

素子領域へのプローブ接触が抵抗スイッチング特性に与える影響

The effect of contacting a device area with a measurement probe on resistive switching characteristics

東理大理¹, 鳥取大工², 奈良先端大³, °(M2)落合 克行^{1,2}, 木下 健太郎¹, 金子 拓海¹,
上沼 睦典³, 浦岡 行治³,Tokyo Univ. of Science¹, Tottori Univ.², NAIST³, °Katsuyuki Ochiai^{1,2}, Kentaro Kinoshita¹,
Takumi Kaneko¹, Mutsunori Uenuma³, Yukiharu Uraoka³

E-mail: b13t3014@faraday.ele.tottori-u.ac.jp

【序論】ペロブスカイト型抵抗変化メモリは一般的に電極界面全体で抵抗変化していると考えられているが[1], 局所領域での動作も報告されていることから[2], 動作領域についての議論が収束していない. 我々はペロブスカイト型抵抗変化メモリにおいてジュール熱による赤外線放出を検出することで, 抵抗変化領域がプローブ下に形成されることを報告した[3]. 本研究では, プローブの直接接触がペロブスカイト型抵抗変化メモリの評価結果に及ぼす具体的な影響について詳しく調べた. 【実験方法】Nb:SrTiO₃(0.5wt%)単結晶基板の上にSiO₂を100 nm成膜して微細加工を行った後, BHFでSiO₂を100 nmエッチングし, メタルマスクを用いて上部電極としてPtを20 nm, 下部電極としてTiを50 nm成膜しクロスポイント構造の素子を作製した(図1). 図1に示すように, クロスポイント構造を利用して, 素子領域(クロスポイント部)への直接接触を避けての測定を間接測定(indirect), 直接接触しての測定を直接測定(direct)と呼ぶ. 電流-電圧(*I-V*)特性と赤外線検出による電極表面の温度分布を, 同時に取得し, 抵抗変化領域について調べた. 【結果及び考察】図2(a)-(i)に低抵抗化(set)及び高抵抗化(reset)時の電極表面の温度分布をそれぞれ示す. set(+2V)とreset(-2V)を直接接触で行うと, それぞれ図2(a), (b)のようにプローブ周辺で局所的に発熱する. その後, set(+3V)とreset(-2V)を間接接触で行うと, それぞれ図2(c), (d)のようにreset後にも関わらず, 図2(a)の点Aに対応する箇所でも局所的に発熱する. これはresetが不十分である場合, 低抵抗のスポットが残存することを意味する. 続けて間接接触のままset(+3V)とreset(-2V)をそれぞれ5回繰り返した後, set(+3V)とreset(-2V)を間接接触で行うと, set時は図2(e)のように電極全面で発熱するが, 点A付近には発熱スポット(赤線丸)が残っており, reset時にも点A付近で発熱する(図2(f)). さらに, 直接接触でset(+2V)とreset(-6V)させると, それぞれ図2(g), (h)のように, set時はプローブ下で発熱するが, reset時には点A付近のスポットでも発熱する様子が確認される. 再び間接接触でset(+3V)とreset(-2V)を行うと, それぞれ図2(i), (j)のような温度分布となる. 図2(e)と(i)を比較すると, 点A付近の発熱スポットが消滅していることが分かる. これは負電圧側に-6Vの大きな電圧を印加したことで, 十分にresetしたためだと考えられる. Reset不十分で発熱スポットが残っている素子では, 高抵抗状態であっても抵抗が面積に依存せず, 十分resetされて発熱スポットが存在しない素子では高抵抗状態の抵抗に明確な面積依存性が確認されている. 発熱スポット, 即ち, 局所導電パスは接触位置をずらすたびに導入され, その残存と消滅はresetの程度に左右される. この事実が, 一見したところ互いに矛盾する種々の報告を生み出し, 動作領域の特定を始めペロブスカイト型抵抗変化メモリの動作機構解明を妨げる要因であろう. 【参考文献】[1] Sim, *et al.*, IEDM Tech. Dig. 758 (2005). [2] Lee *et al.*, Appl. Phys. Lett. **98**, 132905 (2011). [3] 落合等, 第79回応用物理学会秋季学術講演会, 20a-222-3 (2018).

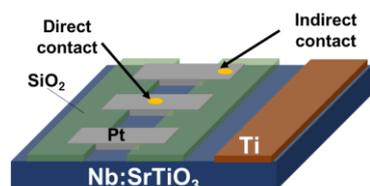
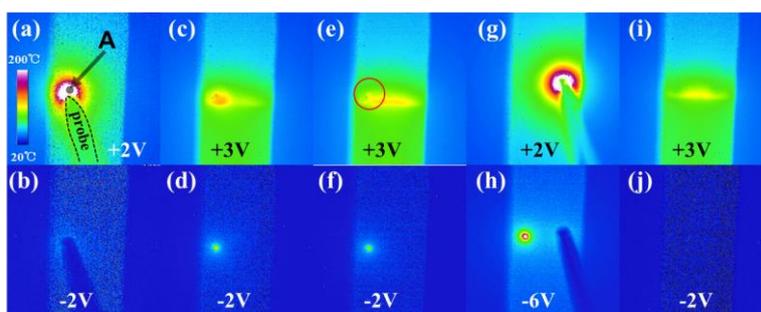


Fig. 1 Sample structure

Fig. 2 Thermal images during set((a), (c), (e), (g), (i)) and reset((b), (d), (f), (h), (j)) in cross-point structure Pt/Nb:SrTiO₃