

MEMBRANE COATING의 특허동향조사

이철민, 방지훈, 백성현 · 한국특허정보원

1. 서론

최근 섬유공업 분야에서 나노섬유가 주목을 받고 있다. 그 이유는 나노섬유가 비표면적이 크고, 유연성이 있으며, 나노섬유를 이용하여 새로운 재료가 개발될 수 있다는 기대가 크기 때문이다. 나노섬유를 만드는 방법으로는 용매에 용해한 고분자 용액에 고전압을 작용시켜 섬유를 만드는 용매형 전계방사법과 고분자 용액에 고전압을 작용시켜 섬유를 만드는 용융형 전계방사법이 있으나, 용매형 전계방사법이 주류를 이루고 있다.

섬유고분자의 전계방사는 최근 10년간 연구와 상업적으로 엄청나게 관심이 집중되고 있으며 전계방사에 대한 연구활동이 최근 10년 사이에 기하급수적으로 증가하고 있다. 이에 최근의 기술개발 동향과 향후전망에 대하여 살펴보고자 한다.

1.1. 나노섬유의 역사

전계방사법은 1795년 Bose가 표면장력에 의해 모세관 끝에 매달려있는 물방울에 고전압을 부여할 때 물방울 표면에서 미세필라멘트가 방출되는 정전 스프레이 현상을 발견한 것에 기원을 둘 수 있으며, 점도를 가진 고분자 용액이나 용융체에 정전기력이 주어질 경우 섬유가 형성되는 현상이다.

전계방사법은 1930년에 출원된 미국특허 1,975,504에 이미 기술이 전개되어 있으나 그 후 실용화는 일부 필터 용도를 제외하고는 거의 보고되지 않고 있다. 그 이유는 전계방사법의 생산성이 낮고, 나노사이즈의 섬유보다도 마이크로미터 사

이즈의 용융유동법(MB)이나 플래시방사법이 시대의 요구에 부합했기 때문이다. 그러나 최근 나노테크놀로지에 대한 기술이 주목되기 시작하면서 2000년부터 급격히 연구가 활발해지고 있다.

전계방사 기술은 자본집약적이고 대량생산을 위한 지금까지의 섬유생산 시스템으로부터 시설투자가 적고, 경제적인 생산체제로 전환할 수 있는 장점을 가지고 있어 전계방사에 의한 나노섬유 제조기술은 현재 재료화학으로부터 생명과학에 이르기까지 다양하게 연구되고 있다.

나노섬유 기술은 미국, 독일, 러시아에서 선행하고 있으며, 특히 미국에서는 MIT의 나노테크놀로지 연구소를 비롯해 50개 이상의 대학이나 연구기관에서 기술개발을 하고 있다. 독일에서는 마루브루그 대학을 중심으로 기업 등이 가담해 수년 후에는 나노섬유 시대가 온다고 선언하고 있다. 러시아에서는 구소련 시대부터 전계방사를 중심으로 극비리에 연구개발이 추진되어 기초과학으로부터 장치개발에 이르기까지 높은 수준을 유지하고 있다.

이들 기술은 패션성이 우수한 섬유제품의 제조가 목적이 아니라 초경량으로 방폭성 등이 우수한 방호복, 엔진필터나 차세대 클린룸용 필터와 같은 환경 재료, 2차전지 세퍼레이터, 전극재료 및 센서 팁 등 IT 관련재료, 재생의료용 지지체(scaffold) 등 바이오 관련 재료와 같이 지금까지와는 달리 IT, 바이오, 환경 등 최첨단의 산업을 뒷받침하는 재료로서 나노 섬유에 관한 것이다.

Table 1. 나노섬유의 방사법

방사법	장점	문제점	대상자료
전계방사법	상온에서 방사가능 방사가능한 섬유직경은 수 nm~수십 μ m 표면구조 제어 용이	생산성이 낮음 용제회수가 필요 방폭설비가 필요	용제가능, 고분자, 단백질 (대부분의 고분자에 적용 가능) 열에 약한 재료 무기재료도 방사가능
복합용융방사법	1,000 nm 이하의 초극세섬유 방사가능	섬유 분할공정이 필요 열에 약한 소재에는 적용 불가능	용융가능한 고분자에만 적용가능(PET)
멜트블로우법	공정이 용이	섬유경 0.5 μ m 이하의 방사는 곤란 열에 약한 소재는 적용 불가능	용융가능한 고분자에만 적용가능

1.2. 나노섬유의 공업화

나노섬유의 제조법으로는 전기방사법 외에 복합방사법, 멜트블로우법, CVD 법, 생물법 등이 있으며, Table 1에 이들의 장단점을 소개한다. 복합용융방사법에서는 20nm 정도까지 공업생산이 가능하며, 폴리에틸렌테레프탈레이트 등의 용융고분자에 이용되고 있다. 멜트블로우법은 200 nm 정도까지 공업생산이 가능하며, 폴리프로필렌 등의 용융고분자에 이용되고 있다.

전기방사의 기본 구성은 아주 간단하다. 노즐이 용기에 설치되어 있고, 그 하단에 강 전압을 걸면 대전극에 나노섬유가 부착되는 원리이다. 그러나 실제 공정은 그리 간단치 않다. 액적이 노즐로부터 나오면 변형이 일어나고, 아주 가늘어 수 nm까지 만들어진다. 통상 평활면을 갖지만 다공성을 갖게 할 수 있다.

2. 기술의 개요

2.1. 나노섬유의 정의

나노재료는 적어도 100 nm 이하의 치수를 갖는 것으로서 직물용 섬유의 경우 직경이 100 nm이고 중량비가 100:1 이상인 1차원의 유연성 고체상 나노재료라고 정의할 수 있다.

극세사란 일반적으로 사람 머리카락 굵기의 100분의 1보다 가늘게 수축, 가공한 섬유로서 microfiber라는 용어로 사용되어 왔다. 최근 들어 나노소재 관련기술이 빠르게 발전함에 따라 기존 극세사보다 더욱 얇고 가는 섬유 소재가 개발되고 있으며, 최근에는 1 micrometer 이하의 섬유를 극세사의 새로운 기준으로 사용하고 있는 추세이며 이를 나노섬유라고 한다.

나노섬유란 엄밀한 의미에서 보면, 1 nm부터 100 nm의 직경을 가진 섬유를 말하나 섬유산업에서는 이러한 섬유의 용

도가 극히 제한적이어서, 극세사로 칭하는 마이크로섬유(micro fiber)와의 차별화를 위하여 섬유의 직경이 1 μ m 이하인 섬유를 지칭하고 있다. 최근에 언급되고 있는 나노섬유는 일반적으로 전기방사(electrospinning)나 이를 개선한 방법으로 제조된 섬유를 말하고 있으며, 제조방법에 따라 크게 나노방사 분야와 나노구조 섬유 분야로 나누어 볼 수 있다.

2.2. 전기방사 장치

전기방사는 전하차이를 이용하여 제조하는 방법으로 다른 방법으로는 가공할 수 없는 극세 고분자섬유를 제조할 수 있는 기술로 각광을 받고 있다. 고분자, 세라믹, 복합재료, 금속 등의 용액이나 용융물을 나노미터에서 서브미크로미터 직경을 가진 섬유를 제조할 수 있는 비교적 간단하고 쉬운 방법이다.

전기방사 장치는 수직으로 위치한 모세관 끝, 즉 방적돌기에서 고분자 용액은 중력과 표면장력 사이에 평형을 이루며 반구형 방울을 형성하며 매달려 있게 된다. 이때 전기장을 부여하면 표면장력과 반대되는 힘이 발생하여, 반구형 방울은 원추형 모양으로 늘어나게 되며, 전기장이 어느 세기 이상이 되면 표면장력을 극복하면서 하전된 고분자 용액의 젯이 테일러 콘에서 계속해서 방출된다.

전기방사 시 원추각은 약 30도이다. 보다 더 높은 전압이 걸리게 되면 변형된 방울로부터 분사가 형성된다. 이 분사물은 반대 전극 방향으로 이동하고 굵기가 얇아진다. 반대 전극으로 향하는 동안 용매가 증발되고, 높은 속도로 반대 전극으로 향함에 따라 직경이 마이크로미터에서 나노미터에 이르는 고체섬유가 석출된다.

전기방사 장치는 아주 간단하지만, 전기의 영향 하에서의 섬유방사 메커니즘은 아주 복잡하다. 전기방사의 핵심은 매달린 방울 표면에 전하를 고정화시킴으로써 연속적인 젯(jet)을 만들어내는 것이다.

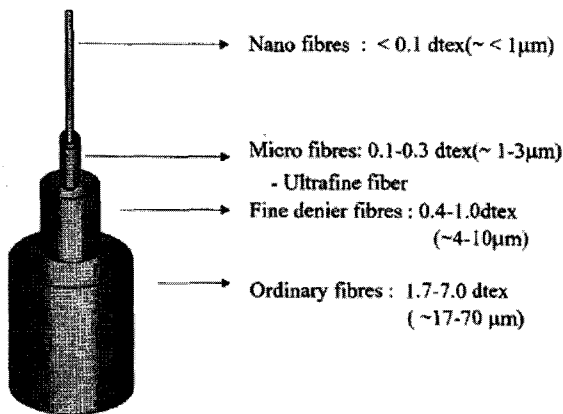


Figure 1. 나노섬유 직경의 비교.

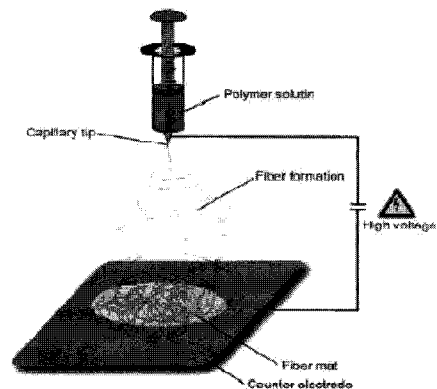


Figure 2. 전기방사장치의 개념도.

전계방사 과정은 5가지 주요 단계로 나눌 수 있다. 1) 매달린 방울의 전하 부가, 2) 콘-젯(cone-jet)의 형성, 3) 안정화 젯의 세션화, 4) 젯 안정성의 성장을 통한 나노미터 크기로 직경 감소, 그리고 5) 여러 가지 형태로의 섬유 포집이다. 불안정한 액체 필라멘트의 연신을 통해 나노미터 크기 직경의 섬유를 형성하여 고화시킨 후 포집기 상에 섬유가 쌓이게 된다. 액체 젯은 방사 및 연신 과정에서 섬유 형태를 유지시키기 위해 적절한 점탄성을 유지해야 한다.

나노섬유를 응용하기 위해서는 복잡한 구조를 갖는 나노섬유가 필요하다. 2003년 복합전계방사 방법이 개발되었다. 2 종류의 용액과 2개의 노즐을 사용하는 방법으로 복합 액적을 형성시킨다. 코어셸(core shell) 구조를 만들어 코어 부분에 수용액이나 알코올, 기름에 녹는 것을 사용한다. 또는 효소나 단백질, 성장인자, 항생물질, 박테리아 등을 넣을 수도 있다. 이 방법을 사용하여 중공사도 제조 가능하다.

현재에는 다양한 방식의 전기방사장치가 개발되고 있다.

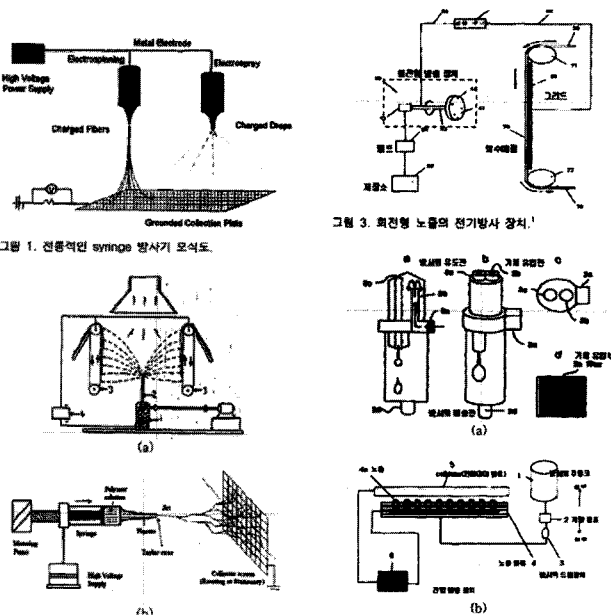


Figure 3. 다양한 전기방사장치.

2.3. 나노섬유의 특징

나노섬유는 일반 섬유에 비하여 낮은 밀도와 단위부피당 표면적이 매우 큰 특징을 가지고 있다. 따라서 표면에 기능성 그룹의 도입 원자 또는 이온의 반응, 나노입자의 흡착을 비교적 용이하게 할 수 있다. 또한 나노섬유를 이용한 나노웹은 미세공극의 치밀한 형성이 가능하여 고효율/고성능의 소재로 적용이 가능하고, 미세입자 또는 수증기를 선택적으로 투과 할 수 있어 다양한 분야로의 응용이 가능하다.

2.3.1. 초비표면적

모발의 직경이 약 50미크론이며, 같은 중량의 500-5 nm의 굵기의 나노섬유와 비교하면 100-10000배의 표면적을 가지고 있어 분자인식성이나 흡착특성 등이 우수한 성질을 갖는다. 이와 같이 비표면적이 매우 커지면 다른 분자를 인식하는 분자인식성이나 다른 분자를 흡착하는 흡착특성이 향상되어 센서나 재생 의약품 재료로서 이용할 수 있다.

2.3.2. 나노사이즈

나노섬유는 유체역학특성과 광학특성 등이 우수하다. 유체역학 특성에서는 기체 등의 저분자는 슬립 플로우를 일으켜 필터류에 있어서 압력손실을 저감할 수 있을 뿐만 아니라 지금까지 포집되지 못한 서브미크론 미립자를 완전히 포집할 수 있어 초고성능 필터로서 매우 큰 기대가 모아지고 있다. 또한 나노섬유의 직경이 광의 파장보다 짧기 때문에 광의 난반사가 적어져 투명도가 높은 섬유가 만들어지며, 액정과 혼합하여 사용하면 매우 광의 투과성이 우수한 전자종이가 가능하고 또한 디스플레이용 광학재료로서 사용할 수 있다.

2.3.3. 초분자배열

섬유 내의 고분자 사슬이 똑바로 늘어져서 생기는 효과로 전기적 특성, 역학적 특성, 열적특성이 형성된다. 전기적 특성에서는 카본나노섬유, 카본나노튜브나 전도성 고분자 나노섬유와 같이 나노섬유에서도 전도성 원자나 분자를 규칙적으로 똑바로 배열할 수가 있으므로 전도성이 매우 우수한 섬유를 만들 수 있다. 전류수송량을 동선의 1000배 정도로 할 수 있으며, 웨어러블 일렉트로닉스나 모바일 연료전지에 사용할 수 있다.

역학적 특성에서는 나노섬유 내에서 고분자가 똑바로 배열하고 있기 때문에 매우 강한 섬유를 만들 수 있다. 인장강도를 나일론의 100배 이상으로 할 수 있고, 수퍼 안전복으로 사용할 수 있다.

열적특성에서는 분자가 똑바로 배열하고 있어 하이브리드화에 의해 내열성이 향상되고, 열에 강한 섬유를 만들 수 있다. 유기, 무기 하이브리드화에 의해 내열성을 400 °C 이상 향상시킬 수 있으며, 내열 스마트패브릭이나 초고성능 내열성 필터를 만들 수 있다.

2.4. 나노섬유의 응용범위

2.4.1. 공업용/군사용 필터로서의 응용

환경산업용으로 이용되는 예로서 농업용 다기능 비닐, 수처리 필터, 에어필터, 구조물용 부직포가 있다. 농업용 다기능

능 비닐에는 발수성, 보습성, 자외선 차단이라는 상용되지 않는 성질을 동시에 가질 필요가 있다. 이를 위해 초박막 적층화, 표면구조의 nano-fabrication이라는 나노 파이버 기술을 구사한 나노크기 구조 제어가 필요하다. 수처리 필터와 에어 필터는 세계적인 환경오염 문제 해결을 위해 중요한 역할을 담당하고 있는 동시에 앞으로 큰 수요를 가지는 분야이다. 나노 단위로 구조 제어된 필터는 유해 물질만을 분별하여 제거할 수 있다.

나노 파이버 기술이 확립되면 구조적으로 결합이 적은 섬유를 제조할 수 있다. 또한 나노 파이버는 비표면적이 크기 때문에 나노 파이버와 매트릭스 고분자의 계면 구조제어 및 매트릭스 내부의 나노 파이버 분산 제어에 의해 종래의 복합재료에 비해 매우 우수한 초경량, 고강도의 재료가 실현된다. Figure 4는 필터용으로 사용되고 있는 폴리에스터 섬유 재질 위에 전기 방사된 나노 파이버를 보인 그림이다.

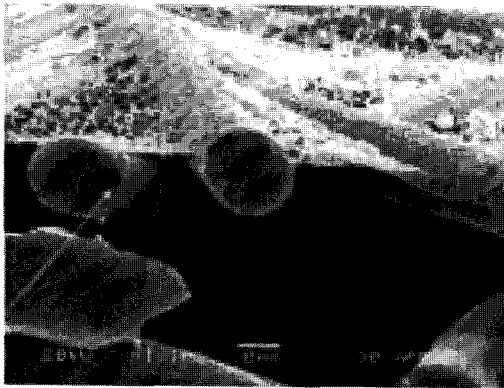


Figure 4. 적층된 나노 파이버.

2.4.2. 의공학(bio-engineering) 응용

생체의 구조 조직은 바이오 나노 파이버를 기본으로 구성되어 나노 파이버의 배향이 제어되어 단층 구조화함에 따라 확장, 압축, 굴곡, 꼬임 등 여러 가지 변형이 더해져 고차 조직을 형성하고 있다. 생체 재료 분야에서 바이오 파이버는 액틴과 미오신 근육조직 빛살무늬 슬라이드 기구로 대표된다. 이 정도의 정밀한 조직은 아직 완벽하게 구현할 수 없지만 나노 파이버 기술은 바이오 칩, 바이오 센서, 바이오 필터, 재생 의료용 배지에 응용된다. 나노 코팅과 나노 패브릭 기술을 바이오 칩과 바이오 센서에 응용함에 따라 균일한 박막의 다공성 구조를 얻을 수 있고, 감도와 정도를 비약적으로 향상시킬 수 있다. 또한 나노 패브릭과 마이크로 패브릭에 미생물을 고정화하면, 반응성이 높고 처리 효율이 좋은 바이오 필터가 된다. 나노 크기의 다공성 마이크로 패브릭은 바이러스나 유해 미생물의 침입은 막고 영양소는 투과시키는 재생 의료용으로 활용되고 있다.

2.4.3. 약물전달(drug delivery) 응용

환자에게 약물을 전달하는 것은 오래 동안 매우 중요하게 생각되어져 왔다. 일반적으로 약물은 그 크기가 작으면 작을수록 잘 흡수 된다. 나노 파이버를 이용하여 약물전달에 이용하는 것은 나노 파이버의 크기가 매우 작고 표면적이 크기 때문이다. Kenway는 poly-ethylene-co-vinylacetate, poly-lactic acid를 이용하여 tetracycline hydrochloride의 약물전달을 실험하였다. 또한 Ignatious는 전기방사된 나노 파이버를 이용하여 우리가 원하는 시간에 순간적으로 약물투여를 할 수 있음을 보였다. 일반적인 약물전달 방식에는 다음과 같은 방법이 사용되고 있다.

- 1) 약물을 입자로 만들어 나노 파이버로 된 캐리어에 붙이는 방법.
- 2) 약물과 캐리어 모두 섬유로 만드는 방법.
- 3) 약물과 섬유를 하나의 섬유로 만드는 방법.
- 4) 캐리어물질을 약물입자가 함유된 튜브로 만드는 방법이며, 이중 3)과 4)가 선호된다. 그러나 나노 파이버를 이용한 약물전달방법은 초기 연구단계에 있으며 실제의 효능 및 효율은 아직 알려지지 않았다.

2.4.4. IT 관련재료

전자디바이스의 고밀도화, 집적화와 함께 나노크기에서 조직화 가능한 재료가 요구되고 있다. 특히 빛을 사용한 디바이스는 고속이고, 신뢰성도 높지만 큰 나노 크기 수준 때문에 구조 제어된 재료는 실현되지 않는다. 비선형 광학 기능을 가진 액정고분자계 나노 파이버 혹은 빛을 1차원 전송 가능한 금속피복 나노 파이버를 설계, 구축함에 따라 광 정보통신과 광 컴퓨터의 고속도화가 실현 가능하다.

2.4.5. 전기, 광학 응용

전도성 나노 파이버는 전자소자, 센서, 액츄에이터에 사용되어질 것이다. 전기화학적 반응속도는 전극의 표면적에 비례하기 때문에 나노 파이버로 만들어진 전도성 멤브레인 전극은 고효율전지에 사용되기 적합하다. 그 외 전도성 멤브레인은 dissipation, corrosion protection, 전자기 보호막, photovoltaic device로 사용될 수 있다. 광학적 스위치로 사용되는 액정소자의 개발에 전기방사 나노 파이버가 사용될 수 있다. 액정소자는 몇십 마이크로 두께의 액정이 흡수된 나노 파이버 층으로 구성되어있다. 액정/나노 파이버 복합체는 전극사이에 놓여있는데 전극의 전기장에 따라 투과율이 변화한다. 섬유의 굵기에 따라 액정과 섬유사이의 굴절률에 차이가 생기게 되며 결과적으로 소자의 투과율을 바꿀 수 있는 것이다.

2.4.6. 기타

PVDF(poly-vinylidene-fluoride)와 같은 피에조효과를 가지고 있는 섬유는 피에조소자에 사용된다. PLGA 나노 파이버 필름은 화학적, 생물화학적 응용에 사용되는 센싱 인터페이스로 사용된다. 형광성 나노 파이버로 만들어진 광학센서가 최근 보고되었다. 전기방사로 만들어진 초미세섬유는 다양한 나노 튜브를 개발하기 위한 템플릿으로 사용될 수 있다. 일반적으로 튜브제는 나노 파이버 템플릿에 코팅되고 나노 파이버는 템플릿이 열 열화나 용액추출에 의해서 없어질 때 만들어지게 된다.

3. 특허정보조사

3.1. 배경

특허 분석에 사용한 기술 분류는 IPC 분류를 기준으로 하였다. 여기서 말하는 IPC(International Patent Classification; 국제특허분류)란 특허 분류의 일종으로서, "국제특허분류에 관한 Strasbourg 협정"에 따라 각 국가에서는 모든 출원 권을 국제특허분류에 따라서 분류하고 있으며, 세계 각국이 공통적인 분류체계를 사용함에 따라서 IPC를 이용하여 국가 간의 기술을 교류하고 외국 특허 문헌의 원활한 이용과 검색이 가능하게 되었다. IPC의 구성은 기술 전체를 8개의 섹션(section)으로 나누어 알파벳 A~H로 표시하며, 각각의 섹션에 대하여 클래스(class), 서브클래스(sub-class), 그룹(group), 서브그룹(sub-group)으로 기술을 세분하여 나누어 놓았다.

조사 대상 IPC는 D 섹션을 대상으로 조사하였으며, D섹션 중에서 D01 분야에서 D06 분야까지로 한정하여 조사하였으며, D06 분야 중에서 D06F 분야는 제외하였는데 D06F 분야

는 주요 내용이 다리미, 세탁기, 건조기 등으로 섬유 분야와는 특별히 상관이 없기 때문에 제외하였다.

3.2. 특허분석 기준

1984년 1월 1일부터 최근까지 공개된 한국, 일본특허 및 1986년 1월 1일부터 최근까지 등록된 미국특허를 대상으로 분석 데이터를 구축하였다.

3.2.1. 출원데이터의 분석범위

한국, 일본특허가 해당되며, 공개된 섬유산업 관련 특허 출원 중 출원데이터가 1984.1.1~최근까지로 하였으며, 정량분석에서는 2008.12.31로 한정하였는데, 2009년 이후의 특허는 다수 있으나 특허공개제도에 의해 출원된 특허가 공개되는 것이 출원 후 18개월이 소요되는 것을 감안하면 2009년에 출원된 특허중에서 아직 공개 안된 특허가 있기 때문에 미공개 데이터에 의한 출원급감 등의 현상이 발생할 것을 우려하여 공개가 완료된 2008.12.31까지를 정량분석 범위로 정하였다.

3.2.2. 등록데이터 분석범위

미국특허가 해당되며, 정량분석에서는 등록년도 기준 1986.1.1~2009.12.31까지 등록된 특허를 대상으로 하였다. 한편 미국도 2000년도에 들어서면서 공개특허제도를 도입하였는데, 정량분석에서는 미국공개특허는 제외하고 미국등록특허만을 대상으로 하였으며, 정성분석에서는 미국공개특허도 포함시켜 분석을 진행하였다.

3.2.3. 검색식

Table 2. 섬유 분야의 IPC 해설

Section	Class	내용	주요 기술
D 섹션 (섬유)	D01	천연 또는 인조사나 섬유 ; 방직	합성섬유, 방사장치 및 방법, 방직
	D02	사 ; 사 또는 로프의 기계적인 끝마무리 ; 정경 또는 범 권취	가연사, 권취사, 정경
	D03	제직	직물, 직기, 자카드
	D04	부직포 ; 트리밍, 편물; 레이스 뜨기 ; 꼰끈	편물, 부직포
	D05	봉제 ; 자수 ; 터프팅	봉제, 재봉장치, 자수기
	D06	섬유 또는 유사물의 처리 ; 세탁 ; 달리 분류되지 않는 가요성 재료	직물 후처리, 염색장치, 세정, 완성된 섬유의 화학적 후처리

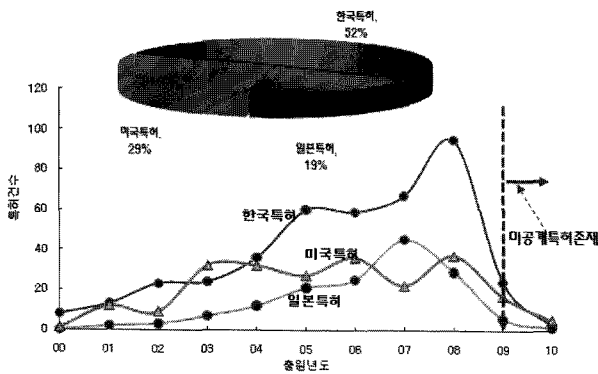
Table 3. 전기방사 관련 검색식

핵심키워드	국가	검색식
electrospinning	한국 (국문)	(전기방사* or 정전방사* or 전하방사* or (전기*<near/1>방사*) or (정전*<near/1>방사*) or (전하*<near/1>방사*) or electrospin* or electrospun* or (electro*<near/1>spin*) or (electro*<near/1>spun*) or 일렉트로블로* or 일렉트로브로* or electroblow* or (electro*<near/1>blow*) or (일렉트로*<near/1>블로*) or (일렉트로*<near/1>브로*))
	일본, 미국 (영문)	(electrospin* or electrospun* or (electro*<near/1>spin*) or (electro*<near/1>spun*) or electroblow* or (electro*<near/1>blow*))

3.3. 출원동향 분석

한국특허의 경우 52%를 점유하고 있고, 일본특허가 19% 및 미국특허가 29%를 점유하고 있는데, 상기 3개 국가의 점유율을 비교하면 한국특허가 절반인 50%를 넘고 있어서 상당히 출원이 활발한 것을 알 수 있다.

또한 연도별 출원동향을 보면, 한국은 2000년에 8건이었던 관련 특허가 2008년에는 95건이 출원되어 8년만에 약 10배로 증가하는 폭발적인 출원건수의 증가가 있었으며, 일본은 2007년까지는 지속적으로 증가하다가 2008년에는 약간 감소하는 추세를 나타내고 있고, 미국은 2003년부터 2008년까지 27~37건 내외를 꾸준히 출원하고 있는 것으로 나타나고 있다.



※ 분석구간: 2000~2008

Figure 5. electrospinning의 연도별 특허동향.

3.4. electrospinning의 기술발전 위치

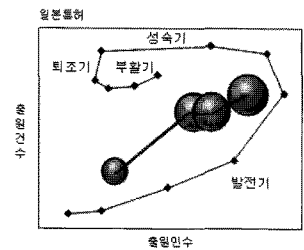
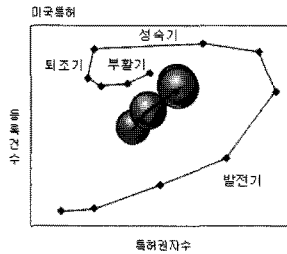
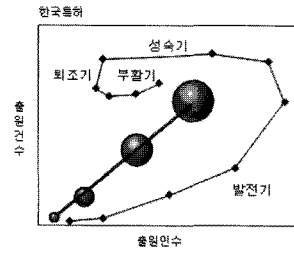
특허건수와 특허권자수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 살펴보는 포트폴리오 기본 모델에서 한국 및 일본은 발전기 단계에 있으며, 미국은 발전기-성숙기 사이에 있는 것으로 나타났다.

한국특허는 발전기 단계이며, 이는 기술개발에 참여하는 기업수와 특허출원수가 계속적으로 증가하고 있음을 의미한다.

미국특허는 지속적으로 특허권자수와 특허건수가 일부 증

1) 본 그래프는 특허출원건수와 출원인수간 상관관계를 통해 기술의 발전, 성숙 및 퇴조단계를 현눈에 파악할 수 있는 기술추이 포트폴리오인

- 발전기: 출원인 수와 특허출원건수가 모두 증가하는 단계로서, 이는 시장 선점을 위해 기술개발에 참여하는 기업수가 점차 증가하며 각 기업의 기술개발활동이 활발하게 이루어지는 것을 의미함
- 성숙기: 기술개발이 포화된 상태에서 이는 시장에 참여하는 기업이 포화 상태에 이르며 기술개발활동은 점차 감소하는 현상을 의미함
- 퇴조기: 사양기술로 기술개발에 참여하는 기업수와 기술개발활동이 점차 감소하는 것을 의미함
- 회복기: 새로운 기술의 등장으로 기술개발이 다시 활발해지면서 특허출원수가 증가함을 의미함



1. 분석구간: 한국, 일본, 미국 - '99, '00~'02, '03~'05, '06~'08(출원년도)
2. X축: 특허권자수, Y축: 특허건수

Figure 6. 포트폴리오로 본 electrospinning 분야의 위치.¹⁾

가하여 발전기에 있는 것으로 판단되나 최근 분석구간에서 건수가 감소하는 것으로 나타나, 최근에 기술개발이 저조하다고 판단 할 수 있으며, 지금까지의 추세로 보아 향후에는 발전기를 지나 성숙기에 접어든 것으로 판단된다.

일본특허도 2008년까지 특허출원건수 및 출원인수가 지속적으로 증가하고 있어서 성장기에 있는 것으로 나타났다.

3.5. 각국 특허의 주요 출원인

한국특허에서 전기방사분야 주요 출원인을 살펴보면, 김학용, 박종철, 전북대 산학협력단, 한국기계연구원 및 전남대학교 산학협력단이 상위 5개 출원인으로 나타났으며, 상위 10개 출원인 중에서 외국 출원인은 7위의 듀폰과 9위의 데이진으로 나타났다. 그리고 미국의 경우는 THE UNIVERSITY OF AKRON이 가장 많은 출원을 한 출원인으로 조사되었고, 일본의 경우는 JAPAN VILENE CO LTD이 28건, TEIJIN LTD이 18건을 출원하여 각각 다출원 1,2위를 기록하고 있다.

3.6. 각국 특허의 주요 발명자

아래의 표는 각국 특허의 다출원한 주요 발명자를 나타낸 것이다. 발명자는 복수인 경우가 많기 때문에 발명자의 수는 실제 특허 건수보다 많게 나타났다. 한국의 경우 김학용, 김찬, 김관우, 길명섭 및 박종철이 상위 5대 발명자로 나타났으며, 미국의 경우는 Chu, Benjamin이 4건의 특허에 발명자로 등재되어 상위를 차지하였으나, 2위부터 15위까지의 발명자가 모두 3건의 특허에 등재된 것으로 나타나서, 기술을 지속

Table 4. 한국, 미국 및 일본특허에서의 다출원인

순위	한국	건수	미국	건수	일본	건수
1	김학용	58	THE UNIVERSITY OF AKRON	9	JAPAN VILENE CO LTD	28
2	박종철	53	E I DU PONT	8	TEIJIN LTD	19
3	전북대학교 산학협력단	31	OBLON, SPIVAK, MCCLELLAND, MAIER & NEUSTADT	5	TEIJIN TECHNO PRODUCTS LTD	8
4	한국기계연구원	18	The Procter & Gamble	5	HYOGO PREFECTURE	5
5	전남대학교 산학협력단	17	BIRCH STEWART KOLASCH & BIRCH	4	NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE	5
6	주식회사 아모메디	15	Research Triangle Institute	4	ASAHI KASEI FIBERS CORP	4
7	듀폰	14	Taiwan Textile Research Institute	4	JFE CHEMICAL CORP	4
8	(주)아모센스	11	BACON & THOMAS	3	UNIV OF SHIGA PREFECTURE	4
9	데이진	10	CLARCOR Inc	3	SHIGA PREF GOV	3
10	코오롱패션머티리얼	10	Cornell Research Foundation	3	TORAY IND INC	3

Table 5. 각국특허의 다출원 발명자

순 위	한국발명자	건수	미국발명자	건수	일본발명자	건수
1	김학용	89	Chu, Benjamin	4	KAWABE MASA AKI	9
2	김찬	48	Deitzel, Joseph	3	MIYOSHI TAKANORI	7
3	김관우	42	Greiner, Andreas	3	KOMURA NOBUYA	6
4	길명섭	37	Hirvonen, James	3	YANAGI YOJI	6
5	박종철	35	Hsiao, Benjamin S.	3	MIYOSHI TAKANORI	6
6	이근형	33	King, Scotty L.	3	OHASHI KENJI	6
7	박희천	24	Li, Lei	3	KOMURA NOBUYA	5
8	이봉석	22	Mares, Ladislav	3	MURAMOTO YOSHI AKI	5
9	류영준	31	Wnek, Gary	3	AMAGASA TAKA AKI	5
10	양성철	20	Bowlin, Gary L.	3	TARAO TAKASHI	5
11	양갑승	17	Chang, Haw-Jer	3	MIYAZAWA KUNIO	4
12	고군호	16	Green, Thomas B.	3	MIYOSHI TAKANORI	4
13	김완두	16	Greenhalgh, Skott E.	3	NAKANO TOSHIYUKI	4
14	김철기	15	Kim, Hag-Yong	3	TARAO TAKASHI	4
15	박중훈	14	Kleinmeyer, James	3	KAWABE MASA AKI	4

적으로 리드하고 있는 발명자는 없는 것을 판단되며, 일본의 경우 KAWABE MASA AKI와 MIYOSHI TAKANORI가 상위 1,2위에 올라서 전기방사 관련 기술을 리드하고 있는 것으로 판단된다.

3.7. IPC 분류별 특허동향

3.7.1. 한국특허의 동향

한국특허에서 전기방사 관련 기술을 IPC 분류를 기준으로 분석한 결과, 전기방사 기술이 많이 분류된 IPC가 D01D5/00이 약 27%, D04H3/16이 약 12%, D01F9/12가 약 7%, D01F1/10

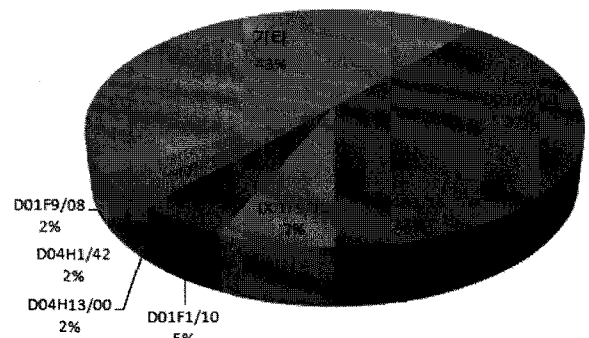


Figure 7. 한국특허의 IPC 기술분류 점유율.

이 약 5%의 순으로 나타났다. D01D5/00은 방사관련 기술인데, 각 IPC 분류에 대한 설명은 아래 Table 6과 같다.

Table 6. 한국특허의 점유 IPC 해설

Class	내용
D01D5/00	필라멘트, 사 또는 유사물의 형성
D04H3/16	필라멘트형성과 관련하여 만들어진 열가소성 필라멘트 상호간의 결합을 가지는 것, 예. 압출성형에 뒤이어서
D01F9/12	탄소 필라멘트 ; 그 제조에 특히 적합한 장치
D01F1/10	특성의 개질을 위한 다른 첨가제
D04H13/00	기타 부직포

다음 Figure 8은 IPC 기술 분야의 연도별 출원동향을 다시 구간별로 나누어 분석한 것으로서, 2001년부터 2008년까지의 8년을 01~02년, 03~04년, 05~06년, 07~08년의 2년 단위로 4개의 구간을 정하여 각 구간별로 출원 동향을 분석하였다.

Figure 8에서 합성섬유 및 방사관련 기술을 나타내는 D01 분야가 모든 구간에서 출원이 크게 급증하고 있는 것을 볼 수 있는데, 이는 전기방사 관련 장치도 방사하여 섬유를 제조하는 기술이기 때문에 D01 분야로 분류가 많이 되기 때문이다. 그밖에 부직포 기술을 나타내는 D04 분야도 전구간에서 출원건수가 증가하고 있지만 D01 분야에 비하면 증가폭이 작으며, 섬유의 처리를 나타내는 D06 분야는 각 구간의 출원건수의 증가량이 매우 미미한 것을 나타냈다.

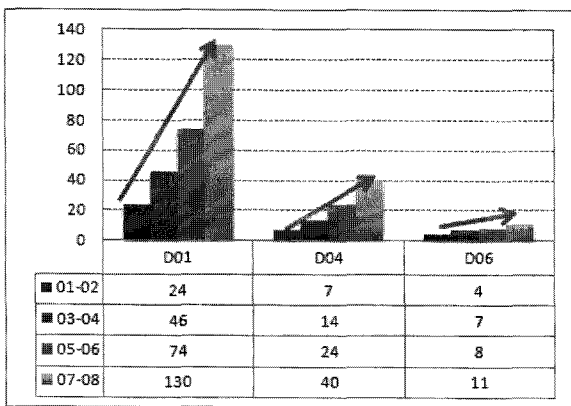


Figure 8. 한국특허의 IPC 기술분류의 구간별 출원동향.

아래의 Figure 9는 한국특허에서 많이 분류된 상위 6개 IPC 기술분류를 추출하여 누적분포 및 각 IPC 분류별로 내/외국인 비율을 나타낸 것으로서, 전기방사 분야는 D01 분야에 압도적으로 출원이 집중되고 있음을 알 수 있다.

가장 많은 점유율을 보인 IPC 분야는 D01 분야로 약 70%

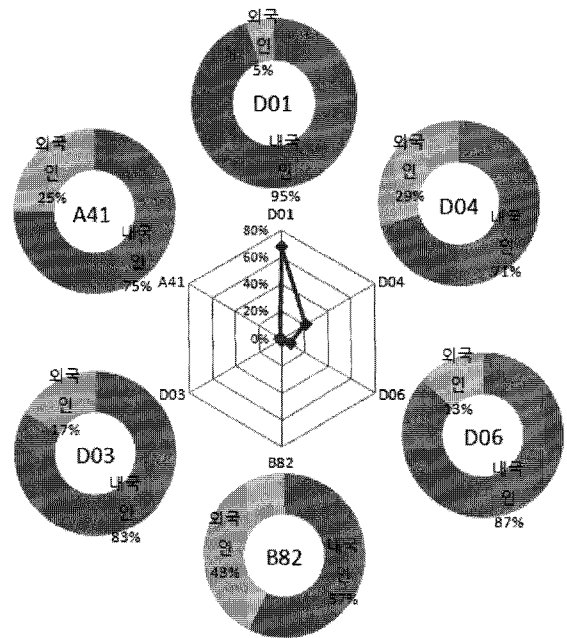


Figure 9. 한국특허의 IPC 별 출원점유율과 내/외국인 비율.

를 나타내고 있으며, 그 다음으로 D04 분야가 약 20%를 나타내고 있으며, 나머지 D06, B82, D03 및 A41 분야는 모두 10%이하의 저조한 점유율을 나타내고 있다.

IPC 기술분류별 내/외국인 비율은 D01 분야가 내국인 비율이 약 95%로 가장 높았으며, 다음으로 D06 분야가 87%, D03 분야가 83%를 나타내고 있다. 반면, B82 분야 및 D04 분야는 상대적으로 외국인의 출원이 많은 것으로 나타났다.

3.7.2. 미국특허의 동향

미국특허에서 전기방사 관련 기술을 IPC 분류를 기준으로 분석한 결과, 전기방사 기술이 많이 분류된 IPC가 D02G3/00이 약 13%, D01D5/00이 약 9%, D01F9/12가 약 6%,

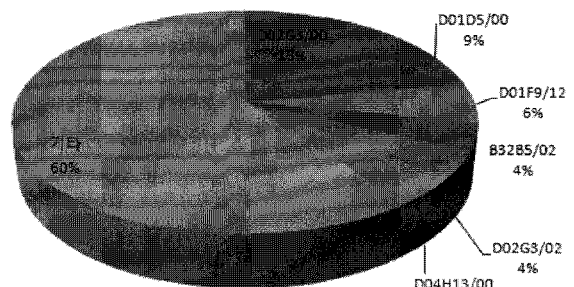


Figure 10. 미국특허의 IPC 기술분류 점유율.

B32B5/02, D02G3/02 및 D04H13/00이 모두 약 4%의 순으로 나타났다. 미국특허의 특징은 적층관련 기술인 B32B가 상위 6개 IPC에 포함되었다는 것인데, 이는 전기방사장치를 이용하여 나노웹의 적층체를 만드는 기술과 관련된 것으로 추측된다. 각 IPC 분류에 대한 설명은 아래 Table 7과 같다.

Table 7. 미국특허의 점유 IPC 해설

Class	내용
D02G3/00	사 또는 가연사, 예. 장식사; 다른 류에 분류되지 아니한사 또는 가연사를 제조하기 위한 방법 및 장치
D01D5/00	필라멘트, 사 또는 유사물의 형성
D01F9/12	탄소 필라멘트; 그 제조에 특히 적합한 장치
B32B5/02	섬유 또는 섬유로 구성되는 층의 구조적인 특징에 의해 특징 지워 지는 것
D02G3/02	사 또는 가연사를 구성하는 재료에 특징이 있는 것

다음 Figure 11은 IPC 기술 분야의 연도별 출원동향을 다시 구간별로 나누어 분석한 것으로서, 2001년부터 2008년까지의 8년을 01~02년, 03~04년, 05~06년, 07~08년의 2년 단위로 4개의 구간을 정하여 각 구간별로 출원 동향을 분석하였다.

Figure 11에서 합성섬유 및 방사관련 기술을 나타내는 D01 분야가 05-06년까지는 증가하다가 마지막 구간인 07-08년도에 출원건수가 감소하는 것으로 나타났으며, D04 분야도 마지막 구간인 07-08년도에 출원건수가 정체되고 있는 것으로 나타났다. 그리고 D02 분야도 07-08년 구간에서 출원건수가 감소하는 것으로 나타나서, 미국은 출원건수가 많은 상위 IPC

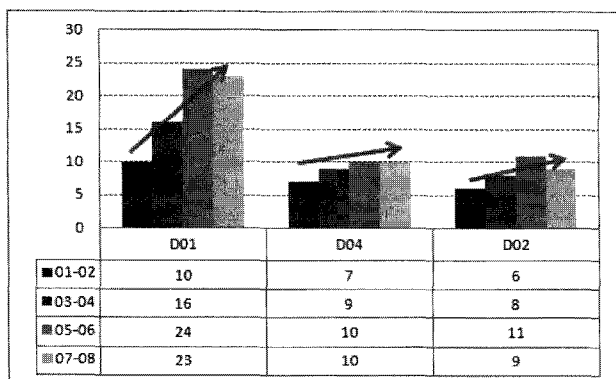


Figure 11. 미국특허의 IPC 기술분류의 구간별 출원동향.

기술분야에서 모두 최근에 출원건수가 감소하는 것으로 나타나서, 최근에 전기방사 관련 기술개발에 다소 주춤한 것으로 판단된다.

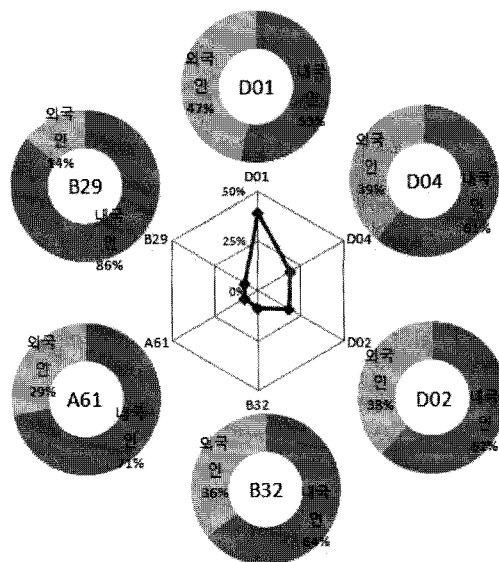


Figure 12. 미국특허의 IPC 별 출원점유율과 내/외국인 비율.

아래의 Figure 12는 미국특허에서 많이 분류된 상위 6개 IPC 기술분류를 추출하여 누적분포 및 각 IPC 분류별로 내/외국인 비율을 나타낸 것으로서, 미국특허에서도 한국특허와 마찬가지로 D01 분야에 출원이 많이 집중되고 있음을 나타내고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 가장 많은 점유율을 보인 IPC 분야는 D01 분야로 약 40%를 나타내고 있는데 약 70%를 점유했던 한국특허와 비교하면 D01 분야의 점유율은 상대적으로 낮아서, 미국의 경우 D01 분야 뿐만 아니라 그 외의 다른 기술 분야도 비교적 고르게 기술개발되고 있다고 유추할 수 있다. D01 분야 다음으로는 D04 분야가 약 20%를 나타내고 있으며, D02 분야 약 18%, B32 분야 약 9%, A61 분야 및 B29 분야 약 7%의 점유율을 나타내고 있는데, 위생학, 의학 또는 수의학 분야를 나타내는 A61 분야도 상위 6개 IPC 기술분야에 포함되어 있는 것이 특징이다

IPC 기술분류별 내/외국인 비율은 B29 분야가 내국인 비율이 약 86%로 가장 높았으며, 다음으로 A61 분야가 71%, B32 분야가 64%를 나타내고 있다. 그러나 D01 분야는 내국인 비율이 53%로서 상대적으로 내국인 비율이 가장 낮은 IPC 기술분야로 조사되었다.

3.7.3. 일본특허의 동향

일본특허에서 전기방사 관련 기술을 IPC 분류를 기준으로 분석한 결과, 전기방사 기술이 많이 분류된 IPC가 D04H1/72가 약 26%로 나타났고 다음으로는 D01D5/04가 약 19%, D01D5/08이 약 4%를 점유하고 있는 것으로 나타났다.

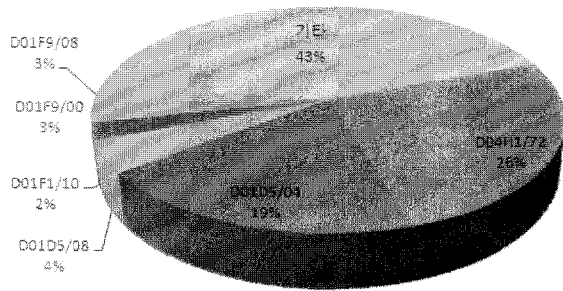


Figure 13. 일본특허의 IPC 기술분류 점유율.

Table 8. 일본특허의 점유 IPC 해설

Class	내용
D04H1/72	섬유가 불규칙하게 배열된 것
D01D5/04	건식 방사 방법
D01D5/08	용융 방사 방법
D01F1/10	특성의 개질을 위한 다른 첨가제
D01F9/00	다른물질의 인조필라멘트 또는 그 유사물; 그 제조; 탄소 필라멘트 제조에 특히 적합한 장치

Figure 14는 일본특허에서 IPC 기술 분야의 연도별 출원동향을 다시 구간별로 나누어 분석한 것으로서, 2001년부터 2008년까지의 8년을 01~02년, 03~04년, 05~06년, 07~08년의 2년 단위로 4개의 구간을 정하여 각 구간별로 출원 동향을 분석하였다. 합성섬유 및 방사관련 기술을 나타내는 D01 분야는 03-04년까지는 증가하다가 세 번째 구간인 05-06년에 출원건수가 감소하였으나 마지막 구간인 07-08년도에 다시 증가하는 것으로 나타났으며, D04 분야는 전 구간에서 증가하는 것으로 나타났으며, D06 분야도 증가하는 것으로 나타났으나 출원건수가 적어서 의미는 없다고 판단된다.

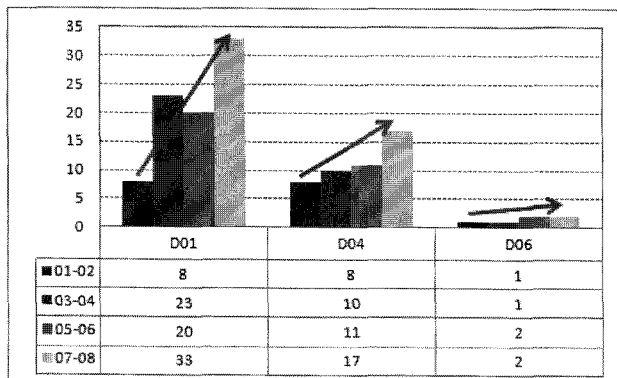


Figure 14. 일본특허의 IPC 기술분류의 구간별 출원동향.

Figure 15는 일본특허에서 많이 분류된 상위 6개 IPC 기술 분류를 추출하여 누적분포 및 각 IPC분류별로 내/외국인 비율을 나타낸 것으로서, 한국특허나 미국특허와 마찬가지로 D01 분야에 출원이 많이 집중되고 있음을 알 수 있다.

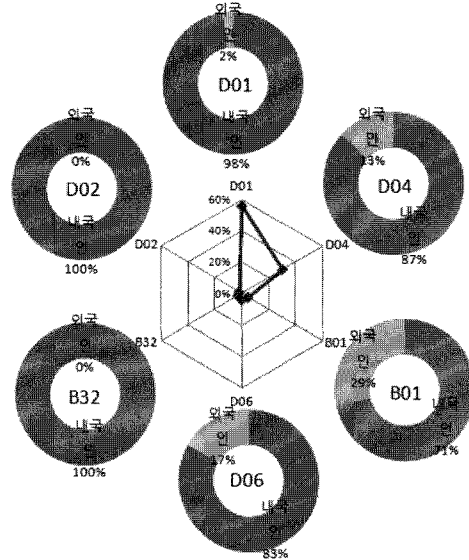


Figure 15. 일본특허의 IPC 별 출원점유율과 내/외국인 비율.

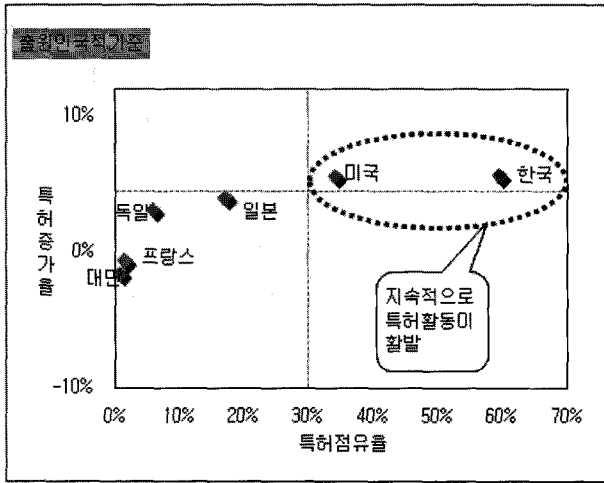
가장 많은 점유율을 보인 IPC 분야는 D01 분야로 약 56%를 나타내고 있어서 절반 이상을 점유하고 있으며, 다음으로는 D04 분야가 약 31%로서 한국특허나 미국특허와 비교하여 그 점유율이 상대적으로 높으며, 계속해서 B01 분야가 약 5%, D06 분야 약 4%의 순서로 조사되었다.

IPC 기술분류별 내/외국인 비율은 D02 분야 및 B32 분야가 모두 내국인 100%로 나타났고 D01분야는 내국인 비율이 98%로서 압도적으로 내국인 비율이 높은 것으로 나타났다. 상대적으로 B01 분야는 외국인의 비율이 약 30%로서 일본특허에서 가장 높게 나타났다.

3.8. 점유율증가율에 따른 포트폴리오

아래 Figure 16은 한국특허에서 상위 6개 출원인 국적으로 판단한 포트폴리오로서, 특허점유율에 따른 특허증가율을 살펴보면, 특허 증가율 및 점유율이 모두 평균값을 넘는 국가가 한국 및 미국으로 나타나서 출원인들이 지속적으로 특허 활동이 활발한 것으로 나타났다.

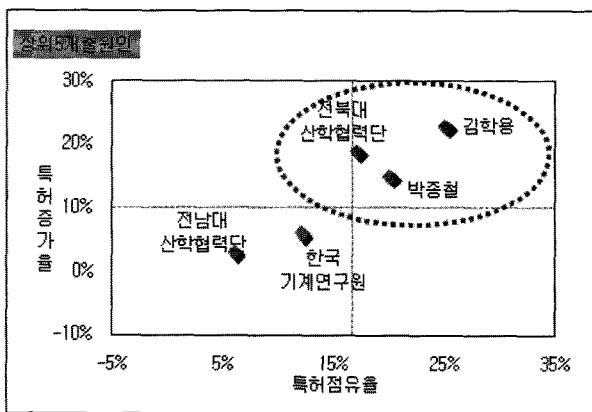
대만 및 프랑스의 경우 증가율과 점유율이 모두 평균 이하로서 초창기(도입기)의 기술이거나 침체기의 기술로 판단되며, 일본 및 독일의 경우 특허점유율은 평균 이하지만 증가율이 평균에 근접하고 있어서 최근에 비교적 특허출원이 활발한 것으로 판단된다.



1. 분석구간: 2000~2008년 (출원년도)
 2. X축: 100%/출원인 국적 개수, Y축: 분석구간의 연평균 증가율의 기하평균값
 3. 분석의미: 1사분면: 지속적으로 특허출원이 활발, 2사분면: 최근 특허출원이 활발
 3사분면: 초창기(도입기) 기술, 4사분면: 최근 특허출원이 감소세

Figure 16. 점유율 및 증가율에 따른 포트폴리오 분석(출원인 국적).

Figure 17은 한국특허에서 다출원 상위 5개 출원인을 대상으로 판단한 포트폴리오로서, 앞에서 언급하였지만 다출원 상위 6개 출원인은 김학용, 박종철, 전북대 산학협력단, 한국기계연구원, 전남대 산학협력단으로, 이들 출원인의 특허점유율에 따른 특허증가율을 살펴보면, 점유율 및 증가율이 모두 평균 이상인 출원인은 김학용, 박종철 및 전북대 산학협력단으로 나



1. 분석구간: 2000~2008년 (출원년도)
 2. X축: 100%상위 다출원인 개수, Y축: 분석구간의 연평균 증가율의 기하평균값
 3. 분석의미: 1사분면: 지속적으로 특허출원이 활발, 2사분면: 최근 특허출원이 활발
 3사분면: 초창기(도입기) 기술, 4사분면: 최근 특허출원이 감소세

Figure 17. 특허점유율 및 증가율에 따른 포트폴리오 분석 (상위다출원).

타나서 지속적으로 특허출원이 활발한 것으로 조사되었다.

그리고 전남대 산학협력단 및 한국기계연구원은 증가율 및 점유율이 모두 평균 이하로서, 특허활동이 상대적으로 위축되고 있는 상황으로 판단된다.

3.9. 발명자별 중점분야

한국특허에서 상위 10명의 발명자의 IPC 기술 분류별 집중분야를 나타낸 것으로 10명의 발명자 모두 D01 분야에 집중하고 있는 것으로 나타났다.

특히 상위 5명의 발명자는 모두 D01 분야에 집중하고 있는 것으로 나타났으며, 따라서 전기방사 관련 기술개발은 D01 분야를 중심으로 진행되고 있는 것으로 판단된다. 그리고 길명섭 발명자, 박희천 발명자, 류영준 발명자는 상대적으로 D04 분야도 점유율이 비교적 높은 것으로 나타나서 다른 발명자들에 비하여 D04 분야에도 기술개발을 관여하고 있음을 알 수 있다.

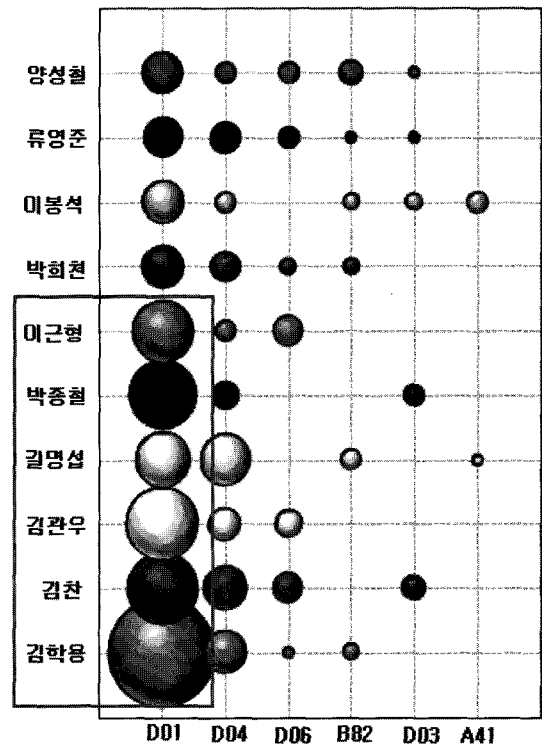


Figure 18. 한국특허에서의 발명자별 중점분야.

3.10. 전기방사 분야의 기술확산 예측

기술예측은 미래의 다양한 성능지수에 대한 타당성있고 바람직한 특성을 예측하는 것으로서 기업 또는 전문가로 하여금 보다 나은 의사결정을 할 수 있도록 지원하는데 목적이 있다. 지금까지 기술예측의 방법은 델파이법, 성장곡선법, 교

차영향분석(cross-impact analysis), 시나리오, 관련 수목법 등 다양한 예측 방법론이 활용되고 있다.

본 보고서에서 사용한 기술확산 모형은 Figure 19에서 보여주는 것과 같이 성장곡선(growth curve) 형태를 따르는 확산 모형으로, 주어진 한 집단내에서 상품이나 정보가 초기 수용자로부터 후기 수용자까지 확산되는 과정을 모형화한 것이다.

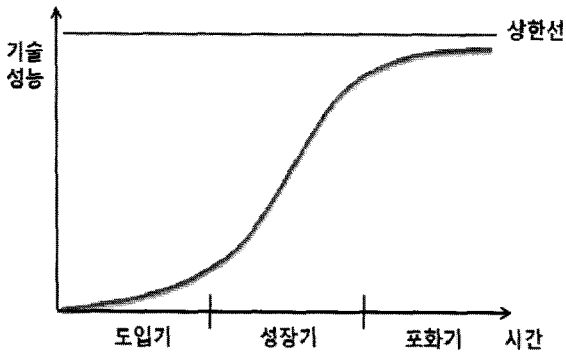


Figure 19. 성장곡선 모형.

성장곡선 모형은 기술수명 주기(technology life cycle) 이론에 근거한 것으로, 초기에 완만하게 상승한 후 짧은 기간에 급격하게 상승하고 다시 정체하는 양상을 보여준다. 기술 접근이 상한선에 도달하는 과정은 Figure 19와 같이 S자 형태를 띠며 도입기, 성장기, 포화기로 나뉜다. 도입기는 새로운 기술이나 제품이 도입되는 초기 단계로 잠재적 수요자가 많지 않고 기술정보도 알려지지 않아 기술발전이 서서히 이루어진다. 성장기는 기술발전이 가속화되는 시기로 많은 기술적 지원과 자금의 투입되면서 기술발전이 빠르게 이루어진다. 포화기는 기술발전이 가속을 멈추는 시기로 발전을 위한 기회가 소진되었거나, 비용, 노력, 효용 등에 있어 한계에 도달했기 때문이다. 따라서 성장곡선은 기술확산이 언제 어떻게 상한선(upper limit: L)에 도달할 것인가를 예측하는데 사용된다. 확산모형은 1960년 Fourt와 Woodlock에 의해 처음 제시된 후 Mansfield(1961년), bass(1969년) 등에 의해 발전되어 왔다.

bass 모형의 분석적 구조를 살펴보면 Figure 20과 같고, 외부영향에 의한 채택자란 매스미디어에 의해서만 혁신을 채택하는 혁신자(innovator)를 말하며, 내부영향에 의한 채택자는 이미 혁신을 채택한 이전 채택자의 구전효과에 의하여 영향을 받는 모방자(imitator)를 나타낸다. T*시점은 누적 채택자 분포의 변곡점에 해당한다.

bass 모형은 아직까지 신제품을 수용하지 않은 잠재적 구매자가 시점에서 신제품을 수용할 조건부확률, 즉 해저드 함수(hazard function)에 대하여 식 (1)과 같다고 전제한다.

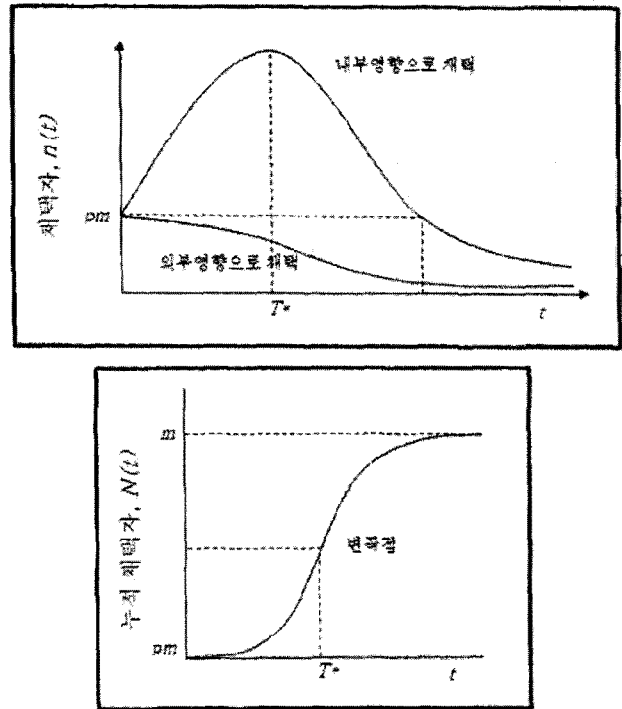


Figure 20. bass 모형의 분석적 구조.

$$\frac{f(t)}{1 - F(t)} = p + qF(t) \dots\dots\dots (1)$$

여기서는 시점에 수요가 발생할 확률이고, 는 시점까지 수요에 대한 누적확률을 의미하고 는 혁신계수(coefficient of innovation), 는 모방계수(coefficient of imitation)로 각각 외부영향과 내부영향을 나타낸다. 잠재 채택자의 총 수를 이라고 가정하면 시간 에서의 채택자 수는 로 나타낼 수 있고, 누적 채택자 수는 로 쓸 수 있다. 이를 대입해 위의 식을 변형하면 다음과 같은 식 (2)가 성립하며, 이를 미분방정식으로 정리하면 식(3)과 식(4)로 표현할 수 있다.

식 (2)- 식 (4)를 시점에서의 수요 와 누적수요 간의 관계로 정리하면 다음의 식 (5)로 표현된다.

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = p[m - N(t)] + \frac{q}{m} N(t)[m - N(t)] \dots\dots\dots (2)$$

$$N(t) = m \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \dots\dots\dots (3)$$

$$n(t) = m \frac{p(p+q)^2 e^{-(p+q)t}}{(p + qe^{-(p+q)t})^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$n(t) = p(m - N(t-1)) + \frac{q}{m} N(t-1)(m - N(t-1)) \\ = pm + (q-p)N(t-1) - \left(\frac{q}{m}\right)N(t-1)^2 \quad t = 1, 2, \dots, T \dots\dots\dots (5)$$

m : 잠재시장보급량

여기서,

$$p(m-N)(t-1) : \text{혁신구매자}$$

$$\frac{q}{m}N(t-1)(m-N(t-1)) : \text{모방구매자}$$

이상의 bass 모형의 누적 추정식은 식 (5)를 아래 식 (6)으로 간단히 변환하여 추정한 후, 추정량 a, b, c를 bass 파라미터로 전환하면 아래 식으로 표현된다.

또한, 각 파라미터들 간의 관계는 다음 식 (7)로 표현된다.

$$n(t) = a + bN(t-1) + cN(t-1)^2 \dots\dots\dots(6)$$

따라서 Bass 확산모형에 의한 추정은 식 (3), (4)와 세 가

$$p = \frac{a}{m}, \quad q = p + b, \quad m = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c} \quad (\text{단, } m > 0) \dots\dots\dots(7)$$

지 확산계수, p, q, m의 값에 따라서 결정된다.

전기방사 분야의 특허로부터 Bass 모형을 추정하기 위하여 확산모형식을 구하였다. 한국특허로 한정하여, 수집된 특허데이터로부터 식(6)의 모수를 추정하기 위하여 분석도구를 사용하여 a, b, c의 값을 구하였으며, 도출된 a, b, c의 값으로부터 다시 식(7)을 이용하여 p, q, m의 값을 구하였다. 최종적으로 p, q, m의 값을 통하여 완성된 전기방사 분야의 확산 모형은 아래와 같다.

전기방사분야 확산모형

추정한 확산모형값을 이용하여 예측값과 실제값을 도시한

$$St = 0.0016(1144 - Y_{t-1}) + \frac{0.3434}{1144} Y_{t-1}(1144 - Y_{t-1}) \dots\dots(8)$$

결과는 아래와 같다

Figure 21에서 전기방사 기술의 향후 미래 예측데이터를 살펴보면, 현재는 도입기를 지나서 기술발전이 급속하게 진행되는 성장기에 진입하고 있는 상태로서 2008년도의 누적 출원건수가 389건인데, 10년후 인 2018년에는 출원건수가 약

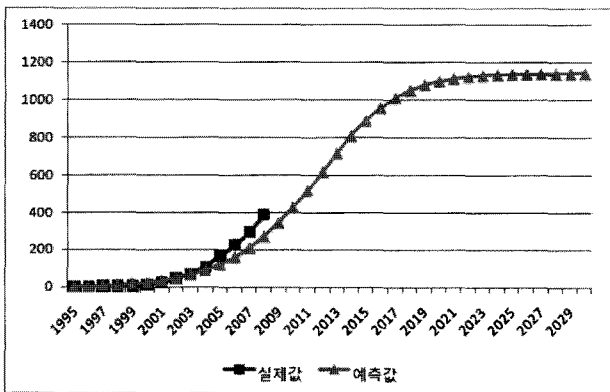


Figure 21. bass 모형을 이용한 전기방사기술의 기술확산 예측.

1053건으로 상한값인 약 1144건에 거의 근접되어 포화기에 진입할 것으로 예상된다. 특허기술의 경우 원천특허와 개량 특허로 분류할 수 있는데 기술이 도입기를 지나 성장기로 진입하고 있다면 원천특허는 이미 기술개발의 기회가 소진되어 가는 상황이라고 할 수 있을 것이다. 따라서 전기방사 분야의 연구개발 방향을 고려해 본다면 개량특허 위주로 특허 전략을 구성하는 것이 타당하다고 판단된다.

이상에서 bass 모형을 이용하여 전기방사 기술의 기술확산을 예측해 보았다. 그러나 특허 데이터만으로 기술의 추세를 예측하기에는 한계가 있고 수리적인 모형 또한 기술의 발전에 영향을 미치는 요소를 완벽하게 반영하지 못해 한계가 있다. 따라서 향후에는 보다 다양한 예측모형과 데이터를 통해 실험을 하여 예측의 타당성과 신뢰성을 높이는 것이 필요할 것이다

4. 결 론

이상에 전기방사 관련 기술 현황 및 특허에 대해서 조사하였다. 섬유산업은 현재 여러 가지 문제점에 직면한 것은 사실이지만, 이전의 대량생산 및 범용생산에서 벗어나 최근에는 NT 섬유, 산업용 섬유 등과 같은 고부가가치를 창출할 수 있는 분야의 기술개발을 위하여 많은 노력을 하고 있으며, 이러한 시기에 근래에 많은 주목을 받으며 특허출원이 집중되고 있는 분야인 전기방사 및 나노섬유 분야는 우리나라 섬유산업의 미래에 하나의 주춧돌이 될 수 있음은 자명하다. 따라서 기업이나 공공기관 등 여러 연구 주체들이 전기방사 관련 기술분야에서 활발히 기술 개발 활동이 이루어져야 하며, 또한 이러한 기술 개발 활동이 우리나라의 특허를 포함한 지식재산권의 확보로 이어져 강한 특허를 다수 보유하도록 노력해야 할 것이다.

참고문헌

1. 서홍석, "전계방사 나노섬유", 「교육과학기술부」 2009.
2. 고준석 외, "섬유의류 산업원천 기술로드맵", 「한국산업기술진흥원」 2009.
3. 김근형 외, "전기방사된 나노파이버의 응용기술 및 최신연구 동향", 「기계와 재료」 2005.
4. 최승훈 외, "전기방사를 이용한 나노섬유 재료 및 응용", 「세라미스트」 2010.
5. 김길태 외, "전기방사법을 이용한 고분자 나노섬유 제조", 「대한기계학회 춘계학술대회 논문집」 2003.
6. 안경열 외, "전기방사법에 의한 나노섬유의 기술개발 동향", 「고분자 과학과 기술」 2003.
7. 정종훈, "생체조직공학에 바이오시스템공학의 응용-인공장기용 지지체 제조를 위한 전기방사기술-", 「바이오시스템공학」 2004.

8. 김병철, "electrospinning 및 유무기 혼성기술을 이용한 산업용 섬유 제조기술 개발", 「섬유기술과 산업」 2006.
9. 김경호 외, "문헌정보분석을 통한 기술예측 시스템의 개발", 「한국과학기술정보연구원」, pp.64-97 2001.
10. Frank M. Bass, "A New Product Growth for Model Consumer Durables", 「Management Science」, **15**(5), pp.215-227, 1969.
11. 김도희, 박상성, 신영근, 장동식, "특허정보를 활용한 기술 확산 예측: NCW 정보보호기술을 중심으로", 「한국콘텐츠학회논문지」, **9**(2), pp.125-132, 2009.
12. 남기웅, 박상성, 신영근, 정원교, 장동식, "차세대 디스플레이 기술의 예측에 관한 연구", 「한국산학기술학회논문지」, **10**(10), pp.2923-2934, 2009.

● 이철민 -----

1999. 송실대학교 섬유공학과 졸업
2000-현재. 한국특허정보원 화학생명공학사업팀 섬유생활용품파트장

● 방지훈 -----

2001. 경희대학교 섬유공학과 졸업
2001-현재. 한국특허정보원 화학생명공학사업팀 섬유생활용품파트 특허 분석

● 백성현 -----

1998. 영남대학교 섬유공학과 졸업
2002-현재. 한국특허정보원 화학생명공학사업팀 섬유생활용품파트 특허 분석