

パルスレーザアブレーション中の 2 つのプラズマに衝撃波が与える影響

Effects of Shock Wave on Colliding Two Plumes during Pulsed Laser Ablation

奈良高専¹, 甲南大理工² ○萩原 宏規¹, 浜岡 克佳², 香下 将希², 福岡 寛¹, 梅津 郁朗²Nara National College of Technology¹, Dept. of Phys. Konan Univ.²○Hiroki Hagihara¹, Katsuyoshi Hamaoka², Masaki Kashita², Hiroshi Fukuoka¹, Ikurou Umezu²

E-mail: a0733@stdmail.nara-k.ac.jp

【緒言】 ダブルパルスレーザアブレーション (DPLA) 法は 2 台のレーザを用いて, ナノ結晶の成長過程で 2 種類の異なるプラズマを衝突させて複合ナノ結晶薄膜を生成する方法である. レーザアブレーション (LA) により発生する衝撃波には, 通過した際に圧力, 密度, 温度を急激に上昇させるという特性がある. この特性により, 衝撃波がプラズマを通過した際に急激な温度変化を生じさせ, 複合ナノ結晶の生成プロセスに影響を与えると考えられる. 本研究では, 衝撃波がプラズマに与える影響を調べるために, LA により放出されたプラズマを非定常超音速噴流に置き換え, 数値計算により解析をおこなった.

【計算条件】 本計算では汎用熱流体解析ソフトウェア ANSYS Fluent を用いて, 二次元軸対称圧縮性オイラー方程式を解いた. 図 1 に DPLA 法の計算モデル, 初期条件および境界条件を示す. Si および Ge 噴流は $x/D=0.0$ および 9.0 にある噴射口から瞬間的に噴射する. LA により発生したプラズマを噴流に置き換えるために, 噴流を 50 ns 噴射した後停止させる. これはパルスレーザ照射後にプラズマの発生が止まることに対応している. Si 噴流が噴出してから Ge 噴流を遅らせて噴出させる時間 t_d をパラメータとし, $t_d=0\sim1000$ ns で計算をおこなった.

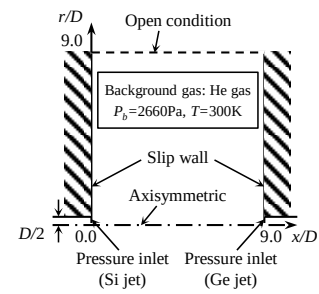


図 1 DPLA 法の計算モデル

【結果および考察】 図 2 に噴流の最大温度と Ge 噴流の噴出タイミングとの関係を示す. この図より, 噴流の温度は Ge 噴流の噴出タイミング $t_d=750$ ns においてピークになることがわかる. この Ge 噴流の噴出タイミングでは, LA により発生した衝撃波が噴射直後の高温の噴流を通過したため, 温度の値はピークになったと考えられる. 図 3 に高温領域の持続時間と Ge 噴流の噴出タイミングとの関係を示す. 高温領域の閾値は 200000 K とした. この図より Ge 噴流の噴出タイミング $t_d=300\sim500$ ns において高温領域の持続時間が短くなり, 750 ns 付近でもっとも長くなることがわかる. これは LA により発生した衝撃波による温度上昇および噴流内部に発生した衝撃波による温度上昇のタイミングが異なることに起因すると考えられる. 図 2 および図 3 より, 衝撃波がプラズマの温度に大きな影響を与えるのは Ge ジェット噴出タイミング $t_d=750$ ns であることがわかる.

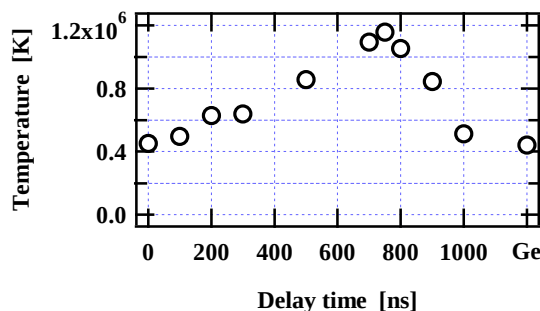


図 2 噴流の噴出遅延時間と最高温度の関係

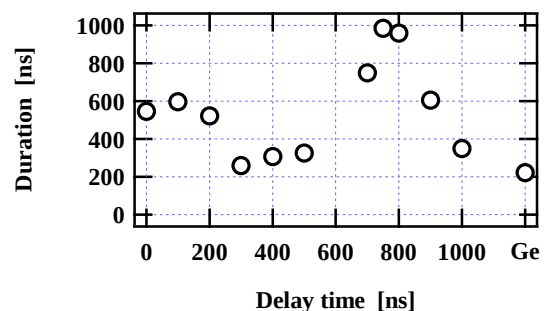


図 3 噴流の噴出遅延時間と高温領域持続時間の関係