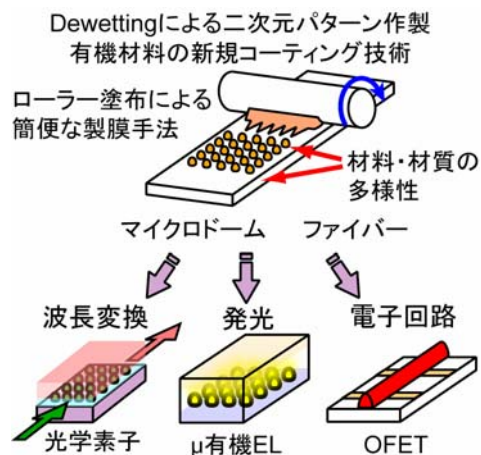


ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	5. 固体表面・界面
中項目	5-5. マイクロファブリケーション
小項目	5-5-7. 自己組織化によるマイクロドーム配列構造作製

概要（200字以内）

自己組織化現象の一つである撥水(Dewetting)を塗布方法によって制御することより、機能性材料(高分子および低分子化合物)からなるマイクロドーム構造(直径数百nm~数μm、高さ数十nm)の2次元配列、ファイバー構造を基板上に作製することが可能である。基板、材料の組み合わせに厳しい制約はなく、多様な材料から単純なプロセスでパターニングが可能であるため、様々な分野への応用が期待される。



現状と最前線

ドーム、ファイバー構造を表面に持つ機能性基板の作製に自己組織化という新規な手法を用いることはコスト、適用材料の面から非常に興味深いことである。様々な自己組織化現象の中で我々は、規則性構造(散逸構造)が発現する撥水(Dewetting)現象に注目している。滴下した高分子溶液が蒸発した後に溶質の小滴が二次元配列となって基板上に残るのである。これまでの研究においてローラー塗布装置(図1)によるDewetting現象の慎重な制御によって、高分子マイクロドームの二次元規則配列体作製および分子配向制御が可能であることを発見した。

ポリスチレン/シアニン色素混合溶液を用いると、ドーム内部にシアニン色素J会合体を内包した

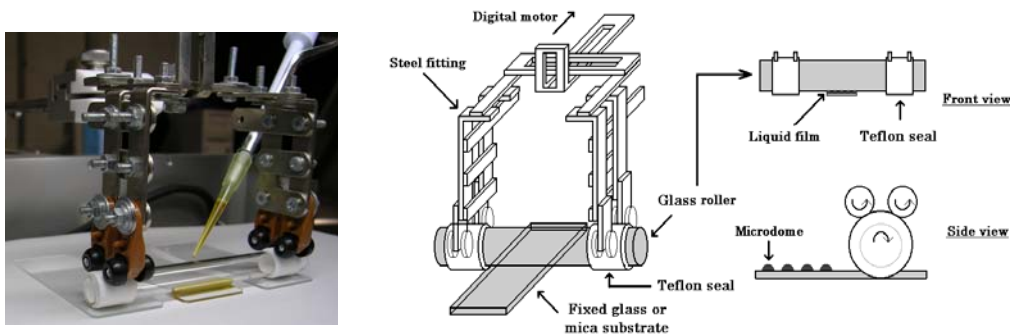


図1 dewettingを制御するために開発したローラー塗布装置の写真と説明図

均一なマイクロドームの配列(図 2(a))が広範囲にわたってできることがわかった。色素の発光波長はドームサイズに依存する。異種高分子の混合溶液からは、相分離が原因と考えられる階層状のマイクロドームが作製できる。低分子化合物 Tetraphenylbenzidine の均一なマイクロドーム配列(図2(b))を用いると、ドームが点発光源となる単純有機EL 素子が作製できる。両親媒性化合物とシアニン色素複合体においても同様の均一パターンが得られる(図 2(c))。電荷移動錯体(CT 錯体)の pyrene/TCNB 溶液からは組成比によって様々なパターンが観察できる。どちらか一方が過剰の場合はマイクロドームの二次元配列を形成するが、pyrene:TCNB=1:1 の場合は非常にアスペクト比の高いファイバーパターンを形成した(図2(d))。他の CT 錯体においても同様のファイバーが形成される。現在は FET 電極基板上にパターンを作製して、OFET の実現を目指している。

本研究のパターンニング手法は、溶媒の蒸発過程で形成される散逸構造であるため、様々な基板、材料に適用可能である。基板上に直接、nm~ μ m サイズの階層構造、分子会合体等を閉じこめた新規機能性構造を作製することができる。将来の高集積化素子や光学素子作製の有力な有機材料コーティング手法となり得る。

参考文献:国武豊喜(監修), “高分子新素材のすべて”, 工業調査会, (2005), pp46-49

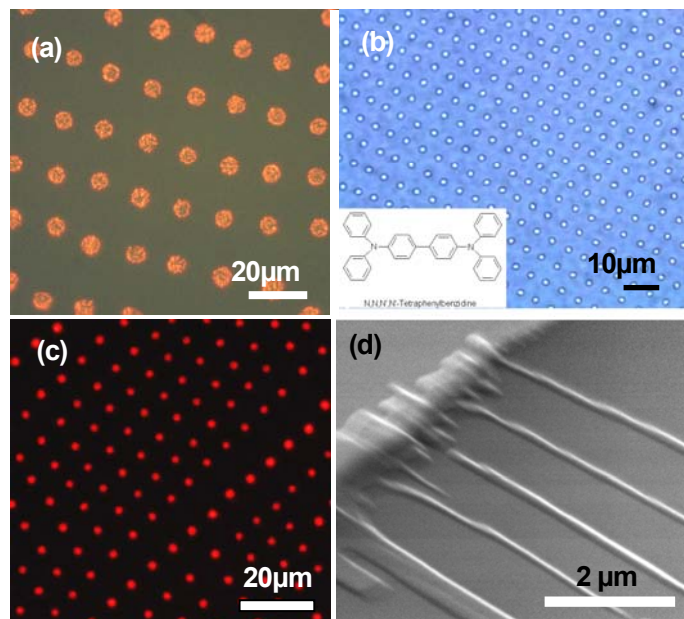


図 2 dewetting により作製したパターン化表面 (a) polystyrene/cyanine, (b) TPD, (c) cyanine complex, (d) Pyrene/TCNB

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

- (1) 規則性構造が発現するためのパラメーター精密調査(分子構造、分子量等)と最適化。
- (2) Dewetting パターンを大面積(~ m^2 規模)基板上で実現させることによる、新規な有機材料コーティング技術の確立。
- (3) 非平衡条件下で起こる Dewetting のダイナミクスを解明するための厳密なシミュレーション。

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

- (1) 自己組織化のみによる、完全 plastic electronics device の作製。

キーワード

自己組織化、撥水(Dewetting)、マイクロドーム、二次元パターン

(執筆者: Olaf Karthaus、橋本裕一)