

β 型チタン合金の高温・低温二段時効法における析出 α 相の核生成サイト

元岡山理科大学工学部 助台 榮一

岡山理科大学学生(現:成瀬製材所) 成瀬 光樹 岡山理科大学学生(現:相浦機械) 橋口 達朗

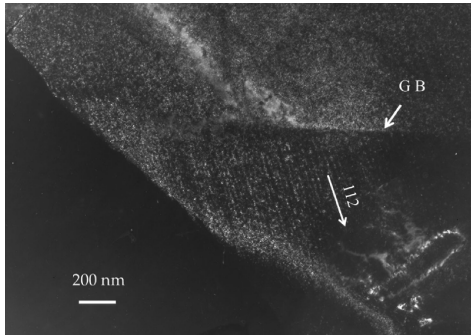


Fig. 1 一段目時効試料の析出 α 相斑点による暗視野像. 針状 α 相が結晶粒界(GB)から母相 $\langle 112 \rangle$ 方向に成長.

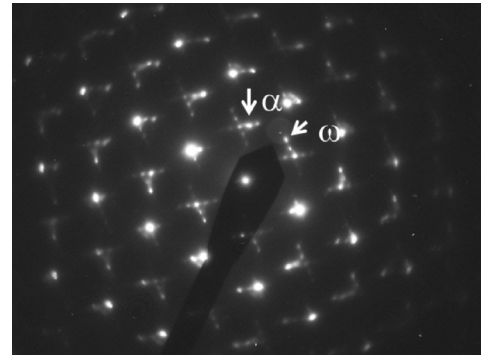


Fig. 2 二段目時効試料の電子回折図形. 入射電子線は母相 $\langle 110 \rangle$ 方向に平行. α 相と ω 相の斑点が認められる.

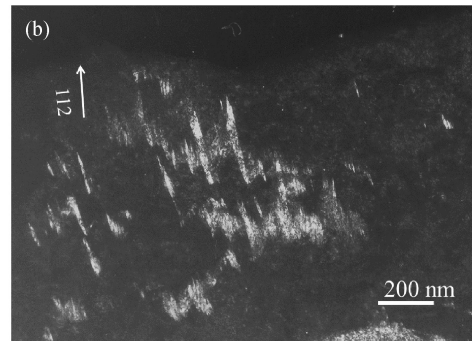
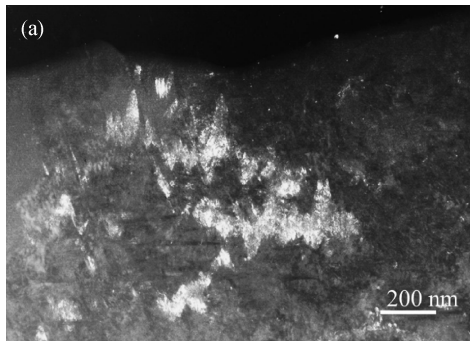


Fig. 3 (a)二段目時効試料の析出 ω 相の斑点による暗視野像. α 相粒子が析出 ω 相と重なっている. (b)二段目時効試料の α 相と ω 相の両斑点による暗視野像. 析出 α 相粒子が析出 ω 相と重なっている.

β 型 Ti 合金(bcc)は Ti の諸特性に加えて, 高い加工性と優れた時効性を有する. より高強靱化を達成するために多数の研究がなされており, 一方法として, 二段時効法がある⁽¹⁾⁽²⁾. いずれの方法においても, その基本は, α 相粒子の析出制御である. そのためには, α 相の核生成サイトの解明が必要と考えられる. 本報告では, Ti-15-3 合金を高温時効(873 K, 11 ks)後に, 低温時効(673 K, 90 ks)を施す二段時効による α 相の核生成サイトについて, 透過電顕暗視野像法と電子回折法により調べた結果を述べる. 観察用薄膜試料は, 電解研磨法により作製した. Fig. 1 は, 高温時効後の析出 α 相の回折斑点による暗視野像である. 結晶粒界(GB)から直接針状 α 相が母相の $\langle 112 \rangle$ 方向に析出していること, および析出物は母相とバーガースの方位関係⁽³⁾を満たすことが分かった. Fig. 2 は, 二段目低温時効試料の電子回折図形であり, 入射電子線は母相の $\langle 110 \rangle$ 方向である. α 相兄弟晶の回折斑点と長時間時効後に現われる ω 相⁽⁴⁾の回折斑点が認められる. Fig. 3(a)は, その ω 相の回折斑点に依る暗視野像である. Fig. 3(b)は, 同じ場所における α 相と ω 相の両回折斑点に依る暗視野像である. Fig. 3(a)と Fig. 3(b)

を比べると, α 相と ω 相の析出物が重なっていること, また, α 相は矩形状に析出し, 母相とバーガースの方位関係を満たすが, その長手方向は母相の $\langle 112 \rangle$ 方向に平行でないことが分かった. これらの結果より, 二段目時効に依る α 相は析出物 ω 相を経由⁽⁵⁾して生成すると考えられるが, その詳細は調査中である. 強度靱性の向上には, 結晶粒内に微細な α 相粒子を高密度に生成することが求められるので, 結晶粒内における核生成サイトの制御が必要であり, ω 相析出の制御も必要と考えられる.

文 献

- (1) 丹羽直毅: 鉄と鋼, **78**(1992), 493-499.
- (2) 岡田 稔: 鉄と鋼, **76**(1990), 614-621.
- (3) W. G. Burgers: Physica, **1**(1934), 561-586.
- (4) E. Sakedai, H. Yagi, D. Yoshimitsu, H. Matsumoto, T. Ando, W. F. Xu and H. Hashimoto: Ultramicroscopy, **98**(2004), 209-218.
- (5) 竹元嘉利, 飛田守孝, 榊原 精: 日本金属学会誌, **57**(1993), 261-267.

(2018年 8月12日受理) [doi:10.2320/materia.57.603]

Nucleation-sites of α -precipitates of Ti-15-3 Alloys due to a Two-step Aging Process from High to Low Temperatures; Eiichi Sakedai, Kouki Narita and Tatsuro Hashiguchi

Keywords: α -precipitates, two-step aging, nucleation-sites, TEM dark field method, diffraction pattern

Material used: Ti-15-3 (Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al) alloy

Specimen preparation: Solution-treatment; 1123 k for 3.6 ks in vacuum, 1st-step aging; 873 K for 11 ks, 2nd-step aging; 673 K for 90 ks

TEM specimen preparation: electro-polishing Electron microscope used: JEM-4000EX operated at 400 kV