

てんかん発作予兆計測に向けた脳深部刺入型マルチモーダルセンサの設計

Design of deep-brain-implant multimodal sensor for measuring predictive of epilepsy patients

豊橋技術科学大学 ○中村 優斗, 木村 安行, 土井 英生, 堀尾 智子,
崔 容俊, 高橋 一浩, 野田 俊彦, 澤田 和明

Toyohashi Univ. of Tech.,

○Y. Nakamura, Y. Kimura, H. Doi, T. Horio, Y.-J. Choi, K. Takahashi, T. Noda¹, K. Sawada¹

E-mail: nakamura.yuto.ry@tut.jp

てんかんは痙攣や記憶障害を引き起こす神経疾患であり、イオンを含む脳内の神経伝達物質と深く関連すると指摘されているが、詳細なメカニズムは解明されていない⁽¹⁾。我々の研究グループでは、これまでに刺入型 pH イメージセンサを用いたマウスへの生体実験およびてんかん発作の予兆となり得る細胞外アルカリ化伝搬の確認に成功している⁽²⁾。一方で、「刺入深度の向上」や「侵襲性の低減」、「計測対象の拡大」といった課題がある。本研究では、上記課題の解決に向け、センサ幅 500 μm で pH および脳波計測可能な脳深部刺入型マルチモーダルセンサの設計を行った。

本研究のセンサ仕様は以下の通りであり、チップサイズ：0.5×9.2 mm^2 、チップ厚：100 μm 、画素数：4×2 画素、画素ピッチ：100 μm ×400 μm 、端子数：7 端子、プロセス：TUT-CMOS 5 μm となっている。図 1 の設計レイアウトに示すように、センサ幅を 500 μm (従来センサ幅：1.1 mm) とすることで侵襲性を低減している。加えて、センサ面積が微小となるため、回路構成を単純化することで端子数を削減し、実装形態の簡易化による刺入深度の確保を行っている。センサ画素は ISFET 構造となっており、図 2 に示すように 2 段のソースフォロワ回路により出力を得ている。また、2 層メタルおよび 3 層メタルを採用することで、図 3 に示すようなプリアンプを脳波用電極下層に構成しており、外付けアンプまでのノイズ耐性を向上可能としている。これにより、脳波計測を可能とし、計測対象の拡大を図っている。

謝辞：本研究は、MEXT X-NICS JPJ011438, JSPS 科研費 JP23H00182, JP22H04926 の支援を受けたものである。



図 1 脳深部刺入型マルチモーダルセンサの設計レイアウト

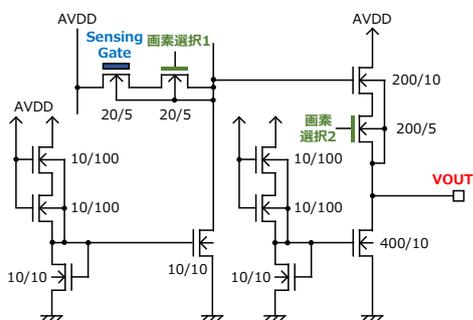


図 2 センサ画素および出力回路図

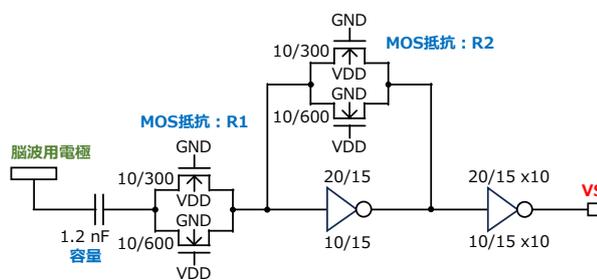


図 3 脳波用電極およびプリアンプ回路

[1] B K Siesjö *et al*, Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism, Mar;5:47-57, 1985.

[2] 中村ら, 第 40 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 6P4-M-4, 2023.