

触媒 $\text{SrTi}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}_{3-\delta}$ を用いた Si 熱酸化の増速効果の調査

Low-temperature Oxidation Characteristics of Si using $\text{SrTi}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}_{3-\delta}$ Catalyst

九大シス情, 孫 祥方, 池田 晃裕, 浅野 種正

Kyushu Univ., °H.F. Sun, A. Ikeda, T. Asano

E-mail: sun@fed.ed.kyushu-u.ac.jp

【はじめに】

我々は、 $\text{SrTi}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}_{3-\delta}$ 触媒を用いる熱酸化によって、4H-SiC の酸化レートを促進できることを報告した[1]。触媒酸化により、850°C で Si 面の 4H-SiC を酸化できる。図 1 に、触媒の格子構造を示す。Ti サイトを Mg で置換することで、格子構造の中に、空孔の酸素吸着サイトが形成される。酸素分子が吸着サイトに到達すると酸素原子に解離し、サイトに吸着する。吸着した酸素原子は準安定状態であり、加熱することでサイトから脱離する。この吸着と脱離の動作は連続して起こることが、熱脱離分析により確認されている[2]。

これまでの、触媒とウェハーを 1mm の距離に近接して配置していた。触媒をウェハーからより離れた所に置かれて酸化できたら、この方法は実用的になる。今回、触媒からの距離が Si の熱酸化に与える影響を調査したので報告する。

【実験条件】

図 2 に、今回の実験配置を示す。触媒と Si サンプルを電気炉の石英管中に置いた。触媒の重量は 0.25g である。配置された Si サンプル面積は 15 mm x 50 mm である。Si サンプル端と触媒の間隔は 5mm である。使用した Si は、n-type エピ層 (100 面, 1~10 $\Omega \cdot \text{cm}$) ものである。650~850°C の酸化温度、酸素流速 1.5L/min、酸化時間 3 時間で酸化した。Si ウェハー酸化膜厚を分光エリプソメータ (HORIBA, Auto SE) により測定した。

【結果と考察】

図 3 に、650°C、750°C、850°C で酸化した試料の酸化膜厚さの触媒からの距離による変化を示す。同図には、850°C、触媒なしで酸化した結果も示した。酸化位置が触媒に近くなるほど (15~30mm までの距離)、酸化膜厚は厚くなることが確認できる。この距離を超える領域は、触媒なしの酸化膜厚に一致している。従って、酸化レートは触媒により増大しているといえる。

増速酸化は酸素原子の生成と拡散により律速されていると仮定して、(1) 式に示す拡散分布式でフィッティングを行った。

$$t_{\text{ox}} = a * \exp(-x^2/L^2) + b, \quad (1)$$

ここで t_{ox} は酸化膜厚であり、 a は酸素原子濃度に関する定数係数である。 x は触媒からの距離である。 L は拡散長である。 b は触媒からの酸素原子ではなく、気相中の酸素分子による酸化膜厚である。フィッティング結果を図 3 に破線で示す。これにより得られた拡散長は 850°C で 19.2mm、750°C で 13.7mm、650°C で 10.9mm であった。これら値は、レーザー誘起蛍光法より測定された

大気圧での高温 Pt 触媒から生成された酸素原子の拡散長とほぼ一致する [3]。

【おわりに】触媒と半導体ウェハーを間に 10mm 程度の距離を置いて酸化の増速効果が得られることがわかった。本研究の一部は科研費 No. 16K14258 の支援に依るものである。

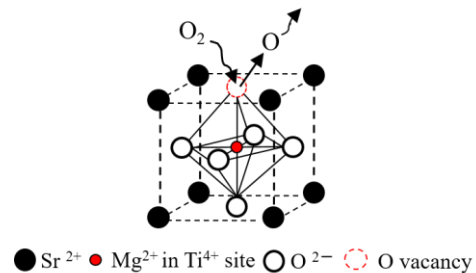


Fig. 1. Lattice structure of the $\text{SrTi}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}_{3-\delta}$.

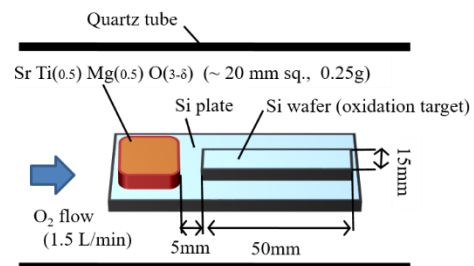


Fig. 2. Schematic of experiment setup.

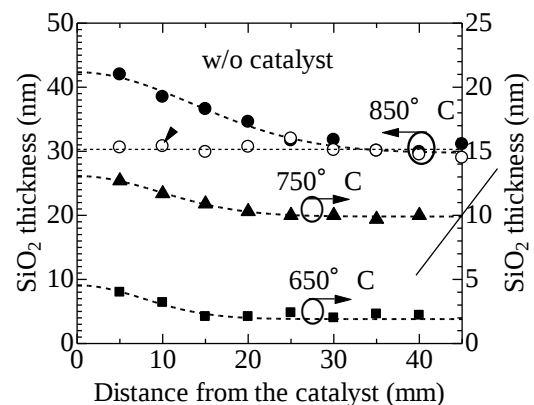


Fig. 3. Variation with distance from the catalyst of SiO_2 thickness.

[1] L. Li, A. Ikeda, and T. Asano, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 108001 (2016).

[2] L. Li, A. Ikeda, and T. Asano, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 06GJ05 (2016).

[3] M. J. Dyer, L. D. Pfefferle, and D. R. Crosley, Appl. Opt. 29, 111 (1990).