

変調型誘導熱プラズマを用いた TiO₂ ナノ粒子生成法における原料粉体の連続/間歇投入時の発光スペクトル強度変化

Temporal radiation intensities from pulse modulated induction thermal plasmas with continuous/intermittent feedstock feeding for TiO₂ nanopowder synthesis

金沢大院自然¹, 日清製粉グループ本社²

○児玉 直人¹, 北 健太郎¹, 田中 康規¹, 上杉 喜彦¹, 石島 達夫¹, 渡邊 周², 中村 圭太郎²

Kanazawa Univ.¹, Nisshin Seifun Group Inc.²

○N. Kodama¹, K. Kita¹, Y. Tanaka¹, Y. Uesugi¹, T. Ishijima¹, S. Watanabe², K. Nakamura²

E-mail: n_kodama@stu.kanazawa-u.ac.jp, tanaka@ec.t.kanazawa-u.ac.jp

現在, TiO₂ ナノ粒子は光触媒材料や色素増感型太陽電池材料などに広く用いられている. また, TiO₂ に金属イオンをドーブした Metallic-ion doped TiO₂ ナノ粒子は, 可視光応答型光触媒材料として期待されている. さらに, Al-doped TiO₂ ナノ粒子は, 軟膏に混成することでアトピー性皮膚炎などの皮膚炎外用剤として有効であることが報告されている[1]. 筆者らはこれまでに, パルス変調型誘導熱プラズマ(PMITP)を用い, 熱プラズマを電力変調させ, さらにそれに同期して大量の原料を間歇的に供給し, クエンチングガスを導入することでナノ粒子を大量生成する手法を考案している. これにより粒径が制御された Al-doped TiO₂ ナノ粒子を約 400 g/h という高効率での生成が可能であることを見出している[2]. 本報告では, PMITP を用いた TiO₂ ナノ粒子生成法における Ti 原料導入時の熱プラズマトーチ部分の二次元分光観測を, 高速度ビデオカメラおよび画像分光器を用いて行った.

実験条件を以下の様に設定した. 熱プラズマへの時間平均投入電力を 20 kW とした. シースガスには Ar+O₂ を用い, 総流量 100 slpm, 流量組成 90%Ar+10%O₂ とした. 原料のキャリアガスとして Ar を 4 slpm 供給した. 原料は平均粒径が 27 μm の Ti 粉体である. 変調周期を 15 ms とし, 変調条件を 60%SCL-80%DF とした[2]. 原料を連続法および間歇法の二条件で投入した. 分光観測位置を熱プラズマトーチのコイル下端から下流方向に 50 mm の領域とした. 以上の条件下で Ar I(811.54 nm), O I(777.53 nm), Ti I(453.32 nm)および TiO(615.91 nm)スペクトル放射強度の二次元分布の時間変化を観測した.

Fig.1 に, コイル下端から 10 mm 位置における Ti I および TiO 放射強度の時間変化を示す. 同図から, 原料の連続供給時と比較して, 間歇供給時における Ti I および TiO の放射強度が強いことがわかる. これは間歇供給の場合には On-time 時にのみ多量の Ti 原料が PMITP トーチに供給され, それが蒸発することで Ti 原子密度が急激に上昇するためであると考えられる. また, 間歇供給時における TiO の放射強度が Off-time 直前に急激に増加する傾向が見られる. これは増加した Ti 蒸気と熱プラズマ中の O 原子が急激に反応して TiO が生成するためと考えられる.

[1] M. Mio, *et al.*, *Chemical Eng.*, **55**, 603 (2010)

[2] N. Kodama, *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **47**, 195304 (2014)

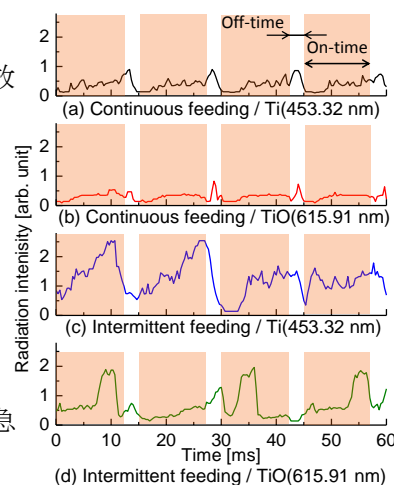


Fig. 1 コイル終端下 10 mm における放射強度の時間変化