

## シリコンスロット光導波路によるエタノールガス濃度の評価と DNA 修飾による増感特性 Evaluation of Ethanol Gas Concentration by Si Slot Waveguide Sensors and Enhanced Sensitivity by DNA decoration

東京農工大工 ○山田 恭史, 星 隼人, 伊藤 広平, 池袋 一典, 清水 大雅

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., ○Takafumi Yamada, Hayato Hoshi, Kohei Ito, Kazunori Ikebukuro,  
and Hiromasa Shimizu

E-mail: [s206504z@st.go.tuat.ac.jp](mailto:s206504z@st.go.tuat.ac.jp), [h-shmz@cc.tuat.ac.jp](mailto:h-shmz@cc.tuat.ac.jp)

### [はじめに]

並行した 2 本の Si 細線が並ぶスロット導波路は導波路間の低い屈折率の小さな空間(スロット部)へ光を強く閉じ込めることができ、高感度で小型・オンチップのセンサへの応用が期待されている[1, 2]。ガスセンサに応用するには感度向上とガス種の違いによる出力信号の差を明らかにすることが重要である。これまで高分子ポリマー、ペプチド、油脂、RNA、DNA 等を修飾したトランジスタ、水晶振動子においてガスの濃度・種類の違いによる出力信号の変化が観測されている。DNA は気相でも安定であり、簡易に合成可能で多くの塩基の配列の組み合わせを取り得るため、ガス分子の種類によって吸着特性の違いを実現できる可能性があり、カーボンナノチューブからなるトランジスタ[3]や SPR センサへの DNA SEQ. 1, SEQ.2 の修飾[4]による VOC (揮発性有機化合物) 検出時の増感特性が報告されている。Si スロット導波路において、スロット部への光の染み出しは側壁から約 10 nm の領域であり、DNA の長さと同程度であるため、DNA に吸着したガス分子の濃度を高感度に測定できる可能性がある。本研究では、Si スロットリング共振器センサに DNA を修飾し、エタノールガスを供給し、ガス濃度を变化させたときの共振波長のシフトを DNA 修飾の有無で比較評価したので報告する。

### [作製と評価]

コア幅を 300 nm、スロット幅を 200 nm、リング共振器の曲げ半径を 50  $\mu\text{m}$ 、方向性結合器のギャップ幅を 200 nm、結合器長 12  $\mu\text{m}$  とした Si スロット導波路を作製した。図 1 にスロット導波路の断面電子顕微鏡写真を示す。シランカップリング剤 APTES を介して DNA SEQ.2 を修飾した。エタノールガスを供給したときの DNA 修飾有無による TE モード光入力時の共振波長の違いを測定した。測定手順は下記 4 手順[(1) エタノールガスを供給せずに 5 回測定。(2) 濃度 4%のエタノールガスを流し、5 回測定。(3) 表面に残留しているエタノール蒸気をパージ。(4) 濃度 8%のエタノールガスを流し、5 回測定。]を 1 セットとした。測定温度は 25  $^{\circ}\text{C}$  である。図 2 に濃度 4%のエタノールガスを供給した時の共振特性の測定結果を示す。ガス供給後のパージにより共振波長はガス供給前の共振波長に戻った。図 3 に共振波長のシフトとエタノールガス濃度の関係を DNA 修飾の有無で比較した結果を示す。DNA 修飾有の方が、修飾無と比べて共振シフトが約 2 倍大きく、センサ感度が向上した。スロット近傍の DNA にエタノール分子が吸着して、濃度が局所的に上がったためと考えられる。今後、より低濃度(1%以下)でのエタノールガスを導入して共振特性を測定し、検出限界を評価する。

[謝辞] 本研究は科研費(18K18851)の助成を受けてなされました。

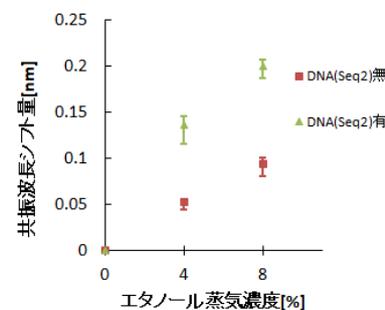
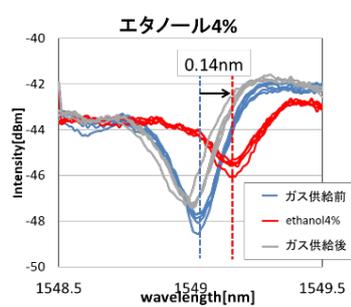
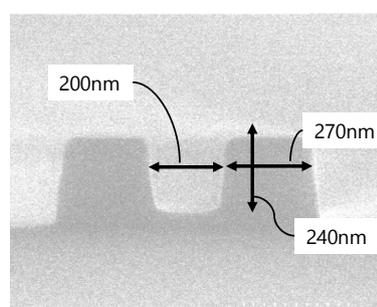


図 1 スロット導波路の断面 SEM 写真 図 2 共振特性(エタノール 4%) 図 3 DNA 修飾有無によるセンサ特性

[1] Vilson R. Almeida, Opt. Lett., **29** 1209,(2004). [2] J. T. Robinson, Opt. Express, **16** 4297 (2008). [3] C. Staii et al., Nano Letters **5**, 1774-1778 (2005). [4] 前田他 2020 年第 67 回応用物理学会 春季学術講演会 13p-B409-10.