

표면 플라즈몬을 이용한 빛-물질 상호작용 증대

Light-Matter Interaction Enhanced by Surface Plasmon

아주대학교 에너지시스템학과/물리학과

안 광 준

표면 플라즈몬은 금속표면의 자유전자와 전자기파가 결합한 형태로서 특정한 위상을 갖고 금속과 유전체의 경계면에서 발생된다 [1]. 표면 플라즈몬은 빛의 회절한계에 제한을 받지 않으며 금속표면으로부터 멀어짐에 따라 감쇄적 특성을 갖기 때문에, 표면 플라즈몬을 이용하여 빛 에너지를 파장보다 작은 영역에 집중시키는 것이 가능하다. 표면 플라즈몬의 공진 특성을 갖는 금속 구조물을 유전체나 반도체와 결합할 경우, 자연상태로 존재하는 물질이 갖지 못하는 광학적 특성을 갖는 물질 (메타물질)을 구현할 수 있다. 최근 그 실현 가능성이 부분적으로 증명된 투명물질 (cloaking material) [2] 이나 음굴절 물질 (negative refractive index material) [3] 은 대표적인 예이다. 또한, 표면 플라즈몬의 강한 전기장 집중 효과를 이용하여 빛-물질의 반응성을 증대하여, 반도체나 분자의 빛 흡수성 및 발광성을 개선할 수 있다 [4, 5].

본 발표에서는 먼저, 표면 플라즈몬의 물리적 특성을 설명하고, 표면 플라즈몬을 분자와 반도체에 적용하여 물질의 선형 및 비선형 광 특성을 증대한 두 결과에 대해 논의 할 것이다: 1) 테라파 주파수 영역 대에서 광 흡수성을 갖는 폭발물질 RDX 분자를 기존 방식으로 검출하기 위해서는 최소 수 mg 이 필요한 반면, 수십 나노 선폭을 갖는 공진기를 이용할 경우 수십 ng의 RDX가 검출 가능함을 보인다. 2) 상온에서 약 1.5 μm 에 발광 파장을 갖는 InGaAs 반도체 박막 위에 일정한 주기를 갖는 금속 격자를 제조하여 슈퍼 발광 특성을 갖는 새로운 형태의 표면 플라즈몬 광원을 구현하였다. 새로운 광원은 금속 격자의 주기를 변환하여 400 nm 선폭 대에서 발광 파장 조절이 가능하며, 수 피코초의 펄스 폭을 갖기 때문에 광 정보 처리에 응용될 수 있다.

Reference

- [1] H. Raether, *Surface Plasmons on Smooth and Rough Surfaces and Gratings*, Springer (1988).
- [2] T. Ergin et al., *Science* **328**, 337 (2010).
- [3] H. J. Lezec et al., *Science* **316**, 430(2007).
- [4] G. Konstantatos and E. H. Sargent, *Nature Nanotech.* **5**, 391 (2010).
- [5] J. A. Schuller et al., *Nature Mater.* **9**, 193 (2010).