19p-A6-10

非晶性ポリマー/Ni 微粒子コンポジットにおける PTC 特性発現

Positive Temperature Coefficient Effect of Ni Particle-dispersed Amorphous Polymer Composites

金沢工大 EOE 応用研究センター

○河野 昭彦，吉良 和真，花岡 良一，藤田 洋司，小山 正人，漆畑 広明

Center for EOE Applications, Kanazawa Inst. Technol.

°A. Kono, K. Kira, R. Hanaoka, Y. Fujita, M. Koyama, and H. Urushibata

E-mail: a.kono@neptune.kanazawa-it.ac.jp

【はじめに】カーボンナノチューブやカーボンブラック等の導電性微粒子（導電フィラー）を絶縁性ポリマーに充填・分散させたポリマーコンポジットは、導電フィラーがポリマー中でネットワーク状に繋がり導電パスを形成するため、室温において抵抗率が 1Ωcm 程度の導電性を示す。一方、コンポジットは、温度が上昇するとポリマーの体積膨張に伴い導電パスが切断し抵抗率が桁違いに増大することがあり、PTC 特性（Positive Temperature Coefficient: 正の抵抗温度係数）を示す場合がある。コンポジットは、例えば、リチウムイオン電池における短絡電流や過大電流を限流し電池を保護するための素子として応用されている。これまで、コンポジットの PTC 特性はポリマーの体積膨張に伴い発現することから、非晶性ポリマーでは PTC 特性は発現しないと言われてきた。すなわち、非晶性ポリマーは融解現象（1 次相転移）を示さないため僅かな体積膨張しか生じず、導電パスの切断が期待できないためである。今回、導電フィラーとして粒径が μm サイズのフィラメント状 Ni 粉末を非晶性ポリマーであるポリメチルメタクリレート（PMMA）に分散させたコンポジットにおいて、結晶性ポリマーからなるコンポジットに匹敵する PTC 特性が発現しうることが判明したので報告する。

【実験方法】PMMA と Ni 微粒子を 2 軸混練機により温度 200℃、混練回転数 60rpm で 15 分間混練し、PMMA と Ni の混練物を作製した。混練物を温度 200℃、圧力 10MPa で 7 分間ホットプレスし、約 1mm 厚の板状に成形した。成形した PMMA/Ni コンポジットの両面に Ni 箔を温度 200℃、圧力 5MPa で 4 分間熱融着し電極を形成した。この試料をオーブンに挿入し、1℃/min の昇温速度で加熱しながら厚さ方向の抵抗率を測定し、PTC 特性を評価した。

【結果および考察】Ni 充填率の異なる PMMA/Ni コンポジットにおける抵抗率の温度依存性を Fig.1 に示す。Ni 充填率が 20、25vol.%では、抵抗率は温度上昇とともに指数関数的に増加した。Ni 充填率が 25vol.%においては、室温抵抗率が約 10Ωcm、ピーク抵抗率が 10^9Ωcm となり、温度上昇により 10^8 ケタの抵抗率の増加が見られた。これは、結晶性ポリマーからなるコンポジット[1)]に匹敵する値である。一方、Ni 充填率が 30、35、40vol.%では、約 90℃程度で抵抗率が極大を示し、それ以上の温度では抵抗率は緩やかに増加した。この Ni 充填率の領域では、抵抗率の増加の勾配は Ni 充填率の増加とともに減少した。パーコレーション導電理論に従えば、Ni 充填率の増加とともに導電パスが発達することになる。Ni 充填率が 30vol.%以上では導電パスが密に発達しており、PMMA の僅かな体積膨張では導電パスが切断しなかったため、抵抗率が増加しにくかったと考えられる。一方、Ni 充填率が 20、25vol.%では導電パスが十分に発達していないため、PMMA の僅かな体積膨張により導電パスが切断し、PTC 特性が発現したと結論できる。

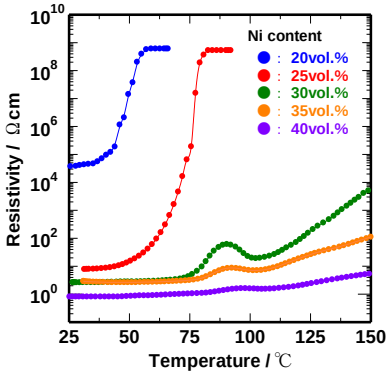

Fig.1 Resistivity-temperature characteristics of PMMA/Ni composites with various Ni content.

【参考文献】1) A. Kono, *et.al.*, Polymer, 45, 690 (2013).

【謝辞】本研究は科研費若手 B（課題番号 24750226）の支援を受けて実施された。

© 2014 年　応用物理学会