

ソフトな回折格子を利用したフレキシブルフィルムの大湾曲歪み解析

Analysis of Surface Strain of Largely Bending Films by Means of Soft Gratings

東工大資源研¹, 九大 WPI-I2CNER², 東大新領域³ ○赤松 範久¹, 田代 亘¹, 藤川 茂紀²,
竹谷 純一³, 矢野 厚¹

Tokyo Tech, Chem. Res. Lab.¹, Kyushu Univ., WPI-I2CNER², Univ. Tokyo, Graduate School of
Frontier Sciences³, °Norihisa Akamatsu¹, Tashiro Wataru¹, Shigenori Fujikawa², Jun Takeya³,
Atsushi Shishido¹

E-mail: ashishid@res.titech.ac.jp

近年、フレキシブルエレクトロニクスや医療材料など、幅広い分野で柔らかい材料が大変注目されている。フレキシブル材料の三次元的な変形において鍵となるのが変形に伴い生じる歪みである。材料の歪みは性能の維持や劣化に直結するため、性能向上や構造制御においてに欠かせない項目である。歪みゲージや光弾性法など歪みを測定する手法はいくつか存在するが、耐久性、プロセスの煩雑さなど様々な課題がある。そこで本研究では、ソフトな回折格子を有するフィルムを作製し、応力印加により湾曲するときの表層歪みを簡便に定量測定することができる表面ラベルグレーティング法を開発したので報告する。

SILPOT (SILPOT 184 W/C, Dow Corning Toray) の主剤と硬化剤を重量比 10:1 で混合し 30 分間攪拌した後、ガラス基板と格子周期 4 μm の周期構造体を形成したシリコン基板で作製したセルに浸透した。その後、加熱することで膜厚 500 μm , ヤング率 0.44 MPa の Polydimethylsiloxane (PDMS) フィルムを作製した。さらに、ヤング率の高いフィルムを得るために主剤と硬化剤を重量比 5:1 で混合し、同様の方法で PDMS フィルム (2.76 MPa) を作製した。得られたフィルムに波長 633 nm の He-Ne レーザー光をプローブ光として入射したところ回折光が発生した。周期構造体が形成された面が外側となるようにフィルムを湾曲させると、回折光の 0 次光と 1 次光の間隔が小さくなった。このときの回折光間隔の変化を CCD カメラによって読み出し、表面歪みを算出した。また、ヤング率の異なる PDMS を積層した二層フィルムを作製し同様の解析を行った。Figure 1 に単層フィルムと二層フィルムの表面歪み測定結果を示す。横軸は押し込み量から求まる印加歪み、縦軸は回折角変化から求まる表面歪みを表す。単層フィルムにおいてはヤング率を変えても理論値と同程度の歪みを示すが、二層フィルムでは曲げによってハード層が膨張する際は表面歪みが減少し、ソフト層が膨張する際は膨張面の表面歪みが大きく増大することが明らかとなった。これはヤング率の異なる PDMS を積層することで、フィルムの膜厚中間に存在する中立面が移動するためと考えている。

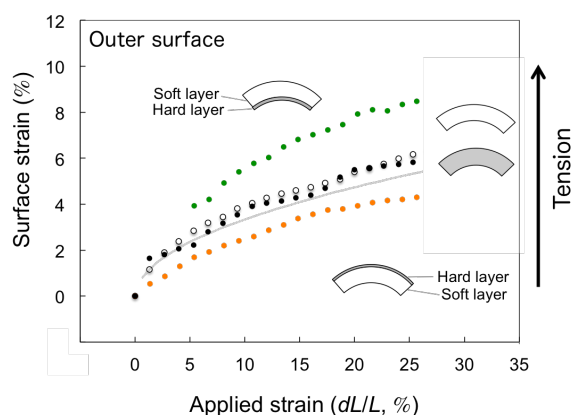


Figure 1. Surface strains at outer surfaces of single-layer and bilayer PDMS films. The grey line is the calculated surface strain.