

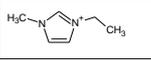
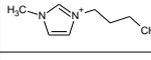
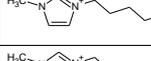
イオン液体の供給による導電性ブリッジメモリの抵抗スイッチング特性制御

Controlling resistive switching properties of conductive bridge memory by supplying ionic liquid

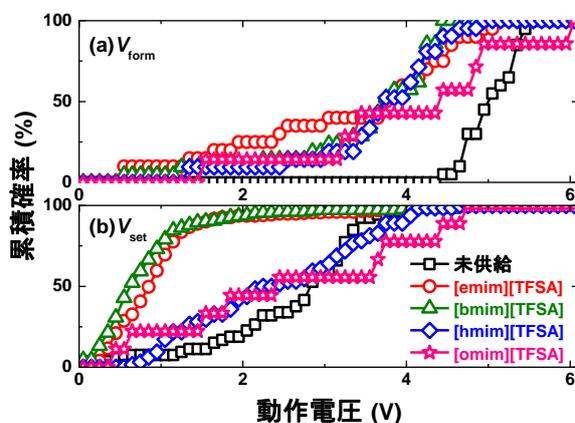
鳥取大工¹, 関東電化工業², TEDREC³°緒方 涼介¹, 渡邊 浩平¹, 原田 晃典^{1,2}, 岸田 悟^{1,3}, 伊藤 俊幸¹, 木下 健太郎^{1,3}Tottori Univ.¹, Kanto Denka Kogyo², Tottori Univ. Electronic Display Research Center³°Ryosuke Ogata¹, Kohei Watanabe¹, Akinori Harada^{1,2}, Satoru Kishida^{1,3}, Toshiyuki Itoh¹,and Kentaro Kinoshita^{1,3} E-mail: kinoshita@ele.tottori-u.ac.jp

【序論】我々はこれまでに Cu/HfO₂/Pt 構造の Conductive Bridge RAM (CB-RAM)において、メモリ層である酸化物多結晶薄膜 (HfO₂)をナノ多孔質体とみなし、細孔径、細孔壁の物理・化学的性質及び溶媒種を考慮した新たなメモリ特性制御の手法として「細孔エンジニアリング」を提案し、高イオン電導、難燃性及び難揮発性の特徴を持つイオン液体(IL)をメモリ層に供給することで、真空中でも低電圧、低電流で安定動作することを明らかにした [1]. 本研究では、IL の個性がメモリ特性に及ぼす影響を明らかにするため、カチオンサイズ(側鎖の長さ)がスイッチング電圧分布に及ぼす影響を調べた. 【実験】ス

Table 1 本研究で用いられた IL のカチオン構造及びサイズ

名称	構造図	サイズ (nm ³) [2]
[emim] ⁺		0.156
[bmim] ⁺		0.196
[hmim] ⁺		0.242
[omim] ⁺		0.288

パタリング法によって Pt 基板上に HfO₂ を 12 nm 堆積し、Cu 製のプローブを HfO₂ 表面に接触させることで Cu/HfO₂/Pt 構造を形成した. 溶媒供給時の *I-V* 特性は Cu-probe と HfO₂ 薄膜の接触点に IL を滴下して評価した. 試料表面及び内部の水の影響を排除するため、真空中で加熱処理 (6.0×10⁻⁴ Pa, 200 °C, 30 min) した後、室温に戻し、大気開放することなく N₂ ガスを導入して *I-V* 特性を評価した. 供給する IL はアニオンを bis(trifluoromethyl)sulfonyl amide [TfSA]に固定し、カチオンに Table 1 に示す 4 種、1-ethyl-3-methylimidazolium [emim⁺], 1-butyl-3-methylimidazolium [bmim⁺], 1-hexyl-3-methylimidazolium [hmim⁺], 1-methyl-3-octylimidazolium [omim⁺] を用いた. 【結果及び考察】Figs. 1(a), (b)に溶媒供給なし及び 4 種類の IL を供給した Cu/HfO₂/Pt のフォーミング電圧(*V*_{form})とセット電圧(*V*_{set})の累積確率分布を示す. IL の供給により *V*_{form} は未供給に比べて低減した. また、カチオンの側鎖が短くなると共に *V*_{form}, *V*_{set} 分布は共に低電圧側にシフトした. この結果は、側鎖が短いほど IL の粘性が低くなることから、側鎖長の減少と共に HfO₂ 結晶粒界への IL 吸収率が上がり、且つ Cu のイオン化と

Fig. 1 IL 供給 Cu/HfO₂/Pt の(a)*V*_{form} と (b) *V*_{set} 分布

拡散が促進されたことに起因すると考えられる. カチオンサイズが小さくなることで、拡散層の厚さが減少し、電極界面における電界強度が増加したことによる可能性もある. 更に、*V*_{form} が IL の電位窓を超える場合、続く *V*_{set} 及びリセット電圧(*V*_{reset})が増加する傾向が確認された. よって、スイッチング電圧の低減には IL の分解を抑制する必要があり、電位窓の拡大が重要となる. [1] 長谷川他, 第 74 回応用物理学会学術講演会, 18a-D3-8.

[2] J. M. Slattery *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* **46**, 5384 (2007).