

四重極電極組込マイクロポアを用いた単一粒子の捕捉と検出

Trapping and detection of single-particle using micropore integrated with Quadrupole-electrode

阪大産研, ○林田 朋樹, 筒井 真楠 谷口 正輝

ISIR, Osaka University Tomoki Hayashida, Tsutsui Makusu, Masateru Taniguchi

E-mail: tomoki.hayashida32@sanken.osaka-u.ac.jp

1. 緒言

マイクロポア(細孔)デバイスを用いた単一粒子検出は、迅速・超高感度な生体粒子検出法として注目されている。電解質溶液中の粒子が電気泳動によって細孔(ポア)を通過する際に、粒子が占めるポア内部の体積分だけ電解質イオンが排除され、その結果生じるイオン電流変化を計測することで、1粒子を検出する。計測時に課題となるのは、粒子のポア通過速度がイオン電流応答速度に比して速すぎることである。そのため、イオン電流シグナルが粒子情報を正確に反映しない可能性がある。そこで本研究では、粒子計測用のポアの周囲に粒子捕捉用の四重極電極を配置した。四重極電極が形成する交流電場によって1粒子を捕捉し、捕捉した粒子を電気泳動的にポアを通過させ、大きさの異なる粒子の検出を試みた。

2. 実験

Si_3N_4 膜(厚さ 50 nm)に電子線描画法及びRFスパッタリング、 Si_3N_4 両面からのエッチングにより、電極間幅 $2\ \mu\text{m}$ の四重極電極とその中心部分に直径 $1.2\ \mu\text{m}$ のポアを形成した。四重極電極にはファンクションジェネレータを用いて交流電圧($V_{pp}=100\ \text{mV}$, $f=1\sim 10\ \text{MHz}$)を印加した。ポアの上下に配置したAg/AgCl電極に直流電圧を印加し、イオン電流計測を行った。計測粒子として、 $\phi 0.99\ \mu\text{m}$, $\phi 1.02\ \mu\text{m}$, $\phi 1.10\ \mu\text{m}$ の3種類のポリスチレン粒子を用いた。

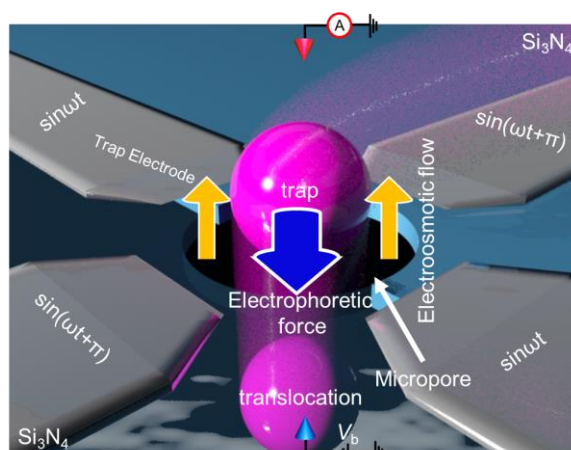


Fig.1 Schematic design of quadrupole-electrode for particle trapping and micropore for measurement

3. 結果と考察

四重極電極への交流電圧($f=1\ \text{MHz}$, $V_{pp}=1.0\ \text{V}$)の印加により四重極中心部分(ポア上部)に弱電場が形成され、ポリスチレン粒子を負の誘電泳動効果により四重極中心にトラップできることを確認した。また、Ag/AgCl電極に $+0.1\ \text{V}$ の直流電圧を印加した所、 $\phi 0.994\ \mu\text{m}$, $\phi 1.019\ \mu\text{m}$, $\phi 1.101\ \mu\text{m}$ の3種類のポリスチレン粒子がポアを通過する際のイオン電流波形が異なるシグナル高さ I_p として得られた。この結果をマルチフィジックスシミュレーションにより得られるイオン電流波形と照合した。

[1] M. Tsutsui, S. Hongo, Y. He, M. Taniguchi, N. Gemma, T. Kawai, *ACS Nano*, **6**, 4 (2012).