

氏名(国籍)	ちょう 張	じん 勁	そん 松	(中 国)
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第2346号			
学位授与年月日	平成12年3月24日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	工学研究科			
学位論文題目	Ti-Ni系形状記憶合金のマルテンサイト変態と時効効果に関する研究			
主査	筑波大学教授	工学博士	大塚和弘	
副査	筑波大学教授	理学博士	浅野肇	
副査	筑波大学教授	理学博士	大嶋建一	
副査	筑波大学教授	工学博士	宮崎修一	
副査	筑波大学教授	工学博士	戸叶一正	

論文の内容の要旨

本研究は実用の形状記憶合金として優れた特性を示すTi-Ni系合金のマルテンサイト変態と時効効果に関する研究結果をまとめたものである。全体で6章からなり、第1章と第6章はそれぞれ序論と結論である。以下に第2章から5章迄の研究成果を要約して記す。

第2章の「弾性定数測定によるR相変態の前駆現象の研究」では、従来単結晶作製の困難だったTi-Ni-Fe及びTi-Ni(時効材)単結晶を用いて、直方体共振法により母相の弾性定数を温度の関数として測定した。Ti-Ni系では合金組成によって3種類のマルテンサイト変態をすることが分かっているが、上記合金は其中でR相変態を起こす合金であり、今回の測定はR相変態の前駆現象としては初めての測定である。一連の測定の結果以下のことが明らかになった。i) 温度の低下に伴って、弾性定数 c 、 c_{44} 共軟化する。ii) R相変態を起こす温度では、 c は一定の値をとる。このことは、R相変態が $1/3 \langle 110 \rangle \langle \bar{1}\bar{1}0 \rangle$ の重ね合わせで記述できることから、物理的に自然な結果と思われる。iii) ii)の結果からR相変態温度の組成依存性が説明できる。iv) 異方性因子 $A = c_{44}/c$ はR相変態の近傍の温度ではほぼ一定値を取る。v) 他の研究者による測定結果と考え合わせると、上記3種類の変態の形とAの温度依存性の間には1:1の対応がある。こちらの結果は、R相変態を理解する上で重要な結果と考えられる。

第3章の「交替時効処理による変態温度の可逆変化に関する研究」は、形状記憶合金を実用的に利用する場合の変態温度調整に絡む重要な問題である。以前堀川等は、異なった温度での短時間時効によって変態温度を制御できることを示し、時効温度の変化による変態温度の変化は「復元」という現象によるものであろうことを示唆した。しかし、今回長時間時効によっても同様の効果が得られることからこの考えは否定された。更に電子顕微鏡による詳しい観察から、析出相は全て Ti_3Ni_4 相であり、当該の時効温度及び時効時間内では析出相の構造が変わらないことが確認された。この結果に基づき、上記現象は、準安定な Ti_3Ni_4 相と固溶限の変化するB2相の間の平衡を考えることによりよく理解できることが示された。以上の結果は、工業的に重要な技術に対し、明確な材料学的基礎を与えるものとして十分評価できる。

第4章の「高温熱処理によって生じる電子顕微鏡縞状コントラストに関する研究」は、Ti-Ni系合金の電子顕微鏡観察の際しばしば観察されるコントラストの成因に関するものである。まずこの研究により、この現象は高Ni濃度の組成域のみで観察される現象であることが明らかになった。この成因としては、i) R相の前駆現象と、ii)

析出の前駆段階の二つの可能性が考えられるが、電顕中in-situの加熱冷却実験によってi)の可能性は否定された。従って本研究ではii)の可能性が示唆された。まだ研究として詰めるべき点が残っているが、大方向は示されたと考えている。

第5章の「Ti-50.8at%Ni合金単結晶の超弾性に関する研究」は、Ti-Ni焼入材の応力誘起マルテンサイト変態及び超弾性の方位依存性に関する研究である。即ち、本合金のマルテンサイト変態のshape strain及びすべり系に対するSchmid因子の計算から応力誘起変態やすべりの起こり易さを予測し、それを元に $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 011 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 3方位の引張試験を行うと共に、応力-歪曲線を解析した。これにより応力誘起変態の方位依存性を大方向理解できた。又これ迄焼入材では観察されたことのない超弾性を、この解析結果に基づいて、 $\langle 001 \rangle$ 方位の圧縮試験により初めて実現できた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

形状記憶合金の変態温度は一般に非常に強い組成依存性を持っているので、変態温度の制御は技術上極めて重要である。本研究結果はその技術に材料学的基礎を与えたものであり、応用上も今後の発展に資する所大であると思われる。弾性定数測定によるR相変態前駆現象の研究も、この視点からは初めての結果であり、R相変態の理解に役立つことが期待される。以上の興味深い成果は著者のたゆまぬ努力のたまものであり、その労を多し
たい。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。