

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. はじめに

我々は、温度応答性ゲルに光架橋性や熱架橋性を付与することで、半導体用レジストのように、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℃)⇔収縮(36℃)を繰り返し、微細なパターンが可逆的に変形する。

本研究では、膨潤⇔収縮のために用いている水のかわりに、蒸気圧が極めて低く、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、水中では従来通り、低温で膨潤し高温で収縮する特性を示すが、イオン液体中では、高温で膨潤し低温で収縮する逆の温度応答性を示すバイオレジストを新たに開発している。さらに、得られたバイオレジストのフォトリソグラフィや熱ナノインプリント法による微細パターン形成能に関する評価も行ってきた。

今年度は、それらに代わる新たな微細化技術として、エレクトロスピンニング法によるナノファイバー化を試み、水中およびイオン液体中での温度応答性の評価を行った。また、ナノファイバー化したバイオレジストのナノスケールでの膨潤⇔収縮挙動を、走査型プローブ顕微鏡(SPM)の液中測定によって詳細に観察した。

2. 実験と結果

はじめに、エレクトロスピンニング法を用いて、バイオレジストのナノファイバー化を行った。エレクトロスピンニング法は、ノズル-コレクタ間に高電圧を印加しながら、

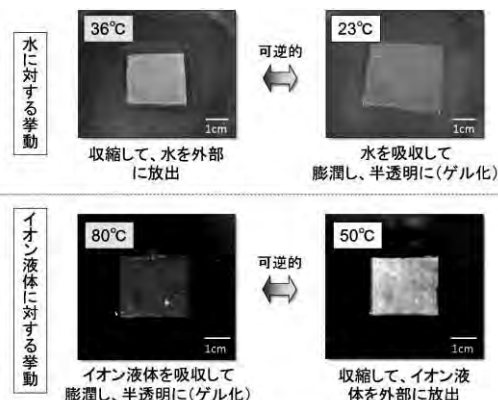


図1. ナノファイバー化したバイオレジストの水およびイオン液体に対する温度応答性

高分子溶液をスプレーすることで、対向するコレクタ(本実験ではアルミフィルム)上にナノファイバーを堆積させる方法である。作製したシート状のナノファイバーに不溶化処理を行った後、水もしくはイオン液体を含浸させ、温度を変化させた。図1に、その結果を示す。ナノファイバー化したバイオレジストも温度応答を示すことがわかった。特に、イオン液体に対しては、水とは逆の温度応答性を示し、低温ではファイバーシートが収縮し、イオン液体を放出するのに対し、高温ではファイバーシートがイオン液体を吸収して膨潤し、半透明のゲル状のシートに変化した。

次に、ナノファイバー上に水を滴下し、周囲の温度を変化させ、ファイバー1本1本の形状と硬さ(弾性率)の変化をSPMを用いて、詳細に観察・計測した。

周囲の温度を高温(36℃)にして計測を行うと、ファイバーは収縮しており、弾性率は高い値(100MPa前後)を示した。また、編目の間隔が広く、下地のアルミフィルムの露出が見られた。それに対して、周囲の温度を低温(23℃)にして計測を行うと、ファイバーは大きく膨潤し、弾性率も低い値(数MPa程度)を示した。また、編目の間隔が狭まり、下地のアルミフィルムは完全にファイバーに覆われていた。

3. まとめ

ナノファイバー化したバイオレジストは、水およびイオン液体に対して、温度応答性を保持していた。また、水中SPM観察によって、ナノファイバー1本1本の膨潤⇔収縮を確認できた。本研究は、科研費(基盤C: 24510174)の助成を受けたものである。

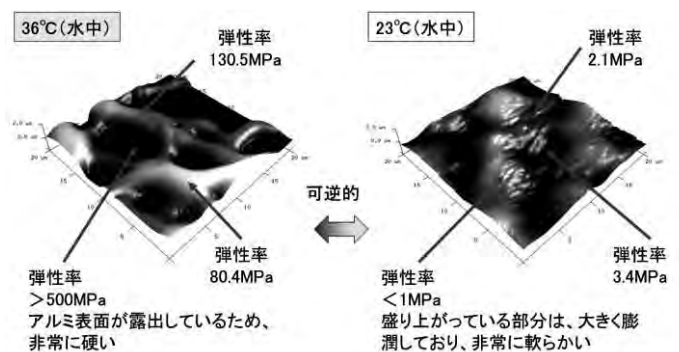


図2. ナノファイバー化したバイオレジストの水中SPM観察(20μm×20μm)による温度応答性の確認

*現 商工企画課