

カーボン-アクリル酸高分子複合材料の温度特性の導電フィラー依存性

Comparison of Conductive Fillers in Temperature Characteristics of Carbon-acrylate Polymer Composites

東大工¹ ^{○(DC)}奥谷 智裕¹, 横田 知之¹, 染谷 隆夫¹

Univ. of Tokyo¹, ^{○(DC)}Chihiro Okutani¹, Tomoyuki Yokota¹, Takao Someya¹

E-mail: okutani@ntech.t.u-tokyo.ac.jp

フレキシブルな温度計測デバイスや熱保護回路を構成する要素の 1 つとして、柔軟で高い ON/OFF 比をもつポリマー-PTC (Positive Temperature Coefficient) サーミスタが期待されている。ポリマー-PTC サーミスタは、ポリマーと導電性フィラーで構成されており、結晶性ポリマーの融点付近で抵抗値が急激に上昇することが知られている。しかしこの PTC 特性はポリマーマトリクス自身の特性だけでなく、フィラー材料にも依存し、特にフィラー材料の違いで PTC 特性を比較した報告例は少ない。そこで本発表では、以前に報告されたアクリル酸ポリマーベースのポリマー-PTC [T. Yokota, *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci.* **112**, 14533–14538 (2015)] において、カーボン導電フィラーコンポジット材料でよく用いられる 3 種類の材料での温度特性の比較について報告する。

2 つのモノマー、アクリル酸オクタデシルとアクリル酸ブチルを質量比 17:3 の割合で混合し、光架橋剤を加え、紫外光を照射させることでアクリル酸ポリマーを作製した。このポリマーと導電フィラーと溶媒テトラヒドロフランを加え、30 分以上超音波分散を行い、その後溶媒を蒸発させることで導電フィラーコンポジットポリマーを得た。導電フィラーとしては、カーボンナノファイバー (CNF)、カーボンブラック (CB)、ケッチェンブラック (KB) の 3 種類を用いた。対向電極 (W/L=1 cm/400 μm) の上に厚さ 12.5 μm のポリイミドマスクを用いて、60°C のホットプレート上でポリマーを印刷した。印刷後、100°C 1 時間の条件でアニールを行うことで、デバイスを作製した。

混合する導電フィラーは、CNF と CB に関しては合計 8 wt% に、KB は 1 wt% に設定した。Table 1 に 25°C におけるデバイスの抵抗値を示す。単一の導電フィラーに比べ、CNF : CB = 3 : 1 の混合フィラーが最も良い導電性を示した。また 25°C から 40°C における抵抗変化比を Fig. 1 に示す。温度を上昇させると CNF 単体では 2.6×10^3 倍、CB 単体では 2.4×10^4 倍の抵抗変化を示し、それぞれのフィラーを混合させると CB の割合が増えるにつれ、抵抗変化は CB 単体での変化に近づいた。一方で KB を使用した際には、抵抗変化が 6.2 倍であった。CB 単体を用いた際にデバイスの抵抗変化率が最も高いこと、および 2 つのフィラーを混合するとその特性はそれぞれのフィラー単体の特性の中間を示すことが分かった。

(謝辞) 本研究は立石科学技術振興財団より助成を受けた。(助成番号 2187003)

Table 1 The electrical resistance of various polymer composites at 25°C

Conductive filler	Resistance (kΩ)
8 wt% CNF	9.74
6 wt% CNF + 2 wt% CB	3.13
4 wt% CNF + 4 wt% CB	10.18
8 wt% CB	14.6
1 wt% KB	8.91

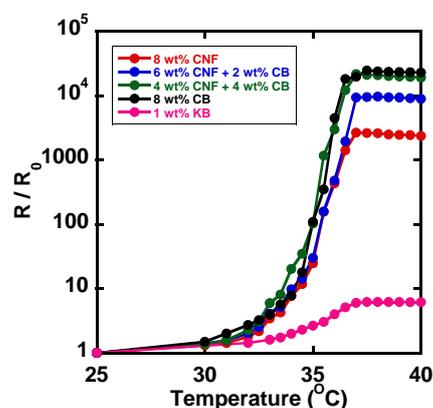


Fig. 1 The effect of temperature on the electrical resistance change in various polymer composites