

[22041]

構造材料における新規結晶相の変形解析

Deformation Analysis of Novel Crystalline Phases in Structural Materials

戸高義一#, 足立望, 吉田陽輝
Yoshikazu Todaka #, Nozomu Adachi, Haruki Yoshida
Toyohashi University of Technology

Abstract

Understanding the deformation mechanism of α -phase and ω -phase in pure Ti is important for improving the mechanical property of pure Ti and alloys. In this study, the deformation texture of α -phase and ω -phase in pure Ti after HPT (High-Pressure Torsion) process was investigated by using neutron diffraction. For the α -phase, it was found that $\{0\ 0\ 0\ 1\}\alpha$ was oriented parallel to the HPT disk surface deformed by HPT-straining. For the ω phase, the c-axis of ω phase was found to be oriented approximately parallel to the shear direction of HPT process deformed by HPT-straining.

Keyword: titanium, ω -phase, deformation texture, neutron diffraction

1. はじめに

構造材料である純 Ti は、常温常圧下では hcp 構造の α 相であるが、圧力上昇によって単純六方構造の ω 相へ圧力誘起変態を生じる。 ω 相は通常、高圧下でのみ存在し、圧力を除荷すると α 相へと逆変態が生じる。そのため、純 Ti の ω 相を常圧下で安定化させることは困難であり、 ω 相単独の物性の調査は容易ではない。著者らは、高圧下で巨大ひずみ加工できる HPT (High-Pressure Torsion) 法により、 ω 相を常温・常圧下で安定化させることに成功し、 ω 相単相のバルク試料を作製できる。[1][2]

本研究は、中性子回折法による集合組織測定を用いて、純 Ti における高圧 ω 相のすべり変形や結晶回転等による結晶方位の変化を極点図から調査し、それらの変形挙動の解明を目的とする。変形挙動の解明は、力学特性に優れた純 Ti・Ti 合金を開発する上で重要な知見となり、社会基盤を支える構造材料研究として意義がある。

2. 実験方法

直径 ϕ 10 mm \times 厚さ t 0.85 mm の純 Ti 円板に、圧力 P 2.5, 5.0 GPa, ねじり回転速度 ω 0.2 rpm, 回転回数 N 10, 室温 の条件で HPT 加工を行ない、試料を作製した。集合組織測定は、日本原子力研究開発機構 JRR-3 RESA を用いて、中性子ビーム (ビームサイズ: 20×20 mm²) に対して測定試料が完浴となる状態での中性子回折実験により実施した。HPT 加工後の試料を 10 mm 厚に積層して、中性子回折実験用の試料とした。中性子回折プロファイル解析には MAUD ソフトウェア[3] を用いた。

3. 結果および考察

Figure 1 に、中性子回折プロファイルから求めた極点図を示す。P 2.5 GPa で HPT 加工した試料は α 相単相であった。得られた極点図から、 $\{0\ 0\ 0\ 1\}\alpha$ が HPT 加工した試料板面に平行に配向することが分か

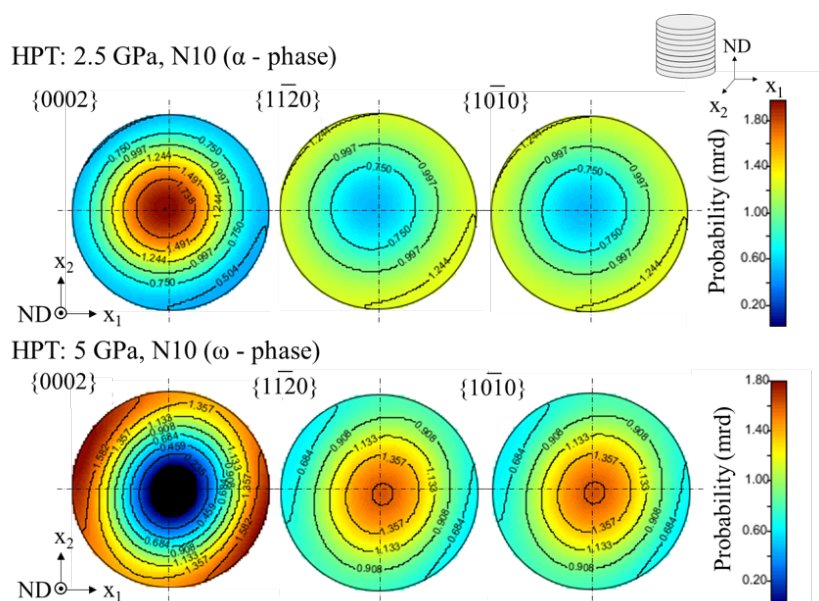


Figure 1. Pole figure maps of α -phase and ω -phase in pure Ti after HPT-straining.

todaka@me.tut.ac.jp

[22041]

った。P5.0 GPa で加工した試料では、概ね ω 相単相であり、 $\{0\ 0\ 0\ 2\}$ ω が板面に対して垂直に配向することが分かった。また、 $\{1\ 1\ -2\ 0\}$ ω と $\{1\ 0\ -1\ 0\}$ ω はいずれも板面に平行な配向を示し、さらに同程度の配向度を示したことから、 ω 相の c 軸周りの回転に特異な配向はないものと考えられる。この傾向は、先行研究とも矛盾しない。^[2] これらの結果から、試料のいずれの領域においても、 ω 相の c 軸が HPT 加工のせん断方向に対し概ね平行に配向することが分かった。

4. まとめ

α 相は、HPT 加工により、HPT 試料板面に $\{0\ 0\ 0\ 1\}$ α が平行に配向することが分かった。また、 ω 相は、HPT 加工により、 ω 相の c 軸が HPT 加工のせん断方向に対し概ね平行に配向することが分かった。

今後、得られた集合組織を活用して、引張変形挙動と結晶方位との関係から、活動し得るすべり系を調査する。

参考文献

- [1] Y. Todaka et al., “Bulk submicrocrystalline ω -Ti produced by high-pressure torsion straining”, *Scr. Mater.*, 59 (2008), 615-618.
- [2] N. Adachi et al., “Orientation relationship between α -phase and high-pressure ω -phase of pure group IV transition metals”, *Scr. Mater.*, 98 (2015), 1-4.
- [3] L. Lutterotti et al., “Combined texture and structure analysis of deformed limestone from time-of-flight neutron diffraction spectra”, *J. Appl. Phys.*, 81 (1997), 594-600.