

審査の結果の要旨

氏名 後藤 拓

本論文は、環動高分子とプラズマ表面改質無機粒子を用いた、柔軟性と熱伝導性、高靱性を併せ持つ複合材料の作製について報告している。本論文は5章からなる。

第1章は序論であり、エラストマー・無機粒子複合材料における課題、本研究で用いている環動高分子ならびにプラズマ表面改質についての先行研究、研究の目的と概要が述べられている。

第2章では本研究で用いた六方晶窒化ホウ素(BN)ならびに多層カーボンナノチューブ(MWCNT)の液中プラズマによる表面改質について述べている。水中プラズマ表面改質によるBNおよびMWCNTへの官能基付与を行い、水酸基付与が可能であることを赤外吸収分光測定などにより示している。特に、BNにおいては従来の表面改質手法においては困難な二次元構造面内への水酸基付与の可能性を電子スピン共鳴法により示している。

第3章では、熱伝導と柔軟性を両立した材料としての、プラズマ表面改質BNと環動高分子を用いた高熱伝導柔軟複合材料の創出について述べている。従来のエラストマーと無機粒子の複合材料において共通の課題である、機能性無機粒子を多量に含有させた際の脆化などの機械特性の劣化、すなわち機能性と力学特性のトレードオフ関係を一部打破する結果を示している。また、固定架橋エラストマーを用いた複合材料との比較を行い、可動架橋点に由来すると考えられる力学特性の劇的な向上を確認している。

第4章では、金属領域にいたる高熱伝導の発現のための、一方向電界配向されたプラズマ表面改質一次元カーボンナノ材料と環動高分子を用いた高熱伝導複合材料の創出について述べている。プラズマ表面改質により、複合材料の機械的特性と熱伝導率が向上し、また電界配向により配向方向の熱伝導率などが向上することを示している。SRとプラズマ表面改質カーボンナノファイバー(p-CNF) /プラズマ表面改質カーボンナノチューブ(p-CNT)の複合材料では、50wt%のカーボン含有量においても脆化しないことを確認している。また、電界配向時に、p-CNFのみではなく少量のp-CNTの添加により、p-CNFのみによる複合材料に比べ熱伝導率が増加するという相乗効果を示している。本複合材料は、エラストマー領域のヤング率(100MPa)と高強度(9 MPa)で金属領域の熱伝導率(14 W / mK)といった、従来にない領域の複合材料である。また、(i) ゴム母材として環動高分子の適用、(ii) 無機材料のプラズマ表面改質、および(iii) 様々なサイズの導電性繊維を電界配向させることが、高熱伝導性、柔軟性、高強度を両立した複合材料の設計に効果的であることを示すものである。

第5章には、本論文の総括が述べられている。

本研究を通じた複合材料中の機能性無機粒子のプラズマ表面改質による環動高分子中での分散性の向上、ならびに、環動高分子との親和性の向上により、可動架橋点に由来すると考えられる均一変形は、高濃度に機能性無機粒子を含有させた複合材料においても脆化などの抑制をもたらす可能性を示している。加えて、プラズマ表面改質による無機粒子の分散性の向上によ

り、熱伝導パスの設計・創製が容易になり、熱伝導性の劇的な向上効果が明示されている。本環動高分子とプラズマ表面改質機能性無機粒子を用いた複合材料作製手法は、熱伝導性材料のみならず、導電性粒子や誘電性粒子を用いた場合においても適用できると考えられる。

なお、第3章については、飯田雅樹（東京大学）、Helen Tan（産業技術総合研究所）、劉暢（東京大学）、眞弓皓一（東京大学）、前田利菜（東京大学）、北原功一（東京大学）、畠山一翔（産業技術総合研究所）、伊藤剛仁（東京大学）、清水禎樹（産業技術総合研究所）、横山英明（東京大学）、木村薫（東京大学）、伊藤耕三（東京大学）、伯田幸也（産業技術総合研究所）、寺嶋和夫（東京大学）各氏、第4章については伊藤剛仁（東京大学）、眞弓皓一（東京大学）、前田利菜（東京大学）、畠山一翔（産業技術総合研究所）、清水禎樹（産業技術総合研究所）、伊藤耕三（東京大学）、伯田幸也（産業技術総合研究所）、寺嶋和夫（東京大学）各氏との共同研究であるが、いずれも論文提出者が主体となって研究を遂行したもので、論文提出者の寄与が充分であると判断する。

以上、本研究では熱伝導性と柔軟性、高靱性を併せ持つ新たな複合材料として環動高分子とプラズマ表面改質機能性無機粒子を用いた複合材料を創出しており、プラズマ材料科学ならびに複合材料科学の発展に大いに貢献するものと判断できる。

したがって、本論文に対して、博士（科学）の学位の授与を認める。

以上 1918 字