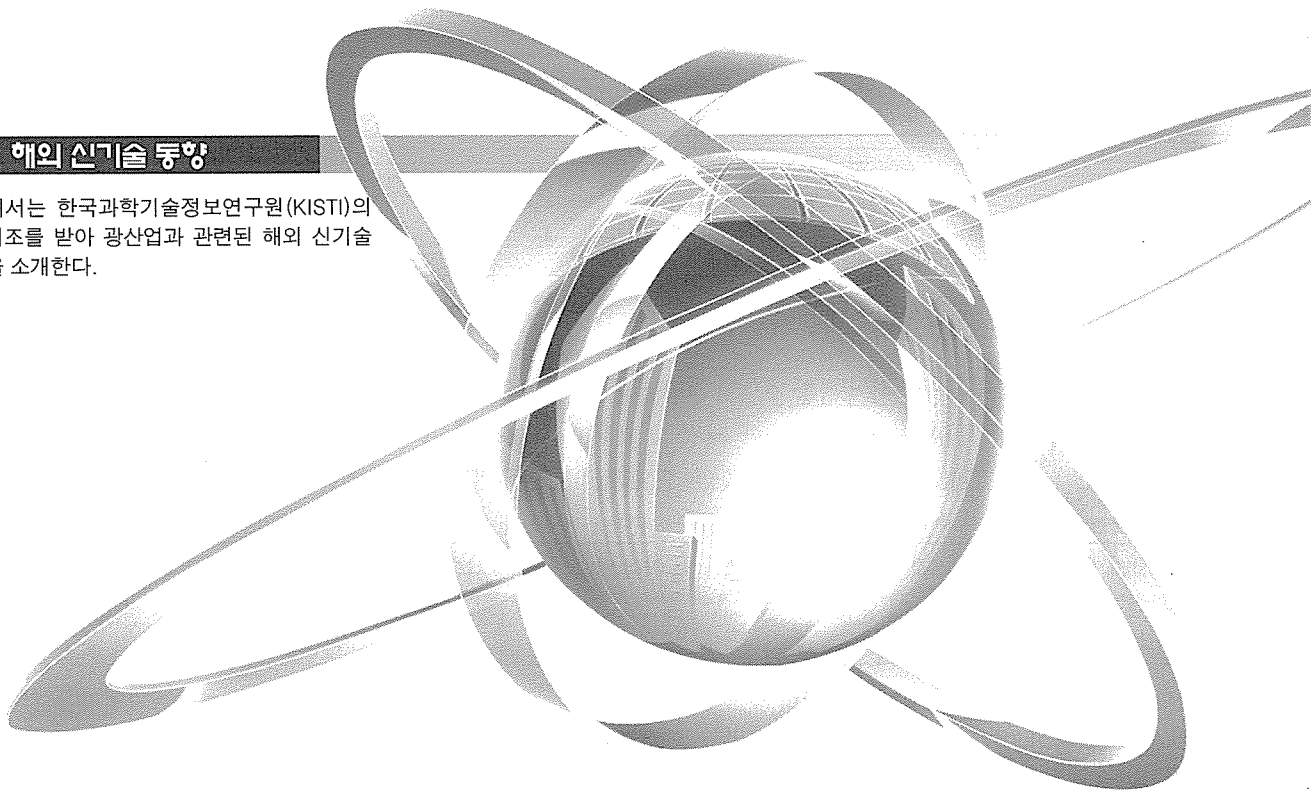


해외 신기술 동향

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



New Technology

광통신

싸고 소비전력 낮은 광통신용 레이저 개발

일본 NTT는 세계 최소의 전류로 실온에서 연속 발진할 수 있는 단일 파장(1.55 마이크로미터) 면발광 레이저(VCSEL)를 개발했다고 발표했다. 이 레이저의 파장 대역은 현재 광파이버 통신에서 널리 사용되고 있는 파장이다.

NTT는 이번에 웨이퍼 융합기술과 반도체 매입기술을 결합한 '박막화 웨이퍼 융합 기술'을 독자적으로 개발하고 이를 이용해 새로운 면발광 레이저를 개발하는데 성공했다. 웨이퍼 융합기술이란 고반사율 광반사층인 갈륨 비소(GaAs)계열 반도체와 저손실 발광층인 InP계 반도체를 1매의 웨이퍼 위에 만들어 넣는 기술을 말한다.

이 레이저는 실온에서 세계 최소 전류인 0.38 밀리암페어의 전류로 연속 발진된다. 이 구동 전력은 다른 종류의 반도체 레이저에 비해 100분의 1에 불과하다. 또한 단일 파장의 빛을 내고 빔의 형태도 중심부가 가장 강한 단일 스폿형으로서, 중·장거리 광파이버 통신의 요구 조건을 만족시킨다.

중전의 면발광 레이저의 파장은 0.85마이크로미터로 짧고, 전달 거리도 범위도 수백 미터에 불과하다. 현재 업계에서는 중·장거리 광파이버 통신용으로 1 킬로미터 이상 빛을 전달할 수 있는 파장 1.55 마이크로미터 대역의 레이저를 개발하기 위한 경쟁이 활발히 전개되고 있다.

또, 현재의 DFB 레이저는 발광면이 반도체 기판의 절단면에 있어 그 표면을 가공해야 하기 때문에 제품 수율이 악화되는 요인이 되고 있다. 면발광 레이저는 그럴 필요가 없기 때문에 생산비를 낮출 수 있다.

NTT가 개발한 레이저는 광역 네트워크의 광데이터 링크용 회선의 저비용 광원, 컴퓨터 내부의 보드사이를 잇는 초병렬 광배선, 파장분할 다중(WDM) 네트워크용 광원 등으로 폭넓게 이용될 것으로 기대되고 있다.

(www.jij.co.jp/news/news-sozo)



광원응용

일본, 다이아몬드로 자외광 LED 실현

일본의 물질재료연구기구 물질연구소는 다이아몬드의 박막을 사용해서 자외광을 발하는 발광 다이오드(LED)를 개발했다. 유화아연이라고 하는 별도의 재료를 사용한 소자가 파장 340나노(1나노는 10억분의 1)미터의 빛을 내고 있지만, 다이아몬드의 빛의 파장은 235나노미터로 더욱 짧다. 이러한 개발은 지난 8일 발행된 미 과학지 '사이언스'에 게재됐다.

자외광LED는 발광효율이 높고, 저소비 전력의 형광등을 만들 수 있

다. 자외광LED를 레이저에 응용할 수 있으면 파장이 기존소자의 3분의 1정도로 짧아지기 때문에, 광디스크 등의 기록매체에 과거의 10배 이상의 정보를 기록할 수 있다. 개발한 소자는 붕소를 첨가한 다이아몬드(p형 다이아몬드) 박막에 인이 섞인 다이아몬드(n형 다이아몬드) 박막을 증착한 것이다.

마이크로파 플라즈마(전리가스) 화학적 기상성장법(CVD)은 원료의 인과 메탄, 수소를 원자까지 분해했다. 이것을 쌓아서 다이아몬드 박막

으로 했다. 다이아몬드에 불순물이 섞여서 p형과 n형으로 변하면 각각 플러스의 전하(정공)와 마이너스의 전하(전자)가 움직이기 시작한다. p형과 n형의 박막을 서로 붙여서 'pn 접합'이라고 하는 특수한 구조의 소자가 만들어졌다. 15볼트, 0.1마리 암페어의 전류를 흘렸을 때, 235나노미터의 자외광이 나온다.



광정밀

세계 최고 출력 완전 고체 레이저 장치 개발

일본 도시바는 지난 6월 13일 반도체 레이저를 펄핑 광원으로 이용해 세계 최고 출력인 11.3킬로와트의 레이저 빔을 발생시키는 완전 고체 레이저 장치를 개발했다고 발표했다.

이 장치는 이 회사의 독자적인 고효율 레이저 모듈을 직렬로 6단 배열하여 제작한 것으로, 전기/광 변환 효율도 세계 최고인 22%이다.

이 장치는 네오디뮴(Nd)을 첨가한 야그-알루미늄-가네트(YAG) 막대형 결정을 발진 매체로 이용하고 이것을 직렬로 6단 배열한 것으로,

중전의 램프식 고체 레이저 장치에 비교해서 크기가 3분의 1이고 소비 전력도 5분의 1에 불과하다. 또한 이 장치는 이용하는 반도체 레이저의 방식에 따라 연속파형과 펄스파형, 연속/펄스 중첩파형 등의 다양한 파형을 만들 수 있어 용접용 레이저 광원으로 적합하다.

이번에 개발된 레이저 장치는 지금까지 어려웠던 두께 10 밀리미터를 넘는 철강과 알루미늄 판의 고속, 고품질 용접을 가능케 한다. 도시바의 개발 담당자는 "높은 전기/광 변환효율을 유지하면서 배열하는 레

이저 모듈의 수를 늘림으로써 고효율화가 가능하게 됐다"고 말했다.

이 프로젝트는 신에너지·산업기술 종합 개발 기구(NEDO)가 지난 97년부터 5개년 계획으로 실시하고 있는 '광계측·가공기술' 프로젝트의 일부를 도시바가 주관해 실시하고 있는 과제이다.

(www.jij.co.jp/news2)



광정보

새로운 자외선 광원들

미국과 일본의 과학자들이 개발한 두 개의 새로운 소자 덕분에 CD나 DVD는 더 많은 양의 데이터를 저장할 수 있을 것으로 기대된다.

미국 캘리포니아 버클리 대학의 미셸 황(Huang)과 그의 동료들은 산화아연 나노 와이어로 아주 작은 자외선 레이저를 만들었다.

한편, 일본 국립재료과학연구소의 사토시 고이즈미와 그의 동료들은 다이아몬드의 전기적 성질을 이용해서 자외선 광원을 만들었다. 이런 단파장 소자들은 초고밀도 광학 데이터 저장에 유용할 것이다.

광학 데이터 시스템들은 저장 매체로부터 정보를 읽기 위해 빛을 이용한다. 하지만 빛을 이용할 때는 “회절”이라는 근본적인 문제가 있는데, 이것은 빛의 파장이 길수록 빛

을 작게 집속하기 어려운 성질을 말한다. 빛의 파장이 짧으면 더 작게 집속할 수 있고, 그에 따라 저장 매체의 기록밀도를 높일 수 있다. 단파장 빛은 에너지 갭이 큰 물질에서 나온다.

Huang의 연구팀이 개발한 레이저는 사파이어 기판에 수직으로 성장시킨 평행한 산화아연 나노 결정들로 만들어졌다. 산화아연의 에너지 갭은 청색의 빛에 해당하지만, 이 나노 와이어가 다른 레이저에 의해 여기되면 전자와 정공(hole)의 쌍인 엑시톤(exciton)이 재결합하면서 파장이 385 nm인 자외선이 방출된다. 이 과정은 일차원 와이어에서 더 잘 일어나는데, 그 이유는 엑시톤들이 공간적으로 갇혀 있어서 더 쉽게 재결합하기 때문이다. 연구팀은 빛을

증폭하는 광학 공진기를 만들기 위해서 한쪽에는 나노 결정과 사파이어 기판의 경계면에 반사면을 만들고 다른 한쪽에는 나노 결정과 공기 경계면에 반사면을 만들었다.

고이즈미와 그의 동료들은 다이아몬드의 “간접 밴드갭”을 이용해서 소자를 만들었다. 이 에너지 구조는 실리콘과 마찬가지로 빛을 잘 방출하지 않는다. 하지만 연구팀은 pn 접합의 p층과 n층을 각각 보론(B)과 인(P)으로 도핑해서 이 문제를 해결했는데, 그 결과 파장이 235 nm인 자외선이 방출됐다. 이 파장 주변의 다른 파장에서도 약한 빛이 방출되는데, 고이즈미의 연구팀은 결정의 불순물들이 제거되면 이 파장들이 사라질 것이라고 믿고 있다.

(<http://physicsweb.org>)



광통신

고속 광통신용 디바이스 개발

피듀 대학의 엔지니어들은 광섬유를 통해 시그널을 전달할 때 시그널의 얽힘을 푸는 디바이스를 이용하여 인터넷을 더욱 고속화시키며 보다 강력하게 할 수 있도록 했다.

전기 및 컴퓨터 공학자인 웨이너(Weiner)교수는 “지금까지 누구도 이 기술이 다른 기능으로 쓰이도록 수정하지 못했었는데 이번 발견이

매우 중요한 의미를 갖는다”고 발표했다.

광통신 시스템에서는 머리카락 굵기의 광섬유를 통해 시그널이 전송되는데 100여 개의 채널을 통해 대용량의 데이터가 전송된다. 이렇게 많은 채널들이 함께 섞이게 되면 다시 그 얽힘을 푸는 것이 필요한데 이것을 “역다중화”라고 부른다. 이

와 같이 파장 혹은 채널을 분리시키는데 사용되는 디바이스를 배열된 도파관 그래팅이라고 부른다. 이것은 1~2인치 지름의 유리-실리콘 웨이퍼를 갖추고 있는 복잡한 광회로이다.

웨이너 교수팀은 이 디바이스를 이용해 단일 채널을 통해 전송되는 데이터 전송속도와 그 양을 크게 증

가시킬 수 있음을 시연했다. 이 장치는 한 개의 레이저 빛 펄스를 급격히 발화되는 21개 펄스로 변화시킬 수 있으며, 각 펄스는 1/2조 초 동

안에 분리된다. 이 속도는 현재의 상업용 광통신 시스템에서의 각 채널 전송 속도 보다 적어도 10배 이상 빠르다.

하나의 광 펄스가 통과하면 도관 관 그래팅을 통해 펄스의 덩어리가 생긴다.

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



광소자

LED 발광색 조절 기술 개발

오사카대학의 연구그룹은 발광다이오드(LED)의 발광색을 용이하게 조절할 수 있는 기술을 개발했다.

이온을 포함하는 플라스틱으로 LED를 덮어, 이온의 발광에 의해 나오는 색을 조절한다는 것이다. 대학의 성과를 산업화하는 기술이전기 관 등을 통하여 외과수술 시에 의사가 환부를 비출 때 사용하는 광원부착의 특수 가글 등 응용이 서둘러 진행되고 있다.

신기술은 희토류 착이온을 혼합한 투명한 플라스틱으로 LED를 덮는다. LED로부터의 광에 이온의 발광을 가하는 것에 의해 전체의 발광색이 조절된다. 예를 들면, 질화갈륨 인디움을 재료로 하는 백색 LED에서는 나오는 광에 적색성분이 거의

포함되어 있지 않기 때문에 빨간 물체의 재현이 나빴다.

연구그룹은 유로피움이라는 희토류 이온을 혼합한 플라스틱으로 LED를 덮었다. LED로부터 광의 에너지를 부여한 유로피움 이온 자신이 적색으로 빛나서 적색의 재현성이 높아졌다.

적색의 유로피움 이온 외에 녹색 성분을 높이는 데에는 루테튬 이온, 청색에는 세리움 이온이 각각 플라스틱에 혼합됐으며 그 유효성이 확인됐다. 혼합하는 이온의 종류에 의해 광의 3원색인 적, 청, 녹색이 사용되어 발광색이 조정됐다.

LED는 소형이고 광이 강하여 장수명인 특징을 갖지만 청색LED를 중심으로 같은 재료로 제조해도

결정구조에 미묘한 차이가 생기므로 발광색을 균일하게 갖추는 것이 어렵다.

발광색을 갖춘 LED의 가격이 높은 원인이 되고 있다. 신기술은 이러한 문제를 해결한 것으로 LED의 응용범위를 확대할 가능성이 있을 것으로 보고 있다.

의료현장에서는 전구 등에 의한 조명으로 수술 부위가 의사의 머리 그림자로 보기 어려웠다. 阪大의 연구그룹은 교토대학과 교토의과대학의 협조를 LED가 붙은 조명 가글을 시험 제작했으나, 혈관 등을 적색으로 볼 수 없었다. 연구그룹은 신기술을 사용한 특수 가글의 실용화를 목표로 하고 있다.



광원응용

유기발광소자 이용 디스플레이 개발

현재 몇몇 컴퓨터 디스플레이 제조업체들이 유기발광소자(organic light-emitting diodes: OLEDs)를

이용한 디스플레이를 시장에 선보일 준비를 하고 있다. 텍사스 Austin에 있는 시장조사 기업인 Display

Sear Barry Young에 따르면, 현재 30개 기업들이 OLED 디스플레이를 생산할 계획이다.

휴대폰과 개인 디지털 장치와 같은 휴대용 전자장치를 위한 가볍고, 색상이 선명하며, 절전적인 디스플레이에 대한 수요는 제조업자들이 액정디스플레이(LCD)의 대체물을 개발하도록 유도했다. LCD 화면은 생산 및 운영에 많은 비용이 든다. 그리고 액정은 자체적으로 빛을 발할 수 없기 때문에, LCD에는 분리된 발광체가 필요하게 된다. 이러한 요인은 비용 및 부피를 늘리는 요인으로 작용한다.

반면, 유기발광소자는 자체적으로 빛을 발산하기 때문에 분리된 발광체가 필요하지 않은 동시에 전력 소비도 LCD의 약 3분의 1만이 요구되는 등의 장점이 있다. OLEDs 장치는 복잡한 탄소 기반 분자인 유기 요소의 겹으로 구성되어 있으며, 전

기적 자극이 주어지면, 특별한 파장의 빛을 발산한다. 유기분자는 증발될 수 있으며, 적정 표면 위의 얇은 층에 압축시킬 수 있다. 그리고 생산 규모가 커지게 되면, LCD에 비해 제조비용이 절반 정도만 들게 된다.

OLEDs는 이외에도 다른 장점을 가진다. OLED를 통제하는 전류를 신속하게 켜짐과 꺼짐으로 전환시킴에 따라 스크린을 구성하는 픽셀도 빨리 모습을 변화시켜 스크린에 잔상을 남기지 않게 된다. 또한 각 픽셀을 통제하는 장치도 다른 것들과 절연되어 픽셀간의 간섭을 일으키지 않는다. 따라서 OLED는 고도의 선명성을 가지게 된다. 아울러 OLED의 가장 큰 장점은 소위 램버시안 발광체(Lambertian emitters)로 각 다이오드가 균등한 빛을 발산

하여 보는 각도에 관계없이 선명한 이미지를 볼 수 있게 하는 점이다.

이러한 장점들로 인해 OLEDs는 휴대용 장치에 사용하기 아주 적합하다. 가장 먼저 시장에 나타나는 제품은 3세대 휴대폰 스크린 장치이다. 많은 기업들이 여기에 적합한 소형장치를 개발하고 있다. 모토롤라의 경우 이미 Timeport 전화기 라인에 일본의 Pioneer 전자가 생산한 OLED 제품을 부착했다. 그리고 뉴욕 Hopewell Junction에 있는 eMagin사는 인터넷장치와 휴대용 컴퓨터를 위한 시장의 시각에서 소형 OLED 스크린을 개발하고자 노력하고 있다.

(www.economist.com/science)



광정밀

색상 변화시키는 레이저

마치 스프링 같이 움직이는 나선형 액정(liquid crystal)을 이용한 레이저가 독일-미국 공동 연구팀에 의해 개발됐다.

레이저에 사용된 나선형 액정에 스트레스를 가하면 스프링처럼 반응하기 때문에 레이저의 색상이 변한다. 스트레스를 가하기 전의 색상은 원래 녹색이지만 액정분자가 펼쳐지도록 스트레스를 가하면 붉은색 쪽으로 변한다.

독일 알베르트-루드비히 대학(Albert-Ludwigs University in

Freiburg)의 하이노 핀켈만(Heino Finkelmann) 연구팀이 개발한 이 레이저는 광원의 파장을 조절이 가능하기 때문에 광섬유케이블(fibre optic cables)을 이용해 다양한 파장의 빛을 전송하는 광통신 산업에 막대한 영향을 끼칠 것으로 기대된다.

모든 분자가 한 평면에 존재하는 액정을 콜레스테릭 액정(cholesteric liquid crystal)이라고 한다. 액정분자들이 형성한 평면이 연속적으로 이어질 때 이전의 평면에 대해 약간씩 회전된 상태로 어긋나면 일련의 평

행한 나선이 형성된다. 그리고 이 회전이 완전히 한바퀴를 돌아 360도가 되는 나선의 길이를 피치(pitch)라고 한다.

빛이 액정의 나선축을 따라 조사되면 빛이 강하게 반사되는데, 반사되는 빛은 피치와 정확히 일치하는 매우 좁은 영역의 파장이 된다. 액정에 형광 염료(fluorescent dye)를 첨가하면 반사되는 파장의 빛을 이용해 레이저를 발생시킬 수 있다. 이때 사용하는 형광 염료는 액정에 의해 반사되는 빛의 파장과 동일한 파장

의 빛을 방출하는 것이어야 한다. 레이저로 액정의 이러한 구조를 자극하면 액정의 방출 양상이 변하고 염료가 방출하는 레이저 빛의 파장은 '반사밴드(reflection band)'의 언저

리 값에 해당한다.

핀켈만 연구팀은 이러한 효과를 이용해서 실제로 레이저를 발생시키는데 성공했다. 대부분의 레이저에는 빛을 증폭시키는 역할을 하는

광공진기(optical cavity)를 이루는 거울이 있다. 하지만 핀켈만 연구팀이 개발한 레이저는 액정이 이러한 역할을 대신한다.

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



광통신

NTT 새로운 광스위치

일본전신전화(NTT)가 고속으로 대용량 정보를 송신할 수 있는 광통신용 기간부품을 개발했다고 '일본경제신문'이 보도했다.

NTT가 이번에 개발한 부품은 빛의 진로를 바꿔주는 광스위치로 기존 방식과는 달리 신호를 전기로 변환할 필요가 없으며 1초에 디지털 다기능디스크(DVD) 25장분에 상당하는 1테라비트 이상의 통신을 실현한 것이 특징이다. 이 부품은 작동 안정성도 확보돼 NTT에선 2년 이내 실용화될 수 있을 것으로 기대되고 있다.

기자국의 광통신교환기에 사용되는데 이 스위치는 16개의 광파이버를 통해 들어온 광신호를 그대로 스위치 안의 광회로로 진행 방향을 바꿔 16개의 출력용 광파이버로 보낸다. NTT 연구진은 실제 신호를 바꾸는 실험에서 최대 초당 4테라비트의 통신에 대응하는 것을 확인했다.

현재 광파이버 통신에서는 빛의 신호를 분기점에서 일단 전기로 변환한 뒤 반도체 회로 안에서 경로를 바꿔 다시 빛으로 변환해 송신하는 방식이 사용되고 있는데, 반도체 동작속도에 제약이 있어 초당 수백 기가비트 정도의 데이터 전송이 한계다. 이 때문에 병렬한 복수의 회로로 신호를 처리하고는 있지만 앞으로 5년 이내 도래하는 본격적인 광통신 시대에는 대응하기 어려울 것으로 지적돼 왔다.

이에 대해 NTT의 새 광스witch는 모든 빛을 그 상태 그대로 전환하기 때문에 제약이 없고, 현재의 광통신망 속도를 대폭 늘려도 사용할 수 있다. NTT 연구진은 '초당 수십 테라비트에도 대응할 수 있다'고 밝히고 있다.

이 광스switch는 광 회로를 실리콘 기판 위에 석영유리로 만들어 회로 일부를 극소의 히터로 가열해 온도

에 따라서 빛의 진로가 바뀌는 현상을 이용하고 있다.

현재 미국 루슨트테크놀로지사는 극소의 거울로 빛을 반사시키는 방법을 연구하고 있으며 미국 애질런트테크놀로지는 광파이버의 흠에 기름을 채워 그 상태의 변화로 방향을 제어하는 방법을 이용하는 광스switch를 연구중이다. 그러나 NTT는 '열을 이용한 방식이 가장 안정성이 있고 실용적'이라고 주장한다.

광스switch 수요는 오는 2003년 전세계에서 350억~400억엔에 이르러고, 이후는 훨씬 빠른속도로 팽창할 것으로 예상되는 유망부품이다.