(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116868379 A
(43)申请公布日 2023.10.10

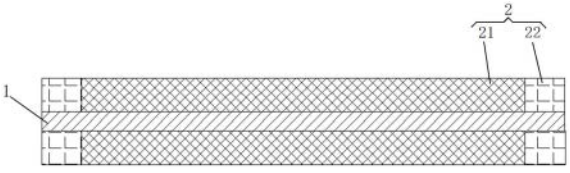
(21)申请号 202180091271.0
(22)申请日 2021.11.30
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.07.19
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2021/134371 2021.11.30
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/097437 ZH 2023.06.08
(71)申请人 宁德时代新能源科技股份有限公司
地址 352100 福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号
(72)发明人 王慢慢 葛销明 欧阳楚英
(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
专利代理师 李辉
(51)Int.Cl.
H01M 4/66(2006.01)

(54)发明名称

集流体及其制备方法、二次电池、电池模块、电池包和用电装置

(57)摘要

本申请实施例提供一种集流体及其制备方法、二次电池、电池模块、电池包和用电装置，集流体包括强度增强层(1)和集流层(2)，集流层(2与所述强度增强层(1)层叠设置并结合，所述集流层(2)包括泡沫金属部(21)和实体金属部(22)。实体金属部(22)能够起到支撑作用，有利于避免在集流体被卷绕成卷时泡沫金属部(21)被挤压破损而影响电池的性能。



CN 116868379 A

(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 6 月 8 日 (08.06.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/097437 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 4/70 (2006.01) *H01M 10/0525* (2010.01)
H01M 4/66 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/134371

(22) 国际申请日: 2021 年 11 月 30 日 (30.11.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED**) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人: 王慢慢 (**WANG, Manman**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 葛销明 (**GE, Xiaoming**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 欧阳楚英 (**OUYANG, Chuying**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 中国贸促会专利商标事务所有限公司 (**CCPIT PATENT AND TRADEMARK LAW OFFICE**); 中国北京市复兴门内大街158号远洋大厦F10层, Beijing 100031 (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, 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)。

(54) **Title:** CURRENT COLLECTOR AND PREPARATION METHOD THEREFOR, SECONDARY BATTERY, BATTERY MODULE, BATTERY PACK, AND ELECTRICAL DEVICE

(54) **发明名称**: 集流体及其制备方法、二次电池、电池模块、电池包和用电装置

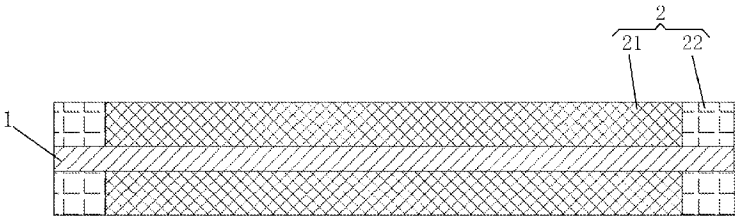


图 4

(57) **Abstract:** A current collector and a preparation method therefor, a secondary battery, a battery module, a battery pack, and an electrical device. The current collector comprises a strength enhancement layer (1) and a current collecting layer (2), the current collecting layer (2) and the strength enhancement layer (1) are stacked and combined, and the current collecting layer (2) comprises a foam metal part (21) and a solid metal part (22). The solid metal part (22) has a support function, which is conducive to preventing the foam metal part (21) from being extruded and damaged when the current collector is wound into a roll to affect the performance of the battery.

(57) **摘要**: 一种集流体及其制备方法、二次电池、电池模块、电池包和用电装置, 集流体包括强度增强层 (1) 和集流层 (2), 集流层 (2) 与强度增强层 (1) 层叠设置并结合, 集流层 (2) 包括泡沫金属部 (21) 和实体金属部 (22)。实体金属部 (22) 能够起到支撑作用, 有利于避免在集流体被卷绕成卷时泡沫金属部(21)被挤压破损而影响电池的性能。

WO 2023/097437 A1

[见续页]

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

集流体及其制备方法、二次电池、电池模块、电池包和用电装置

技术领域

[0001] 本申请涉及电池技术领域，特别是涉及一种集流体及其制备方法、二次电池、电池模块、电池包和用电装置。

背景技术

[0002] 随着人们对能源需要的不断增长和环境保护意识的不断增强，新型能源越来越受到人们的重视。

[0003] 二次电池是一种比较常见的新型能源，集流体是二次电池的重要的组成部件，集流体不仅起到承载活性物质的作用，并且将电化学反应的电子汇集起来导至外电路，从而实现化学能转化为电能的过程。泡沫金属材质的集流体力学性能比较差，导致应用泡沫金属材质的集流体在缠绕成卷的过程中容易出现被挤压损坏的问题。

发明内容

[0004] 本申请提供了一种集流体及其制备方法、二次电池、电池模块、电池包和用电装置，以改善现有技术中存在的泡沫金属材质的集流体在被缠绕成卷的过程中容易被挤压损坏的问题。

[0005] 根据本申请的一个方面，提供了一种集流体，集流体包括强度增强层和集流层，集流层与强度增强层层叠设置并结合，集流层包括泡沫金属部和实体金属部。实体金属部能够起到支撑作用，有利于避免在集流体被卷绕成卷时泡沫金属部被挤压破损而影响电池的性能。

[0006] 在一些实施例中，实体金属部沿集流层的长度方向延伸，以使实体金属部能够在集流层的长度方向的各个位置起到支撑作用，避免集流层的各个位置的泡沫金属部因挤压而破损。

[0007] 在一些实施例中，集流层包括多个实体金属部，相邻的两个实体金属部之间设有泡沫金属部。位于泡沫金属部的两侧的实体金属部能够起到保护泡沫金属部的作用，避免位于两个实体金属部之间的泡沫金属部被挤压破损。

[0008] 在一些实施例中，强度增强层的宽度方向的两端或一端设有实体金属部。位于强度增强层的端部的实体金属部不仅能起到保护位于其内侧的泡沫金属部免被挤压破损的作用；进一步地位于强度增强层的宽度方向的端部的实体金属部还用于形成极耳，实体金属部形成的极耳具有结构强度高、焊接性能好的特点。

[0009] 在一些实施例中，强度增强层为片状金属层，改善了集流体的力学性能差，有利于解决在集流体的端部冲切出极耳或将极耳与导电部件焊接时，极耳容易撕裂的问题；或

[0010] 强度增强层为网状结构，网状结构的强度增强层 1 在增强集流体的强度的同时，有利于保证集流体的耐弯折性能，以使集流体易于被卷绕成卷。

[0011] 在一些实施例中，强度增强层上设有通孔，以使强度增强层 2 的两侧的电池液互相流动。

[0012] 在一些实施例中，强度增强层的两侧分别设有集流层，强度增强层和两个集流层沿集流体的厚度方向并排布置，且强度增强层位于两个集流层之间。

[0013] 在一些实施例中，泡沫金属部的孔隙率为 20%~95%，在保证泡沫金属部与电池的活性物质充分接触，也能够保证集流体具有良好的耐弯

折性能，可选地，泡沫金属部的孔隙率为 85%~90%，以使电池体积能量密度较高。

[0014] 在一些实施例中，泡沫金属部包括由远离强度增强层一侧向靠近强度增强层一侧延伸的孔道，孔道是曲折的。

[0015] 在一些实施例中，孔道的曲折度 t 为 1.21~1.33，其中，$t=1+\ln(1/\varepsilon^2)$，ε 为孔隙率，曲折度越小对嵌锂过程越有利，以提高电池的充放电性能。

[0016] 在一些实施例中，强度增强层的厚度为 4~12 μm，在保证集流体具有良好的力学性能，也能够保证集流体具有良好的易弯折性能；和/或

[0017] 集流层的厚度为 20~400 μm，在保证泡沫金属部与电池的活性物质充分接触，也能够保证集流体具有良好的耐弯折性能。

[0018] 在一些实施例中，泡沫金属部的材质为铜，实体金属部的材质为铜锌、铜铝、铜锰和铜铁合金中的一种；或

[0019] 泡沫金属部的材质为镍，实体金属部的材质为镍锰合金；或

[0020] 泡沫金属部的材质为钛，实体金属部的材质为钛钪、钛铜和铂钛铜合金中的一种；或

[0021] 泡沫金属部的材质为金，实体金属部的材质为金银合金。

[0022] 据本申请的另一方面，还提供了一种集流体的制备方法，包括：

[0023] 结合步骤，包括将用于形成集流层的合金箔片和强度增强层叠置，并将上述两者结合；以及

[0024] 泡沫化步骤，包括在合金箔片的局部贴敷防腐蚀材料层形成待泡沫化的中间体和将中间体置于腐蚀性溶液中，以去除未贴敷防腐蚀材料层的部分合金箔片中的一种或多种元素而将合金箔片形成泡沫金属部，贴敷防腐蚀材料层的部分合金箔片形成实体金属部。

[0025] 在一些实施例中，腐蚀性溶液包括稀盐酸溶液、硫酸铵溶液、

H_2SO_4 和 $MnSO_4$ 混合而成的电解液、醋酸溶液、磷酸溶液和硫酸溶液中的至少一种。

[0026] 在一些实施例中，将用于形成集流层的合金箔片和强度增强层的通过轧制结合。

[0027] 据本申请的另一方面，还提供了一种二次电池，包括上述的集流体或通过上述的制备方法制备的集流体。

[0028] 据本申请的另一方面，还提供了一种电池模块，电池模块包括上述的二次电池。

[0029] 据本申请的另一方面，还提供了一种电池包，电池包包上述的电池模块。

[0030] 据本申请的另一方面，还提供了一种用电装置，用电装置包括选上述的二次电池、电池模块或电池包中的至少一种。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据附图获得其他的附图。

[0032] 图 1 示出了本申请的一些实施例公开的一种车辆的结构示意图。

[0033] 图 2 示出了本申请的一些实施例公开的一种电池组的分解结构示意图。

[0034] 图 3 示出了本申请的一些实施例公开的一种电池模组的局部结构示意图。

[0035] 图 4 示出了本申请的一些实施例公开的一种集流体的结构示意图。

[0036] 图 5 示出了本申请的另一些实施例公开的一种集流体的结构示意图。

[0037] 图 6 示出了本申请的另一些实施例公开的一种集流体的结构示意图。

[0038] 在附图中，附图并未按照实际的比例绘制。

[0039] 标记说明：

[0040] 1000、车辆；100、电池；200、控制器；300、马达；110、箱体；111、第一部分；112、第二部分；120、电池单体；121、端盖；121a、电极端子；122、壳体；123、电芯组件；123a、极耳；1、强度增强层；2、集流层；21、泡沫金属部；22、实体金属部。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图和实施例对本申请的实施方式作进一步详细描述。以下实施例的详细描述和附图用于示例性地说明本申请的原理，但不能用来限制本申请的范围，即本申请不限于所描述的实施例。

[0042] 在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有说明，“多个”的含义是两个以上；术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。“垂直”并不是严格意义上的垂直，而是在误差允许范围之内。“平行”并不是严格意义上的平行，而是在误差允许范围之内。

[0043] 下述描述中出现的方位词均为图中示出的方向，并不是对本申请的具体结构进行限定。在本申请的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接

相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可视具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0044] 进一步地，本申请所公开的“范围”以下限和上限的形式来限定，给定范围是通过选定一个下限和一个上限进行限定的，选定的下限和上限限定了特别范围的边界。这种方式进行限定的范围可以是包括端值或不包括端值的，并且可以进行任意地组合，即任何下限可以与任何上限组合形成一个范围。例如，如果针对特定参数列出了 60-120 和 80-110 的范围，理解为 60-110 和 80-120 的范围也是预料到的。此外，如果列出的最小范围值 1 和 2，和如果列出了最大范围值 3，4 和 5，则下面的范围可全部预料到：1-3、1-4、1-5、2-3、2-4 和 2-5。在本申请中，除非有其他说明，数值范围“a-b”表示 a 到 b 之间的任意实数组合的缩略表示，其中 a 和 b 都是实数。例如数值范围“0-5”表示本文中已经全部列出了“0-5”之间的全部实数，“0-5”只是这些数值组合的缩略表示。另外，当表述某个参数为≥2 的整数，则相当于公开了该参数为例如整数 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 等。

[0045] 如果没有特别的说明，本申请的所有实施方式以及可选实施方式可以相互组合形成新的技术方案。

[0046] 如果没有特别的说明，本申请的所有技术特征以及可选技术特征可以相互组合形成新的技术方案。

[0047] 如果没有特别的说明，本申请的所有步骤可以顺序进行，也可以随机进行，优选是顺序进行的。例如，所述方法包括步骤(a)和(b)，表示所述方法可包括顺序进行的步骤(a)和(b)，也可以包括顺序进行的步骤(b)和(a)。例如，所述提到所述方法还可包括步骤(c)，表示步骤(c)可以任意顺序加入到所述方法，例如，所述方法可以包括步骤(a)、(b)和(c)，也可包括步骤(a)、(c)和(b)，也可以包括步骤(c)、(a)和(b)等。

[0048] 如果没有特别的说明，本申请所提到的“包括”和“包含”表示开放式，也可以是封闭式。例如，所述“包括”和“包含”可以表示还可以包括或包含没有列出的其他组分，也可以仅包括或包含列出的组分。

[0049] 如果没有特别的说明，在本申请中，术语“或”是包括性的。举

例来说，短语“A 或 B”表示“A，B，或 A 和 B 两者”。更具体地，以下任一条件均满足条件“A 或 B”：A 为真（或存在）并且 B 为假（或不存在）；A 为假（或不存在）而 B 为真（或存在）；或 A 和 B 都为真（或存在）。

[0050] 目前，从市场形势的发展来看，动力电池的应用越加广泛。动力电池不仅被应用于水力、火力、风力和太阳能电站等储能电源系统，而且还被广泛应用于电动自行车、电动摩托车、电动汽车等电动交通工具，以及军事装备和航空航天等多个领域。随着动力电池应用领域的不断扩大，其市场的需求量也在不断地扩增。

[0051] 图 1 示出了一种采用电池作为动力源的用电装置的结构示意图；如图 1 所示，本实施例的用电装置包括车辆 1000，该车辆 1000 可以是纯电动汽车、混合动力汽车或增程式汽车等。车辆 1000 的内部设置有电池包 100，电池包 100 可以设置在车辆 1000 的底部或头部或尾部。电池包 100 可以用于车辆 1000 的供电，例如，电池包 100 可以作为车辆 1000 的操作电源。车辆 1000 还可以包括控制器 200 和马达 300，控制器 200 用来控制电池包 100 为马达 300 供电，例如，用于车辆 1000 的启动、导航和行驶时的工作用电需求。

[0052] 在本申请一些实施例中，电池包 100 不仅可以作为车辆 1000 的操作电源，还可以作为车辆 1000 的驱动电源，代替或部分地代替燃油或天然气为车辆 1000 提供驱动动力。

[0053] 请参照图 2，图 2 为本申请一些实施例提供的电池包 100 的爆炸图。电池包 100 包括箱体 110 和设在箱体 110 内的电池模块，电池模块包括多个电池单体 120，电池单体 120 容纳于箱体 110 内。其中，箱体 110 用于为电池单体 120 提供容纳空间，箱体 110 可以采用多种结构。在一些实施例中，箱体 110 可以包括第一部分 111 和第二部分 112，第一部分 111 与第二部分 112 相互盖合，第一部分 111 和第二部分 112 共同限定出用于容纳电池单体 120 的容纳空间。第二部分 112 可以为一端开口的空心结构，第一部分 111 可以为板状结构，第一部分 111 盖合于第二部分 112 的开口侧，以使第一部分 111 与第二部分 112 共同限定出容纳空间；第一

部分 111 和第二部分 112 也可以是均为一侧开口的空心结构，第一部分 111 的开口侧盖合于第二部分 112 的开口侧。当然，第一部分 111 和第二部分 112 形成的箱体 110 可以是多种形状，比如，圆柱体、长方体等。

[0054] 在电池包 100 中，电池单体 120 可以是多个，多个电池单体 120 之间可串联或并联或混联，混联是指多个电池单体 120 中既有串联又有并联。多个电池单体 120 之间可直接串联或并联或混联在一起，再将多个电池单体 120 构成的整体容纳于箱体 110 内；当然，电池包 100 也可以是多个电池单体 120 先串联或并联或混联组成电池模块形式，多个电池模块再串联或并联或混联形成一个整体，并容纳于箱体 110 内。电池包 100 还可以包括其他结构，例如，该电池包 100 还可以包括汇流部件，用于实现多个电池单体 120 之间的电连接。

[0055] 其中，每个电池单体 120 可以为二次电池或一次电池；还可以是锂硫电池、钠离子电池或镁离子电池，但不局限于此。电池单体 120 可呈圆柱体、扁平体、长方体或其它形状等。

[0056] 请参照图 3，图 3 为本申请一些实施例提供的电池单体 120 的分解结构示意图。电池单体 120 是指组成电池包 100 的最小单元。如图 3，电池单体 120 包括有端盖 121、壳体 122、电芯组件 123 以及其他的功能性部件。

[0057] 端盖 121 是指盖合于壳体 122 的开口处以将电池单体 120 的内部环境隔绝于外部环境的部件。不限地，端盖 121 的形状可以与壳体 122 的形状相适应以配合壳体 122。可选地，端盖 121 可以由具有一定硬度和强度的材质如铝合金制成，这样，端盖 121 在受挤压碰撞时就不易发生形变，使电池单体 120 能够具备更高的结构强度，安全性能也可以有所提高。端盖 121 上可以设置有如电极端子 121a 等的功能性部件。电极端子 121a 可以用于与电芯组件 123 电连接，以用于输出或输入电池单体 120 的电能。在一些实施例中，端盖 121 上还可以设置有用于在电池单体 120 的内部压力或温度达到阈值时泄放内部压力的泄压机构。端盖 21 的材质也可以是多种的，比如，铜、铁、铝、不锈钢、铝合金、塑胶等，本申请实施例对此不作特殊限制。在一些实施例中，在端盖 121 的内侧还可以设置

有绝缘件，绝缘件可以用于隔离壳体 122 内的电连接部件与端盖 121，以降低短路的风险。示例性的，绝缘件可以是塑料、橡胶等。

[0058] 壳体 122 是用于配合端盖 121 以形成电池单体 120 的内部环境的组件，其中，形成的内部环境可以用于容纳电芯组件 123、电解液以及其他部件。壳体 122 和端盖 121 可以是独立的部件，可以于壳体 122 上设置开口，通过在开口处使端盖 121 盖合开口以形成电池单体 120 的内部环境。不限地，也可以使端盖 121 和壳体 122 一体化，具体地，端盖 121 和壳体 122 可以在其他部件入壳前先形成一个共同的连接面，当需要封装壳体 122 的内部时，再使端盖 121 盖合壳体 122。壳体 122 可以是多种形状和多种尺寸的，例如长方体形、圆柱体形、六棱柱形等。具体地，壳体 122 的形状可以根据电芯组件 123 的具体形状和尺寸大小来确定。壳体 122 的材质可以是多种，比如，铜、铁、铝、不锈钢、铝合金、塑胶等，本申请实施例对此不作特殊限制。

[0059] 电芯组件 123 是电池单体 100 中发生电化学反应的部件。壳体 122 内可以包含一个或更多个电芯组件 123。电芯组件 123 主要由极片卷绕或层叠放置形成，其中，极片包括正极片和负极片，通常在正极片与负极片之间设有隔离膜。

[0060] 极片主要包括薄片状的集流体和涂敷在集流体上的活性物质构成。正极片和负极片具有活性物质的部分构成电芯组件的主体部，正极片和负极片不具有活性物质的部分各自构成极耳 123a。正极极耳和负极极耳可以共同位于主体部的一端或是分别位于主体部的两端。在电池包 100 的充放电过程中，正极活性物质和负极活性物质与电解液发生反应，极耳 123a 连接电极端子以形成电流回路。

[0061] [正极极片]

[0062] 正极极片包括正极集流体以及设置在正极集流体至少一个表面的正极膜层，所述正极膜层包括正极活性材料。

[0063] 作为示例，正极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，正极膜层设置在正极集流体相对的两个表面的其中任意一者或两者上。

[0064] 在一些实施方式中，所述正极集流体可采用金属箔片或复合集流

体，正极集流体也可以为本申请所要保护的集流体。例如，作为金属箔片，可采用铝箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基层至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料（铝、铝合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等）形成在高分子材料基材（如聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）等的基材）上而形成。

[0065] 在一些实施方式中，正极活性材料可采用本领域公知的用于电池的正极活性材料。作为示例，正极活性材料可包括以下材料中的至少一种：橄榄石结构的含锂磷酸盐、锂过渡金属氧化物及其各自的改性化合物。但本申请并不限定于这些材料，还可以使用其他可被用作电池正极活性材料的传统材料。这些正极活性材料可以仅单独使用一种，也可以将两种以上组合使用。其中，锂过渡金属氧化物的示例可包括但不限于锂钴氧化物（如 $LiCoO_2$）、锂镍氧化物（如 $LiNiO_2$）、锂锰氧化物（如 $LiMnO_2$、$LiMn_2O_4$）、锂镍钴氧化物、锂锰钴氧化物、锂镍锰氧化物、锂镍钴锰氧化物（如 $LiNi_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}O_2$（也可以简称为 NCM_{333}）、$LiNi_{0.5}Co_{0.2}Mn_{0.3}O_2$（也可以简称为 NCM_{523}）、$LiNi_{0.5}Co_{0.25}Mn_{0.25}O_2$（也可以简称为 NCM_{211}）、$LiNi_{0.6}Co_{0.2}Mn_{0.2}O_2$（也可以简称为 NCM_{622}）、$LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O_2$（也可以简称为 NCM_{811}）、锂镍钴铝氧化物（如 $LiNi_{0.85}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$）及其改性化合物等中的至少一种。橄榄石结构的含锂磷酸盐的示例可包括但不限于磷酸铁锂（如 $LiFePO_4$（也可以简称为 LFP））、磷酸铁锂与碳的复合材料、磷酸锰锂（如 $LiMnPO_4$）、磷酸锰锂与碳的复合材料、磷酸锰铁锂、磷酸锰铁锂与碳的复合材料中的至少一种。

[0066] 在一些实施方式中，正极膜层还可选地包括粘结剂。作为示例，所述粘结剂可以包括聚偏氟乙烯（PVDF）、聚四氟乙烯（PTFE）、偏氟乙烯-四氟乙烯-丙烯三元共聚物、偏氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三元共聚物、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物及含氟丙烯酸酯树脂中的至少一种。

[0067] 在一些实施方式中，正极膜层还可选地包括导电剂。作为示例，所述导电剂可以包括超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、

石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。

[0068] 在一些实施方式中，可以通过以下方式制备正极极片：将上述用于制备正极极片的组分，例如正极活性材料、导电剂、粘结剂和任意其他的组分分散于溶剂（例如 N-甲基吡咯烷酮）中，形成正极浆料；将正极浆料涂覆在正极集流体上，经烘干、冷压等工序后，即可得到正极极片。

[0069] [负极极片]

[0070] 负极极片包括负极集流体以及设置在负极集流体至少一个表面上的负极膜层，所述负极膜层包括负极活性材料。

[0071] 作为示例，负极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，负极膜层设置在负极集流体相对的两个表面中的任意一者或两者上。

[0072] 在一些实施方式中，所述负极集流体可采用金属箔片或复合集流体，负极集流体也可以为本申请所要求保护的集流体，例如，作为金属箔片，可以采用铜箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基材至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料（铜、铜合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等）形成在高分子材料基材（如聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）等的基材）上而形成。

[0073] 在一些实施方式中，负极活性材料可采用本领域公知的用于电池的负极活性材料。作为示例，负极活性材料可包括以下材料中的至少一种：人造石墨、天然石墨、软炭、硬炭、硅基材料、锡基材料和钛酸锂等。所述硅基材料可选自单质硅、硅氧化合物、硅碳复合物、硅氮复合物以及硅合金中的至少一种。所述锡基材料可选自单质锡、锡氧化合物以及锡合金中的至少一种。但本申请并不限定于这些材料，还可以使用其他可被用作电池负极活性材料的传统材料。这些负极活性材料可以仅单独使用一种，也可以将两种以上组合使用。

[0074] 在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括粘结剂。所述粘结剂可选自丁苯橡胶（SBR）、聚丙烯酸（PAA）、聚丙烯酸钠（PAAS）、聚丙烯酰胺（PAM）、聚乙烯醇（PVA）、海藻酸钠（SA）、聚甲基丙烯酸（PMAA）及羧甲基壳聚糖（CMCS）中的至少一种。

[0075] 在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括导电剂。导电剂可选自超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。

[0076] 在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括其他助剂，例如增稠剂（如羧甲基纤维素钠（CMC-Na））等。

[0077] 在一些实施方式中，可以通过以下方式制备负极极片：将上述用于制备负极极片的组分，例如负极活性材料、导电剂、粘结剂和任意其他组分分散于溶剂（例如去离子水）中，形成负极浆料；将负极浆料涂覆在负极集流体上，经烘干、冷压等工序后，即可得到负极极片。

[0078] [电解质]

[0079] 电解质在正极极片和负极极片之间起到传导离子的作用。本申请对电解质的种类没有具体的限制，可根据需求进行选择。例如，电解质可以是液态的、凝胶态的或全固态的。

[0080] 在一些实施方式中，所述电解质采用电解液。所述电解液包括电解质盐和溶剂。

[0081] 在一些实施方式中，电解质盐可选自六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、高氯酸锂、六氟砷酸锂、双氟磺酰亚胺锂、双三氟甲磺酰亚胺锂、三氟甲磺酸锂、二氟磷酸锂、二氟草酸硼酸锂、二草酸硼酸锂、二氟二草酸磷酸锂及四氟草酸磷酸锂中的至少一种。

[0082] 在一些实施方式中，溶剂可选自碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸甲乙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯、碳酸二丙酯、碳酸甲丙酯、碳酸乙丙酯、碳酸亚丁酯、氟代碳酸亚乙酯、甲酸甲酯、乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、丁酸甲酯、丁酸乙酯、1,4-丁内酯、环丁砜、二甲砜、甲乙砜及二乙砜中的至少一种。

[0083] 在一些实施方式中，所述电解液还可选地包括添加剂。例如添加剂可以包括负极成膜添加剂、正极成膜添加剂，还可以包括能够改善电池某些性能的添加剂，例如改善电池过充性能的添加剂、改善电池高温或低温性能的添加剂等。

[0084] [隔离膜]

[0085] 在一些实施方式中，二次电池中还包括隔离膜。本申请对隔离膜的种类没有特别的限制，可以选用任意公知的具有良好的化学稳定性和机械稳定性的多孔结构隔离膜。

[0086] 在一些实施方式中，隔离膜的材质可选自玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的至少一种。隔离膜可以是单层薄膜，也可以是多层复合薄膜，没有特别限制。在隔离膜为多层复合薄膜时，各层的材料可以相同或不同，没有特别限制。

[0087] 本申请的发明人注意到，采用泡沫金属箔片作为集流体的极片在卷绕成卷或将多层极片叠置在一起时，泡沫金属箔片容易出现被挤压破损的现象。泡沫金属箔片破损后，其与电解质的接触面积减小，电池的储电性能下降。

[0088] 为了改善上述的问题，发明人发现集流体采用泡沫金属和实体金属混合的形式，有利于提高集流体的抗挤压破损的能力。

[0089] 基于上述的目的，本申请提供了一种电池的集流体，如图 4 所示，该集流体包括强度增强层 1 和集流层 2，集流层 2 包括泡沫金属部 21 和实体金属部 22，其中，实体金属部 22 能够起到支撑作用，有利于避免在集流体被卷绕成卷时泡沫金属部 21 被挤压破损而影响电池的性能。

[0090] 在一些实施例中，实体金属部 22 沿集流层 2 的长度方向延伸，以使实体金属部 22 能够在集流层 2 的长度方向的各个位置起到支撑作用，避免集流层 2 的各个位置的泡沫金属部 21 因挤压而破损。

[0091] 在一些实施例中，集流层 2 包括多个实体金属部 22，相邻的两个实体金属部 22 之间设有泡沫金属部 21，位于泡沫金属部 21 的两侧的实体金属部 22 能够起到保护泡沫金属部 21 的作用，避免位于两个实体金属部 22 之间的泡沫金属部 21 被挤压破损。

[0092] 在一些实施例中，强度增强层 1 的宽度方向的两端或一端设有实体金属部 22。位于强度增强层 1 的端部的实体金属部 22 不仅能起到保护位于其内侧的泡沫金属部 21 免被挤压破损的作用；进一步地位于强度增强层 1 的宽度方向的端部的实体金属部 22 还可用于形成极耳，实体金属部 22 形成的极耳具有结构强度高、焊接性能好的特点。

[0093] 在一些实施例中，强度增强层 1 为片状金属层。在本申请中的片状金属层是指内部无孔隙的、非泡沫结构的、金属材质的片状结构。需要说明的是，内部无孔隙的非泡沫结构是可以具有贯穿的通孔或表面凹坑的。本实施例的电池集流体包括强度增强层 1，改善了集流体的力学性能差，有利于解决在集流体的端部冲切出极耳或将极耳与导电部件焊接时极耳容易撕裂的问题。

[0094] 在另一些实施例中，强度增强层 1 为网状结构。网状结构的强度增强层 1 在增强集流体的强度的同时，有利于保证集流体的耐弯折性能，以使集流体易于被卷绕成卷。

[0095] 在一些实施例中，强度增强层 1 的材质为铜，铜质的强度增强层 1 不仅增强了集流体的力学性能，而且还使得集流体具有良好的焊接性和导电性，进一步地，也有利于保证集流体的耐弯折性，以防止集流体在卷绕成卷的过程中出现断裂。强度增强层 1 还可以选择其它的具有较好的强度、导电性能和塑韧性的材料，例如镍、铝、铁、镁、钛、钢和合金。

[0096] 在一些实施例中，强度增强层 1 的两侧分别设有集流层 2，强度增强层 1 和两个集流层 2 沿集流体的厚度方向并排布置，且强度增强层 1 位于两个集流层 2 之间，以使集流体满足对称式的电极结构的特征。

[0097] 在一些实施例中，强度增强层 1 上设有通孔，以使强度增强层 2 的两侧的电池液互相流动。

[0098] 泡沫金属部 21 的孔隙率为 20%~95%。可选地，泡沫金属部（21）的孔隙率为 85%~90%。孔隙率是指对于多孔的固体材料内部的孔隙的体积占材料自然状态下总体积的百分比。泡沫金属部 21 的孔隙率越大，泡沫金属部 21 与电池的活性物质的接触面积越大；但是，相应的泡沫金属部 21 的耐弯折性能变差，集流体卷绕成卷的过程中容易出现开裂的现象。

[0099] 泡沫金属部 21 的孔隙率为 20%~90%，在保证泡沫金属部 21 与电池的活性物质充分接触，也能够保证集流体具有良好的耐弯折性能。

[00100] 在另一些实施例中，泡沫金属部 21 的孔隙率为 85%至 90%，采用泡沫金属部 21 的孔隙率为 85%~90%的电池集流体的电池体积能量密度较

高。

[00101] 其中泡沫金属部 21 包括由远离强度增强层 1 一侧向靠近强度增强层 1 一侧延伸的孔道，孔道是曲折的。孔道的曲折度 t 为 1.21~1.33，其中，$t=1+\ln(1/\varepsilon^2)$，ε 为孔隙率。曲折度越小对嵌锂过程越有利。

[00102] 下表示出了采用本实施例的技术手段的电池集流体与对比例的电池集流体的实验数据。下面描述的实施例是示例性的，仅用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。实施例中未注明具体技术或条件的，按照本领域内的文献所描述的技术或条件或者按照产品说明书进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市购获得的常规产品。

[00103] 各个实施例以及对比例的电池集流体的参数以及性能试验如下表：

[00104]

	极耳长度/mm	加强层厚度/um	孔隙率	质量能量密度	曲折度	集流体状态
对比例	无	无	70%	/	/	泡沫金属部被损坏，无法作为二次电池集流体使用
对比实施例	7.5	4.5	70%	相对于 Base 组，降低 5.9%	1.71	泡沫金属部完整，可作为二次电池集流体使用
实施例	7.5	4.5	80%	Base 组	1.45	泡沫金属部完整，泡沫金属

1						部作为二次电池集流体使用
实施例2	7.5	4.5	85%	相对于 Base 组，提升 2.8%	1.33	泡沫金属部完整，可作为二次电池集流体使用
实施例3	7.5	4.5	88%	相对于 Base 组，提升 4.4%	1.26	泡沫金属部完整，可作为二次电池集流体使用
实施例4	7.5	4.5	90%	相对于 Base 组，提升 5.4%	1.21	泡沫金属部完整，可作为二次电池集流体使用

表中“/”表示无法测试。

[00105] 二次电池的质量能量密度的测试方法包括二次电池的制备和测试二次电池的质量能量密度。

[00106] 其中，二次电池的制备方法如下：

[00107] 1、将 LFP（$LiFePO_4$，磷酸铁锂）作为正极活性物质和富锂材料 Li_6CoO_4 与导电剂乙炔黑、粘结剂聚偏二氟乙烯(PVDF)按重量比 90.5：4.5：3：2 在 N-甲基吡咯烷酮溶剂体系中充分搅拌混合均匀后，以单位面积涂敷量 18.9mg/cm^2 涂覆于铝箔上烘干、冷压，得到正极片。

[00108] 2、将上述实施例 1 至 4 与对比例中的集流体直接做为负极片使用。

[00109] 3，以聚乙烯（PE）制多孔聚合薄膜作为隔离膜。

[00110] 4、将正极片、隔离膜以及负极片按顺序重叠，使隔离膜处于正负极之间起到隔离的作用，并卷绕得到裸电芯。将裸电芯置于外包装中，注入浓度为 1 M 六氟磷酸锂(20%碳酸亚乙酯和 30%碳酸二甲酯为溶剂和50%碳酸甲乙酯)电解液并封装，得到二次电池。

[00111] 其中，测试二次电池质量能量密度方法如下：

[00112] 1、将上述制备的各二次电池，分别在 25℃恒温环境下，静置10min，后按照 1/3C 放电至 2.5V；再次静置 30min 后，按照 1/3C 充电至3.65V；然后在 3.65V 下恒压充电至电流≤0.05C，再次静置 30min，此时的充电容量记为 C0，然后按照 1/3C 放电至 2.5V，此时的放电容量为初始放电容量，记为 D0。

[00113] 2、将测试的放电容量值（即初始放电容量 D0）乘以体系的平台电压 U 并除以电池的重量 W，即为电池的质量能量密度。

[00114] 曲折度的测试方法如下：

[00115] 首先利用气体吸附法进行孔隙率 ε 测试。

[00116] 1.前处理：用专用样品管装取适量样品，加热抽真空脱气 2h，待冷却至室温后称总重，减去样品管质量得到样品质量。

[00117] 2.测试：将样品管装入工作站，在恒低温度下，测定不同吸附压力下气体在固体表面的吸附量，基于 BET 多层吸附理论及其公式求得试样单分子层吸附量，从而计算出单位质量固体样品的比表面积。

[00118] 3. 吸附气体：氮气，吸附压力点分别为：0.05/0.10/0.15/0.20/0.25/0.30kPa，测试氛围：高纯液氮氛围，其中液氮的纯度≥99.99%。

[00119] 然后，利用 BERNARD P. BOUDREAU 公式 t=1+ln(1/ε^2)计算得到曲折度。

[00120] 上述表格中的对比实施例的集流体的制作过程如下：

[00121] 第一步：通过真空冶炼的方式得到 30%Cu-70%Mn 合金；

[00122] 第二步：合金处理：

[00123] 其中，合金处理包括去除第一步合金中的氧化皮等杂质物，具体地去除氧化皮等杂质的方法采用机械打磨；

[00124] 第三步：初轧：

[00125] 将第二步的合金进行初步轧制，轧制成 0.1-0.5mm 厚的合金板材备用；

[00126] 第四步：复合轧制：

[00127] 将第三步的合金板材与纯铜箔按照合金板材/铜箔/合金板材的层叠方式叠好后进行热轧制，得到具有 80um 厚的箔材，热轧制的温度为 850℃；

[00128] 第五步：贴胶

[00129] 将第四步的箔材的一端两面贴胶处理，胶的宽度为 7.5mm，所贴的胶为市售的厚度 60um 普通蓝色胶带。

[00130] 第六步：去合金化

[00131] 将第五步的箔材进行去合金化腐蚀掉金属 Mn，方法为：室温环境下，将样品置于浓度为 5 wt %的盐酸水溶液中，持续时间为 24h，腐蚀结束后取出样品置于 DI 水中超声清洗 4h。

[00132] 第七步：除胶并干燥

[00133] 揭掉第五步的胶带，将第六步的样品放在温度为 45℃的真空烘箱中烘干得到多孔泡沫集流体。其中，贴胶处的部分形成实体金属部 22；未贴胶部分由于部分合金被盐酸腐蚀，因此形成泡沫金属部。

[00134] 对比例的集流体的制作过程如下：

[00135] 除不形成加强层以外，同对比实施例一致。

[00136] 实施例 1 的集流体的制作过程如下：

[00137] 第一步：通过真空冶炼的方式得到 20%Cu-80%Mn 合金；

[00138] 后续处理步骤同对比实施例一致。

[00139] 实施例 2 的集流体的制作过程：

[00140] 第一步：通过真空冶炼的方式得到 15%Cu-85%Mn 合金；

[00141] 后续处理步骤同对比实施例一致。

[00142] 实施例 3 的集流体制作过程：

[00143] 第一步：通过真空冶炼的方式得到 12%Cu-88%Mn 合金；

[00144] 后续处理步骤同对比实施例一致。

[00145] 实施例 4 的集流体制作过程：

[00146] 第一步：通过真空冶炼的方式得到 10%Cu-90%Mn 合金；

[00147] 后续处理步骤同对比实施例一致。

[00148] 由以上的对比实施例以及实施例的集流体体的制备过程可知，集流层 2 的泡沫金属部 21 通过腐蚀性溶液去除合金金属中的一部分金属元素而形成，而因受贴胶保护未腐蚀的部分形成实体金属部 22。

[00149] 具体地，泡沫金属部 21 的材质为铜，实体金属部 22 的材质为铜锌、铜铝、铜锰和铜铁合金中的一种；或，泡沫金属部 21 的材质为镍，实体金属部 22 的材质为镍锰合金；或，泡沫金属部 21 的材质为钛，实体金属部 22 的材质为钛钪、钛铜和铂铜合金中的一种；或，泡沫金属部 21 的材质为金，实体金属部 22 的材质为金银合金。

[00150] 在一些实施例中，强度增强层 1 厚度为 4 至 12μm。强度增强层 1 的厚度越大，集流体的力学性能越好，但是相应地集流体的易弯折性能越差，从而使得集流体不易卷绕成卷。强度增强层 1 的厚度为 4 至 12 μm，在保证集流体具有良好的力学性能，也能够保证集流体具有良好的易弯折性能。

[00151] 在一些实施例中，集流层 2 的厚度为 20~400μm。泡沫金属部 21 的厚度过小，则相应的泡沫金属部 21 内的孔隙也越少，泡沫金属部 21 与电池内的活性物质的接触面也越小；泡沫金属部 21 的厚度过大，则泡沫金属部 21 的耐弯折性能变差，集流体卷绕成卷的过程中容易出现开裂的现象。泡沫金属部 21 的厚度为 20 至 400 μm，在保证泡沫金属部 21 与电池的活性物质充分接触，也能够保证集流体具有良好的耐弯折性能。

[00152] 图 4 示出了本申请的一些实施例的集流体的结构示意图，结合图 4 所示，本实施例的集流体包括一个强度增强层 1 和分别设在强度增强层的两侧的两个集流层 2，其中，集流层 2 包括泡沫金属部 21 和位于泡沫金属部 21 的沿集流体的宽度方向的两端的两个实体金属部 22。两个集流层 2 的泡沫金属部 21 的孔隙率为 85 至 90%。集流层 2 的厚度为 70 至 80μm。强度增强层 1 的厚度为 5 至 6μm。实体金属部 22 位于集流层 2 的沿集流体宽度方向的一端，并沿集流体的长度方向延伸，实体金属部 22 的宽

度为 8mm。实体金属部 22 贯穿集流层 2 的整个厚度方向。

[00153] 图 5 示出了本申请的一些实施例的集流体的结构示意图，结合图 5 所示，本实施例的集流体包括一个强度增强层 1 和分别设在强度增强层的两侧的两个集流层 2，其中，集流层 2 包括泡沫金属部 21 和位于泡沫金属部 21 的沿集流体的宽度方向的两端的两个实体金属部 22。两个集流层 2 的泡沫金属部 21 的孔隙率为 65 至 80%。集流层 2 的厚度为 110 至 125μm。强度增强层 1 的厚度为 5 至 6μm。实体金属部 22 位于集流层 2 的沿集流体宽度方向的一端，并沿集流体的长度方向延伸，实体金属部 22 的宽度为 7mm。实体金属部 22 贯穿集流层 2 的整个厚度方向。

[00154] 图 6 示出了本申请的一些实施例的集流体的结构示意图，结合图 6 所示，本实施例的集流体包括一个强度增强层 1 和分别设在强度增强层的两侧的两个集流层 2，其中，集流层 2 包括泡沫金属部 21 和位于泡沫金属部 21 的沿集流体的宽度方向的两端的两个实体金属部 22。两个集流层 2 的泡沫金属部 21 的孔隙率为 40 至 55%。集流层 2 的厚度为 40 至 50μm。强度增强层 1 的厚度为 7 至 9μm.可选地，强度增强层 1 为具有通孔的铜箔。实体金属部 22 位于集流层 2 的沿集流体宽度方向的一端，并沿集流体的长度方向延伸，实体金属部 22 的宽度为 7mm。实体金属部 22 贯穿集流层 2 的整个厚度方向。

[00155] 根据本申请的另一方面，本实施例还提供了一种集流体的制备方法，包括结合步骤和泡沫化步骤。

[00156] 其中，结合步骤，包括将用于形成集流层 2 的合金箔片和强度增强层 1 叠置并将上述两者结合。

[00157] 泡沫化步骤包括在合金箔片的局部贴敷防腐蚀材料层形成待泡沫化的中间体和将中间体置于腐蚀性溶液中，以去除未贴敷防腐蚀材料层的部分合金箔片中的一种或多种元素而将合金箔片形成泡沫金属部 21，贴敷防腐蚀材料层的部分合金箔片形成实体金属部 22。

[00158] 其中，腐蚀性溶液包括稀盐酸溶液、硫酸铵溶液、H_2SO_4 和 $MnSO_4$ 混合而成的电解液、醋酸溶液、磷酸溶液和硫酸溶液中的至少一种。可选地，腐蚀性溶液的浓度为 1 vol.%至 85 vol.%。

其中，将用于形成集流层 2 的合金箔片和强度增强层 1 的通过轧制结合。其中，轧制结合是指将合金板层叠后利用强烈的塑性或热塑性变形将板材一体化的结合方式。

[00159] 虽然已经参考优选实施例对本申请进行了描述，但在不脱离本申请的范围的情况下，可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。尤其是，只要不存在结构冲突，各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本申请并不局限于文中公开的特定实施例，而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

权 利 要 求 书

1. 一种集流体，包括：

强度增强层（1）；以及

集流层（2），与所述强度增强层（1）层叠设置并结合，所述集流层（2）包括泡沫金属部（21）和实体金属部（22）。

2. 根据权利要求 1 所述的集流体，其中，所述实体金属部（22）沿所述集流层的长度方向延伸。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的集流体，其中，所述集流层（2）包括多个所述实体金属部（22），相邻的两个所述实体金属部（22）之间设有所述泡沫金属部（21）。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的集流体，其中，所述强度增强层（1）的宽度方向的两端或一端设有所述实体金属部（22）。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的集流体，其中，

所述强度增强层（1）为片状金属层；或

所述强度增强层（1）为网状结构。

6. 根据权利要求 5 所述的集流体，其中，所述强度增强层（1）上设有通孔。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的集流体，其中，所述强度增强层（1）的两侧分别设有所述集流层（2），所述强度增强层（1）和两个所述集流层（2）沿集流体的厚度方向并排布置，且所述强度增强层（1）位于两个所述集流层（2）之间。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的集流体，其中，所述泡沫金属部（21）的孔隙率为 20%~95%，可选地，所述泡沫金属部（21）的孔隙率为 85%~90%。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的集流体，其中，所述泡沫金属部（21）包括由远离所述强度增强层（1）一侧向靠近所述强度增强层（1）一侧延伸的孔道，所述孔道是曲折的。

10. 根据权利要求 9 所述的集流体，其中，所述孔道的曲折度 t 为 1.21~1.33，其中，$t=1+\ln(1/\varepsilon^2)$，ε 为孔隙率。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的集流体，其中，

所述强度增强层（1）的厚度为 4~12μm；和/或

所述集流层（2）的厚度为 20~400 μ m。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的集流体，其中，

所述泡沫金属部（21）的材质为铜，实体金属部（22）的材质为铜锌、铜铝、铜锰和铜铁合金中的一种；或

所述泡沫金属部（21）的材质为镍，实体金属部（22）的材质为镍锰合金；或

所述泡沫金属部（21）的材质为钛，实体金属部（22）的材质为钛钪、钛铜和铂钛铜合金中的一种；或

所述泡沫金属部（21）的材质为金，实体金属部（22）的材质为金银合金。

13.一种集流体的制备方法，包括：

结合步骤，包括将用于形成所述集流层（2）的合金箔片和所述强度增强层（1）叠置，并将上述两者结合；以及

泡沫化步骤，包括在所述合金箔片的局部贴敷防腐蚀材料层形成待泡沫化的中间体和将所述中间体置于腐蚀性溶液中，以去除未贴敷所述防腐蚀材料层的部分所述合金箔片中的一种或多种元素而将所述合金箔片形成所述泡沫金属部（21），贴敷所述防腐蚀材料层的部分所述合金箔片形成所述实体金属部（22）。

14. 根据权利要求 13 所述的制备方法，其中所述腐蚀性溶液包括稀盐酸溶液、硫酸铵溶液、H_2SO_4 和 $MnSO_4$ 混合而成的电解液、醋酸溶液、磷酸溶液和硫酸溶液中的至少一种。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的制备方法，其中，将用于形成所述集流层（2）的合金箔片和所述强度增强层（1）的通过轧制结合。

16. 一种二次电池，包括权利要求 1 至 15 任一项所述的集流体或通过权利要求 13 至 15 任一项所述的制备方法制备的集流体。

17. 一种电池模块，其特征在于，包括权利要求 16 所述的二次电池。

18. 一种电池包，其特征在于，包括权利要求 17 所述的电池模块。

19. 一种用电装置，其特征在于，包括选自权利要求 16 所述的二次电池、权利要求 17 所述的电池模块或权利要求 18 所述的电池包中的至少一种。

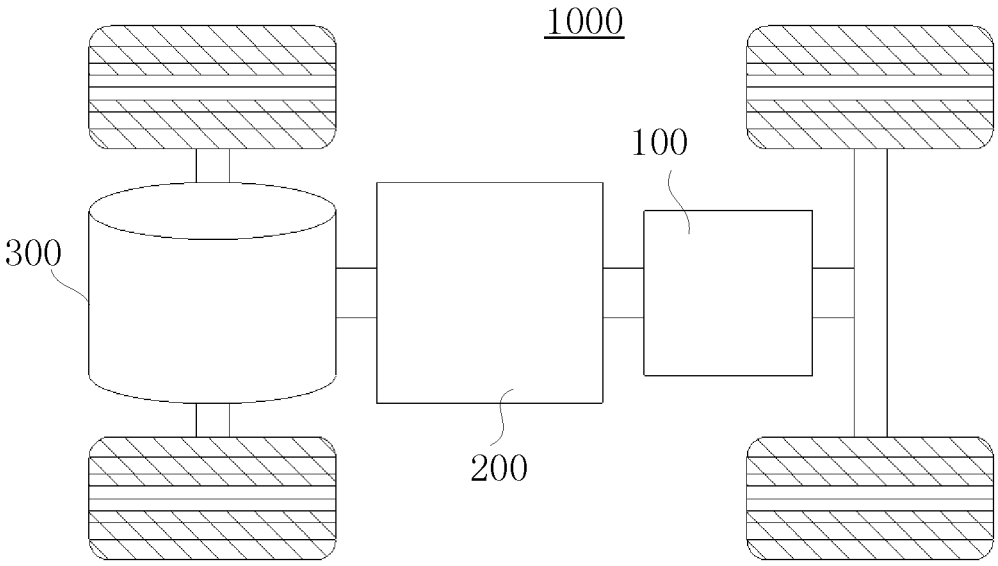


图 1

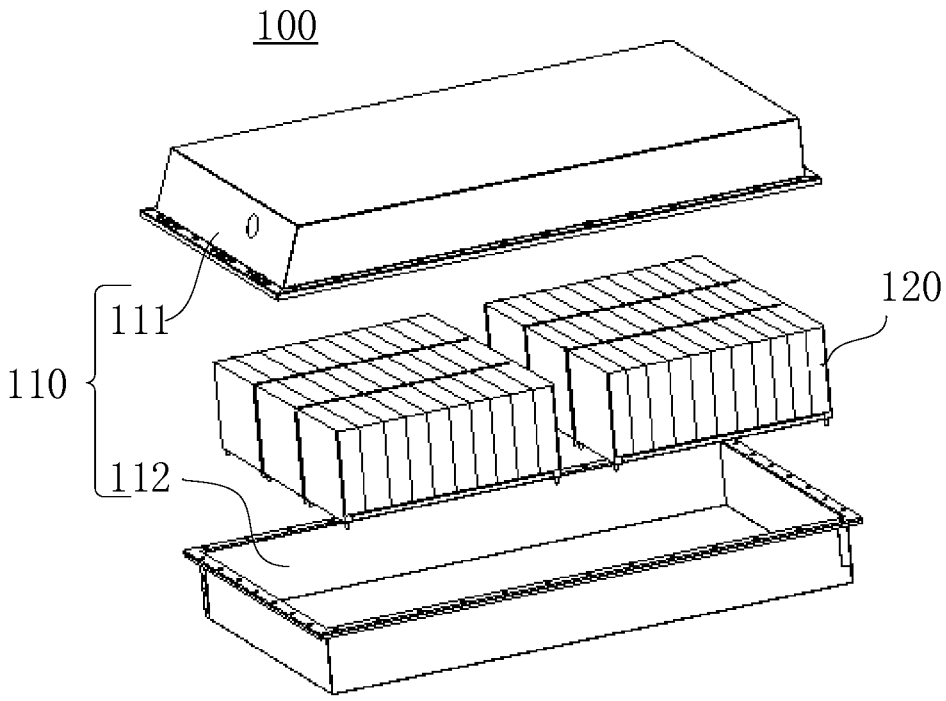


图 2

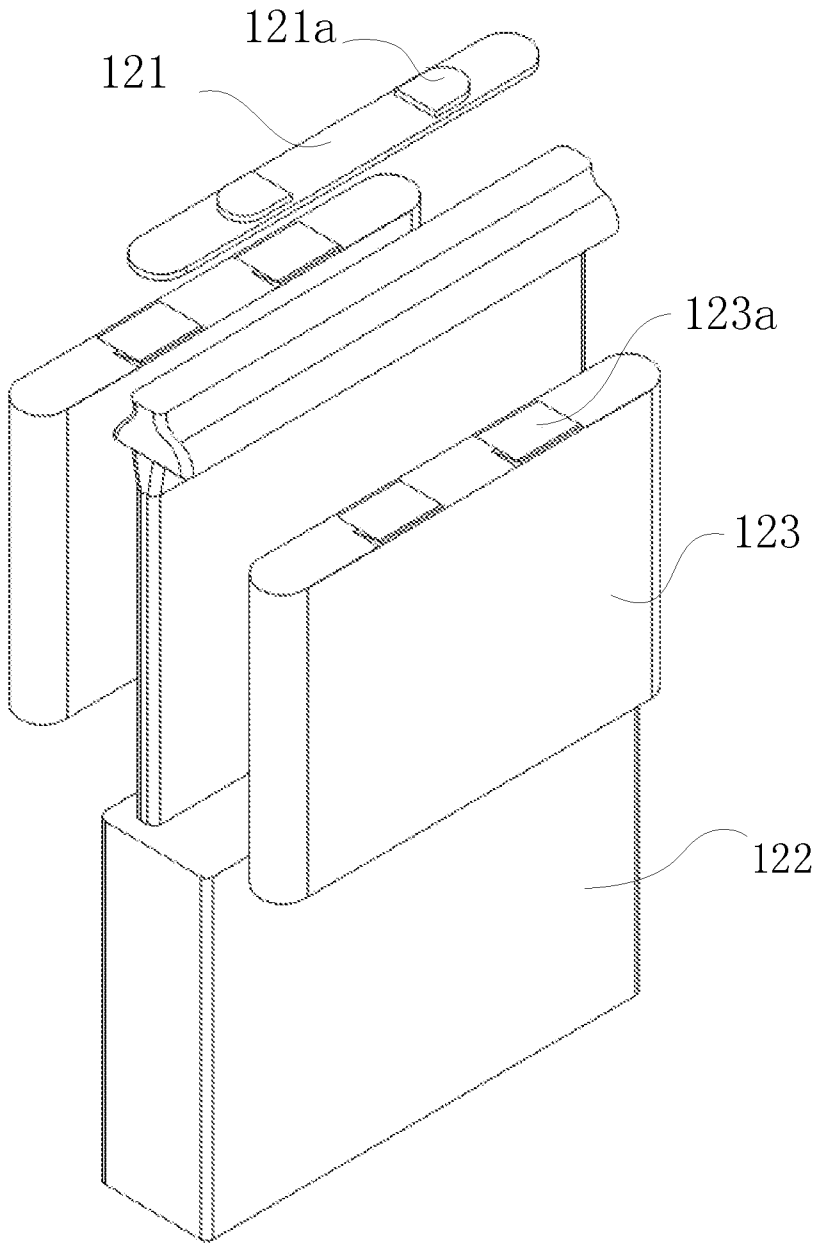


图 3

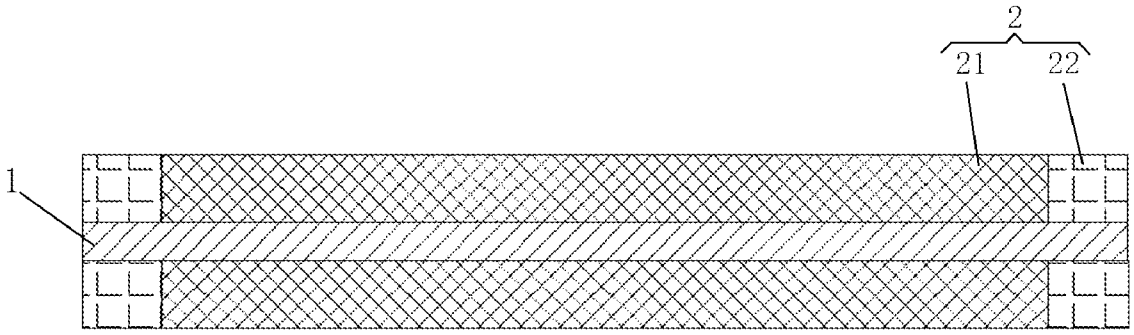


图 4

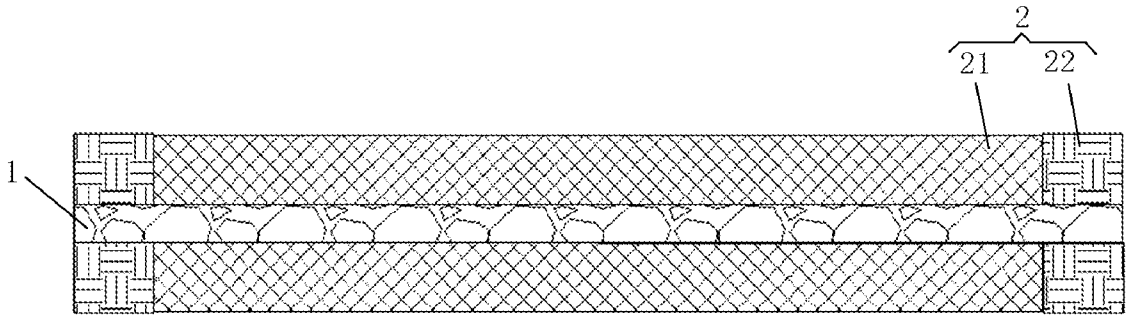


图 5

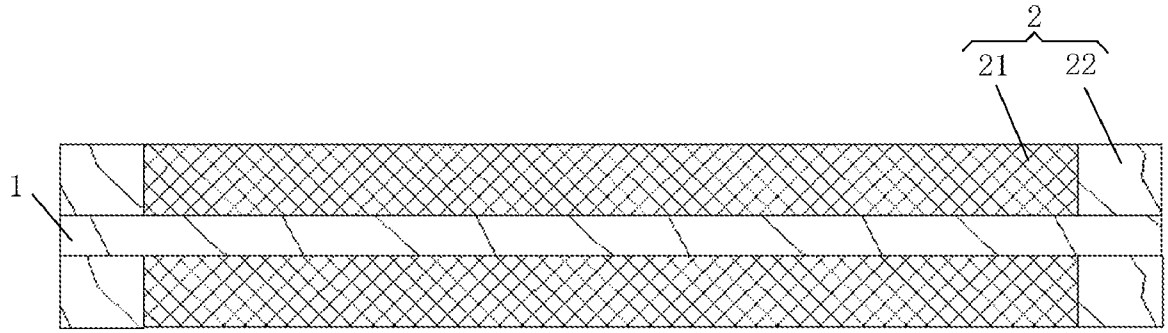


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/134371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 4/70(2006.01)i; H01M 4/66(2006.01)i; H01M 10/0525(2010.01)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)

CNABS; CNTXT; WPABS; VEN; ENTXT; CNKI: 电池, 集流体, 集电体, 加强, 金属, 泡沫, 海绵, 多孔, 实体, 去合金化, 腐蚀, battery, current collector, reinforcement, metal, foam, sponge, porous, solid, de-alloy, corrosion

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112635772 A (JIANGXI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 09 April 2021 (2021-04-09) description, paragraphs 2 and 23-122, and figures 1-4	1-19
Y	CN 207504104 U (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 June 2018 (2018-06-15) description, paragraphs 32-92, and figures 1-5	1-19
Y	CN 103290247 A (SICHUAN UNIVERSITY) 11 September 2013 (2013-09-11) description, paragraphs 5-31, and figures 1-2	13-15
Y	CN 112216875 A (BYD CO., LTD.) 12 January 2021 (2021-01-12) description, paragraphs 64 and 79-93, and figures 1-8	1-19
Y	CN 113169316 A (NGK INSULATORS LTD.) 23 July 2021 (2021-07-23) description, paragraphs 31-34, and figures 1-5	1-19
Y	CN 214313261 U (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 September 2021 (2021-09-28) description, paragraphs 26-131, and figures 1-10	1-19

☑ 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	Date of mailing of the international search report
25 July 2022	**10 August 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

International application No.
PCT/CN2021/134371

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP H05174868 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY CO., LTD.) 13 July 1993 (1993-07-13) entire document	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/134371

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112635772	A	09 April 2021	CN	112635772	B	17 June 2022
CN	207504104	U	15 June 2018		None		
CN	103290247	A	11 September 2013	CN	103290247	B	20 January 2016
CN	112216875	A	12 January 2021	CN	112216875	B	08 February 2022
CN	113169316	A	23 July 2021	DE	112019004393	T5	20 May 2021
				JP	6919078	B2	11 August 2021
				WO	2020115955	A1	11 June 2020
				US	2021194012	A1	24 June 2021
				US	11217784	B2	04 January 2022
				JPWO	2020115955	A1	02 September 2021
CN	214313261	U	28 September 2021		None		
JP	H05174868	A	13 July 1993		None		

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/134371

A. 主题的分类

H01M 4/70(2006.01)i; H01M 4/66(2006.01)i; H01M 10/0525(2010.01)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））

CNABS; CNTXT; WPABS; VEN; ENTXT; CNKI:电池，集流体，集电体，加强，金属，泡沫，海绵，多孔，实体，去合金化，腐蚀，battery, current collector, reinforcement, metal, foam, sponge, porous, solid, de-alloy, corrosion

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 112635772 A (江西理工大学) 2021年4月9日 (2021-04-09) 说明书第2、23-122段，图1-4	1-19
Y	CN 207504104 U (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2018年6月15日 (2018-06-15) 说明书第32-92段，图1-5	1-19
Y	CN 103290247 A (四川大学) 2013年9月11日 (2013-09-11) 说明书第5-31段，图1-2	13-15
Y	CN 112216875 A (比亚迪股份有限公司) 2021年1月12日 (2021-01-12) 说明书第64、79-93段，图1-8	1-19
Y	CN 113169316 A (日本碍子株式会社) 2021年7月23日 (2021-07-23) 说明书第31-34段，图1-5	1-19
Y	CN 214313261 U (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2021年9月28日 (2021-09-28) 说明书第26-131段，图1-10	1-19
A	JP H05174868 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY) 1993年7月13日 (1993-07-13) 全文	1-19

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2022年7月25日	2022年8月10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	受权官员 梁锦娟 电话号码 86-(20)-28950409

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/134371

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)
CN	112635772	A	2021年4月9日	CN	112635772	B	2022年6月17日
CN	207504104	U	2018年6月15日		无		
CN	103290247	A	2013年9月11日	CN	103290247	B	2016年1月20日
CN	112216875	A	2021年1月12日	CN	112216875	B	2022年2月8日
CN	113169316	A	2021年7月23日	DE	112019004393	T5	2021年5月20日
				JP	6919078	B2	2021年8月11日
				WO	2020115955	A1	2020年6月11日
				US	2021194012	A1	2021年6月24日
				US	11217784	B2	2022年1月4日
				JPWO	2020115955	A1	2021年9月2日
CN	214313261	U	2021年9月28日		无		
JP	H05174868	A	1993年7月13日		无		