

課題番号 : F-19-HK-0042  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 表面プラズモン振動モードの EELS 解析  
Program Title (English) : Surface Plasmon vibration mode by EELS analysis  
利用者名(日本語) : 坂口紀史, 國貞雄治  
Username (English) : N. Sakaguchi<sup>1)</sup>, Y. Kunisada  
所属名(日本語) : 北海道大学 工学研究院  
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Hokkaido University  
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、EELS 解析、プラズモン

## 1. 概要(Summary)

二枚の平行金属板間に働く Casimir 効果の未解決課題として、理論的に予想された Casimir 力への表面プラズモンの寄与を実証することが今なお残されている。我々は、微細加工で作製した金属ナノスリットを金属平板に見立て、透過型電子顕微鏡(TEM)と電子エネルギー損失分光法(EELS)による表面プラズモン(SP)の共鳴エネルギー測定を通じて、力学的測定に頼らない測定原理で平板間に働く力を評価することを提案している。今回は、リソグラフィーではなく、金属薄膜を FIB によって切り出すことによりスリット構造を作製し、エネルギー損失分光(EELS)解析の実験を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ヘリコンスパッタ装置、パルスレーザー堆積装置、プラズマ CVD 装置、原子層堆積装置

### 【実験方法】

シリコン基板上にヘリコンスパッタ装置あるいはパルスレーザー堆積装置により 50~100 nm 程度の銀薄膜を形成させた。さらに、プラズマ CVD 装置を用いて SiO<sub>2</sub> 薄膜を 10~30 nm で堆積させた。その後、その基板上に再度ヘリコンスパッタ装置、あるいはパルスレーザー堆積装置により銀薄膜を堆積して、Ag/SiO<sub>2</sub>/Ag の積層構造を作製した。一方、プラズモンは周囲の誘電率に影響を受けることから、SiO<sub>2</sub> とは異なる誘電率を持つ材料を積層し、プラズモンへの影響を調べることにした。今回は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を積層可能な原子層堆積装置を用い、SiO<sub>2</sub> の代わりに Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を 10 nm 堆積させるサンプル、および Ag/SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ag の様に 10 nm 積層膜サンプルの作製を行った。作製した薄膜から集束イオンビーム加工装置を用いて薄

片サンプルを作製した後に、収差補正透過電子顕微鏡による EELS 測定を行い、銀薄膜間に生じるプラズモンシフトの測定を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に薄片化した Ag/SiO<sub>2</sub>(30 nm)/Ag のサンプルの断面 TEM 像を示す。SiO<sub>2</sub> が 30 nm 程度で Ag 薄膜間にギャップを作製した MIM 構造を作り出すことができた。種々のサンプルより得たスペクトルから求めた SP 共

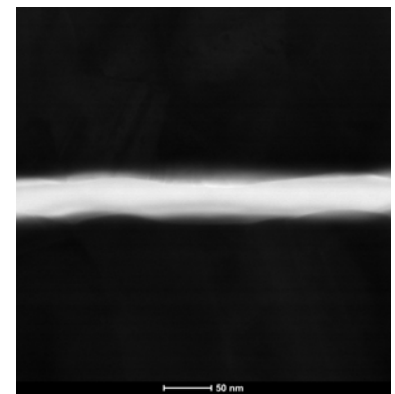


Fig. 1 Cross section image of Ag/SiO<sub>2</sub>(30 nm)/Ag film

鳴エネルギーは、膜厚が厚くなるほど、および誘電体の屈折率が大きいほど低エネルギー側にシフトすることが示された。これに伴い、多極子モードの SP 共鳴がより明瞭に観察できるようになった。

ただし、予想よりも界面にゆがみがあることから、今後は成膜プロセスの見直しを行い、平坦性が共鳴エネルギーに与える影響についても検討する。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

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

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし