

(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7月13日 (13.07.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/130215 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 10/42 (2006.01) *H01M 50/267* (2021.01)
H01M 10/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/070126

(22) 国际申请日: 2022年1月4日 (04.01.2022)

(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: 刘倩 (LIU, Qian); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。李全国 (LI, Quanguo); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。叶永煌 (YE, Yonghuang); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。金海

族 (JIN, Haizu); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (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: HYBRID SERIES-CONNECTED BATTERY MODULE, BATTERY PACK AND ELECTRICAL APPARATUS

(54) 发明名称: 混合串联电池模组、电池包以及用电装置

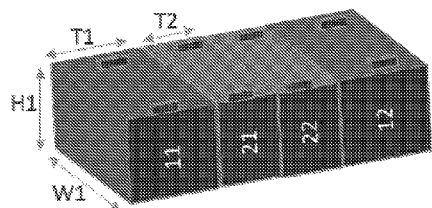


图 2A

(57) Abstract: The present application relates to a hybrid series-connected battery module, a battery pack and an electrical apparatus. The hybrid series-connected battery module comprises: one or a plurality of first-type battery cells, each first-type battery cell comprising a first negative pole piece; and one or a plurality of second-type battery cells, each second-type battery cell comprising a second negative pole piece; wherein, the energy density of the first-type battery cell(s) is less than the energy density of the second-type battery cell(s), and an interlayer distance d1 of a negative electrode active material of a first negative pole piece is greater than an interlayer distance d2 of a negative electrode active material of a second negative pole piece; moreover, when the state of charge is at 0%, a ratio d1/d2 of the interlayer distance d1 to the interlayer distance d2 is within a range greater than or equal to 1.005 and less than or equal to 1.600.

(57) 摘要: 本申请涉及混合串联电池模组、电池包以及用电装置。该混合串联电池模组包括: 一个或多个第一类电芯, 每一个第一类电芯包括第一负极极片; 以及一个或多个第二类电芯, 每一个第二类电芯包括第二负极极片; 其中第一类电芯的能量密度小于第二类电芯的能量密度, 并且其中第一负极极片的负极活性物质的层间距d1大于第二负极极片的负极活性物质的层间距d2, 并且在0%荷电状态下, 层间距d1与层间距d2的比值d1/d2在大于等于1.005且小于等于1.600的范围内。



WO 2023/130215 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))。

混合串联电池模组、电池包以及用电装置

5 技术领域

1. 本申请涉及二次电池技术领域，更具体地，本申请涉及混合串联电池模组、电池包以及用电装置。

背景技术

10 2. 在二次电池领域，与锂离子电池相比，诸如钠离子电池和钾离子电池等其他电池由于在关键的电化学性能能量密度方面表现较弱使得续航能力较差，因此本领域技术人员普遍认为钠离子电池和钾离子电池等不太适用于工业应用。在数十年的发展中，本领域技术人员基本上集中于对锂离子电池的研究，而忽视了钠离子电池和钾离子电池。

15 3. 锂离子电池广泛应用于水力、火力、风力和太阳能电站等储能电源系统，以及电动工具、电动自行车、电动摩托车、电动汽车、军事装备、航空航天等多个领域。由于锂离子电池取得了极大的发展，因此对其能量密度、循环性能和安全性能等的提升也提出了更高的要求。然而，近几年锂离子电池的技术发展出现了瓶颈期。同时，由于锂资源价格的上涨，使得锂离子电池的成本上升。

20 4. 因此，本领域中存在对改进的电池模组的需要。

发明内容

5. 本申请是鉴于上述课题而进行的，其目的在于，提供一种改进的电池模组以及包括该改进的电池模组的电池包和用电装置。具体地，本申请将诸如钠
25 离子电池或钾离子电池之类的第一类电芯与诸如锂离子电池之类的第二类电芯进行适当的混合排布，使得第一类电芯和第二类电芯能够在性能方面优势互补，从而提升了电池模组的综合性能，包括但不限于例如能量密度、低温性能、结构稳定性、安全性、散热性能、工业可制造性等，同时降低了电池模组的整

体成本。

6.然而，由于第一类电芯与第二类电芯使用了不同的化学体系，因此在对第一类电芯和第二类电芯进行混合排布（例如，串联）时，往往会在二者的兼容性和配合性方面出现诸多的问题，使得所获得的电池模组的性能没有提升，甚至反而劣化，直至使得电池模组失效。本领域技术人员一直期望解决这方面的问题而不得。本申请主要通过对电芯的负极活性物质的层间距进行匹配设计创造性地解决了该问题，从而获得性能改善的电池模组。

7.本申请的第一方面提供了一种混合串联电池模组，该混合串联电池模组包括：一个或多个第一类电芯，每一个所述第一类电芯包括第一负极极片；以及一个或多个第二类电芯，每一个所述第二类电芯包括第二负极极片。所述第一类电芯的能量密度小于所述第二类电芯的能量密度。所述第一负极极片的负极活性物质的层间距 d_1 大于所述第二负极极片的负极活性物质的层间距 d_2 。在 0%荷电状态下，所述层间距 d_1 与所述层间距 d_2 的比值 d_1/d_2 在大于等于 1.005 且小于等于 1.600 的范围内。

8.在任意实施方式中，可选地，在 0%荷电状态下，所述层间距 d_1 与所述层间距 d_2 的比值 d_1/d_2 在大于等于 1.010 且小于等于 1.200 的范围内。进一步可选地，在 0%荷电状态下，所述层间距 d_1 与所述层间距 d_2 的比值 d_1/d_2 在大于等于 1.100 且小于等于 1.170 的范围内。

9.在任意实施方式中，所述第一类电芯的能量密度与所述第二类电芯的能量密度相匹配使得所述第一类电芯的体积 V_1 与所述第二类电芯的体积 V_2 的比值 V_1/V_2 在大于 0.20 且小于等于 20.00 的范围内。可选地，所述第一类电芯的能量密度与所述第二类电芯的能量密度相匹配使得所述第一类电芯的体积 V_1 与所述第二类电芯的体积 V_2 的比值 V_1/V_2 在大于等于 0.40 且小于等于 5.00 的范围内。进一步可选地，所述第一类电芯的能量密度与所述第二类电芯的能量密度相匹配使得所述第一类电芯的体积 V_1 与所述第二类电芯的体积 V_2 的比值 V_1/V_2 在大于等于 1.00 且小于等于 2.10 的范围内。

10.在任意实施方式中，所述第一类电芯的能量密度与所述第二类电芯的能量密度相匹配使得所述第一类电芯的厚度 T_1 与所述第二类电芯的厚度 T_2 的比

值 $T1/T2$ 在大于 1.00 且小于等于 20.00 的范围内。可选地，所述第一类电芯的能量密度与所述第二类电芯的能量密度相匹配使得所述第一类电芯的厚度 $T1$ 与所述第二类电芯的厚度 $T2$ 的比值 $T1/T2$ 在大于等于 1.02 且小于等于 5.00 的范围内。进一步可选地，所述第一类电芯的能量密度与所述第二类电芯的能量密度相匹配使得所述第一类电芯的厚度 $T1$ 与所述第二类电芯的厚度 $T2$ 的比值 $T1/T2$ 在大于等于 1.05 且小于等于 2.10 的范围内。

11. 在任意实施方式中，所述第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与所述第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 在大于等于 0.20 且小于等于 1.00 的范围内。可选地，所述第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与所述第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 在大于等于 0.25 且小于等于 0.90 的范围内。进一步可选地，所述第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与所述第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 在大于等于 0.30 且小于等于 0.86 的范围内。

12. 在任意实施方式中，所述第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与所述第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 在大于等于 0.20 且小于等于 1.00 的范围内。可选地，所述第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与所述第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 在大于等于 0.30 且小于等于 0.99 的范围内。进一步可选地，所述第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与所述第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 在大于等于 0.40 且小于等于 0.95 的范围内。

13. 在任意实施方式中，在不包括基材的情况下，所述第一负极极片的孔隙率 $P1$ 与所述第二负极极片的孔隙率 $P2$ 的比值 $P1/P2$ 在大于等于 0.75 且小于等于 3.00 的范围内。可选地，在不包括基材的情况下，所述第一负极极片的孔隙率 $P1$ 与所述第二负极极片的孔隙率 $P2$ 的比值 $P1/P2$ 在大于等于 0.80 且小于等于 2.00 的范围内。进一步可选地，在不包括基材的情况下，所述第一负极极片的孔隙率 $P1$ 与所述第二负极极片的孔隙率 $P2$ 的比值 $P1/P2$ 在大于等于 0.90 且小于等于 1.50 的范围内。

14. 在任意实施方式中，所述第一负极极片的负极活性物质的平均粒径 $S1$ 与所述第二负极极片的负极活性物质的平均粒径 $S2$ 的比值 $S1/S2$ 在大于等于 0.10 且小于 1.00 的范围内。可选地，所述第一负极极片的负极活性物质的平均

粒径 S1 与所述第二负极极片的负极活性物质的平均粒径 S2 的比值 S1/S2 在大于等于 0.15 且小于等于 0.95 的范围内。进一步可选地，所述第一负极极片的负极活性物质的平均粒径 S1 与所述第二负极极片的负极活性物质的平均粒径 S2 的比值 S1/S2 在大于等于 0.30 且小于等于 0.90 的范围内。

- 5 15. 在任意实施方式中，所述第一类电芯的数量 N 与所述第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 大于等于 1。可选地，所述第一类电芯的数量 N 与所述第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 在大于等于 1.5 且小于等于 200 的范围内。进一步可选地，所述第一类电芯的数量 N 与所述第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 在大于等于 2 且小于等于 100 的范围内。
- 10 16. 在任意实施方式中，所述第一类电芯与所述第二类电芯间隔排布。
17. 在任意实施方式中，所述第一类电芯被排布在所述混合串联电池模组的两端和中间。
18. 本申请的第二方面提供了一种电池包。该电池包包括本申请第一方面的混合串联电池模组。
- 15 19. 本申请的第三方面提供了一种用电装置。该用电装置包括本申请第一方面的混合串联电池模组或本申请第二方面的电池包。

附图说明

- 20 20. 为了能够详细地理解本发明，可参考实施方式得出上文所简要概述的本发明的更具体的描述，一些实施方式在附图中示出，为了促进理解，已尽可能使用相同附图标记来标示各图所共有的相同要素。然而，应当注意，附图仅仅示出本发明的典型实施方式，并且因此不应视为限制本发明的范围，因为本发明可允许其他等效实施方式，其中：
21. 图 1A 示出了一种低能量密度的示例性电芯排布方式。
- 25 22. 图 1B 示出了一种高能量密度的示例性电芯排布方式。
23. 图 1C 示出了一种高能量密度、低应力且高保温的示例性电芯排布方式。
24. 图 2A 和图 2B 示出了根据本申请的实施方式的示例性混合串联电池

模块的排布方式。

25. 图 3A 示出了根据本申请的实施方式的用于电池包的示例性电池箱的下箱体的立体图。

26. 图 3B 示出了图 3A 的示例性电池箱的上箱体的俯视图。

5 27. 图 3C 示出了沿着图 3B 中的线 A—A 截取的示意性截面图。

28. 图 4A 示出了根据本申请的实施方式的一种示例性电池包的立体图。

29. 图 4B 示出了图 4A 的示例性电池包的顶视图。

30. 图 4C 示出了沿着图 4B 中的线 B—B 截取的示意性截面图。

10 具体实施方式

31. 以下，适当地参照附图详细说明具体公开了本申请的正极活性材料及其制造方法、正极极片、二次电池、电池模块、电池包和电学装置的实施方式。但是会有省略不必要的详细的情况。例如，有省略对已众所周知的事项的详细说明、实际相同结构的重复说明的情况。这是为了避免以下的说明不必要地变得冗长，便于本领域技术人员的理解。此外，附图及以下说明是为了
15 本领域技术人员充分理解本申请而提供的，并不旨在限定权利要求书所记载的主题。

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

6、7、8、9、10、11、12 等。

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

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

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

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

37. 在本文的描述中，需要说明的是，除非另有说明，“以上”、“以下”为包含本数，“一种或几种”中“几种”的含义是两种及两种以上。

38. 在本文的描述中，除非另有说明，术语“或”是包括性的。举例来说，短语“A 或 B”表示“A，B，或 A 和 B 两者”。更具体地，以下任一条件均满足条件“A 或 B”：A 为真（或存在）并且 B 为假（或不存在）；A 为假（或不存在）而 B 为真（或存在）；或 A 和 B 都为真（或存在）。

39. 此外，还可以理解的是，附图中示出的各种实施方式是说明性的，且附图不一定按比例绘制。

40. 本申请使用了特定词语来描述本申请的实施方式。如“一个实施方式”、“一实施方式”、和/或“一些实施方式”意指与本申请至少一个实施方式相关的某一特征、结构或特点。因此，应强调并注意的是，本说明书中在不同位置两次或多次提及的“一实施方式”或“一个实施方式”或“一替代性实施方式”并不一定是指同一实施方式。此外，本申请的一个或多个实施方式中的某些特征、结构或特点可以进行适当的组合。

41. 在本文中，除非另作定义，权利要求书和说明书中使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属技术领域的普通技术人员所理解的通常意义。本申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。“一个”或者“一”等类似词语并不表示数量限制，而是表示存在至少一个。

42. 在本申请中，“电芯”是指能够独立进行充放电的电池单体。本申请对电芯的形状没有限制，其可以是圆柱形、方形或其他任意的形状。

43. 在混合串联电池模组中，第一类电芯（诸如钠离子电芯、钾离子电芯）和第二类电芯（诸如锂离子电芯）由于使用了不同的化学体系，因此进行可逆脱嵌的活性离子的半径不同，脱嵌机理也有差异，两类电芯在进行混合排布时互相制约，往往会出现矛盾之处，在性能方面顾此失彼，使得混合排布所得的电池模组的性能反而可能下降，甚至使得电池模组失效。本领域技术人员一直期望将混合串联电池模组中的两类不同电芯在性能上的顾此失彼转变为优势互补，但在本申请之前一直未找到克服两类不同电芯之间的这种制约和矛盾的方法。

44. 发明人注意到，当电芯负极极片中的负极活性物质的层间距越小时，允许嵌入层间的活性离子的半径越小，活性离子从层间结构脱嵌时的难度更大，并且因此动力学较差。层间距小的活性物质，结晶度（亦即，晶体结构的长程有序度）高，各向异性强，导致极片反弹较大，电芯在反复充放电过程中膨胀力增加较快。当电芯负极极片中的负极活性物质的层间距越大时，允许嵌入层间的活性离子的半径越大，活性离子从层间结构脱嵌时更容易，并且因此动力学较好。层间距大的活性物质，结晶度（亦即，晶体结构的长程有序度）低，各向同性强，导致极片反弹较小，电芯在反复充放电过程中膨胀力增加较慢。在本申请中，第一类电芯的负极活性物质的层间距 d_1 大于第二类电芯的负极活性物质的层间距 d_2 。

45. 因此，第一类电芯和第二类电芯的负极活性物质的层间距之间的匹配程度对成组后的电池模组/电池包的性能可能产生极大影响。本申请采用第一类电芯的负极活性物质的层间距 d_1 与第二类电芯的负极活性物质的层间距 d_2

之间的比值 $d1/d2$ 来表示这种匹配程度，并利用这种匹配程度成功地使得第一类电芯和第二类电芯的性能互补，从而提高了所获得的电池模组的整体性能。

46. 在一个实施方式中，本申请提出了一种混合串联电池模组，该混合串联电池模组可以包括一个或多个第一类电芯和一个或多个第二类电芯，其中
5 每一个第一类电芯可包括第一负极极片，且每一个第二类电芯可包括第二负极极片。第一类电芯的能量密度可以小于第二类电芯的能量密度。第一负极极片的负极活性物质的层间距 $d1$ 可以大于第二负极极片的负极活性物质的层间距 $d2$ 。在 0%荷电状态 (SOC) 下，即当可脱嵌的活性离子完全从负极脱出以后，层间距 $d1$ 与层间距 $d2$ 的比值 $d1/d2$ 可以是在大于等于 1.005 且小于等于 1.600
10 的范围内。

47. 如果 $d1/d2$ 超出了上述范围，则可能造成第一类电芯的活性离子无法嵌入负极活性物质，或者第一类电芯和第二类电芯嵌入负极活性物质的活性离子较少，导致电池模组的容量较低、倍率性能较差。与之相反，如果 $d1/d2$ 在上述范围内，则所得到的电池模组的容量相对较高、倍率性能较好。同时，在上述范围内， $d1$ 与 $d2$ 相对比较接近，这有利于改善电池模组的整体动力学性能和电芯反复充放电过程中膨胀力的增加。特别是针对电池模组的电芯膨胀力的增加，由于两类电芯的化学体系差异，要减少膨胀力的增加十分困难。
15

48. 在可选的实施方式中，在 0%荷电状态下，层间距 $d1$ 与层间距 $d2$ 的比值 $d1/d2$ 可以是在大于等于 1.010 且小于等于 1.200 的范围内。另外地或替代地，在 0%荷电状态下，层间距 $d1$ 与层间距 $d2$ 的比值 $d1/d2$ 可以是在大于等于 1.100 且小于等于 1.170 的范围内。举例而言，比值 $d1/d2$ 可以是例如 1.005、
20 1.010、1.015、1.020、1.025、1.030、1.035、1.040、1.045、1.050、1.055、1.060、1.065、1.070、1.075、1.080、1.085、1.090、1.095、1.100、1.105、1.110、1.115、1.120、1.125、1.130、1.135、1.140、1.145、1.150、1.155、1.160、1.165、1.170、
25 1.175、1.180、1.185、1.190、1.195、1.200、1.205、1.210、1.215、1.220、1.225、1.230、1.235、1.240、1.245、1.250、1.255、1.260、1.265、1.270、1.275、1.280、1.285、1.290、1.295、1.300、1.305、1.310、1.315、1.320、1.325、1.330、1.335、1.340、1.345、1.350、1.355、1.360、1.365、1.370、1.375、1.380、1.385、1.390、

1.395、1.400、1.405、1.410、1.415、1.420、1.425、1.430、1.435、1.440、1.445、1.450、1.455、1.460、1.465、1.470、1.475、1.480、1.485、1.490、1.495、1.500、1.505、1.510、1.515、1.520、1.525、1.530、1.535、1.540、1.545、1.550、1.555、1.560、1.565、1.570、1.575、1.580、1.585、1.590、1.595、1.600，等等。需要
5 强调的是，虽然本申请将上述数值并列地列出，但是并不意味着发明人承认比值 d_1/d_2 在上述任意两个数值作为端点组成的数值范围内都可以得到相当或相近的性能。

49. 本申请中电芯的负极活性物质的层间距 d 的测试方法为：参考国标 GB/T-31486 先将电芯完全放电至放电终止电压，并静置。将电芯拆解后，取出
10 负极极片。将负极极片在 DMC 中浸泡 24 小时，取出，用 DMC 冲洗后，烘干待测。使用 X 射线衍射仪例如 Bruker D8 Discover，并使用 Cu $K\alpha_1$ （波长 0.154056nm）测试负极极片，得到极片的 X 射线衍射谱图。读取（002）峰对应的 2θ 位置（ $25\sim 28^\circ$ ），根据所用入射波的波长 λ 及布拉格公式 $2d\sin\theta = n\lambda$ 计算（002）峰对应的层间距 d 。

50. 在本申请的一个实施方式中，第一类电芯可以是钠离子电池化学体系，包括但不限于：普鲁士蓝类衍生物/硬炭体系、聚阴离子型快离子导体磷酸钒钠（或者氟磷酸钒钠、氟氧磷酸钒钠）/硬炭体系、过渡金属氧化物/硬炭体系等；而第二类电芯可以是使用橄榄石结构的活性物质作为主要正极材料的电芯（例如 LiFePO_4 、 $\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{PO}_4$ ）、使用层状结构的镍钴锰酸锂为主要正极
20 材料的电芯（例如 $\text{LiNi}_{0.60}\text{Co}_{0.10}\text{Mn}_{0.30}\text{O}_2$ ）等。

51. 本申请还可以通过以下进一步的优化设计，显著提升了单体电芯和电池模组的动力学性能，有效降低了电池模组内部的局部应力，改善了电池模组的结构稳定性和安全性等。

52. 电芯能量密度

53. 电芯的能量密度可以是体积能量密度或重量能量密度。在本申请中，
25 第一类电芯的能量密度小于第二类电芯的能量密度。在一示例中，第一类电芯的体积能量密度 E_1 可以在例如 200 至 450Wh/L 的范围内。在一示例中，第二类电芯的体积能量密度 E_2 可以在例如 450 至 750Wh/L 的范围内。在一示例中，

第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 可以在例如 100 至 220Wh/Kg 的范围内。在一示例中，第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 可以在例如 220 至 350Wh/Kg 的范围内。

54. 在本申请的一个或多个实施方式中，第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 可以在大于等于 0.20 且小于等于 1.00 的范围内。在一可选实施方式中，第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 可以在大于等于 0.25 且小于等于 0.90 的范围内。在又一可选实施方式中，第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 可以在大于等于 0.30 且小于等于 0.86 的范围内。

55. 举例而言，比值 $E1/E2$ 可以是例如 0.20、0.21、0.22、0.23、0.24、0.25、0.26、0.27、0.28、0.29、0.30、0.31、0.32、0.33、0.34、0.35、0.36、0.37、0.38、0.39、0.40、0.41、0.42、0.43、0.44、0.45、0.46、0.47、0.48、0.49、0.50、0.51、0.52、0.53、0.54、0.55、0.56、0.57、0.58、0.59、0.60、0.61、0.62、0.63、0.64、0.65、0.66、0.67、0.68、0.69、0.70、0.71、0.72、0.73、0.74、0.75、0.76、0.77、0.78、0.79、0.80、0.81、0.82、0.83、0.84、0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、0.90、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99、1.00，等等。需要强调的是，虽然本申请将上述数值并列地列出，但是并不意味着发明人承认比值 $E1/E2$ 在上述任意两个数值作为端点组成的数值范围内都可以得到相当或相近的性能。

56. 在本申请的一个或多个实施方式中，第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 可以在大于等于 0.20 且小于等于 1.00 的范围内。在一可选实施方式中，第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 可以在大于等于 0.30 且小于等于 0.99 的范围内。在又一可选实施方式中，第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 可以在大于等于 0.40 且小于等于 0.95 的范围内。

57. 举例而言，比值 $G1/G2$ 可以是例如 0.20、0.21、0.22、0.23、0.24、

0.25、0.26、0.27、0.28、0.29、0.30、0.31、0.32、0.33、0.34、0.35、0.36、0.37、
0.38、0.39、0.40、0.41、0.42、0.43、0.44、0.45、0.46、0.47、0.48、0.49、0.50、
0.51、0.52、0.53、0.54、0.55、0.56、0.57、0.58、0.59、0.60、0.61、0.62、0.63、
0.64、0.65、0.66、0.67、0.68、0.69、0.70、0.71、0.72、0.73、0.74、0.75、0.76、
5 0.77、0.78、0.79、0.80、0.81、0.82、0.83、0.84、0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、
0.90、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99、1.00，等等。需
要强调的是，虽然本申请将上述数值并列地列出，但是并不意味着发明人承认
比值 $G1/G2$ 在上述任意两个数值作为端点组成的数值范围内都可以得到相当
或相近的性能。

10 58. 电芯的能量密度可以影响电芯的高度、宽度、和/或厚度，而对电芯
的高度、宽度、和/或厚度的设计也会反过来制约对电芯的能量密度的配置，这
会在下文中更详细地描述。

59. 电芯高度、宽度、厚度

15 60. 在本申请的优选实施方式中，由于第一类电芯的能量密度比第二类
电芯的能量密度低，因此为了获得相同或相近的单个电芯容量，第一类电芯的
单个电芯体积会比第二类电芯的单个电芯体积大。在另一些实施方式中，鉴于
现有的生产设施和技术等因素，出于成本考虑，仍然使用现有的体积较小的第
一类电芯。但是，如果第一类电芯与第二类电芯的单个电芯体积（诸如电芯的
高度、宽度、和/或厚度）相差太多，对于电池模组各部件的生产、装配和使用
20 均会产生不利影响。

61. 因此，在本申请的一个或多个实施方式中，每个第一类电芯的体积
 $V1$ 与每个第二类电芯的体积 $V2$ 的比值 $V1/V2$ 可以被控制在大于 0.20 且小于
等于 20.00 的范围内。在可选实施方式中，比值 $V1/V2$ 可以在大于等于 0.40
且小于等于 5.00 的范围内。在优选的实施方式中，比值 $V1/V2$ 可以在大于等
25 于 1.00 且小于等于 2.10 的范围内。

62. 举例而言，比值 $V1/V2$ 可以是例如 0.21、0.25、0.30、0.35、0.40、
0.45、0.50、0.55、0.60、0.65、0.70、0.75、0.80、0.85、0.90、0.95、1.00、1.01、
1.02、1.03、1.04、1.05、1.06、1.07、1.08、1.09、1.10、1.11、1.12、1.13、1.14、

1.15、1.16、1.17、1.18、1.19、1.20、1.21、1.22、1.23、1.24、1.25、1.26、1.27、
1.28、1.29、1.30、1.31、1.32、1.33、1.34、1.35、1.36、1.37、1.38、1.39、1.40、
1.41、1.42、1.43、1.44、1.45、1.46、1.47、1.48、1.49、1.50、1.51、1.52、1.53、
5 1.54、1.55、1.56、1.57、1.58、1.59、1.60、1.61、1.62、1.63、1.64、1.65、1.66、
1.67、1.68、1.69、1.70、1.71、1.72、1.73、1.74、1.75、1.76、1.77、1.78、1.79、
1.80、1.81、1.82、1.83、1.84、1.85、1.86、1.87、1.88、1.89、1.90、1.91、1.92、
1.93、1.94、1.95、1.96、1.97、1.98、1.99、2.00、2.01、2.02、2.03、2.04、2.05、
2.06、2.07、2.08、2.09、2.10、2.20、2.30、2.40、2.50、2.60、2.70、2.80、2.90、
3.00、3.10、3.20、3.30、3.40、3.50、3.60、3.70、3.80、3.90、4.00、4.10、4.20、
10 4.30、4.40、4.50、4.60、4.70、4.80、4.90、5.00、5.50、6.00、6.50、7.00、7.50、
8.00、8.50、9.00、9.50、10.00、10.50、11.00、11.50、12.00、12.50、13.00、
13.50、14.00、14.50、15.00、15.50、16.00、16.50、17.00、17.50、18.00、18.50、
19.00、19.50、20.00，等等。需要强调的是，虽然本申请将上述数值并列地列
15 出的数值范围内都可以得到相当或相近的性能。

63. 就电芯的高度、宽度、厚度而言，在本文中可以将沿着两类电芯混合串联方向的维度定义为电芯的厚度 T ，将与混合串联电池模组的顶面垂直的维度定义为电芯的高度 H ，并将余下的一个维度定义为电芯的宽度 W 。

64. 在本申请的实施方式中，第一类电芯的高度 H_1 与第二类电芯的高度 H_2 的比值 H_1/H_2 可以在 0.9~1.1 的范围内。在优选的实施方式中，比值 H_1/H_2 可以等于 1，即，第一类电芯与第二类电芯的高度相等。

65. 类似地，第一类电芯的宽度 W_1 与第二类电芯的宽度 W_2 的比值 W_1/W_2 可以在 0.9~1.1 的范围内。在优选的实施方式中，比值 W_1/W_2 可以等于 1，即，第一类电芯与第二类电芯的宽度相等。

25 66. 第一类电芯与第二类电芯的高度和宽度相等，更有利于电池模组各部件的生产、提高生产效率，同时也更有利于电池模组/电池包的装配，最大化地提升空间利用率，提高电池模组/电池包的体积能量密度。

67. 接下来讨论的是第一类电芯和第二类电芯的厚度。在实施方式中，

第一类电芯的厚度 T1 与第二类电芯的厚度 T2 的比值 T1/T2 可以在大于 1.00 且小于等于 20.00 的范围内。在一可选实施方式中，第一类电芯的厚度 T1 与第二类电芯的厚度 T2 的比值 T1/T2 可以在大于等于 1.02 且小于等于 5.00 的范围内。在又一可选实施方式中，第一类电芯的厚度 T1 与第二类电芯的厚度 T2 的比值 T1/T2 可以在大于等于 1.05 且小于等于 2.10 的范围内。

68. 举例而言，比值 T1/T2 可以是例如 1.01、1.02、1.03、1.04、1.05、1.06、1.07、1.08、1.09、1.10、1.11、1.12、1.13、1.14、1.15、1.16、1.17、1.18、1.19、1.20、1.21、1.22、1.23、1.24、1.25、1.26、1.27、1.28、1.29、1.30、1.31、1.32、1.33、1.34、1.35、1.36、1.37、1.38、1.39、1.40、1.41、1.42、1.43、1.44、1.45、1.46、1.47、1.48、1.49、1.50、1.51、1.52、1.53、1.54、1.55、1.56、1.57、1.58、1.59、1.60、1.61、1.62、1.63、1.64、1.65、1.66、1.67、1.68、1.69、1.70、1.71、1.72、1.73、1.74、1.75、1.76、1.77、1.78、1.79、1.80、1.81、1.82、1.83、1.84、1.85、1.86、1.87、1.88、1.89、1.90、1.91、1.92、1.93、1.94、1.95、1.96、1.97、1.98、1.99、2.00、2.01、2.02、2.03、2.04、2.05、2.06、2.07、2.08、2.09、2.10、2.20、2.30、2.40、2.50、2.60、2.70、2.80、2.90、3.00、3.10、3.20、3.30、3.40、3.50、3.60、3.70、3.80、3.90、4.00、4.10、4.20、4.30、4.40、4.50、4.60、4.70、4.80、4.90、5.00、5.50、6.00、6.50、7.00、7.50、8.00、8.50、9.00、9.50、10.00、10.50、11.00、11.50、12.00、12.50、13.00、13.50、14.00、14.50、15.00、15.50、16.00、16.50、17.00、17.50、18.00、18.50、19.00、19.50、20.00，等等。需要强调的是，虽然本申请将上述数值并列地列出，但是并不意味着发明人承认比值 T1/T2 在上述任意两个数值作为端点组成的数值范围内都可以得到相当或相近的性能。

69. 通过对上述比值中的一个或多个比值进行配置，第一类电芯与第二类电芯的体积（包括电芯的高度、宽度和/或厚度）可被合理地匹配，使得能够优化两类不同化学体系的电芯的空间利用率，有利于提升电芯以及电池模组/电池包的体积能量密度；同时，单体电芯的容量也可以更好地匹配，从而使得能够优化电池模组/电池包的电量、寿命、功率以及高低温性能等。

70. 另一方面，对第一类电芯与第二类电芯的能量密度进行合理地匹配

也可以促进二者体积的合理匹配。如果两类电芯的能量密度差异过大，则在两类电芯的高度和宽度基本上一致的情况下，能量密度较低的电芯的厚度会比能量密度较高的电芯的厚度大得多，以便获得与能量密度较高的电芯相同或相近的容量。然而，如果电芯的厚度过大，电芯的散热性能很可能会变差，并且可
5 制造性也会变差，产品优率降低，从而使得电芯的加工和电化学性能恶化。反过来，第一类电芯与第二类电芯的能量密度的合理匹配可以促进二者体积（诸如厚度）的合理匹配，从而在保证单体电芯具有较好的散热性能且可工业化制造的同时，使得串联成组后的电池模组/电池包具有更高的体积能量密度和/或重量能量密度。

10 71. 负极极片孔隙率

72. 在本申请的一个或多个实施方式中，在不包括基材的情况下，第一类电芯的第一负极极片的孔隙率 $P1$ 与第二类电芯的第二负极极片的孔隙率 $P2$ 的比值 $P1/P2$ 可以在大于等于 0.75 且小于等于 3.00 的范围内。在一可选实施方式中，该比值 $P1/P2$ 可以在大于等于 0.80 且小于等于 2.00 的范围内。在又
15 一可选实施方式中，该比值 $P1/P2$ 可以在大于等于 0.90 且小于等于 1.50 的范围内。

73. 举例而言，比值 $P1/P2$ 可以是例如 0.75、0.76、0.77、0.78、0.79、0.80、0.81、0.82、0.83、0.84、0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、0.90、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99、1.00、1.01、1.02、1.03、1.04、1.05、
20 1.06、1.07、1.08、1.09、1.10、1.11、1.12、1.13、1.14、1.15、1.16、1.17、1.18、1.19、1.20、1.21、1.22、1.23、1.24、1.25、1.26、1.27、1.28、1.29、1.30、1.31、1.32、1.33、1.34、1.35、1.36、1.37、1.38、1.39、1.40、1.41、1.42、1.43、1.44、1.45、1.46、1.47、1.48、1.49、1.50、1.51、1.52、1.53、1.54、1.55、1.56、1.57、1.58、1.59、1.60、1.61、1.62、1.63、1.64、1.65、1.66、1.67、1.68、1.69、1.70、
25 1.71、1.72、1.73、1.74、1.75、1.76、1.77、1.78、1.79、1.80、1.81、1.82、1.83、1.84、1.85、1.86、1.87、1.88、1.89、1.90、1.91、1.92、1.93、1.94、1.95、1.96、1.97、1.98、1.99、2.00、2.01、2.02、2.03、2.04、2.05、2.06、2.07、2.08、2.09、2.10、2.11、2.12、2.13、2.14、2.15、2.16、2.17、2.18、2.19、2.20、2.21、2.22、

2.23、2.24、2.25、2.26、2.27、2.28、2.29、2.30、2.31、2.32、2.33、2.34、2.35、
2.36、2.37、2.38、2.39、2.40、2.41、2.42、2.43、2.44、2.45、2.46、2.47、2.48、
2.49、2.50、2.51、2.52、2.53、2.54、2.55、2.56、2.57、2.58、2.59、2.60、2.61、
5 2.75、2.76、2.77、2.78、2.79、2.80、2.81、2.82、2.83、2.84、2.85、2.86、2.87、
2.88、2.89、2.90、2.91、2.92、2.93、2.94、2.95、2.96、2.97、2.98、2.99、3.00，
等等。需要强调的是，虽然本申请将上述数值并列地列出，但是并不意味着发
明人承认比值 $P1/P2$ 在上述任意两个数值作为端点组成的数值范围内都可以得
到相当或相近的性能。

10 74. 当上述孔隙率比值过大时，一类电芯的孔隙率过高而另一类电芯的
孔隙率过低，造成孔隙率过高的极片压密较低，与电解液接触的界面较多。为
了填充所有孔隙，需要的电解液的量较大，界面的副反应多，从而导致单体电
芯及电池模组的能量密度低、成本高、循环性能恶化、产气较大、膨胀力增长
较大。孔隙率过低的电芯，则可能导致电解液在极片中的浸润较差，从而恶化
15 电芯的动力学，影响电芯的容量、倍率及寿命。因此，将第一类电芯与第二类
电芯的负极极片孔隙率配置成介于上述范围内是有利的。

75. 负极活性物质平均粒径

76. 在本申请的一个或多个实施方式中，第一类电芯的第一负极极片的
负极活性物质的平均粒径 $S1$ 与第二类电芯的第二负极极片的负极活性物质的
20 平均粒径 $S2$ 的比值 $S1/S2$ 可以在大于等于 0.10 且小于 1.00 的范围内。在一可
选实施方式中，第一负极极片的负极活性物质的平均粒径 $S1$ 与第二负极极片
的负极活性物质的平均粒径 $S2$ 的比值 $S1/S2$ 可以在大于等于 0.15 且小于等于
0.95 的范围内。在又一可选实施方式中，第一负极极片的负极活性物质的平均
粒径 $S1$ 与第二负极极片的负极活性物质的平均粒径 $S2$ 的比值 $S1/S2$ 可以在大
25 于等于 0.30 且小于等于 0.90 的范围内。

77. 举例而言，比值 $S1/S2$ 可以是例如 0.10、0.11、0.12、0.13、0.14、
0.15、0.16、0.17、0.18、0.19、0.20、0.21、0.22、0.23、0.24、0.25、0.26、0.27、
0.28、0.29、0.30、0.31、0.32、0.33、0.34、0.35、0.36、0.37、0.38、0.39、0.40、

0.41、0.42、0.43、0.44、0.45、0.46、0.47、0.48、0.49、0.50、0.51、0.52、0.53、0.54、0.55、0.56、0.57、0.58、0.59、0.60、0.61、0.62、0.63、0.64、0.65、0.66、0.67、0.68、0.69、0.70、0.71、0.72、0.73、0.74、0.75、0.76、0.77、0.78、0.79、0.80、0.81、0.82、0.83、0.84、0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、0.90、0.91、0.92、
5 0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99，等等。需要强调的是，虽然本申请将上述数值并列地列出，但是并不意味着发明人承认比值 $S1/S2$ 在上述任意两个数值作为端点组成的数值范围内都可以得到相当或相近的性能。

78. 比值 $S1/S2$ 在上述范围内是有利的，因为这样可以使得第二类电芯的负极活性物质的平均粒径比第一类电芯的负极活性物质的平均粒径大，这有利于提高材料的比容量，同时改善浆料的加工性能，提升极片的压实密度，从而显著提高第二类电芯的能量密度，进而提高混合串联电池模组的能量密度；
10 此外，也可以保证第一类电芯与第二类电芯的负极活性物质的平均粒径比较接近，这有利于保持极片的空间结构，同时抑制极片的反弹，在使用过程中保持稳定的孔隙率，有利于电芯循环寿命及循环膨胀力的改善。

15 79. 电芯数量

80. 在本申请的一个或多个实施方式中，第一类电芯的数量 N 与第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 可以大于等于 1。在一可选实施方式中，第一类电芯的数量 N 与第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 可以在大于等于 1.5 且小于等于 200 的范围内。在又一可选实施方式中，第一类电芯的数量 N 与第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 可以在大于等于 2 且小于等于 100 的范围内。
20

81. 举例而言，比值 N/M 可以是例如 1.0、1.5、2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6、6.5、7、7.5、8、8.5、9、9.5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110、115、120、125、130、135、140、145、150、155、160、165、170、175、180、185、190、195、
25 200，等等。需要强调的是，虽然本申请将上述数值并列地列出，但是并不意味着发明人承认比值 N/M 在上述任意两个数值作为端点组成的数值范围内都可以得到相当或相近的性能。

82. 上述第一类电芯和第二类电芯数量的匹配过程可以主要从能量密

度的差异、膨胀力增长的差异、动力学性能的差异、温升的差异、成本的差异、安全性能的差异等角度进行设计。在比值 N/M 的上述范围内，电池模组整体的性能较优。

83. 电芯排布方式

5 84. 在本申请的一个或多个实施方式中，第一类电芯与第二类电芯可以被间隔排布。此外，在优选实施方式中，第一类电芯可以被排布在电池模组/电池包的外围、两端和/或中间。

85. 本申请的电芯排布方式可以有效地降低电池模组内部的局部应力，提升电池模组的结构稳定性和安全性。

10 86. 图 1A 示出了一种低能量密度的示例性电芯排布方式。在图 1A 所示的示例中，四个低能量密度的第一类电芯以四边形的形式进行排布。

87. 图 1B 示出了一种高能量密度的示例性电芯排布方式。在图 1B 所示的示例中，引入了一个高能量密度的第二类电芯，且与图 1A 所示的示例类似，三个低能量密度的第一类电芯与一个高能量密度的第二类电芯以四边形的形式进行混合排布。由于引入了高能量密度的第二类电芯，因此相较于图 1A 中的示例，图 1B 中的示例提高了所获得的电池模组整体的能量密度。

15

88. 图 1C 示出了一种高能量密度、低应力且高保温的示例性电芯排布方式。在图 1C 所示的示例中，三个低能量密度的第一类电芯与一个高能量密度的第二类电芯以三角形的形式进行混合排布，三个第一类电芯将该第二类电芯围在中心，从而使得所得到的电池模组能量密度较高、局部应力降低并且高低温性能较好。

20

89. 图 2A 和图 2B 示出了根据本申请的实施方式的示例性混合串联电池模组的排布方式，其中电芯编号（例如图 2A 中的“11”）的第一个数字表示是第一类电芯还是第二类电芯，第二个数字表示序号，用作区分。图 2A 中示出了一组电池模组，且图 2B 中示出了六组电池模组。

25

90. 如图 2B 所示，混合串联电池模组的第一类电芯和第二类电芯之间可以间隔一个或多个第一类电芯，例如可以间隔 2 个、3 个、4 个、 n 个第一类电芯。如图所示，电池模组的端部电芯可以是一个或多个第一类电芯、或者一

个或多个第二类电芯，也可以是一个第一类电芯、一个第二类电芯。第二类电芯的位置可以是在电池模组的端部，也可以是在其他位置，或者同时占据电池模组的端部和除所述端部以外的其他位置。

91. 实施例和对比例

5 92. 以下，说明本申请的实施例。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。

10 93. 表 1 和表 2 示出了本申请的 9 个实施例，并示出了 3 个对比例作为对照。表 1 可以显示出第一类电芯的第一负极极片的负极活性物质的层间距 d1 与第二类电芯的第二负极极片的负极活性物质的层间距 d2 的比值 d1/d2 对电池模组在反复充放电过程中的膨胀力的影响。本领域技术人员可以理解，由于两类电芯的化学体系差异，因此对电池模组的膨胀力增长的改善非常困难。表 2 可以显示出第一类电芯的第一负极极片的负极活性物质的平均粒径 S1 与第二
15 类电芯的第二负极极片的负极活性物质的平均粒径 S2 的比值 S1/S2 对电池模组的容量保持率的影响。容量保持率与电芯的循环寿命相关联。同等条件下，容量保持率越高，电池模组中的电芯的循环寿命越长。

表 1

	第一类电芯	第二类电芯	d1 [nm]	d2 [nm]	d1/d2	N/M	膨胀力增长率@1000 cls, 室温
实施例 1	Na ₃ V ₂ (PO ₄) ₂ O ₂ F	LiFePO ₄	0.3415	0.3399	1.005	1	199%
实施例 2	Na ₃ V ₂ (PO ₄) ₂ O ₂ F	LiFePO ₄	0.5297	0.3310	1.600	2	170%
实施例 3	Na ₃ V ₂ (PO ₄) ₂ O ₂ F	LiFePO ₄	0.3420	0.3385	1.010	3	195%
实施例 4	Na ₃ V ₂ (PO ₄) ₂ O ₂ F	LiFePO ₄	0.4009	0.3340	1.200	2	99%
实施例 5	Na ₃ V ₂ (PO ₄) ₃	LiFePO ₄	0.3700	0.3363	1.100	2	105%
实施例 6	Na _{0.93} Cu _{0.22} Fe _{0.31} Mn _{0.48} O ₂	LiFePO ₄	0.3915	0.3345	1.170	2	130%
实施例 7	Na ₂ MnFe(CN) ₆	LiFePO ₄	0.3760	0.3359	1.119	2	88%
实施例 8	Na _{0.93} Cu _{0.22} Fe _{0.31} Mn _{0.48} O ₂	LiNi _{0.65} Co _{0.07} Mn _{0.28} O ₂	0.3860	0.3361	1.148	100	150%
实施例 9	Na _{0.93} Cu _{0.22} Fe _{0.31} Mn _{0.48} O ₂	LiMn ₂ O ₄	0.4400	0.3359	1.310	2	97%
对比例 1	Na _{0.93} Cu _{0.22} Fe _{0.31} Mn _{0.48} O ₂	LiFePO ₄	0.3770	0.3850	0.979	2	230%
对比例 2	Na ₂ MnFe(CN) ₆	LiNi _{0.50} Co _{0.20} Mn _{0.30} O ₂	0.5380	0.3360	1.601	2	250%
对比例 3	LiFePO ₄	LiNi _{0.50} Co _{0.20} Mn _{0.30} O ₂	0.3360	0.3359	1.000	2	360%

表 2

	第一类电芯	第二类电芯	S1 [um]	S2 [um]	S1/S2	N/M	容量保持率 @2C, 室温
实施例 1	$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{O}_2\text{F}$	LiFePO_4	3.50	35.10	0.10	1	90%
实施例 2	$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{O}_2\text{F}$	LiFePO_4	6.94	7.01	0.99	2	90%
实施例 3	$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{O}_2\text{F}$	LiFePO_4	4.09	28.01	0.15	3	91%
实施例 4	$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{O}_2\text{F}$	LiFePO_4	6.10	6.40	0.95	2	93%
实施例 5	$\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$	LiFePO_4	4.50	19.60	0.23	2	92%
实施例 6	$\text{Na}_{0.93}\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}\text{O}_2$	LiFePO_4	5.94	20.10	0.30	2	90%
实施例 7	$\text{Na}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6$	LiFePO_4	5.02	12.90	0.39	2	93%
实施例 8	$\text{Na}_{0.93}\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}\text{O}_2$	$\text{LiNi}_{0.65}\text{Co}_{0.07}\text{Mn}_{0.28}\text{O}_2$	9.30	10.30	0.90	100	94%
实施例 9	$\text{Na}_{0.93}\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}\text{O}_2$	LiMn_2O_4	4.20	13.30	0.32	2	92%
对比例 1	$\text{Na}_{0.93}\text{Cu}_{0.22}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.48}\text{O}_2$	LiFePO_4	9.90	7.00	1.41	2	36%
对比例 2	$\text{Na}_2\text{MnFe}(\text{CN})_6$	$\text{LiNi}_{0.50}\text{Co}_{0.20}\text{Mn}_{0.30}\text{O}_2$	1.80	41.40	0.04	2	54%
对比例 3	LiFePO_4	$\text{LiNi}_{0.50}\text{Co}_{0.20}\text{Mn}_{0.30}\text{O}_2$	5.20	21.20	0.25	2	85%

94. 电芯的制备

5 95. [电解质]

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

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

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

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

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

5 101. [隔离膜]

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

103. 在一些实施方式中，隔离膜的材质可选自玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的至少一种。隔离膜可以是单层薄膜，也可以是10 多层复合薄膜，没有特别限制。在隔离膜为多层复合薄膜时，各层的材料可以相同或不同，没有特别限制。

104. 在一些实施方式中，正极极片、负极极片和隔离膜可通过卷绕工艺或叠片工艺制成电极组件。

15 105. 下面提供用于制备电芯的一个示例。

(1) 正极浆料的制备

将表 1 中的各正极活性物质、点状和片状导电碳、粘结剂聚偏二氟乙烯 (PVDF) 按 96.2:2.7:1.1 重量比在 N-甲基吡咯烷酮 (简称为 NMP) 溶剂中充分搅拌混合，使其形成均匀的、粘度为 3000 mPa·s ~25000 mPa·s 的稳定浆料，20 浆料静置 24~48 小时，不发生凝胶、分层或者沉降等现象。

(2) 正极极片的制备

将上述制得的正极材料浆料以 18 mg/cm² 的涂布量均匀地涂覆于正极集流体 Al 箔上，干燥后把极片冷压到设计压密，分条备用，得到正极极片。

(3) 电解液的制备

25 将等量体积的碳酸亚乙酯溶解在碳酸丙烯酯中，然后依照 1 mol/L 的浓度将适量的六氟磷酸锂盐均匀溶解在该混合溶剂中备用，得到电解液。

(4) 负极极片的制备

将负极活性材料例如石墨与导电炭、粘结剂聚苯乙烯丁二烯共聚物 (SBR)、

增稠剂羧甲基纤维素钠 (CMC) 按 96.6:0.8:1.8:0.8 重量比在水溶剂中充分搅拌均匀, 使其形成均匀的负极稳定浆料; 将此浆料以 11 mg/cm^2 的涂布量均匀地涂覆于负极集流体 Cu 箔上, 干燥后把极片冷压到设计压密, 分条备用。

(5) 隔离膜

- 5 选用聚乙烯 (PE) 或者聚丙烯 (PP) 等作为隔离膜, 隔离膜表面根据需要可以有无机和/或有机涂层。

(6) 电芯的制备

- 10 采用常规的电芯制作工艺, 将正极极片、隔离膜和负极极片一起卷绕成裸电芯, 然后置入电池壳体中, 注入电解液, 随之进行化成、密封等工序, 最终得到可充电力电芯。

- 15 106. 在一些实施例中, 电芯可以包括外包装, 用于封装上述电极组件和电解质。在一些实施例中, 电芯的外包装可以是软包, 例如袋式软包。软包的材质可以是塑料, 例如聚丙烯 PP、聚对苯二甲酸丁二醇酯 PBT、聚丁二酸丁二醇酯 PBS 等中的一种或几种。电芯的外包装也可以是硬壳, 例如硬塑料壳、铝壳、钢壳等。

107. 在一些实施例中, 外包装可包括壳体和盖板。其中, 壳体可包括底板和连接于底板上的侧板, 底板和侧板围合形成容纳腔。壳体具有与容纳腔连通的开口, 盖板能够盖设于所述开口, 以封闭所述容纳腔。

- 20 108. 正极极片、负极极片和隔离膜可经叠片或卷绕形成叠片结构电极组件或卷绕结构电极组件。将该电极组件封装于所述容纳腔。电解质可采用电解液, 电解液浸润于电极组件中。

109. 电池包的制备

- 25 110. 在本申请的实施方式中, 在将一个或多个上述第一类电芯和一个或多个上述第二类电芯组装成电池模组之后, 可以将两个或更多个电池模组组装成电池包。电池包所含电池模组的数量取决于电池包的应用和单个电池模组的参数。电池包可以包括电池箱 (如图 3A-图 3C 所示) 和设置于电池箱中的多个电池模组。电池箱包括上箱体和下箱体, 上箱体可以盖在下箱体上并与之配合, 形成用于容纳电池模组的封闭空间。两个或更多个电池模组可以按照所需

的方式排布于该电池箱中。在本申请中，“电池包”是由一个或多个电池模组（或者由多个电芯直接形成的组合）进一步装配电池管理系统、热管理系统等各种控制和保护系统而制成的（如图 4A-图 4C 所示）。

5 111. 应当注意的是，为了简化本申请的表述，从而帮助对一个或多个实施方式的理解，前文对本申请实施方式的描述中，有时会将多种特征归并至一个实施方式、附图或对其的描述中。但是，这种披露方法并不意味着本申请对象所需要的特征比权利要求中提及的特征多。实际上，实施方式的特征可以少于上述披露的单个实施方式的全部特征。

10 112. 需要说明的是，本申请不限定于上述实施方式。上述实施方式仅为示例，在本申请的技术方案范围内具有与技术思想实质相同的构成、发挥相同作用效果的实施方式均包含在本申请的技术范围内。此外，在不脱离本申请主旨的范围内，对实施方式施加本领域技术人员能够想到的各种变形、将实施方式中的一部分构成要素加以组合而构筑的其它方式也包含在本申请的范围内。

权 利 要 求 书

1. 一种混合串联电池模组，其特征在于，所述混合串联电池模组包括：
一个或多个第一类电芯，每一个所述第一类电芯包括第一负极极片；以及
5 一个或多个第二类电芯，每一个所述第二类电芯包括第二负极极片；其中
所述第一类电芯的能量密度小于所述第二类电芯的能量密度，以及
所述第一负极极片的负极活性物质的层间距 d_1 大于所述第二负极极片的
负极活性物质的层间距 d_2 ，并且在 0%荷电状态下，所述层间距 d_1 与所述层
间距 d_2 的比值 d_1/d_2 在大于等于 1.005 且小于等于 1.600 的范围内。
- 10
2. 根据权利要求 1 所述的混合串联电池模组，其特征在于，在 0%荷
电状态下，所述层间距 d_1 与所述层间距 d_2 的比值 d_1/d_2 在大于等于 1.010 且
小于等于 1.200 的范围内，可选地，在 0%荷电状态下，所述层间距 d_1 与所述
层间距 d_2 的比值 d_1/d_2 在大于等于 1.100 且小于等于 1.170 的范围内。
- 15
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的混合串联电池模组，其特征在于，所述
第一类电芯的能量密度与所述第二类电芯的能量密度相匹配使得所述第一类
电芯的体积 V_1 与所述第二类电芯的体积 V_2 的比值 V_1/V_2 在大于 0.20 且小于
等于 20.00 的范围内，可选地，在大于等于 0.40 且小于等于 5.00 的范围内，进
20 一步可选地，在大于等于 1.00 且小于等于 2.10 的范围内。
4. 根据权利要求 1~3 中任一项所述的混合串联电池模组，其特征在于，
所述第一类电芯的能量密度与所述第二类电芯的能量密度相匹配使得所述第
一类电芯的厚度 T_1 与所述第二类电芯的厚度 T_2 的比值 T_1/T_2 在大于 1.00 且
25 小于等于 20.00 的范围内，可选地，在大于等于 1.02 且小于等于 5.00 的范围内，
进一步可选地，在大于等于 1.05 且小于等于 2.10 的范围内。
5. 根据权利要求 1~4 中任一项所述的混合串联电池模组，其特征在于，

所述第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与所述第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 在大于等于 0.20 且小于等于 1.00 的范围内, 可选地, 所述第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与所述第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 在大于等于 0.25 且小于等于 0.90 的范围内, 进一步可选地, 所述第一类电芯的体积能量密度 $E1$ 与所述第二类电芯的体积能量密度 $E2$ 的比值 $E1/E2$ 在大于等于 0.30 且小于等于 0.86 的范围内。

6. 根据权利要求 1~5 中任一项所述的混合串联电池模组, 其特征在于, 所述第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与所述第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 在大于等于 0.20 且小于等于 1.00 的范围内, 可选地, 所述第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与所述第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 在大于等于 0.30 且小于等于 0.99 的范围内, 进一步可选地, 所述第一类电芯的重量能量密度 $G1$ 与所述第二类电芯的重量能量密度 $G2$ 的比值 $G1/G2$ 在大于等于 0.40 且小于等于 0.95 的范围内。

15

7. 根据权利要求 1~6 中任一项所述的混合串联电池模组, 其特征在于, 在不包括基材的情况下, 所述第一负极极片的孔隙率 $P1$ 与所述第二负极极片的孔隙率 $P2$ 的比值 $P1/P2$ 在大于等于 0.75 且小于等于 3.00 的范围内, 可选地, 在不包括基材的情况下, 所述第一负极极片的孔隙率 $P1$ 与所述第二负极极片的孔隙率 $P2$ 的比值 $P1/P2$ 在大于等于 0.80 且小于等于 2.00 的范围内, 进一步可选地, 在不包括基材的情况下, 所述第一负极极片的孔隙率 $P1$ 与所述第二负极极片的孔隙率 $P2$ 的比值 $P1/P2$ 在大于等于 0.90 且小于等于 1.50 的范围内。

8. 根据权利要求 1~7 中任一项所述的混合串联电池模组, 其特征在于, 所述第一负极极片的负极活性物质的平均粒径 $S1$ 与所述第二负极极片的负极活性物质的平均粒径 $S2$ 的比值 $S1/S2$ 在大于等于 0.10 且小于 1.00 的范围内, 可选地, 所述第一负极极片的负极活性物质的平均粒径 $S1$ 与所述第二负极极片的负极活性物质的平均粒径 $S2$ 的比值 $S1/S2$ 在大于等于 0.15 且小于等于

0.95 的范围内,进一步可选地,所述第一负极极片的负极活性物质的平均粒径 S_1 与所述第二负极极片的负极活性物质的平均粒径 S_2 的比值 S_1/S_2 在大于等于 0.30 且小于等于 0.90 的范围内。

5 9. 根据权利要求 1~8 中任一项所述的混合串联电池模组,其特征在于,所述第一类电芯的数量 N 与所述第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 大于等于 1,可选地,所述第一类电芯的数量 N 与所述第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 在大于等于 1.5 且小于等于 200 的范围内,进一步可选地,所述第一类电芯的数量 N 与所述第二类电芯的数量 M 的比值 N/M 在大于等于 2 且小于等于 100 的
10 范围内。

10. 根据权利要求 1~9 中任一项所述的混合串联电池模组,其特征在于,所述第一类电芯与所述第二类电芯间隔排布。

15 11. 根据权利要求 1~10 中任一项所述的混合串联电池模组,其特征在于,所述第一类电芯被排布在所述混合串联电池模组的两端和中间。

12. 一种电池包,其特征在于,包括权利要求 1~11 中任一项所述的混合串联电池模组。

20

13. 一种用电装置,其特征在于,包括权利要求 1~11 中任一项所述的混合串联电池模组或权利要求 11 所述的电池包中的至少一种。

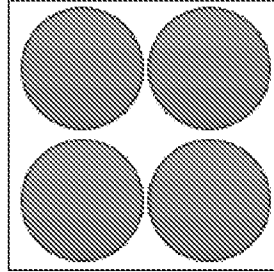


图 1A

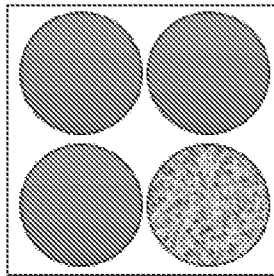


图 1B

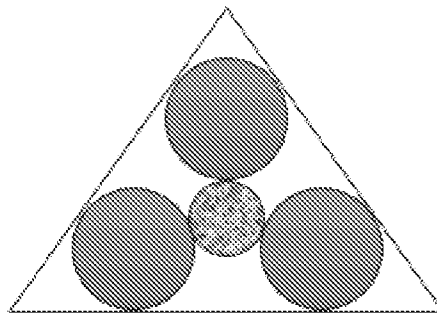


图 1C

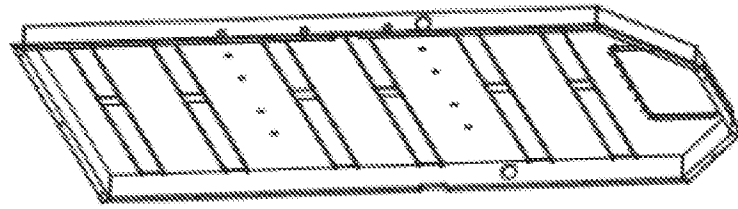


图 3A

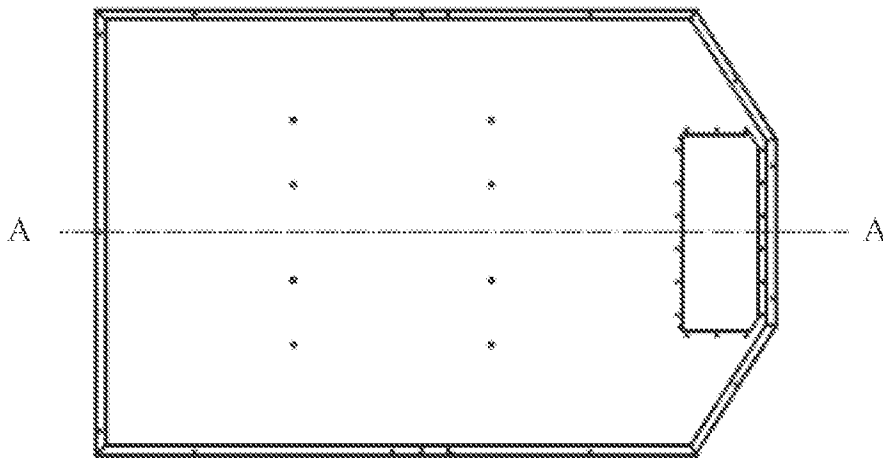


图 3B



图 3C

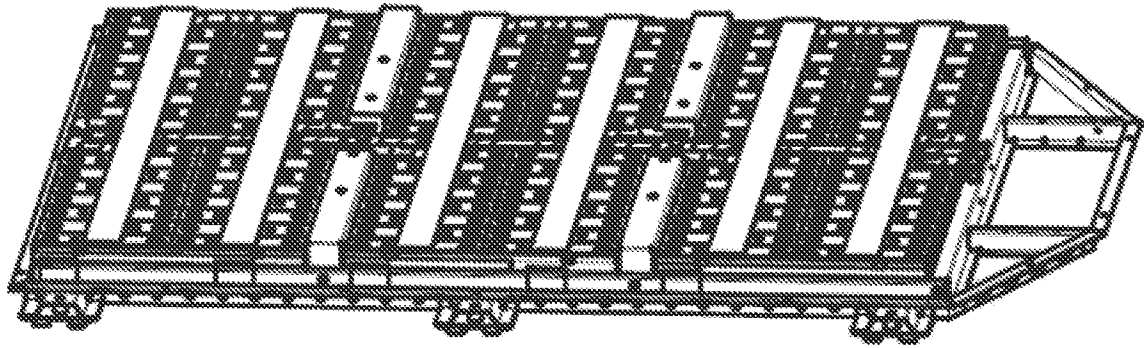


图 4A

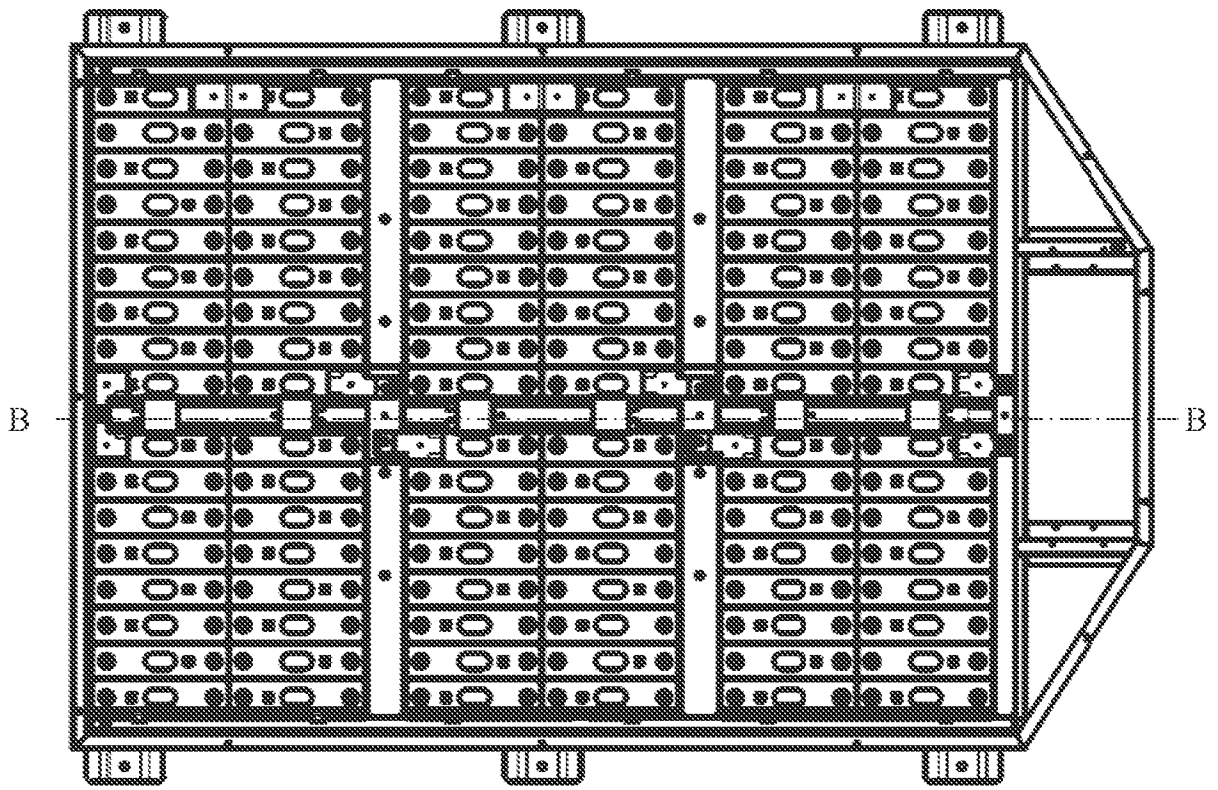


图 4B



图 4C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/070126

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/02(2006.01)i; H01M 50/267(2021.01)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)		
CNPAT; WPI; EPODOC; CNKI: 电池, 电芯, 不同, 混合, 种类, 类型, 串联, 能量, 负极, 锂, 钠, 层间距, cell?, batter+, core?, different, mix+, hybrid, types, series, energy, negative, layer spacing, interlayer spacing, Lithium, Sodium, li, na		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 208674305 U (DONGGUAN TAFEL NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 29 March 2019 (2019-03-29) description, paragraphs 9-55, and figures 1-2	1-13
A	CN 113437441 A (SVOLT ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 September 2021 (2021-09-24) entire document	1-13
A	CN 103311562 A (LENOVO (BEIJING) LIMITED) 18 September 2013 (2013-09-18) entire document	1-13
A	CN 102738497 A (EXA ENERGY LTD.) 17 October 2012 (2012-10-17) entire document	1-13
A	US 2014342216 A1 (ROBERT BOSCH GMBH et al.) 20 November 2014 (2014-11-20)	1-13
<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
09 September 2022		27 September 2022
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/CN2022/070126

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	208674305	U	29 March 2019	None			
CN	113437441	A	24 September 2021	None			
CN	103311562	A	18 September 2013	None			
CN	102738497	A	17 October 2012	EP	2568527	A1	13 March 2013
				KR	20130026056	A	13 March 2013
				TW	201242155	A	16 October 2012
				JP	2013054903	A	21 March 2013
US	2014342216	A1	20 November 2014	DE	102013209069	A1	20 November 2014
				EP	2804252	A1	19 November 2014

A. 主题的分类 H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/02(2006.01)i; H01M 50/267(2021.01)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)) CNPAT;WPI;EPDOC;CNKI:电池, 电芯, 不同, 混合, 种类, 类型, 串联, 能量, 负极, 锂, 钠, 层间距, cell?, batter+, core?, different, mix+, hybrid, types, series, energy, negative, layer spacing, interlayer spacing, Lithium, Sodium, li, na		
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 208674305 U (东莞塔菲尔新能源科技有限公司 等) 2019年3月29日 (2019 - 03 - 29) 说明书第9-55段, 图1-2	1-13
A	CN 113437441 A (蜂巢能源科技有限公司) 2021年9月24日 (2021 - 09 - 24) 全文	1-13
A	CN 103311562 A (联想北京有限公司) 2013年9月18日 (2013 - 09 - 18) 全文	1-13
A	CN 102738497 A (动能科技股份有限公司) 2012年10月17日 (2012 - 10 - 17) 全文	1-13
A	US 2014342216 A1 (ROBERT BOSCH GMBH等) 2014年11月20日 (2014 - 11 - 20)	1-13
<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	
2022年9月9日	2022年9月27日	
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员	
中国知识产权局(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	曹鹏 电话号码 86-(10)-53961289	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/070126

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	208674305	U	2019年3月29日	无			
CN	113437441	A	2021年9月24日	无			
CN	103311562	A	2013年9月18日	无			
CN	102738497	A	2012年10月17日	EP	2568527	A1	2013年3月13日
				KR	20130026056	A	2013年3月13日
				TW	201242155	A	2012年10月16日
				JP	2013054903	A	2013年3月21日
US	2014342216	A1	2014年11月20日	DE	102013209069	A1	2014年11月20日
				EP	2804252	A1	2014年11月19日