

(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11月23日 (23.11.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/221037 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/093840
- (22) 国际申请日: 2022年5月19日 (19.05.2022)
- (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: 孙龙 (**SUN, Long**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 谢岚 (**XIE, Lan**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 林真 (**LIN, Zhen**); 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: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (**LONGSUN LEAD IP LTD.**); 中国北京市海淀区北清路81号院二区3号楼8层801-1室, Beijing 100094 (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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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,

(54) **Title:** CHARGING METHOD, BATTERY MANAGEMENT SYSTEM, BATTERY, AND CHARGING DEVICE

(54) 发明名称: 充电方法、电池管理系统、电池和充电设备

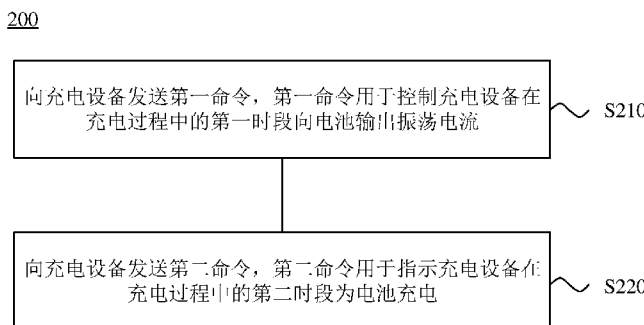


图 2

- S210 Send a first command to a charging device, the first command being used for controlling the charging device to output an oscillating current to a battery in a first period of the charging process
- S220 Send a second command to the charging device, the second command being used for instructing the charging device to charge the battery in a second period of the charging process

(57) **Abstract:** A charging method, a battery management system, a battery, and a charging device, which can eliminate metal precipitated on a negative electrode of the battery and metal precipitated in the charging process to ensure the safety performance of the battery. The charging method comprises: sending a first command to the charging device, the first command being used for controlling the charging device to output an oscillating current to the battery in a first period of the charging process, wherein the oscillating current comprises n cycle periods, n is a positive integer greater than one, each cycle period comprises a first sub-period and a second sub-period, a current output by the charging device in the first sub-period is a first current, a current output by the charging device in the second sub-period is a second current, and the current directions of the first current and the second current are opposite; and sending a second command to the charging device, the second command being used for instructing the charging device to charge the battery in a second period of the charging process.

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, 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, 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: 一种充电方法、电池管理系统、电池和充电设备, 能够消除电池负极上已析出的金属以及充电过程中析出的金属, 保证电池的安全性能。充电方法包括: 向充电设备发送第一命令, 第一命令用于控制充电设备在充电过程中的第一时段向电池输出振荡电流, 其中, 振荡电流包括 n 个循环周期, n 为大于1的正整数, 每个循环周期包括第一子周期和第二子周期, 在第一子周期内充电设备输出的电流为第一电流, 在第二子周期内充电设备输出的电流为第二电流, 第一电流和第二电流的电流方向相反; 向充电设备发送第二命令, 第二命令用于指示充电设备在充电过程中的第二时段为电池充电。

充电方法、电池管理系统、电池和充电设备

5 技术领域

[0001] 本申请涉及电池技术领域，特别是涉及一种充电方法、电池管理系统、电池和充电设备。

背景技术

10 [0002] 随着时代的发展，电动汽车由于其高环保性、低噪音、使用成本低等优点，具有巨大的市场前景且能够有效促进节能减排，有利社会的发展和进步。对于电动汽车及其相关领域而言，电池技术是关乎其发展的一项重要因素。

[0003] 随着电池技术的发展，电池的各种性能都在不断提高，其中，电池的安全性能尤为为重要。如果电池的安全性能不能保证，那该电池就无法使用。因此，如何保证电
15 池的安全性能，是电池技术中一个亟待解决的技术问题。

发明内容

[0004] 本申请提供了一种充电方法、电池管理系统、电池和充电设备，能够有效消除
电池负极上析出的金属，同时能够防止充电过程中析出金属，保证电池的安全性能。

20 [0005] 第一方面，提供了一种充电方法，应用于电池的电池管理模块，包括：向充电设备发送第一命令，所述第一命令用于控制所述充电设备在充电过程中的第一时段向所述电池输出振荡电流，其中，所述振荡电流包括 n 个循环周期， n 为大于 1 的正整数，每个所述循环周期包括第一子周期和第二子周期，在所述第一子周期内所述充电设备输出的电流为第一电流，在所述第二子周期内所述充电设备输出的电流为第二电流，
25 所述第一电流和所述第二电流的电流方向相反；向所述充电设备发送第二命令，所述第二命令用于指示所述充电设备在所述充电过程中的第二时段为所述电池充电。

[0006] 本申请提供的充电方法，可以溶解充电过程中负极上析出的金属，使得金属枝晶的尖端变得平滑甚至消失，避免枝晶生长到一定的程度后刺穿正极与负极之间的隔离膜而导致电池单体的短路，保证电池的安全性能。该充电方法对于电池中已经存在的
30 的金属析出现象，也能够起到较好的消除已析出的金属的作用。

[0007] 在一些实施例中，所述充电过程包括至少一个所述第一时段和至少一个所述第二时段。

[0008] 这样可以使得充电过程中消除析锂的方式更加灵活，在充电过程的不同阶段
35 电池管理模块可以选取对电池最有利的充电策略，即采取不同的消除析锂的方式，最大程度地为电池消除锂枝晶，保证电池的安全性能。

[0009] 在一些实施例中，所述第一电流为所述电池的充电电流，所述第二电流为所述

电池的放电电流，所述第一电流在所述第一子周期的充电电量小于或等于所述第二电流在所述第二子周期的放电电量。

5 [0010] 析锂往往是在充电过程中产生的，因此在第一时段中，充电电量小于或等于放电电量可以避免在消除锂枝晶的同时又产生锂枝晶，从而提高第一时段中的消除锂枝晶的效果，保证电池的安全性能。另外，如果电池的 SOC 发生大范围的波动，析锂窗口就会随之发生变化，第一时段中振荡电流的大小就需要随之变化以避免超过析锂窗口中对应的最大电流，因此充电电量与放电电量基本相等可以避免电池的 SOC 发生大范围的波动，使得振荡电流能够在第一时段内始终保持大小相同的电流输出，能够简化消除析锂的过程，避免复杂的电流调整策略。

10 [0011] 在一些实施例中，所述第一子周期的大小小于或等于所述第二子周期的大小。

[0012] 这样可以保证充电电量小于或等于放电电量，避免在消除锂枝晶的同时又产生锂枝晶，从而提高第一时段中的消除锂枝晶的效果，保证电池的安全性能。同时，还能够避免在充电过程的第一时段内电池的 SOC 发生大范围的波动，使得振荡电流在第一时段内可以始终以大小相同的电流输出，能够简化消除析锂的过程，避免复杂的电

15 流调整策略。

[0013] 在一些实施例中，所述方法还包括：接收所述充电设备发送的所述充电设备的最大输出频率；根据所述最大输出频率确定所述循环周期的大小。

[0014] 循环周期的大小越小，在单个循环周期内可能产生的电池电量的波动就越小，在第一时段内消除锂枝晶的效果就越好。考虑到充电设备的能力，电池管理模块以充电设备的最大输出频率来确定循环周期的大小，能够制定合理的振荡电流参数，并以该振荡电流为电池消除析出的锂金属和锂枝晶。这样可以较好地溶解负极上析出的锂，使得锂枝晶的尖端变得平滑甚至消失，避免锂枝晶生长到一定的程度后刺穿正极与负极之间的隔离膜而导致电池单体的短路，保证电池的安全性能。

20

[0015] 在一些实施例中，所述第一子周期和/或所述第二子周期为 2 ms。

25 [0016] 第一子周期和第二子周期的大小越小，就需要充电设备能够输出的最大输出频率就越大，提供符合要求的充电设备的成本就越高。子周期的取值过小容易导致充电设备的能力无法实现，而子周期的取值过大容易在第一子周期或第二子周期中造成大范围的 SOC 的波动，影响消除锂枝晶的效果。因此，第一子周期和第二子周期具有合适的取值可以达到较好的消除锂枝晶的效果，能够避免电池充电时出现析锂，并且对

30 电池已析锂的情况能够有一定程度改善。

[0017] 在一些实施例中，所述循环周期的个数 n 为 10000。

[0018] 该取值适用于多种状态下的电池，能够起到良好的消除析锂、改善枝晶的效果。已通过实验验证，循环 10000 次可以使得电池中的析锂区厚度明显下降，有利于延长电池寿命，降低电池使用过程中的安全风险。

35 [0019] 在一些实施例中，所述方法还包括：获取所述电池的荷电状态 SOC 和健康状态 SOH；根据所述 SOC 和所述 SOH 确定所述第一电流和/或所述第二电流的最大电流大小。

[0020] 电池管理模块通过综合考虑电池的 SOC 和 SOH 来确定振荡电流的最大电流大

小，能够避免振荡电流的大小超过当前电池的析锂窗口对应的电流大小，而导致额外的金属析出，有利于振荡电流在合适的范围内消除充电过程中析出的锂金属，也能够对电池中已析出的锂金属起到一定的消除作用，保证电池的安全性能。

5 [0021] 在一些实施例中，所述第一命令包括所述第一电流和/或所述第二电流的最大电流大小。

[0022] 电池管理模块在指示充电设备向电池输出振荡电流的同时将振荡电流的最大电流大小一并发送给充电设备，能够提高电池管理模块与充电设备之间通信的效率，同时也可以保证充电设备以合适的电流大小向电池输出振荡电流，避免额外的金属析出，保证电池的安全性能。

10 [0023] 在一些实施例中，在所述电池与所述充电设备连接的情况下，向所述充电设备发送所述第一命令。

[0024] 在进行充电之前确定电池与充电设备正常连接，可以保证充电设备输出的振荡电流以及第二时段内的充电电流能够正常流经电池，避免充电故障，保证电池在充电过程中的安全性能，同时也可以提高充电效率。

15 [0025] 在一些实施例中，在确定所述电池满足以下条件中的至少一个的情况下，向所述充电设备发送所述第一命令：所述电池的温度小于或等于第一阈值；所述电池以快充模式进行充电，所述快充模式为充电速度大于或等于第二阈值的充电模式；所述电池完成 x 次充电和 x 次放电，所述电池容量损失 $y\%$ ，所述电池的使用时间为 z 天， x 和 z 均为正整数， y 为正数。

20 [0026] 在确定电池满足上述条件中的至少一个的情况下指示充电设备向电池输出振荡电流，可以合理利用振荡电流的资源，避免充电设备在电池为新电池时仍然对其输出振荡电流，从而可以提高充电效率，减少充电时间。同时，对已使用到一定程度的电池输出振荡电流，能够有效地利用振荡电流消除析出的锂金属，提高振荡电流消除锂金属的效果，保证电池的安全性能。

25 [0027] 第二方面，提供了一种充电方法，应用于充电设备，包括：接收电池的电池管理模块发送的第一命令；根据所述第一命令在充电过程中的第一时段向所述电池输出振荡电流，其中，所述振荡电流包括 n 个循环周期， n 为大于 1 的正整数，每个所述循环周期包括第一子周期和第二子周期，在所述第一子周期内输出的电流为第一电流，在所述第二子周期内输出的电流为第二电流，所述第一电流和所述第二电流的电流方向相反；接收所述电池管理模块发送的第二命令；根据所述第二命令在所述充电过程中的第二时段为所述电池充电。

[0028] 在一些实施例中，所述充电过程包括至少一个所述第一时段和至少一个所述第二时段。

35 [0029] 在一些实施例中，所述第一电流为所述电池的充电电流，所述第二电流为所述电池的放电电流，所述第一电流在所述第一子周期的充电电量小于或等于所述第二电流在所述第二子周期的放电电量相同。

[0030] 在一些实施例中，所述第一子周期的大小小于或等于所述第二子周期的大小。

[0031] 在一些实施例中，所述方法还包括：向所述电池管理模块发送所述充电设备的

最大输出频率，所述最大输出频率用于确定所述循环周期的大小。

[0032] 在一些实施例中，所述第一子周期和/或所述第二子周期为 2 ms。

[0033] 在一些实施例中，所述循环周期的个数 n 为 10000。

5 [0034] 在一些实施例中，所述第一命令包括所述第一电流和/或所述第二电流的最大电流大小，所述第一电流和/或所述第二电流的最大电流大小由所述电池的荷电状态 SOC 和健康状态 SOH 确定。

[0035] 在一些实施例中，所述接收电池的电池管理模块发送的第一命令，包括：在所述电池与所述充电设备连接的情况下，接收所述电池的所述电池管理模块发送的所述第一命令。

10 [0036] 第三方面，提供了一种电池管理系统，用于执行上述第一方面中任一实施例所述的方法。

[0037] 第四方面，提供了一种电池，包括如上述第三方面所述的电池管理系统。

[0038] 第五方面，提供了一种充电设备，用于执行上述第二方面中任一实施例所述的方法。

15 [0039] 第六方面，提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被运行时，执行如上述第一方面或第二方面中任一实施例所述的方法。

[0040] 第七方面，提供了一种用于充电的装置，包括处理器和存储介质，所述存储介质存储有指令，所述指令被所述处理器运行时，使得所述装置执行如上述第一方面或
20 第二方面中任一实施例所述的方法。

附图说明

[0041] 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
25 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。

[0042] 图 1 是本申请实施例适用的一种充电系统的架构图；

[0043] 图 2 是本申请实施例提供的一种充电方法的示意性框图；

[0044] 图 3 是本申请实施例提供的一种振荡电流的示意图；

30 [0045] 图 4 是本申请实施例提供的一种充电方法的流程示意图；

[0046] 图 5 是本申请实施例提供的另一种充电方法的示意性框图；

[0047] 图 6 是本申请实施例提供的一种用于充电的装置的示意性框图。

[0048] 在附图中，附图并未按照实际的比例绘制。

35 具体实施方式

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] 本申请中，电池单体可以包括锂离子二次电池、锂离子一次电池、锂硫电池、钠锂离子电池、钠离子电池或镁离子电池等，本申请实施例对此并不限定。电池单体可呈圆柱体、扁平体、长方体或其它形状等，本申请实施例对此也不限定。电池单体一般按封装的方式分成三种：柱形电池单体、方形电池单体和软包电池单体，本申请实施例对此也不限定。

[0053] 电池单体包括电极组件和电解液，电极组件由正极极片、负极极片和隔离膜组成。电池单体主要依靠金属离子在正极极片和负极极片之间移动来工作。正极极片包括正极集流体和正极活性物质层，正极活性物质层涂覆于正极集流体的表面，未涂敷正极活性物质层正极集流体凸出于已涂覆正极活性物质层正极集流体，未涂敷正极活性物质层正极集流体作为正极极耳。以锂离子电池为例，正极集流体的材料可以为铝，正极活性物质可以为钴酸锂、磷酸铁锂、三元锂或锰酸锂等。负极极片包括负极集流体和负极活性物质层，负极活性物质层涂覆于负极集流体的表面，未涂敷负极活性物质层负极集流体凸出于已涂覆负极活性物质层负极集流体，未涂敷负极活性物质层负极集流体作为负极极耳。负极集流体的材料可以为铜，负极活性物质可以为碳或硅等。为了保证通过大电流而不发生熔断，正极极耳的数量为多个且层叠在一起，负极极耳的数量为多个且层叠在一起。隔离膜的材质可以为聚丙烯（polypropylene, PP）或聚乙烯（polyethylene, PE）等。此外，电极组件可以是卷绕式结构，也可以是叠片式结构，本申请实施例并不限于此。

[0054] 本申请的实施例所提到的电池是指包括一个或多个电池单体以提供更高的电压和容量的单一的物理模块。例如，本申请中所提到的电池可以包括电池模块或电池包等。电池一般包括用于封装一个或多个电池单体的箱体。箱体可以避免液体或其他异物影响电池单体的充电或放电。

[0055] 为了满足不同的电力需求，电池可以包括多个电池单体，其中，多个电池单体之间可以串联或并联或混联，混联是指串联和并联的混合。可选地，多个电池单体可以先串联或并联或混联组成电池模块，多个电池模块再串联或并联或混联组成电池。

也就是说，多个电池单体可以直接组成电池，也可以先组成电池模块，电池模块再组成电池。电池再进一步设置于用电设备中，为用电设备提供电能。

[0056] 电池技术的发展要同时考虑多方面的设计因素，例如，能量密度、循环寿命、放电容量、充放电倍率等性能参数，另外，还需要考虑电池的安全性能。

5 [0057] 在电池的充电过程中，在一些特殊情况下，例如在充电时温度较低、充电倍率较大的情况下，会导致负极析出金属，例如析锂。析锂指的是充电过程中，从正极脱嵌的锂离子无法及时嵌入负极，在负极表面形成金属锂单质的过程。在负极表面析出的锂单质往往以枝晶的形态存在，枝晶生长到一定的程度后容易刺穿正极与负极之间的隔离膜，导致电池单体的短路，严重影响电池的安全性能。

10 [0058] 鉴于此，本申请提供了一种充电方法，在充电过程中控制充电设备向电池输出一定大小、一定持续时长的高频振荡电流，来保证电池的安全。在高频振荡电流持续的时长内，正反向交替的振荡电流一方面可以使得电池自发热，加快枝晶尖端的金属向根部迁移，使得枝晶变得平滑，不易刺破隔离膜；另一方面可以通过高频振荡电流引发枝晶尖端和根部的离子浓度差，优先使尖端的金属在放电时转变为离子溶于电解液，达到消除析出的金属和枝晶的目的。

[0059] 图 1 示出了本申请实施例适用的一种充电系统的架构图。如图 1 所示，该充电系统 100 可包括：充电设备 110 和电池系统 120，可选地，该电池系统 120 可为电动汽车（包含纯电动汽车和可插电的混合动力电动汽车）中的电池系统或者其它应用场景下的电池系统。

20 [0060] 可选地，电池系统 120 中可设置有至少一个电池包（battery pack），该至少一个电池包的整体可统称为电池 121。从电池的种类而言，该电池 121 可以是任意类型的电池，包括但不限于：锂离子电池、锂金属电池、锂硫电池、铅酸电池、镍隔电池、镍氢电池、或者锂空气电池等等。从电池的规模而言，本申请实施例中的电池 121 可以是电芯/电池单体（cell），也可以是电池模组或电池包，电池模组或电池包均可由多个

25 电池串并联形成，在本申请实施例中，电池 121 的具体类型和规模均不做具体限定。
[0061] 此外，为了智能化管理及维护该电池 121，防止电池 121 出现过充电和过放电，延长电池的使用寿命，电池系统 120 中一般还设置有电池管理系统（battery management system, BMS）122，用于实施充放电管理、高压控制、保护电池、采集电池数据、评估电池状态等功能。可选地，该 BMS 122 可以与电池 121 集成设置于同一

30 设备或装置中，或者，该 BMS 122 也可作为独立的设备或装置设置于电池 121 之外。
[0062] 充电设备 110 可以按照 BMS 122 的充电需求输出充电功率，以给电池 121 充电。例如，充电设备 110 可以按照 BMS 122 发送的需求电压和需求电流输出电压和电流。可选地，本申请实施例中的充电设备 110 可以为充电桩，也称为充电机。这里的充电桩例如可以是普通充电桩、超级充电桩、支持汽车对电网（vehicle to grid, V2G）模式的

35 充电桩等。
[0063] 如图 1 所示，充电设备 110 可通过电线 130 连接于电池 121，且通过通信线 140 连接于 BMS 122，其中，通信线 140 用于实现充电设备 110 以及 BMS 之间的信息交互。作为示例，该通信线 140 包括但不限于是控制器局域网（control area network, CAN）

通信总线或者菊花链（daisy chain）通信总线。

[0064] 充电设备 110 除了可通过通信线 140 与 BMS 122 进行通信以外，还可以通过无线网络与 BMS 122 进行通信。本申请实施例对充电设备 110 与 BMS 122 的有线通信类型或无线通信类型均不做具体限定。

5 [0065] 图 2 示出了本申请实施例的一种电池 121 的充电方法 200 的示意性图。方法 200 可以应用于电池的电池管理模块，例如，电池 121 的 BMS 122。即在一种可能的实施方式中，方法 200 可以由图 1 中的 BMS 122 执行。本申请实施例以电池管理模块为 BMS 为例进行说明，方法 200 可以包括以下内容中的至少部分内容。

[0066] S210：向充电设备 110 发送第一命令，第一命令用于控制充电设备 110 在充电
10 过程中的第一时段 310 向电池 121 输出振荡电流，其中，振荡电流包括 n 个循环周期 313， n 为大于 1 的正整数，每个循环周期 313 包括第一子周期 311 和第二子周期 312，在第一子周期 311 内充电设备 110 输出的电流为第一电流，在第二子周期 312 内充电设备 110 输出的电流为第二电流，第一电流和第二电流的电流方向相反。

[0067] S220：向充电设备 110 发送第二命令，第二命令用于指示充电设备 110 在充电
15 过程中的第二时段 320 为电池 121 充电。

[0068] 本申请实施例提供的电池 121 的充电方法适用于多种体系的电池 121，不仅适用离子电池 121，包括但不限于锂离子电池 121、钠离子电池 121、钾离子电池 121 等；也适用金属基电池 121，包括但不限于锂金属电池 121、钠金属电池 121、钾金属电池 121 等；还适用于无负极电池 121，即生产过程中仅设置负极集流体而不涂覆负极活性
20 材料，在首次充电完成后，正极材料中的金属迁移到负极集流体的表面形成金属层，将该金属层作为真正意义上的负极。该充电方法还适用于不同的正极材料的电池 121，例如三元电池 121、铁锂电池 121 等。另外，对于阳极容量与阴极容量的比值较小的电池 121，上述充电方法也能有效改善金属析出的程度，消除充电过程中产生的枝晶。

[0069] 为了便于描述，本申请实施例中仅以电池 121 为锂离子电池 121 为例进行举例
25 说明。

[0070] 电池 121 在即将开始充电时，电池 121 的 BMS 122 可以与充电设备 110 进行通信，以使得充电设备 110 以合适的充电模式为电池 121 进行充电。具体来说，BMS 122 向充电设备 110 发送第一命令，充电设备 110 接收第一命令，并根据第一命令在第一时段 310 向电池 121 输出振荡电流；BMS 122 向充电设备 110 发送第二命令，充电设备
30 110 接收第二命令，并根据第二命令在第二时段 320 为电池 121 充电。

[0071] 第一时段 310 为充电设备 110 向电池 121 输出振荡电流的一段时间，可以是整个充电时长内一开始的一段时间，也可以是整个充电时长内靠近结束的一段时间，还可以是整个充电时长内中间的某一段时间。在整个充电过程中，可以设置一个第一时段 310，也可以设置多个第一时段 310。在第一时段 310 内，电池 121 的电量几乎没有
35 增长，以避免造成电池的荷电状态（state of charge, SOC）大范围的波动，而引入额外的金属析出。

[0072] 充电过程可以参考图 3 所示的示意图，图 3 示出的是充电过程仅包括一个第一时段 310 和一个第二时段 320，且第一时段 310 为整个充电过程最开始的一段时间的情

况下电流大小与时间的坐标示意图。

[0073] 第二时段 320 与第一时段 310 相邻，在第二时段 320 内，充电设备 110 为电池 121 充电，电池 121 的电量逐渐累积，并增长至满电状态。在第二时段 320 内，充电设备 110 可以通过多种方式为电池 121 进行充电，例如恒压充电、恒流充电或根据电池 121 处于的充电阶段而进行灵活调整的充电方式等。不同充电方式下电流与时间的曲线关系不同，因此未在图 3 中示出。

[0074] 振荡电流可以为高频振荡脉冲电流。如图 3 所示，振荡电流在第一时段 310 内包括多个循环周期 313，每个循环周期 313 包括第一子周期 311 和第二子周期 312，在第一子周期 311 内充电设备 110 输出的电流为第一电流，在第二子周期 312 内充电设备 110 输出的电流为第二电流，第一电流和第二电流的电流方向相反，也就是说，第一电流和第二电流中，一者为充电电流，另一者为放电电流。

[0075] 在单个循环周期 313 内，第一电流和第二电流的大小可以相同，也可以不完全一致。在不完全一致的情况下，需要保证单个循环周期 313 内的充电电量与放电电量大致相同，以不造成 SOC 大范围波动，引入额外的金属析出风险为限。例如，可以在第一电流与第二电流的大小不一致的情况下，通过调整第一子周期 311 的时间和第二子周期 312 的时间来实现充电电量与放电电量的大致相同。也就是说，在单个循环周期 313 内，第一子周期 311 和第二子周期 312 的大小也可以不完全相同。另外，振荡电流的波形可以包括阶梯型、锯齿形、三角函数形等，在不同波形的单个循环周期 313 内，要求充电电量与放电电量大致相同。图 3 仅示出了一种可能的波形，不作为本申请中对振荡电流波形的限定。

[0076] 振荡电流的总循环周期 313 的大小为单个循环周期 313 的大小与循环周期 313 个数的乘积，其中，单个循环周期 313 的大小与充电设备 110 能够输出的振荡电流的频率有关，循环周期 313 的个数 n 与充电条件以及电池 121 本身的性能有关， n 为大于 1 的正整数。

[0077] 具体来说，单个循环周期 313 的大小与充电设备 110 能够输出的振荡电流的频率成倒数关系，而充电设备 110 能够输出的振荡电流的频率由充电设备 110 本身的能力决定。在一种可能的实施方式中，振荡电流的频率为充电设备 110 能够产生的最大频率。振荡电流的频率越大，单个循环周期 313 持续的时长也就越小，在第一子周期 311 或第二子周期 312 中积累或释放的电量也就越少，这样能够有效避免 SOC 产生较大的波动。

[0078] 循环周期 313 的个数 n 与充电条件以及电池 121 本身的性能有关。在充电条件方面，温度越低、快充倍率越大，就越容易产生析锂，析锂量也越多，就需要持续时间更长的振荡电流溶解析出的锂；在电池 121 本身的性能方面，电池 121 使用时间越长，电池 121 的老化越严重，积累的析锂量越多，也需要持续时间更长的振荡电流溶解析出的锂。若用于消除锂枝晶的时间过长，会延长充电过程的总时长，用户体验较差。因此通常会综合考虑消除析锂的效果与充电过程的时长，来确定实际采用的循环周期 313 的个数。

[0079] 通常，循环周期 313 的具体个数由实验确定，也可以根据实际需要以及实验验

证进行改变。在通过实验确定循环周期 313 的个数时，可以先根据充电设备 110 的能力确定出振荡电流的频率，再通过实验改变循环周期 313 的个数 n ，观察析锂改善效果，均衡考虑改善效果和花费的时间，选择合适的 n 值。循环周期 313 的个数 n 确定后，可以在充电过程中 BMS 122 与充电设备 110 通信时，将 n 值发送给充电设备 110，使得充电设备 110 提供 n 个循环周期 313 的振荡电流；或者，可以在充电设备 110 中的用于提供振荡电流的单元中直接设置 n 值，则充电设备 110 在向电池 121 输出振荡电流时，向电池 121 输出 n 个循环周期 313 的振荡电流。

5 [0080] 本申请提供的充电方法，可以溶解充电过程中负极上析出的锂，使得锂枝晶的尖端变得平滑甚至消失，避免锂枝晶生长到一定的程度后刺穿正极与负极之间的隔离膜而导致电池 121 单体的短路，保证电池 121 的安全性能。该充电方法对于电池 121 中已经存在的析锂现象，也能够起到较好的消除析锂的作用。

[0081] 根据本申请的一些实施例，可选地，充电过程包括至少一个第一时段 310 和至少一个第二时段 320。

15 [0082] 在充电过程中的任意时刻，BMS 122 均可以向充电设备 110 发送第一命令，以使得充电设备 110 向电池 121 输出振荡电流，则充电过程被第一时段 310 划分为多个时段。具体来说，在充电过程包括一个第一时段 310 的情况下，若第一时段 310 处于整个充电时长内一开始的一段时间或靠近结束的一段时间时，则充电过程的剩下的时长则为第二时段 320，即充电过程包括一个第一时段 310 和一个第二时段 320；若第一时段 310 处于整个充电时长内中间的某一段时间时，则第一时段 310 将充电过程剩下的时长划分为了两个部分，该两个部分均为第二时段 320，即充电过程包括一个第一时段 310 和两个第二时段 320。以此类推，在充电过程包括多个第一时段 310 的情况下，多个第一时段 310 将充电过程剩下的时长划分为多个第二时段 320，则充电过程可以包括多个第一时段 310 和多个第二时段 320。

25 [0083] 这样可以使得充电过程中消除析锂的方式更加灵活，在充电过程的不同阶段 BMS 122 可以选取对电池 121 最有利的充电策略，即采取不同的消除析锂的方式，最大程度地为电池 121 消除锂枝晶，保证电池 121 的安全性能。

[0084] 根据本申请的一些实施例，可选地，第一电流为电池 121 的充电电流，第二电流为电池 121 的放电电流，第一电流在第一子周期 311 的充电电量小于或等于第二电流在第二子周期 312 的放电电量。

30 [0085] 为了在消除析锂的过程中避免引入额外的金属析出，第一电流和第二电流的大小通常需要控制在析锂窗口规定的电流大小以下。析锂窗口是在一定温度下，电池 121 不发生析锂的最大充电电流与 SOC 的关系。SOC 越大，越容易发生析锂，允许的最大充电电流越低。也就是说，当 SOC 产生变化时，析锂窗口中规定的最大充电电流也会发生变化，若单个循环周期 313 内的振荡电流使电池 121 的电量有所增加，而在下一个循环周期 313 内仍以相同大小的第一电流和第二电流向电池 121 输出振荡电流，容易产生额外的金属析出。因此，在单个循环周期 313 内，充电电量应当小于或等于放电电量，即在第一电流为电池 121 的充电电流，第二电流为电池 121 的放电电流的情况下，第一电流在第一子周期 311 的充电电量小于或等于第二电流在第二子周期 312 的放电电

量。

[0086] 具体来说，可以通过多种方式来实现第一电流在第一子周期 311 的充电电量小于或等于第二电流在第二子周期 312 的放电电量。例如，在第一电流和第二电流的大小相等的情况下，第一子周期 311 的大小可以小于或等于第二子周期 312 的大小；或者，
5 第一子周期 311 的和第二子周期 312 的大小相等的情况下，第一电流的大小略小于第二电流的大小；再或者，第一电流的大小可以略大于第二电流的大小，则第一子周期 311 的大小需要小于第二子周期 312 的大小。

[0087] 在另一种可能的实施方式中，充电电量可以略大于放电电量，这种实施方式要求在第一时间段 310 内电池 121 电量的累积不能造成 SOC 大范围的波动，需要以不引入
10 额外的金属析出为限。

[0088] 析锂往往是在充电过程中产生的，因此在第一时间段 310 中，充电电量小于或等于放电电量可以避免在消除锂枝晶的同时又产生锂枝晶，从而提高第一时间段 310 中的消除锂枝晶的效果，保证电池 121 的安全性能。另外，如果电池 121 的 SOC 发生大范围的波动，析锂窗口就会随之发生变化，第一时间段 310 中振荡电流的大小就需要随之变化
15 以避免超过析锂窗口中对应的最大电流，因此充电电量与放电电量基本相等可以避免电池 121 的 SOC 发生大范围的波动，使得振荡电流能够在第一时间段 310 内始终保持大小相同的电流输出，能够简化消除析锂的过程，避免复杂的电流调整策略。

[0089] 根据本申请的一些实施例，可选地，第一子周期 311 的大小小于或等于第二子周期 312 的大小。

[0090] 在第一电流为充电电流，第二电流为放电电流的情况下，第一子周期 311 的大小小于或等于第二子周期 312 的大小，可以在第一电流和第二电流的大小稍有误差的情况下，保证充电电量小于放电电量。在本申请实施例中，充电电量与放电电量尽可能地相等，因此第一子周期 311 的大小应避免远小于第二子周期 312 的大小。

[0091] 这样可以保证充电电量小于或等于放电电量，避免在消除锂枝晶的同时又产生
25 锂枝晶，从而提高第一时间段 310 中的消除锂枝晶的效果，保证电池 121 的安全性能。同时，还能够避免在充电过程的第一时段 310 内电池 121 的 SOC 发生大范围的波动，使得振荡电流在第一时间段 310 内可以始终以大小相同的电流输出，能够简化消除析锂的过程，避免复杂的电流调整策略。

[0092] 根据本申请的一些实施例，可选地，方法 200 还包括：接收充电设备 110 发送
30 的充电设备 110 的最大输出频率；根据最大输出频率确定循环周期 313 的大小。

[0093] 由于充电设备 110 向电池 121 输出的振荡电流的频率由充电设备 110 本身能够输出的最大频率有关，因此 BMS 122 需要获取到充电设备 110 能够输出的最大输出频率，以此来确定实际充电过程中单个循环周期 313 的大小。具体来说，充电设备 110 能够输出的最大输出频率为 f ，则单个循环周期 313 的大小 $t = \frac{1}{f}$ ，第一子周期 311 和第
35

二子周期 312 的大小可以为 $t' = \frac{1}{2f}$ 。在一种可能实施方式中，充电设备 110 实际输出的振荡电流的频率可以小于充电设备 110 的最大输出频率，则 f 为充电设备 110 实际输出的频率，单个循环周期 313 的实际大小仍然可以按照上述公式计算。

[0094] BMS 122 根据充电设备 110 的最大输出频率确定出电池 121 所需的循环周期 313 的大小，为电池 121 制定合理的充电策略。BMS 122 可以将充电策略发送给充电设备 110，充电设备 110 按照 BMS 122 的指示向电池 121 输出振荡电流，并为电池 121 充电。

5 [0095] 循环周期 313 的大小越小，在单个循环周期 313 内可能产生的电池 121 电量的波动就越小，在第一时段 310 内消除锂枝晶的效果就越好。考虑到充电设备 110 的能力，BMS 122 以充电设备 110 的最大输出频率来确定循环周期 313 的大小，能够制定合理的振荡电流参数，并以该振荡电流为电池 121 消除析出的锂金属和锂枝晶。这样可以较好地溶解负极上析出的锂，使得锂枝晶的尖端变得平滑甚至消失，避免锂枝晶生长到一定的程度后刺穿正极与负极之间的隔离膜而导致电池 121 单体的短路，保证电池
10 121 的安全性能。

[0096] 根据本申请的一些实施例，可选地，第一子周期 311 和/或第二子周期 312 为 2 ms。

[0097] 在一种可能的实施方式中，可以设置第一子周期 311 和第二子周期 312 的大小均为 2 ms，则这种情况下要求充电设备 110 能够输出的最大输出频率应大于或等于 250
15 Hz。在另一种可能的实施方式中，第一子周期 311 和第二子周期 312 中，一者为 2 ms，另一者可以例如为 3 ms。可选地，可以是充电电流所在的子周期为 2 ms，放电电流所在的子周期为 3 ms。

[0098] 第一子周期 311 和第二子周期 312 的大小越小，就需要充电设备 110 能够输出的最大输出频率就越大，提供符合要求的充电设备 110 的成本就越高。子周期的取值过小容易导致充电设备 110 的能力无法实现，而子周期的取值过大容易在第一子周期 311
20 或第二子周期 312 中造成大范围的 SOC 的波动，影响消除锂枝晶的效果。因此，第一子周期 311 和第二子周期 312 具有合适的取值可以达到较好的消除锂枝晶的效果，能够避免电池 121 充电时出现析锂，并且对电池 121 已析锂的情况能够有一定程度改善。

[0099] 根据本申请的一些实施例，可选地，循环周期 313 的个数 n 为 10000。

25 [0100] 循环周期 313 通常由实验确定，与电池 121 的 SOC 和健康状态 (state of health, SOH) 有关。为了在一个较大的范围内为电池 121 提供良好的消除析锂、改善枝晶的方式，本申请实施例将 n 设置为 10000。

[0101] 该取值适用于多种状态下的电池 121，能够起到良好的消除析锂、改善枝晶的效果。已通过实验验证，循环 10000 次可以使得电池 121 中的析锂区厚度明显下降，有
30 利于延长电池 121 寿命，降低电池 121 使用过程中的安全风险。

[0102] 根据本申请的一些实施例，可选地，方法 200 还包括：获取电池 121 的荷电状态 SOC 和健康状态 SOH；根据 SOC 和 SOH 确定第一电流和/或第二电流的最大电流大小。

[0103] 振荡电流的大小应小于电池 121 在不同状态下的析锂窗口中对应的最大电流大小，而析锂窗口与电池 121 的 SOC 与 SOH 具有关联关系。
35

[0104] SOC 指的是电池 121 的荷电状态。例如，SOC 为 100% 指的是电池 121 处于满电状态，SOC 为 0% 指的是电池 121 处于完全放电的状态。

[0105] SOH 指的是电池 121 的健康状态，通常可以从电池 121 容量或电池 121 电量的

角度定义 SOH。例如，SOH 可以是电池 121 当前容量占电池 121 额定容量的百分比，或者，可以是当前电池 121 最大放电电量占新电池 121 最大放电电量的百分比。SOH 通常与电池 121 的使用工况、使用年限等信息有关，根据 SOH 的值可以判断电池 121 的老化状态。例如，当电池 121 的 SOH 满足 $SOH \geq 95\%$ ，可以认为该电池 121 为轻度老化

5

电池 121；当电池 121 的 SOH 满足 $85\% \leq SOH < 95\%$ ，可以认为该电池 121 为中度老化电池 121；当电池 121 的 SOH 满足 $SOH < 85\%$ ，可以认为该电池 121 为重度老化电池 121。上述划分标准仅作示例，还可以以其他方式对电池 121 的老化程度进行划分。
[0106] 电池 121 处于不同的老化状态会引发析锂窗口的变化，充电设备 110 在第一时段 310 内输出的振荡电流的大小也会根据析锂窗口的变化而变化。表 1 示出了根据电

10

池 121 的 SOC 和 SOH 设计的振荡电流的大小，表 1 中的数据仅作为举例。

表 1

SOH \ SOC	0%-20%	30%-40%	50%	60%	70%	80%	85%	90%	97%
SOH=100%	4.2C	3.2C	2.2C	1.2C	0.8C	0.6C	0.4C	0.3C	0.1C
$95\% \leq SOH < 100\%$	4.1C	3.1C	2.1C	1.1C	0.7C	0.5C	0.3C	0.25C	0.05C
$85\% \leq SOH < 95\%$	4.0C	3.0C	2.0C	1.0C	0.6C	0.4C	0.25C	0.2C	0.04C
$SOH < 85\%$	3.8C	2.8C	1.8C	0.8C	0.4C	0.25C	0.2C	0.1C	0.03C

[0107] 其中，C 指的是 1 小时内能够完全释放电池 121 全部电量的电流大小，C 前面的数字为倍率。

[0108] 举例来说，BMS 122 检测出当前电池 121 的 SOH 为 90%、SOC 为 35%，则根据表 1 可以确定充电设备 110 输出的振荡电流的最大电流大小应为 3.0C。也就是说，该电池 121 属于上述对电池 121 的老化程度的划分中的中度老化电池 121，当前剩余电量为 35%，该电池 121 在 1 小时内能够释放全部电量的电流大小为 1C，则充电设备 110 向电池 121 输出振荡电流时，振荡电流的最大电流大小为 3.0 倍的 1C 的大小。同时，充电设备 110 可以结合循环周期 313 的大小以及循环周期 313 的个数，向电池 121 输出振荡电流。仍然以当前电池 121 的 SOH 为 90%、SOC 为 35% 为例，充电设备 110 输出的振荡电流的相关参数可以具体为：第一电流和第二电流的大小均为 3.0C，第一子周期 311 和第二子周期 312 均为 2 ms，循环 10000 次。

15

20

[0109] 第一电流与第二电流中，一者为充电电流，另一者为放电电流，两者的电流大小可以相同，即按照上述方式确定出一个电流大小，第一电流与第二电流的大小均为该大小。第一电流和第二电流的大小也可以不同，则可以分别为第一电流和第二电流设计参数对照表，通过不同的对应关系分别确定第一电流和第二电流的大小。

25

[0110] 由于图 3 示出的振荡电流波形中，第一电流在第一子周期 311 内恒定不变，第二电流在第二子周期 312 内也恒定不变，因此根据上述方式确定出的第一电流和第二电流的最大电流大小即为两者在其对应子周期内的实际大小。当振荡电流的波形为其他形状，例如，锯齿形、三角函数形等随时间变化的波形，则通过上述方法确定出的电

30

流大小为一个子周期内的最大电流大小。

[0111] 在充电过程包括多个第一时段 310 的情况下，在每个第一时段 310 开始前，BMS 122 均需要根据当前时刻电池 121 的 SOC 和 SOH 来确定第一电流和/或第二电流的最大电流大小。

5 [0112] BMS 122 通过综合考虑电池 121 的 SOC 和 SOH 来确定振荡电流的最大电流大小，能够避免振荡电流的大小超过当前电池 121 的析锂窗口对应的电流大小，而导致额外的金属析出，有利于振荡电流在合适的范围内消除充电过程中析出的锂金属，也能够对电池 121 中已析出的锂金属起到一定的消除作用，保证电池 121 的安全性能。

[0113] 根据本申请的一些实施例，可选地，第一命令包括第一电流和/或第二电流的最大电流大小。

10 [0114] BMS 122 根据 SOC 和 SOH 确定出电池 121 在当前状态下可以接受的第一电流和/或第二电流的最大电流大小，并将上述电流的大小发送给充电设备 110。第一电流和/或第二电流的最大电流大小可以单独发送给充电设备 110，也可以在第一命令中，携带第一电流和/或第二电流的最大电流大小的信息。充电设备 110 接收到第一命令后，以第一命令中指示的电流大小向电池 121 输出振荡电流。

15 [0115] BMS 122 在指示充电设备 110 向电池 121 输出振荡电流的同时将振荡电流的最大电流大小一并发送给充电设备 110，能够提高 BMS 122 与充电设备 110 之间通信的效率，同时也可以保证充电设备 110 以合适的电流大小向电池 121 输出振荡电流，避免额外的金属析出，保证电池 121 的安全性能。

20 [0116] 根据本申请的一些实施例，可选地，向充电设备 110 发送第一命令，包括：在电池 121 与充电设备 110 连接的情况下，向充电设备 110 发送第一命令。

[0117] 在 BMS 122 与充电设备 110 通信之前，可以检测电池 121 是否与充电设备 110 成功连接。若电池 121 电路与充电设备 110 电路的连接点尚未连接或接触不良，即使 BMS 122 与充电设备 110 进行了通信，也无法正常向电池 121 输出振荡电流，甚至有可能导致充电过程存在安全隐患。

25 [0118] 可以通过多种方式检测电池 121 与充电设备 110 是否连接，在一种可能的方式中，例如，可以通过检测电池 121 电路与充电设备 110 电路的连接点两端的电压，来确定电池 121 与充电设备 110 之间是否成功连接。在电池 121 与充电设备 110 连接的情况下，BMS 122 向充电设备 110 发送第一命令，则充电设备 110 接收到第一命令后可以根据第一命令中的指示向电池 121 输出振荡电流，即通过连接电池 121 与充电设备 110 的
30 电路来使得振荡电流由充电设备 110 输出至电池 121。

[0119] 在进行充电之前确定电池 121 与充电设备 110 正常连接，可以保证充电设备 110 输出的振荡电流以及第二时段 320 内的充电电流能够正常流经电池 121，避免充电故障，保证电池 121 在充电过程中的安全性能，同时也可以提高充电效率。

35 [0120] 根据本申请的一些实施例，可选地，向充电设备 110 发送第一命令，包括：在确定电池 121 满足以下条件中的至少一个的情况下，向充电设备 110 发送第一命令：电池 121 的温度小于或等于第一阈值；电池 121 以快充模式进行充电，快充模式为充电速度大于或等于第二阈值的充电模式；电池 121 完成 x 次充电和 x 次放电，电池 121 容量损失 y%，电池 121 的使用时间为 z 天，x 和 z 均为正整数，y 为正数。

[0121] 在 BMS 122 与充电设备 110 通信之前，BMS 122 还可以检测电池 121 的状态，来判断是否需要在充电过程中引入振荡电流以消除析出的锂金属。

[0122] 可选地，当电池 121 的温度较低时，电解液迁移离子的能力变弱，充电过程中锂离子无法及时嵌入负极，更容易造成负极表面析锂。因此，当电池 121 的温度小于或等于第一阈值时，可以向充电设备 110 发送第一命令，指示充电设备 110 输出振荡电流，一方面可以通过高频的振荡电流来使电池 121 发热，提高电解液迁移离子的能力，另一方面利用振荡电流来消除电池 121 中已经析出的锂金属。

[0123] 可选地，可以为电池 121 设置多种充电模式，例如普通模式、快充模式等。快充模式通常指的是通过对充电过程以及充电电流等参数的控制，来使得充电速度较其他充电模式更快的一种充电模式，其中，充电速度可以大于或等于第二阈值。在快充模式下，充电电流通常较大，容易导致从正极脱嵌的锂离子来不及嵌入负极而在负极表面形成析锂。当 BMS 122 确定电池 121 以快充模式进行充电时，可以指示充电设备 110 向电池 121 输出振荡电流，以消除电池 121 中已经析出的锂金属以及充电过程中析出的锂金属。

[0124] 可选地，BMS 122 也可以通过电池 121 完成充电和放电的次数、电池 121 容量损失的百分数或电池 121 使用的天数来判断是否需要在充电过程中设置振荡电流，来消除电池 121 中已经析出的锂金属以及充电过程中析出的锂金属。电池 121 完成 x 次充电和 x 次放电、电池 121 容量损失 $y\%$ 或电池 121 的使用时间为 z 天，均可以理解为电池 121 已经使用了一段时间，电池 121 的负极上已经积累了一定量的锂金属，因此在充电过程中引入振荡电流，能够对这部分已经析出的锂金属进行消除，同时对充电过程中产生的析锂也具有一定的抑制作用。其中， x 和 z 均为正整数， y 为正数。

[0125] 在确定电池 121 满足上述条件中的至少一个的情况下指示充电设备 110 向电池 121 输出振荡电流，可以合理利用振荡电流的资源，避免充电设备 110 在电池 121 为新电池 121 时仍然对其输出振荡电流，从而可以提高充电效率，减少充电时间。同时，对已使用到一定程度的电池 121 输出振荡电流，能够有效地利用振荡电流消除析出的锂金属，提高振荡电流消除锂金属的效果，保证电池 121 的安全性能。

[0126] 在另一种可选的实施方式中，本申请实施例提供的充电方法可以包括如图 4 所示的流程 400，该流程 400 可以包括以下内容中的至少部分内容。

[0127] 410、BMS 122 判断电池 121 的使用状态是否满足使用振荡电流的条件，例如，电池 121 的温度、充电模式、已使用的时间等。若为否，则该电池 121 的充电过程中可以不使用振荡电流，充电设备 110 则按照常规充电方式为电池 121 充电。若为是，则执行步骤 420。

[0128] 420、BMS 122 判断电池 121 的充电电路是否与充电设备 110 连接，或者说，BMS 122 检测电池 121 的充电电路与充电设备 110 连接是否处于可以安全充电的状态。若为否，则不对电池 121 进行充电操作，进一步地可以发出提醒，等待排除电池 121 与充电设备 110 之间的连接故障后再执行充电流程。若为是，则执行步骤 430。

[0129] 430、BMS 122 根据电池 121 的 SOC 和 SOH 确定振荡电流的相关参数，其中相关参数可以包括振荡电流的最大电流大小、循环周期 313、循环次数等。

[0130] 440、BMS 122 控制充电设备 110 在第一时段 310 输出振荡电流。例如，BMS 122 可以向充电设备 110 发送第一命令，第一命令中可以携带有步骤 430 中确定的相关参数。充电设备 110 接收到第一命令后，按照第一命令中的指示，向电池 121 输出相应的振荡电流。

5 [0131] 450、BMS 122 控制充电设备 110 在第二时段 320 为电池 121 充电。例如，BMS 122 可以向充电设备 110 发送第二命令，第二命令可以指示充电设备 110 在输出振荡电流之后，以常规充电方式为电池 121 进行充电。第二命令可以与第一命令同时发送，也可以在第一时段 310 结束后再发送第二命令。

10 [0132] 通过在充电过程中引入高频振荡电流，可以溶解充电过程中在负极上析出的金属，使得金属枝晶的尖端变得平滑甚至消失，避免枝晶生长到一定的程度后刺穿正极与负极之间的隔离膜而导致电池 121 单体的短路，保证电池 121 的安全性能。同时，本申请提供的充电方法还可以在在一定程度上消除负极上已存在的金属析出，有利于延长电池 121 寿命，降低电池 121 使用过程中的安全风险。

15 [0133] 本申请还提供了一种电池 121 的充电方法 500，如图 5 所示，方法 500 可以应用于充电设备 110，即方法 500 可以由图 1 中的充电设备 110 执行。方法 500 可以包括以下内容中的至少部分内容。

[0134] S510：接收电池 121 的 BMS 122 发送的第一命令。

20 [0135] S520：根据第一命令在充电过程中的第一时段 310 向电池 121 输出振荡电流，其中，振荡电流包括 n 个循环周期 313， n 为大于 1 的正整数，每个循环周期 313 包括第一子周期 311 和第二子周期 312，在第一子周期 311 内输出的电流为第一电流，在第二子周期 312 内输出的电流为第二电流，第一电流和第二电流的电流方向相反。

[0136] S530：接收 BMS 122 发送的第二命令。

[0137] S540：根据第二命令在充电过程中的第二时段 320 为电池 121 充电。

25 [0138] 根据本申请的一些实施例，可选地，充电过程包括至少一个第一时段 310 和至少一个第二时段 320。

[0139] 根据本申请的一些实施例，可选地，第一电流为电池 121 的充电电流，第二电流为电池 121 的放电电流，第一电流在第一子周期 311 的充电电量小于或等于第二电流在第二子周期 312 的放电电量相同。

30 [0140] 根据本申请的一些实施例，可选地，第一子周期 311 的大小小于或等于第二子周期 312 的大小。

[0141] 根据本申请的一些实施例，可选地，方法 500 还包括：向 BMS 122 发送充电设备 110 的最大输出频率，最大输出频率用于确定循环周期 313 的大小。

[0142] 根据本申请的一些实施例，可选地，第一子周期 311 和/或第二子周期 312 为 2 ms。

35 [0143] 根据本申请的一些实施例，可选地，循环周期 313 的个数 n 为 10000。

[0144] 根据本申请的一些实施例，可选地，第一命令包括第一电流和/或第二电流的最大电流大小，第一电流和/或第二电流的最大电流大小由电池 121 的荷电状态 SOC 和健康状态 SOH 确定。

[0145] 根据本申请的一些实施例，可选地，接收电池 121 的 BMS 122 发送的第一命令，包括：在电池 121 与充电设备 110 连接的情况下，接收电池 121 的 BMS 122 发送的第一命令。

5 [0146] 本申请还提供了一种电池管理系统，用于执行上述实施例中由 BMS 122 执行的任一实施例所述的方法。

[0147] 本申请还提供了一种电池，包括上述电池管理系统。

[0148] 本申请还提供了一种充电设备，用于执行上述实施例中由充电设备 110 执行的任一实施例所述的方法。

10 [0149] 本申请还提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被运行时，执行如上述任一实施例所述的方法。

[0150] 本申请还提供了一种用于充电的装置 600，包括处理器 601 和存储器 602，所述存储器 602 存储有指令，所述指令被所述处理器 601 运行时，使得所述装置 600 执行如上述任一实施例所述的方法。

15 [0151] 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. 一种充电方法，其特征在于，应用于电池的电池管理模块，包括：

5 向充电设备发送第一命令，所述第一命令用于控制所述充电设备在充电过程中的第一时段向所述电池输出振荡电流，其中，所述振荡电流包括 n 个循环周期， n 为大于 1 的正整数，每个所述循环周期包括第一子周期和第二子周期，在所述第一子周期内所述充电设备输出的电流为第一电流，在所述第二子周期内所述充电设备输出的电流为第二电流，所述第一电流和所述第二电流的电流方向相反；

10 向所述充电设备发送第二命令，所述第二命令用于指示所述充电设备在所述充电过程中的第二时段为所述电池充电。

2. 根据权利要求 1 所述的充电方法，其特征在于，所述充电过程包括至少一个所述第一时段和至少一个所述第二时段。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的充电方法，其特征在于，所述第一电流为所述电池的充电电流，所述第二电流为所述电池的放电电流，所述第一电流在所述第一子周期的充电电量小于或等于所述第二电流在所述第二子周期的放电电量。

4. 根据权利要求 3 所述的充电方法，其特征在于，所述第一子周期的大小小于或等于所述第二子周期的大小。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述方法还包括：
接收所述充电设备发送的所述充电设备的最大输出频率；
20 根据所述最大输出频率确定所述循环周期的大小。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述第一子周期和/或所述第二子周期为 2 ms。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述循环周期的个数 n 为 10000。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述方法还包括：
获取所述电池的荷电状态 SOC 和健康状态 SOH；
根据所述 SOC 和所述 SOH 确定所述第一电流和/或所述第二电流的最大电流大小。

9. 根据权利要求 8 所述的充电方法，其特征在于，所述第一命令包括所述第一电流和/或所述第二电流的最大电流大小。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述向充电设备发送第一命令，包括：

在所述电池与所述充电设备连接的情况下，向所述充电设备发送所述第一命令。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述向充电设备发送第一命令，包括：

35 在确定所述电池满足以下条件中的至少一个的情况下，向所述充电设备发送所述第一命令：

所述电池的温度小于或等于第一阈值；

所述电池以快充模式进行充电，所述快充模式为充电速度大于或等于第二阈值的充电模式；

所述电池完成 x 次充电和 x 次放电， x 为正整数；

所述电池容量损失 $y\%$ ， y 为正数；

5 所述电池的使用时间为 z 天， z 为正整数。

12. 一种充电方法，其特征在于，应用于充电设备，包括：

接收电池的电池管理模块发送的第一命令；

10 根据所述第一命令在充电过程中的第一时段向所述电池输出振荡电流，其中，所述振荡电流包括 n 个循环周期， n 为大于 1 的正整数，每个所述循环周期包括第一子周期和第二子周期，在所述第一子周期内输出的电流为第一电流，在所述第二子周期内输出的电流为第二电流，所述第一电流和所述第二电流的电流方向相反；

接收所述电池管理模块发送的第二命令；

根据所述第二命令在所述充电过程中的第二时段为所述电池充电。

15 13. 根据权利要求 12 所述的充电方法，其特征在于，所述充电过程包括至少一个所述第一时段和至少一个所述第二时段。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的充电方法，其特征在于，所述第一电流为所述电池的充电电流，所述第二电流为所述电池的放电电流，所述第一电流在所述第一子周期的充电电量小于或等于所述第二电流在所述第二子周期的放电电量。

20 15. 根据权利要求 12 至 14 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述第一子周期的大小小于或等于所述第二子周期的大小。

16. 根据权利要求 12 至 15 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述方法还包括：

向所述电池管理模块发送所述充电设备的最大输出频率，所述最大输出频率用于确定所述循环周期的大小。

25 17. 根据权利要求 16 所述的充电方法，其特征在于，所述第一子周期和/或所述第二子周期为 2 ms。

18. 根据权利要求 12 至 17 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述循环周期的个数 n 为 10000。

30 19. 根据权利要求 12 至 18 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述第一命令包括所述第一电流和/或所述第二电流的最大电流大小，所述第一电流和/或所述第二电流的最大电流大小由所述电池的荷电状态 SOC 和健康状态 SOH 确定。

20. 根据权利要求 12 至 19 中任一项所述的充电方法，其特征在于，所述接收电池的电池管理模块发送的第一命令，包括：

35 在所述电池与所述充电设备连接的情况下，接收所述电池的所述电池管理模块发送的所述第一命令。

21. 一种电池管理系统，其特征在于，用于执行如权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法。

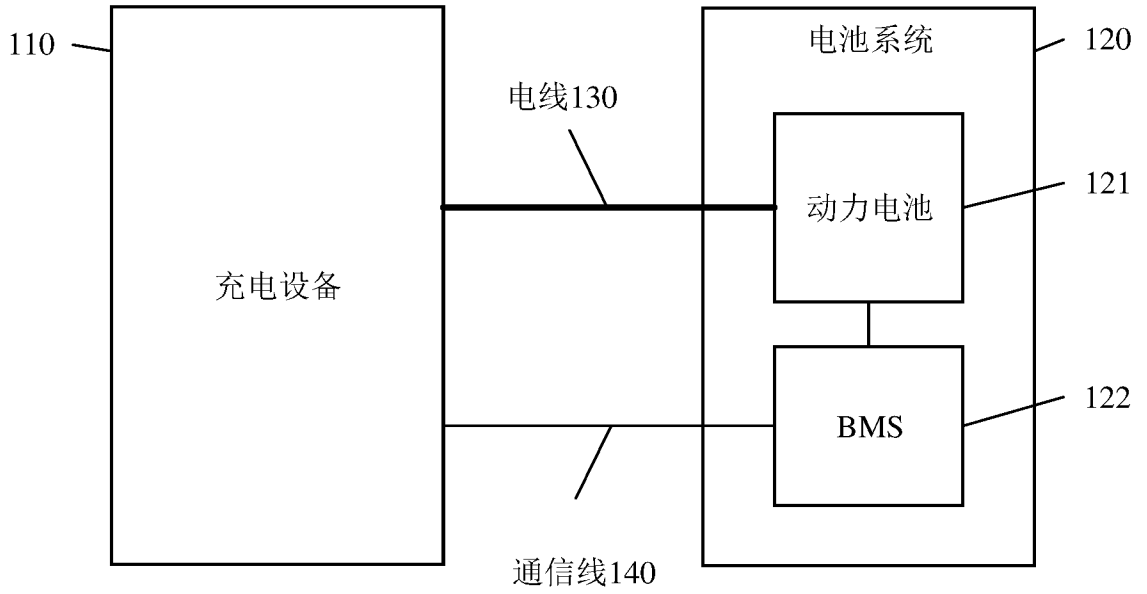
22. 一种电池，其特征在于，包括：

如权利要求 21 所述的电池管理系统。

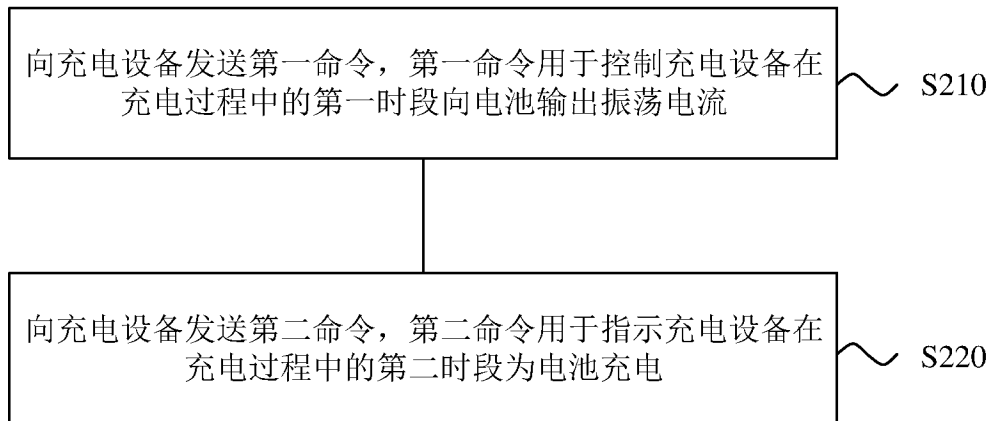
23. 一种充电设备，其特征在于，用于执行如权利要求 12 至 20 中任一项所述的方法。

5

100



200



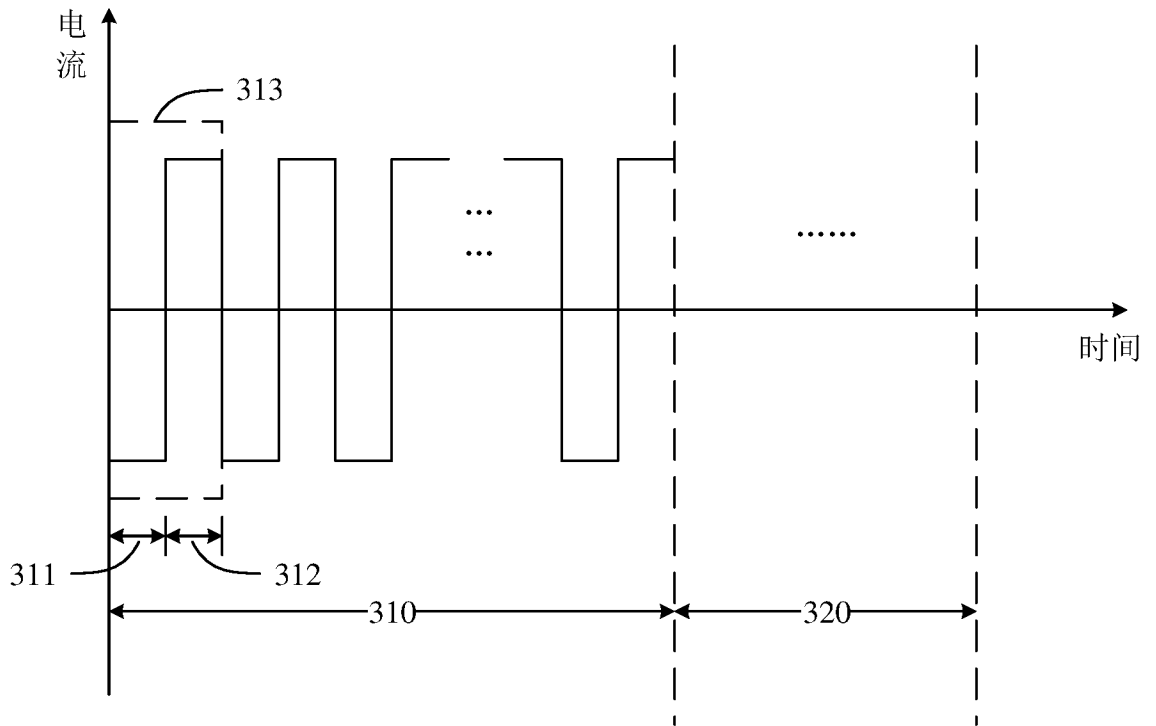


图 3

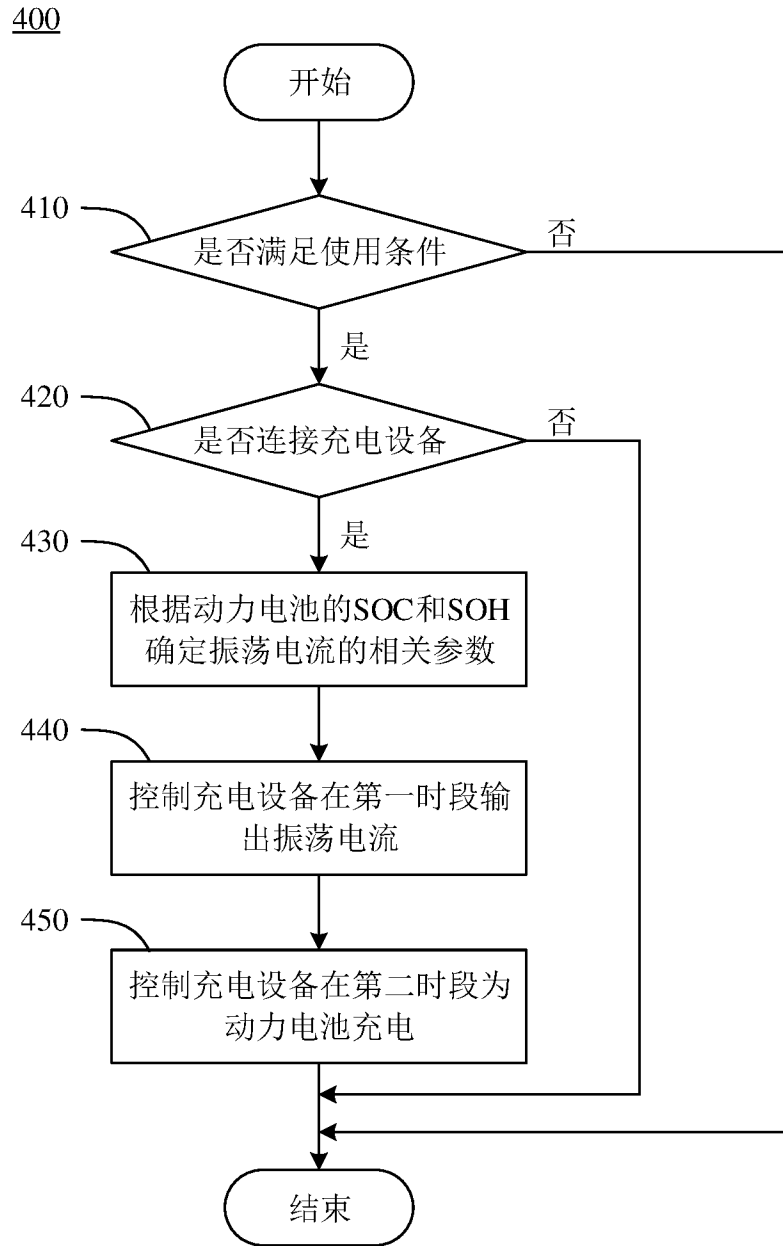


图 4

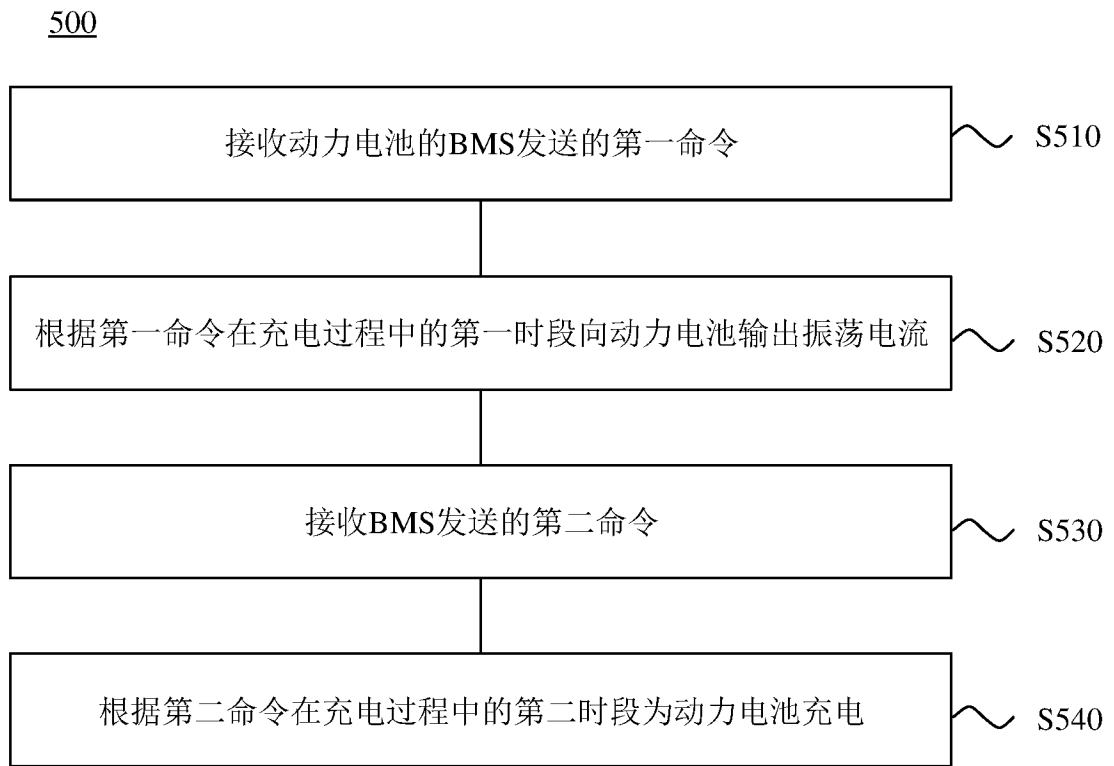


图 5

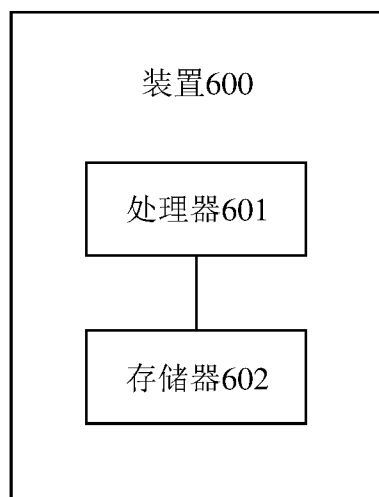


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/093840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02J 7/00(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)		
H02J		
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; VEN; CNTXT; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI; IEEE: 电池, 充电, 放电, 周期, 振荡电流, 输出, battery, charge, discharge, cycle, oscillating current, output		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 111564672 A (QINGDAO NENGFENG ELECTRIC CO., LTD.) 21 August 2020 (2020-08-21) description, paragraphs 4-48, and figures 1-4	1-23
X	CN 107394294 A (ZHEJIANG GODSEND POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 November 2017 (2017-11-24) description, paragraphs 97-273, and figures 1-35b	1-23
X	CN 114069070 A (SVOLT ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 February 2022 (2022-02-18) description, paragraphs 6-93, and figures 1-5	1-23
X	JP 2019117685 A (ZHEJIANG GODSEND POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 July 2019 (2019-07-18) description, paragraphs 39-113, and figures 1-35b	1-23
A	CN 113650486 A (EVERGRANDE HENGCHI NEW ENERGY AUTOMOBILE RESEARCH INSTITUTE (SHANGHAI) CO., LTD.) 16 November 2021 (2021-11-16) entire document	1-23
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
12 January 2023		19 January 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/093840

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 212162009 U (QINGDAO NENGFENG ELECTRIC CO., LTD.) 15 December 2020 (2020-12-15) entire document	1-23
.....		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/093840

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111564672	A	21 August 2020	CN	111564672	B	24 June 2022
CN	107394294	A	24 November 2017	KR	20190010400	A	30 January 2019
				WO	2019015007	A1	24 January 2019
				JP	2019021608	A	07 February 2019
				EP	3432439	A1	23 January 2019
				US	2019027792	A1	24 January 2019
				CN	107394294	B	04 September 2018
				US	10256512	B2	09 April 2019
				EP	3432439	B1	28 April 2021
CN	114069070	A	18 February 2022	None			
JP	2019117685	A	18 July 2019	None			
CN	113650486	A	16 November 2021	None			
CN	212162009	U	15 December 2020	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/093840

<p>A. 主题的分类</p> <p>H02J 7/00 (2006.01) i</p> <p>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</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02J</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS;VEN;CNTXT;USTXT;WOTXT;EPTXT;CNKI;IEEE: 电池, 充电, 放电, 周期, 振荡电流, 输出, battery, charge, discharge, cycle, oscillating current, output</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <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>CN 111564672 A (青岛能峰电气有限公司) 2020年8月21日 (2020 - 08 - 21) 说明书第4-48段, 图1-4</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 107394294 A (浙江谷神能源科技股份有限公司) 2017年11月24日 (2017 - 11 - 24) 说明书第97-273段, 图1-35b</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 114069070 A (蜂巢能源科技有限公司) 2022年2月18日 (2022 - 02 - 18) 说明书第6-93段, 图1-5</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2019117685 A (ZHEJIANG GODSEND POWER TECH CO LTD) 2019年7月18日 (2019 - 07 - 18) 说明书第39-113段, 图1-35b</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 113650486 A (恒大恒驰新能源汽车研究院上海有限公司) 2021年11月16日 (2021 - 11 - 16) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 212162009 U (青岛能峰电气有限公司) 2020年12月15日 (2020 - 12 - 15) 全文</td> <td>1-23</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	CN 111564672 A (青岛能峰电气有限公司) 2020年8月21日 (2020 - 08 - 21) 说明书第4-48段, 图1-4	1-23	X	CN 107394294 A (浙江谷神能源科技股份有限公司) 2017年11月24日 (2017 - 11 - 24) 说明书第97-273段, 图1-35b	1-23	X	CN 114069070 A (蜂巢能源科技有限公司) 2022年2月18日 (2022 - 02 - 18) 说明书第6-93段, 图1-5	1-23	X	JP 2019117685 A (ZHEJIANG GODSEND POWER TECH CO LTD) 2019年7月18日 (2019 - 07 - 18) 说明书第39-113段, 图1-35b	1-23	A	CN 113650486 A (恒大恒驰新能源汽车研究院上海有限公司) 2021年11月16日 (2021 - 11 - 16) 全文	1-23	A	CN 212162009 U (青岛能峰电气有限公司) 2020年12月15日 (2020 - 12 - 15) 全文	1-23
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 111564672 A (青岛能峰电气有限公司) 2020年8月21日 (2020 - 08 - 21) 说明书第4-48段, 图1-4	1-23																					
X	CN 107394294 A (浙江谷神能源科技股份有限公司) 2017年11月24日 (2017 - 11 - 24) 说明书第97-273段, 图1-35b	1-23																					
X	CN 114069070 A (蜂巢能源科技有限公司) 2022年2月18日 (2022 - 02 - 18) 说明书第6-93段, 图1-5	1-23																					
X	JP 2019117685 A (ZHEJIANG GODSEND POWER TECH CO LTD) 2019年7月18日 (2019 - 07 - 18) 说明书第39-113段, 图1-35b	1-23																					
A	CN 113650486 A (恒大恒驰新能源汽车研究院上海有限公司) 2021年11月16日 (2021 - 11 - 16) 全文	1-23																					
A	CN 212162009 U (青岛能峰电气有限公司) 2020年12月15日 (2020 - 12 - 15) 全文	1-23																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2023年1月12日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2023年1月19日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>陈文达</p> <p>电话号码 86-(20)-28950881</p>																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/093840

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	111564672	A	2020年8月21日	CN	111564672	B	2022年6月24日
CN	107394294	A	2017年11月24日	KR	20190010400	A	2019年1月30日
				WO	2019015007	A1	2019年1月24日
				JP	2019021608	A	2019年2月7日
				EP	3432439	A1	2019年1月23日
				US	2019027792	A1	2019年1月24日
				CN	107394294	B	2018年9月4日
				US	10256512	B2	2019年4月9日
				EP	3432439	B1	2021年4月28日
CN	114069070	A	2022年2月18日	无			
JP	2019117685	A	2019年7月18日	无			
CN	113650486	A	2021年11月16日	无			
CN	212162009	U	2020年12月15日	无			