

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Precise quantitative analysis of bending behavior in flexible polymer films
著者(和文)	田口 諒
Author(English)	Ryo Taguchi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11979号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:穴戸 厚,荒井 創,芹澤 武,大塚 英幸,中嶋 健,久保 祥一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11979号, Conferred date:2021/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		田口 諒	
論文審査 審査員		氏 名		職 名			
	主査	穴戸 厚		教授		中嶋 健	教授
	審査員	荒井 創		教授		久保 祥一	准教授
		芹澤 武		教授			
		大塚 英幸		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Precise quantitative analysis of bending behavior in flexible polymer films (フレキシブル高分子フィルムにおける湾曲挙動の高精度定量解析)」と題して、高分子フィルムの湾曲挙動の解析に関する研究成果が英文で記されており、全5章より構成されている。

第1章「General introduction (序論)」では、フレキシブルエレクトロニクスや材料の湾曲ひずみ解析手法について説明するとともに、本研究の意義および目的を述べている。

第2章「Measurement of bending curvature enables evaluating bending hysteresis of flexible polymer films (曲率測定による高分子フィルムの湾曲ヒステリシス解析)」では、フィルムの湾曲中央部の曲率半径を定量解析できる力学解析装置を開発し、二軸延伸 polyethylene naphthalate (PEN) フィルムの湾曲挙動について検討している。PEN フィルムの湾曲過程は、材料力学で使用される大変形湾曲の理論式と一致し、本解析装置を用いて正確に曲率半径を測定することに成功している。また、PEN フィルムは大きな湾曲ではたわみが残留するヒステリシスが現れ、高分子特有の粘弾性などが考慮されていない材料力学では説明できないことを明らかにしている。詳細な湾曲解析により、湾曲ヒステリシスが生じる曲率半径を正確に決定することに成功している。さらに、湾曲に伴う PEN フィルムの内部応力を理論計算することにより、ヒステリシスが現れる曲率半径は表面ひずみによって決まることを明らかにしている。

第3章「Quantitative analysis of surface bending strains by surface-labeled grating method prevents fracture of materials and devices (表面ラベルグレーティング法による表面ひずみの定量解析を用いた湾曲破壊の抑制)」では、表面ラベルグレーティング法の信頼性や測定精度について検討した後、表面ひずみと破壊について検討している。第二章で設計した力学解析装置を光学系に組み込みことにより、表面ひずみの高精度定量解析に成功している。表面ひずみと同時測定した曲率半径から理論表面ひずみを算出すると、表面ラベルグレーティング法の測定値と精度一致し、本手法により高分子フィルムの表面ひずみを正確かつ高精度に測定できることを明らかにしている。さらに、高分子フィルム基板上にハードコート層を積層したハードコートフィルムの湾曲破壊について検討したところ、ハードコート層の破壊は高分子フィルム基板の表面ひずみにより決定されることを見出している。加えて、破壊限界よりも小さい表面ひずみを示す三層フィルムを基板として用いることにより、ハードコートフィルムの湾曲破壊を抑制することに成功している。また、三層フィルム基板を用いてフレキシブル有機トランジスタは、既存の高分子フィルム基板よりも60%以上も湾曲に伴う性能劣化を抑制することに成功している。

第4章「Surface-labeled grating method quantifies bending fatigue of flexible polymer film (表面ラベルグレーティング法による高分子フィルムの湾曲疲労定量化)」では、曲率半径および表面ひずみの同時定量解析を行い、高分子フィルムの湾曲疲労について議論している。高分子フィルムは、繰返し湾曲回数の増加に伴う曲率半径および表面ひずみが増加することを見出し、本解析手法を用いて高分子フィルムの湾曲疲労破壊を定量評価できることを示している。

第5章「Summary (総括)」では、本論文で得られた研究成果を総括するとともに、今後の課題と研究展望を述べている。

以上を要するに本論文では、曲率半径解析および表面ひずみ定量解析手法である表面ラベルグレーティング法を用いて、高分子フィルムのヒステリシス、破壊、疲労が生じる表面ひずみを明らかにし、本解析手法の有用性について実証した成果について述べている。原理的に様々な材料の曲率半径および表面ひずみの定量解析が可能であることから、工学上貢献するところが大きい。したがって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。