

論文審査の結果の要旨

氏名 池宮 桂

強磁性ナノ粒子は、バルクや薄膜とは異なった物性を示すことが知られている。特に、磁気異方性エネルギーが粒径に依存し、また、表面とコアで異なる磁気異方性を持つ可能性があるという点で特異的である。本論文が取り扱うのは、Co ナノ粒子の形状、及び Co ナノ粒子の Ag-Co ハイブリッドナノ粒子化が、超高速消磁過程に与える効果である。

本論文は以下の 5 章より構成されている。

第 1 章は序論であり、本論文の背景および目的が述べられている。本論文で取り扱う強磁性ナノ粒子の諸物性を、バルクおよび薄膜との対比を通じて概観している。また、様々な系における超高速消磁過程測定の結果に触れている。Co ナノ粒子の形状が磁性に及ぼす効果を評価する為には、Co ナノ粒子の酸化や凝集を防ぎ安定化することが必要である。Co ナノ粒子を、その酸化を防ぐ役割を果たすアナターゼ型 TiO_2 母物質中に単分散させる事は、Co ナノ粒子の磁気特性を評価する上で非常に優れた方法であると指摘している。また、本研究で用いられる薄膜成長手法では、薄膜成長過程における相分離を利用しているため、Co ナノ粒子を大気に曝すこと無くアナターゼ型 TiO_2 母物質中に内包させうる点を強調している。この方法の優位性を、これまでの金属ナノ粒子の作製方法との対比を通じて論じている。

第 2 章は、 $\text{LaAlSrO}_4(001)$ 単結晶基板上に作製した Co ナノロッド内包アナターゼ型 TiO_2 薄膜 ($\text{Co}:\text{TiO}_2$) の成長に関して述べている。薄膜成長パラメータとして基板温度 (T_s) に着目し、金属 Co ナノロッドがアナターゼ型 TiO_2 母物質中に内包される T_s の範囲を明らかにしている。また、 T_s により、Co ナノロッドの形状を制御できることを示している。さらに、最適条件下で得られた Co ナノロッドは fcc-Co 単結晶である事を確認している。

第 3 章は、 $\text{LaAlSrO}_4(001)$ 単結晶基板上に作製した Ag-Co ハイブリッドナノ粒子内包アナターゼ型 TiO_2 薄膜 ($\text{Ag,Co}:\text{TiO}_2$) の成長に関して述べている。Ag,Co: TiO_2 系の場合、薄膜成長過程における相分離の結果、金属 Co ナノ球及び金属 Ag ナノワイヤからなる Ag-Co ハイブリッドナノ粒子が、アナターゼ型 TiO_2 母物質中に内包されることを明らかにしている。Ag-Co ハイブリッドナノ粒子は母物質中で配向しており、これは、固相成長において配向したハイブリッド構造を得た初めての例であると指摘している。また、これら Ag,Co: TiO_2 試料は、波長 400nm 近傍に局在表面プラズモン共鳴による吸収を持ち、その吸収強度は Ag 含有量の増加に伴って増大すると述べている。

第 4 章では、第 2 章及び第 3 章の方法で作製した $\text{Co}:\text{TiO}_2$ 及び $\text{Ag,Co}:\text{TiO}_2$ に対し、ポンププローブ法を用いた時間分解 Faraday 効果測定を行った結果について述べている。ポンプ光波長を Ag の局在表面プラズモン共鳴波長に合わせて 400 nm に設定することで、高いシグナル強度を得ることに成功している。また、試料中の Ag 量が多い程、超高速消磁の大きさが増大する事を示し、Ag の局在表面プラズモンが消磁の増幅に関与している事を明らかにしている。一方、Co ナノ粒子の形状は、超高速消磁の大きさや緩和過程に大きな影響を与えない事を述べている。

第 5 章は結論と総括である。

以上のように、本論文は、安定な Co ナノ粒子及び Ag-Co ハイブリッドナノ粒子の作製方法を提

案するに留まらず、局在表面プラズモン共鳴を示す金属ナノ粒子と強磁性金属ナノ粒子からなるハイブリッドナノ構造における超高速消磁の結果を初めて報告したものである。また、プラズモンからスピンへの超高速エネルギー移動という新たな現象を見出している。これらの成果は理学の発展に大きく寄与する成果であり、博士（理学）に値する。なお本論文は複数の研究者との共同研究であるが、論文提出者が主体となって行ったものであり、論文提出者の寄与は十分であると判断する。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。