

(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
2017 年 11 月 2 日 (02.11.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/186151 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 12/06 (2006.01) **H01M 4/86** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/082282

(22) 国际申请日: 2017 年 4 月 27 日 (27.04.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610282302.1 2016 年 4 月 29 日 (29.04.2016) CN

(71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园,
Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 裴普成 (PEI, Pucheng); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。王克亮 (WANG, Kelian); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。王希忠 (WANG, Xizhong); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))。

(54) Title: ZINC-AIR BATTERY HAVING EQUIVALENT THREE-ELECTRODE STRUCTURE

(54) 发明名称: 一种等效三电极结构的锌-空气电池

(57) Abstract: Provided is a zinc-air battery having an equivalent three-electrode structure. The battery comprises: a body, in which a reaction space is defined; an air electrode, which is disposed inside the body, located above the reaction space, and in contact with air; a charging electrode, which is provided below the air electrode; and a zinc electrode, which is disposed inside the body and located below the charging electrode.

(57) 摘要: 提出了一种等效三电极结构的锌-空气电池。该电池包括: 本体, 所述本体中限定出反应空间; 空气电极, 所述空气电极设置在所述本体内部, 位于所述反应空间上方且与空气接触; 充电电极, 所述充电电极设置在所述空气电极下方; 以及锌电极, 所述锌电极设置在所述本体内部且位于所述充电电极下方。



WO 2017/186151 A1

一种等效三电极结构的锌-空气电池

优先权信息

本申请请求 2016 年 4 月 29 日向中国国家知识产权局提交的、专利申请号 201610282302.1 的专利申请的优先权和权益，并且通过参照将其全文并入此处。

5

技术领域

本发明涉及储能及动力电源领域，具体地，涉及等效三电极结构的锌-空气电池，更具体的，涉及锌-空气电池。

10 背景技术

充电式锌-空气电池是一种电化学储能装置。在充放电过程中，在电极表面电能与化学能相互转换，从而完成充电-放电过程，实现电能的存储与供给。锌-空气电池具有比能量高、电化学可逆性好、安全性高、无污染、携带方便等优点。与其它金属-空气电池相比，锌-空气电池具有技术、安全、成本优势。目前的充电式锌-空气电池主要有两种，一种电池具有三电极结构，锌-空气电池具有锌电极、空气电极和充电电极，在锌电极表面发生锌的沉淀以及溶解（还原/氧化反应），充电电极以及空气电极表面发生与其对应的氧化以及还原反应，空气电极以及充电电极置于锌电极的两侧；另一种锌-空气电池采用双电极结构，利用锌电极进行锌的沉淀以及溶解，另一个电极具有氧化还原双功能催化剂，实现氧化反应以及还原反应。

20 然而，目前的锌-空气电池的电极电池结构仍有待改进。

发明内容

本申请是基于发明人对以下事实和问题的发现和认识做出的：

25 目前的充电式锌-空气电池，普遍存在无法实现快速充放电，电池充放电电流密度小，或者电池循环寿命短等问题，因而难以真正实现广泛应用。发明人经过深入研究发现，这主要是由于目前的锌-空气电池，锌电极表面由于需要进行锌的沉淀-溶解过程，因此电极表面形貌变化较大，在使用过程中容易引起锌枝晶的生长。而锌枝晶的持续生长易破坏电池中的其他电极，最终造成电池短路。因此，在采用三电极结构时，需要将空气电极以及充电电极置于锌电极的两侧，缓解锌枝晶对空气电极以及充电电极的破坏。然而这一结构导致电池整体结构不够紧凑，导致电池比能量降低；而采用双功能催化剂的两电极体系，在大电流密度充放电条件下，会生成大量的气泡（如氧气），加速催化剂流失，导致空气电极失效，电池性能快速衰减；且大电流密度的工作条件容易加快锌枝晶生长，因此导致电池

循环寿命不高。

本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此，本发明的一个目的在于提出一种锌-空气电池，通过对电极设置方式以及电池整体结构进行设计，使该锌-空气电极具有等效三电极结构，节约了电池空间，同时提高了电池充放电电流密度，使其在具有较高电流密度的同时，获得较为理想的电池使用寿命。

具体地，本发明提出了一种锌-空气电池。该电池包括：本体，所述本体中限定出反应空间；空气电极，所述空气电极设置在所述本体内部，位于所述反应空间上方且与空气接触；充电电极，所述充电电极设置在所述空气电极下方；以及锌电极，所述锌电极设置在所述本体内部且位于所述充电电极下方。该锌-空气电池将空气电极以及充电电极设置于锌电极的同一侧，使电池结构更加紧凑；通过对电池中各电极设置方式以及电池整体结构进行设计，有效缓解使用过程中锌枝晶对于电极造成的损害，从而可以获得较高的电流密度和较为理想的电池使用寿命。

根据本发明的实施例，所述充电电极为金属网。由此，便于电解液透过充电电极接触到空气电极。

根据本发明的实施例，所述金属网能够催化析氧反应。由此，可以进一步提高充电电极的电极性能。

根据本发明的实施例，该锌-空气电池进一步包括：支撑架，所述空气电极以及所述充电电极分别设置在所述支撑架的两侧。由此，可以进一步节约空间，使电池结构更加紧凑。

根据本发明的实施例，所述支撑架是由导电材料构成的，所述空气电极以及所述充电电极分别与所述支撑架电连接。由此，可以简便地利用支撑架实现空气电极以及充电电极与外电路的连接。

根据本发明的实施例，所述空气电极与所述充电电极共用同一触头，且所述支撑架的一端为所述触头。由此，可以进一步节约空间，使电池结构更加紧凑。

根据本发明的实施例，该锌-空气电池进一步包括：电解质入口，所述电解质入口设置在所述本体上；电解质出口，所述电解质出口设置在所述本体上；储液池，所述储液池存储有电解质；导管，所述导管设置在所述电解质入口与所述储液池之间，以及所述电解质出口与所述储液池之间；以及液体输送泵，所述液体输送泵与所述导管相连。由此，可以利用导管及时将充电电极上产生的氧气导出，随电解质一同排出本体，从而可以避免大量气泡冲刷充电电极表面而对充电电极造成负面影响。

根据本发明的实施例，所述锌电极是由碳板、不锈钢板、锌板以及多孔导电板的至少之一构成的。由此，可以进一步提高该电池的性能。

根据本发明的实施例，所述反应空间在竖直方向上不同位置处的横截面不相同。由此，

可以减弱流体（电解液）在主体中的传质，从而缓解锌枝晶的生长。

根据本发明的实施例，所述反应空间的纵截面为梯形、塔型或者不规则多边形。由此，可以进一步减弱流体（电解液）在主体中的传质，从而缓解锌枝晶的生长。

根据本发明的实施例，所述充电电极与所述锌电极之间的距离为 5~10mm。适当的距离有利于避免距离过近而导致锌枝晶过快接触到充电电极造成电池短路，或距离过远导致电池内阻较大而造成能量循环效率低、充放电过程电压压差增大而造成锌枝晶生长加速。

附图说明

图 1 显示了根据本发明一个实施例的锌-空气电池的结构示意图；
图 2 显示了根据本发明另一个实施例的锌-空气电池的结构示意图；
图 3 显示了根据本发明又一个实施例的锌-空气电池的部分结构示意图；
图 4 显示了根据本发明又一个实施例的锌-空气电池的结构示意图；
图 5 显示了根据本发明又一个实施例的锌-空气电池的结构示意图；
图 6 显示了根据本发明又一个实施例的锌-空气电池的结构示意图；
图 7 显示了根据本发明又一个实施例的锌-空气电池的结构示意图；
图 8 显示了根据本发明实施例 1 的锌-空气电池的充电/放电测试图；以及
图 9 显示了根据本发明实施例 2 的锌-空气电池的充电/放电测试图。

附图标记说明：

本体 100；空气电极 200；充电电极 300；锌电极 400；支撑架 500；触头 10；
电解质入口 110；电解质出口 120；导管 20；储液池 600；液体输送泵 30。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”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发明和简化描述，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发明的限制。在本发明中，锌电极、空气电极以及充电电极等结构的“上方”或“之上”、“上表面”等术语表示上述结构靠近外部空气而远离内部电解质（电解液）的一侧。

在本发明的一个方面，本发明提出了一种锌-空气电池。参考图 1，该电池包括：本体

100、空气电极 200、充电电极 300 以及锌电极 400。具体地，本体 100 中限定出反应空间，以便锌电极 400 以及充电电极 300 在电解质中发生相应的氧化还原反应。空气电极 200 设置在本体 100 内部，位于反应空间上方且与空气接触，以便利用空气中的氧气发生还原反应，充电电极 300 设置在空气电极 200 下方。锌电极 400 设置在本体内部且位于充电电极 300 下方，也即是说，充电电极 300 以及空气电极 200 位于锌电极 400 的同一侧。通过对上述电极以及该锌-空气电池整体结构的设计，可以将空气电极 200 以及充电电极 300 设置于锌电极 400 的同一侧，使电池结构更加紧凑；该电池可以有效缓解使用过程中锌枝晶对于电极造成的损害，可以在较高的电流密度下工作，并获得较为理想的电池使用寿命。

下面根据本发明的实施例，对该锌-空气电池的各部分结构进行详细描述。

根据本发明的实施例，本体 100 为根据本发明实施例的锌-空气电池限定出反应空间，其具体材料、形状及设置方式不受特别限制。例如，可采用有机玻璃作为本体 100，将空气电极 200、充电电极 300 以及锌电极 400 等结构利用定位夹等部件固定在其中，并在本体 100 内部添加一定量的电解质（如电解液）。本领域技术人员能够理解的是，上述电解质可采用碱性或中性含水电解质，也可采用膏状电解质或离子液体。锌电极 400 可以由本领域常用的电极材料构成，只要该电极材料能够在该锌-空气电池工作的介质以及电压范围内具有化学稳定性，并在其上发生锌的沉淀-溶解过程即可。例如，锌电极 400 可以是由碳板、不锈钢板、锌板以及多孔导电板的至少之一构成的。由此，可以进一步提高该电池的性能。本领域技术人员能够理解的是，上述多孔导电板可以是由本领域常用的多孔电极材料形成的板状电极，本领域技术人员可以根据实际情况，选择适当的多孔电极材料形成上述锌电极 400。在本发明中，空气电极 200 的具体类型不受特别限制，本领域技术人员可以采用熟悉的空气电极构成根据本发明实施例的空气电极 200。

根据本发明的实施例，充电电极 300 可以为金属网。由此，可以有效增大充电电极 300 的有效电极面积，据本发明的实施例，该金属网可以具有催化析氧反应的功能。例如，可以将金属析氧反应催化剂制成网状结构，作为本发明的充电电极 300。例如，金属网中可以含有过渡金属元素。具体地，上述金属网可以为镍网或者泡沫镍网。由此，可以利用上述具有催化功能的金属网提高充电电极 300 表面发生氧化反应的效率以及效果。具有上述结构的充电电极 300 可以在不负载催化剂的条件下实现其电极功能，进而可以节省生成成本，简化生产流程，并且，不负载催化剂的充电电极 300 不会由于在大电流密度条件下工作，大量气泡（析出的氧气）冲刷电极表面导致催化剂流失，而对电极性能造成影响。根据本发明实施例的充电电极 300 电极性能稳定，从而可以使该锌-空气电极能够在大电流密度条件下工作，且具有较为理想的电池寿命。

锌-空气电池的整体性能以及寿命不仅与电池各个部件的材料以及设置方式有关，电池

整体的设置方式也对电池的上述性能具有重要影响。为了进一步提高根据本发明实施例的锌-空气电池的性能，根据本发明的实施例，参考图 2，充电电极 300 与锌电极 400 之间的距离 D 可以为 5~10mm。发明人经过大量实验发现，充电电极 300 与锌电极 400 之间的距离过近，容易导致锌枝晶过快接触到充电电极，造成电池短路；充电电极 300 与锌电极 400 之间的距离过远，则会增大电池内阻，引起电池充电电压与放电电压差增大，不仅降低能量循环效率，还加剧锌枝晶快速生长，导致电池短路，缩短锌-空气电池循环寿命。将充电电极 300 与锌电极 400 之间的距离设置在上述范围内，可以缓解或避免上述问题。

根据本发明的实施例，参考图 2，该锌-空气电池进一步包括支撑架 500。空气电极 200 以及充电电极 300 分别设置在支撑架 500 的两侧。由此，可以进一步节约空间，使电池结构更加紧凑。根据本发明的实施例，支撑架 500 可以是由导电材料构成的，空气电极 200 以及充电电极 300 分别与支撑架电连接。由此，可以简便地利用支撑架实现空气电极以及充电电极与外电路的连接。例如，根据本发明的具体实施例，可以将空气电极 200 以及充电电极 300 通过焊接等方式，固定在支撑架 500 的两侧，利用支撑架 500 自身的导电性能，将支撑架 500 的一端作为空气电极 200 以及充电电极 300 共用的触头 10，可以进一步节约空间，使电池结构更加紧凑。例如，可以简便地采用不锈钢框架或不锈钢网作为支撑架 500。本领域技术人员能够理解的是，由于空气电极 200 以及充电电极 300 需要接触电解质以便发挥电极功能，因此支撑架 500 的设置不应阻挡电解质与空气电极 200 以及充电电极 300 之间的接触。

根据本发明的实施例，为了进一步提高该锌-空气电池的性能，可以参考图 3，该锌-空气电池可以进一步包括：电解质入口 110、电解质出口 120、导管 20、液体输送泵 30 以及储液池 600。具体地，电解质入口 110 以及电解质出口 120 分别设置在本体 100 上，并通过导管 20 与储液池 600 相连，也即是说，导管 20 设置在电解质入口 110 与储液池 600 之间，以及电解质出口 120 与储液池 600 之间。储液池 600 中存储有电解质，液体输送泵 30 用于实现电解质的供给，并可调节电解液供给的流速。具体地，储液池 600 中的电解质通过导管 20，由电解质入口 110 供给至本体 100 限定出的反应空间中，再由电解质出口 120 排出反应空间，通过导管 20 返回至储液池 600 中。由此，可以利用上述结构构成电解质的循环，将充电电极 300 表面产生的气体（氧气）及时排出本体 100，从而可以防止大量气体冲刷充电电极 300 以及空气电极 200 而对电极结构造成破坏，从而使该电池更加适于在大电流条件下进行充放电。

发明人经过大量实验以及深入研究发现，反应空间中电解质的传质情况对于锌枝晶的生长具有重要影响。具体地，充电电极 300 以及锌电极 400 之间的电解质传质不受阻时，有利于锌枝晶的生长。因此，为了进一步提高该锌-空气电池的性能，根据本发明的实施例，

参考图 4~图 7，反应空间在竖直方向上不同位置处的横截面可以不相同。也即是说，在反应空间的竖直方向上不同位置处，本体 100 的横截面的形状或者面积不相同。换句话说，本体 100 可以不是正方体或者长方体。由此，可以减弱流体（电解质）在本体中的传质，从而缓解锌枝晶的生长。具体地，反应空间的纵截面可以为梯形（如图 4 所示）、塔型（如图 5~图 7 所示）或者不规则多边形。本领域技术人员能够理解的是，上述梯形、塔型或不规则多边形应作广义理解，其既可以为狭义上的正梯形，也可以为图 7 中所示出的倒梯形。本发明中所涉及的塔型或不规则多边形与梯形情况相同。由此，可以进一步减弱流体（电解质）在本体中的传质，从而缓解锌枝晶的生长。

需要说明的是，在不付出创造性劳动的前提下，对上述锌-空气电池的结构进行的改进也属于本发明的保护范围。例如，参考图 7，可以利用有机玻璃形成本体 100，并通过切割，使有机玻璃具有一定的形状，从而将有机玻璃构成的本体 100 所限定出的反应空间的纵截面设置为塔型；或者，也可以使锌电极 400 的一端设置在本体 100 外部，利用锌电极 400 自身的导电性，将本体 100 外部的一端作为锌电极 400 与外部电路相连接的触头。同理，当空气电极 200 以及充电电极 300 共用一个触头 10（即支撑架 500 的一端）时，也可以将该触头 10 设置在本体 100 的外部，以便方便地完成空气电极 200 以及充电电极 300 与外电路的连接。此时，在该锌-空气电池需要充电时，只要简便地将触头 10 以及锌电极 400 位于本体外部的部分与外接电源相连接，即可利用锌电极 400 以及充电电极 300 表面发生的氧化还原反应将电能转换为化学能储存起来；而需要利用该锌-空气电池进行能量供给时，也只需将触头 10 以及锌电极 400 位于本体外部的部分与负载（电阻或需要供能的电学器件、电路等部件）相连即可。

下面通过具体实施例对本发明进行说明，需要说明的是，下面的具体实施例仅仅是用于说明的目的，而不以任何方式限制本发明的范围，另外，如无特殊说明，则未具体记载条件或者步骤的方法均为常规方法，所采用的试剂和材料均可从商业途径获得。

实施例 1

空气电极由镍铁催化剂、碳粉热压在泡沫镍上形成，镍网作为充电电极，不锈钢框作为支撑架，并将空气电极以及充电电极焊接在不锈钢框架上，使电解液能够无障碍通过镍网与空气电极接触，空气电极以及充电电极共用不锈钢架的一端作为触头与外电源或负载相连。锌电极是不锈钢板。将锌电极、空气电极以及充电电极剪裁为 $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ 大小。反应空间为长方体，充电电极与锌电极距离为 5mm ，电解液为含有 KOH 以及 ZnO 的水溶液，其中，KOH 浓度为 7 mol/L ，ZnO 浓度为 0.6 mol/L 。

参考图 8, 该锌-空气电池在 50 mA/cm^2 电流密度条件下循环充放电功能, 充电电压 2.2V, 放电电压 1V。通过液体输送泵调节电解液流速 (v), 在流速为 10 mL/min 以及 50 mL/min 的流速下, 该锌-空气电池均可在 50 mA/cm^2 的大电流密度下工作。该锌-空气电池在 50 mL/min 的流速下具有更大的循环寿命。上述电流密度较传统三电极体系的锌-空气电池具有大幅提升。

实施例 2

锌-空气电池其余结构同实施例 1, 所不同的是, 电解液槽结构呈塔状, 充电电极与锌电极之间的距离为 8 mm 。

参考图 9, 该锌-空气电池在 50 mA/cm^2 电流密度 (电解液流速为 50 mL/min) 条件下可以持续运行 100 小时, 电池寿命较为理想。说明此种结构可以延缓枝晶生长, 有效地延长锌-空气电池寿命。

在本说明书的描述中, 参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中, 对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且, 描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外, 在不相互矛盾的情况下, 本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例, 可以理解的是, 上述实施例是示例性的, 不能理解为对本发明的限制, 本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

权利要求书

1、一种锌-空气电池，其特征在于，包括：

本体，所述本体中限定出反应空间；

5 空气电极，所述空气电极设置在所述本体内部，位于所述反应空间上方且与空气接触；

充电电极，所述充电电极设置在所述空气电极下方；以及

锌电极，所述锌电极设置在所述本体内部且位于所述充电电极下方。

2、根据权利要求1所述的锌-空气电池，其特征在于，所述充电电极为金属网。

10 3、根据权利要求2所述的锌-空气电池，其特征在于，所述金属网能够催化析氧反应。

4、根据权利要求1所述的锌-空气电池，其特征在于，进一步包括：

支撑架，所述空气电极以及所述充电电极分别设置在所述支撑架的两侧。

15 5、根据权利要求4所述的锌-空气电池，其特征在于，所述支撑架是由导电材料构成的，所述空气电极以及所述充电电极分别与所述支撑架电连接。

6、根据权利要求5所述的锌-空气电池，其特征在于，所述空气电极与所述充电电极共用同一触头，且所述支撑架的一端为所述触头。

7、根据权利要求1所述的锌-空气电池，其特征在于，进一步包括：

电解质入口，所述电解质入口设置在所述本体上；

20 电解质出口，所述电解质出口设置在所述本体上；

储液池，所述储液池存储有电解质；

导管，所述导管设置在所述电解质入口与所述储液池之间，以及所述电解质出口与所述储液池之间；以及

液体输送泵，所述液体输送泵与所述导管相连。

25 8、根据权利要求1所述的锌-空气电池，其特征在于，所述锌电极是由碳板、不锈钢板、锌板以及多孔导电板的至少之一构成的。

9、根据权利要求1所述的锌-空气电池，其特征在于，所述反应空间在竖直方向上不同位置处的横截面不相同。

30 10、根据权利要求1所述的锌-空气电池，其特征在于，所述反应空间的纵截面为梯形、塔型或者不规则多边形。

11、根据权利要求1所述的锌-空气电池，其特征在于，所述充电电极与所述锌电极之间的距离为5~10mm。

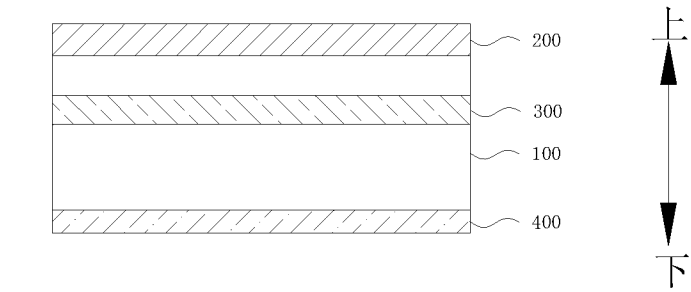


图 1

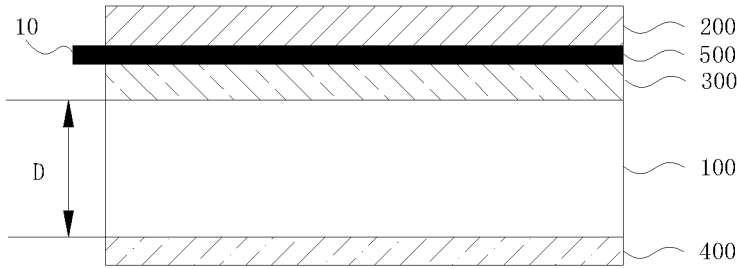


图 2

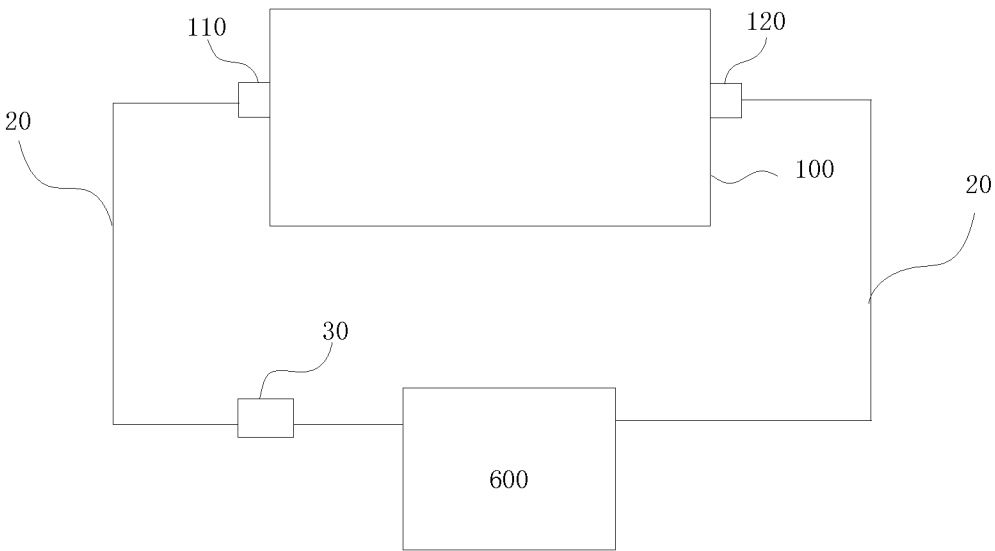


图 3

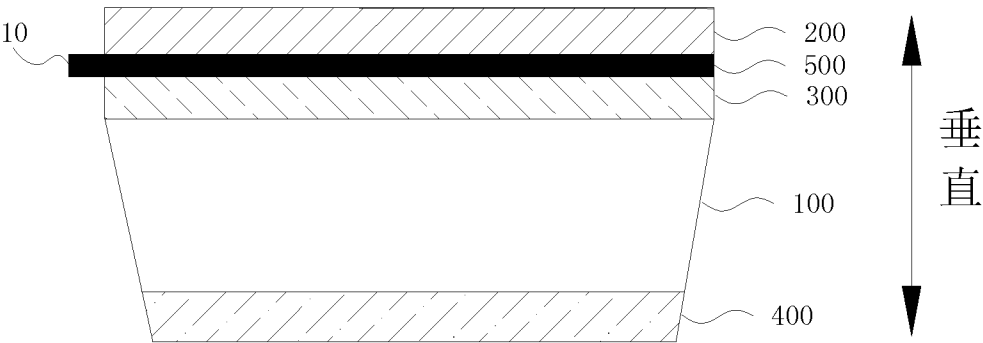


图 4

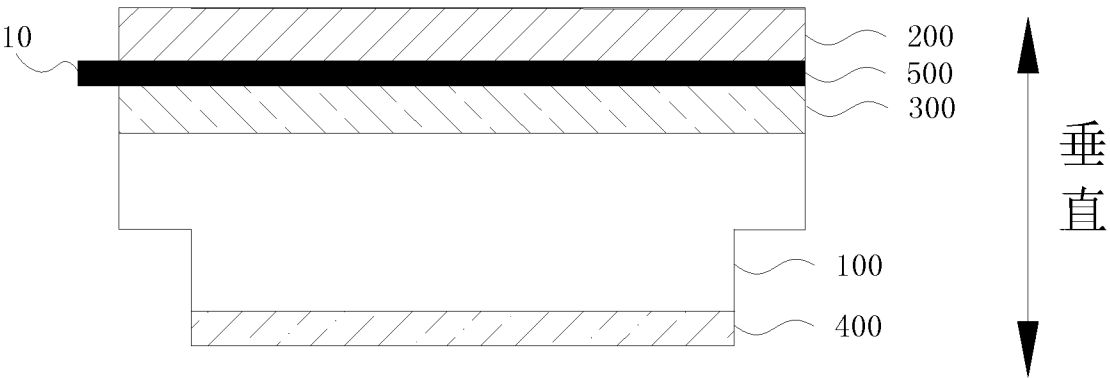


图 5

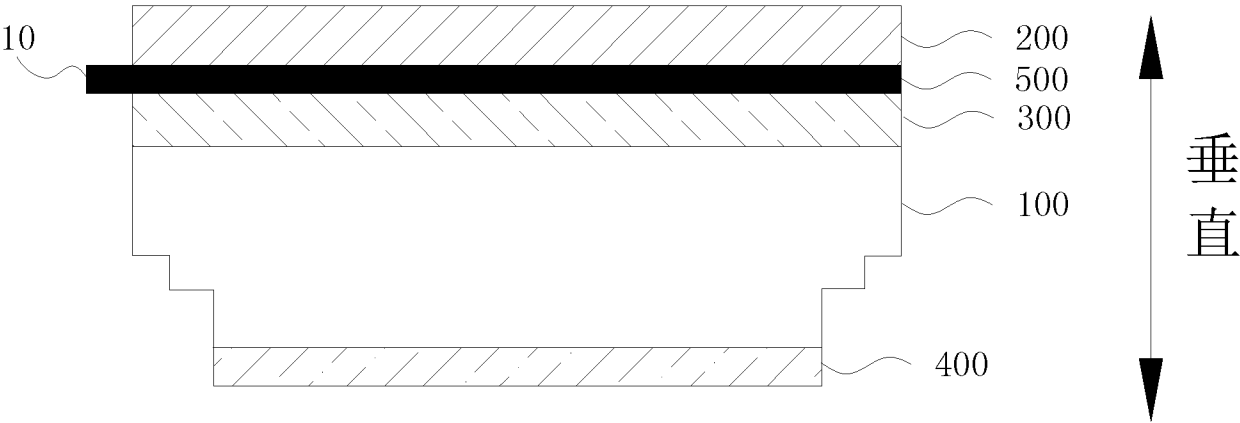


图 6

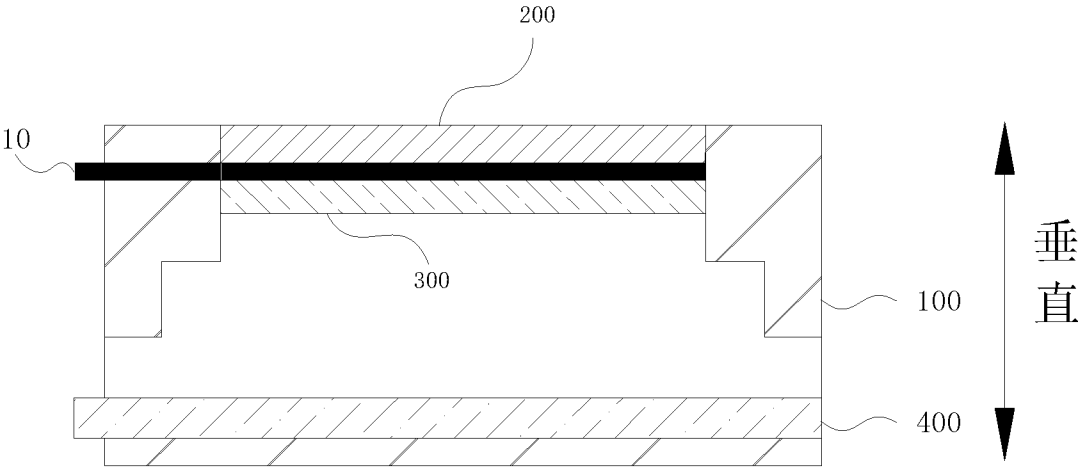


图 7

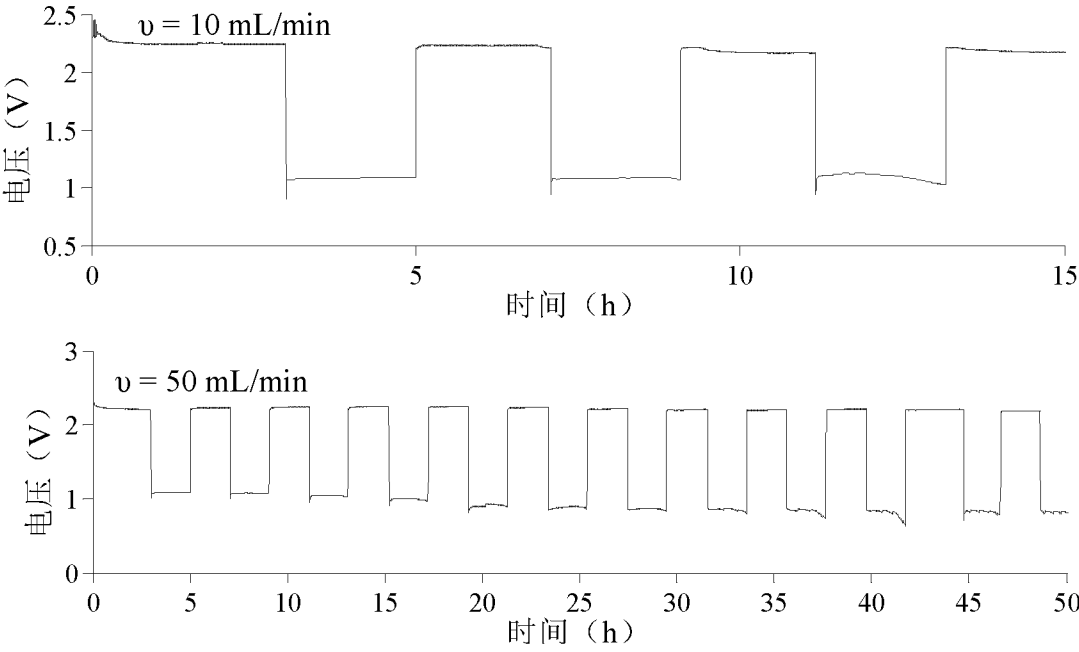


图 8

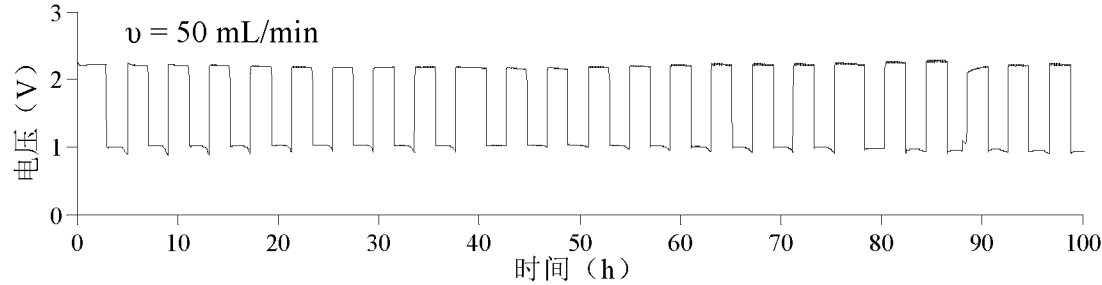


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/082282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 12/06 (2006.01) i; H01M 4/86 (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)

CNKI, CNABS, DWPI: oxygen evolution, battery, cell, air, charge, Zn, zinc, oxygen, electrode, pole

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105789738 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 20 July 2016 (20.07.2016) claims 1-10	1-11
X	CN 102918704 A (FLUIDIC INC) 06 February 2013 (06.02.2013) description, paragraphs [0030]-[0040], [0051]-[0053], and [0064], and figure 1	1-11
X	CN 101030664 A (ZHONGDA CHEMICAL ELECTRONIC SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 September 2007 (05.09.2007) description, page 2, line 1 to page 4, line 21, and figure 1	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 19 June 2017	Date of mailing of the international search report 30 June 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer CHANG, Shasha Telephone No. (86-10) 62089298

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/082282

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105789738 A	20 July 2016	None	
CN 102918704 A	06 February 2013	WO 2011130178 A1	20 October 2011
		EP 2559097 A1	20 February 2013
		US 2011250512 A1	13 October 2011
		US 2016156082 A1	02 June 2016
		AU 2011240840 A1	01 November 2012
		CN 202205866 U	25 April 2012
		BR 112012025944 A2	28 March 2017
		TW 201222925 A	01 June 2012
		CN 102918704 B	17 February 2016
		IN 201208643 P1	28 March 2014
CN 101030664 A	05 September 2007	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/082282

A. 主题的分类 H01M 12/06 (2006.01) i; H01M 4/86 (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)) CNKI, CNABS, DWPI: 电池, 空气, 充电, 锌, 析氧, 电极, battery, cell, air, charge, Zn, zinc, oxygen, electrode, pole														
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>PX</td> <td>CN 105789738 A (清华大学) 2016年 7月 20日 (2016 - 07 - 20) 权利要求1-10</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 102918704 A (流体公司) 2013年 2月 6日 (2013 - 02 - 06) 说明书第0030-0040段, 第0051-0053段, 第0064段, 图1</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 101030664 A (合肥中大化学电子科技有限公司) 2007年 9月 5日 (2007 - 09 - 05) 说明书第2页第1行至第4页第21行, 图1</td> <td>1-11</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	PX	CN 105789738 A (清华大学) 2016年 7月 20日 (2016 - 07 - 20) 权利要求1-10	1-11	X	CN 102918704 A (流体公司) 2013年 2月 6日 (2013 - 02 - 06) 说明书第0030-0040段, 第0051-0053段, 第0064段, 图1	1-11	X	CN 101030664 A (合肥中大化学电子科技有限公司) 2007年 9月 5日 (2007 - 09 - 05) 说明书第2页第1行至第4页第21行, 图1	1-11
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求												
PX	CN 105789738 A (清华大学) 2016年 7月 20日 (2016 - 07 - 20) 权利要求1-10	1-11												
X	CN 102918704 A (流体公司) 2013年 2月 6日 (2013 - 02 - 06) 说明书第0030-0040段, 第0051-0053段, 第0064段, 图1	1-11												
X	CN 101030664 A (合肥中大化学电子科技有限公司) 2007年 9月 5日 (2007 - 09 - 05) 说明书第2页第1行至第4页第21行, 图1	1-11												
☐ 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 2017年 6月 19日		国际检索报告邮寄日期 2017年 6月 30日												
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (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 常莎莎 电话号码 (86-10) 010-62089298												

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/082282

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	105789738	A	2016年 7月 20日	无			
CN	102918704	A	2013年 2月 6日	WO	2011130178	A1	2011年 10月 20日
				EP	2559097	A1	2013年 2月 20日
				US	2011250512	A1	2011年 10月 13日
				US	2016156082	A1	2016年 6月 2日
				AU	2011240840	A1	2012年 11月 1日
				CN	202205866	U	2012年 4月 25日
				BR	112012025944	A2	2017年 3月 28日
				TW	201222925	A	2012年 6月 1日
				CN	102918704	B	2016年 2月 17日
				IN	201208643	P1	2014年 3月 28日
CN	101030664	A	2007年 9月 5日	无			