

ICTS 法による金属/Nb:SrTiO₃ 接合の界面状態と電圧—電流特性の解明

Clarification of Voltage–Current Characteristics and Interface States of

Metal/Nb:SrTiO₃ Junctions by ICTS Method

東理大先進工¹, 鄭 雨萌¹, 木下 健太郎¹

Tokyo Univ. of Sci.¹, Yumeng Zheng¹, Kentaro Kinoshita¹

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

[序論] 半導体 Nb-doped SrTiO₃ (NSTO) と Pt や Au などの高仕事関数金属からなるショットキー接合は、光・電応答両方を持ち、forming が必要ない界面型抵抗変化メモリーとして広く研究されている[1,2]。しかし、界面状態の変化とメモリー特性の関係は不明である。一方、我々は金属/NSTO(M/NSTO)界面の欠陥における電子の trap/de-trap が抵抗変化を引き起こすと考えている。そこで、我々は深い準位を測定できる等温過渡容量分光法 (ICTS) を用いて、金属/NSTO 界面状態と電気特性の関係の解明を目指す。

[実験方法] 各試料は Sputter 法で作製した。Table 1 に各試料の試料名、電極材料と基板の Nb 濃度を示す。電極面積は 100 μm x 200 μm である。ICTS 測定とは、0 s から一定時間のパルス (0.5 V) を印加し、パルス印加後 (Pulse off) の過渡容量 C(t) の変化から界面準位を分析する手法である。

Table 1 Sample name and device structure

Sample name	Nb concentration / wt%	electrode
S1	0.05	Pt
S2	0.1	Pt
S3	0.5	Pt
S4	0.1	ITO

[結果及び考察]

Fig.1 は各試料の電圧—電流特性 (I–V) とパルス on/off の容量—時間特性 (C(t)–t) を示している。

全ての ICTS 測定は baseline = 0 V、高抵抗状態 (HRS) で行った。Fig.1 (a) と (b) には、S1 の室温 (300 K) および低温 (200 K) の特性を示されている。Nb 濃度低い場合、室温では Pt/NSTO はメモリー特性を持ち、低温になるとメモリー特性が消失した。一方で、C(t)–t 特性の電圧印加瞬間①に急峻な容量増加が見られ、これは印加電圧による空乏層幅の減少が原因である。電圧印加中②の緩やかな容量増加は深いホール準位の変化と考えられるが、この変化は低温で消失した。Fig.1(c) は S3 の特性を示している。Nb 濃度は 0.5 wt% の場合、対称的な I–V 特性が観察された。一方で、電圧印加瞬間①に空乏層幅の減少に伴う瞬間的な容量増加が見られ、電圧印加中②の緩やかな容量減少が観察された。この減少は電子準位が電子を捕獲したことが原因と考えている。電圧 off 後③には、準位からの電子放出により容量は baseline の平均状態に戻る。Fig.1(d) は ITO/NSTO の特性を示している。S4 はダイオード特性が示し、電圧印加瞬間①の容量変化が見られない一方で、②の電子準位の捕獲は観察され、電圧 off 後③の電子放出過程が見られた。M/NSTO のメモリー動作は界面準位の状態と空乏層の変化が依存している。光応答に関する考察及び詳細のモデルについては当日に発表する予定である。

参考文献: [1] E. Mikheev, et.al., Nat. Commun. 5 (1), 3990 (2014). [2] Y. Yamazaki, K. Kinoshita, Adv. Sci. 2304804 (2023).

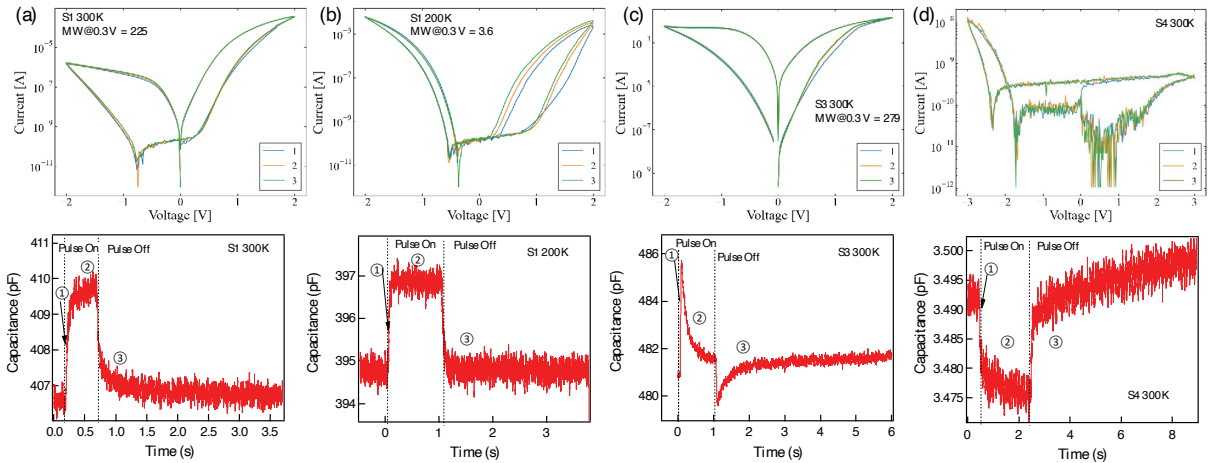


Figure 1 I–V characteristics and C(t)–t characteristics of (a) S1 at 300 K, (b) S1 at 200 K, (c) S3 at 300 K, (d) S4 at 300 K. ① marks the moment when pulse is just applied. ② indicates the period with the pulse. ③ marks the period after pulse is off.