

DNA 構造操作におけるバーチャル電極マニピュレータの特性評価

Characteristics of virtual cathode manipulator for DNA structural control

弘前大理工¹, 弘前大院理工² °(B)佐々木 建¹, 星野 隆行^{1,2}

Hirosaki Univ. Faculty Sch¹, Hirosaki Univ. Grad. Sch², °Ken Sasaki¹, Takayuki Hoshino²

E-mail: thoshino@hirosaki-u.ac.jp

ナノデバイスとして応用が期待される二本鎖 DNA 構造体の機械的運動は、立体構造の変化と密接に関係しており、インターカレーター型分子の挿入や周囲のイオン環境との静電相互作用によって生じる。また、溶液下では DNA 構造中のリン酸が負に帯電し、電場強度に応じた静電気力や誘電泳動力を受ける[1]。このことから、電子線リソグラフィに基いたバーチャル電極(VC)を 1 分子マニピュレーションに用いることで、電子線走査パターンを任意に設計可能な局所電場のみを DNA 構造制御に利用できると考えた。

そこで我々は、窒化シリコン基板(SiN)上に固定した λ DNA(48,502bp, 16 μ m)を YOYO-1 で蛍光染色後、固定位置に対してバーチャル電極(VC)を形成することで電場適用領域および DNA 単分子の電場応答を同時観察した。初めに、3'末端にアミノ基を修飾したプローブ DNA(12mer)は、(3-mercaptopropyl)trimethoxysilane および N-(4-maleimidobutyryloxy)succinimide を介して SiN 上に固定した。その後、プローブ DNA を相補的な配列を持つ λ DNA の末端とハイブリダイゼーションさせ、YOYO-1 で染色した。VC 形成に用いるバーチャル電極ディスプレイ(Fig.1)は、倒立型の走査型電子顕微鏡(SEM)および正立型の蛍光顕微鏡で構成されており、電子線スキャン形状は rectangle とした[2]。加速電圧を 2.5keV, ビーム電流値を 1.20nA の条件下で VC を形成した。VC を $t=10\sim 20$ s に適用した結果、 λ DNA の蛍光像が伸長されていることが確認された(Fig.2(a))。そこで、sCMOS カメラで取得した蛍光輝度分布から重心座標を算出したところ、観察開始時($t=0$ s)における x および y 変位は、VC 適用後($t=20$ s)にはそれぞれ 18%、9%伸長していた(Fig.2(b))。

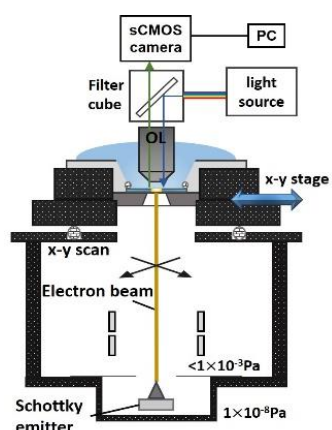


Fig.1 Schematic image of virtual cathode (VC) display.

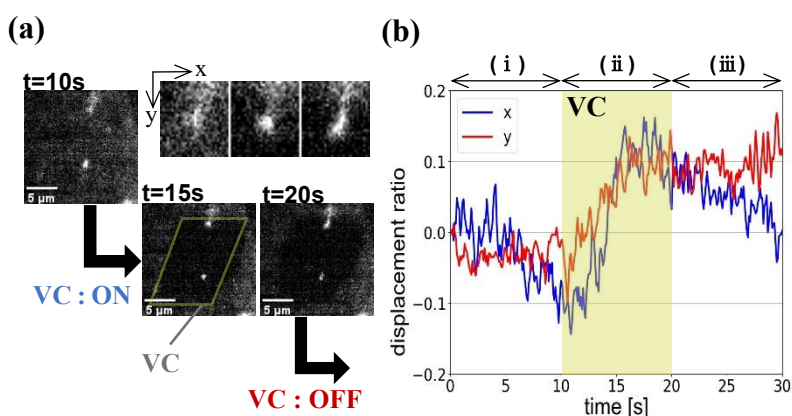


Fig.2 (a) Fluorescent images of lambda DNA labeled by YOYO-1. (b) displacement change ratio of x-y coordinate of the center of mass (i): before scanning, (ii): during scanning and (iii): after scanning .

参考文献

- [1] Charles L. Asbury et al, *Electrophoresis* 23, 2658-2666 (2002)
- [2] T. Hoshino & K. Mabuchi, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 432, 345-349 (2013)