

拡張金属ゲート電極にホスト分子を修飾した ISFET の温度センサへの応用

Application of ISFET with chemically grafted extended-gate to temperature sensor

慶大理工¹, 東大工² ◯(M1)石川 潤¹, 田中 貴久², 内田 建²

Keio Univ.¹, The Univ. of Tokyo² ◯Jun Ishikawa¹, Takahisa Tanaka², Ken Uchida²

E-mail: ishikawa@ssn.t.u-tokyo.ac.jp

はじめに

ゲート絶縁体部分を電解液に接触させることにより, 電解液のイオン濃度を計測することができる半導体センサ (Ion Sensitive FET : ISFET) は, pH センサとして既に商用段階にある. この ISFET の絶縁膜表面にホスト分子を修飾すると, 電解液中のゲスト分子が修飾された分子とホスト-ゲスト相互作用するため, 絶縁膜表面の電位変化が生じる. このホスト-ゲスト相互作用に関する結合定数は温度の関数になる. そのため, ホスト-ゲスト反応による界面電位変化を選択的に検知することで, その変化量から温度変化を推測できると予想される. そこで今回は, 溶媒の外に置かれた FET のゲート電極を溶媒内に拡張した EG-ISFET (Extended Gate ISFET) の拡張金属ゲート電極表面に, K^+ イオンとホスト-ゲスト相互作用をもつクラウンエーテル (18-crown 6-ether : 18C6E) を自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer : SAM) として修飾した. そしてこの構造を温度センサに応用する検討を行った.

実験方法

今回, Fig.1(a)に示す測定系を用い, FET のしきい値電圧が溶媒中のイオン濃度や温度に対してどのように変化するかを測定することで, 界面電位の変化をモニタリングした. 電極には石英ガラスに Cr/Au を電子線蒸着装置で堆積した後, アニール処理を行ったものを用いた. 溶媒には pH を調製した Tris-HCl 緩衝溶液を用い, ホットスターラーによって温度を一定に制御した. その上でアルカリ金属塩を溶解し, 所望のイオン濃度に調製した.

結果・考察

K^+ イオン濃度を約 0.05 ~ 3500 mM の範囲で変化させることで得た解離曲線を Fig.1(b)に示す. また, この解離曲線から求められた結合定数の温度依存性を Fig.1(c)に示す. 一方で別の実験から, クラウンエーテルと K^+ イオン間の結合定数以外の要素も温度依存性をもつことが明らかになった. このことから, Fig.1(c)は複数の原因による変化の合計量として得られたことが示唆される. これら複数の原因について議論し, EG-ISFET を用いた温度センサの誤差範囲や今後の課題について考察する.

【謝辞】本研究の一部は, JST-CREST (JPMJCR19I2) の支援を受けたものである.

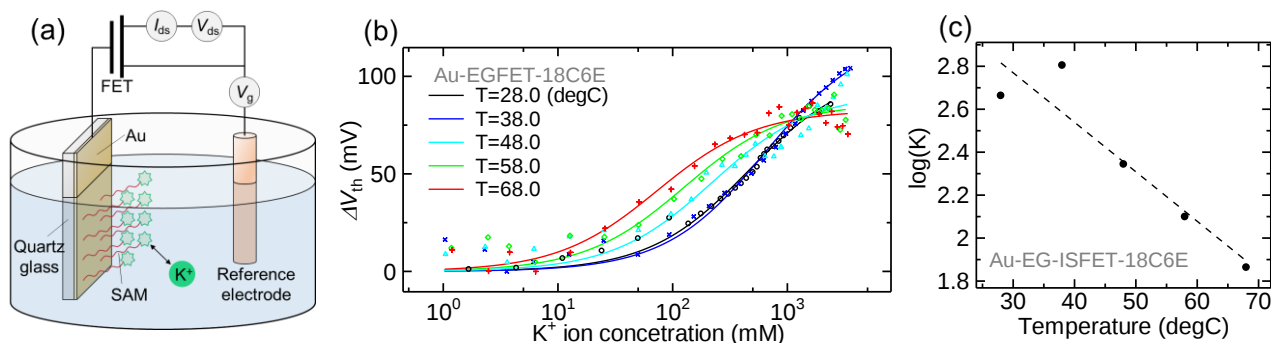


Fig.1 (a) A schematic of EG-ISFET. (b) Ion concentration and temperature dependence of threshold voltage change. (c) Temperature dependence of logarithm of dissociation constant calculated from (b).