18p-A3-9

van der Waals 相互作用エネルギーが乾燥模様に与える影響

The effrct of van der Waals interaction energy on dried pattern

北陸先端大 [1]，グリーンデバイス研 [2]
○大森 豊司 [1]，増田 貴史 [1]，深田 和宏 [2]，下田 達也 [1,2]
JAIST[1], GDRC[2]
○Toyoji Oomori[1], Takashi Masuda[1],Kazuhiro Fukada[2] and Tatsuya Shimoda[1,2]
E-mail: s1330016@jaist.ac.jp

1　はじめに

溶液を基板上に滴下して、溶媒を乾燥させることでさまざまな乾燥模様ができる。この乾燥模様の形成機構を明らかにし、それを細線やドットなどの微細パターンの形成に応用する研究が行われている。基板表面の濡れ性は乾燥模様の形成に影響するが、溶媒を介した溶質と基板間の相互作用エネルギーも大きく影響することが知られている[1]。溶液中における溶質と基板間の相互作用エネルギーとして、van der Waals(vdW)相互作用エネルギーと電気二重層相互作用エネルギーが挙げられる。今回我々は、電気二重層の相互作用エネルギーを無視できる非水系の溶媒を使用し、vdW 相互作用エネルギーが乾燥膜に与える影響を調べたのでその結果を報告する。

2　実験方法

我々は、ポリスチレン(PS) 0.1wt%溶液を作製し、基板に 1μl 滴下して自然乾燥により乾燥模様を得た。vdW 相互作用エネルギーは物質のバルク体の屈折率に依存するので、屈折率の異なるガラス基板(光学ガラス A(n=1.52)、B(n=1.65)、C(n=1.83)、D(n=2.14))を用意した。そしてガラス基板の表面は自己組織化単分子膜(SAM)の FAS-13（1H,1H,2H,2H-PERFLUOROOCTYLTRIMETHOXYSILANE）を 120℃、2 時間の条件で気相法により処理した(SAM 処理)。SAM 処理の目的は、全基板の表面自由エネルギーを一定にすることにある。こうすることで表面状態を一定に保ちつつ、基板バルク体の屈折率のみを変えられる。すなわち、表面の濡れ性を一定にして vdW 相互作用エネルギーのみを変化させられ、乾燥模様と vdW 相互作用エネルギーの関係が抽出できるようになる。溶媒は 1.5-Hexadiene、Hexane、Cyclohexane、Toluene、Cyclooctane の有機溶媒を使用した。溶質は分子量 2.6×10^3 g/mol の PS を使用した。vdW 相互作用エネルギーの算出は、PS、溶媒、基板の誘電特性から、Lifishitz vdW 理論を基にした Simple spectral method により行った[2]。基板の表面自由エネルギーの算出は、接触角測定から行った[3]。

3　結果

図 1 に SAM 処理した後の各種ガラス基板の表面自由エネルギーを示す。全てのガラス基板の表面自由エネルギーが一定となった。図 2 に溶媒を介した基板と溶質間の vdW 相互作用エネルギーと乾燥模様を示す。同じ溶媒において、表面の濡れ性が一定かつ vdW 相互作用エネルギーが異なる実験系で、乾燥模様の形状と大きさに違いが認められた。傾向として、vdW 相互作用エネルギーが大きくなると乾燥模様は大きな膜状になり、vdW 相互作用エネルギーが小さいと小さなドット状になることが示された。詳細な関係は当日報告する。

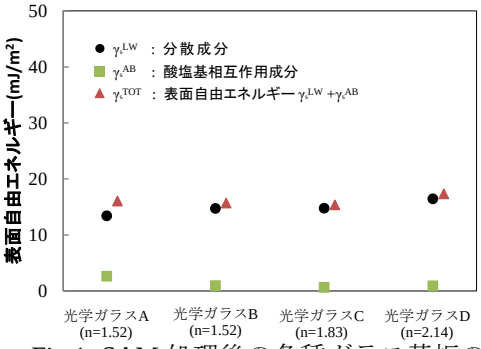

Fig.1 SAM 処理後の各種ガラス基板の表面自由エネルギー

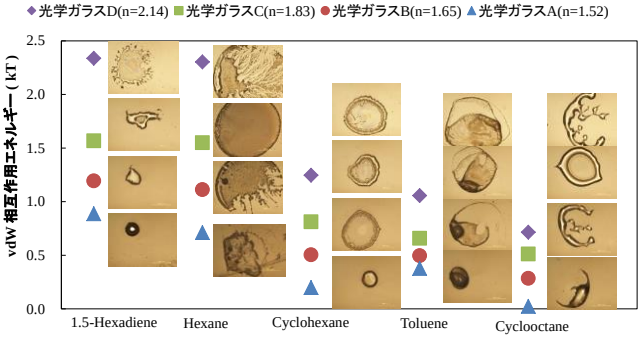

Fig.2 溶媒を介した基板と溶質間の vdW 相互作用エネルギーと乾燥模様

参考文献

[1] T. Masuda, Y.Matsuki, T.Shimoda, Thin Solid Films 520 (2012) 5091-5096.
[2] T. Masuda, Y. Matumoto, T. Shimoda, Journal of Colloid and Interface Science 340 (2009) 298-305.
[3] C. J. van Oss, R. J. Good, and M. K. Chaudhurys , Langmuir 4 (1988) 884-891.

© 2014 年　応用物理学会