

平成 18 年 1 月 25 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年度後期リサーチ・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	制御層導入による金属多層膜の構造制御と物性に関する研究	
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)

金属多層膜は磁性分野とのつながりが大きく、磁気メモリの記録密度向上に貢献してきたが、更なる発展のためには磁気ヘッド自身の超常磁性対策が必要不可欠である。そこで、本研究では超常磁性対策として垂直磁気異方性 (PMA) 多層膜を選択し、層間交換結合層を用いて PMA 多層膜の磁気構造を制御し、磁気特性に与える影響について研究を行った。PMA 多層膜としては Co/Pd を用い、層間結合層としては Ru を用いた。

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。Co/Pd 多層膜内部の Pd 層を Ru 層で置換する形で挿入し、試料を作製した。作製した試料の磁気特性については VSM を用い、抵抗率測定には直流四端子法を用いた。これらの測定において、磁場は試料膜面に対して垂直方向に印加しており、抵抗率測定の際の電流は試料膜面に平行に流している。

Ru 層を用いた多層膜試料に対して M-H 測定を行った結果を図 1 に示す。図より、Ru 層を用いた場合に多層膜内部に反強磁性層間結合が導入され、Ru 層によって挟まれた各 PMA 多層膜 (小多層膜) 同士が反強磁性的に結合していることが分かる。さらに、磁化の変化を詳細に見ると、ヒステリシス的な磁化の変化と可逆的な磁化の変化の二種類が観察される。従って、小多層膜内部の Co 層と Ru 層に隣接した Co 層の反転磁場が異なっている事が推測される。次に、これらの試料に対して抵抗率測定を行った結果を図 2 に示す。図を見ると、Ru 層を用いた場合、15 kOe 以下程度の低磁場側に於いて明らかに抵抗率曲線に変化が見られ、Co/Pd 多層膜のみでは現れない新たな磁気抵抗効果が発現したことが確認された。図 1 の結果から、これらの原因としては、小多層膜内部に反強磁性磁化配列が導入された事が考えられる。この結果は従来までに観察されたような層間結合部分近傍でのスピン依存散乱ではなく、多層膜自体のスピン依存散乱による磁気抵抗効果を検出した結果と言え、PMA 多層膜自体の磁気抵抗効果を観察した結果として意義あるものと言える。

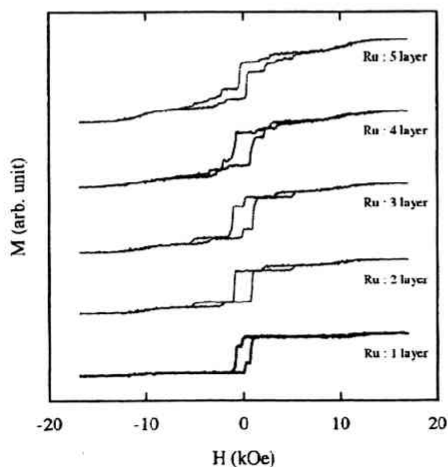


図 1 Ru 層を用いた試料に対する
M-H 測定結果

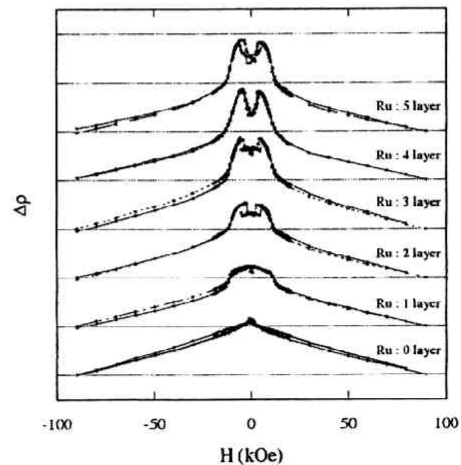


図 2 Ru 層を用いた試料とそうでない
試料に対する抵抗率測定結果

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. 252, 364 (2005).

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)

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.

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金属多層膜の構造制御

日本金属学会, 場所: 秋田大学 (秋田県), 期間: 2004. 9. 28-30.

(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.