

課題番号 : F-15-NM-0112  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 窒化チタン周期ナノ粒子アレイの可視・近赤外光学応答  
Program Title (English) : Optical response of periodic arrays of titanium nitride nanoparticle in the visible and near-infrared  
利用者名(日本語) : 村井 俊介  
Username (English) : S. Murai  
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Kyoto University

## 1. 概要(Summary)

光の波長程度の間隔で周期配列させた金属ナノ粒子アレイ構造において、個々のナノ粒子に励起される表面プラズモンポラリトン(SPP)が光回折を通じて共振する協同モードが得られる。協同モードによりナノ粒子間に電場が集中するため、周期アレイ構造を用いた高効率光デバイスが研究されている。他方、現状では SPP の研究に用いられているのは主に金や銀などの貴金属に限定されており、材料の制約が応用の拡がりを妨げている。そのため、貴金属に替わるプラズモニクス材料として導電性酸化物や窒化物が注目されている[1]。

窒化チタン(TiN)は可視～近赤外域で SPP 励起が可能であるが、TiN のプラズモニック特性の評価は主に近赤外域で行われている。本研究では TiN 薄膜に対してナノインプリントおよび反応性イオンエッチングを施すことで TiN 周期ナノドットアレイを作製し、可視域と近赤外域での協同プラズモニックモードの励起を初めて実現した。

## 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】 サファイア基板上に製膜した TiN 薄膜に対して、Si モールドを用いたナノインプリント、および Cl<sub>2</sub>/BCl<sub>3</sub>/Ar ガスによる反応性イオンエッチングを施すことで TiN 周期ナノドットアレイを作製した。得られた試料に対して、透過率の入射角度依存性の測定を行い、有限要素法を用いたシミュレーション(COMSOL)と比較した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 は TiN ナノドットアレイの p 偏光の透過率の入射角度依存性を示しており、透過率の高低を色の違いで表している。図中の破線はアレイの周期性に起因する回折線を示しており、入射角 0°において波長 700 nm と 400 nm から分岐している回折はそれぞれサファイア基板と空

気の屈折率を反映している。透過率の減少は個々の TiN ナノドットの SPP の励起に起因しており、回折線を境に変化していることから、TiN ナノドットの SPP と光回折との協同モードの発生が示唆される。これらの挙動はシミュレーションにより半定量的に再現された。

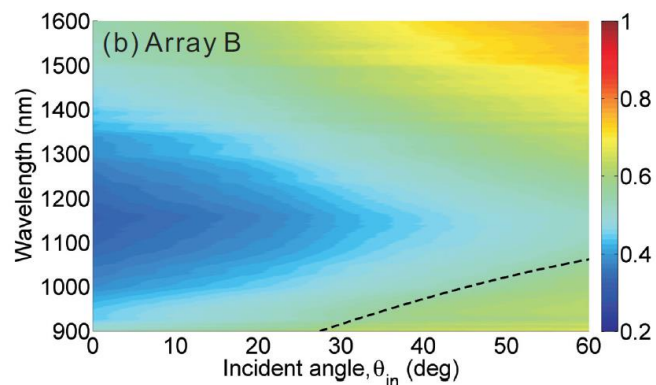


Fig.1: Transmission spectra for the nanoparticle array for p-polarized light. The incident angle was varied so as to provide momentum only in x direction. The dotted lines are (-1, 0) diffraction order.

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業(京都大学および NIMS 微細加工プラットフォーム)の支援を受けて実施されました。

## 【参考文献】

[1] G. V. Naik *et al.*, *Opt. Mater. Express* **2**, 478 (2012).

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

[1] S. Murai *et al.*, *Optics Express* **24** 1143-1153 (2016)

[2] S. Murai *et al.*, MRS Fall Meeting, Boston, USA 2015-12-01

[3] 鎌倉涼介、村井俊介、藤田晃司、田中勝久: 第 13 回プラズモニクスシンポジウム、愛媛大学、2016-01-22

## 6. 関連特許(Patent)

なし