

電気泳動コルター法における精度向上

The improvement of accuracy and precision of zeta potentials in electrophoretic Coulter method

○ 清水俊彰, 水木徹, 鶴飼智文, 東利晃, 中島義賢, 花尻達郎

東洋大学 バイオ・ナノエレクトロニクス研究センター

○ Toshiaki Shimizu, Toru Mizuki, Tomofumi Ukai, Toshiaki Higashi, Yoshikata Nakajima, Tatsuro Hanajiri

Bio-Nano Electronics Research Centre, Toyo Univ.

E-mail: s3R101300169@toyo.jp

【はじめに】我々は電気泳動法とコルター法 [1] を組み合わせた、電気泳動コルター法 (electrophoretic Coulter method; ECM) を提案してきた [2, 3]。本手法では、検体個々のゼータ電位と粒子の大きさを評価することができる。しかしながら、算出されるゼータ電位は既存の手法による結果と僅かに差が生じている。この一因として、polydimethylsiloxane (PDMS) により作製された流路壁面から生じる電気浸透流 (Electro-osmotic flow; EOF) により、検体本来の電気泳動速度を得られていないと考え、ECM と既存の手法により算出されたゼータ電位の差を EOF による影響として評価してきた [4-6]。また、今まで ECM ピークを読み取る際の定義が曖昧であったことも一因であると考えられる。本研究では ECM における精度向上のため、ECM の解析手法を再検討した。また、流路設計及び EOF を抑制する流路壁面コーティング手法の最適化を図った。

【ECM 解析手法の改良】図 1 に改良した ECM 解析方法の概要を示す。ECM 信号 (図 1 (a)) におけるピーク深さから粒子径を算出し、その粒子径における抵抗変化による理論電流 (図 1 (b)) を計算する。この計算値から粒子が半分検出部に存在しているときの電流変化率 (図 1 (b) A) を求め、もとの ECM 信号に当てはめることにより、ピーク幅すなわち検出部通過時間を取得する。これにより、検体のゼータ電位を算出する。また、測定点間を線形補完することにより、ECM における電流-時間測定間隔への依存を低減した。

【流路設計及びコーティング手法の最適化】流路の高さ及びコーティング工程における O₂ プラズマ処理の有無による影響を調べた。各流路に純水で希釈した 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine (MPC) 溶液によりコーティングを施した。羊の赤血球を用い、ECM における電気泳動速度の電界依存性を評価することで、EOF による影響を算出した。実験結果を図 2 に示す。流路が高くなるにつれ、EOF の影響が小さくなることを確認できる。流路が高くなることで、検体は EOF の強い壁面付近の影響を受けにくくなっていると考えられる。O₂ プラズマ処理については、処理を施さない方が EOF による影響が小さい。

【結果・考察】ECM 解析作業の定式化を行い、また一方で流路を高くし、EOF による影響を低減することで、ECM の精度を向上させることができた。

加えて、X 線光電子分光を用い MPC 特有の C=O, N, P を解析し、O₂ プラズマ処理の有無における PDMS に対する MPC 付着度合も評価した。羊の白血球の場合と合わせ、詳細は当日発表する。

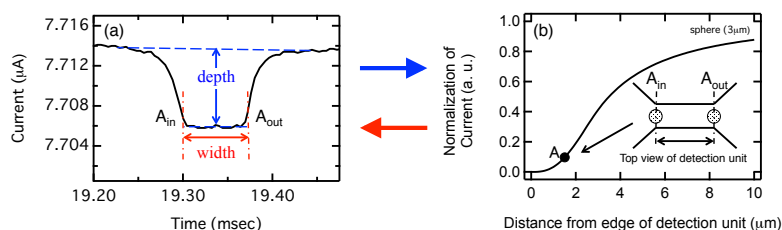


図 1 改良した ECM 解析手法の概要
(a) ECM 信号, (b) 理論電流曲線と電流変化率

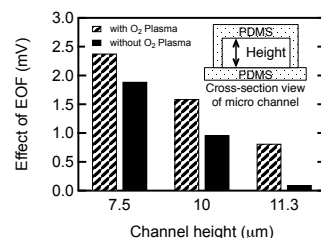


図 2 EOF による影響の流路高さ及び O₂ プラズマ処理の有無への依存性

【参考文献】

- [1] W. H. Coulter, *US Patent, No. 2656508* (1953).
- [2] N. Takahashi, *et al.*, *Sens. Actuators B*, **151** (2011) pp. 410-415.
- [3] A. Aki, *et al.*, *Sens. Actuators B*, **131** (2008) pp. 285-289.
- [4] K. Ogata, *et al.*, *CHEMINAS* 22, p. 46.
- [5] T. Shimizu, *et al.*, *ISDRS 2013*, **FP205**.
- [6] T. Shimizu, *et al.*, *CHEMINAS* 28, **2P24**.