

ラジカル重合型光硬化樹脂薄膜の表面弾性率のナノ不均一性

Nano-scale heterogeneity of surface elasticity observed for thin resin films cured by radical photopolymerization

°矢野春菜¹・久保祥一¹・中川勝¹・梁曉斌²・藤波想²・中嶋健²(¹東北大多元研・²東北大 WPI-AIMR)°Haruna Yano¹, Shoichi Kubo¹, Masaru Nakagawa¹, Xiobin Liang², So Fujinami², and Ken Nakajima²(¹IMRAM, Tohoku Univ., ²WPI-AIMR, Tohoku Univ.)

E-mail: nakagawa@tagen.tohoku.ac.jp

【緒言】光ナノインプリントリソグラフィは量産可能な半導体微細加工技術の手法として期待されている。レジストとして用いられる光硬化樹脂パターンのエッチング耐性の均一性は、加工精度に影響を与える。特に sub-100 nm の微細構造を作製するためには、ナノスケールでの物性の不均一性が無視できなくなるであろう。我々は、エッチング耐性と硬化樹脂薄膜の力学物性には相関があるのではないかと仮定した。本研究では、ラジカル重合型光硬化樹脂薄膜の表面弾性率のナノスケールでの不均一性について、原子間力顕微鏡 (AFM) により検討した。

【実験】2種類のラジカル重合性モノマー glycerol 1,3-diglycerolate diacrylate (GDD), bisphenol A glycerolate dimethacrylate (BPAGDM) に光重合開始剤 Irgacure 907 をモル比が 1 : 0.04 となるように光硬化性組成物 NL-SK1, NL-KK1 を調製し、清浄なシリコン基板の上にスピンドット塗布した。離型層を修飾したシリカ基板を用い、易凝縮性ガス 1,1,1,3,3-pentafluoropropane 雰囲気下で、圧力 0.50 MPa、波長 365 nm における紫外線強度 100 mW cm⁻²、照射時間 20 秒の条件で成形を行い、膜厚 0.12 μm の硬化薄膜を得た。薄膜の表面弾性率を AFM (Bruker, Nano-Scope V with MultiMode 8) のピークフォース QNM (Quantitative NanoMechanics) モードで測定した。

【結果と考察】AFM より測定した硬化薄膜表面の形状像を図 1 (a), (b) に示す。算術平均粗さは NL-SK1 硬化薄膜表面で 0.37 nm、NL-KK1 硬化薄膜表面で 0.38 nm であり、平坦な硬化薄膜が形成されたことを確認した。それぞれの硬化薄膜表面のヤング率のマッピング像を図 1 (c), (d) に示す。いずれの薄膜表面でも、ヤング率の高いドメインと低いドメインが混在する不均一な状態であった。NL-SK1 硬化薄膜と NL-KK1 硬化薄膜を比較すると、NL-SK1 硬化薄膜ではヤング率の値が小さく、またばらつきがあった。モノマーの構造の違いが、硬化薄膜表面のヤング率や、その均一性に影響を与えていることが示唆された。当日は、光示差走査熱量測定にもとづき評価したモノマー転化率とヤング率の分布との関係についても議論する予定である。

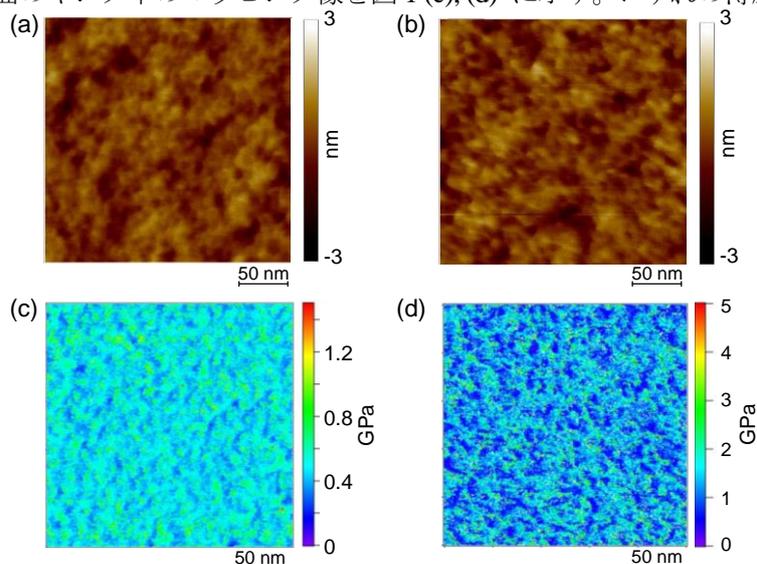


Fig. 1. AFM topographic images (a, b) and Young's modulus images (c, d) of NL-SK1 (a, c) and NL-KK1 (b, d) cured thin films.