

Sub-nanosecond switching of a tantalum oxide memristor

A. C. Torrezan, J. P. Strachan, G. Medeiros-Ribeiro and R. S. Williams

Nanotechnology **22** (2011) 485203

Nanofizika Szeminárium JC - Gubicza Ági

2012. március 8.

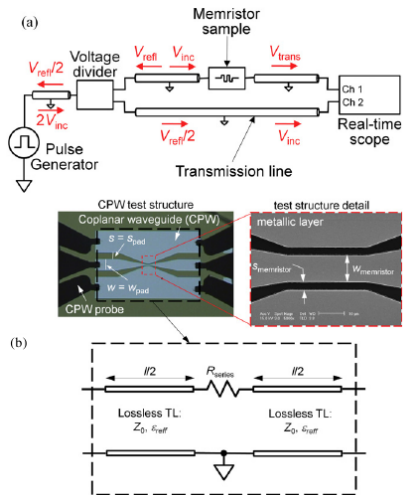
Korábbi eredmények:

- ▶ fém/szigetelő/fém vékonyréteg struktúrák ellenállása függ a rajta átfolyt áramtól
- ▶ kapcsolás gyorsaságának vizsgálata: 10ns - ~ms, minden esetben instrumentális limit
- ▶ más típusok: szerves molekulák, grafén, fém/félvezető/fém, ionos vezetők atomi méretű kontaktussal

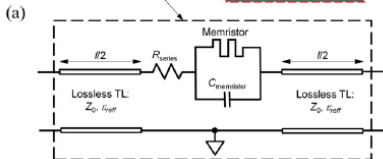
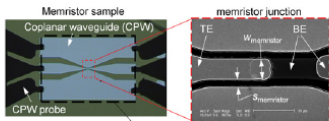
Vizsgált rendszer:

- ▶ Ta_xO_y , Ti/Pt és Ta/Pt elektródák között

- ▶ gyors (100 ps) impulzusok
 \Rightarrow hullámvezető struktúrába ágyazás
- ▶ BE: Ti(5 nm)/Pt (20 nm),
 TE: Ta(30 nm)/Pt(20nm),
 TaO: sputtered $a - Ta_2O_5$ ^a
- ▶ két elrendezés: teszt & memrisztor
- ▶ teszt: memrisztor helyett fémes réteg, az elrendezés teljesítményének, jelátvitelének tesztelésére

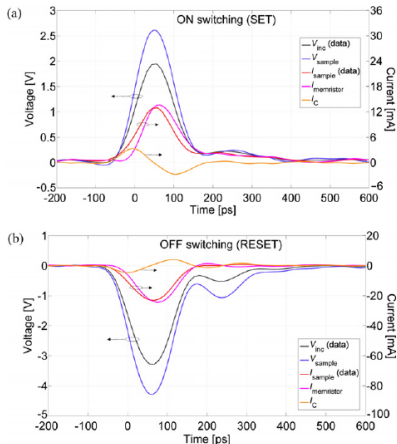


^aAppl. Phys. Lett. **98** 242114



- ▶ ON / OFF kapcsolás energiája: 1.9 és 5.8 pJ ($V_{mem} I_{mem}$ integráljából)
- ▶ kapacitás töltődésére: 0.18 és 0.45 pJ
- ▶ ezek jelentős csökkenése nanométeres tartományban (?)

▶ SET/RESET után 0.1 V-ig sweep: ellenállás-változás ellenőrzése

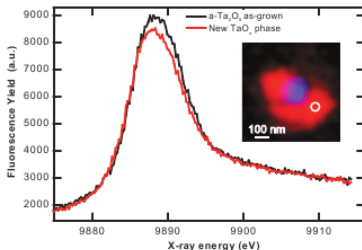
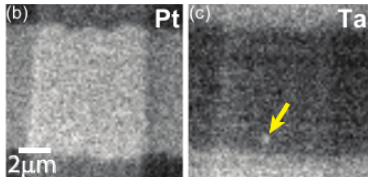


Eredmények

- ▶ reprodukálhatóság: 5 ciklus, HRS nő, még nem magyarázott, hogy miért
- ▶ alkalmazott feszültség a kapcsolhatóság határán: kb. 1 V-al kisebb H→L-nél LRS duplázódik, L→H kapcsolásra egy impulzus nem elég
- ▶ kapcsolási sebesség: instrumentális limit, a jelgenerátor korlátja, nem a hullámvezető struktúráé, nem a memrisztoré (SET: 105 ps, RESET: 120 ps)
- ▶ minta szerkezetének vizsgálata²: röntgendiffrakció kapcsolás után inhomogenitások figyelhetőek meg a kezdetben homogén anyagban

Eredmények

- ▶ minta szerkezetének vizsgálata²: röntgendiffrakció kapcsolat után inhomogenitások figyelhetőek meg a kezdetben homogén anyagban
 - ▶ ? eredetileg amorf Ta_2O_5 szerkezetben tantáliban dús csatornák képződnek és bomlanak le, melyek átmérője < 150 nm, környezetükben az amorf szerkezet más jelleget mutat $\Rightarrow Ta_2O_5$ kristályosodása (nano-, polikristály), és Ta kiválása
 - ▶ kristályosodás ? : a felszabaduló Joule hő miatt ($> 600^\circ C$)
 - ▶ a jelenség általánosabb, mint a magyarázat, de inhomogenitások keletkezését már több cikkben is kimutatták



Inhomogenitás kialakulását mutató eredmények^c:

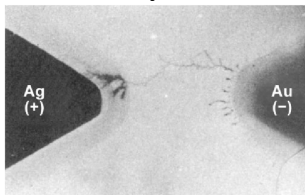


Figure 6. Optical microscopy image of a Ag dendrite grown from the (-)Au electrode towards to (+)Ag electrode within a As_2S_3 thin film on a glass substrate. Reproduced with permission from [22]. Copyright 1976, AIP.

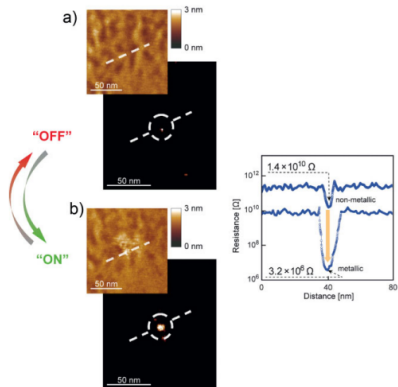


Figure 29. A conductivity map of the surface of a SrTiO_3 single crystal in the vicinity of a conducting filament as recorded by LC-AFM. The arrows (left) indicate that the filament can be switched between an ON and OFF state by applying appropriate bias voltages to the LC-AFM tip. The resistance profiles are line scans before and after the first SET scan [104]. The RESET of a single filament has been shown in [123]. Reproduced with permission from [104] and [123]. Copyright 2007, Springer, and 2007, Wiley-VCH, respectively.

^cAdv. Matter 2009, 21, 2632-2663