18p-A17-5

4H-SiC(0001)面のウェット酸化における水分子の役割

Role of water molecules in thermal oxidation of 4H-SiC(0001) substrates

阪大院工　○永井大介，細井卓治，志村考功，渡部平司

Osaka Univ.　○D. Nagai, T. Hosoi, T. Shimura, and H. Watanabe

E-mail: nagai@asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】熱酸化 SiO_2/SiC 界面に存在する高密度の界面欠陥は SiC パワーMOSFET の性能阻害要因となっており、NO_x 系ガスを用いた酸化あるいはアニールにより界面特性が改善されてきた。それらの先行研究では、ドライ雰囲気で熱酸化した SiO_2/SiC を対象としたものが大半であり、ウェット酸化については C 面でデバイス特性向上の報告[1]がある一方で、酸化剤としての水分子の役割について系統的な研究はなされていない。そこで本研究では、4H-SiC(0001)Si 面についてドライ O_2、ウェット O_2、ウェット Ar 雰囲気下で熱酸化を行い、酸化膜成長速度から水分子の酸化への寄与を調べると共に、同膜厚での MOS キャパシタの容量-電圧（C-V）特性の比較を行った。

【実験結果及び考察】n 型 4H-SiC(0001)基板を洗浄した後、85°C に保った超純水中をバブリングした O_2 あるいは Ar ガスを 1150°C の酸化炉内に導入し、10~120 分間熱酸化を行った（O_2-wet, Ar-wet）。また、比較としてドライ O_2 のみでの酸化も行った（dry-O_2）。熱酸化後、Al 電極を真空蒸着して MOS キャパシタを作製した。C-V 特性から決定した SiO_2 膜厚（CET: Capacitance Equivalent Thickness）の酸化時間依存性を図 1 に示す。酸化時間 30 分までの領域では、O_2-wet 酸化が dry-O_2 酸化と比べて顕著な酸化の増速を示す一方で、60 分以降は酸化速度に大きな差はないことが見て取れる。一方、Ar-wet 酸化の場合、dry-O_2 酸化と比較して明らかに酸化速度が遅いことがわかる。以上のことは水分子のみの酸化力は O_2 よりも低いことを意味しており、酸化初期で例外的に O_2 と H_2O が相補的に酸化反応に寄与し、酸化の増速につながっていることが示唆される。また、図 2 に C-V 特性の比較を示す。O_2-wet および Ar-wet 酸化は同等の特性を示しており、酸化速度差の影響はほぼ見られない。また、dry-O_2 酸化と比較して約 0.1 V の正方向へのフラットバンド電圧シフトが見られた。これはウェット酸化で負の界面固定電荷が生じることを示した過去の報告[2]と一致しており、ウェット酸化に特徴的な現象が現れたと言える。

[1] M. Okamoto *et al.*, Appl. Phys. Express **5**, 041302 (2012).

[2] H. Yano *et al* ., IEEE Trans. Electron Dev. **46**, 3 (1999).

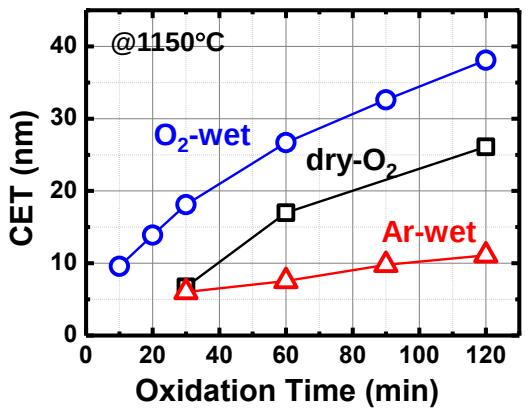

Fig. 1　SiO_2 thickness as a function of oxidation time for various oxidation conditions.

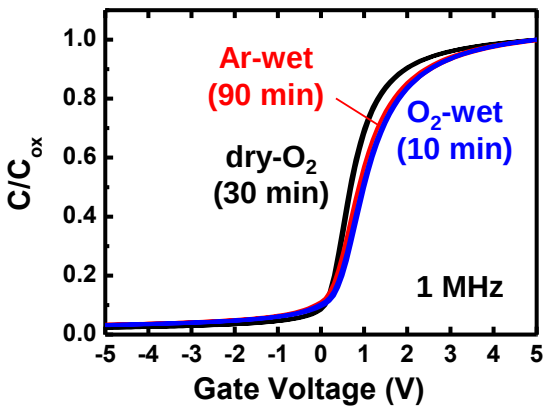

Fig. 2　C-V characteristics of SiC MOS capacitors oxidized under various conditions.

© 2014 年　応用物理学会