



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103094639 A

(43) 申请公布日 2013.05.08

(21) 申请号 201210432409.1

(22) 申请日 2012.11.02

(30) 优先权数据

13/287,271 2011.11.02 US

(71) 申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 B.R. 奇里斯蒂安 C-C. 许

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 薛峰 谭祐祥

(51) Int. Cl.

H01M 10/50(2006.01)

B60L 11/18(2006.01)

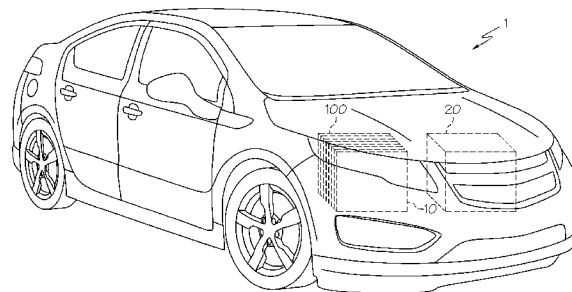
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

使用单层石墨涂覆聚合物屏障基底的用于电池的热管理和减轻热传播的方法

(57) 摘要

本发明涉及使用单层石墨涂覆聚合物屏障基底的用于电池的热管理和减轻热传播的方法。具体地,汽车电池模块具有一个或多个电池单元和放置成与电池单元热连通的热交换构件。通过电流在电池单元内产生的热量可通过热交换构件移除,电流可用于提供用于汽车的动力,热交换构件由柔性基底和设置在基底上的一个或多个单层石墨层构成。基底和单层石墨层的构造使得建立了多个传热路径,其每个限定了不同水平的热导率和远离电池单元的相关热传递水平。



1. 一种用于电池的热管理系统,所述热管理系统包括与所述电池的至少一个电池单元热连通地放置的热交换构件,所述热交换构件包括柔性基底和设置在所述基底上的至少一个单层石墨层。

2. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于,所述热交换构件和所述至少一个电池单元包括基本上平面的构造,使得在它们之间形成相邻面对的关系。

3. 根据权利要求 2 所述的热管理系统,其特征在于,所述热交换构件构造成使得沿着所述热交换构件的平面方向维度的热导率高于沿着其厚度维度的热导率。

4. 根据权利要求 3 所述的热管理系统,其特征在于,沿着所述热交换构件的平面方向维度的所述热导率是至少约 1000 W/m-K,沿着其厚度维度的所述热导率小于约 100 W/m-K。

5. 根据权利要求 4 所述的热管理系统,其特征在于,沿着所述热交换构件的平面方向维度的所述热导率是至少约 1400 W/m-K,沿着其厚度维度的所述热导率小于约 10 W/m-K。

6. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于,所述基底包括聚合物材料。

7. 根据权利要求 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括热通路,其联接到所述热交换构件和散热器以允许它们之间的热传递。

8. 一种用于汽车的推进系统,所述推进系统包括至少一个电池模块,其包括:

至少一个电池单元,其构造成用于所述汽车的动力输送电流;以及

放置成与所述至少一个电池单元热连通的热交换构件,所述热交换构件包括柔性基底和设置在所述柔性基底上的至少一个单层石墨层,使得所述热交换构件沿着第一传热路径提供第一热导率并且沿着第二传热路径提供第二热导率。

9. 一种包括根据权利要求 8 所述的推进系统的汽车。

10. 一种控制汽车推进系统中的温度的方法,所述方法包括:

将所述推进系统构造成包括至少一个电池单元,使得由此产生的电流提供至少一部分动力到汽车;

将热交换构件布置成与所述至少一个电池单元热连通,所述热交换构件包括柔性基底和设置在所述基底上的至少一个单层石墨层,使得所述热交换构件提供第一热流径和第二热流径,从而使得所述第一热流径比所述第二热流径具有显著更高的热导率;以及

将所述至少一个电池单元内包含的至少一部分热量传递至所述热交换构件。

使用单层石墨涂覆聚合物屏障基底的用于电池的热管理和减轻热传播的方法

技术领域

[0001] 本发明总体涉及电池和其部分的被动或主动的热管理系统的单层石墨涂覆的基底的使用,尤其涉及在不正确使用情况下,减轻到相邻电池单元的热传播的对齐的单层石墨涂覆的聚合物基底的使用。

背景技术

[0002] 统称为可再充电能量存储系统(RESS)的锂离子和相关的电池在汽车应用中使用,在混合动力电动汽车(HEV)的情况下作为补充,或在纯电动汽车(EV),传统的内燃发动机(ICE)的情况下作为替代。从固定式和便携式的源被动地存储能量的能力,以及从由车辆及其部件提供的重新捕获的动能被动地存储能量的能力,使电池理想地作为用于轿车,卡车,巴士,摩托车及相关车辆平台的推进系统的一部分。在本文的背景中,电池单元是单个的电化学单元,而电池由串联、并联或二者皆有的方式结合的一个或多个电池单元组成,这取决于所需的输出电压和电容。

[0003] 温度是影响电池的性能和寿命的最重要的因素之一。环境温度(如那些在长期不活动期间在冷或热的环境中所遇到的,或者由于在热天长时间的操作和伴随的热量产生所遇到的)或不正确使用(如快速充电/放电,或由物理变形、穿透或电池单元的制造缺陷导致的内部/外部短路)会负面影响电池正常运行的能力,并在严重的情况下可能完全地破坏电池。长时间暴露在高温的副作用可包括过早老化和电容衰减加快,这两者都是不希望。

[0004] 多余的热量可能由外部源提供,或由超出建议容差的物理,热,或操作不正确使用情况导致的电池单元的内部故障提供,或由制造缺陷提供。起始温度是发生放热反应的温度。维持这样的放热反应所需的热量称为反应热,而超过起始温度和保持反应热的热源是热事件。这样的热事件,如果任由其不受控制,可能会导致更加快速的热量产生条件,此处称为热失控,其为(一旦开始)冷却机构不能使一个或多个电池部件返回到安全操作温度的条件。在本文背景中,热失控是放热反应的自加热速率和温度的函数,反应时间是参与这样的反应的主动部件的退化速率和质量的函数。特别令人关注的是用作推进功率源的电池单元,组或相关构件的过度加热和伴随的损坏它们的可能性。无论是作为主要还是备份系统,传统的传热方式,如强迫空气和液体冷却,可能会被证明是有效避免在这样的热事件中的这种过热暴露,但这样做显著增加了整体车辆系统的重量,成本,复杂性或寄生功率要求。

发明内容

[0005] 基于在热交换构件中使用传热材料的电池热管理系统可以帮助保持在正常的操作条件下电池的最佳操作温度和温度均匀性,以及最小化在不正确使用条件下由相邻电池单元的热事件所产生的热传递。在这两种情况下,这有助于减轻热传播和损坏其他部件的相关可能性。

[0006] 根据本发明的一个方面,公开了电池(或电池模块)的热管理系统。电池包括一个或多个电池单元,其被配置用来输送电流。热管理系统包括与一个或多个电池单元热连通地放置的热交换构件。热交换构件由柔性基底与设置在所述基底上的一个或多个单层石墨层构成。在最简单的实施例中,电池可以被配置为单个电池单元和单个热交换构件,而在更综合的实施例中,其可包括电池单元和构件相对于彼此的多个堆叠;本领域的技术人员将认识到其每个的数量将与从模块接收电流的装置的功率需要以及电池单元或电池的热操作要求相一致。

[0007] 本发明的发明人已经发现,单层石墨(已知的各向异性热导率高达平面方向 1400 W/m-K 和厚度方向 10 W/m-K)被涂覆到柔性聚合物基底,其对于电池的热管理以及在用于电池模块时减轻到相邻电池单元和部件的热能量都是理想的。单层石墨是排列成六方或蜂窝状晶体点阵的共价键结合的碳原子的单原子厚度平面片,每层的厚度为 0.335 纳米。平面方向对齐的多层单层石墨的沉积为高体积和重量能量密度应用提供了传热的理想模式,因为希望的是保持尽可能小的电池模块的总堆叠高度。将对齐的单层石墨层放置在与电池内的电池单元热连通的聚合物基底上提供了到热源或散热器的灵活通道,而柔性基底可更特别地构造成可压缩介质。这种可压缩属性允许补偿电池单元热膨胀,以及厚度方向上的额外热绝缘源。

[0008] 如上所述,电池组由众多的电池模块组成,每个电池模块由向负载输送电流的一个或多个电池单元组成。负载这样的非限制性示例包括用于提供动力到汽车的动力系的设备,以及与车辆操作相关联的辅助应用。在本文背景中,术语“动力”描述了电池组,其能够提供比另一功率源(例如内燃发动机)的仅起始功率更多的功率;其包括电池组,其能够提供足以与其希望的方式相一致的方式推进车辆的持续功率。本领域技术人员将会理解,这种电池还可以存储从动能重新捕获的能量,例如再生制动或来自 ICE 的多余能量。在一种形式中,由电池组产生的电流可用于运行一个或多个电马达,其转而可用于转动一个或多个车轮。其他构件(例如,结构构件)放置成与电池单元热连通,以使它们之间能够热交换。电池的充电和放电(或循环),电池单元的内电阻,以及相关电通道的传导是电池中的热能的主要源。在优选的形式中,在电池内的热交换通过被动的方式发生;这样,由单独电池单元生成的或以其他方式存在于其周围的大量热量能够被得到而不需要补充冷却(例如强制空气或强制液体对流冷却,其产生了电池系统中的额外寄生损失,其影响了总体效率)或至少显著地减小了此需要。在循环过程中产生的热量和电池单元和电池的最佳操作温度是电化学依赖的,并且温度限制仅取决于用作基底的聚合物的最高温度。

[0009] 可选地,热交换构件和一个或多个电池单元限定基本上平面的构造;这样的构造(其中,电池单元和构件二者具有平面状结构)允许它们抵靠彼此堆叠(如一副扑克牌),使得它们之间存在相邻面对的关系。这最大化产生热的电池单元和热接收构件之间的表面积接触,其中热接收构件用作冷却板。在更具体的形式中,相对平坦的冷却板被构造成利用单层石墨层的热导率的方向属性的优点,其中沿单层石墨的平面方向的热导率(和伴随的热流),其与它联接的基底的平面维度大致一致,显著地高于沿层的厚度方向(即,穿过厚度)的热导率。这种差异与单层石墨层的晶体取向一致,如本技术领域的技术人员将理解的。在本文背景中,传热的平面方向维度沿由单层石墨层的上述六方晶体结构所形成的维度行进。在基底和联接的单层石墨层不是真正的平面(例如在稍凸或凹的基底的情况下)的

构造中,该平面方向维度仍存在,只要穿过厚度和沿单层石墨层的晶体取向的热导率的差异是显著的。这样,热交换构件的稍微凸的,凹的或相关弯曲的结构被认为是在本发明的范围内。

[0010] 如上所述,基底优选地为柔性属性;这样的构造允许放置或沉积的单层石墨(其相对于基底是薄的)模仿柔性基底,其转而允许对齐的单层石墨符合与电池单元和散热器或热源热连通所需的任何形状,其中对形状的仅有的显著限制是,是否单层的单层石墨被破坏(由于例如尖锐边缘的棱角等的物体),因为热通路(本文也称为热流径)的破坏会大大降低装置的热导率。

[0011] 在额外的选项中,沿着至少一个单层石墨层的平面方向维度的热导率是至少约 1000 W/m-K,沿其厚度维度的热导率小于约 100 W/m-K。在更具体的形式中,平面方向热导率是至少约 1400 W/m-K,穿过其厚度的热导率小于约 10 W/m-K。正如上面提到的,在特定的形式中,基底由聚合物材料制成;这样的材料,除了制造相对廉价以外,在结构上足够牢固以在电池环境中支撑单层石墨层,并且具有相对低的热导率。这样的低热导率的益处在于其增强了热修饰由单层石墨层的固有特性已经形成的可能性。例如,在希望最小化相邻电池单元之间的热连通的情况下,放置在它们(包括低热导率基底)之间的冷却板或相关传热构件相比于基底由高热导率材料制成将更能抵抗从一个电池单元到另一个的通过冷却板的传热。这可结合放置在基底上的单层石墨层工作,因为层的穿过厚度维度已经具有了比平面方向维度低得多的热导率。必须流经热交换构件的两个介质,至少穿过厚度方向中的每个相对低的热导率将进一步有助于增加相邻电池单元之间的热隔离。而另一可选特征是使用高平面方向热导率的对齐的单层石墨作为到热测量装置的热通路,热测量装置例如热电偶,热敏电阻等。以这种方式,与单层石墨热连通的电池单元的温度的均匀性能够容易地确定。这种热测量装置然后可以根据与源和测量点之间的系统相关联的任何热损失校准。热测量装置可校准以考虑与热源和测量远程点之间的电池组相关联的任何热损失。此外,测量装置可用于确定电池单元区域的总体温度,或电池单元上感兴趣的特定位置处(例如突片或最大电流密度区域)的总体温度。

[0012] 根据本发明的另一个方面,公开了用于汽车的推进系统。推进系统包括一个或多个电池模块,每个电池模块由一个或多个电池单元构成,在电池单元中发生电化学反应,以及放置成与电池单元热连通的热交换构件。热交换构件包括柔性基底和设置在柔性基底上的至少一个单层石墨层。如上所讨论的,单层石墨层用作带有方向热导率特性的传热材料。因此,试图流过材料的一个维度的热量可预期会遇到比通过另一维度更大或更小程度的热阻。在常规的笛卡尔坐标(即, x-y-z)系统中,这些维度可对应于线性轴或方向,如平面方向(其可例如体现为 y-z 轴限定的平面),以及穿过厚度方向(其可以与沿着一个或多个电池模块的 x-轴堆叠方向的线性维度相一致)。

[0013] 可选地,热交换构件被配置成使得第一传热路径基本上沿着单层石墨层的平面方向维度行进,第二传热路径基本上沿着单层石墨层的厚度维度行进。在一种形式中,第一传热路径的热导率大于但不限于 1000 W/m-K,而第二传热路径小于约 100 W/m-K。在更具体的形式中,这些值可以分别是至少约 1400 W/m-K 和小于约 10 W/m-K。在另一特定的形式中,散热器可以被放置成与至少第一传热路径热连通。本领域的技术人员将会理解,汽车的某些部分是常规的,如底盘,车轮,和相关的控制机构,而特定的特征,如车身,可以被构造为

承载驾驶员或相关的操作员,旅客或货物,以及用作上述任何或所有的隔间。当配置为客运车辆时,这样的车身可还包括车窗,车门,座椅,乘员舱,生物舒适特征或其他有利部件。正如上文所述,推进系统,其用于提供动力到汽车,可只从一个或多个电池组而来,或可涉及混合动力体系结构,其中采用结合 ICE 工作的电池组。

[0014] 根据本发明的另一个方面,公开了控制汽车推进系统中的温度的方法。该方法包括:配置推进系统以从一个或多个电池单元(其可转而组成连续的较大单元的电池模块和电池组)得到其动力的至少一部分,将热交换构件布置成与电池单元热连通,和转移至少一个电池单元内包含的热量的至少一部分到热交换构件。热交换构件包括柔性基底和一个或多个单层石墨层,其设置在基底上,使得所述热交换构件提供第一热流径和第二热流径,其中第一热流径比第二热流径具有显著更高的热导率。在这方面的变体中,还公开了通过将单层石墨层放置、固定或以其他方式联接到柔性基底(例如柔性聚合物基基底)而组装被动热交换构件的方法。

[0015] 在一个可选的形式中,第一热流径基本上与邻近一个或多个电池单元设置的传热构件的平面方向维度相一致。在更具体的形式中,热交换构件由基底和放置在或以其他方式固定到基底(由此其安装到基底上)的一个或多个单层石墨层构成。在另一种形式中,单层石墨层的平面方向维度基本上与第一热流径相一致,而单层石墨层的厚度维度基本上与第二热流径相一致。在更具体的形式中,每个电池单元和热交换构件限定基本上平面的形状。至于以前的方面,对应于第一热流径的热导率是非常高的,例如,至少约 1000 W/m-K,而第二热流径的热导率相对较低,例如低于约 100 W/m-K。在特定的方面中,第一热流径可以被放置成与专用散热器热连通。在本文背景中,专用散热器被配置为至少大部分用于移除沿着第一热流径生成的热量。因此,在单层石墨层的平面方向形成第一热流径的情况下,单层石墨层和散热器之间的热连接形成专用的关系,即使散热器可以执行其他的热交换功能,例如随后与周围环境进行热交换。

[0016] 本发明还提供了以下方案:

1. 一种用于电池的热管理系统,所述热管理系统包括与所述电池的至少一个电池单元热连通地放置的热交换构件,所述热交换构件包括柔性基底和设置在所述基底上的至少一个单层石墨层。

[0017] 2. 根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,所述热交换构件和所述至少一个电池单元包括基本上平面的构造,使得在它们之间形成相邻面对的关系。

[0018] 3. 根据方案 2 所述的热管理系统,其特征在于,所述热交换构件构造成使得沿着所述热交换构件的平面方向维度的热导率高于沿着其厚度维度的热导率。

[0019] 4. 根据方案 3 所述的热管理系统,其特征在于,沿着所述热交换构件的平面方向维度的所述热导率是至少约 1000 W/m-K,沿着其厚度维度的所述热导率小于约 100 W/m-K。

[0020] 5. 根据方案 4 所述的热管理系统,其特征在于,沿着所述热交换构件的平面方向维度的所述热导率是至少约 1400 W/m-K,沿着其厚度维度的所述热导率小于约 10 W/m-K。

[0021] 6. 根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,所述基底包括聚合物材料。

[0022] 7. 根据方案 1 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括热通路,其联接到所述热交换构件和散热器以允许它们之间的热传递。

[0023] 8. 根据方案 7 所述的热管理系统,其特征在于,其还包括与所述热交换构件信号

连通的热测量装置。

[0024] 9. 一种用于汽车的推进系统,所述推进系统包括至少一个电池模块,其包括:
至少一个电池单元,其构造成为用于所述汽车的动力输送电流;以及

放置成与所述至少一个电池单元热连通的热交换构件,所述热交换构件包括柔性基底和设置在所述柔性基底上的至少一个单层石墨层,使得所述热交换构件沿着第一传热路径提供第一热导率并且沿着第二传热路径提供第二热导率。

[0025] 10. 根据方案 9 所述的推进系统,其特征在于,所述第一传热路径基本上沿着所述单层石墨层的平面方向维度行进,所述第二传热路径基本上沿着所述单层石墨层的厚度维度行进。

[0026] 11. 根据方案 10 所述的推进系统,其特征在于,所述第一热导率是至少约 1000 W/m-K,所述第二热导率小于约 100 W/m-K。

[0027] 12. 根据方案 11 所述的推进系统,其特征在于,所述第一热导率是至少约 1400 W/m-K,所述第二热导率小于约 10 W/m-K。

[0028] 13. 根据方案 9 所述的推进系统,其特征在于,其还包括散热器,其放置成与至少所述第一传热路径热连通。

[0029] 14. 一种包括根据方案 9 所述的推进系统的汽车。

[0030] 15. 一种控制汽车推进系统中的温度的方法,所述方法包括:

将所述推进系统构造成包括至少一个电池单元,使得由此产生的电流提供至少一部分动力到汽车;

将热交换构件布置成与所述至少一个电池单元热连通,所述热交换构件包括柔性基底和设置在所述基底上的至少一个单层石墨层,使得所述热交换构件提供第一热流径和第二热流径,从而使得所述第一热流径比所述第二热流径具有显著更高的热导率;以及

将所述至少一个电池单元内包含的至少一部分热量传递至所述热交换构件。

[0031] 16. 根据方案 15 所述的方法,其特征在于,所述至少一个单层石墨层的平面方向维度基本上与所述第一热流径相一致,所述至少一个单层石墨层的厚度维度基本上与所述第二热流径相一致。

[0032] 17. 根据方案 16 所述的方法,其特征在于,所述至少一个电池单元的每个和所述热交换构件限定基本上平面的形状。

[0033] 18. 根据方案 15 所述的方法,其特征在于,其还包括将散热器放置成与至少所述第一热流径热连通。

[0034] 19. 根据方案 18 所述的方法,其特征在于,其还包括在所述散热器和所述热交换构件之间建立灵活通路。

[0035] 20. 根据方案 15 所述的方法,其特征在于,其还包括将所述热交换构件布置成使得所述第二热流径限定所述至少一个电池单元和相邻电池单元之间的基本上全部的热交换。

[0036] 21. 根据方案 15 所述的方法,其特征在于,其还包括使用所述基底作为可压缩介质以补偿所述至少一个电池单元内的热膨胀和热收缩的至少一个。

附图说明

[0037] 本发明的优选实施例的下面的详细描述在结合所附附图阅读时可以得到最好的理解,其中相同的结构以相同的附图标记指代,其中:

图 1 示出了具有以电池组和内燃发动机的形式的混合动力推进系统的车辆;

图 2 是组成图 1 的电池组的电池模块的简化的分解图,其中模块包括被动式热管理;

图 3 以简化的形式示出了根据本发明的方面的一对电池单元和传热构件之间的代表性堆叠布置;

图 4A 示出了使用对齐的单层石墨和热流道的相邻电池单元的特点位置的测量装置,热流道可以之后基于与特定应用相关联的热损失被校准;以及

图 4B 示出了使用对齐的单层石墨和热流道的相邻电池单元的基本上全部区域的测量装置,热流道可以之后基于与特定应用相关联的热损失被校准。

具体实施方式

[0038] 首先参照图 1。车辆 1 包括以电池组 10 和常规 ICE 20 形式的混合动力推进系统。正如上面提到的,这样的车辆称为 HEV。电池组 10 使用众多的电池模块 100,其典型地如图 1 所示以重复阵列排列。在一个典型的例子中,电池组 10 可为大约 200 个单独的电池单元(将在下面更详细讨论的),虽然本领域技术人员将会理解,可能需要更多或更少的电池单元,这取决于所需的功率。本领域的技术人员将会进一步理解,车辆 1 也可以不需要 ICE 20;在这样的情况下,不是 HEV,而是 EV;任意方式都在本发明的范围内。

[0039] 接下来参照图 2,示出了分解图,其显示了电池模块 100 的大部分,其具有主要热流方向 Q1 和 Q2,以及热传播减轻特征。本领域的技术人员可以理解,操作所需的其他电池部件未示出以便更好地强调这样的热传播减轻特征。这种当前省略部件的实例包括框架和相关结构,冷却板和散热器,绝缘片,温度传感设备或类似物。为了形成模块 100,本文所讨论的至少一些部件可以重复堆叠状的方式排列。例如,大量的电池单元 110 可插入众多的冷却板 120 中。电池单元 110 包括凸片状电极 114,通过它在每个电池单元 110 内产生的电流可流入负载或相关工件,如车轮,电马达或类似物。如图所示,电池单元 110 限定相对薄的矩形形状的结构,使得大致平面的表面基本上最大化暴露的表面积。可选的柔性膜加热器 130 可插入电池单元 110 和冷却板 120 之间以此方式来提供额外的主动加热,以及用作对于穿过厚度热流 Q2 的额外的热屏障,以及以此方式来连接到可选的主动加热源(未示出)以在寒冷天气启动或相关的低温的情况下使用。在一种形式中,柔性膜加热器 130 可以是 Kapton 柔性材料,其能够连接到合适的加热装置。基底 122 的柔性属性(以及设置在基底 122 上或以其他方式联接到基底 122 的单层石墨层 124)有助于促进装配的容易性,尤其是当联接到非平面的或相关的不规则表面的时候。同样,输送热量各个电池单元 110 或从各个电池单元 110 输送热量优选地通过热通路 126,其与散热器 200 热连通。单层石墨层 124 的高度各向异性的热行为允许它们能够形成用于相邻电池单元或需要体积效率的热交换能力的其他部件的薄构件。高的平面方向热传导性能够在延伸到热通路 126 时提供用于相邻的电池单元 110 和散热器 200 之间的热流的方便路径。

[0040] 接下来结合图 2 参照图 3,冷却板 120 的尺寸和形状设计成具有与电池单元 110 大约相同的外部尺寸。在这种方式中,由堆叠的电池单元 110 和冷却板 120 组成的模块 100 和电池组 10 可形成为相对紧凑的几何形状,如立方体。在特定的形式中,冷却板 120 由大致

平面的聚合物基底 122 的分层组件组成,一层或多层取向的单层石墨层 124 被放置或沉积到聚合物基底 122 上。在优选的形式中,在基底 122 具有所需的结构刚性和相对低的穿过厚度热导率,使得抵靠相邻电池单元 110 放置时可以充当单层石墨层 124 的载体以及抵抗电池单元至电池单元的传热的热屏障。合适的聚合物基底 122 的例子,如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET),聚乙烯(PE)和尼龙,具有非常低的热导率(小于 1 W/m),其具有降低整个系统的厚度方向热导率的效果。通过将单层石墨层 124 放置在柔性聚合物基底 122 上,对齐的单层石墨层 124 可以符合放置成与一个或多个电池单元 110 和散热器(或源,如果需要的话) 200 热连通所需的任何形状,其只由避免平面方向热通路的破坏所需的单层石墨层 124 的单层结构的最小弯曲半径限制。如图所示,单层石墨层 124 可以被放置在基底 122 的两侧(如图所示)或单侧上,这取决于冷却或加热需要。同样,本领域技术人员可以理解,通过热通路 126 的电池模块 100 和散热器 200 之间的热流的双向属性意味着,散热器 200 还可以被配置为热源;其用作源或散热器的属性从上下文将是显而易见的。基底 122,由于由如上面讨论的相对低的热传导性材料构成,有助于限制相邻的电池单元 110 之间的热交互。此外,基底 122 可以制造为可压缩介质;这样的结构允许模块 100 补偿穿过模块 110 的堆叠的电池单元 110 的厚度的热膨胀或收缩。

[0041] 冷却板 120 以夹层形式插入电池单元 110 中。以这种方式,穿过厚度的低热导率(由穿过厚度的热流 Q_2 表示)和高沿边缘热导率(由沿边缘热流 Q_1 表示,假设示出为在到散热器 200 或来自散热器 200 的道路上经过热通路 126,其中这样的描写可理解为两个方向上沿边缘流动)可以在电池组 10 的正常操作条件下以及一个或多个电池单元 110 可能处于热失控的危险的情况下被用来提供所希望的热管理特性。通过单层石墨层 124 边缘的相对高的热传导性的热路径(即,沿单层石墨层的六方晶体结构的平面)可被引导到远方散热器 200,如最左边的冷却板 120 和图 2 的散热器 200 之间的代表性连接所示的。本领域技术人员将会理解,图 2 和 3 的简化表示不显示所有的热通路 126 的一些冗余的细节,(例如上述到散热器 200 的连接);而是,这样的冗余特征将被理解为与所示那些大致类似的方式存在。在一种形式中,热通路 126 可以被配置为加热器膜以提供在低温环境中必要的加热,在低温环境中电池的起动和操作对电池寿命来说是特别苛刻的。在一种形式中,这些柔性加热器膜可由 DuPont 的 Kapton™ 制成。同样,热通路可以与基底 122 类似的方式由柔性材料制成。

[0042] 接下来参考图 4A 和 4B,其他设备(如热敏电阻 140 或相关的传感器)可位于各个部件之间以监控电池单元 110 温度。在一个优选形式中,热敏电阻 140 也可以由对齐的单层石墨材料制成。特别如图 4A 所示,热敏电阻 140 可以沉积在单层石墨层 124 的特定的感测位置(如已知的位置或疑似高电流密度的地方),或以沿基底 122 的图案沉积,从而减少用于应用的整体所需的单层石墨量。为了防止单层石墨层 124 和热敏电阻 140 之间的意外的热串扰,它们之间形成小的间隙 124A。特别如图 4B 所示,基本上整个基底 122 表面可以与图 2 大致类似的方式覆盖有单层石墨层 124。在这样的情况下,热敏电阻 140 仅在方便的周边位置接触单层石墨层 124 的表面。

[0043] 结合本发明的冷却板 120 可以使用其它被动装置。例如,热管(未示出)也可以采用,尤其是在一个或多个电池单元 110 的热失控可被关注的情况下。这样的热管的使用的例子,可见于 2011 年 11 月 18 日提交的名称为“METHOD FOR MITIGATING THERMAL

PROPAGATION OF BATTERIES USING HEAT PIPES”共同待决美国专利申请 No. 13/299,886, 这是本发明的受让人拥有的并且其全部内容通过参考并入本文中。

[0044] 为了实现电池寿命和性能之间希望的平衡,本发明的发明人已经确定,只可以允许电池组 10 的模块 100 之间小的温度变化。根据当前最先进的电池,这种模块到模块的差异应该保持在不超过约 5°C。此外,本发明的发明人已经确定某些类型的电池,如锂离子电池,最好在 25°C 至 40°C 之间的温度操作。冷却板 120 (与散热器 200 结合)可以为满足最佳电池单元 110 的特定操作温度而设计;同样,单层石墨层 124 的非常高的热导率有助于促进快速、高效的热传递值,其对于在电池单元 110 上保持相对恒定的温度分布是有用的。

[0045] 注意类似“优选”、“通常”和“典型地”的术语在本文中不用于限制要求保护的发明的范围或暗示某些特征对于要求保护的发明的结构或功能是至关重要的、必不可少的或甚至重要的。而是这些术语仅意在强调在本发明的特别实施方案中可以使用或不使用的可替代的或另外的特征。同样,使用术语“基本上”表示可能归因于任意定量比较、数值、测量值或其他表示的固有不确定性程度。该术语在本文中还用于表示定量表示可以偏离所述参考值而不会导致所述主题的基本功能发生改变的程度。

[0046] 为了描述和限定本发明的目的,注意本文中使用的术语“装置”表示部件的组合或单一部件,无论该部件是否与其他部件结合。例如,根据本发明的装置可包括动力源,包含动力源的车辆,或者可组成或结合车辆或动力源使用的其他设备。此外,术语“汽车”,“机动车”,“车辆”等的变体意味着通常含义,除非上下文另有规定。这样,对汽车的参考将被理解为包括轿车,卡车,公共汽车,摩托车和其他类似模式的交通工具,除非上下文中更具体地说明。

[0047] 参考其特别实施方案详细描述了本发明,但在不脱离后附权利要求限定的本发明的范围的情况下可以进行改进和变化,这将是显而易见的。更特别地,尽管本发明的一些方面在本文中认定为优选的或特别有利的,但认为本发明并不必须限制于本发明的这些优选方面。

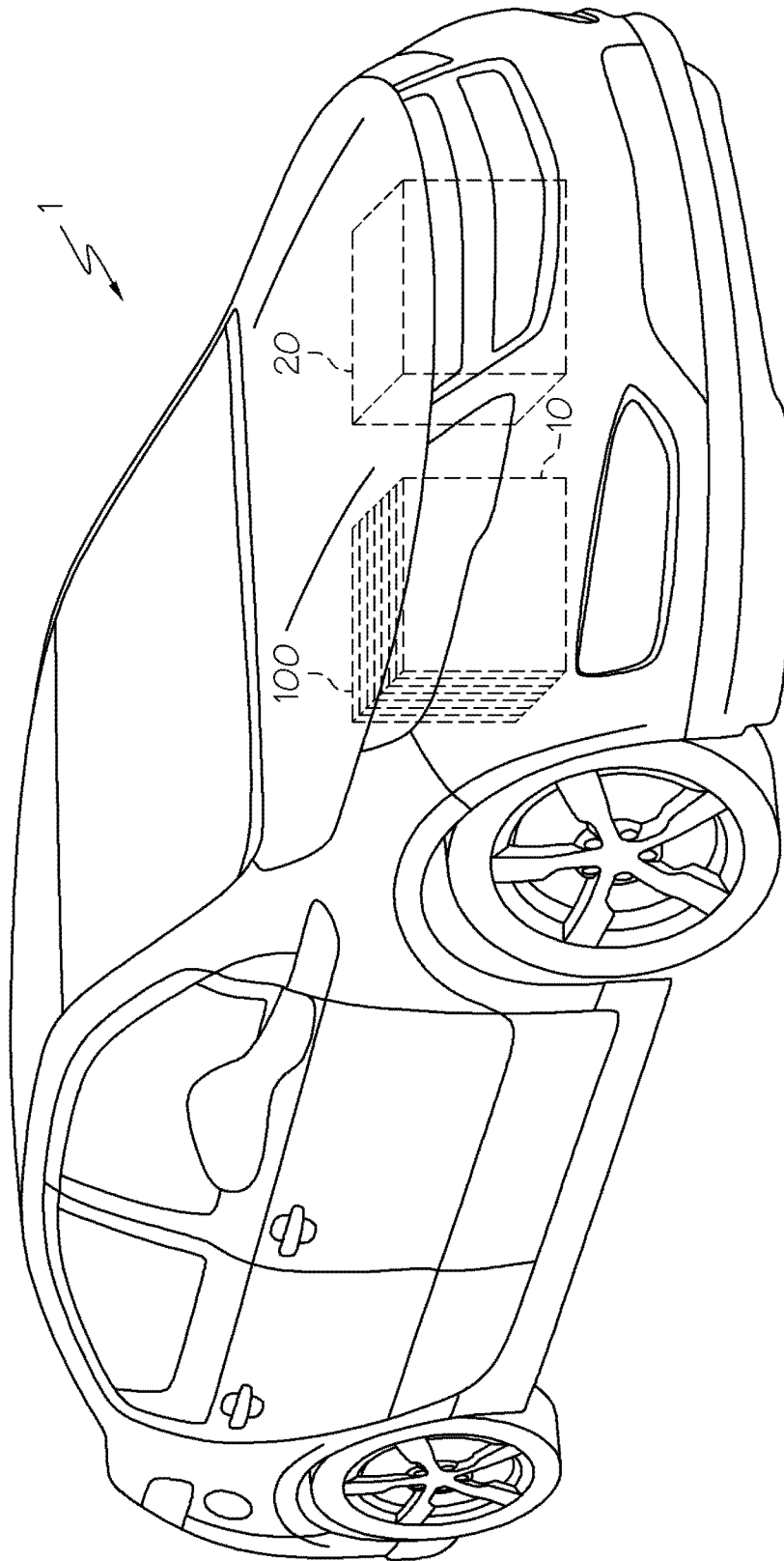


图 1

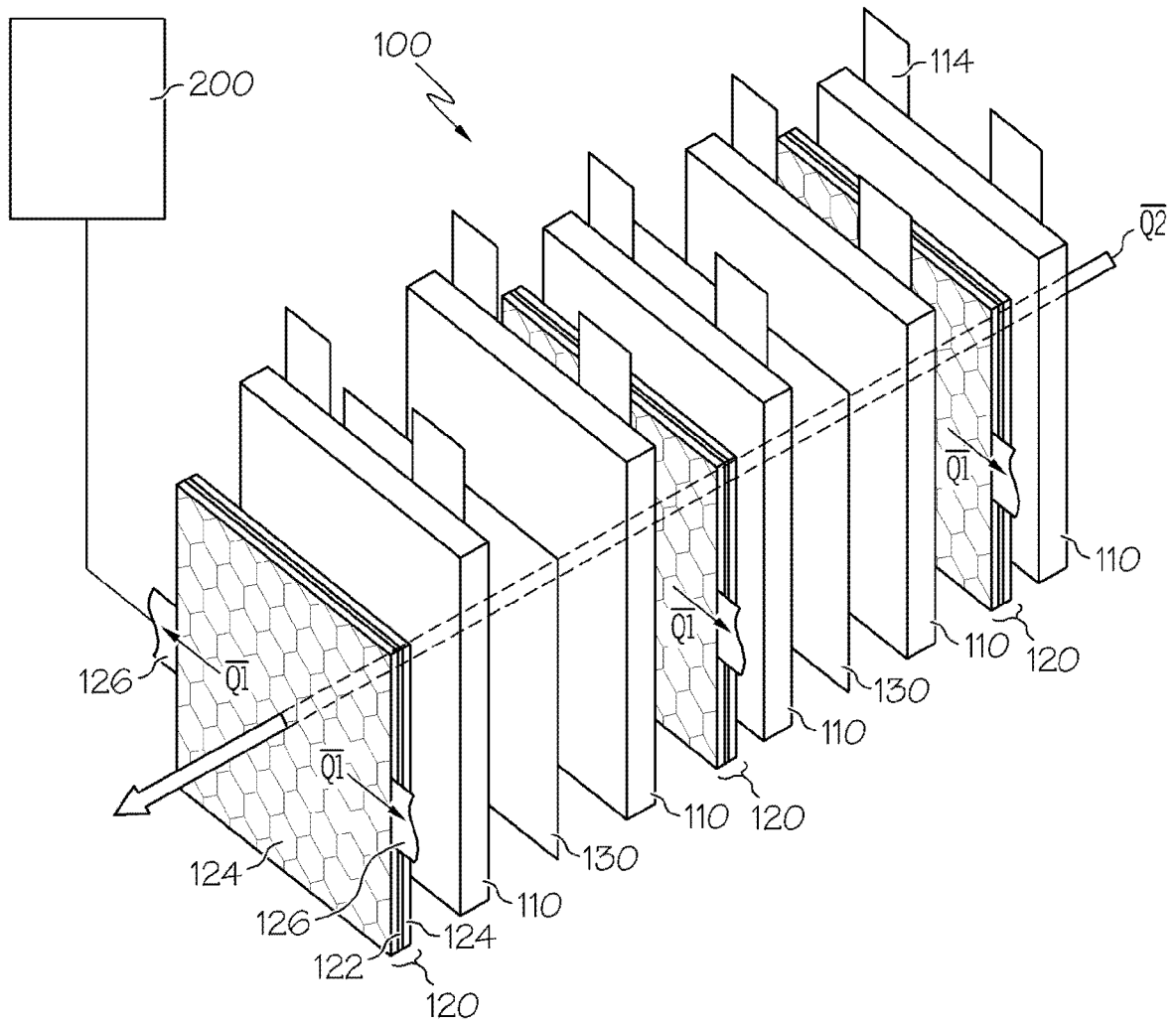


图 2

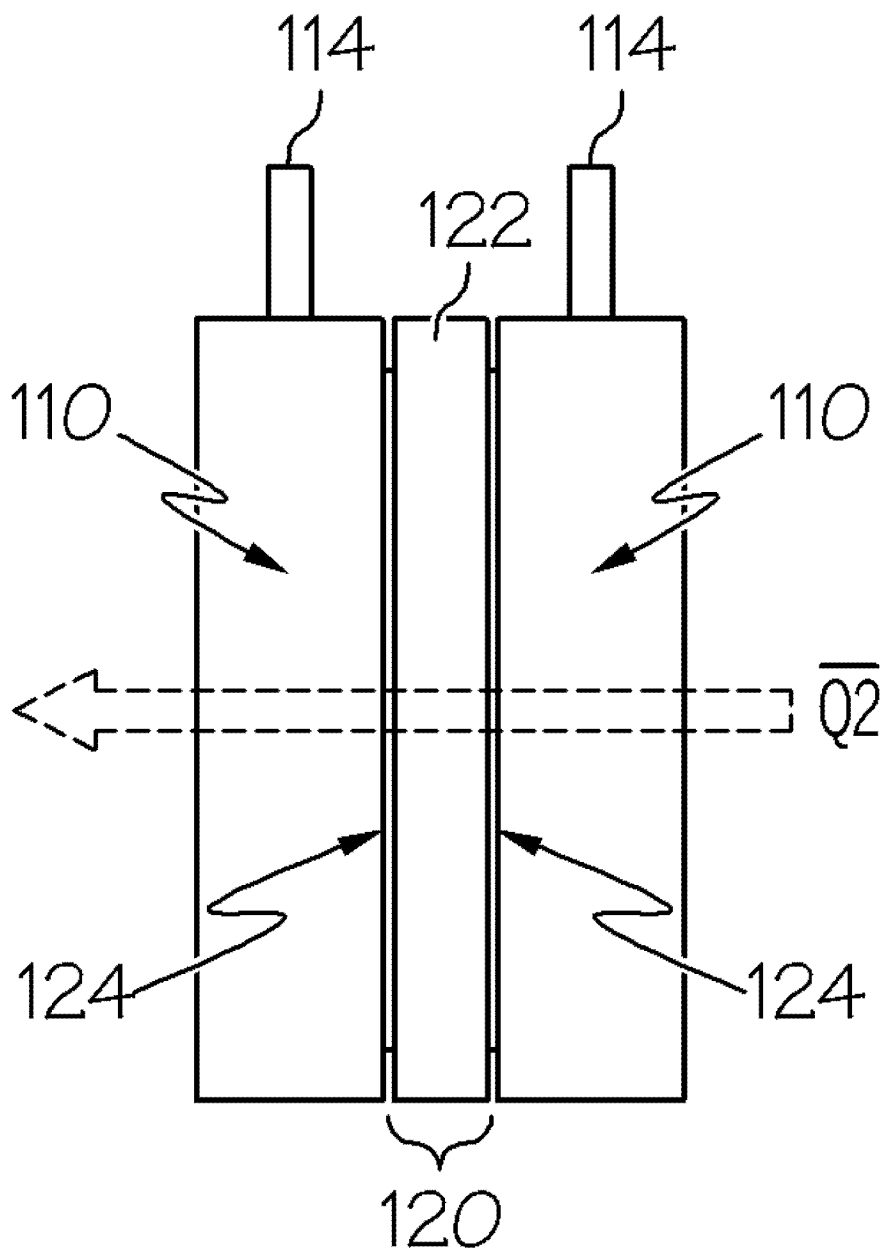


图 3

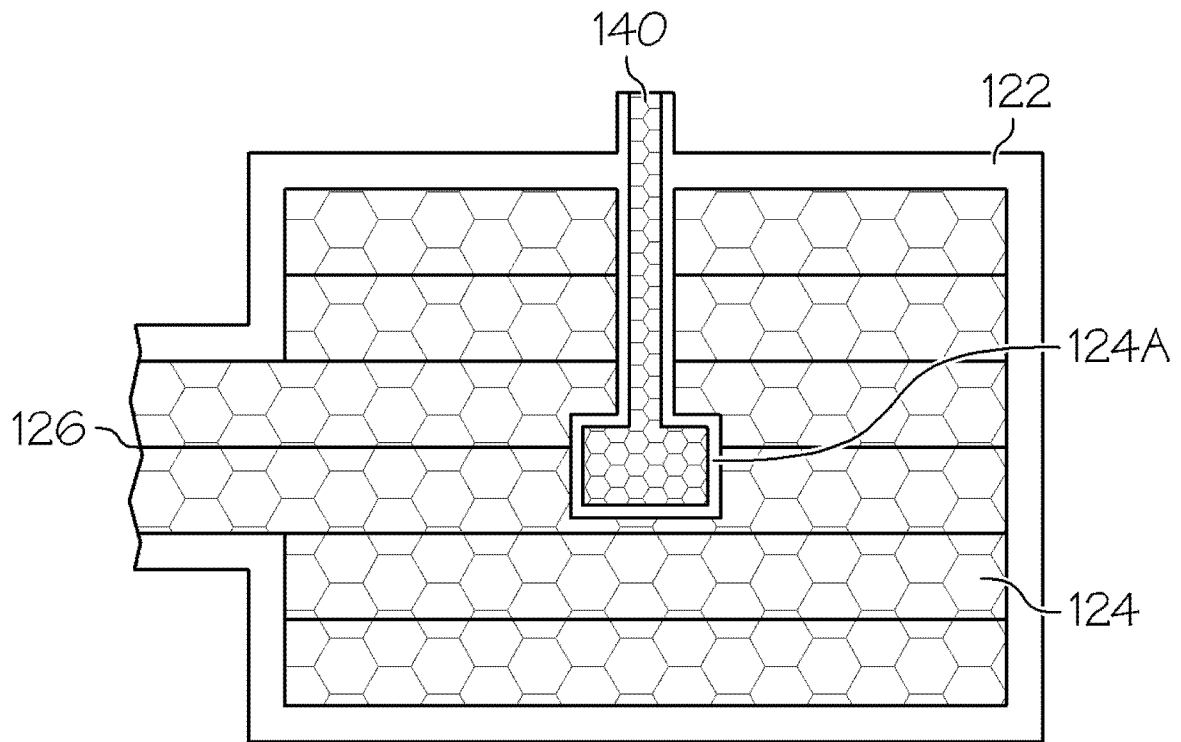


图 4A

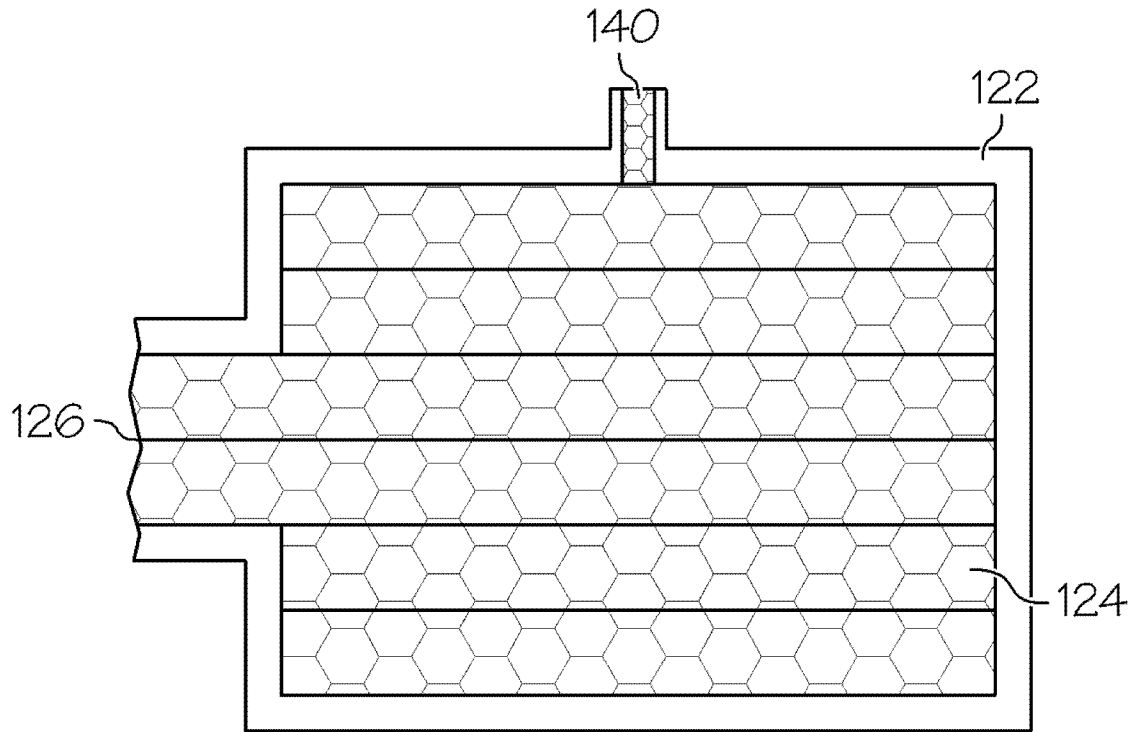


图 4B