



광통신

광섬유를 통한 데이터 전송량의 획기적인 개선

플로리다 공대의 교수팀이 한 개의 광 케이블을 통해 전송되는 정보량을 4배로 증가시키는 기술을 개발했다. 이 기술은 플로리다 공대의 무셔디(Murshid) 교수와 대학원생인 그로스맨(Grossman)에 의해 개발됐고 특허를 얻었다.

광섬유를 통해 정보가 전송될 때, 주파수나 파장을 이용하는데 이때 개별적 주파수나 파장은 단지 한번만 사용된다. 그러나 이들이 특허를 획득한 공간 도메인 다중화(Spatial Domain Multiplexing) 방식을 따르면 동일한 광섬유에 의해 간섭 없이 동일한 주파수를 사용해 다중의 정보를 전송할 수 있고 이에 따라 그 케이블을 통해 전송되는 정보량을 크게 증가시킬 수 있다. 무셔디 박사는 “이 과정을 통해 우리는 다중 정보원으로부터 입력된 정보를 동일한 주파수를 통해 높은 신뢰도와 정확도를 가지고 전송할 수 있었다. 실제로 아주 낮은 가격으로 정보 전송량을 4배나 증가시킬 수 있었다”고 발표했다.

이 대학의 학장인 베일리(Bailey) 박사는 무셔디 박사의 연구가 아마도 장거리 통신 산업계의 변혁을 가져올 것이라고 전망했다. 한 개의 광섬유를 통해 전송되는 정보 전송량을 증가시킴으로써 추가적으로 필요한 케이블의 수요를 없앨 수 있기 때문이다. 이제까지는 어떤 장거리 통신 회사가 더 많은 통신 대역폭이 필요하면 더 많은 광섬유를 비싼 가격으로 설치할 수밖에 없었다. 그러나 이 새로운 기술은 이런 문제에 대한 경제적인 해결책을 마련할 수 있다.

무셔디 박사는 이 기술이 한 개의 광섬유를 통해 전송시키는 정보량을 4배로 증가시킬 수 있다고 믿고 있으며 따라서 잠재적으로 정보 전송량은 크게 증가할 것으로 보고 있다. 이들은 성공적으로 동일 주파수를 갖고 정보를 전송하는 독립된 4개의 빔을 전송시킴으로써 더 많은 수도 가능할 것으로 보고 있다.

(<http://www.eurekaert.org>)

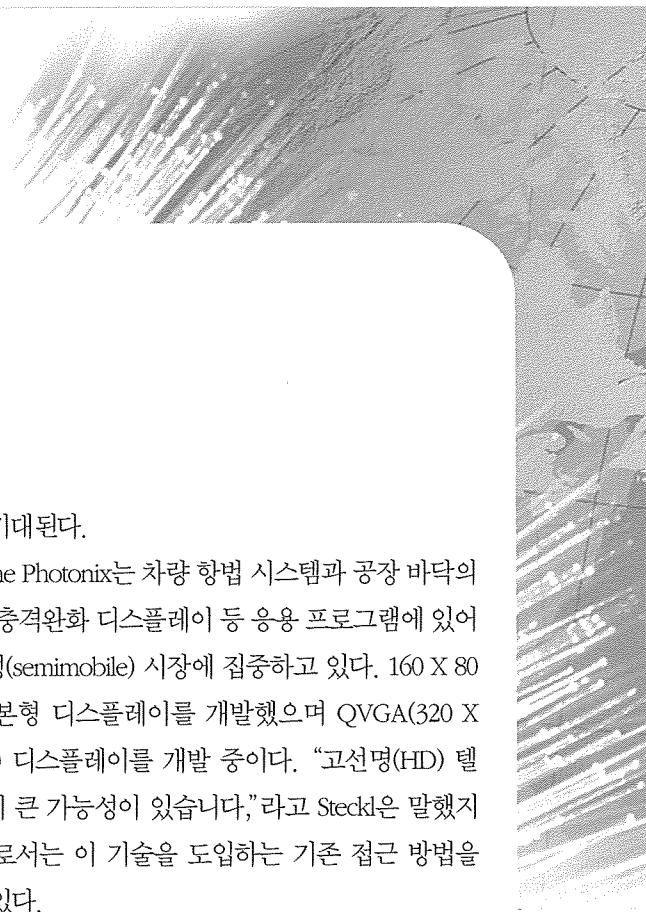
광원응용

란탄족원소 첨가 디스플레이

디스플레이 기술은 새로운 물질, 특히 유기 LED의 개발에 따른 이익을 얻고 있다. 이들 전계발광 기기는 전면 또는 후면 등이 필요하지 않으며 액정디스플레이보다 넓은 시야각을 제공한다. 그러나, 청색 픽셀의 역할을 하는 물질이 필요함에 따라 컬러 버전을 개발하려는 노력이 복잡해졌다.

신시네티 대학 나노일렉트로닉스 연구소의 Andrew Steckl 연구팀은 질화물 반도체에 란탄족원소를 첨가하여 이 문제를 해결할 것으로 기대하고 있다. 비유기 물

질로 전계발광 및 청색 범위 밝기의 이점을 결합하는 것이다. 반도체에 희토류 요소를 추가하면 숙주(host)에서 밴드갭에서는 기대할 수 없었던 가시 파장을 생성할 수 있다. 란탄족원소는 원자가 껍질보다는 내부 껍질 상태에서 빛을 방사하며 충전 외부 궤도는 숙주 물질의 효과를 차단하므로 지속적으로 파장이 방사된다. 숙주와의 상호작용에 따라 방사된 방사선의 강도가 결정된다. 예를 들어 틀륨 첨가 AlGaIn의 경우 고온에서 강력한 청색 방사물이 나온다.



Steckl의 연구소는 대학의 지원으로 Extreme Photonix LLC를 창업하여 이 기술을 상용화하였다. 이 기업은 유로폼을 적색, 틀름을 청색, 에르븀을 녹색 도펀트로 각각 사용한다. 노란색 방사를 위해 망간 첨가 황화 아연 등 넓은 밴드갭 반도체 및 lumophor의 기타 결합도 연구중이다.

연구자들은 -50~100 °C에서 방사 강도의 변화가 거의 없음을 알아냈다. 이 물질의 또 다른 이점은 강력하며 액정, 플라즈마, 형광성 또는 유기 LED 디스플레이보다 기기가 더 탄탄해진다는 점이다. 수명은 50,000 시간 이

상으로 기대된다.

Extreme Photonix는 차량 항법 시스템과 공장 바닥의 진동 및 충격완화 디스플레이 등 응용 프로그램에 있어 반이동성(semimobile) 시장에 집중하고 있다. 160 X 80 픽셀 기본형 디스플레이를 개발했으며 QVGA(320 X 240픽셀) 디스플레이를 개발 중이다. “고선명(HD) 텔레비전에 큰 가능성이 있습니다,”라고 Steckl은 말했다. 현재로서는 이 기술을 도입하는 기존 접근 방법을 취하고 있다.

(<http://www.photonics.com/spectra>)

광계측

레이저 이용한 대기중 미립자 계수기술에 의한 산업용 계측장치

일본원자력연구소와 Shin Nippon Air Technologies 주식회사는 공동으로, 동연구소의 대기중 미립자 가시화 계수(計數) 기술을 응용한 크린룸 등의 실내에 알맞은 산업용 미립자 계측장치를 개발했다.

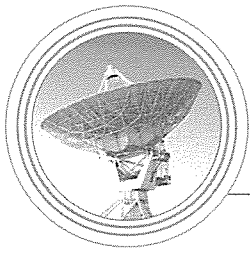
반도체 액정 디바이스의 고집적화, 나노테크놀로지, 바이오 기술이 진전됨에 따라서, 이들의 제품 제조나 연구개발을 위한 크린룸으로서, 극한까지 미립자를 저감시킨 수퍼 크린룸이 등장하고 있다. 이러한 수퍼 크린룸의 청정도를 관리하고, 높은 레벨의 청정도를 확보하기 위해서는 실내의 넓은 범위에 걸쳐 미립자 농도, 입자 지름을 높은 정밀도로 실시간 계측·분석할 수 있는 고도의 계측 기술이 필요하게 된다.

이번 계측장치에 응용된 레이저광을 이용한 대기중 미립자 검출을 위한 원격 가시화 계수 기술은 위 연구소가 원자력 시설의 환경 보전 관점에서 대기중 방사성

핵종을 함유한 미립자 검출을 위해 개발을 추진해 왔던 것이나, 수퍼 크린룸의 청정도 관리에 십분 활용할 수 있다는 점에서 위 연구소는 산업용 장치로서 실용화하기 위해 위 회사와 공동 연구를 행해 왔던 것이다.

계측 방법의 원리는 카메라의 플래시 촬영과 같이, 플래시에 해당하는 펄스폭이 짧은 레이저광을 공기중에 조사하여 입자의 공간에 부유하는 미립자에서 발하는 미약한 반사광을 고속 셔터가 부착된 고감도 CCD 카메라로 반점상의 화상으로서 가시화하는 것이다. 이것을 화상처리함으로써 미립자 수, 입경 분포를 구할 수 있다.

(<http://www.nw21.nikkan.co.jp>)



광원

차세대 노광용 E U V 광원의 변환 효율 3% 달성

오사카대학 레이저 핵융합 연구 센터는 선포 5 0 나노미터 이하의 차세대 반도체 제조 노광(lithography)에 필요한 고효율 레이저 플라즈마 extreme UV(E U V) 광원의 변환효율 3%를 달성했다고 발표했다. 발생시킨 E U V는 모두 반사형 광학계를 이용해 추출되기 때문에 투입된 레이저 파워로부터 E U V로의 변환 효율 향상이 중요한 개발과제로 되고 있다.

이번에는 직경 0.7밀리미터의 플라스틱 구에 주석을 두께 1 마이크로미터로 코팅하여 소결한 것을 타깃으로 했다. 이것을 레이저로, 구 대칭으로 조사하면 플라즈마가 발생한다. 플라즈마로부터는 lithography에 필요한 중심 파장 13.5나노미터의 E U V가 발생했

다. 변환효율 3%일 때의 레이저 조사 강도는 1평방센티미터당 100기가와트 가까이 있다는 점에서 장치의 소형화로 이어지는 것으로 고려된다.

타깃인 주석을 저밀도화 함으로써 필요한 E U V 이외의 과장성분을 저하할 수 있다는 것도 알 수 있었다. 또한 목표로 하는 저밀도화는 레이저 조사 시에 발생하는 비산물의 억제로도 이어지는 것으로 고려된다. 연구는 문과성의 「극단 자외 광원 개발 등의 선진 반도체 제조 기술의 실용화 프로젝트」에서 추진해 왔다.

(<http://www.nw21.nikkan.co.jp>)

광통신

최초의 역 도플러 효과의 관측

역 도플러 효과 (Inverse Doppler Effect)가 실험적으로 처음으로 관측되었다. 영국 BAE Systems사의 Nigel Seddon과 Trevor Bearpark는 한 전기 전송 라인(Electrical Transmission Line)에서 이 효과를 관측하였다. 이 연구자들은 이 결과들이 직관에 반하는 것을 인정하지만 의학과 통신 분야에서 하나의 방출 소스로 응용될 수 있을 것이라고 말한다 [N. Seddon and T. Bearpark 2003 Science Vol. 323, P. 1537].

잘 알려진 도플러 효과에서 한 파동의 주파수는 파원이 관측자를 향해서 접근하면 증가하고 멀어지면 감소한다. 비록 파원이 가까워지면 주파수가 감소하는 역도플러 효과는 1943년에 처음으로 예측되었지만 지금까지 실험적으로 관측된 바 없었다.

Seddon과 Bearpark는 자기 유도 코일과 커패시터들

을 포함한 하나의 전송 라인을 만들었다. 이 라인 내의 파동들의 집단 및 위상 속도들은 비정상적인 분산(Anomalous Dispersion)이라고 알려진 한 현상으로서 서로 반대되는 방향을 향했다. 대부분의 소체에 있어서 이 두 속도들은 서로 나란하다.

이 BAE 연구팀은 그리고 나서 전송라인을 통해서 하나의 전기적 펄스를 쏘아 주었다. 이는 두 가지 효과를 가져왔다. 이 펄스가 전송 라인을 따라 이동할 때 비자성 영역을 만들어 하나의 이동하는 장벽을 형성하였다. 그리고 이는 펄스와 반대 되는 방향으로 더 빠른 속력으로 반대 방향으로 이동하는 라디오 주파수의 파동을 만들었다. 이 라디오 주파수 파동은 전송 라인의 시작 부분으로 되돌아 가서 다시 반사되었다. 이 반사된 펄스는 원래의 펄스와 붙잡혀서 차례로 원래의 펄스로부

터 반사되었다. 그러나 파동은 표준 도플러 효과로부터 예측되는 것으로서 더 낮은 주파가 아니라 더 높은 주파수로 반사되었다.

Seddon과 Bearpark는 “이 파동은 광속의 10분의 1까지의 속도로 이동할 수 있으며 그러한 파동들의 이동하

는 경계들로부터의 반사는 폭 넓은 주파수 영역에 걸쳐 제어가 가능한 튜너블 방출 소스를 만드는데 쓰일 수 있을 것”이라고 말한다.

(<http://physicsweb.org>)

광정밀

레이저 시스템으로 유체 흐름을 고해상도로 가시화

새로운 파동 연구소(New Wave Research)는 소형 입자 영상 유속계(PIV) 레이저 시스템인 Solo IV를 소개하였다. 유체 및 공기흐름 가시화용으로 설계된 Solo IV는 반복률이 높고 흐름 사용자가 현상 연구 중에 더 많은 데이터 설정을 포착할 수 있는 기능을 갖는다.

Solo IV의 각 레이저헤드는 반복률 50Hz에서 50mJ 펄스의 532 nm 빛을 생성할 수 있다. 새로운 고속 CCD 카메라 및 두 레이저 헤드 소성과 함께 사용하면 반복률이 2배로 증가하여 100Hz가 되므로 연구자들이 초당 최대 100가지 데이터 영상을 포착할 수 있다. 또한, 50mJ의 에너지로 PIV 실험 범위가 확대되면서 Solo IV로 수행할 수 있게 된다. 작은 휴대용 Solo IV는 복잡한 연구소 내에서 최소 공간을 차지하는 Q 스위치 Nd:YAG 레

이저 시스템이다. 이 시스템은 최대 8피트 떨어져 배치될 수 있는 단일 전원으로 작동하는 한 소형 패키지에 2가지 레이저 헤드가 포함된 형태이다.

“Solo 레이저 시스템의 독특한 구성으로 연구소 환경에서 쉽게 설치할 수 있으며 각 실시간 매우 쉽게 이동할 수 있습니다”라고 새로운 파동 연구소의 판매부장 Johnny Poon는 말했다. 또한 Solo IV에는 멀티 트리거링 옵션의 기능이 있다. 후면 패널 BNC 커넥터를 통해 전면 패널 또는 외부 소스에서 레이저를 방출할 수 있다. 또한 내부적으로 또는 외부 트리거 소스를 통해 Q 스위치 활성화를 조정할 수 있어 정확하게 에너지 펄스의 타이밍 조절을 할 수 있다.

(<http://lfw.pennnet.com/Articles>)

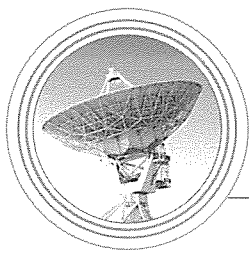
광소자

적외선 흡수하는 개질 실리콘으로 광통신 소자 혁신

실리콘으로 만들어진 새로운 광 검출기가 마이크로 일렉트로닉스와 빛에 기초한 정보 프로세서들을 결합시켜 주게 될 것으로 보인다. 실리콘 칩에 직접 조각해 넣는 이러한 소자들은 회로를 더 작고 저렴하고 튼튼하게 만들어 줄 것이다.

미국 메사츄세츠주 캠브리지에 소재한 Harvard

University에서 개발된 이 광다이오드(Photodiode)는 광 펄스들을 전자신호들로 변환시켜준다. 이 변환은 광섬유 신호전송 네트워크와 오늘날의 통신 네트워크의 바탕이 되고 있는 실리콘 칩 마이크로 프로세서들을 결합시킨 광전자공학(Optoelectronics)에 있어서 기본적인 필수 요건이다.



현재의 광다이오드들은 Ge이나 InGaAs와 같은 반도체로부터 만들어진다. 이 소재들은 실리콘에 쉽게 부착이 되지 않아서 칩 상에 광다이오드를 직접 제작하는 것은 까다로운 일이고 따라서 제조 비용도 높다.

광다이오드에서 흡수된 빛 에너지는 전자들을 흔들어 구속에서 벗어나게 하여 전자들이 이동할 수 있게 되어 전류가 흐르게 된다. 실리콘의 문제는 대부분의 광섬유 통신에 쓰이는 적외선 빛을 충분히 흡수하지 않는다는 데에 있다.

이제 Eric Mazur와 그의 연구팀원들은 실리콘으로 하여금 더 많은 적외선 빛을 흡수하게 하는 방법을 알아냈다. 이들은 황(S) 원자들을 실리콘 박막에 뿌려 주어 거친 표면을 만든다. 이렇게 거칠어진 마이크로구조의 황으로 도핑된 실리콘은 순수하고 매끈한 실리콘 박막

에 비해 긴 파장의 빛을 잘 흡수한다.

Mazur 연구팀은 두 단계 공정을 한꺼번에 실행한다. 이들은 하나의 실리콘 박막을 SF6 기체에 노출시키면서 동시에 아주 짧은 레이저 빛 펄스를 쬐여준다. 이러한 처리는 그 박막이 약 0.002 mm 크기의 덩어리들로 덮이게 한다.

이제 이 빛을 흡수하는 광다이오드 층으로서 그러한 박막은 1.65 미크론까지의 파장을 가지는 빛으로 쬐여졌을 때 상당한 전기적 흐름이 초래된다.

이 연구자들은 이제 S 대신 다른 도핑 물질들을 써서 빛에 대한 감도가 더 개선된 소자를 만들고자 한다. 이 연구자들은 자신들이 이번에 만든 빛에 민감한 실리콘이 태양전지에도 쓰일 수 있을 것이라고 말한다.

(<http://www.nature.com>)

과학

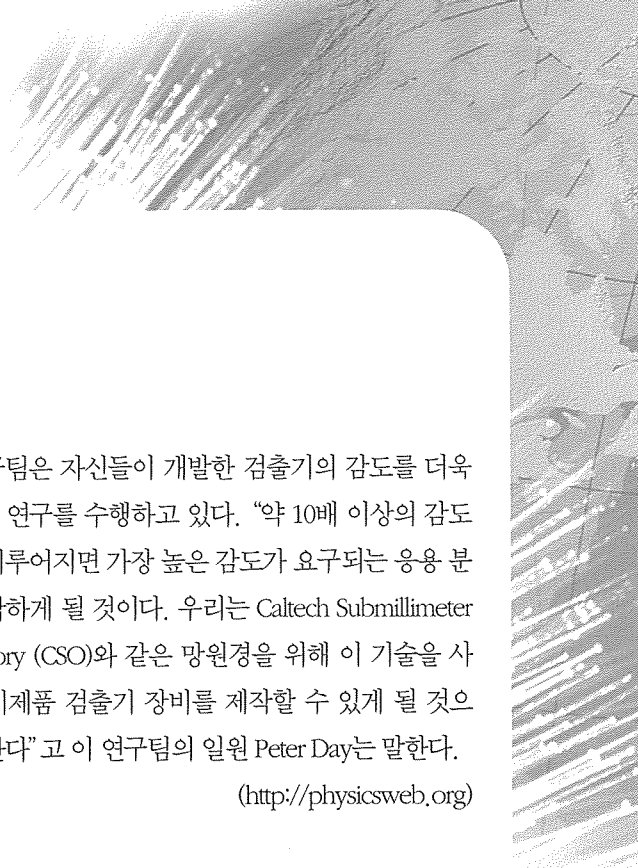
광자 1개 감도의 광검출기 제작

미국의 물리학자들이 단일 광자들의 에너지를 측정할 수 있는 하나의 단일 픽셀 검출기(Single-Pixel Detector)를 만들었다. 초전도성 알루미늄(Al)에 기초한 이 소자는 거대한 어레이 형태로 제작되어 세계에서 가장 강력한 망원경을 만들 수 있게 해줄 것으로 기대된다 [P. Day et al. 2003, Nature Vol. 425, P. 817].

천문학자들은 별들과 은하계로부터 방출되는 빛을 포획하고 측정하는 망원경에서 전하결합검출기(CCD: Charge-Coupled Detector)를 일상적으로 사용한다. 그러나 이 검출기들은 잡음 문제로 개별적 광자들을 동시에 검출하여 그 에너지를 기록하지 못한다. 단일 광자

검출기는 망원경과 다른 천문 관측 장비들의 성능을 상당히 개선시켜 주어 우주 공간의 마이크로파와 같은 양을 측정할 수 있게 해 줄 것이다.

Jet Propulsion Laboratory와 California Institute of Technology의 Jonas Zmuidzinas 연구팀은 약 2 옴스트롱 두께의 초전도성 알루미늄 단일 원자 층으로 검출기를 만들었다. 절대온도 약 1 켈빈 근처에서 박막 내부를 흐르는 Cooper 전자쌍들에 의해 저항이 없는 전류가 흐른다. 그러나 광자들이 이 박막에 쬐여지면 이 쿠퍼 전자쌍들 중의 일부는 깨져서 초전류(Supercurrent)가 감소하게 된다. Zmuidzinas 연구팀은 마이크로파 검출기



를 써서 이러한 변화를 측정하여 개별 광자들의 에너지 값들을 계산할 수 있었다.

이 검출기는 단일 광자 신호가 묻혀 버리게 되는 열적 효과들을 제거하기 위해 낮은 온도에서 작동한다. 그러나 이 소자는 상대적으로 제조하기가 쉬워서 수백 개의 픽셀들을 포함하는 하나의 큰 어레이로 제작이 쉬울 것이다. 현재 나와 있는 비슷한 기능의 소자들은 불과 40개 정도의 픽셀들을 가지고 있을 뿐이다.

이 연구팀은 자신들이 개발한 검출기의 감도를 더욱 개선하는 연구를 수행하고 있다. “약 10배 이상의 감도 개선이 이루어지면 가장 높은 감도가 요구되는 응용 분야에 적합하게 될 것이다. 우리는 Caltech Submillimeter Observatory (CSO)와 같은 망원경을 위해 이 기술을 사용하여 시제품 검출기 장비를 제작할 수 있게 될 것으로 기대한다” 고 이 연구팀의 일원 Peter Day는 말한다.

(<http://physicsweb.org>)

광통신

1차원 광학 결정의 실용성을 확인

일본 간사이대학 공학부의 오무라 야스히사 교수 등은 옹스트롬(1 옹스트롬은 0.1 나노미터 = 10의 마이너스 10 제곱미터)대의 가공 정밀도가 요구되는 1차원 포토닉 결정(PC)으로 실용적인 조정 기술을 고안, 계산기 해석으로 실용성을 확인했다.

1차원 PC에서 엄격한 가공 정밀도가 요구되는 결합 부분에 옆으로부터 광을 조사(照射)해 굴절률을 조정하는 방법으로, 1차원 PC의 실용화에 목표를 정했다. 현재는 주로 2차원 PC가 연구되고 있으나, 1차원 PC는 도파로 등에 이용하면 작은 면적으로 해결되는 등의 장점을 기대할 수 있다.

고안된 1차원 PC는 내장 산화막 실리콘(SOI)기판에 주기적으로 공공(空孔)을 뚫어 일정 파장의 광을 투과시키는 필터로서의 역할을 하게 한다. 이를 위해 1차원으로 나열된 공공에 주기적인 교란을 갖게 한 결합을 설치하는 구조. 여기에 측면의 도파로로부터 제어 광을 조사(照射)하는 구조를 고안했다.

1차원 PC에서는 이 결합 부분의 가공 정밀도가 때

우 엄격하여 실용화는 거의 힘들다고 여겨지고 있었다. 그래서 주기적인 교란을 갖은 결합 부분에 밴드갭보다 큰 에너지의 단파장광을 조사하여 강도에 따라서 굴절률을 변화시켜 미묘한 가공 정밀도의 분산을 조정하는 방법을 고안했다. 이 원리 자체는 광을 조사하면 전자와 정공 쌍이 생겨 굴절률이 감소하여 그 결합 부분의 실질 길이가 감소하는 효과를 이용했다. 이로써 1차원 PC를 투과하는 광의 주파수가 증가해 PC의 특성이 조정된다. 이번에 계산기 해석을 행하여 제어광의 강도를 2.5밀리와트 변화시킴으로써 4테라헤르츠까지 주파수를 변화할 수 있는 결과를 얻었다.

종래, 이러한 도파로의 굴절률을 조정하는 방법으로서 가열하는 예가 많았다. PC 주기성의 가공 정밀도는 완만하고 결합 부분만 극단적으로 엄격하다고 한다. 또한 2차원에서는 주기성이 주위에서 전개하고 있기 때문에 결합 부분의 가공 정밀도도 1차원 PC와 비교하면 훨씬 완만하다고 한다.

이번에 1차원 PC의 가공 정밀도의 조정 가능성을



확인하였으나 앞으로 제어광의 강도를 변화시키는 것을 이용하여 결합 부분의 굴절률을 변화시켜 1차원 P C에 파장 선택성을 갖게 할 수도 있어 장래적으로는

파장다중통신(WDM)의 파장선택회로 등에 적극적으로 응용도 전개할 수 있다고 한다.

(<http://www.nw21.nikkan.co.jp>)

광저널

생명과학에 이용될 수 있는 청색 광섬유 레이저

독일 광학 부품 제조업체인 유니크 모드(unique-mode)는 2003년 말까지 491nm에서 10mW를 방출하는 단일 모드 광섬유 레이저를 출시할 계획이라고 밝혔다. 이는 소위 상향 전환 광섬유 레이저로 불리며 생명 과학에의 활용을 목표로 한다.

생명과학에서는 현재 아르곤 이온 레이저가 편리하게 쓰이고 있다. 그러나 이 레이저는 크기, 중량, 전기 광학 간 전환의 효율성 및 수명 등에 있어 단점이 있는 것으로 알려져 있다. 유니크 모드는 자사의 광섬유 레이저는 이러한 단점을 극복할 수 있도록 특수 설계되었다고 말하고 있다. 효율성은 50배 높고, 밑넓이는 5배 작으며, 부피는 20배 작고 유지비가 매우 적게 든다.

이 기업의 판매 및 마케팅 부사장인 Albrecht von Pfeil에 따르면 490nm 레이저는 850nm 단일 모드 다이오드 레이저에서 분출된 프라세오디뮴 이테르븀 첨가 광섬유를 사용한다고 한다. "활성 단일 모드 광섬유는 펌프 빛을 흡수한 후 다중 광자 프로세스를 거쳐 단 파장으로 변형된다"고 그는 설명했다.

함부르크 대학의 레이저 물리학 연구소 및 한 독일 계측 회사의 협력에 따라 유니크 모드의 기술 로드맵에

는 기타 가시 파장에서 방출하는 광섬유 레이저도 포함되었다. "기타 파장은 635nm, 520nm 및 레이저 파장이 예를 들면 635와 491nm 사이에서 전환될 수 있는 다중 파장 시스템이다"라고 Pfeil는 말했다. 이를 통해 아르곤 이온 및 HeNe 가스 레이저는 한 가지 소스로 교체될 것이다. 현재 고전력 다이오드 레이저 모듈의 공급원으로 더 잘 알려져 있는 이 새로운 광섬유 레이저는 유니크 모드의 제품을 최근 다양한 활동을 하는 구역으로 확장하고 있다. 8월에 영국의 SPI는 1090nm를 방출하는 1kW 광섬유 레이저를 선보였으며 미국의 IPG 포토닉스는 775nm를 방출하는 30W 기기를 개발하였다.

"가시 광섬유 레이저 사업을 구축하는 것은 유니크 모드의 다양한 광학 부품 작동을 구성하는 전략에 있어 매우 중요한 초석이 된다"라고 Pfeil은 말했다. "여러 시장에서 운영되는 2개 혹은 3개 사업 단위를 구축하는 것이 우리의 전략이다"

(<http://optics.org>)

미국 오타와에 위치한 자연연구소와 국가연구부의 과학자들이 펨토초 레이저를 화학 에칭과 같이 사용하여 유리 내에 규칙적인 미세구조를 가진 구조체를 만들 수 있다는 것을 입증하였다. 연구진은 이번에 개발된 기술을 사용하여 2차원 그리고 3차원의 광자 밴드갭 결정(Photonic bandgap crystal)을 만들 수 있을 것으로 기대하고 있다.

유리 내 미세 구조를 제작하는 기술은 많은 주목을 받아왔었는데 photonic-bandgap 결정을 만들 수 있는 새로운 제조법을 얻을 수 있을 것이라는 기대감 때문이었다. 최근의 대부분의 광자 결정 구조는 2차원인 다공 광섬유(holey fiber)이다. 다공 광섬유는 유리 튜브를 사용하여 광섬유 preform을 제작한 후 광섬유 인출기에서 광섬유로 인출되는 표준 방식으로 만들어 진다.

실리카 유리에 펨토초 레이저의 초점을 맞추게 되면 유리 내의 비선형 상호작용에 의하여 레이저가 조사된 부분의 굴절률이 달라진다. 굴절률이 조절된 부분을 화학 에칭에 의하여 지우면 매우 작고 뚜렷한 모양의 구멍을 얻을 수 있다. 아직 레이저에 조사된 부분이 에칭이 더 잘되는 이유는 밝혀지고 있지 않지만 연구진이 얻은 결과는 효과적이며 재현성이 있다.

캐나다의 과학자들은 800nm에서 30과 40펨토초의 펄스를 100kHz로 발생시키는 Ti:사파이어 레이저를 사용하여 길고 매우 가늘어 지는 굴절률이 변화된 유리

시편을 만들었는데 가늘어진 부분의 끝단은 100nm 정도로 가늘었다. 이러한 끝단을 얻기 위하여 연구진은 유리 시편 바닥의 바로 윗부분에 레이저의 초점을 맞추어 주었다. 유리 시편의 굴절률을 조절하기 위해 필요한 최소 에너지는 40nJ 또는 40fs를 가지는 펄스의 정점 파워(peak power)가 1MW 이다. 시편이 레이저의 펄스에 4000번 노출되게 되면 묽은 불산에서 수 분간의 에칭을 거치게 되는데 이 때 굴절률이 조절된 부분이 선택적으로 에칭되기 때문에 끝단의 크기가 마이크로미터 이하를 가질 수가 있다.

이러한 실험 방법을 통하여, 1.4 μ m 간격의 두 개의 750nm 깊이를 가진 구멍을 제조할 수 있었다. 이 경우, 평균 레이저 파워는 100kHz의 75mW 혹은 20mW의 peak power 였다.

연구진은 1.4 μ m 간격이 최소 간격은 아니라고 주장하였다. 그들은 구멍의 간격과 구멍의 크기를 줄이는 방법을 연구하고 있으며, 최근 1 μ m의 간격을 가지는 0.5nm 구멍을 얻었다

(<http://www.photonics.com/spectra>)