

ダブルパルスレーザーアブレーション法における プルームの混合とナノ粒子の複合構造

Plume mixing by double pulsed-laser ablation method and composite structure of nanoparticles

甲南大¹, 九大², 東北大³, 奈良高専⁴, 阿南高専⁵

○(M2)岡田 蓮¹, 片山 慶太², 中村貴宏³, 福岡 寛⁴, 吉田 岳人⁵, 青木 珠緒¹, 梅津 郁朗¹

Konan Univ.¹, Kyushu Univ.², Tohoku Univ.³, NIT. Nara College⁴, NIT. Anan College⁵

○Ren Okada¹, Keita Katayama², Takahiro Nakamura³, Hiroshi Fukuoka⁴,

Takehito Yoshida⁵, Tamao Aoki¹ and Ikurou Umezu¹

E-mail: m1921002@s.konan-u.ac.jp

我々は複合ナノ粒子の構造制御を目指してダブルパルスレーザーアブレーション(D-PLA)法の研究を行っている。これまでに、レーザー照射直後から 2 μ s までの時間域でプルームを観察し、雰囲気ガス圧 2000Pa 以上では対向衝撃波によってプルームが後退し、プルーム同士が衝突せず分離することを報告している。本報告ではこれまでより長い 20 μ s までの時間域でプルームを観察した。その結果、2000Pa 以上であっても対向衝撃波によって一旦後退したプルームがその後再び膨張、再進展することを発見した。そこで、この再進展の効果を勘案しプルームが混合および分離する雰囲気ガス圧力の条件を見積もり、その条件下でナノ粒子の堆積を行いナノ粒子の構造を観察した。

D-PLA は2台のパルスYAGレーザーを用いて500Paから6000PaのHe雰囲気ガス中でSiターゲットとGeターゲットを同時に照射しておこなった。

雰囲気ガス圧力が500Paの場合にはプルーム同士は衝突した後に混合する。雰囲気ガス圧力が2000~6000Paの場合にはプルーム同士が衝突する前に対向衝撃波によってプルームが後退する。その後、プルームは再進展するが4000Pa~6000Paではプルーム同士は衝突せず混合はみられない。それに対して、2000~3000Paでは再進展の結果、プルーム先端のわずかな領域のみプルーム同士が混合する。

雰囲気ガス圧力が500Paの場合はプルームが混合されるためSiとGeの混晶ナノ粒子、4000~6000Paの場合はプルーム同士が衝突せず分離されるためSiまたはGeナノ粒子、2000~3000Paの場合はプルームの先端部が混合するのみでプルームの大部分が分離されているため4000~6000Paの場合と同様に大部分がSiまたはGeナノ粒子となることが期待される。

堆積した試料のSTEMによるEDS観察を行ったところ、500Paの場合は凝集体の大部分がSiとGeの混晶ナノ粒子となっていた(Fig.1)。2000~3000Paの場合においてはSiまたはGeナノ粒子が多いことが期待されたが、大部分が混晶であり、一部分にSiナノ粒子(赤シグナル)またはGeナノ粒子(緑シグナル)が存在するのみであった(Fig.2)。500Paと2000~3000Paで、ガス圧が高くなるにつれてSiおよびGeの偏析が多くなり、プルームの混合と堆積物には定性的な傾向としては相関が見られた。よりプルームの分離が大きい4000Paおよび6000Paに対してはより顕著にSiまたはGeナノ粒子で形成されていることが期待される。このナノ粒子の構造は現在確認中である。

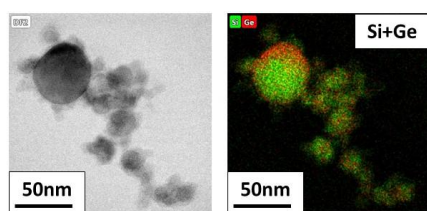


Fig.1

STEM and EDS images of aggregated nanoparticles prepared under 500 Pa

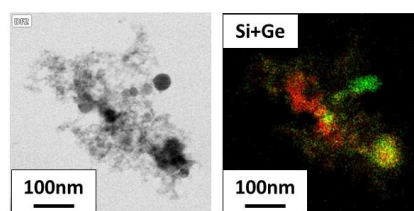


Fig.2

STEM and EDS images of aggregated nanoparticles prepared under 3000 Pa