



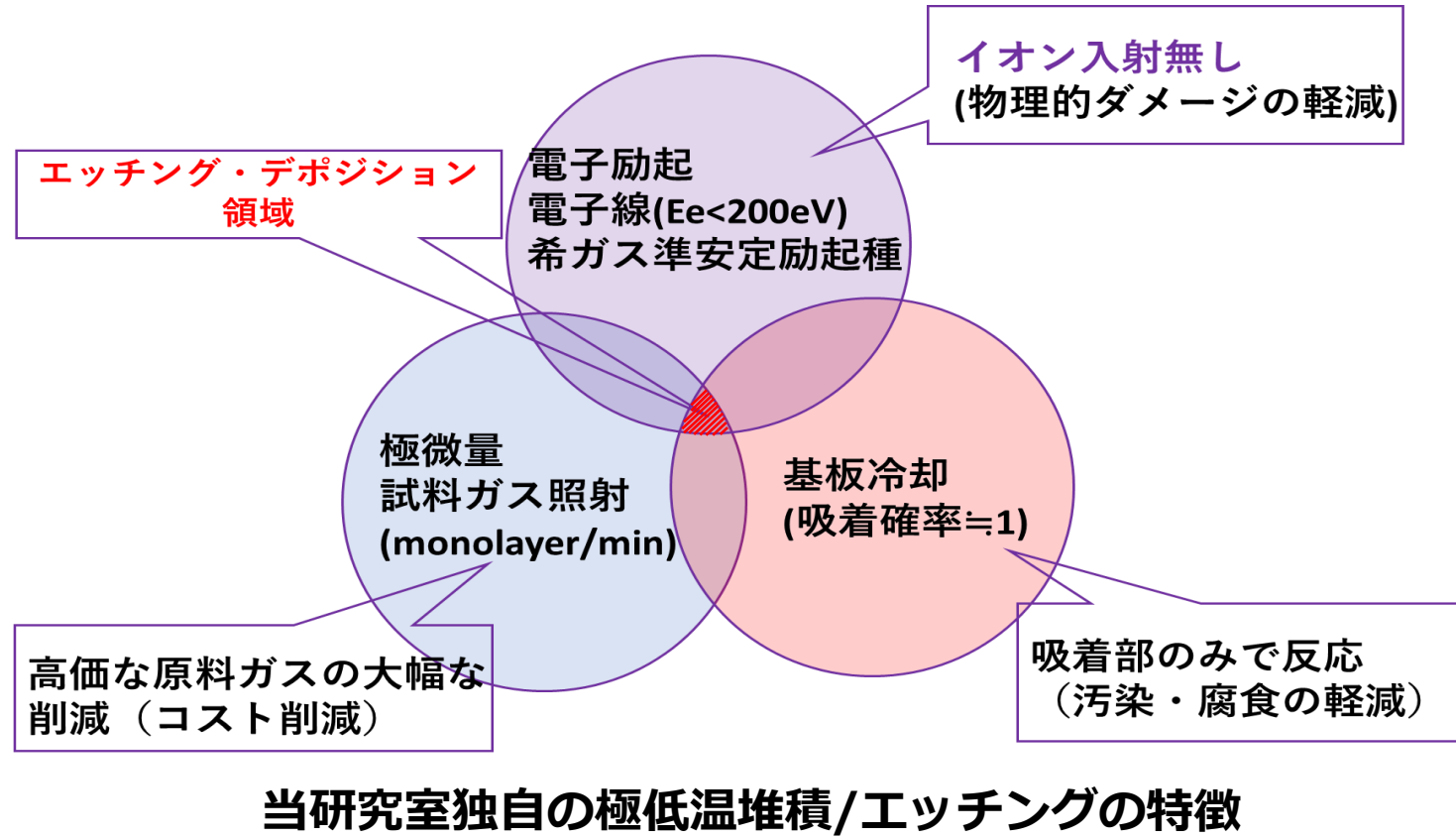
山梨大学大学院先端材料理工学コース ○山本悠矢、今井賢人、佐藤哲也
YGK（株）浅川和宣， 深津邦夫
諏訪東京理科大学 王谷洋平

【今後の展開 商品イメージ応用できる分野】

半導体製造プロセス（プラズマプロセス）における高感度かつ高速なダメージ評価

背景・目的

当研究室では低速電子線誘起堆積法により Al_2O_3 を低温成膜し、界面準位密度(Dit)等の物性を調査した。この際、電子やイオン衝撃により誘起された欠陥により酸化が促進されることを明らかにした^{1~2)}。
プラズマプロセスを用い絶縁膜を半導体基板に堆積する際、半導体基板表面の極浅い領域（数nm）における欠陥の面内分布を短時間に評価するための試みとして、“光散乱式ウエハパーティクルスキャナ”を用いた計測法について検討を行った。
プラズマ照射により酸化・エッチングされた回転基板にレーザ光を照射し、光散乱強度の高速マッピング測定を行い、基板ダメージ評価法/プラズマ源の均一性の簡易評価法としての有効性を検証した。



参考文献

- 1) p型Ge基板上に低温堆積した Al_2O_3 薄膜の電気特性
横平達哉, 第70回応物春16p-B508-17 (2023).
- 2) Ar/ O_2 直流放電プラズマ照射によるSiとGe基板の極低温酸化
山本悠矢 他, 第85回応物秋16p-P02-9. (2024)

測定原理

YPI-MX（ウエハ表面パーティクルスキャナ）

レーザ光源とディテクタはオリフラに対して並行に固定され、ステージが回転しながら一方方向に移動することにより、外周部から内周部へ螺旋走査方式でウエハ全面をスキャンを行っている。
レーザ光がウエハ表面異物に当たる際に発生する散乱光をPMTで捕捉し、光電変換する事により、異物の発生位置とサイズを検出し、測定結果をマップデータとして表示を行う。
従来の膜厚測定手法である分光エリブソメトリーなどと比較して測定時間が短く、面内の膜厚分布の手法として優れている。

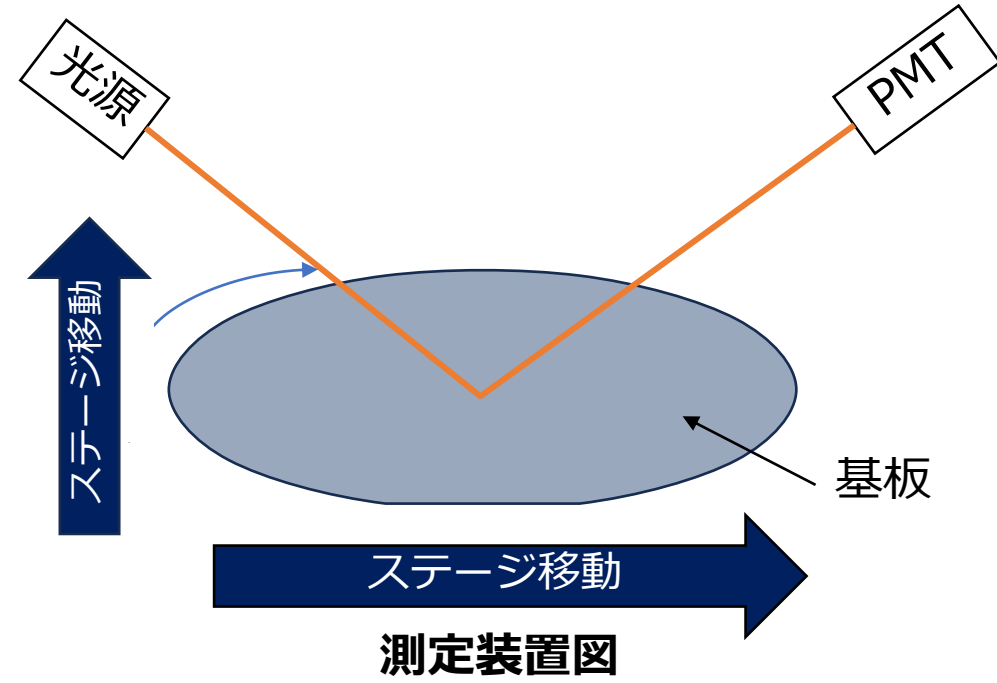
XGS（ガラス基板検査装置）

YPI-MXと測定手法は同様であるが、レーザ光源とディテクタをオリフラに対して45度で配置し、基板を回転させながら測定を行う。
測定時ステージをX方向とY方向で動かし、その測定結果を合成することで、これまで可視化することができなかった傷や欠陥を可視化することが可能になっている。



型式	YPI-MX
搬送タイプ	自動搬送
外観寸法	(W)1480 x (D)1220 x (H)1810mm
用力（電源）	AC200V
用力（真空：2系統）	-70kPa -40kPa
対応ウエハ	シリコン、膜付ウエハ、GaAs、InP
ウエハサイズ	2～8インチ

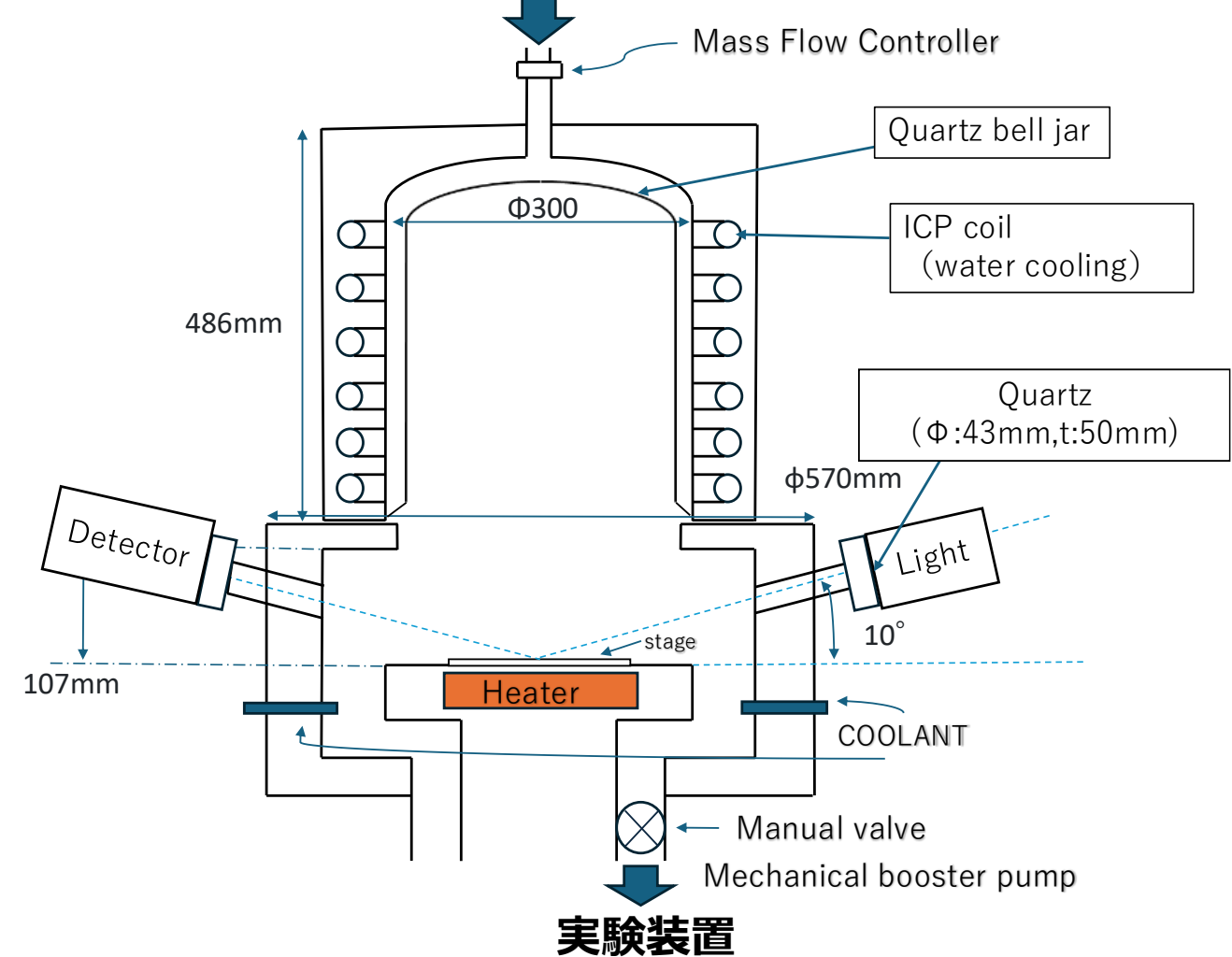
YPI-MXの外観図
(株式会社YGKホームページより引用)



XGSの外観図
(株式会社YGKホームページより引用)

型式	XGS
搬送タイプ	マニュアル搬送(セミオート) 自動搬送
外観寸法	(W)1150 x (D)1150 x (H)1920mm
用力（電源）	AC200V
用力（真空：2系統）	-70kPa -40kPa
対応ウエハ	ガラス基板
ウエハサイズ	4,6,8インチ

実験(実験装置・評価方法)



装置概要

RF：27.12MHz(λ型共振現象を利用)
プラズマ源：ICP
到達真空度：0～1Pa
実験条件

サンプル名	No.1 (Ge:2inch)	No.2 (SiO ₂ /Si:4inch)
RF電力[W]	2000	
チャンバー圧[Pa]	2.6×10 ² (2 Torr)	40Pa～400Pa
ガス種	O ₂	O ₂ /CF ₄
ガス流量[sccm]	3000	O ₂ :80sccm CF ₄ :4sccm
基板温度[℃]	250	R.T
放電時間[min]	10	

Ge基板の電気特性評価（No.1）

基板表面：Pt電極 0.1mmφ,0.2mmφ,0.4mmφ(50nm)
基板裏面：Pt (50nm)
電子ビーム蒸着により成膜

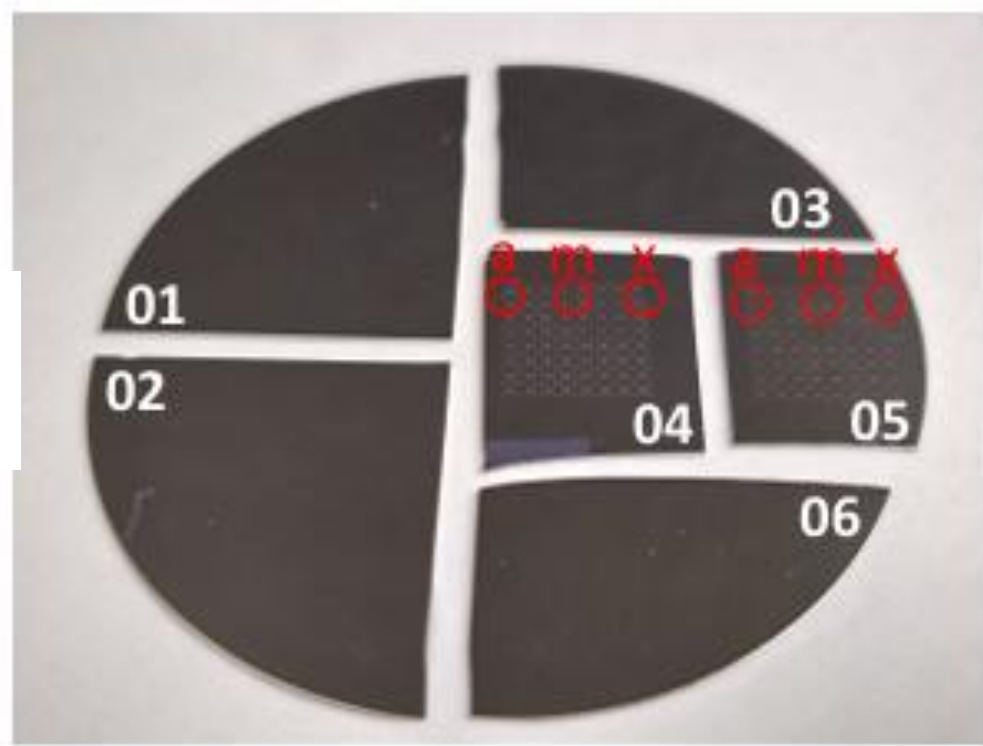
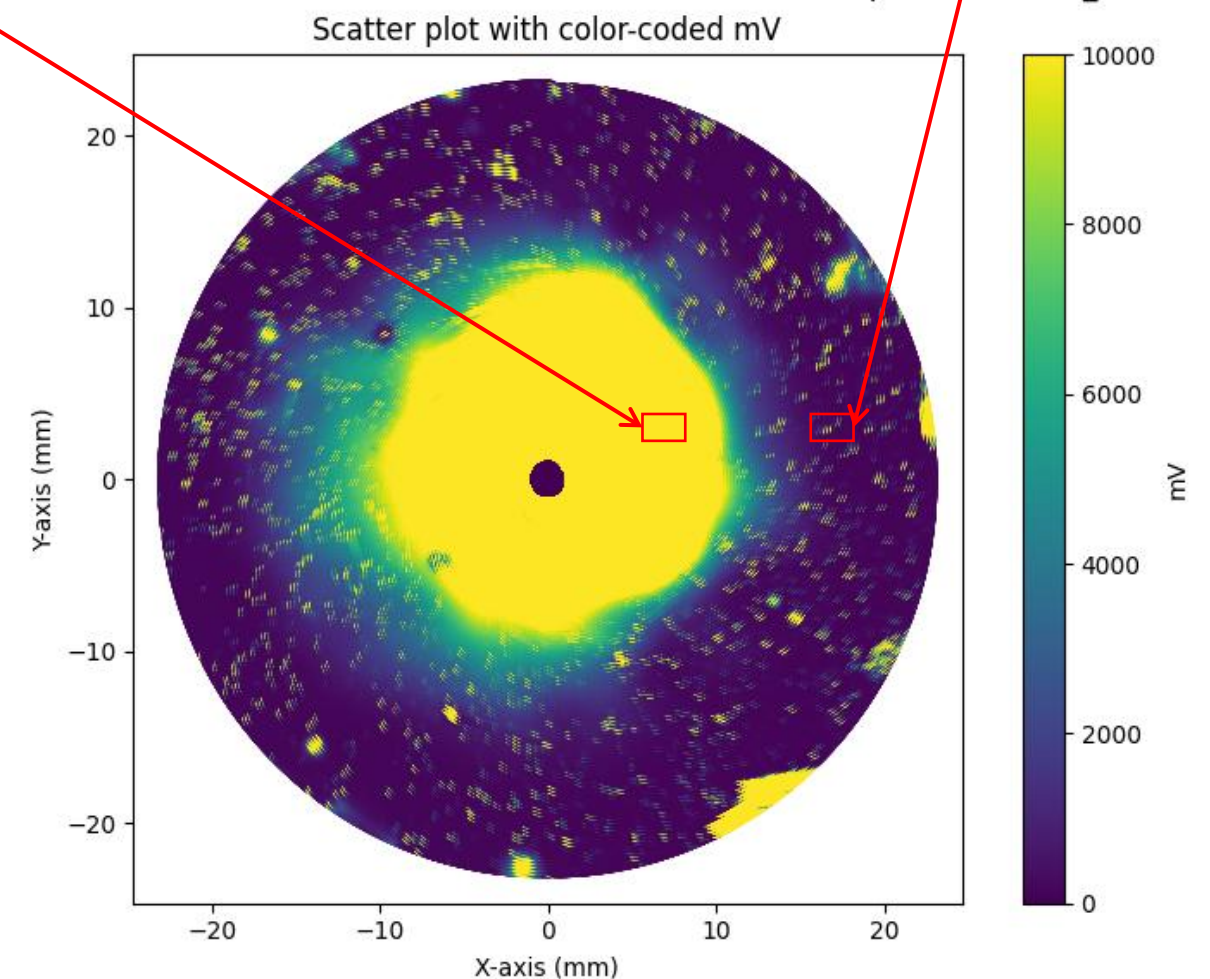
ex-situ SE測定

Include Surface Roughness = OFF
Layer # 1 = Cauchy Thickness # 1 = 7.02 nm (fit)
Substrate = Ge
Angle Offset = 0.000

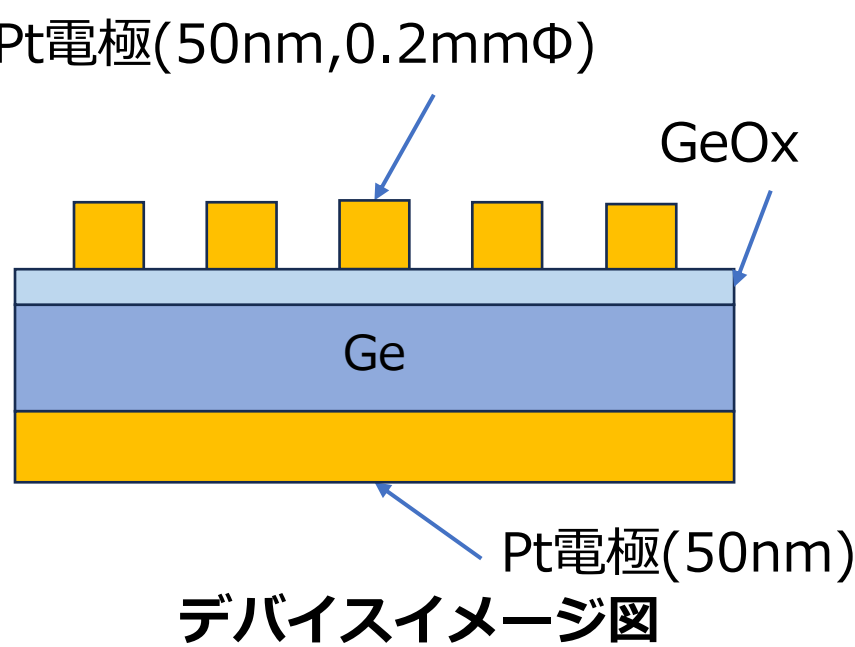
Include Surface Roughness = OFF
Layer # 1 = Cauchy Thickness # 1 = 4.08 nm (fit)
Substrate = Ge
Angle Offset = 0.000

YPI-MX測定

レーザー波長:405nm
レーザー偏光:S偏光
ホトマル電圧:700mV
散乱強度表示範囲:
0～10000



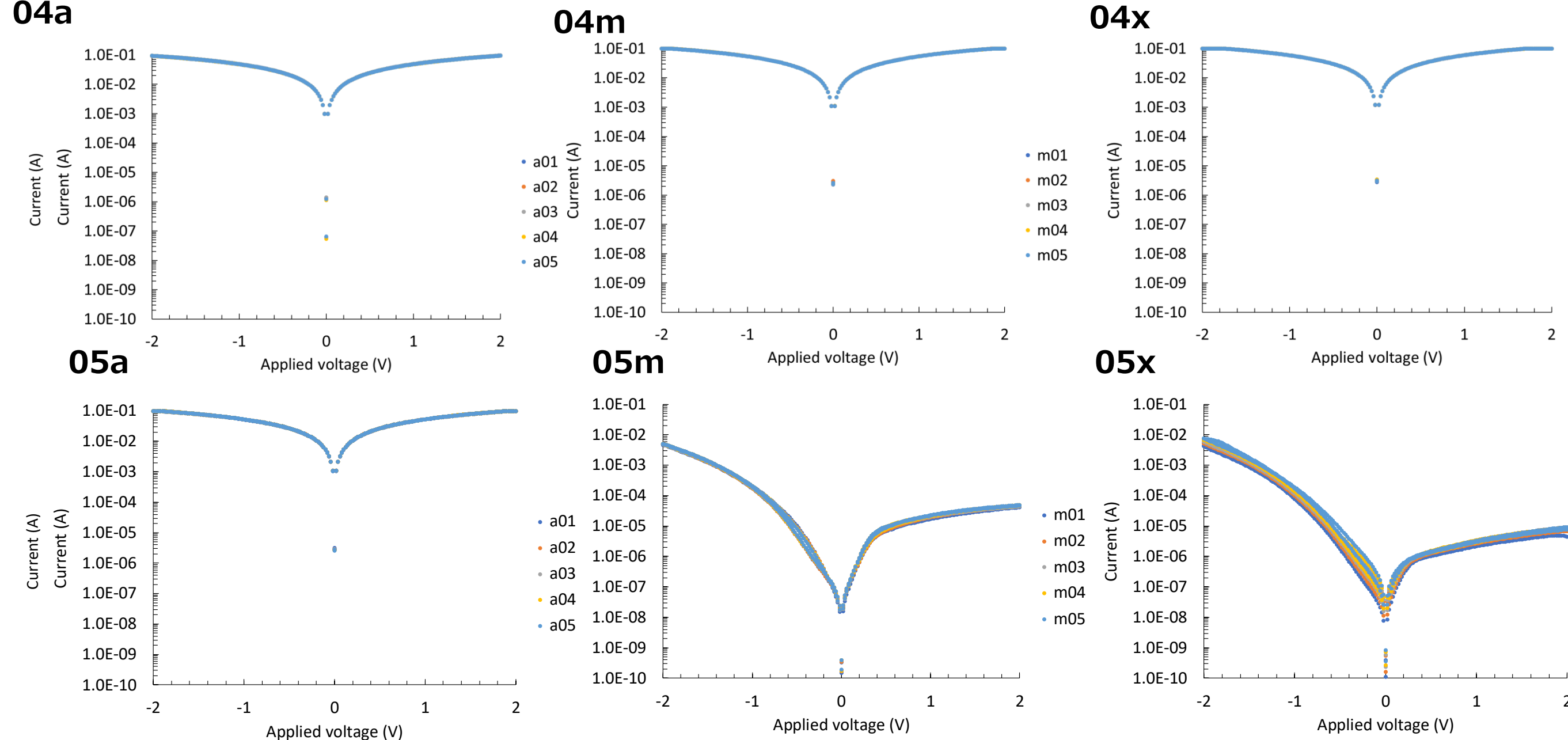
基板外観図



デバイスイメージ図

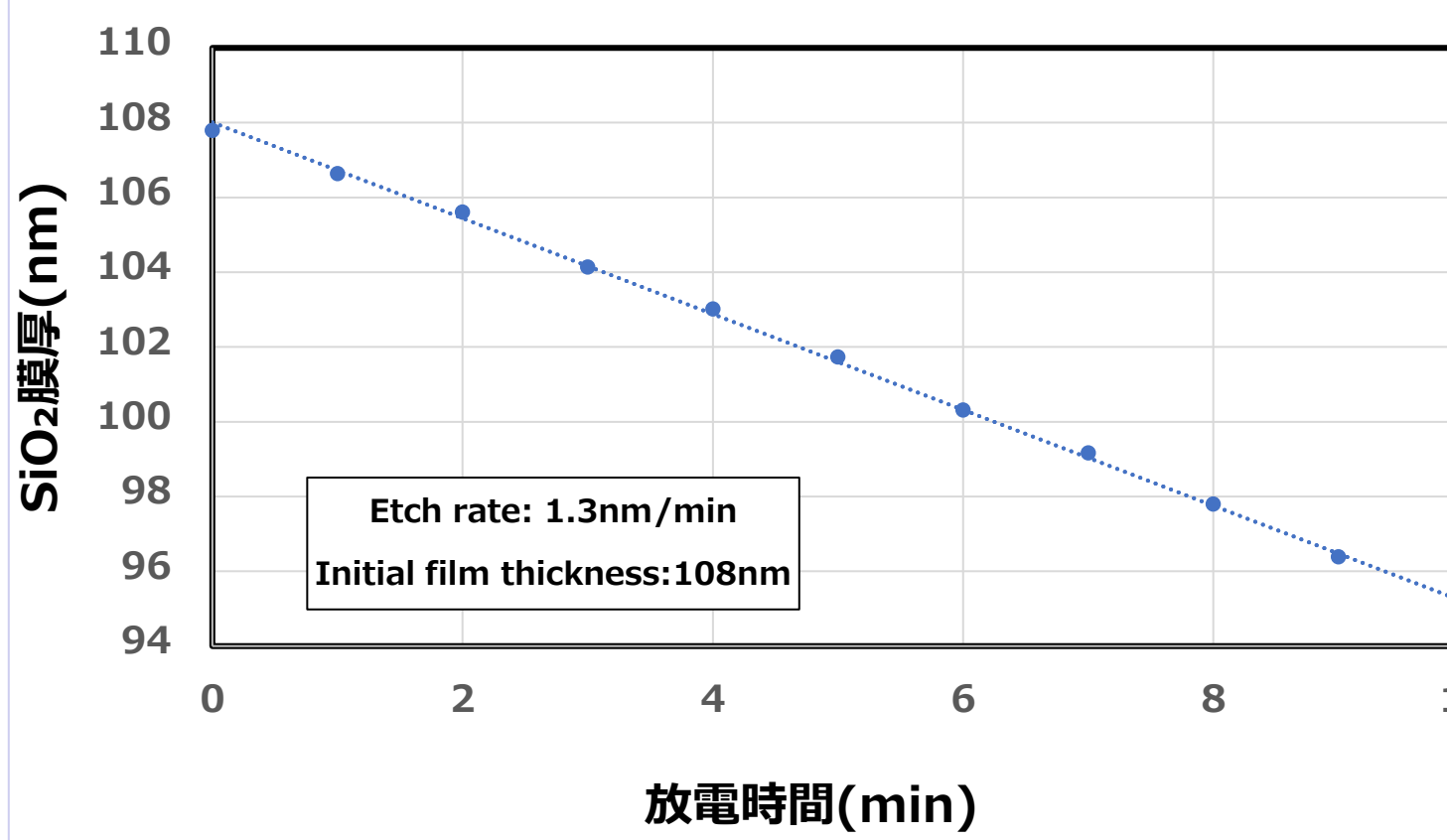
I-V測定結果

印加電圧：+2V → -2V → +2V (20mVごと測定、5回繰り返し、0.2mmφの電極を使用)

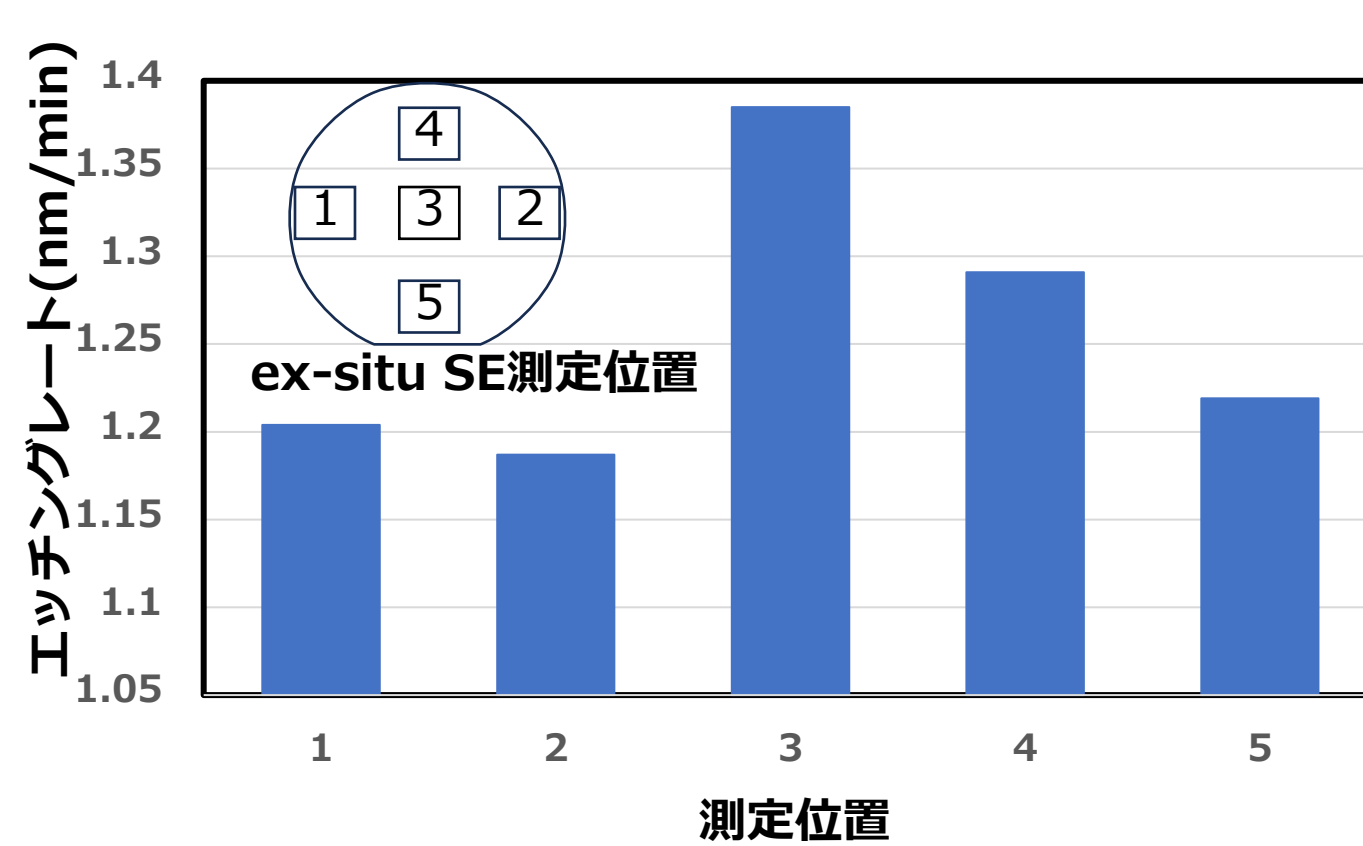


熱酸化膜のエッチング評価（No.2）

放電中のSiO2膜厚変化(in-situ SE)

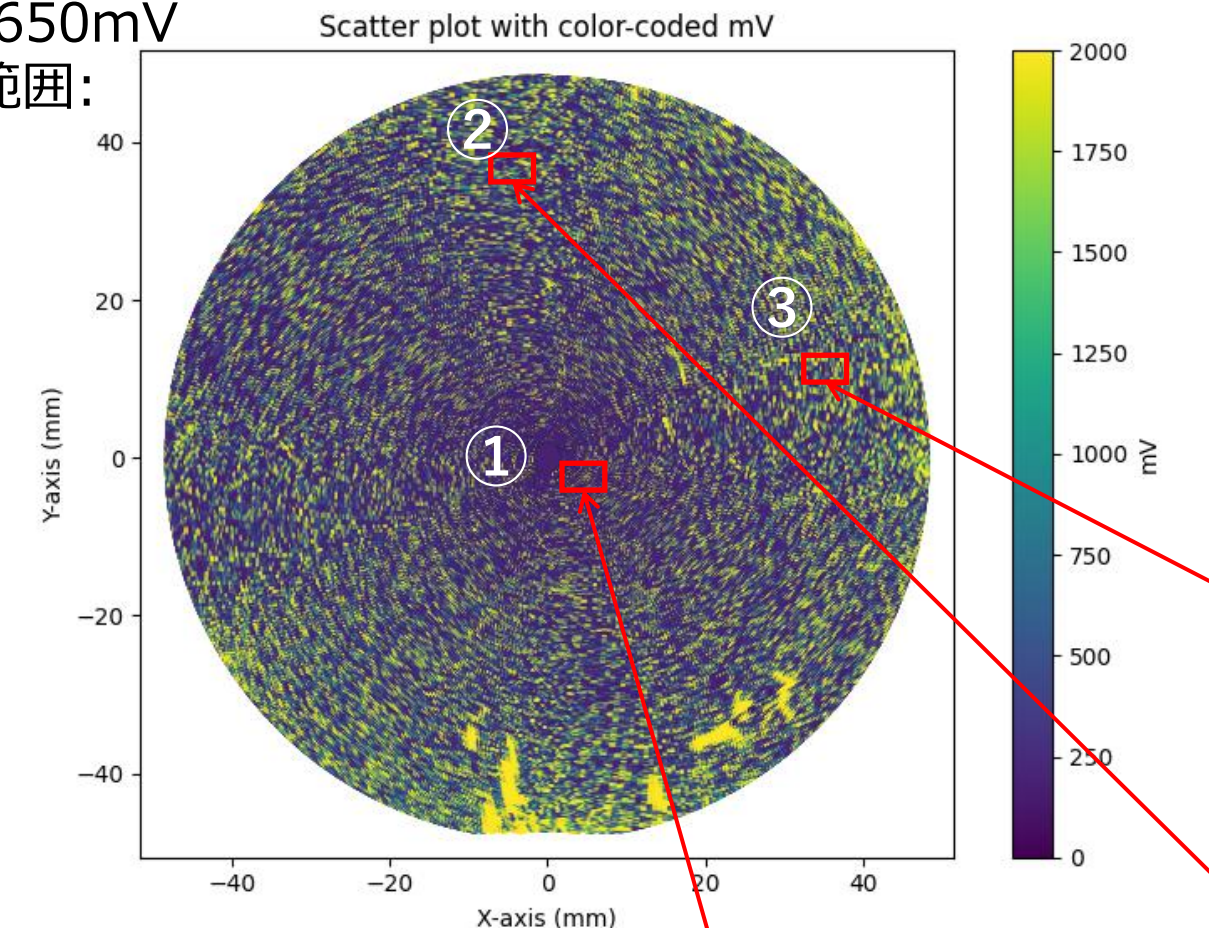


測定位置ごとのエッチングレート（ex-situ SE）



XGS測定

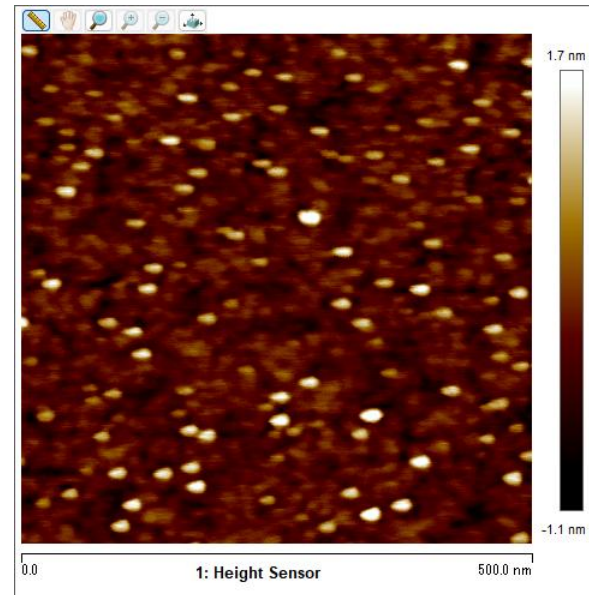
レーザー波長:320nm
レーザー偏光:S偏光
ホトマル電圧:650mV
散乱強度表示範囲:
0～10000



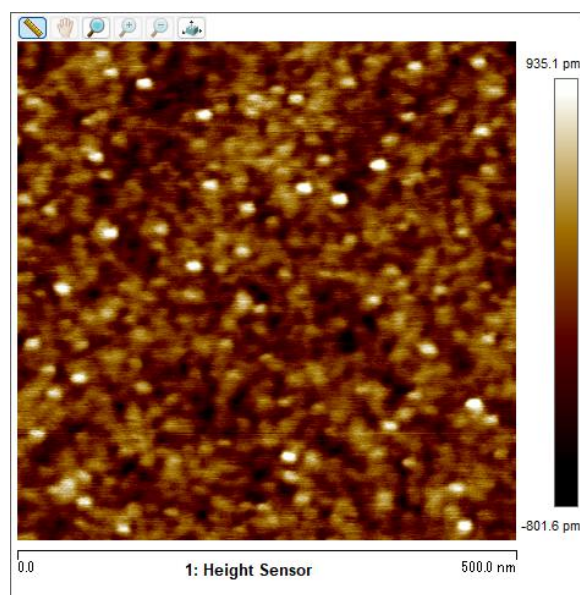
SPM測定

測定手法：tapping測定
カンチレバー：SI-DF20(背面Alコート)

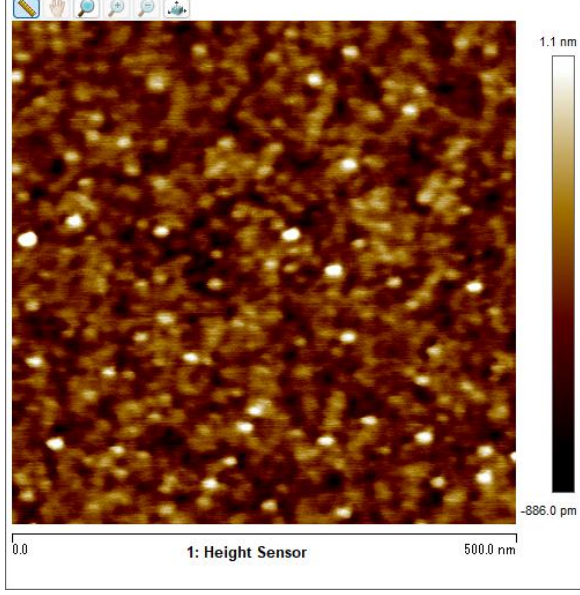
①Ra:0.231nm



②Ra:0.183nm



③Ra:0.204nm



まとめ・今後の展望

1. Ge基板を酸化したサンプルの測定時に基板中心部で酸化膜厚が大きくなっていることが確認され、I-V測定によって酸化膜質の違いが確認された。
2. エッチング実験の結果、酸化膜エッチングによる表面粗さを光散乱式ウエハ表面検査装置で評価する場合、基板表面のパーティクルの影響を受けるため評価が困難であることが確認された。
3. 今後の展望として、Ge基板以外のサンプルについても電気特性評価を行い、表面検査装置による測定結果との対応関係を明らかにしていく。