アフターアークプラズマ型酸素負イオン照射装置の開発

Development of after-arc plasma type apparatus for irradiation of electronegative oxygen atoms with dc arc discharge

○北見尚久 [1,2]，酒見俊之 [1]，野本淳一 [2]，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], T. Sakemi[1], J. Nomoto[2], H. Makino[2,3], Y. Aoki[1], T. Yamamoto[2]
(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】酸素負イオンは，多様な酸素種において高い酸化能力を有しており，低温酸化プロセスとして期待されている[1]．われわれは，酸化物半導体の成膜後に表面付近における点欠陥制御および吸着子の制御を目的とした，アフターアークプラズマ[2] 型酸素負イオン照射装置の研究開発を行っている．Reactive Plasma Deposition (RPD) 法における成膜室内の直流アークプラズマを間欠制御し，アフターアークプラズマを制御することにより，酸素負イオン (O^-) を生成し，その間欠制御に同期して酸化物半導体表面にバイアスを印加し O^- を照射する．本講演では，アフターアークプラズマ型酸素負イオン照射装置の概要とアフターアークプラズマ環境下の酸素種の経時変化の測定結果について報告する．

【実験方法】RPD 法における圧力勾配型プラズマガン[3] 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．成膜室に流すアルゴンガス流量は 90 sccm，酸素ガス流量は 10 sccm とし，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.) を用いた．

【実験結果および考察】本研究のキーポイントは，アフターアークプラズマ制御時に O^- が支配的な時間帯があり， O^- を優先的に照射できることにある．**図 1** にアフターアークプラズマの経時変化特性を示す．Ar^+ は 1.8 eV，O^+ は 8.0 eV，O^- は -2.4 eV とそれぞれのエネルギーピーク値の経時変化をプロットした．プラズマ OFF 制御後，約 1 ms で Ar^+ や O^+ は減衰し，約 2 ms で O^- がピークとなり，その後緩やかに減衰していく．プラズマ ON 時に導入した酸素ガスが解離し ($e^- + O_2 \rightarrow 2O + e^-$)，プラズマ OFF 時の電子温度の減少に伴い O への電子付着で O^- が生成したと考えられる ($O + e^- \rightarrow O^-$)．O^- ピーク以降に電子は殆んど存在しないと考えられ，基板に正のバイアスを印加することにより O^- のみを照射できる．当日は本講演の後に，多結晶 Ga 添加 ZnO 膜への O^- 照射効果について報告する予定である．

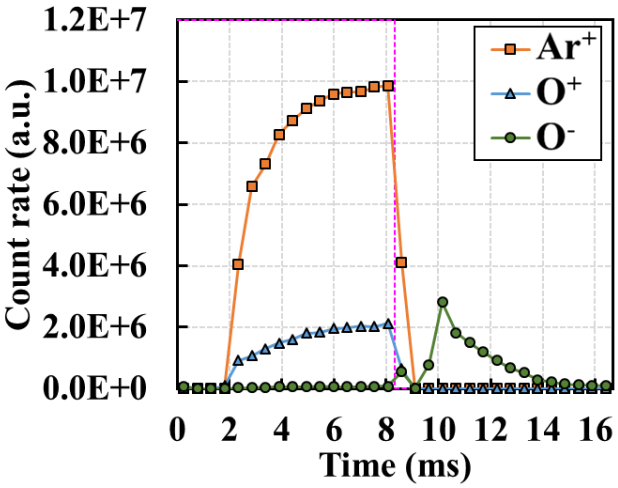

図 1 アフターアークプラズマにおける各粒子の経時変化特性．破線は間欠制御信号を示す．

[1] T. Fujii et al. Jpn. J. Appl. Phys. **38**, L1466 (1999).
[2] 山本哲也 他，第 **63** 回応用物理学会学術講演会, 20a-S222-2 (2016).
[3] J. Uramoto, J. Vac. Soc. Jpn. **25**, 660 (1982).

© 2016年 応用物理学会