

Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments

광응용(광소재, 광정밀기기)

3차원 현미경을 위한 렌즈



〈그림 1〉 오하이오 주립대학의 연구진은 한 번에 9개의 다른 각도에서 작은 개체의 영상을 모으는 3차원 현미경 렌즈를 개발했다. 이 그림은 약 1밀리미터 직경의 볼펜 심을 촬영한 것이다.

오하이오 대학의 연구진은 한 번에 9개의 다른 각도에서 물체의 3차원 영상을 볼 수 있는 현미경에 쓰이는 렌즈를 개발했다. 다른 3차원 현미경은 여러 개의 렌즈 또는 개체 주위를 움직이는 카메라를 사용하지만, 이 새로운 렌즈는 그 자체로 현미경의 3차원 영상을 만드는 최초의 단일, 고정 렌즈이다.

오하이오 주립대학 통합 시스템 공학부의 부교수인 Allen Yi와 박사후 연구원인 Lei Li는 Journal of the Optical Society of America A 최근호에 이 새로운 렌즈를 소개했다. Yi는 이 렌즈가 모아 놓은 작은 구성 요소들을 보기 위하여 매우 복잡한 기계를 최근까지 사용했던 마이크로 전자 공학과 의료 기기 분야의 제조업자들을 위한 개념의 증명이라고 일컬었다.

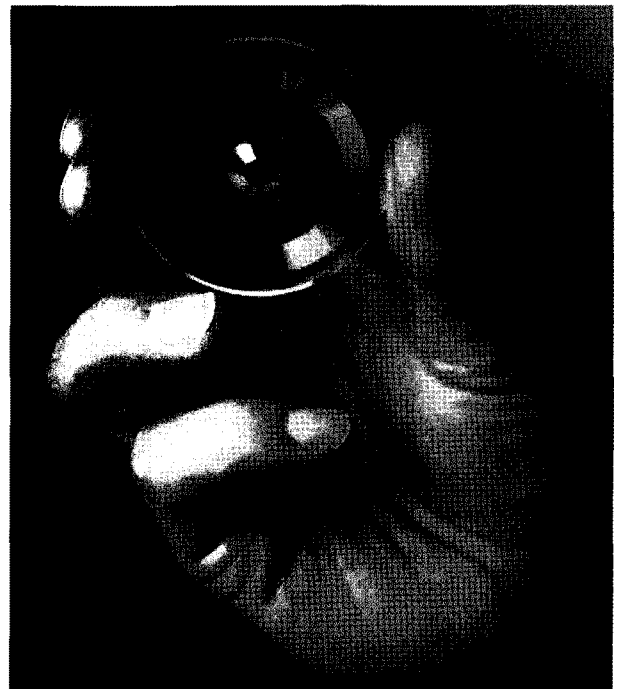
공학자들이 정확한 절단 기계로 열가소성 렌즈를 제조할 수도 전통적인 몰딩 기법으로 저렴하게 제조할 수도 있다고 Yi가 말했다. “궁극적으로, 우리는 제조업자들이 그들의 제품을 축소화하는 데 필요한 장비의 수와 크기를 줄이는 데 도움을 줄 수 있기를 희망한다.” 라고 그는 덧붙였다.

약 손톱 크기를 가진 렌즈 원형의 편평한 꼭대기는 8개의 단면으로 둘러싸여 있어서 얼핏 보기에는 보석을 자르는 기계처럼 보인다. 그러나 원석은 대칭으로 잘리지만, 이 렌즈는 대칭이 아니다. 단면의 크기와 각도는 다양하여, 육안으로는 보기가 힘들다.

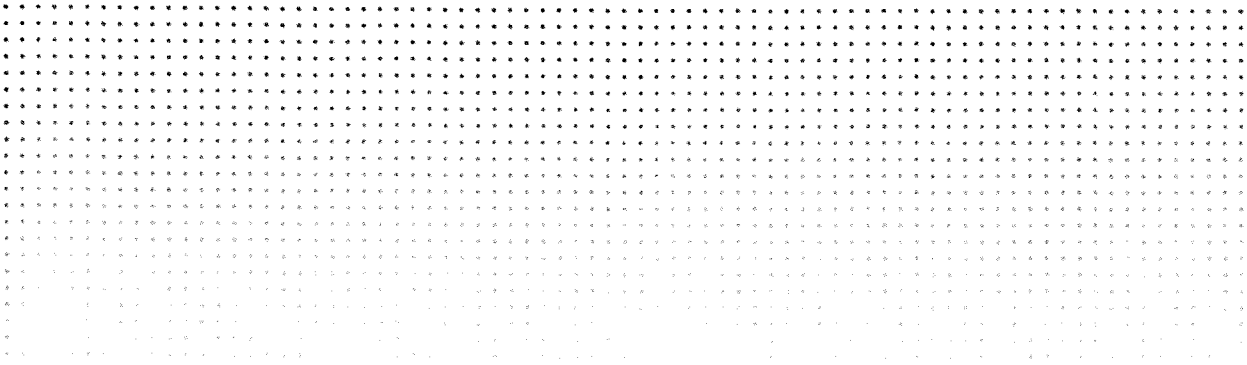
“당신이 렌즈를 보는 방향에 상관없이, 당신은 다른 모양을 볼 수 있다.” 라고 Yi는 설명했다. 그러한 렌즈를 프리폼 광학의 한

종류인 “프리폼 렌즈” 라고 한다. 프리폼 광학은 10년 이상 사용되어 왔다. 그리고 Lei Li는 컴퓨터 프로그램을 통해서 현미경 개체를 영상화 가능한 프리폼 렌즈를 설계하였다.

그리고 Yi와 Li는 실제로 판매하고 있는 다이아몬드 톱날을 가진 밀링 도구를 사용하여 일반적인 열가소성 물질인 PMMA로부터 조각 모양을 절단했다. 이 기계는 10나노미터의 정확도로 렌즈의 플라스틱 조각을 잘라내는 데, 이 거리는 대략 인간 머리카락의 지름보다 5천배나 작은 것이다. 최종 렌즈는 상단 측면과 넓이 그리고 편평한 바닥이 라인석과 닮았다. 그들은 측면을 내려다 보는 카메라를 장착한 현미경에 렌즈를 부착하고 편평한 측면 아래 중심에 작은 개체를 놓았다. 각 면은 다른 각도에서 개체의 영상을 촬영하고, 이것은 3차원 영상으로 컴퓨터에 결합시킬 수 있다.



〈그림 2〉 오하이오 주립대학의 연구진이 개발한 이 렌즈는 현미경에 부착하여 작은 개체의 3차원 영상을 촬영할 수 있다.



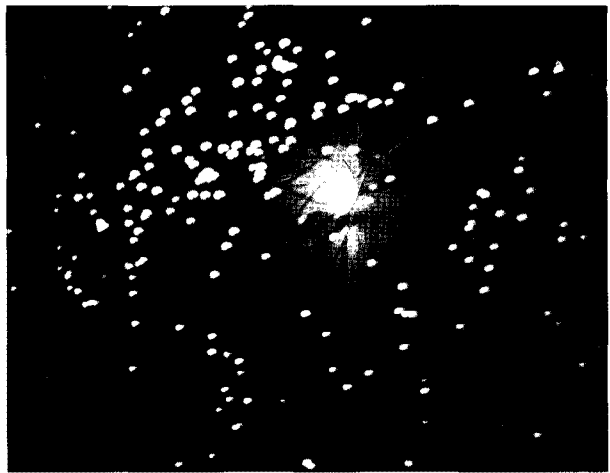
연구진은 성공적으로 대략 1밀리미터의 직경을 가진 볼펜 심과 0.2밀리미터의 직경을 가진 미니 드릴의 3차원 영상을 성공적으로 촬영했다. "우리 렌즈를 사용하는 것은 실제로 여러 개의 현미경을 하나로 모으는 것과 같다. 우리에게 있어, 이 프로젝트의 가장 흥미로운 부분은 아주 작은 개체의 모양을 3차원으로 볼 수 있다는 것이다." 라고 Li가 말했다.

Yi는 미래에 제조업자들을 위한 기술을 개발하길 원한다. 그는 액체 표본을 조사하기 위하여 장비를 축소하는 의료용 시험 산업을 지적했다. 이 산업에서는 작은 저장기나 플라스틱 관을 절단하기 위해서는 정확성을 가지고 그 깊이를 절단해야 하고 정확한 영상이 제공되어야한다. 인간 보다는 컴퓨터를 사용하여 기계를 제어하는 것이 좀 더 정확하다. 이 새로운 렌즈는 이미 사용되고 있는 장비의 중앙에 장착할 수 있다고 Yi는 말한다. 그것은 또한 미래의 비전 장비 설계를 단순화시킬 수 있다. 왜냐하면, 여러 개의 렌즈와 이동 카메라가 더 이상 필요하지 않기 때문이다.

< www.physorg.com >

셀렌화아연을 사용한 새로운 종류의 광섬유

반도체 재료로 사용될 수 있는 연한 노란색 화합물인 셀렌화아연(zinc selenide)을 이용한 광섬유가 펜실베이니아 주립대학의 화학과 교수인 John Badding이 이끄는 연구팀에 의해 개발되었다. 이 새로운 종류의 광섬유는 좀더 효과적이고 자유로운 빛의 조작을 가능하게 하며, 다재다능한 레이저 레이더(laser-radar) 기술의 실현가능성을 높여주고 있다. 이와 같은 기술은 개선된 수술 및 의학용 레이저, 군대에서 사용되는 대응레이저(counter-measure laser)의 개선 및 오염물질의 검출이나 바이오테러리스트가 사용하는 화학물질을 검출하기 위한 뛰어난 검출용 레이저 등의 개발에도 적용할 수 있다. 본 연구결과는 Advanced Materials 지에 게재될 예정이다.



광섬유가 현대 정보화사회의 기반을 이루고 있다고 말하는 것은 진부한 이야기일 것이다. 사람의 머리카락보다 세 배 정도 두꺼운 이 길고 가느다란 섬유가 초당 전송할 수 있는 정보의 양은, 250장의 DVD에 해당하는 테라비트 이상의 정보에 해당한다. 여전히 현존하는 기술의 개선 가능성은 늘 존재하지 마련이다. Badding은 광섬유 기술이 유리 코어(glass core)에 의해 항상 제약을 받고 있다고 설명하고 있다. 유리는 원자가 무질서하게 배열되어 있는 것이다. 반면, 셀렌화아연과 같은 결정성 물질은 매우 잘 정렬되어 있다. 이로써 빛은 더 긴 파장으로도 전파될 수 있으며, 특히 중적외선(mid-infrared)에서 그러하다.

전통적으로 광섬유에 사용되는 석영유리(silica glass)와는 다르게, 셀렌화아연은 화합물 반도체(compound semiconductor)이다. 셀렌화아연이 유용한 화합물로 석영이 할 수 없는 방법으로 빛을 조절할 수 있다는 사실은 오랫동안 잘 알려져 왔다. 방법은 이 화합물을 섬유형태로 만드는 것으로 이전에는 시도된 바가 없었다. 화학과 대학원생인 Justin Sparks가 개발한 독창적인 고압 화학증착 기술을 이용하여, Badding 연구팀은 새로운 종류의 광섬유를 만들기 위해 석영유리 모세관 내에 광유도를 위한 셀렌화아연 코어를 증착시켰다. 고압 증착법은 매우 제한된 공

Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments

광응용(광소재, 광정밀기기)

간에서 길고, 얇은 셀레늄화아연 섬유코어를 형성하는 것을 가능하게 한다는 점에서 독창적이다.

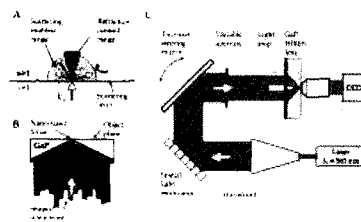
셀레늄화아연으로 만들어진 광섬유가 갖는 장점은 두 가지로 요약해 볼 수 있다. 첫째, 이 새로운 광섬유는 한 가지 색의 빛을 다른 색의 빛으로 더 효율적으로 전환한다. 기존의 광섬유가 신호, 간판 및 예술 분야에서 사용될 때 원하는 색상을 모두 얻을 수는 없었다. 하지만 비선형주파수변환(nonlinear frequency conversion)이라고 불리는 과정을 사용하는 셀레늄화아연은 색상 변화에 더 자유롭다.

둘째, 이 새로운 종류의 광섬유는 가시 스펙트럼(visible spectrum)에서 뿐만 아니라 가시광선보다 더 긴 전자기복사선 파장을 갖는 적외선 영역에서도 더 뛰어난 능력을 보여주고 있다. 현존하는 광섬유 기술은 적외선을 전송하는데 효율적이지 못하다. 그러나 이번에 개발된 셀레늄화아연 광섬유는 적외선의 긴 파장을 전송할 수 있다. 이런 파장을 활용하는 것은 적외선 레이저를 위한 섬유의 제조가 가능하다는 것을 의미하기 때문에 더 흥미롭다고 저자는 설명하고 있다. 예를 들어, 군대에서는 현재 레이저 레이더 기술을 사용하고 있으며, 근적외선(2~2.5마이크론)을 조절할 수 있다. 중적외선(5마이크론 이상)을 조절할 수 있는 장치는 더 정교해질 것이다. 개발된 섬유는 15마이크론의 파장까지 전송할 수 있다.

또한 오염물질 및 환경독소의 존재를 검출하는 것은, 더 긴 파장의 빛과 상호작용하는 더 나은 레이저 레이더 기술의 또 다른 적용에 해당한다. 서로 다른 분자는 서로 다른 파장의 빛을 흡수한다. 예를 들어 물은 2.6마이크론에 해당하는 파장에서 빛을 흡수하거나 중단시킨다. 그러나 특정 오염물질이나 독성 물질의 분자들은 더 긴 파장의 빛을 흡수한다. 만약 더 긴 파장의 빛을 대기 중에서 전송할 수 있다면, 어떤 물질이 그곳에 존재하는지 더 명확히 알 수 있게 된다. 게다가 셀레늄화아연 광섬유는 레이저를 기반으로 하는 시력교정술과 같은 수술법의 개선을 위한 새로운 연구분야를 개척하게 될 것이다.

< www.physorg.com >

현미경의 분해능을 배가시키는 새로운 렌즈



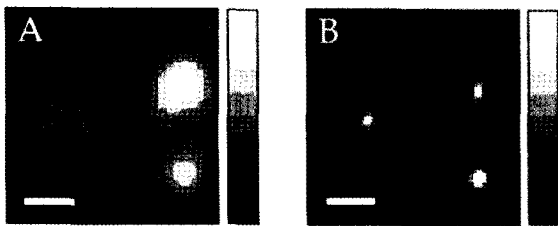
<그림 1> HIRES 렌즈의 개략도와 설치 개요도

일반적인 렌즈는 약 200나노미터 크기의 물체를 분해할 수 있다. 그러나 유럽의 과학자들이 최초로 가시광에서 약 100나노미터의 분해능을 만들

어 낼 수 있는 렌즈를 개발했다. 렌즈는 구경과 초점 거리를 가지고 있으며, 구경이 클수록 그리고 초점 거리가 짧을 수록 렌즈가 제공하는 해상도가 높다. 렌즈의 물리적 한계는 해상도의 실제 한도(회절 한계)가 영상을 만들 때 사용되는 빛 파장의 반 정도라는 의미이며, 가시 광선에서는 대략 200나노미터이다.

EG van Putten박사와 함께 네덜란드 그리고 이탈리아의 연구진이 개발한 이 새로운 렌즈는 기존의 렌즈와는 다른 방법으로 작동하며 두배나 향상된 해상도를 제공한다. 이 새로운 렌즈는 갈륨 인화물(GaP) 웨이퍼를 사용하는 데, 이것은 큰 굴절률을 가지고 있다. 웨이퍼의 한 면을 우선 광 산란 표면을 만들기 위하여 산에 담그고나서 실리콘 박막을 다른 면에 침착시켜서 웨이퍼 면에 부딪치는 대부분의 빛을 흡수하게 한다. 빛이 갈륨 인화물에 비추면, 그것은 모든 방향으로 산란되지만, 일부의 투과된 빛은 변형된 파면을 형성하게된다. 위상이 같은 일부가 밝은 점을 만들고, 위상이 다른 일부가 어두운 점을 만든다. 그리고 그 사이에 있는 빛의 일부가 흐릿한 점을 만들기 때문에, 결과에 사용된 561나노미터 레이저 광은 얼룩덜룩한 빛이 된다. 변형된 파면은 그것의 모양이 분석될 수 있도록 하기 위하여 CCD 칩을 사용하여 기록된다. 이 정보는 들어오는 레이저 광이 렌즈와 부딪쳐서 광 산란층에 의해서 만들어지려는 변형을 취소시키기위하여 공간 광 변조기를 통하여 프로그래밍되어 광산란층 위상을 취소하게된다. 이 공간 변조기는 또한 웨이퍼의 다른

면에 초점을 맞추기 위하여 빛을 변조하기도 한다. 연구진은 실리콘의 조그만 부분을 에칭했으며 이 비흡수면에 직경 97나노미터인 금 나노입자를 코팅했다. 웨이퍼는 레이저에 의해서 조명을 받고 금 입자들이 초점에 맺혔다. 초점은 기존의 렌즈보다도 훨씬 타이트하며, 이것은 최상의 해상도를 얻을 수 있게 한다. 그것은 주위를 이동할 수 있으며, 초점을 앞과 뒤로 이동시킴으로써 물체를 감지할 수 있다. 연구진은 97나노미터 해상도로 금 나노 입자를 영상화하는 데 성공했다. 이것은 기존



〈그림 2〉 갈륨 인화물 Hires 렌즈를 이용한 실험 영상이다. (A) 기존의 오일-주입 현미경을 이용하여 촬영한 참조 영상. 이 영상에서의 금 나노입자는 흐릿하게 보인다. 스케일 바는 300나노미터를 나타낸다. (B) 갈륨 인화물 Hires 렌즈를 사용하여 촬영한 고 해상도 영상

의 현미경에 비해 두배나 해상도가 높고, 그들의 시스템은 72나노미터 해상도에서 가능하다고 그들은 주장한다.

이 새로운 기술에는 몇 가지 단점이 있는데, 가장 큰 것은 분석하고자 하는 표본을 직접 렌즈의 표면 위에 놓아야 한다는 것이다. 따라서 세포와 같이 살아있는 구조내의 영상을 촬영하는 데는 문제가 있다. 또 다른 단점은 작은 시야각(2 μm 평방)이다. 이 새로운 기술의 최대의 장점은 갈륨 인화물 웨이퍼가 저렴하고 만들기 편하기 때문에, 이 시스템이 구조 조명 현미경(약 100나노미터의 해상도를 얻을 수 있다.) 같은 데 사용되는 값비싼 렌즈가 필요치 않다는 것이다.

< www.physorg.com >

태양폭풍, 지구 통신 두절시킨다?

“태양폭발로 일어날 수 있는 최악의 사태는 미국 동북부와 같은 넓은 지역이 2~3일간 대규모 정전을 겪을 수 있다는 것입니다.”

미국항공우주국(NASA) 조세프 테이빌라 박사의 말이다. 그는 지난 2011년 3월 17일에 한국천문연구원을 찾아 ‘2013년 우주환경재난 전망과 대응’ 에서 발표했다. 이런 세미나가 열린 배경에는 2011년 2월 15일에 관측된 태양폭발이 있다.

이날 오전 10시 40분경(한국 시각) 강력한 태양폭발이 일어났다. 태양 정면에서 일어난 이번 폭발은 초속 900km의 태양폭풍을 동반했다. 약 3일 후에 지구에 도달한 태양폭풍은 일부 고위도 지방에 통신 장애를 일으켰다. 전문가들은 최근에 볼 수 있었던 가장 강력한 태양폭발이었다고 밝히고 있다.

이번 태양폭발은 여러 매체에서 다뤄졌다. 태양폭발이나 태양폭풍의 위험성에 대해 경고하는 내용이 주를 이뤘다. 그런데 대규모의 폭발이라고 하기에 우리가 겪은 현상은 미미하다. 실제로 태양폭풍은 통신장애와 대규모 정전을 일으킬까?

OLED조명 '年内 상용화 보인다'

한영이엔지·생산기술연구원, OLED조명기술 개발 성공...내달 시제품 출시

LED에 이어 차세대 광원으로 주목받고 있는 'OLED(유기발광다이오드)' 조명의 상용화가 연내 가능할 것으로 보인다.

그동안 OLED기술개발에 주력해왔던 한영이엔지는 6일 한국생산기술연구원 호남권기술지원본부와 공동으로 관련기술 개발에 성공, 내달쯤 시제품을 출시할 예정이라고 밝혔다.

OLED기술은 수소와 탄소원자를 함유한 유기물질이 빛을 내는 성질을 이용한 것으로, 광효율이 높고 수은이나 납과 같은 환경오염물질을 사용하지 않기 때문에 LED와 함께 차세대 광원으로 주목받아왔다.

특히 LED와 달리 면조명이기 때문에 초슬림한 형태로 제작이 가능할 뿐만 아니라 눈부심도 거의 없어 실내조명용으로 적합하다는 것이 회사 측의 설명이다.

한영이엔지는 균일한 빛을 발산할 수 있는 프로세스 기술을 한국생산기술연구원으로부터 이전 받아 OLED조명기술 개발에 나섰으며, 이 과정에서 OLED조명용 프레임과 광원 조명소자 프로세스에 대한 국내 특허를 취득한 바 있다.

한편 한영이엔지는 올해 안에 제품 성능 보완 등 업그레이드 과정을 거쳐 내년부터 양산체제에 돌입한다는 계획이다. 이 제품이 상용화되는 내년에는 최소 10억원 이상, 5년차부터는 50억원 이상의 매출을 거둘 수 있을 것으로 회사측은 기대하고 있다.

Photonics Application

Optical Material, Optical Precision Instruments
 광응용(광소재, 광정밀기기)

광주TP 10대 유망 기업·기술 선정 연말에 우수기업 대상 추천 등 각종 인센티브 제공

광주테크노파크(이하 광주TP)는 최근 '지역 산업을 선도할' 10대 유망 기업' 과 '10대 유망 기술' 을 선정했다.

선정된 10대 기업은 (주)오이솔루션(대표 박용관·추안구)과 (주)지앤디원텍(대표 김정수), (주)하이솔라(대표 안춘호), (주)휴엔텍(대표 구영욱), 제이엘씨(주)(대표 정성태), (주)타디엘(대표 김유신), (주)타디엠(대표 김선미), (주)엘디스(대표 조호성), (주)포스포(대표 윤호신·박승혁), (주)코셋(대표 김재현) 등이다.

기업 심사는 지난해 광주시가 선정한 유망 중소기업 가운데 광주TP 입주 기업 또는 졸업 기업을 대상으로 28개사를 선별한 뒤 기업분석 전문가의 진단과 면접, 현장방문 등 공정한 심사를 거쳤다. 기업 진단은 TP 기업진단 툴(Tool)인 T_CAS(Technopark Checklist for Analysis & Strategy)를 활용했다.

이중 (주)오이솔루션은 2005년 8월 1일 광주TP에 입주한 이후 능동형 광통신 부품분야에서 탁월한 기술력을 발휘해 매년 50%의 성장을 기록하고 있다. 지난해 360여 억원(2005년 매출 8 억원)의 매출을 달성했고 올해는 500억원의 매출이 예상되며, 2014년 이후에는 1,000억원 이상의 매출이 기대되는 등 글로벌 기업으로 성장하고 있다. 올 하반기에는 코스닥 상장도 준비하고 있다.

광주TP는 또 2004년부터 2010년까지 지역산업평가단이 뽑은 기술과제 중 3개 분야(광기반융합산업, 정보가전산업, 자동차부품산업)에서 성공 판정을 받은 기술과 최근 기술과제로 선정돼 개발이 진행 중인 기술을 대상으로 10대 유망기술을 선정했다. 이중 엘이디라이텍(주)의 '100W급 RGBY LED모듈과 전력선통신을 이용한 조명시스템 개발' 기술은 기존 제품보다 다양한 광색과 색온도, 고연색선 구현, 고효율화 및 설치가 간편한 원격제어 시스템을 적용한 최첨단 기술이다.



또 글로벌광통신(주)이 보유하고 있는 '바이오센서용 초소형 근적외선 분광기 개발' 기술은 수입 대체 효과와 함께 전 세계 5,000 억원 규모의 계측기기 산업을 주도할 분광분석 기술로 주목받고 있다.

이번에 선정된 기업에는 광주TP가 추진 중인 각종 지원사업에 참여할 때 가점이 부여되고 연말에 광주TP 우수기업 대상 기업으로 추천하는 등 각종 인센티브가 제공된다.

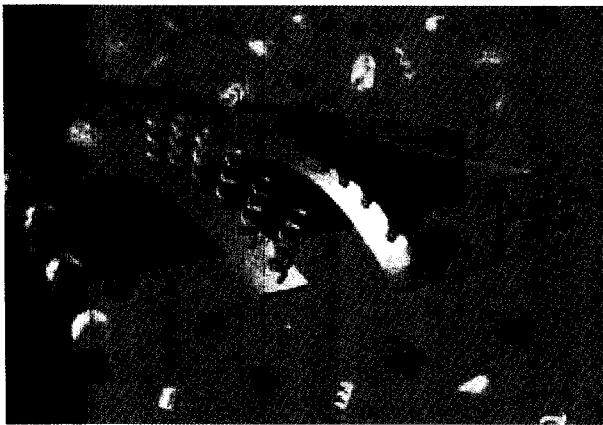
유동국 광주TP 원장은 "10대 유망 기업과 기술에 선정된 기업이 수년 내 기술, 시장, 글로벌역량, 재무상태 등이 우수한 지역의 히든챔피언으로 성장할 수 있도록 다양한 지원을 하겠다"고 말했다. 한편 광주TP 입주기업 수는 65개이며 2010년 기준 매출은 총 1,372억원(평균 21.1억원), 고용인원은 총 1,045명(평균 16명)이다.

ISSUE

신기술, 신제품

범용성이 높은 초고감도 센서 개발

의료, 바이오, 환경, 보안 등 다양한 분야에의 응용 기대

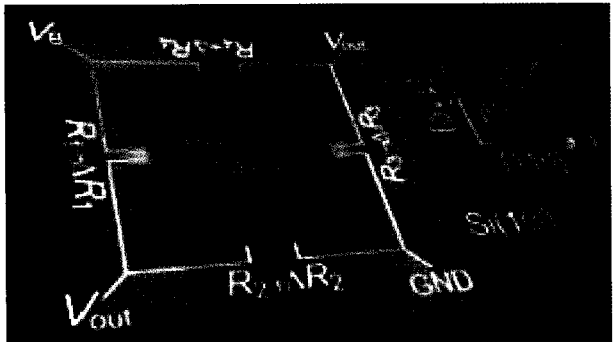


〈그림 1〉 가스분자에서 생체분자까지 다양한 시료를 캔틸레버 배열(어레이)에 의해 측정하고 있는 모습

일본 독립행정법인 물질재료연구기구 국제나노아키텍트닉스 연구거점의 요시가와(吉川元起) 연구원 등은 스위스공과대학 Lausanne교 및 Heinrich Rohrer 박사와 공동으로 종래형 센서와 비교하여 비약적으로 높은 감도를 가진 획기적인 막형 표면응력 센서의 개발에 성공하였다. 이 센서는 소형, 집적, 다채널화 등이 가능하고 반도체와 동일하게 대량생산도 가능하기 때문에 의료, 바이오, 환경, 보안 등 광범위한 용도에 응용 가능하다.

가스분자로부터 DNA 및 단백질 등의 생체분자까지 다양한 분자를 지금까지 이상의 초고감도로 검출, 동정하는 것은 인류가 필요로 하고 있는 각종 혁신기술의 기초가 될 것이다. 따라서, 지금까지 많은 고감도 센서가 개발되어 왔지만, 캔틸레버(cantilever) 어레이 센서는 다양한 분자를 형광 등의 표식분자를 이용하지 않고, 실시간으로 다채널 동시 검출할 수 있는 특징을 가지고 있다. 그러나, 광범위하게 이용되고 있는 레이저 인식방식에서는 장치가 대형, 복잡하여 혈액 등의 불투명 용매에서의 측정이 불가능하다는 단점이 있다.

이것에 비해, 피에조(piezo) 저항형 캔틸레버를 이용함으로써 소형, 간



〈그림 2〉 새롭게 개발한 막형 표면 응력 센서

편하고 불투명 용매에서도 측정이 가능할 뿐만 아니라, 인식부분을 포함하여 모든 구성요소를 반도체 제조기술에 의해 휴대전화 등을 비롯한 종래의 반도체 디바이스에 집적하는 것이 가능하다. 이렇게 많은 이점을 가진 피에조 저항형 캔틸레버 센서의 약점은 낮은 감도이다. 본 연구팀은 낮은 감도를 극복하기 위해 캔틸레버의 상식을 파괴하는 혁신적인 구조의 최적화를 실시하여 막형 표면응력 센서(Membrane-type Surface stress Sensor, MSS)를 개발하였다. 이 MSS의 프로토타입을 실제로 제작하여 실험을 수행한 결과, 종래의 캔틸레버형 센서와 비교하여 20배 이상의 감도의 실증에 성공하였다. 이것은 이미 레이저 인식방식의 센서와 동일한 감도이며, 막 및 브리지 부분의 크기를 약간 변화시키면 초고감도화가 가능하다는 것도 시뮬레이션을 통하여 밝혀졌다.

MSS는 캔틸레버 센서와 동일하게 검체분자가 흡착할 때 입체반발 등에 기인하는 표면 응력을 측정하고 있기 때문에 가스분자에서 생체분자까지 거의 모든 종류의 분자를 측정할 수 있으며, 공기 중 및 액체 중 등 다양한 환경에서 사용 가능하다. 또한, 소형이며, 간편하고, 불투명 용매에서도 측정 가능하다. 그리고, 대량생산에 의한 저비용화도 기대할 수 있기 때문에 의료, 바이오, 환경, 보안 등 다양한 분야에서 광범위하게 응용할 수 있다. < www.nims.go.jp >