

水素イオン移動型抵抗変化メモリ

Resistive switching induced by diffusion of hydrogen ions

東京理科大学¹, 木下健太郎¹

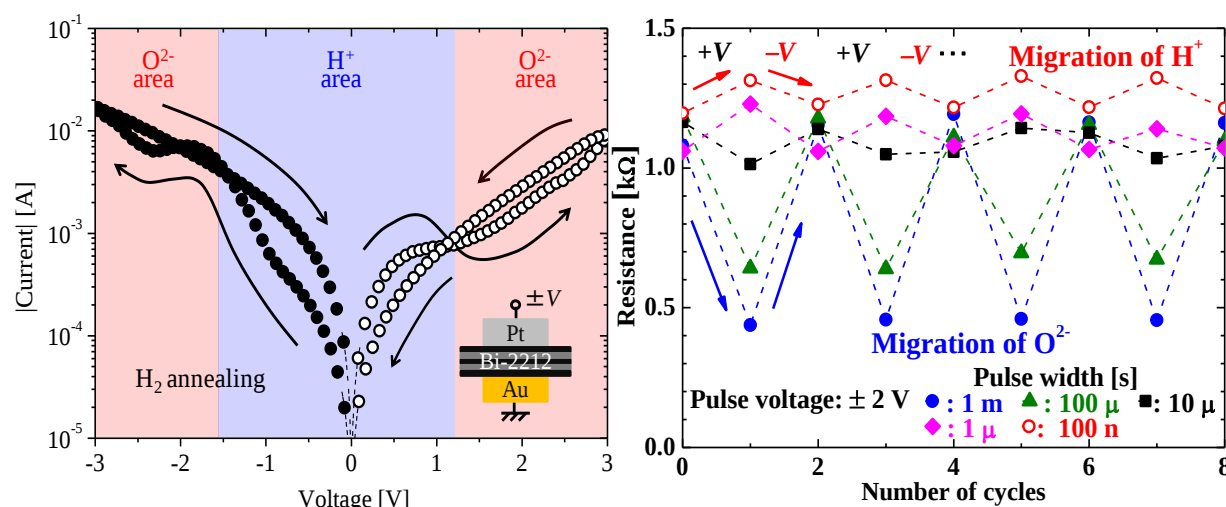
Tokyo University of Science¹, Kentaro Kinoshita¹

E-mail: kkinosita@rs.tus.ac.jp

高温超伝導体として知られる層状ペロブスカイト構造の銅酸化物 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi-2212) 単結晶に水素を取り込むことで、電界誘起の水素イオン拡散に起因する抵抗スイッチング効果が観測された [1]。水素イオン移動型は従来の酸素欠陥移動型の抵抗スイッチングを利用した抵抗変化メモリ (ReRAM) に比べて高速書き換えが可能である。Bi-2212 は酸素欠陥起因の抵抗スイッチングも示すことから [2]、水素と酸素欠陥の両方を導入することで、異なる 2 タイプの拡散種が共存した ReRAM を作製することができる。水素と酸素欠陥の両方が導入された Bi-2212 をメモリ層に持つ Pt/Bi2212/Au 構造の電流-電圧 (I - V) 特性を Fig. 1 に示す。低電圧領域では clockwise な、高電圧領域では anticlockwise な振る舞いを示し、 I - V カーブは中間の電圧領域で交差する。低電界では拡散係数の小さな水素イオンが、高電界では酸素欠陥の拡散が支配的であると考えられることから、水素イオンと酸素欠陥の拡散によって生じる抵抗変化の向きは逆向きであることが示唆される。Fig. 2 に、同構造に ± 2 V の電圧パルスを交互に繰り返し印加した際に観測される抵抗の推移を示す。パルス幅を 1 ms から 100 ns に狭くしていくと、1 μ s で電圧極性の正負と抵抗変化の向きが入れ替わることが分かる。以上の結果は、水素イオンと酸素欠陥では電圧応答速度が異なることを利用して、印加電圧の振幅やパルス幅によってイオンの移動を選択的に制御し、各イオンの移動によって独立に抵抗変化を誘起できることを意味する。本研究は、移動イオン種の選択によって高速性やデータ保持特性等の基本的な素子パラメータを制御し、各々が独立に抵抗変化を誘起する複数のイオン種を共存させることで、全く新しい「波長選択型機能素子」の実現が可能であることを示唆している。

[1] A. Hanada and K. Kinoshita *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 043507-1-043507-4 (2012).

[2] A. Hanada and K. Kinoshita *et al.*, J. Appl. Phys. **110**, 084506-1-084506-5 (2011).



I - V characteristics of a Pt/Bi-2212/Au structure annealed in H_2 atmosphere. The schematic of a device structure is shown in the inset.

Fig. 2 Resistive switching observed in a Pt/Bi-2212/Au structure annealed in H_2 atmosphere, when voltage pulses with the pulse height of ± 2 V were alternately applied.