



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101305251 B

(45) 授权公告日 2011.04.13

(21) 申请号 200680041922.0

(22) 申请日 2006.10.11

(30) 优先权数据

11/272,109 2005.11.09 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.05.09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/039738 2006.10.11

(87) PCT申请的公布数据

WO2007/055854 EN 2007.05.18

(73) 专利权人 艾默生环境优化技术有限公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 亨格·M·范 韦恩·R·沃纳

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 张文 潘炜

(51) Int. Cl.

F25B 21/02 (2006.01)

F25D 19/00 (2006.01)

F25D 11/02 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6532749 B2, 2003.03.19, 全文 .

CN 1236429 A, 1999.11.24, 全文 .

US 6705089 B2, 2004.03.16, 全文 .

GB 2299654 A, 1996.10.09, 全文 .

审查员 刘璇斐

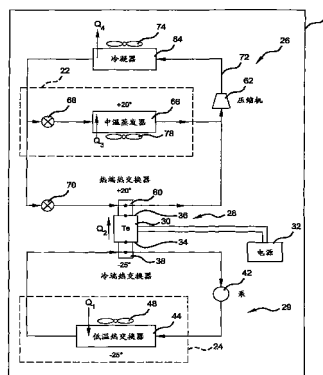
权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

制冷系统及其运行方法、以及利用该制冷系统调节空间温度的方法

(57) 摘要

用于多温和单温应用的制冷系统，其结合了通过热电装置进行热传导接触的制冷回路以及单相流体传热回路。蒸汽压缩循环提供第一级制冷，并且与传热回路相结合的热电装置提供第二级制冷。可通过反转热电装置的极性来为制冷系统提供除霜功能。



CN 101305251 B

1. 一种制冷系统，包括：
热电装置，其在第一端和第二端之间形成温度梯度；
能够压缩的工作流体，其流经与所述热电装置的所述第一端具有传热关系的制冷回路；
传热流体，其流经与所述热电装置的所述第二端具有传热关系的传热回路；
其中从所述传热流体和所述能够压缩的工作流体中的其中一种中提取热量并通过所述热电装置将所述热量传送至所述传热流体和所述能够压缩的工作流体中的另一种中。
2. 如权利要求 1 所述的制冷系统，在所述制冷回路中还包括压缩机，并且其中所述能够压缩的工作流体由所述压缩机压缩。
3. 如权利要求 2 所述的制冷系统，在所述制冷回路中还包括冷凝器和膨胀装置，所述冷凝器能够操作以从所述能够压缩的工作流体中提取热量。
4. 如权利要求 3 所述的制冷系统，在所述制冷回路中还包括蒸发器，该蒸发器与流经该蒸发器的第一气流具有传热关系，其中所述能够压缩的工作流体的第一部分以与所述蒸发器具有传热关系的方式流动，而所述能够压缩的工作流体的第二部分以与所述热电装置的所述第一端具有传热关系的方式流动，从而所述第一部分和第二部分在所述制冷回路中并行流动。
5. 如权利要求 4 所述的制冷系统，其中所述膨胀装置为第一膨胀装置，并且在所述制冷回路中还包括第二膨胀装置，所述第一膨胀装置和第二膨胀装置调节所述能够压缩的工作流体的所述第一部分和第二部分的各自的流量。
6. 如权利要求 4 所述的制冷系统，在所述传热回路中还包括热交换器，该热交换器与不同于所述第一气流的第二气流具有传热关系，所述第二气流流经所述热交换器，从而所述传热流体与所述第二气流以及所述热电装置的所述第二端二者具有传热关系。
7. 如权利要求 6 所述的制冷系统，还包括：
第一空间，其维持在第一温度并且所述第一气流移动经过所述第一空间；
第二空间，其维持在与所述第一空间不同的第二温度并且所述第二气流移动经过所述第二空间；
其中，所述热交换器从所述第二气流提取热量并将从所述第二气流提取的热量传送至所述传热流体，所述热电装置将从所述第二气流中提取的热量从所述传热流体传送至所述能够压缩的工作流体的所述第二部分，并且所述蒸发器从所述第一气流提取热量并将从所述第一气流中提取的热量传送至所述能够压缩的工作流体的所述第一部分。
8. 如权利要求 3 所述的制冷系统，在所述传热回路中还包括与所述传热流体具有传热关系的热交换器，所述热交换器能够操作以在所述传热流体和气流之间传热，其中所述膨胀装置调节所述能够压缩的工作流体的流量。
9. 如权利要求 8 所述的制冷系统，还包括维持在预定温度并且所述气流移动经过的空间，并且其中所述热交换器从所述气流中提取热量并将所述热量传送至所述传热流体，所述热电装置将所述热量从所述传热流体传送至所述能够压缩的工作流体，并且所述冷凝器将所述热量传送至周围环境，从而将所述空间维持在所述的预定温度。
10. 如权利要求 1 所述的制冷系统，其中所述传热流体为所述传热回路中的单相流体。

11. 一种制冷系统，包括：
传热回路，其能够操作以在流经其中的传热流体和第一制冷空间之间传送热量；
蒸汽压缩回路，其能够操作以在流经其中的制冷剂和气流之间传送热量；
热电装置，其与所述传热回路和所述蒸汽压缩回路具有传热关系，所述热电装置能够操作以在所述传热流体和所述制冷剂之间传送热量。

12. 如权利要求 11 所述的制冷系统，其中所述传热回路将所述第一制冷空间维持在第一预定温度，并且所述传热回路包括：

流体泵，其将所述传热流体泵送穿过所述传热回路；以及
热交换器，其在所述传热流体和所述第一制冷空间之间传送热量。

13. 如权利要求 12 所述的制冷系统，其中所述蒸汽压缩回路包括：

压缩机，其压缩所述制冷剂；
冷凝器，其在所述制冷剂和所述气流之间传送热量；
膨胀装置，其调节所述制冷剂的流量。

14. 如权利要求 13 所述的制冷系统，其中所述蒸汽压缩回路将第二制冷空间维持在第二预定温度，并且所述蒸汽压缩回路包括在所述制冷剂和所述第二制冷空间之间传送热量的蒸发器。

15. 如权利要求 14 所述的制冷系统，其中所述制冷剂的不同部分流经所述蒸发器以及与所述热电装置具有传热关系，并且在流经所述压缩机之前重新汇合。

16. 如权利要求 15 所述的制冷系统，其中所述蒸汽压缩回路包括位于所述蒸发器下游并产生横跨所述蒸发器的压力差的压力调节装置。

17. 如权利要求 11 所述的制冷系统，还包括电源，所述电源能够操作以选择性地为所述热电装置供应电流。

18. 如权利要求 11 所述的制冷系统，其中所述传热流体为所述传热回路中的单相流体。

19. 一种制冷系统，包括：

热电装置，其在第一端和第二端之间具有温度梯度；
第一气流，其流经第一空间并与所述第一端具有传热关系；
能够压缩的工作流体，其流经制冷回路并与所述第二端具有传热关系；
其中从所述第一气流和所述工作流体中的其中一种中提取热量并通过所述热电装置将所述热量传送至所述第一气流和所述工作流体中的另一种中。

20. 如权利要求 19 所述的制冷系统，在所述制冷回路中还包括压缩机，并且其中所述工作流体由所述压缩机压缩。

21. 如权利要求 20 所述的制冷系统，在所述制冷回路中还包括与流经第二空间的第二气流具有传热关系的蒸发器，所述蒸发器从所述第二气流中提取热量，从而冷却所述第二空间。

22. 如权利要求 21 所述的制冷系统，其中所述热电装置的所述第二端与流经所述蒸发器的所述工作流体具有传热关系。

23. 如权利要求 19 所述的制冷系统，其中从所述第一气流中提取热量并通过所述热电装置将所述热量传送至所述工作流体。

24. 一种运行具有蒸汽压缩回路的制冷系统的方法，所述方法包括：
在流经传热回路的流体和热电装置的第一端之间传送热量；
在流经蒸汽压缩回路的制冷剂和所述热电装置的第二端之间传送热量。
25. 如权利要求 24 所述的方法，其中所述热电装置的所述第一端为冷端，所述热电装置的所述第二端为热端，该方法还包括：
利用传热回路从第一制冷空间除去热量；
将所述除去的热量传送至所述热电装置的所述冷端；
将所述除去的热量通过所述热电装置的所述热端传送至所述制冷剂。
26. 如权利要求 25 所述的方法，还包括利用冷凝器将所述除去的热量从所述制冷剂传送到周围环境。
27. 如权利要求 25 所述的方法，还包括：
利用所述制冷剂从第二制冷空间除去热量；
利用所述蒸汽压缩回路中的冷凝器将所述从所述第一制冷空间和第二制冷空间除去的的热量从所述制冷剂传送到周围环境。
28. 如权利要求 27 所述的方法，还包括：
将从所述第一制冷空间除去的所述热量传送至与所述热电装置的所述热端具有传热关系的所述制冷剂的第一部分；
将来自流经所述第二制冷空间的气流的热量传送至与蒸发器具有传热关系的所述制冷剂的第二部分；
在所述制冷剂流经压缩机之前将所述制冷剂的所述第一部分和第二部分汇合在一起。
29. 如权利要求 28 所述的方法，还包括以大致相同的温度运行所述热电装置的所述热端以及所述蒸发器。
30. 如权利要求 28 所述的方法，还包括以不同的温度运行所述热电装置的所述热端以及所述蒸发器。
31. 如权利要求 25 所述的方法，其中从所述第一制冷空间除去热量包括：
在所述热交换器内将热量从所述第一制冷空间传送至所述传热流体；以及
将热量从所述传热流体传送至所述热电装置的所述冷端。
32. 如权利要求 24 所述的方法，还包括：
为所述热电装置供应电流，从而在所述热电装置的所述第一端和第二端之间产生温度梯度；
通过将热量从所述传热流体传送至流经所述热电装置的所述制冷剂而冷却第一制冷空间；
通过所述热电装置将热量传送至所述传热流体而对所述传热回路中的热交换器进行除霜。
33. 如权利要求 24 所述的方法，还包括将整个传热回路中的所述传热流体维持在单相。
34. 如权利要求 24 所述的方法，其中所述热电装置的所述第一端为冷端，所述热电装置的所述第二端为热端，该方法还包括：

通过循环经过第一制冷空间并且与所述热电装置的所述冷端具有传热关系的气流而从所述第一制冷空间中除去热量；

通过所述热电装置的所述热端将所除去的热量传送至所述制冷剂。

35. 如权利要求 34 所述的方法，还包括：

利用所述制冷剂从第二制冷空间除去热量；

利用所述蒸汽压缩回路中的冷凝器将从所述第一制冷空间和第二制冷空间除去的所述热量从所述制冷剂传送至周围环境。

36. 如权利要求 24 所述的方法，还包括通过向所述热电装置供应电流而在所述热电装置的所述第一端和第二端之间产生温度梯度。

37. 一种利用制冷系统调节空间温度的方法，所述方法包括：

循环用于热电装置的第一端的第一吸热源；

循环用于所述热电装置的第二端的第二吸热源；

在所述第一吸热源和所述第二吸热源之间传送热量从而调节所述空间的温度。

38. 如权利要求 37 所述的方法，还包括为所述热电装置供应电流。

39. 如权利要求 38 所述的方法，还包括运行蒸汽压缩回路以形成第一预定温度的所述第一吸热源。

40. 如权利要求 39 所述的方法，还包括调整所述电流用以在所述热电装置的所述第一端和第二端之间维持预定的温度梯度。

41. 如权利要求 37 所述的方法，其中所述循环第二吸热源包括形成用于流经所述空间的气流的第二吸热源。

42. 如权利要求 37 所述的方法，其中所述循环第二吸热源包括循环流经与所述热电装置的所述第二端具有传热关系的传热回路的传热流体。

43. 如权利要求 42 所述的方法，还包括将所述传热回路内的所述传热流体维持在单相。

44. 一种方法，包括：

以调节空间温度的冷却模式来运行所述制冷系统，所述运行的冷却模式包括将热量从传热回路传送至热电装置并传送至制冷回路；

以运行的除霜模式来运行所述制冷系统，所述运行的除霜模式包括通过所述热电装置将热量传送至所述传热回路并传送至热交换器。

45. 如权利要求 44 所述的方法，还包括在所述冷却模式和所述除霜模式之间转换。

46. 如权利要求 44 所述的方法，其中所述运行的冷却模式包括沿第一方向向所述热电装置供应电流，并且所述运行的除霜模式包括沿与所述第一方向相反的第二方向向所述热电装置供应电流。

47. 如权利要求 44 所述的方法，其中所述运行的冷却模式包括运行所述制冷回路用以供应与所述热电装置的第一端具有传热关系的第一温度的制冷剂流，并且所述运行的除霜模式包括运行所述制冷回路用以供应与所述热电装置的所述第一端具有传热关系的第二温度的所述制冷剂流，所述第二温度高于所述第一温度。

48. 如权利要求 44 所述的方法，其中所述运行的冷却模式包括维持横跨所述热电装置的第一温度差，并且所述运行的除霜模式包括维持横跨所述热电装置的第二温度差，所

述第二温度差小于所述第一温度差。

49. 如权利要求 44 所述的方法，还包括将所述传热回路中的传热流体维持在单相。

制冷系统及其运行方法、以及利用该制冷系统调节空间温度的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及制冷系统，更具体地，涉及包括热电模块的制冷系统。

背景技术

[0002] 包括蒸汽压缩循环的制冷系统能够用于单温应用以及多温应用，单温应用为例如具有保持在相似温度的一个或多个隔室的冷冻机或冰箱，而多温应用为例如具有保持在不同温度的多个隔室的冰箱，所述多个隔室如低温（冷冻）隔室以及中温或高温（新鲜食品储藏）隔室。

[0003] 蒸汽压缩循环利用压缩机来压缩工作流体（如制冷剂）并且还利用了冷凝器、蒸发器和膨胀装置。对于多温应用，压缩机的尺寸一般根据低温隔室的最低运行温度来确定。于是，压缩机的尺寸一般大于实际需求的尺寸，从而导致效率降低。此外，较大的压缩机会以较高的内部温度运行，从而需要用于压缩机内的润滑油的辅助冷却系统来防止压缩机烧坏。

[0004] 基于上述考虑，制冷系统可使用多个压缩机以及使用相同或不同的工作流体。但是，使用多个压缩机和 / 或多种工作流体，会增加制冷系统的成本和 / 或复杂性，并且无法提高整体的效率增益。

[0005] 此外，在某些应用中，压缩机和 / 或制冷剂的使用受到所要达到的温度的限制。例如，对于开式传动轴的压缩机，需利用沿着传动轴的密封将工作流体维持在压缩机内。当在密封开式传动轴的压缩机中采用例如 R134A 的工作流体时，在不引起传动轴密封泄漏的情况下能够取得的最低温度是受到限制的。即，如果期望取得过低的温度，则会形成真空，使得周围的空气被吸入压缩机内部并使系统受到污染。为避免这种情况，则需要其它类型的压缩机和 / 或工作流体。然而，这些其它类型的压缩机和 / 或工作流体可能会更加昂贵和 / 或更加低效。

[0006] 此外，制冷系统需要除霜循环用以融化在蒸发器上聚集或形成的冰。传统的除霜系统利用有选择地操作的电辐射热源来加热蒸发器并融化其上形成的冰。然而，辐射热源的效率较低，因此增加了操作制冷系统的成本并加大了复杂性。还可利用来自压缩机的热的气体来为蒸发器除霜。然而这种系统需要额外的管道设备和控制器，因此增加了制冷系统的成本和复杂性。

发明内容

[0007] 一种可用来满足多温应用和单温应用二者的温度 / 负载要求的制冷系统。该制冷系统包括蒸汽压缩（制冷）回路以及液体传热回路，通过一个或多个热电装置使它们彼此具有传热关系。该制冷系统可将制冷分级，其中由蒸汽压缩回路提供第二级制冷，并且由与传热回路相结合的热电装置提供第一级制冷。分级制冷可降低施加在单个压缩机上的负荷，从而允许使用更小、更高效的压缩机。此外，降低压缩机的负荷允许在使用

的压缩机和 / 或制冷剂的类型上具有更多的选择。而且, 可通过反转热电装置的操作来提供除霜功能。

[0008] 热电装置的第一端和第二端分别与流经制冷回路的可压缩工作流体以及流经传热回路的传热流体具有传热关系。热电装置在可压缩工作流体和传热流体之间形成温度梯度, 从而允许从可压缩工作流体和传热流体中的其中一种中提取热量并通过热电装置将热量传送至另一种中。

[0009] 制冷系统可包括与传热回路和蒸汽压缩回路具有传热关系的热电装置。传热回路可在流经其中的传热流体和第一制冷空间之间传送热量。蒸汽压缩回路可在流经其中的制冷剂和气流之间传送热量。热电装置在传热流体和制冷剂之间传送热量。

[0010] 具有蒸汽压缩回路、传热回路和热电装置的制冷系统的运行方法包括: 在流经传热回路的传热流体和热电装置的第一端之间传送热量, 以及在流经蒸汽压缩回路的制冷剂和热电装置的第二端之间传送热量。

[0011] 另外, 制冷系统可以以冷却模式运行, 包括将热量从传热回路传送至热电装置, 以及将热量从热电装置传送至制冷回路。而且, 制冷系统还可以以除霜模式运行, 包括将热量从热电装置传送至传热回路, 并利用流经传热回路的传热流体来为热交换器除霜。制冷系统的运行可以有选择地在冷却模式和除霜模式之间转换。

[0012] 利用制冷系统为空间调节温度的方法包括: 利用蒸汽压缩循环形成用于热电装置第一端的第一吸热源, 以及利用热电装置的第二端形成用于传热流体的第二吸热源。热量可经由热电装置从传热流体传送至蒸汽压缩循环中的制冷剂, 从而实现对于空间的温度调节。

[0013] 从下文具体的描述中将更加了解本发明所能够适用的更多领域。应当理解, 详细的描述和具体的示例只是用于说明的目的, 而非意于限制本发明的范围。

附图说明

[0014] 从详细描述和附图中可以更加全面地理解本发明, 其中:

[0015] 图 1 为根据本发明的制冷系统的示意图;

[0016] 图 2 为根据本发明的制冷系统的示意图;

[0017] 图 3 为根据本发明的制冷系统的示意图;

[0018] 图 4 为图 3 所示的制冷系统以除霜模式运行的示意图; 以及

[0019] 图 5 为根据本发明的制冷系统的示意图。

具体实施方式

[0020] 下面的描述实质上仅为示例性的描述, 决非意于限制本发明及其应用或使用。此处使用参考标记来描述多个不同的实施方式。对于类似的元件使用类似的参考标记。例如, 如果在某一实施方式中指定某一元件为 10, 则在接下来的实施方式中类似的元件可以指定为 110, 210 等。此处使用的术语“传热关系”指允许热量从一种介质传送到另一介质的关系, 包括对流、传导和辐射等传热。

[0021] 现参照图 1, 制冷系统 20 为多温系统, 其具有设计成维持在第一温度的第一隔室或制冷空间(下文中称作隔室)22 以及设计成维持在比第一隔室 22 的温度更低的温度

的第二隔室或制冷空间（下文中称作隔室）24。例如，制冷系统 20 可为商用冰箱或家用冰箱，其具有设计用于新鲜食物储藏的为中温隔室的第一隔室 22 以及设计用于冷冻食物储藏的为低温隔室的第二隔室 24。制冷系统 20 是一个混合或合成系统，它利用蒸汽压缩循环或回路（VCC）26、热电模块（TEM）28 以及传热回路 29 来冷却隔室 22、24 并在其中维持所需温度。热电模块 28 和传热回路 29 将第二隔室 24 维持在所需温度，而蒸汽压缩回路 26 将第一隔室 22 维持在所需温度并吸收来自热电模块 28 的废热。蒸汽压缩回路 26、热电模块 28 和传热回路 29 的尺寸设计成满足第一隔室和第二隔室 22、24 的供热负载。

[0022] 热电模块 28 包括一个或多个与热交换器相结合的热电元件或装置 30，用于从流经传热回路 29 的传热流体中除去热量，并将热量引入流经蒸汽压缩回路 26 的制冷剂中。热电装置 30 连接到电源 32，电源有选择地为每个热电装置 30 供应直流电（功率）。热电装置 30 将来自电源 32 的电能为每个热电装置 30 的相对端之间的温度梯度，其公知为珀尔贴效应（Peltier effect）。热电装置可从不同的供货商处获得。例如，内华达州卡森市的 Kryotherm USA 即为热电装置的供货商。电源 32 可改变或调整流至热电装置 30 的电流。

[0023] 流经热电装置 30 的电流导致每个热电装置 30 具有相对较低温度端或冷端 34 以及相对较高温端或热端 36（在下文中称作冷端和热端）。应当理解，术语“冷端”和“热端”可指热电装置的具体的端、表面或区域。冷端 34 与传热回路 29 具有传热关系，而热端 36 与蒸汽压缩回路 26 具有传热关系，从而将热量从传热回路 29 传送到蒸汽压缩回路 26。

[0024] 热电装置 30 的冷端 34 与热交换元件 38 具有传热关系并形成传热回路 29 的一部分。传热回路 29 包括流体泵 42、热交换器 44 以及热电模块 28（热电装置 30 和热交换元件 38）。传热流体流经传热回路 29 的部件从而除去第二隔室 24 中的热量。传热回路 29 可为单相流体回路，使得流经其中的传热流体在整个回路中保持为单相。在传热回路 29 中可使用多种单相流体。作为非限定示例，单相流体可为甲酸钾或其它类型的次级热传递流体，例如可从英国剑桥郡的 Environmental Process Systems Limited（环境处理系统有限公司）获得并以 Tyfo® 商标出售的单相流体等。

[0025] 流体泵 42 泵送传热流体通过传热回路 29 的部件。流经热交换元件 38 的传热流体通过与热电装置 30 的冷端 34 的热接触而受到冷却。热交换元件 38 的作用为促进流经传热回路 29 的传热流体和热电装置 30 的冷端 34 之间的热接触。通过增大与传热流体接触的传热表面区域可以促进传热。一种可实现上述目的的热交换元件 38 包括微型通路管道系统，微型通路管道系统与每个热电装置 30 的冷端 34 进行热接触并且具有传热流体流经的通路。通过与冷端 34 的热接触而从流经热交换元件 38 的传热流体中提取热量，并使流经热交换元件 38 的传热流体降温，例如降至 -25°F 。传热流体由热交换元件 38 流出并流经流体泵 42。

[0026] 作为非限定示例，从流体泵 42 流出的传热流体以起始的理想温度 -25°F 流经热交换器 44。风扇 48 使第二隔室 24 内的空气循环经过热交换器 44。热量 Q_1 从热负载中被提取出来并被传送到流经热交换器 44 的传热流体。传热流体流出热交换器 44 并流经热交换元件 38，从而将从流经第二隔室 24 的气流中提取的热量 Q_1 排放到蒸汽压缩回路

26。

[0027] 热量从热电装置 30 的冷端 34 流至其热端 36。为了促进从热端 36 除去热量，热电模块 28 包括与每个热电装置 30 的热端 36 热接触的另一热交换元件 60。热交换元件 60 形成蒸汽压缩回路 26 的一部分，并将从流经第二隔室 24 的气流中提取的热量移送到流经蒸汽压缩回路 26 的制冷剂中。热交换元件 60 可采用多种形式。热交换元件 60 的作用为促进热电装置 30 的热端 36 和流经蒸汽压缩回路 26 的制冷剂之间的传热。增大与流经热交换元件 60 的制冷剂相接触的热传导表面面积能促进二者之间的传热。能实现该目的的热交换元件 60 的一种可能形式包括与每个热电装置 30 的热端 36 进行热接触的微型通路管道系统。所述热接触增加了流经热交换元件 60 的制冷剂的温度。

[0028] 操作电源 32 来为热电装置 30 提供电流，从而维持横跨热电装置 30 的例如 $\Delta T = 45^\circ \text{F}$ 的所需的温度梯度。流经热电装置 30 的电流在热电装置 30 中产生热量（即，焦耳热）。因此，由热电装置 30 传送至流经热交换元件 60 的制冷剂的总热量 Q_5 为焦耳热加上从流经冷端 34 的传热流体中提取的热量（从流经第二隔室 24 的气流中提取的热量 Q_1 ）的总和。

[0029] 蒸汽压缩回路 26 包括：压缩机 62、冷凝器 64、蒸发器 66 以及第一膨胀装置 68 和第二膨胀装置 70，连同热交换元件 60。蒸汽压缩回路 26 的这些部件包括在制冷回路 72 中。作为非限定示例的 R134A 或 R404A 的制冷剂流经制冷回路 72 以及蒸汽压缩回路 26 的部件，从而除去来自第一隔室 22 和来自热电模块 28 的热量。所使用的压缩机 62 和制冷剂的具体类型可根据其应用和需求而变化。

[0030] 压缩机 62 将供给冷凝器 64 的制冷剂压缩，冷凝器 64 设置在第一隔室 22 的外部。风扇 74 将周围的空气吹过冷凝器 64 用以从流经冷凝器 64 的制冷剂中提取热量 Q_4 ，因此流出冷凝器 64 的制冷剂的温度低于进入冷凝器 64 的制冷剂的温度。一部分制冷剂从冷凝器 64 流到蒸发器 66，而其余的制冷剂流到热交换元件 60。第一膨胀装置 68 控制流经蒸发器 66 的制冷剂的量，而第二膨胀装置 70 控制流经热交换元件 60 的制冷剂的量。膨胀装置 68、70 可采用多种形式。作为非限定示例，膨胀装置 68、70 可为热力膨胀阀、毛细管、微型阀等。

[0031] 风扇 78 使第一隔室 22 内的空气循环经过蒸发器 66。蒸发器 66 从气流中提取热量 Q_3 并将热量 Q_3 传送至流经蒸发器 66 的制冷剂。流出蒸发器 66 的制冷剂的温度作为非限定示例可为 20°F 。

[0032] 流经热交换元件 60 的制冷剂从热电装置 30 中提取热量 Q_2 ，并有助于将热电装置 30 的热端 36 维持在例如 20°F 的所需的温度。流经热交换元件 60 的制冷剂理想地以与热端 36 相同的温度流出。

[0033] 流出蒸发器 66 和热交换元件 60 的制冷剂流回到压缩机 62 中。然后制冷剂流经压缩机 62 并再次循环。构造、设置并控制蒸发器 66 和热交换元件 60 以使它们在近似相同的例如 20°F 的温度运行。即，流经蒸发器 66 和热交换元件 60 的制冷剂以近似相同的温度流出。因而，膨胀装置 68、70 调节经过蒸发器 66 和热交换元件 60 的制冷剂的流量，从而符合对蒸发器 66 和热交换元件 60 设置的要求。因此，上述设置提供了对于流经蒸汽压缩回路 26 的制冷剂的简单的控制。

[0034] 第一膨胀装置 68 和第二膨胀装置 70 也可由单个膨胀装置代替，单个膨胀装置可

位于制冷回路 72 的在制冷剂流被分开用以将制冷剂流提供给蒸发器 66 和热交换元件 60 之处的上游。此外，膨胀装置 68、70 可按需要而整体或单独控制，用以提供流经蒸发器 66 和热交换元件 60 的所需的制冷剂。

[0035] 现参照图 2，其示出与制冷系统 20 类似的制冷系统 120，但是制冷系统 120 包括设计成以例如 45° F 的较高温度运行并且不在通常与热交换元件 160 类似的温度下运行的蒸发器 166。压力调节装置 184 可设置在蒸发器 166 下游的在流经蒸发器 166 的制冷剂与流经热交换元件 160 的制冷剂汇合处之前的位置。压力调节装置 184 控制蒸发器 166 下游附近的制冷剂压力。操作压力调节装置 184 可产生横跨蒸发器 166 线圈的压力差，因此允许蒸发器 166 以与热交换元件 160 的温度不同的温度运行。作为非限定示例，热交换元件 160 可以以 20° F 运行而蒸发器 166 以 45° F 运行。压力调节装置 184 还可提供大致与流出热交换元件 160 的制冷剂压力类似的下游压力，而压缩机 162 仍接收处于大致类似温度和压力的制冷剂。

[0036] 总之，蒸汽压缩回路 126 包括蒸发器 166 以及并行且以不同温度运行的热交换元件 160。于是在制冷系统 120 中，单个压缩机可适用于多种温度的负载（热交换元件 160 和蒸发器 166）。

[0037] 连同热电装置或模块一起使用蒸汽压缩循环和传热回路 129 二者可利用二者中每一个的长处和优点，同时减少与整个为蒸汽压缩循环系统或整个为热电模块系统的系统相关联的弱点。即，通过利用热电模块和传热回路 129 来提供用于特殊隔室的温度，可利用较低效率水平 (ZT) 的热电模块获得较高效率的制冷系统。例如，在完全依赖热电模块的多温应用系统中，与当使用在与蒸汽压缩循环相结合的系统时相比，热电模块需要较高的 ZT 值。随着使用蒸汽压缩循环，能够利用较低 ZT 的热电模块，同时提供具有所需效率的整个系统。此外，这种系统与仅使用热电模块的系统相比更加节省成本。

[0038] 因此，与现有系统相比，使用结合有蒸汽压缩循环、热电模块和传热回路的系统来提供用于多温应用的制冷系统是有利的。此外，与蒸汽压缩循环相比使用热电模块是有利的，因为热电模块紧凑、为固态、具有极长的生命周期、非常快的响应时间、无需润滑并且具有较低的噪声输出。而且，使用热电模块作为制冷系统的一部分还可消除一些与使用用于低温制冷的特殊类型的压缩机相关联的真空问题。因此，使用蒸汽压缩循环、热电模块和传热回路的制冷系统可用于满足多温应用的需求。

[0039] 现参照图 3，制冷系统 220 用于单温应用。制冷系统 220 利用与热电模块 228 相结合的蒸汽压缩回路 226 以及传热回路 229 来使隔室或制冷空间（下文中称为隔室）286 维持在所需温度。作为非限定示例，隔室 286 可以是以 -25° F 运行的低温隔室，或者可以是以 -60° F 运行的深冷隔室。

[0040] 制冷系统 220 对从隔室 286 除热进行分级。第一级除热由传热回路 229 和热电模块 228 来完成。第二级除热由与热电模块 228 相结合的蒸汽压缩回路 226 来完成。传热回路 229 利用流经热交换元件 238 的传热流体，热交换元件 238 与热电装置 230 的冷端 234 进行热传导接触。流体泵 242 使得传热流体流经传热回路 229。

[0041] 通过与热电装置 230 的冷端 234 的传热关系使得离开热交换元件 238 的传热流体被冷却（除去热量）。冷却的传热流体流经流体泵 242 并进入热交换器 244。风扇 248 使得隔室 286 中的空气流过热交换器 244。热交换器 244 从气流中提取热量 Q_{201} 并将其

传送到流经热交换器 244 的传热流体。然后传热流体流回到热交换元件 238 中，在热交换元件 238 中由热电模块 228 从传热流体中提取热量 Q_{201} 。

[0042] 通过电源 232 可以有选择地为热电模块 228 供应直流电。电流导致热电模块 228 中的热电装置 230 在冷端 234 和热端 236 之间产生温度梯度。温度梯度促进热量从流经传热回路 229 的传热流体传送到流经蒸汽压缩回路 226 的制冷剂中。热量 Q_{202} 从热交换元件 260 流至流经热交换元件 260 的制冷剂中。热量 Q_{202} 包括从流经热交换元件 238 的传热流体中提取的热量以及在热电装置 230 内产生的焦耳热。

[0043] 流出热交换元件 260 的制冷剂流经压缩机 262 并继续流到冷凝器 264。风扇 274 提供流过冷凝器 264 的周围空气的气流用以促进从流经冷凝器 264 的制冷剂中除去热量 Q_{204} 。流出冷凝器 264 的制冷剂流经膨胀装置 270 并然后流回到热交换元件 260 中。因此，蒸汽压缩回路 226 从热电模块 228 中提取热量 Q_{202} 并将热量 Q_{204} 排放到周围环境。

[0044] 使压缩机 262 和膨胀装置 270 的尺寸满足热电模块 228 的除热的需要。通过调整由电源 232 供应到热电装置 230 的电力使得在热端 236 和冷端 234 之间维持所需的温度梯度。流体泵 242 能够改变流经其中的传热流体的流率，用以从隔室 286 中除去期望的热量。

[0045] 利用该配置，允许制冷系统 220 的压缩机 262 小于单级制冷系统中所需的压缩机。此外，通过对除热的分级，压缩机 262 和流经其中的制冷剂与单级运行所需的压缩机和制冷剂相比可以以较高的温度运行，从而能够使用更多种的压缩机和 / 或不同的制冷剂。此外，较高的温度使得能够更高效地利用蒸汽压缩循环，同时通过使用热电模块 228 和传热回路 229 仍能在隔室 286 内取得所需的低温。在深冷应用中更加显著地提高了效率，例如当隔室 286 维持在如 -60°F 的低温时。

[0046] 分级还可避免一些与使用单级制冷系统以及满足其冷却负荷所需尺寸的压缩机相关联的过热问题。例如，为满足单级蒸汽压缩循环的冷却负荷，压缩机可能需要以较高温度运转，该温度可能使得压缩机烧坏或导致其中的润滑油失效。通过使用热电模块 228 和传热回路 229，允许压缩机 262 的尺寸满足维持相对较高的温度并满足相对低温的冷却负荷，从而使用热电模块 228 和传热回路 229 可避免上述潜在的问题。使用较小的压缩机 262 还可提高压缩机的效率，并因此提高蒸汽压缩回路 226 的效率。

[0047] 现参照图 4，所示的制冷系统 220 以除霜模式运行，其无需使用电辐射加热元件或热气即可对热交换器 244 进行除霜。此外，通过允许提升热交换器 244 的温度使得该系统能够快速、高效地进行除霜。

[0048] 为了对热交换器 244 进行除霜，操作蒸汽压缩回路 226 使得热交换元件 260 以例如 30°F 的相对较高的温度运行。将供应到热电装置 230 的电流的极性反转，使得正常（冷却）运行（图 3）过程中所示的热端 236 和冷端 234 反转成热端 234 和冷端 236。利用极性反转，使得热流 Q_{205} 从热交换元件 260 朝向热交换元件 238 移动，并进入流经热交换元件 238 的传热流体中。调整供应到热电装置 230 的电力，用以将横跨热电装置 230 的温度梯度降至最小。例如，可调整电源使得在冷端 234 和热端 236 之间提供 10°F 的温度梯度。

[0049] 流出热交换元件 238 的加热的传热流体流经流体泵 242 并流入热交换器 244 中。在除霜循环中风扇 248 被关闭。流经热交换器 244 的相对温暖的传热流体对热交换器 244

进行加温，从而融化或解冻任何在热交换器 244 上积结的冰。由于不运行风扇 248，除霜循环对储藏在隔室 286 中的食物或产品的温度影响可降至最小。传热流体流出热交换器 244 并流回热交换元件 238 中，从而被再次升温并进一步为热交换器 244 除霜。

[0050] 于是，制冷系统 220 可以正常模式运行用以使隔室 286 维持在所需温度，并且可以以除霜模式运行用以与隔室 286 相关联的热交换器除霜。该系统有利地结合使用带有热电模块的蒸汽压缩循环以及传热回路，从而在无需电辐射热或其它热源来完成除霜操作的情况下实现两种运行模式。

[0051] 现参照图 5，其示出与制冷系统 20 类似的制冷系统 320。在制冷系统 320 中，没有用来冷却第二隔室 324 的传热回路。替代地，热交换元件 338 为鳍片的形式，且风扇 348 使得第二隔室 324 内的空气循环通过热交换元件 338 的鳍片。将从气流中提取热量 Q_{301} 并传送至热电装置 330。蒸汽压缩回路 326 包括单独的中温蒸发器 390，中温蒸发器 390 与热电装置 330 的热端 336 具有传热关系。换言之，蒸发器 390 作为热电模块 328 的热交换元件的热端。

[0052] 操作电源 332 来为热电装置 330 提供电流，使得维持横跨热电装置 330 的例如 $\Delta T = 45^\circ \text{F}$ 的所需的温度梯度。流经热电装置 330 的电流在热电装置 330 中产生热量（即，焦耳热）。因此，由热电装置 330 传送至流经蒸发器 390 的制冷剂中的总热量 Q_{302} 为焦耳热加上从流经热交换元件 338 的气流中提取的热量 Q_{301} 的总和。热电装置 330 和蒸发器 390 之间的传热关系使得热量 Q_{302} 传送至流经蒸发器 390 的工作流体。蒸发器 390 还与通过风扇 378 流经第一隔室 322 并循环的气流具有传热关系。热量 Q_{306} 从气流传送至流经蒸发器 390 的工作流体从而为第一隔室 322 调节温度。

[0053] 热量 Q_{304} 从流经蒸汽压缩回路 326 的工作流体传送至利用风扇 374 循环通过冷凝器 364 的气流。于是，在制冷系统 320 中，热电模块 328 直接从循环经过第二隔室 324 的气流中提取热量 Q_{301} ，并将该热量传送至流经与热端 336 具有传热关系的蒸发器 390 的工作流体。蒸发器 390 还用于从循环经过第一隔室 322 的空气中提取热量。

[0054] 尽管已经参照附图和示例描述了本发明，但是在不背离本发明的精神和范围的基础上可以做出改动。例如，在流进压缩机的制冷剂和流出冷凝器的制冷剂之间可使用吸液式热交换器（未示出），用以在液体冷却端和蒸汽过热端之间进行热量交换。此外，应当理解，在示出的制冷系统中使用的压缩机可采用多种类型。例如，该压缩机可以为内驱动或外驱动压缩机，并且可以包括旋转压缩机、螺杆式压缩机、离心式压缩机、涡旋压缩机等。另外，尽管所描述的冷凝器和蒸发器为线圈单元，但应当理解，能够使用其它类型的冷凝器和蒸发器。此外，尽管本发明的描述是关于某些特殊温度，但应当理解，提供的这些温度仅作为制冷系统性能的非限定性示例。因此，不同制冷系统内的不同部件的温度可不同于所示的温度。

[0055] 而且，应当理解，所示的制冷系统既可用于固定应用也可用于移动应用。另外，由制冷系统调节温度的隔室可为开式或闭式的隔室或空间。此外，所示的制冷系统还可用于具有需要维持在相同或不同温度的多于两个的隔室或空间的应用。另外，应当理解，蒸汽压缩循环、热电模块和传热回路的级联可与所示相反。即，蒸汽压缩循环可用于从较低温度的隔室中提取热量，而热电模块和传热回路可用于较高温度隔室的排热，尽管这样可能会无法发挥本发明的全部优点。此外，应当理解，在热电装置的热端

和冷端上使用的热交换装置既可相同又可彼此不同。另外，当单相流体流经其中一个热交换装置而制冷剂流经另一热交换装置时，可针对流经的特殊流体对配置进行优化。另外，应当理解，此处公开的多种实施方式可以以与所示出的结合不同的方式进行结合。例如，在图 1-4 中使用的热电模块可以将其冷端上的鳍片与将空气直接吹向鳍片的风扇相结合，从而代替传热回路将热量从其上传走。另外，热电模块可设置为与单独的蒸发器具有传热关系，而蒸发器既与热电模块具有传热关系又与流经第一隔室的气流具有传热关系。因此，热电装置的相对两端上的热交换装置可相同或彼此不同。因此，本描述实际上仅为示例性描述，并且其变化不应视为背离本发明的精神和范围。

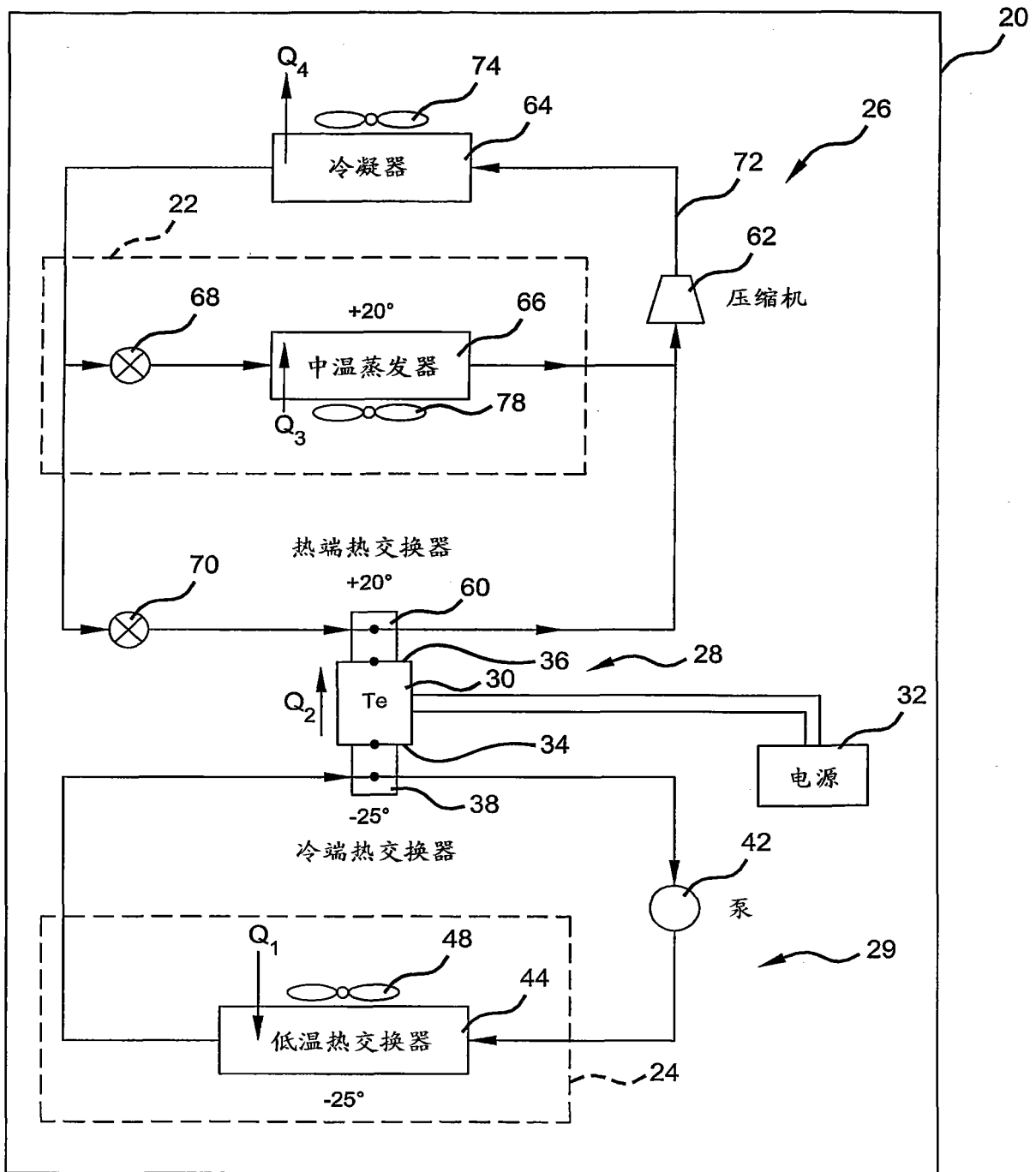


图 1

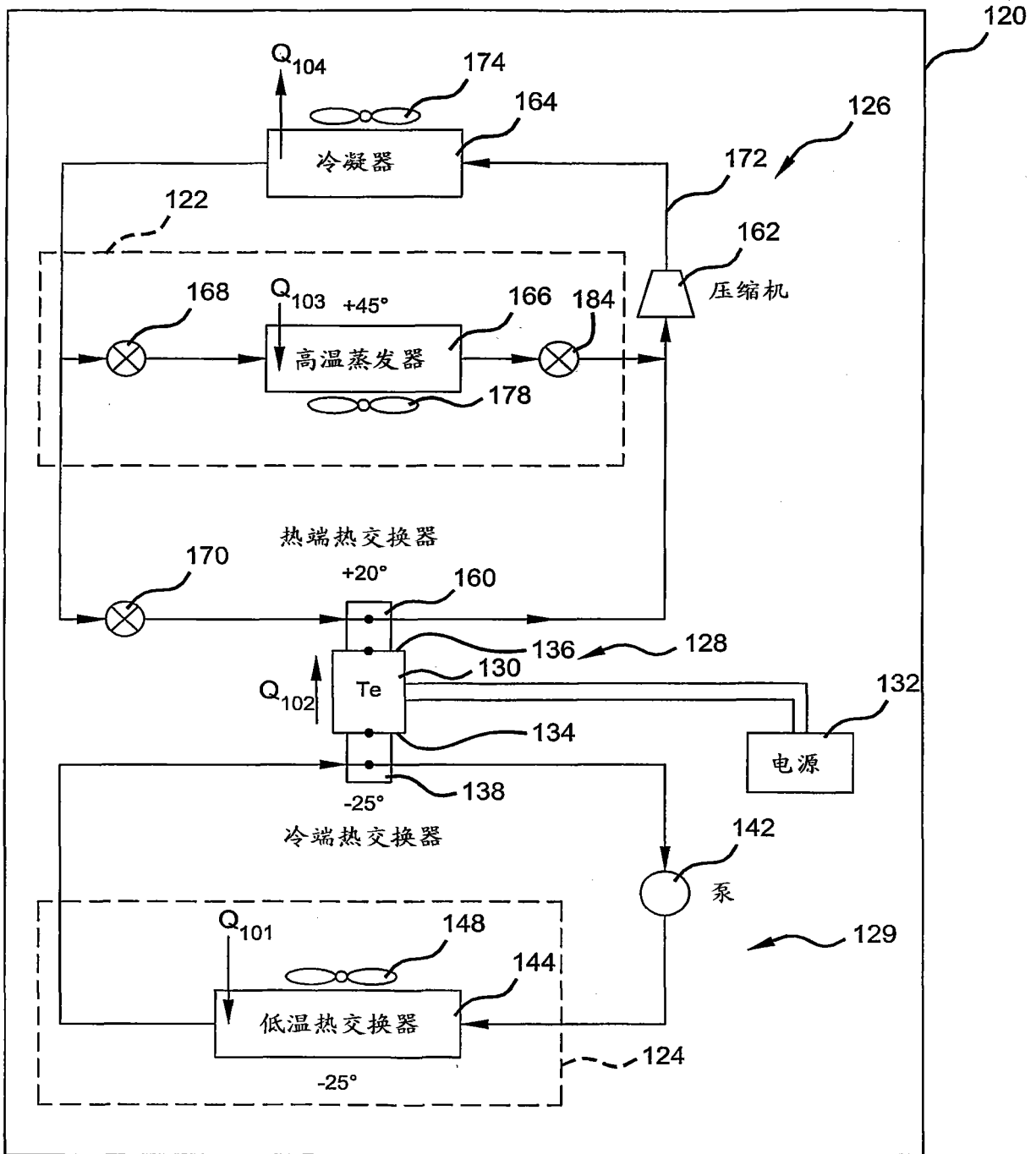


图 2

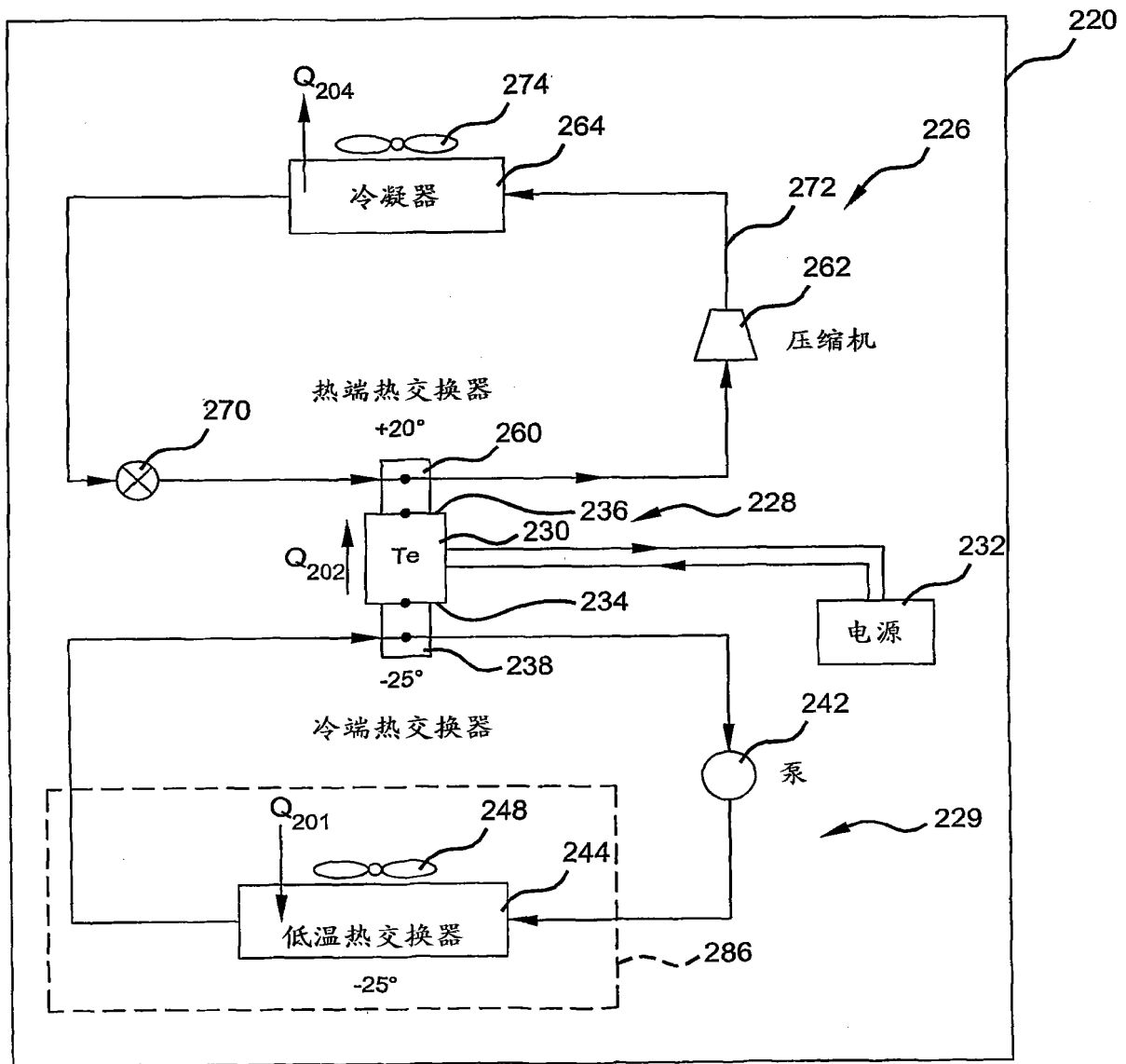


图 3

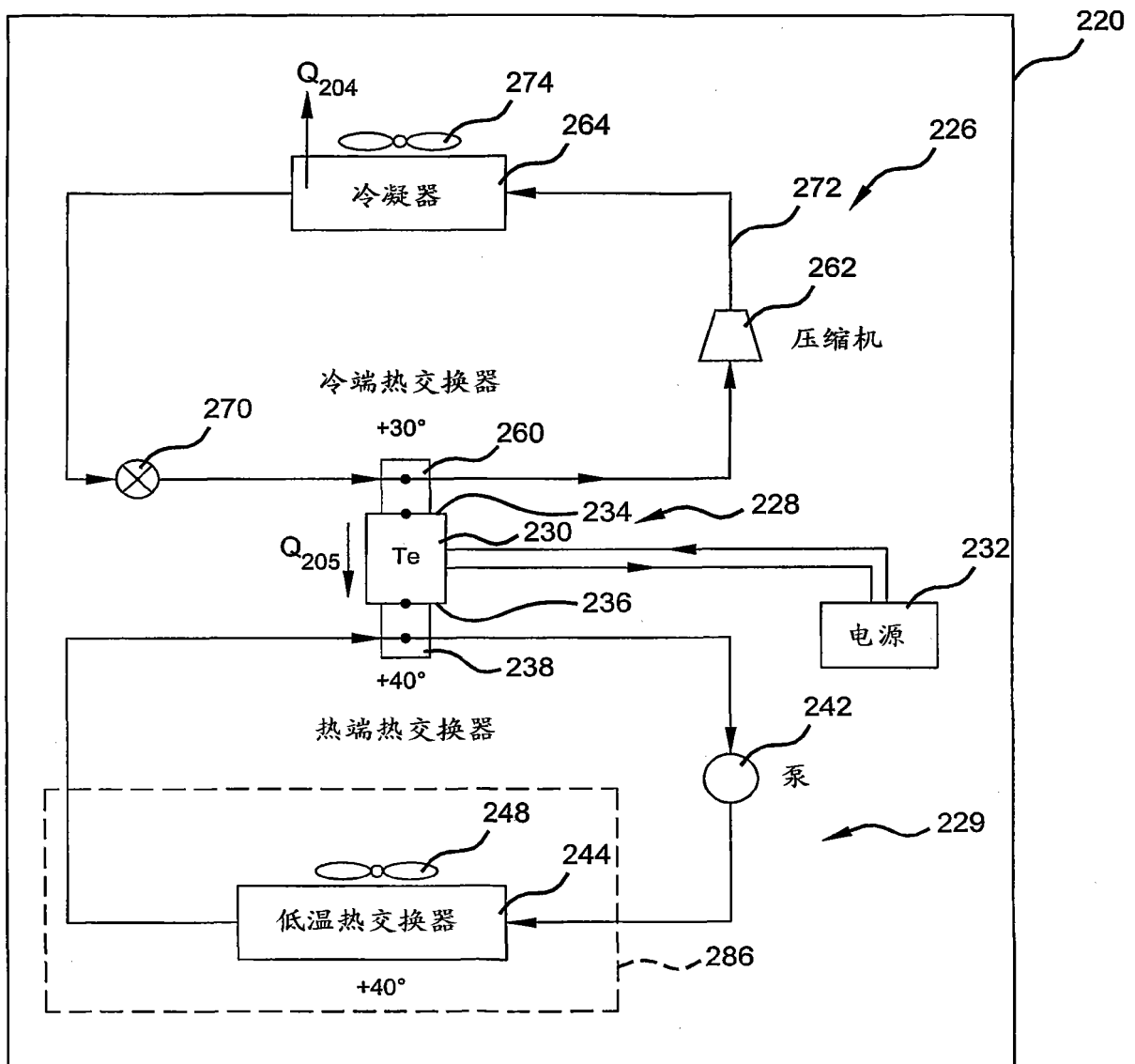


图 4

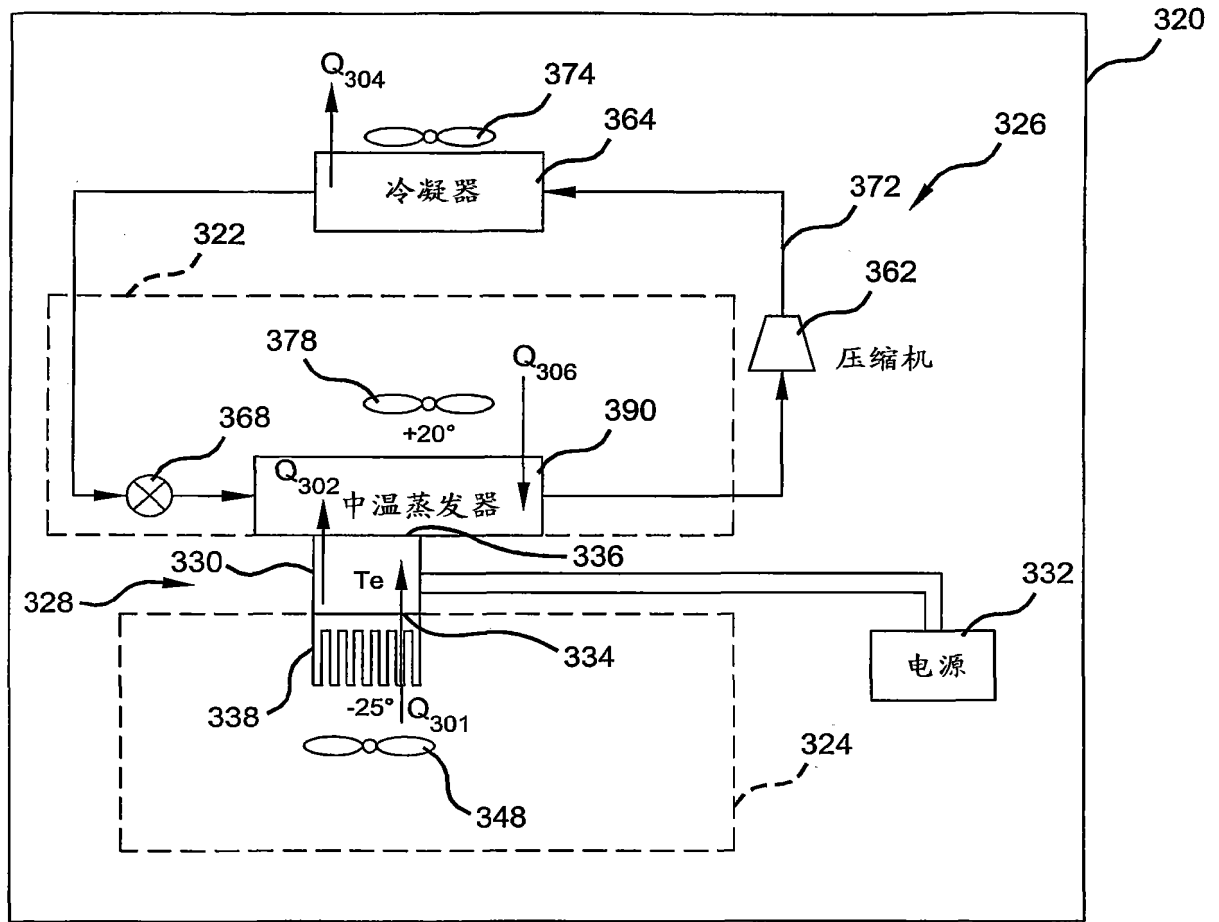


图 5