

# 希薄磁性半導体 Gd ドープ ZnO ナノ微粒子の作製と磁気・光学特性

## Preparation and Magnetic Optical Properties of Dilute Magnetic Semiconductor Gd-doped ZnO Nanoparticles

横国大理工<sup>1</sup>, 横国大院環情<sup>2</sup>, 横国大院理工<sup>3</sup>, 阪大院理<sup>4</sup>

○沖増 光彦<sup>1</sup>, 青木 孝太<sup>2</sup>, 濱田 颯太<sup>3</sup>, 児玉 慶太<sup>3</sup>, 梨本 健太郎<sup>3</sup>,  
小原 健太郎<sup>1</sup>, 中澤 健太<sup>1</sup>, Nurul Adibah Saadon<sup>1</sup>, 一柳 優子<sup>1,3,4</sup>

Fac. of Sci. and Eng., Yokohama Nat. Univ.<sup>1</sup>, Grad. Sch. of Environ and Info., Yokohama Nat. Univ.<sup>2</sup>,  
Grad. Sch. of Sci. and Eng., Yokohama Nat. Univ.<sup>3</sup>, Grad. Sch. of Sci., Osaka Univ.<sup>4</sup>

○Mitsuhiko Okimasu<sup>1</sup>, Kota Aoki<sup>2</sup>, Sota Hamada<sup>3</sup>, Keita Kodama<sup>3</sup>, Kentaro Nashimoto<sup>3</sup>  
Kentaro Ohara<sup>1</sup>, Kenta Nakazawa<sup>1</sup>, Nurul Adibah Saadon<sup>1</sup>, and Yuko Ichiyanagi<sup>2,3,4</sup>

E-mail: okimasu-mitsuhiko-dr@ynu.jp

当研究室ではこれまでに半導体にわずかな磁性原子をドープすることで、半導体の性質と磁性の性質を兼ね備えた希薄磁性半導体を作製し、その性質を評価してきた。ZnO は半導体の中でも広いバンドギャップ(3.4 eV)を持ち、高いイオン結合性を持つことから注目されている。また、希土類元素である Gd は 4f 軌道に 7 つの対電子を有するため、ZnO にドープした際に磁気モーメントの増大が期待できる。本研究では ZnO に Gd をドープした希薄磁性半導体を作製し、Gd をドープすることで磁性の特性の向上をはかることを目的とした。

湿式混合法により SiO<sub>2</sub> で包含された Zn<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>O (x = 0, 0.03, 0.05, 0.1) を作製した。作製した微粒子に対して、粉末 X 線回折と蛍光 X 線分析測定を用いて同定し、XAFS により局所構造解析を行った。また、吸光度測定の結果からエネルギーバンドギャップ  $E_g$  を算出した。磁気特性を調べるために、5 K において SQUID 磁束計を用いて磁化測定を行った。

X 線回折で得られたピークを指数付けしたところ、作製したナノ微粒子は、単相のウルツ鉱型構造であることが確認できた。また、蛍光 X 線分析測定によると Gd は 2.9 ~ 10.2 mol% 存在しており、局所構造解析の結果から、Zn は 2 価で存在していることが確認できた(Fig.1)。吸光度測定では、Gd ドープ前後でピークの位置と、算出された  $E_g$  はほとんど変化なかったが、 $E_g$  の値はバルクの値(3.37eV)よりも小さい値となった。これは酸素空孔が生じ、ドナーサイトがバンド付近に形成されたためだと考えられる。最大磁化の値  $M_s$  は 5% の Gd ドープで約 50 倍に、10% のドープでは約 150 倍にも増加した。このことから、Gd ドープされた ZnO は新しい希薄磁性半導体としての応用が期待できる。

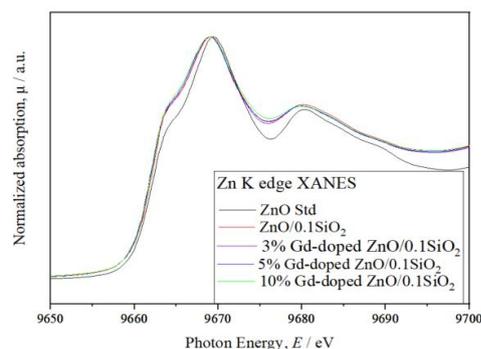


Fig.1 Zn-K edge における XANES スペクトル

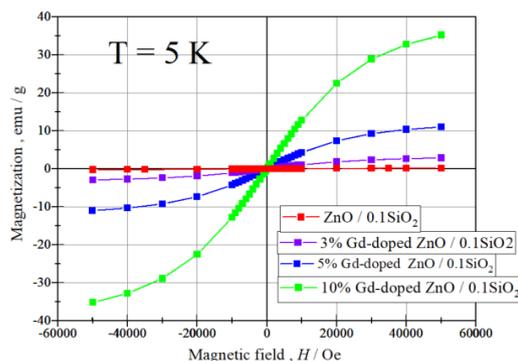


Fig.2 5K における Gd ドープ ZnO ナノ微粒子の磁化曲線