

(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
2022年6月30日 (30.06.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/133894 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01M 4/131 (2010.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/138985
- (22) 国际申请日: 2020年12月24日 (24.12.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 东莞新能源科技有限公司(DONGGUAN AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业西路1号, Guangdong 523000 (CN)。
- (72) 发明人: 王凯(WANG, Kai); 中国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业西路1号, Guangdong 523000 (CN)。 吴霞(WU, Xia); 中国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业西路1号, Guangdong 523000 (CN)。
- (74) 代理人: 北京励诚知识产权代理有限公司(BEIJING LISENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市海淀区北洼路45号2号楼3层301室, Beijing 100142 (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,

(54) Title: POSITIVE ELECTRODE AND ELECTROCHEMICAL DEVICE

(54) 发明名称: 正极及电化学装置

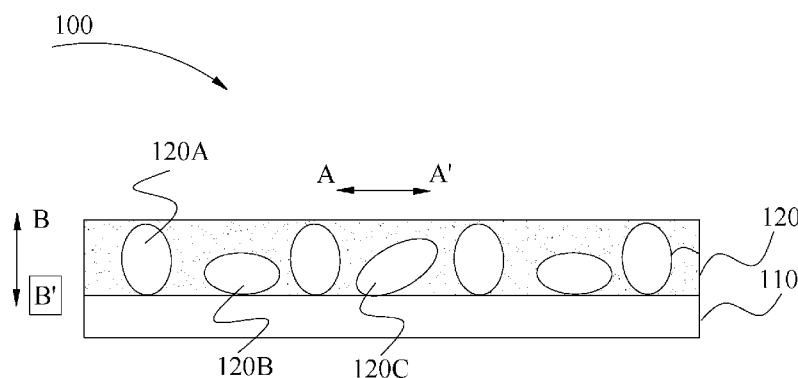


图1

(57) Abstract: The present application provides a positive electrode, an electrochemical device, and an electronic device. The positive electrode comprises a positive electrode active material layer located on a current collector; the positive electrode active material layer comprises a lithium transition metal composite oxide; the average particle size of the lithium transition metal composite oxide in a direction parallel to a plane where the current collector is located is D_p ; the average particle size of the lithium transition metal composite oxide in a direction perpendicular to the plane where the current collector is located is D_v ; and the following expression is satisfied: $1.1 \leq D_p/D_v \leq 2.3$.

(57) 摘要: 本申请提供了正极、电化学装置及电子装置。其中, 正极包括: 位于集流体上的正极活性物质层, 正极活性物质层包含锂过渡金属复合氧化物, 锂过渡金属复合氧化物在平行于集流体所在平面方向上的平均粒径为 D_p , 锂过渡金属复合氧化物在垂直于所述集流体所在平面方向上的平均粒径为 D_v , 满足 $1.1 \leq D_p/D_v \leq 2.3$ 。



WO 2022/133894 A1

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))。

正极及电化学装置

技术领域

本申请涉及电池技术领域，具体的，涉及正极及电化学装置。

5 背景技术

随着新能源技术的发展以及储能材料研究的进展，诸如锂离子电池等二次电池得到了更加广泛的应用，市场对于二次电池性能的要求也越发严苛。正极是影响二次电池性能的重要因素，锂过渡金属复合氧化物的形状对正极的容量和稳定性均具有重要影响。

因而，目前的正极及二次电池仍有待改进。

10

发明内容

本申请旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题。为此，本申请的一个目的在于提出一种正极，该正极通过控制锂过渡金属复合氧化物形貌，以及锂过渡金属复合氧化物在集流体表面的取向情况，可提高与电解液接触一侧的锂过渡金属复合氧化物脱嵌锂离子

15

的能力，并可提高正极稳定性，缓解包括颗粒相变而导致的粉化等问题。

在本申请的一个方面，本申请提供了一种正极。该正极包括：位于集流体上的正极活性物质层，正极活性物质层包含锂过渡金属复合氧化物，锂过渡金属复合氧化物在平行于集流体所在平面方向上的平均粒径为 D_p ，锂过渡金属复合氧化物在垂直于集流体所在平面方向上的平均粒径为 D_v ，满足 $1.1 \leq D_p/D_v \leq 2.3$ 。发明人发现，通过对锂过渡金属复合氧化物

20

颗粒形状的控制并调控其在集流体表面分布的取向，可缓解正极在使用过程（充电和放电）中由于锂过渡金属复合氧化物发生相变、开裂而导致的粉化等问题，该正极具备较好的高压循环性能。

25

根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物满足： $5 \mu\text{m} \leq D_p \leq 25 \mu\text{m}$ 。由此，该锂过渡金属复合氧化物在集流体上具有较好的取向，可令颗粒中优势晶面和非优势晶面更加合理地

根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物具有 R-3m 空间群结构。

根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物包括 $\text{Li}_{x_1}\text{Ni}_{y_1}\text{Co}_{z_1}\text{Mn}_k\text{Z}_q\text{O}_{b-a}\text{T}_a$ ，其中，Z

30

包括 B、Mg、Al、Si、P、S、Ti、Cr、Fe、Cu、Zn、Ga、Y、Zr、Mo、Ag、W、In、Sn、Pb、Sb 和 Ce 中的至少一种，T 为卤素，并且 x_1 、 y_1 、 z_1 、 k 、 q 、 a 和 b 分别满足： $0.2 < x_1 \leq 1.2$ 、

$0 \leq y_1 \leq 1$ 、 $0 \leq z_1 \leq 1$ 、 $0 \leq k \leq 1$ 、 $0 \leq q \leq 1$ 、 $1 \leq b \leq 2$ 以及 $0 \leq a \leq 1$ 。

根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物具有 P63mc 空间群结构。

根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物包括 $\text{Li}_{x_2}\text{Na}_{z_2}\text{Co}_{1-y_2}\text{M}_{y_2}\text{O}_{2+n}\text{X}_n$ ，其中 $0.6 < x_2 < 0.95$ ， $0 \leq y_2 < 0.15$ ， $0 \leq z_2 < 0.03$ ， $0 \leq n \leq 0.2$ ，其中 M 包括 Al、Mg、Ti、Mn、Fe、Ni、
5 Zn、Cu、Nb、Cr 和 Zr 中的至少一种，X 为卤素。

一些示例根据本申请的一些示例，包括正极的电化学装置在充电至电压为 4.6V 时，正极满足：X 射线衍射光谱在 17° 至 20° 的范围内至少存在特征峰 P_1 和特征峰 P_2 ，且 P_1 的峰强度 I_1 大于 P_2 的峰强度 I_2 。

根据本申请的一些示例，包括正极的电化学装置在放电至电压为 3.0V 时，正极满足：
10 X 射线衍射光谱在 17° 至 20° 的范围内存在特征峰 P_3 。 P_3 的峰强度 I_3 满足： $(I_1 - I_2) \leq I_3 \leq (I_1 + I_2)$ 。
由此，该正极可具有更好的循环稳定性。

根据本申请的一些示例， P_1 的峰强度 I_1 和 P_3 的峰强度 I_3 的比值 I_1/I_3 不小于 0.8。由此，该正极中的锂过渡金属复合氧化物可在循环过程中保持较好的结晶性。

根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物具有长轴平均粒径 D_1 以及短轴平均粒
15 径 D_2 ，满足： $1.4 \leq (D_1/D_2) \leq 5.5$ 。根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物具有长
轴平均粒径 D_1 以及短轴平均粒径 D_2 ，满足： $1.4 \leq (D_1/D_2) \leq 3.8$ 。由此，该锂过渡金属复
合氧化物具有较好的颗粒形态，活性晶面和非活性晶面之间的占比适中。

根据本申请的一些示例， $7\mu\text{m} \leq D_1 \leq 28\mu\text{m}$ 。

根据本申请的一些示例，正极满足：包括正极的电化学装置在 3.0V 至 4.6V 的范围内，
20 进行 8 次充放电循环并且放电至电压为 3.0V 时，与循环前的正极相比，循环后的正极的 X
射线衍射光谱中最高峰的峰位置偏移量不大于 0.1° ；最高峰的半峰宽变化率低于 5%。由此，
该正极颗粒具有较好的循环性能。

在本申请的另一方面，本申请提出了一种电化学装置。该电化学装置包括：前述的正极、
25 负极、以及隔膜。由此，该二次电池具有前述正极所具有的全部特征以及优点，在此不再
赘述。

根据本申请的示例，电化学装置在放电至电压为 3.0V 时，负极表面具有条纹。

在本申请的又一方面，本申请提出了一种制备前面描述的正极的方法。该方法包括提供
锂过渡金属复合氧化物，并将锂过渡金属复合氧化物和导电剂、粘结剂配置形成正极浆料；
将正极浆料涂覆在集流体表面；对具有正极浆料的集流体进行冷压处理，冷压处理是在
30 30-40 吨的压力下进行的，冷压速率为 3-4 米/分钟，并控制压密为 $4.05\text{-}4.25\text{g/cm}^3$ 。由此，
可简便地获得前述的正极，并可令该正极具有较好的循环性能。

根据本申请的一些示例，正极浆料中锂过渡金属复合氧化物和导电剂、粘结剂的重量比为 (94-99): (0.5-3): (0.5-3)。由此，可获得导电剂、锂过渡金属复合氧化物和粘结剂配比适当的正极浆料。

根据本申请的一些示例，将正极浆料涂覆在集流体表面之后，进行冷压处理之前，方法进一步包括对集流体表面的正极浆料进行干燥处理；冷压处理之后，进一步包括：对集流体进行裁切处理。

在本申请的又一方面，本申请提出了一种负极修饰方法。该方法包括在负极活性物质层表面铺展添加剂，并进行辊压处理，添加剂包括锂粉、锂带以及含锂化合物的至少一种。

10 附图说明

图 1 是本申请一个示例中的正极的结构示意图；

图 2 是本申请一个示例中的电化学装置的结构示意图；

图 3 是本申请一个示例中的制备正极的方法的流程示意图；

图 4 是本申请示例 1 中正极的扫描电子显微镜照片；

15 图 5 是本申请示例 1 中正极的 X 射线衍射谱图；

图 6 是本申请比较例 1 中正极的 X 射线衍射谱图；

图 7 是本申请示例 1 中负极的光学照片；

图 8 是本申请比较例 1 中负极的光学照片；

图 9 是本申请示例 1 和比较例 1 的循环性能测试结果图。

20 附图标记说明：

100：正极；110：集流体；120A-120C：锂过渡金属复合氧化物；120：活性物质层；
200：隔膜；300：负极；1000：电化学装置。

具体实施方式

25 下面详细描述本申请的实施例。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。

本申请是基于发明人的以下认识和发现而完成的：

30 虽然目前的正极，如锂离子二次电池的正极可以通过控制锂过渡金属复合氧化物中活性含 Li 物质的颗粒大小、形貌来实现对正极性能的调控，但目前的正极仍旧存在循

环性能有待提高的问题。发明人发现，除了锂过渡金属复合氧化物自身的形貌特性，锂过渡金属复合氧化物在集流体上的取向也将影响正极的性能。特别地，通常情况下锂过渡金属复合氧化物并非完美对称的球状颗粒，正极材料的形状受限于其晶面的生长控制，颗粒中优势晶面会更快的生长，而其他晶面则较慢，因此，锂过渡金属复合氧化物多数情况下是椭球形而非完美的球形。当对合成条件进行调控时，得到的锂过渡金属复合氧化物的晶面的比例也会发生变化。例如当锂过渡金属复合氧化物中优势晶面过多时，得到的锂过渡金属复合氧化物的椭球长边远大于短边；而控制降低优势晶面的比例，增加其他晶面，则可以获得接近球形的颗粒。对于钴基材料，具体如钴酸锂而言，优势面不能脱嵌锂但十分稳定，而非优势面中的最大比例的晶面如 104 晶面，则能脱嵌锂但不稳定易相变。因此，当优势面过多的时候，则材料的脱锂受到影响，并且形状过于扁平而不易加工；反之，非优势面过多时则颗粒表面不稳定易相变而失效。而在形成正极时，一般会将锂过渡金属复合氧化物和导电颗粒、粘结剂等组分共同配置为浆料，随后将浆料涂布在正极集流体表面，经过干燥、冷压等一系列处理之后，锂过渡金属复合氧化物会以一定的取向分布于集流体的表面。

15 鉴于锂过渡金属复合氧化物并非是对称的颗粒，因此如不对锂过渡金属复合氧化物在集流体上分布的取向进行控制，则也不能够充分发挥锂过渡金属复合氧化物的性能，例如当优势面过多地暴露在集流体朝向电解液的一侧时，虽然正极的稳定性较好，但非优势面与电解液之间的距离增大，则正极脱嵌锂的性能将受到影响。而当非优势面过多地暴露在集流体朝向电解液的一侧时，则该正极的稳定性较差，正极材料容易发生粉化。并且，锂过渡金属复合氧化物如在加工过程中遭到损坏，或是在正极集流体表面分布不均，取向混乱均不利于锂过渡金属复合氧化物电化学性能的发挥。

20 有鉴于此，在本申请的一个方面，本申请提供了一种该正极。参考图 1，该正极 100 包括集流体 110 和活性物质层 120，活性物质层 120 位于集流体 110 上，活性物质层 120 中包含锂过渡金属复合氧化物 120A、120B、120C。锂过渡金属复合氧化物 120A、120B、120C 在平行于集流体 110 所在平面方向上（如图中所示出的 A-A' 方向）的平均粒径 D_p ，以及垂直于集流体 110 所在平面方向（如图中所示出的 B-B' 方向）上的平均粒径 D_v 之间的比值 D_p/D_v 满足 $1.1 \leq D_p/D_v \leq 2.3$ 。发明人发现，该正极具备较好的高压循环性能，通过对锂过渡金属复合氧化物颗粒形状的控制并调控其在集流体表面分布的取向，可缓解正极在使用过程中（充电和放电）中由于锂过渡金属复合氧化物发生相变、开裂而导致的粉化等问题。

30 如前所述，由于锂过渡金属复合氧化物分布在集流体的过程中会以一定取向进行分布，因此控制锂过渡金属复合氧化物的 D_p 以及 D_v 的比例可以更好地衡量锂过渡金属复合氧化

物在集流体表面分布的情况，因此可保证锂过渡金属复合氧化物的电化学性能能够在正极的层面得到良好的体现。具体地，一般对于椭球型或扁平的颗粒，如果锂过渡金属复合氧化物多以颗粒的长轴直径平行于集流体 110 所在平面分布（如图 1 中所示出的 120B），则此时非活性面与电池负极正对，此时锂的迁移路径增加，该状态下颗粒的稳定性较好，不易发生粉化。而如锂过渡金属复合氧化物多以长轴直径垂直于集流体 110 的状态分布，如图中所示出的 120A，则此时活性面与电池负极正对，容易在加工过程遭到损坏，影响正极的性能。通过对锂过渡金属复合氧化物自身的颗粒形貌进行控制，并对加工过程，如包括但不限于冷压的压力及施压方向等参数进行调控则可以保证 D_p 和 D_v 的比例处于一定的范围，也即是说此时的锂过渡金属复合氧化物中具有足够的非优势面正对电池负极，可令该正极具有较好的电化学性能，同时也不至于由于优势面过度暴露在电解液一侧导致循环性能较差。

根据本申请的一些示例，当 D_p/D_v 在 1.1-2.3 的范围内时，可以保证正极材料颗粒在集流体 110 上分布较为均匀，且此时在正对电池负极的方向上锂过渡金属复合氧化物的活性面和非活性面处于一个合理的范围内，并且可以在加工后得以保持。当 D_p/D_v 小于 1.1 时，正极中正对电池负极部分的非活性晶面过于少，锂过渡金属复合氧化物易损坏粉化； D_p/D_v 大于 2.3，则正极表面的锂过渡金属复合氧化物过于扁平或者遭到过压，影响该正极的电化学性能。

此处需要特别说明的是，在本申请中如无特殊说明，平均粒径即为颗粒的平均直径，平均直径的测试方法采用随机选取正极 1 个位置，用切片机进行加工，获得截面。在截面内的颗粒，分别在平行和垂直方向测量其直径并记录大小。直径指的是定义方向内颗粒的最大长度。并且统计方法为从左到右，从上到下的顺序选取颗粒，平均粒径的统计数量是 100 个颗粒。如图 1 中所示出的呈倾斜状的锂过渡金属复合氧化物 120C 的 D_p 为该颗粒在正极的截面（如图 1 中所示出的视角）上沿着 A-A' 方向上长度的最大值，锂过渡金属复合氧化物 120C 的 D_v 为该颗粒沿着 B-B' 方向上长度的最大值。

根据本申请的一些示例，上述锂过渡金属复合氧化物具有长轴平均粒径 D_1 以及短轴平均粒径 D_2 ，满足： $1.4 \leq (D_1/D_2) \leq 5.5$ 。根据本申请的一些示例， $1.4 \leq (D_1/D_2) \leq 3.8$ 。由此，该锂过渡金属复合氧化物具有较好的颗粒形态，活性晶面和非活性晶面之间的占比适中。

根据本申请一些具体的示例，长轴平均粒径 D_1 满足： $7 \leq D_1 \leq 28 \mu\text{m}$ 。由此，该锂过渡金属复合氧化物具有较好的颗粒形态，活性晶面和非活性晶面之间的占比适中。

根据本申请的一些示例，上述锂过渡金属复合氧化物还可以满足： $5 \leq D_p \leq 25 \mu\text{m}$ 。由此，该锂过渡金属复合氧化物可在集流体上具有较好的取向，可令颗粒中优势晶面和非优势晶

面更加合理地进行排布，从而可该令正极具备较好的高压循环性能。

根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物可进一步满足： $0.8 \leq (D_p + D_v) / 2D_{N50} \leq 1.25$ 。其中 D_{N50} 为所述锂过渡金属复合氧化物的中值粒径。本领域技术人员能够理解的是，一般的钴基正极材料的颗粒大小并不是完全一致的，正极中的锂过渡金属复合氧化物中可含有大颗粒，小颗粒或者大小颗粒的混合。但其粒径可处于一定范围之内。本申请前述的 D_{N50} 即是其中位大小的颗粒的平均粒径。上述 D_p 、 D_v 和 D_{N50} 的关系，可以确定该锂过渡金属复合氧化物在加工过程，颗粒设计的形状特征是否得到了保留。具体地，当 $D_p + D_v$ 的数值远大于或者小于 $2D_{N50}$ 的时候，表明该颗粒在加工过程遭到了损坏，或者锂过渡金属复合氧化物在集流体表面的分布不均匀，或者取向混乱。这些都不利于其电化学性能的发挥。当 $(D_p + D_v) / 2D_{N50}$ 在 0.8-1.25 之间时，可保证该锂过渡金属复合氧化物并未在加工过程中被损坏，或是被损坏的程度不足以严重影响获得的正极的性能，且该锂过渡金属复合氧化物可以以一定的取向较为均匀的分布于集流体的表面。

根据本申请的一些示例，锂过渡金属复合氧化物的具体化学组成和结构不受特别限制，本领域技术人员可以根据实际的电池性能需求进行选择。例如，根据本申请的一些示例，所述锂过渡金属复合氧化物具有 R-3m 空间群结构。根据本申请的一些示例，该锂过渡金属复合氧化物的化学组成可以为 $Li_{x1}Ni_{y1}Co_{z1}Mn_kZ_qO_{b-a}T_a$ ，其中，Z 包括 B、Mg、Al、Si、P、S、Ti、Cr、Fe、Cu、Zn、Ga、Y、Zr、Mo、Ag、W、In、Sn、Pb、Sb 和 Ce 中的至少一种，T 为卤素，并且 x_1 、 y_1 、 z_1 、 k 、 q 、 a 和 b 分别满足： $0.2 < x_1 \leq 1.2$ 、 $0 \leq y_1 \leq 1$ 、 $0 \leq z_1 \leq 1$ 、 $0 \leq k \leq 1$ 、 $0 \leq q \leq 1$ 、 $1 \leq b \leq 2$ 以及 $0 \leq a \leq 1$ 。根据本申请的一些示例，所述锂过渡金属复合氧化物具有 P63mc 空间群结构。根据本申请的一些示例，该锂过渡金属复合氧化物的化学组成可以为 $Li_{x2}Na_{z2}Co_{1-y2}M_{y2}O_{2+n}X_n$ ，其中 $0.6 < x_2 < 0.95$ ， $0 \leq y_2 < 0.15$ ， $0 \leq z_2 < 0.03$ ， $0 \leq n \leq 0.2$ ，其中 M 包括 Al、Mg、Ti、Mn、Fe、Ni、Zn、Cu、Nb、Cr 和 Zr 中的至少一种，如 M 的元素种类可以为一个，2 个，或 3 个及 3 个以上。当含有多个 M 元素时，y 为多个 M 元素的原子比之和。更具体地， $Li_{x2}Na_{z2}Co_{1-y2}M_{y2}O_{2+n}X_n$ 中的 x 可以满足 $0.6 < x < 0.85$ 。

根据本申请的一些示例，包括所述正极的电化学装置在放电至电压为 3.0V 时，锂过渡金属复合氧化物的 X 射线衍射光谱在 17° 至 20° 的范围内存在特征峰 P_3 。并且包括所述正极的电化学装置在充电至 4.6V 的时候，会呈现两相，两者的锂含量存在差别，且锂含量较低的部分占比较大，即具有该正极的电芯充电至电压为 4.6V 时，X 射线衍射光谱在 17° 至 20° 的范围内至少存在特征峰 P_1 和特征峰 P_2 ，且 P_1 的峰强度 I_1 大于所述 P_2 的峰强度 I_2 。如前所述的结晶性决定了材料性能，其结晶性越好，材料越不容易粉化，循环稳定性越好。具体地， P_1 的峰强度 I_1 和 P_3 的峰强度 I_3 的比值 I_1/I_3 不小于 0.8。也即是说，其结晶性体现在

峰强度 I_1 相比于初始的峰强度 I_3 处于接近的范围，如其强度低于 I_3 的 0.8，则表明材料的结晶性下降比较明显。而放电至 3.0V 时，锂过渡金属复合氧化物恢复至初始状态，如果此时材料受应变开裂，则 I_3 会低于 I_1-I_2 。但如过初始态峰强度超过了 I_1+I_2 ，则表明其在高电压的时候存在粉化的风险。具体地，粉化指的是锂过渡金属复合氧化物开裂、降解、相变等结晶性下降的过程。由此， P_3 的峰强度 I_3 满足： $(I_1-I_2) \leq I_3 \leq (I_1+I_2)$ ，可令该正极具有较好的结晶性，和较好的循环性能。

根据本申请的一些示例，该电化学装置在充满后放电至 3.0V 后，负极表面具有平行于折痕方向的条纹。该条纹源于负极中添加剂消耗后留下的痕迹。由此，该正极中的锂过渡金属复合氧化物配合负极的结构（例如添加剂）具有循环性能更加稳定的特点，进而可以令该正极在其应用过程中的正极活性材料的充放电状态结构保持稳定性，即材料晶体结构变化小，即 I_1 、 I_2 和 I_3 更稳定。此外，其满放至初始态后，其 I_3 峰的偏移和展宽都很小，通常情况下，XRD 特征峰的偏移意味着活性锂损失，而展宽意味着材料粉化。

根据本申请示例的正极，可满足包括所述正极的电化学装置在 3.0V 至 4.6V 的范围内，进行 10 次充放电循环并且放电至电压为 3.0V 时，X 射线衍射光谱中最高峰的峰位置偏移量不大于 0.1° ，最高峰的半峰宽变化率低于 5%。由此可见，本申请提出的正极具有较好的稳定性，材料在使用过程中的活性锂损失以及正极活性材料（锂过渡金属复合氧化物）粉化情况均较少。

在本申请的另一方面，本申请提出了一种电化学装置。参考图 2，该电化学装置 1000 包括正极 100、隔膜 200 和负极 300。其中正极 100 为前面所述的，隔膜 200 将正极 100 以及负极 300 分隔开。由此，该电化学装置具有前面所述的正极所具有的全部特征以及优点，在此不再赘述。总的来说，该电化学装置具有较好的循环性能以及容量。

本领域技术人员能够理解的是，该电化学装置还可具有电解质，以实现电化学装置的功能。该电化学装置的具体形状不受特别限制，本领域技术人员可根据实际需要进行选择和设计。

在本申请的又一方面，本申请提出了一种制备前面描述的正极的方法。参考图 3，该方法可包括：

S100：提供正极材料，并形成正极浆料

根据本申请的一些示例，该步骤可以包括提供锂过渡金属复合氧化物，并形成正极浆料的操作。具体地，可以将前述的锂过渡金属复合氧化物和导电剂、粘结剂配置形成正极浆料。

根据本申请的一些示例，正极浆料中锂过渡金属复合氧化物和导电剂、粘结剂的重量比

可以为(94-99):(0.5-3):(0.5-3)。由此,可获得导电剂、锂过渡金属复合氧化物和粘结剂配比适当的正极浆料。例如具体地,正极浆料中锂过渡金属复合氧化物和导电剂、粘结剂的重量比可以为97:1.4:1.6。

关于锂过渡金属复合氧化物的组成以及形貌前面已经进行了详细的描述,在此不再赘述。本领域技术人员可以根据正极的具体性能需要,选择适当的锂过渡金属复合氧化物。导电剂的具体类型也不受特别限制,例如可以为导电炭黑、石墨烯等。粘结剂可以为但不限于聚偏二氟乙烯等。

S200: 将所述正极浆料涂覆在集流体表面

根据本申请的一些示例,在该步骤中,可将前面形成的正极浆料涂覆在集流体表面。涂覆正极浆料的具体参数以及方式不受特别限制,只要能够将正极浆料均匀地涂覆于集流体一侧的表面即可。

S300: 对具有所述正极浆料的所述集流体进行冷压处理

根据本申请的一些示例,在该步骤中对具有正极浆料的集流体进行冷压处理,具体地,冷压处理可以是在30-40吨的压力下进行的,冷压速率为3-4米/分钟,并控制压密为4.05-4.25g/cm³。

由此,可得到平行于集流体所在平面的方向上锂过渡金属复合氧化物平均粒径 D_p 以及垂直于集流体所在平面的方向上锂过渡金属复合氧化物平均粒径 D_v 满足前述条件的正极。该正极具有前述的正极所具有的全部特征以及优点,在此不再赘述。总的来说,该方法获得的正极可具有较好的循环性能。

发明人发现,通过调节冷压处理中压力的数值、冷压速率和冷压压密,可控制具有适当颗粒形状的锂过渡金属复合氧化物均匀、以一定取向地分布于集流体的表面。由此,即可以保持锂过渡金属复合氧化物的形貌不受冷压等制程工艺的损伤,还可以调节锂过渡金属复合氧化物中优势晶面和非优势晶面在集流体表面的排布情况,从而获得循环性能和电学性能均较好的正极。

根据本申请的一些示例,将正极浆料涂覆在集流体表面之后,进行所述冷压处理之前,还可以进一步包括对集流体表面的所述正极浆料进行干燥处理的操作。干燥处理的具体参数不受特别限制,本领域技术人员可根据实际情况,选择干燥处理的参数以及方式,以获得厚度均一的浆料层。

进行冷压处理之后,还可以进一步对集流体进行裁切处理。由此,可获得尺寸适当的正极。

根据本申请的一些示例,电化学装置的负极还可进一步具有添加剂。由此,进一步包括

在负极活性物质层表面覆盖添加剂的操作。具体地，可以通过进行辊压处理将添加剂形成在负极活性物质层上，例如，可将具有添加剂的负极在 5-30 吨的压力下，以 0.5-2 米/秒的速度通过辊压。根据本申请的一些示例，添加剂可以包括锂粉、锂带以及含锂化合物的至少之一。由此，可进一步提高利用该方法获得的电化学装置的质量。

5

实施例

正极极片的制备：将以下示例中获得的正极材料、导电剂导电炭黑、粘结剂聚偏二氟乙烯按重量比 97: 1.5: 1.5 的比例在 N-甲基吡咯烷酮 (NMP) 溶剂体系中充分搅拌混合均匀后，形成正极浆料。采用铝箔作为集流体，将正极浆料涂覆于集流体上，涂布重量为 17.2mg/cm²，经过干燥、冷压、裁切后得到正极极片。

负极极片的制备：集流体采用铜箔，负极活性材料采用人造石墨，粘结剂采用丁苯橡胶和羧甲基纤维素钠；将人造石墨、丁苯橡胶和羧甲基纤维素钠按重量比 96: 2: 2 混合后分散于去离子水中形成浆料，搅拌均匀后涂布于铜箔上，干燥，形成负极活性材料层，经过冷压，得到负极极片。部分实施例进一步在负极活性材料层表面添加单质锂带，添加量 2.5mg/cm²，冷压，得到含有添加剂的负极极片。

隔离膜的制备：采用 8 μm 厚的聚乙烯多孔聚合物膜。

电解液的制备：在含水量小于 10 ppm 的环境下，将六氟磷酸锂 (1.15mol/L) 与非水有机溶剂 (碳酸乙烯酯 (EC): 碳酸亚丙酯 (PC): 碳酸二乙酯 (DEC) = 1: 1: 1, 重量比) 混合得到电解液。

锂离子电池的制备：将正极极片、隔离膜、负极极片按顺序依次叠好，使隔离膜处于正极和负极中间起到隔离的作用，并卷绕得到电极组件。将电极组件置于外包装铝塑膜中，在 80°C 下脱去水分后，注入上述电解液并封装，经过化成，脱气，整形等工艺流程得到锂离子电池。

负极纹路的观测方法：锂离子电池充满后放电至 3.0V，在干燥房或者手套箱内拆解，将负极铺展放平后用相机拍摄获得清晰的倍数合适的图片，观察负极表面是否具有条纹。

循环性能测试方法：温度为 25°C，充电流程为 0.7C 恒流充电到 4.6V，恒压到截止电流 0.025C，然后再 0.5C 放电到 3.0V。以首次循环放电容量为 100%，记录循环 200 次之后的锂离子电池的容量保持率。

X 射线粉末衍射测试方法：将锂离子电池在 10mA/s 的电流密度下调节至相应的电压，并静置 5min 后，在手套箱或者干燥房拆解。选取正极的中心部位，裁剪得到 3×3cm 大小的片。在布鲁克 X 射线粉末衍射仪上进行表征，采集 10-80°范围的衍射峰，采集速度是 1°每

分钟。

Dp 和 Dv 的测试方法：取正极极片，用切片机进行加工，获得垂直于集流体表面的截面。在截面内的颗粒，分别在平行于集流体所在平面和垂直于集流体所在平面的方向测量其直径并记录大小。直径指的是定义方向内颗粒的最大长度。并且统计方法为从左到右，
5 从上到下的顺序选取颗粒，平均粒径的统计数量是 100 个颗粒。

实施例 1

将硝酸钴和硝酸铝按照摩尔比 $\text{Co}:\text{Al}=99:1$ 混合溶于 5 倍质量的去离子水中，加入碳酸钠和氨水调节体系 pH 至 8.2，并充分搅拌 24 小时，得到沉淀。将沉淀中加入 0.5% 沉淀质量的添加剂草酸铵，混合均匀，在 800°C 烧结 24 小时得到前驱体。将前驱体与碳酸钠以 $\text{Co}:\text{Na}$ 化学剂量比 0.99:0.75 的比例混合均匀后，在 800°C 反应 36 小时，得到粉体材料。将其充分研磨 3 小时后，将其与硝酸锂以摩尔比 $\text{Na}:\text{Li}=1:5$ 混合均匀，并且在 250°C 反应 8 小时，反应产物利用去离子水洗涤 5 遍以上，此后将粉体干燥得到正极材料 $\text{Li}_{0.73}\text{Na}_{0.01}\text{Co}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{O}_2$ 。将 $\text{Li}_{0.73}\text{Na}_{0.01}\text{Co}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{O}_2$ 正极材料粉体与导电碳、粘结剂以重量
15 比 97:1.5:1.5，并和 NMP 一起混合制备形成浆料，涂覆于 Al 集流体表面，并在 120°C 烘箱内烘 2 小时至干燥，此后在 35 吨压力下进行冷压，冷压速率是 3.5 米/分钟，压密控制在 4.15 g/cm^3 。裁切后得到正极极片。

在负极活性材料层表面设置添加剂单质锂带，添加量 2.5 mg/cm^2 ，经辊压得到具有添加剂的负极极片。

20 实施例 2

将硝酸钴和硝酸钛按照 $\text{Co}:\text{Ti}=95:5$ 混合溶于 5 倍质量的去离子水中，加入碳酸钠和氨水调节体系 pH 至 6.5，并充分搅拌 12 小时，得到沉淀。将沉淀中加入 0.5% 沉淀质量的添加剂碳酸氢钠，混合均匀，在 750°C 烧结 24 小时得到前驱体。将前驱体与碳酸钠以 $\text{Co}:\text{Na}$ 化学剂量比 0.95:0.76 的比例混合均匀后，在 800°C 反应 36 小时，得到粉
25 体材料。将其充分研磨 3 小时后，将其与硝酸锂以 $\text{Na}:\text{Li}=1:5$ 混合均匀，并且在 250°C 反应 8 小时，反应产物利用去离子水洗涤 5 遍以上，此后将粉体干燥得到正极材料 $\text{Li}_{0.74}\text{Na}_{0.01}\text{Co}_{0.95}\text{Ti}_{0.05}\text{O}_2$ 。

浆料、冷压参数以及添加剂均同实施例 1。

实施例 3：与实施例 1 的制备方法一致，不同的是调节体系 pH 至 8.7，并充分搅拌
30 24 小时；在 900°C 烧结 36 小时得到前驱体，最终得到正极材料 $\text{Li}_{0.73}\text{Na}_{0.01}\text{Co}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{O}_2$ 。

实施例 4：与实施例 2 的制备方法一致，不同的是加入碳酸钠和氨水调节体系 pH

至 8.5，并充分搅拌 24 小时，以及在 950°C 烧结 48 小时得到前驱体。

实施例 5: 与实施例 1 的制备方法一致，不同的是将前驱体与碳酸钠混合均匀后，在 850°C 反应 24 小时，得到粉体材料。将其充分研磨 3 小时后，与硝酸锂以摩尔比 Na: Li=1: 5 混合均匀，并且在 450°C 反应 12 小时。冷压处理在 36 吨压力下进行，冷压速率是 3 米/分钟，压密控制在 4.16 g/cm³。

实施例 6: 与实施例 1 的制备方法一致，不同的是负极极片未进行添加剂的修饰。

实施例 7: 与实施例 1 的制备方法一致，不同的是在 950°C 反应 48 小时得到前驱体。

实施例 8: 采用 R-3m 空间群结构的 Li_{0.7}CoO₂ 作为正极材料。浆料、冷压参数同实施例 1。负极极片未进行添加剂的修饰。

实施例 9: 采用 R-3m 空间群结构的 Li_{0.75}Co_{0.86}Mg_{0.14}O₂ 作为正极材料。浆料、冷压参数同实施例 1。负极极片未进行添加剂的修饰。

实施例 10: 采用 R-3m 空间群结构的 Li_{0.99}Co_{0.99}Al_{0.01}O₂ 作为正极材料。浆料、冷压参数同实施例 1，负极极片未进行添加剂的修饰。

15 比较例 1

硝酸钴和硝酸铝按照 Co:Al=99: 1 混合溶于 5 倍质量的去离子水中，加入碳酸钠和氨水调节体系 pH 至 9.8，并充分搅拌 36 小时，得到沉淀。将沉淀中加入 0.5% 沉淀质量的添加剂草酸铵，混合均匀，在 600°C 烧结 24 小时得到前驱体。将前驱体与碳酸钠以 Co: Na 化学剂量比 0.99: 0.77 的比例混合均匀后，在 1000°C 反应 36 小时，得到粉体材料。将其充分研磨 3 小时后，将其与硝酸锂以 Na: Li=1: 5 混合均匀，并且在 600°C 反应 8 小时，反应产物利用去离子水洗涤 5 遍以上，此后将粉体干燥得到正极材料 Li_{0.76}Na_{0.01}Co_{0.99}Al_{0.01}O₂。

浆料、冷压参数同实施例 1。负极极片未进行添加剂的修饰。

比较例 2: 与比较例 1 的制备方法一致，不同的是加入氢氧化钠调节体系 pH 至 11.8。

比较例 3: 与比较例 1 的制备方法一致，不同的是在 1000°C 烧结 24 小时得到前驱体，并在 1050°C 反应 24 小时得到粉体材料。负极极片未进行添加剂的修饰。

比较例 4: 与实施例 8 的制备方法一致，不同的是：采用 R-3m 空间群结构的 Li_{0.88}CoO₂ 作为正极材料。

比较例 5: 与实施例 1 的制备方法一致，不同的是在 65 吨压力下进行冷压，冷压速率是 6 米/分钟，压密为 4.29g/cm³。负极极片未进行添加剂的修饰。

比较例 6: 与实施例 10 的制备方法一致，但不同的是：采用 D1 为 6.4μm、D2 为

4.6 μm 的 R-3m 空间群结构的 $\text{Li}_{0.99}\text{Co}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{O}_2$ 作为正极材料。冷压压密为 3.94 g/cm^3 。

对实施例 1 和比较例 1 进行 X 射线粉末衍射测试，参考图 5 以及图 6 可知，在相应的电压下（4.6V 和 3.0V），实施例 1 的特征峰的展宽以及峰位移均小于比较例 1。参考图 7 和图 8 可知，比较例 1 的表面未出现实施例 1 中出现的扭曲条纹。参考图 9 可知，比较例 1 的循环容量保持率降低较多。上述各个实施例以及比较例的测试结果如下表 1 所示，其中 Y 表示存在负极纹路，N 表示不存在负极纹路。

表 1

空间群结构		D1/ μm	D2/ μm	D1/D2	Dp/ μm	Dv/ μm	Dp/Dv	D _{N50} / μm	(Dp+Dv)/2D _{N50}	负极纹路	4.6V 循环 200 次保持率
P63mc	实施例 1	17.7	10.5	1.69	15.7	11.8	1.33	13.6	1.01	Y	78.9%
	实施例 2	6.2	2.9	2.14	5.9	3.1	1.90	3.9	1.15	Y	69.3%
	实施例 3	24.3	17.4	1.40	22.7	19.9	1.14	18.4	1.15	Y	65.1%
	实施例 4	25.2	6.8	3.71	21.2	10.5	2.02	19.4	0.82	Y	60.6%
	实施例 5	17.9	14.6	1.23	17.2	15.3	1.12	22.6	0.72	Y	57.2%
	实施例 6	17.7	10.5	1.69	15.7	11.8	1.33	13.6	1.01	N	68.9%
	实施例 7	19.2	12.0	1.6	18.3	14.5	1.26	15.5	1.06	Y	70.4%
R-3m	实施例 8	16.8	11.2	1.5	15.1	12.9	1.17	11.3	1.24	N	69.5%
	实施例 9	14.1	8.9	1.58	12.2	10.0	1.22	10.8	1.03	N	72.2%
	实施例 10	16.9	9.7	1.74	15.9	11.2	1.42	12.9	1.05	N	72.3%
P63mc	比较例 1	27.7	23.4	1.18	26.0	24.9	1.04	20.3	1.25	N	47.3%
	比较例 2	30.6	8.9	3.44	29.2	10.7	2.73	25.6	0.58	Y	39.1%
	比较例 3	31.6	23.1	1.37	25.4	29.3	0.87	15.2	1.80	N	36.4%
R-3m	比较例 4	20.3	14.8	1.37	12.8	19.2	0.64	10.9	1.47	N	32.1%
P63mc	比较例 5	17.7	10.5	1.69	15.5	15.4	1.01	14.1	1.10	N	55.4%
R-3m	比较例 6	6.4	4.6	1.39	6.2	5.9	1.05	5.6	1.08	N	41.2%

由表 1 可知，不论是 P63mc 还是 R-3m 结构的正极材料，Dp/Dv 在本申请所限定范围内的实施例均具有较好的循环性能，均优于比较例。且由实施例 1 至 10 可知，(Dp+Dv)/2D_{N50} 在 0.8 至 1.25 范围内，能够具有更加优异的循环稳定性。通过实施例 1 和实施例 6 的比较可知，对 P63mc 结构的正极材料利用添加剂进行补锂，能够进一步提升其循环稳定性。

另外，由比较例 1 和 5 可见，当正极材料的长轴平均粒径 D₁ 与短轴平均粒径 D₂ 的比值 D1/D2 过小和/或冷压条件不合适时，则均难以实现本申请所限定的 Dp/Dv，其循环稳定性也相应较差。

对部分实施例以及比较例的样品进行 X 射线粉末衍射测试。测试结果参考下表 2：

表 2

	I1	I2	I3	I1/I3	4.6V 循环 200 次保持率
实施例 1	1.01	0.4	1.0	1.01	78.9%
实施例 7	1.42	0.64	1.73	0.82	70.4%
比较例 1	0.41	0.09	1.46	0.28	47.3%

由上表 2 可知，比较例 1 的 I1/I3 小于 0.8，表明在高电压下存在粉化的风险。因而比较例 1 的循环保持率也显著低于实施例。

5 经过 8 次循环之后，测试 X 射线粉末衍射的 I2/I3 变化率、峰偏移量以及半峰宽变化率，测试结果见下表 3：

表 3

	活性物质	循环圈数	放电克容量 C2 变化率	I2/I3 变化率	峰偏移	半峰宽变化率	4.6V 循环 200 次保持率
实施例 1	$\text{Li}_{0.73}\text{Na}_{0.01}\text{CoO}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{O}_2$	8	0.07%	0.08%	0.0002	0.3%	78.9%
实施例 8	$\text{Li}_{0.7}\text{CoO}_2$	8	0.11%	0.09%	0.0011	2.4%	69.5%
实施例 9	$\text{Li}_{0.75}\text{Co}_{0.86}\text{Mg}_{0.14}\text{O}_2$	8	0.09%	0.06%	0.0002	1.1%	72.2%
比较例 4	$\text{Li}_{0.88}\text{CoO}_2$	8	0.23%	0.18%	0.1100	5.33%	32.1%

10 由上表 3 可知，实施例 1,8 以及 9 均具有较小的峰偏移量，I2/I3 变化率、半峰宽变化率也显著小于比较例 4，说明具有较好的稳定性。4.6V 循环 200 圈保持率也证实了上述观点。

15 以上所述，仅是本申请的示例，并非对本申请做任何形式的限制，虽然本申请以较佳实施例揭示如上，然而并非用以限制本申请，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本申请技术方案的范围，利用上述揭示的技术内容做出些许的变动或修饰均等同于等效实施案例，均在本申请技术方案的范围。

权利要求书

1、一种正极，包括：

位于集流体上的正极活性物质层；

所述正极活性物质层包含锂过渡金属复合氧化物；

5 所述锂过渡金属复合氧化物在平行于所述集流体所在平面方向上的平均粒径为 D_p ，所述锂过渡金属复合氧化物在垂直于所述集流体所在平面方向上的平均粒径为 D_v ，满足： $1.1 \leq D_p/D_v \leq 2.3$ 。

2、根据权利要求 1 所述的正极，所述锂过渡金属复合氧化物满足： $5 \mu\text{m} \leq D_p \leq 25 \mu\text{m}$ 。

3、根据权利要求 1 所述的正极，所述锂过渡金属复合氧化物满足：

10 $0.8 \leq (D_p + D_v) / 2D_{N50} \leq 1.25$ ，其中 D_{N50} 为所述锂过渡金属复合氧化物的中值粒径。

4、根据权利要求 1 所述的正极，满足以下条件的至少一者：

a) 所述锂过渡金属复合氧化物具有 R-3m 空间群结构；所述锂过渡金属复合氧化物包括 $\text{Li}_{x1}\text{Ni}_{y1}\text{Co}_{z1}\text{Mn}_k\text{Z}_q\text{O}_{b-a}\text{T}_a$ ，其中，Z 包括 B、Mg、Al、Si、P、S、Ti、Cr、Fe、Cu、Zn、Ga、Y、Zr、Mo、Ag、W、In、Sn、Pb、Sb 和 Ce 中的至少一种，T 为卤素，并且 x_1 、 y_1 、 z_1 、 k 、 q 、 a 和 b 分别满足： $0.2 < x_1 \leq 1.2$ 、 $0 \leq y_1 \leq 1$ 、 $0 \leq z_1 \leq 1$ 、 $0 \leq k \leq 1$ 、 $0 \leq q \leq 1$ 、 $1 \leq b \leq 2$ 以及 $0 \leq a \leq 1$ ；

b) 所述锂过渡金属复合氧化物具有 P63mc 空间群结构；所述锂过渡金属复合氧化物包括 $\text{Li}_{x2}\text{Na}_{z2}\text{Co}_{1-y2}\text{M}_{y2}\text{O}_{2+n}\text{X}_n$ ，其中 $0.6 < x_2 < 0.95$ ， $0 \leq y_2 < 0.15$ ， $0 \leq z_2 < 0.03$ ， $0 \leq n \leq 0.2$ ，其中 M 包括 Al、Mg、Ti、Mn、Fe、Ni、Zn、Cu、Nb、Cr 和 Zr 中的至少一种，X 为卤素。

5、根据权利要求 1 所述的正极，其中，所述锂过渡金属复合氧化物具有长轴平均粒径 D_1 以及短轴平均粒径 D_2 ，满足： $1.4 \leq (D_1 / D_2) \leq 5.5$ 。

6、根据权利要求 5 所述的正极，所述锂过渡金属复合氧化物满足： $7 \mu\text{m} \leq D_1 \leq 28 \mu\text{m}$ 。

7、根据权利要求 1 所述的正极，包括所述正极的电化学装置在充电至电压为 4.6V 时，所述正极满足：X 射线衍射光谱在 17° 至 20° 的范围内至少存在特征峰 P_1 和特征峰 P_2 ，且所述 P_1 的峰强度 I_1 大于所述 P_2 的峰强度 I_2 ；

25 并且，所述电化学装置在放电至电压为 3.0V 时，所述正极满足：X 射线衍射光谱在 17° 至 20° 的范围内存在特征峰 P_3 ，所述 P_3 的峰强度 I_3 满足： $(I_1 - I_2) \leq I_3 \leq (I_1 + I_2)$ 。

8、根据权利要求 7 所述的正极，所述 P_1 的峰强度 I_1 和所述 P_3 的峰强度 I_3 的比值 I_1/I_3 不小于 0.8。

9、根据权利要求 1 所述的正极，其中，所述正极满足：包括所述正极的电化学装置在 30 3.0V 至 4.6V 的范围内，进行 8 次充放电循环并且放电至电压为 3.0V 时，与循环前的所述正极相比，循环后的所述正极的 X 射线衍射光谱中最高峰的峰位置偏移量不大于 0.1° ；所

述最高峰的半峰宽变化率低于 5%。

10、一种电化学装置，包括正极、负极、隔膜，所述正极为根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的正极。

5 11、根据权利要求 10 所述的电化学装置，在放电至电压为 3.0V 时，所述负极表面具有条纹。

12、一种电子装置，包括根据权利要求 10 至 11 中任一项所述的电化学装置。

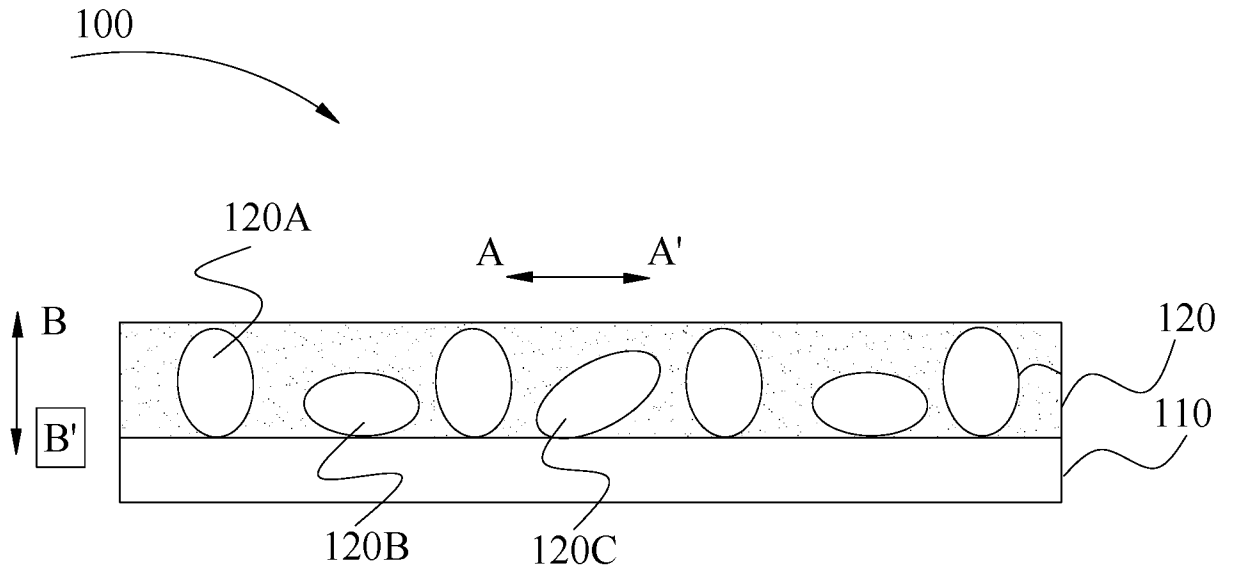


图 1

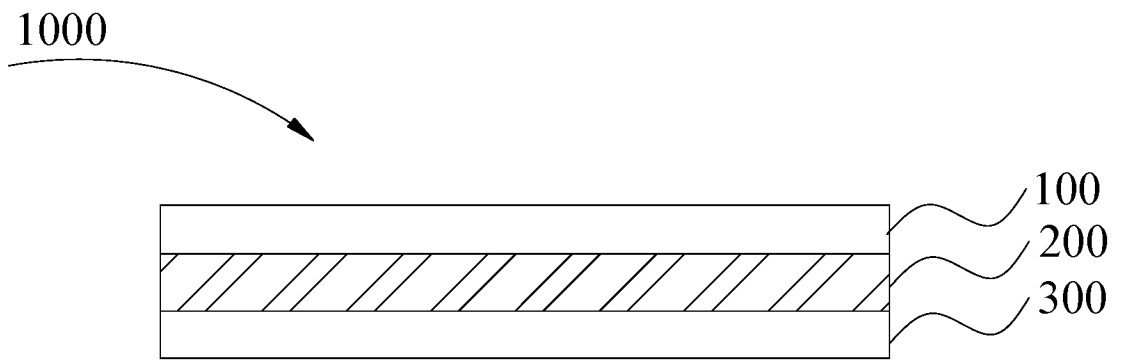


图 2

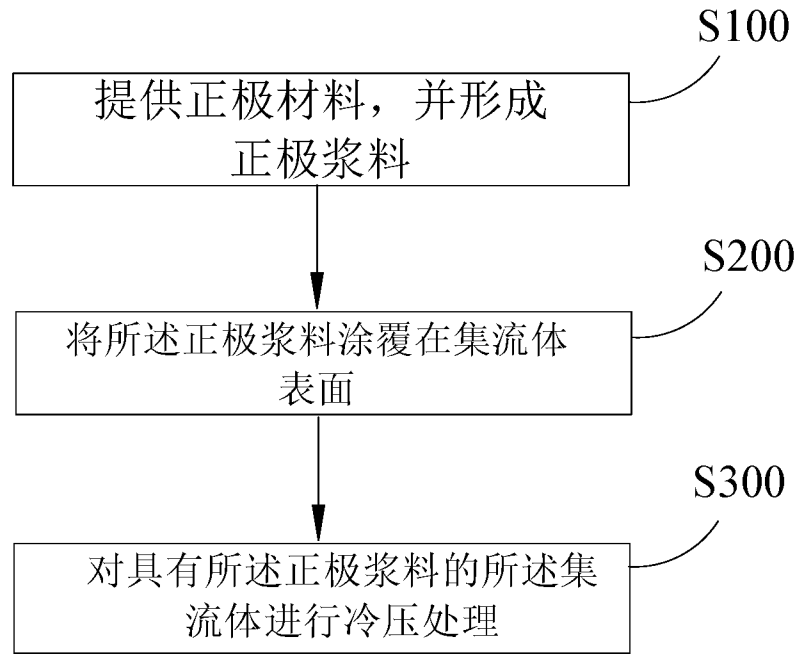


图 3

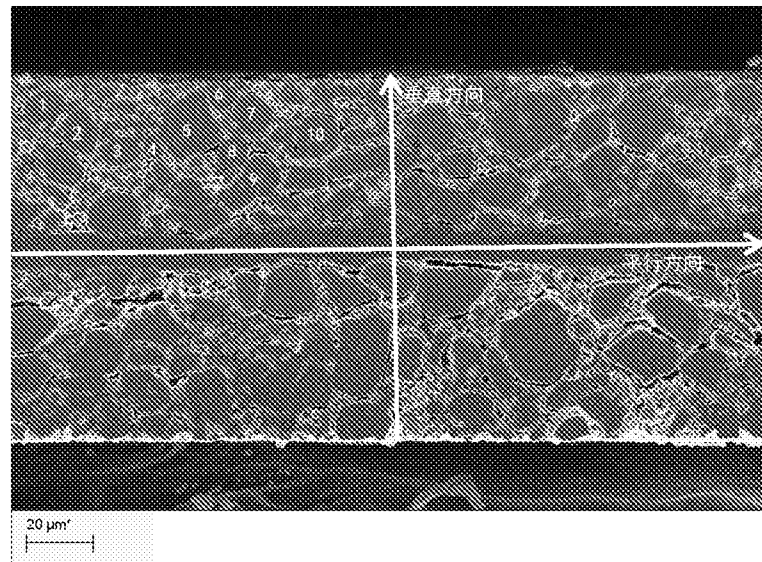


图 4

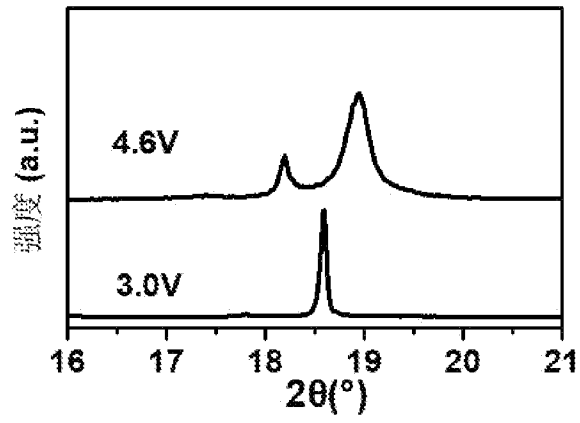


图 5

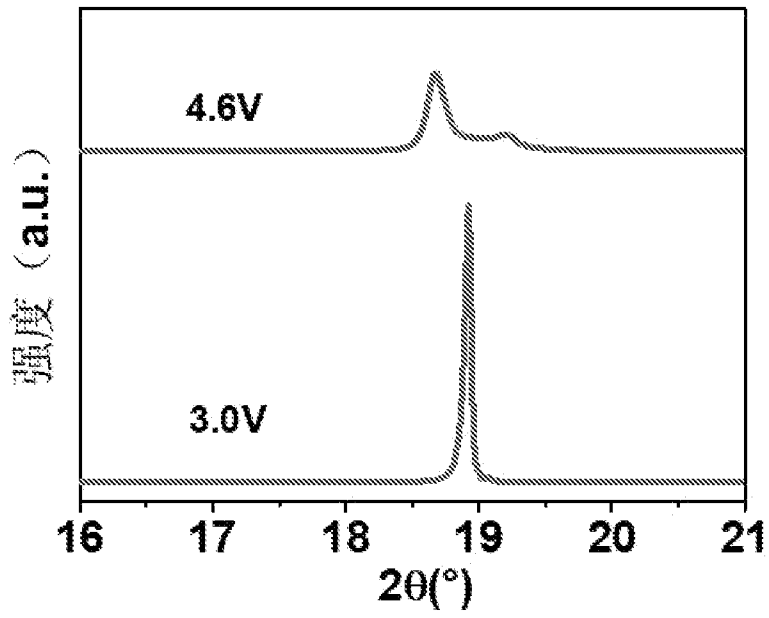


图 6

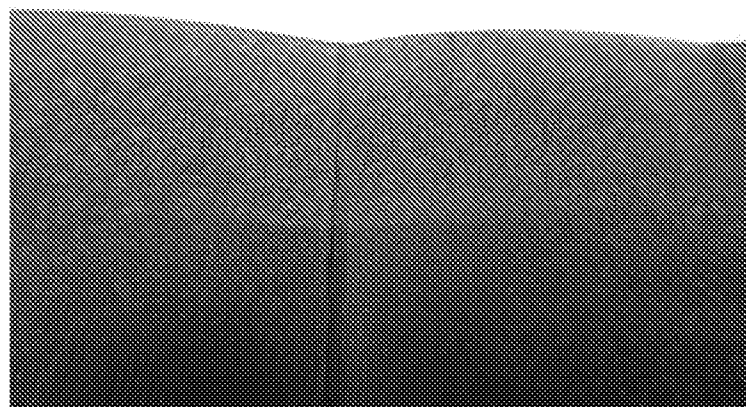


图 7

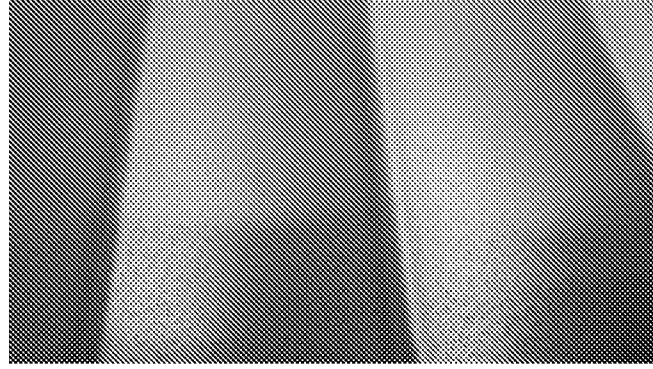


图 8

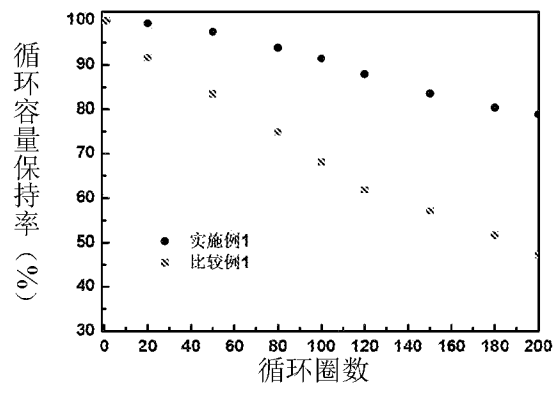


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/138985

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01M 4/131(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)		
WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI; IEEE: 三元, 镍锰钴, 锰镍钴, 钴锰镍, 过渡金属氧化物, 晶面, 锰钴镍, 镍钴锰, Ni, Co, Mn, 正极, 阴极, 冷压, 辊压, 棍压, 滚压, 压力, 速率, 速度, 密度, 压密, 粒径, 直径, 尺寸, 集流体, 集电体, 集流器, 集电器, 铝箔, 铜箔, 垂直, 平行, 颗粒, 粒子, ternary, nickel, manganese, cobalt, transition w metal w oxide, crystallographic w plane, positive, cathode, cold w pressing, rolling, press+, rate, speed, density, compaction, size, diameter, collector, aluminum w foil, copper w foil, vertical, perpendicular+, parallel, grain, particle		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102299295 A (NGK INSULATORS LTD.) 28 December 2011 (2011-12-28) description, paragraphs 5-37	1-12
A	CN 106299268 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 04 January 2017 (2017-01-04) entire document	1-12
A	CN 106450271 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 22 February 2017 (2017-02-22) entire document	1-12
A	CN 103000862 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 27 March 2013 (2013-03-27) entire document	1-12
A	JP 2014139926 A (NGK INSULATORS LTD.) 31 July 2014 (2014-07-31) entire document	1-12
<input 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
08 September 2021		26 September 2021
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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/138985

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102299295	A	28 December 2011	EP	2400583	A1	28 December 2011
				JP	5587052	B2	10 September 2014
				JP	2012009194	A	12 January 2012
				US	2012009471	A1	12 January 2012
				US	9379375	B2	28 June 2016
				JP	2014220254	A	20 November 2014
				JP	5752303	B2	22 July 2015
CN	106299268	A	04 January 2017	CN	106299268	B	09 October 2018
				KR	101965478	B1	03 April 2019
				JP	2017016793	A	19 January 2017
				EP	3113252	A1	04 January 2017
				US	2016380266	A1	29 December 2016
				JP	6269597	B2	31 January 2018
				US	9941514	B2	10 April 2018
				KR	20170002294	A	06 January 2017
				EP	3113252	B1	27 September 2017
CN	106450271	A	22 February 2017	EP	3128581	A1	08 February 2017
				EP	3389118	A1	17 October 2018
				US	2017040607	A1	09 February 2017
				EP	3128581	B1	13 June 2018
				US	10147944	B2	04 December 2018
				EP	3389118	B1	13 May 2020
				US	2019067693	A1	28 February 2019
				KR	20170016747	A	14 February 2017
CN	103000862	A	27 March 2013	CN	106571459	A	19 April 2017
				TW	201705588	A	01 February 2017
				JP	2013069677	A	18 April 2013
				CN	106571459	B	28 June 2019
				US	9556536	B2	31 January 2017
				JP	2018166129	A	25 October 2018
				US	2013065120	A1	14 March 2013
				TW	1583042	B	11 May 2017
				CN	103000862	B	21 December 2016
				US	9252419	B2	02 February 2016
				JP	6029898	B2	24 November 2016
				US	2016047060	A1	18 February 2016
				JP	2021044269	A	18 March 2021
				US	2017133673	A1	11 May 2017
				US	9935313	B2	03 April 2018
				TW	1617072	B	01 March 2018
				TW	1557978	B	11 November 2016
				JP	2017010947	A	12 January 2017
				TW	201724624	A	01 July 2017
TW	201324936	A	16 June 2013				
JP	2014139926	A	31 July 2014	JP	6096101	B2	15 March 2017

A. 主题的分类 H01M 4/131 (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)) WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI; IEEE: 三元, 镍锰钴, 锰镍钴, 钴锰镍, 过渡金属氧化物, 晶面, 锰钴镍, 镍钴锰, Ni, Co, Mn, 正极, 阴极, 冷压, 辊压, 棍压, 滚压, 压力, 速率, 速度, 密度, 压密, 粒径, 直径, 尺寸, 集流体, 集电体, 集流器, 集电器, 铝箔, 铜箔, 垂直, 平行, 颗粒, 粒子, ternary, nickel, manganese, cobalt, transition w metal w oxide, crystallographic w plane, positive, cathode, cold w pressing, rolling, press+, rate, speed, density, compaction, size, diameter, collector, aluminum w foil, copper w foil, vertical, perpendicular+, parallel, grain, particle		
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
A	CN 102299295 A (日本碍子株式会社 等) 2011年 12月 28日 (2011 - 12 - 28) 说明书第5-37段	1-12
A	CN 106299268 A (丰田自动车株式会社) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文	1-12
A	CN 106450271 A (三星电子株式会社) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-12
A	CN 103000862 A (株式会社半导体能源研究所) 2013年 3月 27日 (2013 - 03 - 27) 全文	1-12
A	JP 2014139926 A (NGK INSULATORS LTD.) 2014年 7月 31日 (2014 - 07 - 31) 全文	1-12
<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。		
* 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	
2021年 9月 8日	2021年 9月 26日	
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员	
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	周文娟 电话号码 86-10-53961467	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/138985

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	102299295	A	2011年 12月 28日	EP	2400583	A1	2011年 12月 28日
				JP	5587052	B2	2014年 9月 10日
				JP	2012009194	A	2012年 1月 12日
				US	2012009471	A1	2012年 1月 12日
				US	9379375	B2	2016年 6月 28日
				JP	2014220254	A	2014年 11月 20日
				JP	5752303	B2	2015年 7月 22日
CN	106299268	A	2017年 1月 4日	CN	106299268	B	2018年 10月 9日
				KR	101965478	B1	2019年 4月 3日
				JP	2017016793	A	2017年 1月 19日
				EP	3113252	A1	2017年 1月 4日
				US	2016380266	A1	2016年 12月 29日
				JP	6269597	B2	2018年 1月 31日
				US	9941514	B2	2018年 4月 10日
				KR	20170002294	A	2017年 1月 6日
				EP	3113252	B1	2017年 9月 27日
CN	106450271	A	2017年 2月 22日	EP	3128581	A1	2017年 2月 8日
				EP	3389118	A1	2018年 10月 17日
				US	2017040607	A1	2017年 2月 9日
				EP	3128581	B1	2018年 6月 13日
				US	10147944	B2	2018年 12月 4日
				EP	3389118	B1	2020年 5月 13日
				US	2019067693	A1	2019年 2月 28日
				KR	20170016747	A	2017年 2月 14日
CN	103000862	A	2013年 3月 27日	CN	106571459	A	2017年 4月 19日
				TW	201705588	A	2017年 2月 1日
				JP	2013069677	A	2013年 4月 18日
				CN	106571459	B	2019年 6月 28日
				US	9556536	B2	2017年 1月 31日
				JP	2018166129	A	2018年 10月 25日
				US	2013065120	A1	2013年 3月 14日
				TW	1583042	B	2017年 5月 11日
				CN	103000862	B	2016年 12月 21日
				US	9252419	B2	2016年 2月 2日
				JP	6029898	B2	2016年 11月 24日
				US	2016047060	A1	2016年 2月 18日
				JP	2021044269	A	2021年 3月 18日
				US	2017133673	A1	2017年 5月 11日
				US	9935313	B2	2018年 4月 3日
				TW	1617072	B	2018年 3月 1日
				TW	1557978	B	2016年 11月 11日
JP	2017010947	A	2017年 1月 12日				
TW	201724624	A	2017年 7月 1日				
TW	201324936	A	2013年 6月 16日				
JP	2014139926	A	2014年 7月 31日	JP	6096101	B2	2017年 3月 15日