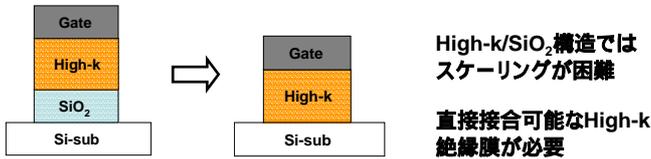




# Spectroscopic analysis of interface state density in high-k/Si structure

Tokyo Tech. FRC<sup>1</sup>, Tokyo Tech. IGSSE<sup>2</sup> T. Kubota<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>, H. Iwai<sup>1</sup>

## 研究背景



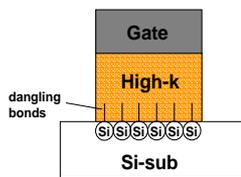
**La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>絶縁膜の特徴**

- 比較的誘電率の高いSilicate層を形成し、直接接合が可能
- 高い誘電率( $\epsilon_r=23.4$ )
- 広いバンドギャップ( $E_g=5.6\text{eV}$ )

La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は次世代のゲート絶縁膜として期待されている

## 問題点

シリコンのダングリングボンドにより界面欠陥が形成され、界面準位が増加しやすい。

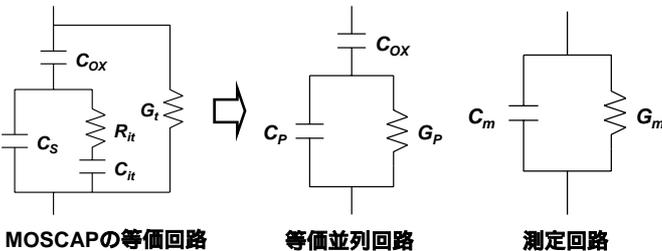


●生成中心としても機能し、生成再結合リーク電流を発生させる

●界面にトラップさせた電荷により、シリコンの電荷分布や表面電位を変化させる

界面準位を低減させる必要がある

## 研究目的



本研究で用いた界面準位の評価方法

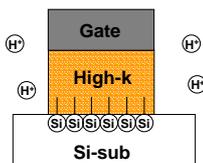
### コンダクタンス法

$$\frac{G_p}{\omega} = \frac{\omega(G_m - G_t)C_{OX}^2}{G_m^2 + \omega^2(C_{OX} - C_m)^2}$$

$$D_{it} \approx \frac{2.5}{q} \left( \frac{G_p}{\omega} \right)_{\max}$$

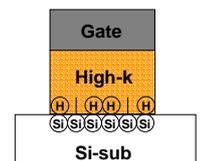
### 特徴

狭いエネルギー範囲しか測定できず、リーク電流が大きいと解析が困難になるが、導出する式が界面に関するパラメータのみ含むので、界面準位密度を精度よく求めることができるという利点を持つ



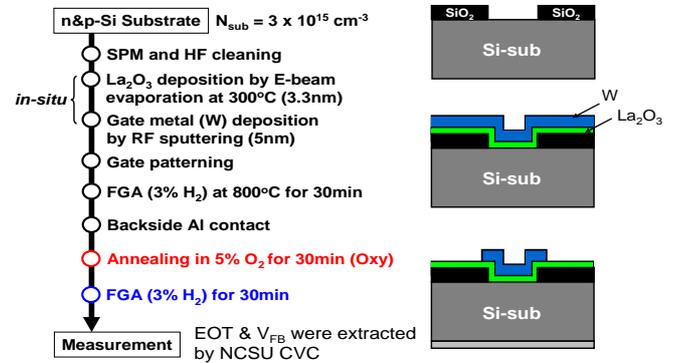
界面準位を低減させるためにはダングリングボンドを終端させる必要がある

フォーミングガス(N<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>=97:3)アニール(F.G.A.)はダングリングボンドを終端させるために効果的だと言われている

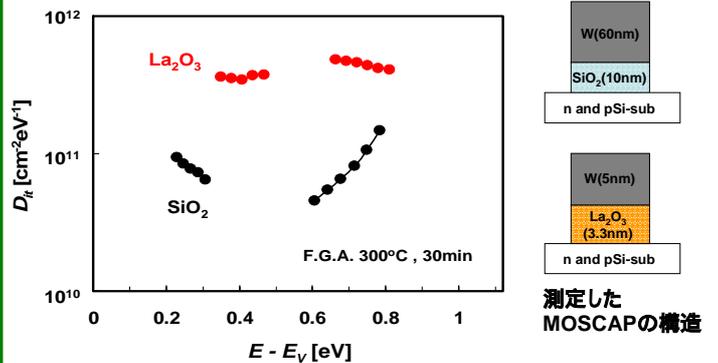


研究目的  
アニール温度により、界面準位密度(D<sub>it</sub>)がどのように変化するか評価する

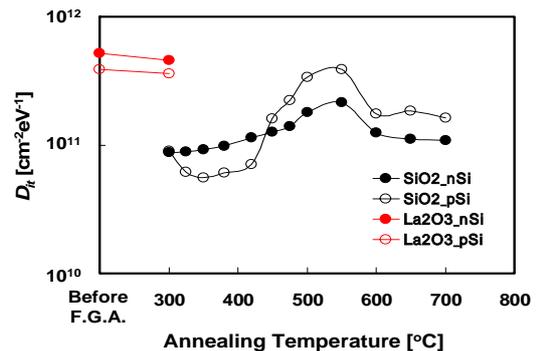
## 実験方法



## 実験結果



SiO<sub>2</sub>はバンドギャップ中央に向かってD<sub>it</sub>が低くなるが、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は高くなる  
絶縁膜の種類によって界面準位のエネルギー分布が変化する可能性がある



●SiO<sub>2</sub>の界面準位は300~350°CでF.G.A.することで最小化できた  
●La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はまだあまり測定できていないが、300°CでF.G.A.することで界面準位を減少させることができた  
●アニール温度を変えることで、界面準位を更に低減できる可能性がある

## 結論

- 界面準位密度のエネルギー分布は絶縁膜の種類によって変化する可能性がある
- F.G.A.により界面準位密度が低減できることが確認できた
- SiO<sub>2</sub>は300~350°CでF.G.A.することで界面準位密度を最小化できる
- La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>でもF.G.A.の効果を確認でき、適するアニール温度を見つかることで、界面準位密度を更に低減できる可能性がある