

# イオン液体を用いた温度応答性ゲルレジストのナノデバイス応用

電子技術課 横山義之

## 1. 緒言

温度応答性高分子に、光架橋性や熱架橋性を付与することで、半導体・MEMS レジストのように、フォトリソグラフィや熱ナノインプリントで直接微細パターンニングできる「バイオレジスト」を開発してきた。このレジストは、水中で、温度制御によって膨潤 (23°C) ⇄ 収縮 (36°C) を繰り返し、微細なパターンが可逆的に変形する。微小なアクチュエーターとして、細胞アレイチップ (細胞1個を優しく掴む) や、 $\mu$ TAS チップ (マイクロ流路を制御するバルブ・ポンプ) などに応用されてきた。

本研究では、膨潤⇄収縮のために必要な“水”のかわりに、蒸気圧が低く真空中でも揮発しない“イオン液体”を用いることで、長期の乾燥・真空下でもパターン変形し続けられるバイオレジストの開発を試みている。これにより、光学・電子分野への利用拡大が期待される。

昨年度までに、イオン液体中で、“低温で収縮し高温で膨潤する”温度応答性を有するバイオレジストを合成し、性能を評価してきた。本年度は、それとは逆の“低温で膨潤し高温で収縮する”温度応答性を有するバイオレジストの開発と評価を試みた。

## 2. バイオレジストの合成

Poly(benzylmethacrylate) (PBzMA) を架橋させて得られる高分子ゲル<sup>1)</sup>は、イオン液体 (1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide) 中で、低温で膨潤し高温で収縮する温度応答性を示す (図1)。

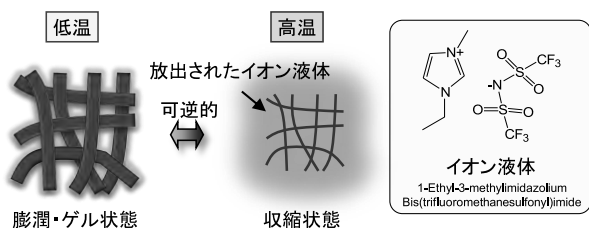


図1 PBzMA を3次元架橋させた高分子ゲルのイオン液体中における温度応答性

そこで、このPBzMAに、微細加工性を新たに付与することで、フォトリソグラフィや熱ナノインプリントで直接微細パターンニングでき、イオン液体中で、これまでとは逆の温度応答性を示すバイオレジストを開発した。その化学組成を図2に示す。

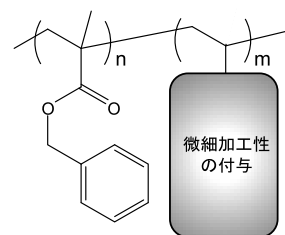


図2 PBzMA ベースのバイオレジストの化学構造

## 3. 微細パターンニング

PBzMA ベースのバイオレジストに対して、熱ナノインプリントやフォトリソグラフィを用いて微細パターンニングを行い、そのパターンニング特性を評価した。ここでは、熱ナノインプリントを用いたプロセスについて報告する。はじめに、ガラス基板にPBzMA ベースのバイオレジストをスピコートし、薄膜を形成した。次に、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) より高い温度までバイオレジストを加熱し、膜を軟化させた。次に、微細な凹凸パターンを有するシリコン製モールドを5 MPaの圧力で押し込んだ。さらに、可逆的な温度応答性の発現に必要な膜内での化学反応を進行させた。最後に、 $T_g$  より低い温度までバイオレジストを冷却し、モールドを引き抜いた。パターンニング結果を図3に示す。500nm、150nmの微細なパターンが良好に作製できることがわかった。

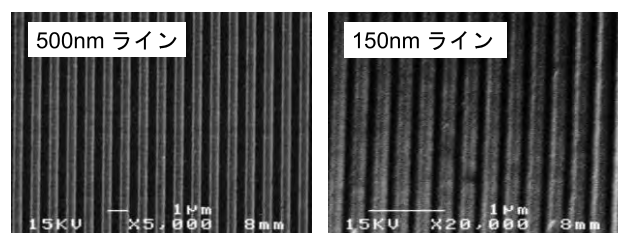


図3 熱ナノインプリントにより作製したPBzMA ベースのバイオレジストの微細パターン

## 4. 今後の予定

PBzMA ベースのバイオレジストの微細パターンのイオン液体中における温度応答性を、温度制御機能を有する走査型プローブ顕微鏡を用いて詳細に評価する。また、得られた結果をもとに、長期の乾燥・真空下でも動作し続けられるナノアクチュエーターへの応用を試みる。[謝辞] 本研究は、科研費 (基盤 C : 24510174) の助成を受けたものである。

1) T. Ueki and M. Watanabe, *Chem. Lett.*, 35 (2006) 964-965.