

锂离子电池高能正极创新与专利报告

目录	页码
<u>执行摘要</u>	2
<u>关于作者</u>	4
<u>介绍</u>	5
• <u>平衡原材料成本-含镍/锰与含铁/锰正极活性材料的对比</u>	5
• <u>使用固态电解质有实现更高能量密度的可能，并降低原材料成本</u>	6
• <u>锂离子电池组件</u>	7
• <u>从金属而不是金属硫酸盐前体开始提高制造效率</u>	8
• <u>本次报告的重点</u>	8
<u>预测</u>	9
<u>高能正极决策树</u>	9
• <u>概念</u>	11
• <u>结晶度</u>	11
• <u>大宗化学成分/结构类别</u>	12
• <u>催化剂</u>	17
• <u>表面处理</u>	18
• <u>正电极公式</u>	19
<u>正极的电化学惰性成分</u>	20
<u>基于机器学习的商业相关专利识别</u>	20
<u>公司讨论 (按字母顺序排列)</u>	43
• <u>巴斯夫/ 巴斯夫户田电池材料/ 户田工业/ 巴斯夫杉杉 - 德国/ 日本/ 中国</u>	
• <u>贝特瑞 - 中国</u>	
• <u>比亚迪 - 中国</u>	
• <u>CAMX Power / TIAX - 美国</u>	
• <u>宁德时代新能源 (CATL) / 邦普循环科技/ 德方纳米科技 - 中国</u>	
• <u>Easpring/ 当升材料科技- 中国</u>	
• <u>Ecopro / Ecopro BM - 韩国</u>	
• <u>GEM/ 格林美无锡/荆门格林美新材料/ 福安青美能源材料/ EcoPro GEM - 中国</u>	
• <u>国轩/ Gotion - 中国</u>	

- 华友钴业/ 华海新能源/ B&M Science and Technology / 巴莫科技 - 中国
- L&F - 韩国
- LG新能源/ LG化学 - 韩国
- Nano One - 加拿大
- 日亚化 - 日本
- Northvolt - 瑞典
- 松下/三洋电机 - 日本
- POSCO 株式会社 - 韩国
- Pulead / 泰丰 - 中国
- 瑞翔新材料 - 中国
- 容百新能源/ Rongbai/ SKLD Technology /天津斯科兰德科技 - 中国
- 三星 - 韩国
- 杉杉 - 中国
- SK Innovation - 韩国
- SM Lab - 韩国
- 住友化学/ 田中化学 - 日本
- 住友金属矿山株式会社 - 日本
- SVOLT Energy/ 蜂巢能源科技/ Honeycomb Energy Technology - 中国
- 特斯拉 - 美国
- 丰田集团/ Primearth EV Energy/ Prime Planet Energy & Solutions - 日本
- 芝加哥大学阿贡实验室 - 美国
- 优美科公司 - 比利时
- Wildcat Discovery Technologies/ 野猫发现技术公司 - 美国

<u>三周专利更新中涵盖的其他公司的专利</u>	180
• <u>Battery Solution - 韩国</u>	180
• <u>远景AESC - 中国/日本</u>	180
• <u>EV Metals - 澳大利亚</u>	181
• <u>Top Material - 韩国</u>	181
• <u>卫蓝 - 中国</u>	182
<u>专利分析机器学习方法与验证</u>	182
<u>缩略语表</u>	183
<u>免责声明</u>	184

关于作者

Pirmin Ulmann 于2004年获得瑞士苏黎世联邦理工学院颁发的化学硕士学位，并于2009年获得美国西北大学的博士学位。此后，他成为东京大学ERATO学术工业项目JSPS（日本学术振兴会）的外国研究员。从2010年到2016年，在瑞士一家大型电池材料制造商工作期间，他是7项锂电池相关专利族的共同发明人。他还负责与Paul Scherrer Institut (PSI, 瑞士保罗谢勒研究所)合作，为公司战略部门评估外部技术，并与客户访问东亚、北美和欧洲的电池制造商。他拥有斯坦福认证项目经理 (SCPM) 的证书，他参与撰写的科学论文有1800条以上引文。

平衡原材料成本-含镍/锰与含铁/锰正极活性材料的对比

含镍/锰的正极（阴极）活性材料（例如 NMC、NMCA、无钴 NMx）通常占整个锂离子电池材料成本的 50% 以上。 出于这个原因，锂离子电池制造商正在不断评估是否可以使用成本更低的正极活性材料进行替代：

- 通过依赖成本较低的原材料，例如 Fe & Mn（价格信息 Ni / Li / Co / Mn / Fe），
- 或通过降低制造工艺成本（见下文）。

最近的发展（在液体电解质锂离子电池的框架内）表明，大多数电气化运输应用分为两个正极材料技术路线：

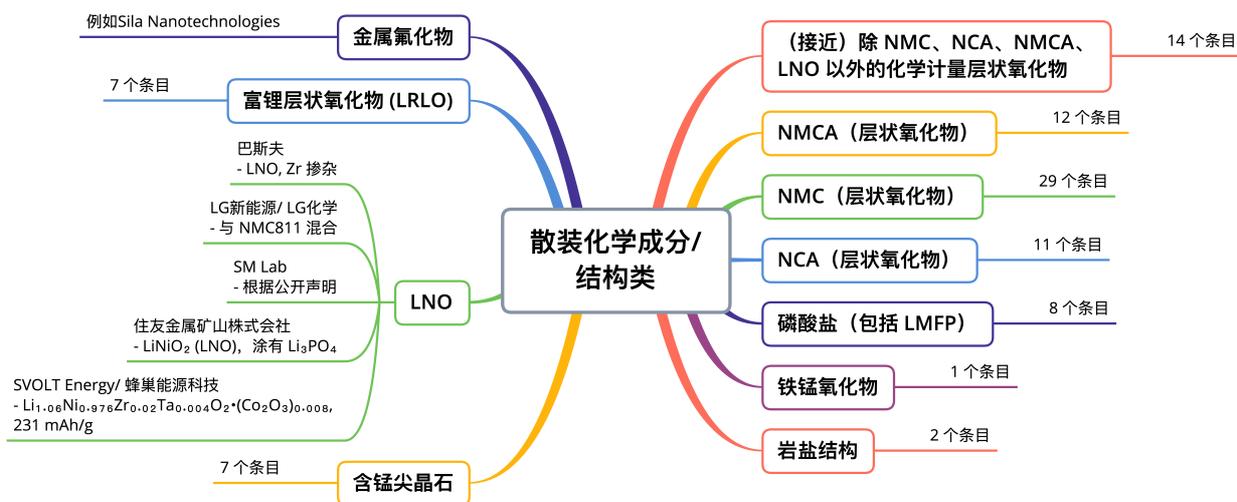
- **电池以 Ni 为主的正极活性材料**，90 至 >99 质量%的 Ni（相对于总过渡金属含量），LNO (LiNiO₂) 的理论极限：275 mAh/g 可逆容量，3.8 V vs. Li⁺/Li 平均电位。
- **采用铁基 LFP (LiFePO₄) 正极活性材料的电池**，理论极限：170 mAh/g，3.43 V vs. Li⁺/Li 平均电位。 随着锰含量的增加，**这些材料将向铁/锰基 LMFP 发展**，LMP (LiMnPO₄) 的理论极限：170 mAh/g，4.1 V vs. Li⁺/Li。

高能正极决策树

在下面的图 2-7 中，绘制了各个公司的研发决策，如专利文献中所反映的那样。重点是说明商业上最相关和最有前途的选择，而不是声称全面性以涵盖活跃在某个领域的所有申请人。除少数例外，仅包含自 2019 年以来发布的新专利家族（重点：自 2021 年以来发布的新专利家族）。因此，可能没有显示构成“基础知识产权”的早期专利。



图 4：决策树 - 大宗化学成分/结构类别（完整版包含所有条目）



- LNO (化学计量的层状 LiNiO_2):** LNO 已从学术领域迅速扩展成为面向商业的产品开发的热门话题。掺杂（巴斯夫 - Zr、SVOLT - Zr / Ta / Co）、涂层（住友金属矿山 - Li_3PO_4 ）、与 NMC（LG化学/ LG新能源）混合是稳定 LNO 以获得足够的循环稳定性和第一次循环效率的策略。SM Lab的LNO 方法尚未在专利文献中发表。

因为 LNO 的理论能量密度限制非常有利（275 mAh/g 可逆容量，3.8 V vs. Li^+/Li 平均电势）而无需过度锂化（放气风险，高压下加速老化，如上文 LRLO 所述），LNO 将继续代表当前化学计量层状氧化物制造商和其他参与者希望开发极具吸引力的可部署在液体、半固态和固态锂离子电池中正极活性材料的产品开发目标（即，与过度锂化的 LRLO 和富锰尖晶石不同，LNO 的市场成功可能并不取决于固态正极电解液/固态电解质供应链的成功建立）。

基于机器学习的商业相关专利识别

b-science.net 开发了一种受监督的机器学习方法来评估专利的商业相关性，并结合自动翻译框架来确保也能识别非英语专利。该方法已验证，如附录所示。通过这种方法，我们对从事高能锂离子电池正极商业研发公司的专利进行了全面识别和分类。

表 1: 2019 年 1 月至 2022 年 7 月 27 日期间具有商业相关性的锂离子电池高能正极专利家族数量
 (最早家族成员的公布)

公司	国家	2019	2020	2021	2022 (至 27.7.)	总计 (2020-2022)	联合专利申请/ 合资企业 或技术合作/ 许可/ 转让
LG化学/ LG新能源	韩国	156	87	106	105	298	<ul style="list-style-type: none"> - 3M / 优美科公司 - 巴斯夫/ 巴斯夫户田 电池材料 - 华友钴业/ 华海新能 源/ B&M Science and Technology / 巴 莫科技 - GS能源 - 芝加哥大学阿贡实验 室

完整报告中还列出了 305 家其他公司。

本次报告的重点

本报告重点介绍公司在用于大规模、高能量应用（主要应用：电动汽车）的锂离子电池高能正极活性材料方面的全球创新和专利活动。考虑了 2019 年 1 月至 2022 年 11 月之间的专利家族公开日期（第一个/最早的家族成员）并将其分为 5 类：A) 综合性能； B) 颗粒微观结构、复合材料、梯度； C) 表面； D) 制造、可靠性和安全性； e) 正极； F) 通过回收产生的活性物质。

每个列出的专利家族都根据其活性材料类别进行了标记：富锂层状氧化物 - (LRLO, 10% 或更多的过锂化)、含锰尖晶石、LNO、（接近）化学计量层状氧化物，但 NMC、NCA 除外，NMCA、LNO（高达 10% 的过锂化）、NMCA、NCA、NMC、磷酸盐、Fe-Mn 氧化物、岩盐结构。如果适用，列出的专利家族会被标记为“可能用于商业产品”（作者认为商业化的可能性更高）。目标是让读者了解哪些产品开发主题对行业具有最高的商业利益，以及高能正极活性材料供应链在未来几年将如何发展。

公司讨论

作者对专利的评论以紫褐色显示。

宁德时代新能源(CATL) /邦普循环科技/德方纳米科技 - 中国

组织简介

宁德时代新能源科技股份有限公司 (CATL, <https://www.catl.com>) 是最大的锂离子电池生产商。它于2011年在中国宁德成立。2017年完成与母公司ATL/TDK的分拆。CATL与邦普循环科技（子公司）和德方纳米科技（上市公司，>60%流通股）共同开发正极活性材料。

除了自身的产能，CATL 可能会继续从中国的多家 NMC 供应商采购正极活性材料。

独特能力：基于单晶和多晶NMC811的高镍正极配方，加上在LMFP中的领先地位（推测Mg含量为 3 mol%）。

信仰之跃：钠离子电池的商业化（需要专门的正极活性材料，本报告未涵盖），同时保持锂离子电池中的铅含量。

未来可能商业化的高能正极材料

NMC

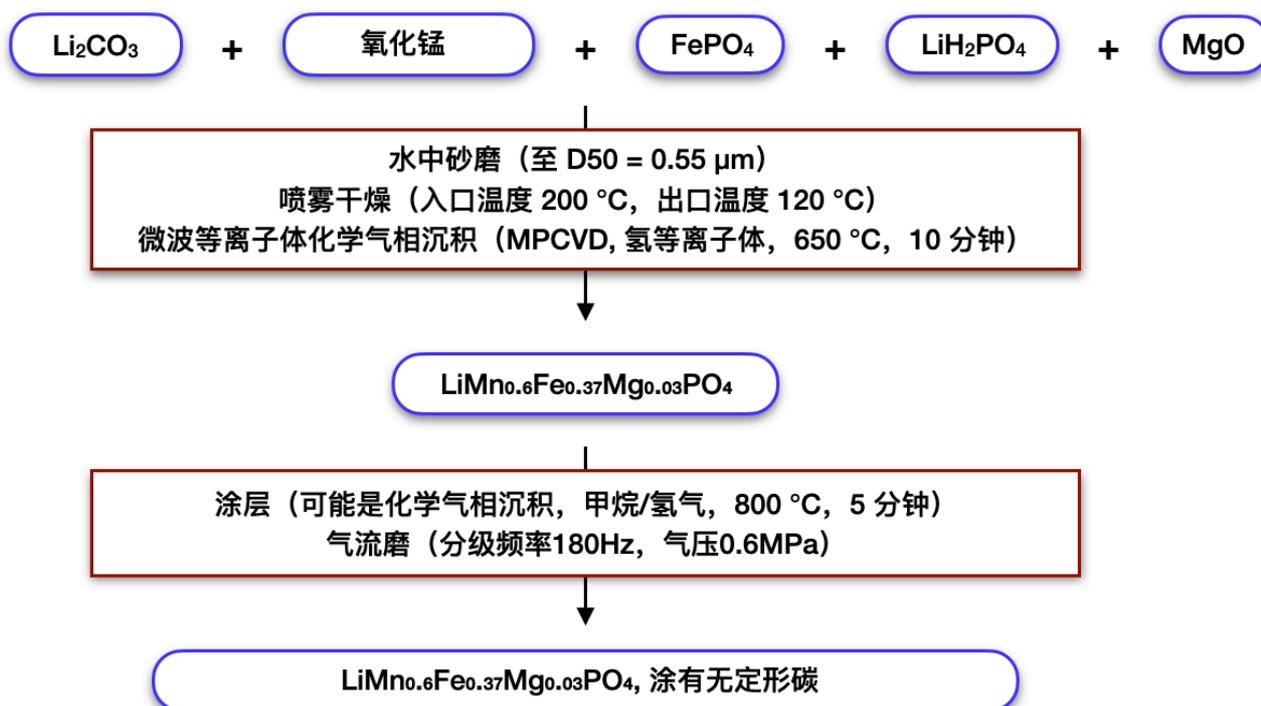
- NMC811 及更高版本。
- 掺杂有 Al、Zr 和/或 W。
- NMC 氢氧化物前体与受控数量的氧气轻微氧化，以微气泡形式引入（平均粒径为 0.2-4.0 μm ）。
- 涂有氧化铝 (Al_2O_3) / 氧化硼（大概是 B_2O_3 ）。
- 单晶 ($D_{50} = 10 \mu\text{m}$) 和多晶 NMC811 ($D_{50} = 3 \mu\text{m}$) 的组合，质量比约为 3:7。

LMFP (图 19)

- $\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.37}\text{Mg}_{0.03}\text{PO}_4$ 。
- 在 MPCVD 处理（5 分钟）后获得明确定义的粒径（平均直径约 500 nm）。
- 无定形碳涂层。

电化学惰性成分

- 导电助剂：炭黑（益瑞石）和乙炔黑。
- 填料：氧化铝 (Al_2O_3) 。
- 粘合剂：聚偏氟乙烯。

图 19：碳涂层 $\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.37}\text{Mg}_{0.03}\text{PO}_4$ （邦普循环/ CATL）

最新动态

2022年12月，有消息称中航锂电在宁德时代提起的电池专利侵权诉讼中败诉（疑似集流体专利）。

2022年10月，宁德时代宣布2023年实现钠离子电池量产。

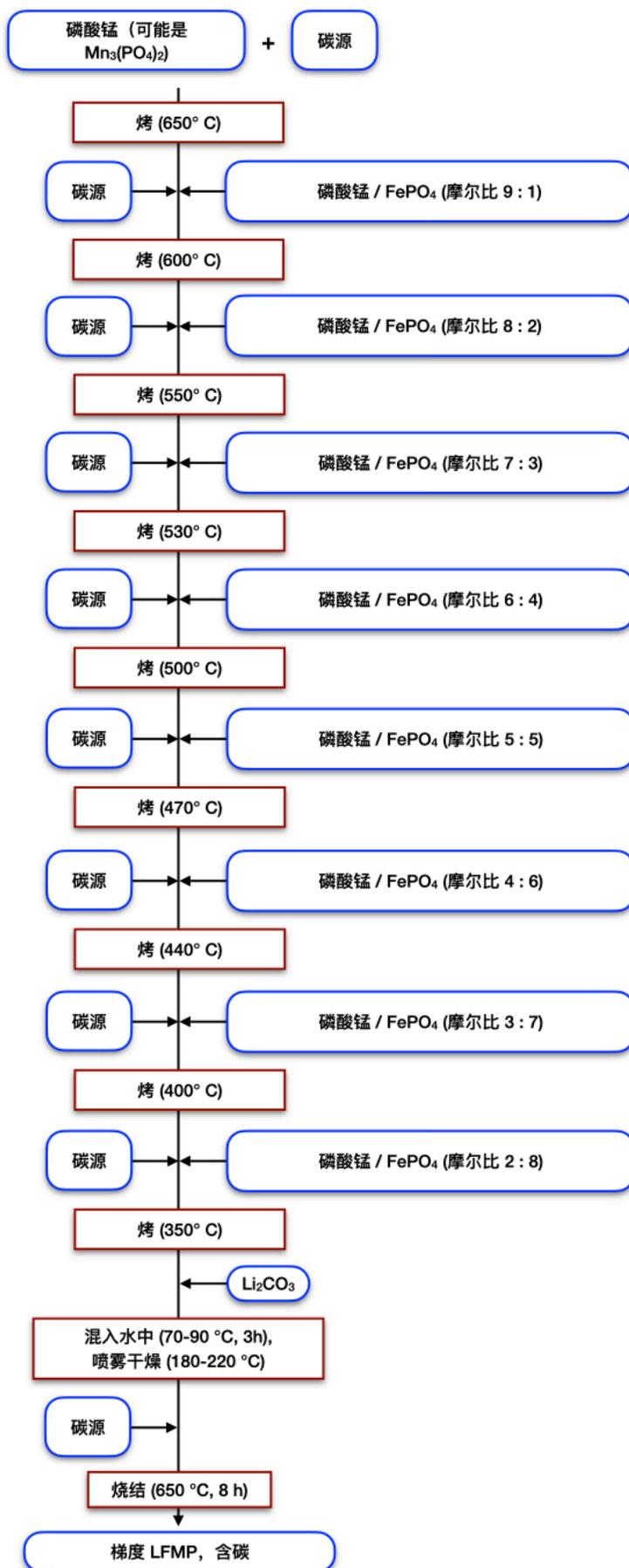
2022年9月，据报道，德方纳米的110 吨/年 LMFP生产业务已投产。

2022年9月，宁德时代推出重型电动卡车可插拔MTB（模块到框架）技术。

2022年9月的一篇文章描述了宁德时代在中国和海外的电池更换业务。

2022年8月的一篇文章描述了宁德时代基于 LMFP 的 M3P 电池。LMFP由深圳德方纳米供应，该公司计划在2022 年下半年将 110 吨（大概每年）的产能投入生产。已经开发了两种类型的 LMFP，一种不含掺杂剂，另一种含有铝、镁或其他掺杂剂。特斯拉否认将使用宁德时代的 M3P / LMFP 电池。宁德时代表示，M3P电池基于“磷酸盐化学体系的三元锂电池”，与基于LFP的电池相比，能量密度可以提高10-20%。

图 20: 含碳梯度 LMFP 的预计过程 (Dyanonic)



2022年8月，据报道CATL 再次起诉CALB（第七大EV锂离子电池生产商）涉嫌专利侵权（CATL对CALB的第一起诉讼于2021年提交）。

2022年6月，CATL展示了其第三代电池到模组（CTP）电池技术（计划于2023年开始生产），标
签为麒麟。这些电池组的NMC版本达到250Wh/kg，LFP版本达到160Wh/kg（67%的电池组体积
利用效率）。LFP 电池组的体积能量密度为 290 Wh/L，NMC 电池组的体积能量密度为 450 Wh/
L。

2021年12月，有消息称宁德时代与邦普循环将建设220吨/年LFP产能和180吨/年NMC前驱体产能
的正极活性材料工厂。

2021年9月，在建立可持续电池价值链的背景下，宁德时代与巴斯夫签署了包括正极活性材料在内
的协议。

最近公布的专利申请洞察

在喷雾干燥后部署一个短的（5分钟）MPCVD（650°C）工艺可以产生一种独特的纳米级粉末，从而在上面涂上均匀的碳涂层，这是有道理的。粉末的纳米级性质也可能有助于在广泛的循环中保持有利的晶体结构（就锂离子扩散而言）和碳涂层的性质完好无损。

关于 NMC，已经评估了多种掺杂和涂层方法。与氧化铝涂层相比，铝和硼在涂层中的组合似乎具有优势。

仍然相关的早期技术信息

正极中单晶（大的、轻微各向异性的颗粒）和多晶（小的、球形颗粒）NMC 的组合导致能量密度和循环稳定性之间的最佳平衡。

为了提高安全性，氧化铝被用作正极配方中的填料。

一般专利组合特征

CATL/ 邦普循环/ 德方纳米在 2020 年至 2022 年 7 月 27 日期间发布了 246 个与锂离子电池高能正极相关的新专利家族。邦普循环持有巴斯夫的阿贡实验室 NMC 专利许可。

来自专利组合的示例

A) 综合性能

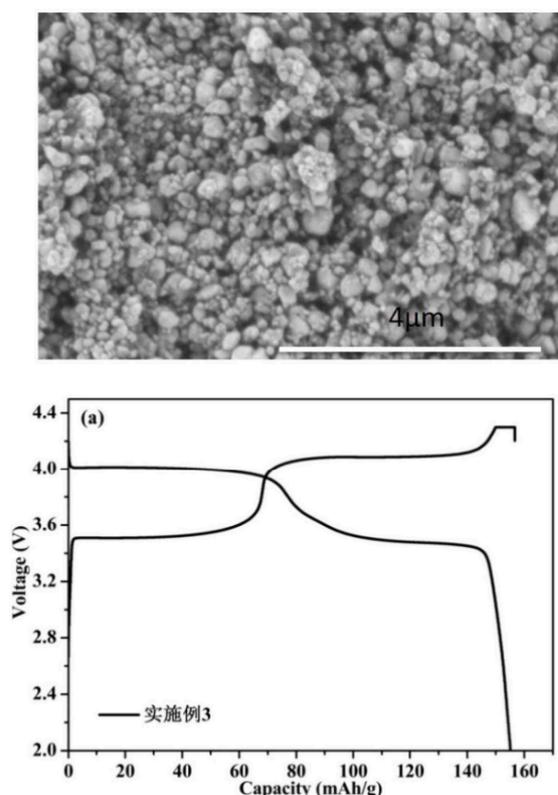
- **磷酸盐 (LMFP) - 可能用于商业产品 - 图19中的过程:** [一种正极材料的制备方法和应用 \(邦普循环\)](#): 将氧化锰、磷酸铁、磷酸二氢锂、碳酸锂和氧化镁混合在水和砂磨 (至粒径D50为 0.55 μm)，然后离心喷雾干燥 (入口温度200 ° C, 出口温度120 ° C)，然后进行MPCVD (微波等离子体辅助化学气相沉积) 处理 (氢等离子体, 650 ° C, 10 分钟)，得到 $\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.37}\text{Mg}_{0.03}\text{PO}_4$ 粉末。将该粉末用甲烷/氢气 (800 ° C, 5分钟) 进行碳包覆 (可能是 CVD)，然后进行气流研磨 (180 赫兹分级频率, 0.6兆帕气压) 以获得包覆的 **$\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.37}\text{Mg}_{0.03}\text{PO}_4$ 与无定形碳**。

强调了 MPCVD 如何实现均匀的纳米级颗粒形成 (图 21, 顶部)，这有利于在脱嵌过程中缩短锂离子迁移路径。据解释，Mg 掺杂剂的引入延长了橄榄石微晶中的 Li-O 键长，从而使锂离子更容易扩散。

该材料的放电容量为 155 mAh/g (0.1 C 放电) /141 mAh/g (1 C 放电)，电压窗口为 2-4.3 V vs. Li⁺/Li (图 21, 底部)。

这项工作与宁德时代声称其新型M3P电池中的正极活性物质可以标记为“磷酸盐化学系三元锂电池”的说法是一致的。

图 21: 碳包覆 $\text{LiMn}_{0.6}\text{Fe}_{0.37}\text{Mg}_{0.03}\text{PO}_4$ 的 SEM 图像 (上) 和电压容量图 (下) (邦普循环 / CATL)



- 磷酸盐 (LMFP) :** [磷酸锰铁铵、磷酸铁锰锂的制备方法及其应用 \(邦普循环\)](#) : 混合金属硫酸盐溶液 (溶液A, 0.5mol/L, 摩尔比Fe/Mn=1:1) 和磷酸二氢铵溶液 (溶液B, 0.5 mol / L) 分别与有机溶液 (2质量%SDBS表面活性剂的环己烷/正丁醇= 8: 1体积比, 所有步骤在氮气下) 混合。对于这两种溶液, 将 1 体积%的有机溶液与水溶液合并。将氨水 (溶液 C, 8.0 mol/L) 添加到溶液 B 中, 直到达到 8.5 的 pH 值。溶液A、B、C同时相互混合 (pH=8, 30 ° C, D50粒径达到5μm时停止)。进行固液分离步骤, 然后用去离子水和乙醇洗涤, 得到磷酸锰铁铵。破碎后, 与蔗糖 (相对于 Fe + Mn 为 0.3 当量) 和碳酸锂 (相对于 Fe + Mn 为 1 当量) 一起喷雾干燥 (水中固体含量为 20 质量%), 然后进行碳化 (600 °C , 20h) 得到LMFP 活性物质。

据称, 这种制造方法可使铁和锰的均匀分布, 因此具有良好的性能。

由于 2.66 g/cm³ 的相对高密度, 该材料的可逆容量为 **143 mAh/g / 381 mAh/cm³** (0.2 C 放电, 2.2-4.3 V vs. Li+/Li) 。

这项工作可以提高 LMFP 的体积能量密度。

- NMC - 商业产品的可能用途:** [单晶三元正极材料及其制备方法 \(邦普循环\)](#) : **单晶 NMC (Ni / Mn / Co = 0.65 : 0.2 : 0.15)** 的制造过程, 掺杂 **Zr & W** (前体: ZrO₂ 和 WO₂)。NMC材料通过与碳酸锂共沉淀/烧结 (最高900 ° C) 得到, 然后在丙醇中用Zr(OC₃H₇)₄处理得到凝胶, 再用二次烧结工艺处理 (2 ° C每分钟升温至500 ° C , 以每分钟1 ° C降温至300 ° C , 然后自然冷却至室温) 。

这项工作说明了如何在丙醇中用 Zr(OC₃H₇)₄ 对 NMC 进行二次处理, 然后进行烧结, 从而获得具有更高容量和循环稳定性的单晶 NMC。

B) 颗粒微观结构、复合材料、梯度

- 磷酸盐 (LMFP) - 图 20 中的过程:** [聚磷酸盐正极材料、其制备方法和二次电池 \(德方纳米, 涵盖在专利更新中 - 更正\)](#) : **梯度 LMFP 颗粒**是在多步工艺中制备的:

- 将磷酸锰与碳源混合, 650 °C焙烧
- 将上述原料与磷酸锰/磷酸铁 (摩尔比9:1) 和碳源混合, 600 °C焙烧
- 将上述原料与磷酸锰/磷酸铁 (摩尔比8:2) 和碳源混合, 550 °C焙烧
- 将上述原料与磷酸锰/磷酸铁 (摩尔比7: 3) 和碳源混合, 530 °C焙烧
- 将上述原料与磷酸锰/磷酸铁(摩尔比6:4)和碳源混合, 500 °C焙烧
- 将上述原料与磷酸锰/磷酸铁 (摩尔比5:5) 和碳源混合, 470 °C焙烧
- 将上述原料与磷酸锰/磷酸铁 (摩尔比4: 6) 和碳源混合, 440 °C焙烧
- 将上述原料与磷酸锰/磷酸铁 (摩尔比3: 7) 和碳源混合, 400 °C焙烧
- 将上述原料与磷酸锰/磷酸铁(摩尔比2:8)和碳源混合, 350 °C焙烧
- 与碳酸锂水溶液混合 (70-90 °C , 3小时)

11. 喷雾干燥 (180-220 ° C)

12. 与碳源混合

13. 烧结 (650 ° C, 8小时)

该材料的可逆容量为 **160.2 mAh/g**。

这项工作说明了一种由碳基质支持的梯度 LMFP 粒子的方法。没有报告电压 (磷酸锰锂表现出 4.1 V vs. Li/Li⁺) 。

- **NMC:** 正极活性物质前驱体及其制备方法、正极活性物质、锂离子二次电池及装置 (CATL) : **NMC811**, 其中密度从粒子的内部向外部增加。这种密度梯度是通过将 pH 值线性降低 0.02 h⁻¹ (从 pH 值 11.7-11.75 开始) 并通过在共沉淀过程中改变氨浓度, 直到达到 11 μm 的 D50 来实现的NMC811前体。

这项工作可以提高循环稳定性/提高循环过程中对裂纹形成的抵抗力。

C) 表面

- **NMC - 商业产品的可能用途:** 用于二次电池、二次电池、电池模块、电池组和设备的正极片 (CATL) : 多晶和单晶 **NMC811** 分别与 **Al₂O₃** (0.2 质量%) 和**硼酸混合** (0.2 质量%), 然后烧结 (5 小时, 500 ° C) 。

在形成正电极之前, 将涂覆的多晶和单晶 NMC811 混合 (按质量计 7:3) 。所得混合物表现出 3.58 g/cm³ 的良好振实密度。

全电池 (石墨基负极) 循环测试在 45 ° C 下进行 400 次循环 (1 C) 后显示出 94.1% 的容量保持率。

这项工作说明了由多晶和单晶 NMC 以及 Al/B 基涂层组成的活性材料混合物如何带来良好的循环稳定性和体积能量密度。

- **NMC:** 复合包覆Ni65型镍钴锰三元正极材料及其制备方法和应用 (邦普循环) : **AlPO₄-11**分子包覆**NMC (Ni/Mn/Co = 0.65:0.3:0.05)** 筛和 LiAl_{0.3}Ti_{1.7}(PO₄)₃ 固态电解质促进锂离子扩散, 同时防止过渡金属浸出。

这项工作可以提高富锰正极材料的循环稳定性。

D) 制造、可靠性和安全性

- **NMC - 商业产品的可能用途:** 通过微泡预氧化制备三元前体的方法和三元前体的应用 (邦普循环) : 对 NMC 氢氧化物前体进行轻微氧化 (以略微增加三价金属含量, 减少阳离子混合) 用少量氧气代替过硫酸钾, 提高产品纯度。一个关键方面是使用微气泡 (平均粒径为 0.2-4.0 μm) 发生器将氧气引入共沉淀反应容器。

这项工作可以提高产品纯度和部分 NMC 氢氧化物前体氧化的选择性。

E) 正极

- **NMC - 可能用于商业产品：电池（CATL，在专利更新中涵盖）**：开发了一种包含氧化铝填料的电极配方，以提高穿刺测试的性能，同时保持接近氧化铝含量较低的电池的循环寿命，部分未通过穿刺试验（用 5-10 毫米钢钉穿刺，检查是否有燃烧或爆炸迹象，见表 2）。

这项工作可以提高安全性。

表 2：顶部：正极组成；底部：电池穿刺测试和电化学结果（CATL）

	集流体	第二正极活性材料	下层正极活性材料的组成						下层厚度 H (μm)	正极膜片层与集流体的结合力 (N/m)
			第一高分子材料		第一导电材料		其他无机填料			
			材料	重量比 (wt%)	材料	重量比 (wt%)	材料	重量比 (wt%)		
对比极片 2-1	铝箔	NCM811	PVDF	75	SP	20	氧化铝	5	8	160
极片 2-2	铝箔	NCM811	PVDF	75	SP	15	氧化铝	10	8	170
极片 2-3	铝箔	NCM811	PVDF	75	SP	10	氧化铝	15	8	180
极片 2-4	铝箔	NCM811	PVDF	60	SP	10	氧化铝	30	8	135
极片 2-5	铝箔	NCM811	PVDF	60	SP	8	氧化铝	32	8	140
极片 2-6	铝箔	NCM811	PVDF	55	SP	15	氧化铝	30	8	120
极片 2-7	铝箔	NCM811	PVDF	50	SP	25	氧化铝	25	8	110
极片 2-8	铝箔	NCM811	PVDF	40	SP	15	氧化铝	45	8	95
极片 2-9	铝箔	NCM811	PVDF	35	SP	5	氧化铝	60	8	75
对比极片 2-10	铝箔	NCM811	PVDF	25	SP	5	氧化铝	70	8	50

电池	正极	负极	针刺测试	循环寿命 (cycle)
电池 6	对比极片 2-1	常规极片 N	5 个不通过, 5 个通过	2502
电池 7	极片 2-2	常规极片 N	10 个全部通过	2351
电池 8	极片 2-3	常规极片 N	10 个全部通过	2205
电池 9	极片 2-4	常规极片 N	10 个全部通过	2251
电池 10	极片 2-5	常规极片 N	10 个全部通过	2000
电池 11	极片 2-6	常规极片 N	10 个全部通过	2408
电池 12	极片 2-7	常规极片 N	10 个全部通过	2707
电池 13	极片 2-8	常规极片 N	10 个全部通过	2355
电池 14	极片 2-9	常规极片 N	10 个全部通过	1800
电池 15	对比极片 2-10	常规极片 N	4 个不通过, 6 个通过	1715

专利分析机器学习方法与验证

本次报告的专利信息来源为欧洲专利局（EPO），涵盖全球100多个专利局的专利申请。 b-science.net 数据库中包含自 1980 年以来发布的超过 240 万份专利文件，这些文件要么在标题或摘要中包含“电池”一词，要么被分配给与储能相关的其中一项CPC（合作专利分类）或 IPC（国际专利分类）代码：H01M（电池和燃料电池）或 H01G（电容器）。EPO 数据库中没有英文版本的同族专利由谷歌机器翻译（标题、摘要、申请人）。申请人的一些谷歌翻译被手动更正。为锂离子电池的商业相关高能正极定义了 ML 模型。专利文件被分组为专利家族，并使用 ML 模型进行评分。应用了 40 的 ML 相关性得分截止值（100：非常相关，0：不相关）。在本次报告中，将2019年1月1日至2022年7月27日期间公布的同族专利纳入专利同族公布统计表1（最早同族成员的公布日期）。2022年8月至2022年11月期间发布的一系列关键专利家族也在本次报告的公司章节中列出和讨论，但不属于统计表1的一部分。

住友金属矿山使用专利家族验证了该方法（专利家族于 2020-2022 年首次发布）。住友金属矿山的 176 个专利家族被人工分类为相关，48 个专利家族被人工分类为不相关。在这 176 个相关专利家族中，173 个的 ML 分数 > 40，而 3 个相关专利家族的 ML 分数分别为 37、35、31，低于 40 的临界值（假阴性）。对于 2 个专利家族，ML 分数 46 和 42 高于截止值，即使它们被手动分类为不相关（误报）。

免责声明

我们致力于倾听和储能社会提供高品质的服务，但我们不能保证我们的服务都准确无误。

b-science.net LLC 及其附属公司不承担所有的保证和责任。请查看我们的条款和条件和隐私政策，适用于本文档。

此服务可能包含由 GOOGLE 提供支持的翻译。GOOGLE 对本翻译不提供任何明示或暗示的保证，包括对准确性或可靠性的任何保证，以及对适销性，针对特定用途的适用性和无侵权性的任何暗示保证。