(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118475770 A
(43)申请公布日 2024.08.09

(21)申请号 202280086928.9
(22)申请日 2022.12.28
(30)优先权数据
2022-013219 2022.01.31 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.06.28
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/048620 2022.12.28
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/145385 JA 2023.08.03
(71)申请人 住友重机械工业株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 高桥走
(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
专利代理师 郝传鑫
(51)Int.Cl.
F04B 37/08(2006.01)
F04B 37/16(2006.01)

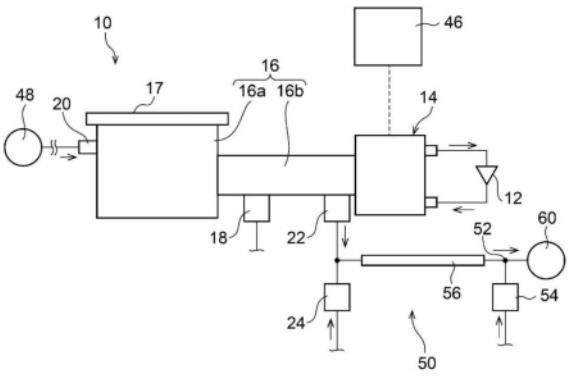
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

低温泵系统及再生控制器

(57)摘要

低温泵系统具备低温泵(10)和排出管线(50),该低温泵(10)具备:低温泵容器(16);排出阀(22),用于从低温泵容器(16)排出排出流体;排出吹扫阀(24),用于向排出阀(22)或其下游供给吹扫气体,该排出管线(50)用于从低温泵(10)向处理装置(60)排出排出流体,并且与排出阀(22)及排出吹扫阀(24)连接。排出管线(50)在相对于排出吹扫阀(24)的处理装置(60)侧具备吹扫气体接收口(52)。



CN 118475770 A

1.一种低温泵系统,其特征在于,

具备多个低温泵和排出管线,

所述多个低温泵分别具备:低温泵容器;排出阀,用于从所述低温泵容器排出排出流体;及排出吹扫阀,用于向所述排出阀或其下游供给吹扫气体,

所述排出管线用于从所述多个低温泵向处理装置排出所述排出流体,并且具备分别与对应的低温泵的所述排出阀及所述排出吹扫阀连接的多个支路和将所述多个支路连接于所述处理装置的合流路。

2.根据权利要求1所述的低温泵系统,其特征在于,

各支路具备将所述对应的低温泵的所述排出阀连接于所述合流路的缓冲容积,所述对应的低温泵的所述排出吹扫阀在相对于所述缓冲容积的所述排出阀侧与所述支路连接。

3.根据权利要求2所述的低温泵系统,其特征在于,

所述缓冲容积在1升至30升的范围内。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的低温泵系统,其特征在于,

所述多个低温泵包括第1低温泵及第2低温泵,

所述低温泵系统还具备再生控制器,所述再生控制器控制所述低温泵系统的再生,并且构成为,控制所述第1低温泵以使所述排出流体从所述第1低温泵向所述处理装置排出,并且控制所述第2低温泵以使所述吹扫气体从所述第2低温泵供给至所述排出管线的所述合流路。

5.根据权利要求4所述的低温泵系统,其特征在于,

所述多个低温泵还包括第3低温泵,

所述再生控制器构成为,控制所述第1低温泵以使所述排出流体从所述第1低温泵向所述处理装置排出,并且控制所述第2低温泵及所述第3低温泵以使所述吹扫气体从所述第2低温泵及所述第3低温泵供给至所述排出管线的所述合流路。

6.根据权利要求4或5所述的低温泵系统,其特征在于,

所述多个低温泵中的各个低温泵具备向所述低温泵容器供给吹扫气体的主体吹扫阀,

所述再生控制器构成为,为了将所述排出流体从所述第1低温泵向所述处理装置排出,使所述第1低温泵的所述主体吹扫阀及所述排出吹扫阀一起打开。

7.根据权利要求4至6中任一项所述的低温泵系统,其特征在于,

所述多个低温泵中的各个低温泵具备冷却所述低温泵的制冷机,

所述再生控制器构成为,控制所述制冷机来冷却所述第2低温泵以防止在所述第2低温泵的所述低温泵容器内生成所述排出流体,并且打开所述第2低温泵的所述排出吹扫阀。

8.根据权利要求4至7中任一项所述的低温泵系统,其特征在于,

所述再生控制器构成为,控制所述第1低温泵及所述第2低温泵,以使从所述第2低温泵流向所述合流路的所述吹扫气体的流量大于从所述第1低温泵流向所述合流路的所述吹扫气体的流量。

9.一种再生控制器,其为用于低温泵系统的再生控制器,其特征在于,

所述低温泵系统具备多个低温泵和排出管线,

所述多个低温泵分别具备:低温泵容器;排出阀,用于从所述低温泵容器排出排出流体;及排出吹扫阀,用于向所述排出阀或其下游供给吹扫气体,

所述排出管线用于从所述多个低温泵向处理装置排出所述排出流体,并且具备分别与对应的低温泵的所述排出阀及所述排出吹扫阀连接的多个支路和使所述多个支路合流于所述处理装置的合流路,

所述多个低温泵包括第1低温泵及第2低温泵,

所述再生控制器构成为,控制所述第1低温泵以使所述排出流体从所述第1低温泵向所述处理装置排出,并且控制所述第2低温泵以使所述吹扫气体从所述第2低温泵供给至所述排出管线的所述合流路。

10.一种低温泵系统,其特征在于,

具备低温泵和追加的排出吹扫阀,

所述低温泵具备:低温泵容器;排出阀,用于从所述低温泵容器排出排出流体;及排出吹扫阀,用于向所述排出阀或其下游供给吹扫气体,

所述追加的排出吹扫阀与所述排出阀及所述排出吹扫阀连接,并且设置于从所述低温泵向处理装置排出所述排出流体的排出管线上,并且用于向相对于所述排出吹扫阀的所述处理装置侧供给吹扫气体。

11.根据权利要求10所述的低温泵系统,其特征在于,

所述排出管线具备连接在所述排出吹扫阀与所述追加的排出吹扫阀之间的缓冲容积。

低温泵系统及再生控制器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种低温泵系统及用于低温泵系统的再生控制器。

背景技术

[0002] 低温泵为通过冷凝或吸附将气体分子捕捉到被冷却至超低温的低温板上从而进行排气的真空泵。通常,低温泵用于实现半导体电路制造工艺等中所要求的清洁的真空环境。由于低温泵为所谓的气体捕集式的真空泵,因此需要定期进行将捕捉到的气体向外部排出的再生。

[0003] 以往技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2012-237293号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的技术课题

[0007] 在半导体制造工艺中,有时使用具有爆炸性、腐蚀性或有毒性等各种危险性的危险气体。积蓄于低温泵内的危险气体通过再生从低温泵排出,并由被称为除害装置的处理装置进行处理以使其无害化或降低危险性。此时,通过向低温泵供给吹扫气体来稀释危险气体以降低流入处理装置的危险气体的浓度,从而能够提高安全性。

[0008] 但是,在刚开始再生之后,由于低温泵的升温,积蓄的危险气体会被快速重新气化,因而危险气体浓度可能会显著上升。为了确保将危险气体浓度维持在安全方面上足够低浓度,需要大量的吹扫气体。

[0009] 本发明的一种实施方式的示例性的目的之一在于有效地稀释从低温泵排出并流入处理装置的危险气体。

[0010] 用于解决技术课题的手段

[0011] 根据本发明的一种实施方式,低温泵系统具备多个低温泵和排出管线,该多个低温泵分别具备:低温泵容器;排出阀,用于从低温泵容器排出排出流体;及排出吹扫阀,用于向排出阀或其下游供给吹扫气体,该排出管线用于从多个低温泵向处理装置排出排出流体,并且具备分别与对应的低温泵的排出阀及排出吹扫阀连接的多个支路和将多个支路连接于处理装置的合流路。

[0012] 根据本发明的一种实施方式,提供一种用于低温泵系统的再生控制器。低温泵系统具备多个低温泵和排出管线,该多个低温泵分别具备:低温泵容器;排出阀,用于从低温泵容器排出排出流体;及排出吹扫阀,用于向排出阀或其下游供给吹扫气体,该排出管线用于从多个低温泵向处理装置排出排出流体,并且具备分别与对应的低温泵的排出阀及排出吹扫阀连接的多个支路和使多个支路合流于处理装置的合流路。多个低温泵包括第1低温泵及第2低温泵。再生控制器构成为,控制第1低温泵以使排出流体从第1低温泵向处理装置排出,并且控制第2低温泵以使吹扫气体从第2低温泵供给至排出管线的合流路。

[0013] 根据本发明的一种实施方式,低温泵系统具备低温泵和追加的排出吹扫阀,该低温泵具备:低温泵容器;排出阀,用于从低温泵容器排出排出流体;及排出吹扫阀,用于向排出阀或其下游供给吹扫气体,该追加的排出吹扫阀与排出阀及排出吹扫阀连接,并且设置于从低温泵向处理装置排出排出流体的排出管线上,并且用于向相对于排出吹扫阀的处理装置侧供给吹扫气体。

[0014] 另外,以上构成要件的任意组合或将本发明的构成要件或表述在方法、装置、系统等之间相互置换的方式也作为本发明的实施方式而有效。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本发明,能够有效地稀释从低温泵排出并流入处理装置的危险气体。

附图说明

[0017] 图1是示意地表示实施方式所涉及的低温泵系统的图。

[0018] 图2是示意地表示实施方式所涉及的低温泵系统的图。

[0019] 在图3中(a)至(c)是表示实施方式所涉及的低温泵的排出流体中的氢气的浓度变化的图表。

[0020] 在图4中(a)至(c)是表示实施方式所涉及的低温泵的排出流体中的氢气的浓度变化的图表。

[0021] 图5是示意地表示其他实施方式所涉及的低温泵系统的图。

具体实施方式

[0022] 以下,参考附图对本发明的实施方式进行详细说明。在以下说明及附图中,对相同或等同的构成要件、部件及处理标注相同的符号,并适当省略重复的说明。在各附图中,为了便于说明,适当设定各部的缩尺或形状,除非另有特别说明,否则其并不作限定性解释。实施方式为示例,其并不对本发明的范围作任何限定。实施方式中所记载的所有特征或其组合并不一定是发明的本质。

[0023] 图1及图2是示意地表示实施方式所涉及的低温泵系统的图。在图1中示意地示出了低温泵10的外观,在图2中示意地示出了低温泵10的内部结构。低温泵10例如安装于离子注入装置、溅射装置、蒸镀装置或其他真空处理装置的真空腔室内,并且用于将真空腔室内部的真空度提高至所期望的真空处理所要求的水平。例如,在真空腔室内实现10^{-5}Pa至10^{-8}Pa左右的高真空度。

[0024] 低温泵10具备压缩机12、制冷机14及低温泵容器16。低温泵容器16具有低温泵吸气口17。并且,低温泵10还具备粗抽阀18、主体吹扫阀20、排出阀22及排出吹扫阀24,并且这些阀设置于低温泵容器16上。

[0025] 压缩机12构成为如下:从制冷机14回收制冷剂气体并将所回收的制冷剂气体进行升压后重新将制冷剂气体供给至制冷机14。制冷机14还称为膨胀机或冷头,其与压缩机12一同构成超低温制冷机。压缩机12与制冷机14之间的制冷剂气体的循环伴随制冷机14内的制冷剂气体的适当的压力变动和容积变动,由此构成产生寒冷的热力学循环,制冷机14能够提供超低温冷却。制冷剂气体通常为氦气,但也可以使用其他适当的气体。为了便于理解,在图1中用箭头表示了制冷剂气体的流动方向。作为一例,超低温制冷机为二级式的吉

福德-麦克马洪(Gifford-McMahon;GM)制冷机,但也可以为脉冲管制冷机、斯特林制冷机或其他类型的超低温制冷机。

[0026] 如图2所示,制冷机14具备室温部26、第1缸体28、第1冷却台30、第2缸体32及第2冷却台34。制冷机14构成为将第1冷却台30冷却至第1冷却温度,并将第2冷却台34冷却至第2冷却温度。第2冷却温度为比第1冷却温度更低的温度。例如,第1冷却台30被冷却至65K～120K左右、优选被冷却至80K～100K,第2冷却台34被冷却至10K～20K左右。第1冷却台30及第2冷却台34也可以分别称为高温冷却台及低温冷却台。如此,通过将第1冷却台30和第2冷却台34冷却至各自的目标冷却温度,低温泵10能够进行真空排气运行。

[0027] 第1缸体28将第1冷却台30连接于室温部26,由此,第1冷却台30在结构上支撑于室温部26。第2缸体32将第2冷却台34连接于第1冷却台30连接,由此,第2冷却台34在结构上支撑于第1冷却台30。第1缸体28和第2缸体32沿这径向同轴延伸,室温部26、第1缸体28、第1冷却台30、第2缸体32及第2冷却台34依次直线状排列成一列。

[0028] 在制冷机14为二级式GM制冷机的情况下,在第1缸体28及第2缸体32各自的内部,以能够往复移动的方式配设有第1置换器及第2置换器(未图示)。在第1置换器及第2置换器中分别组装有第1蓄冷器及第2蓄冷器(未图示)。并且,室温部26具有用于使第1置换器及第2置换器往复移动的马达等驱动机构(未图示)。驱动机构包括流路切换机构,该流路切换机构切换工作气体的流路,以便周期性地重复向制冷机14的内部供给工作气体(例如,氦气)和从制冷机14的内部排出工作气体。

[0029] 并且,低温泵10具备放射屏蔽件36和低温板38。放射屏蔽件36热连接于第1冷却台30,因此被冷却为第1冷却温度,从而提供从来自低温泵10的外部或来自低温泵容器16的辐射热中保护低温板38的超低温表面。

[0030] 放射屏蔽件36例如具有筒形形状,并以包围低温板38和第2冷却台34的方式配置。低温泵吸气口17侧的放射屏蔽件36的端部被开放,能够使气体从低温泵10的外部通过低温泵吸气口17进入放射屏蔽件36内。与低温泵吸气口17相反一侧的放射屏蔽件36的端部可以封闭,或者可以具有开口,或者可以开放。在放射屏蔽件36与低温板38之间具有间隙,放射屏蔽件36未与低温板38接触。放射屏蔽件36也未与低温泵容器16接触。

[0031] 为了从来自低温泵10的外部的热源(例如,安装有低温泵10的真空腔室内的热源)的辐射热中保护保护低温板38,可以在低温泵吸气口17或在低温泵吸气口17与低温板38之间设置入口挡板37。入口挡板37可以固定于放射屏蔽件36的开放端,并经由放射屏蔽件36与制冷机14的第1冷却台30热连接。或者,入口挡板37也可以安装于第1冷却台30上。入口挡板37被冷却至与放射屏蔽件36相同的温度,能够使所谓的第1类气体(水蒸气等在比较高的温度下冷凝的气体)冷凝在其表面。

[0032] 低温板38与第2冷却台34热连接,因此被冷却至第2冷却温度,从而提供使第2类气体(例如,氩气、氮气等在比较低的温度下冷凝的气体)冷凝的超低温表面。并且,为了吸附第3类气体(例如,氢气等非冷凝性气体),在低温板38的至少一部分表面(例如,与低温泵吸气口17相反一侧的表面)上例如配置有活性碳或其他吸附材料。从低温泵10的外部通过低温泵吸气口17进入到放射屏蔽件36内的气体通过冷凝或吸附被捕捉到低温板38。关于放射屏蔽件36及低温板38的配置和形状等,能够适当地采用各种公知的结构,因此在此省略详细说明。

[0033] 低温泵容器16具有容器主体16a和制冷机容纳筒16b。低温泵容器16为被设计成在低温泵10的真空排气运行中保持真空并且能够承受周围环境的压力(例如,大气压)的真空容器。容器主体16a具有在其一端具有低温泵吸气口17且另一端被封闭的筒形形状。放射屏蔽件36容纳于容器主体16a内,如上所述,在放射屏蔽件36内,一同容纳有第2冷却台34及低温板38。制冷机容纳筒16b的一端连接于容器主体16a,另一端固定于制冷机14的室温部26。在制冷机容纳筒16b内插入有制冷机14,并容纳有第1缸体28。

[0034] 在本实施方式中,低温泵10为制冷机14设置于容器主体16a的侧部的所谓的卧式低温泵。在容器主体16a的侧部设置有制冷机插入口,制冷机容纳筒16b在该制冷机插入口处连接于容器主体16a的侧部。同样地,在放射屏蔽件36的侧部,与容器主体16a的制冷机插入口相邻地也设置有使制冷机14通过的孔。制冷机14的第2缸体32和第2冷却台34通过这些孔而插入到放射屏蔽件36内,放射屏蔽件36在其侧部的孔的周围与第1冷却台30热连接。

[0035] 低温泵在使用现场可以以各种姿势设置。作为一例,低温泵10可以设置成图示的横向姿势(即,低温泵吸气口17朝向上方的姿势)。此时,容器主体16a的底部相对于低温泵吸气口17位于下方,制冷机14沿水平方向延伸。

[0036] 低温泵10具备用于测定第1冷却台30的温度的第1温度传感器40和用于测定第2冷却台34的温度的第2温度传感器42。第1温度传感器40安装于第1冷却台30上。第2温度传感器42安装于第2冷却台34上。由第1温度传感器40能够测定放射屏蔽件36的温度,并输出表示放射屏蔽件36的测定温度的第1测定温度信号。第2温度传感器42能够测定低温板38的温度,并输出表示低温板38的测定温度的第2测定温度信号。并且,在低温泵容器16的内部设置有压力传感器44。压力传感器44例如可以设置于制冷机容纳筒16b上从而测定低温泵容器16的内压并输出表示测定压力的测定压力信号。

[0037] 并且,低温泵10还具备控制低温泵10的控制器46。控制器46可以与低温泵10设置成一体,也可以构成为与低温泵10分体的控制装置。

[0038] 在低温泵10的真空排气运行中,控制器46可以根据放射屏蔽件36和/或低温板38的冷却温度来控制制冷机14。控制器46可以与第1温度传感器40连接从而接收来自第1温度传感器40的第1测定温度信号,并且可以与第2温度传感器42连接从而接收来自第2温度传感器42的第2测定温度信号。

[0039] 并且,控制器46还可以作为低温泵10的再生控制器而动作。在低温泵10的再生运行中,控制器46可以根据低温泵容器16内的压力(或者,根据需要,根据低温板38的温度及低温泵容器16内的压力)来控制制冷机14、粗抽阀18、主体吹扫阀20、排出阀22及排出吹扫阀24。控制器46可以与压力传感器44连接从而接收来自压力传感器44的测定压力信号。

[0040] 关于控制器46的内部结构,在硬件结构方面,可以通过以计算机的CPU或存储器为代表的元件或电路来实现,在软件结构方面,可以通过计算机程序等来实现,但是在图中适当地描绘成通过它们的协作来实现的功能块。本领域技术人员应当可以理解,这些功能块可以通过硬件及软件的组合以各种形式实现。

[0041] 例如,控制器46可以通过CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)或微型计算机等处理器(硬件)及处理器(硬件)所执行的软件程序的组合来实现。软件程序可以为用于使控制器46执行低温泵10的再生的计算机程序。

[0042] 粗抽阀18设置于低温泵容器16(例如,制冷机容纳筒16b)上。粗抽阀18连接于设置

在低温泵10的外部的粗抽泵(未图示)。粗抽泵为用于将低温泵10真空抽气至其动作开始压力的真空泵。在粗抽发18在控制器46的控制下被打开的情况下,低温泵容器16与粗抽泵连通,在粗抽阀18被关闭的情况下,低温泵容器16与粗抽泵被切断。若打开粗抽阀18并使粗抽泵进行动作,则能够对低温泵10进行减压。

[0043] 主体吹扫阀20设置于低温泵容器16(例如,容器主体16a)上。主体吹扫阀20连接于设置在低温泵10的外部的吹扫气体源48或吹扫气体供给装置。在主体吹扫阀20在控制器46的控制下被打开的情况下,吹扫气体从吹扫气体源48供给至低温泵容器16,在主体吹扫阀20被关闭的情况下,向低温泵容器16的吹扫气体的供给被切断。通过打开主体吹扫阀20并将吹扫气体导入到低温泵容器16,能够对低温泵10进行升压。并且,能够将低温泵10从超低温升温至室温或高于室温的温度。

[0044] 吹扫气体例如可以为氮气或其他干燥的气体,吹扫气体的温度例如可以被调整为室温(高于0℃,例如15℃～30℃)或者被加热为高于室温的温度(例如,50℃以下或80℃以下)。

[0045] 排出阀22设置于低温泵容器16(例如,制冷机容纳筒16b)上。为了将流体从低温泵10的内部向外部排出,排出阀22设置成低温泵容器16的出口。排出阀22又是向后述的排出管线50的入口。在排出阀22在控制器46的控制下被打开的情况下,流体从低温泵容器16排出,在排出阀22被关闭的情况下,从低温泵容器16的流体的排出被切断。从排出阀22排出的流体基本上为气体,但也可以为液体或气液混合物。排出阀22例如可以为常闭型的控制阀。而且,排出阀22可以作为通气阀或安全阀而发挥作用,可以构成为在作用有规定的压差时被机械性地打开。此时,在低温泵内部因某种原因而成为了高压时,排出阀22无需收到控制即可被机械性地打开。由此,能够将内部的高压释放到排出管线50。

[0046] 排出吹扫阀24的设置目的在于将吹扫气体供给至排出管线50。可以分别设置排出阀22和排出吹扫阀24,并在排出阀22的下游经由配管连接排出吹扫阀24。或者,排出吹扫阀24也可以与排出阀22设置成一体,从而向排出阀22或其下游供给吹扫气体。排出吹扫阀24也可以设置于低温泵容器16(例如,制冷机容纳筒16b)上。排出吹扫阀24连接于吹扫气体源48或另一个吹扫气体源。在排出吹扫阀24在控制器46的控制下被打开的情况下,吹扫气体从吹扫气体源48供给至排出管线50,在排出吹扫阀24被关闭的情况下,向排出管线50的吹扫气体的供给被切断。

[0047] 排出管线50的设置目的在于将排出流体从低温泵10向处理装置60排出,且其上游端与排出阀22及排出吹扫阀24连接,下游端与处理装置60连接。

[0048] 处理装置60例如可以为对排出流体中所包含的危险气体(例如,氢气、具有爆炸性的其他气体、或者具有腐蚀性或有毒性的其他气体)进行处理而生成无害气体的除害装置,或也可以为对危险气体进行处理从而降低其危险性的处理装置。作为这样的处理装置60,可以适当采用公知的除害装置或处理装置,因此在此省略详细说明。

[0049] 在排出管线50的相对于排出吹扫阀24位于处理装置60侧具备(追加的)吹扫气体接收口52。吹扫气体接收口52位于排出管线50的下游端,并且与处理装置60连接。如图所示,吹扫气体接收口52可以与处理装置60相邻。或者,吹扫气体接收口52与处理装置60也可以不相邻,吹扫气体接收口52也可以经由排出管线50中所包括的其他设备与处理装置60连接。

[0050] 在该吹扫气体接收口52可以连接有追加的排出吹扫阀54。追加的排出吹扫阀54可以与吹扫气体源48或另一个吹扫气体源连接。排出吹扫阀54可以构成低温泵10的一部分，并且可以受控制器46的控制。在排出吹扫阀54被打开的情况下，吹扫气体从吹扫气体源48供给至排出管线50，在排出吹扫阀54被关闭的情况下，向排出管线50的吹扫气体的供给被切断。

[0051] 因此，排出吹扫阀24在排出管线50的上游侧(排出阀22侧)向排出管线50供给吹扫气体，追加的排出吹扫阀54在排出管线50的下游侧(处理装置60侧)向排出管线50供给吹扫气体。主体吹扫阀20能够进行向低温泵容器16的容器主体16a供给吹扫气体的“主体吹扫(Body Purge)”，排出吹扫阀24能够进行向排出管线50的上游端供给吹扫气体的“上游吹扫”，追加的排出吹扫阀54能够进行向排出管线50的下游端供给吹扫气体的“下游吹扫”。

[0052] 主体吹扫、上游吹扫及下游吹扫各自的流量例如可以选自每分钟20L以上至每分钟100L的范围中。主体吹扫、上游吹扫及下游吹扫的流量可以相等，或者也可以彼此不同。如后所述，下游吹扫的流量可以大于上游吹扫(或主体吹扫)的流量。

[0053] 如后所述，在吹扫气体接收口52还可以连接有其他低温泵10的排出阀22及排出吹扫阀24，排出管线50的下游吹扫可以通过来自其他低温泵10的吹扫气体的供给来进行。

[0054] 排出管线50具有缓冲容积56，来自低温泵容器16的排出流体从排出阀22通过缓冲容积56后流入处理装置60。排出吹扫阀24相对于缓冲容积56向排出管线50的上游侧供给吹扫气体，追加的排出吹扫阀54相对于缓冲容积56向排出管线50的下游侧供给吹扫气体。

[0055] 在排出管线50上设置缓冲容积56，对如后所述抑制排出管线50中的危险气体的浓度峰值是有利的。缓冲容积56例如可以为1L(升)或大于1L(升)，或者也可以为3L或大于3L。从节省空间的观点出发，缓冲容积56例如可以为30L以下或10L以下的容积。缓冲容积56也可以为构成排出管线50的配管的容积(即，连接排出阀22与处理装置60的配管的容积)。或者，在期待缓冲容积56具有大容积的情况下，缓冲容积56可以由构成排出管线50的配管及与该配管连接的缓冲罐构成。配管可以为挠性管或刚性管。

[0056] 通过持续进行低温泵10的真空排气运行，气体会蓄积在低温泵10内。为了将所蓄积的气体向外部排出，进行低温泵10的再生。低温泵10的再生通常包括升温工序、排出工序及冷却工序。

[0057] 升温工序包括如下步骤：将低温泵10升温至被低温泵10捕捉的气体中危险气体的熔点或超过熔点的温度；及将低温泵10进一步升温至再生温度。典型的危险气体例如为第2类气体或第3类气体，危险气体的熔点例如为100K以下。再生温度例如为室温或高于室温的温度。因此，在大多数情况下，危险气体会在升温工序的前半部分(尤其在刚开始之后)被再次气化从而从低温泵10排出而流入处理装置60。危险气体在升温工序中从低温泵10去除。

[0058] 用于升温的热源例如为制冷机14。制冷机14能够进行升温运行(所谓的逆向升温)。即，制冷机14构成为如下：在设置于室温部26的驱动机构朝向与冷却运行时的反方向进行动作时，使工作气体产生绝热压缩。制冷机14通过如此获得的压缩热对第1冷却台30及第2冷却台34进行加热。放射屏蔽件36和低温板38分别以第1冷却台30及第2冷却台34为热源而被加热。并且，从主体吹扫阀20供给至低温泵容器16内的吹扫气体也有助于低温泵10的升温。或者，也可以在低温泵10上设置例如电加热器等加热装置。例如，可以将相对于制冷机14的运行能够独立控制的电加热器安装于制冷机14的第1冷却台30和/或第2冷却台34

上。

[0059] 在排出工序中,被低温泵10捕捉的气体被再次气化或液化,并以气体、液体或气液混合物的形式通过排出管线50或粗抽阀18排出。由于第2类气体及第3类气体已经能够在升温工序中容易地从低温泵10排出,因此排出工序为主要用于排出第1类气体的工序。若排出工序结束,则开始冷却工序。在冷却工序中,低温泵10再次被冷却至用于真空排气运行的超低温。若完成了再生,则低温泵10能够重新开始真空排气运行。

[0060] 低温泵10的主要用途之一有离子注入装置的真空排气。此时,低温泵10内积蓄氢气。被低温板38捕捉的氢气能够在再生期间(尤其在刚开始再生(升温工序)之后)一下子被再次气化。氢气会在低温泵容器16内通过主体吹扫而被稀释,但从低温泵容器16通过排出管线50流向处理装置60的排出流体依然会短时含有相当高的浓度的氢气。高浓度的氢气存在爆炸或燃烧的风险,因此在低温泵10及排出管线50的安全管理上,需要将排出流体中的氢气的浓度峰值抑制得尽可能低。

[0061] 图3中(a)至(c)是表示实施方式所涉及的低温泵10的排出流体中的氢气的浓度变化的图表。在各图中示出了本发明人对排出管线50的吹扫气体接收口52处的排出流体(即,流入处理装置60中的排出流体)中的氢气浓度进行计算而获得的结果。在各图中,纵轴表示氢气的浓度(%),横轴表示从再生开始时刻起的经过时间(分钟)。

[0062] 计算的条件如下。将低温泵10(即,低温泵容器16)的容积设为30L,将低温泵容器16内的氢气的初期浓度设为60%(相当于低温泵10的氢气最大吸留量)。并且,将主体吹扫的流量(从主体吹扫阀20供给至低温泵容器16的吹扫气体流量)设为每分钟20L,将上游吹扫的流量(从排出吹扫阀24供给至排出管线50的上游的吹扫气体流量)设为每分钟20L,将下游吹扫设为每分钟0L(即,不进行下游吹扫)。这些条件共用于图3中(a)至(c)的计算中。缓冲容积56的大小不同,在图3中(a)中将缓冲容积56设为1L,在图3中(b)中将缓冲容积56设为3L,在图3中(c)中将缓冲容积56设为30L。

[0063] 若开始再生(升温工序),则控制器46使主体吹扫阀20、排出阀22及排出吹扫阀24同时打开。在该再生开始时刻,如图所示,吹扫气体接收口52处的氢气浓度为0%。随着进行主体吹扫及上游吹扫,排出流体从低温泵容器16朝向排出管线50的下游输送,吹扫气体接收口52处的氢气浓度暂时提高,浓度达到峰值。其后,随着排出流体流入处理装置60中,吹扫气体接收口52处的氢气浓度逐渐降低而重新返回至0%。如图3中(a)至(c)所示,这样的浓度变化的趋势与缓冲容积56的大小无关而相同。

[0064] 通过主体吹扫及相同流量的上游吹扫的效果,缓冲容积56的上游处的排出流体的氢气浓度峰值估计会成为初期浓度的一半(即,30%)。通过从此处流入缓冲容积56的排出流体和原本填充于缓冲容积56的吹扫气体的混合,期待缓冲容积56的下游(即,吹扫气体接收口52)处的氢气浓度峰值会根据缓冲容积56的容积而进一步下降一些。

[0065] 通过比较图3中(a)至(c)所示的氢气浓度峰值,能够明确缓冲容积56的效果。实际上,如图3中(a)所示,在将缓冲容积56设为1L的情况下,氢气浓度峰值成为28.0%。如图3中(b)所示,在将缓冲容积56设为3L的情况下,氢气浓度峰值成为25.6%。如图3中(c)所示,在将缓冲容积56设为30L的情况下,氢气浓度峰值成为15.0%。如此,缓冲容积56越大,越能够降低排出流体的氢气浓度峰值。

[0066] 图4中(a)至(c)是表示实施方式所涉及的低温泵10的排出流体中的氢气的浓度变

化的图表。与图3中(a)至(c)同样地,在各图中示出了本发明人对排出管线50的吹扫气体接收口52处的排出流体中的氢气浓度进行计算而获得的结果。在各图中,纵轴表示氢气的浓度(%),横轴表示从再生开始时刻起的经过时间(分钟)。

[0067] 计算的条件如下。将低温泵10(即,低温泵容器16)的容积设为30L,将低温泵容器16内的氢气的初期浓度设为60%。并且,将缓冲容积56设为30L。这些条件共用于图4中(a)至(c)的计算中。不同之处为吹扫流量。在图4中(a)中,将主体吹扫增加了每分钟40L的流量,即,将主体吹扫设为每分钟60L,上游吹扫设为每分钟20L,并且不进行下游吹扫。在图4中(b)中,将上游吹扫增加了每分钟40L的流量,即,将主体吹扫设为每分钟20L,将上游吹扫设为每分钟60L,并且不进行下游吹扫。在图4中(c)中,进行下游吹扫,即,将主体吹扫设为每分钟20L,将上游吹扫设为每分钟20L,将下游吹扫设为每分钟40L。

[0068] 若开始再生(升温工序),则控制器46使主体吹扫阀20、排出阀22、排出吹扫阀24及(在进行下游吹扫的情况下)追加的排出吹扫阀54同时打开。关于吹扫气体接收口52处的氢气浓度的变化的趋势,从最初的0%暂时上升而达到浓度峰值,之后逐渐降低而重新返回至0%。这在图4中(a)至(c)中相同。

[0069] 通过比较图3中(c)及图4中(a)至(c)所示的氢气浓度峰值,能够明确吹扫气体的供给位置不同带来的效果。如图4中(a)所示,在将主体吹扫设为每分钟60L的情况下,吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值成为19.0%。比较图4中(a)和图3中(c)可知,通过将主体吹扫从每分钟20L增加到每分钟60L,吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值从15%增加到了19%。可以认为:这是随着主体吹扫的流量增加以更急速挤压的方式将含有氢气的排出流体从低温泵容器16向排出管线50排出导致浓度峰值提高的结果。

[0070] 如图4中(b)所示,在将上游吹扫设为每分钟60L的情况下,吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值成为9.5%。比较图4中(b)和图3中(c)可知,通过将上游吹扫从每分钟20L增加到每分钟60L,吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值从15%减少到了9.5%。因此,上游吹扫的流量增加对抑制氢气浓度峰值是有效的。

[0071] 如图4中(c)所示,在将下游吹扫设为每分钟40L的情况下,吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值成为7.5%。比较图4中(c)和图3中(c)可知,通过新追加下游吹扫,吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值从15%减少到了7.5%。与图4中(b)所示的上游吹扫的流量增加相比,氢气浓度峰值也降低。因此,下游吹扫对抑制氢气浓度峰值是最有效的。可以认为:在排出管线50上的尽可能下游侧(处理装置60侧)供给吹扫气体有助于氢气浓度峰值的降低。

[0072] 接着,关注主体吹扫、上游吹扫、下游吹扫的流量比。根据本发明人的研究,若将低温泵容积和缓冲容积设为恒定,则吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值取决于主体吹扫、上游吹扫、下游吹扫的流量比。主体吹扫、上游吹扫及下游吹扫的流量的大小本身会影响排出所需时间(从再生开始起至氢气浓度重新成为0%为止的时间),但其不会影响吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值。

[0073] 鉴于此,将下游吹扫的流量设为大于主体吹扫(或上游吹扫)的流量对抑制排出管线50上的吹扫气体接收口52处的排出流体(即,流入处理装置60的排出流体)中的氢气浓度的峰值是有效的。并且,也可以将下游吹扫的流量设为大于主体吹扫和上游吹扫的合计流量。如此,也能够抑制流入处理装置60的排出流体中的氢气浓度的峰值。

[0074] 众所周知,在氢气浓度为4%以下的情况下,氢气不会燃烧。因此,将吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值抑制在4%以下在安全方面上是有利的。

[0075] 因此,若考察研究将氢气浓度峰值设为4%以下的示例性的条件,则例如在图3中(b)的条件(低温泵容积为30L,缓冲容积为3L,氢气初期浓度为60%,主体吹扫和上游吹扫的流量分别为每分钟20L)的基础上将主体吹扫、上游吹扫、下游吹扫的流量比设为1:1:11时(即,下游吹扫为每分钟220L),能够使吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值成为3.9%。

[0076] 通过抑制积蓄于低温泵10内的氢气量,也能够抑制再生时的氢气浓度峰值。例如,在图3中(b)的条件的基础上将氢气初期浓度设为13%时(在将低温泵10的氢气吸留量设为最大值的22%(=13/60*100)时),通过将主体吹扫、上游吹扫、下游吹扫的流量比设为1:1:1,能够使吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值成为3.7%。

[0077] 并且,在图3中(c)的条件(低温泵容积为30L,缓冲容积为30L,氢气初期浓度为60%,主体吹扫和上游吹扫的流量分别为每分钟20L)的基础上将主体吹扫、上游吹扫、下游吹扫的流量比设为1:1:6时(即,下游吹扫为每分钟120L),能够使吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值成为3.8%。此时,若将氢气初期浓度设为23%,则通过将主体吹扫、上游吹扫、下游吹扫的流量比设为1:1:1,能够使吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值成为3.8%。

[0078] 因此,在缓冲容积56比较小的情况下(小于10L、例如为3L),下游吹扫的流量可以选自主体吹扫(或上游吹扫)的流量的1倍至11倍的范围中。另一方面,在缓冲容积56比较大的情况下(例如,10L以上且30L以下),下游吹扫的流量可以选自主体吹扫(或上游吹扫)的流量的1倍至6倍的范围中。如此一来,能够期待将吹扫气体接收口52处的氢气浓度峰值抑制在约4%以下。

[0079] 如上所述,根据本实施方式,通过使排出管线50具有缓冲容积56从而有效地稀释从低温泵10排出并流入处理装置60的危险气体,能够抑制危险气体的浓度峰值。并且,根据本实施方式,通过在排出管线50上适用下游吹扫从而有效地稀释流入处理装置60的危险气体,能够抑制危险气体的浓度峰值。与仅使用主体吹扫(或上游吹扫)的情况相比,能够抑制吹扫气体的消耗量。

[0080] 在上述说明中,以氢气为例进行了说明,但是典型的危险气体为第2类气体或第3类气体,其在排出管线50中的浓度变化与氢气相同。因此,关于其他危险气体,缓冲容积56和下游吹扫也有效地稀释流入处理装置60的危险气体,对抑制危险气体的浓度峰值是有效的。

[0081] 图5是示意地表示其他实施方式所涉及的低温泵系统的图。与图1及图2所示的低温泵系统不同,图5所示的低温泵系统具备多个(在该例子中为三个)低温泵10。这些多个低温泵10通过排出管线50与共同的处理装置60连接。在以下说明中,需要区分多个低温泵10时有时标记为低温泵10a、10b、10c。

[0082] 各低温泵10具备粗抽阀18、主体吹扫阀20、排出阀22及排出吹扫阀24,这些阀设置于各低温泵的低温泵容器16上。低温泵系统设置有控制多个低温泵10的控制器46,控制器46能够作为在多个低温泵10再生期间控制各低温泵10的上述各阀的再生控制器而动作。图5所示的低温泵10的结构可以与图1及图2所示的低温泵10的结构相同,为了避免赘述,省略对相同的构成要件的说明。

[0083] 排出管线50的设置目的在于从多个低温泵10向处理装置60排出排出流体。排出管

线50具备多个支路50a和将多个支路50a连接于处理装置60的合流路50b。各支路50a的上游端与对应的低温泵10的排出阀22及排出吹扫阀连接，下游端与合流路50b连接。

[0084] 各支路50a具备将对应的低温泵10的排出阀22连接于合流路50b的缓冲容积56。如上所述，各支路50a的缓冲容积56可以在1升至30升的范围内。各低温泵10的排出吹扫阀24在相对于缓冲容积56的上游侧(排出阀22侧)与支路50a连接。来自各低温泵10的低温泵容器16的排出流体从各低温泵10的排出阀22通过排出管线50的各支路50a上的缓冲容积56后合流到合流路50b，并流入处理装置60。

[0085] 各低温泵10的主体吹扫阀20能够进行该低温泵10的主体吹扫。各低温泵10的排出吹扫阀24相对于缓冲容积56向排出管线50的上游侧供给吹扫气体，从而能够进行该低温泵10的上游吹扫。并且，通过打开排出阀22，可以将来自主体吹扫阀20的主体吹扫用作上游吹扫。

[0086] 排出管线50的合流路50b相当于上述实施方式中的吹扫气体接收口52。并且，对某个低温泵10(例如，第1低温泵10a)而言，其他低温泵10(例如，第2低温泵10b或第3低温泵10c)的排出阀22或排出吹扫阀24相当于上述实施方式中的追加的排出吹扫阀54。因此，某个低温泵10(例如，第1低温泵10a)的下游吹扫可以通过将其他低温泵10(例如，第2低温泵10b或第3低温泵10c)的主体吹扫或上游吹扫从合流路50b接收到该某个低温泵10(例如，第1低温泵10a)的支路50a而实现。

[0087] 另外，低温泵系统除了设置有排出管线50以外，还设置有粗抽管线58。粗抽管线58将各低温泵10的粗抽阀18连接于共用的粗抽泵59。粗抽泵59经由各低温泵10的粗抽阀18及粗抽管线58对多个低温泵10进行粗抽。

[0088] 根据该结构，虽然取决于低温泵系统所具有的低温泵10的个数，但是容易实现大流量的下游吹扫。例如，为了第1低温泵10a的下游吹扫能够利用来自第2低温泵10b和第3低温泵10c的合计的吹扫气体流量。

[0089] 但此时，不期望作为某个低温泵10(例如，第1低温泵10a)的下游吹扫而从其他低温泵(例如，第2低温泵10b或第3低温泵10c)流入的气体中含有从该其他低温泵排出的危险气体。

[0090] 因此，在同时再生多个低温泵10的情况下，可以使某个低温泵10的再生开始优先于剩余的低温泵10。换言之，相对于最初开始再生的低温泵10，可以延迟剩余的低温泵10的再生开始。延迟时间例如可以为几分钟(例如，两分钟至十分钟)。

[0091] 因此，控制器46可以构成为，控制某个低温泵10以使排出流体从某个低温泵10向处理装置60排出，并且控制其他低温泵10以使吹扫气体从其他低温泵10供给至排出管线50的合流路50b。控制器46可以构成为，为了将排出流体从某个低温泵10向处理装置60排出而打开某个低温泵10的主体吹扫阀20。控制器46可以构成为，为了将吹扫气体从其他低温泵10供给至排出管线50的合流路50b而打开其他低温泵10的排出吹扫阀24。

[0092] 如此一来，首先开始第1低温泵10a的再生(升温工序)，利用第1低温泵10a的主体吹扫将排出流体从第1低温泵10a向排出管线50排出。剩余的第2低温泵10b及第3低温泵10c的排出吹扫阀24被打开，第1低温泵10a将来自这些两个低温泵10b、10c的吹扫气体用作下游吹扫，从而能够有效地稀释流入处理装置60的排出流体。

[0093] 如此从第1低温泵10a排出危险气体之后，开始剩余的低温泵10中的任一个(例如，

第2低温泵10b)的再生(升温工序)。第1低温泵10a的主体吹扫及上游吹扫能够用作用于第2低温泵10b的下游吹扫。第3低温泵10c的上游吹扫也能够继续用作用于第2低温泵10b的下游吹扫。

[0094] 然后,从第2低温泵10b排出危险气体之后,开始第3低温泵10c的再生(升温工序)。第1低温泵10a及第2低温泵10b的主体吹扫和上游吹扫能够用作用于第3低温泵10c的下游吹扫。

[0095] 控制器46可以构成为,为了将排出流体从某个低温泵10向处理装置60排出而使某个低温泵10的主体吹扫阀20及排出吹扫阀24一起打开。如此一来,利用主体吹扫和上游吹扫能够有效地将排出流体从低温泵10向排出管线50排出。

[0096] 控制器46可以构成为,控制制冷机14来冷却其他低温泵10以防止在其他低温泵10的低温泵容器16内生成排出流体,并且打开其他低温泵10的排出吹扫阀24。如此一来,在开始了第1低温泵10a的再生(升温工序)时,能够将剩余的第2低温泵10b及第3低温泵10c维持在冷却状态,从而能够可靠地阻断来自这些剩余的低温泵10b、10c的排出。同时,第1低温泵10a能够将来自这些两个低温泵10b、10c的吹扫气体用作下游吹扫,从而能够有效地稀释流入处理装置60的排出流体。

[0097] 控制器46可以构成为,控制某个低温泵10及其他低温泵10以使从其他低温泵10流向合流路50b的吹扫气体的流量大于从某个低温泵10流向合流路50b的吹扫气体的流量。如此一来,能够使下游吹扫的流量大于主体吹扫(或上游吹扫)的流量,对抑制流入处理装置60的排出流体中的危险气体浓度的峰值是有效的。

[0098] 若考察研究将氢气浓度峰值设为4%以下的示例性的条件,则例如在将低温泵容积设为30L、将排出管线50的各支路50a的缓冲容积56设为10L、将氢气初期浓度设为60%、将各低温泵10的主体吹扫及上游吹扫的流量分别设为每分钟20L、每分钟60L时(此时,下游吹扫相当于每分钟160L),能够使在排出管线50的合流路50b中的氢气浓度峰值成为4.0%。

[0099] 并且,在该例子中,在使氢气初期浓度降低至25%的情况下,即使将排出管线50的各支路50a的缓冲容积56缩小到3L并将各低温泵10的主体吹扫及上游吹扫的流量分别降低至每分钟20L,也能够使排出管线50的合流路50b上的氢气浓度峰值成为小于4.0%。

[0100] 以上,根据实施例对本发明进行了说明。本领域技术人员应当可以理解,本发明并不只限于上述实施方式,可以进行各种设计变更,可以存在各种变形例,并且这种变形例也在本发明的范围内。

[0101] 产业上的可利用性

[0102] 本发明能够利用于低温泵系统及用于低温泵系统的再生控制器的领域中。

[0103] 符号说明

[0104] 10-低温泵,14-制冷机,16-低温泵容器,20-主体吹扫阀,22-排出阀,24-排出吹扫阀,46-控制器,50-排出管线,50a-支路,50b-合流路,52-吹扫气体接收口,56-缓冲容积,60-处理装置。

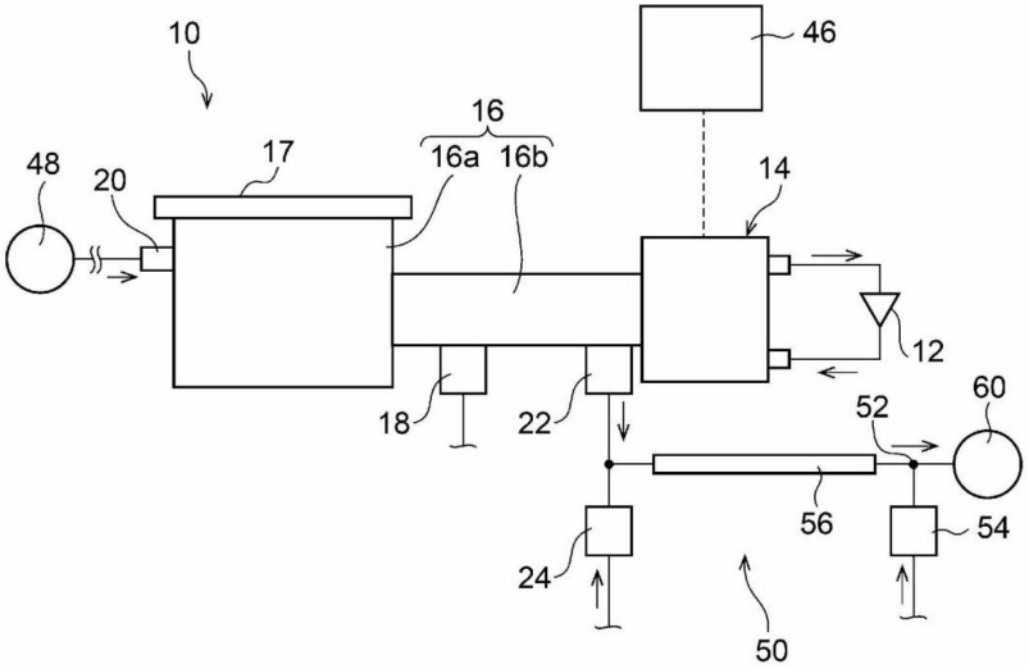


图1

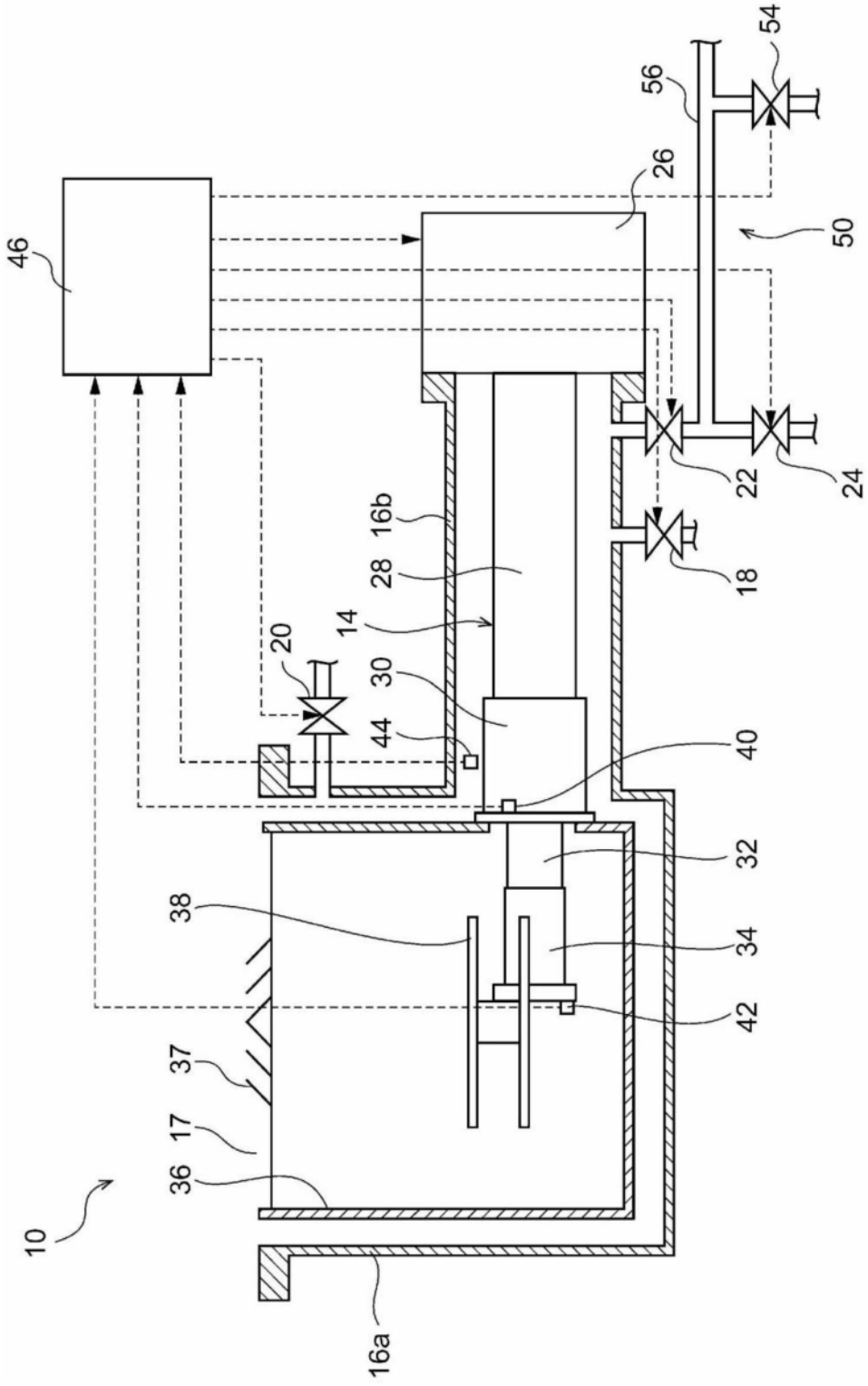

54
56
26
50
46
22
24
16b
28
18
14
20
30
44
40
32
38
34
42
37
17
36
10
16a

图2

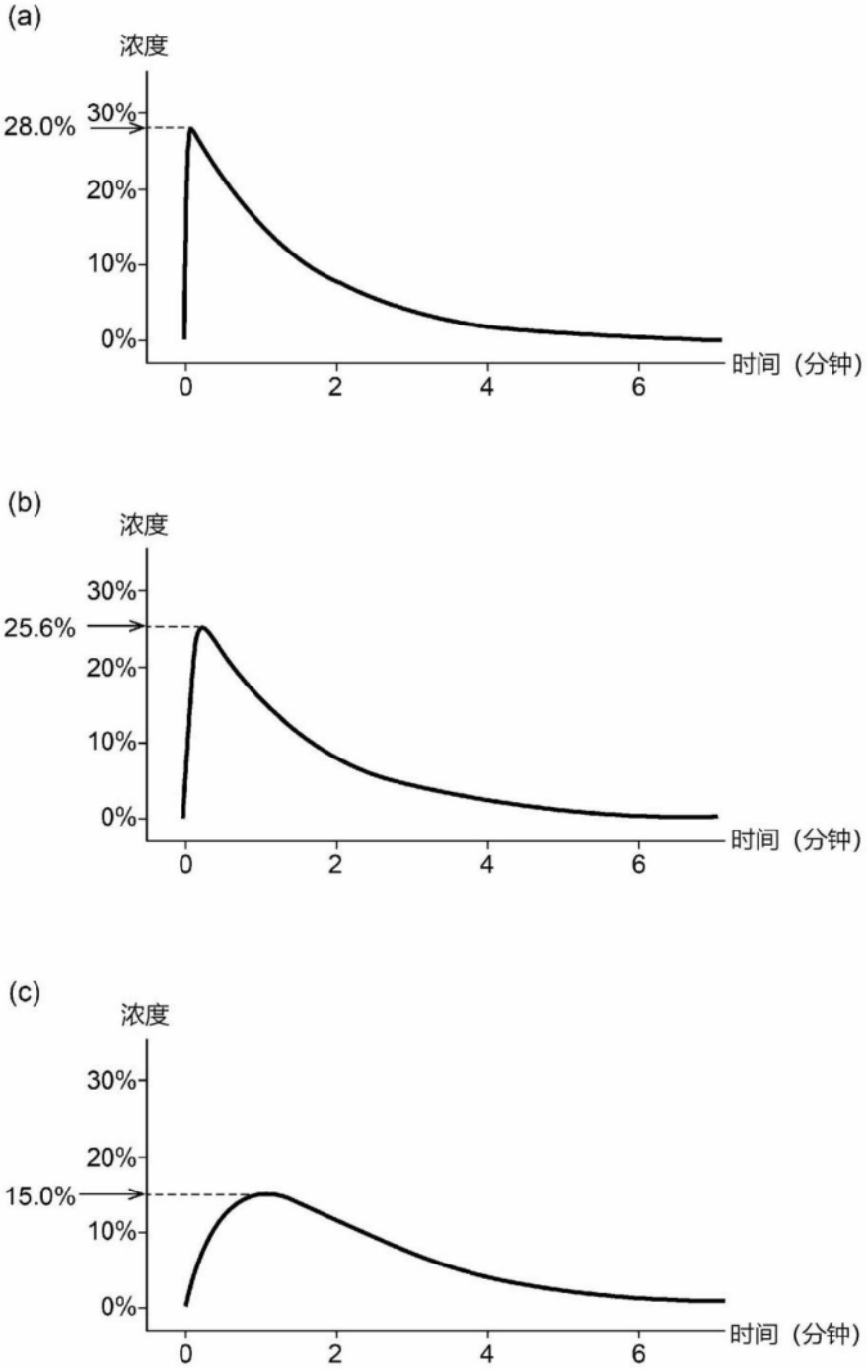

(a)
浓度
28.0%
30%
20%
10%
0%
0
2
4
6
时间（分钟）
(b)
浓度
25.6%
30%
20%
10%
0%
0
2
4
6
时间（分钟）
(c)
浓度
15.0%
30%
20%
10%
0%
0
2
4
6
时间（分钟）

图3

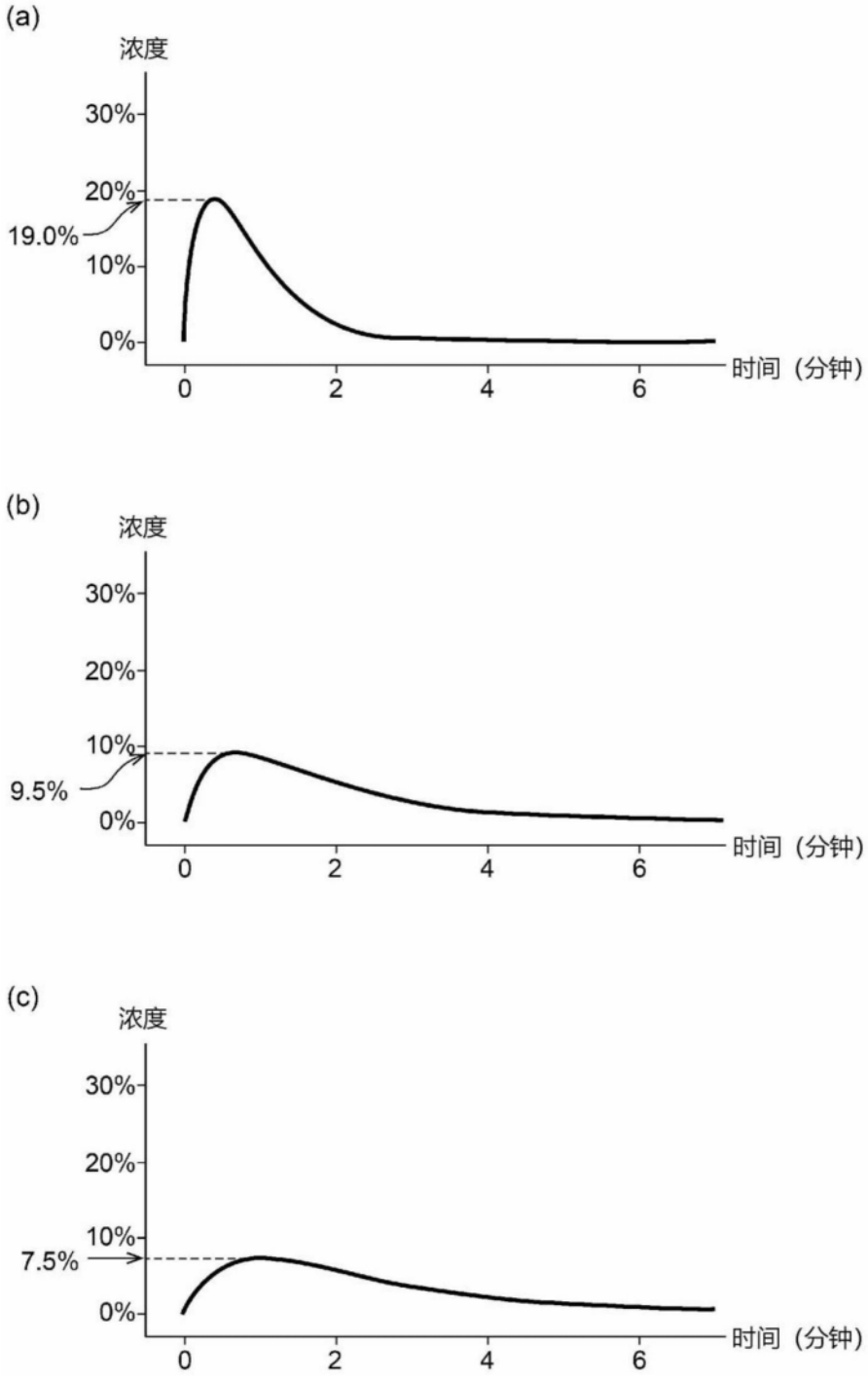

(a)
浓度
30%
20%
19.0%
10%
0%
0
2
4
6
时间（分钟）
(b)
浓度
30%
20%
10%
9.5%
0%
0
2
4
6
时间（分钟）
(c)
浓度
30%
20%
10%
7.5%
0%
0
2
4
6
时间（分钟）

图4

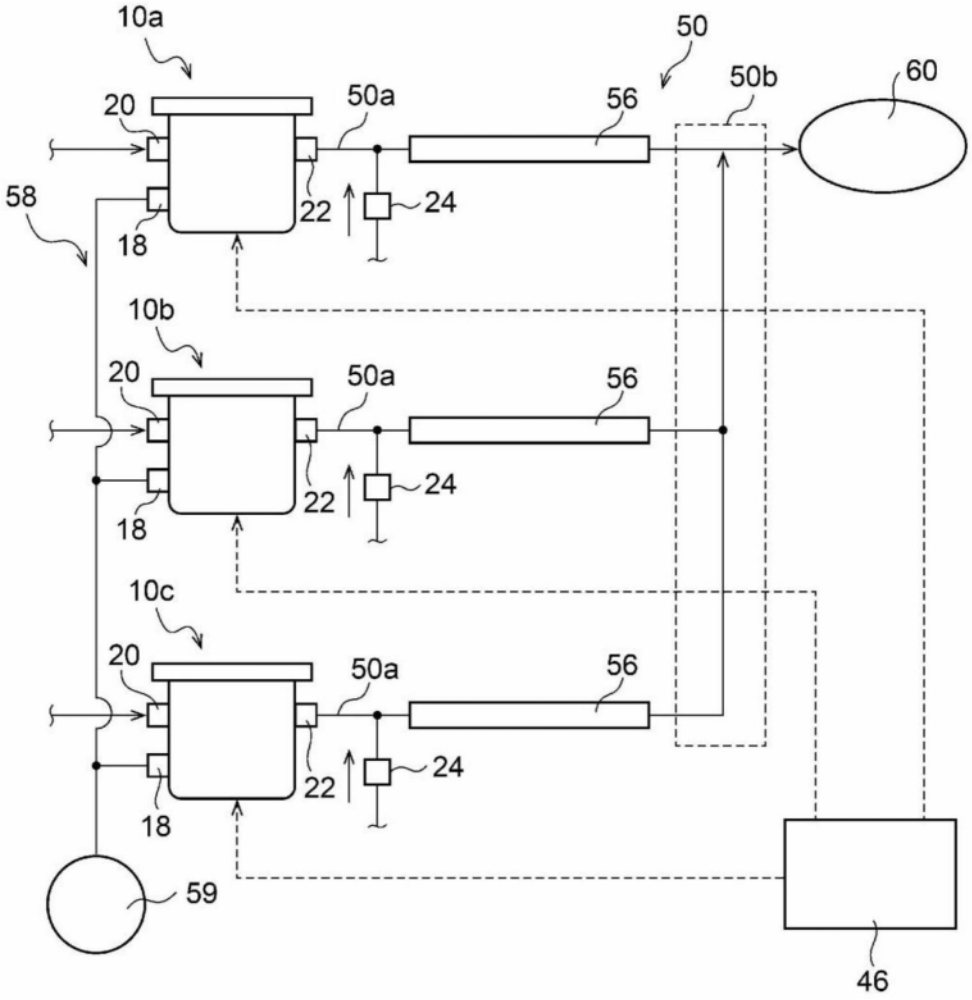

10a
50
50b
60
20
50a
56
58
22
24
18
10b
20
50a
56
22
24
18
10c
20
50a
56
22
24
18
59
46

图5