

고효율 덴드리머형 광증폭 나노 소재 개발



고려대 신소재화학과 김환규 교수

과학기술부와 한국과학재단은 ‘고효율 덴드리머형 광증폭 나노 소재의 개발과 신탐성법’을 정립하고 ‘에너지전달 메커니즘의 새로운 원리규명’에 성공한 고려대 신소재화학과 김환규 교수를 이달의 과학기술자상 수상자로 선정했다고 밝혔다.

김환규 교수는 광정보·통신 산업에 있어 재료 혁명 및 꿈의 물질로 인식되고 있는 ‘고효율 덴드리머형 유기 광증폭 나노소재’를 세계 최초로 개발하였다. 이 소재는 광합성시 엽록체가 빛을 흡수·전송하는 집광 효과를 엽록체 대신에 유기 발색단에 도입시킨 것이다. 초고속 광대역 정보·통신 분야에서 대용량 광통신과 정보처리 초고속화를 구현하기 위해 파장분할 광교환 소자기술에 광증폭 기능을 집적시킨 광증폭 집적소자의 개발이 절대적으로 요구되고 있다. 김 교수는 이번 소재 개발로 현재 광증폭 집적소자 기술에서 가장 큰 문제점인 최상의 광증폭 특성을 발현하는 고효율 광증폭 나노소재 개발에 돌파구를 제시하였다.

김 교수는 “고이득 광증폭 소재 및 소자의 개발에 성공한다면 광정보·통신 산업에서 재료 및 소자 혁명을 불러일으켜 지금까지 제한적이었던 유기 재료의 초고속 정보·통신 산업에의 응용성을 무한히 확장하고 차세대 광정보·통신 산업 사회의 실현을 앞당길 수 있다”고 말했다.

덴드리머는 중심에서부터 나뭇가지 모양의 일정한 단위구조가 반복적으로 뻗어 나오는 고분자로, 고분자가 자라는 모양이 마치 나뭇가지가 뻗어나가는 모양과 비슷해서 ‘덴드리머’라는 이름을 얻게 됐다. 특히, 덴드리머의 나뭇가지 모양의 일정한 단위구조에 빛을 흡수하는 발색단을 도입하면, 나뭇가지 모양의 무수한 바깥광안테나에서 레이저 빛을 흡수하여 에너지 전달 현상으로 계속적으로 안쪽 광안테나로 빛이 전송되어 최종적으로 중심 발색단에 빛이 포집되는 집광효과를 나타낼 수 있다.

덴드리머형 유기 광증폭 나노는 빛을 유기 발색단에 모으는 집

광 효과를 부여하여 유기 발색단의 들뜬 상태를 최대한 발생시켜 최상의 들뜬 에너지를 희토류 이온에 전달하고 희토류 이온을 최대한으로 들뜨게 해서 파장이 변환된 광통신 파장영역에서 나오는 빛의 세기를 가장 효율적으로 증폭시킨 소재다.

또한 김 교수는 처음으로 광증폭 나노 소재와 분자 모델을 이용하여, 희토류 착화합물의 구조 변화에 따른 광증폭 수명 시간과 들뜬 상태의 전자 움직임, 에너지 전달 및 변환에 관한 연구로 광증폭 원리 및 분광학을 통한 에너지 전달 메커니즘을 새롭게 규명하였다.

희토류 금속은 주기율표 중 원자번호가 57번인 란탄에서 71번인 루테튬까지의 15원소의 총칭을 말하며, 원자번호가 증가하면서 4f 궤도 함수에 전자가 하나하나씩 채워지는 구조를 가지며, 일명 란타노이드 금속으로 알려져 있다. 란타노이드 금속에서는 원자번호가 증가하면서 전자가 채워질 때 원자반경이 줄어드는 란타노이드 수축이 있다. 현재 레이저용 소재, 광증폭 소재, 디스플레이 유기소재, 센서, 및 MRI 세기 보강 소재로 널리 사용되고 있다.

이번 연구결과는 ‘나노 소재의 구조와 광 특성과의 관계’, ‘유기 리간드(엽록체처럼 기능을 하는 발색단)의 분자 움직임과 에너지 전달 과정의 상호 연관성’ 등을 정립한 것이다. 이는 유기화학, 무기화학, 고분자화학, 불소화학, 분광학 및 정보소재화학 등 서로 다른 학문 고유 특성 영역들을 함께 접목해야만 합성할 수 있는 것이어서 국제 학계의 비상한 관심을 받고 있다. 특히 희토류 이온의 중금속 효과로 에너지 전달 현상이 리간드의 삼중항 과정을 거쳐 일어난다는 기존 학설과 달리 에너지 전달현상은 희토류 이온의 중금속 효과에 의존하지 않고 유기 리간드의 들뜬 상태의 전자 움직임에 크게 의존함을 증명해 세계적인 신소재 분야 전문학술지인 ‘Advanced Functional Materials’ 지 2006년 9월호와 2007년 2월호에 각각 게재되었다. ㉮

글 | 편집실