

論文審査の結果の要旨

氏名 服部卓磨

本論文は8章から成る。本論文で服部氏は金属表面上に窒化鉄の単原子層を成長させ、その原子構造、電子状態、磁性を走査型トンネル顕微鏡と X 線磁気円二色性で調べている。

第1章は序論であり、研究の背景と目的そして本論文の構成が述べられている。第2章では本研究で扱った実験手法の原理及び研究対象とした窒化鉄が説明されている。第3章では本研究の実験における測定手法及び試料作成の詳細が解説されている。第4章と第5章では服部氏が成長させた Cu(111)基板上の正方格子系窒化鉄(Iron Nitride)単原子層の原子構造、電子的性質、磁性が述べられている。第6章では Cu(001)基板上の窒化鉄(Iron Nitride)単原子層について、コバルト(Co)原子の混合によるスピン磁気モーメントの増大が説明されている。第7章では服部氏が Cu(111)基板上に成長させた六方晶系の窒化鉄単原子層の原子構造が述べられている。第8章では本研究の結論がまとめられている。

第2章では本研究の試料評価で扱った走査型トンネル顕微鏡、X 線光電子分光、X 線吸収分光、X 線磁気円二色性、低速電子回折の測定原理が解説されている。さらに本研究で対象とする窒化鉄のバルク結晶、薄膜、銅基板上の単原子層のこれまでの研究がモアレ構造も含めてまとめられている。

第3章では本研究で用いた実験手法及び窒化鉄単原子層の成長方法が装置も含めて詳細に説明されている。

第4章では服部氏が Cu 基板に成長させた正方格子系窒化鉄単原子層について走査型トンネル顕微鏡と X 線光電子分光の結果と、それらを元にした原子構造が議論されている。Cu(111)表面上での正方格子系窒化鉄単原子層の成長は服部氏が初めて実現したものであり、さらに処理温度によって2種類を観測している。このような新規原子層の発見は評価できる。

第5章では服部氏が作製した2種類の正方格子系窒化鉄単原子層について、電子状態を走査型トンネル分光で測定し、さらに磁性を X 線磁気円二色性で調べた結果が述べられている。総和則を適用することで原子層のスピン磁気モーメントと軌道磁気モーメントを決定し、さらに異なる結晶表面上の原子層のも

のとの比較を議論している。新しい原子層に対して、精密な測定により自身でその物理特性も調べたところは評価できる。

第6章ではCu(001)基板上の正方格子系窒化鉄単原子層について、コバルト(Co)原子を混在させた状態での磁性を調べている。その結果、原子層のスピン磁気モーメントが増大することを観測している。さらに走査型トンネル顕微鏡観察とX線吸収分光測定により、Co原子が窒化鉄単原子層の下に存在することを明らかにし、磁性変化の関係を議論している。この結果は窒化鉄単原子層の磁性に対して重要な知見を与えただけでなく、その磁化制御の技術についても新たな可能性も示しているため高く評価できる。

第7章では服部氏が作製した六方晶系の窒化鉄単原子層の原子構造及び電子状態を走査型トンネル顕微鏡及び走査型トンネル分光で調べた結果が述べられている。六方晶系の窒化鉄単原子層の実験的観測はこれまでになく、このような新規物質の発見は評価できる。

第8章では各章での成果をまとめながら、本論文における全体的な結論が述べられている。

以上のように、本論文において服部氏は新規単原子層の成長に成功すると共に、それらの電子状態及び磁性を自身で実験的に明らかにした。さらに基板効果及び化学ドーピングを利用することで、原子層の磁性の起源に対して重要な知見を与えた。これらの成果は今後の原子層及び表面科学の発展への大きな寄与が期待できる。従って、審査員全員の一致により、博士(理学)の学位を授与できると認める。