

課題番号 : F-15-AT-0036
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 近赤外酸化物質表面プラズモン励起構造の作製
 Program Title (English) : Fabrications of oxide surface plasmon resonance structures 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) : School of Engineering, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

赤外域は可視域と異なり分子結合に起因する振動励起が存在し、臨床診断や食品検査分野において重要な光学帯域である。故に、分子振動励起を上手く活用し高感度・ラベルフリーで生体・化学分子を光学的に検出に貢献する。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創製が要求される。本課題では、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質半導体材料に立脚して構築する。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ZnO表面上に局所的な電場増強を形成させていく。更に、単分子スケールで分子振動励起が観測可能な赤外表面増強技術の創出を目指す。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

真空蒸着装置

【実験方法】

導波路構造の形成において、低誘電率材料であるMgF₂の電子ビーム蒸着を実施した。MgF₂は高い応力を生じる物質として知られている。MgF₂の応力は室温近傍で縮小するため、室温下にて蒸着レートと膜厚を変化させながら成膜を実施した。その後、光学顕微鏡及び膜厚測定を行い、MgF₂膜の成長様式を調査した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

導波路モードが出現するために必要なMgF₂の層厚を理論的に検証した(Fig. 1)。フネル方程式から、最適なZnOとMgF₂の層厚の相関を検討した。Fig.1(b)から、ZnO及びMgF₂の層厚がそれぞれ30 nm及び2500 nm近傍において、電場 $\langle E/E_0 \rangle^2$ の増大が最大値を示した。

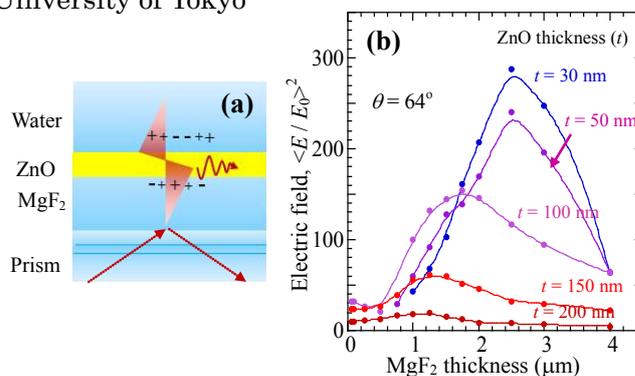


Fig. 1 Size correlation between ZnO and MgF₂ in the plasmonic waveguides.

MgF₂の層厚が小さい場合、導波路モード(光閉じ込め効果)が機能しない。故に、2000 から 2500 nm の MgF₂層が要求される。理論的見地から求めた MgF₂ 層厚を実現するため、MgF₂の電子ビーム蒸着を行った。Fig. 2 に、室温堆積させた MgF₂膜表面の光学顕微鏡像を示す。

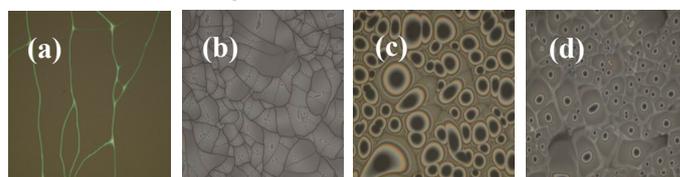


Fig. 2 Optical surface images of MgF₂ films. (a) 780 nm (deposition rate: 2Å/sec). Dependence of deposition rate on 1.5 μm-thick MgF₂ film surfaces. (b) 2-3Å/sec. (c) 10Å/sec and (d) 30Å/sec.

1.5 μm と層厚を固定して蒸着レートを増大させていくと、ガラス基板から膜が著しい表面剥離を引き起こす。更に、蒸着レートを固定して、膜厚と表面形態の相関を調査した結果、0.5 μm 以下の薄膜には表面クラックが無い。しかし、0.7-0.8 μm の層厚ではクラックの形成が観測された。

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。