

利用課題番号 : F-17-KT-0090
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : メタマテリアルを用いたバイオセンシング
Program Title (English) : Bio sensing by using meta-material
利用者名 (日本語) : 鈴木哲仁
Username (English) : Tetsuhito Suzuki
所属名 (日本語) : 京都大学 農学研究科 地域環境科学専攻
Affiliation (English) : Graduate School of Agriculture, Kyoto University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、メタマテリアル、高速マスクレス露光装置

1. 概要 (Summary) :

高抵抗シリコン基板上にマイクロメートルオーダーの金属周期構造物(メタマテリアル)を作製し、バイオセンサとしての応用可能性を探索する。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

高速マスクレス露光装置、真空蒸着装置

【実験方法】

Fig. 1 に示すようなメタマテリアルセンサ (Complementary Split-Ring Resonator (CSRR)) を試作し、センサ上のサンプルの誘電率変化を反射測定系にて測定した。本センサは、C字型の分割リングが入射波に対して共鳴現象を生じ、特定の周波数において反射率に急峻なディップを生じさせる。このディップはセンサ上の誘電率変化に応じて変化するため、共鳴周波数や特定波長の反射率変化を計測することで、センサとして動作する。

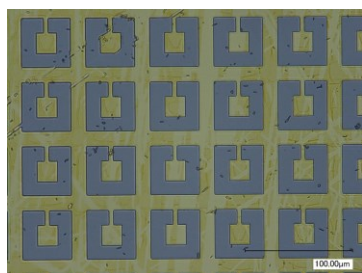


Fig. 1 Metamaterial sensor fabricated.

まず、予備実験として感度を指標に測定に適した装置の検討を行った。測定装置には性質の異なる二つの装置：テラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) 装置および後進波発振器 (BWO) を用いた。サンプルには濃度の異なるスクロース水溶液を用いた (27°C, 0~1.46 M)。また、本センサを培養細胞のストレス応

答に利用するための検討として、HeLa 細胞の播種後の培養経時変化に伴う反射率の変化の計測を試みた (0~48 h)。CSRR は減菌下にて 37°C、5% CO₂ に維持できるようにした小型のインキュベーター内に設置した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

測定装置の検討について、作製した CSRR では

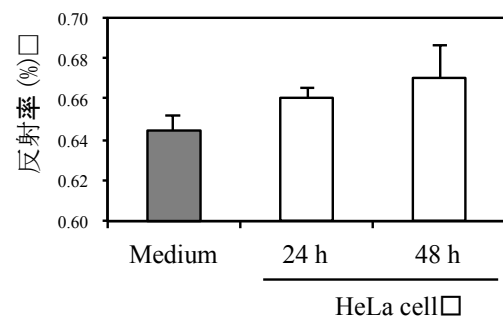


Fig. 2 Change in reflectivity after HeLa cells seeding.

THz-TDS 装置よりも BWO 装置を用いた場合に高い感度が得られた。この原因としては、サンプル物質の誘電率情報を含んだ基板由来の干渉波形が反射率に加わることで誘電率の変化に敏感になった可能性が考えられる。さらに、BWO で測定した測定感度は ATR 法よりも約 3 倍高く、高感度計測の可能性が示唆された。そこで、作製した BWO 測定系で HeLa 細胞の経時変化測定を行ったところ、細胞増殖に伴う反射率の増加が観測された。用いた周波数 0.71 THz においては、反射率の増加は誘電率虚部の減少に対応するため、この結果は細胞の増殖過程で誘電率虚部が減少したことを示しており、培地が細胞中の生体分子や水和水に置き換わることによる水分子の遅滞化が反映されたと考えられる。今後は酸化ストレスなどの細胞スト

レスを測定するためのセンサ応用を検討する。

4. その他・特記事項 (Others) :

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし。

6. 関連特許 (Patent) :

なし。