

アフターアークプラズマ型酸素負イオン照射装置における 時間分解プローブ測定

Time-resolved probe measurement of after-arc plasma type apparatus for
the irradiation of electronegative oxygen ions with dc arc discharge

○北見尚久^{1,2}, 野本淳一², 酒見俊之¹, 牧野久雄^{2,3}, 青木康¹, 山本哲也²

(1. 住友重機械, 2. 高知工科大総研, 3. 高知工科大システム工)

○H. Kitami^{1,2}, J. Nomoto², T. Sakemi¹, H. Makino^{2,3}, Y. Aoki¹, T. Yamamoto²

(1. Sumitomo Heavy Industries, Ltd., 2. Research Inst., Kochi Univ. Tech., 3. Kochi Univ. Tech.)

E-mail: hisashi.kitami@shi-g.com

【はじめに】酸化膜の点欠陥および吸着子の制御を目的とした成膜後に酸素負イオン (O^-) の照射を可能とするアフターアークプラズマ型酸素負イオン照射装置の研究開発を行っている^[1]. Reactive Plasma Deposition (RPD) 法における直流アークプラズマを間欠制御することで O^- を生成し, 当該制御に同期して薄膜表面にバイアスを印加し, O^- を照射する. 本講演では, 時間分解プローブ測定によるプラズマ生成・消滅時のプラズマ特性および O^- 照射量について報告する.

【実験方法】RPD 法における圧力勾配型プラズマガン^[2] を運転した状態で G2 中間電極とアノードを間欠的に短絡することで, アフターアークプラズマを制御した. プラズマ間欠周期は 60 Hz, Duty 比は 50 % とした. プラズマ解析には, 基板高さにおいて, 質量・エネルギー分析器 EQP300 (Hiden Analytical Ltd.) とラングミュア・プローブを用いた. プラズマ電位解析として, プローブの微分測定にロックインアンプ LI5660 (エヌエフ回路) を用いた. 各時間分解能では EQP300 を 520 μ s, プローブを 10 μ s と設定した.

【実験結果および考察】図 1 はアフターアークプラズマの経時変化特性を示す. プラズマ OFF 時において, プラズマ電位 (V_s) と電子温度 (T_e) が急激に増加しており, T_e は約 0.65 eV から 1.23 eV と約 2 倍となった. チャンバー内プラズマビーム中の T_e は定常放電では, 約 4 eV であることから, 瞬間的に約 8 eV まで増加したと考えられる. その後, プラズマ消失に伴い, T_e は急激に減少した. プラズマ OFF 時の瞬間的な高温電子 (e^-_{high} : 4 ~ 8 eV) に因り, 酸素分子 (O_2) が励起され ($O_2(^3\Sigma_g^-) + e^-_{high} \rightarrow O_2(^1\Delta_g) + e^-$), 続いて低温電子 (e^-_{low} : < 2 eV) の付着が $O_2(^1\Delta_g)$ の解離を誘導し, O^- が生成されたと考えた ($O_2(^1\Delta_g) + e^-_{low} \rightarrow O^- + O$). アフターアークプラズマ特有の O^- 生成機構は, T_e の経時変化に伴う上記高温・低温電子と O_2 種との一連の化学反応に因ることが明らかになった. 加えてプローブと EQP300 の測定を組み合わせることで, O^- の定量測定が可能となった. 本講演では, O^- 照射がもたらす多結晶 Ga 添加 ZnO 膜の特性変化についても報告する.

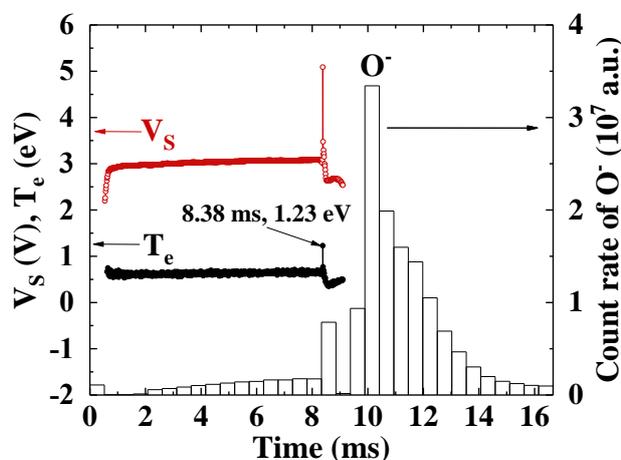


図 1 基板高さにおけるプラズマ電位 (V_s), 電子温度 (T_e) および酸素負イオン量 (O^-) の経時変化特性

[1] 北見 他, 第 73 回応用物理学会秋期学術講演会, 15a-A22-3 (2016).

[2] J. Uramoto, J. Vac. Soc. Jpn. 25, 660 (1982).