

半導体リソグラフィの微細化、エッチング耐性の限界を打破する 「プラス α 」技術：誘導自己組織化(DSA)と逐次浸透合成(SIS)

Additional Breakthrough Technology for Semiconductor Fabrication: Directed Self-assembly (DSA) and Sequential Infiltration Synthesis (SIS)

キオクシア株式会社 メモリ技術研究所 浅川 鋼児

Institute of Memory Technology Research, Kioxia Corporation, Koji Asakawa

E-mail: kouji.asakawa@kioxia.com

半導体の高性能化、大容量化は、リソグラフィと言われる紫外光を用いた微細加工の進化により発展してきた¹⁾。近年は、波長 13.5nm の極端紫外光(EUV)を用いたリソグラフィがロジックの生産に投入され、超微細加工は新たなフェーズに入った。他方、メモリ分野では素子を縦に積む 3次元デバイス²⁾が実現され、際限のない大容量化が進行している。3次元化では、デバイスが縦に高くなるため、厚い積層膜を貫通するエッチングが必要になり、これに耐えるマスクが必要になる。

このような要請に対して材料側には、超微細なパターンを解像する技術、さらには Line Edge Roughness (LER)などを修復する技術、高エッチング材料などが求められている。そのような材料技術として、誘導自己組織化(Directed Self-Assembly, DSA)³⁾、逐次浸透合成(Sequential Infiltration Synthesis, SIS)⁴⁾の検討が進んでいる。

DSA は、露光などトップダウン的な手法を用いてガイドを作製し、それに沿ってブロック共重合体(Block CoPolymer, BCP)を並べることで、解像限界以下のパターンを形成する技術である。BCP とは、2種類の異なるポリマーが化学的に結合されている共重合体(copolymer)であり、分子の大きさ以上に相分離できないため、nm スケールの規則構造を形成する。あらかじめ光リソグラフィなどでガイドを形成しておき、ガイドピッチの半分の周期を持つ BCP を並べると、ピッチを半分にする。

SIS は、金属プレカーサーをポリマーに浸透させたのち、水やオゾンなどで酸化することで、ポリマー内に金属酸化物を「合成」し固定化する技術である。一般に金属は有機物であるポリマーより硬いため、エッチング耐性が高くなる。金属プレカーサーはポリマーの分子構造により浸透する物としない物があり、選択性がある。例えば、PS と PMMA では、金属プレカーサーは PMMA の選択的に浸透する性質がある。このような性質を使用して、特定の場所のエッチング耐性を向上させることができる。

- 1) International Roadmap for Devices and Systems, Lithography, (2022), 2) Y. Fukuzumi, IEEE International Electron Devices Meeting 449 (2007), 3) D. S. Kercher, et al. Science vol. 321, 936 (2008), 4) R. Z. Waldman, et al., J. Chem. Phys. vol. 151, 190901 (2019)