

EUV光源ターゲットのプリパルスレーザー照射による分散過程のモデル化 Modeling of fragmentation of laser-irradiated target for the EUV source

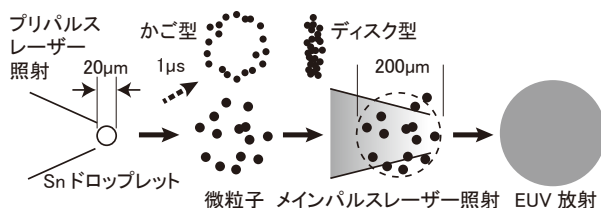
佐々木 明
Akira Sasaki

量研機構、関西光科学研究所
KPSI, QST

1. はじめに

現在、次世代半導体リソグラフィ技術への応用のためレーザープラズマEUV光源の研究開発が進められており、高効率を得るために（図1）のようにプリパルスレーザーでスズドロップレットターゲットを微粒子に破碎することが重要と考えられている¹。本研究では、レーザーによるターゲットのアブレーションによる微粒子発生と、それを含むEUV光源の最適化に用いることができるシミュレーションコードの研究開発を行っている。

プリパルスレーザー照射によって生成する微粒子は、Warm Dense Matterの一つの状態として、流体力学的な圧縮性、電気伝導性およびレーザーの吸収率において特異な性質を持つと予想され、シミュレーションによってその特性を明らかにすることは重要と考えられる。



（図1）EUV光源の励起の概念図

2. モデル

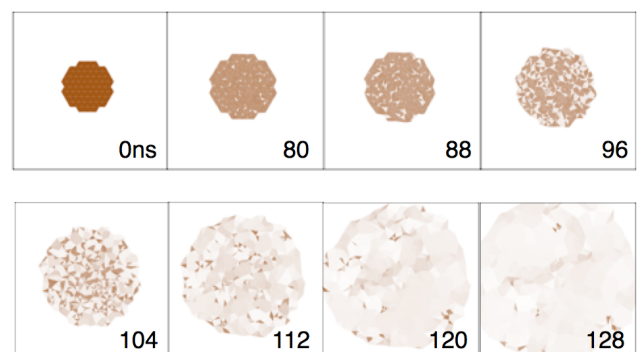
レーザーで加熱されたターゲット物質は、溶融、蒸発の相転移過程を経てプラズマ化し、その際に粒子生成が起こると考えられる。本研究では、2次元ラグランジュ流体シミュレーションコードに、メッシュの動的再配置を導入し、液相中の気泡、気相中の粒子のダイナミクスを計算することができるモデルを構築した。さらに、生成される粒子などの物質の構造がスケールフリー性を持ち、任意の分解能での解析が可能であることと、ターゲット物質の各場所では熱平衡状態が成りたつことを仮定し、各場所にあるセルの集合について、ファンデルワールス状

態方程式を用い、その温度、密度に対し正しい気液の分布を与えるという考え方で相転移を表現するコードの実装を行った。このモデルでは、相転移の前後での内部エネルギーの保存を考慮することで潜熱を扱うことができるとともに、セルが具体的に気泡や粒子に対応するために表面張力の効果や、核生成条件を直接考慮できる。

3. 結果と考察

（図2）に一樣に加熱されたスズ円柱のテスト計算の結果を示す。加熱が進み、温度が沸点を超えると内部に気泡が生成し、それが成長し、ターゲットが粒子に分解することを示す。気相が支配的になることによって、それまで静止していたターゲットが急激に膨張し始める臨界的な特性を示す。

今後レーザープラズマの電子熱伝導、輻射輸送、レーザー光の吸収過程を導入し、EUV光源の特性の評価に応用したいと考えている。



（図2）加熱されたスズ円柱の膨張のテスト計算で得られた密度分布の時間発展。

参考文献

- 1) A. Endo, proceedings of the 2012 EUV source workshop, <http://www.euvlitho.com/>
謝辞：本研究は科研費 no. 26610195 の支援を得て行われた。