(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119866407 A
(43)申请公布日 2025.04.22

(21)申请号 202380065774.X
(22)申请日 2023.07.27
(30)优先权数据
2022-185430 2022.11.21 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.03.13
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/027579 2023.07.27
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/111168 JA 2024.05.30
(71)申请人 川崎重工业株式会社
地址 日本兵库县
(72)发明人 内幸志郎 久保大智 东田正宪
(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 杨俊波 于靖帅
(51)Int.Cl.
F02M 21/02(2006.01)
F02D 19/02(2006.01)
F02M 31/16(2006.01)
F02M 31/20(2006.01)

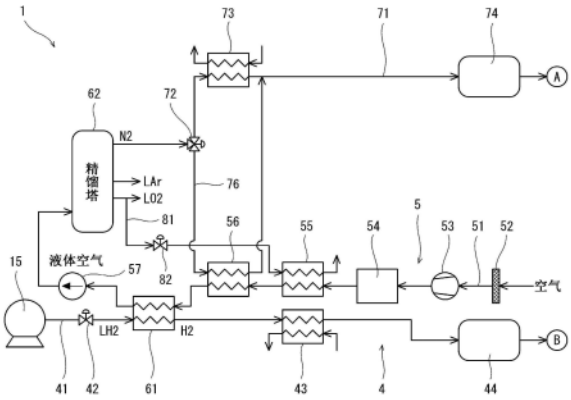
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

气体发动机系统

(57)摘要

一个实施方式的气体发动机系统(1)包含:往复式发动机,其将液化气气化后的气体作为燃料,通过供气路供给空气;液体空气制造机(5),其利用所述液化气气化时的制冷来制造液体空气;以及氮气供给路(71),其向所述供气路供给所述液体空气中的液氮气化后的氮气。例如,所述液化气是液化氢。



CN 119866407 A

1.一种气体发动机系统,其具有:

往复式发动机,其将液化气气化后的气体作为燃料,通过供气路供给空气;

液体空气制造机,其利用所述液化气气化时的制冷来制造液体空气;以及

氮气供给路,其向所述供气路供给所述液体空气中的液氮气化后的氮气。

2.根据权利要求1所述的气体发动机系统,其中,

所述液化气是液化氢。

3.根据权利要求1或2所述的气体发动机系统,其中,

所述液体空气制造机包含在去除了水分和二氧化碳的空气与所述液化气之间进行热交换的热交换器。

4.根据权利要求1或2所述的气体发动机,其中,

该气体发动机系统还具有:

流量调整阀,其设置于所述氮气供给路;以及

控制器,其根据所述供气路中的比所述氮气供给路的合流点靠下游侧的氧浓度来控制所述流量调整阀。

气体发动机系统

技术领域

[0001] 本公开涉及气体发动机系统。

背景技术

[0002] 以往,公知有包含以天然气、氢气等为燃料的往复式发动机的气体发动机系统。例如,在专利文献1中公开了一种包含以氢气为燃料的往复式发动机的气体发动机系统。另外,在专利文献1的气体发动机系统中,为了抑制No_x的排出,通过EGR(Exhaust Gas Recirculation:废气再循环)将废气的一部分与空气混合而向往复式发动机供给。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2006-299890号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 上述的EGR不仅对No_x的排出的抑制有效,而且对过早着火、回火、爆震等异常燃烧的抑制也有效。然而,有时在EGR中使用专用的鼓风机、洗涤器等,存在空间和成本成为问题的情况。

[0008] 因此,本公开的目的在于,提供能够在不使用EGR的情况下抑制异常燃烧的气体发动机系统。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本公开提供一种气体发动机系统,其具有:往复式发动机,其将液化气气化后的气体作为燃料,通过供气路供给空气;液体空气制造机,其利用所述液化气气化时的制冷来制造液体空气;以及氮气供给路,其向所述供气路供给所述液体空气中的液氮气化后的氮气。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本公开,提供能够在不使用EGR的情况下抑制异常燃烧的气体发动机系统。

附图说明

[0013] 图1是一个实施方式的气体发动机系统中的往复式发动机周围的概略结构图。

[0014] 图2是上述气体发动机系统中的燃料供给机和液体空气制造机周围的概略结构图。

[0015] 图3是变形例的气体发动机系统中的燃料供给机和液体空气制造机周围的概略结构图。

具体实施方式

[0016] 图1和图2示出一个实施方式的气体发动机系统1。该气体发动机系统1包含以液化气气化后的气体为燃料的往复式发动机2、向往复式发动机2供给燃料的燃料供给机4以及

利用液化气气化时的制冷来制造液体空气的液体空气制造机5。

[0017] 液化气贮存于罐15。在本实施方式中,液化气为液化氢,燃料为氢气。即,罐15内的液化气的温度为-253℃。但是,作为燃料的根源的液化气,能够采用液化氢以外的各种液化气。

[0018] 通过供气路11向往复式发动机2供给空气,从往复式发动机2通过排气路12排出废气。在本实施方式中,在供气路11和排气路12上分别设置有增压器3的压缩机31和涡轮32。另外,在供气路11中,在压缩机31的下游侧设置有空气冷却器13。空气冷却器13对由压缩机31压缩而温度上升了的供气进行冷却。例如,空气冷却器13是在供气与大气、水等热介质之间进行热交换的热交换器。

[0019] 在本实施方式中,往复式发动机2是四冲程发动机。但是,往复式发动机2也可以是二冲程发动机。

[0020] 往复式发动机2包含在曲轴的轴向上排列的多个(在图1中仅图示一个作为代表)气缸21和安装于各气缸21的气缸盖22。在各气缸21内配置有活塞23,在活塞23与气缸盖22之间形成有燃烧室20。

[0021] 在气缸盖22上形成有供气端口2a和排气端口2b。另外,在气缸盖22上设置有对供气端口2a相对于燃烧室20的开口进行开闭的供气阀24和对排气端口2b相对于燃烧室20的开口进行开闭的排气阀25。

[0022] 而且,在气缸盖22上设置有在供气端口2a内或燃烧室20内喷射燃料的燃料喷射阀26和在燃烧室20内对供气与燃料的混合气进行点火的点火装置27。另外,燃料喷射阀26不需要一定设置于气缸盖22,也可以设置于供气路11。

[0023] 点火装置27可以是火花塞,也可以是包含经由喷孔与燃烧室20连通的副室的副室式的点火装置。或者,点火装置27也可以是向燃烧室20内喷射先导油而使先导油自燃的点火装置。

[0024] 燃料供给机4包含将罐15与燃料喷射阀26连接的燃料供给路41。在燃料供给路41中从上游侧起依次设置有流量调整阀42、主热交换器61、副热交换器43、缓冲罐44以及流量调整阀45。

[0025] 流量调整阀42对从罐15流入主热交换器61的液化气(在本实施方式中为液化氢)的流量进行调整。主热交换器61通过在液化气与空气之间进行热交换而使液化气气化。副热交换器43将从主热交换器61流出的气化气体(在本实施方式中为氢气)加热至往复式发动机2的要求温度。例如,副热交换器43是在气化气体与大气、水等热介质之间进行热交换的热交换器。由副热交换器43冷却后的热介质可以在上述的空气冷却器13中用作制冷源,副热交换器43自身也可以用作空气冷却器13。缓冲罐44暂时贮存气化气体。流量调整阀45对从缓冲罐44向燃料喷射阀26供给的气化气体的流量进行调整。

[0026] 液体空气制造机5包含一端在大气中开口且另一端与精馏塔62连接的空气路51。在空气路51中,从上游侧起依次设置有过滤器52、鼓风机53、水分·二氧化碳分离机54、第1副热交换器55、第2副热交换器56、主热交换器61以及泵57。即,主热交换器61由燃料供给机4和液体空气制造机5共有。

[0027] 鼓风机53是从空气路51的一端至主热交换器61送出空气的单元,过滤器52将从大气中吸入的空气中的异物去除。水分·二氧化碳分离机54从通过了过滤器52的空气中去除

水分和二氧化碳。去除了水分和二氧化碳的空气在被第1副热交换器55和第2副热交换器56预备地冷却之后,在主热交换器61中与液化气(在本实施方式中为液化氢)之间进行热交换,由此成为比氮的沸点低的温度而液化。从主热交换器61流出的液化空气通过泵57向精馏塔62供给。

[0028] 在精馏塔62中,在塔内上升的蒸气与在塔内流下的回流液接触。因此,从精馏塔62的下部取出液态氧,从精馏塔62的上部取出氮气,从精馏塔62的中间部取出液态氩。另外,也可以从精馏塔62的中间部取出液氮。

[0029] 从精馏塔62的下部取出的液态氧通过氧供给路81被引导至上述的第1副热交换器55,作为用于在主热交换器61的上游侧冷却空气的制冷源来利用。在第1副热交换器55中气化的氧气释放到大气中。另外,在氧供给路81中设置有调整液态氧的取出量的流量调整阀82。

[0030] 从精馏塔62的上部取出的氮气、换言之由液体空气制造机5制造的液体空气中的液氮气化后的氮气通过氮气供给路71向供气路11供给。在本实施方式中,氮气供给路71在压缩机31的上游侧与供气路11合流,但氮气供给路71也可以在压缩机31的下游侧与供气路11合流。

[0031] 在氮气供给路71中,从上游侧起依次设置有流量调整阀72、热交换器73、缓冲罐74以及流量调整阀75。流量调整阀72对从精馏塔62的上部取出的氮气的流量进行调整。热交换器73将氮气加热至大气温度左右。例如,热交换器73是在氮气与大气、水等热介质之间进行热交换的热交换器。由热交换器73冷却后的热介质可以在上述的空气冷却器13中用作制冷源,热交换器73自身也可以用作空气冷却器13。缓冲罐74暂时贮存氮气。流量调整阀75对从缓冲罐74向供气路11供给的氮气的流量进行调整。

[0032] 此外,在本实施方式中,旁通路76以绕过热交换器73的方式与氮气供给路71连接。更详细而言,在本实施方式中,流量调整阀72是三通阀,旁通路76的上游端与该流量调整阀72连接。旁通路76的下游端在热交换器73的下游侧与氮气供给路71连接。

[0033] 旁通路76经由液体空气制造机5的第2副热交换器56,流量调整阀72还起到切换将从精馏塔62取出的氮气向热交换器73和第2副热交换器56中的哪一个引导的作用。当氮气被导向第2副热交换器56时,作为用于在主热交换器61的上游侧冷却空气的制冷源来利用。

[0034] 上述的流量调整阀42、45、72、75、82由控制器9控制。另外,在图1和图2中,为了简化附图而省略了一部分信号线的作图。

[0035] 关于控制器9,本说明书所公开的要素的功能能够使用包含被构成或编程为执行所公开的功能的通用处理器、专用处理器、集成电路、ASIC(Application Specific Integrated Circuits:专用集成电路)、现有的电路以及/或者它们的组合的电路或处理电路来执行。处理器包含晶体管及其他电路,因此被视为处理电路或电路。在本公开中,电路、单元或者构件是执行所列举的功能的硬件,或者是被编程为执行所列举的功能的硬件。硬件可以是本说明书所公开的硬件,或者也可以是被编程或构成为执行所列举的功能的其他已知的硬件。在硬件是被认为是电路的一种的处理器的情况下,电路、构件或者单元是硬件和软件的组合,软件用于硬件和/或处理器的构成。

[0036] 特别是,关于流量调整阀45的控制,控制器9根据曲轴的旋转角和对往复式发动机2的要求输出来控制流量调整阀45。

[0037] 另外,控制器9与氧浓度计91和压力传感器92电连接。氧浓度计91检测供气路11中的比氮气供给路71的合流点靠下游侧的氧浓度,压力传感器92检测燃烧室20内的压力。控制器9根据由氧浓度计91检测出的氧浓度和由压力传感器92检测出的压力来控制流量调整阀75。例如,控制器9以使由氧浓度计91检测出的氧浓度成为目标氧浓度的方式控制流量调整阀75。另外,控制器9根据由压力传感器92检测出的压力来判定有无发生过早着火、回火、爆震等异常燃烧,在发生了异常燃烧时增大流量调整阀75的开度。

[0038] 在以上说明的结构的气体发动机系统1中,由于供气和燃料的混合气中的氮浓度上升,因此为了使混合气产生火焰传播所需的最小点火能量即最小着火能量变大。因此,过早着火、回火等异常燃烧被抑制。此外,由于混合气中的氮浓度的上升,从将混合气保持为一定温度起至着火为止的时间即着火延迟变长,因此爆震也被抑制。因此,能够在不使用EGR的情况下抑制异常燃烧。另外,由于混合气中的氮浓度上升而隔热火焰温度降低,因此也能够抑制NO_x。而且,利用作为燃料的根源的液化气气化时的制冷来生成氮气,因此在生成氮气时不需要那么大的能量。

[0039] 特别是,在如本实施方式那样燃料为氢气的情况下,氢与甲烷相比不仅着火延迟短,而且最小着火能量也小,因此从抑制过早着火的观点出发,使混合气中的氮浓度上升的重要性较高。

[0040] (变形例)

[0041] 本公开并不限定于上述的实施方式,能够在不脱离本公开的主旨的范围内进行各种变形。

[0042] 例如,也可以如图3所示的变形例的气体发动机系统1A那样,贮存于罐15的液化气体为LNG,LNG气化后的天然气为往复式发动机2的燃料。在该情况下,罐15内的液化气的温度为-162℃。

[0043] 在该气体发动机系统1A中,相对于上述实施方式的液体空气制造机5,采用了如下的液体空气制造机5A:主热交换器61的位置被变更到水分·二氧化碳分离机54与第1副热交换器55之间,并且代替鼓风机53和泵57而使用了压缩机58和膨胀涡轮59。在空气路51中流动的空气到膨胀涡轮59为止是气体,通过由膨胀涡轮59膨胀而液化。即,从膨胀涡轮59向精馏塔62供给包含液化氧和液化氮的液化空气(例如-200℃)。

[0044] 如图3所示,在液化气为LNG的情况下,由于大气压下的LNG的温度比氮的沸点高,因此在制造液体空气时需要针对空气的压缩动力。与此相对,如果像上述实施方式那样液化气为液化氢,则大气压下的液化氢的温度比氮的沸点低,因此不需要这样的压缩动力。

[0045] 另外,在气体发动机系统1A中,在精馏塔62与流量调整阀72之间,在氮气供给路71上设置有作为氮气的送出构件的鼓风机77。

[0046] (总结)

[0047] 作为第1方式,本公开提供一种气体发动机系统,其具有:往复式发动机,其将液化气气化后的气体作为燃料,通过供气路供给空气;液体空气制造机,其利用所述液化气气化时的制冷来制造液体空气;以及氮气供给路,其向所述供气路供给所述液体空气中的液氮气化后的氮气。

[0048] 根据上述的结构,由于供气与燃料的混合气中的氮浓度上升,因此为了使混合气产生火焰传播所需的最小点火能量即最小着火能量变大。因此,过早着火、回火等异常燃烧

被抑制。此外,由于混合气中的氮浓度的上升,从将混合气保持为一定温度起至着火为止的时间即着火延迟变长,因此爆震也被抑制。因此,能够在不使用EGR的情况下抑制异常燃烧。另外,由于混合气中的氮浓度上升而隔热火焰温度降低,因此也能够抑制NO_x。而且,利用作为燃料的根源的液化气气化时的制冷来生成氮气,因此在生成氮气时不需要那么大的能量。

[0049] 作为第2方式,也可以为,根据第1方式,所述液化气是液化氢。在液化气为LNG的情况下,由于大气压下的LNG的温度比氮的沸点高,因此在制造液体空气时需要针对空气的压缩动力。与此相对,如果液化气为液化氢,则大气压下的液化氢的温度比氮的沸点低,因此不需要这样的压缩动力。

[0050] 作为第3方式,也可以为,根据第1或第2方式,例如,所述液体空气制造机包含热交换器,该热交换器在去除了水分和二氧化碳的空气与所述液化气之间进行热交换。

[0051] 作为第4方式,也可以为,根据第1至第3方式中的任意方式,例如,上述的气体发动机系统还具有:流量调整阀,其设置于所述氮气供给路;以及控制器,其根据所述供气路中的比所述氮气供给路的合流点靠下游侧的氧浓度来控制所述流量调整阀。

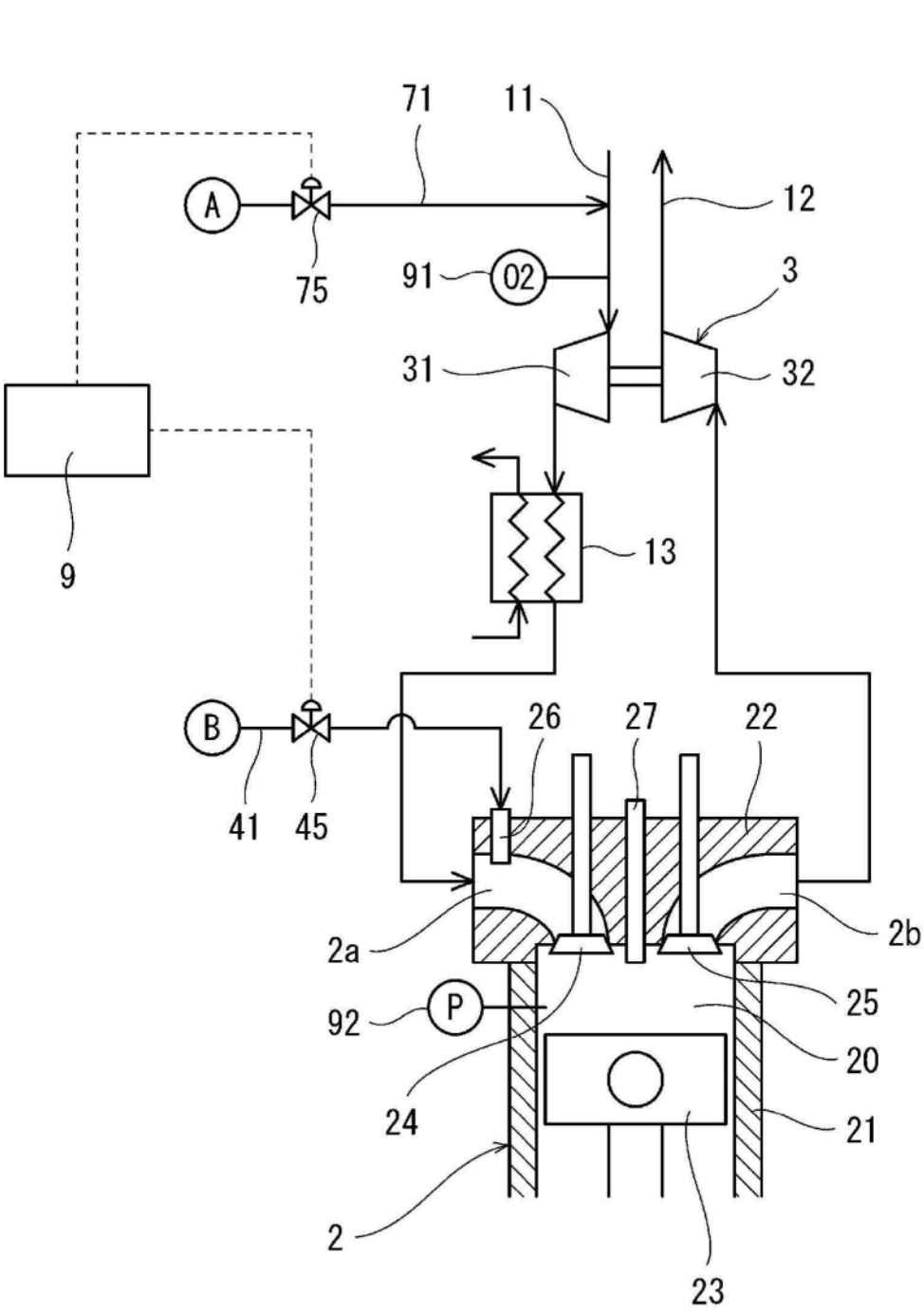

1
71
11
12
A
75
91
O2
3
31
32
9
13
B
41
45
26
27
22
2a
2b
92
P
25
20
24
21
2
23

图1

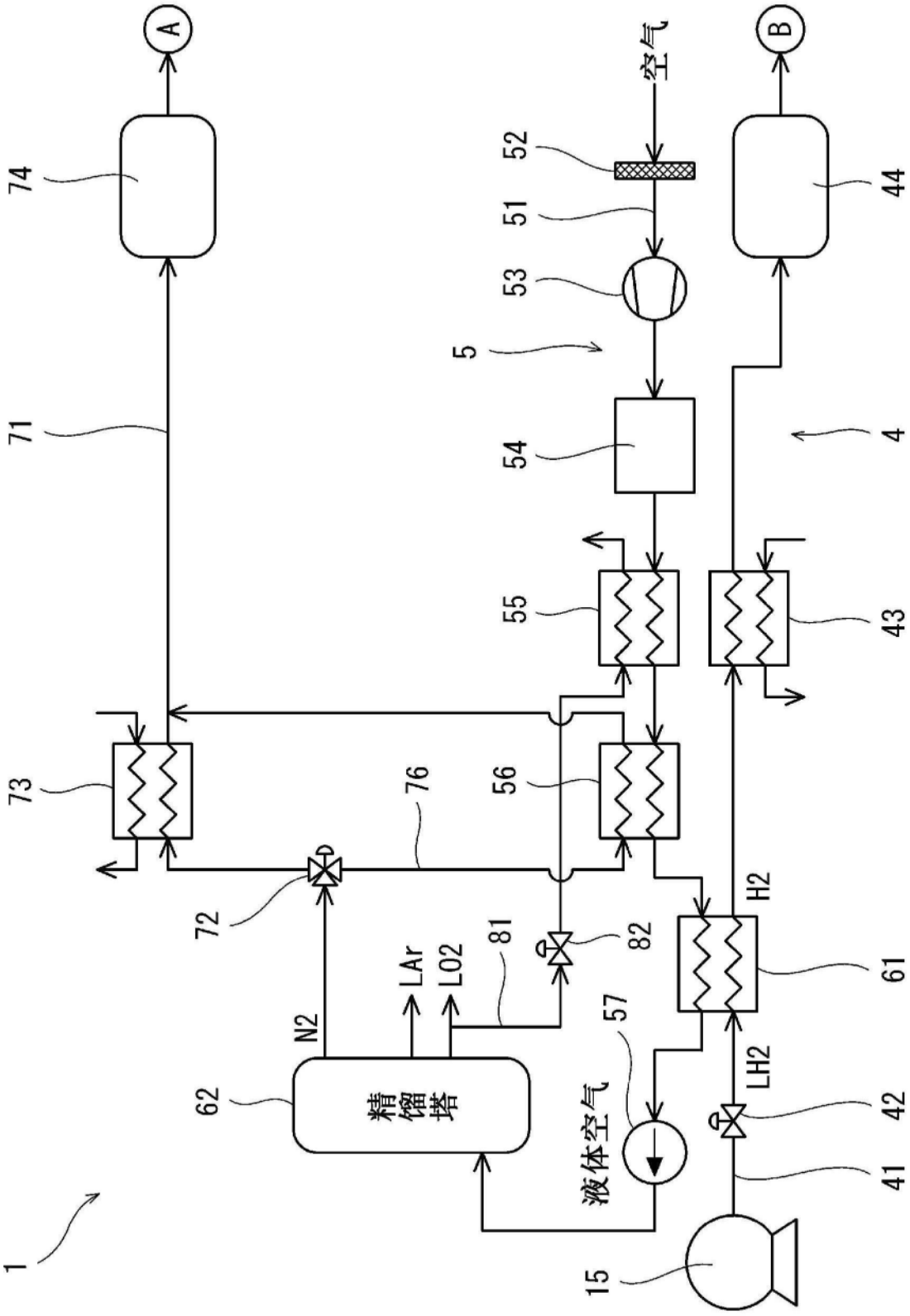

A
B
空气
74
52
51
44
53
5
71
54
4
55
43
73
76
56
72
81
82
H2
61
LAr
LO2
N2
57
62
精馏塔
液体空气
LH2
42
41
1
15

图2

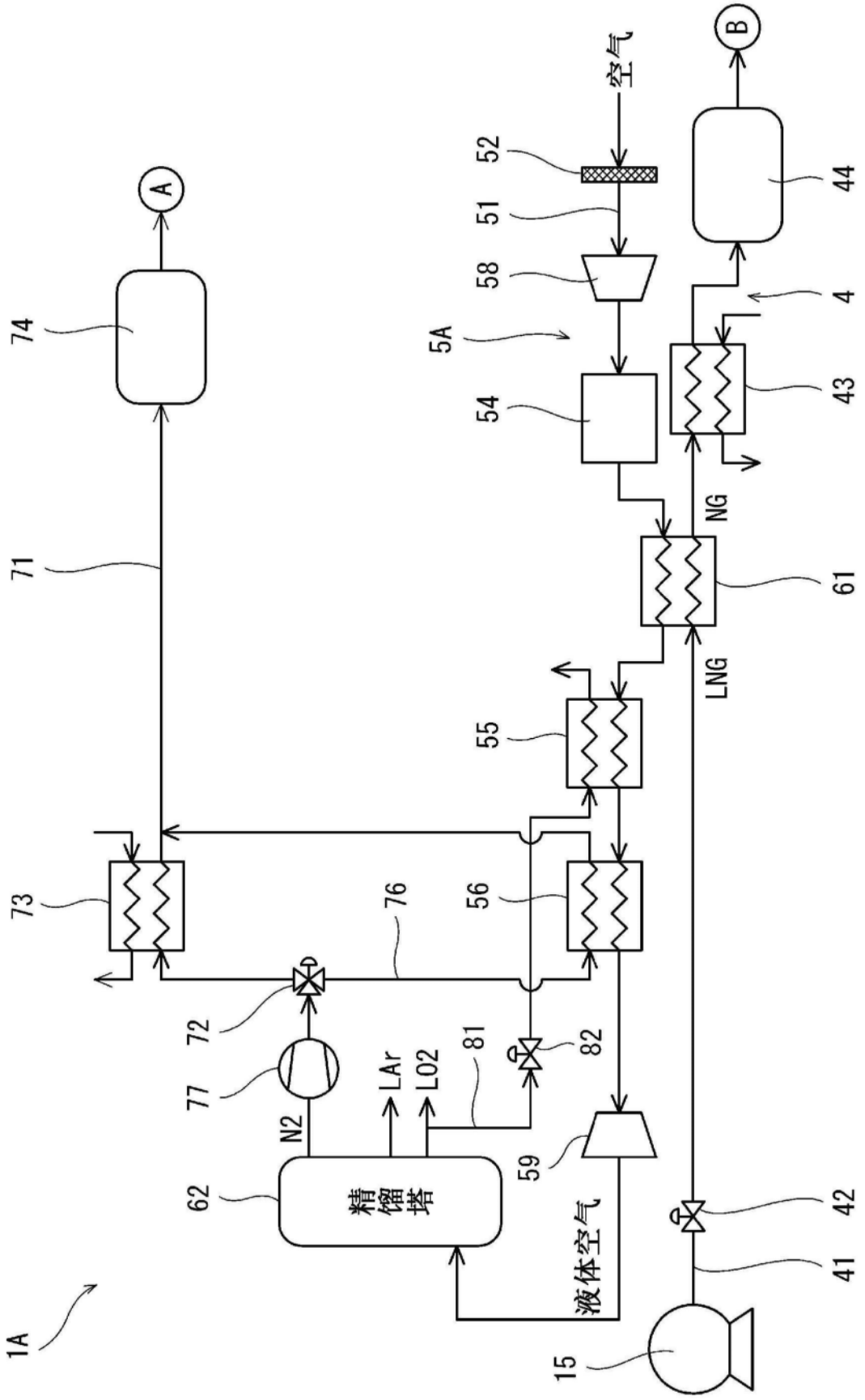

1A
15
41
42
43
44
4
51
52
54
55
56
58
59
61
62
71
72
73
74
76
77
81
82
5A
A
B
空气
NG
LNG
N2
LAr
LO2
精馏塔
液体空气

图3