

異方性を有する単結晶酸化チタンの屈折率の温度依存性研究

(D1)Wang Ke¹, 木村真一², 村上博成¹, 斗内政吉¹

大阪大学レーザー科学研究所¹大阪大学大学院生命機能研究科²

E-mail: wang-k@ile.osaka-u.ac.jp

研究背景・先行研究

二酸化チタン(TiO_2)はアナターゼ(Anatase)、ルチル(Rutile)、ブルカイト(Brookite)三つの構造がある。その中でもルチルの屈折率は大きく、化学的にも安定しているという特徴がある。このため最も注目された構造で応用分野も広がっている。光触媒・太陽電池^[1-2]などへの応用だけでなく、例えば、反射率が高いためピグメント応用、誘電率が高いために誘電体共振器や低温同時焼成セラミックスの基板への応用^[3-4]、さらにはDRAM(Dynamic Random Access Memory)^[5]としての応用も行われている。

TiO_2 にのさらなる応用を目指すうえでその温度特性を把握することはとても重要である。これまでの先行研究では、室温までの等方的な屈折率^[6]や異方的な電子の振る舞い^[7]が研究されてきた。当研究室は時間領域分光法(THz-TDS)システムを使った様々な物質のテラヘルツ領域における物性の温度依存性の測定が可能であり^[8]本研究では TiO_2 の異方性と温度依存性について、THz-TDS とフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) を用いて観測された結果について議論する。

TiO₂ の屈折率の温度依存性

図 1 に TiO_2 の b 軸と c 軸の屈折率の温度依存性を示す。各図中の左側の実線は TDS による測定結果で右側の破線は FTIR による結果である。測定制限のため、TDS の結果は 0.3-2THz の周波数範囲で 80-500K の温度範囲を示し、FTIR の結果は 4.5-20THz の周波数範囲で 20-400K の温度範囲を示した。2THz までの結果によると、b 軸と c 軸の屈折率は温度が上がるとともに下がっている傾向を示して、[6]で報告されていた b 軸のデータと一致している。また、c 軸の屈折率が b 軸により大きくなることが分かった。一方で、FTIR の結

果によると、屈折率と高周波の誘電率が 5THz 近傍において 300K 以下の範囲で温度に正比例して、300K 以上の範囲で温度に反比例することが分かった。また、b 軸にもう二つの振動子(およそ 11THz と 15THz)があり、この二つの振動子周波数の近傍で、屈折率の温度依存性がより不顕著になることが分かった。

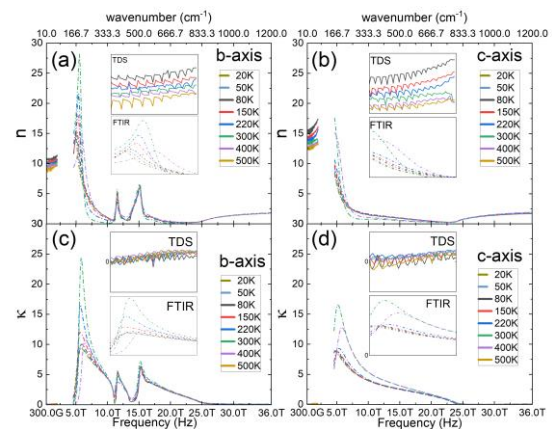


図 1 TiO_2 の屈折率の温度依存性。b 軸の屈折率の (a)実部と(c)虚部。c 軸の屈折率の(b)実部と(d)虚部。

参考文献

- [1] Lee Jin-Wook, et al. Journal of Materials Chemistry A 2.24 (2014): 9251-9259.
- [2] Fu Bing, et al. Nanoscale 12.8 (2020): 4895-4902.
- [3] Zhou Di, et al. Journal of Materials Chemistry C 5.38 (2017): 10094-10098.
- [4] Pang Li-Xia, et al. Journal of Materials Science: Materials in Electronics 21.12 (2010): 1285-1292.
- [5] Kim Seong Keun, et al. Applied Physics Letters 85.18 (2004): 4112-4114.
- [6] Zajac, Vít, Hynek Němec, and Petr Kužel. Physical Review B 94.11 (2016): 115206.
- [7] Hendry Euan, et al. Physical Review B 69.8 (2004): 081101.
- [8] Wang Ke, et al. Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (2022): 1-16.