The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Ti3Al およびTi3Al-Nbの高温酸化特性
Author(s)	赤井, 誠
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40209
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　赤井　誠（あかい　まこと）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　13113　号

学位授与年月日　平成9年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当
工学研究科材料開発工学専攻

学位論文名　**Ti_3Al および Ti_3Al-Nb の高温酸化特性**

論文審査委員　（主査）
教　授　柴田　俊夫
教　授　馬越　佑吉　　教　授　永井　　宏

論文内容の要旨

本研究は，軽量耐熱構造材として着目されている Ti-Al 系金属間化合物のひとつである Ti_3Al および実用材の候補として注目されている Ti_3Al-Nb 合金の高温酸化挙動を明らかにすることを目的として行われた研究である。Ti-Al 系金属間化合物の高温酸化が顕著となる1100Kから，相変態点よりも少し低い1300Kまでの高温温度域を対象として，高温酸化に及ぼす合金へ添加した Nb，および気相中の窒素の影響の解明を中心として研究を行い，その成果をまとめたものであり，以下の5章から構成されている。

第1章は，序論であり，Ti-Al 系金属間化合物，特に Ti_3Al-Nb の高温構造材料としての位置づけと，高温酸化に関する研究動向について述べている。

第2章では，Ti-Al 系金属間化合物の高温酸化に関して，活量，相安定図，Wagner のスケーリングモデルに基づく臨界 Al 濃度等について，熱力学的および速度論的理論計算による検討を加えている。酸化生成物の相安定性に関しては，TiAl 上では Al_2O_3 が，Ti_3Al 上では TiO が安定であることを示している。また，酸素分圧が十分高い条件下では，TiO の酸化が生じ，Ti_3Al 上で最終的に安定な酸化物が TiO_2 であることを示している。臨界 Al 濃度に関して，Ti_3Al 上では連続的な Al_2O_3 スケールを維持することが困難であることを計算によって明らかにしている。

第3章では，Ti_3Al の純酸素，窒素－酸素混合ガス中，アルゴン－酸素混合ガス中における酸化特性を検討し，酸化皮膜中および下地合金との界面においても SEM で観察可能なサイズの TiN の形成は認められないにもかかわらず，気相中の窒素が酸化速度を低下させることを明らかにしている。また，窒化物が形成しない理由を平衡状態図によって説明している。

第4章では，Ti_3Al-Nb 合金の，純酸素，窒素－酸素混合ガス，およびアルゴン－酸素混合ガス中における高温酸化特性を調べ，高温酸化に及ぼす合金中の Nb，および気相中の窒素の影響を明らかにしている。Ti_3Al-Nb においては，SEM で観察可能な薄い層状の TiN の形成を認め，この窒化物層の形成は，Nb 濃化層中への窒素の固溶と放出というバッファモデルで説明できることを示している。さらに窒化物層は，気相と直接接しない場合に限って保護性を示すことを実験と計算によって示している。耐高温酸化性向上における Nb の役割は，合金表面に生成する TiO_2 に固溶して原子価制御によって酸素拡散を抑制する効果と，合金中の Nb 濃度増大による Ti／Al 活量比の低下によって Al_2O_3 の生成を促進する効果とにあることを示している。

第5章では，本研究で得られた諸結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

Ti-Al系金属間化合物は軽量耐熱構造材料として近年注目を集め，実用化を目指して多くの研究が行われており，なかでもTi_3Al-Nb合金は塑性変形能が大きく加工性に優れていることからTi合金に代わりうる材料として注目されている。しかしながら実用化に当たって，高温度におけるさらなる耐酸化性の向上が望まれている。本研究は以上の背景のもとに，Ti_3Al-NbおよびTi_3Alについてその高温酸化特性を明らかにすることを目的として，高温酸化が顕著となる1100Kから相変態点よりも少し低い1300Kまでの温度域における高温酸化挙動に及ぼす合金中のNb，および気相中の窒素の影響の解明を中心として，研究を行ったものであり，得られた主な成果を要約すると次の通りである。

1．Ti-Al系金属間化合物の高温酸化に関して，活量，相安定図，Wagnerのスケーリングモデルに基づく臨界Al濃度について熱力学的および速度論的理論計算を行ない，酸化生成物の相安定性を熱力学計算によって考察し，TiAl上ではAl_2O_3が，Ti_3Al上では，TiOが安定であることを示している。また，酸素分圧が十分高い条件下では，TiOの酸化が生じ，Ti_3Al上で最終的に安定な酸化物がTiO_2であることを示している。さらに臨界Al濃度の計算によって，Ti_3Al上では連続的なAl_2O_3スケールの生成が困難であることを明らかにしている。

2．Ti_3AlおよびTi_3Al-Nbについて，純酸素，窒素－酸素混合ガス，およびアルゴン－酸素混合ガス中における酸化特性について調べ，Ti_3AlおよびTi_3Al-Nbの両者とも，気相中に窒素が存在すると高温酸化が抑制されることを見いだしている。Ti_3Al-Nbでは酸化物スケールと下地合金の界面に，SEMで観察可能なサイズのTiNの形成が認められるが，Ti_3Alでは認められないことを示している。Ti_3AlでTiNの生成されない理由を平衡状態図によって説明するとともに，Nbの合金化によるTiNの形成は，Nb濃化層中への窒素の固溶と放出というバッファモデルで説明できることを示している。さらに窒化物層は，気相と直接接しない場合に限って保護性を示すということを実験と計算によって示している。

3．耐高温酸化性向上におけるNbの役割は，Nb濃化層による窒素の固溶と放出のバッファ作用によるTiNの生成，さらにNbがTiO_2に固溶して原子価制御よって酸素拡散を抑制する効果と，合金中のNb濃度増大によるTi／Al活量比の低下によるAl_2O_3皮膜生成の促進が原因であることを示している。

以上のように，本論文は，Ti_3Al-NbおよびTi_3Alについて，その高温酸化特性における合金中のNbおよび気相中の窒素の影響の解明を中心として行われた研究であって，理論計算によってTi-Al系の活量，相安定図，およびAl_2O_3皮膜生成のための臨界Al濃度について有用な知見を与えるとともに，Ti_3Al-NbにおけるNbおよび気相中の窒素の高温酸化抑制効果を見いだし，その機構を明らかにしたものであって，材料工学および環境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。