

3P16

レーザー生成高エネルギー密度プラズマ実験用 極低密度ターゲットの連続供給に関わる材料開発

Low density target materials for high repetition laser induced high density plasma generation experiments

長谷川香織, 野村壮真, Christopher SA Musgrave, 長井圭治
Kaori Hasegawa, Soma Nomura, Christopher SA Musgrave, and Keiji Nagai

東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所
Division of Photoenergy Conversion Materials, Laboratory for Chemistry and Life Science,
Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology

はじめに

高強度レーザーの応用としてレーザープラズマタイプの量子線発生が研究され、特に極端紫外線光源では半導体リソグラフィへの実用機に近い段階にまで進んでいる。こうした実用化への大きな課題は、レーザープラズマ物理の解明だけでなく、長時間にわたってレーザーの高繰り返しに対応したターゲットの連続供給を行うことである。またさらに、連続供給を行った場合には、従来の単一ショット用ターゲットを1) 大量に製造するだけではなく、2) 発生するレーザープルームやプラズマ化しないデブリが排気可能なレベルの少量にする必要があり、3) 上記の条件を満たしながら短時間でレーザー焦点に輸送することも求められる。4) さらに現実的なコストで全てを行う必要があり、概ねレーザーの価格の10%程度でなくてはいけない。こうした多くの条件を様々なターゲットに対して最適化させるのはレーザープラズマ量子線源の実用化の上で、大きな障害となるため、どの材料にも応用可能な方法が望まれる。

実験および結果

以上の1) から4) の条件を考え、高分子電解質と呼ばれるイオン性の高分子群を基材としてとりあげた。Figure 1に示した、PSSはアニ

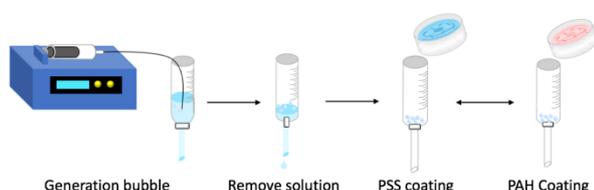


Fig. 1 Synthetic procedure of bubble targets

オン性の高分子である poly(styrene sulfonic acid) であり、PAA はカチオン性の高分子の poly(allylamine hydrochloric acid) である。機械制御されたシリンジから 1mL/min の等流速で空気を高粘性の水溶液に発射させることにより、単分散サイズの気泡が得られた。水溶液を下に流出させたのちに PSS 溶液を上部より注ぎ気泡表面を PSS とする。続いて、PSS 溶液を下に流出させた後 PAA 溶液を上部より加え PAA を被覆させる。この PSS-PAA サイクルを3回繰り返した。得られたバブルは真空中においても崩壊しない安定性が得られた。サイズは第一段階のシリンジからの空気の流速を変えることにより制御可能であり、20 μ m から 2mm 程度の範囲を確認した。

重元素の導入は PSS-PAA サイクルの間にも可能である。例として SnO₂ ナノ粒子を挿入した。これを乾燥することにより、基材高分子、スズ合わせて

10 nm 程度の薄膜バブルとなった。またこのバブルターゲットに Nd-YAG 基本波、 8.4×10^{10} W/cm², 1ns を照射して得られた発光を Fig. 2 に示す。

また、このバブルターゲットはキャピラリー内においてその内部を輸送することも可能である。当日は輸送速度や、キャピラリーからの発射についても述べる。

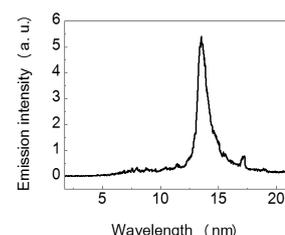


Fig 2 Emission spectrum from a PSS-PAA-SnO₂ bubble