



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105209836 B

(45)授权公告日 2017.08.04

(21)申请号 201480024722.9

米田昌生 工藤瑞生 町田明登

(22)申请日 2014.03.20

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105209836 A

代理人 杨文娟 臧建明

(43)申请公布日 2015.12.30

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

2013-097143 2013.05.02 JP

F25B 9/06(2006.01)

F25B 9/00(2006.01)

F25B 9/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.10.29

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/057678 2014.03.20

JP H02143057 A,1990.06.01,

JP H02143057 A,1990.06.01,

JP 2009210138 A,2009.09.17,

JP H05272357 A,1993.10.19,

CN 1263244 A,2000.08.16,

JP H0784961 B2,1995.09.13,

JP 2003148824 A,2003.05.21,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/178240 JA 2014.11.06

审查员 刘鹏

(73)专利权人 株式会社前川制作所

地址 日本东京江东区牡丹3丁目14番15号

(72)发明人 仲村直子 小松峻介 植田翔太

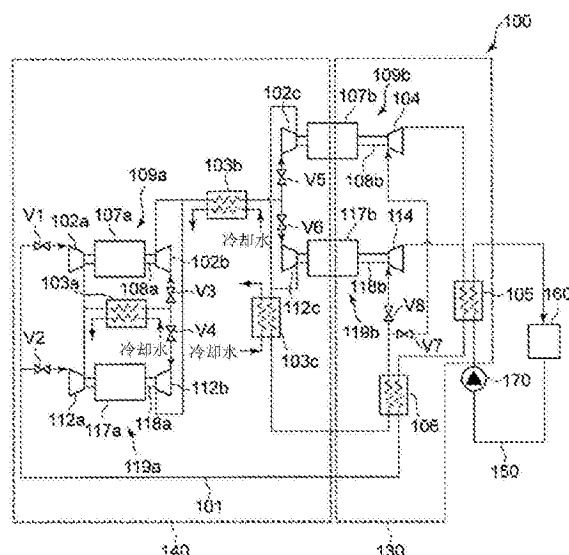
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

冷冻系统

(57)摘要

本发明的目的在于提供能够确保优异的可靠性、且能够有效率地敷设于有限的配置空间的冷冻系统,本发明的冷冻系统的特征在于:具有冷冻循环,所述冷冻循环在冷媒流过的循环路径(101)上依序设置着:对冷媒进行压缩的压缩机(102),对所述经压缩的冷媒进行冷却的热交换器(103),使所述经冷却的冷媒膨胀而产生冷能的膨胀式涡轮(104),以及利用所述冷能将冷却对象冷却的冷却部(105),尤其压缩机及膨胀式涡轮中的至少一个相对于循环路径并联设置多个。



1. 一种冷冻系统,具有冷冻循环,所述冷冻循环在冷媒流过的循环路径上依序设置着:对冷媒进行压缩的压缩机,对经压缩的所述冷媒进行冷却的热交换器,使经冷却的所述冷媒膨胀而产生冷能的膨胀式涡轮,以及利用所述冷能将冷却对象冷却的冷却部,所述冷冻系统的特征在于:

所述压缩机及所述膨胀式涡轮中的至少一个相对于所述循环路径并联设置多个,  
所述膨胀式涡轮与所述冷却部一起收纳于与外部隔热的冷箱内,  
所述压缩机收纳于与所述冷箱分开的压缩机单元,  
所述压缩机单元配置于与所述冷箱相比远离所述冷却对象的位置,  
所述冷箱包括相对低温的冷能流动的所述膨胀式涡轮、所述冷却部及冷能回收热交换器,

所述压缩机单元包括较所述冷能相对高温的冷媒流动的所述压缩机及所述热交换器,  
所述冷箱及所述压缩机单元相对于所述冷却对象分别并联设置多个。

2. 根据权利要求1所述的冷冻系统,其特征在于:所述膨胀式涡轮相对于所述循环路径并联设置多个,

所述压缩机及所述膨胀式涡轮构成为分别经由切换阀而能够相对于所述循环路径接触或断开。

3. 根据权利要求1或2所述的冷冻系统,其特征在于:所述压缩机单元经由切换阀而相对于所述冷箱并联设置多个。

4. 根据权利要求1或2所述的冷冻系统,其特征在于:所述压缩机包括在所述循环路径上串联设置的第一压缩机、第二压缩机、及第三压缩机,

所述第一压缩机与所述第二压缩机一起连结于第一电动机的输出轴上,

所述第三压缩机与所述膨胀式涡轮一起连结于第二电动机的输出轴上。

## 冷冻系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有冷冻循环的冷冻系统的技术领域,所述冷冻循环在冷媒流过的循环路径上依序设置着:对冷媒进行压缩的压缩机(compressor),对经压缩的冷媒进行冷却的热交换器,使经冷却的冷媒膨胀而产生冷能(cold energy)的膨胀式涡轮(expansion turbine),以及利用冷能对冷却对象进行冷却的冷却部。

### 背景技术

[0002] 利用使用了压缩机或膨胀式涡轮的冷冻循环将冷媒冷却,由此将对象物冷却的冷冻系统已广为人知。此种冷冻系统中,例如已知如专利文献1或专利文献2那样,通过将多个压缩机或膨胀式涡轮在冷媒流过的循环路径上串联设置,多阶段地压缩・膨胀而提高冷却能力。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特开2003-148824号公报

[0006] 专利文献2:日本专利特开平9-329034号公报

### 发明内容

[0007] 发明所要解决的问题

[0008] 在由冷却对象产生的热负载大的情况下,为了获得更大的冷冻能力,需要冷冻系统的大型化。此情况下,一般来说,蓄冷器方式的冷冻机难以大型化,因而使用如布雷顿循环(Brayton cycle)这样的逆流型热交换器方式的冷冻机。例如超导电机(superconducting machine)为了维持极低温状态而需要大型的冷冻系统。具体而言,为了将超导电机应用于船舶用的超导电动机或市区中敷设在电力输送用的超导电缆中,而需要大规模冷冻系统的设置空间,因而妨碍普及。

[0009] 而且,对于用于超导电机的冷冻系统要求稳定的运用,因而为了即便在像例如发生故障时冷冻系统中产生异常的情况下,也能够继续运行,目前是一并设置着同等的冷冻系统作为备份(back up)用,由此需要确保可靠性。此种情况下,存在冷冻系统的整体尺寸更大型化的问题。

[0010] 本发明鉴于所述问题而完成,目的在于提供能够确保优异的可靠性且能够有效率地敷设于有限的配置空间的冷冻系统。

[0011] 解决问题的技术手段

[0012] 为了解决所述问题,本发明的冷冻系统具有冷冻循环,所述冷冻循环在冷媒流过的循环路径上依序设置着:对冷媒进行压缩的压缩机,对所述经压缩的冷媒进行冷却的热交换器,使所述经冷却的冷媒膨胀而产生冷能的膨胀式涡轮,以及利用所述冷能将冷却对象冷却的冷却部,所述冷冻系统的特征在于:所述压缩机及所述膨胀式涡轮中的至少一个相对于所述循环路径并联设置多个。

[0013] 根据本发明,通过将作为构成冷却循环的旋转机的压缩机或膨胀式涡轮,相对于冷媒流过的循环路径并联设置多个,即便在假如一旋转机发生异常(例如故障等)的情况下,也能够将其他旋转机作为备份用而发挥功能,因而能够继续运转。一般来说,冷冻系统中,旋转机存在比其他构成要素发生异常的风险高的倾向。因此,本发明中,仅对发生异常风险高的旋转机准备备份,由此能够抑制系统整体的尺寸增加,且能够提高可靠性。

[0014] 本发明的一形态中,相对于所述循环路径并联设置多个的所述压缩机或所述膨胀式涡轮构成为分别经由切换阀而能够相对于所述循环路径接触或断开。

[0015] 根据该形态,在如压缩机或所述膨胀式涡轮这样的旋转机发生异常的情况下,通过将切换阀开闭,能够切换为备份用的旋转机而继续运转。

[0016] 本发明的其他形态中,所述膨胀式涡轮与所述冷却部一起收纳于与外部隔热的冷箱(cold box)内,所述压缩机收纳于与所述冷箱分开的压缩机单元,所述压缩机单元配置于与所述冷箱相比远离所述冷却对象的位置。

[0017] 根据该形态,通过将产生冷能的膨胀式涡轮与冷却部一起配置于与外部隔热的冷箱内,能够抑制热损耗而提高冷却效率。另一方面,压缩机中冷媒的温度相对增高,因而收纳于与冷箱分开的压缩机单元中。尤其将压缩机单元配置于与冷箱相比远离冷却对象的位置,由此能够实现确保冷冻能力且能够设置于冷却对象周边的小的敷设空间的冷冻系统。

[0018] 该情况下,所述压缩机单元也可经由切换阀而相对于所述冷箱并联设置多个。

[0019] 根据该形态,通过构成为能够利用切换阀选择多个压缩机单元,即便在正常运行时使用的压缩机单元中发生异常的情况下,通过切换为其他压缩机单元,而能够继续运转,并稳定地运用。

[0020] 而且,所述冷箱及所述压缩机单元可相对于所述冷却对象分别设置多个。

[0021] 根据该形态,将冷箱与压缩机单元一起相对于冷却对象分别设置多个,由此能够构筑可靠性更高的系统。

[0022] 本发明的其他形态中,所述压缩机包括在所述循环路径上串联设置的第一压缩机、第二压缩机、及第三压缩机,所述第一压缩机与所述第二压缩机一起连结于第一电动机的输出轴上,所述第三压缩机与所述膨胀式涡轮一起连结于第二电动机的输出轴上。

[0023] 根据该形态,通过将压缩机在循环路径上串联设置多个,能够分多级地压缩地构成。尤其第一压缩机与第二压缩机一起连结于第一电动机的输出轴上,由此比起针对每个压缩机设置动力源的情况能够简化构成。且,第三压缩机也与膨胀式涡轮一起连结于第二电动机的输出轴上,由此能够简化构成,此外膨胀式涡轮中产生的动力有助于第三压缩机的压缩动力,由此能够实现效率化。

[0024] 发明的效果

[0025] 根据本发明,通过将作为构成冷却循环的旋转机的压缩机或膨胀式涡轮,相对于冷媒流过的循环路径并联设置多个,即便在假如一旋转机发生异常(例如故障等)的情况下,也能够将其他旋转机作为备份用而发挥功能,因而能够继续运转。一般来说,冷冻系统中,旋转机存在比其他构成要素发生异常的风险高的倾向。因此,本发明中,仅对发生异常风险高的旋转机准备备份,由此能够抑制系统整体的尺寸增加,且能够提高可靠性。

## 附图说明

- [0026] 图1是表示本实施例的冷冻系统的整体构成的示意图。
- [0027] 图2是表示第一变形例的冷冻系统的整体构成的示意图。
- [0028] 图3是表示图2中由虚线包围的区域的详情的图。
- [0029] 图4是表示第二变形例的冷冻系统的整体构成的示意图。
- [0030] 图5是表示关联技术的冷冻系统的整体构成的示意图。
- [0031] 图6 (a) ~图6 (b) 是冷冻系统采用的布雷顿循环的T-S线图。

### 具体实施方式

[0032] 以下,基于附图对本发明的实施方式例示性地进行详细说明。然而,该实施方式中记载的构成零件的尺寸、材质、形状、其相对配置等只要无特别特定记载,则并非旨在将本发明的范围仅限于此,只不过为说明例。

[0033] (关联技术)

[0034] 首先,在说明本发明的实施例前,对成为本发明背景的关联技术,参照图5及图6 (a) ~图6 (b) 进行说明。图5是表示关联技术的冷冻系统100'的整体构成的示意图。图6 (a) ~图6 (b) 是冷冻系统100'采用的布雷顿循环的T-S线图,纵轴表示温度 $T$  [K],横轴表示熵(entropy)  $S$  [KJ/kgK]。另外,图6 (b) 是将图6 (a) 的虚线所包围的区域放大表示的图。

[0035] 冷冻系统100'在冷媒流过的循环路径101上依序设置着:对冷媒进行压缩的压缩机102,将经压缩的冷媒通过与冷却水进行热交换而冷却的热交换器103,将冷却后的冷媒膨胀的膨胀式涡轮104,包含进行冷媒与冷却对象的热交换的热交换器的冷却部105,以及用以回收冷媒的冷能的冷能回收热交换器106,从而形成着利用常规循环流动的冷冻循环的逆流型热交换器方式的布雷顿循环。

[0036] 冷冻系统100'中,以在极低温状态下利用了超电导体的超导电机(未图示)为冷却对象。超导电机中为了维持极低温状态,在其内部循环作为冷媒的液态氮,图5中仅示出该液态氮循环的循环路径150。循环路径150构成为在冷却部105中能够与流经冷冻系统100'的循环路径101的冷媒进行热交换。由此,因超导电机的热负载而升温的流经循环路径150的液态氮通过与由冷冻系统100'冷却的流经循环路径101的冷媒进行热交换,而被冷却。

[0037] 另外,冷冻系统100'的循环路径101中使用作为冷媒的氦气等,但不限于此,当然可根据冷却温度等适当变更气体的种类。

[0038] 冷冻系统100'在循环路径101上具备多个压缩机102a、102b、102c与热交换器103a、103b、103c。热交换器103a、103b、103c分别设置于压缩机102a、102b、102c的下游侧,由隔热压缩而升温的冷媒通过与冷却水之间进行热交换而能够冷却。

[0039] 流经循环路径101的冷媒首先利用位于最上游侧的压缩机102a隔热压缩而温度上升后(相当于图6 (b) 的符号151),通过在设置于下游侧的热交换器103a中与冷却水进行热交换而冷却(相当于图6 (b) 的符号152)。然后,冷媒再次利用压缩机102b隔热压缩而温度上升后(相当于图6 (b) 的符号153),通过在设置于下游侧的热交换器103b中与冷却水进行热交换而冷却(相当于图6 (b) 的符号154)。然后,冷媒进而再次利用压缩机102c隔热压缩而温度上升后(相当于图6 (b) 的符号155),通过在设置于下游侧的热交换器103c中与冷却水进行热交换而冷却(相当于图6 (b) 的符号156)。

[0040] 这样,冷冻系统100'中,分多级地重复进行压缩机102的隔热压缩与热交换器103

的冷却,由此实现效率提高。也就是,隔热压缩与冷却的重复分多级地进行,由此使布雷顿循环的压缩工序接近理想的等温压缩。该级数越多越接近等温压缩,但宜为考虑级数增加引起的压缩比的选择、装置构成的复杂化、运用的简易性等来决定级数。

[0041] 通过了热交换器103c的冷媒在利用冷能回收热交换器106进一步冷却温度后(相当于图6(a)的符号157),利用膨胀式涡轮104隔热膨胀,而生成冷能(相当于图6(a)的符号158)。

[0042] 另外,图5的示例中,示出具有单一膨胀式涡轮104的冷冻系统100',也可与压缩机102同样地,相对于循环路径101串联地设置多个膨胀式涡轮。

[0043] 从膨胀式涡轮104排出的冷媒在冷却部105中,与作为冷却对象的流经超电机内的循环路径150的液态氮进行热交换,因热负载而温度上升(相当于图6(a)的符号159)。

[0044] 在冷却部105中升温的冷媒被导入到冷能回收热交换器106,与通过了所述热交换器103c的高温的压缩冷媒进行热交换,由此回收剩余的冷能。由此,使用在将冷却对象冷却后残留于冷媒的冷能,能够降低导入到膨胀式涡轮104的冷媒的温度,因而实现冷却效率的提高。

[0045] 这样,在冷冻系统100'中,使用如压缩机102或膨胀式涡轮104这样的多个旋转机构成布雷顿循环。

[0046] 上游侧的两个压缩机102a及102b通过分别连结于作为共用的动力源的电动机107a的输出轴108a的两端,而构成第一单元109a,由此削减零件个数,且构成为能够敷设于小的设置空间。且,下游侧的压缩机102c及膨胀式涡轮104均通过分别连结于作为共用的动力源的电动机107b的输出轴108b的两端,而构成第二单元109b,由此削减零件个数,构成为能够敷设于小的设置空间,此外,由膨胀式涡轮104产生的动力有助于压缩机102c的压缩动力,由此实现效率化。

[0047] 另外,连结于共用的电动机的输出轴108上的压缩机102或膨胀式涡轮104也可分别载置于未图示的支架上而单元化。

[0048] 此种冷冻系统100'中,如果冷却对象的热负载增大则需要大型化,从而存在需要广大的敷设空间的问题。而且,在进行冷冻系统100'的稳定运用的情况下,为了在如故障发生时陷入不测的事态时也能够继续运转,而考虑准备同等的备份用的冷冻系统以确保可靠性,但此种方法中,系统整体的尺寸规模非常大(如果单纯导入一个备份系统,设置空间也成倍)。

[0049] 关于此种问题,能够利用以下说明的冷冻系统而加以解决。

[0050] (实施例)

[0051] 图1是表示本实施例的冷冻系统100的整体构成的示意图。另外,图1中对与所述关联技术共用的部位附上相同符号,并适当省略重复的说明。

[0052] 另外,图1中示出超电机作为冷却对象160,在用以将该冷却对象160冷却的循环路径150上示出用以使液态氮循环的泵170。

[0053] 冷冻系统100与所述冷冻系统100'基本上能够基于相同的布雷顿循环来进行冷却,但不同点在于:如压缩机102或膨胀式涡轮104这样的旋转机中的至少一个相对于循环路径101并联设置多个。

[0054] 如果具体说明,则关于在共用的电动机107a的输出轴108a的两端设置压缩机102a

及102b的第一单元109a,在共用的电动机117a的输出轴118a的两端设置着压缩机112a及112b的备份用单元119a相对于循环路径101并联设置。第一单元109a与备份用单元119a能够利用切换阀V1、V2的切换而选择,在正常时使用的第一单元109a中发生异常时以选择备份用单元119a的方式进行操作。

[0055] 另外,热交换器103a在第一单元109a与备份用单元119a之间为共有。这是因为,热交换器103a并非为如压缩机102a、102b这样的旋转机,因而发生异常的风险低,由于在单元间为共有而实现了节省空间。

[0056] 热交换器103a在其下游侧,在第一单元109a与备份用单元119a之间分别设置切换阀V3、V4,并根据所使用的单元来进行切换。

[0057] 而且,关于在共用的电动机107b的输出轴108b的两端设置着压缩机102c及膨胀式涡轮104的第二单元109b,在共用的电动机117b的输出轴118b的两端设置着压缩机112c及114的备份用单元119b,相对于循环路径101并联设置。第二单元109b与备份用单元119b可利用切换阀V5、V6的切换而选择,在正常时使用的第二单元109b中发生异常时以选择备份用单元119b的方式进行操作。

[0058] 另外,热交换器103b在第二单元109b与备份用单元119b之间为共有。这是因为,热交换器103b并非为如压缩机102c或膨胀式涡轮104这样的旋转机,因而发生异常的风险低,由于为单元间所共有而实现节省空间。

[0059] 热交换器103c、冷能回收热交换器106在其下游侧,在第二单元109b与备份用单元119b之间分别设置着切换阀V7、V8,根据所使用的单元而切换。

[0060] 表1表示图1所示的冷冻系统中的切换阀的操作例。且表1表示图1所示的冷冻系统100的切换阀V1~V8的操作例。

[0061] [表1]

[0062]

|            | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 通常运转时      | 开  | 闭  | 开  | 闭  | 开  | 闭  | 开  | 闭  |
| 压缩机(第一级)故障 | 闭  | 开  | 闭  | 开  | 开  | 闭  | 开  | 闭  |

[0063] 首先,表1的上段表示冷冻系统100进行正常运行时(通常运转时)的切换阀V1~V8的状态。此时,在第一单元109a侧,通过打开切换阀V1而向第一单元109a侧导入冷媒,并且通过关闭V2而阻断朝向备份用单元119a侧的冷媒。此时,通过打开切换阀V3并且关闭切换阀V4,经压缩机102a压缩的冷媒经由热交换器103a而被导向位于下游侧的压缩机102b。

[0064] 另一方面,在第二单元109b侧,通过打开切换阀V5而向第二单元109b侧导入冷媒,并且通过关闭V6而阻断朝向备份用单元119b侧的冷媒。此时,通过打开切换阀V7并且关闭切换阀V8,经压缩机102c压缩的冷媒经由热交换器103c、冷能回收热交换器106而被导向位于下游侧的膨胀式涡轮104。

[0065] 然后,表1的下段表示构成冷冻系统100的正常作动时使用的第一单元109a的压缩机102a或102b中发生异常时的切换阀V1~V8的状态。此时,第一单元109a侧,通过关闭切换阀V1而阻断朝向发生异常的第一单元109a侧的冷媒,并且通过打开V2而向备份用单元119a侧导入冷媒。此时,通过关闭切换阀V3并且打开切换阀V4,而由压缩机112a压缩的冷媒经由热交换器103a被导向位于下游侧的压缩机112b。

[0066] 另一方面,第二单元109b侧,压缩机102c及膨胀式涡轮104正常运行,因而切换阀V5~V8的开闭状态与上段不同。另外,第二单元109b侧,也在压缩机102c及膨胀式涡轮104发生异常时,利用相同的观点对切换阀V5~V8进行操作(具体来说,以阻断朝向第二单元109b的冷媒供给的方式关闭切换阀V5,并且打开切换阀V6,由此向备份用单元119b侧导入冷媒。然后,关闭切换阀V7而打开切换阀V8,由此将通过了压缩机112c的冷媒经由热交换器103c、冷能回收热交换器106而导向膨胀式涡轮114)。

[0067] 通过如此对切换阀V1~V8进行切换操作,即便在主单元发生异常时也能够对备份用的单元进行驱动,从而继续运用冷冻系统100。

[0068] 另外,此种切换阀V1~V8的切换操作可由操作员发现异常时利用手动来进行,通过向包含微处理器等的控制器中编入控制程序,也可在检测到异常时自动地进行切换控制。

[0069] 本实施例的冷冻系统100中,如图1所示配置于冷却对象侧,将相对低温的冷能流动的膨胀式涡轮104及114、冷却部105、冷能回收热交换器106作为一个单元而收纳在能够与外部隔热的冷箱130内。该冷箱130例如在内外表面间具有真空的隔热层,由此防止来自外部的热侵入,从而防止来自相对低温的膨胀式涡轮104、114、冷却部105、冷能回收热交换器106的热损耗。

[0070] 另一方面,压缩机102a、102b、102c、热交换器103a、103b、103c供相对高温的冷媒流动,因而在所述冷箱130的外部,作为压缩机单元140一体地组合。

[0071] 冷箱130配置于比压缩机单元140靠近冷却对象的位置。由此,能够将冷箱130中产生的冷能以少的损耗供给到冷却对象,从而能够达成良好的冷冻效率。

[0072] 相反来说,压缩机单元140与冷箱130分开构成,因而能够分散地配置于与冷箱130隔开的位置。结果,即便在冷却对象的周边敷设空间小的情况下,也能够仅将冷箱130配置于冷却对象的附近,并且将压缩机单元140分散配置于隔开的空间,由此也能够对窄敷设空间导入冷冻系统100。

[0073] 以上说明,根据本实施例的冷冻系统100,将承担冷冻循环中的压缩工序与膨胀工序的旋转机相对于冷媒流过的循环路径101并联设置多个,由此即便假如一旋转机中发生异常(例如故障等)时,也能够将其他旋转机作为备份用而发挥功能,因而能够继续运转。一般来说,冷冻系统中旋转机存在比起其他构成要素发生异常的风险高的倾向,因而通过仅对发生异常风险高的旋转机准备备份,能够抑制系统整体的尺寸增加,且能够提高可靠性。

[0074] (第一变形例)

[0075] 然后,参照图2对第一变形例的冷冻系统200的构成进行说明。图2是表示第一变形例的冷冻系统200的整体构成的示意图。

[0076] 另外,图2中,对与所述实施例共用的部位附上相同符号,并适当省略重复说明。

[0077] 第一变形例的冷冻系统200包含冷箱130及压缩机单元140,就该点而言与所述实施例相同,但不同点在于:相对于一个冷箱130设置着三个压缩机单元140a、140b、140c。各个压缩机单元140经由用以使冷媒循环的配管而连接于冷箱130。

[0078] 此处,图3是表示图2中由虚线包围的区域的详情的图。图3中,代表性地示出与图2所示的三个压缩机单元对应设置的三个系统中的一个,其他两个系统也具有相同的构成。

[0079] 各压缩机单元140与冷箱130之间分别设置着箱体180。各箱体180中,配置着:用以

对压缩机单元140与冷箱130之间的冷媒出入管线的连通状态进行切换的切换阀181a及181b,第二单元109b的压缩机102c,电动机107b,及压缩机的出入连接配管。箱体180中被供给压缩机单元140中经压缩机102a及102b压缩的冷媒,并将经压缩单元102c进一步压缩的冷媒经由压缩气体连接管线送出到热交换器103c。

[0080] 另外,切换阀181a及181b也可兼作V5及V1。

[0081] 在冷冻系统200正常运行的情况下,通过选择性地对三个压缩机单元140中的一个进行驱动,而进行冷冻系统200的运行,但在该所选择的压缩机单元140中发生异常的情况下,通过对各个箱体180内的切换阀181a及181b进行操作,而切换为其他两个压缩机单元140并继续进行冷冻系统200的运转。

[0082] 另外,在冷冻系统200的正常运行时,也可使三个压缩机单元140中的多个同时并列地运行。该情况下,因每一个压缩机单元140的负载减少,所以能够实现系统的效率化,相应地,备份用的压缩机单元140实质上减少,因而宜根据两者的兼顾来决定压缩机单元140的运行数。

[0083] 这样,在第一变形例的冷冻系统200中具备多个压缩机单元140,由此能够确保更高的可靠性。而且,各个压缩机单元140能够与需要配置于冷却对象附近的冷箱130隔开而配置,因而即便在冷却对象的周边无法确保冷冻系统整体所需的广大的设置空间的情况下,也能够通过将压缩机单元140设置于与冷箱130隔开的其他设置空间,而实现能够配置于小的设置空间的冷冻系统200。

[0084] (第二变形例)

[0085] 然后,参照图4对第二变形例的冷冻系统300的构成进行说明。图4是表示第二变形例的冷冻系统300的整体构成的示意图。

[0086] 另外,图4中,对与所述实施例共用的部位附上相同符号,并适当省略重复说明。

[0087] 第二变形例的冷冻系统300包含冷箱130及压缩机单元140,就该点而言与所述实施例相同,但不同点在于:具有两个冷箱130a、130b,相对于各个冷箱130设置着一个压缩机单元140a、140b。也就是,设定一个冷箱130与一个压缩机单元140,且具备其备份。

[0088] 该变形例中,在冷冻系统300的正常运行时,例如,使冷箱130a与压缩机单元140a的设定运行,在故障发生时以使冷箱130b与压缩机单元140b的设定运行的方式进行切换,由此能够继续运转。

[0089] 工业上的可利用性

[0090] 本发明能够用于具有冷冻循环的冷冻系统,所述冷冻循环在冷媒流过的循环路径上依序设置着:对冷媒进行压缩的压缩机,对所述经压缩的冷媒进行冷却的热交换器,使所述经冷却的冷媒膨胀而产生冷能的膨胀式涡轮,以及利用所述冷能将冷却对象冷却的冷却部。

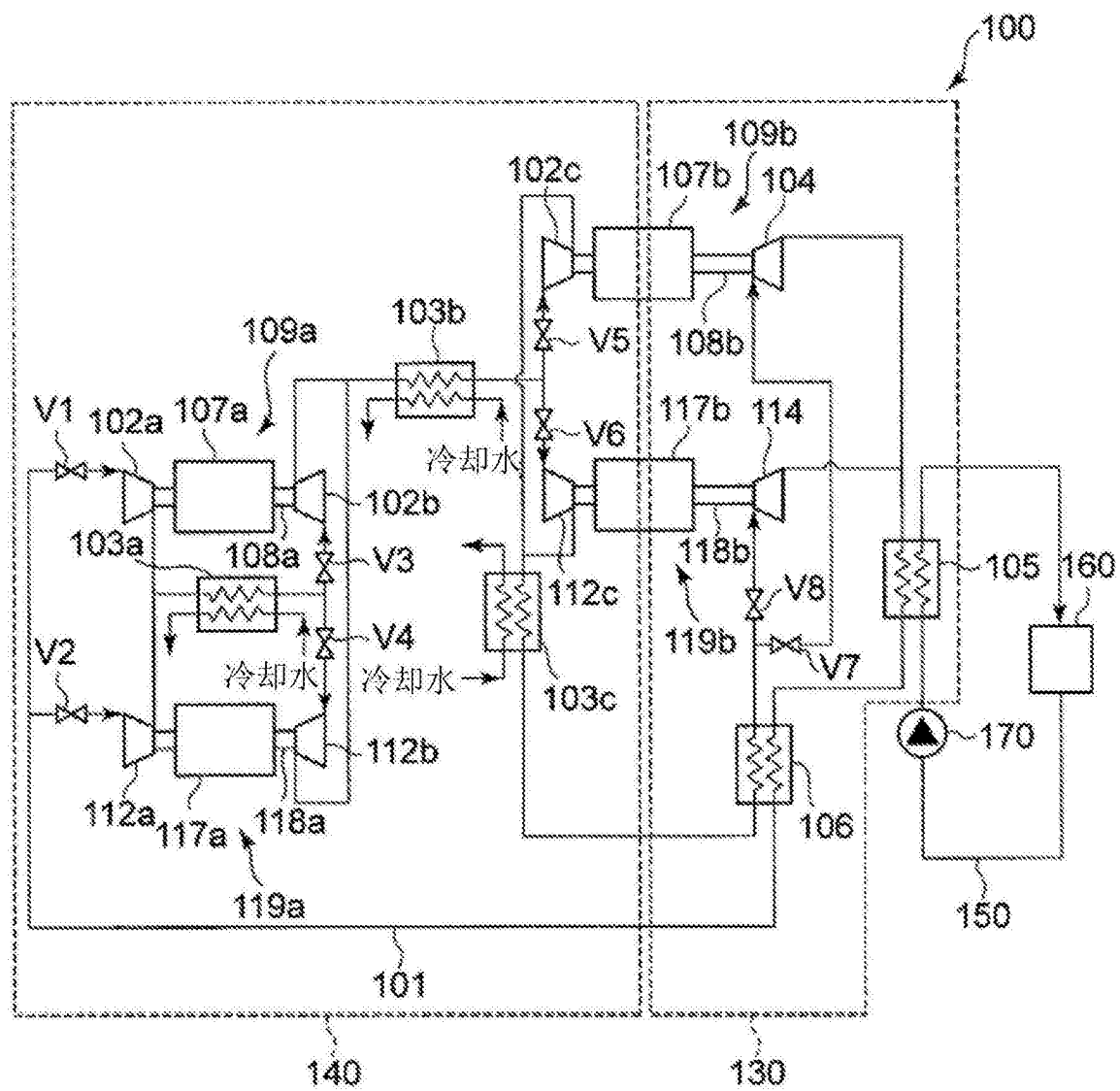


图 1

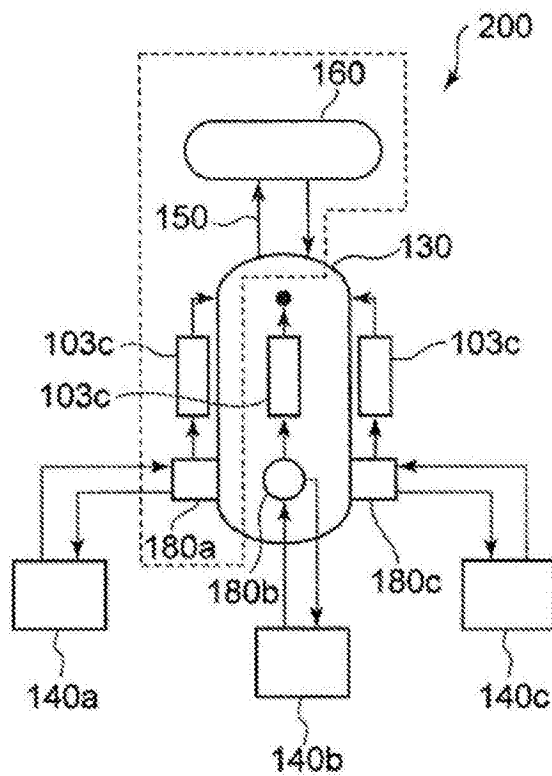


图2

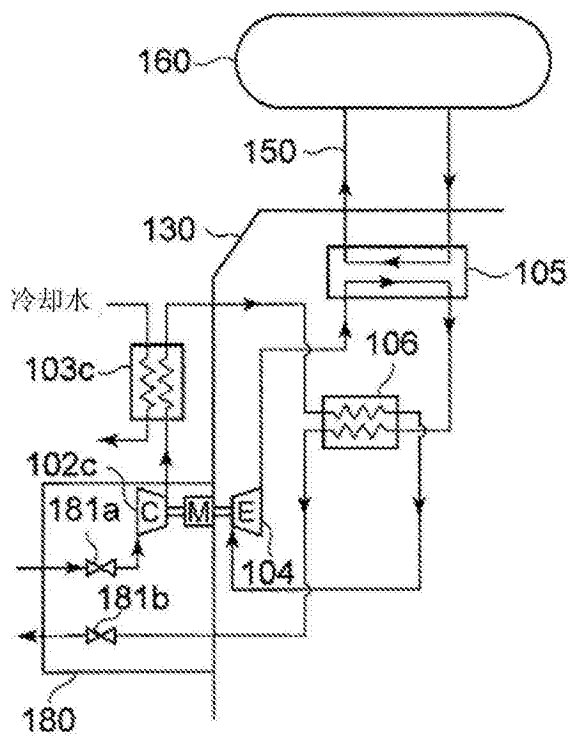


图3

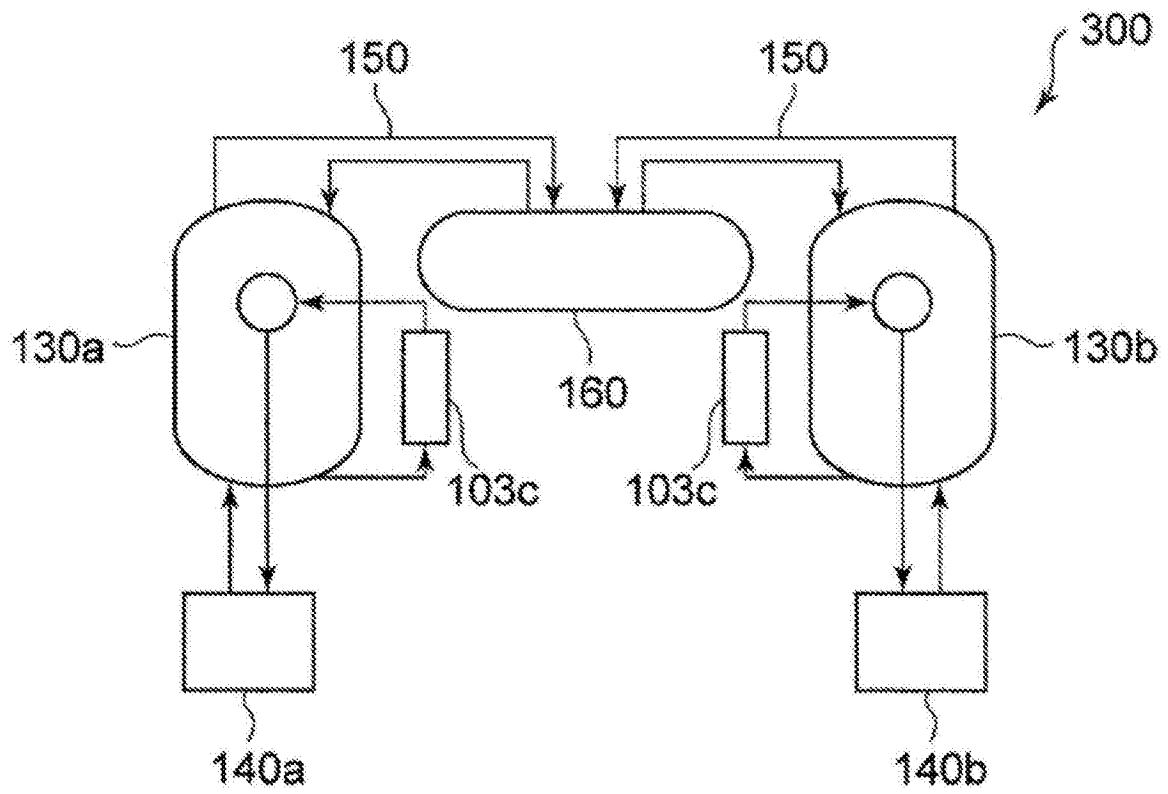


图4

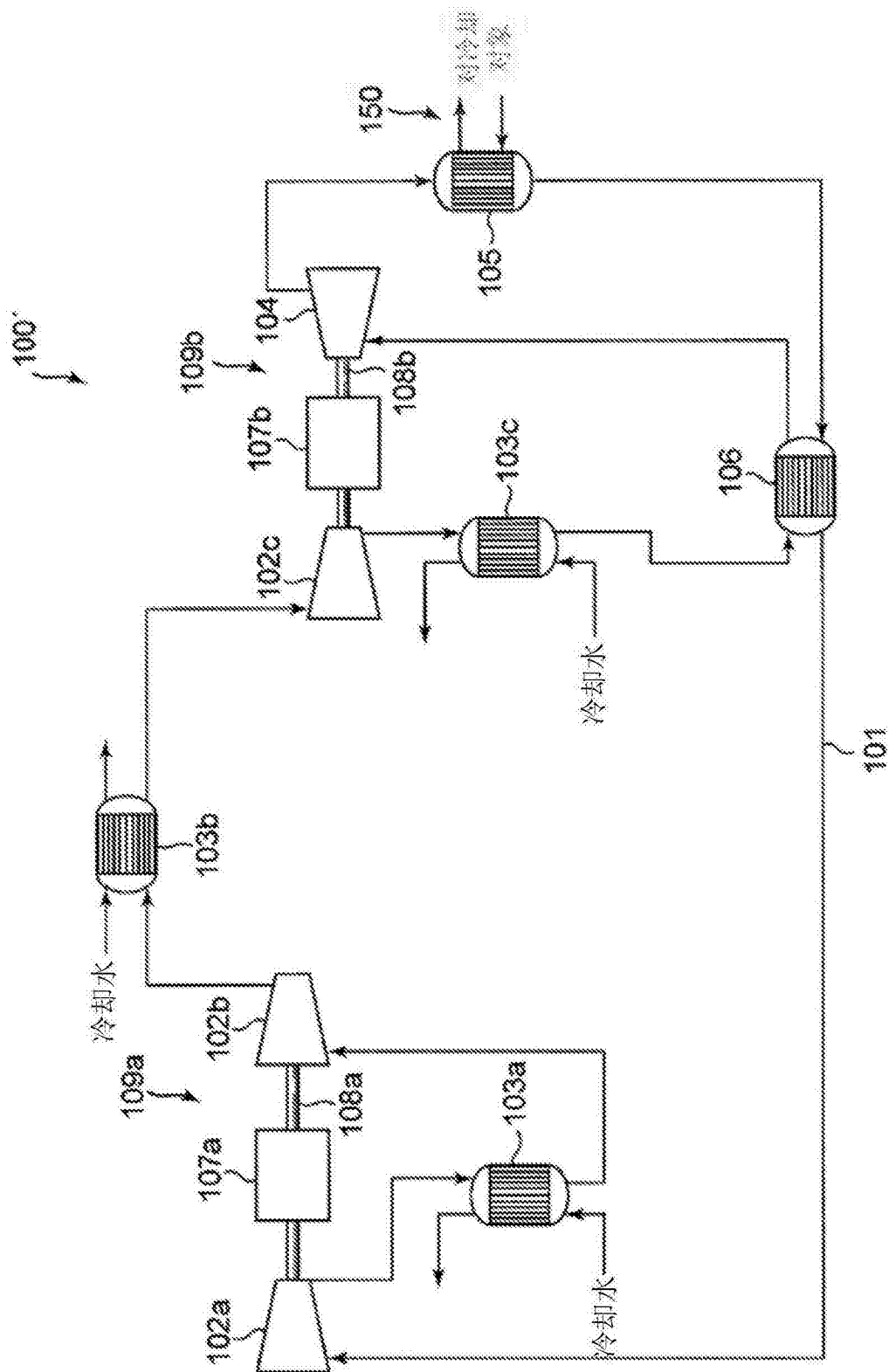


图5

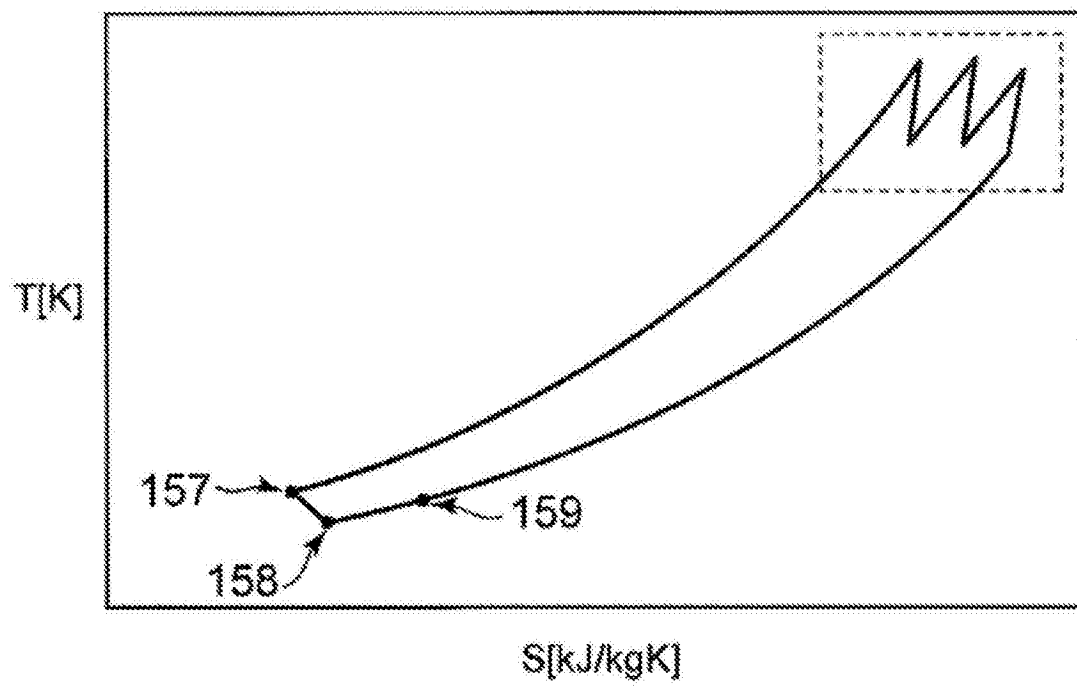


图6 (a)

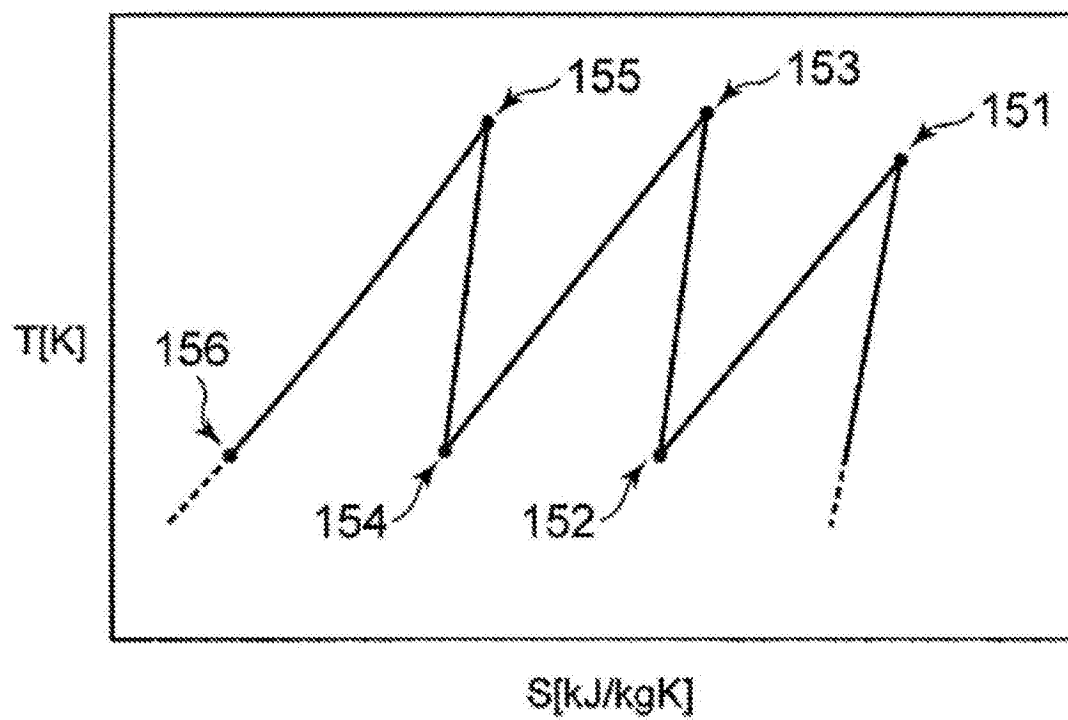


图6 (b)