

기지상 물질과의 결합특성이 금속입자의 성장 및 표면 플라즈몬 공진 특성에 미치는 영향

김윤지^{1*}, 이인규¹, 김원목², 이경석^{2†}

¹한국항공대학교 항공재료공학과, ²한국과학기술연구원 전자재료센터

최근 들어 금속물질을 나노미터 단위로 구성할 수 있는 기술이 진보하면서, 금속 나노입자에 의해 발생하는 표면 플라즈몬에 대해서도 다양한 분야의 관심이 집중되고 있다. 유전체 물질을 기지상으로 하는 금속:유전체 나노복합체에서 금속 나노입자는 자유전자들의 집단 진동인 국소 표면 플라즈몬 공진(Localized Surface Plasmon Resonance, LSPR)현상에 의해 국부전기장을 증대시키고, 가시광 및 적외선 영역에서 특성 광흡수 거동을 보인다. 이와 같은 광학적 특성은 금속 나노입자들의 크기, 형태, 그리고 나노입자들의 주변을 구성하는 기지상 물질의 종류에 의해 조절된다. 금속:유전체 나노복합체에 나타나는 이러한 특성은 단순장식코팅 뿐만 아니라 광의 효율적 운용과 광을 매개로 한 기능발현을 필요로 하는 디스플레이, 광학 스위칭 소재 및 태양전지의 효율 향상을 위한 광흡수층 등 매우 다양한 응용이 가능하다. 본 연구에서는 다양한 굴절률을 갖는 재료들 중, 저굴절률을 갖는 SiO₂와 고굴절률을 갖는 ZnS-SiO₂를 기지상 재료로 선택하여 교번증착 스퍼터링법으로 Ag와 Au입자를 형성시켰다. Ag를 금속나노입자로 갖고, SiO₂와 ZnS-SiO₂를 기지상으로 하는 금속:유전체 나노복합체에서는 금속나노입자 형성에 따른 뚜렷한 표면 플라즈몬 공진 광흡수 피크가 관찰된 반면 Au나노입자는 기지상에 따라 각기 다른 광흡수 특성을 나타냈는데, SiO₂기지상에서 명확한 광흡수 피크를 형성했던 경우와는 달리 ZnS-SiO₂기지상에서는 특정파장에서의 흡수피크로 규정되기 어려운 넓은 파장범위에 걸친 완만한 광흡수 피크를 나타냈다. TEM 분석을 통해, ZnS-SiO₂ 기지상 내의 Au입자는 각각 독립되어 있는 Island형태가 아닌 유전체 기지상과 대칭적으로 혼합된 네트워크 형태의 Bruggeman 기하구조를 구성하고 있음을 확인하였고, 이는 Au입자가 형성되고 성장할 때 Au와 S의 높은 결합에 너지로 인해 상당한 젖음 특성을 갖고 성장하였기 때문으로 판단됐다. 따라서 나노복합체를 구성하는 물질간의 광학적 특성뿐만 아니라 기지상 내에서의 금속입자의 성장거동에 대한 연구가 수반되었을 때, 금속:유전체 나노복합체의 표면 플라즈몬 공진 광흡수 특성을 보다 정확하게 제어할 수 있다.

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업 “이동통신기기용 멀티기능 외장부품 제조기반기술 개발”의 세부과제 “플라즈모닉스 기반 나노컬러링 기술”의 지원으로 수행되었습니다.

Keywords: Surface Plasmon Resonance, Matrix effect, Metal nanoparticles, Metal:dielectric composite