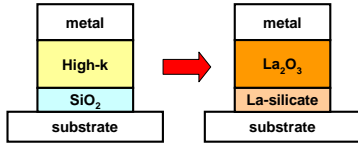


# Process Optimization of Rare-Earth Oxides Gated MOS Devices for Future EOT Scaling

D. Kitayama<sup>1</sup>, T. Koyanagi<sup>1</sup>, K. Kakushima<sup>2</sup>, P. Ahmet<sup>1</sup>, K. Tsutsui<sup>2</sup>,  
A. Nishiyama<sup>2</sup>, N. Sugii<sup>2</sup>, K. Natori<sup>1</sup>, T. Hattori<sup>1</sup> and H. Iwai<sup>1</sup>  
Tokyo Tech. FRC<sup>1</sup>, Tokyo Tech. IGSS<sup>2</sup>

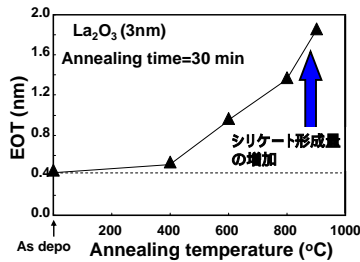
## Purpose of This Work



La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はSiO<sub>2</sub>界面層を形成せず容易に high-k/Si 直接接合を達成可能

熱処理によるLa-シリケートの過剰な形成によりEOTが増加

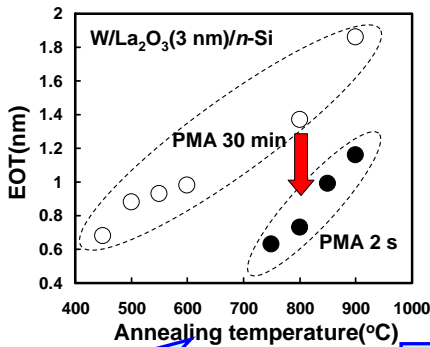
熱処理方法、電極材料の工夫によりEOTの増加を抑制する



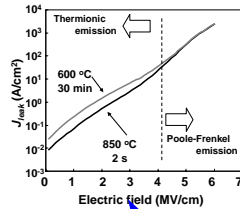
## Fabrication Process

- capacitor n-Si(100) Substrate
- SPM, HF-last treatment
- High-k e-beam evaporation @ 300°C under ~10<sup>-6</sup> Pa
- Metal deposition by RF-sputtering
- Metal dry etching
- Post metallization annealing (PMA)
- Backside contact formation (Al)

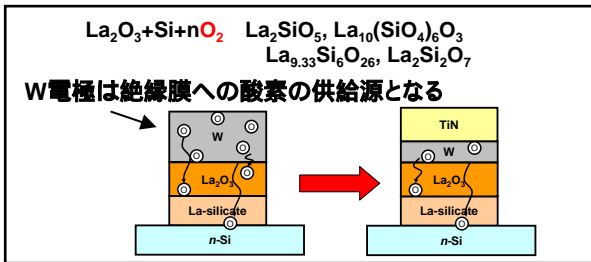
## Results



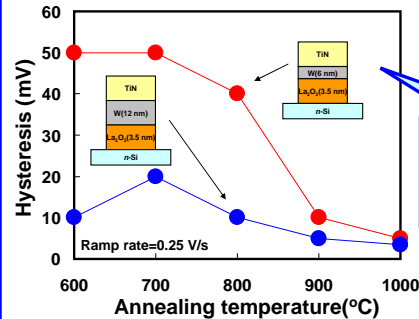
熱処理を短時間化することで EOTの増加を抑制



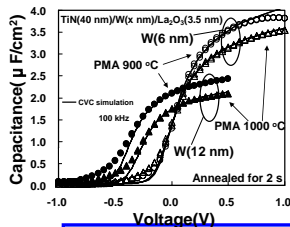
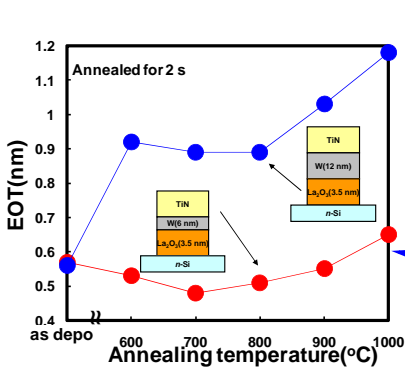
同じEOTで比較すると 高温短時間熱処理でより 小さいリーク電流



W電極は絶縁膜への酸素の供給源となる

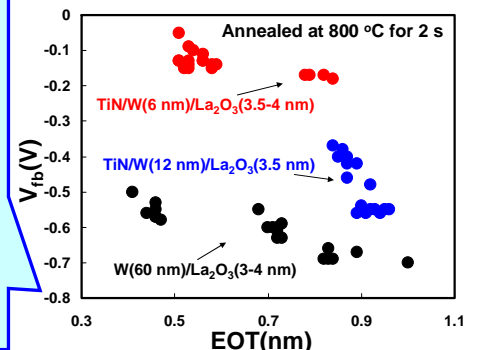


酸素の供給量が不足するとC-V特性のヒステリシスが增大



酸素供給源であるW電極を薄くすることで熱処理によるEOTの増加を抑制

絶縁膜中へ拡散したW原子が固定電荷となっている可能性  
W電極を薄くすることでメタル電極に起因する絶縁膜中の固定電荷を低減



## Conclusion

- 熱処理の短時間化、W電極の薄膜化により絶縁膜への酸素原子の供給を制御し高温熱処理に伴うEOTの増加を抑制できた。
- 今後、電極からのメタルの拡散を防ぐことによりさらなる特性の向上が期待できる。