

## シリコンウェーハ中のサーマルドナー形成におよぼす点欠陥の影響

## Effect of Point Defect on Formation of Thermal Donor in Silicon Wafer

○鳥越和尚, 小野敏昭

SUMCO CORPORATION

E-mail: ktorigoe@sumcosi.com

## 1. はじめに

シリコン結晶中では 400~500 °C 程度の熱処理でサーマルドナー (TD) が形成されることが知られている。TD は酸素のクラスターであり、シリコン結晶中の点欠陥である空孔によってその形成が抑制され[1]、格子間シリコンによって促進される[2,3]ことが報告されている。特に Voronkov らは、酸素析出で放出される格子間シリコンによって酸素クラスターの形成が促進されると主張しているが[2]、その効果は定量的には分かっていない。本研究では、点欠陥に起因する様々な Grown-in 欠陥を持ったシリコンウェーハを用いて TD の形成を調べ、その形成が酸素析出物の密度に依存して促進されることを見出した。

## 2. 実験方法

シリコン単結晶の育成条件を調整することで Grown-in 欠陥の形成を制御し、OSF (Oxidation-induced stacking fault) となる核やボイドを含むウェーハ、および、それらを含まないウェーハを切り出した。その酸素濃度は  $10.8 \times 10^{17} \sim 11.1 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> (Old ASTM) であった。結晶育成中に形成した TD を消去するため、650 °C で 30 分のドナーキラー (DK) 熱処理を窒素雰囲気で行った。DK 後のウェーハ、および、DK を行わない As grown のウェーハに、TD 形成熱処理として 450 °C で 4~40 時間の熱処理を窒素雰囲気で行った。熱処理前後の抵抗率を 4 探針法で測定し、TD の密度の増加を求めた。また、これらと隣接するウェーハを結晶から切り出し、900 °C で 4 時間および 1000 °C で 16 時間の酸素析出物の顕在化熱処理を行い、その密度を測定した。

## 3. 結果

Fig.1 は 450 °C での TD 形成速度の熱処理時間依存性を示す。最も短い 4 時間の熱処理では、As grown のウェーハでの形成速度が DK 後よりも大きかった。これは、結晶育成中に形成された微小な酸素クラスターが TD の核として働くためであると考えられる[4]。また、ボイドや OSF 核を含まない領域よりもそれらを含む領域での形成速度が大きいことが分かった。Voronkov らは、酸素析出で放出される格子間シリコンによって酸素クラスターの形成が促進されると提案している[2]。そこで各領域に As grown で存在する酸素析出物を観察した結果、Fig. 2 に示すようにその密度が高いほど TD 形成速度が増加することが分かった。結晶育成中の酸素析出で放出される格子間シリコンによって、TD の核となる微小な酸素クラスターの形成が促進されたことが示唆される。

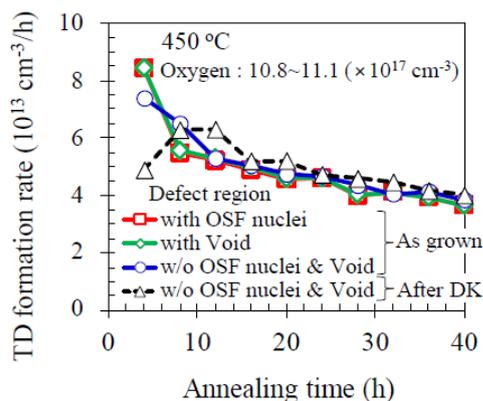


Fig. 1 Dependence of TD formation rate on annealing time in different defect regions.

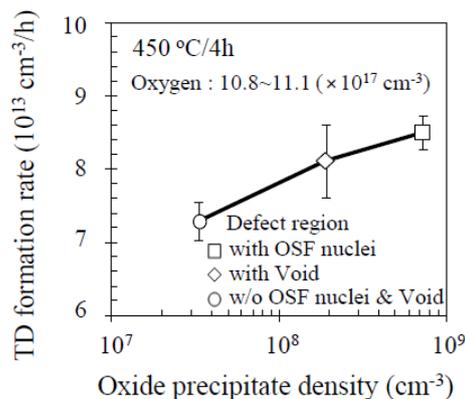


Fig. 2 Relation between TD formation rate at 450 °C/4h and oxide precipitate density.

## 参考文献

- [1] M. Tajima, et al., Appl. Phys. Lett., 65 (1994) 222. [2] V. V. Voronkov, et al., Solid State Phenom., 131-133 (2008) 387. [3] V. V. Voronkov, et al., J. Electrochem. Soc., 147 (2000) 3899. [4] Y. Kamiura et al., J. Appl. Phys., 61 (1987) 2478.