ナノ・インプリント法による微細構造形成

平井義彦

EUV や EPL などによる先端リソグラフィーの研究開発が行われる一方、設備コスト、運用コストに対する危惧が高まっている。これに対し、コンパクトディスクの量産に用いられるプレス成形技術を、ナノ構造体の形成に応用するナノ・インプリント・リソグラフィーが Chou ら¹⁾によって提唱された。これは、図 1 に示すように、Si 基板表面に微細なパターンをもつ金型（モールド）を用意し、これを基板上に塗布した高分子膜に、樹脂のガラス転移温度以上でプレスする。冷却して硬化させた後、モールドを離形することにより、モールドのパターンを樹脂に転写するものである。この方法で、最小 6 nm の解像性が示されて

図 1 ナノ・インプリント法

図 2 PMMA による高アスペクト比構造形成
($M_w=15,000$, 10 MPa, 170°C)

いる。同様に、Willson ら²⁾は、光硬化性樹脂膜に石英モールドをプレスした後、樹脂を光硬化させる方法でパターンを成形している。いずれも一度モールドを作製すると、低コストでパターン転写が繰り返し可能である。

これらの方法によれば、1) 解像度がモールドで定まる、2) 熱収縮、光硬化収縮による寸法変化が生じる、3) 樹脂の残膜が発生する、などの課題もある。しかし、1) 現像が不要で効率が良い、2) ビーム系が不要で装置コストが抑制できる、3) 化学増幅系など高価なレジストが不要、4) 曲面などの多様な断面形状に対応できるなど、半導体微細加工技術にはない特徴もある。

図 2 に、低分子量の PMMA に、結晶異方性エッチングを利用して壁面が垂直な溝を作製した Si モールドを用いて、高アスペクト比パターンの転写を行った結果を示す。線幅 200 nm、高さ 1.2 μm の格子パターンが成形できている³⁾。このような、高アスペクト比構造の成形には、流動性に優れ、離形性がよく、かつ離形時の引っ張りに耐える強度をもち、熱あるいは光硬化による収縮のきわめて少ない樹脂が必要となる。

今後、半導体応用だけでなく、優れた経済性を活かして、樹脂成形したナノ構造体そのものの応用方法と、それに適した樹脂開発が期待される。

文 献

- 1) S. Chou, *et al.*: *Appl. Phys. Lett.*, **67**, 3114 (1995)
- 2) M. Colburn, *et al.*: *Proc. SPIE*, **3676**, 378 (1999)
- 3) Y. Hirai, *et al.*: *J. Photopolym. Sci. Technol.*, **15**, 475 (2002)