

電子線照射中における TEM 内 Ar 雰囲気が発生するイオン環境

Ion environment appeared in Ar atmosphere inside TEM during EB irradiation

名大工¹, 名大未来材料² ○徳永 智春¹, 山本悠太², 樋口公孝²

河上 匠¹, 久野孝平¹, 山本剛久¹

¹Nagoya Univ. Eng., ²Nagoya Univ. IMaSS, °Tomoharu Tokunaga¹, Yuta Yamamoto², Kimitaka

Higuchi², Takumi Kawakami¹, Kohei Kuno¹, Takahisa Yamamoto¹

E-mail: tokunaga.tomoharu@material.nagoya-u.ac.jp

＜背景目的＞ TEM 内にガスを導入し、ガスと試料の反応過程をリアルタイムで観察することを可能とする、ガス環境 TEM その場観察が実施されている。しかし、TEM 観察では試料に向けて電子線を照射するため、ガスと照射された電子線の相互作用により、ガスのイオン化や運動量移行の発生が危惧される。これまで、そのガス雰囲気がどのような状態になっているかを調査した研究は存在せず、今後ガス環境その場 TEM 観察から得られた結果を議論する上で明らかにする必要がある。そこで、電子線照射中におけるガス環境がどのような環境に変貌しているかを明らかにし、それが材料に対して引き起こす影響を調査診断した。

＜実験方法＞ ガス環境 TEM (JEM-1000K RS) 内に Ta 製の平板単孔プローブを取り付けた電極ホルダーを挿入し、電流計と直流安定化電源を接続した。TEM 内を Ar 雰囲気に調整し、その後、電子線を照射し、電子線照射領域に発生する低エネルギーの電子を電流として計測した。Ar 分圧は 3-3000Pa の条件を設定し、それぞれの条件下において 0~35V の電圧をプローブに印加することで電流電圧特性を取得した。

＜結果と考察＞ 電流電圧特性を図 1 に示す。電圧値の上昇と共に電流値が増大することが分かる。片対数グラフに変換し、電子温度 T_e を算出した結果、3.12~8.19 eV となった。その値から電子密度 n_e を計算で求めると、およそ 10^8m^{-3} となった。このことから、プローブ近傍は電子線照射による Ar の電離によって圧力値に応じて幅広い電子温度を有するイオン環境に変貌していることが判明した。また、その電子密度は一般的に使用されているプロセスプラズマ中に形成されるイオン環境の値に近く、電子線により発生したイオンを材料に作用させることで、イオンと材料の反応過程を原子レベルで観察することが可能と考えられた。

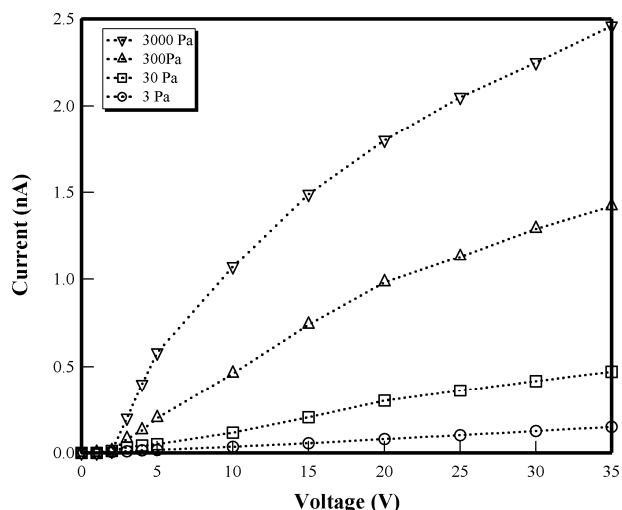


Fig. 1 Current-voltage characteristics under various pressure of Ar