

＊課題番号 : F-12-NM-0037  
 ＊支援課題名 (日本語) : 中赤外光アンテナの作製と特性評価  
 ＊Program Title (in English) : Fabrication of Midinfrared Optical antennas and Evaluation of Their Characteristics  
 ＊利用者名 (日本語) : 笠原 健一  
 ＊Username (in English) : Kenichi Kasahara  
 ＊所属名 (日本語) : 立命館大学  
 ＊Affiliation (in English) : Ritsumeikan University

＊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。そこで今回、光アンテナの形状や測定対象となる下地の膜厚を変えた素子を作製し、FT-IR で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

＊実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

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

【光アンテナの作製と反射率測】

作製した光アンテナの平面図を図 1 に示す。光アンテナは Si 基板や Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si 基板上に形成した。これらの基板上に Au/Cr をつけ、電子線リソグラフィとメタルリフトオフ・プロセスにより微細な光アンテナ構造を作製した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si では原子層レベルで膜厚制御が可能な ALD (原子層堆積法) を用い、20、100、500Å の厚さで Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を Si 基板上に設けた。光アンテナの開口部の形状は、矩形である一般的なスロット・アンテナに対して中央部の幅を狭くした格好としている<sup>1)</sup>。通常のスロット・アンテナの場合、アンテナの共鳴波長は矩形の長辺  $L$  で決まり、電界は短辺周辺で強くなって中心部の電界は強まらない。それに対して図 1 の構造では共鳴波長はスロット・アンテナと同様に長辺の長さでほぼ決まるが、電界は中央部の幅  $G$  が狭くなった部分で増強できるとい

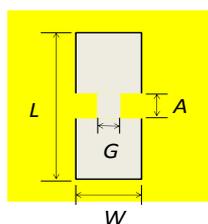


図 1 光アンテナの形状 (平面図)  $L=1\sim 2.5 \mu\text{m}$ 、

った特徴がある。素子を作製した後、FT-IR で反射率測定を行った。光アンテナの効果を見るために反射率は光アンテナの無い Au 上の反射率との比をとって求めた。

＊結果と考察 (Results and Discussion) :

Si 基板上の光アンテナの測定結果を見ると、アンテナによる共鳴特性とは異なるスペクトルが $\sim 1250\text{cm}^{-1}$ に確認できた。一方、光アンテナが作られていない Si 基板に対する反射測定では、このスペクトルは見られなかった。本スペクトルは Si 表面に形成された自然酸化膜 (数 10 Å) での表面フォノン・ポラリトン (SPP) によるものであり、正確にはバーマン・モードだと推測される<sup>2)</sup>。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si 基板上の光アンテナの反射特性と Si 基板上のそれとは Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の層厚が 20 Å では Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が無いものとスペクトルは似ている。しかしながら 100、500 Å となるとスペクトルの形は明らかに異なってくる。これらの結果から入射光はアンテナ効果で平面方向だけでなく、層厚方向にも数 10 Å といった狭い領域に閉じこめられ、その部分にある物質の情報を反射率を通して得られていることが分かった。

共同研究者等 (Coauthor) :

宮崎英樹、池田直樹、杉本喜正 (NIMS)

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

- 1) K. Tsushima, S. Mori, K. Kasahara, N. Ikeda, H. Miyazaki, and Y. Sugimoto, "Surface-sensitive optical properties of slot antennas in the mid-infrared", NFO12, MoP-025, San Sebastian, Spain, Sep. 3-7, 2012.
- 2) Y. Horikoshi, S. Kawasaki, A. Yamazaki, and K. Kasahara, "Impact of plasmon excitation and Forester energy transfer to light emission in organic phosphors", Conf. on new materials and new concepts for controlling light and waves (sponsored by Croucher Advanced Study Institute), The Hon Kong university of science and technology, China, Oct. 3-7, 2012

他 4 件