

(様式 4)

別紙 2

論文審査の結果の要旨

学位申請者 山口 直也

本論文は、「Materials Design Strategy of Ti₂AlC MAX Phase Ceramics Based on Microstructure Control and Composition Optimization (組織制御と組成調整による Ti₂AlC MAX 相セラミックスの材料設計指針)」と題し、全 7 章より構成されている。

第 1 章「Introduction」では、Ti₂AlC セラミックスの基本的情報や現在の研究動向について、その概要が述べられている。また、当該材料の特性を生かすことで、サーキュラーエコノミーに適した材料になりうると論じている。さらに、本論文の目的と構成について述べている。

第 2 章「Improvement of oxidation resistance of Ti₂AlC」では、Ti₂AlC セラミックスを耐熱材料として利用する上で重要となる高温耐酸化性を 800 と 1200°C の大気酸化実験から検討している。化学量論組成よりも Al を増やすこと、Ti の一部に Nb を置換することで、保護性に乏しい TiO₂ 皮膜の形成を抑制し、安定的に保護性 Al₂O₃ 皮膜が形成しうることを明らかにしている。特に酸化速度に関する議論により、800°C では準安定 Al₂O₃ 皮膜が形成していることを見出している。

第 3 章「Improvement of mechanical strength of Ti₂AlC」においては、機械的強度の向上を目的に出発原料の微細化と化学成分の調整を行い、曲げ強度や破壊靱性値を評価している。出発原料を微細化すること、Ti 量を多くすることで TiC 粒子を分散させること、材料組織の微細化を図り、曲げ強度 643MPa、破壊靱性値 10MPam^{1/2} という優れた機械的特性を発揮できることを見出している。

第 4 章「Influences of the cutting damage on Ti₂AlC」では、Ti₂AlC セラミックスにおける超合金製エンドミルを用いた切削加工について議論している。被切削面の表面粗さから熱処理した工具鋼や硬質黒鉛と遜色ない加工性を示し、加工後に強度低下を生じないことを明らかにしている。さらに、詳細な微細構造解析により加工ダメージが Ti₂AlC 粒子 1 粒子分に留まっていることを明らかにし、破壊力学に基づき、機械的強度が低下しないメカニズムを説明している。

第 5 章「Materials design strategy for Ti₂AlC as a high-temperature component」では、第 2 から 4 章までの議論を統括し、合金材料のように Ti₂AlC セラミックスを利用される用途に応じて各種特性を制御し、材料の作り分けを可能にするための材料設計指針を示している。

第 6 章「The potential of Ti₂AlC screw components」では、Ti₂AlC セラミックスの機械工学的応用としてねじを製作し、加工面特性、ねじとしての機械的特性を評価している。アルミニウム合金や銅合金、マシンブルマイカセラミックス、アルミナセラミックスからなるネジと比較して、実用に耐えうる高い精度で製造できることに加えて機械的特性に優れていることを示している。

第7章「Summary and conclusions」では、各章で述べられた Ti_2AlC セラミックスに関する研究成果を総括するとともに、今後の展望を述べている。

よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認める。

審査委員主査 南口 誠 印