

세상에서 가장 작은 광결정 레이저 개발

KAIST 자연과학부 물리학과 이용희 교수

과 학기술부와 한국과학재단은 최첨단 극미세 반도체 레이저 분야에서 ‘광결정 단세포 레이저 공진기’의 세계적 권위자로 인정받고 있는 KAIST 자연과학부 물리학과 이용희 교수를 ‘이달의 과학기술자상’ 2005년 2월 수상자로 선정했다고 밝혔다.

KAIST 물리학과 이용희 교수가 이끄는 과기부 지원 나노레이저 국가지정연구실은 세상에서 가장 작은 100만분의 1m 크기의 광결정 레이저를 개발하였다. 이 레이저는 특수한 구조로 된 반도체

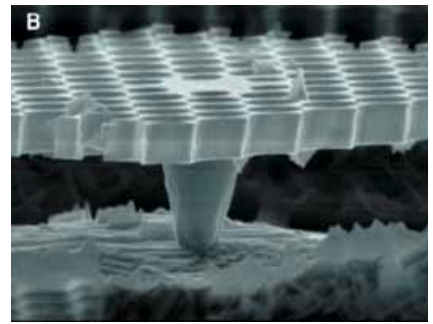


기판에 아주 적은 양의 전류를 흘려주면 빛이 증폭돼 발생하는 것으로, ‘전기만 연결하면’ 레이저를 구동할 수 있게 돼 관련 학계로부터 ‘실용화의 첫걸음’이라는 평가를 받고 있다.

‘자연의 기발한 발명품’으로만 여겨졌던 광구조, 특히 광결정은 통제하기 어려운 빛을 길들이는 데 적격이어서 최근 과학자들의 주목을 받아 왔다. 광결정은 두 가지 물질이 주기적으로 배열돼 파장의 빛을 100% 반사되게 할 수 있는 특이한 성질을 가지고 있다. 이런 특성을 잘 이용하면 작은 공간에 빛을 교묘하게 구속시켜서 신개념의 레이저를 만들 수 있다.

이런 아이디어를 갖고 2004년 9월, KAIST 물리학과 이용희 교수와 박홍규 박사팀은 광결정을 기반으로 하는 물리적으로 구현 가능한 가장 작은 레이저인 극미세 단세포 레이저를 세계최초로 구현시켰으며, 미국 과학저널지인 사이언스에 ‘전기로 구동되는 단세포 광결정 레이저의 실험적 구현’이란 제목의 논문을 발표하였다.

광결정 레이저는 빛이 생성되는 공간을 매우 작게 만들 수 있기 때문에 매우 적은 에너지만으로도 작동할 수 있는 장점이 있다. 광결정 레이저는 크기가 대략 100만분의 1m (머리카락 굵기의 1/100 정도)에 지나지 않아서 빛의 파장보다도 작을 뿐 아니라, 전기로 직접 구동되기 때문에 그 동안 적용이 어려웠던 초고속, 고효율의 광



전류구동 광세포 단결정

통신과 광컴퓨터 등 광전자 기반 기술에 활용이 가능한 차세대 레이저로 각광 받고 있다.

현재까지 알려진 바로는 광결정 안에 있는 발광물질이 빛을 내도록 하기 위해서는 다른 레이저로 발광물질에 빛을 쬐는 광펌핑 과정이 필요했다. 그러나 광펌핑 과정을 거치게 되면 복잡한 이중 장치가 들어가게 되어서 실제적으로 상업적 응용이 불가능하다. 전기로 구동되는 광결정 레이저 구현의 핵심기술은 작은 전류가 통하는 길이다. 이 길은 광결정

의 특징을 훼손시키지 않고 단지 전류만 흐를 수 있도록 구조의 대칭점에 매우 작게 제작돼 있다. 전기로 구동되는 광결정 레이저는 하나의 광자만을 만들 수 있는 ‘단일 광자원’의 가능성을 열어주고 있다. 단일 광자원은 빛 입자, 즉 빛 알갱이를 하나씩 만들어 통신에 활용할 경우 도청이 절대 불가능하다.

이용희 교수는 “이 극미세 레이저를 바탕으로 전류를 아주 약하게 흘려 빛 알갱이인 광자가 하나씩 나오는 레이저 충이 등장하면 비밀 광통신이 가능해질 것”이라며 “광자를 하나씩 보내면 도청을 시도할 때 광자의 상태가 바뀌기 때문에 도청이 불가능하다”고 말했다. 비유적으로 설명하면 처음에 구슬 상태의 광자를 하나씩 보냈을 때 누군가가 도청을 시도하면 구슬 상태가 깨지면서 전혀 다르게 바뀐다. 도청하는 사람은 잘못된 정보를 얻을 뿐 아니라 도청 여부도 금방 들통이 난다.

현재의 통신은 전파든 빛이든 다발 형태로 신호가 전달된다. 예를 들어 신호의 크기로 정보를 보낸다고 할 때 신호의 일부만 빼내면 도청이 가능하다. 또 도청된 신호는 진폭이 다소 줄어들지만 도청 여부를 판단하기가 쉽지 않다. 따라서 광결정 레이저는 앞으로 도청이 불가능한 초고속 광통신 구현에 핵심 소자로 대두될 것으로 예상된다. ㉞