MOF 単結晶の選択成長による微細 CBRAM 素子への導入

東理大理[1]，産総研[2]
○(M1)清水敦史[1,2]，木下健太郎[1]，中畝悠介[1]，島久[2]，高橋慎[2]，内藤泰久[2]，秋永広幸[2]

Introducing MOF single crystal into small CBRAM devices by a selective growth method of MOF

Tokyo Univ. of Science[1], AIST[2]
○A. Shimizu[1,2], K. Kinoshita[1], Y. Nakaune[1], H. Shima[2], M. Takahashi[2], Y. Naitoh[2], H. Akinaga[2]
E-mail: 1518524@ed.tus.ac.jp

【序論】導電性ブリッジメモリ(CBRAM)は，アナログ動作が可能で，神経系を模倣したニューロデバイスへの利用へ向けて盛んに研究が行われている．しかし，CBRAM には，スイッチ電圧や抵抗比がばらつく等の課題がある．この課題を解決するため，我々は CBRAM のメモリ層を従来の金属酸化物膜から金属有機構造体(MOF)に置き換えることを提案してきた[1]．これは自己集積化現象に起因して MOF 内部に緻密に配列したサブ nm スケールの細孔により，金属イオン拡散と指向性の向上を促し，ばらつき低減を含む性能の向上に期待してのことである．本研究では，実デバイス構造に MOF を導入するため，ビア領域に MOF を選択的に合成する手法を提案すると同時に，同素子で確認された CBRAM 動作について報告する．【実験方法】MOF 合成用基板として，Cu(50nm)/Pt(20nm)/TiN(20nm)/SiO_2/Si 基板に SiO_2 を CVD で 20 nm 堆積させた．続いて，電子線リソグラフィで 100 nm 角のビアを開け，Cu を露出させた．1，3，5-ベンゼントリカルボン酸(BTC) 1.8g を溶解した DMF 15 mL とエタノール 15 mL の混合溶液に，加工基板を浸漬した．これにより，ビアから溶出した Cu^{2+}と BTC が溶媒中で反応し，ビア領域に代表的な MOF の一つである HKUST-1 が合成される．その後，上部電極 Au(20nm)/Ti(20nm)を蒸着し，電気特性を評価した．Fig. 1(a)に作製した素子の模式図を示す．【結果及び考察】ビアから溶出した Cu^{2+}を高濃度に保つため，スペーサーとなる薄いガラス板を介して，Cu 薄膜基板を向き合わせて設置した．所定の時間経過後 SEM で観察たころ，Fig. 1(b)に示すように，ビア領域に HKUST-1 が合成されていることが確認された．Fig. 2 に電気特性の評価結果を示す．本素子の電気特性で特徴的なのは，初期抵抗が比較的低い点である．これは MOF が Cu^{2+}が多量に存在する環境で合成されたため，MOF の細孔内に Cu が残留したためだと予想される．そのため，先ずリセットに類似の操作(Preparation)を経た後，通常の CBRAM と同様の抵抗スイッチング特性が確認された．正バイアスに印加すると，0.44 V で低抵抗化した．これは，上部にたまった Cu が下部に向かって拡散し，導電性ブリッジが形成されたと考察できる(Forming)．さらに負バイアスに印加すると高抵抗化し(Reset)，次の正バイアスによる低抵抗化では，先ほどの閾電圧よりも低い 0.19 V で低抵抗化した(Set)．MOF を用いて抵抗変化のサイクルを行えることを確認した．[1] 清水等，第 79 回応用物理学会秋季学術講演会，20a-222-8.

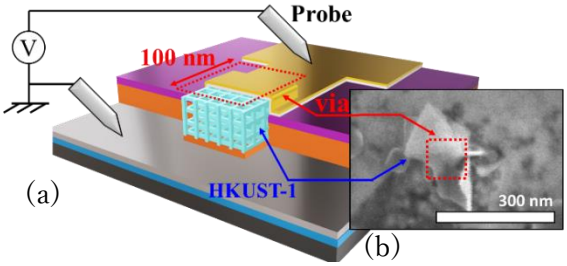

Fig.1 (a) Schematic image of MOF-CBRAM. (b)SEM image of selectively grown MOF crystal in via

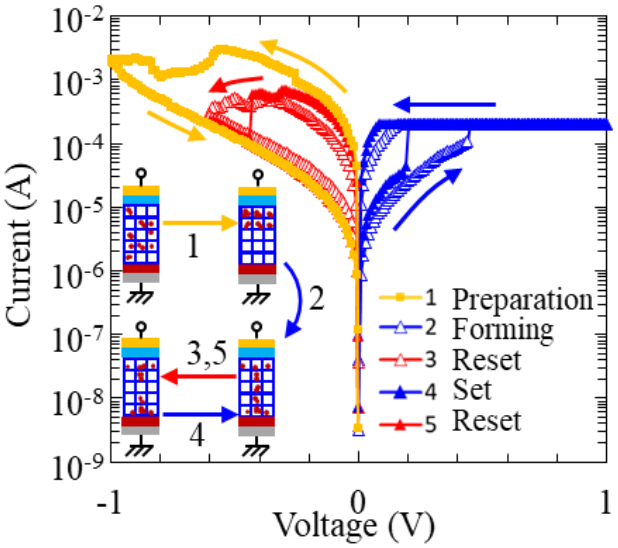

Fig.2 I-V characteristics of MOF-CBRAM. Inset: images explaining Cu migration

© 2019年 応用物理学会