

二次レーザ支援液中 PLA 法による光触媒材料の微粒子化

Synthesis of light catalytic fine particles by pulsed laser ablation in liquid with secondary laser beam irradiation.

仁平優人¹,海谷柊²,胡桃聡³,松田健一³,鈴木薫^{3,4}Yuto Nihei¹, Shu Kaiya², Satoshi Kurumi³, Ken-ichi Matsuda³,Kaoru Suzuki^{3,4}

Abstract: We have attempted to synthesize titanium oxide photocatalysts by pulsed-laser ablation in liquid with secondary laser-beam irradiation. Oval-shape micro-particles with a diameter at 2.5 μm (long-side) and 1.5 (short-side) as well as spherical-shape nano-particles (diameter: 650nm) were produced indicating by scanning electron microscopy observation. Energy dispersive X-ray spectrometry analysis showed that produced particles were consisted of titanium and oxygen.

1. 研究背景

TiO₂は光触媒金属として注目され紫外光を照射すると酸化還元反応を起こす^[1]. 応用例として防汚や殺菌効果を利用したコーティング剤, 水分解を利用した水素生成による環境エネルギーへの貢献などが挙げられる. しかし, 欠点としては反応効率が低い点である.

そこで本研究では反応効率の向上を目的として, 微粒子化による表面積の増加に着目した. 目標となる光触媒の微粒子化技術として, 液中でのパルスレーザアブレーション (Pulsed Laser Ablation: PLA) 法が挙げられる. 液中 PLA 法とは液中の金属へ集光したレーザを連続照射することで, ターゲットから放出されるアブレーションプラズマを液体中で発生させる. プラズマを周囲の溶媒分子で急激に冷却することで微粒子を生成し回収する. また, 本実験ではこの手法に加えて微粒子の制御を目的として二次光源を用いて熱的支援を与える. アブレーションを引き起こすレーザ光源にはナノ秒パルスレーザである Nd:YAG レーザを使用し, 二次光源には半導体レーザを使用した.

2. 実験方法

石英セル内にターゲットとなる厚さ 0.5 mm の Ti 板 (ニラコ, 99.5%) を 10×10 mm に切り出したものを設置し, 溶媒として純水を 1.0 cc 満たす. このターゲットに集光したパルスレーザを連続照射することで微粒子を生成する. パルスレーザには Nd:YAG レーザ (LOTIS TII, LS-2147, 出力: 0.18 J, 繰り返し周波数: 10 Hz, 波長: 355 nm, スポット径: 0.45 mm) を用い, 10 min 照射した. また, 二次光源として半導体レーザ (カンタムエレクトロニクス株式会社, NBT-S30-mk II, 出力: 0.5 W, 波長: 808 nm) を用い光源に対して垂直方向に照射した. 試料は走査型電子顕微鏡 (SEM) による生成粒子像観察とエネルギー分散型 X 線分光装置 (SEM-EDX) によって元素分析を行った.

3. 実験結果

3-1. SEM 測定結果

Fig.1, Fig.2 は生成微粒子の SEM 像である. Fig.1 では楕円形(長軸方向: 2.5 μm , 短軸方向: 1.5 μm)の粒子が Fig.2 は粒径 650 nm の球状粒子が確認された. 形状の異なる微粒子が生成されたことから, 二次光源による粒径の制御が示唆された.

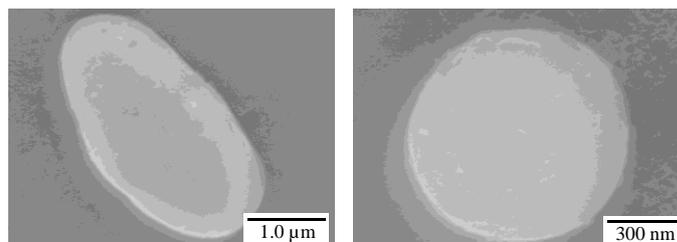


Figure1.SEM image1

Figure2.SEM image2

3-2. SEM-EDX 測定結果

Fig.3 は生成微粒子の SEM-EDX による元素スペクトル分析結果である. 4.59 keV に Ti, 0.51 keV に O 由来のピークを確認した. Ti と O のピークを確認できたため TiO₂の生成が示唆された.

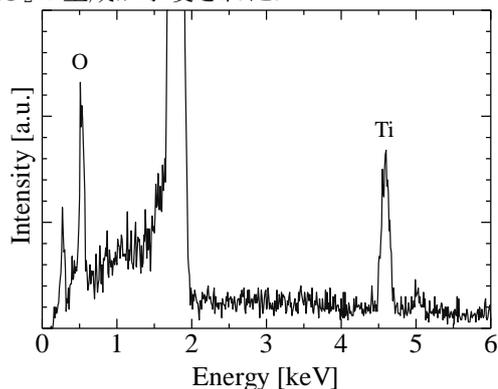


Figure3.elemental spectralanalysis

参考文献

- [1]"Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode", A. Fujishima and K.Honda, Nature 238, pp37-38, 1972