カーボンナノチューブ複合紙による「熱電発電紙」の発電性能向上に関する検討

Improvement of power generating ability of "thermoelectric power generating paper" using carbon-nanotube-composite paper

○川田 一貴，大矢 剛嗣（横国大院工）
°Kazuki Kawata, Takahide Oya (Yokohama National Univ.)
E-mail: kawata-kazuki-kp@ynu.jp

1. 研究背景

近年、約 7 割の消費エネルギーが未利用のまま排熱として環境中に放出されており、熱回収と電力再生が効率的に行える熱電発電デバイスの普及が期待されている。そこで我々は高いゼーベック効果を示すと報告されているカーボンナノチューブ(Carbon Nanotube, 以下:CNT)に注目している[1]。ゼーベック効果とは物体の温度差から起電力を得るという熱電効果の一種である。本研究では、我々が開発した CNT と紙との融合による CNT 複合紙[2]の応用展開として“熱電発電紙”の研究開発を進めている。前回の報告[3]では、CNT 複合紙の熱応答評価を行い熱電発電において重要な要素となる CNT 複合紙の温度差の保持を確認した。今回は複合紙の抵抗値を低減することで、熱電発電性能が向上した結果について報告する。

2. 実験方法

CNT 複合紙の作製方法として、半導体型 CNT 分散液と紙の原料であるパルプの分散液を混合し、それを紙漉き法により水分を抜く。その後熱プレス機により紙を整形し CNT 複合紙を作製する手順を踏む[2]。作製した半導体型 CNT 複合紙 4 枚(p 型 2 枚、n 型 2 枚)の内それぞれ 2 枚ずつ pn 接合として直接直列に接続する。ただし、用意した二つの回路の内一方の複合紙の CNT 含有量は 10mg であり、もう一方は 20mg とする。そして熱電効果を得るため接続部分に熱を与えて温度差を設け、この温度差及び得られた電圧値、電流値から性能の評価を行う。このとき、n 型 CNT 複合紙については、通常 p 型の挙動を示す CNT 複合紙に強塩基を用いた n ドープを施すことで作製する。

3. 実験結果

横軸を、室温(20℃)と熱源の温度との温度差ΔT [K]、縦軸をゼーベック係数 S [μV/K]とした実験結果を Fig. 1 に示す。また、このときの最大電流値は CNT の分量 10mg, 20mg の回路でそれぞれ 2[μA], 8[μA]であった。前回の報告では複合紙内のパルプが熱電発電に有効に働くことを確認し、今回はそのパルプを活かせる範囲で CNT の分量を増加し実験を行った。結果として Fig. 1 より、CNT の分量の増加から温度差の保持が損なわれることもなく、より大きなゼーベック効果を確認した。また同様にして CNT 含有量の多い回路から大きな電流値が得られた。このことより、起電力を得る上で CNT 複合紙の抵抗値の低減及び温度差の保持、すなわち CNT とパルプの最適な分量の確立が必要だと考えられる。詳細は講演にて報告する。

4. 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費・新学術領域研究(25110015)の助成を受け実施された。

5. 参考文献

[1]Y. Nakai, et al., Appl. Phys. Expr. 7, pp.1-2, 2014.
[2]T. Oya, et al., Carbon 46, pp.169-171, 2008.
[3]川田一貴 他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-P5-15, 2016.

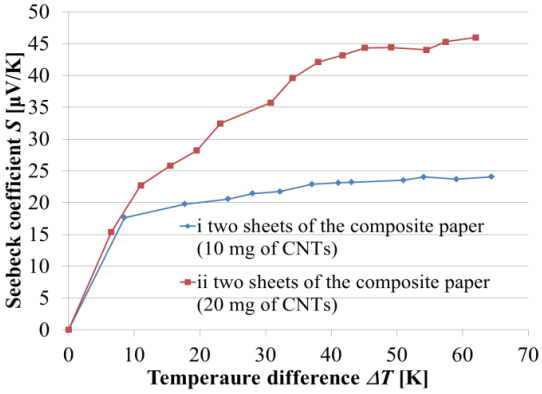

Fig. 1 Comparison of the Seebeck coefficient as a function of the temperature difference.