

平成 16年 9月 14日

氏名 千早 宏昭



21世紀 COE プログラム

拠点：大学院工学系研究科

応用化学専攻、化学システム工学専攻、

化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

平成16年度リサーチ・アシスタント報告書

ふりがな 氏名	ちはや ひろあき 千早 宏昭	生 年 月 日
所属機関名	東京大学大学院 工学系 研究科 マテリアル工学 専攻	
所在地	〒153-8505	
	東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 電話 03-5452-6304	
申請時点での 学年	博士課程 2 年	
研究題目	シーデッドエピタキシー法を用いた金属薄膜・多層膜の構造制御と物性	
指導教官の所属・氏名	東京大学 生産技術研究所 教授 山本 良一	

## I 研究の成果 (1000字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

近年の微細化技術の発展は、金属を原子レベルで制御するほどに至っている。その結果、バルクでは現れない特異な性質を示す物質を作り出すことに成功している。

多層膜構造を操作する主な手法の一つとしてシーディッドエピタキシー法が挙げられる。これは、薄膜結晶成長に於いて、結晶構造、配向面、成長様式の制御を目的とし、基板と所望の薄膜との間に、シード層として他の物質を挿入し、基板と薄膜の界面の状態を意図的に変化させる結晶成長技術である。

今回、垂直磁気異方性を示すことで知られる Co/Pd 系薄膜の構造及び成長制御に関する研究を行った。具体的には、シーディッドエピタキシー法及びサーファクタントエピタキシー法を用いることにより、 $Al_2O_3(0001)$  単結晶基板上的 Pd 薄膜の結晶構造制御及び Pd 層上の Co 層の成長制御をそれぞれ行った。

図に、Co シード層を用いた場合とそうでない場合の Pd 層の表面 RHEED 回折図形と AFM 観察像を示す。シード層を用いない場合、RHEED パターン(a)はダブルストリーク及びリングパターンが観察され、c 軸の揃った繊維構造及び三次元多結晶構造が混在していることが分かった。一方、Co シード層を用いた試料(b)ではシングルストリークパターンとなり、結晶配向性の向上及びランダムな遷移構造の消滅が確認された。一方、それらの試料について AFM 像を見ると、シード層を用いない試料の場合(c) RMS ラフネスが  $22.8 \text{ \AA}$  と非常に大きくなったが、シード層を用いることにより(d)、RMS ラフネスが  $2.3 \text{ \AA}$  となり、Co シード層が Pd の平坦性を大きく向上させることが分かった。

次に、Pd 層上の Co の成長について、鏡面反射点における RHEED 強度の経時変化を観察したところ、RHEED 強度振動は観察されず、Co は島状成長することが分かった。この系に対して Bi をサーファクタントとして用いたところ、 $Bi = 2.4 \text{ \AA}$  (1ML) 蒸着時において、Co 層表面の RHEED 回折図形はより透過型の回折点を示し、且つファセットパターンが確認されたことから、Bi が Co の島状成長を促進しており、アンチサーファクタントとして機能している事が分かった。

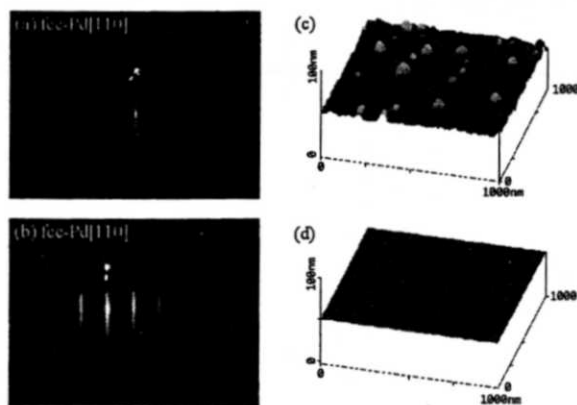


図 Co シード層の有無による Pd 層の構造比較

II 学術雑誌等に発表した論文（掲載を決定されたものを含む。）

共著の場合，申請者の役割を記載すること。

（著者，題名，掲載誌名，年月，巻号，頁を記入）

学術雑誌と学会等のプロシーディングなどを以下のように区別して記入すること。

(1) 学術論文（査読あり）

Hiroaki Chihaya, Masao Kamiko, Sang-Mun Oh, and Ryoichi Yamamoto  
Enhancement of structural and magnetic properties of Co/Cu(100) multilayers  
using Ti and Co seed layers,  
*Solid State Communications*, 128, 225-228 (2003).

申請者の役割…主研究者

Hiroaki Chihaya, Masao Kamiko, Sang-Mun Oh, and Ryoichi Yamamoto  
Effect of seed layers on the structure of Co/Cu(100) metallic multilayers,  
*J. of Mag. Mag. Mat.* 272-276, Part 2, 1228-1230 (2004).

申請者の役割…主研究者

Masao Kamiko, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno, Junhua Xu, Isao Kojima,  
and Ryoichi Yamamoto,  
Ag-enhanced layered growth in Fe(100) homoepitaxy,  
*Appl. Surf. Sci.*, 222, 116-124 (2004).

申請者の役割…研究補助

Masao Kamiko, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno and Ryoichi Yamamoto,  
Magnetic Anisotropy Multilayers on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0001) with Co Seed Layer,  
*Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.*, 27, 679-682 (2002).

申請者の役割…研究補助

(2) 学会等のプロシーディング

Masao Kamiko, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno, Junhua Xu, Isao Kojima,  
and Ryoichi Yamamoto,  
Bismuth-Induced Layer-by-Layer Growth in the Homoepitaxial Growth of Fe(100),  
*2002 MRS Fall Meeting Proceedings*, W4.5, 1-6.

申請者の役割…研究補助

Masao Kamiko, Sangmun Oh, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno, Junhua Xu, Isao Kojima,  
and Ryoichi Yamamoto,  
Surfactant Mediated Epitaxial Growth of Co on Au(111) Surface,  
*2002 MRS Fall Meeting Proceedings*, W5.6, 1-6.

申請者の役割…研究補助

(3) その他 (総説・本)

III 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文  
(共同研究者(全員の氏名), 題名, 発表した学会名, 場所, 年月を記載)

**【口頭発表】**

千早宏昭, 水野浩行, 神子公男, 山本良一, 許俊華, 小島勇夫,  
Fe(100)ホモエピタキシーにおけるサーファクタント効果の温度依存性,  
日本金属学会, 場所: 大阪大学(大阪府), 期間: 2002. 11. 2-4.

千早宏昭, 神子公男, 山本良一  
シーディッドエピタキシー法を用いた Co/Cu(100)金属多層膜の構造制御と物性  
日本物理学会, 場所: 東北大学(宮城県), 期間: 2003. 3. 28-4. 1

**【ポスター発表】**

(国内学会)

Masao Kamiko, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno and Ryoichi Yamamoto,  
Magnetic Anisotropy Multilayers on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0001) with Co Seed Layer,  
Trans. Mat. Res. Soc. Jpn.,  
場所: かながわサイエンスパーク(神奈川県), 期間: 2001. 12. 20-21.  
※ 奨励賞(Award for Encouragement of Research in Materials Science)受賞

千早宏昭, 水野浩行, 神子公男, 山本良一, 許俊華, 小島勇夫,  
Fe(100)エピタキシャル成長におけるサーファクタント効果,  
日本物理学会, 場所: 中部大学(愛知県), 期間: 2002. 9. 6-9.

千早宏昭, 神子公男, 山本良一  
Co シード層を用いた Au 薄膜の構造制御,  
日本物理学会, 場所: 岡山大学(岡山県), 期間: 2003. 9. 20-23.

千早宏昭, 神子公男, 山本良一  
シーディッドエピタキシー法を用いた Co/Cu 金属多層膜の構造と物性  
日本物理学会, 場所: 九州大学(福岡県), 期間: 2004. 3. 27-30.

(国際学会)

Masao Kamiko, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno , Junhua Xu, Isao Kojima,  
and Ryoichi Yamamoto,

Bismuth-Induced Layer-by-Layer Growth in the Homoepitaxial Growth of Fe(100),  
Mat. Res. Soc.,

場所: Hynes convention center and Sheraton Boston hotel (Boston, MA, USA),

期間: 2002. 12. 2-6.

Masao Kamiko, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno , Junhua Xu, Lihua Yu, Isao Kojima,  
and Ryoichi Yamamoto,

Bi-Induced Surfactant Mediated Heteroepitaxial Growth of Co on Au(111) Surface,  
International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces,

場所: Madrid, Spain,

期間: 2003. 7. 22-25.

Hiroaki Chihaya, Masao Kamiko, Sang-Mun Oh and Ryoichi Yamamoto

Enhancement of Structural and Magnetic Properties of Cu/Co(100)  
Multilayers using Ti and Co Seed Layers,

International Conference on Magnetism (ICM),

場所: Roma, Italy,

期間: 2003. 7. 27-8. 1.

H. Chihaya, M. Kamiko, A. Gorai, and R. Yamamoto

EFFECT OF Ti AND Co SEED LAYER ON STRUCTURE OF Co/Cu METALLIC MULTILAYERS

5th International Symposium on Metallic Multilayers (MML),

場所: Boulder, USA,

期間: 2004. 6. 7-11.