

CMOS プロセス適合性を持つゾルゲルガラス感応膜を用いた カリウムイオンイメージセンサの製作

Fabrication of Potassium Ion Image Sensor Using Sol-gel Glass Sensitive Film

Compatible with CMOS Process

豊橋技科大, Toyohashi Univ of Tech,

○(M2) 阪本 宏太朗, 杉本 竣基, 堀尾 智子, 高橋 一浩, 野田 俊彦, 服部 敏明, 澤田和明

○K. Sakamoto, T. Sugimoto, T. Horio, K. Takahashi, T. Noda, T. Hattori, K. Sawada

E-mail: info-bio@int.ee.tut.ac.jp

脳は神経細胞が放出するイオンや神経伝達物質によって制御されており、これらをイメージングする技術が脳機能解明に重要である。本研究では、細胞外の水素イオン濃度分布をイメージングできる pH イメージセンサの開発を行ってきた[1]。また、センサ上に PVC を用いた K^+ 感応膜を成膜することで、細胞外の K^+ 濃度分布のイメージングが可能である[2]。しかし、PVC 膜は生体適合性が低く、細胞の培養は困難であり、細胞の本来の挙動を観察できない可能性がある。そこで、生体適合材料であるゾルゲルガラスを用いた K^+ 感応膜が注目されている[3]。センサの微細化に対応するためには半導体プロセスに適合する必要がある、イオン感応膜の耐熱性や均一な薄膜化が求められる。本研究では、ゾルゲル膜をスピコートし乾燥温度を上げて成膜をすることで、 K^+ イメージセンサを作製し、イオン感応膜の CMOS プロセス適合性を検証した。

256×256 画素(2μm pitch)の電荷転送型 pH イメージセンサ上に K^+ 感応膜を成膜し K^+ イメージセンサを作製した。以下にその方法を示す。まず、ゾル溶液を作製するために、TEOS(100mg)、DEDMS(330mg)、Valinomycin(1.5mg)、K-TCPB(0.9mg)、Ethanol(400μl)、0.1 M HCl(50μl)を攪拌しゾル溶液を作製した。ゾル溶液のままでは、粘性が低くスピコートに適さないため、ゾル溶液を 70℃で 24 時間乾燥させることで粘性の高いゲル溶液を作製した。その後、溶液を 0.45μm のフィルターを通し、ろ過することで不純物を取り除いた。溶液をイメージセンサ上に滴下し 500rpm で 5 秒間、3000rpm で 20 秒間スピコートすることでセンサ上に均一にゲル溶液を塗布した。その後 150℃で 12 時間乾燥させることで K^+ イメージセンサを作製した。

Fig. 1 に作製したセンサを用いて測定した KCl 溶液中での K^+ 感度曲線を示す。各プロットはセンサ全画素の平均を計算した値である。 K^+ 濃度 10^{-6} ~ 10^{-1} M における感度は 59 mV/decade であった。Fig.2 に 10^{-3} M の KCl 溶液に塩化カリウムの小結晶を投入した時の拡散イメージングの様子を示す。投入直後から徐々に出力が上昇していることから、溶液中の K^+ の濃度勾配変化の様子を確認できた。これらの結果から、耐熱性があり薄膜のゾルゲルガラス感応膜を作製することができ、半導体プロセス適合性をもつことが示唆された。

謝辞：本研究は JST CREST Grant Number JPMJCR14G2 の支援を受けて行われました。

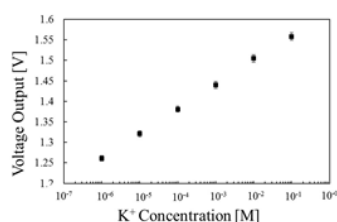


Fig. 1 カリウムイオン感度曲線

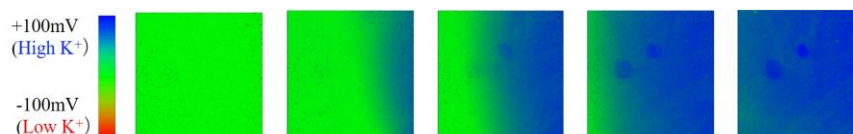


Fig. 2 カリウムイオンイメージングの結果

- [1] T. Hizawa, et al, Sens.Actuator. B, 144, 509 (2006). [2] T. Hattori, et al, Electroanalysis 24, 114 (2018).
[3] T. Sugimoto, et al, Irago Conference, 37 (2019)