



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110048183 A

(43)申请公布日 2019.07.23

(21)申请号 201910033527.7

H01M 10/63(2014.01)

(22)申请日 2019.01.14

H01M 10/0525(2010.01)

(30)优先权数据

H01M 2/16(2006.01)

15/871,403 2018.01.15 US

H01M 4/13(2010.01)

B60L 58/26(2019.01)

(71)申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市

(72)发明人 鲁图奥吉·D·德什潘德

文卡塔拉马尼·阿南丹

(74)专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

11286

代理人 王秀君 鲁恭诚

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/6554(2014.01)

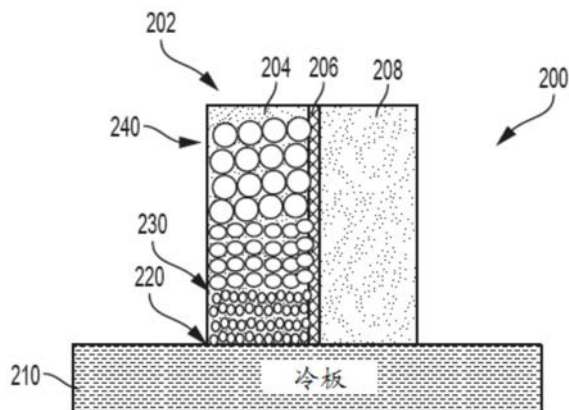
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

电极/隔板具有非均匀成分分布的混合动力车辆电池

(57)摘要

本公开提供了“电极/隔板具有非均匀成分分布的混合动力车辆电池”。一种电气化车辆电池组,包括冷板和与所述冷板接触的多个电池单元,每个电池单元具有设置在阳极与阴极之间的隔板,所述阳极和所述隔板中的至少一者被配置有性质梯度,使得所述性质随着距所述冷板的距离变化而变化。所述性质可包括粒度、粒子负荷或密度、或孔隙率。



1. 一种混合动力车辆电池组,其包括:
冷板;和
多个电池单元,每个电池单元包括:
设置在阳极与阴极之间的隔板,所述隔板、阳极和阴极各自具有与所述冷板接触的第一表面,其中所述阳极和所述隔板中的至少一者被配置有材料性质梯度,使得所述材料性质基于距所述冷板的距离而变化。
2. 如权利要求1所述的混合动力车辆电池组,其中所述材料性质包括孔隙率。
3. 如权利要求2所述的混合动力车辆电池组,其中所述孔隙率随着距所述冷板的距离增加而从较高值到较低值变化。
4. 如权利要求1所述的混合动力车辆电池组,其中所述隔板具有随着距所述冷板的距离增加而从较高值到较低值变化的孔隙率。
5. 如权利要求1的混合动力车辆电池组,其中所述材料性质包括粒度。
6. 如权利要求5所述的混合动力车辆电池组,其中所述粒度随着距所述冷板的距离的增加而增加。
7. 如权利要求1所述的混合动力车辆电池组,其中所述材料性质包括粒子负荷。
8. 如权利要求7所述的混合动力车辆电池组,其中所述粒子负荷随着距所述冷板的距离的增加而增加。
9. 如权利要求1所述的混合动力车辆电池组,其中所述材料性质包括所述隔板的孔隙率,所述孔隙率随着距所述冷板的距离增加而从较多孔到较少孔变化。
10. 如权利要求1所述的混合动力车辆电池组,其中所述材料性质包括电阻。
11. 一种电池,其包括:
热管理装置;以及
各自具有阳极、隔板和阴极的多个电池单元,其至少一个表面与所述热管理装置接触,其中所述阳极和所述隔板中的至少一者包括具有相对于距所述热管理装置的距离而变化的材料性质的材料。
12. 如权利要求11所述的电池,其中所述热管理装置包括冷板。
13. 如权利要求11所述的电池,其中所述材料性质包括所述阳极的孔隙率。
14. 如权利要求11所述的电池,其中所述材料性质包括阳极材料组分的粒度。
15. 如权利要求11所述的电池,其中所述材料性质包括阳极材料组分的粒子密度。

电极/隔板具有非均匀成分分布的混合动力车辆电池

技术领域

[0001] 本公开涉及一种具有电池单元电极和/或隔板的锂电池,所述电池电极和/或隔板具有非均匀成分分布特征以延长电池单元的寿命。

背景技术

[0002] 电池充电和使用通常导致因电池内部电阻而引起的电池单元温度升高。高容量电池,诸如混合动力车辆中使用的那些电池,通常包括在电池组内的数百个电池单元。因此,电池组的热管理用于满足期望的电池寿命目标并最小化热变化对电池组的性能和寿命的影响。已经开发了各种用于热管理的策略,并且这些策略可以包括各种类型的传导和对流冷却,诸如使用与电池单元接触的冷板和/或使用例如具有相关热交换器的液体或空气循环来排出热量。取决于所采用的特定类型的热管理策略,从电池单元的外围到热管理系统的排热可在各个电池单元或电池单元组内产生温度梯度。随着车辆转换到更大格式的电池单元以满足所期望的容量和里程目标,电池单元和电池组内的更极端温度梯度可能带来额外的挑战。

发明内容

[0003] 在一个或多个实施例中,一种锂离子电池组包括热管理装置和与热管理装置接触的多个电池单元,其中电池单元中的至少一个包括具有变化的孔隙率、粒度或粒子负荷中的至少一者的阳极或隔板,其中变化的孔隙率、粒度或粒子负荷基于距热管理装置的距离而变化。热管理装置可包括冷板。材料性质可以包括孔隙率,其中孔隙率随着距热管理装置的距离增加而从较多孔到较少孔变化。材料性质可以包括粒度,其中粒度随着距热管理装置的距离增加而从较小粒子到较大粒子变化。

[0004] 各种实施例可包括一种混合动力车辆电池组,其具有:冷板;和具有接触冷板的第一表面的多个电池单元,每个电池单元包括设置在阳极与阴极之间的隔板,其中阳极和隔板中的至少一者配置有材料性质梯度,使得材料性质基于距冷板的距离而变化。材料性质可以包括孔隙率,其中孔隙率随着距冷板的距离增加可以从较高值到较低值变化。隔板可以具有随着距冷板的距离增加而从较多孔到较少孔变化的孔隙率。在一个或多个实施例中,材料性质可包括阳极的组分粒子的粒度。粒度可随着距冷板的距离增加而增加。实施例可包括具有随着距冷板的距离增加而增加的粒子负荷或密度的阳极。在至少一个实施例中,材料性质包括隔板的孔隙率,其中随着距冷板的距离增加,孔隙率从较多孔到较少孔变化。电池组可以是锂离子电池组。

[0005] 在一个或多个实施例中,一种电池包括热管理装置和具有与热管理装置接触的至少一个表面的多个电池单元,每个电池单元具有阳极、隔板和阴极。阳极和隔板中的至少一者包括具有相对于距热管理装置的距离而变化的材料性质或组分性质的材料。热管理装置可包括冷板。材料性质可包括阳极或隔板的孔隙率,其中孔隙率随着距热管理装置的距离增加而从较多孔到较少孔变化。材料或组分性质可包括阳极材料组分的粒子密度。

[0006] 根据本公开的实施例可以包括一个或多个优点。例如,补偿温度梯度的电池单元设计有助于具有更多电池单元和更大容量的更大电池,同时减少或消除与锂化和相关析锂(lithium plating)相关联的不利性能。阳极和/或隔板的至少一个性质特性诸如粒度、粒子负荷或分布、或孔隙率随着距热管理装置的距离而变化的电池单元降低或消除了温度梯度在电池单元内的预期影响。

附图说明

[0007] 图1是示出了根据一个或多个实施例的阳极具有梯度孔隙率的电池单元的图;

[0008] 图2是示出了根据一个或多个实施例的阳极具有梯度粒度的电池单元的图;

[0009] 图3是示出了根据一个或多个实施例的阳极具有梯度粒子负荷或密度的电池单元的图;

[0010] 图4A和图4B示出了根据一个或多个实施例的阳极/阴极隔板具有梯度孔隙率的电池单元;

[0011] 图5A和图5B示出了在充电期间温度梯度对现有技术电池单元中的电池单元锂化的影响;以及

[0012] 图6示出了根据一个或多个实施例的隔板具有梯度孔隙率的电池单元相对于具有常规隔板的基线电池单元的锂化变化的减少。

具体实施方式

[0013] 本文中描述了本公开的实施例。然而,应当理解,所公开的实施例仅仅是实例,并且其他实施例可以采用各种替代形式。附图不一定按比例绘制;一些特征可能被放大或最小化以示出特定部件的细节。因此,本文中公开的具体结构细节和功能细节不应被解释为是限制性的,而是仅仅作为教导本领域技术人员以不同方式采用本发明的代表性基础。如本领域的普通技术人员将理解,参考附图中的任一个而示出和描述的各种特征可以与一个或多个其他附图中示出的特征组合以产生未明确地示出或描述的实施例。所示的特征的组合提供用于典型应用的代表性实施例。然而,与本公开的教导一致的特征的各种组合和修改可能是特定应用或实施方式所期望的。

[0014] 例如,参考电池单元在电池组内连接在一起的锂离子电池(诸如在混合动力车辆中所使用的)来描述根据本公开的代表性实施例。尽管参考锂离子电池单元来描述并减少锂化的变化,但是本领域普通技术人员将认识到,本文所述的电池单元设计中的一种或多种可用于具有各种电池化学性质和物理配置的其他类型的电池单元。

[0015] 在锂离子电池单元中,由于各种因素,诸如焦耳加热、反应热、熵热贡献等,电池单元温度趋于升高。各种热管理策略依赖于从电池单元外表面提取热量以保持电池单元温度在规定的限度内。本发明人已经认识到,在操作和充电期间从电池单元表面提取热量经常基于距热管理装置(诸如冷板、循环流体等)的距离而在电池单元内产生温度梯度。因为各种物理化学过程(诸如电解质中的离子扩散、反应速率、嵌入/脱嵌速率等)是高度依赖于温度的,所以电池单元内的温度梯度可能导致电极的不均匀利用。

[0016] 随着锂化状态(SOL)变化而具有相对平坦或线性的开路电位(OCP)曲线的各种电极材料(诸如石墨)在经受温度梯度时经历电流分布的更不均匀性。相对平坦的SOL与OCP之

间的曲线提供了与同一电极的不同位置处的不同锂化状态相关联的最小电压损失 (voltage penalty)。因为锂离子在最小输送阻力的点处更容易反应,这导致在阻力最小的位置处更多的粒子锂化。具有温度梯度的基于石墨的锂离子电池单元的详细电化学模拟揭示了温度梯度显著影响电极利用率,特别是在充电事件(包括插上插头充电)和再生制动期间。负电极的较热部分经历比电极的较冷部分大得多的电流密度。这种不均匀的电流分布可能导致负电极沿着温度梯度方向的不均匀锂化状态。在某些充电事件期间,即使电极的较冷部分处于低得多的锂化状态,电极的较热部分也可能变得完全充满。在这种情形下,由于缺乏可用的反应位点和电流分布中固有的不均匀性,在该操作期间的任何额外电流可能导致在负电极的较热部分上析锂。

[0017] 本发明人已经认识到,在电池单元的较热部分处电极的较高利用率是由于在较热温度下相关的降低的有效电阻产生的。因此,根据本公开的实施例基于操作期间特别是充电事件期间的预期温度梯度,来改变电极和/或隔板的电极厚度、粒度分布和孔隙率分布,以减少或消除这些影响。除了图中所示的代表性实施例之外,其他实施例可以包括不同的策略,以基于所使用的热管理装置的配置、定位和类型来提供在电极的较热区域中具有较高电阻的电极。例如,电极在电极的较热区域可能具有比较冷区域更少的电子传导材料(诸如碳)。在另一个示例中,可以将正温度系数(PTC)材料添加到电极的较热区域,使得在较高温度操作期间较热区域的有效电阻增加。

[0018] 图1是示出了根据一个或多个实施例的阳极具有梯度孔隙率的电池单元的图。混合动力车辆电池组100可包括连接在一起的多个单独的电池单元102,仅示出其中一个。每个电池单元102包括用作阳极104和阴极108的电极,其中隔板106设置在阳极和阴极之间。电池组100可包括热管理装置,诸如冷板110。根据具体的应用和实施方式,可以基于传导或对流冷却单独或组合使用其他类型的热管理或冷却装置。在所示的代表性实施例中,冷板110接触包含阳极104、隔板106和阴极108的电池单元的底部表面120。在其他实施例中,可以提供与电池单元的侧表面和/或顶部表面接触的冷板。在各种实施例中,阳极102、隔板106和阴极108的最近表面可能实际上不接触电池单元表面,并且电池单元表面可能实际上不接触冷板或其他热管理装置。本领域的普通技术人员将认识到,在操作期间电极的较热区域或区将是远离热管理装置的那些区域。在具有空气或液体冷却的应用中,电极的较热区域可以基于流体动力学来识别,诸如可以通过例如相应的模拟或测量而获得。类似地,除了各个电池单元的温度梯度之外,一些电池组设计可以包括跨电池单元组的温度梯度。本领域的普通技术人员将认识到,本公开的教导可以单独地或结合对各个电池单元的应用而应用于电池组内的电池单元组。

[0019] 本发明人已经认识到,在电池单元的较热部分处电极的较高利用率是由于在较热的温度下降低的有效电阻产生的。因此,各种实施例沿着温度梯度方向改变材料或组分性质,诸如电极厚度、粒度、孔隙率等,以补偿热管理装置在电极的特定位置或电池组内的电池单元的特定位置处降低的冷却效率。因此,根据本公开的实施例减少或消除经受温度梯度的电池单元或电极的析锂。

[0020] 如图1的实施例中所示,电池单元102包括用于阳极104的电极设计,其包括在负电极或阳极104的预期处于较低温度的部分中较高的孔隙率130,以及在阳极104的预期处于较高温度的部分中较低的孔隙率140。这导致阳极104的较靠近冷板110的较冷部分的有效

电阻降低,使得其更接近阳极的较热部分的有效电阻。如图1所示,阳极104的孔隙率(材料性质)随着距热管理装置或冷板110的距离的变化而变化,较靠近冷板110具有高孔隙率或较多孔,而较远离冷板110具有较低孔隙率或较少孔。换句话说,电极104具有基于距热管理装置的距离的孔隙率梯度。

[0021] 如上所述,梯度的方向或形状可取决于热管理或冷却装置相对于电极的位置。一些应用可以包括相对于电池单元或一组电池单元的多个表面配置或定位的热管理装置。例如,在侧冷式热管理设计中,电池单元中心的电极将经历比电池单元侧面更热的温度。在这些布置中,电极的内部部分将具有比电池单元的外部部分更低的孔隙率(即,较少孔)。类似地,在电池单元的顶部和底部具有热管理装置的应用将包括从顶部朝向中心和从底部朝向中心变化的材料性质梯度。使用孔隙率作为代表性材料性质,孔隙率将从底部的较高孔隙率向电极中心的较低孔隙率降低,然后从电极中心的较低孔隙率向电极顶部处的较高孔隙率增加。

[0022] 梯度材料组分或性质可以以大体连续的方式线性或非线性地增加或减小。替代地,该性质可以逐步方式增加或减小,其中第一区域具有第一性质、组分或特性,而相邻区域具有增加的性质、组分或特性等。例如,使用孔隙率作为代表性材料性质,第一区域可以具有第一孔隙率,而相邻区域具有第二孔隙率等。

[0023] 尽管参考混合动力车辆电池组进行了描述,但是本领域的普通技术人员将认识到,一个或多个实施例可以应用于各种电池应用和电池类型,并且不限于锂离子电池或混合动力车辆电池组。

[0024] 图2是示出了根据一个或多个实施例的阳极具有梯度粒度的电池单元的图。混合动力车辆电池组200可包括连接在一起的多个单独的电池单元202,仅示出其中一个。每个电池单元202包括用作阳极204和阴极208的电极,其中隔板206设置在阳极和阴极之间。电池组200可包括热管理装置,诸如冷板210。如前所述,可以基于传导或对流冷却单独或组合使用其他类型的热管理或冷却装置。在所示的代表性实施例中,冷板210接触包含阳极204、隔板206和阴极208的电池单元220的底部表面。在其他实施例中,例如,可以提供与电池单元或电池单元组的侧表面和/或顶部表面接触的冷板。

[0025] 如图2的实施例中所示,电池单元202包括用于阳极204的电极设计,其包括在负电极或阳极204的预期处于较低温度(较靠近冷板210)的部分中的较小粒子230,以及在阳极204的预期处于较高温度(较远离冷板210)的部分中的较大粒子240。这导致阳极204的较靠近冷板210的较冷部分的有效电阻降低,使得其更接近阳极204的较热部分的有效电阻。如图2所示,阳极204内的粒子的粒度(材料性质)随着距热管理装置或冷板210的距离的变化而变化,其中较小的粒子较靠近冷板210而较大的粒子较远离冷板210。换句话说,电极204具有基于距热管理装置的距离的粒度梯度。粒度梯度可以根据特定的热管理装置和放置而变化,如先前关于图1中的孔隙率所述。

[0026] 图3是示出了根据一个或多个实施例的阳极具有梯度粒子负荷或密度的电池单元的图。混合动力车辆电池组300可包括连接在一起的多个单独的电池单元302,仅示出其中一个。每个电池单元302包括用作阳极304和阴极308的电极,其中隔板306设置在阳极和阴极之间。电池组300可包括热管理装置,诸如冷板310。如前所述,可以基于传导或对流冷却单独或组合使用其他类型的热管理或冷却装置。在所示的代表性实施例中,冷板310接触包

含阳极304、隔板306和阴极308的一个或多个电池单元的底部表面320。在其他实施例中，可以提供与一个或多个电池单元或电池单元组的侧表面和/或顶部表面接触的冷板。

[0027] 如图3的实施例中所示，电池单元302包括用于阳极304的电极设计，其包括在负电极或阳极304的预期处于较低温度（较靠近冷板310）的部分中的较小粒子负荷或较低粒子密度330，以及在阳极204的预期处于较高温（较远离冷板310）的部分中的较高粒子负荷或密度340。这导致阳极304的较靠近冷板310的较冷部分的有效电阻降低，使得其更接近阳极304的较热部分的有效电阻。如图3所示，阳极304内的粒子密度或负荷密度（材料性质）随着距热管理装置或冷板310的距离的变化而变化，较靠近冷板310具有较低的密度或较低的负荷，而较远离冷板310具有较高的密度或较高的负荷。换句话说，电极304具有基于距热管理装置的距离的粒子密度或负荷梯度。粒子密度或负荷梯度可以根据特定的热管理装置和放置而变化，如先前关于图1中的孔隙率所述。这导致电极的较热部分的有效利用率降低，以更好地匹配电极较冷部分的利用率。

[0028] 图4A和图4B示出了根据一个或多个实施例的阳极/阴极隔板具有梯度孔隙率的电池单元。图4B是电解质隔板的放大图，以更好地示出梯度孔隙率。混合动力车辆电池组400可包括连接在一起的多个单独的电池单元402，仅示出其中一个。每个电池单元402包括用作阳极404和阴极408的电极，其中电解质隔板406设置在阳极和阴极之间。电池组400可包括热管理装置，诸如冷板410。如前所述，可以基于传导或对流冷却单独或组合使用其他类型的热管理或冷却装置。在所示的代表性实施例中，冷板410接触包含阳极404、电解质隔板406和阴极408的一个或多个电池单元的底部表面420。在其他实施例中，可以提供与一个或多个电池单元或电池单元组的侧表面和/或顶部表面接触的冷板。

[0029] 如图4A和图4B的实施例中所示，电池单元402包括电解质隔板406，其包括在电解质隔板406的预期处于较低温度（较靠近冷板410）的部分中的较高孔隙率或较多孔的区域430，以及在电解质隔板406的预期处于较高温（较远离冷板410）的部分中的较低孔隙率或较少孔的区域440。如图4A和图4B所示，电解质隔板的孔隙率（材料性质或特性）随着距热管理装置或冷板410的距离的变化而变化，其中较靠近冷板410孔隙率较高，而较远离冷板410孔隙率较低。换句话说，电解质隔板406具有基于距热管理装置的距离的孔隙率梯度。孔隙率梯度可以根据特定的热管理装置和放置而变化，如先前关于图1中的孔隙率所述。所示的隔板孔隙率梯度降低电极较冷部分中的有效电阻，以匹配电池的较热部分。

[0030] 图5A和图5B示出了在充电（诸如插上插头充电）期间或在再生制动期间温度梯度对现有技术电池单元中的电池单元锂化的影响。基于假设的石墨-NMC（锂镍锰钴氧化物）电池单元的模拟充电生成了图表500，其中电极尺寸在下表中指定并且大体在图5B中示出。

[0031]

	正电极	负电极	电解质隔板
材料	NMC333	石墨	PP/PE
厚度 (μm)	10	12	22
孔隙率	28%	33%	41%
集电装置	10μm Al	16μm Cu	

[0032] 假设这些电池单元通过放置在电池单元底部的冷板而冷却。电池单元以1.5C的速率充电。在整个充电操作期间，电池单元经受从电池单元的顶部到底部恒定7°C的温度梯

度,其中底部较冷,平均电池单元温度为25℃。如图5A中的曲线图500所示,线510表明较靠近电池单元较热端附近的隔板的负电极粒子以比位于较冷端的粒子(如线520所表示)更高的速率锂化。如果充电继续进行,则线510将比线520更早地达到100%的锂化状态,从而增加在电极的较热端处析锂的可能性。取决于各种电极特性和充电参数,诸如厚度、孔隙率、充电速率、温度梯度和平均温度,线510与线520之间的差异可以增加。另外,与均匀利用的电极相比,电极的不均匀利用导致更多的容量损失。由于负电极上的电流分布不均匀,在充电期间析锂的可能性要高得多。这可能会对电池单元的寿命产生不利影响。因此,根据本公开的各种实施例提供材料性质或特性的梯度,以提供电极的更均匀利用,从而减少或消除局部锂化和析锂。

[0033] 图6示出了根据一个或多个实施例的隔板具有梯度孔隙率的电池单元相对于具有常规隔板的基线电池单元的锂化变化的减少。曲线图600示出了用于比较在1C充电期间具有温度梯度(从顶部到底部7℃)的电池单元的负电极中不同位置的锂化状态的模拟。线610和线620表示基线或常规电池单元,其中电解质隔板从顶部到底部具有均匀的孔隙率(41%孔隙度)。线610表示电池单元的较靠近冷板的部分,而线620表示电池单元的较远离冷板的部分。如图所示,温度梯度导致电池单元的较热部分(如线620所表示)相对于电池单元的较冷部分(如线610所表示)中存在更多的锂化。如前所述,电极的不均匀利用可能导致在某些充电条件下顶部部分的析锂。

[0034] 线630和线640通过针对电极隔板具有孔隙率梯度的电池单元(诸如参考图4A和图4B所描述和示出的)的充电模拟而生成。线630表示较靠近冷板或其他热管理装置的较冷区域,而线640表示较远离冷板或其他热管理装置的较热区域。隔板的顶部具有31%的多孔孔隙率,而隔板的底部具有51%的多孔孔隙率,使得平均孔隙率为41%,类似于基线情况下的孔隙率。如曲线图600所示,线630和线640对应于具有梯度孔隙率隔板的电池单元,在相同温度梯度和平均孔隙率的情况下,该电池单元相对于没有梯度孔隙率隔板的电池单元(如由线610和线620所表示)从顶部到底部具有更均匀的锂化状态分布。

[0035] 如本领域的普通技术人员将认识到的,如本文所示和所述的各种实施例可包括与补偿温度梯度的电池单元设计相关联的一个或多个优点,诸如有助于具有更多电池单元和更大容量的更大电池,同时减少或消除与锂化和析锂相关联的不利性能。阳极和/或隔板的至少一个性质特性诸如粒度、粒子负荷或分布、或孔隙率随着距热管理装置的距离而变化的电池单元降低或消除了温度梯度在电池单元内的预期影响。

[0036] 虽然上文描述了代表性实施例,但并不意味着这些实施例描述了要求保护的主题的所有可能形式。在说明书中所使用的词语为描述性而非限制性词语,并且应当理解,可在不脱离本公开的精神和范围的情况下做出各种改变。另外,各种实施实施例的特征可以组合以形成可能未明确描述或示出的另外实施例。尽管各种实施例可能已被描述为在一个或多个期望的特性方面提供优于其他实施例或现有技术实施方式的优点或相比其他实施例或现有技术实施方式是优选的,但本领域的普通技术人员意识到,一个或多个特征或特性可被折衷以实现期望的整体系统属性,所述期望的整体系统属性取决于具体的应用和实施方式。这些属性包括但不限于成本、强度、耐久性、寿命周期成本、可销售性、外观、包装、尺寸、维护保养方便性、重量、可制造性、装配容易性等。被描述为在一个或多个特性方面不如其他实施例或现有技术实施方式的实施例不一定在本公开的范围之外,并且可被期望用

于特定的应用。

[0037] 根据本发明,提供一种混合动力车辆电池组,其具有冷板和多个电池单元,每个电池单元包括:设置在阳极与阴极之间的隔板,该隔板、阳极和阴极各自具有与冷板接触的第一表面,其中阳极和隔板中的至少一者被配置有材料性质梯度,使得材料性质基于距冷板的距离而变化。

[0038] 根据一个实施例,材料性质包括孔隙率。

[0039] 根据一个实施例,孔隙率随着距冷板的距离增加而从较高值到较低值变化。

[0040] 根据一个实施例,隔板具有随着距冷板的距离增加而从较高值到较低值变化的孔隙率。

[0041] 根据一个实施例,材料性质包括粒度。

[0042] 根据一个实施例,粒度随着距冷板的距离增加而增加。

[0043] 根据一个实施例,材料性质包括粒子负荷。

[0044] 根据一个实施例,粒子负荷随着距冷板的距离增加而增加。

[0045] 根据一个实施例,材料性质包括隔板的孔隙率,随着距冷板的距离增加,该孔隙率从较多孔到较少孔变化。

[0046] 根据一个实施例,材料性质包括电阻。

[0047] 根据本发明,提供一种电池,其具有:热管理装置;和各自具有阳极、隔板和阴极的多个电池单元,其至少一个表面与热管理装置接触,其中阳极和隔板中的至少一者包括具有相对于距热管理装置的距离而变化的材料性质的材料。

[0048] 根据一个实施例,热管理装置包括冷板。

[0049] 根据一个实施例,材料性质包括阳极的孔隙率。

[0050] 根据一个实施例,材料性质包括阳极材料组分的粒度。

[0051] 根据一个实施例,材料性质包括阳极材料组分的粒子密度。

[0052] 根据一个实施例,材料性质包括隔板的孔隙率。

[0053] 根据一个实施例,材料性质包括孔隙率,并且孔隙率随着距热管理装置的距离增加而从较多孔到较少孔变化。

[0054] 根据本发明,提供一种锂离子电池组,其具有:热管理装置;以及与热管理装置接触的多个电池单元,所述电池单元中的至少一个包括具有变化的孔隙率、粒度或粒子负荷中的至少一者的阳极或隔板,其中变化的孔隙率、粒度或粒子负荷基于距热管理装置的距离而变化。

[0055] 根据一个实施例,材料性质包括孔隙率,并且其中孔隙率随着距热管理装置的距离增加而从较多孔到较少孔变化。

[0056] 根据一个实施例,材料性质包括粒度,并且其中粒度随着距热管理装置的距离增加而从较小的粒度到较大的粒度变化。

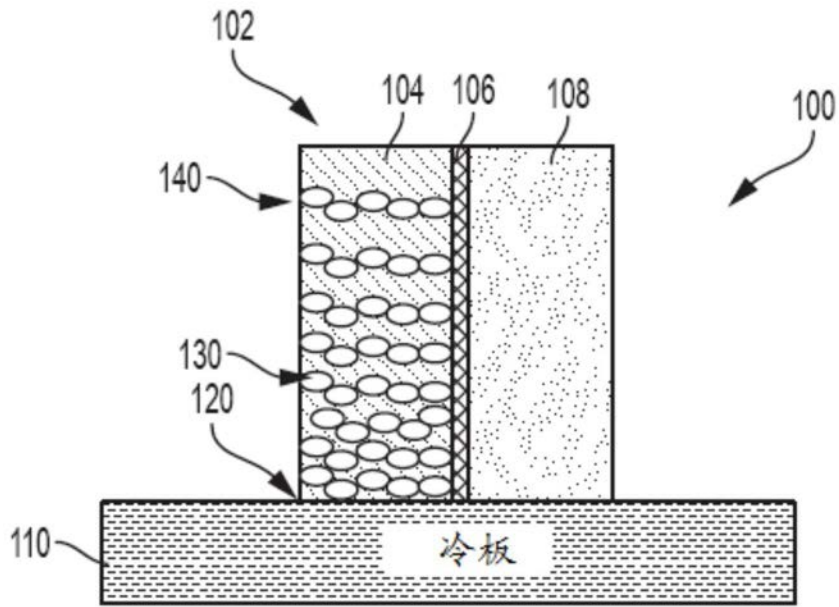


图1

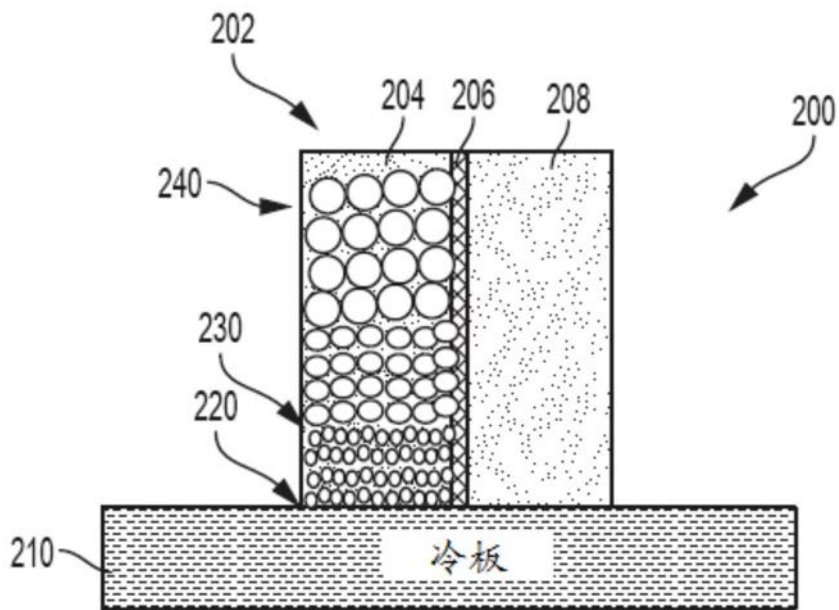


图2

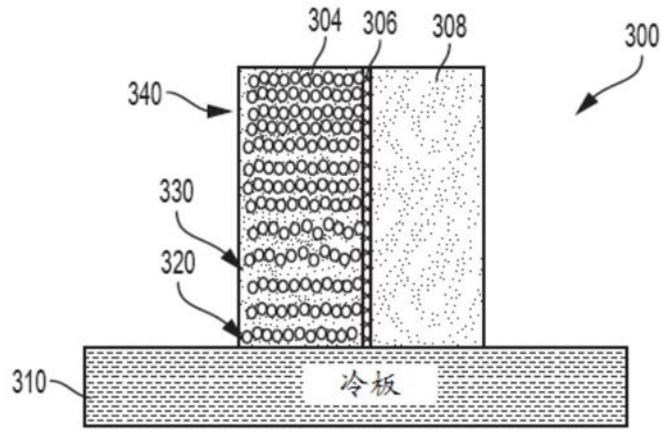


图3

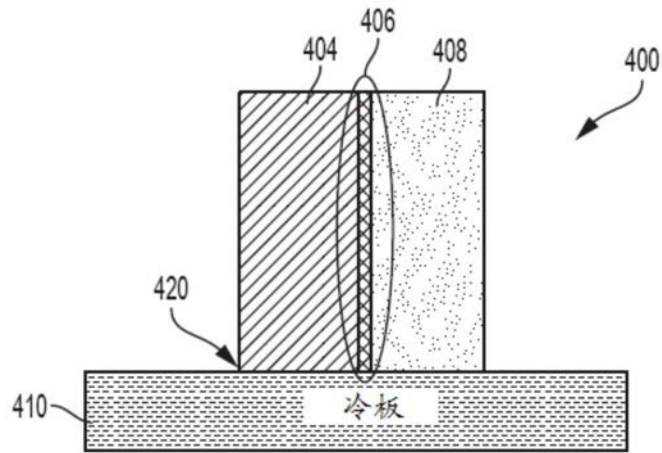


图4A

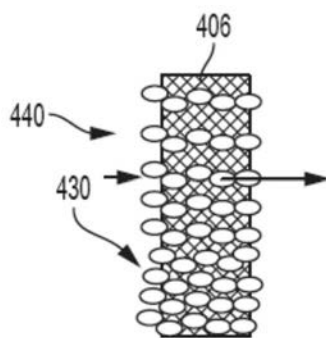


图4B

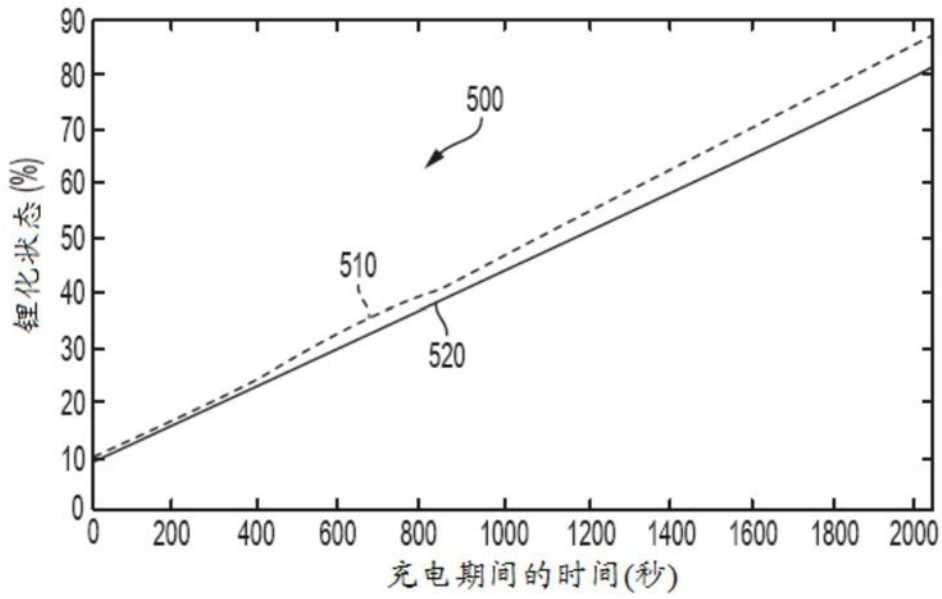


图5A

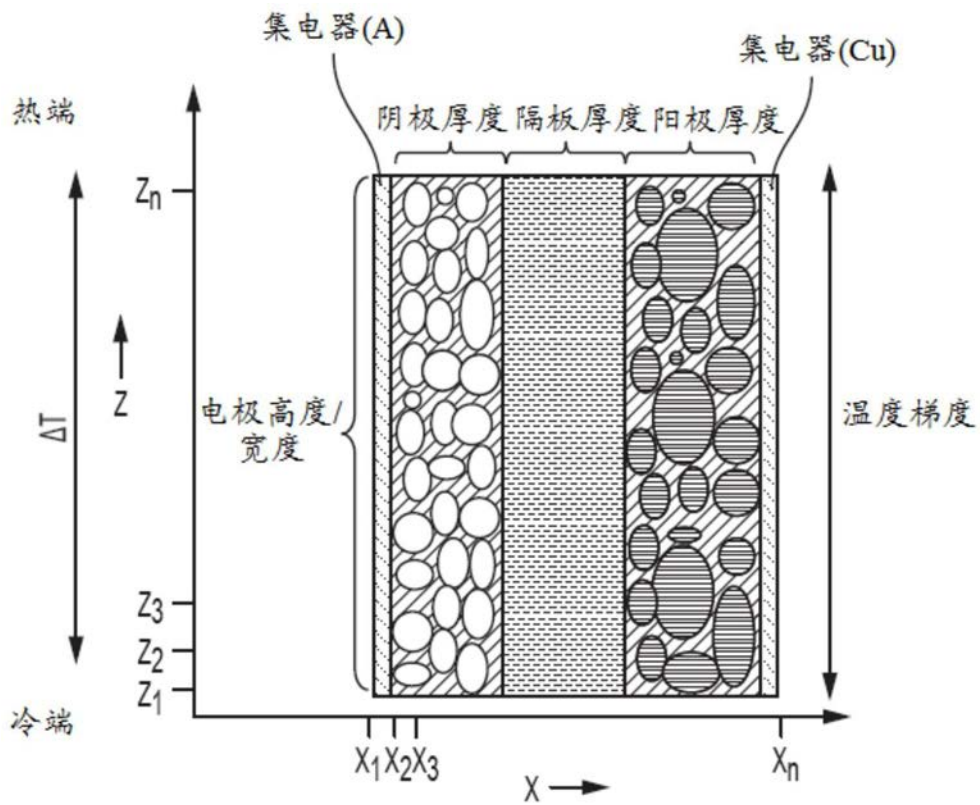


图5B

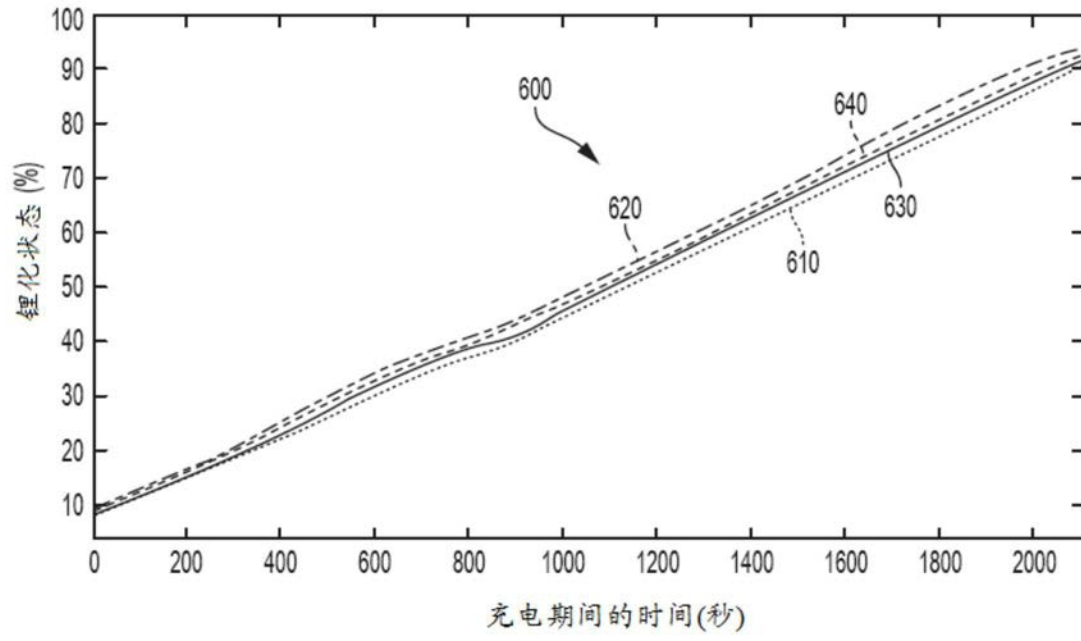


图6