

## ガス ETEM 中に発生するイオン空間 ～その利用と展望～

名古屋大学工学研究科 徳永智春 山本剛久  
 名古屋大学未来材料システム研究所 山本悠太 樋口公孝

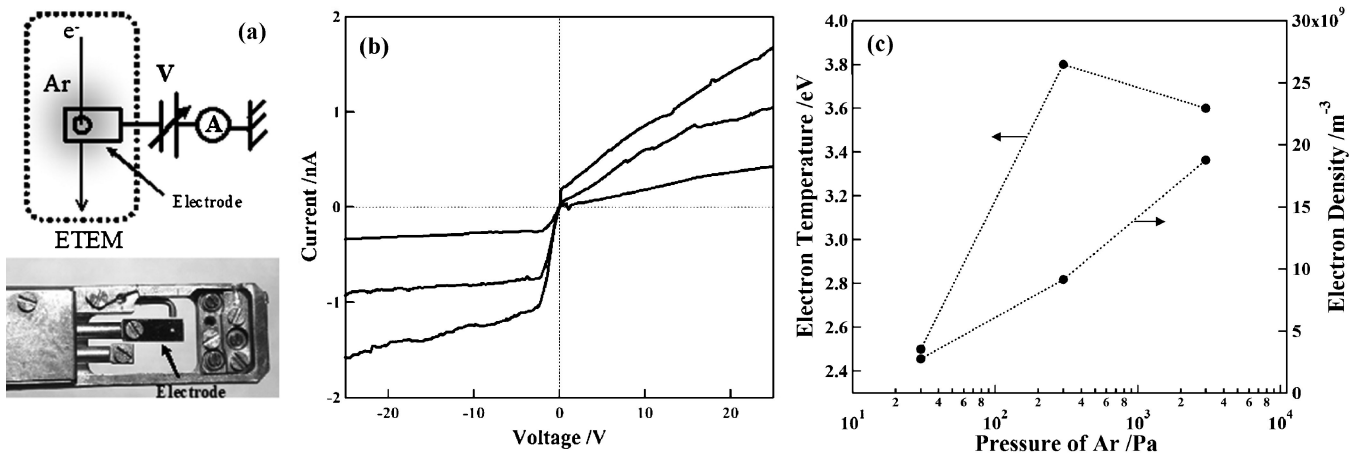


Fig. 1 (a) 上: ETEM 内電流測定概要図, 下: 測定ホルダーに取り付けられた電極, (b) 電流測定結果. 負のバイアスを印可することで電流が検出され, 陽イオンが発生していることを示している. 正のバイアス領域ではイオン化に伴い発生した電子による電流を示す, (c) イオン化に伴い発生した電子の電子温度と密度.

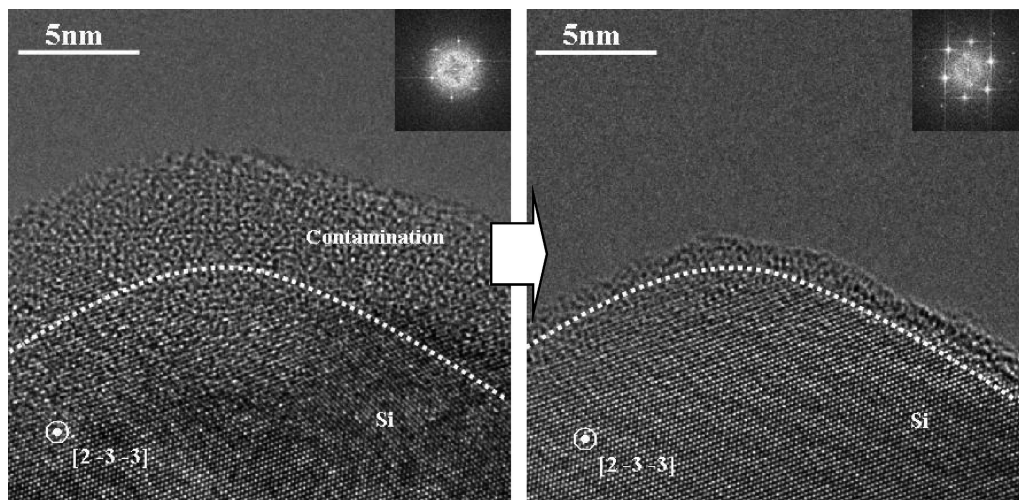


Fig. 2 コンタミが堆積した Si を Ar 雰囲気中で観察することにより, コンタミが除去された. 白破線から下のシリコンの領域から得られた FFT パターンが鮮明になっていることから, 像質の改善が見とれる.

ガス ETEM (Environmental Transmission Electron Microscopy: 環境型透過電子顕微鏡) では材料を観察するために高エネルギーの電子線を材料に照射する必要がある. その電子線は気相中の分子にも同時に照射されており, 電子線照射により, 気体分子がイオン化されることが予想され, イオンは高いポテンシャルエネルギーを有することから, 気体分子よりも優先的に材料と反応することが懸念される. ETEM 内部を Ar 雰囲気に調整し電子線照射中のガス環境 TEM 内のガス空間に発生するイオン環境をプローブ法 (Fig. 1(a)) を用いて I-V 測定した結果, ETEM 内部には Ar<sup>+</sup> イオンが発生していることが判明した (Fig. 1(b)). また, Ar<sup>+</sup> はおよそ 3.5 eV のエネルギーを有することが判

明し, そのイオン密度は, およそ 10<sup>10</sup> m<sup>-3</sup> であることが明らかになった (Fig. 1(c)). このイオン空間を材料に作用させることにより, 像質の低下を招くカーボンを主成分とするコンタミネーションのリアルタイムクリーニングが可能となり, 像質を維持することが可能となった (Fig. 2). 電子線が照射されたガス環境はイオン化し, エネルギーを有するイオン環境が発生することが明らかになったが, ガス ETEM 観察をする場合, 発生するイオンが材料に与える影響を排除する必要があると共に, 発生するイオンを有効に活用し, イオン環境における材料の反応過程を明らかにすることが将来的に可能となる.

(2018年 8月 6日受理) [doi:10.2320/materia.57.614]

Ion Environmental Appeared Inside Gas Environmental TEM; That Application and Foresight; Tomoharu Tokunaga, Takahisa Yamamoto, Yuta Yamamoto and Kimitaka Higuchi

Keywords: gas ETEM, electron impact, ionization, JEM-1000K RS