

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ブロック共重合体ミクロ相分離膜による多段転写プロセスに関する研究
Title(English)	Study on Multiple Template Processes based on Microphase-separated Nanostructures of Block Copolymer Films
著者(和文)	山下七重
Author(English)	Nanae Yamashita
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9827号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:彌田 智一,長井 圭治,原 亨和,舟窪 浩,和田 裕之,田中 拓男
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9827号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		山下 七重	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	彌田 智一		教授	審査員	長井 圭治	准教授
	審査員	原 亨和		教授		田中 拓男	連携教授
		舟窪 浩		教授			
		和田 裕之		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Study on Multiple Template Processes based on Microphase-separated Nanostructures of Block Copolymer Films」(和文題目：ブロック共重合体マイクロ相分離膜による多段転写プロセスに関する研究)と題して英文で書かれ、以下 6 章より構成されている。 第 1 章「General introduction」では本論文の背景であるブロックコポリマーリソグラフィー並びに、ブロックコポリマーマイクロドメインの異種材料への構造転写技術について概観し、本研究の目的及び意義が述べられている。 第 2 章「Chemically Directed Self-Assembly of Perpendicularly Aligned Cylinders by Liquid Crystalline Block Copolymer」では、電子線リソグラフィー法によって化学的コントラストが付与された基板を、親水性ポリエチレンオキシド(PEO)と側鎖にアゾベンゼンメソゲンを導入したポリメタクリレート鎖 (PMA(Az))からなる両親媒性ジブロックコポリマー(PEO-<i>b</i>-PMA(Az))へ適応させることで、面外、並びに面内方向で精密に PEO シリンダードメインの配置制御を行った結果が述べられている。さらに、PEO シリンダードメインへ金イオンを選択的に導入後、ポリマーエッチングと金イオンの還元を、真空紫外光の照射によって同時に行い、直接的に方位を保持したまま金ナノドットアレイへ構造転写可能であることを示している。 第 3 章「Fabrication of High-aspect Silica Nanorod Array through Liquid Crystalline Block Copolymer Template Process」では、PEO-<i>b</i>-PMA(Az)膜を鋳型として用い、ゾルゲル反応と反応性イオンエッチングプロセスを適用し、垂直貫通構造を保持したシリカナノロッドアレイ構造の作製に成功している。赤外分光並びに示差走査熱量分析の結果から、PEO ドメインとシリカゾルは、物理的に架橋した構造をとることが明らかとなり、PEO のポリマー鎖がシリカネットワーク中に取り込まれるため、本プロセスで作製されたシリカナノロッドは不純物との複合体であることを述べている。 第 4 章「Fabrication of Au Nanostructures by The Silica Nanorod Arrays as The 2nd Templates」では、既存のリソグラフィー法では実現困難であったナノサイズの三次元的金属構造体を量産性よく精密配置し作製するため、第 3 章で作製されたシリカナノロッドアレイを新たな鋳型として用い、スパッタ法を適応し金ナノ構造体を作製している。本論文ではこの一連のプロセスを、多段転写プロセスとして提案している。得られた構造体は、10 nm サイズのカップ構造が連なった膜であり、1 cm×1 cm の基板上に 100 億個もの金ナノカップ構造が存在している。スパッタ法を取り入れていることから、ターゲットを変えることで様々な材料で、同様な形状を有する構造体を作製できる可能性を示しており、本論文で提案する多段転写プロセスは、材料に依存しない汎用性高いプロセスであることを述べている。 第 5 章「Characterization of The Three-Dimensional Au Nanostructures」では、第 4 章で作製された金ナノ構造体の光学的な特徴を理解するため、可視光領域において透過並びに反射モードでの紫外-可視光スペクトル測定を試みている。その結果、金薄膜の光学的な性質と比較して、作製された金ナノ構造体において 2 つの特異的な透過ピークが観測された。これらは金ナノ構造の縦軸、並びに横軸の局在プラズモンに由来するピークであると考えられ、金薄膜とは異なる光学特性を示している。さらに、金の堆積量を変化させ、金ナノ構造がどのように成長していくか、その過程を理解するために紫外-可視透過スペクトル測定を試みた結果、堆積させた金薄膜が非常に薄い場合では金ナノ粒子、40 nm 金を堆積させた場合ではカップ構造、金膜厚が非常に分厚くなると、金薄膜として振る舞うことが明らかとなり、透過スペクトル測定、及び走査電子顕微鏡観察から金ナノ構造体の成長過程が述べられている。 第 6 章「General Conclusion」では、本論文における成果を統括し、今後の展望を示した。 以上を要するに、本論文では、自己組織的に形成された垂直配向シリンダー型マイクロ相分離構造を鋳型として作製されたシリカナノロッドアレイを新たなテンプレートとする多段転写プロセスを開発した。これは、3 次元の金属構造体を含めて、従来のブロックコポリマーテンプレートプロセスを格段に拡張するナノ規則構造材の作製プロセスを提供するものであり、工学上並びに工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。
--

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。