

Mg-Ir-O 薄膜のパルスレーザー堆積における レーザーフルエンスによる組成調整と新規スピネル型結晶相の形成

Composition tuning via laser fluence and formation of a new spinel-type crystalline phase in pulsed-laser deposition of Mg-Ir-O films

東北大金研¹, 東北大 CSIS² ◯根岸 真通¹, 藤原 宏平¹, 塚崎 敦^{1, 2}

IMR, Tohoku Univ.¹, CSIS, Tohoku Univ.²,

◯Masamichi Negishi¹, Kohei Fujiwara¹, Atsushi Tsukazaki²

E-mail: masamichi.negishi@tohoku.ac.jp

【研究背景】 Mg-Ir-O 系の化合物としてイルメナイト型 MgIrO_3 が報告されている。イルメナイト型 MgIrO_3 は、転移温度 31.8 K 以下で反強磁性を示す Mott 絶縁体である[1, 2]。これまで、イルメナイト型 MgIrO_3 はソフト化学的手法による粉末試料の合成[1]のみで、単結晶や薄膜の合成例はない。また、イルメナイト型 MgIrO_3 以外の Mg-Ir-O 化合物は報告されていない。今回、我々はパルスレーザー堆積法で Mg-Ir-O 薄膜を作製する際、フルエンスの調整による組成変化を観測し、特定の条件でスピネル構造 (Fig. 1) をもつ新規 Mg-Ir-O 結晶相を発見した[3]ので報告する。

【実験結果】 酸素雰囲気の下、MgO と IrO_2 の混合多結晶ターゲットを用いて $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 単結晶基板の上に Mg-Ir-O 薄膜を堆積した。誘導結合プラズマ発光分光分析とエネルギー分散 X 線分光から、レーザーフルエンスを変えることで、薄膜中の Mg/Ir 組成比をおよそ $0.2 \leq \text{Mg/Ir} \leq 2$ の広い範囲で調整できることが分かった。Out-of-plane X 線回折測定では、多くの堆積条件で(111)配向の MgO と(111)配向の Ir または IrO_2 の多結晶相が観測された。一方、組成比 $\text{Mg/Ir} > 1$ となる適切な堆積条件では、Ir または IrO_2 の回折ピーク強度の低減とともに、(111)配向のスピネル構造に相当する回折ピークが現れた。この適切な堆積条件でスピネル $\text{MgAl}_2\text{O}_4(111)$ 基板の上に Mg-Ir-O 薄膜を堆積したところ、スピネル 111 に対応する薄膜回折ピーク強度が増大した。また、透過電子顕微鏡観察から、Mg-Ir-O 薄膜がスピネルと同様の結晶格子を形成していることが確認された (Fig. 2)。以上の実験結果と結晶学的な考察から、現れた結晶相を逆スピネル (Fig. 1b) 型 Mg_2IrO_4 と推定した。講演では、堆積条件依存性と結晶学的考察の詳細について議論する。

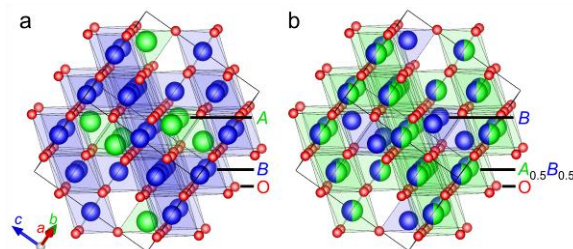


Fig. 1. Structure of spinel AB_2O_4 .
a) Normal and b) inverse arrangements.

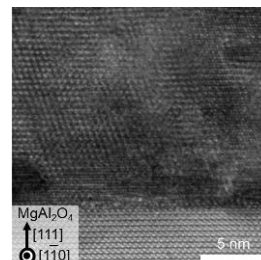


Fig. 2. TEM image of
Mg-Ir-O / $\text{MgAl}_2\text{O}_4(111)$.

- [1] Y. Haraguchi *et al.*, Phys. Rev. Mater. **2**, 054411 (2018).
- [2] S.-H. Jang and Y. Motome, Phys. Rev. Mater. **5**, 104409 (2021).
- [3] M. Negishi, K. Fujiwara and A. Tsukazaki, submitted (2022).

【謝辞】 本研究は JST CREST (JPMJCR18T2)、JSPS 科研費(21K20487, 22K14596)、および、東北大金研研究助成基金の助成を受けたものです。