

酸化ガリウム結晶における電界変調反射スペクトルの観測

Observation of Electroreflectance Spectra in β -Ga₂O₃ Crystal

工学院大¹, ノベルクリスタルテクノロジー², タムラ製作所³, 情通機構⁴, ○田中 広也¹, 佐々木 公平², 山口 智広¹, 本田 徹¹, 倉又 朗人², 山腰 茂伸³, 東脇 正高⁴, 尾沼 猛儀^{1,4,*}, Kogakuin Univ.¹, Novel Crystal Technology Inc.², Tamura Corp.³, NICT⁴, ○K. Tanaka¹, K. Sasaki², T. Yamaguchi¹, T. Honda¹, A. Kuramata², S. Yamakoshi³, M. Higashiwaki⁴, and T. Onuma^{1,4,*}

*E-mail: onuma@cc.kogakuin.ac.jp

〔はじめに〕 酸化ガリウムは 4.5 eV のバンドギャップをもち[1]、高い絶縁破壊電界(8 MV/cm)を有することからパワーデバイス用の材料として注目を集めている。電界変調反射分光法(ER 法)は、バンド構造を詳細に調査する上で大変有効な手法であるが、これまでに酸化ガリウムに適用した報告例は殆どない。そこで、本研究では ER 法を用いて酸化ガリウムのバンド構造を解析することを目的とした。

〔実験〕 測定にはショットキーバリアダイオードを用いた。(001) Sn ドープ基板の上に HVPE 法によって成長した 10 μ m 厚、ドナー濃度 $1.7 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の Si ドープ層が、ドリフト層として設けられており、カソード電極には Ti/Au、アノード電極には Pt/Ti/Au を用いた。光源には 300 W の Xe ランプを用い、変調電界として -20 ~ -50 V の矩形波を印加した。変調信号($\Delta R/R$)は、ロックイン増幅器を用いて検出した。測定は室温で行った。

〔結果と考察〕 結晶の b 軸が s 偏光配置(入射面に垂直)となるように配置して観測した ER スペクトルを図(a)に示す。まず、全体のスペクトルをフランチ・ケルディッシュ (FK) 振動モデルで解析したが、結晶内部の電界として最大で 5.7

MV/cm と、極めて大きな値が見積もられたため、これらの波形は FK 振動に由来するものではなく、図(b)に示すように、3つの波形が重畳したものであると考えられる。これらのうち、高エネルギー側の2つの成分は電界を変えても遷移エネルギーが殆ど変化せず、最も低エネルギー側の成分は遷移エネルギーが低エネルギー側に大きくシフトした。得られた遷移エネルギーの電界依存性を線形フィットした結果、三成分の 0 V における遷移エネルギーが、それぞれ $4.57 \pm 0.03 \text{ eV}$ 、 $4.71 \pm 0.04 \text{ eV}$ 、 $4.96 \pm 0.05 \text{ eV}$ と見積もられた。最も低エネルギー側の成分は裾状態によるものと考えられ、後者2つの遷移エネルギーは、 $E//b$ の励起子遷移エネルギー[1]とよく一致した。また、最も高エネルギー側の遷移エネルギーは、変調電界の増加と共に誘電率の極大点[2]に近付くことが分かった。以上の結果から、 β -Ga₂O₃ でも、ER 法がバンド構造を調査する有効な手段であることが示された。

〔参考文献〕 [1] 尾沼他, JJAP **54**, 112601 (2015).

[2] A. Mock *et al.*, PR B **96**, 245205 (2017).

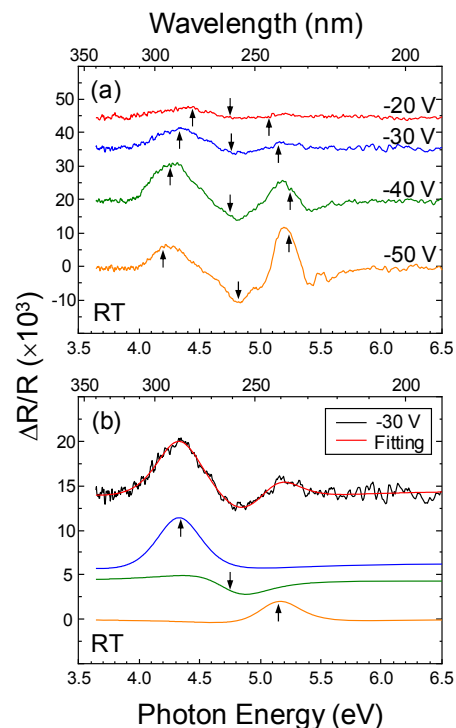


Figure (a) ER spectra of β -Ga₂O₃ measured at RT under V_R of -20 to -50 V. (b) Fitting result for $V_R = -30 \text{ V}$. The spectra are shifted vertically for easy viewing. Transition energies are indicated by vertical arrows.