

◆新素材・先端技術◆ 高分子ゲルの膨潤・収縮を利用したマイクロポンプの開発

近年ナノ・マイクロ流路を用いた分析化学の研究開発が盛んに行われている。本研究ではそれらの送液を担う、新しい原理のポンプの開発を目指した。高分子ゲル内に銅イオンを担持し、銅の酸化還元によって高分子ゲルが膨潤・収縮することを利用したポンプを作製した。銅イオンを含む高分子ゲルを金管内に作製し、電気化学的に銅を還元すると、ゲルは膨潤して 3.5 時間で $1.45 \mu\text{L}$ の水を排出した。一方、銅を酸化するとゲルは収縮し、2.4 時間で $1.04 \mu\text{L}$ の水を吸収した。繰り返し酸化還元を行った場合、少なくとも 2 回は膨潤・収縮を確認することができた。

【E2002】

ポリアクリル酸ゲルを用いた微小電気化学ポンプの開発

(名工大院工) ○山村直希・湯地昭夫・高田主岳 [連絡者：高田主岳, 電話：052-735-5238, E-mail：takada.kazutake@nitech.ac.jp]

近年、必要とする溶液量が極少量であることや、反応の制御が容易なことなどから、ナノ・マイクロ流路の開発研究が盛んに行われている。本研究ではそれらの送液を担う、新しい原理に基づいたポンプの開発を目指している。Cu²⁺-ポリアクリル酸ゲルは、銅が酸化状態(Cu²⁺)では Cu²⁺イオンがゲル中の 2 つのカルボキシル基を架橋するため収縮し、還元状態(Cu⁰)では架橋が解裂し膨潤する。この特性を利用し、微小管内に合成した Cu²⁺-ポリアクリル酸ゲルの電気化学的な酸化還元による膨潤収縮を駆動力とする微小電気化学ポンプの開発を行った。このポンプはゲルから成るため作製や小型化が比較的容易であり、また低エネルギーで動作するといった特長を持っている。

Fig. 1 に電気化学ポンプの構造を示す。金管(内径 0.1 cm、長さ 1.44 cm)内にポリアクリル酸ゲルを合成し、金管上部に上方向への膨潤を抑止するためのフィルタとして金メッシュを装着した。ゲルの膨潤に必要な水溶液は、このフィルタを通して上部から流入する。このゲルを硝酸銅水溶液と 3 時間接触させることにより Cu²⁺イオンを内包させた。上部の溶液中に参照電極および対電極を設置し、金管を作用電極として、電流規制法や電位規制法などによりポンプ性能の評価を行った。定電流電解を行ったところ、還元電流(-4.4 $\mu\text{A cm}^{-2}$)を流すことでゲルは膨潤し、3.5 時間で $1.45 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$ の水を排出した。一方、酸化電流(4.4 $\mu\text{A cm}^{-2}$)を流すことで収縮し、2.4 時間で $1.04 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$ の水を吸入した(Fig. 2)。電流量から算出した単位電気量当たりの体積変化は還元時には $0.12 \text{ cm}^3 \text{ C}^{-1}$ 、酸化時には $0.12 \text{ cm}^3 \text{ C}^{-1}$ であった。また、繰り返し酸化還元を行った場合、少なくとも 2 回は膨潤収縮した。

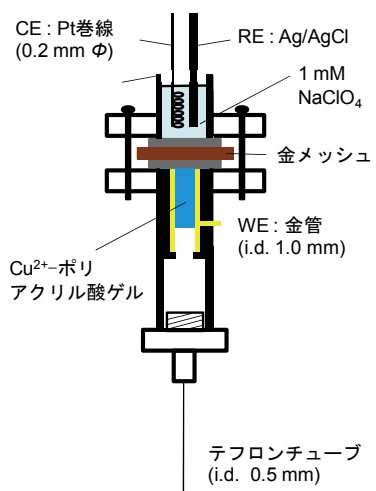


Fig. 1 ポンプ装置の概略図

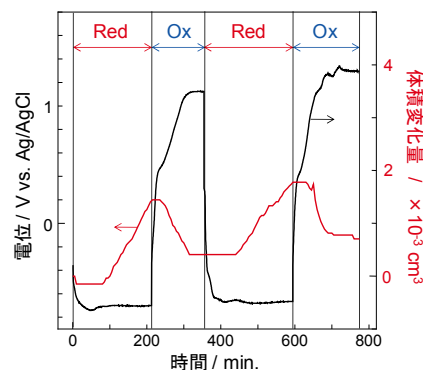


Fig. 2 電流規制法における時間-電位および時間-体積変化量