

## sol-gel 法を用いた anatase 型二酸化チタンへの Al ドープ

## Al-doped titanium dioxide prepared by sol-gel method

横浜国立大学大学院 工学研究院 小澤一謹、関谷隆夫

Faculty of Engineering, Yokohama National University Kazuchika Ozawa, Takao Sekiya

E-mail:ozawa-kazuchika-gd@ynu.jp

sol-gel 法は多様な原子を均一に混合できるため、固溶体を形成しない  $\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  系[1]において、新しい組成の材料をつくることができる。Al をドープした anatase 型二酸化チタン単結晶では 30~100K の温度域で光誘起キャリアが Al の近傍にトラップされる[2]。本研究では sol-gel 法を用いて高濃度に Al をドープした二酸化チタン粉末を作製し、Al ドープに伴う構造の変化を調査し、ラマンスペクトルと発光スペクトルを測定した。また、sol-gel 法を用いた二酸化チタン粉末作製において、結晶子サイズの成長に伴うラマンスペクトルや発光スペクトルの変化が報告されており[3,4]、本研究でもその関係を調査した。チタニウムテトライソプロポキシドとアルミニウムトリイソプロポキシドをエタノールに混合し、溶液ゾルを作製し、ゲル化させ焼成し、Al ドープ二酸化チタン粉末を得た。RIETAN-FP[5]を用いて作製した粉末のリートベルト解析を行った。また作製した粉末のラマンスペクトル (Renishaw, in Via Reflex) を測定した。発光スペクトルの測定は、励起光としてピークエネルギー 3.5eV のパルス Nd:YAG レーザー (Spectra Physics, PRO-230-10) を用いた。ドープのない anatase 型二酸化チタン粉末の発光スペクトルを測定し、結晶子サイズの減少に伴う発光のピーク位置の低エネルギーシフトを観測した。この発光体は表面状態に由来する成分をもち、結晶子サイズの減少に伴い低エネルギー側に存在する表面の状態に由来する成分が増加したためと考えられる。Al をドープした anatase 型二酸化チタン粉末のリートベルト解析から、Al ドープ量の増加に伴い  $c$  軸の収縮と O 原子の分率座標  $u$  の増加がみられ、ラマンスペクトルからラマンバンドのハードニングが見られた。Ti よりイオン半径の小さい Al が置換することで、 $\text{TiO}_6$  八面体の歪みを解消するように  $c$  軸が収縮し、分率座標  $u$  が増加した。 $c$  軸の収縮により結晶に応力が加わり、ラマンバンドが高エネルギーシフトしたと考えている。Al ドープ二酸化チタン粉末の発光ピークは 2.0eV 付近に観測され、単結晶における先行研究[6]より低エネルギー側に位置するが、これは表面の状態が発光スペクトルに影響を及ぼしたためであると考えている。

[1] Standards J Research, **11** (1933) 725[2] JPSJ **81** (2012) 124701[3] Physics Letters **A340** (2005) 220[4] phys. Stat. sol. (a) **179** (2000) 319[5] Solid State Phenom., **130** (2007) 15

[6] 第 23 回光物性研究会論文集, 133

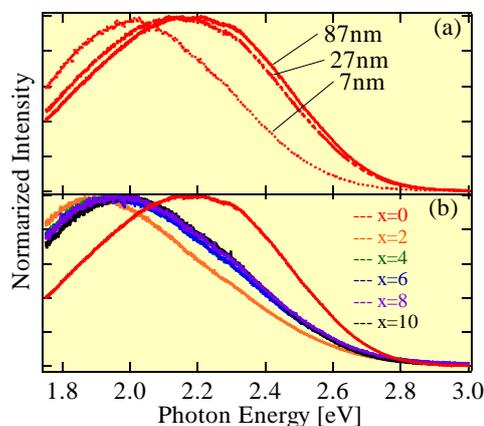


Fig.2 Photoluminescence spectra depending on (a) crystallite size and (b) Al content

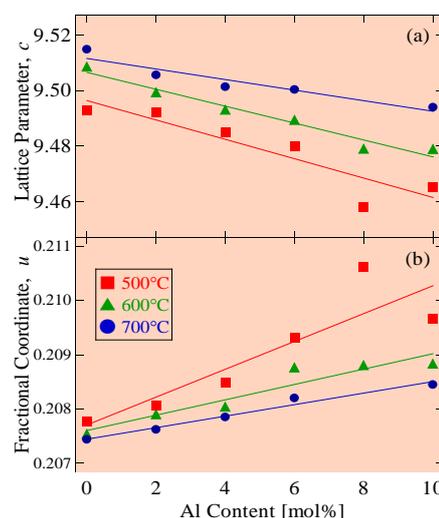


Fig.1. Composition dependence of (a) lattice parameter and (b) oxygen fractional coordinate

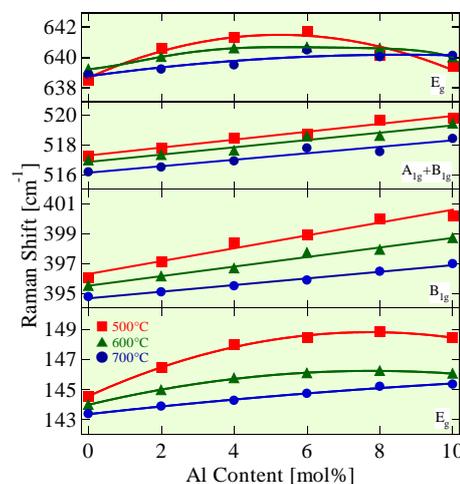


Fig.3 Change in Raman band frequency depending on Al content