



Silica aerogel
실리카 에어로젤 응용 수성 단열도료
기술 소개서

- 개발자 이재환 -

● 기술 요약

1. 기술 개요

본 기술은 고성능의 실리카 에어로젤(Silica aerogel)을 응용하여 도료화한 것으로 단열 및 흡음성이 탁월하고 건축 및 전자제품, 정밀기기류 등에 적용할 수 있다.

2. 기술 용도

실리카 에어로젤(겔)은 나노 기공구조를 가지며 넓은 비표면적 및 초소수성, 저밀도, 높은 기공률 등의 특성을 보유하고 있다. 나노 기공 사이즈는 20나노미터 이하이며 입자 사이즈의 크기에 따라 파우더 타입(미립형) 및 그레놀 타입(과립형)으로 구분한다. 파우더 타입의 입자 사이즈는 평균입경 20마이크로미터 이하 정도이며 그레놀 타입은 입자 사이즈가 평균입경 800마이크로미터 내외 및 1~5mm로 각각 사이즈 별로 구분될 수 있다. 통상, 칭하며 그 규격이 명확히 정해져 있지는 않다. 기공률은 95% 이상이며 밀도는 1kg의 부피가 20리터 정도로 매우 가벼운 성질을 가지고 있다.

이상의 실리카 에어로젤의 특성은 열전달 및 소리의 흐름성을 방해하여 단열 및 흡음(방음)의 용도로 적용할 수 있으므로 이를 활용한 다양한 형태로의 응용제품(유연한 두루마리형태 시트, 코팅제 등)을 대기업 및 공공연구소, 관련회사 등에서 수년 전부터 기술개발을 시도하고 있다.

국외의 실리카 에어로젤 파우더 및 그레놀 타입의 제조는 미국의 소재회사인 캐보트(Cabot corporation)에서 고성능의 에어로젤을 양산하고 있으며 도료 및 기타 형태로 개발, 적용할 수 있다고 보고하고 있으나 실리카 에어로젤 도료의 실용 대중제품화는 아직까지 없는 것으로 알고 있다.

국내의 실리카 에어로젤 파우더의 제조는 지오스, 알이엠텍 등 2~3곳 정도가 있으며 에어로젤의 품질 향상 및 다양한 형태로의 응용제품 개발을 하고 있는 실정이다.

지오스의 경우 최근 2년 내 자체 개발한 도료를 판매하고 있는 것으로 알고 있다. 기타 회사의 응용제품이 다양하게 개발이 되어야만 제조 및 응용분야의 에어로젤 환경이 좋아질 것으로 판단하나 응용복합화가 어렵고 제대로 된 대중제품이 없어 다양한 형태의 제품개발이 이루어지길 기대한다.

실리카 에어로젤 자체는 기초소재로 매우 우수하나 이를 활용한 응용제품의 개발 진행이 느린 것이 현실이다.

*참고로 국내외 실리카 에어로젤 환경 및 기술개발 정도, 도료기술 현황은 필요시 제공할 수 있음.

여타 대기업을 비롯한 현대자동차 및 현대중공업에서 자동차, LNG선박에 광범위하게 적용할 수 있게끔 기술개발을 계속 진행하고 있다. 전자 및 전기. 정밀기기류 등의 관련업에서도 다양한 형태로 기술 개발이 진행되고 있다.

일례로, [redacted] 은 열확산(방열) 필름 등을 제조하고 있는 회사로 그 성능을 높이기 위한 실리카 에어로젤의 적용을 수년 간 연구, 개발하고 있다. 방열필름은 스마트폰 등의 모바일 기기 및 디스플레이의 정밀부품, 칩의 보호 및 성능 향상을 위한 열방출용으로 적용된다.

기존 폴리이미드 등의 그라파이트 방열필름 내피에 에어로젤을 코팅하여 1차적으로 열을 억제하여 방출하는 방법 등 다양한 형태로 개발하고 있다. 그러나 실리카 에어로젤의 특성인 초소수성 등으로 인해 오히려 다른 응용 제품으로 복합화 기술 개발하는데 많은 어려움을 겪고 있다.

통상의 신나 등 유기 용매를 사용하는 유성 도료화 시는 에어로젤의 나노 기공이 무너져 그 성능을 기대하기 어렵고, 수성 도료화 시는 에어로젤의 초소수성 등으로 인한 반발력에 의해 기타 수성 점착재료 간 결합이 어려워 지금까지 국내외 제대로 대중화된 도료(페인트, 코팅제)가 없는 상태이며 이를 극복하기 위한 고난도의 기술이 요구된다 할 수 있다.

3. 기술 특징

본 도료 기술은 수성의 물 기반으로 구성되어 실리카 에어로젤의 나노 기공이 온전히 유지되며 그 특성을 살려 고효율의 단열 및 흡음의 효과를 기대할 수 있고 일반 도료와 동일한 물성을 가져 다양한 용도 및 소재에 적용될 수 있다.

액상의 도료 내에 에어로젤이 다량으로 혼입되어 도장, 건조 후에는 도료의 도막 내부에서는 순수 에어로젤 자체의 초발수성에 기인한 발수가 나타나며 발수각도는 130도 이상이다.

● 기술 요약

도료 100부피 기준 혼입되어 있는 에어로젤의 부피는 120내외(에어로젤의 밀도차)로 고성능 발휘. (도료 내에, 에어로젤이 도료 부피 이상으로 혼합되어 있음)
단열 도료의 도막 내부에 수분이 흡수되면 수분흡수율에 의해 단열성이 20~30% 정도 감소한다.

개인적 실험 결과로는 실리카 에어로젤의 나노 기공구조가 온전히 유지된 상태에서 도료 내 함량이 60% 이상 혼재되어야만 도막 건조 후 도막내부에 발수가 나타날 수 있고 에어로젤 나노기공이 살아 있으므로 그로 인해 단열, 흡음성 등이 나타나며 성능이 높아질 것이라 판단 한다. 바인더의 종류에 따라 일부 다를 수 있다.

실리온 계열의 발수제를 혼합하고 에어로젤의 함량을 적게 혼입한 상태에서 에어로젤에 의한 발수라고 표현해서는 안 된다고 판단한다.
추가로 80%와 100% 에어로젤의 혼재는 성능이 다르며 우선은 에어로젤의 혼입량을 최대한 높이는 것이 중요하다.
에어로젤 자체는 기계적 강도가 약하므로 혼입량에 따른 성능, 도료물성, 강도, 효율성 등을 감안하여 그 혼입량 대비 성능의 변곡점을 아는 것이 중요하다.

보통의 경우 실제로 20~30%도 혼입이 어려울 수 있으며 본 기술은 기존의 시판 도료에 에어로젤을 혼합하는 것이 아니라 본 기술이 적용된 신규한 조성 재료 및 조성 비율, 제조 온도, 순서 등으로 도료가 완성된다.

본 도료 기술은 실리카 에어로젤을 100% 이상 도료 내에 혼합한 것으로 에어로젤의 부피 팽창을 최대한 억제하고 고압축화하며 혼입 함량을 최대한 높여 그 성능을 극대화한 것으로 단열 및 흡음성능이 높아 국내외에서 경쟁력이 있을 것으로 판단한다.
그 외, 실리카 에어로젤 함유 “내열 도료” 및 일반 “세라믹 도료” 등 향후 제품군은 5종 이상으로 상용화될 수 있을 것으로 판단되며 모든 기술의 개발 정도는 이미 완성된 상태이다.

CNT(탄소나노튜브) 및 그래핀(graphene) 응용 도료, 시발 제품 출시 구상 중
- 고난도 기술 / 방열, 전자파 흡수산란

* 인터넷 특허 검색
네이버 검색어 키포리스-일반 검색 클릭-특허 실용신안 클릭-검색어-에어로젤 이재환 클릭 (36번까지) / 타인의 특허번호 무단도용 및 등록 특허 범위 내와 유사형태로 제조, 판매 시 손해배상 청구함 (현재 출원 중인 특허 등록 시 포함)

* 국내의 시장에서의 기존 단열 도료 열전도율(W/m.k) 비교
(낮을수록 좋음 / 나무판(MDF, 파티클보드) 0.08내외)

한국 A사	0.064
한국 B사	0.075
러시아 C사	0.056
미국 D사	0.084
한국 E사	0.058
한국 F사	0.05

상기는 2년 전 자체적으로 비교 테스트한 결과로 공문화할 수 없고 일반화할 수 없으며 다소 차이가 날 수 있다. 본 기술이 적용된 도료는 최소 0.045W/m.k이하 / 에너지 기술연구원을 통한 2011년 경동세라텍 열전도율 측정 0.037, 0.043 등 다수.

1L 기준 실험은 800회 이상 실험(재현성 제외)/열전도율 측정은 70회 이상 향후, 공인기관 열전도율 측정 수치와 실제 판매되는 상품의 열전도율 수치는 반드시 일치 되어야함.

4. 기술 사업화

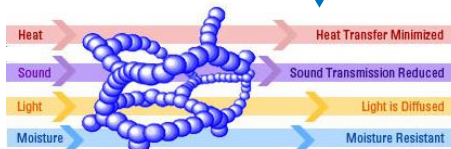
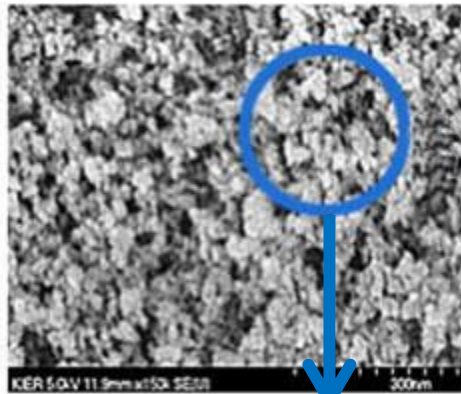
현재 국내외 실리카 에어로젤 도료는 제대로 실용 대중 제품화된 경우가 없으며 에어로젤 응용 복합기술의 난제로 향후에도 이를 제품화하기에는 타 회사의 많은 노력이 요구되나 극복기술의 한계로 쉽지는 않을 것이라 판단한다.
기타 국내외 대기업 및 공공연구소, 관련회사의 에어로젤 도료 기술 특허등록 및 출원 건은 극히 미미하며 기술개발 또한 제대로 이루어지지 않는 것이라 판단한다.

본 기술의 경쟁력은 핵심 기술인 초소수성 에어로젤을 고압축화, 고정착화한 기술로서 수성 도료화한 것이며 용도 별 맞춤 제품화가 가능하고 정부 인증 “신기술인증”이 가능할 것이라 예상되며 기존 시장의 상용 단열도료 대비 성능이 월등히 우수하며 가격 경쟁력 또한 갖추었다 할 수 있다.

● 기술 개요

에어로젤 응용 수성 도료 기술

고성능의 기초소재인 실리카 에어로젤(Silica aerogel)을 응용하여 도료화한 것으로 단열 및 흡음성 등이 탁월하고 건축 및 전자제품, 정밀기기류 등에 적용할 수 있다.



〈현미경 사진〉

■ 에어로젤 (Aerogel)이란?

에어로젤은 초 다공성 나노구조(10nm open-pore)로 되어 있으며 초경량성은 물론 초단열성 및 흡음성, 내열성 등을 갖춘 친환경 신소재.

지구상에서 가장 가벼운 고체로서 열, 전기, 소리에 강하고 무게도 공기보다 약 3배 정도로 가볍다.

■ 에어로젤 주요 구조

공기가 가득 차 있는 다공성 젤(Gel) 소재이며, 실리카 등으로 이루어진 무기계와 고분자 사슬로 이어진 유기계로 구분.

• 기술 개요



DATA SHEET

Enova[®] Aerogel IC3100



Enova aerogel is the ultimate thermally insulative coatings additive. With a thermal conductivity half that of still air, and a particle size that can deliver a smooth, even coat, Enova aerogel is ideal for a variety of thin film insulative coating applications, enabling coatings that provide functional advantages including:

- Ultra low thermal conductivity
- Extreme resistance to shear
- Safe touch performance for personnel protection
- Complete hydrophobicity
- Smooth, even finish

Product features

Particle size range	2 - 40µm
Surface area	600 - 800m ² /g
Pore diameter	~20nm
Particle density	120 - 150kg/m ³ 7.5 - 9.4lb/ft ³ 1 - 1.25lb/gal (US)
Surface chemistry	Hydrophobic
Thermal conductivity	0.012W/m.K at 25°C 0.0898btu.in/hr.ft ² .°F at 77°F
CAS RN	102262-30-6



NORTH AMERICA
Cabot Corporation Business
and Technical Center
107 Concord Road
Billerica, MA 01821-7001 USA
TEL 800-402-2343
FAX +1 978-670-7038

EUROPE
Cabot Specialty Chemicals
Innovations IS 1
3001 Leuven, BE-3001
TEL +32 16 38 24 51
FAX +32 16 38 24 13

ASIA PACIFIC
Cabot China Ltd.
558 Shuzhong Road
Shanghai 201108, CHINA
TEL +86 21 5175 6800
FAX +86 21 6434 5632

JAPAN
Cabot Specialty Chemicals, Inc.
Sunshine Chiba-Damun Ido SF
2-6-5 Sunshine Damun, Minato-ku,
Tokyo 105-0012, JAPAN
TEL +81 3 6520 0285
FAX +81 3 5426 4560

This information is provided as a convenience and for informational purposes only. No guarantee or warranty as to this information, or any product to which it relates, is given or implied. Cabot disclaims all warranties express or implied, including merchantability or fitness for a particular purpose as to (i) such information, (ii) any product or (iii) intellectual property infringement. In no event is Cabot responsible for, and Cabot does not accept and hereby disclaims liability for, any damages whatsoever in connection with the use of or reliance on this information or any product to which it relates.

Enova aerogel is a registered trademark of Cabot Corporation.

©2013 Cabot Corporation. All rights reserved worldwide.



DATA SHEET

Enova[®] Aerogel IC3110, 3120



Enova aerogel is the ultimate insulative coatings additive. With a thermal conductivity half that of still air, and a particle size that can deliver extremely high film build, Enova aerogel can enable coatings that rival the performance of traditional insulation forms. Benefits in end-use applications include:

- Ultra low thermal conductivity
- Insulation performance unaffected by shear
- Broad particle size distribution for high packing factor
- Complete hydrophobicity
- High single pass DFT
- Safe touch performance for personnel protection

Product features

Particle size range	IC3110 0.1 - 0.7mm IC3120 0.1 - 1.2mm
Pore diameter	~20nm
Particle density	120 - 150kg/m ³ 7.5 - 9.4lb/ft ³ 1 - 1.25lb/gal (US)
Surface chemistry	Hydrophobic
Thermal conductivity	0.012W/m.K at 25°C 0.0898btu.in/hr.ft ² .°F at 77°F
CAS RN	102262-30-6



NORTH AMERICA
Cabot Corporation Business
and Technical Center
107 Concord Road
Billerica, MA 01821-7001 USA
TEL 800-402-2343
FAX +1 978-670-7038

EUROPE
Cabot Specialty Chemicals
Innovations IS 1
3001 Leuven, BE-3001
TEL +32 16 38 24 51
FAX +32 16 38 24 13

ASIA PACIFIC
Cabot China Ltd.
558 Shuzhong Road
Shanghai 201108, CHINA
TEL +86 21 5175 6800
FAX +86 21 6434 5632

JAPAN
Cabot Specialty Chemicals, Inc.
Sunshine Chiba-Damun Ido SF
2-6-5 Sunshine Damun, Minato-ku,
Tokyo 105-0012, JAPAN
TEL +81 3 6520 0285
FAX +81 3 5426 4560

This information is provided as a convenience and for informational purposes only. No guarantee or warranty as to this information, or any product to which it relates, is given or implied. Cabot disclaims all warranties express or implied, including merchantability or fitness for a particular purpose as to (i) such information, (ii) any product or (iii) intellectual property infringement. In no event is Cabot responsible for, and Cabot does not accept and hereby disclaims liability for, any damages whatsoever in connection with the use of or reliance on this information or any product to which it relates.

Enova aerogel is a registered trademark of Cabot Corporation.

©2013 Cabot Corporation. All rights reserved worldwide.

● 주요 구조

실리카 에어로젤 구조

실리카 에어로젤은 나노 기공구조를 가지며 넓은 비표면적 및 초소수성, 저밀도, 높은 기공률 등의 특성을 보유하고 있다.

● 나노 기공 사이즈

20나노미터 이하이며

입자 사이즈의 크기에 따라 파우더 타입(미립형) 및 그레놀 타입(과립형)으로 구분.

파우더타입 (미립형)	평균 입경 20마이크로미터 내외
그레놀타입 (과립형)	평균 입경 800마이크로미터 및 1~5mm로 각각 구분

● 나노 기공률은 95% 이상이며

밀도는 1kg의 부피가 20리터 정도로 매우 가벼운 성질을 가지고 있다.

● 주요 특징

실리카 에어로젤 응용 수성 단열도료 주요 특징



단열

도료 내에 에어로젤을
100%이상 혼합한
최고의 단열도료



방음

에어로젤의 겹층
고압축으로 인한
탁월한 방음효과



친환경 도료

친환경성 도료로
인체에 무해하여
쾌적한 주거공간 제공



결로방지

에어로젤을 통해
단열성을 극대화한
최상의 결로방지 도료



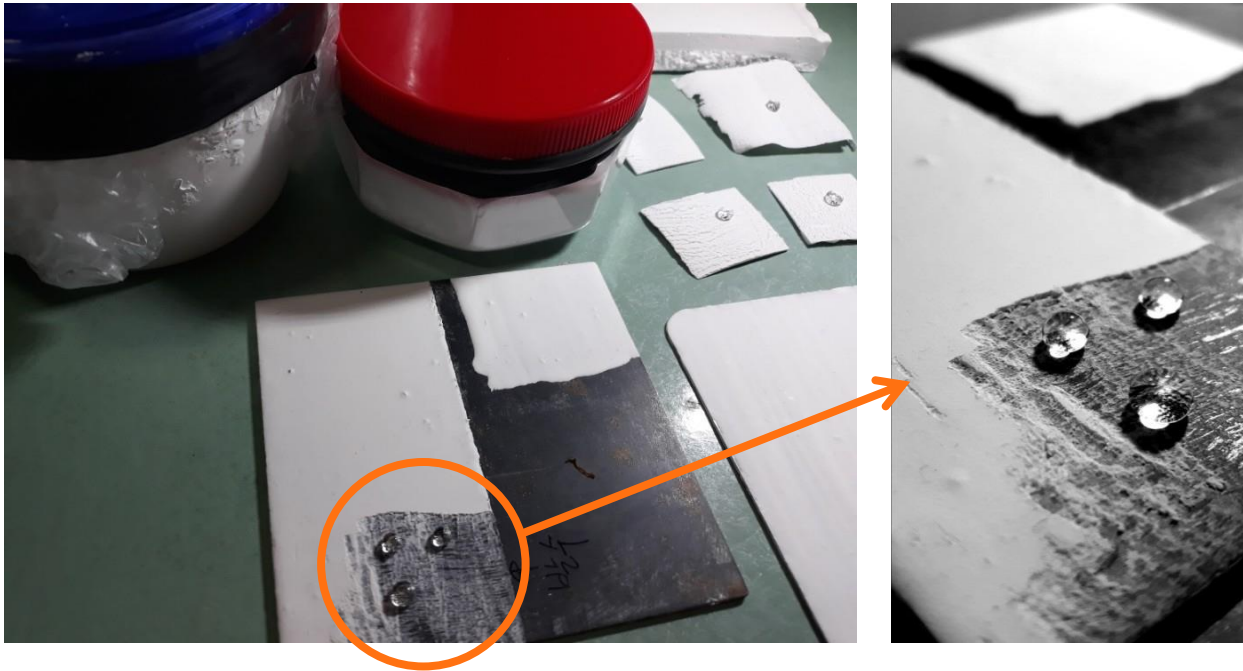
곰팡이 방지

한번의 시공으로
반 영구적이며
곰팡이 방지

● 주요 특징

● 발수 각도

수성의 물 기반으로 구성되며 실리카 에어로젤의 나노 기공구조가 온전히 유지되어 도막 내부에서는 발수가 이루어지며 발수 각도는 130도 이상이다.
도료 부피 100기준 대비 혼입 에어로젤의 함량은 120 내외(밀도차)로 고성능 발휘한다.



본 도료 기술은
에어로젤을 압축화하고
혼입 함량을
최대한 높여 성능을 극대화

에어로젤에 의한 도막 내부 발수 테스트 (스포이드로 물방울 떨어뜨림)

● 보고서 및 인증서


주요 보고서 (* 별첨)

- 일반 단열 도료와의 단열성 비교 분석
- 방열 필름에 에어로젤 도료 코팅(초단열 필름) 단열성 측정
- 본 기술 실리카 에어로젤 도료의 열전도율 시험성적서


주요 인증서 (등록 특허 총 13건 보유 / 에어로젤 도료 특허 국내 최다 보유)

등록특허 10-1169522		
	(19) 대한민국특허청(KR)	(45) 공고일자 2012년07월27일
	(12) 등록특허공보(B1)	(11) 등록번호 10-1169522
		(24) 등록일자 2012년07월29일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C00P 17/04 (2006.01) C00P 133/08 (2006.01) C00P 5/00 (2006.01) B82Y 30/00 (2011.01)	(73) 특허권자 이재환 경기도 오산시 원동로 9 (한동)	
(21) 출원일자 2010년10월27일	(72) 발명자 이재환	
실사특구일자 2010년02월27일	특허출원번호 2010년03월26일	
(65) 공개번호 10-2010-003206	경기도 오산시 원동로 9 (한동)	
(43) 공개일자 2010년10월29일		
(56) 선행기술조사문헌 KR1020100021011 A* KR102010002237 A*		
전체 청구항 수 : 총 1 항	심사관 : 장대훈	
(54) 발명의 명칭 에어로젤 코팅 조성물		
(57) 요약		
본 발명은 소수성 에어로젤(aerogel)을 수증기와 흡수성 재료로 복합화하고 진화 및 정착력을 높여 압축, 밀착하여 도포할 수 있도록 전수성, 수증상 재료와의 접착력을 감소시켜 수경과 진화하여 에어로젤의 소수성과 저열도 나노기공구조를 그대로 유지한다. 기존의 장식적 결빙 및 방열 필름의 격렬성을 개선하여 도포 가능한 것으로 최종적으로 혼합된 조성물은 일반 유기도료와 동일한 방식의 에어리스 스프레이 코팅 및 필름 등이 가능하다.		

에어로젤 코팅 조성물

공개특허 10-2010-0075789		
	(19) 대한민국특허청(KR)	(11) 공개번호 10-2010-0075789
	(12) 공개특허공보(A)	(43) 공개일자 2010년07월05일
(51) Int. Cl. C00P 1/02 (2006.01) C00P 1/06 (2006.01) C00P 7/12 (2006.01) C00P 5/00 (2006.01)	(71) 출원인 이재환 경기도 오산시 원동 781-13	
(21) 출원일자 2010년05월26일	(72) 발명자 이재환	
실사특구일자 2010년05월26일	특허출원번호 2010년05월26일	
	경기도 오산시 원동 781-13	
전체 청구항 수 : 총 1 항		
(54) 고강도 에어로젤 도료 조성물		
(57) 요약		
본 발명은 통상적으로 고 비표면적, 세밀도 나노 기공 집합체인 마이크로 입자 다공질 에어로젤(aerogel)을 포함된 시멘트 매트 분말도가 주 배 이상 높은 미세 분말인 마이크로 시멘트 및 기타 무기질 재료, 고강도 증강 재료, 유기 합성 폴리머, 탄소나노튜브 등으로 복합화된 고강도 에어로젤 도료 조성물에 관한 것이다. 에어로젤을 복합화하기 위한 가소, 가산, 연화제, 열안정, 시간 소수 과정 등의 특성된 공정이 필요하지 않고 간편하게 에어로젤의 소수성 표면과 물 및 흡수성 재료와의 반발력을 감소시키고 친화력을 높여 코팅 시 자연스럽게 에어로젤의 코팅을 증류, 필름, 입막, 침착, 저밀화하고 모든 시 단시간에 압축되어 1회도 도장으로 코팅 또는 부착 강도와 향상된 1미터마다 배터의 도료 도막이 형성된다. 나노 기공 구조가 손쉽게 상호이 반응성을 극대화 할 것으로 고강도 도막이 형성된다. 낮은 온도 발열의 발열, 방열, 전기 절연의 용도로 적용되어 친환경적이며 에너지 절감에 기여한다.		
[재천어]		
에어로젤(셀) 단열 방열 전기절연 수증상 도료		

고강도 에어로젤 도료 조성물

등록특허 10-1137673		
	(19) 대한민국특허청(KR)	(45) 공고일자 2012년04월20일
	(12) 등록특허공보(B1)	(11) 등록번호 10-1137673
		(24) 등록일자 2012년04월10일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C00P 14/04 (2006.01) C00P 11/02 (2006.01) B82Y 3/00 (2006.01) C00P 28/16 (2006.01)	(73) 특허권자 이재환 경기도 오산시 원동로 9 (한동)	
(21) 출원일자 2010년10월07일	(72) 발명자 이재환	
실사특구일자 2010년10월07일	특허출원번호 2010년10월07일	
(65) 공개번호 10-2011-0086954	경기도 오산시 원동로 9 (한동)	
(43) 공개일자 2011년10월29일		
(56) 선행기술조사문헌 KR10200901791 B1 KR1020100022181 A KR102010002234 A		
전체 청구항 수 : 총 1 항	심사관 : 김광호	
(54) 발명의 명칭 나노 복합 재료 조성물		
(57) 요약		
본 발명은 고 차폐력 나노 소재인 에어로젤, 탄소나노튜브 등이 그 용도에 맞게 효율적으로 설계 및 적용되도록 하기 위한 것으로서 자체 단열, 방열, 방습을 극대화하고 기타 재료와의 복합화로 저온, 내구성을 갖춘 나노 복합재로써 여러 고형체가 형성되게 한 것으로 나노 소재의 표면을 마이크로 시멘트 등으로 결합하고 입자, 결합, 저밀화하여 경화되게 하여 내열성을 높이고 고형체가 형성되게 한 것이 주요 특징이다.		
[재천어]		
에어로젤(에어로젤 Aerogel), 탄소나노튜브(Carbon nanotube), 마이크로시멘트, 단열성, 고 밀열성.		

나노 복합 재료 조성물

● 사업 현황 및 분석

● 국내외 시장 분석 (실리카 에어로젤 제조사)

구 분	내 용
국내 제조업체	- 지오스 등 2~3곳 정도가 있음 - 최근 2년 내에 에어로젤 도료를 자체 개발하여 상품을 일부 판매를 하고 있음
국 외 (미국 캐보트 Cabot corporation)	- 고성능의 에어로젤 양산 중 - 도료 및 기타 형태로도 적용 가능 공지 - 에어로젤 도료 실용이 아직 대중화되진 않았음

● 예상 소비처

단열 및 흡음(방음)의 용도로 적용할 수 있으므로 **다양한 소비 시장에 광범위하게 적용.**
판상형의 부착식 두께형 단열재 및 **열(광)반사형 차열 단열도료와 다르게 보아야 함.**

- 일반 건축물
- 플랜트 및 국방 관련 장비산업 등

Thank you for Your attention.



Contact us..



- e-mail. nanowall@naver.com
- mobile phone . 010-4090-0081 이재환 개발자