19p-PA2-2

パルスレーザー・電子ビーム照射による格子欠陥の振る舞い

The Behaviors of Lattice Defects under Nano Second Pulsed Laser and/or Electron Irradiation

[1]北大院工学院，[2]北京科技大学，[3]北大院工学研究院

○神野　歩[1]，ヤン　チャンビン[2,3]，中島　啓介[1]，渡辺　精一[3]，柴山　環樹[3]，

谷津　茂男[3]，　大久保　賢二[3]

Grad. Sch. of Eng., Hokkaido Univ.[1], Univ. of Sci. and Tech. Beijing.[2], Fac. of Eng., Hokkaido Univ.[3],

○Ayumu Jinno[1], Zhanbing Yang[2], Keisuke Nakajima[1], Seiichi Watanabe[3], Tamaki Shibayama[3],

Shigeo Yatsu[3] and Kenji Ohkubo[3]

E-mail: ayumuj@gmail.com

1.　背景・目的

宇宙や原子炉内などの高エネルギーの放射線が照射される環境では、材料の内部微細組織に照射損傷が生じることが分かっており、材料の亀裂や破壊などを生じさせる原因となっている。これまで、超高圧電子顕微鏡を用いた電子ビーム照射その場観察により、格子欠陥の形成と成長に関して明らかにし、電子ビーム・イオン同時照射その場観察により核変換によるヘリウムと格子欠陥の相互作用について明らかにしてきた。最近、北大超高圧電子顕微鏡施設において、レーザー敷設型超高圧電子顕微鏡が開発され、これまでその手段がなかった空孔を主体とした格子欠陥の振る舞いについて検討することが可能になった[1-3]。そこで本研究では、パルスレーザー・電子ビーム同時及び逐次照射によりオーステナイト系鉄鋼材料やフェライト系鉄鋼材料の粒界における格子欠陥の振る舞いについて検討することを目的とした。

2.　実験方法

レーザー敷設型超高圧電子顕微鏡（H-1300:1 MeV, 2×10^{-3} dpa/s, Inlite Ⅱ 532:　パルス幅 5-6 ns, 波長 532 nm　繰り返し周波数　2 Hz, エネルギー 24 mJ/cm^2）を用いてパルスレーザー・電子ビーム同時照射を最大 60 分及び逐次照射をそれぞれ 10 分、30 分、60 分行った。その後、電界放出型透過電子顕微鏡（JEM2010F）を用いて粒界を挟んだ微細構造観察と EDS 濃度分析を行った。

3.　実験結果・考察

SUS316L 及び Ni 基合金にパルスレーザー・電子ビーム同時及び逐次照射を行ったところ、いずれの場合も粒界において Ni が濃化し、Cr が減少する照射誘起偏析が生じていることが明らかになった。

SUS316L に 723 K で 10 分間、レーザー・電子ビーム同時及び逐次照射後、FE-TEM によるボイド観察を行ったところ、両者にボイドの数密度の違いが見られた（Fig.1）。同時照射においては、レーザーによって生じる空孔と電子線照射によって生じるフレンケル欠陥が相互作用しながらボイドが形成し成長すると考えられる。一方、逐次照射においては最初にレーザーによって生じた空孔がボイドの核となり、電子線によってボイド形成が促進したと考えられる。ボイドスウェリング量等の考察については当日詳報する。

4.　参考文献

[1] Z.B. Yang, N. Sakaguchi, S. Watanabe, M. Kawai, Dislocation Loop Formation and Growth under In Situ Laser and/or Electron Irradiation, *Scientific Reports* **1**, 190 (2011).

[2] Z. B. Yang, S. Watanabe, T. Kato, The Irradiation Effect of a Simultaneous Laser and Electron Dual-beam on Void Formation, *Scientific Reports* **3**, 1201 (2013).

[3] S. Watanabe, S. Yatsu, K. Ohkubo, Development of Laser-HVEM and Its Application, *顕微鏡* **46**, 151-155 (2011).

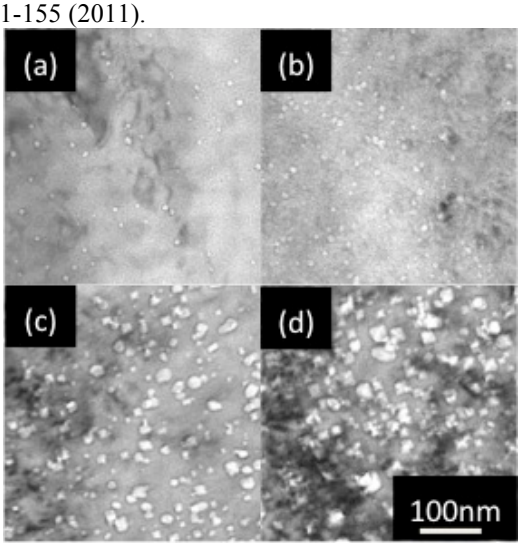

Fig.1 Void formation in SUS316L under the four different irradiation conditions. (a) Simultaneous laser and electron dual-beam irradiation at 723 K for 10 min. (b)-(d) Laser irradiation at 723 K for 10 min followed by electron irradiation at 723 K for (b) 10, (c) 30 and (d) 60 min.

© 2014 年　応用物理学会