

T.M.B Analysis Report

(Technology · Market · Business)

KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE

Title(Name of Technology) :

나노기공체

May 15, 2017

전자현미경연구부

■ Introducing to the Research Field

□ 주요 수행연구

- 나노-바이오 융합이미징에 최적화된 대형장비 구축 및 공동 활용
- 첨단연구장비 및 요소장치 개발을 통해 첨단 영상기술의 기술 개발
- 차세대 기능성 에너지 소재 탐색, 발굴, 개발
- 질환 치료 타겟형 바이오 물질 발굴 및 기작 규명

□ 대표적 연구사례

- HVEM의 고투과력 기능을 활용하여 해당 소재가 인장/수축 상태에서 우수한 전기전도도를 유지하기 위해 금 나노입자들이 자기조립 현상을 따르고 있음을 시각화하여 규명



신규 개발된 고신축성 전도체의 사진

고신축성 전도체의 인장 전/후 표면의 전자현미경 사진

고신축성 전도체 내부의 금 나노입자에 대한 HVEM 이미지

■ Related researcher*

(전자현미경연구부는 총 37명의 연구진으로 구성됨)

연구자	연구분야
권희석 (부장대행)	■ HVEM 및 Bio-TEM (의생물 분야)
김해진	■ 나노재료를 이용한 수소저장재료개발 ■ 고체 핵자기공명 500MHz
이진배	■ 에너지 저장용 나노물질개발
홍원기	■ 가스흡착특성에 관한 분석지원 및 2차원 나노재료 합성
이주한	■ 나노표면연구팀 ■ In situ 나노표면 분석시스템 구축사업 책임
이현욱	■ 나노표면연구팀 ■ In-situ 분석 시스템 개발사업 수행 및 광촉매/에너지 재료 표면 분석/응용
김혜란	■ 나노표면연구팀 ■ in-situ 분석시스템구축사업 과제수행 및 UHV-SPM 운용

* 연구자 기재 기준은 아래 특허의 발명자이면서, 기관 홈페이지에서 확인가능한 자를 우선기재함.

* 추가기입이 필요한 경우 기관 홈페이지를 참고하여 연구팀별 상위 등재자를 임의로 선정하여 기입함.

■ Classification of Industrial Technology

- 대분류 : 화학
- 중분류 : 정밀화학
- 소분류 : 나노응용기술

■ Informations of related to the Intellectual Property

No	발명의 명칭	출원번호	출원일자	등록일자
1	전이금속-실리콘 미세 중공구의 제조방법	2013-0047461	2013.04.29	2015.06.10
2	고비표면적 및 고결정성을 갖는 나노기공 광촉매 및 그 제조 방법	2011-0124981	2011.11.28	2012.07.12
3	고결정성 나노기공 이산화티탄 광촉매 제조 방법	2011-0124982	2011.11.28	2012.08.10

■ Assessment of Intellectual Property Level

출원번호	발명의 명칭	기술수준평가			
		기술성 (30)	권리성 (40)	시장성 (30)	합계 (100)
2013-0047461	전이금속-실리콘 미세 중공구의 제조방법	14	27.5	17.5	59
2011-0124981	고비표면적 및 고결정성을 갖는 나노기공 광촉매 및 그 제조 방법	20	22.5	22	64.5
2011-0124982	고결정성 나노기공 이산화티탄 광촉매 제조 방법	20	22.5	19	61.5

Technology Overview

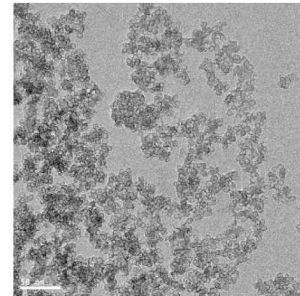
Abstract

□ 본 기술은 한국기초과학지원연구원 전자현미경연구부에서 개발한 연구성과 중 '나노기공체'에 관한 기술내용임

Discovery and Achievements

<P. 1> 전이금속-실리콘 미세 중공구의 제조방법	
요약	<ul style="list-style-type: none"> 미세하고도 균일한 전이금속-실리콘 중공구를 간단하게 대량으로 제조할 수 있는 전이금속-실리콘 미세 중공구의 제조방법에 관한 기술임
특징 / 장점	<ul style="list-style-type: none"> 전이금속과 실리콘의 복합재료로 이루어지는 미세 중공구를 용이하게 대량으로 제조할 수 있음 기존의 방법에 의하여 제조되는 중공구에 비하여 그 크기가 균일하면서도 작고, 벽 두께가 얇은 특징을 갖음 또한 본 발명에 의하여 제조되는 미세 중공구는 미세 중공구 자체의 특성에 더하여 전이금속과 실리콘이 가지는 재료의 특성을 발현시킬 수 있으므로 다양한 산업분야에 효과적으로 적용될 수 있음

<P. 1> 대표도면



[망간-실리콘 미세 중공구의 TEM 이미지]

<P. 3> 대표도면



[고결정성 나노기공 이산화티탄 광촉매 제조 방법을 나타낸 공정 순서도]

<P. 2> 대표도면



[고비표면적 및 고결정성을 갖는 나노기공 광촉매 제조 방법을 나타낸 공정 순서도]

나노기공체

<P. 3> 고결정성 나노기공 이산화티탄 광촉매 제조 방법	
요약	<ul style="list-style-type: none"> 소니케이션을 이용한 간단한 합성법으로 고결정성을 갖는 나노기공 이산화티탄(TiO₂)을 대량으로 제조할 수 있는 고결정성 나노기공 이산화티탄 광촉매 제조 방법에 관한 것임
특징 / 장점	<ul style="list-style-type: none"> 고결정성을 갖는 나노기공 이산화티탄을 실온에서 계면활성제를 이용한 간단한 합성법으로 대량 생산함으로써, 생산 수율을 획기적으로 향상시킬 수 있음 유기물 자체 정화 기능면에서 기존에 상용화되어 사용되고 있는 P25에 비하여 우수한 광촉매 특성을 갖음 우수한 광분해 효과를 가지므로, 공기정화제품, 항균-바이러스필터 등 일상생활에서 사용하는 제품들뿐만 아니라, 메모리소자, 논리소자, 염료감응형 광전지, 가스센서, 바이오센서, 유연소자 등에 활용될 수 있음

<P. 2> 고비표면적 및 고결정성을 갖는 나노기공 광촉매 및 그 제조 방법	
요약	<ul style="list-style-type: none"> 간단한 합성법으로 고비표면적 및 고결정성을 모두 만족하는 나노기공 광촉매를 저가로 대량 생산할 수 있는 나노기공 광촉매 및 그 제조 방법에 관한 것임
특징 / 장점	<ul style="list-style-type: none"> 산이나 염기 또는 다른 첨가물 없이 간단한 합성법으로 350 ~ 650m²/g의 비표면적을 갖는 나노기공 광촉매를 저비용으로 대량 생산할 수 있음 여러 공정 단계를 거치지 않고서도 실온에서의 졸-겔 반응 및 수침분 정도의 초음파 처리만으로 고비표면적 및 고결정성을 모두 만족시키는 나노기공 광촉매를 제조할 수 있음 우수한 광분해 효과를 가지므로, 공기정화제품, 항균-바이러스필터 등 일상생활에서 사용하는 제품들뿐만 아니라, 메모리소자, 논리 소자, 염료감응형 광전지, 가스센서, 바이오센서, 유연소자 등에 활용될 수 있음

Market Overview

Application Market

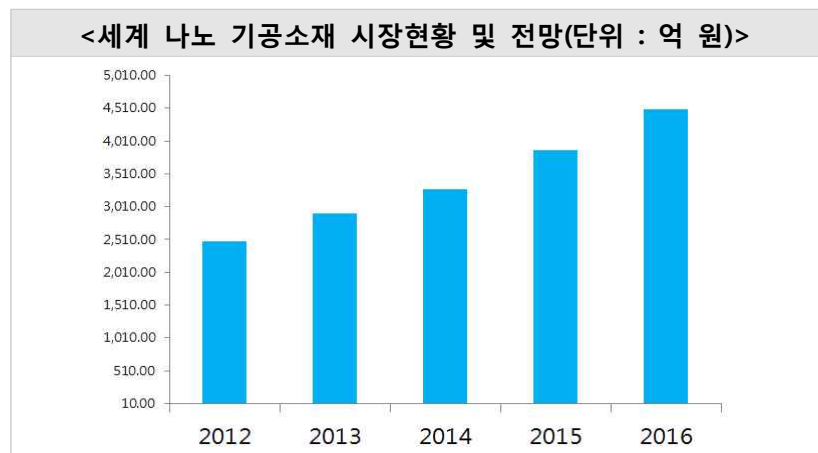
- 본 기술은 나노기공체에 관한 것으로서 기능성 나노소재 분야에 속한다고 볼 수 있으며, 해당 시장에 대한 트렌드를 조사하고자 함
 - 중소기업 기술로드맵에 따르면 기능성 나노소재 시장은 나노소재 또는 소자 제조에 필요한 기본요소를 조작·제조하거나, 이를 제어함으로써 새롭게 개선된 물리적, 화학적, 생물학적 특성을 나타내는 소재, 소자 또는 시스템을 만들어 내는 기술로 정의하고 있음
 - 또한 기능성 나노소재는 원소재의 재료와 구조에 따라 탄소 나노소재, 금속 나노소재, 산화물 나노소재, 다공성 나노소재, 그리고 기타 나노소재 등으로 구분하고 있음

Market Tendency

- 기능성 나노소재 개발역량을 세계 최고수준의 후방산업(전기/전자, 자동차 등)을 포함한 다양한 제조업에 접목하여 경쟁력 제고에 기여할 것임
- 우리나라의 제조기술 능력과 기능성 나노소재를 접목한 인쇄전자, LED산업 등 세계적인 신산업 창출이 기대됨
- 나노 융·복합소재 산업은 정밀(화학)제조업에 속하고 기술의 독점성과 원료 의존성이 매우 큰 경우가 많아 일부 다국적기업들의 시장지배력이 강함
- 전방산업의 경우 대기업을 중심으로 이루어지고 있으며, 나노 융·복합소재 분야는 중소기업을 중심으로 제품화가 이루어지고 있음
- 후방산업(전기전자, 자동차 등)의 발전에 따라 핵심 소재 및 부품의 개발 필요성이 증가하고 있으며 국산 소재 및 부품의 품질 향상으로 국제적인 인지도가 높아지고 있으며 지속적인 국제경쟁력 제고를 위한 기술 개발이 필요함
- 전기/전자 업종과 자동차/조선 등 우리나라 주요 산업에 해당하는 전방산업이 매우 높은 경쟁력을 확보하며 발전하고 있고, 이를 뒷받침하는 소재/부품에 대한 경쟁력 강화가 향후 주요 이슈로 부각됨에 따라 기존의 소재에서 성능을 한 단계 향상시킬 수 있는 기능성 나노소재에 대한 연구개발과 상용화가 활발히 이루어지고 있음
- 10년 이상 나노기술 개발에 대한 정부의 집중적인 지원으로 우리나라는 선진국과의 기술격차를 많이 줄였으며(2010년 기준 미국의 75%), 특히 나노소재 부문의 경우 선진국 수준에 도달하였음
- 그러나 기초적인 기능성 나노소재 관점에서는 기술개발 성과가 많이 있으나 상용화 가능성을 높이기 위하여 해결하여야할 기술과제 역시 많이 있음

Scale of a Market

- 세계 나노 기공소재 시장의 경우 2012년 2,483억 원의 시장규모를 형성하고, 이후 연평균 16%의 성장률을 기록하며 2016년에는 4,490억 원으로 성장했을 것으로 추정하고 있음
- 이러한 배경에는 기능성 나노소재가 전자, 디스플레이, 자동차 산업과 같은 후방산업의 성장을 바탕으로 시장이 지속적으로 확대될 것이며, 향후 범용 제품으로 확장될 것으로 예측됨에 따른 결과인 것으로 판단됨



*출처 : 2013 중소기업 기술로드맵, 중소기업청, 2013.

Business Overview

■ N.E.T analysis

구 분	수요요인(Needs)	환경요인(Environment)	기술요인(Technology)
환경분석 (NET분석)	구동요인 <ul style="list-style-type: none"> 이차전지의 고용량화를 위한 고분자 분리막 소재, 고성능 전극소재 등에 대한 수요가 큼 디스플레이 산업, LED 산업용 고성능 나노형광체, 봉지재(나노복합소재)에 대한 수요 증가 건물창호용 열차단 필름(고분자 나노 복합소재), 태양전지용 나노소재, 광촉매 등 환경촉매 등의 상업화가 빠르게 진행되고 있음 제조업 부문의 혁신을 위한 다양한 기능성 나노소재에 대한 요구가 계속해서 늘어날 전망이다 	<ul style="list-style-type: none"> 나노임프린트 기술, 인쇄전자(연성전자) 기술 등 기능성 나노소재 수요기술이 시장진입 단계에 도달 자동차 산업에서 연비 향상 및 배출가스 감축에 대한 요구 증대 환경 및 에너지 문제 해결에 필요한 새로운 기능, 혁신 기능을 보유한 기능성 나노소재의 개발이 요구됨 보유천연자원을 무기화하고 통제하려는 추세로 희소자원의 사용을 극소화하거나 다른 자원으로 대체하기 위한 신규기능의 창출이나 기존기능의 혁신적인 향상 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 산업계로부터의 기술수요에 대한 대응에 충분한 기술력과 경험을 보유하고 있으며 축적된 개발성과가 많음 나노기반 소재들의 양산이 가능해짐에 따라 이를 활용하는 다양한 기능성 나노소재들의 개발이 활발 세계적인 후방산업들이 기능성 나노소재 개발에 강한 동력을 제공함 첨단 융복합산업의 빠른 발전으로 기능성 나노소재 기술에 대한 수요가 급증하고 있음 제품의 수명주기가 짧아짐에 따라 기능성 나노소재의 니즈가 증가하고 있음
	제한요인 <ul style="list-style-type: none"> 기능성 나노소재의 특성 및 개발자(혹은 기관)에 대한 정보 제공이 한정적 기능성 나노소재의 제조규모, 품질안정도, 제조원가 등이 기업들이 만족할 수준에 이르지 못하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 인체 및 환경에 대한 나노물질의 안전성에 관한 이슈가 개발 혹은 상업화를 제한할 우려가 있음 세계적인 업체들의 수요 독점, 지적재산권 독점 등 시장 지배력이 강화되고 있음 기능성 나노소재에 대한 기업들의 이해도가 높지 않고 채택에 보수적이어서 개발된 기능성 나노소재의 사업화가 미흡함 기능성 나노소재의 품질표준화와 인증 체제 미흡으로 제품 성능에 대한 신뢰도가 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> 기술중심의 기능성 나노소재 기술 개발이 많음 개발수준이 기초단계에 머물러 있거나 상용화에 미치지 못하고 있는 경우가 많아 기업들이 관심을 갖지 못하고 있음 상업적인 제조에 필요한 공정 및 장비 기술의 부족으로 양산 및 경제적 제조의 조건을 충족시키지 못하는 경우가 많음. 표준화 및 위해성 평가에 필요한 기술 부족
기획요인	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 산업분야에서의 나노 소재에 대한 요구가 증가하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경성에 대한 세계적인 추세에 동행할 수 있는 기술개발 분야임 	<ul style="list-style-type: none"> 제품적용 중심의 나노소재 개발 패러다임으로의 변화를 통해 개발 제안가치를 가질 수 있음

■ Implications

- 본 기술은 나노 기공소재에 관한 것으로서 기능성 나노소재 시장에 속한다고 볼 수 있음
- 기능성 나노소재 개발은 현재 주요 산업으로 각광받고 있는 대부분의 분야에서 요구되고 있는 중요한 연구개발 분야임
- 해당분야 연구개발의 필요성은 인식하고 있으나 소재의 구체적인 활용점을 찾지 못하고 있어, 예상제품 중심의 연구개발 접근으로 패러다임을 변화시킬 필요가 있음
- 한국기초과학지원연구원 스피공학물리연구팀은 기능성 나노소재 개발과 관련하여 꾸준한 연구를 수행해 오고 있음에 따라, 사업화 추진기업과 협력하며 축적된 노하우와 보유 연구장비 등을 기반으로 사업화를 적극적으로 지원할 수 있음

Investment Overview

■ 사업성

- 자원이 풍부해 가격도 저렴하고, 내구성, 내마모성이 우수하며, 안전한 무독물질로 폐기해도 2차 공해에 대한 염려가 없는 이산화티탄은 페인트, 인쇄 잉크, 플라스틱, 종이, 합성섬유, 콘덴서, 크레용, 세라믹, 전자부품, 식품 그리고 화장품 등에 적용되는 대표적인 광촉매임
- 본 기술은 전이금속과 실리콘이 결합된 미세 중공구, 고비표면적 및 고결정성을 가진 나노기공 광촉매, 고결정성을 갖는 나노기공 이산화티탄(TiO₂)의 대량 제조가 가능해 다양한 산업분야에 효과적으로 적용할 수 있음

■ 성장성

- 세계 광촉매 상품 시장은 2013년 14억 달러에서 2014년 15억 달러 가까이까지 증가했으며, 2015년에는 16억, 이후 5년 동안 12.6%의 연평균 성장률로 2020년까지 약 29억 달러로 성장할 것으로 예상됨
- 우리나라를 포함해 전 세계적으로 실외 공기질의 Nox 저감을 위해 광촉매 보급이 확대되고 있음

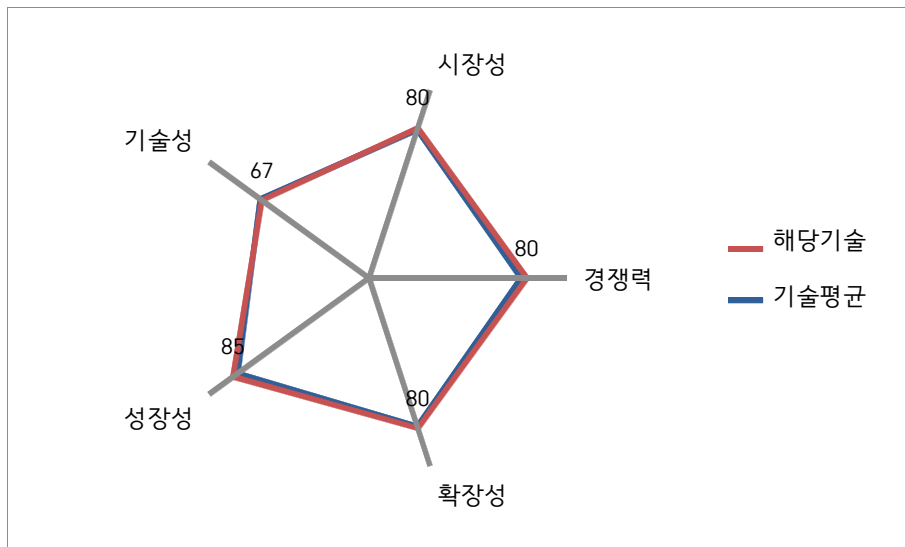
■ 투자유치 시 참고사항

- 코스닥 상장사인 코스모화학은 국내 유일의 이산화티타늄 생산 설비회사로 이산화티타늄을 독점으로 생산/판매하고 있음
- 2010년 등록된 인하대학교 특허 중 산화티탄과 금속이 첨가된 주석산화물 광촉매는 자외선 영역에서 가시광 영역까지 확장된 광촉매로 기존 대비 효율이 5배 향상됐으며, 산화티탄과 금속텅스텐산화물 접합구조의 광촉매는 기체 상에서 기존 대비 효율이 12배 향상됨
- 2017년 한국기초과학지원연구원과 가천대 공동연구팀이 저압 플라즈마에 수소 가스를 주입한 수소 플라즈마를 이용해, 열에너지나 화학물질을 사용하지 않고 상온공정에서, 친환경적으로 H-TiO₂광촉매 개발 성공
- 최근 소재부품기업에 대한 벤처캐피탈의 관심이 조금씩 늘면서 2013년 이후 급격히 줄어들었던 투자 규모도 다시 살아나는 분위기임
- 하지만 소재부품기업들은 차별화된 기술력을 확보하고 있거나 확실한 매출처를 갖고 있지 않으면 투자 수익을 기대하기 어려워 양극화가 심화될 것으로 예상됨: 소재부품기업 중 경영위기를 극복하고 버텨낸 기업들은 기술력을 인정받아 승승장구할 수 있는 반면 이제 막 설립한 신생사는 투자유치나 매출처 확보에 어려움을 겪을 수 있음
- 소재부품 분야에 투자 가능한 펀드 현황

펀드명	운용사	펀드만기	펀드규모
스마일게이트소재부품투자펀드2014-3호	스마일게이트인베스트먼트	2023년 11월	300억 원
SLI소재부품투자펀드2014-1호	에스엘인베스트먼트	2023년 7월	300억 원
코오롱소재부품투자펀드2014-2호	코오롱인베스트먼트	2023년 10월	430억 원

- 본 기술을 사업화하고 투자를 유치하는 과정에서 한국소재부품투자기관협의회의 다양한 지원프로그램을 활용할 수 있음: 투자유치 전문가의 자문 비용의 80%를 지원해주는 투자유치 전문 서비스 지원사업이 있으며 투자를 유치한 기업만 신청할 수 있는 투자연계 R&D지원사업 투자자금의 2배 또는 최대 3년 21억 원까지 지원받을 수 있음
- 연구성과실용화진흥원의 Tech-BM Workshop 참여를 통한 중대형복합기술사업화지원사업도 본 기술의 기술이전 및 사업화에 활용할 수 있음: 산학연 컨소시엄의 신제품, 서비스 상용화 공동 R&D 지원사업으로 정부자금을 20억 원까지 지원받을 수 있으며 시장을 잘 알고 있는 관련 분야의 유망기업이 참여해 사업화를 지원 또는 주도하기 때문에 성공 가능성을 높일 수 있음

■ 종합 투자 매력도



* 기술성은 기술수준평가를 반영함.