電子線による高電界生成を用いたナノ空間における物質輸送制御

Material Transport Control in Nanospace Using Generation of High Electric Field with an Electron Beam

○宮廻 裕樹[1]、満渕 邦彦[1] 、星野 隆行[1]（1. 東大 院情理）
○Hiroki Miyazako[1], Kunihiko Mabuchi[1], Takayuki Hoshino[1] (1. Univ. of Tokyo)
E-mail: hiroki_miyazako@ipc.i.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】生化学分析の分野において，ハイスループットと多自由度性を両立させる物質輸送を実現する手法として，レーザー光学系と電気泳動・誘電泳動をハイブリッドに用いる手法が近年研究されている．しかしながら，レーザー光学系を用いる手法では，光の回折限界が存在するために物質輸送操作の空間分解能が μm スケールに留まるという制約がある．この問題を解決し nm スケールでの物質輸送を実現する手法として，我々はこれまでに，レーザー光よりも短い波長を持つ電子線を用いて高電界を生成させることにより，局所的に電気泳動および電気浸透流を生成し，物質輸送を制御する手法を提案した[1]．本発表では，液体試料中のイオン強度を大きくして，電子線がつくる電界を遮蔽することにより，電気泳動力および電気浸透流の作用範囲が小さくなり，物質輸送操作の空間分解能が向上することを示す．

【原理】本研究では，倒立型電子線描画装置を用いており，厚さ 100 nm の SiN メンブレンに対して電子線を照射することにより液体試料に対して電子線による作用を与える[2]．加速電圧を 2.5 kV とした場合，散乱電子のほとんどが SiN メンブレン内に留まるため，電子線照射点のまわりに高電界が生成される．この高電界によって，液体試料中の溶質に対して電気泳動力を生じさせることができ，また SiN メンブレンと液体試料との界面においては電気浸透流を生じさせることができる[1].

【実験・結果】0.01 倍リン酸緩衝生理食塩水(D-PBS(-))および脱イオン水に界面活性剤（Pluronic F-127）および直径 490 nm の蛍光ビーズを分散させ，それぞれに対して加速電圧 2.5 kV の電子線を 1 秒間スポット照射した．その結果，蛍光ビーズは電子線照射点から反発する方向に運動し，焦点面から消失して電子線照射点まわりの蛍光強度が低下した．脱イオン水を用いた場合は電子線照射点から 20 μm 以上の領域で蛍光強度の低下が見られるのに対し，PBS を用いた場合は電子線照射点から 10 μm の領域でのみ蛍光強度の低下が見られた．これは，PBS 中のイオンによって電子線が形成する電界を遮蔽し，電気泳動力および電気浸透流の大きさが小さくなったことによるものと考えられる．この結果から，イオン強度および SiN メンブレンへの照射電流量を調節することで，電気泳動力，電気浸透流が作用する範囲を局所的にし，nm スケールでの物質輸送，分離が可能になると考えられる．

[1] H. Miyazako *et al.*, *Proc. MicroTAS 2014*, pp.1677-1679 (2014).
[2] T. Hoshino *et al.*, *BBRC*, **432**(2), pp. 345-349, (2013).

© 2015年 応用物理学会