

氏名(国籍)	きむ ぜい る 金 宰 逸 (韓 国)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	博 甲 第 2881 号
学位授与年月日	平成 14 年 3 月 25 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	Effect of Aging on Transformation and Shape Memory Behavior in Ni-rich Ti-Ni Alloys (Ni 過剰 Ti-Ni 合金の変態及び形状記憶特性に及ぼす時効の効果)
主 査	筑波大学教授 工学博士 宮 崎 修 一
副 査	筑波大学教授 理学博士 浅 野 肇
副 査	筑波大学教授 工学博士 水 林 博
副 査	筑波大学助教授 工学博士 河 井 昌 道

論 文 の 内 容 の 要 旨

等原子比近傍の Ti-Ni 合金は熱弾性型マルテンサイト変態による形状記憶効果及び超弾性を示す。特に Ni 過剰 Ti-Ni 合金は時効析出物及び加工組織によって安定な形状記憶効果を示すため、応用に最も多く使われる合金である。Ni 過剰 Ti-Ni 合金の形状記憶効果は加工・熱処理、第三元素の添加、熱サイクル効果及び時効処理等によって改善できる。特に、時効処理によって形成される析出物は Ni 過剰 Ti-Ni 合金の変態挙動及び変形挙動に大きな影響を及ぼす。

本研究では、Ti-50.9at%Ni 合金の線材を用いて 1073K で溶体化処理後、373K ~ 873K の温度範囲で時効処理を施した。各時効材について変態挙動及び変形挙動に及ぼす時効温度及び時間の影響を系統的に調べると共に多段階マルテンサイト変態及び 2 段階 R 相変態の変態挙動及び変形挙動を明らかにすることを目的としている。実験手法としては、DSC 測定及び引張試験により、各時効材の変態挙動及び変形挙動を調べ、透過型電子顕微鏡及び X 線回折測定を用いて結晶構造及び微細組織の観察を行った。

600K 以下の温度で時効を施した試料の TEM 観察の結果、473K - 360ks の時効材から Ti_3Ni_4 が 2 ~ 3nm の大きさで形成され、時効時間の増加と共にほぼ成長せず、10800ks の時効材では 5nm 前後の大きさであった。573K の時効材では 1.2ks から Ti_3Ni_4 が析出し、時効時間の増加と共に成長し、10800ks の時効材では 40nm まで成長した。マルテンサイト変態温度は時効時間に大きく依存し、473K 及び 573K の時効材では時効時間の増加とともに減少した後増加した。各時効材のすべり臨界応力は 473K の時効材では時効時間の増加と共に増加し続けた。これは 473K 時効温度では、 Ti_3Ni_4 の大きさはあまり成長せず密度が増加することが形状記憶効果を向上させる原因だと考えられる。573K の時効材のすべり臨界応力は時効時間の増加と共に増加し、最大値を示した後減少した。これは 573K の時効温度では、 Ti_3Ni_4 は時効時間の増加と共に密度の増加より粗大化によって永久歪みが入りやすくなったと考えられる。

600K 以下の温度で時効を施すと 2 段階 R 相変態が現れた。2 段階 R 相変態は 473K の時効材では 36ks から、573K の時効材では 1.2ks の時効時間から現われ、いずれの R 相変態温度は時効時間の増加と共に増加した。一定応力下での熱サイクル試験の結果、2 段階 R 相変態に相当する 2 段階の形状変化を示した。2 段階 R 相変態が現われる原因としては、時効によって形成された Ti_3Ni_4 の周りの応力場または組成の揺らぎが考えられる。

573K の時効材では、DSC の結果からは 1 段階のマルテンサイト変態だけが認められたが X 線回折測定、DSC 測

定及び引張試験機を併用することによって低温側に2段階マルテンサイト変態が起こり、この変態温度は時効時間の増加と共に上昇した。

2段階R相変態が現れる試料では2段階マルテンサイト変態が共に現れ、 Ti_3Ni_4 の大きさは10nm以下であることがわかった。 Ti_3Ni_4 が成長することによって2段階R相変態は1段階に変化し、マルテンサイト変態は多段階に変化した。以上ことから Ti_3Ni_4 のサイズと多変態は密接な関係があることがわかった。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、Ni過剰のTi-Ni合金の変態及び形状記憶特性に及ぼす時効の効果を、時効温度と時間を広範囲に変えて調べたものである。それらの時効材について、微細組織を透過型電子顕微鏡により観察し、変態及び形状記憶特性に及ぼす時効効果を微細組織に基づいて明らかにしている。調べた時効の温度と時間の範囲は、従来の研究の範囲をはるかに超えるものであり、多段階のマルテンサイト変態とR相変態があらわれる条件を明瞭に示すと共に、その機構についても解明した。膨大な実験データを含む大作である。

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。