

課題番号 : F-19-GA-0046  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 1分子 DNA 伸長技術のためのナノ流体デバイス開発  
Program Title(English) : Development of nanofluidic device for stretching of single DNA molecules  
利用者名(日本語) : 平野研  
Username(English) : K. Hirano  
所属名(日本語) : 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
Affiliation(English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)  
キーワード/Keyword : ナノバイオ、ナノ流体デバイス、DNA、リソグラフィ・露光・描画装置、  
バイオ&ライフサイエンス

## 1. 概要(Summary)

ナノ流体構造の特性を活かし、1分子 DNA 伸長のためのナノ流体デバイス作製を目的としている。原理実証を兼ねてマイクロメートルからの検討を踏まえてナノメートルサイズへダウンサイジングすることで最終的なナノ流体デバイスの完成を計画している。今年度は、1分子 DNA 分子を直線上に伸張しイメージング解析を可能とする原理実証デバイスとして、電子線描画装置等を利用し、シリコン基板上に $1\mu\text{m}$ の幅・深さを有するLine&Space構造を作製して流路としたデバイスを作製した。また同じく原理実証のためマイクロピラー構造を有する流路を作製し、直鎖DNAのみならず環状DNA1分子もトラップおよび伸張可能なデバイスを作製し、ナノ流体デバイス作製に向けた原理実証と今後のデバイスデザイン、描画条件、現像条件などを得ることができた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

電子線描画装置(ELIONIX社製、ELS-7500EX)  
マスクレス露光装置(大日本科研社製、MX-1204)、  
マスクアライナ(ミカサ社製、MA-10)

### 【実験方法】

直鎖状DNA1分子を伸張可能とする原理実証用デバイスのデザインを検討しGDSII形式で作成した上で、電子線描画用ポジレジストを引き続くシリコン深掘りエッチングに適用可能な膜厚等の条件を検討しつつシリコン基板上にスピコートし、電子線描画を行った。つづいて、シリコン深掘りエッチング装置によりアスペクト比1:1となるよう当該レジストパターンを介してエッチング条件も検討しつつエッチングを行い、深さ・幅ともに $1.0\mu\text{m}$ および

$1.5\mu\text{m}$ のLine&Spaceパターンを4インチシリコンウエハ上に作製した。また環状DNA1分子を捕捉するための原理実証デバイスを作製するためにマスクレス露光装置、マスクアライナを用いて、ネガレジストをシリコンウエハ上に塗布し、マイクロピラー構造を有するマイクロ流体デバイス作製を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

深さ・幅ともに $1.0\mu\text{m}$ および $1.5\mu\text{m}$ のLine&Spaceパターンを4インチシリコンウエハ上に作製し流路とした原理実証用デバイスを作製できた。実際にDNA1分子も直線上に伸張させることに成功した。来年度は、さらにより伸長率を高めたデバイス作製のためにナノ構造へのダウンサイジングに挑戦する。また、マイクロピラーを有する流路においても環状DNA1分子の捕捉と伸張が可能となり、原理実証を達成した。当該デバイスにおいても、来年度は、より種々の高次構造を有する環状DNA1分子の捕捉と伸張による1分子解析を行うため、ナノ構造へのダウンサイジングに挑戦する。

## 4. その他・特記事項(Others)

・関連文献:Dohi, D., Terao, K.\*, Hirano, K.\*:  
Molecular ring toss of circular BAC DNA using micropillar array for single molecule studies. *Biomicrofluidics* 14 (1): 014115 (2020).

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。