

論文審査の結果の要旨

氏名 澤田正博

本論文で報告されている研究は、スピン分解光電子分光を用いて非磁性金属上にエピタキシャル成長したコバルト薄膜の磁気異方性と3d電子状態の関連を議論したものである。非磁性金属上の強磁性遷移金属薄膜では、多くの場合磁気異方性が膜厚とともに変化することが知られている。本研究で取り上げたパラジウム(111)および金(111)表面上のコバルト薄膜では、膜厚が厚い場合には磁化の向きは面内にあるが、薄膜極限では磁化は面に垂直方向を向くことが報告されている。このことは、薄膜極限において、表面界面に起因する磁気異方性が形状による磁気異方性よりも支配的になることを意味するが、その微視的な機構についてはまだ十分に理解されていない。本研究では、少数スピン状態dバンドのうちの面垂直軌道から構成されているUpperバンドと面内軌道から構成されているLowerバンドのエネルギーと膜厚との関係を調べ、軌道磁気モーメントの異方性の変化を議論している。

本論文は、6章と補遺から構成されている。第1章は序論で、スピン分解光電子分光およびコバルト薄膜の磁気異方性に関するこれまでの研究が簡単に紹介されたのち、研究の目的が述べられている。第2章では、スピン分解光電子分光の方法が詳しく述べられ、実際に用いた実験装置の説明がなされている。第3章では、遷移金属および表面界面における磁性と電子状態との関係、およびコバルト薄膜の磁気異方性についてこれまでの知見がまとめられている。第4章と5章では、それぞれ、パラジウム(111)面上および金(111)面上のコバルト薄膜の実験結果が示され、それらに基づき、薄膜極限での表面界面磁気異方性の起源について議論がなされている。また、第4章では、パラジウム4pのスピン分解光電子分光とコバルト3pの磁気線2色性の実験結果が示され、界面の磁気モーメントについて議論されている。第6章はまとめにあてられており、補遺には、ニッケル(110)面における円偏光を用いたスピン分解光電子分光の研究が述べられている。

以下に本論文において得られた主な成果を記述する。

1. コバルト少数スピン状態 d バンドのエネルギー：

パラジウム (1 1 1) 面上と金 (1 1 1) 面上ともに、膜厚が小さくなるとコバルト少数スピン状態 3 d バンドの結合エネルギーは小さくなり、厚膜では一部占有されていた Upper バンドが薄膜極限では非占有となる。このとき、軌道モーメントが面垂直方向である Lower バンドのみが占有され、軌道磁気異方性が増大することになる。この軌道異方性がスピン軌道相互作用を通じて、薄膜極限での面垂直磁気異方性の原因となっていると結論した。

2. パラジウム 4 p 電子のスピン偏極：

パラジウム (1 1 1) 面上にコバルトを 4 Å 蒸着した試料で、パラジウム 4 p にスピン偏極が生じている。これは、界面パラジウムに磁気モーメントが誘起されていることを意味する。

3. コバルト 3 p の磁気線 2 色性：パラジウム (1 1 1) 面上でコバルトの膜厚が 3.7 Å の場合は、さらに厚い膜と比べてコバルト 3 p ピークの磁気線 2 色性が大きい。これは、界面の磁気モーメントが増大していることを意味する。

審査委員会は、これらの研究において、超高真空中の困難な実験が限られたビームタイムの間に計画的かつ十分注意深く行なわれ、その解析及び考察が適切な手法でなされていると判断した。このような研究を行うことにより、コバルト薄膜の 3 d 少数スピン状態エネルギーの膜厚依存性と磁気異方性との関係、および界面磁気モーメントの異常を明らかにしたことの意義は大きい。

なお、本研究は、柿崎教授（元指導教官）およびその他の研究者との共同研究となる部分を含むが、著者が研究計画から計算及び解析・考察のすべての段階で主導的な役割を果たしており、主体的寄与があったものと認められた。

したがって、審査委員全員は、本論文が博士（理学）の学位論文として合格に相当するものと認めた。