

アモルファス酸化物薄膜の熱物性 ; (2) アモルファス $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ 薄膜の熱伝導率

Thermophysical Properties of Amorphous Oxide Thin Films;

(2) Thermal Conductivity of Amorphous $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ Thin Films

青学大理工¹, 産総研², 早大国際理工学センター³, あいち SR⁴, 青学大機器分析センター⁵

○(M2) 安倍 知奈実¹, 山下 雄一郎^{1,2}, 田中 幸美², 八木 貴志^{1,2}, 柏木 誠¹, 賈 軍軍³,
服部 浩一郎², 竹歳 尚之^{1,2}, 岡島 敏浩⁴, 小口 有希⁵, 重里有三¹

Aoyama Gakuin Univ.¹, National Metrology Institute of Japan (NMIJ) National Institute of
Advanced Industrial Science and Technology (AIST)², Waseda University³ Aichi Synchrotron
Radiation Center⁴, AGU-CIA⁵ ○Chinami Abe¹, Yuichiro Yamashita^{1,2}, Yukimi Tanaka²,
Takashi Yagi^{1,2}, Makoto Kashiwagi¹, Junjun Jia³, Koichiro Hattori², Naoyuki Taketoshi^{1,2},
Toshihiro Okajima⁴, Yuki Oguchi⁵, Yuzo Shigesato¹

E-mail: yuzo@chem.aoyama.ac.jp, n-taketoshi@aist.go.jp

アモルファス Al_2O_3 薄膜の熱伝導率は、構成原子の数密度に依存する^[1]。対して、アモルファス複合酸化物膜の熱伝導率は数密度に加え、組成や膜の局所構造などの影響も受けると考えられる。そこで $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ 薄膜において、 Al_2O_3 薄膜より広範囲な熱伝導制御を目指し、初めに組成比に対する熱伝導率の変化について調べた。

熱物性測定用試料は $\text{Mo}/(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3/\text{Mo}$ /合成英基板の3層膜とし、全てRFマグネトロンスパッタ法により作製した。複合酸化物薄膜の組成は、ターゲットとペレットの材料組合せ、ペレット個数、ペレット位置を調整し変化させた。熱物性はナノ秒サーモリフレクタンズ測定法、ヤング率はナノインデンテーション試験法、膜の局所構造は広域X線吸収微細構造(EXAFS)により解析した。

X線結晶構造解析結果より、全ての薄膜がアモルファスであった。Fig. 1に組成に対する熱伝導率を示す。Al濃度80 at.%以下ではほぼ一定であり、80 at.%以上では他に比べ低い。Fig. 2にフォノンガスモデルを用いて算出したフォノンMFPと、Ga周りのEXAFS解析により得られたGa-O結合距離を示す。ここで群速度にはヤング率から計算した音速を用いた。フォノンMFPは熱伝導率の増加に対し直線的に増加する傾向を示し、Ga-O結合距離は熱伝導率に対し一定であった。これより、アモルファスのフォノンMFPは原子間距離程度とする従来知見とは異なる可能性がある。

[1] M. E DeCoster et al., Thin Solid Films 650 (2018): 71-77.

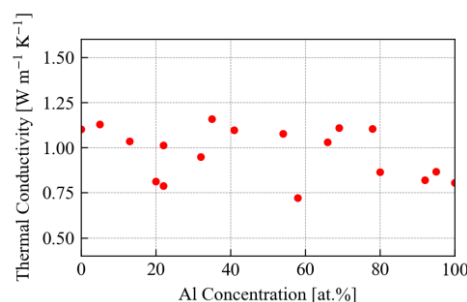


Fig. 1 Thermal conductivity as a function of Al concentration.

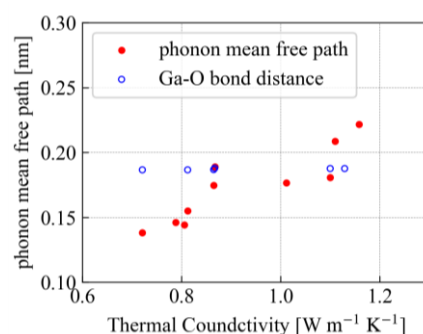


Fig. 2 Phonon MFP and Ga-O bond distance as a function of thermal conductivity.