，特别要记住的是在本实施方式
5 的冷却装置 1 中，制冷剂直到离开蒸发装置 6 一直维持在气-液混合状态这一点。

这就是说，在本实施方式的冷却装置 1 中，在蒸发装置 6 的下游侧设置了加热部 11，所以在加热部 11 使制冷剂加热，达到过热状态返回到压缩装置 2 中，但作为控制膨胀阀 5 过热度时的基准温度，采用了从加热部 11 出来的部位的温度。

10 除此以外，在本实施方式中，控制膨胀阀 5 过热度的设定温度要参考压缩装置 2 的容量、蒸发装置 6 的容量以及低压侧制冷剂从加热部 11 接受的热量等，至少要选择使制冷剂在从蒸发装置 6 出来前维持
在气-液混合状态的温度。

为此，在本实施方式的冷却装置 1 中，制冷剂在从蒸发装置 6 出来前维持在气-液混合状态，是处于湿的状态。因此在蒸发装置 6 内制
15 冷剂的温度，在任何部位都等于制冷剂的饱和温度。所以本实施方式的冷却装置，其温度差别极小。如根据此实施方式进行说明，则在本实施方式的冷却装置 1 中，在金属制传热板 15 上任何部分，温度都是一样的。因此在此金属制传热板 15 上放置的半导体，无论放在什么位置
20 上，温度都是同样的。

在本实施方式的冷却装置 1 中，制冷剂在从蒸发装置 6 出来前维持
在气-液混合状态，所以制冷剂直到从蒸发装置 6 出去以前一直保有潜热。因此，即使冷热能都有富余，在有负荷变动时，也能够维持一定的温度。

25 在本实施方式的冷却装置中，在低压侧配管中的加热部 11 的下游侧安装有电动阀 10，所以能够改变制冷剂的饱和温度，这样就可以任意改变蒸发装置 6 的温度（即金属制传热板 15 的温度）。

这就是说，由于使电动阀 10 节流，使蒸发装置 6 内的压力升高，
30 制冷剂的蒸发受到抑制，使饱和温度升高。其结果，蒸发装置 6（即金属制传热板 15）的表面温度升高。反之，如果电动阀打开，蒸发装置 6 内的压力降低，饱和温度降低，蒸发装置 6 的表面温度也就降低。

本实施方式的冷却装置 1，具有在图上没有显示的温度设定装置，在此温度设定装置上可以设定任意的温度。这样就如上所述，将温度传感器 22 的温度与由控制装置 21 设定的温度进行比较，根据其差值向电动阀 10 送出脉冲信号。具体说，当温度传感器 22 检测的温度高于设定温度的情况下，电动阀 10 的开度变大，反之，当温度传感器 22 测定的温度低于设定温度时，送出信号使得电动阀 10 的开度减小。

因此，当蒸发装置 6 的温度比设定温度高出许多时，电动阀 10 处于全打开的状态，温度式膨胀阀 5 以最大的能力使温度降低。如果蒸发装置 6 的温度与设定温度接近，电动阀 10 就向闭合开度的方向动作。如果电动阀 10 的开度小，蒸发装置 6 内处于中间压力，蒸发温度上升。本实施方式的冷却装置 1 就能够通过控制电动阀 10 的开度来控制蒸发温度（压力），从而能够进行蒸发装置 6 的温度控制。由于采用了电动阀 10，可以设定任意的温度。

这样，在本实施方式中，膨胀阀 5 确保了温度的均一性，而电动阀 10 则控制了温度。电动阀 10 的开度小的时候，压缩装置 2 的吸入压力下降，冷冻能力降低，所以蒸发装置 6 的过热度向着加大的方向，此时膨胀阀 5 的开度增大，结果就能够经常保持蒸发装置 6 出口附近处于湿润的状态。

总之，电动阀 10 起着可改变压力并使蒸发装置 6 的温度保持在所定温度的作用，而膨胀阀 5 使制冷剂流量可变并将蒸发装置 6 内的制冷剂调节到经常维持气-液混合状态，起着使温度分布均一化的作用。

本实施方式的冷却装置 1 由于不使用盐水也能使温度分布均一化，故不需要盐水回路，所以是经济的。

在本实施方式的冷却装置 1 中，在压缩装置 2 和加热部 11 之间以及电动阀 10 和压缩装置 2 之间设置有旁通通路 12。此旁通通路 12 主要是作为安全装置而设置的。这就是说，本实施方式的冷却装置 1 在冷冻回路中设置有电动阀 10，流过回路的制冷剂量受到该电动阀 10 的节流。因此，如果将电动阀 10 过度关小时，向压缩装置 2 供给的制冷剂就要过度减少，压缩装置 2 吸入压力极端降低就会成为压缩装置 2 故障的原因。所以在本实施方式中，设置了使凝缩装置 3、膨胀阀 5、蒸发装置 6、电动阀 10、加热部 11 等机械旁通的旁通通路 12。

在本实施方式中采用的旁通通路 12 中，设置了电磁阀 18。此电磁阀 18 由控制装置 21 进行控制，在电动阀 10 的开度在一定以下时打开。为此，当电动阀 10 被关小，电动阀 10 的开度过小时，电磁阀 18 打开，旁通通路 12 开通，向压缩装置 2 供给制冷剂。

5 流经旁通通路 12 的制冷剂的量只要确保对压缩装置 2 的吸入没有恶劣的影响即可。在凝缩装置 3 一侧流过相当量的制冷剂是必要的。因此在旁通通路 12 上设置了毛细管 20，使旁通通路 12 的流量少于凝缩装置 3 一侧的流量。在旁通通路 12 上设置的毛细管 20 是由于上述的理由而设置的，故改成其他的节流方式也是可以的，省略掉也是可
10 以的。

旁通通路 12 的电磁阀 18 也是可以省略的。

下面说明为了确认本发明的效果而进行的试验。本发明人试制了如图 1 所示的冷却装置 1，并测试了其性能。蒸发装置 6 使用的是如图 2 所示的装置。控制蒸发装置 6 内制冷剂的温度使其相对于蒸发装置 6
15 表面温度低几度。

蒸发装置 6 表面温度的差别是大约 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。设定温度可在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 之间变化。相对于设定温度的变动幅度在 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以下。

在试验机械中控制在 -10°C 和 -20°C 时的压力状态如表 1 所示。

表 1

压力测定位置	控制在 -10°C 时	控制在 -20°C 时
蒸发器（温度）	0.38Mpa (-14°C)	0.25Mpa (-25°C)
压缩机吸入	0.13Mpa	0.11Mpa

20 压力是绝对压力

在现有技术中，要想实现与本实施方式同样小的温度差别，不得不采用如图 11 所示的二次制冷剂方式，但作为本实施方式的蒸发装置 6，通过使用了直接膨胀式板式热交换器，能够期待着与二次制冷剂方式同样的性能。按照本实施方式，没有盐水循环泵的发热和配管、储
25 罐带来的热损失，可以减小冷却装置的容积，特别是不需要盐水回路。因此可实现节能、廉价和节省空间。

在以上说明的实施方式中，作为加热部 11 将从压缩装置 2 到凝缩装置 3 的高压侧的制冷剂作为热源，来加热从蒸发装置 6 的出口侧到

5 5 电动阀 10 之间。但是，本发明并不限于这样的结构，比如如图 5 所示，在蒸发装置 6 的出口侧到电动阀 10 之间设置电加热器 23，以该电加热器 23 作为热源给从蒸发装置 6 的出口侧到电动阀 10 之间加热也是可以的。以电加热器 23 作为热源构成加热部的情况下，希望使具有确保得到必要过热度的容量的电加热器保持经常通电。

在如图 1 所示的实施方式中，作为加热部 11，将从压缩装置 2 到凝缩装置 3 之间高压侧的制冷剂作为热源，也可以如图 6 所示，以从凝缩装置 3 到膨胀阀 5 之间的高压侧的制冷剂为热源。

10 这就是说在如图 6 所示的冷却装置中，从蒸发装置 6 的出口侧到电动阀 10 的配管的一部分与从凝缩装置 3 到膨胀阀 5 之间的配管的一部分接触。具体说，两者的配管有 100~200mm 左右的范围紧密接触，在两者之间进行直接的热交换。而在本实施方式中，在温度调节器 21 和电动阀 10 之间插入脉冲变频器 25。

15 由凝缩装置 3 到膨胀阀 5 之间的温度，即凝缩装置 3 出口侧的温度，如在图 1 的实施方式中所采用的，低于由压缩装置 2 到凝缩装置 3 之间的温度；但由于流经该部位的配管的制冷剂是液体，与图 1 的实施方式的情况相比，配管和制冷剂之间的热交换效率提高，结果热交换量增大。因此，如果采用如图 6 所示的结构，可以使加热部（热交换部）小型化。

20 而流经从凝缩装置 3 到膨胀阀 5 之间的制冷剂，由于与流经从压缩装置 2 到凝缩装置 3 之间的制冷剂相比温度变化小，所以在加热部（热交换部）11 中的热交换量更加稳定。因此外部温度的变化对回路的影响很小，使得操作更加稳定化。

25 也可使从蒸发装置 6 返回压缩装置 2 的配管加长，使配管与外界接触的时间加长，从而与外界温度接触的机会增大，在由蒸发装置 6 的出口侧到电动阀 10 之间进行实质的加热。特别可以在该部位插入空冷式热交换器（旋管热交换器或鳍式加热管热交换器）作为加热部。

30 无论采用哪一种方案，加热部的能力一定要使得给予制冷剂的热量能够达到膨胀阀所设定的过热度以上。根据负荷的变动情况，加热部的能力多少有些富余较好，但如果在加热部的加热量过大的话，冷却装置 1 自身的冷却能力会降低，这是值得注意的。

上述实施方式可在半导体用的环境试验器中应用本发明，当然在其它机械中也可以应用本发明。

图 7 是显示在恒温槽 33 中应用本发明冷却装置 30 组成的恒温装置的例子。在下面所示的实施方式中，和前面的实施方式相同的部件给予相同的标号，就不再重复说明。

如图 7 所示的冷却装置 30，和前面的实施方式一样具有压缩装置 2、凝缩装置 3、膨胀阀 5、蒸发装置 35 和电动阀 10，它们被依次连接形成冷冻回路。与前面的实施方式同样具有加热部 11。

不过，在以前的实施方式中，蒸发装置 6 是直接膨胀式板式热交换器，由接触的热传导使物体冷却，而本实施方式中采用的蒸发装置 35 与空调或冰箱中使用的是一样的，在制冷剂 and 恒温槽 33 内的环境之间进行热交换。具体说，蒸发装置 35 是旋管式或鳍式加热管式热交换器。

本实施方式的冷却装置 30 不具有绕过凝缩装置 3 等的旁通通路。但是取而代之，具有绕过电动阀 10 的旁通通路 31。在此旁通通路 31 中安装了电磁阀 32。

本实施方式的冷却装置 30，如上所述适用于恒温槽 33。此恒温槽 33 是与公知的恒温槽相同的由隔热材料围成的一个箱体。在箱体内有由隔热材料制造的隔断 34，在隔断 34 的内侧设置有通风通路 38。在该通风通路 38 的内部安装着蒸发装置 35。

温度传感器 22 安装在恒温槽 33 内的规定位置。

另外，在恒温槽 33 内设置有电加热器 36 和风扇 37。此电加热器 36 和电扇 37 由温度控制装置 40 进行控制。

本实施方式的恒温槽 33 的目的是在从低温到高温的很宽的温度范围内进行调节。

为此在本实施方式的恒温槽 33 中，控制温度分为低温区、中温区和高温区 3 个区域，各自分别使用冷却装置 30 和电加热器 36。

比如低温区是 $-40^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ ，中温区是 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，而高温区是 $40^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

在此，低温区的 $-40^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 时，由于是只用按照上述试验的冷却装置 30 就能够以很好的精度进行温度调节，故基本上只用冷却装置 30

进行温度调节，只在需要槽内温度急速上升的情况下才使电加热器 36 工作。

这就是说使冷却装置 30 的电动阀 10 工作来调节日冷剂的饱和温度，从而调节到所希望的温度。在此低温区内，由于使电动阀 10 工作来进行温度调节，故旁通通路 31 的电磁阀 32 在闭合的状态下使用。

在低温区、中温区和高温区的各个区域的动作汇总在表 2 中。

表 2

区域	温度范围	空调	加热器	旁通电磁阀
低温区	-40℃~0℃	开	闭	闭
中温区	0℃~40℃	开	开	开
高温区	40℃~100℃	闭	开	闭

在本实施方式的恒温槽 33 中，在低温区的温度控制中使用冷却装置 30，而本实施方式的冷却装置 30，蒸发装置 35 的温度差别很小。为此，通过蒸发装置 35 的空气温度就很均一。其结果使在本实施方式的恒温槽 33 中，槽内的温度差别很小。

与此不同，中温区的 0℃~40℃是单独使用冷却装置 30 从而不能进行温度调节的区域。因此要并用冷却装置 30 和电加热器 36 来调节恒温槽 33 内的温度。也就是说在中温区的 0℃~40℃中与现有技术同样用冷却装置进行冷却到稍微过冷的程度，再用应答性高的电加热器 36 对此过冷的部分进行补偿。

在中温区的 0℃~40℃中使用恒温槽 33 的情况下，旁通通路 31 的电磁阀 32 打开，制冷剂绕过电动阀 10 流动。

这样做的理由如下。

即在本实施方式中，由于电动阀 10 是基于在恒温槽 33 内的温度传感器 22 检测的温度进行控制的，故恒温槽 33 内处于高温状态或者设定温度高时，电动阀 10 处于全闭合状态，有可能导致制冷剂饱和温度提高。此时在中温区的 0~40℃下，以使电动阀 10 不再限制制冷剂流量的方式打开旁通通路 31 一侧的电磁阀 32，在旁通通路 31 一侧就流过制冷剂。

因此，可以不设置旁通通路 31，而在电路或软件上想办法防止电动阀 10 处于全闭合状态。比如在恒温槽 33 内的温度和设定温度比一

定温度高的情况下，使电动阀 10 处于全开或者固定在一定开度（比如 50%）的办法是有效的。

在高温区的 0℃~100℃时，几乎没有使用冷却装置 30 的机会，只能用电加热器 36 来调节槽内的温度。

5 在图 7 上显示的恒温槽 33，能够在从并用电加热器的-40℃的低温区到 100℃左右的高温区进行温度控制，比如控制范围在从-40℃的低温区到 10℃左右的中低温区进行温度控制的情况下，可采用如图 8 所示的更为简单的结构。

10 在图 8 中所示的恒温槽 45 中，具有冷却装置 41、压缩装置 2、凝缩装置 3、膨胀阀 5、蒸发装置 35 以及电动阀 10，将它们依次用配管连接构成冷冻回路。与前面的实施方式一样具有加热部 11。

在本实施方式中采用的蒸发装置 35 是与在图 7 所示的实施方式中采用的相同的装置。在制冷剂和恒温槽 45 内的空气之间进行热交换。

15 本实施方式的冷却装置 41 不具备如图 1 所示绕过凝缩装置 3 等的旁通通路。也没有绕过电动阀 10 的旁通通路 31。

下面参照图 9 说明在恒温盐水供给装置中适用本发明冷却装置的恒温装置的例子。

20 在如图 9 所示的恒温盐水供给装置 50 中，具有冷却装置 51、压缩装置 2、凝缩装置 3、膨胀阀 5、蒸发装置 52 以及电动阀 10，它们依次用配管连接构成冷冻回路。与前面的实施方式一样具有加热部 11。

本实施方式的冷却装置 51，没有绕过凝缩装置 3 等的旁通通路，也没有绕过电动阀 10 的旁通通路 31。

25 在本实施方式中采用的蒸发装置 52，如图 10 所示形成双重管道。也就是说此蒸发装置 52 具有大致呈 U 字形的内管 53，在内管 53 的外侧设置外管 55。换言之，此蒸发装置 52 在外管 55 的内部插入同心的内管 53。因此此蒸发装置 52 具有由内管 53 构成的内侧通路和在外管和内管之间构成的外侧通路。

30 此内管 53 的两端连接着凝缩装置 3 和加热部 11，在内侧通路中通过制冷剂。另外，在外管 55 的端部的侧面连接着盐水导入管 56 和盐水排出管 57。在外侧通路中通过盐水。

在盐水排出管 57 上安装温度传感器 58。

在本实施方式的恒温盐水供给装置 50 中，将由控制装置 21 设定的设定温度和温度传感器 22 检测的蒸发装置 52 的盐水出口附近的盐水温度进行比较，根据其差值把脉冲信号送到电动阀 10 使电动阀 10 动作。

5 在本实施方式的恒温盐水供给装置 50 中，在蒸发装置 52 的内侧通路通过制冷剂，此制冷剂在流出蒸发装置 52 之前一直维持气-液混合状态。因此此蒸发装置 52 内的制冷剂温度无论在什么位置都等于制冷剂的饱和温度。所以本实施方式的冷却装置 51 的蒸发装置 52 的内侧通路中的温度差别极小。

10 在本实施方式的冷却装置 51 中，由于制冷剂直到从蒸发装置 52 出去之前一直维持气-液混合状态，故在离开蒸发装置 52 以前，制冷剂一直保有潜热。因此冷热能都富余，即使有负荷变动也能维持一定的温度。因此流经外侧通路的盐水，在流动中调节到一定的温度，在规定的负荷下送出。

15 在本实施方式的冷却装置 51 中，盐水和制冷剂通过蒸发装置 52 进行直接热交换。因此由蒸发装置 52 的盐水出口侧的温度进行温度控制。所以可控制蒸发装置 52 中的冷却量，用不着盐水罐。使用本实施方式可以不需要电加热器等加热装置就可精密地进行温度控制，可实现低成本、省空间。在本实施方式中，由于只用必要的冷却量进行运
20 转，所以是节能的。

在以上说明的实施方式中，作为膨胀设备采用的是温度式膨胀阀 5，在加热部 11 和电动阀 10 之间设置了感温筒 13，但感温筒 13 也可以设置在电动阀 10 和压缩装置 2 之间。

25 在上述实施方式中，作为膨胀设备采用了温度式膨胀阀 5，但也可以是其他形式的膨胀阀。在使用电子膨胀阀作为膨胀设备的情况下，温度传感器安装在靠近蒸发装置 6、35 处，在加热部 11 的下游。

在温度调节范围比较窄的情况下，可以使用手动式膨胀阀或毛细管作为膨胀设备。在上述实施方式中，膨胀阀 5 控制过热度，使从加热部 11 出来到电动阀 10 之间的制冷剂温度和膨胀阀 5 出口附近的温
30 度（饱和温度）的差成为一定，而只由从加热部 11 出来到电动阀 10 之间的制冷剂温度控制膨胀阀 5 也是可以的。比如从常识上讲，控制

膨胀阀 5 使从加热部 11 出来到电动阀 10 之间的制冷剂是处于干状态的。

在上述实施方式中，电动阀 10 都设置在加热部 11 和压缩装置 2 之间，但在蒸发装置 6、35 和加热部 11 之间设置电动阀 10 也是可以的，但是，由于蒸发装置 6、35 和加热部 11 之间是处于气-液混合状态的，流量的调节很难稳定。因此如此实施方式一样，希望把电动阀 10 设置在加热部 11 的下游。也就是说在加热部 11 的下游，制冷剂是干燥的蒸汽，容易进行流量控制。

可以使用其他形式的控制阀代替电动阀 10。即使代替电动阀 10 用固定节流孔也可期待一定程度的效果。

可以使用保持进口处压力在一定值的阀门。在不拘固定温度的情况下，也可以使用比如蒸发压力调节阀等代替电动阀。

如上面所说明的，本发明的冷却装置，蒸发装置的温度差别很小，温度是稳定的。因此如果在环境试验器上采用，就能够得到稳定的温度环境，可进行可靠性很高的试验。

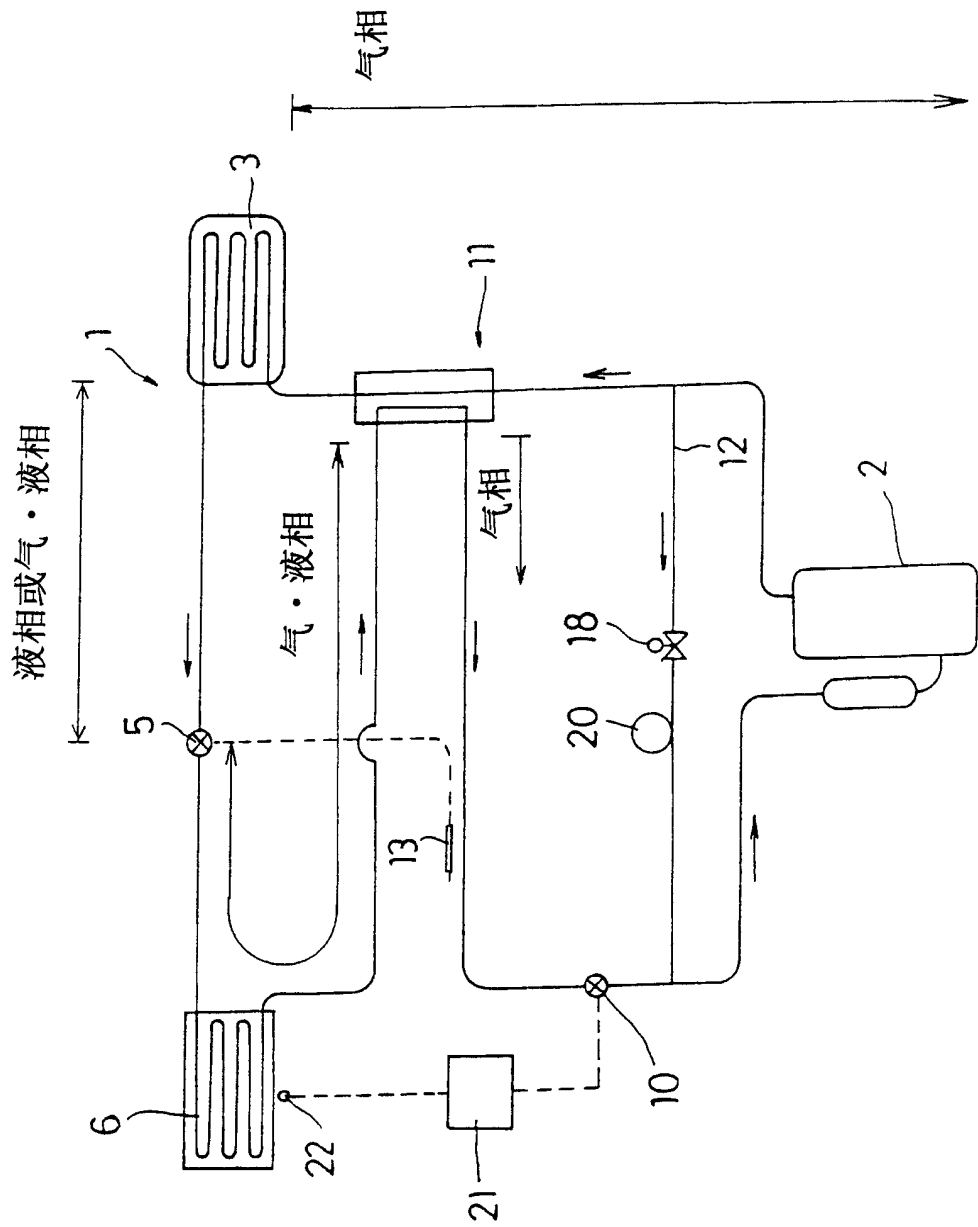


图1

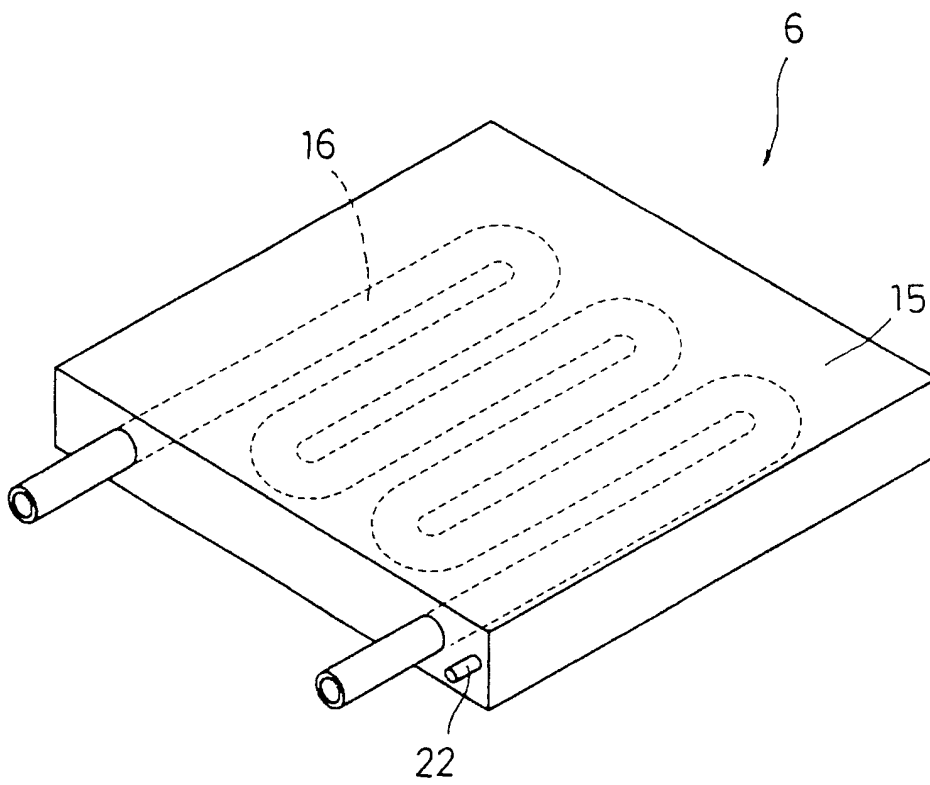


图 2

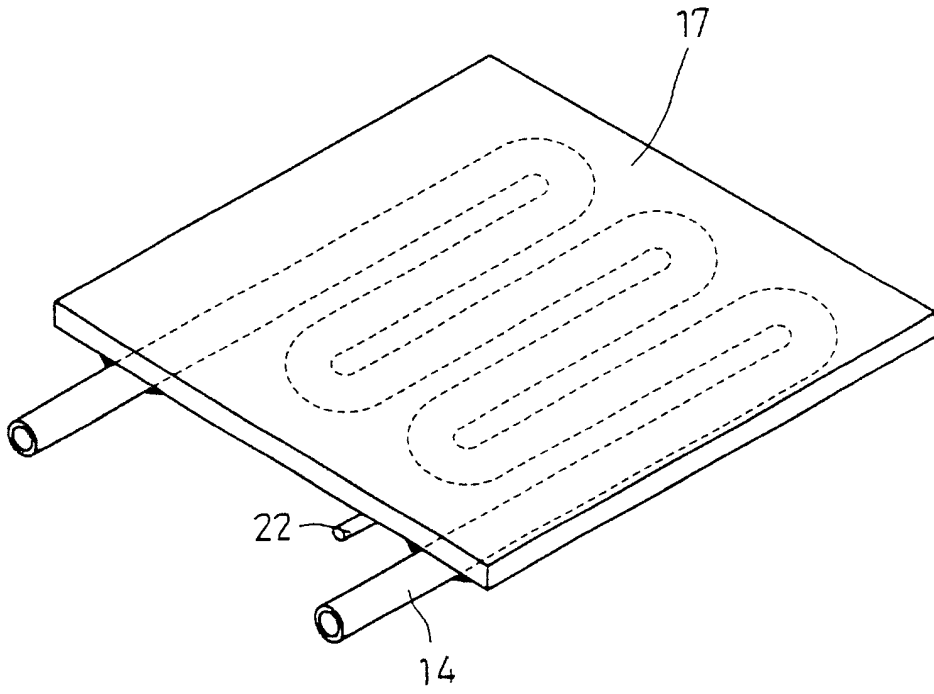


图 3

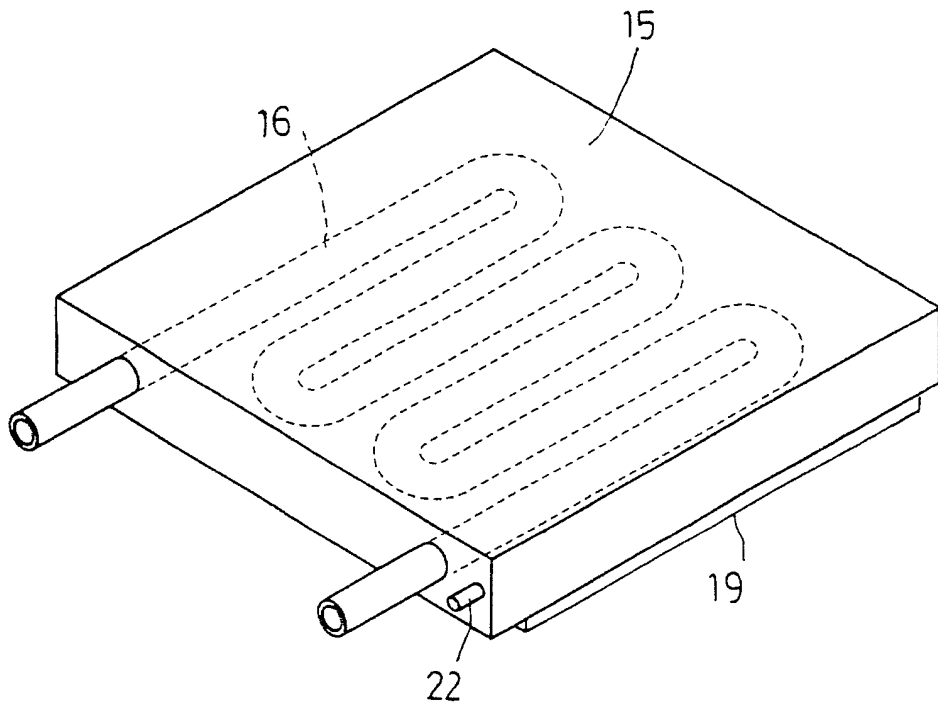


图 4

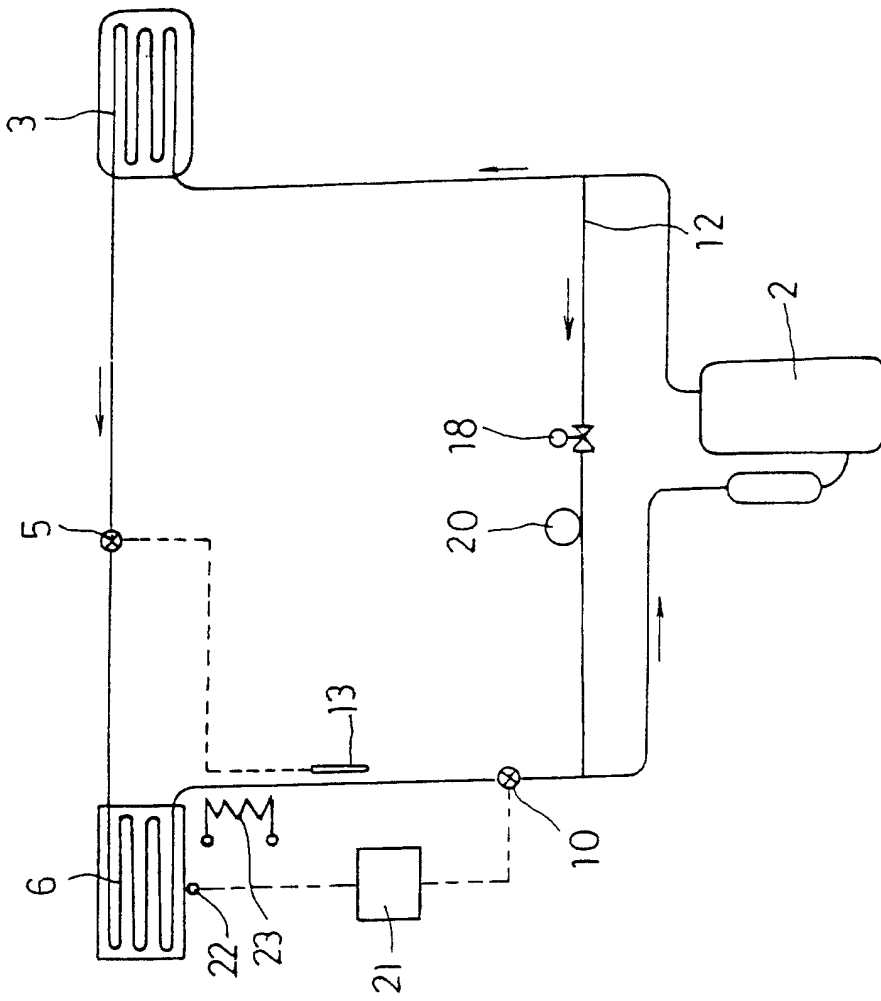


图 5

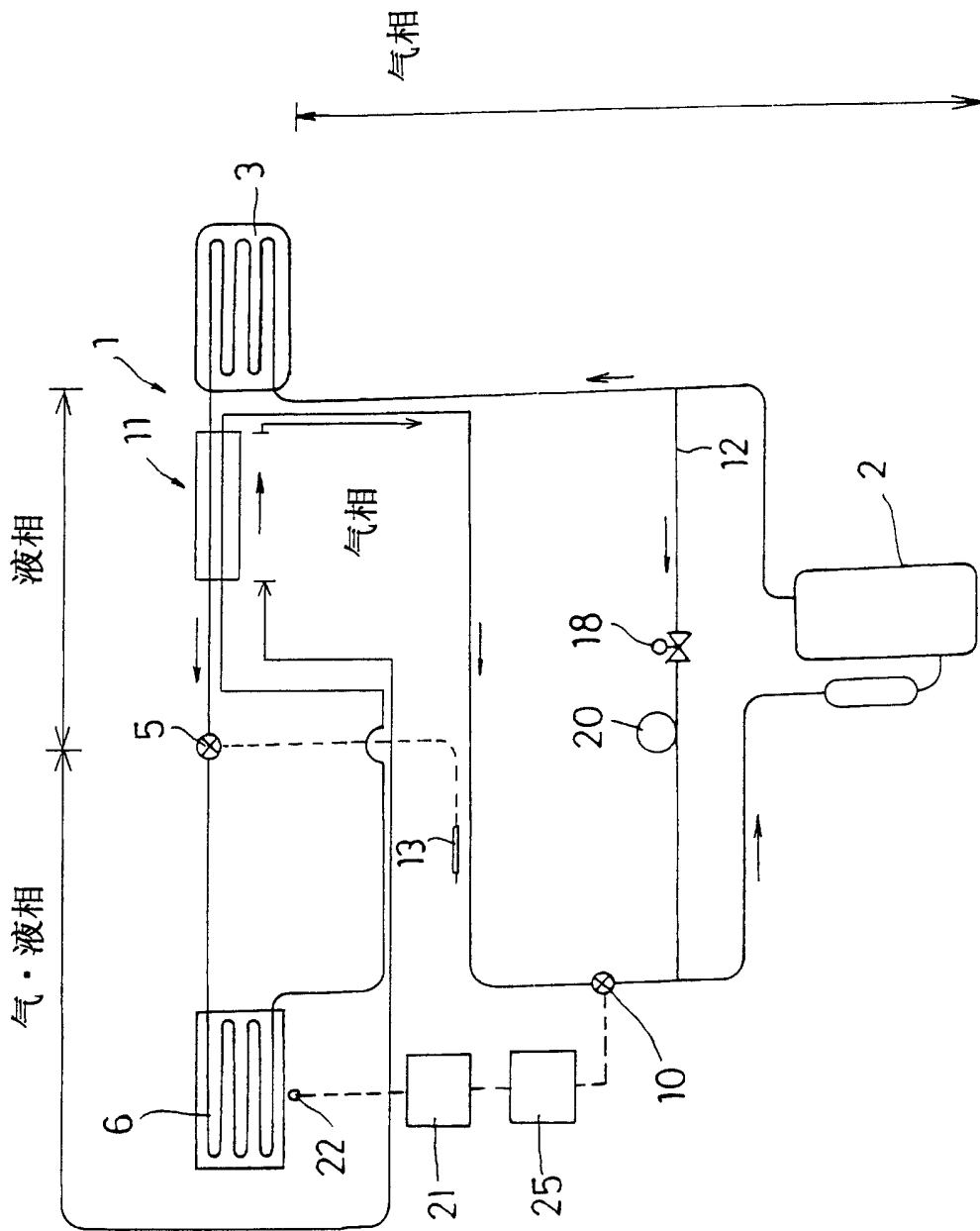


图6

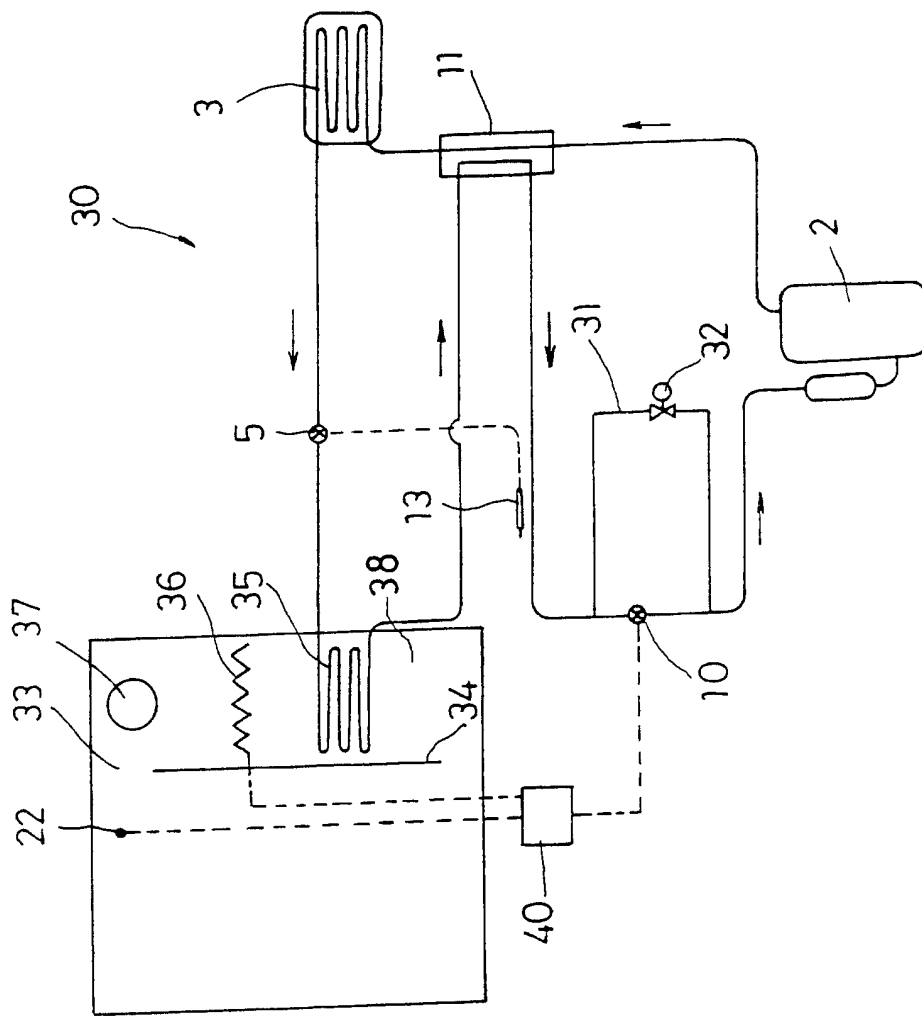


图 7

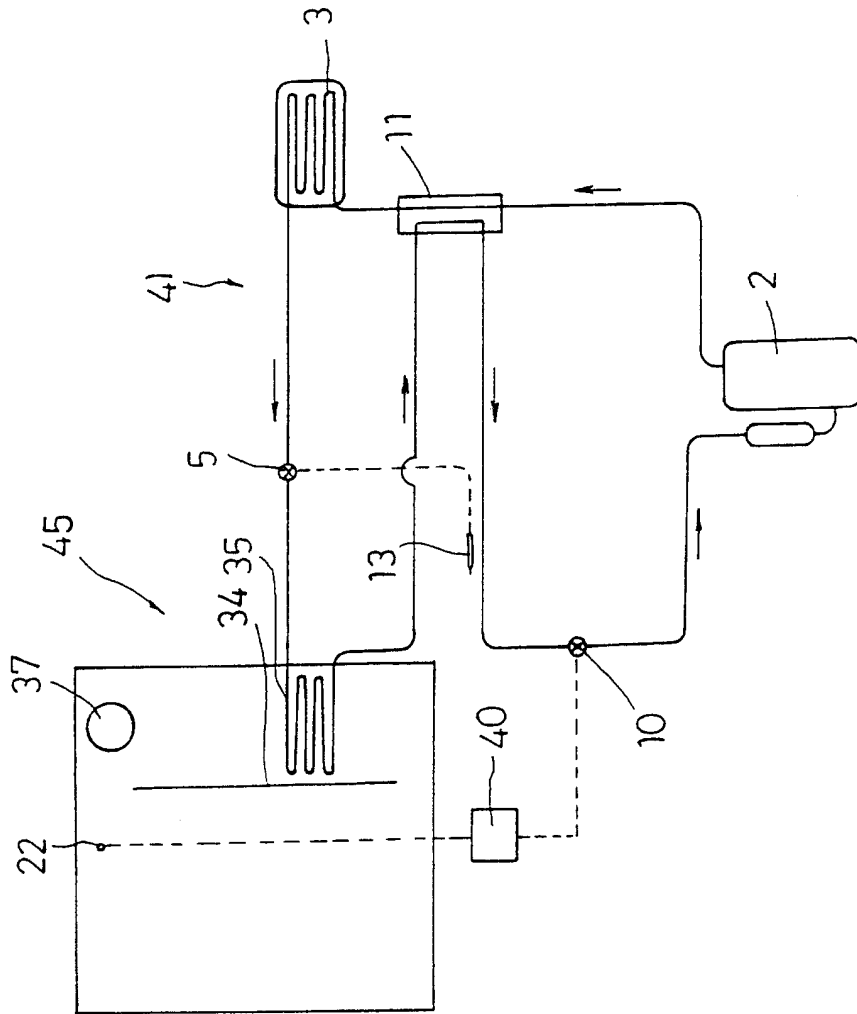


图 8

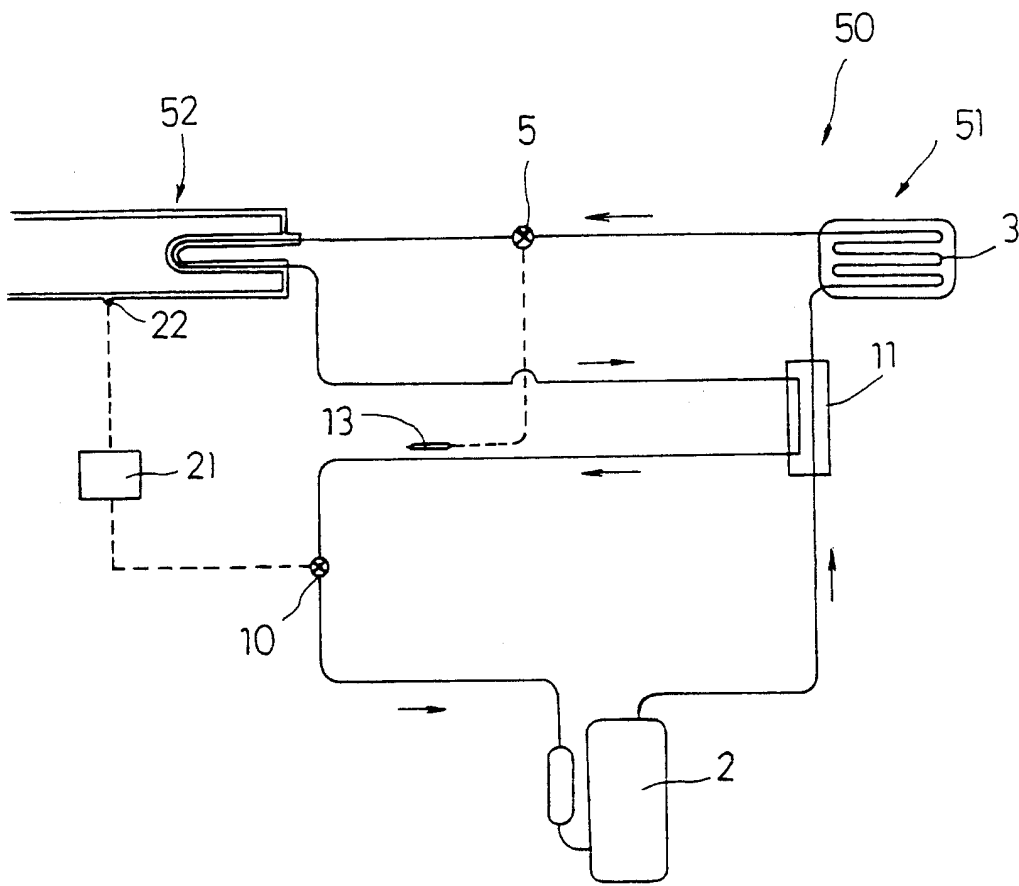


图 9

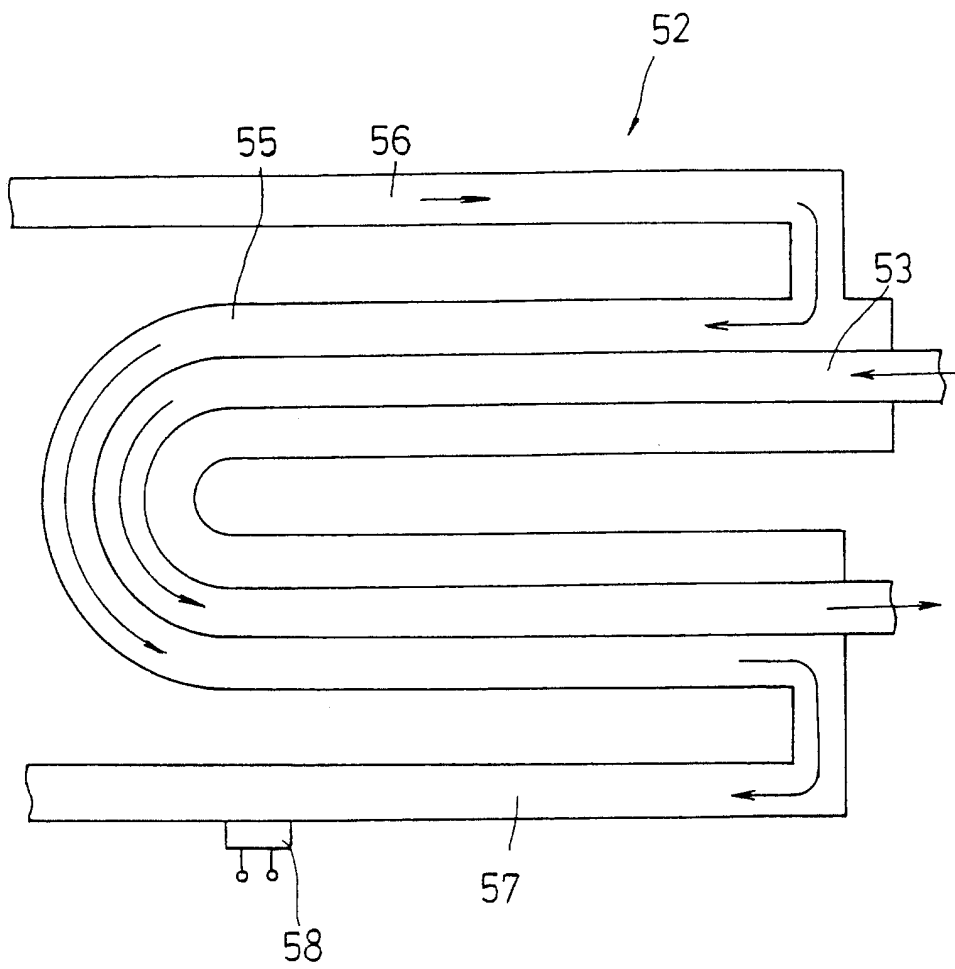


图 10

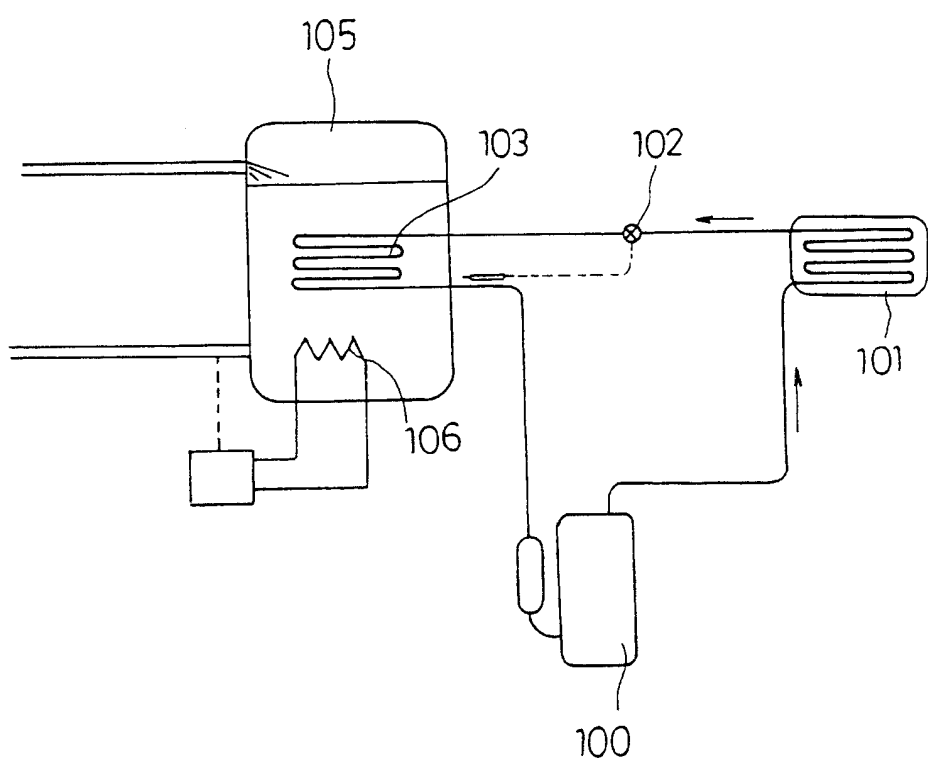


图 11