

3 ω 法および光交流法を用いた

カーボンナノチューブ/ポリマー複合紡績糸の熱伝導率測定

Measurement of Thermal Conductivity of Thermal Conductivity of Carbon-Nanotube/Polymer Composite Yarn by 3 ω Method and AC method奈良先端大物質[○]関本祐紀, 阿部竜, 山本貴洋, 鄭 敏喆, 小島広孝, 辨天宏明, 中村雅一¹NAIST,[°]Y. Sekimoto, R. Abe, T. Yamamoto, M.-C. Jung, H. Kojima, H. Benten, M. Nakamura,

E-mail: sekimoto.yuki.sq0@ms.naist.jp

現在、有機あるいは有機無機ハイブリッド材料を用いたフレキシブル熱電変換素子が盛んに研究される中で、我々は、カーボンナノチューブ(CNT)を紡糸して布に縫い込むことで十分な素子厚さと柔軟性を両立した布状熱電素子を作製する方法を提案し、研究を行ってきた[1,2]。その過程において、CNT/ポリマー複合紡績糸が数百 W/mK 以上の極めて大きい熱伝導率をもつ場合があることが見出され[3]、これを受けて、CNT/ポリマー複合紡績糸の高熱伝導材料への応用研究を進めると共に、熱伝導率測定値の確度向上について研究を進めてきた[4]。そこで本研究では、CNT 紡績糸の熱伝導率を正確に測定するための条件に加え、添加する分散剤やポリマーの種類、添加量を変えた CNT 紡績糸の熱伝導率を 3 ω 法と光交流法の二種類の方法を使用して測定した結果について報告する。

CNT 紡績糸はウェットスピニング法を用いて作製した。分散剤として SDBS、DOC、添加するポリマーとして PEG、PEDOT:PSS、CMC-Na を用いた。3 ω 法による熱伝導率の測定は、独自に作製した装置を用い、光交流法による測定は市販の LaserPIT (アドバンス理工) に改良を加えたものを使用した。

まず、真空度に依存した細線からの熱損失が測定値に与える影響を調べるため、金線の熱伝導率の測定チャンバー真空度依存性を 3 ω 法および光交流法を用いて測定した。得られた結果を、Fig.1 に示す。金の熱伝導率文献値は 315 W/mK 付近であるため、正確な熱伝導率測定には圧力 10 Pa 以下の高真空が必要であることがわかる。

光交流法は、試料の熱拡散率が高い確度で求められることに加え、3 ω 法による測定において測定を正確に行うための条件の一つである試料の熱拡散長が得られる。一方、3 ω 法は、微小試料において精密測定が困難な密度や比熱容量を用いずとも、直接熱伝導率が得られる。そこで、光交流法の結果をもとに測定条件を最適化した 3 ω 法測定を行った。例として、分散剤に DOC、ポリマーに PEG 1 wt%、0.1 wt%を用いた CNT 紡績糸の熱伝導率の比較を Table.1 に示す。直感に反して、ポリマー (PEG) 濃度の高い試料のほうが、熱伝導率が高いという結果が得られた。講演では、他の分散剤やポリマー濃度の比較や光交流法の熱拡散率測定結果との比較も行う他、測定結果の妥当性の検証や正確な熱伝導率測定を行うための条件の考察についても行う。

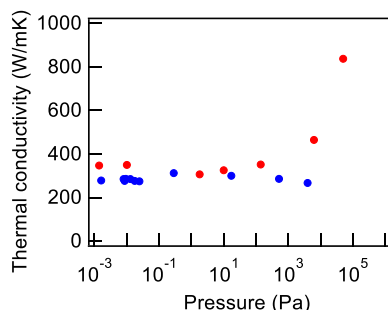


Fig.1 熱伝導率の測定チャンバー真空度依存性。赤が 3 ω 法、青が光交流法の測定値である。

Table.1 DOC 分散 PEG 添加 CNT 紡績糸の熱伝導率測定値の比較

PEG 濃度 (wt%)	熱伝導率 (W/mK)
1	36.7
0.1	25.7

- [1] 伊藤他: 応物第 63 回春季講演会 21p-W351-9. [2] M. Ito *et al.*, *J. Mater. Chem. A* 5, 12068 (2017).
[3] 関本他: 応物第 64 回春季講演会 14p-P4-16. [4] 関本他: 応物第 65 回春季講演会 19p-C304-6.