

氏 名	日 根 史 郎 ひろし
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 634 号
学位授与の日付	昭 和 55 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	理 学 研 究 科 化 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Mössbauer 効果による蒸着鉄薄膜の界面磁性に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教 授 高 田 利 夫 教 授 可 知 祐 次 教 授 坂 東 尚 周

論 文 内 容 の 要 旨

強磁性金属の表面（ないし界面）の原子がバルク結晶中の原子と異なった磁性を示すことは容易に想像されるが，その実験的観測は極めて困難であった。本研究はメスバウアー分光法を利用して鉄の界面磁性を研究したものである。試料は超高真空中の蒸着法によって作成した鉄薄膜で，表面を MgF_2 ， MgO ，あるいは Sb といった非磁性物質で被覆したものである。まずこれらの物質でサンドイッチした鉄薄膜（8ないし60Å）を作成し，そのスペクトルから，これら物質と Fe との界面では反応は起っていないことを確めた。同時に膜厚が 60Å 以上であればバルクに等しいスペクトルが得られることがわかった。

一般に超薄膜の実験結果には表面効果とサイズ効果が重畳し，その分離は困難である。本研究ではバルクの表面を調べ，サイズ効果を除外した情報を得るために次のような試料の作成を行っている。すなわち，約100Åの ^{56}Fe 膜をまず作成し，この表面に数Åの ^{57}Fe を蒸着した後，ただちに数100Åの被覆物質を蒸着させた多層膜を作成した。メスバウアー効果の対象は ^{57}Fe 核のみで ^{56}Fe 核は関与しない。膜厚が100Åであれば蒸着鉄薄膜は連続構造を持ち，バルクの磁性を示すことが知られているので，この試料の ^{57}Fe はバルク鉄の表面状態を観測するプローブと見なせる。このような ^{56}Fe - ^{57}Fe の二重膜を用いる手法によって次のような結果を得ている。

鉄の界面では Liebermann らが主張したような磁気モーメントをもたない原子層 (dead layer) は存在しない。しかし表面を被覆する物質に依存してある程度磁気モーメントの変化がある。その変化は一様ではなく， MgF_2 および MgO に接した界面では増加， Sb との界面では減少していることがわかった。この傾向には顕著な温度依存性はなく，4.2 K から室温近傍迄は変わらない。試料の安定性の問題で室温以上の測定は不可能であった。一方，アイソマーシフトは全ての場合に共通して正の値を持つ。結局この変化を説明するためには一つの機構では不可能で，競合するいくつかの機構の考察が必要であることがわかった。バルクの表面の磁気モーメントは薄膜の形状異方性によって膜面に平行に配向しているが超薄膜では表面異方性が支配的になり，磁化が面に垂直に並ぶことが予想されるが， MgO でサンドイッチした 8 Å の鉄薄膜についてこのような傾向を認めた。外部磁場中の測定では鉄が表面層迄完全に強磁性であること

が確認された。

参考論文1は蒸着膜の構造を検討したものであり、Fe および Sb の多層膜はエピタキシャル成長することを確認している。

参考論文2～5は種々の Fe 薄膜の測定結果であり、主論文の先駆をなす研究である。

論文審査の結果の要旨

近年、固体表面の物性に対する関心が高まり、種々の角度から研究が進められているが、表面や界面の磁氣的性質に関しては適当な測定手段が少なく、十分な検討は行われていない。特に、超薄膜や微粒子ではなく、いわゆるバルク結晶の表面の磁性を調べることは非常に困難である。本研究ではメスバウアー分光法がバルクの鉄の表面磁性の研究に有効であることを明らかにしている。メスバウアー分光法が固体物性、特に磁性に関して強力な研究手段であることは既によく知られているが、ここでは ^{56}Fe - ^{57}Fe の二重膜を試料とすることにより界面の研究を行った。メスバウアー分光法では ^{57}Fe のみを測定の対象とする。従って、 ^{56}Fe の厚い膜をまず作成した上に ^{57}Fe を薄く蒸着すれば ^{57}Fe は厚い鉄の界面を調べるプローブと見なすことができる。この方法により MgF_2 、 MgO および Sb と接する界面の Fe 原子の磁気モーメントについての知見を得ている。このような ^{56}Fe - ^{57}Fe 二重膜を利用する方法は世界で最初であり、今後の発展が期待される新手段である。

試料の作成は超高真空中の電子ビーム加熱による蒸着法を用いており、界面の研究に十分な化学的清浄度を保ったものと考えられる。なお試料表面になんらかの汚染がある場合には、メスバウアースペクトルの結果からチェックされることが本研究で明らかにされており、試料に対して信頼をおくことができる。

強磁性金属表面の磁気モーメントに関してはいくつかの理論的研究があるが、その結果は必ずしも一致していない。極めてモデル化した表面に関する理論的考察と、現実の試料の表面に対する実験結果を直接比較することは必ずしも適当ではなく、時期尚早ではあるが本研究の結果はこの問題に関する最も重要視すべき実験結果の一つであると考えられる。

磁性体の表面には表面異方性が存在することが示唆されていたが、超薄膜で磁気が膜面に垂直に向くことはその存在の最も明瞭な証拠である。本研究では MgO でサントイッチした超薄膜でそのような実例を見出している。このような実験結果はまだ世界で数例を数えるのみである。

参考論文は、鉄薄膜磁性の膜厚依存性、蒸着薄膜の構造、あるいは鉄薄膜と下地物質の反応性を調べたもので、本論文の補助的結果あるいは相補的考察であり、本論文の結果の信頼性を高めるものである。

以上主論文、参考論文を通じ、申請者の固体化学、固体物性など関係分野への寄与は評価に値するものがあり、かつ、申請者は十分な研究能力と学識を有するものと判断される。

よって本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。