

ポーラスアルミナ薄板をイオンの横方向拡散防止構造体とした 高精細神経伝達物質イメージセンサの開発

Development of a high-definition neurotransmitter image sensor with an integrated ion lateral diffusion prevention structure

豊橋技科大¹, [○](M2)川上千夏¹, (B) Shirlyn Eng Shu Ying¹, 堀尾智子¹, 土井英生¹,

崔 容俊¹, 高橋 一浩¹, 野田 俊彦¹, 澤田 和明¹

Toyohashi Univ. of Tech¹, [○]C. Kawakami¹, S. Eng Shu Ying¹, H. Doi¹, T. Horio¹,

Y.-J. Choi¹, K. Takahashi¹, T. Noda¹, K. Sawada¹

E-mail: kawakami-c@int.ee.tut.ac.jp

1. はじめに

さまざまな脳疾患の発症原因として、神経伝達物質の伝達異常が関係すると言われている。本研究では、神経伝達物質の動きをリアルタイムにイメージングすることで、脳疾患の病理解明、早期診断、創薬分野への貢献を行うことを目的とし、半導体技術を用いたイオンイメージセンサの開発を行っている。本センサは、液中のイオンや神経伝達物質を計測する際にこれらの物質が画素間に拡散するため、計測原理上、空間解像度が大きく低下する恐れがある。そこで本研究では、ポーラスアルミナ薄板をイオンの拡散を抑制する構造体とすることで、解像度の向上を図る。さらに、構造体のイオン拡散抑制効果を検証するため、酵素膜をパターンニングしたセンサと組み合わせ、構造体の有無による出力応答を比較検討した。

2. イオン拡散抑制構造体を備えた神経伝達物質イメージセンサ

提案センサの概要を図 1a に示す。また、図 1b に示すように、画素ピッチ 2 μm 、256 $\times$ 256 画素のイオンイメージセンサ上に、水溶性感光性樹脂に酵素を包括した酵素膜を 54 μm^2 にパターンニングし、水素イオン検出部と神経伝達物質検出部を交互に配置した。本研究では、神経伝達物質である ACh (Acetylcholine) の検出を目的とし、酵素には AChE (Acetylcholinesterase) を使用した。イオン拡散抑制構造体には、ポア径 400 nm (ポアピッチ 480 nm) のナノポーラスアルミナ膜を使用した。センサの画素ピッチより小さいポアピッチとすることで、センサ画素と構造体とのアライメントが不要となる。

3. 実験結果

イオン拡散抑制構造体ありとなしのセンサを使用して、ACh 滴下時の出力応答を比較検討した。図 2 に示すように、構造体なしのセンサでは、ACh 滴下後からイオンが横方向に拡散し、ACh 感応領域周囲の出力が上昇した。一方、構造体ありのセンサでは、ACh 滴下後からイオン拡散が抑制され、ACh 感応部のみ出力が明瞭に検出できることを確認した。これら出力応答の時空間変化を解析した結果、図 3 に示すように、構造体無しの画素アレイ横方向の電位は、ACh 滴下後から徐々に大きくなったのに対し、構造体ありの

センサの電位変化は大きく抑制されたことがわかる。本結果より、ポーラスアルミナ膜をイオン拡散抑制構造体として応用することで、高精細な神経伝達物質イメージングができる可能性を示した。

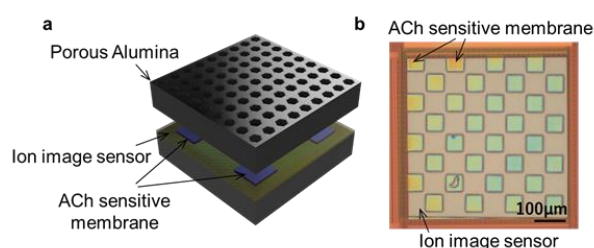


Fig.1. **a.** Schematic image of the neural transmitters sensor with porous alumina as a structure, **b.** ACh sensitive membrane patterned to 54 μm^2 on the sensor

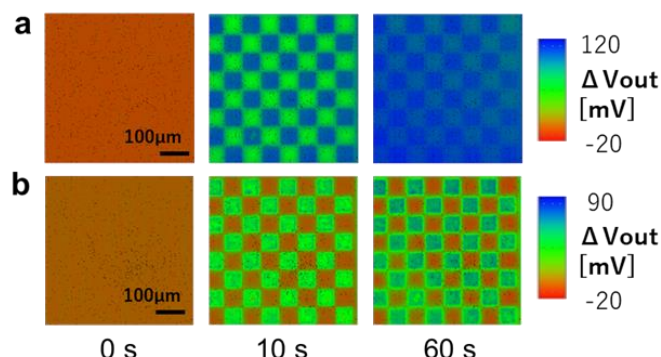


Fig.2. A comparison between ACh sensor with/without structure, **a.** without structure, **b.** with structure

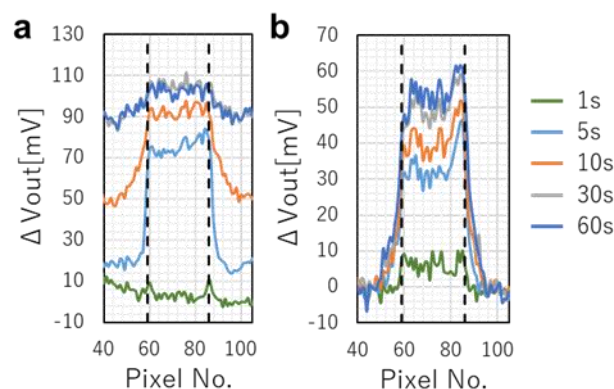


Fig.3. Time course analysis using lateral potential plot after dropping ACh at 0s, **a.** without structure, **b.** with structure