

氏名(本籍)	たなか くみこ 田中 公美子 (長野県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第 3号
学位授与の日付	平成27年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	高硬度・高強度非酸化物系複合セラミックスの創製と機械的性質に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 西山勝廣 教授 河村 洋 教授 須川修身 教授 竹増光家 教授 大島政英 教授 藤木 章 (芝浦工業大学)

論文内容の要旨

論文要旨

省資源・省エネルギーを目指した材料開発は、今日の重要課題の一つとなっている。このような状況下においてセラミックス系複合材料が金属材料に優れるものとして1920年代以降から様々な研究が行われている。セラミックス系複合材料を大きく分類すると酸化物系と非酸化物系に分けられるが、非酸化物系セラミックスは共有結合性が強いため酸化物系に比べて耐熱性や機械的性質に優れているという特長がある。特にホウ化物系や炭化物系のセラミックスは難焼結化合物と言われ製造が難しいとされている。

本研究は以上のような背景の下に非酸化物系、特に二ホウ化チタンを主とする複合材料を焼結法によって高密度化・高強度化を達成する方法を検討し、構造用ならびに機械要素部品用としての実用化を確立しようとするために行われたものである。その結果、従来のセラミックスと比較して、強度、破壊靱性、耐摩耗性に優れるセラミックス系複合材料が得られることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

(論文審査の要旨)

本論文は、非酸化物系セラミックスの中で二ホウ化チタン系複合セラミックスを創製し、その機械的性質を調べ、高硬度、高強度および高靱性を有する新しいセラミックス系複合材料を開発したものである。この分野においては、複合セラミックスの開発例は極めて少ないものであったが、本論文では、二ホウ化チタンに対する第二相のセラミックスの材種を特定し、それらの焼結特性、組織、および弾性係数、擬弾性挙動、硬さ、曲げ強さ、破壊靱性、トライボロジー特性などの機械的性質を明らかにし、優れた複合型のセラミックスの開発に成功した点に特徴がある。

本論文は、10章から構成されている。

第1章の「序論」では、本研究の目的および本論文の概要について述べた。非酸化物系セラミックスのこれまでの研究開発の経緯について述べ、実用化に際して乗り越えなければならない種々の問題点を指摘し、特に、難焼結性物質と呼ばれる非酸化物系セラミックスのうち TiB_2 、 WC 、 CeB_6 、 B_4C を取り上げ、その複合セラミック化に関する選定法について述べた。さらにこれらの物質からなるセラミックスの優れた特性を他のセラミックスと比較し、工業材料としての優位性を指摘した。そしてそれらの研究開発の進捗状況を述べるとともに本研究の意義と目的を述べている。

第2章の「原料粉末および焼結体の作製法」では、本研究を進めるにあたって必要となる TiB_2 の製造および調整法についての検討を行っている。原料粉末の製造と市販粉末の特性評価を行うとともに、焼結法について検討を行っている。

第3章の「セラミックス系複合材料の評価方法」では、本研究を進めるにあたっての焼結密度、組織、室温および高温硬さ、曲げ強さ、破壊靱性、トライボロジー、耐衝撃性などに関する測定法について述べている。

第4章の「 TiB_2 - WC 系複合セラミックスの焼結特性および機械的性質」では、 TiB_2 と WC 複合材料の焼結性と機械的性質について調べた。その結果、 TiB_2 と WC は互いに固溶体を形成することから焼結性および機械的性質の改善が認められることを明らかにしている。

第5章の「 TiB_2 - CeB_6 系複合セラミックスの焼結特性および機械的性質」では、 TiB_2 と CeB_6 複合材料の焼結性と機械的性質について調べた。その結果、 TiB_2 に対し 20~50vol% CeB_6 を添加することにより緻密化が促進され、硬さが著しく増加することを見いだした。また、曲げ強さについては TiB_2 に対して 10~90vol% CeB_6 を添加することにより大幅に増加し、破壊靱性に関しては TiB_2 に対して CeB_6 を 10vol% 添加すると著しく増加することを見いだし、その要因についての考察を行っている。

第6章の「 TiB_2 - CeB_6 - WC 系複合セラミックスの焼結特性および機械的性質」では、 TiB_2 - CeB_6 - WC の3元系の複合材料についての焼結性と機械的性質について調べた。その結果、 TiB_2 - CeB_6 に WC を添加した TiB_2 - CeB_6 - WC は焼結性および機械的性質が改善されることを明らかにしている。

第7章の「 TiB_2 - CeB_6 系複合セラミックスのトライボロジー特性」では、 TiB_2 - CeB_6 系複合材料のトライボロジー特性について調べた。その結果、他のセラミックス系のトライボロジー特性と比較して摩擦係数が小さく、新しいセラミックス系軸受材料としての応用の可能性を指摘している。

第 8 章の「 TiB_2 - B_4C 系複合セラミックスの創製と防弾性能」では、 TiB_2 - B_4C 系複合材料の耐衝撃性について調べた。その結果、 TiB_2 - B_4C 系複合セラミックスの製造条件および機械的性質を明らかにするとともに、従来のセラミックスよりも軽量でしかも耐衝撃性に優れた複合セラミックであることを明らかにしている。

第 9 章の「複合セラミックスの弾性・擬弾性挙動」では、セラミックス系複合材料の結晶粒界、粒子と母相の界面における力学的挙動を明らかにするために材料の弾性係数および内部摩擦の歪振幅依存性および温度依存性について調べた。その結果、動的弾性係数については固溶体を形成するセラミックス-セラミックス系においては Pauli の複合則からの偏奇が認められるが、 $\text{WC}\cdot\text{Co}$ 系のようなセラミックス-金属系においては Pauli の複合則に厳密に従うことを明らかにした。また、複合セラミックスの擬弾性挙動については金属と同じように微小塑性が発現することを明らかにしている。

第 10 章の「総括」においては、本論文全体を要約して主たる結論をまとめている。

以上のように、本論文は、高硬度、高強度および高靱性を有する新しいセラミックス系複合材料を開発に成功したものであり、機械材料学、セラミックス材料学および粉末冶金学の分野における寄与するところが大きいと高く評価出来る。

よって本論文は、博士（工学）の論文として、十分価値あるものと認められる。