

水素雰囲気下で熱処理された単層グラフェンの磁気特性

園田蓮、木村恭輔、藤原裕司、小林正、神保睦子*
(三重大、*大工大)

Magnetic properties of monolayer graphene annealed in hydrogen atmosphere
R.Sonoda, K.Kimura, Y.Fujiwara, T.Kobayashi, M.Jimbo
(Mie Univ., *Daido Univ.)

はじめに

グラフェンは高い電子移動度や熱伝導率などの特徴から、近年注目されている材料の一つである。一般的にグラフェンは反磁性を示すが、表面および端部への官能基の結合や欠陥より、強磁性や超常磁性の性質を発現するという理論的な報告²⁾³⁾がされている。炭素と軽元素の組み合わせで強磁性が発現した場合、価格や入手のしやすさに優れているため、新規な磁性材料として期待されている。本研究では酸化させたグラフェンを水素含有雰囲気下で還元することにより、磁気特性を制御することを目指した。

実験方法

この実験では、Cheap Tube 社より購入した単層のグラフェンを使用した。この単層グラフェンは修正ハマ一法により作製されたものである。試料は、約 5wt% の塩酸で酸処理した後に蒸留水を加え 1 日ほど放置し、その後上澄みを廃棄する。これを繰り返すことで金属不純物を取り除いた。熱処理による試料の還元は Ar ガス中および Ar + H₂ 混合ガス中で行い、処理温度の条件を 400°C から 900°C で変化させ比較した。試料の磁気特性を VSM、化学結合状態を XPS、結晶構造を XRD で評価した。また、磁気的不純物の確認を EPMA で行った。

実験結果

Fig.1 に熱処理前の試料の XPS の測定結果を示す。スペクトルはガウス関数を用いてピーク分離した。Fig.2 は Ar + H₂ 混合ガス中で熱処理した試料の結果を示す。熱処理前の試料は sp³ と C-OH、O=C-OH のピークが存在している。熱処理後は、sp³ のピークが sp² に移動し C-OH のピークが小さくなっている。これは熱処理によって官能基が減少し、試料が還元されたためだと考えられる。

Fig.3 に Ar + H₂ 混合ガス中熱処理前後の酸化グラフェンの典型的なヒステリシスループを示す。還元前の酸化グラフェンは反磁性を示したのに対し、還元後の酸化グラフェンは強磁性を示し、約 0.01 emu/g の飽和磁化が確認できた。また、Ar 雰囲気中で熱処理された酸化グラフェンは強磁性を示さなかった。

これらの結果は、酸化グラフェンの磁気特性を決定する上で、H₂ の化学吸着が重要な役割を果たしていることを示している。

参考文献

- 1) M. Koshino : TANSO, **243**, pp. 104 - 109, 2010.
- 2) M. Maruyama et al.: J. Phys. Soc. Jpn., **73**, pp. 656 - 663, 2004.
- 3) J. Zhou et al.: Nano Lett., **9** No.11, pp. 3867 - 3870, 2009.

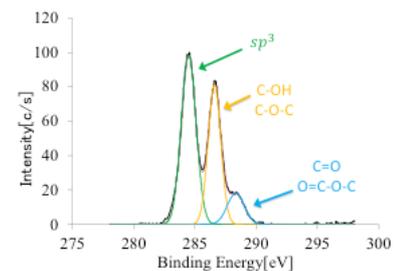


Fig.1 XPS spectrum of GO

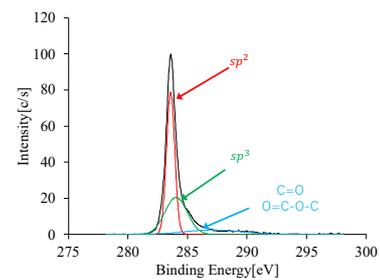


Fig.3 XPS spectrum of reduced GO

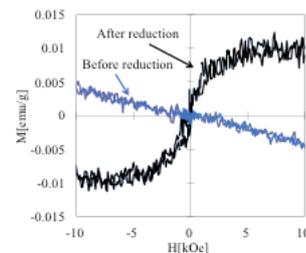


Fig.3 Typical hysteresis loops.