

18p-F2-6

熱アニール法によるポリスチレンとポリジメチルシロキサンからなる ブロック共重合体のランダム配向面内シリンダ構造の形成

Formation of randomly-aligned in-plane cylindrical domains of polystyrene-*b*-polydimethylsiloxane by thermal annealing method

NTT 物性基礎研, °山口 徹, 藤原 聡

NTT BRL °Toru Yamaguchi, Akira Fujiwara

E-mail: yamaguchi.toru@lab.ntt.co.jp

ハーフピッチ(hp)10nm 以下のパターンサイズをターゲットとしたシングルナノリソグラフィ技術の有力候補として、ブロック共重合体(BCP)を用いた誘導自己組織化(Directed Self-Assembly)技術の研究が近年盛んに行われるようになってきた。このような狭周期のミクロ相分離を形成するためには、ブロック間の偏析力をあらかず Flory-Huggins 相互作用パラメータ χ の値が大きい、いわゆる高 χ パラメータ BCP 材料の選択が必須となる。高 χ ブロック共重合体の中でも、ポリスチレン(PS)-*b*-ポリジメチルシロキサン(PDMS)は、高 χ であることに加えて、エッチング耐性のある PDMS を含有していることから、hp10nm 以下の BCP 材料として非常に注目を集めており、溶剤アニリング法を中心に多くの研究が報告されている¹⁾。しかしながら、より簡便で高スループットが期待される熱アニリング法により形成した面内シリンダ相の配向特性については、これまであまり詳細に報告されていない。本研究では、ライン&スペースパターンの高スループット形成を念頭に、熱アニリング法により形成した PS-*b*-PDMS のランダム配向した面内シリンダ相の配向特性について検討を行ったので、報告する。

特に表面処理を施していない平坦なシリコン基板上に、PS-*b*-PDMS(PS 分子量:12k, PDMS 分子量:3k)のスピン塗布膜を形成した後、ホットプレートによる加熱処理を行い、ランダム配向面内シリンダ相を誘起した。その後、O₂を用いた反応性イオンエッチングにより、最表面の PDMS ウェットティング層及び、PS 相を除去し、PDMS シリンダ相を露出させ、走査電子顕微鏡(SEM)により観察した。

熱アニリングによりミクロ相分離構造が誘起され、ブロック共重合体薄膜は、初期膜厚に応じて、 $(2n+1)L/2$ (L :シリンダ周期、 n :整数)程度の膜厚に量子化される。膜厚 $3L/2$ ($n=1$)の場合、単層のミクロ相分離構造が形成されるが、適切な表面処理を行っていないため、球状相及び面内シリンダ相の混在パターンが形成された。一方、膜厚 $5L/2$ ($n=2$)の場合は、2 層のミクロ相分離構造が形成されるが、上層(第 2 層)では面内シリンダ相が形成されることが分かった。図 1 に、第 2 層にて形成された PDMS シリンダ相の SEM 像及び対応するシリンダ相の配向角度マップを示す。20nm 周期のランダム配向面内シリンダ相が 100nm 程度のドメイン相関長にて形成されていることが分かった。以上より、本 BCP 材料は、高解像性のみならず、高スループット形成の観点からも良好な特徴を備えていることが明らかとなった。

[1] Y.S. Jung, J.B. Chang, E. Verploegen, K.K. Berggren, and C.A Ross., Nano Lett. 10, 1000 (2010).

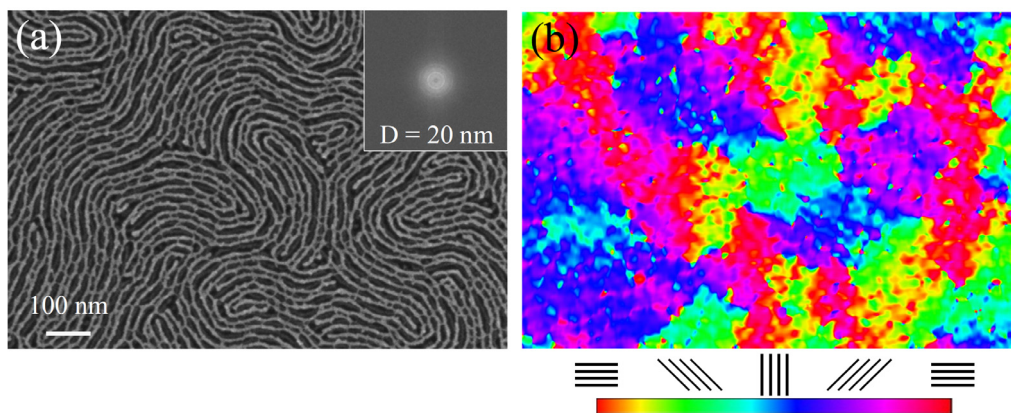


Fig.1. (a) SEM image of in-plane PDMS cylinders formed by annealing at 195°C for 2 m. Both top PDMS layer and PS matrix were removed by exposing to O₂ plasma. The FFT of the corresponding image is superimposed. (2) Color map of the cylinder orientation.