

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	破壊誘起アモルファス化機構によるナノ多結晶ステイショバイトの高靱化
Title(English)	
著者(和文)	吉田貴美子
Author(English)	Kimiko Yoshida
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10519号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:若井 史博,赤津 隆,尾中 晋,曾根 正人,矢野 豊彦,吉田 克己
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10519号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		吉田 貴美子	
		氏名		職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	若井 史博		教授	審査員	矢野 豊彦	教授
	審査員	赤津 隆		教授		吉田 克己	准教授
		尾中 晋		教授			
		曾根 正人		准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「破壊誘起アモルファス化機構によるナノ多結晶ステイショバイトの高靱化」と題し、6章から構成されている。

第1章「序論」では、高圧合成されたステイショバイト及びナノ多結晶ステイショバイト (NPS) の諸特性についてまとめ、本研究の目的について述べている。

第2章「ナノ多結晶ステイショバイトのR-曲線評価」では、FIBを用いて作製したマイクロカンチレバー試験片を用いて、NPS 試料の微視的 R-曲線を評価した結果について述べている。NPS 試料の R-曲線はき裂の進展開始とともに鋭く立ち上がり、破壊抵抗値がわずか  $1 \mu\text{m}$  のき裂進展で  $3.5 \text{ MPam}^{1/2}$  から  $8 \text{ MPam}^{1/2}$  まで増大することを見出している。この破壊抵抗値の急激な増大は、NPS 試料内を進むき裂の先端近傍において巨大な体積膨張を伴うアモルファス化が誘起される、破壊誘起アモルファス化機構によりもたらされると考えられている。ジルコニアの応力誘起相変態強化機構との対比から、き裂周辺に生成するアモルファス層の厚さは数十 nm と推定され、NPS 試料が非常に薄いアモルファス層によって高靱化することを示している。また、本研究で用いたマイクロカンチレバー試験片による微視的 R-曲線評価は、ナノスケールで作用する新たな高靱化機構の探索において有効な手段となりうると述べている。

第3章「ナノ多結晶ステイショバイトの強度評価によるアモルファス化臨界応力の推定」では、マイクロカンチレバー試験片を用いて破壊強度を評価している。NPS は同寸法の試験片で測定した他のセラミックス材料よりも高い強度を示しており、本研究で用いた最も小さな試験片からは  $6.3 \text{ GPa}$  の高強度が得られている。相変態強化機構をもつ材料の場合、破壊強度は相変態臨界応力の下限值となることから、NPS 試料のアモルファス化臨界応力は少なくとも  $6.3 \text{ GPa}$  よりも高いと考えられ、ジルコニア系材料の  $1\sim 3 \text{ GPa}$  とされる相変態臨界応力よりもはるかに高い応力を要すると述べている。

第4章「ナノ多結晶ステイショバイト微細組織が機械的特性に及ぼす影響」では、NPS 試料の合成温度保持時間を長くすることで格子ひずみ量の少ない試料を合成し、微細組織の異なる NPS 試料の微視的 R-曲線及び破壊強度を評価した結果について述べている。格子ひずみ量の異なる NPS 試料からはいずれも上昇型の R-曲線が得られるものの、ひずみ量の大きい試料の方が  $1 \text{ MPam}^{1/2}$  程度高い靱性を示すとともに、強度も高くなることを見出している。これは、格子ひずみにより生じる  $1 \text{ GPa}$  を超える内部応力が、アモルファス相の核生成エネルギーを低減させることにより、アモルファス化が促進されたためと説明している。このように試料の微細組織がアモルファス化機構に与える影響を明らかにすることで、微細組織の最適化による NPS 試料のさらなる機械的特性向上、及び、他の高圧合成材料における破壊誘起アモルファス化現象発現の可能性を示している。

第5章「ナノ多結晶ステイショバイトのき裂偏向特性評価」では、NPS 及びジルコニア試料のピッカーズき裂の経路及び形状から、き裂偏向特性を評価した結果について述べている。き裂経路から導出した NPS 試料の偏向角度分布は低角度側に集中していることから、NPS 試料のき裂偏向の程度は他のセラミックス材料よりも小さいとしている。また、き裂形状から解析した NPS 試料のフラクタル次元が、他の多結晶セラミックス材料について報告されている破壊靱性との線形関係に当てはまらないことから、鋭く立ち上がる R-曲線を示す NPS 試料の特徴的な高靱化に対するき裂偏向の寄与は小さいと結論している。さらに、NPS 試料の破壊靱性が粒径の小さい試料ほど向上することから、破面架橋機構の寄与も認められないことを説明している。

第6章「結論」では、各章において得られた結果とともに、本論文の意義を述べている。

以上のように、本論文ではナノ多結晶ステイショバイトの微視的な機械的特性評価を通して、局所的なアモルファス化による新しい高靱化機構を明らかにするとともに、微細組織の最適化によるさらなる特性向上及び他の材料系への応用の可能性を示したものであり、工業上、工学上、貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。