

# イッテルビウム水素化物薄膜のエピタキシャル成長と電気・光学特性評価

## Fabrication of ytterbium hydride thin films and evaluation of electrical and optical properties

東工大物質理工<sup>1</sup>、JST さきがけ<sup>2</sup>、東大生産研<sup>3</sup>、原子力機構<sup>4</sup>

◎(B)邱 天裕<sup>1</sup>、小松 遊矢<sup>1</sup>、清水 亮太<sup>1,2</sup>、ビルデ マーカス<sup>3</sup>、福谷 克之<sup>3,4</sup>、一杉 太郎<sup>1</sup>

Tokyo Tech<sup>1</sup>, JST-PRESTO<sup>2</sup>, U Tokyo<sup>3</sup>, JAEA<sup>4</sup>

◎T. Qiu<sup>1</sup>, Y. Komatsu<sup>1</sup>, R. Shimizu<sup>1,2</sup>, M. Wilde<sup>3</sup>, K. Fukutani<sup>3,4</sup>, T. Hitosugi<sup>1</sup>

E-mail: qiu.t.ac@m.titech.ac.jp

**[序]:** 一般の希土類水素化物では、二水素化物から三水素化物へと水素組成が増大するに従って金属から絶縁体に転移する[1]。しかしながら、カチオンが閉殻構造をとる  $\text{EuH}_2(4f^7)$  と  $\text{YbH}_2(4f^{14})$  は例外的に絶縁体であり、特に  $\text{YbH}_2$  は  $\text{YbH}_3$  へと水素組成が増大するに従って電気抵抗が減少する点でも対照的である[2]。この  $\text{YbH}_x(x=2-3)$  の電子物性を詳細に評価するためには、方位のそろったエピタキシャル薄膜が必要である。しかしながら、合成例はバルク体[3]もしくは多結晶薄膜( $\text{YbH}_2$ のみ)[4]に限られていた。そこで本研究では、 $\text{YbH}_x$  のエピタキシャル薄膜を合成し、その電気・光学特性評価を行った。

**[実験]:** 反応性マグネトロンスパッタ法により  $\text{YbH}_x(x=2$  にて斜方晶( $a=0.589$  nm,  $b=0.357$  nm,  $c=0.677$  nm)、 $2 < x < 3$  にて立方晶( $a \sim 0.519$  nm in  $x \sim 2.6$ ))薄膜を  $\text{CaF}_2(111)$ 基板上に堆積した。成膜中、Ar 分圧を 1.0 Pa に固定し、基板温度( $T_s$ )を 250 °C、 $\text{H}_2/\text{Ar}$  流量比( $f_{\text{H}_2/\text{Ar}}$ )を 0.3 - 4.0 と変化させた。ターゲットには金属 Yb(直径 1 インチ)を用い、RF-20 W で 20 分間(膜厚:  $\sim 100$  nm)成膜した。薄膜の構造と水素量評価には X 線回折(XRD)と核反応分析法(NRA)を用いた。また、透過率測定により、薄膜の光学特性評価を行った。

**[結果]:** 作製した  $\text{YbH}_x$  薄膜の  $f_{\text{H}_2/\text{Ar}}$  依存性を Figure に示す。 $f_{\text{H}_2/\text{Ar}}=0.5$ (黒線)では黒色の(100)配向した  $\text{YbH}_2$  薄膜が、 $f_{\text{H}_2/\text{Ar}}=4.0$ (赤線)では褐色の(111)配向した  $\text{YbH}_{2.5}$  薄膜が得られた。また、極点図測定から、面内方向では  $[010]_{\text{YbH}_2} // [1-10]_{\text{CaF}_2}$  および  $[1-10]_{\text{YbH}_{2.5}} // [1-10]_{\text{CaF}_2}$  の関係をもつエピタキシャル成長を確認した。なお、薄膜の水素量は NRA によって定量した実測値である。4 端子抵抗率は  $\text{YbH}_2$  では  $> 1 \times 10^3 \Omega\text{cm}$ (測定限界以上)、 $\text{YbH}_{2.5}$  では  $5 \times 10^{-1} \Omega\text{cm}$  であった。 $\text{YbH}_{2.5}$  の方が小さな抵抗率である点はバルク体[3]と同様だが、その絶対値は薄膜の方が 6 桁小さい。また、波長 600 nm における光学透過率は、33%( $\text{YbH}_2$ )と 47%( $\text{YbH}_{2.5}$ )であり、 $\text{YbH}_{2.5}$  の方が低抵抗化でありながら高透過性を示した。このように、 $\text{YbH}_x(x=2-2.5)$  エピタキシャル薄膜成長を達成したことで、さらなる電子物性研究の進展が期待できる。

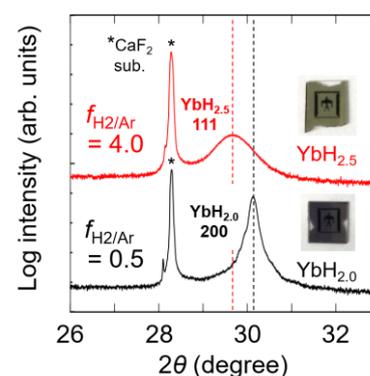


Figure: XRD patterns of  $\text{YbH}_2$ (black) and  $\text{YbH}_{2.5}$ (red) thin films fabricated on  $\text{CaF}_2(111)$  substrates.

### 参考文献

[1] Huibers *et al.*, Nature **380** (1996) 232.

[2] Bastide *et al.*, Mater. Res. Bull. **30** (1995) 183.

[3] Iwasieczko *et al.*, J. Alloys Compd. **327** (2001) 11.

[4] Curzon *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **8** (1975) 1703.