

顕微ラマン分光法による酸化チタン被覆 金ナノ粒子配列体薄膜の構造解析

Structural Analysis of Titanium Dioxide Thin Film Coated on Gold Nanoparticle Array by Micro-Raman Spectroscopy

徳島大理工¹, 北大電子研² ◯鶴崎 勇斗¹, 國府 樹¹, 片山 哲郎¹, 古部 昭広¹, 松尾保孝²

Tokushima Univ,¹ Hokkaido Univ.² ◯Yuto Tsurusaki¹, Tatsuki Kokufu¹, Tetsuro Katayama¹, Akihiro Furube¹, Yasutaka Matsuo²

E-mail: c612236015@tokushima-u.ac.jp

【序】超高齢化社会において、従来の癌治療法に比べ、安全で患者への負担も少ないことで注目を集めているのが光治療法である。金ナノ構造体は励起波長を変えることで光線力学的療法と光温熱療法どちらの効果も発揮できること、また活性酸素には癌の転移を防ぐ作用があることが報告されている。我々は、金ナノ構造と活性酸素を発生する光触媒酸化チタンのハイブリッド材料 (Au/TiO₂) を癌の光治療に応用することを目指している。これまで最適なナノ構造の検討のため、粒径が 10 nm と 40 nm の金ナノ粒子配列体上に TiO₂ 膜厚が 20~100 nm と異なる Au/TiO₂ 基板を原子層堆積法(ALD)で複数作製し、活性酸素センサーであるフルオレセインの光吸収スペクトル強度に基づき、可視光照射下での活性酸素発生量の TiO₂ 膜厚依存性を調べたところ、膜厚の低下とともに活性酸素発生量が増加することが確認された¹。本研究では、TiO₂ 薄膜の内部構造を、より詳細に調べるために、ラマン散乱分光スペクトルと電子顕微鏡観察を行った。

【結果・考察】顕微ラマン分光法を用いて Au/TiO₂ 基板試料を観察した結果、Fig. 1 のように結晶構造の異なるアナターゼ相(ピーク 30 cm⁻¹)とルチル相(ピーク 290 cm⁻¹, 490 cm⁻¹)が観察された。TiO₂ の膜厚の増加とともにルチル型由来の信号が増加しており、これは ALD による TiO₂ 成膜の際、アナターゼからルチルへと構造転移していることを示す。透過型電子顕微鏡観察ではアモルファス領域が観察され、ラマンの結果と合わせて基板上の TiO₂ 膜はアナターゼ、ルチル、アモルファスすべてが混合していることが分かった。薄い TiO₂ 膜厚で活性酸素発生量が多かったのは、結晶相にかかわらず、電子の移動には薄膜化が有効であり、それによって金ナノ粒子のプラズモン共鳴の励起とそれに続く TiO₂ 伝導帯への界面電子移動反応で発生した電子が TiO₂ 膜表面まで移動しやすくなることで、酸素分子などとよく反応し、活性酸素を生成したからと考えられる。

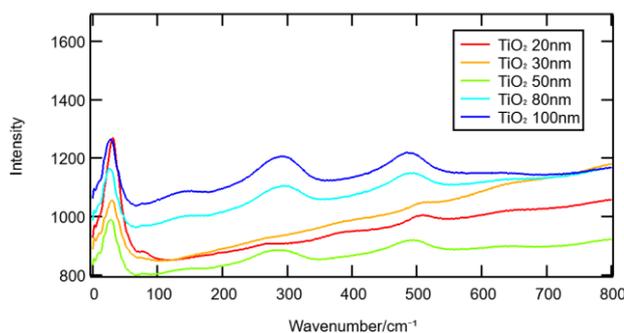


Fig. 1 Raman spectra of Au/TiO₂ substrates

[1] 鶴崎 勇斗, 國府 樹, 片山 哲郎, 古部 昭広「酸化チタン被覆金ナノ粒子配列体薄膜における活性酸素発生効率の膜厚依存性」光化学討論会, [2P58]京都, 2022年9月