

## 学位論文の審査結果の要旨

本論文は、ナノフィラーを用い、材料の利点を組み合わせた新しい機能性材料、ポリマーベース傾斜機能材料 (FGMs)、を創成し、作製した材料の諸性能を評価したものである。

まず、Vapor-grown carbon-fibers (VGCFs)を用いて粘度の高いエポキシ母材との複合化により VGCFs/高粘度エポキシ傾斜機能材料の開発に成功した。遠心力法を用いて 1000~3000 rpm にてフィラーの最適な傾斜条件を見出し、遠心力の回転時間による影響を明らかにした。微視観察により均一に傾斜分布された VGCFs が確認された。VGCFs 1.6 vol%材では、摩擦係数の傾斜変化は 25%に達した。また、導電性においては 0.8 vol%にパーコレーション値が見られ、著しい導電性の変化が観察された。電磁波遮蔽性能に傾斜機能が得られ、10GHz に 4dB (厚さ 2mm) の電磁波吸収が得られた。

次に、多層カーボンナノチューブ (MWCNTs) と低粘度のエポキシによる傾斜機能材料を MWCNTs の 2 段階界面処理によって創成した。MWCNTs の界面処理状況は FTIR, X-ray, Raman 分析により明確にした。界面シラン処理によって MWCNTs の分散性は格段によくなり、材料の力学的性能が大きく向上し、傾斜機能も強化された。

さらに、ナノサイズの TiO<sub>2</sub> 粒子を用いて、高性能の傾斜材料の作製を試みた。ナノ粒子の凝集を防ぐためにシランカップリング剤による界面処理を施し、その結果低粘度のエポキシを母材に用いたにもかかわらず、傾斜機能材料を作製することができた。シラン処理した TiO<sub>2</sub> の界面状態を TEM, FTIR, X-ray 分析により確認した。得られた材料の硬さは 2.5 倍ほど傾斜した。電磁波遮蔽特性においても傾斜機能が認められた。

これらの結果から遠心力法を用いた材料の傾斜成形が有効であり、各種ナノフィラーによるナノコンポジットの傾斜機能化が可能であることを示された。作製されたナノ傾斜機能材料におけるナノフィラーの分布、材料の微視的組織変化、それによって生じる力学的及び電氣的傾斜機能が得られ、新規ナノコンポジット材料における新しい手法を確立され、工業的応用にも意義が大きい。

本学位論文は 3 つの論文 (掲載済 1 編, 掲載可 2 編) に基づいて作成され、学術的に及び工学的応用にも価値あるものと認められる。

これらを総合して、本学位論文はスマート材料工学講座の審査基準を満たしており、審査委員一致して学位論文に値すると判断した。また、本研究は科学的な手法を用いた研究によって各種ナノフィラーの新たな特性の創出及び応用の可能性を示しており、実用技術としても期待でき、その研究内容は工学博士の学位論文に値するものと判断する。

公 表 主 要 論 文 名

[1] **Yi Wang**, Qing-Qing Ni, Yaofeng Zhu, Toshiaki Natsuki, Development of Functionally Graded Vapor-Grown Carbon-Fiber/Polymer Materials, Polymer Composites, Volume: 34 Issue: 10 Pages: 1774-1781 Published: OCT 2013.

[2] **Yi Wang**, Qing-Qing Ni, Yaofeng Zhu, Toshiaki Natsuki, Functionally Graded Epoxy Composites Using Silane Coupling Agent Functionalized Multiwalled Carbon Nanotubes, Nano, (10- Oct-2013 Accepted).

[3] **Yi Wang**, Qing-Qing Ni, Yaofeng Zhu, Toshiaki Natsuki, Fabrication of Functionally Graded Nano-TiO<sub>2</sub>-Reinforced Epoxy Matrix Composites, Polymer Composites, (23-Sep-2013 Accepted).