

キャリアドーピング ZnO ナノ微粒子の強磁性発現と蛍光プローブ



Ferromagnetic behavior and imaging probes ability of

carrier doped ZnO nanoparticles

横国大院工¹, 横国大理工² ○(M1C)井手 太星¹, (M1C)藤原 康暉¹, 大嶋晃人²,

神田康平², 相原大輝², 橋本達哉², 一柳優子^{1,2}

Dept. of Phys., Grad. Sch. of Eng., Yokohama Nat. Univ.¹,

Dept. of Phys., Fac. of Sci. and Eng., Yokohama Nat. Univ.²,

○Taisei Ide¹, Koki Fujiwara¹, Akito Oshima², Kouhei Kanda², Daiki Aihara², Tatsuya Hashimoto²,

Yuko Ichiyanagi^{1,2,*}

E-mail: yuko@ynu.ac.jp*

ZnO は半導体の中でもワイドバンドギャップ (3.4 eV)、高いイオン結合性を持ち、安価で低消費電力という面で注目されている。不定比化合物であることから、酸素欠損や亜鉛欠損、格子間亜鉛が存在し、それらがもたらす物性は幅広く、ITO に替わる新たな透明伝導膜材料としても期待できる。しかしながら、発光メカニズムなどは明らかになっていないため、現在も盛んに研究が行われている。

当研究室では、独自の製法により ZnO をナノ微粒子にすることで、本来反磁性である ZnO が強磁性的な挙動を示すことを見出し、希薄磁性半導体への可能性を探ってきた。また、Al をドーピングした ZnO ナノ微粒子は粒子サイズや組成によって紫外光照射による発光が確認できている。本研究では組成と粒子径をコントロールした Al ドープ ZnO ナノ微粒子を作製し、その電気特性や磁気特性、局所構造解析を行った。

$\text{Zn}_{1-x}\text{Al}_x\text{O}$ ($x=0.03, 0.10$) ナノ微粒子を作製するため、 ZnCl_2 、 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ を mol 比 1- x : x :0.1 の割合で調整し、湿式混合方法により生成した。作製した微粒子に対して粉末 X 線回折 (XRD) を行った結果、全ての試料がウルツ鉱型のミラー指数でピークを同定することができた。また、XAFS 実験による局所構造解析およびシミュレーションにより Al ドープによる酸素欠損が促進されていることを確認した。吸光度測定によりバンドギャップエネルギー (E_g) を算出した結果、Al ドープ量と粒径に依存して変化する様子が見られた。また、マテリアルアナライザーによる電気伝導率の測定により、Al によるキャリアドーピングに成功したことが確認できた (Fig. 1)。さらに、SQUID 磁束計を用いた磁化測定の結果、作製したナノ微粒子が強磁性を示し、興味深い結果となった。紫外光を照射したところ強い発光が見られ、その発光強度は粒径と Al 量に依存する傾向が見られた (Fig. 2)。さらに、ナノ微粒子をヒト乳がん細胞に取り込ませることに成功したことから、蛍光プローブとしての応用が期待できる。

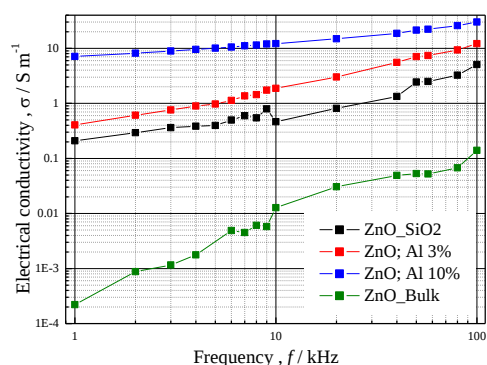


Fig.1 電気伝導率測定

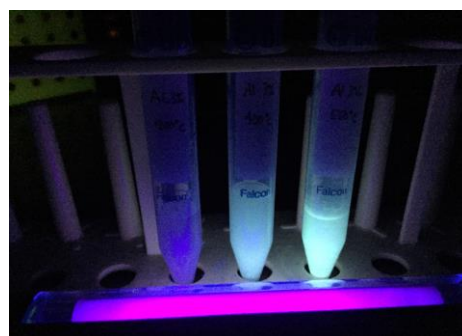


Fig.2 紫外光照射による発光

[1] S. M. Yakout, A. M El-Sayed, J Super Nov Magn **29** (2016) 1593

[2] H. Zeng, G. Duan, Y. Li, S. Yang, X. Xu, and W. Cai, Adv. Funct. Mater. **20** (2010) 561

[3] K. Hyodo, S. Morimoto, T. Yamazaki, T. Ishikawa and Y. Ichiyanagi, AIP Conf. Proc. **1709** (2016) 020004