

電位検出型溶存酸素センサの SnO₂ 製検出膜のアニール温度依存性 Annealing temperature dependence of SnO₂ detection membrane of potential detection type dissolved oxygen sensor

豊橋技術科学大学¹, ○(B) 上田 玲奈^{1*}, (M2)Sylvia Mei Lin Loo^{1*}, 崔 容俊¹, 高橋 一浩¹,
野田 俊彦¹, 澤田 和明¹

Toyohashi Univ of Tech¹, ○Rena Ueda^{1*}, Sylvia Mei Lin Loo^{1*}, Yong Joon Choi¹,

Kazuhiro Takahashi¹, Toshihiko Noda¹, Kazuaki Sawada¹

E-mail: ueda.rena.yb@tut.jp

生物に必要不可欠な元素として酸素がある。生きた細胞は酸素を使用してエネルギーを生成するため、細胞の微小領域の酸素濃度を測定することで、細胞活動の新たな解明へと繋がると思われる。通常溶液中の溶存酸素 (DO) は酸化還元電流を測定する手法が用いられてきたが、小型化には不向きであった。一方 SnO₂ 薄膜をゲート電極上に形成した FET 型のガスセンサが開発されている。これまで我々の研究グループでは、この SnO₂ を ISFET のゲート上に堆積したデバイス (SnO₂FET 型センサと呼ぶ) を作製し、溶液中の溶存酸素 (DO) 濃度を測定することに成功している [1]。本研究では SnO₂ の堆積後に行う酸素アニール温度を変更して、FET 型溶存酸素センサの応答感度の向上を目指した。

ISFET のゲート電極上にスパッタリング法で SnO₂ を 100nm 堆積して特性評価用サンプルとした。酸素アニール温度を、460°C, 440°C, 400°C, 350°C と変化させ、それぞれのサンプルの溶存酸素検出特性を比較した。

測定手順として、pH6.86 りん酸塩バッファ溶液を SnO₂FET 型センサのゲート部に施した後、真空チャンバー内に設置し、チャンバー内圧力を変化させることにより、バッファ溶液の溶存酸素が真空チャンバー内の気体と平衡を取るために増減する仕組みを利用して評価を行った。また同じチャンバー内に pH6.86 バッファ液を入れたビーカーを設置して溶存酸素計で溶存酸素量を測定し、各チャンバー圧力における平衡溶存酸素量とした。ISFET を駆動トランジスタとしてソースフォロワ回路を構成し、ソース電位

をセンサ出力とした。まず大気圧から 0.02MPa ずつ 0.078MPa まで真空チャンバーを減圧し、その後 0.02MPa ずつ大気圧に戻した。この過程のセンサ出力を測定し、溶存酸素検出感度と出力ドリフトを評価した。

測定結果を Table1 に示す。

Table 1: Dissolved oxygen sensitivity

temp [°C]	DO sensitivity [mV/ppm]		drift [μV/s]
	DO decrease	DO increase	
460	0.9	0.7	-0.7
440	1.0	1.0	-1.17
400	1.8	1.7	-0.95
350	1.6	0.3	-1.7

Table1 より、400°C で酸素アニールを行った SnO₂ ゲート FET が、大気圧から減圧した際の感度は 1.8mV/ppm、減圧状態から大気圧に戻した際の感度は 1.7mV/ppm と試作サンプル中最大となり、FET 型センサデバイスを作製するうえで最も優れているといえる。アニール温度 350°C ではドリフトが大きく、溶存酸素を減らしたときと増やしたときの感度にヒステリシス特性を示した。また、アニール温度 440°C, 460°C ではセンサデバイスの感度が低くなる結果を示した。これはアニールにより結晶性が高まり、酸素欠損が少なくなるためと考えている。

今後、さらなる感度の向上を目指すため、ISFET 上に成膜する SnO₂ の膜厚を調整し、最も感度のよい膜厚を求めていく。

[1] Loo 他, 溶存酸素と pH イメージングに向けた FET 型センサデバイスの基礎検討, 令和 2 年 センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム

*: 共同第 1 著者