

超音波照射下における液体金属ナノ粒子の可逆的サイズ制御

Reversible Size Control of a Liquid Metal Nanoparticle under Ultrasonication

ERATO 彌田プロジェクト¹, 東工大総理工², ○山口 章久¹, 間嶋 裕², 彌田 智一¹

JST-ERATO Iyoda Project¹, Graduate School of Engineering, Tokyo Institute of Technology²,

○Akihisa Yamaguchi¹, Yu Mashima², Tomokazu Iyoda¹

E-mail: yamaguchi.a.af@m.titech.ac.jp

【緒言】

金、銀などの金属ナノ構造体は、その可視光から近赤外領域におけるプラズモン吸収特性を利用したプラズモニック材料や電場増強効果を利用したセンシング材料への展開が盛んに研究されている。近年、液体金属であるガリウム (mp. 29.8°C) あるいはガリウム・インジウム共晶合金 (EGaIn, mp. 16°C) は、室温で液体状態である特徴を活かしたフレキシブルな電極やストレッチャブルなアンテナなどソフトな金属材料として注目されている[1]。しかしながら、いずれもマイクロ～センチメートルスケールの構造体作製である。最近、J.N. Hohman らは、バルクの EGaIn から超音波法により簡便にナノ粒子を作製できることを報告した[2]。本研究では、超音波法による液体金属ナノ粒子作製 (Fig. 1) を、水/油、油/水エマルジョンの系と同様に扱うことで、液体金属の持つソフトさを活かした粒子サイズの動的な制御が可能であると考え、超音波照射の時間、強度、温度と粒子サイズの相関について詳細に検討を行った。

【実験・結果】2-プロパノール中保護剤としてドデカンチオールを用い、超音波強度 (400W、20kHz に対する割合) 20%、30%、40% と温度 20°C、50°C の各条件下でガリウム粒子を作製し、FE-SEM 観察から平均粒径を求めた。その結果、温度が 20°C のとき、平均粒径は超音波強度によらず時間経過にとともに約 100nm に収束することが分かった。また、温度が 50°C のとき、平均粒径は約 170nm と大きくなること分かった (Fig. 2)。さらに、粒子形成過程における粒子の分裂と合一を塩酸添加により制御することで、ナノスケールにおいて可逆的なサイズ変換が可能であることを見出したので報告する。

[1] A. C. Siegel et al., *Adv. Mater.*, 2007, 19, 727-733

[2] J. N. Hofman et al., *Nano Lett.*, 2011, 11, 5104-5110

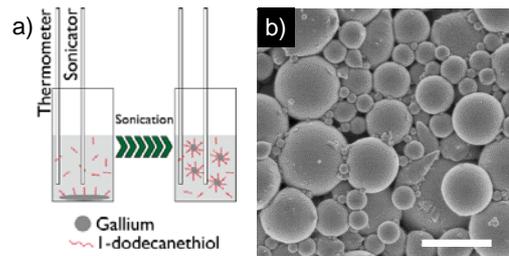


Fig. 1 a) Schematic illustration of GaNPs. When irradiated ultrasound, the bulk gallium break up into nanoparticles. b) An FE-SEM image of Gallium nanoparticles (power; 40%, temperature; 20 °C, sonication time; 20 min). Scale bar, 500 nm.

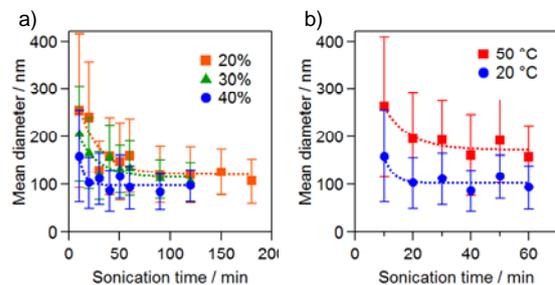


Fig 2. Mean diameters of GaNPs prepared by ultrasonication. The diameters depend on a) the power of ultrasonication at 20°C (orange, 20%; green, 30%; blue, 40%) and b) on the temperature under 40% power (blue, 20°C; red, 50°C).