

초미세 이중 금속 광공진기의 특성과 응용

권순홍, 이태우, 이다은

중앙대학교 물리학과

이 발표에서 우리는 수백 나노미터 크기인 두 개의 나노 금속 원반 또는 나노 블록이 백 나노미터 이하의 간격으로 결합된 초미세 이중 금속 플라즈몬 광공진기를 제안하고 그 응용을 살펴본다. 원반 구조 경우, 반지름이 476 nm인 나노원반 두 개가 100 nm 두께의 유전체 원반의 양쪽에 위치하여 1550 nm 공진파장을 가진 표면 플라즈몬 whispering-gallery-mode (WGM)을 유전체 내에 형성한다. 유전체의 두께를 일정하게 유지할 경우, WGM의 공진파장은 원반의 반지름에 따라 줄어든다. 반면, 반지름이 일정할 때에는 두 금속 원반 사이의 유전체 두께가 줄어들어 따라 두 금속 원반 사이에 작용하는 표면 플라즈몬의 결합이 강해져서 공진파장이 길어진다. 따라서, 일반적으로 공진기의 크기가 줄어들어 따라 공진파장이 짧아지는 것과 달리, 제안된 원반구조에서 발생하는 WGM는 원반의 반지름과 유전체의 두께를 함께 줄여도 공진파장이 동일하게 유지되는 차별화된 특성을 가지고 있다. 최종적으로 같은 공진파장을 가지는 WGM를 반지름 88 nm, 유전체 두께 10 nm의 공진기에서도 여기시킬 수 있으므로, 모드부피(V)를 1/160으로 줄일 수 있다. 이에 비해, 공진모드의 품질값(Q)은 증가된 금속의 흡수손실에 의해 1/3정도 줄어들므로써, 공진기와 물질의 상호작용 정도를 보여주는 Q/V값은 크기가 줄어든 공진기에서 오히려 50배 가량 증가함을 확인할 수 있다. 이 같은 초미세 플라즈몬 공진기는 매우 작은 굴절률 센서로서 응용을 가지고 있으며, 1160 nm/(단위 굴절률 변화)의 높은 민감도를 보인다. 한편, 200×150×100 nm³의 크기를 가진 두 개의 금속 나노블록이 10 nm의 공기 간격을 가지고 결합된 나노 공진기는, 공기 간격 내에 강하게 집적된 838 nm의 공진파장을 가진 플라즈몬 공진기 모드를 여기시킨다. 제안된 공진모드는 공기간격이 줄어들어 따라 공진파장이 급격하게 증가하는 특성을 가지므로 옹스트롬 정도의 분해능을 가진 두께 변화 센서로 응용할 수 있다. 예를 들어, 공기 간격 2 nm에서는 1A 두께 변화에 대해 공진파장 변화는 약 40 nm로 매우 민감하게 변화한다.

Keywords: 표면 플라즈몬, 공진기, 센서

Broadband Light Absorption Using Gap Plasmon Resonance

Hyungduk Ko^{1*}, Jung Hyuk Kim¹, Ju Won Lim¹, Gi Yong Lee¹,
Ho Seong Jang², Doo-Hyun Ko¹, Il Ki Han¹

¹Center for Opto-Electronic Convergence, Korea Institute of Science and Technology, Hwarangno 14-gil 5, Seongbuk-gu, Seoul, 136-791, Republic of Korea, ²Molecular Recognition Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Hwarangno 14-gil 5, Seongbuk-gu, Seoul, 136-791, Republic of Korea

A gap surface plasmon resonator have received considerable attention because it can dramatically enhance the absorption of the electromagnetic field. However, whereas most of studies were just focused on the absorption within a narrow range of wavelength, few studies have been performed for the broadband absorption in the visible range. Therefore, in this study, we discuss methods that can induce broadband light absorption using gap plasmon resonance in visible regime. The gap plasmon resonator will offer great potential for applications to solar cells and bioimaging.

Keywords: Braodband, absorption, plasmon