

고분자 나노기술에서의 최근특허 동향

— 탄소나노튜브를 중심으로 —

반용병

1. 서론

세계경제의 흐름은 기술과 지식이 가장 중요한 요소로 등장하는 지식기반경제로 이동하고 있다. 유형의 자산보다는 무형의 자산이 더 중요해졌고, 이 무형자산의 창출, 활용, 확산이 더 효율적인 기업이나 국가가 경쟁우위를 점하게 되었다.

이러한 현실에서 차세대 성장산업으로 부각되고 있는 21세기 미래기술로써 나노기술(NT), 정보기술(IT), 바이오기술(BT), 환경기술(ET), 문화기술(CT) 등을 손꼽을 수 있으며, 이미 선진국들은 한발 앞서서 많은 부분을 집중·육성하고 있는 실정이다. 우리나라도 신경제흐름에 발맞추어 새로운 성장엔진을 발굴하고 그것을 중심으로 산업구조를 재편해야 한다는 공감대가 정부와 기업 모두에서 형성되고 있다.

최근 나노 사이즈(10^{-9} m) 재료를 기반으로 하는 나노기술(nano technology)이 전자, 재료, 의학, 에너지 등의 기술분야로 응용성이 확대됨에 따라 21세기 기술 개발의 중추 핵심분야로 등장하여 국내외 연구자들로 부터 많은 주목을 받고 있으며, 이에 우리나라도 반도체 다음의 차세대 성장엔진으로서 나노기술을 선택·육성하여야 하는 중요한 시기에 직면하고 있는 것이다.

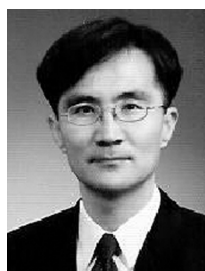
우리나라는 최근에 들어서야 산자부와 과기부 등에서 나노기술개발을 정부주도하에서 지원하고 있으나, 전문인력, 기술수준 등에서는 선진국과 아직도 현저한 격차를 보이고 있다. 이에 대한 대책으로 산자부는 2001년 나노기술을 21세기형 신산업으로 분류하고, R&D 및 사업화에 국가역량을 집중하고자 노력중이며, 특허청도 나노기술에 대한 국내기업의 지적

재산권 보호측면에서 특허정보의 제공 및 자료공유를 주도적으로 수행하고 있다.

이에 본 고에서는 나노기술의 특허동향을 파악하기 위하여 각 국가별 특허정보를 특허맵을 이용하여 정량 또는 정성적으로 살펴보고 이를 비교 검토하였다. 특히 고분자 나노기술에서의 탄소나노튜브 소재 특허동향으로부터, 향후 추구해야할 연구개발방향을 찾아보고 범국가적인 연구개발 포토플리올을 적절하게 구성하는데 있어 중요한 기술정보를 공유하고자 한다.

2. 나노기술에서의 특허동향

전 세계 주요특허중 한국특허, 미국특허, 일본특허 및 유럽특허 등을 대상으로 데이터를 검색 구축하였으며, 2003년 12월 31일까지 공개된 출원데이터(한국, 일본, 유럽) 및 등록된 미국특허를 대상으로 하였고, 나노기술 관련 키워드와 IPC(국제특허분류)를 조



반용병

1981 고려대학교 화학공학과(학사)
1985 KAIST 화학공학과(석사)
1986 KAIST 화학공학과(박사)
1991 미국 NIST연구소 Polymer Division (Post-Doc.)
1992 KIST 고분자연구부 위촉선임연구원
1993 (주)동성화학 중앙연구소 책임연구원
1997~2005 특허청 화공사무관
2005~ 현재 특허청 공업서기관

Recent Patent Trends in Polymer Nanotechnology

특허청 화학생명공학심사국 유기화학과 (Yong-Byung Ban, Department of Organic Chemistry, Korean Intellectual Property Office, #920, Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon, 302-701, Korea) e-mail: ybban@kipo.go.kr

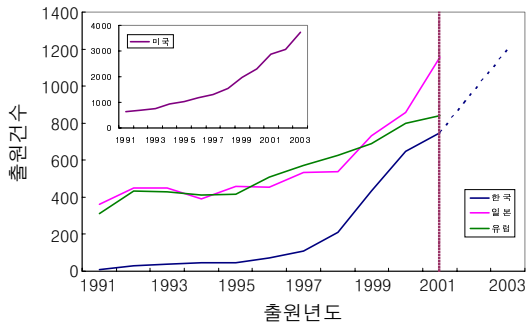


그림 1. 전 세계 주요국의 연도별 특허출원(등록) 동향.

※ 한국, 일본, 유럽은 특허법상 출원일로부터 18개월 후 특허를 공개하는 특허공개제도를 채택하고 있어 2002~2003년의 출원동향을 알기 어려우나, 최근 특허동향을 살펴보기 위해 특허청의 정보제공으로 한국특허에 대해서는 출원 추이를 점선으로 표시함.

합한 검색식을 사용하였다.¹⁾

또한 분석을 위한 기술분류체계는 나노기술종합발전계획상의 나노기술 분류체계를 기반으로 하였고, 총 15개 세부기술분류를 나노소자(나노전자소자, 나노정보저장, 나노광소자), 나노소재(나노분말소재, 고기능소재, 전자응용소재, 촉매기공소재, 환경에너지소재), 나노바이오·보건(나노바이오보건물질, 의약약품전달시스템, 분석진단치료), 나노기반·공정(나노측정조작기술, 나노물리화학공정, 나노패터닝공정, 나노전산모사) 분야로 구분하였다.

이러한 분석으로부터 전 세계 주요나노특허의 연도별 출원(등록)건수는 꾸준한 증가세를 보이고 있음을 알 수 있다. 특히 1990년대 후반부터 전 세계적으로 증가추세를 보이고 있으며, 한국과 일본의 특허출원 증가가 더욱 두드러지고 있다(그림 1).

한국의 경우 삼성SDI, 일진나노텍 등의 기업부문에서 나노소자분야에 대한 특허출원이 급증하고 있고, 일본의 경우 Japan science & Technology corp.(일본과학기술진흥기구) 등의 공공기관 부문의 특허출원이 증가하고 있으며, 이는 나노소자와 나노소재분야에 대한 특허활동이 활발해졌기 때문이다.

한국에서 내·외국인 특허출원은 1996년까지 외국인이 내국인보다 앞섰으나, 1997년에는 내국인이 외국인의 특허출원을 앞질렀고, 1998~1999년간 외국인이 내국인을 다시 역전하였으나 2000년도부터는 본격적으로 내국인이 크게 성장하는 양상을 보이고 있다. 주요 외국인으로는 미국(18.4%), 일본(12.7%), 독

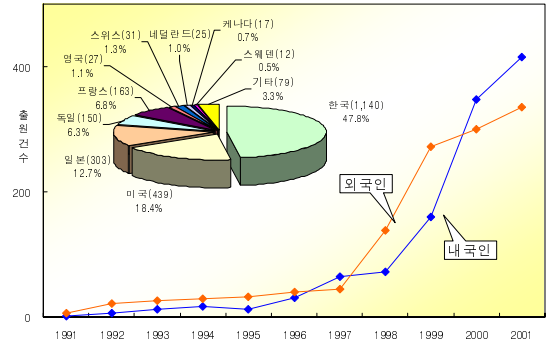


그림 2. 한국의 내·외국인별 NT분야 특허동향.

표 1. 전 세계 각국에 출원(등록)된 출원인 국적별 특허동향

출원국가 \ 출원인국적	미국(등록)	일본	유럽	한국
미국	15,221 (69.0%)	290 (4.5%)	2,373 (39.3%)	439 (18.4%)
일본	3,141 (14.2%)	5,752 (90.2%)	1,372 (22.7%)	303 (12.7%)
유럽	2,554 (11.6%)	230 (3.6%)	2,048 (34.0%)	444 (18.6%)
한국	217 (1.0%)	86 (1.3%)	59 (1.0%)	1,140 (47.8%)
그 외 국가	919 (4.2%)	18 (0.3%)	179 (3.0%)	60 (2.5%)
전체	22,052 (100%)	6,376 (100%)	6,031 (100%)	2,386 (100%)

※ 1991~2001년 한국, 일본, 유럽특허, 1991~2003년 미국등록특허 기준

일(6.3%), 프랑스(6.8%)로 특허점유율이 44.2%이며 내국인 전체 특허점유율(47.8%)과 비슷한 특허점유율을 보이고 있다(그림 2).

그리고, 한국 출원인(특허권자)은 특허 3국인 미국에서 1.0%(217건), 일본에서 1.3%(86건), 유럽에서 1.0%(59건)대의 아주 미미한 특허 점유율을 차지하고 있으며, 분석대상 국가 중에서 미국 출원인(특허권자)은 주요국가에서 가장 높은 특허 점유율을 차지하고 있다. 한편 일본 출원인(특허권자)은 미국에서 14.2%(2,554건), 유럽에서 22.7%(1,372건)의 특허 점유율을 차지하였고, 유럽 출원인(특허권자)은 한국에서 특허 3국(미국, 일본, 유럽) 중 미국(18.4%)보다 다소 높은 특허 점유율(18.6%)을 차지하고 있음이 분석되었다(표 1).

또한, 한국에서 NT분야 특허의 구간별 연평균증가율을 살펴보면 1991~1994, 1995~1998, 1999~2001년의 3개 구간 모두에서 한국특허 전체 연평

¹⁾ 특허청 연구사업의 결과(NT특허분석보고서, 2004.12)를 재인용하였음을 밝혀둡니다.

균증가율보다 4배 이상 높은 증가율을 보이고 있으며, 최근(1999~2001년) 일본의 연평균증가율도 큰 폭으로 상승하고 있음을 알 수 있다. 한편 미국에서 NT 분야 특허의 구간별 연평균증가율은 약15% 이상의 증가를 보이고 있으며, 특히 최근(2001~2003년) 미국전체 등록특허의 연평균증가율 대비 NT분야 연평균증가율이 약 7배 정도의 격차를 보이고 있어서 나노기술의 중요성이 특허건수로써 다시 한번 확인된 셈이다(그림 3).

전 세계의 가장 많은 나노특허를 출원(등록)한

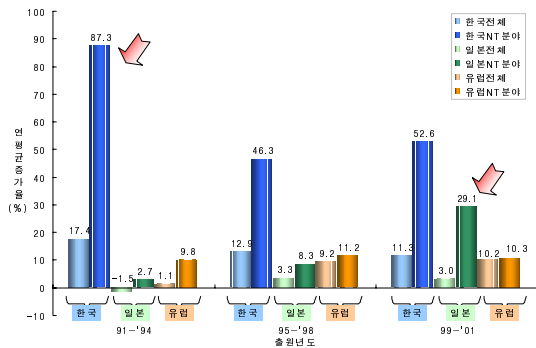


그림 3. 한국·일본·유럽에서의 NT분야 연평균증가율.

표 2. 출원(등록)대상 국가의 국적별 특허건수 비교

순위	한국특허		미국특허		일본특허		유럽특허	
	국가	건수	국가	건수	국가	건수	국가	건수
1	한국	1,140	미국	15,221	일본	5,752	미국	2,373
2	미국	439	일본	3,141	미국	290	일본	1,372
3	일본	303	프랑스	840	독일	113	독일	694
4	프랑스	163	독일	726	한국	86	프랑스	609
5	독일	150	캐나다	347	프랑스	68	스위스	166
6	스위스	31	영국	235	영국	15	영국	162
7	영국	27	한국	217	스위스	9	네덜란드	113
8	네덜란드	25	대만	204	이탈리아	9	이탈리아	90
9	캐나다	17	네덜란드	160	스페인	5	캐나다	63
10	스웨덴	12	스위스	155	이스라엘	4	벨기에	61
11	호주	11	이탈리아	119	캐나다	4	한국	59
12	러시아	9	이스라엘	105	네덜란드	2	스페인	46
13	이탈리아	9	스웨덴	81	대만	2	이스라엘	35
14	노르웨이	8	호주	80	러시아	2	스웨덴	29
15	벨기에	7	벨기에	51	벨기에	2	호주	22
16	핀란드	5	덴마크	39	스웨덴	2	핀란드	20
17	룩셈부르크	5	싱가포르	39	인도	2	오스트리아	16
18	이스라엘	4	핀란드	39	중국	2	러시아	12
19	남아공	4	노르웨이	37	핀란드	2	아일랜드	12
20	대만	4	아일랜드	36	싱가포르	1	대만	8
	기타	13	기타	180	기타	4	기타	69
합계		2,386 건		22,052 건		6,376 건		6,031 건

※ 1991~2001년 한국, 일본, 유럽특허, 1991~2003년 미국등록특허 기준

표 3. 전 세계 국가별 기술혁신 리더 Top 10

순위	미국		일본		유럽		한국	
	특허권자	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	IBM	642	Hitachi	508	L'Oreal(FR)	226	삼성SDI	115
2	Xerox	560	NEC	243	Xerox	122	로레알	93
3	3M	503	JEOL	229	IBM	118	LG전자	83
4	NEC	433	SONY	210	Matsushita Electric	117	삼성전자	76
5	Motorola	318	CANON	207	Eastman Kodak	108	한국전자통신연구원	76
6	Micron Technology	294	Matsushita Electric	201	CANON	105	한국과학기술연구원	56
7	University of California ²⁾	285	Seiko	176	ROHM AND HAAS(US)	87	하이닉스 반도체	54
8	Toshiba	285	OLYMPUS	171	Sumitomo Electric	76	한국화학연구원	39
9	Advanced Micro Devices	252	Japan Science & Technology	154	NEC	70	IBM	38
10	Eastman Kodak	242	FUJITSU	136	Hitachi	68	일진나노텍	33

국가는 미국, 일본, 프랑스, 독일로 상위 선두 그룹을 형성하고 있으며, 연구개발 추격 국가로는 영국, 캐나다, 스위스, 네덜란드, 한국, 대만 등으로 나타났다. 이에 출원(등록)대상 국가의 국적별 특허건수를 비교한 결과 한국은 국내에서 1위, 미국에서 7위, 일본에서 4위, 유럽에서 11위의 특허출원(등록) 순위를 갖는 것으로 나타났는데, 이는 특허점유율은 작으나 순위에서는 긍정적인 위치에 랭크되어 있어서 나름대로 신기술에 대한 빠른 대응을 하고 있다는 것을 알 수 있었다(표 2).

NT분야 주요 연구주체는 IBM과 NEC사로 전 세계 특허출원(등록)이 가장 활발하였는데, 자국을 제외한 유럽(IBM : 118건, NEC : 70건)과 한국(IBM : 38건)에서도 특허출원(등록)이 가장 높았다. 즉 국가별 기술혁신 리더는 미국은 IBM사, 일본은 Hitachi사, 프랑스는 L'Oreal사, 한국은 삼성SDI 등으로 나타나 유럽을 제외하고는 IT관련 대기업이 상위 1위를 차지하고 있음이 분석되었다. 한편 한국은 한국전자통신연구원, 한국과학기술연구원, 한국화학연구원 등의 공공기관부분의 특허활동이 활발한 것이 특징이다(표 3).

출원인의 국적을 통해 국가별 특화된 기술을 살펴

2) University of California : 1868년 창설된 미국 California州에 있는 9개의 캠퍼스로 이루어진 주립(州立)종합대학군의 총칭으로 버클리·데이비스·어번·로스앤젤레스(UCLA)·리버사이드·샌디에고·산타바바라·산타크루스, 그리고 샌프란시스코 등에 캠퍼스를 가지고 있는 종합대학

보면,³⁾ 한국과 일본은 나노소자분야에서 미국, 일본, 유럽을 대상으로 상대적 특허활동이 활발하고, 나노소재분야는 일본과 유럽에서 상대적인 특허활동이 활발하지만, 바이오·보건분야 및 나노기반·공정 분야는 전반적으로 특허활동이 부진함을 알 수 있다. 참고로 미국은 나노소재분야에서 전 세계 주요국을 대상으로 활발한 특허활동을 보여주고 있으며, 유럽의 경우 나노바이오·보건 분야가 특허기술로 나타났다. 이에 대해 미국특허를 중심으로 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

2.1 세부기술별 미국의 나노특허동향

미국은 나노특허관련 모든 세부기술분야에서 뛰어난 성과를 알 수 있었다. 특히 1998년을 기점으로 나노소자와 나노소재분야의 특허 활동이 활발하고 또한 나노바이오·보건과 나노기반·공정분야에서도 매년 꾸준한 증가세를 나타내고 있음을 알 수 있다.

기술 분야별 등록추이에서 나노소자분야와 나노소재분야는 매우 유사한 형태로 진행되고 있으며, 이는 주요 출원인이 IT분야 대기업으로써 IT분야와 관련이 깊은 나노소자와 기술적 파급이 큰 나노소재분야에 연구개발을 집중하고 있는 것으로 판단된다. 마찬가지로 나노바이오·보건 분야와 나노기반·공정 분야도 유사한 형태로 등록추이를 보여주고 있는바, 이 또한 바이오칩을 이용한 측정장치관련 기술들이 융합되어 연구되고 있음을 뜻하기도 한다(그림 4).

특히 나노소자분야에서는 나노전자소자기술과 나노광소자 기술이 각각 2,973건(13.5%), 2,621건(11.9%)으로 특허활동이 활발하며, 나노소재분야에서는 고기능소재기술이 2,474건(11.2%)으로 특허 점유율이 높게 나타났다. 이에 나노바이오·보건분야에서는 분석·진단·치료가 1,531건(6.9%)으로 특허활동이 활발하며, 나노기반·공정분야에서는 나노측정·조작기술이 2,233건(10.1%)으로 특허 점유율이 높게 형성됨을 알 수 있다(그림 5).

미국특허에서 나노소자분야 다등록 1, 2위는 미국과 일본으로 전체특허의 87%를 점유하고 있으며 한국은 5위(1.77%) 정도에 랭크되어 있다. 또한 나노소자분야에 특허활동을 집중하고 있는 국가를 살펴보면 대만, 일본, 한국 및 이탈리아의 특허활동지수(AI)가⁴⁾ 평균(=1) 이상으로 특허활동이 활발한 것으로

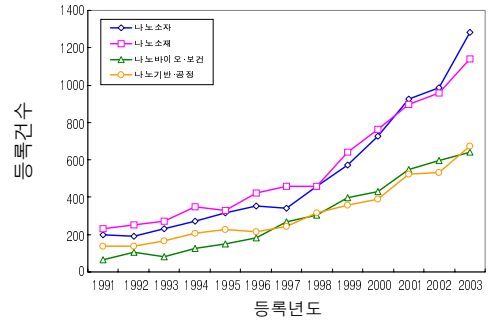


그림 4. 미국특허로 본 NT분야 기술 분야별 등록추이.

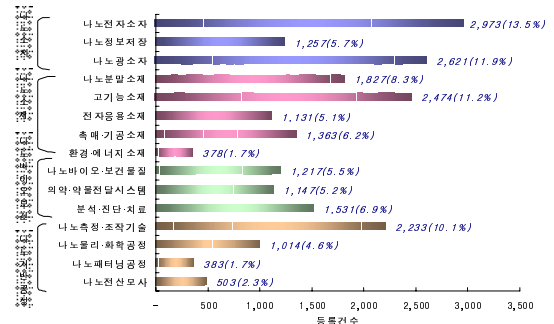


그림 5. 미국특허로 본 NT분야 세부기술별 점유율(분석구간 ~1991~2003).

분석되었고, 특허 피인용정보를 통해 타 기술에 미치는 영향력을 지수로 살펴본 결과, 영국, 미국의 영향력지수(PII)가⁵⁾ 평균(=1)이상으로 기술 영향력이 높게 나타난 반면, 한국은 0.34로 10개국 중 최하위를 보여주고 있다. 그리고 한국은 양적 측면과 질적 측면 모두를 고려한 기술력지수(TS)를⁶⁾ 살펴보면 8위이지만, 1, 2위를 차지하고 있는 미국과 일본에 비교하면 절대수치에서도 큰 차이를 보이고 있다.

독일은 특허 점유율(3위)과 특허활동지수(1위)를 볼 때 나노소재분야에 대한 양적 성장이 활발한 국가이며, 스위스는 특허활동지수(2위)와 영향력지수(2위)에서 우수한 것으로 나타나 전체 NT분야 중 나노소재분야에 기술력을 집중하고 있는 국가로 분석되었다.

$$4) \quad A.I. = \frac{\text{특정 기술 분야의 특정출원인 건수}}{\frac{\text{특정 기술분야 전체 건수}}{\text{특정 출원인 총건수}} \times \text{전체 총건수}}$$

$$5) \quad PII = \frac{\text{해당국가(기술)의 피인용비}}{\text{전체 피인용비}}$$

$$6) \quad TS = \text{특허건수} \times \text{영향력지수}$$

3) 특허청 연구사업의 결과(NT특허분석보고서(요약서) p 21, 2004. 12)를 참조하시길 바랍니다.

나노바이오·보건분야는 미국과 프랑스를 포함한 유럽국가의 특허활동이 활발한 분야이다. 네덜란드의 경우 특허 점유율(1.26)에 비해 영향력지수(4.59)가 높은 국가로 분석되었고 이는 다국적 제약회사인 Affymax Technologies사가 분석·진단·치료기술에서 우수한 특허를 보유하고 있기 때문인 것으로 사료된다. 양적·질적 수준을 모두 고려한 기술력지수(TS) 측면에서 보면 미국이 1위이며, 다음으로 네덜란드, 프랑스, 캐나다 등의 순서로 나타났으며, 일본 역시 한국처럼 특허활동이 저조하나, 한국과 달리 질적 수준에서는 중위권을 차지함으로써 나노바이오·보건분야는 양적활동이 아니라 질적 향상에도 포커스를 맞추고 있음을 간접적으로 보여주고 있다.

표 4. 국가별 나노소재분야 기술력 지표

국적	점유율 (Patent Share)		특허활동지수 (Activity Index)		영향력지수 (Patent Impact Index)		기술력지수 (Technical Strength)	
	순위	PS	순위	AI	순위	PII	순위	TS
미국	1	73.12	5	1.06	1	1.16	1	6089.94
일본	2	10.12	9	0.71	7	0.57	2	412.45
독일	3	4.13	1	1.25	8	0.46	4	135.59
프랑스	4	3.30	8	0.87	5	0.64	3	152.08
캐나다	5	1.42	7	0.90	3	0.75	5	76.41
영국	6	1.25	3	1.18	4	0.71	6	63.58
스위스	7	0.85	2	1.21	2	0.82	7	50.20
네덜란드	8	0.84	4	1.15	6	0.58	8	34.81
한국	9	0.68	10	0.69	9	0.21	9	10.44
이탈리아	10	0.50	6	0.93	10	0.16	10	5.86

나노기반·공정분야는 다등록 순위 1, 2위인 미국과 일본이 전체특허의 85% 점유율을 차지하는 반면, 기타 국가는 매우 저조하다. 나노기반·공정분야에서 상대적인 특허활동지수(AI)는 대만과 영국이 높게 나타났지만 영향력은 다소 낮은 수준이며, 한국의 특허활동지수는 중간수준이지만 영향력은 비교대상 국가 중 10위를 차지하고 있다. 양적·질적 수준을 모두 고려한 기술력지수(TS)에서는 미국, 일본이 나노기반·공정분야에서 기술력이 높았고, 대만은 한국보다 기술수준이 우위에 있으며, 특히 특허활동지수는 비교 대상국 중에서 1위로 여타국가보다 나노기반·공정분야의 특허활동을 집중하고 있는 것으로 분석되었다(표 4).

2.2 연구주체별 미국의 나노특허동향(표 5-7)

주요 기술혁신 리더는 기업이며 특히 전기전자 업종인 IBM, NEC, Motorola, Micron Technology, Advanced Micro Device사 등이 나노소재분야에 특허활동을 집중하고 있으며, California 대학은 나노바이오·보건분야에서 강세를 보이고 있다.

또한 주요 국가별 최다등록 특허권자가 세부기술별로는 어떤 분야에서 활발한지를 살펴보았다. 주요 국가별 선두기업은 IT분야 업체이기 때문에 IT분야와 관련이 높은 나노전자소재기술에 연구개발을 집중하는 것으로 조사되었고 즉 IBM, NEC, 삼성전자, Taiwan Semiconductor Manufacturing, Philips사가 나노전자소재기술에 특허활동이 활발함을 알 수 있었다. 특히 한국의 삼성전자와 대만의 Taiwan Se-

표 5. 미국특허에서 출원인 Top 10의 기술 분포

분류	세부분류	IBM	Xerox	3M	NEC	Motorola	Micron Technology	Univ. of California	Toshiba	Advanced Micro Devices	Eastman Kodak
나노소재	나노전자소재	174	11	9	215	157	153	26	76	164	3
	나노정보저장	155	2	9	64	34	47	9	56	2	7
	나노광소재	56	77	55	71	40	16	30	37	10	31
나노소재	나노분말소재	20	45	49	8	2	3	14	2	-	16
	고기능소재	48	97	168	13	6	16	26	24	4	33
	전자응용소재	30	282	35	16	10	8	11	7	3	110
	촉매·기공소재	10	9	81	7	2	1	20	-	-	12
	환경·에너지소재	1	-	18	-	6	1	6	4	-	-
나노바이오·보건	나노바이오·보건물질	1	-	6	-	-	-	17	-	-	-
	의약·약물전달시스템	-	-	1	-	-	-	37	-	-	11
	분석·진단·치료	6	1	19	-	5	-	39	1	-	2
나노기반공정	나노측정·조작기술	71	9	14	13	24	12	30	8	35	13
	나노물리·화학공정	13	14	21	5	5	2	12	4	2	4
	나노패터닝공정	28	5	15	6	13	18	3	12	11	-
	나노전산모사	29	8	3	15	14	17	5	22	21	-

표 6. 주요 국가별 최다등록 특허권자 세부기술별 동향

국적	미국	일본	프랑스	독일	캐나다	영국	한국	대만	네덜란드	이탈리아
특허권자	IBM	NEC	L'Oreal	Bayer	Hyal Pharmaceutical	British Technology Group	삼성전자	Taiwan Semiconductor Manufacturing	Philips Electronics	SGS-Thomson Microelectronics
나노전자소자	174	215	-	-	-	-	25	33	8	8
나노정보저장	155	64	-	-	-	-	7	1	-	14
나노광소자	56	71	-	4	-	2	14	-	3	1
나노분말소재	20	8	11	17	-	-	-	-	-	-
고기능소재	48	13	8	8	-	2	1	1	3	-
전자응용소재	30	16	-	3	-	-	1	-	2	-
촉매·기공소재	10	7	1	12	-	-	-	-	-	-
환경·에너지소재	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
나노바이오·보건물질	1	-	190	-	-	1	-	-	-	-
의약·약물전달시스템	-	-	21	1	29	1	-	-	-	-
분석·진단·치료	6	-	1	-	-	-	-	-	1	-
나노측정·조작기술	71	13	-	-	-	1	2	4	-	-
나노물리·화학공정	13	5	5	1	-	1	1	-	-	1
나노패터닝공정	28	6	-	-	-	-	1	16	-	-
나노전산모사	29	15	-	-	-	-	3	2	-	-
합계	642	433	237	46	29	8	55	57	17	24

* 분석기간은 '91~2003년이고 제 1 특허권자 기준임

표 7. 기술 분야별 Key Inventor 현황

분류	세부기술	등록건수			피인용횟수		
		발명자	국적	건수	발명자	국적	피인용수
나노소자	나노전자소자	Yu:Bin	미국	74	MacDonald:NoelC	미국	476
	나노정보저장	Sasaki:Yoshitaka	일본	53	Forbes:Leonard	미국	435
	나노광소자	Kumar:Anil	미국	18	Kumar:Anil	미국	414
나노소재	나노분말소재	Lan:Tie	미국	24	Beall:GaryW	미국	418
	고기능소재	Mayo:JamesD	캐나다	19	Holmes:GaryL	미국	312
	전자응용소재	Patel:RajD	캐나다	69	Patel:RajD	캐나다	1,549
	촉매·기공소재	Ogawa:Kazufumi	일본	17	Kimock:FredM	미국	360
					Knapp:BradleyJ	미국	360
	환경·에너지소재	Skotheim:TerjeA	미국	13	Mikhail:YoussefM	미국	124
나노바이오·보건	나노바이오·보건물질	Hansenne:Isabelle	프랑스	33	Heller:MichaelJ	미국	327
	의약·약물전달시스템	Bernardon:Jean-Michel	프랑스	30	Tu:Eugene	미국	327
					Unger:EvanC	미국	378
					Pirrung:MichaelC	미국	1,099
나노기반·공정	나노측정·조작기술	Jung:RussellW	미국	31	Elings:VirgilB	미국	400
		Jung:WayneD	미국	31			
		Loudermilk:AlanR	미국	31			
	나노물리·화학공정	Ogawa:Kazufumi	일본	15	Knapp:BradleyJ	미국	188
	나노패터닝공정	Baude:PaulF	미국	11	Kumar:Amit	미국	133
	나노전산모사	Aburano:Ichiharu	일본	10	Kikinis:Dan	미국	148

miconductor Manufacturing사를 비교해 보면, 나노 전자소자기술의 다른 기술에서는 삼성전자는 나노광 소자기술에 주안을 두고 있으며, Taiwan Semiconductor Manufacturing사는 나노패터닝기술에 집중하

고 있음이 나타나고 있는 것이 특징이다.

나노바이오·보건분야는 프랑스의 L'Oreal사와 캐나다의 Hyal Pharmaceutical사가 나노바이오·보건 물질기술과 의약·약물전달시스템기술에 대한 특허

활동이 활발하다.

양적·질적 성과로 본 Key Inventor는 Xerox사의 Patel; Raj D로 피인용 횟수는 1549건이나 되었다. 각 분야별로는 나노소자분야에서는 MacDonald; Noel C, 나노소재분야에서는 Patel; Raj D, 나노바이오·보건분야에서는 Pirrung; Michael C, 나노기반·공정분야에서는 Elings; Virgil B 등이 주요 발명자로 파악되었다.

앞서서 언급했듯이 나노소자분야에서 미국의 혁신리더는 IBM, Motorola사 등의 반도체 관련 회사로 나노전자소자기술 비중이 높으며, 다등록 순위 9위인 California 대학은 나노광소자기술의 특허활동이 활발하였다. 이에 일본의 주요 혁신리더는 NEC, Toshiba, Hitachi 등으로 나타났으며, 특히 NEC사(350건)는 IBM 다음으로 나노소자분야 세계 2위를 차지하고 있다. 참고로 한국은 삼성전자, ETRI, 삼성SDI 등이 나노전자소자와 나노광소자기술에 특허활동을 집중하고 있는 것으로 조사되었다.

나노소재분야 기술혁신 리더는 Xerox로 전자용 소재기술에 중점을 두고 있으며, 일본은 Matsu-shita, 유럽은 Bayer사로 조사되었으며, 한국의 경우 나노소재분야에서 공공기관의 특허활동이 활발한 것이 특징이고, ETRI, KIST가 주요 특허권자였다.

나노바이오·보건분야의 기술혁신 리더는 프랑스의 화장품관련 기업인 L'Oreal사로 나노바이오·보건물질기술에 특허활동이 활발하며, 미국의 Genentech사와 Isis Pharmaceuticals사는 나노바이오·보건물질기술에 특허등록 비중이 높다. 반면, California 대학과 Texas 대학의 경우 의약·약물전달시스템과 분석·진단·치료기술에 특허활동이 활발한 것으로 조사되어 기업과 대학의 연구개발 방향이 다소 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다.

나노기반·공정분야에서 특허활동이 가장 활발한 특허권자는 미국의 IBM(141건)사이며, Advanced Micro Device사(69건)와 Motorola사(56건) 순으로 나타났는데, 이에 IBM, Advanced Micro Device, Motorola사는 나노측정기반·공정기술에서의 특허활동 비중이 높은 반면, 3M사의 경우 나노물리·화학공정기술의 특허활동 비중이 높다. 참고적으로 일본의 특허권자 중에서 Toshiba, Hitachi, NEC사는 나노전산모사기술에 대한 특허활동이 활발한 점이 특징적이다.

3. 탄소나노튜브를 이용한 주요 나노특허

고분자분야에서 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT)를 중심으로 한 최근 미국특허를 살펴보고자 www.delphion.com 사이트를 이용하였고, 검색결과 399건이었다. 즉 사용한 키워드는 polymer, carbon, nanotube 만을 입력하였는 바, CNT를 첨가제로 사용한 고분자복합체에 관한 기술도 있었고 나노전자소자분야에서 전도성 고분자막에 CNT를 결합하여 발광효율이 뛰어난 백색광원을 제조하는 방법도 있었다. 또한 연료전지의 전극재료로 활용하는 기술은 주로 일본에서 많이 연구되어 특허출원되고 있었고 그 응용분야가 다각적으로 변화되고 있었다.

일반적으로 나노 크기의 분자구조를 갖는 소재의 경우, 당해 소재의 1차원, 2차원 및 3차원의 공간 구조 및 질서에 따라 상이한 전기적, 광학적, 및 생물학적 성질을 나타내는 바, 나노, 광정보 전자 및 생물소재 개발과 관련한 나노입자의 연구가 전세계적으로 활발하게 진행되고 있다. 특히, 나노크기의 구조를 구현할 수 있는 나노 패터닝 기술은 고집적 회로(IC) 뿐 아니라 초소형 발광 소자, 디스플레이 소자, 저장 소자, 스핀 디바이스(Spin Device), 분자수준의 전자공학(Molecular Electronics) 및 광통신 소자 등의 개발에 가장 중요한 기술로서, 차세대 정보저장 및 처리 시스템과 광신호 연결 및 다중화 등에 있어 주요 기술로 대두되고 있는 양자점(Quantum Dot) 및 광자 결정(Photonic Crystal)의 개념을 구현할 수 있는 구조물 성형에 적용할 수 있다.

나노크기의 소재인 탄소나노튜브는 1991년 전자현미경을 다루던 일본 메이조 대학의 이지마(Iijima) 박사가 발견한 이후에 많은 연구가 진행되어 왔다. 탄소나노튜브는 흑연면을 둥글게 말아놓은 구조이며, 직경은 1~20 nm가 전형적이다. 흑연은 결합배열이 독특하여 튼튼하고 평탄한 육각형 판상막 구조를 가지는데, 이 막의 상하부는 자유전자로 채워져 있으며, 전자는 이산상태에서 막과 평행운동을 한다. 이러한 흑연층이 나선모양으로 감기면서 탄소나노튜브를 형성하기 때문에, 상이한 지점에서 모서리의 결합이 이루어지고 나노튜브의 전기적 특성은 구조와 직경의 함수임이 *Phys. Rev. B*, **46**, 1804 (1992)와 *Phys. Rev. Lett.*, **68**, 1579 (1992)에 보고되었다. 즉 동일한 물질의 전기적 특성이 구조와 직경 차이에 의해서 절연체로부터 반도체, 금속성까지 나타낸다는 사실이 증명되었다. 탄소나노튜브의 나선형 또는 키랄성(chi-

rality)을 변경하면 자유전자의 운동방식이 바뀌게 되며, 그 결과 자유전자의 운동이 완전히 자유로워져 탄소나노튜브가 금속처럼 반응하게 되거나 아니면 반도체처럼 배리어(barrier)를 극복해야 한다. 배리어의 크기는 튜브의 지름에 따라 결정되며, 튜브의 지름이 가장 작은 경우 1 eV도 가능한 것으로 알려져 있다. 탄소나노튜브는 이처럼 역학적 견고성과 화학적 안정성이 뛰어나고, 반도체와 도체의 성질을 모두 띌 수 있으며, 직경이 작고 길이가 길며 속이 비어있다는 특성 때문에, 평판표시소자, 트랜지스터, 에너지 저장체 등의 소재로서 뛰어난 성질을 보이고, 나노크기의 각종 전자소자로서의 응용성이 매우 크다.

최근에 탄소나노튜브를 이용하여 고분자 복합체를 형성하는 기술로는 폴리비닐알코올에 탄소나노튜브를 혼합하여 탄소나노튜브와 고분자의 복합체를 얻는 기술이 알려져 있으며, 이 탄소나노튜브 고분자 복합체의 열적 특성은 탄소나노튜브의 첨가량에 따라 증가하는 것으로 보고된 예가 있다(Adv. Mater., 11, p. 937, 1999). 그러나 고분자와 탄소나노튜브의 단순 블렌딩만으로는 계면에서의 접착력이 좋지 않기 때문에, 별도의 계면활성제를 선정해서 사용해야 하는 문제가 있으며, 실제로 에폭시 수지와 탄소나노튜브의 계면접착력을 향상시키기 위해 계면활성제를 사용한 예가 보고되어 있다(Chem. Mater., 12, 1049 (2000)). 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 탄소나노튜브의 표면에 옥시란기 또는 안하이드라이드기와 같은 경화성 작용기를 도입한 후, 상기 작용기의 광반응을 이용하는 포토리소그래피 방식으로 탄소나노튜브의 네가티브 패턴을 형성하거나, 열경화방식으로 상호침투망목구조(IPN: Interpenetrating Polymer Network)를 갖는 탄소나노튜브 고분자 복합체를 제조하는 방법에 관한 것이 연구되었다.

또한 전자산업의 발달에 따라 물성이 우수하고 그 전도성을 임의로 조절할 수 있는, 도전성 필름 또는 패턴에 대한 요구가 증가하고 있는 상황에서, 탄소나노튜브에 금속나노입자를 블렌딩할 경우 상기 요구에 적합한 소재를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만, 어떤 연구에 따르면 이들의 단순 블렌딩은 탄소나노튜브와 금속입자 간의 좋지 않은 계면특성(또는 상용성)으로 인해 만족할 만한 성과를 얻을 수 없으며, 균일 혼합된 경우에도 시간경과에 따라 상분리 등이 발생하는 등의 문제가 있다. 한편, 이러한 문제를 해결하기 위해 계면활성제 등의 제3의 성분을 사용한 경우, 탄소나노튜브 표면에서 상기 제 3 성분을

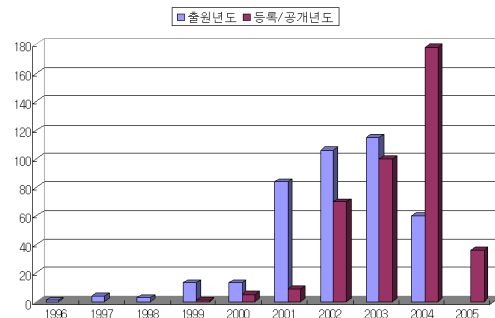


그림 6. 출원(등록/공개)년도별 미국의 나노특허추이.

완전히 제거하기 힘들어 계면에 불순물로 존재하게 되어 순수한 탄소나노튜브만의 성질을 얻기가 힘들어진다. 따라서 상기 문제를 해결하고자 연구한 결과, 탄소나노튜브의 표면을 산처리하여 상기 튜브표면에 카르복실레이트기를 도입한 후 이를 금속나노입자와 함께 적절한 유기용매 또는 광중합성 유기용액에 분산시킬 경우, 분산이 쉽게 이루어지며, 금속나노입자와 탄소나노튜브간의 계면에 형성된 쿨롱힘에 의해 상용성이 크게 향상되어 별도의 계면활성제를 사용하지 않고도, 코팅 시에 금속나노 입자와 탄소나노튜브가 상분리되거나 시간 경과에 따라 침전되는 문제없이, 도전성 필름 또는 패턴을 수득하는 기술도 개발되고 있다.

3.1 년도별 미국의 나노특허추이(그림 6)

미국특허청에서도 2000년도에 들어서서는 공개공보가 발간되기 시작하였기 때문에, 최근미국특허를 검색하면 등록공보와 공개공보가 함께 존재하게 된다. 특히 최신기술로 분류되는 나노특허인 경우에는 빠른 기술선점을 위해서 이러한 공개제도를 대부분 활용하고 있어 그 건수가 상대적으로 증가하고 있는 실정이다. 따라서 최근 2003년과 2004년에 급격한 증가추이를 보이고 있다.

이들 특허를 분석해보면, 탄소나노튜브를 합성제조하는 기술은 이제 정점에 이르렀다고 보여지지만, 이제는 이를 응용하는 단계에 접어들었다고 판단되는 바, 2000년도 기점으로 CNT를 이용한 고분자 나노특허의 증가폭이 급성장을 하고 있다. 이들의 응용분야는 고분자 복합체, 초 극세사, 연료전지 전극재료 등이 큰 비중을 차지하고 있다.

3.2 출원인별 미국의 나노특허추이(그림 7)

나노소자분야에서의 연구개발이 집중되어 IBM, Motorola 등의 반도체관련 회사가 기술혁신리더로 앞서서 분석되었으나, 고분자분야에서 CNT를 이용

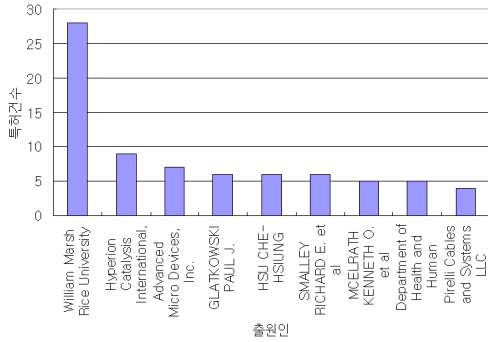


그림 7. 출원인(Assignee)별 미국의 나노특허추이.

하는 기술에서는 미국대학 William Marsh Rice University (Assignee)가 28건으로 가장 많았다. 이의 발명자로 Smalley et al.가 특허출원한 인조필라멘트에 화학적 특징이 있는 탄소나노튜브가 포함된 섬유에 관한 것이 16건이고 Colbert et al.가 재료의 물리적 또는 화학적 성질의 검출에 의한 조사 또는 분석에 관한 것이 12건 정도이다. 이는 탄소나노튜브를 이용한 응용분야가 서서히 대학에서부터 연구되어 그 영역을 넓혀가고 있음을 보여주는 것이고 향후 산업에 적용될 가능성이 빠르게 다가오고 있다고 판단되어 진다.

여기서 탄소나노튜브를 복합 극세사(인조 필라멘트)를 제조하는 기술을 다음과 같다. 보다 자세하게는 PVA 또는 PVAC 계열의 고분자 용액 속에서 일축 방향으로 정렬(one-directional aligned)시키고 에탄올 또는 메탄올 용액에서 고분자를 굳혀 PVA 또는 PVAC 탄소나노튜브 복합 극세사를 제조하는 방법이다. 먼저 DMSO 수용액에 분말 상태의 고분자를 첨가하여 용액을 제조하고 이에 정제된 탄소나노튜브 분말을 넣어서 분산시킨다. 이때 탄소나노튜브의 분산을 돕기 위하여 1 내지 2 무게%의 SDS(Sodium Dodecyl Sulfate)나 LDS(Lithium Dodecyl Sulfate)를 분산제로 첨가할 수 있다. 적절한 농도의 SDS를 사용해야 탄소나노튜브가 균일하게 잘 분산되고, 단일상을 얻을 수 있게 되는 것이다. 그런 다음, 상기 고분자 용액에 분산시킨 탄소나노튜브를 가는 모세관을 통과시켜 용액의 흐름 방향으로 정렬시켜서 방사하면, PVA 또는 PVAC 속에 일축으로 배열된 구조를 가지는 PVA 또는 PVAC 탄소나노튜브 복합 극세사가 제조되는 것이다.

이 방법에 따라 제조된 탄소나노튜브(복합) 극세사는 일반적인 방법으로 제조된 탄소나노튜브보다 강도(strength), 밀도(density) 및 탄성계수(elastic mo-

dulus) 등이 우수하기에 이를 직물을 짜듯이 서로 수직하게 얹혀 짜거나 폴리머 등의 다른 물질과의 혼합물을 만들어 기계적 특성이 우수한 전자기와 차폐(EMI) 재료, 전자과 차폐용 천, 의복 등에 사용할 수 있으며 기계적 특성을 요구하는 구조 재료 등으로도 응용 가능할 뿐만 아니라 수소 저장 물질이나 리튬 전지 등의 호스트(host) 물질로도 사용 가능한 장점이 있다.

그 다음으로는 Hyperion Catalysis International 9 건, Advanced Micro Devices가 7건으로 절연체 또는 반도체 관련 기술에 관한 것이다. 특히 Polyvinylidene fluoride composites에 관한 내용이 주로 연구개발 되고 있었다. 한국(예를 들면, 삼성전자)은 탄소나노튜브를 이용한 구조에 특징을 가지고 있는 적층체에 관한 기술을 특허출원하여 공개하였으나, 나노소자분야에 비해 아주 미비하고 지금은 탐색을 하고 있는 상황으로 파악된다.

3.3 IPC별 미국의 나노특허추이(그림 8)

탄소나노튜브를 이용한 고분자나노기술에서는 고분자복합체(C08)와 반도체 재료 및 장치(H01)에 관한 된 것이 대부분이다(표 8). C08 분야는 C08F, C08G, C08J, C08K, C08L 등으로 더 세부적으로 구분되어지는데, 이 중에서 무기물의 배합성분이 특징인 C08K가 가장 많으며 이는 첨가제로 탄소나노튜브를 혼합하여 복합체를 제조하는 것이 용이하기 때문이다. 고분자합성에 관련된 C08F와 C08G 분류는 개인발명자 중심으로 소수 출원되고 있다. 이것은 앞서서 언급했듯이 특정 고분자수지에 나노크기의 무기물(탄소나노튜브 등)을 기계적인 혼합으로 물성을 강화하는 기술은 크게 진척되고 있지만, 화학 반응을 통한 나노재료에 대한 연구는 아직 연구초기에 있다는 것을 간접적으로 뒷받침해준다. 그리고 B32B는 구조에 특징이 있는 적층체에 관한 것으로 fused

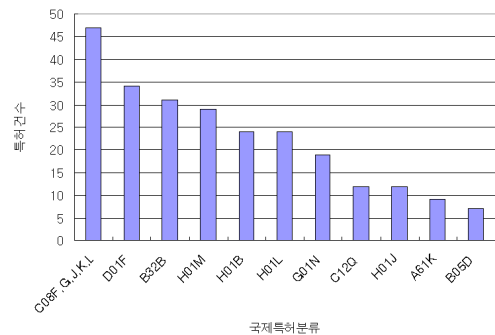


그림 8. IPC별 미국의 나노특허추이.

표 8. 주요 국제특허분류(IPC) 설명

IPC	기술설명
A61K	의약품 및 화장품 관련기술
B05D	분무 및 도장장치
B32B	적층체 물질 및 그의 제조방법
C08F,G,J,K,L	고분자화합물, 완성품, 첨가제, 조성물
C12Q	효소 또는 미생물을 함유하는 측정시험방법
D01F	인조필라멘트, 가연사, 섬유, 리본의 제조에 있어서 화학적 특성이 있는 것
G01N	재료의 물리적 또는 화학적 성질의 검출에 의한 조사 또는 분석
H01B	케이블, 도체, 절연체, 유전체 특성에 대한 재료
H01J	브라운관 및 평판표시장치
H01L	반도체 소자 및 장비, 재료
H01M	화학에너지를 전기에너지로 변환하는 장치(전지)

nanostructure material, electrically conductive and electromagnetic polymer, encapsulation of nanotubes 등의 형태로 다양하게 출원되고 있다. 다른 응용분야로 H01 분류는 전기소자에 관한 기술인데, 이는 주로 fuel cell electrode and components, coated carbon nanotube array electrode, battery, nanosensors, field emission devices, polymeric memory elements 등으로 파악되었다.

즉, 탄소나노튜브 관련기술은 반도체 소재 등에 활발히 적용되면서 최근에는 고분자 복합체에도 관심을 가지고 연구개발하고 있는 추세이다. 더욱이 D01F 분야에서는 William Marsh Rice University가 독보적이면서 특허명세서의 청구항의 수도 최소 84개에서 최대 163개까지 청구하고 있는 바, 이는 이 분야의 원천기술확보를 위해 광범위하고 포괄적인 특허청구범위를 작성한 것으로 판단된다.

또 다른 특이한 특허로는 일본의 Masashi Shiraishi 등이 출원한 미국특허공개 제2001-16283A1인데, 수소저장을 위한 카본질 재료에 관한 것으로 연료전지까지 포함하고 있다. 청구항도 165개로 원천특허에 해당된다고 보여지며 이미 국제특허도 출원되어 있어서 앞으로 이 분야의 연구개발을 하기 위해서는 선행특허의 사전분석이 반드시 필요하다.

4. 결론

나노기술은 신기술 분야로서 급속한 성장단계에 있으며 R&D 성과가 2006년 이후 급증할 것으로 예측됨에⁷⁾ 따라 각국이 원천기술을 선점하기 위해 치열

한 연구개발을 수행하고 있다. 하지만 이번 분석결과를 토대로 판단하건대 현재까지 우리나라의 지재권 확보 수준은 선도국가인 미국과 일본에 비해 크게 뒤쳐지고 있다.

전 세계적으로 1990년대 초부터 나노기술분야에 대한 연구가 자리잡기 시작하였고, 1990년대 후반부터 본격적으로 연구개발 성과들이 특허로 산출되고 있으나 한국특허로 본 나노기술 동향에서 내국인은 외국인보다 연구개발 착수시점이 크게 뒤쳐지며, 2000년 이후에야 내국인에 의한 연구개발 성과가 가시화되어 나타나고 있는 실정이다. 더구나 특허출원(등록) 건수 등의 양적인 증가는 보이고 있으나, 원천특허나 핵심특허 등의 질적인 성과는 절대적으로 부족한 실정이다. 즉 나노발명은 많아도 권리화된 나노특허는 없는 실정이어서 기술경쟁력이 매우 약하다.

NT분야 특허분석에서 살펴본 것처럼 세계 나노기술은 미국과 일본이 주도하고 있으며, 이에 세부기술 분야별로 미국과 일본의 기술개발 패턴을 꾸준히 모니터링하고 최근 이 분야에서 부각되고 있는 캐나다, 중국, 호주⁸⁾ 등의 신흥경쟁국가에 대한 심층·분석도 필요함을 인식하게 되었다.

또한 최근 연구기획단계에서부터 특허정보의 중요성이 부각되어 국가연구개발사업에 국내외 특허동향 분석을 하도록 시행되고 있으며 이에 특허청에서는 국가 R&D 특허지원단을 발족하여 도움을 주고 있는 실정이다. 고분자 나노기술분야에서도 국제적인 특허기술동향을 지속적으로 모니터링하여 정책에 반영하고, 선행기술조사를 강화하여 중복연구개발투자를 방지하고자 하는 것이다.

따라서, 이번 분석결과를 통해 NT분야에서의 국내 기술수준을 인지하고 선진기술에 대한 연구방향을 파악하여 향후 예상되는 국제특허분쟁에 대비함에 그 목적이 있었으며, NT분야에서의 선도국가들의 선점 분야에 대한 회피용 특허망 구축이나 미선점분야에 대한 원천 특허망 선점 등의 전략적 지적재산권 확보에 도움이 되었으면 한다.

참고문헌

1. 특허청, 특허정보원, *NT특허분석보고서*, 2004.
2. 특허청 나노기술연구회, *나노기술동향 자료모음집*, 2001.

⁷⁾ 「International Strategy for Nanotechnology Research and Development」, MC Roco, 2001.

⁸⁾ 호주의 경우 NT분야의 경쟁력을 높이기 위한 조치로써 특허분석 프로젝트를 수행한 바 있음. 「Nanotechnology Benchmarking Project」, Australian Academy of Science, 2004. 02.

3. 특허청 나노기술연구회, *나노기술과 특허*, 2004.
4. 특허청 나노기술연구회, *나노기술에 있어서 특허정보의 중요성*, 2003.
5. 안두현외 6명, 주요 신기술의 혁신추이 및 경쟁력 분석 -BT, ET, NT를 중심으로-, 과학기술정책 연구원, 2002.
6. KISTI 심층정보분석보고서, *나노복합재료*, 2002.
7. 특허청, 국제특허분류(IPC) CD 제7판 또는 국제 특허분류표 제6판.
8. 반용병, *Nano Trends and Prospects based on Patent Analysis*, NanoKorea 2004 Symposium.
9. 박은성, *나노기술의 연구방향 : 향후 10년간의 나노기술 연구개발에 대한 전망*, KOSEN 보고서.
10. 김경옥, 이병목 편저, *기술개발과 특허정보: Patent Map의 작성과 활용*, IPI, 1997.
11. 산업자원부, *나노기술 산업화 전략*, 2001.
12. 과학기술부, *나노기술융합발전계획*, 2001.
13. 삼성경제연구소, *한국산업의 경쟁력: 현상과 과제*, 산업경쟁력 심포지엄 자료, 2001.
14. 온기운, *21세기 신기술산업 육성 세부실천과제: IT, BT, NT를 중심으로*, 산업연구원, 2001.
15. 이광호, *나노기술의 R&D 현황 및 분석방향*, STEPI 과학기술정책포럼 자료, **10**, 14 (2002).
16. 한국특허청 www.kipo.go.kr.
17. 한국특허정보원 www.kipi.or.kr.
18. 발명진흥회 특허맵 www.patentmap.or.kr.
19. 나노넷 www.nanonet.info.
20. 나노기술연구회 www.freechal.com/nano.
21. 한국과학기술정보연구원 www.kisti.re.kr.
22. 일본특허청 총무부 기술조사와 발행보고서, *나노테크놀로지 응용(탄소나노튜브, 광반도체, 주사형프로브현미경)관련 특허출원기술동향조사*, 2002.
23. 일본특허청 총무부 기술조사와 발행보고서, *나노구조재료에 관한 기술동향조사*, 2001.