



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103827589 B

(45)授权公告日 2016.10.19

(21)申请号 201280045514.8

(22)申请日 2012.09.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103827589 A

(43)申请公布日 2014.05.28

(30)优先权数据

2011-214432 2011.09.29 JP

2012-103684 2012.04.27 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.03.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/006243 2012.09.28

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/046715 JA 2013.04.04

(73)专利权人 大金工业株式会社

地址 日本大阪府

专利权人 株式会社大金应用系统

(72)发明人 松井伸树 大久保英作 夏目敏幸

冈本康令 桑名孝一 草部隆弘

岩田哲郎 内田秀树

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
31100

代理人 沈捷

(51)Int. Cl.

F24F 3/14(2006.01)

(56)对比文件

CN 101000163 A, 2007.07.18,

CN 101025349 A, 2007.08.29,

CN 101101140 A, 2008.01.09,

JP 特开平10-85546 A, 1998.04.07,

CN 101267134 A, 2008.09.17,

US 5251458 A, 1993.10.12,

审查员 林文婷

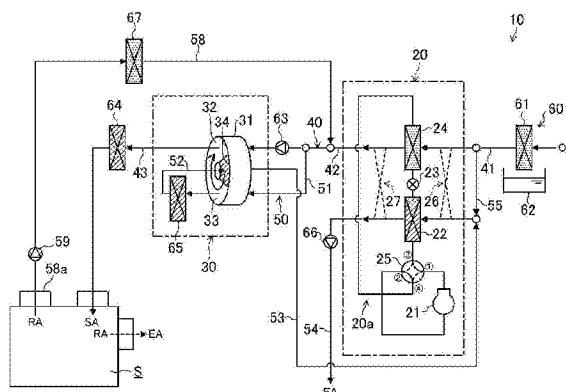
权利要求书2页 说明书18页 附图10页

(54)发明名称

除湿系统

(57)摘要

由具有室外空气冷却热交换器(61)的第一除湿单元(60)、切换空气通路来使用两个吸附热交换器(22、24)的第二除湿单元(20)、和具有吸附转子(31)的第三除湿单元(30)构成系统,通过将第二除湿单元(20)冷却除湿后的低温而低湿的空气供给于第三除湿单元(30),从而减少第三除湿单元(30)的再生能源,使得除湿系统能够节能化和低成本化。



1. 一种除湿系统,其具备:空气通路,该空气通路具有供往室内空间的空气通过的供气通路和排往室外的空气通过的排气通路;和除湿单元,该除湿单元配置在该空气通路上,

上述除湿单元由从供往室内的空气的入口侧起往室内空间依次配置的第一除湿单元、第二除湿单元和第三除湿单元构成,

上述第三除湿单元构成为:具备一部分构成为吸附部而其它部分构成为再生部的吸附转子,并且在吸附部处将在第二除湿单元处除湿后的空气进一步除湿,

该除湿系统的特征在于:

上述第一除湿单元具备将供往室内的空气冷却除湿的室外空气冷却热交换器,

上述第二除湿单元构成为:具备能交互地切换为吸附侧与再生侧的两个吸附热交换器,并且在吸附侧的吸附热交换器处将在第一除湿单元处除湿后的空气进一步除湿。

2. 根据权利要求1所述的除湿系统,其特征在于:

除了吸附转子以外,上述第三除湿单元还具备配置在供往该吸附转子的再生空气的入口侧的空气加热器。

3. 根据权利要求2所述的除湿系统,其特征在于:

上述空气加热器是由设在进行制冷循环的制冷剂回路上的冷凝器构成的再生热交换器。

4. 根据权利要求3所述的除湿系统,其特征在于:

上述制冷剂回路是以上述再生热交换器作为冷凝器并且以室外空气冷却热交换器作为蒸发器的制冷剂回路。

5. 根据权利要求2所述的除湿系统,其特征在于:

上述空气加热器为电加热器或蒸气加热器。

6. 根据权利要求1所述的除湿系统,其特征在于:

上述第二除湿单元和上述第三除湿单元构成为:相对于成为吸附侧的吸附热交换器,上述吸附转子的吸附部位于上述供气通路的下游侧,并且成为再生侧的吸附热交换器位于通过该吸附转子的再生部的上述排气通路的下游侧。

7. 根据权利要求6所述的除湿系统,其特征在于:

上述第二除湿单元的两个吸附热交换器由设在制冷剂回路上的两个热交换器构成,

上述第二除湿单元具有:制冷剂流路切换机构,其使上述制冷剂回路中的制冷剂的流向反转,而使上述两个吸附热交换器交互地切换为成为吸附侧的蒸发器和成为再生侧的冷凝器;和空气通路切换机构,其切换空气的流向,使成为蒸发器的吸附热交换器连接于上述供气通路,并且使成为冷凝器的吸附热交换器连接于上述排气通路,

上述第三除湿单元的吸附转子构成为:横跨配置在上述供气通路和排气通路上,并且能以两通路之间的旋转轴为中心进行旋转,上述供气通路通过的部分成为上述吸附部,上述排气通路通过的部分成为上述再生部。

8. 根据权利要求1所述的除湿系统,其特征在于:

第二除湿单元和第三除湿单元是以在该第二除湿单元与该第三除湿单元之间不经由中间冷却器的方式由供气通路直接地连接在一起。

9. 根据权利要求1所述的除湿系统,其特征在于:

该除湿系统具备返回空气通路,该返回空气通路使与上述室内空间连通的返回空气口

连接于上述第二除湿单元与第三除湿单元之间的供气通路。

10. 根据权利要求9所述的除湿系统,其特征在于:

在上述返回空气通路上设有返回空气风扇,该返回空气风扇将室内空气推往供气通路。

11. 根据权利要求9所述的除湿系统,其特征在于:

在上述返回空气通路上设有返回空气冷却器,该返回空气冷却器将在该返回空气通路中流动的空气冷却。

12. 根据权利要求1所述的除湿系统,其特征在于:

设在上述吸附热交换器上的吸附剂为:具有当空气的相对湿度越高,该相对湿度的每单位增加量的吸附量就越大的吸附等温线的吸附剂,

设在上述吸附转子的吸附剂为:具有当空气的相对湿度越低,该相对湿度的每单位增加量的吸附量就越大的吸附等温线的吸附剂。

13. 根据权利要求1所述的除湿系统,其特征在于:

该除湿系统构成为:相对于具备上述第一除湿单元和上述第三除湿单元的既设系统,上述第二除湿单元连接于上述第一除湿单元与第三除湿单元之间。

14. 根据权利要求4所述的除湿系统,其特征在于:

在上述制冷剂回路上连接有:再加热热交换器,其配置在上述供气通路上的上述吸附转子的下游侧,并且构成冷凝器;和作为空气冷却部的返回空气热交换器,该返回空气热交换器配置在使与上述室内空间连通的返回空气口连接于上述第二除湿单元与上述第三除湿单元之间的供气通路的返回空气通路上,并且构成蒸发器。

15. 根据权利要求14所述的除湿系统,其特征在于:

上述制冷剂回路为上述冷凝器和蒸发器连接于一个封闭回路的一元制冷循环式制冷剂回路。

16. 根据权利要求15所述的除湿系统,其特征在于:

在上述制冷剂回路上连接有可变排量式压缩机,当上述冷凝器侧的所需能力高于上述蒸发器侧的所需能力时,该压缩机的转速被控制为使得冷凝压力接近目标压力,当上述蒸发器侧的所需能力高于上述冷凝器侧的所需能力时,该压缩机的转速被控制为使得蒸发压力接近目标压力。

17. 根据权利要求14所述的除湿系统,其特征在于:

上述制冷剂回路为二元制冷循环式制冷剂回路,该二元制冷循环式制冷剂回路具有:高压侧回路,其连接有第一压缩机和上述再生热交换器,并且进行制冷循环;低压侧回路,其连接有第二压缩机和上述室外空气冷却热交换器,并且进行制冷循环;和中间热交换器,其使上述高压侧回路的低压制冷剂与上述低压侧回路的高压制冷剂之间进行热交换。

除湿系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种将除湿后的空气供往室内的除湿系统。

背景技术

[0002] 迄今为止,将除湿后的空气供往室内的除湿系统已为人所知。在专利文献1、2中公开有这类的除湿系统。

[0003] 在专利文献1、2中记载有在空气通路上将吸附转子配置为三级串联的结构。空气通路由供气通路和排气通路构成,该供气通路将利用吸附转子处理后的室外空气供往室内,该排气通路将室内空气往室外排出。吸附转子构成为:横跨配置在供气通路和排气通路上,能够以两通路之间的旋转轴为中心进行旋转。

[0004] 吸附转子一方面吸附在供气通路中流动的空气的水分而进行除湿,另一方面往在排气通路中流动的空气排放水分而再生。为了将空气加热以用于吸附转子的再生,在排气通路上设有空气加热用的加热器。当吸附转子中吸附有水分的部分的水分吸附量增多时,吸附转子旋转使该部分移往排气通路,并且该部分在排气通路处排放水分而再生后,再次用于吸附侧。根据上述结构,通过连续地将在吸附侧的空气通路中流动的低湿度空气供往室内,从而对室内除湿,室内的空气则是被加热来使吸附转子再生后被往室外排放。

[0005] 室外空气通过吸附转子三次,供往室内的空气从而成为低露点的空气,这样的空气例如可以使用作为供往制造锂离子电池的干燥无尘室的空气(露点大约为-50℃的空气)。在这类的系统中,也经常采用将吸附转子配置为两级的结构。

[0006] 专利文献1:日本专利第3762138号

[0007] 专利文献2:日本公开专利公报特开2011-64439号公报

发明内容

[0008] 一发明要解决的技术问题一

[0009] 但是,在使用有多个吸附转子的系统中,有必要对每个吸附转子设置再生用的加热器来使各吸附转子构成为除湿再生单元,吸附转子本身即是高成本的部件,并且由于加热器使吸附转子再生的再生温度较高,因此加热器产生热量所需要的运转成本也增加。此外,在以多级的方式使用吸附转子的系统中,虽然通过吸附转子后的除湿侧空气的湿度下降,但是空气的温度会因为空气通过吸附转子时的吸附热、以及因为加热器的再生加热而上升。因此,有必要在吸附转子的入口处使除湿侧空气冷却,从而需要用于该冷却的能源。

[0010] 特别是在锂离子电池的生产过程中,空调系统(除湿系统)的能源使用量占了大约50%,因此谋求该系统的节能化,对于锂离子电池的低成本化大有帮助。然而,实际上,用于使吸附转子再生的热量高,因此除湿系统的低成本化非常难以实现。

[0011] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于使除湿系统能够节能化和低成本化。

[0012] 一用以解决技术问题的技术方案一

[0013] 第一方面的发明是以除湿系统为前提,该除湿系统具备:空气通路40、50,该空气通路40、50具有供往室内空间S的空气通过的供气通路40和排往室外的空气通过的排气通路50;和除湿单元60、20、30,该除湿单元60、20、30配置在该空气通路40、50上,上述除湿单元60、20、30由从供往室内的空气的入口侧起往室内空间S依次配置的第一除湿单元60、第二除湿单元20和第三除湿单元30构成。

[0014] 并且,上述第一除湿单元60具备将供往室内的空气冷却除湿的室外空气冷却热交换器61,上述第二除湿单元20构成为:具备能交互地切换为吸附侧与再生侧的两个吸附热交换器22、24,并且在吸附侧的吸附热交换器22、24处将在第一除湿单元60处除湿后的空气进一步除湿,上述第三除湿单元30构成为:具备一部分构成为吸附部32而其它部分构成为再生部34的吸附转子31,并且在吸附部32处将在第二除湿单元20处除湿后的空气进一步除湿。

[0015] 在该第一方面的发明中,首先由第一除湿单元60的室外空气冷却热交换器61将室外空气等供往室内的空气冷却除湿。在室外空气冷却热交换器61处被冷却除湿后的该空气通过第二除湿单元20,并且水分被已成为吸附侧的吸附热交换器的吸附剂吸附。空气中的水分在该吸附热交换器22、24处被吸附时所产生的吸附热被吸附热交换器22、24吸收,因此空气的温度上升得到抑制。并且,两个吸附热交换器22、24交互地被切换为吸附侧和再生侧,供往室内空间S的空气始终通过吸附侧的吸附热交换器。通过吸附热交换器22、24从而温度的上升得到抑制且湿度降低后的空气通过第三除湿单元30的吸附转子31。在吸附转子31处,空气中的水分进一步被吸附剂吸附。然后,通过了吸附转子31的低露点空气供往室内空间S。

[0016] 第二方面的发明是这样的:在第一方面的发明中,除了吸附转子31以外,上述第三除湿单元30还具备配置在供往该吸附转子31的再生空气的入口侧的空气加热器65。

[0017] 在该第二方面的发明中,通过向吸附转子31供给由空气加热器65加热后的空气,从而吸附转子31再生。该空气是已经在吸附热交换器22、24处冷却后的空气,因此吸附转子31的温度上升得到抑制,能够在低温进行再生。

[0018] 第三方面的发明是这样的:在第二方面的发明中,上述空气加热器65是由设在进行制冷循环的制冷剂回路70a、120上的冷凝器构成的再生热交换器65。

[0019] 在第三方面的发明中,通过向吸附转子31供给由再生热交换器65加热后的空气,从而吸附转子31再生。该空气是已经在吸附热交换器22、24处冷却后的空气,因此吸附转子31的温度上升得到抑制,能够在低温进行再生。

[0020] 第四方面的发明是这样的:在第三方面的发明中,上述制冷剂回路70a、120是以上述再生热交换器65作为冷凝器并且以室外空气冷却热交换器61作为蒸发器的制冷剂回路70a、120。

[0021] 在该第四方面的发明中,通过使制冷剂在室外空气冷却热交换器61处从室外空气获得的热在再生热交换器65处排放,从而吸附转子31再生。

[0022] 第五方面的发明是这样的:在第二方面的发明中,上述空气加热器65为电加热器或蒸气加热器。

[0023] 在该第五方面的发明中,通过向吸附转子31供给由上述电加热器或蒸气加热器等的空气加热器65加热后的空气,从而吸附转子31再生。该空气是已经在吸附热交换器22、24

处冷却后的空气,因此吸附转子31的温度上升得到抑制,能够在低温进行再生。

[0024] 第六方面的发明是这样的:在第一到第五中的任一方面的发明中,上述第二除湿单元20和第三除湿单元30构成为:相对于成为吸附侧的吸附热交换器22、24,上述吸附转子31的吸附部32位于上述供气通路40的下游侧,并且成为再生侧的吸附热交换器24、22位于通过该吸附转子31的再生部34的上述排气通路50的下游侧。

[0025] 在该第六方面的发明中,从吸附侧的吸附热交换器22、24流出的空气在吸附转子31的吸附部处32进一步被除湿。另一方面,再生侧吸附热交换器24、22因从吸附转子31的再生部34流出的空气而再生。

[0026] 第七方面的发明是这样的:在第六方面的发明中,上述第二除湿单元20的两个吸附热交换器22、24由设在制冷剂回路22a上的两个热交换器构成,上述第二除湿单元20具有:制冷剂流路切换机构25,其使上述制冷剂回路20a中的制冷剂的流向反转,而使上述两个吸附热交换器22、24交互地切换为成为吸附侧的蒸发器和成为再生侧的冷凝器;和空气通路切换机构26、27,其切换空气的流向,使成为蒸发器的吸附热交换器22、24连接于上述供气通路40,并且使成为冷凝器的吸附热交换器24、22连接于上述排气通路50,上述第三除湿单元30的吸附转子31构成为:横跨配置在上述供气通路40和排气通路50上,并且能以两通路40、50之间的旋转轴为中心进行旋转,上述供气通路40通过的部分成为上述吸附部32,上述排气通路50通过的部分成为上述再生部24。

[0027] 在该第七方面的发明中,通过切换制冷剂回路20a的制冷剂循环方向,使得两个吸附热交换器22、24交互地切换为蒸发器和冷凝器,并且还通过切换空气通路,使得即蒸发器的吸附侧吸附热交换器22、24连接于供气通路40,而即冷凝器的再生侧吸附热交换器24、22连接于排气通路50。并且,从吸附侧吸附热交换器22、24流出的空气在吸附转子31的吸附部32处进一步被除湿,再生侧吸附热交换器24、22因从吸附转子31的再生部34流出的空气而再生。

[0028] 第八方面的发明是这样的:在第一到第七中的任一方面的发明中,第二除湿单元20和第三除湿单元30是以在该第二除湿单元20与该第三除湿单元30之间不经由中间冷却器的方式由供气通路40直接地连接在一起。

[0029] 在该第八方面的发明中,在第二除湿单元20处被冷却后的除湿空气不经由中间冷却器地直接供往第三除湿单元30,并且在第三除湿单元30处进一步被除湿。

[0030] 第九方面的发明是这样的:在第一到第八中的任一方面的发明中,该除湿系统具备返回空气通路58,该返回空气通路58使与上述室内空间S连通的返回空气口58a连接于上述第二除湿单元20与第三除湿单元30之间的供气通路40。

[0031] 在该第九方面的发明中,从室内空间S通过返回空气通路58回到供气通路40的空气与通过第二除湿单元20的空气混合后供往第三除湿单元30。

[0032] 第十方面的发明是这样的:在第九方面的发明中,在上述返回空气通路58上设有返回空气风扇59,该返回空气风扇59将室内空气推往供气通路40。

[0033] 在该第十方面的发明中,从返回空气通路58连通于供气通路40的系统内为正压。该系统若成为负压,则室外空气的水分有可能会被吸入供气通路40内,但根据本发明,通过使上述系统内保持正压,从而阻止系统的湿度上升。

[0034] 第十一方面的发明是这样的:在第九方面的发明中,在上述返回空气通路58上设

有返回空气冷却器67,该返回空气冷却器67将在该返回空气通路58中流动的空气冷却。

[0035] 在该第十一方面的发明中,由于将返回空气冷却并送回供气通路40内,因此能够将混合后的供气用空气维持在低温。由于供往吸附转子31的的空气的温度被维持在低温,因此吸附转子31的再生温度也被抑制在低温。

[0036] 第十二方面的发明是这样的:在第一到第十一中的任一方面的发明中,设在上述吸附热交换器22、24上的吸附剂为:具有当空气的相对湿度越高,该相对湿度的每单位增加量的吸附量就越大的吸附等温线的吸附剂,设在上述吸附转子31的吸附剂为:具有当空气的相对湿度越低,该相对湿度的每单位增加量的吸附量就越大的吸附等温线的吸附剂。

[0037] 在该第十二方面的发明中,在用于处理较高湿度空气的第二除湿单元20的吸附热交换器22、24处,由在高相对湿度(水蒸气分压)时能获得最大吸附量的吸附剂来吸附大量的水分,而在用于处理较低湿度空气的第三除湿单元30的吸附转子31处,由在低相对湿度时能够获得最大吸附量的吸附剂来高效地吸附水分。

[0038] 第十三方面的发明是这样的:在第一到第十二中的任一方面的发明中,该除湿系统构成为:相对于具备上述第一除湿单元60和上述第三除湿单元30的既设系统,上述第二除湿单元20连接于上述第一除湿单元60与第三除湿单元30之间。

[0039] 在该第十三方面的发明中,相对于具备第一除湿单元60和第三除湿单元30的既设系统,第二除湿单元20作为任选单元连接于第一除湿单元60与第三除湿单元30之间,从而构筑具备三级除湿单元60、20、30的除湿系统。通过这样构筑三级除湿系统,能够将吸附转子31的再生温度抑制在低温。

[0040] 第十四方面的发明是这样的:在第四方面的发明中,在上述制冷剂回路70a、120上连接有:再加热热交换器64,其配置在上述供气通路40上的上述吸附转子31的下游侧,并且构成冷凝器;和作为空气冷却部的返回空气热交换器67,该返回空气热交换器67配置在使与上述室内空间S连通的返回空气口58a连接于上述第二除湿单元20与上述第三除湿单元30之间的供气通路40的返回空气通路58上,并且构成蒸发器。

[0041] 在第十四方面的发明中,在吸附转子31处被除湿后的空气被再加热热交换器64加热后供往室内。其结果是,供往室内的空气的相对湿度降低。并且,室内空气在返回空气热交换器67处被冷却后,被送回吸附转子31的上游侧。

[0042] 在本发明中,再加热热交换器64和返回空气热交换器67连接于制冷剂回路70a、120。在制冷剂回路70a、120中,被压缩后的制冷剂在成为冷凝器的再加热热交换器64中流动。也就是说,在再加热热交换器64处,制冷剂往空气中散热而冷凝。冷凝后的制冷剂在减压后,在成为蒸发器的返回空气热交换器67中流动。也就是说,在返回空气热交换器67处,制冷剂从空气中吸热而蒸发。如上所述,在本发明中,在返回空气热交换器67处从空气中获得的热被利用于由再加热热交换器64对空气进行的加热。

[0043] 第十五方面的发明是这样的:在第十四方面的发明中,上述制冷剂回路70a、120为上述冷凝器64、65和蒸发器61、67连接于一个封闭回路的一元制冷循环式制冷剂回路70a。

[0044] 在第十五方面的发明中,上述冷凝器64、65和蒸发器61、67连接于一元制冷循环式制冷剂回路70a。由此,能谋求制冷剂回路70a的简化。

[0045] 第十六方面的发明是这样的:在第十五方面的发明中,在上述制冷剂回路70a上连接有可变排量式压缩机80,当上述冷凝器64、65侧的所需能力高于上述蒸发器61、67侧的所

需能力时,该压缩机80的转速被控制为使得冷凝压力接近目标压力,当上述蒸发器61、67侧的所需能力高于上述冷凝器64、65侧的所需能力时,该压缩机80的转速被控制为使得蒸发压力接近目标压力。

[0046] 在第十六方面的发明的制冷剂回路70a上连接有转速能够调节的可变排量式压缩机80。压缩机80的转速根据运转条件来调节。具体而言,当冷凝器64、65侧的所需能力高于蒸发器61、67侧的所需能力时,压缩机80的转速被控制为使冷凝压力接近目标压力。由此,能够迅速地以冷凝压力作为目标压力确保冷凝器64、65侧的所需能力。

[0047] 当蒸发器61、67侧的所需能力高于冷凝器64、65侧的所需能力时,压缩机80的转速被控制为使蒸发压力接近目标压力。由此,能够迅速地以蒸发压力作为目标压力确保蒸发器61、67侧的所需能力。

[0048] 第十七方面的发明是这样的:在第十四方面的发明中,上述制冷剂回路70a、120为二元制冷循环式制冷剂回路120,该二元制冷循环式制冷剂回路120具有:高压侧回路120a,其连接有第一压缩机130和上述再生热交换器65,并且进行制冷循环;低压侧回路120b,其连接有第二压缩机150和上述室外空气冷却热交换器61,并且进行制冷循环;和中间热交换器140,其使上述高压侧回路120a的低压制冷剂与上述低压侧回路120b的高压制冷剂之间进行热交换。

[0049] 在第十七方面的发明中,再生热交换器65所连接的高压侧回路120a和室外空气冷却热交换器61所连接的低压侧回路120b经由中间热交换器140相互连接,构成二元制冷循环式制冷剂回路120。由此,能够充分地确保再生热交换器65的冷凝压力与室外空气冷却热交换器61的蒸发压力之间的差。其结果是,在再生热交换器65处的空气加热能力上升,并且室外空气冷却热交换器61的冷却能力也上升。

[0050] 一发明的效果一

[0051] 根据本发明,与以往的系统相比,能够实现大幅度的节能化。

[0052] 具体而言,首先,就在第一除湿单元60处进行冷却除湿这一点来说,具有如下的优点,即:室外空气中可能含有大量的水蒸气,在不冻结的范围内,以冷却来进行除湿的成本较低,并且,能耗量也比较小。

[0053] 由于在第一除湿单元60处除湿后的室外空气中仍然含有较多的水分,因此在第二除湿单元20中,如果像以往那样以吸附转子31进行吸附除湿,则因为在除湿的同时会产生吸附热,所以需要较高的再生温度。于是,在本发明中,通过由吸附热交换器22、24来进行冷却吸附而一边除去吸附热一边进行吸附,从而能够一边抑制温度上升,一边高效地得到露点-10~-20℃的空气。

[0054] 由于露点-10℃以下的空气中的水分少,从而在本发明中,在第三除湿单元30处进行吸附时产生的吸附热变小,因此吸附热引起的温度上升不会成为阻碍吸附的因素。为此,使用比起吸附热交换器22、24更容易增加与空气的接触面积的吸附转子31来实施吸附,能够减少每单位体积的停留时间,从而高效地除湿。

[0055] 根据本发明,通过在第二除湿单元20中使用吸附热交换器22、24,使空气的湿度降低的同时也使温度降低,因此能够降低吸附转子31的再生温度。也就是说,通过组合第二除湿单元20的吸附热交换器22、24和第三除湿单元30的吸附转子31来对第三除湿单元30的吸附转子31供给低温而低露点的空气,因此即使在吸附转子31处吸附较多的水分而使湿度下

降,也几乎不会产生吸附热,吸附转子31的温度上升得到抑制。其结果是,能够降低再生温度,从而实现节能化和低成本化。

[0056] 由于能够降低再生温度,因此能够将例如锂离子电池的制造设备所排放的热量使用作为吸附转子31的再生能源,从而能进一步地节能化。

[0057] 根据上述第二方面的发明,当以空气加热器65加热使吸附转子31再生的空气时,能够使再生温度比以往还低,因此能够减少加热所需要的热量,从而实现节能化。

[0058] 根据上述第三方面的发明,以由设置在制冷循环的制冷剂回路70a、120上的冷凝器构成的再生热交换器65作为空气加热器65,因此能够更高效地加热供往吸附转子31的再生空气,从而能够进一步谋求节能化。

[0059] 根据上述根据第四方面的发明,由于能够将制冷剂在室外空气冷却热交换器61处从室外空气获得的热利用于再生热交换器65处来使吸附转子31再生,因此能够提升再生时的能源效率。

[0060] 根据上述第五方面的发明,当以电加热器或蒸气加热器等的空气加热器65加热使吸附转子31再生的空气时,能够使再生温度比以往还低,因此能够减少加热所需要的热量,从而实现节能化。

[0061] 根据上述根据第六方面的发明,由于能够使成为吸附侧的吸附热交换器22、24成为吸附转子31的吸附部32的上游侧来将低湿度和低温的空气供往吸附转子31的吸附部32,因此吸附转子31的温度上升得到抑制。并且,将通过吸附转子31的再生部34而被加热的空气供往成为再生侧的吸附热交换器24、22,也能够将该空气使用于该吸附热交换器24、22的再生。

[0062] 根据上述第七方面的发明,采用在第二除湿单元20中设置两个吸附热交换器22、24并交互地切换为吸附侧和再生侧的方式,通过使其与使用吸附转子31的第三除湿单元30组合,能够容易地实现进行连续除湿运转的装置。

[0063] 根据上述第八方面的发明,由于不经由中间冷却器地将在第二除湿单元20处被冷却后的除湿空气供往第三除湿单元30,因此以往一般会使用的中间冷却器用来冷却空气时所需的能源就不再需要。并且,在该发明中,由于在第二除湿单元20处能够进行空气的冷却和除湿,从而不使用中间冷却器的结构得以实现,因此能实现进一步的节能化和低成本化。

[0064] 根据上述第九方面的发明,从室内空间S通过返回空气通路58回到供气通路40的空气也与通过第二除湿单元20的空气一起利用,从而能够将低湿度和低温的空气供往吸附转子31的吸附部32。

[0065] 根据上述第十方面的发明,通过在上述返回空气通路58上设置将室内空气推往供气通路40的返回空气风扇59,使得从返回空气通路58连通于供气通路40的系统内成为正压。通过将该系统内保持正压,能够阻止水分进入供气通路40,因此能够提升系统的性能。

[0066] 根据上述第十一方面的发明,通过在返回空气通路58上设置使在返回空气通路58中流动的空气冷却的返回空气冷却器67,来将冷却后的返回空气送回供气通路40中,使得混合后的供气的温度能够维持在低温。由此,供往吸附转子31的的空气的温度被维持在低温,吸附转子31的再生温度也被抑制在低温,从而能抑制再生所需的热量来进一步谋求节能化。

[0067] 根据上述第十二方面的发明,通过使设在吸附热交换器22、24的吸附剂为具有当

空气的相对湿度越高,相对湿度的每单位增加量的吸附量就越大的吸附等温线的吸附剂,并且使设在吸附转子31的吸附剂为具有当空气的相对湿度越低,相对湿度的每单位增加量的吸附量就越大的吸附等温线的吸附剂,能够使吸附热交换器22、24和吸附转子31分别得到最佳的除湿效果,从而能提高系统的效率。

[0068] 根据上述第十三方面的发明,由于是相对于具备第一除湿单元60和第三除湿单元30的既设系统,使第二除湿单元20连接于第一除湿单元60与第三除湿单元30之间,因此在既设系统中也能够实现能在低温再生的三级除湿系统,从而能实现既设系统的节能化。

[0069] 根据第十四方面的发明,通过使再加热热交换器64和返回空气热交换器67连接于制冷剂回路70a、120,能够将在返回空气热交换器67处从空气中回收的热利用于在再加热热交换器64对空气进行的加热。其结果是,能进一步提升除湿系统的节能性。

[0070] 根据第十五方面的发明,由于使冷凝器64、65和蒸发器61、67连接于一个制冷剂回路70a,因此能够谋求该制冷剂回路70a简化、低成本化。

[0071] 根据第十六方面的发明,当冷凝器64、65侧的所需能力不足时,能够使冷凝压力迅速地到达目标压力,从而确保冷凝器64、65的所需能力。当蒸发器61、67侧的所需能力不足时,能够使蒸发压力迅速地到达目标压力,从而确保蒸发器61、67的所需能力。

[0072] 根据第十七方面的发明,通过构成为二元制冷循环式制冷剂回路120,能够充分地确保再生热交换器65与室外空气冷却热交换器61之间的高低压差。其结果是,能够充分地获得再生热交换器65和室外空气冷却热交换器61这两者的能力。

附图说明

[0073] 图1为示出实施方式的除湿系统的整体结构的简要结构图,图1示出除湿单元在第一动作中的状态。

[0074] 图2为示出实施方式的除湿系统的整体结构的简要结构图,图2示出除湿单元在第二动作中的状态。

[0075] 图3为实施方式的除湿系统的制冷剂回路的管道系统图。

[0076] 图4(A)为曲线图,其示出用于吸附热交换器的吸附剂的吸附等温线,图4(B)为曲线图,其示出用于吸附转子的吸附剂的吸附等温线。

[0077] 图5为曲线图,其示出以第一除湿单元、第二除湿单元和第三除湿单元进行的除湿的适宜范围。

[0078] 图6为示意图,其示出涉及实施方式的除湿系统的动作。

[0079] 图7为示意图,其示出涉及比较例的除湿系统的动作。

[0080] 图8为实施方式第一变形例涉及的除湿系统的制冷剂回路的管道系统图。

[0081] 图9为实施方式第二变形例涉及的除湿系统的制冷剂回路的管道系统图。

[0082] 图10(A)及图10(B)为示出实施方式第三变形例涉及的除湿系统的第二除湿单元的图,图10(A)为第一动作状态,图10(B)为第二动作状态。

具体实施方式

[0083] 下面,根据附图对本发明的实施方式进行详细的说明。

[0084] 本发明的实施方式涉及对室内空间S进行除湿的除湿系统10。该除湿系统10将室

外空气OA除湿,并将该空气作为供气SA供往室内。作为除湿对象的室内空间S为锂离子电池生产线的干燥无尘区域,该干燥无尘区域需要低露点空气,图1的除湿系统10构成锂离子电池的生产线的一部分。

[0085] 如图1所示,除湿系统10具备第一除湿单元60、第二除湿单元20和第三除湿单元30。

[0086] 该除湿系统10具备供气通路40,该供气通路40用于将室外空气OA除湿并作为供气SA供往室内。供气通路40具有第一到第三供气路41、42、43。第一供气路41形成于第二除湿单元20的上游侧。第二供气路42形成于第二除湿单元20与第三除湿单元30之间,第二供气路42以不经由中间冷却器的方式直接地连接于第二除湿单元20和第三除湿单元30。第三供气路43形成于第三除湿单元30的下游侧。

[0087] 并且,除湿系统10具备排气通路50,该排气通路50用于将供气通路40的一部分空气作为排气EA排往室外。排气通路50具备第一到第四排气路51、52、53、54。排气通路50的流入端连接于第二供气路42,排气通路50的流出端连通于室外。

[0088] 上述供气通路40为供往室内空间S的空气通过的通路,排气通路50为排往室外的空气通过的通路,由该供气通路40和排气通路50构成空气通路40、50。在该空气通路40、50上,从供往室内的空气即室外空气的入口侧起依次配置有上述第一除湿单元60、上述第二除湿单元20和上述第三除湿单元30。

[0089] 第一除湿单元60具备:室外空气冷却热交换器61,其将上述室外空气冷却并进行除湿;和集水盘62,其回收在室外空气冷却热交换器61冷凝后的水。室外空气冷却热交换器61设在第一供气路41上。此外,第二供气路42上设有用于将空气搬往室内的供气风扇63。在第三供气路43上设有将空气加热的再加热热交换器64。

[0090] 第二除湿单元20具备压缩机21、第一吸附热交换器22、膨胀阀23、第二吸附热交换器24、以及连接有四通换向阀25的除湿侧制冷剂回路20a,这些装置收纳于并未图示出来的壳体内。除湿侧制冷剂回路20a构成热介质回路,该热介质回路供作为热介质的制冷剂循环。各吸附热交换器22、24为表面载有吸附剂的翅管式热交换器,在壳体内设有收纳第一吸附热交换器22的容置室和收纳第二吸附热交换器24的容置室(未图示出)。

[0091] 四通换向阀25具有第一到第四通口,第一通口连接于压缩机21的排出侧,第二通口连接于压缩机21的吸入侧,第三通口连接于第一吸附热交换器22的端部,第四通口连接于第二吸附热交换器24的端部。四通换向阀25构成为能够在第一状态(以图1中的实线表示的状态)与第二状态(以图1中的虚线表示的状态)之间切换,在第一状态下,第一通口与第三通口连通且第二通口与第四通口连通,在第二状态下,第一通口与第四通口连通且第二通口与第三通口连通。

[0092] 第二除湿单元20具备:第一流路切换部26,其改变流入两个吸附热交换器22、24的 air 的流向;和第二流路切换部27,其改变流出两个吸附热交换器22、24的 air 的流向。各流路切换部26、27由开闭式的多个风阀构成。各流路切换部26、27构成为能够在以图1中的实线表示的状态和以第二实线表示的状态之间切换空气的流路。

[0093] 如上所述,第二除湿单元为这样的除湿单元:具有四通换向阀作为制冷剂流路切换机构25,并且具有第一流路切换部26和第二流路切换部27作为空气通路切换机构26、27,该四通换向阀将设在制冷剂回路20a上的两个吸附热交换器22、24交互地切换为除湿侧与

再生侧,该第一流路切换部26和第二流路切换部27进行切换使得成为蒸发器的吸附热交换器连接于供气通路40,并且使得成为冷凝器的吸附热交换器连接于排气通路50。

[0094] 第三除湿单元30具有吸附转子31和再生热交换器(空气加热器)65。吸附转子31以在圆板状多孔性基材的表面载有吸附剂的方式构成。吸附转子31构成为:横跨配置在供气通路40和排气通路50上,并且由驱动机构(省略图示)驱动,以两通路S之间的轴心为中心进行旋转。

[0095] 吸附转子31上形成有:在供气通路40的第三供气路43中流动的空气通过的第一吸附部32;在排气通路50的第一排气路51中流动的空气通过的第二吸附部33;和在排气通路50的第二排气路52中流动的空气通过的再生部34。在第一吸附部32和第二吸附部33处,空气中的水分被吸附,而在再生部34处,吸附剂中的水分被往空气中排放。

[0096] 上述第一排气路51形成于吸附转子31的第二吸附部33的上游侧。第二排气路52形成于吸附转子31的第二吸附部33与该吸附转子31的再生部34之间。第三排气路53形成于吸附转子31的再生部34与第二除湿单元20之间。第四排气路54形成于第二除湿单元20的下游侧。

[0097] 在第二排气路52上设有为了使吸附转子31再生而将空气加热的上述再生热交换器65,该再生热交换器65设在供往吸附转子31的再生空气的入口侧。在第四排气路54上设有用于将空气排往室外的排气风扇66。第三排气路53经由分支路55连接于第一供气路41。

[0098] 除湿系统10具备将室内空气RA送回供气通路40的返回空气通路58。返回空气通路58的流入端连接于与室内空间S连通的返回空气口58a,返回空气通路58的流出端连接于第二供气路42。也就是说,返回空气通路58的流出端连接于供气通路40上的第二除湿单元20与吸附转子31之间。并且,返回空气通路58的流出端比排气通路50的流入端更位于上游侧。在返回空气通路58上设有将室内空气送往供气通路40的返回空气风扇59和构成空气冷却部的返回空气热交换器(返回空气冷却器)67。

[0099] 上述吸附热交换器22、24与吸附转子31之间使用有不同性质的吸附剂。具体而言,为了在高水蒸气分压(相对湿度)下操作吸附剂,位于前级侧的吸附热交换器22、24使用高分子吸着剂、B型硅胶等具有如图4(A)所示那样相对于朝右上方延伸的直线呈往下凸出状的吸附等温线的吸附剂,而为了在低水蒸气分压(相对湿度)下操作吸附剂,位于后级侧的吸附转子31使用A型硅胶、沸石等具有如图4(B)所示那样相对于朝右上方延伸的直线呈往上凸出状的吸附等温线的吸附剂。也就是说,在吸附热交换器22、24处,选用具有当相对湿度较高时含水率大,且当空气的相对湿度越高,相对湿度的每单位增加量的吸附量就越大的吸附等温线的吸附剂,而在吸附转子31处,选用具有当相对湿度较低时含水率大,且当空气的相对湿度越低,相对湿度的每单位增加量的吸附量就越大的吸附等温线的吸附剂。

[0100] 在图5中,将以各除湿单元60、20、30进行的除湿的适宜温度范围表示于以横轴为干球温度、纵轴为相对湿度的曲线图中。以第一除湿单元60的室外空气冷却热交换器61进行的冷却除湿适合在露点约8℃以上的区域中使用,以第二除湿单元20的吸附热交换器22、24进行的吸附除湿适合在露点约10℃~ -20℃的区域中使用,以第三除湿单元30的吸附转子31进行的干式除湿适合在露点约-20℃~-80℃的区域中使用。

[0101] 如图3所示,本实施方式的除湿系统10具备制冷机组70,该制冷机组70具有连接有上述各热交换器61、64、65、67的制冷剂回路70a。本实施方式的制冷剂回路70a为制冷剂在

一个封闭回路中循环的一元制冷循环式制冷剂回路。

[0102] 制冷剂回路70a上连接有压缩机80。压缩机80为旋转式、摆动式、涡旋式等旋转式流体机械。压缩机80构成为转速能够通过变频器进行调节的可变排量式。

[0103] 压缩机80的排出侧分支为第一排出通路71和第二排出通路72。在第一排出通路71上,从上游侧往下游侧依次连接有上述再生热交换器65、第一膨胀阀81、上述再加热热交换器64和第二膨胀阀82。在第二排出通路72上,从上游侧往下游侧依次连接有冷凝压力调整热交换器83和第三膨胀阀84。在冷凝压力调整热交换器83的附近设有输送室外空气的第一室外风扇85。

[0104] 在压缩机80的吸入侧分支为第一吸入通路73和第二吸入通路74。在第一吸入通路73上,从上游侧往下游侧依次连接有上述室外空气冷却热交换器61、止回阀86、返回空气热交换器67。在第一吸入通路73上连接有绕过室外空气冷却热交换器61和止回阀86的旁路管77。在旁路管77上设有电磁式开关阀92。在第二吸入通路74上,从上游侧往下游侧依次连接有第四膨胀阀87和蒸发压力调整热交换器88。在蒸发压力调整热交换器88的附近设有输送室外空气的第二室外风扇89。

[0105] 在各排出通路71、72的流出端与各吸入通路73、74的流入端之间连接有一根汇合管75。在汇合管75上设有气液分离器79。在气液分离器79的气相部上连接有注入管76的流入端。注入管76的流出端连接于压缩机80的吸入管。在注入管76上设有第五膨胀阀91。

[0106] 再生热交换器65、再加热热交换器64和冷凝压力调整热交换器83构成制冷剂往空气中散热而冷凝的冷凝器。室外空气冷却热交换器61、返回空气热交换器67和蒸发压力调整热交换器88构成制冷剂从空气中吸热而蒸发的蒸发器。上述各膨胀阀81、82、84、87、91例如为电子膨胀阀,这些膨胀阀构成调整制冷剂压力的减压机构。

[0107] 除湿系统10具备各种传感器。具体而言,除湿系统10具备:高压压力传感器95,其检测制冷剂回路70a的高压压力(冷凝压力);和低压压力传感器96,其检测制冷剂回路70a的低压压力(蒸发压力)。并且,除湿系统10具备负载检测元件,其用于检测再生热交换器65、再加热热交换器64、室外空气冷却热交换器61和返回空气热交换器67的所需能力。该负载检测元件例如由检测再生热交换器65下游侧的空气温度的第一空气温度传感器101、检测再加热热交换器64下游侧的空气温度的第二空气温度传感器102、检测室外空气冷却热交换器61下游侧的空气温度的第三空气温度传感器103、和检测返回空气热交换器67下游侧的空气温度的第四空气温度传感器104构成。

[0108] 除湿系统10具备控制器110。控制器110根据上述各种传感器的检测值或由用户输入的各种设定值来控制压缩机80的转速、各膨胀阀81、82、84、87、91的开度、各室外风扇85、89的送风量等。

[0109] 一运转动作一

[0110] 对除湿系统10的运转动作进行说明。

[0111] (第二除湿单元的基本动作)

[0112] 除湿系统10进行运转时,第二除湿单元20每隔规定时间(例如隔五分钟)交互地进行图1所示的第一动作和图2所示的第二动作。

[0113] 在第一动作中,在第二吸附热交换器24处将空气除湿,同时使第一吸附热交换器22的吸附剂再生。

[0114] 具体而言,在第一动作中的除湿侧制冷剂回路20a中,四通换向阀25成为图1的状态,膨胀阀23被控制为规定开度。第一流路切换部26使第一供气路41与第二吸附热交换器24的容置室(省略图示)连通,并且使第三排气路53与第一吸附热交换器22的容置室(省略图示)连通。第二流路切换部27使第二吸附热交换器24的容置室与第二供气路42连通,并且使第一吸附热交换器22的容置室与第四排气路54连通。

[0115] 在第一动作中,被压缩机21压缩后的制冷剂通过四通换向阀25后在第一吸附热交换器22中流动。在第一吸附热交换器22处,吸附剂被制冷剂加热,从而吸附剂中的水分被往空气中排出。在第一吸附热交换器22处散热而冷凝后的制冷剂,在膨胀阀23减压后在第二吸附热交换器24中流动。在第二吸附热交换器24处,空气中的水分被吸附剂吸附,此时产生的吸附热被提供给制冷剂。在第二吸附热交换器24处吸热而蒸发后的制冷剂,被吸入压缩机21内并且被压缩。

[0116] 在第二动作中,在第一吸附热交换器22处将空气除湿,同时使第二吸附热交换器24的吸附剂再生。

[0117] 在第二动作中的除湿侧制冷剂回路20a中,四通换向阀25成为图2的状态,膨胀阀23被控制为规定开度。第一流路切换部26使第一供气路41与第一吸附热交换器22的容置室(省略图示)连通,并且使第三排气路53与第二吸附热交换器24的容置室(省略图示)连通。第二流路切换部27使第一吸附热交换器22的容置室与第二供气路42连通,并且使第二吸附热交换器24的容置室与第四排气路54连通。

[0118] 在第二动作中,被压缩机21压缩的制冷剂通过四通换向阀25后,在第二吸附热交换器24中流动。在第二吸附热交换器24处,吸附剂被制冷剂加热,从而吸附剂中的水分被往空气中排出。在第二吸附热交换器24处散热而冷凝后的制冷剂,在膨胀阀23中减压后在第一吸附热交换器22中流动。在第一吸附热交换器22处,空气中的水分被吸附剂吸附,此时产生的吸附热被提供给制冷剂。在第一吸附热交换器22吸热而蒸发后的制冷剂,被吸入压缩机21内并且被压缩。

[0119] (制冷机组的基本动作)

[0120] 除湿系统进行运转时,在制冷机组70中进行制冷循环。制冷机组70进行基本动作时,第一膨胀阀81、第二膨胀阀82和第五膨胀阀91的开度被适当地调节,而第三膨胀阀84和第四膨胀阀87成为全闭状态。并且,第一室外风扇85和第二室外风扇89成为停止状态。

[0121] 被压缩机80压缩后的制冷剂,被送至第一排出通路71后在再生热交换器65中流动。在再生热交换器65处,制冷剂往空气中散热而冷凝。在再生热交换器65处冷凝后的制冷剂,在第一膨胀阀81处被减压至稍微低的压力后,在再加热热交换器64中流动。在再加热热交换器64处,制冷剂往空气中散热而冷凝。在再加热热交换器64处冷凝后的制冷剂,在第二膨胀阀82处被减压至低压后通过气液分离器79,然后被送至第一吸入通路73中。需要说明的是,第二膨胀阀82的开度是根据压缩机80吸入侧的制冷剂的过热度来控制。

[0122] 被送至第一吸入通路73的制冷剂在室外空气冷却热交换器61中流动。在室外空气冷却热交换器61处,制冷剂从空气中吸热而蒸发。在室外空气冷却热交换器61处蒸发后的制冷剂,通过止回阀86后在返回空气热交换器67中流动。在返回空气热交换器67处,制冷剂从空气中吸热而蒸发。在返回空气热交换器67处蒸发后的制冷剂,被吸入压缩机80内并且被压缩。

[0123] (除湿系统的运转动作)

[0124] 接着,对除湿系统10的运转动作进行说明。除湿系统10进行运转时,第二除湿单元20交互进行第一动作和第二动作。并且供气风扇63、排气风扇66和返回空气风扇59进行运转。

[0125] 室外空气0A流入供气通路40的第一供气路41。该空气为比较高温高湿的空气。在第一供气路41中流动的空气由第一除湿单元60的室外空气冷却热交换器61进行冷却。冷却时从空气中产生的冷凝水被回收至集水盘62中。在第一动作中,在室外空气冷却热交换器61处被冷却和除湿后的空气通过第二除湿单元20的第二吸附热交换器24。在第二吸附热交换器24处,空气中的水分被吸附剂吸附。在第二动作中,在室外空气冷却热交换器61处被冷却和除湿后的空气在第二除湿单元20的第一吸附热交换器22处被除湿。

[0126] 水分在各吸附热交换器22、24处被吸附剂吸附时产生的吸附热被提供给在吸附热交换器22、24中流动的制冷剂。由于受到来自制冷剂的冷却作用,因此在供气通路40中流动的空气被除湿而湿度降低,并且被冷却而温度也降低。

[0127] 在第二除湿单元20中被除湿后的空气在第二供气路42中流动,并且通过吸附转子31的第一吸附部32。其结果是,该空气中的水分被吸附转子31的吸附剂吸附。在吸附转子31处被除湿后的空气在再加热热交换器64处被调整温度后,作为供气SA供往室内。

[0128] 在第二供气路42中流动的空气的一部分流入排气通路50并且通过吸附转子31的第二吸附部33。其结果是,该空气中的水分被吸附转子31的吸附剂吸附。第二吸附部33为高温的再生空气所通过的再生部34往第一吸附部32移动的过程中的阶段,第二供气路42中的空气流经第二吸附部33,从而产生冷却第二吸附部33的作用。

[0129] 在吸附转子31的第二吸附部33处被除湿后的空气在第二排气路52中流动,并且在再生热交换器65处被加热。被加热后的空气通过吸附转子31的再生部34。其结果是,水分从吸附转子31的吸附剂往空气中脱离,从而吸附剂再生。用于使吸附转子31再生的空气在第三排气路53中流动,并且与从分支路55被送过来的空气混合。

[0130] 在第一动作中,该空气通过第二除湿单元20的第一吸附热交换器22。在第一吸附热交换器22处,水分从吸附剂往空气中脱离,从而吸附剂再生。用于使第一吸附热交换器22的吸附剂再生的空气在第四排气路54中流动,并且作为排气EA排往室外。在第二动作中,空气使第二吸附热交换器22的吸附剂再生后,作为排气EA排往室外。如上所述,在本实施方式中,使吸附转子31再生后的空气也使用于吸附热交换器22、24的再生。

[0131] 室内空间S中的空气的一部分作为排气EA排往室外。并且,室内空间S中的空气的一部分流入返回空气通路58。在返回空气通路58中流动的空气被返回空气热交换器67冷却后,被送回第二供气路42。该送回空气与在第二除湿单元20处被除湿后的空气混合。从室内空间S被送回的空气与在第二除湿单元20处被除湿后的空气相比,被送回的空气的温度、湿度较低。因此,在第二除湿单元20处被除湿后的空气通过与送回空气混合而变得更低温低湿。由此,在吸附转子31处的水分吸附能力提升。

[0132] 在返回空气通路58中流动的空气被返回空气风扇59推入第二吸气路42。此处,如果是不设置返回空气风扇59而只以供气风扇63来将室内空气吸入第二吸气路42的结构,则有可能从导管外侧吸入高湿度的室外空气,导致供气SA的湿度升高。然而在本实施方式中,因为是以返回空气风扇59将空气推入第二吸气路42中,所以系统内成为正压,能够防止吸

入高湿度的室外空气。因此,能够防止供气SA的湿度上升。

[0133] (除湿系统的节能化)

[0134] 图6为涉及本实施方式的除湿系统的示意图。图7为涉及比较例的除湿系统的示意图,该比较例构成为在冷却除湿的第一除湿单元之后,使用两级吸附转子式除湿单元。在图6和图7中,对于以英文字母的大写示出的各个点,在上排示出干球温度(°C),在下排示出水蒸气量(g/Kg)。

[0135] (比较例)

[0136] 在比较例中,对回路的构件附加有符号101~符号109,对空气通路附加有符号111~符号120。

[0137] 在该比较例中,以室外空气冷却热交换器101将干球温度为35°C而水蒸气量为23.3g/Kg的室外空气(K点)冷却除湿,使其改变为L点的温度和水蒸气量后,再使其与通路118的M点处空气汇合而降低水蒸气量(N点)。将该空气引入第一级的除湿转子102内并进行除湿,使其改变为O点,然后使其与在通路114中流动的来自于室内空间的返回空气(Q点)汇合后以冷却线圈105进行冷却(R点)。之后,以第二级的除湿转子106生成S点的低露点空气并供往室内(干燥无尘室)。S点处空气几乎不含水蒸气,并且露点大约为-50°C。

[0138] 在除湿转子106的吸附部处被吸去水分后的除湿空气流入通路115、116中,进而分流至通路117和通路118。通路117的空气被加热器107加热而改变状态为T点后,与在通路115中流动的空气汇合而改变状态为U点。该空气进而被加热器108加热而成为V点的高温空气(140°C),在使水分从除湿转子102脱离后排往户外。此时升温到再生温度(140°C)时所使用的能源为电加热器或蒸气加热器的热能。在通路118中流动的W点的空气在通过室外空气冷却热交换器101之后与L点的空气混合。

[0139] 如上所述,在比较例的结构中,有必要使除湿转子102的再生温度为高温(140°C),不管是使用蒸气或使用电力,其所需的能源都相当大。

[0140] 并且,在比较例的结构中,虽然通过第一级的除湿转子102后的空气的湿度会下降,但是温度会上升,因此在第二级的除湿转子106处,为了获得低露点的空气,有必要在入口处将空气冷却,为此而设置的冷却线圈105的能耗也很大。

[0141] 此外,在作为比较例举出的以往的结构中,空调系统的能源使用量在锂离子电池的生产过程中占了整体过程的大约50%,这对干燥无尘室的节约能源和节约电力造成相当大的阻碍因素。

[0142] 需要说明的是,在比较例的装置中,由于返回空气通路114的压力成为负压,因此有来自室外空气的水分混进来的可能性。为此,虽然对导管(风洞)要求要有高气密性,然而却很有可能因气密性降低而使空气的湿度上升,因此经常有性能不稳定的情况发生。

[0143] (实施方式)

[0144] 在图6所示的本实施方式中,通过在第二级设置制冷剂回路的吸附热交换器22、24,能够在将空气除湿的同时进行冷却,从而不需要设置在第三级的干式转子31之前的冷却线圈。

[0145] 具体而言,A点的空气通过室外空气冷却热交换器61,从而温度和湿度降低,改变状态为B点。B点的空气通过吸附热交换器22、24,从而温度和湿度进一步降低,改变为C点。该空气与在返回空气通路58中流动的E点的空气混合而湿度下降(D点),然后进而通过吸附

转子31,从而成为实质上不含水蒸气的F点的低露点(约 -50°C)空气之后供往室内。

[0146] 如图5中已示出那样,通过以作为第二级的除湿单元的吸附热交换器22、24进行吸附除湿,能够获得低露点的空气,同时还能够降低干球温度,从而能够进行图7的除湿转子102难以达成的理想除湿。也就是说,只要先在吸附热交换器22、24处将温度和湿度降低,由于空气的温度低,因此在第三级的吸附转子31处产生的吸附热变少而能够抑制温度上升,并且相对于因制造上的问题而难以增大吸附面积的吸附热交换器22、24,由于吸附转子31能够比吸附热交换器22、24获得更多的吸附面积,因此除湿量也变大,能够获得低湿度而低温的空气。

[0147] 而且,在比较例中,用于获得低露点空气(露点 -50°C)的再生温度需要大约 140°C 的高温,但是在本实施方式的系统中,通过以在再生热交换器65处加热后的 60°C 的空气(G点)作为再生空气使用,能够获得同样的低露点空气,从而能减少使吸附转子31再生时所需要的能源。通过吸附转子31后的H点的空气与分支路55的空气混合而改变为I点,然后使用于吸附热交换器22、24的再生。

[0148] 吸附转子31的再生温度的降低,能够通过使用以设置在第二级的吸附热交换器22、24除湿后的低露点空气(-15°C 到 -20°C)来达成。换句话说,由于往吸附转子31供给低露点的空气,因此如上述那样,即使吸附转子31吸附有较多的水分而使空气成为低湿度,也几乎不会产生吸附热,因此能够降低再生温度。

[0149] 此外,再生温度为 60°C ,其与比较例相比温度较低,作为再生的热源以热泵进行加热这样的方式在以往中难以实现,但其实现也成为可能。

[0150] 需要说明的是,在本实施方式中,由于通过在来自干燥无尘室的返回空气通路58上设置返回空气风扇59来使系统内整体正压化,水分混入空气中的可能性降低,系统的稳定性也获得提高。

[0151] (制冷机组的其它控制动作)

[0152] 在图3所示的制冷机组70中,根据除湿系统的运转条件,适当地执行如下的控制动作。

[0153] 除湿系统进行运转时,控制器110根据各温度传感器101~104的检测温度计算冷凝器侧(即再生热交换器65和再加热热交换器64侧)的所需能力 Q_c 和蒸发器侧(即室外空气冷却热交换器61和返回空气热交换器67侧)的所需能力 Q_e 。

[0154] 当冷凝器侧的所需能力 Q_c 大于蒸发器侧的所需能力 Q_e 时,压缩机80的转速被调节为使得以高压压力传感器95测得的冷凝压力到达根据所需能力 Q_c 决定的目标冷凝压力。由此,能够使冷凝压力迅速地到达目标冷凝压力,从而确保所需能力 Q_c 。

[0155] 另一方面,当控制压缩机80以使得冷凝压力到达目标值时,有可能蒸发压力会高出目标蒸发压力,从而蒸发器侧的所需能力 Q_e 不足。于是,在这样的情况下,使第三膨胀阀84以规定开度开放。当第三膨胀阀84打开时,压缩机80排出侧的制冷剂在第一排出通路71和第二排出通路72这两者中流动,制冷剂也在冷凝压力调整热交换器83处被冷凝。于是,为了将冷凝压力维持在目标冷凝压力,压缩机80的转速增加。其结果是,能够使蒸发压力降低而接近目标蒸发压力。

[0156] 当蒸发器侧的所需能力 Q_e 大于冷凝器侧的所需能力 Q_c 时,压缩机80的转速被调节为使得以低压压力传感器96测得的蒸发压力到达根据所需能力 Q_e 决定的目标蒸发压力。由

此,能够使蒸发压力迅速地到达目标蒸发压力,从而确保所需能力 Q_e 。

[0157] 另一方面,当控制压缩机80以使得蒸发压力到达目标值时,有可能冷凝压力会低于目标冷凝压力,从而冷凝器侧的所需能力 Q_c 不足。于是,在这样的情况下,使第四膨胀阀87以规定的开度开放。当第四膨胀阀87打开时,压缩机80吸入侧的制冷剂在第一吸入通路73和第二吸入通路74这两者中流动,制冷剂也在蒸发压力调整热交换器88处蒸发。于是,为了使蒸发压力维持在目标蒸发压力,压缩机80的转速增加。其结果是,能够使冷凝压力上升而接近目标冷凝压力。

[0158] 此外,在制冷机组70中,当以室外空气温度传感器(省略图示)测得的室外空气0A的温度低于目标蒸发压力时,开关阀92开放。由此,能够绕过室外空气冷却热交换器61将制冷剂送往返回空气热交换器67。

[0159] 一实施方式的效果一

[0160] 根据本实施方式,由于能够使再生温度如上述那样从 140°C 大幅度地降低到 60°C 来减少再生热量,因此能够谋求大幅度的节能化。以上述条件进行计算,电力消耗量减少大约35%,系统的运转成本大幅度地降低。此外,由于以再生热交换器65作为制冷剂回路70a的热交换器,因此能够进一步提高节能效果。

[0161] 此外,在本实施方式中,由于能够使吸附转子31的再生温度为 60°C ,因此能够将锂离子电池的制造设备排放的热量利用于再生、或将制冷剂回路70a排放的热量利用于再生,从而能够更进一步地谋求节能化。不只是锂离子电池的制造设备,其它工场的生产线也能够有效地像这样利用排放的热量。

[0162] 此外,在制冷机组70中,再生热交换器65、室外空气冷却热交换器61、再加热热交换器64和返回空气热交换器67连接于同一个制冷剂回路70a。由此,能够将在室外空气冷却热交换器61、返回空气热交换器67回收的空气的热利用于在再生热交换器65、再加热热交换器64处对空气进行加热。其结果是,能够提升除湿系统的节能性。

[0163] (发明的实施方式的变形例)

[0164] 第一变形例的除湿系统10为制冷机组70的结构与上述实施方式不同的除湿系统。如图8所示,在第一变形例的制冷机组70中设有二元制冷循环式制冷剂回路120。也就是说,制冷剂回路120构成为:高压侧回路120a和低压侧回路120b经由构成中间热交换器的级联热交换器140相互连接。

[0165] 在高压侧回路120a上依次连接有作为第一压缩机的高压侧压缩机130、再生热交换器65、高压侧膨胀阀131和返回空气热交换器67。在返回空气热交换器67的下游侧连接有级联热交换器140的第一流路141。在高压侧回路120a上连接有绕过返回空气热交换器67的高压侧旁路管121。在高压侧旁路管121上设有电磁式高压侧开关阀132。在高压侧回路120a上,在高压侧压缩机130的排出侧设有高压压力传感器133,在高压侧压缩机130的吸入侧设有低压压力传感器134。

[0166] 在低压侧回路120b上设有作为第二压缩机的低压侧压缩机150。低压侧压缩机150的排出侧分支为第一排出通路122和第二排出通路123。在第一排出通路122上依次连接有再生热交换器64、级联热交换器140的第二流路142。在第二排出通路123上依次连接有冷凝压力调整热交换器83、第三膨胀阀84。

[0167] 低压侧压缩机150的吸入侧分支为第一吸入通路124和第二吸入通路125。在第一

吸入通路124上依次连接有室外空气冷却热交换器61和止回阀86。并且,在第一吸入通路124上,与实施方式同样地连接有旁路管77。在第二吸入通路125上依次连接有第四膨胀阀87和蒸发压力调整热交换器88。

[0168] 在低压侧回路120b上,且在各排出通路122、123的流出端与各吸入通路124、125的流入端之间连接有低压侧膨胀阀151。在低压侧回路120b上,在低压侧压缩机150的排出侧设有高压压力传感器153,在低压侧压缩机150的吸入侧设有低压压力传感器154。

[0169] 在第一变形例的制冷机组70中,进行二级制冷循环。被高压侧压缩机130压缩后的制冷剂在再生热交换器65处往空气中散热而冷凝后,在高压侧膨胀阀131处减压。减压后的制冷剂在返回空气热交换器67处从空气中吸热而蒸发后,在级联热交换器140的第一流路141中流动。在级联热交换器140中,在第一流路141中流动的制冷剂从在第二流路142中流动的制冷剂吸热而蒸发。蒸发后的制冷剂被吸入高压侧压缩机130内并且被压缩。

[0170] 被低压侧压缩机150压缩后的制冷剂在再加热热交换器64处往空气中散热而冷凝,在级联热交换器140的第二流路142中流动。在级联热交换器140中,在第二流路142中流动的制冷剂往在第一流路141中流动的制冷剂散热而冷凝。冷凝后的制冷剂在低压侧膨胀阀151处减压后,在室外空气冷却热交换器61中流动。在室外空气冷却热交换器61处,制冷剂从空气中吸热而蒸发。蒸发后的制冷剂被吸入低压侧压缩机150内并且被压缩。

[0171] 如上所述,在第一变形例的制冷机组70中,制冷剂在高压侧回路120a中循环而进行制冷循环,并且制冷剂在低压侧回路120b中循环而进行制冷循环。由此,能够充分地确保再生热交换器65侧的冷凝压力与室外空气冷却热交换器61侧的蒸发压力之间的压差,进而能充分获得再生热交换器65的加热能力和室外空气冷却热交换器61的冷却能力。

[0172] 上述以外的结构、作用和效果与上述实施方式相同。

[0173] 图9示出第二变形例。如该图5所示,也可以在低压侧回路120b的第一吸入通路124上的室外空气冷却热交换器61的下游侧处连接返回空气热交换器67。

[0174] 图10示出第三变形例。在上述实施方式的第二除湿单元20中,在第二除湿单元20中设置改变往两个吸附热交换器22、24中流入的的空气的流向的空气通路切换机构26、27,并且在制冷剂回路20a中设置制冷剂流路切换机构25,通过切换空气的流向和制冷剂的流向,来使成为蒸发器的吸附热交换器连接于供气通路40并且使成为冷凝器的吸附热交换器连接于排气通路50。然而,如图10(A)、(B)所示,也可以构成为不使用空气通路切换机构(风阀)26、27。

[0175] 该第二除湿单元20的除湿侧制冷剂回路20a与上述实施方式同样地通过连接压缩机21、第一吸附热交换器22、膨胀阀23、第二吸附热交换器24和四通换向阀25而构成。另一方面,在该制冷剂回路20a中,图10中的双重线的管道28由能够伸缩、弯折的柔性管构成。此外,设有改变第一吸附热交换器22和第二吸附热交换器24的位置的机构,但未图示出来。

[0176] 在该结构中,在图10(A)的状态时,成为冷凝器的第一吸附热交换器22位于排气通路50侧,成为蒸发器的第二吸附热交换器24位于供气通路40侧。在图10(B)的状态中,成为蒸发器的第一吸附热交换器22位于供气通路40侧,成为冷凝器的第二吸附热交换器位于排气通路50侧。

[0177] 像这样,在图10(A)、(B)的例子中,即使不切换空气通路50的供气通路40和排气通路50,也能够通过移动第一吸附热交换器22和第二吸附热交换器24的位置来经常对供往室

内的空气进行除湿。并且,由于第一除湿单元60和第三除湿单元30与实施方式具有同样的结构,因此能够产生与实施方式同样的效果。

[0178] (其它的实施方式)

[0179] 也可以使上述实施方式具有如下的结构。

[0180] 例如,在上述实施方式中,虽然将制冷剂回路的再生热交换器65作为空气加热器使用,但也可以使用电加热器或蒸气加热器作为空气加热器。

[0181] 此外,在上述实施方式中,也可以在第二除湿单元20与第三除湿单元30之间设置中间冷却器来冷却空气。

[0182] 此外,在上述实施方式中,设有将室内空气RA送回供气通路40的返回空气通路58,但是也可以不必设置返回空气通路58。

[0183] 例如,在上述实施方式中,将从返回空气通路58返回供气通路40的室内空气的一部分使用作为吸附转子31的再生用空气,但也可以不采用这样的结构,而是改变使空气流向的结构,例如将室外空气的一部分除湿后供往室内空间S的同时,将室外空气的其它部分用于吸附转子31的再生。

[0184] 此外,本发明的除湿单元优选构成为相对于具备第一除湿单元60和第三除湿单元30的既设的系统,能够将第二除湿单元20连接在上述第一除湿单元60与第三除湿单元30之间的任选安装型系统。通过这样,能够将具有吸附热交换器22、24的第二除湿单元20安装在以往使用的仅由室外空气冷却热交换器61和除湿转子31构成的二级型系统中,从而实现既设系统的节能化。

[0185] 需要说明的是,以上的实施方式仅是本质上的优选示例,并没有意图对本发明、其应用对象或其用途的范围加以限制。

[0186] 一产业实用性一

[0187] 如以上说明那样,本发明对于将除湿后的空气供往室内的除湿系统很有用。

[0188] 一符号说明一

[0189] 10 除湿系统

[0190] 20 第二除湿单元

[0191] 22 第一吸附热交换器

[0192] 24 第二吸附热交换器

[0193] 25 制冷剂流路切换机构(四通换向阀)

[0194] 26 第一流路切换部(空气通路切换机构)

[0195] 27 第二流路切换部(空气通路切换机构)

[0196] 30 第三除湿单元

[0197] 31 吸附转子

[0198] 40 供气通路(空气通路)

[0199] 50 排气通路(空气通路)

[0200] 58 返回空气通路

[0201] 58a 返回空气口

[0202] 59 返回空气风扇

[0203] 60 第一除湿单元

- [0204] 61 室外空气冷却热交换器
- [0205] 65 再生热交换器(空气加热器)
- [0206] 67 返回空气冷却热交换器(返回空气冷却器)
- [0207] 70a 制冷剂回路
- [0208] 120 制冷剂回路
- [0209] S 室内空间

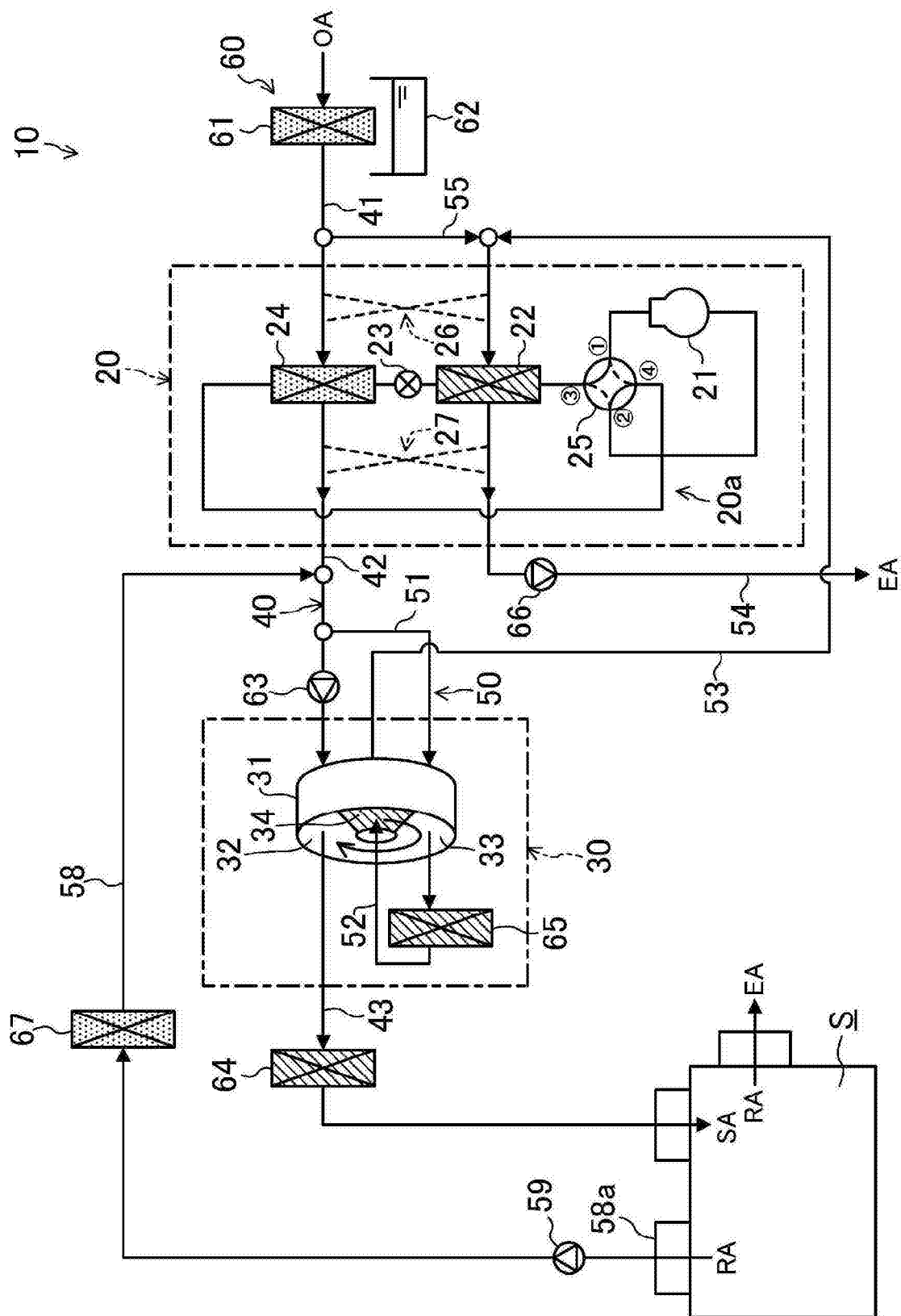


图1

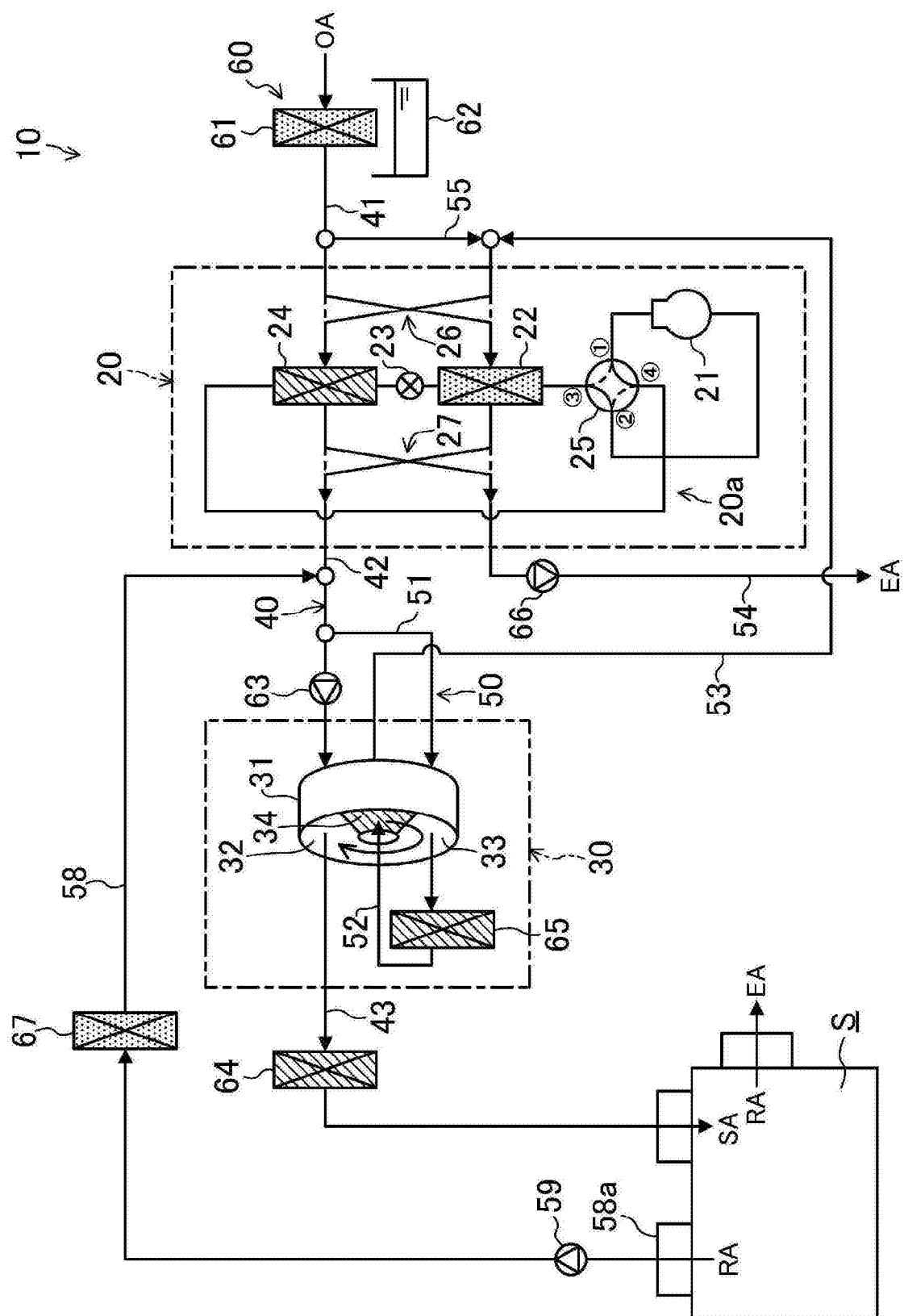


图 2

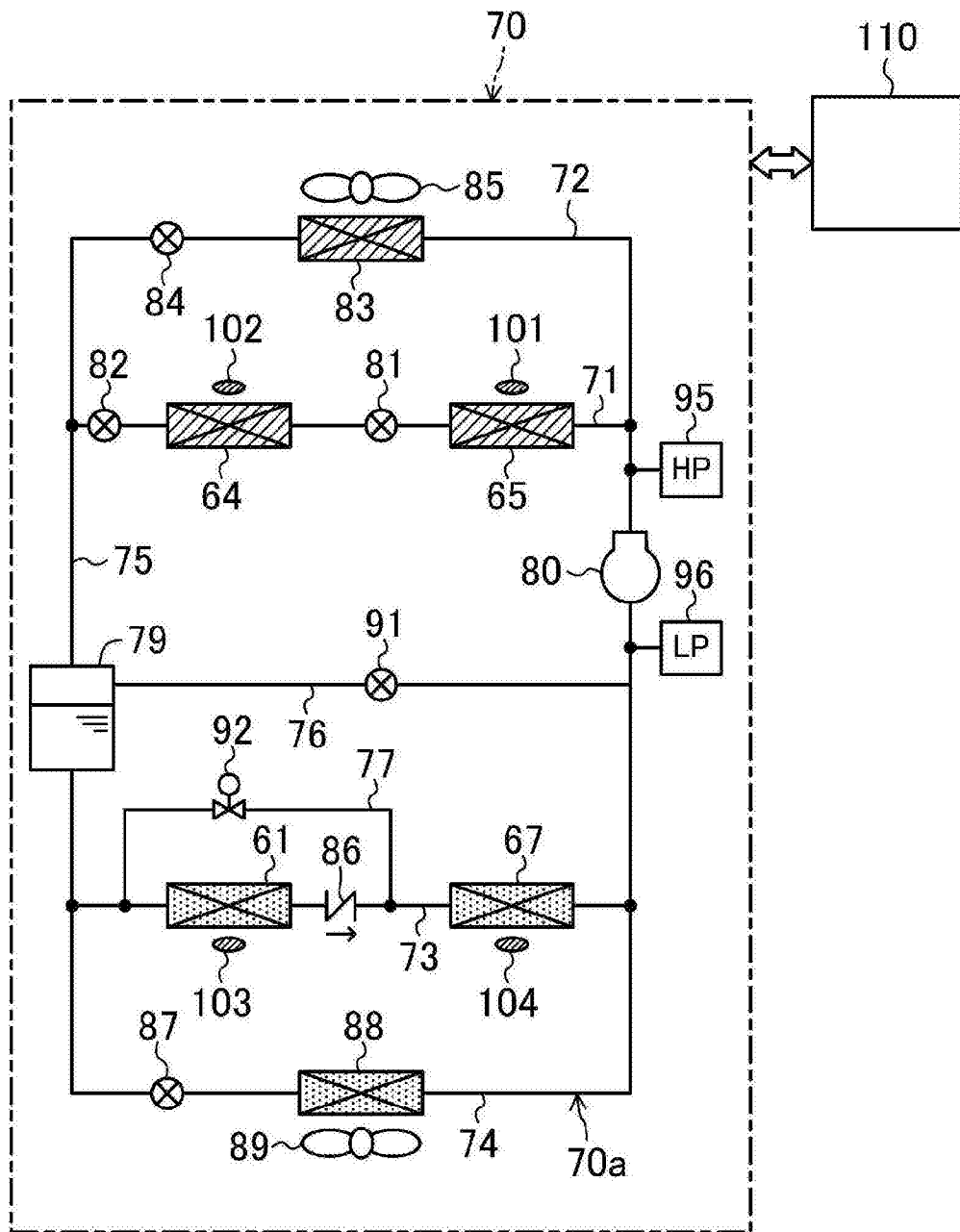


图3

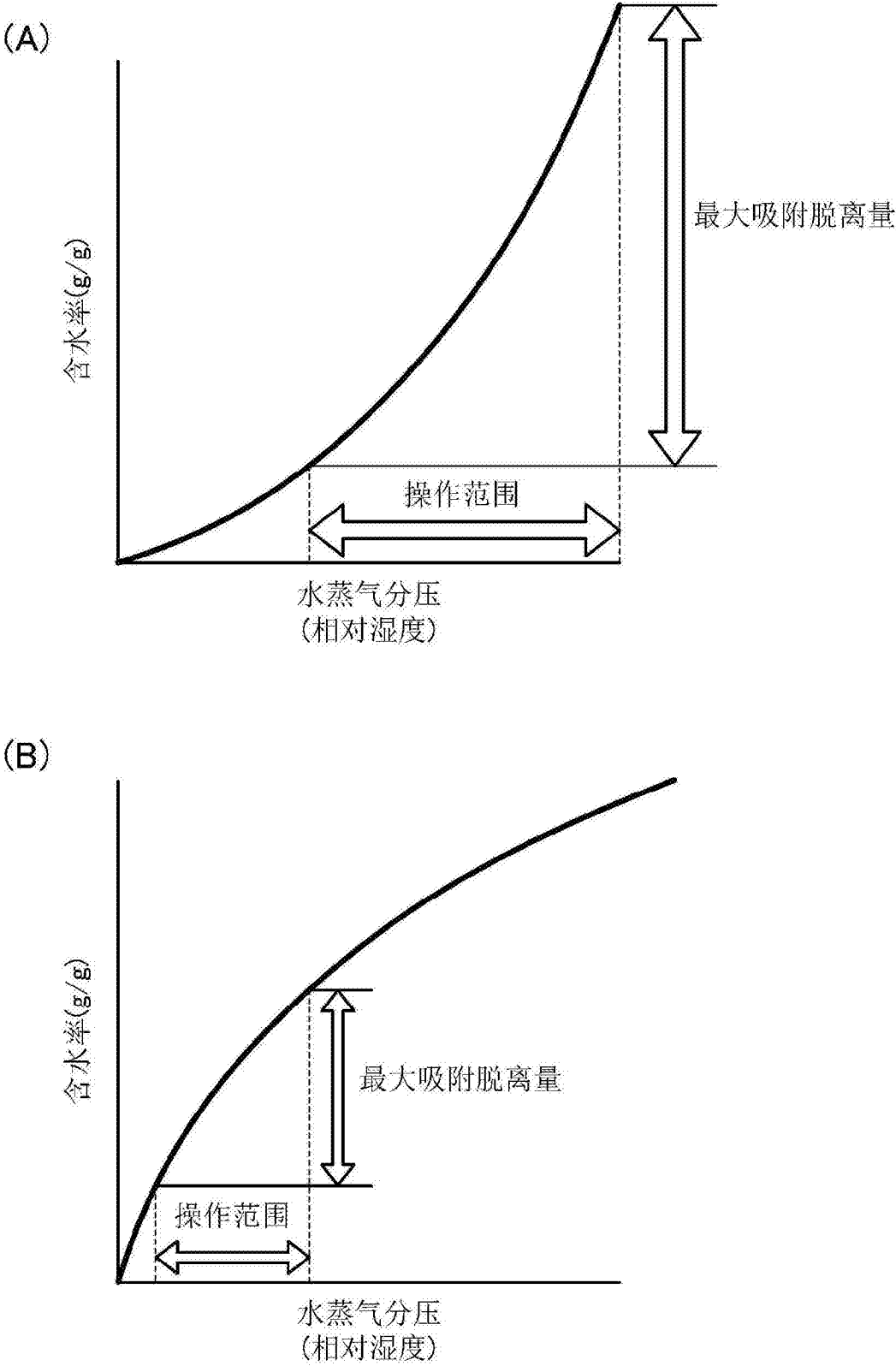


图4

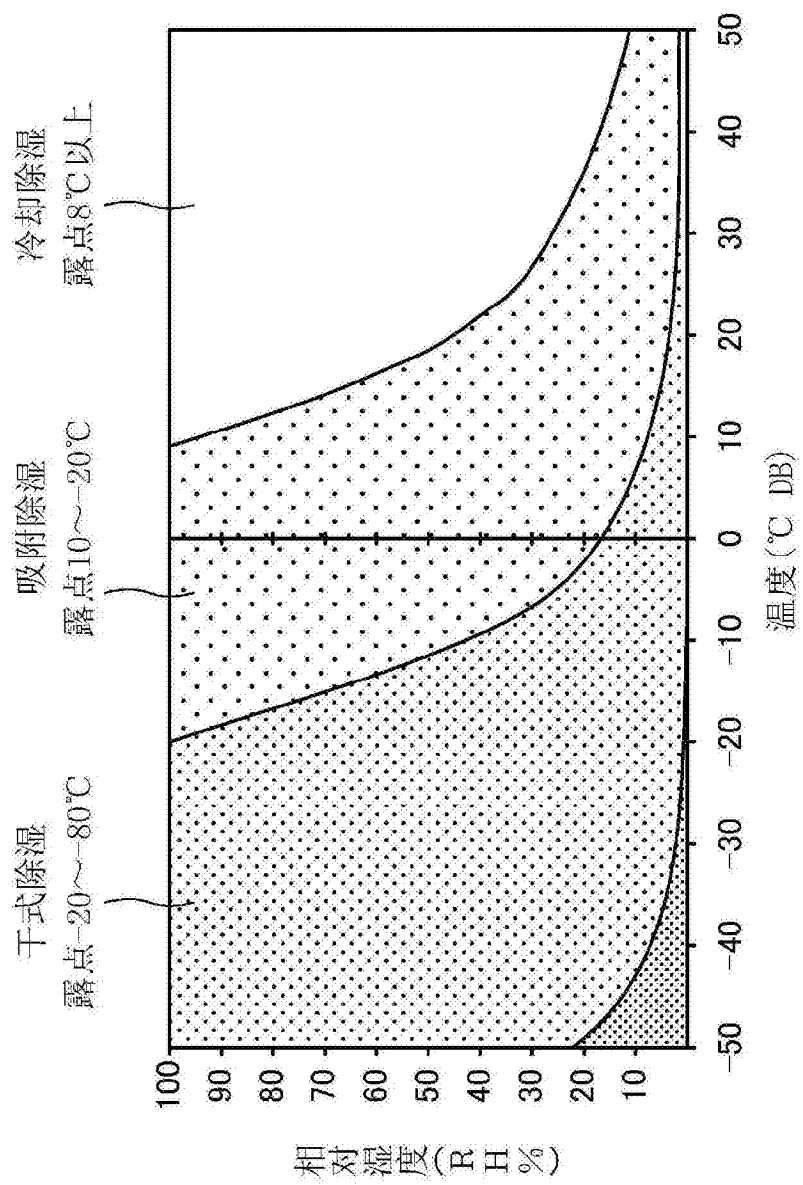


图5

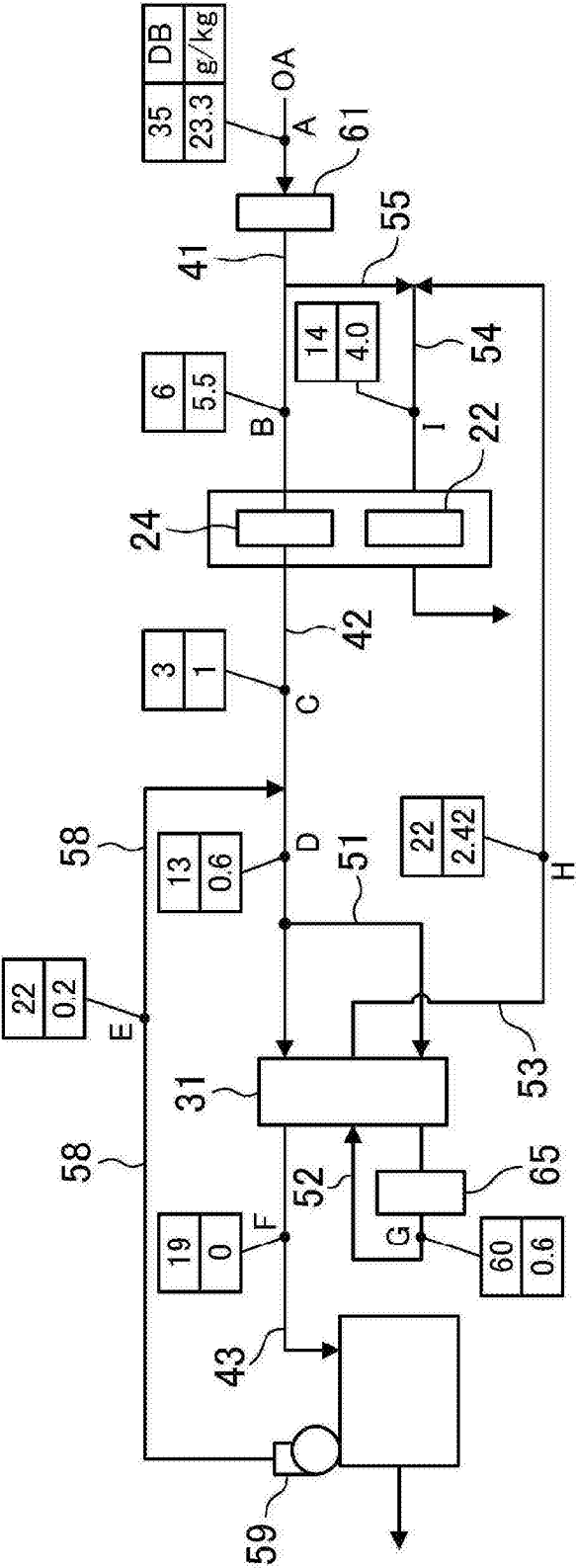


图6

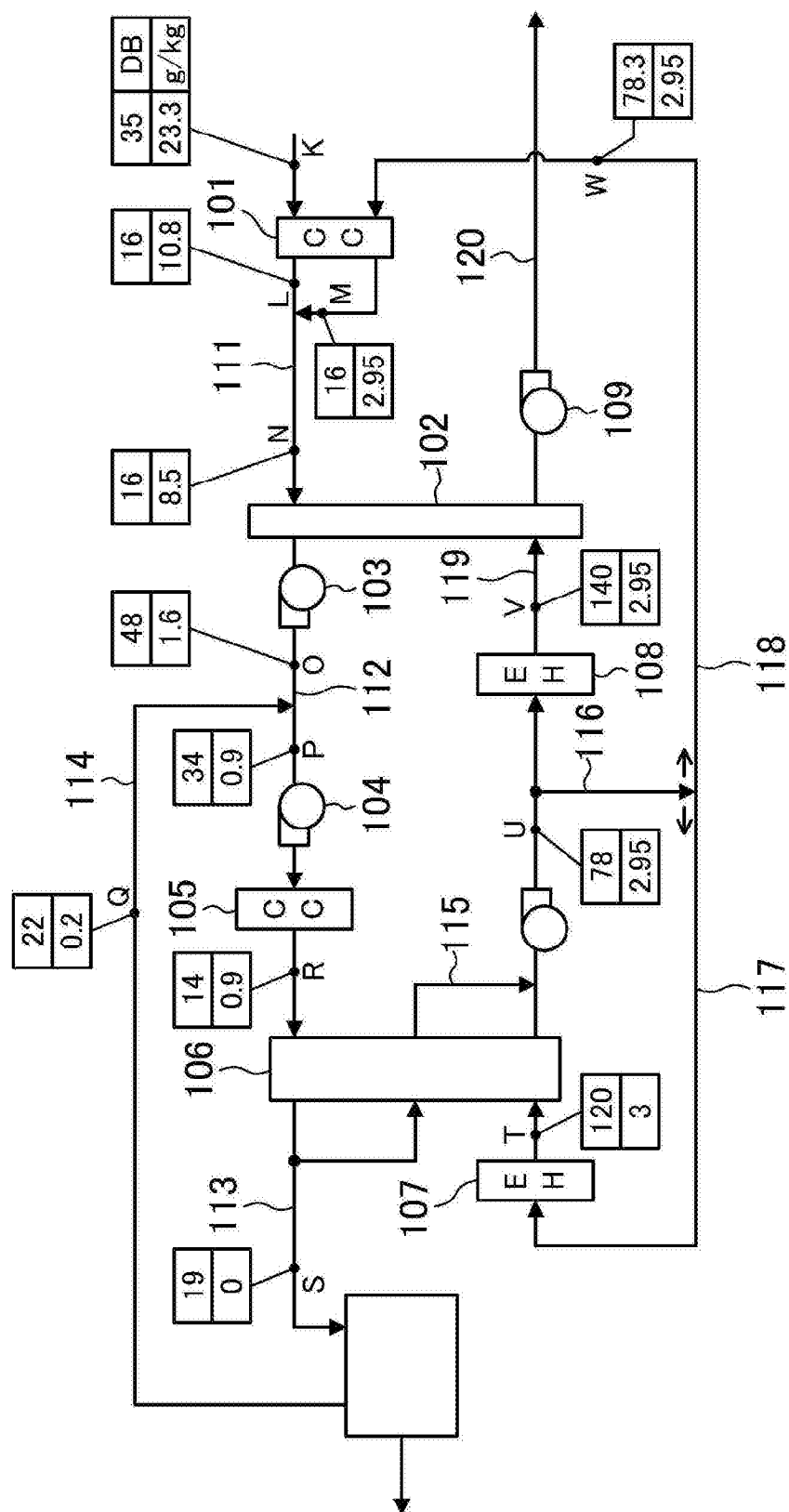


图7

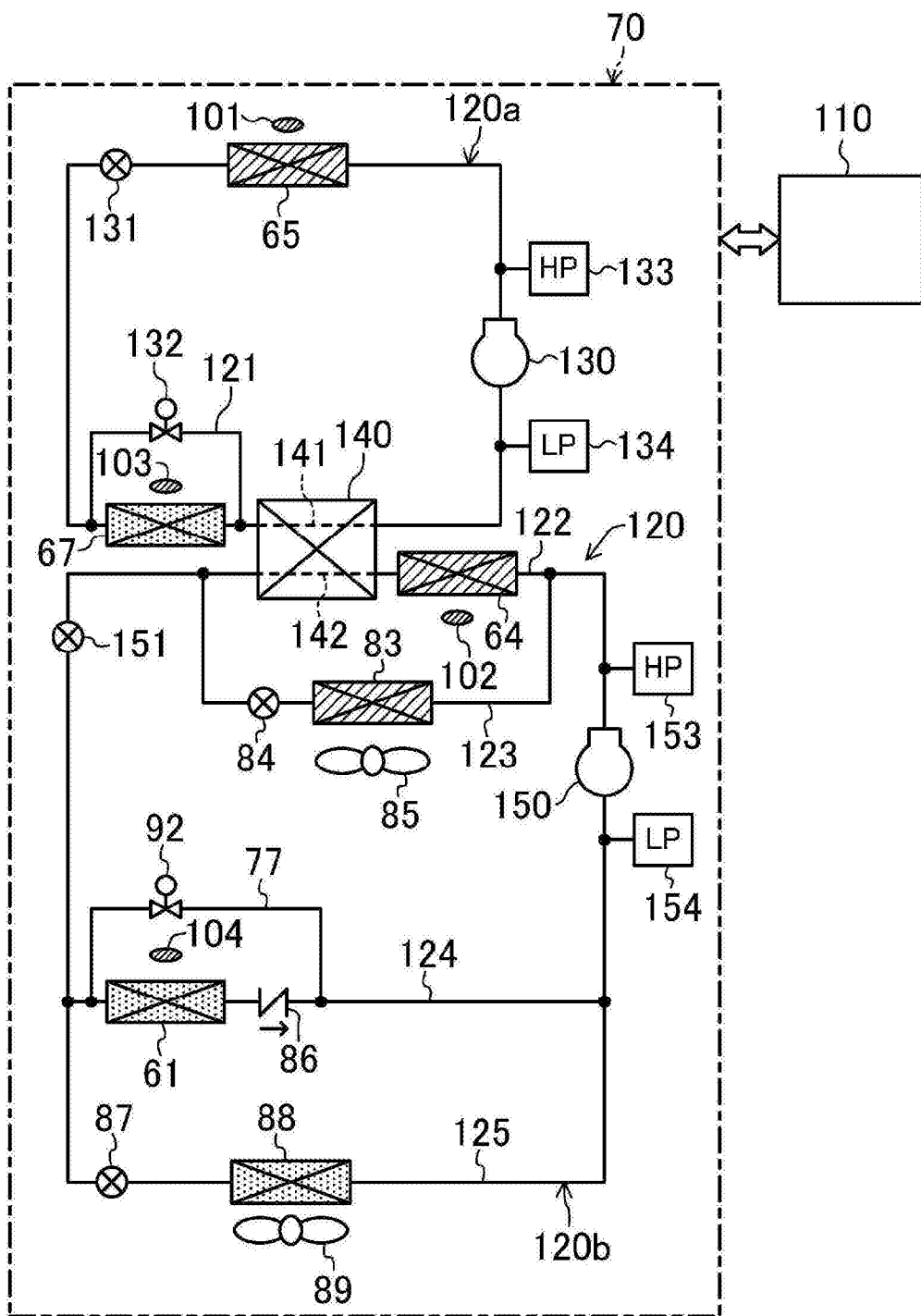


图8

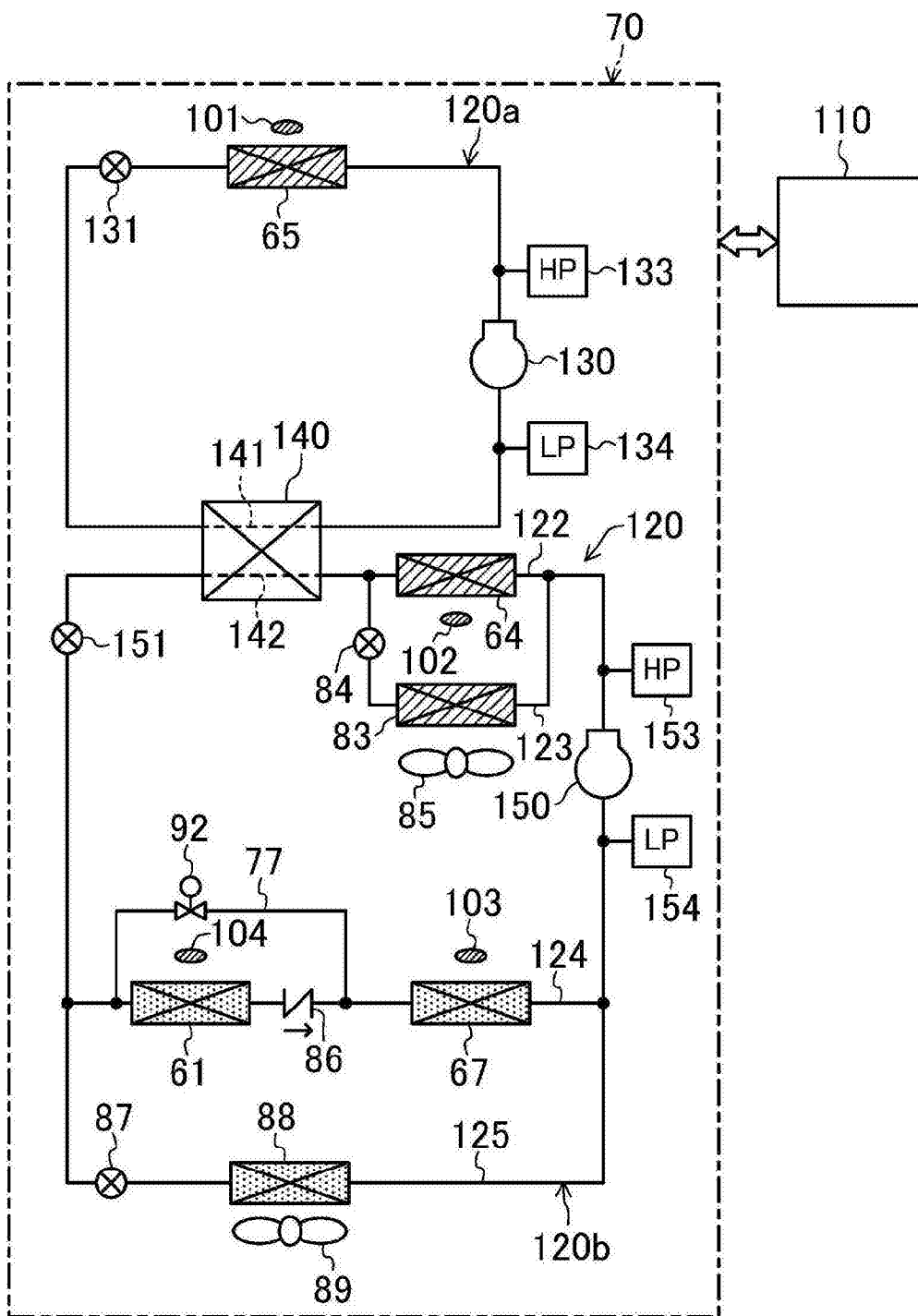


图9

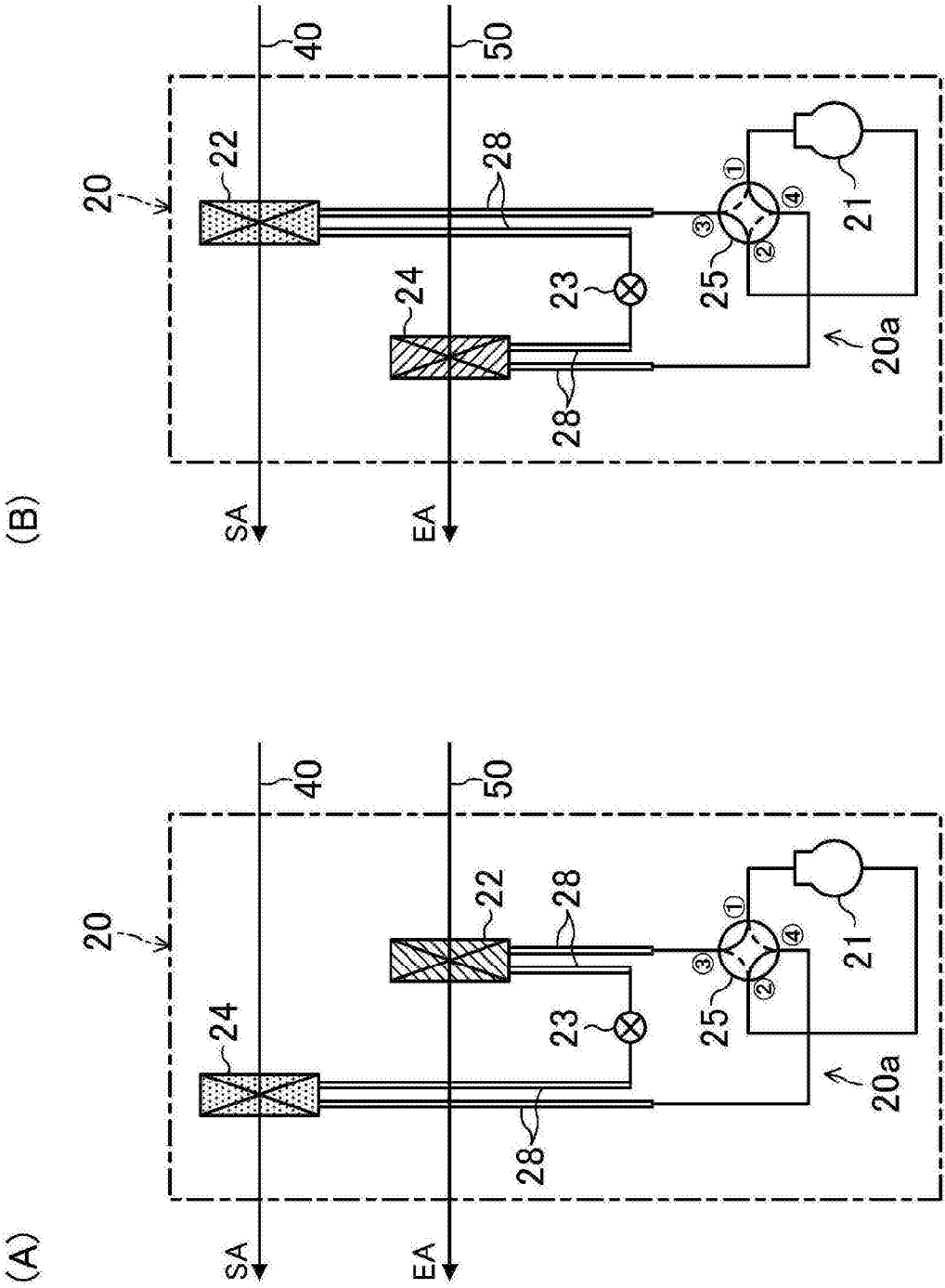


图10