

シリコン結晶中の低濃度炭素の測定

(XVI) 低温における $1 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ までの赤外吸収測定

Measurement of carbon concentration in silicon crystal

(XI) Low temperature measurement down to 10^{13}cm^{-3} by IR東京農工大¹, 大阪府大², °井上直久^{1,2}, 川又修一²°Tokyo U. Agri. Technol.¹, Osaka Pref. U.² °N. Inoue^{1,2}, S. Kawamata²

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

経過と目的 前回までに、第二世代赤外吸収法により「人工参照試料、フォノン妨害吸収消去、装置の精度と安定性の診断と改善、装置のばらつきに対応した個別換算係数の決定」などで下線の問題を解決し、国内外のポリシリコンメーカなどと共同で検出限界 $1 \times 10^{13} \text{atoms cm}^{-3}$ ・定量限界 $1 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ の測定法を実用化し、シリコンメーカや分析サービス会社とネットワークで共有し測定法規格に代えた。既に国内外の主要なメーカは単結晶とポリシリコンを問わず $1 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ の現在代表的な濃度を赤外吸収により日々測定している。しかし主に装置の精度と安定性の不足によりこれらでも感度・精度の得られない場合がある。その対策の一つに低温測定がある。低温測定は一般にピークが鋭く高くなるため室温測定に比べて感度が良くなる。但し炭素の場合はそれほど顕著でなく一方妨害となるフォノン吸収もそれほど小さくならない。またクライオスタットを使わなくてはならないなど日常的な測定には不利な要素がある。そのためこれまで報告は少なく、15 乗以上しか報告されていない[1, 2]。そこで 13 乗までの測定について検討を行った。

実験 試料は主にポリシリコンの濃度測定のため成長した FZ 結晶(poly-FZ)である。参照試料は電子線照射により置換型炭素を最低約 $1 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ まで減らした単結晶(poly-FZ)を用いた。従来と同じく測定温度は液体窒素温度、波数分解能は 1cm^{-1} である[1,2]。

結果と考察 低温測定の課題は、室温と異なるフォノン妨害吸収の対策と、ピーク吸光度が異なることに対する換算係数の較正である。図に差スペクトルを示す。妨害吸収は縦の破線で示すように室温の場合と同様に、フォノン吸収が急に折れ曲がっている波数に現れる。室温の場合と同様に Lorentz 関数フィッティングにより消去することにより炭素ピークを正確に取り出すことができる。short baseline の範囲を黒縦線で示す。炭素ピークの測定波数分解能と半値幅は室温では 2.6cm^{-1} 、低温では 1.3cm^{-1} とされている。また換算係数は低温では 2 倍と言われている。しかし

同じ波数分解能を設定しても実際は装置に依り異なることから、換算係数も装置に依存する。従って特に低温では正確な測定には濃度の分かった試料を測定して個別に換算係数を定め随時チェックする必要がある。

[1] B. O. Kolbesen and T. Mladenovic, Kristall und Technik, 15, K1 (1980). [2] M. Porrini et al., Sol. Stat. Phen. 108-109, 591 (2005).

