シリコン結晶における高温酸化による空孔注入機構の検討

Study of the vacancy injection mechanism by high-temperature oxidation in Si crystal

岡山県立大 地域共同研究機構 ○中村浩三

Okayama Pref. Univ., Local Joint Research Mechanism, K. Nakamura

E-mail: kozo_nakamura@nifty.ne.jp

1. はじめに ：シリコンを熱酸化すると積層欠陥が成長することや P, B の増速拡散が生じることから酸化反応により格子間シリコンは過飽和になると考えられている。しかし、1300℃以上の高温酸化においては空孔が過飽和になることを示唆する実験結果 (酸化によるボイドの巨大化 [1]、RTO による酸素析出の促進 [2]、酸化による VH_4の増加 [3]) が報告されている。本報告では末澤ら[3] が報告した高温 Wet 酸化による空孔濃度の増加についての系統的なデータを用い、高温酸化による空孔注入のメカニズムを検討したので報告する。

2. 方法 末澤らは H_2O 添加および無添加の条件にて水素雰囲気加熱急冷実験を行い、H_2O による Wet 酸化の空孔濃度への影響を評価した [3]。図1 は H_2O 無添加の場合の空孔濃度 C_V^{eq} により規格化された酸化時間と空孔濃度 C_V との関係を示す実験結果である。

3. 結果 図1を Taniguchi [4] らのモデルを用いて検討した。格子間シリコンの過飽和度は酸化膜の成長速度 (酸化速度) に依存することが良く知られている [4, 5]。そこで、Wet 酸化の実験式を用いて図1 の各条件の酸化速度を求めた。また、空孔と格子間シリコン濃度との関係について $C_VC_I = C_V^{eq}C_I^{eq}$ なる局所平衡を仮定し、図1 に示された C_V/C_V^{eq} を C_I/C_I^{eq} に変換した ($C_I/C_I^{eq} = C_V^{eq}/C_V$)。図2 には比較として 900℃での Wet 酸化による P の増速拡散から求めた C_I/C_I^{eq} [5] のデータも併せて示している。図2 に示す各ラインはそれぞれ Taniguchi のモデルによる理論式 $C_I/C_I^{eq} = (A_1 V + A_2)/(V^{1/2} + A_2)$ におけるアンノウンパラメター A_1, A_2 をベストフィットさせた結果であり (V：酸化速度)、実験結果が良く説明されることが分かる。また、求められた A_1, A_2 の温度依存性から、Si – SiO_2 界面における点欠陥を熱平衡に近づける反応の反応定数が 1250℃以上では急激に増加することが示唆された。

参考文献

[1] 安藤、中村ら、2003年応用物理学会秋季大会 1a-X-1, 1a-X 2、[2] K.Araki, et al., ECS J.SSST, 2 (2013) 66、[3] M.Suezawa, et al., Appl.Phys.Lett.. 93 (2008) 101904、[4] K.Taniguchi, et al., J. Appl. Phys. 65 (1989) 2723, [5] S.T.Dunham, J.Appl.Phys. 71 (1992) 685

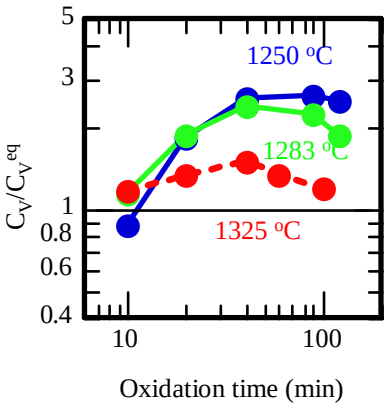

図1 酸化時間と空孔の過飽和度との関係 [3]

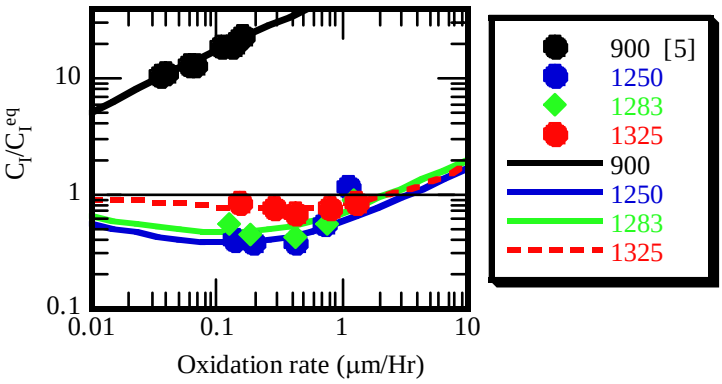

図2 酸化速度と格子間シリコンの過飽和度との関係
ライン : Taniguchi モデルによる実験式

© 2015年 応用物理学会