



Title	複雑環境下におけるセラミックスを中心とした材料物性の超高電圧電顕による動的研究
Author(s)	小松, 正雄
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1604
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	小 松 正 雄
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8899 号
学位授与の日付	平成元年11月30日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	複雑環境下におけるセラミックスを中心とした材料物性の超高電圧 電顕による動的研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 広志 (副査) 教授 永井 宏 教授 幸塙 善作 教授 岩本 信也

論文内容の要旨

本論文は、超高電圧電子顕微鏡によるその場実験法を用いて、種々の雰囲気および高温における酸化物セラミックスを中心とした材料の物性についての動的研究の結果をまとめたもので、以下の10章から成っている。

第1章は序論で、本研究の目的と意義を述べている。

第2章では、生物体を含む種々の材料を液体およびガス雰囲気中で80~1200Kの温度に変化できる密閉型万能雰囲気カプセルを開発し、それを用いて金属の内部酸化など、2, 3の金属材料での現象に応用した例について述べている。

第3章では、ガス反応による合金のアモルファス化を試み、ZrおよびZr-Al合金を水素ガスと反応させることによって、世界に先駆けてZr-Al合金の水素吸蔵によるアモルファス固体化に成功している。

第4章では、種々のZr系合金の水素および酸素吸蔵による結晶-アモルファス遷移について、その場実験法とオージェ電子分光法とを組み合わせた複合手法によってその過程を明らかにしている。

第5章では、2300K傾斜機構付超高温加熱装置の開発とその応用について述べたもので、Al₂O₃の焼結現象、粒成長過程、粒界移動による気孔の消滅、格子欠陥の挙動、さらにZrO₂の相変態（正方晶→单斜晶マルテンサイト変態）などの現象について調べ、その機構を解明している。

第6章では、Al₂O₃-ZrO₂(ZTA)セラミックスの微細組織の制御について調べ、それらを制御するための諸因子を明らかにしている。

第7章では、ZTA複合材の高強度・強靭化を左右するAl₂O₃母相中の正方晶ZrO₂の安定化につ

いて研究を行ない、以下の要因を明らかにしている。

- (a) ZrO_2 の粒径効果；微細化による変態温度 (Ms, Md 点) の低下。
- (b) ZrO_2 粒の母相粒内閉じ込めの効果；母相からの静水圧による安定化。
- (c) 正方晶 ZrO_2 粒の添加物による安定化； Y_2O_3 などの添加物による化学的安定化。
- (d) 母相セラミックスの粒径効果；母相粒径が $1 \mu\text{m}$ より小さくなることによる変形の均一化と、それによる ZrO_2 の変態の抑制。

これらの中で(c)の効果によって低温でも塑性変形を起こすことが可能となり、さらにそれによってマルテンサイト変態は抑制され、材料は強靭化する。

第8章は、アモルファス・セラミックスの形成機構を調べる目的で、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2$ 系（共晶）セラミックスの液体急冷を行ない、 $\text{Al}_2\text{O}_3+30\sim60\text{wt\%}\text{ZrO}_2$ の範囲でアモルファス固体化すること、およびその結晶化過程に及ぼす組成の影響を明らかにしている。

第9章では、 $\text{ZrO}_2-3.2\text{wt\%MgO}$ 部分安定化ジルコニア液体急冷を行なうことによって、単斜晶の双晶形成に可逆性をもたせ、それによって衝撃荷重が緩和できる擬弾性セラミックスを世界に先駆けて開発している。

第10章は、総括である。

論文の審査結果の要旨

本論文は、超高電圧電子顕微鏡によるその場実験法を用いて、酸化物セラミックスを中心とした材料の物性を種々の雰囲気中および高温において動的に調べた結果をまとめたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 生物体を含む種々の材料を、温度を $80\sim1200\text{K}$ に保った液体およびガス雰囲気中で処理できる密閉型万能雰囲気カプセルを開発し、金属材料での内部酸化の動的研究など、雰囲気中の材料物性研究のための新しい手法を開発している。
- (2) ガス反応による合金のアモルファス化を試み、世界に先駆けて Zr-Al 合金の水素吸蔵によるアモルファス固体化に成功するとともに、種々の Zr 系合金の水素および酸素ガス吸蔵による結晶-アモルファス遷移についてその場実験法とオージェ電子分光法を組み合わせた複合手法によってその形成過程を明らかにしている。
- (3) 2300K 傾斜機構付高温加熱装置を開発し、 Al_2O_3 の焼結および粒成長過程、粒界移動による気孔の消滅、格子欠陥の挙動、さらに ZrO_2 の相変態などの現象について調べ、それらの機構を解明している。
- (4) $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2$ (ZTA) 系セラミックスの微細組織制御について調べ、それらの材料の高強度・強靭化を左右する要因を明らかにしている。それと同時に、 $\text{ZrO}_2-\text{Y}_2\text{O}_3$ 系および ZrO_2-MgO 系部分安定化ジルコニアの急速冷却を行ない、前者の正方晶のものでは低温において塑性変形が容易とな

ること、また後者では单斜晶中の双晶変形に可逆性をもたせる条件を見出すことにより、衝撃荷重を緩和できる擬弾性セラミックスを世界に先駆けて開発している。

(5) アモルファス・セラミックスの形成機構を調べる目的で、 Al_2O_3 - ZrO_2 系セラミックスの液体急冷を行い、アモルファス固体化、およびその結晶化過程に及ぼす組成の影響を明らかにしている。

以上のように、本論文は複雑環境下におけるセラミックスを中心とした材料の物性およびそれらを左右する諸因子を解明するとともに、極めて韌性の高い新しい型のセラミックスの開発に成功したもので、材料工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。