

別紙様式第13号（論文内容の要旨及び論文審査の結果の要旨）

氏名（本籍）	内藤 圭史（愛知県）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第 450 号
学位授与日付	平成 26 年 3 月 25 日
専攻	物質工学専攻
学位論文題目	高分子材料における周期的なクレーズ現象の制御および応用 (Application and control of periodic crazing for polymer materials)
学位論文審査委員	(主査) 教授 土田 亮 (副査) 教授 上宮 成之 准教授 武野 明義 岐阜県研究開発財団 三輪 實

論文内容の要旨

本論文は、高分子材料特有の破壊現象であるクレーズに着目し、これにより発生する多孔層を高分子フィルム中に周期的に複合する新規の多孔化技術、およびその応用に関して検討を行ったものである。本論文において得られた知見は、以下の通りである。

(1) 高分子フィルム中に周期的に発生するクレーズ(周期クレーズ)の複合形態制御法を明らかにし、周期クレーズの形成が刃先を荷重点とするフィルムの3点曲げにより推定できることを示した。

(2) 同種の高分子同士のブレンドにより分子鎖の絡み合いを疎に制御できることを示し、絡み合いの制御による周期クレーズの複合形態制御が可能であることを明らかにした。

(3) 母材よりもクレーズ発生応力の低い高分子を表面層として形成することにより、周期クレーズの複合形態は表面層由来のものとなり、表面層の膜厚によって制御できることを明らかにした。

(4) クレーズ複合フィルムが、電池セパレータとして実用的であり、クレーズの特徴を活かした高性能品であることを示した。

論文審査結果の要旨

学位論文は、周期クレーズに関して、独創的かつ系統的な研究が行われており、世界的に類似する研究は見られない。多孔材料を得る方法は、溶剤抽出法など多数あるが申請学位論文の成果は孔径を後処理により変更できる点に優位性がある。これを利用し、高性能かつ安全性に優れる電池セパレータの開発に成功している。クレーズに関する基礎的な研究も進めており、特にクレーズの制御に関して高分子鎖の絡み合いに着目している。高分子の絡み合い密度が低くなると、材料として十分な力学特性が得られないが、ほとんどの既報告は定性的な傾向を述べているに過ぎない。申請者は、高分子鎖の絡み合いを幾何学的に考察する、独自の仮説を提案しており、実験結果とも良く一致している。以上のように、得られた結果は工業面および学術面において意義・価値のあるものと判断した。また、これら内容は3編の査読付き学術論文に掲載済みであり、物質工学専攻における学位論文の基礎となる学術論文に関する判定基準を満たしている。

最終試験結果の要旨

申請学位論文の内容を精査し、その内容に関して文書および口頭試問により質疑応答を行った。各審査委員からは、提案されている高分子鎖絡み合いの仮説に関する質問や論文成果に関する発展的な研究・工業的な応用に関して質問があり議論した。協議の結果、申請者は研究分野に関して十分な知識、理解力および研究能力を持つことを認め、博士学位の最終試験に合格とした。

発表論文

1. Periodic crazing on polymethylmethacrylate film by localized bending
Keishi Naito, Akiyoshi Takeno, Minoru Miwa
Journal of Applied Polymer Science, 127(3), 2307-2313 (2013)
(学位論文 第2章)
2. クレージングフィルムのクレーズ構造と気体透過性
武野明義, 鏡 織恵, 内藤圭史, 三輪 實
繊維学会誌, 68(7), 198-204 (2012)
(学位論文 第5章)
3. クレージングにより多孔層を周期的に複合した PP フィルムの電池セパレータへの応用
内藤圭史, 武野明義, 笹川 翔, 三輪 實, 高橋紳矢
高分子論文集, 70(1), 1-9 (2013)
(学位論文 第5章)

参考論文

1. A new technique for generating regularly spaced crazes to facilitate piece dyeing of polypropylene filaments
Akiyoshi Takeno, Minoru Miwa, Teruyuki Yokoi, Keishi Naito, Ali Akbar Merati
Journal of Applied Polymer Science, 128(6), 3564-3569 (2013)
2. リサイクル熱硬化性樹脂の衝撃特性に及ぼす粒子径の影響
横井輝之, 内藤圭史, 武野明義, 三輪 實
繊維学会誌, 68(9), 241-247 (2012)