

フレキシブルデバイス開発に資するフィルムの湾曲ひずみ解析 Quantitative Strain Analysis of Bending Films for Development of Flexible Devices

東工大¹, °宍戸 厚¹

Tokyo Tech¹, °Atsushi Shishido¹

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

高分子材料の特徴に、分子設計自由度の高さ、成形加工性、低コスト、柔軟性などがある。近年のフレキシブルエレクトロニクス of の盛り上がりを受けて、有機高分子材料の「柔軟性」が改めて注目されている。フォルダブル・フレキシブルデバイスの開発が急速に進展している。一方、電子回路やセンサーを積層してデバイスを作り上げ、実用に耐えうる湾曲耐久性を実現する過程では、デバイスの劣化や疲労が大きな課題となっている。現在の開発プロセスでは、各部材の伸縮性付与により耐久性を高める戦略に基づき高性能デバイスの創製が検討されているが、勘と経験に基づく開発の困難さに対しては指摘もなされている。このような背景のもと、われわれは湾曲現象の定量的な理解がこれらの課題解決に貢献できるものと考え、高分子基板の湾曲に伴う表面ひずみを定量的かつ簡便に解析できる手法ならびに装置の開発を行っている。表面ひずみの定量解析により各部材の湾曲現象が定量的に理解できれば、積層化したデバイスの複雑な湾曲現象において起こりうる劣化や疲労の抑制やデバイスの戦略的な設計も実現可能になる。本発表では、表面ひずみ解析法の原理と測定例を紹介する。

表面ひずみの定量解析にあたっては、表面ラベルグレーティング法と呼ばれる手法を新たに開発している。本手法では、対象とする高分子フィルムの表面に光を回折する屈折率周期構造体（薄型グレーティングラベル）を形成する。このフィルムにプローブ光としてレーザー光を入射すると、透過光と回折光が現れる。スクリーン上に投影された二つの光の距離を CCD カメラにより計測し、フィルムとスクリーン間の距離から回折角を求める。フィルムの湾曲に伴い表面の膨張や収縮が誘起されれば、グレーティングの周期が変化する結果回折角も変化する。したがって、回折の式から湾曲による表面ひずみを容易に見積もることができる。

高分子フィルムの力学挙動は化学構造と集合体構造から生み出される。高分子の高次構造によるナノスケールの動的現象がマイクロおよびマクロスケールで起こる疲労や破壊に至るプロセスを定量的に理解することが重要と考える。

参考文献

- (1) A. Shishido, *Polym. J.*, **42**, 525 (2010).
- (2) A. Priimagi, C. J. Barrett, A. Shishido, *J. Mater. Chem. C*, **2**, 7155 (2014).
- (3) K. Hisano, M. Aizawa, M. Ishizu, Y. Kurata, W. Nakano, N. Akamatsu, C. J. Barrett, A. Shishido, *Sci. Adv.*, **3**, e1701610 (2017).
- (5) N. Akamatsu, A. Shishido *et al. Sci. Rep.* **2014**, *4*, 5377.