(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101495819 B
(45)授权公告日 2011.08.17

(21)申请号 200780028515.0
(22)申请日 2007.07.30
(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.02.01
(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2007/074727 2007.07.30
(87)PCT申请的公布数据
WO2009/017495 EN 2009.02.05
(73)专利权人 株式会社爱德万测试
地址 日本国东京都
(72)发明人 拉里·斯塔基
阿纳斯塔西奥·戈纳斯
罗伯特爱德华·阿尔代 大卫·余
(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217
代理人 高占元 李琴
(51)Int.Cl.
F25B 29/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 2864986 Y,2007.01.31, 全文.
US 4512161 A,1985.04.23, 说明书第2栏第48行到第10栏第13行;附图1-5.
CN 1409589 A,2003.04.09, 全文.
CN 2684380 Y,2005.03.09, 全文.
CN 1591849 A,2005.03.09, 全文.
CN 101005745 A,2007.07.25, 全文.
US 5023695 A,1991.06.11, 说明书第3栏第12行到第5栏第22行;附图3-10.
审查员 倪建民

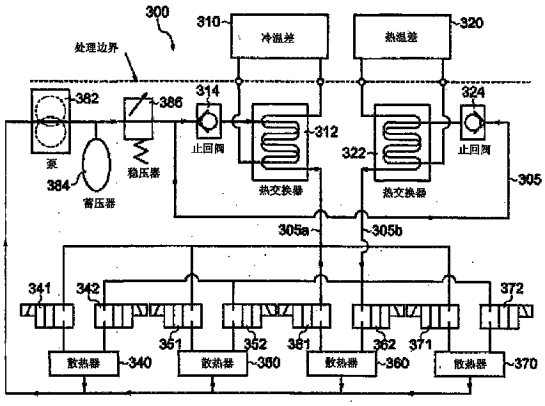
权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图 11 页

(54)发明名称

电子设备热控制装置

(57)摘要

本发明涉及一种通过在与设备(406)热接触的散热器(415)中循环流体来控制设备(406)温度的装置。所述装置包括用于输入具有第一温度的冷流体部分的可调节冷输入端(410),以及用于输入具有高于第一温度的第二温度的热流体部分的可调节热输入端(420)。所述装置进一步包括与冷输入端(410)以及热输入端(420)相连的腔室(417),冷流体部分与热流体部分在所述腔室中混合成混合流体冲击到散热器(415)上。所述混合流体具有直接影响散热器(415)温度的混合温度。所述冷输入端(410)以及热输入端(420)经过调节以动态地控制所述混合温度,从而使得所述散热器温度能够补偿设备(406)温度的改变并且维持设备(406)的设定点温度。



CN 101495819 B

1. 一种通过在与设备热接触的散热器中循环流体来控制设备温度的装置，其特征在于，所述装置包括：

用于输入具有第一温度的冷流体部分的可调节冷输入端；

用于输入具有第二温度的热流体部分的可调节热输入端，其中所述第二温度高于所述第一温度；

与所述冷输入端以及热输入端相连的腔室，冷流体部分与热流体部分在所述腔室中混合成混合流体冲击到散热器上，所述混合流体具有直接影响散热器温度的混合温度；

用于充分维持所述冷流体部分的第一温度的冷却器；以及

用于充分维持所述热流体部分的第二温度的加热器；

其中，所述冷输入端以及热输入端经过调节以动态地控制所述混合温度，从而使得所述散热器温度能够补偿设备温度的改变并且充分维持设备的设定点温度。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述装置进一步包括：

用于将与所述可调节冷输入端输入的冷流体部分的量相对应的混合流体量输出的可调节冷输出端。

3. 根据权利要求 2 所述的装置，其特征在于，所述装置进一步包括：

用于将与所述可调节热输入端输入的热流体部分的量相对应的混合流体量输出的可调节热输出端。

4. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第一温度介于相对于所述设定点温度的大约 0 摄氏度到大约负 140 摄氏度的范围内，所述第二温度介于相对于所述设定点温度的大约 0 摄氏度到大约 75 摄氏度的范围内。

5. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述设备包括半导体器件。

6. 根据权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述冷流体部分随着设备温度的升高而增加，所述热流体部分随着设备温度的升高而减少。

7. 根据权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述冷流体部分随着设备温度的降低而减少，所述热流体部分随着设备温度的降低而增加。

8. 一种通过在与设备热接触的散热器中循环流体来控制设备温度的装置，其特征在于，所述装置包括：

用于输入具有第一温度的冷流体部分的可调节冷输入端；

用于输入具有第二温度的热流体部分的可调节热输入端，其中所述第二温度高于所述第一温度；

与所述冷输入端以及热输入端相连的腔室，冷流体部分与热流体部分在所述腔室中混合成混合流体冲击到散热器上，所述混合流体具有直接影响散热器温度的混合温度；

用于充分维持所述冷流体部分的第一温度的第一热交换器；以及

用于充分维持所述热流体部分的第二温度的第二热交换器；

其中，所述冷输入端以及热输入端经过调节以动态地控制所述混合温度，从而使得所述散热器温度能够补偿设备温度的改变并且充分维持设备的设定点温度。

9. 一种用于控制与散热器相接触的设备的温度的方法，所述方法使用具有第一温度的第一流体以及具有第二温度的第二流体，其特征在于，所述方法包括：

确定所述第一流体和所述第二流体之间的比率以获得混合温度介于所述第一温度和

所述第二温度之间的混合流体；

将所述第一流体与所述第二流体按所确定的比率混合以获得所述混合流体；以及

将所述混合流体分配到散热器的至少一部分内以调节所述散热器的温度，来补偿所述设备温度的改变并维持所述设备的目标温度；

通过冷却器来维持所述第一温度；

通过加热器来维持所述第二温度。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，将第一流体和第二流体混合的步骤包括：

通过对应第一流体的第一输入端口输入所述第一流体，通过对应第二流体的第二输入端口输入所述第二流体；以及

依据所述确定的比率将所述混合流体通过与第一流体相对应的第一输出端口以及与第二流体相对应的第二输出端口输出。

11. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述第一温度低于目标温度，所述第二温度高于目标温度。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述第一温度介于相对于设定点温度的大约 0 摄氏度到大约负 140 摄氏度的范围内，所述第二温度介于相对于设定点温度的大约 0 摄氏度到大约 75 摄氏度的范围内。

13. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述第一流体对比所述第二流体的比率随着设备温度的升高而增加，并且随着设备温度的降低而减小。

14. 一种通过在与设备热接触的散热器中进行流体循环来控制设备的温度的装置，其特征在于，所述装置包括：

用于输入具有第一温度的第一流体的可调第一流体源；

用于输入具有第二温度的第二流体的可调第二流体源，所述第二温度高于所述第一温度；

用于输入具有第三温度的第三流体的可调第三流体源，所述第三温度高于所述第一温度及第二温度；以及

用于将所述第一流体、第二流体以及第三流体中的至少两种按可调节量排放，从而混合成混合流体冲击到所述散热器上的阀门，其中所述混合流体具有能直接影响散热器温度的混合温度；

其中，所述第一流体、第二流体以及第三流体中的至少两种的可调节混合量是可控的，从而使得所述散热器的温度能够补偿设备温度的改变并且充分维持设备的设定点温度。

15. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述阀门为盘式阀。

16. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述第一流体为冷流体，所述第二流体为具有与所述设备设定点温度基本相同的温度的设定点流体，所述第三流体为热流体。

17. 根据权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述设定点流体温度与所述冷流体的温度之差小于其与所述热流体的温度之差。

18. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述第一流体、第二流体以及第三流体中的至少两种是同一种流体的一部分。

19. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述第一流体、第二流体以及第三流体

均是同一种流体的一部分。

20. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述装置进一步包括：

第一流体回流管道；以及

第二流体回流管道；

其中，在所述混合流体冲击到散热器上之后，所述混合流体中的一部分通过所述第一流体回流管道回流至第一流体源，并且，所述混合流体中的余下部分通过所述第二流体回流管道回流至第二流体源。

21. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于：

所述设备包括第一电子器件测试设备以及第二电子器件测试设备，各自具有第一阀门和第二阀门，并进一步各自具有第一散热器和第二散热器；

至少所述第二阀门仅排放第二流体冲击到所述第二散热器上；

当所述第一电子器件测试设备在对电子器件进行测试时，所述第一阀门排放混合流体冲击到所述第一散热器上，所述第二电子器件测试设备等待对下一个电子器件进行测试并且所述第二阀门仅排放所述第二流体冲击到所述第二散热器上。

22. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述散热器包括多个散热片，且所述混合流体以基本垂直于所述散热片延伸的方向冲击到所述散热器上。

23. 一种采用具有第一温度的第一流体、具有第二温度的第二流体以及具有第三温度的第三流体对与散热器相接触的设备进行温度控制的方法，其中，所述第二温度高于所述第一温度，所述第三温度高于所述第二温度；所述第一流体、第二流体和第三流体分别存储在第一、第二及第三流体容器内；其特征在于，所述方法包括：

确定所述第一流体、第二流体和第三流体中至少两种的混合比率以获得具有介于所述第一温度和第三温度之间的混合温度的混合流体；

依据所述确定的混合比率，分别从对应的容器中排放出所述第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种以获得所述混合流体；

将所述混合流体冲击到散热器的至少一部分上以调节所述散热器的温度，来补偿所述设备温度的改变并充分维持所述设备的目标温度。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，排放出所述第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种的步骤可进一步包括通过盘式阀排放所述第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种。

25. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述第一流体为冷流体，所述第二流体为具有与所述设备的目标温度基本相同的温度的设定点流体，所述第三流体为热流体。

26. 根据权利要求 25 所述的方法，其特征在于，所述设定点流体温度与所述冷流体的温度之差小于其与所述热流体的温度之差。

27. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述第一流体、第二流体以及第三流体中的至少两种是同一种流体的一部分。

28. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述第一流体、第二流体以及第三流体均是同一种流体的一部分。

29. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述方法进一步包括：

在将混合流体冲击到散热器上之后将所述混合流体中的一部分通过第一流体回流管

道回收至所述第一流体容器；以及

在将混合流体冲击到散热器上之后将所述混合流体中余下的部分通过第二流体回流管道回收至所述第二流体容器。

30. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于：

所述设备包括第一电子器件测试设备以及第二电子器件测试设备，各自具有第一阀门和第二阀门，且各自具有第一散热器和第二散热器；

所述排放第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种的步骤发生在所述第一电子器件测试设备上测试电子器件的过程中，并且所述方法进一步包括：

在所述第一电子器件测试设备排放所述第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种且所述第二电子器件测试设备正等待测试下一电子器件时，仅排放所述第二流体以使所述第二流体冲击到所述第二散热器上。

31. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，流体的冲击方向基本垂直于散热器的散热片的延伸方向。

电子设备热控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及温度控制领域，更具体地说，涉及特别是在电子设备或电子元器件处于测试状态时通过加热和 / 或冷却将该电子设备或电子元器件保持在某一设定点温度的装置。

背景技术

[0002] 固态电子设备或电子元器件，比如半导体器件，通常随温度的不同会表现出不同的特性。具有代表性的是，例如，这些电子设备在运行过程中会产生热量（即自发热），并因而随着内部温度的升高，性能发生变化。此外，固态电子设备通常用在各种不同的环境中，可能要承受大范围的温度变化。

[0003] 为了保证电子设备能够表现出恒定的特性，这就需要将电子设备保持在相对恒定的温度。这在对电子设备的功能性测试中显得尤为重要，这些功能性测试主要是为了保证电子设备能够正常运行并且能够满足设计要求。例如，被称为被测试电子设备（缩写为 DUT）的电子设备，通常会经过耐久性测试程序，比如短路测试和老化测试，以对电子设备的各种特性进行观察。在这些测试中，为了保证测试结果有意义，被测试设备 (DUT) 需要保持在相对恒定的预定测试温度，或者保持在一设定点温度。换句话说，测试者必须能够确认所观察到的电气特性是取决于除温度之外的其他因素。

[0004] 为了维持温度的恒定，现有的热控制装置能够通过例如散热器对电子设备进行降温，还能通过例如电热器对电子设备进行升温。散热器利用了温度远低于被测试电子设备的测试温度的流体。在被测试电子设备和散热器之间设置有电热器，并且通过对电热器供电来将电热器表面温度提升到被测试电子设备所需的测试温度。散热器会散发掉多余的热量，并且能够在被测试电子设备的自发热使其自身温度升高到超过测试温度的情况下将被测试电子设备在测试过程中产生的热量散发掉。功率波动通常会导致显著并且相对瞬间的自发热产生，因此就需要热控制装置能够迅速并准确地反应以消除掉不期望的温度上升。

[0005] 然而，能够被移除的能量总量通常会受到电热器自身最大功率密度（或瓦特密度）的限制。例如，如果一电热器运行功率是 500 瓦特，那么为了能够维持测试所需温度，大约一半的功率会在从散热器进入到冷却液的过程中损失掉。因此，例如，维持测试温度所需的功率为 250 瓦特。那么，如果电热器的功率根据施加给被测试电子设备的功率而减小到零，那么能够从被测试电子设备移除的最大功率是 250 瓦特。否则，电热器将无法抵消通过散热器散发的热量。随着现在被测试电子设备的总功率要求已升高到 500 瓦特，并且该功率在将来还可能会进一步升高，因此问题会愈发严重。此外，电热器的不期望有的热阻、热容都将会增加，从而导致梯度效应（非热均匀表面）并致使响应时间不够充分。

[0006] 对此种热控制装置的改进实行起来存在一定困难。例如，散热器必须和电热器取得适当地平衡，而电热器却又对散热效率的提高起阻碍作用。也就是说，如果散热器的散热效力有所提高，比如，通过增加流经散热器的冷却液、降低冷却液温度、提高散热片效率和 / 或结合另一种更高效率的冷却液，那么电热器的热容也必须增加以抵消掉散热效力的升

高，才能维持测试温度。

[0007] 其他热控制装置并不需要将散热器与电热器组合起来使用，但仍然存在功能上的低效率缺陷。例如，Peltier（珀耳帖）设备通过电压来产生热差，既可有效地充当散热器又可有效地充当热源。Peltier设备的不足之处在于，由于对电子设备的动态响应以及将能量从电子设备上移除的响应时间不够充分，该设备无法完成大规模的热量移除以及无法对高功率密度进行处理。因此，现有的热控制装置无法完全满足将电子设备保持在恒定温度的需求。

[0008] 例如，图 1 是传统温控设备对被测试电子设备的温度进行调节的典型热响应示意图。纵轴表示温度，单位为摄氏度，横轴表示时间，单位为例如秒。测试温度 102，也即设定点温度，代表了进行测试所需的最理想温度。图 1 中的设定点温度为 90 摄氏度。图 1 中还示出了流体温度 104，该温度是例如流经 散热器的流体的温度，该流体用于从被测试电子设备移除多余热量。流体温差 ΔT 代表了测试温度 102 和流体温度 104 之间的温差。图中所示的流体温度 104 为大约 30 摄氏度，从而流体温差为 70 摄氏度。本领域中众所周知的是，流体温差越大，意味着散热器的散热速度越快。

[0009] 由上可知，对电热器以及处于测试环境的被测试电子设备都要进行供电。电热器功率 110 的起始功率水平（例如，500 瓦特）能够使电热器维持在最高温度，本例中为 300 摄氏度。然后，随着设备功率 112 逐渐增加于被测试电子设备以执行预期的测试，电热器功率 110 便会相应下降，通过降低电热器温度来对设备温度 108 的上升进行补偿。然而，一旦电热器功率 110 减小到零，而设备温度 108 继续升高，散热器内的流体温度 104 将不足以继续对被测试电子设备进行冷却以维持测试温度 102，图中表现在电热器功率 110 为零之后设备温度 108 的升高。这样的话，测试系统将会在设备功率 112 达到适当测试所需的水平之前就“崩溃”掉了。

[0010] 如上所述，升高散热器的流体温差不是特别有用或有效。这是因为电热器功率 110（进而电热器温度）必须相应升高以补偿较低的流体温度 104，特别是当设备功率 112 处在较低水平时。而电热器功率 110 的升高，其中的大部分都被升高的流体温差抵消掉。

发明内容

[0011] 本发明的一个非限制性方面提供了一种通过在与设备热接触的散热器中循环流体来控制设备温度的装置。所述装置包括用于输入具有第一温度的冷流体部分的可调节冷输入端，以及用于输入具有第二温度的热流体部分的可调节热输入端，其中所述第二温度高于所述第一温度，还包括与所述冷输入端以及热输入端相连的腔室，冷流体部分与热流体部分在所述腔室中混合成混合流体冲击到散热器上，所述混合流体具有直接影响散热器温度的混合温度，其中，所述冷输入端以及热输入端经过调节以动态地控制所述混合温度，从而使得所述散热器温度能够补偿设备温度的改变并且充分维持设备的设定点温度。所述设备可以是半导体器件。

[0012] 所述装置进一步包括用于将与所述可调节冷输入端输入的冷流体部分的量相对应的混合流体量输出的可调节冷输出端，以及用于将与所述可调节热输入端输入的热流体部分的量相对应的混合流体量输出的可调节热输出端。

[0013] 根据本发明的第二方面，所述第一温度介于相对于所述设定点温度的大约 0 摄氏

度到大约负 140 摄氏度的范围内；所述第二温度介于相对于所述设定点温度的大约 0 摄氏度到大约 75 摄氏度的范围内。换句话说，所述第一温度介于与所述设定点温度相等到比所述设定点温度低 140 摄氏度的温度范围内，并且所述第二温度介于与所述设定点温度相等到比所述设定点温度约高 75 摄氏度的温度范围内。

[0014] 根据本发明的另一方面，随着设备温度的升高，所述冷流体部分会增加，并且所述热流体部分会减少。同样，随着设备温度降低，所述冷流体部分会减少，所述热流体部分会增加。

[0015] 所述装置可以进一步包括用于充分维持所述冷流体部分的第一温度的冷却器和 / 或用于充分维持所述热流体部分的第二温度的加热器。此外，所述装置还设有用于充分维持所述冷流体部分的第一温度的第一热交换器，以及用于充分维持所述热流体部分的第二温度的第二热交换器。

[0016] 根据本发明的另一非限制性方面，本发明提供了一种用于控制与散热器相接触的设备的温度的方法，所述方法使用具有第一温度的第一流体以及具有第二温度的第二流体，所述方法包括：确定所述第一流体和所述第二流体之间的比率以获得混合温度介于所述第一温度和所述第二温度之间的混合流体；将所述第一流体与所述第二流体按所确定的比率混合以获得所述混合流体；将所述混合流体分配到散热器的至少一部分内以调节所述散热器的温度，来补偿所述设备温度的改变并充分维持所述设备的目标温度。上述将第一流体和第二流体混合的步骤可以包括通过对应第一流体的第一输入端口输入所述第一流体，通过对应第二流体的第二输入端口输入所述第二流体，以及依据所述确定的比率将所述混合流体通过与第一流体相对应的第一输出端口以及与第二流体相对应的第二输出端口输出。此外，所述第一温度可以低于目标温度，所述第二温度可以高于目标温度。进一步，所述第一温度可以介于相对于设定点温度的大 约 0 摄氏度到大约负 140 摄氏度的范围内；所述第二温度可以介于相对于设定点温度的大约 0 摄氏度到大约 75 摄氏度的范围内。换句话说，所述第一温度介于与所述设定点温度相等到比所述设定点温度低 140 摄氏度的温度范围内，并且所述第二温度介于与所述设定点温度相等到比所述设定点温度高大约 75 摄氏度的温度范围内。

[0017] 根据本发明的另一方面，所述第一流体对比所述第二流体的比率可随着设备温度的升高而增加，并且会随着设备温度的降低而减小。此外，所述第一温度通过冷却器来维持，第二温度则通过加热器来维持。

[0018] 根据本发明的另一方面，本发明提供了一种对设备进行温度控制的装置，所述装置包括用于将具有对应的多种流体温度的多个流体部分进行混合以获得混合温度的阀门，以及与所述设备热耦合的散热器，所述散热器具有与所述混合温度直接相关联的散热器温度，其中，所述多个流体部分的混合比例经调节可动态地改变所述混合温度以及与之相关的散热器温度，以对所述设备温度的改变进行补偿。所述装置可以进一步包括设置在所述散热器与设备之间的热接口材料，其中，所述散热器通过所述热接口材料充分维持所述设备的目标温度。

[0019] 此外，所述散热器可包括多个散热片，所述混合流体以基本垂直于所述散热片延伸的方向冲击到所述散热器上。

[0020] 根据本发明的另一非限制性方面，本发明提供了一种通过在与设备热接触的散热

器中循环流体来控制设备的温度的装置，所述装置包括：用于输入具有第一温度的第一流体的可调第一流体源；用于输入具有高于所述第一温度的第二温度的第二流体的可调第二流体源；用于输入具有高于所述第一温度及第二温度的第三温度的第三流体的可调第三流体源；以及用于将所述第一流体、第二流体以及第三流体中的至少两种按可调节量排放，从而混合成的混合流体排放到所述散热器上的阀门（所述阀门可为盘式阀），所述混合流体具有能直接影响散热器温度的混合温度；其中，所述第一流体、第二流体以及第三流体中的至少两种的可调节混合量是可控的，从而使得所述散热器的温度能够补偿设备温度的改变并且充分维持设备的设定点温度。

[0021] 此外，所述第一流体可为冷流体，所述第二流体可为具有与所述设备设定点温度基本相同的温度的设定点流体，所述第三流体可为热流体。并且，所述设定点流体温度与所述冷流体的温度之差小于其与所述热流体的温度之差。更进一步，所述第一流体、第二流体以及第三流体中的至少两种是同一种流体的一部分，或者所述第一流体、第二流体以及第三流体均是同一种流体的一部分。

[0022] 所述装置可以进一步包括第一流体回流管道，以及第二流体回流管道，其中，在所述混合流体冲击到散热器上之后，所述混合流体中的一部分通过所述第一流体回流管道回流至第一流体源，并且，所述混合流体中的余下部分通过所述第二流体回流管道回流至第二流体源。

[0023] 根据本发明的另一方面，所述设备可以包括第一电子器件测试设备以及第二电子器件测试设备，各自具有第一阀门和第二阀门，并进一步各自具有第一散热器和第二散热器，其中，至少所述第二阀门被进一步用于仅排放冲击到所述第二散热器上的第二流体，并且，当所述第一电子器件测试设备在对电子器件进行测试时，所述第一阀门排放冲击到所述第一散热器上的混合流体，所述第二电子器件测试设备等待对下一个电子器件进行测试并且所述第二阀门仅排放冲击到所述第二散热器上的所述第二流体。

[0024] 更进一步，本发明的非限制方面提供了一种采用具有第一温度的第一流体、具有第二温度的第二流体以及具有第三温度的第三流体对与散热器相接触的设备进行温度控制的方法，其中，所述第二温度高于所述第一温度，所述第三温度高于所述第二温度；所述第一流体、第二流体和第三流体分别存储在第一、第二及第三流体容器内；所述方法包括：确定所述第一流体、第二流体和第三流体中至少两种的混合比率以获得具有介于所述第一温度和第三温度之间的混合温度的混合流体；依据所述确定的混合比率，分别从对应的容器中排放出所述第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种以获得所述混合流体；将所述混合流体冲击到散热器的至少一部分上以调节所述散热器的温度，来补偿所述设备温度的改变并充分维持所述设备的目标温度。此外，排放出所述第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种的步骤可进一步包括通过盘式阀排放所述第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种。

[0025] 此外，所述第一流体可为冷流体，所述第二流体可为具有与所述设备的目标温度基本相同的温度的设定点流体，所述第三流体可为热流体。并且，所述设定点流体温度与所述冷流体的温度之差可小于其与所述热流体的温度之差。更进一步，所述第一流体、第二流体以及第三流体中的至少两种可以是同一种流体的一部分，或者所述第一流体、第二流体以及第三流体可以均是同一种流体的一部分。

[0026] 所述方法可以进一步包括：在将混合流体冲击到散热器之后将所述混合流体中的一部分通过第一流体回流管道回收至所述第一流体容器，并将所述混合流体中余下的部分通过第二流体回流管道回收至所述第二流体容器。

[0027] 进一步，所述设备可包括第一电子器件测试设备以及第二电子器件测试设备，各自具有第一阀门和第二阀门，且各自具有第一散热器和第二散热器，所述排放第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种的步骤发生在所述第一电子器件测试设备上测试电子器件的过程中，并且所述方法可以进一步包括：在所述第一电子器件测试设备排放所述第一流体、第二流体和第三流体中的至少两种且所述第二电子器件测试设备正等待测试下一电子器件时，仅排放所述第二流体以使所述第二流体冲击到所述第二散热器上。此外，流体的冲击方向可基本垂直于散热器的散热片的延伸方向。

附图说明

[0028] 本发明以下结合符合和非限制性的示例提供的详细的描述，附图中的相似附图标号表示附图中在几个视图中相似的部件，且附图中：

[0029] 图 1 是现有技术中典型热控制装置的热响应示意图；

[0030] 图 2 是根据本发明一实施例中热控制装置的热响应示意图；

[0031] 图 3 是根据本发明一实施例中热控制装置的结构框图；

[0032] 图 4 是根据本发明一实施例中热控制装置的热夹盘的立体结构图；

[0033] 图 5 是根据本发明一实施例中热控制装置的热夹盘的立体剖面放大示意图；

[0034] 图 6 是根据本发明一实施例中用于控制电子设备的温度的方法的流程图；

[0035] 图 7 是根据本发明一实施例中散热器的结构示意图；

[0036] 图 8 是根据本发明另一实施例中热控制装置的热夹盘的示意图；

[0037] 图 9 是根据本发明该另一实施例中热控制装置的阀门的结构示意图；

[0038] 图 10 是根据本发明该另一实施例中将冷流体、设定点流体以及热流体混合的示意图；

[0039] 图 11 是根据本发明该另一实施例中热夹盘的立体图；

[0040] 图 12 是根据本发明该另一实施例中双热夹盘系统的侧视图。

具体实施方式

[0041] 本发明涉及用于对电子设备进行温度调节的装置和方法，该电子设备是例如在可控环境中被测试的固态电子设备，称为被测试设备（缩写为 DUT）。在具体实施例中，传统温控设备中设置在被测试电子设备和散热器之间的加热器将不再需要。取而代之的是，将具有对应的不同温度的流体部分（可以是任何非固态材料，包括但不仅限于液体、气体、粒子、颗粒或其任意组合）在散热器内按各种比例进行混合，以维持和控制被测试电子设备的温度。又或者，将具有不同温度的至少两种不同的流体在散热器内按各种比例进行混合，来维持和控制被测试电子设备的温度。此外，在本发明中，还可采用处于不同状态的两种或两种以上的不同流体。例如，根据本发明的非限制性特征，气体流可与液体流相混合。因此，本发明所述的整个散热器具有较小的热容以及较小的热阻。

[0042] 在一实施例中，阀门可对进入散热器的流体的比例以及工作循环进行控制。对散

热器的设计并没有限制。也就是说，可以通过增加流体流速、增大压力、优化散热片的散热效率、选择较优的流体、增加流体流速、增大温差（即散热器流体相对于被测试电子设备温度的温度）或类似方法，将散热效率以及散热能力尽可能提高到最大值。尤为重要的是，流体的冷温差原理同样适用于需要进行加热（即热温差）的情况。也就是说，无需再使用加热器升高散热器的温度，取而代之的是利用具有大温差的热流体。此外，由于去除了加热器以及相关的加热器轨迹，散热器表面的热梯度效应也实质上得到消除。

[0043] 图 2 是根据本发明一实施例中用于调节被测试电子设备的温度的温控设备的热响应示意图。在测试开始 (SOT) 之前，没有设备功率。此处的测试温度 102 设定为 90 摄氏度。同样，有冷流温度 204 以及热流温度 206，分别相对于测试温度 102 具有冷流温差以及热流温差。由于此处不再需要加热器对散热器内的冷流效应进行抵消，因而图中不再示出加热器功率。

[0044] 由于无需考虑对加热器功率的抵消作用，冷流温度 204 可以比传统系统中的冷流温度 104 低很多。图 2 所示的实施例中，冷流温度 204 大约为零下 30 摄氏度，产生约 120 摄氏度的冷流温差。图 2 的实施例还示出了热流温度 206 大约为 200 摄氏度，产生大约 110 摄氏度的热流温差。

[0045] 冷流和热流，或者同一流体（即相同的循环流体）的冷流和热流部分，以可连续调节的比例进行混合（如下所述），从而获得混合散热器流体温度 209。在所有的实施例中，本领域技术人员可知的是，所使用的流体可以是相同的共同循环流体（例如，同一流体的不同部分被加热和 / 或冷却），或者选择性地，所使用的流体可以是处于单独的容器内的两种或多种离散流体，在相互混合之前彼此之间没有连通。为了维持测试温度 102，可调节混合散热器流体温度 209 来抵消不断增加的设备功率 112（以及相应升高的设备温度），图中由与设备功率 112 的上升相对应的散热器流体温度 209 的下降来示出。用这种方式，设备功率 112 可以在维持测试温度 102 的情况下提升到测试要求的最大值。

[0046] 图 3 是根据本发明一实施例中能够实现图 2 所示温度控制性能的热控制装置的示意框图。在图示实施例中，热控制装置 300 包括通过一系列热交换器以及阀门循环流体例如 Dynalene HC-10 的闭路系统，从而该流体的一部分通过与冷温差容器 310 的热交换而被冷却到冷温差，该流体的另一部分通过与热温差容器 320 进行热交换而被加热至热温差。例如，在图示实施例中，冷温差容器 310 以及热温差容器 320 分别位于相互隔开的闭路系统内，该相互隔开的闭路系统分别通过热交换器 312 和 322（可以是例如并流热交换器）传输冷流和热流。当然，可以理解的是，在热控制装置 300 内可采用任何类型的热交换器而不脱离本发明的保护范围和精神实质。此外，还可以理解，在热控制装置 300 中使用的流体也是非限制性的，可以应用液体、气体或者气 / 液混合。

[0047] 冷温差容器 310 可设有冷却器，例如，保持足够冷的温度以使热交换器 312 的输出为冷温差（例如图 2 所示的零下 30 摄氏度的冷输出温度，提供 120 摄氏度的冷温差）。所述冷却器可以是单级式冷却或层叠式冷却，具体取决于冷却要求，例如，根据测试类型和 / 或客户需求的不同会有不同的冷却要求。热温差容器 320 可以是锅炉，例如，用以保持足够热的温度以使热交换器 322 的输出为热温差（例如，图 2 所示的 200 摄氏度的热输出温度，提供 110 摄氏度的热温差）。此外，任何用于产生并维持热控制装置 300 内使用液体的合适冷温差以及热温差的手段，包括不依赖于热交换器的冷却和加热系统，都可结合在此而不

脱离本发明的保护范围和精神实质。

[0048] 热交换器 312 和 322 对流经单根导管 305 的流体的温度进行调节，该导管通过多个支管将流体导入散热器 340、350、360 以及 370 内。每个散热器都与相关联的电子设备（例如，被测试电子设备）相接触，以维持所述电子设备处于设定点温度。在图示实施例中，导管 305 是独立的闭路系统，该导管将流出散热器的流体传送回热交换器 312 以及 322 两者，例如，传送的量与从热交换器 312 以及 322 中流出的流体的量成比例。

[0049] 该流体可在导管 305 中以任何合适的方法以及合适的压力进行移动。例如，在图示实施例中，泵 382（一个实施例中，其以大约 180 PSI 的速率抽取流体，但本领域技术人员很容易知道，根据系统的需求，可采用更高或更低的泵速）用于将流体抽入导管 305 中，与此同时，蓄压器 384（以大约 180PSI 的速率抽取流体，但本领域技术人员很容易知道，根据系统的需求，可采用更高或更低的泵速）以及稳压器 386（以大约 160PSI 的速率抽取流体，但本领域技术人员很容易知道，根据系统的需求，可采用更高或更低的泵速）维持系统内的恒定压力。该流体分别通过阀门（例如止回阀 314 以及 324）进入到热交换器 312 以及 322 中，确保流体以正确的方向流经热交换器 312 以及 322，并且调节进入到每个热交换器 312 以及 322 中的流体量。

[0050] 流经热交换器 312 的一部分流体被冷却到预定的低温（例如零下 30 摄氏度），该低温与冷温差（例如 120 摄氏度）相一致，如图 2 所示。同样，流经热交换器 322 的一部分流体被加热到预定的高温（例如 200 摄氏度），该高温 与热温差（例如 110 摄氏度）相一致，如图 2 所示。冷流部分和热流部分分别通过导管 305 的支管 305a 和 305b 流出热交换器 312 和 322。

[0051] 在图示实施例中，支管 305a 内的冷流部分被分流到对应四个散热器 340、350、360 以及 370 的四个冷控制阀 341、351、361 以及 371 中。支管 305b 中的热流部分同样被分流到对应四个散热器 340、350、360 以及 370 的四个热控制阀 342、352、362 以及 372 中。这些控制阀可为例如脉宽调制 (PWM) 模拟流控制阀、微电机械系统 (MEMS) 流控制阀、或者类似的阀门。当然，所述系统可包括任意数量或类型的控制阀，以及与之相对应的散热器，这并不脱离本发明保护的范围和精神实质。例如，在一个简化实施例中，热控制装置 300 具有与热交换器 312 相对应的一个冷流控制阀，与热交换器 322 相对应的一个热流控制阀，以及单独的散热器。

[0052] 冷控制阀 341、351、361 以及 371 与热控制阀 342、352、362 以及 372 成对设置，因此每个散热器都设置有两个入口，一个用于冷流部分，另一个用于热流部分，分别由冷控制阀和热控制阀进行控制。因此，可操作这些控制阀来分别调节冷流部分以及热流部分的量，从而在散热器内形成具有理想温度的混合流体部分。例如，冷流部分与热流部分可以在散热器的腔室内进行混合。

[0053] 所述混合流体部分冲击到每个散热器 340、350、360 以及 370 上以控制每个散热器的温度（并进而控制每个被测试电子设备的温度）。如本申请中所定义的，混合流体的冲击方向通常是与每个散热器 340、350、360 以及 370 的散热片 F 延伸方向（图中箭头 FD 所示）基本垂直的方向（即正交的，如箭头 ID 所示），如图 7 所示。混合流体部分与散热器 340、350、360 以及 370 的散热片中接触以及循环的方向如箭头 IC 所示。通过该混合流体冲击到散热器上，混合温度的作用便会直接并且有效地传递给散热器。同样，混合流体部分均匀地

分布在每个散热器中，以避免热梯度效应以及其他由于不均匀的温度分布而导致的非理想效果的产生。所述冷控制阀以及热控制阀可紧邻各自的散热器设置，以提高散热器对注入的流体温度变化的时间响应，即接近瞬时响应。

[0054] 现以其中一组控制阀与散热器为例进行说明。控制阀 361 以及 362 根据从传感器（图中未示出）接收到的信号打开或者关闭，该传感器可以是比如温控器，用于对散热器 360 和 / 或与该散热器 360 连接或者由该散热器 360 进行散热的被测试电子设备的温度变化进行监控。来自控制阀 361 以及 362 的总量可调的冷流以及热流以期望比例进行混合并冲击到散热器 360 上，如上所述。对控制阀 361 以及 362 流速的控制可通过控制阀本地来控制，或通过中央控制处理系统来集中控制，该中央控制处理系统可接收来自控制阀的流速以及位置数据，以及来自散热器和 / 或被测试电子设备的温度数据，这并不超出本发明所要求的保护范围和精神实质。

[0055] 在具体实施例中，散热器 360 附着到热接口材料例如热接口材料 421（如图 5 所示），该热接口材料与被测试电子设备相互接触，能够保证在被测试电子设备上温度分布更加均匀且有效。例如，所述热接口材料包括金属基底结构上的碳纳米管。

[0056] 混合流体部分的温度是可调节的，其可以是在需要维持被测试电子设备的设定点温度时允许通过每个可调节控制阀 361 以及 362 进入到散热器 360 内的每种流体的量的函数。例如，随着与散热器 360 相接触的被测试电子设备的温度开始升高，例如响应被测试电子设备功率的增加而升高，散热器 360 的温度必须降低以抵消上述温度的升高。因此，在接收到散热器 360 上的传感器发出的温度升高信号后，冷流控制阀 361 逐渐打开和 / 或热流控制阀 362 逐渐关闭。相反地，随着与散热器 360 相连的被测试电子设备的温度开始降低，散热器 360 的温度必须升高，因此冷流控制阀 361 逐渐关闭和 / 或热流控制阀 362 逐渐打开。每个散热器 340、350、360 和 370 都可以设置有专用传感器，并通过该传感器抵消掉任何可能影响到被测试电子设备的变化因素。例如，被测试电子设备的热特性可以稍有不同，或者进行不同测试所需的时间可以有所不同。

[0057] 混合流体从散热器 340、350、360 以及 370 中的每一个流出之后，通过导管 305 流回至热交换器 312 以及 322。对流体不同部分分别进行的加热或冷却操作，以及对混合的冷流和热流部分的比率的调整，将基于对每个被测试电子设备以及 / 或散热器的温度进行的监控继续进行。

[0058] 在具体实施例中，混合流体可通过与所述冷流入口和热流入口相对应的冷流出口和热流出口和 / 或阀门从散热器 340、350、360 以及 370 中流出。与冷流入口以及热流入口相似，冷流出口以及热流出口也是可调节的，因此从每个冷流出口及热流出口流出的混合流体部分的比例与进入对应入口的冷或热流部分的比例相对应。或者另一方案中，或者除了控制从每个散热器 340、350、360 以及 370 中流出的混合流体部分的比例之外，进入到每个热交换器 312 以及 322 中的混合流体的量也可同样分别通过止回阀 314 和 324 进行控制，因此，回流进每个热交换器 312 以及 322 中的混合流体的量与进入到每个散热器 340、350、360 以及 370 中的冷热流部分的量是成比例的。通过这种方式，热交换器 312 以及 322 基本只需要依据维持被测试电子设备温度的当前需求，对总混合流体按比例进行加热或冷却，从而提高了系统的效率。

[0059] 此外，从相互分开的冷流出口以及热流出口流出的混合流将分别通过相互独立的

导管流回至对应的热交换器 312 以及 322。例如，当冲击到散热器 360 上的混合流体部分为 65％的冷流和 35％的热流时，那么 65％的混合流体将会从冷回流导管流出散热器，而 35％的混合流体将会从热回流导管流出散热器。并且，热交换器 312 和 322 只需要对总混合流体按比例进行加热或冷却，从而提高了系统的效率。

[0060] 在另一具体实施例中，冷流部分和热流部分从严密的意义上说，并非在散热器内进行混合，而是在处于分开的导管内期间，把热能传递给散热器。例如，来自热温差容器 320 的热流部分经由散热器热交换器（图中未示出），流过散热器（例如散热器 360），将热量传递给散热器，之后流回热交换器 322（对应于热温差容器 320）。因此，热交换器 322、输入热控制阀 342、352、362 和 372 以及相应的输出热控制阀和热流回流导管（图中未示出）可用作单独的闭路系统。同样地，热交换器 312（对应于冷温差容器 310）、输入冷控制阀 341、351、361 和 371 以及相应的输出冷控制阀和冷流回流导管（图中未示出）可用作闭路系统。同样，该实施例可采用分开的流体和 / 或不同的流体类型来提供所述冷温差以及热温差。

[0061] 进一步，当所述热控制装置的冷循环以及热循环通过相互独立的回流导管分隔开而不是将冷流和热流混合时，热交换器 312 以及 322 将不再需要。因此，冷温差容器 310 内的冷流在通过冷却器冷却之后便可以例如控制的量直接注入到散热器 340、350、360 及 370 内，并且成比例量的流体将会通过冷流回流导管流回至冷温差容器 310。同样地，热温差 T 容器 320 内的热流在通过加热器加热之后便可直接注入到散热器 340、350、360 及 370 内，并且通过热流回流导管补充成比例量的流体。通过这种方式，对冷温差容器 310 以及热温差容器 320 的补给分别是按从各容器内直接流出的液体量成比例的补给的。

[0062] 进一步，在另一实施例中，冷流以及热流的混合比例可通过一个或多个单独的热夹盘来控制，所述热夹盘能够基本同步调节混合并注入散热器的冷、热流的量。例如，如图 4 和图 5 所示，用于一个散热器 415 的热夹盘 400 通过阀门 424（包括但不仅限于盘式阀）的动作来调节经冷流入口 410 以及单独的热流入口 420 进入到热夹盘的流体量。热夹盘 400 还具有与冷流入口 410 以及热流入口 420 相对应的冷流回流导管 412 以及热流回流导管 422。混合并冲击到散热器 415 上的流体部分可经冷流回流导管 412 以及热流回流导管 422 按如上所述的从冷流入口 410 以及热流入口 420 流入的相同冷、热流比例流出热夹盘 400。进一步，本发明还可采用多个相互连接的热夹盘 400，类似于如图 3 所示的配置。

[0063] 热夹盘 400 通过万向接头 430 与基底 405 上的芯片（例如，被测试电子设备 406）相互接触，或者附着在其上，其中万向接头 430 提供了灵活的定位。特别是如图 5 所示，输入的混合流体通过在腔室 417 内混合而冲击散热器 415，并且经由腔室 417 内的管道在散热器 415 内进行循环。散热器 415 通过例如热接口材料 421 与被测试电子设备 406 的表面相互作用，以保证有效且均匀的热交换，如前所述。在具体实施例中，流体按可调节的部分经由冷流入口 410 以及热流入口 420 流入热夹盘 400，并持续地冲击散热器 415。如前所述，该流体通过冷回流导管 412 以及热回流导管 422 流出热夹盘 400。

[0064] 当然，任何利用不同温度的流体进行热量传递以控制散热器温度（即，维持冷温差以及热温差）的方法都可用于本发明而不会影响本发明所要求的保护范围和精神实质。此外，所述流体可具有多种不同的温度。例如，在本发明的实施例中，流经导管 305 的流体可被分成三个或更多部分，并且每个部分都具有不同的温差，用以按各种不同比例混合后获得理想的混合流体部分温度。

[0065] 图 6 是本发明一实施例用于控制电子设备温度的方法的流程图。在步骤 S602 中，设置热控制装置要保持的理想的或目标温度。所述目标温度可以是被测试电子设备进行测试所需的设定点温度（比如 90 摄氏度）。或者，该目标温度可以是电子元器件在运行环境中工作的理想温度（或温度范围）。

[0066] 在步骤 S604 中，测量电子设备（例如被测试电子设备）和 / 或与其相接触的散热器的实际温度。然后将测得的温度与所述理想温度进行比较。当两温度相同时，则无需对散热器内的混合流体温度进行任何调节，此时流程返回步骤 S604，接收更新的温度数据。

[0067] 当实际温度低于设定点温度时，则在步骤 S612 中增加流经散热器的热流量和 / 或减少流经散热器的冷流量，以提高散热器的温度。当实际温度高于设定点温度时，则在步骤 S610 中增加流经散热器的冷流量和 / 或减少流经散热器的热流量，以降低散热器的温度。无论属于何种情况，在对流体进行调节后，流程都将返回步骤 S604，继续接收更新的温度数据，并在需要时重复后续步骤。

[0068] 图 8 是本发明另一实施例中热夹盘 500 的示意图。该实施例中采用了三个流体源（也被称为储液容器），分别是冷流源 510、设定点流源 513 以及热流源 520。设定点流源 513 内的流体温度高于冷流源 510 内的流体温度。更具体地说，设定点流源 513 内的流体温度通常被设置为与被测试电子设备的设定点温度基本相同（考虑到在经过热夹盘 500 时会产生的热量损失）。例如，如果被测试电子设备的设定点温度为 80 摄氏度，那么设定点流源 513 内的流体温度可设定为例如 85 摄氏度。此外，热流源 513 内的流体温度高于设定点流源内的流体温度。为了提高能效，设定点流体温度更接近于冷流温度而不是热流温度。虽然图 8 示出了具有三种不同温度的三个流体源 510、513 以及 520，但对于本领域技术人员来说，很容易想到在选择性的实施例中采用具有三种以上不同温度的三种以上流体源。例如，如果系统被配置成在三种不同设定点温度下测试三个被测试电子设备时，则该系统可具有冷流源、第一设定点流源、第二设定点流源、第三设定点流源以及热流源，共计为具有五种不同温度的五个不同流体源。

[0069] 如图 8 所示，导管 505 将三个流体源 510、513 以及 520 互连至散热器 515。具体地说，冷流流经冷流导管 505a 并经歧管 580 导入热夹盘 500，冷流在歧管 580 内与阀 524（包括但不仅限于盘式阀）连通。进一步，设定点流体通过导管 505b 流出设定点流源 513，进入到热流源 520 内。一旦设定点流体在热流源 520 内达到预定的高温后，热流便会流经导管 505b 并通过歧管 580 导入热夹盘 500，热流在歧管 580 内与阀 524 连通。未导入热流源 520 的设定点流体流经导管 505s，通过歧管 580 导入热夹盘 500 内，设定点流体在歧管 580 内与阀 524 连通。在对被测试电子设备进行测试的过程中，设定点流体可只与冷流进行混合，以提高能效。换句话说，避免冷热流的直接混合可提高能效，因为将冷热流直接混合会导致显著的能量损耗以及增加散热器 515 内热梯度效应发生的可能性。

[0070] 图 9 是与冷流导管 505a、设定点流体导管 505s 以及热流导管 505b 相连的盘式阀 524 的结构示意图。阀 524 优选直接安装在散热器上方，并能通过 180 度或 360 度旋转以释放出冷流、设点流体以及热流的理想混合流体，从而使具有预定温度的混合流体冲击到散热器 515 上（如图 8 所示）。具体地说，在非限制性实施例中，当阀 524 旋转到 0 度时，排放出冷流；旋转到 90 度时，排放出设定点流体；旋转到 180 度时，排放出热流；并且，当阀旋转到 270 度时，已经冲击到散热器 515 上的混合流体经由回流管 505R（如图 8 所示）回流，因

此可以保证以恒定速率排放流体。基于此，阀 524 优选设置在导管 505a、505s 以及 505b 的连接处。为了优化快速温度响应，最好是在散热器的入口处混合流体，这样可以最小化流体通过时间。同样，基于上面描述的配置结构，散热器 515 以及混合腔室 517（如图 11 所示）只需要设置一个入口和一个出口。进一步，由于流体的不可压缩性导致的种种问题也可通过将流体的混合设置得靠近散热器 515 而得以减少。因此，上述配置结构可以减少重复性以及滞后性问题。

[0071] 图 10 是利用阀 524 的动作混合冷流、设定点流体以及热流的示意图。具体地说，图 10 中的混合流具有大约每分钟两升的恒定速率；然而，本领域技术人员可以了解的是，这一速率可高于或低于每分钟两升，并可发生变化而不 是恒定的。

[0072] 如图 8 所示，来自回流导管 505R 的冲击流体经由设定点流体回流导管 505sR 回到设定点流源 513 处，并且还通过冷流回流导管 505aR 流回到冷流源 510。换句话说，虽然有三个流体供给导管 505a、505s 以及 505b 向热夹盘供给流体，但是只有两个流体回流导管 505aR 以及 505sR（或者 505aR 与 505bR；或 505sR 与 505bR）从热夹盘输出流体。然而，从图 11 中热夹盘 500 的立体图中可以看到，有三个流体供给导管 505a、505s 和 505b 向热夹盘供给流体，并有三个流体回流导管 505aR、505sR 和 505bR 从热夹盘输出流体。本领域技术人员可知的是，在其他实施例中，可只采用一个流体回流导管从热夹盘输出流体。此外，在混合流体冲击到散热器 515 上之后，设定点流体与热流之间的温差将会变得很小，因此设定点流体回流导管 505sR 设置在热夹盘 500 上部区域中热流回流导管 505bR 的旁边，从而只产生很少的热量损失。此外，前述的混合流回流可发生在热夹盘 500 的内部或者外部。

[0073] 虽然冷流源 510 和设定点流源 513 优选以大约每分钟 30 升的恒定速率循环流体，但本领域技术人员可以理解的是，本发明还可以采用其它合适的不同流体循环速率，并且该循环速率可以发生变化而不是恒定的。此外，如前所述实施例，冷流、设定点流体以及热流导管都是可调节的，因此，分别流入冷流导管、设定点流体导管和热流导管的混合流体部分的比例与流出对应导管的冷流、设定点流体和热流的比例是相对应的。

[0074] 需要注意的是，本发明可以按图 3 中所示的方式使用多个热夹盘 400、500（具有多个散热器 415、515），并且流经多个热夹盘的流体可以是并联的或者串联的。关于这一点，图 8 示出了与热夹盘 500 互连的附加的热夹盘 500n。

[0075] 在很多应用中，通常在系统中会采用不止一个的热夹盘 400、500 对位于测试站的基底 508 上的连续多个被测试电子设备 506 进行交替测试，从而允许被测试电子设备的快速更换。图 12 示出了具有两个热夹盘 500A、500B 的此类系统，其中一个热夹盘 500A 正对测试站（位置 A）上的被测试电子设备 506 进行测试，而另一个热夹盘 500B 等待热夹盘 500A 完成对该被测试电子设备的测试（即该热夹盘在位置 B 等待测试完成 (EOT)），然后热夹盘 500A 会移 至保持位置 C，而热夹盘 500B 移至位置 A 对下一被测试电子设备进行测试。一旦热夹盘 500B 完成了对该下一被测试电子设备的测试，热夹盘 500A 便会从保持位置 C 移回到位置 A 来对另一被测试电子设备进行测试。该操作流程持续进行直到所有被测试电子设备都测试完毕。

[0076] 上述对被测试电子设备进行的快速连续测试过程（例如，在采用了多个热夹盘 500 的情况下）一般需要消耗大量的能量，因为对散热器重复的加热及冷却会造成能量损失。现有技术中已知的是，混合的流体之间的温差越大，能量损失就越大。在前述的配置结

构中，位于位置 B 的热夹盘 500B 仅仅排放出设定点流体以使设定点流体冲击到散热器 515 上（即，阀 524 仅设置在旋转至 90 度的位置），从而将位于位置 B 的热夹盘 500B 的散热器维持在恒定温度并且不再需要混合不同温度的流体，从而显著降低了整个系统的能耗。进一步，由于位于位置 B 的热夹盘 500B 的散热器几乎被维持在恒定的设定点温度并且不再需要进行流体混合，因此测试开始时在整个散热器 515 上以及被测试电子设备上产生的热梯度得到大大降低。此外，为了提高能效，对具有较低设定点测试温度的被测试电子设备可不需要使用冷却器。

[0077] 如上所述，由于不再有加热器直接对散热器进行加热来实现上述温控控制方法，本申请公开的各实施例改进了热阻特性且消除了热梯度效应，并且能够使用传统方法所不支持的极大温差 T。此外，本申请公开的各实施例带来更大的散热能力并加快了响应时间。本发明公开的实施例带来的一个结果就是能够实现对电子设备更加严格的测试，处理的测试能超出传统方法的 500 瓦特有效功率极限，例如，可高达 1500 瓦特。进一步，在任何环境（测试环境和 / 或运行环境）中对电子设备的温度控制都得到了显著提升。

[0078] 虽然以上结合可以任何合适方式组合的几个典型实施例对本发明进行了描述，但是应理解的是，以上描述仅仅是说明和举例，并非对本发明的限制。如在此陈述和改进的，可以在权利要求的范围内对本发明做出更改，而不脱离本发明的范围和精神实质。虽然以上结合特定的手段、材料和实施例对本发明进行了描述，但是本发明并不限于所公开的特例。本发明可扩展至所附权利要求的范围内的所有功能上等同的结构、方法和使用。

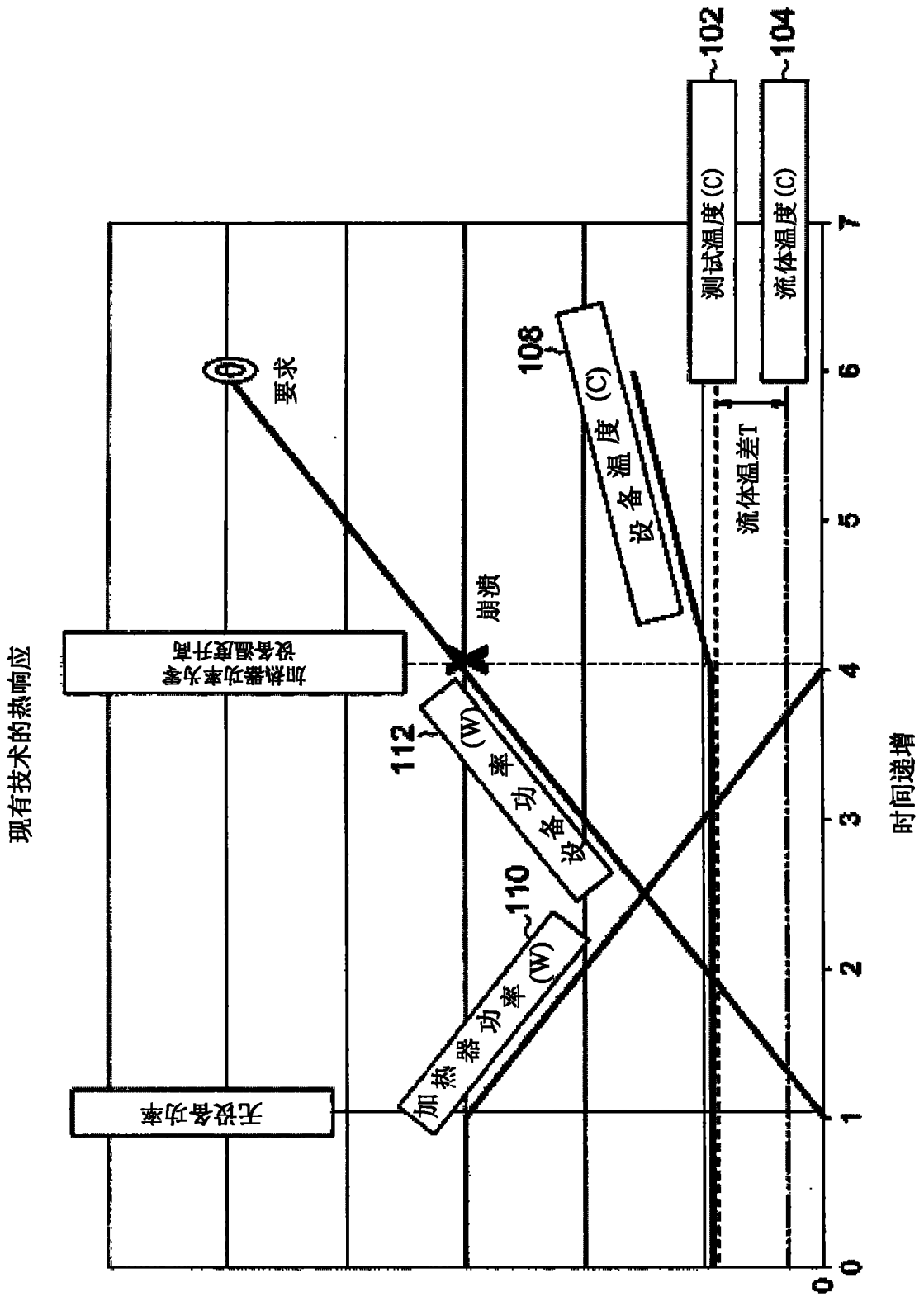

现有技术的热响应
无设备功率
加热器功率为零
设备温度升高
崩溃
要求
112
设备功率(W)
110
加热器功率(W)
108
设备温度(C)
102
测试温度(C)
104
流体温度(C)
流体温差T
0
1
2
3
4
5
6
7
时间递增

图 1

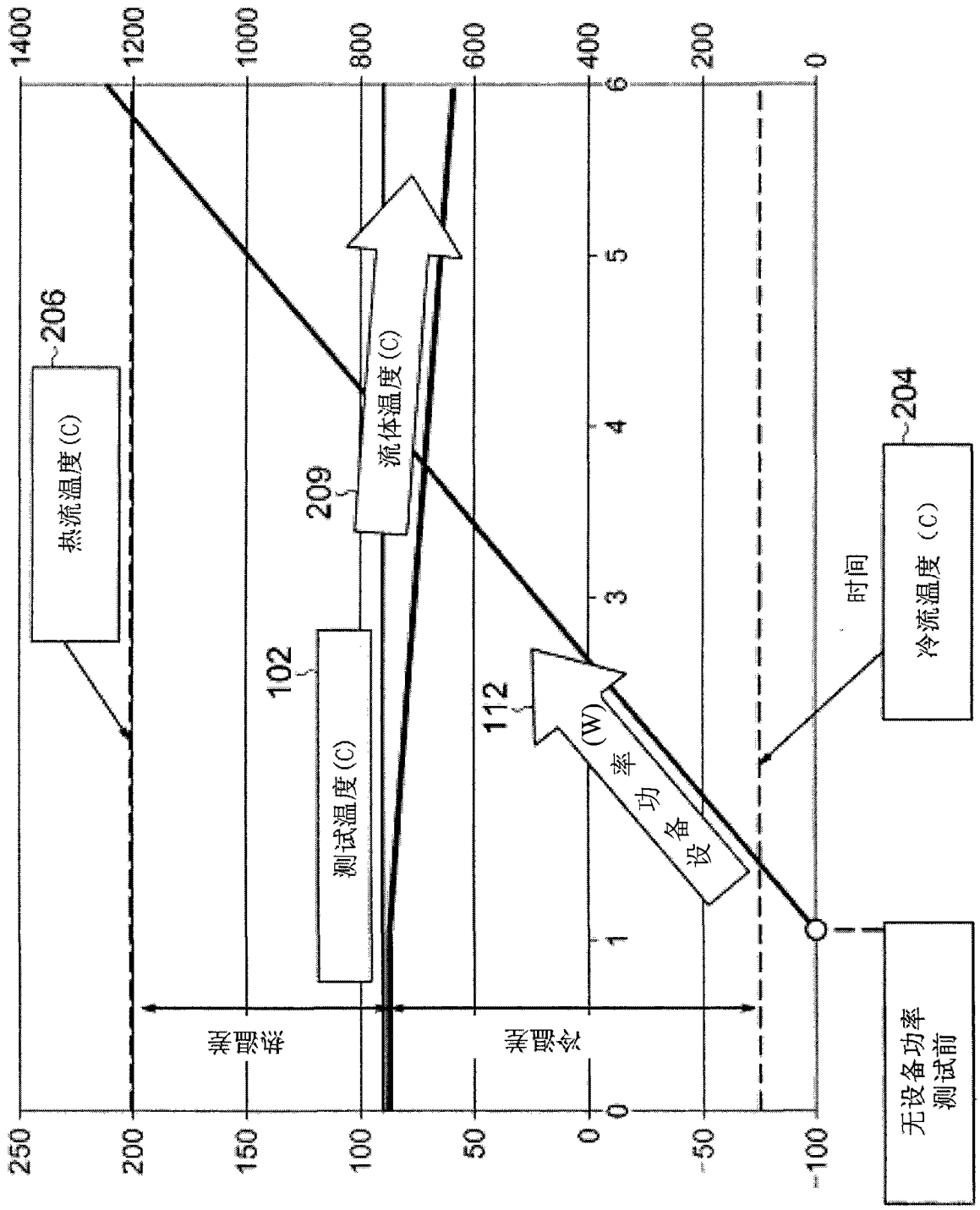

1400
1200
1000
800
600
400
200
0
6
5
4
3
2
1
0
250
200
150
100
50
0
-50
-100
206
热流温度(C)
209
流体温度(C)
102
测试温度(C)
112
设备功率(W)
204
冷流温度(C)
时间
热温差
冷温差
无设备功率测试前

图 2

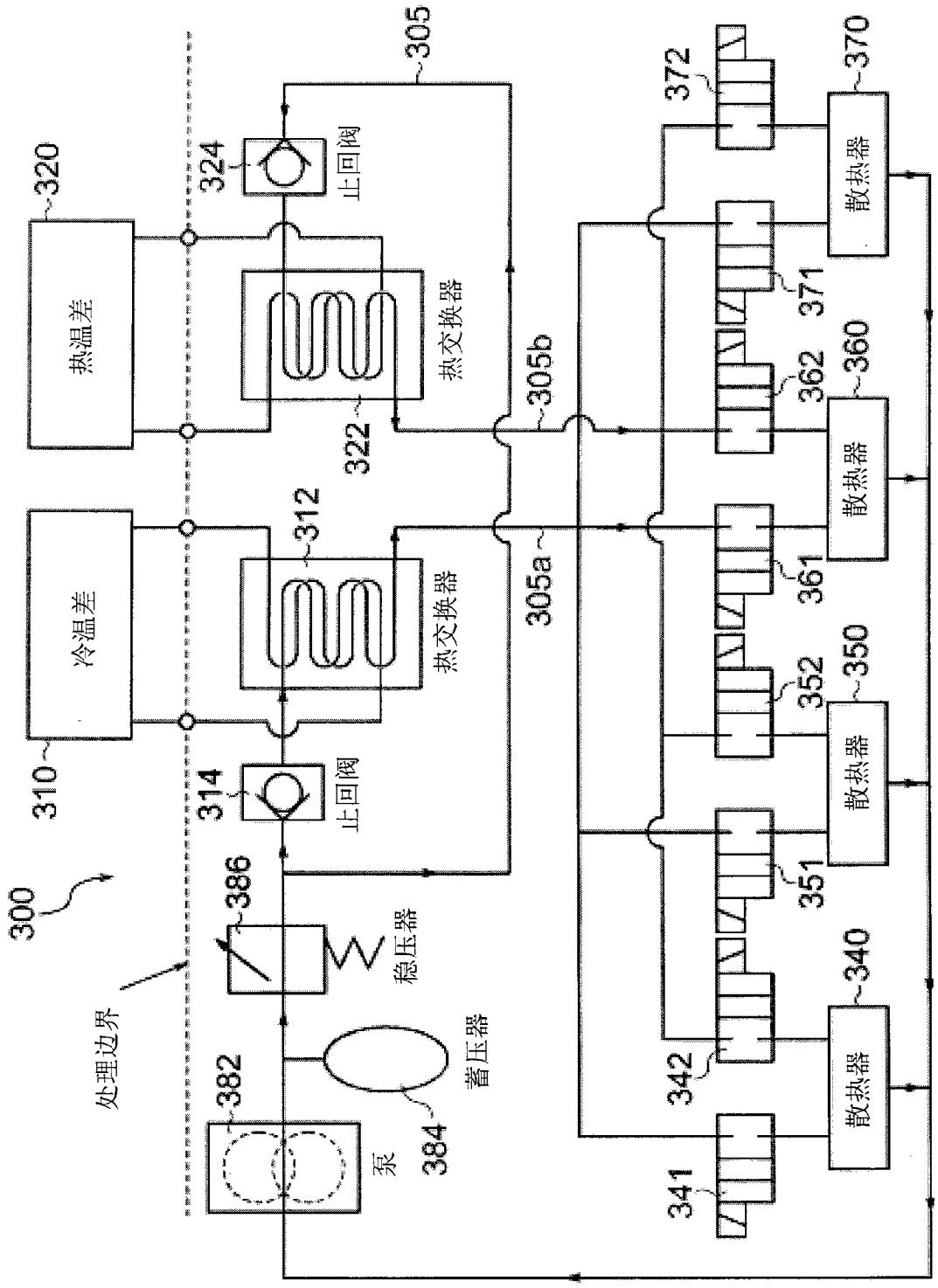

305
320
热温差
324
止回阀
热交换器
322
305b
372
370
散热器
371
362
360
散热器
361
312
冷温差
热交换器
305a
352
350
散热器
310
314
止回阀
351
386
300
稳压器
340
处理边界
蓄压器
382
342
泵
384
341

图 3

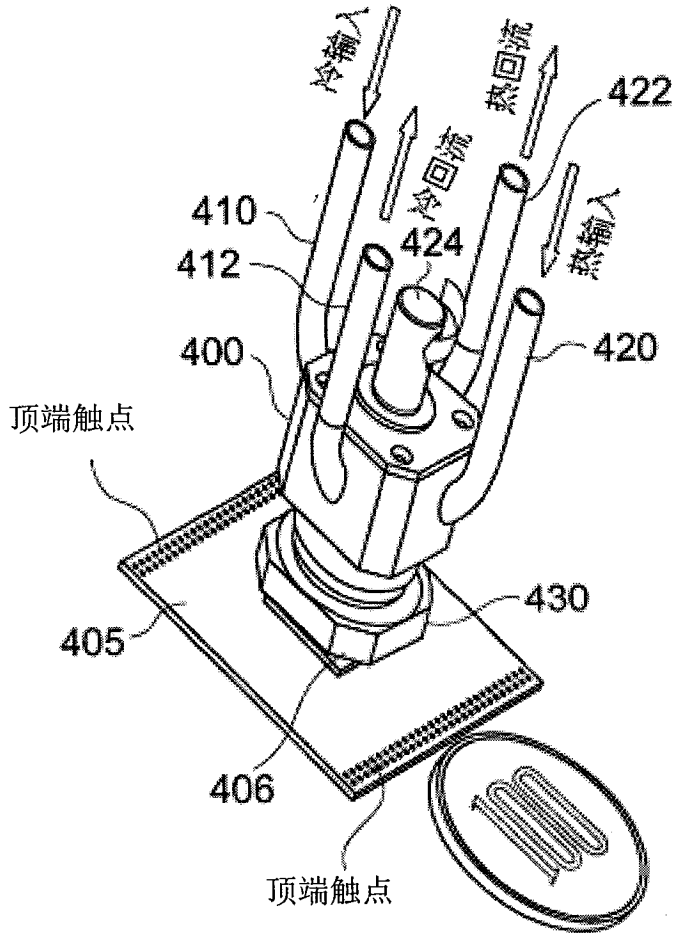

入口流体
回流热流体
422
回流冷流体
入口冷流体
410
424
412
400
420
顶端触点
430
405
406
顶端触点

图 4

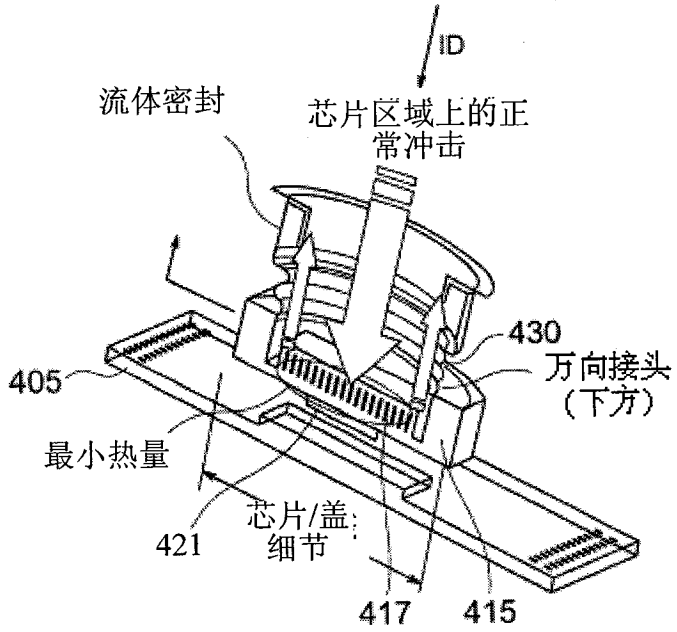

ID
流体密封
芯片区域上的正常冲击
430
405
万向接头（下方）
最小热量
芯片/盖细节
421
417
415

图 5

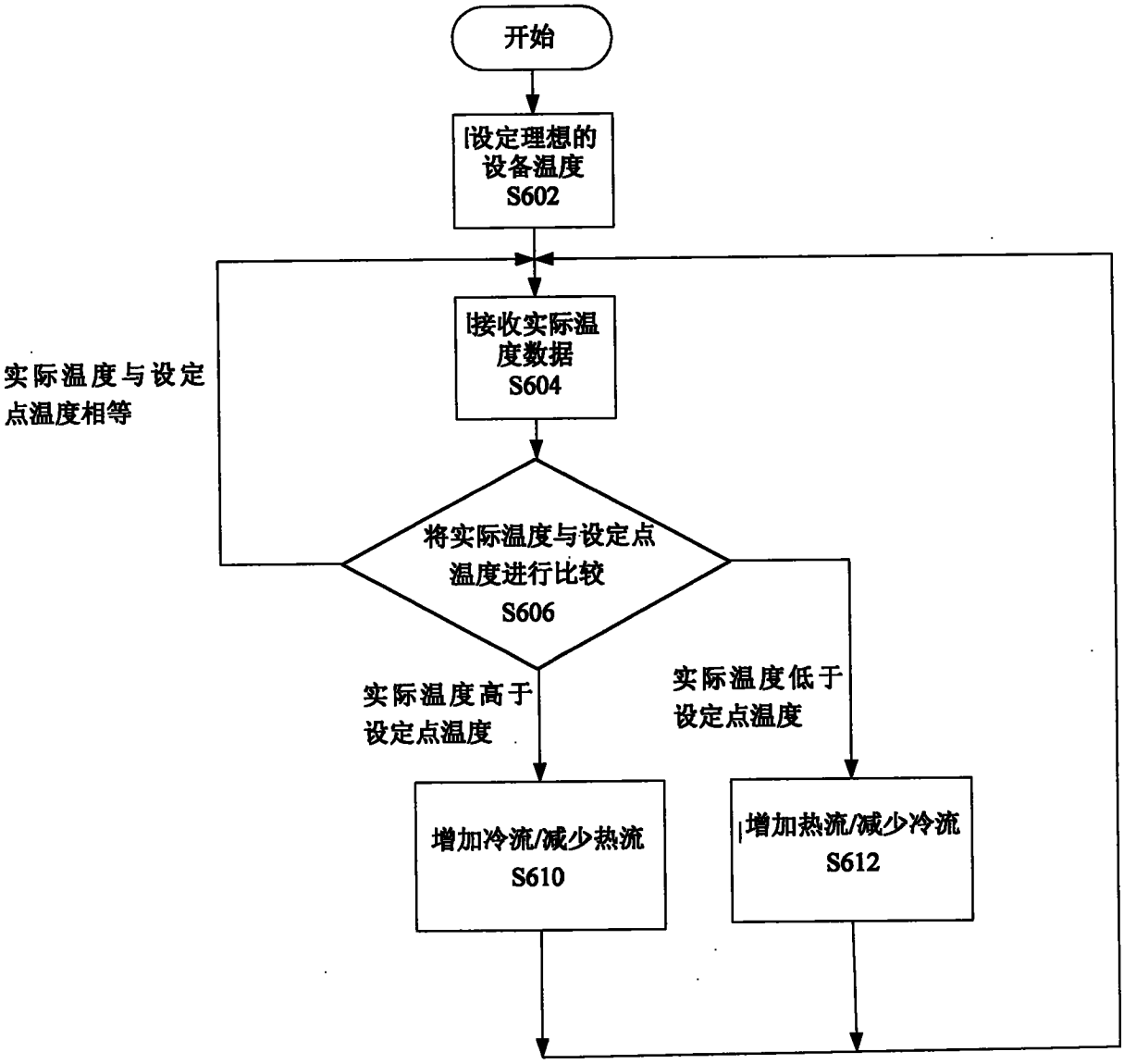

开始
设定理想的设备温度 S602
接收实际温度数据 S604
将实际温度与设定点温度进行比较 S606
实际温度与设定点温度相等
实际温度高于设定点温度
实际温度低于设定点温度
增加冷流/减少热流 S610
增加热流/减少冷流 S612

图 6

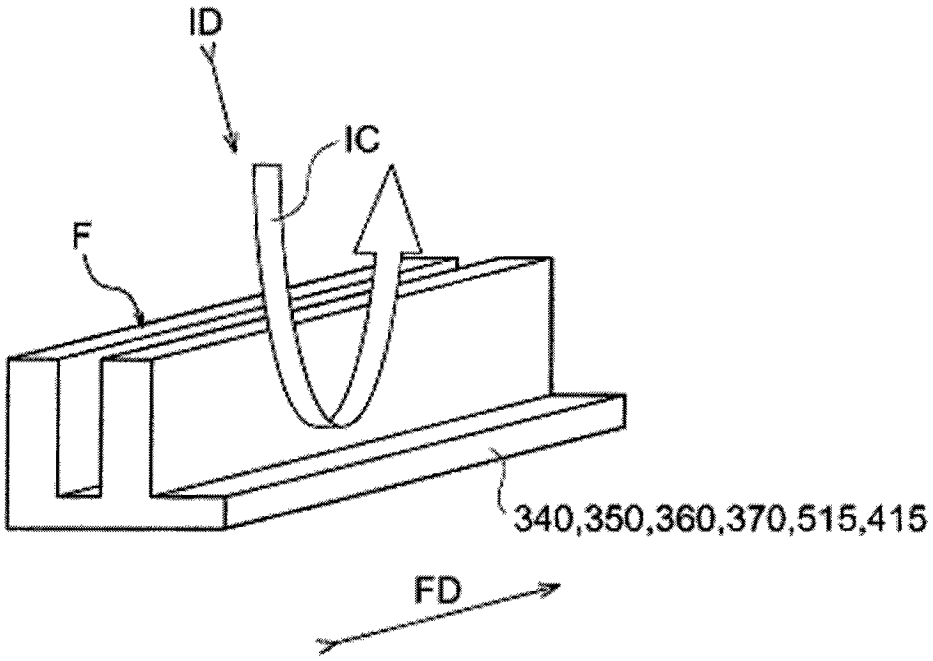


图 7

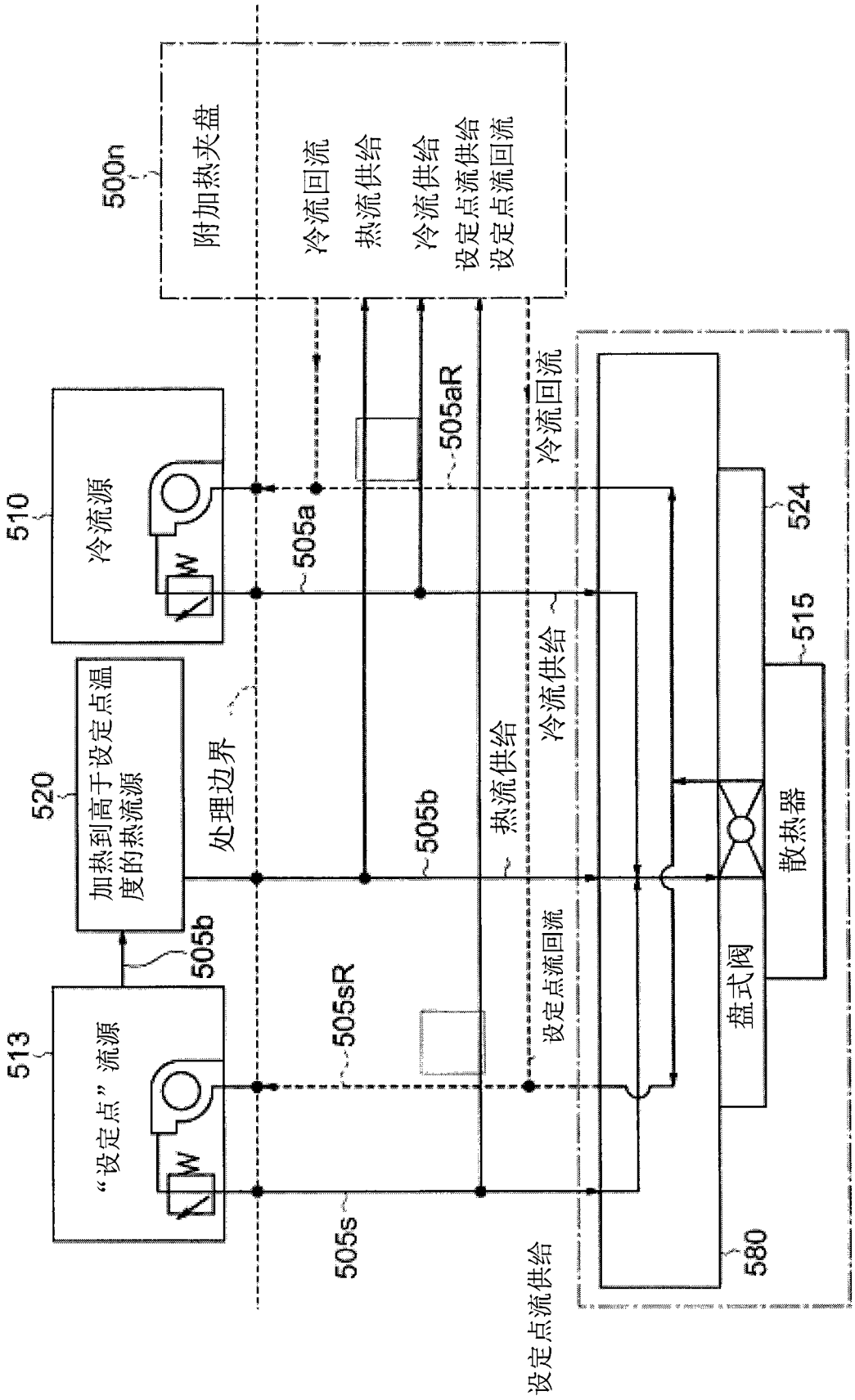

500n
附加热夹盘
冷流回流
热流供给
冷流供给
设定点流供给
设定点流回流
510
冷流源
505a
505aR
冷流回流
520
加热到高于设定点温度的热流源
处理边界
505b
热流供给
冷流供给
524
515
散热器
513
“设定点”流源
505b
505sR
设定点流回流
盘式阀
505s
580
设定点流供给

图 8

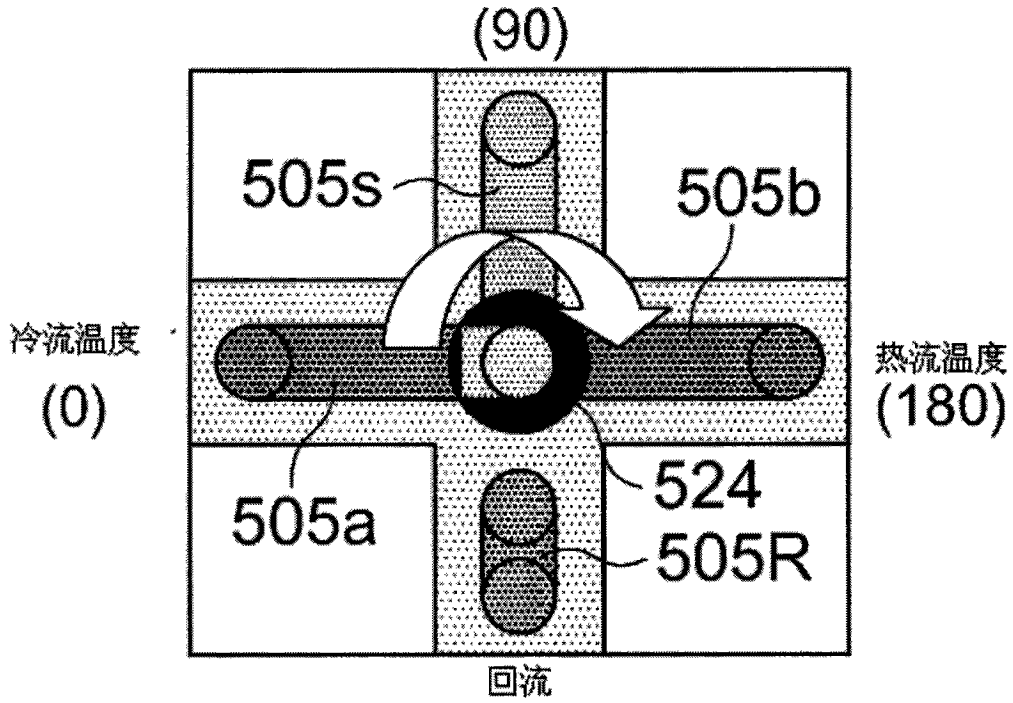


图 9

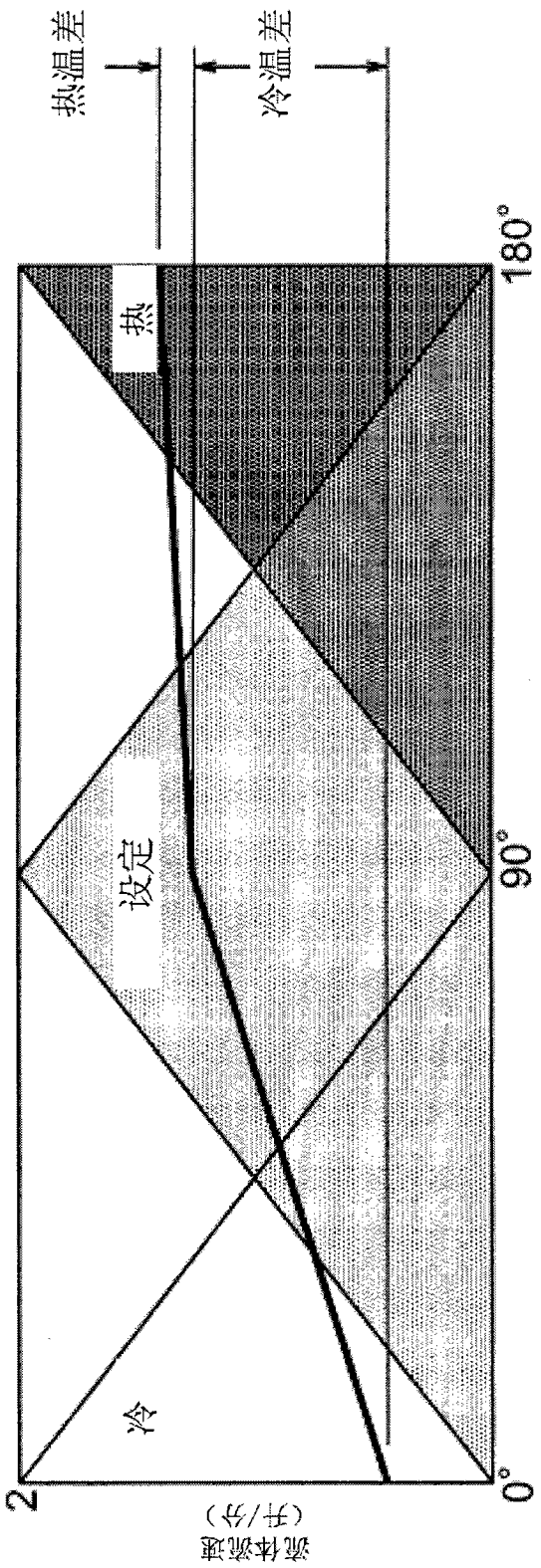


图 10

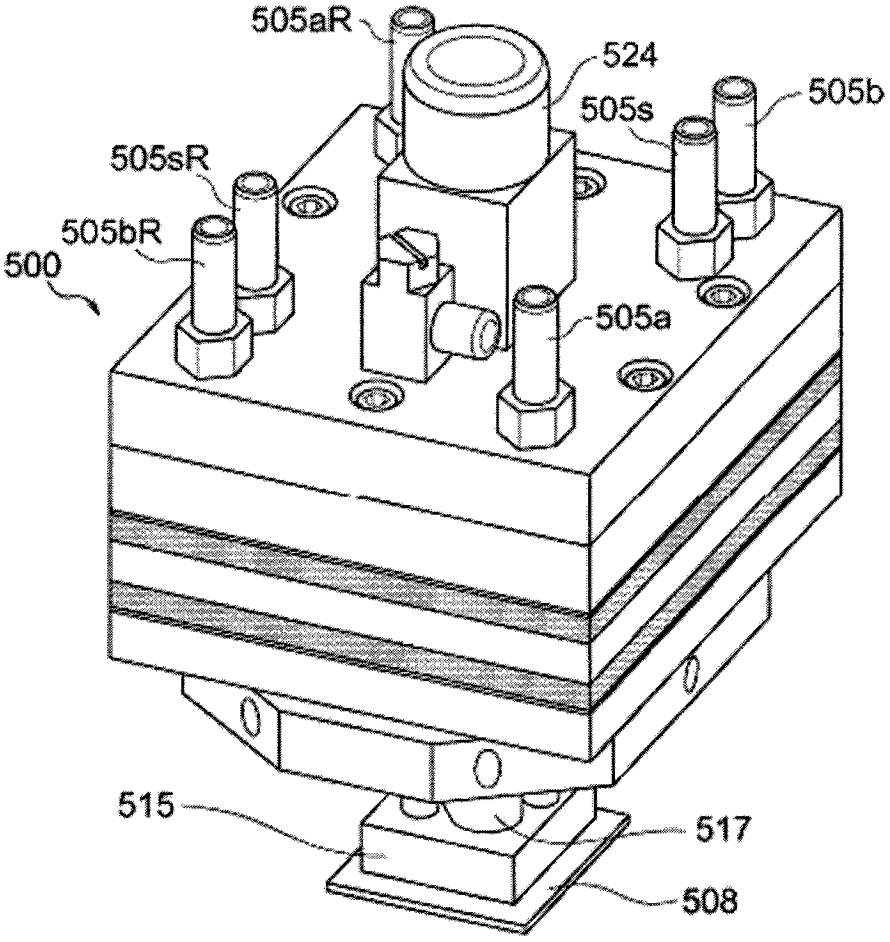


图 11

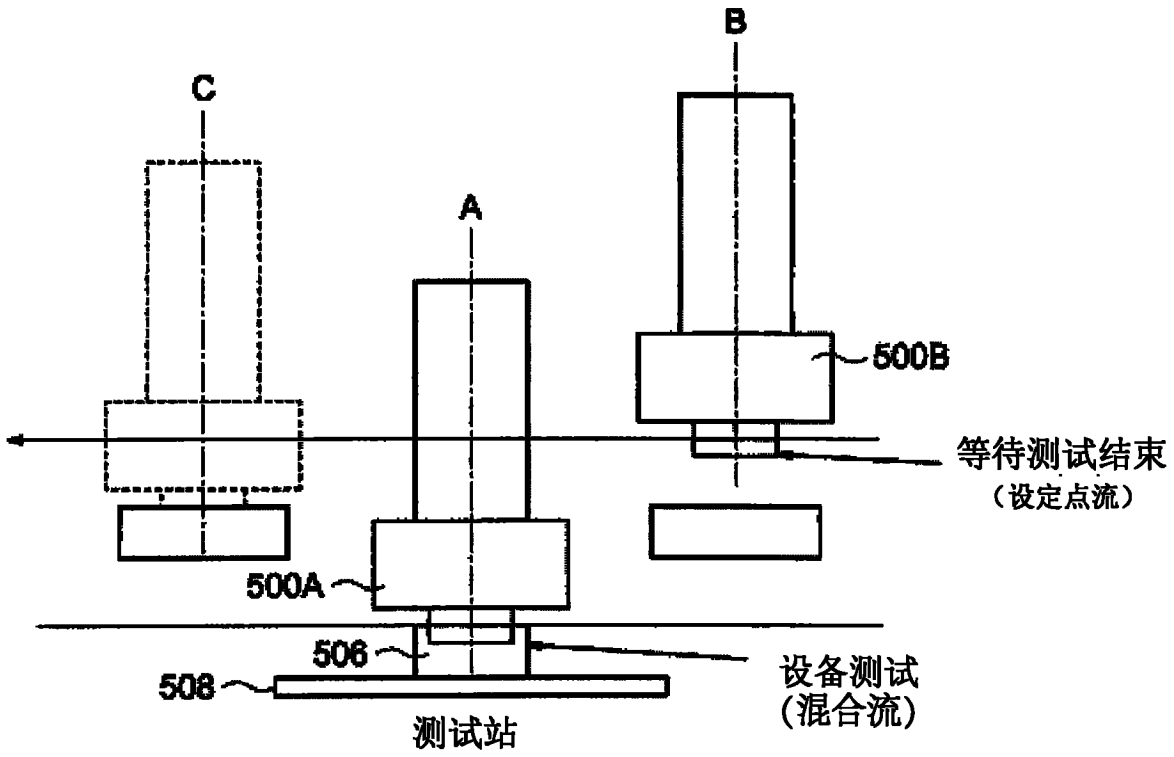


图 12