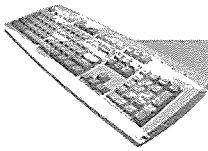




해/외/광/산/업

## 신기술정보

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



광소재

### 광학 그래픽 형성의 새로운 시스템 개발

중국 과학자들이 최근 大視覺(대시각), 초점을 맞출 필요가 없는 등 선진 기능을 가진 광학 그래픽형성 시스템을 개발하였다. 이 성과는 광학연구의 새로운 영역을 개척한 것으로 평가되며, 항공, 국방, 민용, 의학 등 여러 영역에서 광범위한 응용이 가능할 것으로 전문가들은 전망하고 있다.

이 성과의 제목은 "이원광학반구시장형상기술(二元光學半球視場成像技術)"로 중국 절강대학의 광전신식공정계(光電信息工程係)에서 4년간의 노력을 거쳐 개발된 것이다. 연구팀 담당자인 양국광(楊國光)교수의 설명에 의하면 본 기술은 상규적인 광학시스템 그래픽형성원리와 부동한 새로운 그래픽형성기술을 채용하였는데 2차

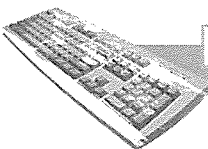
원 광학과 半球(반구) 그래픽형성시스템을 결합하여 대시각 癡視(응시)를 얻었고 구조가 더욱 콤팩트 할 뿐만 아니라 초점을 맞출 필요가 없이 선명한 그래픽을 얻을수 있다고 한다.

이 시스템은 공간광학, 해양광학 등 영역에서 사용하게 되면 렌즈를 돌리지 않고도 170도이내의 그래픽을 얻을수 있는데 자동적으로 대기, 바다물 등 환경영향인소를 제거하여 정확하게 목표를 잡을수 있다고 한다.

주요 학과의 첨단기술연구인 이 항목 연구는 1998년 1월, 중국 국가 자연과학기금의 하이테크 중점항목으로 선정된 이래 지금까지 이론과 기술에서 성과를 거두었다. 연구팀에서는 이 연구에 대해 국내외 첨단 학술지에 18편

의 논문을 발표하였다. 또한 2대의 광학반구 그래픽 형성 의거 샘플과 "극좌표 직접 레이저 기억시스템"을 제작, 중국 레이저 조각기술의 발전을 앞당겼다.

이번 연구성과는 이미 중국 국가자연과학기금위원회에서 조직한 전문가 감정을 통과하였다. 전문가들은 이 항목이 첨단성과 혁신성을 띤 높은 수준의 기초 응용연구이며 이 시스템의 개발은 공간과학, 로봇의 시각 및 내규(內窺, inner peep)광학의 관련 응용에 튼튼한 기초를 닦았으며 항공, 국방, 민용, 의학 등 많은 영역에 광범한 응용 전망이 있다고 하였다.



광통신

### 광 극성을 이용한 통신

섬유 광학(fiber optics)을 이용한 새로운 통신 방법이 ONR(Office of Naval Research)에 의해 개발됐다. 전자기파장의 진폭(amplitude) 및 주파수(frequency)가 아닌 신호를 전송하기 위한 파장의 극성(polarization, 편광)을 이용한 방법은 섬유광 라인을 통한 보안상 안전한 통신을 위한 새롭고 훌륭한 수단을 제공할수 있다.

빛이나 라디오파와 같은 전자기파는 진폭(신호파의 크기)과 주파수(초당

신호가 하나의 파를 이루는 빈도) 및 극성(신호가 이동하는 평면)을 가지고 있다. 진폭과 주파수의 변화는 신호를 전달하기 위한 수단으로 오랫동안 이용되어 왔었다. 예를 들면, AM 라디오는 라디오파의 진폭 변화를 이용한 것이고, FM 라디오는 신호의 주파수 변화를 이용한 것이다. 그러나 극성은 지금까지 자세히 연구되지 않았다.

ONR의 지원을 받고 있는 물리학자인 Gregory VanWiggeren(Georgia

Tech)과 Rajarshi Roy(University of Maryland)는 광 극성의 파동 상태를 이용해서 섬유광을 통한 통신에 대한 독창적인 방법을 시연했다. 이전의 방법과는 달리, 데이터를 인코딩하는데 광 극성의 상태가 직접 사용되지 않았다. 대신 메시지는 특별한 종류의 레이저광을 변조하며, 에르븀이 도핑된 섬유 링 레이저를 사용했다. 에르븀은 광 신호를 증폭하고, 링 레이저는 메시지를 전달하는 역할을 한다. 링 레이저에

서 레이저 광은 링 모양의 통로로 움직이지만, 빛은 링으로부터 갈라져서 섬유 광 케이블을 통해 전송된다.

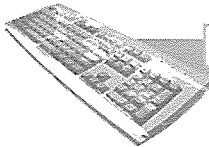
광 섬유의 비선형성은 극성의 혼돈스러운 변화를 일으키며, 신호는 발생되는 혼돈의 변조를 위한 입력요소이다. 이 신호는 상대적으로 작은 진폭을 가지며, 이 광 신호 빔은 분리되어, 일부는 통신 채널을 거쳐 수신기로 전달된

다. 수신기는 수신된 신호를 두 부분으로 나누고 이들 중 하나는 약 239나노초-신호가 링레이저를 한 번 도는데 걸리는 시간-만큼 지연시킨다. 수신된 신호는 극성을 측정함으로써 광이 지연된 시간과 비교된다. 이 과정을 통해, 혼돈스러운 변동 부분은 제거되고 신호부분만 남게 된다.

“이것은 잡음 내에 신호를 숨길 수 있

는 아주 효율적인 방법이다. 이는 또한 극성을 직접 인코딩하는데 대한 명확한 이점을 제공한다. 즉 도청자에게는 혼돈스러운 잡음신호만 얻을 수 있게 할 뿐 신호를 추출하기 위한 어떤 방법도 제공되지 않는다”고 ONR의 연구책임자인 Mike Shlesinger는 말했다.

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



## 광정밀

## 표면처리용 고출력 다이오드 레이저

고체레이저 설계, 제작에서 선구자인 미주리주 브리지톤시의 누보닉스는 특수한 요구에 부합하는 생산과정을 발전시키는데 필요한 솔루션을 가지고 있다. 이 회사의 전문기술은 레이저 열처리, 레이저 클래딩, 레이저 표면 처리를 포함한 다양한 레이저 응용에 초점을 맞추고 있다.

플레임, 유도 표면변형 경화 기술과 비교하여 분명 유리한 점이 있는 레이저 변형 경화를 이용하면 재료의 일그러짐이 무시할 수 있을 만큼 작게 표면을 경화할 수 있다. 플레임 경화는 재 생산성, 냉각(quench), 환경 요인이 좋지 못하다. 유도 경화에는 냉각이 필요하고, 부품의 일그러짐이 일어나며 열 침투가 크다.

레이저 빔 경화를 이용하면 공급된 빛이 광학적으로 정의된 영역 밖으로 빛의 흩뜨림 없이 순간적으로 표면을 가열한다. 재료 자체가 표면으로부터 열을 추출하기 위한 열 흡수체로서 작

용한다. 레이저 표면 처리의 유리한 점은 정밀한 표면 경화 깊이를 가지면서 가공 속도가 빠르다는 것이다. 레이저 표면 변형 경화는 내구성 저항(wear resistance)을 증가시킬 뿐만 아니라, 어떤 조건에서는 피로 강도가 제품 표면 위에 유도된 압축 응력(compressive stress)에 따라서 증가한다.

이 회사의 고출력 다이렉트 다이오드 레이저(high-power direct diode laser, HPDDL)는 레이저 변형 경화를 위한 이상적인 공급원이다. 짧은 축을 따라서 제품을 가로질러 이동할 때, 가령 Nd:YAG 레이저에서 필요한 특별한 실린더형 렌즈 없이도, 이산화탄소 레이저에서 필요한 수냉 집적기가 없어도 광선이 작용하는 범위를 고정밀도로 정의할 수 있다. 805 nm 파장에서 흡수력이 대단히 좋기 때문에 흡수를 위한 제품의 예비 코팅이 필요 없다.

HPDDL과 그 독특한 빔이 또한 클래딩 작업을 위한 고효율의 장비를 제공

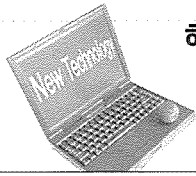
한다. 클래딩에서 HPDDL을 이용하면 주사(scanning)장치가 없이 제어할 수 있는 폭을 갖는 피복(clad)을 생산하는 독특한 라인을 구성할 수 있다. 이산화탄소와 Nd:YAG 레이저는 빔 직경이 작기 때문에 피복이 덮인 영역 전체를 주사해야만 한다. HPDDL의 짧은 파장 레이저는 재료 속에서 더 잘 흡수되기 때문에 가공 속도를 더 빨리 할 수 있다.

레이저 클래딩은 또한 플라스마 클래딩 가공보다 몇 가지 유리한 점들을 갖고 있다. 레이저 클래딩 기관은 미세 균열(micro-crack)이 없고, 플라스마 클래딩 과정에서 전형적으로 발생하는 기공(pore)도 없다. 또한, 코팅이 균일하고 플라스마 가공처럼 수작업이 필요하지 않다.

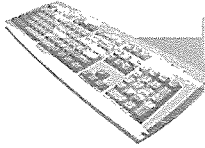
연락처: 877/209-7755

[www.nuovonyx.com](http://www.nuovonyx.com)

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



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



광원

선명한 색의 유기EL 개발

일본의 후지전기는 차세대 박형 디스플레이의 유력한 후보인 유기EL(일렉트로 루미네센스) 표시장치로, 색의 선명도를 약 30% 높은 새로운 타입을 개발했다.

종래형에 비해서 수명은 3-4배나 된다. 공정수 등이 줄어드는 만큼, 대량생산도 용이해지며, 제조 비용의 약 30% 절감을 기대할 수 있다. 3년 후를 목표로 생산을 시작한다.

새로운 타입은 3층구조이다. 우선 전극표면의 전체에 청색의 유기발광층을 증착시킨다. 다음에 반도체의 미세 가공기술을 이용해서, 청색광을 적색광과 녹색광으로 변환하는 층을 특정 장소에 형성한다. 최후에 빛의 파장을

정비해 색의 순도를 높이는 층을 전체적으로 반복해서, 색을 선명하게 했다.

증착공정이 1회로 끝나는 데에다, 3원색의 구분을 광 패턴의 새김으로 가능해지기 때문에, 위치가 엇갈리는 일은 거의 발생하지 않는다. 이에 따라 3원색의 각 발광영역을 서로 1-2마이크로(마이크로는 100만 분의 1)미터까지 접근시킬 수 있다.

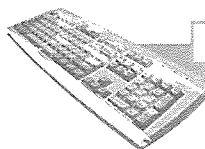
종래형에서는 3원색에 맞춘 발광층을 별도로 증착해서 만들고 있었기 때문에, 정밀한 위치 맞추기가 어려웠으며, 3원색의 각 발광 영역의 배치를 20 마이크로미터 이하로 좁힐 수 없었다.

3인치 사이즈로 26만 색 대응의 액정 표시장치를 시작해서, 기술의 실용성

을 확인했다. 액정을 비추고 있을 때와 그렇지 않을 때의 밝기의 차이(콘트라스트 비율)는 종래형이 81대 1이었지만, 신형은 107대 1로 향상되었다. 그만큼 색의 선명도가 증가하게 된 것이다.

같은 휘도로 표시하는 경우의 소비전력은 약 30% 줄어들었다. 수명은 3-4배로 증가된 반면, 제조 비용은 30% 절감을 기대할 수 있다고 한다. 금후에는 소비전력을 더욱 절감시키는 것과 화질의 향상, 고도의 정밀화 등에 연구해 나간다.

(닛케이산업신문)



광정밀

최초의 질화갈륨 나노와이어 레이저

미국의 연구자들은 최초의 질화갈륨 나노와이어 레이저를 개발했고 이 결과를 Nature Material지 최신호에 발표하였다.

캘리포니아 대학교 연구팀은 자외선을 방출하는 초미세 질화갈륨 나노와이어 레이저는 단일칩 실험실 시스템과 고밀도 자료저장에 사용될 수 있을 것이라고 말한다.

연구자 Peidong Yang은 “이 연구는 산화아연 나노와이어 레이저 연구의

연장입니다. 질화갈륨 장치들은 대개 단면이 100나노미터 정도 됩니다. 기존의 장치들은 반드시 2차원이어야 했지만 이러한 나노와이어 레이저들은 1차원입니다.”라고 말했다.

질화갈륨은 넓은 밴드갭을 갖는 반도체로 자외선을 방출하는 LED와 레이저 다이오드의 기반이 된다. 지금까지 나노와이어 구조물에서의 빛의 방출은 관측하기 매우 어려웠지만 미세 공정 기술의 발전 덕분에 연구팀은 질화

갈륨 나노와이어와 필름 모두에서 빛의 방출을 관측할 수 있었다.

그들은 레이징을 유도하기 위해 펄스형 광 파라미터릭 증폭기의 4배 진동수(290-400 나노미터)를 사용해 질화갈륨 나노와이어를 광학적으로 펌핑했다. 이러한 들뜸에 의해 나노와이어에 전자와 홀의 플라즈마가 생성된다. 이것들은 밴드갭을 가로질러 재결합하면서 360-400나노미터의 파장을 가진 자외선 광자를 발산한다.

Yang은 “나노와이어 자체는 Fabry-Perot 공동(cavity)으로 작용하며 또한 광증폭에 필요한 이득매질로 작용합니다. 와이어의 끝은 유도 방출에 필요한 거울의 역할을 합니다”라고 설명했다.

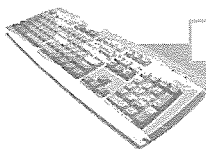
Yang과 동료들은 현미경을 이용해 레이저 모드의 특성을 조사했다. Yang에 따르면 와이어의 끝에서 방출되는

밝은 빛은 도파관의 특성을 보여주며 공동 모드는 whispering gallery 모드(역자주: 벽을 따라 진행되는 모드)가 아니라 Fabry-Perot 모드임을 보여준다.

Yang은 “들뜸 에너지가 증가하면서 방출되는 빛에서 강한 적색편이가 관측되었습니다. 이것은 전자-홀 플라즈마 메커니즘이 상온에서의 레이저

이득에 주요 원천이라는 생각을 뒷받침해주는 것입니다. 연구의 다음 단계는 전자 주입 형태의 레이저를 만드는 것입니다. 이것은 본질적으로 나노와이어를 사용한 레이저 다이오드입니다. 우리는 현재 이 연구에 적극적으로 매달리고 있습니다”라고 말했다.

(<http://nanotechweb.org>)



광정보

## 청색 레이저 DVD 규격 경쟁

도시바와 NEC는 최근 새로운 차세대 DVD 포맷을 개발하고 있다. 이 포맷은 제조 비용을 줄일 수 있지만, 소니 등 다른 업체들이 제안하고 있는 규격과는 상호 호환성이 없다.

도시바의 홍보 담당자는 자사가 계획하고 있는 대용량 청색 레이저 DVD 규격이 기존의 적색 레이저 DVD와 호환성이 좋기 때문에 더욱 바람직하다고 밝혔다. 이 규격은 빠르면 내년 초에 상품화될 것으로 보인다. 이 포맷은 소니나 마쯔시다 등이 발표한 청색 레이저 DVD 규격인 "Blu-ray Disc"와 상호 호환성은 없지만, 도시바는 현재 Blu-ray 기술을 계속 개발하고 있으며, 앞으로도 이 규격을 계속 지원할 가능성이 있다.

도시바의 홍보 담당자는 청색 레이저 DVD 기술이 기존의 DVD와 상호 호환성을 유지한 채 시장에 등장하는 것이 좋다고 말했다. 그녀는 이 청색 레이저 기술이 서로 경쟁 관계에 있다고 볼 수

만은 없다고 덧붙였다. 즉, Blu-ray 포맷이 최종적으로 청색 레이저 기술에 관한 업계 표준이 될 가능성도 있다고 그는 시사했다.

일본 가전업체들은 청색 레이저 DVD 기술에 큰 기대를 걸고 있다. 청색 레이저는 적색 레이저보다도 파장이 짧기 때문에, 청색 레이저 DVD는 기존의 DVD보다 수 배의 데이터를 기록할 수 있다. 일반 고화질 TV 영화 1편을 DVD 1매에 저장하는 것이 가능하다.

한편, 도시바는 지난 2월 Blu-ray 컨소시엄 결성에 참여하지 않았다. 소니의 홍보 담당자는 자사의 Blu-ray에 대한 입장은 바뀌지 않을 것이며, 도시바와 NEC의 DVD 포맷이 Blu-ray를 업계 표준으로서 책정하는데 위협이 될 것인가에 관해서는 논평하지 않았다.

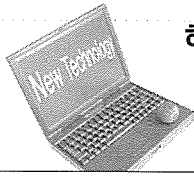
적색 레이저 DVD 레코더 규격에 있어서 업계는 분할됐는데, 이 때문에 DVD 레코더 시장의 성장이 방해 받았

다. 하지만 최근 DVD 레코더의 매출은 좋아지고 있다. 청색 레이저를 사용한 DVD 플레이어 및 레코더 규격에서도 분할되지 않아야 한다고 업계 관계자들은 말했다. 이들 제품은 빠르면 내년 초에 출시될 전망이다.

도시바와 NEC는 자신들의 규격을 채택하면, 업체들은 기존의 DVD 공장 및 제조 장비를 사용할 수 있기 때문에 상당한 비용을 절감할 수 있다고 밝혔다. 또한 청색 레이저 디스크와 적색 레이저 디스크 모두를 수용할 수 있는 DVD 플레이어 및 레코더를 만드는 것도 가능하다.

한편, Blu-ray 컨소시엄에 참여하고 있는 업체로는 일본의 히다치와 파이오니어, 샤프가 있으며, 한국의 삼성전자와 LG전자, 네덜란드의 필립스, 프랑스의 톰슨 멀티미디어 등이 있다.

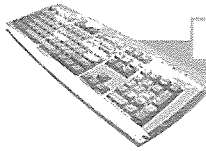
(<http://www.reuters.co.uk>)



해/외/광/산/업

## 신기술정보

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



광원

### GaAs/GaN<sub>P</sub> 발광 다이오드 개발

나고야대학 공학연구과의 다케다 교수팀은 희토류 원소인 어븀(Er)과 산소를 함께 첨가한 갈륨-비소(GaAs)/갈륨-인듐-인(GaN<sub>P</sub>) 발광 다이오드(LED)를 제작하여 전류주입에 의해 빛을 발생시키는데 성공했다. LED의 제작도, 전류주입에 의한 발광도 처음이다. 어븀과 산소를 함께 첨가한 GaAs/GaN<sub>P</sub> 반도체가 신규 반도체 레이저나 광증폭기 등에 응용될 것이라고 한다.

다케다 교수팀은 모든 원료에 유기금속을 이용하는 유기금속 기상 에피택셜법으로 LED를 제작했다. GaAs층, GaN<sub>P</sub>층의 제작법은 이미 확립되어

있었고, 어븀과 산소를 함께 첨가한 GaAs층을 제작하는 것이 이번 개발의 포인트이다.

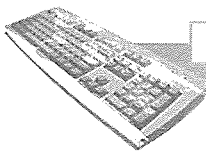
이 교수팀은 함께 첨가한 GaAs층의 구조에 대해서 갈륨이 부분적으로 에르븀에 옮겨져, 어븀에 2개의 산소원자와 2개의 비소원자가 배위하는 「Er-2O중심」인 것을 밝히고 있다.

어븀과 산소를 함께 첨가한 GaAs층의 제작을 위해 액체상태로 이용되는 유기 어븀 원료 3종을 새롭게 개발했다. 이를 통해 유기금속 기상 에피택셜법으로 LED의 일관 제작이 가능하게 되었다. 보통의 GaAs층을 성장시키는 온도보다 낮은 540~580℃에서 제작

했다.

현재의 반도체 레이저는 III-V족 반도체 기술을 기초로 하고 있지만, 주변 환경의 온도변화에 수반하는 발진 파장의 변동을 피할 수 없기 때문에 항온 장치가 불가결하다. 이에 반해 어븀은 광통신에 이용되는 1.5 마이크로 미터의 파장대역에서 발광하고 게다가 온도변화의 영향을 받지 않는 것이 알려져 있었다.

이번 성과는 나고야에서 개최된 「2002년 국제 고체 소자·재료 컨퍼런스(SSDM2002)」에서 발표되었다. (<http://www.nw21.nikkan.co.jp>)



광소자

### 히다치, 새로운 구조의 광소자 개발

일본 히다치제작소는 최근 전송속도가 기존의 약 4배인 매초 10기가(기가는 10억)비트의 고속 광파이버 통신용 고성능 광소자를 개발했다고 발표했다. 빛 송수신장치의 비용은 약 절반으로 억제될 수 있다.

개발된 것은 냉각이 불필요한 반도체 레이저 발광소자와 감도를 약 10배로 높인 수광소자이다. 새로운 소자는 통신수요의 증가가 예상되는 대도시 근교 등의 광통신망용으로 실용화된다.

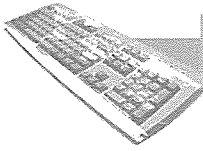
기존 반도체 레이저는 고온에서는 발

광부분 이외에 전류가 새는 문제를 안고 있었지만, 새로운 소자는 섭씨 약 85도의 고온에서도 전류를 누설하지 않고 안정적으로 동작한다. 냉각장치가 불필요한 만큼 비용이 줄어든다.

고온에서도 발광층에 대량의 전류를 흐르게 하는 인지움, 갈륨, 알루미늄, 비소의 반도체층이 도입됐다. 레이저 발광부분을 전기 저항이 강한 별도의 물질로 둘러싼 구조도 만들어졌다. 실험에서는 섭씨 85도에서 50시간 이상 안정된 동작이 확인됐다.

수광소자에는 수신한 빛을 증폭하는 광 다이오드에 인지움, 알루미늄, 비소의 반도체층이 채용됐다. 이에 따라 빛을 받지 않을 때에도 흐르는 미소 전류가 억제되어 미약한 빛에도 감도 좋은 반응이 나타났다. 수광소자 내부에서 효율 좋게 증폭시킬 수 있기 때문에 증폭기를 통과할 필요가 없어지며, 회로가 간단해졌다.

(닛케이산업신문)



## 광정밀

### 영국 NanoVia 사의 레이저 기반 반도체 웨이퍼 절단 기술

NanoVia LP는 레이저 기반 반도체 웨이퍼 절단 공정의 효율을 개선하기 위해 확실하게 잘라주는 광학적 빔 방출 시스템을 개발했다고 발표했다. 현재 특허 출원중인 이중과 삼중 파장 기술을 이용한 MultiDice 플랫폼은 첫 번째 층의 물질, 낮은 k 유전체 그리고 부식되기 쉽거나 특정한 레이저 파장의 손상에 의한 위협이던 이 중 하나인 다른 코팅을 우선 제거한다.

NanoVia 사의 가장 최근의 광학 시스템인 MultiDice는 복합 UV(자외선)과 IR(적외선) 파장을 가진 레이저로 활용될 것이다. 현재 테스트들은 레이저

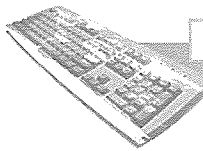
판매자에 의해 개발될 더 새로운 높은 출력 레이저로 약 100% 계획된 목표를 가지고 있는 현재 절단 방법을 능가하여 60%의 증가된 가능성 있는 효율을 보이고 있다.

미국과 아시아에 있는 HDI 로드맵을 유지하기 위한 극단적인 초스피드 공정 즉, 구체적으로 말하면 IC 패키징 공정을 위해 예상되는 필요성에 NanoVia 사는 HDI 시장의 요구에 맞추기 위한 새로운 기술의 개발을 최우선 사항으로 만들었다.

그 MultiDice 기술은 NanoVia 사의 가장 최근의 HyperVia 기술을 포함하는

마이크로 천공, IC 메모리 수리 그리고 SMD(surface mounted device, 표면 실장 소자) 트리밍을 위한 특허 등록되고 출원 중인 광학 시스템의 NanoVia 사의 현재 선상으로부터 존재하는 요소의 부분을 활용하는 결합된 설계이다.

NanoVia 사는 마이크로 일렉트로닉스 패키징, 전기 통신 그리고 마이크로 시스템 시장을 위하여 자동화된 제조 설비, 광학 시스템 그리고 조립/제작 공정을 개발하고, 설계하고 짓고 있다. (<http://om.pennnet.com/Articles>)



## 광통신

### 구별할 수 없는 단일 광자를 SQD로 발생

일본과학진흥사업단(JST)은 지난 10월 9일, 단일 양자 점(SQD) 반도체를 이용해서 양자 암호통신의 중계에 빠뜨릴 수 없는 「구별할 수 없는 단일 광자」를 임의의 순간에 발생하는데 처음으로 성공했다고 발표했다.

이 결과는 JST의 국제공동연구인 양자물성 프로젝트(아마모토 요시히사 스태نفোর্드대 교수, 서지 아로슈 프랑스타테시나 대학 교수)가 NTT의 물성 과학 기초연구소의 협력을 얻어 실현했는데, 10월 10일자 영국 과학잡지 「네이처」에 발표되었다.

양자암호 통신에서는 도청이 원천적으로 불가능하다는 이점의 이 있지만 중계나 증폭할 수 없는 것이 결점이다. 20킬로미터 이상의 장거리 통신에 적용할 수 없고, 실용상의 벽이 있었다. 양자통신의 기본인 0과 1이 동시에 존재하는 양자 비트를 충실히 중계하기 위해서는 주파수와 위상이 모두 모인 「구별할 수 없는 단일 광자」의 발생이 필요하다.

동 프로젝트에서는 SQD에 광펄스를 맞춰 마지막에 방출되는 광자가 정해진 파장으로 발광하는데 주목하고, 이

마지막 광자만을 필터를 통해 단일 광자로서 꺼냈다. 그러나 이 단일 광자의 펄스폭은 길고 위상이 사라져 버리는 문제가 있었다.

여기에서 SQD를 반도체 미소 공진기 중에 가두는 것으로 단일 광자의 펄스폭을 5분의 1로 줄여 주파수가 일정하고 펄스폭 내에서 위상이 흐트러지지 않는 「구별할 수 없는 단일 광자」가 발생하는 것을 확인했다. 양자 중계나 양자 컴퓨터에의 응용을 목표로 한다.

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