

## マグネタイト表面の炭素吸着状態改善に関する研究

### A study on improvement of carbon adsorption properties on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> surface

北大院情報科学<sup>1, °</sup>(M1)小野 裕太郎<sup>1</sup>, (M2)南 幸記<sup>1</sup>, Subagyo Agus<sup>1</sup>, 樋浦諭志<sup>1</sup>, 末岡和久<sup>1</sup>

Graduate School of IST, Hokkaido Univ.<sup>1, °</sup>Y. Ono<sup>1</sup>, K. Minami<sup>1</sup>, A. Subagyo<sup>1</sup>, S. Hiura<sup>1</sup>, K. Sueoka<sup>1</sup>

E-mail: eis@eis.hokudai.ac.jp

マグネタイト (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) は、フェルミ準位近傍にスピン偏極度-100%の電子状態密度を有するハーフメタルであるとの予測<sup>[1,2]</sup>から、有力なスピントロニクス材料として注目されている<sup>[3]</sup>。一方、バルクに対する材料界面のスピン偏極度低下<sup>[4]</sup>が原因で、その特性を生かした応用は進んでいない<sup>[5]</sup>。そこで、スピン偏極度を改善させる一つの方法として、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(001)表面に対する炭素吸着が提案された<sup>[6]</sup>。しかしながら、通電加熱した炭素フォイルによる炭素吸着実験では、均一な吸着の結果が得られなかった<sup>[7]</sup>。本研究では、均一な炭素吸着の実現に向けて、炭素吸着方法を見直し、また吸着後の真空加熱の効果について調べた。

マグネタイト試料は、MgO(001)基板に Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(001)薄膜をエピタキシャル成長させて作成した。炭素吸着源としては通電加熱したグラッシーカーボンフォイルを用い、試料との距離は 10cm とした。通電電流 15A (カーボン温度約 1800 度) の条件で、2 分間の吸着をおこなった。炭素吸着の膜厚は、5 Å 程度であった。Fig. 1 に、炭素吸着 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(001)表面の STM 像を示す。Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(001)表面の Fe 原子列上に炭素吸着が観察されている一方で、クラスター状に吸着した炭素もみられている。

Fig.2 は、加熱前後のマグネタイトに対する C1s XPS スペクトルである。XPS 測定により、吸着した炭素は C-C 結合の炭素が占めているが、-COOH 等の不純物分子も存在していることが分かった。不純物除去のために真空中の加熱を試みた結果、加熱温度 200-300°C では C-C 結合の炭素が脱離するとともに不純物も除去された。さらに 400°C では、C1s の XPS スペクトルがブルーシフトし、C-C 結合の炭素の一部が C=C 結合の炭素に変わっており、ナノカーボンの形成が示唆される。炭素吸着の加熱後の構造や電子状態の変化等の STM による評価を進めている。

#### 参考文献

- [1]. Yanase *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **53**, 312 (1984).
- [2]. Z. Zhang *et al.*, Phys. Rev. B **44**, 13319 (1991).
- [3]. R. Arras *et al.*, IEEE Trans. Magn. **46**, 1730 (2010).
- [4]. M. Fonin *et al.*, Phys. Rev. B **72**, 104436 (2005).
- [5]. M. Opel *et al.*, J. Phys. D **45**, 33001 (2012).
- [6]. X. Sun *et al.*, Phys. Chem. Chem. Phys. **16**, 95 (2014).
- [7]. 大見奎人ら, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PB3-12 (2018).

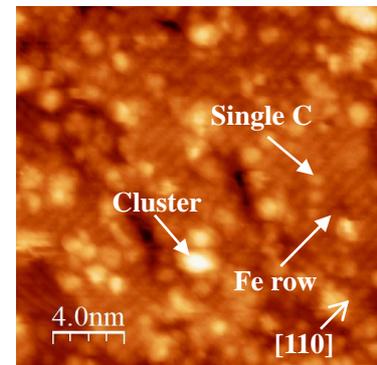


Fig. 1. STM image of the carbon adsorbed on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(001) film surface. Vs = 1.2 V; It = 0.3 nA.

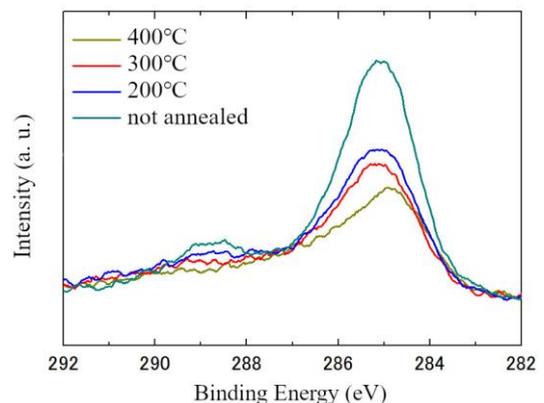


Fig. 2. The C1s XPS spectra of carbon adsorbed on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(001) film surface before and after annealing.