

通電加熱したCNT紡績糸の機械的性質と結晶性の評価

Evaluation of Crystalline and Mechanical Properties of Joule-heated Carbon Nanotube Yarn

K.Nakagome¹, T.Sato¹, T.Iijima², Y.Inagaki², Y.Hayashi² and T.Kuzumaki¹

¹Department of Metallurgical Engineering, Graduate School of Engineering, Tokai University,
Hiratsuka 259-1292, Japan

²Department of Natural Science and Technology, Graduate School of Okayama University,
Okayama 700-8535, Japan

E-mail: kuzumaki@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

1. 緒言

カーボンナノチューブ (CNT) は、化学気相蒸着 (CVD) 法により大量合成が可能だが、個々の CNT の構造が不均一であるため期待される性質が得られない場合が多い。そこで個々の CNT をバンドル化し線材化することで材料としての性能を均質化すると共に、その後の各種処理によって高強度、高電気伝導性を付与できれば実用材料としての応用が期待できる^[1]。本研究では真空中での通電加熱が CNT 紡績糸の組織と機械的性質に与える影響を調べた。

2. 実験方法

CNT 紡績糸は、高密度垂直配向 CNT を合成した膜から CNT 紡績糸を撚り掛けながら引出し作製した^[1]。作製した試料は、到達圧力 10^4Pa ~ 10^6Pa 程度の真空中でそれぞれ 1473K の通電加熱を 1 分間行った。CNT 紡績糸は各真空度とも 1473K を超えて加熱すると、CNT 紡績糸が振動し断線した。そこで本実験では加熱温度を 1473K とした。熱処理前後の試料について微小引張試験機 (MX-500N-FA, IMADA) を用いて引張試験を行った。CNT 紡績糸の破断組織は SEM (JSM-5600LV, JEOL) で観察した。また、CNT 紡績糸の結晶性はラマン分光法で計測した G バンドと D バンドの比で評価した。

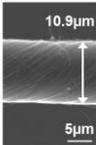
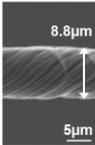
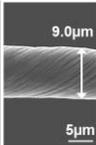
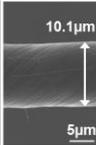
3. 結果・考察

CNT 紡績糸の SEM 像と機械的性質を表 1 に示す。到達圧力 10^5Pa 台で通電加熱処理した試料の引張強度とヤング率はそれぞれ 978.2MPa と 23.5 GPa であった。高真空での熱処理により CNT 糸の結晶性が向上し機械的性質が改善された。低真空中での加熱は CNT の昇華による断面減少が大きい、熱処理により個々の CNT がバンドルする傾向があることが確認された。しかし、 10^6Pa 台での通電加熱では CNT の結晶性が向上せず、機械的性質も 10^5Pa の場合と比べて低下した。この原因については現在検討中である。

4. 参考文献

[1] T. Iijima et al., Phys. Status Solidi A 208 (2011) 2332.

表 1 CNT 紡績糸の SEM 像と機械的性質

Sample Item	as-spun	10^4Pa	10^5Pa	10^6Pa
SEM image				
Average tensile Strength	484.8 MPa	303.1 MPa	978.2 MPa	797.6 MPa
Average Young's Modulus	13.1 GPa	19.6 GPa	23.5 GPa	20.4 GPa
G/D	0.98	0.95	2.76	0.98