

(報告書様式)

2018年3月29日

金沢大学先端科学・イノベーション推進機構協力会 御中

第2回 若手研究者奨励賞 研究実施報告書

所 属 理工研究域 機械工学系
職 名 准教授

ふりがな はるき まさし
氏 名 春木 将司

研究実施報告書

(1) 研究テーマ名

高熱伝導化した生体適合性ポリイミドシートの連続作製技術の基盤構築

(2) 研究の目的および要旨

近年、バイオテクノロジーの急速な進展に伴い、医用機器、バイオ系実験機器とも性能の向上、複雑な操作への対応が必要とされている。なかでも外部からの加熱・冷却を血液や細胞に迅速に伝達させることは、新たな治療法、実験手技を考案する上で非常に重要である。生体適合性高分子は多くの医用機器に使用されているが、高分子は熱伝導率が小さく、外部からの温度操作性を著しく悪くしているのが現状である。本研究では、生体適合性を有するフッ素系ポリイミドに着目し、これに高熱伝導性フィラー(六方晶窒化ホウ素、ナノカーボン)を添加、配向構造を操作することによって、ポリイミド中に熱伝導パスを形成させ、熱伝導率を向上させる方法を確立する。さらに本手法による生体適合性ポリイミドフィルムを連続的に製造する技術の基盤構築を目指す。

(3) 採択されてからの研究の進捗状況

六方晶窒化ホウ素をフィラーとした複合材料を作製し、その熱伝導率を評価した。含フッ素ポリイミドは 4,4'-ジアミノジフェニルエーテルと 4,4'-(ヘキサフルオロイソプロピリデン)ジフタル酸無水物からなるポリイミドを対象とした。また、代表的なポリイミドであるカプトン系ポリイミドでも検討を行った。

複合材料の作製においては、ポリイミドの前駆体であるポリアミド酸溶液中に六方晶窒化ホウ素を混合・分散させた後、電場を印加し、六方晶窒化ホウ素の配向構造形成による複合材料の熱伝導率の向上を試みた。さらに、六方晶窒化ホウ素とナノカーボンとの同時添加による熱伝導ネットワーク形成効果についても検討した。

(4) 研究の成果

まず、六方晶窒化ホウ素/含フッ素ポリイミド複合材料の熱伝導率向上の検討を行った。Fig. 1 にフィラーをポリアミド酸溶液へ分散させ後、乾燥・イミド化したもの、ならびにフィラーを分散させたポリアミド酸溶液に 1.5 kV の直流電場を 1 時間毎に正極と負極を入れ替え計 4 時間印加した後、乾燥・イミド化を行った複合材料の熱伝導率を示す。六方晶窒化ホウ素には、平均粒子径が 11 μm と 0.2~0.8 μm の 2 種を用いた。どちらのサイズの六方晶窒化ホウ素とも低含量では、電場印加しなかった複合材料と比べ、有効熱伝導率の増加はほとんど見られなかった。しかしながら、六方晶窒化ホウ素の含有量を

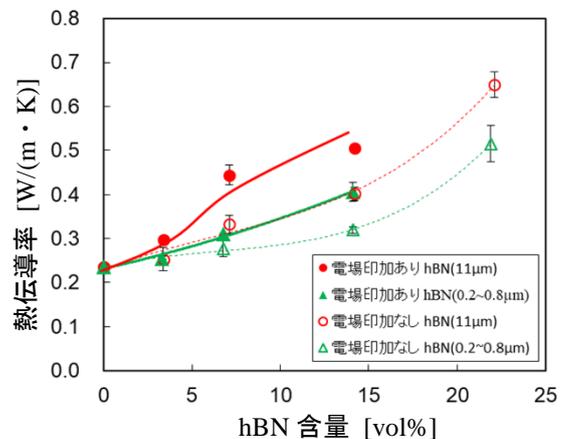


Fig. 1 六方晶窒化ホウ素(hBN)/含フッ素ポリイミド複合シートの熱伝導率

増加させると電場印加による熱伝導率の上昇は大きくなり、電場印加の有効性が顕著に見られた。

次にカプトン系ポリイミドに六方晶窒化ホウ素とカーボンナノファイバーを添加した場合の六方晶窒化ホウ素/カーボンナノファイバー含有比と熱伝導率の関係を調べた。その結果、六方晶窒化ホウ素のサイズによらず少量のカーボンナノファイバーの添加によってポリイミド複合材の熱伝導率は大きく向上した。このことにより電気絶縁性を維持したまま熱伝導率を向上できる可能性があることが示唆された(カーボンナノファイバーは導電性を示すが、窒化ホウ素は電気絶縁性を示すため)。

(5) 今後の研究の推進方策

今後はポリアミド酸中でのフィラーの配向構造形成のメカニズムを詳細に検討すること、ならびに構造形成速度を高める方法(フィラーの表面修飾、電極の表面形状の改良)を明らかにすることを目指し、生体適合性含フッ素ポリイミドの連続作製の指針を得る。また、作製した複合材料の機械特性ならびに電気特性の評価を行う。

(6) 研究発表(平成28年度、29年度)

[学術論文]

1. M. Haruki, J. Tada, K. Tanaka, H. Onishi, Y. Tada, Enhancing the effective thermal conductivity of Kapton-type polyimide sheets via the use of hexagonal boron nitride, *Thermochimica Acta* **662** (2018) 1-7.

[学会発表]

1. 春木、小林、多田、田中、大西、多田、高熱伝導性フィラーの添加によるポリイミドシートの伝熱促進、第54回伝熱シンポジウム(2017) C134.
2. 田中、多田、春木、大西、多田、機能性ナノカーボンとの複合化によるポリイミドシートの伝熱促進、化学工学会第49回秋季大会(2017) CB208.
3. 多田、田中、春木、大西、多田、生体適合性材料への利用を指向した含フッ素ポリイミドの高熱伝導化、化学工学会金沢大会(2017) E105.

(7) その他顕著な成果

特になし