

衝突するパルスレーザー誘起プルームの混合過程 に対する雰囲気ガス種の効果

Effect of background gas on the mixture of colliding pulsed-laser induced plumes

甲南大理工¹, 奈良高専², 阿南高専³

○(M1)岡田 蓮¹, 片山 慶太¹, 肥後 輝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 College², NIT. Anan College³

○Ren Okada¹, Keita Katayama¹, Akira Higo¹, Hiroshi Fukuoka², Takehito Yoshida³,
Tamao Aoki¹ and Ikurou Umezu¹

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

我々はこれまでに二つのレーザーで対向に設置した二つのターゲットを照射し、He ガス中でプルームを衝突させるダブルパルスレーザーアブレーション(D-PLA)過程で、対向衝撃波によりプルームの進展が後退することを報告してきた。今回は He よりも質量数の大きい Ar を雰囲気ガスに用い雰囲気ガス種の衝突への影響を調べた。雰囲気ガス種を変化させると同じガス圧力下では密度の違いによって進展は異なる。ポイントブラスト波モデルによればプルームの進展 $R(t)$ は $R(t) \propto (E/\rho)^{1/5} t^{2/5}$ で記述される。Ar の質量数は He の約 10 倍であることから、Ar のガス圧力を He の 1/10 に設定し、両者の密度 ρ を同等にすることによってプルームの進展が同等となる条件でプルーム衝突の結果を比較した。その結果、Ar を雰囲気ガスに用いた場合の方が対向衝撃波の影響を受けづらいと言う結果を得た。He ガス中と比較して Ar ガス中ではポイントブラスト波モデルが適用できる時間帯が長く、対向衝撃波がプルームと衝突する時間でのプルームの進展速度は Ar の時の方が早かった。このことから、対向衝撃波がプルームと衝突する時間でのプルームの進展速度に着目し、雰囲気ガスの影響を議論した。

今回はレーザーフルエンスを大きくし、He、Ar 共にポイントブラスト波モデルが適用できる時間帯に対向衝撃波と衝突する条件で測定を行った。He1000Pa と Ar100Pa での D-PLA における各プルームの先端(CF)と衝撃波面(SF)の位置を Fig.1(a), (b)に示す。縦軸は Si ターゲットの位置を 0 とした距離で Ge ターゲットは 9mm の位置にある。横軸はレーザー照射後の経過時間である。Fig.1 から対向衝撃波との衝突時のプルームの速度はほぼ同じであるにもかかわらず、Ar がバックグラウンドガスである方が衝突の影響が少ないことが分かる。さらに、Ar を用いた場合の方が He を用いるよりもプルーム同士混じり合うことが分かる。この結果は対向衝撃波がプルームと衝突する時間でのプルームの進展速度はさほど重要では無いことを示す。そこで同じ雰囲気ガス密度のときの He と Ar での対向衝撃波波面直後の平均自由行程の違いの影響を考える。対向衝撃波波面直後の平均自由行程を見積もり、特性長を 1mm としたとき、衝突時の対向衝撃波波面直後のクヌーセン数は He では 0.006 であるのに対して、Ar では 0.017 となる。両者とも連続体近似の目安と言われている 0.01 より十分に小さいとはいえず、Ar ガス中の方が分子流的挙動が強いと考えられる。このため Ar が雰囲気ガスの時の方が対向衝撃波の影響が少なく、混合度合いが大きいと考えられる。

この結果は雰囲気ガス種を変化させることでプルームの進展を変化させずにプルームの衝突を制御することができることを示し、複合ナノ粒子の構造制御に有益な情報と考えられる。

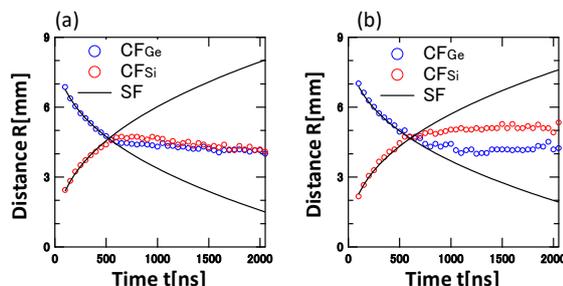


Fig.1 The red and blue circles are positions of the plume edge of Si and Ge plumes, respectively. The black lines are positions of shock fronts.