

課題番号 : F-16-AT-0067
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 近赤外表面プラズモン波の高性能化
 Program Title(English) : High performance surface plasmon excitations in the near-infrared range
 利用者名(日本語) : 松井 裕章
 Username(English) : H. Matsui
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
 Affiliation(English) : Graduate school of Eng., Univ. of Tokyo

1. 概要(Summary)

近赤外域は可視域と異なり分子結合に起る振動励起が存在し、臨床診断や農業分野において重要な光学域である。故に、分子振動励起マーカーとした高感度でラベルフリーな生体・化学分子の高感度な表面検出の創出に寄与する。しかし、従来の金属材料は、赤外域において表面プラズモン励起が困難であり、新規なプラズモニックマテリアルの開発が要求されている。本課題は、近赤外から中赤外域で表面プラズモン励起が可能な高感度な表面センシングデバイスを酸化物半導体に立脚して構築していく。特に、表面プラズモン励起に導波路構造とその光伝搬現象の概念を応用し、酸化物半導体(ZnO)表面上に局所的な電場増強を形成させる。更に、単分子スケールで観測可能な赤外表面増強技術の創製を目指す。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

真空蒸着装置

【実験方法】

本年度は、誘電体導波モードと表面プラズモン励起モードを組み合わせた導波構造の形成を目指して、誘電体材料であるSiO₂ (700 nm程度)及びAl₂O₃ (270 nm)等を、電子ビーム蒸着(E-beam)を用いて成膜した。酸化物材料は、昨年度において実施したMgF₂と比べ応力が弱く厚膜の形成が期待される。試料作製後、光学顕微鏡観察、膜厚測定及び分光計測を行い、酸化物薄膜の導入による表面プラズモンの高性能化を検討する。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

最初に、誘電体導波モードが形成されるために必要な異なる誘電体酸化物の層厚と電場強度の相関性をフレネル方程式を用いて理論的に評価した。SiO₂は厚さ700 nm程度で最大の電場強度を示す一方、Al₂O₃, Ga₂O₃,

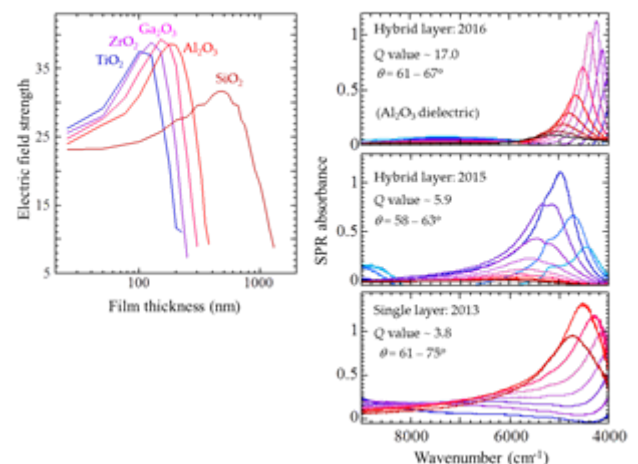


Fig. 1. Field strength as a function film thickness on different oxide materials (Left). SPR spectra of Al₂O₃-ZnO:Ga-polymer heterostructures (right).

TiO₂のように、誘電率の増大と共に電場強度は徐々に増大した(Fig. 1 (Left))。本実験では、SiO₂とAl₂O₃に着目して蒸着を実施した。SiO₂を700 nm程度蒸着した結果、薄膜表面に明らかなクラックが形成され、膜が試料表面から完全に剥離した。一方、Al₂O₃層は剥離を示さなかった。Al₂O₃-ZnO:Ga-polymer構造試料からの表面プラズモン励起を観測した結果、従来のZnO層及びZnO-polymer層と比較して、先鋭化な表面プラズモン励起が観測された。このプラズモン共鳴励起の先鋭化は強い電場増強が試料表面に形成されていることを示唆する。本年度の実験を通じて、表面センシングデバイスに適用可能な構造設計を見出した。来年度は、本実験を元に、センシング性能を評価する。

4. その他・特記事項(Others)

・本研究は、科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究)下で実施された。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

・なし。

6. 関連特許(Patent)

・なし。