

大きく湾曲したフレキシブルフィルムの屈曲ひずみ解析

Surface Strain Analysis of Largely Bending Flexible Films

東工大化生研¹, 九大 WPI-I2CNER², JST さきがけ³○徳光 香代子¹, 田口 諒¹, 山田 航平¹, 赤松 範久¹, 藤川 茂紀^{1,2}, 矢戸 厚^{1,3}Lab. for Chem. & Life Sci., Tokyo Tech.¹, WPI-I2CNER, Kyushu Univ.², PRESTO, JST³○Kayoko Tokumitsu¹, Ryo Taguchi¹, Kohei Yamada¹, Norihisa Akamatsu¹,Shigenori Fujikawa^{1,2}, Atsushi Shishido^{1,3}

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

[緒言] 近年、デバイスの耐久性向上や生体に取り付けられる魅力からフレキシブルデバイスの進展に大きな期待が寄せられている。これらの背景の下、柔軟な材料の耐久性や変形挙動を解き明かす研究が行われているものの、変形した際の損傷を肉眼やカメラで観察する定性的な測定に留まっている。柔軟な材料の変形メカニズムを正確に理解するためには、微視的かつ定量的な解析に基づく力学特性の包括的な理解が必要である。これまでにわれわれは、透過型回折格子として機能するシリコンエラストマーであるポリジメチルシロキサン (PDMS) を用いて、フレキシブルデバイスに多用されるベースフィルム上に周期的な凹凸構造を形成している。レーザー光を入射した際に発生する回折光の角度を精密に測定することで、フィルムを湾曲させた際の表面ひずみを定量解析することに成功している¹。そこで本研究では、本手法を利用して破壊や疲労が起りやすいと考えられる大きく湾曲させたフィルムの表面ひずみを解析した。

[実験] シリコンエラストマーによる透過型回折格子作製のために、主剤と硬化剤 (SILPOT 184 W/C, Dow Corning Toray) を重量比 10:1 で混合し、15 分間攪拌した後、30 分間脱気することで PDMS 混合溶液を調製した。

混合溶液をポリエチレンナフタレート (PEN) フィルム

上に滴下し、格子周期 $4\ \mu\text{m}$ の凹凸構造を有するシクロオレフィンポリマーフィルムを重ねた。その後加圧し、 $75\ ^\circ\text{C}$ で 1.5 時間加熱することで PEN フィルム上に PDMS ラベルを形成した。波長 $633\ \text{nm}$ の He-Ne レーザー光をフィルムに入射し、自由端押し込みによりフィルムを湾曲させた。スクリーン上に投影された透過光と回折光の間隔を CCD カメラで読み取り、湾曲に伴う表面の伸長による格子周期の変化を見積もった (Figure 1)。

[結果] フィルムの両端距離に対する押し込み量の比を印加ひずみと定義し、フィルムの湾曲の大きさを印加ひずみにより制御した。縦 $25\ \text{mm}$ 、横 $30\ \text{mm}$ 、膜厚 $125\ \mu\text{m}$ の PEN の表面ひずみを解析したところ、印加ひずみが 60%以上の領域では表面ひずみが急激に増加した。印加ひずみが大きいことは曲率半径が小さいことを示す。曲率半径と表面ひずみは反比例の関係にあることを考慮すると、曲率半径が小さくなるに伴い表面ひずみが著しく増大したと考えている。

1) Akamatsu, N., Shishido, A. *et al. Sci. Rep.* **2014**, 4, 5377.

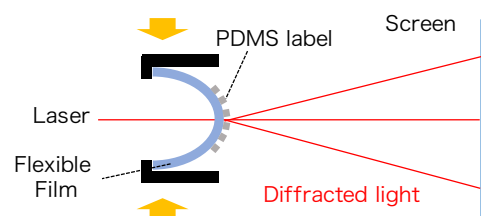


Figure 1. Top view of optical setup.