



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108885032 B

(45)授权公告日 2020.08.25

(21)申请号 201780017119.1

(22)申请日 2017.03.10

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108885032 A

(43)申请公布日 2018.11.23

(30)优先权数据  
2016-052227 2016.03.16 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.09.13

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/009840 2017.03.10

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02017/159580 JA 2017.09.21

(73)专利权人 住友重机械工业株式会社  
地址 日本东京都

(72)发明人 及川健

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 郝传鑫

(51)Int.Cl.  
F25B 9/00(2006.01)

(56)对比文件  
CN 103261816 A, 2013.08.21  
WO 2014069726 A1, 2014.05.08  
KR 101478288 B1, 2015.01.02  
CN 104034078 A, 2014.09.10  
JP H10311618 A, 1998.11.24  
US 2004187519 A1, 2004.09.30  
US 2006097146 A1, 2006.05.11  
JP 2006258313 A, 2006.09.28  
JP 2006343075 A, 2006.12.21

审查员 潘华伟

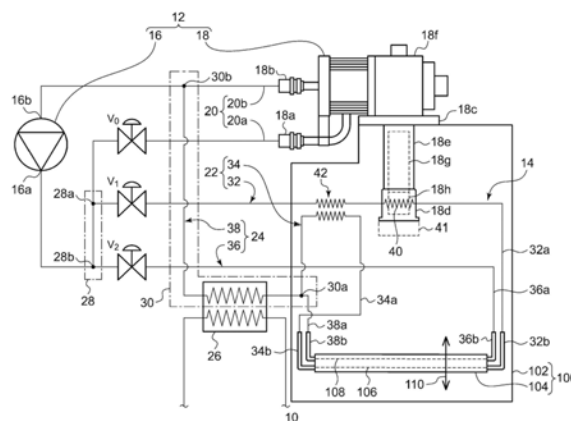
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

### (54)发明名称

可动工作台冷却装置及可动工作台冷却系统

### (57)摘要

本发明提供一种适合冷却在真空容器内保持物体的可动工作台的冷却装置。冷却装置(10)具备压缩机(16)、冷头(18)及循环冷却装置(14)。压缩机(16)共用于冷头(18)和循环冷却装置(14)。循环冷却装置(14)具备：低温气体循环管路(22)，其与冷头(18)的冷却部18d热连接；及室温气体循环管路(24)，其配设成未与冷头(18)的冷却部(18d)热连接。



1. 一种可动工作台冷却装置,其冷却在真空容器内保持物体的可动工作台,所述可动工作台冷却装置的特征在于,具备:

压缩机;

冷头,其固定于所述真空容器并且具备配置于所述真空容器内的冷却部;

制冷机气体供给管路,其具备分支部并且从所述压缩机向所述冷头供给制冷剂气体;

制冷机气体排出管路,其具备合流部并且从所述冷头向所述压缩机排出制冷剂气体;

第1气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第1可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第1气体流入管路具备与所述冷却部热连接的换热部;

第1气体流出管路,其连接于所述第1可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机;

第2气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第2可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第2气体流入管路配设成未与所述冷却部热连接;及

第2气体流出管路,其连接于所述第2可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机。

2. 根据权利要求1所述的可动工作台冷却装置,其特征在于,

所述第1气体流入管路具备第1气体流入柔性管,所述第1气体流入柔性管以使所述可动工作台能够在所述真空容器内移动的方式连接于所述第1可动工作台流路,

所述第1气体流出管路具备第1气体流出柔性管,所述第1气体流出柔性管以使所述可动工作台能够在所述真空容器内移动的方式连接于所述第1可动工作台流路,

所述第2气体流入管路具备第2气体流入柔性管,所述第2气体流入柔性管以使所述可动工作台能够在所述真空容器内移动的方式连接于所述第2可动工作台流路,

所述第2气体流出管路具备第2气体流出柔性管,所述第2气体流出柔性管以使所述可动工作台能够在所述真空容器内移动的方式连接于所述第2可动工作台流路。

3. 根据权利要求1或2所述的可动工作台冷却装置,其特征在于,

所述制冷机气体供给管路具备制冷机气体流量调节阀,

所述第1气体流入管路具备第1气体流量调节阀,

所述第2气体流入管路具备第2气体流量调节阀,

所述可动工作台冷却装置还具备阀控制部,所述阀控制部根据所述可动工作台、所述压缩机和/或所述冷头的状态来控制所述制冷机气体流量调节阀、所述第1气体流量调节阀及所述第2气体流量调节阀中的至少一个调节阀。

4. 根据权利要求3所述的可动工作台冷却装置,其特征在于,

所述可动工作台冷却装置还具备可动工作台温度传感器,所述可动工作台温度传感器将所述可动工作台的测定温度输出至所述阀控制部,

所述阀控制部进行如下控制:

若所述可动工作台的测定温度高于温度阈值,则关闭所述第1气体流量调节阀并打开所述第2气体流量调节阀;

若所述可动工作台的测定温度为所述温度阈值以下,则打开所述第1气体流量调节阀

并关闭所述第2气体流量调节阀。

5. 根据权利要求4所述的可动工作台冷却装置,其特征在于,  
所述阀控制部进行如下控制:

若所述可动工作台的测定温度高于所述温度阈值,则使所述制冷机气体流量调节阀开启规定的开度;

若所述可动工作台的测定温度为所述温度阈值以下,则使所述制冷机气体流量调节阀开启大于所述规定的开度的开度。

6. 根据权利要求4或5所述的可动工作台冷却装置,其特征在于,

所述压缩机具备压缩机马达及压缩机控制部,所述压缩机控制部控制所述压缩机马达的运行频率并将所述运行频率输出至所述阀控制部,

所述阀控制部根据所述运行频率来确定所述第1气体流量调节阀和/或所述第2气体流量调节阀的开度。

7. 根据权利要求3所述的可动工作台冷却装置,其特征在于,

所述可动工作台冷却装置还具备冷头温度传感器,所述冷头温度传感器将所述冷却部的测定温度输出至所述阀控制部,

所述阀控制部根据所述冷却部的测定温度来控制所述制冷机气体流量调节阀。

8. 一种可动工作台冷却装置,其冷却在真空容器内保持物体的可动工作台,所述可动工作台冷却装置的特征在于,具备:

压缩机;

冷头,其固定于所述真空容器并且具备配置于所述真空容器内的冷却部;

制冷机气体供给管路,其具备分支部并且从所述压缩机向所述冷头供给制冷剂气体;

制冷机气体排出管路,其具备合流部并且从所述冷头向所述压缩机排出制冷剂气体;

第1气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第1可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第1气体流入管路具备与所述冷却部热连接的换热部;

第1气体流出管路,其连接于所述第1可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机;

制冷机气体流量调节阀,其配置于所述制冷机气体供给管路上;

第1气体流量调节阀,其配置于所述第1气体流入管路上;及

阀控制部,其根据所述可动工作台、所述压缩机和/或所述冷头的状态来控制所述制冷机气体流量调节阀及所述第1气体流量调节阀中的至少一个调节阀。

9. 一种可动工作台冷却系统,其特征在于,

具备压缩机及多个可动工作台冷却子系统,

所述多个可动工作台冷却子系统分别具备:

冷头,其固定于真空容器并且具备配置于所述真空容器内的冷却部;

制冷机气体供给管路,其具备分支部并且从所述压缩机向所述冷头供给制冷剂气体;

制冷机气体排出管路,其具备合流部并且从所述冷头向所述压缩机排出制冷剂气体;

第1气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第1可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第1气体流入管

路具备与所述冷却部热连接的换热部；

第1气体流出管路，其连接于所述第1可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机；

第2气体流入管路，其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第2可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台，并且所述第2气体流入管路配置成未与所述冷却部热连接；及

第2气体流出管路，其连接于所述第2可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机。

10. 根据权利要求9所述的可动工作台冷却系统，其特征在于，

所述多个可动工作台冷却子系统分别在所述第1气体流入管路具备第1气体流量调节阀，并且分别在所述第2气体流入管路具备第2气体流量调节阀，

所述可动工作台冷却系统还具备阀控制部，所述阀控制部根据所述可动工作台、所述压缩机和/或所述冷头的状态来控制所述第1气体流量调节阀及所述第2气体流量调节阀中的至少一个调节阀。

11. 根据权利要求10所述的可动工作台冷却系统，其特征在于，

所述压缩机具备压缩机马达及压缩机控制部，所述压缩机控制部控制所述压缩机马达的运行频率并将所述运行频率输出至所述阀控制部，

所述阀控制部根据所述运行频率一同确定各个可动工作台冷却子系统内的所述第2气体流量调节阀的开度，以及/或者，根据所述运行频率一同确定各个可动工作台冷却子系统内的所述第1气体流量调节阀的开度。

12. 根据权利要求10所述的可动工作台冷却系统，其特征在于，

所述压缩机具备压缩机马达及压缩机控制部，所述压缩机控制部控制所述压缩机马达的运行频率并将所述运行频率输出至所述阀控制部，

所述阀控制部从所述多个可动工作台冷却子系统中选择一个可动工作台冷却子系统，并且根据所述运行频率来控制所选择的可动工作台冷却子系统的所述第1气体流量调节阀及所述第2气体流量调节阀中的至少一个调节阀。

## 可动工作台冷却装置及可动工作台冷却系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种可动工作台冷却装置及可动工作台冷却系统。

### 背景技术

[0002] 已知有各种循环冷却系统,这些系统用于将物体冷却至超低温。这种冷却系统典型地构成为对固定并设置在真空容器内的设备进行冷却。

[0003] 以往技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平11-63697号公报

[0006] 专利文献2:日本特开平10-313136号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的技术课题

[0008] 本发明的一种实施方式的例示性目的之一在于提供一种适合冷却在真空容器内保持物体的可动工作台的冷却装置。

[0009] 用于解决技术课题的手段

[0010] 本发明的一种实施方式提供一种可动工作台冷却装置,其冷却在真空容器内保持物体的可动工作台,所述可动工作台冷却装置的特征在于,具备:压缩机;冷头,其固定于所述真空容器并且具备配置于所述真空容器内的冷却部;制冷机气体供给管路,其具备分支部并且从所述压缩机向所述冷头供给制冷剂气体;制冷机气体排出管路,其具备合流部并且从所述冷头向所述压缩机排出制冷剂气体;第1气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第1可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第1气体流入管路具备与所述冷却部热连接的换热部;第1气体流出管路,其连接于所述第1可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机;第2气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第2可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第2气体流入管路配设成未与所述冷却部热连接;及第2气体流出管路,其连接于所述第2可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机。

[0011] 本发明的一实施种方式提供一种可动工作台冷却装置,其冷却在真空容器内保持物体的可动工作台,所述可动工作台冷却装置的特征在于,具备:压缩机;冷头,其固定于所述真空容器并且具备配置于所述真空容器内的冷却部;制冷机气体供给管路,其具备分支部并且从所述压缩机向所述冷头供给制冷剂气体;制冷机气体排出管路,其具备合流部并且从所述冷头向所述压缩机排出制冷剂气体;第1气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第1可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第1气体流入管路具备与所述冷却部热连接的换热部;第1气体流

出管路,其连接于所述第1可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机;制冷机气体流量调节阀,其配置于所述制冷机气体供给管路上;第1气体流量调节阀,其配置于所述第1气体流入管路上;阀控制部,其根据所述可动工作台、所述压缩机和/或所述冷头的状态来控制所述制冷机气体流量调节阀及所述第1气体流量调节阀中的至少一个调节阀。

[0012] 本发明的一种实施方式提供一种可动工作台冷却系统,其特征在于,具备压缩机及多个可动工作台冷却子系统,所述多个可动工作台冷却子系统分别具备:冷头,其固定于真空容器并且具备配置于所述真空容器内的冷却部;制冷机气体供给管路,其具备分支部并且从所述压缩机向所述冷头供给制冷剂气体;制冷机气体排出管路,其具备合流部并且从所述冷头向所述压缩机排出制冷剂气体;第1气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第1可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第1气体流入管路具备与所述冷却部热连接的换热部;第1气体流出管路,其连接于所述第1可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机;第2气体流入管路,其在所述分支部从所述制冷机气体供给管路分支并连接于第2可动工作台流路以使制冷剂气体从所述压缩机流入所述可动工作台,并且所述第2气体流入管路配设成未与所述冷却部热连接;及第2气体流出管路,其连接于所述第2可动工作台流路并在所述合流部与所述制冷机气体排出管路合流以使制冷剂气体从所述可动工作台流出至所述压缩机。

[0013] 另外,以上构成要件的任意组合和在方法、装置、系统等之间相互替换本发明的构成要件和表现也作为本发明的方式同样有效。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本发明,能够提供一种适于对在真空容器内保持物体的可动工作台进行冷却的冷却装置。

## 附图说明

[0016] 图1是概略地表示本发明的一种实施方式所涉及的可动工作台冷却装置的整体结构的图。

[0017] 图2例示图1所示的冷却装置的控制结构。

[0018] 图3是用于例示本发明的一种实施方式所涉及的冷却装置的控制方法的流程图。

[0019] 图4例示图3所示的阀开度调整。

[0020] 图5表示图3所示的阀开度调整的另一例。

[0021] 图6概略地表示一种实施方式所涉及的可动工作台冷却系统。

[0022] 图7例示一种实施方式所涉及的阀开度调整。

## 具体实施方式

[0023] 以下,参考附图对本发明的实施方式进行详细说明。另外,在以下说明中,对相同或相等的要件标注相同或相等的符号,并适当省略重复说明。并且,下述结构仅为示例,其并不对本发明的范围做任何限定。

[0024] 图1是概略地表示本发明的一种实施方式所涉及的可动工作台冷却装置(以下适

当称为“冷却装置”)10的整体结构的图。冷却装置10与具备真空容器102的真空装置100一同使用。

[0025] 真空装置100例如为晶圆检查装置或半导体检查装置。或者,真空装置100也可以是离子注入装置、PVD装置或其他真空处理装置。真空装置100具有在真空容器102内保持物体(例如晶圆)的可动工作台104。可动工作台104构成为能够在真空容器102内移动。可动工作台104具有供制冷剂气体流过的第1可动工作台流路106及第2可动工作台流路108。第1可动工作台流路106与第2可动工作台流路108彼此隔离,制冷剂气体不会在第1可动工作台流路106与第2可动工作台流路108之间流动。

[0026] 有时要求这种真空装置100将物体冷却至超低温(例如,大约80K至大约150K或者大约100K至大约130K范围内的温度)。因此,如后详述,由冷却装置10对可动工作台104进行冷却。

[0027] 冷却装置10具备超低温制冷机12及循环冷却装置14。超低温制冷机12具备压缩机16、冷头18及制冷机气体循环管路20。循环冷却装置14具备低温气体循环管路22及室温气体循环管路24。循环冷却装置14还可以具备冷凝器26。

[0028] 众所周知,具有第1高压的制冷剂气体从压缩机16供给至冷头18。通过冷头18中的绝热膨胀,制冷剂气体从第1高压降压至低于所述第1高压的第2高压。具有第2高压的制冷剂气体从冷头18回收至压缩机16。压缩机16将回收过来的具有第2高压的制冷剂气体进行压缩。如此,制冷剂气体再次升压至第1高压。通常,第1高压及第2高压均比大气压高很多。为了便于说明,将第1高压及第2高压分别简称为高压及低压。通常,高压例如为2~3MPa,低压例如为0.5~1.5MPa。高压与低压的压差例如为1.2~2MPa左右。制冷剂气体例如为氦气。

[0029] 压缩机16设置于真空容器102外的室温环境。压缩机16具备用于向制冷机气体循环管路20输送高压制冷剂气体的吐出端口16a及用于从制冷机气体循环管路20接收低压制冷剂气体的吸入端口16b。

[0030] 循环冷却装置14与超低温制冷机12共用压缩机16。因此,压缩机16构成为,对从循环冷却装置14经由吸入端口16b流入的制冷剂气体进行加压,并通过吐出端口16a再次向循环冷却装置14供给加压后制冷剂气体。超低温制冷机12与循环冷却装置14使用共同的制冷剂气体运行。通过共用压缩机16,循环冷却装置14无需另配专用的制冷剂气体循环泵。因而能够将冷却装置10构成为紧凑。

[0031] 冷头18例如为吉福德-麦克马洪式制冷机(所谓GM制冷机)或脉冲管制冷机等蓄冷式超低温制冷机的膨胀机。冷头18可以是单级式GM制冷机的膨胀机。冷头18具备用于从制冷机气体循环管路20接收高压制冷剂气体的高压端口18a及用于向制冷机气体循环管路20输送低压制冷剂气体的低压端口18b。

[0032] 并且,冷头18具备凸缘部18c、冷却部18d、缸体部18e及驱动机构18f。冷头18经由凸缘部18c固定于真空容器102。冷却部18d配置于真空容器102内。缸体部18e在结构上将冷却部18d连结于凸缘部18c。驱动机构18f位于凸缘部18c上,并且配置于真空容器102外。

[0033] 在冷头18例如为GM制冷机的情况下,冷头18具有通过驱动机构18f的驱动沿轴向往复移动的置换器18g及内置于置换器18g内的蓄冷器(未图示)。置换器18g容纳于缸体部18e,缸体部18e引导置换器18g往复移动。通过置换器18g相对于缸体部18e的相对移动而形成于两者之间的可变容积用作制冷剂气体的膨胀室18h。膨胀室18h形成于冷却部18d内。并

且,驱动机构18f构成为,能够交替切换从压缩机16至冷头18的高压制冷剂气体供给和从冷头18至压缩机16的低压制冷剂气体回收。通过使膨胀室18h的容积变化与压力变化适当地同步,冷头18能够在冷却部18d产生寒冷。

[0034] 制冷机气体循环管路20配置于真空容器102外。制冷机气体循环管路20具有从压缩机16向冷头18供给制冷剂气体的制冷机气体供给管路20a及从冷头18向压缩机16排出制冷剂气体的制冷机气体排出管路20b。制冷机气体供给管路20a将吐出端口16a连接于高压端口18a。制冷机气体排出管路20b将吸入端口16b连接于低压端口18b。制冷机气体供给管路20a可以是刚性管、柔性管或它们的组合。同样地,制冷机气体排出管路20b也可以是刚性管、柔性管或它们的组合。

[0035] 制冷机气体供给管路20a在吐出端口16a与高压端口18a之间具备分支部28。分支部28具有第1分支点28a及第2分支点28b。分支部28可以使用接头或歧管(manifold)等公知的管分支器件来实现。

[0036] 并且,制冷机气体供给管路20a具备配置于分支部28与高压端口18a之间的制冷机气体流量调节阀V0。制冷机气体流量调节阀V0构成为,调节制冷机气体循环管路20的制冷剂气体流量。制冷机气体流量调节阀V0能够调整开度,从而能够改变制冷剂气体流量。

[0037] 制冷机气体排出管路20b在吸入端口16b与低压端口18b之间具备合流部30。合流部30具有第1合流点30a及第2合流点30b。合流部30可以使用接头或歧管等公知的管合流器件来实现。

[0038] 并且,低温气体循环管路22具有第1气体流入管路32及第1气体流出管路34。第1气体流入管路32在分支部28从制冷机气体供给管路20a分支并连接于第1可动工作台流路106以使制冷剂气体从压缩机16流入可动工作台104。第1气体流出管路34连接于第1可动工作台流路106并在合流部30与制冷机气体排出管路20b合流以使制冷剂气体从可动工作台104流出至压缩机16。

[0039] 室温气体循环管路24具有第2气体流入管路36及第2气体流出管路38。第2气体流入管路36在分支部28从制冷机气体供给管路20a分支并连接于第2可动工作台流路108以使制冷剂气体从压缩机16流入至可动工作台104。第2气体流出管路38连接于第2可动工作台流路108并在合流部30与制冷机气体排出管路20b合流以使制冷剂气体从可动工作台104流出至压缩机16。

[0040] 下面,对循环冷却装置14的流路结构进行进一步说明。

[0041] 第1气体流入管路32具有第1气体流入导管32a及第1气体流入柔性管32b。第1气体流入导管32a在第1分支点28a从制冷机气体供给管路20a分支并连接于第1气体流入柔性管32b的一端。第1气体流入柔性管32b的另一端以使可动工作台104能够在真空容器102内移动的方式连接于第1可动工作台流路106的入口。第1气体流入导管32a的一部分位于真空容器102外,剩余部分位于真空容器102内。第1气体流入导管32a可以是刚性管、柔性管或它们的组合。

[0042] 第1气体流入管路32具有配置于分支部28的下游的第1气体流量调节阀V1。第1气体流量调节阀V1配置于第1气体流入导管32a上且配置于真空容器102外。第1气体流量调节阀V1构成为,调节低温气体循环管路22的制冷剂气体流量。第1气体流量调节阀V1能够调整开度,从而能够改变制冷剂气体流量。



[0043] 第1气体流出管路34具有第1气体流出导管34a及第1气体流出柔性管34b。第1气体流出导管34a连接于第1气体流出柔性管34b的一端并在第1合流点30a与第2气体流出管路38合流。第1气体流出柔性管34b的另一端以使可动工作台104能够在真空容器102内移动的方式连接于第1可动工作台流路106的出口。第1气体流出导管34a可以是刚性管、柔性管或它们的组合。

[0044] 在图1所示的例子中,第1合流点30a位于真空容器102内,第1气体流出导管34a也位于真空容器102内。但是,第1合流点30a也可以位于真空容器102外,此时,也可以使第1气体流出导管34a的一部分位于真空容器102外,使剩余部分位于真空容器102内。

[0045] 第2气体流入管路36具有第2气体流入导管36a及第2气体流入柔性管36b。第2气体流入导管36a在第2分支点28b从制冷机气体供给管路20a分支并连接于第2气体流入柔性管36b的一端。第2气体流入柔性管36b的另一端以使可动工作台104能够在真空容器102内移动的方式连接于第2可动工作台流路108的入口。第2气体流入导管36a的一部分位于真空容器102外,剩余部分位于真空容器102内。第2气体流入导管36a可以是刚性管、柔性管或它们的组合。

[0046] 第2气体流入管路36具备配置于分支部28的下游的第2气体流量调节阀V2。第2气体流量调节阀V2配置于第2气体流入导管36a上且配置于真空容器102外。第2气体流量调节阀V2构成为,调节室温气体循环管路24的制冷剂气体流量。第2气体流量调节阀V2能够调整开度,从而能够改变制冷剂气体流量。

[0047] 第2气体流出管路38具有第2气体流出导管38a及第2气体流出柔性管38b。第2气体流出导管38a上具有第1合流点30a。第2气体流出导管38a连接于第2气体流出柔性管38b的一端并在第2合流点30b与制冷机气体排出管路20b合流。第2气体流出柔性管38b的另一端以使可动工作台104能够在真空容器102内移动的方式连接于第2可动工作台流路108的出口。第2气体流出导管38a的一部分位于真空容器102外,剩余部分位于真空容器102内。第2气体流出导管38a可以是刚性管、柔性管或它们的组合。

[0048] 如此,在第1可动工作台流路106的出入口及第2可动工作台流路108的出入口连接有柔性管,而并非连接有刚性管。因此,可动工作台104被循环冷却装置14冷却的同时能够在真空容器102内移动。在图1中,用箭头110示例性地图示出了可动工作台104的可动方向,但可动方向并不限于此,可动工作台104也可以向其他方向移动。保持于工作台上的物体能够与可动工作台104一同移动。另外,这种可动工作台104的柔性管连接也可以容许可动工作台104向真空容器102外移动。

[0049] 第1气体流入柔性管32b、第1气体流出柔性管34b、第2气体流入柔性管36b、第2气体流出柔性管38b均配置于真空容器102内,但并不限于此。其中任意柔性管也可以延伸至真空容器102外。

[0050] 第1气体流入管路32具备配置于真空容器102内的主换热部40及副换热部42。主换热部40位于副换热部42的下游(即,副换热部42与第1可动工作台流路106之间),并且构成为对制冷剂气体进行正式冷却。在主换热部40中,第1气体流入管路32与冷却部18d热连接。副换热部42位于第1气体流量调节阀V1与主换热部40之间,并且构成为对制冷剂气体进行预冷却。在副换热部42中,第1气体流入管路32与第1气体流出管路34热连接。第1气体流入管路32作为副换热部42的高温侧,第1气体流出管路34作为副换热部42的低温侧。副换热部

42的低温侧位于第1可动工作台流路106与第1合流点30a之间。

[0051] 在副换热部42中,第1气体流入管路32与第1气体流出管路34进行换热而被冷却(同时,第1气体流出管路34被第1气体流入管路32加热)。在主换热部40中,第1气体流入管路32被冷却部18d进一步冷却。如此,从压缩机16导入至低温气体循环管路22的制冷剂气体被冷头18冷却后供给至可动工作台104。

[0052] 如此,由于主换热部40及可动工作台104容纳于同一个真空容器102内,因此能够将主换热部40与可动工作台104靠近配置。由此,从主换热部40至可动工作台104的制冷剂气体路径变短,因此向可动工作台104输送制冷剂时的热损失(即,制冷剂的升温)得到抑制。这有利于冷却装置10提高节能性。

[0053] 主换热部40还可以具备蓄冷器41。由此,在蓄冷器41被充分冷却的情况下,可以使冷头18停止运行或使冷头18以低功率运行(例如,空转)。这也有利于提高冷却装置10的节能性。

[0054] 第2气体流入管路36配设成未与冷却部18d热连接。第2气体流入管路36不经过冷却部18d,因此第2气体流入管路36的制冷剂气体不会被冷却。由此,从压缩机16导入至室温气体循环管路24的制冷剂气体不会被冷却而直接供给至可动工作台104。

[0055] 第2气体流出管路38在第1合流点30a与第2合流点30b之间与冷凝器26热连接。如此,第2气体流出管路38被冷凝器26冷却。

[0056] 图2例示图1所示的冷却装置10的控制结构。这种控制结构通过硬件、软件或它们的组合来得以实现。并且,在图2中,概略地示出了相关的冷却装置10的一部分结构。

[0057] 冷却装置10具备控制装置44,该控制装置44包括阀控制部46。详细内容将于后述,阀控制部46构成为,根据可动工作台104、压缩机16和/或冷头18的状态来控制制冷机气体流量调节阀V0、第1气体流量调节阀V1及第2气体流量调节阀V2中的至少一个调节阀。

[0058] 在可动工作台104设置有可动工作台温度传感器48。可动工作台温度传感器48安装于可动工作台104的表面或内部。可动工作台温度传感器48构成为,测定可动工作台104的温度并将可动工作台104的测定温度输出至阀控制部46。

[0059] 压缩机16具备用于驱动压缩机16的压缩机马达50、用于测定高压制冷剂气体的压力的第1压力传感器52、用于测定低压制冷剂气体的压力的第2压力传感器54及用于控制压缩机16的压缩机控制部56。压缩机控制部56也可以设置于控制装置44。

[0060] 第1压力传感器52及第2压力传感器54均构成为,将测定压力输出至控制装置44的阀控制部46和/或压缩机控制部56。这些压力传感器也可以设置于制冷机气体循环管路20中的适当部位。例如,第1压力传感器52可以设置于制冷机气体供给管路20a上,第2压力传感器54可以设置于制冷机气体排出管路20b上。

[0061] 压缩机控制部56具备用于改变压缩机16的运行频率(即,压缩机马达50的转速)的压缩机变频器57。压缩机控制部56构成为,根据第1压力传感器52和/或第2压力传感器54的测定压力来控制压缩机16的运行频率。运行频率也被称作运行速度。

[0062] 压缩机控制部56例如将压缩机16的高压与低压的压差控制为目标压力。以下,有时将该控制称作定压差控制。压缩机控制部56为了定压差控制而控制压缩机16的运行频率。另外,也可以根据需要在执行定压差控制期间改变压差的目标值。

[0063] 在定压差控制中,压缩机控制部56求出第1压力传感器52的测定压力与第2压力传

感器54的测定压力的压差。压缩机控制部56通过反馈控制(例如,通过PID控制)确定压缩机16的运行频率,以使该压差追随目标值 $\Delta P$ 。压缩机控制部56控制压缩机变频器57以实现该运行频率。

[0064] 冷头18具备用于驱动冷头18的冷头马达58、用于测定冷却部18d的温度的冷头温度传感器60及用于控制冷头18的冷头控制部62。冷头马达58例如设置于驱动机构18f。冷头控制部62也可以设置于控制装置44。

[0065] 冷头温度传感器60安装于冷却部18d的表面或内部。冷头温度传感器60构成为,将测定温度输出至控制装置44的阀控制部46和/或冷头控制部62。

[0066] 冷头控制部62具备用于改变冷头18的运行频率(即,冷头马达58的转速)的冷头变频器63。冷头控制部62构成为,根据冷头温度传感器60的测定温度来控制冷头18的运行频率。

[0067] 冷头控制部62例如将冷却部18d的温度控制为目标温度。冷头控制部62通过反馈控制(例如,通过PID控制)确定冷头18的运行频率,以使测定温度追随目标温度。冷头控制部62控制冷头变频器63以实现该运行频率。目标温度可以根据需要随时改变。

[0068] 并且,控制装置44还可以具备第1查找表64及第2查找表66。阀控制部46可以构成为,参考任意查找表来确定制冷机气体流量调节阀V0、第1气体流量调节阀V1及第2气体流量调节阀V2中的至少一个调节阀的开度。控制装置44也可以具备函数或其他阀开度运算所需的信息从而代替查找表。

[0069] 例如,第1查找表64表示压缩机16的运行频率与第1气体流量调节阀V1的开度之间的关系。即,在第1查找表64中,若输入压缩机16的运行频率,即可输出与其相对应的第1气体流量调节阀V1的开度。或者,第1查找表64也可以表示压缩机16的运行频率与第2气体流量调节阀V2之间的关系。第2查找表66可以表示冷却部18d的温度与制冷机气体流量调节阀V0的开度之间的关系。

[0070] 图3是用于例示本发明的一种实施方式所涉及的冷却装置10的控制方法的流程图。在执行本方法的期间,压缩机16及冷头18持续运行。因此,冷却部18d被冷却至所希望的冷却温度。

[0071] 首先,阀控制部46判定可动工作台104的测定温度T是否高于温度阈值T0(S10)。可动工作台104的测定温度T如上所述由可动工作台温度传感器48获取。温度阈值T0是预先设定的,并且储存于阀控制部46。温度阈值T0也可以被设定为室温(例如约300K)。

[0072] 若可动工作台104的测定温度T高于温度阈值T0,则阀控制部46选择室温冷却运行(S12)。在室温冷却运行中,阀控制部46关闭第1气体流量调节阀V1并打开第2气体流量调节阀V2。并且,为了使冷头18继续运行,阀控制部46使制冷机气体流量调节阀V0开启规定的开度。此时,冷头控制部62也可以使冷头18停止运行或低功率运行(例如,空转)。

[0073] 另一方面,若可动工作台104的测定温度T为温度阈值T0以下时,则阀控制部46选择低温冷却运行(S14)。在低温冷却运行中,阀控制部46打开第1气体流量调节阀V1并关闭第2气体流量调节阀V2。并且,为了供给低温冷却运行中所需的制冷剂气体流量,阀控制部46使制冷机气体流量调节阀V0开启比上述规定的开度更大的开度。即,与室温冷却运行相比,在低温冷却运行中,制冷机气体流量调节阀V0增加制冷机气体循环管路20的流量。

[0074] 阀控制部46执行阀开度调整(S16)。详细内容将后述,阀控制部46调整制冷机气体

流量调节阀V0、第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2的开度。该处理是任意的,也可以省略。

[0075] 阀控制部46判定可动工作台104的测定温度T是否已达到目标温度T<sub>t</sub> (S18)。若可动工作台104的测定温度T高于目标温度T<sub>t</sub> (S18的“是”),则阀控制部46结束本方法。此时,控制装置44可以使冷却装置10停止运行。或者,控制装置44也可以使冷却装置10继续运行,以使可动工作台104的测定温度T保持在目标温度T<sub>t</sub>。

[0076] 另一方面,若可动工作台104的测定温度T为目标温度T<sub>t</sub>以下 (S18的“否”),阀控制部46重复进行本方法。即,阀控制部46再次将可动工作台104的测定温度T与温度阈值进行比较,并选择室温冷却运行或低温冷却运行。

[0077] 下面,对上述结构的冷却装置10的动作进行说明。虽然根据真空装置100的用途不同而不同,但是,通常向可动工作台104搬入温度比冷却部18d的温度高很多的物体。例如,大约450K的晶圆搬入到可动工作台104。并且,要求冷却装置10将该晶圆冷却至例如大约100K。

[0078] 在这种情况下,冷却对象的温度起初是很高的温度。因此,冷却装置10阻断低温气体循环管路22并开通室温气体循环管路24,进行室温冷却运行。室温气体循环管路24的制冷剂气体的温度与冷却对象的高温相比相对较低,因此能够利用室温冷却运行进行冷却。对象被冷却至室温之后,切换成低温冷却运行,由此,将对象冷却至所希望的冷却温度。

[0079] 通过室温冷却运行中的低温气体循环管路22的阻断,能够减少压缩机16的制冷剂气体吐出量。在室温冷却运行中,无需使冷头18运行 (或使冷头18低功率运行) 即可冷却对象。并且,通过低温冷却运行中的室温气体循环管路24的阻断,也能够减少压缩机16的制冷剂气体吐出量。由此,压缩机16的耗电得到抑制,能够提高冷却装置10的节能性。

[0080] 以上,根据实施例说明了本发明。本发明并不限于上述实施方式,可以进行各种设计变更且可以存在各种变形例,并且这种变形例也属于本发明的范围,这对本领域技术人员来说是可以理解的。

[0081] 图4例示图3所示的阀开度调整 (S16)。首先,阀控制部46获取压缩机16的运行频率 (S20)。压缩机16的运行频率从压缩机控制部56获取。

[0082] 阀控制部46根据压缩机16的运行频率来确定第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2的开度 (S22)。在一种实施方式中,阀控制部46参考第1查找表64额获取与压缩机16的运行频率相对应的第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2的开度。阀控制部46根据所确定的阀开度来控制第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2。

[0083] 第1查找表64可以设定为,若压缩机16的运行频率较大,则将第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2的开度设为较小。换言之,第1查找表64也可以设定为,若压缩机16的运行频率较小,则将第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2的开度设为较大。如此一来,若压缩机16的负载变大,则阀开度变小。由于循环冷却装置14的制冷剂气体流量减少,因此能够缓和压缩机16的负载。因此,能够提高冷却装置10的节能性。

[0084] 或者,第1查找表64也可以设定为,若压缩机16的运行频率足够小,则将第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2设为最大开度。如此,在压缩机16尚有余力时,可以将阀开度改变为大于上述节能用的标准阀开度的开度。此时,能够迅速冷却物体。

[0085] 图5表示图3所示的阀开度调整 (S16) 的另一例。阀控制部46获取冷头18的冷却部

18d的温度(S24)。冷却部18d的温度从冷头温度传感器60获取。

[0086] 阀控制部46根据冷却部18d的测定温度来控制制冷机气体流量调节阀V0(S26)。在一种实施方式中,阀控制部46参考第2查找表66而获取与冷却部18d的温度相对应的制冷机气体流量调节阀V0的开度。阀控制部46根据该阀开度来控制制冷机气体流量调节阀V0。

[0087] 第2查找表66可以设定为,若冷却部18d的测定温度较低,则将制冷机气体流量调节阀V0的开度设为较小,若冷却部18d的测定温度较高,则将制冷机气体流量调节阀V0的开度设为较大。如此一来,可以根据冷头18的热负荷来调整制冷机气体循环管路20的气体流量。

[0088] 这种制冷机气体流量调节阀V0的开度调整也可以适用于以恒定的运行频率运行的冷头18。冷头18也可以不具备冷头变频器63。

[0089] 图6概略地表示一种实施方式所涉及的可动工作台冷却系统70。可动工作台冷却系统70可以具备压缩机16及多个可动工作台冷却子系统72。压缩机16共用于多个子系统。与图1所示的冷却装置10相同,多个可动工作台冷却子系统72分别具备循环冷却装置14及冷头18,并且循环冷却装置14及冷头18连接于压缩机16。并且,各个子系统具备制冷机气体流量调节阀V0、第1气体流量调节阀V1及第2气体流量调节阀V2。

[0090] 在将图3及图4中例示的冷却方法应用于可动工作台冷却系统70时,控制装置44的阀控制部46可以根据压缩机16的运行频率一同确定各个可动工作台冷却子系统72的第2气体流量调节阀V2的开度,以及/或者,根据压缩机16的运行频率一同确定各个可动工作台冷却子系统72的第1气体流量调节阀V1的开度。这样也可以缓和压缩机16的负载,从而能够提高可动工作台冷却系统70的节能性。

[0091] 图7例示一种实施方式所涉及的阀开度调整(S16)。阀控制部46从多个可动工作台冷却子系统72中选择一个可动工作台冷却子系统72(S30)。阀控制部46例如可以根据可动工作台冷却子系统72的运转率来选择可动工作台冷却子系统72。例如,可以选择运转率较高的可动工作台冷却子系统72。

[0092] 阀控制部46根据压缩机16的运行频率来控制所选择的可动工作台冷却子系统的第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2中的至少一个调节阀(S32)。阀控制部46可以利用与图4所示的阀开度调整同样的方法获取压缩机16的运行频率,并根据运行频率来确定第1气体流量调节阀V1和/或第2气体流量调节阀V2的开度。如此也可以缓和压缩机16的负载,从而能够提高可动工作台冷却系统70的节能性。

[0093] 在一种实施方式中,为了迅速冷却物体,阀控制部46也可以与可动工作台温度传感器48的测定温度无关地执行低温冷却运行。阀控制部46也可以不执行室温冷却运行而开始低温冷却运行,还可以在室温冷却运行中根据需要选择低温冷却运行。

[0094] 产业上的可利用性

[0095] 本发明能够利用于可动工作台冷却装置及可动工作台冷却系统的领域中。

[0096] 符号说明

[0097] V0-制冷机气体流量调节阀,V1-第1气体流量调节阀,V2-第2气体流量调节阀,10-冷却装置,16-压缩机,18-冷头,18d-冷却部,20a-制冷机气体供给管路,20b-制冷机气体排出管路,28-分支部,30-合流部,32-第1气体流入管路,32b-第1气体流入柔性管,34-第1气体流出管路,34b-第1气体流出柔性管,36-第2气体流入管路,36b-第2气体流入柔性管,38-

第2气体流出管路,38b-第2气体流出柔性管,46-阀控制部,48-可动工作台温度传感器,50-压缩机马达,56-压缩机控制部,60-冷头温度传感器,70-可动工作台冷却系统,72-可动工作台冷却子系统,102-真空容器,104-可动工作台,106-第1可动工作台流路,108-第2可动工作台流路。



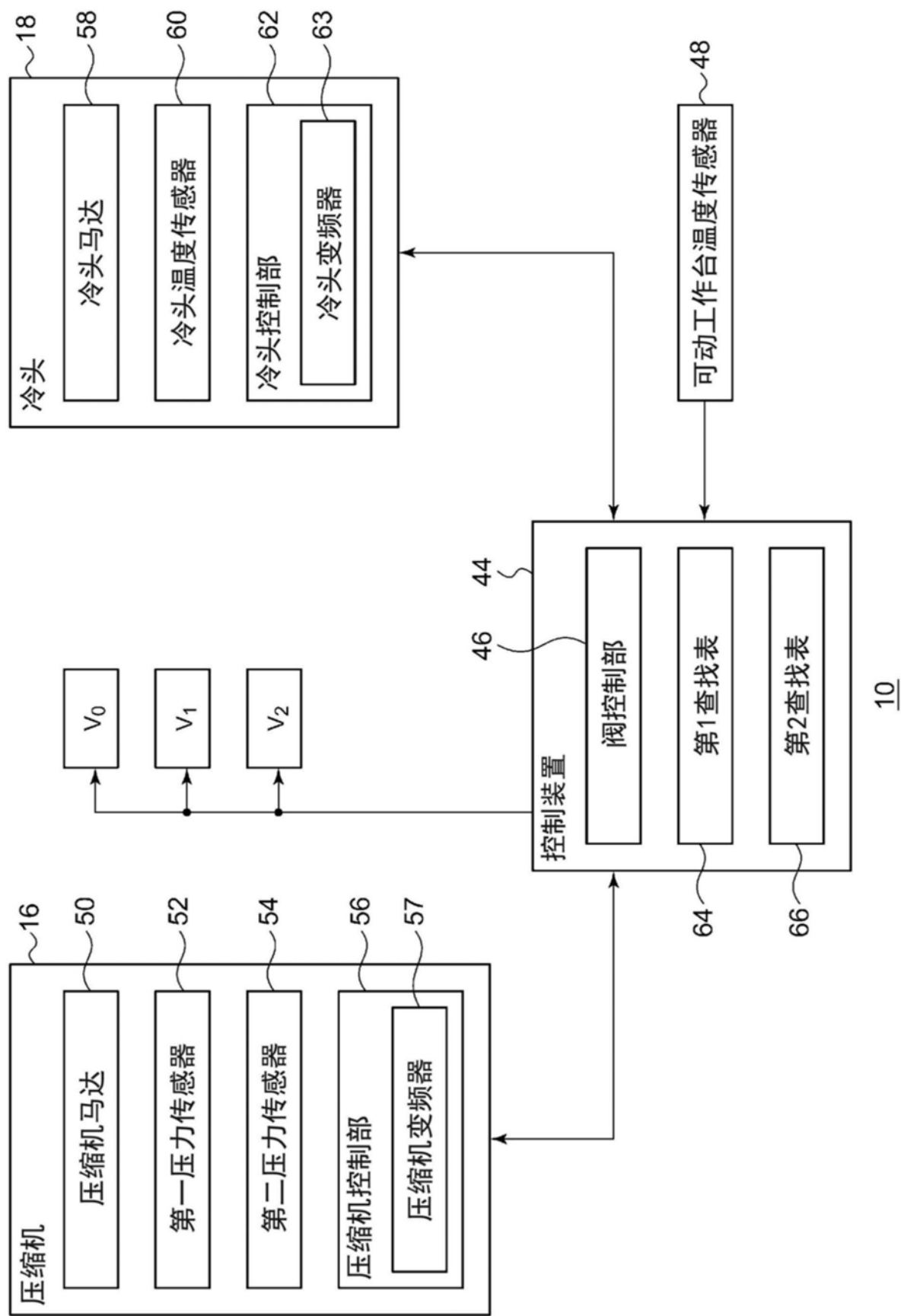


图2



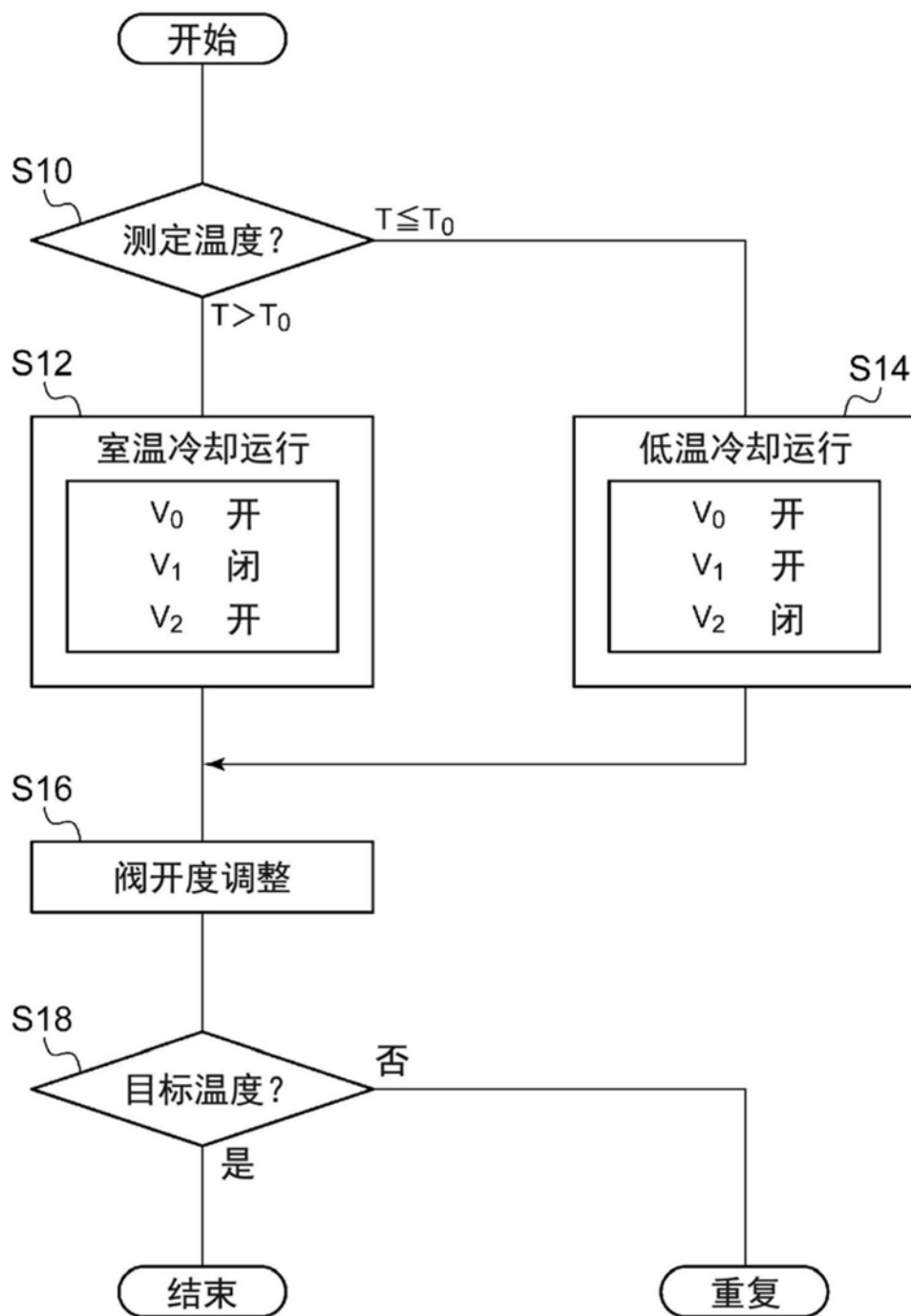


图3

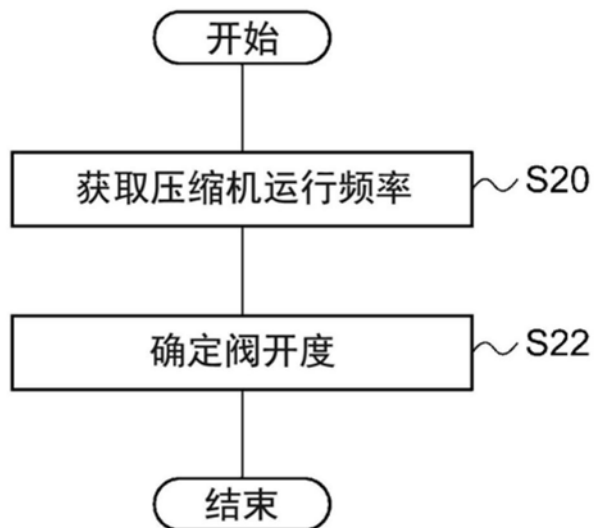


图4

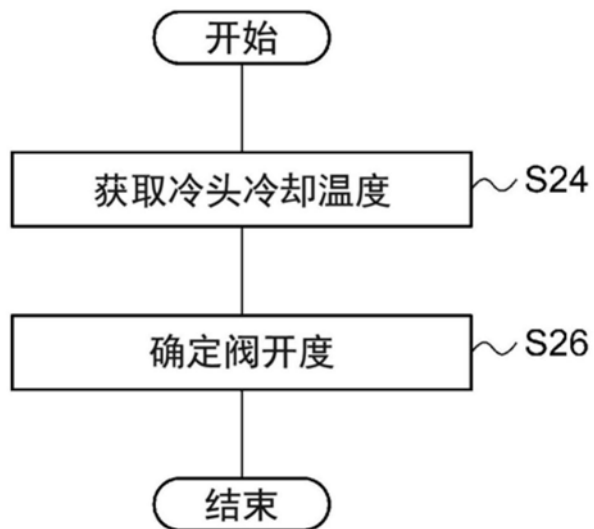


图5



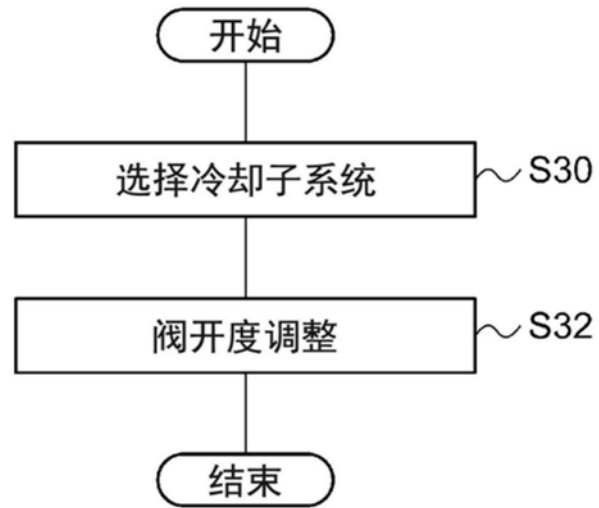


图7