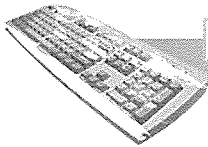




해/외/광/산/업

## 신기술정보

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



광정보

### 간단한 구조의 청색 다이오드 레이저

파장 가변 청색광이 진동수가 배가된 다이오드 레이저로부터 얻어졌다. 구동 부품들을 포함하지 않도록 만들어진 레이저 다이오드로부터 파장가변 청색광의 생성은 상당히 참신한 설계 개념이다.

독일의 필립스, 마르버그 대학과 카이저스라우텐(Kaiserslautern) 대학의 조르그 짐머맨(Jorg Zimmermann)과 팀 동료들은 2차 고조파 레이저-다이오드를 실현하기 위해 주기적으로 극성을 띠고 있는 LiTaO<sub>3</sub> (PPLT)의 팬 구조 결정을 사용하였다.

레이저 다이오드 공진기로부터

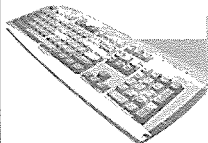
960-980nm 파장 범위에 걸쳐 방출되는 빛은 구경을 통과하기 전 첫 번째 회절격자에 직접 입사되어 PPLT 결정을 통과하게 된다. 회절격자의 선형 분산 때문에 PPLT 결정에 입사하는 빛의 파장은 결정 전면에 위치한 슬릿의 위치와 더불어 선형적으로 바뀐다. 그러므로 구경을 구동하여 480에서 490nm 사이의 파장 가변성을 제공할 수 있게 된다. 비록 청색영역의 출력이 50nW 정도이지만, 연구자들은 그들의 주된 목표가 고효율을 얻어내는 것에 있지 않다고 말한다.

이러한 출력의 증강은 비선형결정 표

면에 비 반사 코팅을 하는 것보다 더 높은 비선형 계수를 가지는 주기적으로 극을 띤 lithium niobate 결정을 사용하면 쉽게 개선될 수 있다고 그들은 지적하였다. 기계적 슬릿 위치에 액정 배열을 이용하여 전기적 작용으로 파장 가변이 가능하기 때문에 파장가변 청색 레이저 다이오드에는 구동 부품들이 필요 없게 된다.

관련 논문 : Optics Letters, 27, 604 (2002)

(<http://optics.org>)



광통신

### 향상된 양자 전송기술

호주의 연구자들이 레이저빔을 수미터 떨어진 지점으로 전송시키는 기술을 크게 향상시켰다고 발표했다.

1998년에 덴마크의 Aarhus University 내의 California Institute of Technology와 Bangor의 웨일즈 대학교의 연구원들이 최초로 수백만개의 광양자로 구성된 레이저 빔을 전송시켰는데, 이번에 호주 캔버라에 있는 Australian National University의 Ping Koy Lam의 연구팀이 훨씬 견고하고 신뢰성있는 공정을 창안해 내었다.

이 전송기술은 양자적 얽힘(quantum entanglement)을 이용한 것으로서, 입

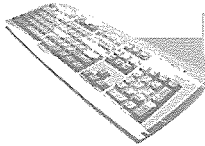
자들이 근본적으로 양자적 얽힘으로 연결되어 있다면 비록 이 입자들이 물리적으로는 떨어져 있더라도 한 입자에 행해진 연산(작용)은 다른 입자에도 동일한 효과를 준다는 것이다.

1998년의 최초 실험에 참여했던 독일 Universitt Erlangen-Nrnmberg의 Peter van Loock은 이 호주 연구팀들이 상호 얽힘 레이저 빔을 만드는 방법을 향상시켰고, 그로 인해서 더욱 정확하고 결정적인 결과를 얻었다고 한다. 하지만, 정확도가 얼마나 향상되었는지는 아직 확실치 않다고 한다. "이 실험은 확실히 새로운 것이지만, 정말로

최초의 엄청난 발명이라고 단정지을 수 있을지는 모르겠다"고 덧붙였다.

Oxford University의 Sougato Bose도 동의하는데, 호주의 연구팀은 훨씬 밝아진 광선을 전송한 것 같으며, 아마도 이 팀은 훨씬 강력한 얽힘을 이용했을 것이라고 추측한다. 연구자들은 이 양자 전송기술이 신속한 데이터 통신에 이용되기를 기대한다. Bose는 말하기를 더 밝은 광선의 훨씬 정확한 정보 전달을 의미한다고 한다.

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



## 광원

### 새로운 극자외선 광원 개발

콜로라도 대학의 마가레트 뮤레인과 헨리 캐프틴 등이 이끄는 연구팀은 레이저와 비슷한 극자외선 영역의 광원을 개발하였다.

이들의 연구결과는 사이언스지 최신호에 게재되었다. 극자외선은 차세대 컴퓨터, 나노 장치, 생명체속의 분자 등과 같은 나노미터 크기의 물체를 만들거나 측정할 때 사용될 수 있다. 국립과학재단의 전기 및 통계시스템 프로그램 책임자인 필버트 바틀리는 이 개척적인 연구가 향후 과학기술에 큰 영향을 줄 것이라고 말했다. 그는 나노 기술이 개발되어감에 따라 나노미터 크기의 물체를 더 정확히 측정할 수 있는 도구가 필요하게 되는데, 극자외선이 이를 제공해 줄 것이라고 말했다.

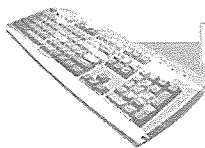
연구원들은 고차항 발생(HHG)이라

불리는 방법을 이용하여 극자외선을 발생시켰다. 연구원들은 강력한 출력을 가진 가시광선 레이저를 가스에 조사시켰는데, 이 때 레이저에 의해 강한 전자기장이 형성된다. 이 전기장은 가스를 이온화시켜 플라즈마 상태로 만들고 전자를 이온으로부터 분리시킨다. 이때 전자의 일부는 전자기장에 갇혀 시간에 따라 주기적으로 진동하게 된다. 그 결과 가간섭성을 가진 극자외선 영역의 빛이 발생하게 된다. 이렇게 발생된 극자외선 빔은 극도로 집속이 되어, 전세계의 레이저와 같은 빔이 만들 수 있는 직경 중 최소의 크기를 가진다. 곧, 일반적인 헬륨-네온 레이저의 직경보다는 20-30 배나 작은 직경을 만들 수 있다.

캐프틴은 “기존의 레이저를 이용할

경우 직경 1cm 크기의 빔이 달에 도달하면 직경이 약 1 km가 되지만, 극자외선빔의 경우 직경이 약 30 m 밖에 되지 않는다”고 말한다. 기존에도 극자외선 영역의 레이저가 존재했지만, 이렇게 작은 크기로 집속되기는 어려웠다고 한다. 연구팀은 아주 짧은 펄스폭을 가진 시광선 레이저를 사용하여 fs 정도의 펄스폭을 가진 극자외선을 만들어 냈다. 이들의 성공적인 개발에 있어 중요한 부품은, 가스와 극자외선 빔을 집속시키는 “구조화된 도파관”이다. 그 결과 가시광선에서 극자외선으로 전환되는 효율이 다른 레이저보다 수 백배는 크다고 한다.

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



## 광통신

### 광신호 충돌을 피하는 신형 스위치 개발

일본 통신종합연구소는 최근 광신호의 경로를 전환할 때에 동시에 도착한 신호를 빛의 상태 그대로 엇갈리게 함으로써 충돌을 피할 수 있는 광 스위치를 개발했다고 발표했다. 과거처럼 일단 전기신호로 변환할 필요가 없기 때문에, 고속 처리가 가능해진다.

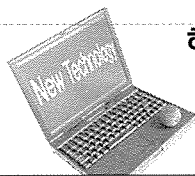
새로운 광 스위치는 내부에 감는 회수를 바꿈으로써, 거리에 차이를 둔 광

파이버를 배치했다. 광신호가 들어 온 시점에서 그 후의 처리를 예측하는 회로를 조합하기 때문에, 동시에 들어 온 광신호가 충돌을 일으킬 것 같은 경우에 거리가 다른 광 파이버로 인도함으로써 충돌을 피할 수 있다.

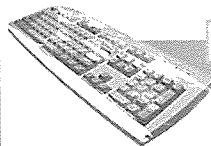
광신호의 선두에 전달처 정보가 부가된 패킷이 광신호 그대로 처리될 수 있다. 충돌 회피와 전달처 정보의 광신호

상태 처리를 동시에 달성한 것은 세계에서 처음이다.

광 스위치는 광신호의 경로를 전환하는 라우터 부분에 사용된다. 전기신호의 경우, 경로의 전환 속도가 반도체의 동작속도에 제한되기 때문에, 모든 것을 빛으로 처리할 수 있는 광 스위치가 요구되고 있었다.



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



광정밀

녹색 레이저 포인터 개발

물리학자 겸 레이저 전문가들은 그들의 연구의 목적이 세상을 더욱 다채롭게 만드는 것이라고 확신하고 있는 듯하다. 붉은 빛으로 빛나는 레이저 지시봉이라는 놀라운 물건이 있다. 몇 년간 이 지시봉은 놀라운 신제품에서 비교적 저렴한 장난감에 이르기까지 다양한 형태로 생산한다. 이 지시봉은 놀라운 인기를 얻었다. 어른들은 보고 시간에 사용했고 아이들은 선명한 붉은 광선이 나무 꼭대기까지 닿는 작은 손전등으로 가지고 놀았다. 그런데 모스크바의 물리학자들과 “레이저-컴팩트”사의 연구진이 녹색 불빛을 내는 레이저 지시봉을 제작하는데 성공했다. 왜 녹색인가?

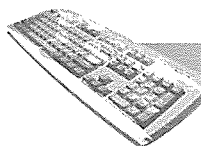
문제는 붉은 빛을 내는 장난감은 위험하다는 데 있다. 이 광선의 출력 파워가 1메가 와트를 넘는다면 눈의 망막을 심각하게 손상시킬 수 있다. 그런데 시중에 팔리고 있는 지시봉의 수치는 3배나 높다. 이런 문제점을 해결하기 위해 연구진이 사용한 방법 중의 하나가 광선의 색을 바꾸는 것이었다. 그들은 다이오드 펌프가 달린 소형 고체 레이저를 제작했는데 이 레이저는 붉은 빛이 아닌 녹색 빛의 레이저빔을 생산해 낸다.

적색과 녹색, 어떤 차이가 있을까? 인간의 눈은 그 민감성이 색에 따라 다르게 만들어져 있다. 적색보다 녹색을 20배 정도 더 잘 본다. 따라서 작은 효과

에서 녹색 레이저를 사용했을 때 출력이 클 필요도 없고 눈에도 덜 위험하다.

이번에 개발한 녹색 광선 지시봉은 길이가 17.5cm이며 직경이 1.4cm이며 무게가 100g으로 좀 무거운 편이다. 1.5볼트 건전지 두개로 작동하기 때문이다. 대신 100m 거리에서도 빛이 잘 보이며 광선 빔의 직경은 10m 거리에서 5원짜리 동전보다 좀 더 작다. 가장 중요한 점은 녹색 레이저 광선이 눈에 해롭지 않다는 것이다. 그것은 광선의 빔이 최대 허용치인 1메가와트보다 작기 때문이기 때문이다.

(<http://www.vedomosti.ru>)



일본

5GHz대 이용한 광화이버 무선 시스템 개발

마쯔시타전기산업은 5GHz를 사용한 광화이버 무선 시스템을 개발, 광관련 전시회 Interopt에 출품했다.

광화이버 무선 시스템은 무선 신호를 광신호로 변환하여 광화이버 전송한 뒤, 다시 무선 신호로 돌아오는 시스템.

지하도나 건물내 등 전파가 달하기 어려운 영역에서 휴대 전화기 서비스를 시행할 때 등에 이미 이용되고 있다.

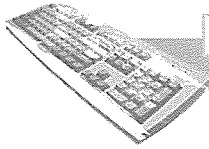
지금까지는 2GHz대 이하의 주파수를 이용한 시스템이 일반적이었다. 마

쯔시타전기는 이 시스템을 5GHz대에서도 실현함으로써 무선LAN을 이용한 핫 스팟의 광역화 및 DSRC등의 고도 도로 교통 시스템 그리고 제4세대 이동체 통신 서비스등으로 적용시킬 것을 목표로 하고 있다.

이번에 공개한 것은 5.8GHz대를 이용하는 시스템. 광신호의 송신측과 수신측의 2대 장치로 구성된다. 이미 옥외에서 실험 등에 이용되고 있다고 한다. 장치 안에 5.8GHz대의 무선 송수신

회로와 반도체 레이저, 그리고 광변조기등을 탑재하고 있다. 반도체 레이저에서 나온 광신호를 무선 신호로 직접 변조하여 광화이버로 전송한다. 장치의 저비용화를 노려반도체 레이저의 온도를 제어할 필요없도록 고안하였다.

한편, 같은 광화이버 무선 시스템에서는 오키전기공업(沖電氣工業), 도시바, 통신종합연구소 등이 밀리미터파대를 이용한 시스템을 개발하고 있다. (넷케이신문)



## 광정밀

### 2kW의 출력을 기록한 파이버 레이저

미국에 본사를 둔 IPG 포토닉스사는 기존 기록을 초과하는 2kW급 다이오드 구동형 연속발진 파이버레이저를 시장에 내놓았다. 첫 번째 제품은 용접용으로 자동차 설계고객에게 공급될 것이다.

이전의 출력기록은 역시 IPG사가 가지고 있으며, 올해 초 같은 기술을 가지고 제작된 700W급 연속발진 이터븀(ytterbium) 레이저였다.

개발된 2kW 레이저의 초점(spot) 크기는 50 $\mu$ m이며 100MW/cm<sup>2</sup>의 출력 세기를 가진다. 그리고 레이저 장치의 크기는 전원공급장치와 공냉 장치를

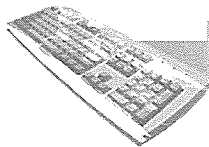
포함하여 110 × 60 × 118 cm 정도의 크기밖에 안된다.

연구개발부 부소장 데니스 갱톤세프(Denis Gapontsev)는 올해 말 4kW와 10kW급 레이저도 개발될 것이라고 언급하였다. 용접을 위해 작은 spot 크기가 필요한 것이 아니라 더 큰 출력이 요구된다고 그는 말했다. 레이저빔은 400 $\mu$ m 파이버를 이용해 100m까지 전송할 수 있다고 그는 덧붙였다. IPG사는 올해 3월 최초의 상업용 350W급 파이버 레이저를 자재공정용으로 유럽고객에게 선적했다.

이러한 고출력 레이저의 새로운 생산

라인은 파이버 레이저의 출력과 빔질이 10배 이상 우수하기 때문에 덩치가 큰 Nd:YAG 고체레이저와 CO<sub>2</sub> 레이저에 대한 대체로 볼 수 있다. 전기이용 효율은 20%이고 구동 다이오드의 수명은 100,000시간 이상이다. 이것은 유지보수 없이 수년간 동작할 수 있다는 것을 의미한다고 갱톤세프는 언급했다. 그리고 700W 급은 2inch 강철을 절단할 수 있을 만큼 강력하다고 덧붙였다. 다른 응용들에는 구멍 뚫기, 조판, 표식 등이 포함된다.

(<http://optics.org>)



## 광통신

### 동적으로 배열 가능한 광전자 스위치 개발

실리카 도파관을 실리콘 위에 에칭시키는 방법에 의해 프로그램 가능하며 블록킹을 방지해줄 수 있고, 그 규모를 늘릴 수 있는 광전자 스위치가 개발됐다. 이 스위치를 사용하면 통신망 매니저는 원격지에서 네트워크를 재구성(배열)시킬 수 있게 된다.

PhotonFxC라고 불리는 이 스위치 패밀리는 OC-48, OC-192 광섬유 서비스의 동적인 재구성을 가능케 하는 플러그-앤-플레이 방식으로 제공되기 위해 개발되고 있다. 이 스위치를 개발하고 있는 Lynx사는 올해 초에 8×8

스위치를 광섬유 통신 컨퍼런스에 소개했고, 현재는 16×16 광전자 스위치 프로토타입을 개발했다.

이 디바이스는 지능형, 소프트웨어로 제어되며 완전한 양방향 고속 광섬유 통신 링크로 알려져 있다. 이 스위치의 기본 구조에는 2×2 크로스바 스위치가 있고, 이것이 다중화 되어 보다 큰 스위칭 요소를 만드는 형태이다.

이 기술의 가장 중요한 점은 이 스위치에서 움직이는 부분이 없다는 것이다. 즉, 빛을 스위칭하기 위해 열-광전 효과가 사용됐다. 탭(Tap)과 같은 요

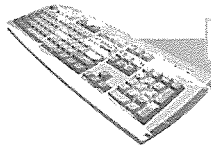
소가 설계되고, 이를 바탕으로 보다 큰 스위칭 매트릭스인 8×8, 16×16 스위칭 패브릭이 된다.

완전히 블록킹이 없는 8×8 스위치의 경우에는 128개의 2×2 스위칭 요소가 칩 내에 포함되어 있으며, 이 회사는 32×32 포트수의 스위칭 디바이스도 개발할 예정이다. 이 스위치의 또 다른 장점은 내장된 전력 관리기술로서 외부에서 가변적인 광 감쇄기를 추가할 필요가 없다는 것이다.

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



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



광통신

빛을 정지시키는 기술로 효과적인 광스위치 실증

이칸스 대학 물리학자들이 빛을 정지시킬 수 있는 새로운 기술을 이용, 순수 광스위치를 개발했다. ALD 사오교수와 박사후 과정인 하이 왕 등에 의해 개발된 이 연구결과는 최근에 열린 레이저 및 전자광학/양자전자 학회에서 발표되었다. 이들은 이 기술로 효율적인 순수 광스위치를 처음으로 실증하였다. 이 광스witch는 광 통신이나 광 컴퓨터 등에 널리 사용될 수 있으며, 기존 방법보다 효율이 높고 적은 광 에너지를 필요로 하는 장점이 있다.

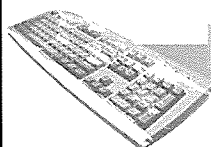
연구팀은 광스위치 개발을 위하여, 일반적으로 빛을 흡수하는 원자들이 빛을 투과시킬 수 있다는 최근에 발견

된 "전자기 유기 투과 (EIT)" 법을 사용하였다. EIT를 사용하면 빛을 느리게 하거나 정지시킬 수 있다. 이 외에도 EIT는 사오 교수팀이 광스위치 개발에 사용한 것과 같이 비선형 광학적 특성도 가진다.

EIT 미디어는 여러 개의 레이저빔과 3, 4 개의 준위를 가지는 원자계로 구성되어 있는데, 레이저의 빛이나 파장을 약간 바꿈으로써 다른 레이저의 에너지를 크게 바꿀 수 있어 스위치로 사용할 수 있다. 연구팀은 링 광공진기에 루비듐 원자를 채운 뒤 여러 가지 레이저들의 파장을 바꿈으로써 루비듐 원자내의 양자 간섭을 일으켰다. 각각의

레이저의 파장은 루비듐 원자의 천이 파장에 맞추어져 있으며 레이저 공진기는 이 중 하나의 천이파장에 맞추어져 있다. 이 때 하나의 레이저의 파장을 약간 바꿈으로써 다른 루비듐 원자의 천이에 맞추어져 있던 공진기의 출력을 약 30배나 바꿈으로써 on, off의 스위치 기능을 갖게 할 수 있었다. 이러한 광스witch는 아주 약한 빛만 있어도 실현 가능하며 언젠가는 단일 광자만으로도 현실화 될 수 있을 것이라고 사오 교수는 말한다.

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



광정밀

광학적으로 펌핑되는 나노결정 양자점 레이저

광학적으로 펌핑되는 나노결정 양자점 레이저가 MIT 연구그룹에 의해 실증되었다.

레이저는 다양한 형태의 공진기와 다양한 종류의 매질로 이루어지기 때문에 그 크기가 아주 다양하다. 일반적으로 속박의 정도를 강하게 하면 할수록 전자의 에너지 양자화 정도는 더 높아진다. 그래서 영(zero)차원 매질인 양자점은 여기된 후에 거의 단일 파장의 빛을 방출한다. 그래서 양자점은 레이저 빛을 만들어 내는데 있어서 아주 좋

은 출발점이다. 현재 존재하는 어떤 양자점들은 에피택시 방법으로 만들어 지는데, 양자점 안의 원자들은 원자빔이나 분자빔을 이용해서 아주 세심하게 배열되어 있다.

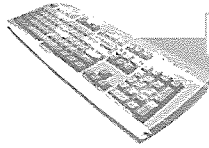
MIT 연구그룹이 개발한 레이저의 이득매질은 유기물질로 코팅된 나노미터 크기의 CdSe 입자들이 유리질의 필름에 삽입된 구조를 갖고 있다. 이 이득물질이 회절격자 맨 끝의 도파관에 놓여진다. 반도체에서 통상 사용되는 에피택시법에서는 그 공정이 아주 복

잡한데 비해 이 방법에서는 간단한 용제를 사용하기 때문에 제조공정이 아주 간단해지는 장점이 있다.

더욱이, CdSe 결정의 크기를 바꾸거나 회절격자의 간격을 바꾸거나 또는 도파관의 굴절율을 바꾸면 빛의 색깔을 바꿀 수 있기 때문에 레이저를 설계하거나 응용 면에서 커다란 장점이 있다.

관련논문 : Eisler et al., Applied Physics Letters, 17 June 2002

(<http://www.aip.org/etnews>)



## 광 원

## 세계 최초, 청색 마이크로 발광다이오드 특허 취득

캔사스 주립 대학 (Kansas State University) 물리학과 연구진이 빛을 감지할 수 있으면서 동시에 빛을 발산할 수 있는 마이크로 광학소자 (micro-size optical element)의 제작 기술에 대해 출원한 특허에 대해 특허권을 취득했다.

2002년 6월 25일자로 미국 특허청에 등록을 마친 이 특허는 미국특허 제 6,410,940호이다. 현직 캔사스주립대학 물리학과 교수로 재직 중인 홍싱 지양(Hongxing Jiang)과 진규 린(Jingyu Lin)을 주축으로 한 연구진이 개발한 이 마이크로 광학소자는 일종의 발광다이오드(light emitting diode ; LED)이다. 하지만 일반 발광다이오드에 비해 크기가 매우 작은 것이 특징이다. 일반 다이오드 1개를 설치할 수 있는 공간에 수백개를 설치할 수 있다. 연구진이 개발한 다이오드 1개의 직경은

사람의 머리카락 직경보다 훨씬 작다. 뿐만 아니라 효율도 일반 발광다이오드에 비해 60% 이상 높다.

연구진이 개발에 성공한 마이크로 발광다이오드는 청색발광다이오드이다. 일반 발광다이오드에서도 청색발광다이오드의 개발은 매우 어려운 것으로 알려져 있으며, 더욱이 이번 경우에서처럼 작은 크기의 다이오드는 개발된 예가 없다.

일반 발광다이오드는 교통신호등, 네온광고판, 경기장용 스크린 등에 광원으로 널리 사용되고 있다. 연구진이 개발에 성공한 마이크로 발광다이오드도 같은 용도로 사용이 가능하다. 발광다이오드는 다른 광원과 달리 열을 발산하지 않을뿐더러 그 수명이 길어서 효율이 매우 높은 광원이다. 예를 들어 일반 가정용 전구가 약 100와트(watt)의 전력을 소비하고 수명은 약

1000시간인데 반해 발광다이오드는 15 와트의 전력을 소비하며 평균수명도 20000만 시간으로 20배나 오래 간다.

마이크로 발광다이오드는 현재 액정(liquid crystal) 또는 일반 발광다이오드가 사용되고 있는 마이크로 디스플레이(microdisplay) 장치에도 적용 가능하다. 현재 이 장치들은 외부 광원이 필요하다. 하지만 연구진이 개발한 마이크로 발광다이오드를 이 장치에 적용할 경우 마이크로 발광다이오드는 자기발광(self-luminescent)이 가능하기 때문에 외부광원이 전혀 필요 없다. 따라서 기존 장치에 비해 전력 소비량이 매우 적기 때문에 휴대용 장치 제작에 매우 효과적이다.

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