

金ナノ構造-酸化チタン積層膜の THz-TDS 評価

THz properties of plasmonic multilayer film

徳島大理工¹、pLED²、神戸大³ ○日口 聖規¹、小出 洋史¹、柳谷 伸一郎^{1,2}、川上 烈生¹、片山 哲郎^{1,2}、古部 昭広^{1,2}、太田 薫³、富永 圭介³

Inst. Science and Technology¹, Inst. post-LED photonics², Tokushima Univ., Molecular Photoscience Research Center, Kobe Univ.³

○Masanori Higuchi¹, Hirofumi Koide¹, Shin-ichiro Yanagiya^{1,2}, Retsuo Kawakami¹, Tetsuro Katayama^{1,2}, Akihiro Furube^{1,2}, Kaoru Ohta³, Keisuke Tominaga³
c501938007@tokushima-u.ac.jp

Introduction

酸化チタン(TiO₂)は、紫外線照射下で触媒活性を示すことが報告されており、バイオセンシングや、エネルギー分野への応用が期待されている。先行研究では、酸化チタンを金ナノ粒子(AuNP)と金薄膜で挟んだ積層(MIM)構造膜を作製した。この薄膜は可視から近赤外域に吸収帯を有し、金ナノ粒子で励起電子寿命が TiO₂ 膜厚によって変化する挙動を見出した[1]。一般的に自由電子はテラヘルツ (THz) 帯に吸収を持つため、作製した薄膜は THz 帯活性な光材料として期待される。

本研究では、MIM 構造を THz-TDS 法(THz time-domain spectroscopy)により THz 帯透過率を観測し、酸化チタン膜厚依存性について検討し、THz 帯活性について考察した。

Experiment

まず、塩化金酸の還元法により粒径 40 nm の AuNP 溶液を調整した。AuNP は、シラン処理ガラス板上に吸着・乾燥させ、その上にマグネトロンスパッタリング法により TiO₂ を堆積した(MI 膜)。作製した試料上に、厚さ 15 nm の金膜を Ar ガスのスパッタ法により堆積させた。THz-TDS は Ti:Sapphire パルスレーザー (100 fs、繰り返し 1 kHz、波長 400 nm) を用い、窒素雰囲気中で測定を行った[2]。

Results and discussion

Fig.1 に、THz 波に対する MI 膜の時間領域波形を示す。MI 膜では、最も強い電場強度(E)で、試料が無い参照光電場強度(E_0)と比較して 30%程度の電場強度比 (E^2/E_0^2 : 透過率)を示した。酸化チタン膜厚 100 nm と 800 nm の MI 膜の波形を比較したところ、膜厚依存性は実験誤差範囲内で観測されなかった。次に、MIM 膜の周波数領域スペクトルを Fig.2 に示す。酸化チタン膜厚に比例して電場強度は低下し、800 nm で

は参照光電場強度と比較して 1%以下に減衰した。この傾向は、測定した 1-6 THz の範囲で同様の結果が得られた。

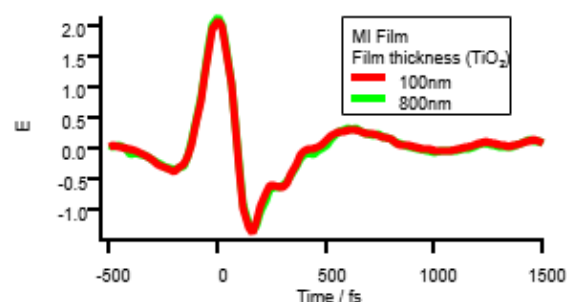


Fig.1 規格化した MI 膜の時間領域波形。

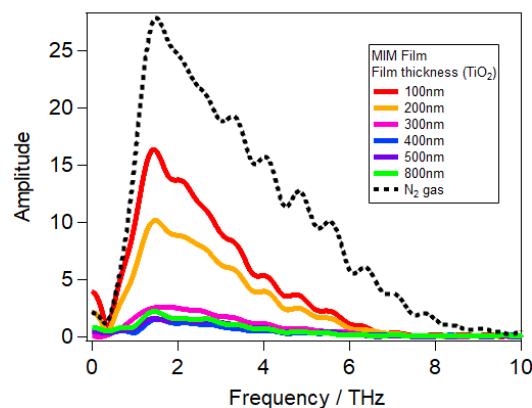


Fig.2 MIM 膜の周波数領域スペクトル。

Conclusion

今回、金ナノ粒子分散膜と金薄膜で酸化チタンをサンドイッチした多層膜のテラヘルツ分光分析を行った結果、MIM 膜の酸化チタン膜厚を 100 - 400 nm に増加させることで、テラヘルツ帯での透過光強度の減衰を観察した。

References

1. S. Yanagiya, T. Takahata, Y. Yoshitani, R. Kawakami and A. Furube, ChemNanoMat, **5**, 1015-1020 (2019).
2. K. Ohta, S. Tokonami, K. Takahashi, Y. Tamura, H. Yamada, and K. Tominaga, J. Phys. Chem. B, **121**, 10157-10165 (2017).