(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
2025 年 6 月 26 日 (26.06.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/129485 A1

(51) 国际专利分类号:
C22B 3/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/140140

(22) 国际申请日: 2023 年 12 月 20 日 (20.12.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 广东邦普循环科技有限公司 **(GUANGDONG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国广东省佛山市三水区乐平镇智信大道6号2座、7座、9座 528137 (CN)。 湖南邦普循环科技有限公司 **(HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市宁乡高新技术产业园区金宁东路508号 410600 (CN)。

(72) 发明人:张添全**(ZHANG, Tianquan)**; 中国广东省佛山市三水区乐平镇智信大道6号2座、7座、9座 528137 (CN)。 阮丁山**(RUAN, Dingshan)**; 中国广东省佛山市三水区乐平镇智信大道6号2座、7座、9座 528137 (CN)。 蒋银龙**(JIANG, Yinlong)**; 中国广东省佛山市三水区乐平镇智信大道6号2座、7座、9座 528137 (CN)。 李凤光**(LI, Fengguang)**; 中国广东省佛山市三水区乐平镇智信大道6号2座、7座、9座 528137 (CN)。 李长东**(LI, Changdong)**; 中国广东省佛山市三水区乐平镇智信大道6号2座、7座、9座 528137 (CN)。

(74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司 **(SCIHEAD IP LAW FIRM)**; 中国广东省广州市越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦1508室 510070 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) **Title:** ELECTROCHEMICAL LITHIUM EXTRACTION APPARATUS AND METHOD

(54) 发明名称: 一种锂的电化学提取装置及方法

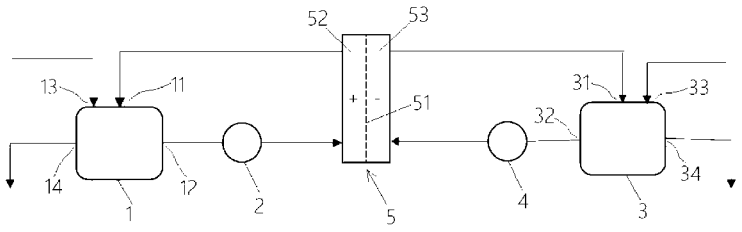


图 1

(57) **Abstract:** An electrochemical lithium extraction apparatus, and a method, relating to the technical field of electrochemical metallurgy. The apparatus comprises: a first circulation tank (1), comprising a first inlet (11) and a first outlet (12) in communication with each other; a first circulation pump (2); a second circulation tank (3), comprising a second inlet (31) and a second outlet (32) in communication with each other; a second circulation pump (4); an electrochemical stack (5), having provided therein an anode chamber (52) and a cathode chamber (53) separated by a diaphragm (51), the anode chamber (52) being provided with an anode plate (54), and the cathode chamber (53) being provided with a cathode plate (55). The first outlet (12) is in communication with an inlet of the anode chamber (52) by means of the circulation pump (2), and an outlet of the anode chamber (52) is in communication with the first inlet (11); the second outlet (32) is in communication with an inlet of the cathode chamber (53) by means of the second circulation pump (4), and an outlet of the cathode chamber (53) is in communication with the second inlet (31). The present apparatus and method can extract lithium from lithium-containing solid-phase materials or liquid-phase materials, and the lithium extraction efficiency is high, achieving environmental protection effects.

WO 2025/129485 A1

[见续页]

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

(57) 摘要: 一种锂的电化学提取装置及方法，涉及电化学冶金技术领域，其中，第一循环罐（1）包括相连通的第一入口（11）和第一出口（12）；第一循环泵（2）；第二循环罐（3）包括相连通的第二入口（31）和第二出口（32）；第二循环泵（4）；电堆（5）内部设有通过隔膜（51）进行隔离的阳极室（52）和阴极室（53），阳极室（52）设有阳极板（54），阴极室（53）设有阴极板（55）；第一出口（12）通过循环泵（2）与阳极室（52）的入口连通，阳极室（52）的出口与第一入口（11）连通；第二出口（32）通过第二循环泵（4）与阴极室（53）的入口连通，阴极室（53）的出口与第二入口（31）连通。该装置及方法能够从含锂的固相材料或液相材料中提取锂，且提取锂的效率高，达到环保效果。

一种锂的电化学提取装置及方法

技术领域

本申请涉及电化学冶金技术领域，特别是涉及一种锂的电化学提取装置及方法。

背景技术

锂金属及其化合物广泛应用于玻璃、冶金、陶瓷、润滑剂和制冷剂等行业，同时随着电动汽车、风电、核电等新兴产业的迅速崛起，社会发展对锂资源的需求也逐渐呈现跳跃式增长。随着锂资源的提取从矿石提锂转向含锂卤水、海水提锂及废旧锂离子电池中的正极材料提锂，主要使用热处理设备配合罐式反应器和固液分离设备。目前的电化学提锂只能针对单一相的含锂材料进行提取，使的适用范围较小，并且提取效率不高，因此能耗较大，不利于环保。

发明内容

本申请的目的是提供一种锂的电化学提取装置及方法，能够从含锂的固相材料或液相材料中提取锂，且提取锂的效率高，具备环保效果。

为了实现上述目的，一方面本申请提供了一种锂的电化学提取装置，包括:

第一循环罐，包括相连通的第一入口和第一出口;

第一循环泵;

第二循环罐，包括相连通的第二入口和第二出口;

第二循环泵；以及

电堆，其内部设有通过隔膜进行隔离的阳极室和阴极室，所述阳极室设有阳极板，所述阴极室设有阴极板；所述第一出口通过所述循环泵与所述阳极室的入口连通，所述阳极室的出口与所述第一入口连

通；所述第二出口通过所述第二循环泵与所述阴极室的入口连通，所述阴极室的出口与所述第二入口连通；

其中，所述阳极室和阴极室均设有一个以上；所述阳极板用于使所述阳极室内的阳极浆料含有的锂从固相中转移到液相中，所述阴极板用于使所述阴极室内的阴极浆料含有的锂从液相中转移到固相中。

在一些实施例中，每个所述阳极室的中部设有一块阳极板，每个所述阴极室的中部设有一块阴极板。

在一些实施例中，所述阳极板和阴极板的形状为板状，所述阳极板与所述隔膜的距离以及所述阴极板与所述隔膜的距离 L，满足 0mm ＜L≤80mm。

在一些实施例中，每个所述阳极室的两侧对应设有两块阳极板，每个所述阴极室的两侧对应设有两块阴极板。

在一些实施例中，所述阳极板和阴极板的形状为多孔状；所述阳极板与所述隔膜的距离以及所述阴极板与所述隔膜的距离 L，满足 0mm≤L≤80mm。

在一些实施例中，所述阳极室和阴极室交错排列，且均为竖向设置。

在一些实施例中，所述电堆还包括布液管，所述布液管设于所述阳极室的入口和出口处，且沿所述阳极室的长度方向延伸，以及所述布液管设于所述阴极室的入口和出口处，且沿所述阴极室的长度方向延伸。

在一些实施例中，所述布液管表面均布有多个通孔。

在一些实施例中，所述第一循环罐还包括第一进料口和第一出料口，所述第一进料口与所述第一出口连通，所述第一出料口与所述第一入口连通，或/和，所述第二循环罐还包括第二进料口和第二出料口，所述第二进料口与所述第二出口连通，所述第二出料口与所述第二入口连通。

在一些实施例中，所述阳极板的材质为石墨、铅、铅合金、钛和

涂层钛中的一种，所述涂层钛为钛材上涂覆二氧化铅、钛材上涂覆钛锰合金、钛材上涂覆二氧化锰、钛材上涂覆铱或钌氧化物、钛材上涂覆锡锑氧化物中的一种。

在一些实施例中，所述阴极板的材质为铁、镍、铜、锌、铝、铅、锰、不锈钢、铁镍合金、铝合金、锌合金、铅合金、锰合金中的一种。

另一方面本申请提供了一种锂的电化学提取方法，使用上述锂的电化学提取装置，包括以下步骤：

获取固相含锂材料，将所述固相含锂材料与电解质溶液混合形成阳极浆料；

开启第一循环泵，使所述阳极浆料自第一循环罐输送进入电堆的阳极室内，所述电堆接入电源对所述阳极浆料电解，使所述阳极浆料中的锂从固相中转移到液相中，完成电解的所述阳极浆料从所述阳极室排出进入到所述第一循环罐中。

重复上个步骤至少一次后，完成电解的所述阳极浆料自所述第一循环罐排出，且经过固液分离得到富锂溶液。

在一些实施例中，所述固相含锂材料为回收的锂离子电池的正极材料。

在一些实施例中，所述固相含锂材料通过以下方法得到：

获取含锂卤水，将所述含锂卤水与脱嵌锂材料混合形成阴极浆料；

开启第二循环泵，使所述阴极浆料自第二循环罐输送进入所述电堆的阴极室内，所述电堆接入电源对所述阴极浆料进行电解，使所述阴极浆料中的锂从液相中转移到固相中，完成电解的所述阴极浆料从所述阴极室排出进入到所述第二循环罐中；

重复上个步骤至少一次后，完成电解的所述阴极浆料自所述第二循环罐排出，再经过固液分离得到所述固相含锂材料。

在一些实施例中，所述脱嵌锂材料为磷酸铁锂、锰酸锂和镍钴锰酸锂中的一种。

本申请提供一种锂的电化学提取装置及方法，与现有技术相比，

其有益效果在于:

设置的第一循环罐的第一出口通过第一循环泵与阳极室的入口连通，阳极室的出口与第一循环罐的第一入口连通；第二循环罐的第二出口通过第二循环泵与阴极室的入口连通，阴极室的出口与第二循环罐的第二入口连通，电堆通电后在阳极室中能够从含锂的固相材料中提取锂，在阴极室中能够从含锂的液相材料中提取锂，并且第一循环罐与阳极室循环连通，第二循环罐与阴极室循环连通，实现循环连续提取锂，使得提取锂的效率高，实现资源回收，具备环保效果。

附图说明

图1为本申请实施例提供的锂的电化学提取装置的原理结构示意图。

图2为本申请实施例提供的锂的电化学提取装置的电堆第一结构示意图。

图3为本申请实施例提供的锂的电化学提取装置的电堆第二结构示意图。

图4为图2中沿A向的剖面结构示意图。

图中：1、第一循环罐；11、第一入口；12、第一出口；13、第一进料口；14、第一出料口；2、第一循环泵；3、第二循环罐；31、第二入口；32、第二出口；33、第二进料口；34、第二出料口；4、第二循环泵；5、电堆；51、隔膜；52、阳极室；53、阴极室；54、阳极板；55、阴极板；56、布液管；561、通孔；X、阳极室的长度方向；Y、阳极室的高度方向。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。

需要理解的是，在本申请的描述中，术语“上”、“下”、“竖

直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所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。术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量，也即，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。此外，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

此外，下面所描述的本申请不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

如图 1-4 所示，本申请提供的一种锂的电化学提取装置，在一些实施例中，包括第一循环罐 1、第一循环泵 2、第二循环罐 3、第二循环泵 4 和电堆 5。在工作时，第一循环泵 2 使阳极浆料在第一循环罐 1 与电堆 5 的阳极室 52 之间循环流动；第二循环泵 4 使阴极浆料在第二循环罐 3 与电堆 5 的阴极室 53 之间循环流动。

具体的，第一循环罐 1 包括相连通的第一入口 11 和第一出口 12；第二循环罐 3，包括相连通的第二入口 31 和第二出口 32；电堆 5 内部设有通过隔膜 51 进行隔离的阳极室 52 和阴极室 53，阳极室 52 设有阳极板 54，阴极室 53 设有阴极板 55；第一出口 12 通过循环泵 2 与阳极室 52 的入口连通，阳极室 52 的出口与第一入口 11 连通；第二出口 32 通过第二循环泵 4 与阴极室 53 的入口连通，阴极室 53 的出口与第二入口 31 连通。

其中，阳极室 52 和阴极室 53 均设有一个以上；阳极板 54 用于使阳极室 52 内的阳极浆料含有的锂从固相中转移到液相中，阴极板 55 用于使阴极室 53 内的阴极浆料含有的锂从液相中转移到固相中。

基于上述的设置，第一循环罐 1 的第一出口 12 通过第一循环泵 2 与阳极室 52 的入口连通，阳极室 52 的出口与第一循环罐 1 的第一入口 11 连通；第二循环罐 3 的第二出口 32 通过第二循环泵 4 与阴极室

53 的入口连通，阴极室 53 的出口与第二循环罐 3 的第二入口 31 连通，电堆 5 通电后在阳极室 52 中能够从含锂的固相材料中提取锂，在阴极室 53 中能够从含锂的液相材料中提取锂，并且第一循环罐 1 与阳极室 52 循环连通，第二循环罐 3 与阴极室 53 循环连通，实现循环连续提取锂，使得提取锂的效率高，实现资源回收，具备环保效果。

如图 2 所示，在一个实施例中，每个阳极室 52 的中部设有一块阳极板 54，每个阴极室 53 的中部设有一块阴极板 55。在工作时，阳极室 52 内的阳极浆料顺着阳极板 54 的两侧流动，阴极室 53 内的阴极浆料顺着阴极板 55 的两侧流动，上述的结构设置使流道相对较窄，容易造成堵塞；优点是阳极板 54 和阴极板 55 的距离相对较大，工作电压较高，电压可调范围较大。

上述实施例中，阳极板 54 和阴极板 55 的形状为板状或多孔状。阳极板 54 和阴极板 55 具有汇集电流的功能，其中，板状的结构容易安装，且制备成本低；多孔状的结构成本较高，但是与阳极浆料和阴极浆料的接触面积更大，使提锂效率更高。

如图 3 所示，在一个实施例中，每个阳极室 52 的两侧对应设有两块阳极板 54，每个阴极室 53 的两侧对应设有两块阴极板 55。在工作时，阳极室 52 内的阳极浆料顺着两块阳极板 54 之间的间隔处流动，阴极室 53 内的阴极浆料顺着两块阴极板 55 之间的间隔处流动，上述的结构设置优点是使流道相对较宽，不容易造成堵塞；但是阳极板 54 和阴极板 55 的距离相对较小，工作电压较低，电压可调节范围较小。

上述实施例中，阳极板 54 和阴极板 55 的形状为多孔状，例如采用网状，此时，由于阳极板 54 和阴极板 55 与隔膜 51 的间距较小，只能采用网状结构（内部具有孔洞）使离子能够通过，来实现汇集电流的功能；若采用板状结构（内部不具有孔洞）会阻碍离子通过隔膜 51，影响汇集电流的功能。

在一些实施例中，当阳极板 54 和阴极板 55 的形状为板状，阳极板 54 与所述隔膜 51 的距离以及阴极板 55 与所述隔膜 51 的距离 L，满

足 0mm＜L≤80mm，距离在该范围使得板状的阳极板 54 和阴极板 55 不会紧贴在隔膜 51 上，使离子的顺利通过隔膜 51。当阳极板 54 和阴极板 55 的形状为网状；阳极板 54 与所述隔膜 51 的距离以及所述阴极板 55 与所述隔膜 51 的距离 L，满足 0mm≤L≤80mm，网状的阳极板 54 和阴极板 55 内部具有孔洞，因此即使紧贴在隔膜 51 上也能使离子通过隔膜 51。

如图 2 和 4 所示，在一个实施例中，阳极室 52 和阴极室 53 交错排列，且均为竖向设置，使得阳极浆料在阳极室 52 内沿阳极室的高度方向 Y 上下流动，阴极浆料在阴极室 53 内沿阴极室 53 的高度方向上下流动，需要说明的是，阳极室 52 和阴极室 53 的内部结构相同；电堆还包括布液管 56，布液管 56 设于阳极室 52 的入口和出口处，使阳极浆料通过布液管 56 流入或流出阳极室 52，且布液管 56 沿阳极室 52 的长度 X 方向延伸，以及布液管 56 设于阴极室 53 的入口和出口处，使阴极浆料通过布液管 56 流入或流出阴极室 53，且布液管 56 沿阴极室 53 的长度方向延伸。具体的，布液管 56 表面均布有多个通孔 561，使得阳极浆料在阳极室 52 内均匀流动与阳极板 54 充分接触，阴极浆料在阴极室 53 内均匀流动与阴极板 55 充分接触，保证电化学反应的正常进行，从而能够降低能耗。

在一个实施例中，第一循环罐 1 还包括第一进料口 13 和第一出料口 14，第一进料口 13 与第一出口 12 连通，第一出料口 14 与第一入口 11 连通。其中，第一入口 11 设有第一三通阀，使得第一入口 11 通过第一三通阀分别与第一出料口 14 及第一出口 12 连通，在运行时，通过控制第一三通阀，使阳极浆料在第一循环罐 1 与电堆 5 的阳极室 52 内循环流动实现循环电化学反应，或阳极浆料完成电化学反应后从第一出料口 14 内排出；第一进料口 13 用于输入需要进行电化学反应的阳极浆料。

在一个实施例中，第二循环罐 3 还包括第二进料口 33 和第二出料口 34，第二进料口 33 与第二出口 32 连通，第二出料口 34 与第二入口

31 连通。其中，第二入口 31 设有第二三通阀，使得第二入口 31 通过第二三通阀分别与第二出料口 34 及第二出口 32 连通，在运行时，通过控制第二三通阀，使阴极浆料在第二循环罐 3 与电堆 5 的阴极室 53 内循环流动实现循环电化学反应，或阴极浆料完成电化学反应后从第二出料口 34 内排出；第二进料口 33 用于输入需要进行电化学反应的阴极浆料。

具体的，阳极板 54 的材质为石墨、铅、铅合金、钛和涂层钛中的一种，涂层钛为钛材上涂覆二氧化铅、钛材上涂覆钛锰合金、钛材上涂覆二氧化锰、钛材上涂覆铱或钌氧化物、钛材上涂覆锡锑氧化物中的一种，在满足导电的状态下，阳极板 54 能够在含氯的中性或酸性溶液中耐阳极氧化，不被溶解和腐蚀；阴极板 55 的材质为铁、镍、铜、锌、铝、铅、锰、不锈钢、铁镍合金、铝合金、锌合金、铅合金、锰合金中的一种，在满足导电的状态下，阴极板 55 在含氯溶液中能稳定使用。

此外，本申请提供了一种锂的电化学提取方法，下列的锂的电化学提取方法由锂的电化学提取方装置执行。包括以下步骤：

步骤 1、获取固相含锂材料，将固相含锂材料与电解质溶液混合形成阳极浆料；其中，电解质溶液的作用是浆化固相含锂材料，电解质溶液可使用硫酸盐或氯化物溶液。

步骤 2、开启第一循环泵 2，使阳极浆料自第一循环罐 1 输送进入电堆 5 的阳极室 52 内，电堆 5 接入电源对阳极浆料电解，使阳极浆料中的锂从固相中转移到液相中，完成电解的阳极浆料从阳极室 52 排出进入到第一循环罐 1 中。

步骤 3、重复上个步骤至少一次后，完成电解的阳极浆料自第一循环罐 1 排出，且经过固液分离得到富锂溶液。

在一个实施例中，固相含锂材料为回收的锂离子电池的正极材料，此时通过上述方法能够实现锂离子电池的正极材料中锂的回收利用。

在另一个实施例中，固相含锂材料通过以下步骤获取：

步骤 11、获取含锂卤水（可以是盐湖卤水），将含锂卤水与脱嵌锂材料混合形成阴极浆料;

步骤 12、开启第二循环泵 4，使阴极浆料自第二循环罐 3 输送进入电堆 5 的阴极室 53 内，电堆 5 接入电源对阴极浆料进行电解，使阴极浆料中的锂从液相中转移到固相中，完成电解的阴极浆料从阴极室 53 排出进入到第二循环罐 3 中;

步骤 13、重复上个步骤至少一次后，完成电解的阴极浆料自第二循环罐 3 排出，再经过固液分离得到固相含锂材料。

步骤 11-13 能够将盐湖卤水制备成固相含锂材料，而固相含锂材料通过步骤 1-3 实现锂的回收提取，因此达到盐湖卤水中提取锂的目的。

其中，脱嵌锂材料为磷酸铁锂、锰酸锂和镍钴锰酸锂中的一种。上述材料可以在得到电子时（被还原），嵌入锂离子；在失去电子时（被氧化），脱出锂离子。

以上所述仅是本申请的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请技术原理的前提下，还可以做出若干改进和替换，这些改进和替换也应视为本申请的保护范围。

权利要求书

1、一种锂的电化学提取装置，其特征在于，包括:

第一循环罐（1），包括相连通的第一入口（11）和第一出口（12);

第一循环泵（2）;

第二循环罐（3），包括相连通的第二入口（31）和第二出口（32);

第二循环泵（4）；以及

电堆（5），其内部设有通过隔膜（51）进行隔离的阳极室（52）和阴极室（53），所述阳极室（52）设有阳极板（54），所述阴极室（53）设有阴极板（55）；所述第一出口（12）通过所述循环泵（2）与所述阳极室（52）的入口连通，所述阳极室（52）的出口与所述第一入口（11）连通；所述第二出口（32）通过所述第二循环泵（4）与所述阴极室（53）的入口连通，所述阴极室（53）的出口与所述第二入口（31）连通;

其中，所述阳极室（52）和阴极室（53）均设有一个以上；所述阳极板（54）用于使所述阳极室（52）内的阳极浆料含有的锂从固相中转移到液相中，所述阴极板（55）用于使所述阴极室（53）内的阴极浆料含有的锂从液相中转移到固相中。

2、根据权利要求 1 所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，每个所述阳极室（52）的中部设有一块阳极板（54），每个所述阴极室（53）的中部设有一块阴极板（55）。

3、根据权利要求 2 所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，所述阳极板（54）和阴极板（55）的形状为板状，所述阳极板（54）与所述隔膜（51）的距离以及所述阴极板（55）与所述隔膜（51）的距离 L，满足 $0mm < L \leqslant 80mm$。

4、根据权利要求 1 所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，每个所述阳极室（52）的两侧对应设有两块阳极板（54），每个所述阴极室（53）的两侧对应设有两块阴极板（55）。

5、根据权利要求2或4所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，所述阳极板（54）和阴极板（55）的形状为多孔状；所述阳极板（54）与所述隔膜（51）的距离以及所述阴极板（55）与所述隔膜（51）的距离L，满足0mm≤L≤80mm。

6、根据权利要求1所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，所述阳极室（52）和阴极室（53）交错排列，且均为竖向设置。

7、根据权利要求1所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，所述电堆（5）还包括布液管（56），所述布液管（56）设于所述阳极室（52）的入口和出口处，且沿所述阳极室（52）的长度方向（X）延伸，以及所述布液管（56）设于所述阴极室（53）的入口和出口处，且沿所述阴极室（53）的长度方向延伸。

8、根据权利要求7所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，所述布液管（56）表面均布有多个通孔（561）。

9、根据权利要求1所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，所述第一循环罐（1）还包括第一进料口（13）和第一出料口（14），所述第一进料口（13）与所述第一出口（12）连通，所述第一出料口（14）与所述第一入口（11）连通；或/和，所述第二循环罐（3）还包括第二进料口（33）和第二出料口（34），所述第二进料口（33）与所述第二出口（32）连通，所述第二出料口（34）与所述第二入口（31）连通。

10、根据权利要求1所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，所述阳极板（54）的材质为石墨、铅、铅合金、钛和涂层钛中的一种，所述涂层钛为钛材上涂覆二氧化铅、钛材上涂覆钛锰合金、钛材上涂覆二氧化锰、钛材上涂覆铱或钌氧化物、钛材上涂覆锡锑氧化物中的一种。

11、根据权利要求1所述的锂的电化学提取装置，其特征在于，所述阴极板（55）的材质为铁、镍、铜、锌、铝、铅、锰、不锈钢、铁镍合金、铝合金、锌合金、铅合金、锰合金中的一种。

12、一种锂的电化学提取方法，其特征在于，使用如权利要求 1-11 任一项所述的锂的电化学提取装置，包括:

获取固相含锂材料，将所述固相含锂材料与电解质溶液混合形成阳极浆料;

开启第一循环泵（2），使所述阳极浆料自第一循环罐（1）输送进入电堆（5）的阳极室（52）内，所述电堆（5）接入电源对所述阳极浆料电解，使所述阳极浆料中的锂从固相中转移到液相中，完成电解的所述阳极浆料从所述阳极室（52）排出进入到所述第一循环罐（1）中;

重复上个步骤至少一次后，完成电解的所述阳极浆料自所述第一循环罐（1）排出，且经过固液分离得到富锂溶液。

13、根据权利要求 12 所述的锂的电化学提取方法，其特征在于，所述固相含锂材料为回收的锂离子电池的正极材料。

14、根据权利要求 12 所述的锂的电化学提取方法，其特征在于，所述固相含锂材料通过以下方法得到:

获取含锂卤水，将所述含锂卤水与脱嵌锂材料混合形成阴极浆料;

开启第二循环泵（4），使所述阴极浆料自第二循环罐（3）输送进入所述电堆（5）的阴极室（53）内，所述电堆（5）接入电源对所述阴极浆料进行电解，使所述阴极浆料中的锂从液相中转移到固相中，完成电解的所述阴极浆料从所述阴极室（53）排出进入到所述第二循环罐（3）中;

重复上个步骤至少一次后，完成电解的所述阴极浆料自所述第二循环罐（3）排出，再经过固液分离得到所述固相含锂材料。

15、根据权利要求 13 所述的锂的电化学提取方法，其特征在于，所述脱嵌锂材料为磷酸铁锂、锰酸锂和镍钴锰酸锂中的一种。

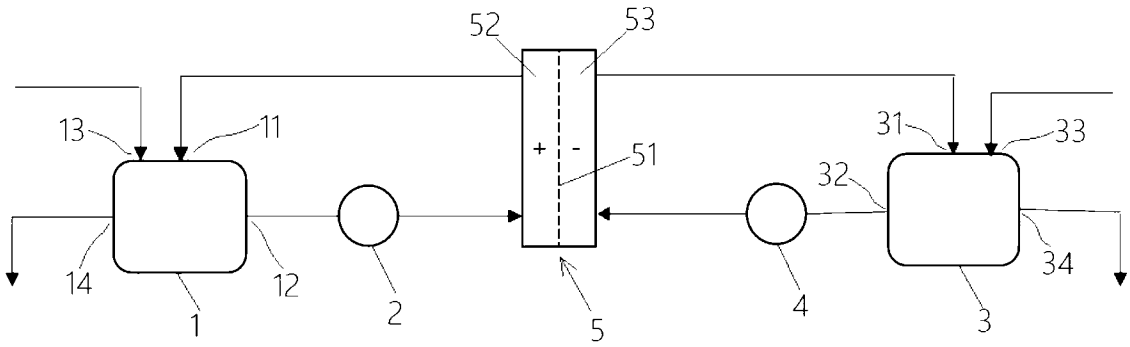


图 1

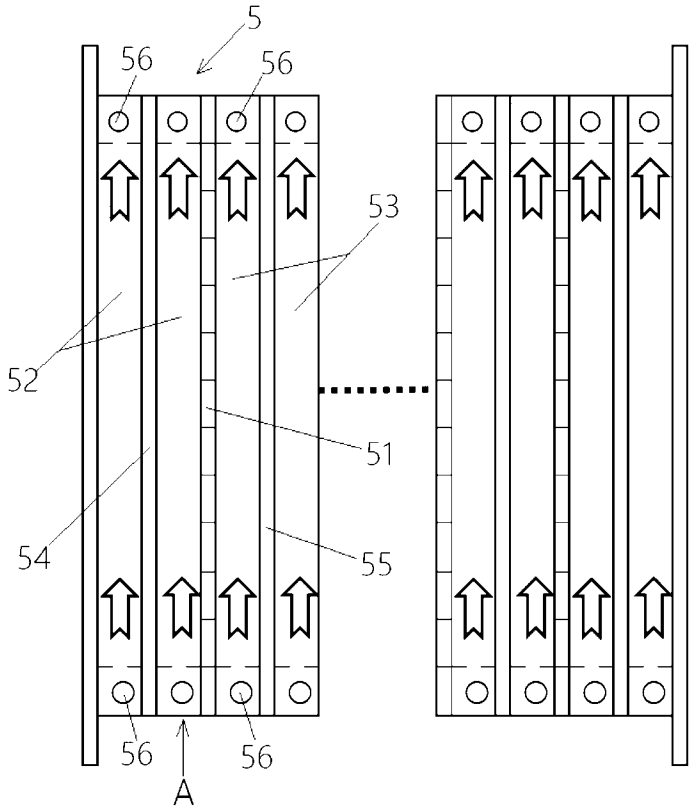


图 2

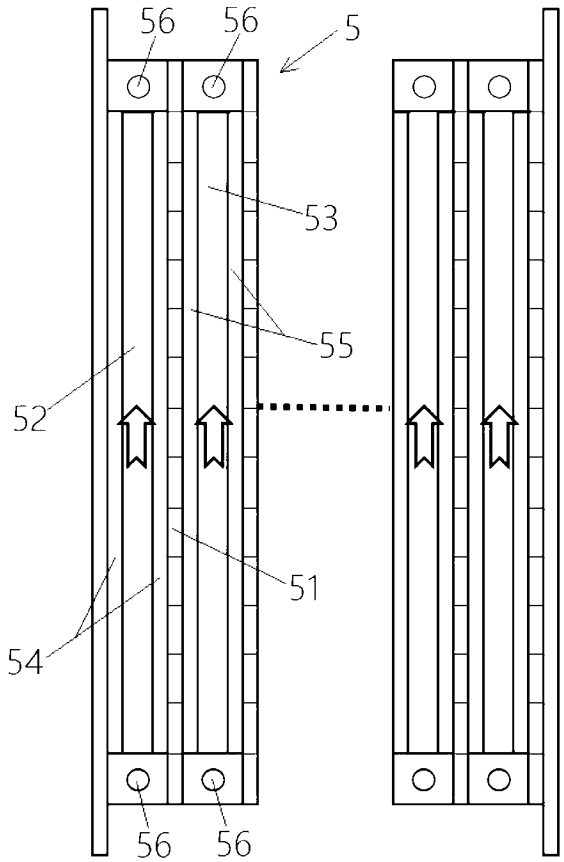


图 3

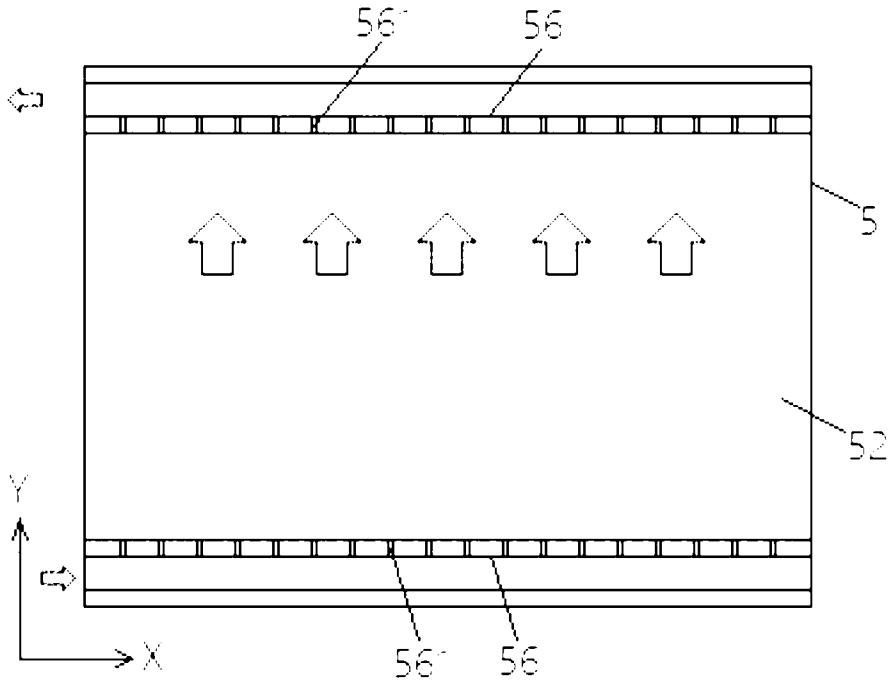


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/140140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B 3/02(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)

C22B

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, DWPI, ENTXT, ENTXTC, Elsevier Science Direct, ISI Web of Science, 读秀, DUXIU, 超星科技数字图书馆, CHAOXING DIGITAL LIBRARY, 中国期刊网全文数据库, CJFD: 邦普, 张添全, 阮丁山, 蒋银龙, 李凤光, 李长东, 锂, 电解, 阳极, 阴极, 脱嵌, 隔膜, 卤水, lithium, Li, electrolysis, anode, cathode, deimpaction, diaphragm, brine

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 116119637 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 16 May 2023 (2023-05-16) description, paragraphs 7-11, and figure 1	1-15
Y	CN 116377514 A (SHIJIAZHUANG JIASHUO ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 July 2023 (2023-07-04) description, paragraphs 11 and 21, and figure 1	1-15
Y	CN 117165957 A (FUJIAN EVERGREEN NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 05 December 2023 (2023-12-05) description, paragraphs 7-11	1-15
A	CN 116926572 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 24 October 2023 (2023-10-24) entire document	1-15
A	CN 117015623 A (GUANGDONG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 07 November 2023 (2023-11-07) entire document	1-15

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
16 August 2024	**22 August 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/140140

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020283921 A1 (LIEP ENERGY LTD.) 10 September 2020 (2020-09-10) entire document	1-15
A	US 2023212769 A1 (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 06 July 2023 (2023-07-06) entire document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/140140

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 116119637 A	16 May 2023	None	
CN 116377514 A	04 July 2023	CN 219861612 U	20 October 2023
CN 117165957 A	05 December 2023	None	
CN 116926572 A	24 October 2023	None	
CN 117015623 A	07 November 2023	None	
US 2020283921 A1	10 September 2020	CL 2020000488 A1	31 July 2020
		AU 2020200573 A1	24 September 2020
		CA 3036143 A1	08 September 2020
		CA 3068861 A1	03 July 2020
		CA 3068861 C	04 October 2022
US 2023212769 A1	06 July 2023	AR 128188 A1	10 April 2024
		CL 2022003737 A1	08 September 2023

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/140140

A. 主题的分类

C22B 3/02(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)

C22B

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，DWPI，ENTXT，ENTXTC，Elsevier Science Direct，ISI Web of Science，读秀，超星科技数字图书馆，中国期刊网全文数据库 关键词： 邦普，张添全，阮丁山，蒋银龙，李凤光，李长东，锂，电解，阳极，阴极，脱嵌，隔膜，卤水，lithium，Li，electrolysis，anode，cathode，deimpaction，diaphragm，brine

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 116119637 A (中南大学) 2023年5月16日 (2023 - 05 - 16) 说明书第7-11段，图1	1-15
Y	CN 116377514 A (石家庄嘉硕电子技术有限公司) 2023年7月4日 (2023 - 07 - 04) 说明书11、21段，图1	1-15
Y	CN 117165957 A (福建常青新能源科技有限公司 等) 2023年12月5日 (2023 - 12 - 05) 说明书第7-11段	1-15
A	CN 116926572 A (北京科技大学) 2023年10月24日 (2023 - 10 - 24) 全文	1-15
A	CN 117015623 A (广东邦普循环科技有限公司 等) 2023年11月7日 (2023 - 11 - 07) 全文	1-15
A	US 2020283921 A1 (LIEP ENERGY LTD.) 2020年9月10日 (2020 - 09 - 10) 全文	1-15
A	US 2023212769 A1 (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 2023年7月6日 (2023 - 07 - 06) 全文	1-15

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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
2024年8月16日	2024年8月22日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	赵业青 电话号码 (+86) 010-53962809

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/140140

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	116119637	A	2023年5月16日	无			
CN	116377514	A	2023年7月4日	CN	219861612	U	2023年10月20日
CN	117165957	A	2023年12月5日	无			
CN	116926572	A	2023年10月24日	无			
CN	117015623	A	2023年11月7日	无			
US	2020283921	A1	2020年9月10日	CL	2020000488	A1	2020年7月31日
				AU	2020200573	A1	2020年9月24日
				CA	3036143	A1	2020年9月8日
				CA	3068861	A1	2020年7月3日
				CA	3068861	C	2022年10月4日
US	2023212769	A1	2023年7月6日	AR	128188	A1	2024年4月10日
				CL	2022003737	A1	2023年9月8日