

シリコン結晶中の低濃度炭素の測定

(XVII) 10^{14} atoms \cdot cm $^{-3}$ のポリシリコンの赤外吸収測定

Measurement of carbon concentration in silicon crystal

(XVII) Measurement of polysilicon down to 10^{14} cm $^{-3}$ by infrared absorption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 我々は40年近く前にCZシリコン中の炭素が微小欠陥密度に影響しないことを明らかにする[1]一方で、赤外吸収による炭素濃度測定法を40年間に 10^{16} 台から 10^{13} cm $^{-3}$ 台まで世界に先駆けて向上させ普及してきた[2,3,4]。それを時代区分すると以下の4つに分けられる。最近ポリシリコン原料測定のためのFZ結晶化時に汚染があることを明らかにし、メーカーの要望を受けてポリシリコンの濃度を直接測る方法を検討している。従来の報告は 10^{15} cm $^{-3}$ までしかない [5,6]。

(1) LSI期 1975- 当初濃度 10^{16} 原子cm $^{-3}$ [2]、(2) パワーデバイス期 2005- 濃度 10^{15} cm $^{-3}$ [3]

(3) poly-FZ期 2015- 濃度 10^{14} cm $^{-3}$ 台下半[4]、(4) ポリシリコン期 2017- 濃度約 10^{14} cm $^{-3}$ 。

実験 試料は単結晶原料のポリシリコンで、厚さ2mmの両面研磨仕上げである。赤外吸収測定は室温で波数分解能 2cm^{-1} で単結晶と同じである。参照試料には置換型炭素濃度が13乗台下半の人工参照試料単結晶を用いている。フォノン妨害吸収を抑えるため熱処理する[5]。単結晶で培ってきたフォノン妨害吸収の解析と Lorentz 関数フィッティングによる消去を発展させている。

結果 図に差吸収スペクトルの例を示す。熱処理をしない場合は上に示すように炭素吸収(赤縦線)に重なる大きなフォノン部分吸収が妨害する。そのピーク位置は縦の破線で示すように単結晶と同じあるがけた違いに大きい。熱処理をすると、中に示すように妨害吸収はなだらかになり、下に示すように単結晶と同じ Lorentz 関数のフィッティングにより消去出来て、炭素ピークが現れないことから参照試料と同程度で約 10^{14} cm $^{-3}$ 以下であることが確かめられる。この原料からFZ結晶を成長させて測ると炭素ピークが現れるので汚染されていることが分かる。

[1] N. Inoue et al., Rev. Elec. Commu. Labs. 30, 1821 (1981). [2] N. Inoue et al. ASTM STP960, 369 (1987). [3] N. Inoue, Phys. Stat. Sol. C, 1-6 (2016), DOI 10.1002/pssc. 201600068. [4] 井上他、応物学会 2018年春 18-D103-22,23. [5] L. L. Huang et al. J. Electrochem. Soc. 138, 576 (1991). [6] M. Porrini et al., Sol. State Phen. 108-109, 591 (2005).

