

【基盤研究(S)】
理工系(工学)



研究課題名 原子配列の秩序性に基づく材料強度科学研究基盤の創成
と材料強度劣化損傷因子の解明

東北大学・大学院工学研究科・教授

みうら ひでお
三浦 英生

研究課題番号: 16H06357 研究者番号: 90361112
研究分野: 工学
キーワード: ナノマイクロ材料力学

【研究の背景・目的】

本研究においては、地球温暖化防止対策に資する次世代エネルギー機器の高効率化に不可欠な、機器動作環境の過酷化(高温高負荷化)に起因して生じる構造材料の強化微細組織のナノスケールでの崩壊過程の可視化技術と、高温強度劣化過程の測定技術の開発を目的とする。これにより機器の安全・安心動作を保証する、エネルギー機器の残存寿命予測評価技術の高度化を目指す。特に原子配列の秩序性の変化に伴う材料強度の劣化という視点に基づき、ひずみ誘起異方的増速拡散現象に基づく、原子空孔や不純物原子などの点欠陥や転位の運動に代表される線欠陥の発生・増殖による原子配列の秩序性の変化を可視化するとともに、その原子配列の秩序性の変化と材料強度物性の相関性を解明する「材料強度科学」という新たな学術基盤の創成を目指す。

【研究の方法】

本研究では、多波長レーザ光源を用いた走査型レーザ顕微鏡観察環境における微小強度試験片を用いた高温疲労・クリープ重畳負荷試験を実施し、各種エネルギーあるいは航空輸送機器等で使用される耐熱合金の強化組織の崩壊(消失)メカニズムを、構成元素のひずみ誘起異方的増速拡散現象という視点で定量的に解明する計測・評価システムを開発する。多波長レーザ光を試験片表面で走査し、その反射強度分布変化から個別元素拡散を可視化するシステムを開発するとともに、原子配列の秩序性という概念を導入し、材料の損傷を従来の転位論に基づく塑性変形に限定せず、特定元素や原子空孔の異方的な拡散や局所的なひずみ場の影響などを統合的に評価す

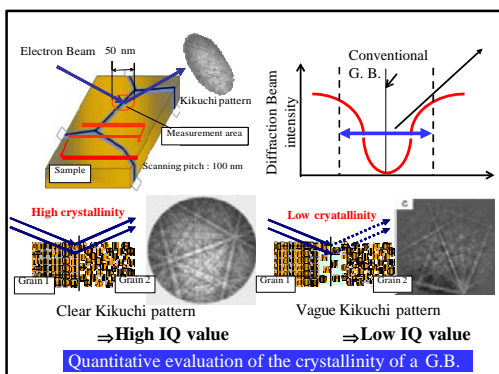


図1 原子配列の秩序性評価

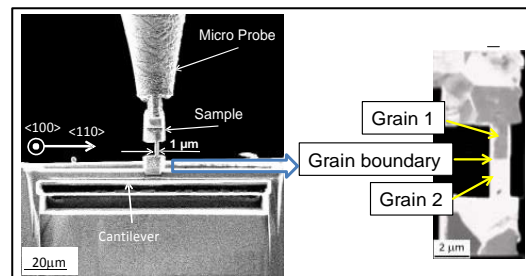


図2 電子顕微鏡内単一結晶・結晶粒界強度評価システム

る。また、走査型プローブ顕微鏡、電子顕微鏡内も併用できる微小試験片を用いた高温強度試験設備をシステム化し、材料組織と強度劣化機構を定量的に繙く破壊予知と破壊防止技術を確立する。

【期待される成果と意義】

電子線回折を応用した原子配列の秩序性評価に基づく結晶品質と材料強度特性の相関性評価は申請者等が提案した新手法であり、既に後述する挑戦的萌芽研究(H24-25年度)でその新規性や有効性は実証済みである。また、多波長レーザ光を用いた大気中強度試験環境における元素拡散測定技術も申請者等の独自の発案と考えており、材料の高温初期損傷評価技術が開発されれば、汎用性の高い材料強度信頼性評価技術への展開も期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Naokazu Murata, Naoki Saito, Kinji Tamakawa, Ken Suzuki, and Hideo Miura, JOURNAL OF ELECTRONIC PACKAGING, vol. 137 (3), (2015), pp. 031001~031008.
- Suzuki, K., Murata, N., Saito, N., Furuya, R., Asai, O, and Miura H., JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, vol. 52, (2013), pp. 04CB01-1~04CB01-8.

【研究期間と研究経費】

平成28年度-32年度 80,800千円

【ホームページ等】

<http://www.miura.rift.mech.tohoku.ac.jp>
hmiura@rift.mech.tohoku.ac.jp