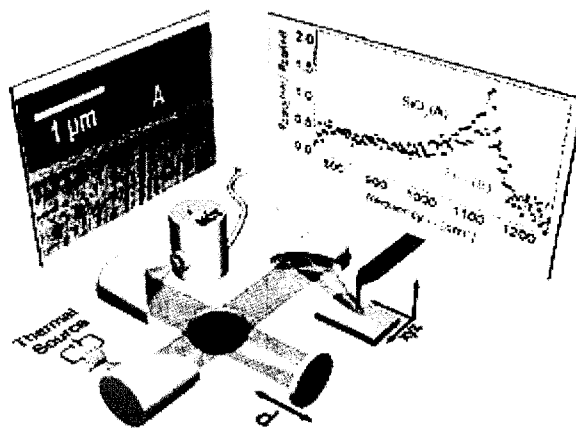


Optical Communication 광통신



< 그림 > 이 장치를 이용한 IR 분광법은 열원을 이용하여 고도로 국부화된 IR 스펙트럼을 100 nm 이상의 분해능으로 얻는다. 표시된 그래프는 산업용 반도체 소자에서 서로 다르게 처리된 산화물의 IR 스펙트럼을 나타낸다.

열원을 이용하여 적외선(IR) 스펙트럼을 기록하는 새로운 장비에서 재래식 적외선 분광법보다 100배나 더 높은 분해능이 달성되었다. 이 기술은 폴리머 혼합물, 반도체 소자, 무기물 혹은 생체조직 속에 있는 나노 재료의 화학성분과 구조를 분석하는데 이용될 수 있을 것이다.

IR 스펙트럼은 보통 물질의 '지문'으로 이용되기 때문에, IR 분광법은 물질의 특성을 파악하고 종류를 확인하는데 중요한 도구 되었다. 하지만 푸리에변환 IR 분광계와 같은 재래식 광학 기구로는 빛을 수 마이크로미터 이하의 크기로 집속시킬 수가 없다. 이러한 근본적인 한계는 단일 나노입자나 분자 혹은 현대 반도체 소자들에 대한 IR 분광지도 작성을 막고 있다.

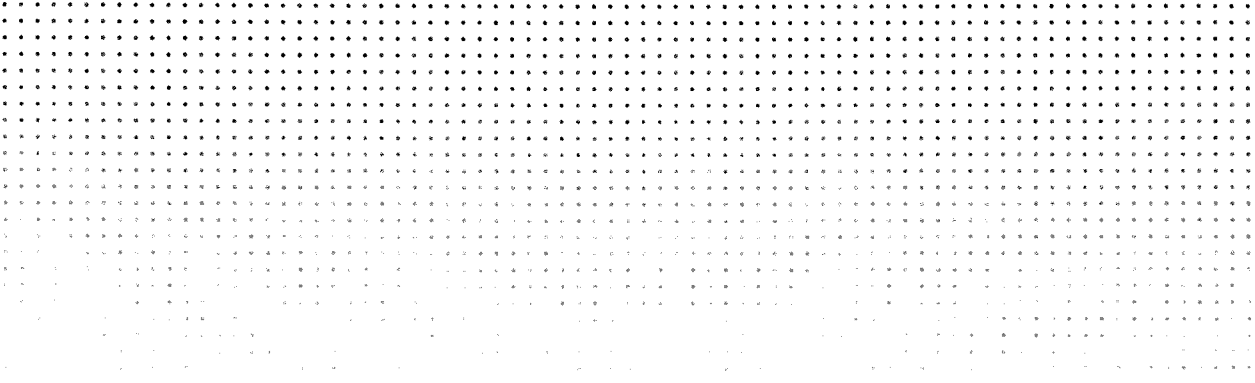
바스크 나노과학연구소(Basque nanoscience research center) CIC nanoGUNE과 독일 기업 니스펙(Neaspec GmbH)

연구진이 열복사로 나노 영상화가 가능한 새로운 IR 분광계를 개발했다. 이 장치는 날카로운 금속 팁을 이용하여 시료 표면의 지형을 주사하는 산란형 근접장 현미경을 기반으로 한다. 표면을 주사하면서, 팁은 열원에서 나오는 IR 빛에 비춰진다. 안테나처럼 작용하는 이 팁은 입사광을 팁 꼭대기에 있는 나노규모의 IR 점(나노초점)으로 바꾼다. 연구진은 특수 설계된 FTIR 분광계로 IR 산란광을 분석함으로써, 시료의 극소 체적에서 나오는 IR 스펙트럼을 기록했다.

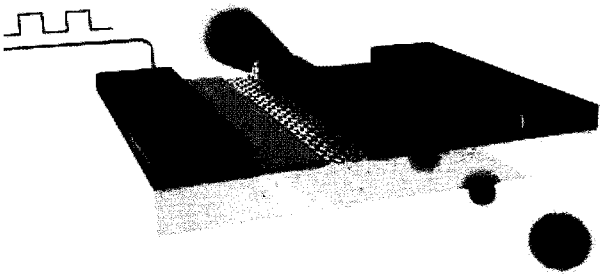
이번 실험에서 연구진은 뮌헨에 위치한 인피니언(infinion Technologies AG)에서 생산된 반도체 소자의 IR 영상을 기록해냈다. "우리는 100 nm 이상의 공간분해능을 달성했다. 이 성과는 재래식 적외선 분광법보다 100배나 더 작은 크기의 점으로 열복사를 집속시킬 수 있다는 것을 직접 보여준다." 라고 실험을 수행한 플로리안 후트(Florian Huth)는 말했다. 연구진은 다르게 처리된 실리콘 산화물을 알아내거나 복잡한 산업용 전자 소자 내부의 국부적 전자밀도를 측정하는데 나노FTIR이 적용될 수 있다는 것을 증명했다. "우리의 기술은 근적외선에서 원적외선 스펙트럼 영역에서 스펙트럼을 기록할 수 있다. 이것은 알려지지 않은 나노재료의 화학적 성분을 분석하는데 필수적인 특성이다." 라고 nanoGUNE 나노광학팀 책임자인 라이너 힐렌브란트(Rainer Hillenbrand)는 말했다.

Nano-FTIR은 반도체산업에서부터 나노지구화학학과 천체물리학에 이르기까지 광범위한 여러 과학기술 분야에 응용될 가능성이 있다. "진동지문 분광법을 기반으로 한 이 기술은 유기반도체, 태양전지, 나노와이어, 세라믹스 및 무기물을 포함하는 유기 및 무기 나노시스템들의 화학성분과 구조적 특성들을 나노규모 지도로 작성하는데 응용될 수 있을 것이다." 라고 후트는 말했다.

< www.photonics.com >



초고속 광통신을 위한 그래핀 광 모듈레이터



〈그림〉 그래핀 기반 광 모듈레이터 소자의 모식도로 그래핀은 파란색의 실리콘 도파관 위에 올려진다.

빠른 modulation 속도, 작은 수신 범위, 그리고 넓은 광폭을 갖는 광 모듈레이터 칩 위에 optical interconnect 소자 제작을 가능케 한다. 따라서 지난 수년간 반도체 모듈레이터에 관한 집중적인 연구가 진행됐지만, 실로콘 기반의 모듈레이터는 약한 전기적-광학적 특성 때문에 mm스케일을 갖는다.

미국 University of California의 연구진은 현재의 디지털 통신 속도 혁명을 일으킬 수 있는 그래핀의 새로운 기술을 개발했다. 연구 결과는 2011년 5월 8일자 Nature지 온라인판에 "A graphene-based broadband optical modulator"란 제목으로 게재됐다.

Xiang Zhang 교수는 그래핀을 이용한 미세한 광학 소자를 제작하여 빛의 on/off 스위칭을 제어할 수 있었다. 스위칭 능력은 데이터 패킷을 전송할 수 있는 속도 제어를 위한 네트워크 모듈레이터의 기본적인 특성이다. 그래핀 기반의 모듈레이터는 고해상도 3차원 영화를 초단위 내로 스마트폰에 전송할 수 있을 것이다.

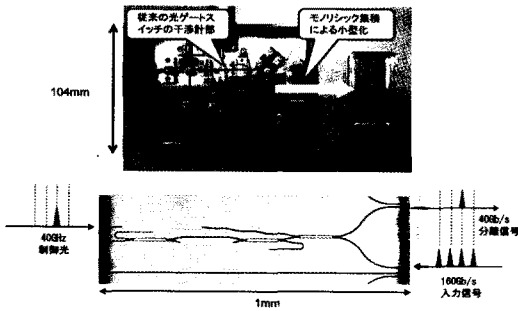
연구진은 그래핀에 인가된 전압에 따라 페르미 준위와 관련된 전자의 에너지 상태를 쉽게 제어할 수 있음을 발견했다. 그래핀의 페르미 준위는 결과적으로 빛을 흡수할지 안 할지를 결정하게 된다. 그래핀에 충분한 음의 전압이 인가될 때, 전자는 포톤을 흡수할 수 없게 된다. 따라서 빛이 켜질 때, 포톤은 그래핀을 통과하고 완전히 투명해진다. 또한 양의 전압이 인가된 경우, 그리고 전자가 매우 뻑뻑히 채워져 있을 때 포톤을 흡수할 수 없다. 또한 적절한 전압이 인가된 영역의 경우 전자는 포톤이 통과하는 것을 막고, 효과적으로 빛을 off 시킬 수 있다.

연구진의 실험을 살펴보면, 광 모듈레이터 제작을 위해 실리콘 도파관(waveguide) 위에 그래핀을 올렸다. 그리고 1GHz에 이르는 모듈레이션 속도를 얻을 수 있었다. 이론적으로는 단일 모듈레이터를 이용해 500GHz에 이르는 속도를 가질 수 있다. 그래핀 기반 모듈레이터는 광 소자 개발을 위한 공간 문제를 해결할 수 있을 것이다. 연구진은 인간의 머리카락보다 400배 작은 25um² 크기의 그래핀 기반 광 모듈레이터 제작에 성공한다. 통상적인 광 모듈레이터는 수 mm²의 크기를 갖는다. 그래핀은 자외선에서부터 적외선에 이르는 광대역폭의 빛 스펙트럼을 흡수할 수 있다. 따라서 그래핀은 현존하는 최고의 모듈레이터보다 더 많은 정보를 전송할 수 있다.

Xiang Zhang 교수는 그래핀 기반 모듈레이터는 빠른 속도뿐 아니라, 각 펄스 속에 엄청난 양의 정보를 담을 수 있다고 밝혔다. 브로드밴드를 뛰어 넘는 "extremeband" 실현이 가능하다. 이 기술은 일반 소비자 가전과 함께, 생물정보학(bioinformatics), 일기 예보를 포함한 정보 전송 속도의 제한을 받고 있는 모든 분야에 적용될 수 있다. 연구진은 내년 안에 실질적인 제품 생산을 목표로 하고 있다.

< www.nanowerk.com >

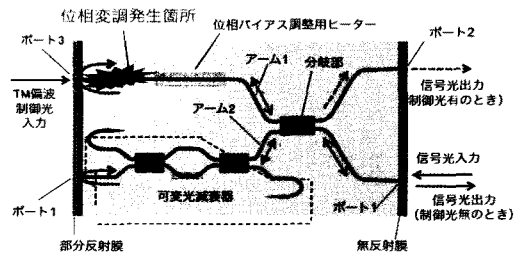
Optical Communication 光통신



독립 행정법인 일본 산업기술 종합 연구(AIST) 네트워크 포토닉스 연구센터 초고속 광디바이스 연구팀에서는 새로운 원리의 빛을 사용해 빛의 위상을 제어하는 초고속 반도체 전광위상 변조(phase modulation) 소자를 InP 기판상에 모놀리식으로 집적한 초소형의 반도체 광게이트 스위치 소자를 개발했다. 이 광게이트 스위치 소자를 이용해 160Gbit/s의 초고속 광신호를 40Gbit/s의 광신호에 다중 분리(DEMUX) 할 수 있었다. 고화질 동영상의 동시 송수신 등을 할 수 있는 초고속 광송수신 장치에 응용이 기대된다. 이 성과의 자세한 내용은 미국 메릴랜드주 볼티모어에서 개최되는 Conference on Lasers and Electro-Optics(CLEO2011)에서 5월3일에 발표하였다.

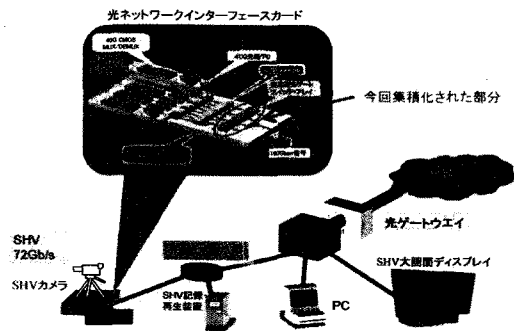
산업기술 종합연구소에서는 인듐 갈륨 비소 / 알루미늄 비소 안티몬(InGaAs/AlAsSb) 반도체 재료를 이용한 초박막 양자 우물에 생기는 서브 밴드갭 천이(ISBT)를 이용한 초고속 전광게이트 스위치

소자의 개발을 진행시켜 왔다. 2007년에는 독립 행정법인 정보통신 연구기구와 공동으로 빛에 의해서 빛의 위상을 초고속 제어할 수 있는 전광위상 변조(phase modulation) 효과라고 하는 ISBT와 관련한 현상을 발견했다. 이 전광위상 변조(phase modulation) 효과를 광게이트 스위치에 응용해 슈퍼 하이버전(SHV) 신호를 송수신 할 수 있는 소형광 송수신 장치의 개발을 독립 행정법인 신에너지 산업기술 종합개발기구(NEDO)의 프로젝트 “차세대 고효율 네트워크 디바이스 기술개발” (2007년~2011년)에서 진행하고 있다. 이번에 반도체 미세 가공 기술에 의해 ISBT에 의한 전광위상 변조(phase modulation) 효과를 가지는 광도하지와 간섭계를 구성하는 광회로를 InP 기판 상에 집적화 하고, 전반도체 광게이트 스위치 소자를 제작하는 것에 성공했다. 소자의 면적은



1x0.3mm² 로 이전에 개발한 공간 광학계의 광게이트 스위치 모듈의 간섭계부의 면적(10cm²) 에 비해 1/10,000이하로 소형화 할 수 있었다. 또, 다수의 광게이트 스위치 소자를 포함한 웨이퍼를 드라이 에칭법으로 1회 가공하는 것만으로 집적화 할 수 있기 때문에 경제성이 뛰어나다. 레이저 광원, 광증폭기, 수광기 등의 집적화도 가능하고, 고도의 기능을 가지는 광디바이스에 전개도 기대할 수 있다. 향후에는 광게이트 스위치의 집적도를 향상시키는 것과 동시에 펄스 광원, 광증폭기, 수광기, 전자 회로를 집적화 하는 기술을 개발할 필요가 있다. 이러한 요소 기술을 개발하면서, 최종적으로는 고화질 동영상의 160Gbit/s, 이 그상의 고속 광신호를 지연 없게 송수신 할 수 있는 초고속 광송수신 장치의 실현을 목표로 한다.

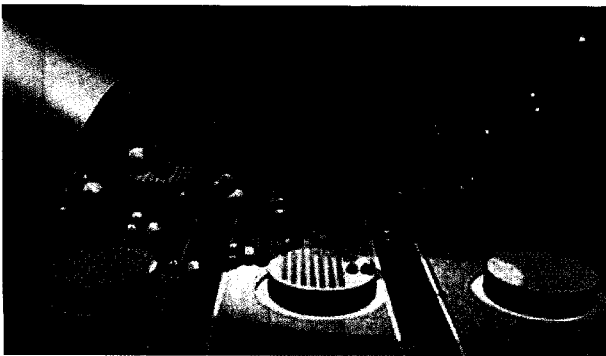
< www.aist.go.jp >



ISSUE

신기술, 신제품

광학 통신을 위한 새로운 레이저



새로운 레이저 기술이 광섬유 통신에 큰 활력을 불어 넣을 것으로 기대된다. 이번에 개발된 새로운 기술은 인터넷의 미래를 확장하는 데 있어서 필수 요소로 자리잡을 것이다. 또한 이와 관련한 기초 연구분야에 새로운 선구자가 될 것으로 평가받고 있다.

장거리 고속 통신은 레이저에 달려있다. 그러나 정보가 광섬유를 통해 전송될 때 그 도착하는 곳에서 디코딩하기에 충분할 정도로 시그널이 뚜렷해야만 한다. 이러한 측면에서 두 가지 요소가 매우 중요한 부분을 차지한다. 파장길이를 알려진 빛의 색깔과 편광으로 알려진 빛의 방향성이다. 스위스 로잔 공대(Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, EPFL)와 국립 재료과학연구소(Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, EMPA)가 공동으로 이러한 두 요소를 향상시킬 수 있는 새로운 기술을 개발하는 데 성공했다. 연구팀은 레이저의 재료 물질로 금과 탄소가 함유된 나노복합물질을 만들었다.

금이 30 at% 함유된 나노복합체의 면저항은 $2500\mu\Omega\text{cm}$ 값을 보였다. 이러한 물질을 200nm의 폭으로 라인 격자 형태로 증착시켰을 때 뛰어난 편광 스위칭 기능을 보이는 것이 실험으로 증명됐다.

굴절률 측정 실험을 통해서 순수한 금보다 훨씬 낮은 광 감쇠를 가지고 있다는 것을 확인했으며, 이러한 사실은 안정된 편광특성을 유지하면서 발광으로 인한 전력 손실을 최소화 할 수 있다는

것을 보여주는 것이다.

“이번 연구결과는 산업적인 측면과 기초과학적인 측면 모두에서 유용할 것으로 기대한다.” 고 연구의 책임을 맡은 EPFL의 Eli Kapon 박사는 밝혔다. 또한 그는 “지난 15년간 새로운 진보된 결과를 내놓고자 했던 많은 과학자들의 두통거리 문제가 이번 연구결과를 통해 해결되었다.” 고 말했다.

정확한 빛의 파장길이를 얻기 위해서 EPFL 연구진은 레이저 크기를 적당하게 조절했다. 동시에 EMPA 과학자들은 빛의 편광특성을 조절할 수 있는 에미터를 위한 나노크기의 격자를 설계했다. 연구팀은 이를 위해서 긴 빨대 모양의 레이저를 통해서 금 원자를 함유한 분자를 증기화시키는 작업을 실시했다. 전자현미경을 이용하여 연구진은 각각의 레이저의 표면에 매우 정밀하게 금 입자를 배열하여 이를 증착시켰다. 격자는 빛의 편광을 위한 필터의 역할을 했다. 이는 태양빛을 편광시키는 선글라스의 렌즈와 같은 역할을 한다.

EMPA 공동 연구진이 개발한 이번 기술은 많은 장점을 가지고 있다. 이번 기술은 전송 실패율을 크게 감소시키면서 초당 수 기가비트의 자료를 전송할 수 있다. 또한 작은 크기로 인해서 종래의 방식보다 에너지 효율적인 측면에서 10배 이상의 이점을 가지고 있다. 또한 전자현미경 기술을 사용하는 것으로 인해서 매우 정확하다는 장점을 가지고 있다.

“이번 연구결과는 매우 만족스러운 것” 이라고 Kapon박사는 말했다. 또한 그는 “분광학적 방법을 사용하여 가스를 검출하고 연구하는 데에도 매우 유용하다. 우리는 검출기의 감응성과 정확성을 크게 높일 수 있을 것으로 기대한다” 고 밝혔다.

이번 연구결과는 Nanoscale에 “Polarisation stabilisation of vertical cavity surface emitting lasers by minimally invasive focused electron beam triggered chemistry” 라는 제목으로 게재됐다.(DOI: 10.1039/C1NR10047E)

< www.nanowerk.com >