

Si 微細加工による Pt-Pd/(Y₂O₃ 添加 ZrO₂ 単結晶薄膜)/Pt-Pd 構造の作製とその抵抗スイッチング特性

Fabrication of Pt-Pd/(Y₂O₃-doped ZrO₂ single crystal thin film)/Pt-Pd structure
with MEMS technology and its resistive switching properties

東工大物質理工学院¹, 東工大技術部マイクロプロセス部門², 東工大技術部分析部門³

○ニツ森 皓史¹, 塩田 忠¹, 西岡 國生², 松谷 晃宏², 多田 大³, 西山 昭雄¹, 篠崎 和夫¹

School of Mater. and Chem. Tech.¹, Semiconductor and MEMS Processing Division²,

Materials Analysis Division³, Tokyo Tech.

○Koshi Futatsumori¹, Tadashi Shiota¹, Kunio Nishioka², Akihiro Matsutani²,

Masaru Tada³, Akio Nishiyama¹, Kazuo Shinozaki¹

E-mail: futatsumori.k.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】 抵抗変化型メモリ(RRAM)では、酸化物薄膜の抵抗スイッチング(RS)現象が利用されているが、その起源は完全には解明されていない。さらに近年、量子化伝導が観測され多値化手法としての応用が期待されているが、その発現機構も未解明である。我々は、RRAM 素子における RS と量子化伝導の発現機構の解明を目指し、Y₂O₃ 添加量で酸素空孔量が制御可能、粒界の影響が殆ど無い、酸素空孔の移動パスが明確、という利点を持つ Y₂O₃ 添加 ZrO₂(YSZ)単結晶薄膜を用いて Au/YSZ 単結晶薄膜/n⁺型 Si(100)/Au 構造の RRAM 素子を作製し、その RS 特性と量子化伝導について報告した[1]。しかしながら、Si 基板、YSZ/Si 界面の SiO₂ 層、Si/Au 界面の影響により、YSZ 単結晶薄膜自体の RS 特性や量子化伝導特性の理解は困難であった[1]。そこで本研究では、Si 微細加工技術により YSZ 単結晶自立薄膜を金属電極で挟んだ RRAM 素子を作製し、YSZ 単結晶薄膜自体の RS 特性と量子化伝導特性の評価を目指した。

【実験方法】 パルスレーザー堆積法により、自然酸化膜付き高抵抗 Si(100)基板（抵抗率:10000Ω・cm 以上）上に、基板温度 700℃で 8mol%Y₂O₃ 添加 ZrO₂ エピタキシャル薄膜を 60nm 製膜した。それを Si 微細加工技術を用いて YSZ 単結晶自立薄膜に加工後、厚さ 20nm の Pt-Pd 薄膜電極をスパッタリング製膜し、図 1 のような Pt-Pd/YSZ 単結晶薄膜/Pt-Pd の RRAM 素子を得た。RS 特性は、室温、大気中で 2 端子法により測定した。Forming と Set 過程は、制限電流値 1mA として負電圧スイープにより、Reset 過程は制限電流値 100mA として正電圧スイープにより観測した。

【実験結果】 Pt-Pd/YSZ 単結晶薄膜/Pt-Pd 素子の I-V 特性を測定したところ、良好な RS 特性を示した。特に、正電圧スイープ時の低抵抗状態での I-V 特性は、図 2 のように、従来の Au/YSZ 単結晶薄膜/n⁺型 Si(100)/Au 素子[1]とは異なり、線形的挙動となった。この結果は、Al/多結晶 YSZ 薄膜/Al 素子を用いた既往の結果[2]と同様である。また、Set 過程が生じる Set 電圧およびそのばらつきも減少した。さらに、Pt-Pd/YSZ 単結晶薄膜/Pt-Pd 素子においても、量子化伝導の発現を確認した。このように Si 微細加工による YSZ 単結晶自立薄膜を用いた RRAM 素子の実現により、YSZ 単結晶薄膜自体の RS 特性と量子化伝導特性が明らかとなった。

[1] ニツ森皓史ら、第 64 回応用物理学会春季学術講演会,16a-419-1(2017)

[2] T. H. Yeh et al., Japanese Journal of Applied Physics 54, 01AD01(2015)

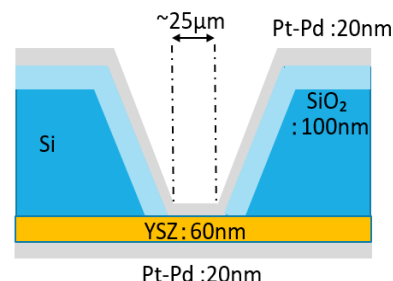


Fig. 1 Schematic drawing of Pt-Pd/YSZ/Pt-Pd RRAM cells.

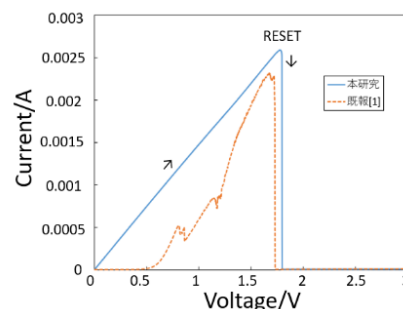


Fig. 2 Resistive switching behaviors in Pt-Pd/YSZ/Pt-Pd RRAM cell and the previous one.