

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 3 月 23 日 (23.03.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/039902 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01M 10/615 (2014.01) **H01M 4/66** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/119436
- (22) 国际申请日: 2021 年 9 月 18 日 (18.09.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 宁德新能源科技有限公司 (NINGDE AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。
- (72) 发明人: 魏红梅 (WEI, Hongmei); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。
胡乔舒 (HU, Qiaoshu); 中国福建省宁德市蕉城区

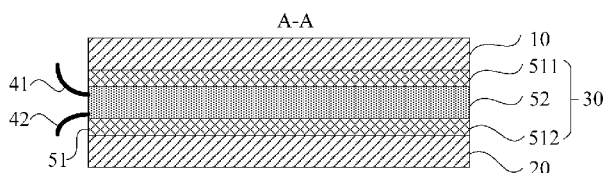
漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。 张益博 (ZHANG, Yibo); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路1号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 北京柏杉松知识产权代理事务所 (普通合伙) (PATENTSINO IP FIRM); 中国北京市朝阳区小营北路53号院中源科技大厦3号楼4层, Beijing 100101 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: ELECTROCHEMICAL APPARATUS AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 发明名称: 一种电化学装置和电子装置



(57) Abstract: The present application provides an electrochemical apparatus and an electronic apparatus. The electrochemical apparatus comprises a pole, the pole comprises a current collector, and the current collector comprises a first current collector layer, an intermediate layer, a second current collector layer, a first conductive terminal and a second conductive terminal, wherein the intermediate layer is located between the first current collector layer and the second current collector layer; the first conductive terminal and the second conductive terminal form an electrical connection with the intermediate layer; there is a resistor R between the first conductive terminal and the second conductive terminal; and when the temperature is lower than a set value, the resistor R may be activated. Once the first conductive terminal and the second conductive terminal are turned on, a current is introduced, and the intermediate layer heats the electrochemical apparatus, so that the electrochemical apparatus may achieve rapid self-heating under low-temperature conditions, which improves the kinetics of an electrochemical system, reduces polarization, effectively reduces the energy density loss of the electrochemical apparatus, and ameliorates the phenomenon of lithium plating at a negative electrode, thereby improving the performance of the electrochemical apparatus at low temperatures, such as the charging performance, cycle performance, etc.

(57) 摘要: 本申请提供了一种电化学装置和电子装置, 电化学装置包括极片, 极片包括集流体, 集流体包括第一集流体层、中间层、第二集流体层、第一导电端子和第二导电端子, 其中, 中间层位于第一集流体层和第二集流体层之间, 第一导电端子和第二导电端子与中间层形成电连接, 第一导电端子与第二导电端子间具备电阻R, 当温度低于设定值时, 可激活电阻R。第一导电端子和第二导电端子导通后通入电流, 中间层对电化学装置进行加热, 从而使电化学装置能够在低温条件下实现快速的自加热, 提升电化学体系动力学, 降低极化, 有效减少电化学装置的能量密度损失, 并改善负极析锂的现象, 进而改善电化学装置在低温下的性能, 例如充电性能、循环性能等。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种电化学装置和电子装置

技术领域

本申请涉及电化学领域，特别是涉及一种电化学装置和电子装置。

背景技术

锂离子电池由于具有高能量密度、长循环寿命及无记忆效应等优点而被广泛应用于穿戴设备、智能手机、无人机、电动汽车及大型储能等设备等领域，已成为当今世界最具发展潜力的新型绿色化学电源，但也对锂离子电池的性能提出更高的要求。

在温度较低（例如低于 10°C ）的环境中，锂离子电池的动力学性能变差，充电时易导致负极出现析锂，同时，正极活性材料和负极活性材料的活性降低，导致锂离子电池的容量发挥受限、能量密度降低，从而导致锂离子电池的性能降低。在相关技术中，通常采用外部加热方式对锂离子电池进行加热以改善锂离子电池在低温下的性能，但加热过程升温速率慢，锂离子电池整体温差较大，对正极活性材料和负极活性材料影响较大，也会影响锂离子电池的循环、安全等性能；采用内置加热片也是一种常用的加热方式，但加热片的内置降低了锂离子电池的能量密度，其加热的不均匀性也使得锂离子电池存在一定的安全可靠风险。

发明内容

本申请的目的在于提供一种电化学装置和电子装置，以提高电化学装置在低温下的性能。

本申请的第一方面提供了一种电化学装置，电化学装置包括极片，极片包括集流体，集流体包括第一集流体层、中间层、第二集流体层、第一导电端子和第二导电端子，其中，中间层位于第一集流体层和第二集流体层之间，第一导电端子和第二导电端子与中间层形成电连接，第一导电端子与第二导电端子间具有阻值为 R 的电阻，当温度低于设定值时，可激活电阻。具体地，将上述极片应用于电化学装置中，当电化学装置的温度低于设定值时（例如低于 10°C ），第一导电端子和第二导电端子导通后通入电流，电阻被激活，中间层对电化学装置进行加热；当电化学装置的温度达到加热目标温度（例如高于 35°C ）时，第一导电端子和第二导电端子断开，电阻处于未激活状态，中间层停止对电化学装置加热。从而使电化学装置能够在低温条件下实现快速的自加热，提升电化学体系动力学，降低极化，有效减少电化学装置的能量密度损失，并改善负极析锂的现象，进而改善电化学装置

在低温下的性能，例如充电性能、循环性能等。此外，将可激活的电阻设置于集流体的中间层，在不增加其他组件、不损失电化学装置的能量密度的同时，能够实现对电化学装置更为均匀高效的加热，进一步改善电化学装置在快速充电环境下的安全性能。在本申请中，对电化学装置的温度监控方式，以及控制第一导电端子和第二导电端子导通和断开的方式不做具体限定，只要能够实现本申请的目的即可，可以采用本领域已知的方式，例如，可以采用温度传感器监控电化学装置的温度，通过开关控制第一导电端子和第二导电端子导通和断开。

本申请对第一端子和第二端子的材质、结构、尺寸均没有特别限制，只要能够形成闭合通路，实现本申请目的即可。

在本申请的一些实施方案中，电化学装置还包括正积极耳和负积极耳，正积极耳和负积极耳之间具有阻值为 R' 的内阻，第一导电端子与第二导电端子间的电阻 R 的取值满足 $5 \leq R/R' \leq 1000$ 。不限于任何理论，本申请的发明人发现，通过将集流体的电阻调控在上述范围内，有利于提高电化学装置的电化学性能。不限于任何理论，本申请的发明人发现，当第一导电端子与第二导电端子之间电阻 R 的阻值过小时，在第一导电端子和第二导电端子导通加热时，中间层对电化学装置的加热速率慢，导致电化学装置整体的温差较大，不能有效改善电化学装置在低温下的性能。当第一导电端子和第二导电端子之间电阻 R 的阻值过大时，影响电流的通过，也会使得中间层对电化学装置的加热速率慢。将第一导电端子与第二导电端子之间电阻 R 的阻值调控在上述范围内，有利于将中间层对电化学装置的加热速率控制在合适的范围内，从而有效改善电化学装置在低温下的性能。

在本申请的一些实施方案中，第一导电端子与第二导电端子之间的电阻 R 的取值为 $200\text{m}\Omega$ 至 $1500\text{m}\Omega$ 。例如，第一导电端子与第二导电端子之间的电阻 R 的取值可以为 $200\text{m}\Omega$ 、 $400\text{m}\Omega$ 、 $500\text{m}\Omega$ 、 $600\text{m}\Omega$ 、 $800\text{m}\Omega$ 、 $1000\text{m}\Omega$ 、 $1200\text{m}\Omega$ 、 $1400\text{m}\Omega$ 、 $1500\text{m}\Omega$ 或为其间的任意范围。

在本申请的一些实施方案中，集流体的中间层包括导电部和绝缘部，导电部与第一集流体层的至少一部分形成电绝缘，导电部与第二集流体层的至少一部分形成电绝缘。当导电部与第一集流体层形成电绝缘，并且导电部与第二集流体层之间形成电绝缘时，第一集流体层和第二集流体层在电化学装置的内电路中呈电绝缘状态；当导电部与第一集流体层的至少一部分形成电绝缘，并且导电部与第二集流体层的形成电绝缘时，导电部还与第一集流体层的至少一部分形成电连接，第一集流体层和第二集流体层在电化学装置的内电路

中呈电绝缘状态；当导电部与第一集流体层的至少一部分形成电绝缘，并且导电部与第二集流体层的至少一部分形成电绝缘时，导电部还与第一集流体层的至少一部分形成电连接，并且导电部与第二集流体层的至少一部分形成电连接，即第一集流体层和第二集流体层之间能够通过导电部实现电连接。其中，当导电部还与第一集流体层的至少一部分形成电连接，并且导电部与第二集流体层的至少一部分形成电连接时，第一集流体与第二集流体的极性不能相反。当电化学装置的温度低于设定值时（例如低于 10°C ），第一导电端子和第二导电端子导通后，导电部通入电流，对电化学装置进行加热，其加热均匀性好。本申请对温度的设定值没有特别限制，可以是领域内人员根据实际需要设定。

在本申请的一些实施方案中，集流体满足以下条件（i）至（iii）中的其中一者：（i）导电部与第一集流体层形成电绝缘，并且导电部与第二集流体层形成电绝缘，第一导电端子和第二导电端子连接于导电部，第一集流体层和第二集流体层极性相同或相反；（ii）导电部与第一集流体层形成电连接，并且导电部与第二集流体层形成电绝缘，第一导电端子连接于第一集流体层，第二导电端子连接于导电部，第一集流体层和第二集流体层极性相同或相反；（iii）导电部与第一集流体层和第二集流体层形成电连接，第一导电端子连接于导电部或第一集流体层，第二导电端子连接于导电部或第二集流体层，第一集流体层和第二集流体层极性相同。

在本申请的一些实施方案中，绝缘部包括第一绝缘层和第二绝缘层，导电部位于第一绝缘层和第二绝缘层之间，第一集流体层设置在第一绝缘层远离导电部的表面上，第二集流体层设置在第二绝缘层远离导电部的表面上，从而实现导电部与第一集流体层和第二集流体层之间的电绝缘，也即第一集流体层和第二集流体层之间电绝缘，第一导电端子和第二导电端子连接于导电部。当电化学装置的温度低于设定值时（例如低于 10°C ），第一导电端子和第二导电端子导通后，导电部通入电流，对电化学装置进行加热，其加热均匀性较好。其中，第一集流体层和第二集流体层可以同时为正极集流体层或者负极集流体层，也可以是第一集流体层和第二集流体层中的一个为正极集流体层另一个为负极集流体层。第一绝缘层和第二绝缘层的厚度可以相同或者不相同，优选地，第一绝缘层和第二绝缘层的厚度相同。本申请对导电部在集流体厚度方向的投影面中分布的区域的大小没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如导电部的分布区域的面积小于或等于第一集流体层或第二集流体层的面积，当导电部的分布区域的面积小于第一集流体层或第二集流体层的面积时，导电部在集流体中的分布区域可以根据实际情况进行选择。

在本申请的一些实施方案中，绝缘部将导电部包裹，从而实现导电部与第一集流体层

和第二集流体层之间的电绝缘。第一导电端子和第二导电端子连接于导电部，并从绝缘部伸出。当电化学装置的温度低于设定值时（例如低于 10°C ），第一导电端子和第二导电端子导通后，导电部通入电流，对电化学装置进行加热。其中，第一集流体层和第二集流体层可以同时为正极集流体层或者负极集流体层，也可以是第一集流体层和第二集流体层中的一个为正极集流体层，另一个为负极集流体层。沿中间层厚度方向，导电部两侧的绝缘部厚度相同或者不相同，优选地，导电部两侧的绝缘部厚度相同。

在本申请的一些实施方案中，导电部与第一集流体层之间存在电连接区域，从而实现导电部与第一集流体层之间的电连接，第一集流体层和第二集流体层之间电绝缘。第一导电端子连接于导电部或第一集流体层，第二导电端子连接于导电部，第一集流体层和第二集流体层极性相同或相反。优选地，第一导电端子连接于第一集流体层，第二导电端子连接于导电部。可以理解的是，也可以是导电部与第二集流体层之间存在电连接区域，从而实现导电部与第二集流体层之间的电连接，第一集流体层和第二集流体层之间电绝缘。第一导电端子连接于导电部或第二集流体层，第二导电端子连接于导电部，第一集流体层和第二集流体层极性相同或相反。优选地，第一导电端子连接于第二集流体层，第二导电端子连接于导电部。当电化学装置的温度低于设定值时（例如低于 10°C ），第一导电端子和第二导电端子导通后，导电部通入电流，对电化学装置进行加热，其加热均匀性较好。其中，第一集流体层和第二集流体层可以同时为正极集流体层或者负极集流体层，也可以是第一集流体层和第二集流体层中的一个为正极集流体层另一个为负极集流体层。

在本申请的一些实施方案中，导电部与第一集流体层、导电部与第二集流体层之间存在电连接区域，从而实现导电部与第一集流体层和第二集流体层之间的电连接，也即第一集流体层和第二集流体层之间能够通过导电部实现电连接。第一导电端子连接于导电部或第一集流体层，第二导电端子连接于导电部或第二集流体层。优选地，第一导电端子连接于第一集流体层，第二导电端子连接于第二集流体层。当电化学装置的温度低于设定值时（例如低于 10°C ），第一导电端子和第二导电端子导通后通入电流，导电部对电化学装置进行加热，其加热均匀性较好。此外，在电化学装置充放电过程中有利于充分发挥第一集流体层和第二集流体层的作用，从而提高电化学装置的电化学性能。本申请对导电部与第一集流体层和第二集流体层之间的电连接区域形成的方式没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如，将第一集流体和第二集流体层与导电部进行局部焊接连接，焊接连接区域为电连接区域。本申请对电连接区域的面积大小没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可。

在本申请的一些实施方案中，导电部可以包括多个导电区域，每个导电区域上均连接有第一导电端子和第二导电端子，导电区域的设置可以满足不同区域的不同加热需求，每个导电区域的面积大小可以相同或不相同，可以根据实际情况进行选择和设计。

在本申请的一些实施方案中，集流体包括通孔，通孔贯穿第一集流体层、第二集流体层和中间层。通孔的设置能够形成连通第一集流体层和第二集流体层两侧的离子通路，以改善极片的离子传导能力，进而提升电化学装置的电化学性能。

在本申请的一些实施方案中，集流体满足以下条件 (iv) 至 (v) 中的其中一者：(iv) 通孔中填充有导电物质，第一集流体层和第二集流体层的极性相同；(v) 通孔中填充有电性绝缘的离子导体，第一集流体层和第二集流体层的极性不同，第一集流体层和第二集流体层之间呈电性绝缘状态。

示例性地，当通孔中的填充物质为导电物质，通过通孔中的导电物质能够实现第一集流体层和第二集流体层之间的电连接，这样，在第一导电端子和第二导电端子导通后，导电部通入电流，对电化学装置进行加热，有利于加热过程中热量的传递。此外，在电化学装置充放电过程中有利于充分发挥第一集流体层和第二集流体层的作用，从而提高电化学装置的电化学性能。其中，第一集流体层和第二集流体层可以同时为正极集流体层或者负极集流体层。通孔中的导电物质与导电部之间电绝缘，也即通孔设置在沿中间层厚度方向只有绝缘部的区域，通孔并未贯穿导电部，避免影响导电部对电化学装置的正常工作。

在本申请中，对导电物质没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可。例如，导电物质可以包括但不限于无机导电材料和/或导电高分子材料。无机导电材料可以包括但不限于碳系导电材料和/或金属氧化物，优选地，碳系导电材料可以包括但不限于炭黑、石墨、石墨烯、碳纤维、单壁碳纳米管或多壁纳米管中的至少一种，金属氧化物可以包括但不限于掺铝氧化锌、掺钙铬酸镧、二氧化锡、掺氟二氧化锡、掺铋二氧化锡、掺氟二氧化锡、氧化铟锡、掺银氧化铟锡、掺银合金氧化铟锡等中的至少一种。导电高分子材料可以包括但不限于聚乙炔、聚吡咯、聚噻吩、聚对苯、聚本乙炔、聚苯胺及其掺杂导电高分子材料中的至少一种。掺杂剂可以包括但不限于氯、碘、溴、氯化碘、溴化碘、氟化碘、五氟化磷、氢氟酸、盐酸、硝酸、硫酸、高氯酸、五氟化钼、五氟化钨、四氯化钛、四氯化锆、氯化铁、四碘化锡中的至少一种。

示例性地，当通孔中的填充有电性绝缘的离子导体，使得第一集流体层和第二集流体层之间电绝缘，并能够形成连通第一集流体层和第二集流体层两侧的离子通路，以改善极

片的离子传导能力,进而提升电化学装置的电化学性能。其中,第一集流体层和第二集流体层中的一个为正极集流体层另一个为负极集流体层,可以是第一集流体层为正极集流体层,第二集流体层为负极集流体层;也可以是第一集流体层为负极集流体层,第二集流体层为正极集流体层。

在本申请中,对电性绝缘的离子导体的材料没有特别限制,只要能够实现本申请的目的即可。例如,电性绝缘的离子导体可以为固态电解质材料或者为无机材料与粘结剂的混合物。

本申请对固态电解质材料没有特别限制,只要能够实现本申请的目的即可,例如,可以包括但不限于聚偏氟乙烯-六氟丙烯(PVDF-HFP)、聚偏氟乙烯(PVDF)、聚丙烯腈(PAN)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚苯醚(PPO)、聚碳酸亚丙酯(PPC)、聚环氧乙烷(PEO)及其衍生物中的至少一种。

本申请对无机材料没有特别限制,只要能够实现本申请的目的即可,例如,可以包括但不限于 HfO_2 、 SrTiO_3 、 SnO_2 、 CeO_2 、 MgO 、 NiO 、 CaO 、 BaO 、 ZnO 、 ZrO_2 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、勃姆石,氢氧化镁、氢氧化铝、磷酸锂(Li_3PO_4)、锂钛磷酸盐($\text{Li}_{x1}\text{Ti}_{y1}(\text{PO}_4)_3$, 其中 $0 < x1 < 2$ 且 $0 < y1 < 3$)、锂铝钛磷酸盐($\text{Li}_{x2}\text{Al}_{y2}\text{Ti}_{z2}(\text{PO}_4)_3$, 其中 $0 < x2 < 2$, $0 < y2 < 1$, 且 $0 < z2 < 3$)、 $\text{Li}_{1+x3+y3}(\text{Al,Ga})_{x3}(\text{Ti,Ge})_{2-x3}\text{Si}_{y3}\text{P}_{3-y3}\text{O}_{12}$, 其中 $0 \leq x3 \leq 1$ 且 $0 \leq y3 \leq 1$ 、锂镧钛酸盐($\text{Li}_{x4}\text{La}_{y4}\text{TiO}_3$, 其中 $0 < x4 < 2$ 且 $0 < y4 < 3$)、锂锆硫代磷酸盐($\text{Li}_{x5}\text{Ge}_{y5}\text{P}_{z5}\text{S}_{w5}$, 其中 $0 < x5 < 4$, $0 < y5 < 1$, $0 < z5 < 1$, 且 $0 < w5 < 5$)、锂氮化物($\text{Li}_{x6}\text{N}_{y6}$, 其中 $0 < x6 < 4$, $0 < y6 < 2$)、 SiS_2 玻璃($\text{Li}_{x7}\text{Si}_{y7}\text{S}_{z7}$, 其中 $0 \leq x7 < 3$, $0 < y7 < 2$, 且 $0 < z7 < 4$)、 P_2S_5 玻璃($\text{Li}_{x8}\text{P}_{y8}\text{S}_{z8}$, 其中 $0 \leq x8 < 3$, $0 < y8 < 3$, 且 $0 < z8 < 7$)、 Li_2O 、 LiF 、 LiOH 、 Li_2CO_3 、 LiAlO_2 、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5-\text{TiO}_2-\text{GeO}_2$ 陶瓷或石榴石陶瓷($\text{Li}_{3+x9}\text{La}_3\text{M}_2\text{O}_{12}$, 其中 $0 \leq x9 \leq 5$, 且 M 为 Te、Nb、或 Zr)中的至少一种。

本申请对粘结剂没有特别限制,只要能够实现本申请的目的即可,例如,可以包括但不限于聚酰胺、聚胺酯、乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)、乙烯-乙烯醇共聚物(EVOH)、丙烯酸酯、海藻酸钠(SA)、聚丙烯酸(PAA)、PVA、羧甲基壳聚糖、明胶、聚偏氟乙烯-六氟丙烯(PVDF-HFP)、聚偏氟乙烯(PVDF)、聚丙烯腈(PAN)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚苯醚(PPO)、聚碳酸亚丙酯(PPC)或聚环氧乙烷(PEO)及其衍生物中的至少一种。

本申请对通孔的形状和分布没有特别限制,只要能够实现本申请的目的即可,例如,通孔的形状可以包括但不限于圆形、椭圆形、三角形、正方形或长方形等中的至少一种,通孔在极片中呈均匀分布或不均匀分布。

本申请对通孔的孔径、密度和面积占比没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可，例如，孔径为 $20\mu\text{m}$ 至 $3000\mu\text{m}$ ，密度为约 $1\text{ 个}/\text{cm}^2$ 至约 $100\text{ 个}/\text{cm}^2$ ，基于中间层的面积，通孔总的面积占比为 0.1% 至 30% 。不限于任何理论，本申请的发明人发现，通孔的孔径、密度或面积占比中的至少一个在上述范围内，既能改善极片的离子传导能力，也不会影响极片的电子传导能力，从而有利于提高电化学装置的性能。相邻通孔之间的距离可以相同或不相同。

在本申请的一些实施方案中，导电部在所述导电部厚度方向投影面上具有图案，和/或导电部的厚度为 $5\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ 。本申请对图案的形式没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可，例如，图案可以是均匀图案也可以是不均匀的图案，图案的形状可以包括但不限于方波形、锯齿形等。

例如，导电部的厚度可以为 $5\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $12\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $18\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 或其间的任意范围。不限于任何理论，本申请的发明人发现，当导电部的厚度过小时（例如小于 $10\mu\text{m}$ ），其力学性能降低，影响极片的结构稳定性。当导电部的厚度过大时（例如大于 $25\mu\text{m}$ ），导致极片的厚度过大，从而影响电化学装置的能量密度。将导电部的厚度调控在上述范围内，在保证中间层具有良好的加热性能的前提下，有利于提高电化学装置的能量密度。

本申请对绝缘部的材料没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可，例如可以包括但不限于聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚醚醚酮、聚酰亚胺、聚酰胺、聚乙二醇、聚酰胺酰亚胺、聚碳酸酯、环状聚烯烃、聚苯硫醚、聚乙酸乙烯酯、聚四氟乙烯，聚亚甲基萘、聚偏二氟乙烯，聚萘二甲酸亚乙酯、聚碳酸亚丙酯、聚(偏二氟乙烯-六氟丙烯)、聚(偏二氟乙烯-共-三氟氯乙烯)、有机硅、维尼纶、聚丙烯、聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚醚腈、聚氨酯、聚苯醚、聚酯、聚砒及其衍生物中的至少一种。

在本申请的一些实施方案中，极片为正极极片、负极极片或复合极片。在本申请中，复合极片是指第一集流体层和第二集流体层中的一个为正极集流体层，另一个为负极集流体层的极片。示例性地，可以是第一集流体层为正极集流体层，第二集流体层为负极集流体层；也可以是第一集流体层为负极集流体层，第二集流体层为正极集流体层。

本申请对第一集流体层、第二集流体层、导电部的材料没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可。例如第一集流体层、第二集流体层、导电部的材料可以各自独立第包括

但不限于 Ni、Ti、Cu、Ag、Au、Pt、Fe、Co、Cr、W、Mo、Al、Mg、K、Na、Ca、Sr、Ba、Si、Ge、Sb、Pb、In、Zn 及其合金中的至少一种。在本申请中，对第一集流体层和第二集流体层的厚度没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如厚度各自独立地为 $1\mu\text{m}$ 至 $8\mu\text{m}$ 。

在本申请中，对中间层的制备方法没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可。例如，以“中间层包括第一导电部和绝缘层，第一导电部包括第一导电层和第二导电层，绝缘层位于第一导电层和第二导电层之间”的中间层为例，其制备方法可以包括但不限于以下步骤：采用溅射法、真空沉积法、离子电镀法或激光脉冲沉积法等方法在绝缘层的两个表面分别设置第一导电层和第二导电层；或者通过热融合法将绝缘层与第一导电层和第二导电层进行复合得到中间层。以“绝缘部包括第一绝缘层和第二绝缘层，导电部位于第一绝缘层和第二绝缘层之间，第一集流体层设置在第一绝缘层远离导电部的表面上，第二集流体层设置在第二绝缘层远离导电部的表面上”的中间层为例，其制备方法可以包括但不限于以下步骤：采用涂覆法在导电部的两个表面上分别设置第一绝缘层和第二绝缘层，烘干处理后得到中间层。

在本申请中，对含有通孔的中间层的制备方法没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可。例如，可以包括但不限于以下步骤：采用激光打孔的方法在中间层上打孔，然后采用刮涂的方法，将含有导电物质或电性绝缘的离子导体的浆料填充到通孔内，然后烘干、清洗后得到含有通孔的中间层。

在本申请中，对导电部在其厚度方向投影面上的图案的设置方法没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如，激光切割法。

在本申请中，对极片的制备方法没有特别限制，只要能够实现本申请的目的即可，例如，可以包括但不限于以下步骤：通过溅射法、真空沉积法、离子电镀法、激光脉冲沉积法等方法在中间层的两个表面分别设置第一集流体层和第二集流体层。

在本申请中，第一集流体层和第二集流体层远离中间层的表面还可以设置活性材料层，当第一集流体层和第二集流体层为正极集流体层时，活性材料层中包括正极活性材料，当第一集流体层和第二集流体层为负极集流体层时，活性材料层中包括负极活性材料。

本申请对正极活性材料没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括锂和过渡金属元素的复合氧化物中的至少一种。本申请对上述过渡金属元素没有特别限制，

只要能实现本申请的目的即可，例如可以包括镍、锰、钴或铁中的至少一种。具体的，正极活性材料可以包括镍钴锰酸锂（811、622、523、111）、镍钴铝酸锂、磷酸铁锂、富锂锰基材料、钴酸锂、锰酸锂、磷酸锰铁锂或钛酸锂中的至少一种。

本申请对负极活性材料没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可，例如可以包括但不限于天然石墨、人造石墨、中间相微碳球、硬碳、软碳、硅、硅-碳复合物、Li-Sn 合金、Li-Sn-O 合金、Sn、SnO、SnO₂、尖晶石结构的锂化 TiO₂-Li₄Ti₅O₁₂、Li-Al 合金中的至少一种。

在本申请中，活性材料层中还可以包括导电剂，本申请对导电剂没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括但不限于导电炭黑（Super P）、碳纳米管（CNTs）、碳纤维、鳞片石墨、科琴黑、石墨烯、金属材料或导电聚合物中的至少一种。上述碳纳米管可以包括但不限于单壁碳纳米管和/或多壁碳纳米管。上述碳纤维可以包括但不限于气相生长碳纤维（VGCF）和/或纳米碳纤维。上述金属材料可以包括但不限于金属粉和/或金属纤维，具体地，金属可以包括但不限于铜、镍、铝或银中的至少一种。上述导电聚合物可以包括但不限于聚亚苯基衍生物、聚苯胺、聚噻吩、聚乙炔或聚吡咯中的至少一种。

在本申请中，活性材料层中还可以包括活性材料层粘结剂，本申请对活性材料层粘结剂没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括但不限于聚丙烯酸、聚丙烯酸钠、聚丙烯酸钾、聚丙烯酸锂、聚酰亚胺、聚乙烯醇、羧甲基纤维素、羧甲基纤维素钠、聚酰亚胺、聚酰胺酰亚胺、丁苯橡胶或聚偏氟乙烯中的至少一种。

任选地，极片还可以包括导电层，导电层位于第一集流体层或第二集流体层与活性材料层之间。本申请对导电层的组成没有特别限制，可以是本领域常用的导电层，例如可以包括但不限于上述导电剂和上述活性材料层粘结剂。

本申请的电化学装置还包括隔离膜，本申请对隔离膜没有特别限制，只要能够实现本申请目的即可，例如可以包括但不限于聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚四氟乙烯为主的聚烯烃（PO）类隔膜、聚酯膜（例如聚对苯二甲酸二乙酯（PET）膜）、纤维素膜、聚酰亚胺膜（PI）、聚酰胺膜（PA），氨纶或芳纶膜、织造膜、非织造膜（无纺布）、微孔膜、复合膜、隔膜纸、碾压膜或纺丝膜等中的至少一种。本申请的隔离膜可以具有多孔结构，孔径的尺寸没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可，例如，孔径的尺寸可以为 0.01μm 至 1μm。在本申请中，隔离膜的厚度没有特别限制，只要能实现本申请的目的即可，例如厚度可以为 5μm 至 500μm。

例如，隔离膜可以包括基材层和表面处理层。基材层可以为具有多孔结构的无纺布、膜或复合膜，基材层的材料可以包括但不限于聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚酰亚胺等中的至少一种。任选地，可以使用聚丙烯多孔膜、聚乙烯多孔膜、聚丙烯无纺布、聚乙烯无纺布或聚丙烯-聚乙烯-聚丙烯多孔复合膜。任选地，基材层的至少一个表面上设置有表面处理层，表面处理层可以是聚合物层或无机物层，也可以是混合聚合物与无机物所形成的层。

聚合物层中包含聚合物，聚合物的材料可以包括但不限于聚丙烯、聚酰胺、聚丙烯腈、丙烯酸酯聚合物、聚丙烯酸、聚丙烯酸盐、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯醚、聚偏氟乙烯或聚(偏氟乙烯-六氟丙烯)等中的至少一种。无机物层可以包括但不限于无机颗粒和粘结剂，本申请对无机颗粒没有特别限制，例如，可以包括但不限于陶瓷、氧化铝、氧化硅、氧化镁、氧化钛、二氧化铅、氧化锡、二氧化铈、氧化镍、氧化锌、氧化钙、氧化锆、氧化钪、碳化硅、勃姆石、氢氧化铝、氢氧化镁、氢氧化钙或硫酸钡等中的至少一种。本申请对无机物层中的粘结剂没有特别限制，例如可以包括但不限于聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯的共聚物、聚酰胺、聚丙烯腈、聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚丙烯酸盐、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯醚、聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯或聚六氟丙烯中的至少一种。

本申请的电化学装置还包括电解质，本申请的电解质可以是凝胶电解质、固态电解质和电解液中的一种或多种，电解液包括锂盐和非水溶剂。在本申请一些实施方案中，锂盐可以包括但不限于 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiClO_4 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 LiCH_3SO_3 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ 、 LiSiF_6 、 LiBOB 或二氟硼酸锂中的至少一种，优选为 LiPF_6 。

上述非水溶剂可为碳酸酯化合物、羧酸酯化合物、醚化合物或其它有机溶剂中的至少一种。上述碳酸酯化合物可以包括但不限于链状碳酸酯化合物、环状碳酸酯化合物或氟代碳酸酯化合物中的至少一种。上述链状碳酸酯化合物可以包括但不限于碳酸二甲酯(DMC)、碳酸二乙酯(DEC)、碳酸二丙酯(DPC)、碳酸甲丙酯(MPC)、碳酸乙丙酯(EPC)或碳酸甲乙酯(MEC)中的至少一种。环状碳酸酯化合物可以包括但不限于碳酸乙烯酯(EC)、碳酸亚丙酯(PC)、碳酸亚丁酯(BC)或碳酸乙烯基亚乙酯(VEC)中的至少一种。氟代碳酸酯化合物可以包括但不限于氟代碳酸乙烯酯(FEC)、碳酸 1,2-二氟亚乙酯、碳酸 1,1-二氟亚乙酯、碳酸 1,1,2-三氟亚乙酯、碳酸 1,1,2,2-四氟亚乙酯、碳酸 1-氟-2-甲基亚乙酯、碳酸 1-氟-1-甲基亚乙酯、碳酸 1,2-二氟-1-甲基亚乙酯、碳酸 1,1,2-三氟-2-甲基亚乙酯或碳酸三氟甲基亚乙酯中的至少一种。上述羧酸酯化合物可以包括但不限于甲酸甲酯、乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸正丙酯、乙酸叔丁酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、 γ -丁内酯、

癸内酯、戊内酯、甲瓦龙酸内酯或己内酯中的至少一种。上述醚化合物可以包括但不限于二丁醚、四甘醇二甲醚、二甘醇二甲醚、1,2-二甲氧基乙烷、1,2-二乙氧基乙烷、乙氧基甲氧基乙烷、2-甲基四氢呋喃或四氢呋喃中的至少一种。上述其它有机溶剂可以包括但不限于二甲亚砜、1,2-二氧戊环、环丁砜、甲基环丁砜、1,3-二甲基-2-咪唑烷酮、N-甲基-2-吡咯烷酮、甲酰胺、二甲基甲酰胺、乙腈、磷酸三甲酯、磷酸三乙酯、磷酸三辛酯或磷酸酯中的至少一种。

本申请的电化学装置没有特别限制，其可以包括发生电化学反应的任何装置。在一些实施例中，电化学装置可以包括但不限于：锂金属二次电池、锂离子二次电池（锂离子电池）、锂聚合物二次电池或锂离子聚合物二次电池等。

电化学装置的制备过程为本领域技术人员所熟知的，本申请没有特别的限制，例如，可以包括但不限于以下步骤：将正极极片、隔膜和负极极片按顺序堆叠，并根据需要将其卷绕、折叠等操作得到卷绕结构的电极组件，将电极组件放入包装壳内，将电解液注入包装壳并封口，得到电化学装置；或者，将正极极片、隔膜和负极极片按顺序堆叠，然后用胶带将整个叠片结构的四个角固定好得到叠片结构的电极组件，将电极组件置入包装壳内，将电解液注入包装壳并封口，得到电化学装置。此外，也可以根据需要将防过电流元件、导板等置于包装壳中，从而防止电化学装置内部的压力上升、过充放电。其中，上述包装壳的材料可以是前述任一实施方案中的包装材料。

本申请的第二方面提供了一种电子装置，包含本申请任一实施方案中所述的电化学装置。本申请提供的电化学装置在低温下具有良好的性能，从而本申请提供的电子装置在低温下同样具有良好的低温性能。

本申请的电子装置没有特别限制，其可以是用于现有技术中已知的任何电子装置。在一些实施例中，电子装置可以包括但不限于：笔记本电脑、笔输入型计算机、移动电脑、电子书播放器、便携式电话、便携式传真机、便携式复印机、便携式打印机、头戴式立体声耳机、录像机、液晶电视、手提式清洁器、便携 CD 机、迷你光盘、收发机、电子记事本、计算器、存储卡、便携式录音机、收音机、备用电源、电机、汽车、摩托车、助力自行车、自行车、照明器具、玩具、游戏机、钟表、电动工具、闪光灯、照相机和家庭用大型蓄电池等。

本申请提供了一种电化学装置和电子装置，电化学装置包括极片，极片包括集流体，集流体包括第一集流体层、中间层、第二集流体层、第一导电端子和第二导电端子，其中，

中间层位于第一集流体层和第二集流体层之间，第一导电端子和第二导电端子与中间层形成电连接。将上述极片应用于电化学装置中，当电化学装置的温度低于设定值时（例如低于 10℃），第一导电端子和第二导电端子导通后通入电流，中间层对电化学装置进行加热；当电化学装置的温度达到目标加热温度时（例如高于 35℃）时，第一导电端子和第二导电端子断开，中间层停止对电化学装置加热。从而，电化学装置能够在低温条件下实现自加热，改善负极的析锂现象，同时使正极活性材料和负极活性材料克容量正常发挥，进而改善电化学装置在低温下的性能，例如能量密度、比容量和循环性能等。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例和现有技术的技术方案，下面对实施例和现有技术中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例。

图 1 为本申请一些实施例中的正极极片的集流体的示意图；

图 2 为图 1 中的集流体的 A-A 向剖面示意图；

图 3 为图 1 中的集流体的 B-B 向剖面示意图；

图 4 为本申请一些实施例中的复合极片的集流体沿宽度方向的剖面示意图；

图 5 为本申请一些实施例中的正极极片的集流体沿宽度方向的剖面示意图；

图 6 为本申请一些实施例中的复合极片的集流体沿宽度方向的剖面示意图；

图 7 为本申请一些实施例中的正极极片的集流体的示意图；

图 8 为图 7 中的集流体的 C-C 向剖面示意图；

图 9 为图 7 中的集流体的 D-D 向剖面示意图；

图 10 为本申请一些实施例中的正极极片的集流体的示意图；

图 11 为图 10 中的集流体的 E-E 向剖面示意图；

图 12 为本申请一些实施例中的含有通孔的正极极片的集流体的示意图；

图 13 为图 12 中的集流体的 F-F 向剖面示意图；

图 14 为本申请一些实施例中的含有通孔的复合极片的集流体沿长度方向的剖面示意图。

图；

图 15 为本申请一些实施例中的具有图案的导电部的结构示意图；

图 16 为本申请一些实施例中的具有图案的导电部的结构示意图。

附图标记：10、第一集流体层，20、第二集流体层，31、第一电连接区域，32、第二电连接区域，41、第一导电端子，42、第二导电端子，51、绝缘部，511、第一绝缘层，512、第二绝缘层，52、导电部，60、通孔，70、图案。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案、及优点更加清楚明白，以下参照附图并举实施例，对本申请进一步详细说明。显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

需要说明的是，本申请的具体实施方式中，以锂离子电池作为电化学装置的例子来解释本申请，但是本申请的电化学装置并不仅限于锂离子电池。

图 1 至图 3 示出了本申请一些实施例中的正极集流体 1a，其中，图 1 为正极集流体 1 沿厚度方向观察的示意图，图 2 为正极集流体 1 沿宽度方向的剖面示意图，图 3 为正极集流体沿长度方向的剖面示意图。绝缘部 51 包括第一绝缘层 511 和第二绝缘层 512，导电部 52 位于第一绝缘层 511 和第二绝缘层 512 之间，第一集流体层 10 设置在第一绝缘层 511 远离导电部 52 的表面上，第二集流体层 20 设置在第二绝缘层 512 远离导电部 52 的表面上，从而实现导电部 52 与第一集流体层 10 和第二集流体层 20 之间的电绝缘。其中，第一集流体层 10 和第二集流体层 20 均为正极集流体层。本申请一些实施例中，参考图 4，与图 2 所示结构相似，不同之处在于：第一集流体层 10 为正极集流体层，第二集流体层 20 为负极集流体层。当第一导电端子 41 和第二导电端子 42 导通后通入电流，导电部 52 对电化学装置进行加热，其加热均匀性较好。可以理解的是，第一集流体层和第二集流体层也可以均为负极集流体层，或者，第一集流体层为负极集流体层，第二集流体层为正极集流体层。

图 5 示出了本申请一些实施例中的正极集流体沿宽度方向的剖面示意图，绝缘部 51 将导电部 52 包裹，从而实现导电部 52 与第一集流体层 10 和第二集流体层 20 之间的电绝缘。第一导电端子 41 和第二导电端子 42 连接于导电部 52，并从绝缘部 51 伸出。第一导

电端子 41 和第二导电端子 42 导通后通入电流，导电部 52 对电化学装置进行加热。其中，第一集流体层 10 和第二集流体层 20 均为正极集流体层。也可以如图 6 所示，第一集流体层 10 为正极集流体层，第二集流体层 20 为负极集流体层。可以理解的是，第一集流体层和第二集流体层也可以均为负极集流体层，或者，第一集流体层为负极集流体层，第二集流体层为正极集流体层。

图 7 至图 9 示出了本申请一些实施例中的正极集流体 1b，图 7 为正极集流体 1 沿厚度方向观察的示意图，图 8 和图 9 为正极集流体 1 沿宽度方向不同区域的剖面示意图。导电部 52 与第一集流体层 10 之间存在第一电连接区域 31、导电部 52 与第二集流体层 20 之间存在第二电连接区域 32，从而实现导电部 52 与第一集流体层 10 和第二集流体层 20 之间的电连接，也即第一集流体层 10 和第二集流体层 20 之间能够实现电连接。第一导电端子 41 连接于第一集流体层 10，第二导电端子 42 连接于第二集流体层 20。这样，在第一导电端子 41 和第二导电端子 42 导通后通入电流，导电部 52 对电化学装置进行加热，其加热均匀性较好。此外，在电化学装置充放电过程中有利于充分发挥第一集流体层 10 和第二集流体层 20 的作用，从而提高电化学装置的电化学性能。其中，第一集流体层 10 和第二集流体层 20 均为正极集流体层。可以理解的是，第一导电端子可以连接于第一集流体层，第二导电端子连接于导电部；或者，第一导电端子连接于导电部，第二导电端子连接于第二集流体层；再者，第一导电端子和第二导电端子均连接于导电部。第一集流体层和第二集流体层也可以均为负极集流体层。

图 10 和图 11 示出了本申请一些实施例中的正极集流体 1c，其中图 10 为正极集流体 1c 沿厚度方向观察的示意图，图 11 为正极集流体 1c 沿长度方向的剖面示意图。绝缘部 51 将导电部 52 包裹，从而实现导电部 52 与第一集流体层 10 和第二集流体层 20 之间的电绝缘。导电部 52 包括导电子区域 X 和 Y，导电子区域 X 和 Y 均连接有第一导电端子 41 和第二导电端子 42，导电子区域 X 和 Y 的面积大小相同。第一导电端子 41 和第二导电端子 42 导通后通入电流，导电子区域 X 和 Y 均可以对电化学装置进行加热，导电子区域 X 和 Y 的设置可以满足不同区域的不同加热需求。其中，第一集流体层 10 和第二集流体层 20 均为正极集流体层。可以理解的是，导电子区域 X 和 Y 的面积大小也可以不相同，第一集流体层和第二集流体层也可以均为负极集流体层；或者，第一集流体层为正极集流体层，第二集流体层为负极集流体层；再者，第一集流体层为负极集流体层，第二集流体层为正极集流体层。

图 12 和图 13 示出了本申请一些实施例中的正极集流体 1d，其中，图 12 为正极集流

体 1d 沿厚度方向观察的示意图, 图 13 为正极集流体 1d 沿长度方向的剖面示意图。导电部 52 包括导电子区域 Z 和 W, 通孔 60 设置在导电子区域 Z 和 W 之间, 通孔 60 中的填充物质为导电物质, 通过通孔 60 中的导电物质能够实现第一集流体层 10 和第二集流体层 20 之间的电连接, 这样, 在第一导电端子 41 和第二导电端子 42 导通后通入电流, 导电部 52 对电化学装置进行加热, 有利于加热过程中热量的传递。此外, 在电化学装置充放电过程中有利于充分发挥第一集流体层 10 和第二集流体层 20 的作用, 从而提高电化学装置的电化学性能。其中, 第一集流体层 10 和第二集流体层 20 均为正极集流体层。此外, 通孔 60 中的导电物质与导电部 52 之间电绝缘, 通孔 60 设置在沿中间层厚度方向只有绝缘部 51 的区域, 通孔 60 并未贯穿导电部 52, 避免影响导电部 52 对电化学装置的加热效果。可以理解的是, 第一集流体层和第二集流体层也可以均为负极集流体层。

图 14 示出了本申请一些实施例中的含有通孔的复合极片的集流体沿长度方向的剖面示意图, 通孔 60 中的填充有电性绝缘的离子导体, 使得第一集流体层 10 和第二集流体层 20 之间电绝缘, 并能够形成连通第一集流体层 10 和第二集流体层 20 两侧的离子通路, 以改善极片的离子传导能力, 进而提升电化学装置的电化学性能。其中, 第一集流体层 10 为正极集流体层, 第二集流体层 20 为负极集流体层。可以理解的是, 也可以是第一集流体层为负极集流体层, 第二集流体层为正极集流体层, 或者, 第一集流体层和第二集流体层均为正极集流体层, 再者, 第一集流体层和第二集流体层均为负极集流体层。

图 15 和图 16 分别示出了本申请一些实施例中的中间层的导电部, 第一导电部 31 在其厚度方向投影面具有图案 70, 而且, 图 15 中图案与导电部 52 的分布区域的面积小于图 16 中图案与导电部 52 的分布区域的面积。可以理解的是, 该图案的分布区域大小也可以根据实际情况进行选择。

实施例

以下, 举出实施例及对比例来对本申请的实施方式进行更具体地说明。各种的试验及评价按照下述的方法进行。另外, 只要无特别说明, “份”、“%”为质量基准。

测试方法和设备:

加热速率测试:

环境温度为 T_0 , 加热目标温度为 T_1 (锂离子电池表面最低温度达到 T_1)所需时间为 t , 加热速率 = $(T_1 - T_0) / t$ 。

表面温差测试：

锂离子电池表面不同位置（中部、头部（Tab 下方）、尾部）分别贴感温线，检测锂离子电池加热过程不同位置的温度，锂离子电池的表面温差为表面最高温度与最低温度之间的差值。

15℃满充时间测试：

环境温度 15℃，以 1C 恒流充电至 4.45V，再以 4.45V 恒压充电，充电至截止电流为 0.025C，充电时间为该温度下满充时间。

体积能量密度测试：

将锂离子电池在 25℃ 下充电至 4.45V 后，采用 0.2C 放电至 3V，得到锂离子电池放电容量(C)和平均电压平台(U)，再用激光测厚仪测试锂离子电池的长、宽、高，得到锂离子电池的体积（V），其体积能量密度(ED)可通过如下公式计算得到： $ED=C \times U/V$ 。

实施例 1**<中间层的制备>**

将具有图案(图案形状如图 15 所示)的第一导电端子与第二导电端子间阻值为 800mΩ 的 Cu 金属片（导电部）设置于两片 PET 薄膜（绝缘部）之间。第一导电端子和第二导电端子连接在 Cu 金属片（如图 15 所示），并从 PET 薄膜伸出。PET 薄膜热融合后得到中间层。其中，金属片的厚度为 5μm，中间层的厚度为 8μm。

<正极极片的制备>

采用真空沉积法在上述得到的中间层的两个表面上分别制备厚度为 0.5μm 的 Al 镀层，形成第一集流体层和第二集流体层，得到复合正极集流体。将正极活性材料钴酸锂（LiCoO₂）、导电炭黑（Super P）、聚偏二氟乙烯（PVDF）按照重量比 97.5:1.0:1.5 进行混合，加入 N-甲基吡咯烷酮（NMP）作为溶剂，调配成为固含量为 75% 的正极浆料，并搅拌均匀。将浆料均匀涂覆在复合正极集流体的一个表面上，其中正极活性材料的含量为 180g/m²，90℃ 条件下烘干，得到单面涂布正极活性材料的正极极片。在复合正极集流体的另一个表面上重复以上步骤，即得到双面涂布正极活性材料的正极极片。然后经过冷压、裁片、分切后，在 85℃ 的真空条件下干燥 4h，得到规格为 74mm×867mm 的正极极片。其中，正极极片的压实密度为 4.1g/cm³。

<负极极片的制备>

采用真空沉积法在上述得到的中间层的两个表面上分别制备厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 的 Cu 镀层，得到复合负极集流体。将负极活性材料石墨、导电炭黑（Super P）、丁苯橡胶（SBR）按照重量比 96:1.5:2.5 进行混合，加入去离子水（ H_2O ）作为溶剂，调配成为固含量为 70% 的负极浆料，并搅拌均匀。将浆料均匀涂覆在复合负极集流体的一个表面上，其中负极活性材料的含量为 $95\text{g}/\text{m}^2$ ， 110°C 条件下烘干，得到单面涂布负极活性材料的负极极片。在复合负极集流体的另一个表面上重复以上步骤，即得到双面涂布负极活性材料的负极极片。然后经过冷压、裁片、分切后，在 85°C 的真空条件下干燥 4h，得到规格为 $74\text{mm}\times 867\text{mm}$ 的负极极片。其中，负极极片的压实密度为 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 。

<电解液的制备>

在干燥氩气气氛中，将有机溶剂碳酸乙烯酯（EC）、碳酸甲乙酯（EMC）和碳酸二乙酯（DEC）按照质量比 EC:EMC:DEC=30:50:20 进行混合，然后向有机溶剂中加入锂盐六氟磷酸锂（ LiPF_6 ）溶解并混合均匀，其中，锂盐在电解液中的浓度为 $1.15\text{mol}/\text{L}$ 。

<锂离子电池的制备>

选用厚度为 $15\mu\text{m}$ 的聚乙烯（PE）作为隔离膜，将正极极片、隔离膜、负极极片按照顺序叠好，使隔离膜处于正中间的位置，卷绕得到电极组件。将电极组件置于铝塑膜包装袋中，干燥后注入电解液，经过真空封装、静置、化成、脱气、切边等工序得到锂离子电池。其中，化成条件是以 0.02C 恒流充电到 3.3V ，再以 0.1C 恒流充电到 3.6V 。其中，第一导电端子及第二导电端子从包装袋伸出与电源连接。上述电源是指能够提供电流的电源。

实施例 2 至实施例 3 中，除了调整金属片投影面上具有的图案的导电部分布区域的面积使得两个导电端子之间的阻值如表 1 所示以外，其余与实施例 1 相同。

实施例 4 中，除了在<中间层的制备>中，除了将导电层端部分别与第一集流体层及第二集流体层进行焊接，形成如图 7 至图 9 所示结构的集流体以外，其余与实施例 1 相同。

实施例 5 中，除了在<中间层的制备>中，将两个金属片设置于两片薄膜之间，其中每个金属片连接有第一导电端子和第二导电端子，形成如图 10 和图 11 所示结构的集流体以外，其余与实施例 1 相同。

实施例 6 中，除了<复合极片的制备>和<锂离子电池的制备>采用以下步骤，其余与实

施例 1 相同：

<复合极片的制备>

采用真空沉积法在中间层的两个表面上分别制备厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 的 Al 镀层和厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 的 Cu 镀层，然后将正极浆料涂覆在 Al 镀层上，将负极浆料涂覆在 Cu 镀层上， 60°C 条件下烘干得到复合极片。然后经过冷压、裁片、分切后，在 85°C 的真空条件下干燥 4h，得到规格为 $74\text{mm}\times 867\text{mm}$ 的复合极片。其中，负极极片的压实密度为 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 。

<锂离子电池的制备>

选用厚度为 $15\mu\text{m}$ 的聚乙烯 (PE) 作为隔离膜，将复合极片、隔离膜、复合极片按照顺序叠好，使两个复合极片相邻的表面极性相反设置，卷绕得到电极组件。将电极组件置于铝塑膜包装袋中，干燥后注入电解液，经过真空封装、静置、化成、脱气、切边等工序得到锂离子电池。其中，化成条件是以 0.02C 恒流充电到 3.3V ，再以 0.1C 恒流充电到 3.6V 。其中，第一导电端子及第二导电端子从包装袋伸出与电源连接。上述电源是指能够提供电流的电源。

实施例 7 中，除了在正极极片和负极极片上采用激光打孔法设置多个圆形通孔、通孔中填充的导电物质为导电碳粉、通孔的孔径为 $500\mu\text{m}$ 、孔密度为 5 个/ cm^2 、通孔的面积占比为 1% 以外，其余与实施例 1 相同。

实施例 8 中，除了将导电碳粉替换为电性绝缘的离子导体 Al_2O_3 以外，其余与实施例 10 相同。

实施例 9 和实施例 10 中，除了按照表 1 调整金属层的厚度以外，其余与实施例 1 相同。其中，实施例 9 中间层厚度为 $11\mu\text{m}$ ，实施例 10 中间层厚度为 $18\mu\text{m}$ 。

对比例 1 中，除了中间层采用厚度为 $8\mu\text{m}$ 的 PET 薄膜以外，其余与实施例 1 相同。

对比例 2 中，选择厚度为 $5\mu\text{m}$ 的镍片，镍片的投影面上具有图案（图案形状如图 15 所示），与镍片连接的第一导电端子和第二导电端子之间阻值为 $800\text{m}\Omega$ ，采用 PET 薄膜封装镍片。其中，第一导电端子和第二导电端子从 PET 薄膜中伸出，封装后的镍片厚度为 $8\mu\text{m}$ 。在<锂离子电池制备>的步骤中，将正极极片、隔离膜、负极极片按照顺序叠好，使隔离膜处于正中间的位置，将上述镍片置于卷绕起点，卷绕得到电极组件，其余与对比例 1 相同。

实施例 1 至实施例 10、对比例 1 至对比例 2 的制备参数及性能测试如表 1 所示：

表 1

	R (mΩ)	导电部是 否连续	导电部的 厚度 (μm)	加热电流 (A)	加热速率 (°C/min)	表面 温差 (°C)	15°C 满 充时间 (min)	体积能 量密度 (Wh/L)
实施例 1	800	是	5	5.7	30	4	91	690
实施例 2	500	是	5	10	28	6	93	691
实施例 3	1500	是	5	4	26	8	106	692
实施例 4	800	是	5	5.7	29	6	95	690
实施例 5	800	否	5	5.7	29	6	95	690
实施例 6	800	是	5	5.7	30	4	91	690
实施例 7	800	否	5	6.5	26	5	92	691
实施例 8	800	否	5	6.5	26	5	92	692
实施例 9	800	是	8	6.3	29	5	91	687
实施例 10	800	是	15	6.8	27	6	97	682
对比例 1	/	/	/	/	/	/	120	690
对比例 2	800(镍片)	/	5(镍片)	5.7	25	10	91	675

注：“/”表示不存在对应的参数。

参考表 1，从实施例 1 至实施 10、对比例 1 和对比例 2 可以看出，本申请提供的电化学装置可以通过在集流体中导电部的设置，在基本不损失能量密度的同时，实现对电化学装置的均匀加热，从而提升电化学装置整体的加热速率，并显著缩短 15°C 条件下的满充时间，表明本申请提供的电化学装置在低温条件下仍具有良好的充电性能和较高的能量密度。电化学装置 15°C 的满充时间和体积能量密度随着第一导电端子和第二导电端子之间的阻值以及导电部厚度的变化而变化，当第一导电端子和第二导电端子之间的阻值、导电部厚度在本申请的范围内，得到的电化学装置具有良好的充电性能和较高的能量密度。

以上所述仅为本申请的较佳实施例，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请保护的范围之内。

权 利 要 求

- 1、一种电化学装置，其包括极片，所述极片包括集流体，
所述集流体包括第一集流体层、中间层、第二集流体层、第一导电端子和第二导电端子，
其中，所述中间层位于所述第一集流体层和所述第二集流体层之间，
所述第一导电端子和所述第二导电端子与所述中间层形成电连接，所述第一导电端子与所述第二导电端子间具有阻值为 R 的电阻，当电化学装置的温度低于设定值时，可激活所述电阻。
- 2、根据权利要求 1 所述的电化学装置，其中，所述电化学装置还包括正极极耳和负极极耳，所述正极极耳和所述负极极耳之间具有内阻，所述内阻阻值为 R' ， R 的取值满足 $5 \leq R/R' \leq 1000$ 。
- 3、根据权利要求 1 所述的电化学装置，其中， R 的取值为 $200\text{m}\Omega$ 至 $1500\text{m}\Omega$ 。
- 4、根据权利要求 1 所述的电化学装置，其中，所述集流体的中间层包括导电部和绝缘部，所述导电部与所述第一集流体层的至少一部分形成电绝缘，所述导电部与所述第二集流体层的至少一部分形成电绝缘。
- 5、根据权利要求 4 所述的电化学装置，所述集流体满足以下条件 (i) 至 (ii) 中的其中一者：
 - (i) 所述导电部与所述第一集流体层形成电绝缘，并且所述导电部与所述第二集流体层形成电绝缘，所述第一导电端子和所述第二导电端子连接于所述导电部；
 - (ii) 所述导电部与所述第一集流体层形成电连接，并且所述导电部与所述第二集流体层形成电绝缘，所述第一导电端子连接于所述第一集流体层，所述第二导电端子连接于所述导电部；
 - (iii) 所述导电部与所述第一集流体层和所述第二集流体层形成电连接，所述第一导电端子连接于所述导电部或所述第一集流体层，所述第二导电端子连接于所述导电部或所述第二集流体层，所述第一集流体层和所述第二集流体层极性相同。
- 6、根据权利要求 1 所述的电化学装置，其中，所述集流体包括通孔，所述通孔贯穿所述第一集流体层、所述第二集流体层和所述中间层。
- 7、根据权利要求 6 所述的电化学装置，其中，所述集流体满足以下条件 (iv) 至 (v) 中的其中一者：

(iv) 所述通孔中填充有导电物质，所述第一集流体层和所述第二集流体层的极性相同；

(v) 所述通孔中填充有电性绝缘的离子导体，所述第一集流体层和所述第二集流体层的极性不同，所述第一集流体和所述第二集流体之间呈电性绝缘状态。

8、根据权利要求 4 所述的电化学装置，其中，所述导电部在所述集流体厚度方向投影面上具有图案，和/或导电部的厚度为 $5\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ 。

9、根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的电化学装置，其中，所述极片为正极极片、负极极片或复合极片。

10、一种电子装置，其包括权利要求 1 至 9 中任一项所述的电化学装置。

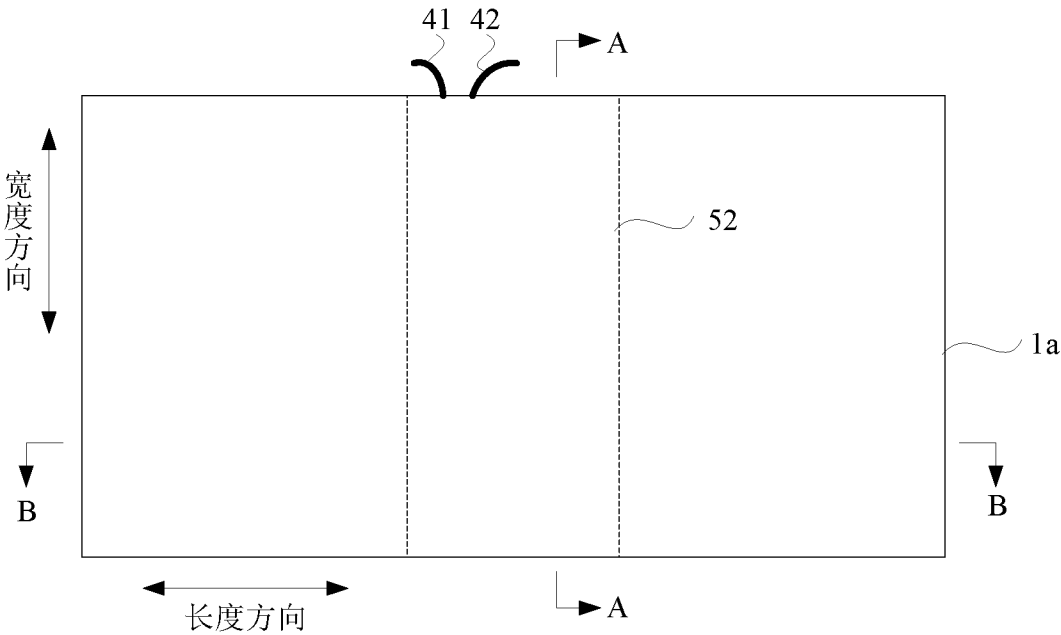


图 1

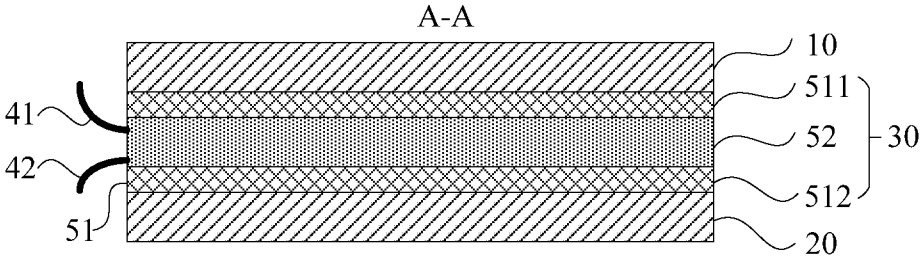


图 2

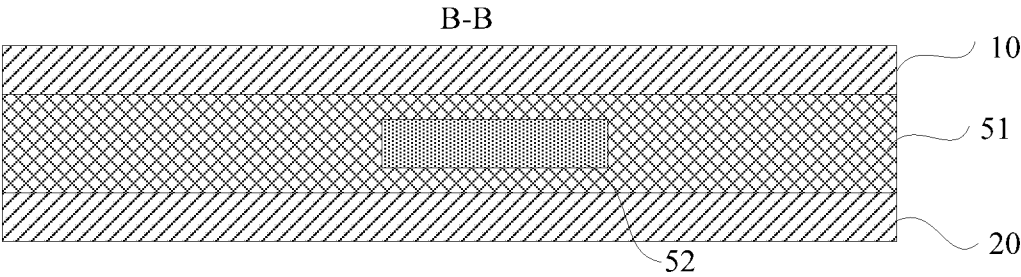


图 3

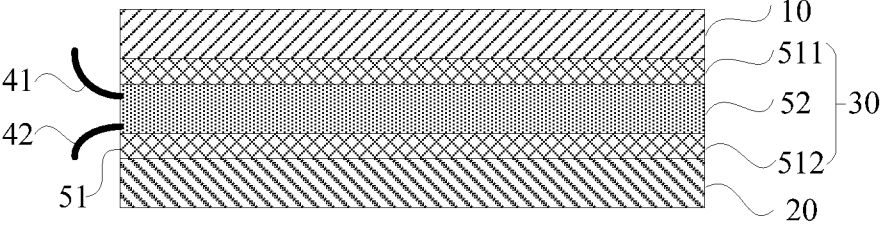


图 4

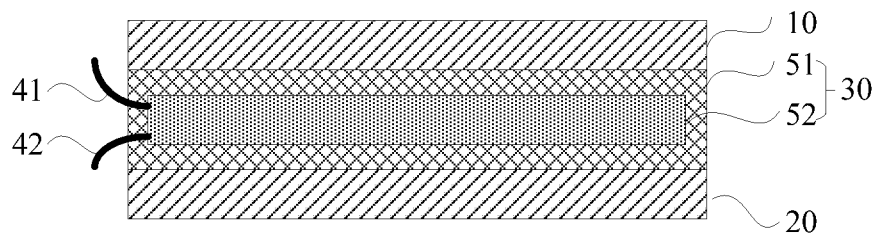


图 5

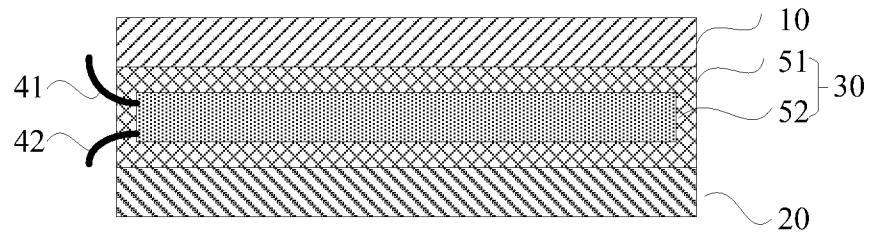


图 6

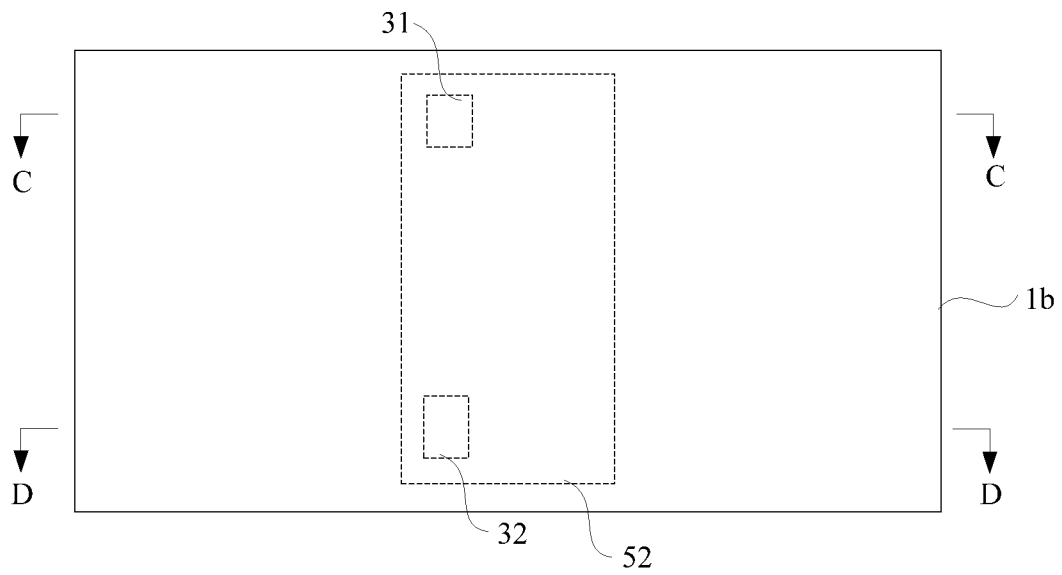


图 7

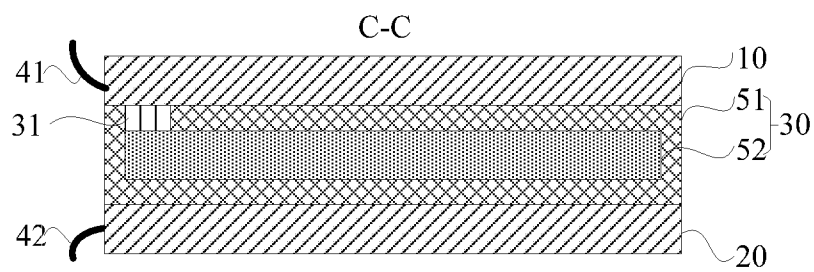


图 8

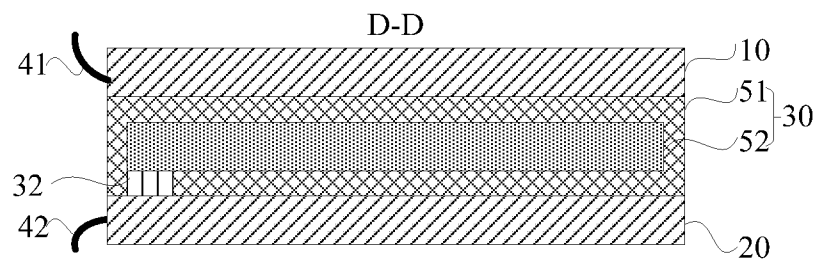


图 9

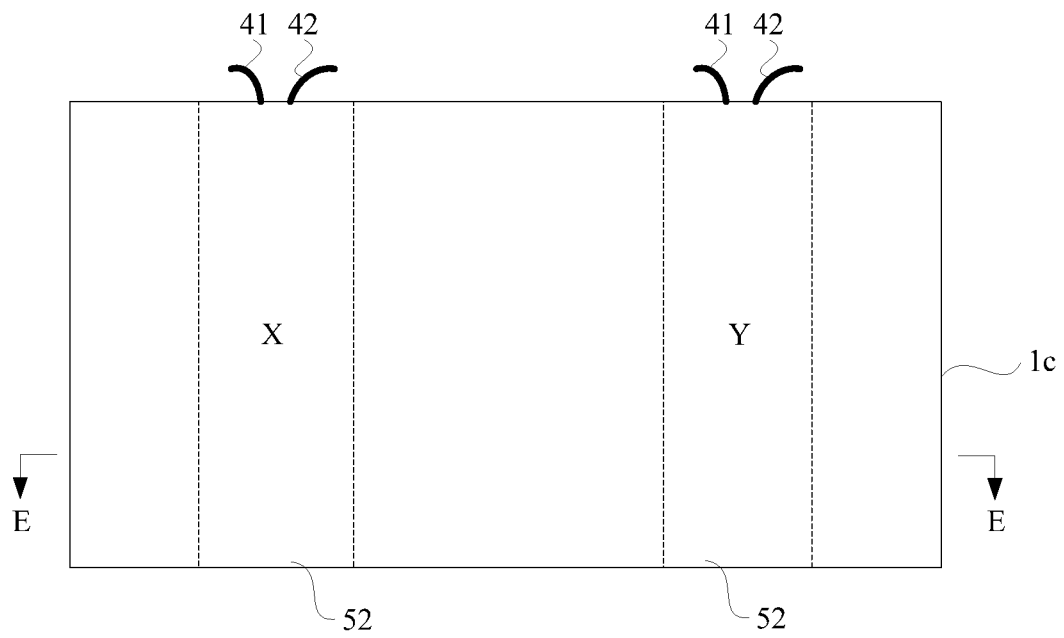


图 10

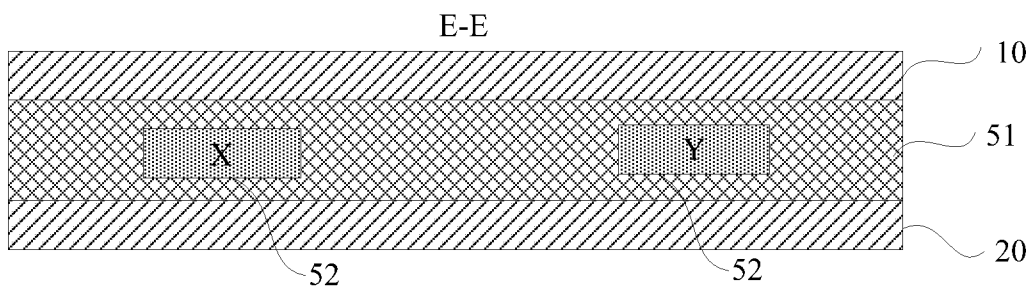


图 11

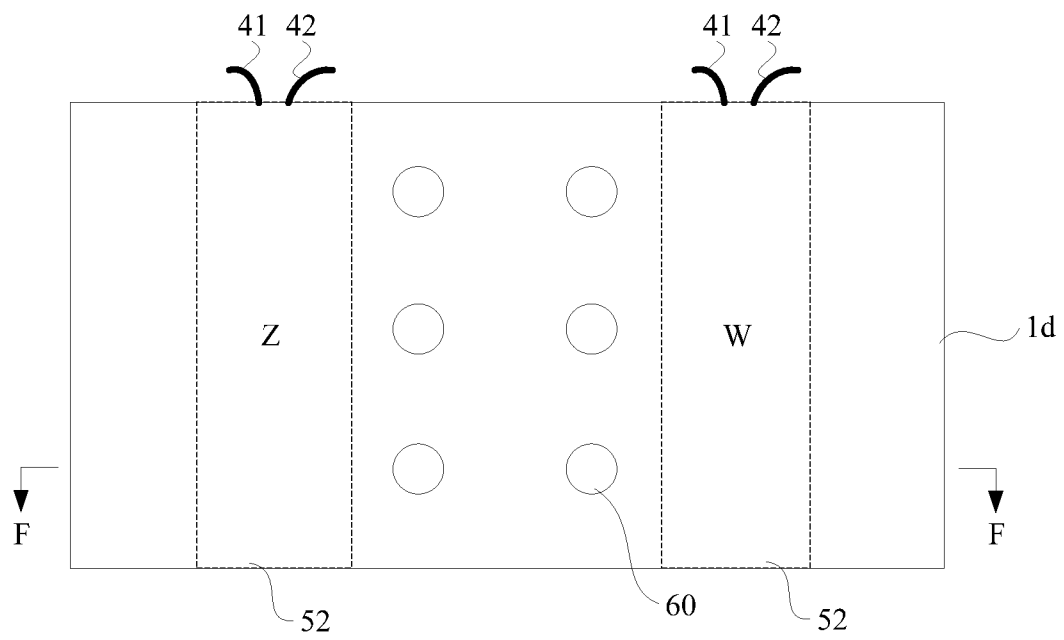


图 12

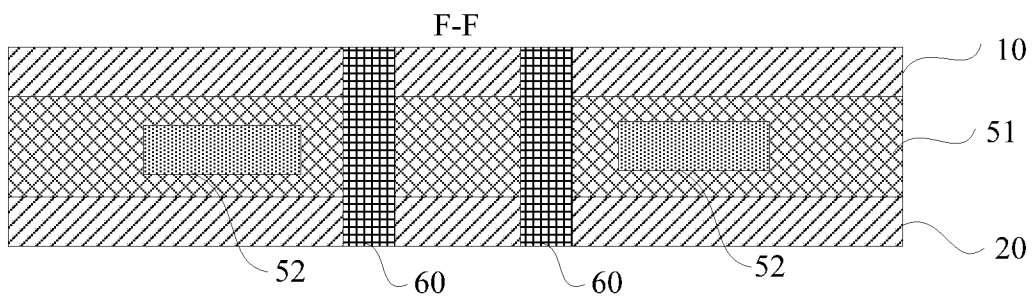


图 13

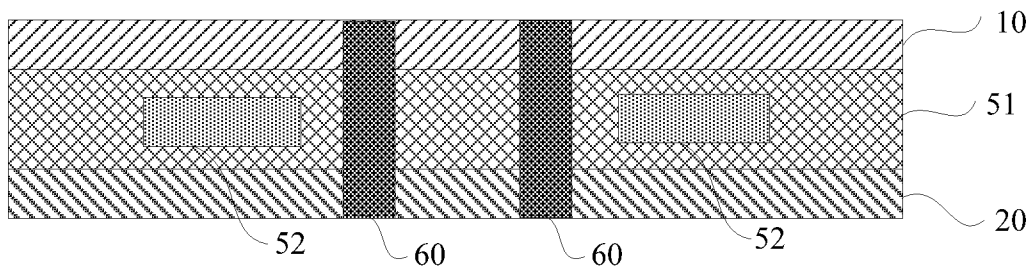


图 14

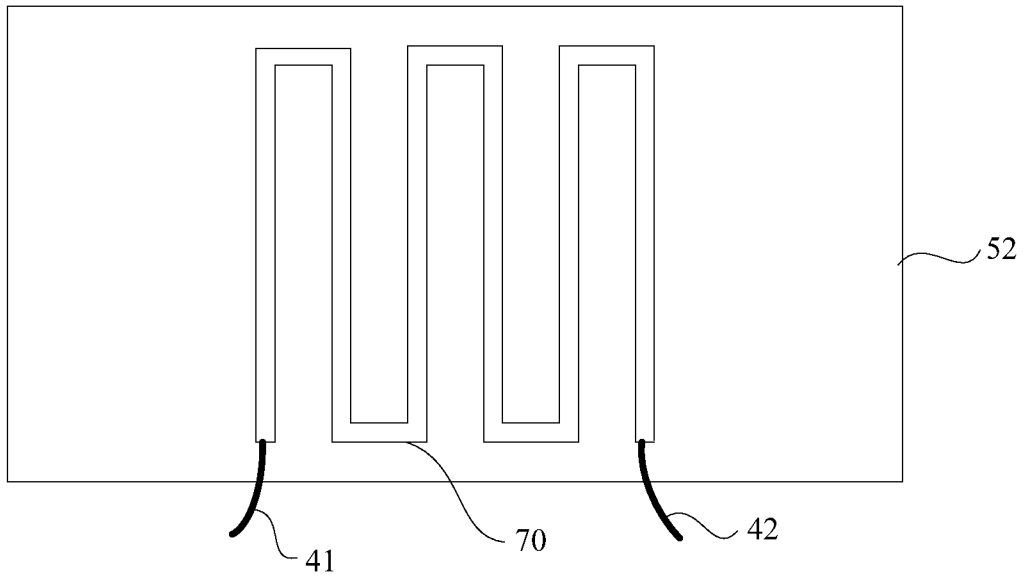


图 15

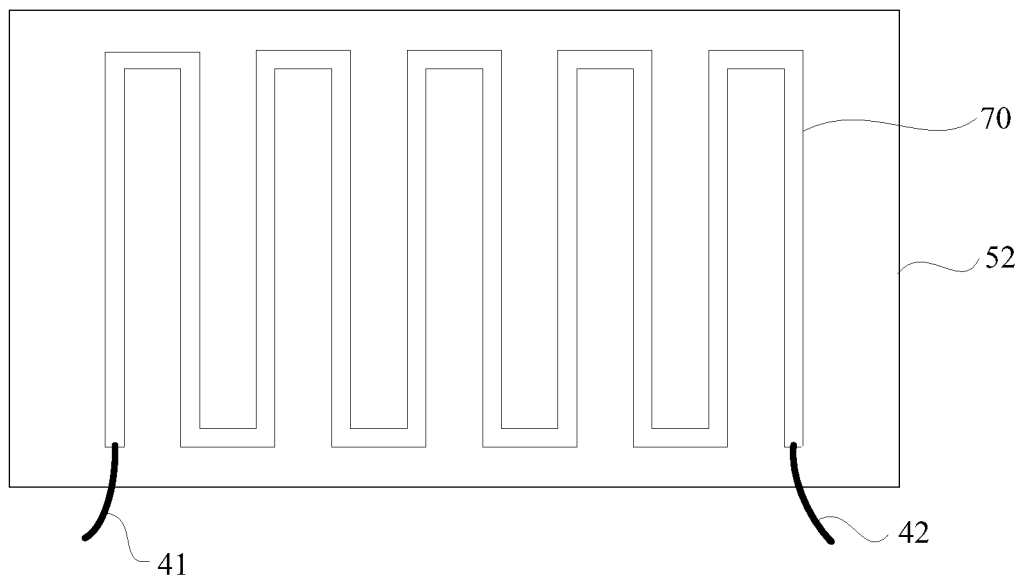


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/119436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01M 10/615(2014.01)i; H01M 4/66(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT, ENTXTC, CNKI, DWPI, ENTXT: 自加热, 内部加热, 电阻, 内阻, 阻抗, 集流, 集电, 铜箔, 铝箔, self-heating, internal heating, resistance, internal, impedance, current collector, copper foil, aluminum foil																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2016012494 A (MITSUBISHI MOTORS CORP.) 21 January 2016 (2016-01-21) description, paragraphs [0007]-[0042], and figures 1-9</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110402519 A (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) 01 November 2019 (2019-11-01) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112599785 A (ZHEJIANG SOLAX POWER NETWORK ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 April 2021 (2021-04-02) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2013186079 A1 (BOSCH GMBH ROBERT et al.) 19 December 2013 (2013-12-19) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 2016012494 A (MITSUBISHI MOTORS CORP.) 21 January 2016 (2016-01-21) description, paragraphs [0007]-[0042], and figures 1-9	1-10	A	CN 110402519 A (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) 01 November 2019 (2019-11-01) entire document	1-10	A	CN 112599785 A (ZHEJIANG SOLAX POWER NETWORK ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 April 2021 (2021-04-02) entire document	1-10	A	WO 2013186079 A1 (BOSCH GMBH ROBERT et al.) 19 December 2013 (2013-12-19) entire document	1-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	JP 2016012494 A (MITSUBISHI MOTORS CORP.) 21 January 2016 (2016-01-21) description, paragraphs [0007]-[0042], and figures 1-9	1-10															
A	CN 110402519 A (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) 01 November 2019 (2019-11-01) entire document	1-10															
A	CN 112599785 A (ZHEJIANG SOLAX POWER NETWORK ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 April 2021 (2021-04-02) entire document	1-10															
A	WO 2013186079 A1 (BOSCH GMBH ROBERT et al.) 19 December 2013 (2013-12-19) entire document	1-10															
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																	
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family																	
Date of the actual completion of the international search 25 May 2022		Date of mailing of the international search report 02 June 2022															
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.															

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/119436

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2016012494	A	21 January 2016	JP	6361322	B2	25 July 2018
CN	110402519	A	01 November 2019	WO	2018174864	A1	27 September 2018
				DE	112017007094	T5	21 November 2019
				US	2020235444	A1	23 July 2020
CN	112599785	A	02 April 2021	CN	112599785	B	18 May 2021
WO	2013186079	A1	19 December 2013	DE	102012210146	A1	19 December 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/119436

A. 主题的分类 H01M 10/615(2014.01)i; H01M 4/66(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H01M 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNTXT, ENTXTC, CNKI, DWPI, ENTXT: 自加热, 内部加热, 电阻, 内阻, 阻抗, 集流, 集电, 铜箔, 铝箔, self-heating, internal heating, resistance, internal, impedance, current collector, copper foil, aluminum foil																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2016012494 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 2016年1月21日 (2016 - 01 - 21) 说明书第[0007]-[0042]段, 图1-9</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110402519 A (通用汽车环球科技运作有限责任公司) 2019年11月1日 (2019 - 11 - 01) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112599785 A (浙江艾罗网络能源技术股份有限公司) 2021年4月2日 (2021 - 04 - 02) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2013186079 A1 (BOSCH GMBH ROBERT等) 2013年12月19日 (2013 - 12 - 19) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	JP 2016012494 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 2016年1月21日 (2016 - 01 - 21) 说明书第[0007]-[0042]段, 图1-9	1-10	A	CN 110402519 A (通用汽车环球科技运作有限责任公司) 2019年11月1日 (2019 - 11 - 01) 全文	1-10	A	CN 112599785 A (浙江艾罗网络能源技术股份有限公司) 2021年4月2日 (2021 - 04 - 02) 全文	1-10	A	WO 2013186079 A1 (BOSCH GMBH ROBERT等) 2013年12月19日 (2013 - 12 - 19) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	JP 2016012494 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 2016年1月21日 (2016 - 01 - 21) 说明书第[0007]-[0042]段, 图1-9	1-10															
A	CN 110402519 A (通用汽车环球科技运作有限责任公司) 2019年11月1日 (2019 - 11 - 01) 全文	1-10															
A	CN 112599785 A (浙江艾罗网络能源技术股份有限公司) 2021年4月2日 (2021 - 04 - 02) 全文	1-10															
A	WO 2013186079 A1 (BOSCH GMBH ROBERT等) 2013年12月19日 (2013 - 12 - 19) 全文	1-10															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																	
国际检索实际完成的日期 2022年5月25日		国际检索报告邮寄日期 2022年6月2日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 罗文辉 电话号码 (86-10)62089920															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/119436

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
JP	2016012494	A	2016年1月21日	JP	6361322	B2	2018年7月25日
CN	110402519	A	2019年11月1日	WO	2018174864	A1	2018年9月27日
				DE	112017007094	T5	2019年11月21日
				US	2020235444	A1	2020年7月23日
CN	112599785	A	2021年4月2日	CN	112599785	B	2021年5月18日
WO	2013186079	A1	2013年12月19日	DE	102012210146	A1	2013年12月19日