

走査型透過電子顕微鏡を用いた CNT 線材中のヨウ素の構造評価

Structural characterization of iodine in CNT yarn using scanning transmission electron microscopy

先端素材高速開発技術研究組合¹, 産総研², 古河電工³○山崎 悟志¹, 飯泉 陽子², 杉原 和樹³, 稲葉 工², 森本 崇宏², 岡崎 俊也²ADMAT¹, AIST², Furukawa Electric co., Ltd.³ ○Satoshi Yamazaki¹, Yoko Iizumi², Kazuki Sugihara³, Takumi Inaba², Takahiro Morimoto², Toshiya Okazaki²E-mail: s-yamazaki@admat.or.jp

カーボンナノチューブ(CNT)は、抵抗の低さとその軽さから次世代の電線材料として期待されている¹⁾. CNTで構成された線材では、直径が数nmのCNTが複数本集まりバンドルを組み、それらのバンドルが撚り集まった階層構造を形成している. この階層が上がるにつれ抵抗率は上昇することが知られており、電線化における大きな課題である. CNT線材の抵抗率を低減する方法として異種元素ドーピングが挙げられ、CNT線材にヨウ素をドーピングすることで抵抗率が減少したとの報告がある²⁾. しかしながら、CNT線材内のヨウ素の詳細な位置、構造を報告した例は少ない.

本研究では液晶紡糸CNT線材にヨウ素をドーピングした試料を準備した. ドーピング方法としては、CNT線材とヨウ素を二股ガラス管に真空封管した後、200°Cで12時間加熱した. CNT線材内のヨウ素の構造を把握するため、線材に対して断面方向からの走査型透過電子顕微鏡(STEM)観察及びエネルギー分散型X線(EDX)分析を行った. STEM観察にはJEM-ARM200F NEOARMを用いた.

Fig. 1 (a) and (b) にCNT線材の断面STEM観察及びEDXマッピングの結果を示す. 輝度の高い部分からヨウ素が検出されていることがわかる. 更に高倍率で観察するとCNTの中空部分、CNT-CNT間にヨウ素が存在していることがわかり、CNT-CNT間では格子を組んでいる様子も確認できる(Fig. 1(c)). CNT線材はドーピング前後で抵抗値が大よそ15%減少しており、これはヨウ素がCNT-CNT間の空隙を埋めることで、接触抵抗が下がったためと推測している.

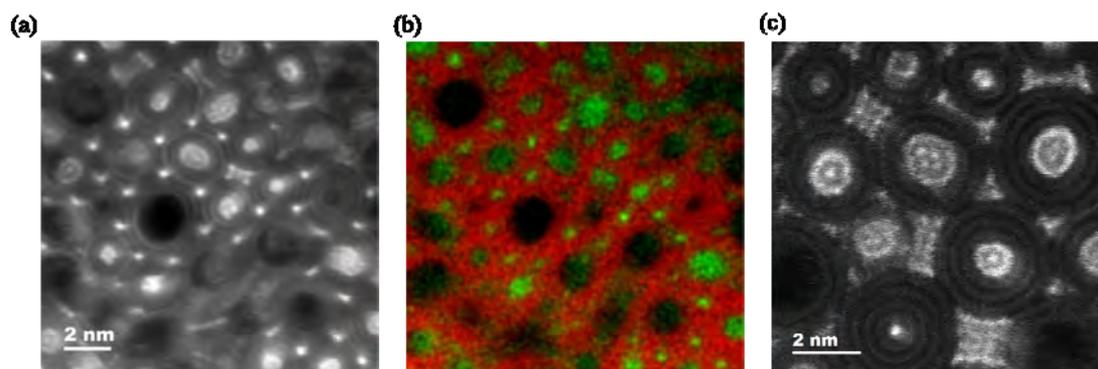


Fig.1 Observation of iodine doped CNT yarn. (a) Low magnification STEM image. (b) X-ray mapping image. Red is carbon and green is iodine. (c) High magnification STEM image.

1) Lauren W. Taylor et al., Carbon. 171, 689-694(2021).

2) Yao Zhao et al., Science Reports. 83, 1-5(2011).

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP16010)の結果得られたものです. STEM観察において、日本電子株式会社 名雪 桂一郎様にご協力頂きました.