

液中レーザー溶融法におけるサブミクロン球状粒子生成プロセスに及ぼすパルス幅の効果

Effect of Pulse-width on the Formation Process of Submicrometer Spherical Particle under Pulsed Laser Melting in Liquid

北大工¹, 産総研², °榊 祥太¹, 石川 善恵², 越崎 直人¹

Hokkaido Univ.¹, AIST², °Shota Sakaki¹, Yoshie Ishikawa², Naoto Koshizaki¹

E-mail: sakaki.shota@frontier.hokudai.ac.jp

液中に分散させたナノ粒子にナノ秒パルスレーザーを照射してサブミクロン球状粒子を合成する液中レーザー溶融法が開発された[1]. 短パルスのレーザーで液中の粒子のみにエネルギーを投入して, 粒子から液体への熱損失を大きく上回る速度で粒子が瞬間的に融点以上まで加熱された後, 室温程度の液体によって急激に冷却されることによって, 球形かつ結晶というユニークな特徴を持つサブミクロン粒子が生成する. 照射するレーザーのパルス幅は粒子の加熱プロセスを決定づける要因であり, その効果を理解することが粒子生成プロセスを理解することに繋がる.

図1は ZnO 球状粒子にパルスレーザー (波長 355 nm, フルエンス $50 \text{ mJ pulse}^{-1} \text{ cm}^{-2}$) を照射した際に, 投入したレーザーのエネルギーが粒子加熱に費やされた割合 (加熱効率) のパルス幅依存性を示している. パルス幅が短いほど高い加熱効率で粒子が生成し, ピコ秒レーザーを使用した場合はほぼ全てのエネルギーが粒子加熱に費やされるが, パルス幅が数十ナノ秒を超えると劇的に加熱効率が悪化することが明らかになった. パルス幅が短い場合は急激な加熱によって粒子周囲に生成したナノバブルが粒子からの熱損失を妨げる熱障壁として作用することで加熱効率が向上し, パルス幅が長くなるとナノバブルが生成しないために粒

子からの熱損失が顕著になった[2].

パルス幅がピコ秒オーダーになると, 粒子がレーザー光を吸収した部位からの粒子内における熱拡散時間が不十分になり, 粒子のレーザー吸収部位周辺が局所的に過加熱されて不純物が生成することも明らかになっている[3]. 本発表ではパルス幅の効果を評価し, 粒子から周囲の液体への熱損失, ナノバブルの生成, 粒子内の熱拡散など液中レーザー溶融法の本質で従来の「大空間・長時間加熱」の対極にある「局所・パルス加熱」による粒子生成プロセスについてのこれまでの知見を報告する.

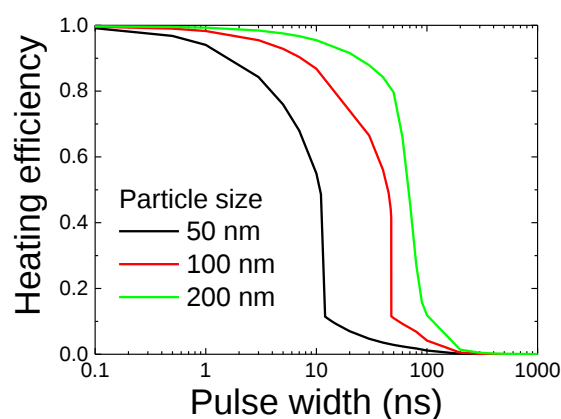


Fig. 1. The pulse width dependence of the heating efficiency of ZnO spherical particles irradiated with a pulsed laser estimated from the calculation.

References

- [1] Y. Ishikawa *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **91**, 161110 (2007).
- [2] S. Sakaki *et al.*, *ChemPhysChem* **18**, 1101 (2017).
- [3] S. Sakaki *et al.*, *APEX* **11**, 035001 (2018).