

나노기술을 이용한 고무제품 개발전략

백승준·박환돈·김종민·장상목

1. 서론

나노기술은 나노소재로부터 시작되면서 그 파급 기술로 나노성형, 나노가공, 나노부품 및 나노제품을 위한 시스템으로 연결된다고 할 수 있다. 특히 나노분말소재는 나노소재 중 연구개발이 가장 활발한 분야로서 21세기의 신산업을 창출할 수 있는 핵심 기술 분야의 하나이며, 그 이용 형태에 따라 분말 자체로 활용되는 경우, 금속, 세라믹, 고분자 기지(matrix)에 분산시켜 사용하는 경우, 소재표면에 코팅하여 사용하는 경우, 벌크 형태로 사용하는 경우와 같이 다양하게 적용되는 만큼 응용범위

도 광범위하다.

본고에서는 이와 같이 나노분말소재들을 다양한 이용 형태로 고무기술 산업분야에 적용시키고 있는 기술들이 아직 초기 단계이지만 나노분말소재를 구분하여 타이어, 안창을 포함한 신발, 그리고 기타 고무기술과 같은 고무기술 산업분야로 구분하여 그 동안 적용시킨 기술들의 특허정보를 체계적으로 수집 정리하여 특허출원동향을 파악하고, 기술개발동향의 분석을 통해 향후 나노분말소재의 응용을 위한 기술개발방향을 제시하고자 한다.



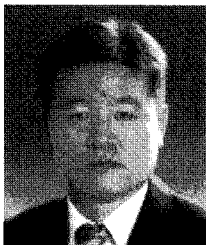
백승준

1981 동아대학교 공업화학학과 학사
2006 동아대학교 화학공학과 석사
1985~ 공업진흥청
1997
1997~ 특허청 심사관
2003
2003~ 신태양국제특허법률사무소
현재 소장



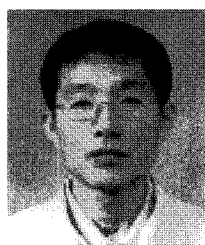
김종민

1994 동아대학교 화학공학과 학사
1996 동아대학교 화학공학과 석사
1999 동아대학교 화학공학과 박사
1997~ 일본세이코첨단기술연구소
1998
1999~ 일본 농림성, 오사카대학
2003 연구원
2003~ 동아대학교 화학공학과
현재 조교수
연구분야: 나노공학, 나노바이오,
결정공학



박환돈

1987 건국대학교 화학공학과 학사
2005 충남대학교 특허법무대학원
석사
1987~ 한국기기유화시험연구원
1991
1991~ 공업진흥청
1998
1998~ 특허청 심사관
2007
2007~ 신태양국제특허법률사무소
현재 변리사



장상목

1982 서울대학교 화학공학과 학사
1984 한국과학기술원 화학공학과
석사
1991 일본 동경공업대학 전기화학과
박사
1984~ 동아대학교 화학공학과 정교수
현재
연구분야: 전기화학, 환경
화학공학, 생물화학공학

2. 특허출원 동향 분석방법

2.1 분석범위

한국특허정보원의 특허검색 프로그램인 특허기술정보서비스(KIPRIS)에서 제공하는 특허정보 중에서 2007년 9월 30일 현재까지 공개된 특허 및 실용신안 중에서 표 1의 내용과 같이 타이어 분야, 신발 분야 및 기타 고무기술 분야로 분류하여 분석대상으로 하였다.¹

표 1. 특허출원동향 고무기술 산업분류

분 류	상세 고무기술 산업분야
타이어 분야	트레드 고무조성물, 인너라이너 고무조성물
신발 분야	안창, 겹창, 신발
기타 고무기술 분야	고무복합재료, 일반 고무조성물

2.2 특허선행기술 검색식

고무기술 산업분야에 나노분말소재를 적용시킨 특허선행기술을 검색하기 위하여 표 2의 내용과 같이 검색어를 조합하여 검색하였다.

표 2. 특허선행기술 검색식

고무기술 산업분야	검색식
타이어 분야	고무(제목)and나노(초록) 나노(초록)and타이어(초록)
신발 분야	[신발or인솔or안창or아웃솔or겹창or중창or미드솔(제목)]and나노(초록)
기타 고무기술 분야	고무(초록)and나노(초록)

2.3 분석항목

상기의 방법에 의해 분류한 분석대상에서 타이어, 신발 및 기타 고무기술 산업분야별로 적용한 나노분말소재를 종류별, 연도별, 나노분말소재 적용분야별, 그리고 특허등록 여부를 분석항목으로 정하였다.

2.4 분석방법

분석대상 특허를 상기의 각 항목별로 특허출원

동향 파악과 등록여부 및 기술개발동향을 분석하여 향후 고무기술 산업분야의 기술개발방향을 제시하였다.

3. 고무기술 산업분야의 특허출원동향

3.1 분야별 특허출원동향

상기 2의 방법에 의해 검색된 총 특허 및 실용신안 건수 109건의 분석대상의 분야별 출원동향은 타이어 분야가 55건으로 전체의 절반인 50.5%를 차지하며, 그 다음으로 고무복합소재, 고무조성물과 같은 기타 고무기술 분야가 30건으로 27.5%를 차지하며, 안창을 포함한 신발 분야가 24건으로 22.0%를 차지하였다. 이 결과를 도표로서 나타내면 그림 1의 내용과 같다.

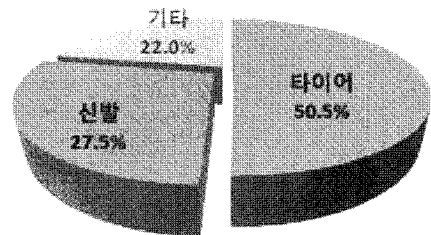


그림 1. 나노분말소재의 고무기술 산업분야별 특허출원동향

분야별 특허출원에서 타이어가 전체 분석대상에서 절반을 차지하고 있는 것은 금호타이어(주)와 한국타이어(주)와 같은 대기업이 해외시장에서 외국 타이어 업체와의 경쟁을 위하여 수행한 끊임 없는 연구 노력의 결실로 볼 수 있다.

분야별로 특허와 실용신안을 구분하여 출원동향을 살펴보면 표 3의 내용과 같다.

표 3. 분야별 특허와 실용신안 출원현황

(단위: 건수)

구 분	분 야 별			
	타이어	신 발	기 타	소 계
특 허	55	6	27	88
실용신안	-	18	3	21
합 계	55	24	30	109

특허와 실용신안의 대상을 정확하게 이해하면 표 3의 내용이 쉽게 이해할 수 있을 것이다. 특허의 대상과 실용신안의 대상은 다음과 같이 정의어진다. 특허법 제2조(정의)제1호에 “발명, 이라 함은 자연법칙을 이용한 기술적 사상의 창작으로서 고도한 것을 말한다.”라고 정의하고 있는 바와 같이 상기의 조건을 충족시킬 경우에는 모두 특허의 대상이 되므로 일정한 형상을 갖지 않는 고무 조성물이나 또는 고무제품과 그 제조방법들이 모두가 특허 대상이 된다.² 이에 반해 실용신안법 제5조(실용신안등록 요건)에 “산업상 이용할 수 있는 물품으로 형상·구조 또는 조합에 관한 고안”을 대상으로 규정하고 있는 바와 같이 물품의 형상·구조 또는 조합을 그 대상으로 함에 따라 일정한 형상을 갖는 물품의 경우에만 실용신안의 대상이 되므로 고무 조성물, 합금 조성물과 같이 물품이라도 일정한 형태를 갖지 않는 물품의 경우에는 실용신안의 대상이 되지 않는다.^{3,4}

따라서 표 3에서 타이어의 경우에는 주로 트레드 고무 또는 인너라이너 고무의 고무조성물을 대상으로 개발하여 특허를 출원함에 따라 모두 일정한 형상을 갖지 않는 고무조성물이 그 출원 대상이 되므로 특허에 한정된다. 이에 반하여 신발의 경우에는 특허와는 달리 고도한 것이 아닌 일정한 형상을 갖는 물품인 신발 또는 안창을 대상으로 기술 개발하여 출원함에 따라 대부분 실용신안으로 출원되었다. 그리고 고무복합소재, 고무조성물과 같은 기타 고무기술 분야의 경우에도 타이어와 마찬가지로 거의 대부분 특허 출원되었음을 알 수 있다.

3.2 연도별 기술분야별 특허출원동향

나노분말소재를 고무기술 산업분야에 적용시킨 국내 최초의 특허는 1985년도에 굿리치 코포레이션(미국)이 「나노 크기의 카본블랙(carbon black)을 적용한 고성능 타이어」이다. 고성능 타이어를 특허출원함에 따라 1980년대 중반에 벌써 나노분말소재를 적용한 고무기술이 국내에 처음으로 도입되었다는데 큰 의의가 있으며, 상기 특허의 경우에는 2005년 1월 30일자로 등록존속기간인 20

표 4. 연도별 분야별 특허출원동향

(단위: 건수)

년 도	분 야 별			
	타이어	신 발	기 타	소 계
1985	1	-	-	1
1997	-	-	1	1
2000	2	-	1	3
2001	6	-	-	6
2002	9	1	6	16
2003	8	-	2	10
2004	8	8	7	23
2005	16	12	10	38
2006	4	3	1	8
2007	1	-	2	3
합 계	55	24	30	109

년의 기간이 만료되어 그 등록이 소멸되었다.

그 후 12년이 지난 1997년도에 국내업체인 제일모직(주)가 판상의 광물을 유기화 처리한 나노클레이(nano clay)를 사용하여 고무중합체 입자 내에 또는 매트릭스 수지 내에 나노-사이즈(nano-size) 크기로 분산되어 있는 구조를 갖는 고무변성 열가소성 복합재료를 특허출원하여 등록되었다. 이는 국내업체 최초로 고무기술 분야에 나노기술을 적용시킨 특허로서 국내 고무기술 산업분야의 새로운 기술개발의 전환기가 되었다고 할 수 있다.

그리고 나노분말소재를 고무기술 산업분야에 적용시킨 기술들에 대한 특허가 본격적으로 출원되기 시작한 2000년도 이후 연도 별 출원건수의 동향을 살펴보면 다음과 같다. 2000년도에 3건 출원되면서 2005년도까지는 출원건수가 큰 폭으로 증가하다가 2006년도에 일시적으로 출원건수가 감소하였으며, 2007년도의 경우에도 출원건수가 더욱 감소하였지만 연말까지의 통계가 집계된다면 2006년도 이상으로 출원될 것으로 예상되고 있으며, 분야별 출원의 상세내역은 표 4의 내용과 같다.

3.3 나노분말소재별 특허출원동향

고무기술 산업분야에 적용시킨 나노분말소재별로 구분하여 특허출원동향을 살펴보면, 표 5에 기재된 내용과 같이 총 특허(실용신안 포함) 109

표 5. 분야별 나노분말소재별 특허출원동향

(단위: 건수)

분야별	나노분말 소재별									
	클레이	실리 케이트	탄소 나노튜브	카본블랙	산화아연	탄산칼슘	수산화 알루미늄	실 버	기 타	소 계
타이어	28	8	6	6	4	2	1	-	-	55
신 발	-	1	-	-	-	-	-	23	-	24
기 타	6	9	3	-	-	-	1	9	2	30
계	34	18	9	6	4	2	2	32	2	109

건 중 나노클레이가 34건(30.9%)으로 가장 많이 고무기술 분야에 적용되었으며, 다음으로 나노실버(29.1%), 나노실리케이트(18.2%), 탄소나노튜브(8.2%), 카본블랙(5.5%) 등의 순으로 적용되었다. 여기에서 기타 나노분말소재는 나노 이산화티탄 및 나노 자석철이다.

3.4 출원주체별 특허출원동향

출원주체별 특허출원동향을 살펴보면, 표 6에 기재된 내용과 같이 외국업체 5건을 포함하여 기업체가 모두 73건으로 전체 출원건수의 67.0%를 차지하였으며, 개인이 30건으로 27.5%를 차지하고, 연구기관이 6건으로 5.5%를 차지하였다.

외국 기업체는 미국 기업이 3건(타이어 2건, 고무 조성물 1건 특허), 독일 기업이 1건 특허(기타 고무기술), 캐나다 1건 특허(기타 고무기술)로 총 5건 특허에 지나지 않음에 따라 외국 기업들의 경우에도 아직까지는 고무기술 분야에 나노분말소재를 적용시키는 기술들의 연구개발이 아직까지는 활발하게 진행되고 있지 않음을 알 수 있다.

표 6. 출원주체별 특허출원동향

(단위: 건수)

구 분	연구기관	기업체	개인	소계
타이어	-	55(2)	-	55
신 발	1	4	19	24
기 타	5	14(3)	11	30
합 계	6	73(5)	30	109

*상기에서 () 내는 외국 기업체 건수임

3.5 특허 등록 동향

분야별로 특허 88건에 대한 등록 현황을 살펴보

면, 표 7에 기재된 내용과 같이 타이어의 경우에는 55건 출원에 48건이 등록되어 특허 등록률이 87.3%이고, 신발의 경우에는 6건 출원에 1건이 등록되어 특허 등록률이 16.7%이며, 기타 고무기술은 27건 출원에 12건이 등록되어 44.4%인 것을 알 수 있다.

특허 등록률에 대해서 살펴보면, 타이어의 경우에는 주로 금호타이어(주), 한국타이어(주)와 같이 대기업의 연구소에서 선행기술을 조사한 다음 연구 개발한 기술을 출원함에 따라 특허 등록률이 높다. 이에 반해 신발의 경우에는 주로 개인들이 대기업들과 같은 연구소를 보유하지 못하고 기술들을 개발함에 따라 특허 등록률이 낮은 것으로 판단되어진다. 기타 고무기술의 경우에는 표 6에서 나타나는 바와 같이 특허출원인의 35%정도가 개인으로서 이들의 특허 등록률이 낮음에 따라 특허 등록률이 타이어에 비해 낮은 것으로 나타났다. 현재 심사대기 중인 공개특허 3건이 모두 외국 기업들이 국내에 특허 출원한 건으로서, 아직 심사대기 중인 상태인 것을 감안한다면 특허 등록률은 표 7에서 나타난 결과보다 더욱 높아질 수 있을 것으로 예측된다.

표 7. 분야별 특허등록 현황

(단위: 건수)

구 분	분 야 별			
	타이어	신 발	기 타	소 계
특허등록	48	1	13	62
공개 중	-	-	3	3
거절결정	7	5	12	24
합 계	55	6	28	89

그리고 분야별로 실용신안 21건에 대한 등록 현황을 살펴보면, 표 8에 기재된 내용과 같이 신발의 경우에는 18건 출원에 1건이 등록되어 실용신안 등록률이 5.6%에 지나지 않으며, 기타 고무기술은 3건 출원에 1건이 등록되어 33.3%에 지나지 않는 것을 알 수 있다.

이와 같이 실용신안 등록률이 낮은 이유는 신발의 경우에는 표 6에서 나타난 바와 같이 주로 개인들이 자급난 등의 영세성으로 인해 선등록받은 실용신안의 기술평가를 청구하지 않거나 또는 기술평가를 청구한 후에 기술평가결과 선등록이 취소됨에 따라 실용신안의 등록률이 대단히 낮은 것으로 판단되어진다. 기타 고무기술의 경우에도 표 7의 특허의 경우와 같은 사유로 인해 실용신안 등록률이 낮은 것으로 나타났다.

참고로 표 8에서 실용신안등록이란 기술평가청구 후 등록유지된 것을 포함하고, 거절결정은 기술평가청구 후 등록취소된 것을 포함한다.

표 8. 분야별 실용신안등록 현황

(단위: 건수)

구 분	분 야 별			
	타이어	신 발	기 타	소 계
실용신안등록	-	1	1	2
거절결정	-	17	2	19
합 계	-	18	3	21

4. 나노분말소재 고무기술개발동향 분석

연도별 기술동향을 살펴보면, 국내에서 나노분말소재를 고무기술에 본격적으로 적용시키기 시작한 것은 표 4에서 나타난 바와 같이 2000년도부터 출원건수가 시작되다가 정부에서 나노기술개발촉진법을 제정한 해인 2002년도부터 그 출원건수가 급격하게 증가하였다.

나노분말소재들을 표 5에 분류된 바와 같이 각 분야별로 많이 사용되어진 주요 나노분말소재들을 살펴보면 다음과 같다.⁵

타이어 분야와 기타 고무기술 분야에 적용된 나

노분말소재는 표 5에 분류된 바와 같은 나노클레이(nano clay)로서, 나노클레이를 고무 조성물에 적용하는 경우 분산 정도에 따라 기계적 물성 및 마모 특성 변화 등 주요 특징이 나타날 수 있다. 그 이유는 판상형 나노클레이 사이에 고무층이 삽입되거나, 혹은 나노클레이가 완전히 분산되면서 기계적 물성을 향상시키기 때문이다. 따라서 나노클레이의 분산성이 고무 조성물의 특성을 결정짓는 주요 요소라 할 수 있다. 이러한 나노클레이의 분산특성을 개선하기 위한 방법은 크게 2가지로 나누어질 수 있는데, 나노클레이의 특성을 유기화시켜 고분자와의 반응을 용이하게 하는 방법과 나노클레이가 포함되는 고무 조성물의 제조방법의 조정에 의해 나노클레이의 분산을 유도하는 방법이 있으며, 여기서는 그 구체적인 설명을 생략하기로 한다.

그 다음으로 타이어 분야와 고무기술 분야에 많이 적용되어진 나노분말소재로는 나노실리케이트(nano silicate)가 있으며, 나노실리케이트는 물에 의해 팽윤 및 층간 박리가 가능한 천연 혹은 인공적으로 제조된 층간 구조의 점토광물로서 몬모릴로나이트(Montmorillonite), 헤토라이트(Heterite), 마이카(Mica) 등이 알려져 있다. 이와 같은 그룹에 속하는 층상 화합물의 층상 규산염에 고분자 고무 복합체가 충전된 엘라스토머 나노 고분자 복합체를 이용하여 엘라스토머 나노 고분자 복합체와 나노 금속입자를 트레이드 성형시에 함께 배합하여 고분자 고무와 나노 금속입자가 결합이 되도록하여 기계적 특성과 화학적 특성을 향상시킬 수 있도록 하였다.

일반적으로 고분자 나노 복합체의 제조방법은 중합법과 혼련법의 두 가지 방법이 있다. 이들 제조방법의 기본원리는 먼저 이온 반응을 이용하며, 음하전(-)을 띤 층으로 구성된 실리케이트에 양하전(+) 물질을 삽입하는 방법으로 나노 층상 실리케이트 층간의 거리를 7~12Å에서 20Å 이상으로 확대한다. 그리고 중합법의 경우 수용성 용매에서 단량체를 나노클레이 층간에 삽입한 후 중합반응에 의해 사슬을 연장하지만 적용 가능한 고분자가

제한되고, 고함량의 나노 복합체를 제조하기 곤란한 단점이 있다. 반면 혼련법의 경우 고분자와 친화성을 가지는 충상 실리케이트를 용융시킨 후 강력한 전단력으로 충간에 고분자를 다량으로 삼입시키는 방법으로서 적용 가능한 고분자의 종류에 제한이 없고, 고함량의 나노복합체를 제조할 수 있는 장점이 있지만 나노 충상 실리케이트의 분산성이 떨어져 고무 물성의 개선에는 한계가 있다.

타이어 분야에 적용되어진 나노카본블랙(nano carbon black)은 주로 타이어용 고무조성물에 첨가하여 내마모와 같은 기계적 물성을 향상시키기 위해 사용되어진다. 나노카본블랙과 같이 주로 타이어 분야에 적용되는 탄소나노튜브는 타이어의 내마모성과 회전저항 특성을 향상시키기 위해 첨가하는 것으로써, 단일벽(Single-walled) 탄소나노튜브, 이중벽(Double-walled) 탄소나노튜브, 다중벽(Multi-walled) 탄소나노튜브, 다발형(rope) 탄소나노튜브와 같이 다양한 종류의 탄소나노튜브가 있다.

나노산화아연(nano zinc oxide)은 고무조성물에 첨가하는 활성제로서, 천연고무 중에 비고무 물질 중의 지방산과 산화아연의 반응 생성물이 가황 활성에 기여한다. 나노탄산칼슘(nano calcium carbonate)을 충전제로 사용하면 고무조성물 내에서 분산성이 우수하여 타이어의 내마모성 및 회전저항 특성의 물성을 향상시키는 역할을 한다. 다공성 나노 산화알루미늄(aluminum oxide) 화합물을 타이어용 고무조성물에 첨가할 경우 구름 저항을 감소시키고 내마모성과 습윤 조건하의 노면에 대한 개선된 점착력을 나타내는 역할을 한다.

한편 신발 분야에서 사용하는 고무 조성물 또는 섬유는 거의 대부분 나노실버(nano silver)를 적용

하고 있는데 이는 나노실버가 강력한 살균력과 항균능력을 갖고 있어 사람이 신는 신발의 내부에서 서식하는 세균들을 사멸시키거나 또는 세균들의 활동을 억제하기에 적합한 소재로서 널리 알려져 있기 때문이다.

5. 결 론

일반적으로 고무조성물은 원료고무 이외에 보강충전제, 활성제, 노화방지제, 가황제 및 가황촉진제와 같은 각종 다양한 첨가제를 필요에 따라 적절하게 선택하여 첨가함으로써 그 물성을 개선시킨다.

이미 언급한 특허출원동향과 기술개발동향에서 나타난 바와 같이 외국 기업체들의 경우 나노분말 소재를 응용한 고무기술에 대한 국내특허 출원이 아직까지는 많지 않음을 알 수 있다.

따라서 국내 기업체들은 나노기술의 잠재력과 파급력을 충분히 인식하고, 고무조성물의 특성을 고려하여 각종 다양한 고무용 첨가제들을 적절한 나노분말소재로 대체하는 응용 연구개발에 충분히 투자함으로써, 외국의 경쟁기업체들보다 우위의 기술경쟁력을 확보할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 특허검색 도메인 주소
(http://www.kipris.or.kr/new_kipris/index.jsp)
2. 특허법(일부개정 2007. 5. 17 법률 제8462호)
3. 실용신안법(일부개정 2007. 1. 3 법률 제8193호)
4. 특허실용신안 심사지침서(2002. 3 특허청 발행 pp. 4331-4353)
5. 나노 소재의 최신기술(2004. 4 요업(세라믹)기술원 발행 pp. 83-86)