HfO_2 薄膜を用いた MIS ダイオードの Si 基板面方位依存性

Si substrate orientation dependence on MIS diode with HfO_2 thin films

東工大 工学院，°(M1)堀内　勇介，工藤　聡也，大見　俊一郎
Tokyo Institute of Technology, °(M1)Yusuke Horiuchi, Sohya Kudoh and Shun-ichiro Ohmi
E-mail: horiuchi.y.ac@m.titech.ac.jp, ohmi@ee.e.titech.ac.jp

1. はじめに

前回我々は、3 次元 Hf 系 MONOS 型不揮発性メモリの特性向上のための、界面特性の Si 基板面方位依存性に関して報告した[1, 2]。今回、異種面方位 Si 基板上に Hf 系 MONOS 構造のトンネル層として用いる HfO_2 絶縁膜を堆積し、電気特性について検討したので報告する。

2. 試料作製方法および評価方法

まず、p-Si(100)基板(10-30 Ωcm)、p-Si(110)基板(7-10 Ωcm)、および p-Si(111)基板(10-20 Ωcm)を SPM、DHF で洗浄し、超純水によりリンスを行った後、ECR プラズマスパッタ法により HfO_2(3 nm)を Ar/O_2:23/4.6 sccm (0.18 Pa)雰囲気中で室温堆積し、その後ゲート電極として $HfN_{0.5}$(10 nm)を Ar/N_2:10/0.2 sccm (0.08 Pa)雰囲気中で in-situ で形成した。次に、N_2(1 SLM)雰囲気中で 600°C/1 min の PDA を行い、Al コンタクト電極を形成し MIS ダイオードを作製した。このように作製した試料に関して、C-V 特性、J-V 特性による評価および界面準位密度の抽出を行った。

3. 実験結果および考察

図 1 に、MIS ダイオードの測定周波数 100 kHz における C-V 特性の、Si 基板面方位依存性を示す。図 1 に示すように、V_{FB} シフトは p-Si(100)基板で-0.99 V、p-Si(110)基板で-1.02 V、p-Si(111)基板で-0.85 V であることが分かった。図 2 に、V_G = -7 V におけるリーク電流および界面準位密度を示す。図 2 より、3 次元構造で重要となる p-Si(100)基板、および p-Si(110)基板のリーク電流はそれぞれ 1.4x10^{-4} A/cm^2, 2.0x10^{-4} A/cm^2 であり、界面準位密度は 7.2x10^{10} cm^{-2}eV^{-1} とほぼ同様となることが分かった。

謝辞

本研究にご協力いただきました本学の鈴木元也技官ならびに東北大の故大見忠弘名誉教授、後藤哲也准教授、黒田理人准教授、諏訪智之准教授、グローバルウェーハズ・ジャパン株式会社の泉妻宏治氏、青木竜彦氏、ならびに JSW AFTY の嶋田勝氏、広原正巳氏、玉井逸朗氏に感謝いたします。本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17J10752 および文部科学省生体医歯工学共同研究拠点の支援を受けて行われた。

参考文献

[1] 堀内　他，第 79 回秋季応物予稿集，p.12-381 (2018). [2] S. Kudoh, *et al.*, 75th DRC, P-17, pp.119-120 (2017).

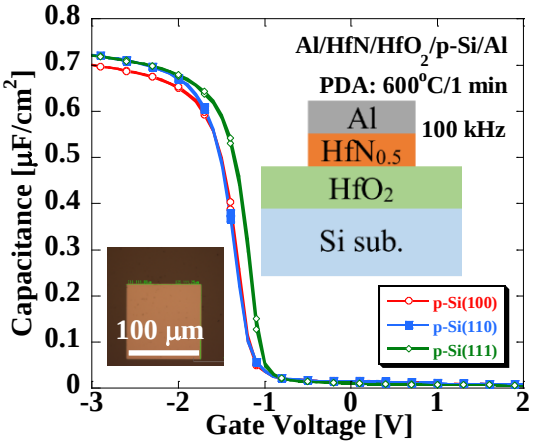

図 1 HfO_2 MIS ダイオードの C-V 特性の Si 基板面方位依存性。

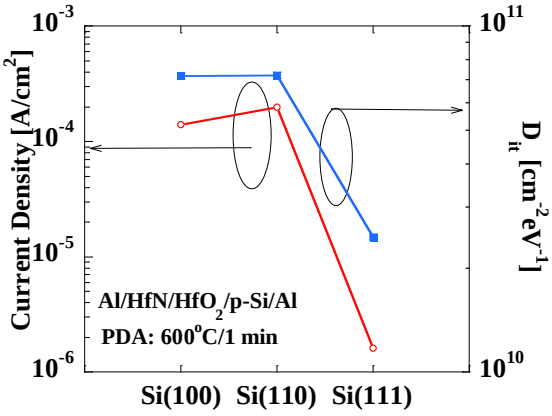

図 2 HfO_2 MIS ダイオードのリーク電流と界面準位密度の Si 基板面方位依存性。