

電子顕微鏡その場観察によるイオン照射下での格子間原子集合体の一次元運動

One-dimensional migration of self-interstitial atom clusters under ion irradiation by in situ observation using transmission electron microscopy

阿部 陽介¹⁾ 大久保 成彰¹⁾ 佐藤 裕樹²⁾

Yosuke ABE

Nariaki OKUBO

Yuhki SATOH

¹⁾原子力機構 原子力基礎工学研究センター ²⁾広島工業大学 知能機械工学科

(概要)

カスケード損傷下での格子間原子集合体の一次元(1D)運動機構を明らかにすることを目的として、TIARA照射施設における400kVイオン注入装置を備えた電子顕微鏡を用いたその場観察実験を行った。その結果、格子間原子集合体の1D運動頻度が照射イオンビーム強度に概ね比例することが分かった。このことは、電子照射下と同様に、カスケード損傷を生じるイオン照射下でも、格子間原子集合体の1D運動は照射による弾き出しが引き金となって生じることを示唆している。

キーワード： 電子顕微鏡その場観察、格子間原子集合体、カスケード損傷

1. 目的

原子炉構造材料では、中性子照射による連鎖的な弾き出し(カスケード損傷)で形成される格子間原子集合体の一次元(1D)運動により、照射脆化の要因となるミクロ組織変化が影響を受けることが知られている。しかしながら、カスケード損傷下での格子間原子集合体の1D運動メカニズムは未解明である。我々は、超高圧電子顕微鏡を用いたその場観察実験により、カスケード損傷を生じない電子照射下では、試料内の残留不純物が1D運動の阻害に寄与することを明らかにした[1, 2]。本研究では、イオン照射下での電子顕微鏡その場観察実験により、カスケード損傷下での格子間原子集合体の1D運動機構を明らかにすることを目的とした。

2. 実施方法

実機環境の模擬のために必要なカスケード損傷の影響を調べるため、TIARA照射施設における400kVイオン注入装置を備えた電子顕微鏡を用いて、原子炉圧力容器鋼のベース金属である純鉄に対する自己イオン照射下でのその場観察実験を行い、形成される格子間原子集合体の1D運動挙動を高感度カメラにより動画撮影した。様々な照射ビーム強度に対する格子間原子集合体の1D運動頻度について調査した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

格子間原子集合体の1D運動頻度は照射イオンビーム強度に概ね比例することが分かった。この結果は、「観察可能な格子間原子集合体は不純物等にトラップされて静止状態にあり、照射による不純物等の弾き出しが原因で1D運動が起こる」という電子照射下で明らかにした1D運動機構が、カスケード損傷を生じるイオン照射下でも成立することを示唆している。次年度は、1D運動の距離分布について解析を行うことにより、カスケード損傷下での格子間原子集合体の1D運動機構に関する知識を深化する。

4. 引用(参照)文献等

- [1] Y. Satoh, H. Matsui, T. Hamaoka., Phys. Rev. B 77 (2008) 094135.
- [2] Y. Satoh, Y. Abe et al., Philos. Mag. 96 (2016) 2219–2242.