

窒化チタン薄膜の微細加工によるプラズモニックナノドットアレイの作製

Fabrication of plasmonic nanodot arrays by nanofabrication of titanium nitride thin film

○鎌倉 涼介¹、村井俊介¹、大道陽平¹、藤田晃司¹、田中勝久¹ (1.京都大学)○Ryosuke Kamakura¹, Shunsuke Murai¹, Yohei Daido¹, Koji Fujita¹, Katsuhisa Tanaka¹ (1.Kyoto U.)

E-mail: murai@dipole7.kuic.kyoto-u.ac.jp, fujita@dipole7.kuic.kyoto-u.ac.jp

【緒言】

表面プラズモンポラリトン(SPP)は金属表面の自由電子が光との相互作用により集団振動する現象であり、ナノ領域に局在化した増強電場を発生させる。SPPは金属表面のナノ構造に敏感であり、微細加工により光との相互作用の制御が可能である。特に回折格子のような周期構造を有する構造では光回折と SPP の協同モードにより空間的に広がった増強電場が得られるため、協同モードを用いた発光素子やセンサーなどの高効率化が盛んに研究されている[1]。現状ではプラズモニクス材料は金や銀などに限定されているが、これらの材料は半導体製造プロセスとの適合性が低い。そのため、微細加工性に優れた導電性酸化物や導電性窒化物などの新規プラズモニクス材料の台頭が切望されている[2]。

窒化チタン(TiN)は可視～近赤外域で SPP 励起が可能であり、窒化物の共有結合性に由来する優れた熱的・機械的・化学的性質を持ち、半導体製造プロセスに適合した微細加工性に優れた材料である。本研究では、高品質の単結晶 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によりプラズモニックナノドットアレイを作製し、光学特性を評価した。

【実験】

パルスレーザー堆積法により、c 面サファイア基板の上に TiN 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測定から誘電率を求めた。作製した TiN 薄膜に対して直径 150 nm のピラーが周期 400 nm で正方格子状に並んだ Si モールドを用いたナノインプリント、および Cl₂/BCl₃/Ar ガスによる反応性イオンエッチングを施すことで TiN プラズモニックナノドットアレイを作製した。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、有限要素法を用いたシミュレーション(COMSOL)と比較した。

【結果と考察】

XRD 測定の結果から、c 面サファイア基板の上に作製した TiN 薄膜は、面外と面内に配向したエピタキシャル薄膜であることが分かった。誘電率の

比較から作製した TiN 薄膜は過去に作製された TiN 薄膜に比べてキャリア密度が高くより短波長域で SPP 励起が可能であることが分かった[3]。

作製した TiN 周期ナノドットアレイは走査型電子顕微鏡を用いて周期 400 nm、直径 180 nm を有した構造であることを確認した。Fig. 1(a)に p 偏光の透過率の入射角度依存性を示す。波長 1050 nm 付近の透過率の減少は個々のナノドット表面での SPP 励起に起因する。また図中の破線はアレイの周期性に起因する回折線である。局在型表面プラズモンの分散が回折の影響で変化していることが示唆された。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(b)]。

【謝辞】

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. Vecchi *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **10**, 146807 (2009).
- [2] G. V. Naik *et al.*, *Adv. Mater.* **25**, 3264 (2013).
- [3] G. V. Naik *et al.*, *Opt. Mater. Express* **2**, 478 (2012).

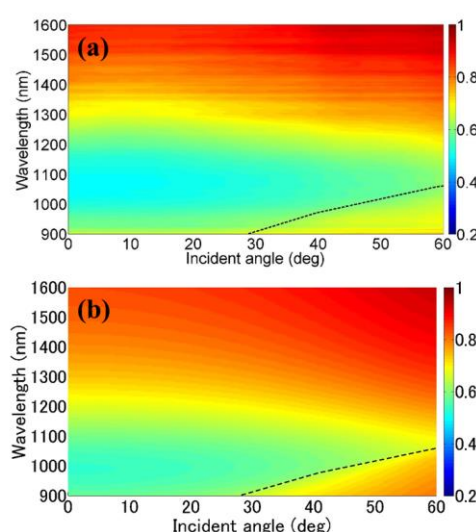


Fig. 1. Experimental (a) and simulated (b) transmission spectra for the TiN nanodot arrays. The dotted lines in (a) and (b) are (-1, 0) diffraction order.