

## 表面プラズモンアンテナ付SOIフォトダイオードを用いた ショ糖水溶液の屈折率測定における性能評価

### Performance Evaluation in Refractive Index Measurement of Sucrose Solutions using SOI Photodiode with Surface Plasmon Antenna

○佐藤 弘明<sup>1,2</sup>、岩田 将平<sup>2</sup>、小野 篤史<sup>1,2</sup>、猪川 洋<sup>1,2,\*</sup> (1. 静岡大電子研、2. 静岡大院工)

○Hiroaki Satoh, Shohei Iwata, Atsushi Ono, and Hiroshi Inokawa\* (Shizuoka Univ.)

E-mail: \*inokawa06@rie.shizuoka.ac.jp

光共振器近傍の検体屈折率変化を測定する光学バイオセンサーは、蛍光標識なしで抗体-抗原反応等の分子間相互作用を分析できることから、検体に対する制限が少なく汎用性に優れる[1]。筆者らはこれまでに、金の表面プラズモン (SP) アンテナ付 SOI (silicon-on-insulator) フォトダイオード[2]に対して光を斜めに入射し、SP アンテナ近傍の屈折率変化を測定する方法を提案した[3]。本フォトダイオードは、寸法が数十  $\mu\text{m}$  角と小型で、SOI 集積回路の中に多数組み込むことができるため、光検出器埋め込み型の新しい集積化バイオセンサーとして期待される。

本報告では、SP アンテナ付 SOI フォトダイオードを用いてショ糖水溶液の屈折率を測定した結果について述べる。種々の濃度を有するショ糖水溶液を SP アンテナ近傍に送液し、本フォトダイオードの応答をセンサグラムとして観測した。使用したフォトダイオードの受光領域は  $50 \times 50 \mu\text{m}^2$  で、SP アンテナの周期は  $325 \text{ nm}$  とした。波長  $685 \text{ nm}$ 、入射角  $9.8^\circ$  (フォトダイオードに垂直に入射する角度が  $0^\circ$ )、変調周波数  $100 \text{ Hz}$  のレーザー光をフォトダイオードに対して照射した。フォトダイオード電流は感度  $10^{-7} \text{ A/V}$  のプリアンプで増幅した後、レーザー光の変調信号を参照信号としてロック・イン検出した。図 1 に (a)センサグラムの例と、(b)センサグラムから得られた屈折率に対する検量線を示す。同図(a)において、空気は水溶液の置換のために入れている。空気 (屈折率  $n = 1$ )、水 ( $n = 1.332$ )、20%ショ糖水溶液 ( $n = 1.357$ ) のそれぞれに応じたレベルの出力電圧が得られている。この出力電圧の時間的な揺らぎ (ノイズ) と感度 (検量線の傾き) によって検出限界が求められる。(b)では水の屈折率と電圧レベルを基準とした検量線を示している。屈折率と出力電圧の関係はほぼ線形となり、傾き  $408 \text{ mV/RIU}$  (RIU: refractive index unit)が得られた。(a)の安定領域で得られた出力電圧揺らぎの標準偏差は  $0.02 \text{ mV}$  のため、検出限界は  $4.90 \times 10^{-5} \text{ RIU}$  となった。ショ糖水溶液の濃度に対しても同様に評価すると、感度は  $22.1 \text{ mV/(g/ml)}$  で、検出限界は  $3.41 \times 10^{-4} \text{ g/ml}$  となった。

**謝辞:** 本研究の実施にあたり浜松ホトニクス(株)ならびにヤマハ発動機(株)から頂いた支援に謝意を表します。本研究の一部は JSPS 科研費 25286068 および 25630143 の助成を受けたものである。

**文献:** [1] X. Fan, et al., *Analytica Chimica Acta*, vol. 620, pp. 8-26, 2008. [2] H. Satoh, et al., *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 60, pp. 812-818, 2013. [3] 岩田他, 応物秋季, 16p-C4-10, 2013.

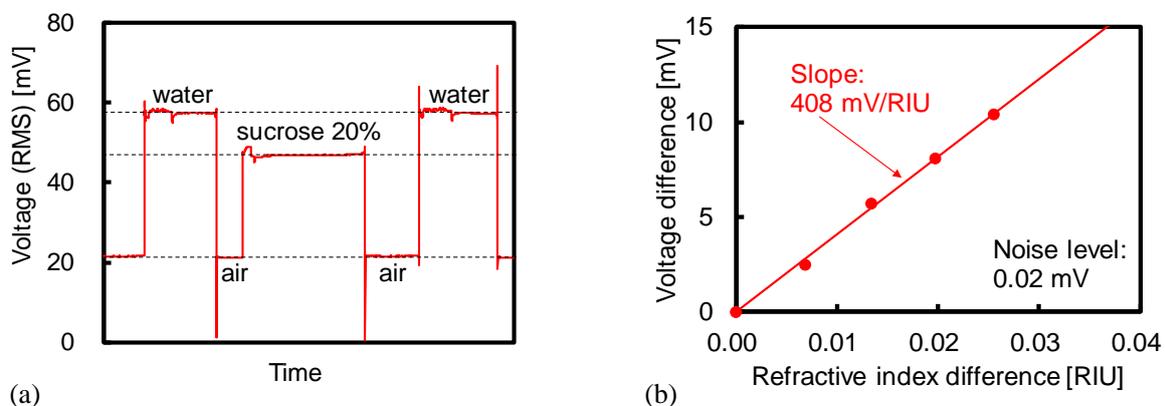


Fig. 1 (a) An example of sensorgram for aqueous solutions and air, measured by SOI photodiode with SP antenna, and (b) calibration curve obtained from sensorgram. The differences of voltage and refractive index are taken from those of water.