

遊星型ボールミルで粉砕した VO₂ ナノ粒子の磁気特性Magnetic properties of VO₂ nanoparticles pulverized by a planetary ball mill

日大院理工¹, 日大理工², °府川 明弘¹, 中澤 拓斗¹, 山之内 大河¹, 押尾 海斗¹,
遠山 岳史², 高瀬 浩一²

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

°Akihiro Fukawa¹, Takuto Nakazawa¹, Taiga Yamanouchi¹, Kaito Oshio¹,
Takeshi Toyama², Kouichi Takase²

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

近年、遷移金属や希土類金属などの磁性元素を含まない金属酸化物が薄膜、ナノ粒子の状態になると、強磁性を示すことが見出され、d⁰強磁性酸化物として注目されている。d⁰強磁性酸化物の磁気モーメントの起源はナノ粒子表面に存在する欠陥であるということが先行研究で示唆されている。試料の形状は、ほぼすべてで単結晶形状の角が丸みを帯びたもので、欠陥はこのような場所に偏在していると考えられる。また、表面欠陥が局在磁気モーメントを有するのは、母体材料の絶縁性が伝導電子としての役割を欠陥に与えないためであると推測される。すなわち、観測されている現象はバルク物性が基となり局所表面欠陥で誘発された新奇現象ということができ、ナノ粒子表面物性は、バルク物性に大きく依存することになる。例えば、金属-絶縁体転移を示す非磁性酸化物をバルク物質とすると、高温相での金属状態ではヒステリシスが見えることはない。しかし、転移温度以下になると、酸化物は絶縁体となるので欠陥は局在磁気モーメントを持つようになり、低温で強磁性が出現することが期待される。

そこで、金属 - 絶縁体転移を示す非磁性酸化

物である VO₂ に注目した。本研究では市販の VO₂ 粉末を遊星ボールミルで粉砕することで欠陥を導入し、VO₂ の転移温度である 340 K 付近で磁性が変化するのかを確認することを目的とする。

試料は高純度化学社製の VO₂ 粉末(99.9%)である。市販の VO₂ 粉末とボールミル処理を行った粉末試料は SEM 測定により、試料の表面の状態を確認した。そして、ボールミル処理を行った粉末試料は 200 K から転移温度をまたいだ 380 K までの磁化測定を行った。

Fig.1 に市販の VO₂ 粉末(a)と 400 rpm で 6 時間ボールミル処理を行った粉末試料(b)の SEM 像を示す。市販の VO₂ 粉末と比べてボールミル処理を行った粉末試料の表面は細かく砕けていることがわかる。Fig.2 に粉砕した試料の 200 K、300 K、380 K での磁化の磁場依存性を示す。予想に反して、金属状態である 380K においてもヒステリシスが観測されている。また、温度の低下に対して、磁気特性に大きな変化は見られない。これらの結果から、観測された室温強磁性は、当初の予測に反し、バルク性質と関連がなく、表面特有の現象であることがわかる。

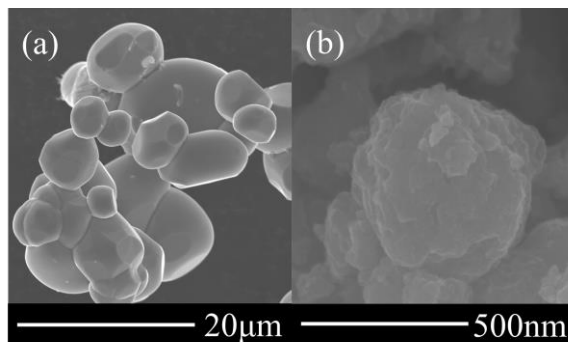


Fig.1 SEM images of a commercial powder (a) and the milled powder (b).

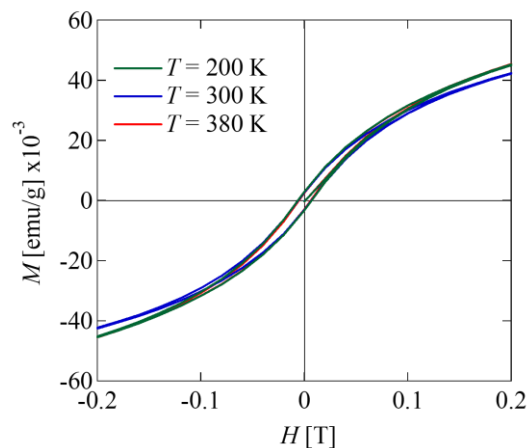


Fig.2 Magnetic field dependences of magnetization of the milled sample at 200 K, 300 K, and 380 K.