

利用課題番号 : F-15-WS-0050  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名 (日本語) : 強磁性 Mn-Bi の磁場中反応の微視的解明  
 Program Title (English) : Microscopic analysis of Ferromagnetic Mn-Bi under a magnetic field  
 利用者名 (日本語) : 三井好古  
 Username (English) : Yoshifuru MITSUI  
 所属名 (日本語) : 鹿児島大学大学院・理工学研究科  
 Affiliation (English) : Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

### 1. 概要 (Summary) :

六方晶 Ni-As 型を有する Mn-Bi は c 軸配向の高い磁気異方性を有し、室温以上において温度上昇とともに異方性エネルギーが増大するという特徴を有し、Mn 基磁石材として注目を集めている。Mn-Bi の物理的手法による製造方法はいくつか報告されている<sup>(1, 2)</sup>。電解法<sup>(3)</sup>により Mn-Bi を形成することを試み、強磁場中熱処理による固相反応によって Mn-Bi の合成量が飛躍的に促進されることに着目し、検討を進めている。本検討においては Mn-Bi のパターン化検討を試みた。

### 2. 実験 (Experimental) :

#### 【利用した主な装置】

- ・誘導結合プラズマ質量分析計
- ・FE-SEM

#### 【実験方法】

実験方法 Si 基板の上に Au や Pt をスパッタリング法により形成し、下地基板とした。膜厚は 100 nm、Mn-Bi 膜は、電気化学測定装置(HZ-7000、Hokuto Denko)を用いて-0.7 V vs. Ag/AgCl、10 min の定電位電解により作製した。形態観察は電解放出型走査型電子顕微鏡 (FE-SEM、S-4800、日立ハイテク)、 CCD 顕微鏡 (VC3000、オムロン)、結晶構造評価には X 線回折装置 (RINT- Ultima III、理学)を用いた。膜組成分析は誘導結合プラズマ質量分析計 (Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometer, ICP-MS, Thermo Scientific)を用いて行った。Mn-Bi の浴組成を Table 1 に示す。

Table 1 Bath composition

Chemicals	Concentration / mol dm <sup>-3</sup>
MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0.4
BiCl <sub>3</sub>	0.001
HCl	0.1
NH <sub>4</sub> Cl	0.1
Thiourea CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> S	0.1

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

パターニング基板に Mn-Bi 電析膜を形成した後の CCD 顕微鏡光学像を Fig. 1 に示す。パターン内に Mn-Bi 膜が形成されることを確認した。また、Fig. 2 には作製した Mn-Bi 電析膜の X 線回折パターンを示す。Bi のピーク (図中矢印) は観測されたが、Mn-Bi のピークは観測されなかった。今後熱処理を行い高配向 Mn-Bi 膜形成検討を進めていく予定である。

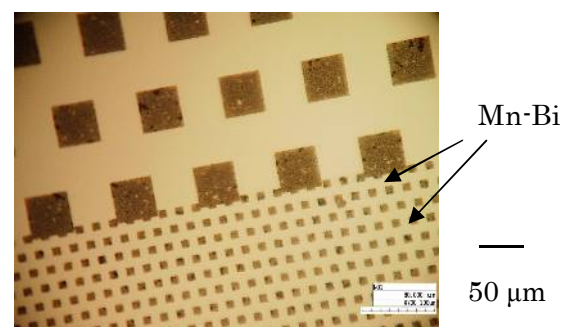


Fig. 1. Microscope image of the film formed using a patterned Si substrate.

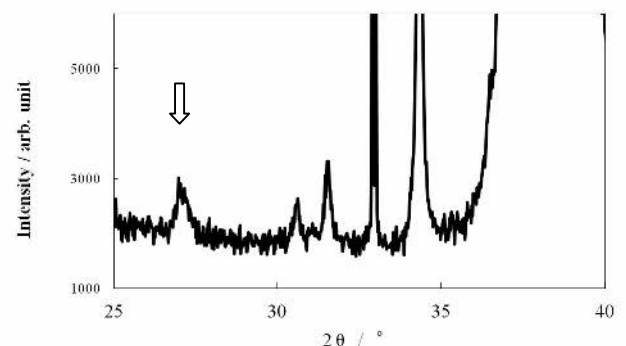


Fig. 2. XRD pattern of Mn-Bi film with pattern.

### 4. その他・特記事項 (Others) :

#### 参考文献

- (1) T. Chen, W. E. Stutius, IEEE Trans. Magn. 10 581 (1974).
- (2) N. V. Rama Rao, A. M. Gabay, G. C. Hadjipanayis, J. Phys. D: Appl. Phys. 46 062001 (2013).
- (3) B. Benfedda, N. Benbrahim, A. Kadri, E. Chainet, F. Charlot, S. Coindeau, Electrochim. Acta 56 1275

(2011).

- (4) M. Saito, R. Y. Umetsu, Y. Mitsui, H. Kwarada,  
The 6th International Symposium on Advanced  
Materials Development and Integration of  
Novel Structured Metallic and Inorganic  
Materials (AMDI-6), 平成 27 年 6 月 9 日

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし。

6. 関連特許 (Patent) :

なし。