

利用課題番号 : F-13-NM-0015
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 有機 EL のプラズモン散乱と光ナノアンテナの特性評価・応用研究
Program Title (English) : Plasmon scattering in organic electro-luminescence material and the characterization of optical nano-antennas
利用者名 (日本語) : 笠原 健一
Username (English) : Kenichi Kasahara
所属名 (日本語) : 立命館大学 理工学部電気電子工学科
Affiliation (English) : Ritsumeikan University

1. 概要 (Summary) :

中赤外域には地球温暖化や生命科学に関する分子振動の吸収スペクトルが多く存在する。こうした分子に対する分光応用では光検出器の感度や応答速度の点で十分でない。そこで検出器に光アンテナ・アレイを形成し、その光捕集効果を使うことを考えている。そこでまずは光アンテナの反射率のピッチ幅依存性を調べた。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

電子ビーム描画装置、超高真空スパッタ装置、プラズマ CVD 装置、走査電子顕微鏡、

【実験方法】

光アンテナとしてはダンベル型光アンテナを用いた。光アンテナは Si 基板上に Au/Ti(40nm/10nm)を蒸着して形成し、アレイ状にした。1 個のアレイのアンテナ個数は 20×15 個とした。アンテナのピッチ幅は x 方向に 1, 1.6, 3, 5 μm 、y 方向には 3, 3.5, 4, 5 μm と変化させ、顕微 FT-IR で反射率測定を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

y 方向のピッチ幅を 4 μm とし、x 方向のピッチ幅を変化させると 3 μm では 1100 cm^{-1} 付近で反射率が増大し、Si 基板表面で発生する表面フォノン信号が確認できたが、1.6 μm ピッチでは信号の波長広がり狭まり、強度も低下した。ピッチが 1 μm では信号強度は更に小さくなることを確認できた。一方、ピッチが 5 μm と長くなっても、反射スペクトルの形状に大きな変化は無かった。9 μm (1100 cm^{-1})の波長を強く吸収するダンベル型光アンテナの開口部(Si)の縦方向の長さは 2.5 μm であることから開口部の実効的な波長は 56%になっていることが分かった。アンテナ間の相互作用は x 方向ではピッチが等価波長の整数倍の時に同相となり最も強め合うことから、5 μm の時が最大となる。ただ隣接するアンテナ間の

Au/Si 領域では実効波長が短くなるため、測定結果と合わせて考えると 3 μm から 5 μm の間に最大となるピッチ幅が存在することになって、実験結果を説明出来る。

4. その他・特記事項 (Others) :

特になし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

- ① S. Kawasaki, Y. Horikoshi, A. Yamazaki, H. Kawase, K. Kasahara, N. Ikeda, and Y. Sugimoto, "Surface Plasmon Scattering in Low Molecular-Weight and Polymer Organic Light Emitting Materials", SPP6, Tu-28-P-57, p.426, May 27, 2013.
- ② K. Tsushima, S. Mori, Y. Nishimura, K. Hishii, K. Kasahara, T. Yaji, H. Miyazaki, N. Ikeda, M. Ochiai, H. Oosato, and Y. Sugimoto, "Observation of the enhancement of the electric field normal to the surface of mid-infrared slot antennas", Metamaterials 2013, No. 51, pp.1-3, Sept. 16, 2013.
- ③ 西村悠希、森 俊、笠原健一、家路豊成、宮崎英樹、池田直樹、杉本喜正、"赤外光アンテナの膜厚方向での光電界増強に関する検討"、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会、平成 24 年 9 月 18 日
- ④ 川瀬博人、川崎将吾、笠原健一、池田直樹、杉本喜正、"色素ドープ有機 EL 素子での表面プラズモン散乱による光増強特性"、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会、平成 24 年 9 月 18 日

6. 関連特許 (Patent) :

なし