

平成 17 年 9 月 22 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17年度前期リサーチ・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 3 年	
研究題目	シーディ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)

[シーディッドエピタキシー法を用いたPdバッファ層の構造制御]

記録媒体の高密度化が進む上で、垂直磁気記録方式は必要不可欠なものであり、既に実用化も始まっている。さらなる記録密度の向上のために、今後ますます垂直磁気記録媒体の高品質化、即ち垂直磁気異方性の向上が求められる。そこで、本研究ではシード層を用いることにより Co/Pd 多層膜の結晶構造を制御し、垂直磁気異方性の大きな試料を作製することを目的とした。

試料は、分子線エピタキシー (MBE) 法を用い、 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板上に作製した。蒸着時真空度は 5×10^{-9} Torr 以下であった。前回報告した Pd バッファ層について詳細な解析をするため、TEM 観察及び EELS 測定を行った。また Co シード層を用いた場合と用いない場合での Co/Pd 多層膜の構造及び磁気特性の変化を測定した。

[結果と考察]

図 1 は、 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板と (a) Co (20 Å) / Pd (100 Å) 及び (b) Pd (100 Å) 下地層との界面の TEM 観察像である。Co シード層を用いた場合、基板と薄膜の違いが明確であり、界面より一原子層程度の領域において強いコントラストが観察された。薄膜と基板原子間で軌道混成が生じている可能性が示唆される。他の原因として、界面部分での奥行き方向のずれ等によりフォーカスが合っていないことも考えられる。

一方、Pd 薄膜のみを蒸着した試料では基板との界面がはっきりしておらず、界面を示すことができない。反応相を形成していると考えられる。

次に、EELS を用い、界面近傍での酸素原子の K 吸収端ピーク変化を観察した。図 2 はピークをアルミナ内部及び界面で測定した結果である。図より、Co シード層を用いた試料の場合、O-K 吸収端のピークの肩にプレピークが観察された。一方、アルミナ内部及び Pd 薄膜のみの試料ではそのピークは観察されない。第一原理計算結果により、このプレピークは 2p-3d 混成の反結合バンドによるものであると考えられている [1]。即ち、Co 層は $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板上に蒸着した後は酸素と強く相互作用することでエピタキシャル成長するが、Pd は格子ミスマッチがほとんど無いにも関わらず、基板との相互作用が弱いために安定な原子配置が定まらず、多結晶薄膜となる。以上の結果より、酸化物基板上での金属薄膜の配向性を決定する主要因は界面での酸素との相互作用であると結論づけられた。

[1] I. I. Oleinik et al., Phys. Rev. B62, 3952 (2000).

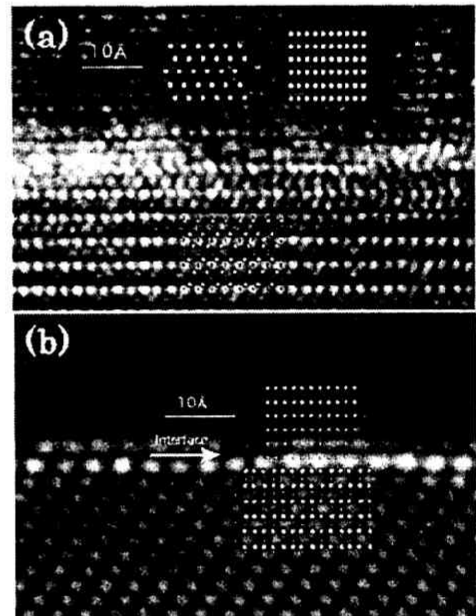


図 1 基板/金属界面の TEM 観察結果

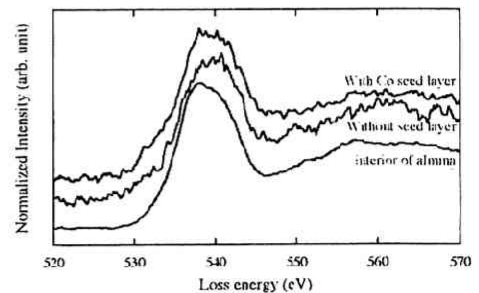


図 2 界面・基板内部 EELS 測定結果

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 Al₂O₃(0001) with Co Seed Layer,
Trans. Mat. Res. Soc. Jpn., 27, 679-682 (2002).

申請者の役割…研究補助

Masao Kamiko, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno, Junhua Xu, Isao Kojima,
and Ryoichi Yamamoto,
Effect of Bi surfactant on the heteroepitaxial growth in Fe/Cr(100)
multilayers, *Solid State Communications* 134, 803 (2005).

申請者の役割…研究補助

M. Kamiko, H. Mizuno, H. Chihaya, J. -H. Xu, I. Kojima and R. Yamamoto,
Bi induced step-flow growth in the homoepitaxial growth of Au(111),
Appl. Surf. Sci. (in press).

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・本など)

氏名 千早 宏昭

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)
国内学会および国際学会を区別して記入のこと

[口頭発表]

(国内学会)

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

(国際学会)

H. Chihaya, M. Kamiko, and R. Yamamoto,
Effect of seed layer on Co/Cu metallic multilayers,
The 1st SNU-UT Joint Student Workshop (Seoul, KOREA), 2004. 11. 17-20

[ポスター発表]

(国内学会)

Masao Kamiko, Hiroaki Chihaya, Hiroyuki Mizuno and Ryoichi Yamamoto,
Magnetic Anisotropy Multilayers on Al₂O₃(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.