

第66回日本学生科学賞 最終審査進出研究作品概要

HC024CE	高校	化学	埼玉県
学校名	埼玉県立熊谷西高等学校		
研究作品タイトル	硫化亜鉛ナノ粒子の青色発光 Cu ⁺ やF ⁻ の添加による発光過程の解明		
研究者氏名 (共同の場合はグループ)	吉澤 慶、新山 聖太、富岡 怜央		
指導教諭氏名	柿沼 孝司		

【動機】

- 族化合物半導体である硫化亜鉛は発光材料として有名であり、銅()イオンを添加された硫化亜鉛のバルク結晶はよく研究されている。しかし銅()イオンを取り込んだ硫化亜鉛ナノ粒子の研究報告はほとんどない。硫化銅が沈殿してしまうためである。そこで自分達は硫化亜鉛ナノ粒子に銅()イオンを取り込んだ。さらに銅()イオンを還元して銅()イオンやフッ化物イオンを取り込むことでナノ粒子における光物性解明を目的とした。

【方法】

硫化亜鉛ナノ粒子の生成には湿式法が有効だが、湿式法で銅()イオンを取り込むのはCuSが沈殿し容易でない。そこで逆ミセル法でナノ粒子化し、酒石酸イオンをキレートに用いて、銅()イオンを取り込んだ硫化亜鉛ナノ粒子を作成した。発光スペクトルの比較にはSN比が必要なため、発光強度が最大となるよう実験条件を最適化した。さらに銅()イオンやフッ化物イオンを取り込んだ発光波長や強度の対比から、ナノ粒子における組成や発光の仕組みを求めた。

【結果】

まず銅()イオンを取り込んだ硫化亜鉛ナノ粒子の生成条件を最適化し、従来に比べ59.8%発光量が増加した。そして亜硫酸ナトリウムを用いて還元し、銅()イオンを硫化亜鉛ナノ粒子に取り込み、硫化物イオン空位による417nm発光が増加し、銅()イオンによる発光は見られなかった。またフッ化物イオンを添加し、これに由来の489nm発光や亜鉛イオン空位による435nm発光を確認した。さらに銅()イオンとフッ化物イオンを添加すると、発光が減少することを観察した。

【まとめ】

条件を最適化し、スペクトル比較が可能となった。粒子表面の粗さや銅()イオンの添加に由来する硫化物イオン空位が生成する。ここに銅()イオンを加えると、その価数により結晶内部にも硫化物イオン空位が増え、417nm発光が増加した。フッ化物イオン量に比例して489nm発光が増え、長波長化が起こった。さらに結晶内部にて銅()イオンによる硫化物イオン空位とフッ化物イオンによる亜鉛イオン空位が打ち消し合い、発光が減少した。発光スペクトルから硫化亜鉛ナノ粒子のバンド構造を得た。

【展望】

硫化亜鉛ナノ粒子はその量子サイズ効果によって、青色の短波長化を実現した。添加時に形成される粒子表面の粗さによる硫化物イオン空位からの発光は経時的に減少してしまうが、銅()イオンにより価数から生成された硫化物イオン空位は経時的に減少しないことが予想され、銅()イオンの添加量に比例して青色発光の強度を上げることができる。さらにフッ化物イオンの価数による亜鉛イオン空位量を増やすことで、長波長化も可能となった。青色の多波長発光により、様々な青色の表現が可能となった。