

2015石墨烯技术专利分析报告

Report on Patenting Activity of Graphene Technology



中国科学院宁波材料技术与工程研究所
中国科学院宁波工业技术研究院
浙江工业技术研究院
中国石墨烯产业技术创新战略联盟
宁波市科技信息研究院

二〇一五年五月

2015 石墨烯技术专利分析报告

作者: 王国华 周旭峰 汪伟 刘兆平

Report on Patenting Activity of Graphene Technology

Prepared by WANG Guohua, ZHOU Xufeng, WANG Wei and LIU Zhaoping

特别感谢:

李义春 中国石墨烯产业技术创新战略联盟

刘桂菊 中科院前沿科学与教育局

王 慧 中科院宁波材料技术与工程研究所技术转移与知识产权部

张 迪 中科院文献情报中心北京中心

赵慧敏 中科院文献情报中心北京中心

马廷灿 中科院文献情报中心武汉中心

包逸萍 宁波市科技信息研究院

目 录

1、前言	1
1.1 研究内容及思路.....	1
1.2 数据来源及研究方法.....	2
2、石墨烯技术整体专利态势分析	3
2.1 石墨烯技术国际专利申请态势.....	3
2.2 石墨烯专利技术生命周期分析.....	4
2.3 石墨烯技术国际专利申请的技术布局.....	5
2.4 石墨烯专利国家/地区分布分析.....	8
2.4.1 最早优先权专利申请国家/地区分布	8
2.4.2 技术流向分析.....	9
2.4.3 主要国家/地区专利申请活跃度分析	12
2.4.4 主要国家/地区的技术布局	13
2.5 石墨烯专利申请人分析.....	14
2.5.1 重要专利申请人.....	14
2.5.2 重要专利申请人专利申请保护区域分布	15
2.5.3 重要申请人专利申请活跃度及技术影响力分析	17
2.6 石墨烯重点专利技术追踪分析.....	20
2.6.1 US2007092432-A1.....	20
2.6.2 US2009110627-A1.....	27
2.6.3 US2009117467-A1.....	32
2.7 小结.....	40
3、石墨烯技术全球重要专利申请人分析	41
3.1 三星公司.....	41
3.2 IBM公司.....	44
3.3 LG公司	46
3.4 韩国成均馆大学.....	48
3.5 莱斯大学.....	50
3.6 德州大学奥斯汀分校.....	51
3.7 美国沃尔贝格材料公司.....	51
3.8 诺基亚公司.....	52
3.9 索尼公司.....	53
3.10 小结.....	53

4、石墨烯中国专利重点分析	55
4.1 石墨烯中国专利数量年度分布分析	55
4.2 石墨烯中国专利申请来源地分析	56
4.3 石墨烯中国专利申请法律状态分析	56
4.4 大学、企业、研究机构等各单元对比分析	57
4.4.1 专利申请人类类型及申请数量分析	57
4.4.2 各单元重要机构分析	58
4.4.3 重要申请人及合作关系分析	61
4.5 石墨烯中国专利深度分析	64
4.5.1 Top-Down制备石墨烯专利功效分析	64
4.5.2 基于石墨烯应用技术的专利功效分析	67
4.5.2.1 储能	68
4.5.2.2 复合材料	77
4.5.2.3 电子信息	88
4.5.2.4 生物医药	90
4.5.2.5 传感器	91
4.5.2.6 水处理	94
4.5.2.7 功能材料	96
4.5.2.8 结构材料	100
4.5.3 Bottom-up制备石墨烯专利功效分析	102
4.5.3.1 制备技术	103
4.5.3.2 设备	105
4.5.3.3 应用技术	107
4.6 小结	116
5、结论	118
附录	120
附录1 国家/地区代码说明	120

摘 要

石墨烯作为一种新型的二维纳米材料，是目前发现的唯一存在的二维自由态原子晶体。自 2004 年发现以来，石墨烯不仅在理论科学上受到了极大关注，并且由于其特殊的纳米结构以及优异的物理化学性能而在电子学、光学、磁学、生物医学、催化、储能和传感器等诸多领域展现出巨大的应用潜能，引起了科学界和产业界的高度关注。世界各国纷纷将石墨烯及其应用技术作为长期战略发展方向，以期在由石墨烯引发的新一轮产业革命中占据主动和先机。

近年来，围绕石墨烯的专利申请在全球范围内呈现出高速增长态势，已成为一个活跃的新兴热点领域。本报告以石墨烯相关专利为研究对象，旨在通过对石墨烯技术领域的专利分析，揭示该领域当前的专利活动特点，为我国在该领域的科技创新和产业化提供参考。报告从全球石墨烯技术研发背景的调研入手，通过文献资料调研分析，概述了全球石墨烯技术的最新研究进展，从国际专利申请数量年度分布、专利技术生命周期、技术研发布局、主要竞争国家/地区、主要专利申请人等方面，分析了全球石墨烯技术的整体专利态势；在此基础上，对国际上重要公司以及我国的专利申请数量年度分布、专利类型、法律状态以及申请来源地等进行了重点分析，并遴选出重点专利进行分析，对我国在石墨烯技术领域面临的知识产权风险进行了初步揭示。基于上述分析结果，报告最后就我国未来的石墨烯技术研发和专利申请与保护工作提出了一些建议。

关键词：石墨烯 专利分析 知识产权

1、前言

1.1 研究内容及思路

（1）研究内容

本研究报告以石墨烯及其相关技术为研究对象，在文献资料调研和专家咨询的基础上，利用 DII 等权威专利数据库，采用由浅到深的分析思路对石墨烯技术的整体发展态势、专利布局和重点技术进行了分析，以期客观展现石墨烯及其重点技术的专利保护现状，为我国石墨烯技术领域的科研创新提供支撑。

本报告的主要研究内容包括：

石墨烯领域的国际总体研发态势；

石墨烯领域涉及的技术方向；

石墨烯的关键技术及其知识产权保护情况；

我国在石墨烯研究中的优/劣势分析；

我国发展石墨烯相关技术的潜在风险。

（2）研究思路与报告结构

本研究报告从全球石墨烯技术研发背景的调研入手，分析全球石墨烯技术的整体专利态势，相关技术领域的布局，主要的竞争区域和申请人；在整体态势分析的基础上，对国际上重要公司以及我国的石墨烯相关专利进行重点分析，通过各研究单元的对比分析、石墨烯重要技术领域分析等，对我国在石墨烯技术领域面临的知识产权风险进行揭示。

基于上述研究和分析思路，本报告主要包括以下部分：

1) 石墨烯技术整体专利分析

包括国际专利申请态势分析、专利技术生命周期分析、技术研发布局分析、主要国家/地区对比分析、主要专利申请人对比分析等。

2) 石墨烯技术全球重要申请人分析

包括年度申请趋势分析、主要申请来源国家/地区分析、重要申请人的专利布局及技术演进分析。

3) 石墨烯中国专利重点分析

包括年度分布分析、类型分布分析、法律状态分析、申请来源地分析和大学、企业、中科院等各单元对比分析等概况分析，以及基于功效分析的我国石墨烯研究的潜在知识产权风险分析。

1.2 数据来源及研究方法

本研究报告主要分析了全球石墨烯专利技术发展态势，有助于国内了解全球在石墨烯专利技术领域的发展全貌。本研究报告采用汤森路透集团的德温特创新索引（DII）专利数据库作为检索来源。DII 收录来自世界 40 多个专利机构的 1 千多万件基本发明专利，数据可回溯至 1963 年，并且所有的专利文献都以专利家族为单位进行组织，可以对世界主要国家/地区进行比较全面的对比分析。针对中国专利进行深度分析时，则采用了宁波市知识产权服务平台专利数据库。整个研究报告完成过程中使用过的分析工具包括：TDA、Aureka、Thomson Innovation 和 Excel 等。

2、石墨烯技术整体专利态势分析

2.1 石墨烯技术国际专利申请态势

通过DII专利数据库进行检索，共检索到石墨烯相关专利（族）13923 件¹。

我们知道，石墨烯相关研究已有较长时间，但一直被认为是假设性的结构，无法单独稳定存在。直至 2004 年，英国曼彻斯特大学的科学家安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫成功地在实验中从石墨分离出石墨烯，才证实它可以单独存在。两人也因在二维石墨烯材料研究中的开创性实验，共同获得了 2010 年诺贝尔物理学奖。

图 2-1-1 给出了石墨烯相关专利数量的年度（基于专利申请年）变化趋势。从图 2-1-1 可以看出，石墨烯相关专利的申请在上世纪末就已出现，但随后发展较为缓慢。直到 2008 年后，专利申请数量才开始出现实质性的大幅增长。特别是在安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫因对石墨烯的研究共同获得 2010 年诺贝尔物理学奖以后，全球石墨烯专利申请数量开始急剧增长²，表明石墨烯相关专利技术进入快速发展轨道。

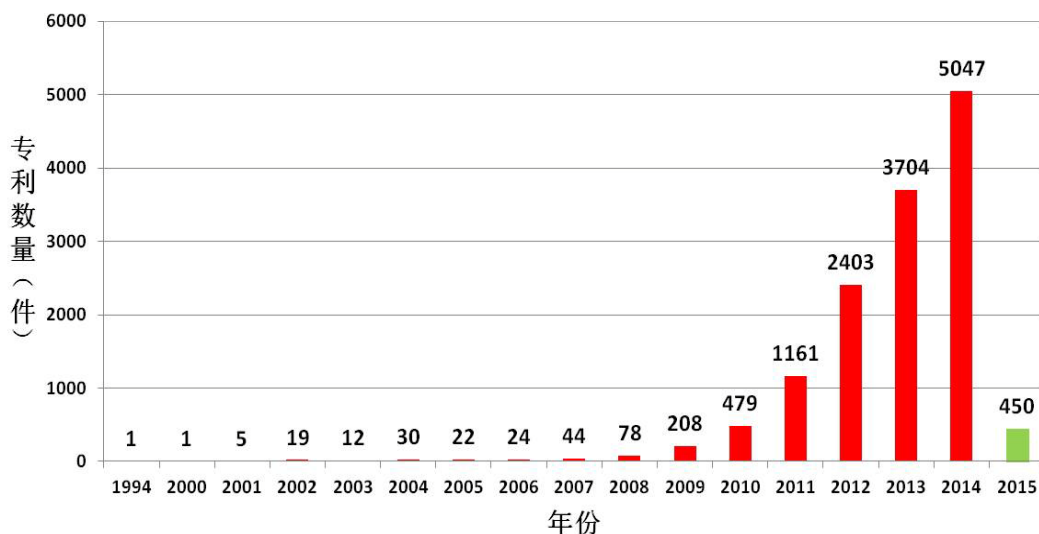


图2-1-1 石墨烯专利申请数量的年度分布

¹ 数据检索日期为 2015 年 4 月 18 日。

² 由于专利从申请到公开到数据库收录，会有一定时间的延迟，图中近两年，特别是 2015 年的数据会大幅小于实际数据，仅供参考。所以，本文后面部分涉及年份的分析，如没有特殊说明，都是截至 2014 年。例如，“近 3 年”一般是选取“2012-2014”。

2.2 石墨烯专利技术生命周期分析

一种技术的生命周期通常由萌芽（产生）、成长（发展）、成熟、瓶颈（衰退）几个阶段构成（参见表 2-2-1）。通过分析一种技术的专利申请数量及专利申请人数量的年度变化趋势，可以分析该技术处于生命周期的何种阶段，进而可为研发、生产、投资等提供决策参考。

表2-2-1 技术生命周期主要阶段简介

阶段	阶段名称	代表意义
第一阶段	技术萌芽	社会投入意愿低，专利申请数量与专利权人数量都很少
第二阶段	技术成长	产业技术有了一定突破或厂商对于市场价值有了认知，竞相投入发展，专利申请数量与专利权人数量呈现快速上升
第三阶段	技术成熟	厂商投资于研发的资源不再扩张，且其他厂商进入此市场意愿低，专利申请数量与专利权人数量逐渐减缓或趋于平稳
第四阶段	技术瓶颈	相关产业已过于成熟，或产业技术研发遇到瓶颈难以有新的突破，专利申请数量与专利权人数量呈现负增长

基于石墨烯相关专利的历年申请数量和机构申请人数量，图 2-2-1 绘出了石墨烯相关专利技术的发展进程。结合文献调研和图 2-1-1，我们可以认为：2008 年之前为石墨烯相关专利技术的萌芽阶段；2009 年之后石墨烯相关专利技术开始进入快速成长阶段，并有望在 2014 年之后进入技术成熟阶段。目前，已有部分企业开始石墨烯技术的产业化开发。

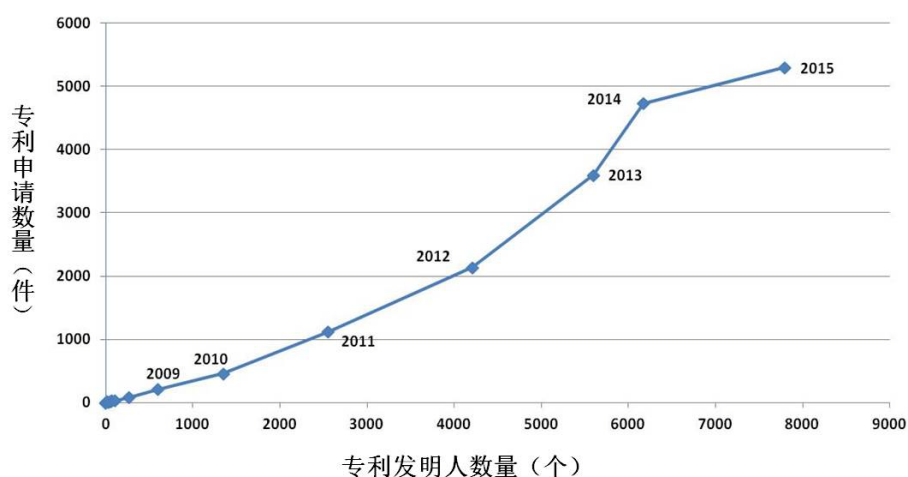


图2-2-1 石墨烯专利技术生命周期图

图 2-2-2、图 2-2-3 分别给出了石墨烯专利技术发明人及相关技术条目（基于 IPC 大组³）的年度变化情况⁴。从图 2-2-2 可以看出，从 2009 年开始，每年都有大量的新增发明人进入石墨烯相关技术领域；从图 2-2-3 可以看出，近年来，该领域每年都有大量的新技术条目涌现。这说明石墨烯相关技术正在处于技术成长阶段，全球相关技术研发投入在快速增长，推动石墨烯技术应用范围不断扩大。因此，结合图 2-2-1，可以预测，在未来几年中，全球石墨烯专利申请数量将会继续稳定增长态势。

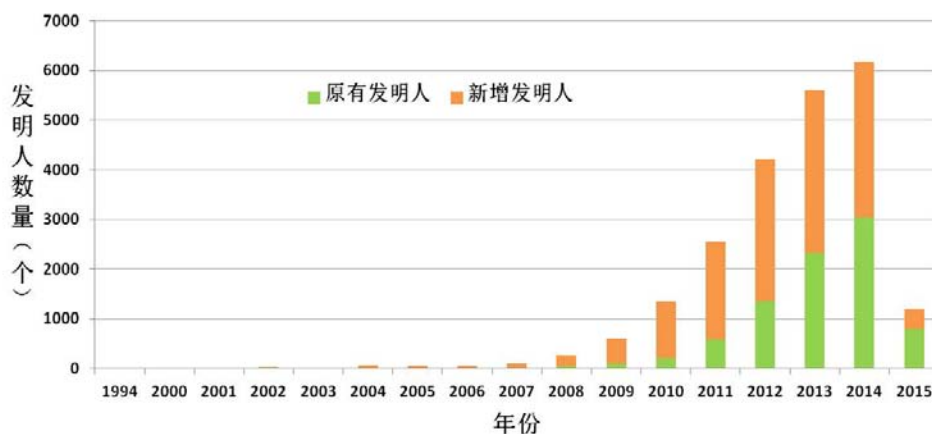


图2-2-2 石墨烯专利新发明人的时序分布

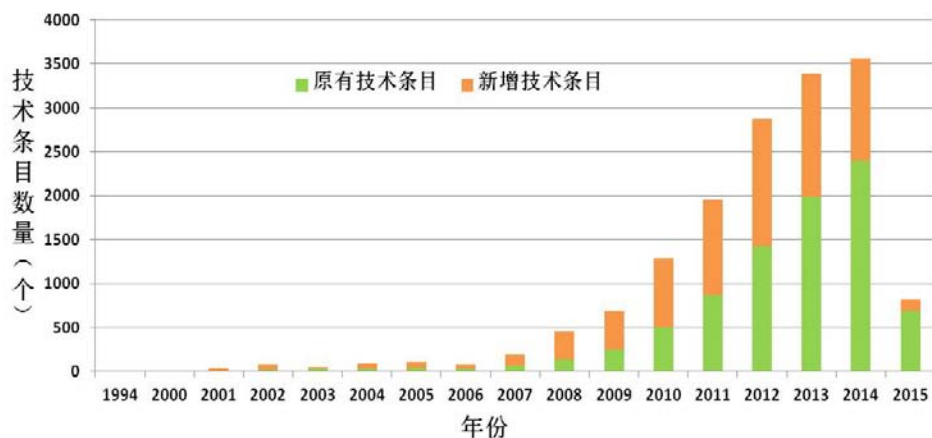


图2-2-3 石墨烯专利新技术条目的时序分布

2.3 石墨烯技术国际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，通过对石墨烯相关专利进

³ 国际专利分类号体系的等级结构为：部（1位，字母）大类（2位，数字）小类（1位，字母）-大组（3位，数字）/小组（2-3位，数字），例如 A01B-063/10、A01B-063/111 等。

⁴ 由于专利从申请到公开，到数据库收录，会有一定的时间延迟，图中近两年的数据会小于实际数据，仅供参考。

行基于 IPC 的统计分析,可以了解、分析石墨烯专利主要涉及的技术领域和技术重点等。

表 2-3-1 列出了石墨烯专利申请量前 25 位专利技术领域(基于 IPC 大组)及其申请情况。可以看出,石墨烯专利技术主要集中在以下几个方向:(1) 石墨烯的制备,例如氧化还原法、化学气相沉积(CVD)等,主要分类号包括:C01B-031/04、C01B-031/02、C01B-031/00、B82Y-40/00、B82Y-30/00、C23C-016/26、H01L-21/20 等 (2) 石墨烯用于制备半导体器件、光电器件及场发射晶体管等,主要分类号包括:H01L-021/02、H01L-021/336、H01L-029/789、H01L-029/78 等;(3) 用于制备石墨烯复合材料及薄膜等,主要分类号包括:H01M-4/62、B05D-5/12;(4) 石墨烯用于锂离子电池电极等,主要分类号包括:H01B-1/24、H01M-4/583 等。

表2-3-1 石墨烯专利申请量居前17位的技术领域及其申请情况

IPC 分类 (大组)	申请量 (件)	技术领域	涉及年份	近 3 ⁵ 年申 请量占总 量百分比
C01B31/04	2335	石墨	2001 - 2015	66%
C01B31/02	1557	碳的制备; 纯化	2000 - 2015	57%
B82Y40/00	833	纳米结构的制造或处理	2005 - 2015	54%
B82Y30/00	1063	用于材料和表面科学的纳米技术	2005 - 2015	58%
C01B31/00	446	碳; 其化合物	2001 - 2015	20%
C08K3/04	970	碳	2002 - 2015	67%
B82B3/00	469	通过操纵单个原子、分子或作为孤立单元的极少量原子或分子的集合的纳米结构的制造或处理	2002 - 2015	46%
H01B1/04	368	主要由碳硅化合物、碳或硅组成的	2001 - 2015	44%
C23C16/26	312	仅沉积碳	2001 - 2015	54%
H01L21/02	300	半导体器件或其部件的制造或处理	2004 - 2015	42%
H01L21/336	292	带有绝缘栅的	2007 - 2015	57%
B82Y99/00	213	本小类其他组中不包括的技术主题	2009 - 2014	45%
H01L29/786	238	薄膜晶体管	2002 - 2015	44%

⁵ “近 3 年”指的是“2012-2014”, 后同。

B32B9/00	223	实质上由不包含在组 B32B 11/00 至 B32B 29/00 的特殊物质组成的层状产品	2002 - 2015	39%
H01L29/78	229	由绝缘栅产生场效应的	2002 - 2015	55%
H01G 9/042	239	以材料为特征的	2002 - 2015	56%
B82B 1/00	253	通过操纵单个原子、分子或作为孤立单元的极少量原子或分子的集合而形成的纳米结构	2002 - 2015	49%
H01M 4/62	398	在活性物质中非活性材料成分的选择, 例如胶合剂、填料	2002 - 2015	72%
H01M4/583	293	碳质材料, 例如石墨层间化合物或 CF _x	2007 - 2015	67%
H01B5/24	222	包含碳硅化合物、碳或硅的导电材料	2008 - 2015	71%
H01B13/00	275	制造导体或电缆制造的专用设备或方法	2009 - 2015	67%

利用 Aureka 平台的 Thememap 功能, 对石墨烯专利技术的研发布局进行了分析(图 2-3-1)。可以看出, 石墨烯专利的热点技术领域主要包括以下几个方面:

(1) 石墨烯制备, 例如液相剥离、化学氧化、外延生长和化学气相沉积; (2) 石墨烯分散和粉末制备技术; (3) 石墨烯用作锂离子电池电极材料、超级电容器材料、太阳能电池电极材料等; (4) 石墨烯用于制备薄膜晶体管、光电器件、透明导电薄膜等半导体器件; (5) 石墨烯用于复合材料材料, 例如导电/导热材料、复合纤维/碳纤维等; (6) 涂层; (7) 石墨烯功能薄膜; (8) 传感器; (9) 水处理。

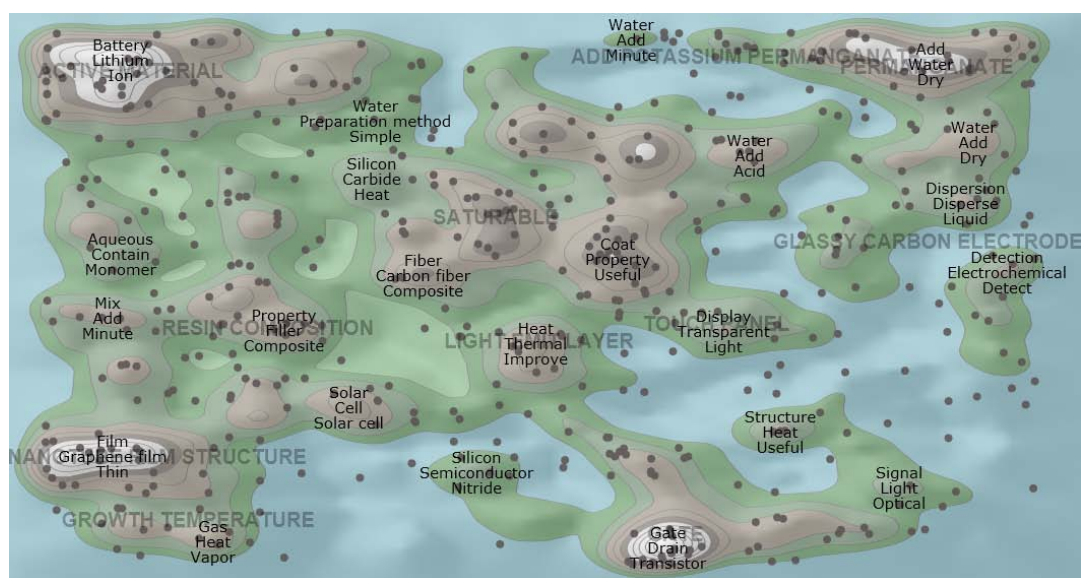


图 2-3-1 石墨烯专利技术总体研发布局

2.4 石墨烯专利国家/地区分布分析

2.4.1 最早优先权专利申请国家/地区分布

通过最早优先权国的分析，可以了解石墨烯专利技术的原创国。图和表 2-4-1 对石墨烯技术专利文献的最早优先权国进行统计分析发现，中国处于技术原创国的首位，其专利受理数量大幅领先于随后其他国家/地区，占据了 46%的份额；韩国、美国、日本紧随其后，也是该项技术的主要技术原创国。但是，韩国、美国和日本等的专利申请数量与中国有较大的差距。这是因为该领域目前处于产业化前夕，需要政府的大力支持，中国政府在石墨烯技术领域的诸多专项支持极大推动了该国在石墨烯技术领域的研发速度，为未来在行业内领先地位奠定了坚实的基础。

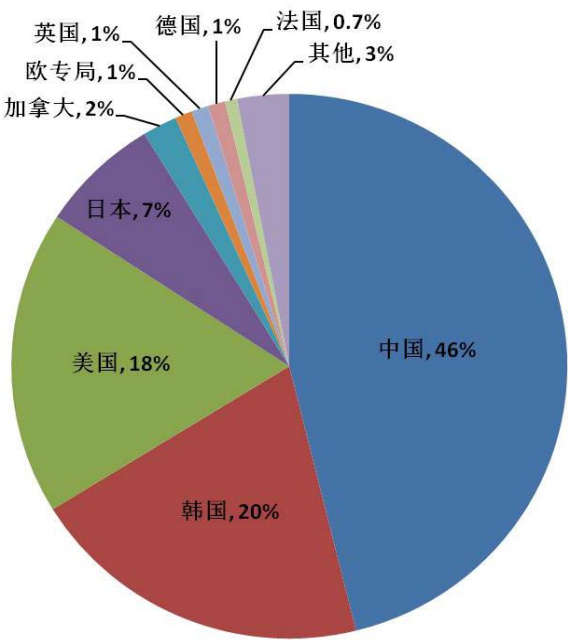


图2-4-1 石墨烯技术专利最早优先国家/地区分布(单位：件)

表2-4-1 石墨烯技术专利最早优先国家/地区分布(单位：件)

国家	专利申请数量（件）	国家	专利申请数量（件）
中国	6714	欧专局	202
韩国	2892	德国	175
美国	2632	英国	128
日本	938	法国	86
加拿大	229		

图 2-4-2 对最早优先权国家（排名前 10 名）的专利申请数量随时间的变化趋势进行了分析，藉以掌握石墨烯技术在各国布局的变化趋势。

从图 2-4-2 中可以看出，美国和日本是最早进入该技术领域的国家，其他国家则在 2006 年前后开始相关研究，其中日本、英国、加拿大等国的申请量始终保持稳定，增长缓慢，而中国、美国和韩国在 2010 年后申请数量增长迅速。其中以中国的增长速度最快，受理的石墨烯相关专利基本上集中在近 3 年，在专利申请总量上已经远远超越美国、日本和韩国。

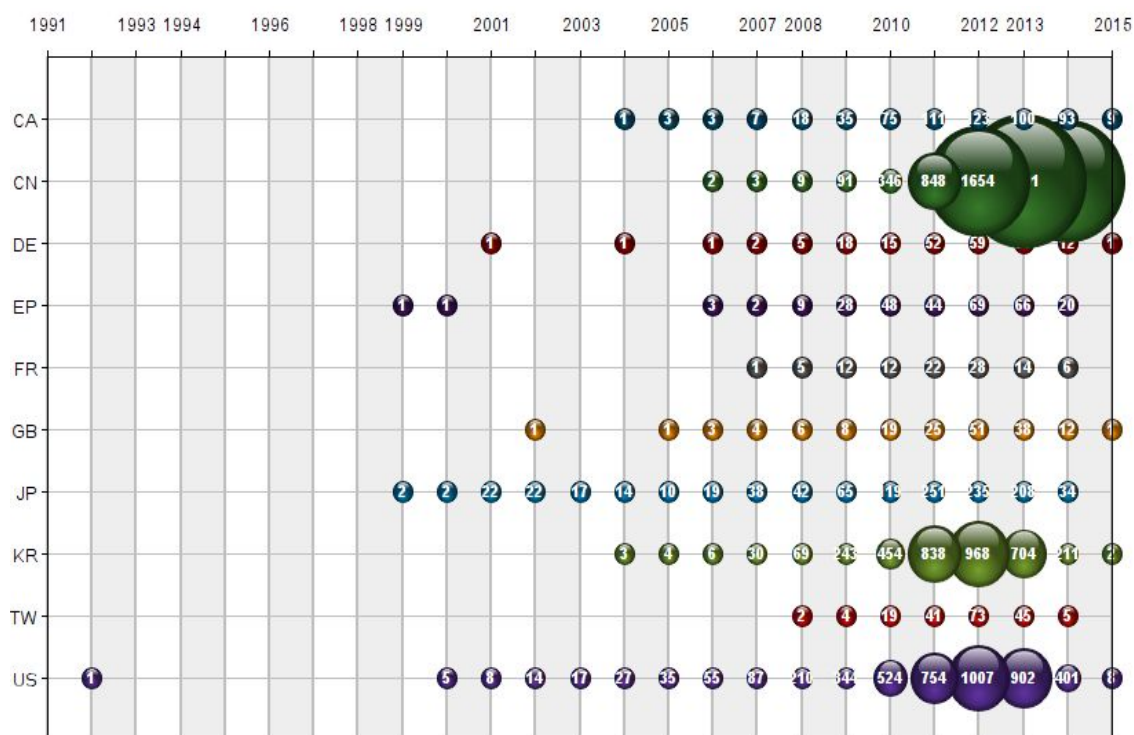


图2-4-2 石墨烯技术主要最早优先权国家时间趋势

2.4.2 技术流向分析

通过对专利家族国家的分析，可以了解石墨烯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。

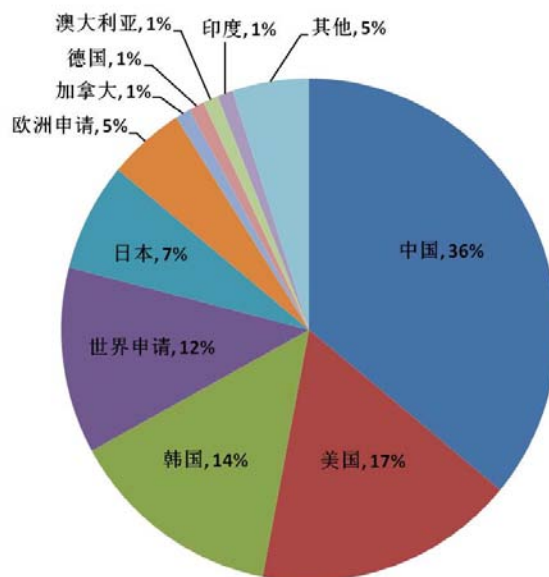


图2-4-3 石墨烯技术专利受理国家/地区分析(单位：件)

表2-4-2 石墨烯技术专利受理国家/地区分析(单位：件)

国家	专利申请数量（件）	国家	专利申请数量（件）
中国	7522	欧专局	952
美国	3566	加拿大	255
韩国	2954	德国	251
WO	2528	澳大利亚	137
日本	1404	印度	127

图 2-4-3 和表 2-4-2 是对石墨烯技术专利文献的专利家族国家进行的统计分析，可以看出，排名首位的依然是中国，中国依然是专利布局的重点，之后是美国、韩国、WO、日本和欧专局。结合表 2-4-3 的分析可以看出，中国、韩国、美国、日本四个主要技术原创国中，韩国、美国和日本的海外布局最多，中国专利量虽然远远高于其他几个国家，但是专利海外布局相对薄弱。

技术原创国和技术目标申请国排名基本相似，可见中国、韩国、美国、日本不仅是石墨烯技术的主要技术原创地，也是主要技术保护地。从各原创国的技术申请范围来看，韩国、美国和日本都在积极进行全球布局，中国在这方面还需要进一步加强。

表2-4-3 石墨烯技术专利主要技术原创国与目标申请国数量对比

目标申请国 技术原创国	CN 7522	US 3566	KR 2954	WO 2528	JP 1404	EP 952	TW 513	CA 255	DE 251	AU 137	IN 127
CN (6714)	6680	163	20	172	64	48	60	5	2		3
KR (2892)	445	961	2843	695	386	405	129	122	36	57	63
US (2632)	442	2260	274	1364	310	460	169	188	80	95	59
JP (938)	165	275	109	272	843	102	76	10	16	7	9
EP (202)	139	190	120	224	113	170	39	227	14	93	47
TW (180)	73	103	45	161	72	161	25	19	3	14	8
DE (175)	50	111	5	3	13	4	162	2		1	
GB (128)	24	46	24	87	24	47	12	10	145	2	22
FR (86)	30	53	22	107	26	57	5	15	1	13	8

注：表中国家/地区代码对应如下，US-美国；WO-世界知识产权组织；CN-中国；JP-日本；KR-韩国；EP-欧专局；DE-德国；TW-中国台湾；CA-加拿大；FR-法国；IN-印度；GB-英国；AU-澳大利亚

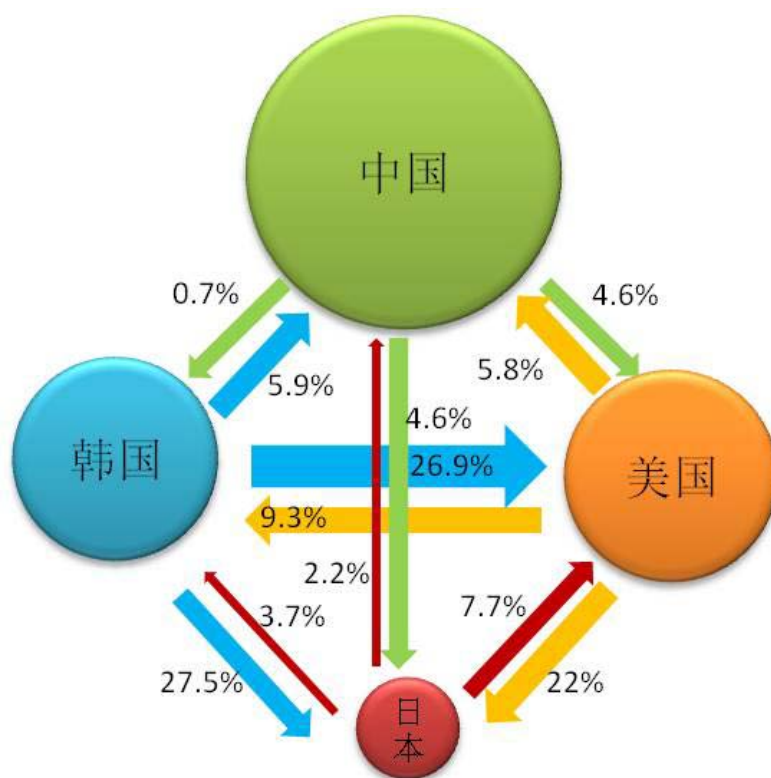


图2-4-4 石墨烯技术主要国家专利技术流向

结合上面对技术发源地和技术申请地的分析，仅对中国、韩国、美国、日本、几个主要技术原创国之间的技术流动进行分析(图 2-4-4)，可以看出这样的特点：

(1) 中国：中国专利体量大，但国外专利技术布局少，在日本、韩国、美国都仅有少量布局；

(2) 日本：日本技术流向美国的最多，达到 7.7%；

(3) 韩国：韩国技术流向美国和韩国的最多，分别达到 26.9%、27.5%；

(4) 美国：美国流向日本和韩国的最多，分别达到 22%、9.3%。

2.4.3 主要国家/地区专利申请活跃度分析

石墨烯专利技术研发最为活跃的国家 and 地区包括：中国、美国、WO、韩国、日本、德国和欧专局，其近 3 年专利申请占比分别为 76.4%、69.0%、70.7%、77.7%、61.9%、73.0%和 62.5%（表 2-4-4），其中，通过 PCT 途径申请专利的活跃度非常高，这说明，近几年石墨烯技术领域的申请人纷纷加强在全球的专利申请和布局。

表2-4-4 主要国家/地区石墨烯技术专利申请活跃度

国家/地区		中国	美国	WO	韩国	日本	德国	欧专局
专利总量（件）		7687	3620	2553	3010	1434	252	971
申 请 活 跃 度	近3年专利 受理量	5876	2496	1804	2337	888	184	607
	近3年专利 占比	76.4%	69.0%	70.7%	77.6%	61.9%	73.0%	62.5%

2.4.4 主要国家/地区的技术布局

图 2-4-5、表 2-4-5 给出了石墨烯优先权专利数量多于 10 件的 9 个主要国家/地区（中国、美国、韩国、日本、欧专局、德国、法国、俄罗斯、中国台湾，基于优先权国）在石墨烯领域的技术布局情况（IPC 代码含义见表 2-3-1）。可以看出，主要国家/地区技术构成相似度较高，专利大都分布在 C01B 31/04、C01B 31/02、B82Y-040/00、B82Y-030/00、C01B 31/00、C08K 3/04、B82B 3/00、H01B 1/04 等领域，即石墨烯材料的制备以及半导体器件的开发等领域。具体来看，美国、中国、日本和韩国 4 个最重要国家/地区的技术布局如下：

（1）美国主要集中在 C01B 31/04、C01B 31/02、B82Y-040/00、B82Y-030/00、C01B 31/00、C08K 3/04、B82B 3/00、H01B 1/04、C23C 16/26、H01L 21/02、H01L 21/336、B82Y-099/00、H01L 29/786、B32B 9/00、H01L 29/78、H01L 29/06 等领域。美国在石墨烯专利布局方面比较全面；

（2）中国主要集中在 C01B 31/04、C01B 31/02、B82Y-040/00、B82Y-030/00、C01B 31/00、C08K 3/04、C23C 16/26、H01G 9/042 等领域，即主要集中在石墨烯材料的制备及其在锂离子电池电极中的应用，并且申请数量远超其他国家，但是在制备半导体器件方面的专利相对较少；

（3）日本主要集中在 C01B 31/04、C01B 31/02、C01B 31/00、H01M 4/36、等领域；

（4）韩国主要集中在 C01B 31/04、C01B 31/02、B82B 3/00、H01B 1/04 等领域，特别是在 B82B 3/00（纳米器件）领域的专利具有领先优势。同样，韩国在石墨烯制备方面的专利远低于美国和中国。

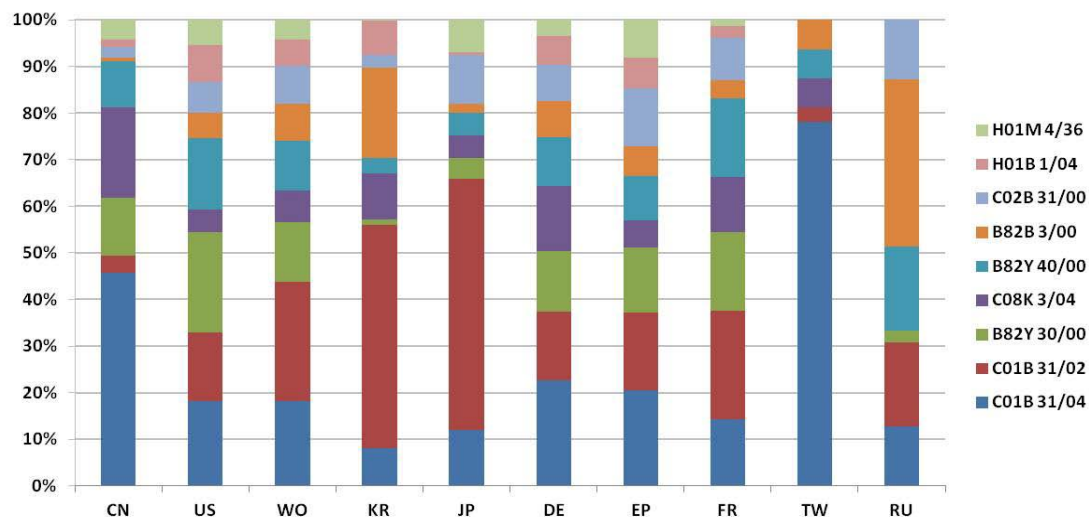


图 2-4-5 主要国家/地区在石墨烯领域的技术布局

表 2-4-5 主要国家/地区在石墨烯领域的技术布局

	中国	美国	韩国	日本	德国	欧专局	法国	俄罗斯
C01B 31/04	1486	284	72	54	26	28	11	5
C01B 31/02	119	230	429	243	17	23	18	7
B82Y 30/00	405	338	9	20	15	19	13	1
C08K 3/04	625	75	89	22	16	8	9	0
B82Y 40/00	327	239	30	22	12	13	13	7
B82B 3/00	21	87	172	9	9	9	3	14
C02B 31/00	75	102	25	47	9	17	7	5
H01B 1/04	55	123	66	3	7	9	2	0
H01M 4/36	134	85	1	31	4	11	1	0

2.5 石墨烯专利申请人分析

2.5.1 重要专利申请人

图 2-5-1 给出了专利申请数量不少于 50 件的前 35 个申请人，其中 4 个申请人来自美国，分别是美国 IBM 公司、美国威廉马什赖斯大学、美国纳米技术仪器和美国贝克休斯公司；2 家来自日本，分别是日本半导体能源实验室和日本东芝公司；7 家来自韩国，分别是韩国三星、韩国高级科技学院、韩国成均馆大学、韩国首尔大学、韩国 LG 伊诺特、韩国科学技术研究所、韩国延世大学；来自中

国的申请人数量占比最高，多达 22 个申请人，其中 1 家是公司，为鸿海精密仪器有限公司，其余 21 个申请人主要是高校和中科院，分别为浙江大学、清华大学、上海交通大学、哈尔滨工业大学、东南大学、江苏大学、北京大学、复旦大学、北京化工大学、上海大学、中科院宁波材料技术与工程研究所、同济大学、天津大学、东华大学、电子科技大学、南京理工大学、济南大学、南京大学、常州大学、中科院化学所、中科院上海微系统与信息技术研究所。

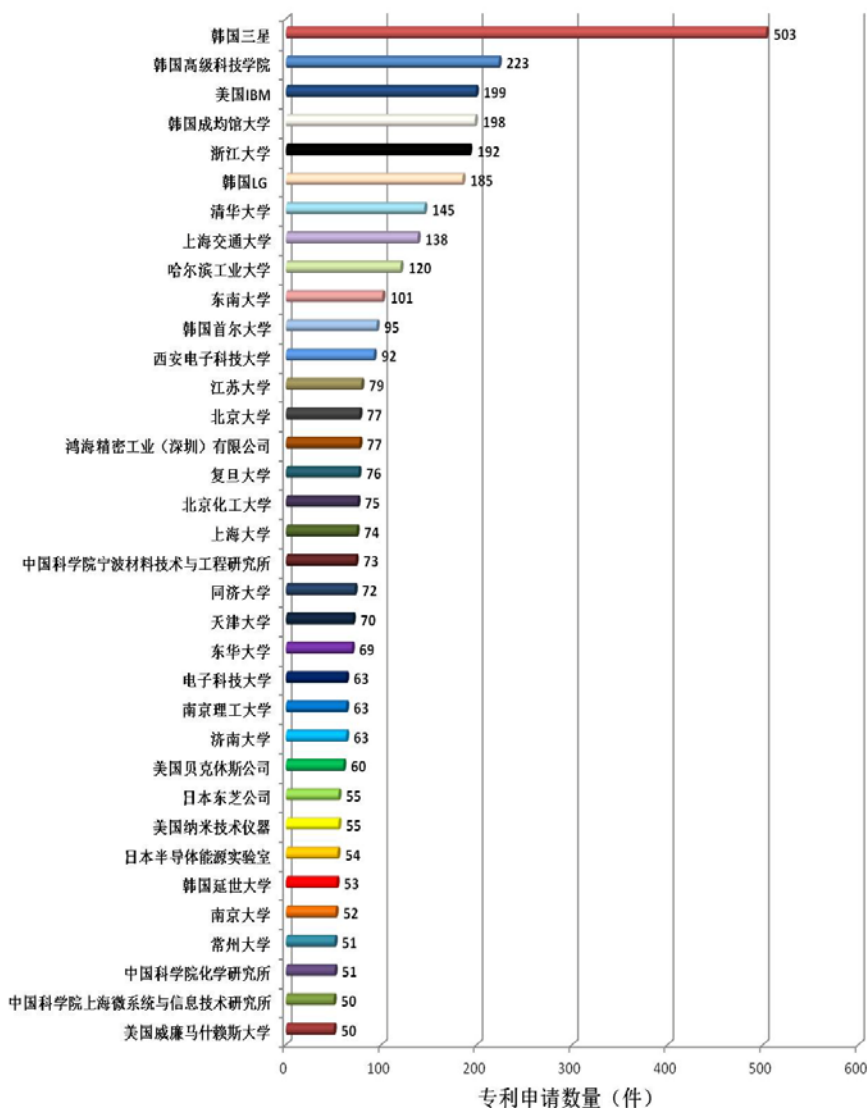


图 2-5-1 石墨烯技术重要专利申请人

2.5.2 重要专利申请人专利申请保护区域分布

表 2-5-1 给出了石墨烯重要专利申请人（申请数量大于 50 件）专利申请的保护区分布情况。可以看出，韩国三星公司、美国 IBM 公司、韩国成均馆大学、韩国 LG、韩国高级科技学院、韩国首尔大学、韩国科学技术研究院、美国

贝克休斯公司、美国纳米技术仪器、日本东芝公司、日本半导体能源实验室等公司不仅在专利申请数量上具有优势,而且在世界其他主要国家都对其石墨烯专利申请了专利保护。而我国机构虽然在专利申请数量上表现很好,但是基本上都以国内申请为主,除了中国鸿海精密仪器有限公司、清华大学、北京化工大学、浙江大学、中科院宁波材料技术与工程研究所、中科院上海微系统与信息技术研究所等在国外有少量专利申请外,其余基本都没有对其石墨烯专利申请进行国外保护。

表 2-5-1 重要专利申请人专利申请的保护区分布

	US	WO	CN	JP	KR	EP	DE	GB	CA	IN
韩国三星	335	36	77	76	475	51	5	0	0	0
韩国高级科技学院	77	32	6	8	218	3	0	0	0	0
美国IBM	197	29	36	10	4	3	23	19	4	2
韩国成均馆大学	82	31	11	11	197	10	0	0	0	0
浙江大学	3	3	192	0	0	1	0	1	0	0
韩国LG	45	48	26	13	180	29	0	0	0	0
清华大学	52	3	142	21	0	0	0	0	0	0
上海交通大学	1	2	136	0	0	0	0	0	0	0
哈尔滨工业大学	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0
东南大学	0	4	101	0	0	0	0	0	0	0
韩国首尔大学	25	15	3	3	94	1	2	0	0	0
西安电子科技大学	1	2	92	0	0	0	0	0	0	0
江苏大学	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0
鸿海精密工业(深圳)有限公司	63	0	58	21	0	0	0	0	0	0
北京大学	0	3	74	1	0	0	0	0	0	0
复旦大学	0	0	76	0	0	0	0	0	0	0

北京化工大学	4	4	75	0	0	0	0	0	0	0
上海大学	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0
中科院宁波材料技术与工程研究所	2	2	72	0	0	0	0	0	0	0
同济大学	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0
天津大学	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0
东华大学	0	0	69	0	0	0	0	0	0	0
济南大学	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0
南京理工大学	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0
电子科技大学	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0
美国贝克休斯公司	57	47	13	0	0	13	1	9	20	3
美国纳米技术仪器	55	6	3	3	3	1	0	0	0	0
日本东芝公司	39	3	8	52	8	1	0	0	0	0
日本半导体能源实验室	50	12	32	50	22	1	3	0	0	0
韩国延世大学	9	1	0	2	52	0	0	0	0	0
南京大学	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
中科院化学研究所	1	1	50	1	0	1	0	0	0	0
常州大学	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0
美国威廉马什赖斯大学	39	38	8	7	7	13	0	0	10	2
中科院上海微系统与信息技术研究所	3	7	52	0	0	0	0	0	0	0

注：表中国家/地区代码对应如下，US-美国；WO-世界知识产权组织；CN-中国；JP-日本；KR-韩国；EP-欧专局；DE-德国；TW-中国台湾；CA-加拿大；FR-法国；IN-印度；GB-英国；AU-澳大利亚

2.5.3 重要申请人专利申请活跃度及技术影响力分析

从表 2-5-2 近三年专利占比数据可以看出，石墨烯专利技术研发最为活跃的

申请人主要集中在中国、韩国、美国、日本等国家，包括：韩国三星、美国 IBM、韩国 LG、清华大学、韩国高级科技学院、上海交通大学、哈尔滨工业大学、东南大学、西安电子科技大学、江苏大学、鸿海精密工业（深圳）有限公司、复旦大学、中科院宁波材料技术与工程研究所、同济大学、美国贝克休斯公司、日本半导体能源实验室、常州大学、中科院上海微系统与信息技术研究所等；专利平均被引频次的数据分析表明，韩国三星、美国 IBM、韩国成均馆大学、韩国科学技术研究所、美国贝克休斯公司、美国纳米技术仪器、日本东芝公司、中科院化学研究所、美国威廉马什赖斯大学等申请人的专利影响力较高。

表2-5-2 重要专利申请人专利申请活跃度及影响力

	专利总量	申请活跃度		技术影响力	
		近3年受理量	近3年专利占比	专利总被引频次	专利平均被引频次
韩国三星	503	389	77.3%	648	1.3
韩国高级科技学院	223	175	78.5%	166	0.7
美国IBM	199	167	83.9%	317	1.6
韩国成均馆大学	198	138	69.7%	183	0.9
浙江大学	192	119	62.0%	37	0.2
韩国LG	185	150	81.1%	11	0.1
清华大学	145	120	82.8%	63	0.4
上海交通大学	138	109	79.0%	48	0.3
哈尔滨工业大学	120	97	80.8%	53	0.4
东南大学	101	84	83.2%	29	0.3
韩国首尔大学	95	68	71.6%	41	0.4
西安电子科技大学	92	91	98.9%	29	0.3
江苏大学	79	65	82.3%	28	0.4
鸿海精密工业（深圳）有限公司	77	61	79.2%	43	0.6

北京大学	77	56	72.7%	36	0.5
复旦大学	76	62	81.6%	25	0.3
北京化工大学	75	45	60.0%	24	0.3
上海大学	74	57	77.0%	43	0.6
中科院宁波材料技术与工程研究所	73	58	79.5%	34	0.5
同济大学	72	57	79.2%	18	0.3
天津大学	70	49	70.0%	70	1.0
东华大学	69	52	75.4%	48	0.7
济南大学	63	48	76.2%	15	0.2
南京理工大学	63	50	79.4%	39	0.6
电子科技大学	63	47	74.6%	17	0.3
美国贝克休斯公司	60	53	88.3%	104	1.7
美国纳米技术仪器	55	16	29.1%	474	8.6
日本东芝公司	55	43	78.2%	60	1.1
日本半导体能源实验室	54	53	98.1%	19	0.4
韩国延世大学	53	35	66.0%	19	0.4
南京大学	52	34	65.4%	14	0.3
中科院化学研究所	51	34	66.7%	60	1.2
常州大学	51	44	86.3%	13	0.3
美国威廉马什赖斯大学	50	31	62.0%	87	1.7
中科院上海微系统与信息技术研究所	50	47	94.0%	5	0.1

2.6 石墨烯重点专利技术追踪分析

通过对从 DII 数据库中检索到的 13923 件专利的统计分析,综合考虑被引次数、申请保护区域、是否为 PCT 申请或三方专利以及对标题和摘要信息的判读,从中选取三件专利技术,利用 Aureka 和 Thomson Innovation 的引证分析功能,对它们进行技术追踪分析,揭示它们的技术发展脉络和演进方向(基于 Thomson Innovation 的数据,检索时间为 2015 年 4 月 18 日)。

2.6.1 US2007092432-A1

US2007092432-A1 (Thermally exfoliated graphene oxide) 是美国普林斯顿大学于 2005 年 10 月 14 日申请的一件专利。该专利还通过 PCT(WO2007047084-A2)途径在欧专局 (EP1934139-A2)、印度 (IN200802672-P1)、中国 (CN101287679-A)、韩国 (KR2008059571-A)、日本 (JP2009511415-W)、加拿大 (CA2623451-A1) 和中国台湾 (TW200732251-A) 申请了保护。其中,在美国 (US7658901-B2, 公告日 2010 年 2 月 9 日)、中国 (CN101287679-B, 公告日 2012 年 12 月 5 日)、日本 (JP5198272-B2, 公告日 2013 年 5 月 15 日)、中国台湾地区 (TW412492-B1, 公告日 2013 年 10 月 21 日)、韩国 (KR1472592-B1, 公告日 2014 年 12 月 15 日) 的申请已经授权。

该专利技术主要是关于热膨胀制备石墨烯方法及其应用。该专利技术首先将石墨浸渍到强氧化溶剂中得到氧化插层石墨,然后清洗、干燥、高温膨胀得到热剥离型石墨烯(表面积为 $300\text{m}^2/\text{g} \sim 2600\text{m}^2/\text{g}$)。

该专利主张保护的材料用途包括: 高分子复合材料的填料、电池电极材料、柔性电极、超级电容器材料、贮氢材料、传感器、吸附材料、油墨、润滑剂、电磁屏蔽、吸油材料等。

该专利在多个国家地区申请了保护, 本文选择其美国申请的公开公告文献 (US2007092432-A1) 用于专利技术追踪与演进分析。

(1) 技术追踪分析

图 2-6-1 是 US2007092432-A1 的被引用情况(基于专利申请人)。可以看出, 该专利引用了三菱化工、巴特尔纪念研究所、密歇根州立大学等机构的 13 件在先专利, 同时被普林斯顿大学、美国沃尔贝克材料有限公司、积水化学株式会社、陶氏全球技术有限公司、密歇根州立大学、美国威廉马什赖斯大学、美国西北大学等机构的 104 件专利引用(详见表 2-6-1)。

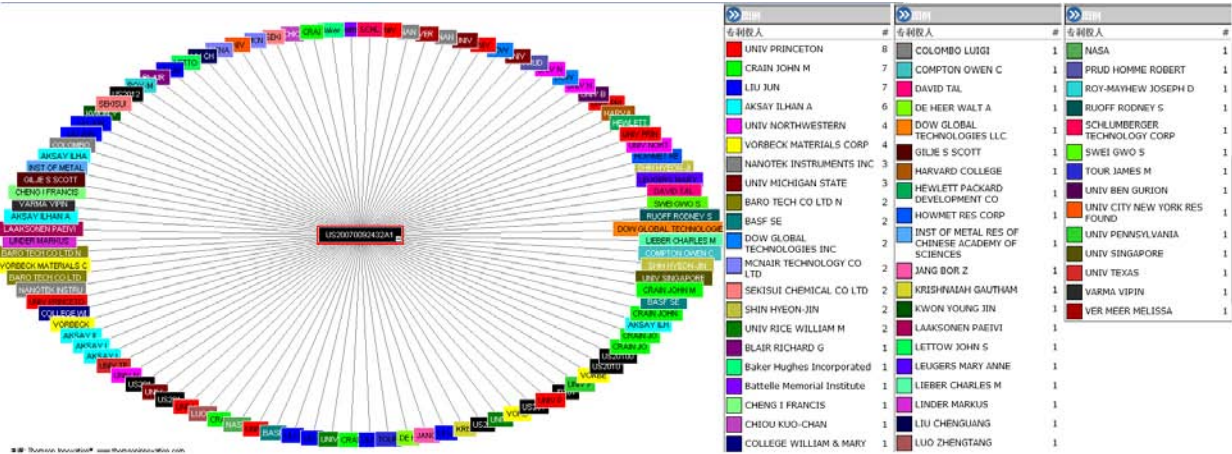


图2-6-1-1 US2007092432-A1的被引用情况（基于专利申请人）

(2) 技术演进分析

表2-6-1是US2007092432-A1的前引和后引情况（基于专利申请号）。可以看出，普林斯顿大学、美国沃尔贝克材料有限公司和积水化学株式会社等申请人围绕该专利进行了大量的外围专利申请，技术方案主要涉及石墨烯的制备、石墨烯的分散、涂料、阻燃材料、超级电容器、传感器、导电油墨、改性橡胶、透明电极等诸多领域；另外，该专利还引用了普林斯顿大学、美国沃尔贝克材料有限公司等申请人的专利文献，技术方案主要涉及膨胀石墨、膨胀石墨氧化物、石墨增强、改性橡胶等。

表2-6-1 US2007092432-A1前引和后引专利文献

专利文献号	申请机构	专利名称
前引专利（引用 US2007092432-A1 的专利文献）		
CN101765560B	Howmet Res Corp	Highly efficient process for manufacture of exfoliated graphene
CN102015529B	巴斯夫	Graphite nanoplatelets and compositions
CN102020270B	中科院金属所	Macro-preparation for big size graphene
CN102026916B	普林斯顿大学	Functionalized graphene sheets having high carbon to oxygen ratios
CN102408110B	东莞市迈科科技有限公司	Preparation method of graphene
EP2240405A2	Crain John M	Coatings containing functionalized graphene sheets and articles coated therewith

EP2248399A1	Crain John M	Printed electronics
EP2414286A1	美国沃尔贝克材料有限公司	Polymer compositions containing graphene sheets and graphite
EP2495216A2	Baro Tech Co Ltd N	Method and apparatus for producing a nanoscale material having a graphene structure
JP05670203B2	普林斯顿大学	
JP2011510905A	-	-
JP2012020924A	积水化学株式会社	Method for manufacturing graphite particle dispersion, and graphite particle dispersion
JP2013018825A	积水化学株式会社	Flame-retardant resin composition, flame-retardant resin sheet, and flame-retardant multilayer sheet
KR1457739B1	陶氏全球技术有限公司	Highly efficient process for manufacture of exfoliated graphene
US20100035093A1	-	Ultracapacitors and methods of making and using
US20100081057A1	-	Nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US20100176351A1	-	Mixtures comprising graphite and graphene materials and products and uses thereof
US20100204072A1	密歇根州立大学	Nanoparticle graphite-based minimum quantity lubrication method and composition
US20100237296A1	-	Reduction of graphene oxide to graphene in high boiling point solvents
US20100239869A1	美国西北大学	Method of forming a film of graphite oxide single layers, and applications of same
US20100327847A1	哈佛大学	High-resolution molecular sensor
US20110049437A1	普林斯顿大学	Coatings containing functionalized graphene sheets and articles coated therewith
US20110052813A1	-	Functionalised graphene oxide
US20110114189A1	美国沃尔贝克材料有限公司	Fuel system components
US20110144386A1	美国威廉马什赖斯大学	Graphene compositions and drilling fluids derived therefrom
US20110178224A1	普林斯顿大学	Multifunctional graphene-silicone elastomer nanocomposite, method of

		making the same, and uses thereof
US20110256376A1	美国西北大学	Composite graphene oxide-polymer laminate and method
US20120007913A1	-	Nano graphene platelet-based conductive inks and printing process
US20120045688A1	-	Lithium super-battery with a functionalized nano graphene cathode
US20120052301A1	Linder Markus	Graphene-Containing Platelets and Electronic Devices, and Method of Exfoliating Graphene
US20120058344A1	Laaksonen Paeivi	Electronic devices with protein layers
US20120121840A1	Aksay Ilhan A	Reinforced polymeric articles
US20120128570A1	Krishnaiah Gautham	Process for the preparation of graphite oxide and graphene sheets
US20120132862A1	Shin Hyeon-Jin	Carbon nanotube dispersion and method of preparing transparent electrode using the carbon nanotube dispersion
US20120142832A1	Varma Vipin	Polymeric compositions containing graphene sheets and graphite
US20120145234A1	Roy-Mayhew Joseph D	Graphene electrodes for solar cells
US20120228555A1	Cheng I Francis	Method for making graphene
US20120295027A1	Liu Jun	Mesoporous metal oxide graphene nanocomposite materials
US20130065074A1	Chiou Kuo-Chan	Graphite oxide-containing resin formulation, composition, and composite thereof
US20130330477A1	Blair Richard G	Oxidized graphite and carbon fiber
US20140145426A1	Lettow John S	Security Devices
US20140299811A1	美国国家航空航天局	Highly Thermal Conductive Nanocomposites
US7566410B2	Nanotek Instruments Inc	Highly conductive nano-scaled graphene plate nanocomposites
US7604049B2	斯伦贝谢科技股份有限公司	Polymeric composites, oilfield elements comprising same, and methods of using same in oilfield applications
US7641728B2	惠普科技发展有限公司	Ink composition and method for forming the same
US7658901B2	普林斯顿大学	Thermally exfoliated graphite oxide
US7662321B2	Nanotek Instruments Inc	Nano-scaled graphene plate-reinforced composite materials

		and method of producing same
US7745528B2	普林斯顿大学	Functional graphene-rubber nanocomposites
US7771824B2	普林斯顿大学	Bridged graphite oxide materials
US7863522B2	陶氏化学	Semi-conducting polymer compositions for the preparation of wire and cable
US7999027B2	Nanotek Instruments Inc	Pristine nano graphene-modified tires
US8017228B2	密歇根州立大学	Conductive composite compositions with fillers
US8096353B2	Ver Meer Melissa	Oilfield nanocomposites
US8110026B2	Prud Homme Robert	Functional graphene-polymer nanocomposites for gas barrier applications
US8114375B2	Jang Bor Z	Process for producing dispersible nano graphene platelets from oxidized graphite
US8147791B2	Gilje S Scott	Reduction of graphene oxide to graphene in high boiling point solvents
US8173095B2	De Heer Walt A	Method and apparatus for producing graphene oxide layers on an insulating substrate
US8183180B2	Tour James M	Graphene compositions and drilling fluids derived therefrom
US8246856B2	Leugers Mary Anne	Highly efficient process for manufacture of exfoliated graphene
US8247760B2	David Tal	Atom chip device
US8257867B2	Liu Jun	Nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US8278757B2	Crain John M	Printed electronics
US8309645B2	Swei Gwo S	Thermally stable composite material formed of polyimide
US8362295B2	美国威廉马什赖斯大学	Graphene compositions and methods for production thereof
US8449959B2	Aksay Ilhan A	Reinforced polymeric articles
US8450014B2	Liu Jun	Lithium ion batteries with titania/graphene anodes
US8470400B2	Colombo Luigi	Graphene synthesis by chemical vapor deposition
US8557441B2	Liu Jun	Titania-graphene anode electrode paper

US8557442B2	Liu Jun	Nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US8563169B2	Liu Jun	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US8574681B2	Ruoff Rodney S	Ceramic composite thin films
US8697485B2	Crain John M	Printed electronics
US8698481B2	Lieber Charles M	High-resolution molecular sensor
US8709213B2	Compton Owen C	Composite graphene oxide-polymer laminate and method
US8715532B2	Shin Hyeon-Jin	Reduced graphene oxide doped with dopant, thin layer and transparent electrode
US8795899B2	Liu Chenguang	Lithium super-battery with a functionalized nano graphene cathode
US8821745B2	Luo Zhengtang	High yield preparation of macroscopic graphene oxide membranes
US8835046B2	Liu Jun	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US8968695B2	Kwon Young Jin	Method of producing nano-size graphene-based material and an equipment for producing the same
US9017546B2	贝克休斯公司	Exfoliation of asphaltenes
US9017867B2	巴特尔纪念研究所	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
WO2008143829A2	美国西北大学	Graphene oxide sheet laminate and method
WO2009018204A1	陶氏化学	Highly efficient process for manufacture of exfoliated graphene
WO2009023051A1	美国西北大学	Ceramic composite thin films
WO2009027966A2	本·古里安大学	Atom chip device
WO2009032069A1	密歇根州立大学	Conductive composite materials with graphite coated particles
WO2009032910A1	普林斯顿大学	Bridged graphite oxide materials
WO2009085015A1	新加坡国立大学	Functionalised graphene oxide
WO2009099707A1	Crain John M	Printed electronics
WO2009106507A2	巴斯夫	Graphite nanoplatelets and compositions
WO2009123771A2	Crain John M	Coatings containing functionalized

		graphene sheets and articles coated therewith
WO2009134492A2	Aksay Ilhan A	Functionalized graphene sheets having high carbon to oxygen ratios
WO2010042912A1	美国沃尔贝克材料有限公司	Process for the preparation of graphite oxide and graphene sheets
WO2010074918A1	宾夕法尼亚大学	High yield preparation of macroscopic graphene oxide membranes
WO2010083378A2	德克萨斯大学	Mixtures comprising graphite and graphene materials and products and uses thereof
WO2010107762A1	Aksay Ilhan A	Polymeric fibers and articles made therefrom
WO2010107763A1	Aksay Ilhan A	Reinforced polymeric articles
WO2010107769A2	Aksay Ilhan A	Tire cords

后引专利（被 US2007092432-A1 引用的专利文献）

US5876687A	美国国家航空航天局	Elemental metals or oxides distributed on a carbon substrate or self-supported and the manufacturing process using graphite oxide as template
US6596396B2	三菱化工	Thin-film-like particles having skeleton constructed by carbons and isolated films
US6828015B2	三菱化工	Composite containing thin-film particles having carbon skeleton, method of reducing the thin-film particles, and process for the production of the composite
US20060229404A1	-	Pneumatic tire having a rubber component containing exfoliated graphite
US4753786A	Watanabe N	Method for producing graphite fluoride
US4987175A	巴特尔纪念研究所	Enhancement of the mechanical properties by graphite flake addition
US20040127621A1	密歇根州立大学	Expanded graphite and products produced therefrom
US20070092432A1	-	Thermally exfoliated graphite oxide
US20020054995A1	-	Graphite platelet nanostructures
US20070142547A1	斯伦贝谢科技股份有限公司	Polymeric Composites, Oilfield

		Elements Comprising Same, and Methods of Using Same in Oilfield Applications
US7071258B1	Nanotek Instruments Inc	Nano-scaled graphene plates
US20050271574A1	-	Process for producing nano-scaled graphene plates
JP2006225473A	横滨橡胶公司	Rubber composition for tire and pneumatic tire using the same

2.6.2 US2009110627-A1

US2009110627-A1 (Graphene sheet and method of preparing the same) 是韩国三星公司于 2008 年 7 月 8 日申请的一件专利,已于 2011 年 8 月 2 日取得 USPTO 的授权 (US7988941-B2)。该专利还在中国 (CN101423209-A)、韩国 (KR2009043418-A)、日本 (JP2009107921-A)、德国 (EP2055673-A1) 申请了保护。其中,在韩国 (KR923304-B1, 公告日 2009 年 10 月 23 日)、美国 (US7988941-B2, 公告日 2011 年 8 月 2 日) 的申请已经获得授权。

该专利技术主要是关于化学气象沉积 (CVD) 制备大尺寸石墨烯的方法。该专利技术方案如下: 首先将沉积一层催化剂金属膜 (镍、铜、钴、铁等) 的硅基底放置在一个腔室中, 然后通入一氧化碳、乙烯或乙炔等气体, 在热处理条件下催化剂表面会生长石墨烯片, 自然冷却后, 将该基板在盐酸中浸渍除去催化剂膜从而将石墨烯片与基片分离开。

该专利在多个国家地区申请了保护, 本文选择通过美国申请的公开公告文献 (US2009110627-A1) 用于专利技术追踪分析。

(1) 技术追踪分析

图 2-6-2 是 US2009110627-A1 的被引用情况情况 (基于专利申请人)。可以看出, 该专利引用了加利福尼亚大学、佳能公司等机构的 7 件在先专利, 同时被庆熙大学、三星、德克萨斯大学、加利福尼亚大学、威廉马什赖斯大学等机构的 54 件专利引用 (详见表 2-6-2)。

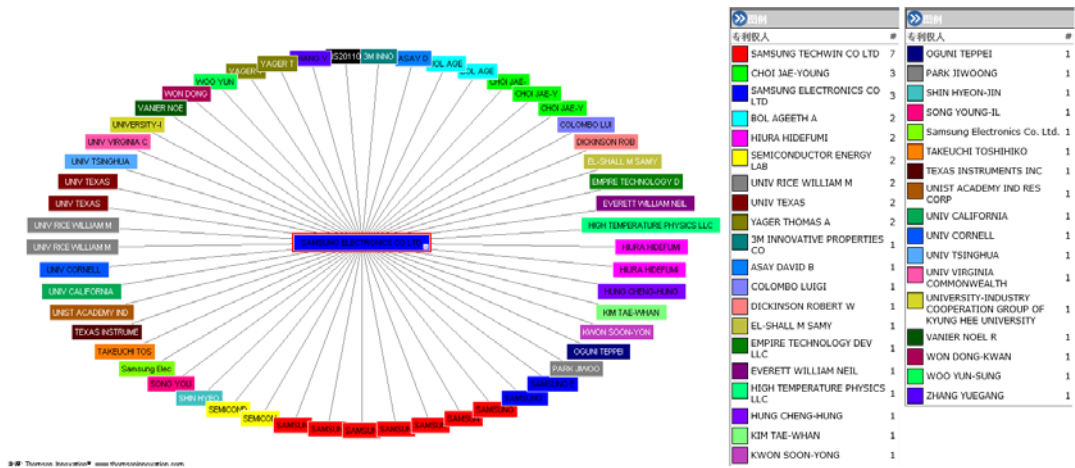


图2-6-2 US2009110627-A1的被引用情况情况（基于专利申请人）

(2) 技术演进分析

表2-6-2是US2009110627-A1的前引和后引情况（基于专利申请号）。可以看出，三星、庆熙大学等机构围绕该专利进行了大量的外围专利申请，技术方案主要涉及化学气相沉积制备石墨烯、太阳能电池、导电薄膜、光电子器件、晶体管等。

表2-6-2 US2009110627-A1前引和后引专利文献

专利文献号	申请机构	专利名称
前引专利（引用 US2009110627-A1 的专利文献）		
CN102020271A	三星	Method of manufacturing graphene and graphene manufactured by the method
CN102020271B	三星	Method of manufacturing graphene and graphene manufactured by the method
KR1067085B1	庆熙大学	Method for growing non-catalytic graphene with uniform distribution
US20110041980A1	-	Electronic device utilizing graphene electrodes and ogranic/inorganic hybrid composites and method of manufacturing the electronic device
US20110070146A1	三星	Method of manufacturing graphene, graphene manufactured by the method, conductive film comprising the graphene, transparent electrode comprising the graphene, and radiating or heating device comprising the graphene

US20110091647A1	德克萨斯大学	Graphene synthesis by chemical vapor deposition
US20110104442A1	三星	Graphene sheet, graphene base including the same, and method of preparing the graphene sheet
US20110269299A1	加利福尼亚大学	Direct chemical vapor deposition of graphene on dielectric surfaces
US20120000516A1	Bol Ageeth A	Graphene Solar Cell
US20120000521A1	Bol Ageeth A	Graphene Solar Cell And Waveguide
US20120168724A1	Park Jiwoong	Transfer-free batch fabrication of single layer graphene devices
US20120234240A1	Won Dong-Kwan	Graphene synthesis chamber and method of synthesizing graphene by using the same
US20120267041A1	Woo Yun-Sung	Method of forming multi-layer graphene
US20120282489A1	Shin Hyeon-Jin	Direct graphene growing method
US20120286234A1	Yager Thomas A	Directionally recrystallized graphene growth substrates
US20120328906A1	Kwon Soon-Yong	Method for manufacturing graphene, transparent electrode and active layer comprising the same, and display, electronic device, optoelectronic device, battery, solar cell, and dye-sensitized solar cell including the electrode and the active layer
US20130026444A1	德州仪器公司	Synthesizing graphene from metal-carbon solutions using ion implantation
US20130187097A1	Hong Byung Hee	Method for producing graphene at a low temperature, method for direct transfer of graphene using same, and graphene sheet
US20130264748A1	清华大学	Method for making strip shaped graphene layer
US20140141600A1	三星	Methods of preparing graphene and device including graphene
US8075950B2	Choi Jae-Young	Process of preparing graphene shell
US8377408B2	高温物理公司	Process for the production of carbon nanoparticles and sequestration of carbon
US8420042B2	Dickinson Robert W	Process for the production of carbon graphenes and other nanomaterials
US8431103B2	Song Young-I	Method of manufacturing graphene, graphene manufactured by the method, conductive film comprising the graphene, transparent electrode comprising the graphene, and radiating or heating device comprising the graphene

US8461028B2	德克萨斯大学	Synthesizing graphene from metal-carbon solutions using ion implantation
US8470400B2	Colombo Luigi	Graphene synthesis by chemical vapor deposition
US8486363B2	Hung Cheng-Hung	Production of graphenic carbon particles utilizing hydrocarbon precursor materials
US8486364B2	Vanier Noel R	Production of graphenic carbon particles utilizing methane precursor material
US8492747B2	Choi Jae-Young	Transistor and flat panel display including thin film transistor
US8492753B2	Yager Thomas A	Directionally recrystallized graphene growth substrates
US8641915B2	Kim Tae-Whan	Electronic device utilizing graphene electrodes and organic/inorganic hybrid composites and method of manufacturing the electronic device
US8685569B2	Oguni Teppei	Electrode for power storage device and power storage device
US8709654B2	Takeuchi Toshihiko	Power storage device and method for manufacturing the same
US8709881B2	Zhang Yuegang	Direct chemical vapor deposition of graphene on dielectric surfaces
US8734900B2	Choi Jae-Young	Graphene shell and process of preparing the same
US8778197B2	Everett William Neil	Graphene windows, methods for making same, and devices containing same
US8796361B2	Asay David B	Adhesive compositions containing graphenic carbon particles
US8835286B2	Hiura Hidefumi	Manufacturing method of graphene substrate and graphene substrate
US8871171B2	El-Shall M Samy	Production of graphene and nanoparticle catalysts supported on graphene using microwave radiation
US8883351B2	半导体能源实验室	Graphene and power storage device, and manufacturing method thereof
US8945772B2	半导体能源实验室	Power storage device
US8980217B2	Hiura Hidefumi	Method of manufacturing graphene substrate, and graphene substrate
US9023221B2	三星	Method of forming multi-layer graphene
WO2011046655A2	康奈尔大学	Transfer-free batch fabrication of single layer graphene devices
WO201111932A2	Unist Academy Ind Res Corp	Method for manufacturing graphene, transparent electrode and active layer

		comprising the same, and display, electronic device, optoelectronic device, battery, solar cell, and dye-sensitized solar cell including the electrode and the active layer
WO2011112598A1	美国威廉马什赖斯大学	Growth of graphene films from non-gaseous carbon sources
WO2011119961A2	弗吉尼亚大学	Production of graphene and nanoparticle catalysts supported on graphene using microwave radiation
WO2012002666A2	三星	Graphene manufacturing apparatus and method
WO2012020950A2	三星	Method of post treating graphene and method of manufacturing graphene using the same
WO2012078464A2	3M 公司	Article and method of making and using the same
WO2012105777A2	三星	Method and apparatus for manufacturing graphene
WO2012134205A1	三星	Method of manufacturing graphene film, apparatus for manufacturing graphene film, and graphene film manufactured by using apparatus for manufacturing graphene film
WO2012148439A1	美国威廉马什赖斯大学	Direct growth of graphene films on non-catalyst surfaces
WO2013160736A1	帝国科技开发有限责任公司	Graphene compositions and methods of making the same

后引专利（被 US2009110627-A1 引用的专利文献）

WO2006093989A2	加利福尼亚大学	Preparation of graphitic articles
JP2003081699A	佳能公司	Method and apparatus for manufacturing fiber essentially consisting of carbon and electron releasing element using this fiber
US20050271574A1	-	Process for producing nano-scaled graphene plates
US6800584B2	Catalytic Materials Llc	Gold catalysts supported on graphitic carbon nanostructures
US20040099208A1	-	Method for forming carbon nanotubes
US20050164211A1	-	Carbon nanotube molecular labels
US5698341A	Petoca Ltd	Carbon material for lithium secondary battery and process for producing the same

2.6.3 US2009117467-A1

US2009117467-A1 (Nano grapheme platelet-based composite anode compositions for lithiumion batteries)是 Zhamu A 于 2007 年 11 月 5 日申请的一件专利,该专利还通过 PCT (WO2009061685-A1) 途径在中国 (CN101849302-A)、韩国 (KR2010088667-A)、日本 (JP2011503804-W) 申请了保护。其中,在韩国 (KR1266022-B1, 公告日 2013 年 5 月 21 日)、美国 (US7745047-B2, 公告日 2010 年 6 月 29 日)、中国 (CN101849302-B, 公告日 2013 年 7 月 24 日)、日本 (JP5436440-B2、2014 年 5 月 5 日) 的专利申请已经获得授权。

该专利技术主要是将纳米石墨烯 (GNPS) 作为导电添加剂应用于锂离子电池正极材料 (钴酸锂, 镍酸锂, 锰酸锂, 磷酸铁锂和/或磷酸钒锂等) 和/负极材料 (硅, 锗, 锡, 铅, 铋, 铟, 锌, 铝和镉的合金或金属间化合物等) 中以改善锂离子二次电池的充放电性能。

该专利在多个国家地区申请了保护, 本文选择美国申请的公开公告文献 (US2009117467-A1) 用于专利技术追踪分析。

(1) 技术追踪分析

图 2-6-3 是 US2009117467-A1 的被引用情况情况 (基于专利申请人)。可以看出, 该专利引用了夏普株式会社、加利福尼亚大学、佳能公司和三菱化工等机构的 28 件在先专利, 同时被三星、索尼、美国西北大学、陶氏化学、LG 化学等机构的 99 件专利引用 (详见表 2-6-3)。

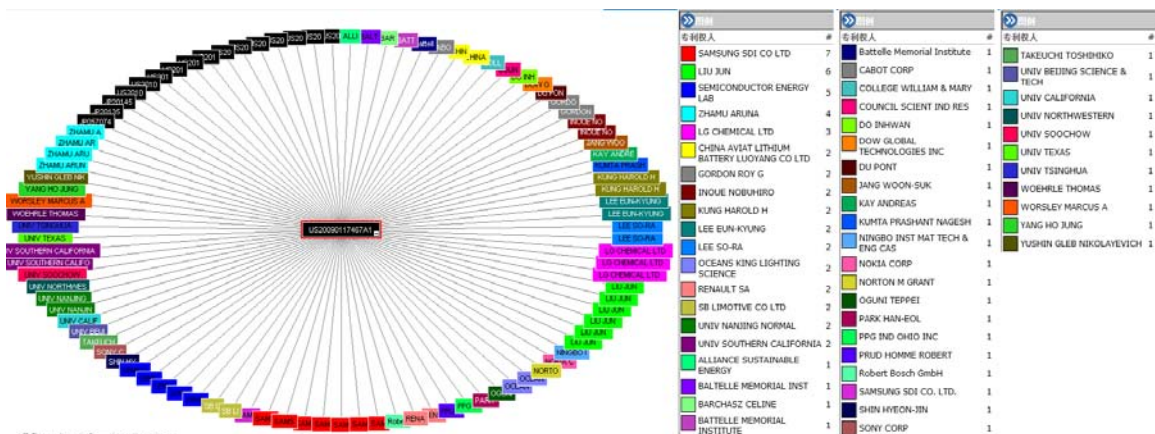


图2-6-3 US2009117467-A1的被引用情况 (基于专利申请人)

(2) 技术演进分析

图 2-6-3 是 US2009117467-A1 的前引和后引情况 (基于专利申请号), 从专利的技术方案来看, 后续施引专利的技术领域主要集中在锂离子电池导电添加

剂、锂离子电池正极/负极复合材料等（详见表 2-6-3）。

表2-6-3 US2009117467-A1前引和后引专利文献

专利文献号	申请机构	专利名称
前引专利（引用 US2009117467-A1 的专利文献）		
CN101717203B	清华大学	Method for depositing photoinduced graphene onto fiber end surfaces
CN101924211A	北京科技大学	Graphene/silicon lithium ion battery cathode material and preparation method thereof
CN102136576A	中航锂电	Conductive agent used for lithium iron phosphate battery and preparation method thereof
CN102136576B	中航锂电	Conductive agent used for lithium iron phosphate battery and preparation method thereof
CN102142552B	三星	Negative electrode active material and lithium battery comprising the negative electrode active material
CN102185147A	南京师范大学	Nano iron phosphate hollow sphere/graphene composite material and preparation method thereof
CN102185147B	南京师范大学	Nano iron phosphate hollow sphere/graphene composite material and preparation method thereof
CN102569773A	东吴大学	Anode material for lithium-ion secondary battery and preparation method thereof
CN102656727B	Robert Bosch GmbH	-
DE102009054939A1	Sb Limotive Co Ltd	Galvanischen Elements
EP2276098A1	索尼	Secondary battery, anode, cathode and electrolyte
EP2355211A1	三星	Negative electrode active material containing nanometal particles and super-conductive nanoparticles and lithium battery comprising the negative electrode active material
EP2355211B1	三星	Negative electrode active material containing nanometal particles and super-conductive nanoparticles and lithium battery comprising the negative electrode active material

EP2355225A1	三星	Secondary particle and lithium battery including secondary particle
EP2385569A1	三星	Negative active material and lithium battery
EP2511973A1	中科院宁波材料技术与工程研究所	Lithium iron phosphate positive electrode active material modified by graphene, preparation method and lithium ion secondary battery thereof
EP2514009B1	三星	Galvanic cell
FR2997228A1	雷诺	Electrode negative pour cellule electrochimique de stockage d'energie, cellule electrochimique et batterie correspondantes et leur utilisation dans un vehicule electrique
JP05707499B2	-	-
JP2013541819A	-	-
JP2014502653A	-	-
KR1002539B1	三星	Negative electrode active material for a lithium rechargeable battery with improved charge/discharge efficiency and a lithium rechargeable battery comprising the same
US20100081057A1	-	Nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US20100143798A1	-	Nano graphene reinforced nanocomposite particles for lithium battery electrodes
US20110012067A1	陶氏化学	Lithium manganese phosphate/carbon nanocomposites as cathode active materials for secondary lithium batteries
US20110033746A1	-	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US20110111299A1	-	Lithium ion batteries with titania/graphene anodes
US20110111303A1	美国西北大学	Electrode material comprising graphene composite materials in a graphite network formed from reconstituted graphene sheets
US20110118123A1	三星	Super-conductive nanoparticle, super-conductive nanoparticle powder, and lithium battery comprising the powder
US20110183202A1	-	Negative Electrode Active Material Containing Nanometal Particles and Super-Conductive Nanoparticles and Lithium Battery Comprising the Negative Electrode Active Material
US20110195308A1	-	Secondary particle and lithium battery

		including secondary particle
US20120021294A1	-	Graphite or carbon particulates for the lithium ion battery anode
US20120026643A1	-	Supercapacitor with a meso-porous nano graphene electrode
US20120037854A1	Worsley Marcus A	Mechanically stiff, electrically conductive composites of polymers and carbon nanotubes
US20120064409A1	-	Graphene-enhanced anode particulates for lithium ion batteries
US20120070612A1	Lee Eun-Kyung	Graphene-polymer layered composite and process for preparing the same
US20120164539A1	-	Surface -controlled lithium ion-exchanging energy storage device
US20120171574A1	-	Partially and fully surface-enabled metal ion-exchanging energy storage devices
US20120225354A1	Park Han-Eol	Positive electrode active material for lithium secondary battery, method of preparing same and lithium secondary battery including same
US20120228215A1	Yang Ho Jung	Water purifying filter including an organic material adsorbent and water purifying system including the same
US20120251886A1	Yushin Gleb Nikolayevich	Curved two-dimensional nanocomposites for battery electrodes
US20120282527A1	-	Composite materials for battery applications
US20120313587A1	Norton M Grant	Lithium-ion batteries with nanostructured electrodes and associated methods of making
US20130052522A1	Inoue Nobuhiro	Carbon-based negative electrode material and secondary battery including negative electrode material
US20130065130A1	Alliance Sustainable Energy	Method of fabricating electrodes including high-capacity, binder-free anodes for lithium-ion batteries
US20130108913A1	Barchasz Celine	Electrochemical lithium accumulator with a bipolar architecture comprising a specific electrolyte additive
US20130149605A1	半导体能源实验室	Negative electrode for lithium secondary battery, lithium secondary battery, and manufacturing methods thereof
US20130177820A1	Kumta Prashant Nagesh	Silicon-containing compositions, methods of their preparation, and methods of electrolytically depositing silicon on a

		Current carrier for use in lithium ion battery applications
US20130260237A1	LG 公司	Anode active material and secondary battery comprising the same
US20130288131A1	LG 公司	Method for preparing anode active material
US20130309495A1	Do Inhwan	Process of dry milling particulate materials
US8110026B2	Prud Homme Robert	Functional graphene-polymer nanocomposites for gas barrier applications
US8119032B2	Gordon Roy G	Gas-phase functionalization of surfaces including carbon-based surfaces
US8226801B2	Zhamu Aruna	Mass production of pristine nano graphene materials
US8257867B2	Liu Jun	Nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US8450014B2	Liu Jun	Lithium ion batteries with titania/graphene anodes
US8530085B2	Lee So-Ra	Negative electrode active material containing nanometal particles and super-conductive nanoparticles and lithium battery comprising the negative electrode active material
US8551650B2	Kung Harold H	Graphene materials having randomly distributed two-dimensional structural defects
US8557441B2	Liu Jun	Titania-graphene anode electrode paper
US8557442B2	Liu Jun	Nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US8563169B2	Liu Jun	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US8563177B2	Woehrle Thomas	Galvanic element
US8580432B2	Zhamu Aruna	Nano graphene reinforced nanocomposite particles for lithium battery electrodes
US8679976B2	Lee Eun-Kyung	Method of manufacturing graphene by using germanium layer
US8685569B2	Oguni Teppei	Electrode for power storage device and power storage device
US8709654B2	Takeuchi Toshihiko	Power storage device and method for manufacturing the same
US8715532B2	Shin Hyeon-Jin	Reduced graphene oxide doped with dopant, thin layer and transparent electrode
US8778538B2	Kung Harold H	Electrode material comprising graphene-composite materials in a graphite network

US8784694B2	Kay Andreas	Lithium manganese phosphate/carbon nanocomposites as cathode active materials for secondary lithium batteries
US8815448B2	Lee So-Ra	Negative active material and lithium battery
US8835046B2	Liu Jun	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
US8859143B2	Zhamu Aruna	Partially and fully surface-enabled metal ion-exchanging energy storage devices
US8877379B2	Jang Woon-Suk	Positive active material for rechargeable lithium battery and rechargeable lithium battery
US8883351B2	半导体能源实验室	Graphene and power storage device, and manufacturing method thereof
US8945772B2	半导体能源实验室	Power storage device
US8951444B2	Gordon Roy G	Gas-phase functionalization of carbon nanotubes
US8974962B2	LG 公司	Anode active material and secondary battery comprising the same
US8993156B2	Inoue Nobuhiro	Carbon-based negative electrode material and secondary battery including negative electrode material
US9017867B2	巴特尔纪念研究所	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
WO2010141348A1	College William & Mary	Method for making polymer composites containing graphene sheets
WO2011014347A1	Zhamu Aruna	Mass production of pristine nano graphene materials
WO2011019764A1	Baltelle Memorial Inst	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
WO2011019765A1	巴特尔纪念研究所	Self assembled multi-layer nanocomposite of graphene and metal oxide materials
WO2011072940A1	SB Limotive Co Ltd	Galvanic element
WO2012046669A1	半导体能源实验室	Positive-electrode active material and power storage device
WO2012046791A1	半导体能源实验室	Method for manufacturing positive electrode active material for energy storage device and energy storage device
WO2012052810A1	Council Scient Ind Res	Cathode material and lithium ion battery therefrom
WO2012112818A2	加利福尼亚大学	Interpenetrating networks of crystalline carbon and nano-scale electroactive materials
WO2012138607A1	卡伯特公司	Lead-acid batteries and pastes therefor

WO2013109807A1	Du Pont	Compositions, layerings, electrodes and methods for making
WO2014064361A1	雷诺	Negative electrode for an electrochemical energy storage cell, corresponding electrochemical cell and battery and use thereof in an electric vehicle
WO2014150006A1	Ppg Ind Ohio Inc	Lithium ion battery anodes including graphenic carbon particles
WO2014194261A2	南加利福尼亚州立大学	Coating particles
WO2014194261A3	南加利福尼亚州立大学	Coating particles
WO2015018973A1	诺基亚公司	An apparatus and associated methods for analyte detection
WO2015057678A1	德克萨斯大学	Sub-stoichiometric, chalcogen-containing-germanium, tin, or lead anodes for lithium or sodium ion batteries

后引专利（被 US2009117467-A1 引用的专利文献）

US5965296A	夏普株式会社	Nonaqueous secondary battery and a method of manufacturing a negative electrode active material
US6007945A	Electrofuel Inc	Negative electrode for a rechargeable lithium battery comprising a solid solution of titanium dioxide and tin dioxide
US6040092A	夏普株式会社	Nonaqueous secondary battery
US6872330B2	加利福尼亚大学	Chemical manufacture of nanostructured materials
US6103393A	Superior Micropowders Llc	Metal-carbon composite powders, methods for producing powders and devices fabricated from same
US20060237697A1	佳能公司	Electrode material for rechargeable lithium battery, electrode structural body comprising said electrode material, rechargeable lithium battery having said electrode structural body, process for the production of said electrode structural body, and process for the production of said rechargeable lithium battery
US20070020519A1	-	Anode active material, manufacturing method thereof and lithium battery using the anode active material

US20090068553A1	Inorganic Specialists Inc	Silicon modified nanofiber paper as an anode material for a lithium secondary battery
US6555271B1	Graftech Inc	Anode for lithium-ion battery
US7157517B2	Univ Wayne State	Method of delaminating a graphite structure with a coating agent in a supercritical fluid
US20070148544A1	3M 公司	Silicon-Containing Alloys Useful as Electrodes for Lithium-Ion Batteries
US5344726A	夏普株式会社	Carbon anode for secondary battery
US7094499B1	美国国家航空航天局	Carbon materials metal/metal oxide nanoparticle composite and battery anode composed of the same
US20050058896A1	-	Non-aqueous electrolyte secondary battery
US6316143B1	Us Army	Electrode for rechargeable lithium-ion battery and method of fabrication
US6524744B1	T J Technologies Inc	Multi-phase material and electrodes made therefrom
US7623340B1	Nanotek Instruments Inc	Nano-scaled graphene plate nanocomposites for supercapacitor electrodes
US5635151A	摩托罗拉公司	Carbon electrode materials for lithium battery cells and method of making same
US6087043A	Consiglio Nazionale Ricerche	Lithium-ion rechargeable battery with carbon-based anode
US6596396B2	三菱化工	Thin-film-like particles having skeleton constructed by carbons and isolated films
US7105108B2	Advanced Energy Tech	Graphite intercalation and exfoliation process
US20060263689A1	-	Anode active material and battery
US5908715A	休斯电子公司	Composite carbon materials for lithium ion batteries, and method of producing same
US6143448A	三菱化学	Electrode materials having carbon particles with nano-sized inclusions therewithin and an associated electrolytic and fabrication process
US20050271574A1	-	Process for producing nano-scaled graphene plates
US20070031730A1	佳能公司	Electrode material for anode of rechargeable lithium battery, electrode structural body using said electrode material, rechargeable lithium battery using said electrode structural body, process for producing said electrode structural body, and process for producing said rechargeable lithium battery

US20070122701A1	-	Anode material, anode and battery
US20080261116A1	-	Method of depositing silicon on carbon materials and forming an anode for use in lithium ion batteries

2.7 小结

本章基于 DII 专利数据，对石墨烯技术整体专利态势进行了分析。通过本章的分析，可以看出：石墨烯相关专利的申请在上世纪末就已出现，但随后发展较为缓慢。直到 2008 年后，专利申请数量才开始出现实质性的大幅增长。特别是在安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫因对石墨烯的研究共同获得 2010 年诺贝尔物理学奖以后，全球石墨烯专利申请数量开始急剧增长。从石墨烯专利技术发明人及相关技术条目的年度变化情况来看，该领域每年都有大量新增发明人和新技术条目出现。这也进一步证实石墨烯正处于快速发展阶段。

从基于国际专利分类号和文本聚类的分析来看，目前石墨烯专利技术的热点主要集中在：（1）石墨烯制备；（2）石墨烯分散和粉末制备技术；（3）石墨烯用作锂离子电池电极材料、太阳能电池电极材料等；（4）石墨烯用于制备薄膜晶体管、光电器件、透明导电薄膜等半导体器件；（5）石墨烯用于复合材料，例如复合纤维/碳纤维等；（6）导热材料/结构；（7）涂层；（8）石墨烯功能薄膜；（9）传感器；（10）水处理。

对石墨烯技术专利文献的最早优先权国进行统计分析发现，中国处于技术原创国的首位，韩国、美国、日本紧随其后；从专利技术流向来看，中国、韩国、美国、日本四个主要技术原创国中，韩国、美国和日本在海外布局最多，中国专利量虽然远远高于其他几个国家，但是专利海外布局相对薄弱。

从石墨烯重要专利申请人数据来看，专利申请数量不少于 50 件的前 35 个申请人，其中 4 个申请人来自美国，2 家来自日本，7 家来自韩国，剩下的 22 个申请人来自中国。美、日、韩的专利申请人不仅在专利申请数量上具有优势，而且技术影响力也比较高；而我国机构虽然在专利申请数量上表现很好，但是基本上都以国内申请为主，并且技术影响力相对较弱。

3、石墨烯技术全球重要专利申请人分析

某技术领域中的重要专利申请人往往在该领域中扮演技术领先者和市场主要控制者的角色。为了研究石墨烯技术领域重要申请人的研究热点、及其专利保护策略，通过对 DII 专利数据库检索到的 13923 件专利（族）进行专利权人代码精炼处理，从中选出在行业内具有重要影响力的 8 个重要申请人，分别从年度分布、技术构成等方面进行分析。

这 8 个重要申请人分别为韩国三星、美国 IBM、韩国成均馆大学、LG 化学、莱斯大学、德州大学奥斯汀分校、诺基亚公司和索尼公司。结合第二章的分析，上述 4 个申请人在世界主要国家/地区都在积极进行专利布局，并且技术影响力也非常高，这与上述企业在该技术领域研发时间较长以及重视知识产权保护和管理工作有关。

3.1 三星公司

三星公司在全球共申请 505 件石墨烯技术相关专利，图 3-1-1 给出了三星公司（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，三星公司的专利申请主要集中在 2011 年以后，并且一直处于持续增长中。

从图 3-1-2 可以看出，三星公司在石墨烯技术的很多领域都有研发，但是主要还是集中在通过 CVD 方法制备石墨烯以及相关应用，比如薄膜生长、掺杂改性、再加工、薄膜转移、触摸屏、透明导电薄膜、LED、OLED、晶体管、信息存储、太阳能、显示器件等。另外，还涉及一些石墨烯粉体制备以及相关应用，比如锂电池、超级电容器、传感器、导热和导电材料的开发等。

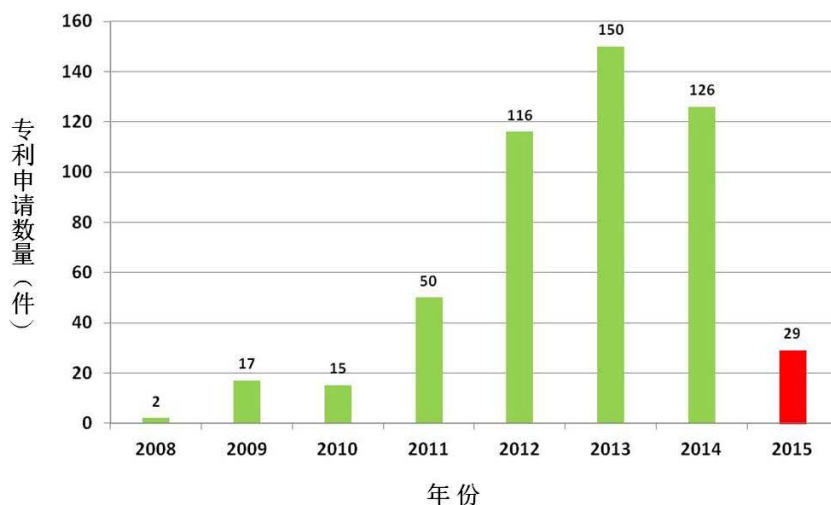
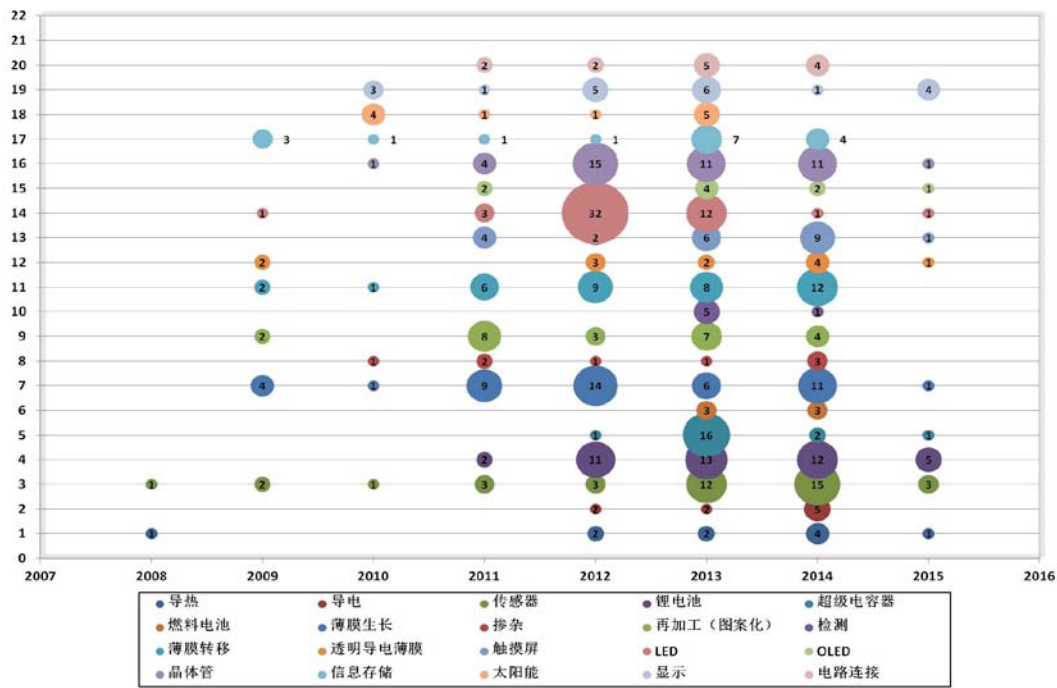


图3-1-1 三星公司石墨烯专利数量年度变化趋势



注：圆圈大小表示该技术领域该年度申请量多少，单位：件

图3-1-2 三星石墨烯各技术分支申请量变化情况

表3-1-1 三星重点专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	US2009110627-A1	2009	61	US;EP;CN;KR;JP	CVD 法在催化金属表面制备石墨烯薄膜。
2	US2009068471-A1	2009	45	US;WO;KR;EP;CN	热处理使得催化金属表面的有机物转化为石墨烯薄膜。
3	US2009155561-A1	2009	41	US;JP;CN;KR	在单晶催化基底表面涂敷一层含碳物质层，通过加热形成单晶石墨烯薄膜。
4	US2009146111-A1	2009	33	US;KR	氧化石墨烯涂敷在基底表面，还原后形成石墨烯薄膜。
5	US2009071533-A1	2009	32	US;KR	由透明基底和石墨烯薄膜构成的柔性透明电极，可用于液晶显示屏、电子书显示器和 OLED。

6	KR2009029621-A	2009	21	KR;US	在基底表面形成图案化的催化金属层,在催化金属表面涂敷一层碳基材料,加热形成石墨烯薄膜,可用于 OLED。
7	US2009308520-A1	2009	18	US;JP;KR	在催化基底上形成石墨烯层后,在石墨烯表面贴上支撑层,然后剥离金属催化基底。
8	US2009068470-A1	2009	16	US;WO;KR	用催化金属形成三维泡沫结构,再表面涂敷有机层,加热催化形成三维石墨烯。
9	US2011104442-A1	2011	13	US;EP;KR	在基底表面形成一层含碳金属层,加热后在金属表面形成石墨烯层。
10	EP2179963-A1	2010	13	EP;US;KR	在通过 CVD 法制备的金属催化层的石墨烯薄膜表面涂敷一层盐溶液,氧化金属催化层,实现与石墨烯薄膜的分离。
11	US2011041980-A1	2011	12	US;KR	在氧化硅表面镀镍层,催化形成石墨烯后,用氢氟酸和镍刻蚀液实现石墨烯与镍层的分离,获得石墨烯薄膜,可用于制作器件。
12	US2009294759-A1	2009	12	US;KR	一种应用于电子器件的结构,在硅表面依次形成衬底层、石墨烯层、镍层等。
13	US2011070146-A1	2010	11	US;JP;KR;CN	一种制备石墨烯薄膜的方法。在基底上形成亲水的氧化层,再形成催化金属层,通过 CVD 法制备石墨烯薄膜后,利用水实现亲水氧化层和催化层的分离,再去除金属催化层,获得石墨烯薄膜。
14	US2010090759-A1	2010	10	US;JP;KR;CN	一种量子干涉石墨烯晶体管,包括石墨烯沟道层。
15	US2011108521-A1	2011	9	US;JP;KR;CN	一种去除石墨烯表面的保护层和粘结层的方法,从而使石墨烯应用于电子线路。
16	EP2281779-A2	2011	9	EP;KR;US	在不具有催化能力的基底表面涂敷含碳物质,再形成金属催化层,加热使含碳物质转化为石墨烯。

17	US2012255899-A1	2012	8	US;EP;KR	利用多晶石墨烯薄膜的晶界作为通道，来实现海水的淡化。
18	US2010206363-A1	2010	8	US;KR	多层石墨烯薄膜间隔中掺加分隔成分，可以作为透明导电薄膜。
19	US2012068152-A1	2012	7	US;JP;KR;CN	石墨烯 LED，发光层由 n 型掺杂的石墨烯和 p 型掺杂的石墨烯构成。
20	US2011101365-A1	2011	7	US;KR	一种石墨烯器件，在第一绝缘层和第二绝缘层中有石墨烯层，通过 CVD 法制备。
21	US2012080086-A1	2012	6	US; KR; EP	一种透明电极，由透明层和表面石墨烯层构成，石墨烯经特定分子量和透光率的分子实现 P 型掺杂。
22	KR2011031864-A	2011		KR	一种制备石墨烯薄膜的方法，依次形成氧化层、金属催化基底、石墨烯层、粘结层和保护层，然后刻蚀掉金属催化基底。
23	WO2011096700-A2	2011	6	WO;KR;US	一种电阻式触摸屏，其导电层和电极由石墨烯构成。
24	US2011089403-A1	2011	6	US;KR	晶体管，石墨烯作为沟道层。
25	US2012080658-A1	2012	4	US; KR	晶体管，石墨烯作为沟道层。

3.2 IBM 公司

IBM 公司在全球共申请 199 件石墨烯技术相关专利，图 3-2-1 给出了 IBM 公司（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，IBM 公司的专利申请数量一直处于稳定增长中。

从图 3-2-2 可以看出，IBM 公司在石墨烯技术的主要集中在电子器件的应用领域，比如晶体管、传感器、信息存储、集成电路等。另外，还涉及一些石墨烯制备，比如薄膜生长、掺杂改性以及薄膜转移等。

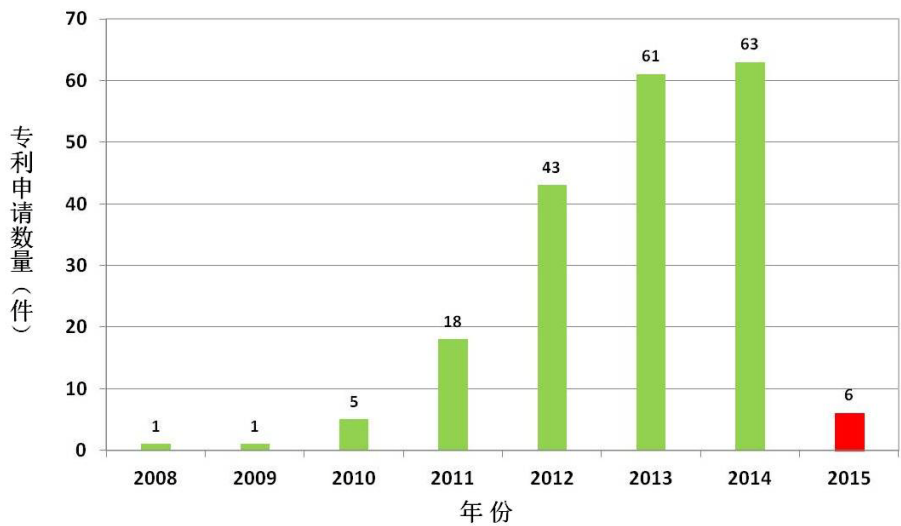
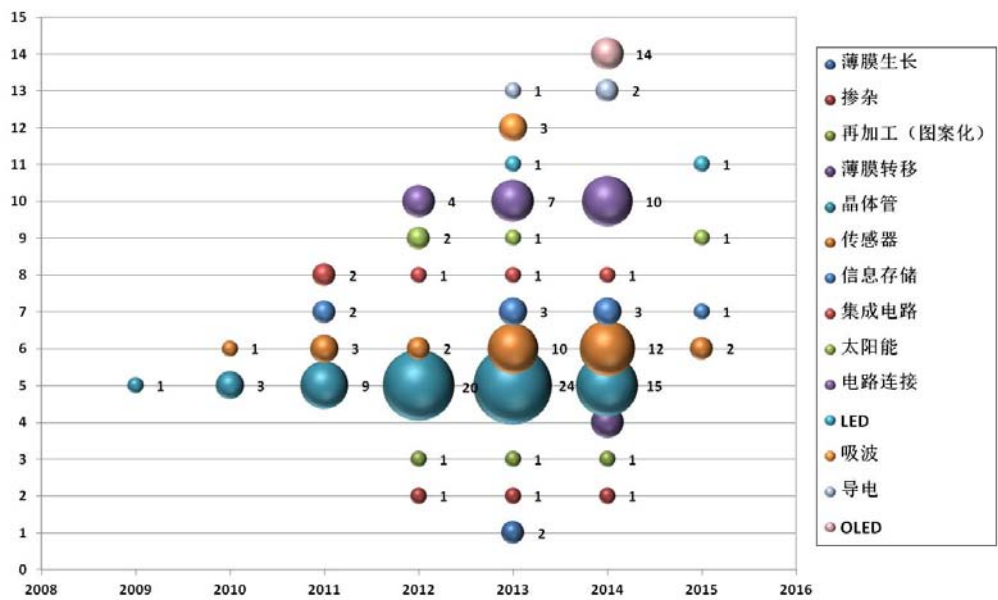


图3-2-1 IBM公司石墨烯专利数量年度变化趋势



注：圆圈大小表示该技术领域该年度申请量多少，单位：件

图3-2-2 IBM石墨烯各技术分支申请量变化情况

表3-2-1 IBM重点专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	US2009020764-A1	2009	47	US	一种石墨烯基场效应晶体管。
2	US2010006823-A1	2010	29	US	一种石墨烯场效应晶体管。

3	WO2011057833-A1	2011	15	WO;US;GB ;TW;CN;D E;JP	一种石墨烯场效应晶体管。
4	US2011042650-A1	2011	13	US;WO;EP; CN;TW;JP	一种石墨烯基光电探测器。
5	US2012056161-A1	2012	11	US;WO;TW; GB	一种石墨烯场效应晶体管,用于高频器件。
6	US2011101309-A1	2011	11	US	一种石墨烯基可调带隙开关器件。
7	WO2011144423-A1	2011	10	WO;US;T W;DE;GB; KR;CN;JP N;SG	一种 MOS 晶体管,石墨烯作为沟道层。
8	US2011068323-A1	2011	10	US	晶体管,在门电极和绝缘层上形成介质层,作为石墨烯沟道层基底。
9	US2012175594-A1	2012	9	US;WO;DE ;GB;CN	一种可调带隙的双结石墨烯基电子器件,如 N 型场效应管。
10	US2011215300-A1	2011	9	US;WP;CA; EP;TW;CN; JP	一种三维集成电路结构,上层的器件集成于表层的石墨烯上。
11	US2012085991-A1	2012	8	US	半导体器件,如场效应晶体管结构,包含互联的石墨烯纳米带。
12	WO2012004186-A1	2012	8	WO;US;T W;CN	一种半导体器件制备方法,可以实现石墨烯和碳纳米管之间的连接。
13	US2012205626-A1	2012	6	US	集成电路,石墨烯作为连接层。
14	US2011309334-A1	2011	6	US; WO; DE; TW; GB; CN	一种场效应晶体管结构,石墨烯作为沟道层。
15	US2011101308-A1	2011	6	US;JP;KR	石墨烯基场效应晶体管制备方法。

3.3 LG 公司

LG 公司在全球共申请 199 件石墨烯技术相关专利,图 3-3-1 给出了 LG 公司(基于申请年)石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出, LG 公司的专利申请主要集中在 2012 年以后。

从图 3-3-2 可以看出, LG 公司的石墨烯技术的主要集中在锂离子电池、触摸屏,显示器件、太阳能、LED 等领域。

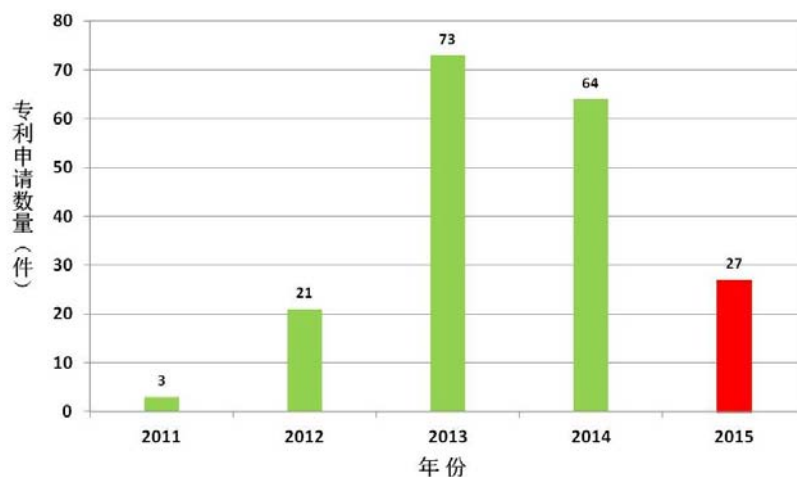
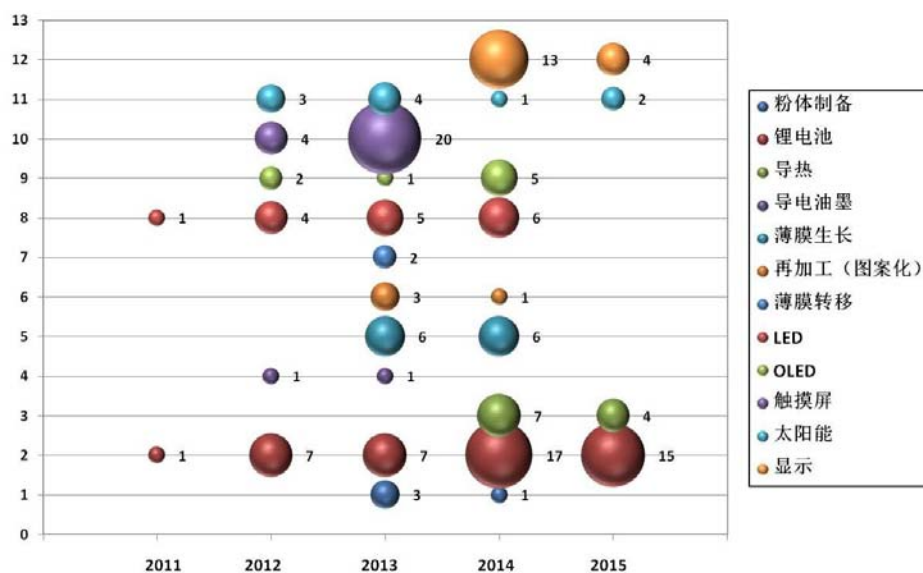


图3-3-1 LG公司石墨烯专利数量年度变化趋势



注：圆圈大小表示该技术领域该年度申请量多少，单位：件

图3-3-2 LG石墨烯各技术分支申请量变化情况

表3-3-1 LG重点专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2012177033-A2	2012	3	WO;KR;US;CN;JP;EP	一种反渗透膜，其功能层包含石墨烯复合物。
2	EP2722889-A2	2014	2	EP;US;KR;JP;CN	一种横向的 LED 器件，半导体微结构位于石墨烯层上。

3	EP2665087-A2	2013	1	EP;US;KR	一种用于集成电路的石墨烯转移方法，在石墨烯上形成支撑层，去除催化层，分离石墨烯与支承层。
4	KR2013136087-A	2013	0	KR	三维石墨烯结构用于柔性显示。
5	US2013256105-A1	2013	0	US;KR;TW	一种触摸屏结构，其透明电极可由石墨烯构成。
6	KR2014143533-A	2014	0	KR	一种触摸屏用的石墨烯图案化结构，由包含石墨烯的油墨形成。

3.4 韩国成均馆大学

成均馆大学在全球共申请 199 件石墨烯技术相关专利，图 3-4-1 给出了成均馆大学（基于申请年）石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出，成均馆大学的专利申请主要集中在 2012 年以后。

从图 3-4-2 可以看出，成均馆大学的石墨烯技术的主要集中在薄膜生长、薄膜转移、粉体制备、吸波、传感器、晶体管等领域。

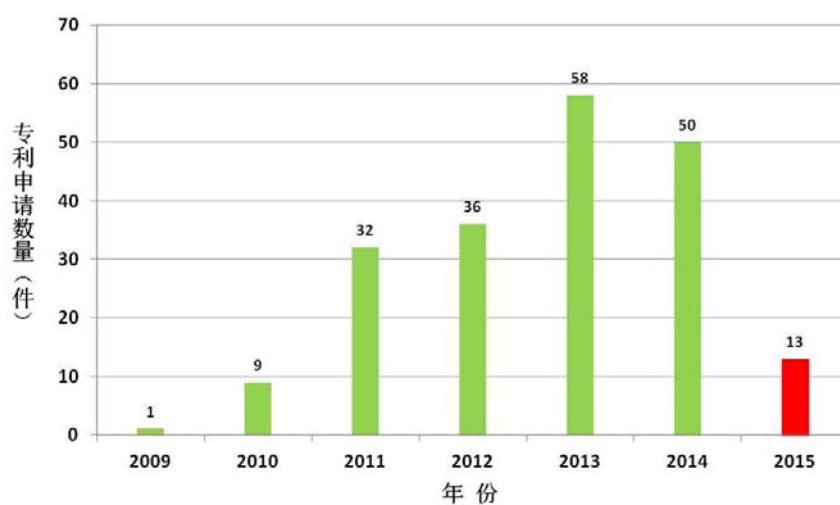
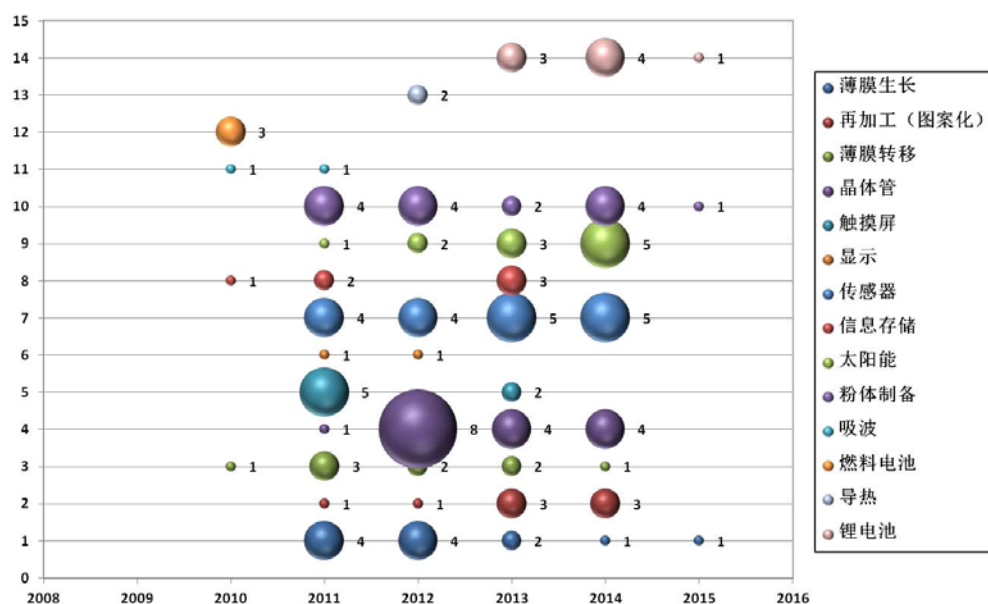


图3-4-1 成均馆大学石墨烯专利数量年度变化趋势



注：圆圈大小表示该技术领域该年度申请量多少，单位：件

图3-4-2 成均馆大学石墨烯各技术分支申请量变化情况

表3-4-1成均馆大学重点专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	US2009071533-A1	2009	32	US;KR	一种柔性透明电极，由透明基底和石墨烯层组成。
2	EP2179963-A1	2012	13	EP;US;KR	利用盐溶液氧化金属催化基底，从而实现催化剂与石墨烯的分离。
3	WO2011087301-A2	2011	17	WO;KR;US	在材料表面形成石墨烯保护层，阻挡水分和气体。
4	EP2354272-A1	2011	11	EP;US;JP;KR	一种石墨烯的卷对卷生长设备。
5	US2011070146-A1	2011	11	US;JP;KR;CN	一种生长石墨烯薄膜的方法，利用亲水氧化层实现催化层的剥离，去除金属催化层，得到石墨烯薄膜。
6	US2011123776-A1	2011	8	US;KR	通过粘合层在基底上附加石墨烯层。
7	WO2011046415-A2	2011	8	WO;KR;EP;US;CN;JP	石墨烯的卷对卷转移方法。

8	WO2011081440-A2	2011	6	WO;US;KR	一种石墨烯的连续掺杂方法。
9	US2012248401-A1	2012	2	US;KR	在三维基底上形成具有周期性结构的三维石墨烯，可用于电子器件。
10	KR2011115820-A	2011	2	KR	柔性 OLED 器件，用石墨烯作为柔性透明电极。
11	US2011285999-A1	2011	2	US;KR	一种生化传感器，其核心部件是在表面生长有石墨烯薄膜的光纤。
12	US2014145148-A1	2014	1	US;KR	一种石墨烯基场效应晶体管，石墨烯作为沟道层。
13	US2013134361-A1	2013	1	US;KR	石墨烯颗粒，和半导体材料复合后可作为锂电的电极，或者储氢器件的导电层。

3.5 莱斯大学

莱斯大学共申请 50 件石墨烯相关专利。表 3-5-1 可以看出，莱斯大学的专利申请主要集中在石墨烯单晶和纳米带的制备及电子器件等方面。

表 3-5-1 莱斯大学重要专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2010022164-A1	2010	25	WO;US;TW;EP;KR;JP;SG	通过碳纳米管制备石墨烯纳米带。
2	WO2011016889-A2	2011	12	JP;US;CN;KR;TW	氧化石墨烯制备及掺杂。
3	WO2010147860-A1	2010	6	WO;CA;EP;KR;MX;US;JP;CN;IN;SG	一种石墨烯纳米带的制备方法，用碱性金属切开纳米管而成，并且掺杂。
4	WO2011112589-A1	2011	4	WO;EP;US;KR;CN;SG	用于光电探测的透明电极，由网状的微栅和表面的石墨烯构成。
5	US2014014030-A1	2014	0	US	清洁基底并对基底表面进行退火抑制成核密度制备石墨烯单晶。

3.6 德州大学奥斯汀分校

德州大学奥斯汀分校共申请 38 件石墨烯相关专利。表 3-6-1 可以看出，德州大学奥斯汀分校的专利申请主要集中在石墨烯的制备和电子器件等方面。

表 3-6-1 德州大学奥斯汀分校重要专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	US2010224851-A1	2010	14	US	在金属内注入碳，降温后碳析出形成石墨烯薄膜，然后转移到介质层上，去除基底。
2	US2011091647-A1	2011	10	US	将金属催化层/介质层放入 CVD 炉中，通入适量的气体，获得单晶石墨烯。
3	US2010127243-A1	2010	9	US	一种双层自旋场效应晶体管，第二导电层为石墨烯。
4	WO2010091397-A2	2010	7	WO;US	石墨烯、多层石墨烯用于表面涂层，防止腐蚀表面。
5	WO2009134707-A2	2009	5	WO;US	一种混合动力系统用的电化学器件，化学修饰的石墨烯排列在石墨烯电极上

3.7 美国沃尔贝克材料公司

美国沃尔贝克材料公司共申请 35 件石墨烯相关专利。表 3-7-1 可以看出，沃尔贝克材料公司的专利申请主要集中在导电油墨、导电聚合物以及相关应用领域。

表 3-7-1 沃尔贝克材料重要专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2009123771-A2	2009	20	WO;EP ;US; JP;CN;IN	涂层，耐紫外线辐射，耐磨，耐渗透性的液体和/或气体，导热，导电，防静电，抗冲击和爆炸。

					应用于太阳能电池, 显示器, 发光二极管等领域。
2	WO2010115173-A1	2010	7	WO;EP ;US; KR;CN	导电聚合物, 应用于橡胶制品, 轮胎, 散热器, 管道, 传感器等。
3	WO2010107762-A1	2009	6	WO;EP ;US; KR	纺织纤维, 具有良好的拉伸性能, 韧性, 弹性, 尺寸稳定性, 热稳定性, 良好的抵抗不良环境条件。
4	WO2009099707-A1	2009	6	WO;EP ;US; JP;CN;I N	导电油墨, 应用于印刷电子器件等集成电路和印刷电路板。
5	US2011186786-A1	2010	4	US	导电聚合物, 应用于太阳能电池, 显示器, 发光二极管等领域。
6	WO2009126592-A2		4	WO;US	聚合物涂层, 应用于燃油系统。
7	US2011189452-A1	2010	3	US	导电聚合物, 应用于太阳能电池, 显示器, 发光二极管等领域。
8	US2011088931-A1	2010	3	US	导电涂层, 应用于太阳能电池, 显示器, 发光二极管等领域。
9	US2010239871-A1	2010	3	US	导电油墨, 应用于射频识别设备标签, 芯片和天线和耐 UV 辐射涂层, 耐磨涂料, 防静电涂料等

3.8 诺基亚公司

诺基亚公司共申请 33 件石墨烯相关专利。表 3-8-1 可以看出, 诺基亚公司的专利申请主要集中在传感器及相关器件。

表 3-8-1 诺基亚重要专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	WO2011141885-A1	2011	4	WO;US;EP; CN	通过转移形成双层石墨烯。可用于电子器件。
2	US2010327956-A1	2010	4	US;WO;CA ;EP;CN;RU	一种石墨烯电子器件, 包含多孔的石墨烯层。

3	US2012205518-A1	2012	2	US;WO;TW;EP;CN	一种电荷耦合元件, 包含石墨烯基场效应晶体管。
4	US2014299741-A1	2014	1	US;WO	一种石墨烯基光电探测器, 利用光子通过石墨烯时能级的变化来探测光子。
5	US2012001761-A1	2012	1	US	一种探测辐射的器件, 通过把辐射转化为光能, 再通过石墨烯基光电探测器感应光能来实现。

3.9 索尼公司

索尼公司共申请 32 件石墨烯相关专利。表 3-9-1 可以看出, 索尼公司的专利申请主要集中在石墨烯薄膜的制备以及在电子器件中的应用等方面。

表 3-9-1 索尼重要专利

序号	专利号	申请年	被引次数	保护区域	技术领域
1	US2011175060-A1	2011	4	US;JP;CN	氧化铝基底上直接生长石墨烯, 可以用作光电器件等。
2	US2013040146-A1	2013	1	US;JP;KR;CN	石墨烯复合薄膜, 从下至上依次是基底、掺杂石墨烯层和表层。
3	WO2012133029-A1	2012	0	WO;JP;TW;US;CN;EP	石墨烯和导电高聚物组成复合透明导电薄膜。
4	US2011291068-A1	2011	1	US;EP;CN;KR;JP	一种薄膜, 应用于电子器件, 可以提高开关比。其中用到了氧化石墨烯片。
5	US2014146490-A1	2014	0	US;JP;CN;KR	一种石墨烯复合薄膜, 作为显示设备中的透明导电薄膜。

3.10 小结

在石墨烯的研究和应用中, 韩国的企业、高校和科研院所走在了前列, 如三星电子株式会社、LG 电子株式会社、成均馆大学等, 其专利无论从申请量还是从研究的技术领域来说, 都走在了前列。而在欧美, 除了 IBM 在石墨烯的电子器件应用方面研究工作较为系统和全面外, 其他申请人的研究一般仅局限于某些

特定的应用领域。

从石墨烯的研究和应用的技术分支来，不同公司的专利申请各有侧重点。具体如下：

1) 三星电子株式会社的研究工作主要集中于通过 CVD 途径制备石墨烯、在显示领域以及电子器件领域的应用，另外，三星公司对石墨烯在锂电池领域的应用也相当重视。

2) IBM 主要致力于石墨烯在微电子领域的应用，比如石墨烯晶体管，传感器等。

3) LG 公司的专利集中于锂电池方面，在石墨烯薄膜的制备和应用中，也有所涉及。

4) 成均馆大学的一些重要工作是和三星公司联合开展的，其在石墨烯薄膜的制备、转移、在显示和微电子领域的应用均有比较全面的专利布局。

5) 莱斯大学的专利相对分散，在 CVD 法制备石墨烯、储能、复合材料和生物医药等方面都有涉及，但都没有非常系统的布局。

6) 德州大学奥斯汀分校的专利分布和位于同一州的莱斯大学较为类似，均是在制备、储能、复合材料、探测器等各个领域略有涉及，但没有系统的专利布局。

7) 沃尔贝克材料公司的专利申请主要集中在导电油墨、导电聚合物以及相关应用领域。

8) 诺基亚公司的专利集中于石墨烯在传感器，如运动传感器、光电传感器的应用。

9) 索尼公司的专利集中于石墨烯薄膜的制备和在显示领域的应用，另外在光电传感领域也有涉及。

4、石墨烯中国专利重点分析

考虑到专利申请的语言问题以及数据收录的及时性等问题,利用中科院专利在线分析系统对石墨烯中国专利进行了重新检索,共检索到石墨烯中国专利申请 7955 件,发明数量 7690,实用新型 444 件,外观 1 件。其中 PCT 发明专利 343 件,数据检索时间为 2015 年 4 月 3 日。

4.1 石墨烯中国专利数量年度分布分析

图 4-1-1 给出了我国受理(基于申请年)和公开(基于公开/公告年)的石墨烯专利申请数量的年度分布情况。可以看出,我国石墨烯专利的申请与受理始于本世纪初,自 2008 年起,我国石墨烯专利申请数量才开始快速增长,特别是 2010 年以后,开始进入快速增长阶段⁶,表明石墨烯技术在我国日益受到重视。尤其是自 2010 年后,国内申请人在石墨烯专利申请数量出现爆炸性的增长。这说明随着中国政府、科研机构以及相关企业对石墨烯相关技术的重视,国内正在迎来石墨烯研发的高潮,有可能使得中国在世界石墨烯产业发展的过程中占据主动地位。

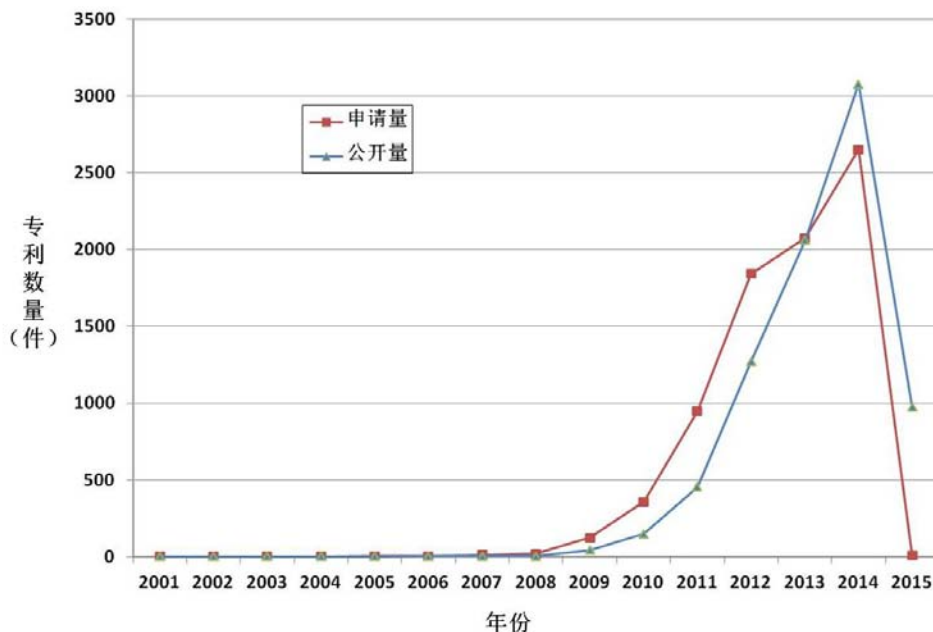


图 4-1-1 我国受理的石墨烯专利申请数量和公开数量年度变化趋势

⁶ 注:由于专利从申请到公开,会有一定的时间延迟,图中近两年数据,特别是申请量数据会小于实际数据,仅供参考。

4.2 石墨烯中国专利申请来源地分析

在检索到的 7955 件石墨烯中国专利申请中，国内申请 7612 件，占 95.7%；其余 343 件为国外申请，占 4.3%，主要来源于以下国家/地区：美国（2%）、日本（1.4%）、韩国（1.2%）等（见图 4-3-1）。通过前面的分析可以看出，美国、日本、韩国等是全球石墨烯专利数量最多的一些国家。全球石墨烯各主要技术国家/地区都已在我国进行了专利布局，但是总体数量不多。

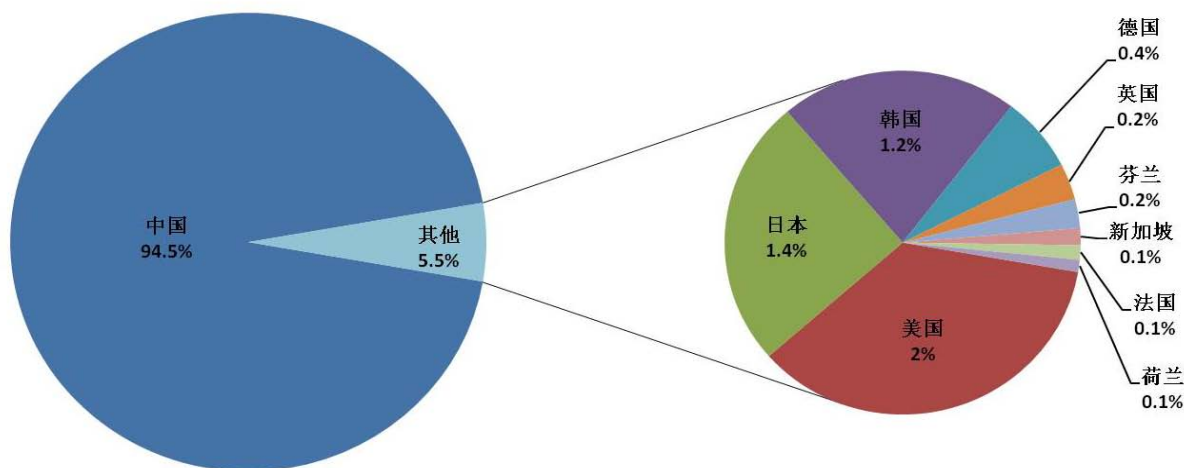


图 4-2-1 石墨烯中国专利申请来源国家/地区构成

4.3 石墨烯中国专利申请法律状态分析

图 4-3-1 给出了国家知识产权局受理的 7955 件石墨烯专利申请（包含 343 件石墨烯 PCT 专利申请）的法律状态⁷概况。可以看出，未决专利申请占到了 67.79%，授权专利已占到 23.53%，撤回包括无权专利占 8.68%。这主要是因为石墨烯仍然是一个新兴的技术领域，但是随着新技术的产生发展，导致某些早期专利失去原有价值，从而促使相关专利持有人选择撤回某些原始专利。

⁷ 法律状态检索自中科院专利在线分析系统（<http://www.casip.ac.cn/index.html>），数据检索时间为 2015 年 04 月 13 日。

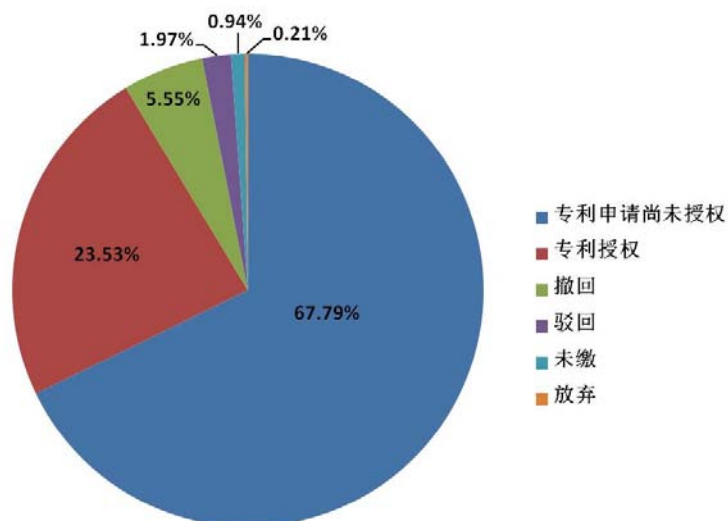


图 4-3-1 石墨烯中国专利法律状态

4.4 大学、企业、研究机构等各单元对比分析

4.4.1 专利申请人类型及申请数量分析

根据专利申请人性质的不同，可以将专利申请人分为：大学、企业、研究机构、个人等。经过数据清洗，检索到的 7955 件石墨烯中国专利共有 1647 个申请人。结合石墨烯中国和国外专利申请人的具体情况，我们将这些申请人分为大学、企业、研究机构以及个人等单元（见图 4-4-1）。可以看出，在我国国内申请人的数量及所占比例分别为：企业 881（54.6%）、大学 325（20.1%）、个人 280（17.3%）、其他研究机构 78（4.8%）、中科院 50（3.1%）；在我国国外申请人的数量及所占比例分别为：企业 77（45%）、研究机构 28（16.3%）、大学 56（32.7%）、个人 10（5.8%）。

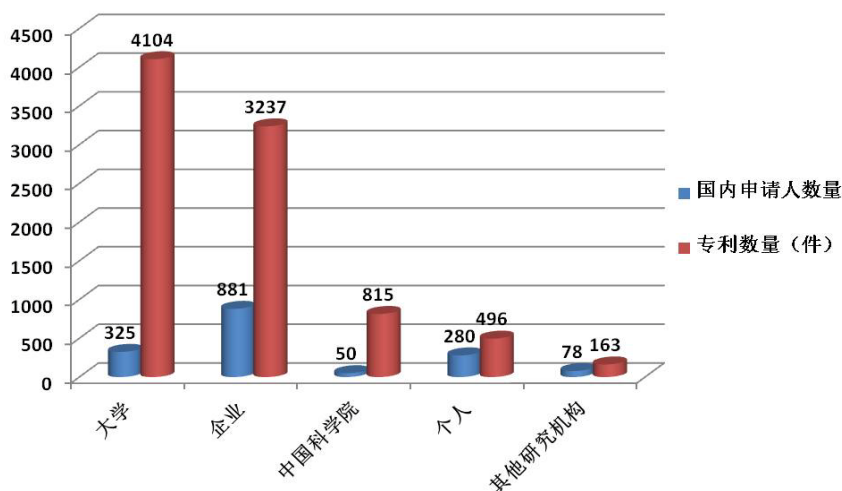


图4-4-1 石墨烯中国专利申请人类型构成

图 4-4-2 和 4-4-3 对大学、企业、中科院、其他研究机构以及个人等单元的专利申请人数量和专利申请数量进行了对比。结合图 4-4-1，可以看出，虽然中科院申请人数仅占 3.1%，但是其专利申请数量却占到 9.2%，大学申请人数仅占 20.1%，但其专利申请数量却占到 46.6%；其中需要注意的是，企业和个人的专利申请数量分别占到 36.7%和 1.8%，这说明石墨烯的研究目前在某些领域已经开始向产业化方向快速发展。

国外申请人当中，企业的申请数量占到 32.6%，研究机构和大学分别占 19.6%和 10.6%，可以看出，来华申请人以企业为主。

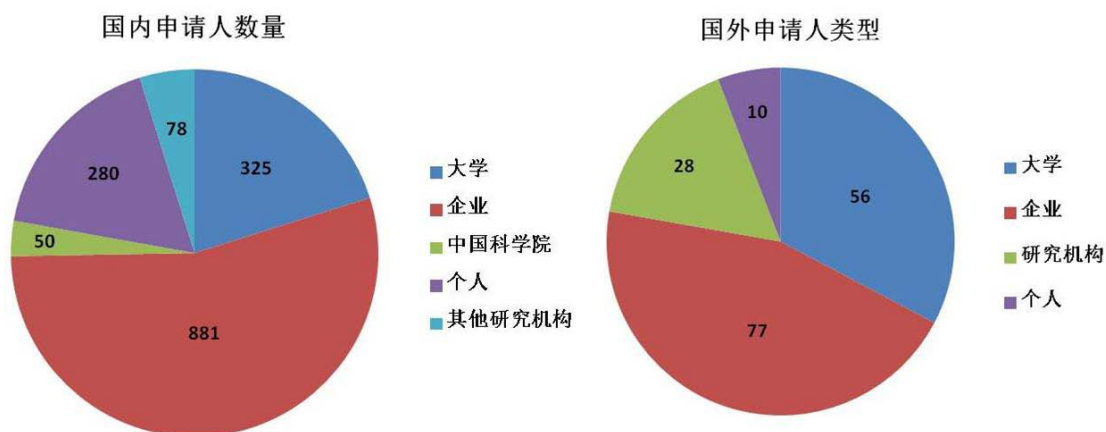


图4-4-2 国内申请人各单元专利申请人数量、申请数量对比

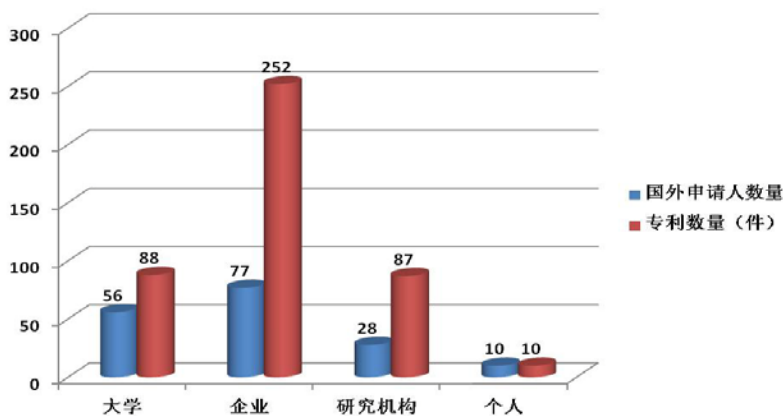


图4-4-3 国外申请人各单元专利申请人数量、申请数量对比

4.4.2 各单元重要机构分析

表 4-4-1 给出了大学、企业、中科院及其他研究机构等各单元的重要机构的专利申请情况。可以看出，国内申请人当中专利申请数量较多的大学包括浙江大学、上海交通大学、清华大学、东南大学、哈尔滨工业大学、西安电子科技大学等。总体来看，大学单元的专利申请数量较多，专利申请数量最多的前 10 个机

构的专利申请数量占大学单元的专利申请总量的 28.3%；企业申请人当中申请专利数量较多的包括鸿富锦精密工业（深圳）有限公司、京东方科技集团股份有限公司、重庆墨希科技有限公司、常州二维碳素科技有限公司、宁波墨西科技有限公司等。结合图 4-4-1 可以看出，企业单元的专利申请人数量最多，专利申请数量相对较少，这说明企业在石墨烯专利申请方面比较积极，但是研发实力相对不足；中科院系统的石墨烯专利的分布也比较分散，专利申请数量较多的机构包括中科院上海微系统与信息技术研究所、中科院宁波材料技术与工程研究所、中科院微电子研究所、中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所、中科院重庆绿色智能技术研究院；专利申请数量较多的其他国外研究机构有三星电子株式会社、国际商业机器公司、株式会社半导体能源研究所、积水化学工业株式会社、三星泰科威株式会社等。

表4-4-1 大学、企业、中科院及其他研究机构各单元重要机构

机构名称	专利数量（件）	百分比（%） ⁸
大学		
浙江大学	195	4.8%
上海交通大学	145	3.5%
清华大学	127	3.1%
东南大学	122	3.0%
哈尔滨工业大学	122	3.0%
西安电子科技大学	95	2.3%
江苏大学	94	2.3%
电子科技大学	93	2.3%
复旦大学	84	2.0%
上海大学	83	2.0%
同济大学	77	1.9%
天津大学	74	1.8%
济南大学	74	1.8%
北京大学	69	1.7%
北京化工大学	68	1.7%

⁸ 注：指的是占本单元所有专利申请数量的百分比

南京理工大学	65	1.6%
东华大学	65	1.6%
常州大学	61	1.5%
华南理工大学	51	1.2%
福州大学	50	1.2%
企业		
鸿富锦精密工业（深圳）有限公司	64	2.0%
京东方科技集团股份有限公司	40	1.2%
重庆墨希科技有限公司	39	1.2%
常州二维碳素科技有限公司	33	1.0%
南京中储新能源有限公司	29	0.9%
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	25	0.8%
济南圣泉集团股份有限公司	23	0.7%
厦门凯纳石墨烯技术有限公司	22	0.7%
泰州巨纳新能源有限公司	21	0.6%
常州第六元素材料科技股份有限公司	20	0.6%
苏州艾特斯环保材料有限公司	20	0.6%
无锡力合光电传感技术有限公司	19	0.6%
盐城纳新天地新材料科技有限公司	19	0.6%
江苏悦达新材料科技有限公司	17	0.5%
福建省辉锐材料科技有限公司	17	0.5%
浙江碳谷上希材料科技有限公司	17	0.5%
宁波墨西科技有限公司	16	0.5%
中科院		
中科院上海微系统与信息技术研究所	85	10.4%
中科院宁波材料技术与工程研究所	84	10.3%
中科院微电子研究所	52	6.4%
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	52	6.4%

中科院重庆绿色智能技术研究院	50	6.1%
国家纳米科学中心	47	5.8%
中科院上海硅酸盐研究所	47	5.8%
中科院化学研究所	44	5.4%
中科院金属研究所	40	4.9%
中科院山西煤炭化学研究所	31	3.8%
中科院物理研究所	21	2.6%
重庆绿色智能技术研究院	19	2.3%
中科院理化技术研究所	19	2.3%
中科院大连化学物理研究所	17	2.1%
国外重要申请人		
三星电子株式会社	34	7.8%
国际商业机器公司	34	7.8%
株式会社半导体能源研究所	12	7.1%
积水化学工业株式会社	11	2.7%
三星泰科威株式会社	11	2.5%

4.4.3 重要申请人及合作关系分析

表 4-4-2 给出了石墨烯专利技术在产学研方面比较活跃的机构。可以看出：目前在石墨烯技术合作方面比较活跃的组织包括上海交通大学和上海中聚佳华电池科技有限公司、上海飞机制造有限公司、福建龙净环保股份有限公司、中国海洋石油总公司、上海驿度数码科技有限公司、平顶山市东方碳素有限公司、中海油新能源投资有限责任公司等；清华大学和鸿富锦精密工业（深圳）有限公司、山东润昇电源科技有限公司、江苏华东锂电技术研究院有限公司、中国平煤神马能源化工集团有限责任公司、中北大学、北京三星通信技术研究有限公司；中科院微电子研究所和中科院嘉兴微电子仪器与设备工程中心、江苏物联网研究发展中心、江苏中科君芯科技有限公司等；中科院上海硅酸盐研究所和盘固水泥集团有限公司、常州盘石水泥有限公司、中科院上海微系统与信息技术研究所等。国外机构有三星电子株式会社和首尔大学校产学协力团、韩国科学技术院、成均馆大学校产学协力团。这说明在石墨烯产业化方面国内外都有相关的产学研合作。

表 4-4-2 重要申请人及合作关系

申请人	专 利 数 合 作	专 利 数 合 作	作 者 数 量	主要合作者及次数统计	
				合作者	合 作 次 数
上海交通大学	145	9	7	上海中聚佳华电池科技有限公司	4
				上海飞机制造有限公司	1
				福建龙净环保股份有限公司	1
				中国海洋石油总公司	1
				上海驿度数码科技有限公司	1
				平顶山市东方碳素有限公司	1
				中海油新能源投资有限责任公司	1
清华大学	127	65	6	鸿富锦精密工业（深圳）有限公司	59
				山东润昇电源科技有限公司	2
				江苏华东锂电技术研究院有限公司	1
				中国平煤神马能源化工集团有限责任公司	1
				中北大学	1
				北京三星通信技术研究有限公司	1
天津大学	74	2	3	中国天辰工程有限公司	1
				公安部天津消防研究所	1
				天津天辰绿色能源工程技术研发有限公司	1
北京化工大学	68	3	3	蓝星（北京）化工机械有限公司	1
				风神轮胎股份有限公司	1
				北京北化新橡特种材料科技股份有限公司	1
南京理工大学	65	4	3	常州纳欧新材料科技有限公司	2
				常州大学	2
				常州药物研究所有限公司	1
常州大学	61	18	9	江南石墨烯研究院	5

				常州江工阔智电子有限公司	3
				常州合润新材料科技有限公司	2
				常州耀春格瑞纺织品有限公司	2
				苏州科技学院	2
				南京理工大学	2
				江苏华光粉末有限公司	1
				江苏昊华精细化工有限公司	1
				常州药物研究所有限公司	1
中科院微电子研究所	52	4	3	中科院嘉兴微电子仪器与设备工程中心	3
				江苏物联网研究发展中心	1
				江苏中科君芯科技有限公司	1
中科院上海硅酸盐研究所	47	6	3	盘固水泥集团有限公司	3
				常州盘石水泥有限公司	2
				中科院上海微系统与信息技术研究所	1
青岛大学	42	3	2	青岛华高能源科技有限公司	2
				山东海龙股份有限公司	1
三星电子株式会社	35	4	4	首尔大学校产学协力团	1
				三星康宁精密素材株式会社	1
				韩国科学技术院	1
				成均馆大学校产学协力团	1
华东理工大学	32	4	5	上海纳米技术及应用国家工程研究中心有限公司	1
				上海市纳米科技与产业发展促进中心	1
				昆山天洋热熔胶有限公司	1
				瓮福（集团）有限责任公司	1
				上海天洋热熔胶有限公司	1
华东理工大学	32	4	5	上海纳米技术及应用国家工程研究中心有限公司	1
				上海市纳米科技与产业发展促进中心	1
北京理工大学	23	4	5	北京泰和鼎晟科技发展有限公司	2
				南方石墨有限公司	2

				山西北方兴安化学工业有限公司	1
				德州金月生化有限公司	1
				北京北方世纪纤维素技术开发有限公司	1

4.5 石墨烯中国专利深度分析

在前面分析的基础上，我们从以下方面对检索到的 7955 件石墨烯中国专利进行了逐件解读，按照制备石墨烯的方法划分为 Top-Down 和 Bottom-up 两大类：

（1）通过 Top-Down 途径制备石墨烯，该技术主要是以石墨为原料来制备石墨烯，其中，制备技术划分为机械剥离、液相剥离、化学氧化、电化学剥离等；应用技术划分为储能、传感器、电子信息、复合材料、生物医药、结构材料等八大应用领域，并对具体应用进行了标注，例如超级电容器、锂离子电池、柔性透明器件、半导体器件、电子封装、药物载体、气凝胶、碳纤维、催化剂、导电/导热材料、吸波材料、磁性材料、润滑材料等；（2）通过 Bottom-up 途径制备石墨烯，该技术途径主要是以气体为原料通过化学气相沉积制备石墨烯。制备技术主要涉及主要有薄膜生长、薄膜转移、再加工、单层膜复合膜等；应用技术主要涉及透明导电薄膜、晶体管、光电应用、传感器、激光器等领域。

4.5.1 Top-Down 制备石墨烯专利功效分析

（1）制备技术分析

从制备技术来看（图 4-5-1），目前使用石墨为原料制备石墨烯的相关专利一共有 666 件，主要涉及化学氧化剥离、液相剥离等 6 大类，另外，还包括分散技术、粉体-纯化技术以及相关设备的专利技术。



图 4-5-1 石墨烯制备技术分类

（2）重要申请人分析

表 4-5-1 给出了制备技术专利的重要申请人，可以看出通过 Top-Down 途径制备石墨烯的专利集中于高校和中科院，并且主要以液相剥离、粉体-纯化、化学氧化为主，同时涉及少量电化学剥离和机械等方法；企业申请人中主要以液相剥离、化学氧化为主；另外，国外申请人主要也是以液相剥离、化学氧化为主。

表 4-5-1 Top-Down 途径制备石墨烯专利重要申请人

机构名称	专利数量（件）	技术方案
大学		
同济大学	17	粉体-纯化（1）、液相剥离（1）、分散（1）、设备（4）、电化学剥离（4）、化学氧化（6）
上海交通大学	15	粉体-纯化（1）、机械剥离（2）、液相剥离（4）、化学氧化（6）、分散（2）
清华大学	9	电化学剥离（2）、液相剥离（1）、化学氧化（6）
哈尔滨工业大学	9	机械剥离（2）、化学氧化（1）、粉体-纯化（3）、电化学剥离（1）、分散（2）
上海大学	8	机械剥离（1）、电化学剥离（1）、微波辐射（4）、化学氧化（2）
复旦大学	7	液相剥离（2）、化学氧化（5）
中南大学	6	粉体-纯化（1）、机械剥离（1）、电化学剥离（2）、化学氧化（2）
武汉大学	6	化学氧化（6）
上海理工大学	6	分散（1）、液相剥离（2）、化学氧化（3）
江南大学	6	液相剥离（1）、微波辐射（1）、化学氧化（1）、分散（1）、电化学剥离（2）
企业		
盐城纳新天地新材料科技有限公司	9	液相剥离（4）、化学氧化（3）、分散（2）
泰州巨纳新能源有限公司	6	设备（4）、化学氧化（2）
常州第六元素材料科技股份有限公司	6	粉体-纯化（1）、机械剥离（1）、液相剥离（1）、化学氧化（2）、微波辐射（1）
宁波墨西科技有限公司	3	粉体-纯化（3）
中科院		
中科院山西煤炭化学研究所	13	粉体-纯化（1）、微波辐射（1）、电化学剥离（2）、液相剥离（2）、化学氧化（5）、分散（2）
中科院宁波材料技术与工程研究所	8	粉体-纯化（1）、机械剥离（1）、微波辐

		射 (1)、化学氧化 (3)、分散 (2)
中科院金属研究所	7	电化学剥离 (1)、机械剥离 (1)、化学氧化 (4)、分散 (1)
中科院上海微系统与信息技术研究所	6	粉体-纯化 (1)、机械剥离 (1)、微波辐射 (1)、化学氧化 (2)、分散 (1)
中科院化学研究所	6	微波辐射 (1)、化学氧化 (1)、设备 (2)、液相剥离 (2)
中科院上海硅酸盐研究所	5	粉体-纯化 (1)、机械剥离 (2)、化学氧化 (1)、分散 (1)
中科院兰州化学物理研究所	5	微波辐射 (1)、电化学剥离 (1)、化学氧化 (3)
国外重要申请人		
东丽纤维研究所 (中国) 有限公司	5	化学氧化 (4)、分散 (1)
日本株式会社半导体能源研究所	3	设备 (1)、电化学剥离 (1)、液相剥离 (1)
曼彻斯特大学	3	化学氧化 (1)、电化学剥离 (2)
东丽先端材料研究所 (中国) 有限公司	3	机械剥离 (1)、化学氧化 (2)
戴雷克塔普拉斯股份公司	2	液相剥离 (1)、微波辐射 (1)
松下	2	机械剥离 (1)、设备 (1)
丰田	2	化学氧化 (1)、分散 (1)
澳大利亚卧龙岗大学	1	液相剥离 (1)、化学氧化 (1)
新加坡国立大学	1	液相剥离 (1)
维尔萨利斯股份公司	1	分散 (1)
威廉马歇莱思大学	1	化学氧化 (1)
施乐公司	1	机械剥离 (1)
洛克希勒马丁公司	1	粉体-纯化 (1)
美国英派尔科技开发有限公司	1	机械剥离 (1)
斯科特•默里	1	设备 (1)
积水化学工业株式会社&国立大学法人 大分大学	1	电化学剥离 (1)
韩国新正直技术株式会	1	化学氧化 (1)

4.5.2 基于石墨烯应用技术的专利功效分析

从石墨烯的应用领域来看（见图 4-5-2、图 4-5-3），石墨烯应用研究方面的专利申请共 5086 件，主要集中在储能（锂离子电池、超级电容器、太阳能、燃料电池等）、复合材料（催化剂、导电/导热材料、吸波材料等）、电子信息（透明导电薄膜、信息存储、光电器件等）、传感器（生物及化学传感器、物理传感器）等八大领域，其中申请量较多的主要有储能（专利申请量 1432 件，占总申请量的 28%）；复合材料（专利申请量 1675 件，占总申请量的 33%）。



图 4-5-2 石墨烯应用技术分类

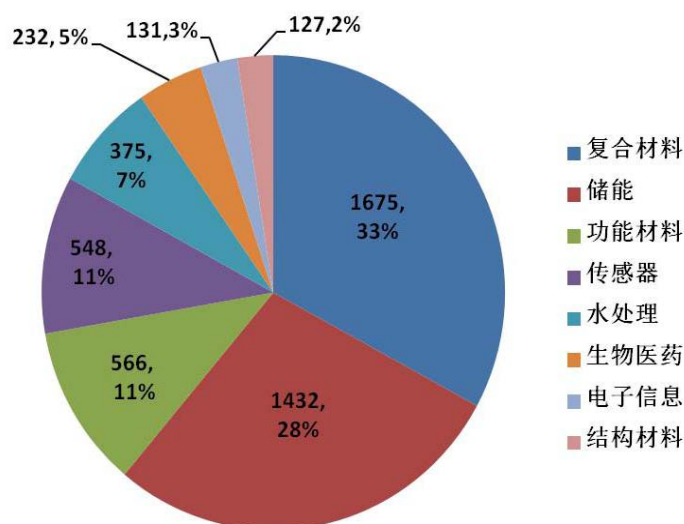


图4-5-3 石墨烯专利应用技术类型构成

4.5.2.1 储能

从储能领域来看（见图 4-5-4），石墨烯方面的专利申请共 1432 件，主要集中在锂离子电池、超级电容器、太阳能电池、铅酸电池、燃料电池等领域，其中申请量较多的主要有锂离子电池（专利申请量 646 件，占总申请量的 45%）；超级电容器（专利申请量 395 件，占总申请量的 28%）；太阳能电池（专利申请量 123 件，占总申请量的 9%）；燃料电池（专利申请量 111 件，占总申请量的 8%）。

结合表 4-5-2-1，可以看出石墨烯在超级电容器领域的应用专利主要分布在石墨烯/导电高分子复合材料、石墨烯/金属氧化物复合材料、石墨烯/碳（碳纳米管）复合材料以及掺杂改性等方面。结合表 4-5-2-1，可以看出石墨烯在超级电容器领域的应用专利重要申请人主要集中于高校；其次是中科院，尤其是中科院宁波材料技术与工程研究所在石墨烯基超级电容器材料的开发方面具有领先地位；企业除了常州第六元素材料科技股份有限公司（5 件）和盐城纳新天地新材料科技有限公司（4 件）外，其他申请人的申请数量则相对较少；国外申请人在中国申请的专利数量也非常少。

石墨烯在锂离子电池中的应用目前是一个热点，申请的专利主要集中在石墨烯复合正极材料（磷酸铁锂、磷酸锰锂、磷酸钒锂和硅酸锰锂等共 226 件专利）、石墨烯复合负极材料（硅、锡基合金、钛酸锂、二氧化钛、金属氧化物和金属硫化物等共 334 件专利）、集流体（43 件）以及导电添加剂（39 件）等方面。结合表 4-5-2-2，可以看出在锂离子电池技术领域高校、企业、中科院以及国外申请人都比较多的专利申请。其中，企业和大学申请的专利主要是石墨烯复合正极/负极材料，中科院申请的专利则主要集中于石墨烯与新型的正极或负极材料进行复合；国外申请人则主要集中于石墨烯/硅复合负极材料、石墨烯/金属氧化物复

合负极材料和石墨烯/正极材料等方面。

另外，石墨烯在太阳能、铅酸电池以及燃料电池等领域也有相对较多的应用。

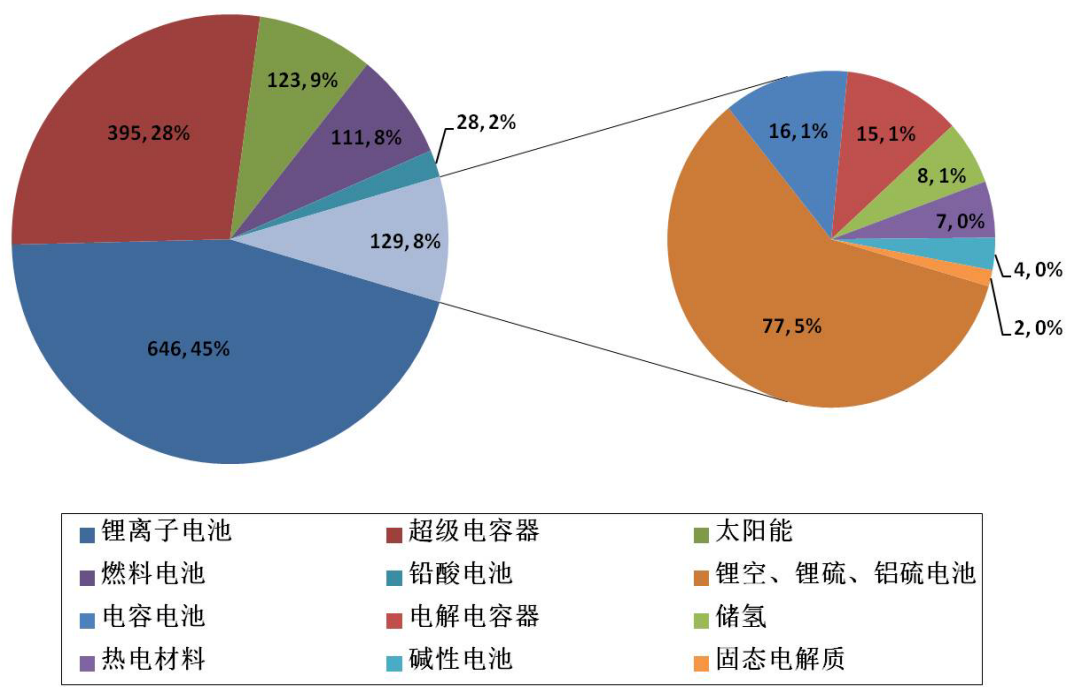


图4-5-4 石墨烯储能与光伏专利类型构成

结合表4-5-2-3，可以看出石墨烯在太阳能领域的专利申请主要是薄膜电极、石墨烯在铅酸电池中主要是与电极材料进行复合，燃料电池则主要是集中于催化剂载体、质子交换膜材料等。

表4-5-2-1 超级电容器重要专利申请人

机构名称	专利数量（件）	技术方案
大学		
南京理工大学	12	石墨烯/导电高分子（7） 石墨烯/金属化合物（5）
浙江大学	11	石墨烯（4）、石墨烯/碳材料复合（1）、 石墨烯/导电高分子（1）、石墨烯/金属 化合物（4）、电容器制作设备（1）
电子科技大学	10	多孔石墨烯（2）、石墨烯/导电高分子 （5）、石墨烯/金属化合物（4）
东华大学	9	石墨烯（2）、石墨烯/导电高分子（1）、 石墨烯/金属化合物（6）

上海大学	9	石墨烯(1)、石墨烯/碳材料复合(3)、 石墨烯/金属化合物(5)
哈尔滨工业大学	8	石墨烯(5)、多孔石墨烯(1)、石墨烯/ 导电高分子(1)、集流体(1)
武汉工程大学	8	石墨烯(1)、石墨烯/碳材料复合(1)、 石墨烯/导电高分子/金属化合物(5)、 石墨烯/金属化合物(1)
西北师范大学	7	石墨烯(1)、石墨烯/碳材料复合(1)、 石墨烯/碳材料复合/金属氧化物(1)、 石墨烯/导电高分子(1)、石墨烯/金属 化合物(2)、石墨烯/导电高分子/金属 化合物(1)
黑龙江大学	6	石墨烯/碳材料复合(4) 石墨烯/导电高分子(2)
北京航空航天大学	6	石墨烯/导电高分子(5) 掺杂石墨烯(1)
华中科技大学	6	石墨烯(1)、石墨烯/导电高分子(1)、 石墨烯/金属化合物(4)
上海交通大学	6	石墨烯/碳材料复合(1)、石墨烯/导电 高分子(1)、石墨烯/金属化合物(4)
企业		
常州第六元素材料科技股份有限公司	5	多孔石墨烯(4) 石墨烯/碳材料复合(1)
盐城纳新天地新材料科技有限公司	4	石墨烯/碳材料复合(4)
成都市华森电子信息产业有限责任公司	2	石墨烯(2)
纳米新能源有限责任公司	2	石墨烯(2)
南京新月材料科技有限公司	2	多孔石墨烯(2)
山东润昇电源科技有限公司	2	石墨烯/碳材料复合(1) 石墨烯/金属化合物(1)
无锡第六元素高科技发展有限公司	2	多孔石墨烯(2)
中国第一汽车股份有限公司	2	多孔石墨烯(1) 石墨烯/金属化合物(1)

宁波南车新能源科技有限公司	1	电容器制作设备 (1)
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	17	刘兆平 课题组
		石墨烯 (2)、石墨烯/碳材料复合 (1)、多孔石墨烯 (9)、石墨烯/导电高分子 (1)、掺杂石墨烯 (1)
		其他课题组
		石墨烯 (3)
中科院电工研究所	5	石墨烯 (1)、石墨烯/碳材料复合 (1)、石墨烯/金属化合物 (1)、石墨烯/导电高分子 (2)
国家纳米科学中心	4	石墨烯/碳材料复合 (2)、石墨烯/金属化合物 (2)
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	4	石墨烯/碳材料复合 (1)、石墨烯/金属化合物 (3)
国外重要申请人		
巴特尔纪念研究院	1	石墨烯/金属化合物 (1)
独立行政法人物质材料研究机构	1	石墨烯/碳材料复合 (1)
国立大学法人东京农工大学	1	石墨烯/金属化合物 (1)
韩国科学技术院	1	石墨烯 (1)
三星电子株式会社	1	石墨烯 (1)
英派尔科技开发有限公司	1	石墨烯 (1)
住友电气工业株式会社	1	石墨烯 (1)

表4-5-2-2 锂离子电池重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
浙江大学	55	石墨烯/硫化锡 (2)、石墨烯/硫化钼 (20)、石墨烯/硫化钨 (9)、石墨烯/金属氧化物 (2)、石墨烯/金属锑化物 (1)、石墨烯/锡/锑 (1)、石墨烯/二氧化锡 (1)、石墨烯/锌基氧化物 (1)、

		石墨烯/铁基氧化物 (1)、石墨烯/金属硫化物 (1)、石墨烯/锡化物 (1)、石墨烯/锡基氧化物 (2)、石墨烯/锑 (1)、石墨烯/金属二锑化物 (1)、石墨烯 (2)、石墨烯/硫化镍 (1)、石墨烯/钴基氧化物 (1)、石墨烯/硒化铅 (1)、石墨烯/氯化铁铵 (1)、石墨烯/硫化钨/硫化钼/金 (1)、石墨烯/硫化钼钨 (4)
清华大学	26	石墨烯/二硫化锡 (1)、石墨烯/氧化铜 (1)、石墨烯/硅 (2)、石墨烯/钛酸锂 (1)、石墨烯 (3)、石墨烯/氧化锡 (1)、石墨烯/硒 (1)、石墨烯/碳纳米管 (1)、集流体 (12)、导电添加剂 (3)
上海交通大学	17	石墨烯/磷酸铁锂 (3)、石墨烯/聚苯胺/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/二氧化锡 (5)、石墨烯 (1)、石墨烯/氧化亚钴 (1)、石墨烯/氢氧化钴 (1)、石墨烯/钴基材料 (1)、石墨烯/硅 (2)、石墨烯/碳微球 (1)、石墨烯/二硫化钼 (1)
上海大学	13	石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/二氧化锡 (2)、石墨烯/氧化镍 (2)、石墨烯/氧化铁 (1)、石墨烯/硅酸锰锂 (1)、石墨烯/磷酸钒锂 (1)、石墨烯/三氧化二铁/二氧化锡 (1)、石墨烯/磷酸锰锂 (1)、石墨烯/锡锑 (1)、石墨烯/硫 (1)、石墨烯/氧化钴 (1)
天津大学	12	石墨烯/磷酸铁锂 (2)、石墨烯/富锂 (1)、石墨烯 (1)、石墨烯/金属氧化物 (1)、石墨烯/硅 (1)、石墨烯/二氧化钛 (1)、氟化石墨烯 (1)、石墨烯/锡 (1)、石墨烯/氧化铁 (1)、氮掺杂石墨烯/二硫化钼 (1) 导电添加剂 (1)
中南大学	8	石墨烯/磷酸铁锂 (1)、固相石墨烯 (1)、石墨烯/硅 (1)、石墨烯/磷酸锰锂 (1)、石墨烯/磷酸铁锂/磷酸钒锂 (1)、石墨烯/磷酸铁锂 (1) 导电添加剂 (2)
武汉理工大学	7	石墨烯/五氧化二钒 (1)、石墨烯/二氧化锡 (1)、石墨烯/硫化镍 (1)、石墨烯/三氧化钼 (1)、石墨烯/四氧化三铁 (1)、石墨烯/H2V3O8 (1)、石墨烯

		/锰的醇盐 (1)
华东理工大学	5	石墨烯/锗 (2)、石墨烯 /碳纳米管/氨基蒽醌类聚合物 (1)、石墨烯 /钛酸锂 (1)、石墨烯/聚有机多硫化物 (1)
东南大学	5	石墨烯/碳纳米管/磷酸盐 (1)、石墨烯 /磷酸盐 (2) 石墨烯/碳纳米管/氟化铁 (1)、石墨烯/二硫化钼 (1)
哈尔滨工业大学	5	石墨烯/硫 (1)、石墨烯/磷酸钒锂 (1)、石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/二氧化锡 (1)、石墨烯/二氧化钛 (1)
华南师范大学	5	石墨烯/三元材料 (1)、石墨烯/氧化铅 (1)、石墨烯/二氧化锰 (1)、石墨烯 /硫 (1)、石墨烯/镍锰酸锂 (1)
南京工业大学	5	石墨烯/氟化铁 (1)、石墨烯/硅 (2)、石墨烯/金属氧化物 (1)、石墨烯/钛酸铁锂 (1)
企业		
青岛乾运高科新材料股份有限公司	13	石墨烯掺杂锰基固溶体 (1)、石墨烯/锰酸锂 (6)、石墨烯/镍酸锂 (2)、石墨烯/钴酸锂 (2)、石墨烯/富锂 (2)
上海锦众信息科技有限公司	7	石墨烯/硅酸锰锂 (1)、石墨烯/锑 (1) 石墨烯/钛酸锂 (2)、石墨烯/二氧化锡 (2)、石墨烯/氧化铬 (1)
合肥国轩高科动力能源股份公司	4	石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/金属氧化物 (1) 石墨烯/聚吡咯/钛酸锂 (1)、集流体 (1)
深圳市贝特瑞新能源材料股份有限公司	4	石墨烯包覆富锂 (1)、石墨烯/氧化硅 (1)、石墨烯/石墨 (1)、导电添加剂 (1)
东莞市翔丰华电池材料有限公司	4	石墨烯/硅 (1)、石墨烯/二氧化钛 (1)、石墨烯/锗 (1)、导电添加剂 (1)
上海中聚佳华电池科技有限公司	4	石墨烯/硫化锡 (1)、石墨烯 /铁酸锰 (1)、石墨烯/二氧化钛 (1)、石墨烯/硅/二氧化钛 (1)
常州第六元素材料科技股份有限公司	3	石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/钛酸锂 (1)、石墨烯/碳 (1)

福建省诺希新材料科技有限公司	3	石墨烯/硅 (3)
合肥恒能新能源科技有限公司	3	石墨烯/锰酸锂 (1)、石墨烯/锰酸锂/银粉 (1)、石墨烯/磷酸铁锂 (1)
湖南元素密码石墨烯研究院 (有限合伙)	3	氮化钛/石墨烯磷酸铁锂 (1)、石墨烯/碳 (1)、石墨烯/四氧化三钴 (1)
山东精工电子科技有限公司	3	石墨烯/磷酸钒锂复合 (1)、石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/钛酸锂 (1)
山东玉皇新能源科技有限公司	3	石墨烯/三元材料 (3)
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	11	石墨烯/金属氧化物 (1)、石墨烯/磷酸铁锂 (2)、石墨烯/二氧化锡/氧化钛 (2)、石墨烯/硅 (1)、集流体 (2)、导电添加剂 (3)
中科院过程工程研究所	5	石墨烯/硫 (1)、金属氧化物/石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/锰酸锌 (1)、石墨烯/三元材料 (1)、石墨烯/钛酸锂 (1)
中科院金属研究所	5	石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/钛酸锂 (1)、石墨烯/二氧化钛 (1)、石墨烯/金属氧化物 (1)、集流体 (1)、
中科院化学研究所	3	石墨烯/碲基材料 (1)、石墨烯/硅 (1)、导电添加剂 (1)
中科院上海硅酸盐研究所	3	石墨烯/磷酸铁锂复合 (2)、氮掺杂石墨烯/氧化锡 (1)
国家纳米科学中心	2	石墨烯/硫化锡 (1)、石墨烯/氧化锡 (1)
中科院福建物质结构研究所	2	石墨烯/富锂 (1)、石墨烯/硅酸锰锂 (1)
国外重要申请人		
株式会社半导体能源研究所	26	石墨烯/正极材料 (8)、石墨烯/硅 (11)、导电添加剂 (7)
巴特尔纪念研究院	5	石墨烯/磷酸铁锂 (1)、石墨烯/金属氧化物 (2)、石墨烯/二氧化钛 (1)、导电添加剂 (1)
巴莱诺斯清洁能源控股公司	2	石墨烯/四价钒羟基氧化物 (1)、石墨烯负极 (1)

巴斯夫欧洲公司	2	石墨包覆金属或金属氧化物 (2)
富士重工业株式会社	1	石墨烯包覆碳粒子 (1)
魁北克电力公司	1	导电添加剂 (1)
纳米技术仪器公司	1	纳米石墨烯薄片 (1)
南加州大学	1	石墨烯/硅 (1)
诺基亚公司	1	石墨烯/二氧化钛 (1)
苹果公司	1	集流体 (1)

表4-5-2-3 储能其他技术分支重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
太阳能		
东南大学	5	石墨烯/半导体复合光阳极 (1)、ZnO/石墨烯复合光阳极 (1)、石墨烯薄膜 (1)、石墨烯/CoS 复合对电极 (1)、石墨烯半导体晶膜 (1)
北京大学	4	石墨烯分散系 (1)、透明电极 (1)、背电极 (1)、石墨烯/硒化镉异质结 (1)
复旦大学	4	石墨烯量子点 (1)、聚合物/氧化石墨烯 (1)、石墨烯/铂复合电极 (2)
上海交通大学	4	石墨烯复合薄膜 (1)、石墨烯/铜锌锡硫复合材料 (1)、复合对电极 (1)、石墨烯/半导体量子点复合材料 (1)
同济大学	4	杂化材料 (1)、对电极 (1)、石墨烯/碳纳米管复合薄膜 (1)、石墨烯复合材料 (1)
中科院上海硅酸盐研究所	4	碲化镉薄膜 (1)、石墨烯量子点复合薄膜 (1)、石墨烯对电极 (1)、复合光阳极 (1)
国家纳米科学中心	2	空穴传输层 (1)、石墨烯对电极 (1)
中科院化学研究所	2	石墨烯薄膜 (1)、无机杂化纳米材料 (1)
中科院宁波材料技术与工程研究所	2	吸收涂层 (1)、光阳极 (1)

中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	2	石墨烯薄膜 (2)
彩虹集团公司	3	石墨烯对电极 (2)、电池浆料 (1)
艾获环境技术有限公司	1	石墨烯薄膜 (1)
波尔多大学	1	石墨烯活性层 (1)
蒂梅尔罗德科技公司	1	石墨烯外层 (1)
韩国生产技术研究院	1	石墨烯碳纳米网 (1)
株式会社村田制作所	1	量子点排列层 (1)
株式会社东进世美肯	1	吸收染料 (1)

铅酸电池

哈尔滨工业大学	3	铅碳电极 (3)
浙江南都电源动力股份有限公司	2	铅碳电极 (2)
安徽轰达电源有限公司	1	铅碳电极 (1)
广州北峻工业材料有限公司	1	铅酸电池增寿液 (1)
湖南三鑫电源科技有限公司	1	铅碳电极 (1)
吉林泰格节能产品科技开发有限公司	1	电池修复还原剂 (1)
济南圣泉集团股份有限公司	1	电池栅板 (1)
江苏科能电源有限公司	1	铅碳电极 (1)
界首市华宇电源有限公司	1	增加剂 (1)
奇瑞汽车股份有限公司	1	铅碳电极 (1)
上海锦众信息科技有限公司	1	铅碳电极 (1)
深圳市瑞达电源有限公司	1	铅碳电极 (1)
双登集团股份有限公司	1	铅碳电极 (1)

燃料电池

北京化工大学	8	催化剂载体 (8)
复旦大学	5	质子交换膜 (2)、催化剂载体 (3)
哈尔滨工业大学	5	催化剂载体 (5)

南京大学	5	催化剂载体 (5)
南京理工大学	5	催化剂载体 (5)
天津大学	4	催化剂载体 (4)
武汉理工大学	4	催化剂载体 (4)
浙江大学	4	催化剂载体 (4)
中科院大连化学物理研究所	4	催化剂载体 (4)
中科院海洋研究所	2	催化剂载体 (2)
财团法人工业技术研究院	2	复合质子交换膜 (2)
福特全进球技术公司	1	催化剂载体 (1)
韩国能源技术研究院	1	催化剂载体 (1)
麦克斯-普朗克公司	1	催化剂载体 (1)
纳米系统公司	1	催化剂载体 (1)
通用汽车环球科技运作公司	1	SS 双极板 (1)
现代自动车株式会社	1	复合电解质膜 (1)
松下电器产业株式会社	1	催化剂载体 (1)

4.5.2.2 复合材料

从石墨烯在复合材料领域的专利构成来看 (见图 4-5-5), 石墨烯在复合材料方面的专利申请共 1675 件, 主要集中在催化剂、增强、导电/导热材料、改性聚合物、防腐、吸波、润滑、磁性材料等领域, 其中申请量较多的主要有催化剂 (专利申请量 287 件, 占总申请量的 17%); 增强 (专利申请量 240 件, 占总申请量的 14%); 导电 (专利申请量 270 件, 占总申请量的 16%); 导热 (专利申请量 246 件, 占总申请量的 15%); 聚合物改性 (专利申请量 147 件, 占总申请量的 9%); 防腐 (专利申请量 106 件, 占总申请量的 6%); 另外还包括吸波、润滑、阻燃、合金等领域的应用。

石墨烯在导电材料领域的具体应用主要集中在导电胶 (36 件)、导电聚合物 (134 件)、导电涂料 (34 件)、导电油墨 (46 件) 以及电缆 (23 件) 等方面; 石墨烯在增强领域的具体应用主要包括补强 (9 件)、混凝土 (31 件)、石墨烯增强聚合物 (126 件)、石墨烯增强聚合物纤维 (10 件)、石墨烯增强陶瓷 (32 件)、石墨烯增强碳纤维 (32 件)。

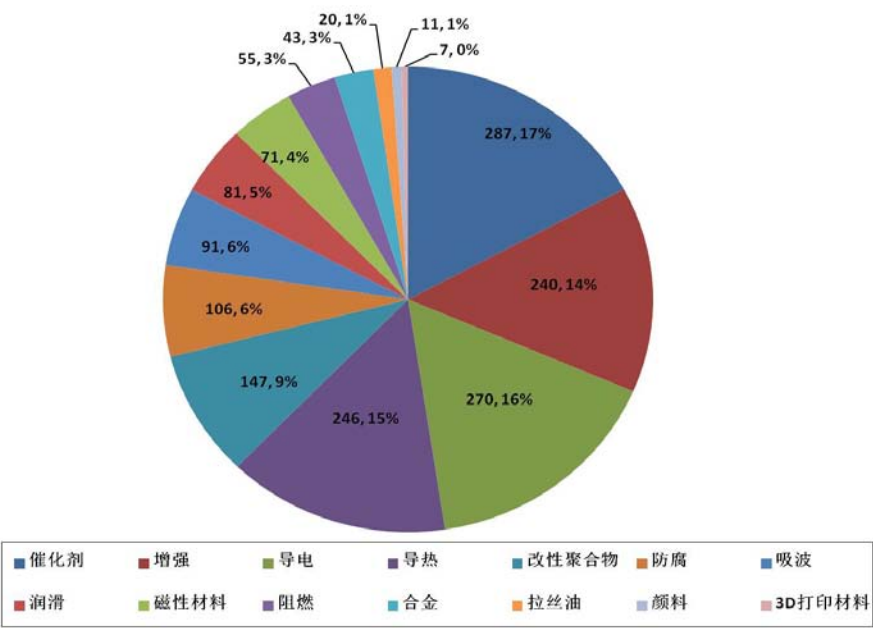


图4-5-5 石墨烯复合材料专利类型构成

结合表 4-5-2-4，可以看出，石墨烯导热复合材料专利重要申请人中，高校申请的专利主要集中在 LED 散热、导热橡胶等领域；企业申请的专利主要集中在导热胶、导热涂料等领域；中科院及其他研究机构申请的专利主要集中在导热膜、导热复合材料等领域；国外机构申请的专利则主要集中在导热聚合物、导热层等领域。

表4-5-2-4 导热复合材料重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
华南理工大学	5	石墨烯改性热塑性聚合物（1）、LED 散热膜（1）、LED 散热塑料（2）、LED 散热底座（1）
上海第二工业大学	4	导热泡沫（1）、氟化石墨烯导热润滑油（1）、电路用导热胶（1）、导热石墨烯纸（1）
哈尔滨工业大学	4	导热有机硅树脂（1）、隔热气凝胶（1）、石墨烯-Sn-Ag 复合材料（1）、光伏散热涂料（1）
上海大学	3	导热高分子母粒（2）、导热尼龙（1）
江苏大学	3	电子器件散热（3）

北京化工大学	3	导热橡胶 (2)、导热酚醛树脂 (1)
企业/研究所		
江苏悦达新材料科技有限公司	8	导热尼龙 (2)、手机散热片 (1)、导热电路基板 (1)、导热胶 (1)、导热膜 (3)
铜陵新泰电容电器有限责任公司	7	散热涂料 (7)
上海杰远环保科技有限公司	6	导热胶 (1)、导热纤维 (1)、导热焊接料 (1)、导热膜 (3)
宁波墨西科技有限公司	5	导热涂料 (3)、导热膜 (2)
盐城纳新天地新材料科技有限公司	4	导热 ABS 母料 (1)、导热聚碳酸酯母料 (1)、导热聚甲醛母料 (1)、导热聚乙烯母料 (1)
苏州宏久航空防热材料科技有限公司	4	导热碳晶 (4)
苏州艾特思环保材料有限公司	4	导热膜 (2)、散热涂料 (2)
常州碳元科技发展有限公司	4	导热膜 (4)
贵州新碳高科有限责任公司	3	石墨烯导热涂层 (3)
中科院		
中科院上海硅酸盐研究所	1	石墨烯-氧化铝复合导热材料 (1)
中科院深圳先进技术研究院	1	导热膜 (2)
中科院宁波材料技术与工程研究所	3	石墨烯-金属复合导热材料 (1)、导电膜 (2)
中科院山西煤炭化学所	1	碳纤维-石墨烯复合导热膜 (1)
中科院金属所	3	导热硅橡胶 (1)、导热膜 (1)
国外重要申请人		
韩国 LG	1	导热层 (1)
韩国三星	2	导热树脂 (2)
韩国现代	1	导热胶 (1)
美国国际商业机器公司	1	导热弹性体 (1)
美国施乐	1	导热聚合物 (1)
美国通用电气	1	导热聚合物 (1)

美国沃尔贝克	1	导热油墨 (1)
日本住友	1	导热金属/陶瓷复合材料 (1)
意大利波利玛利欧洲股份公司	1	导热聚合物 (1)
台湾财团法人工业技术研究院	2	导热聚合物 (2)
台湾铼钻科技	1	导热膏 (1)
台湾日月光半导体	1	导热层 (1)
台湾天瑞	1	导热聚合物 (1)
台湾志阳	1	导热涂层 (1)

结合表 4-5-2-5, 可以看出, 石墨烯导电复合材料专利重要申请人中, 高校申请的专利主要集中在导电聚合物等领域; 企业申请的专利主要集中在导电油墨等领域; 中科院及其他研究机构申请的专利主要集中在导电油墨、导电涂料、导电胶等领域; 国外机构申请的专利则主要集中在导电聚合物等领域。

表4-5-2-5 导电复合材料重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
常州大学	8	导电涂料 (3)、导电聚合物 (4)、导电胶 (1)
上海交通大学	5	导电聚合物 (5)
江南大学	5	导电聚合物 (5)
北京化工大学	5	导电聚合物 (5)
浙江大学	4	导电聚合物 (2)、电缆 (2)
企业		
江苏中超电缆股份有限公司	6	电缆 (5)、导电聚合物 (1)
重庆墨西科技有限公司	5	导电油墨 (5)
蚌埠首创滤清器有限公司	5	导电油墨 (5)
宁波市加一新材料有限公司	1	导电油墨 (1)
中科院		

中科院宁波材料技术与工程研究所	7	导电油墨（2）、导电涂料（2）、导电聚合物（2）、导电胶（1）
中国电力科学研究院	7	电缆（4）、导电胶（3）
中科院金属研究所	4	导电涂料（1）、导电聚合物（2）、导电胶（1）
外国申请人		
普林斯顿大学理事会	3	导电油墨（1）、导电涂料（1）、导电聚合物（1）
三星	3	导电聚合物（2）、导电胶（1）
赢创德固赛有限公司	2	导电聚合物（2）
赢创高施米特有限公司	1	导电聚合物（1）
泰科电子公司	1	导电涂料（1）
纳米技术仪器公司	1	导电聚合物（1）
伦斯勒理工学院	1	导电聚合物（1）
乐金显示有限公司	1	导电聚合物（1）
道康宁东丽株式会社	1	导电聚合物（1）

结合表 4-5-2-6，可以看出，石墨烯防腐复合材料专利重要申请人中，企业申请人最多，专利申请主要集中在石墨烯改性达克罗胶、石墨烯氟化涂料、石墨烯/金属耐蚀涂层等领域。

表4-5-2-6 防腐复合材料重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
南京航空航天大学	4	输气管外壁 3PE 防腐涂料环氧底层(1)、海洋防腐涂料（1）、海洋环氧富锌防腐粉末涂料（1）、输气管外壁防腐涂料胶黏剂（1）
上海应用技术学院	2	石墨烯镍磷镀液（1）、石墨烯镍磷复合镀层（1）
景德镇陶瓷学院	2	亲水防雾化涂料（1）、石墨烯改性陶瓷

		微滤膜 (1)
企业		
侨键新能源科技 (苏州) 有限公司	8	耐高温耐磨防腐涂料 (1)、抗冲击耐寒防腐涂料 (1)、耐磨水性涂料 (2)、耐磨防油绝缘涂料 (1)、耐磨高附着力水性涂料 (1)、抗冲击保温涂料 (2)
合肥云荣机电科技有限公司	5	石墨烯/镍酸镧/锌-铝-钛系耐腐蚀涂层 (1)、石墨烯/硅酸镧/锌-铝-镁系耐腐蚀涂层 (1)、石墨烯/钛酸锶/锌-铝-铅系耐腐蚀涂层 (1)、石墨烯/钛酸镧/锌-铝-铅系耐腐蚀涂层 (1)、石墨烯/钨酸镧/锌-铝-镍系耐腐蚀涂层 (1)
湖南东博墨烯科技有限公司	4	铁系涂料 (1)、硅系涂料 (1)、铝系涂料 (1)、锌系涂料 (1)
宁波墨西科技有限公司	4	石墨烯改性达克罗涂料 (1)、石墨烯改性氟树脂涂料 (1)、石墨烯改性建筑涂料 (1)、石墨烯改性的无铬达克罗涂料 (1)
无锡中洁能源技术有限公司	4	耐腐蚀吸收涂料 (1)、背板膜 (1)、背板氟树脂涂料 (1)、耐老化氟涂料 (1)
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	3	环氧树脂复合涂层溶液 (1)、环氧树脂复合涂料 (1)、树脂保护膜 (1)
中科院海洋研究所	1	复合膜 (1)
国外重要申请人		
雷诺德有限公司	1	石墨烯涂层 (1)
通用电气公司	1	石墨烯涂层 (1)

结合表 4-5-2-7, 可以看出, 石墨烯合金复合材料专利重要申请人中, 高校和企业申请的专利主要集中在镁合金、铜合金和铝合金等领域;; 中科院及其他研究机构申请的专利相对较少; 国外机构申请的专利则主要集中在金属基合金等领域。

表4-5-2-7 合金复合材料重要专利申请人

机构名称	专利数量（件）	技术方案
大学		
浙江大学	4	镍合金（1）、铜合金（3）
上海交通大学	4	金属基合金（3）、铝基合金（1）
哈尔滨工业大学	2	镁基合金（2）
中国科学技术大学	1	金属基合金（1）
武汉大学	1	金属基合金（1）
济南大学	1	铜基合金（1）
北京工业大学	1	钨/钴/钒基合金（1）
郑州航空工业管理学院	1	铜基合金（1）
苏州经贸职业技术学院	1	铝合金（1）
企业		
盐城市鑫洋电热材料有限公司	5	铝合金（1）、镁基合金（4）
中国航空工业集团公司北京航空材料研究院	2	金属基合金（2）
马鞍山市恒毅机械制造有限公司	2	冶金合金（2）
安徽华兴金属有限责任公司	1	非晶合金（1）
昌利锻造有限公司	1	镁合金（1）
哈尔滨翔科新材料有限公司	1	铝基合金（1）
鸿富锦精密工业（深圳）有限公司	1	镁合金（1）
济南圣泉集团股份有限公司	1	改性钢（1）
苏州宽温电子科技有限公司	1	铝合金（1）
铜陵国方水暖科技有限责任公司	1	冶金合金（1）
无锡常安通用金属制品有限公司	1	硬质合金（1）
锡山区羊尖鸿之盛五金厂	1	硬质金属（1）
映瑞光电科技（上海）有限公司	1	铝合金（1）
浙江天乐新材料科技有限公司	1	铝合金（1）
镇江中孚复合材料有限公司	1	铜基合金（1）

中科院		
中科院重庆绿色智能研究院	1	金属基合金（1）
中科院宁波材料技术与工程研究所	1	铜基合金（1）
国外重要申请人		
芬兰国家技术研究中心	1	金属基合金（1）
韩国科学技术学院	1	金属基合金（1）
威兰德-沃克公开股份有限公司	1	金属基合金（1）

结合表 4-5-2-8，可以看出，石墨烯润滑复合材料专利重要申请人中，高校申请的专利主要集中在石墨烯-金属基和石墨烯-陶瓷基复合材料；中科院及其他研究机构申请的专利主要集中在石墨烯润滑涂层等领域；企业申请申请的专利则主要集中在石墨烯润滑油等领域。

表4-5-2-8 润滑复合材料重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
武汉理工大学	5	镍铝基自润滑（2）、钽铝 / 石墨烯/钛硅碳自润滑（1）、钛铝基自润滑（1）、石墨烯/钛硅碳/碳化钛（1）
上海应用技术学院	3	石墨烯基硼酸锌（1）、石墨烯金属切削液（1）、油溶性石墨烯（1）
东华大学	2	石墨烯/碳纳米管陶瓷复合薄膜（1）、石墨烯/单晶硅陶瓷复合薄膜（1）
哈尔滨工业大学	2	石墨烯/富勒烯水基润滑剂（1）、石墨烯/碳纳米管极压润滑剂（1）
合肥工业大学	2	石墨烯/镍/硫化钼/磷涂层（1）、生物油环保润滑油（1）
河南科技大学	2	铸型尼龙复合材料（2）
江南大学	2	硫化处理石墨烯（2）
江苏大学	2	石墨烯/硫化钼自润滑（1）、石墨烯/聚酰亚胺（1）

聊城大学	2	石墨烯/硼酸钙 (1)、石墨烯残渣润滑油 (1)
上海交通大学	2	石墨烯/钛合金薄膜 (1)、硅基表面羧基氧化石墨烯复合薄膜 (1)
扬州大学	2	改性石墨烯抗磨剂 (1)、石墨烯润滑脂 (1)
企业		
上海亿霖润滑材料有限公司	4	桥梁鞍座与座体润滑结构 (1)、玻璃幕墙润滑结构 (1)、固体润滑涂覆层 (1)、轴瓦 (1)
湖南东博墨烯科技有限公司	3	石墨烯/钴-铁-铜系润滑油 (1)、石墨烯/镍-钛-铜系润滑油 (1)、石墨烯/铁系润滑油 (1)
安炬科技股份有限公司	2	石墨烯润滑油 (1)、纳米石墨烯润滑油 (1)
中科院		
中科院金属研究所	1	石墨烯耐磨损硬质复合材料 (1)
中科院兰州化学物理研究所	1	石墨烯离子液体复合润滑膜 (1)
国外重要申请人		
绝世环球有限责任公司	1	石墨烯润滑添加剂 (1)
通用汽车环球科技运作公司	1	石墨烯和颗粒润滑剂 (1)

结合表 4-5-2-9, 可以看出, 石墨烯增强复合材料专利重要申请人中, 高校申请的专利主要集中在石墨烯增强碳纤维、石墨烯增强聚合物等领域; 企业申请的专利主要集中在石墨烯增强聚合物、石墨烯增强混凝土等领域; 中科院及其他研究机构申请的专利主要集中在石墨烯增强碳纤维、石墨烯增强聚合物等领域; 国外机构申请的专利则主要集中在石墨烯增强聚合物等领域。

表4-5-2-9 石墨烯增强复合材料重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
哈尔滨工业大学	8	石墨烯-碳纤维 (5)、石墨烯-陶瓷 (1)、

		石墨烯-聚合物 (2)
天津工业大学	7	石墨烯-碳纤维 (4)、石墨烯-聚合物纤维 (1)、石墨烯/聚合物 (2)
桂林理工大学	7	石墨烯-聚合物 (6)、补强 (1)
陕西科技大学	6	石墨烯-聚合物 (5)、混凝土 (1)
浙江大学	4	石墨烯-碳纤维 (2)、石墨烯-聚合物 (2)
企业		
蚌埠华东石膏有限公司	10	混凝土 (10)
济南圣泉集团股份有限公司	7	石墨烯-聚合物 (6)、石墨烯-陶瓷 (1)
安徽凯特泵业有限公司	7	石墨烯-聚合物 (5)
芜湖市三兴混凝土外加剂有限公司	5	混凝土 (5)
青岛辰青信息技术有限公司	5	补强 (5)
宁波康大美术用品有限公司	2	石墨烯-聚合物 (2)
宁波墨西科技有限公司	2	石墨烯-聚合物 (2)
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	4	石墨烯-碳纤维 (3)、石墨烯-聚合物 (1)
中科院长春应用化学研究所	3	石墨烯-聚合物 (3)
中科院上海硅酸盐研究所	2	混凝土 (2)
外国申请人		
积水化学工业株式会社-日本	5	石墨烯-聚合物 (5)
PPG 俄亥俄工业有限公司	2	石墨烯-聚合物 (1)、补强 (1)
夏威夷大学	1	石墨烯-聚合物 (1)
沃尔贝克材料有限公司	1	石墨烯-聚合物 (1)
托马斯及贝茨国际股份有限公司	1	石墨烯-聚合物纤维 (1)
埃克森美孚化学专利公司	1	石墨烯-聚合物 (1)
巴斯夫涂料有限公司	1	补强 (1)
戴蒙得创新股份有限公司	1	石墨烯-陶瓷 (1)
帝人株式会社	1	石墨烯-聚合物 (1)

结合表 4-5-2-10，可以看出，石墨烯吸波复合材料专利重要申请人主要集中于高校，其申请的专利主要集中在石墨烯/聚合物、石墨烯/金属氧化物、石墨烯/导电高分子等领域。

表4-5-2-10 石墨烯吸波复合材料重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
西北工业大学	8	石墨烯/四氧化三铁(1)、石墨烯/氧化亚铜/铜(1)、石墨烯/四氧化三铁/银(1)、石墨烯/聚苯胺/四氧化三钴(1)、石墨烯/四氧化三钴(1)、石墨烯/聚吡咯(1)、石墨烯/聚噻吩/四氧化三钴(1)、石墨烯/聚噻吩/金属氧化物(1)
北京师范大学	7	石墨烯/镍(2)、石墨烯/钴(2)、石墨烯/钴镍(2)、石墨烯/铁钴(1)
哈尔滨工业大学	5	石墨烯/钕铁氧体(1)、石墨烯/四氧化三铁(1)、石墨烯/环氧树脂/钨(2)、石墨烯/聚酰亚胺(1)
北京科技大学	4	石墨烯/聚合物(1)、石墨烯/聚苯胺/钴(1)、石墨烯/氧化锌(1)、石墨烯/聚苯胺/四氧化三铁(1)
南昌航空大学	3	石墨烯/二氧化硅/二氧化钛(1)、石墨烯/碳纳米管/聚噻吩(1)、石墨烯/铁钴氧/聚本索(1)
江苏大学	3	石墨烯/聚氨酯(3)
哈尔滨工程大学	3	石墨烯/四氧化三铁(1)、石墨烯/聚苯胺(1)
企业		
天津六零九电缆有限公司	1	石墨烯/聚合物(1)
苏州宏久航空防热材料科技有限公司	1	石墨烯/玻璃纤维(1)
研究所		
上海电缆研究所	1	石墨烯/树脂(1)
外国申请人		

美国国际商业机器公司	2	石墨烯（2）
韩国第一毛织株式会社	2	石墨烯/聚合物（2）
韩国东进世美肯株式会社	1	石墨烯/金属（1）

4.5.2.3 电子信息

从石墨烯在电子信息领域的专利构成来看（见图 4-5-6），石墨烯在电子信息方面的专利申请共 131 件，主要集中在透明导电薄膜、信息存储、光电材料、晶体管等领域，其中申请量较多的主要有透明导电薄膜（专利申请量 77 件，占总申请量的 59%）；信息存储（专利申请量 16 件，占总申请量的 12%）；光电材料（专利申请量 15 件，占总申请量的 12%）；晶体管（专利申请量 11 件，占总申请量的 8%）；另外还包括场发射器件、天线和激光器领域的应用。

结合表 4-5-2-11，可以看出，电子信息领域专利申请数较多的申请人主要集中在高校和中科院，并且以透明导电薄膜、晶体管以及信息存储的专利申请为主，企业申请人则以透明导电薄膜为主。

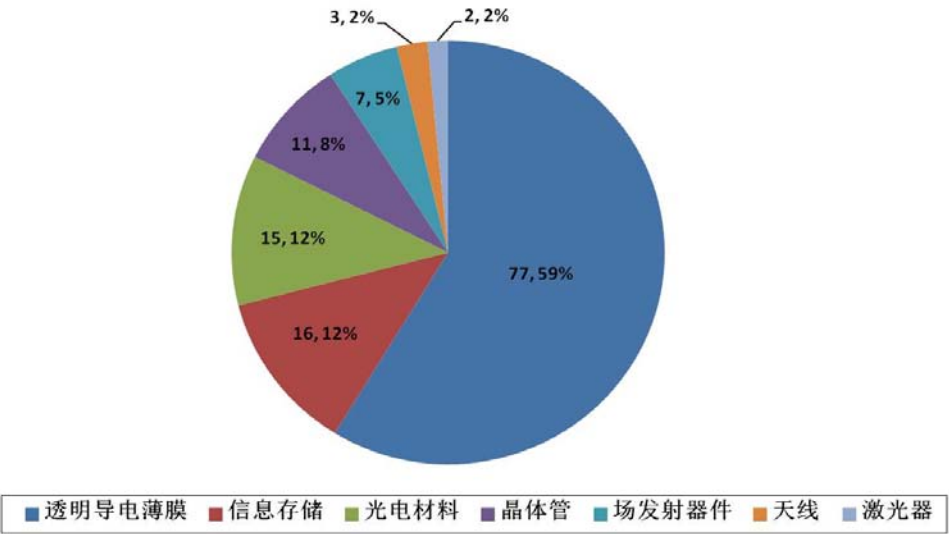


图4-5-6 石墨烯电子信息专利类型构成

表4-5-2-11 电子信息重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
电子科技大学	11	透明导电薄膜（9）、光电材料（1）、场发射器件（1）

清华大学	5	透明导电薄膜 (4)、激光器 (1)
南京邮电大学	5	透明导电薄膜 (3)、晶体管 (1)、信息存储 (1)
武汉工程学院	4	透明导电薄膜 (1)、信息存储 (3)
天津大学	4	透明导电薄膜 (2)、光电材料 (2)
福州大学	4	透明导电薄膜 (1)、信息存储 (2)、场发射器件 (1)
企业		
京东方科技集团股份有限公司	4	透明导电薄膜 (3)、光电材料 (1)
国际商业机器	3	晶体管 (3)
张家港康的新光电材料	1	透明导电薄膜 (1)
盐城增材科技	1	透明导电薄膜 (1)
无锡力和光电传感	1	透明导电薄膜 (1)
天津保兴威科技	1	透明导电薄膜 (1)
苏州京能科技公司	1	透明导电薄膜 (1)
上海德门电子有限公司	1	天线 (1)
中科院		
中科院上海微系统与信息技术研究所	4	晶体管 (2)、信息存储 (2)
国家纳米科学中心	4	透明导电薄膜 (4)
中科院深圳先进技术研究院	2	场发射器件 (2)
中科院上海有机化学所	2	透明导电薄膜 (2)
中科院微电子研究所	1	信息存储 (1)
中科院宁波材料技术与工程研究所	1	信息存储 (1)
中科院金属所	1	场发射器件 (1)
中科院化学所	1	晶体管 (1)
中科院兰州化学物理研究所	1	透明导电薄膜 (1)
国外重要申请人		
东芝	2	透明导电薄膜 (2)
西门子公司	1	场发射器件 (1)

威廉马谢莱斯大学	1	透明导电薄膜 (1)
索尼	1	晶体管 (1)
三星	1	透明导电薄膜 (1)
韩国生产技术研究院	1	透明导电薄膜 (1)
国立韩国交通大学	1	透明导电薄膜 (1)
拜耳知识产权公司	1	透明导电薄膜 (1)
LG	1	透明导电薄膜 (1)
HGST 荷兰公司	1	信息存储 (1)

4.5.2.4 生物医药

从石墨烯在生物医药领域的专利构成来看（见图 4-5-7），石墨烯在生物医药方面的专利申请共 232 件，主要集中在药物载体、抗菌材料、荧光标记、人造骨骼等领域，其中申请量较多的主要有药物载体（专利申请量 86 件，占总申请量的 37%）；抗菌材料（专利申请量 58 件，占总申请量的 25%）；荧光标记（专利申请量 37 件，占总申请量的 16%）；人造骨骼（专利申请量 26 件，占总申请量的 11%）；另外还包括富集萃取、水凝胶、人造皮肤和造影剂等领域的应用。

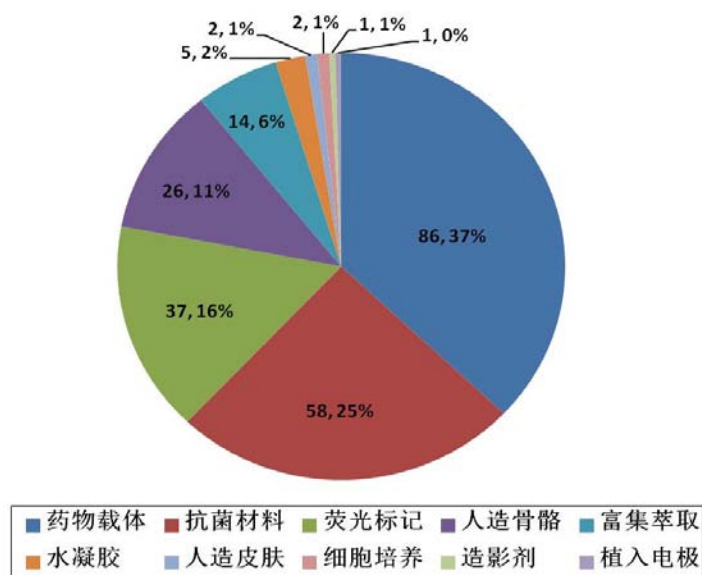


图4-5-7 石墨烯生物医药专利类型构成

结合表 4-5-2-12，可以看出，生物医药领域专利申请数量较多的机构主要集中在高校和中科院。其中，高校的专利申请以药物载体、人造骨骼、抗菌材料为主；中科院的专利申请以药物载体、荧光标记方面的应用为主。

表4-5-2-12 生物医药重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
东南大学	9	人造骨骼(6)、药物载体(2)、荧光标记(1)
郑州大学	9	药物载体(9)
江苏大学	6	抗菌材料(3)、人造骨骼(1)、药物载体(1)、荧光标记(1)
苏州大学	6	抗菌材料(1)、人造骨骼(1)、药物载体(4)
东华大学	5	药物载体(5)
上海师范大学	5	药物载体(5)
同济大学	5	药物载体(4)、抗菌材料(1)
企业		
深圳粤网节能技术服务有限公司	4	富集萃取(2)、荧光标记(2)
苏州正业昌智能科技有限公司	3	抗菌材料(3)
昆山好利达包装有限公司	2	抗菌材料(2)
中科院		
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	8	细胞培养(1)、药物载体(6)、造影剂(1)
中科院上海微系统与信息技术研究所	7	水凝胶(1)、荧光标记(5)、抗菌材料(1)
中科院宁波材料技术与工程研究所	2	人造骨骼(1)、荧光标记(1)
外国申请人		
纽约城市大学研究基金会	1	药物载体(1)

4.5.2.5 传感器

从石墨烯在传感器领域的专利构成来看(见图 4-5-8),石墨烯在传感器方面的专利申请共 548 件,主要集中在生物/化学传感器(专利申请量 437 件,占总申请量的 80%)和物理传感器(专利申请量 111 件,占总申请量的 20%)。

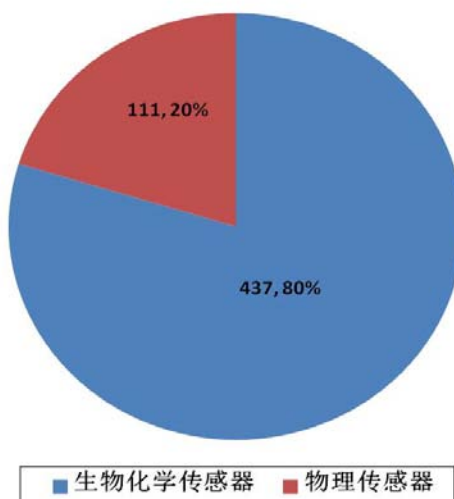


图4-5-8 石墨烯传感器专利类型构成

结合表 4-5-2-13，可以看出，传感器领域的中国重要申请人集中于高校，并且以生物/化学传感器为主，专利申请多集中在农药残留物检测、温度/湿度传感器、气体传感器等方面。

表4-5-2-13 生物医药重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
济南大学	56	农药残留物检测 (2)、兽药残留物检测 (2) 甲胎蛋白检测 (3) 赤霉醇检测 (1) 多巴胺检测 (3)、环境雌激素检测 (2)、多环芳烃检测 (1)、肿瘤标志物检测 (9)、抗生素检测 (1)、双酚 A 检测 (2)、黄曲霉毒素检测 (4) 谷胱甘肽转移酶检测 (1) 食品过敏原检测 (1) 凝血酶检测 (1) 乙烯雌酚检测 (1) 上皮细胞癌抗原检测 (1) 人免疫球蛋白检测 (1) 黑色素瘤抗原检测 (1) 宫颈癌标志物检测 (1) 乙脑抗原检测 (1) 没食子酸丙酯检测 (1) 葡萄糖浓度检测 (1) 土霉素检测 (1) 双氧水检测 (1) 膀胱癌标志物检测 (1) 雌二醇检测 (3) 癌胚抗原 (2) 氨基糖苷类抗生素检测 (1) 重金属检测 (1) 卡那霉素检测 (1) 雌三醇检测 (1) 孔雀石绿 (1) 大肠杆菌检测 (1) 腺苷检测 (1)
东南大学	15	温度传感器 (1)、湿度传感器 (2)、生物分子传感器 (1)、紫外光照射量检测 (2) 单分子传感器 (2) 温度/湿度传感器 (1) 微纳米尺度样本检测 (1) 碱基序列检测 (1) PH 传感器 (1) 细胞识别检测 (1) 生物传感器 (1) 甲基化 DNA 检测 (1)
南京理工大学	14	农药残留物检测 (4) 酶生物传感器 (5) 炸药 HMX 检测 (1) 乙酰氨基酚 (1) 气敏传感器 (2) 药物扑热息痛检测 (1)

山东理工大学	12	农药残留物检测 (8) 胰腺癌检测 (1) 前列腺特异抗原检测 (1) 抗生素检测 (2)
青岛大学	12	多巴胺检测 (1) 生物酶传感器 (1) 邻苯二份和对苯二份检测 (1) 卢丁检测 (1) 牛血红蛋白检测 (2) 重金属含量检测 (1) 温度传感器 (1) 叶酸检测 (1) 葡萄糖检测 (2) 皮层机动蛋白 (1)
江苏大学	10	DNA 甲基化检测 (1) 生物分子检测 (1) 农药残留物检测 (4) 赭曲霉毒素检测 (1) 紫外光照射量检测 (1) 乙酰胆碱检测 (1) 多巴胺检测 (1)
苏州大学	5	气体传感器 (4)
浙江大学	10	湿度传感器 (2)、光电探测器 (1) 电场传感器 (1) 溶液离子活度检测 (1) 双氧水、抗坏血酸、多巴胺检测 (2) 氨气浓度检测 (1) 抗生素检测 (1) TNT 检测 (1)
西北师范大学	10	硝基芳香化合物检测 (2) 多巴胺检测 (3) 邻苯二酚和苯二份检测 (2) 葡萄糖检测 (1) 尿酸和黄嘌呤 (1) 乙酰氨基苯酚 (1)
电子科技大学	10	气体传感器 (6) 光电探测 (3) QCM 甲醛传感器 (1)
北京大学	9	光电探测 (2) 霍尔传感器 (2) 重金属检测 (1) 磷酸化蛋白检测 (1) 生物分子检测 (1) 水凝胶传感器 (2)
湖南大学	8	五氯苯酚检测 (2) 葡萄糖检测 (2) 甲基对硫磷 (1) 痕量汞检测 (1) 铅离子检测 (1) 磷脂酶检测 (1)
天津工业大学	7	气体传感器 (1) 重金属离子检测 (5) 雌激素检测 (1)
苏州大学	7	电致变色 (1) 气体传感器 (5) 光探测 (1)
上海师范大学	7	卵巢癌细胞检测 (1) 造影 (1) 光电探测 (1) 气体传感器 (1) 乙酰氨基酚检测 (2) 多巴胺检测 (1)
江南大学	7	1-羟基比检测 (1) 血红蛋白检测 (1) 甲基对硫磷 (1) 印记分子检测 (2) 丙烯酰胺检测 (1) 金黄色葡萄球菌检测 (1)
黑龙江大学	7	电致变色 (1) 对硝基苯酚检测 (2) 气体传感器 (3) 多巴胺检测 (1)
上海交通大学	5	湿度传感器 (1) NADH 检测 (1) 农药残留物检测 (1) 草酸检测 (1) 双氧水检测 (1)
南京师范大学	6	乙烯雌酚检测 (1) 激动剂检测 (2) 三聚氰胺检测 (1) 噻虫啉检测 (1) 雌酚检测 (1)
广西师范大学	6	重铬酸钾检测 (2) 钼酸铵检测 (1) 三价铬离子检测 (1)

		高锰酸钾 (1) 二价铁离子 (1)
企业		
泰州巨纳新能源有限公司	3	气体传感器 (1) 分子传感器 (2)
广州盈思传感科技有限公司	2	重金属检测 (2)
无锡百灵传感技术有限公司	9	含氮氧化物 (1) 双酚 A 检测 (1) 乙酰胆碱检测 (1) 过氧化氢检测 (1) SHM 检测 (1) 一氧化碳检测 (1) 杀虫剂检测 (1) 葡萄糖检测 (1) 亚硝酸盐检测 (1)
中科院		
中科院海洋研究所	3	曲酸检测 (1) 硫化物检测 (1) 微生物检测 (1)
中科院微电子研究所	3	气体检测 (1) 信号检测 (1) DNA 测序 (1)
中科院新疆理化技术研究所	3	气体检测 (2) 消极爆炸物蒸汽检测 (1)
中科院宁波材料科学与技术研究所	1	水体有机物检测 (1)
中科院电子学研究所	2	肺癌标志物检测 (1) 脑电信号探测 (1)
中科院合肥物质研究所	1	TNT 检测 (1)
中科院化学研究所	1	肿瘤检测 (1)
中科院金属所	1	温度传感器 (1)
中科院山西煤炭化学所	1	重金属检测 (1)
中科院上海应用物理研究所	1	生物检测 (1)
中科院烟台海岸带研究所	1	葡萄糖检测 (1)
中科院重庆绿色智能研究所	1	温度传感器 (1)
国外重要申请人		
国际商业机器公司	1	分子识别或测序 (1)
英飞凌科技股份有限公司	1	生物化学传感器 (1)

4.5.2.6 水处理

从石墨烯在水处理领域的专利构成来看 (见图 4-5-9), 石墨烯在水处理方面

的专利申请共 375 件，主要集中在催化降解（专利申请量 169 件，占总申请量的 45%）；吸附（专利申请量 156 件，占总申请量的 42%）；过滤（专利申请量 36 件，占总申请量的 9%）；脱盐（专利申请量 14 件，占总申请量的 4%）。

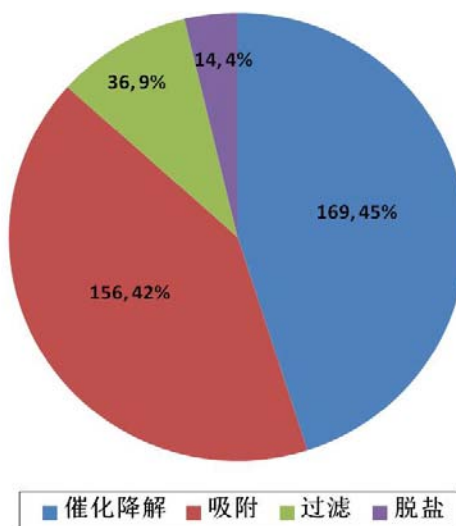


图4-5-9 石墨烯水处理专利类型构成

结合表 4-5-2-14，可以看出，水处理领域的重要申请人集中于高校，专利申请以有机物吸附、重金属吸附、过滤分离等技术方案为主方面；中科院和企业也有少量专利申请，主要是催化降解、吸附等。

表4-5-2-14 水处理重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
江苏大学	17	催化降解（15）、吸附（2）
湖南大学	15	催化降解（6）、吸附（9）
上海大学	12	催化降解（7）、吸附（3）、脱盐（2）
东南大学	10	催化降解（6）、吸附（4）
福州大学	9	催化降解（8）、过滤（1）
山东大学	8	吸附（6）、催化降解（2）
济南大学	8	吸附（6）、催化降解（1）、过滤（1）
华南理工大学	7	吸附（4）、催化降解（2）、过滤（1）
上海交通大学	6	催化降解（5）、吸附（1）

企业		
浙江碳谷上希材料科技有限公司	2	过滤（2）
宁波墨西科技有限公司	1	吸附（1）
中科院		
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	2	催化降解（2）
中科院过程工程研究院	2	吸附（2）
中科院宁波材料技术与工程研究所	1	吸附（1）
外国申请人		
LG	2	脱盐（1） 过滤（1）
洛克希德马丁公司	1	过滤（1）
麻省理工学院	1	过滤（1）
印度理工学院	1	过滤（1）

4.5.2.7 功能材料

从石墨烯在功能材料领域的专利构成来看（见图 4-5-10），石墨烯在功能材料方面的专利申请共 566 件，主要集中在石墨烯功能膜（专利申请量 251 件，占总申请量的 44%）；功能改性（专利申请量 170 件，占总申请量的 30%）；掺杂改性（专利申请量 145 件，占总申请量的 26%）。

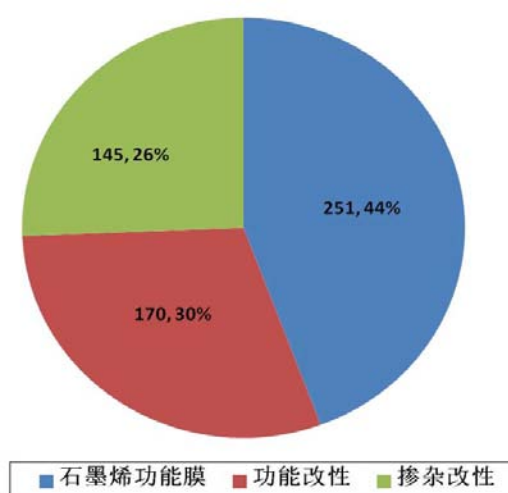


图4-5-10 石墨烯功能材料专利类型构成

结合表 4-5-2-15，可以看出，石墨烯掺杂改性/功能改性领域的专利申请主要

集中在高校和中科院等研究机构，专利申请多集中在接枝改性、氮掺杂、氟掺杂等方面；国外申请人则以官能团化为主。

表4-5-2-15 掺杂改性/功能改性重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
上海交通大学	8	氮掺杂(5)、聚芳酰胺功能化(1) 聚乙烯吡咯烷酮接枝(1)、稀土改性(1)
南京理工大学	10	氮掺杂(7)、烷基胺杂化(1) 吡啶芬功能化(1) 疏水功能化(1)
同济大学	5	氮掺杂(3)、烷基功能化(1) 羟基功能化(1)
西北工业大学	8	氮掺杂(2)、氟掺杂(1)、硅氢加成法改性(1) 季铵盐改善(1)、碳纤维等离子体接枝(1)、聚环磷腈接枝(1)、均三嗪接枝(1)
南京大学	7	氮掺杂(5)、疏基修饰(1)、氟氮双掺杂(1)、
浙江大学	6	氮掺杂(1)、聚合物接枝(1)、共价化学修饰(1)、聚缩水甘油醚接枝(1)、氮硫共掺杂(1)、二氧化锰修饰(1)
桂林理工大学	6	POSS 接枝(1)、聚合物接枝(1)、液晶化合物接枝(2)、环氧基侧链液晶接枝(1)、羧基化石墨烯(1)
天津工业大学	3	双亲性氟化石墨烯(1)、聚乳酸功能化(1)、铁/锰氧化物掺杂(1)
哈尔滨工业大学	4	胺功能化(1)、酰胺功能化(1)、羧基化石墨烯(1)、氨基化石墨烯(1)
苏州大学	4	稀土改性(1)、原子掺杂(1)、氮掺杂(2)、
江苏大学	3	氮硫共掺杂(1)、离子轰击掺杂(1)、硼掺杂(1)
华南理工大学	4	乙醇胺功能化(1)、不饱和羧酸锌盐功能化(1)、多酚修饰(1)、氮硫共掺杂(1)
中国科学技术大学	3	有机硅烷改性(1)、氮掺杂(2)
企业		
深圳新宙邦科技股份有限公司	3	氮掺杂(1)、硫掺杂(1)、磷掺杂(1)
常州合润新材料科技有限公司	2	表面活性剂改性石墨烯(2)

中科院		
中科院上海有机化学研究所	3	氢化石墨烯(1)、氟化石墨烯(1)、树枝状取代基功能化(1)
中科院上海硅酸盐研究所	3	氮掺杂(1)、卤化石墨烯(1)
中科院长春应用化学研究所	2	氨基硅烷功能化(1)、羧基化石墨烯(1)
中科院上海应用物理研究所	1	高分子接枝(1)
中科院山西煤炭化学研究所	1	氮掺杂(1)
中科院宁波材料技术与工程研究所	1	聚合物接枝(1)
中科院大连化学物理研究所	2	氮掺杂(1)、羧基功能化(1)
国外申请人		
积水化学工业株式会社	2	异腈酸酯基(氨基)改性(1)、羟基改性(1)
贝克休斯公司	1	官能化石墨烯(1)
蒙特克莱尔州立大学	1	配位基团修饰(1)
曼特斯特大学	1	氟化石墨烯(1)

结合表 4-5-2-16, 可以看出, 石墨烯功能膜材料专利重要申请人中, 高校申请的专利主要集中在石墨烯复合聚合物功能膜、石墨烯功能膜等领域; 企业申请的专利主要集中在石墨烯复合聚合物功能膜等领域; 中科院及其他研究机构申请的专利主要集中在石墨烯导热膜、石墨烯复合聚合物功能膜等领域; 国外机构申请的专利则主要集中在石墨烯功能膜等领域。

表4-5-2-16 石墨烯功能膜重要专利申请人

机构名称	专利数量(件)	技术方案
大学		
哈尔滨工业大学	14	石墨烯二氧化钛复合膜(1)、石墨烯膜(3)、石墨烯聚酰亚胺碳化膜(1)、聚吡咯氧化石墨烯复合纳滤膜(1)、石墨烯聚苯胺热电膜(1)、石墨烯聚氨酯复合膜(1)、石墨烯聚酰亚胺膜(2)、氟化石墨烯聚酰亚胺膜(1)、石墨烯聚对苯撑苯并双噁唑复合膜(2)、磺化石墨烯聚苯胺复合膜(1)
天津大学	10	石墨烯膜(3)、石墨烯碳纳米管复合膜(1)、

		氧化石墨烯氧化锌复合膜(1)、石墨烯纤维导电纸(1)、铜-石墨烯膜(1)、碳纳米管氧化石墨烯双填充无机粒子杂化膜(1)、石墨烯杂化膜(1)、氧化石墨烯填充杂化膜(1)
上海交通大学	7	石墨烯玻璃碳复合膜(2)、石墨烯钛合金复合膜(1)、石墨烯无机半导体复合膜(1)、石墨烯芳纶 1414 纳米纤维复合膜(1)、石墨烯膜(1)、氧化石墨烯纳米复合膜(1)、
东南大学	5	石墨烯膜(5)
西安理工大学	4	氧化石墨烯涂覆膜(1)、氧化石墨烯聚合物纳米复合膜(1)、聚乙烯醇氧化石墨烯复合膜(1)、氧化石墨烯聚乙烯纳米复合膜
清华大学	4	石墨烯非晶碳复合膜(1)、石墨烯碳纳米管复合膜(2)、石墨烯膜(1)
福州大学	4	石墨烯 EVA 复合膜(1)、氧化石墨烯纳米带聚合物复合膜(1)、功能氧化石墨烯 TPU 复合膜(1) 絮状聚苯胺包覆石墨烯复合膜(1)
复旦大学	3	石墨烯氧化物薄膜(1)、石墨烯膜(1)、石墨烯聚丙烯腈复合膜(1)
中国科学技术大学	3	石墨烯聚合物复合膜(1)、石墨烯聚苯胺复合膜(1)、有机-无机纳米复合薄膜(1)
上海大学	3	石墨烯膜(2)、氨基苯磺酸氧化石墨烯接枝磺化聚醚醚酮质子交换膜(1)
青岛大学	3	石墨烯膜(1)、聚砜-氧化石墨烯复合超滤膜(1)、纳米石墨烯微片复合纺织面料(1)
南开大学	3	石墨烯有机材料层状组装膜(1)、石墨烯膜(1)、石墨烯无机材料复合多层膜(1)
昆明理工大学	3	单分子膜定向修饰石墨烯微片(1)、石墨烯组装到两亲性钕配合物单分子膜(2)
电子科技大学	3	石墨烯偏聚氟乙烯复合膜(1)、石墨烯膜(2)
企业		
浙江碳谷上希材料科技有限公司	9	石墨烯膜(4)、石墨烯金属纳米粒子复合膜(1)、离子增强石墨烯膜(1)、石墨烯金属复合电磁屏蔽膜(1)、石墨烯纯无机复合膜(1)、水凝胶膜(1)

京东方科技集团股份有限公司	4	石墨烯聚苯胺复合膜（1）、石墨烯膜（3）
江苏东浦医药包装股份有限公司	4	石墨烯包装膜（4）
瑞声光电科技（常州）有限公司	3	石墨烯阻尼胶高分子复合膜（1）、石墨烯高分子复合振膜（2）
苏州艾特斯环保材料有限公司	2	含氧化石墨烯耐磨损膜（1）、含氧化石墨烯阻水膜（1）
常州第六元素材料科技股份有限公司	2	石墨烯膜（2）
中科院		
中科院宁波材料技术与工程研究所	4	石墨烯结构非晶碳膜（1）、石墨烯含氟聚合物复合膜（1）、石墨烯膜（1）、石墨烯聚酰亚胺复合膜（1）
江南石墨烯研究院	2	磺化石墨烯膜（1）、氧化石墨烯聚乙烯醇复合膜（1）
国家纳米科学中心	2	石墨烯炭纳米复合膜（1）、石墨烯膜（1）
国外申请人		
莫纳什大学	1	石墨烯凝胶膜（1）
洛克希德马丁公司	1	石墨烯膜（1）

4.5.2.8 结构材料

从石墨烯在结构材料领域的专利构成来看（见图 4-5-11），石墨烯在结构材料方面的专利申请共 127 件，主要集中在气凝胶（专利申请量 73 件，占总申请量的 57%）；石墨烯纤维（专利申请量 18 件，占总申请量的 14%）；多孔石墨烯（专利申请量 15 件，占总申请量的 12%）；石墨烯/碳纳米管（专利申请量 14 件，占总申请量的 11%）；球形材料（专利申请量 8 件，占总申请量的 6%）。

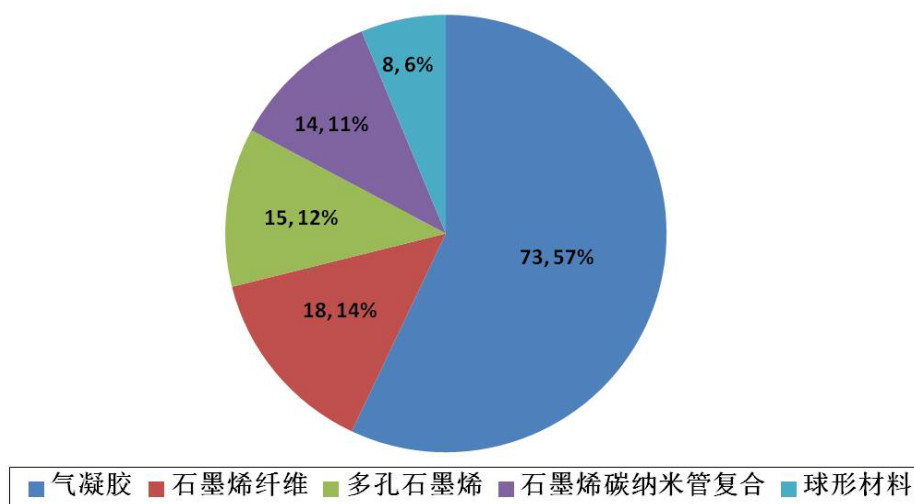


图4-5-11 石墨烯结构材料专利类型构成

结合表 4-5-2-17，可以看出，结构材料领域的专利申请主要集中在高校和中科院研究所，高校专利申请集中于气凝胶、石墨烯纤维等领域；企业专利申请集中于气凝胶等领域；中科院专利申请以气凝胶、石墨烯纤维为主；国外申请人则以气凝胶、石墨烯分离膜为主。

表4-5-2-17 结构材料重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
东南大学	12	气凝胶（9）、石墨烯纤维（2）、石墨烯球（1）
浙江大学	7	石墨烯纤维（5）、气凝胶（1）、多孔膜（1）
北京理工大学	7	气凝胶（5）、石墨烯纤维（2）
东华大学	6	石墨烯纤维（2）、气凝胶（2）、空心微球（1）、纳米筛（1）
复旦大学	5	气凝胶（4）、石墨烯-碳复合材料（1）
同济大学	4	气凝胶（3）、多孔石墨烯（1）
哈尔滨工业大学	4	气凝胶（3）、多孔碳微球（1）
上海交通大学	3	气凝胶（1）、多孔石墨烯（1）、石墨烯-碳纤维复合材料（1）
清华大学	3	石墨烯/碳纳米管复合材料（3）
华南理工大学	3	石墨烯纤维（1）、气凝胶（2）

北京化工大学	3	气凝胶（2）、石墨烯微球（1）
企业		
张家港东大工业技术研究院	2	气凝胶（2）
盐城增材科技有限公司	2	气凝胶（2）
中科院		
中科院苏州纳米所	3	气凝胶（1）、石墨烯微球（1）、石墨烯-碳纳米管复合材料（1）
中科院上海应用物理研究所	2	气凝胶（1）、石墨烯纤维（1）
中科院宁波材料技术与工程研究所	3	气凝胶（1）、石墨烯纤维（1）、多孔石墨烯（1）
国外重要申请人		
美国英派尔科技发展有限公司	2	石墨烯分离膜（2）
台湾-安炬科技	1	石墨烯纤维（1）
美国泰科电子	1	气凝胶（1）
美国国际商业机器公司	1	多孔石墨烯（1）
德国巴斯夫	1	气凝胶（1）

4.5.3 Bottom-up 制备石墨烯专利功效分析

该章节主要分析以气体为原料通过化学气相沉积制备石墨烯薄膜的专利技术。从制备技术来看（图 4-5-12），目前该领域的相关专利一共有 1172 件，主要涉及制备（387）、设备（107）和应用技术（678）。



图 4-5-12 化学气相沉积制备石墨烯薄膜专利技术分类

4.5.3.1 制备技术

从石墨烯的制备技术来看（见图 4-5-13），石墨烯应用研究方面的专利申请共 387 件，其中申请量较多的主要有转移（专利申请量 96 件，占总申请量的 25%）、再加工（专利申请量 56 件，占总申请量的 14%）、复合膜（专利申请量 58 件，占总申请量的 15%）、单层膜（专利申请量 51 件，占总申请量的 13%）等领域。

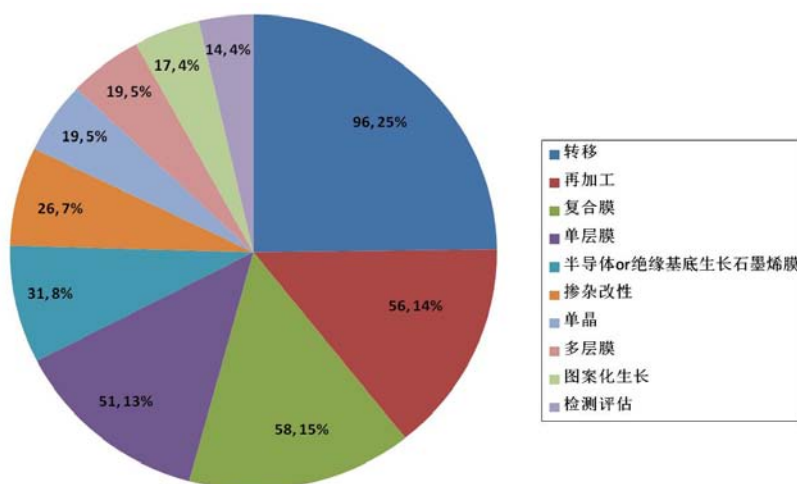


图 4-5-13 制备技术专利类型构成

表 4-5-3-1 给出了制备技术专利的重要申请人，可以看出通过 Bottom-Up 途径制备石墨烯薄膜的专利集中于高校和中科院，并且主要以 CVD 生长及之后的

再加工为主，同时涉及部分的转移技术；企业申请人中比较重要的是无锡格菲电子薄膜科技有限公司、常州二维碳素科技有限公司和重庆墨希科技有限公司，这三家公司专利技术以在基底上石墨烯薄膜的转移技术为主；另外，国外申请人主要也是以基底上石墨烯薄膜的转移技术为主。

表 4-5-3-1 化学气相沉积制备技术专利重要申请人

机构名称	专利数量（件）	技术方案
大学		
北京大学	19	再加工（11）、转移（3）、单层膜（2） 掺杂改性（1）、评估检测（1）绝缘/ 半导体基底生长（1）
西安电子科技大学	16	绝缘/半导体基底生长（7）、再加工（4） 单层膜（2）、转移（2）、图案 / 图案化生 长（1）
清华大学	15	再加工（8）、绝缘 / 半导体基底生长（5）、 复合膜（2）
复旦大学	8	再加工（3）、复合膜（2）、图案 / 结构化 生长（1）、转移（1）、评估检测（1）
电子科技大学	7	转移（2）、单层膜（1）、单晶（1）、多 层膜（1）、复合膜（1）、掺杂改性（1）
东南大学	6	再加工（3）、转移（2）、图案 / 结构化生 长（1）
哈尔滨工业大学	5	单层膜（2）、单晶（1）、复合膜（2）
浙江大学	4	单层膜（2）、转移（2）
南开大学	4	多层膜（1）、转移（2）、评估检测（1）
企业		
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	13	单层膜（1）、多层膜（1）、绝缘 / 半导体 生长（1）、转移（7）、复合膜（2）、掺 杂改性（1）
常州二维碳素科技有限公司	10	转移（4）、评估检测（2）、复合膜（2）、 掺杂改性（1）、再加工（1）
重庆墨希科技有限公司	8	转移（3）、再加工（2）、复合膜（1）、掺 杂改性（1）
合肥微晶材料科技有限公司	6	转移（5）、单层膜（1）

苏州斯迪克新材料科技股份有限公司	5	单层膜 (2)、转移 (3)
京东方科技集团股份有限公司	5	再加工 (2)、转移 (1)、复合膜 (1)、绝缘/半导体基底生长 (1)
无锡第六元素高科技发展有限公司	3	单层膜 (2)、绝缘 / 半导体基底生长 (1)
中科院		
中科院上海微系统与信息技术研究所	23	单晶 (3)、单层膜 (1)、多层膜 (2)、转移 (3)、再加工 (3)、结构 / 图案化生长 (4)、绝缘/半导体基底生长 (1)、评估检测 (4)、
中科院化学研究所	13	单晶 (6)、单层膜 (3)、多层膜 (2)、转移 (1)、掺杂改性 (1)
中科院微电子研究所	7	图案/结构化生长 (1)、转移 (5)、复合膜 (1)
中科院宁波材料技术与工程院研究所	6	转移 (3)、复合膜 (1)、单晶 (1)
中科院物理研究所	6	单层膜 (2)、绝缘 / 半导体生长 (1)、再加工 (3)
中科院金属研究所	6	单晶 (1)、转移 (3)、再加工 (1)、掺杂改性 (1)
国外重要申请人		
三星电子株式会社	12	转移 (5)、单层膜 (3)、多层膜 (1)、单晶 (1)、掺杂改性 (1)、监测评估 (1)
索尼公司	6	复合膜 (3)、转移 (1)、再加工 (1)、掺杂改性 (1)
国立大学法人蔚山科学技术大学校产学协力团	3	单层膜 (1)、转移 (1)、复合膜 (1)
国际商业机器公司	3	转移 (2)、结构/图案化生长 (1)
富士通株式会社	2	再加工 (1)、绝缘 / 半导体基底生长 (1)
独立行政法人产业技术总合研究所	2	单层膜 (1)、转移 (1)
LG 电子株式会社	1	单层膜 (1)

4.5.3.2 设备

化学气相沉积制备石墨烯薄膜的设备专利共 107 件 (见图 4-5-14), 主要集

中在生长（专利申请量 83 件，占总申请量的 77%）；转移（专利申请量 19 件，占总申请量的 18%）；再加工（专利申请量 5 件，占总申请量的 5%）。

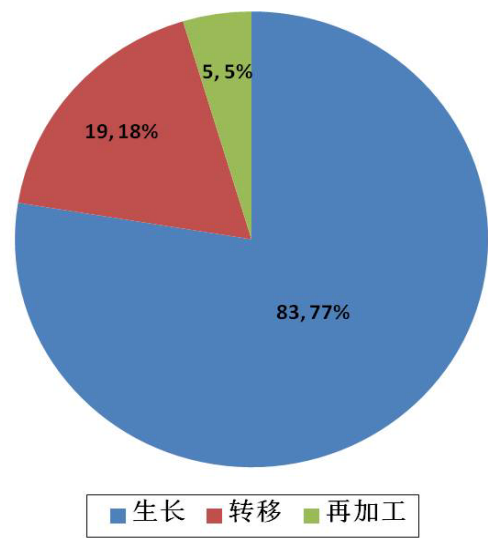


图4-5-14 设备专利类型构成

结合表 4-5-3-2，可以看出，石墨烯设备相关专利主要集中在生长和转移两大方向，比如 CVD 炉的辅助沉积技术设计、结构设计，生长基底在炉中的放置工装等，其目的在于更快速的生长大面积石墨烯薄膜以及实现石墨烯薄膜的高质量转移。

表4-5-3-2 石墨烯制备设备重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
浙江大学	3	生长（3）
西安电子科技大学	3	生长（1）、转移（2）
中国石油大学（北京）	2	生长（2）
厦门大学	2	生长（2）
武汉大学	1	生长（1）
企业		
重庆墨希科技有限公司	9	生长（3）、转移（6）
常州二维碳素科技有限公司	9	生长（7）、转移（2）
厦门烯成新材料科技有限公司	4	生长（4）

无锡格菲电子薄膜科技有限公司	2	生长（1）、转移（1）
苏州德龙激光股份有限公司	2	再加工（2）
泰州巨纳新能源有限公司	1	生长（1）
中科院		
中科院重庆绿色智能技术研究院	9	生长（8）、转移（1）
中科院宁波材料技术与工程研究所	5	生长（4）、转移（1）
国外重要申请人		
JX 日矿日石金属株式会社	5	生长（5）
索尼公司	2	生长（1）、转移（1）
三星电子株式会社	2	生长（1）、转移（1）
新加坡国立大学	1	转移（1）
成均馆大学校产学协力团	1	转移（1）
UT-巴特勒有限公司	1	生长（1）

4.5.3.3 应用技术

从应用技术领域来看（见图 4-5-15），专利申请共 678 件，主要集中在透明导电薄膜（专利申请量 194 件，占总申请量的 29%）；晶体管（专利申请量 147 件，占总申请量的 22%）；光电应用（专利申请量 66 件，占总申请量的 10%）；传感器（专利申请量 50 件，占总申请量的 7%）；激光器（专利申请量 45 件，占总申请量的 7%）等领域。

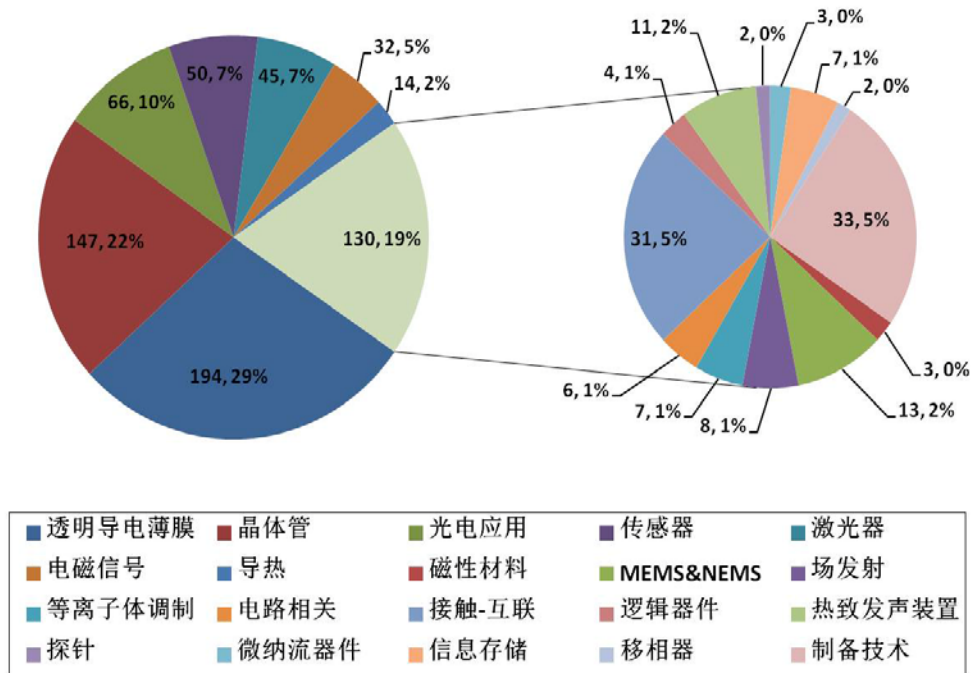


图4-5-15 应用技术专利类型构成

石墨烯在透明导电薄膜领域的应用专利主要分布在液晶显示的透明电极、触摸屏的透明电极、LED/OLED 的透明电极等方面，还有少量的透明加热膜。结合表 4-5-3-3，可以看出石墨烯在透明导电薄膜的应用专利主要集中于企业；高校、中科院院所和国外的研究机构的应用专利数量也较多。但其专利的侧重点有明显的不同，以京东方企业的专利主要集中于液晶和触摸屏的透明电极等离子产业化相对较近的工程领域。而高校和科研院所的转移则倾向于 LED/OLED 器件、太阳能电池和液晶微透镜阵列等更具有研究价值的研究领域。

表4-5-3-3 透明导电薄膜要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
电子科技大学	11	LED/OLED（9）、太阳能电池（2）
华中科技大学	7	液晶（电控液晶微透镜阵列）（7）
清华大学	5	LED/OLED（3）、太阳能电池（2）
北京工业大学	4	LED/OLED（4）
北京大学	2	LED/OLED（1）、太阳能电池（1）
企业		

京东方科技集团股份有限公司	12	液晶（9）、触控（1）、太阳能电池（1）、OLED（1）
无锡力合光电石墨烯应用研发中心有限公司	9	触摸屏（9）
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	7	触摸屏（4）、调光膜（2）、LED/OLED（1）
常州二维碳素科技有限公司	4	触摸屏（2）、太阳能电池（1）、加热膜（1）
深圳市航泰光电有限公司	4	触摸屏（4）
鸿富锦精密工业（深圳）有限公司	3	触摸屏（1）、液晶（1）、LED/OLED（1）
深圳力合光电传感股份有限公司	3	触摸屏（3）
福建省辉锐材料科技有限公司	2	触摸屏（1）、液晶（1）
南京点面光电有限公司	2	触摸屏（2）
重庆墨希科技有限公司	1	触摸屏（1）
中科院		
中科院重庆绿色智能技术研究所	7	触摸屏（5）、LED/OLED（2）
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	5	太阳能电池（3）、LED/OLED(2)
中科院半导体研究所	5	LED/OLED (5)
中科院长春光学精密机械与物理研究所	3	LED/OLED(3)
国外重要申请人		
三星电子株式会社	6	LED/OLED（1）、触摸屏（1）
香港中文大学	3	太阳能电池（3）
索尼公司	2	液晶（1）、太阳能电池（1）
皇家飞利浦有限公司	1	LED/OLED（1）

高比表面积和易于调控的能带结构使得石墨烯在传感器领域有较大的应用潜力。表 4-5-3-4 显示，目前石墨烯在传感方面应用的专利主要在成分探测（如生物分子、气体成分等）和物理量传感（如压力、流体流速等）。目前此方面的专利近半集中于高校，如南京航空航天大学、清华大学等。科研院所和国外大型

公司，如中科院重庆绿色智能技术研究所和国际商业机器公司（IBM）等，在此领域也做了较多的研究和布局，但国内企业在此领域的工作还开展的较少，这与石墨烯薄膜在传感器应用方面的研究还不够成熟有关。

表4-5-3-4 传感器重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
南京航空航天大学	4	流体（2）、摩擦力（1）、应变力（1）
清华大学	3	气体成分（2）、温度（1）
山东师范大学	3	生物分子(2)、振膜（1）
江苏大学	3	DNA 分子（2）、气体成分（1）
电子科技大学	3	气体成分（3）
北京大学	3	生物小分子（1）、热辐射（2）
南开大学	2	细胞（1）、材料折射率（1）
北京航空航天大学	1	声压（1）
企业		
常州二维碳素科技有限公司	1	脉搏（1）
美特科技（苏州）有限公司	1	压力（1）
江苏物联网研究发展中心	1	振膜（1）
中科院		
中科院重庆绿色智能技术研究院	3	流体（1）、气体成分（1）、压力（1）
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	1	气体成分（1）
中科院上海微系统与信息技术研究所	1	重金属(1)
国家纳米科学中心	1	药物成分（1）
国外重要申请人		
国际商业机器公司	2	生物分子（1）、压力（1）
诺基亚公司	1	压电谐振器（1）
三星电子株式会社	1	热量（1）
伊利诺伊大学评审会	1	生物分子（1）

石墨烯薄膜在光电领域的应用主要包括光电探测器、光开关、光电调制器等。由表 4-5-3-5 可以看出, 石墨烯薄膜光电应用的专利集中于高校, 如浙江大学、电子科技大学、合肥工业大学。

表4-5-3-5 光电应用重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
浙江大学	9	光电传感器 (5)、微环光开关 (2)、光学记忆元件 (1)、光电调制器 (1)
电子科技大学	7	光电调制器 (5)、微环光开关 (1)、光偏振器 (1)
合肥工业大学	6	光电传感器 (6)
企业		
泰州巨纳新能源有限公司	7	光电调制器 (4)、光载微波发生器 (2) 光纤色散补偿器 (1)
厦门烯成科技有限公司	1	紫外探测器 (1)
友达光电股份有限公司	1	图像检测阵列 (1)
科研院所		
中国电子科技集团第十三研究所	2	紫外探测器 (1)、等离子体激光探测器 (1)
中科院半导体研究所	1	光电探测器 (1)
国外重要申请人		
诺基亚公司	3	光子探测 (2)、光电转换器件 (1)
三星电子株式会社	2	光电探测器 (1)、光调制器 (1)
国际商业机器公司	1	光探测器 (1)
卡尔蔡司 SMT 有限责任公司	1	反射镜 (1)

石墨烯特殊的能带结构使其在晶体管领域有重要的应用。表 4-5-3-6 表明, 石墨烯薄膜在晶体管应用的专利中, 主要是作为沟道层应用于场效应晶体管。高校、科研院所和国外大型公司做了较多的研究。国内的高校如: 北京大学、西安

电子科技大学、清华大学等，科研院所主要为中科院微电子研究所和中科院微系统与信息技术研究所，国外公司是三星电子株式会社和国际商业机器公司。

表4-5-3-6 晶体管重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
北京大学	10	场效应晶体管(6)、二极管(2)、PN结(1)、晶体管制备(1)
西安电子科技大学	7	场效应晶体管(7)
清华大学	6	场效应晶体管(3)、器件结构(2)、射频功率管(1)
南京邮电大学	6	场效应晶体管(5)、电子开关(1)
复旦大学	6	场效应晶体管(5)、MOS晶体管(1)
企业		
中芯国际集成电路制造(上海)有限公司	6	场效应晶体管(5)、晶体管制作(1)
上海集成电路研发中心有限公司	3	场效应晶体管(3)
美光科技公司	2	垂直晶体管(1)、电子开关(1)
北京中瑞经纬科技有限公司	1	场效应晶体管
中科院		
中科院微电子研究所	17	场效应晶体管(10)、晶体管结构(5) CMOS(2)
中科院上海微系统与信息技术研究所	11	场效应晶体管(8)、CMOS(1)、热电子晶体管(1)、异质结优化(1)
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	2	有机晶体管(1)、光电晶体管(1)
国外重要申请人		
三星电子株式会社	15	场效应晶体管(9)、薄膜晶体管(1)、电子开关(1)、晶体管阵列(1)、多栅极绝缘层晶体管(1)、量子干涉晶体管(1)、器件制作(1)
国际商业机器集团	10	场效应晶体管(8)、双栅极晶体管(2)、
富士通株式会社	1	场效应晶体管(1)

光子科学研究所	1	光电晶体管
---------	---	-------

作为可饱和吸收体，石墨烯在激光锁模等领域有重要的应用。表 4-5-3-7 显示，目前石墨烯薄膜在激光器领域的专利主要集中于高校，如北京工业大学、天津理工大学等。科研院所和企业在这方面的专利相对较少。

表4-5-3-7 激光器重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
北京工业大学	15	光纤激光器（6）、微片激光器（8）、大功率激光器（1）
天津理工大学	4	光纤激光器（3）、微片激光器（1）
上海交通大学	2	可饱和吸收镜（1）、微片激光器（1）
山东师范大学	2	可饱和吸收镜（1）、微片激光器（1）
厦门大学	1	光纤激光器（1）
企业		
泰州巨纳新能源有限公司	2	微片激光器（2）
华为技术有限公司	1	自由光子源（1）
中科院		
中科院上海光学精密机械研究所	2	光纤激光器（1）、微片激光器（1）
中科院半导体研究所	2	微片激光器（1）、激光器光栅（1）
国外重要申请人		
新加坡国立大学	1	微片激光器（1）

石墨烯薄膜在电磁信号的传输和屏蔽等领域有重要的应用，特别是太赫兹波领域有着巨大的应用潜力。如表 4-5-3-8 所示，与在激光器领域的专利类似，石墨烯薄膜在太赫兹波领域的专利大部分也集中于高校，如东南大学、中国计量学院等。中科院的相关院所，如上海微系统与信息技术研究所、半导体所和微电子所，也申请了少量的专利。在这方面，企业进行了少量的工作，其专利集中于透明介质天线和防辐射膜这两个易于走向应用的方面。

表4-5-3-8 电磁信号重要专利申请人

机构名称	专利数量 (件)	技术方案
大学		
东南大学	4	波导(2)、电磁屏蔽(2)
中国计量学院	3	电磁屏蔽(2)、太赫兹波(1)
电子科技大学	2	波导(2)
西北大学	2	太赫兹波(2)
桂林电子科技大学	2	波导(2)
企业		
无锡格菲电子薄膜科技有限公司	1	电磁屏蔽(1)
常州二维碳素科技有限公司	1	电磁屏蔽(1)
上海德门电子科技有限公司	1	天线(1)
东莞劲胜精密组件股份有限公司	1	天线(1)
中科院		
中科院上海微系统与信息技术研究所	2	波导(1)、太赫兹波(1)
中科院半导体研究所	1	波导(1)
中科院微电子研究所	1	电磁屏蔽(1)

除以上应用领域之外,石墨烯在其他领域也有重要的应用。如晶体管、微纳米机电器件、电子的场致发射、柔性电路的连接等方面也有着应用的潜力。由表4-5-3-9可以看出,石墨烯在这些领域的应用专利主要集中于高校,如清华大学、复旦大学、北京大学等。科研院所,如中科院微电子所、上海微系统与信息技术研究所等也做了较多的工作,申请了相当数量的专利。国内企业在石墨烯薄膜的其他应用中,主要集中于在微电子器件中的接触和器件之间的互联方面,也有少量的如场发射等领域的应用。

表 4-5-3-9 其他应用专利重要申请人

机构名称	专利数量（件）	技术方案
大学		
清华大学	14	信息存储（1）、热致发声（11）、场发射（1）、微纳米机电器件（1）
复旦大学	9	制备技术（7）、信息存储（1）、接触——互联（1）
北京大学	6	制备技术（1）、接触——互联（4）、电路相关（1）
东南大学	5	等离子体调制（5）
电子科技大学	4	微纳米机电器件（4）
浙江大学	3	接触——互联（2）、等离子体调制（1）
西安电子科技大学	3	微纳米机电器件（2）、探针（1）
大连理工大学	3	磁性材料（3）
企业		
中芯国际集成电路制造（上海）有限公司	6	接触——互联（4）、制备技术（2）
重庆启越涌阳微电子科技有限公司	2	场发射（2）
泰科电子公司	2	接触——互联（2）
上海集成电路研发中心有限公司	2	接触——互联（1）、制备技术（1）
中科院		
中科院微电子研究所	11	制备技术（5）、逻辑器件（1）、接触——互联（3）、微纳米机电器件（1）、电路相关（1）
中科院上海微系统与信息技术研究所	6	制备技术（3）、信息存储（1）、接触——互联（1）、散热（1）
中科院物理研究所	4	制备技术（1）、接触——互联（1）、微纳米机电器件（1）、场发射（1）
中科院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	2	探针（1）、微纳流器件（1）
国家纳米科学中心	2	制备技术（1）、场发射（1）
国外重要申请人		

国际商业机器公司	5	制备技术 (1)、接触——互联 (1)、微纳米机电器件 (1)、电路相关 (1)、等离子体调制 (1)
三星电子株式会社	3	制备技术 (1)、接触——互联 (1)、逻辑器件 (1)
诺基亚公司	3	制备技术 (1)、接触——互联 (1)、移相器 (1)
美光科技公司	2	接触——互联 (1)、逻辑器件 (1)
英特尔公司	1	接触——互联 (1)
新加坡国立大学	1	信息存储 (1)
希尔莱特有限责任公司	1	制备技术 (1)
日立环球储存科技荷兰有限公司	1	电路相关 (1)
曼彻斯特大学	1	制备技术 (1)
富士通株式会社	1	信息存储 (1)
国立大学法人东北大学	1	逻辑器件 (1)

4.6 小结

本章基于宁波市知识产权服务平台在线分析系统和中国国家知识产权局法律状态检索在线系统的数据，对在我国申请的石墨烯专利进行了重点深入分析。

从专利数量的年度分布情况来看，我国石墨烯专利申请数量从 2008 年才开始快速增长，尤其是 2010 年以后，石墨烯专利申请数量出现爆炸性增长；从国内、国外申请人的年度变化情况来看，国外申请人在我国申请的专利数量一直较少，增长缓慢；从来源国来看，94.5%的专利申请来自国内，剩余 5.5%主要来自美国（2%）、日本（1.4%）、韩国（1.2%）等；从法律状态来看，未决专利申请占到了 67.8%，已取得授权的专利占 23.5%。

从专利申请人类型来看，大学和企业目前是我国石墨烯专利申请的主力军。大学单元的专利申请数量占全部的 46.6%，比较有代表性的申请人如浙江大学、上海交通大学、清华大学等；企业单元的专利申请数量占全部的 36.7%，比较有代表性的申请人如鸿富锦精密工业（深圳）有限公司、京东方科技集团股份有限公司、重庆墨希科技有限公司等；中科院的专利申请数量所占比例为 9.2%，比较有代表性的申请人如中科院上海微系统与信息技术研究所、中科院宁波材料技

术与工程研究所等；其他研究机构和个人单元的申请人数量和专利申请数量所占比例都较少；来华申请人的专利申请总量不多，申请人以企业为主，比如三星公司、IBM 公司等。

从专利申请人合作关系来看，目前在在国内主要是上海交通大学、清华大学、天津大学、北京化工大学、中科院等申请人与相关领域的企业申请人在进行合作；国外机构则主要是三星公司以及相关申请人在进行合作。

Top-Down 途径制备石墨烯专利技术主要分两部分，（1）以石墨为原料制备石墨烯的技术，主要划分为机械剥离、液相剥离、化学氧化、电化学剥离等，其中，常州第六元素材料科技股份有限公司、宁波墨西科技有限公司、中科院宁波材料技术与工程研究所、中科院金属研究所、江苏悦达新材料科技有限公司、浙江碳谷上希材料科技有限公司、中科院山西煤炭化学研究所等申请人在产业化方面的技术比较成熟；（2）应用技术，该部分主要划分为储能、传感器、电子信息、复合材料、生物医药、结构材料等八大应用领域，其中比较热点的领域包括锂离子电池、超级电容器、太阳能、导电/导热材料、吸波材料、防腐、润滑等。

Bottom-up 途径制备石墨烯专利技术主要分三个部分，（1）以气体为原料通过化学气相沉积制备石墨烯，主要涉及薄膜生长、薄膜转移、再加工、单层膜、复合膜、多层膜等；（2）相关设备，主要涉及薄膜生长、薄膜转移和再加工等；（3）应用技术，主要涉及透明导电薄膜、晶体管、光电应用、传感器、激光器等领域。其中，无锡格菲电子薄膜科技有限公司、无锡力合光电石墨烯应用研发中心有限公司、常州二维碳素科技有限公司、厦门烯成新材料科技有限公司和重庆墨希科技有限公司等专利申请人在石墨烯生长、设备以及下游应用方面都有相关专利布局，另外，中科院宁波材料技术与工程研究所在卷对卷连续化生产石墨烯薄膜领域也在积极进行专利布局，并且非常具有产业化前景。

5、结论

本报告在调研全球石墨烯技术研发背景的基础上,分析了全球石墨烯技术的整体专利态势,并对国际上重要的专利申请人和中国的专利申请分别进行了有针对性的重点深入分析,以期客观展现石墨烯技术领域的专利布局现状,为我国就该领域的科研决策提供数据支持。通过前述分析,可以看出:

(1) 从全球范围来看,石墨烯相关技术目前仍处于高速发展阶段,美、日、韩的专利申请人以大型跨国公司为主,技术领域主要集中在通过 Bottom-up 途径制备石墨烯以及相关应用,并且不管是在专利申请数量还是在专利布局方面,都具有优势地位,中国申请人在该领域的相关专利申请起步较晚,申请人相对分散,还没有形成有规模的专利申请布局;中国专利申请人的技术目前主要集中在通过 Top-Down 途径制备石墨烯以及相关应用,虽然在专利申请数量上占有优势,但通过 PCT 途径申请的专利却非常少。

(2) 从中国区域来看,石墨烯中国专利的申请数量从 2008 年开始快速增长,绝大多数的专利申请和受理都集中在 2010 年以后。从石墨烯中国专利的来源国来看,94.5%的专利申请来自国内,剩余 5.5%主要来自美国、韩国、日本等国家。2006 年以前的全部石墨烯中国专利申请均来自美国和日本。

(3) 从基于中国境内的石墨烯制备专利来看,目前石墨烯制备技术主要有两个途径: Top-Down 和 Bottom-up 途径。

Top-Down 途径制备石墨烯: 目前,中国国内申请人在该领域的专利申请占有主导地位,比较热点的领域包括锂离子电池、超级电容器、太阳能、导电/导热材料、吸波材料、防腐、润滑等。借助中国石墨烯产业技术创新战略联盟在资源整合的优势,国内申请人在该技术领域的产业化目前已经蔚然成风。

Bottom-up 途径制备石墨烯: 在石墨烯生长设备以及石墨烯薄膜的转移技术领域,国外申请人在华专利申请数量虽然较少,但大都属于基础专利。国内申请人在该领域起步较晚,但发展迅速,专利技术主要集中在石墨烯薄膜生长、相关设备技术的改进以及液晶显示、触摸等产业的下游领域。在石墨烯薄膜转移技术领域,国内极少涉及,多数申请人在石墨烯薄膜转移领域的专利申请日都在韩国三星之后,并且目前国内还没有大规模转移石墨烯薄膜的设备专利。国外申请人在该领域虽然专利申请数量目前占有较大优势,但其专利技术大多偏向于基础研究,相当一部分专利的产业化应用价值并不高。

近年来我国对高新技术产业的扶持力度逐渐增大,诸多高新企业纷纷投入到

石墨烯薄膜的制备和应用研究中。和国外的专利申请人相比，我国的此方面申请专利的产业化的导向更为明显，但是申请人相对分散且相互间缺乏合作关系，建议国家相关部门在政策方面加强引导和支持，推动在该技术领域的产学研合作和技术转移。

附录

附录 1 国家/地区代码说明

国家代码	对应国家/地区	国家代码	对应国家/地区
AR	阿根廷	JP	日本
AU	澳大利亚	KR	韩国
AT	奥地利	LU	卢森堡
BE	比利时	MX	墨西哥
BR	巴西	NL	荷兰
CA	加拿大	NZ	新西兰
CN	中国	NO	挪威
CZ	捷克共和国	WO	专利合作协定
CS	捷克和斯洛伐克	PH	菲律宾
DK	丹麦	PT	葡萄牙
EP	欧洲专利	RO	罗马尼亚
FI	芬兰	RU	俄罗斯联邦
FR	法国	SG	新加坡
DD	东德	SK	斯洛伐克
DE	德国	ZA	南非
HU	匈牙利	SU	前苏联
IN	印度	ES	西班牙
TP	国际技术公告	SE	瑞典
IE	爱尔兰	CH	瑞士
IL	以色列	TW	中国台湾
IT	意大利	GB	英国

后 记

受中国石墨烯产业技术创新战略联盟的委托,我们于 2013 年 10 月完成了首期《石墨烯技术专利分析报告》,并向社会公开发布。自该报告推出以来,引起各方关注,社会反响强烈,对石墨烯技术研究和产业化的知识产权布局起到了一定的指导作用。

然而,石墨烯技术发展迅速,该领域的专利数量增长迅猛。我们首期分析报告的专利统计截止至 2013 年 9 月,其时全球共有 4056 件石墨烯相关专利;而截止至 2015 年 4 月,全球石墨烯相关专利申请猛增至 13923 件,这一年来增长了两倍以上。鉴于此,大家迫切希望石墨烯专利技术分析能够尽快更新。同时,我们也深感上一份报告存在诸多不足之处,因此有必要重新梳理石墨烯技术发展脉络,以期对我国石墨烯技术创新与产业发展提供更精准的参考。

2015 年 4 月开始,我们经过近一个多月的努力,终于完成了《2015 石墨烯技术专利分析报告》。本报告得到了联盟秘书长李义春博士以及中科院前沿科学与教育局刘桂菊副局长等的大力指导,也得到了中科院宁波材料技术与工程研究所技术转移部和中科院文献情报中心相关人士的热心帮助。在此,特别感谢石墨烯研发团队的白晓航、王姣霞、陈黎、许林峰、张方君、吕彬彬等数十位同事的大力支持。同时,本报告作者对关心和支持过本报告撰写的领导、同事、朋友和社会各界表示诚挚的感谢。

本报告虽然是建立在大量的石墨烯技术专利数据的基础上形成的,但由于作者经验不足以及专业能力所限,对专利数据的梳理、分类、分析和总结归纳上,难免出现疏漏和不准确的描述。此外,由于石墨烯技术发展方兴未艾,有众多技术专利正在申请、审查中,我们注意到在撰写本报告的一个多月内,就有一千余项石墨烯技术专利得到公开,因此本文所依据现有专利数据得出的相关结论难免出现片面和与现有真实的石墨烯技术进展出现一定的偏差。在此,本报告作者敬请大家谅解。

作者

2015 年 5 月

