ダブルパルスレーザーアブレーションにおけるプルームダイナミクスと堆積構造の相関

Correlation between the plume dynamics and deposition structure during double pulsed laser ablation

甲南大理工 [1], 奈良高専 [2], 阿南高専 [3]
○(D1) 片山 慶太 [1], 中村 亘 [1], 福岡 寛 [2], 吉田 岳人 [3], 青木 珠緒 [1], 梅津 郁朗 [1]
Dept. of Phys. Konan Univ. [1], NIT. Nara College[2], NIT. Anan College[3]
°Keita Katayama[1], Wataru Nakamura[1], Hiroshi Fukuoka[2], Takehito Yoshida[3], Tamao Aoki[1] and Ikurou Umezu[1]
E-mail: d1821002@s.konan-u.ac.jp

我々は複合ナノ結晶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)法の研究を進めている。これまでに、比較的低い雰囲気ガス圧(500Pa)では対向衝撃波の影響は少なく、プルームは衝突・混合して停滞層を形成するのに対して、比較的高い雰囲気ガス圧(2000Pa)では対向プルームが形成した衝撃波はプルームと衝突後に、衝撃波がプルームを押し戻すことを報告してきた。この対向衝撃波の影響により、プルームはシングルパルスレーザーアブレーション(S-PLA)法におけるプルームと比較して狭い領域に閉じ込められ Si と Ge プルームは混ざることなく分離する[1]。本報告では堆積物の構造を議論する。

２台のパルス YAG レーザーを用い、波長 355nm 、フルエンス 8J/cm^2 で Si ターゲットを、波長 266nm 、フルエンス 10J/cm^2 で Ge ターゲットを照射した。ターゲット間距離を 9mm とし、雰囲気ガスは He を用いて雰囲気ガス圧を 500Pa から 2000Pa の間で変化させた。堆積基板は照射点から 8mm の位置にプルームの進展方向に対して平行に設置した。デブリを排除するために Fig.1 に示すマスクを用いて、弾道的な堆積が不可能な③の領域を SEM で観察した。

レーザー照射後 2μs のプルームを観察すると Fig.2(a)のように 500Pa では D-PLA 法でプルームが混合・停滞層を形成し、さらに進展の向きが基板方向へと変化する。一方、2000Pa では対向衝撃波によって押し戻されることで分離し S-PLA 法よりも狭い空間に閉じ込められる。Fig.2(b)は雰囲気ガス圧 500Pa と 2000Pa での③領域の SEM 画像である。デブリの量はかなり減少し、500Pa では基板に対して垂直方向に成長する柱状の凝集構造を示した。それに対して、2000Pa では繊維状凝集構造であった。

500Pa では柱状構造であることからナノ粒子は空間で生成し基板上で凝集していると考えられる。この場合、空間中の混合プルーム内でナノ粒子が形成されるため、混晶ナノ結晶が生成されている可能性がある。

2000Pa では繊維状構造であることからナノ粒子は空間中で生成し凝集していると考えられる。この雰囲気ガス圧力中では、Si と Ge プルームは混合せずに分離しているため、Si と Ge のナノ粒子が独立に生成し、その後凝集した異種結合ナノ粒子が形成されている可能性がある。

対向衝撃波の効果を雰囲気ガス圧で変化させることで、プルームが混合後に凝集、もしくはプルームを空間内に閉じ込め、独立して凝集させることを可能とした。またマスクを用いることで、デブリの少ない複合ナノ結晶を堆積させることを可能とした。

Fig.1

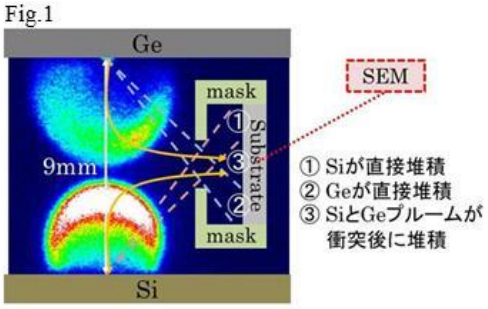

Fig.1 Schematic diagram of mask

Fig.2

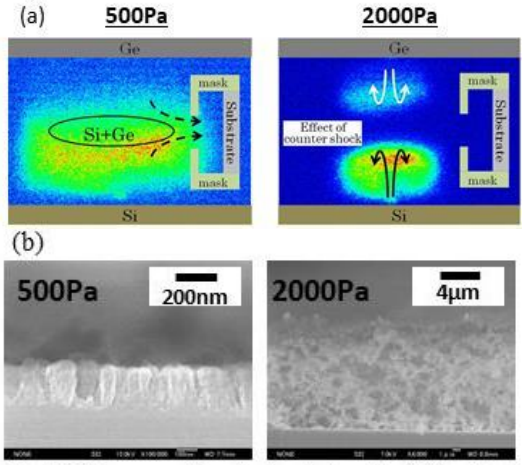

Fig.2(a) Image of emission intensity(After 2μs)
(b) Cross-sectional SEM images

参考文献
[1] K. Katayama, Applied Physics A **124**, 1 (2018)