

有機薄膜形成のためのインクジェット法による 親水疎水パターンニングを用いた液滴挙動制御

Control of droplet behavior in inkjet printing by hydrophobic/hydrophilic patterning for organic thin-film formation

神戸大院工 ○津田 真太郎, 服部 吉晃, 井上 聡, 北村 雅季

Kobe Univ. ○Shintaro Tsuda, Yoshiaki Hattori, Satoshi Inoue, and Masatoshi Kitamura

E-mail: 217t232t@stu.kobe-u.ac.jp

塗布型の有機薄膜トランジスタ(OTFT)はフレキシブル基板上に低コストで作製できる利点があり, 研究開発が進んでいる。ゲート絶縁膜の界面の制御は高性能な OTFT を得るために重要であるが, 界面トラップ密度が低い絶縁膜は一般的に疎水性なので, 塗布法による製膜において原料の溶液が基板表面に濡れ広がらない問題がある。そこで, 本研究では疎水性基板上に塗布された溶液の挙動を制御する目的で, 基板を局所的に親水化して, インクジェット法により有機薄膜を製膜することを検討した。

図1に本実験の模式図を示す。熱酸化膜付きシリコン基板の表面を hexamethyldisilazane で改質した疎水性基板の上に, 対角線が 800 μm の正六角形の頂点に直径 150 μm の 6 つの穴が開いたメタルマスクを磁石で基板表面に接触させ, UV/オゾン処理を 30 分間行うことで[1], 親水/疎水パターンニングを基板に施した。その後, トルエンに 2,7-diocetyl[1benzothieno[3,2-b][1]benzothiophene を 0.25 wt% の濃度で溶解させた溶液を用いて, ピエゾ方式のインクジェットで約 100 nL の溶液を, 六角形のパターン全体を包括するように, 大気圧下(温度 13°C, 湿度 25%)で吐出した。射出した液滴の挙動を基板に対して水平方向と斜め方向に設置したデジタル顕微鏡, および光学顕微鏡で観察した。

吐出後からの液滴径の時間変化を図 2(a)の橙線で示し, 水平方向のカメラで撮影した 28.0, 54.0, 60.0 s 後の図 2(a)に対応する写真を図 2(b-d)に示す。また, 別の基板を用いて, 吐出後に基板を素早く光学顕微鏡のステージへ移動させて撮影した写真を図 2(e-h)に示す。さらに, 液滴の蒸発過程の模式図を図 2(i)に示す。射出後にパターン全体に広がった液滴は蒸発により直径が徐々に小さくなる(i), 直径の減少に伴い, 約 26 s で液滴の一部が親水部分に接触する(ii), 親水部の液滴接触を保ちながら蒸発を続けることで, 約 44 s 後に液滴が 6 か所の親水部でピンニングされる(iii)。ピンニングされたまま蒸発することで, 析出により親水部分で核形成が起こり, 薄膜が気液界面全体に成長する(iv)。薄膜と基板で囲まれた溶液はゆっくりと蒸発し(v), 六角形内部の基板表面全体に有機薄膜が形成する(vi)。図 2 中のローマ数字は上記の製膜過程に対応している。比較のため, パターンニングを施していない疎水性基板上に吐出した結果を図 2(a)の青線に示し, 蒸発過程の模式図を図 2(j)に示す。析出が開始する約 37 s 以前にピンニングの効果は見られず, 有機薄膜の塗布法において, 製膜過程が親水/疎水パターンニングで制御可能であることが分かった。

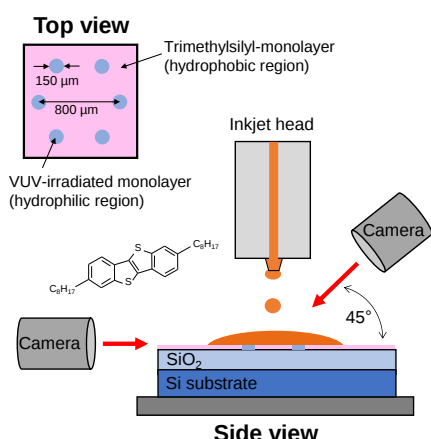


Fig.1 Schematic diagram of the experiments.

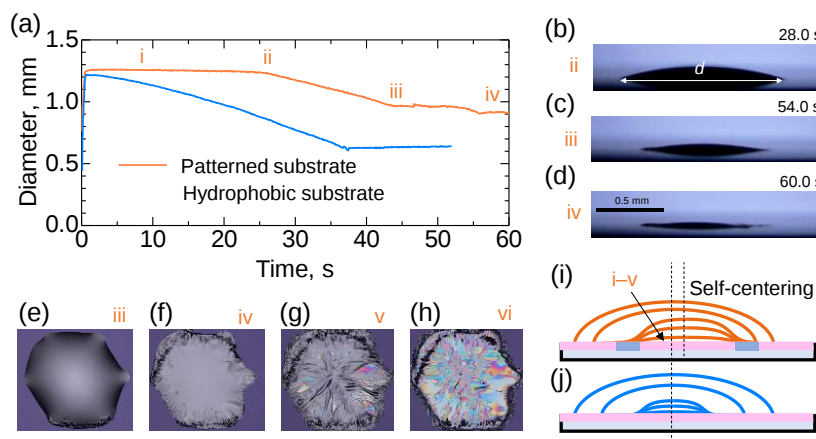


Fig.2 Time dependence of diameter of droplet.

【謝辞】本研究は, JSPS 科研費 (21H04655, 21K04195), 関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団, 池谷科学技術振興財団, ひょうご科学技術協会, 伊藤忠兵衛基金の助成を受けて遂行された。

【参考文献】 [1] S. Inoue et al 2022 JJAP, 61, 1012 (2022)