

課題番号 : F-14-NM-0015
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : スライド型ナノアクチュエータ開発に向けた異方的 V 字パターンの作製
Program Title (English) : Anisotropic V-shaped pattern toward the development of a sliding nano-actuator
利用者名 (日本語) : 武仲 能子
Username (English) : Yoshiko Takenaka
所属名 (日本語) : 産業技術総合研究所ナノシステム研究部門
Affiliation (English) : Nanosystem Research Institute (NRI),
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

1. 概要 (Summary)

筋肉の最小構造単位であるサルコメア構造に着想を得た、スライド型ナノアクチュエータの開発を目指して、実験を行っている[1]。サルコメア構造では、アクチンフィラメントとミオシンバントルと呼ばれるたんぱく質集合体が、お互いにスライド運動することで、力と変位を取り出す。このシステムの動くメカニズムとして提唱されているのが、フラッシング・ラチェットと呼ばれるモデルである。そこで本研究では、実際にフラッシング・ラチェットとなり得る、異方的な V 字パターンを Si 基板表面に作製することを目的とした。

2. 実験 (Experimental)

本課題は技術代行で行い、パターン作製の全工程は NIMS 微細加工スタッフによって行われました。以下は作製後に報告頂いた実験条件を記載しています。

【利用した主な装置】

125kV 電子ビーム描画装置
走査電子顕微鏡

【実験方法】

レジストとして gL1000 を用い、125kV 電子ビーム描画装置を使って、以下のような条件で電子線リソグラフィを行った。100 pA, Pitch(1,1), Field size: 300 μm , 60000 dot, Shot time: 1.0(Max) ~ 0.1(Min) $\mu\text{sec/dot}$ 。作製したパターンを走査電子顕微鏡で観察した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製したパターン断面の電子顕微鏡像を Fig. 1 に示す。パターンの溝幅は約 300 nm、溝の深さは 100 nm 程度である。このパターンを 300 μm \times 900 μm の範囲で作製した。出来上がったパターンを鋳型として、ポリジメチルシロキサン(PDMS)製のパターンを作ることを試みた。パターンに PDMS を流し込んだところ、PDMS 架橋後にパターンからきれいに剥離することが分かった。しかし、パターンの表面に対する PDMS の濡れ性が悪いか、もしくは

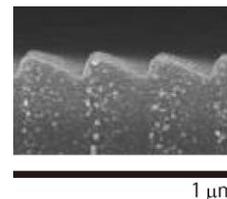


Fig.1. SEM image of Anisotropic V-shaped pattern.

はパターンが小さいことによつて、PDMS が溝の内部まで入らず、ラビリンス状の転写パターンしかできていない。今後は PDMS の粘性を下げるなどして、PDMS 表面へのパターンの転写を行う予定である。

4. その他・特記事項 (Others)

フラッシング・ラチェット・・・等温過程でブラウン運動からあたかも異方的な仕事を取り出せるかのように見せかけた架空の装置、ブラウン・ラチェット(ファインマンにより提唱[2])との対比でフラッシング・ラチェットと呼ばれる。等温過程ではブラウン運動から異方的な仕事は取り出せないが、系に温度差がある場合や、外部からエネルギー注入がある場合には、ブラウン・ラチェットと類似のしくみで異方的な仕事を取り出すことが出来るシステムのこと。

本研究の一部は、JST さきがけ「分子技術と新機能創出」の支援を得て進められています。またパターン作成に多大なるご尽力頂きました NIMS 微細加工プラットフォームの津谷大樹博士、渡辺英一郎博士に感謝申し上げます。

[1]武仲能子、PEN2 月号、
<http://www.pengin.ne.jp/?p=1031>

[2] ファインマン、レイトン、サンズ著、ファインマン物理学 2 光・熱・波動、岩波書店 (1986)。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) Y. Takenaka, JST さきがけ「分子技術と新機能創出」領域会議、平成 26 年 5 月 18 日

6. 関連特許 (Patent)

なし