希ガスを用いた誘導性プラズマ中の水滴蒸発の計算

Computation of Water Droplet Evaporation in Inductively-Coupled Rare-Gas Plasma

○森山 誠、中村圭二、小川大輔（中部大）
°Makoto Moriyama, Keiji Nakamura, Daisuke Ogawa (Chubu University)
E-mail: ee12084-9309@sti.chubu.ac.jp

1. はじめに

現在の材料プロセスでは、低温で材料加工できる点や、異方的かつ均一なデポジションやエッチングを達成できる点で、高周波のプラズマを用いる。このとき、材料加工のための母材となるプリカーサには、常温で気体である物質が通常用いられる。これは、気体がプラズマ状態になるための一番近い物質状態であるからで、液体や固体をプリカーサとして使用するためには、期待する化学反応だけでなく、プリカーサ自体の物質の状態変化が要求されるため、これまで敬遠されてきた。

我々の知見によると、この状態変化を含めたプラズマの研究があまりなされておらず、この複雑なプラズマ現象を理解するため、これまで水滴が存在する低温プラズマを、汎用物理シミュレーションソフト COMSOL®を用いて解析してきた。一例として、アルゴンガスを用いた水滴の蒸発をシミュレーションによる解析を、実際に使用されるような反応容器を用いて行ってきた。（ただし、このプログラムでは、まず水滴の蒸発に対するプラズマの効果を理解するため、より複雑な粒子である水分子の反応を除いてある。）この計算結果より、発生させたプラズマの密度は、プラズマ生成に要する電流に応じて大きくなるため、その電流が大きくなるにつれて、水滴の蒸発時間が小さくなることがわかった。

2. 計算条件とその結果

今回の解析では、水滴の直径は 50 μm で、容積 3 L の反応容器に希ガスを 13 Pa 程度になるように満たし、中心にこの水滴を入れて誘導性プラズマに曝して蒸発する様子を解析する。[1] Fig. 1 は今回の計算結果の一部で、コイルに流す電流を変化させていった場合の水滴蒸発に要する時間の変化を表している。（ただしこの計算には水由来の派生粒子は反応に含まれていない。）　今回の計算より、ヘリウムを用いた場合、プラズマを発生する前とした後との蒸発時間が急激に変化することがわかった。本発表では、この計算に関してさらにわかったことを詳しく説明する。

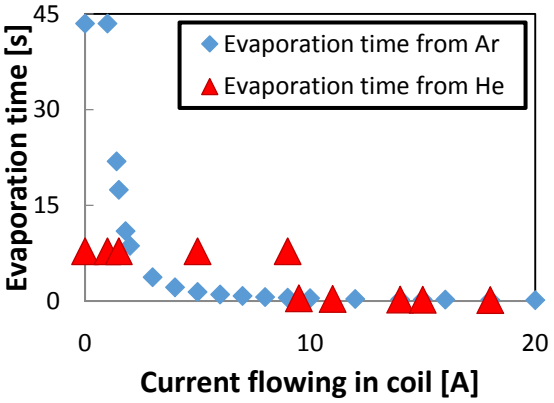

Fig. 1 Comparison of plasma effects in terms of evaporation time of water droplet as a function of the current flowing in a coil.

参考文献

1. Ogawa et. al., *J. Vac. Sci. Technol. A* **27** (2009) 342–351

© 2015年 応用物理学会