(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117222853 A
(43)申请公布日 2023.12.12

(21)申请号 202180097076.9
(22)申请日 2021.04.21
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.10.13
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/016203 2021.04.21
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/224382 JA 2022.10.27
(71)申请人 三菱电机株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 西山拓未 石川智隆
(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 孙明浩
(51)Int.Cl.
F25B 7/00(2006.01)

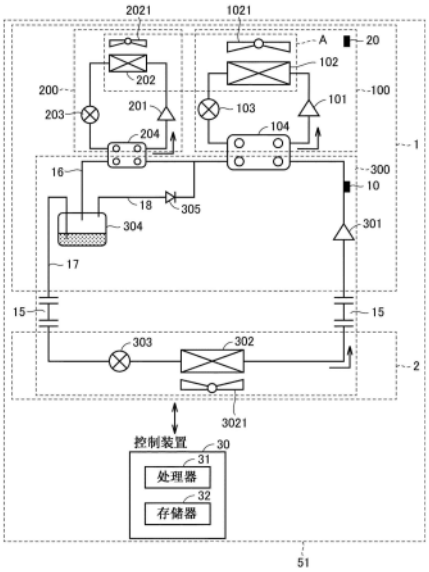
权利要求书2页 说明书32页 附图21页

(54)发明名称

二元制冷循环装置

(57)摘要

二元制冷循环装置(51)具备使第1制冷剂循环的第1高元制冷剂回路(100)、使第2制冷剂循环的第2高元制冷剂回路(200)、使第3制冷剂循环的低元制冷剂回路(300)、第1级联冷凝器(104)以及第2级联冷凝器(204)。第1高元制冷剂回路(100)具有第1压缩机(101)、第1热交换器(102)以及第1膨胀阀(103)。第2高元制冷剂回路(200)具有第2压缩机(201)、第2热交换器(202)以及第2膨胀阀(203)。第1高元制冷剂回路(100)和第2高元制冷剂回路(200)构成为各自的最大冷却能力互不相同。



CN 117222853 A

1.一种二元制冷循环装置,其中,

所述二元制冷循环装置具备:

第1高元制冷剂回路,其使第1制冷剂循环;

第2高元制冷剂回路,其使第2制冷剂循环;

低元制冷剂回路,其使第3制冷剂循环;

第1级联冷凝器,其在所述第1制冷剂与所述第3制冷剂之间交换热;以及

第2级联冷凝器,其在所述第2制冷剂与所述第3制冷剂之间交换热,

所述第1高元制冷剂回路具有第1压缩机、第1热交换器以及第1膨胀阀,按照所述第1压缩机、所述第1热交换器、所述第1膨胀阀、所述第1级联冷凝器以及所述第1压缩机的顺序使所述第1制冷剂循环,

所述第2高元制冷剂回路具有第2压缩机、第2热交换器以及第2膨胀阀,按照所述第2压缩机、所述第2热交换器、所述第2膨胀阀、所述第2级联冷凝器以及所述第2压缩机的顺序使所述第2制冷剂循环,

所述低元制冷剂回路具有第3压缩机、第3热交换器以及第3膨胀阀,按照所述第3压缩机、所述第1级联冷凝器、所述第2级联冷凝器、所述第3膨胀阀、所述第3热交换器以及所述第3压缩机的顺序使所述第3制冷剂循环,

所述第1高元制冷剂回路和所述第2高元制冷剂回路构成为各自的最大冷却能力互不相同。

2.根据权利要求1所述的二元制冷循环装置,其中,

所述第2高元制冷剂回路的所述最大冷却能力小于所述第1高元制冷剂回路和所述第2高元制冷剂回路的所述最大冷却能力的50%。

3.根据权利要求1或2所述的二元制冷循环装置,其中,

所述第2压缩机、所述第2热交换器、所述第2膨胀阀以及所述第2级联冷凝器中的至少1个结构要素由能力比所述第1压缩机、所述第1热交换器、所述第1膨胀阀以及所述第1级联冷凝器中的对应的结构要素小的结构要素构成。

4.根据权利要求1至3中的任意一项所述的二元制冷循环装置,其中,

所述第1高元制冷剂回路的所述最大冷却能力比所述第2高元制冷剂回路的所述最大冷却能力大,

所述第2高元制冷剂回路的冷却能力的上限值包含在所述第1高元制冷剂回路的冷却能力的范围内。

5.根据权利要求1至4中的任意一项所述的二元制冷循环装置,其中,

所述第1热交换器和所述第2热交换器由一体型的热交换器构成。

6.根据权利要求1至5中的任意一项所述的二元制冷循环装置,其中,

所述第3制冷剂是二氧化碳。

7.根据权利要求1至6中的任意一项所述的二元制冷循环装置,其中,

所述第2高元制冷剂回路与无间断电源装置连接。

8.根据权利要求1至7中的任意一项所述的二元制冷循环装置,其中,

所述第1制冷剂是种类与所述第2制冷剂不同的制冷剂。

9.根据权利要求1至8中的任意一项所述的二元制冷循环装置,其中,

所述低元制冷剂回路还具有:

受液器,其配置在所述第2级联冷凝器与所述第3膨胀阀之间;以及

返回路径,其使从所述第2级联冷凝器流入到所述受液器的所述第3制冷剂返回到所述第1级联冷凝器或所述第2级联冷凝器,

在所述返回路径中设置有止回阀,该止回阀阻止所述第3制冷剂向所述受液器的方向流动。

10.根据权利要求9所述的二元制冷循环装置,其中,

所述返回路径与所述受液器的上部连接。

11.根据权利要求9或10所述的二元制冷循环装置,其中,

所述受液器配置于在铅垂方向上比所述第2级联冷凝器的位置低的位置。

二元制冷循环装置

技术领域

[0001] 本公开涉及二元制冷循环装置。

背景技术

[0002] 以往已知有二元制冷循环装置。在专利文献1中,记载了具有第1高元制冷循环、第2高元制冷循环以及低元制冷循环的二元制冷循环装置。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2012/066763号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 在高元制冷循环侧构成多个制冷循环的情况下,期望能够通过多个高元制冷循环实现与负荷所要求的冷却能力的变化相应的灵活的运转。

[0008] 本公开的目的在于,提供一种能够通过多个高元制冷循环实现与负荷所要求的冷却能力的变化相应的灵活的运转的二元制冷循环装置。

[0009] 用于解决问题的手段

[0010] 本公开的二元制冷循环装置具备使第1制冷剂循环的第1高元制冷剂回路、使第2制冷剂循环的第2高元制冷剂回路、使第3制冷剂循环的低元制冷剂回路、在第1制冷剂与第3制冷剂之间进行热交换的第1级联冷凝器、以及在第2制冷剂与第3制冷剂之间进行热交换的第2级联冷凝器。第1高元制冷剂回路具有第1压缩机、第1热交换器以及第1膨胀阀,按照第1压缩机、第1热交换器、第1膨胀阀、第1级联冷凝器以及第1压缩机的顺序使第1制冷剂循环。第2高元制冷剂回路具有第2压缩机、第2热交换器以及第2膨胀阀,按照第2压缩机、第2热交换器、第2膨胀阀、第2级联冷凝器以及第2压缩机的顺序使第2制冷剂循环。低元制冷剂回路具有第3压缩机、第3热交换器以及第3膨胀阀,按照第3压缩机、第1级联冷凝器、第2级联冷凝器、第3膨胀阀、第3热交换器以及第3压缩机的顺序使第3制冷剂循环。第1高元制冷剂回路和第2高元制冷剂回路构成为各自的最大冷却能力互不相同。

[0011] 发明的效果

[0012] 根据本公开,可提供能够通过多个高元制冷循环实现与负荷所要求的冷却能力的变化相应的灵活的运转的二元制冷循环装置。

附图说明

[0013] 图1是示出实施方式1的二元制冷循环装置的结构的图。

[0014] 图2是示出受液器与第1级联冷凝器及第2级联冷凝器的配置关系的图。

[0015] 图3是示出第1高元制冷剂回路、第2高元制冷剂回路以及低元制冷剂回路的结构的比较例的图。

[0016] 图4是示出实施方式1的二元制冷循环装置的变形例1的图。

[0017] 图5是示出将第1热交换器与第2热交换器一体化而得到的第5热交换器的图。

[0018] 图6是示出在实施方式1的二元制冷循环装置中设置了无间断电源装置的例子的图。

[0019] 图7是示出在变形例1的二元制冷循环装置中设置了无间断电源装置的例子的图。

[0020] 图8是示出第1高元制冷循环的频率范围与冷却能力的关系、以及第2高元制冷循环的频率范围与冷却能力的关系的曲线图1。

[0021] 图9是示出第1高元制冷循环的频率范围与冷却能力的关系、以及第2高元制冷循环的频率范围与冷却能力的关系的曲线图2。

[0022] 图10是示出实施方式1的运转模式的控制的内容的流程图。

[0023] 图11是示出停止运转模式的控制的内容的流程图。

[0024] 图12是示出冷却运转模式的控制的内容的流程图。

[0025] 图13是示出库内的蒸发温度的设定值与冷却能力的关系的曲线图(实施方式1)。

[0026] 图14是示出高容量运转模式的控制的内容的流程图。

[0027] 图15是示出低容量运转模式的控制的内容的流程图。

[0028] 图16是示出实施方式2的二元制冷循环装置的结构的图。

[0029] 图17是示出第1热交换器及第2热交换器的传热面积与第4热交换器的传热面积的比率的图。

[0030] 图18是示出将第1热交换器、第2热交换器以及第4热交换器一体化而得到的第6热交换器的图。

[0031] 图19是示出将第2热交换器与第4热交换器一体化而得到的第7热交换器、以及与第7热交换器组合使用的第1热交换器的图。

[0032] 图20是示出实施方式2的运转模式的控制的内容的流程图。

[0033] 图21是示出实施方式2的冷却运转模式2的控制的内容的流程图。

[0034] 图22是示出库内的蒸发温度的设定值与冷却能力的关系的曲线图(实施方式2)。

[0035] 图23是示出第3压缩机(Comp301)的频率与库内的蒸发温度的设定值的关系的曲线图(实施方式2)。

[0036] 图24是示出实施方式2的冷却运转模式2的变形例的流程图。

具体实施方式

[0037] 以下,参照附图对本公开的实施方式详细进行说明。以下,对多个实施方式进行说明,但是,从申请一开始就预定适当组合在各实施方式中说明的结构。另外,对于图中相同或相当的部分标注相同的标号,不再重复其说明。

[0038] 实施方式1.

[0039] 图1是示出实施方式1的二元制冷循环装置51的结构的图。基于图1,对二元制冷循环装置51的回路结构和工作进行说明。二元制冷循环装置51具备低元制冷剂回路300、第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200、以及控制装置30。

[0040] 第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200配置于室外机1。低元制冷剂回路300通过延长配管15跨越室外机1和室内机2而配置。控制装置30配置于室外机1或室内机

2。在室外机1设置有检测外部气体温度的温度传感器20。控制装置30也可以配置在与室外机1及室内机2不同的位置。控制装置30也可以与由用户操作的远程控制器进行无线通信。

[0041] 在第1高元制冷剂回路100中封入有第1制冷剂。在第2高元制冷剂回路200中封入有第2制冷剂。在低元制冷剂回路300中封入有第3制冷剂。在室外机1设置有第1级联冷凝器104和第2级联冷凝器204，该第1级联冷凝器104用于在第1高元制冷剂回路100的第1制冷剂与低元制冷剂回路300的第3制冷剂之间交换热，该第2级联冷凝器204用于在第2高元制冷剂回路200的第2制冷剂与低元制冷剂回路300的第3制冷剂之间交换热。

[0042] 第1级联冷凝器104可以为包含在第1高元制冷剂回路100中的结构，也可以为包含在低元制冷剂回路300中的结构。第2级联冷凝器204可以为包含在第2高元制冷剂回路200中的结构，也可以为包含在低元制冷剂回路300中的结构。

[0043] ＜第1高元制冷剂回路100的结构＞

[0044] 第1高元制冷剂回路100具备第1压缩机101、第1热交换器102以及第1膨胀阀103。第1压缩机101、第1热交换器102以及第1膨胀阀103通过供第1制冷剂流动的制冷剂配管而连接。在第1热交换器102设置有促进外部气体与第1制冷剂之间的热交换的第1风扇1021。第1高元制冷剂回路100构成为第1制冷剂按照第1压缩机101、第1热交换器102、第1膨胀阀103、第1级联冷凝器104以及第1压缩机101的顺序循环。因此，第1热交换器102作为冷凝器发挥功能。在第1高元制冷剂回路100中搭载有接受控制装置30的指令进行工作的微型计算机。通过控制装置30将第1高元制冷剂回路100起动，从而第1高元制冷循环起动。

[0045] ＜第2高元制冷剂回路200的结构＞

[0046] 第2高元制冷剂回路200具备第2压缩机201、第2热交换器202以及第2膨胀阀203。第2压缩机201、第2热交换器202以及第2膨胀阀203通过供第2制冷剂流动的制冷剂配管而连接。在第2热交换器202设置有促进外部气体与第2制冷剂之间的热交换的第2风扇2021。第2高元制冷剂回路200构成为第2制冷剂按照第2压缩机201、第2热交换器202、第2膨胀阀203、第2级联冷凝器204以及第2压缩机201的顺序循环。因此，第2热交换器202作为冷凝器发挥功能。在第2高元制冷剂回路200中搭载有接受控制装置30的指令进行工作的微型计算机。通过控制装置30将第2高元制冷剂回路200起动，从而第2高元制冷循环起动。

[0047] 在本实施方式中，第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200构成为各自的最大冷却能力互不相同。尤其是，第2压缩机201、第2热交换器202、第2膨胀阀203以及第2级联冷凝器204中的至少1个结构要素由与第1高元制冷剂回路100的第1压缩机101、第1热交换器102、第1膨胀阀103以及第1级联冷凝器104中的对应的结构要素相比为小型的结构要素构成，使得第2高元制冷剂回路200的最大冷却能力比第1高元制冷剂回路100的最大的冷却能力低。

[0048] ＜低元制冷剂回路300的结构＞

[0049] 低元制冷剂回路300具备第3压缩机301、第3热交换器302、第3膨胀阀303以及受液器304。第3热交换器302和第3膨胀阀303配置于室内机2。受液器304配置于室外机1。第3压缩机301、第3热交换器302、第3膨胀阀303以及受液器304通过供第3制冷剂流动的制冷剂配管而连接。在第3热交换器302设置有促进库内的空气与第3制冷剂之间的热交换的第3风扇3021。

[0050] 低元制冷剂回路300构成为第3制冷剂按照第3压缩机301、第1级联冷凝器104、第2

级联冷凝器204、受液器304、第3膨胀阀303、第3热交换器302以及第3压缩机301的顺序循环。因此，第3热交换器302作为将库内冷却的蒸发器发挥功能。在低元制冷剂回路300中搭载有接受控制装置30的指令进行工作的微型计算机。通过控制装置30将低元制冷剂回路300起动，从而低元制冷循环起动。

[0051] 在位于第3压缩机301的排出侧的制冷剂配管中设置有压力传感器10。压力传感器10只要在从第3压缩机301的排出部到第1级联冷凝器104的入口的区间内，则也可以设置在任意的位置。但是，压力传感器10优选设置在第3压缩机301的排出部。这是因为，第3制冷剂的压力在第3压缩机301的排出部最高。第3压缩机301通过提高第3制冷剂的压力，使第3制冷剂在低元制冷剂回路300内循环。第3压缩机301通过利用逆变器对第3压缩机301的内部的马达(省略图示)进行控制，使运转容量根据状况而变化。第3压缩机301对第3压缩机301的频率进行控制，使得第3制冷剂的温度成为由控制装置30设定的目标出口温度。

[0052] 第3膨胀阀303调节第3制冷剂的流量。第3膨胀阀303例如是电子膨胀阀或毛细管。电子膨胀阀具有通过调整节流开度而高效地控制第3制冷剂的流量的功能。

[0053] 受液器304贮存高压的液体制冷剂。受液器304在低元制冷剂回路300中配置在第2级联冷凝器204与第3膨胀阀303之间。换言之，受液器304配置在比第1级联冷凝器104及第2级联冷凝器204靠下游侧且比第3膨胀阀303靠上游侧的位置。

[0054] 受液器304与第2级联冷凝器204通过第1制冷剂配管16而连接。受液器304与第3膨胀阀303通过第2制冷剂配管17及延长配管15而连接。第1制冷剂配管16与受液器304的上部连接。第2制冷剂配管17与受液器304的下部连接。在受液器304的上部还连接有返回制冷剂配管18。返回制冷剂配管18将位于第1级联冷凝器104与第2级联冷凝器204之间的制冷剂配管与受液器304连接。在返回制冷剂配管18中设置有止回阀305，该止回阀305阻止第1制冷剂通过返回制冷剂配管18从第1级联冷凝器104或第2级联冷凝器204向受液器304流入。

[0055] ＜控制装置30的结构＞

[0056] 控制装置30搭载有处理器31和存储器32。处理器31执行存储器32所存储的操作系统和应用程序。处理器31在执行应用程序时，参照存储器32所存储的各种数据。处理器31按照存储器32所存储的应用程序，从第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200以及低元制冷剂回路300收集表示运转状况的数据。

[0057] 处理器31基于压力传感器10的检测值来取得第3制冷剂的压力。处理器31基于温度传感器20的检测值来取得外部气体温度。处理器31按照存储器32所存储的应用程序，对第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200以及低元制冷剂回路300进行控制。

[0058] 控制装置30能够在冷却运转模式与停止运转模式之间切换运转模式。冷却运转模式是用于将配置有第3热交换器302的库内冷却的运转模式。在冷却运转模式中，低元制冷剂回路300和第2高元制冷剂回路200进行工作。在冷却运转模式中，有时根据低元制冷剂回路300和第2高元制冷剂回路200的运转状况，第1高元制冷剂回路100进一步进行工作。

[0059] 停止运转模式是在不冷却库内时利用的运转模式。在停止运转模式中，低元制冷剂回路300的工作停止。在停止运转模式中，为了防止低元制冷剂回路300内的压力异常地上升，使第2高元制冷剂回路200进行工作。在停止运转模式中，也可以使第1高元制冷剂回路100进一步进行工作。

[0060] 控制装置30在冷却运转模式中，能够独立地控制第1高元制冷剂回路100、第2高元

制冷剂回路200以及低元制冷剂回路300。

[0061] 控制装置30在冷却运转模式中,能够选择低容量运转模式和高容量运转模式中的任意一方。低容量运转模式是使第1高元制冷剂回路100停止并使低元制冷剂回路300及第2高元制冷剂回路200进行工作的模式。高容量运转模式是使第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200以及低元制冷剂回路300进行工作的模式。

[0062] 另外,控制装置30也可以构成为能够选择仅使第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200以及低元制冷剂回路300中的低元制冷剂回路300进行工作的运转模式。

[0063] <第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的工作>

[0064] 对第1高元制冷剂回路100的工作进行说明。从第1压缩机101排出的高温且高压的气体状的第1制冷剂流向作为冷凝器发挥功能的第1热交换器102。第1制冷剂在第1热交换器102内从气体状态的制冷剂变化为液体状态的制冷剂。从第1热交换器102流出的第1制冷剂向第1膨胀阀103流入并被减压。其结果是,液体状态的第1制冷剂变化为低压的二相制冷剂。低压的二相制冷剂从第1膨胀阀103向第1级联冷凝器104流入。流入到第1级联冷凝器104的第1制冷剂从在低元制冷剂回路300中流动的第3制冷剂获得热。由此,第3制冷剂被冷凝,第1制冷剂气化。气化后的第1制冷剂被吸入到第1压缩机101中。

[0065] 第2高元制冷剂回路200的工作与第1高元制冷剂回路100的工作相同,因此这里不再重复其说明。第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的不同在于最大冷却能力的大小。换言之,在第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200中,将在低元制冷剂回路300中流动的第3制冷剂冷凝的能力存在差异。第2高元制冷剂回路200被设计为将第3制冷剂冷凝的能力比第1高元制冷剂回路100低。

[0066] <低元制冷剂回路300的工作>

[0067] 对低元制冷剂回路300的工作进行说明。从第3压缩机301排出的高温且高压的气体状态的第3制冷剂流向第1级联冷凝器104和第2级联冷凝器204。在第1高元制冷剂回路100进行工作时,第1级联冷凝器104相对于第3制冷剂作为冷凝器发挥功能。在第2高元制冷剂回路200进行工作时,第2级联冷凝器204相对于第3制冷剂作为冷凝器发挥功能。由此,第3制冷剂从气体状态的制冷剂变化为液体状态的制冷剂。从第2级联冷凝器204流出的第3制冷剂向受液器304流入。贮存在受液器304中的液体状态的第3制冷剂在受液器304内的气压的作用下被压出到第2制冷剂配管17。流入到第2制冷剂配管17的第3制冷剂经由延长配管15去往第3膨胀阀303。

[0068] 流入到第3膨胀阀303的第3制冷剂在第3膨胀阀303中被减压。其结果是,液体状态的第3制冷剂变化为低压的二相制冷剂。低压的二相制冷剂从第3膨胀阀303向第3热交换器302移动。此时,第3热交换器302作为蒸发器发挥功能。流入到第3热交换器302的第3制冷剂与库内的空气交换热。由此,将库内冷却。在第3热交换器302的内部气化后的第3制冷剂被吸入到第3压缩机301。

[0069] 控制装置30基于各种参数来调整第3压缩机301的频率、第3风扇3021的转速。作为参数,例如能够举出吸入温度、排出温度、热交换器温度、空气吸入温度以及湿度等。控制装置30能够利用配置于低元制冷剂回路300的传感器的值来取得这些参数。

[0070] 例如,也可以在第3压缩机301的排出部设置温度传感器来检测第3制冷剂的排出温度。控制装置30基于温度传感器的检测结果与预先设定的第3压缩机301的排出温度的温

度差,向低元制冷剂回路300发送控制信号。低元制冷剂回路300基于控制信号,来调整第3压缩机301的转速、第3风扇3021的转速或者第3膨胀阀303的开度。通过该调整,控制装置30能够进行控制,使得设置于低元制冷剂回路300的各种设备的温度不上升到耐热温度以上。

[0071] 另外,从精度的观点出发,各种参数期望通过传感器直接进行检测。但是,这些参数的一部分也能够不使用传感器而通过运算进行估计。例如,也可以根据压力传感器10的检测值来估计冷凝温度(CT:Condensation Temperature)。

[0072] 图2是示出受液器304与第1级联冷凝器104及第2级联冷凝器204的配置关系的图。如图2所示,受液器304配置于在铅垂方向上成为比第1级联冷凝器104及第2级联冷凝器204低的高度的位置。因此,即便在低元制冷剂回路300未起动时,由第1级联冷凝器104或第2级联冷凝器204冷却而液化后的第3制冷剂也通过重力向受液器304落下。这尤其在未起动低元制冷循环时进行控制的停止运转模式中是有效的。以下,使用图1和图2对停止运转模式的工作详细进行说明。

[0073] <停止运转模式的工作>

[0074] 控制装置30在停止低元制冷循环时,使高元制冷循环起动。将这样的运转模式称为停止运转模式。控制装置30通过在停止运转模式中使二元制冷循环装置51运转,从而防止与滞留在低元制冷剂回路300内的第3制冷剂的温度上升相伴的压力上升。控制装置30在停止低元制冷循环时的外部气体温度成为基准温度以上的情况下,将高元制冷循环起动。基准温度例如为-5℃。

[0075] 在停止低元制冷循环后,低元制冷剂回路300内的压力被均匀化,最终,该压力成为与外部气体温度对应的压力。在封入的第3制冷剂的量相对于低元制冷剂回路300的内容积较少的情况下,第3制冷剂的平均密度小。因此,根据波义耳查尔斯定律($P \propto \rho \times T$),压力变低。但是,当第3制冷剂的平均密度较高时,低元制冷剂回路300内的压力上升。

[0076] 如果在停止了低元制冷循环时外部气体温度较高,则低元制冷剂回路300内的第3制冷剂通过从外部气体吸收热而气化。由此,低元制冷剂回路300内的压力上升。另外,在通常的制冷循环中,并不是全部制冷剂相对于内容积都变成液体或气体,因此,在压力均等的情况下,压力成为取决于基于制冷剂的种类的压力与温度的关系的值。例如,在制冷剂为CO2(二氧化碳)且温度为20℃的情况下,压力为5.6MPaG。

[0077] 在停止了低元制冷循环时,能够通过起动高元制冷循环来强制地冷却第3制冷剂。其结果是,第3制冷剂的温度比外部气体低。这样,低元制冷剂回路300内的第3制冷剂的压力下降。

[0078] 在停止运转模式中,控制装置30起动的高元制冷循环是第2高元制冷循环。控制装置30为了有效地抑制低元制冷剂回路300内的压力异常地上升,对第2高元制冷循环的第2压缩机201的频率、第2风扇2021的转速以及第2膨胀阀203的开度进行控制。在仅起动第2高元制冷循环时无法抑制低元制冷剂回路300内的压力异常地上升的情况下,控制装置30也可以起动冷凝能力更高的第1高元制冷循环。

[0079] 在停止运转模式中,通过起动第2高元制冷循环,存在于第2高元制冷剂回路200与低元制冷剂回路300之间的第2级联冷凝器204相对于第3制冷剂作为冷凝器发挥功能。其结果是,第2级联冷凝器204内的第3制冷剂被冷凝。由第2级联冷凝器204冷凝后的第3制冷剂被液化。液化后的第3制冷剂通过第1制冷剂配管16向受液器304滴下。此时,如图2所示,由

于第2级联冷凝器204与受液器304在铅垂方向上存在高低差,因此,第3制冷剂通过自重而落到受液器304中。

[0080] 随着液体的第3制冷剂向受液器304滴下,气相的容积减少。难以受到重力的影响的作为气体的第3制冷剂经由返回制冷剂配管18被吸到第2级联冷凝器204的上游侧。

[0081] 如图2所示,返回制冷剂配管18与受液器304的上部连接,因此,能够自然地抽吸存在于受液器304的上方的第3制冷剂。此外,止回阀305阻止应从第1级联冷凝器104朝向第2级联冷凝器204的第3制冷剂经由返回制冷剂配管18向受液器304流入。尤其是在冷却运转模式中,能够防止第3制冷剂绕过第2级联冷凝器204而向受液器304流入。

[0082] 吸到第2级联冷凝器204的上游侧的作为蒸气的第3制冷剂由第2级联冷凝器204冷却而液化。液化后的第3制冷剂向受液器304滴下。在停止运转模式中,虽然未起动低元制冷循环,但第3制冷剂通过这样的自然循环在低元制冷剂回路300中流通。

[0083] 通过第3制冷剂像这样反复进行自然循环,能够有效地抑制低元制冷剂回路300的压力上升。此外,为了抑制压力上升,能够仅使想要冷凝的气体流向返回制冷剂配管18。此外,通过设置第2级联冷凝器204,能够不直接冷却受液器304,而是将液体的第3制冷剂贮存到受液器304中。

[0084] 第1级联冷凝器104和第2级联冷凝器204均相对于第3制冷剂作为冷凝器发挥功能,冷却向受液器304流入前的第3制冷剂。因此,无需在受液器304设置冷却功能。第1级联冷凝器104和第2级联冷凝器204在冷却运转模式中也发挥冷却功能。因此,相比于在受液器304中设置在冷却运转时冷却第3制冷剂的功能的结构,能够简化受液器304的结构。这是因为,在受液器304内冷却第3制冷剂的情况下,在受液器304中需要蒸发器。在受液器304内设置了蒸发器的情况下,不得不缩小受液器304的容积。此外,在受液器304的容器外周设置了传热管的情况下,产生接触部由于热疲劳而容易劣化这样的问题,此外,容器成为复杂的结构。根据本实施方式,能够使受液器304的结构变得简单,能够降低制造成本。

[0085] 在实施方式1的二元制冷循环装置51中,即便低元制冷循环为停止中,也至少使第2高元制冷循环起动,通过第2级联冷凝器204来冷却滞留在低元制冷剂回路300内的第3制冷剂。此时,通过使第3制冷剂在低元制冷剂回路300内循环,能够有效地抑制与第3制冷剂的温度上升相伴的压力上升。由此,无需将第3压缩机301、第3热交换器302、第3膨胀阀303、受液器304以及制冷剂配管等各种设备的设计压力设定得较高。其结果是,能够削减构成低元制冷剂回路300的设备的成本。

[0086] ＜制冷剂回路的比较＞

[0087] 图3是示出第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200以及低元制冷剂回路300的结构的比较例的图。在本实施方式中,第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200构成为各自的最大冷却能力互不相同。更具体而言,第2高元制冷剂回路200的冷却能力构成为比第1高元制冷剂回路100的冷却能力低。在图3中,省略与低元制冷剂回路300的能力相关的数值的显示。

[0088] 图3示出将第1高元制冷剂回路100的额定能力设为41kW并将第2高元制冷剂回路200的额定能力设为10kW的例子。在该情况下,高元侧的容量(冷却能力)通过将41kW与10kW相加而计算为51kW。如图3所示,第2高元制冷剂回路200的额定能力相对于51kW的比例约为20％。

[0089] 如图3所示,第2高元制冷剂回路200的最大冷却能力小于第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的最大冷却能力的50%即可。即,第2高元制冷剂回路200的冷却能力的上限值小于第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的冷却能力的上限值的50%即可。第2高元制冷剂回路200的冷却能力的上限值优选为第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的冷却能力的上限值的35%以下。此外,第2高元制冷剂回路200的冷却能力的上限值更优选为第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的冷却能力的上限值的20%以下。

[0090] 这样,为了在第1高元制冷剂回路100与第2高元制冷剂回路200之间对冷却能力设置差,可以将第2高元制冷剂回路200的第2压缩机201、第2热交换器202、第2膨胀阀203以及第2级联冷凝器204中的至少1个结构要素由能力比第1高元制冷剂回路100的第1压缩机101、第1热交换器102、第1膨胀阀103以及第1级联冷凝器104中的对应的结构要素小的结构要素构成。

[0091] 压缩机的尺寸对制冷剂回路的成本和冷却能力的影响最大。因此,期望通过由能力比第1压缩机101小的小型的压缩机构成第2压缩机201,从而在第1高元制冷剂回路100与第2高元制冷剂回路200之间设置冷却能力差。通过使第2压缩机201小型化还能够降低第2高元制冷剂回路200的成本。通过使第2压缩机201小型化能够降低第2压缩机201所需的材料费用。此外,由于第2压缩机201的容积被缩小,因此,能够降低第2高元制冷剂回路200所需的制冷剂量。

[0092] 也可以将通过使第2压缩机201小型化而能够削减的费用分配给第1压缩机101,由此使第1压缩机101进一步高性能化。例如,在本实施方式中,由能力比第1压缩机101小的小型的压缩机构成第2压缩机201。此外,在本实施方式中,第2高元制冷剂回路200的制冷剂容量比第1高元制冷剂回路100小。

[0093] 如图3所示,在以下限能力对第1高元制冷剂回路100与第2高元制冷剂回路200进行比较时,第1高元制冷剂回路100的下限能力为10kW,第2高元制冷剂回路200的下限能力为2.5kW。另外,这里,根据压缩机的频率的范围,将额定能力的25%假定为下限能力。

[0094] 通过在第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200中使额定能力不同,能够进行与运转状况相应的极细致的高元制冷循环的运转。即,在本实施方式中,通过由第1高元制冷循环和第2高元制冷循环构成高元制冷循环,并且在各个循环的容量中设置差,从而扩大运转范围。关于在第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200中使额定能力不同,在冷却运转模式和停止运转模式中均是有效的。

[0095] 控制装置30在将库内冷却的情况下,根据配置有第3热交换器302的库内的设定温度和外部气体温度等环境条件,来选择低容量运转模式和高容量运转模式中的任意一方的冷却运转模式。

[0096] 控制装置30在停止运转模式中,将冷却能力比第1高元制冷剂回路100低的第2高元制冷剂回路200起动。通常,在停止运转模式中,与在冷却运转模式时相比,冷却负荷小。这是因为,冷却运转模式以对库内进行冷却为目的,另一方面,停止运转模式以抑制低元制冷剂回路300内的压力的异常上升为目的。在冷却负荷小的停止运转模式中,如果起动能力高的高元制冷循环,则高元制冷循环侧的压缩机的起动和起动停止频繁发生。

[0097] 这里,考虑由单一的制冷循环构成了高元制冷循环的情况。将单一的高元制冷循

环的额定能力设为51kW。51kW这样的值是将图3所示的第1高元制冷剂回路100的额定能力与第2高元制冷剂回路200的额定能力相加而得到的数字。

[0098] 在将必要冷却能力的25％左右假定为高元制冷循环侧的压缩机的运转范围的下限时,在额定能力为51kW的情况下,13kW成为下限能力。13kW这样的值相对于停止运转模式所需的冷却能力可能过大。在该情况下,由于高元制冷循环的能力相对于所需的冷却能力过大,因此,高元制冷循环的压缩机的吸入压力下降。其结果是,压缩机反复进行起动和起动停止,二元制冷循环装置的可靠性有可能下降。此外,在停止运转模式中持续进行过剩的冷却运转,因此,消耗电力也有可能增加。

[0099] 于是,在本实施方式中,通过2个循环来构成高元制冷循环。如图3所示,通过将高元制冷循环的容量分为2个部分来确保2.5kW～51kW的运转范围。下限的2.5kW的运转能力能够由第2高元制冷剂回路200实现。上限的51kW的运转能力能够由第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200实现。

[0100] 在停止运转模式中,将第2高元制冷剂回路200起动。由此,在停止运转模式中,抑制了高元制冷循环的压缩机反复进行起动和起动停止。当然,不仅是停止运转模式,在冷却运转模式中,也能够在高元制冷循环侧发挥与需要相应的适当的能力,因此,抑制了高元制冷循环的压缩机反复进行起动和起动停止。即,在本实施方式中,通过由第1高元制冷循环和第2高元制冷循环构成高元制冷循环,并且在各个循环的容量中设置差,从而扩大了运转范围。另外,作为在停止运转模式中所需的冷却能力,例如假定1kW～4kW程度。

[0101] 根据本实施方式,能够防止高元制冷循环侧的第1压缩机101和第2压缩机201反复进行起动和起动停止。因此,能够提高节能性。尤其是在压缩机的起动时产生起动损耗,因此,压缩机不反复进行起动和起动停止是重要的。

[0102] ＜制冷剂的种类＞

[0103] 能够将向低元制冷剂回路300、第1高元制冷剂回路100以及第2高元制冷剂回路200封入的制冷剂的种类的组合决定为各种组合。也可以将各制冷剂回路的制冷剂设为相同的制冷剂。此外,也可以是,向第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200封入相同的制冷剂,在低元制冷剂回路300中使用与向第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200封入的制冷剂不同的制冷剂。

[0104] 通常,制冷剂根据其种类的不同,理论性能、GWP(Global-warming potential:全球变暖潜能值)、燃烧性、毒性等不同。例如,R290、R32等制冷剂虽然理论性能高,但燃烧性、毒性以及GWP(Global-warming potential)高。因此,如果考虑燃烧性、毒性以及GWP,则应避免将这些制冷剂大量地封入到制冷剂回路。另一方面,R1234yf等的臭氧破坏系数和全球变暖系数低,是非常有利于保护地球环境的制冷剂。CO2这样的自然制冷剂具有能够大幅削减设备的总GWP这样的优点。此外,如果考虑制冷剂万一泄漏,则期望将CO2这样的不可燃气体用于室内机。

[0105] 因此,优选考虑制冷剂的特性和封入制冷剂的制冷剂回路的特性,选定适当的制冷剂。具体而言,考虑按照封入的制冷剂回路是通过室内机2的低元制冷剂回路300、还是用于室外机1的第1高元制冷剂回路100或第2高元制冷剂回路200这样的观点,来选定制冷剂的种类。此外,考虑按照封入的制冷剂回路是冷却性能高的第1高元制冷剂回路100、还是冷却性能低的第2高元制冷剂回路200这样的观点,来选定制冷剂的种类。在本实施方式中,第

2高元制冷剂回路200的制冷剂容量比第1高元制冷剂回路100少。

[0106] 在图3中示出在第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200以及低元制冷剂回路300中分别封入了不同的制冷剂的例子。这里,示出考虑制冷剂的特性和封入制冷剂的制冷剂回路的特性而选定了适当的制冷剂的例子。

[0107] ＜高元制冷剂回路的制冷剂＞

[0108] 在高容量的第1高元制冷剂回路100封入了有利于保护地球环境的R1234yf,在低容量的第2高元制冷剂回路200中封入了理论性能高的R32。即,第1制冷剂是R1234yf,第2制冷剂是R32。此外,在通过室内机2的低元制冷剂回路300中封入了作为不可燃气体的CO2。即,第1制冷剂是CO2。在第2高元制冷剂回路200中,也可以代替R32而封入R290或R714(氨)。在低元制冷剂回路300中,也可以代替CO2而封入hfc1132A。

[0109] 如R290、R32这样的制冷剂那样虽然理论性能高但考虑燃烧性、毒性、高GWP时担心大量封入的制冷剂被封入到制冷剂容量比第1高元制冷剂回路100小的第2高元制冷剂回路200。这样,通过向容量小的第2高元制冷剂回路200封入理论性能或者实际使用上的性能比向第1高元制冷剂回路100和低元制冷剂回路300封入的制冷剂高的制冷剂,能够提高系统的COP(Coefficient Of Performance:性能系数)。

[0110] 假设在第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200双方使用了作为对地球环境非常好的制冷剂的R1234yf的情况下,期望将第2高元制冷剂回路200的制冷剂变更为与R1234yf相比理论性能更高的R290。

[0111] 这样,在本实施方式中,将R32等虽然理论性能高但燃烧性、毒性以及GWP不能说高的制冷剂用于使用制冷剂量少的第2高元制冷剂回路200。由此,能够抑制制冷剂的缺点对装置带来的影响。另一方面,将R1234yf等有利于保护地球环境的制冷剂用于使用制冷剂量多的第1高元制冷剂回路100。由此,相对于在第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200双方采用R32这样的制冷剂的二元制冷循环装置,能够抑制GWP的上升并提高系统的COP。

[0112] 此外,根据本实施方式,也能够灵活地应对各国的限制状况。例如,在GWP的限制宽松的国家,向第1高元制冷剂回路100封入R32,向第2高元制冷剂回路200封入R290。由此,能够以系统COP的最大化为目标。另一方面,在GWP的限制严格的国家,向第1高元制冷剂回路100封入R1234yf,向第2高元制冷剂回路200封入R290或R32。由此,能够使GWP成为限制值以下并以系统COP的提高为目标。

[0113] ＜低元制冷剂回路的制冷剂＞

[0114] 在图3中,示出向低元制冷剂回路300封入CO2的例子。由于低元制冷剂回路300的第3制冷剂在室内机2中流动,因此,优选将不可燃且作为高压制冷剂的CO2用作低元制冷剂回路300的第3制冷剂。由于CO2是自然制冷剂,因此,能够大幅削减设备的总GWP。

[0115] 本实施方式的二元制冷循环装置51实现低元制冷循环和高元制冷循环这两种制冷循环。因此,在高元制冷循环中能够降低低元侧的冷凝压力。因此,即便在低元制冷剂回路300中采用作为高压制冷剂的CO2,也能够在低元制冷剂回路300中应用耐压压力低的制冷剂配管和各要素设备。因此,也能够将以往无法使用的要素设备用于低元制冷剂回路300。

[0116] 例如,在受液器304中具有针对氟利昂(R410A)的压力耐性即可。同样,在第1级联

冷凝器104和第2级联冷凝器204中的低元制冷剂回路300通过的部分也具有针对氟利昂的压力耐性即可。在低元制冷剂回路300中,设置有制冷剂配管等数量多的要素设备,因此所需的耐性压力变低,由此能够实现低成本化。

[0117] 在单级制冷循环装置或两级制冷循环装置中,要求高压力耐性,因此,不得不应用具有高压力耐性的高价的设备。但是,在本实施方式中,采用了二元制冷循环,因此,不存在这样的需要。

[0118] 通常,CO2的生产量少,此外,在将CO2用作制冷剂的情况下所要求的耐压基准严格。因此,当采用CO2时,常常成为高成本。本实施方式的二元制冷循环装置51相比于向单级制冷循环装置或两级制冷循环装置应用CO2的情况,在使CO2冷凝的一侧所需的压力低。越是低压则制冷剂的密度越小。

[0119] 因此,在冷凝器的容积同等的情况下,能够降低作为制冷剂所需的CO2的量。其结果是,根据本实施方式,能够满足CO2所要求的严格的耐压基准,并且也能够抑制CO2所消耗的成本。此外,根据本实施方式,也能够使用在单级制冷循环装置或二段制冷循环装置中无法使用的耐压低的要素设备和配管。

[0120] 如以上那样,根据本实施方式,能够在降低了低元制冷剂回路300侧的冷凝温度的状态下进行运转,由此,能够降低低元制冷剂回路300的制冷剂配管所要求的耐压压力。此外,由于在高元侧和低元侧具有不同的制冷循环,因此,关于高元侧的制冷剂和低元侧的制冷剂,能够灵活地应对各国的限制。

[0121] 例如,在只允许自然制冷剂的国家,在低元制冷剂回路300中应用CO2,在第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200中应用R290。在要求低GWP的国家,在低元制冷剂回路300中应用CO2,在第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200中应用R1234yf。这样,通过不变更低元制冷剂回路300的制冷剂的规格而变更高元侧的制冷剂,能够应对各国的制冷剂限制。

[0122] 图4是示出实施方式1的二元制冷循环装置51的变形例1的图。在变形例1中,从受液器304延伸的返回制冷剂配管18连接在第1级联冷凝器104与第3压缩机301之间。因此,气化后的第3制冷剂从受液器304向第1级联冷凝器104流入。流入到第1级联冷凝器104的第3制冷剂在第1级联冷凝器104中被冷却之后向第2级联冷凝器204流入。因此,与图1所示的结构相比,在变形例1中,能够更进一步得到针对第3制冷剂的冷却效果。

[0123] 另外,将从受液器304延伸的返回制冷剂配管18连接的位置也可以是从第3压缩机301的排出部分到第1级联冷凝器104的入口部分的任何位置。从受液器304延伸的返回制冷剂配管18更优选与第3压缩机301的排出部连接。这是因为,第3制冷剂的压力在第3压缩机301的排出部最高。

[0124] ＜热交换器的一体化＞

[0125] 图5是示出将第1热交换器102与第2热交换器202一体化而得到的第5热交换器502的图。将图1的标号A所示的结构部分一体化而得到的部分相当于第5热交换器502。

[0126] 第5热交换器502具备分割了供第1制冷剂流动的第1高元制冷剂回路100和供第2制冷剂流动的第2高元制冷剂回路200并且第1热交换器102与第2热交换器202被一体化的结构。在第5热交换器502设置有第5风扇5021。但是,也可以对第5热交换器502设置多台风扇。

[0127] 通过将第1热交换器102与第2热交换器202一体化,能够有效利用配置设备的空间。此外,通过将第1热交换器102与第2热交换器202一体化,能够降低成本。另外,一体型的第5热交换器502也可以应用于图4所示的变形例1。

[0128] 图6是示出在实施方式1的二元制冷循环装置51设置有无间断电源装置205的例子的图。如图6所示,第2高元制冷剂回路200与无间断电源装置205连接。

[0129] 另外,也可以在无间断电源装置205连接控制装置30。或者,也可以对控制装置30连接与无间断电源装置205不同的无间断电源装置。由此,即便在由于发生停电而使低元制冷剂回路300停止的情况下,控制装置30也能够使用第2高元制冷剂回路200进行基于停止运转模式的运转。其结果是,能够防止在停电时低元制冷剂回路300内的压力异常地上升。因此,无需在停电时进行通过从低元制冷剂回路300向外部取出第3制冷剂来抑制压力上升的作业。根据本结构,能够不使可靠性下降而抑制与低元制冷循环的温度上升相伴的压力上升。

[0130] 也可以在第1高元制冷剂回路100中设置无间断电源装置205。但是,优选对第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200中的第2高元制冷剂回路200优先地设置无间断电源装置205。这是因为,在停止运转模式中起动第2高元制冷剂回路200。

[0131] 此外,由于第2高元制冷剂回路200的容量比第1高元制冷剂回路100的容量小,因此,无间断电源装置205所要求的电源容量可以较小。因此,与第1高元制冷剂回路100相比,在第2高元制冷剂回路200设置无间断电源装置205是经济的。此外,能够在第2高元制冷剂回路200中采用容量少的小型的无间断电源装置205。

[0132] 图7是示出在变形例1的二元制冷循环装置51中设置有无间断电源装置205的例子的图。如图7所示,在变形例1中也能够与图6所示的结构同样地应用无间断电源装置205。在采用了一体型的第5热交换器502的二元制冷循环装置51中,也可以与图6所示的结构同样地应用无间断电源装置205。

[0133] 图8是示出第1高元制冷循环的频率范围与冷却能力的关系、以及第2高元制冷循环的频率范围与冷却能力的关系的曲线图1。在图8中,标号L1a表示构成第1高元制冷循环的第1压缩机101的频率范围。标号L2a表示构成第2高元制冷循环的第2压缩机201的频率范围。

[0134] 如图8所示,第1高元制冷循环的最大冷却能力比第2高元制冷循环高。另一方面,第2高元制冷循环的最小的冷却能力比第1高元制冷循环低。第1高元制冷循环的下限频率为f1min,第1高元制冷循环的上限频率为f1max。第2高元制冷循环的下限频率为f2min,第2高元制冷循环的上限频率为f2max。

[0135] 如图8所示,设计为能够以第2高元制冷循环的上限频率f2max输出的冷却能力相对于能够以第1高元制冷循环的下限频率f1min输出的冷却能力较大。因此,在第1高元制冷循环的冷却能力和第2高元制冷循环的冷却能力中产生重叠的范围Ca。

[0136] 考虑将第1高元制冷循环的冷却能力的范围设计为10kW～40kW并将第2高元制冷循环的冷却能力的范围设计为2kW～10kW的假想例。在假想例的情况下,两个高元制冷循环的冷却能力以10kW为边界,分为以下的能力和以上的能力。

[0137] 因此,在两个高元制冷循环的冷却能力中,不存在图8所示的重叠的范围。起动了两个高元制冷循环的情况下的最小冷却能力为12kW。在低元制冷循环的需要能力比高元制

冷循环的冷却能力小时,在为了降低冷却能力而停止第1高元制冷循环并且仅使第2高元制冷循环作为高元制冷循环进行工作的情况下,产生无法通过高元制冷循环提供10～12kW之间的冷却能力这样的问题。

[0138] 但是,如图8所示,通过在第1高元制冷循环的冷却能力和第2高元制冷循环的冷却能力中设置重叠的范围Ca,能够防止发生这样的问题。例如,在上述的假想例的情况下,通过将第2高元制冷循环的最大冷却能力提高到12kW,如图8所示,能够在第1高元制冷循环的冷却能力和第2高元制冷循环的冷却能力中设置重叠的范围Ca。

[0139] 图9是示出第1高元制冷循环的频率范围与冷却能力的关系、以及第2高元制冷循环的频率范围与冷却能力的关系的曲线图2。在图9所示的例子中,第1高元制冷循环的下限频率f1min与第2高元制冷循环的下限频率f2min一致,第1高元制冷循环的上限频率f1max与第2高元制冷循环的上限频率f2max一致。但是,在图9所示的例子的情况下,也与图8所示的例子同样地设计为在第1高元制冷循环的冷却能力和第2高元制冷循环的冷却能力中产生重叠的范围Cb。因此,与图8所示的例子同样,能够消除通过上述假想例产生的上述那样的问题。

[0140] 这样,在本实施方式中,第1高元制冷剂回路100的冷却能力的上限值比第2高元制冷剂回路200的冷却能力的上限值大。此外,在本实施方式中,第2高元制冷剂回路200的冷却能力的上限值包含在第1高元制冷剂回路100的冷却能力的范围内。也可以在图8和图9的任意模式中设计实施方式1的二元制冷循环装置51的高元制冷循环的频率和冷却能力。

[0141] ＜运转模式的控制＞

[0142] 图10是示出实施方式1的运转模式的控制的内容的流程图。控制装置30通过执行基于本流程图的处理,将运转模式切换为冷却运转模式和停止运转模式。

[0143] 控制装置30首先判定冷却运转是否停止(步骤S1)。在低元制冷剂回路300的运转由于停电、其他的事情而停止了的情况下,控制装置30在步骤S1中判定为“是”,转移到停止运转模式(步骤S2)。在低元制冷剂回路300的运转未停止的情况下,控制装置30在步骤S1中判定为“否”,转移到冷却运转模式(步骤S3)。停止运转模式的处理在图11中被公开。冷却运转模式的处理在图12中被公开。

[0144] ＜停止运转模式的控制＞

[0145] 图11是示出停止运转模式的控制的内容的流程图。控制装置30首先判定P10是否超过阈值B(步骤S10)。P10表示低元制冷剂回路300的压力。控制装置30基于设置于低元制冷剂回路300的压力传感器10的输出值来确定压力P10。

[0146] 控制装置30在停止运转模式中,将低元制冷剂回路300的压力P10控制在一定的范围内。在图11的框W10中示出压力P10与阈值的关系。控制装置30以压力不超过阈值B的方式进行控制。图11的框W10所示的(1)、(2)以及(3)表示由压力传感器10检测的压力P10的范围。在(1)～(3)中,由控制装置30作为目标的压力的基准范围是(2)。

[0147] 例如,在作为低元制冷剂回路300内的第3制冷剂而采用了CO2的情况下,阈值A优选为3.38MPaG。假定在CO2的饱和温度为0℃时,CO2的压力成为3.38MPaG。阈值B优选为3.67MPaG。假定在CO2的饱和温度为3℃时,CO2的压力为3.67MPaG。

[0148] 但是,也可以将阈值的压力范围设为3.38MPaG～4.15MPaG。这相当于CO2的饱和温度0℃～7.7℃。此外,阈值A也可以设为与CO2的饱和温度小于0℃时的温度对应的值。但是,

为了抑制霜附着于第1级联冷凝器104和第2级联冷凝器204,期望设为与CO2的饱和温度为0℃时的温度对应的值。

[0149] 控制装置30在步骤S10中判定为P10未超过阈值B的情况下,重复进行步骤S10的判定,直至P10超过阈值B。控制装置30在步骤S10中判定为压力P10超过阈值B的情况下,使第2高元制冷循环运转,以使压力P10下降到框W10的(2)的范围(步骤S11)。由此,第2高元制冷剂回路200起动。当第2高元制冷剂回路200起动后,通过第2级联冷凝器204将第3制冷剂冷却。

[0150] 控制装置30在步骤S11之后,执行虚线所示的步骤S101的处理。步骤S101是对第2热交换器202的第2风扇2021的转速和第2膨胀阀203的开度进行调整的处理,由步骤S12和步骤S13构成。在步骤S12中,控制装置30判定第2风扇2021的现状的转速是否达成了目标的冷凝温度(CT:Condensation Temperature)、以及第2膨胀阀(LEV)203的现状的开度是否达成了目标的过热度(SH:superheat)。在实现各个目标的情况下,控制装置30转移到S14。在未实现各个目标的情况下,控制装置30在重新设定第2风扇2021的转速和第2膨胀阀203的开度之后,再次转移到步骤S12。

[0151] 控制装置30在步骤S101之后,判定压力P10是否满足“压力P10＜阈值B”且“压力P10＞阈值A”(步骤S14)。即,控制装置30判定压力P10是否处于框W10所示的(2)的范围。

[0152] 控制装置30在压力P10处于框W10所示的(2)的范围的情况下,重复进行步骤S14的处理。控制装置30在压力P10脱离框W10所示的(2)的范围的情况下,判定压力P10是否满足“压力P10＜阈值A”。这里,判定压力P10是否处于框W10所示的(1)的范围。

[0153] 在步骤S15中,在压力P10不满足“压力P10＜阈值A”的情况下,压力P10处于框W10所示的(3)的范围。因此,控制装置30在步骤S15中判定为“否”的情况下,使第2压缩机201(Comp201)的频率上升一定值(步骤S16)。之后,控制装置30执行与已经说明的步骤S101相同的处理(步骤S17)。之后,控制装置30转移到步骤S14的处理。

[0154] 在步骤S15中,在压力P10满足“压力P10＜阈值A”的情况下,压力P10处于框W10所示的(1)的范围。在该情况下,能够判定为低元制冷剂回路300的压力足够低。换言之,能够判定为高元制冷循环的冷却能力过高。在该情况下,需要降低第2压缩机201的频率。但是,存在第2压缩机201的频率已经达到下限频率的可能性。此外,即便第2压缩机201的频率已经达到下限频率,当在外部气体温度较高的状态下直接停止第2高元制冷循环的运转时,低元侧制冷循环的压力也可能会急剧上升。

[0155] 于是,控制装置30在步骤S15中判定为“是”的情况下,判定是否为第2压缩机201(Comp201)的频率为下限频率并且外部气体温度为设定温度以下(步骤S20)。控制装置30基于温度传感器20的输出值来确定外部气体温度。

[0156] 控制装置30在步骤S20中判定为“否”的情况下,将第2压缩机201(Comp201)的频率降低一定值(步骤S18)。之后,控制装置30执行与已经说明的步骤S101相同的处理(步骤S19)。之后,控制装置30转移到步骤S14的处理。

[0157] 控制装置30在步骤S20中判定为“是”的情况下,停止第2高元制冷循环(步骤S21)。如果外部气体温度为设定温度以下且第2压缩机201(Comp201)的频率为下限频率,则能够判定为不存在低元制冷剂回路300的压力急剧上升的危险性。因此,在步骤S21中停止第2高元制冷循环。之后,结束停止运转模式的处理。

[0158] 如使用图11说明的那样,控制装置30在停止运转模式中,对第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200进行控制,使得由压力传感器10检测的压力进入阈值A～阈值B的范围。

[0159] 在图11所示的停止运转模式的处理中,在第2高元制冷循环中防止低元制冷剂回路300的压力异常地上升。但是,在停止运转模式中,也可以还利用第1高元制冷循环。例如,在图11的步骤S16中,在第2压缩机201(Comp201)的频率达到上限频率时,考虑起动第1高元制冷循环。

[0160] ＜冷却运转模式的控制＞

[0161] 图12是示出冷却运转模式的控制的内容的流程图。控制装置30首先根据外部气体温度和在室内机2中设定的蒸发温度,来设定第3压缩机301(Comp301)的目标频率(步骤S30)。控制装置30基于温度传感器20的输出值来确定外部气体温度。

[0162] 在步骤S30之后,控制装置30判定第3压缩机301(Comp301)的频率是否超过阈值X(步骤S31)。阈值X是用于判定所要求的高元制冷循环的运转能力的值。控制装置30在判定为第3压缩机301(Comp301)的频率超过阈值X时,使第1高元制冷循环和第2高元制冷循环运转(步骤S32)。控制装置30在判定为第3压缩机301(Comp301)的频率未超过阈值X时,使第2高元制冷循环运转(步骤S34)。

[0163] 这样,控制装置30基于在起动第3压缩机301(Comp301)时设定的频率,来控制起动第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的时机。

[0164] 图13是示出库内的蒸发温度的设定值与冷却能力的关系的曲线图。这里,参照图13对阈值X进行说明。在曲线图中,横轴表示在配置于库内的室内机2中设定的冷凝温度(ET:Evaporation Temperature)。纵轴表示与冷却能力对应的压缩机的频率(Hz)。如图13所示,所需的冷却能力根据外部气体温度AT(Outside air Temperature)而变化。

[0165] 通常,外部气体温度越高则所需的冷却能力越高。例如,在图13中,示出对外部气体温度为20℃的情况与为-15℃的情况进行了比较的例子。在本实施方式中,基于该曲线图,将阈值X决定为60Hz。但是,该值只不过是例示。

[0166] 返回图12的流程图,继续进行说明。控制装置30在步骤S32中进行第1高元制冷循环和第2高元制冷循环的运转的情况下,在第1高元制冷循环和第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理(步骤S33)。

[0167] 由此,在第1高元制冷剂回路100中,根据需要来调整第1热交换器102的第1风扇1021的转速和第1膨胀阀103的开度。此外,在第2高元制冷剂回路200中,根据需要来调整第2热交换器202的第2风扇2021的转速和第2膨胀阀203的开度。控制装置30在步骤S33之后,执行高容量运转模式。高容量运转模式的处理在图14中被公开。

[0168] 控制装置30在步骤S34中进行第2高元制冷循环的运转的情况下,在第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理(步骤S35)。由此,在第2高元制冷剂回路200中,根据需要来调整第2热交换器202的第2风扇2021的转速和第2膨胀阀203的开度。控制装置30在步骤S35之后,执行低容量运转模式。低容量运转模式的处理在图15中被公开。

[0169] ＜高容量运转模式＞

[0170] 图14是示出高容量运转模式的控制的内容的流程图。控制装置30首先判定压力P10是否满足“P10≤阈值B”且“P10≥阈值A”(步骤S40)。如使用图11已经说明的那样,P10表

示低元制冷剂回路300的压力。控制装置30基于设置于低元制冷剂回路300的压力传感器10的输出值来确定压力P10。压力P10与阈值A及阈值B的关系在图11的框W10中示出。

[0171] 在压力P10满足“P10≤阈值B”且“P10≥阈值A”的情况下,压力P10处于图11的框W10所示的(2)的范围。在该情况下,能够判定为压力P10适当。因此,控制装置30将处理返回到步骤S40。在压力P10不满足“P10≤阈值B”且“P10≥阈值A”的情况下,控制装置30判定压力P10是否满足“P10＜阈值A”(步骤S41)。

[0172] 在步骤S41中,在压力P10满足“P10＜阈值A”的情况下,压力P10处于图11的框W10所示的(1)的范围。此时,压力P10成为比下限的阈值A低的值。在该情况下,能够判定为低元制冷剂回路300的压力足够低。换言之,能够判定为高元制冷循环的冷却能力过高。在该情况下,需要降低高元制冷循环侧的压缩机的频率。但是,存在高元制冷循环侧的第1压缩机101和第2压缩机201的频率都已经达到下限频率的可能性。

[0173] 于是,控制装置30在步骤S41中判定为“是”的情况下,判定第1压缩机101(Comp101)和第2压缩机201(Comp201)的频率是否都达到下限频率(步骤S43)。

[0174] 控制装置30在步骤S43中判定为“否”的情况下,使高元制冷循环的压缩机的频率下降(步骤S52)。在步骤S52中,控制装置30优先使第1压缩机101(Comp101)和第2压缩机201(Comp201)中的第1压缩机101(Comp101)的频率下降。

[0175] 更具体而言,在第1压缩机101(Comp101)的频率未达到下限的情况下,在使第1压缩机101(Comp101)的频率下降一定值之后,控制装置30进入下一个步骤S53。此时,不使第2压缩机201(Comp201)的频率下降。在步骤S43中,在第1压缩机101(Comp101)的频率达到下限且第2压缩机201(Comp201)的频率未达到下限的情况下,控制装置30在步骤S52中,在使第2压缩机201(Comp201)的频率下降一定值之后,进入步骤S53。

[0176] 控制装置30在步骤S53中,在第1高元制冷循环和第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理。

[0177] 由此,在第1高元制冷剂回路100中,根据需要来调整第1热交换器102的第1风扇1021的转速和第1膨胀阀103的开度。此外,在第2高元制冷剂回路200中,根据需要来调整第2热交换器202的第2风扇2021的转速和第2膨胀阀203的开度。控制装置30在步骤S53之后,将处理返回到步骤S40。

[0178] 在反复进行了步骤S43的处理的情况下,最终,第1压缩机101(Comp101)和第2压缩机201(Comp201)的频率可能都达到下限值。在第1压缩机101(Comp101)和第2压缩机201(Comp201)的频率都达到下限值的情况下,控制装置30在步骤S43中判定为“是”。此时,起动了第1高元制冷循环和第2高元制冷循环双方时的高元制冷循环的冷却能力达到下限。

[0179] 控制装置30在步骤S43中判定为“是”时,在使第1高元制冷循环停止之后(步骤S54),将运转模式从高容量运转模式切换为低容量运转模式。

[0180] 在步骤S41中,在压力P10不满足“P10＜阈值A”的情况下,压力P10处于图11的框W10所示的(3)的范围。此时,压力P10成为超过上限的阈值B的值。

[0181] 在压力P10超过上限的阈值B的情况下,需要提高高元制冷循环的能力。控制装置30在步骤S41中判定为压力P10不满足“P10＜阈值A”的情况下,判定第1压缩机101(Comp101)和第2压缩机201(Comp201)的频率是否都达到上限值(步骤S42)。

[0182] 控制装置30在步骤S42中判定为“否”的情况下,使高元制冷循环的压缩机的频率

上升(步骤S44)。在步骤S44中,控制装置30优先使第1压缩机101(Comp101)和第2压缩机201(Comp201)中的第2压缩机201(Comp201)的频率上升。

[0183] 更具体而言,在第2压缩机201(Comp201)的频率未达到上限的情况下,在使第2压缩机201(Comp201)的频率上升一定值之后,进入接下来的步骤S45。此时,不使第1压缩机101(Comp101)的频率上升。在步骤S42中,在第2压缩机201(Comp201)的频率达到上限且第1压缩机101(Comp101)的频率未达到上限的情况下,控制装置30在步骤S44中,在使第1压缩机101(Comp101)的频率上升一定值之后,进入步骤S45。

[0184] 控制装置30在步骤S45中,在第1高元制冷循环和第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理。

[0185] 由此,在第1高元制冷剂回路100中,根据需要来调整第1热交换器102的第1风扇1021的转速和第1膨胀阀103的开度。此外,在第2高元制冷剂回路200中,根据需要来调整第2热交换器202的第2风扇2021的转速和第2膨胀阀203的开度。控制装置30在步骤S45之后,将处理返回到步骤S40。

[0186] 在反复进行了步骤S44的处理的情况下,最终,第1压缩机101(Comp101)和第2压缩机201(Comp201)的频率可能都达到上限值。在第1压缩机101(Comp101)和第2压缩机201(Comp201)的频率都达到上限值的情况下,控制装置30在步骤S42中判定为“是”。此时,高元制冷循环的冷却能力达到上限。

[0187] 在步骤S42中判定为“是”的情况下,控制装置30向用户通知能力不足(步骤S46)。控制装置30例如在用于操作室内机2的远程控制器中显示表示能力不足的消息。

[0188] 控制装置30在步骤S46的处理后,使构成低元制冷剂回路300的第3压缩机301(Comp301)的频率下降一定值(步骤S47)。控制装置30针对各制冷循环执行与已经说明的步骤S101同样的处理(步骤S48)。之后,控制装置30判定压力P10是否满足“P10≤阈值B”(步骤S49)。

[0189] 在步骤S49中,在压力P10不满足“P10≤阈值B”的情况下,控制装置30将处理返回到步骤S46。在步骤S49中,在压力P10满足“P10≤阈值B”的情况下,控制装置30判定是否检测到用于停止低元制冷循环的用户操作(步骤S50)。控制装置30持续进行步骤S50的处理,直至检测到用于停止低元制冷循环的用户操作。例如从与室内机2对应的远程控制器向控制装置30输入用户的操作。另外,控制装置30也可以在步骤S50中判定为“否”时,将处理返回到步骤S46,再次向用户通知能力不足。

[0190] 控制装置30在步骤S50中检测到用户的操作时,停止低元制冷循环和第1高元制冷循环(步骤S51)。接着,控制装置30将运转模式切换为停止运转模式。通过将运转模式切换为停止运转模式,防止低元制冷剂回路300的压力异常变高。

[0191] 如使用图14说明的那样,控制装置30在高容量运转模式中,对第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200进行控制,使得由压力传感器10检测的压力进入阈值A～阈值B的范围。

[0192] ＜低容量运转模式＞

[0193] 图15是示出低容量运转模式的控制的内容的流程图。控制装置30首先判定压力P10是否满足“P10≤阈值B”且“P10≥阈值A”(步骤S70)。如使用图11已经说明的那样,P10表示低元制冷剂回路300的压力。控制装置30基于设置于低元制冷剂回路300的压力传感器10

的输出值来确定压力P10。压力P10与阈值A及阈值B的关系在图11的框W10中示出。

[0194] 在压力P10满足“P10≤阈值B”且“P10≥阈值A”的情况下,压力P10处于图11的框W10所示的(2)的范围。在该情况下,能够判定为压力P10适当。在该情况下,控制装置30将处理返回到步骤S70。在压力P10不满足“P10≤阈值B”且“P10≥阈值A”的情况下,控制装置30判定压力P10是否满足“P10＜阈值A”(步骤S71)。

[0195] 在步骤S71中,在压力P10满足“P10＜阈值A”的情况下,压力P10处于图11的框W10所示的(1)的范围。此时,压力P10成为比下限的阈值A低的值。在该情况下,能够判定为低元制冷剂回路300的压力足够低。换言之,能够判定为高元制冷循环的冷却能力过高。在该情况下,需要降低在高元制冷循环侧起动的第2压缩机201的频率。但是,存在第2压缩机201的频率已经到达下限频率的可能性。

[0196] 于是,控制装置30在步骤S71中判定为“是”的情况下,判定第2压缩机201(Comp201)的频率是否达到下限频率(步骤S73)。

[0197] 控制装置30在步骤S73中判定为“否”的情况下,使第2压缩机201(Comp201)的频率下降一定值(步骤S76)。之后,控制装置30在步骤S77中,在第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理。控制装置30在步骤S77之后,将处理返回到步骤S70。

[0198] 在反复进行了步骤S76的处理的情况下,最终,第2压缩机201(Comp201)的频率可能达到下限值。在第2压缩机201(Comp201)的频率达到下限值的情况下,控制装置30在步骤S73中判定为“是”。此时,第2高元制冷循环的冷却能力达到下限。

[0199] 控制装置30在步骤S73中判定为“是”时,通过调整构成低元制冷剂回路300的第3膨胀阀303的开度而使目标过热度(SH)上升(步骤S78)。之后,控制装置30在步骤S79中,在低元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理。具体而言,控制装置30调整第3热交换器302的第3风扇3021的转速。

[0200] 控制装置30在步骤S79之后,判定压力P10是否满足“P10≤阈值B”且“P10≥阈值A”(步骤S80)。在压力P10不满足“P10≤阈值B”且“P10≥阈值A”的情况下,控制装置30再次调整第3膨胀阀303的目标过热度(SH)(步骤S81)。之后,控制装置30执行与步骤S79同样的处理(步骤S82),将处理返回到步骤S70。

[0201] 控制装置30在步骤S80中判断为“是”时,判定是否检测到由用户进行的停止操作(步骤S83)。用户例如通过远程控制器进行使低元制冷循环停止的操作。控制装置30在步骤S83中判定为“否”时,将处理返回到步骤S70。控制装置30在步骤S83中判定为“是”时,停止低元制冷循环(步骤S84)。之后,控制装置30将运转模式切换为停止运转模式。

[0202] 在步骤S71中,在压力P10不满足“P10＜阈值A”的情况下,压力P10处于图11的框W10所示的(3)的范围。此时,压力P10成为超过上限的阈值B的值。

[0203] 在压力P10超过上限的阈值B的情况下,需要提高高元制冷循环的能力。控制装置30在步骤S71中判定为压力P10不满足“P10＜阈值A”的情况下,判定第2压缩机201(Comp201)的频率是否达到上限值(步骤S72)。

[0204] 控制装置30在步骤S72中判定为“否”的情况下,使第2压缩机201(Comp201)的频率上升一定值(步骤S74)。之后,控制装置30在第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理(步骤S75)。控制装置30在步骤S75之后,将处理返回到步骤S70。

[0205] 在反复进行了步骤S74的处理的情况下,最终,第2压缩机201(Comp201)的频率可

能达到上限值。在第2压缩机201(Comp201)的频率达到上限值的情况下,控制装置30在步骤S72中判定为“是”,将运转模式切换为高容量运转模式。通过将运转模式切换为高容量运转模式,第2高元制冷循环起动,高元制冷循环的制冷能力上升。

[0206] 如使用图15说明的那样,控制装置30在低容量运转模式中,对第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200进行控制,使得由压力传感器10检测的压力进入阈值A～阈值B的范围。

[0207] 根据目前为止的说明可理解,控制装置30根据状况在停止运转模式与冷却运转模式之间切换运转模式。更具体而言,控制装置30在停止运转模式和冷却运转模式中均对第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200进行控制,使得由压力传感器10检测的压力进入阈值A～阈值B的范围。另外,阈值也可以根据各模式而不同。

[0208] 此外,如图12所示,控制装置30基于在起动第3压缩机301(Comp301)时设定的频率,来决定以低容量运转模式进行运转还是以高容量运转模式进行运转。尤其是在高容量运转模式中,在高元侧,第1高元制冷循环和第2高元制冷循环都起动。另一方面,在低容量运转模式中,在高元侧,仅第2高元制冷循环起动。因而,控制装置30基于在起动第3压缩机301时设定的频率,对起动第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的时机进行控制。

[0209] 此外,控制装置30如使用图11、图14以及图15说明的那样,根据所需的冷却能力的程度,在低容量运转模式与高容量运转模式之间切换冷却运转模式。

[0210] 如以上那样,控制装置30基于低元制冷剂回路300的制冷循环的状态,使由第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200提供的高元制冷循环的冷却能力变动。

[0211] 此外,如使用图8和图9说明的那样,在起动的高元侧的制冷循环像这样变化时,将高元制冷循环设计为在第1高元制冷循环的冷却能力和第2高元制冷循环的冷却能力中产生重叠的范围是有效的。

[0212] 即,如图8和图9所示,通过设定为能够以第2高元制冷循环的上限频率输出的冷却能力大于能够以第1高元制冷循环的下限频率输出的冷却能力,从而能够抑制在需要成为边界的冷却能力时产生的压缩机的起动和起动停止。

[0213] 此外,能够从第2高元制冷循环向第1高元制冷循环顺利地切换运转。因此,不使第2压缩机201的频率过度地下降,能够得到所需的冷却能力。

[0214] 此外,与本实施方式不同,在不得不使压缩机的频率过度地下降的制冷循环系统的情况下,相对于在压缩机排出制冷剂时一并排出的冷冻机油,在压缩机吸入制冷剂时返回到压缩机的冷冻机油可能会减少。在该情况下,压缩机的马达可能会烧毁。但是,在本实施方式中,无需使第2压缩机201的频率过度地下降,因此,能够防止由于冷冻机油的不足而导致第2压缩机201的马达烧毁,能够提高第2压缩机201的可靠性。

[0215] 实施方式2.

[0216] 接着,对本实施方式2进行说明。图16是示出实施方式2的二元制冷循环装置52的结构的图。如图16所示,实施方式2的二元制冷循环装置52相对于实施方式1的二元制冷循环装置51的结构追加了第4热交换器402。在第4热交换器402设置有促进外部气体与第3制冷剂之间的热交换的第4风扇4021。

[0217] 第4热交换器402设置在低元制冷剂回路300中。第4热交换器402连接在第1级联冷

凝器104与第1压缩机101之间。向第4热交换器402输入从第1压缩机101排出的高温且高压的气体状的第3制冷剂。通过第4风扇4021旋转，第4热交换器402将从第1压缩机101排出的第3制冷剂的热释放到空气中。因此，第4热交换器402作为冷凝器发挥功能。

[0218] 已经说明的实施方式1的二元制冷循环装置51具备低容量运转模式和高容量运转模式这2个模式作为冷却运转模式。在这2个模式中，高元制冷循环起动，低元制冷循环的第3制冷剂被冷却。

[0219] 实施方式2的二元制冷循环装置52除了低容量运转模式和高容量运转模式之外，还具有不使高元制冷循环起动而通过第4热交换器402将第3制冷剂冷却的模式。以下，将该模式称为“低元冷却模式”。这样，实施方式2的冷却运转模式与实施方式1的冷却运转模式相比，能够切换的模式的数量多。以下，为了区分实施方式1的冷却运转模式与实施方式2的冷却运转模式，有时将后者的冷却运转模式特别称为“冷却运转模式2”。

[0220] 在低元冷却模式中，通过与第4热交换器402对应的第4风扇4021旋转来冷却在低元制冷剂回路300中流动的第3制冷剂。另外，二元制冷循环装置52为了适当地保持第3制冷剂的压力，也可以基于压力传感器10的输出值来控制第4风扇4021的转速。

[0221] 在第3制冷剂的压力超过适当范围而上升的情况下，二元制冷循环装置52将运转模式从低元冷却模式切换为低容量运转模式。低容量运转模式的内容与实施方式1相同。但是，在实施方式2的低容量运转模式中，第4热交换器402也继续作为冷凝器发挥功能。因此，在实施方式2的低容量运转模式中，与第4热交换器402对应的第4风扇4021旋转。因此，实施方式2的低容量运转模式的最大冷却能力比实施方式1的低容量运转模式高。

[0222] 另外，在实施方式2的低容量运转模式中，也可以停止与第4热交换器402对应的第4风扇4021的旋转。此外，在实施方式2的低容量运转模式中，控制装置30为了适当地保持第3制冷剂的压力，也可以基于压力传感器10的输出值来控制第4风扇4021的转速。

[0223] 在低容量运转模式中第3制冷剂的压力超过适当范围而上升的情况下，二元制冷循环装置52将运转模式从低容量运转模式切换为高容量运转模式。高容量运转模式的内容与实施方式1相同。但是，在实施方式2的低容量运转模式中，第4热交换器402也继续作为冷凝器发挥功能。因此，在实施方式2的低容量运转模式中，与第4热交换器402对应的第4风扇4021旋转。因此，实施方式2的高容量运转模式的最大冷却能力比实施方式1的低容量运转模式高。

[0224] 另外，在实施方式2的高容量运转模式中，也可以停止与第4热交换器402对应的第4风扇4021的旋转。此外，在实施方式2的高容量运转模式中，控制装置30为了适当地保持第3制冷剂的压力，也可以基于压力传感器10的输出值来控制第4风扇4021的转速。

[0225] ＜传热面积比率＞

[0226] 图17是示出第1热交换器102及第2热交换器202的传热面积与第4热交换器402的传热面积的比率的图。在实施方式2中，第1热交换器102和第2热交换器202构成高元制冷循环的冷凝器，第4热交换器402构成低元制冷循环的冷凝器。因此，图17相当于对高元制冷循环的冷凝器与低元制冷循环的冷凝器的传热面积进行了比较的图。

[0227] 关于第4热交换器402的传热面积相对于第1热交换器102、第2热交换器202以及第4热交换器402的总传热面积的比率，在图17中示出模式1和模式2。

[0228] 在模式1中，第4热交换器402的传热面积相对于第1热交换器102、第2热交换器202

以及第4热交换器402的总传热面积的比率为3％～50％的范围。即，模式1是将低元制冷循环的传热面积相对于低元制冷循环和高元制冷循环的冷凝器的传热总面积的比率设为3％～50％的范围的例子。

[0229] 在模式2中，第4热交换器402的传热面积相对于第1热交换器102、第2热交换器202以及第4热交换器402的总传热面积的比率为8％～30％的范围。即，模式2是将低元制冷循环的传热面积相对于低元制冷循环和高元制冷循环的冷凝器的传热总面积的比率设为8％～30％的范围的例子。

[0230] 作为传热面积比率，相比于模式1，更期望采用模式2。例如，模式2的低元制冷循环的冷凝器的传热面积比率比模式1高，因此，相比于模式1，能够期待模式2提高使用了第4热交换器402的低元冷却模式中的冷却功能。

[0231] 另外，在模式1中，也可以采用第4热交换器402的传热比率的3～50％的范围中的任意比率。此外，在模式2中，也可以采用第4热交换器402的传热比率的8～30％的范围中的任意比率。

[0232] ＜热交换器的一体化＞

[0233] 图18是示出将第1热交换器102、第2热交换器202以及第4热交换器402一体化而得到的第6热交换器602的图。将图16的标号B、标号C以及标号D所示的结构部分一体化而得到的结构相当于第6热交换器602。

[0234] 第6热交换器602具备分割了供第1制冷剂流动的第1高元制冷剂回路100、供第2制冷剂流动的第2高元制冷剂回路200以及供第3制冷剂流动的低元制冷剂回路300、并且第1热交换器102、第2热交换器202以及第4热交换器402被一体化的结构。在第6热交换器602设置有第6风扇6021。但是，也可以对第6热交换器602设置多台风扇。

[0235] 通过将第1热交换器102、第2热交换器202以及第4热交换器402一体化，能够有效利用配置设备的空间。此外，通过将第1热交换器102、第2热交换器202以及第4热交换器402一体化，能够降低成本。

[0236] 图19是示出将第2热交换器202与第4热交换器402一体化而得到的第7热交换器702、以及与第7热交换器702组合使用的第1热交换器102的图。将图16的标号B和标号C所示的结构部分一体化而得到的结构相当于第7热交换器702。

[0237] 第7热交换器702具备分割了供第2制冷剂流动的第2高元制冷剂回路200和供第3制冷剂流动的低元制冷剂回路300、并且第2热交换器202和第4热交换器402被一体化的结构。在第7热交换器702设置有第7风扇7021。但是，也可以对第7热交换器702设置多台风扇。

[0238] 通过将第2热交换器202与第4热交换器402一体化，能够有效利用配置设备的空间。此外，通过将第2热交换器202与第4热交换器402一体化，能够降低成本。另外，也可以将第1热交换器102与第4热交换器402一体化而构成。

[0239] ＜运转模式的控制＞

[0240] 图20是示出实施方式2的运转模式的控制的内容的流程图。控制装置30通过执行基于本流程图的处理而将运转模式切换为冷却运转模式2和停止运转模式。

[0241] 控制装置30首先判定冷却运转是否停止(步骤S1000)。在低元制冷剂回路300的运转由于停电、其他事情而停止的情况下，控制装置30在步骤S1000中判定为“是”，转移到停止运转模式(步骤S2000)。

[0242] 停止运转模式的内容与实施方式1相同,因此这里不再重复其说明。在低元制冷剂回路300的运转未停止的情况下,控制装置30在步骤S1000中判定为“否”,转移到冷却运转模式2(步骤S3000)。

[0243] <冷却运转模式2的控制>

[0244] 图21是示出冷却运转模式2的控制的内容的流程图。控制装置30首先根据外部气体温度和在室内机2中设定的蒸发温度,来设定第3压缩机301(Comp301)的目标频率(步骤S90)。控制装置30基于温度传感器20的输出值来确定外部气体温度。

[0245] 在步骤S90之后,控制装置30判定是否为第3压缩机301(Comp301)的频率为阈值Y以下、并且外部气体(外部气体温度)为设定值以下(步骤S91)。外部气体温度的设定值是预先设定的值。之后使用图22对外部气体温度的设定值进行说明。控制装置30存储有设定值。

[0246] 控制装置30存储有阈值X和阈值Y作为用于判定是否切换制冷循环的运转的阈值。在图21的框W20中,示出第3压缩机301(Comp301)的频率与阈值X及阈值Y的关系。首先,参照框W20,对第3压缩机301(Comp301)的频率与阈值X、Y的关系进行说明。

[0247] 在框W20中,(1)~(3)表示第3压缩机301(Comp301)的频率的值所取的范围。(1)表示第3压缩机301(Comp301)的频率为阈值Y以下的范围。(2)表示第3压缩机301(Comp301)的频率超过阈值Y且小于阈值X的范围。(3)表示第3压缩机301(Comp301)的频率成为阈值X以上的范围。频率范围(2)表示适当范围。频率范围(1)表示比适当范围低的范围。频率范围(3)表示比适当范围高的范围。

[0248] 这里,参照图22和图23,对阈值X、阈值Y以及外部气体温度的设定值详细进行说明。图22是示出库内的蒸发温度的设定值与冷却能力的关系的曲线图(实施方式2)。图23是示出第3压缩机(Comp301)的频率与库内的蒸发温度的设定值的关系的曲线图(实施方式2)。使用图22对阈值X和外部气体温度的设定值进行说明,使用图23对阈值Y进行说明。

[0249] 在图22所示的曲线图中,横轴表示在配置于库内的室内机2中设定的冷凝温度(ET:Evaporation Temperature)。纵轴表示与冷却能力对应的压缩机的频率(Hz)。如图22所示,所需的冷却能力根据外部气体温度AT(Outside air Temperature)而变化。

[0250] 通常,外部气体温度越高则所需的冷却能力越高。例如,在图22中,示出对外部气体温度为20℃的情况和为-15℃的情况进行了比较的例子。在本实施方式2中,基于该曲线图,将阈值X设为60Hz。但是,该值只不过是例示。

[0251] 在图22中,还示出不需要高元运转的区域R10。在区域R10中,在使低元制冷循环运转时,第1高元制冷循环和第2高元制冷循环都不需要运转。在区域R10中,控制装置30选择低元冷却模式作为运转模式。在低元冷却模式中,设置于低元制冷剂回路300的第4热交换器402作为冷凝器发挥功能,由此将第3制冷剂冷却。在低元冷却模式中,高元制冷循环不起动。

[0252] 如图22所示,以外部气体温度AT10为边界来设定区域R10。即,控制装置30将外部气体温度为AT10以下作为条件来选择低元冷却模式。外部气体温度AT10被设定为-15℃至20℃的范围内的任意值。

[0253] 在图23所示的曲线图中,横轴表示第3压缩机301(Comp301)的频率。纵轴表示在配置于库内的室内机2中设定的冷凝温度(ET)。在图23的曲线图中,在第3压缩机301(Comp301)的频率与冷凝温度(ET)的关系中,示出不需要高元运转的区域R10和需要高元运

转的区域R20。区域R20由能力等同线隔开。第3压缩机301(Comp301)的频率和冷凝温度(ET)越高则所需的冷却能力越高。

[0254] 在图23中,作为能够用作阈值Y的值的例子,示出Y1和Y2。阈值Y1是不需要高元运转的区域R10中的第3压缩机301(Comp301)的最大频率。因此,Y1是固定值。阈值Y2是沿着能力等同线的第3压缩机301(Comp301)的频率。因此,Y2是根据在室内机2中设定的冷凝温度(ET)而变动的值。

[0255] 在实施方式2中,可以采用Y1和Y2中的任意一个作为阈值Y。此外,也可以在控制装置30的存储器32中预先存储Y1、Y2这2个阈值。也可以是,控制装置30能够选择采用Y1、Y2中的哪个阈值。

[0256] 返回到图21的流程图继续进行说明。控制装置30在步骤S91中判定为“否”的情况下,进行使第4热交换器402的第4风扇4021旋转的运转(步骤S95)。即,控制装置30开始低元冷却模式的运转。由此,第4热交换器402作为冷凝器发挥功能。其结果是,低元制冷剂回路300的第3制冷剂被第4热交换器402冷却。

[0257] 接着,控制装置30判定是否为第3压缩机301(Comp301)的频率超过阈值Y、并且第3压缩机301(Comp301)的频率小于阈值X(步骤S96)。即,控制装置30判定第3压缩机301的频率是否处于框W20所示的适当范围(2)。

[0258] 控制装置30在步骤S96中判定为“是”时,使第2高元制冷循环运转(步骤S99)。控制装置30在进行第2高元制冷循环的运转的情况下,在第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理(步骤S100)。由此,在第2高元制冷剂回路200中,根据需要来调整第2热交换器202的第2风扇2021的转速和第2膨胀阀203的开度。

[0259] 控制装置30在步骤S100之后,执行低容量运转模式。低容量运转模式的处理在图15中被公开。实施方式2的低容量运转的处理与图15所示的实施方式1的低容量运转模式的控制的内容相同,因此,这里不再重复进行其说明。另外,在实施方式2中,即便运转模式转移到低容量运转模式,也持续进行步骤S95所示的第4热交换器402的第4风扇4021的运转。

[0260] 控制装置30在步骤S96中判定为“否”时,使第1高元制冷循环和第2高元制冷循环运转(步骤S97)。

[0261] 控制装置30在步骤S97中进行第1高元制冷循环和第2高元制冷循环的运转的情况下,在第1高元制冷循环和第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理(步骤S98)。

[0262] 由此,在第1高元制冷剂回路100中,根据需要来调整第1热交换器102的第1风扇1021的转速和第1膨胀阀103的开度。此外,在第2高元制冷剂回路200中,根据需要来调整第2热交换器202的第2风扇2021的转速和第2膨胀阀203的开度。

[0263] 控制装置30在步骤S98之后,执行高容量运转模式。高容量运转模式的处理在图14中被公开。实施方式2的高容量运转的处理与图14所示的实施方式1的高容量运转模式的控制的内容相同,因此,这里不再重复进行其说明。另外,在实施方式2中,即便运转模式转移到高容量运转模式,也持续进行步骤S95所示的第4热交换器402的第4风扇4021的运转。

[0264] 控制装置30在步骤S91中判定为“是”时,进行使第4热交换器402的第4风扇4021旋转的运转(步骤S92)。该处理与已经说明的步骤S95相同。

[0265] 接着,控制装置30判定低元制冷剂回路300的压力P10是否超过阈值B(步骤S93)。

[0266] 如使用图11已经说明的那样,P10表示低元制冷剂回路300的压力。控制装置30基于设置于低元制冷剂回路300的压力传感器10的输出值来确定压力P10。压力P10与阈值A及阈值B的关系在图11的框W10中被示出。

[0267] 在步骤S93中压力P10未超过阈值B的情况下,压力P10未超过所设定的压力范围的上限。于是,控制装置30在步骤S93中判定为“否”的情况下,反复进行步骤S93的判定,直至压力P10超过阈值B。

[0268] 在步骤S93中压力P10超过阈值B的情况下,能够判断为仅通过第4热交换器402进行的散热不够。于是,控制装置30在步骤S93中判定为“是”的情况下,使第2高元制冷循环运转,以使压力P10下降到图11的框W10的(2)的范围(步骤S94)。由此,第2高元制冷剂回路200起动。当第2高元制冷剂回路200起动时,通过第2级联冷凝器204将第3制冷剂冷却。

[0269] 这样,控制装置30在即便起动第4热交换器402、压力P10也高于从阈值A到阈值B的范围的情况下,起动第2高元制冷剂回路200。

[0270] 控制装置30在步骤S94之后,执行低容量运转模式。低容量运转模式的控制的内容在图15中被公开。实施方式2的低容量运转的处理与图15所示的实施方式1的低容量运转模式的控制的内容相同,因此,这里不再重复进行其说明。另外,在实施方式2中,即便运转模式转移到低容量运转模式,也持续进行步骤S92所示的第4热交换器402的第4风扇4021的运转。

[0271] 以上,根据说明的实施方式2,在针对制冷循环的负荷较低时,能够通过利用低元制冷剂回路300具备的第4热交换器402的散热功能,来防止第3制冷剂的压力异常地上升。此时,无需使高元制冷循环运转。因此,能够使制冷循环高效地运转。

[0272] 在实施方式2中,控制装置30基于起动第3压缩机301时设定的频率,来控制起动第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200的时机。此外,在实施方式2中,也执行低容量运转模式和高容量运转模式。低容量运转模式和高容量运转模式的内容作为实施方式1进行了说明。但是,在实施方式2中,第4热交换器402也起动。因此,实施方式2的控制装置30对第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200以及第4热交换器402进行控制,使得压力P10进入从第1阈值A到第2阈值B的范围。

[0273] 控制装置30在外部气体温度较低的情况下(例如-5℃),能够在不起动高元制冷循环的情况下通过控制第4风扇4021的转速来防止低元制冷剂回路300内的压力异常地上升。尤其是在冬季,能够不起动高元制冷循环而使制冷循环运转,因此,能够提高二元制冷循环装置52的节能性。此外,能够提高高元制冷循环的耐用年数。其结果是,能够提高二元制冷循环装置52的性能。

[0274] 从第3压缩机301向第4热交换器402流入的第3制冷剂是过热蒸气。通过在起动高元制冷循环时起动第4热交换器402,能够利用第4热交换器402对向第1级联冷凝器104流入前的第3制冷剂的热量的一部分进行散热。因此,在第1级联冷凝器104中能够在热传递率高的2相区域的第3制冷剂与第1制冷剂中进行热交换。在第2级联冷凝器204中也相同。

[0275] 在低负荷的状况中,不使高元制冷循环起动而使第4热交换器402的第4风扇4021旋转。由此,能够抑制低元制冷剂回路300的压力在起动制冷循环时异常地上升,并且能够提高二元制冷循环装置52的性能。例如,在第3压缩机301的频率比阈值低且外部气体温度比设定值低时,二元制冷循环装置52成为低负荷的状况。

[0276] 另一方面,在虽然第3压缩机301的频率比阈值低但外部气体温度比设定值高时,使第4风扇4021旋转,并且起动第2高元制冷循环。由此,在仅通过第4热交换器402无法进行热处理的状况下,能够可靠地抑制低元制冷剂回路300的压力从制冷循环的起动时异常地上升。

[0277] 此时,第1高元制冷循环不起动,因此,能够通过起动需要最低限度的设备来抑制低元制冷剂回路300的压力上升。因此,能够提高二元制冷循环装置52的节能性。此外,能够提高高元制冷循环的耐用年数。其结果是,能够提高二元制冷循环装置52的性能。

[0278] 此外,在第3压缩机301的频率比阈值高且外部气体温度比设定值高时,也可以使第4风扇4021旋转,并且起动第1高元制冷循环和第2高元制冷循环。由此,在仅通过第4热交换器402和第2高元制冷循环无法进行热处理的状况下,能够可靠地抑制低元制冷剂回路300的压力从制冷循环的起动时异常地上升。

[0279] <冷却运转模式2的控制的变形例>

[0280] 图24是示出实施方式2的冷却运转模式2的变形例的流程图。使用图24对实施方式2的冷却运转模式2的变形例进行说明。

[0281] 控制装置30首先根据外部气体温度和在室内机2中设定的蒸发温度,来设定第3压缩机301(Comp301)的目标频率(步骤S120)。步骤S120的处理与图21的步骤S90的处理相同。

[0282] 接着,控制装置30判定第3压缩机301(Comp301)的频率是否为阈值Y以下(步骤S121)。控制装置30在判定为在步骤S120中设定的第3压缩机301的频率为阈值Y以下的情况下,判定外部气体温度是否为设定值以下(步骤S122)。这里,外部气体温度是由温度传感器20检测到的温度。

[0283] 控制装置30在判定为外部气体温度是设定值以下的情况下,进行使第4热交换器402的第4风扇4021旋转的运转(步骤S123)。由此,第4热交换器402起动。该处理与图21的步骤S92相同。之后,控制装置30进行步骤S124~S125的处理。该处理与图21的步骤S93~S94的处理相同。

[0284] 控制装置30在步骤S122中判断为外部气体温度不是设定值以下的情况下,使第4热交换器402的第4风扇4021旋转,并且起动第2高元制冷剂回路200(步骤S126)。接着,控制装置30在第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理(步骤S127),转移到低容量运转模式。

[0285] 控制装置30在步骤S121中判定为第3压缩机301的频率不是阈值Y以下的情况下,判定外部气体温度是否为设定值以下(步骤S128)。控制装置30在判断为外部气体温度是设定值以下的情况下,执行已经说明的步骤S126的处理。

[0286] 控制装置30在步骤S128中判断为外部气体温度不是设定值以下的情况下,使第4热交换器402的第4风扇4021旋转,并且起动第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200(步骤S129)。接着,控制装置30在第2高元制冷循环中执行与已经说明的步骤S101同样的处理(步骤S130),转移到高容量运转模式。

[0287] 如以上说明的那样,在变形例中,控制装置30基于在起动第3压缩机301时设定的频率和温度传感器20的检测结果,来控制起动第1高元制冷剂回路100、第2高元制冷剂回路200以及第4热交换器402的时机。

[0288] 在实施方式2中,也能够应用作为实施方式1说明的各种变形例。例如,也可以对实

施方式2应用图4～图7所示的实施方式1的任意变形例。此外,可以应用这些变形例的全部,也可以应用这些变形例中的一个或两个以上。

[0289] ＜其他变形例＞

[0290] 二元制冷循环装置51和二元制冷循环装置52具备相对于1个低元制冷循环系统将高元制冷循环分割为2个系统的结构。但是,二元制冷循环装置51和二元制冷循环装置52也可以具备相对于1个低元制冷循环系统将高元制冷循环分割为3个系统的结构。例如,二元制冷循环装置51和二元制冷循环装置52也可以还具备第3高元制冷循环。

[0291] 第3高元制冷循环也可以具备比第1高元制冷循环高的冷却能力。第3高元制冷循环也可以具备比第2高元制冷循环低的冷却能力。在第3高元制冷循环中,也可以使用与第1制冷剂～第3制冷剂不同种类的制冷剂。在第3高元制冷循环中,也可以使用第1制冷剂～第3制冷剂中的任意的制冷剂。在第1高元制冷循环～第3高元制冷循环中,也可以使用共同种类的制冷剂。

[0292] 也可以在第3压缩机301的排出侧设置对第3压缩机301排出的高温制冷剂的温度进行检测的排出温度传感器。也可以在第3压缩机301的吸入部侧设置低压压力传感器,计算低压饱和温度ET。

[0293] 在图21所示的冷却运转模式2中,控制装置30在步骤S91中判定为“是”时以及在判定为“否”时,都进行使第4热交换器402的第4风扇4021旋转的运转。取而代之,也可以是,控制装置30在步骤S91中判定为“否”时,不使第4热交换器402的第4风扇4021旋转,转移到步骤S96的处理。

[0294] 在实施方式2的高容量运转模式中,控制装置30为了适当地保持第3制冷剂的压力,也可以基于压力传感器10的输出值来控制第4风扇4021的转速。例如,控制装置30在图14所示的流程图的步骤S42中判定为“否”的情况下,也可以将第4热交换器402的第4风扇4021的转速上升到最大速度。之后,控制装置30也可以在执行步骤S44的处理之前,进行与步骤S41同样的判定。控制装置30在即便将第4热交换器402的第4风扇4021的转速上升到最大速度也无法抑制压力上升的情况下,也可以执行步骤S44的处理。

[0295] 即,控制装置30也可以基于压力传感器10的检测结果,对第4热交换器402、或者第1高元制冷剂回路100或第2高元制冷剂回路200的制冷循环进行控制,使得压力进入第1阈值至第2阈值的范围。

[0296] 在实施方式2的低容量运转模式中,控制装置30为了适当地保持第3制冷剂的压力,也可以基于压力传感器10的输出值来控制第4风扇4021的转速。例如,控制装置30在图15所示的流程图的步骤S73中判定为第2压缩机201(Comp201)的频率达到下限频率的情况下,也可以将第4热交换器402的第4风扇4021的转速降低一定量。之后,控制装置30也可以在降低第4风扇4021的转速之后执行步骤S78～步骤S80的处理。此外,控制装置30在步骤S80中判定为“否”的情况下,也可以再次将第4风扇4021的转速降低一定量。或者,控制装置30在步骤S73中判定为“否”的情况下,也可以停止第4热交换器402的第4风扇4021。

[0297] 即,控制装置30也可以基于压力传感器10的检测结果,对第4热交换器402的第4风扇4021的转速、第1高元制冷剂回路100以及第2高元制冷剂回路200的制冷循环进行控制,使得压力进入第1阈值至第2阈值的范围。

[0298] 如以上说明的那样,根据实施方式1和实施方式2的二元制冷循环装置51、52,第1

高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200构成为各自的最大冷却能力互不相同,因此,无论在冷却运转模式和停止运转模式中的哪个运转模式中,都能够起动与负荷所要求的冷却能力相应的高元制冷循环。其结果是,根据实施方式1的二元制冷循环装置,能够通过多个高元制冷循环实现与负荷所要求的冷却能力的变化相应的灵活的运转。

[0299] 此外,根据实施方式1和实施方式2的二元制冷循环装置51、52,由第1高元制冷剂回路100和第2高元制冷剂回路200提供的高元制冷循环的冷却能力基于低元制冷剂回路300的制冷循环的状态而变动。例如,根据对第3压缩机301设定的目标频率的大小,来选择低容量运转模式和高容量运转模式中的任意一方。其结果是,根据实施方式1的二元制冷循环装置,能够通过多个高元制冷循环实现与负荷所要求的冷却能力的变化相应的灵活的运转。

[0300] ＜公开要点＞

[0301] 以下,汇总本公开的几个要点。

[0302] (要点1)

[0303] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,第2高元制冷循环的第2压缩机201、第2热交换器202、第2膨胀阀203以及第2级联冷凝器204中的至少1个结构要素由能力比第1高元制冷循环的第1压缩机101、第1热交换器102、第1膨胀阀103以及第1级联冷凝器104中的对应的结构要素小的结构要素构成。

[0304] 通常,当高元制冷循环的能力相对于停止运转模式所需的冷却能力过大时,压缩机频繁地起动和起动停止,制冷循环的可靠性下降。但是,在本公开中,相对于第1高元制冷循环,由小型的要素构成第2高元制冷循环,由此,在停止运转模式中,能够抑制高元制冷循环的压缩机的频繁的起动和起动停止。

[0305] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,将高元制冷循环分割为多个。由此,即便在高元制冷循环的一部分制冷循环中发生了故障等不良情况,也能够使其他的高元制冷循环运转。其结果是,在停止运转模式中,能够抑制压力在低元制冷循环中异常地上升。

[0306] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,通过利用二元制冷循环,即便在低元制冷循环中使用了高压制冷剂的情况下,也能够在降低了低元制冷循环的冷凝温度的状态下运转。

[0307] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,由于能够在降低了低元制冷循环的冷凝温度的状态下运转,因此,能够降低制冷剂配管所要求的耐压压力。

[0308] 本公开的二元制冷循环装置51、52在高元和低元中具有不同的制冷循环回路,因此,能够灵活地应对各国的制冷剂限制。

[0309] (要点2)

[0310] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,在将所需的高元制冷循环的容量(冷却能力)设为100％的情况下,优选第2高元制冷循环的容量小于50％。此外,更优选第2高元制冷循环的容量为35％以下,更优选第2高元制冷循环的容量为20％以下。另外,在降低容量的情况下,优选使压缩机小型化。这是因为,使压缩机小型化对于降低成本和降低冷却能力来说最有效。

[0311] 优选设计为能够以第2高元制冷循环的上限频率输出的冷却能力相对于能够以第1高元制冷循环的下限频率输出的冷却能力较大。通过对高元制冷循环的容量设置差,能够

扩大运转范围。

[0312] 通过设计为能够以第2高元制冷循环的上限频率输出的冷却能力相对于能够以第1高元制冷循环的下限频率输出的冷却能力较大,能够抑制在需要成为边界的冷却能力时压缩机频繁地起动和起动停止。

[0313] (要点3)

[0314] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,用于高元制冷循环的第1热交换器102和第2热交换器202由两个热交换器一体化而得到的第5热交换器502构成。根据本公开,能够减少高元制冷循环的风扇的数量。其结果是,能够实现省空间化和低成本化。

[0315] (要点4)

[0316] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,用于低元制冷循环的制冷剂是CO2。在低元制冷循环中使用作为高压制冷剂的CO2的情况下,能够在高元制冷循环中降低低元制冷循环的冷凝压力。其结果是,能够将低耐压压力的配管和各要素设备应用于低元制冷循环。

[0317] CO2是自然制冷剂,因此,能够大幅削减设备的总GWP。通过在仓库等与室内机连接的低元制冷循环中使用不可燃气体,在制冷剂发生泄漏时,制冷剂不会燃烧。

[0318] 相比于在单级制冷循环或两级制冷循环中应用CO2的情况,在冷凝侧使用的压力较低,因此,相比于在单级制冷循环或两级制冷循环中使用CO2的情况,能够降低制冷剂量的使用量。

[0319] (要点5)

[0320] 通过在第2高元制冷循环中设置无间断电源装置205,即便低元制冷循环和第1高元制冷循环由于停电而停止,也能够使第2高元制冷循环运转。由此,能够抑制低元制冷循环的压力上升。

[0321] 由于在与第1高元制冷循环相比为小型的第2高元制冷循环中应用无间断电源装置205,因此,能够减小所需的电源容量。能够通过减小所需的电源容量来抑制成本。此外,能够使电源尺寸小型化。

[0322] (要点6)

[0323] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,向第2高元制冷循环的回路内封入的制冷剂与向低元制冷循环和第1高元制冷循环的回路内封入的制冷剂不同。尤其是向容量小的第2高元制冷循环封入理论性能或实际使用上的性能比向低元制冷循环及第1高元制冷循环的回路内封入的制冷剂高的制冷剂。由此,能够提高系统COP。此外,能够确保可靠性。

[0324] (要点7)

[0325] 在本公开的二元制冷循环装置52中,低元制冷循环在第3压缩机301与第1级联冷凝器104之间具有将从第3压缩机301排出的高温制冷剂的热释放到空气中的第4热交换器402。由此,在外部气体温度较低时,仅通过第4热交换器402的散热就能够防止低元制冷循环的第3制冷剂的压力异常地上升。即,不需要高元制冷循环的运转。其结果是,能够进行高效的运转。

[0326] 此外,在低元制冷循环中,能够将第3制冷剂的热量的一部分释放到空气中。其结果是,作为过热蒸气的第3制冷剂在由第4热交换器402冷却后被引导到第1级联冷凝器104。因此,在第1级联冷凝器104中,能够在热传递率高的2相区域的第3制冷剂和第1制冷剂中进行热交换。在第2级联冷凝器204中也相同。

[0327] (要点8)

[0328] 在本公开的二元制冷循环装置52中,第4热交换器402由与第1热交换器102及第2热交换器202一起一体化而成的第6热交换器602构成。此外,第4热交换器402由与第2热交换器202一体化而成的第7热交换器702构成。根据本公开,能够减少高元制冷循环的风扇的数量。其结果是,能够实现省空间化和低成本化。

[0329] (要点9)

[0330] 第4热交换器402的传热面积相对于第1热交换器102、第2热交换器202以及第4热交换器402的总传热面积的比率为3%以上且小于50%的范围,或者为8%以上且小于30%的范围。通过使第4热交换器402的传热面积的比率适当化,能够根据制冷循环的运转状况,不起动高元制冷循环,仅通过第4热交换器402的散热来抑制低元制冷剂回路300的压力上升。

[0331] (要点10)

[0332] 在本公开的二元制冷循环装置51、52中,设置有返回制冷剂配管18,使得气体制冷剂从受液器304经由止回阀305而与第1级联冷凝器104或第2级联冷凝器的204入口部连通。返回制冷剂配管18设置于受液器304的上部。因此,为了抑制制冷剂的压力上升,能够仅使想要冷凝的气体制冷剂返回到第1级联冷凝器104或第2级联冷凝器204。

[0333] 受液器304设置于在铅垂方向上比第2级联冷凝器204低的位置。因此,能够使液体的第3制冷剂在自重的作用下汇集于受液器304。

[0334] (要点11)

[0335] 本公开的二元制冷循环装置51、52基于设置于低元制冷循环的冷凝部分的压力传感器10的检测结果,控制高元制冷循环的风扇(第1风扇1021、第2风扇2021)的转速、压缩机(第1压缩机101、第2压缩机201)的频率、以及膨胀阀(第1膨胀阀103、第2膨胀阀203)的开度,使得成为预先设定的阈值的压力范围。

[0336] 本公开的二元制冷循环装置51、52根据压力传感器10的检测结果而起动高元制冷循环。在负荷较大时,不仅起动第2高元制冷循环,还起动第1高元制冷循环。此外,通过将高元制冷循环的风扇的转速、膨胀阀的开度、压缩机的频率控制为所希望的制冷循环状态,能够抑制低元制冷循环的压力上升。

[0337] 尤其是通过对风扇(第1风扇1021、第2风扇2021)的转速进行控制(冷凝温度的控制),能够抑制高元制冷循环的压力异常地上升,并且在成为低压缩比的运转条件时能够降低转速,保持压缩比。

[0338] 此外,通过对膨胀阀(第1膨胀阀103、第2膨胀阀203)的开度进行控制(SH的控制),能够根据运转状态,使高元侧的第1压缩机101和第2压缩机201吸入气体制冷剂。通过使第1压缩机101和第2压缩机201吸入气体制冷剂,能够提高第1压缩机101和第2压缩机201的可靠性。

[0339] 通过对压缩机(第1压缩机101、第2压缩机201)的频率进行控制使得压力成为设定的压力,能够根据低元制冷循环的负荷来控制高元制冷循环的冷却能力。此外,通过使压力的阈值具有范围,能够抑制压缩机的起动和起动停止的频发,并且能够防止压缩机的频率频繁地变更。

[0340] 例如,起动低元制冷循环的第3压缩机301和第2高元制冷循环的第2压缩机201。在

低元制冷循环的冷凝能力超过高元制冷循环的蒸发能力的情况下,第3制冷剂的压力上升,例如,假设成为与3℃对应的压力以上。在该情况下,使第2高元制冷循环的第2压缩机201的频率上升,直至第3制冷剂的压力成为基准值(例如与0℃对应的压力)。如果成为使第2压缩机201的压力成为目标值的频率,则维持运转。在负荷较大的情况下,起动第1高元制冷循环的第1压缩机101。但是,在起动时的第3压缩机301的频率非常高的情况下,也可以同时起动第1高元制冷循环和第2高元制冷循环。

[0341] 压力传感器10只要在从第3压缩机301的排出部到第1级联冷凝器104的入口的区间,则也可以设置在任意的位置,但优选设置在第3制冷剂的压力最高的第3压缩机301的排出部。优选的是,在高元制冷循环内,基本上优先起动小容量的第2高元制冷循环,抑制低元制冷剂回路300内的压力异常地上升。这是因为,第2高元制冷循环与第1高元制冷循环相比为小容量,因此,能够防止在压缩机中频繁地发生起动和起动停止。此外,在向第2高元制冷循环封入了理论性能高的制冷剂时,能够进行高效的运转。

[0342] (要点12)

[0343] 本公开的二元制冷循环装置51、52基于第3压缩机301的起动时的设定频率,来控制第1高元制冷循环和第2高元制冷循环的起动的时机。例如,在第3压缩机301的频率比阈值低时,仅起动小容量的第2高元制冷循环,在第3压缩机301的频率比阈值高时,从起动时起动第1高元制冷循环和第2高元制冷循环。

[0344] 由此,能够可靠地抑制在起动了制冷循环时压力急剧上升。此外,在第3压缩机301的频率较低时不起动第1高元制冷循环,由此,能够在高元制冷循环侧抑制压缩机频繁地反复进行起动和起动停止。其结果是,能够提高可靠性。此外,能够不进行不需要的设备工作而实施冷却运转,因此,能够提高性能。

[0345] (要点13)

[0346] 本公开的二元制冷循环装置52基于压力传感器10的检测结果,来控制第4热交换器402的第4风扇4021的转速、高元制冷循环的风扇(第1风扇1021、第2风扇2021)的转速、压缩机(第1压缩机101、第2压缩机201)的频率以及膨胀阀(第1膨胀阀103、第2膨胀阀203)的开度,使得在设定的范围内维持压力。

[0347] 根据本公开,通过设置第4热交换器402,在外部气体温度较低的情况下(例如-5℃),能够不起动高元制冷循环,通过控制第4风扇4021的转速来防止低元制冷剂回路300内的压力异常地上升。

[0348] (要点14)

[0349] 本公开的二元制冷循环装置52基于第3压缩机301的起动时的设定频率和外部气体温度,来控制第4热交换器402的风扇的起动时机、第1高元制冷循环的起动时机以及第2高元制冷循环的起动时机。

[0350] <公开的特征>

[0351] 以下,列举出本公开的若干特征。

[0352] (1)本公开的二元制冷循环装置(51)具备:使第1制冷剂循环的第1高元制冷剂回路(100)、使第2制冷剂循环的第2高元制冷剂回路(200)、使第3制冷剂循环的低元制冷剂回路(300)、在第1制冷剂与第3制冷剂之间交换热的第1级联冷凝器(104)、以及在第2制冷剂与第3制冷剂之间交换热的第2级联冷凝器(204),第1高元制冷剂回路(100)具有第1压缩机

(101)、第1热交换器(102)以及第1膨胀阀(103),按照第1压缩机(101)、第1热交换器(102)、第1膨胀阀(103)、第1级联冷凝器(104)以及第1压缩机(101)的顺序使第1制冷剂循环,第2高元制冷剂回路(200)具有第2压缩机(201)、第2热交换器(202)以及第2膨胀阀(203),按照第2压缩机(201)、第2热交换器(202)、第2膨胀阀(203)、第2级联冷凝器(204)以及第2压缩机(201)的顺序使第2制冷剂循环,低元制冷剂回路(300)具有第3压缩机(301)、第3热交换器(302)以及第3膨胀阀(303),按照第3膨胀阀(303)、第3热交换器(302)、第3压缩机(301)的顺序使第3制冷剂循环,第1高元制冷剂回路(100)和第2高元制冷剂回路(200)构成为各自的最大冷却能力互不相同(图3)。

[0353] 根据本公开,可提供能够通过多个高元制冷循环实现与负载所要求的冷却能力的变化相应的灵活的运转的二元制冷循环装置。

[0354] (2)第2高元制冷剂回路(200)的最大冷却能力小于第1高元制冷剂回路(100)和第2高元制冷剂回路(200)的最大冷却能力的50%(图3)。

[0355] (3)第2压缩机(201)、第2热交换器(202)、第2膨胀阀(203)以及第2级联冷凝器(204)中的至少1个结构要素由能力比第1压缩机(101)、第1热交换器(102)、第1膨胀阀(103)以及第1级联冷凝器(104)中的对应的结构要素小的结构要素构成。

[0356] (4)第1高元制冷剂回路(100)的最大冷却能力比第2高元制冷剂回路(200)的最大冷却能力大,第2高元制冷剂回路(200)的冷却能力的上限值包含在第1高元制冷剂回路(100)的冷却能力的范围内(图8、图9)。

[0357] (5)第1热交换器(102)和第2热交换器(202)由一体型的热交换器(502)构成。

[0358] (6)第3制冷剂是二氧化碳(图3)。

[0359] (7)第2高元制冷剂回路(200)与无间断电源装置(205)连接(图6、图7)。

[0360] (8)第1制冷剂(R1234yf等)是种类与第2制冷剂(R32等)不同的制冷剂。

[0361] (9)低元制冷剂回路(300)还具有:受液器(304),其配置在第2级联冷凝器(204)与第3膨胀阀(303)之间;以及返回路径(返回制冷剂配管18的路径),其使从第2级联冷凝器(204)流入到受液器(304)的第3制冷剂返回到第1级联冷凝器(104)或第2级联冷凝器(204),在返回路径中设置有阻止第3制冷剂向受液器(304)的方向流动的止回阀(305)。

[0362] (10)返回路径与受液器(304)的上部连接(图2)。

[0363] (11)受液器(304)配置于在铅垂方向上比第2级联冷凝器(204)的位置低的位置(图2)。

[0364] 此次公开的实施方式在全部方面进行了例示,不应认为具有限制性。本公开的范围由权利要求书示出而并非由上述的实施方式的说明示出,包含与权利要求书同等的含义和范围内的全部变更。

[0365] 附图标记说明

[0366] 1室外机,2室内机,10压力传感器,15延长配管,16第1制冷剂配管,17第2制冷剂配管,18返回制冷剂配管,20温度传感器,30控制装置,31处理器,32存储器,51、52二元制冷循环装置,100第1高元制冷剂回路,101第1压缩机,102第1热交换器,103第1膨胀阀,104第1级联冷凝器,200第2高元制冷剂回路,201第2压缩机,202第2热交换器,203第2膨胀阀,204第2级联冷凝器,205无间断电源装置,300低元制冷剂回路,301第3压缩机,302第3热交换器,303第3膨胀阀,304受液器,305止回阀,402第4热交换器,502第5热交换器,602第6热交换

器,702第7热交换器,1021第1风扇,2021第2风扇,3021第3风扇,4021第4风扇,5021第5风扇,6021第6风扇,7021第7风扇,AT10外部气体温度,R10不需要高元运转的区域,R20需要高元运转的区域,W10、W20框。

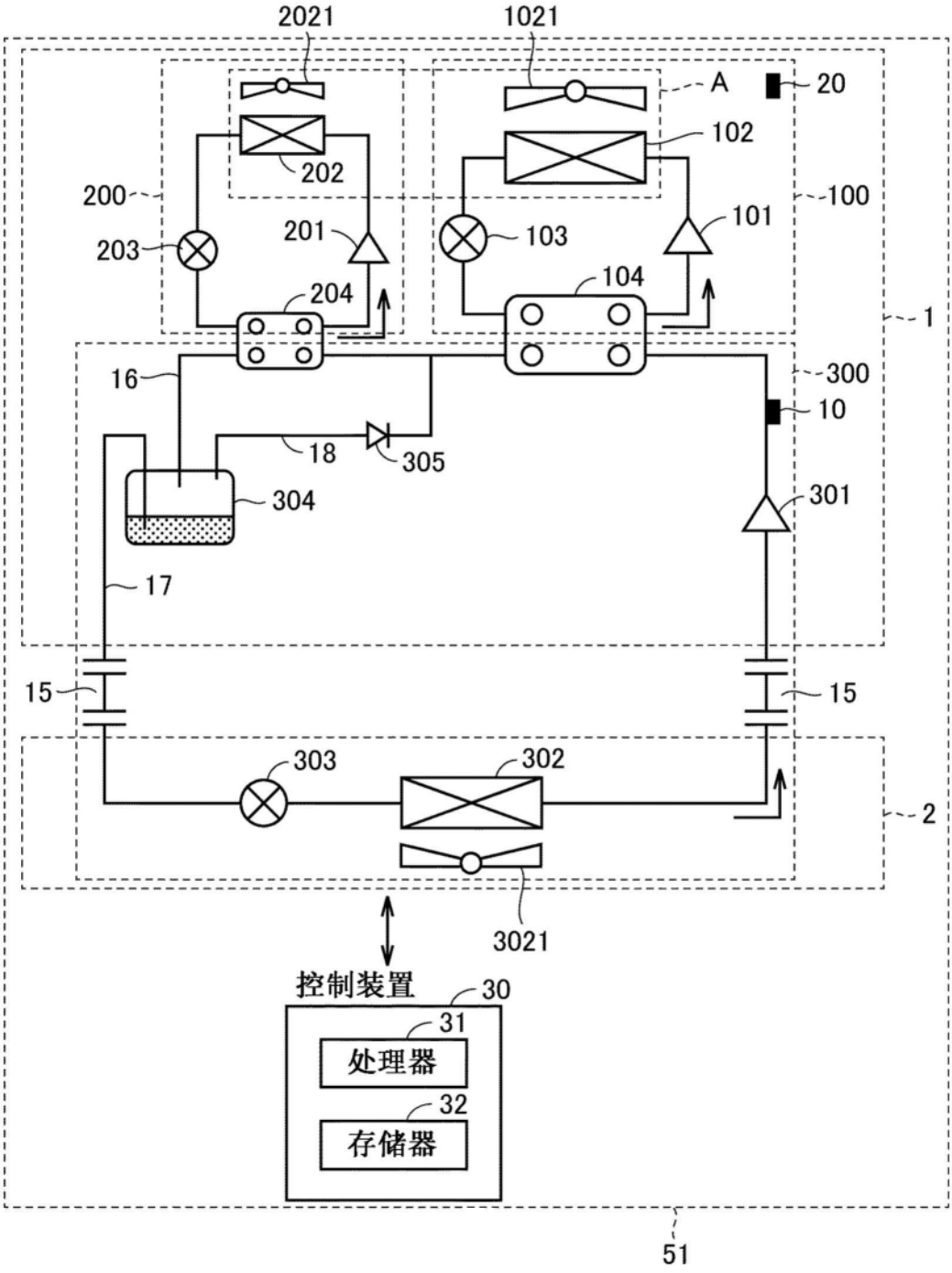

2021
1021
A
20
102
202
200
100
101
201
103
203
104
204
1
16
300
10
18
305
304
301
17
15
15
303
302
2
3021
控制装置
30
31
处理器
32
存储器
51

图1

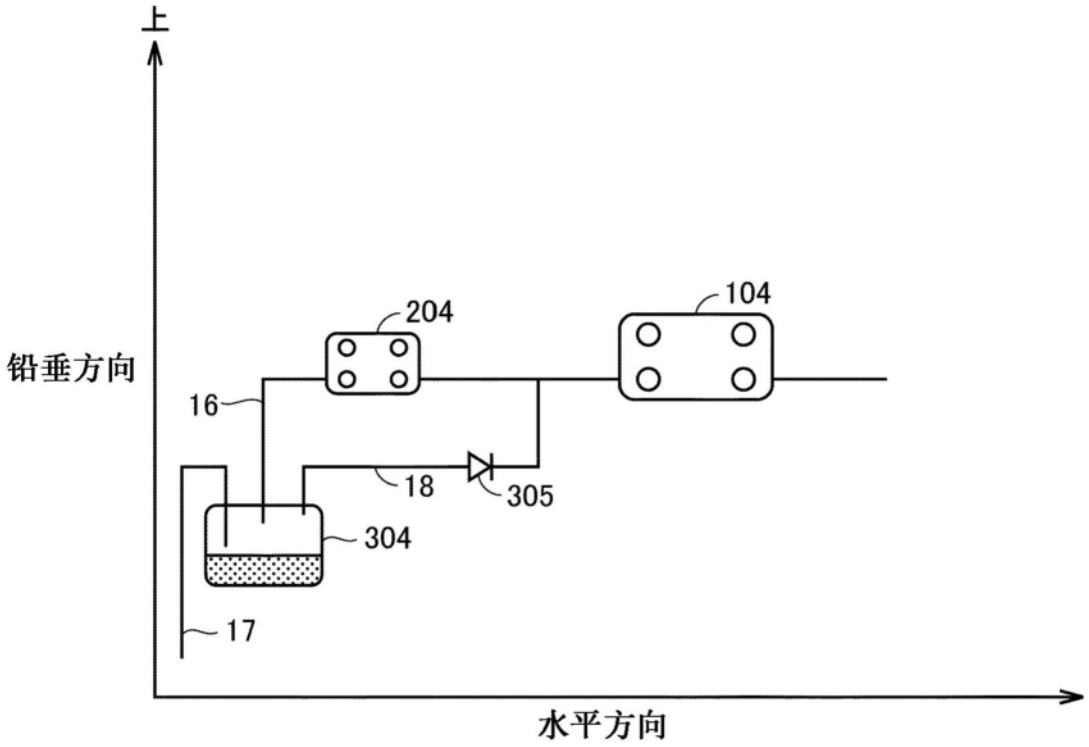


图2

制冷剂回路	额定能力	下限能力(25%)	容量比（冷却能力比）	制冷剂
第1高元制冷剂回路	41kW	10kW	约80%	R1234yf
第2高元制冷剂回路	10kW	2.5kW	※约20%	R32
低元制冷剂回路	-	-	-	高压制冷剂(CO2)

※第2高元制冷剂回路的容量比小于50%即可，但优选为35%以下。

图3

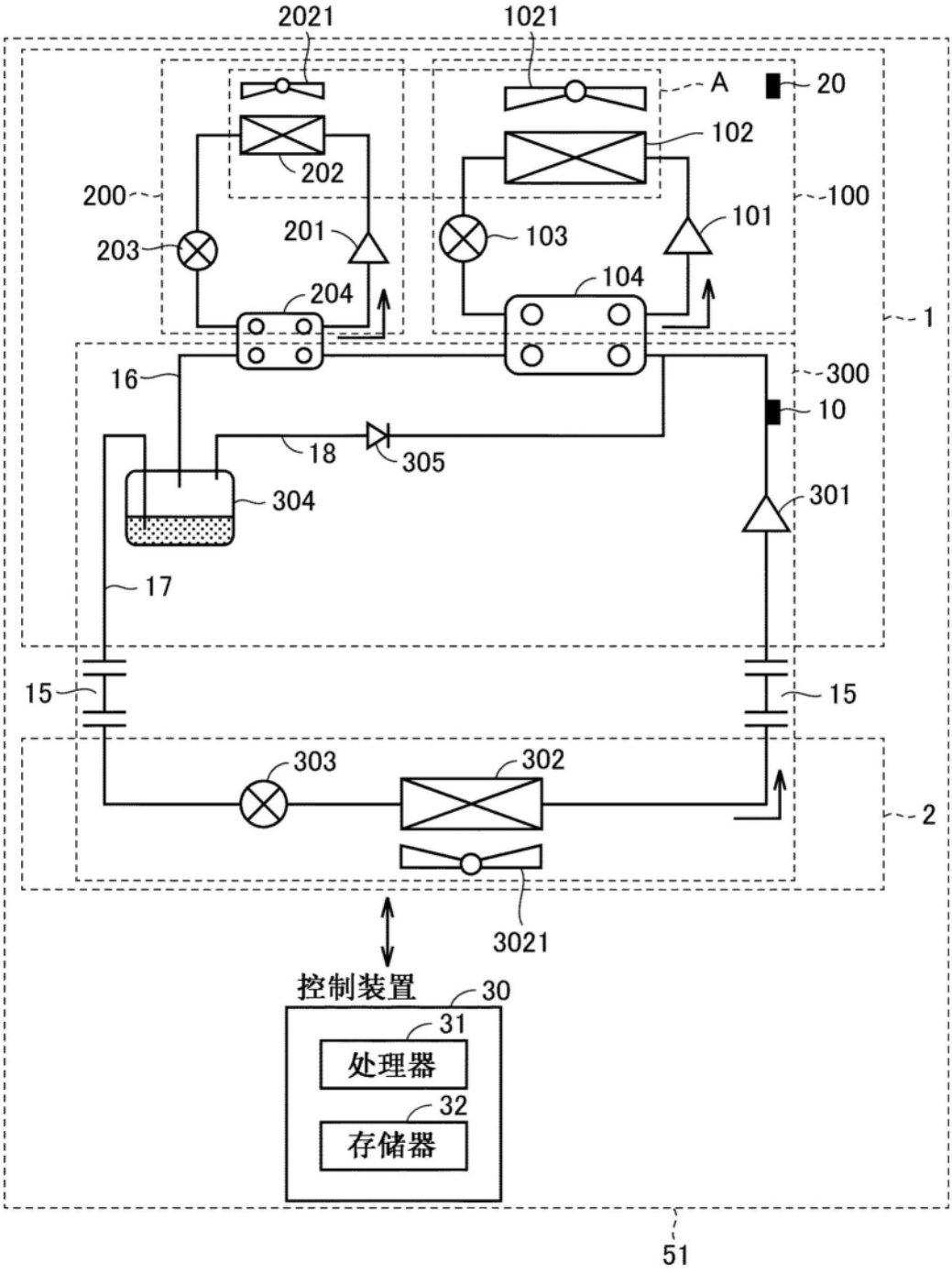

2021
1021
A
20
102
202
200
100
101
201
203
103
104
204
1
16
300
10
18
305
304
301
17
15
15
303
302
2
3021
控制装置
30
31
处理器
32
存储器
51

图4

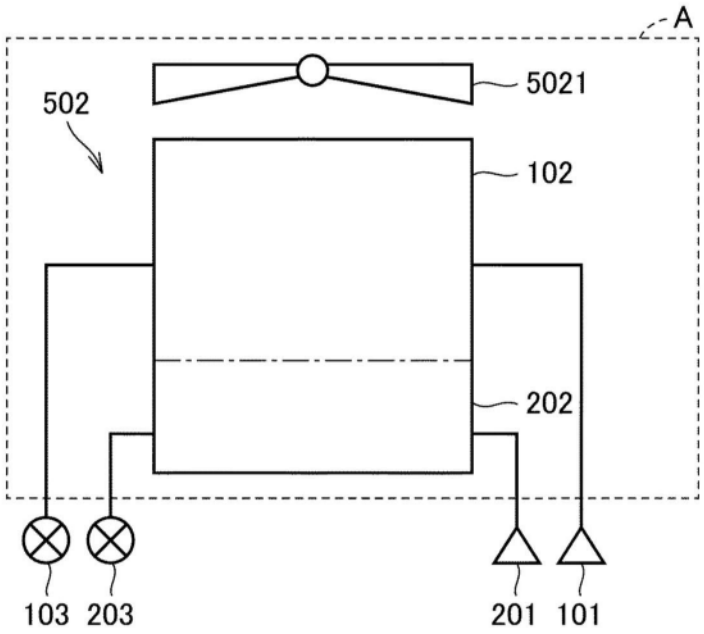


图5

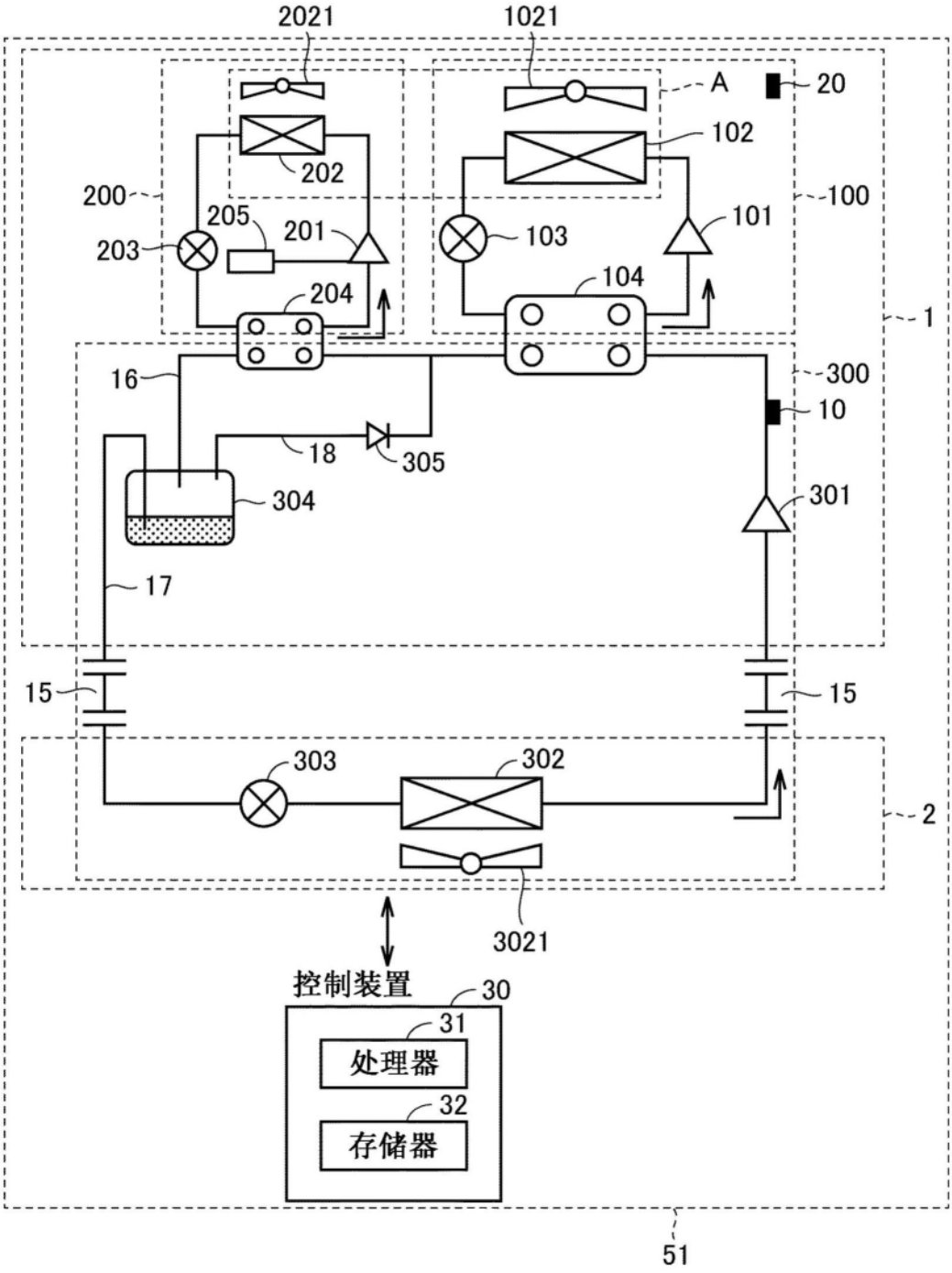

2021
1021
A
20
102
202
200
100
205
201
101
203
103
104
204
1
16
300
10
18
305
304
301
17
15
15
303
302
2
3021
控制装置
30
31
处理器
32
存储器
51

图6

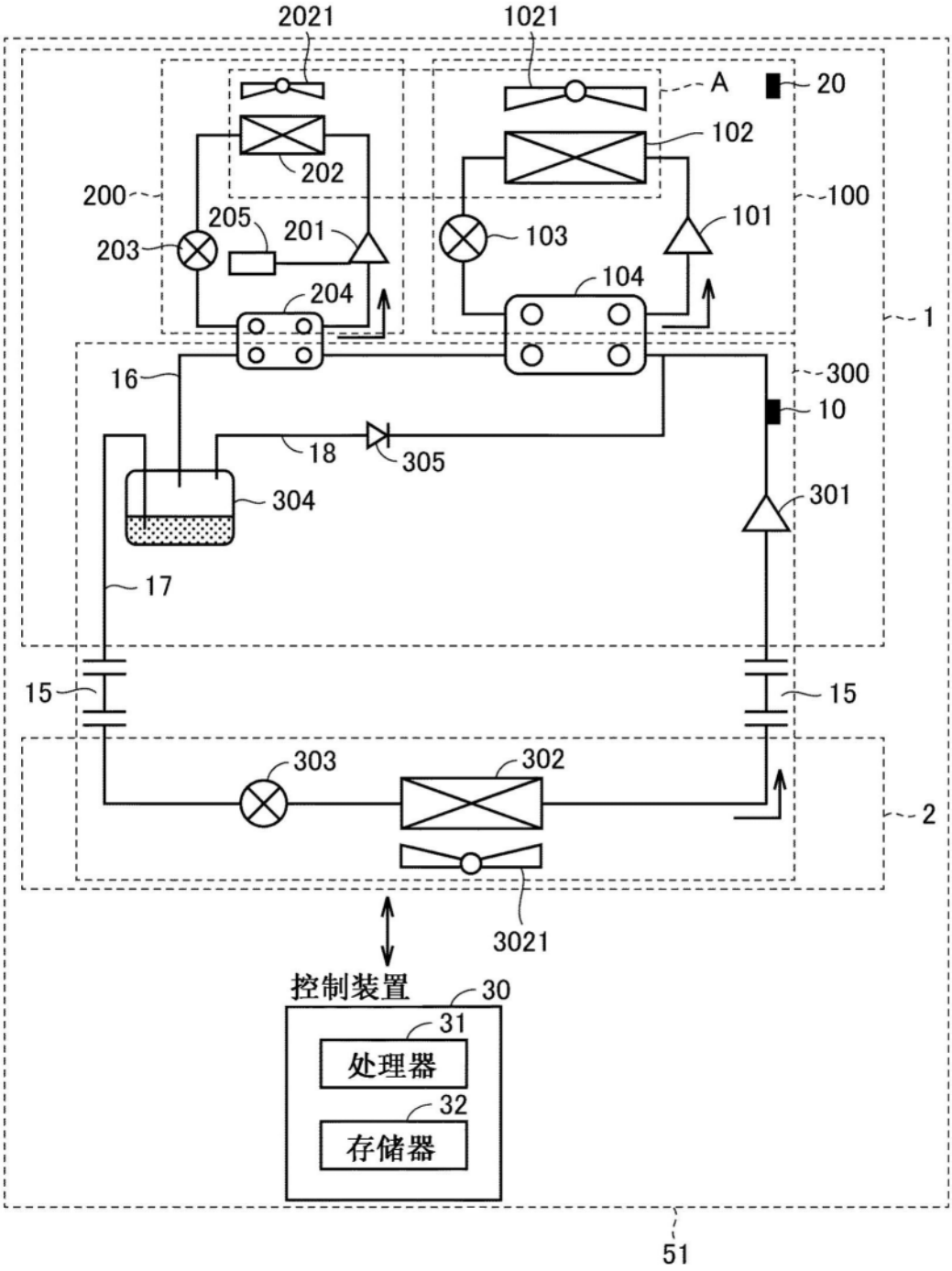

2021
1021
A
20
102
202
200
100
205
201
101
203
103
104
204
1
16
300
10
18
305
304
301
17
15
15
303
302
2
3021
控制装置
30
31
处理器
32
存储器
51

图7

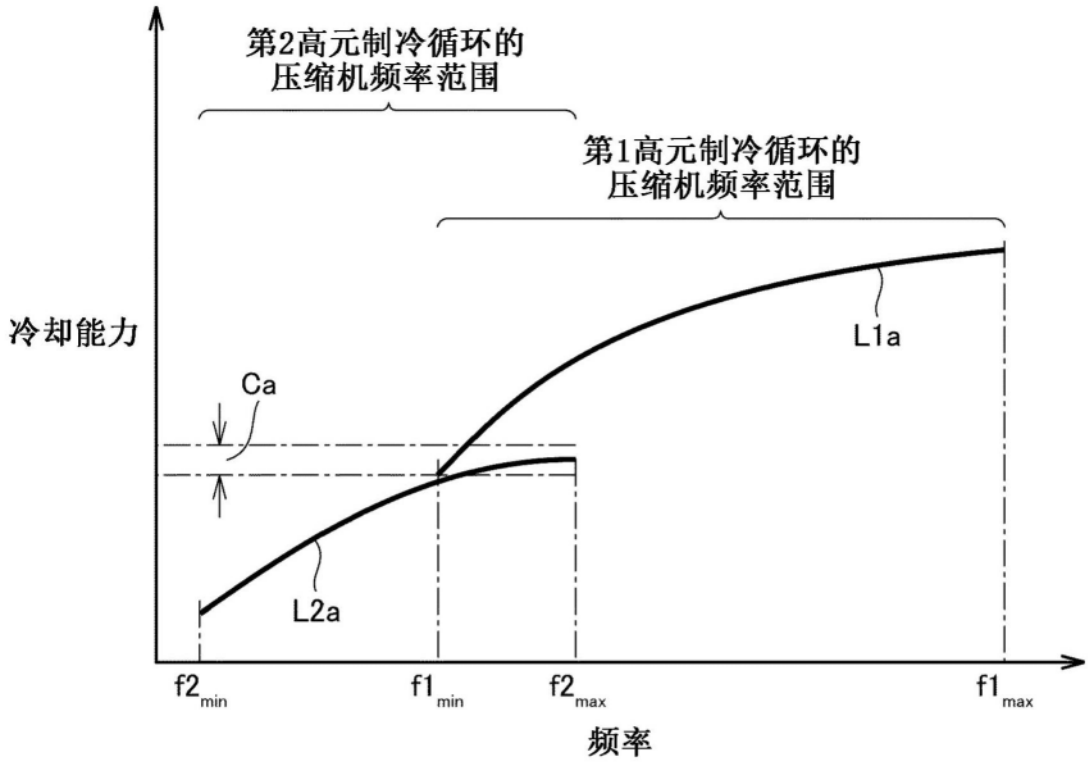

第2高元制冷循环的
压缩机频率范围
第1高元制冷循环的
压缩机频率范围
冷却能力
L1a
Ca
L2a
f2min
f1min
f2max
f1max
频率

图8

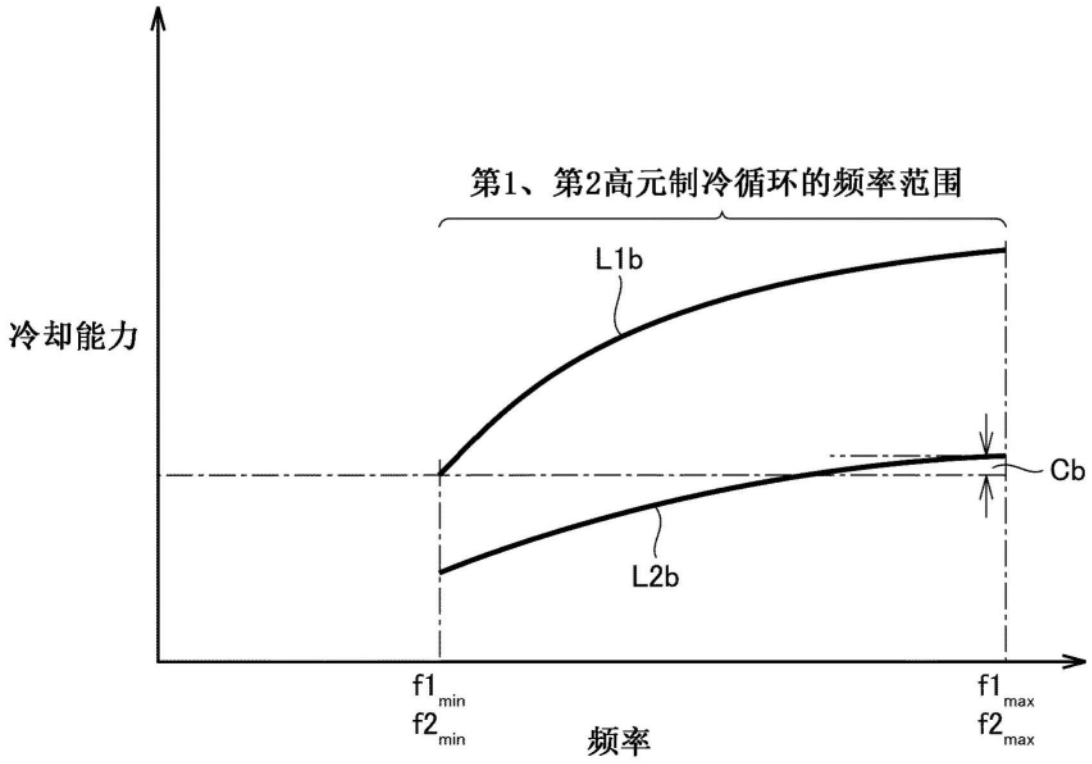

第1、第2高元制冷循环的频率范围
冷却能力
L1b
Cb
L2b
f1min
f2min
f1max
f2max
频率

图9

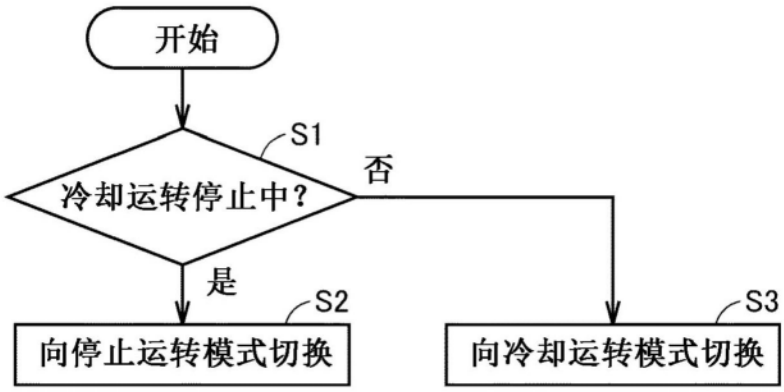


图10

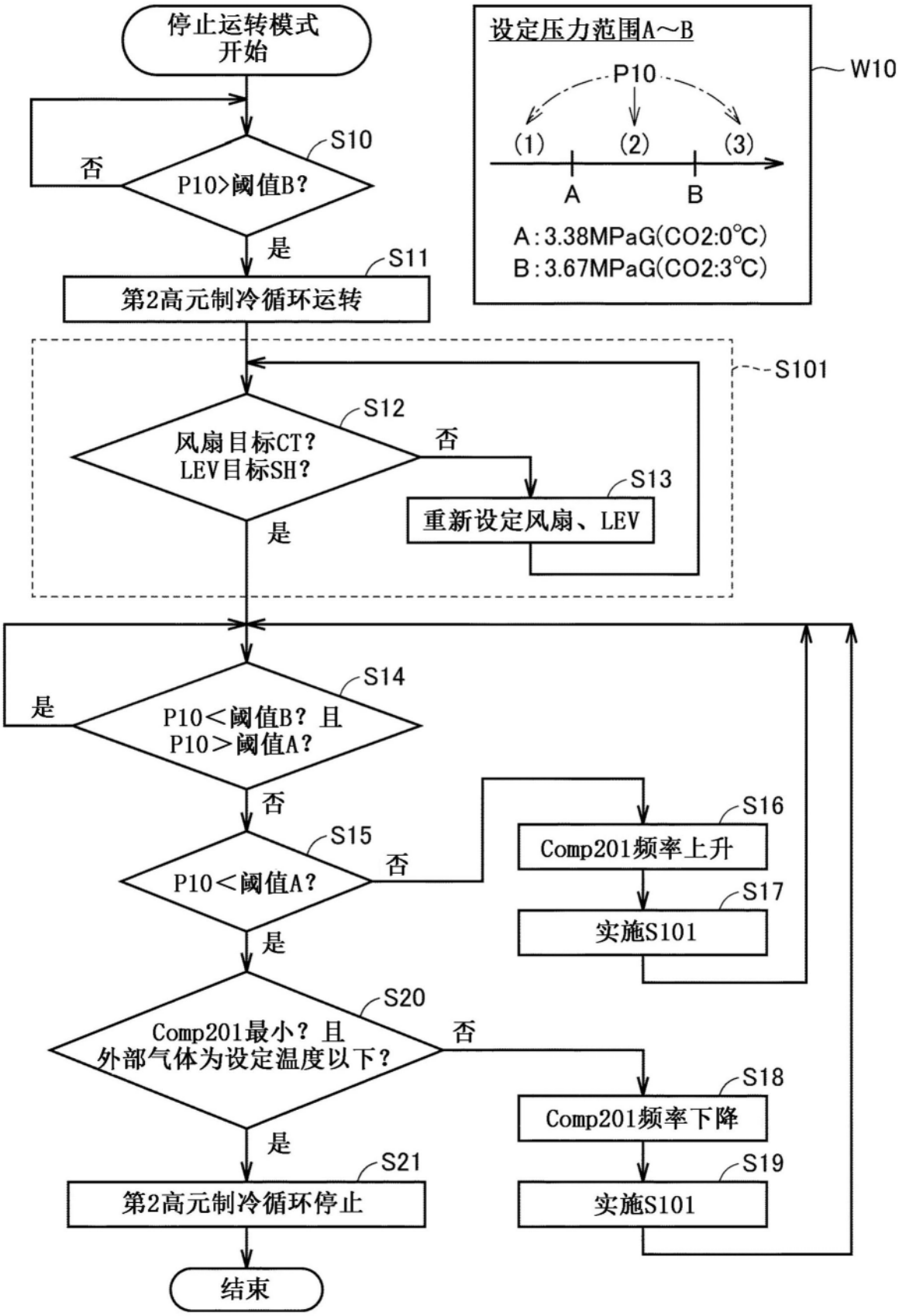

停止运转模式
开始
S10
P10>阈值B?
否
是
S11
第2高元制冷循环运转
设定压力范围A～B
P10
(1)
(2)
(3)
A
B
A:3.38MPaG(CO2:0℃)
B:3.67MPaG(CO2:3℃)
W10
S101
S12
风扇目标CT?
LEV目标SH?
否
S13
重新设定风扇、LEV
是
S14
是
P10＜阈值B? 且
P10＞阈值A?
否
S15
P10＜阈值A?
否
S16
Comp201频率上升
S17
实施S101
是
S20
Comp201最小? 且
外部气体为设定温度以下?
否
S18
Comp201频率下降
S19
实施S101
是
S21
第2高元制冷循环停止
结束

图11

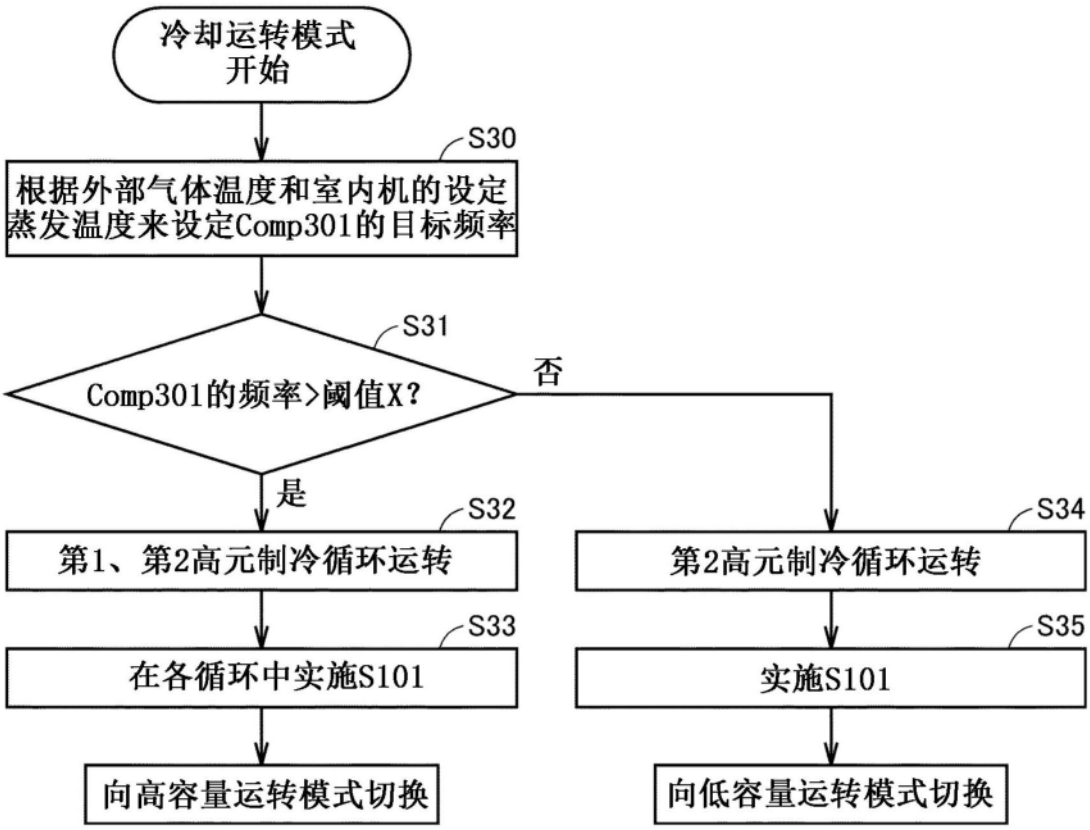

冷却运转模式
开始
S30
根据外部气体温度和室内机的设定
蒸发温度来设定Comp301的目标频率
S31
Comp301的频率>阈值X?
否
是
S32
第1、第2高元制冷循环运转
S33
在各循环中实施S101
向高容量运转模式切换
S34
第2高元制冷循环运转
S35
实施S101
向低容量运转模式切换

图12

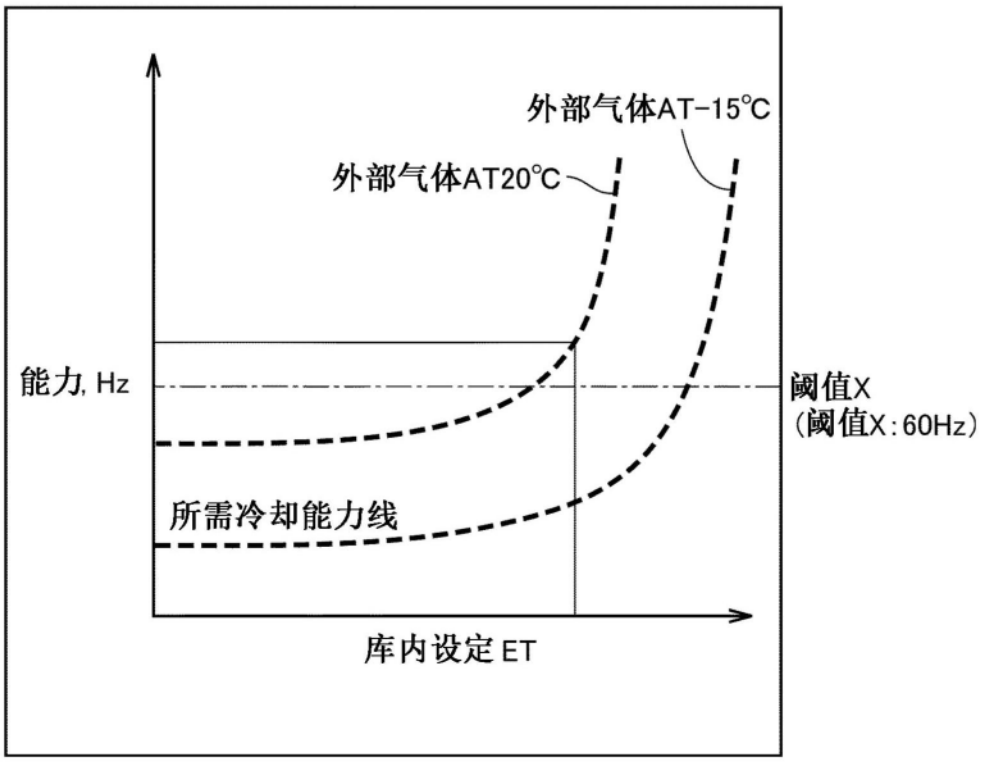


图13

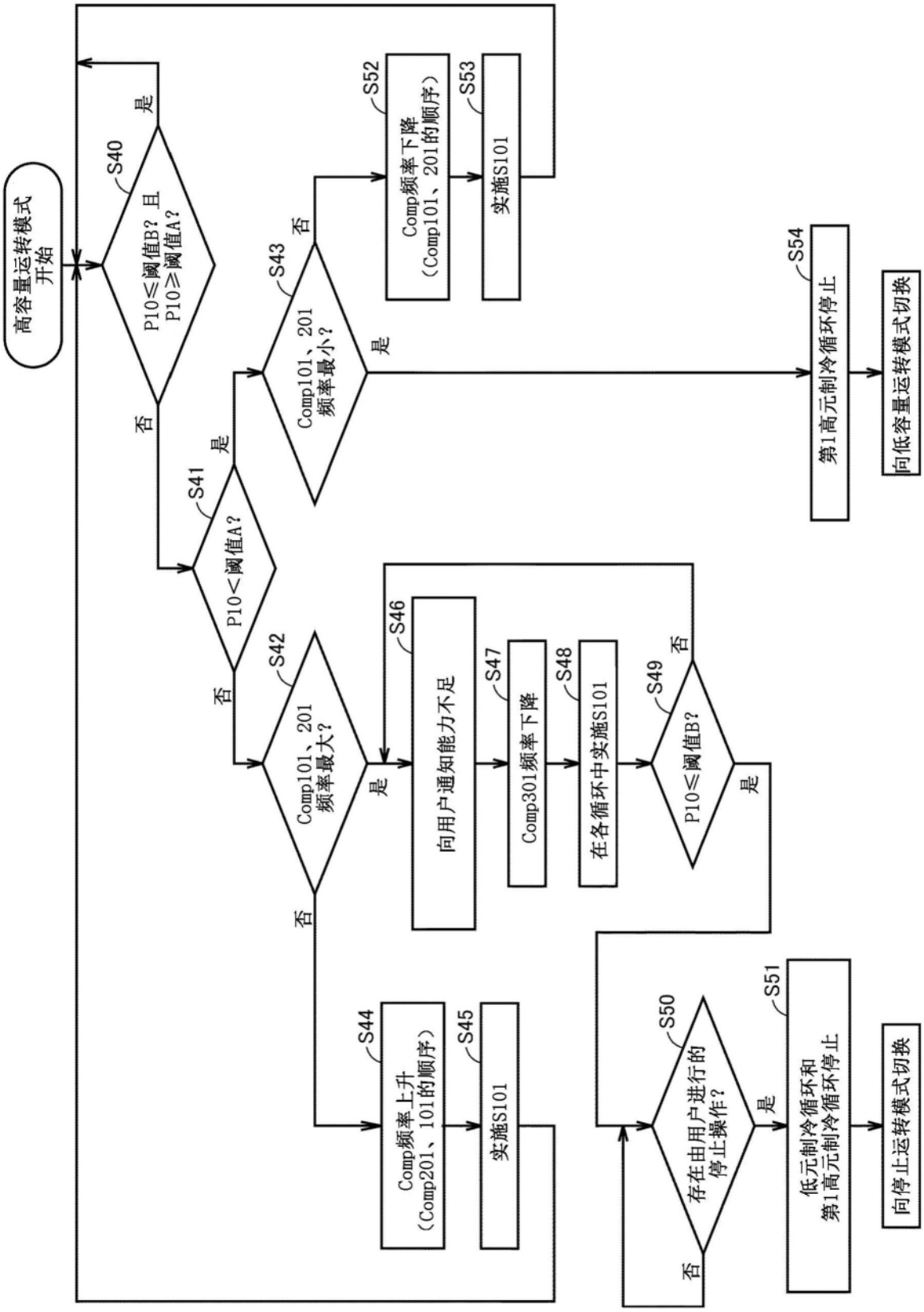

高容量运转模式开始
S40
P10≤阈值B？且P10≥阈值A？
是
否
S41
P10<阈值A？
是
否
S42
Comp101、201频率最大？
是
否
S43
Comp101、201频率最小？
是
否
S44
Comp频率上升（Comp201、101的顺序）
S45
实施S101
S46
向用户通知能力不足
S47
Comp301频率下降
S48
在各循环中实施S101
S49
P10≤阈值B？
是
否
S50
存在由用户进行的停止操作？
是
否
S51
低元制冷循环和第1高元制冷循环停止
向停止运转模式切换
S52
Comp频率下降（Comp101、201的顺序）
S53
实施S101
S54
第1高元制冷循环停止
向低容量运转模式切换

图14

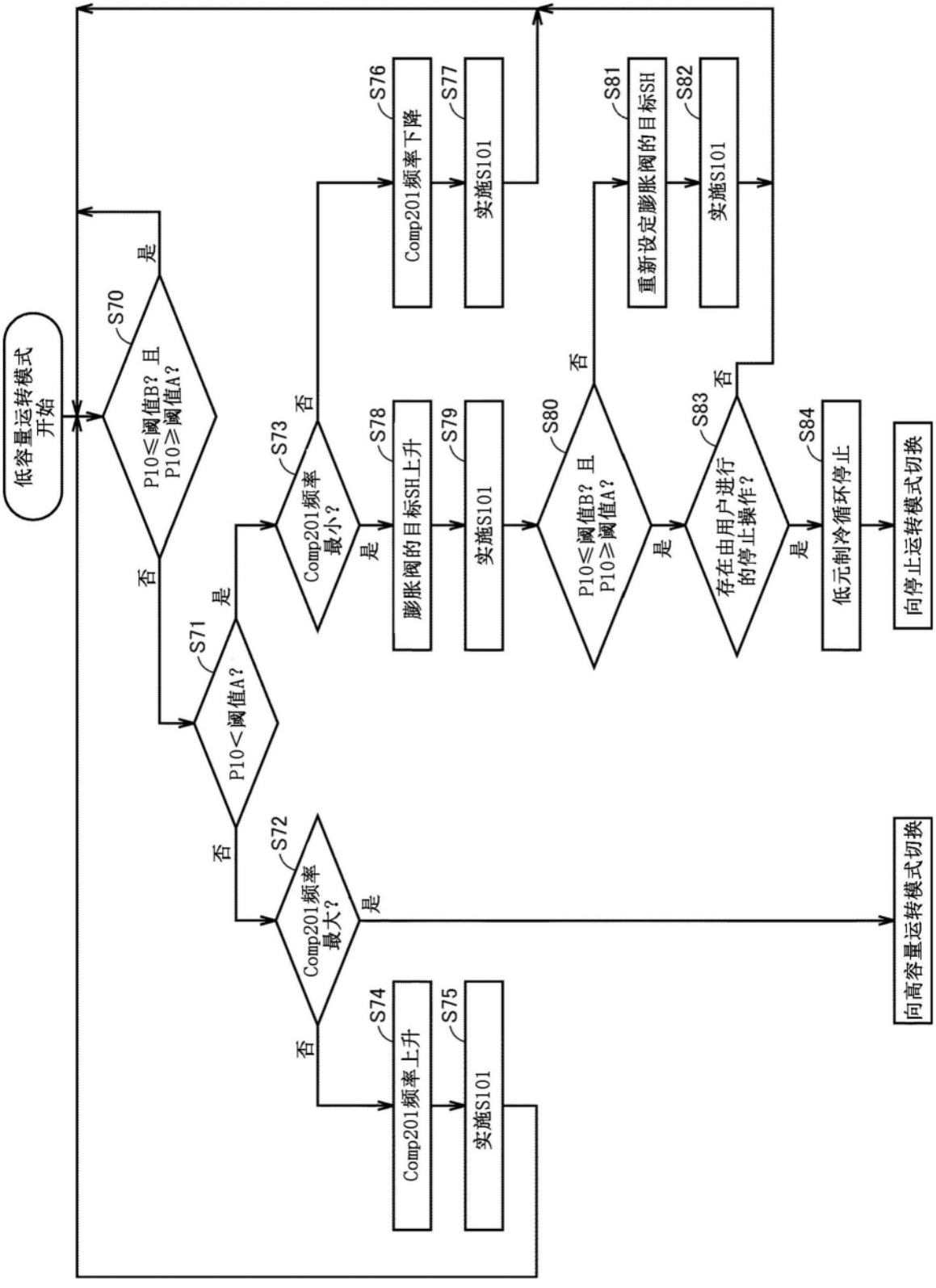

低容量运转模式开始
S70
P10≤阈值B？且P10≥阈值A？
是
否
S71
P10<阈值A？
是
否
S72
Comp201频率最大？
是
向高容量运转模式切换
否
S74
Comp201频率上升
S75
实施S101
S73
Comp201频率最小？
是
S78
膨胀阀的目标SH上升
S79
实施S101
否
S76
Comp201频率下降
S77
实施S101
S80
P10≤阈值B？且P10≥阈值A？
是
否
S81
重新设定膨胀阀的目标SH
S82
实施S101
S83
存在由用户进行的停止操作？
是
否
S84
低元制冷循环停止
向停止运转模式切换

图15

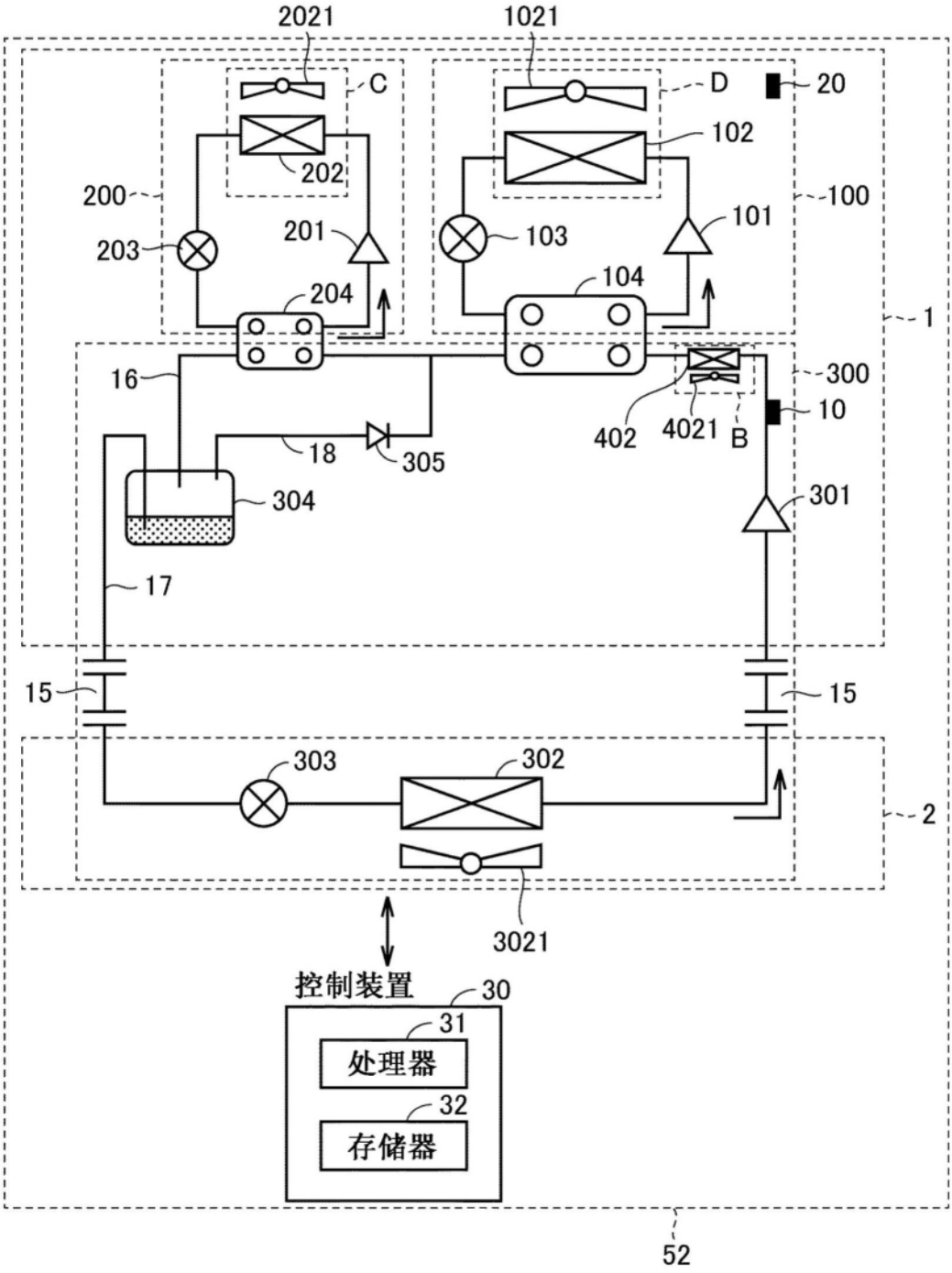

2021
1021
C
D
20
202
102
200
100
201
101
203
103
204
104
1
16
300
10
402
4021
B
18
305
304
301
17
15
15
303
302
2
3021
控制装置
30
31
处理器
32
存储器
52

图16

(模式1)	传热面积比率(%)
第1、第2热交换器	97～50
第4热交换器	3～50

(模式2)	传热面积比率(%)
第1、第2热交换器	92～70
第4热交换器	8～30

图17

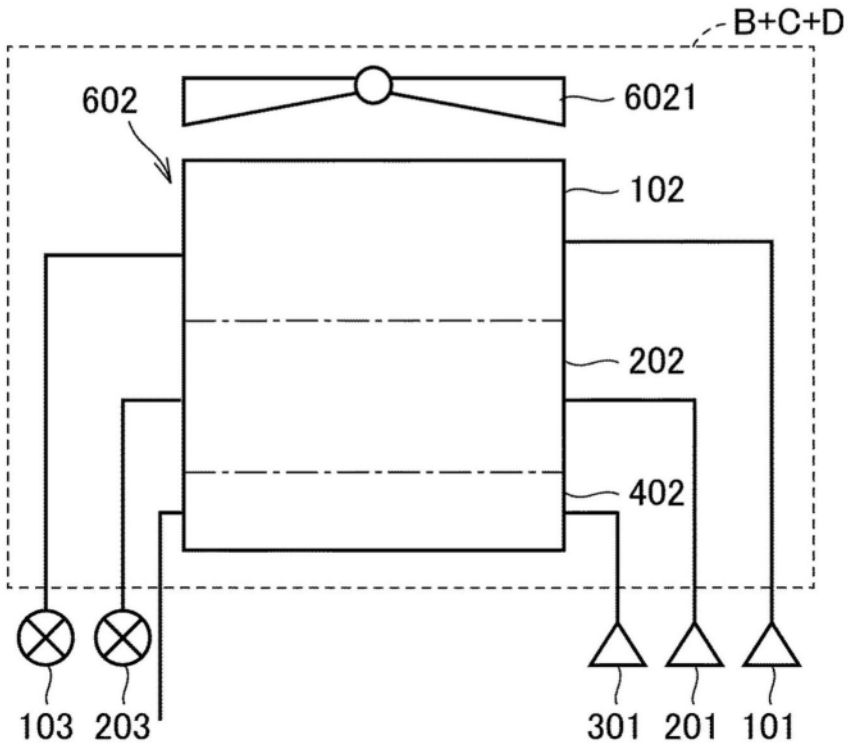


图18

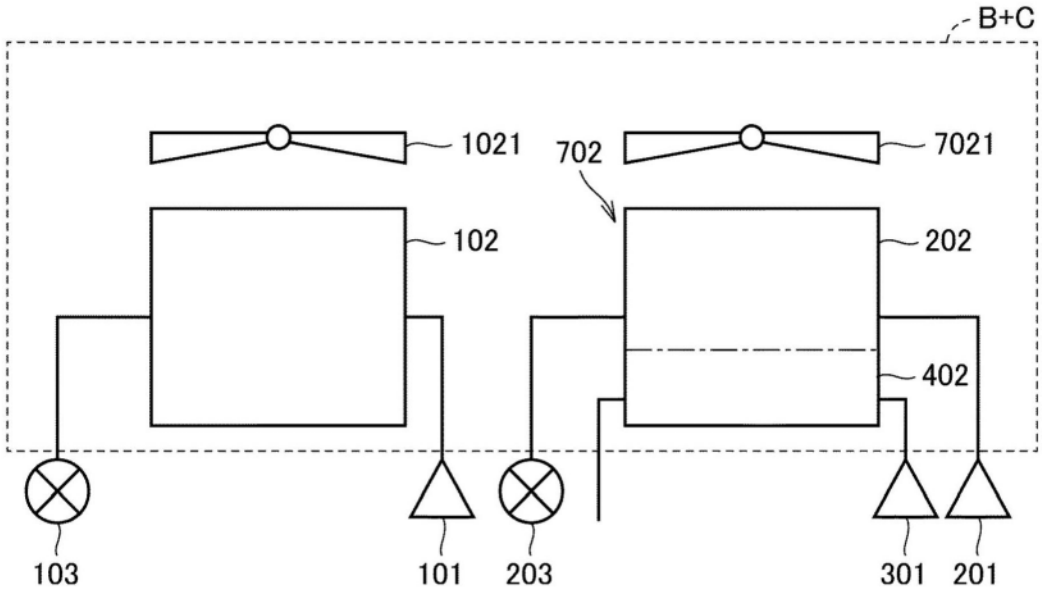

B+C
1021
702
7021
102
202
402
103
101
203
301
201

图19

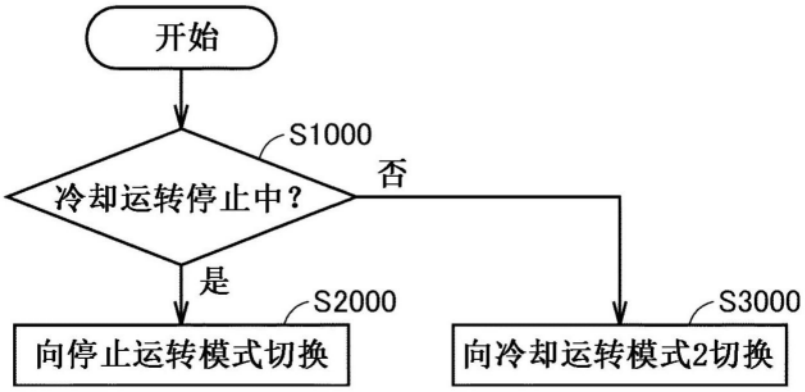

开始
S1000
冷却运转停止中？
否
是
S2000
S3000
向停止运转模式切换
向冷却运转模式2切换

图20

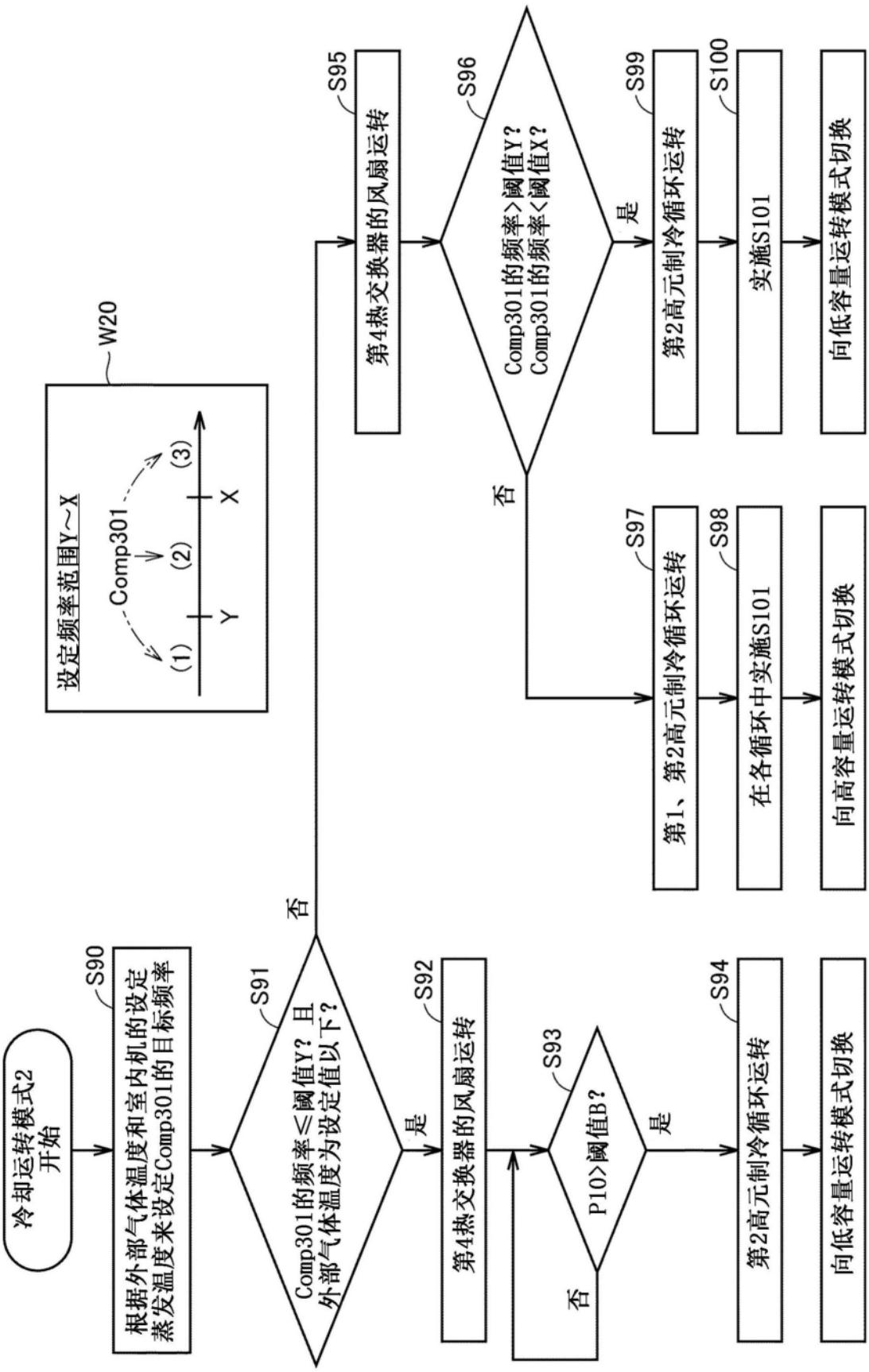

冷却运转模式2
开始
S90
根据外部气体温度和室内机的设定
蒸发温度来设定Comp301的目标频率
S91
Comp301的频率≤阈值Y？且
外部气体温度为设定值以下？
否
是
S92
第4热交换器的风扇运转
S93
P10>阈值B？
否
是
S94
第2高元制冷循环运转
向低容量运转模式切换
S95
第4热交换器的风扇运转
S96
Comp301的频率>阈值Y？
Comp301的频率<阈值X？
否
是
S97
第1、第2高元制冷循环运转
S98
在各循环中实施S101
向高容量运转模式切换
S99
第2高元制冷循环运转
S100
实施S101
向低容量运转模式切换
W20
设定频率范围Y～X
Comp301
(1)
(2)
(3)
Y
X

图21

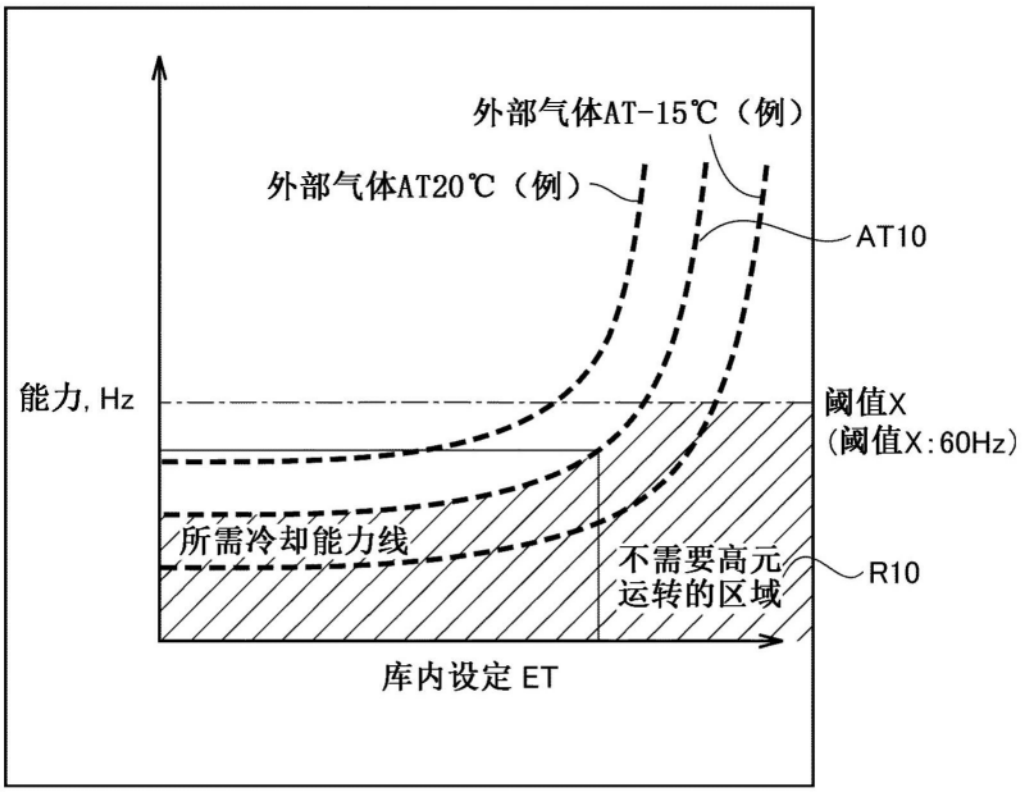

外部气体AT-15℃（例）
外部气体AT20℃（例）
AT10
能力, Hz
阈值X
（阈值X:60Hz）
所需冷却能力线
不需要高元
运转的区域
R10
库内设定 ET

图22

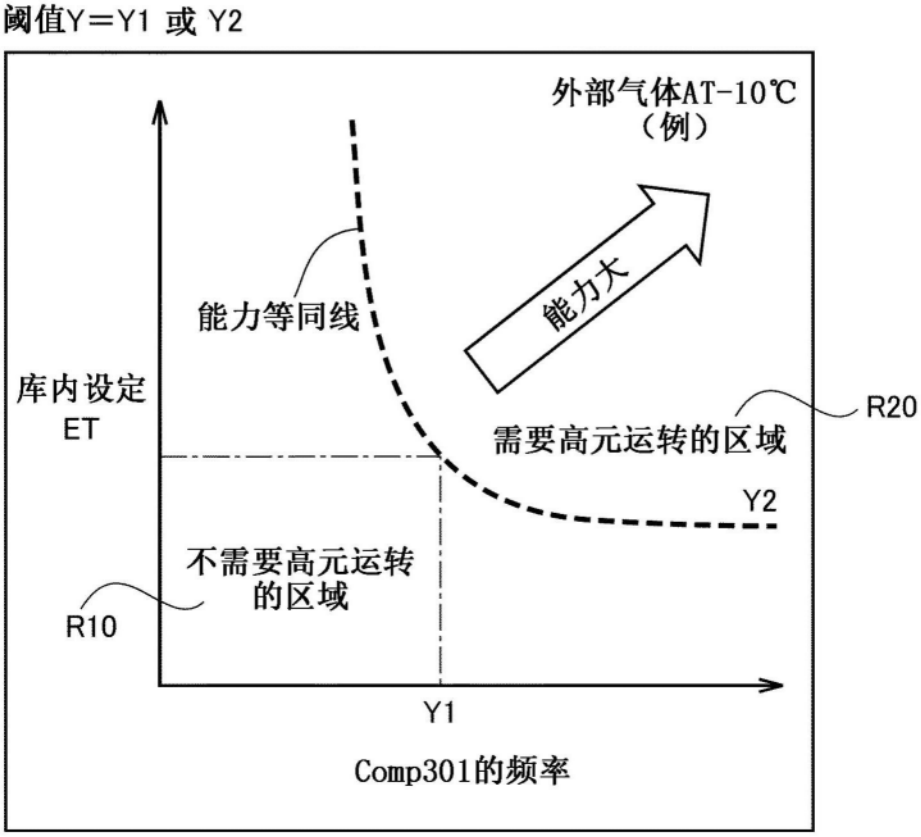

阈值Y＝Y1 或 Y2
外部气体AT-10℃
（例）
能力等同线
能力大
库内设定
ET
R20
需要高元运转的区域
Y2
不需要高元运转
的区域
R10
Y1
Comp301的频率

图23

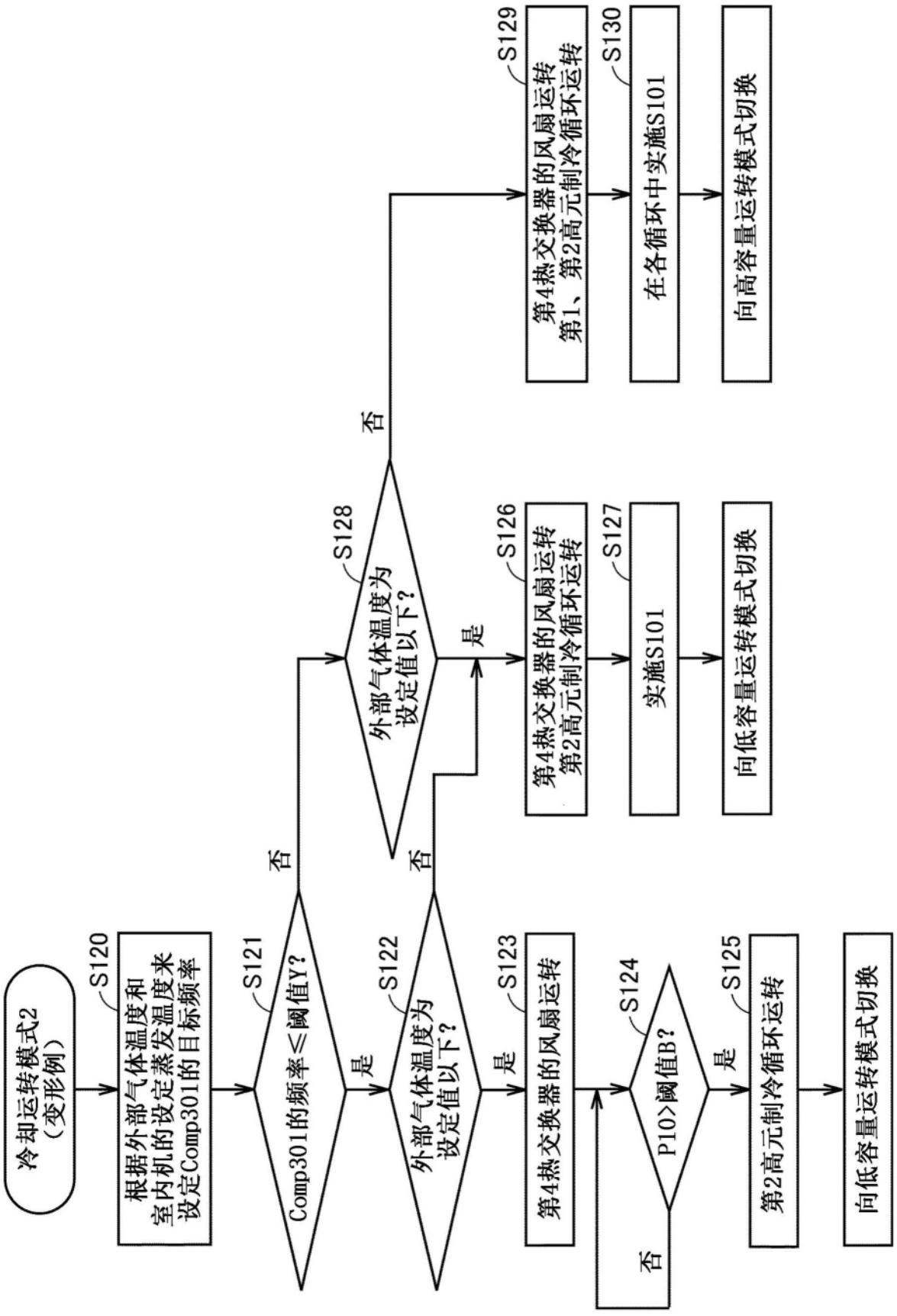

冷却运转模式2
（变形例）
S120
根据外部气体温度和
室内机的设定蒸发温度来
设定Comp301的目标频率
S121
Comp301的频率≤阈值Y?
否
是
S122
外部气体温度为
设定值以下?
否
是
S123
第4热交换器的风扇运转
S124
P10>阈值B?
否
是
S125
第2高元制冷循环运转
向低容量运转模式切换
S128
外部气体温度为
设定值以下?
否
是
S126
第4热交换器的风扇运转
第2高元制冷循环运转
S127
实施S101
向低容量运转模式切换
S129
第4热交换器的风扇运转
第1、第2高元制冷循环运转
S130
在各循环中实施S101
向高容量运转模式切换

图24