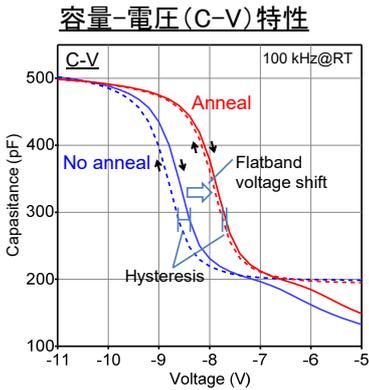


水銀プローブおよびXPSによるSiN膜の高精度膜質解析

SiN膜は、SiO₂膜と同様に絶縁膜、誘電膜として高い汎用性があり様々な素子に利用されるが、成膜方法やアニール方法により電気特性が顕著に変化することが知られている。以下で、アニールを施したSiN膜の電気特性と元素組成、化学状態の変化を水銀プローブおよびXPSにより詳細に調べ、電気特性の変化が膜質変化とどのように関連しているかを総合的に解析した事例を紹介する。

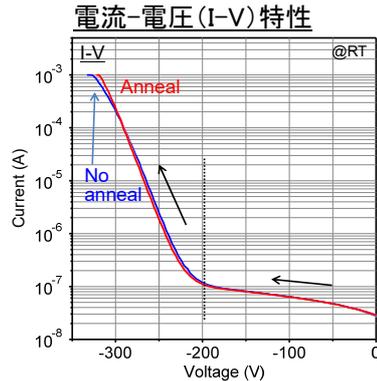
1. 水銀プローブによるC-V, I-V特性評価

Sample: SiN (300 nm)/p-Si
Annealing: 800 °C, 2 hours in N₂



・アニール後、ヒステリシス幅減少
⇒ SiN膜中可動電荷低減
・アニール後、フラットバンド電圧が正方向シフト
⇒ 正の固定電荷低減

電気特性劣化要因となる膜中可動電荷、固定電荷がアニールにより低減
⇒ C-V特性改善を確認

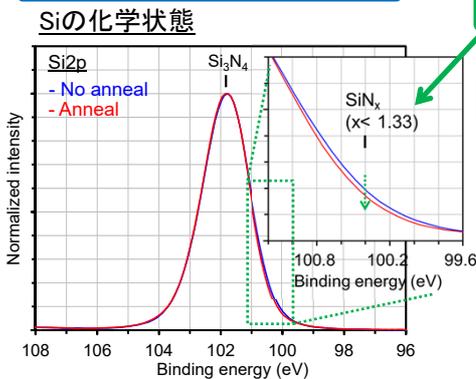


I-V特性はアニール前後で顕著な変化無し

2. ウェットエッチング+XPSによるSiN膜の元素組成、化学状態解析

ウェットエッチングを活用し、①SiN膜最表面層、②膜中間部、③SiN/Si界面の状態をXPSにより網羅的に調べた。

①最表面(自然酸化膜除去後)



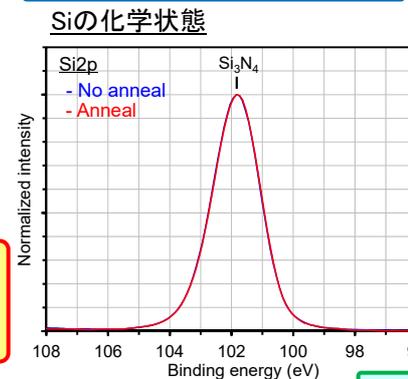
高精度解析によるわずかな試料間差の検出!

元素組成(N/Si比)

最表面	N/Si*
No Anneal	1.25
Anneal	1.28

アニール後、最表面のSi-rich SiN_x (低価数成分)が減少

②膜中間部(深さ約150 nm)



* N/Si比は定量精度を高めるため、アニール後試料のRBS結果を元に換算した。

元素組成(N/Si比)

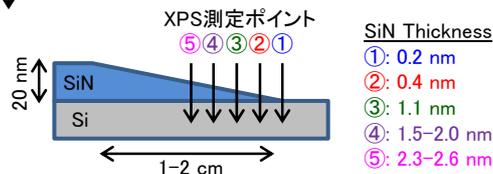
膜中間部	N/Si*
No Anneal	1.27
Anneal	1.28

膜中間部はアニール前後で顕著な変化無し

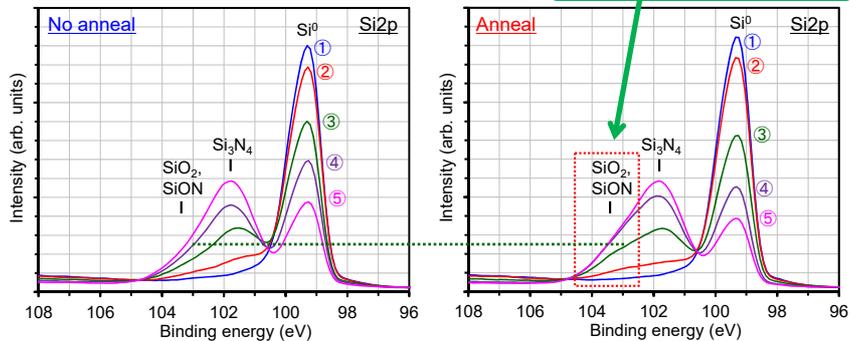
③SiN/Si界面

前処理&測定フロー

- SiN膜を約20 nmまで薄膜化
- 傾斜エッチング¹
1. Y. Muraji *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 41, 805 (2002).
薄膜に数 cm 程度の長いスロープを形成する弊社独自の前処理。XPSで界面近傍の詳細な深さ方向分析が可能である。
- SiN/Si界面付近を狙って5点測定



SiN/Si界面のSiの化学状態(深さ方向解析)



アニール後、SiN/Si界面の酸化成分が増加(アニール雰囲気中微量酸素による界面酸化) → 界面酸化が固定電荷低減に寄与したと推定

水銀プローブおよびXPSにより、試料間のわずかな差異を高精度で検出可能である。水銀プローブと他手法を組み合わせることで、不純物、欠陥、化学状態等と電気特性変化の関連を確認することができる。