

# 成長時の酸素分圧が HfO<sub>2</sub>:Y/Si 薄膜の結晶構造や誘電特性に及ぼす影響

## Effect on crystal structure and the dielectric properties of HfO<sub>2</sub>:Y/Si films by oxygen partial pressure during deposition

○佐保 勇樹, 高田 賢志, 吉村 武, 藤村 紀文 (阪府大工)

○Y. Saho, K. Takada, T. Yoshimura, N. Fujimura

(Graduate School of Eng., Osaka Pref. Univ.)

E-mail: [fujim@pe.osakafu-u.ac.jp](mailto:fujim@pe.osakafu-u.ac.jp)

[はじめに]

強誘電体材料の中でも HfO<sub>2</sub> 系強誘電体は、ドーピングや膜厚の効果に加え適量の酸素欠損を導入し直方晶相を安定化させることによって 10 nm 以下の極薄膜においても強誘電性を示し[1]、CMOS プロセスとの適合性も高く注目を集めている。しかし、多結晶膜成長による素子間の特性分布や、HfO<sub>2</sub>/Si 界面での界面層の形成によって生じる閾値電圧の増加などの問題が顕在化している[2]。そのため、Si 直上に直方晶の HfO<sub>2</sub> をエピタキシャル成長させる技術は重要である。本講演では、成長時の酸素分圧が HfO<sub>2</sub>:Y/Si 薄膜の結晶構造や誘電特性におよぼす影響について検討した。

[実験方法と結果]

KrFエキシマレーザー(λ=248 nm)を用いたPLD法によって HfO<sub>2</sub>:Y薄膜を作製した。仕込み組成Y:Hf=7:93の焼結体をターゲットに使用し、(001)と(111)のSi基板を用い、セミコクレーン23で表面の化学洗浄を行った後1.0%HF溶液に2分間浸漬し、真空度1.0×10<sup>-7</sup> torr以下のチャンバー内に設置した。基板温度を500~800 °Cの間で変化させ、酸素分圧は8.6×10<sup>-5</sup>~50 mtorrと変化させて試料を作製した。(001)と(111)のSi基板上に基板温度を700 °C、酸素分圧を1.0×10<sup>-4</sup>~50 mtorrの条件で作製した試料のX線回折2θ-ω測定の結果をFig.1 (a), (b)に示す。Fig.1 (a)から(001)Si基板では酸素分圧が1 mtorrの試料ではHfO<sub>2</sub>薄膜が(001)単一配向成長し、φスキャンの測定結果からエピタキシャル成長していることを確認した。また、Fig.1 (b)から(111)Si基板は1 mtorr~w/o O<sub>2</sub>の酸素分圧で(111)配向成長し、φスキャンの測定結果からエピタキシャル成長していることが分かる。この結晶層が非平衡相であることも確認した。(001)Si基板上に作製した試料のCV特性結果をFig.2 に示す。Fig.2 から、酸素分圧が1 mtorr以下の試料はY:HfO<sub>2</sub>薄膜に十分な電圧が印加できていないことが分かる。酸素分圧が30 mtorr以上の試料で観測される蓄積容量は界面に形成したSiO<sub>2</sub>の存在によるものであることが示唆でき、その膜厚は1.3nm程度であることが明らかになった。

講演では、C-V,I-V,インピーダンス特性の測定の解析結果を踏まえ、酸素分圧が(001)および(111)Si基板上に作成したY:HfO<sub>2</sub>薄膜の界面誘電特性におよぼす影響について詳細に議論する。

[参考文献]

[1] K. Takada et al. Jpn. J. Appl. Phys 58, SLLB03 (2019).[2] A. Pal et al. Appl. Phys. Lett. 110, 022903 (2017).

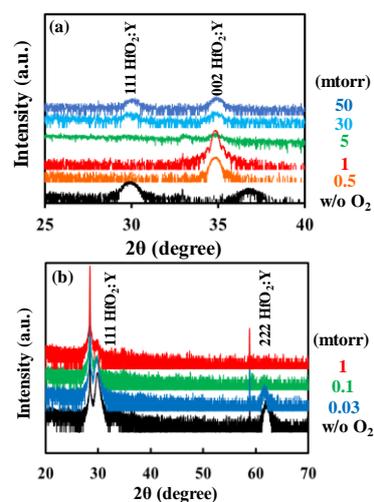


Fig.1 XRD patterns of HfO<sub>2</sub>:Y thin films on (a) (001)Si substrate and (b) (111)Si substrate under the various O<sub>2</sub> partial pressures.

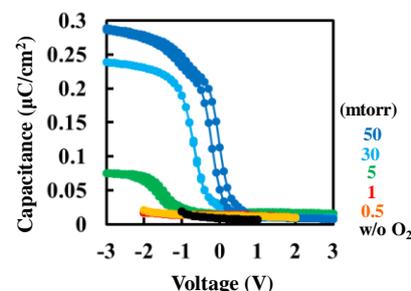


Fig.2 C-V properties of HfO<sub>2</sub>:Y thin films on (001)Si substrate under the various O<sub>2</sub> partial pressures.