

イッテルビウム三水素化物膜の合成と伝導特性の評価

Moderate condition synthesis and conduction properties of β -YbH_{3- δ} films

埼大院理工¹, 阪大産研², 岡山理大社会連携セ³

[○](M1)橋内 悟¹, (M2)藤井 大樹¹, 吉住 年弘¹,

長谷川 繁彦², 中村 修³, 酒井 政道¹

Saitama Univ.¹, Osaka Univ.², Okayama Univ. of Sci.³

[○]S. Kitsunai¹, D. Fuji¹, K. Igarashi¹, T. Yoshizumi¹, S. Hasegawa², O. Nakamura³, M. Sakai¹,

E-mail: sakai@fms.saitama-u.ac.jp

研究背景

β 相イッテルビウム三水素化物(β -YbH_{3- δ})の合成は、Yb²⁺(4f¹⁴: 4f軌道が閉殻)からYb³⁺(4f¹³: 開殻)への価数変化を必要とし水素化反応の活性化エネルギーが高いため、従来から合成に高压や触媒が用いられてきた[1,2,3]。これに対して、本研究では~150–190 nm 膜厚の Yb 膜を水素化することで、常圧下にて触媒を用いることなく合成を可能とした。さらに、比抵抗、Hall 効果、横磁気抵抗測定を行い、メインキャリアの判定とその濃度および移動度を評価した。

実験方法

水素化の前駆体試料として、Si/SiO₂ 基板へ Yb 膜 (~150–190 nm)を分子線蒸着法により成膜した。水素化処理に先立ち、管状炉内壁の吸着水、有機物を揮発させるため、約 10⁻⁴ Pa の真空中に引きながら管状炉の空焼きを 500 °C、30 min にて行った。管状炉を室温まで徐冷した後、Yb 膜試料を入れ、約 10⁻⁴ Pa まで真空引きを行った。次いで、真空引きを止めて混合ガス(Ar: 97 vol.%, H₂: 3 vol.%)を導入し、大気圧にした後、混合ガスを 2 L min⁻¹ で流しながら反応温度 470 °C、反応時間 4 h で水素化を行った。作製した van der Pauw 型試料の比抵抗、横磁気抵抗、Hall 効果測定を室温にて行った。試料の面直方向 -5 T から 5 T までの磁場を印加し、交流電流 (1 μ A、480 Hz) に対して対角の電極間の電位差を測定した。

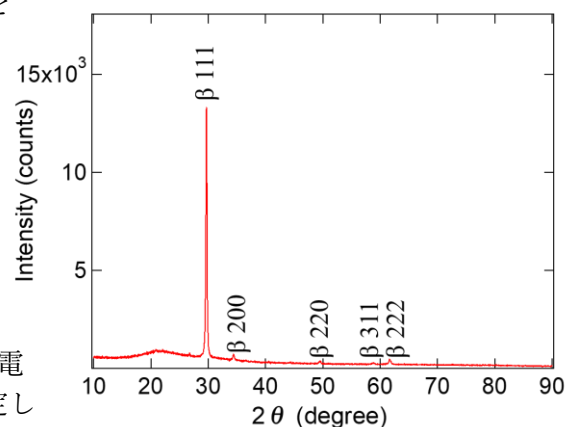


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of a β -YbH_{3- δ} film on a SiO₂ substrate

結果と考察

Fig. 1 に水素化後試料の XRD パターンを示す。結果より、 β -YbH_{3- δ} の単相が得られたことが確認できた。このことより、高压や触媒を用いることなく β -YbH_{3- δ} 膜の合成を達成した。van der Pauw 法により測定した β -YbH_{3- δ} 膜試料の比抵抗は $4.87 \times 10^{-5} \Omega\text{m}$ であった。Fig. 2 に β -YbH_{3- δ} 膜試料の Hall 抵抗の磁場依存性を示す。Hall 抵抗の磁場依存性は正の傾きを示し、Hall 係数は $1.64 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ C}^{-1}$ であった。この結果より、 β -YbH_{3- δ} のメインキャリアは正孔であることがわかった。また、 β -YbH_{3- δ} の諸特性は組成比に依存すると考えられるものの、今回得られた β -YbH_{3- δ} 膜試料のキャリア濃度は $3.8 \times 10^{26} \text{ m}^{-3}$ 、移動度は $3.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ となった。

文献

- [1] J. C. Warf et al., *Inorg. Chem.*, **5**, 1736 (1966).
- [2] K. I. Hardcastle et al., *Inorg. Chem.*, **5**, 1728 (1966).
- [3] 小柴ら, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会.

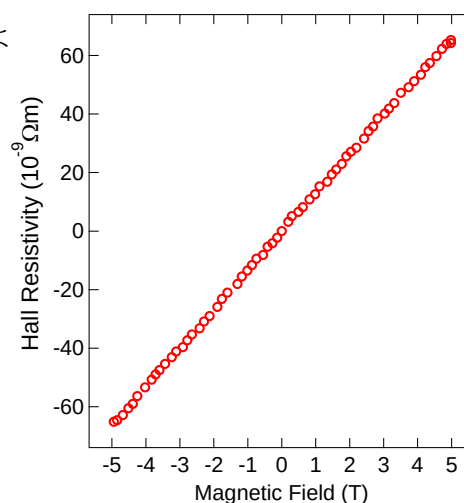


Fig. 2. Room-temperature Hall resistivity of a β -YbH_{3- δ} film