

論文審査の結果の要旨

氏名 松村 大樹

磁性薄膜はバルク磁性体には見られない多様な結晶磁気異方性を示すことが知られている。本研究では、磁気化学と表面化学の両面から磁性薄膜のスピン再配列の問題を取り扱っている。

本論文は6章からなる。第1章は序論であり、磁性薄膜研究の歴史、薄膜の磁気異方性の重要性、具体的に Ni/Cu(001), Co/Pd(111)系でのこれまでの研究について触れ、磁気異方性にたいする現象論的な解釈について述べている。

また、薄膜の表面における問題として、分子吸着が及ぼす構造変化、磁性の変化について述べ、この論文で取り扱う範囲について説明している。

第2章は実験手法である。これらは主として内殻分光法であり、X線吸収分光法、X線磁気円二色性 (XMCD)、X線光電子分光法 (XPS)、X線光電子回折法 (XPD) について、その原理と、どのような情報が得られるかについて述べられている。

第3章は表面分子吸着によってスピン再配列転移の起こる膜厚がどのように変わるかを XMCD の実験によって明らかにしている。系としては Co/Pd(111)、および、Ni/Cu(001) を選び、前者については CO 吸着、後者については CO と H 吸着を行っている。

その結果、Co/Pd(111)系では、200Kにおいて、清浄表面では3.5 MLで垂直磁気異方性が面内に転移するのに対し、CO吸着によって6.5 MLまで転移膜厚が広がることを示した。同様な現象はNi/Cu(001)薄膜でも観測された。特に、H吸着の場合には、昇温脱離に伴う可逆的なスピン再配列を見出している。さらに、XMCDスペクトルを磁気総和則を用いて解析し、軌道磁気モーメントが膜厚によってどのように変わるかを調べている。そして、COの吸着は表面垂直方向の軌道磁気モーメントには大きな影響を与えないものの、表面平行方向は減少させる作用を持っていることを明らかにした。これに対して、H吸着の効果は一見同様な効果を起こすものの、表面垂直、平行両方の軌道磁気モーメントを減少させる。これらの違いはCOがatopサイトに吸着するのに対して、Hは原子状に表面のhollowサイトに吸着するというモデルで解釈が可能であり、表面吸着現象による磁気異方性の変化の起因を原子レベルの視点から理解できた。

第4章は4.6ML Co/Pd(111)系でCO吸着による磁気相転移の温度変化を調べている。その結果、200Kでは顕著な転移が起こるものの、300Kでは起こらないことが分った。

この違いは単なる吸着温度の違いによる吸着量の差では解釈できない。そこで、XPSによってC 1sのスペクトルを観測した。300Kでは一本のピークからなり、吸着サイトが1種類であることが分った。一方、200Kでは新たに肩構造が現れており、複数の吸着サイトがあることを示している。温度変化とCO吸着脱離の過程でXMCDとXPSの実験を行い、肩構造の存否が垂直磁気異方性と密接に関係していることを明らかにした。

第5章では第4章で得られたXPSの化学シフトと吸着サイトの関係を明らかにするために、C 1sのエネルギー掃引型XPD実験による構造解析を行っている。その結果、300KではCOがatopサイトに吸着しているとする構造モデルが合うこと、200Kでは、これ

以外に、bridge サイトか hollow サイトがわずかに混ざった構造があることが分った。肩構造が小さいため(0.1 ML), 構造を一義的にきめることは不可能であったが、これから、垂直磁気異方性に転移することに関係しているのは atop サイトに吸着した CO ではなく、bridge あるいは hollow サイトに吸着したわずかの CO であることが明らかになった。

第6章は結論と要約である。

以上のように、本論文は、表面磁性において、分子吸着による磁気相転移の現象を表面化学の観点から詳細に調べ、分子の吸着構造とスピン再配列の相関を明らかにした初めての研究であり、表面科学、磁気化学の分野での貢献が大きく、博士(理学)に値する。

なお、本論文は太田俊明、雨宮健太、横山利彦、北川聡一郎との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験、解析、及び、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。