

フタロシアニン系金属錯体を用いた遷移金属酸化物薄膜のMBE合成

Molecular beam epitaxy of transition-metal-oxide thin films using phthalocyanine-based metalorganics

東北大 AIMR,¹ JST さきがけ² ○清水亮太,¹ 白木将,¹ 一杉太郎^{1,2}Tohoku Univ.,¹ JST-PRESTO² ○R. Shimizu,¹ S. Shiraki,¹ T. Hitosugi^{1,2}

E-mail: shimizu@wpi-aimr.tohoku.ac.jp

[序] 有機金属錯体を原料の一部に用いたハイブリッド MBE 法によるペロブスカイト型酸化物薄膜合成が注目を集めている [1,2]. その理由として, 単体では加熱蒸発が困難な高融点金属の酸化物薄膜が容易に作製でき, そのカチオン組成比の精密な制御が可能であることが挙げられる. しかしながら, 金属錯体原料は蒸気圧が高く, その毒性も概して強いため, 超高真空装置への導入には液体窒素シュラウドが常時必須であり, 実際の運用には多くの障害がある. そこで本研究では, 多種の金属元素と錯体形成し, かつ超高真空で蒸着が可能なるフタロシアニン系金属錯体に着目し, それらを原料とした酸化物薄膜合成の可否と得られる薄膜の品質を評価し, 複酸化物薄膜合成への応用の可能性について検討した.

[実験と結果] アルミナコートタンングステンフィラメント坩堝を用いてチタニルフタロシアニン, 鉄フタロシアニン (以下 TiOPc, FePc と省略, 図 1) を 1×10^{-4} Torr の酸素分圧下にて真空蒸着を行った. 分子のフラックス量は水晶振動子を用いて ~ 180 nm/hour と調整し, TiOPc では LaAlO₃(100), FePc では MgAl₂O₄(111) 基板上に基板温度を 500-1000°C とし成膜した. その結果, TiOPc では 900°C にてアナターゼ型 TiO₂(001) エピタキシャル薄膜, FePc では 600°C にてスピネル型 γ -Fe₂O₃(111) エピタキシャル薄膜を得た (図 2). アナターゼ型 TiO₂ の 004 反射, γ -Fe₂O₃ の 222 反射におけるロッキングカーブの半値幅はそれぞれ 0.07°, 0.10° と良質な薄膜が得られていることを確認した. また, 膜厚は基板温度と酸素分圧に対して単調増加し, 有機金属液体を用いた時と同様の振る舞いを示した [3]. すなわち, (i): 基板上での再蒸発, (ii): 基板上での加熱分解, (iii): 分解後の酸化, という速度論に支配された化学蒸着過程であることが示唆される. このようにフタロシアニン金属錯体を用いることで遷移金属酸化物薄膜が容易に作製可能であり, ペロブスカイト等の複酸化物の高品質な薄膜合成が今後期待できる.

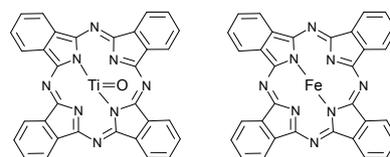
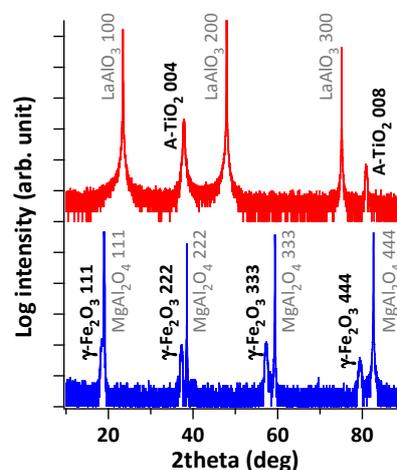


図 1: TiOPc(左) と FePc(右) の分子構造.

図 2: TiO₂/LaAlO₃(100) 薄膜 (上) と γ -Fe₂O₃/MgAl₂O₄(111) 薄膜 (下) の XRD パターン.

[参考文献]

- [1]: J. Son *et al.*, Nat. Mater. 9, 482 (2010).
 [2]: J. A Moyer *et al.*, Adv. Mater. 25, 3578 (2013).
 [3]: B. Jaran *et al.*, J. Vac. Soc. Technol. A 27, 230 (2009).