

Title	ATOMIC AND ELECTRONIC STRUCTURE OF ULTRATHIN IRON FILMS ON Si(111) AND MgO(001) SURFACES
Author(s)	Urano, Toshio
Citation	
Issue Date	
oaire:version	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/24525">https://hdl.handle.net/11094/24525</a>
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【12】

氏名・(本籍)	浦野俊夫
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 7872 号
学位授与の日付	昭和 62 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	Si(111)及びMgO(001)面上の極薄鉄蒸着膜の原子構造と電子状態
論文審査委員	(主査) 教授 國富 信彦
	(副査) 教授 金森順次郎
	教授 伊達 宗行
	教授 邑瀬 和生
	助教授 中井 裕

論 文 内 容 の 要 旨

この研究は、表面研究のための装置の開発、及び、それを用いた極薄鉄蒸着膜の原子構造並びに電子状態に関するものである。

まず角度分解紫外光電子分光 (ARUPS) 装置を設計製作し、低速電子線回折 (LEED) とオージェ電子分光 (AES) のための光学系を含めた複合装置を製作した。下段には、回転テーブル上の  $127^\circ$  型エネルギー分析器及び紫外光源が、上段には、LEED 光学系及び鉄蒸発源が設置されている。

さらに、LEED 回折線強度の電子線エネルギー依存性 (I-V 曲線) を測定するための半自動測定装置を、独自のアイデアに基づいて開発した。それは、スポットフォトメーターを移動させた時に、目的とするスポットが常にフォトメーターの正面に来るように電子線のエネルギーが自動的に変化するものである。

この装置を用いて、熱処理の異なる 3 種類の MgO(001) 清浄表面の I-V 曲線を測定し比較した所、ほとんど同じで、熱処理による差異は認められなかった。この I-V 曲線を動力学的回折強度計算の結果と比較した所、表面第一層の relaxation はほとんど無い事がわかった。さらに、バルク表面からの構造変化の可能性として指摘されている rumpling 構造の加熱による変化が無い事もわかった。

Si(111)  $7 \times 7$  表面上の鉄蒸着膜は層状に成長し、Fe(111)面がエピタキシーする。成長過程の I-V 曲線の測定によると、初期の段階で鉄膜は pseudomorph に成長する。しかしながら、 $400^\circ\text{C}$  以上の温度でアニールすると、鉄原子は Si 基板中に侵入し、 $\frac{1}{2}$  原子層以上の膜厚では、表面構造が  $1 \times 1$  構造から  $2 \times 2$  超格子構造に変化する。同時に Fe-3d バンド電子状態の一部が高結合エネルギー側へシフトする事が ARUPS により観測された。この  $2 \times 2$  構造に特徴的な電子状態のピーク強度が、光電子の

出射角や、フォトン入射角に依存する事も思い出された。

さらに、MgO(001)面上の鉄蒸着膜も層状成長し、bccFe(001)面がエピタキシーする。LEED I-V 曲線の実測データと回折線強度計算結果との比較より、一原子層の段階では、鉄原子は酸素イオンの上に載っているものと思われる。また、平均膜厚10Åの段階で、鉄膜の構造が体心正方格子から体心立方格子に変化し始める。同時に構造変化による最近接原子間距離の変化が、Fe-3dバンドのバンド幅の変化をもたらしている事が、Fe-MVVオーজেビークより推定される。

以上より、極薄蒸着膜の原子構造と電子状態の研究に対するARUPS-LEED-AES複合装置の有用性、並びに、LEED I-V曲線の測定と動力学的回折線強度計算による表面構造解析の有効性が示された。

### 論文の審査結果の要旨

本研究はSiとMgOの単結晶の表面にFeの薄膜を蒸着し、その原子的および電子的構造を調べたものである。

この研究の目的のために著者は角度分解紫外電子分光、オーজে電子分光、低速電子回折(LEED)が測定できる複合装置を独自の設計に基づいて製作した。

普通LEEDの測定では電子線エネルギーの関数として回折点の強度を測定する必要があるが、一般には電子エネルギーを変えると回折点の位置が動くので、この測定は極めて面倒である。著者は回折点の位置と電子エネルギーの間の簡単な関係を理論的に求め、この関係に従って電子エネルギーが自動的に変化するような回路を製作し、これによって容易に測定のできる装置を製作することに成功した。

この装置によって著者はMgOの清浄面、MgOとSiの表面に蒸着されたFe薄膜について、膜厚と熱処理条件を変えて測定を行い、更にその結果に動力学回折理論に基づいた解析を行うことによって、これらの原子および電子的構造についていくつかの新しい知識をうることができた。

これらの結果のなかで主なものは、MgO面では熱処理条件を変えても表面には緩和もランプリングも認められないこと。この面に蒸着されたFeはO原子の直上に位置し体心正方格子を作るが、膜の厚さが10Åをこえると体心立方格子に変わる。Siに蒸着されたFeではその膜の厚さと熱処理温度の関数としての状態図が求められ、1×1、2×2、7×7の相変態の境界が明らかになったこと等である。またFe薄膜の電子構造は、これらの相変化に伴って変化することがわかった。

以上のように本研究は独創的な装置を開発し、結晶上の鉄蒸着膜の物性について新しい知識を加えたものであって、理学博士の学位論文として充分の価値があるものと認める。