

ZnO ナノ粒子にみられる室温強磁性の磁気モーメントの起源

Origin of the magnetic moment of room temperature ferromagnetism in ZnO nanoparticles

日大院理工¹, 日大理工², °田村 文介¹, 中澤 拓斗¹, 府川 明弘¹,

山之内 大河¹, 竹岡 智久¹, 高瀬 浩一²

Graduate School of Sci. and Tech., Nihon Univ.¹, College of Sci. and Tech., Nihon Univ.²,

°Josuke Tamura¹, Takuto Nakazawa¹, Akihiro Fukawa¹, Taiga Yamanouchi¹,

Chiehisa Takeoka¹ and Kouichi Takase²

E-mail: takase.kouichi@nihon-u.ac.jp

近年、ZnO、TiO₂、MgO などの純粋な金属酸化物ナノ粒子において室温強磁性の発現が注目されている。これらの物質は磁性の起源となる *d* 電子をもっていないか、*d* 電子をもっているとしてもすべての *d* 軌道が *d* 電子で占有されているため、磁気モーメントをもたない。しかし、これらの物質のナノ粒子や薄膜は室温で強磁性を示すことがある。バルク状態では観測されていないことから、表面効果により強磁性が発現していると考えられる。

今回は、市販の ZnO 粉末試料に強磁性不純物が含まれていないことを確認し、その試料を粉碎処理によりナノ粒子化することで、室温強磁性が発現することを確認した。本研究では、酸素または水素ガス雰囲気下でアニールすることの磁性への影響を調べることで、磁気モーメントの起源を明らかにする。

試料は高純度化学社製の ZnO(99.9%)粉末である。購入した試料の磁化を超伝導量子干渉磁束計(SQUID)を用いて測定し、強磁性不純物が含まれていないことを確認した。次に、この試料を用いて遊星ボールミルによる粉碎処理を 400 rpm で 5 時間行った。また、粉碎した試料を、99%水素ガス雰囲気下において 500 °C で 6 時間、99%酸素ガス雰囲気下において 800 °C で 6 時間加熱処理した。

Fig. 1 に、5 時間粉碎した試料と、粉碎した試料をガス雰囲気下でアニールした試料の磁化測定の結果を示す。粉碎した試料(赤)にはヒステリシスが見られ、強磁性を示している。また、酸素ガス雰囲気下でアニールした試料(青)では、ヒステリシスはほぼ消失しており、水素ガス雰囲気下でアニールした試料(緑)ではヒステリシスがなくなっていることが確認できる。これらの結果から、室温強磁性の発現には酸素欠陥が関与していると考えられる。今回は他の条件でアニールした試料の測定結果も紹介し、アニール処理による磁気特性への影響を議論する。

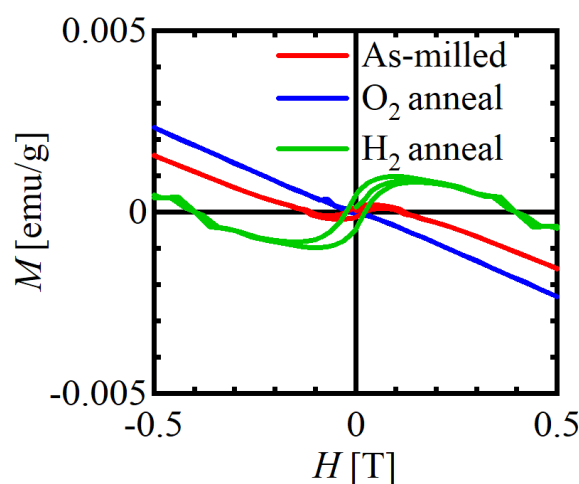


Fig. 1 *M-H* curves for as-milled sample and their annealed samples under gas (O₂ or H₂) circumstances.