

氏名(本籍)	もり い こう いち	森 井 浩 一 (岐阜県)
学位の種類	工 学 博 士	
学位記番号	博 甲 第 892 号	
学位授与年月日	平成 3 年 3 月 25 日	
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当	
審査研究科	工 学 研 究 科	
学位論文題目	熱弾性型マルテンサイト変態の結晶学的研究	
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 鈴木 哲 郎
副査	筑波大学教授	工学博士 奥 田 重 雄
副査	筑波大学教授	理学博士 浅 野 肇
副査	筑波大学助教授	工学博士 宮 崎 修 一

論 文 の 要 旨

マルテンサイト変態の結晶学的理論には『現象論』と呼ばれる優れた理論があり、母相とマルテンサイト相の格子定数、格子対応、格子不変変形のみから、変態に特有な晶癖面、結晶方位関係等あらゆる結晶学的パラメータを予測することが可能であるが、最近まで多くの合金系に適用されて、すべての点で理論と実験の間に良い一致の得られたのは、Fe-Pt 合金等における {3, 10, 15} 変態と Au-47.5at% Cd 合金の $\beta_2 \rightarrow \gamma_2'$ 変態のみであり、現象論の適用性が問題にされてきた。従来格子不変変形は第 I 種双晶であると信じられてきたが、最近ノ瀬らによって Cu-Al-Ni 合金で第 II 種双晶が見出された。本研究は、代表的な熱弾性型のマルテンサイト変態をする Cu-Al-Ni 合金、Au-47.5at% Cd 合金および Au-49.5at% Cd 合金の単結晶に対し、各種結晶学的パラメータを精密に測定して、格子不変変形としての第 II 種双晶を考慮に入れたうえで解析し、現象論と実験の厳密な比較を行うことにより、『現象論』の適用性および適用限界を明らかにしようとしたものである。Au-49.5at% Cd 合金については、変形挙動についても併せ研究を行った。

第 1 章は序論であり、マルテンサイト変態の特徴、『現象論』の概要、および本研究に関連した従来の研究の概要が述べられている。

第 2 章では、マルテンサイト変態の結晶学的パラメータの測定法が述べられている。特に、立方晶より対称性の低い結晶に対するラウエ写真のコンピュータ・シミュレーションによる解析法および最小二乗法による結晶方位の精密な評価法が詳しく述べられている。これらは本研究のために開発されたものである。

第 3 章は、Cu-Al-Ni 合金の $\beta_1 \rightarrow \gamma_1'$ (2H) 変態にたいし、理論と実験の厳密な比較を述べたも

のである。多数の単結晶試料に対して実験を行い、格子不変変形は常に $\langle 111 \rangle_{r_1}$ 第Ⅱ種双晶であることを明らかにしている。『現象論』を解くと、(+)と(-)の二つの解が得られるが、従来すべての合金系をとうして実験的に得られたのは(+)の解のみであったが、本研究では(-)の解も初めて見出し、二つの解が実験的に存在しうることを示した。以上をとうしてこの合金系では、測定されたすべての結晶学的パラメータにたいし、『現象論』は高い精度で成り立つことが明らかになった。

第4章での Au-47.5at% Cd 合金における $\beta_2 \rightarrow \gamma_2'$ (2H) 変態に対しては、以前 Lieberman らにより『現象論』が適用され、現象論がよく成り立つと報告されているが、測定は一例のみであり、第Ⅱ種双晶も考慮されていないため、再度研究を行ったものである。多数の試料について実験を行った結果、格子不変変形は従来の報告どおり、ほとんど $\{111\}_{r_2}$ 第Ⅰ種双晶であったが、一例だけ初めて $\langle 112 \rangle_{r_2}$ 第Ⅱ種双晶も見出された。実験的に得られた解は大部分Ⅰ種双晶に対する(+)の解であったが、一部(-)の解も初めて見出だされると共に『現象論』は、Lieberman 達の報告より更に高い精度で成り立つことが明らかになった。

第5章は Au-49.5at% Cd 合金の『現象論』的な観点からの研究と、この合金における応力誘起変態および変形挙動に関する研究結果を述べたものである。この合金は第4章でのべた合金と Cd 濃度にして2%しか違わないが、構造変化は $\beta_2 \rightarrow \zeta_2'$ (trigonal) となりまったく異なり、古来不明な点が多い。格子不変変形についても、Ledbetter らによる格子不変変形は存在するという説と、唯木らによる存在しないとする説があって矛盾している。本研究では、 $\beta_2 \rightarrow \zeta_2'$ 応力誘起変態の光学顕微鏡観察から格子不変変形の存在する例を観察している。一方冷却によってできるヘリング・ボーン型の変態では格子不変変形は存在しないことも観察している。これらの観察結果に基づいて、変態歪の小さいこの型の変態では、格子不変変形を伴う場合と、伴わぬ場合のあることを提唱し、従来の矛盾を解消した。測定した晶癖面は、 $(001)_{\beta_2}$ 複合双晶を格子不変変形とする現象論の解と一致したが、 K_1 面は一致しておらず、この点は更に研究を要する。冷却によって生じた ζ_2' マルテンサイトの自己調整形態には、屋根型ヘリング・ボーン型の二種類ある事が見出だされ、前者は『現象論』の解を用いて矛盾無く説明された。なお本合金の $\beta_2 \rightarrow \zeta_2'$ 変態に伴う形状記憶効果と超弾性が初めて見出だされ、それに付随した変態歪も計算値と良く一致した。また ζ_2' 相の再配列に伴う応力-歪曲線のステージも初めて見出だされた。

第6章は総括である。格子不変変形を正しく選べば、『現象論』は本来の形で良く成り立つことが本研究で明らかになったが、格子不変変形は、Cu-Al-Ni 合金の場合は第Ⅱ種双晶、Au-47.5at% Cd 合金の場合は一般に第Ⅰ種双晶であった。同研究室ですでに、Cu-Sn、Ag-Cd および Ti-Ni 合金についても研究を行っているので、それら全般を対象にして、どの場合に第Ⅰ種となり、どの場合に第Ⅱ種となるかを、形状歪、規則構造、構成元素の原子半径の差といった観点から検討している。最後に全体の総括を述べている。

審 査 の 要 旨

本論文は、熱弾性型マルテンサイト変態に対する『現象論』の適用性について厳密なアセスメントを行ったものであり、格子不変変形を正しく選べば、『現象論』が本来の形でよく成り立つことを示した意義は末ながく評価されるものと思われる。従来から予測されていたながら、これまで実験的には観察されていなかった(一)の解がAu-47.5at%Cd合金並びにCu-Al-Ni合金で見出だされたのは、本研究のために開発された解析法(最小二乗法による結晶方位の精密決定法など)と相俟って、同一試料から多数の結晶学的パラメータを精密に測定したことによって初めて可能になったものである。またAu-49.5at%Cd合金において、格子不変変形を導入する変態の様式と導入しない変態の様式がありうるという指摘は卓見であり、これによって従来の矛盾が解消できた。ただこの合金の現象論的解析において、実験的に得られた K_1 面が理論値と一致していない点についてはさらに研究を続ける必要がある。なおこの合金の $\beta_2 \rightarrow \zeta_2'$ 変態に伴う形状記憶効果と超弾性は ζ_2' 相の再配列の観察と共に本研究で初めて見出だされたものであるが、これは著者が最も有利な $\langle 111 \rangle_{\beta_2}$ 方位の単結晶作製に成功したことに基づいている。また ζ_2' マルテンサイトに二種類の自己調整形態のあることを見出だし、それらの解析に成功したのも本研究が最初である。以上総じて、本研究は熱弾性型マルテンサイト変態の結晶学にたいする重要な貢献として高く評価できるものである。

よって、著者は工学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。