

## FZ シリコン結晶中の酸素濃度の測定

### Measurement of oxygen concentration in FZ silicon crystal

東京農工大<sup>1,6</sup>, ナサイエンス<sup>2</sup>, 住重試験検査<sup>3</sup>, 東レリサーチ<sup>4</sup>, システムエンジニアリング<sup>5</sup>, 大阪府大<sup>6</sup>

○井上直久<sup>1,6</sup>, 大淵真澄<sup>2</sup>, 鶴野浩行<sup>3</sup>, 井上敬子<sup>4</sup>, 渡邊香<sup>5</sup>, 河村裕一<sup>6</sup>

Tokyo U. Agr.Tech.<sup>1</sup>, Nanoscience.<sup>2</sup>, SHI E&I<sup>3</sup>, Toray Research<sup>4</sup>, Systems Eng.<sup>5</sup>, Osaka Pref. U.<sup>6</sup>

○N. Inoue<sup>1,6</sup>, M. Obuchi<sup>2</sup>, H. Uno<sup>3</sup>, K. Inoue<sup>4</sup>, K. Watanabe<sup>5</sup>, Y. Kawamura<sup>6</sup>

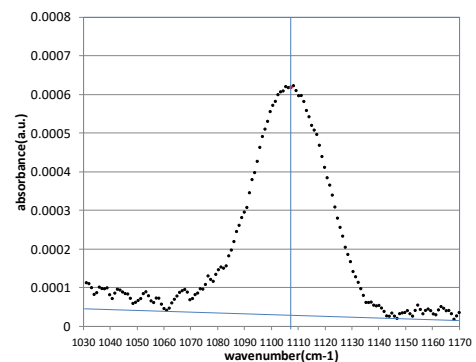
E-mail: inouen@riast.osakafu-u.ac.jp

**背景と目的** 我々は、ハイブリッドカーなどのパワーデバイスの特性制御に CiOi が用いられるため[1]、炭素濃度の測定技術の高感度化を進めると共に、問題点と対策を公開し測定の希望に協力している[2]。近年パワーデバイスに FZ 結晶も使われるようになり[3]、酸素濃度測定も高感度化が求められている[4]。しかし赤外吸収測定法の SEMI 規格の推奨適用濃度範囲は  $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$  以上で[5]、15 乗台の測定法が必要である。SIMS については高濃度ドープに対して SEMI 規格があり濃度範囲は定められていない[6]が、15 乗台の測定が行われデバイス特性との関係が議論されている[4]。放射化分析は赤外換算係数の決定に用いられている基礎的方法で、 $8 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$  の測定実績があるが規格がない。以前に窒素濃度について三方法の測定と相互校正により規格を作成し[7]、炭素も三方法により全ての精度を向上させてきた[8]。そこで酸素も同様の検討を進めている。

**実験** 低炭素濃度で低酸素濃度の FZ 結晶を赤外吸収、SIMS、放射化分析で測定している。濃度  $10^{15} \text{cm}^{-3}$  に対する厚さ 2mm の試料のピーク吸光度は約  $3 \times 10^{-4}$  で、炭素では  $3 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$  に相当するが、フォノンピークの妨害がないため測定は容易である。

日本からの提案による SEMI 規格は 2mm 厚両面鏡面研磨ばかりでなく片面鏡面ウエハも対象とする。酸素ピークは炭素に比べ半値幅が数倍と広く位置も 2 倍近く高波数のため波数分解能は 2 倍の  $4 \text{cm}^{-1}$  であり、表面と裏面の干渉縞は出にくい。ベースラインは  $1040\text{--}1160 \text{cm}^{-1}$  とされている。

放射化分析は  $^{16}\text{O}(^3\text{He}, p)^{18}\text{F}$ 、半減期 110 分の反応を用いる。



**結果と考察** 赤外吸収は差が  $2 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$  でも測定できる。図は炭素と同時に波数分解能  $2 \text{cm}^{-1}$  で測定した差スペクトル例である。SIMS では  $2 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$  程度の低濃度が測定されている。赤外吸収ではさらに低い試料を参照試料として全濃度を求め、SIMS の値と比較した。同じ試料を複数の方法で測定すると各方法の精度を良くすることができ、赤外吸収はバルク、SIMS では薄膜、放射化では多結晶原料に用いられる。赤外吸収では炭素の場合と同様に希望者に測定に協力している。試料を提供いただいた信州大学干川圭吾教授と神奈川産技センターの小野春彦氏に感謝する。

[1] T. Sugiyama et al. Proc. ISPSD2005, p.243. [2] 中津・井上 本会 05 春 29a-ZN-8. [3] 斉藤滋晃 私信. [4] 清井他 14 春 19p-F9-14. [5] SEMI MF1188, 1619. [6] SEMI MF1366. [7] N. Inoue et. al. Semiconductor Silicon 2002, p.875. [8] 渡邊他 16 春 20a-H113-8.