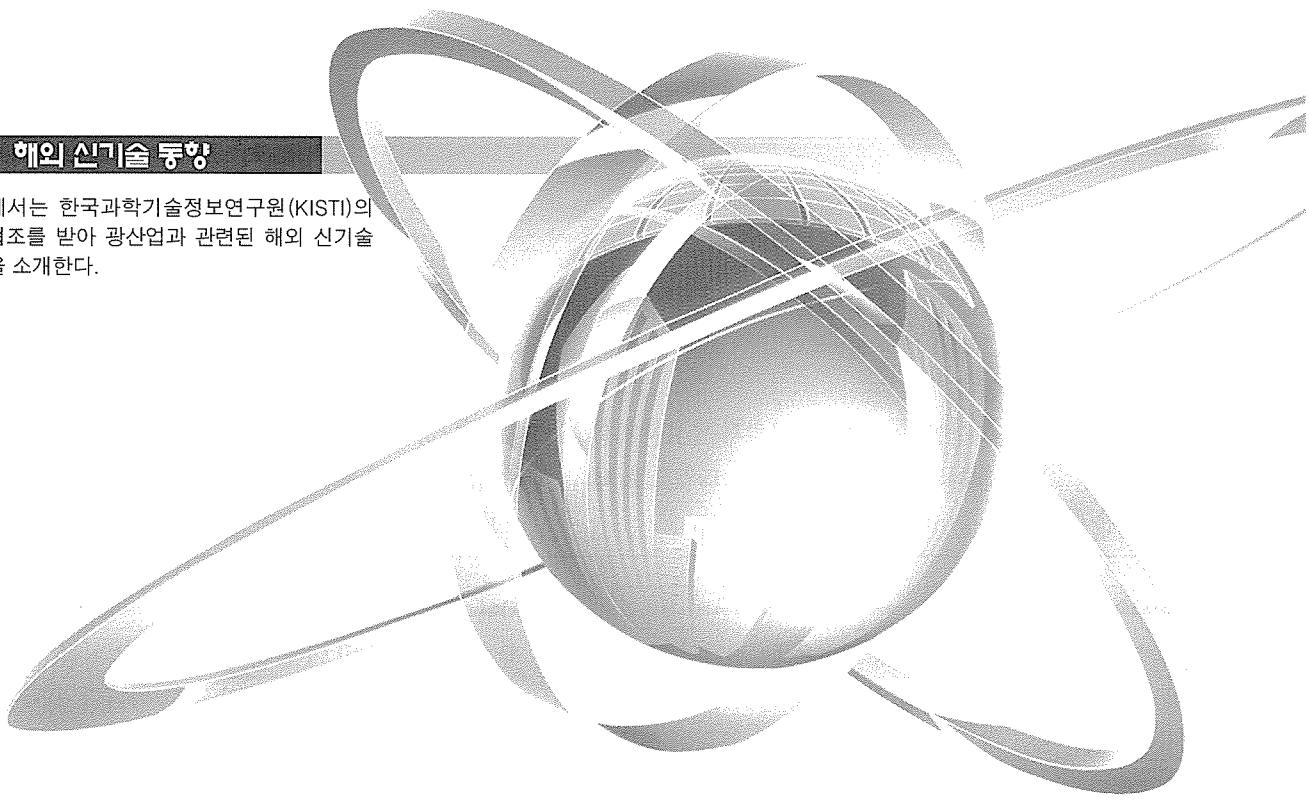


해외 신기술 동향

본지에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 자료협조를 받아 광산업과 관련된 해외 신기술 동향을 소개한다.



New Technology



광정밀

5 펨토초 레이저 펄스 기술 실현 성공

5 펨토초(femtosecond) 길이의 짧은 레이저 펄스를 발생시킬 수 있는 레이저 기술이 독일 칼스루히 대학(Universitat Karlsruhe) 웨 모르그너(Uwe Morgner) 교수팀에 의해 개발되어 아주 짧은 레이저 기술이 필요한 분야들에 광범위한 파급 효과가 기대된다.

펨토초는 10억분에 1초에 1백만 분에 1에 해당하는 아주 짧은 시간

에 해당한다. 레이저 펄스의 길이가 짧을수록 순간적으로 일어나는 현상의 시간을 정확하게 측정이 가능하게 된다고 한다. 이처럼 짧은 레이저 기술이 개발됨으로서 레이저에 의해 형성되는 충격 형태나 극대광역 레이저 거울(extreme wideband laser mirrors) 등의 제작이 가능해질 것으로 보이며 공학, 자연과학 분야의 전자공학, 광학, 분광학 등의

분야에서 새로운 형태의 실험이 가능해질 것으로 기대된다.

자세한 문의는 아래의 연락처로 문의하기 바란다.

Dr. Uwe Morgner, Universitat Karlsruhe, Karlsruhe, Germany
tel: +49-(0)-721-608-2486
email: morgner@ihq.uni-karlsruhe.de
<http://www.stp-news.de>



광계측

레일의 결함을 검출하는 광섬유 센서

손상된 레일이나 바퀴는 사고를 일으켜 인명이나 재산상의 손실을

야기한다. 일리노이 대학의 연구팀은 광섬유를 이용해서 레일이나 바

퀴의 결함을 검출하여 안전성을 향상시키는 센서를 개발하고 있다. 이

대학 전기 및 컴퓨터공학과 교수인 Shun-Lien Chuang은 “우리가 개발 중인 센서는 레일에 에폭시나 테이프로 영구 부착된 광섬유를 통해 전달되는 광신호를 측정한다. 우리는 통과하는 열차의 무게를 재거나 금이 가고 비틀린 레일의 환경을 모니터링하기 위해 광섬유를 사용한다”라고 말한다.

미국 철도협회와 미국과학아카데미의 지원을 받는 이 연구에서 Chuang과 그의 연구조교들은 다양한 응용에 맞는 센서를 설계하고 있다. 이 연구는 화물열차나 여객열차의 탈선을 막아줄 것이다.

레일 위를 지나가는 열차의 무게 때문에 레일에 변형이 발생하고 이것이 광섬유에 전달된다. 빛이 광섬유 통과하는 전도는 레일의 상태와 변형된 정도에 따라 달라지게 된다.

이 광섬유는 레일의 상태를 측정하는 외에도 열차의 위치와 속도도 측정할 수 있다. 이 장치는 레이저 펄스의 전달 손실을 시간과 거리에 따라 측정한다. 달리는 기차는 광섬유에 변형을 일으키는데, 시간에 따라 변형이 생기는 위치의 변화를 측정하면 열차의 위치와 속도를 알 수 있는 것이다.

다른 광섬유 센서는 미소 휨(micro-bending) 효과를 이용한다. 광섬유 안에서는 빛이 전반사되는데, 광섬유가 약간 휘면 빛이 밖으로 빠져나간다. 빛의 투과도는 광섬유를 휘게 하는 힘에 따라 달라진다. 광섬유를 인위적으로 약간 구부리면 그에 추가적으로 전달되는 힘을 측정할 수 있으므로 지나가는 열차의 무게에 의한 힘을 감지할 수 있는 것이다. 손바닥만한 광섬유 센서는

또, 열차 바퀴의 손상을 빠르고 값싸게 측정할 수 있게 해 준다. 기차바퀴는 오래 사용하면 표면에 편평한 부분이 생기는데, 이것이 바퀴에 심각한 손상을 줄 수 있다. 바퀴와 레일에 작용하는 충격파를 측정하면 바퀴의 손상을 알아낼 수 있다.

광통신의 발전으로 광섬유나 레이저의 값이 싸져서 이런 종류의 광섬유 센서가 다른 종류의 트랙 회로나 변형 게이지보다 비용면에서 더 효과적이다. 광섬유는 또, 24시간 사용할 수 있고 전자기파의 영향을 받지 않는다. 이 광섬유 센서들은 미국 철도협회의 수송기술센터에서 캐나다 국립 일리노이 철도와 공동으로 현장 시험 중에 있다.

<http://www.eurekalert.org/release/s/uiuc-fos020201.html>



광정보기기

광 데이터 저장의 새로운 잠재력을 가진 은

2개에서 6개의 은 원자들의 나노 클러스터는 광 데이터 저장이라는 새로운 방법의 기초가 될 수 있다. 미국 조지아 기술 연구소의 과학자들은 나노입자인 산화은의 얇은 막이 모인 원자를 파장이 520nm 조금 안되는 푸른 빛을 낸 후 형광할 수 있도록 연구해 왔다. 이런 노출은 부분적으로 광반응을 일으킨 은 원자의 클러스터 표면 근처의 입자들을 변형시킬 수 있다. 파장이 520nm 정도 되는 녹색 빛에 노출된 입자는 강하게 형광되고 가시영역의 붉은 빛

을 방출한다.

Robert Dickson이 이끄는 연구진들은 상온에서 샘플의 기하학적 모형에 대한 2진 광 저장을 수행하기 위한 기술을 사용하였다. 그러나 Dickson은 고차원 광저장의 가능성에 대해 생각했다. 현미경으로 관측했을 때 은입자는 녹색, 붉은색, 노란색 파장의 빛을 내는 것이 보였기 때문이다. “단지 형광을 발할 뿐 아니라 클러스터의 기하나 크기도 변하는 것 같다”고 그는 제안하였다. 이런 다중 칼라 방출은 각 데이터 지

점에서 1 비트 이상의 저장이 가능하게 해준다. 만약 3차원 행렬로 배열한다면 매우 집적인 저장 매개물을 제공할 수 있을 것이다. 지금까지 필름에 저장된 영상은 이틀 후 녹색 빛에 의해 그 정보가 파괴되지 않은 상태로 읽을 수 있게 된다. 앞으로의 연구는 입자가 어떻게 형광하는지 완전히 이해하는 것과 함께 얼마나 장기장 저장이 유지될 수 있는지 하는 것들이 요구된다.

<http://optics.org/>



광전소자

더 많은 빛을 방출하는 플라스틱 다이오드

전기적인 전도 폴리머로부터 LED를 제작해온 연구진들은 입력 시킨 에너지를 빛으로 바꾸는 비율이 기존 LED는 약 10%였던 것에 비해 새로 제작한 것은 41%에서 63%정도 바꿀수 있을 것으로 본다. 이 발견은 유타 대학의 Vally Vardeny와 Arizona 와 Bangalore의 그의 동료 연구진들에 의해 지난 1월 25일자 네이처지에 발표 되었고 이는 이분야의 큰 발전이 될 것이다. 물리학자들은 들어오는 에너지의 약 25% 이하만 LED의 빛으로써 방출된다고 믿어왔다.

그 상한선은 구조에서 전자와 홀의 상호작용으로 묘사되는 통계적인 이론으로부터 온 결과이다. 이상호작용은 빛 에너지를 내놓는다. 그러나 전자와 홀의 스핀에 의한 수는 제한되었다.

그러나 Vardeny는 극 저온의 자기장에서 전도 플라스틱을 대체시켰다. 그때 빛을 방출하도록 만들기 위해 기존의 전력보다는 레이저를 사용하였고 마이크로파를 가진 물질로 충격을 가하였다. 과학자들은 이것이 빛의 산출량을 증가시키는 원인으로서 작용을 했다고 믿는다. 마

이크로 파는 들어온 전자와 홀의 스핀에는 랜덤하게 작용하고 그결과 더 빨리 결합하고 상호작용의 25% 이상이 빛으로써 방출되는 것이다.

Vardeny는 “마이크로파의 실제적인 대체가 이루어지면 철 혼합물 같이 같은 랜덤한 효과를 가진 혼합물인 빛 방출 플라스틱을 도광할수 있을 것이다”고 말한다. 만약 이것이 실현 된다면 TV 스크린의 빛 방출같은 디스플레이나 가정용품등에 레이저를 이용한 더 효과적인 빛 방출이 이루어 질 것이다.

<http://optics.org/>



광원

도요타와 도시바 백색LED 공동개발

일본 도요타합성과 도시바가 질화갈륨소자를 사용한 백색 발광다이오드(LED)를 공동개발, 오는 4월부터 샘플 출하에 나선다고 「일경산업신문」이 보도했다.

도요타합성과 도시바가 이번에 공동개발한 백색 LED는 적·청·녹 3색의 형광체에 파장이 380nm인 단파장 LED 소자의 빛을 비취 형광

체가 백색으로 발광하도록 하고 있다. 양사 관계자는 「온도가 변해도 백색이 변색되지 않고 선명하게 발색되는 것이 특징」이라고 밝혔다.

두 회사는 도요타합성이 LED 소자를, 도시바가 이 소자를 탑재하는 형광체 패키지를 개발·생산해 신형 백색 LED를 상품화할 계획이다. 샘플 가격은 개당 200~300엔으로 예정

하고 있으며 오는 11월부터는 월산 50만개 규모로 양산해 양사의 판매채널을 통해 본격 판매할 방침이다.

도시바가 백색 LED의 상품화에 나선 것은 이번이 처음이다. 도요타는 황색 형광체에 청색 LED 소자의 빛을 비추는 방식의 백색 LED를 이미 상품화해 놓고 있다.



광통신

결정의 결합으로 광통신의 새로운 기술발전을 이룩

일본의 과학자들이 전체가 광학 회로로 구성되는 시스템을 가능하게 하는 혁명적인 광통신 기술을 개발하였다. 스스무 노다 등 교토대학

교의 연구원들은 광전 결정의 구조를 변경하여 광학 데이터 열에서 선택된 에너지의 광자를 더하거나 제거하는 것을 가능하게 하였다. 이 연

구팀은 세계 최초로 결정내의 단일 결합으로 광자를 가두거나 다시 방출하게 하는 기술을 개발하였다고 발표하였다.

광전 결정에서는 유전상수의 주기적인 변화로 광전 밴드갭(PBG, photonic bandgap)이라고 불리는 금지된 주파수 대역이 형성된다. 금지된 주파수에 해당하는 전자기파는 결정을 통과하지 못하게 된다. 이 현상을 잘 이용하면 새로운 도파관을 만들 수 있다. 선형 형태의 결합을 가진 떠를 PBG 물질에 만들어줌으로써 밴드갭이 파괴되고 PBG 물질을 통과하는 빛을 위한 새로운 길, 즉, 도파관을 형성시킬 수 있다.

노다와 그의 연구원들은 실질적으로 2차원이나 다름없는 이 도파관을 연구하기 시작하였다. 빛은 대개의 경우 아래나 위의 공기 층으로 빠져 나오지 못한다. 왜냐하면, PBG 물질에 비하여 공기는 비교적 큰 차

이의 굴절률을 가지고 있기 때문이다. 이 연구팀은 도파관에 근접한 PBG 물질에 단일 결합을 만들었다. 그들은 이 결합이 그 크기에 따라서 다른 공진 주파수를 가지는 광학 공진기와 같은 역할을 하는 것을 발견하였다.

도파관을 따라서 진행되는 광자가 그 결합의 공진 주파수와 같은 주파수를 가지고 있으면, 그 결합에 갇히게 되고 도파관 면에 수직인 방향으로 빛을 재 방사한다. “이제까지 누구도 단일 결합이 한 방향에서 그 수직인 방향으로 빛의 방향을 바꿀 수 있는 결합기가 되리라고 생각하지 못했습니다”라고 노다는 말했다. 이 유일무이한 구조는 매우 중요한 기술이다. 왜냐하면, 이 기술로 매우

작은 크기의 많은 소자들이 서로 연결되어 동시에 동작할 수 있기 때문이다. 이 기술은 빛을 매우 높은 효율로 전송할 수도 있다.

다른 공진 주파수를 가진 결합을 하나 더 사용하면, 이 소자는 두 가지 다른 파장의 빛을 선택할 수 있다. “결합의 크기를 조절하면, 우리는 가두고 방사할 광자의 파장을 쉽게 조절할 수 있게 되지요”라고 노다는 설명하였다. 이 연구팀은 이 기술이 가지는 높은 적응성과 구조적인 장점, 높은 효율, 그리고 아주 작은 크기의 소자로 실현할 수 있다는 사실과 함께 세계적으로 발전하는 통신 네트워크에 엄청난 파문을 몰고 올 수 있을 것으로 믿고 있다.

<http://physicsweb.org/article/news>



고출력 레이저에 사용되는 다이아몬드

다이아몬드는 CO₂ 레이저의 가장 친한 친구이다. 산업용 레이저에서 점점 더 높은 출력과 빔특성이 요구됨에 따라 레이저 생산자들은 ZnSe 대신에 인공 다이아몬드를 사용하게 될 것이다.

ZnSe는 10.6 마이크로미터에서 아주 작은 흡수 계수를 가진다. 하지만 레이저의 출력이 높아지면 이 물질로 만들어진 레이저 창은 열렌즈 효과가 생긴다. 즉, 창이 열을 흡수하여 굴절률 분포가 변하고 그에 따라 창이 렌즈와 같은 작용을 하여 레이저빔을 변형시키게 되는 것이다.

다이아몬드는 이 파장대역에서 ZnSe보다 흡수율이 100배나 높지

만 굴절률은 열에 덜 민감하다. 더구나 다이아몬드는 ZnSe보다 열을 120 배나 잘 전달하고 기계적으로 7배나 강하다. 결과적으로 레이저 출력이 5 kW일 때 다이아몬드 창은 ZeSe 창보다 200배나 적게 레이저 빔을 변형시킨다.

다이아몬드의 성능을 뛰어넘지만 가격은 아직 큰 차이가 있다. 화학증기증착법(CVD)과 광학 제작기술이 많이 발전했지만 그 값은 아직까지 비싸다. 다이아몬드 창은 같은 크기의 ZnSe 창에 비해 5배 정도 비싸다. King's College에 의하면 12년동안 다이아몬드 성장기술을 개발해왔지만 단지 몇 개의 회사만이 전 공

정기술을 확보하고 있다고 한다.

그럼에도 불구하고 레이저 출력이 높아짐에 따라 다이아몬드 창이 점점 더 필요하게 될 것이며, 출력 대 빔직경이 1 kW/mm. 이상에서는 다이아몬드 창이 꼭 필요하게 될 것이다. 예를 들어 독일 함부르크의 Rofin-Sinar 레이저사는 이미 일련의 확산 냉각 방식 CO₂ 슬랩 레이저에 다이아몬드 창을 사용하고 있다. 절단, 용접 및 표면가공을 위해 설계된 1~3.5 kW 레이저들은 빔 출력 분포가 아주 대칭적인데, 이것은 다이아몬드 창을 사용했기 때문에 가능했다.

Photonics Spectra January, 2001