

## 光信号除去可能なイオンイメージセンサの動作電圧条件の改善

Improvement of operating voltage conditions of ion image sensor that enables optical signal rejection

豊橋技術科学大学, °佐藤 諒芽, 本庄 瑠奈, 野田 佳子, 赤井 大輔, 飛沢 健, 木村 安行,  
崔 容俊, 高橋 一浩, 澤田 和明, 野田 俊彦

Toyohashi Univ. of Tech., °R. Sato, R. Honjo, Y. Noda, D. Akai, T. Hizawa, Y. Kimura,

Y.-J. Choi, K. Takahashi, K. Sawada, T. Noda

E-mail: sato.ryoga.mb@tut.jp

これまでに我々の研究グループでは, 植物の体内情報を直接測定するための刺入型センサが開発されてきた<sup>[1]</sup>. 本センサは光によっても出力が変化するが, 光による変化と pH による変化を分離することで, 光と pH を同時計測可能なセンサを開発した<sup>[2]</sup>. しかし, センサの動作基準電圧が 3.5 V 付近であるため, 植物刺入時に植物に対して 3.5 V の電位差が生じることが課題であった. そこで本研究では動作電圧条件を改善したセンサの設計と試作を行った.

研究グループで開発されてきたセンサは, 図 1 の黒線のような出力特性を示す. 本センサの動作基準電圧 (参照電極電圧) は 3.5 V 付近だが, この電圧は植物との電位差が生じない 0 V にすることが望ましい(図 1 赤線). 動作基準電圧の変更は, センサ領域へのイオン注入により実現でき, 注入濃度によって動作電圧の調整が可能である. また, 特性曲線は pH の変化によって左右にシフトするが, 光の変化で上方向にシフトし, 図 1 の青線のように変化する. これにより, 出力  $V_A$  は pH による変化か光による変化か判別困難であるが, pH 感度が異なるセンサ画素を 2 つ組み合わせれば, pH と光を分離できる. pH 感度を変えるためには特性曲線の傾きを変える必要があり, これは画素内のセンサ領域面積を変えることで実現可能である. このセンサ画素を  $32 \times 32$  画素配置したアレイセンサを構成し, 豊橋技科大 LSI 工場で標準 CMOS プロセスにより作製した(図 2).

試作したセンサは, 動作基準電圧 0 V での pH イメージングに成功した(図 3). また, 光と pH の分離計測の検証では, 隣り合う 2 つの画素の比較により, pH と光の独立計測が可能である事を確認した. 以上のより, 動作電圧を改善したセンサが製作でき, 植物工場での植物生育モニタリングなどへの展開可能性を示した.

謝辞: 本研究の一部は, MEXT X-NICS JPJ011438, JST-OPERA JPMJOP1834 及び JSPS 科研費 21H01390, 24K00944 の支援により遂行された.

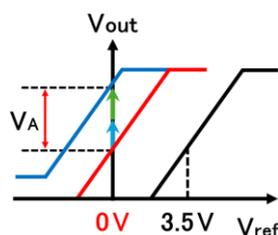


Fig.1 Output of sensor.

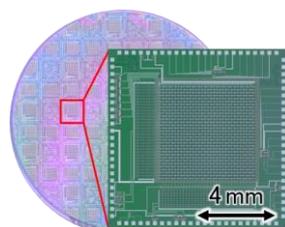


Fig.2 Fabricated Chip

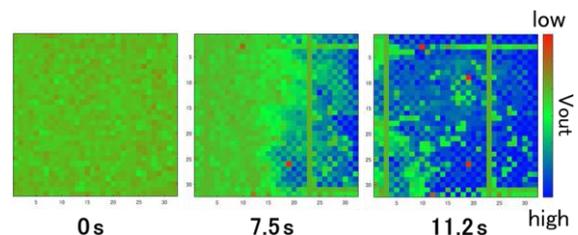


Fig.3 Result of pH imaging

[1] 泉保 他, 第 38 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 9A3-SS1-4, 2021

[2] 本庄 他, 第 84 回「応用物理学会秋季学術講演会」, 21p-D902-15, 2023