

## カーボンナノコイルを対象とした電気特性測定系の構築と電気抵抗率の評価

## Development of electrical property measurement system and

## evaluation of electrical resistivity of single carbon nanocoil

豊橋技科大<sup>1</sup>, 東海カーボン<sup>2</sup>, 湘南合成樹脂製作所<sup>3</sup>, 東邦ガス<sup>4</sup>○清水 慶明<sup>1</sup>, 中村 康史<sup>1</sup>, 國本 隆司<sup>1</sup>, 須田 善行<sup>1</sup>, 滝川 浩史<sup>1</sup>, 植 仁志<sup>2</sup>, 清水 一樹<sup>3</sup>, 梅田 良人<sup>4</sup>Toyohashi Univ. of Technol.<sup>1</sup>, Tokai Carbon Co., Ltd.<sup>2</sup>, Shonan Plastic Mfg. Co., Ltd.<sup>3</sup>, Toho Gas Co., Ltd.<sup>4</sup>○Shimizu Yoshiaki<sup>1</sup>, Yasushi Nakamura<sup>1</sup>, Ryuji Kunimoto<sup>1</sup>, Yoshiyuki Suda<sup>1</sup>, Hirofumi Takikawa<sup>1</sup>,Hitoshi Ue<sup>2</sup>, Kazuki Shimizu<sup>3</sup>, Yoshito Umeda<sup>4</sup>

E-mail: nakamura.yasushi@pes.ee.tut.ac.jp

<http://arc.ee.tut.ac.jp/enedev/>

## 1. 緒言

カーボンナノコイル (CNC) は螺旋形状をしたファイバ状のカーボンナノ材料である。CNC と比べてマイクロオーダーのサイズを持つ螺旋形カーボン材料のカーボンマイクロコイル (CMC)<sup>(1)</sup> は、その形状からマイクロサイズのインダクタとしての可能性が示されている<sup>(2)</sup>。著者らは、CNC のインダクタンスを測定することを目標としている。その測定に向けて、単一の CNC で利用可能な測定系の構築が必要である。また、基本的な電気特性である電気抵抗率の評価は CNC の特性を理解する上で重要である。本研究では、単一の CNC のための電気抵抗測定系の構築、電気抵抗率の評価、およびカーボンナノファイバ (CNF) との比較を行った。

## 2. 測定試料の作成

CNC は本研究室で化学気相合成したものを用いた。測定用試料は集束イオンビーム加工観察装置 (FIB) により作成した。作成した試料を図 1 に示す。Si 基板上に酸化膜を形成し、その上にイオンコータを用いて厚さ 100 nm の Au を製膜した。次に FIB のエッチング機能を用いて酸化膜を 5 μm 四方に露出させ、そこに CNC を架橋した。そして CNC の両端を Pt デポジションにより固定した。つぎに、CNC の片端を FIB のエッチング機能により周りの Au 部分と切り離すことで独立した島状の電極を作成した。

電気抵抗の測定は、走査型電子顕微鏡 (SEM) 内のマニピュレータと顕微鏡外のソースメータとを接続することにより行った。銀ペーストを用いて試料台と Au 膜を固定することにより CNC の片端が電氣的に接続された。次に、ソースメータと接続されたマニピュレータを電氣的に独立した電極と接触させることにより CNC の電気抵抗の測定を行った。

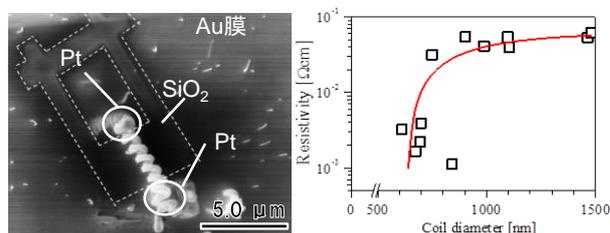


Fig. 1 SEM micrograph of CNC fixed to the Au film.

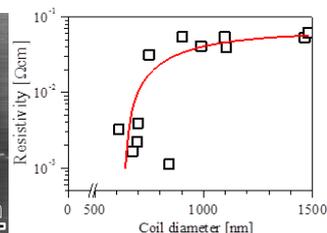


Fig. 2 Relationship of resistivity and the CNC coil diameter.

## 3. 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測定試料の電気抵抗の測定を行った。図 2 に CNC コイル径と抵抗率の関係を示す。測定された抵抗率は  $1.06 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  から  $8.0 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$  の間に分布していた。また、コイル径の増加とともに電気抵抗率は増加する傾向を示した。

CNC に現れた結果について、これが測定系の問題なのか CNC 固有の現象なのかを確認するために CNF についても電気抵抗率を評価した。繊維径の異なる 4 本の CNF を測定したところ平均抵抗率は  $1.6 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$  であり、測定試料間の差はほとんどなかった。CNC も CNF もアモルファス炭素で構成されており、繊維径の変化に対して電気抵抗率は一定であると考えられるが、コイル径に対して CNC の抵抗率が変化するという現象が測定された。

**謝辞** 本研究の一部は、豊橋技術科学大学 EIIRIS プロジェクト、JSPS 科研費 24360108, 25630110 を受けて行なわれた。

## 文献

- (1) S. Motojima, et al: Dia. & Relat. Mater., 13, 1989 (2004)
- (2) Y. Kato, et al: Jpn. J. Appl. Phys., 45, (4A), 2695 (2006)