

InGaZnO₄ 単結晶の熱的性質

Thermal Properties of the Single Crystal of InGaZnO₄

東理大理¹, 東大低温センター² °加瀬 直樹¹, 小林 祐樹¹, 田中 佑典¹, 藤井 武則²,
宮川 宣明¹

Tokyo Univ. of Sci.¹, Univ. of Tokyo² °Naoki Kase¹, Yuki Kobayashi¹, Yusuke Tanaka¹,
Takenori Fujii², Nobuaki Miyakawa¹

E-mail: n-kase@rs.tus.ac.jp

透明でありながら高い導電性を示す IGZO と呼ばれる酸化物半導体は、電子デバイスへの応用化が期待されており、すでに一般的な TFT 液晶ディスプレイに採用されている。しかし、IGZO の基礎物性については、Zn の蒸気圧が高いことなどから大型単結晶育成が困難であるため、未解明の部分が多く研究の発展を妨げていた。しかし、我々の研究グループでは 9 気圧下における Floating Zone (FZ)法によって初めて InGaZnO₄ (IGZO-11)の大型単結晶の育成に成功した^[1]。そこで我々は、この大型単結晶を用いて未知の物性である InGaZnO₄ の熱物性を明らかにするために、比熱、熱伝導率、ゼーベック効果の測定を行ったのでその結果について報告する。

比熱測定には自ら作成した測定装置(温度計; Cernox)を用いて、断熱法および緩和法の両方を用いて 3-300 K の範囲で測定を行った。単結晶試料は as-grown の酸素欠損によるキャリアドープがあるものを使用した。室温での比熱の値は 140 J/(mol·K)程度になり、この値は単結晶 Si (20 J/(mol·K))と比べて 7 倍ほど大きい値を示し、4 K では 1 mJ/(mol·K²)程度の小さい値を示した。

さらに熱電特性を明らかにするために、ゼーベック効果の測定を行った。ゼーベック効果の測定にはシーソーヒーティング法を用いて 3-300 K の範囲で測定を行った。面内方向のゼーベック係数 S の値は測定範囲内では負になりキャリアは電子であった。これはホール効果の結果と一致する。さらに、300 K での値は $-50 \mu\text{V/K}$ となり出力因子 PF は 0.9 程度になった。この値は温度上昇に伴い S が上昇しているため、さらなる高温において大きな値を示すことが期待できる。

現在、面間方向のゼーベック効果の測定に取り組んでおり、異方性を含めた物性について報告する。さらに InGaZnO₄ の熱伝導率測定の結果についても合わせて報告し、この物質の無次元性能指数 ZT を算出し、熱電変換材料としての性能を議論する予定である。

[1] Y. Tanaka *et al*, Cryst.Eng.Comm., **21** 2985-2993 (2019).