

知识产权法律

绿色低碳产业代表之固态电池的专利保护

作者：李英 | 李焯 | 甘子莹

一、绿色低碳产业的相关数据

2023 年 12 月 26 日在回复记者有关专利在支撑绿色技术和未来产业方面的积极作用时，中国国家知识产权局局长申长雨指出随着我国科技创新能力的持续增强，我们国家在新产业和新赛道的竞争优势不断彰显，特别是以电动汽车，锂电池，太阳能电池为代表的绿色低碳产业加快发展。数据显示，2023 年前 11 个月我国电动汽车，锂电池，太阳能电池等产品的出口分别达到 2,693 亿元，4,194 亿元和 2,890 亿元，呈现出良好的发展势头，相关产品在全球市场占有率在持续提升。

这些产业快速发展背后都有很多专利在做支撑，其中电动汽车方面，我国新能源汽车销量排名前 10 位的重点企业，其全球有效专利量已经超过了 10 万件，并呈现逐年快速增长的势头。在锂电池方面，特别是固态电池领域，中国是主要的技术来源国之一，截至 2023 年 5 月，固态电池的关键技术专利的全球申请量为 20798 项，其中在中国国家知识产权局的专利申请量为 7,640 项，占比达到 36.7%。近 5 年，我国固态电池的专利全球专利申请量年均增长 20.8%，增速位列全球第一。

二、电池的发展历史

提起现阶段多国兵家必争之地的固态电池技术，就有必要回顾一下电池技术的发展历史。电池的发展历史可以追溯到 1800 年，Alessandro Volta 先生发明了电池，经过勒克朗谢电池，铅酸电池，铬镍电池等多个电池系统的发展，到 1991 年开发出来锂离子电池，在经过近 30 多年的深入开发后，锂电池已经成为目前最为成熟、使用最广泛的电池之一。但是传统锂电池存在能量密度不足带来的“里程焦虑”和安全性能不足带来的“安全焦虑”，限制了其进一步的发展，目前业内认为固态电池是具有很好前景的下一代动力电池技术。

三、固态电池

固态电池是一种使用固态电解质的电池，包括半固态、准固态和全固态电池三种形式。以全固态电解质为例，由于陶瓷和聚合物类固体电解质的使用，固态电池中不必使用嵌锂的石墨负极，而是直接使用硅或金属锂来做负极，这样可以明显减轻负极材料的用量；传统电池中隔膜和电解液无论体积还是质量的占比都

比较高，固态电解质减少或取代了隔膜和电解液，使得固态电池更薄，体积更小，整体提升电池能量密度。

传统锂电池的安全性问题主要引发原因既包括制造使用过程中锂枝晶、毛刺和金属杂质等导致的单个电池的内部短路，外部短路或滥用误用导致的过充过放过载以及粗暴使用造成的损坏，也包括多个电池串并联成电池组后，单电池协同使用时的不匹配。无论哪种情况都会产生以电解液分解为主的剧烈副反应，副反应产生大量的气体导致外壳鼓胀破裂引发漏液或引发热失控进而起火、爆炸、过热或电击。而固态电解质的使用直接从根本上解决了电解液的安全问题。

四、固态锂离子电池的专利保护情况

2024年2月19日的统计结果显示公开的有效的固态电池相关专利申请的申请人国家/地区的前五位排名依次为日本、中国、美国、韩国和德国。而且这5个国家/地区的公开的有效申请的专利数量在全球申请总量的占比情况如表1所示：

申请人国家/地区	各申请人公开的有效申请在全球的占比
日本	34.69%
中国	22.24%
美国	15.00%
韩国	11.30%
德国	8.95%
其他	7.82%

表 1

排名前五的这些国家/地区中代表性的申请人见表 2。

申请人国家/地区	代表性的申请人
日本	丰田、松下、半导体能源、村田、汤浅
中国	蜂巢能源、中科院物理所、珠海冠宇、比亚迪、锋锂新能源
美国	通用、福特、加利福尼亚大学、昆腾斯科普、Polyplus 电池
韩国	LG 化学、LG 新能源、现代、三星 SDI、SKI
德国	博世、大众、宝马、肖特、奥迪

表 2

在代表性的申请人的分析中我们发现除了中国之外，其他国家/地区的固体电池的研发集中在几大巨头的手中，而中国的研发和 IP 产出情况比较分散，没有呈现出明显的集中态势。这提示该领域的中国申请人的研发后续如果能够充分整合各方优势形成合力，有望取得飞速进展。

五、硫化物固体电解质的 IP 布局例示

固态电池具有不可燃、耐高温、无腐蚀、不挥发的特性，固态电解质是固态电池的核心，固态电解质很大程度上决定了固态电池的各项性能参数，如功率密度、循环稳定性、高低温性能以及使用寿命。围绕固态电解质目前的主要的三种技术路线进行专利布局的代表企业概述如下表 3。

固态电解质	代表材料	采用该技术进行 IP 布局的代表性企业
硫化物	LiGPS、LiSnPS、LiSiPS 等	丰田，LG 化学、Solid Power，宁德时代
聚合物	聚环氧乙烷、聚丙烯腈等	博洛雷，Ionic Materials，赣锋锂电
氧化物	氧化锆镧锂等	Sakti3，Prologium，卫蓝新能源

表 3

其中硫化物固体电解质的优点在于电导率高，工作性能表现优异，缺点是易氧化，界面稳定性比较差，成本较高，目前正在朝着商业化的方向努力。下面以 LG 化学的硫化物固态电解质电池的 IP 布局为例分享当前的研发态势。LG 化学在 2023 年世界动力电池大会上公开了未来 6 年内的固态电池研发的时间表（见下图 1）。



图 1

LG 化学的硫化物固态电解质的专利申请数量按照年份的分布曲线如下图 2 所示。LG 化学从 2010 年开始布局该专利，从 2017 至 2020 年的上升区域较明显，后续受到公开滞后的影响表现为下滑态势。

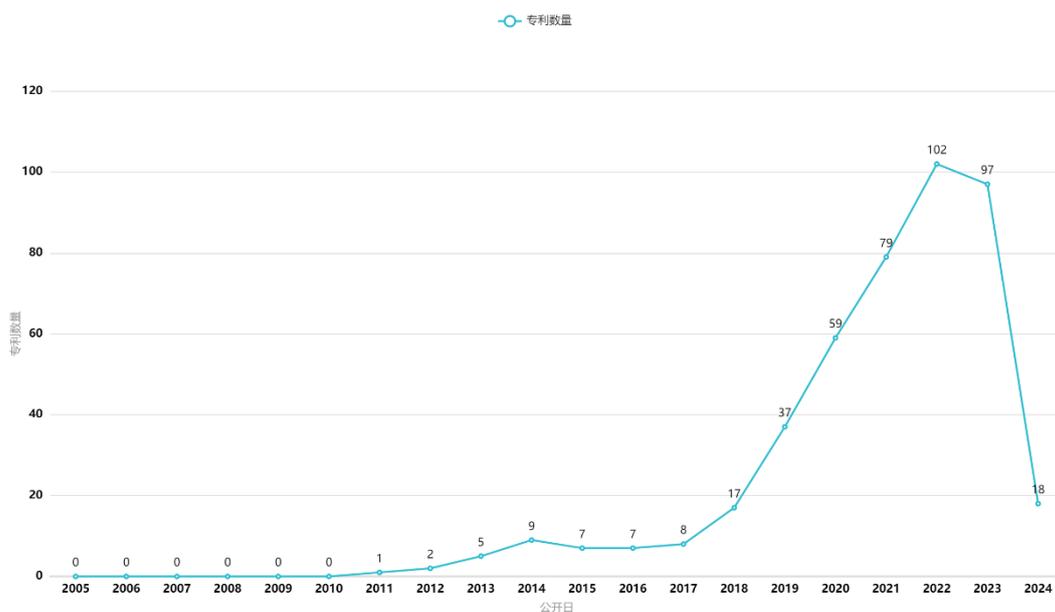


图 2

通过对 LG 化学的硫化物固态电解质专利进行技术功效的解读，绘制了如图 3 所示的技术功效-年份气泡图，发现 LG 化学的硫化物电解质的专利主要集中于安全性提高、可靠性提高以及能量密度提高三个技术功效上。

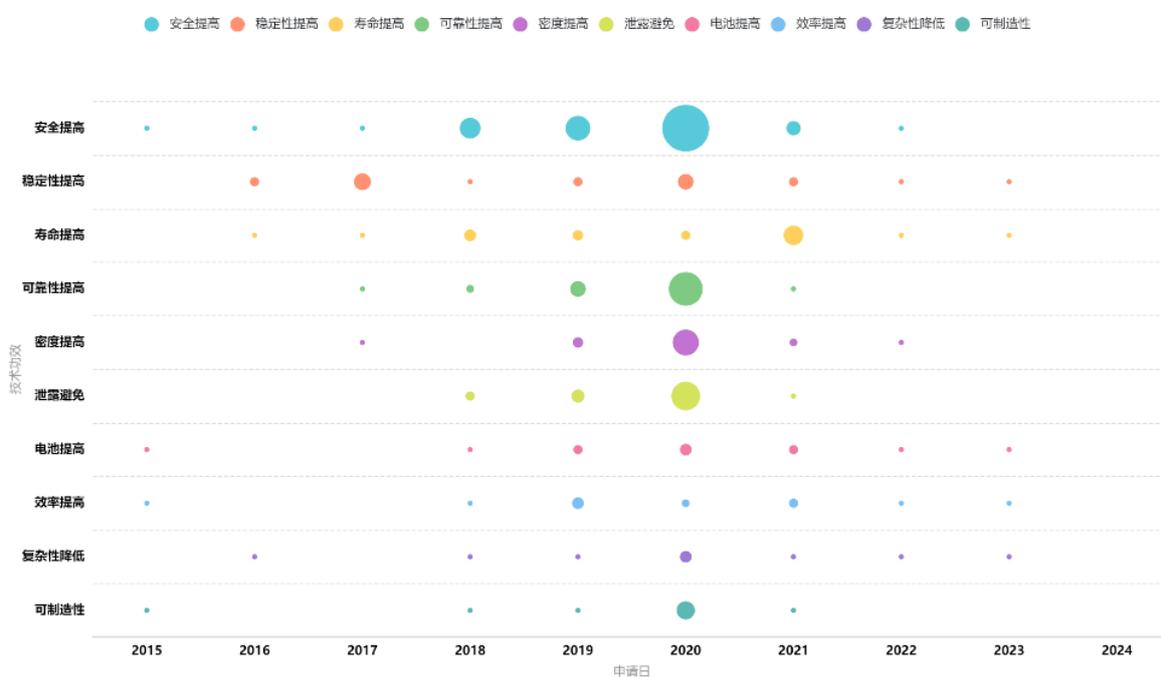


图 3

为了实现上述技术功效，LG 化学聚焦于在以下方面对固态电池进行改进：

1. 在界面角度，在电解质膜与极片之间引入缓冲层，以提高电池的安全性能。作为示例，US20210280908A1 中公开了在电解质膜与正极极片之间设置相变层，相变层包括由电池内部温度升高产生的热液化的填料，以减少电解液的使用，提高电池的安全性能；CN117378075A 中公开了

在负极和固体电解质膜之间包括第一复合碳层和第二复合碳层以调控锂的沉积方向，改善电池的循环寿命。

2. 在极片层角度，通过包覆、掺杂、复合等形式提高正极活性材料的稳定性，通过对负极极片的结构和制造方法进行设计以抑制锂枝晶生长，提高电池热力学稳定性，综合改善固态电池的循环寿命。作为示例，CN114930572A 中公开了在负极中包含由缺电子碳原子形成的非晶碳层，通过形成含有这种碳缺陷结构的非晶碳层，抑制锂枝晶的生长；CN115699357A 中公开了使用硅（Si）作为负极活性材料，并且在负极中不包含导电材料和固体电解质并且使用最少量的粘合剂以提高电池的综合性能。
3. 在电解质角度，通过优化固态电解质制备方法、改善固态电解质组分以进一步提高电解质的稳定性，提高电池性能。作为示例，KR102003300B1 中公开了一种硫化物固体电解质，其在制造过程中不会由于形成在表面上的聚合物涂层的弹性而产生裂纹，同时能够保持结晶硫化物基固体电解质的高离子电导率，对于在电池充电和放电期间发生的体积变化是稳定的，从而改善了循环性能。

六、结语

任何创新技术的发展都是需要长时间的尝试和探索，与当前商业化成熟的锂电池技术相比，目前的固态电池技术仍然存在多个需要攻克的难关。2024年2月8日 Nature 发表了一篇名为“电动汽车电池革命 THE ELECTRIC-CAR BATTERY REVOLUTION”的文章，该文章指出美国能源高级研究计划局在 2023 年启动计划，确定了新能源电池实现 $1,000 \text{ Wh kg}^{-1}$ 的长期目标。在成本方面，美国能源部的目标是到 2030 年达到 60 美元/千瓦时，约为目前价格的一半，这意味着电动汽车的价格将与使用大排量汽油发动机的电动汽车价格持平。考虑到当前已经有十多个国家宣布，到 2035 年或更早所有新车都必须是电动汽车。而且国际能源机构预测，全球电动汽车保有量将从 2021 年的 1650 万辆增至 2030 年的近 3.5 亿辆，到 2050 年，电动汽车电池的能源需求将达到 14 太瓦时（TWh），是 2020 年的 90 倍。由此可以预见在未来 10 年内固态电池领域的技术竞争会越来越激烈，谁拥有强大的技术和 IP 护城河，谁就能借助新能源的风口穿越经济周期。

特别声明

汉坤律师事务所编写《汉坤法律评述》的目的仅为帮助客户及时了解中国或其他相关司法管辖区法律及实务的最新动态和发展，仅供参考，不应被视为任何意义上的法律意见或法律依据。

如您对本期《汉坤法律评述》内容有任何问题或建议，请与汉坤律师事务所以下人员联系：

李英

电话： +86 10 8524 5882

Email: ying.li@hankunlaw.com