

熱処理が YAIO_3 単結晶のテラヘルツ吸収に与える影響Effect of Annealing on Optical Absorption of Single Crystal YAIO_3 at Terahertz Frequencies早大先進理工¹および材研², 情報通信研究機構³井上貴博¹, 金子昇司¹, 針間正幸¹, 森本貴明¹, 大木義路^{1,2}, 水野麻弥³, 福永香³SASE¹ and LMST² of Waseda Univ., NICT³T. Inoue¹, S. Kaneko¹, M. Harima¹, T. Morimoto¹, Y. Ohki^{1,2}, M. Mizuno³, K. Fukunaga³

E-mail: t.kiwoku@fuji.waseda.jp

X線や赤外線分光と比べ、分子間相互作用や巨大分子振動モード等の性質が反映されやすい THz 分光が近年注目を集めている。我々は、次世代ゲート絶縁膜用高誘電率材料として有望な YAIO_3 において、熱処理前後で THz スペクトルに顕著な差異を確認した。

大気中種々の温度で12時間熱処理後、[100]軸をTHz光の進行方向に、[010]方向をTHz光電界方向に揃え、THz-TDS吸収測定を行った。結果を図1に示す。1200あるいは1250°Cでの熱処理のみ、3.0THz付近に吸収が現れる。また、1200°C熱処理後の試料の[010]結晶軸とTHz電場が並行になる時を0°として、180°まで試料を回転させて測定した結果を図2に示す。0°、90°、180°、すなわち[010]もしくは[001]結晶軸とTHz電場が並行になる時、鋭い吸収が出現する。さらに、30°では鈍い吸収が出現する。

図3にX線回折強度を示す。熱処理前に存在するペロブスカイト構造(YAIO_3)に由来する34.6°のピーク¹⁾は、1160°C以上の熱処理により低下し1250°Cにて消滅するが、1300°Cの熱処理後再度出現する。一方、1160°C~1250°Cの熱処理にて、ガーネット構造($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}=\text{YAG}$)に由来するピーク¹⁾が33.6°に出現する。

34.6°の回折ピーク消滅とTHz吸収の出現が起こる温度域は一致するため、このTHzピークはペロブスカイト構造が崩れることに起因すると考えられる。これは、量子化学計算結果²⁾とも一致する。我々は、 YAIO_3 と構造の似た LaAlO_3 において、500°Cの熱処理後[010]または[001]軸とTHzの電場方向が一致すると、3.0THz付近に吸収が出現することを報告した³⁾。両者の結果は、極めて類似しており、両物質の結晶異方性が熱処理後に増大しているといった可能性を今後検証してゆきたい。

一方で、吸収増加の原因がYAGに起因する可能性も考えられる。今後、YAG単結晶の角度依存性を測定し、併せて検証したい。

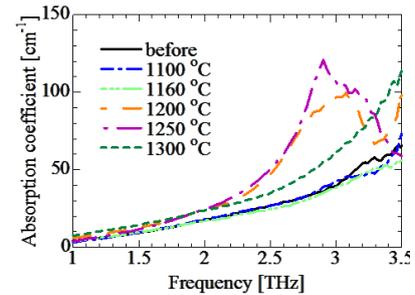


Fig. 1 THz absorption spectra of YAIO_3 observed before and after the annealing at various temperatures.

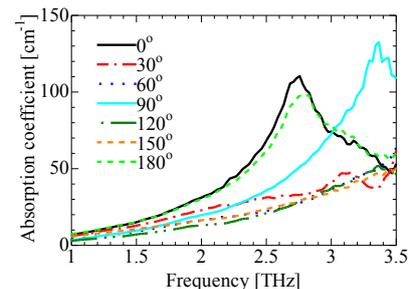


Fig. 2 Angle-resolved absorption spectra of YAIO_3 annealed in air at 1200 °C.

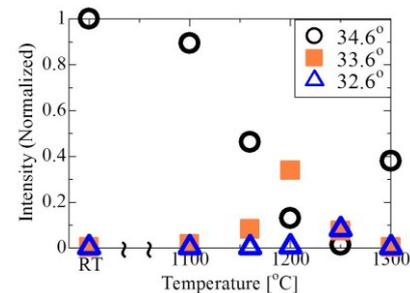


Fig. 3 Changes in in-plane XRD intensities at 34.6° (○), 33.6° (■), and 32.6° (△) induced by the annealing, normalized by the 34.6° intensity before the annealing.

文献

- (1) V. Singh *et al.*: Appl. Phys. B, **98**, 407 – 415 (2010).
- (2) A. Dimoulas *et al.*: Advanced Gate Stacks for High-Mobility Semiconductors. (Springer, Berlin, p. 269, 2007)
- (3) K. Nomura *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys., **50**, 021502-1 – 021502-3 (2011).