

# 極低酸素・窒素ドーピング Cz シリコン単結晶の酸素析出挙動

## Oxygen Precipitation Properties of Nitrogen-Doped Czochralski Silicon Single Crystals with Low Oxygen Concentration

株式会社 SUMCO ○梶原 薫, 原田 和浩, 鳥越 和尚, 宝来 正隆

SUMCO Corporation, ○Kaoru Kajiwara, Kazuhiro Harada, Kazuhisa Torigoe, Masataka Hourai  
E-mail: kkajiwa1@sumcosi.com

### 1. 緒言

伸張するパワーエレクトロニクス市場において、低コストで得られるチョクラルスキー(Cz)法により育成したシリコン IGBT 基板が注目されている。この基板では As-grown 欠陥(ボイド, 転位クラスター)フリーならびに熱処理後の酸素析出の抑制が課題である。前者については窒素ドーピングにより欠陥フリー領域が拡大することが報告されている[1]。後者については低酸素化することで達成されると考えられているが、窒素ドーピングは酸素析出を促進することもあり現時点で析出抑制を実現した報告例はない。今回我々は酸素析出物が発生しない窒素ドーピング結晶の酸素濃度を明確にするため、窒素ドーピング Cz 結晶の酸素濃度と酸素析出挙動の関係を調査した。

### 2. 実験

酸素濃度  $8.5 \times 10^{17}$ ,  $3.5 \times 10^{17}$  /cm<sup>3</sup>(Old ASTM)の結晶を、引上げ速度を徐々に低下させて育成した。窒素濃度は直胴開始時に  $1 \times 10^{14}$  /cm<sup>3</sup>となるようにドーピングした。育成した結晶を結晶成長方向に沿って縦割りし、

As-grown と  $780 \text{ }^\circ\text{C} \times 3 \text{ h} + 1000 \text{ }^\circ\text{C} \times 16 \text{ h}$ (昇温レート  $5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ )の析出評価熱処理を加え赤外トモグラフィ法にて観察した。

### 3. 結果

Fig.に赤外トモグラフィ法で測定した欠陥密度を示す。As-grown ではボイド欠陥, 析出評価熱処理後ではボイド欠陥と酸素析出物の合計密度を表している。結晶長に沿って成長速度の低下によりボイド発生領域から As-grown 欠陥フリー領域, 転位クラスター発生領域と欠陥種が遷移している。酸素濃度  $8.5 \times 10^{17}$  /cm<sup>3</sup>(Fig.(a))では As-grown と熱処理後の欠陥密度に差があり、酸素析出物が発生しているのに対し、 $3.5 \times 10^{17}$  /cm<sup>3</sup>(Fig.(b))では As-grown と熱処理後の欠陥密度はほぼ一致しており、この酸素濃度では窒素ドーピングをしても酸素析出物が発生しないことが分かる。これは、As-grown で酸素析出核が存在しないか、もしくは存在していても極低酸素であるために熱処理で容易に消失したと考えられる。この酸素濃度の窒素ドーピング Cz 結晶は低コスト IGBT 基板としての活用が期待される。

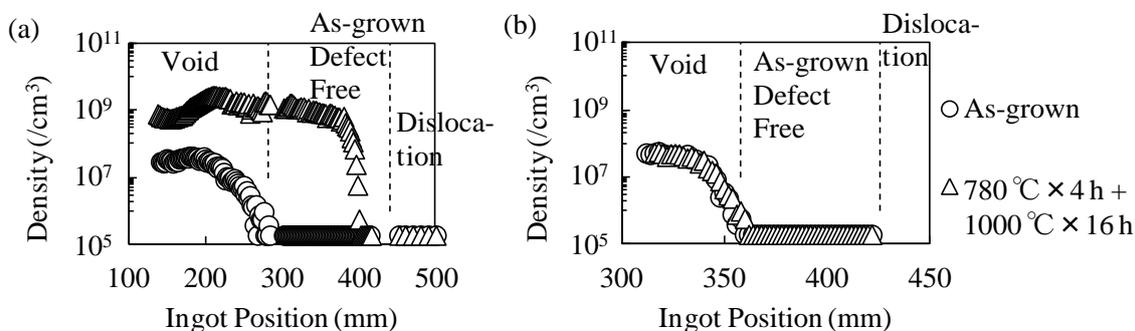


Fig. Defect density along the growth direction. Circles and triangles are as-grown and heat-treated samples, respectively. Oxygen concentrations are (a)  $8.5 \times 10^{17}$  /cm<sup>3</sup> in (a) and  $3.5 \times 10^{17}$  /cm<sup>3</sup> in (b). Nitrogen concentrations are approximately  $1.0 \times 10^{14}$  to  $1.5 \times 10^{14}$  /cm<sup>3</sup> in both samples.

[1] M. Iida et al. DEFECT IN SILICON, Electrochemical Society, Proceeding Vol. 99-1, p499-p510.