

遊星ボールミルで粉砕した Ti_2O_3 ナノ粒子の室温強磁性Room temperature ferromagnetism Ti_2O_3 nanoparticles prepared

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, 田村 文介¹, 竹岡 智久¹,
山之内 大河¹, 児玉 俊憲¹, 芹澤 成矢¹, 高瀬 浩一²

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

[○]Akihiro Fukawa¹, Takuto Nakazawa¹, Josuke Tamura¹, Taiga Yamanouchi¹, Chiehisa Takeoka¹,
Taiga Yamanouchi¹, Toshinori Kodama¹, Naruya Serizawa¹, and Kouichi Takase²

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

2000 年を過ぎた頃から遷移金属元素や希土類元素を含まない酸化物半導体ナノ粒子で室温強磁性を示す報告が相次いでいる。 d^0 強磁性と呼ばれるこの強磁性は、ナノ粒子で観測され、飽和磁化が粒径に依存することなどから、磁気モーメントの起源はナノ粒子表面に存在する欠陥と考えられている。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(MIT)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現れないと考えられる。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、低温での強磁性出現が期待される。

今回は、金属-絶縁体転移を 450 K にもつナローギャップ半導体 Ti_2O_3 ($E_g = 0.1$ eV) に注目し、市販の粉末を遊星ボールミルで粉砕することでナノ粒子を準備してこれらの磁性を調査した。

出発原材料は高純度化学社製の Ti_2O_3 粉末 (99.9%) を使用した。その粉末材料の磁化測定を行い、強磁性を示さないことが確認できた試料に対して、粉砕処理を施した。得られた試料に対して、表面状態の確認のため、FE-SEM による観察を行った。さらに、SQUID 磁束計を用いて転移温度よりも低い室温での磁化を評価した。

Fig. 1 に出発原材料(a)と大気中で 1 時間粉砕

処理を行った粉末試料(b)の SEM 像を示す。出発原料は比較的大きな粒子で構成されている。粉砕処理を行った粉末試料は細かく砕け、ナノ粒子になっていることがわかる。

Fig.2 に出発原材料と大気中で 1 時間粉砕処理を行った粉末試料の室温での磁化の磁場依存性を示す。出発原料では、ヒステリシスは観測されなかった。一方、粉砕試料では、ヒステリシスが観測された。

これらの結果から、市販の Ti_2O_3 粉末をボールミルで粉砕することにより、多くの欠陥を有する Ti_2O_3 ナノ粒子の作製に成功した。

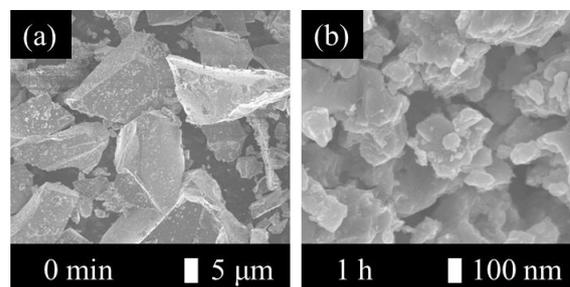


Fig.1 SEM images of starting powder (a) and the milled powder (b).

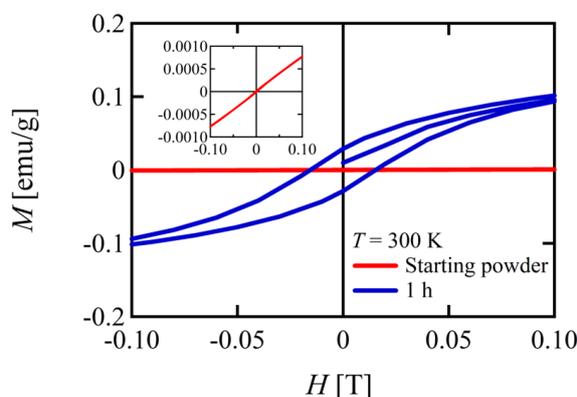


Fig.2 Magnetic field dependences of magnetization of starting powder and the milled powder at 300 K.