

SrNbO₃ 極薄膜の金属絶縁体転移Metal-insulator transition of SrNbO₃ ultrathin films東大院総合¹⁰(D1)大熊 光¹、片山 裕美子¹、(D2)榊原 烈桜¹、(M2)濱本 杏果¹、(B)門脇 福延¹、上野 和紀¹Univ. Tokyo¹, ^oHikaru Okuma¹, Yumiko Katayama¹, Reon Sakakibara¹, Kyoka Hamamoto¹,Fukunobu Kadowaki¹, Kazunori Ueno¹

E-mail: hikaruokuma613@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

スピン軌道相互作用(SOC)アシストモット絶縁体 Sr₂IrO₄ の発見[1]以降、SOC が強い物質でのモット転移(MT)の研究が、加速的に進んでいる。これまで、元素置換による 5d モット絶縁体の金属化が数多く行われてきたが、元素置換の手法では、遷移元素間の電荷移動や乱れで、予期せぬ金属絶縁体転移(MIT)[2]が起こる等、SOC に起因する MIT を調べる事が難しい。上記の問題点を克服すべく我々は、極薄膜による次元性制御の手法に着目し、3d 遷移金属酸化物(TMO)-SrVO₃(SVO) の MIT 近傍の輸送特性を乱れない状態で明らかにしてきた[3]。今回、より SOC が強い物質における MIT を調べるために、SVO の V を同族の 4d 遷移元素 Nb に置換した 4dTMO-SrNbO₃(SNO) 薄膜を合成し、実際に極薄膜で MIT を観測したので報告する。

まず、Ref[4]に倣い Sr₂Nb₂O₇ 粉末を焼成し、パルスレーザー堆積(PLD)法で、KTaO₃(KTO)基板上に様々な膜厚の SNO を 10⁻⁷torr で成膜した。図 1(a)に、成膜温度 630℃での各膜厚の抵抗率 ρ の温度依存性(ρ - T)を示す。20、10nm は金属だが、5nm では、温度の低下と共に急激に ρ が上昇する絶縁体である。図 1(b)に示すように 5nm では成膜温度を 630、800、900℃と上げる事で ρ が減少した。また、1 キャリアを仮定してホール測定から算出したキャリア濃度は、高温成膜により増大したため、酸素量が減少し還元された事でフェルミエネルギーが増加した事がわかる。3nm では 630、900℃両方で絶縁性を示した。以上から、図 2 のような MIT 相図を提案する。臨界膜厚は、3-5nm 付近であり、SVO で報告した臨界膜厚 1-3nm[3]より大きい。SNO の方が SVO より W が大きい事を考えると、臨界膜厚の増加は U の効果だけでは説明できず、SOC による絶縁体化の促進が示唆される。発表当日は、磁気測定の結果も合わせて、MIT 近傍の輸送特性を詳細に議論する。

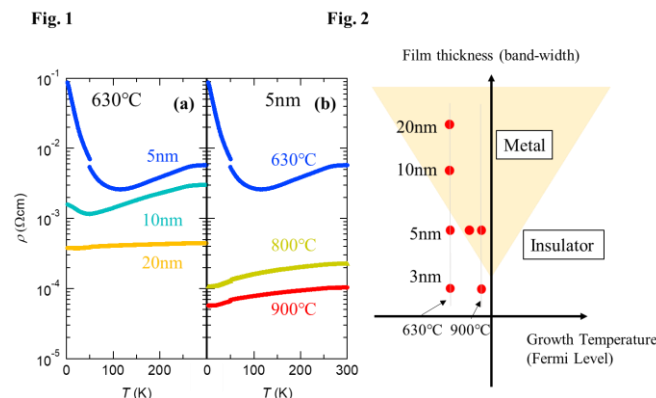


Fig. 1 ρ - T curves for SrNbO₃/KTaO₃ films (a) grown at 630 °C with thicknesses ranging from 5 to 20nm and (b) grown at 630-900°C with thickness of 5 nm.

Fig. 2 MIT phase diagram of SrNbO₃.

References

- [1] B. J. Kim *et al.*, Phys. Rev. Lett. **101**, 076402 (2008).
- [2] A. Louat *et al.*, Phys. Rev. **B 97**, 161109 (2018).
- [3] H. Okuma *et al.*, arXiv:2105.11934 (2021).
- [4] D. Oka *et al.*, Phys. Rev. **B 92**, 205102 (2015).