[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 東京工業大学物質理工学院 藤居俊之 名古屋大学未来材料システム研究所 荒井重勇



Fig. 1 γ_{pl} =1.0×10⁻³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そ 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.

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($\gamma_{pl} \leq$



 g. 2 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) y_{pl}=3.5× 10⁻⁴, (b) y_{pl}=1.0×10⁻³, (c) y_{pl}=1.7×10⁻³, および (d) y_{pl}=3.5×10⁻³ 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.

 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]

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 $\mathrm{RS}(1000\ \mathrm{kV})$

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