

論文審査の結果の要旨

氏名 宮脇 淳

磁性薄膜はバルク磁性体では見られない特殊な磁気異方性を示すことが知られている。本研究では、薄膜構造の観点から Co 磁性薄膜における垂直磁気異方性の起源に関する問題を取り扱っている。

本論文は 5 章から成っている。

第 1 章は序論であり、磁性薄膜における磁気異方性の現象論的な解釈、その起源における薄膜構造の重要性について述べ、具体的に Co/Pd(111)、Ru/Co/Ru(0001)系のこれまでの研究について触れている。これらを踏まえ、この二つの系を本論文で対象とすることの意義について説明されている。

第 2 章は実験手法に関する説明である。内殻分光法である X 線吸収微細構造(XAFS)・X 線円二色性(XMCD)、表面磁気光学 Kerr 効果(SMOKE)について、その原理、どのような情報が得られるかについて概説している。これにより、XAFS の薄膜構造解析における利点(偏光依存性を利用した結晶異方性解析)、XMCD の磁気異方性研究における利点(スピン・軌道磁気モーメントを別々に定量可)が示されている。

第 3 章は、Pd(111)単結晶基板上に成長させた Co 薄膜の構造及び CO 吸着の影響を、表面 XAFS によって調べている。X 線吸収端構造(XANES)と広域 XAFS(EXAFS)の偏光依存性から、Co 薄膜が少なくとも 12 原子層までは fcc 構造をとって成長することを示している。最近接原子の定量的な解析により、Co 薄膜は Pd(111)基板上と不整合に成長し、基板との界面に歪みを持たないことを明らかにしている。さらに、界面での合金化に関して、合金化した試料との比較から界面での合金化を否定している。Co 薄膜への CO 吸着は、構造変化を起こすことはないが、Co 薄膜の電子状態を異方的に変化させることを明らかにしている。以上から、Co/Pd(111)系において観測される 3.5 層以下での垂直磁気異方性への構造の寄与は無視でき、CO 吸着によって観察された垂直磁気異方性膜厚の増大は、構造的要因ではなく Co 薄膜の電子状態の変化であること明らかにしている。

第 4 章は、Ru(0001)単結晶基板上に成長させた Co 薄膜の構造・磁気異方性及び Ru 被覆による影響を表面 XAFS と XMCD によって調べている。EXAFS の再隣接原子の定量的な解析により、Ru 基板上に成長させた Co 薄膜は、Ru 基板と整合した結果、大き

な歪みを界面に有するが、膜厚の増加とともにすぐに緩和し~5-6 層目では完全に緩和することが示されている。次に、この歪みを有する Co 薄膜に Ru を被覆した際の構造変化を調べており、薄膜表面に歪みを有している 2, 3 層の Co 薄膜では膜全体の歪みが緩和するが、もともと歪みを表面のない 6 層の Co 薄膜では構造変化が起こらないことを示しており、Ru 被覆は Co 薄膜の歪みを緩和させる効果があることを明らかにしている。

磁気異方性に関しては、XMCD・SMOKE の測定から蒸着しただけの Co 薄膜は測定した全膜厚(1-15 層)で面内磁化しか示さないが、Ru を被覆すると 2-6 層の Co 薄膜で垂直磁気異方性が発現することを確認している。さらに、XMCD に磁気総和側を適用して解析し、軌道磁気モーメントが膜厚、Ru 被覆によってどのように変化するかを調べている。これに先の構造の結果を併せ、不整合な Co/Ru 界面において面内方向の軌道磁気モーメントが大きく減少し、垂直磁気異方性を安定化すること、2-3 層の Co 薄膜では Ru 被覆による歪みの緩和が不整合な界面の創出、ひいては垂直磁気異方性の発現に重要な役割を果たしていることを明らかにしている。

第 5 章は結論と要約である。

以上のように、本論文は、XAFS や XMCD などの分光学的な手法を駆使し、磁性薄膜における磁気異方性に及ぼす構造の寄与を詳細に調べ、界面構造と磁気異方性の相関を明らかにしている。これらの研究は理学の発展に大きく寄与する成果であり、博士(理学)取得を目的とする学術研究として十分な意義を有する。なお、尚、本論文における各章の研究は他の複数の研究者との共同研究によるものであるが、論文提出者が主体となって実験、解析、考察を行ったものであり、論文提出者の寄与が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。