

課題番号 : F-15-OS-0004, S-15-OS-0004  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 高感度ウイルスナノセンサの開発  
Program Title (English) : Nanosensor fabrications for single-virus detections  
利用者名(日本語) : 田中裕行  
Username (English) : H. Tanaka  
所属名(日本語) : 大阪大学産業科学研究所  
Affiliation (English) : ISIR, Osaka University

## 1. 概要(Summary)

固体ナノポア(ナノポアはナノサイズの細孔)は DNA やたんぱく質の 1 分子分析を可能にする新しいセンシングデバイスとして広くその研究開発が行われている。一方、当研究グループでは、ポアの深さが直径に比して極めて浅く作られた超低アスペクト比ナノポアを応用することで、ウイルスの形状を単一粒子レベルで実現する高感度ウイルス検出法の研究を行っている。この検出原理では、測定対象とする物質のサイズに比べ十分に浅いポアを用いる必要がある。よって、ウイルスの大きさ(20nm から100nm)を考慮すると、少なくともポア深さは 20nm 以下にすることが要求される。そこで本課題では、直径 200nm、深さ 20nm の超低アスペクト比ナノポアの作製プロセス開発を実施した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

リアクティブイオンエッチング装置、多元 DC/RF スパッタ装置、マスクアライナー

### 【実験方法】

両面 SiN 被膜 Si ウエハの一方の表面上にマスクアライナーを用いて Si 基板上に外部マーカを描画した。その後、高周波マグネトロンスパッタ法により Au/Cr 層を蒸着させ、リフトオフプロセスを経て Au 外部マーカを得た。次に、当該外部マーカを用い電子線描画法によりメンブレン上にサブマイクロメートルサイズのポアをパターンニングした(レジスト : ZEP520A-7)。そして、反応性イオンエッチング(反応ガス : CF<sub>4</sub>)により SiO<sub>2</sub>を掘削することで、低アスペクト比ポアを形成した(Fig. 1)。さらに、KOH によるウェットエッチングによりウエハの一方から Si 層を除去していくことで、厚さ 50nm の SiN メンブレンを作製した。このとき、外部マーカを用いてメンブレン中にポアが空

くよう位置あわせを行った。最後に再度電子線描画を行い、続いて反応性エッチングによりポアの周辺数百 nm の領域だけ SiN を 20nm 厚さにまで掘削した。以上のプロセスを経て、直径 200nm 深さ 20nm の超低アスペクト比ポアの作製に成功した(Figure 1)。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した超低アスペクト比ポアの上下に微小流路付き PDMS ブロックを貼り付け、流路内をバッファ溶液で満たした状態で 1 対の銀/塩化銀電極を用いてポアを通るイオン電流を測定した。その結果、ポアの一方に直径 40nm のカルボキシル基修飾ポリスチレンナノ粒子を含んだバッファを導入した場合において、パルス状の電流シグナルが検出された。これはポアを単一ナノ粒子がポア近傍に集中する電場の影響を受けて電気泳動的に通過する際に、ポア内を移動するイオンの輸送を阻害したことによる電流の過渡的な減少であると解釈できる。これにより、作製した超低アスペクト比ポアがウイルスサイズの微粒子を単一粒子レベルで検出可能なセンサとして応用できることを確認することができた。

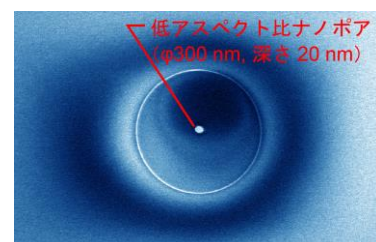


Figure 1. SEM image of an ultra-low aspect ratio pore.

## 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。