

氏 名	村 岡 芳 俊
	むら おか よし とし
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 610 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 金 属 加 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	A STUDY ON THE MAGNETIC PROPERTIES AND MAGNETOVOLUME EFFECTS OF THE PSEUDOBINARY $Zr(Fe_{1-x}Co_x)_2$ SYSTEM (擬二元系 $Zr(Fe_{1-x}Co_x)_2$ の磁性と磁気体積効果)

論文調査委員 (主 査) 教 授 中 村 陽 二 教 授 高 村 仁 一 教 授 村 上 陽 太 郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、強磁性を示す $ZrFe_2$ と常磁性を示す $ZrCo_2$ とのラーベス相擬二元系合属間化合物 $Zr(Fe_{1-x}Co_x)_2$ の磁性および磁気体積効果について多角的な手段を用いて研究を行い、この系の磁性、特にその強磁性消失臨界組成付近における磁氣的挙動を明らかにし、併せてこの系の示す大きな磁気体積効果について検討を加えたもので、4章から成っている。

第1章は序論で、まず金属・合金の磁性に関する基本的問題点について述べた後、その磁気体積効果について概説し、ついでラーベス相金属間化合物の結晶構造、磁性および磁気体積効果について要約し、さらに $ZrFe_2$ 、 $ZrCo_2$ およびこれらの擬二元系金属間化合物についての従来の研究結果を総括し、この合金系の磁性および磁気体積効果の研究の目的を位置づけている。

第2章は試料の作成および各種の測定法について述べたもので、まず化学量論比を持つ合金および化学量論比からわずかに組成をずらした合金を作成し、それらの格子定数を求めている。ついで磁気モーメント、磁気一温度曲線、キュリー温度および磁化率などの基本的な磁氣的諸性質の測定方法について述べた後、低温比熱およびメスバウアー効果測定装置について説明し、さらに差動トランスを用いた熱膨張測定法ならびに三端子容量法による強制体積磁歪測定法について述べている。

第3章はこの論文の主要な部分をなすもので、実験結果およびその解析について述べたものである。すなわちまず、 $ZrFe_2$ に Co を添加すると、磁気モーメントおよびキュリー温度は減少し、 $x=0.4$ 付近の組成で強磁性が消失することを示し、強磁性消失臨界組成付近において磁気一温度曲線の異常を見出している。ついで $x=0.5$ から 0.7 の組成範囲における磁気一温度曲線の解析から、この組成範囲ではミクト磁性が出現することを見出し、スピンの凍結温度を求めている。さらに $x=0.8$ の組成における磁化率の測定から、この組成においても磁氣的クラスターが存在することを指摘している。また化学量論的組成よりも過剰に添加した遷移金属元素が、磁性に重要な影響をおよぼすことを見出している。ついで、低温比熱の測定から求めた電子比熱係数の値が、Co の添加と共に強磁性消失臨界組成に近づくとき急激に増加する

こと、また $x=0.5$ から 0.7 の組成における大きな電子比熱係数はこの領域におけるミクト磁性の出現とよく対応していることを見出している。つぎにメスbauer効果の解析結果について詳細に述べている。すなわちまず、 $ZrFe_2$ に Co を添加すると、磁化容易方向が $\langle 111 \rangle$ から $\langle 100 \rangle$ に変化することを見出し、ついで強磁性臨界組成に近づくと内部磁場分布曲線に零磁場成分が次第に出現し、ミクト磁性領域では高い内部磁場から零磁場まで広い分布を示し、スピン凍結温度以上ではほとんど零磁場成分のみとなるなど、ミクト磁性の挙動の詳細を明らかにすると共に、メスbauer効果から求めたスピン凍結温度が磁気測定の結果とよく一致することを示している。さらに非化学量論的組成をもつ合金についてのメスbauer効果の解析から、過剰な Fe 原子の重要性を指摘している。つぎに磁気体積効果について述べている。すなわちまず、強磁性全域において熱膨張異常を見出し、その解析から自発体積磁歪を求め、その値が磁化の二乗に比例するという結果を導き、さらに磁気体積結合定数が通常のインバー合金の値よりも大きく、しかもその値が組成によらずほぼ一定であるという興味ある事実を見出している。つぎに低温における熱膨張は Co の添加と共に正から負に変化するが、強磁性消失臨界組成付近では通常のインバー合金よりも更に大きな負の熱膨張を示すことを見出している。最後に強制体積磁歪は強磁性消失臨界組成に近づくと急激に増加すると報告している。

第4章は、得られた結果を総合してこの系の示す磁性および磁気体積効果について検討を加えたものである。すなわちまず、局在磁気モーメントの立場からこの系の磁性を考察した後、遍歴電子モデルの立場からこの系が Co の添加と共に強い遍歴電子強磁性から不均一な弱い強磁性をへてミクト磁性に変化する過程の詳細について検討を加え、さらにこの系の示すミクト磁性について偏極電子雲の概念にもとづいて考察を加えている。ついでこの系の磁気体積効果について論じている。すなわちまず、この系の示す大きな磁気体積結合定数を通常のインバー合金などと比較した後、 $Fe-Ni$ インバー合金の示すその他の多くの磁氣的異常性は、この系においては強磁性臨界組成付近においてのみ観測されることから、これらの磁氣的異常は不均一な弱い強磁性体でみられる二次的な現象であり、インバー効果の本質である大きな磁気体積効果とは区別して論じるべきであると結論している。

論文審査の結果の要旨

遷移金属を含むラーベス相金属間化合物は、種々の興味ある磁氣的性質を示し、最近その研究が盛んに行われている。この論文は、強磁性を示す $ZrFe_2$ と常磁性を示す $ZrCo_2$ との擬二元系金属間化合物 $Zr(Fe_{1-x}Co_x)_2$ の磁性を、磁化、メスbauer効果、電子比熱、熱膨張および体積磁歪などの手段を用いて研究を行い、この系の磁性、特にその強磁性消失臨界組成付近における磁氣的挙動を明らかにすると共に、その磁気体積効果の様相を解明したものであって、得られた主な成果につぎの通りである。

1. 強い強磁性を示す $ZrFe_2$ に Co を添加すると Co の濃度 $x=0.4$ 付近で強磁性が消失することを見出し、さらに化学量論比よりも過剰に添加した Fe 原子の磁性に及ぼす影響についても検討を加えて、従来不明確であったこの系の強磁性領域を確定した。ついで、磁気-温度曲線の異常、高磁場磁化率や電子比熱係数の増加およびメスbauer・スペクトルにおける常磁性成分の出現などから、強磁性消失臨界組成付近では磁氣的に不均一な弱い強磁性が出現していることを見出した。

2. $x=0.5\sim 0.7$ の組成範囲では、磁気-温度曲線が極大を示し、極大を示す温度以下でも大きな内部磁場が見られることから、ミクト磁性が出現していることを指摘し、さらに磁気測定およびメスバウアー効果などの解析から、スピン凍結温度を決定した。またこの系の示すミクト磁性は偏極電子雲の概念により理解されることを明らかにしている。

3. 強磁性領域においてキュリー温度以下で見られる熱膨張異常の解析から、この合金系の示す大きな磁気体積結合定数は組成によらず一定であること、さらに強磁性消失臨界組成付近において、低温における熱膨張が大きな負の値を示すと共に強制体積磁歪が急激に増加するなど興味ある事実を見出した。

4. 以上の結果を総合して、この系の示す複雑な磁性は、環境効果を考慮した遍歴電子モデルの立場から理解されることを明らかにし、インバー合金の示す種々の磁氣的異常は、一般に不均一な弱い強磁性に起因する二次的な現象であり、したがってインバー効果の本質である大きな磁気体積効果とは区別して論じるべきであるという重要な結論を得た。

これを要するにこの論文は、 $\text{Zr}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2$ 擬二元系金属間化合物の磁性および磁気体積効果について、多角的な研究手段を駆使して研究を行い、この系の磁性の詳細を明らかにして金属間化合物の磁性に新しい知見を加えると共に、インバー問題の解明に重要な指針を与えたものであって、学術上實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。