

銀メッキしたカーボンナノコイルの電気特性

Electrical properties of Ag-plated carbon nanocoils

○高橋 宗浩¹, 針谷 達¹, 谷本 壮¹, 滝川 浩史¹, 瀬高 俊哉², 須田 善行¹

Toyohashi Univ. of Technol.¹, Tokai Carbon Co. Ltd.²

Munehiro Takahashi.¹, Toru Harigai¹, Tsuyoshi Tanimoto¹,

Hirofumi Takikawa¹, Toshiya Setaka², Yoshiyuki Suda¹

E-mail: takahashi.munehiro@pes.ee.tut.ac.jp

1.はじめに

カーボンナノコイル (CNC) は螺旋形状を有する炭素ナノ材料である。この特徴的な構造から、ナノスプリング⁽¹⁾ やナノインダクタ⁽²⁾, 電磁波吸収体材料⁽³⁾ などさまざまな分野への応用が期待されている。しかし、CNC がもつ抵抗値が数十 k Ω と高く⁽⁴⁾, またその大きさから、インダクタンス値およびコイルとしての効果が非常に小さいと予想される。本研究では CNC に銀 (Ag) メッキを施すことで抵抗値の低下を促し、その単一試料の直流抵抗率を測定することで、CNC に対するメッキの影響を考察した。

2.測定試料の作製

CNC は研究室内で化学気相合成法 (CVD) によって合成した。作製した CNC をエタノールとデオキシコール酸ナトリウムの混合溶液に漬け、その溶液で無電解メッキを行うことで CNC 表面に Ag をメッキした (Ag-CNC)。走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察により CNC 表面に Ag がメッキされていることを確認した。抵抗測定用試料は集束イオンビーム加工装置 (FIB) により作製した。作製した試料を図 1 に示す。1 cm 四方のガラス基板上にイオンコータを用いて厚さ 500 nm の Au を製膜した。次に FIB のエッチングを用いてガラス基板を一部露出させ、そこに Ag-CNC を架橋した。そして Ag-CNC の両端を Pt デポジションにより固定することで電極を作製した。電気抵抗の測定は、ソースメータを利用した。

3.Ag-CNC の形状と電気抵抗率の関係

構築した測定系を用いて複数の Ag-CNC について電気抵抗を測定した。図 2 に Ag-CNC のコイル径と抵抗率の関係を示す。測定された抵抗率は $1.34 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ から $4.52 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ の間に分布していた。CNC に Ag をメッキすることで抵抗率は一桁から二桁減少した。コイル径が大きいほど Ag がより厚くメッキされ抵抗率が減少すると予想したが、コイル径が小さいほど抵抗率の減少度も大きくなった。この理由について、CNC にメッキされた Ag の疎密性に関係していると考えられる。コイル径が大きいほどその炭素繊維も大き

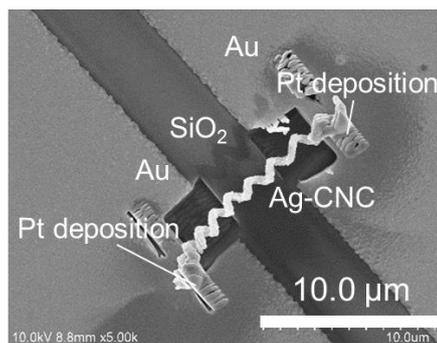


図 1. 作製した試料

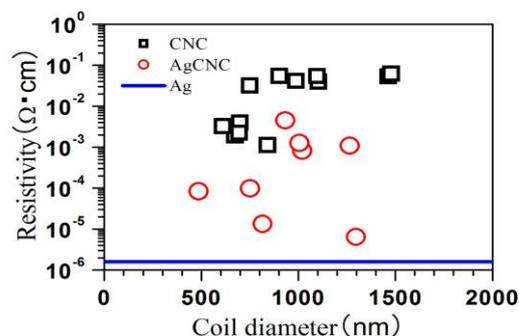


図 2. コイル径と抵抗率の関係

いため Ag の密度が低く、Ag よりも炭素繊維の部分が多く電流が流れていると推測される。無電解メッキで Ag のメッキ量を増加させることで改善が見込まれるが、Ag のメッキによりコイルの形状を損なう可能性がある。CNC のコイル径を制御した合成方法を確立させることで選択的にメッキすることができると考えられる。

文献

- (1) T. Yonemura, et al, Carbon, 83, 183 (2015)
- (2) S. Motojima, et al, Diamond & Related Materials, 13, 1989 (2004)
- (3) G. Kang, et. al, Applied Surface Science, 380, 114 (2016)
- (4) Y. Nakamura, et. al, Appl. phys. Lett, 108, 153108 (2016)