

그래핀센서의 성능을 향상시키는 결함

사이언스데일리 2011년 11월 29일자 기사에서는 미국 일리노이 연구팀의 연구결과를 소개하면서 결함이 이용해 그래핀센서의 성능을 향상시킬 수 있다는 사실을 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.



탄소나노튜브센서

그래핀이 좋은 화학센서를 만들 수 있다는 것은 이미 증명된 사실이다. 미국 일리노이의 연구팀은 그래핀의 상태가 좋지 않을 때 센서가 잘 작동한다는 사실을 발견했다. 다시 말해 결함이 센서의 성능을 향상시킨 것이다.

이것은 트랜지스터에 필요한 기능의 정반대 기능이라고 한다. 또한 결함이 있을수록 기능이 좋아진다는 사실을 발견한 것은 최초라고 할 수 있다.

화학엔지니어링과 전기 엔지니어링 분야, 그리고 Dioxide Materials社의 연구원으로 구성된 연구팀은 Advanced Materials 2011년 11월 23일자에 이번 연구

결과를 발표했다.

연구팀에 따르면 이 연구의 목표는 간단한 이단자 그래핀 화학저항장치의 성능을 제한하는 것이 무엇인지를 이해하는 것이었다. 또한 CVD(chemical vapor disposition)로 쉽게 제조할 수 있는 저가의 장치를 통해 이를 연구하는 것이었다. 연구원들은 그래핀 화학저항장치의 반응이 결함의 종류와 기하학적 구조에 따라 달라진다는 사실을 발견했다.

저항이 적은 길이 주위에 있는 점결함에 흡착물질이 묶여있기 때문에 그래핀 화학저항장치는 해석 분자에 비해 감도가 떨어진다고 한다. 그 결과 점결함에서의 흡착은 장치의 전체 저항력에 영향을 미치지 못한다. 하지만 결함 주위에 전도가 쉬운 길이 존재하지 않는 마이크로미터 사이즈 선결함 실선으로 이어지는 점결함은 다르다. 그래서 흡착후 저항력이 눈에 띄게 변한다.

“이 기술은 성능이 더욱 좋고 가격이 저렴한 다양한 용도의 가스 센서를 개발하는데 이용될 수 있다.”고 한 연구원이 말했다.

연구팀은 감지되는 가스가 결함부위에 증착된다는 사실을 알아냈다. 그래핀의 표면결함은 점, 주름 또는 선모양이며 선모양의 결함에서 이러한 현상이 많이 발생했다. 그 결과 선결함이 있는 그래핀 리본은 그래핀 센서와 같이 성능이 우수하다는 사실을 알게 되었고, 소재의 감도를 최대화하기 위해 선결함을 이용할 수도 있다는 사실을 밝혀냈다. 이는 감도가 좋은 저가의 화학센서를 탄소나노튜브센서보다 더 좋은 성능으로 제조할 수 있게 한다.



전기화학센서

사이언스데일리 2011년 11월 29일자



유기물합성의 크로스커플링, 간단한 방법 개발

일본 요미우리신문 2011년 12월 10일자 기사에서는 일본 나고야대학 연구팀이 유기물합성을 위한 새로운 크로스커플링법을 개발했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

나고야대학연구팀은 8일 서로 다른 유기물을 합성하는 크로스커플링반응의 새로운 방법을 개발했다고 발표했다.

이는 홋카이도대학 스즈키 아키라 명예교수가 2010년 노벨화학상을 수상한 이유가 되었던 팔라듐을 사용한 방법보다 통풍치료약 등의 의약품 및 신소재를 저가로 간단하게 만들 수 있다고 해 스즈키 명예교수도 관심을 보이고 있다. 이번 성과는 미국 화학회지 전자판에 9일 게재되었다.

스즈키 명예교수가 개발한 합성법 ‘스즈키·커플링’은 독성이 적고 응용범위가 넓은 것이 큰 특징으로 의약품 및 TV액정 개발에 새로운 길을 열었다. 반면 촉매에 사용되는 희유금속인 팔라듐의 가격이 비싸 구하기 힘들고 붕소등의 물질을 사용해 유기물을 결합하기 쉽게 하는 사전준비가 복잡했다.

나고야대학연구팀은 팔라듐의 20분의 1 정도 가격으로 비교적 구하기 쉬운 니켈을 사용한 촉매 및 사전준비 없이 유기화합물을 한 번에 결합할 수 있는 방법을 각각 개발해 크로스커플링을 간단하게 하는데 성공했다. 이러한 방법으로 합성할 수 있는 비율은 80~98%라고 한다.

나고야대학연구팀은 “통풍치료약의 제조공정을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 알츠하이머-치료약을 새로 개발하고 휴대전화 액정의 제조비용을 낮추는 등 효과가 기대된다.”고 말했다.

이번 개발과 관련하여 스즈키 명예교수는 “논문을 실제로 정독하지 않으면 적절한 평가가 어렵지만 붕소의 화합물을 사용하지 않고 니켈 촉매로 한번에 유기물이 결합할 수 있다는 것은 매우 흥미 있는 사실이다”라고 평가, 향후를 기대한다고 했다.

◆ 크로스커플링반응이란 서로 다른 유기물화합을 결합해 새로운 물질을 인위적으로 만들어내는 방법 중 하나로 ‘이종(크로스)의 부품을 연결한다(커플링)’는 뜻이다. 신약 및 신소재의 개발과 이어져 전 세계의 화학자가 새로운 촉매의 이용 등을 통해 효과적인 방법의 개발을 꾀하고 있다.

일본 요미우리신문 2011년 12월 10일자

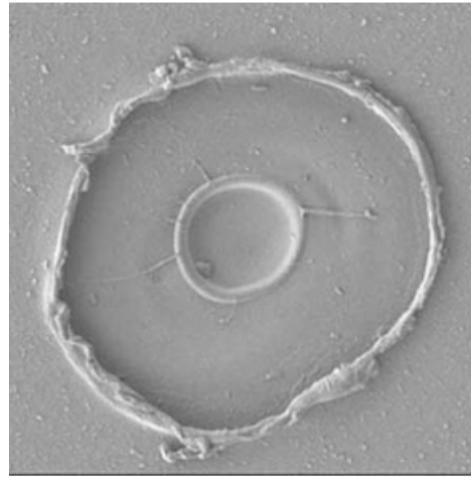
압축실험의 놀라운 결과

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 11월&12월 발간지에서는 미국 캘리포니아 LLNL(Lawrence Livermore National Laboratory)의 연구팀이 알루미늄 압축과 관련한 새로운 기술을 개발했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

미국 캘리포니아 LLNL(Lawrence Livermore National Laboratory)의 연구팀은 제어된 충격 압축을 이용한 초고속 변형에서의 알루미늄 다이내믹 압축과 관련하여 새로운 시각을 가지게 되었다. 새로운 방법은 극한 압력 및 온도에서 소재의 특성을 평가하기 위해 이용되었다.

10피코초마다 충격을 기록하기 위해 사용하는 초고속분광기(Ultrafast spectroscopic)를 이용해 연구팀은 알루미늄 박막의 변형을 1012Gs 가속도로 측정했다. 처음에 LLNL의 연구팀은 기존의 실험보다 더 큰 규모의 변형속도를 정밀하게 측정하기 위해 기초 눈금을 시간과 길이에 맞추어 측정했다. 고체 상태에서 그 규모가 충분히 큰 진폭의 충격이 되돌릴 수 없는 플라스틱 변형을 만들어내고 첫 압력을 느슨하게 한다. 진폭이 점차 증가하고 충격상태가 지속된다면 변형 없이 지속적으로 전파되는 안정전파 충격이 발생한다. 연구팀은 알루미늄에서 일어나는 충격을 측정해 충격압력, 충격넓이, 그리고 변형속도를 알아냈다. 연구팀은 이러한 정보를 초고속 변형에서 소멸되는 동작의 불변하는 유효성을 테스트하고 충격 압력을 받았을 때 변형속도에의 의존도를 테스트하는데 사용했다. 비록 실험 마지막에 샘플이 완전히 파괴되었지만 연구팀은 알루미늄이 20피코초에 400,000기압까지 압축된 것을 볼 수 있었다.



충격을 가하고 압축한 후 알루미늄샘플 구멍의 전자현미경 이미지
사진출처: www.llnl.gov

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2011년 11월&12월



일본 NIMS, 원전 방사선물질용 흡착재료 DB 정비

일본 마이나비뉴스 2011년 12월 9일자 기사에서는 일본 물질·재료연구기구(NIMS) 및 공동연구팀이 적재적소에 무기재료를 사용할 수 있도록 도와주는 원전 방사선물질용 흡착재료 데이터베이스를 정비했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

물질·재료연구기구(NIMS)환경재생재료유닛 지오기능재료그룹은 다양한 산지의 천연광물, 다양한 화학구성을 가진 무기재료에 대해 적재적소의 물질·재료를 추출하기 위한 기초데이터를 수집해 그 데이터베이스를 2011년 12월 13일 10:00부터 공개했다.

이번 연구는 2011년 과학기술전략추진비 ‘방사성물질이 환경에 미치는 영향과 관련한 대책기반의 확립’으로 실시되어 데이터베이스 구축은 물질·재료연구기구 지오기능재료연구그룹의 연구팀

을 중심으로 홋카이도대학, 이와테대학, 동경공업대, 시마네대학, 미야자키대학, 수도대학동경, 카네자와공업대학, 국제농림수산업연구소, 산업기술종합연구소, 일본원자력연구개발기구, 전력중앙연구소가 실시했다.

동일본 대지진에 의한 후쿠시마 제1원자력발전소 사고로 인해 방출된 방사성물질의 제거·회수방법이 모색되고 있다. 그 중 현재 가장 유력한 방법으로 제올라이트를 시작으로 한 천연광물을 흡착재로서 사용하는 것이 검토되고 있는데 이러한 천연광물은 같은 물질 이름을 가진 것이라도 산지 및 조성에 따라 흡착능력에 차이가 있을 뿐만 아니라 방사성물질의 농도 및 사용하는 환경의 산성도 등 조건에 의해 성능이 변화한다. 때문에 어떠한 현장에서 사용하는가에 따라 유효한 흡착물질이 달라지기 때문에 각 현장의 상황에 맞추어 최적의 흡착재를 선택할 필요가 있다.

하지만 이러한 여러 흡착재 후보물질에 대해 그 흡착능력을 망라적으로 표시한 데이터는 세계 어느 곳에도 존재하지 않아 흡착재를 선택하는데 이용되는 데이터베이스를 만들 필요가 있었다.

이러한 요구를 들어 각 대학 및 연구기관 등이 협력하여 다양한 산지의 천연광물, 다양한 화학조성을 가진 무기재료에 대해 적재적소의 물질·재료를 추출하기 위한 기초 데이터를 수집, 데이터베이스로써 공개할 것을 결정했다고 한다.

이번 데이터베이스의 대상은 세슘, 스트론튬 및 요오드 흡착재로 검토한 흡착재료는 다양한 산지·화학구성을 가진 후보재료 약 60종에 대해 기초데이터를 800점 가까이 수집하고 있다.

후쿠시마 제1 원자력발전소사고로 발생한 방사성물질의 방출에 의해 오염된 대상물은 다방면에 걸쳐 발전소 내에 남아 있는 노심의 냉각에 사용된 해수를 포함하는 오염수 및 원전주위와 광역에 오염이 확대하고 있는 토



사진: NIMS MatNavi 홈페이지

지, 산림, 물, 건물, 도로 등이 상정되고 있다. 또한 오염된 물의 분포도 해수, 하천수, 연못, 호수, 수영장, 농업용수 등 다양해 작업팀에서는 이러한 다양한 현장에서의 방사성물질 제거에 대응해야만 하고 다양한 종류의 흡착 물질을 다양한 조건에서 실험해 데이터를 수집하고 그 결과를 제공하는 것으로 되어 있다.

나아가 이번 데이터베이스는 NIMS가 제공하고 있는 '물질·재료 데이터베이스(MatNavi)' 안에 새로운 틀을 만들어 제공되며 접근은 12월 13일 10시부터 가능할 것으로 예상된다. 일본 원자력학회 등의 학협회 웹사이트 등과도 링크할 예정이라고 한다.

일본 마이ナビ뉴스 2011년 12월 9일자

JST · 나고야대학, 열에너지를 전기에너지로 변환하는 열전재료 평가법 개발

일본 환경비즈니스 2011년 12월 29일자 기사에서는 일본 과학기술진흥기구(JST)와 나고야대학 연구팀이 열에너지를 전기에너지로 변환하는 새로운 열전재료평가법을 개발했다고 밝혔다.

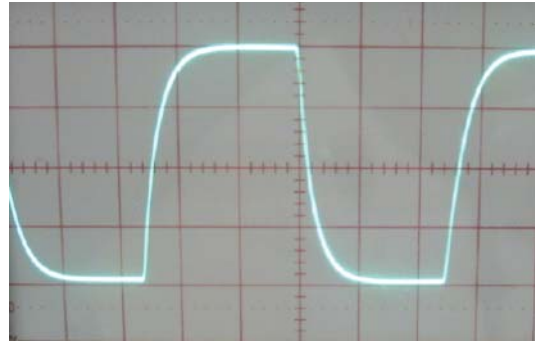
다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

과학기술진흥기구(JST)와 나고야대학은 열에너지를 전기에너지로 변환하는 열전재료와 관련하여 전계효과를 이용해 하나의 시료로 성능을 최적화하는 획기적인 평가방법을 개발했다고 발표했다. 지금까지는 열전재료 탐색에 많은 시간이 소비되었지만 이번 방법을 이용하면 소비시간을 대폭 감소시킬 수 있어 고성능 열전재료 탐색이 빨라질 것으로 기대된다고 한다.

이번 연구에서는 반도체기술로 잘 알려진 전계효과 트랜지스터(FET) 구조를 이용해 열전재료의 평가방법(열전능 전계변조법)을 개발했다. 종래 열전재료를 평가하기 위해서는 전자 농도를 변화시킨 수많은 시료를 제작해 열전능력과 전자농도를 하나씩 측정해야만 했기 때문에 열전재료의 성능(열전변환효율) 최적화에 시간이 걸렸다. 이번에 개발된 평가법을 이용하면 전계효과트랜지스터구조를 제작한 하나의 시료로 열전능력 게이트 전계변조를 계속할 수 있어 시간을 대폭으로 단축시킨다. 또한 종래의 방법으로는 2차원 전자가스 열전능력을 조사하기 위해 인공초격자구조를 제작해야만 했으나 새로운 평가법으로는 시료에 높은 게이트전압을 인가해 나노미터단위의 얇은 2차원 전자가스를 제작할 수 있다.

공장 및 화력발전소 등지에서 배출되는 열에너지를 전기에너지로 변환하는 고성능 열전재료의 개발이 전세계적으로 진행되고 있다. 열전재료를 배열이 있는 공장 및 화력발전소에 설치하면 에너지 이용효율이 높아지고 그 결과 화석연료의 소비량 및 CO₂배출량을 줄일 수 있다.

이번연구는 JST 과제달성형기초연구의 일환으로 나고야대학대학원공학연구과의 연구팀이 실시했다. 동경공업대학 및 동경대학의 연구팀과 공동연구를 진행한 것으로 연구성과는 2012년 1월 3일(독일시간) 독일과학





잡지 'Advanced Materials' 온라인판에 게재되었다.

일본 환경비즈니스 2011년 12월 29일자

황화철로 만드는 저가의 태양에너지

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 1월 발간지에서는 미국 오리건주립대학교의 연구팀이 황화철을 이용해 태양에너지를 저가로 생산할 수 있는 소재를 개발했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

미국 오리건주립대학교(Oregon State University)의 연구팀은 "Fool's gold"로 더 잘 알려진 황화철을 이용해 저가의 태양에너지를 생산하는 혼합물을 개발했다. 매장량이 적어 고가이거나 독성물인 여타 태양전지 소재와 다르게 새로 개발된 혼합물은 독성이 없고 지구상에 풍부하게 내재되어 있는 소재 중 하나로 만들어진다. 황화철은 거대한 양의 태양에너지를 흡수할 수 있고 그 매장량이 풍부하며, 실리콘에 비해 2000배가량 얇은 막으로 사용될 수 있었기 때문에 초기 태양에너지시대에 큰 관심을 받았다. 하지만 황화철은 뜨거운 열을 받으면 분해되고 전기의 생성을 방해하는 물질을 생성하기 때문에 태양에너지를 효율적으로 전기에너지로 변환하지 못했다. 이러한 점을 알고 있었기에 연구팀은 황화철과 같은 물성을 가졌지만 분해되지 않는 혼합물을 찾으려 노력했고 그 중 하나가 실리콘황화철(Iron Silicon Sulfide)이다.

* 색깔 때문에 종종 금과혼동하게 되는 데서 붙게 된 이름



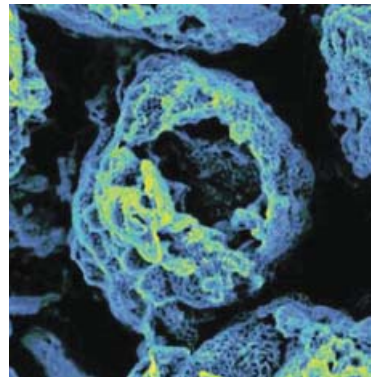
ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2012년 1월

전기자동차용 포말 그래핀

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 1월 발간지에서는 미국 PNNL (Pacific Northwest National Laboratory)의 연구팀이 리튬공기전지에 이용되는 새로운 그래핀 구조를 개발했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

미국 PNNL(Pacific Northwest National Laboratory) 연구팀에 따르면 기공주위에 생긴 그래핀구조는 에너지 성능이 좋은 리튬공기전지를 만든다고 한다. 새로 개발된 검정의 다공소재는 리튬공기전지를 사용하는 동안 작은 입자와 반응해 기공이 막히는 기존의 매끄러운 그래핀막을 대체할 수 있다. 더욱이 연구팀이 개발한 새로운 소재는 백금 또는 다른 희유 금속에 의존하지 않아 가격을 절감하고 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있다. 결합제는 그래핀과 결합되어 그래핀솔루션으로 분해된다. 그래핀과 결합제는 솔루션 안에 기포를 생성하는 공정을 통해 물과 섞인다. 그래핀과 결합제는 기포 주위에서 생성되고 단단해진다. 기포가 터지면 그래핀에 움푹한 구멍이 남는다. 작고 검은 입자는 직경이 3-4 μm 정도이며 그래핀 에너지 용량을 더욱 치밀하게 하여 다른 소재보다 더 많은, 15,000 mAh/g 이상의 그래핀을 저장한다.



ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2012년 1월

“딱딱함과 부드러움”이 혼재한 얼음 표면

일본 Science Portal 2012년 1월 10일자 기사에서는 일본 홋카이도대학 저온과학연구소의 연구팀이 “딱딱함과 부드러움”이 혼재한 얼음 표면의 특성을 해명했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

녹아내린 얼음 표면이 미세한 온도차이로 “딱딱함과 부드러움”이 혼재한 변화를 나타낸다는 것을 홋카이도대학 저온과학연구소 연구팀이 밝혀냈다. 이번 연구의 성과는 물 1분자(높이 0.37나노미터)레벨이라는 미세한 단차를 관찰할 수 있는 광학현미경을 홋카이도대학연구팀이 올림푸스주식회사와 공동 개발한 것이다.

얼음결정의 표면이 물이 어는 온도인 섭씨 0 $^{\circ}\text{C}$ 이하에서도 녹아 ‘표면액체상’ 이라고 불리는 얇은 액체층이 된다는 사실은 오래전부터 알려져 있었다. 연





구팀은 관찰 결과, 영하 1.50℃보다 높아지면 입상 물방울이 생기며 영하 1.00℃에서 0.10℃보다도 높은 온도에서는 얇은 액상의 층이 생긴다는 사실을 알게 되었다. 이들 2종류의 액체층은 얼음의 표면을 어지럽게 돌아다니며 합체를 반복한다는 사실도 관찰되었다. 얼음 표면의 액체층은 아이스스케이트에서 미끄러지는 이유가 될 뿐만 아니라 얼음 결정의 재결정화 및 대형화, 눈결정 형태의 변화, 식품 및 장기의 저온보존, 적란운(소나기구름)으로 전기의 발생 등 자연, 생활에 관계된 다양한 현상의 열쇠를 쥐고 있다.

이번 연구 성과는 일본 과학기술진흥기구의 전략적 창조연구추진사업 개인연구 '빛의 이용과 물질재료·생명기능'의 일환으로 얻어졌다.

Science Portal 2012년 1월 10일자

NIMS 등, 여과속도 3자릿수 향상된 유기용매용 여과필터 개발

일본 마이ナビ뉴스 2012년 1월 27일자 기사에서는 일본 물질·재료연구기구(NIMS)와 과학기술진흥기구(JST)가 여과속도가 향상된 유기용매용 여과필터를 개발했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

물질·재료연구기구(NIMS)와 과학기술진흥기구(JST)는 1월27일 유기용매에 내성이 있는 박막 '다공성카본필름'을 개발, 불순물 여과속도를 종래의 여과필터보다 약 3자릿수 향상시키는 것에 성공했다고 발표했다. NIMS 첨단공동기술부문 고분자재료유닛 연구그룹의 이번 개발성과는 美 과학잡지 'Science'에 1월 27일 게재되었다.

물부족은 세계적인 문제이며 이에 따라 물처리기술에 대한 기대가 높아지고 있는 추세이다. 일본 제조업이 생산하고 있는 물처리막은 해수염수화 및 폐수처리와 관련된 많은 분야에 이용되고 있으며 세계 시장 점유율도 높다. 하지만 이러한 기존의 필름에도 결점이 있다. 예를 들면, 막을 형성하고 있는 고분자는 산 및 알칼리, 화학약품에 의해 점차 분해된다. 또한 많은 고분자막은 고온에서 가열하면 그 성능이 저하되고 유기용매에 따라서는 용해되는 경우도 있다. 현재는 고분자막의 내부에 수나노미터의 유로(流路)를 형성하는 기술도 충분히 확립되어 있지 않은 상황이다. 내유기용매성의 세라믹필름분야에서는 직경 1nm정도의 미세한 구멍을 가지는 물처리막이 제조되었지만 이러한 막을 얇고 균질하게 만들기에는 한계가 있어 유속이 현저히 떨어진다. 더욱이 현재의 필름으로는 유기용매를 고속으로 투과시키는 것이 불가능하다. 카본필름은 가스 및 수증기의 분리막으로 오랫동안 연구대상이었으나 유기용매를 고속으로 투과시키지 못한다. 유기용매의 고속투과를 실현하기 위해서는 역학적 강도가 큰 박막의 카본필름에 용매분자보다 더 큰 관통공을 형성시킬 필요가 있지만 지금까지의 막 제조법으로는 이를 실현하기 어려웠다.

이번 연구에서는 고강도 코팅에 사용되는 '다이아몬드상 카본(diamond-like carbon:DLC)의 제조방법인 '플라즈마 CVD법'을 응용하여 기공 지름이 큰 알루미늄기판 위에 두께 35nm 고강도 카본필름을 자립막으로 형성했다. 또한 막을 제조하는 과정에서 기판온도를 제어하여 카본필름의 내부에 약 1nm의 유로를 다수 형성시키는 것에 성공, 유기용매의 고속투과를 실현하였다.

고성능 여과필터의 제조방법은 다음과 같다. 양극산화를 통해 만들며, '나노스트란드'로 불리는 미세의 무기

섬유를 여과해 알루미늄막의 표면을 균일하게 덮는다. 다공성 알루미늄막은 수직의 관통공이 형성되어 있어 여과 성능이 우수한 기관이라는 특징이 있다. 또한 나노스트란드리는 것은 동 및 아연, 카드뮴 등의 질산염이 희박한 수용액에 알칼리를 추가함으로써 형성되는 미세의 나노섬유이다. 이렇게 제조된 막에 아세틸렌 등의 가스를 원료로 플라즈마 증착을 이용해 DLC막을 형성시킨 후 산으로 처리함으로써 나노스트란드층을 제거한다. 이러한 방법을 통해 영률이 170GPa(다이아몬드의 약 7분의1)인 고강도 카본필름을 제작할 수 있다. 카본필름에는 직경 약 1nm인 관통공이 다수 형성되어 있어 감압 여과를 통해 '아조벤젠'(분자량:182.2, 평균분자사이즈:0.69nm)을 94.4%, '프로토포르피린'(분자폭: 1.47nm)을 100% 제거할 수 있다. 아조벤젠은 붉은색의 유기 화합물로 분자량 182.2는 톨루엔의 약 2배다. 한방향의 프로토포르피린은 통상 프로토포르피린 IX을 가리키며 이 철착제는 액체 내에 있는 탄소의 운반에 관여하고 있는 물질이다. 유기용매의 투과속도는 가솔린에 많이 포함되어 있는 '핵산'으로 239L/h·m²·bar가 된다. 또한 여과필터의 내압성은 20기압까지 확인되어 압력에 비해 투과속도가 커진다는 사실을 알 수 있었다. 고강도 카본필름은 10nm까지 박막화하는 것이 가능하다. 이 경우, 세공사이즈는 3nm정도가 되지만 핵산의 투과속도는 1800L/h·m²·bar를 넘는다. 이들의 가치는 시판 유기용매용 여과필터보다 약 100배 이상이며 이는 세계 최고성능이라고 할 수 있다.

이번에 개발된 고성능 여과필터는 유기용매를 고속으로 투과시키는 획기적인 것으로 화학공업분야 제품(도료, 기능성고분자, 의약품 등)의 분리, 촉매 등이 혼재한 유기용매의 재활용 등에 응용할 수 있다. '오일샌드'(캐나다 및 베네수엘라 등에 분포해 있는 점성이 높은 광물유분을 포함하는 사암)에서 원유를 추출하려면 기존의 필터는 내성이 약해 오일을 포함한 배수를 처리하는 것이 불가능하다. 하지만 내유기용매성의 여과필터를 사용하면 오일을 포함하는 수용액에서 미립자(콜로이드상의 점토 등)를 제거할 수 있어 물을 효율적으로 이용할 수 있게 된다. 또한 만일 유해물질이 지표수에 혼입한 경우에도 오염수의 '1차 처리'에 이용할 수 있다고 한다. 오일성분을 포함하는 오염수의 처리는 번거로운 일이나 포함되는 콜로이드상의 물질(나노입자상의 점토)을 제거할 수 있으면 그 처리가 쉬워진다. 내유기용매성 여과필터로 콜로이드상의 물질을 제거한 후에 흡착제 및 막분리법을 이용하면 물의 정화 프로세스가 완성된다.

도시부의 환경오염을 저감시키기 위해 저유황 디젤유로의 전환 요구가 높아지고 있어 현재 유황의 함유량을 10ppm이하로 하기 위한 수소화처리 및 제올라이트를 통한 흡착처리 등이 시행되고 있다. 이번에 개발된 고성능 여과필터를 이용하면 분자상의 유황화합물을 제거할 수 있는 가능성이 있어 깨끗한 초저유황 디젤유의 제조에 공헌할 수 있을지도 모른다고 한다. 플라즈마 CVD에 의한 고강도 카본필름의 제조는 산업계에 넓게 보급되어 있다. CVD법을 이용한 대면적화는 쉬워 실용화의 걸림돌이 되지 않는다. 고강도카본필름을 형성하기 위한 기관은 카본필름과 같은 내용매성과 역학적 성질을 가지고 있어야 한다. 현재는 양극산화에 의해 제조된 다공성 알루미늄막을 기관으로 사용하고 있지만 대면적의 여과필터를 제조해 이를 모듈화하는데는 한계가 있다. 연구팀은 향후에는 탄소섬유시트 등의 첨단소재를 기관으로 이용해 고성능여과필터의 양산화가 실현되고 다양한 용도로 사용될 것이라고 말한다.

일본 마이ナビ뉴스 2012년 1월 27일자

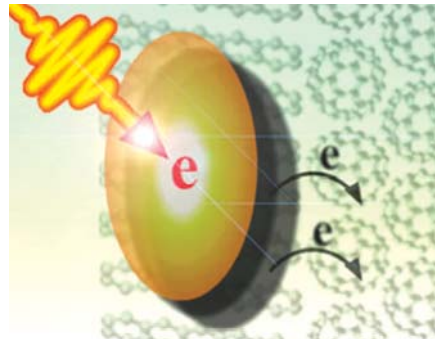


태양에너지의 미래를 밝히는 ‘어둠’

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2월 발간지에서는 미국 텍사스 대학의 연구팀이 어두운 양자를 생성하는 광자를 이용해 에너지 효율이 높은 새로운 태양에너지 전환법을 개발했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

미국 텍사스대학(University of Texas)의 연구팀은 기존 태양전지의 효율을 현저하게 높일 수 있는 새로운 태양에너지전환 기법을 개발했다고 밝혔다. 연구팀은 유기플라스틱 반도체소재를 이용해 하나의 태양광자로부터 집적할 수 있는 전자의 수를 2배로 늘리는데 성공했다. 사용가능한 전기로 전환되기에는 전지에 공급되는 태양에너지 대부분의 온도가 너무 높기 때문에 현재 사용되고 있는 실리콘 태양전지의 이론상 최대 효율은 약 31%이다. “뜨거운 전자(hot electrons)”의 형태인 이러한 에너지는 열로 손실된다. 뜨거운 전자가 손실되지 않도록 하면 태양을 에너지로 전환시키는 효율을 66%까지 향상시킬 수 있다. 이러한 효율은 집중적인 태양광으로만 얻을 수 있으며 일반적으로 태양패널에 집적되는 태양광선으로는 얻어지지 않는다. 이는 새로운 소재나장치를 제작할 때 문제를 야기할 수 있다. 연구팀은 어두운 양자를 생성하는 광자를 이용해 두 개의 전자를 효율적으로 집적할 수 있는 방법을 마련했으며 이는 펜타센 반도체에서 더욱 많은 에너지가 생산될 수 있도록 한다. 또한 이 방법을 이용하면 집중적인 태양광 없이도 태양전지의 효율을 44%까지 향상시킬 수 있어 많은 분야에 태양 기술을 응용할 수 있다.



ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2012년 2월

자동차 제조공정에서 물 사용량 줄이기

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2월 발간지에서는 미국 포드社가 자동차 제조공정에서 MQL(minimum quantity lubrication) 머시닝을 이용해 자동차 제조공정에서 물 사용량을 줄일 것을 공표했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

美 포드 자동차회사는 자동차 제조에 사용되는 물의 양을 2015년까지 2009년 대비 약 30% 줄일 것이라고 공표했다. 세계 여러 곳에 있는 포드의 엔진 플랜트는 MQL(minimum quantity lubrication) 머시닝을 사용하고 있으며 이는 드라이 머시닝(dry machining)으로도 잘 알려져 있다. 드라이 머시닝은 원자화된 미스트(mist) 끝

에 직접 분사되는 매우 적은 양의 윤활유를 절삭 공구에 바르는 기술이다. 이 공정은 연간 수천 갤런(약 4.5리터)의 물과 기름을 절약한다. 냉각제와 물로 구성된 혼합물을 사용하지 않기 때문에 드라이 머시닝을 사용하면 폐기물을 처리하고 방출할 필요가 없다. 드라이 머시닝은 또한 에너지 사용, 폐기물, 품질, 작업환경, 비용 등 여러 분야에서 많은 이익을 준다. 일반적인 450,000-유닛 라인의 경우 매년 280,000갤런 이상의 물이 절약된다.

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2012년 2월

고온초전도물질 ‘자속입자 자물 핀’ 3차원 관찰

일본 마이니치뉴스 2012년 2월 21일자 기사에서는 일본 동북대학교 이화학연구소(이연)의 연구팀이 고온초전도물질의 ‘자속양자’가 석출물로 고정되어 있는 모습을 3차원으로 관찰하는데 성공했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

동북대학교 이화학연구소(이연)는 2월 20일, 최신 ‘전자선 홀로그래피’ 기술에 의한 자장의 관찰과 주사이온 현미경을 이용한 ‘석출물’ (액체내에서 고체가 생성되는 ‘석출’에 의해 나타난 물질)의 3차원 관찰을 조합해 ‘고온초전도벌크재료’ 주위의 자속분포를 관찰하여 ‘자속양자’가 석출물에 ‘자물 핀(로킹 핀)’ (자속이 초전도체 내부에 있는 변형 및 불순물에 포착되어 핀으로 고정된 것처럼 움직이지 못하는 현상으로 자속의 이동에 동반하는 전기저항의 발생을 억제하면서 중요한 역할을 한다)되어 있는 모습을 3차원적으로 관찰하는데 성공했다고 발표했다. 이번 연구는 동북대학다원물질과학연구소와 이화학연구소의 공동연구 결과이며 관련 성과는 미국 응용물리잡지(인터넛판)에 2월 9일 게재되었다.

전자선 홀로그래피기술은 전자의 파동성을 이용해 시료 내외의 전자장정보를 홀로그램의 디지털데이터로 기록하고 컴퓨터해석을 통해 전자장의 분포를 나노스케일로 가시화할 수 있는 전자현미경법이다. 또한 초전도체에 자장이 침입할 때 그 주위를 환류하는 초전도전자대의 궤도는 양자화조건을 만족해야해 지속적인 값을 얻을 수 없다. 그리고 고온초전도벌크재료로는 급냉 및 용융, 방향응고 등의 프로세스를 거쳐 제작되는 괴상의 초전도재료를 이룬다. 배향한 초전도체결정 안에 비초전도물질을 미세하게 분산시킨 재료조성을 가질 수 있으며 그 결과 재료저항으로 높은 전류를 흘리거나 영구자석보다도 강한 자석으로 활용할 수 있다는 특징을 가진다. 이 벌크 초전도재료의 내부에 분산시킨 비초전도의 석출물에 자속이 자물 핀되어 있는 경우가 많아 ‘임계전류밀도’ (임계온도, 임계자장과 함께 초전도의 기본특성을 나타내는 3요소 중 하나로 초전도체에 저항체로로 흘릴 수 있는 최대의 전류밀도라고 하는 실용상 중요한 값)를 얻을 수 있다고 생각되어 왔지만 이번 연구는 그 모습을 실제로 직접 관찰한 것이다.

더욱이 이번 고온초전도벌크재료의 시료는 신일본제철이 개발한 Y(이트륨)계 산화물 고온초전도벌크재료 ‘ $YBa_2Cu_3O_y$ ’로 내부에 미세한 비초전도상 ‘ Y_2BaCuO_5 ’이 분산되어 있다. ‘집속이온빔법’으로 $2\mu m \times 2\mu m \times 20\mu m$ 인 네모기둥모양의 시료가 제작되었다. 집속이온빔법은 최근 전자현미경으로 관찰하기 위한 시료를 만들 때 많이 이용되고 있는 가공기술이다. 가속전압 30kV 정도의 조건에서 Ga 이온빔을 집속시켜 시료에 조사·주사시키는 것으로 금속, 반도체, 세라믹 등 다양한 시료를 정밀하게 고속으로 가공 및 박막화할 수 있다.

이번 실험에서는 시료 $YBa_2Cu_3O_y$ 를 0.01T의 자장에서 12K(-261℃)까지 냉각해 그 후에 자장을 잘라



13K(-260°C)에서 전자선 홀로그래피기술로 자장의 분포를 관찰했다. 자장의 강도를 해석해본 바 원호모양의 콘트라스트가 한 개의 자속양자에 대응하고 있다는 사실이 판명되었다. 연구팀은 이 자속양자가 시료 측면에서 발생하고 있는지를 명확하게 하기 위해 시료를 각각 52°마 좌우로 회전시켜 '주사이온현미경'으로 관찰했다. 주사이온현미경은 Ga이온빔을 수나노미터에서 수백나노미터로 집속시켜 시료표면을 주사시키면서 시료에서 방출되는 2차전자의 강도분포를 동시에 발생시켜 2차원으로 출력하는 방식이다. 원자번호의 차이 등에 따른 2차전자의 방출량이 달라서로 다른 구성을 관찰 할 수 있다.

주사이온현미경에서는 석출물로 비초전도상이 어둡게 비추어졌으며 자속양자는 이 비초전도상을 통과하고 있다. 다시 말해 비초전도상에 자속양자가 자물핀되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이렇듯 전자선의 홀로그래피를 통한 자장의 관찰과 주사이온현미경에 의한 석출물의 3차원 관찰을 합쳐 자속양자와 석출물의 위치관계를 처음으로 해석할 수 있었다.

이러한 초전도벌크재료는 영구자석보다 5배 강력한 자석인 '벌크자석' 등 다양한 응용개발이 진행되어 있어 향후 비초전도 석출물의 크기와 밀도에 변화를 주었을 때의 조직과 자속분포를 대응시키는 것이 가능해져 실용화가 기대된다.

일본 마이ナビ뉴스 2012년 2월 21일자

마찰 메커니즘에 대한 새로운 시각

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2월 발간지에서는 독일의 연구팀이 빛 크리스털에서 플라스틱 층의 움직임을 관찰하는데 성공했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

독일 슈투트가르트대학교와 막스플랑크 Institute for Intelligent Systems의 공동연구팀은 빛으로 만들어진 인조 크리스털에 규칙적으로 배열된 플라스틱층을 떼어내는 실험을 수행했다. 이번 실험을 통해 연구팀은 플라스틱층이 빛 크리스털에서 어떻게 움직이는지 관찰 할 수 있었다. 일반적으로 상상할 수 있는 것과 반대로 플라스틱층은 모두 같이 움직이지 않는다. 어떤 부분은 항상 움직이지만 또 어떤 부분은 움직이지 않는다. 연구팀은 이번관찰을 통해 관련기술의 이론적 예측을 데이터로 뒷받침 할 수 있었으며 미세한 표면 사이의 마찰이 왜 원자구조의 영향을 받는지를 설명할 수 있었다. 연구팀은 물속에서 레이저 빛과 전기 충전된 플라스틱층을 이용해 두 개의 표면이 서로 마찰을 일으키는 2차원 모델을 만들었다. 물속의 플라스틱층이 서로를 전기로 밀어냄에 따라 플라스틱층은 규칙적으로 배열되었고 표면이 형성되었다. 또한 레이저 빔을 이용해 다른 표면을 플라스틱층 아래에 형성했다. 연구팀은 빔에서 발생하는 전자파를 상층막에 겹치게 해 달걀판형의 빛 크리스털이 생성되도록 했다. 빛으로 생성된 표면에서는 마찰이 일어나는 과정을 카메라로 직접 관찰 할 수 있었다. 마찰의 미세한 움직임을 관찰하는 것은 실용적인 결과로 이어질 수 있다. 크리스털표면과 준크리스털표면의 결합은 마이크로 및 나노시스템에서 발생하는 마찰을 줄일 수 있다. 또한 가시적인 마찰이 발생하지 않는 표면을 디자인하는 것도 가능하다.

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2012년 2월

플루오르화폴레틴으로 n형 유기반도체 일분자막 형성에 성공

일본 마이니치뉴스 2012년 3월 1일자 기사에서는 일본 이화학연구소(이연)와 공동연구팀이 플루오르화폴레틴으로 n형 유기반도체 일분자막을 형성하는데 성공했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

이화학연구소(이연)는 새로운 n형 유기반도체로 주목받고 있는 플루오르화폴레틴(C60F36) 분자를 전극재료인 금(Au)의 단결정에 균일한 일분자층 두께의 막으로 형성하는데 성공했고, 또한 그 막이 화학적으로 안정한 n형의 성질을 유지한다는 사실을 발견했다. 이번 성과는 이연기간연구소 Kim표면계면과학연구소, 동경대신영역창성학과, 한국기초과학기술연구원의 공동연구팀이 이루어낸 것으로 미국 과학잡지 'ACS Nano'에 게재되기에 앞서 온라인판(2월13일)에 게재되었다.

현재 전자디바이스 및 광디바이스재료로는 실리콘 등의 무기반도체 디바이스가 주류이지만 종류 및 성질의 다양성, 유연성, 프로세스의 간편성 등 요구사항이 많아지면서 유기분자를 이용한 태양전지 및 전계효과 트랜지스터 등 유기반도체 디바이스의 개발이 한창 진행되고 있다. 하지만 실용화를 위해서는 몇 가지 문제점이 있으며 그 중 하나로 홀(플러스전하)을 전송하는 p형 유기반도체는 그 수가 많은 반면 전자(마이너스전하)를 운송하는 n형 유기반도체의 종류가 현저하게 적은 것을 들 수 있다. 일반적으로 유기분자는 전자를 다른 재료에 주기 쉬워 자신은 전자를 잃고 홀을 운송하기 쉬우며 반대로 전자를 얻기 쉬워 전자를 운송하기 쉬운 n형으로는 폴레틴C60이 거의 독점적으로 사용되고 있는 실정이다.

또한 여러 종류의 다른 재료를 겹겹이 쌓은 구조를 가진 유기박막 디바이스에서는 층계면을 지나가는 전하의 종류와 이를 통과하기 쉽디는 점을 제어하는 것이 중요하다. 가령 목적에 부합하는 성질의 분자를 합성할 수 있어도 전극 및 다른 분자층과 접촉시킴과 동시에 분자의 성질이 변화해버리는 경우가 있다. 특히 전하로 사용되는 금속에는 대기 중에서도 화학적으로 안정된 것이 좋지만 이들 금속은 일함수가 커 분자에서 전자를 취하는 것이 매우 쉬워 폴레틴C60에서도 n형을 유지하지 못하는 것이 문제였다. 그래서 디바이스 성능을 향상시키기 위해서는 폴레틴C60보다도 강한 전자를 끌어당기는 성질의 분자를 찾아내는 것이 요구되어 왔다.

연구팀은 폴레틴C60에 전자를 부여하는 능력이 뛰어난 불소원자(F) 36개를 가지고 있는 플루오르화폴레틴(C60F36)에 착목하여 같은 물질이 화학적으로 안정한 전극재료인 금의 표면에서 어떠한 막을 형성하고 실제로 n형의 성질을 유지하는가에 대한 조사를 실시했다.

우선 금의 단결정 표면에 플루오르화폴레틴을 진공 안에서 증착시켜 원자레벨의 공간분해능력을 가지는 주사터널현미경(STM)으로 금과 계면을 이루는 첫 번째 분자막의 구조를 관찰했다. 그 결과 실온에서 분자는 규칙적으로 치밀하게 배열되어 있지만 각 분자가 바라보는 방향은 각각 달라 전기적으로 불균일하다는 점, 그렇기 때문에 디바이스로써 좋은 성능을 기대할 수 없다는 점을 알 수 있었다. 연구팀은 시료를 100°C 정도로 가열해 분자에 충분한 에너지를 부여하면 모든 분자가 같은 방향을 바라보는, 전기적으로 균일한 막을 형성한다는 사실을 알게 되었다.

더욱이 주사터널분광(STS)법으로 전자상태를 조사한 결과 띠 간격이 5.6eV로 일반적으로 유기반도체분자가 나타내는 1.73eV보다도 크다는 사실, 홀이 막에 흘러들어갈 가능성이 낮은 안전한 n형의 기능을 가진다는 사실을 알게 되었고 이는 유기반도체 디바이스에서 전자운송층으로 사용될 수 있다는 사실을 시사했다.



연구팀은 이번 성과에 대하여 향후 유기반도체 디바이스의 고성능·고기능화를 위한 재료선택 및 분자합성에 있어 그 기준이 될 것이라고 기대했다.

일본 마이ナビ뉴스 2012년 3월 1일자

디젤 부족을 해결하는 제올라이트 소재

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 3월 발간지에서는 스웨덴과 스페인의 공동연구팀이 디젤 부족 문제를 해결할 수 있는 새로운 제올라이트 소재를 개발했다고 밝혔다.

다음은 관련기사에서 발췌, 번역한 내용이다.

스웨덴 스톡홀름대학교와 스페인 발렌시아 폴리텍대학교의 공동연구팀은 가솔린을 디젤로 직접 전환시키는 특수 기능을 가진 새로운 다공질 소재를 개발했다. 이 소재는 복잡한 원자구조를 가지고 있으며 이는 투과전자 현미경(TEM)으로 관찰되었다. ITQ-39라고 불리는 규산알루미늄은 제올라이트류에 속해 있으며 매우 작은 분자가 통과해 다른 분자와 반응할 수 있는 다공질 구조를 가지고 있다. 이러한 구조는 원하는 상품을 생산할 수 있게 한다. 이번에 개발된 소재는 방향이 다른 다양한 크기와 모양의 소재 채널을 통해 소재 내부로 이동하는 분자를 그것이 이동하는 방향에 따라 제어할 수 있다. 대부분의 크리스털 소재와 다르게 ITQ-39는 완벽하게 정비되어 있지 않고 혼돈상태의 구조를 가지고 있다. 소재를 이해하고 원자구조모델을 생산하는 기준이 되기 위해서는 최소 규칙적인 구역에서 원자가 어떻게 배열되어 있는지 그리고 이러한 도메인이 어떻게 크리스털에 연결되어 있는지를 알아야 한다.

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES 2012년 3월