

容量補償用ピペットを有する走査型イオン伝導顕微鏡における バイアス変調モードでの応答特性の改善

Improvement response characteristics of bias modulation mode scanning ion conductance microscopy with capacitance compensation pipette

静岡大院工¹, 浜松医科大学², 東京医科歯科大学³

○猪股 仁志¹, 中澤 謙太¹, 永田 年², 河崎 秀陽², 星 治³, 岩田 太¹

Shizuoka Univ.¹, Hamamatsu Univ. School of Medicine², Tokyo Medical and Dental Univ.³,

○Inomata Hitoshi¹, Kenta Nakazawa¹, Nagata toshi²,

Hideya Kawasaki², Hoshi Osamu³, Futoshi Iwata¹

E-mail: iwata.futoshi@shizuoka.ac.jp

近年、生体細胞や組織といった生体試料を顕微観察するバイオイメージング技術は、生物学、医学、薬学などの多くの分野で求められている。こうした生体試料のナノスケールでの観察手法として走査型イオン伝導顕微鏡 (Scanning Ion Conductance Microscope: SICM)¹⁾がある。SICMは先鋭化したキャピラリーガラス管であるナノピペットをプローブとして使用する。ナノピペットが試料に接近した際の先端開口に流れるイオン電流の変化を検出することで表面形状を観察する。非接触・低侵襲で試料表面を観察できることから、細胞や組織など生体試料の観察に適している。

一般的な SICM は直流電圧を使用して試料の観察を行うが微弱な信号のため低ノイズでのイオン電流検出は容易ではない。また、試料が帯電している場合では観察が困難となることが知られている²⁾。これに対して、SN比が高く、帯電の影響を受けにくい測定手法として交流電圧を用いて走査を行うバイアス変調 SICM (Bias Modulated SICM: BM-SICM)³⁾がある。バイアス変調により、電気浸透効果や溶液電解質組成の摂動が最小限に抑えられるなど有利な点がある。しかし、BM-SICM の観察においてピペットの持つ浮遊容量により、高周波の電流ほど容量性電流が支配的になるため、試料表面に近接した際の抵抗の変化による電流変化の感度が低下してしまう。

そこで、本研究ではナノピペットを二つ使用することで浮遊容量成分を相殺する手法を開発した。図1にナノピペットの電極間の等価回路を示す。図2に BM-SICM の模式図を示す。本手法により検出信号の帯域が向上した。本研究で開発した BM-SICM によるイメージングを行い、本手法の有用性を検証した。

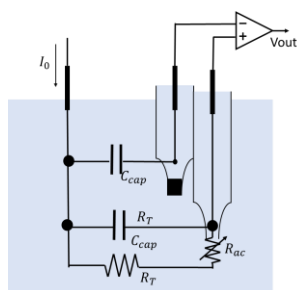


Fig. 1 Equivalent circuit

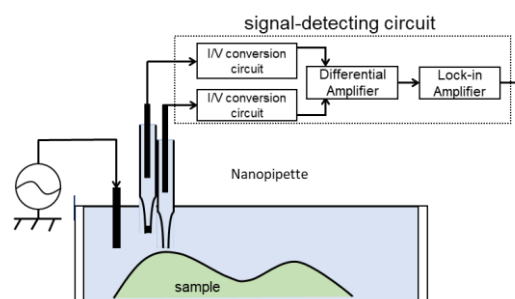


Fig.2 Schematic of the proposed BM-SICM

1) P. K. Hansma, B. Drake, O. Marti, S. A. C. Gould and C. B. Prarter, Science 243, (1989) 641

2) T. Ushiki, K. Ishizaki, Y. Mizutani, M. Nakajima, and F. Iwata, Chromosome Res. 29 (2021) 95

3) K. Mckelvey, D. Perry, J. C. Byers, A. W. Colburn, P. R. Unwin, Anal. Chem., vol. 86, no. 7, (2014) 3639