

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14226 号
------	---------------

氏 名 西 智 広

論 文 題 目

Al₂O₃-WC系複合セラミックス材料における異相界面の構造と機械的特性
(Atomic Structures and Mechanical Properties of Hetero Interfaces in Al₂O₃-WC composites)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	松永 克志
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	小橋 眞
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	丹羽 健
委員	名古屋大学	工学研究科	講師	横井 達矢

論文審査の結果の要旨

西智広君提出の論文「 Al_2O_3 -WC系複合セラミックス材料における異相界面の構造と機械的特性」は、航空機エンジンなどに使用される難加工性材料に対する、切削工具材料として期待される Al_2O_3 -WC複合セラミックス材料について、その中に含まれる異相界面に着目し、界面原子構造と機械的特性の関係を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、切削工具用複合セラミックス材料に関する既往研究と基本物性について概説するとともに、本研究で用いた異相界面の実験方法や計算解析手法を概説した後、本研究の目的を述べている。

第2章では、高強度な Al_2O_3 -WC複合セラミックス材料に酸化ジルコニウムを微量添加し、機械的特性の向上を試みた結果を述べている。5 vol%の微量酸化ジルコニウム添加により2000 MPaを超える材料強度を達成し、従来材料からの飛躍的な特性向上に成功している。また、走査型透過電子顕微鏡観察により、添加した酸化ジルコニウムは Al_2O_3 /WC異相界面に原子層レベルで偏析していることを明らかにしている。同材料の飛躍的強度向上は酸化ジルコニウムによる異相界面強化によることを指摘している。

第3章では、 Al_2O_3 /WC異相界面に形成される酸化ジルコニウム偏析層の、界面強度に対する効果を明らかにするために第一原理計算による計算結果を述べている。Zrイオンは Al_2O_3 /WC異相界面のW原子を置換し界面に偏析することを、界面エネルギーおよび偏析エネルギーの評価により明らかにしている。さらには、Zrイオン偏析により界面強度が1.5倍向上することを示している。これらの結果は、第2章で得られた実験結果とよく対応したものであり、同材料の強度向上メカニズムを示す重要な知見である。

第4章では、 Al_2O_3 -WC複合セラミックス材料の高温での機械的特性に関する結果を述べている。酸化ジルコニウムの微量添加により、1400°Cの高温でも無添加材料よりも高い材料強度を有することを実証している。さらには、無添加材料が3%程度の歪で脆性破壊を示すのに対し、添加材料は10%以上の歪でも破壊することなく、巨大な延性を示すことを見出している。また第一原理計算の結果、Zrイオン偏析が界面に沿ったすべり変形を促進することも明らかにしている。これらは、本研究で開発した複合セラミックス材料の構造材料としての優位性を示す重要な知見である。

第5章では、 Al_2O_3 -WC複合セラミックス材料上にコーティングする窒化チタン (TiN) の密着性向上を目的として、TiN/ Al_2O_3 およびTiN/WC異相界面の構造と密着性の関係を明らかにしている。まず、TiNを{111}面配向させることにより界面強度が大きくなることを第一原理計算により明らかにした。この知見に基づき、アークイオンプレーティング法によりTiN{111}配向膜をコーティングしたところ、TiN膜の密着強度が向上することを実証している。工具材料の耐摩耗性向上のための設計指針となる有用な知見である。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、切削工具材料として期待される Al_2O_3 -WC系複合セラミックス材料における異相界面に着目し、機械的特性との関係を明らかにしている。これらの評価方法並びに得られた結果は、複合セラミックス材料の材料強度制御のための重要な指針であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である西智広君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。