

Ti₃Al における逆位相領域の異常成長

大阪大学大学院工学研究科 小泉雄一郎 南 埜 宜 俊

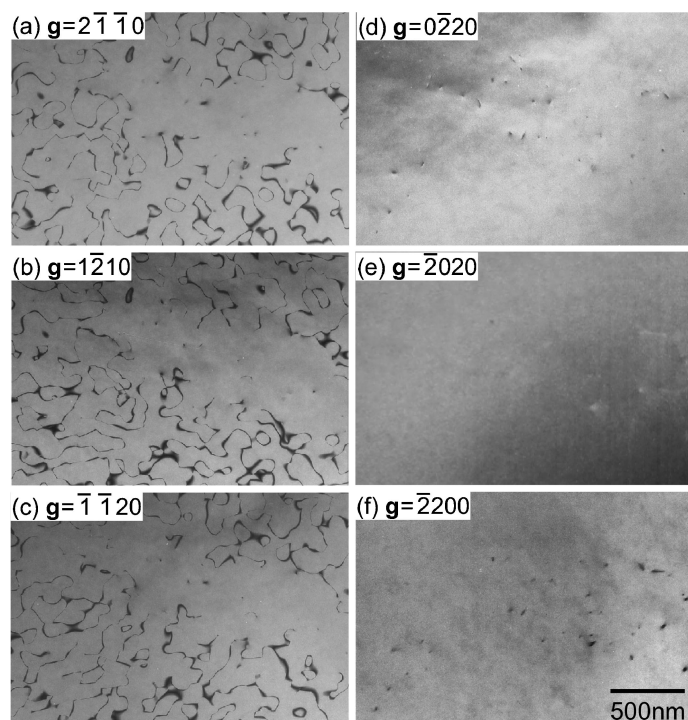


Fig. 1 1403 K から氷水焼き入れ後、973 K にて 2×10^6 s 間焼鈍した Ti₃Al 中の逆位相領域界面 (APDB) 像 (a)–(c) ならびに転位像 (d)–(f)。(全て同一視野で観察)。電子線入射方向 $B // [0001]$ 。APDB は超格子反射 ((a) $g = 21\bar{1}0$, (b) $g = 1\bar{2}10$, (c) $g = 1\bar{1}20$) を用いた暗視野像により観察し、転位は基本格子反射 ((d) $g = 0\bar{2}20$, (e) $g = 2\bar{0}20$, (f) $g = 2\bar{2}00$) を励起した明視野像により観察した。Fig. 2 はこの解析結果。

Ti₃Al は、軽量耐熱材料として自動車や航空機のエンジン部材に使用されている Ti–Al 合金の重要な構成相である。Ti₃Al の力学特性は、高温相である不規則 hcp 相から、D0₁₉型規則構造を有する規則相に変態する過程で導入される逆位相領域 (APD) のサイズに強く依存し、例えば、APD サイズを 30 nm に制御した Ti₃Al 単結晶の降伏応力は、単一ドメインの場合に比べ約 6 倍もの高い値を示す⁽¹⁾。また、層状 Ti–Al 合金中の Ti₃Al 相に APD を導入することも、高強度化に有効である⁽²⁾。しかしながら、この APD による強化を実用材に適用するには、APD 組織の安定性の予測ならびにその向上が必要である。本研究では、不規則状態 (1403 K) から焼き入れ後、973 K にて 2×10^6 s 焼鈍した APD 組織を詳細に観察した。その結果、Fig. 1 に示す様に、平均 APDB 間隔 (切片法で評価) 200 nm 以下の APD 組織中に、幅 500 nm 長さ 1 μ m 以上の APDB の存在しない領域が観察された (Fig. 1(a)–(c))。さらに、この様な領域周辺には、

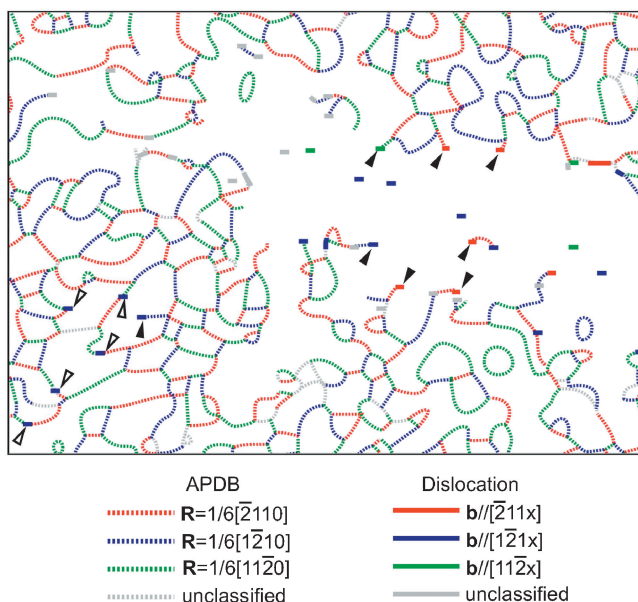


Fig. 2 1403 K から氷水焼き入れ後、973 K にて 2×10^6 s 間焼鈍した Ti₃Al 中の APDB と転位の分布 (Fig. 1 の解析結果)。

無数の転位が観察された (Fig. 1(d)–(f))。同一視野において、種々の超格子反射を用いた暗視野像 (Fig. 1(a) $g = 21\bar{1}0$, (b) $g = 1\bar{2}10$, (c) $g = 1\bar{1}20$) および、基本格子反射を励起した明視野像 (Fig. 1(d) $g = 0\bar{2}20$, (e) $g = 2\bar{0}20$, (f) $g = 2\bar{2}00$) を観察し、コントラストの消滅条件から、APDB の位相差ベクトル (R) と転位のバーガースベクトル (b) を解析した。Fig. 2 はその解析結果である、APDB と転位をそれぞれ点線と実験で、 R と b の $[0001]$ 軸に垂直な成分が平行な場合は、同じ色となるように色分けしている。黒矢尻で示す様に、APDB がその R と平行な b を有する転位によって終端されている箇所や、白矢尻で示す様に、 R の異なる APDB が繋がっている箇所にそのいずれの R とも平行でない b をもつ転位が存在することが認められた。このことは、APDB がその位相差を相殺することのできる転位によって掃引されて消滅することを示唆している⁽³⁾。

文 献

- (1) Y. Koizumi, Y. Minamino, T. Nakano and Y. Umakoshi: *Philos. Mag.*, **88** (2008), 465–488.
- (2) Y. Koizumi, K. Iwamoto, T. Tanaka and Y. Minamino: *Mat. Sci. Eng. A*, **478** (2008), 147–153.
- (3) Y. Koizumi, T. Fujita and Y. Minamino: *Scripta Mater.*, **60** (2009), 144–147.

(2009年7月13日受理)

Anomalous Growth of Antiphase Domains in Ti₃Al; Yuichiro Koizumi, Yoritoshi Minamino (Graduate School of Engineering, Osaka University, Osaka)

Keywords: dislocation, antiphase domain boundary, phase-shift vector, Burgers vector, titanium aluminide

TEM specimen preparation: double-jet electropolishing (10% HClO₄, 20% C₃H₅(OH)₃, 70% CH₃OH, 23 V, 243 K)

TEM utilized: Hitachi H-800 (200 kV)