

課題番号 : F-21-HK-0070  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : アルミナ層を数層堆積させた金ナノ構造の音響フォノンダイナミクス  
 Program Title (English) : Acoustic phonon dynamics of Au nanostructures with several alumina layers deposited  
 利用者名(日本語) : 高橋佑輔  
 Username (English) : Takahashi Yusuke  
 所属名(日本語) : 北海道大学理学部化学科  
 Affiliation (English) : Department of Chemistry, Faculty of Science, Hokkaido University  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、分析

### 1. 概要(Summary)

金属ナノ構造に、フェムト秒パルスレーザーを照射するとコヒーレント音響フォノンと呼ばれる位相のそろった金属原子の集団的な振動が誘起される。これまで金属の弾性特性やナノ構造のサイズ・形状によって固有の振動周波数を持つということが解明されてきたが、金属ナノ構造表面への分子の吸着やナノ構造周辺の温度変化など、周囲の環境が音響フォノンに与える影響については未だ明らかになっていない。本研究では金属ナノ構造表面にアルミナを数原子層化学吸着させた際のプラズモンの分光特性やコヒーレント音響フォノン特性について検討した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

- ・超高精度電子ビーム描画装置 100 KV
- ・多元スパッタ装置
- ・原子層堆積装置

#### 【実験方法】

ガラス基板上に電子線リソグラフィ/リフトオフ法により金ナノブロック構造体アレイを作製した。原子層堆積装置を用いて金ナノ構造上にアルミナを 0.5 nm 刻みで 0~2.5 nm の厚さで化学吸着させた。既報の顕微分光測定システムにより、消光スペクトルを測定した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 に、一辺の大きさが 90 nm の金ナノブロック構造にアルミナを任意の厚さで堆積させたときの消光スペクトルを示す。消光スペクトル測定の結果より、金属ナノブロック構造体上に堆積させたアルミナの原子層の層数が増加するとプラズモン共鳴のピーク波長が長波長シフトすることが確認された。そこでピーク波長を堆積させたアルミナの厚さに対して Fig. 2 にプロットした。金ナノ構造上のアルミナ原子層の増加によってプラズモン共鳴のピーク波長が系統的に長波長シフトしていることが確認された。フェムト秒レーザーを用いた過渡吸収分光測定系でコヒーレント音響フォノンを測定したところ、31 ps の周期で振動

する成分が観測された。今後は、アルミナ層の厚みに対する振動数の変化を詳細に検討する予定である。

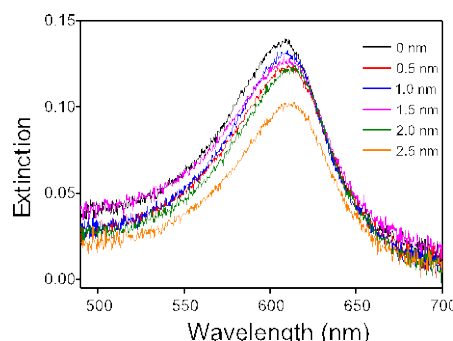


Fig. 1. Extinction spectra of Au nanoblock array with a side size of 90 nm and different thicknesses of alumina layer on the substrate.

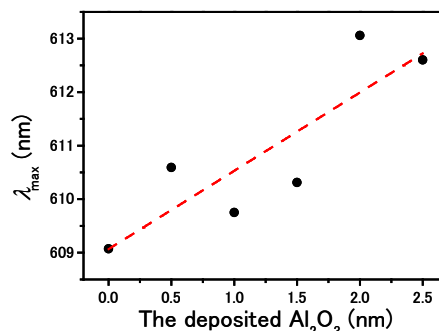


Fig. 2. Variation of plasmon resonance peak wavelength with increasing the number of alumina atomic layers.

### 4. その他・特記事項(Others)

共同研究：上野貢生(北大院理)

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

1. 高橋佑輔, 福本雄真, 今枝佳祐, 上野貢生, “積層型金属ナノ構造のコヒーレント音響フォノン特性”, 化学系学協会北海道支部 2022 年冬季研究発表会, 1 月(2022).

### 6. 関連特許(Patent)

なし