

論文内容要旨（和文）

平成 22年度入学 博士後期課程

専攻名 有機材料工学

氏 名 加藤 真理子



論 文 題 目 フルオレン含有ポリエステルの射出成形における基礎的研究

近年、デジタルカメラや携帯電話に付属しているカメラの画素数は高くなる傾向がある。それとともにあって、機器としての厚みは薄さが求められている。機器の厚みを薄くする手段の一つに構成レンズの枚数を減らす事が効果的である。レンズの枚数を減らす為の手段として1枚の非球面レンズで、複数枚の球面レンズの機能を満たすような設計が多く採用されている。非球面レンズは、その加工の複雑さからプラスチック材料が使われる事が多くなってきた。フルオレン系ポリエステルはポリエステルでありながら、非晶質であり、射出成形可能な透明高分子である。FBPは①射出成形した成形物の屈折率が1.6以上とPCに比べて大きい、②成形物の複屈折が非常に小さい、③アッペ数がPCに比べて小さい、という特徴を持っており、新しい光学用プラスチックとして注目されている。そこで、本研究の目的は、非晶性高分子材料であるFBPに着目して、光学材料としての各種特性のほか、射出成形時の挙動や添加剤、金型表面加工の離型性への影響への考察を行い、さらに環境による変化も含めて、光学レンズとしての性能を検証する事である。以下に第1章から第5章までの結論をまとめる。

第1章

本研究の意義を企業ニーズや社会的背景から説明し、光学レンズとしてのプラスチック材料開発の重要性を説明した。また、それらに関する従来の研究や実用化技術について報告例を基に説明した。そして、これまで系統的に研究されなかったフルオレン系ポリエステルに着目し、射出成形時の挙動や添加剤、金型表面加工の離型性への影響についてについて、研究する意義を明らかにした。

第2章

本研究において、フルオレン構造を特徴とする3種類のFBPと、光学材料として代表的なPCの比較を光学特性、流動特性、成形品の特徴の観点から比較した。FBP同士で比較した場合、フルオレン環を含むカルド構造部分の複屈折はその構造の特異さから打ち消される為、光学特性の違いはX部分により決定される事がわかつた。また、流動特性についてはX部分が変わった場合でも顕著な差異は見られないことがわかつた。次にFBPとPCを比較した場合には、特にTgを超えて変化をする場合にFBPに比べてPCは流動性、光学特性共に大きく変化する事がわかつた。つまり、FBPのもつフルオレン構造とポリカーボネート構造の違いからTgに近い状態での光学特性や流動特性が異なり、得られた射出成形品に現れるレタデーションにも大きな差が見られることが判った。

第3章

3種類の材料において成形条件が及ぼす影響をまとめた。FBP1においては射出温度が最もレタデーションと形状に影響を及ぼし、FBP2においては射出速度が最もレタデーションと形状に影響を及ぼし、FBP3においては射出温度が最もレタデーションと形状に影響を及ぼすことがわかつた。同じ基本構造を持つFBPでも、部分構造Xが異なることにより、光学特性に由来して発生する成形品のレタデーションの大きさが異なるだけではなく、成形条件が及ぼす影響が異なることが確認できた。

第4章

FBP のレンズ射出成形において、中子への表面加工が離型性に及ぼす影響を実証的に明らかにする為に、溶融樹脂の接触角の測定、レンズ成形品および金型表面の観察を行い、以下の結果を得た。

- 1) 表面加工による、金型表面と純水と溶融樹脂との接触状態の変化を調べる為に、接触角を測定した。2つの媒体を用いた場合の測定結果に必ずしも相関性はなく、樹脂射出成形に用いる金型の評価には水よりも溶融樹脂を用いた接触角測定が適切である。
- 2) FBP を用いてレンズ成形する上で、2種類の金型表面加工材(トリアジンチオール、CrN+撥水コート)を検討した。その結果、表面加工を施すことでの成形品寸法のばらつきや中子への付着が長期間抑えられ、連続成形時の成形安定性が確保できる。更に2種類の金型表面処理剤の耐久性を比較すると CrN+撥水コートの方が FBP に対しては長い効果が期待できる。

第5章

FBP のレンズ射出成形品の、単レンズ性能について検証し、使用環境の影響を検証し、以下の結果を得た。

- 1) 射出成形により作成したレンズの焦点距離を測定したところ、計算値により求められる理論値をほぼ満足するレンズ成形品が得られていることが確認できた。また、サンプル毎の焦点距離再現性も確認され、FBP は光学レンズ用材料として十分な性能を持っていることが確認できた。
- 2) 高温、高湿な環境におかれた場合のFBPを用いて成形したレンズへの影響を評価した。85°C・85%で120時間試験をした後のサンプルは3種類いずれのFBPで作成したレンズ成形品においても0.7%程度の焦点距離変動が確認できた。しかしながら、3種類の材料でそれぞれ変化した要因が異なることがわかった。

(注) ① タイプ、ワープロ等を用いてください。10pt 2,000字程度（2頁以内）とします。
② 論文題目が英文の場合は、題目の下に和訳を（ ）を付して併記してください。

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成25年 8月 5日

理 工 学 研 究 科 長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 伊藤 浩志

副査 森 秀晴

副査 松葉 豪

副査 杉本 昌隆

副査

副査



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 有機材料工学専攻
氏名 加藤 真理子

2. 論文題目（外国語の場合は、その和訳を併記する。）

フルオレン含有ポリエステルの射出成形における基礎的研究

3. 審査年月日

論文審査 平成 25年 7月 23日 ~ 平成 25年 8月 2日
論文公聴会 平成 25年 8月 2日
場所 工学部 中示範 C 教室
最終試験 平成 25年 8月 2日

4. 学位論文の審査及び最終試験の結果（「合格」・「不合格」で記入する。）

(1) 学位論文審査 合格
(2) 最終試験 合格

5. 学位論文の審査結果の要旨（1,200字程度）

別紙のとおり

6. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

別 紙

専攻名	有機材料工学	氏名	加藤 真理子
学位論文の審査結果の要旨			
本論文は、これまで系統的に研究されなかった、非晶性高分子材料であるフルオレン含有ポリエスチル(FBP)の射出成形性に着目をし、光学材料としての有用性を明らかにした内容である。全6章から構成され、各章の概要は以下のとおりである。			
第1章では、本研究の意義を企業ニーズや社会的背景から説明し、光学レンズとしてのプラスチック材料開発の重要性を説明した。そして、これまで系統的に研究されなかったフルオレン含有ポリエスチルに着目し、射出成形時の挙動や添加剤、金型表面加工の離型性への影響について、研究する意義を明らかにした。			
第2章では、フルオレン構造を特徴とする3種類のFBPと、光学材料として代表的なPCを光学特性、流動特性、成形品の特徴の観点から比較し、両者では流動性、光学特性挙動が異なることを見出した。特にTgを超える溶融領域ではFBPのもつフルオレン構造の特徴が顕著に表れ、流動性はPCよりも悪いものの、応力に対する複屈折の発生や、射出成形品に現れるレタデーションがPCに比べて良好であることを明らかにした。			
第3章では、3種類のFBPにおいて、温度や圧力、速度などの射出成形条件を決める要素がレンズ成形品のレタデーションと形状に及ぼす影響について検証した。同じ基本構造を持つFBPでも、フルオレンと共に重合している部分構造が異なることにより、光学特性に由来して発生する成形品のレタデーションの大きさが異なるだけではなく、成形条件が及ぼす影響が異なることを明らかにした。			
第4章では、FBPの射出成形性を向上させるための離型剤添加および金型表面加工の効果を実験的に明らかにした。金型表面加工の初期評価には媒体として、水よりも溶融樹脂を用いた接触角測定が適切である。トリアジンチオール、CrN+撥水コートをレンズ金型に施し、成形評価したところ、成形品寸法のばらつきや中子への付着が長期間抑えられ、連続成形時の成形安定性が確保できた。更に、耐久性では、CrN+撥水コートの方がFBPに対しては長い効果が期待できることを明らかにした。			
第5章では、FBPのレンズ射出成形品の単レンズとしての性能を、焦点距離を中心に、理論値と測定値の比較、使用環境の影響について検証した。焦点距離を測定したところ、理論値をほぼ満足するレンズ成形品が得られていることが確認できた。また、サンプル毎の焦点距離再現性も確認され、FBPは光学レンズ用材料として十分な性能を持っていると言える。高温、高湿条件に晒された3種類の材料では、フルオレンと共に重合している部分構造によってレンズ性能への影響が異なる事が確認された。			
第6章では、本研究を総括している。本論文で報告したFBPの射出成形に関する研究結果が、FBPのプラスチック光学レンズとしての使いこなしのために活用され、更には、新たな材料開発へ応用展開されることを期待できると結論付けている。			
本研究の成果は、2報の学術論文(英文1報)としてまとめられており、掲載が決定されている。国際学会では2件の発表を行っている。国内学会では3件の発表を行い、成果についても十分満足できるものである。			
以上を総合的に判断し、本論文に関する研究及びその成果は、博士(工学)学位論文の研究としての水準を満足しているため、合格と認定する。			
最終試験の結果の要旨			
本学の規定に従い、本論文および関連分野に関して口頭により最終試験を行った。最終試験は、学位論文を中心とした60分の口頭発表、ならびに30分の質疑応答により実施した。その結果、学位論文の内容ならびに関連分野に関する理解度は十分にあり、博士として必要とされる専門知識および研究能力を十分に備えているものと判断し、合格と判定した。			