

京都工芸繊維大学

氏名	むらかみ おさむ 村上治
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第513号
学位授与の日付	平成20年9月25日
学位授与の要件	学位規則第3条第3項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 先端ファイプロ科学専攻
学位論文題目	射出成形における微細V溝転写成形品に関する研究
審査委員	(主査)教授 濱田泰以 客員教授 喜多泰夫 教授 藤井善通 准教授 小滝雅也

論文内容の要旨

導光板などの光学部品においては、通常、成形品表面に微細形状が転写され、光学特性の制御が試みられる。光学部品の特性には、成形品の転写性および分子配向性が影響を及ぼすことが知られている。しかしながら、実用的な光学特性を得るために両者の指標は依然として不明瞭である。

本研究では、射出成形により作製する平板表面上に連続微細V溝を有する導光板をモデル成形品として、成形品の転写性および分子配向性に及ぼす材料特性および成形条件の影響について検討を行った。さらに、成形品の実用的な光学特性と転写性および分子配向性の関係について検討を行い、優れた光学特性を有するプラスチック成形品を得るために「成形技術を確立すること」「転写性および分子配向性の定量的な指標を得ること」を目的とした。

第1章では、緒論として微細転写成形品の位置づけと、各種成形方法、研究動向をまとめ、本研究の目的と意義を述べた。

第2章では、微細V溝転写成形品において、分子量が異なる4種類のポリカーボネート(PC)樹脂を用いて転写率と成形条件の関係について検討した。その結果、高い転写率を得るために、樹脂温度および金型温度が重要な成形因子であることがわかった。すなわち、樹脂温度を高温側、金型温度を樹脂のガラス転移温度付近に設定することにより、高い転写率を有する成形品が得られた。樹脂温度および金型温度の最適化により、分子量が高い樹脂においても高い転写率が達成できることを明らかにした。

第3章では、微細V溝転写成形品の転写率に及ぼすキャビティ形状の影響について検討した。キャビティ形状として、成形品板厚、および樹脂の流動方向に対するV溝方向を変化させた。その結果、薄肉成形品では、転写率に及ぼすゲートからの位置依存性が大きく、ゲートから遠い位置において転写率の低下がみられた。また、V溝方向を樹脂流動方向と平行にした場合に、より高い転写率が得られることがわかった。

第4章では、微細V溝転写成形品の複屈折に及ぼす材料特性および成形条件の影響について検討した。その結果、樹脂温度および金型温度の増加により複屈折は低下すること、樹脂温度の増加は成形品内部構造を均一化する効果があること、射出速度の高速化は複屈折を増加させることが明らかとなった。分子量が高い樹脂の複屈折は高くなるが、樹脂温度および金型温度の最適化

により複屈折の低減が可能であることがわかった。成形品板厚は複屈折に影響を及ぼし、薄肉成形品の場合、特に複屈折は高くなつた。しかしながら、V溝方向を樹脂流動方向と直角により、複屈折の低減が可能であることがわかった。

第5章では、複屈折法、ラマン分光法、および熱収縮法を用いて、V溝内部の分子配向性を評価し、微細V溝転写成形品における樹脂充填メカニズムを検討した。V溝方向が樹脂流動方向の場合(FD成形品)、V溝部への樹脂充填は射出初期段階から始まり、プレートからの押し上げによってV溝先端部への充填が完了することが示された。一方、V溝方向が樹脂流動方向と直角の場合(TD成形品)、プレートへの樹脂充填が先行し、プレートからの押し上げによる樹脂充填が支配的であることが示された。

第6章では、微細V溝転写成形品の光学特性の評価を行い、転写率および分子配向との関係について検討した。光学特性として、輝度特性および漏れ光特性を評価した。複屈折 15×10^{-4} 以下の範囲では、輝度特性に及ぼす複屈折の影響は小さく、輝度特性に対しては転写率の影響が支配的であり、転写率95%以上において特に優れた輝度特性が得られることがわかった。漏れ光特性は、転写率および成形品板厚方向の分子配向に影響を受け、優れた漏れ光特性を得るためにには、97%以上の高い転写率と同時に成形品厚さ方向の分子配向を抑制することが重要であることがわかった。

第7章では、本論文で得られた結果を総括し、結論とした。本研究では、微細V溝転写成形品の光学部品としての実用特性を得るために転写性および分子配向性の指標を定量的に示した。さらに、目標の転写性および分子配向性を得るために成形手法を明らかにした。本研究で得られた結論は、射出成形によるプラスチック光学部品の開発における設計指針となり得ると考えられる。

論文審査の結果の要旨

本論文では、射出成形により作製する平板表面上に連続微細V溝を有する導光板をモデル成形品として、(1)成形品の転写性および分子配向性に及ぼす材料特性および成形条件の影響、および(2)成形品の実用光学特性と転写性および分子配向性の関係について検討を行っている。実用光学特性に及ぼす転写性および分子配向性を定量的に明らかにしたこと、およびそれらを達成するための成形手法を示したことが本論文の特長である。

実用光学特性として、輝度特性および漏れ光特性を評価した。輝度特性に対しては、分子配向性の影響は小さく、転写率の影響が支配的であることを示した。漏れ光特性に対しては、転写率および成形品板厚方向の分子配向性に影響を受け、優れた漏れ光特性を得るために、高い転写率と同時に成形品厚さ方向の分子配向性を抑制することが重要であることを明らかにした。実用光学特性に及ぼす転写性および分子配向性の影響を定量的に示したことは高く評価できる。さらに、これらの特性を達成するためには、樹脂温度および金型温度の最適化が最も重要なことを実証した。本研究で得られた成果は、射出成形によるプラスチック光学部品開発における設計指針となり得ると考えられる。

本論文の内容は次の6報に報告されており、全てが申請者を筆頭著者とするものである。

(1)O.Murakami, K.Yamada, M.Kotaki and H.Hamada, Replication of Injection Molded Parts

with Micro-Scale Features ,Society of Plastics Engineers ,Proceeding of Annual Technical Conference 2006,2526-2530(2006)

(2)O.Murakami, K.Yamada and M.Kotaki, Replication and Optical Properties of Injection Moldings with Microstructures,Society of Plastics Engineers,Proceeding of Annual Technical Conference 2007,2040-2044(2007)

(3)O.Murakami, M.Kotaki and H.Hamada, Effect of Molecular Weight and Molding Conditions on the Replication of Injection Molding with Micro-scale V-groove Features,Polymer Engineering and Science,48(4) ,697-704(2008)

(4)村上治、山田和志、小滝雅也、濱田泰以、微細V溝転写成形品の輝度特性に及ぼす転写率と複屈折の影響、成形加工(印刷中)

(5)O.Murakami,K.Yamada,M.Kotaki and H.Hamada,Molecular Orientation in Injection Molded Parts with Micro-Scale Features,Journal of Applied Polymer Science(Submitted)

(6)村上治、山田和志、小滝雅也、濱田泰以、微細V溝転写成形品の内部構造と充填メカニズム,成形加工(投稿中)

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに学術的な意義があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。