

高強度レーザー場を用いた多元系合金ナノ粒子の作製

Multinary alloy nanoparticles synthesis by intense laser field

東北大多元研[○]山崎 佑起, 佐藤 俊一

IMRAM, Tohoku Univ.,[○]Yuki Yamazaki, Shunichi Sato

E-mail: yuki.yamazaki.t3@dc.tohoku.ac.jp

1. はじめに: フェムト秒パルスレーザーを強く集光することにより, 10^{14} W/cm²にも及ぶ極めて強い光の場を生成することが可能である. このような場においては非線形光学効果が顕著となり, 強い非平衡反応が生じるものと予想される.

我々の研究グループではこの特異な反応場を新規物質合成の場として捉え, 様々な物質の作製に取り組んできた. 例としては金, 白金などの貴金属あるいは金-白金2元系の全率固溶合金ナノ粒子の作製^[1,2,3]が挙げられる. この反応は, 水溶液への高強度レーザー照射により発生する遊離電子 (e_{aq}^-) や水素ラジカル ($H^\bullet$) による金属イオンの還元反応に起因していると考えられ^[4], 本手法によって従来のバルク熱平衡プロセスでは得られなかった組成の合金が得られている. 本研究では, 触媒材料としてもよく利用される貴金属元素を使用した, 3元系以上の合金の作製を目的として実験を行った.

2. 実験方法・結果: 塩化金(III)酸三水和物(SIGMA-ALDRICH, 99.9%), 塩化ロジウム(III)三水和物(和光純薬工業, 99.5%), 塩化パラジウム(II)(和光純薬工業, 99.9%), 塩化白金(IV)酸六水和物(SIGMA-ALDRICH, 99.9%)を純水に溶解し, 各種貴金属単体の水溶液を作製した. これらを任意の比で混合して得られた 2.5×10^{-4} mol/L の Au-Rh-Pd, Au-Rh-Pt, Au-Rh-Pd-Pt 水溶液を石英ガラスセル (10×10×45 mm) 中に 3 mL 保持し, フェムト秒 Ti:Sapphire レーザー (波長 800 nm, パルス幅 100 fs, 繰り返し周波数 100 Hz, 最大エネルギー 6 mJ) を非球面レンズ (焦点距離 8 mm, 開口数 0.5) により集光して, 常温・常圧下で 30 分間照射した.

レーザー照射後の溶液をマイクログリッド上に滴下して作製した試料を透過型電子顕微鏡 (TOPCON EM-002B) によって観察した結果, 数 nm~数十 nm の粒子状生成物が確認された. 同様に, 得られた溶液を乾燥させ作製した試料に対して XRD (Rigaku RINT2200V) を用いて定性分析を行った結果の 1 例を Fig. 1 に示す. 得られた試料の回折ピークは, 単一のピークであり, その位置はベガード則に基づく理論上の位置 (赤破線) とほぼ一致していた. これより, 溶液のイオン混合比に対応した組成の固溶合金が生成されたものと考えられる.

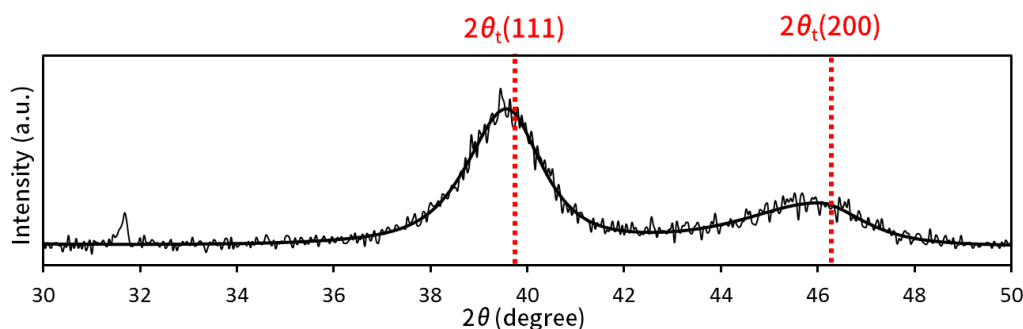


Fig. 1 XRD pattern of nanoparticles obtained by laser irradiation to Au:Rh:Pd=1:1:1 solution, and theoretical peak positions calculated by Vegard's law (red broken lines)

参考文献

- [1] T. Nakamura et al., J. Mater. Res., 23 (2008) pp. 968-974
- [2] T. Nakamura et al., Appl. Surf. Sci., 225 (2009) pp. 9630-9633
- [3] T. Nakamura et al., J. Nanopart. Res., 14 (2012) pp. 0785-0713
- [4] S. Pommeret et al., J. Phys. Chem. A vol.105 (2001), pp.11400-11406