

課題番号 : F-14-NM-0064
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : トップダウン手法によるプラズモニックアレイの作製
Program Title (English) : Top-down fabrication of plasmonic array
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材料化学専攻
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Kyoto University

1. 概要 (Summary)

表面プラズモンポラリトン(SPP)は、金属表面において自由電子が光との結合により集団振動する現象であり、特定波長の光と相互作用することでナノ領域に光を局在化させることができる。特に金属微構造表面においては、SPP 励起に伴い吸収・散乱断面積の増加や電場増強効果が得られるため、これらの特性を利用した太陽電池やセンサーなどの高効率化が盛んに研究されている。しかしながら、現状ではプラズモニック材料は金や銀などに限定されており、材料の制約が応用の広がりを妨げている。そのため、導電性酸化物や窒化物などの新規プラズモニック材料の台頭が切望されている[1]。

本研究では、高品質の単結晶窒化チタン薄膜に対して、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により周期ナノドットアレイを作製し、プラズモニック特性を評価した。

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】

パルスレーザー堆積法により、サファイア基板の上に窒化チタン薄膜を作製した。面内および面外 X 線回折(XRD)測定により結晶性を評価するとともに、分光エリプソメトリーにより誘電率を求めた。

窒化チタン薄膜上にスピコートによりレジストを塗布し、直径 150 nm のピラーが周期 400 nm で正方格子状に並んだ Si モールドを用いてナノインプリントした後、反応性イオンエッチングにより窒化チタン周期ナノドットアレイを作製し、アッシングにより残りのレジストを除去した。得られた試料に対して光の透過率の入射角度依存性を測定し、その結果をシミュレーションと比較した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

XRD 測定の結果から、サファイア基板の上に作製した窒化チタン薄膜は、面内、面外ともに配向したエピタキシャル薄膜であることが明らかとなった。作製したエピタキシャル薄膜の誘電率から得られる吸収損失は、高い結晶性を反映して、過去に報告された多結晶薄膜に比べて低い値となった[2]。

Fig. 1 にナノインプリントおよび反応性イオンエッチングにより作製した窒化チタン周期ナノドットア

レイの光学顕微鏡像を示す。Si マスターモールドの構造が反映され、周期 400 nm、直径 180 nm の周期ナノドットアレイ構造であることが視認された。

透過率測定の結果、個々のナノドットに励起される局在型 SPP に起因する透過率の減少が見られた。同様の手法で作製したドット直径の大きいアレイでは、透過率のディップが長波長側にシフトしブロードになった。これは窒化チタンのサイズが増大することで局在型 SPP の共鳴波長が長波長シフトしたためである。これらの挙動はシミュレーションにより定性的に再現された。

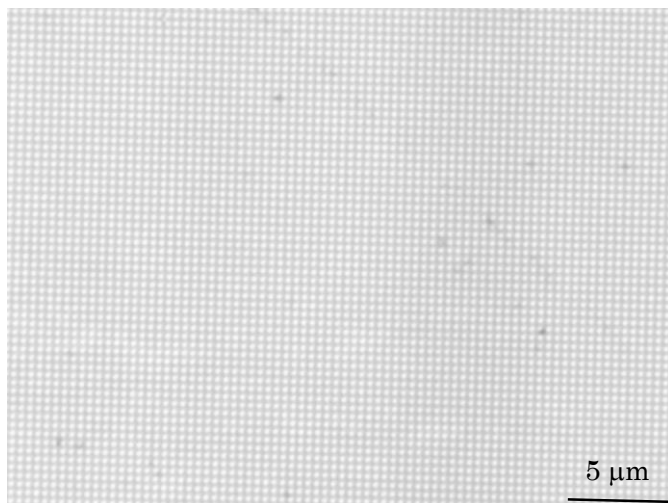


Fig.1: Optical microscopic image of the titanium nitride nanodot array.

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.*, *Adv. Mater.* **25**, 3264 (2013).
- [2] G. V. Naik *et al.*, *Opt. Mater. Express* **2**, 478 (2012).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし