

シリコン結晶の高感度赤外吸収と赤外欠陥動力学

(6) ピーク吸光度 $1\text{E}-6$ への挑戦

High sensitivity infrared absorption spectroscopy and infrared defect dynamics of silicon crystal

(6) Detection limit down to $1\text{E}-6$ peak absorbance

東京農工大¹、東レリサーチ²、システムズ・エンジニアリング³、ブルカー・オプティクス⁴、大阪府立大⁵

○井上直久^{1,5}、関洋文²、菅谷孝夫³、嶋田茂⁴、河村裕一⁵

Tokyo Univ. Agric. & Technol.¹, Toray Res. Center², Systems Engineering. Co.³, Bruker Optics⁴, Osaka Pref. Univ.⁵

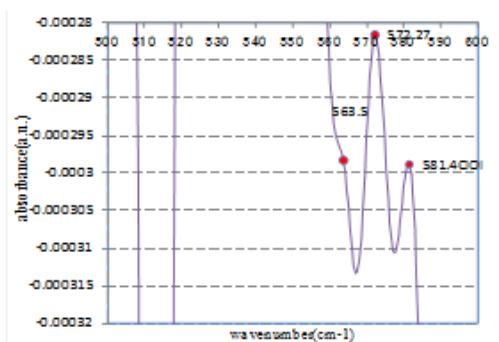
○N. Inoue^{1,5}, H. Seki², T. Sugaya³, S. Shimada⁴, Y. Kawamura⁵

E-mail: inouen@riast.osakafu-u.ac.jp

はじめに 不純物や真正点欠陥の局在振動による赤外吸収法は、シリコン結晶中の不純物や照射複合体の濃度測定や挙動解析に、装置が簡便・網羅性・直接性・構造識別性・定量性・品質鈍感性などの特長を持ち広く用いられているが、感度が低いことが問題とされてきた。我々は、高感度測定・スペクトル処理技術と定量解析法の開発を進め、11 年秋にピーク吸光度 $1\text{E}-6$ 台を実現し¹⁾、低照射や grown-in の濃度 $1\text{E}+12/\text{cm}^3$ 未満の真正点欠陥複合体を検出するためさらに改善を進めている。

実験・解析と結果 フーリエ変換赤外分光法(FTIR)は、室温でも高 S/N の潜在能力を持っているが、通常はピーク吸光度 $1\text{E}-4$ 程度までしか測れないとされる。微小ピークの測定には、装置の安定化と、測定試料と参照試料のバックグラウンド吸収差をできる限り小さくすることが重要で、その条件下で繰り返し積算・平均により統計誤差を減らし S/N を向上させる。しかしそうするとその間の装置の変動による精度劣化を伴う。これに対しては測定結果の変動要因を探し出してそれを抑える方法を検討すると共に、変動した結果を除外して平均するスペクトル処理法で対処してきた。今回はさらに測定結果の変動を補正する方法を試みた。

一方感度を検証するには、感度ぎりぎりの大きさの既知の吸収を含む試料が不可欠である。またその効果を活用できる研究対象を開拓する必要がある。前報で InCiOi のピーク吸光度が $1\text{E}-6$ 台後半の吸収を定量できることを実証した²⁾。さらに $1\text{E}-6$ 台前半の吸収を探索している。研究対象の例としては、真正点欠陥複合体の I3(W-line), I4(X)がある。これらは PL で検出されるが濃度は不明で、赤外吸収が $500\text{-}600\text{cm}^{-1}$ 帯域に予想されているがまだ実験的には報告されていない。図にこの帯域のスペクトルの例を示す。1 目盛りは吸光度 $5\text{E}-6$ で、ノイズは $1\text{E}-6$ 以下のである。



1) 井上他、本会 2011 秋. 2) 同、2013 春.