

課題番号 : F-16-KT-0052  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : MEMS と DNA 融合プロセスによりナノポアセンサデバイスの構築  
 Program Title (English) : Creating nanopore sensor device by MEMS and DNA fusion process  
 利用者名(日本語) : 山下 直輝, 馬 志鵬, 渋谷 雄一  
 Username (English) : N. Yamashita, Z. Ma, Y. Shibuno  
 所属名(日本語) : 京都大学 工学研究科 マイクロエンジニアリング専攻  
 Affiliation (English) : Dep. of Microengineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University

## 1. 概要 (Summary)

本研究は, DNA 塩基配列の読み取りを高精度かつ低コストで実現する第 3 世代のシーケンサとして期待されるナノポアセンサデバイスを, MEMS 微細加工技術と DNA ナノテクノロジーを融合した新規なプロセスで実現することを目的としている. まず, 微細加工技術によってシリコン基板にシリコン酸化膜で厚さ 20 nm のメンブレンを作製し, 電顕により 10 nm 程度の孔形成を行う. 次に, 検体 DNA と同等な 2 nm 径のナノポアを有する DNA オリガミをシリコン酸化膜の孔上に固定する. 検体 DNA が通過するナノポア径を縮小することで, イオン電流変化の S/N 比が向上できる. 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の微細加工設備を利用してメンブレンを作製し, 微細構造解析の電顕を利用してシリコン酸化膜メンブレンへの孔形成を行った.

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

熱酸化炉  
 分光エリプソメーター  
 両面マスクアライナ

### 【実験方法】

- ① 酸化膜(厚さ; 1  $\mu\text{m}$ ) が両面に成膜された両面研磨シリコンウェハ(厚さ; 200  $\mu\text{m}$ ) の表側の酸化膜を BHF によって除去.
- ② 熱酸化炉を使用して 20 nm の酸化膜を形成. 厚さはエリプソメーターによって測定.
- ③ 両面マスクアライナ露光装置によって, 裏面の酸化膜をパターニングし, シリコンを露出.
- ④ TMAH によって裏面からシリコンの異方性エッチングを行い, 熱酸化膜メンブレンを形成.
- ⑤ 球面収差補正透過電子顕微鏡を用いてメンブレンに直径 10 nm 程度の孔を形成.
- ⑥ 孔付きメンブレンを有するシリコンチップを治具に固定した後, DNA オリガミを固定してセンサデバイスを

作製 (Fig. 1).

- ⑦ 定電圧下での泳動によって検体  $\lambda$  DNA をナノポアに誘導し, イオン電流値の変化を測定.

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

計測されたイオン電流値の変化を Fig. 2 に示す. 計測開始後 7.5 秒付近から DNA オリガミの固定化による孔径の縮小に伴うイオン電流値の低下が観測された. また, 8.5 秒付近には DNA オリガミが固定された状態での  $\lambda$  DNA の通過とみられる電流値の低下を確認できた. 今後, 塩基配列の解読に必要な電流値の詳細な変化を捉えるために, 検体 DNA の通過速度やナノポアのサイズなどの条件を詳細に検討する.

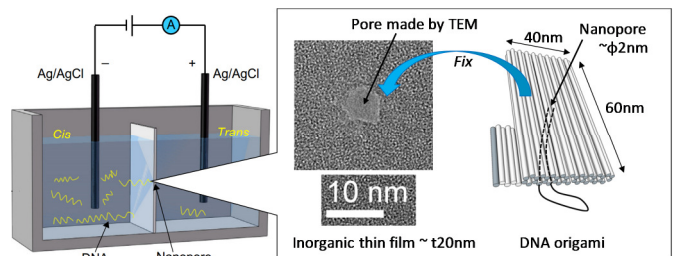


Fig. 1 Nanopore device for ionic current measurement.

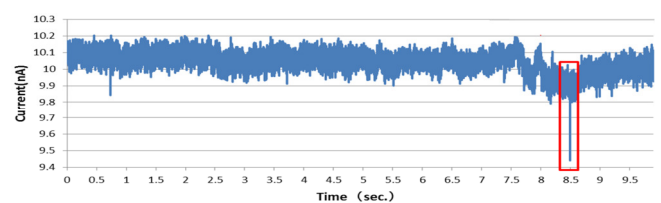


Fig. 2 Measured shift of ionic current.

## 4. その他・特記事項 (Others)

なし.

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

なし.

## 6. 関連特許 (Patent)

なし