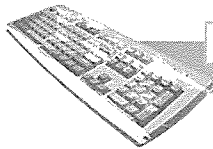


본지에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 자료 협조를 받아 광산업과 관련된 해외 신기술 동향을 소개하고 있습니다.



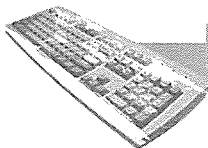
광통신

住友(스미토모) 電工, 초저손실 광섬유 개발

住友 전기공업은 세계기록을 상회하는 1km당 0.151 dB(파장 1568 나노=1나노는 10억분의 1 미터)의 초저손실을 실현한 광섬유를 개발했다. 초저손실 광섬유는 통신 수요에 증가에 대응한 대용량, 장거리 전송 시스템을 구축하는 필요한 아이템으로, 그동안 개발 요구가 강했다. 이 초저손실 광섬유는 많은 해저 케이블 네트워크에 채택된 독자적인 Z 파

이버(순석영 코어 광섬유)와 Z 플러스 파이버(순석영 확대 코어 광섬유) 제조법의 개량을 통해 개발됐다. 이번 제품의 전송 손실 수준은 지난 86년에 Z 섬유를 달성한 세계기록인 1km당 0.154 dB를 상회한다. 더욱이 광이 전달하는 부분의 면적인 "실효 코어 단면적"도 112 평방 마이크로(1 마이크로는 100만 분의 1) 미터로 확대됐다.

이에 따라 라만 증폭에 의한 고출력 여기광에 의해 유기되는 비선형 효과도 감소된다. 이 광섬유를 이용하면 표준형 단일 모드 광섬유에 비해 C 대역(155 마이크로 미터대)에서의 전송 거리를 약 30% 확대시키는 것이 가능하다. (<http://www.jij.co.jp/news>)



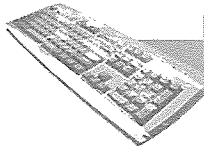
광정밀

엑시머 레이저를 이용한 구멍 뚫기

엑시머 레이저를 이용하여 100개의 구멍을 평행하게 뚫는 기술이 네덜란드 연구원들에 의해 개발됐다. 제트 엔진 제작자인 미국 Pratt & Whitney는 네덜란드에 본사를 둔 Nederlands Centrum voor Laser Research (NCLR)와 multiple-hole-drilling 엑시머 레이저 개발 계약을 맺었다. 이 장치는 F35 Joint Strike Fighter (JSF)의 제트엔진을 제작하는데 사용될 예정이다. NCLR과 Twente 대학은 부적으로 유레카 연구계획인 Eurolaser Hipulse의 지원에 의해 308 nm의 XeCl 레이저를 개발하였다. 이 엑시머 레이저는 반복율 1kHz에서

펄스당 1 J의 에너지를 가지며 1kW의 평균출력을 낼 수 있다. 이것은 1 kW 출력에 이른 최초의 엑시머 레이저이며, 이 고출력은 multiple hole-drilling을 가능하게 한다. 빔 배열을 만들기 위해 NCLR 팀은 렌즈의 배열 혹은 홀로그램을 사용했다. NCLR의 연구에 참여한 Kees Biesheuvel는 각각의 빔에 동등한 에너지를 부여하기 위해 렌즈 배열을 이용해야 하고, 초기빔의 top-hat profile이 요구된다고 설명한다. 그는 두 가지 방법이 모두 고려되고 있다고 덧붙였다. 100개 이상의 빔들을 만드는 것은 매우 쉬운 일이며, 빔

들의 숫자는 응용에 의해 결정된다. 높은 질의 빔은 정밀한 구멍들을 뚫는데에도 요구된다. NCLR은 엑시머 레이저 spot은 150ns의 상대적으로 긴 펄스 길이를 사용해 얻어지는 회절 한계보다 1.5 배 정도 크다. 엔진의 온도는 고온을 유지하는 반면, 레이저에 의해 가공되는 부품들의 온도는 낮은 온도를 유지하는 것이 필요하다. 엑시머 레이저는 또한 다른 미세 가공에도 광범위하게 응용될 수 있다고 Biesheuvel은 말한다. Pratt & Whitney에 따르면 F35 제트엔진은 2007 년까지 개발, 제작될 예정이다. (<http://optics.org/article/news>)



광원

## 체인이 긴 폴리머구조가 LED를 더 밝게 한다

많은 유기 폴리머들은 전압이 가해질 때 빛을 발한다. 이러한 효과는 폴리머들의 공액 구조 때문에 생긴다. 즉, 단일 결합과 이중 결합이 카본 원자를 중심 분자(backbone)에 번갈아가며 연결시킨다. 이러한 합성물에서 전자는 그들의 모 원자에서 다른 위치로 옮겨가 마치 가전자대와 전도띠로 작용하는 다른 에너지의 분자 궤도상태를 형성하게 된다.

그러한 물질에 전압이 가해질 때, 전자는 전도띠에 들어가고, 정공은 가전자대로 들어간다. 이 띠(band)로부터 전자와 정공은 중성을 형성하기 위해 결합한다. 그러나 실체는 엑시톤(exciton)이 여기된 것이다. 엑시톤이 전자와 정공이 결합할 때, 바닥상태로 떨어지면서 빛을 방출하는 것이다.

그러나 빛은 전자의 스핀과 정공의 합이 제로가 될 때 발생하는 단일 엑시톤(single exciton)에 의해서만 방출되고, 스핀의 합이 1이 될 때 발생하는 삼중항 엑시톤(triplet exciton)은 빛을 방출하지 않는다. 이와 같은 사실은 좀 더 많은 단일 엑시톤이 생산될 때만 폴리

머 LED가 빛을 더 많이 방출시킨다는 것을 의미한다. 그러나 물리학자들은 오랫동안 양자 역학 법칙에 의해서 각각 세 개의 삼중항 엑시톤으로부터 하나의 단일 엑시톤이 생성되어 폴리머 LED의 양자 효율이 25%가 한계라고 생각했다. 그러나 최근 연구에 의해 효율이 63%까지 상승될 수 있음이 밝혀졌다.

이러한 고효율성의 이해를 위해, Vardeny와 그의 동료들은 몇 개의 단위에서 수백 개의 폴리머 단위 영역에 걸쳐서 만들어진 단일 엑시톤과 삼중항 엑시톤 일부를 비교했다. 이를 위해 이 팀은 재료의 얇은 막을 연구하기 위한 광자 유도 흡수(PA)법과 광자 유도를 검출하기 위한 자기 공명법을 사용했다.

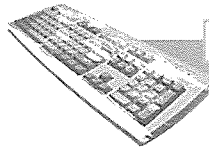
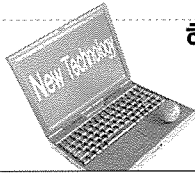
연구자들은 생성된 단일 엑시톤들의 일부가 폴리머 분자의 모양에 상관없이 체인이 더 긴 폴리머에서 더 많이 생성됨을 발견하였다. 이전의 연구에서도 이와 관련된 증거를 발견하였지만, 팀 구성원인 Rene Janssen은 그와 이와 같은 발견에 매우 놀랐다고 말했

다. “특히, 같은 곡선에서 나타나는 서로 다른 폴리머의 화학적 자연 현상이 상상외였다.”고 그는 Physics Web에서 이렇게 말했다.

Vardeny와 그의 동료들은 이런 현상이 단일 엑시톤과 삼중항 엑시톤의 곡선 함수로부터 발생하는 이유에 대해서 그들은 단일 엑시톤은 폴리머의 전 길이에 걸쳐 퍼져있는 반면, 삼중항 엑시톤은 국한되어 있는 곡선 함수를 제안했다. 이것은 작은 분자에서는 단일 엑시톤과 삼중항 엑시톤의 곡선 함수가 거의 일치하지만, 체인이 긴 분자에 대해서는 매우 다르다는 것을 의미한다. 그러나 연구자들은 그들이 어떻게 곡선 함수가 단일 엑시톤과 삼중항 엑시톤의 생성에 영향을 미치는가에 대해 이해하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다고 말했다.

“우리의 발견은 LED 연구와 관련하여 특히 폴리머 LED에 매우 유용하다. 왜냐하면 효율성이 그것의 이론적 한계보다 더 클 수 있다는 것을 의미하기 때문이다.” 라고 Janssen이 말했다.

(<http://physicsweb.org>)



광통신

매초 160기가비트 처리하는 광통신용 분리소자 개발

일본의 NTT는 광통신용으로 전송속도가 매초 160기가(기가는 10억)비트인 광신호를 처리할 수 있는 신호분리소자를 개발했다. 이 소자는 게이트를 개폐해서, 수신한 광신호 중에서 필요한 신호만을 통과시킨다. 광회로와 전기회로를 조합시킨 광전소자에서 최초로 100기가비트를 넘는 동작이 실현됐다.

개발된 신호분리소자는 빛이 통하는 길(광도파로), 변조기, 신호제어용 인

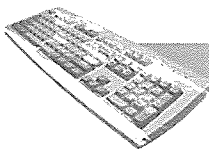
지움갈륨비소 반도체체의 수광소자 등이 1매의 기판에 집적된 것이다.

게이트의 개폐는 변조기와 수광소자로 이뤄진다. 클럭 신호로 불리는 빛이 수광소자에 비추지면, 수광소자가 클럭 신호를 전기신호로 변환한다. 전기의 클럭 신호를 기초로 변조기가 동작해서 게이트가 개폐된다. 실험에서는 같은 강도의 16개의 광신호 속에서 특정 광신호가 선별됐다.

신호분리 소자는 현재 전자회로만으

로 개폐를 결정하는 것이 주류가 되고 있다. 다만, 전자회로의 동작속도에는 한계가 있어, 매초 160기가비트의 고속 통신이 되면 전자회로만으로는 처리할 수 없게 된다.

한편 빛의 속도는 빠르다. 빛으로 처리할 수 있는 부분에는 빛을, 빛으로 처리가 어려운 부분에는 전자회로를 사용한다고 하는 광전소자의 연구가 진행되고 있었다.



광원응용

유화와 비슷한 코팅 기술로 된 박막 기술

필립스(Philips) 사의 과학자들은 유화 그리는 방법과 비슷한 코팅 기술을 사용해 평면 박막 디스플레이를 만드는 기술을 선보였다.

이 기술을 이용하면 디스플레이 기기가 플라스틱을 포함한 다양한 서브스트레이트 위에 만들어질 수 있게 된다. 이에 따라 현재의 방법들보다 보다 얇고 싼 디스플레이의 제조가 가능하다.

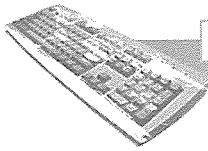
LCD는 일반적으로 두 개의 평평하고 사이에 공간에 있는 유리판 사이에 스위치와 컬러 필터 및 전극을 포함시켜

서 만들어진다. 필립스사의 기술은 단일 서브스트레이트의 밑바탕으로부터 위까지 모든 기능을 담고 있는 계층을 한 층씩 코팅시키는 방법으로 완전한 디스플레이 기기를 만드는데, 이는 바로 페인팅(유화 그리는 방법)과 비슷하다.

필립스사에 따르면, 진공 흡입관 없이 액정 셀을 제작하는 것이 가장 힘이 든다. 이는 광전 강제 층리(PES)라는 공정에 의해 이뤄졌다. 이 공정의 첫 단계에서는 액정과 중합체 형성 재료가 서브스트레이트 위에 먼저 가해지고

특정 부분은 극자외선(UV) 빛에 노출됐다. 이 때 빛은 재료와 반응해 혼합물을 액정부분과 폴리머 부분으로 나눈다. 이들 부분들이 빛에 노출되면서 중합체 재료의 단단한 벽면이 형성되고, 이에 따라 개별 셀의 양 옆이 구성된다. 다음 단계에서는 전 계층이 빛에 노출되고 셀의 밑바탕에 액정 계층이 형성되며 셀 위에는 중합체 덮개가 형성된다.

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



## 광통신

### 다중 섬유 시장 2006년에 12억 5천만 달러 예상

ElectroniCast의 "Multifiber Transmit Link & Components Forecast" 보고서에 따르면, 다중 섬유 전송 링크 성분의 세계 소비는 2001년 4870만 달러에서 2006년에 12억 5천만 달러로 증가할 것으로 예상된다.

2001년에 전반적인 광섬유 산업에 대한 소비 위축이 지나고 나서 2001년에서 2003년에 사이에 급격한 성장이 올 것이며 다중 섬유 트랜시버의 경우 현재 응용 수명 주기가 매우 빠르다고

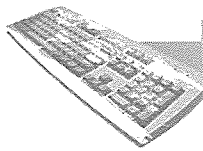
Electroni Cast 회장인 Jeff D. Montgomery는 말했다.

다중 섬유 전송 링크는 대부분 단거리(1~2km)에서 초단 거리(1m) 접속에 초점을 맞추고 있다. 구매자들은 2개의 경쟁 그룹으로 나누어진다. 즉 다른 다중 섬유 링크 구매자와 구리 결합 솔루션으로 나누어진다. 기가비트 트랜스포트 당 구리의 가격에 싸움의 초점이 맞추어져 있다.

"EELD(Edge Emitter Laser Diode)

대 VCSEL 다이오드는 이들 응용에서 가장 낮은 광학 솔루션으로 떠올랐다. VCSEL의 기술적 성능은 빠르게 진척되고 있고 보다 높은 데이터율(10Gbps), 보다 큰 변환 효율, 보다 높은 출력, 그리고 단일 모드와 다중 모드 모두에서 850nm와 1310nm 솔루션을 가지고 있다"고 Montgomery는 덧붙였다.

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



## 광정밀

### 반도체가 THz의 갭을 메운다

최근 반도체 소자는 전자기 분광의 양쪽 끝에서 복사선 방출을 생성해내고 있다. 고속 트랜지스터로 이루어진 진동 회로는 무선 통신에서 사용되는 라디오 주파수인 100kHz와 초단파 주파수인 3GHz를 위한 복사선을 만든다. 분광의 양 끝에서, 반도체 레이저는 300THz 이상의 방사선을 방출했으며, 그것은 광섬유 원거리 통신에서 사용될 수 있을 것이다.

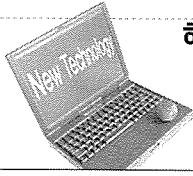
연구자들은 전에 게르마늄이 약간 도핑된 레이저를 사용, 테라 헤르츠의 방

사선을 방출시켰다. 그러나 기존의 다른 반도체 레이저와 마찬가지로 이 소자는 전도대의 전자와 가전도대의 정공이 결합에 의하여 작동하였다. 복사선의 주파수는 이 두 띠 간의 에너지 차이에 의해 결정된다. 또한 띠 간의 차이는 구성 물질의 고유 특성에 따라 다르다.

반면, 양자 캐스캐이드 레이저로 알려진 이 새로운 레이저는, 수 나노미터 두께의 GaAs와 AlGaAs 층을 1500개 쌓여서 만들 수 있다. 층에 수직적으로

양자화된 전자의 움직임은 스테이지(stage)로 알려진 반도체 층에 인접한 그룹을 가로질러 불연속적인 에너지 준위 생성한다. 에너지 준위 간의 간격은 반도체 두께에 의존하기 때문에, 그러한 소자는 긴 파장에서 방사선을 방출할 수 있게 되는 것이다.

소자의 두께를 가로질러 전위차를 가해 주게 되면, 전자의 에너지는 연속적인 스테이지로 떨어진다. 그래서 제일 높은 에너지띠의 전자가 그 스테이지 내의 낮은 에너지 준위로 떨어지게 되



면, 그것은 스테이지 바로 아래의 높은 에너지띠로 재순환할 수 있다. 이러한 과정이 연속적인 스테이지 내에서 반복되면서, 많은 광자들을 방출하면서 연속적인 단계에 걸쳐서 전자들을 중속적으로 떨어지게 한다.

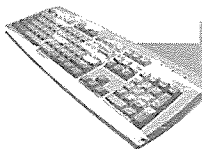
Kohler와 그의 동료들은 레이저를 제작하기 위한 몇 가지의 난관을 극복하였다. 그들은 양자 캐스캐이드 효과

(quantum cascade effect)를 이용하여, 레이저 작동을 위해 필요한 제일 높은 에너지 준위 전자들을 충분히 확보할 수 있었다. 그들은 또한 레이저의 장파장 방사선을 가둘 수 있는 광 도파로를 제작하고, 물질의 자유 전자 때문에 발생하는 광 손실을 감소시켰다.

그들이 연구한 소자가 낮은 켈빈 온도에서만 작동을 하기는 하지만, Kohler

와 동료들은 고온에서 작동할 수 있는 테라 헤르츠의 시스템을 상업화하는데 근간이 될 것이라 믿는다. 그러나 대기 흡수가 1THz 이상에서 발생하기 때문에, 그러한 시스템이 원거리 통신에서 사용되기 위해서는 좀 더 낮은 주파수에서 작동해야 할 것이다.

(<http://physicsweb.org>)



광계측

레이저로 경면물체 3차원 계측

일본 오카야마대학 공학부의 馬場充 조교수팀은 레이저광을 사용한 삼각측량 원리에 의한 금속체(경면물체)의 3차원 계측기술을 확립했다. 확산물체용 방법을 응용한 것으로 레이저광을 감지하는 센서로 차광마스크를 설치하여 빛의 입사각도를 제한시킨 것이 특징이다. 기존 계측법에 비해 정밀도가 높은 측정치를 얻을 수 있다고 한다.

관금과 성형, 금형 가공 분야에서는 제품검사와 컴퓨터 이용 설계 (CAD) 화상작성 등을 위해 정확한 3차원 형상측정이 필요하다. 측정은 slit형 레이저광 조사원과 대상물체, 그 수광센서의 3점을 이동시키면서 삼각측량의 원

리로 계측하는 비접촉의 「slit 광투광법」이, 물체로의 영향이 적고 고정밀도로 측정시간이 짧기 때문에 가장 적합한 것으로 취급되고 있다.

그러나 이 측정방법은 반사광을 렌즈로 집광시키는 구조로, 표면에서 빛이 난반사하기 쉬운 물체(확산물체)에 밖에 사용할 수 없다. 금속처럼 일정방향으로만 빛을 반사하지 않는 경면물체와 물체의 각도와 위치가 다른 경우라도 센서의 수광 위치가 같아서 동일시한다는 오측정을 하기 쉽다.

이러한 결점을 해소한 것이 차광마스크 수광위치가 같더라도 입사각도는 다르기 때문에 센서는 입사각도를 한정된 빛을 감지하여 오측정을 하지 않

는다. 이러한 방법을 광로한정법이라고 명명하고 있다. 이 광로한정법에 의해 slit광투광법은 경면물체에도 사용 가능해졌다. 오차값도 경면물체에서는 0.27%와 확산물체 0.22% 등의 고정밀도를 실현하였다.

앞으로의 과제는 측정속도이지만, 물체의 대략적인 데이터를 사전에 입력하여 레이저광 조사각도를 어느 정도 한정하고, 레이저광원을 복수로 하면 극복할 수 있다고 한다. “센서 입사각도를 직접 검출하는 방법도 시도되고 있다”고 馬場充 조교수는 밝히고 있다.

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