

シリコン結晶中のボロンによる酸素の増速拡散

Diffusivity of Oxygen Enhanced by Boron in Silicon Crystals

株式会社 SUMCO

○鳥越和尚、藤瀬淳、小野敏昭、中村浩三

SUMCO CORPORATION

○Kazuhisa Torigoe, Jun Fujise, Toshiaki Ono and Kozo Nakamura

E-mail: ktorigoe@sumcosi.com

1. はじめに

シリコン結晶中の酸素の拡散は一般的にボロンによって増速することが知られている[1-3]。しかし、ボロンの効果について系統的な報告はなく、そのメカニズムは明らかでない。我々は、 $p/p+$ エピウェーハで特異な酸素濃度の深さ分布を見出した。その分布を利用して、ボロンによる酸素の増速拡散効果を解析したので報告する。

2. 実験方法

基板酸素濃度 $10.8 \sim 13.1 \times 10^{17}$ atoms/cm³、基板ボロン濃度 $3.8 \times 10^{18} \sim 1.6 \times 10^{19}$ atoms/cm³ の $p/p+$ エピウェーハを 750 °C(16 時間)、850 °C(4 時間)、950 °C(1 時間)、1000 °C(30 分) の 4 水準で熱処理を行った。その後、SIMS 測定をエピ層表面から行い、酸素濃度の深さ分布を得た。

3. 結果

Fig.1 に熱処理後の酸素濃度の深さ分布の測定例を示す。酸素が基板からエピ層へ拡散した分布となっており、特に低温熱処理水準ではその界面で急峻な濃度変化が起こることが分かった。この濃度変化は、エピ層と基板のボロン濃度に依存した酸素の拡散係数の違いに起因すると考えられる。そこで、通常の酸素原子としての拡散以外にもう 1 種の拡散種があるとして、その拡散係数 D (cm²/s) をエピ基板界面の濃度変化から抽出した。

$$D = D_{\text{int}} + 3.3 \times 10^{-18} C_B^{0.5} C_O \exp(-1.1 \text{ eV}/kT) \quad (1)$$

ここで、 D_{int} は通常の酸素原子の拡散係数[4]、 C_B はボロン濃度 (cm⁻³)、 C_O は酸素原子濃度 (cm⁻³)、 k はボルツマン定数、 T は温度 (K) である。(1) 式の右辺第 2 項に示されるように、もう 1 種の拡散係数はボロン濃度の平方根に比例することが分かった。また、活性化エネルギーは酸素ダイマーについてのもの[5] とほぼ一致した。Fig.2 に示すように、 $p-$ から $p+$ に及ぶ広範囲のボロン濃度において、(1) 式の拡散係数は過去の報告値を良く再現しており、ボロンによる酸素ダイマー形成の促進が示唆される。

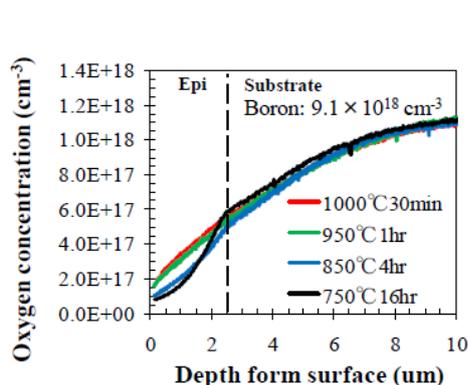


Fig.1 Depth profiles of oxygen concentration in $p/p+$ wafers after annealing.

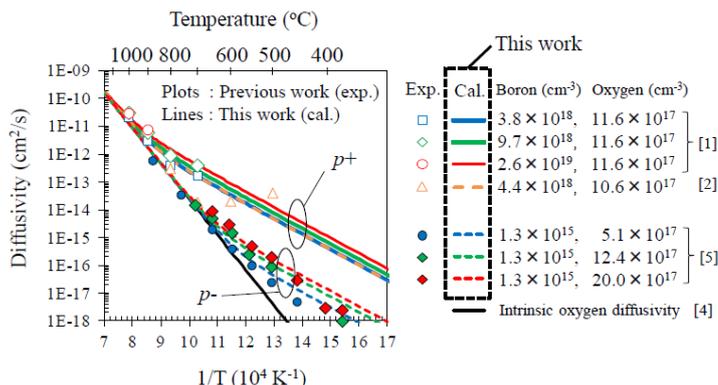


Fig.2 Comparison of oxygen diffusivity between calculations (this work) and experimental values (previous works).

参考文献

- [1] W. Sugimura, ECS Trans., 2(2) (2006) 95. [2] H. Takeno, Appl. Phys. Lett., 77 (2000) 378. [3] J. D. Murphy, J. Appl. Phys., 100 (2006) 103531. [4] J. C. Mikkelsen, Jr., Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 59 (1986) 19. [5] A. Giannattasio, J. Electrochem. Soc., 152 (2005) G460.