

課題番号 : F-15-NM-0003
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名 (日本語) : 中赤外光アンテナと有機 EL 中のプラズモン散乱に関する研究
 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。そこで光スロットアンテナを用い、測定対象となる下地の膜厚を変えた素子を作製した。そして反射特性に現れる表面フォノンポラリトン (SPhP: Surface Phonon Polariton) 信号を用いて光アンテナの光電界増強特性を調べた。有機 EL 中のプラズモン散乱では散乱確率の計算や積分球による効率の評価を行ったが、以下では光アンテナの結果について述べる。

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
- ・ 走査電子顕微鏡

【実験方法】

円形スロットアンテナは Al_2O_3 /6H-SiC 基板上に形成した。アンテナの直径は 3/4/5/6 μm とし、 10×10 のアレイ状に作製した。 Al_2O_3 層形成には nm オーダーで層厚制御が可能な原子層堆積法を用いた。 Al_2O_3 膜厚 t を 0/5/10/20/40/60/80/100 nm と変え、反射スペクトルを測定した。測定には顕微 FT-IR を用いた (入射角: 20°)。SPhP 信号は基板に垂直方向の電界に共振するので、 Al_2O_3 の厚さを変えることにより、垂直方向の電界の深さ依存性を観測することが出来る。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Al_2O_3 膜厚を変えた時の反射スペクトルを Fig. 1 に示す。 $t=0$ nm の時に波数 929 cm^{-1} 、 $t=20$ nm の時は 939 cm^{-1} に反射率の低下が見られた。 980 cm^{-1} での反射率の落ち込みはアンテナによる共鳴から生じている。Fig. 2 に $t=0$ nm の時のポラリトンの分散特性を示す。SiC のレストストラレン反射域は $794 \sim 959 \text{ cm}^{-1}$ にあり、空気と SiC の界面では 939 cm^{-1} 付近に SPhP 信号が出現することが分かった。実験ではこの近傍に反射率の低下が見られており、SPhP による信号であると考えられる。

Fig. 1 の結果では SPhP 信号は膜層の増大に伴い小さくなり 100 nm の時にはほぼ消失した。これは、表面と比べて 100nm の深さでは垂直方向の電界が減衰してい

ることを示している。

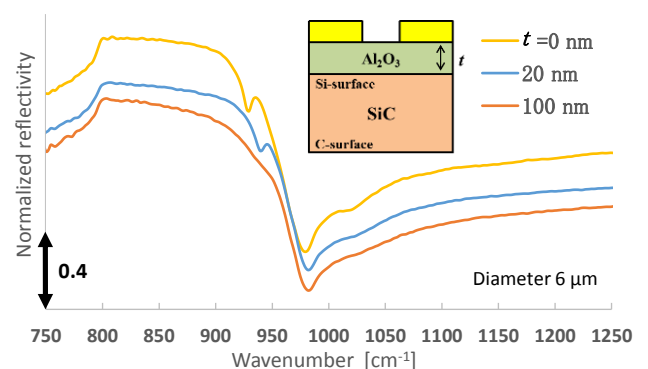


Fig. 1 Normalized reflectivity dependence on Al_2O_3 thickness. Inset shows the device structure.

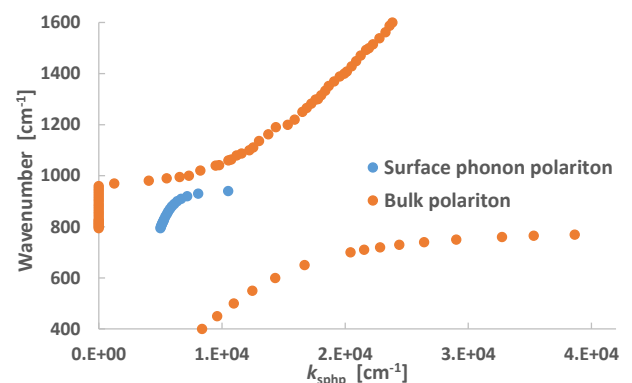


Fig. 2 Polariton dispersion characteristics of SiC (k_{SPhP} : Wavenumber parallel to substrate)

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.*, Opt. Commun., Vol. 349, pp. 98-104, 2015.
- (2) T. Kawano *et al.*, Metamaterials2015, (2015) No. 48.

6. 関連特許 (Patent)

なし。