머 리 말

‘꿈의 신소재’라 불리는 그래핀은 신형의 2차원 나노 재료로 현재 발견된 유일한 2차원 자유 상태 원자 결정체입니다. 지난 2004년에 발견된 후 그래핀은 이론 과학분야에서 많은 주목을 받고 있으며 특수한 나노 구조 및 우수한 물리 화학 성능으로 다양한 분야에서 거대한 응용 잠재력을 보유하고 있어 과학계 및 산업계의 높은 관심을 불러일으키고 있습니다.

세계 각 국은 앞 다투어 그래핀 및 응용기술을 국가의 장기적인 전략 계획으로서 설정했으며 그래핀으로 인한 새로운 산업혁명에 있어 선행적, 주도적인 위치를 차지하기 위해 노력하고 있는 상황입니다. 최근 그래핀과 관련된 그래핀 특허 신청 건수는 전 세계적으로 빠르게 증가하고 있으며, 이는 그래핀이 주요한 유망 기술로 부상하고 있음을 나타냅니다.

본 보고서는 그 중에서 논문 수량 및 특허 수량에 있어 미국과 선두를 다투고 있는 중국에서의 그래핀 관련 특허를 연구 대상으로 하고 있습니다. 중국의 그래핀 기술 분야의 특허 분석을 통해 현재 동 분야의 특허 활동의 특징을 파악함으로써, 중국의 그래핀 특허 및 연구 개발 성과가 나노 재료 연구개발 응용 추진에 발휘하는 역할을 분석하는 동시에 나노 과학기술 혁신 및 산업화 추진에 필요한 참고 자료를 제공하는 것을 주요 목적으로 하고 있습니다.

특히, 중국에서의 그래핀 특허 현황과 기술 수준에 대한 중점적이고 심층적인 분석을 바탕으로 현재 중국이 직면하고 있는 그래핀 기술 분야의 지적재산권 리스크를 분석하고자 작성되었습니다.

이러한 분석 결과가 향후 우리나라의 그래핀 연구 및 산업화 추진을 위한 참고 자료가 될 것으로 기대합니다.

끝으로 보고서 집필에 참여한 김태연, 강상규, 양용남(한중과학기술협력센터) 연구원의 노고에 감사드리며, 본 보고서의 내용은 집필진의 견해로 국가나노기술정책센터의 공식 의견이 아님을 밝혀둡니다.

2015년 3월

국가나노기술정책센터

소장

요 약

○ 주목 받는 신소재, 꿈의 나노 물질인 그래핀(Graphene)은 일종의 신형 2차원 나노 재료로 지금까지 발견된 유일하게 존재하는 2차원 자유 상태 원자 결정체에 속한다. 이러한 그래핀의 초고속 반도체, 투명 전극을 활용한 휘는 디스플레이, 디스플레이만으로 작동하는 컴퓨터, 고효율 태양전지 등 매우 다양한 분야에 활용될 수 있으며 ,특히 구부릴 수 있는 디스플레이, 손목에 차는 컴퓨터나 전자 종이를 만들 수 있어서 미래의 신소재로 주목받고 있다.

○ 그래핀은 특수한 나노 구조 및 우수한 물리화학 성능을 보유하고 있기 때문에 전자학, 광학, 자기학, 바이오의학, 촉매, 에너지 저장 및 센서 등 다양한 분야에서 거대한 응용 잠재력을 보유하고 있다. 세계 여러 나라에서는 그래핀 및 응용 기술을 정책적으로 장기 발전 계획으로 설정하여 그래핀으로 인해 발생되는 차세대 산업 발전에서 주도권을 잡고 우선적인 발전 기회를 선점하기 위해 노력하고 있으며, 최근 몇 년 간 그래핀 관련 특허 신청은 글로벌 범위 내에서 고속 성장세를 나타내고 있으며 이미 중요한 이슈로 부상하고 있다.

○ 본 보고서는 그 중에서도 그래핀 특허 신청 건수 세계 1위(2012년까지 중국에서 접수된 것 기준)를 차지한 중국의 그래핀 기술 관련 특허를 분석 대상으로 하고 있으며, 중국의 그래핀 특허를 분석하여 중국 그래핀 기술 특허의 특징을 파악하고 중국의 그래핀 기술 분야에서의 기술 혁신과 산업화 현황 및 미래 발전 전망을 예측하고자 했다.

○ 본 보고서는 중국의 그래핀 기술 특허 분석을 기초로 중국 그래핀 기술 관련 지적재산권 리스크를 분석하여 중국의 미래 그래핀 기술 연구개발 국면과 그래핀 기술 특허 신청 트랜드, 중국 정부의 그래핀 기술 특허 보호 관련 정책을 분석하고자 했다.

○ 중국 국가지적재산권 관리국 서비스 플랫폼 전문 데이터베이스를 이용했으며, 분석틀로는 TDA, Aureka, Thomson Innovation 및 Excel을 사용했으며, 중국 그래핀 기술 특허에 대해 연도별, 유형별, 신청원천에 대한 지역별, 신청 법률 상태에 따른 분석을 실시했다.

○ 중국의 그래핀 특허 신청건수는 2008년부터 급속하게 증가했으며, 대부분 2010~2012년에 집중되어 있다. 중국 내 신청자 유형별 신청 건수 점유율은 기업체(39%), 대학교(31.3%), 개인(15.6%) 등의 순이며, 해외 신청자 유형별 신청 건수 점유율은 기업체(63.5%), 연구기관(16.8%), 대학교(15.3%) 등의 순이었다. 신청 특허의 국가 원천으로 보면 91.5%가 중국 내 신청자이며, 나머지 8.5%는 미국, 한국, 일본 등이었다. 중국 내 특허 신청자는 그래핀의 에너지저장, 센서, 전자정보, 생물의약, 복합재료, 수 처리, 기능재료, 구조재료 등 8대 분야에서 폭 넓게 분포하고 있으며, 해외 신청자는 주로 반도체 디바이스, 플렉시블 투명 전기전도장치 등의 전자정보 분야에 집중되어 분포하고 있다.

○ 중국 그래핀 관련 기술에 대한 연구는 대학교 및 연구기관 위주로 이루어지고 있으며, 기업체들도 많은 특허를 신청한 상황이지만 연구개발 역량이 취약한 중소기업이 대부분이기 때문에 관련 특허 분포가 비교적 분산적으로 조성되어 있다. 따라서 중국의 관련 부처들은 신청자가 지적재산권 리스크가 비교적 낮은 분야의 특허 분포를 확대할 수 있도록 하는 동시에, 중점 특허는 PCT 신청을 통해 국제적인 보호를 받을 수 있도록 추진함으로써 그래핀 관련 기술 분야에서 중국의 우세를 확보해야 하는 과제에 직면해 있다고 볼 수 있다.

<차 례>

Ⅰ. 서론 ····· 1
1. 연구의 배경 및 목적 ····· 1
2. 연구방법 ····· 2

Ⅱ. 중국의 그래핀 기술 정책 ····· 3
1. 그래핀 기술 연구 현황 ····· 3
2. 그래핀 기술 정책 ····· 8

Ⅲ. 그래핀 기술 특허의 전체적인 패턴 ····· 9
1. 그래핀 기술 국제 특허 신청 패턴 ····· 9
2. 그래핀 기술 특허 라이프 사이클 ····· 9
3. 그래핀 기술 국제 특허 신청의 기술 분포 ····· 21

Ⅳ. 중국의 그래핀 기술 특허의 분포 ····· 51
1. 연도별 분포 ····· 51
2. 유형별 분포 ····· 61
3. 신청 원천에 따른 지역별 분포 ····· 71
4. 신청 법률 상태 ····· 8

Ⅴ. 특허 신청자 유형에 따른 중국의 그래핀 기술 특허 신청 ····· 102
1. 특허 신청자 유형 및 신청 건수 ····· 102
2. 특허 신청자 유형별 주요 기관 ····· 22
3. 주요 특허 신청자 및 협력 관계 ····· 42

Ⅵ. 중국의 그래핀 특허의 기술 기반에 따른 비교 ····· 62
1. 제조기술 기반 그래핀 특허 ····· 62
2. 응용기술 기반 그래핀 특허 ····· 13

Ⅶ. 중국 그래핀 기술 연구의 잠재적인 지적재산권 리스크 ····· 25

Ⅷ. 결론 및 시사점 ····· 54
1. 결론 ····· 55
2. 시사점 ····· 61

참고문헌 ····· 65

부록 ····· 66

<표 목차>

<표 3-1> 기술 라이프 사이클의 주요 단계 ····· 10
<표 3-2> 그래핀 기술 특허 신청 건수 17위권의 기술 분야 및 특허 신청 상황 ··· 11
<표 4-1> 중국의 그래핀 기술 특허 법률 상태 ····· 18
<표 4-2> 각 국가 및 지역의 중국에서의 그래핀 기술 특허 법률 상태 ····· 19
<표 5-1> 대학교, 기업, 중국과학원 및 기타 연구기관 등 신청자 유형별 주요 기관 ···· 22
<표 5-2> 주요 신청자 및 협력 관계 ····· 24
<표 6-1> Top-Down 루트를 통한 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 29
<표 6-2> Bottom-up 루트를 통한 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 30
<표 6-3> 그래핀 설비 특허의 주요 신청자 ····· 30
<표 6-4> 슈터 커패시터 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 35
<표 6-5> 리튬이온전지 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 36
<표 6-6> 에너지저장 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 37
<표 6-7> 전자정보 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 39
<표 6-8> 복합재료 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 42
<표 6-9> 생물의약 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 44
<표 6-10> 센서 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 45
<표 6-11> 수 처리 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 47
<표 6-12> 기능재료 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 48
<표 6-13> 구조재료 분야 그래핀 특허의 주요 신청자 ····· 50
<표 7-1> 중국 그래핀 기술 분야의 잠재적인 지적재산권 리스크 분석 ····· 53

<그림 목차>

<그림 3-1> 그래핀 기술 특허 신청 건수의 연도별 분포 ····· 9
<그림 3-2> 그래핀 기술 특허의 라이프 사이클 ····· 10
<그림 3-3> 그래핀 기술 특허 신규 발명자의 분포(Temporal distribution) ····· 11
<그림 3-4> 그래핀 기술 특허 신규 기술 항목의 분포 ····· 14
<그림 3-5> 그래핀 특허 기술의 연구개발 분포 ····· 14
<그림 4-1> 중국이 접수(신청 연도에 근거함)하고 공개(공개/공고 연도에 근거함)한 그래핀 기술 특허 신청 건수와 공개건수의 연도별 분포 ····· 16
<그림 4-2> 국내외 특허 신청자들이 중국에서 신청한 그래핀 기술 특허 건수의 연도별 변화 ····· 16
<그림 4-3> 중국에서 접수한 그래핀 기술 특허 유형의 연도별 변화 ····· 17
<그림 4-4> 중국에서의 그래핀 기술 특허 신청 원천 국가 및 지역 분포 ··· 18
<그림 5-1> 중국 그래핀 특허 신청자 유형 ····· 21
<그림 5-2> 중국 내 및 해외 신청자의 신청자 유형별 점유율 ····· 21
<그림 5-3> 해외 신청자의 유형별 신청자 수, 신청 건수 비교 ····· 21
<그림 6-1> 그래핀 특허의 제조기술별 신청 건수 ····· 27
<그림 6-2> 그래핀 특허 제조기술의 연도별 신청 건수 ····· 28
<그림 6-3> 그래핀 특허의 응용기술 분류 및 신청 건수 ····· 29
<그림 6-4> 그래핀 특허의 응용기술별 분포 ····· 29
<그림 6-5> 그래핀 특허 응용기술의 연도별 변화 ····· 30
<그림 6-6> 에너지저장 및 태양광발전 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포 ····· 34
<그림 6-7> 전자정보 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포 ····· 39
<그림 6-8> 복합재료 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포 ····· 41
<그림 6-9> 생물의약 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포 ····· 43
<그림 6-10> 센서 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포 ····· 45
<그림 6-11> 수 처리 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포 ····· 47
<그림 6-12> 기능재료 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포 ····· 48
<그림 6-13> 구조재료 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포 ····· 50

Ⅰ. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

1.1 연구의 배경 및 목적

본 보고서는 그래핀 및 관련 기술을 연구내용으로 하고 있으며, DII 등 권위 있는 특허 데이터베이스를 이용하여 간단한 내용부터 시작하여 점차적으로 어려운 내용을 분석하는 방법을 이용하였다. 중국 그래핀 기술의 전체적인 발전 추세, 특허 신청 현황 및 중점 기술, 그래핀 및 중점 기술 특허 보호 현황에 대해 객관적으로 분석하였다.

본 보고서는 그래핀 연구 분야에서의 중국의 강점과 약점을 분석하고, 중국 그래핀 관련 기술 발전의 잠재적인 리스크를 분석하는 데 주요 목적을 두고 있다.

1.2 보고서 구성

본 보고서는 중국 그래핀 관련 특허의 패턴에 대해 중점적이고 심층적인 분석을 진행하고자 하기 위해, 각 연구기관의 그래핀 연구 성과를 비교하고 중요 기술 분야에 관한 특허를 분석하고, 중국이 그래핀 기술 분야에서 직면하게 되는 지적재산권 리스크에 대해 분석하고자 하였다.

본 보고서는 다음과 같은 연구 내용을 구성하였다.

1) 중국의 그래핀 특허에 대한 중점적인 분석

- 연도별 그래핀 특허 분포
- 유형별 그래핀 특허 분포
- 그래핀 특허 법률 상태
- 그래핀 특허 신청 출처
- 대학, 기업, 중국과학원 등 각 기관의 그래핀 특허 비교

2) 중국의 그래핀 특허 현황 및 기능 효과

3) 중국의 그래핀 연구 분야 잠재적인 지적재산권 리스크

2. 연구방법

본 보고서를 작성하는 과정에서 중국 그래핀 특허에 대한 심층적인 분석을 진행할 때 중국 국가 지적재산권 관리국 서비스 플랫폼 전문 데이터베이스를 이용하였으며, 분석 툴로는 TDA, Aureka, ThomsonInnovation 및 Excel 등을 사용하였다.

Ⅱ. 중국의 그래핀 기술 정책

1. 그래핀 기술 연구 현황

그래핀(Graphene)은 일종 탄소원자로 구성된 단층 시트 형태의 편상(片狀) 구조를 보유한 신 재료에 속한다. 지금까지 그래핀을 가상적인 구조로 인정하고 단독적으로 안정하게 존재하지 못한다고 여겨지고 있었으나, 지난 2004년에 영국 맨체스터 대학교(University of manchester)의 안드레 가임(Andre Geim)과 콘스탄틴 노보셀로프(Konstantin Novoselov)는 마이크로 기계로 스트립트 하는 실험 방법을 통해 최초로 그래핀을 스트립트하는 데 성공했으며, 이로 인해 2명의 과학자는 지난 2010년도 노벨 물리학상을 수여 받았다.

그래핀은 현재 세계에서 가장 얇지만 제일 견고한 나노 재료로 평가 받고 있으며 거의 투명한 동시에 흡수 비율은 2.3% 밖에 되지 않으면서 열전도 계수는 5,300W/m·K 수준에 달하고 탄소 나노 튜브 및 금강석 등 탄소 재료보다 강도가 더욱 높은 것으로 알려져 있다. 그래핀의 전자 전도성은 양호하며 상온에서 전자 이전 비율은 15,000㎠/V·s 수준에 달하고 있다. 동시에 전기 저항 비율은 10-6Ω·cm밖에 되지 않으며 현재까지 세계적으로 전기 저항 비율이 제일 낮은 재료에 속하고 있다. 2004년 이후 그래핀 관련 연구와 보도가 대량적으로 실행되었는데, Science, Nature 등 학술지에 발표된 논문도 400편 이상에 달하고 있으며 잠재적인 응용분야는 필드 효과 트랜지스터, 소프트 투명 전극, 터치스크린, 프린팅 전자, 신형 복합 재료, 센서, 촉매 캐리어, 유전자 염기서열분석(Gene sequencing), 에너지 절약 장치 등이 포함된다.

그래핀의 각 탄소원자 사이의 연결은 매우 유연하고 인성이 강하며 외부에 힘을 가할 때 탄소원자의 표면은 변형되어 탄소원자가 재배열되어 외부 역량에 적응할 필요가 없으며 이로 인해 안정적인 구조를 유지할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 미국 컬럼비아 대학교(Columbia University)의 연구팀은 대량 실험을 통해 그래핀이 현재 세계에서 경도가 가장 높은 재료에 속한다는 점을 발견하였다. 관련 계산 결과에 근거하면 그래핀을 일반적인 식품의 플라스틱 포장재료 박막(두께가 약 100 나노 수준에 달함)으로 개발한다면 찢어지지 않고 대략 2톤 정도의 무게를 감당할 수 있는 것으로 나타났다. 동시에 그래핀은 인류가 이미 알고 있는 재료 중에서 경도가 제일 높은 재료에 속하는 다이아몬드보다 견고하고 세계에서 강도가 가장 높은 철강보다 100배나 더 강도가 높은 것으로 나타났다.

중국 베이징(北京) 이공(理工) 대학 선진재료 및 나노 기술 학과 교수이며, 베이징(北京)대학 응용물리 및 기술 연구센터의 순창(孫強) 교수 연구팀은 회전 편광의 밀도 범함수 이론(Spin polarized Spin polarized density functional theory) 응용 연구를 실행할 때 수소 원자가 그래핀의 일부 탄소원자에 흡착되었을 경우, 그래핀의 π키가 파괴되어 수소화 되지 않은 매개 원자가 하나의 페어링 되지 않은 2p 전자를 생성시키고 2p 전자 사이 장거리 교환 커플링을 통해 안정된 강자성(Ferromagnetic)을 형성할 수 있고 퀴리 온도(The Curie temperature)가 대략 278~417K 수준에 달하게 된다는 연구 결과를 도출하였다. 동 연구 결과는 기존의 방법에 비해 제어 가능성 및 조작 가능성이 더욱 높으며, 그래핀 프레임 구조의 완전성을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 nano-ribbon을 조립하는 과정에서 자성이 소멸되는 현상을 방지할 수 있다는 점을 입증하고 있다.

1.1 그래핀 개발 연구

현재 그래핀은 주로 톱다운(Top-Down) 및 바텀업(Bottom-up) 방법를 통해 개발되고 있으며, 그 중 톱다운(Top-Down) 방법으로는 주로 기계 스트립트, 액상 스트립트, 화학적 산화 스트립트 등이 있으며, 바텀업(Bottom-up) 방법으로는 주로 화학 기상 침적(Chemical vapor deposition), 에피텍셜 성장(Epitaxial growth), 유기합성 등이 있으며 초임계 유체(Supercritical fluid) 등 기타 개발 방법도 있다.

톱다운(Top-Down) 방법은 일반적으로 단가가 낮은 흑연 혹은 팽창 흑연을 원료로 사용하고 있으며 마이크로 기계 스트립트 방법, 액상 스트립트 방법으로 단층 혹은 다층 그래핀을 개발한다. 동 방법으로 개발하면 원료를 찾기 쉽고 작업이 상대적으로 간단할 뿐만 아니라 합성한 그래핀의 순도는 높고 결함은 비교적 적으며 전기학 성능이 좋기 때문에 그래핀의 물리, 물성 및 부품 연구 분야에 대량 사용되고 있다. 산화 환원법은 일반적으로 강한 양성자 산으로 흑연을 처리한 후 흑연 층간 화합물이 형성되며 강산화제를 첨가하여 산화하며 구체적인 방법은 Hummers 방법, Standenmaier 방법, Brodie 방법 등이 포함된다. 이외 화학 액상 환원, 열 환원, 플라즈마 환원, 수소 파워 아크 방전 스트립트, 초임계 수(水) 환원, 광 조사(光照) 환원, 용제 열 환원, 마이크로 웨이브 환원 등 방법으로 산화 그래핀에 대한 환원을 실행한다. 이런 프로세스를 기반으로 과학 연구자들은 지속적으로 개발 방법을 개선하여 산화 환원법(산화-보완-환원법 포함)을 발전 전망이 밝은 그래핀 및 재료 합성 방법 중의 하나로 만들었다.

그 외, SiC 결정체 에피텍셜 성장, 화학 기상 증착, 유기합성 등 보턴업(Bottom-up) 루트로도 높은 순도의 그래핀을 개발할 수 있다. SiC 결정체 에피텍셜 성장 방법으로 그래핀을 개발할 때 주로 실리콘의 고 증기압(vapor pressure)을 이용하고 고온 및 초 고진공 조건 하에서 실리콘 원자를 휘발하도록 한 후 남은 탄소원자는 구조 재배합을 통해 SiC 표면에 그래핀 층을 형성하게 한다. 동 방법의 장점은 그래핀의 품질이 상대적으로 우수하다는 것이고, 단점은 개발 조건이 까다로워 비교적 높은 진공 정도가 있어야 하기 때문에 원가가 비교적 높고 생산 효율도 비교적 낮은 다는 것이다. 화학 기상 증착법(CVD)은 동박(Copper foil), 니켈 박막 등 평면형 금속을 성장 매트릭스로 선정하고 메탄(Methane) 등 탄소 함유 화합물을 탄소 원천으로 하여 매트릭스 표면의 고온 분해를 통해 그래핀을 성장할 수 있도록 하는 방법이다. 화학 기상 증착법은 공법이 간단하고 그래핀 품질이 높고 대면적의 성장을 실현할 수 있는 동시에 비교적 쉽게 각 종 매트릭스에 이전할 수 있도록 하기 때문에 나노 전자 부품 및 투명 전기 전도 박막 연구 분야에서 폭넓게 응용된다. 유기합성법은 아래로부터 위로 그래핀을 조립 합성하는 방법에 속하며 정밀한 구조를 갖고 있는 소분자로부터 정밀하게 제어하는 화학반응을 통해 명확한 구조가 있는 그래핀 및 거시적 물체를 취득할 수 있다. 현재 다환 방향족 탄화수소(Polycyclic aromatic hydrocarbons) 화합물을 전구체(Precursor)로 하여, 이미 그래핀 밴드, 나노 그래핀 시트(Graphene sheet), 거시적 그래핀 및 파생된 탄소가 풍부하게 함유된 재료 등을 합성할 수 있게 되었다. 동 방법의 장점은 그래핀 분자 스케일(molecular scale) 구조에 대한 제어가 가능하고 가공 능력이 강하지만 단점은 개발된 그래핀의 가로 방향 사이즈가 비교적 작고 생산 비율이 비교적 낮다는 점이다.

최근 몇 년간 그래핀 개발은 급속히 추진되고 있는 상황이다. 미국 북 일리노이 대학교(North University of Illinois) 연구원들은 대규모로 그래핀을 개발할 수 있는 간단한 방법을 개발하였는데 고체탄산에서 순수금속 마그네슘을 연소하는 방식으로 직접 CO_2를 다층 그래핀(두께가 10개 원자보다 작음)으로 전환하는 방법이 그것이다. 그전에도 일부의 과학자들이 이와 유사한 실험을 실행한 적이 있지만 상세하게 동 물질의 탄소 구조를 확인한 적은 없었다.

1.2 그래핀 응용 연구

현재 그래핀 연구와 산업화 발전은 지속적으로 주목을 받고 있으며 세계 각 국에서는 관련 연구 계획 및 프로젝트를 발표하고 지원하고 있으며 그래핀 기술 및 응용연구를 추진하고 있는 상황이다. 예를 들면, 미국의 NSF, 영국의 EPSRC, 싱가포르의 NRF 등은 그래핀 응용 연구 관련 전문 프로젝트를 선정했다. 세계 유명한 다국적 회사, 예를 들면 IBM과 Intel 등의 회사들도 거액의 투자를 통해 관련 연구개발을 추진하고 있다. 그래핀의 우수한 전기전도성은 마이크로 전자분야에서 거대한 응용 잠재력을 보유하고 있으며 디스플레이, 유기 태양광전지, 터치스크린 생산에서 전통적으로 취약한 산화인듐주석(Indium tin oxide) 전극을 대체할 수 있다. 그래핀의 전자 전송 속도는 실리콘보다 수 십 배 빠르며 연구자들은 심지어 그래핀이 실리콘을 대체하여 미래의 슈퍼컴퓨터를 제조할 수 있다고 평가하고 있다.

중국에서도 최근 몇 년간 그래핀 응용 연구가 중점적으로 추진되고 있는 상황이다. 중국 장난(江南) 그래핀 연구원, 창저우(常州) 2차원 탄소 과학기술 유한회사는 우시(無錫) 리거(麗格) 광전자 과학기술 유한회사 및 선전(深圳) 리허(力合) 광전자 센서 기술유한회사와 협력하여 연구개발한 휴대폰용 그래핀 전기용량(Capacitance) 터치스크린 프로젝트를 실행하고 있다. 연구팀은 그래핀 박막을 기반으로 한 휴대폰 터치스크린 모듈의 공법 프로세스에 대한 테스트를 완성하였으며 성공적으로 전기용량 터치스크린 핸드폰 샘플을 개발하, 기능 테스트를 완성한 후 기본적인 기능을 실현할 수 있는 그래핀 전기용량 터치스크린 핸드폰 샘플을 제조했다. 전기용량 스크린 센서의 전체 터치 구역은 한 손가락 및 두 손가락의 터치 및 선을 긋는 동작을 식별할 수 있어 사진의 한 손가락 좌우 드래그 및 두 손가락의 확대 및 회전을 실현할 수 있는 것으로 나타났다.

중국과학원 란저우(蘭州) 화학물리 연구소 산하 고체 윤활 국가 중점 실험실 연구원들은 산화 그래핀 표면의 활성 에폭시기(epoxy group, 基), 카르복시실기(carboxyl group), 아미노기(Amino group)의 화학 역할을 이용하여 산화 그래핀을 3-아미노프로필 트리에폭시실란(3-Aminopropyl triethoxysilane)자체조립 박막(APTES-SAMs)으로 수정한 단결정 실리콘 기판(substrate) 표면에 조립한 후 열 환원 처리를 진행하여 환원된 그래핀 산화물을 생성시키는 데 성공하였다. 제작된 샘플에 대해 마찰학 성능 표면 특징 테스트를 진행하는 과정에서 생성된 박막은 비교적 낮은 마찰계수와 우수한 마모 저항성능을 보유하고 있는 것으로 나타났다.

중국과학원 상하이(上海) 응용물리 연구소 산하 물리생물학 실험실 연구팀은 산화 그래핀의 항균 성능을 탐색할 때 산화 그래핀 나노 현탁액(Suspension)을 대장균과 함께 2시간 육성한 바, 대장균에 대한 억제 비율이 90% 수준을 초월한다는 점을 발견하였으며 한 층 더 심층적인 실험을 실행한 결과 산화 그래핀의 항균성은 대장균 세포막

에 대한 파괴를 진행하는 데 있다는 점을 발견하였다. 더욱 중요한 점은 산화 그래핀은 신형의 우수한 항균재료에 속할 뿐만 아니라 포유동물 세포에 대해 생기는 세포 독성은 매우 적다는 것이다. 그 외, 필터법(Filtering method)을 통해 산화 그래핀을 종이장과 같은 거시적인 그래핀 박막으로 제작할 수 있으며 동일한 방법으로 대장균의 성장을 효과적으로 억제할 수 있는 것으로 나타났다.

중국과학원 선양(沈陽) 재료 과학국가(연합) 실험실의 청후이밍(成會明) 연구원은 발포금속(Foam metal)을 성장 매트릭스로 하고 CVD 방법을 이용하여 3차원 연결 네트워크 구조를 보유하고 있는 버블형태(Bubble shape)의 그래핀 재료를 개발하였다. 연구팀은 관련 연구를 통해 동 그래핀 체 재료는 완벽하게 발포금속 구조를 복사할 수 있으며 그래핀은 틈이 없는 연결방식으로 전체가 하나로 관통되어 우수한 전하 전도 능력, ~850㎡/g 비표면적(specific surface area), ~99.7%의 공극률(Porosity)및 ~5mg/㎤의 극히 낮은 밀도를 보유하고 있다는 점을 발견하였다. 그래핀 버블의 독특한 3차원 네트워크 구조를 기반으로 연구팀은 원 위치 중합 방법을 이용하여 그래핀 버블/실리콘 고무 복합재료를 개발하였으며 그래핀 첨가량이 ~0.5wt%만 되는 조건 하에서 복합재료의 전기전도율을 ~10S/cm 수준으로 도달시켜 화학 산화 스트립트 방법으로 개발한 동일 첨가량의 그래핀 복합재료 전기 전도율보다 6개 수량 등급이나 향상시켰으며, 또한 고품질의 탄소 나노 튜브의 복합재료 전도율보다 높다는 점을 발견하였다. 동시에 동 복합재료는 우수한 유연성과 안정성을 보유하고 있고 구부림과 인장 등과 같은 조건 하에서도 매우 작은 전기저항 변화(예를 들면 50%의 인장 변형 조건하에서 전기저항 변화 <20%)가 있을 뿐, 응력(Stress)을 취소한 후 신속히 원래 형태와 전기저항 수치를 회복할 수 있는 것으로 나타났다. 이런 복합재료는 일종의 이상적인 탄성 전도체 재료에 속하며 플렉시블 디스플레이, 웨어러블 형식의 휴대 통신설비 및 인조피부 등 플렉시블 전자분야에서 넓은 응용 전망을 보유하고 있다.

최근 몇 년간 세계 여러 나라 과학연구 인원들은 다양한 분야에서의 그래핀 응용을 탐색하고 있으며 여러가지 혁신적인 연구 성과를 달성한 상황이다. 현재 그래핀 응용 연구는 가속화 되고 있는 단계에 있으며 세계 여러 나라들은 그래핀 기술 분야에 대량의 자원을 투입하여 미래 그래핀 산업화에서 중요한 지위를 차지하기 위해 노력하고 있다.

2. 그래핀 기술 정책

현재 중국은 그래핀 기초연구 분야에서 이미 뚜렷한 성과를 취득하였다. 관련 자료에 따르면, 지난 2012년 연말까지 중국에서 발표된 그래핀 논문 수량은 이미 미국을 추월하여 세계 1위를 차지하고 있으며 특허 수량도 미국 다음으로 2위를 차지하는 상황이다. 영국 과학기술전략기관인 캠브리지 IP회사(CambridgeIP)의 관련 통계 결과에 따르면, 지난 2012년도 말까지 영국기업 및 대학원의 그래핀 관련 특허는 총 54건에 달하였는데 중국의 그래핀 특허 수량은 영국의 40배에 달하고, 미국은 영국의 30배에 달하는 상황이라고 한다.

지난 2007-2013년간 중국 국가자연과학기금위원회(NSFC)에 지원하여 실행한 그래핀 관련 연구 프로젝트만 1,096건에 달하였으며 주로 2010-2013년 기간에 집중된 것으로 나타났다. 최근 선정한 중점 프로젝트로는 '가시광선에 반응(Response)하는 신형 그래핀-TMDs 기(基) 나노 복합재료 광촉매 처리 수질체에서 분해하기 어려운 유기 오염물질의 메커니즘 연구'인데 ,동 프로젝트 연구개발 비용은 83만 위안(약 14만 달러)이고고 연구기간은 2014년 1월부터 2017년 12월이다. 또 다른 중점 프로젝트는 '신형 탄소 기(基) 복합재료 연구'로서 동 중점 프로젝트의 연구개발 비용은 100만 위안(약 16만 달러)이고 연구개발 기간은 2014년 1월부터 2016년 12월이다. '리튬 티타네이트(Lithium titanate)/그래핀 음극재료의 제어 가능한 합성 및 전기화학성능 연구' 프로젝트 연구개발 비용은 83만 위안(약 14만 달러)이고 연구기간은 2014년 1월부터 2017년 2월이다. '고효율 그래핀/반도체 나노 구조 헤테로 접합(Heterojunction) 태양전지 연구' 프로젝트 연구개발 비용은 80만 위안(약 13만 달러)이고 연구개발 기간은 2014년 1월부터 2017년 12월이다.

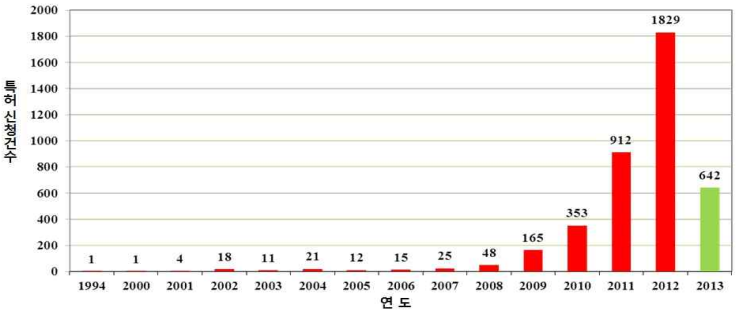
지난 2013년 7월 중국 산·학·연 협력 추진 위원회의 지원을 받아 칭화(清華)대학, 중국과학원 금속연구소, 난징(南京)커푸(科孚)나노기술유한회사, 중국과학원 닝보(寧波)재료기술 및 공정 연구소, 베이징(北京)현대화칭(華清)재료과학기술발전센터 등 대학, 연구기관, 기업의 주도 하에 '중국 그래핀 산업기술 혁신 전략연맹'이 구축되었다. 현재 '중국 그래핀 산업기술 혁신 전략연맹'은 이미 우시(無錫), 칭다오(青島), 선전(深圳) 및 닝보(寧波) 4개 도시에 4개 '산업 혁신 기지'를 구축하였다. 동 '연맹'의 구축은 중국 그래핀 제품이 전 세계적 범위에서의 전체적인 경쟁력을 향상시키는 면에서 중대한 역할을 발휘하게 될 것으로 전망된다.

Ⅲ. 그래핀 기술 특허의 전체적인 패턴

1. 그래핀 기술 국제 특허 신청 패턴

본 보고서 작성을 위해 DII 특허 데이터베이스에 대한 검색을 실행하고 그래핀 관련 특허 4,056건을 검색했다.

<그림 3-1>은 그래핀 관련 특허 신청 건수의 연도별(특허 신청 연도를 기준으로 함) 변화 트렌드를 나타내고 있다. <그림 3-1>에 따르면, 그래핀 관련 특허 신청은 지난 20세기 말부터 이미 시작되었으며, 그 후에 발전이 비교적 완만하다가 지난 2006년도 이후부터 특허 신청 건수가 실질적으로 대폭 증가하기 시작했다는 점을 알 수 있다. 특히, 2010년 안드레 가임(Andre Geim)과 콘스탄틴 노보셀로프(Konstantin Novoselov)가 노벨 물리학상을 수상한 후 전 세계 그래핀 특허 신청 건수는 신속한 증가세를 나타내기 시작하였으며 이때로부터 그래핀 관련 특허 기술이 신속한 발전 궤도에 들어서기 시작하였다.



출처 : DII 특허 데이터베이스

<그림 3-1> 그래핀 기술 특허 신청 건수의 연도별 분포

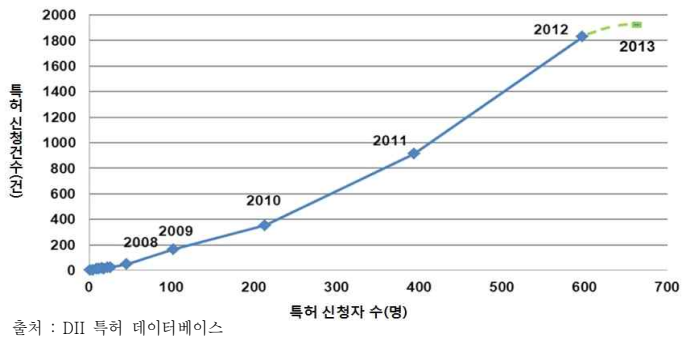
2. 그래핀 기술 특허 라이프 사이클

기술의 라이프 사이클(life cycle)은 일반적으로 시드(생성), 성장(발전), 성숙, 보틀넥(쇠퇴) 등 몇 개의 단계로 구성된다(<표 3-1> 참고). 기술의 특허 신청 수량 및 특허 신청자 수량의 연도별 변화 추세를 분석하여, 동 기술이 라이프 사이클의 어느 단계에 있는지를 파악할 수 있으며 이런 분석은 연구개발, 생산, 투자 등 분야에서 전략적인 참고 자료로 활용할 수 있다.

<표 3-1> 기술 라이프 사이클의 주요 단계

단계	단계 명칭	대표적 상징
제1단계	기술시드	사회적인 투자의향이 적고, 특허 신청 건수 및 특허권 소유자 수가 적음
제2단계	기술성장	산업기술이 일정한 성과를 취득하거나 공장에서 시장가치를 인식한 후 경쟁적으로 투자하여 특허 신청 건수 및 특허권 소유자 수가 신속히 증가됨
제3단계	기술성숙	기업체들이 연구개발에 대한 투자를 확장하지 않으며 기타 기업체들에서 동 분야 시장진입에 대한 의향이 적고 특허 신청 건수 및 특허권 소유자 수가 점차 줄거나 안정된 상태를 유지함
제4단계	기술 보틀넥	관련 산업은 이미 과다 성숙되었거나 산업기술 연구개발은 보틀넥 상황에 직면하여 새로운 성과를 취득하지 못하고 있으며 특허 신청 건수 및 특허권 소유자 수가 감소되는 트렌드를 나타냄

지난 2008~2013년의 기간 동안 그래핀 관련 특허 신청 건수 및 기관 신청자 수에 근거하여 그래핀 관련 특허 기술의 발전과정을 분석했다(<그림 3-2> 참조). 문헌 조사연구 자료 및 <그림 3-1>에 적용한 바, 2008년도 이전에는 그래핀 관련 특허 기술은 시드단계에 있었고, 2009년도 이후에는 그래핀 관련 특허 기술 개발이 신속한 성장 단계에 들어서고, 2013년도 이후에는 기술 성숙단계에 들어서기 시작하였다는 점을 알아낼 수 있다. 현재 이미 일부의 기업체들은 그래핀 기술의 산업화 개발을 시작하고 있는 상황이다.

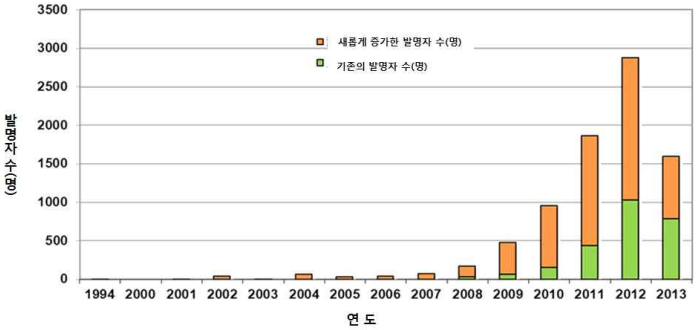


출처 : DII 특허 데이터베이스

<그림 3-2> 그래핀 기술 특허의 라이프 사이클

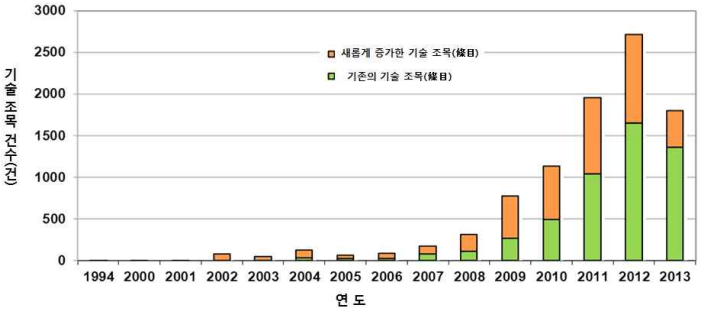
<그림 3-3> 및 <그림 3-4>는 각각 그래핀 특허 기술 발명자 및 관련 기술 항목(項目) 수량(IPC 큰 그룹에 근거함)의 연도별 변화 상황을 나타내고 있다. <그림 3-3>을 보면, 2009년도부터 해마다 대량의 신규 증가 발명자가 그래핀 관련 기술 분야에 가입하는

것을 알 수 있으며, <그림 3-4>를 보면, 최근 동 분야에서 해마다 신규 기술 항목이 대량 증가되고 있다는 점을 알아낼 수 있다. 이런 현상은 그래핀 관련 기술이 기술 성장 단계에 있다는 점을 의미하며 전 세계적으로 관련 기술 연구개발에 대한 투자가 급증하여 그래핀 기술 응용범위의 지속적인 확대가 추진되고 있다는 점을 의미한다. 때문에 <그림 3-2>의 내용과 종합 분석해 보면, 향후 몇 년간 전 세계 그래핀 특허 신청 건수는 지속적이고 안정적으로 성장하는 패턴을 유지하게 될 것으로 예측된다.



출처 : DII 특허 데이터베이스

<그림 3-3> 그래핀 기술 특허 신규 발명자의 분포(Temporal distribution)



출처 : DII 특허 데이터베이스

<그림 3-4> 그래핀 기술 특허 신규 기술 항목의 분포

3. 그래핀 기술 국제 특허 신청의 기술 분포

국제특허분류(IPC)에는 특허에는 기술정보가 포함되어 있으며 그래핀 관련 특허에 대해 IPC를 근거로 통계분석을 실시한 바, 특허 기술의 주요 관련 기술 분야 및 기술 중점 등을 파악할 수 있었다.

<표 3-2>는 그래핀 특허 신청 건수 중 25위권을 차지하는 기술 분야(IPC 큰 그룹에 근거함) 및 신청 상황을 정리한 내용이다. 동 표 내용을 통해 그래핀 특허 기술은 주로 다음과 같은 기술 방향을 포함하고 있다는 점을 알 수 있다.

(1) 그래핀 개발 방법에는 산화 환원법, 화학기상증착(CVD) 등의 방법이 포함되어 있으며 주요 분류 번호는 C01B-031/04, C01B-031/02, C01B-031/00, B82Y40/00, B82Y30/00, C23C-016/26, H01L21/20이다.

(2) 그래핀은 반도체 부품, 광전자 부품 및 필드 발사 트랜지스터 등을 개발하는 데 사용되며 주요 분류 번호는 H01L-021/02, H01L-021/336, H01L-029/789, H01L-029/78이다.

(3) 그래핀은 복합재료 및 박막 등을 개발하는 데 사용되며 주요 분류 번호는 H01M4/62, B05D5/12이다.

(4) 그래핀은 리튬 이온 전지 전극 등을 개발하는 데 사용되며 주요 분류 번호는 H01B1/24, H01M4/583이다.

<표 3-2> 그래핀 기술 특허 신청 건수 17위권의 기술 분야 및 특허 신청 상황

IPC분류 (큰 그룹)	신청 건수 (건)	기술 분야	연도	최근 3년간의 신청 건수가 전체 신청 건수에서 차지하는 비율
C01B31/04	775	그래핀	2001-2013	78%
C01B31/02	631	탄소 제조, 순수화	2000-2013	77%
B82Y40/00	366	나노 구조 개발 혹은 처리	2006-2013	92%
B82Y30/00	342	재료 및 표면과학에 사용되는 나노 기술	2007-2013	90%
C01B31/00	322	탄소 및 탄소화합물	2001-2013	25%
C08K3/04	219	탄소	2002-2013	79%
B82B3/00	212	단일 원자, 분자에 대한 제어 혹은 독립된 단위의 극히 적은 양의 원자 혹은 분자 집합의 나노 구조 개발 혹은 처리	2002-2013	74%
H01B1/04	174	주로 탄소 실리콘 화합물, 탄소 혹은 실리콘으로 구성	2004-2013	81%
C23C16/26	153	침적 탄소	2001-2013	89%

IPC분류 (큰 그룹)	신청 건수 (건)	기술 분야	연도	최근 3년간의 신청 건수가 전체 신청 건수에서 차지하는 비율
H01L21/02	140	반도체부품 혹은 기타 부품 개발 혹은 처리	2004-2013	36%
H01L21/336	135	절연 게이트를 보유하고 있는 제품	2007-2013	83%
B82Y99/00	126	본 소분류의 기타 그룹에 포함되지 않는 부분	2009-2013	96%
H01L29/786	125	박막 트랜지스터	2002-2013	76%
B32B9/00	112	실질적으로 그룹 B32B11/00~B32B29/00에 포함되지 않은 특수 물질로 구성된 층상(Stratiform) 제품	2002-2013	68%
H01L29/78	108	절연 게이트로 필드 효과를 생성시키는 부분	2002-2013	86%
H01G9/042	102	재료를 특징으로 하는 부분	2002-2013	93%
B82B1/00	99	단일 원자, 분자에 대한 제어 혹은 독립된 단위의 극히 적은 양의 원자 혹은 분자 집합으로 형성된 나노 구조	2002-2013	63%
H01L29/06	93	형태에 따라 구분되는 부분, 각 반도체 구역의 형태, 상대적인 사이즈 혹은 배치로 구분되는 부분	2002-2013	72%
H01M4/62	87	활성 물질 중에서 비활성 재료 성분의 선택, 예를 들면 접착제, 충전재 등	2002-2013	84%
H01L21/20	84	반도체재료가 기체(Substrate, 基體)에서 침적되는 부분, 예를 들면 에피텍셜 성장	2007-2013	71%

출처 : DII 특허 데이터베이스

Aureka 플랫폼의 Thememap 기능을 이용하여 그래핀 특허 기술의 연구 분포에 대한 분석을 진행했다. <그림 3-5>로부터 그래핀 특허의 핫 이슈 기술 분야는 다음 내용이 포함된다는 점을 알 수 있다.

(1) 산화 그래핀 개발

(2) 그래핀이 리튬 이온전지 전극재료, 태양광전지 전극재료로 사용

(3) 그래핀이 박막 트랜지스터에 사용

(4) 그래핀이 센서에 사용

(5) 그래핀이 반도체 부품을 개발하는데 사용

(6) 그래핀이 복합재료를 개발하는데 사용, 예를 들면 복합 촉매

(7) 그래핀이 투명 디스플레이 터치스크린, 투명전극을 개발하는 데 사용

(8) 그래핀이 구조 재료에 사용

(9) 그래핀 개발용 장비 제조

<그림 3-5> 그래핀 특허 기술의 연구개발 분포

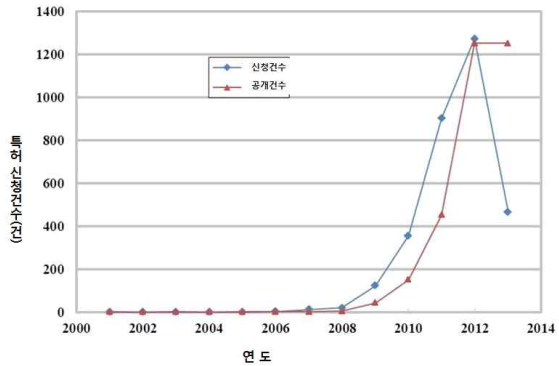
Ⅳ. 중국의 그래핀 기술 특허의 분포

특허 신청의 언어 문제 및 데이터 입력의 적시성(Timeliness) 등 문제를 감안하여 본 보고서를 작성하는 과정에서 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템에서 그래핀 중국 특허에 대해 재검색을 실시하였다. 구체적으로 그래핀 관련 중국 신청 특허 3,177건, 그래핀 관련 중국 신청 발명 특허 3,045건, 그래핀 관련 중국 신청 실용 신형 특허 132건을 검색하였다. 그 중, PCT 발명특허 267건, PCT 실용 신형 특허 2건이 포함되어 있으며, 특허 검색 기간은 2013년 8월 21일까지이다.

1. 연도별 분포

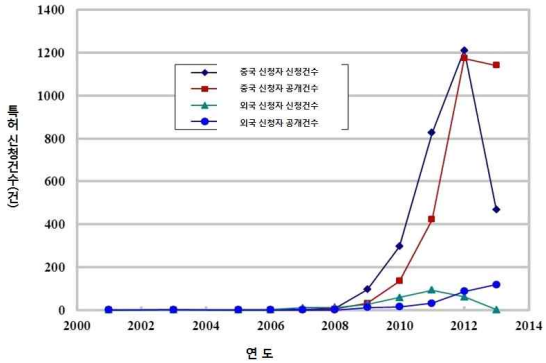
<그림 4-1>은 중국이 접수(신청 연도에 근거함)하고 공개(공개/공고 연도에 근거함)한 그래핀 특허 신청 건수와 공개건수의 연도별 분포 상황을 표시하고 있다. 이런 분포 상황으로부터 중국 그래핀 특허의 신청 및 접수는 21세기 초부터 시작되었다는 점을 알 수 있으며,, 지난 2008년도부터 중국 그래핀 특허 신청 건수가 신속하게 성장하기 시작하였으며 특히 지난 2011년도 및 2012년도 특허 신청 건수가 각각 903건 및 1,274건에 도달한 것을 알 수 있다. 이런 상황은 그래핀 기술이 중국에서 점점 더 중시되고 있다는 점을 의미하고 있다.

<그림 4-1> 및 <그림 4-2> 분석을 종합해 보면, 최근 몇 년간 해외 신청자가 중국에서 그래핀 특허 분야의 배치를 실행하고 있지만 절대적 수량이 비교적 적으며, 주목해야 할 점은 지난 2012년도에 해외 신청자들의 그래핀 특허 신청 건수가 어느 정도 감소된 점이다. 한편, 지난 2010년도 이후 중국 신청자들의 그래핀 특허 신청 건수가 신속히 증가하여 그래핀 PCT 특허의 신청 건수를 대폭 초월하였다는 점을 알아낼 수 있다. 이런 현상은 중국 정부, 과학 연구 기관 및 관련 기업체들이 그래핀 관련 기술을 중시함에 따라 나타났다고 볼 수 있다. 중국 내에서 최근 몇 년간 그래핀 연구개발에 대한 붐이 일어나고 대학교, 과학연구 기관, 기업체들에서 그래핀에 대한 연구개발을 강화하고 관련 연구개발 프로젝트를 대폭 추진하고 있는데 이런 상황은 중국이 세계 그래핀 산업 발전 과정에서 중요한 위치를 차지할 수 있게 될 것이라는 가능성을 제시해 주고 있다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 4-1> 중국이 접수(신청 연도에 근거함)하고 공개(공개/공고 연도에 근거함)한 그래핀 기술 특허 신청 건수와 공개건수의 연도별 분포



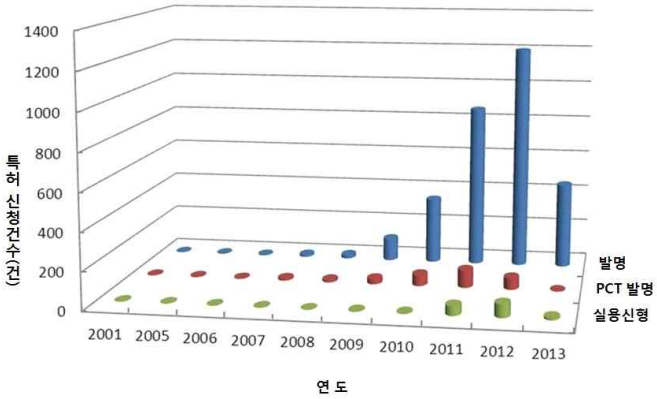
출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 4-2> 국내외 특허 신청자들이 중국에서 신청한 그래핀 기술 특허 건수의 연도별 변화

2. 유형별 분포

본 보고서를 작성하는 과정에서 검색된 3,177건의 그래핀 중국 특허 신청 건수 중에서 발명 특허 신청 건수는 3,045건으로 95.8%를 차지였으며(그 중, PCT 발명 특허 신청 건수가 269건으로서 전체 그래핀 특허 신청 건수의 8.8%를 차지하는 것으로 나타남), 실용 신형 특허 신청 건수는 132건으로 4.2% 정도만 차지하는 것으로 나타났다.

특허 유형의 연도(특허 신청 연도에 근거함) 별 변화 트렌드<그림 4-3>)에 근거하면 현재까지 중국에서 접수된 그래핀 특허 신청 건수는 줄곧 발명 특허 신청 건수가 주요 비중을 차지하고 최근에는 점차적으로 대량의 실용 신형 특허 신청 건수가 증가세를 나타내고 있는 것으로 나타났다. 이런 현상은 일정한 정도 상에서 현재 그래핀 기술의 일부 분야가 산업화 방향으로 발전하고 있다는 점을 의미하고 있다.

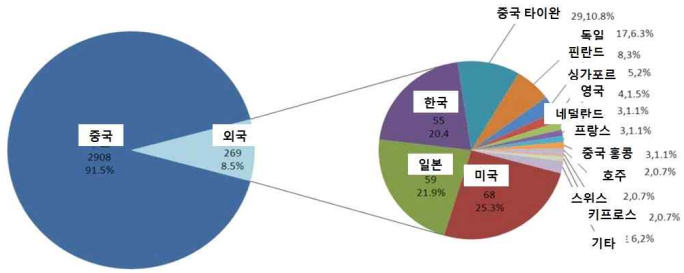


출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 4-3> 중국에서 접수한 그래핀 기술 특허 유형의 연도별 변화

3. 신청 원천에 대한 지역 분포

본 보고서를 작성하는 과정에서 검색된 3,177건에 달하는 중국 그래핀 관련 특허 신청 건수 중에서 중국 국내 신청 건수는 2,908건으로서 중국 그래핀 관련 전체 특허 신청 건수의 91.6%를 차지하고, 기타 269건은 특허 관련 해외 신청 건수로서 중국 그래핀 관련 전체 특허 신청 건수의 8.4%를 차지하며 주요 원천 국가 및 지역은 미국(68건), 일본(59건), 한국(55건), 중국 타이완(臺灣)(29건), 독일(17건), 핀란드(8건), 싱가포르(5건) 등인 것으로 나타났다(<그림 4-4> 참조). 과거 실행한 분석 결과를 보면, 미국, 일본, 한국, 중국 타이완 지역, 독일 등은 전 세계 그래핀 관련 특허 신청 건수가 제일 많은 국가군에 속하는 것으로 나타났다. 전 세계 그래핀의 각 주요 기술 국가 및 지역은 이미 중국에 특허 분포를 실행했지만 전체적인 특허 신청 건수는 많지 않은 것으로 나타났다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 4-4> 중국에서의 그래핀 기술 특허 신청 원천 국가 및 지역 분포

4. 신청 법률 상태

<표 4-1>은 중국 국가 지적재산권 관리국에서 접수한 3,177건에 달하는 그래핀 관련 특허 신청의 법률 상태 현황을 요약한 내용이다. <표 4-1> 내용에 근거하여 미결재 특허 신청이 77.5%를 차지하고 권리부여 특허가 18.7%를 차지하며 취소 및 무권리 특허가 3.74%를 차지하고 그래핀 관련 중국 PCT 특허 신청의 절대적인 수량은 비록 많지 않지만 취소한 특허 건수가 3.9%를 차지하는 것으로 나타났다. <표 4-2>는 각 국가와 지역들이 중국에서의 그래핀 관련 특허 법률 상태를 분석한 내용이며 <표 4-2>를 작성한 목적은 그래핀이 이머징한 기술 분야에 속하지만 신규 기술이 생성되고 발전됨에 따라 부분적인 초기 특허가 기존의 가치를 상실하여 관련 특허권 소유자가 부분적인 오리지널 특허 권한을 취소한 상황을 설명하기 위해서이다.

<표 4-1> 중국의 그래핀 기술 특허 법률 상태

법률 상태	특허건수	차지하는 비중
특허 신청 권리 미부여	2,463	77.50%
특허 권리 부여	594	18.70%
취소	91	2.90%
반려	19	0.60%
미 신청	6	0.20%
포기	4	0.15%

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<표 4-2> 각 국가 및 지역의 중국에서의 그래핀 기술 특허 법률 상태

국가/지역	특허건수	미결재신청	취소한 특허	권리부여 특허	반려특허
중국	2908	2227	81	571	19
미국	68	55	5	8	
일본	59	54	2	3	
한국	55	49	2	4	
타이완	29	25		4	
독일	17	15		2	
핀란드	8				
싱가포르	5				
영국	4				
네덜란드	3			1	
프랑스	3				
홍콩	3				
이탈리아	3				
호주	2				
스위스	2			1	
키프로스	2		1	1	
스페인	1				
오스트리아	1				
폴란드	1				
스웨덴	1				
벨기에	1				
인도	1				

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

Ⅴ. 특허 신청자 유형에 따른 중국의 그래핀 기술 특허 신청

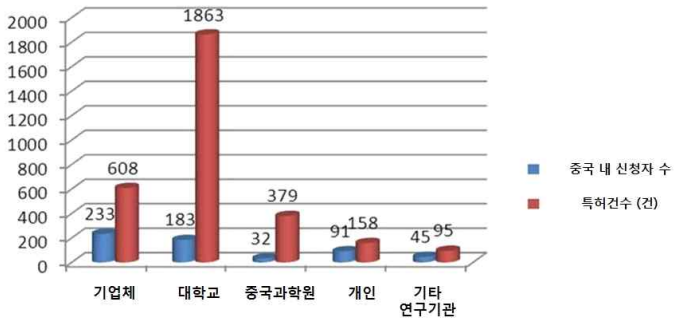
1. 특허 신청자 유형 및 신청 건수

특허 신청자 유형에 따라 특허 신청자를 대학교, 기업, 연구기관, 개인 등으로 분류할 수 있다. 데이터 필터링을 거쳐 3,177건의 그래핀 중국 특허는 총 721개 신청자에 의해 신청되었다는 점을 확인할 수 있다. 본 보고서는 그래핀 중국 특허 신청자 및 해외 특허 신청자의 구체적인 상황을 종합하여 신청자들을 대학교, 기업, 연구기관과 개인 신청자로 분류했다.

<그림 5-1>과 같이 그래핀 특허 신청자들을 대학교, 기업, 연구기관 및 개인 신청자들로 분류할 수 있다. 중국 내 그래핀 특허 신청자 수 및 그래핀 특허 신청자 수와 차지하는 비중은 각각 기업 233명(39.9%), 대학교 183명(31.3%), 개인 91명(15.6%), 기타 연구기관 45명(7.7%), 중국과학원 32명(5.5%)인 것으로 나타났다. 중국의 그래핀 특허 해외 신청자 수 및 차지하는 비중은 기업 87명(63.5%), 연구기관 23명(16.8%), 대학교 21명(15.3%), 개인 6명(4.4%)인 것으로 나타났다.

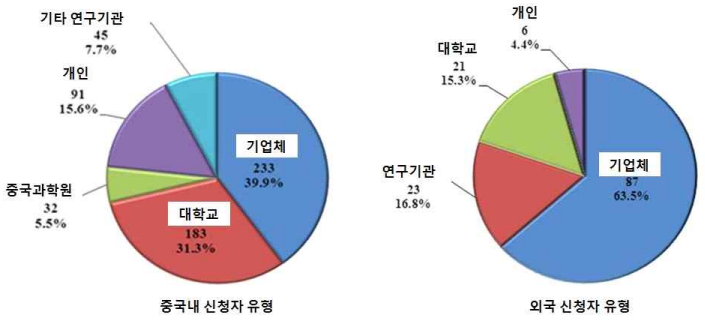
<그림 5-2> 및 <그림 5-3>에서는 대학교, 기업, 중국과학원, 기타 연구기관 및 개인 등 유형별 특허 신청자 수 및 특허 신청 건수에 대해 비교를 실시했다. <그림 5-1>과 종합해 보면 비록 중국과학원 신청자 수 비중이 5.5%만 차지하고 있지만 특허 신청 건수 비중은 12.2%를 차지하며, 대학교 신청자 수 비중은 31.3%밖에 안 되지만 특허 신청 건수 비중은 60% 수준에 달하는 것으로 나타났다. 그 중 주목해야 할 점은 기업 및 개인의 특허 신청 건수 비중이 각각 19.6%와 5.1%를 차지한다는 점이다. 이런 상황은 그래핀 연구는 여전히 대학교 및 연구기관을 위주로 진행되고 있지만 일부 분야에서는 이미 산업화 방향으로 신속하게 발전하고 있다는 점을 의미하고 있다.

해외 신청자 중 기업 신청자 수 비중은 63%를 차지하였으며 연구기관 및 대학교 신청자 수 비중은 각각 20% 및 12.5%를 차지한 것으로 나타났다. <그림 5-1>과 종합해 보면 중국에서의 해외 신청자는 기업체 신청자가 위주이지만 그래핀 특허 분포 면에서는 해외 신청자의 그래핀 특허가 중국 신청자의 그것보다 뚜렷한 우세가 없다는 점을 알 수 있다.



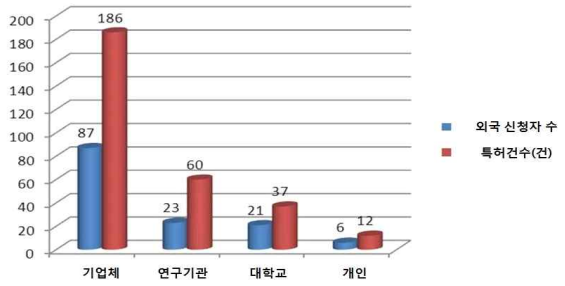
출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 5-1> 중국 그래핀 특허 신청자 유형



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 5-2> 중국 내 및 해외 신청자의 신청자 유형별 점유율



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 5-3> 해외 신청자의 유형별 신청자 수, 신청 건수 비교

2. 특허 신청자 유형별 주요 기관

<표 5-1>은 대학교, 기업, 중국과학원 및 기타 연구기관 등 유형의 중요 기관 신청 상황을 표시하고 있다. <표 5-1>로부터 중국 내 신청자 중에서 신청자 수가 비교적 많은 대학교는 저장(浙江)대학, 시안(西安)전자과기대학, 상하이(上海)교통대학, 칭화(清華)대학, 둥난(東南)대학, 베이징(北京)대학 등 대학교인 것으로 나타났다. 총체적으로 보면, 대학교 유형의 특허 신청 건수가 비교적 많으며 특허 신청 건수가 제일 많은 상위 10개 기관의 특허 신청 건수는 대학교 유형의 특허 신청 건수 총량의 52.4%를 차지하는 것으로 나타났다. 기업 신청자 중, 특허 신청 건수가 비교적 많은 기업은 하이양왕(海洋王) 조명과기주식회사, 훙푸진(鴻富錦) 정밀산업 선전(深圳) 유한회사, 타이저우(泰州) 쥐나(巨納) 신에너지 유한회사, 징둥팡(京東方) 과기그룹주식회사, 창저우(常州) 제6원소 재료과기주식회사, 우시(無錫)리허(力合) 광전자 센서기술 유한회사, 우시(無錫) 제6원소 첨단기술 발전 유한회사 등이다. <그림 5-1>과 종합하여 분석해 보면, 기업 유형의 특허 신청자 수가 제일 많지만, 특허 신청 건수가 비교적 적은 것으로 나타났다. 이런 현상은 기업이 그래핀 특허 신청에 대해 비교적 적극적이지만 연구개발 실력이 상대적으로 부족하다는 점을 의미하고 있다. 중국과학원 계통의 그래핀 특허 분포도 비교적 분산되어 있고 특허 신청 건수가 비교적 많은 기관은 중국과학원 수저우(蘇州) 나노기술 및 나노 바이오닉(Bionics) 연구소, 중국과학원 상하이(上海) 세라믹 연구소, 중국과학원 상하이(上海) 마이크로시스템 및 정보기술 연구소, 중국과학원 닝보(寧波) 재료기술 및 공정 연구소, 중국과학원 화학연구소인 것으로 나타났다. 특허 신청 건수가 제일 많은 기타 해외 연구기관은 삼성주식회사, 주식회사 반도체 에너지 연구소, International Business Machines Corp, NOKIA회사 등인 것으로 나타났다.

<표 5-1> 대학교, 기업, 중국과학원 및 기타 연구기관 등 신청자 유형별 주요 기관

기관 명칭	특허건수(건)	차지하는 비중(%)
대학		
저장(浙江)大学	108	5.8%
시안(西安)전자과기대학	82	4.4%
상하이(上海)교통대학	80	4.3%
칭화(清華)대학	76	4.1%
둥난(東南)대학	64	3.4%
베이징(北京)대학	53	2.8%
전자과기대학	51	2.7%
하얼빈(哈爾濱)공업대학	49	2.6%
푸단(復旦)대학	43	2.3%

기관 명칭	특허건수(건)	차지하는 비중(%)
퉁지(同濟)대학	43	2.3%
톈진(天津)대학	41	2.2%
상하이(上海)대학	40	2.1%
둥화(東華)대학	38	2.0%
장수(江蘇)대학	34	1.8%
창저우(常州)대학	33	1.7%
베이징(北京)화공대학	33	1.7%
후난(湖南)대학	31	1.6%
지난(濟南)대학	28	1.5%
난징(南京)이공(理工)대학	26	1.4%
난징(南京)대학	23	1.2%
기업		
하이양왕(海洋王)조명과기주식회사	116	19.1%
홍푸진(鴻富錦)정밀산업선전(深圳)유한회사	29	4.8%
타이저우(泰州)쥐나(巨納)신에너지유한회사	20	3.3%
징둥팡(京東方)과기그룹주식회사	18	3.0%
창저우(常州)제6원소재료과기주식회사	16	2.6%
우시(無錫)리허(力合)광전자센서기술유한회사	11	1.8%
우시(無錫)제6원소하이테크발전유한회사	11	1.8%
우시(無錫)리허(力合)광전자그래핀응용연구개발센터유한회사	10	1.6%
선전(深圳)베이터루이(貝特瑞)	10	1.6%
상하이(上海)진중(錦眾)정보과기유한회사	8	1.3%
창저우(常州)탄위안(碳元)과기발전유한회사	7	1.1%
국가그리드회사	7	1.1%
중신(中芯)국제집적회로제조유한회사	6	1.0%
상하이(上海)제웬(傑遠)환경보호과기유한회사	6	1.0%
중국과학원		
중국과학원 수저우(蘇州) 나노기술 및 나노바이오닉(Bionics)연구소	41	10.8%
중국과학원 상하이(上海)세라믹연구소	39	10.3%
중국과학원 상하이(上海) 마이크로시스템 및 정보기술연구소	37	9.8%
중국과학원 닝보(寧波) 재료기술 및 공정연구소	37	9.8%
중국과학원 화학연구소	29	7.7%
중국과학원 마이크로전자연구소	24	6.3%
중국과학원 금속연구소	20	5.3%
국가나노과학센터	19	5.2%
중국과학원 물리연구소	18	5.1%
중국과학원 산시(山西)석탄화학연구소	14	3.7%
중국과학원창춘(長春)응용화학연구소	11	2.9%
중국과학원 반도체연구소	10	2.6%
중국과학원 상하이(上海)응용물리연구소	10	2.6%
중국과학원 전공(電工)연구소	8	2.1%
해외 중요 신청자		
삼성전자	37	13%
주식회사반도체에너지연구소	19	6.7%
International Busine Machines Corp	10	3.5%
NOKIA회사	7	2.5%
프린스턴대학교(The Council of the Princeton University)이사회	6	2.4%

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

3. 주요 신청자 및 협력 관계

<표 5-2>는 산·학·연 분야에서 그래핀 특허 기술 연구가 비교적 활성화된 기관을 표시하고 있다. <표 5-2>에서 볼 수 있는 바와 같이 현재 그래핀 기술 협력 분야에서 비교적 활성화된 기관은 상하이(上海) 교통대학과 상하이(上海) 중쥐자화(中聚佳華) 전지과기유한회사, 상하이(上海) 항공기제조유한회사, 중국해양석유총회사, 칭화(清華)대학 및 홍푸진(鴻富錦) 정밀산업 선전(深圳)유한회사, 중국 핑메이선마(平煤神马) 에너지화공그룹유한책임회사, 중베이(中北) 대학, 베이징(北京) 삼성통신기술연구유한회사, 중국과학원 상하이(上海) 세라믹연구소 및 판구(盤固) 시멘트그룹유한회사, 창저우(常州) 판스(盤石) 시멘트유한회사 등이 있다. 해외 기관으로는 삼성전자 및 서울대학교 산학협력단, 한국과학기술원, 성균관대학교 산학협력단, 프린스턴대학교 이사회 및 VORBECK MATERIALS CORP, Battelle Memorial Institute 등이 있으며 그래핀 산업화 분야에 대해 국내외적으로 모두 관련 산·학·연 협력이 추진되고 있다는 점을 알 수 있다.

<표 5-2> 주요 신청자 및 협력 관계

신청자	특허 건수	협력 특허 건수	협력 자수	주요 협력자 및 횟수 통계	
				협력자	합작 횟수
상하이(上海)교통대학	81	7	6	상하이(上海)중쥐자화(中聚佳華)전지과기유한회사	3
				상하이(上海)항공기제조유한회사	1
				중국해양석유총회사	1
				상하이(上海)이두(驛度)디지털과기유한회사	1
				중국해양석유신에너지튜자유한책임회사	1
				핑딩산시(平頂山市) 둥팡(東方)탄소유한회사	1
칭화(清華)대학	76	30	4	홍푸진(鴻富錦) 정밀산업 선전(深圳) 유한회사	27
				중국 핑메이선마(平煤神马) 에너지화공그룹유한책임회사	1
				중베이(中北)대학	1
				베이징(北京) 삼성통신기술연구유한회사	1
중국과학원 상하이(上海) 세라믹 연구소	37	5	3	판구(盤固) 시멘트그룹유한회사	2
				창저우(常州) 판스(盤石) 시멘트유한회사	2
				중국과학원 상하이(上海)마이크로시스템 및 정보기술연구소	1

신청자	특허 건수	협력 특허 건수	협력 자수	주요 협력자 및 횟수 통계	
				협력자	합작 횟수
창저우(常州)대학	33	8	5	창저우(常州) 장궁쿼즈(江工闊智) 전자기술유한회사	2
				창저우(常州) 허룬(合潤) 신재료과기유한회사	2
				수저우(蘇州)과학기술연구원	2
				난징(南京)이공(理工)대학	2
				창저우(常州)약물연구소유한회사	1
삼성전자주식회사	25	3	3	서울대학교 산학협력단	1
				한국과학기술원	1
				성균관대학교 산학협력단	1
화둥(華東) 이공(理工)대학	20	2	2	상하이(上海) 나노기술 및 응용 국가공정연구센터유한회사	1
				웡푸(甕福)그룹 유한책임회사	1
베이징(北京)이공(理工)대학	15	2	3	산시(山西)베이팡싱안(北方興安)화학공업유한회사	1
				더저우(德州)진웨(金月)생물화학유한회사	1
				베이징(北京)베이팡스지(北方世紀)섬유소기술개발유한회사	1
베이징(北京)우주항공대학	15	3	2	중국인민해방군 공군 유료(油料)연구소	2
				Graphene (Beijing) Technology Co.,Ltd.	1
프린스턴대학 이사회	6	3	2	VORBECK MATERIALS CORP	2
				Battelle Memorial Institute	1
화교(華僑)대학	4	4	3	사먼(廈門) 카이나(凱納) 그래핀기술유한회사	3
				푸젠(福建) 카이리(凱立) 특종흑연유한회사	1
중국인민해방군총후근부(總後勤部)군수장비(軍需裝備)연구소	1	1	1	장수(江蘇) 중이(中益) 특종섬유유한회사	1

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

Ⅵ. 중국의 그래핀 특허의 기술 기반에 따른 비교

본 보고서에서는 이미 검색된 3,177건의 중국의 그래핀 특허 기술에 대해 다음과 같은 두 가지 상황으로 나누어 해석하였다.

(1) 그래핀 제조기술에 대한 특허를 Top-Down, Bottom-Up 및 장비 등 세 가지 큰 유형으로 분류하고 각각 표시하였다. 예를 들면, 기계 스트립트, 액체 스트립트, 화학기상증착, 에피텍셜 성장 등이 포함되어 있다.

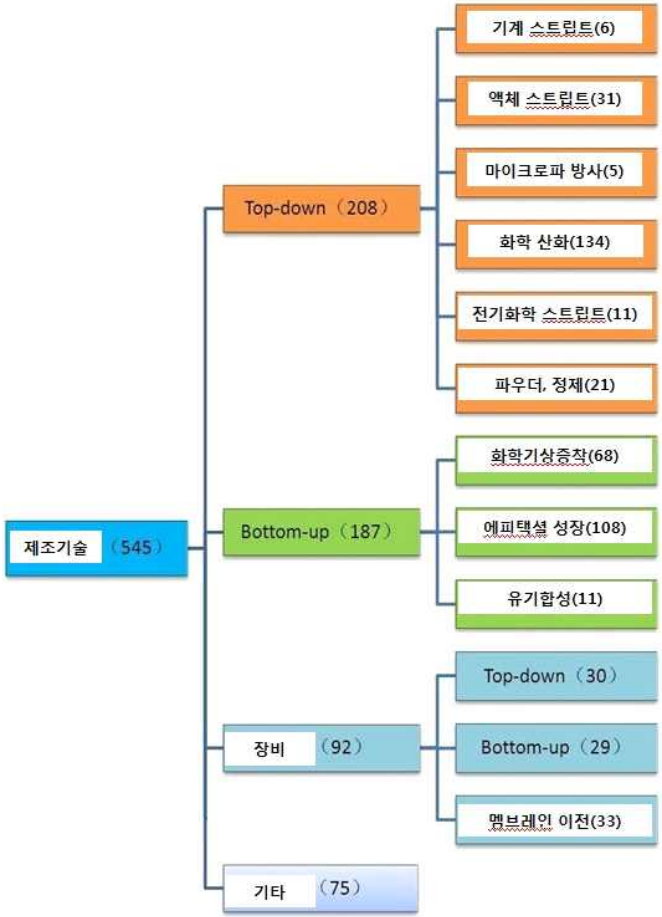
(2) 그래핀 응용기술에 대한 특허를 에너지저장, 센서, 전자정보, 복합재료, 생물의약, 구조재료 등 8대 응용분야로 분류하고 구체적인 응용에 대해 표시하였다. 예를 들면, 슈퍼 커패시터(capacitor), 리튬이온전지, 플렉시블 투명부품, 반도체부품, 전자패키지, 약물캐리어, 에어로젤(Aerogel), 탄소섬유, 촉매제, 전기 및 열전도 재료, 소파재료(Wave absorbing materials), 자성재료, 윤활재료 등이 포함되어 있다.

1. 제조기술 기반 그래핀 특허

1.1 제조기술

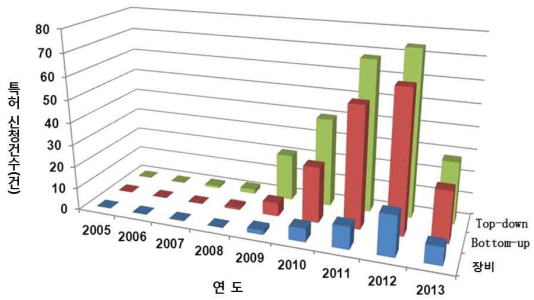
제조기술로부터 보면(<그림 6-1> 참조), 현재 그래핀 제조기술 특허는 총 545건에 달하고 제조 방법은 주로 Top-Down 및 Bottom-up 루트를 통해 이루어지며, 그 중 Top-Down 루트의 특허 신청 건수는 208건에 달하며 주로 기계 스트립트, 액체 스트립트, 화학산화 스트립트 등 방법이 있다. 특히 화학산화 스트립트 방법에 대해 신청한 특허 건수는 총 134건으로서 전체 Top-Down 루트의 특허 신청 건수의 64%를 차지하는 것으로 나타났다. Bottom-up 루트의 특허 신청 건수는 187건에 달하는데 주로 화학기상증착, 에피텍셜 성장, 유기합성 방법이 있으며, 그 외 탄소나노튜브(13건), 탄소섬유(1건) 등의 원료를 이용한 방법을 포함하며 초임계 유체(流體)(6건), 용매(溶劑) 열(2건), 고온 탄산염 전기분해(1건) 등의 방법으로 그래핀을 제조하는 것으로 나타났다. 그래핀 장비에 대한 특허는 총 92건에 달하였으며, Bottom-up 루트를 통해 제조한 그래핀 박막 29건, 그래핀 박막 이전 방법 및 설비 33건, 흑연을 원료로 하고 Top-Down 루트를 통해 그래핀을 제조하는 관련설비 30건이 포함되는 것으로 나타났다.

<그림 6-2>로부터 알 수 있듯이 비록 그래핀 장비에 대한 특허 신청 총 건수는 많지 않은 편이지만 최근 3년간 그래핀 장비에 대한 특허 신청 건수 및 그래핀 제조방법 특허 신청 건수의 증가 트렌드는 일치되는 수준을 유지하고 있으며 이런 상황으로부터 그래핀의 규모화 제조기술이 신속하게 발전하고 있다는 점을 알 수 있다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-1> 그래핀 특허의 제조기술별 신청 건수



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-2> 그래핀 특허 제조기술의 연도별 신청 건수

1.2 주요 신청자 분석

<표 6-1>은 Top-Down 루트를 통한 특허의 주요 신청자를 표시하고 있다. Top-Down 루트로 그래핀을 제조하는 특허가 대학교 및 중국과학원에 집중되어 있으며 주로 산화 그래핀 제조 및 환원 처리를 위주로 하고 있는 동시에 소량 액체 스트립트, 전기화학 스트립트 및 파우더 제조 등 방법이 있다는 점을 알 수 있다. 기업 신청자 중에서 비교적 중요한 기업은 하이양왕(海洋王) 조명과기주식회사 및 창저우(常州) 제6원소 재료과기주식회사이며, 두 회사의 특허 기술은 산화 흑연의 환원 처리를 위주로 하고 있으며 그 외 해외 신청자들도 산화 그래핀 제조 및 환원 처리를 위주로 하고 있다.

<표 6-2>는 Bottom-up 루트를 통한 특허의 주요 신청자를 표시하고 있다. Bottom-up 루트로 그래핀을 제조하는 기술 특허는 주로 대학교 및 중국과학원에 집중되어 있으며 주로 화학기상증착 및 SiC 베이스 에피텍셜 성장의 루트를 통해 그래핀을 제조하는 것을 알 수 있다. 특히 시안(西安)전자과기대학 및 중국과학원 상하이(上海) 마이크로 시스템 및 정보기술 연구소에서 신청한 특허가 제일 많고, 해외 신청자들은 SiC 베이스 외의 기타 베이스 에피텍셜 성장 방법을 위주로 특허 신청을 하고 있다는 점을 알 수 있다.

<표 6-3>은 그래핀 설비 특허의 중요한 신청자를 표시하고 있으며 Bottom-up 및 Top-Down 루트를 통해 그래핀을 제조하는 설비는 주로 기업체 위주이지만, 그래핀 박막의 이전 설비는 여전히 대학교 및 연구소가 위주로 이루어지고 있다.

<표 6-1> Top-Down 루트를 통한 그래핀 특허의 주요 신청자

기관명칭	특허건수(건)	기술 안
대학교		
퉁지(同濟)대학	8	GO제작 (3), 화학환원 (1), 녹색환원 (4)
하얼빈(哈爾濱)공업대학	5	그린 환원(1), 기계 스트립트(1), 파우더 제조(2), 분산액체(1)
상하이(上海)대학	5	GO제조(1), 그린 환원(3), 액체 스트립트(1)
칭화(淸華)대학	4	전기화학 스트립트(2), GO제조(2)
상하이(上海)대학	4	GO제조(1), 그린 환원(3)
중난(中南)대학	4	전기화학 스트립트(1), GO제조(1), 그린 환원(1), 가열 스트립트(1)
화교(華僑)대학	3	가열 스트립트(1), 액체 스트립트(2)
톈진(天津)대학	3	GO제조(2), 마이크로 웨이브 방사(1)
우한(武漢)대학	3	그린 환원(1), 가열 스트립트(2)
중국과학기술대학	3	GO제조(1), 화학환원(1), 그린 환원(1)
푸단(復旦)대학	3	그린 환원(1), 파우더(1)
기업		
하이양왕(海洋王)조명과기주식회사	9	전기화학 스트립트(1), GO제조(1), 그린 환원(1), 가열 스트립트(2), 마이크로웨이브 방사(2), 액체 스트립트(2)
창저우(常州)제6원소재료과기주식회사	7	그린 환원(2), 가열 환원(4), 마이크로웨이브 방사(1)
중국과학원		
중국과학원 닝보(寧波) 재료기술 및 공정연구소	6	화학환원(1), 그린 환원(1), 가열 환원(1), 분산액체(1), 파우더(1), 마이크로웨이브 방사
중국과학원 산시(山西) 석탄화학연구소	6	그린 환원(1), 가열 환원(3), 액체 스트립트(2)
중국과학원 상하이(上海) 세라믹 연구소	5	GO제조(1), 가열 환원(1), 분산액체(1), 파우더(1), 액체 스트립트(1)
중국과학원 금속연구소	4	화학 환원(1), 그린 환원(1), 가열 환원(1), 액체 스트립트(1)
중국과학원 상하이(上海) 마이크로 시스템 및 정보기술연구소	4	가열 환원(1), 파우더(2), 분산액체(1)
국가나노과학센터	3	그린 환원(1), 기계 스트립트(1)
중국과학원 수저우(蘇州) 나노기술 및 바이오닉(Bionics)연구소	3	전기화학 스트립트(1), 화학환원(1), 액체 스트립트(1)
해외 중요 신청자		
Toray Fibers & Textiles Research Laboratories(China) Co,Ltd	5	그린 환원(5)
독일 바이엘(Bayer)	1	분산액체(1)
프랑스국가과학연구센터	1	기계 스트립트(1)
SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.	1	전기화학 스트립트(1)
맨체스터대학교	1	GO제조(1)
미국라이스대학교(Rice University)	1	GO제조(1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<표 6-2> Bottom-up 루트를 통한 그래핀 특허의 주요 신청자

기관명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
시안(西安)전자과기대학	48	화학기상증착(2), SiC베이스 에피텍셜 성장(42), 기타 베이스 에피텍셜 성장(4)
베이징(北京)대학	4	화학기상증착(2), 기타 베이스 에피텍셜 성장(1), 유기 합성(1)
저장(浙江)대학	4	화학기상증착(4)
하얼빈(哈爾濱)공업대학	3	화학기상증착(2), 기타 베이스 에피텍셜 성장(1)
우한(武漢)대학	3	화학기상증착(1), SiC베이스 에피텍셜 성장(2)
기업		
하이양왕(海洋王)조명과기주식회사	5	화학기상증착(4), 기타 베이스 에피텍셜 성장(1)
창저우(常州)제6원소재료과기주식회사	4	화학기상증착(2), 기타 베이스 에피텍셜 성장(2)
중국과학원		
중국과학원 상하이(上海) 마이크로시스템 및 정보기술연구소	14	화학기상증착(8), 기타 베이스 에피텍셜 성장(6)
중국과학원 화학연구소	7	화학기상증착(7)
중국과학원 물리연구소	6	화학기상증착(2), SiC 베이스 에피텍셜 성장(3), 기타 베이스 에피텍셜 성장(1)
중국과학원 상하이(上海) 세라믹연구소	3	화학기상증착(1), 기타 베이스 에피텍셜 성장(1), 유기 합성(1)
중국과학원 마이크로전자연구소	3	화학기상증착(1), SiC베이스 에피텍셜 성장(2)
해외 중요 신청자		
골더덴공업회사	3	기타 베이스 에피텍셜 성장(3)
타이완(臺灣) 숭젠민(宋健民)	3	기타 베이스 에피텍셜 성장(3)
삼성전자	2	화학기상증착(1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<표 6-3> 그래핀 설비 특허의 주요 신청자

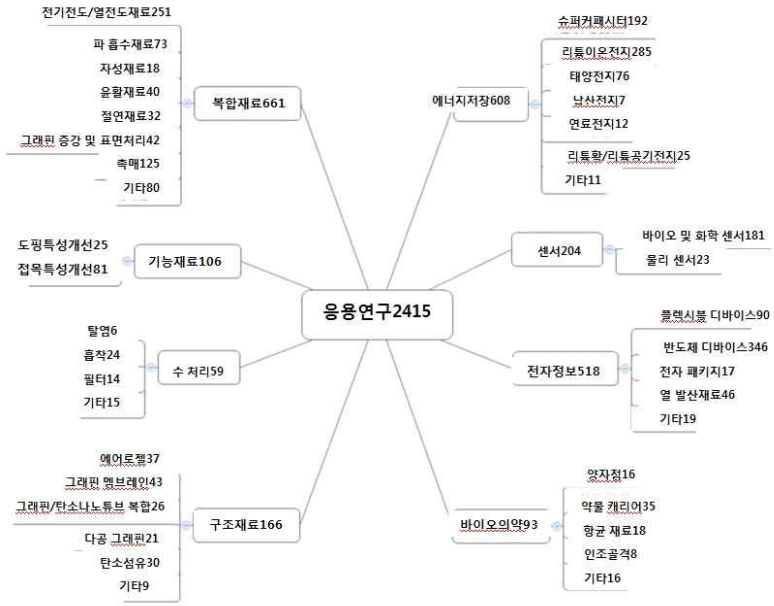
	기관 명칭	특허건수(건)
Bottom-up 설비	쉬밍성(徐明生)	7
	우시(無錫)리허(力合)광전자그래핀응용연구개발센터유한회사	3
	펑펑(彭鵬)	2
	수저우(蘇州)더룽(德龍)레이저주식회사	2
	저장(浙江)대학	2
	충칭(重慶)그린스마트기술연구원	2
	우장시(吳江市)화청(華誠)전자유한회사	2
	삼성전자	1

	기관 명칭	특허건수(건)
	SONY	1
	성균관대학교 산학협력단	1
Top-down	타이저우(泰州)쥐나(巨納)신에너지유한회사	5
설비	통지(同濟)대학	4
	꾸이저우(貴州)신탄가오커(新碳高科)유한책임회사	3
	하이양왕(海洋王)둥관(東莞)조명과기유한회사	3
	중국과학원 화학연구소	2
	타이완(臺灣) 중앙연구원	1
	한국 신정직(新正直) 기술주식회사	1
멤브레인 이전	시안(西安)전자과기대학	8
	청두(成都)전자과기대학	2
	중국과학원 마이크로전자연구소	2
	둥난(東南)대학	2
	저장(浙江)대학	2
	베이징(北京)대학	2
	삼성전자	3

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

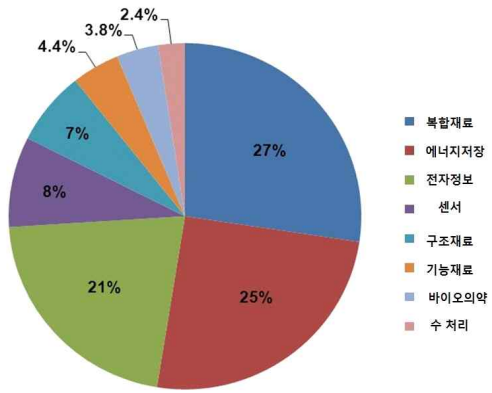
2. 응용기술 기반 그래핀 특허

그래핀의 응용 분야를 보면(<그림 6-3>, <그림 6-4>, <그림 6-5> 참조) 그래핀 응용 연구 분야의 특허 신청 건수는 총 2,415건에 달며, 주로 에너지저장(리튬이온전지, 슈퍼 커패시터(Capacitor), 연료전지 등) 및 태양광발전, 복합재료(촉매제, 전기/열 전도성 재료, 소파(Wave absorbing) 재료 등), 전자정보(플렉시블 투명 디바이스, 반도체 디바이스, 전자 패키지 등), 센서(바이오 및 화학센서, 물리 센서) 등 8대 분야에 집중되어 있다. 그 중 신청 건수가 비교적 많은 분야는 에너지저장(특허 신청 건수가 608건으로서 총 신청 건수의 25%), 복합재료(특허 신청 건수가 661건으로서 총 신청 건수의 27%), 전자정보(특허 신청 건수가 518건으로서 총 신청 건수의 21%를 차지함)분야인 것으로 나타났다. 최근 그래핀은 생물의약분야, 수(水) 처리, 기능 및 구조재료 분야에서의 응용도 점차적으로 주목을 받고 있는 상황이다.



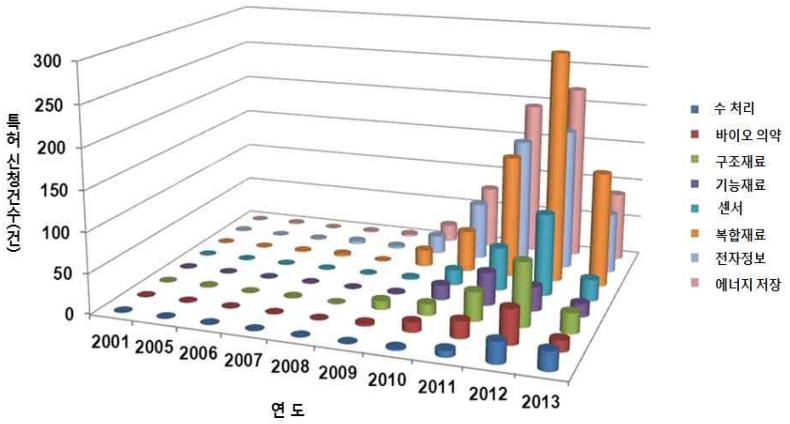
출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-3> 그래핀 특허의 응용기술 분류 및 신청 건수



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-4> 그래핀 특허의 응용기술별 분포



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-5> 그래핀 특허 응용기술의 연도별 변화

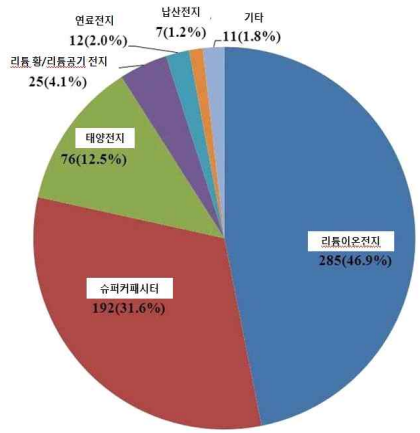
2.1 에너지저장 및 태양광발전

에너지절약 및 태양광발전 분야에서의 그래핀 특허 분포(<그림 6-6> 참조)를 보면, 그래핀 분야의 특허 신청 건수는 총 608건에 달하며 주로 리튬이온전지, 슈퍼 커패시터, 태양전지, 납산전지(Lead acid battery), 연료전지 등 분야에 집중되어 있다. 그 중 특허 신청 건수가 비교적 많은 분야는 주로 리튬이온전지(특허 신청 건수가 285건으로 전체 신청 건수의 46.9%), 슈퍼 커패시터(특허 신청 건수가 192건으로 전체 신청 건수의 31.6%), 태양전지(특허 신청 건수가 76건으로 전체 신청 건수의 12.5%)인 것으로 나타났다.

그래핀 슈퍼 커패시터 분야의 응용 특허는 주로 그래핀, 전기전도 고분자 복합재료, 그래핀/금속 산화물 복합재료, 그래핀/탄소(탄소나노튜브) 복합재료 및 도핑 특성 변환(Doping modification) 등 분야에 분포되어 있는 것으로 나타났다. <표 6-4>와 종합하여 분석해 보면 그래핀이 슈퍼 커패시터 분야의 응용 특허 주요 신청자는 주로 대학교에 집중되어 있으며 그 다음으로 중국과학원에 많으며, 기업체는 하이양왕(海洋王)조명과기주식회사의 신청 건수가 비교적 많고(33건), 창저우(常州)제6원소재료주식회사(4건) 외에 기타 신청자의 신청 건수는 비교적 적었다. 해외 신청자가 중국에서 신청한 특허 건수는 매우 적다는 점을 알 수 있다.

그래핀의 리튬이온전지 분야에서의 응용은 현재 핫 이슈로 되고 있으며, 신청된 특허는 주로 그래핀 복합 양극재료(인산철 리튬, 인산망간 리튬, 인산 바나듐 리튬 및 규산 망간 리튬 등 총 73건), 그래핀 복합 음극재료(실리콘, 주석 합금, 티탄산 리튬, 이산화 티타늄, 금속산화물 및 금속 화합물 등 분야 특허 건수는 총 167건), 전류 컬렉터(Collector)(10건) 및 전기 전도성 첨가제(12건) 등의 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. <그림 6-6>과 종합하여 분석해 보면 리튬이온전지 기술 분야는 대학교, 기업, 중국과학원 및 해외 신청자들이 모두 비교적 많이 신청하는 특허 분야라는 점을 알 수 있다. 그 중, 저장(浙江)대학에서 신청한 특허는 주로 그래핀/금속 황화물 음극재료(19건), 그래핀/금속산화물 음극재료(9건) 등이고 상하이(上海)교통대학에서 신청한 특허는 주로 그래핀/금속 산화물 음극재료(4건), 그래핀/인산철 리튬(3건) 등이며 하이양왕(海洋王)조명과기주식회사에서 신청한 특허는 주로 그래핀 복합 양극재료(10건), 그래핀/실리콘 복합 음극재료(8건) 등이다. 중국과학원에서 신청한 특허는 주로 그래핀/인산철 리튬, 전류 컬렉터, 전기 전도성 첨가제 분야에 집중되어 있다. 해외 신청자는 주로 그래핀/실리콘 복합 음극재료, 그래핀/금속 산화물 복합 음극재료 및 그래핀/양극재료 등 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

그 외, 그래핀은 태양광발전, 납산전지 및 연료전지 등 분야에도 비교적 많이 응용되고 있는 것으로 나타났다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-6> 에너지저장 및 태양광발전 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포

<표 6-4>와 종합하여 분석해 보면, 태양광발전 분야에서의 그래핀 특허 신청은 주로 박막 전극 분야에 집중되어 있고 납산전지 분야에서는 주로 전극재료와 복합을 실행하는 분야에 집중되어 있으며 연료전지 분야에서는 주로 양자교환(Proton exchange) 막(膜) 재료 등의 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

<표 6-4> 슈터 커패시터 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
난징(南京)이공(理工)대학	9	그래핀/전기전도 고분자(4), 그래핀/수산화 코발트(Cobalt hydroxide) (1), 그래핀/이산화망간(3), 그래핀/코발트 몰리브덴산염(Cobalt molybdate) (1)
저장(浙江)대학	8	그래핀/산화니켈(Nickel oxide (1), 그래핀/루테늄(Ruthenium) (1), 그래핀/금속산화물 (1), 전기2중층(Electric double layer) (4), 그래핀/수산화니켈(Nickel hydroxide) (1)
베이징(北京)항공항천(航空航天)대학	6	그래핀/전기전도 고분자(6)
장난(江南)대학	6	그래핀/전기전도 고분자(2), 그래핀/니켈 알루미늄 이중합금(2), 그래핀/이산화망간(1), 그래핀/아연 알루미늄 산화물(1)
둥화(東華)대학	5	그래핀/이산화망간 (2), 그래핀/은 (1), 전기2중층 (1), 그래핀/수산화니켈 (1)
상하이(上海)대학	5	그래핀/산화니켈(1), 그래핀/산화구리(1), 그래핀/4산화 3코발트(1), 그래핀/이산화망간(1), 그래핀/탄소마이크로구체(Carbon microspheres)(1)
지린(吉林)대학	4	그래핀/수산화니켈(1), 전기2중층(1), 그래핀/수산화코발트(2)
우한(武漢)공정대학	4	그래핀/전기전도 고분자(3), 전기2중층(1)
시베이(西北)사범대학	4	그래핀/전기전도 고분자(2), 그래핀/탄소 마이그로구체(1), 그래핀/코발트 알루미늄 수산화물(1)
중국과학기술대학	4	전기2중층(1), 그래핀/전기전도 고분자(1), 질소 도핑(1), 그래핀/이산화망간(1)
기업		
하이양왕(海洋王)조명과기주식회사	33	전기2중층(6), 그래핀/전기전도 고분자(8), 그래핀/탄소 나노튜브(2), 그래핀/비결정성탄소(3), 질소 도핑(3), 붕소 도핑(1), 리튬이온전지 커패시터(9), 그래핀/이산화망간(1)
창저우(常州)제6원소재료주식회사	4	질소 도핑(1), 그래핀/수산화니켈(1), 다공성 그래핀(1), 고체 전기분해 커패시터(1)
청두시(成都市)화선(華森)전자정보산업유한책임회사	2	전기2중층(2)
장수(江蘇)수메이룬(蘇美倫)스마트과기유한회사	2	그래핀/코발트 황화물(2)
상하이(上海)아오웨이(奧威)과기개발유한회사	2	전기2중층(1), 리튬이온전지 커패시터(1)
우한(武漢)궈무어(國墨)신재료기술유한회사	2	전기2중층(1), 그래핀/전기전도 고분자(1)
중국제1자동차주식회사	2	그래핀/이산화망간(1), 리튬이온 전지 커패시터(1)
중국과학원		
중국과학원 전공(電工)연구소	5	그래핀/전기전도 고분자(2), 그래핀/산화루테늄(Ruthenium) (1), 전기2중층(1), 리튬이온전지 커패시터(1)
중국과학원 수저우(蘇州) 나노기술 및 나노 바이오닉(Bionics) 연구소	4	그래핀/수산화물(2), 그래핀/이산화망간(1), 그래핀/전기전도 고분자(1)
중국과학원 닝보(寧波) 재료기술 및 공정 연구소	3	그래핀/전기전도 고분자(1), 그래핀/비결정성탄소(1), 전기2중층(1)
해외 주요 신청자		
바텔연구소(Battelle Memorial Institute)	1	그래핀/금속산화물(1)
National Institute for Materials Science (NIMS)	1	그래핀/탄소나노튜브(1)
Tokyo University of Agriculture and Technology	1	그래핀/산화루테늄(Ruthenium)(1)
한국과학기술원	1	멤브레인 타입 슈퍼 커패시터(1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<표 6-5> 리튬이온전지 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
저장(浙江)대학	35	그래핀/금속황화물 음극재료(19), 그래핀/금속산화물 음극재료(9), 그래핀/합금 음극재료(1), 그래핀 음극(2)
상하이(上海)교통대학	11	그래핀/금속산화물 음극재료(4), 그래핀 음극(2), 그래핀/실리콘 음극재료(2), 그래핀/탄소 마이크로구체(1), 그래핀/인산철리튬(3)
상하이(上海)대학	8	그래핀/금속산화물 음극재료(4), 그래핀/인산철 리튬(1), 그래핀/합금 음극재료(1), 그래핀/규산망간리튬(1), 그래핀/인산바나듐리튬(1)
톈진(天津)대학	7	그래핀 음극(2), 전기전도성 첨가제(1), 그래핀/알루미늄 음극재료(1), 그래핀/양극재료(1), 그래핀/실리콘 음극재료(1), 그래핀/인산철리튬(1)
베이징(北京)화공(化工)대학	4	전기전도성 첨가제(1), 그래핀/금속산화물 음극재료(2), 그래핀 특성 변환 탄소 음극재료(1)
화난(華南)이공(理工)대학	4	그래핀/티탄산리튬(1), 그래핀/금속산화물 음극재료(1), 그래핀/합금 음극재료(2)
칭화(清華)대학 선전(深圳) 연구원	4	그래핀/티탄산리튬(1), 그래핀/금속산화물 음극재료(1), 그래핀/탄소 음극재료(1), 그래핀/실리콘(1)
칭화(清華)대학	3	그래핀/금속산화물 음극재료(2), 전류 컬렉터(1)
기업		
하이양왕(海洋王)조명과기주식회사	24	그래핀/양극재료(10), 그래핀/탄산리튬(1), 그래핀/실리콘(8), 전류 컬렉터(2), 그래핀/합금 음극재료(2), 그래핀 금속산화물 음극재료(1)
상하이(上海)진중(錦眾)정보과기유한회사	5	그래핀/금속산화물 음극재료(1), 그래핀/티탄산리튬(1), 그래핀/합금 음극재료(3)

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
창저우(常州)제6원소재료주식회사	3	그래핀 특성변환 흑연 음극재료(1), 그래핀/인산철리튬(1), 그래핀/이산화티타늄(1)
상하이(上海)중쥐자화(中聚佳華)전지과기유한회사	3	그래핀/망간 페라이트(Manganese ferrite) (1), 그래핀/금속산화물 음극재료(2)
장수(江蘇)러넝(樂能)전지주식회사	2	그래핀/인산철리튬(2)
선전시(深圳市)베이터루이(貝特瑞)신에너지재료주식회사	2	전기전도성 첨가제(1), 그래핀/양극재료(1)
선전시(深圳市)더팡(德方)나노과기유한회사	2	그래핀/양극재료(2)
중국과학원		
중국과학원 닝보(寧波) 재료기술 및 공정 연구소	7	그래핀/인산철리튬(3), 전기전도성 첨가제(1), 전류 컬렉터(2), 그래핀 특성 변환 그래핀 음극재료(1)
중국과학원 과정(過程) 공정 연구소	4	그래핀/양극재료(1), 그래핀/인산철리튬(1), 그래핀/망간산아연(1), 그래핀/티탄산 리튬(1)
중국과학원 금속연구소	5	그래핀/티탄산리튬(1), 그래핀/이산화티타늄(1), 그래핀/금속산화물 음극재료(2), 전류 컬렉터(1)
중국과학원 상하이(上海) 세라믹 연구소	3	그래핀/인산철리튬(2), 그래핀/금속산화물 음극재료(1)
해외 주요 신청자		
Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.	15	그래핀/실리콘(6), 전기전도성 첨가제(1), 그래핀/양극재료(8)
바텔연구소(Battelle Memorial Institute)	3	그래핀/금속산화물 음극재료(3)
Belenos Clean Power Holding Ltd	2	그래핀 음극(1), 그래핀/양극재료(1)
BASF(Badische Anilin-und-Soda-Fabrik) SE	2	그래핀/금속산화물 음극재료(2)
나노기술기기회사	2	접착제(1), 전기전도성 첨가제(1)
Fuji Heavy Industries Ltd.	1	그래핀/탄소복합 음극재료(1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<표 6-6> 에너지저장 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
태양광발전		
중국과학원 상하이(上海) 세라믹연구소	7	그래핀/세라믹 박막전극(1), 후면전극(back contact electrode)(3), 그래핀/양자점(Quantum dots)복합박막전극(1), 그래핀/구리나노와이어 복합박막전극(1), 그래핀/무기 나노입자 복합전극(1)
둥난(東南)대학	6	그래핀/나노 반도체박막전극(2), 그래핀/나노 금속박막(1), 그래핀/산화아연전극(1), 그래핀 박막전극(2)
칭화(清華)대학	4	박막전극(4)
청두(成都)전자과기대학	3	박막전극(3)
상하이(上海)대학	3	그래핀/황화카드뮴(Cadmium sulfide)전극(2), 박막전극(1)
퉁지(同濟)대학	3	유기태양에너지전극재료(1), 그래핀/이산화티타늄전극(1), 그래핀/탄소나노튜브전극(1)
홍콩중문대학교(The Chinese University of Hong Kong)	3	후면 전극 층(1), 그리드 전극(1), 전기전도성 윈도우 층(Conductive window layer) (1)
중국과학원 수저우(蘇州) 나노기술 및 나노 바이오닉 연구소	3	박막전극(1), 그래핀/반도체 다중 접합(Multijunction)태양전지(1), 그래핀/금속복합전극(1)
납산전지		
하얼빈(哈爾濱)공업대학	2	납 탄소 전극(2)
저장(浙江)난두(南都)전원(電源)동력주식회사	2	납 탄소 전극(2)
연료전지		
Industrial Technology Research Institute(ITRI)	1	양자교환 막(1)
GM 글로벌 과학기술 운영 회사	1	SS 양극 플레이트(Bipolar plate) (1)
현대자동차 주식회사	1	복합 전해질막(1)

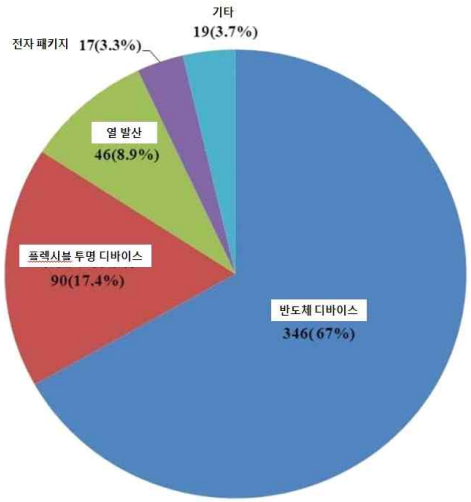
출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

2.2 전자정보

전자정보 분야에서의 그래핀 특허 분포(<그림 6-7> 참조)를 보면, 전자정보 분야에서의 그래핀 특허 신청 건수는 총 518건에 달하며 주로 반도체 디바이스, 플렉시블 투명 디바이스, 열 발산, 전자 패키지 등의 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 그 중, 신청 건수가 비교적 많은 분야는 주로 반도체 디바이스(특허 신청 건수는 346건으로 전체 신청 건수의 67%), 플렉시블 투명 디바이스(특허 신청 건수는 90건으로 전체 신청 건수의 17.4%), 열 발산(특허 신청 건수는 46건으로 전체 신청 건수의 8.9%)이고 그 외 음성학(9건) 및 전자 현미경(10건) 분야 응용도 포함된다.

그래핀의 반도체부품 분야에서의 그래핀의 구체적인 응용은 주로 필드 효과 트랜지스터(104건), 발광 부품(41건), 광전(光電) 변환, 레이저(29건), 그래핀 패턴화(35건), 저장 장치(15건), 통신(6건), 유전체(dielectric material)(5건) 및 기타 반도체 디바이스(71건)에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 플렉시블 투명 디바이스 분야에서의 그래핀의 구체적인 응용은 주로 박막전극(73건), 터치스크린(11건) 등의 분야에 집중되어 있으며, 열 발산 분야에서의 그래핀의 구체적인 응용은 주로 열 발산 막/코팅(30건), 열 발산 페인트(5

건) 등 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. <표 6-7>과 종합하여 분석해 보면 전자정보 분야에서 특허 신청 건수가 비교적 많은 신청자는 주로 대학교 및 중국과학원이며 반도체 및 플렉시블 투명 디바이스의 특허 신청이 위주이고 그 외 부분적인 전자 패키지 및 열 발산 재료 분야의 특허 신청이 포함되어 있다는 점을 알 수 있다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-7> 전자정보 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포

<표 6-7> 전자정보 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
둥난(東南)대학	14	플렉시블 투명 디바이스(1), 전자현미경(Electron microscopy)탐침(1), 반도체 디바이스(12)
푸단(復旦)대학	14	반도체 디바이스(14)
베이징(北京)공업대학	13	반도체 디바이스(12), 플렉시블 투명 디바이스(1)
난징(南京)우전(郵電)대학	12	반도체 디바이스(12)
상하이(上海)교통대학	8	반도체 디바이스(3), 열 발산재료(2), 플렉시블 투명 디바이스(3)
톈진(天津)공업대학	7	전자포장(1), 열 발산재료(1), 플렉시블 투명 디바이스(1), 반도체 디바이스(4)
푸저우(福州)대학	6	플렉시블 투명 디바이스(1), 반도체 디바이스(5)
사먼(廈門)대학	5	반도체 디바이스(5)
기업		
징둥팡(京東方)과기그룹주식회사	17	반도체 디바이스(13), 플렉스블 투명 디바이스(4)
타이저우(泰州)쥐나(巨納)신에너지유한회사	8	반도체 디바이스(8)
우시(無錫)리허(力合)광전(光電)박막	8	플렉시블 투명 디바이스(8)
창저우(常州)탄웬(碳元)과기발전유한회사	7	반도체 디바이스(1), 열 발산재료(6)
상하이(上海)집적회로연구개발센터유한회사	4	반도체 디바이스(4)
선전(深圳)리허(力合)광전(光電)센서기술유한회사	4	반도체 디바이스(1), 플렉시블 투명 디바이스(3)
중신(中芯)국제	4	반도체 디바이스(4)
충칭(重慶)치웨융양(啟越剪場)전자과기발전유한회사	3	반도체 디바이스(3)
중국과학원		
중국과학원 상하이(上海) 마이크로시스템 및 정보기술연구소	12	반도체 디바이스(12)
중국과학원 마이크로전자연구소	12	반도체 디바이스(12)
국가나노과학센터	7	플렉스블 투명 디바이스(4), 반도체 디바이스(3)
중국과학원반도체연구소	7	반도체 디바이스(6), 라만 특성화 시스템(Raman characterization system) (1)
중국과학원 물리연구소	7	반도체 디바이스(7)
중국과학원 수저우(蘇州) 나노기술 및 나노바이오닉 연구소	6	반도체 디바이스(3), 현미경 프로브(1)
중국과학원 화학연구소	3	반도체 디바이스 (3)
중국과학원 금속연구소	3	반도체 디바이스 (3)
중국과학원 충칭(重慶) 녹색스마트 연구원	3	플렉시블 투명 디바이스(3)
해외 주요 신청자		
삼성전자주식회사	21	열발산재료(1), 반도체 디바이스(20)
International Business Machines Corporation	8	플렉시블 투명 디바이스(1), 반도체 디바이스(6), 열 발산재료(1)
NOKIA	3	플렉시블 투명 디바이스(1), 반도체 디바이스(2)
SONY	3	플렉시블 투명 디바이스(1), 반도체 디바이스(2)

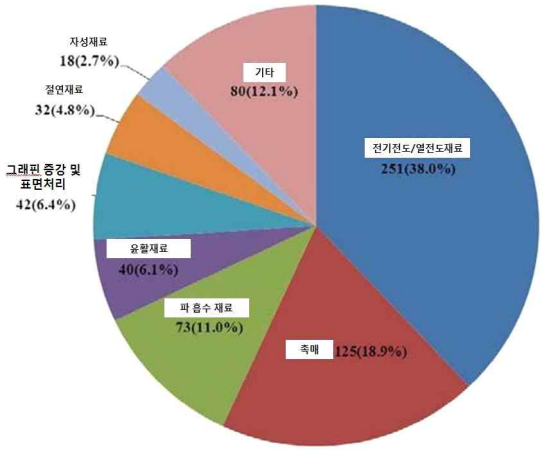
출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

6.2.3 복합재료

복합재료 분야에서의 그래핀 특허 분포(<그림 6-8> 참조)를 보면, 복합재료 분야 그래핀 특허 신청 건수는 총 661건에 달하며 주로 전기 전도 및 열전도재료, 촉매제, 소파재료, 장벽재료(Barrier materials), 자성재료 등의 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 그 중, 신청 건수가 비교적 많은 분야는 전기 전도 및 열전도재료(특허 신청 건수는 251건으로 전체 신청 건수의 38%), 촉매제(특허 신청 건수는 125건으로 전체 신청 건수의 18.9%), 소파재료(특허 신청 건수는 73건으로 전체 신청 건수의 11%)이고

그 외, 그래핀/나노 금(은) 복합재료(25건) 및 상변화 재료(Phase change materials)(5건) 등 분야 응용도 포함되어 있다.

전기 전도 및 열전도 재료 분야에서의 그래핀의 구체적인 응용은 주로 전기전도성 중합체(23건), 전기전도 섬유(4건), 전기전도 세라믹(3건), 전기전도 잉크(7건) 및 정전기 저항 재료(13건) 등 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 촉매제 분야에서의 그래핀의 구체적인 응용은 주로 연료전지 촉매제(74건), 오수처리-광촉매(116건), 유기합성(23건), 촉매 수소제조(9건), 리튬공기 전지(Lithium air battery) 촉매제(8건), 연소 촉매제(5건), 광촉매 살균(5건) 및 폐기 탈 질소(Denitrification) 처리 (5건) 등의 분야이다. 장벽재료 분야에서의 그래핀의구체적인 응용은 부식 방지 재료(24건), 연소 방지 재료(10건) 등의 분야이며 강화 및 표면처리 분야에서의 그래핀의 구체적인 응용은 그래핀 특성 변화 중합체(104건) 및 그래핀 특성 변환 무기재료(20건)이다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-8> 복합재료 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포

<표 6-8>과 종합하여 분석해 보면 복합재료 분야 그래핀 특허 주요 신청자 중 대학교에서 신청한 특허는 주로 자성재료, 촉매제 수지 및 고분자 중합체와 전기 및 정전기 저항 등의 분야에 집중되어 있고 기업에서 신청한 특허는 주로 부식방지, 강화, 정전기 저항, 윤활 등 분야에 집중되어 있으며 중국과학원 및 기타 연구기관에서 신청한 특허는 주로 촉매제, 강화 중합체, 강화 무기물 등의 분야에 집중되어 있고 해외 기관에서 신청한 특허는 주로 강화 수지 및 고무, 부식방지 등의 분야에 집중되어 있다는 점을 알 수 있다.

<표 6-8> 복합재료 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

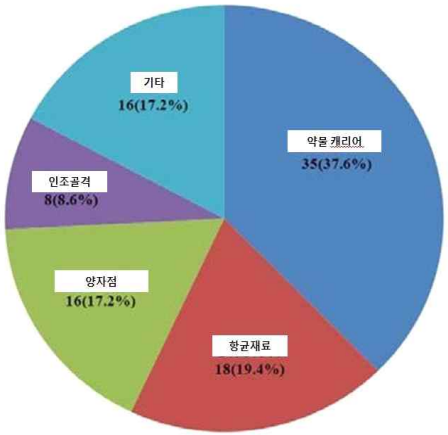
기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
저장(浙江)대학	20	자성재료(3), 연료전지 촉매제(5), 유기합성 촉매제(3), 광촉매(1), 전기전도 섬유(2), 윤활(1), 중합체 섬유강화(4), 밀폐접착제(Sealant)(1)
둥화(東華)대학	19	자성재료(7), 윤활(3), 중합체 섬유강화(2), 소파재료(1), 광촉매(6)
상하이(上海)교통대학	18	자성재료(1), 연료전지촉매제(1), 광촉매(4), 전기전도 중합체(2), 윤활(1), 그래핀 강화 탄소 막(1), 그래핀 강화 금속복합물(2), 그래핀 강화 고분자 중합체(5), 소파재료(1)
장수(江蘇)대학	17	연료전지 촉매제(3), 광 촉매(11), 윤활(3) 잉크젯 프린팅(2), 윤활(2),
하얼빈(哈爾濱)공업대학	17	자성재료(3), 광촉매(4), 잉크젯 프린팅(2), 윤활(2), 제동 장치(Damping device)(1), 소파재료(1), 강화수지(4)
베이징(北京)화공(化工)대학	13	연료전지 촉매제(2), 광촉매(2), 탈질소 촉매제(1), 전기전도 수지(1), 정전기 저항 타이어(1), 그래핀 강화고무(5), 강화수지(1)
난징(南京)이공(理工)대학	12	연료전지 촉매제(3), 광 촉매(5), 강화고무(2), 강화 고분자 중합체(1), 연소 저항 재료(1)
창저우(常州)대학	11	자성재료(1), 광 촉매(5), 전기전도 고분자(3), 정전기저항층(1), 강화고분자(1)
기업/연구소		
베이징(北京)화공(化工)대학 창저우(常州)선진재료연구소	14	연료전지 촉매제(9), 리튬공기전지 촉매제(5)
중국전력(電力)과학연구원	7	전도선(7)
허페이(合肥)완룽(雲榮)기전(機電)과기	5	부식저항성 코팅(5)
하이양왕(海洋王)조명과기주식회사	3	연료전지촉매제(2), 전기전도 고분자(1)
상하이(上海)이린(億霖)윤활재료	3	윤활(3)
후난(湖南)웬수미마(元素密碼)그래핀연구원	2	광촉매(2)
난징(南京)커푸(科孚)나노기술	2	전도선, 부식방지 페인트(1)
스촨성(四川省)진루(金路)수지	2	그래핀 강화 폴리염화비닐(Polyvinyl chloride)(2)
타이저우(泰州)쥐나(巨納)신에너지	2	그래핀 강화 폴리염화비닐(Polyvinyl chloride)(1), 자동차 페인트(1)
중국과학원		
중국과학원상하이(上海)규산염연구소	5	광 촉매(1), 전기전도 세라믹(3), 강화 콘크리트(1)
중국과학원 물리화학(理化)기술연구소	3	유기합성 촉매제(1), 연료전지촉매제(1), 강화 에폭시 수지(Epoxy resin)(1)
중국과학원 닝보(寧波)재료연구소	3	광 촉매(1), 전기전도 페이트(1), 전기전도 잉크(1)
중국과학원 산시(山西)석탄화학연구소	2	연료전지 촉매제(2)
중국과학원 창춘(長春)응용화학연구소	3	강화 에폭시 수지(1), 강화 실리카겔(Silica gel)(1), 강화 폴리유산(Polylactic acid)(1)

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
해외 주요 신청자		
SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.	3	강화수지(3)
프린스턴대학교이사회	1	강화고무(1), 정전기저항 페인트(1), 절연기체1)
POSCO회사	2	전기전도 수지(1), 부식방지 코팅(1)
삼성전기주식회사	2	절연층(Insulating layer)(1), 강화수지(1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

6.2.4 생물의약

생물의약 분야에서의 그래핀 특허 분포(<그림 6-9> 참조)를 보면 생물의약 분야의 그래핀 특허 신청 건수는 총 93건에 달하며 주로 약물 캐리어, 항균재료, 양자점, 인조골격 등 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 그 중, 신청 건수가 비교적 많은 분야는 약물 캐리어(특허 신청 건수가 35건으로 전체 신청 건수의 37.6%), 항균재료(특허 신청 건수가 18건으로 전체 신청 건수의 19.4%), 양자점(특허 신청 건수가 16건으로 전체 신청 건수의 17.2%)에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 그 외, 음성학(9건) 및 전자현미경(10건) 분야 응용도 포함되어 있다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-9> 생물의약 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포

<표 6-9>와 종합하여 분석해 보면 생물의약 분야의 그래핀 특허 신청 건수가 비교적 많은 기관은 주로 대학교 및 중국과학원에 집중되어 있다는 점을 알 수 있다. 그 중, 대학교의 특허 신청은 약물 캐리어, 양자점, 항균재료 분야에 집중되어 있으며 중국과학원의 특허 신청은 약물 캐리어, 세균육성, DNA 분야 응용에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

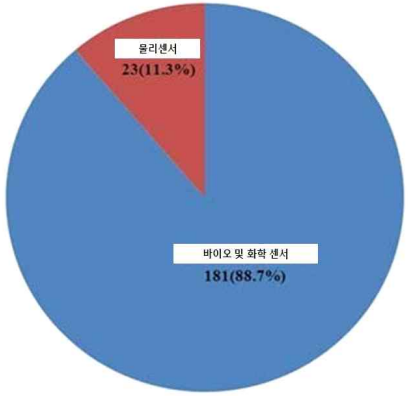
<표 6-9> 생물의약 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
상하이(上海)교통대학	6	양자점(3), 심전도(Electrocardiogram, ECG)전극(1), 약물 캐리어(1), DNA절단(1)
정저우(鄭州)대학	4	약물 캐리어(4)
푸단(復旦)대학	3	양자점(2), 약물캐리어(1)
장수(江蘇)대학	3	항균재료(1), 인조골격(1), 약물캐리어(1)
상하이(上海)사범(師範)대학	3	약물캐리어(3)
난징(南京)대학	3	항균재료(1), 양자점(1), 약물캐리어(1)
충칭(重慶)대학	3	항균재료(1), 생물전극(2)
중국과학원		
중국과학원 수저우(蘇州) 나노기술 및 나노바이오닉 연구소	6	세포육성(2), 약물 캐리어(4)
중국과학원 상하이(上海) 응용물리연구소	6	항균재료(3), DNA안정제(2), DNA복사(1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

6.2.5 센서

센서 분야에서의 그래핀 특허 분포(<그림 6-10> 참조)를 보면 센서 분야의 그래핀 특허 신청 건수는 총 204건에 달하며 주로 생물 및 화학센서(특허 신청 건수는 181건으로 전체 신청 건수의 88.7%)와 물리센서(특허 신청 건수는 23건으로서 전체 신청 건수의 11.3%)에 집중되어 있다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-10> 센서 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포

<표 6-10>의 내용과 종합하여 분석해 보면 센서 분야 그래핀 특허 중국 주요 신청자는 대학교에 집중되어 있으며 생물/화학 센서 분야 그래핀 특허가 주를 이루고 있다. 그래핀 특허 신청은 농약 잔여물 검출, 온도/습도 센서, 기체 센서 등 분야에 집중되어 있고, 그래핀 특허의 해외 주요 신청자들은 물리센서 분야에 비교적 많이 집중되어 있으며 주로 광 탐사 측정 장치, 압전기(Piezoelectricity) 센서 및 열전기 변환 등 분야가 포함되어 있다는 점을 찾아낼 수 있다.

<표 6-10> 센서 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

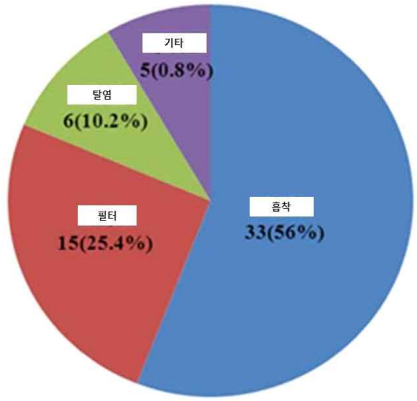
기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
지난(濟南)대학	13	농약 잔여물 검출(3), 도파민(Dopamine)검출 (1), 환경 에스트로겐(Estrogen)검출(1), 다환 방향족 탄화수소(aromatic hydrocarbons)검출(1), 종양 표시물 검출(3), 항생제검출(2), 비스페놀 A(Bisphenol A)검출(1), 아플라톡신(Aflatoxin)검출(1)
둥난(東南)대학	9	온도/습도 센서(2), 생물분자센서(1), 습도센서(2), 기체센서(1), 생물분자센서(1), 자외선 조사(照射)량 검출(2)
수저우(蘇州)대학	5	기체센서(4)
저장(浙江)대학	4	습도센서(2), 이온농도 검측(1), 기체센서(1)
하얼빈(哈爾濱)공업대학	3	기체센서(2), 온도센서(1)
장난(江南)대학	3	포도당구균(Glucose coccus)검출(1), 유기인(Organic phosphorus) 검출(1), 다환 방향족 탄화수소(aromatic hydrocarbons)검출(1)
퉁지(同濟)대학	3	포도당검출(1), 유기인(Organic phosphorus) 검출(1), 온도센서(1)

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
중국농업대학	3	유기인(Organic phosphorus) 농약 검출(3)
기업		
타이저우(泰州)쥐나(巨納)신에너지유한회사	3	기체센서(3)
광저우(廣州)잉스(盈思)센서과기유한회사	1	중금속검출
우시(無錫)바이링(百靈)센서기술유한회사	1	기체검출
중국과학원		
중국과학원 닝보(寧波) 재료과학 및 기술연구소	2	수체(水體) 유기물 검출(2)
해외 주요 신청자		
NOKIA	2	광탐측(1), 압전(Piezoelectricity) 센서(1)
International Business Machines Corporation	1	광 탐측
Infineon Technologies AG	1	생물화학센서
Fujitsu Limited	1	열전기 변환
프랑스 원자력 및 대체 에너지 위원회	1	기체센서

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

6.2.6 수(水) 처리

수 처리 분야에서의 그래핀 특허 구조(<그림 6-11> 참조)를 보면 수 처리 분야 그래핀 특허 신청 건수는 총 59건에 달하며 주로 흡착(특허 신청 건수는 33건으로 전체 신청 건수의 56%), 필터(특허 신청 건수는 15건으로 전체 신청 건수의 25.4%), 탈염(특허 신청 건수는 6건으로 전체 신청 건수의 10.2%) 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-11> 수 처리 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포

<표 6-11>과 종합하여 분석해 보면 수 처리 분야 그래핀 특허 주요 신청자는 대학교로, 특허 신청은 유기물 흡착, 중금속 흡착, 필터 분리 등 기술 안을 위주로 하고 있으며, 일부 중국과학원 및 기업에서도 특허 신청을 했으며 주로 유기물/중금속 흡착 및 탈염 등 분야와 관련되어 있는 것으로 나타났다.

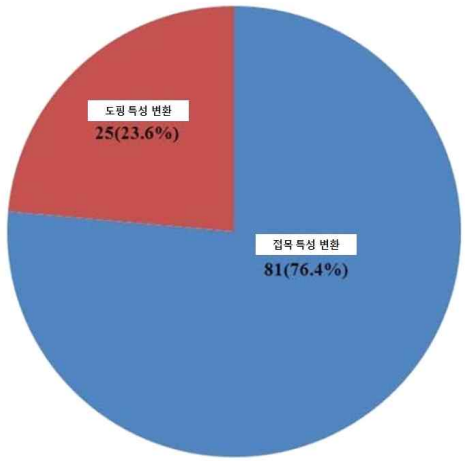
<표 6-11> 수 처리 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
산둥(山東)대학	5	유기물흡착(4), 납 흡착(1)
후난(湖南)대학	3	중금속흡착(3)
우한(武漢)공정대학	3	중금속흡착(2), 수체(水體) 유기물흡착(1)
다롄(大連)이공(理工)대학	3	필터분리(2), 오일흡착(1)
상하이(上海)대학	3	탈염(3)
저장(浙江)대학	3	필터분리(3)
지난(濟南)대학	2	중금속흡착(2)
칭화(淸華)대학	2	유기인(磷) 흡착(1), 필터분리(1)
산시(山西)대학	2	수체(水體) 유기물흡착(2)
저장(浙江)공상(工商)대학	2	필터분리(2)
기업		
창수(常熟)난스다(南師大)발전연구원유한회사	1	탈염(1)
중국과학원		
중국과학원 수저우(蘇州) 나노기술 및 나노바이오닉 연구소	1	중금속흡착(1)
중국과학원 금속연구소	1	유기물흡착(1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

6.2.7 기능재료

기능재료 분야에서의 그래핀 특허 분포<그림 6-12>를 보면, 기능재료 분야에서의 그래핀 특허 신청 건수는 총 106건에 달하며 주로 그래핀 접목 특성 변환(특허 신청 건수는 81건으로 전체 신청 건수의 76.4%), 그래핀 도핑 특성변환(특허 신청 건수는 25건으로 전체 신청 건수의 23.6%)에 집중되어 있는 것으로 나타났다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-12> 기능재료 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포

<표 6-12>와 종합하여 분석해 보면 기능재료 분야에서의 그래핀 특허 신청은 비교적 활성화되어 있으며 주요 신청자는 대학교로, 특허 신청은 접목 특성 변환, 질소 도핑, 불소 도핑 등 분야에 집중되어 있는 한편 해외 신청자는 도핑 특성 변환을 위주로 하고 있는 것으로 나타났다.

<표 6-12> 기능재료 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

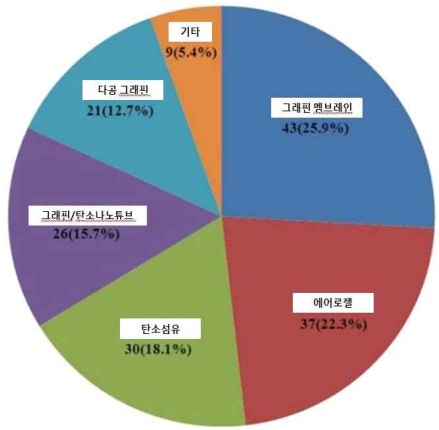
기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
화난(華南)이공(理工)대학	6	질소도핑(2), 벤족사졸(Benzoxazole) 기능화(1), 불포화 카복실산(Unsaturated carboxylic acid)기능화 (1), 에폭시 수지(Epoxy resin)복합(1), 폴리에테르 아민(Polyether amine)기능화(1)
난징(南京)대학	5	질소 도핑(3), 실레인(Silane)커플링제(coupling agent)수정(Modification)(1), 설프히드릴기(sulfhydryl group)수정 (1)
저장(浙江)대학	6	질소도핑(1), 설프히드릴기(sulfhydryl group)수정 (1), 글리세롤에테르(Glycerol ether) 접목(1), 아지드(Azido)기(基)수정(1), 폴리에틸렌(Polyethylene)접목(2)
난징(南京)이공(理工)대학	4	초분자 하이브리드(Supramolecular hybrid)(2), 폴리스티렌(Polystyrene)접목(1), 히드록실화(1)
수저우(蘇州)대학	4	원자도핑(1), 폴리에틸렌글리콜(Polyethylene glycol) (2), 중합체접목(1)

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
베이징(北京)대학	3	질소도핑(1), 아실아미노(acylamino)수정(1), 공유(Covalent) 화학 수정(1)
헤이룽장(黑龍江)대학	3	질소도핑(1), 고분자접목(1), 사이클로덱스트린(Cyclodextrin)수정(1)
난징(南京)사범(師範)대학	3	카르복실기(Carboxylated)특성 변환(3)
톈진(天津)대학	3	유기소분자 수정(1), 불소화그래핀(1), 폴리유산기능화(1)
기업		
하이양왕(海洋王)조명과기주식회사	13	질소도핑(8), 이온액체 수정(1), 불소화그래핀(4)
항저우(杭州)거란펑(格藍豊)나노과기 유한회사	1	불소화그래핀(1)
중국과학원		
중국과학원 창춘(長春) 응용화학연구소	2	알코올화합물수정(1), 이온액체기능화(1)
중국과학원 화학연구소	2	질소도핑(1), 할로겐화그래핀(1)
중국과학원 상하이(上海) 세라믹연구소	2	붕소도핑(1) 아미노기(基)수정(1)
해외 주요 신청자		
맨체스터대학교	1	불소화그래핀(1)
Montclair State University	1	배위(Coordination Group,配位)그룹 수정(1)
Monash University	1	에어로젤(Aerogels) 수정(1)
삼성전자	1	붕소질소 도핑(1)
라이트힐유한책임회사	1	원자도핑(1)
싱가포르국립대학	1	홀 도핑(Hole doping) (1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

6.2.8 구조재료

구조재료 분야에서의 그래핀 특허 구조(<그림 6-13> 참조)를 보면 구조재료 분야에서의 그래핀 특허 신청 건수는 총 166건으로 주로 그래핀 막 재료(특허 신청 건수는 43건으로 전체 신청 건수의 25.9%), 그래핀 에어로젤(Aerogels)(특허 신청 건수는 37건으로 전체 신청 건수의 22.3%), 탄소섬유(특허 신청 건수는 30건으로 전체 신청 건수의 18.1%), 그래핀/탄소나노튜브(특허 신청 건수는 26건으로 전체 신청 건수의 15.7%), 다공성 그래핀(특허 신청 건수는 21건으로 전체 신청 건수의 12.7%) 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다.



출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

<그림 6-13> 구조재료 분야에서의 그래핀 특허 유형 분포

<표 6-13>과 종합하여 분석해 보면 구조재료 분야에서의 그래핀 특허 신청 건수는 상대적으로 활성화되어 있으며 대학교의 특허 신청은 주로 에어로젤, 그래핀/탄소나노튜브 복합재료, 그래핀 강화 탄소섬유, 그래핀 탄소섬유 등 분야에 집중되어 있고 기업의 특허 신청은 주로 다공성 그래핀, 그래핀/탄소나노튜브 복합재료 등 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 중국과학원의 특허 신청은 다공성 그래핀, 그래핀 강화 탄소섬유 및 에어로젤을 위주로 하고 있으며 해외 신청자는 그래핀 강화 탄소섬유, 그래핀 탄소섬유, 에어로젤을 위주로 하고 있는 것으로 나타났다.

<표 6-13> 구조재료 분야 그래핀 특허의 주요 신청자

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
대학		
칭화(清華)대학	11	다공성 그래핀(2), 산화그래핀 수정 탄소섬유(1), 그래핀/탄소나노튜브 복합재료(8)
하얼빈(哈爾濱)공업대학	8	에어로젤(Aerogels) (1), 고분자 복합 탄소화 막(Carbon membranes)(1), 나노 종이(1), 산화그래핀 수정 탄소섬유(3), 그래핀 전기전도 막(2)
베이징(北京)이공(理工)대학	7	에어로젤(Aerogels) (5), 그래핀섬유(2)
톈진(天津)대학	7	에어로젤(Aerogels)(2), 구리/그래핀복합 박막(1), 그래핀/탄소나노튜브 복합재료(2), 산화그래핀 박막(2)

기관 명칭	특허건수(건)	기술 안
톈진(天津)공업대학	7	그래핀/탄소나노튜브 복합재료(1), 그래핀강화 탄소섬유(6)
둥난(東南)대학	6	에어로젤(Aerogels)(5), 탄소 수정 박막(1)
저장(浙江)대학	6	에어로젤(Aerogels)(1), 그래핀강화 탄소섬유(1), 그래핀 탄소섬유(4)
베이징(北京)대학	4	다공성 그래핀(1), 그래핀 종이(1), 그래핀 나노벨트(1), 그래핀 상호접속(Interconnection)구조 (1)
상하이(上海)교통대학	4	에어로젤(Aerogels) (1), 산화그래핀 막 특성 변환(3)
청두(成都)전자과기대학	3	다공성 그래핀(1), 고분자/그래핀 복합박막(1), 그래핀/탄소나노튜브 복합재료(1)
둥화(東華)대학	3	그래핀 강화 탄소섬유(3)
푸단(復旦)대학	3	에어로젤(Aerogels)(1), 소수성 (hydrophobic, 소수성)막 (1), 고분자 강화막(1)
난징(南京)우전(郵電)대학	3	에어로젤(Aerogels)(1), 전기전도막(1), 그래핀/탄소나노튜브 복합(1)
기업		
하이양왕(海洋王)조명과기주식회사	7	다공성 그래핀(2), 그래핀 종이(1), 그래핀/탄소나노튜브 복합재료(3), 산화그래핀 막(1)
창저우(常州)제6원소재료주식회사	7	다공성 그래핀(7)
중국과학원		
중국과학원 닝보(寧波)재료기술 및 공정연구소	7	다공성 그래핀(3), 그래핀 강화 탄소섬유(3), 그래핀튜브(1)
중국과학원 상하이(上海) 세라믹연구소	6	에어로젤(Aerogels)(4), 전기전도 막(1), 그래핀튜브(1)
국가나노과학센터	3	산화그래핀막(2), 그래핀/탄소섬유 복합재료(1)
중국과학원 금속연구소	3	에어로젤(Aerogels)(2), 산화그래핀막(1)
중국과학원 산시(山西) 석탄화학연구소	3	에어로젤(Aerogels)(1), 그래핀강화 탄소섬유(1), 산화그래핀막(1)
해외 주요 신청자		
TE Connectivity	2	에어로젤(Aerogels) (2)
네덜란드 Teijin Aramid	1	그래핀 탄소섬유(1)
로얄주식회사	1	그래핀 강화 탄소섬유(1)
인제대학교	1	그래핀/탄소나노튜브 복합재료(1)
삼성전자	1	수지 코팅(1)
주식회사물산나노기술연구소	1	그래핀 탄소섬유(1)

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

Ⅶ. 중국 그래핀 기술 연구의 잠재적 지적재산권 리스크

중국의 그래핀 기술 연구 분야의 잠재적인 지적재산권 리스크를 분석하기 위해 본 장에서는 특허 신청 건수, 신청자 수의 두 가지 지표(指標)에 대한 비교 분석을 실행하였다. 구체적으로 국내외 신청자가 중국에서 신청한 그래핀 특허 분포 상황을 비교 분석하였으며 중국의 그래핀 기술 분야에서 존재하는 잠재적인 지적재산권 리스크를 분석하였다(<표 7-1> 참조).

<표 7-1>의 분석 결과를 보면, 중국의 그래핀 관련 에너지저장, 센서, 수 처리, 구조재료, 복합재료, 생물재료 및 기능재료 7대 분야에서의 전체적인 지적재산권 리스크는 모두 비교적 낮은 것으로 나타났지만, 전자정보 분야에서의 지적재산권 리스크는 중등 수준에 달하며 구체적으로 다음과 같은 내용이 포함되어 있는 것으로 나타났다.

(1) 전자정보 분야에서 중국은 반도체 디바이스, 플렉시블 투명 디바이스, 전자 패키지, 열 발산 등 분야의 지적재산권 리스크가 중등 수준에 달하고 전자현미경 분야의 지적재산권 리스크는 비교적 낮은 것으로 나타났다.

(2) 복합재료 응용 분야에서 중국의 전기 전도/열전도 재료 분야의 지적재산권 리스크는 중등 수준에 있지만 촉매제 캐리어, 소파재료, 윤활재료, 장벽재료 등 분야의 지적재산권 리스크는 비교적 낮은 것으로 나타났다.

(3) 에너지저장, 태양광발전, 센서, 수 처리, 생물의약, 구조재료 및 기능재료 분야에서의 전체적인 지적재산권 리스크는 모두 비교적 낮은 것으로 나타났는데, 그 원인은 외국 기관이 아직 중국에서 관련 특허 분호를 실행하지 않았거나 신청한 특허가 아직 공개되지 않은 데 있을 것이라 판단된다.

<표 7-1> 중국 그래핀 기술 분야의 잠재적인 지적재산권 리스크 분석

신청 건수		중국 국내 그래핀 특허 총 건수: 3,177건, 그 중 국내 신청 건수는 2,908건, 해외 신청 건수는 269건임.																		
응용분야		에너지저장							센서			수 처리				구조재료					
		전체	슈퍼커패시터	리튬이온전지	태양광발전	납산전지	연료전지	리튬황리튬공기전지	전체	생물화학센서	물리센서	전체	탈염	흡착	필터	전체	에어로겔	그래핀막	그래핀탄소나노튜브	다공성그래핀	탄소섬유
해외	신청건수(건)	47	5	30	6	0	3	2	6	3	3	0	0	0	0	7	2	1	1	0	3
	신청자수(명)	20	5	11	4	0	3	2	5	3	2	0	0	0	0	6	1	1	1	0	3
국내	신청건수(건)	560	187	258	70	8	9	23	104	87	17	59	6	24	14	159	35	42	25	21	27
	신청자수(명)	180	72	108	40	6	6	18	57	46	15	37	4	19	11	59	21	28	14	12	11
중국 지적재산권리스크 현황		비교적 낮은 리스크							비교적 낮은 리스크			비교적 낮은 리스크				비교적 낮은 리스크					
		비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음		비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음

신청 건수		중국 국내 그래핀 신청 총 건수: 3,177건, 그 중 국내 신청 건수는 2,908건, 해외 신청 건수는 269건임.																			
응용분야		복합재료								전자정보					생물의약					기능재료		
		전체	전기전도열전도재료	소파재료	자성재료	윤활재료	장벽재료	강화 및 표면처리	촉매제	전체	플렉시블투명디바이스	반도체디바이스	전자패키지	열발산재료	현미경	전체	양자점	약물캐리어	항균재료	인조골격	총합계	도핑특성변환	접목특성변환
해외	신청건수(건)	33	8	1	1	2	5	9	5	77	16	52	2	9	0	0	0	0	0	0	6	2	4
	신청자수(명)	26	8	1	1	2	4	11	4	39	15	23	1	9	0	0	0	0	0	0	6	2	4
국내	신청건수(건)	5 4 8	65	17	38	30	37	1 1 4	2 4 6	4 3 1	74	30 3	15	37	10	93	16	35	18	8	1 0 0	23	7 7
	신청자수(명)	186	39	14	24	22	26	59	95	126	44	77	12	27	6	50	11	23	14	7	62	20	42

중국 지적재산권 리스크 현황		비교적 낮은 리스크								중등 정도의 리스크					비교적 낮은 리스크						비교적 낮은 리스크		
		비교적 낮음	중등정도리스크	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	중등정도리스크	중등정도리스크	중등정도리스크	중등정도리스크	중등정도리스크	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음	비교적 낮음
	신청자수(명)	1 8 6	39	14	24	22	26	59	9 5	1 2 6	44	77	12	27	6	50	11	23	14	7	62	20	4 2
我国知识产权风险情况		较低风险								中等风险					较低风险						较低风险		
		较低	中等	较低	较低	较低	较低	较低	较低	中等	中等	中等	中等	中等	较低	较低	较低	较低	较低	较低	较低	较低	较低

출처 : 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템

Ⅷ. 결론 및 시사점

본 보고서에서는 중국 국가지적재산권 관리국의 데이터를 기반으로 중국에서 신청한 그래핀 특허에 대한 중점적이고 심층적인 분석을 실시하였다.

특허건수의 연도별 분포 상황을 살펴보면, 중국 그래핀 특허 신청 건수는 지난 2008년부터 신속히 증가하기 시작했으며, 특히 지난 2011년도와 2012년도에 그래핀 특허 신청 건수가 폭발적으로 증가한 것으로 나타났다. 국내외 신청자 수의 연도별 변화 상황을 보면, 해외 신청자들이 중국에서 신청한 그래핀 특허건수는 비교적 적은 편으로 증가 속도도 늦는 한편 특허 유형 면에 있어 현재까지 중국에 접수된 그래핀 특허 신청은 발명 특허가 위주가 된 것으로 나타났다. 신청 국가와 지역들을 분석해 보면, 91.5%의 특허가 국내 신청이고 8.5%가 주로 미국(68건), 한국(55건), 일본(59건) 등의 국가 및 지역인 것으로 나타났다. 법률 상태를 보면, 미결재 특허 신청이 77.5%를 차지하고 있다. 이미 권리를 수여 받은 특허는 18.7% 밖에 안 되는 것으로 나타났다.

특허 신청자 유형을 살펴보면, 대학교 및 기업이 현재 중국 그래핀 특허 신청의 주체가 되고 있는 것으로 나타났다. 대학교 신청자는 전체 신청자 수의 31.3%를 차지하며, 특허 신청 건수는 전체 특허 신청 건수의 60%를 차지했다. 기업의 신청자 수는 39.9%를 차지하고 특허 신청 건수는 전체 특허 신청 건수의 19.6%를 차지하는 것으로 나타났다. 중국과학원의 신청자 수 및 특허 신청 건수가 차지하는 비율은 각각 5.5%와 12.2%이며, 기타 연구기관 및 개인 신청자 수 및 특허 신청 건수가 차지하는 비율은 비교적 작은 것으로 나타났다. 중국의 신청자는 기업이 위주가 되고 있으며 신청 건수는 63%를 차지하고 있다. 연구기관 및 대학교는 각각 20%와 12.5%를 차지하는 것으로 나타났다.

특허 신청자의 협력 관계를 살펴보면, 그래핀 산업화 분야에서 국내외 신청자들은 모두 특허 출원 관련 산·학·연 협력을 실행한 것으로 나타났다. 대표적인 사례로는 상하이(上海)교통대학과 상하이(上海) 중쥐자화(中聚佳華) 전지과기유한회사, 상하이(上海) 항공기제조유한회사 협력, 칭화(清華)대학과 홍푸진(鴻富錦) 정밀공업선전(深圳)유한회사, 중국핑 메이선마(平煤神馬) 에너지화공(化工)그룹유한책임회사 협력, 중국과학원 상하이(上海) 세라믹 연구소와 판구(盤固) 시멘트그룹유한회사, 창저우(常州) 판스(盤石) 시멘트유한회사 간의 협력 등이 있다. 해외 신청자 중 대표적인 사례로는 삼성전자와 서울대학교 산학협력단 및 한국과학기술원 협력, 프린스턴대학교 이사회와 월

베크 재료 유한회사, 바텔 연구소(Battelle Memorial Institute)간의 협력 등이 있다.

그래핀 제조기술을 살펴보면, 현재 그래핀 제조방법은 주로 Top-Down 및 Bottom-up 방법을 통해 실행되며, 그 중 Top-Down 방법에는 주로 기계 스트립트, 액체 스트립트, 화학 산화 스트립트 등이 포함되어 있고, Bottom-up 방법에는 주로 화학기상증착, 에피텍셜 성장, 유기합성 등이 포함되어 있다. 그 외, 그래핀 장비분야 특허는 Bottom-up 방법을 통한 그래핀 박막 제조 및 그래핀 박막 이전 방법과 설비, 그래핀을 원료로 하고 Top-Down 방법을 통해 그래핀 관련 설비를 제조하는 방법이 포함되어 있다.

그래핀의 응용분야를 분석해 보면, 그래핀 응용연구 분야의 특허 신청은 주로 에너지저장(리튬이온전지, 슈터 커패시터, 연료전지 등) 및 태양광발전, 복합재료(촉매제, 전기 전도/열전도 재료, 소파재료 등), 전자정보(플렉시블 투명 디바이스, 반도체 디바이스, 전자 패키지 등), 센서(생물 및 화학센서, 물리센서 등) 등 8대 분야에 집중되어 있으며, 그 중 신청 건수가 비교적 많은 분야는 에너지저장, 복합재료 및 전자정보 분야인 것으로 나타났다. 최근에 그래핀의 생물의약 분야, 수 처리, 기능 및 구조재료 분야 응용도 점차적으로 주목을 받기 시작했다.

중국 국내와 해외를 비교해 보면, 현재 중국 국내 특허신청자는 모든 기술 포인트에 대해 대량의 특허 분포를 실행한 상황이다. 한편 해외 신청은 주로 반도체 디바이스, 플렉시블 투명 디바이스 등 전자정보 분야, 전기전도/열전도 재료, 강화 및 표면 처리 등 복합재료 분야와 리튬이온전지, 슈퍼 커패시터 등 에너지저장 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

지적재산권 리스크를 분석해 보면, 중국 그래핀 응용에 대한 에너지저장, 센서, 수처리, 구조재료, 복합재료, 생물재료 및 기능재료 7대 분야의 전체적인 지적재산권 리스크는 모두 비교적 낮은 상황이지만 전자정보 분야의 지적재산권 리스크는 중등 수준에 있는 것으로 나타났다.

1. 결론

본 보고서는 전 세계 그래핀 기술 연구개발 배경에 대한 연구조사를 기반으로 전 세계 그래핀 기술의 전체적인 특허 패턴을 분석하였으며, 동시에 중국의 그래핀 특허에 대한 전문적이고 심층적인 분석도 실시하였다. 관련 데이터 분석을 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) 그래핀 관련 특허 신청은 20세기 말부터 시작되었으며 지난 2010년부터 전 세계 그래핀 특허 신청 건수가 대폭 증가되기 시작하였으며 해마다 대량의 발명자와 신기술 항목이 나타나고 있는 추세이다. 미래 다년간 그래핀 기술의 산업화 응용은 신속히 추진될 것으로 전망된다.

(2) 현재 그래핀 특허 기술의 핫 이슈가 되는 연구는 주로 그래핀 제조, 각종 전지의 전극재료로 사용되는 그래핀 연구, 반도체 디바이스를 개발하는 데 사용되는 그래핀 연구, 복합재료를 개발하는 데 사용되는 그래핀 연구, 저장 장치를 개발하는 데 사용되는 그래핀 연구 등이다.

(3) 현재 전 세계 그래핀 관련 특허 신청 및 접수는 주로 중국, 미국, 한국, 일본, 유럽 및 독일 등 국가 및 지역에 집중되어 있으며, 그 중 중국 국내 특허 신청 접수 건수는 기타 국가 및 지역을 대폭 초월한 상황이다. 특허 보호 상황을 보면, 미국, 일본, 한국 등의 국가 및 지역의 특허 신청자는 주로 기업체들이고 이런 기업체들은 세계 기타 나라와 지역들에서도 특허 신청을 적극 추진하고 있지만, 중국 국내의 그래핀 특허 신청자는 중국 국내 대학교 및 연구기관들이 위주이고 국제 특허에 대한 분포가 비교적 취약한 상황에 처해 있는 것으로 나타났다.

(4) 전 세계 그래핀 특허 신청자의 유형 분포를 살펴보면, 기업체들이 전체 특허 신청자 중에서 차지하는 비중이 41% 수준에 달하고 대학교, 연구기관, 개인 신청자가 차지하는 비중은 각각 35%, 15% , 8% 인 것으로 나타났다. 이런 상황은 그래핀이 여전히 이머징 기술 분야에 속하고 대규모적인 상용화를 실현하기까지는 아직도 먼 길을 가야 한다는 점을 의미하고 있다. 주요 특허 신청자의 국가별 분포를 보면, 총 39개 신청자의 특허 신청 건수가 20건을 초과하고 있으며, 그 중 미국이 3개, 일본이 5개, 한국이 8개, 스웨덴이 1개(NOKIA)인 것으로 나타났으며, 중국의 신청자 수는 비례가 비교적 높아 23개나 되며, 그 중 대학교, 연구기관이 20개에 이르는 반면 기업체는 3개밖에 안 되는 것으로 나타났다.

(5) 중국의 그래핀 특허 신청 건수는 지난 2008년도부터 신속하게 증가하기 시작하였으며 대부분의 특허 신청 및 접수는 모두 2010~2012년에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 중국 그래핀 특허의 국가 원천으로부터 보면, 91.5%의 특허가 국내

신청자에 속하고 나머지 8.5%는 주로 미국, 한국, 일본 등의 신청자에 속하는 것으로 나타났다. 2006년도 이전의 중국 내 모든 그래핀 특허 신청자는 모두 미국과 일본의 신청자에 속하는 것으로 나타났다.

(6) 중국 국내의 그래핀 제조 관련 특허를 보면, 현재 그래핀 제조기술은 주로 두 가지 방법, 즉 Top-Down와 Bottom-up 방법이 있는 것으로 나타났다.

<Top-Down 방법의 그래핀 제조 >

: 해외 신청자가 신청한 특허는 주로 그린환원, 기계 스트립트, 전기화학 스트립트, 그래핀 분산액체 등이 포함되어 있으며 우선순위일자(Priority Date)가 대부분 2009년도에 집중되어 있으며 기초적인 특허에 속한다. 중국 내 신청자는 대학교 및 연구기관이 위주가 되고 있으며 그 중 해외 신청자와 동일한 기술 분야의 특허 신청일은 대부분 해외 주요 신청자의 신청일 이후에 속하며 개선 타입의 특허에 속하는 것으로 나타났다. 분산액체 스트립트 및 그래핀 파우더 제조 기술 분야에 있어서 아직 해외 신청자가 중국 내에서 공개한 특허 신청 서류가 없으며 상대적으로 중국 내 신청자가 관련 기술 분야에서 일정한 우세를 보이고 있는 것으로 나타났다.

<Top-Down 방법으로 제조한 그래핀 장비>

: 해외(지역) 신청자 중 타이완(臺灣) 중앙연구원(신청일자: 2012년 1월 16일)에서 신청한 전기화학 스트립트 및 필터 세척, 한국 신정직(新正直) 기술주식회사(한국 우선순위 일자 2009년 8월 11일)에서 신청한 산화 환원 제조 및 그래핀 가열 스트립트가 있다. 중국 내 신청자 중 타이저우(泰州) 쥐나(巨納) 신에너지유한회사, 꾸이저우(貴州) 신탄가오커(新碳高科) 유한책임회사, 하이양왕(海洋王) 둥관(東莞) 조명과기유한회사 등과 같은 기업의 특허 신청은 주로 산화 환원 제조 및 마이크로웨이브 혹은 가열 스트립트 설비에 집중되어 있는 상황이지만, 신청 시간이 한국 신정직(新正直) 기술주식회사보다 늦기 때문에 개선 타입의 발명에 속하며, 퉁지(同济)대학의 전기화학 스트립트 특허 신청 시간은 타이완 중앙연구원보다 늦기 때문에 개선 타입의 발명에 속한다. 중국과학원 화학 연구소의 고온 고압 조건에서 진행하는 유기 인터칼레이션(Intercalation) 스트립트 특허는 지난 2011년 11월 24일에 신청되었으며 해외 기관이 중국에서 공개한 관련 특허는 아직 없다.

<Bottom-up 방법의 그래핀 제조>

: 해외 신청자가 동 분야에서 신청한 특허는 비교적 적은데 비해 중국 신청자는 화학기상증착 및 에피텍셜 성장 분야에 비교적 큰 우세를 차지하고 있다. 하지만 신청자는 주로 대학교 및 중국과학원에 집중되어 있고 기업체들의 참여가 매우 적기 때문에 중국 관련 부처에서 관련 정책을 제정 및 강화하고 주도 및 지원하여 동 기술 분야의 산·학·연 협력을 추진해야 하는 과제에 직면하여 있는 상황이다.

<Bottom-up 방법의 그래핀 박막 장비 제조>

: 해외 신청자 중 삼성(한국 우선순위일자: 2011년 3월 24일, 2011년 6월 28일), 성균관대학교 산학협력단(한국 우선순위일자: 2009년 10월 16일) 및 일본 SONY사(일본 우선순위일자 2011년 7월 6일)는 주로 화학기상증착 성장의 그래핀 박막 및 롤 투 롤(roll-to-roll) 연속성장 그래핀 박막 제조 방법에 관한 특허를 신청했는데, 이런 방법에 기반 한 특허는 조기에 신청되었기 때문에 동 분야의 기초적인 특허에 속한다. 중국 내 신청자는 주로 화학기상증착 방법 롤 투 롤(roll-to-roll) 연속성장 그래핀 박막, 화학기상증착 성장의 그래핀 박막 및 그래핀 성장 브라켓(Bracket) 핸드폰 터치스크린용 그래핀 투명 전기전도 박막 절단 등 다운 스트림 분야에 집중되어 있으며 신청 시간은 모두 지난 2011년 12월 이후인 것으로 나타났다. 이런 상황으로부터 중국 내 중국 신청자의 특허는 주로 개선 타입의 발명 및 관련 주변 특허를 위주로 하며 전체적인 신청 건수와 기업 및 개인의 참여가 비교적 많지만 신청자가 비교적 분산되어 있고 상호간의 협력 관계가 부족하여 산업화에 일정한 잠재적 리스크가 존재하고 있다는 점이 시사된다.

<Bottom-up 루트로 제조한 그래핀 박막 이전기술>

: 해외 신청자 중 삼성이 그래핀 박막 이전(한국 우선순위일자: 2009년 11월 12일, 2010년 8월 11일) 및 설비(한국 우선순위일자: 2011년 11월 19일) 특허를 보유하고 있다. 중국 내의 그래핀 박막 이전 분야 신청자는 대부분이 대학교 및 연구기관인 것으로 나타났으며 기업은 거의 참여하지 않았고 그 중 청두(成都) 전자과기대학이 지난 2010년 1월 15일에 2건의 그래핀 박막 이전특허를 신청한 것 이외, 기타 신청자의 그래핀 박막 이전 분야의 특허 신청일자는 모두 한국 삼성의 신청일자

이후에 속하며 대규모적인 그래핀 박막 이전 설비 특허가 없는 것으로 나타났다. 중국은 그래핀 박막 이전 분야에서 일정한 우세를 보유하고 있지만 대규모적인 그래핀 박막 설비 분야의 특허 분포를 강화해야 하는 과제에 직면하여 있다.

(7) 그래핀 응용기술 분야의 중국 지적재산권 리스크 차원에서 분석해 보면, 현재 중국 내 특허 신청자는 그래핀의 에너지저장, 센서, 전자정보, 생물의약, 복합재료, 수 처리, 기능재료, 구조재료 등 8대 분야에서 폭넓게 분포하고 있는 것으로 나타났다. 해외 신청자의 특허는 주로 반도체 디바이스, 플렉시블 투명 전기전도 장치 등 전자정보 분야에 집중되어 분포하는 것으로 나타났다.

구체적인 지적재산권 리스크 분석 결과는 다음과 같다.

1. 에너지저장

슈퍼 커패시터 분야에 있어 해외 신청자 중 바텔연구소(Battelle Memorial Institute)(미국 우선순위일자: 2009년 9월 3일)는 그래핀/금속산화물 분야, 일본 물질·재료연구기관(2010년 12월 2일)은 그래핀/탄소나노튜브 복합재료, Tokyo University of Agriculture and Technology(일본 우선순위일자: 2004년 6월 11일)는 그래핀/산화루테늄(Ruthenium oxide) 복합재료 특허를 신청한 상황이다. 이런 특허는 비교적 일찍 신청되었기 때문에 동 분야의 기초적인 특허에 속한다. 중국 내 신청자는 비록 그래핀/금속산화물, 그래핀/산화루테늄, 그래핀/탄소재료 분야에 대량의 특허를 신청한 상황이지만 모두 해외 관련 특허를 기반으로 개선된 발명에 속한다. 중국 내 신청자는 그래핀/전기전도 고분자, 그래핀 도핑 특성 변환 등 분야에서 비교적 큰 우세를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

리튬이온전지 분야에 있어 해외 신청자 중 바텔연구소(Battelle Memorial Institute)(미국 우선순위일자: 2009년 7월 28일)은 그래핀/금속산화물, Belenos Clean Power Holding Ltd(유럽특허청 우선순위날자: 2009년 5월 26일, 2010년 10월 22일)은 그래핀 특성 변환 리튬이온 전지 양극 및 음극재료, BASF(Badische Anilin-und-Soda-Fabrik) SE(유럽 우선순위일자: 2010년 5월 14일)은 그래핀/금속 혹은 금속산화물의 복합재료, 나노기술기기회사는 (미국 우선순위일자: 2007년 11월 5일) 접착제 전기전도 첨가제, Fuji Heavy Industries Ltd(일본 우선순위일자: 2006년 9월 6일)는 그래핀/탄소복합 음극재료 특허를 신청한 것으로 나타났다. 이상의 특허는 비교적 일찍 신청되었기 때문에 동 분야의 기초적인 특허에 속한다. 중국 내 신청자는 그래핀 전류 컬렉터(Collector), 그래핀/금속황화물 복합재료 등의 분야에서 우세를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

그 외, 태양광전지 및 납산전지 분야에서 중국 내 신청자들은 상대적으로 일찍 관련 특허를 신청했을 뿐만 아니라 특허 신청 건수도 비교적 많아 관련 두 분야에서 큰 우세를 차지하고 있으며 연료전지의 양자교환(Proton exchange) 막(膜) 분야에서는 해외 신청자가 비교적 주도적인 지위를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

총체적으로 보면, 중국에서는 그래핀 에너지저장 기술 분야, 슈퍼 커패시터 및 리튬전지 분야의 특허 신청 건수가 비교적 많고 기업이 비교적 많이 참여한 것으로 나타났다. 중국 내의 관련 분야에서는 비교적 우세를 보이고 있지만 일부 지적재산권에 대한 잠재적인 리스크가 존재하고 있는 것으로 나타났다. 그 외, 중국은 태양광전지 및 납산전지 분야에서 뚜렷한 기술 우세를 보이고 있지만 연료전지 양자 교환 막 분야에서는 해외 신청자가 주도적인 지위를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

2. 복합재료

복합재료 분야에 있어 중국 내 신청자는 촉매제, 강화 수지, 소파재료, 자성재료, 정전기저항 재료, 윤활재료 등의 분야에서 대량의 특허를 신청하였으며 해외 신청자는 강화 수지, 정전기 저항 페인트 등의 분야에서만 부분적으로 특허를 신청한 것으로 나타났다.

3. 전자정보 재료

전자정보 분야에 있어 해외 신청자는 주로 한국 삼성 및 IBM으로서 두 회사가 비교적 많은 특허를 신청했는데, 주로 반도체 디바이스 및 플렉시블 투명 디바이스 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 동 분야 특허 신청 건수가 지속적으로 증가하고 있는 현상으로 볼 때, 해외 신청자들이 동 분야를 매우 중시하고 있다는 점을 알 수 있다. 중국 내 신청자들은 반도체 디바이스, 플렉스블 투명 디바이스, 열발산 재료, 음성 장치, 투과전자현미경(Transmission electron microscope, TEM), 그리드(grid), 전자 패키지 등의 분야에서 모두 대량의 특허를 신청한 것으로 나타났다. 종합적으로 분석해 보면 중국 내의 전자정보 분야 지적재산권 리스크는 중등 수준인 것으로 나타났다.

4. 구조재료

구조재료 분야에 있어 해외 신청자 중 TE Connectivity(미국 우선순위일자: 2008년 12월 4일)는 그래핀 및 산화 그래핀 에어로젤, 네덜란드 Teijin Aramid(유럽 우선순위일자: 2010년 4월 28일)는 그래핀으로 탄소섬유 제조, 주식회사물산 나노기술연구소(일본 우선순위일자: 2004년 3월 31일)는 그래핀 구조의 탄소섬유, 로얄주식유한회사(미국 우선순위일자: 2006년 5월 2일)는 그래핀 강화 탄소섬유 특허를 보유하고 있으며 이런 특허는 비교적 일찍 신청되었기 때문에 동 분야의 기초적인 특허에 속한다. 중국 내 신청자는 다공성 그래핀, 그래핀 막 재료 분야에서 우세를 보이고 있으며 에어로젤, 그래핀으로 탄소섬유 제조, 그래핀 강화 탄소섬유 분야에서 비록 대량의 제조 방법 특허를 보유하고 있지만 부분적으로 잠재적인 지적재산권 관련 리스크가 존재하는 것으로 나타났다.

그 외, 중국은 수 처리, 센서, 생물의약 및 기능재료 분야에서 비교적 큰 우세를 보이고 있으며, 해외 신청자는 아직 중국에서 특허가 진행되지 않은 것으로 나타났다. 이런 상황으로 볼 때 중국 관련 부처는 정책 지원을 강화하여 중국이 동 분야에서의 선행적인 지위 확보를 한층 더 강화해야 하는 과제에 직면하고 있다고 볼 수 있다.

2. 시사점

그래핀은 최근 몇 년간 인기가 높은 기술 분야로 부상하였으며 전 세계 여러 주요 국가 및 지역에서는 동 분야에 대해 막대한 연구개발 비용을 투입하여 그래핀을 이용한 신기술 및 신제품의 지속적인 연구개발을 추진하고 있는 상황이다. 그래핀 관련 기술은 점차적으로 과학연구에서 산업화 방향으로 발전하고 있는 상황이다. 중국은 그래핀 관련 특허 신청에 대한 중요성을 비교적 늦게 인지하여 대처가 늦어졌으나, 최근 신속한 발전을 실현하고 있는 상황이다. 2012년도까지 중국에서 접수한 그래핀 특허 신청 건수는 이미 세계 1위로 부상한 상황이며 그래핀 제조 기술부터 에너지저장, 센서, 전자정보, 생물의약, 복합재료, 수 처리, 기능재료, 구조재료 등 8대 응용분야의 관련기술 분야에서 대량의 특허 신청을 보유하고 있다.

그래핀 제조기술 분야에 있어 중국의 그린환원, 기계 스트립트, 인터칼레이션(Intercalation) 스트립트, 전기화학 스트립트, 가열 환원 혹은 마이크로웨이브 환원 산화 그래핀 등의 Top-Down 루트의 그래핀 제조 분야의 특허 신청은 대부분 해외 특허를 기반으로 한 개선 타입의 특허에 속하고 있다. 액체 스트립트, 그래핀 파우더 제조기술 분야에서 중국 내 신청자는 상대적으로 일정한 우세를 보이고 있는 상황이다. Top-Down 루트 그래핀 설비 제조 분야에서 해외 신청자는 주로 전기화학 스트립트제(剂) 필터 청정, 산화 그래핀 제조 및 가열 스트립트 그래핀 제조 분야에 종사하며 동 기술 분야의 첫 번째 특허는 중국 내 신청자보다 일찍 신청한 것으로 나타났다. 중국과학원 화학 연구소는 2건의 고온 고압 조건 하에서 유기 인터칼레이션(Intercalation) 스트립트를 실행하는 설비 특허를 보유하고 있으며 현재 해외 연구기관이 중국의 관련 기술 분야에서 특허를 신청한 공개적인 서류를 찾지 못한 상황이다. 때문에 액체 그래핀 스트립트 분야에서 중국은 일정한 우세를 보이고 있는 것으로 보인다. Bottom-up 루트와 관련, 해외 신청자는 동 분야에서 신청한 특허가 비교적 적은데 비해 중국 신청자들은 화학기상증착 및 에피텍셜 성장 분야에서 비교적 큰 우세를 보이고 있다. 그래핀 롤 투 롤(roll-to-roll) 연속 성장 그래핀 박막의 설비 및 그래핀 박막의 이전기술 분야에서 해외 신청자의 특허 신청 건수는 비록 적은 상황이지만 오리지널 특허를 소유하고 있다. 반면에 중국 내 신청자들의 특허 신청은 그래핀 박막 제조 개선 및 핸드폰 터치스크린용 그래핀 투명 전기전도 박막 절단 등의 다운 스트림 기술 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 그래핀 박막 이전기술 분야에 있어 중국 국내 신청자 중 청두(成都) 전자과기대학이 지난 2010년 1월 15일에 2건의 그래핀 박막 이전특허를 보유하고 있는 외, 기타 신청자의 그래핀 박막 이전 분야 특허신청일자는 모두 한국 삼성의 신청일자 이후에 속하며 대규모적인 그래핀 박막 이전 설비 특허가 없는 것으로 나타났다. 중국은 그래핀 박막 이전 분야에서 일정한 우세를 보이고 있지만 대규모적인 그래핀 박막 설비 분야의 특허 분포를 강화해야 하는 과제에 직면하여 있는 상황이다.

총체적으로 보면, Top-Down 방법이나 Bottom-up 방법의 그래핀 제조 및 관련 설비를 막론하고 중국 내 특허 신청 건수는 비교적 많지만, 신청자는 대부분 대학교 및 연구기관 위주로 기업체들의 참여가 적으며 신청자는 비교적 분산되어 있고 상호간의 협력관계가 부족하여 산업화 분야에서 일정한 잠재적 리스크가 존재하고 있는 것으로 볼 수 있다. 때문에 중국 관련 부처에서 정책 유도와 지원을 강화하여 동 기술 분야 산·학·연 협력을 추진해야 하는 과제에 직면하여 있다.

그래핀 응용기술 분야에서 중국은 에너지저장 분야의 리튬이온전지 및 슈터 커패시터 특허 신청 건수가 비교적 많고 기업의 참여가 비교적 많으며 중국 내에서 관련 분야에서 일정한 우세를 보이고 있지만 일부 잠재적인 지적재산권 리스크가 존재하고 있는 것으로 나타났다. 그 외, 중국이 태양광전지 및 납산전지 분야에서의 기술 우세가 뚜렷하지만 연료전지 양자 교환 막 분야에서는 해외 신청자가 주도적인 지위를 차지

하고 있는 것으로 나타났다. 복합재료 분야에서 중국 내 신청자는 각 주요 응용분야에서 모두 대량의 특허 신청 건수를 보유하고 있으며 해외 신청자들은 강화수지, 정전기 페인트 등 분야에서만 일부 특허 신청 건수를 보유하고 있는 상황이다. 전자정보 분야에서 중국 내 신청자는 열 발산 재료, 음성 장치, 투과전자현미경(Transmission electron microscope, TEM), 그리드(grid), 전자 패키지 등 분야에서 상대적으로 우위를 차지하고 있으며 반도체 디바이스, 플렉시블 투명 디바이스 분야의 지적재산권은 중등 수준에 있는 것으로 나타났다. 구조재료 분야에서 해외 신청자는 주로 에어로젤 및 그래핀 강화 혹은 탄소섬유 제조 등의 분야에 집중되어 있고, 이에 관한 기초적인 특허를 보유하고 있으며 중국 신청자는 비록 에어로젤, 그래핀으로 탄소섬유 제조, 그래핀 강화 탄소섬유 분야에서 대량의 제조 방법 특허를 신청한 상황이지만 일부 잠재적인 지적재산권 리스크가 존재하고 있는 것으로 나타났다. 중국 신청자의 우세 분야는 주로 다공성 그래핀, 그래핀 막 재료 등 분야에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 그 외, 중국은 수 처리, 센서, 생물의약 및 기능재료 분야에서 비교적 큰 우세를 보이고 있으며 해외 신청자는 아직 중국에서 특허를 실행하지 않았기 때문에 중국 관련 부처에서 정책 지원을 강화하여 중국이 동 분야에서 선행적인 지위를 차지할 수 있도록 추진해야 하는 상황에 직면하여 있다.

현재 미국, 일본, 한국 및 유럽의 그래핀 관련 기술 연구개발은 대기업의 주도 하에 산·학·연 협력이 비교적 활성화되고 있으며 우세가 있는 분야에서 일정한 기술 독점력을 보이고 있는 상황이다. 이런 상황에 비해 중국 그래핀 관련 기술의 연구개발은 여전히 대학교 및 과학연구 기관을 위주로 하고 있으며 기업체들은 그래핀 산업화를 적극 추진하고 이미 많은 수량의 특허를 신청한 상황이지만 신청자는 대부분 연구개발 역량이 취약한 중소기업이며 이로 인해 중국 내 그래핀 관련 특허 분포가 비교적 분산적으로 조성되어 있는 상황이다. 동시에 특허 신청 서류의 작성에 대해 해외의 특허 신청서류는 비교적 넓은 보호 범위가 포함되어 있는데 이런 부분은 특허 신청에 있어서 매우 중요한 부분이 되고 있다. 이에 대해 중국의 관련 부처들은 신청자가 지적재산권 리스크가 비교적 낮은 분야의 특허 분포를 확대할 수 있도록 추진하는 동시에 중점 특허는 PCT 신청을 통해 국제적인 보호를 받을 수 있도록 추진함으로써 그래핀 관련기술 분야 중국의 우세를 확보해야 하는 과제에 직면하여 있다.

중국 내 관련 부처와 과학기술 관련 위원회는 한 편으로 그래핀 관련 기술 연구개발에 대한 지원을 강화해야 하는 동시에 더욱 많은 응용 지향형 연구개발 프로젝트를 선정해야 하며, 다른 한 편으로 기업체들을 주체로 하고 시장 지향성 및 산·학·연 결합의

국가기술혁신시스템을 구축하고 정부의 지원과 시장 유도 이 두 가지 수단의 유기적인 결합을 통해 그래핀의 잠재적인 거대 비즈니스 가치를 신속하게 개발하여 중국 그래핀 기술 연구개발과 그래핀 기술 산업의 신속하고 효과적인 발전을 추진해야 하는 중대한 과제에 직면하여 있다.

참고문헌

1. DII 특허 데이터베이스
2. 중국과학원 특허 온라인 분석 시스템
3. 마팅찬(馬廷燦) 외 : '그래핀 특허 기술 국제 연구개발 트렌드 분석', SCIENCE FOCUS Vol. 7 No. 3 2012
   (马廷灿 万勇 冯瑞华 : 石墨烯专利技术国际研发态势分析, SCIENCE FOCUS Vol. 7 No. 3 2012)
4. 완융(萬勇) 외 : '그래핀 국제 발전 트렌드 분석', SCIENCE FOCUS Vol. 5 No. 3 2010
   (万勇 马廷灿 冯瑞华 黄健 潘懿 : 石墨烯国际发展态势分析, SCIENCE FOCUS Vol. 5 No. 3 2010)
5. 워이리셴(衛立現) 외 : 그래핀 분야 중국 특허 신청 현황 분석, 《중국 발명 및 특허》, 2013년 5호
   (卫立现 杜骁勇 李涛 李珊 : 石墨烯领域中国专利申请状况分析, 《中国发明与专利》 2013年05期)

부록

부록 1. 국가/지역코드 설명

국가코드	대응 국가/지역	국가코드	대응 국가/지역
AR	아르헨티나	JP	일본
AU	호주	KR	한국
AT	오스트리아	LU	룩셈부르크
BE	벨기에	MX	멕시코
BR	브라질	NL	네덜란드
CA	캐나다	NZ	뉴질랜드
CN	중국	NO	노르웨이
CZ	체코 공화국	WO	특허협력협정
CS	체코와 슬로바키아	PH	필리핀
DK	덴마크	PT	포르투갈
EP	EU특허	RO	루마니아
FI	핀란드	RU	러시아 연방
FR	프랑스	SG	싱가포르
DD	동독	SK	슬로바키아
DE	독일	ZA	남아프리카 공화국
HU	헝가리	SU	구소련
IN	인도	ES	스페인
TP	국제기술공고	SE	스웨덴
IE	아일랜드	CH	스위스
IL	이스라엘	TW	중국 타이완(臺灣)
IT	이탈리아	GB	영국

부록 2. 중점 특허 수록 리스트

발명 명칭	원천국가/조직	특허권리인	미국 특허 공개 공고 번호	인용 횟수	보호구역	PCT신청 혹은 제3자 특허	IPC 소분류 건수
Thermallyexfoliatedgraphiteoxide	US	PRUDHOMMERK	2007092432	51	US;WO;EP;IN;CN;CA;TW;JP	PCT+제3자 특허	3
Graphitenanofibersandtheiruse	EP	NIPPON SHINKUGIJUTSUKK	6812634	47	EP;JP;US;KR;TW;DE	제3자 특허	18
Electricallyconductivecompositionsandmethodofmanufacturethereof	US	CLARKDC	2004211942	38	US;WO;EP;KR;JP;CN	PCT+제3자 특허	10
Graphenesheetandmethodofpreparingthesame	US	SAMSUNGELECTRONICSCOLTD	2009110627	34	US;EP;CN;KR;JP	제3자 특허	15
Functional graphene-rubbernanocomposites	WO	UNIVPRINCETON	2010096597	31	WO;EP;KR;CN;JP;US;IN	PCT+제3자 특허	11
Devicesincludinggraphemelayersepitaxiallygrownonsinglecrystalsubstrates	US	PFEIFFERLN	2007187694	31	US;WO;KR;EP;JP;IN;CN	PCT+제3자 특허	18
Double-walledcarbonnanotubesandmethodsforproductionandapplication	WO	FULLERENEINTCORP	2012107610	27	WO;EP;KR;JP;DE;US;CA	PCT+제3자 특허	13
Patternedthinfilmgraphitedevicesandmethodformakingsame	US	DEHEERWA	2004253820	26	US;WO;EP	PCT	11
Large-areasingle-andfew-layergraphemeonarbitrarysubstrates	WO	MASSACHUSETTSINSTTECHNOLOGY	2010021708	25	WO;US	PCT	9
Functionalgrapheme-polymernanocompositesforgasbarrierapplications	WO	UNIVPRINCETON	2010096595	25	WO;EP;IN;KR;CN;JP;US	PCT+三方	15
Nanographemeplatelet-basedcompositeanodecompositionsforlithiumionbatteries	US	ZHAMUA	2009117467	25	US;WO;KR;CN;JP	PCT	15
Graphenesheetandprocessofpreparingthesame	US	SAMSUNGELECTRONICSCOLTD	2009068471	23	US;WO;KR;EP;CN	PCT	7
Semiconductordeviceusinggraphemeandmethodofmanufacturingthesame	WO	NECCORP	2010102292	20	WO;US;JP	PCT	14
Carbonnanotubepowder,carbonnanotubes,andprocessesfortheirproduction	CN	BAYERMATERIALSCIENCEAG	2009124705	20	CN;DE;WO;US;EP;KR;IN;JP;TW;RU;ES	PCT+제3자 특허	19
Anisotropicthermalsolution	WO	GRAFTECHINC	2002157818	22	WO;US;EP;AU	제3자 특허	6

발명 명칭	원천국가/조직	특허권리인	미국 특허 공개 공고 번호	인용 횟수	보호구역	PCT신청 혹은 제3자 특허	IPC 소분류 건수
Graphitecompositesandmethodsofmakingsuchcomposites	US	GRAFTECHINC	2004034151	22	US;WO;AU;DE	PCT	10
Lowdensitylightningstrikeprotectionforuseinairplanes	WO	GOODRICHCORP	2009227162	20	WO;EP;CN;US	PCT	17
Carbonfiberproduct,compositeusingthesame,conductiveresin,andmethodofadjustinglengthofcarbonfiberproduct	EP	GSICREOSCORP	2002136882	20	EP;US;CN;JP;DE	제3자 특허	13
Processforthepreparationofgraphene	WO	UNIVWOLLONGONG	2010303706	19	WO;AU;EP;US;JP;CN	PCT+제3자 특허	5
Catalyticallygrowncarbonfiberfieldemittersandfieldemittercathodesmadetherefrom	WO	DUPONT DENEMOURS&COEI	2003222560	19	WO;EP;AU;KR;US;CN;JP	PCT+제3자 특허	3
Multilevelnonvolatilememorydevicecontainingacarbonstoragematerlalandmethodsofmakingandusingsame	WO	SANDISK3DLLC	2009257265	17	WO;US;TW;JP;CN	PCT	17
Functionalisedgrapheme oxide	WO	UNIVSINGAPORENAT	2011052813	14	WO;KR;US	PCT	10
Graphitearticlehavingpredeterminedanisotropiccharacteristicsandprocessstherefor	WO	GRAFTECHINC	2002164483	13	WO;US;EP;AU	PCT	3
Functionalanchorsconnectinggrapheme-linkcarbontometal	WO	CALIFORNIAINSTOFTECHNOLOGY	2009029221	12	WO;US	PCT	6
Ultrathincarbonfibers	JP	BUSSANNANOTECHRESINSTINC	2006062715	12	JP;WO;US;KR;CN;EP;IN;CA;RU	PCT+제3자 특허	6
High-resolutionmolecularsensor	WO	HARVARDCOLLEGE	2010327847	14	WO;EP;US	PCT	6
Electricdouble-layercapacitor	WO	ADVANCEDCAPACITORTECHNOLOGIES INC	2006164790	13	WO;JP;EP;US;CN;KR	PCT+제3자 특허	8
Electricallyconductivecompositionsandmethodofmanufacturethereof	US	ELKOVITCHMD	2004232389	13	US;WO;EP;CN;JP;DE	PCT+제3자 특허	8
Reducedgraphemeoxidefilm	WO	USSECOFNAVY	2009235721	12	WO;US	PCT	15

발명 명칭	원천국가/조직	특허권리인	미국 특허 공개 공고 번호	인용 횟수	보호구역	PCT신청 혹은 제3자 특허	IPC 소분류 건수
Methodsforpreparationofgraphemenanoribbonsfromcarbonnanotubesandcompositions,thinfilmsanddevicesderivedtherefrom	WO	UNIVRICEWILLIAMMARSH	2010105834	11	WO;US;TW;EP;KR;JP	PCT+제3자 특허	13
Nanocompositeofgrapheme andmetaloxidematerials	WO	BATTELLEMEMORIALINST	2010081057	11	WO;US;CA;KR;EP	PCT	29
Doublepatterningmethod	WO	SANDISK3DLLC	2009258318	10	WO;US;TW	PCT	9
Reveresleakagereductionandverticalheightshrinkingofdiodewithhalodoping	US	SANDISK3DLLC	2009268508	10	US;WO;TW	PCT	12
Grapheneshellandprocessofpreparingthesame	US	SAMSUNGELECTRONICSCOLTD	2009068470	10	US;WO;KR	PCT	10
Synthesisofgraphemesheetsandnanoparticlecompositescomprisingsame	WO	UNIVNORTHCAROLINA	2011186789	9	WO;US	PCT	13
Highlyefficientprocessformanufactureofexfoliated graphene	WO	DOWGLOBALTECHNOLOGIESINC	2011014111	9	WO;EP;KR;CN;JP;US	PCT+제3자 특허	4
Probes,methodsofmakingprobesandapplications ofprobes	WO	REVEOINC	2007082459	8	WO;US;KR	PCT	14
Porouselectricallyconductivecarbonmaterialandusesthereof	WO	MAXPLANCKGESFOERDERDRUNGWISSENSCHAFTEN	2009269667	9	WO;KR;EP;CN;US;JP	PCT+제3자 특허	16
Thin-filmtransistor,carbon-basedlayerandmethodofproducingthereof	WO	CARBEN SEMICONLTD	2011042649	8	WO;EP;US	PCT	8
Highthermalconductivite element,methodformanufacturingsame,andheatradiatingsystem	WO	MATSUSHITAELECTRICINDCOLTD	2006035085	8	WO;US;JP;CN	PCT	12
Carbon-basedinterfacelayerforamemorydeviceandmethodsofformingthesame	US	SANDISK3DLLC	2010006811	8	US;WO;TW;KR;CN;JP	PCT	17
Methodofdepositingsilicononcarbonmaterialsandformingananodeforuseinlithiumionbatteries	US	BURTONDJ	2008261116	8	US;WO;EP;JP	PCT+제3자 특허	16
Doublepatterningmethod	WO	SANDISK3DLLC	2009258501	7	WO;US;TW	PCT	10
Gas-phasefunctionalizationofsurfacesincludingcarbon-basedsurfaces	WO	HARVARDCOLLEGE	2010320437	7	WO;US	PCT	12

발명 명칭	원천국가/조직	특허권리인	미국 특허 공개 공고 번호	인용 횟수	보호구역	PCT신청 혹은 제3자 특허	IPC 소분류 건수
Graphite-basedphotovoltaiccells	WO	WISCONSINALUMNIRESFOUND	2010132773	7	WO;AU;KR;EP;CA;EX;IN;CN;US;JP;MX	PCT+제3자 특허	9
Highperformancebatterieswithcarbonnanomaterialsandionicliquids	US	ADATECHNOLOGIESINC	2009246625	7	US;WO	PCT	10
Negativeelectrodeactivematerialforanelectricitystoragedeviceandmethodformanufacturingthesame	EP	FUJIJUKOGYOKK	2008220329	7	EP;JP;CN;US;KR	제3자 특허	16
Nanocarboncompositestructurehavingruthenium oxidetrappedtherein	WO	UNIVTOKYOAGRIC&TECHNOLOGY	2008048153	7	WO;EP;CN;KR;US;JP	PCT+제3자 특허	9
Processandapparatusforproducingsingle-walled carbonnanotube	WO	CARBONNANOTECHRESINSTINC	2006073275	7	WO;AU;US;JP	PCT	6
Elctrodematerialforelectricdoublelayercapacitorandelectricdoublelayercapacitor	EP	GSICREOSCORP	2002141140	7	EP;US;JP;CN	제3자 특허	4
usingthesame							
Grapheneandgrapheme oxideaerogels	WO	TYCO ELECTRONICSCORP	2010144904	6	WO;US;EP;CN;JP	PCT+제3자 특허	7
Highyieldpreparationofmacroscopicgrapheme oxidemembranes	WO	UNIVPENNSYLVANIA	2012107593	6	WO;US	PCT	10
Largeareadepositionanddopingofgrapheme,andproductsincludingthesame	US	GUARDIANINDCORP	2011030991	6	US;WO;TW;EP;KR;MX;CN;JP	PCT+제3자 특허	9

중국의 그래핀 기술 특허 분석 보고서

인 쇄	2015년 3월
발 행	2015년 3월
발 행 인	한 선 화
발 행 처	KiSTi 한국과학기술정보연구원 Korea Institute of Science and Technology Information www.kisti.re.kr
주 소	서울시 동대문구 회기로 66
전 화	(02)3299-6114
I S B N	0
인 쇄 처	승림디엔씨 (02)2271-2581

<비매품>