反応性マグネトロンスパッタ法を用いた EuH_2 エピタキシャル薄膜の作製

Epitaxial growth of EuH_2 thin films using reactive magnetron sputtering

東工大物質理工[1]、JSTさきがけ[2]
°(M1)小松遊矢[1]、清水亮太[1,2]、小林成[1]、西尾和記[1]、一杉太郎[1]
Tokyo Tech[1], JST-PRESTO[2]
°Y. Komatsu[1], R. Shimizu[1], S. Kobayashi[1], K. Nishio[1], and T. Hitosugi[1]
E-mail: komatsu.y.aj@m.titech.ac.jp

[序]: 希土類水素化物は、水素脱挿入[1]や光照射[2]など多様な外場操作によって可逆的な電気的・光学的特性変化を示す興味深い物質群である。その中でも、ユウロピウム二水素化物(EuH_2)は強磁性半導体(キュリー温度: 18 K, バンドギャップ: 1.85 eV[3])として知られる物質であり、薄膜化することで磁気特性も含めた多彩な物性・機能の発現が期待される。しかしながら、EuH_2薄膜の作製例はEu薄膜を金属Pd極薄膜を触媒として水素化した報告[4]しかなく、今後のEuH_2薄膜における電子物性研究のためには、成長方位が規定されたエピタキシャル薄膜が望まれる。そこで本研究では、反応性マグネトロンスパッタ法を用いたEuH_2エピタキシャル薄膜の直接合成を試みたので報告する。

[実験]:反応性マグネトロンスパッタ法によりEuH_2(斜方晶, a = 6.25 Å, b = 3.80 Å, c = 7.21 Å)薄膜をイットリア安定化ジルコニア(YSZ) (111)基板上に作製した。成膜中、アルゴン分圧を1.0 Pa(流量: 10 sccm)に固定し、基板温度(T_s)を200-300°C、H_2/Ar流量比($f_{H2/Ar}$)を0.1 - 2.0と変化させた。ターゲットには金属Eu(直径1インチ)を用い、RF-20 Wで30分間成膜した。また、作製した薄膜の構造をX線回折(XRD)で評価した。

[結果]: T_s = 200°Cで作製した薄膜の面直方向XRD測定の$f_{H2/Ar}$依存性を示す(Fig. 1)。$f_{H2/Ar}$ = 0.1で作製した薄膜(Fig. 1下)の回折ピークは$Eu(OH)_3$のものと一致した。真空内では薄膜は金属光沢を呈していたが、大気に取り出した直後から速やかに劣化・白濁化したことから、元々蒸着されていたEu薄膜が大気劣化して$Eu(OH)_3$に変化したと考えられる。一方で、$f_{H2/Ar}$ = 2.0で作製した薄膜(Fig. 1上)は赤い透明色を示し、XRD測定においてEuH_2の200と400の回折が観測され、単相かつ単一配向なEuH_2薄膜の作製を確認した。この$f_{H2/Ar}$ = 2.0で作製した薄膜について、非対称面であるYSZ 220(2θ = 48.2°, ψ = 35.3°)近傍の逆格子空間マップ測定を行った(Fig. 2)。同一視野内にEuH_2薄膜由来の311, 320, 210のBragg点が明瞭に観察された。これらの情報から、面内では$[0\text{-}11]_{EuH2}$ // $[11\text{-}2]_{YSZ}$の方位関係で2つの回転ドメインを有した状態でエピタキシャル成長していることがわかった。格子定数はバルクと同一であり、格子緩和した薄膜が得られた。以上のように、単相のEuH_2(200)エピタキシャル薄膜の作製に成功した。

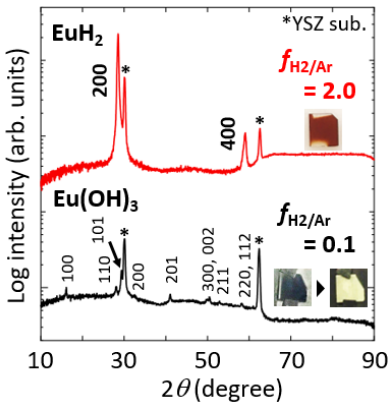

Fig. 1: $f_{H2/Ar}$ dependence of out-of-plane XRD pattern of EuH_x/YSZ(111) thin films.

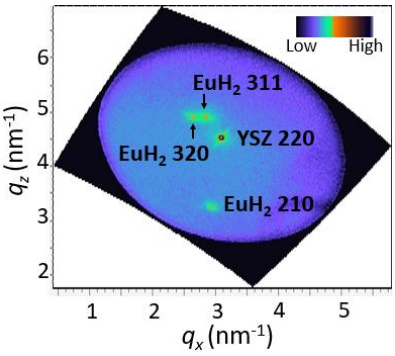

Fig. 2: Reciprocal space mapping near YSZ 220 observed in EuH_2/YSZ(111) thin films.

参考文献

[1]: J. N. Huiberts *et al.*, *Nature*, **380** (1996) 231.
[2]: F. Nafezarefi *et al.*, Appl. Phys. Lett.**111** (2017) 103903.
[3]: R. Bischof *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **31** (1983) 255.
[4]: S. Weber *et al.*, J. Appl. Phys. **102** (2013) 113110.

© 2019年 応用物理学会