

オープンチャネル型自律液滴輸送SERSセンシングデバイスの開発

Superhydrophobic Surface-Enhanced Raman Scattering Device Fabricated by Gradient Wrinkle Film

東理大工¹, 東理大院総化学² ○遠藤 洋史¹・辻 珠実²・河合 武司^{1,2}Dept. of Indust. Chem., Tokyo Univ. of Sci.¹, Dept. of Chem. Sci. and Technol., Tokyo Univ. of Sci.²○Hiroshi Endo¹, Tamami Tsuji, Takeshi Kawai^{1,2}

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

【緒言】固体表面の濡れ性制御は物理と化学の境界に位置する技術課題であり、その応用範囲は工学・製造プロセスから分析・医療装置の開発まで多岐に渡る分野の基礎的かつ重要な学術領域である。特に医療診断で使用される分析チップにおいては、被験者の負担軽減や試薬・廃液の少量化などのために微量な液滴の状態での高速分析できることが望まれている。その際には微小液滴を所望の分析箇所到的確かつ迅速に輸送する技術開発が重要となる。これまで様々な輸送技術が提案されているが、対象としている基板は主にシリコンやITO、ガラス基板などの剛直な基板が多く、軽量性・操作性・携帯性を加味していくためには柔軟性を有する基板の使用が望まれる。本研究では2層間の応力ミスマッチに起因する表面座屈を利用して自発的リンクルパターンを形成し、超撥水性ストライプ状リンクル構造の波長を連続的に変化させたゴム基板上での液滴自律輸送制御と表面増強ラマン散乱(SERS)センシング能について検討した。

【実験】PDMS (膜厚:約1 mm) を20 %伸張させた状態でプラズマ照射時間と照射領域を逐次マスキング位置を移動させ、その後伸張を解放することでグラデーション化リンクル構造を構築した。このフィルムに銀蒸着後(膜厚: 20 nm)、フッ素系シランカップリング剤(FDTS: 1H,1H,2H,2H-Perfluorododecyl trichlorosilane)溶液をスピコーティングしてゾル-ゲル膜を被覆し撥水处理を行った。各種顕微鏡観察(SEM・AFM)および接触角測定、ハイスピードカメラ撮影から液滴輸送性について表面エネルギー理論モデルと併せて評価した。さらにモデル検液として色素 R6G を含有した液滴を輸送・吸着させ、ラマン散乱測定を行った。

【結果・考察】グラデーション化超撥水リンクル基板上に水滴を滴下すると、液滴自ら能動駆動する挙動を確認した。この液滴駆動はパターン密度勾配に依存するギブス表面自由エネルギーを運動エネルギーに変換すること、即ち液滴の形状変化による準安定状態から安定状態へのエネルギー転移を連続的に誘起することが駆動原理である。また理論モデルからグラデーションパターンを変化させることで、所望の位置で水滴を停止することができた。この現象を利用して R6G 含有液滴を移動・吸着させ、濃縮した状態でラマン散乱測定を行ったところ SERS 効果により感度良く検出することに成功し、新規ケミカルセンシングデバイスとしての応用性を示すことができた。

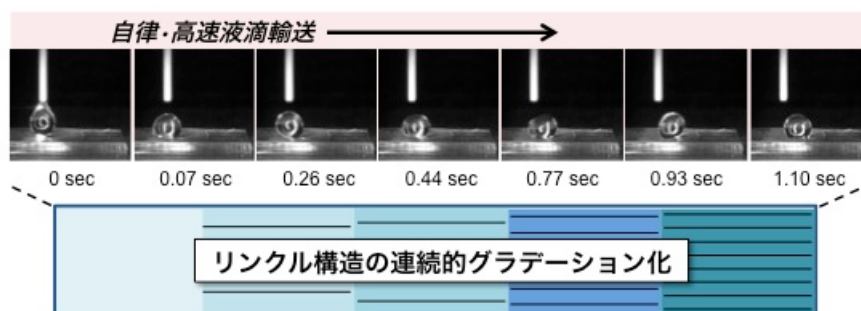


Fig. Dynamic behavior of water droplet on gradient wrinkle film.