

2D-大面積超撥水リンクル表面での液滴自在制御および 3D-フォールディング型自動流体造形法の確立

Liquid Manipulation on 2D-Superhydrophobic Wrinkle Surface and Development of 3D-Folding Liquid Plasticization

東理大工¹, 東理大界面科研² ○遠藤 洋史^{1,2}・辻 珠実¹・河合 武司^{1,2}

Tokyo Univ. of Science¹, Center for Colloid and Interface Science in Tokyo Univ. of Science²

○Hiroshi Endo^{1,2}, Tamami Tsuji, Takeshi Kawai^{1,2}

E-mail: endo@ci.kagu.tus.ac.jp

【緒言】微細凹凸構造は半導体素子の作製をはじめ、トライボロジー特性や薄膜密着性の向上など各種用途に応じた表面形状が求められている。これらの構造はフォトリソグラフィーなどの成熟したトップダウン技術によって作製可能である反面、長時間・多段階プロセスを要するという課題がある。本研究では、材料弾性率の違いを利用した微細凹凸構造(リンクル：しわ)作製法を適用し、リンクルの構造・空間特性を利用して超撥水表面の作製及び液滴制御を試みた。また、毛管現象を利用してリンクル薄膜をフォールディングし、さらに自動内包された流体へのリンクル転写という全く新しいタイプの 3D 造形法の確立を目指した。

【実験】PDMS (膜厚:約 1 mm) を固定し、曲率を有する半円柱棒にて下から立体的に伸張後、最表面を所定時間プラズマ酸化処理して解放した (Fig. 1)。このプロセスは、表面処理によって新たに形成された最表面の硬シリカ層と、下地弾性体層との弾性率の違いを利用した、座屈不安定性 (buckling instability) に誘起される凹凸構造形成法である。リンクル表面への超撥水化にはシランカップリング剤 (FDTS) をスピンコーティングもしくはスプレー法により塗布して行い、水滴接触角測定及びスピードカメラにて評価した。一方、フォールディング造形には薄型 PDMS (膜厚:約 100 μm) を使用した。上記の方法で同様のリンクルを作製後、矩形・三角・十字形などに薄膜をカッティングし、その表面へモノマー (PEGDA) と光開始剤 (Irgacure2959) の溶液を滴下しフォールディングを誘起し、UV 光を照射 (10 分) して樹脂化した。最後にリンクル PDMS 膜を剥離し立体成形物単体を得た。

【結果・考察】(1:超撥水フィルム)半円柱と水平方向にクラックの全く無いストライプ構造が構築された (Fig. 2)。フィルム全体を固定した状態で伸張したことがクラックの抑制につながったと考える。また興味深いことに、円柱が接している領域(センター)では波長・振幅がともに小さく、接していない領域(サイド)ではセンターよりも大きかった。これらの構造に起因して、撥水处理後にはサイドとセンターでそれぞれ 163.4° 、 157.1° と両領域とも超撥水性を示し、かつセンターでは超撥水性とともに高吸着性も示すことが確認された。(2:フォールディング造形)薄膜に液滴を滴下すると、リンクル方向に依存して自動的に液滴が包みこまれた。光架橋後の成形体には凹凸構造がきれいに転写された。

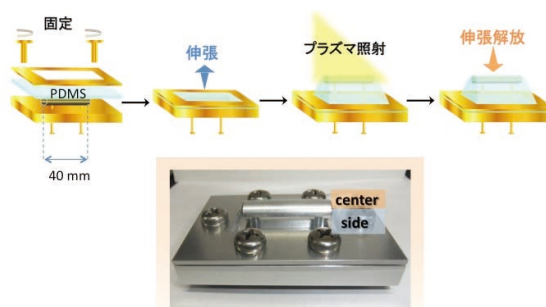


Fig. 1 Preparation of wrinkle film using column.

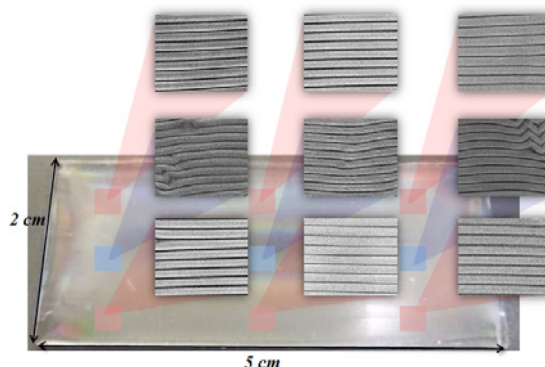


Fig. 2 Photograph of crack-free wrinkle film.

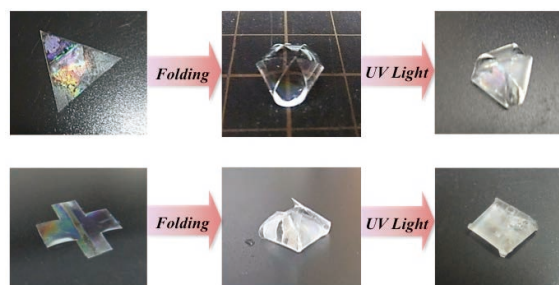


Fig. 3 Photograph of folding plasticization.