

无机固态电解质锂离子电池专利分析

青岛储能产业技术研究院

中国科学院青岛生物能源与过程研究所
青岛储能产业技术研究院

二〇一六年 九月

目 录

1. 引言.....	1
2. 数据来源和分析工具.....	1
3. 无机固态电解质锂离子电池专利整体态势分析.....	1
3.1. 无机固态电解质锂离子电池技术专利的时序分布.....	1
3.1.1. 专利申请趋势.....	1
3.1.2. 专利公开趋势.....	2
3.2. 无机固态电解质锂离子电池技术专利申请的技术布局.....	3
3.3. 无机固态电解质锂离子电池技术专利的国家分布.....	4
3.3.1. 最早优先权国家/地区分析.....	4
3.3.2. 主要国家/地区专利年度分布.....	5
3.3.3. 主要国家/地区专利的全球布局.....	6
3.3.4. 主要国家/地区专利申请活跃度分析.....	7
3.3.5. 主要国家/地区的技术布局.....	7
4. 无机固态电解质锂离子电池技术专利申请人分析.....	8
4.1. 主要申请人分析.....	8
4.2. 主要申请人专利申请保护区域分布.....	8
4.3. 主要申请人的技术布局.....	9
5. 主要技术领域和重点专利技术分析.....	10
6. 无机固态电解质锂离子电池中国专利重点分析.....	12
6.1. 在中国申请的专利年度分布分析.....	12
6.2. 中国专利申请法律状态分析.....	12
6.3. 技术布局.....	13
6.4. 主要申请机构介绍.....	13
6.4.1. 丰田自动车株式会社.....	14
6.4.2. 住友电气工业株式会社.....	17
6.4.3. 中国科学院宁波材料技术与工程研究所.....	18
6.4.4. 中国科学院物理研究所.....	19
6.4.5. 精工爱普生株式会社.....	19
6.4.6. 清华大学.....	20
6.4.7. 中国科学院青岛生物能源与过程研究所.....	20

1. 引言

储能领域对高安全性可充电电池的迫切需求大大推动了二次锂离子电池的研发,以固体电解质取代传统液体有机电解液的固态锂电池正吸引越来越多的关注。

其中, 固态电解质包含无机固态电解质、聚合物固态电解质和复合电解质。无机固体电解质具有明显的特点和优势, 主要包括以下几个方面: ① 无任何液体成分, 不可燃, 可有效避免燃烧和泄漏等安全问题; ② 组装电池时, 固体电解质兼具传导锂离子与正负极隔膜的双重作用, 可简化电池结构; ③ 采用无机固体电解质的固态锂电池工作温度范围宽, 适用温度范围在 $-70\sim 500^{\circ}\text{C}$; 电池工作电压高, 理论上比传统锂离子电池可以具有更高的能量密度; ④ 固体电解质化学稳定性和电化学稳定性好, 电解质与电极间的固固副反应慢, 能很好地减缓循环过程中的容量衰减, 提升电池循环寿命; ⑤ 环境好, 无污染。此外, 固体电解质在锂硫电池和锂空电池中作为隔膜材料都具有很好的应用前景。

无机固体电解质材料主要可分为氧化物体系和硫化物体系两类。室温锂离子电导率高的氧化物体系电解质包括钙钛矿型结构、NASICON 型结构、LISICON 型结构和石榴石型结构。与 O^{2-} 相比较, 硫的电负性更小, 因此对锂离子的束缚力就小, 且 S^{2-} 离子半径较 O^{2-} 大, 导致晶格结构中的离子迁移通道会大, 更有利于锂离子的快速迁移。硫化物体系电解质主要包括 $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5$ 基二元硫化物和 $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5-\text{MeS}_2$ ($\text{Me}=\text{Si}$ 、 Ge 、 Sn 等) 基三元硫化物固体电解质材料。

2. 数据来源和分析工具

本报告主要分析了全球无机固态电解质锂离子电池专利技术发展态势, 有助于了解全球在该技术领域的发展全貌。本报告的分析数据主要来源于美国汤森路透科技集团 (Thomson Reuters) 的德温特创新索引 (DII) 数据库。数据时间范围为全部时间段, 数据检索日期为 2016 年 7 月 7 日。本次分析工具主要采用美国 Thomson 公司开发的 TDA (Thomson Data Analyzer) 等。

3. 无机固态电解质锂离子电池专利整体态势分析

3.1. 无机固态电解质锂离子电池技术专利的时序分布

3.1.1. 专利申请趋势

图 1 反映了无机固态电解质锂离子电池专利优先权年 (Priority Years) 的分布情况, 其中专利的优先权是指专利申请人就其发明创造第一次在某国提出专利

申请后，在法定期限内，又就相同主题的发明创造提出专利申请的，根据有关法律规定，其在后申请以第一次专利申请的日期作为其申请日，专利申请人依法享有的这种权利，这就是优先权。因此分析优先权年可以反映出专利申请的年度变化情况。从图中可以看出，1983 年出现第一件相关专利申请以来，1984—1989 年专利申请出现空档期，1990—2007 年，专利申请发展缓慢，申请数量维持在 20 件及以下；2008—2014 年专利申请处于快速增长阶段，其中 2014 年的专利申请量达到了 100 件，年度增长率达 19.94%。（由于从专利申请到公开最长有 18 个月的迟滞，因此截至检索日，2015 和 2016 年的部分申请专利尚未公开，数据仅做参考）。

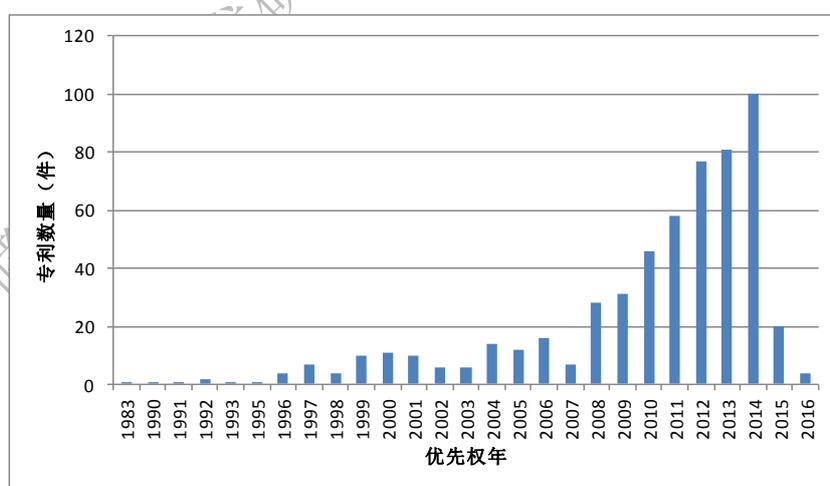


图 1 无机固态电解质锂离子电池专利的优先权年分布

3.1.2. 专利公开趋势

基本专利（basic patent）是指第一个输入到 DWPI 数据库的同族专利成员，因此基本专利年（basic patent year）在一定程度上可以反映专利的公开年。图 2 反映了基本专利年的分布情况，跟图 1 比较，可以看出趋势大致类似，公开时间大约比申请时间延后 1-2 年，2010—2015 年为快速增长时间段。

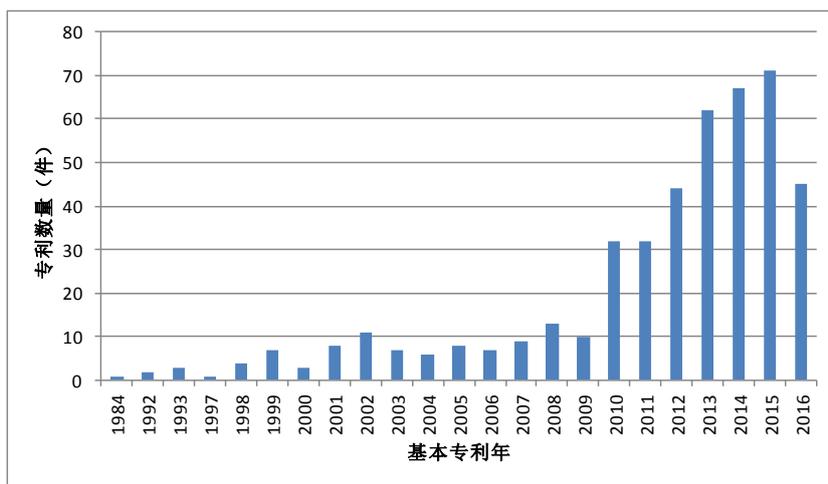


图 2 无机固态电解质锂离子电池专利的基本专利年分布

图 3 反映了无机固态电解质锂离子电池专利家族年的分布情况，从中可以看出 1984—2006 年无明显的趋势，专利数量维持在 20 件以下；2007—2015 年呈明显增长的趋势，其中 2015 年达到了 143 件，通过与图 2 的比较能够发现，近些年来无机固态电解质锂离子电池领域的专利呈现出以专利家族的形式申请专利的趋势，专利的保护范围更广。

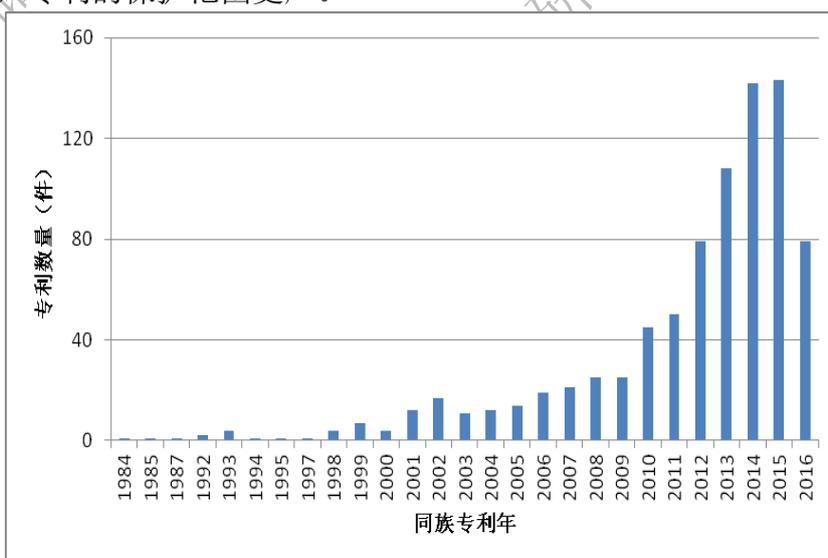


图 3 无机固态电解质锂离子电池专利同族专利成员年分布

3.2. 无机固态电解质锂离子电池技术专利申请的技术布局

国际专利分类号（IPC）包含了专利的技术信息，通过对无机固态电解质锂离子电池相关专利进行基于 IPC 的统计分析，可以了解、分析无机固态电解质锂离子电池专利主要涉及的技术领域和技术重点等。表 1 反映了无机固态电解质锂离子电池专利申请位居前 10 位的技术领域，从中可以看出 H01M-010/0562 领域的申请量位居首位。

表 1 无机固态电解质锂离子电池专利申请量居前 10 位的技术领域

序号	专利数量 (件)	IPC	技术领域
1	311	H01M-010/0562	非水电解质蓄电池 (H01M 10/39 优先) 固体材料
2	195	H01M-010/052	锂蓄电池
3	152	H01M-004/62	在活性物质中非活性材料成分的选择, 例如胶合剂、填料
4	121	H01B-001/06	主要由其他非金属物质组成的导体或导电物体
5	89	H01M-004/13	非水电解质蓄电池的电极, 例如用于锂蓄电池的; 其制造方法
6	84	H01B-013/00	制造导体或电缆制造的专用设备或方法
7	72	H01M-004/02	由活性材料组成或包括活性材料的电极
8	71	H01M-010/36	组 H01M 10/05 至 H01M 10/34 中不包括的蓄电池
9	70	H01M-006/18	带有固体电解质的一次电池及其制造 (非相关)
10	62	H01M-004/58	除氧化物或氢氧化物以外的无机化合物的, 例如硫化物、硒化物、碲化物、氯化物或 LiCoFy 的; 聚阴离子结构的, 例如磷酸盐、硅酸盐或硼酸盐的

3.3. 无机固态电解质锂离子电池技术专利的国家分布

3.3.1. 最早优先权国家/地区分析

由于申请人通常倾向于优先在本国提交申请, 因此, 最早优先权国家/地区一定程度上代表技术来源国。通过对最早优先权国家/地区的专利数量分析, 有助于了解这些国家/地区的技术创新能力和专利优势。

图 4 反映了无机固态电解质锂离子电池国际专利申请国家/地区分布情况。日本申请的专利申请量占绝对优势, 共 368 件, 占有所有专利申请量的 65%; 其后依次为韩国、中国和美国等。日本、韩国、中国和美国四个国家的专利申请量占有所有专利申请的 92.21%, 是无机固态电解质锂离子电池技术开发最为积极的国家。

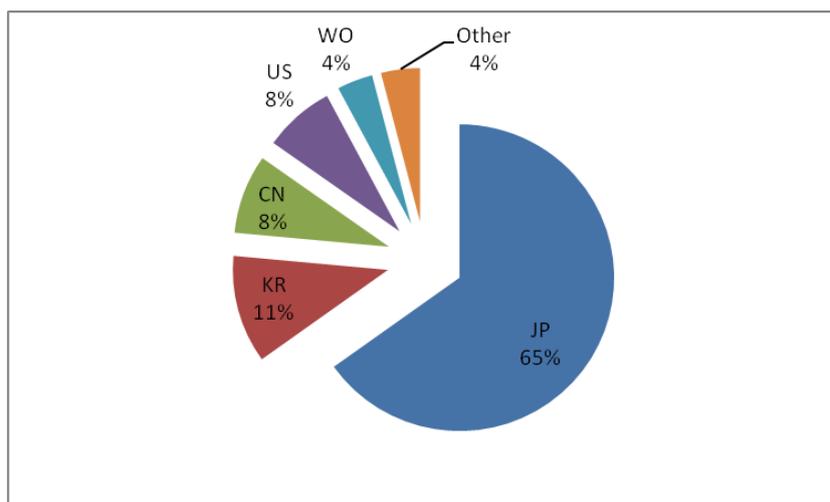


图 4 无机固态电解质锂离子电池研究相关技术专利申请国家/地区分布

3.3.2. 主要国家/地区专利年度分布

从日本、韩国、中国和美国四个国家的历年专利申请量看，日本的专利申请始于 1990 年，1990—2007 年间专利申请无明显趋势，2008—2014 年间的专利申请量呈显著增长的趋势，其中 2014 年达到了 81 件；韩国从 2000 年开始有无机固态电解质锂离子电池的专利申请，在 2008—2014 年期间，专利申请总体呈先上升后下降趋势，其中以 2012 年的专利数量最多；中国的首件专利申请出现较晚，2004 年首次有相关专利申请，2007—2014 年总体呈先上升后下降的趋势，其中以 2013 年的专利申请量最多，有 12 件。美国自 1983 年首次申请专利以来，1993—2006 年由零星分布，2008—2014 年的专利申请呈先上升后下降的趋势，以 2013 年的专利申请量最多，有 14 件。

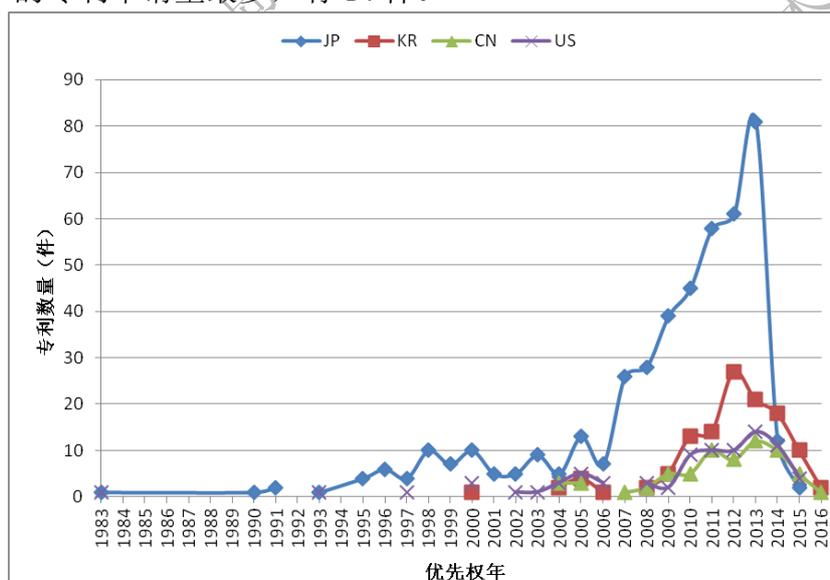


图 5 无机固态电解质锂离子电池专利优先权国家专利申请时序分布

3.3.3. 主要国家/地区专利的全球布局

通过对同族专利成员国家的分析,可以了解无机固态电解质锂离子电池技术领域专利的战略布局,也可以通过分析了解专利技术的流向性。

图 6 反映了无机固态电解质锂离子电池技术专利文献的同族专利成员国家分布情况,可以看出,排名首位的依然是日本,是专利布局的重点,之后是美国、WO、中国、韩国、欧专局、德国等国家和地区。

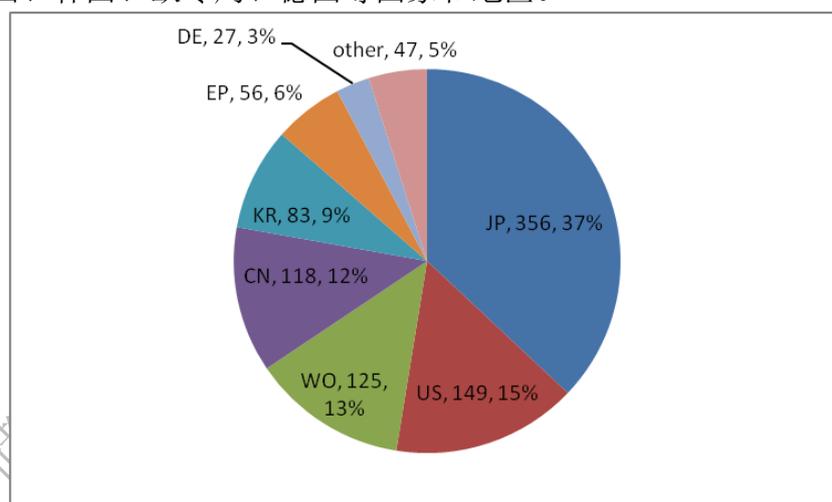


图 6 无机固态电解质锂离子电池技术专利受理国家/地区分布

表 2 反映了无机固态电解质锂离子电池专利主要申请国家/地区专利的全球布局情况。在日本、韩国、中国、美国四个主要技术原创国中,都体现了本国保护为主,外国保护为辅的原则。在海外布局方面,排名依次为韩国、美国、中国和日本。其中日本专利除在本国申请外,主要集中在美国和 WO; 韩国专利除在本国外,主要集中在美国、日本、中国和 WO; 中国专利除在本国外,主要集中在 WO、美国和日本; 美国专利除在本国外,主要集中在 WO、日本和中国。

表 2 无机固态电解质锂离子电池专利申请国家/地区专利的全球布局

申请国/原创国	JP	US	WO	CN	KR	EP	DE	TW	CA	AU	FR	IL	IN	RU	BR	GB	HK	MX	SG
JP 368	340	107	103	73	52	41	23	11	8	6			1						
KR 64	43	52	36	37	64	26	5	6	6	7	2	2	2	1	1	1	1	1	1
CN 47	16	19	20	47	8	4	2	2	2	1		2							
US 42	21	39	27	20	9	9	3	1	3	3		2			1			1	

3.3.4. 主要国家/地区专利申请活跃度分析

表 3 反映了日本、韩国、中国和美国最近三年（2012—2014 年）的专利申请情况，其中韩国的专利申请活动最为频繁，最近三年的专利申请数占专利总量的 55.93%，其后依次为中国（46.88%）、日本（45.45%）、美国（42.68%）。

表 3 主要申请国家专利申请活跃度

国家	2012—2014 年专利数量	占其专利总量 的百分比 (%)	专利申请活 跃程度分析
JP	200	45.45	3
KR	66	55.93	1
CN	30	46.88	2
US	35	42.68	4

3.3.5. 主要国家/地区的技术布局

表 4 反映了无机固态电解质锂离子电池优先权专利的主要国家的技术布局情况，可以看出日本、韩国、中国、美国专利的技术布局相对集中，都主要集中在 H01M-010/0562（非水电解质蓄电池（H01M 10/39 优先）固体材料）和 H01M-010/052（锂蓄电池），此外在 H01B-001/06（主要由其他非金属物质组成的导体或导电物体）也相对集中。日本和韩国在 H01M-004/62（在活性物质中非活性材料成分的选择，例如胶合剂、填料）研究较多，中国和美国在 H01M-010/058（非水电解质蓄电池（H01M 10/39 优先）构造或制造）研究较多。韩国、中国、美国专利在 H01M-010/0525（摇椅式电池，即其两个电极均插入或嵌入有锂的电池；锂离子电池）也相对集中，日本专利较少涉及。

表 4 主要国家/地区的技术布局

	1	2	3	4	5	6
JP	H01M-010/0 562	H01M-010/0 52	H01M-004/6 2	H01B-001/06 115	H01M-004/ 13	H01B-013/0 0
	269	168	142	79	79	79
KR	H01M-010/0 562	H01M-010/0 52	H01M-004/6 2	H01M-010/0 525	H01B-001/ 06	H01M-004/1 3
	50	43	23	20	19	16
CN	H01M-010/0 562	H01M-010/0 52	H01M-010/0 58	H01M-010/0 525	H01B-001/ 06	H01M-004/1 31
	28	16	10	9	9	9
US	H01M-010/0 562	H01M-010/0 52	H01M-010/0 58	H01M-010/0 525	H01B-001/ 06	H01M-004/1 31
	28	16	10	9	9	9

4. 无机固态电解质锂离子电池技术专利申请人分析

4.1. 主要申请人分析

表 5 给出了专利申请数量不少于 8 件的 11 个申请人，全部为公司申请人，其中日本机构有 10 家，韩国公司有 1 家，为三星集团。

表 5 无机固态电解质锂离子电池专利主要申请人

序号	记录数量	专利申请人		数量
1	127	日本丰田 (TOYT-C)	TOYOTA JIDOSHA KK	12
			TOYOTA MOTOR CORP	5
			TOYOTA MOTOR CO LTD	35
			TOYOTA MOTOR ENG & MFG NORTH AMERICA INC	16
2	38	日本出光集团 (IDEK-C)	IDEMITSU KOSAN CO LTD	38
3	34	日本住友电气 (SUME-C)	SUMITOMO ELECTRIC IND LTD	31
			SUMITOMO ELECTRIC IND CO	9
4	20	韩国三星 (SMSU-C)	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	16
			SAMSUNG SDI CO LTD	3
			SAMSUNG YOKOHAMA KENKYUSHO KK	2
			SAMSUNG DENKAN KK	1
5	17	日本富士胶片 FUJF-C	FUJI FILM CORP	17
6	15	日本 OHAR-C	OHARA KK	15
7	12	日本碍子 NIGA-C	NGK INSULATORS LTD	12
8	10	日本松下电器 MATU-C	MATSUSHITA DENKI SANGYO KK	8
			MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	3
			MATSUSHITA ELEC IND CO LTD	2
			PANASONIC CORP (MATU-C)	2
9	10	日本 MURA-C	MURATA MFG CO LTD	10
10	8	日本京瓷 KYOC-C	KYOCERA CORP	8
11	8	日本精工爱普生 SHIH-C	SEIKO EPSON CORP	8

4.2. 主要申请人专利申请保护区域分布

表 6 给出了无机固态电解质锂离子电池主要专利申请人（申请数量大于 8 件）专利申请的保护区域分布情况。TOYT-C、IDEK-C、SUME-C、SMSU-C、FUJF-C、OHAR-C、NIGA-C、MATU-C、MURA-C、SHIH-C 等 10 个机构的专利申请均表现出了以本国保护为主，外国保护为辅的策略；其中 FUJF-C 和

MURA-C 通过 PCT 申请的专利较多；KYOC-C 的专利仅以本国保护为主。

表 6 主要专利申请人专利申请的保护区域分布

	JP	US	WO	CN	KR	EP	DE	TW	CA	AU	FR	IL	IN
TOYT-C	117	48	43	43	25	22	10	1	2	6			1
IDEK-C	38	4	4	3	3	1	2	3					
SUME-C	32	13	9	12	11	8	6	3	6			2	
SMSU-C	12	17		3	18	2							
FUJF-C	11		16										
OHAR-C	15	6	1	1									
NIGA-C	8	3	5	3		2							
MATU-C	10	4	2	1	1	4	3						
MURA-C	7	3	7										
KYOC-C	8												
SHIH-C	8	4		4		1							

4.3. 主要申请人的技术布局

表 7 反映了主要申请人的技术布局情况，TOYT-C、IDEK-C、SMSU-C、FUJF-C、NIGA-C、MURA-C、SHIH-C 都以 H01M-010/0562（非水电解质蓄电池（H01M 10/39 优先）固体材料）为主，SUME-C 以 H01M-004/02（由活性材料组成或包括活性材料的电极）为主，OHAR-C 以 H01M-004/62（在活性物质中非活性材料成分的选择，例如胶合剂、填料）为主，MATU-C 和 KYOC-C 以 H01M-010/36（组 H01M 10/05 至 H01M 10/34 中不包括的蓄电池）为主。

表 7 主要申请人的技术布局

	1	2	3	4	5	6
TOYT-C	H01M-010/05 62	H01M-010/05 2	H01B-001/06	H01M-004/6 2	H01B-013/00	H01B-001/10
	114	67	56	52	47	34
IDEK-C	H01M-010/05 62	H01M-010/05 2	H01M-004/62	H01B-001/06	H01B-013/00	H01M-004/3 6
	28	21	21	10	9	8
SUME-C	H01M-004/02 21	H01M-010/36 20	H01M-010/05 62	H01M-010/0 52	H01M-004/04	H01M-010/4 0
			19	14	11	9
SMSU-C	H01M-010/05 62	H01M-010/05 2	H01M-004/36	H01M-004/6 2	H01M-004/50 5	H01M-004/5 25
	14	14	8	6	6	6
FUJF-C	H01M-010/05 62	H01M-004/62	H01M-004/13 9	H01M-004/1 3	H01B-001/06	H01M-010/0 52
	16	16	12	12	11	9
OHAR-C	H01M-004/62	H01M-010/05 62	H01M-004/13	H01M-010/0 52	H01M-004/02	H01M-010/3 6

	9	8	8	8	7	5
NIGA-C	H01M-010/05 62	H01B-001/06	H01M-010/05 2	C04B-035/50	C04B-035/48	H01M-012/0 8
	7	5	4	4	4	4
MATU-C	H01M-010/36	H01M-010/40	H01M-006/18	H01M-004/0 2	H01B-001/06	H01M-004/6 2
	6	5	4	4	3	2
MURA-C	H01M-010/05 62	H01M-004/58	H01M-004/13 97	H01M-004/1 36	H01M-010/05 85	H01M-010/0 52
	10	8	6	6	6	5
KYOC-C	H01M-010/36	H01M-004/58	H01M-004/62	H01M-006/1 8	H01M-010/05 62	H01M-004/5 25
	5	4	3	3	2	2
SHIH-C	H01M-010/05 62	H01M-010/05 2	H01M-010/05 8	H01M-004/1 3	H01M-004/13 91	H01M-004/0 4
	8	6	4	3	3	3

5. 主要技术领域和重点专利技术分析

对检索到无机固态电解质锂离子电池的专利进行技术领域标引发现,硫化物体系电解质的研究相对较多,氧化物体系电解质的研究次之。在氧化物体系电解质研究中,研究热点相对集中在石榴石型结构、NASICON 型结构、钙钛矿型结构和 LISICON 型结构,详情请见附表 1。

表 10 反映了无机固态电解质锂离子电池研究技术的高被引专利,其中以氧化物体系电解质居多。

表 8 无机固态电解质锂离子电池研究相关技术高被引专利

序号	被引频次	名称	专利权人	技术	功效	技术领域
1	67	Rechargeable, stackable thin film electrochemical cell for thin film, solid-state battery, has dense, non-porous, thin film, inorganic cathode, anode and solid-state electrolyte, and second crystallographic lithium ion diffusion direction	TUFTS COLLEGE	无机固态电解质薄膜	提高电池容量、循环寿命	氧化物体系、锂磷氧化物
2	65	Highly-safe lithium storage battery with high energy density, superior electrical charge-discharge cycle performance, and prevention of circuit by dendrite produced from negative electrode, applicable e.g. in electric cars	SUMITOMO ELECTRIC IND CO, SUMITOMO ELECTRIC IND LTD	制备了一种高安全性、高能量密度、优异充放电循环性能	高安全性、高能量密度、优异充放电循环性能	非晶态的无机固态电解质

				电循环性能并抑制枝晶生长的电池	并抑制枝晶生长	
3	47	All-solid lithium cell has lithium ion conductive solid electrolyte comprising sulfide and surface of anode active material covered with lithium ion conductive oxide	NAT INST MATERIALS SCI, DOKURITSU GYOSEI HOJIN BUSSHITSU ZAIRYO	阳极活性物质表面包覆导 Li 氧化物	提高了电池的可靠性和稳定性	硫化物基固态电解质
4	43	Chemically stable solid Li ion conductor of garnet-like crystal structure and high Li ion conductivity useful for batteries, accumulators, supercaps, fuel cells, sensors, windows displays	WEPPNER W, UNIV KIEL CHRISTIAN-ALBRECHTS, BASF SE	一种锂离子电导率高、化学稳定的石榴石结构电解质	离子电导率高、电子电导低、化学稳定	石榴石电解质
5	43	Electrochemical device component for protection of active metal anodes in batteries comprises active metal electrode having two surfaces and protective membrane on the first surface of electrode with specific ionic conductivity	POLYPLUS BATTERY CO	设计了保护金属电极的一层膜结构	具有离子导电性并且不与金属锂反应	具有锂离子导电性的无机材料
6	33	Lithium battery comprises oxide-based inorganic solid electrolyte between anode and cathode	KYOCERA CORP	无机固态电解质包含 Li-Ti-P-O	电池能量密度高、安全性好	无机固态电解质包含 Li-Ti-P-O
7	29	Garnet-type lithium ion-conducting oxide, useful in an all-solid-state lithium ion secondary battery, where the garnet-type lithium ion-conducting oxide has high lithium ion conductivity, high chemical stability and a wide potential window	TOYOTA CHUO KENKYUSHO KK, TOYOTA MOTOR CO LTD	高电导率、高稳定性和宽电化学窗口的石榴石型电解质	电解质高电导率、高稳定性和宽电化学窗口	氧化物, 石榴石型电解质
8	28	Composite solid electrolyte useful in e.g. battery cell comprises base component comprising a continuous inorganic solid electrolyte matrix	POLYPLUS BATTERY CO, VISCO S J, DE	无机电解质为多孔骨	保护阳极不受空气或	各类无机晶态

		having through pores and filler component contained in base component through pores	JONGHE L C,	架, 孔中含有液体阻挡物质	水分的影响	非晶态电解质
9	28	Lithium sulphide-based inorganic solid electrolyte for lithium cell component which does not react with lithium in cell	SUMITOMO ELECTRIC IND CO, SUMITOMO ELECTRIC IND LTD, KUGAI H	电解质中不含 Si	避免了电解质与金属锂反应	硫化物体系、LiPS
10	26	Protected anode architecture for lithium/air battery, has ionically conductive protective membrane architecture in physical continuity with anode, and compliant seal structure that deforms with change in anode thickness	POLYPLUS BATTERY CO, POLYPLUS BATTERY CO INC	一种含有无机固态电解质的保护金属锂的装置	避免了金属锂与外界的副反应	氧化物体系、硫化物体系

6. 无机固态电解质锂离子电池中国专利重点分析

6.1. 在中国申请的专利年度分布分析

图 7 给出了我国受理（基于申请年）的无机固态电解质锂离子电池专利申请数量的年度分布情况。可以看出，专利的申请与受理始于 1997 年，2009—2011 年专利申请量保持快速增长，2012—2013 年呈现下降趋势，2014 年专利申请量出现跳跃式增长，达到了 25 件。

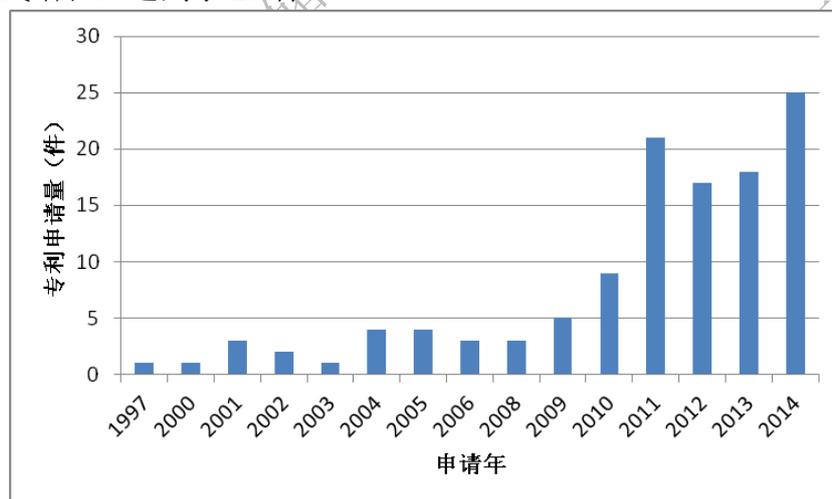


图 7 我国受理的无机固态电解质锂离子电池专利申请量年度变化趋势

6.2. 中国专利申请法律状态分析

图 8 反映了国家知识产权局受理的 131 件无机固态电解质锂离子电池专利申请的法律状态。法律状态检索自中科院专利在线分析系统，数据检索时间为

2016年07月11日。可以看出，审中专利占到了49.62%，授权专利已占到36.64%，其他状态占13.74%。

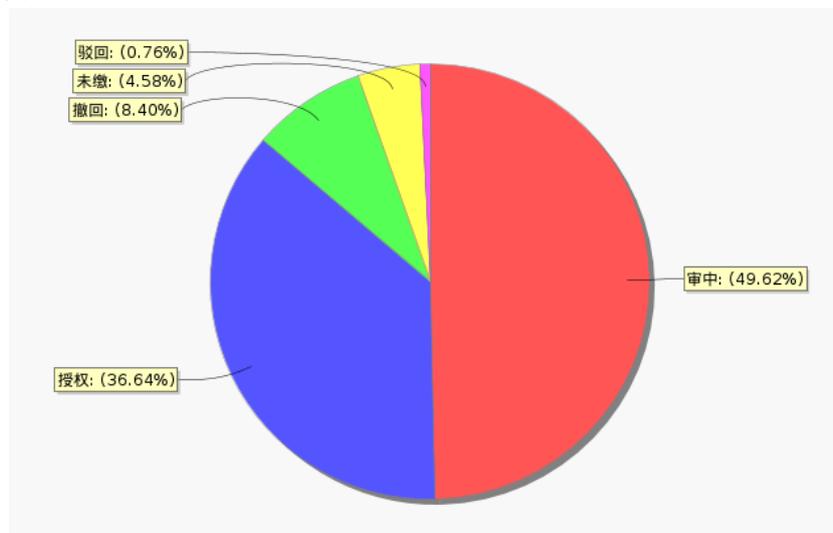


图 8 无机固态电解质锂离子电池中国专利法律状态

6.3. 技术布局

表 9 反映了在我国申请的无机固态电解质锂离子电池专利的主要技术领域，其中以 H01M-010/0562（非水电解质蓄电池（H01M 10/39 优先）固体材料）领域最为集中。H01M-010/052、H01B-001/06、H01M-004/62、H01M-010/0525 等领域也有较多部署。

表 9 中国无机固态电解质锂离子电池专利的主要技术领域

序号	专利数量 (件)	IPC	技术领域
1	84	H01M-010/0562	非水电解质蓄电池（H01M 10/39 优先）固体材料
2	63	H01M-010/052	锂蓄电池
3	34	H01B-001/06	主要由其他非金属物质组成的导体或导电物体
4	33	H01M-004/62	在活性物质中非活性材料成分的选择，例如胶合剂、填料
5	32	H01M-010/0525	摇椅式电池，即其两个电极均插入或嵌入有锂的电池；锂离子蓄电池

6.4. 主要申请机构介绍

表 10 反映了在中国受理的无机固态电解质锂离子电池专利的前 5 名的主要申请机构情况，日本和中国机构分别有 3 和 2 家，其中以日本丰田自动车株式会社的专利申请数量最多。

表 10 中国受理的无机固态电解质锂离子电池专利的主要申请机构

序号	申请人	专利件数	申请人研发能力比较		
			活动年期	发明人数	平均专利年龄
1	丰田自动车株式会社	41	8	42	4.7
2	住友电气工业株式会社	11	6	15	8.8
3	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	7	4	16	2.7
4	精工爱普生株式会社	5	3	4	2.2
5	清华大学	4	3	8	2.2

6.4.1. 丰田自动车株式会社

丰田自动车株式会社在中国的专利布局较早，自 2008 年就开始，主要技术集中在硫化物固体电解质材料方面，详见表 11。

表 11 丰田自动车株式会社在无机固态电解质锂离子电池技术申请的相关专利

序号	申请号	名称	申请人	申请日	发明人
1	CN200880002398.5	全固体锂二次电池	丰田自动车株式会社	2008/1/25	土田靖
2	CN200880131152.8	全固体型锂电池的制造方法	丰田自动车株式会社	2008/1/03	滨重规,上野幸义,土田靖,中本博文,神谷正人,长濑浩
3	CN200980100226.6	电池部件的处理方法	丰田自动车株式会社	2009/3/16	土田靖,小谷幸成,上野幸义,滨重规,中本博文,长濑浩,神谷正人
4	CN200980133549.5	固体电解质、固体电解质片及固体电解质的制造方法	丰田自动车株式会社	2009/7/17	陶山博司,川本浩二
5	CN200910179031.7	电池电极和电池电极的制造方法	丰田自动车株式会社	2009/1/09	水野史教,中西真二,冈崎早苗
6	CN201080009590.4	硫化物固体电解质材料	丰田自动车株式会社	2010/2/2	辰己砂昌弘,林晃敏,滨重规,川本浩二,土田靖,长濑浩,上野幸义,神谷正人
7	CN2011510043299.3	硫化物固体电解质材料	丰田自动车株式会社	2011/0/2	辰己砂昌弘,林晃敏,滨重规,川本浩二,土田靖,长濑浩,上野幸义,神谷正人
8	CN2011080067	硫化物固体电解质材料的制造方法、锂固体电池的制造方法	丰田自动车株式会社	2011/0/6	加藤祐树,川本浩二,滨重规,大友崇督

	762.3			29	
9	CN201 080068 140.2	硫化物固体电解质玻璃、硫化物 固体电解质玻璃的制造方法和锂 固体电池	丰田自动车株式会 社	201 0/7/ 22	加藤祐树,川本浩二,滨重 规,大友崇督
1 0	CN201 080068 403.X	硫化物固体电解质玻璃、锂固体 电池和硫化物固体电解质玻璃的 制造方法	丰田自动车株式会 社	201 0/8/ 5	滨重规,大友崇督,加藤祐 树,川本浩二
1 1	CN201 080039 975.5	硫化物固体电解质	丰田自动车株式会 社	201 0/8/ 31	辰巳砂昌弘,林晃敏,滨重 规,川本浩二,大友崇督
1 2	CN201 080057 267.4	制造硫化物固体电解质材料的方 法、硫化物固体电解质材料和锂 电池	丰田自动车株式会 社	201 0/1 2/1 5	大友崇督,川本浩二,滨重 规,加藤祐树
1 3	CN201 180015 566.6	硫化物固体电解质材料、电池和 硫化物固体电解质材料的制造方 法	国立大学法人东京 工业大学,丰田自 动车株式会社	201 1/3/ 25	菅野了次,平山雅章,加藤祐 树,川本浩二,滨重规,大友 崇督,信原邦启
1 4	CN201 180070 635.3	电极体、全固体电池及被覆活性 物质的制造方法	丰田自动车株式会 社	201 1/5/ 13	岩崎正博
1 5	CN201 180070 800.5	锂固体电池	丰田自动车株式会 社	201 1/5/ 19	吉田怜
1 6	CN201 180071 801.1	固体电解质层、二次电池用电极 层和全固体二次电池	丰田自动车株式会 社	201 1/6/ 29	陶山博司,滨重规,若杉悟志
1 7	CN201 180027 134.7	固体电解质材料及锂电池	国立大学法人静冈 大学,丰田自动车 株式会社	201 1/7/ 6	入山恭寿,熊崎翔太,穆鲁加 恩,拉马斯瓦米,广濑宽
1 8	CN201 180040 786.4	硫化物固体电解质材料和锂固态 电池	丰田自动车株式会 社	201 1/7/ 11	大友崇督,川本浩二,滨重 规,土田靖,加藤祐树
1 9	CN201 610108 686.5	硫化物固体电解质材料和锂固态 电池	丰田自动车株式会 社	201 1/7/ 11	大友崇督,川本浩二,滨重 规,土田靖,加藤祐树
2 0	CN201 180072 407.X	锂固体二次电池系统	丰田自动车株式会 社	201 1/7/ 26	长濑浩,滨重规
2 1	CN201 180040 842.4	硫化物固体电解质材料、阴极体 和锂固态电池	丰田自动车株式会 社	201 1/8/ 19	土田靖,西野典明,大友崇督
2 2	CN201 180073 510.6	全固体电池及其制造方法	丰田自动车株式会 社	201 1/9/ 30	铃木知哉,内山贵之

2 3	CN201 280031 714.8	硫化物固体电解质材料、锂固态 电池及用于制备硫化物固体电解 质材料的方法	丰田自动车株式会 社	201 2/6/ 19	大友崇督,川本浩二,滨重 规,加藤祐树
2 4	CN201 280033 981.9	全固体电池及其制造方法	丰田自动车株式会 社	201 2/7/ 10	内山贵之,铃木知哉
2 5	CN201 280037 608.0	固体二次电池和电池系统	丰田自动车株式会 社	201 2/8/ 1	儿玉昌士
2 6	CN201 280061 858.8	硫化物固体电解质材料、电池和 硫化物固体电解质材料的制造方 法	国立大学法人东京 工业大学,丰田自 动车株式会社	201 2/1 2/2 1	菅野了次,平山雅章,加藤祐 树,川本浩二,大友崇督
2 7	CN201 380046 088.4	硫化物固体电解质	丰田自动车株式会 社,国立大学法人 东京工业大学	201 3/2/ 18	加藤祐树,大友崇督,菅野了 次,平山雅章
2 8	CN201 380033 718.4	被覆活性物质的制造方法	丰田自动车株式会 社	201 3/6/ 5	岩崎正博,铃木知哉,加藤和 仁
2 9	CN201 380044 037.8	钙钛矿结构的固体电解质单晶及 其制造方法	丰田自动车株式会 社,国立大学法人 信州大学	201 3/8/ 29	藤原靖幸,干川圭吾
3 0	CN201 380064 390.2	硫化物固体电解质的制造方法	丰田自动车株式会 社	201 3/1 1/1	柳拓男,田中拓海,橘内真一 郎
3 1	CN201 380068 214.6	硫化物固体电解质材料、锂固体 电池及硫化物固体电解质材料的 制造方法	丰田自动车株式会 社	201 3/1 2/1 8	杉浦功一,滨重规,大桥三和 子
3 2	CN201 480035 254.5	硫化物固体电解质材料的制造方 法	丰田自动车株式会 社	201 4/4/ 14	铃木知哉,滨重规,长田尚己
3 3	CN201 480035 260.0	硫化物固体电解质材料、硫化物 玻璃、锂固体电池和硫化物固体 电解质材料的制造方法	丰田自动车株式会 社	201 4/5/ 26	长田尚己,滨重规,铃木知哉
3 4	CN201 480031 735.9	硫化物固体电解质材料、电池和 硫化物固体电解质材料的制造方 法	丰田自动车株式会 社	201 4/5/ 29	菅野了次,平山雅章,加藤祐 树,大友崇督,山崎久嗣
3 5	CN201 480045 905.9	硫化物固体电解质的制造方法	丰田自动车株式会 社	201 4/9/ 3	杉浦功一,大桥三和子,仁田 晶子
3 6	CN201 480051 454.X	硫化物固体电解质材料、电池和 硫化物固体电解质材料的制造方 法	丰田自动车株式会 社	201 4/9/ 10	加藤祐树

3 7	CN201 510028 879.5	硫化物固体电解质的制造方法	丰田自动车株式会社	201 5/1/ 21	田中拓海
3 8	CN201 510228 030.2	硫化物固体电解质材料、电池以及硫化物固体电解质材料的制造方法	丰田自动车株式会社	201 5/5/ 7	加藤祐树,大友崇督
3 9	CN201 510228 031.7	硫化物固体电解质材料、电池以及硫化物固体电解质材料的制造方法	丰田自动车株式会社	201 5/5/ 7	加藤祐树,大友崇督
4 0	CN201 510414 151.6	硫化物固体电解质材料、电池和硫化物固体电解质材料的制造方法	丰田自动车株式会社	201 5/7/ 15	加藤祐树
4 1	CN201 510449 203.3	锂固体二次电池及其制造方法	丰田自动车株式会社	201 5/7/ 28	大友崇督,加藤祐树

6.4.2. 住友电气工业株式会社

日本住友电气工业株式会社的相关专利主要涉及固体电解质膜或固体电解质层,详见表 12。

表 12 住友电气工业株式会社无机固态电解质锂离子电池技术申请的相关专利

序号	申请号	名称	申请人	申请日	发明人
1	CN01123 143.2	制备锂二次电池负极的方法	住友电气工业株式会社	2001 /7/17	久贝裕一,太田进启,山中正策
2	CN01123 142.4	碱金属薄膜元件及其制造方法	住友电气工业株式会社	2001 /7/17	久贝裕一,太田进启,山中正策
3	CN01143 587.9	形成无机固体电解质薄膜的方法	住友电气工业株式会社	2001 /12/13	久贝裕一,太田进启
4	CN02802 450.8	无机固体电解质和锂电池元件	住友电气工业株式会社	2002 /2/22	久贝裕一,太田进启
5	CN20048 0000340. 9	锂二次电池负极构成材料及其制造方法	住友电气工业株式会社	2004 /4/1	太田进启,奥田伸之,植木宏行,井原宽彦
6	CN20048 0000558. 4	锂二次电池的负极组成材料及锂二次电池	住友电气工业株式会社	2004 /5/31	太田进启,奥田伸之,植木宏行,井原宽彦
7	CN20081 0212345.	锂电池	住友电气工业株式	2008 /9/10	神田良子,太田进启,上村卓,吉田健太郎,小川光靖

	8		会社		
8	CN20118 0024061. 6	非水电解质电池用正极体、该正极体的制造方法、以及非水电解质电池	住友电气工业株式会社	2011 /5/7	太田进启,小川光靖,神田良子
9	CN20118 0025899. 7	非水电解质电池及其制造方法	住友电气工业株式会社	2011 /5/17	小川光靖,吉田健太郎,太田进启,后藤和宏
10	CN20118 0041125. 3	非水电解质电池及其制造方法	住友电气工业株式会社	2011 /8/24	饼田恭志,上田光保,吉田健太郎,竹山知阳,后藤和宏
11	CN20138 0003183. 6	非水电解质电池的制造方法和非水电解质电池	住友电气工业株式会社	2013 /2/14	小川光靖,后藤和宏,吉田健太郎,上村卓,神田良子,原田敬三

6.4.3. 中国科学院宁波材料技术与工程研究所

中国科学院宁波材料技术与工程研究所许晓雄研究员课题组在无机固体电解质材料方面申请了较多的专利，主要集中在硫化物固体电解质。

表 13 宁波材料技术与工程研究所在无机固态电解质锂离子电池技术申请的相关专利

序号	申请号	名称	申请人	申请日	发明人
1	CN201210050031.9	全固态锂二次电池电解质材料、其制备方法及全固态锂二次电池	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2012/2/29	许晓雄,姚霞银,刘兆平,辛星,武奎旺
2	CN201310465226.4	硫化物电解质材料及其制备方法	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2013/1/8	许晓雄,邱志军,彭刚,陈万超,陈晓添
3	CN201310535524.6	硫化物固体电解质及其制备方法与全固态锂二次电池	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2013/1/1	许晓雄,邱志军,黄祯,陈万超,陈晓添
4	CN201310536009.X	硫化物电解质材料及其制备方法与全固态锂二次电池	国家电网公司,中国科学院宁波材料技术与工程研究所,中国电力科学研究院,国网浙江省电力公司	2013/1/1	许晓雄,邱志军,彭刚,官亦标,金翼
5	CN201310534862.8	全固态锂二次电池电解质材料、其制备方法及全固态锂二次电池	国家电网公司,中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2013/1/1	许晓雄,邱志军,彭刚,官亦标,金翼
6	CN201410188063.4	硫化物固体电解质材料及其制备方法	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2014/5/5	许晓雄,黄冰心,黄祯,彭刚,陈晓添
7	CN201511033107.7	一种复合聚合物电解质材料及其制备方法、电解质膜及全固态锂二次电池	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2015/1/23	许晓雄,赵嫣然,陈少杰,黄宁,陈晓添

6.4.4. 中国科学院物理研究所

中国科学院物理研究所在陈立泉院士的带领下率先开展了无机固体电解质材料的研究，并申请了较多的专利，详见表 14。

表 14 中国科学院物理研究所在无机固态电解质锂离子电池技术申请的相关专利

申请号	名称	申请人	申请日	发明人
CN201410710254.2	富锂反钙钛矿硫化物、包括其的固体电解质材料及其应用	中国科学院物理研究所	2014-11-27	高健;李泓;赵予生
CN201510048102.5	含平面三角形基团的锂碳硼氧化物固体电解质材料和电池	中国科学院物理研究所; 国家纳米科学中心	2015-1-29	张舒;孟凡昊;贺蒙;李泓
CN87101233.2	锂型蒙脱石快离子导体电池	中国科学院地质研究所; 中国科学院物理研究所	1987-12-26	黄振辉;陈立泉;苏明迪;王超英
CN201510609390.7	固体电解质材料以及包括该固体电解质材料的电解质层、锂离子电池	中国科学院物理研究所; 宁德新能源科技有限公司	2015-9-22	吴骄阳;洪响;徐航宇;黄杰;李泓
CN201410403810.1	界面浸润的准固态碱金属电池、电池电极及电池制备方法	中国科学院物理研究所	2014-8-15	王少飞;张舒;吴娇杨;李泓;陈立泉
CN90202339.X	全固态锂电池	中国科学院物理研究所	1990-3-7	薛荣坚;陈立泉;王连忠;黄学杰

6.4.5. 精工爱普生株式会社

精工爱普生株式会社在中国部署的专利主要涉及无机固体电解质层，详见表 15。

表 15 精工爱普生株式会社在无机固态电解质锂离子电池技术申请的相关专利

序号	申请号	名称	申请人	申请日	发明人
1	CN201410461435.6	锂电池用电极体及锂电池	精工爱普生株式会社	2010/8/18	市川祐永
2	CN201410043482.9	电极复合体的制造方法	精工爱普生株式会社	2014/1/29	寺冈努,市川祐永,保刈宏文,横山知史
3	CN201410043327.7	电极复合体的制造方法、电极复合体及锂电池	精工爱普生株式会社	2014/1/29	横山知史,市川祐永
4	CN201410043337.0	活性物质成形体的制造方法、活性物质成形体、锂电池的制造方法及锂电池	精工爱普生株式会社	2014/1/29	市川祐永,横山知史
5	CN201510	锂电池用电极体及锂电池	精工爱普	2015	市川祐永,保刈宏文

575290.7		生株式会社	/9/10	
----------	--	-------	-------	--

6.4.6. 清华大学

清华大学在无机固态电解质相关专利主要涉及为硼酸锂、偏硼酸锂、氟化锂中的至少一种，钙钛矿结构的电解质材料，多孔-致密双层电解质。

表 16 清华大学在无机固态电解质锂离子电池技术申请的相关专利

序号	申请号	名称	申请人	申请日	发明人
1	CN201310291517.6	一种锂离子电池复合正极及其制备方法和应用	清华大学	2013/7/11	陈凯,张益博,沈洋,南策文
2	CN201410030852.5	一种钙钛矿结构的电解质材料	清华大学	2014/1/22	林旭平,钟海涛,艾德生
3	CN201410177987.4	一种锂离子电池复合正极及其制备方法与在全固态电池中的应用	清华大学	2014/4/29	南策文,陈凯,沈洋
4	CN201510249686.2	多孔-致密双层电解质陶瓷烧结体、锂离子电池、锂-空气电池	清华大学	2015/5/15	任耀宇,南策文

6.4.7. 中国科学院青岛生物能源与过程研究所

中国科学院青岛生物能源与过程研究所崔光磊研究员领导的研究团队较早的开展了固态锂电池的研究，研究主要集中固态聚合物锂电池，近年来在无机固态电解质锂离子电池方面也有相关部署。此外，金永成研究员领导的研究团队在无机固态电解质锂电池也有相关专利部署。

表 17 中科院青岛生物能源与过程研究所在无机固态电解质锂离子电池技术申请的相关专利

序号	申请号	名称	申请人	申请日	发明人
1	CN201610148922.6	一种有机无机复合全固态电解质及其构成的全固态锂电池	中国科学院青岛生物能源与过程研究所	2016/3/16	崔光磊;张建军;温慧婕;李阳;徐红霞;刘志宏;高继超
2	CN201510962483.8	无机固态电解质材料及其制备方法	中国科学院青岛生物能源与过程研究所	2015/12/18	金永成;马福瑞;赵二庆;孙德业

指导：崔光磊、陈骁、刘志宏
分析编写：张波