

氏 名	浜館 雅人
授与学位	博士(工学)
学位記番号	博甲第148号
学位授与年月日	平成28年3月18日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文題目	Additive effects of nano-filler on mechanical and electrical properties of polymer materials (ナノフィラー添加が高分子材料の力学および電気的特性に与える影響)
論文審査委員	主査 教授 星 雅之 教授 齋藤 徹 准教授 岡崎 文保 准教授 新井 博文 准教授 菅野 亨

学位論文内容の要旨

バイオマス資源であるセルロースの有効利用法として、他の材料との複合材料化が広く検討されている。その一つとしてプラスチックとの複合材料化が挙げられる。これまでの研究では、マイクロフィブリルセルロース(MFC)とシンジオタクチックポリプロピレン(SPP)、また、ポリブテン(PB)と高分散複合材料化の手法の開発を行った。これらの材料の特徴として安価で加工しやすいという特徴がありながらも、疎水性であるがゆえに、MFCとの分散性が悪く改善が必要とされている。本研究では、MFCと各材料との複合材料化の開発を行った。さらに力学的性質についても検討を行った。水膨潤MFCは水をエタノールに置換し、エタノール膨潤MFCにしてスターラーで約2時間攪拌した。その後、吸引濾過で、エタノールを分離し、ペースト状のエタノール膨潤MFCを作製し、熱安定剤を加え、加熱混練ミキサで混練し、SPP/MFC複合材料、PB/MFC複合材料を作製した。分散状態は、走査型電子顕微鏡(SEM)により検討した。作製した複合材料の力学的特性は、引張試験を行って検討した。単純な混練方法で作製したSPP(98 wt%)/MFC(2 wt%)複合材料は、数多くのMFC凝集体が観測され、分散性が悪いものであった。また、弾性率や引張強度の増加も見られなかった。以上の結果から、水の存在下では、MFCのSPPへの分散は困難であることが分かった。そこで、MFCをSPPへの分散手法としてエタノールを用いた。エタノールは水よりも低沸点(約80°C)であり、MFCおよびSPPの両方に対しても程度、親和性がある。エタノールで膨潤したMFCで作製した複合材料はMFCの凝集が見られず、マトリックス中に均一に分散しており、力学的性質も改善された。PB/MFCにおいては、植物ろう成分の1つである、トリパルミチンを相容化剤として使用することで、さらに、力学的性質を改善することができた。

また、電導性プラスチックをセンサー材料として利用する方法も検討した。電導性プラスチック材料はタッチパネル、帯電防止、有機ELディスプレイなどの材料として広い用途で用いられおり、この他にも様々な用途が検討されている。本実験では、電導性プラスチック材料を電導度の変化から、センサー材料として用いることを検討した。代表的なプラスチックのひとつで安価であり、加工が容易で、高い絶縁性を持つポリスチレン(PS)と高電導性である多層カーボンナノチューブ(MWNT)を複合した電導性プラスチック複合材料の作製を行い、光劣化による電気的性質及び分子量の変化を調べた。PS/MWNT複合材料は、溶融混練法(60rpm, 10分間)とテトラヒドロフラン(THF)を溶媒としたキャスティング法で作製した。光劣化は高圧水銀灯(400W)の紫外線照射により行い、サンプルには光劣化促進のためにポリエチレンオキシド(PEO) /酸化チタン(TiO₂) /リノール酸メチル(ML)光触媒を塗布した。作製したサンプルは、ゲル浸透クロマトグラフ(GPC)、電導度測定計を用いて調べた。混練法で作製したサンプルは電導性が確認できなかった。キャスティング法では電導性があるサンプルを作製することができた。しかし、キャスティング法で得られたサンプルを熱成形すると電導性は再び確認できなくなってしまった。これは、発生した低分子ラジカルがグラフェンと反応してしまっているのではないかと考えられる。MWNT濃度は4%で高電導性を発現させることができ、紫外線照射による電導度の低下速度は分子量低下に比べて非常に遅かった。しかし、PEO / TiO₂ / ML光触媒を塗布して光劣化を行うと、電導度は光劣化時間に対して明確に低下し、センサー材料として機能する可能性があることが分かった。

論文審査結果の要旨

要　旨：近年、高分子材料は様々な有機・無機材料への複合材料化への応用領域を広めつつある。本研究は、高分子材料とナノフィラーを複合材料化することによる高分子材料の新規用途の拡大を目的としたものである。まず、シンジオタクチックポリプロピレン(SPP)やポリブテン(PB)とセルロース(MFC)との複合材料化を行ない、各材料の力学的性質の改善を検討した。単純な複合化では、SPPやPBは疎水性であり、MFCは親水性であるために数多くのMFCの凝集体が確認され、低い分散性を示した。そこで、MFCを水よりある程度親和性のあるエタノールで膨潤させたところ、MFCの凝集を解消し、その複合材料の力学的性質を改善することができた。

一方、ポリスチレン(PS)と多層カーボンナノチューブ(MWNT)の複合化によって電導性材料を作製し、センサー材料として活用することも検討した。単純な溶解混練法ではPS/MWNT複合材料の電導度は発現しなかった。これは、熱によって発生したラジカルがグラフェンと反応したことや、混練によってMWNTの切断が原因と考えられた。そこで、キャスティング法を用いて再検討を行った結果、電導度を発現させることができた。センサー材料としての検討を行うために紫外光照射を行いその挙動を確認したところ、分子量、電導度とともに大きな変化は見られなかった。劣化を促進させるためにポリエチレンオキシド(PEO) /酸化チタン(TiO₂) /リノール酸メチル(ML)酸化促進剤を塗布して同様の実験を行ったところ、分子量、電導度ともに大きな低下がみられ、酸化促進剤のセンサー材料になりうることがわかった。また、その応用例として、電導度を測るだけで複合材料の劣化度がわかるセンサー材料になる可能性があることを見出した。

以上の結果より、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があると認定した。