

四重極電極組込マイクロポアを用いた非修飾粒子の検出

Detection of unmodified-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

ポア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粒子の検出・識別が可能となる。^[1]計測対象となる粒子は、電気泳動及び電気浸透流を駆動力としてポアを通過する。そのため、電気的に中性な粒子の計測が困難であった。そこで本研究ではマイクロポアの周囲にトラップ用の交流電場を形成する四重極電極を配置することによりポア近傍に粒子を誘電泳動的にトラップし、トラップした粒子を電気浸透流を駆動力としてポア通過させ、電荷をもたない非修飾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 スパッタ蒸着、 Si_3N_4 表面/裏面からのエッチングにより、電極幅 1 μm 、電極間幅 2 μm の四重極電極とその中心部分に直径 1.2 μm のマイクロポアを形成した。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を印加した。ポアの上に配置した Ag/AgCl 電極に直流電圧を印加し、イオン電流計測を行った。計測粒子としては、

$\phi 0.99 \mu\text{m}$, $\phi 1.02 \mu\text{m}$, $\phi 1.10 \mu\text{m}$ の粒形類似非修飾粒子を用いた。

3. 結果と考察

四重極電極への交流電圧(1 MHz, 1.0 V_{pp})の印加による電極近傍の電場形成をマルチフィジックスシミュレーション COMSOL を用いてシミュレーションを行った。シミュレーションの結果、電極中心部分に弱電場が形成され、分散したポリスチレン粒子を負の誘電泳動効果により電極の中心部分にトラップできることを確認した。また、ポアの上部の Ag/AgCl 電極に +0.1 V の直流電圧を印加した場合、ポア壁面においてポア上部→下部方向に電気浸透流が発生する。この場合、 $\phi 0.994 \mu\text{m}$, $\phi 1.019 \mu\text{m}$, $\phi 1.101 \mu\text{m}$ の 3 種類の非修飾粒子がポアを通過する際のイオン電流波形は 3 種類の粒子に対して異なるシグナル高さ I_p として得られた。

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

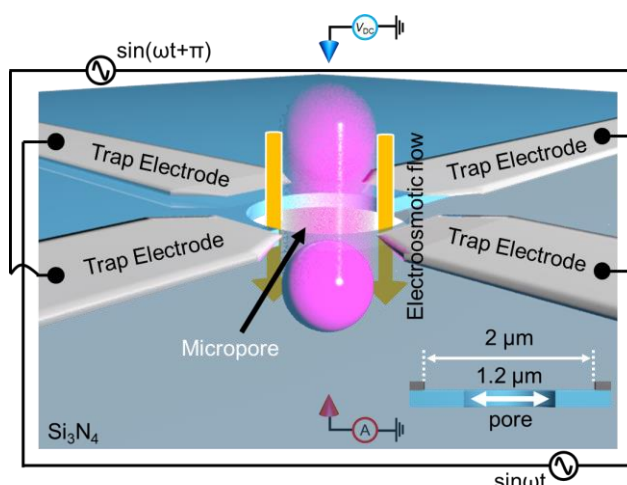


Fig.1 Schematic design of Quadrupole-electrode integrated in micropore device