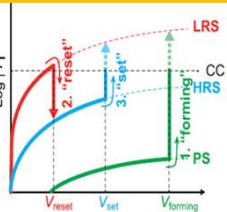


### Métodos de caracterização de chaveamento de resistência



Jesus Daniel Yeppez Rojas  
Orientador: Sabrina Nicolodi

#### Introdução: Chaveamento de resistência (RS)



Curva corrente vs tensão com transições de resistência.

**Definição:** Mudanças reversíveis da resistência elétrica em isolantes induzidas por campos elétricos externos.

**Mecanismos:**

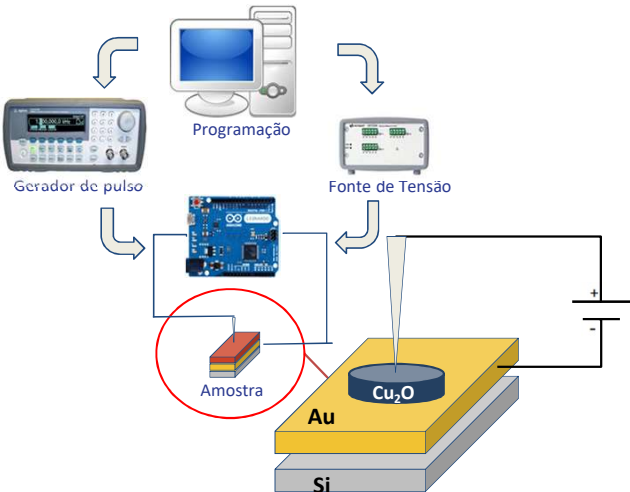
- Surgimento de canais de condução elétrica: alteração da estrutura local
- Criação de vacâncias de oxigênio
- Formação de canais com caráter metálico.
- Aquecimento local por efeito Joule, difusão iônica, decomposição dos canais metálicos
- Concentração e tipos de defeitos ou impurezas.

- Tensão de Conformação: alteração da estrutura original, inicialização
- Tensão de Reset: define estado de alta resistência (HRS)
- Set: define estado de baixa resistência (LRS)
- (LRS)/(HRS) ~ 10<sup>4</sup>

#### Objetivos

- Desenvolver recursos experimentais para caracterização elétrica e para o estudo do chaveamento de resistência
- Explorar as possibilidades de caracterização para filmes de óxido de cobre e alumina.
- Identificar e resolver problemas experimentais.
- Comparar resultados com bibliografia.

#### Metodologia e amostras



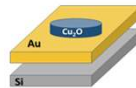
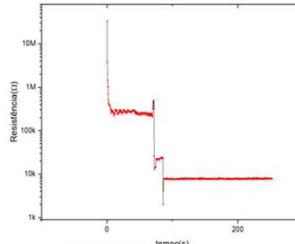
- Óxido de Cobre 250nm: Eletrodeposição (1)
- Óxido de Cobre 350nm: Eletrodeposição (2)
- Óxido de alumínio nativo em filmes 5~10nm:(3)

#### Resultados e conclusões

- Os recursos experimentais desenvolvidos mostraram-se adequados ao estudo de fenômenos de chaveamento de resistência.
- Entretanto a alta dispersão dos resultados indica condições não ideais.
- Necessidade de reavaliar método de pontos de contato.

#### Procedimentos de medidas desenvolvidos

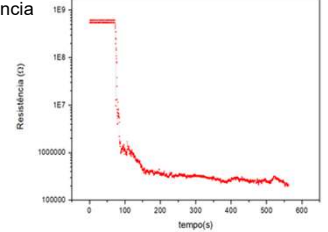
##### Tempo de conformação com tensão constante



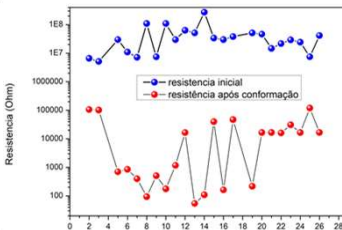
- Óxido de cobre eletrodepositado
- Espessura: 350nm
- Tensão de conformação: 20V

**Conformação:** mudança estrutural e elétrica irreversível pela aplicação de tensão até gerar uma mudança brusca na resistência.

Varição da resistência após conformação ~ 10 MOhms



##### Varição da resistência no processo de conformação com tensão constante

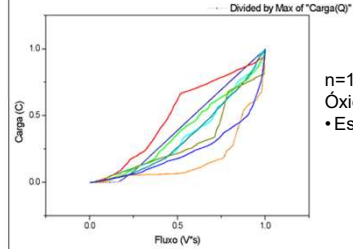


- Pré-conformação/LRS: 100-10<sup>6</sup>
- Múltiplas transições
- Corrente máxima na amostra de 0.1 mA

##### Curvas fluxo vs. carga

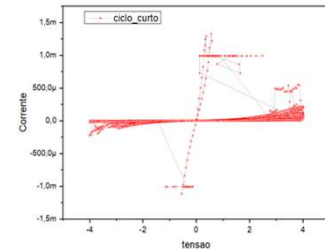
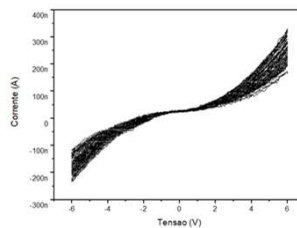
Modelo semi-empírico entre fluxo elétrico e carga normalizada proposta por Picos e Roldan, onde Q e  $\Phi$  são, respectivamente, carga e o fluxo até o processo de conformação

$$Q = Q_{forming}(\Phi/\Phi_{forming})^n$$



n=1.70  
Óxido de Cobre:  
• Espessura: 250nm

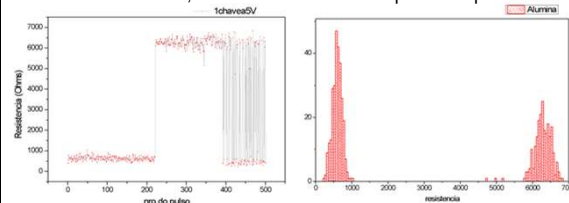
##### Curvas I contra V pré-conformação: propriedades de tunelamento



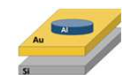
- Propriedades de tunelamento (altura da barreira de energia), após sucessivos ciclos.
- Supõe-se que reflete modificação da estrutura eletrônica local devido ao deslocamento de íons.

##### Medida de chaveamento em óxido de alumínio

Aplicou-se pulsos de tensão de 5V 0,5s de largura no alumínio estimulando uma transição de estado de resistência, mediu-se a resistência após cada pulso



HRS ~6500Ω  
LRS: ~600Ω



- Alumina
- Espessura: 5-10nm
- Vpp: 12V

Após ~ o 380º pulso a transição ocorre regularmente.

#### Referências

- ✓ Applied Physics Reviews 2, 031303 (2015); doi: 10.1063/1.4929512
- ✓ R. Picos, J. B. Roldan, M. M. Al Chawa, Et Al., Semiempirical Modeling of Reset Transitions in Unipolar Resistive-Switching Based Memristors