

酸化チタンと金による高吸収 MIM 膜の作製と光学特性評価

Fabrication and optical properties of MIM film with Au/TiO₂/AuNP

徳島大理工 高畑 敏彦、芳谷 勇樹、柳谷 伸一郎、川上 烈生、古部 昭広

Institute of Science and Technology, Tokushima University

Toshihiko Takahata, Yuuki Yoshitani, Shin-ichiro Yanagiya, Retsuo Kawakami, Akihiro Furube

c501738013@tokushima-u.ac.jp

1 Introduction

酸化チタン(TiO₂)は、紫外線(UV)照射下で触媒活性を示すことが報告されており[1]、バイオセンシング[2]や、エネルギー分野[3]への応用が期待されている。前回[4]の報告では、金ナノ粒子(AuNP)層に酸化チタン薄膜をスパッタさせることで、可視域に吸収を持ち、TiO₂の膜厚によって可視光で吸収した電子の長寿命化が確認された。

本研究では、この metal-insulator (MI)構造上に金膜をスパッタして AuNP と金膜に挟まれた TiO₂ の metal-insulator-metal (MIM)構造を持つ膜を作製した。試料の光学特性を測定するために消光スペクトルを透過光スペクトルと反射光スペクトルから導き、MI 構造と MIM 構造や酸化チタンの膜厚による違いについて検討を行った。

2 Experiment

AuNP 溶液は、塩化金酸の還元法により合成した。粒径は 40 nm に調整した。AuNP は、シラン処理ガラス板上に吸着させ、その上にマグネトロンスパッタリング法により TiO₂ を堆積させた。スパッタ法における、ターゲットはチタンを、雰囲気は Ar : O₂ による混合ガス (3 : 2) で実験を行った。ベース圧力は 1.53×10^{-4} Pa、スパッタリング圧力は 1.6 Pa とした。作製した MI 膜上に、厚さ 30 nm の金膜を Ar ガスのスパッタ法により堆積させた。

光学特性は、UV-Vis-NIR 分光計によって評価した。反射率および透過率を 300~800 nm の範囲で測定し、多重反射のフレネル方程式を用いて膜厚を計算した。

3 Results and discussion

AuNP/TiO₂/Au の MIM 膜の概略図と試料の画像を図 1 に示す。写真の左側は MI 構造を、右側は MIM 構造を持つ。昨年度の報告の通り、プラズモン吸収により赤みがかかった AuNP に TiO₂ を製膜した MI 構造では青色に色が変わって見えた。これに対し、MIM 構造ではほぼ黒色に見えた。

TiO₂ は 190 nm と 800 nm の膜厚のものを作製

した。図 2 に MI 及び MIM 膜の消光スペクトルを示す。消光度は反射率と透過率を 100 から引いて計算した。その結果、可視光域の範囲で、MI 膜の消光度は 40~60 %程度に対し MIM 膜の消光度は 50~80 %程度となった。

4 Conclusion

AuNP/TiO₂/Au MIM 構造を作製し、MI 構造と比較して広い波長範囲で消光スペクトルが増加した。膜厚 800 nm の TiO₂ の MIM 構造では、多重反射による波長依存性の揺らぎが確認されたが、190 nm のものと比較して消光度はほぼ同じ値であった。

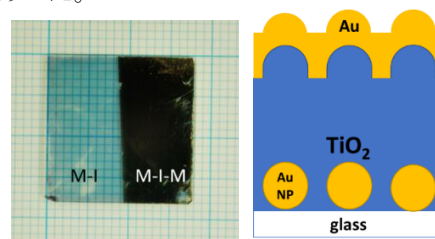


Fig.1 Photograph and schematic of MIM film

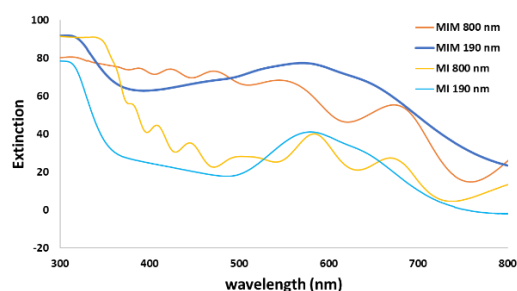


Fig. 2 Extinction spectra of MI film and MIM film

5 References

- [1] Chen, X., & Mao, S. S., Chemical Reviews, 107 (2007) 2891-2959.
- [2] L.P. Hackett, A. Ameen, W. Li, F.K. Dar, L.L. Goddard, G.L. Liu, ACS Sensors 3, 290 (2018).
- [3] A. Furube, L. Du, K. Hara, R. Katoh, M. Tachiya, J. Am. Chem. Soc. 129, 14852 (2007).
- [4] 第78回応用物理学会秋季学術講演会 T. Takahata, et.al 8p-S21-12 (2018)