

課題番号 : F-14-NM-0004
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名 (日本語) : 中赤外光アンテナの作製と特性評価
 Program Title (English) : Fabrication of Midinfrared Optical Antennas and Evaluation of Their Characteristics
 利用者名 (日本語) : 笠原 健一
 Username (English) : K. Kasahara
 所属名 (日本語) : 立命館大学大学院理工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

1. 概要 (Summary)

中赤外域での光アンテナについてはこれまで色々、研究がなされてきているが、層厚方向の電界増強度は必ずしも詳細に調べられていない。そこで光アンテナとしてダンベル型スロットアンテナを採用し、測定対象となる下地の膜厚を変えた素子を作製し、反射率を測定することで光アンテナの光電界増強特性を調べた。また更に反射率を意図的に抑制し、光吸収効率を増大させる目的でファノ効果についても調べた。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 125kV 電子ビーム描画装置
- ・ 原子層堆積装置
- ・ プラズマ CVD 装置
- ・ 走査電子顕微鏡

【実験方法】

ダンベル型光アンテナは Si 基板や Al₂O₃/Si 基板上に形成した。Al₂O₃/Si では原子層レベルで膜厚制御が可能な原子層堆積法を用い、20、40、60 nm の厚さで Al₂O₃ を Si 基板上に設けた。素子を作製した後、反射率測定を行った。またシミュレーションを行い、測定結果との一致度を調べた。ファノ効果ではアンテナ構造としてはドルメン型構造を検討した。この構造では 3 個の矩形状の Au が Si 基板上に近接して配置されており、1 つの縦長のモノマーと 2 つの横長のダイマーから成る。モノマーとダイマーの間隔を変化させ、反射率を測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 にダンベル型光アンテナでの反射率の Al₂O₃ 厚依存性を示す。電界は中央の局所領域で増強され、垂直

方向にアンテナから離れるに従って減衰する。Si 表面には自然酸化膜 (SiO₂) が残っており、Al₂O₃ の厚さを変えた時の SiO₂ のレストストラレン反射 (8~9.4 μm) を見ること

で電界強度の垂直方向依存性を調べた。測定結果は計算と概ね一致しており、深さ方向の電界分布が実験的に初めて確認できた。

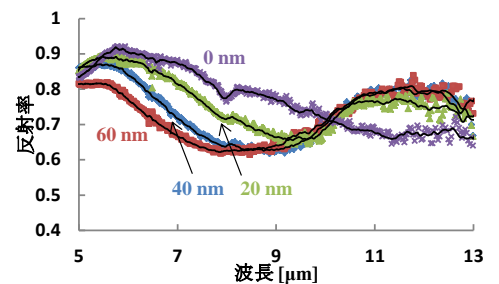


Fig. 1 Reflectivity dependence on Al₂O₃ thickness

ファノ効

果では反射率は全体的にピッチを変化させた時よりも低減し、最小 27% まで低減できた。この低減が実際にファノ効果であるかは、モノマーやダイマー内の電荷分布とそこから求められる電界分布を更に分析をする必要はあるものの、ファノ効果は反射率の低減・光吸収効率の増大に有効であるものと期待できる。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) Y. Nishimura *et al.*, The Eighth International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics (2014) No. 53.
- (2) S. Mori *et al.*, NFO13, (2014) P2.8.
- (3) S. Kawasaki *et al.*, META2014 (2014) P24.

6. 関連特許 (Patent)

なし。