

유기물로 구성된 레이저 및 광증폭기

김 유 진 홍익대학교, 기초과학과, 분자전자공학대학원 / ekim@hongik.ac.kr

레이징 현상을 통해 나오는 빛은 같은 에너지 (monochromatic), 같은 방향(collimated), 같은 위상(coherent)을 가지고 있으며 같은 편광성(polarized)을 지닌다. 이러한 성질의 빛은 헤아릴 수 없을 만큼 다양한 영역에서 활용이 가능하다. 정보를 읽고 쓰는데, 컴퓨터 칩을 제조하는 리토그래피 공정상에, 분광학에서의 응용을 포함한 다양한 측정장비에, 의학이나 군사적인 장비에, 그리고 시각적으로 특수한 영상을 만드는 응용에 이르기까지, 레이저는 현대과학기술에서 빼놓고는 생각할 수 없는 핵심적인 장비가 되었다. 광증폭기 역시 오늘날의 광통신 기술이 발전해 오는 과정에서, 광신호의 장거리 전송과 이의 분할기술의 적용을 가능케 해온 필수적인 장치이다. 무기물을 이용하여 제작된 이러한 레이저나 광증폭기는 널리 활용되고 있는 반면, 30여년전에 이미 발견되기 시작한 유기물에서의 이러한 현상들은 아직 상업적으로는 거의 활용되지 못하고 있는 실정이다. 하지만 그 연구과정에서 관찰되는 흥미로운 현상들로 인해 최근까지 많은 연구자들에 큰 관심을 받아왔고, 이로부터 다양한 가능성들이 타진되어 왔으며, 무기물에서는 찾을 수 없는 유기물의 잇점들을 활용한 장치가 활용되는 날을 기대하고 있다.

빛이나 전기를 이용하여 전자를 레이저준위로 충분히 여기시켜서(펌핑) 기저준위에 있는 전자의 밀도보다 레이저 준위에 이른 전자의 밀도가 더 커지게 되면(밀도역전), 광증폭의 기본조건이 충족된다. 이 상태에 적절한 에너지를 가지는 추가의 광자가 입사되면 여기되어 있던 전자들이 유도방출되어 쏟아져 내려오면서, 광증폭 또는 레이징현상이 관찰된다. 유기분자들은 분자의 구조에 따라 300nm에서 1000nm이상에 이르는 넓은 파장영역의 빛을 흡수하고 발할 수 있는 고유한 특성을 지니고 있고, 그 흡수/

발광 과정의 cross section값이 커서 광증폭물질이나 레이저물질로 뛰어난 잠재력을 가진 물질임을 알 수 있으며, 실제로 펄스형태의 광펌핑에 의해서는 단순한 염료분자에서부터 고분자, 덴드리머, 유기-무기 나노구조체, 그리고 희토류금속으로 도핑된 화합물에 이르기까지 매우 다양한 형태의 유기물들을 이득매질로 하여 이러한 현상이 구현되고 있다. 또한 그 구동효율을 높일 수 있는 흥미로운 기법들이 제안되고 있고, 그 원리들이 이해되고 있다.

광펌핑을 위해 따로 레이저를 장착한 광증폭기나 레이저는 그 현상 자체의 학술적인 의미를 떠나서는 실용적인 활용성을 강구하기가 쉽지 않다. 따라서 이러한 현상을 유용하게 활용하기 위해서는 전기적으로 구동하는 광증폭기나 다이오드레이저의 개발이 특별히 요구된다 하겠다. 이 경우에는 아직 그 해결이 쉽지 않은 문제점들이 남아 있으며, 몇가지 결정적인 진보가 이뤄져야만 현재 지적되고 있는 한계들을 극복할 수 있을 것으로 보인다.

유기증폭기 및 레이저의 연구현황을 살펴봄으로써 이의 연구에 어떠한 발전들이 이루어져 왔고, 구체적으로 어떠한 문제점들이 남아있으며, 또한 어떠한 접근으로 이러한 문제들이 극복될 수 있을 것인지 이해할 필요가 있다. 본 특집에서는 이러한 연구과정에서 이해하게 된 다양한 양상들을 다음 세가지 논문으로 고찰해보고, 향후 연구의 방향을 제시해본다.

- 유기 레이저 재료
- 전기로 구동되는 유기물 레이저 연구의 현황
- 유기 광증폭 소재의 최근 연구 동향 및 전망