

化学ドーピングによる Cu_2S ナノ粒子の近赤外表面プラズモンの共鳴周波数制御Frequency control of surface plasmon resonance in Cu_2S nanoparticles by chemical doping

名工大院, ○(M1)小島 大輝, 濱中 泰, 山田 薫

Nagoya Inst. Tech., ○Daiki Kojima, Yasushi Hamanaka, Kaoru Yamada

E-mail: 30412028@stn.nitech.ac.jp

近年、半導体ナノ粒子が近赤外領域に表面プラズモン共鳴(SPR)を示すことが報告された。金属ナノ粒子とは異なり、キャリア密度を制御して SPR 共鳴周波数を調整できると考えられ、応用の幅が広がることが期待される。これらの半導体ナノ粒子の中でも Cu_2E (E=S, Se, Te) ナノ粒子では、銅欠損の生成に伴いホールドーピングが生じ SPR が発生することが知られている[1]。本研究では化学ドーピングを利用したホール密度の調整による Cu_2S ナノ粒子の SPR 周波数制御を目指した。

電子供与体として知られるテトラチアフルバレン(TTF)を Cu_2S ナノ粒子に作用させキャリア密度の制御を試みた[2]。TTF の HOMO 準位は Cu_2S ナノ粒子の価電子帯(VB)上端よりも高いエネルギーに位置するので、TTF から VB に電子が注入されて Cu_2S ナノ粒子のホール密度が増加することが予想される [Fig.1(a)]。

コロイド法により粒径 6nm のドデカンチオールが配位した Cu_2S ナノ粒子を合成した。 Cu_2S ナノ粒子の吸収スペクトルを Fig.1(b)に示す。1eV 付近に SPR 吸収が見られる。 Cu_2S ナノ粒子のトルエン溶液に、質量比にして $\text{Cu}_2\text{S}:\text{TTF} = 3:1, 2:3, 3:10, 1:10, 1:15, 1:150$ の TTF を添加し、SPR の吸収スペクトルの経時変化を観測した。SPR 周波数はキャリア密度を反映し、TTF から電子が注入されホール密度が増加すれば、SPR バンドは低エネルギー側にシフトすると考えられる。

Fig.2 は質量比 3:1, 3:10, 1:10 の場合の Cu_2S ナノ粒子の SPR エネルギーの経時変化を示している。TTF の添加量が最も多い 1:10 の場合に SPR エネルギーが減少した。これは Cu_2S ナノ粒子中のホール密度が増加したことを示唆している。一方、TTF の添加量が最も少ない 3:1 の試料については SPR エネルギーが増加した。この理由について調査を進めている。

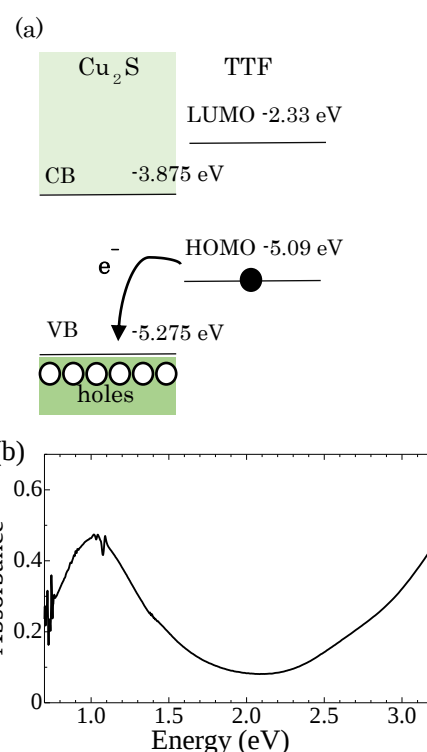
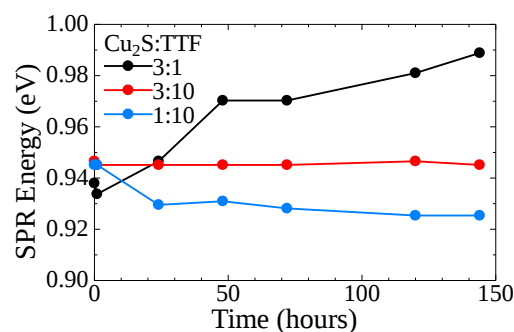


Fig.1 (a)Schematic image of chemical doping.

(b)Absorption spectrum of Cu_2S NPs.Fig.2 Time evolution of SPR energy of Cu_2S NPs.

[1] R. Alam et al., ACS Nano 10, 2880 (2016) .

[2] M. N. Nordin et al., Phys. Chem. Chem. Phys. 12, 7371 (2010).