

氏名 緒方 裕大

主論文審査の要旨

学位論文の草稿では、強い重力場を用いた 2, 3 の物質の材料プロセッシング、具体的には銅/黄銅拡散対界面における拡散、重力場印加によるマグネタイトの構造相転移、強い重力場実験による YC 系強磁性体合成の実験的研究について報告している。

第一章では、序論として、強い重力場実験についての研究背景、強い重力場が引き起こす現象と、既往の研究について述べた。

第二章では、研究に用いた熊本大学のエアタービン型高温超遠心装置と、実験手順について述べている。

第三章では、強い重力場を用いた銅/黄銅拡散対界面における拡散について実験を行い、物質界面の重力の効果調べた。強い重力場下における、銅/黄銅界面の拡散現象を、試料界面を重力方向と水平、垂直と条件を変えて、加速度 40 万 G、実験温度 400°C、実験時間 60 時間の実験を行い、水平モードサンプルでは、低重力側において組成の著しい変化、細孔が多数観察し、強い重力場によって発生した結晶のゆがみに起因する多数の空孔が低重力側に変位し、拡散を促進することを明らかにした。垂直モードサンプルでは、黄銅を上側にセットしたサンプルの方が銅を上側にセットしたサンプルよりも、組成傾斜が急勾配である事が観察し、密度の大きい銅が重力方向に沈降し、また、沈降シミュレーションの結果より、銅の拡散係数が通常よりも変化していることを明らかにした。これらの結果から、重力誘起の拡散現象は空孔の挙動が大きく関与していることを議論した。

第四章では、強い重力場によるによるマグネタイトが構造相転移することを見出している。重力誘起の構造変化は全くの未開拓の研究であるが、本実験では a 面のマグネタイト単結晶を用いて、最大加速度 40 万 G、実験温度 400°C、実験時間 24 時間の強い重力場実験を行い、結晶構造が立方晶、Fd-3m からハウスマンナイト (Mn_3O_4) と同じ構造である正方晶、 $I4_1/amd$ に相転移をしていることが明らかにした。ラマンスペクトルの結果においても、対称性が落ちていることを示す新しい二つのピークが観測され、この物質は新物質であることがわかった。SQUID を用いて磁化特性を計測した結果、重力印加方向に磁場を印加した場合、重力実験後サンプルでは透磁率の 40% 上昇と残留磁化が上昇していることも確認している。

第五章では、フラーレンイットリウム混合物の強い重力場実験によって新しい YC 強磁性体合成について報告している。フラーレン (C_{60}) と イットリウム (Y) を 1:1 (at. %) の混合粉体を用いて最大加速度 40 万 G、実験温度 400°C で重力実験を行い、初期サンプルではフラーレンの反磁性の特徴を示したが、重力実験後サンプルでは、飽和磁化、保持力が著しく上昇し、強磁性の特性を持つことを明らかにした。EDX による元素分析では、強磁性を示す不純物の混在は確認できなかった。強磁性体の XRD 分析では、既存のイットリウム炭化物に適合しない新規なパターンで、Y K-edge XANES の結果から、重力後の磁性を示す物質は初期のイットリウム金属の電子構造を保持したまま、炭化物的電子構造にケミカルシフトしていることが観測された。

銅/黄銅界面の研究では原子の沈降メカニズムの解明にヒントを与え、マグネタイトの相転移、YC 強磁性体の合成では強い重力場を用いた新しい物質合成と新規な物性の出現の可能性を示唆しており、様々な応用研究が期待され、基礎科学的にも工学的にも評価できる成果である。

最終試験の結果の要旨

審査委員会は学位論文提出者に対して、該当論文の内容および関連の専門分野について試問を行った。その結果、論文提出者は、当該研究分野および応用領域について十分な知識と理解力を示しており、研究者として十分な研究遂行能力を有していると判断した。また学位論文提出者は専門誌への学術論文1報、国際会議プロシーディング論文1報、特許申請2件で、専攻あるいは講座の学位授与基準を満足している。さらに英文論文1篇を投稿し現在査読中で、国際学会での発表経験も3回以上あることから十分な語学力を有すると判断された。以上の理由により、学位審査委員会は本論文が「博士（工学）」の学位を授与するに値する論文であると判定した。

前述の論文審査結果を基に、審査委員会は学位論文提出者が研究者として十分な研究遂行能力を有し、語学力も学位授与に付随して要求されるレベルに達していると認め、最終試験は合格と判断した。また学位論文の内容は既に学術誌に公表済みあるいは投稿中であり雑誌出版社の方針で二重公表と禁止しているため、博士論文のインターネット公表は全文に代えて内容を要約したもののみとする。

| | | | | |
|------|--------------------|----|----|----|
| 審査委員 | 複合新領域科学専攻複合新領域科学講座 | 教授 | 真下 | 茂 |
| 審査委員 | 複合新領域科学専攻複合新領域科学講座 | 教授 | 吉朝 | 朗 |
| 審査委員 | 複合新領域科学専攻複合新領域科学講座 | 教授 | 伊原 | 博隆 |