フレキシブルフィルムの湾曲に伴う表面ひずみと理論表面ひずみの比較

Comparison between Measured and Theoretical Surface Strains of Bending Flexible Film

東工大化生研 [1], 九大 WPI-I2CNER [2], McGill University [3], JST さきがけ [4]
○田口 諒 [1], 福原 素之 [1], 赤松 範久 [1], 藤川 茂紀 [1,2], Barrett Christopher[1,3], 宍戸 厚 [1,4]
Lab. Chem. & Life Sci., Tokyo Tech.[1], WPI-I2CNER, Kyushu Univ.[2], McGill Univ.[3], PRESTO, JST[4]
°Ryo Taguchi[1], Motoyuki Fukuhara[1], Norihisa Akamatsu[1], Shigenori Fujikawa[1,2], Christopher Barrett[1,3], Atsushi Shishido[1,4] E-mail: ashishid@res.titech.ac.jp

【背景】あらゆる外部刺激に適応できる柔軟な材料を利用したフレキシブルデバイスの開発が盛んに行われている。これらのデバイスを開発する上で，デバイス変形時の性能低下を抑制する必要がある [1)]。そのために，柔軟な材料の変形挙動を理解し，デバイスの変形を見据えた最適な構造設計が必要不可欠である。実際，硬い材料を対象とした変形理論を柔軟な材料に適応できると仮定して，デバイスの戦略的設計が行われている。しかしながら，変形自在なフレキシブルデバイスの普及には至っていない。そのため，柔軟な材料の変形を解析する手法が求められている。最近われわれは，材料の湾曲に伴う表面の膨張・収縮（表面ひずみ）を定量解析する手法を開発した [2)]。測定対象の表面に周期的な凹凸構造を作製し，レーザー光を入射すると光が回折する。0 次光と 1 次光の間隔は，表面の凹凸構造の周期により決定されることを利用して，材料の湾曲に伴う表面ひずみを評価する。本手法を利用して，フレキシブルデバイス用基板に使用される柔軟なポリエチレンナフタレート（**PEN**）フィルムの湾曲に伴う表面ひずみを測定し，固体力学理論との比較を行った。

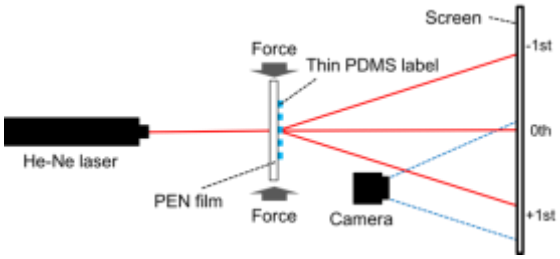

Figure 1. Top view of optical setup for evaluation of surface strain by diffraction from a surface grating.

【実験】**PEN** フィルム上に，ポリジメチルシロキサン（**PDMS**）溶液を滴下し，周期的な凹凸を有するシクロオレフィンポリマーを重ねた。その上から加圧し，1.5 h，75 °C で加熱することで，フィルム表面に周期的な凹凸を有する **PDMS** ラベルを作製した。作製したフィルムを光学系に設置し，He-Ne レーザー光を入射するとスクリーンに回折パターンが現れた（**Figure 1**）。フィルムを左右から押し込み湾曲させると，0 次光と 1 次光の間隔が変化した。回折光間隔の変化をカメラで読み取り，材料の変形時の表面ひずみを算出した。

【結果】柔軟な **PEN** フィルムの表面ひずみは，固体力学理論から算出される表面ひずみを大きく上回った。したがって，**PEN** フィルムは，硬い材料とは異なる変形挙動を示すことが初めて明らかとなった。

1) Harris, K.D. *et al*. *J. Mater. Sci.* **2016**, *51*, 2771.
2) Akamatsu, N. *et al*. *Sci. Rep.* **2014,** *4*, 5377.

© 2017年 応用物理学会