

課題番号 : F-16-NM-0082  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 非コンベンショナルなプラズモニック材料の選択的ドライエッチング  
Program Title (English) : Selective dry etching of unconventional plasmonic material  
利用者名(日本語) : 鎌倉 涼介  
Username (English) : R. Kamakura  
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科材料化学専攻  
Affiliation (English) : Department of engineering, Kyoto University

## 1. 概要(Summary)

局在型表面プラズモンポラリトン(Localized surface plasmon polariton: LSPP)は、金属粒子表面の自由電子が光と相互作用することで集団振動する現象であり、表面に増強電場を発生させる。LSPP の励起波長は金属の構造に依存しており、微細加工による制御が可能である。特に回折格子となる周期構造では、光回折と LSPP の相互作用によって協同的なプラズモニックモードが励起され、粒子間に集中した増強電場が得られる。LSPP の応用として、表面増強赤外吸収(Surface enhanced infrared absorption: SEIRA)が挙げられる。SEIRA は分子の赤外吸収が LSPP との相互作用によって増強される現象であり、センシングへの応用が期待される。プラズモニクスの研究では貴金属が主流であるが、これらの材料は赤外域ではエネルギー損失が大きい。酸化インジウムスズ(Indium tin oxide: ITO)は、貴金属と比べてエネルギー損失が小さく、表面電位の差異などの観点から、赤外域において有望なプラズモニクス材料である。本研究では ITO 粒子アレイの協同プラズモニックモードを用いた SEIRA 特性の評価を目的とし、ITO と金粒子アレイを作製し、それらの SEIRA 特性を比較した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 多目的ドライエッチング装置
- ・ 化合物ドライエッチング装置

### 【実験方法】

シリカ基板上に成膜した ITO 薄膜に対し、レーザー描画(京大ナノハブ拠点)および反応性イオンエッチング(NIMS 微細加工 PF)を行うことで直径 2  $\mu\text{m}$ 、周期 3  $\mu\text{m}$  の ITO 粒子アレイを作製した。また、同じ構造を持つ金粒子アレイをリフトオフ法によってシリカ基板上に作製した。これら 2 つの粒子アレイ上にポリメチルメタクリレート(PMMA)と 4 シアノ 4 ペンチルビフェニル(5CB)からなる

膜を作製後、反射スペクトルを測定し SEIRA 特性を調べた。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に作製した ITO と金の周期構造と ITO 薄膜上に分子の膜を成膜した後の反射スペクトルを示す。構造のない平坦な ITO 薄膜と比較して 2 つの粒子アレイ上の分子の吸収にほぼ同じ大きさの増強が見られた。ITO は金と比べてキャリア密度が小さいため LSPP 励起に伴う電場の増強は小さいが、粒子アレイ構造の最適化により協同プラズモニックモードを分子振動と共鳴させることで、金と同等の増強度が得られた。

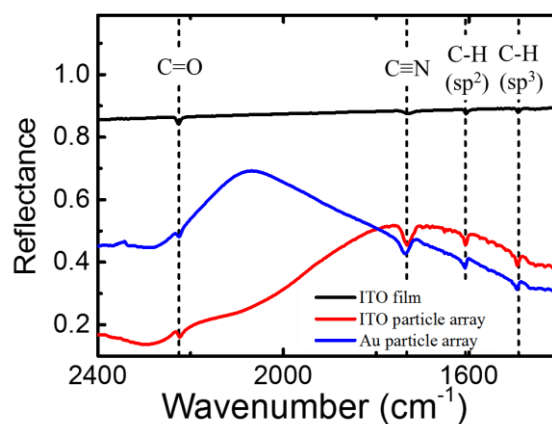


Fig. 1 Reflectance spectra for PMMA and 5CB on the Au (blue line) and ITO (red line) particle array (diameter: 2  $\mu\text{m}$ , pitch: 3  $\mu\text{m}$ ) and ITO film (black line). Dot lines indicate the vibration peaks of the molecular bonds.

## 4. その他・特記事項(Others)

本試料の一部の加工は京都大学ナノテクノロジーハブ拠点にて実施した。

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

R. Kamakura *et al.*, 第 26 回日本 MRS 年次大会, 平成 28 年 12 月 21 日

## 6. 関連特許(Patent)

なし