

反応性 MBE を用いた $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ 薄膜の作製とその物性評価

大石舜士¹、横倉聖也²、島田敏宏²、長浜太郎²

北海道大学工学部¹、北海道大学工学研究院²、

E-mail : daiseki126810525@eis.hokudai.ac.jp

【緒言】イリジウム酸化物 $\text{R}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ (R は希土類イオンまたは Y イオン) は特異なスピン構造とトポロジカルな電子状態が報告されており、R に入る希土類イオンのイオン半径によってさまざまな物性を示す。R=Pr では比較的低温まで金属的な挙動を示し、低温で自発的なホール効果を示すことが明らかになっている。このような伝導特性はベリー位相、ベリー曲率といったトポロジカルな性質の観点から検討され、異常ホール効果 (AHE) などについても議論されてきた。また、格子歪みや外部磁場を与えることでカイラル異常に関連した負の縦磁気抵抗効果とプレーナーホール効果を示すことからワイル半金属になることが様々な研究^{1,2}で示されている。本研究では MBE を用いて $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ 薄膜を製膜し、その物性を評価することを目的とした。

【実験】本実験では反応性分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて製膜し、その後大気中でアニール処理を施した。基板には YSZ(111) 基板を用いた。構造および組成分析には X 線回折法 (XRD)、原子間力顕微鏡 (AFM)、X 線光電子分光法を用いた。物性評価には磁気伝導特性の測定を行った。

【結果・考察】図 (1) に各アニール温度で作製した薄膜の XRD プロファイルを示す。 $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ を示す回折ピークが観察され、結晶化した $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ 膜を得たことがわかった。XPS での組成分析から組成比は 2:2:7 に近い比率であり、 $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ 膜を形成する条件を決定することができた。AFM での観察から膜表面では数十 nm の凹凸が確認された。電気伝導測定から、作製した薄膜は低温まで金属的な特性を示すことがわかった。図 2 に磁気抵抗効果 (MR) を低温 (2K~30K) で測定した結果を示す。面内に磁場 (9T) を印加した結果、2K で -15% の大きな MR が観測された。これは $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ のカイラル異常によるものだと考えられる。

[参考文献]

¹T. Ohtsuki, et al., Appl. Phys. **127**, (2020).

²Y. Li, et al., Adv. Mater. **33**, (2021).

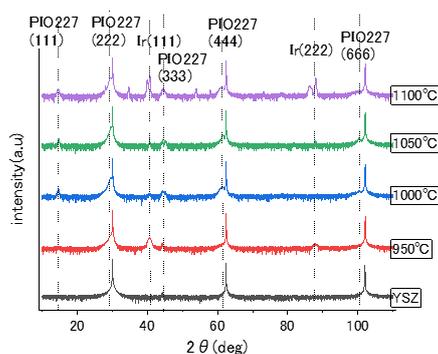


Fig1: θ - 2θ profiles of $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7(111)$ thin films prepared at various annealing temperatures.

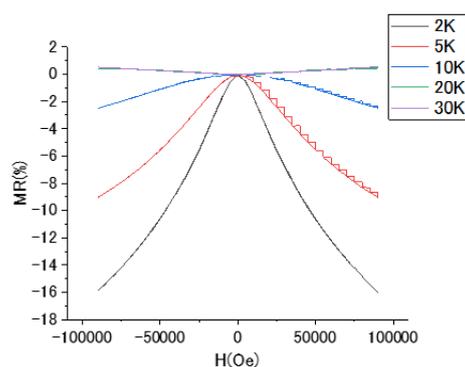


Fig2: Temperature dependence of magnetoresistance effect of $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7(111)$