

溶媒置換による HfO₂ 導電性ブリッジメモリのスイッチング特性制御 2

The control of switching property in HfO₂-CB-RAM by the replacement of solvents –part 2-

鳥取大工¹, TiFREC² 吉原 正人¹, 原田 晃典¹, 伊藤 敏幸¹, 岸田 悟^{1,2}, 木下 健太郎^{1,2}

Tottori Univ.¹, Tottori Univ. Integrated Frontier Research Center²

◦Masato Yoshihara¹, Akinori Harada¹, Toshiyuki Itoh¹, Satoru Kishida^{1,2}, and Kentaro Kinoshita^{1,2}

E-mail: kinoshita@ele.tottori-u.ac.jp

【序論】我々はこれまでに、Cu/HfO₂/Pt 構造の Conducting-Bridge RAM (HfO₂-CB-RAM)の HfO₂ 層に対して、水をはじめとする極性溶媒を添加することによりスイッチング電圧の低減が可能であることを報告してきた[1]。一方、供給溶媒の電気分解で生じた水素によって膜劣化が発生することも明らかになった。これらの結果はCuの電気化学的拡散を促進する高極性に加え、環境変化耐性の高い溶媒選択が必要である事を意味する[1]。本研究では、HfO₂-CB-RAMに電気化学インピーダンス法を適用し、高極性と環境耐性を兼ね備えたイオン液体(IL)の添加がCuの電子授受と拡散に及ぼす効果を調査した。【実験方法】Cu(100 nm)/HfO₂(25 nm)/Pt(100 nm)構造のCB-RAMを作製した。HfO₂層にILを供給したときのインピーダンスZ(ω)を評価した。Z(ω)は交流振幅0.2 V, 周波数2 mHz- 100 kHzの範囲で測定を行った。なお、ILとしてアニオンが1-ethyl-3-methylimidazolium [emim], カチオンがbis[(trifluoromethyl)sulfonyl]amide [TFSA]で構成される[emim][TFSA]を用いた。

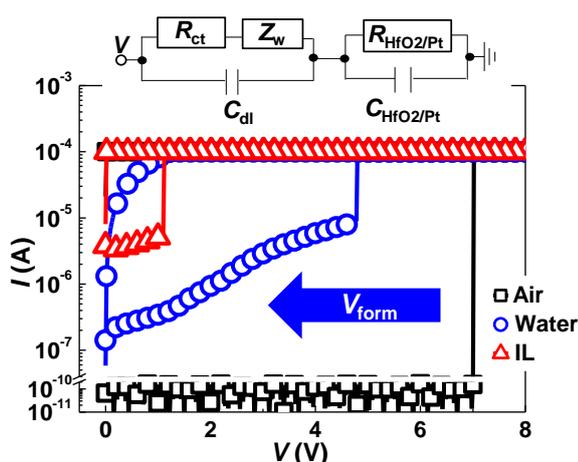


Fig. 1 IL 供給時における Z(ω) の V_{DC} 依存性挿入図:等価回路モデル

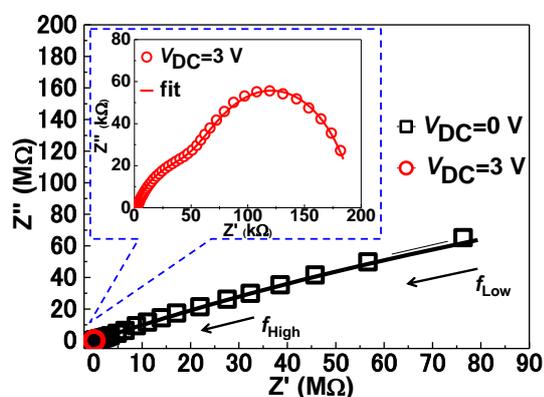


Fig. 2 V_{DC}=0 V 時の Z(ω)挿入図: V_{DC}=3 V 重畳時の Z(ω)

yl]amide [TFSA]で構成される[emim][TFSA]を用いた。【結果及び考察】Fig. 1にIL供給あり, なし(Air)時のフォーミング過程のI-V特性を示す。フォーミング電圧V_{form}はIL(1.1 V) < Air(7.0 V)の大小関係が得られた。水添加時のV_{form}の平均値は4.8 Vであり、ILの添加により更なる低電圧化が実現された。Fig. 2にV_{DC} = 0, 3 VにおけるIL添加試料のZ(ω)を示す。Fig. 2の挿入図に示したV_{DC} = 3 VにおけるZ(ω)の拡大図からわかるように、Z(ω)は低周波領域及び高周波領域でそれぞれ半円を描く。これは、それぞれCu/HfO₂, HfO₂/Pt界面からの寄与によると考えられることから[2], 各界面にRC並列回路を仮定した等価回路モデル(Fig. 1挿入図)を用いてZ(ω)にフィッティングを行い、回路パラメータを抽出した。ここで、等価回路中のZ_wはワールブルクインピーダンスを意味する。V_{DC} = 0 VにおけるR_{ct}は100 kΩとなり、水添加試料におけるR_{ct}の平均値330 kΩに比べて小さいことから、IL添加によるCuの電子授受の促進が示唆される。V_{DC} = 3 VでR_{ct}は64 kΩに減少し、+V_{DC}の印加による更なる電子授受促進も確認された。[1] 吉原他, 第75回応用物理学会秋季学術講演会 18p-PA7-15. [2] Yuan *et al.*, JACS 132, 6672(2010).