(c)超高圧電顕・環境電顕を活用したその場観察

[001]多重すべり方位の銅単結晶に形成された疲労転位組織の 超高圧走査透過型電子顕微鏡による観察

東京工業大学物質理工学院

宮澤知孝

東京工業大学大学院理工学研究科(現:日本電子株式会社)

鍛冶田貴大 藤居俊之

東京工業大学物質理工学院

名古屋大学未来材料システム研究所

荒井重勇

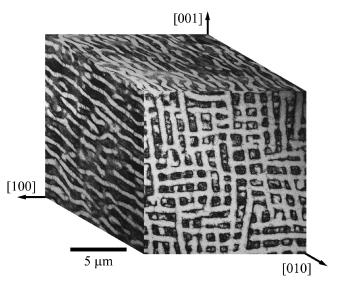
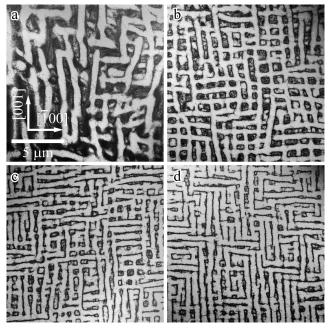


Fig. 1 $\gamma_{\rm pl} = 1.0 \times 10^{-3}$ にて繰り返し変形を行った[001]銅単結 晶試験片中に形成された vein-like 組織の超高圧走査透 過型電子顕微鏡像. 同一条件で疲労した複数の試験片 より、(100)、(010)および(001)面に平行に切り出した 3つの薄膜試料を作製し、面方位の異なる薄膜試料を れぞれから得られた観察像を再構成している. 応力軸 は[001]方向である.



転位組織の塑性ひずみ振幅依存性を示す超高圧走査透 過型電子顕微鏡写真. 塑性ひずみ振幅は(a) $\gamma_{pl}=3.5 imes$ 10^{-4} , (b) $\gamma_{\rm pl} = 1.0 \times 10^{-3}$, (c) $\gamma_{\rm pl} = 1.7 \times 10^{-3}$, および (d) $\gamma_{pl} = 3.5 \times 10^{-3}$ であり、いずれも(010)面を観察し ている. 写真倍率は(a)~(d)すべてで同一である.

面心立方晶における[001]方位は、主すべり系とともに臨 界すべり系など他のすべり系が同時に活動する多重すべり方 位である. [001]方位を応力軸とする銅単結晶に塑性ひずみ 振幅制御による繰り返し変形を行うと、labyrinth 組織を形 成することが知られている.しかし、[001]多重すべり方位 で形成される転位組織の塑性ひずみ振幅依存性は系統的に調 査されておらず, labyrinth 組織の前駆となる転位組織は未 解明であった. 著者らは、[001]多重すべり方位の銅単結晶 を用いて、種々の塑性ひずみ振幅にて室温で繰り返し変形を 行い、形成された転位組織を超高圧走査透過型電子顕微鏡観 察し、転位組織の塑性ひずみ振幅依存性を明らかにした(1).

各塑性ひずみ振幅で疲労した試験片より、(100)、(010)お よび(001)の異なる3面で切り出した薄膜試料を作製した. 組織観察結果を Fig. 1 に示す. 低塑性ひずみ振幅域 (γ_{pl} ≤

 1.0×10^{-3}) においては vein-like 組織が形成される. この組 織は[010]方向に伸長した角柱状の高転位密度領域が channel を挟んで周期配列した形態となっている. Fig. 2 に示す ように, 塑性ひずみ振幅の増加に伴い, 高転位密度領域の中 心部から転位の掃き出しが起こり、転位組織は(100)転位 wall と(001) 転位 wall から成る labyrinth 組織へと変化す る. 転位 wall の幾何学は、活動するすべり系の組み合わせ を考慮して説明できる(1).

文 献

(1) T. Fujii, T. Kajita, T. Miyazawa and S. Arai: Mater. Charact., **136**(2018), 206–211.

(2018年8月20日受理)[doi:10.2320/materia.57.612]

Observation of Fatigue Dislocation Structures Formed in [001] Multi-slip Oriented Copper Single Crystals by High-voltage Scanning Transmission Electron Microscopy; Tomotaka Miyazawa, Takahiro Kajita, Toshiyuki Fujii and Shigeo Arai

Keywords: copper, fatigue, dislocation structure, high-voltage scanning transmission electron microscopy

Specimen preparation: polished with SiC papers and twin-jet polisher (Struers tenupol-5)

STEM utilized: JEOL JEM-1000 K RS(1000 kV)