



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105075002 A
(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201480014716. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 01. 13

H01M 10/63(2006. 01)

H01M 2/02(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/752, 353 2013. 01. 14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/011339 2014. 01. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/110524 EN 2014. 07. 17

(71) 申请人 詹思姆公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 D·科萨科夫斯基 A·皮戈特

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民 赵志刚

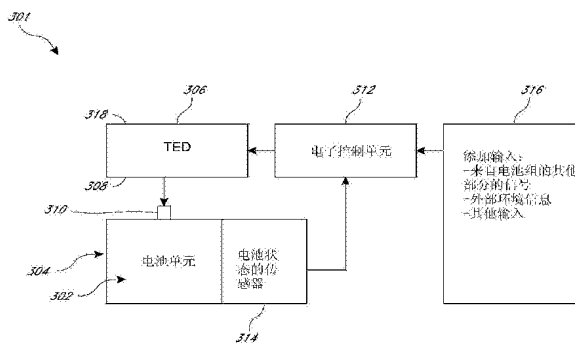
权利要求书3页 说明书18页 附图22页

(54) 发明名称

电气设备的基于热电的热管理

(57) 摘要

公开的实施例包括经配置以加热和 / 或冷却电气设备的基于热电的热管理系统和方法。热管理系统能够包括与电气设备的温度敏感区域电连通和热连通的至少一个电导体和与至少一个电导体热连通的至少一个热电设备。电力能够由相同的电导体或外部电源引导到热电设备, 从而使得热电设备经由至少一个电导体为电气设备提供受控的加热和 / 或冷却。



1. 一种经配置以管理电气设备的温度敏感区域中的温度的热管理系统,所述系统包括:

热电设备,其经配置以在电力应用到所述热电设备时,在主表面和废表面之间传递热能,其中所述热电设备的所述主表面与电导体基本热连通,其中所述电导体经配置以传送电力到电气设备或传送来自所述电气设备的电力,并且其中所述电导体能够作为管道,其用于在所述电气设备的温度敏感区域和所述热电设备之间传导热能。

包括控制算法的控制器,其经配置以监测电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的热梯度并调节传送到所述热电设备的电力,使得被传递到或传递离开所述电气设备的温度敏感区域的所述热能减小或消除所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度。

2. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,进一步包括与所述电气设备热连通并与所述控制器电连通的传感器,其中所述控制器经配置以监测来自所述传感器的输入和被引导进或引导出处于热管理下的所述电气设备的电流,并且调节传送到所述热电设备的电力,以减小或消除所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度。

3. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其中响应于所述输入,传送到所述热电设备的所述电力在电力的两个或多个非零水平之间被调节,以减小或消除所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度。

4. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其中所述控制算法经进一步配置以监测由于所述热能传递到或传递离开所述电气设备的所述温度敏感区域而产生的热梯度,并调节传送到所述热电设备的电力以使由于所述热能传递到或传递离开所述电气设备的所述温度敏感区域产生的所述热梯度减小或消除所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度。

5. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其中所述热电设备包括第一操作模式和第二操作模式,其中在所述第一模式中,所述热电设备经配置以传递所述热电设备允许的最大量的热能,并且其中在所述第二操作模式中,所述热电设备经配置以传递一定量的热能,使得热能的传递产生的所述热梯度与所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度平衡,以减小或消除穿过所述温度敏感区域的最终热梯度。

6. 根据权利要求 1 至 5 所述的热管理系统,其中经配置以由所述控制器监测的输入包括以下项中的至少一项:所述电气设备的温度、所述电气设备的电荷/充电状态、所述电气设备的健康、所述电气设备的电压、所述电气设备的电阻、所述电气设备的电流、所述电气设备上的负载、环境的温度、天气预测、时间信息、地理信息和所述温度敏感区域的几何结构。

7. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的热管理系统,其中所述控制器与经配置以对电池组执行控制功能的电池管理系统集成。

8. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的热管理系统,其中所述电气设备是电池,并且所述温度敏感区域是所述电池的单元。

9. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的热管理系统,其中穿过所述电气设备的所述温度敏感区域的所述热梯度被减小到小于或等于约 10 摄氏度。

10. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的热管理系统,其中所述热电设备由所述电气设

备供电。

11. 一种用于热管理电气设备的方法,所述方法包括:

在热电设备和电导体之间建立基本热连通,其中所述电导体与电气设备的温度敏感区域热连通和电连通;

监测来自与所述电气设备的所述温度敏感区域热连通并且与控制器电连通的温度传感器的输入,所述控制器包括为监测所述输入而提供的控制算法,其中所述输入包括所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的热梯度;以及

响应所述输入,调节被引导到所述热电设备或引导出所述热电设备的电流,以减小或消除所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中响应所述输入调节被引导到所述热电设备或引导出所述热电设备的所述电流以减小或消除所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的热梯度包括,在两个或多个非零水平之间调节所述电流。

13. 根据权利要求 11 所述的方法,其中所述控制算法经进一步配置以监测由于所述热能传递到或传递离开所述电气设备的所述温度敏感区域产生的热梯度,并调节传送到所述热电设备的电力以使由于所述热能传递到或传递离开所述电气设备的所述温度敏感区域产生的所述热梯度与所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度结合,以消除或减小所述电气设备的最终热梯度。

14. 根据权利要求 11 所述的方法,进一步包括在第一模式和第二模式中操作所述热电设备,其中在所述第一模式中,所述热电设备经配置传递所述热电设备允许的最大量的热能,并且其中在所述第二操作模式中,所述热电设备经配置传递一定量的热能,使得由热能的传递产生的所述热梯度与所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度平衡,以减小或消除穿过所述温度敏感区域的最终热梯度。

15. 根据权利要求 11 至 14 中任一项所述的方法,其中经配置以由所述控制器监测的输入包括以下项中的至少一项:所述电气设备的温度、所述电气设备的充电状态、所述电气设备的健康、所述电气设备的电压、所述电气设备的电阻、所述电气设备的电流、所述电气设备上的负载、环境的温度、天气预测、时间信息、地理信息以及所述温度敏感区域的几何结构。

16. 根据权利要求 11 至 14 中任一项所述的方法,其中所述控制器与经配置以对电池组执行控制功能的电池管理系统集成。

17. 根据权利要求 11 至 14 中任一项所述的方法,其中所述电气设备是电池,并且所述温度敏感区域是所述电池的单元。

18. 根据权利要求 11 至 14 中任一项所述的方法,其中穿过所述电气设备的所述温度敏感区域的所述热梯度被减小到小于或等于约 10 摄氏度。

19. 根据权利要求 11 至 14 中任一项所述的方法,其中所述热电设备由所述电气设备供电。

20. 一种制造用于热管理电气设备的热管理系统的方法,所述方法包括:

将热电设备连接到与电气设备的温度敏感区域热连通和电连通的电导体;

在所述电气设备上设置传感器,使得所述传感器能够测量包括所述电气设备的所述温度敏感区域的热梯度的输入;以及

将所述传感器连接到包括控制算法的控制系统,所述控制算法经配置以响应来自所述传感器的输入,调节传送到所述热电设备的电力,使得传递到或传递离开所述电气设备的所述温度敏感区域的热能减小或消除所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的热梯度。

21. 根据权利要求 20 所述的方法,其中所述控制算法经进一步配置以监测由于所述热能传递到或传递离开所述电气设备的所述温度敏感区域产生的热梯度,并调节传送到所述热电设备的电力以使由于所述热能传递到或传递离开所述电气设备的所述温度敏感区域产生的所述热梯度与所述电气设备操作期间穿过所述温度敏感区域产生的所述热梯度结合,消除或减小所述电气设备的最终热梯度。

22. 根据权利要求 20 至 21 中任一项所述的方法,其中来自所述传感器的所述输入包括以下项中的至少一项:所述电气设备的温度、所述电气设备的充电状态、所述电气设备的健康、所述电气设备的电压、所述电气设备的电阻、所述电气设备的电流、所述电气设备上的负载、环境的温度、天气预测、时间信息、地理信息和所述温度敏感区域的几何结构。

23. 根据权利要求 20 至 21 中任一项所述的方法,进一步包括将所述控制系统与经配置以对电池组执行控制功能的电池管理系统集成。

24. 根据权利要求 20 至 21 中任一项所述的方法,其中所述电气设备是电池,并且所述温度敏感区域是所述电池的单元。

25. 根据权利要求 20 至 21 中任一项所述的方法,其中穿过所述电气设备的所述温度敏感区域的所述热梯度被减小到小于或等于约 10 摄氏度。

26. 根据权利要求 20 至 21 中任一项所述的方法,其中所述热电设备经配置以由所述电气设备供电。

电气设备的基于热电的热管理

技术领域

[0001] 本发明一般涉及电气设备的热电 (TE) 冷却和加热。

背景技术

[0002] 电力电子设备和其他电气设备 (诸如电池) 能够对过热、低温、极端温度和工作温度限制敏感。当在推荐的温度范围之外操作该设备时, 有时可能严重降低此类设备的性能。在半导体器件中, 集成电路芯片会过热并发生故障。在电池 (包括, 例如, 机动车辆中用于汽车应用的电池) 中, 当过热或过冷时, 电池单元及其部件能够退化。此类退化能够表现在电池存储容量减小和 / 或在多个空占比上对电池重新充电的能力降低。

发明内容

[0003] 管理电力电子设备和其他电气设备的热状态能够是有益的。热管理能够减少过热、过冷和电气设备退化的发生。本文所描述的某些实施例提供承载大量电力和 / 或需要高电流和效率 (例如, 功率放大器、晶体管、变压器、功率逆变器、绝缘栅极双极型晶体管 (IGBT)、电动马达、高功率激光器和发光二极管、电池以及其他) 的设备的熱管理。各种各样的解决方案能够用于热管理此类设备, 包括对流空气和液体冷却、传导冷却、利用液体喷射的喷雾冷却、电路板和芯片盒的热电冷却以及其他解决方案。与用于加热或冷却电气设备的现有技术相比, 至少一些本文公开的实施例提供以下优点中的至少一项: 更高的功率效率、更低或消除的维护成本、更好的可靠性、更长的使用寿命、更少的部件、更少或消除的活动件、加热和冷却操作模式、其他优点或优点的组合。

[0004] 在电气设备中, 通常所述设备的电活性部分和 / 或温度敏感区域经由电导体连接到外界, 诸如, 例如外部电路或设备。例如, 电池单元的电极能够被设计成承载高电力而没有明显损耗 (例如, 根据焦耳定律, 热损失与所述电流的平方成比例)。用于此类电极的电导体的线规与通常在此类设备中流动的所述高电流相称。电池的尺寸越大, 用于与外部电路连接的电极柱越大。

[0005] 电极和许多其他类型的电导体的高电导也意味着此类导体通常具有高导热系数。高导热系数能够用于解决各种热管理问题, 其中一种能够通过加热和 / 或冷却电极、旁路设备的热不灵敏元件, 直接传递所需热功率 (例如, 冷却、加热等) 到设备的敏感元件。类似于在输血期间使用热调节的血液以用于将热传送深入到人身体的核心, 通过电极的热泵送能够用于有效地传送电气设备内部深处所需的热状态。作为一个实例, 已经确定先进汽车的电池的电极冷却是用于电池热管理的最有益的技术之一。例如, 能够使用固体、液体或空气冷却技术冷却电极。在某种意义上, 在此类热管理布置中, 电极充当冷手指。

[0006] 本文公开的实施例包括能够通过应用直接或间接热电 (TE) 冷却和 / 或加热到功率部件、电子设备和其他电气设备的承载电流的电导体 (例如, 电极) 而热管理电气设备的系统和方法。此类设备能够通常受益于热管理。一些实施例将参考具体电气设备进行描述, 诸如, 例如, 电池。然而, 本文公开的至少一些实施例能够为其他电气设备 (诸如, 例如,

绝缘栅极双极型晶体管 (IGBT)、其他电气设备或设备的组合) 提供热管理。至少一些此类设备能够具有高电流承载能力并能够承受优选温度范围之外的操作。参考冷却操作模式描述一些实施例的操作。然而, 本文公开的实施例中的一些或全部也能够具有加热操作模式。在一些情况下, 能够采用加热操作模式将电气设备的温度维持在阈值温度之上, 在该阈值温度以下, 电气设备可能退化或表现出受损操作。TE 设备独特地适于提供加热和冷却功能两者, 而对系统架构具有最小复杂化。

[0007] 本文公开的实施例包括基于热电的热管理系统和方法。在一些实施例中, 热管理系统经配置以管理电气设备的温度敏感区域内的温度。热管理系统能够包括热电设备, 其经配置以在将电力施加到热电设备时, 在主表面和废表面之间传递热能。在一些实施例中, 热电设备的主表面与电导体的热交换表面基本热连通。电导体经配置传送电力到电气设备或传送来自电气设备的电力, 使得电导体作为用于在电气设备的温度敏感区域和热电设备之间传导热能的管道。

[0008] 在某些实施例中, 一种用于热管理电气设备的方法包括将包括导电部分和电绝缘部分的热传递设备连接到电气设备的多个电导体。所述方法能够包括在热传递设备和热电设备的主表面之间引导大量热能交换。

[0009] 在一些实施例中, 一种用于热管理电气设备的方法包括在热电设备和与电气设备热连通并电连通的电导体的热交换表面之间建立基本热连通。所述方法能够包括通过调节被引导到热电设备或引导出热电设备的电流加热或冷却电气设备。

[0010] 在一些实施例中, 提供一种热管理系统, 其经配置管理电气设备的温度敏感区域内的温度。所述系统包括热电设备, 其经配置以在将电力施加到热电设备时, 在主表面和废表面之间传递热能, 其中热电设备的主表面与电导体基本热连通。电导体经配置传送电力到电气设备或传送来自电气设备的电力, 并且能够作为在电气设备的温度敏感区域和热电设备之间传导热能的管道。所述系统包括包含控制算法的控制器, 其经配置监测电气设备操作期间, 穿过温度敏感区域产生的热梯度, 并且调节传送到热电设备的电力, 使得传递到或传递离开电气设备的温度敏感区域的热能减小或消除电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度。

[0011] 在一些实施例中, 所述热管理系统包括与电气设备热连通并与控制器电连通的传感器。所述控制器经配置监测来自传感器的输入和被引导到或离开在热管理下的电气设备的电流, 并且调节传送到热电设备的电力, 以减小或消除电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度。

[0012] 在一些实施例中, 响应于所述输入, 在电力的两个或多个非零水平之间调节传递到热电设备的电力, 以减小或消除电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度。

[0013] 在一些实施例中, 所述控制算数经配置进一步监测由于热能传递到或传递离开电气设备的温度敏感区域产生的热梯度, 并调节传送到热电设备的电力, 使得由于热能传递到或传递离开电气设备的温度敏感区域产生的热梯度减小或消除电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度。

[0014] 在一些实施例中, 热电设备包括第一操作模式和第二操作模式。在第一操作模式中, 所述热电设备经配置传递热电设备允许的最大量的热能。在第二操作模式中, 所述热电设备经配置传递一定量的热能, 使得热能传递产生的热梯度与电气设备操作期间穿过温度

敏感区域产生的热梯度平衡,以减小或消除穿过温度敏感区域的最终的热梯度。

[0015] 在一些实施例中,经配置以被控制器监测的输入包括以下各项中的至少一项:电气设备的温度、电气设备的充电状态、电气设备的健康、电气设备的电压、电气设备的电阻、电气设备的电流、电气设备上的负载、环境的温度、天气预测、时间信息、地理信息以及温度敏感区域的几何结构。

[0016] 在一些实施例中,控制器与经配置以对电池组执行控制功能的电池管理系统集成。

[0017] 在一些实施例中,电气设备是电池,并且温度敏感区域是电池的单元。

[0018] 在一些实施例中,穿过电气设备的温度敏感区域的最终热梯度被减小到小于或等于约 10 摄氏度。在一些实施例中,热电设备由电气设备供电。

[0019] 在一些实施例中,一种用于热管理电气设备的方法包括在热电设备和与电气设备的温度敏感区域热连通并电连通的电导体之间建立基本热连通。所述方法包括监测来自与电气设备的温度敏感区域热连通并且与控制器电连通的温度传感器的输入,所述控制器包括为监测输入而提供的控制算法。所述输入包括电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度。所述方法包括响应输入调节被引导到或引导离开热电设备的电流,以减小或消除电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度。

[0020] 在一些实施例中,响应于输入,调节被引导到或引导离开热电设备的电流以减小或消除电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度,包括,在两个或多个非零水平之间调节电流。

[0021] 在一些实施例中,所述控制算法经配置监测由于热能传递到或传递离开电气设备的温度敏感区域而产生的热梯度,并且调节传送到热电设备的电流,使得由于热能传递到或传递离开电气设备的温度敏感区域产生的热梯度与电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度结合,以消除或减小电气设备的最终热梯度。

[0022] 在一些实施例中,所述方法进一步包括在第一模式和第二模式下操作热电设备。在第一模式中,热电设备经配置传递热电设备允许的最大量的热能。在第二操作模式中,热电设备经配置传递一定量的热能,使得由热能传递产生的热梯度与电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度平衡,以减小或消除穿过温度敏感区域的最终热梯度。

[0023] 在一些实施例中,经配置以被控制器监测的输入包括以下各项中的至少一项:电气设备的温度、电气设备的充电状态、电气设备的健康、电气设备的电压、电气设备的电阻、电气设备的电流、电气设备上的负载、环境的温度、天气预测、时间信息、地理信息以及温度敏感区域的几何结构。

[0024] 在一些实施例中,控制器与经配置为对电池组执行控制功能的电池管理系统集成。

[0025] 在一些实施例中,电气设备是电池,并且温度敏感区域是电池的单元。

[0026] 在一些实施例中,穿过电气设备的温度敏感区域的热梯度被减小到小于或等于约 10 摄氏度。

[0027] 在一些实施例中,热电设备由电气设备供电。

[0028] 在一些实施例中,提供一种制造用于热管理电气设备的热管理系统的方法,其包括将热电设备连接到与电气设备的温度敏感区域热连通和电连通的电导体。所述方法包括

在电气设备上定位传感器,使得所述传感器能够测量包括电气设备的温度敏感区域的热梯度的输入。所述方法包括将传感器连接到包括控制算法的控制系统,所述控制算法经配置响应于来自传感器的输入,调节传送到热电设备的电力,使得传递到或传递离开电气设备的温度敏感区域的热能减小或消除电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度。

[0029] 在一些实施例中,所述控制算法经进一步配置监测由于热能传递到或传递离开电气设备的温度敏感区域而产生的热梯度,并且调节传送到热电设备的电力,使得由于热能传递到或传递离开电气设备的温度敏感区域产生的热梯度与电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度结合,以消除或减小电气设备的最终热梯度。

[0030] 在一些实施例中,来自传感器的输入包括以下各项中的至少一项:电气设备的温度、电气设备的充电状态、电气设备的健康、电气设备的电压、电气设备的电阻、电气设备的电流、电气设备上的负载、环境的温度、天气预测、时间信息、地理信息以及温度敏感区域的几何结构。

[0031] 在一些实施例中,所述方法包括将控制系统与经配置以对电池组执行控制功能的电池管理系统集成。

[0032] 在一些实施例中,电气设备是电池,并且温度敏感区域是电池的单元。

[0033] 在一些实施例中,穿过电气设备的温度敏感区域的热梯度被减小到小于或等于约 10 摄氏度。

[0034] 在一些实施例中,热电设备经配置由电气设备供电。

附图说明

[0035] 为了示例性的目的在附图中示出各种实施例,并且决不应解释为限制本文所述的热电组件或系统的范围。此外,不同的公开实施例的各个特征能够彼此结合以形成附加实施例,这也是本公开的部分。能够去除、修改或省略任何特征或结构。在整个附图中,可以重复使用附图标记以指示参考元件之间的对应关系。

[0036] 图 1A 和图 1B 示意性示出具有多个 TE 设备的热管理系统的一个实例,其中 TE 设备中的每个与电气设备的电导体热连通。

[0037] 图 2 示意性示出具有与电气设备的两个电导体热连通的 TE 设备的热管理系统的一个实例。

[0038] 图 3 示意性示出具有经由热传递设备与电池的电极热连通的 TE 设备的热管理系统的一个实例。

[0039] 图 4 示意性示出具有经配置以控制提供到电气设备的加热和 / 或冷却的电子控制单元 (ECU) 的热管理系统的一个实例。

[0040] 图 5 示意性示出具有外部电源的一种示例性热管理系统。

[0041] 图 6 示出用于通过热管理系统控制提供到电气设备的加热和 / 或冷却的一种示例方法。

[0042] 图 7A 示意性示出热管理系统的一种示例电气配置。

[0043] 图 7B 示意性示出热管理系统的另一个示例电气配置。

[0044] 图 8A 示意性示出连接到接收电力的电气设备的一个示例热管理系统。

[0045] 图 8B 示意性示出连接到为负载提供电力的电气设备的一个示例热管理系统。

- [0046] 图 9 是与 TE 设备热连通的电导体的横截面透视图。
- [0047] 图 10A 是具有热集中器的热管理系统的剖视图。
- [0048] 图 10B 是具有散热器的热管理系统的剖视图。
- [0049] 图 11 是具有弯曲的 TE 设备的热管理系统的剖视图。
- [0050] 图 12 是另一个具有弯曲的 TE 设备的热管理系统的剖视图。
- [0051] 图 13 示意性示出具有与外部引线内嵌 (in-line) 电连接的绝热器的一个示例热管理系统。
- [0052] 图 14 示意性示出包括串联电连接的单元的一个示例性电池组。
- [0053] 图 15 示意性示出连接图 14 的电池组的相邻单元的一个示例热管理系统。
- [0054] 图 16 示意性示出另一个示例热管理系统。
- [0055] 图 17 示意性示出用于加热和 / 或冷却电气设备的一个示例方法。
- [0056] 图 18 示意性示出一个示例热管理系统。
- [0057] 图 19 示意性示出具有散热片的一个示例热管理系统。
- [0058] 图 20 是一个示例热管理系统的透视图。
- [0059] 图 21 是图 20 的热管理系统的端视图。
- [0060] 图 22 是另一个示例热管理系统的透视图。
- [0061] 图 23 是图 22 的热管理系统的端视图。
- [0062] 图 24 是另一个示例热管理系统的透视图。
- [0063] 图 25 是图 24 的热管理系统的端视图。
- [0064] 图 26 是另一个示例热管理系统的透视图。
- [0065] 图 27 是图 24 的热管理系统的一部分的特写图。
- [0066] 图 28 是图 26 的热管理系统的一部分的特写图。
- [0067] 图 29 示意性示出电池单元的一种示例性热梯度。
- [0068] 图 30 示意性示出由于结合因电池单元的操作和热管理产生的结合的热梯度的净效应而具有减小的热梯度的一个示例电池单元的简化视图。
- [0069] 图 31 示意性示出一个示例热管理系统。
- [0070] 图 32 示出用于通过热管理系统控制提供到电气设备的加热和 / 或冷却的一种示例方法。

具体实施方式

[0071] 尽管本文公开了某些实施例和实例,但是主题延伸超过具体公开的实施例中的实例至其他替代实施例和 / 或用途,并且延伸至其修改和等同物。因此,所附权利要求的范围不受下面描述的具体实施例中的任何一项限制。例如,在本文公开的任何方法或过程中,可以以任何合适的顺序执行所述方法或过程的动作或操作,并且不必限于任意具体公开的顺序。各种操作可以以有助于理解某些实施例的方式被描述为多个依次不连续操作;然而,描述的顺序不应解释为暗示这些操作是顺序相关的。另外,本文描述的结构、系统和 / 或设备可以体现为集成部件或分离部件。为了比较各种实施例,描述这些实施例的某些方面和优点。任何具体实施例不必实现所有这些方面或优点。因此,例如,各种实施例可以以实现或优化如本文教导的一个优点或一组优点的方式实施,而不必实现如也可以由本文教导或建

议的其他方面或优点。

[0072] 管理电子设备和其他电气设备的热状态能够是有益的。此类热管理能够减少过热、过冷和电气设备退化的发生。本文所描述的某些实施例提供承载大量电力和 / 或需要高电流和效率 (例如, 功率放大器、晶体管、变压器、逆变器、绝缘栅极双极型晶体管 (IGBT)、电动马达、高功率激光器和发光二极管、电池以及其他) 的设备的熱管理。各种各样的解决方案能够用于热管理此类设备, 包括对流空气和液体冷却、传导冷却、利用液体喷射的喷雾冷却、电路板和芯片盒的热电冷却以及其他解决方案。相比于用于加热或冷却电气设备的现有技术, 至少一些本文公开的实施例提供以下优点中的至少一项: 更高的功率效率、更低或消除的维护成本、更好的可靠性、更长的使用寿命、更少的部件、更少或消除的移动件、加热和冷却操作模式、其他优点或优点的组合。

[0073] 在电气设备中, 通常, 设备的电活性部分和 / 或温度敏感区域经电导体连接到外界, 诸如, 例如外部电路或设备。例如, 电池单元的电极能够被设计成承载高电力而没有显著损耗 (例如, 根据焦耳定律, 热损失与电流的平方成比例)。用于此类电极的电导体的线规与通常在此类设备中流动的高电流相称。电池的尺寸越大, 用于与外电路连接的电极柱越大。

[0074] 电极和许多其他类型的电导体的高电导也意指此类导体通常具有高的导热系数。高导热系数能够用于解决各种热管理问题, 其中能够通过加热和 / 或冷却电极, 旁路设备的热不灵敏元件, 直接传送所需的热功率 (例如, 冷却、加热等) 到设备的敏感元件。类似于在输血期间使用热调节的血液以用于将热传送深入到人身体的核心, 通过电极的热泵送能够用于有效地传送电气设备内部深处所需的热状态。作为一个实例, 已经确定先进汽车的电池的电极冷却是用于电池热管理的最有益的技术之一。例如, 能够使用固体、液体或空气冷却技术冷却电极。在某种意义上, 在此类热管理布置中, 电极充当冷手指。

[0075] 本文公开的实施例包括能够通过应用直接或间接热电 (TE) 冷却和 / 或加热到功率部件、电子设备和其他电气设备的承载电流的电导体 (例如, 电极) 而热管理电气设备的系统和方法。此类设备能够通常受益于热管理。一些实施例将参考具体电气设备进行描述, 诸如, 例如, 电池。然而, 本文公开的至少一些实施例能够为其他电气设备 (诸如, 例如, 绝缘栅极双极型晶体管 (IGBT)、其他电气设备或设备的组合) 提供热管理。至少一些此类设备能够具有高电流承载能力并能够承受优选温度范围之外的操作。参考冷却操作模式描述一些实施例的操作。然而, 本文公开的实施例中的一些或全部也能够具有加热操作模式。在一些情况下, 能够采用加热操作模式将电气设备的温度维持在阈值温度之上, 在该阈值温度以下, 电气设备可能退化或表现出受损操作。TE 设备独特地适于提供加热和冷却功能两者, 而对系统架构具有最小复杂化。

[0076] TE 设备能够以各种方式用于电导体冷却和 / 或加热任务。如本文所述, TE 设备能够包括一个或更多个 TE 元件、TE 组件和 / 或 TE 模块。在一些实施例中, TE 系统能够包括 TE 设备, 其包括第一侧和与第一侧相对的第二侧。在一些实施例中, 第一侧和第二侧能够是主表面和废表面或加热表面和冷却表面。TE 设备能够与电源可操作地耦合。电源能够经配置将电压施加到 TE 设备。当在一个方向上施加电压时, 其中一侧 (例如, 所述第一侧) 产生热量, 而另一侧 (例如, 第二侧) 吸收热量。切换电路的极性产生相反的效果。在一种典型布置中, TE 设备包括包含不同材料的闭合电路。当 DC 电压被施加到闭合电路时, 在不同

材料的接合点处产生温度差。根据电流的方向,热量在具体接合点处被放出或吸收。在一些实施例中,TE 设备包括若干串联连接的固态 P 型和 N 型半导体元件。在某些实施例中,接合点夹在两个电绝缘构件(例如,陶瓷板)之间,这能够形成 TE 设备的冷侧和热侧。冷侧能够被热耦合到待冷却的物体(例如,在热管理下的电导体、电气设备等),并且热侧能够被热耦合到将热量分散到环境的散热片。在一些实施例中,热侧能够被耦合到待加热的物体(例如,在热管理下的电导体、电气设备等)。下面描述某些非限制性实施例。

[0077] 图 1A-图 1B 示出示例热管理系统 1 的原理图。在一些实施例中,热管理系统 1 能够包括至少一个 TE 设备 6a、6b,其与电气部件或设备 2(例如,功率放大器、晶体管、变压器、功率逆变器、绝缘栅极双极型晶体管(IGBT)、电动马达、高功率激光器和发光二极管、电池等)的至少一个电导体 4a、4b(例如,载流连接器、电极、单元的部分、端线、电极或单元部分之间的线路、引线等)的热交换表面基本热连通。术语“基本热连通”在本文中以其广义和普通意义使用,并且包括,例如,热连通界面处的表面之间的紧密接触;热连通的表面之间的一种或更多种热传递材料或设备;使用热传导材料系统的固体表面之间的连接,其中此类系统包括焊盘、热油脂、胶、一种或更多种工作流体或在表面之间具有高导热系数的其他结构;其他适合的结构或结构的组合。基本热连通能够在直接连接的或经由一种或更多种界面材料间接连接的表面之间发生。

[0078] 在一些实施例中,至少一个 TE 设备能够被连接到在热管理下的电气设备。在一些实施例中,至少一个 TE 设备能够与在热管理下的电气部件、零件、部分或设备基本热连通(例如,接触、附接到等)。在此类例子中,电导体能够在电气设备的温度敏感区域和一个或多个外部设备之间传导电能和热能两者。当以冷却模式操作时,如图 1A 中的箭头 8a、8b 所示,热量 Q 从电导体 4a、4b(并且从电气设备 2)泵送,并且分散到外部环境中,外部环境能够是空气、液体、其他固体成分或成分的组合。当以加热模式操作时,将以相反的方向泵送热能,如图 1B 中的箭头 8a、8b 所示,通过电导体 4a、4b 将热量传送到电气设备 2 中。

[0079] 图 1A-图 1B 分别示出从分开的电导体 4a、4b 注入或移除热量 Q 的分开的 TE 设备 6a、6b。在一些实施例中,如图 2 所示,单个 TE 设备 6 能够用于控制(例如,基本热连通于)两个或多个电导体 4a、4b。在一些实施例中,一个或多个电导体能够不与 TE 设备基本热连通。在一些实施例中,TE 设备与电导体基本热连通。在一些实施例中,如图 3 所示,该基本热连通能够通过直接将 TE 设备附接到电导体或者通过使用位于在热管理下的电气设备 2 和 TE 设备 6 的表面 12 之间的高效热量或热传递设备 10 或导热装置(例如,热交换器的表面、散热管、分流器或热平面)来实现。在一些实施例中,热传递设备 10 能够经附接以直接或间接接触至少一个电导体 4a、4b 和 / 或至少一个 TE 设备 6。

[0080] 如图 1A、图 1B 和图 2 所示,在一些实施例中,热管理系统 1 能够包括至少一个 TE 设备 6、6a、6b。TE 设备 6、6a、6b 的表面 12a、12b 能够与至少一个电导体 4a、4b 的固体表面 14a、14b 直接或间接接触。所述电导体 4a、4b 能够经配置将电力传送到电气设备 2,使得电导体 4a、4b 也作为用于在电气设备 2 中的温度敏感区域(例如,热量 Q)和 TE 设备 6、6a、6b 之间传导热能的管道。在一些实施例中,TE 设备 6、6a、6b 的表面 12a、12b 和固体表面 14a、14b 之间的界面能够包括热传导材料系统(未示出),其经配置促进表面之间的基本热连通。例如,热传导材料系统能够包括油脂、胶、焊盘、具有高导热系数的材料、具有大于或等于约 $100\text{W}/(\text{m}\times\text{K})$ 的导热系数的材料、另外合适的材料或材料的组合。在一些实施例中,

热传导材料系统能够位于热传递设备的一个或更多个表面和 TE 设备和 / 或电导体的表面之间的界面处。

[0081] 在一些实施例中,能够在 TE 设备 6、6a、6b 和至少一个电导体 4a、4b 之间、周围和 / 或穿过它们配置流体连接以用于促进电力传递到或传递出电气设备 2。在一些实施例中,工作流体能够用于促进热能在电气设备 2 和 TE 设备 6、6a、6b 之间传递。

[0082] 能够提供控制器以控制 TE 设备执行加热或冷却功能和 / 或调节传送到 TE 设备的电力。能够利用在热管理下的设备给 TE 设备内嵌供电或经由外部电源或电力源给 TE 设备供电。在一些实施例中,TE 设备经电力供电和控制以执行其到和 / 或来自热管理下的设备的热泵送功能。供电和控制功能能够由分离电子控制单元即 ECU 40 执行。ECU 40 能够调节传送到与设备 46 的 TE 管理相关的 TE 设备 44 的电力。在一些实施例中,如图 4 所示,ECU 40 获取来自一个或更多个温度传感器 42 的输入(所述传感器直接或经由电导体(未示出)感测设备 46 的热状态)、将它们与算法比较并发出控制信号以用于 TE 设备 44 执行加热功能或冷却功能。在一些实施例中,ECU 40 能够经配置以获取来自其他传感器(未示出)的除了温度之外的输入(例如,推送入和 / 或推送出 TE 设备 44 和 / 或设备 46 的电流等)并调节到 / 来自设备 46 的冷却输出和 / 或加热输出。所述控制器可以与支持在热管理下的设备的剩余电子设备集成。例如,如果此类设备是电池组,那么它通常配备有电池管理系统,或 BMS,其经配置监测电池的健康和 / 或响应于内部和 / 或外部变化执行控制功能。TE 控制器功能能够被集成到 BMS 中,并且能够共同位于相同的印刷电路板上或使用执行 BMS 功能的相同芯片组。

[0083] 在一些实施例中,为了有效热管理电气设备,一种示例性热管理系统能够经历的步骤在图 6 中示出。在第一步骤 60a 中,传感器能够经配置监测在热管理下的设备的热状态和引入或引出该设备的电流。第二步骤 60b 包括调节传送到与设备的热管理相关的 TE 设备的电力。在第三步骤 60c 中,监测电导体的电流和温度的变化。能够重复步骤 60a-60c。

[0084] 在一些实施例中,为了促进此类温度控制,确定环境温度、TE 设备的各个侧中的至少一侧的温度和 / 或 TE 设备内的温度能够是有益的。因此,TE 系统的一些实施例能够包括以下各项中的一项或更多项、组合或不包括:环境温度传感器、位于 TE 设备内部、相邻位置、靠近的位置或另外紧邻位置的 TE 设备温度传感器(诸如热敏电阻器)和 / 或类似传感器。

[0085] 然而,由于,例如,传感器的成本、附加制造步骤和将传感器定位在系统中相关的复杂性、传感器故障的可能性、热滞后和 / 或一种或更多种其他原因或理由,导致包括一个或更多个 TE 设备温度传感器的一些实施例可能不太期望。在一些实施例中,热管理系统能够包括与具有第一侧和第二侧的 TE 设备可操作耦合的电力源并且不包括确定 TE 设备和 / 或在热管理下的设备的各个侧中的一侧的温度的温度传感器。相反,热管理系统经配置通过塞贝克效应(seebeck effect)诱导的电势确定第一侧和第二侧中之一的温度(或 TE 设备两端的温度差)

[0086] 在某些实施例中,能够关闭电力源(例如,为 TE 设备供应零伏特)。在这种情况下,第一侧和第二侧之间的温度差能够包括第一侧和第二侧之间的电势。这种电势的诱导被称为塞贝克效应。所产生的电势通常与第一侧和第二侧之间的温度差成比例,并且能够由以下等式表示:

[0087] $V = \alpha (T_h - T_c) = \alpha \Delta T$

[0088] 其中, V 是第一侧和第二侧之间的电势, α 是塞贝克系数, 并且 $(T_h - T_c)$ 或 ΔT 是第一侧和第二侧之间的温度差。因此, 对于给定的 TE 设备, 塞贝克系数能够被描述为第一侧和第二侧之间的电势与温度差的比率。

[0089] 在一些情况下, 塞贝克系数 α 能够实验确定。在某些配置中, 对于具有已知塞贝克系数 α 的 TE 系统, 第一侧和第二侧之间的温度差能够基于电压电势确定。此类配置能够, 例如, 提供 TE 设备的温度差的监测而不需要分离的温度传感器。如上所述, 消除此类温度传感器能够帮助制造 (例如, 减少工艺步骤)、减少制造时间、降低成本、提高设备寿命和 / 或提供一个或多个其他优点或益处。另外, 不包括此类传感器 (例如, 通过消除用于传感器的导线的通路、通过 TE 设备的通道) 能够简化 TE 设备的设计。此外, 不包括此类传感器能够通过减少可能故障的部件的总数来提高系统的可靠性。

[0090] 在一些实施例中, 热管理系统经配置确定 TE 设备的各个侧中的至少一侧的绝对温度。在一些实施例中, ECU 与环境温度传感器连通并且经配置确定电势。例如, ECU 的模拟输入能够与负温度系数设备或其他设备连通, 来自该设备的信号能够用于确定 (例如, 通过计算) 环境温度。此类配置能够, 例如, 允许确定 TE 设备的第一侧和第二侧中的至少一侧的绝对温度。例如, 该绝对温度能够通过计算或通过电势与第一侧和第二侧中的至少一侧的已知绝对温度 (例如, 通过经验测量) 相关而确定。

[0091] 在一些实施例中, 温度差和 / 或各个侧中的至少一侧的绝对温度被用在反馈控制方案中, 这能够, 例如, 与采用分离温度传感器的系统相比, 提供更快的响应时间和 / 或温度反馈的降低的热滞后。

[0092] 在一些实施例中, 温度差和 / 或各个侧中的至少一侧的绝对温度被用于故障监测。例如, 温度差和 / 或各个侧中的至少一侧的绝对温度能够用于检测 TE 设备的过热, 这可能降低 TE 设备的效率, 或以其他方式损坏该设备和 / 或热管理系统的其他部件。

[0093] 在一些实施例中, TE 设备中的每个能够由电力源供电, 电力源能够选择地为设备中的每个提供电力。在某些实施例中, TE 设备共用公共电力源。在另外的配置中, TE 设备的每个具有专用电力源。

[0094] 在如图 4 所示的一些实施例中, 到 TE 设备 44 的电力与流到 / 来自在热管理下的设备 46 的电力分离。如图 5 所示, 在一些实施例中, 不受 TE 管理的外部电源 48 (例如, 外部电池等) 能够经配置为 ECU40 和 / 或 TE 设备 44 供给电力。然而, 在一些实施例中, TE 设备 76 能够由在热管理下的设备 76 的电导体 74a、74b 内嵌供电。在一些实施例中, 如在图 7A- 图 7B 中的一些实施例中所示, 流经在热管理下的设备 72 的一小部分 (小于 100%) 电流也能够直接流经 TE 设备 76。在一些实施例中, TE 设备 76 能够相对于电路的其余部分与设备 42 并联或串联电连接, 如分别在图 7A 和图 7B 中所示。

[0095] 在一些实施例中, 例如, 如在图 7A 中所示的并联连接, 仅一小部分电流流经 TE 设备 76 (该值取决于 TE 设备和负载的电阻的比率)。在一些实施例中, 例如, 如图 7A 中所示的串联连接, 所有电流流经 TE 设备 76。

[0096] 在一些实施例中, TE 电源的此类内嵌配置的益处在于简化 (并降低成本) 控制电路系统。当电力流经设备 72 时, TE 设备 76 被供电并且泵送热量离开 (或到) 设备 72。因此, 通过适当并相对于可能的操作条件的范围, 设计 TE 设备 76 的热量泵送容量的大小, 使

用在管理下的设备 72 的热状态的此类“内置”控制是可能的。不需要电池状态的单独热感测。

[0097] 当期望其中一种 TE 操作模式（例如，冷却）时，能够使用内嵌连接和控制方案。在此类配置中，电流在一个方向上流动。当操作模式（例如，加热或冷却）与电流流动方向一致时，也能够使用内嵌连接和控制方案。这很大程度上是具有电力电子设备或设备的情况，但在具有电池的情况下可能不同。在电池中，取决于环境条件，通常加热和冷却都需要，并且电流流动方向取决于电池是否正以充电模式或放电模式操作。

[0098] 在一些实施例中，一个或更多个二极管或其他电流控制设备能够沿着电极和 TE 设备之间的导体设置。此类电流控制设备能够经配置以在热管理下的设备充电或放电期间阻止发生不希望的操作模式。在某些此类实施例中，热管理系统能够经配置只执行冷却操作模式或只执行加热操作模式，而不管到电气设备的电流的流动方向（例如，充电或放电）。这种实施例能够在，例如，当环境条件、设备特性或其他因素使得只期望一种操作模式时，有益。

[0099] 根据所述应用，TE 设备能够被定位在更靠近或更远离在热管理下的设备。在一些实施例中，从热管理的观点来看，将热泵（例如，TE 设备）尽可能地靠近热管理的设备是有益的。此类定位使得最有效地利用热管理，避免不必要的热损耗和电损耗。例如，在电力电子设备的情况下，将热管理系统尽可能地靠近热源（例如半导体接合点）定位是期望的。

[0100] 然而，在一些情况下，TE 设备能够位于更远离设备的位置以有益于提高系统物流。在此类情况下，TE 设备仍能够冷却电力引线。这种权衡的一个实例是在充电或放电条件下操作的电池 82 和如上所述以内嵌方式连接的 TE 设备。电流的方向在电池的两个操作模式之间相反。在本应用中，一个或更多个 TE 设备 86 能够被并入电池充电器的充电器侧 88a 并且并入电池连接器 84 的负载侧 88b。此类连接方案在图 8A- 图 8B 中示出。图 8A- 图 8B 中示出的两种连接之间的差别是 TE 设备 86 的极性。通过在两个模式之间切换极性，总是能够确保电池 82 在充电模式和放电模式中都被冷却，而与电流流动方向无关。

[0101] 类似的极性开关功能能够通过使用单个 TE 设备 86 和继电器或开关（未示出）实现，所述继电器或开关响应于电池 82 中的电流的流动方向的变化，改变电流流经 TE 设备的极性。然而，在一些应用中，例如，在快速充电中，需要持续冷却电池 82。在一些实施例中，TE 设备能够构建在电池充电器的线缆侧上的连接器 84 中。在这种情况下，TE 设备的极性应当适于在充电期间冷却引线。

[0102] TE 设备或模块能够被构造成各种几何结构、形状和尺寸。一种典型的 TE 设备是具有两个平行表面的平坦或平面模块。此类模块的最常用尺寸之一是 40mm×40mm，其中厚度范围低于 1 毫米至几毫米。热量从一个表面移除并被移动到另一表面。设备极性的变化改变热量流动的方向。可在市场上得到无数的其他设备尺寸。通常，设备的尺寸是应用特有的，并且与系统的电阻抗和热阻抗匹配。

[0103] 如果电极具有适当尺寸的平坦部分，此类平坦模块能够被直接应用到需要有待冷却的电极。图 9 示出具有与电导体基本热连通的平坦 TE 模块 92 的一个示例热管理系统配置 90，例如，具有平坦表面 96 的电极 94。

[0104] 替代地，如图 10A-10B 所示，具有高导热系数的材料（例如，铜、铝等）制成的至少一个中间散热器 98a 或热集中器 98b 可以位于 TE 设备 92 和电极 94 之间，以匹配几何尺寸

差异。

[0105] 在一些实施例中,如图 11 所示,用于配合 TE 设备和电极或其他电导体的另一选项是将 TE 设备 92 的形状从平坦形变成圆柱形,基本上与电极 94 同心或围绕电极 94。在这种情况下,热量将从电极径向移动离开(或移动到电极),这潜在地更优化热管理路径。还能够使用其他不限于圆柱形的非平面形状。

[0106] 此类圆柱形 TE 设备可以以各种方式实现。其中一种解决方案是实施高功率密度 T-分流架构,如在美国专利 6,959,555 中描述的,该专利全文以引用方式并入。在一些实施例中,如图 12 所示,各个 p 型和 n 型热电元件 120a、120b 能够位于电极 124 周围的环形图案中。替代地,p 和 n 半导体能够被制造为与较小的片状元件相对的完整环。内部较小直径的分流器 126 能够用作与冷却的电极 124 连通的热交换器。外部较大直径的分流器 128 能够用作将废热排到冷却的电极周围的空气中的散热片。

[0107] 绝缘体能够用于热隔离在热管理下的电气设备并有助于防止热量经由外部引线穿过到达电路的其余部分。在一些实施例中,电气设备的热管理能够遭受寄生损失的问题,因为如果电导体(例如,端子)被冷却,则一些冷却不向在热管理下的设备移动,而通过导线或引线向电路的其余部分渗漏。换句话说,外部引线用作热导体,其作用相对于 TE 设备与在热管理下的设备并联的热负载。

[0108] 为了最小化此类泄漏的寄生效应,位于 TE 设备 132 和电路其余部分之间的热绝缘体 130 能够如图 13 所示方式引入。此类热绝缘体 130(或多个绝缘体,例如,每个引线一个或多个绝缘体)能够与外部引线 134 内嵌电连接。在一些实施例中,通过此类绝缘体 130,电流能够自由流动或流动但具有最小损失。然而,在热量上,绝缘体具有非常低的导热系数,使得热量不会有效地穿过绝缘体。“Q”是流到/来自在热管理下的设备和/或外部引线的热量的量。大的 Q 表示大的热量流动和/或冷却功率。

[0109] 存在热绝缘体的若干可能的物理实施方式。在一些实施例中,热绝缘材料具有高的导电系数和低的导热系数。满足这些要求的材料中的一种良好类型是热电材料。例如,在超导磁体的电馈通(electrical feed through)应用中,热电材料能够用作热绝缘体,诸如由 Yu. Ivanov 等人在 2010 上海热电国际会议论文集(Proceedings of International Conference on Thermoelectrics)中描述的。然而,绝缘体不必由 TE 材料制成,如在本申请中,绝缘体材料的塞贝克性能不一定是重要的。其他实例可以是导电陶瓷、导电泡沫或其他材料。

[0110] 热管理系统能够提供彼此电连通的多个电气设备或部件的冷却和加热。可能需要热管理的若干分立电子部件能够串联或并联电连接。例如,电池组能够通过连接串联电连通的多个单独的单元来构建。下面描述的实例使用电池组作为在热管理下的系统的实例。然而,描述的特征不只限于电池的热管理,并且可应用于其他电子部件或电气设备的热管理。

[0111] 在一些实施例中,如图 14 所示,热管理系统系统能够包括包含串联连接的 N 个单元 140a-140c 的电池组。各个单元能够具有不同的形状和内部构造,诸如圆柱形、菱形或其他单元包装类型。

[0112] 与通过将电流带入并带离电池组的端线的热管理对照,当被应用到连接相邻单元的电气引线或内部导线 148 时,通过至少一个 TE 设备 146a、146b 各个单元 140a-140c 的热

管理能够特别有效。图 15 示出直接或接触连接各个单元 140a-140c 的此类内部导线 148 的 TE 设备 146a、146b 的一个实施例。

[0113] 在一些实施例中的该配置中,当 TE 设备 146a、146b 热连接到连接相邻单元 140a-140c 的内部导线 148 时,基本上所有热能被传送到单元的内部和 / 或从单元中抽出。这明显不同于当 TE 设备 186 热连接到将电池 182 与其他元件连接的端子或外部导线 180 的布置。在后一种情况下,一部分热能 184 能够通过导线 180 从电池 182 逸出,并且整个系统级热管理效率能够降低。这种不利影响在图 18 中描述。

[0114] 在一些实施例中,热管理系统经配置以仅热管理电池组或其他电气设备内部的连接。例如,本文公开的具有串联连接的单元的电池组实施例能够具有这样的配置。如果只有内部导线被热管理,那么该热管理方法能够应用到组中的各个元件的任何布置。该热管理基本上只能够应用到源自组内部并终止在组内部的电连接,而不是将组连接到系统的其余部分的连接。

[0115] 各个元件能够与独立的电路串联连接、并联连接或甚至属于该独立的电路。此外,在一些实施例中,单个 TE 设备能够与连接相邻单元的单个电缆或多个此类电缆基本热连通,因此在若干单元上展开热管理。

[0116] 在一些实施例中,所有电导体能够连接到至少一个 TE 设备。在一些实施例中,至少一个电导体或部件不连接到 TE 设备。例如,如图 15 所示,单元 140a 只有一条内部导线 148 连接到 TE 设备 146a。其他内部导线不连接到 TE 设备。在一些实施例中,单元或电气部件的所有内部导线不与 TE 设备连接或热连通。在一些实施例中,一个或更多整个单元、内部导线或电导体不连接到任何 TE 设备。例如,在一些实施例中,更靠近电池的中心的单元连接到至少一个 TE 设备,而电池的外面的单元不连接到至少一个 TE 设备。各个电导体能够具有与 TE 设备独立的热耦合。

[0117] 在一些实施例中,热管理系统能够控制或热管理各个单元或单元组。此类实施例能够允许热管理控制器独立于电气设备的其他导体或部件控制电导体或部件的温度。在某些此类实施例中,热控制能够局限化到单元级。在一些此类实施例中,热管理系统经配置以最小化或减小单元间的差异、避免或减小单元退化和 / 或允许独立热管理调整。

[0118] 如图 16 所示,在一些实施例中,热管理系统能够包括控制器 142。控制器能够与 TE 设备 146a-146c 连接。在一些实施例中,TE 设备 146a-146c 中的每个能够连接到单元 140a-140c 的至少一个电导体 148a-148c。单元 140a-140c 中的每个能够由系统彼此独立地热控制。对于独立于另外 TE 设备和 / 或单元的每个 TE 设备和 / 或单元,能够变化、改变或调节被引导到或引导离开为单元 140a-140c 提供加热和 / 或冷却的每个 TE 设备 146a-146c 的电力。

[0119] 图 17 示出用于独立控制电气设备的多个温度敏感区域(例如,电池单元)的温度的一种示例方法。该方法能够包括确定用于 2 个或多个独立载流电导体的热管理区域(170a)。使用热管理系统,独立的热管理能够应用到每个单元(170b)。能够独立于供应到其他热管理系统的电力调节供应到热管理系统中的至少一个的电力(170c)。

[0120] 在一些实施例中,能够提供导热管作为废热传输机构。来自 TE 设备的废热能够在散热器中消散。散热器的实例包括热交换器、废流、用于散热的其他结构以及结构的组合。散热器能够附接到 TE 设备的废热侧或表面。散热器能够通过空气、液体或替代地冷却,其

能够是将 TE 设备与更大固体散热器连接的固体构件,诸如,电池箱、车架或有效地散热的另外的结构元件。然而,在实际应用中,诸如,例如,电池热管理系统,能够存在限制将冷却介质靠近 TE 设备的废热侧的可能性的包装约束。替代地,热量或热传输设备可以用于将热量从 TE 设备的废热侧移动到其中可以有效地实现散热的另外的位置。

[0121] 在一些实施例中,如图 19 所示,热传递设备 198 能够用于将 TE 设备 196 的废热侧或表面连接到散热器 194,在散热器 194 中,热量最终通过,例如空气、液体或固体除去。此类散热器能够是,例如冷却汽车的电路的液体、冷却器或空气冷却散热器、环境空气、工作流体、流体贮存器或固体(例如,电池箱或车架)。

[0122] 图 20-图 28 示出用于冷却和/或加热电气、电子和功率设备和/或部件(诸如,例如电池或电池组)的热管理系统配置的其他实施例。这些实施例能够与上述特征和实施例中的任意一个或更多个结合或包括上述特征和实施例中的任意一个或更多个。如上所述,电池组能够包括串联和/或并联连接的一个或更多个单元。热管理系统能够用于直接或间接冷却和/或加热电池的电导体。

[0123] 图 20-图 21 示出包括具有彼此电连接以提供单个功能性电池组 200 的多个单元 204 的电池组 200 的热管理系统的一个实施例。在一些实施例中,电池 202 的各个单元能够经由导电棒或其他连接器串联地电连接在一起。在一些实施例中,热管理系统能够包括与电池 202 的一个或更多个单元 204 的一个或更多个端子 212 集成或连接(例如,基本热连通)的一个或更多个热电设备 206。如图 20 所示,在一个实施例中,串联连接的单元 204 能够具有两排平行的端子 212,它们沿着电池 202 的顶表面延伸。在一些实施例中,端子 212 包括正端子和负端子(例如,阳极和阴极)。在某些此类实施例中,正端子和负端子以交替布置方式空间定位。热电设备 206 能够具有层叠在陶瓷基板 210 上或任何其他合适的配置上的铜基板 208。在一些实施例中,每个热电设备 206 的一端或一部分能够与串联连接的两个相邻单元 204 的至少一个端子 212 连接或集成。在一些实施例中,至少一个端子 212 不与至少一个 TE 设备 206 基本热连通或连接。每个热电设备 205 的另一端或部分能够连接、弹夹、粘附、结合、夹紧或以其他方式附接到热传递设备 214。热传递设备 214 能够是,例如,液体管热交换器。在一些实施例中,一个热传递设备 214 能够附接到每个热电设备 206 或所有 TE 设备。在其他实施例中,多个热传递设备 214 能够与每个热电设备 206 附接或基本热连通。

[0124] 如图 20-图 21 所示,在一些实施例中,热传递设备 214 能够沿着两排平行的端子 212 之间的电池 202 的顶表面的至少一部分延伸。在某些实施例中,端子不呈平行的排。图 21 示出在一些实施例中,热传递设备 214 能够被定位使得它不直接接触或触碰电池 202 的表面。在某些实施例中,热传递设备 214 能够与电池或电池 202 的表面直接接触。在一些实施例中,陶瓷基板 210 与热传递设备 214 接合并提供支持或稳健性。铜基板 208 能够承载电池 202 的电流消耗。在一些实施例中,热传递设备 214 能够包括导电部分和电绝缘部分。在一些实施例中,导电部分能够朝向彼此延伸。

[0125] 图 22-图 23 示出用于冷却和/或加热电气设备(诸如电池)的热管理系统的另一个配置。在一个实施例中,热管理系统能够具有两个热传递设备 234a、234b,它们中的每个沿着连接到两排基本平行的端子 232a、232b 的热电设备(未示出)的顶侧延伸。热传递设备 234a 和 234b 的每个能够沿着其中一排端子 232a、232b 延伸。在一些实施例中,热传

递设备 234a 和 234b 或其他热传递设备能够定位在端子 232a、232b 和 TE 设备之间。

[0126] 图 24- 图 28 示出用于冷却和 / 或加热功率设备 (诸如电池) 的热管理系统的另一个配置。在一些实施例中, 一个或更多个热传递设备能够基于电导体、热传递设备, 和 / 或在热管理下的设备的几何结构, 尽可能远地定位或彼此间隔。在一些实施例中, 至少一个热传递设备能够定位在不同于电导体从其突出的表面的电气设备的表面上。在一些实施例中, 至少一个热传递设备与电气设备的电导体不位于相同的平面上。热传递能够在与电导体从其突出的表面垂直、正交、非平面和 / 或不平行的表面上发生。在一些实施例中, 一个或更多个热传递设备 254a 和 254b 定位在电池 242 的两个相对侧上。热传递设备 254a 和 254b 能够基本沿着电池 242 的整个长度或侧延伸。热电设备 246 的一端能够与串联连接的两个相邻单元 244 中的至少一个端子 252 基本热连通。

[0127] 如图 24- 图 25 和图 27 所示, 在一些实施例中, 热电设备 246 的端部能够连接或安装到端子 252 的顶部。在一些实施例中, 如图 26 和图 28 所示, 部分热电设备能够围绕电导体的外周长或安装到其侧。在一些实施例中, 部分热电设备能够以基本平面的方式接触电极的顶表面。在一些实施例中, 通过将热管理系统的结构与电导体或电气设备的现存一个或多个表面以基本平面的方式定向或连接, 电池模块或其他电气设备的总高度或封装 (footprint) 能够被维持或保持大体相同。

[0128] 在一些实施例中, 每个热电设备 246 的另一端能够连接、弹夹和 / 或夹紧到热传递设备 254a 或 254b。在一些实施例中, 此类热管理系统配置能够将热量传递到电池 242 的端子 252 和 / 或侧或能够传递来自电池 242 的端子 252 和 / 或侧的热量。

[0129] 在一些实施例中, 本文描述的至少一些热管理系统能够包括以下特征中的一项或更多项:

[0130] 1. 经由 TE 设备通过热管理设备的引线而进行电力电子设备或电气设备的直接热管理。

[0131] 2. 利用连接到 TE 设备的热传递设备间接冷却引线。

[0132] 3. 每个 TE 设备至少一条冷却的电力引线。

[0133] 4. 通过单个 TE 设备的多条冷却的引线。

[0134] 5. TE 设备由与其并联或串联的被热管理的设备供电。

[0135] 6. 优化用于直接连接到电池的 TE 电压 - 电流设计, 其最小化对额外电子设备的需要并为电池提供期望的冷却量。

[0136] 7. TE 设备在断开的电池侧上。

[0137] 8. TE 设备在断开的充电器电缆侧上。

[0138] 9. 在充电器电缆和电池侧之间使用不同极性 TE 设备, 使得电池不论充电或放电总是被冷却。

[0139] 10. 热绝缘体阻止热气 / 冷气朝向被热管理的设备之外的那部分电路进行寄生流动。

[0140] 11. 在热管理下的设备包括至少两个串联连接的单元。TE 设备能够热连接到串联连接两个单元的电导体。

[0141] 12. 多个彼此之间电连接的元件。至少一个 TE 设备能够热连接到连接元件的多个电导体。

[0142] 13. 使用一种或更多种上述技术的电池组热管理。

[0143] 14. 使用一种或更多种上述技术的 IGBT 热管理。

[0144] 15. 使用一种或更多种上述技术的功率放大器的热管理。

[0145] 图 29- 图 32 示出用于冷却和 / 或加热电气设备 (例如电池、电池组等) 的热管理系统配置的另一一些实施例, 其能够包括或并入本文讨论的任意实施例、特征、结构和操作模式的全部或部分特征和方面。

[0146] 如上面所讨论, 在一些实施例中, 能够有益的是, 为电气设备提供热管理 (加热和 / 或冷却) 以促进电气设备的有效操作。例如, 通过电导体 (例如, 电池电极或单元电极) 加热并冷却电气设备 (例如, 电池、电池组、电池组的单元等) 能够是执行此类热管理的一种有效方式。如在本文的某些实施例中所述的, 其中一种选项是为电池组中的单元提供分散并灵活的热管理, 以通过将热电设备设置为与一个或更多个电池电极热连通来控制热量流入和流出电池。

[0147] 通常, 当电池或电池组的单元工作时 (例如, 充电或放电), 内部化学和 / 或物理过程在单元内产生热量。在某些实施例中, 该热量能够不均匀地分布在单元上, 导致最靠近单元、电极近处或电极处的位置为单元的最热区域。例如, 此类图案或热梯度在 S. Chacko, Y. M. Chung 在电源期刊 (Journal of Power Sources) 213 (2012) 296-303 中描述。来自 Chacko 文章的放电电池的温度或热梯度的模仿曲线的示意性在图 29 中示出。不同的散列 (hash) 图案表示不同的温度。在一些实施例中, 如图 29 所示, 单元的温度梯度使得其从具有最高温度、紧邻电极 300 或电极 300 处的体积或区域 340 以连续方式降低到具有最低温度、离电极最远的单元的端部上的区域 360。在一些实施例中, 温度梯度使得温度从具有最低温度、紧邻电极或电极处的体积或区域升高到具有最高温度、离电极最远的单元上的区域。

[0148] 在一些实施例中, 通过单元内的电化学反应并通过操作 (例如, 放电或充电) 期间焦耳加热产生、增加或吸收的热量, 穿过电池单元或电气设备的其他温度敏感区域或在电池单元或电气设备的其他温度敏感区域内产生温度梯度或热梯度。焦耳加热能够由于电池的操作引起, 其中电池在充电或放电期间电流流过电池的内电阻时由于 I^2R 损耗产生热量。

[0149] 具体时间时, 在单元的体积中发生大量过程并且扩散对其中过程发生的单元体积具有很大贡献。例如, 在一些实施例中, 当单元快要充满时, 放电将开始靠近或紧邻电极。在此类实施例中, 越靠近电极, 产生越多热量, 导致在这些电极处或接近这些电极的位置比远离电极的单元区域或带具有更高的温度。相反, 在一些实施例中, 当电池将要耗尽时, 因为电池还未放电, 离电极最远的区域相对于靠近电极的区域最暖和或具有更高的温度。

[0150] 此外, 在一些实施例中, 当电池的单元或另一个电气设备的区域通过或经由电极加热或冷却时, 还能够穿过单元或区域产生热梯度。例如, 如果电极被冷却 (即, 热能从单元被提取), 最靠近或紧邻电极的单元的体积、带、区域等被最大程度地冷却。如果从单元提取热量的速率明显高于单元中产生热量的速率 (由单元操作时出现的物理和 / 或化学过程引起, 如上文讨论的), 则热梯度将在单元内形成。接近电极的区域是最冷的, 而电极远端的区域将是最暖和的。例如, 在一个实施例中, 20W 的热量从袋单元中泵出 (例如, Actacell, 5A-h 电力单元), 导致穿过单元产生 13 摄氏度的热梯度。相反, 如果电极被加热, 可以建立相反的梯度, 其中接近电极的区域最暖, 而电极远端的区域最冷。

[0151] 在一些实施例中, 穿过电池的单元或电气设备的区域的热能的渐变不是离散变量

而是连续的热梯度。热梯度能够降低单元寿命、容量和长期循环能力。在一些实施例中，消除、最小化或降低此类梯度是有益的。

[0152] 在一些实施例中，结合两种效应（通过电极冷却和 / 或加热产生的梯度和电气设备或电池操作期间（例如，由于电化学过程、焦耳加热等）产生的梯度），以便能够在电池的单元或电气设备的区域中产生梯度平衡或彼此抵消，其中净余热梯度、总的热梯度和 / 或最终热梯度被消除、最小化或降低。在一些实施例中，热管理系统经配置控制穿过电气设备的区域或在其内的热梯度，使得热梯度保持小于或等于约 2°C、小于或等于约 10°C，或小于或等于约 30°C。

[0153] 结合电气设备的操作产生的热梯度和电气设备的热管理产生的热梯度使得净余热梯度、最终热梯度或总的热梯度下降量被减小或最小化的一个实例在图 30 中示例性示出。图 30 的左侧的第一幅图示意性示出操作期间由内部过程（例如，电化学、焦耳加热等）在电池单元内产生的热量形成的热梯度的简化视图。热梯度或局部温度的变化由穿过电池单元的不同阴影图案指示，表明，在一些实施例中，最高温度接近电极，并且最低温度在离电极最远的区域中。图 30 的中间图示意性示出经由单元的电极通过受控冷却电气设备产生的热梯度的简化视图，其中所述单元与热电设备热连通。如由不同阴影图案所示，热梯度与第一幅图中的热梯度相反，其中最高温度在离电极最远的单元的区域中，并且最低温度接近电极。如图 30 的右图所示，结合两种效应或热梯度，导致电气设备的单元或区域具有降低、最小化或消除的总热梯度或净余热梯度。

[0154] 现在参考图 31，提供一种热管理系统 301 的一个实施例，该系统能够包括上述实施例（例如，如图 1-图 28 所示）的各种特征和优点，以及本文讨论的其他特征。热管理系统 301 能够经配置提供受控的冷却和 / 或加热以降低、最小化或消除穿过电气设备（例如，电池的单元等）的温度敏感区域或在其内形成的热梯度、局部热点和 / 或冷点。热管理系统 301 能够被配置使得它包括受控的冷却和 / 或加热系统，其考虑由于操作期间产生的内部热量、环境温度和 / 或区域的几何结构导致的在电气设备中产生的热量、温度效应和 / 或热的热点和冷点的不均匀分布。受控的冷却和 / 或加热系统能够考虑这种变化以及穿过电气设备的区域产生不均匀的温度分布或热梯度的其他电气方面。热管理系统 301 能够根据需要应用受控的冷却和 / 或加热，或其足以抵消、考虑或平衡任何此类热梯度或温度分布。在一些实施例中，热管理系统能够应用或提供受控的冷却和 / 或加热，其穿过电气设备的区域产生抵消或平衡电气设备操作期间产生的热梯度的相反的热梯度。

[0155] 在一些实施例中，如图 31 所示，热管理系统 301 能够经配置管理电气设备 304 的温度敏感区域 302 的温度。系统 301 能够包括热电设备 306，其经配置以在将电力施加到热电设备 306 时，在热电设备 306 的主表面 308 和废表面 318 之间传递热能。热电设备的主表面 308 能够与电导体 310 基本热连通。电导体 310 经配置传送电力到电气设备 304 或传送来自电气设备 304 的电力，使得电导体 310 作为用于在电气设备 304 的温度敏感区域 302 和热电设备 306 之间传导热能的管道。如在其他实施例中讨论和示出的，电气设备 304 能够是，但不限于，电池、电池组等。温度敏感区域 302 能够是，但不限于，电池的一个或多个单元。在一些实施例中，电导体 310 能够是电池或单元的电极。如上面关于某些实施例讨论的，热电设备能够接触或邻接电导体 310 或与电导体热连通的热传递设备。

[0156] 在一些实施例中，热管理系统 301 能够包括控制器或控制系统 312（例如，但不限

于,能够包括上面讨论的上述实施例的各种特征和优点以及本文讨论的其他特征(例如,电子控制单元),其经配置调节传送到热电设备 306 的电力,使得经由电导体 310 传递到或传递离开(例如,加热和/或冷却)电气设备 304 的温度敏感区域 302 的热能减小、最小化或消除电气设备 304 操作期间穿过温度敏感区域 302 产生的热梯度。

[0157] 如上所述,在一些实施例中,控制器或控制系统 312 能够调节传送到或传递离开热电设备 306 的电力水平(例如,电压和/或电流等),使得传递到或传递离开电气设备 304 的温度敏感区域 302 的热能穿过区域或在其内产生热梯度。在一些实施例中,引导到或引导离开热电设备的电力在电流和/或电压的两个或多个非零水平之间被调节。如图 30 的简化视图所示,控制器或控制系统 312 能够经配置(例如,利用控制算法)使得由于加热和/或冷却区域产生的热梯度抵消或结合电气设备 304 操作期间产生的热梯度,使得电气设备的最终热梯度、净余热梯度或总的热梯度被消除或降低。

[0158] 在一些实施例中,热电设备的热处理能力被设计或配置成足以除去操作期间在电气设备的单元或区域中产生的热量。热电管理系统 301 能够包括控制器或控制系统 312(例如,电子控制单元等),其响应于单元的热状态、其当前的操作模式、来自电池组级信号的输入、来自传感器的输入和/或本文所述的其他输入,调整热电设备 306 的操作。因此,热电设备 306 能够抽走在单元中产生的热量,从而中和、最小化、减小或消除单元操作产生的热梯度。在一些实施例中,热电设备 306 能够根据需要泵送热量至单元,以减小热梯度。

[0159] 在一些实施例中,控制器或控制系统 312 能够包括电子控制单元,其提供热电设备 306 的实时控制,使得热电设备 306 的热量泵送速率(泵送到或泵送离开)响应于单元的热量产生速率,以减小、最小化或消除热梯度。此外,控制算法可以包含由控制器 312 有待监测的多个其他输入 316,其包括,例如:

[0160] - 充电状态、健康状态、电压、温度、电阻或这些的组合,以及电气设备、电池组、模块或各个单元的其他工作参数;

[0161] - 作为工作参数的函数的热电设备的性能(例如,热电设备可以根据电池的需要以最有效的模式或以最强效的模式操作);

[0162] - 外部环境信息,诸如温度、时间信息、季节、天气预报;

[0163] - 地理信息(例如,行驶在山区在电池上产生额外的负荷,如果地理信息从车载 GPS 供给,则额外的负荷能够预测);

[0164] - 电子控制单元可以是单机电子电路,或它可以是总的电池管理系统 BMS 的一部分;

[0165] - 待管理的温度敏感区域的几何结构。

[0166] 在一些实施例中,如上面讨论的,热电设备 306 和/或控制器 312(例如,电子控制单元)可以完全或部分由其热状态被管理的确切单元或电气设备供电(如图 4 所示)。在其他实施例中,电力可以从其他源(诸如,如图 5 所示的上述实施例所讨论的外部电源)提供。

[0167] 在一些实施例中,热电管理系统 301 能够包括具有一个或更多个上面关于图 4-图 5 讨论的特征的传感器(一个或多个)314。如图 31 所示,传感器(一个或更多个)314 能够与电气设备 304 热连通并且与控制器 312 电连通,以及提供如上所述的由控制器或控制系统 312 监测的任意输入。还能够提供来自其他传感器(未示出)的输入或信号 316 以由

控制器或控制系统 312 监测（其作为控制算法的部分），从而提供足够的加热和 / 或冷却以减小、最小化或消除热梯度或其他不均匀的温度分布。

[0168] 在一些实施例中，附接到电极的热电设备的热量泵送容量是电池类型及其结构以及电池组的构造的函数。若干 A-h 电力容量的典型袋单元能够需要具有在 1W 和 10W 之间的热量泵送容量的热电设备。

[0169] 热管理系统 301 能够包括如上述实施例讨论的任意特征。例如，热管理系统 301 能够与关于图 16 示出并描述的独立控制特征结合。电池或电气设备的各个单元和 / 或区域能够被独立地热管理。在一些实施例中，不同区域将具有不同的热梯度，并且因此将需要独立的控制，使得提供合适或足够的加热和 / 或冷却，以减小或消除操作期间产生或建立的任何热梯度。在一些实施例中，每个区域或单元能够被一个或更多个不同的传感器监测或与其连通。在一些实施例中，一个或更多个传感器能够监测一个或更多个区域或单元，或与其连通。在一些实施例中，热管理系统能够包括大量监测装置，其中整个电池或电气设备的热状态被一个或更多个传感器监测。在一些实施例中，一个或更多个传感器能够将整个电气设备或电池的热状态的报告或其他输入提供给控制器。此外，热管理系统 301 能够与，但不限于，图 20- 图 28 所示的任意配置结合。

[0170] 在一些实施例中，如图 32 所示，提供用于热管理电气设备的步骤 380A-380C。电气设备能够具有连接到热电设备的电导体（例如，电极等）。第一步骤 380A 能够包括独立地监测整个、部分电气设备或各个单元或区域的热状态。第二步骤 380B 能够包括将电力（例如，电压和 / 或电流等）引导到热电设备以产生期望的加热和 / 或冷却效应。第三步骤 380C 能够包括基于电气设备的热状态调节引导到热电设备的电力水平。在一些实施例中，上述步骤能够包括在热电设备和电导体之间建立基本热连通，所述电导体与电气设备的温度敏感区域热连通和电连通。上述步骤能够包括监测传感器提供的输入，所述传感器与电气设备的区域热连通，并且与经提供以监测输入的控制器的电连通。上述步骤能够包括响应于输入，调节引导到或引导离开热电设备的电力（例如，电压和 / 或电流等），以减小或消除电气设备操作期间穿过温度敏感区域产生的热梯度。这些步骤能够在电气设备继续运行时重复或循环。在一些实施例中，甚至在操作之后，如果由于电气设备中残余的热量导致热梯度仍然存在，能够继续这些步骤。

[0171] 在一些实施例中，提供一种热管理电气设备的方法，其包括将热电设备连接到用于热管理电气设备的控制系统，将热电设备设置为与电气设备的电导体热连通，并且将传感器连接到控制系统和电气设备。

[0172] 本文的各种实施例的讨论大体遵循图中示意性示出的实施例。然而，可以想到，本文讨论的任意实施例的具体特征、结构或特性可以在未明确示出或描述的一个或更多个分开的实施例中以任何合适的方式结合。在许多情况下，描述或示出为整体或连续的结构能够被分开，同时仍表现整体结构的功能（一种或更多）。在许多情况下，描述或示出为分开的结构能够连接或结合，同时仍表现分开结构的功能（一种或更多）。

[0173] 上文已经描述了各种实施例。尽管已经参考这些具体实施例描述了本发明，但是本说明书旨在是示例性的，并不旨在限制。在不偏离本文所述描述的发明的精神和范围的情况下，本领域的技术人员可以做出各种修改和应用。

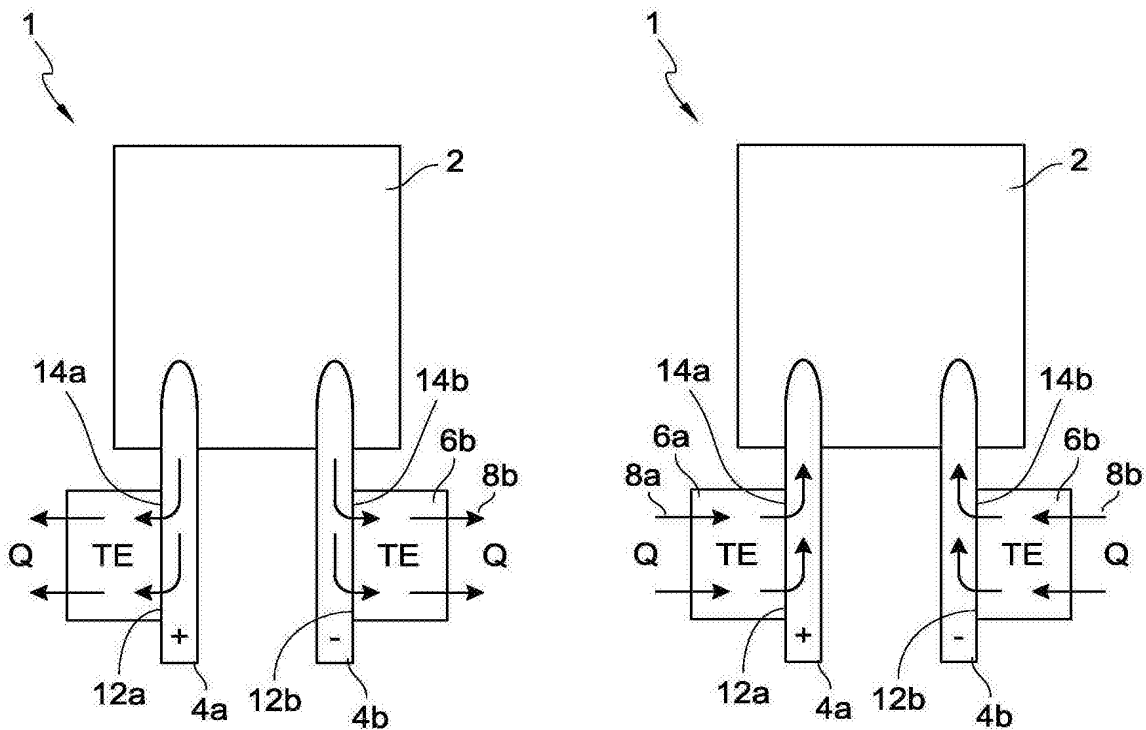


图 1A

图 1B

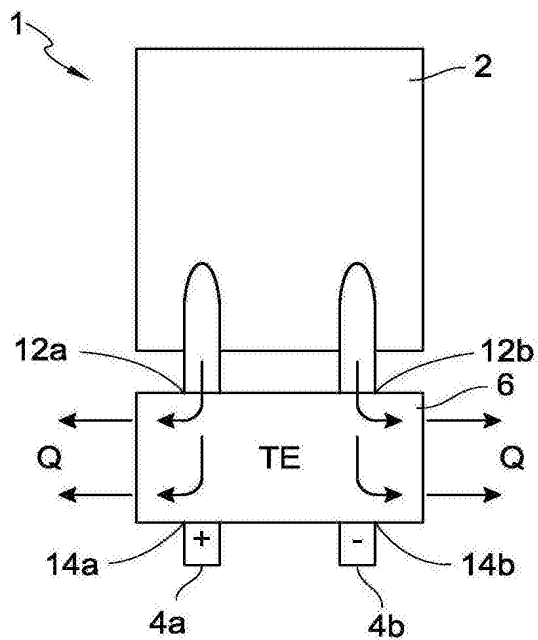


图 2

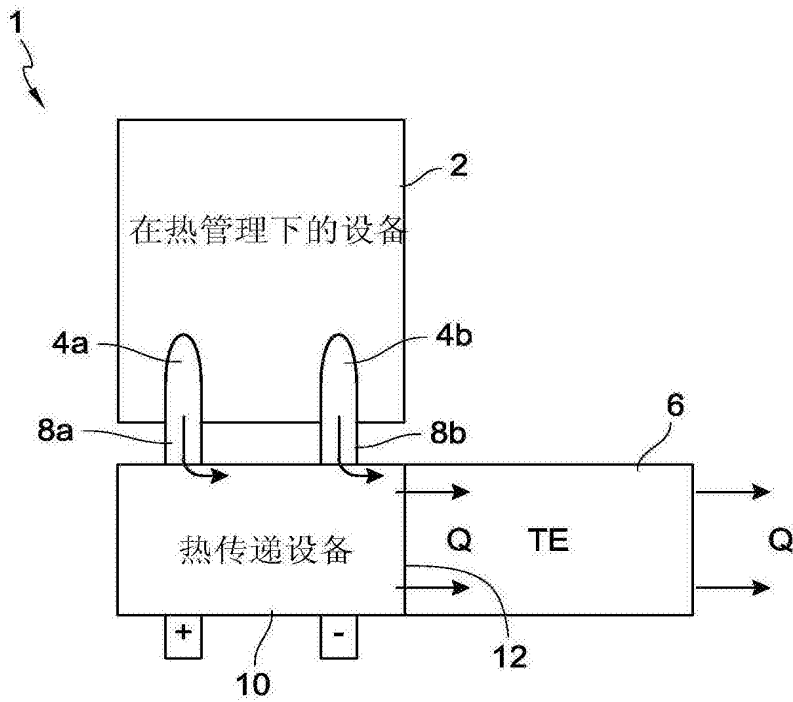


图 3

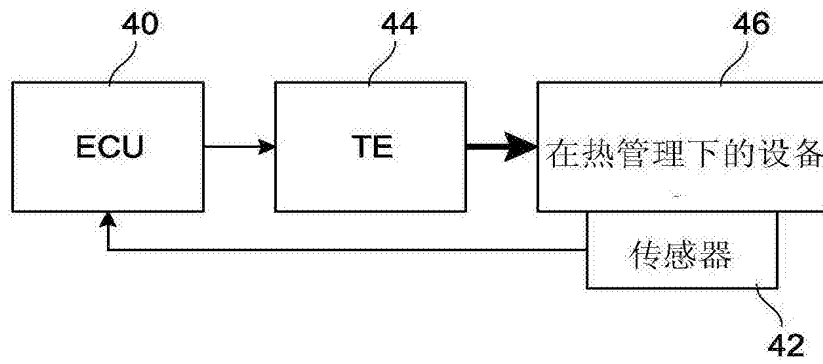


图 4

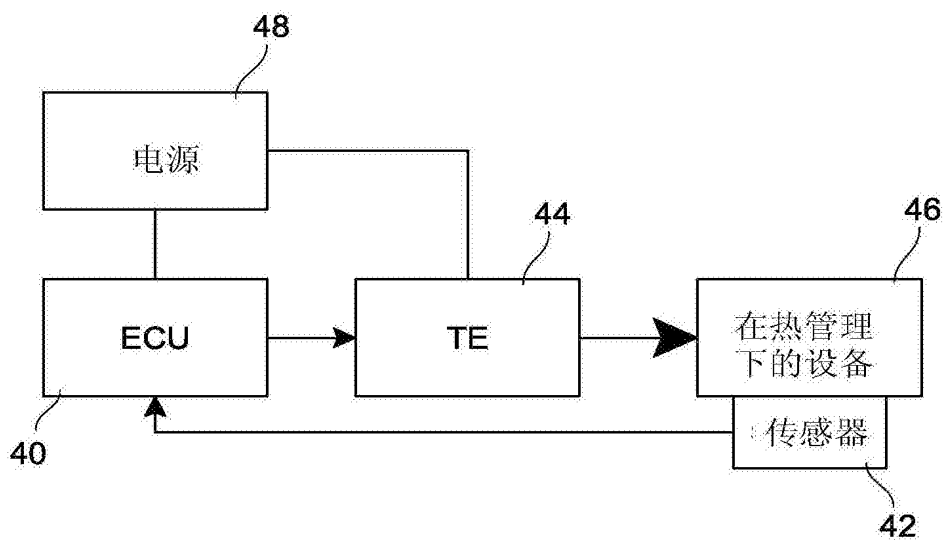


图 5

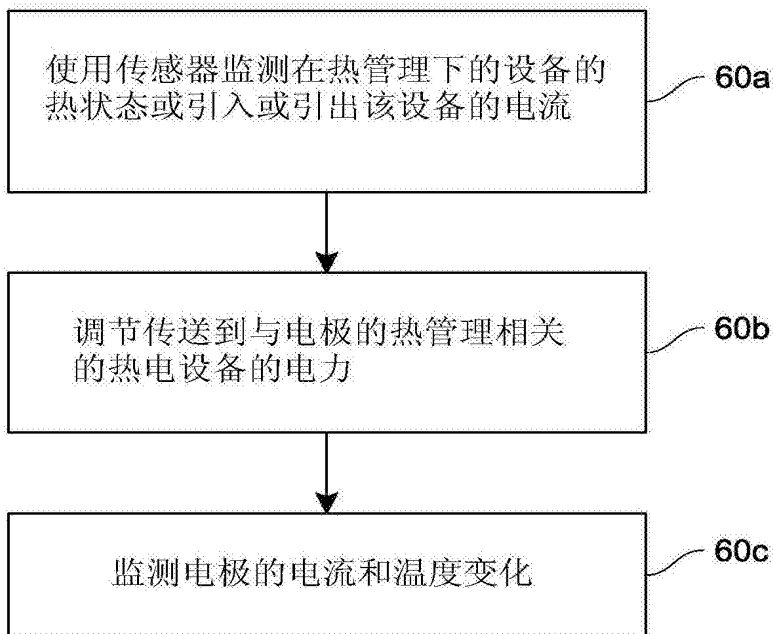


图 6

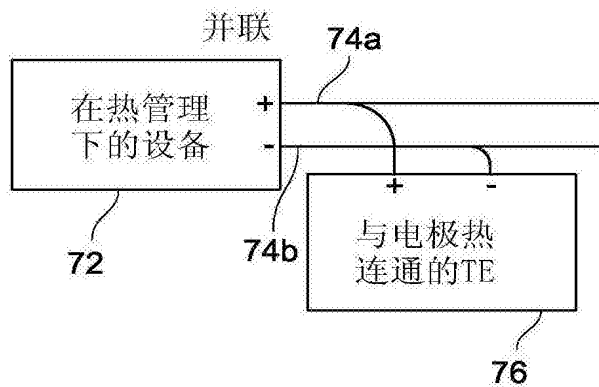


图 7A

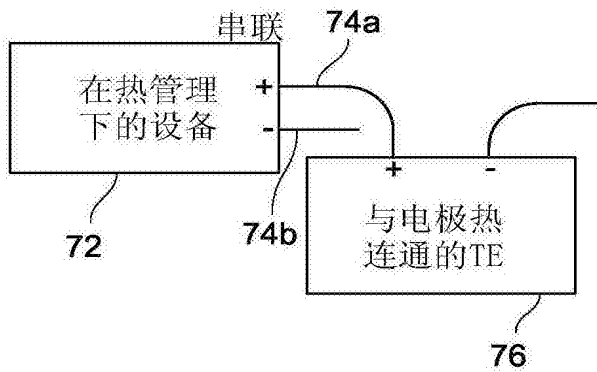


图 7B

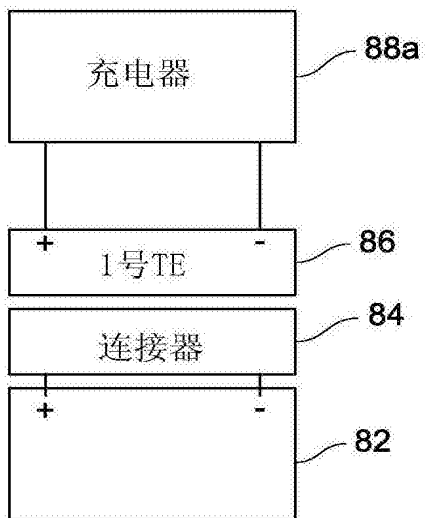


图 8A

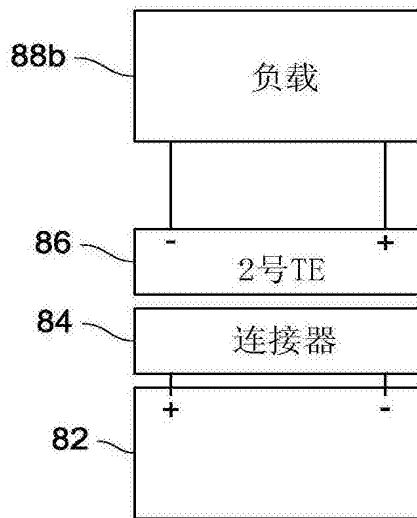


图 8B

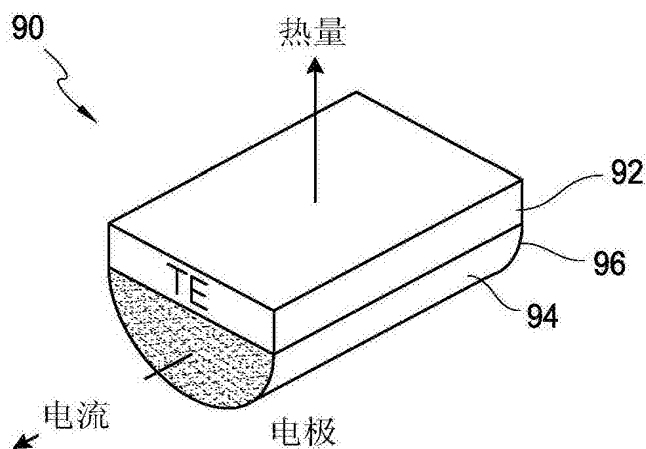


图 9

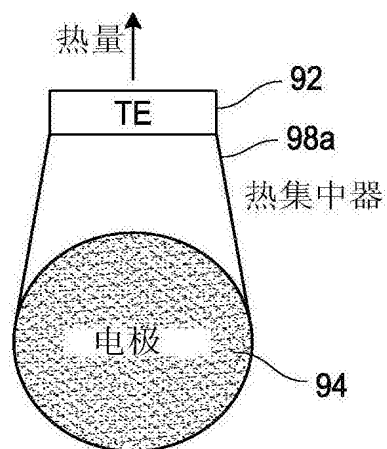


图 10A

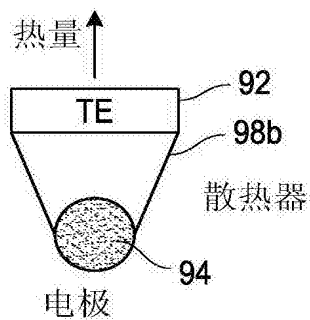


图 10B

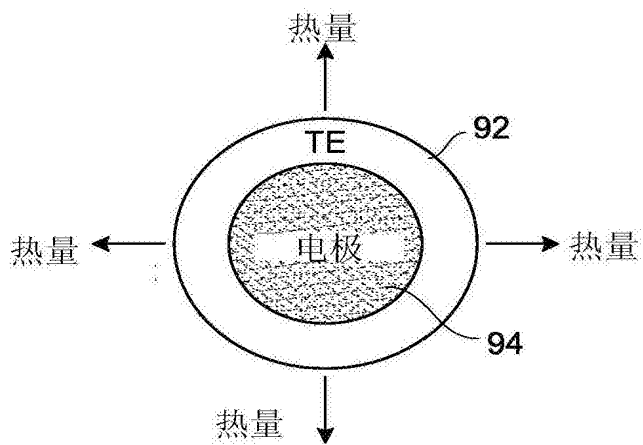


图 11

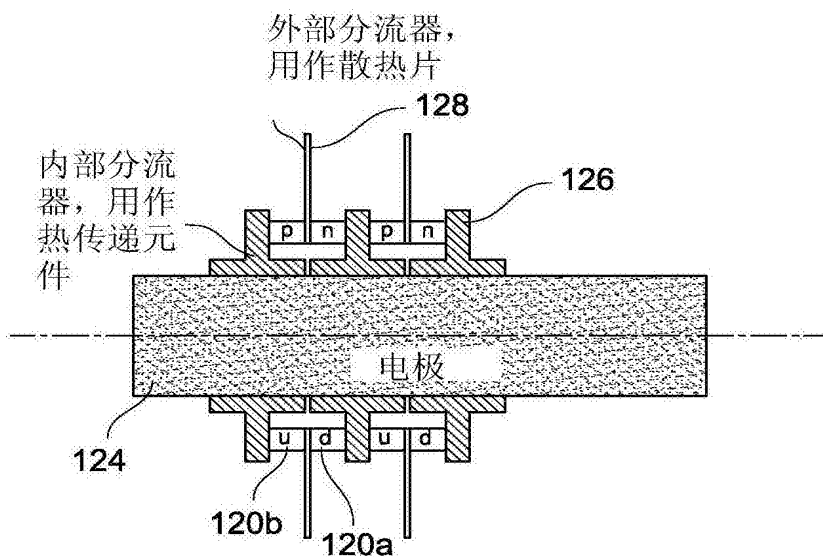


图 12

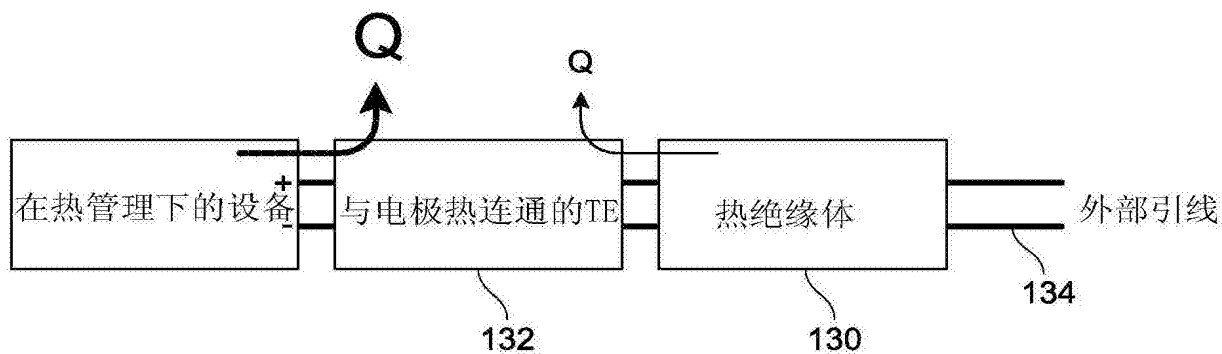


图 13

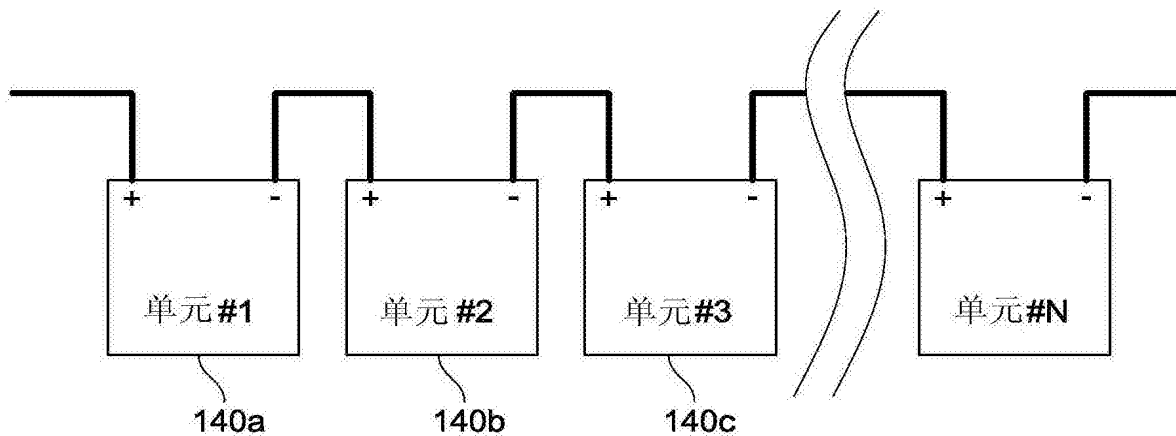


图 14

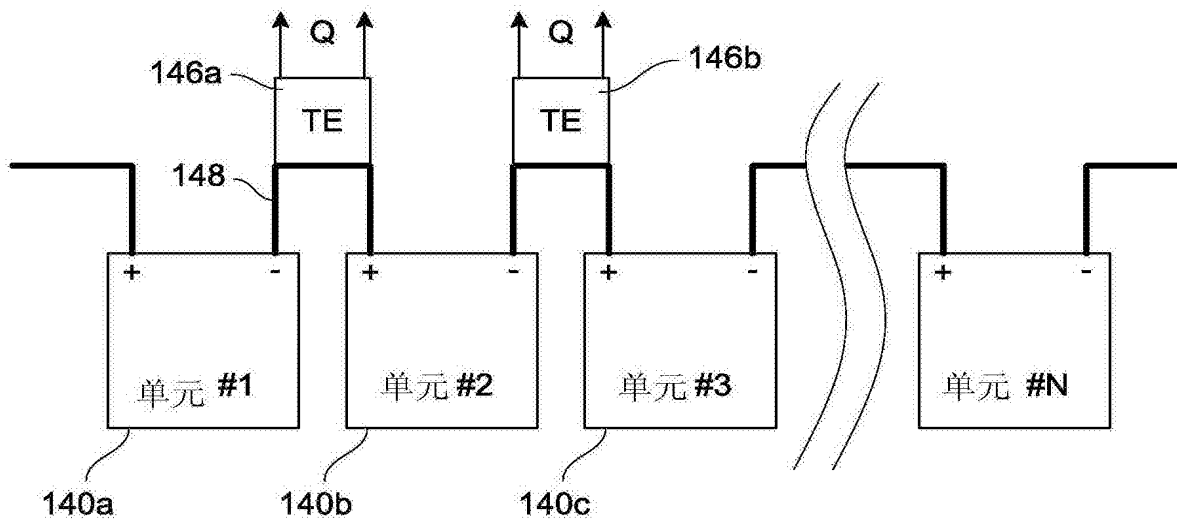


图 15

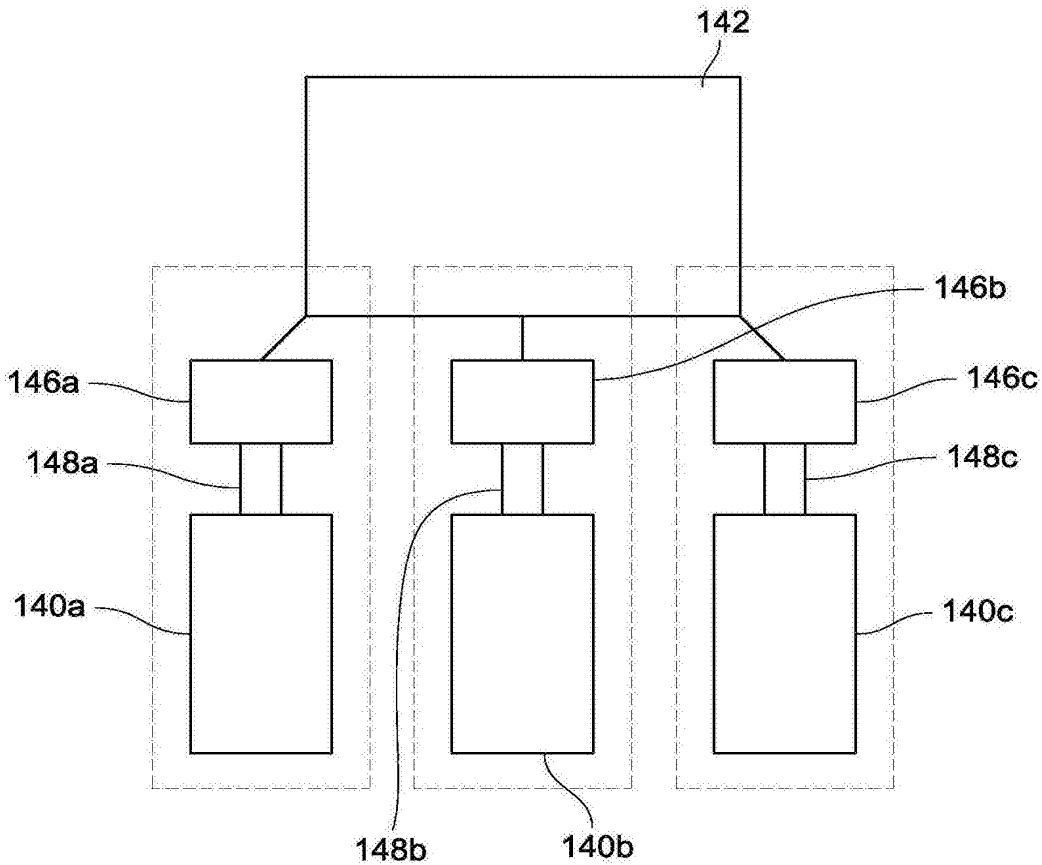


图 16

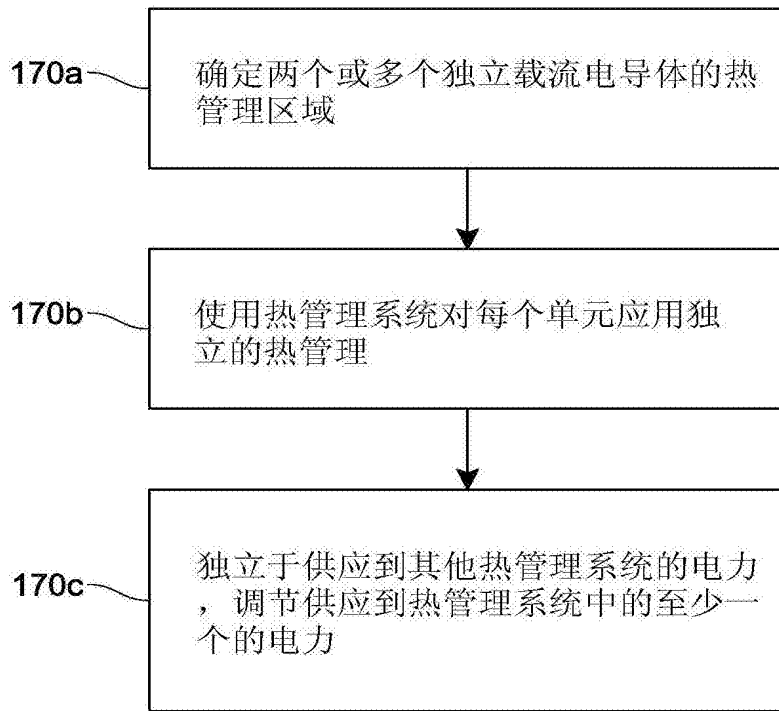


图 17

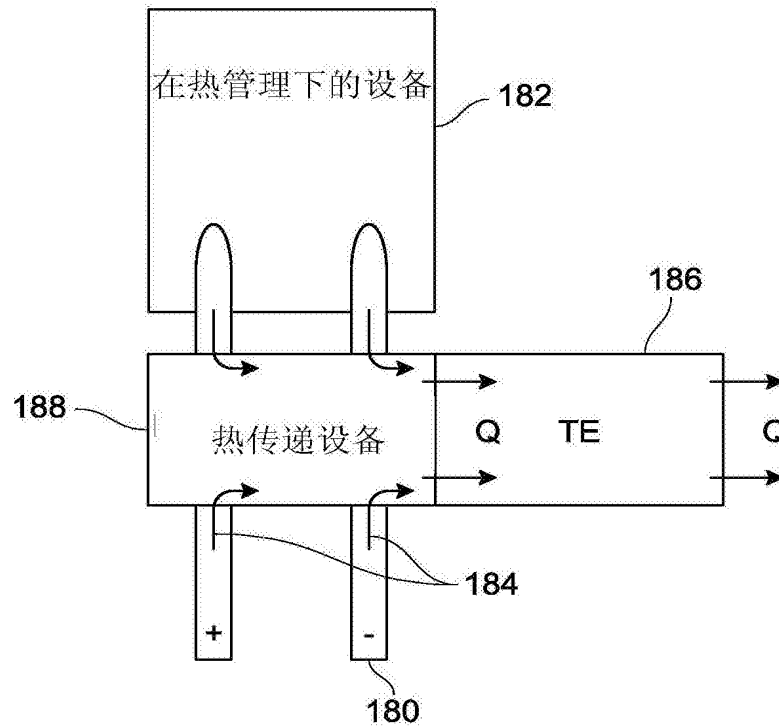


图 18

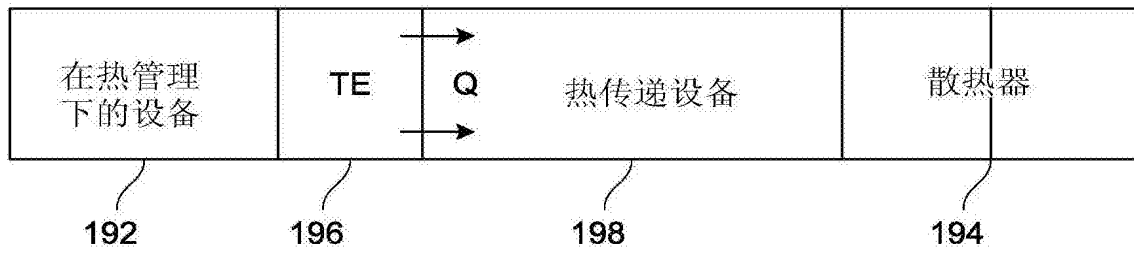


图 19

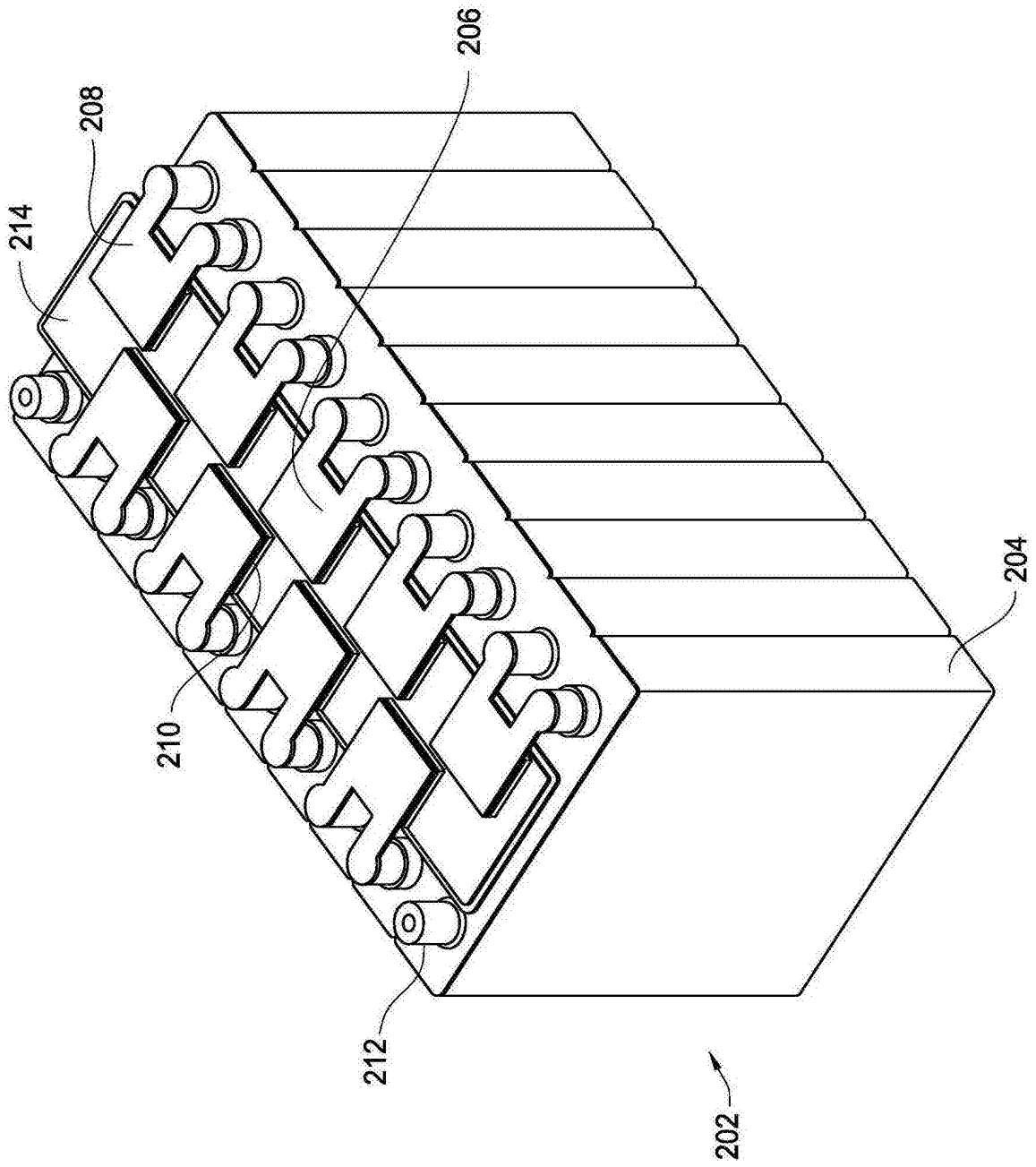


图 20

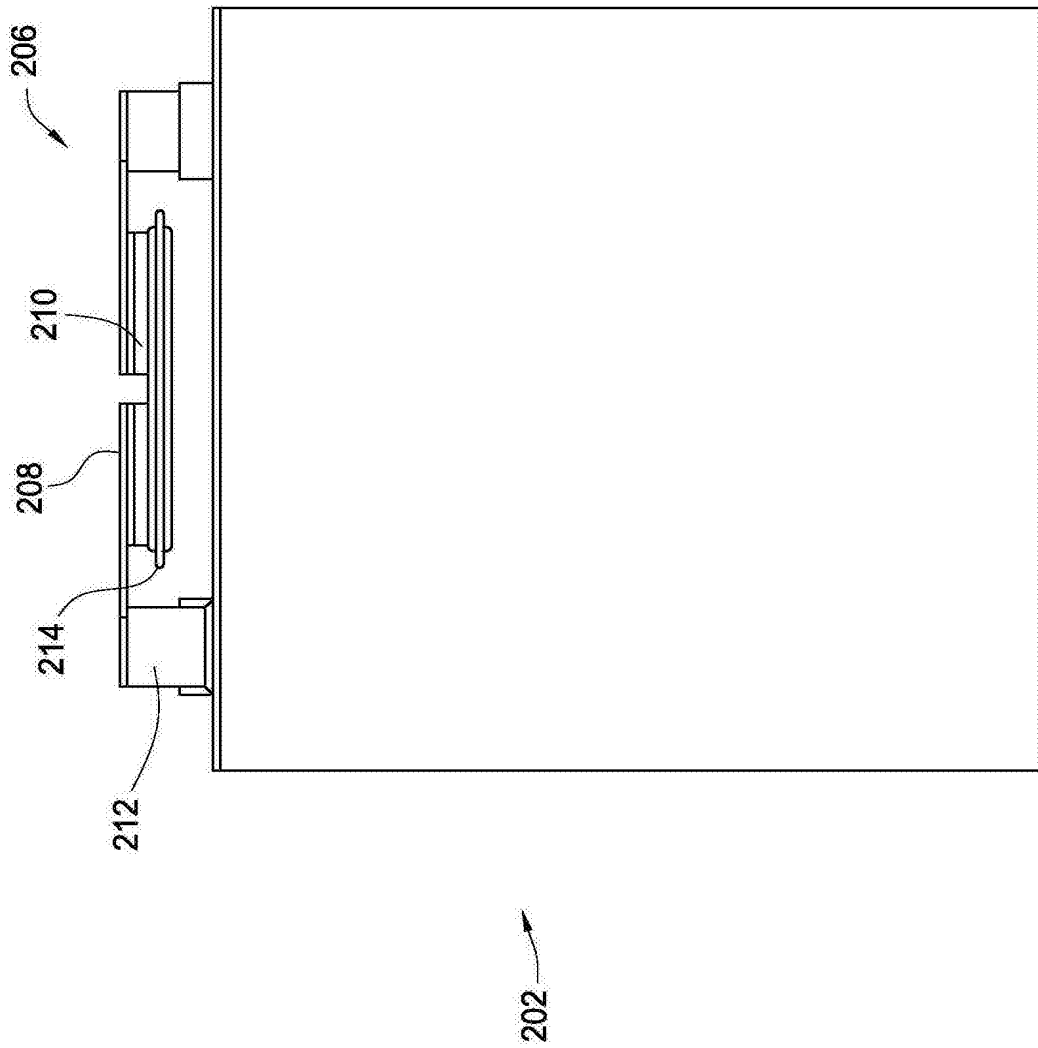


图 21

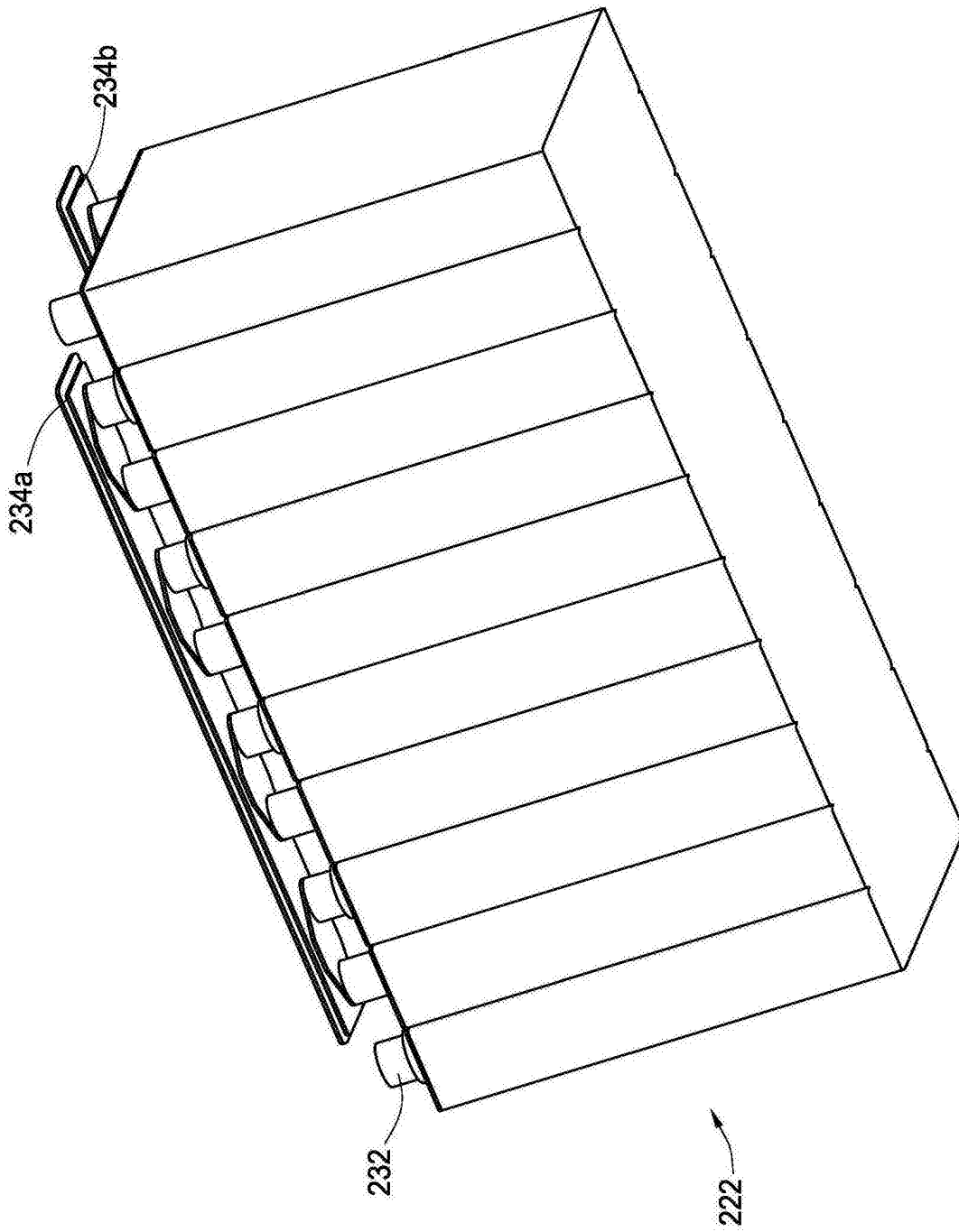


图 22

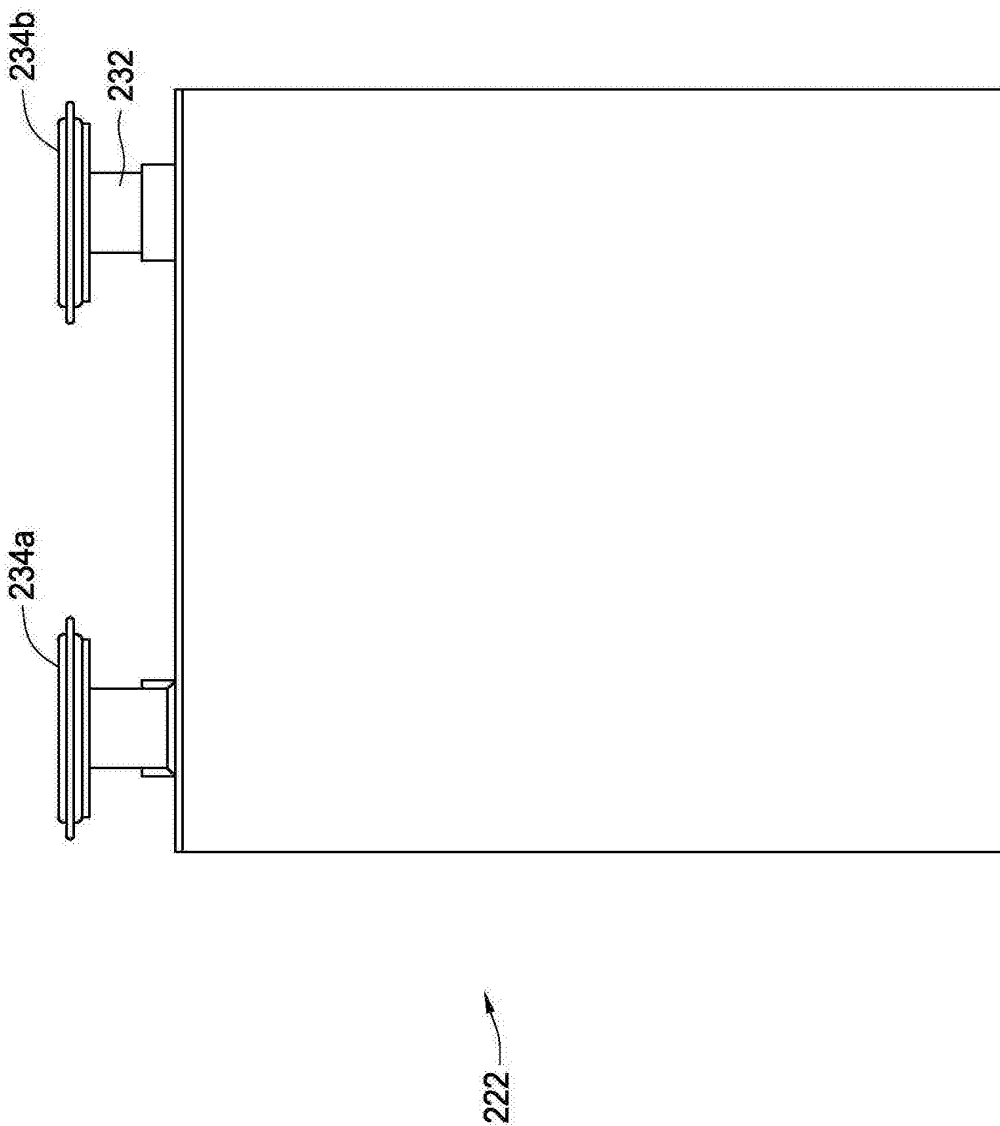


图 23

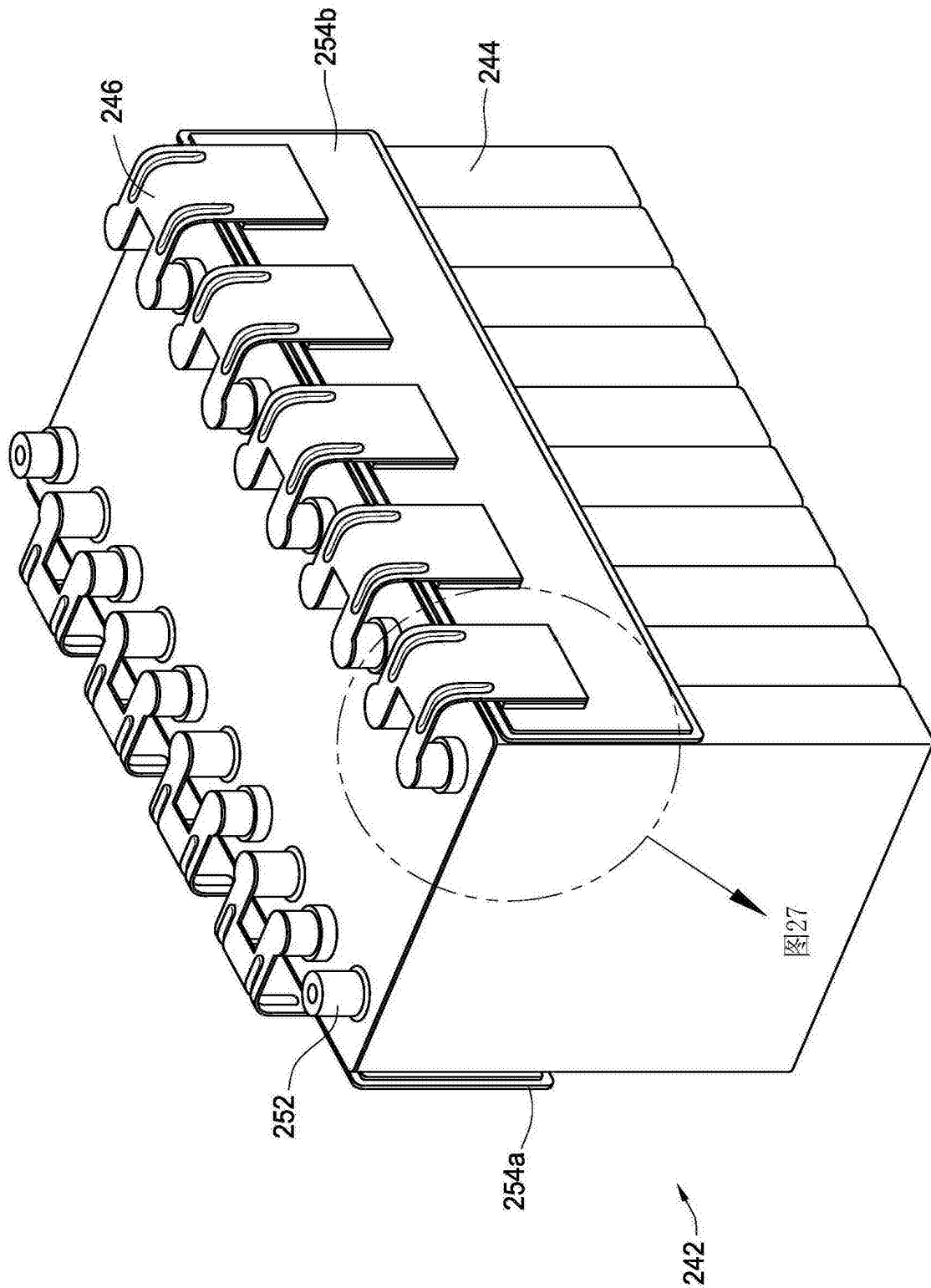


图 24

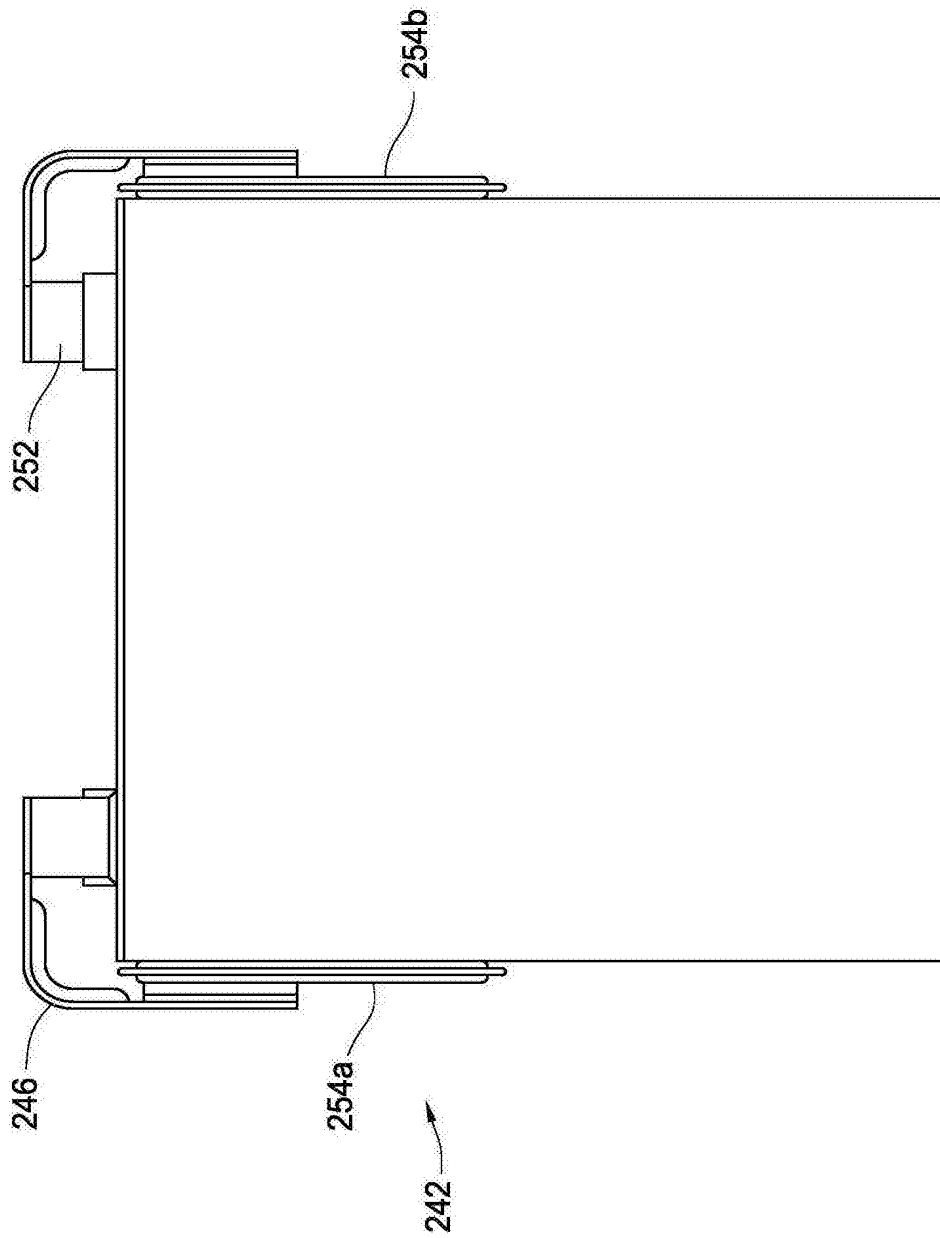


图 25

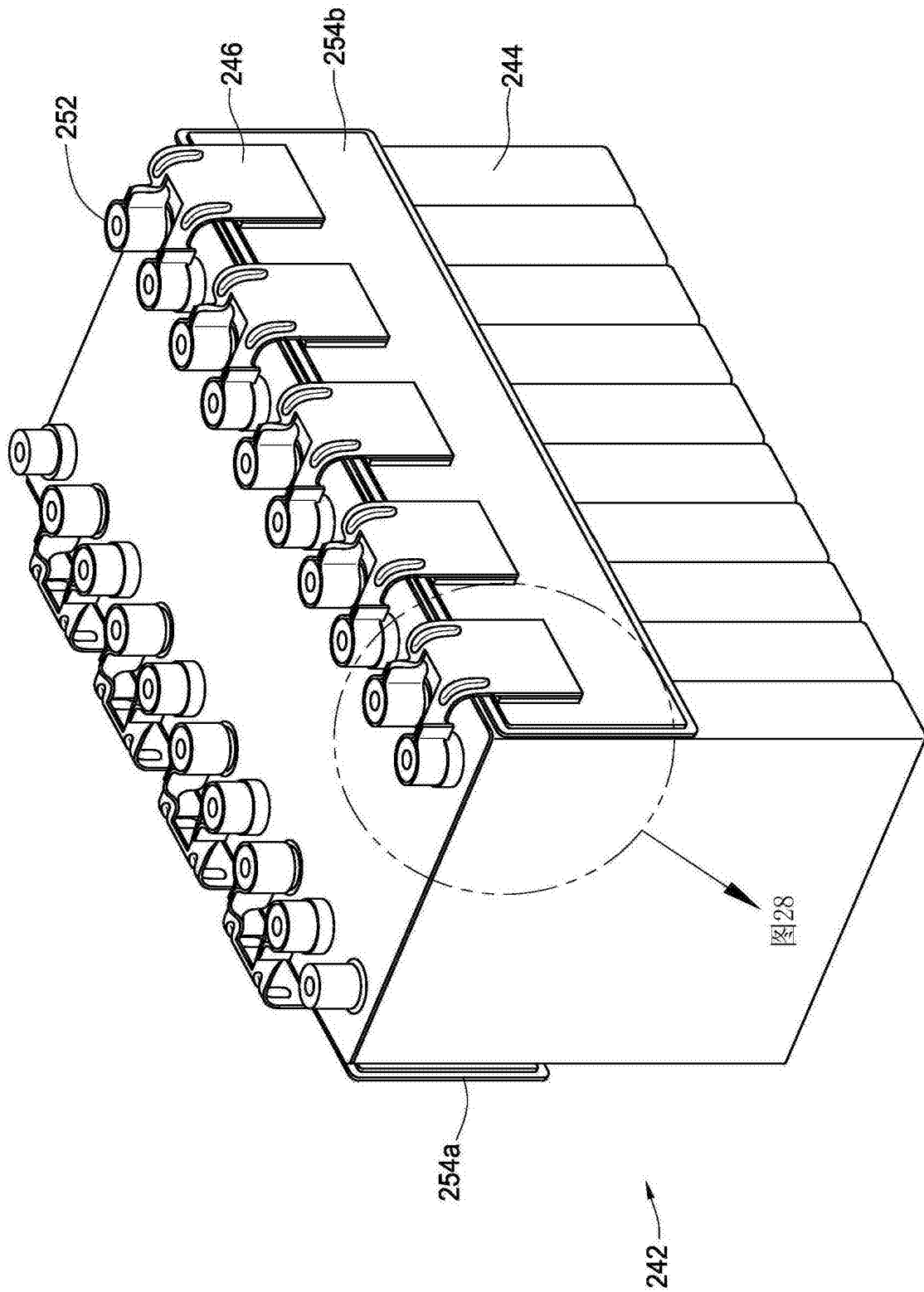


图 26

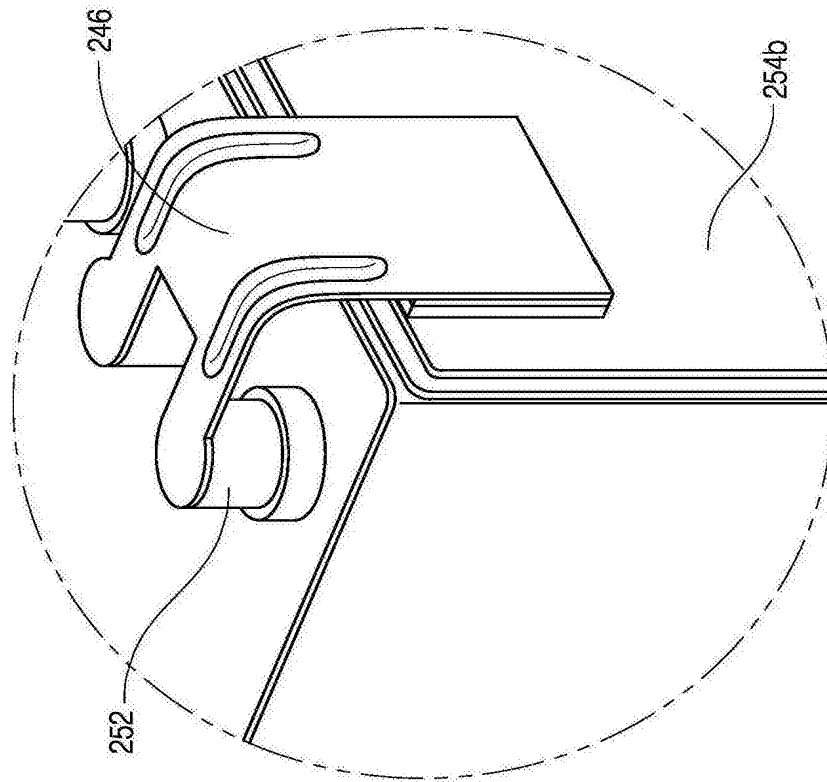


图 27

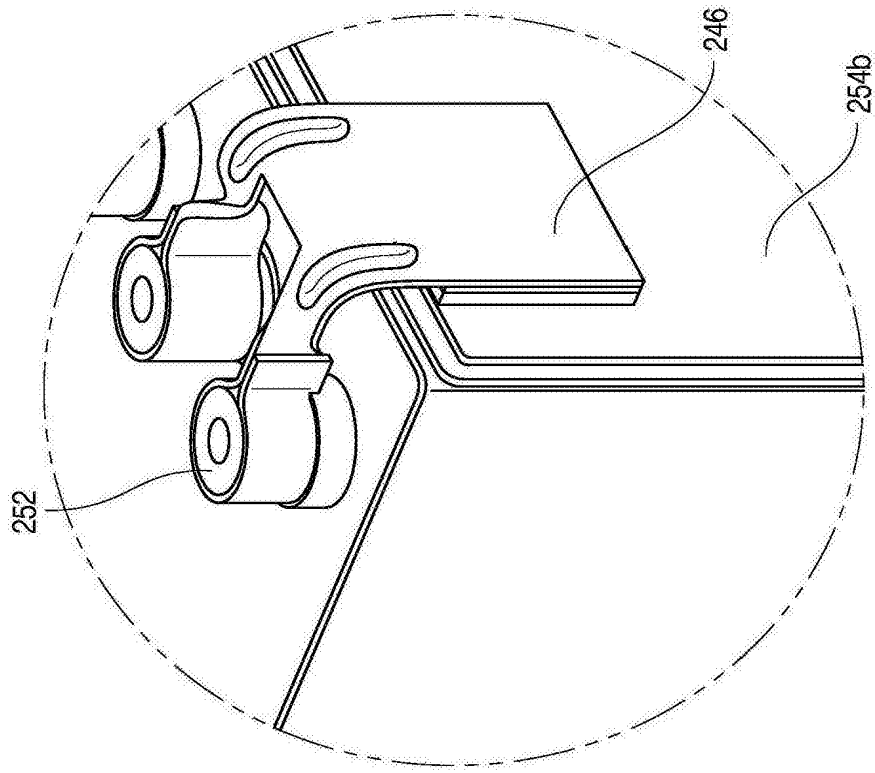


图 28

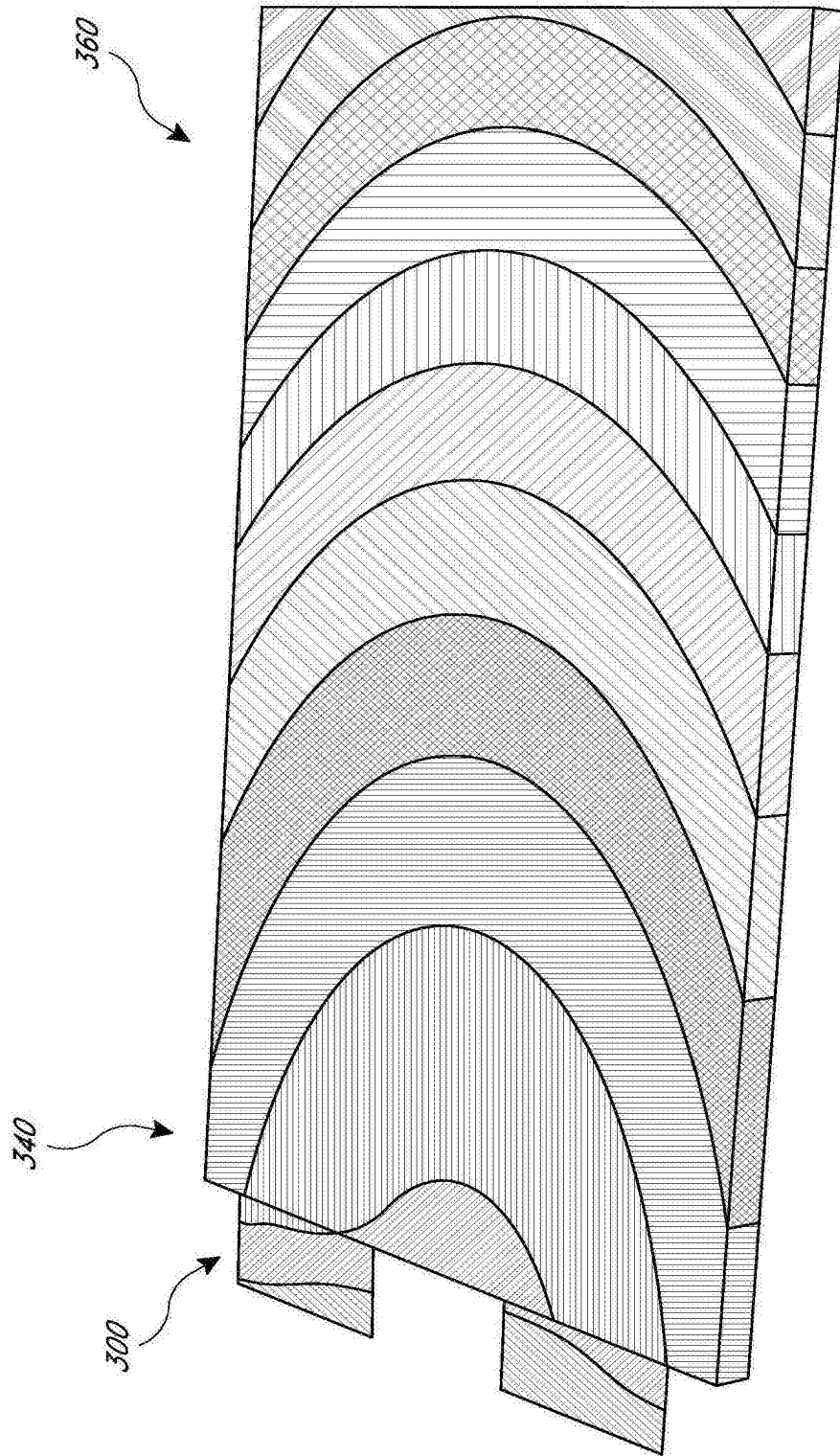
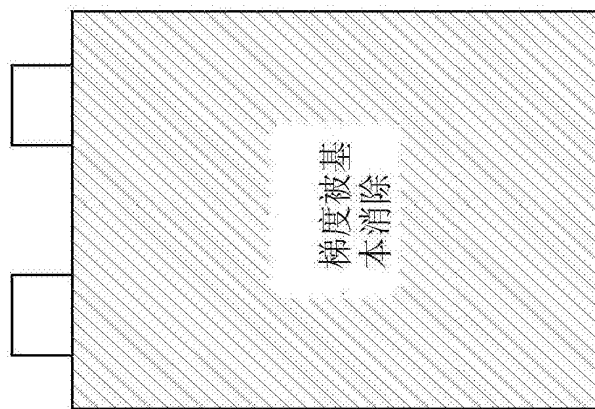
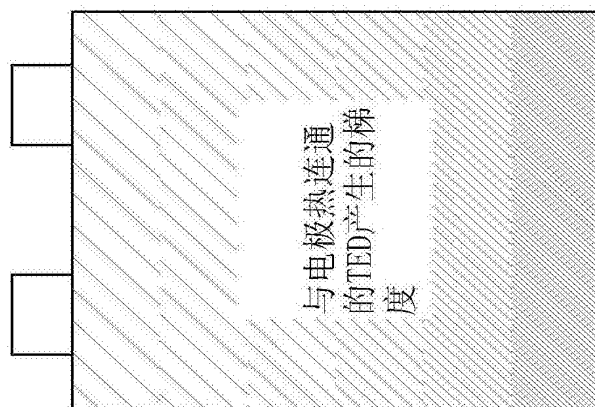


图 29



+



+

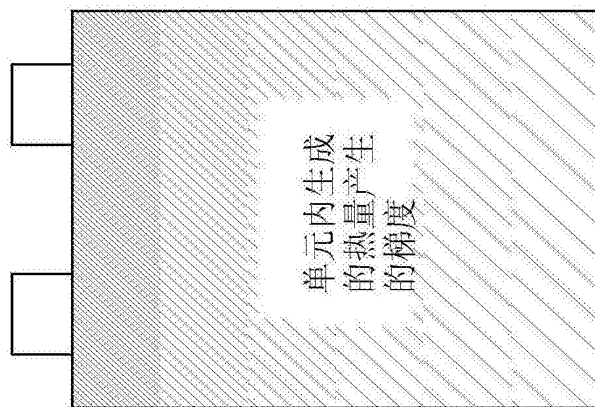


图 30

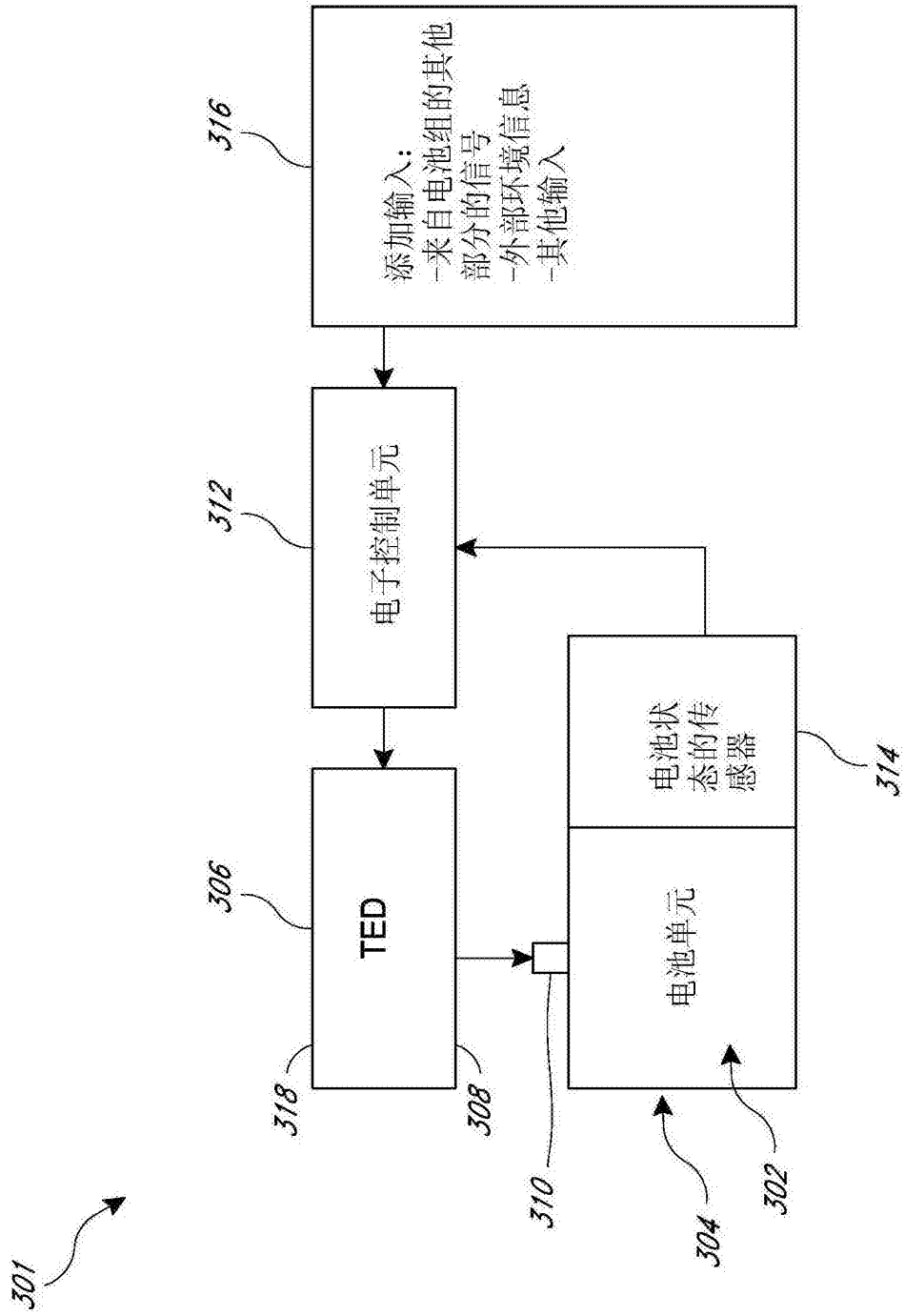


图 31

具有连接到热电设备的电极的电气设备的热管理

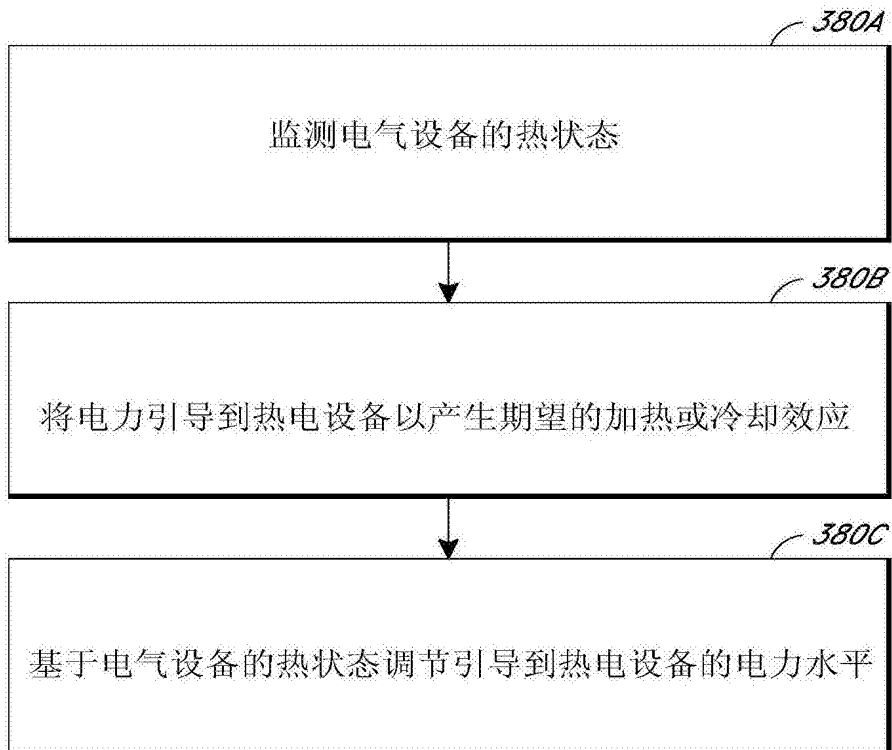


图 32