

走査型ナノサーマル顕微鏡を用いた 高分子複合材料中での熱伝導率の評価

(神戸大院・工) ○當麻祐太、松本拓也、西野 孝

【緒言】

電子機器の小型化に伴い、軽量かつ高熱伝導性である材料が求められている。そのため熱伝導性の低い高分子に、高熱伝導性を有するフィラーを充てんすることで熱伝導性を高める手法が試みられている。また、このような高分子複合材料の系内でフィラーネットワークを形成させることで、高い熱伝導率が達成できる。この現象は熱的パーコレーションと呼ばれ、ネットワークの構造や材料全体の熱伝導率といった観点から評価が行われてきた。しかしながら、平均化された構造、物性の議論にとどまっており、局所的な構造が熱物性に与える直接的な影響は明らかにされていない。したがって、複合材料の局所的な熱挙動を解明する上で、ナノレベルの構造とマクロな熱伝導率の相関が重要となる。

本研究では、高分子複合材料として、ポリビニルアルコール(PVA)/窒化ホウ素(BN)を作製した。また、ナノスケールの高い空間分解能を有し、構造と熱拡散性を同時に観察することが可能である走査型サーマル顕微鏡(SThM)を用いて、ネットワーク内部での熱挙動について評価を行った。

【実験方法】

BN粉末(昭和電工(株))を2-プロパノールと水の1:1混合溶媒に加え、攪拌、超音波処理を行うことでBN分散液を得た。シリコンウェハ上にキャストしたPVA(三菱ケミカル(株)、ゴーセノール NH-18)フィルム上にBN分散液をスピコートすることでPVA/BNフィルムとした。得られたサンプルについて、SThM(Anasys Instruments Corp., Nano-TA)を形状像と熱拡散マッピング像を得た。

【実験結果】

図1には、濃度0.5wt%BN分散液で作製したPVA/BNの(a)形状および(b)SThM像を示した。図中に示した四角の領域では、BN粒子間にギャップが存在しているにもかかわらず、高い熱拡散率を示していることが観察された。

図2には、濃度1.25 wt%BN分散液で作製したPVA/BNの(a)形状および(b)SThM像を示した。図1と同様にギャップを介した伝熱が観察された。さらに、図1では観察されなかった伝熱経路の形成が見られた。

図3には、ギャップの距離とギャップでの局所的な熱拡散率の関係を示した。300 nmをしきい値として、粒子間距離が小さくなるにともない、粒子間での熱拡散率は増大した。これによりBN粒子近傍において、マトリックスは熱拡散率の高い層を形成していることが示された。

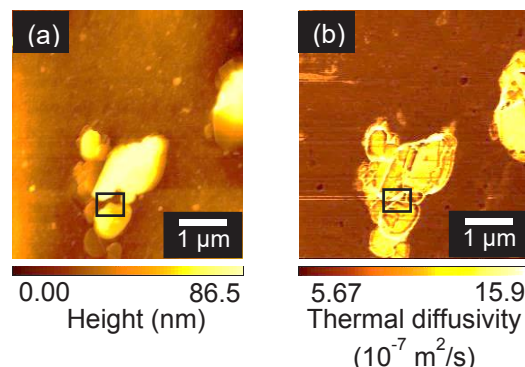


Fig. 1 (a) AFM topological image and (b) Thermal diffusivity mapping image of PVA/BN using 0.5 wt% BN dispersion.

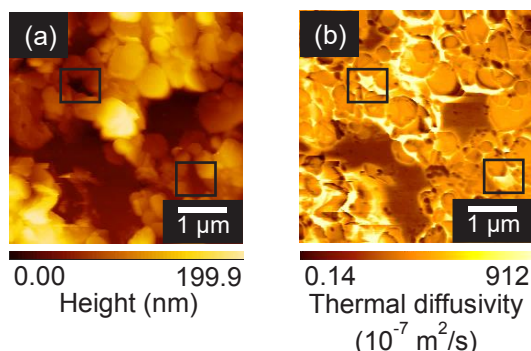


Fig. 2 (a) AFM topological image and (b) Thermal diffusivity mapping image of PVA/BN using 1.25 wt% BN dispersion.

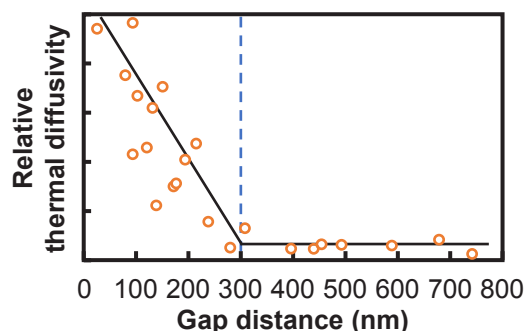


Fig. 3 Relationship between Gap distance between BN particles and thermal diffusivity of PVA/BN.