

ロックイン発熱解析法を用いた導電性複合材料の内部構造評価

Network structures analysis of conductive composite materials

by the lock-in thermography technique

産総研¹, TASC² °森本 崇宏¹, 阿多 誠介², 山田 健郎, 岡崎 俊也

AIST¹, TASC², °Takahiro Morimoto¹, Seisuke Ata², Takeo Yamada, Toshiya Okazaki

E-mail: t-morimoto@aist.go.jp

カーボンナノチューブ (CNT) をはじめとした、種々の導電性ナノ材料の実用化を考える上では、ナノ材料同士が形成するランダムネットワーク構造を、正確に評価・制御する事が、複合材料や薄膜デバイス等のバルク物性を向上させる為にも重要である。一方で、従来の評価技術では、表面や断面の観察、表面のラマン散乱などの分光手法、プローブ電極を用いた動的ゲート電圧によるSGM法など、接合状態の評価や観察範囲・計測時間に制限のある手法が多く、ナノ構造とバルク物性との相関性を明らかにする事は困難であった。

そこで、我々のグループでは、導電性ナノ材料が形成するネットワーク構造へ、ある特定の交流印加を行い、そこからのジュール発熱をロックイン検出する事で、導電性複合材料の内部構造を評価する手法の開発を行ってきた(図1)。正弦波もしくは矩形波のバイアス電圧を印加すると、母材の蓄熱による強い背景輻射熱の中に、特定の周波数を持つ導電性ネットワーク構造からの発熱成分が放射される。本手法は、これら背景熱(ほぼ一定値)とジュール熱(交流)の周波数成分の違いを利用して、ジュール熱成分のみを、周波数空間上で分離・検出する手法である。これにより、複合材料に添加された導電性ナノ材料の内、バルク物性に強く寄与する導電性ネットワーク構造のみを、実空間・マルチスケール(数 μm ~数cm)・短時間で可視化する事が可能となる。

図2には、一般的な積算型の顕微サーマル像とロックインサーマル像の、同一試料・同一条件下での比較測定結果を示している。通常の顕微サーマル像においては、強い背景の熱により、細かな発熱構造を観察する事が出来ない。一方、ロックイン処理により導電パスからのジュール熱のみを分離した像においては、CNTが形成する明瞭な内部構造と、破断面の様な高抵抗領域が可視化されている。

本講演では、様々なナノ材料・プロセスにより作製された試料における測定例、機械強度との相関、発熱パターンのメカニズム等について講演する予定である。

この成果は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。

[1]T.Morimoto *et al.*, in preparation

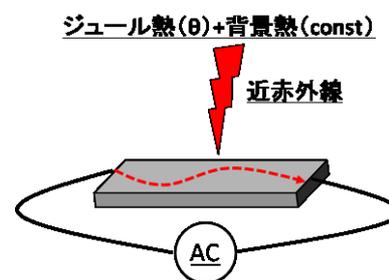


Figure.1 The schematic image of measurement system

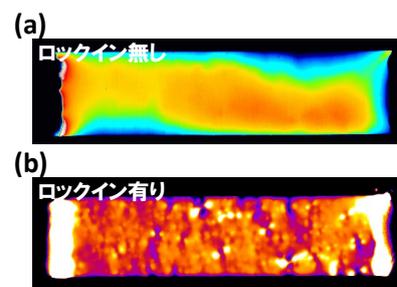


Figure.2 Thermal images of non-lock-in (a) and lock-in (b)