



# Plasma Etching Technology

Moorfield 社の' nanoETCH' ソフトエッチング装置、及び' MiniLab' シリーズ薄膜実験装置では、センシティブな材料に対応する「ソフトエッチング」、RIE（反応性プラズマエッチング）、表面改質クリーニングの技術を搭載することができます。nanoETCH はソフトエッチ、RIE、MiniLab ではこれら全ての応用技術を使用いただけます。

## Soft Etching

ソフトエッチングは、2010年に「炭素新素材グラフェンに関する革新的実験」でノーベル物理学賞を受賞したマンチェスター大学の A. ガイム博士率いるグラフェン研究チームとの共同開発技術です。十数年前、Moorfield 社のグラフェン合成装置・エッチングステージを採用以来すでに 3 台の装置を活用しており、研究グループの開発には同社の装置がなくてはならないツールとなっています。又、nanoCVD、nanoETCH は NGI (National Graphene Institute)、GEIC (Graphene Engineering Innovation Center-Manchester) にも納入されており、2D 研究で幅広く活用されております。

### ●ソフトエッチング用途

2D（グラフェン、TMDC 等）プロセス処理前の基板表面クリーニング：

剥離後の 2D 材料の転写先基板表面クリーニングすることにより、安定した大面積のグラフェンフレークエリアを形成することが可能となります。

### ●2D 材料のパターンニング：

グラフェン薄膜は薄く脆い為、繊細でデリケートな高精度エッチング制御が必要となります。高電力エッチング処理を行った場合、フォトレジストとの **Cross-link** によるパターンへの影響、コンタミの発生、破損などの可能性があります。これらのリスクを抑えることができます。

### ●格子欠陥エンジニアリング：

2D・グラフェン研究は「欠陥エンジニアリング」であると言えます。高度なエッチング技術は、いかに欠陥なく、安定したグラフェンフレークを得られるか、これらの課題解決に欠かせない技術となります。ソフトエッチングは制御が困難な要素の多い 2D 開発において、良質で再現性ある結果を得るために欠かせないものと言えます。

【Si/SiO<sub>2</sub>基板上のグラフェン除去、ホールバー配線素子形成】



① Si/SiO<sub>2</sub>基板上にグラフェン転写，ホールバー素子をリソ形成

② グラフェン層をソフトエッチング

③ ホール素子上のレジスト除去

④ フォトリソグラフィにてコンタクトパッド形成

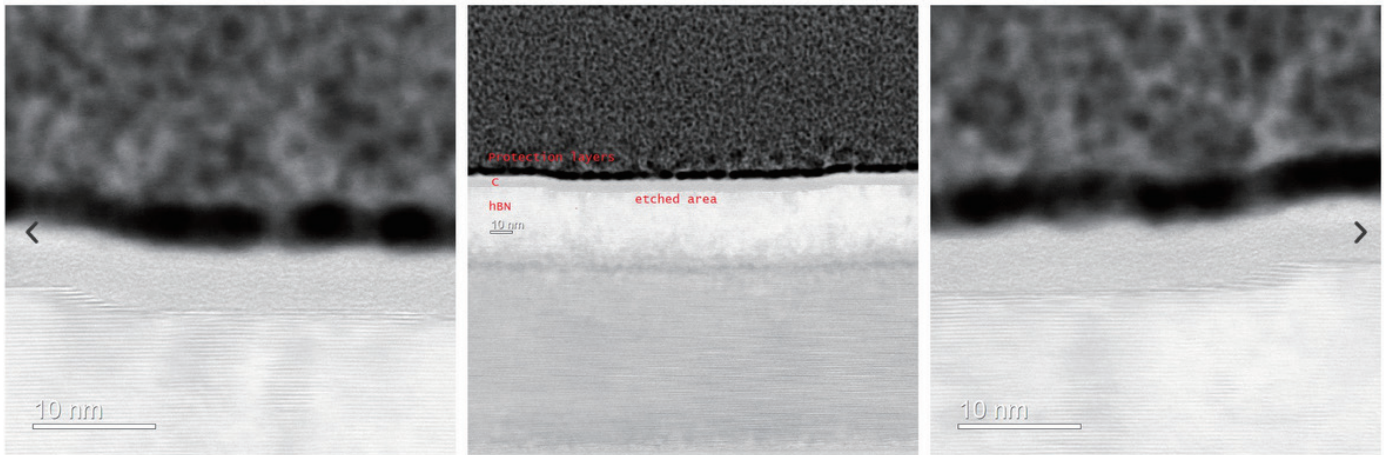
※Soft-Etching は、MiniLab シリーズ全機種、及び nanoETCH にのみ搭載可能です。

- テフロン基板などのダメージを受けやすい基板でのソフトエッチングによる表面改質、エッチング処理
  - ガラス基板表面の疎水性・浸水性改質
- これらでも効果を得た実績がございます。

- 反応性プラズマエッチング

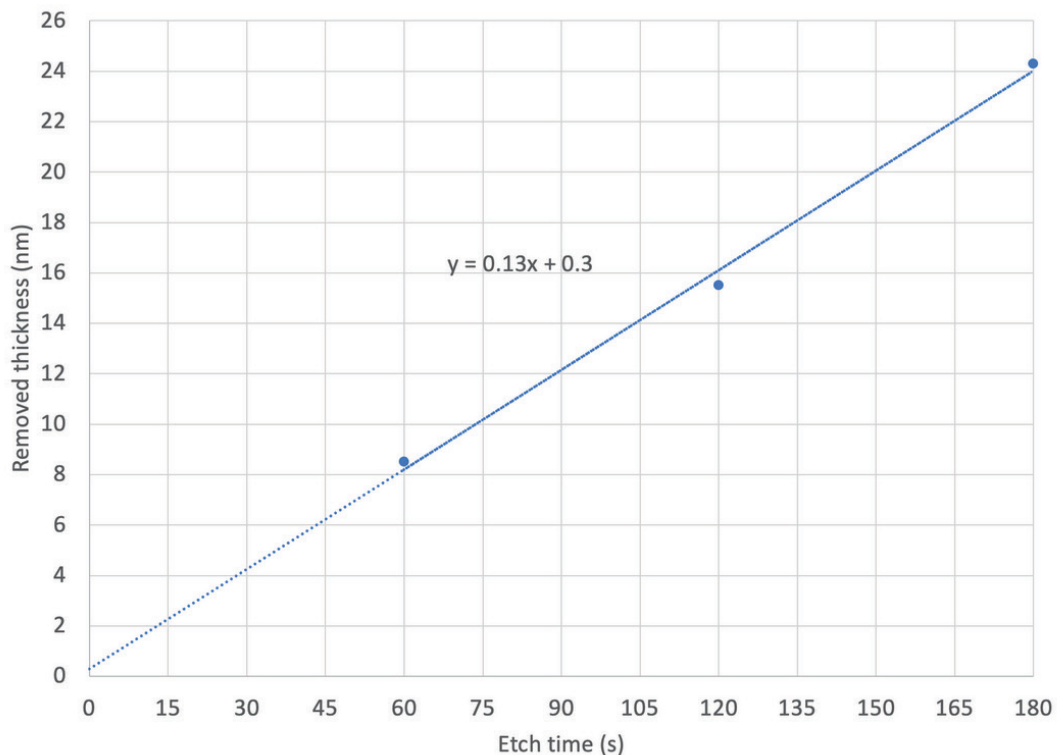
Ar/O<sub>2</sub>、又最近では SF<sub>6</sub>、CHF<sub>3</sub> を活用した反応性プラズマエッチング (RIE) でも応用範囲を広げております。  
(\*nanoETCH、MiniLab いずれの場合も『フッ化ガス供給モジュール』オプション、及び原料ガスが必要となります。)

【SF<sub>6</sub>ガス-ソフトエッチングによるh-BNエッチング】



H-BN層エッチング後のTEM画像 エッチングガスにはSF<sub>6</sub>を使用。(デンマーク工科大学 物理学科様ご提供)

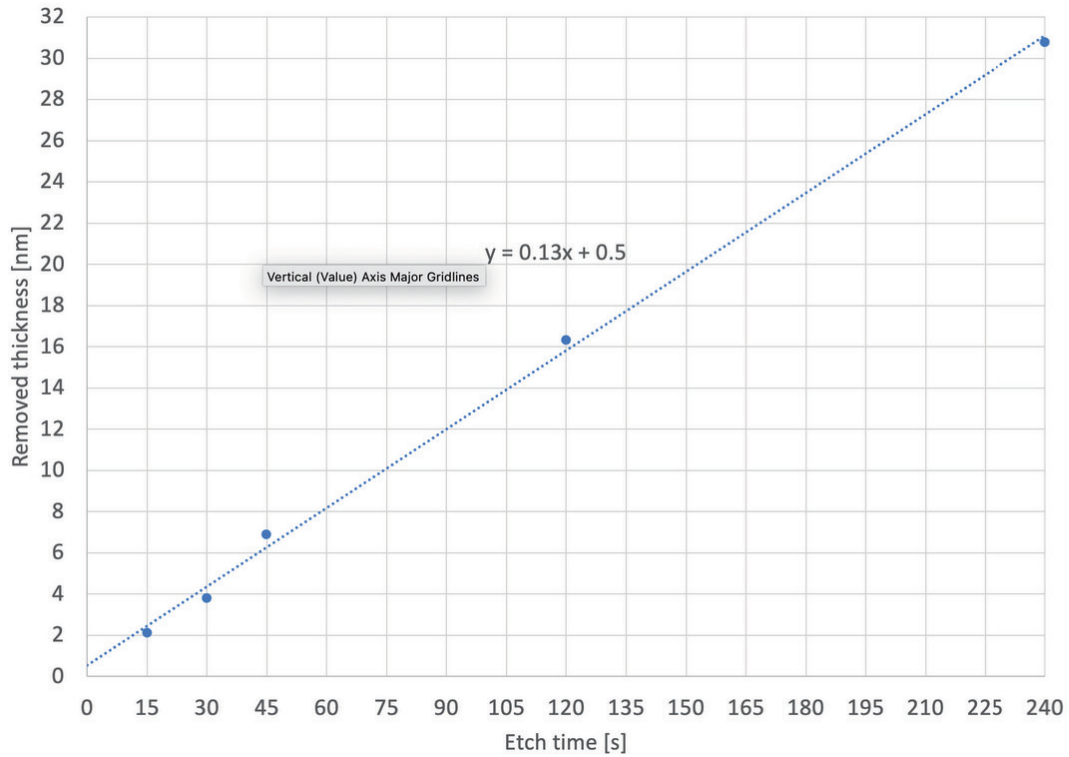
【CHF<sub>3</sub>エッチングガスを使用したSiO<sub>2</sub>のソフトエッチング結果】(左)  
エッチングレート0.13nm/s、0.3nm以上のSiO<sub>2</sub>層をエッチング除去



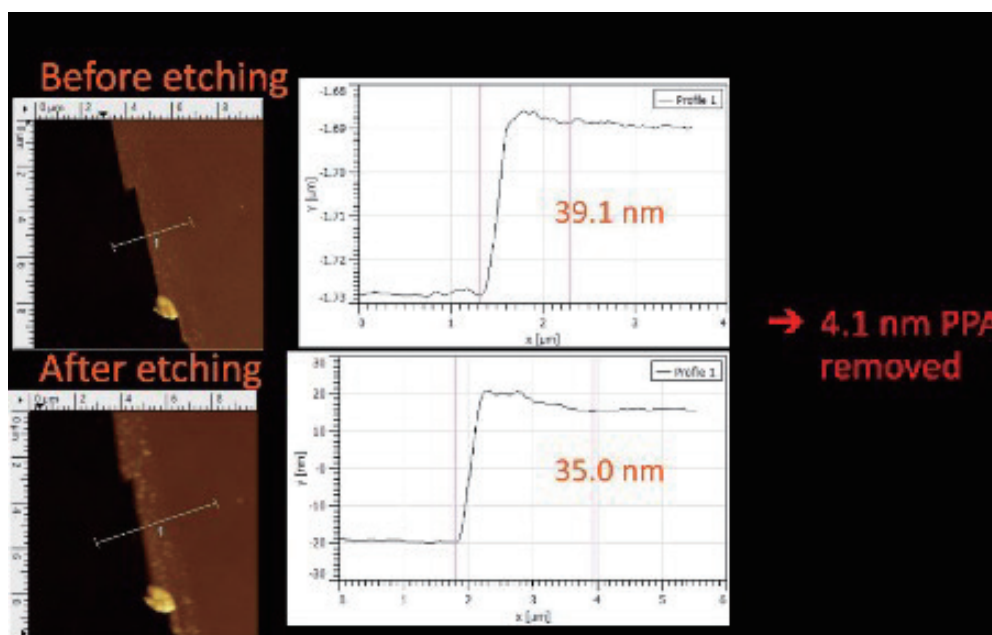
●PPA, PMMA 等のレジスト除去

Ar/O<sub>2</sub>、又最近では SF<sub>6</sub>, CHF<sub>3</sub> を活用した反応性プラズマエッチング (RIE) でも応用範囲を広げております。  
 (\*nanoETCH、MiniLab いずれの場合も『フッ化ガス供給モジュール』オプション, 及び原料ガスが必要となります。)

【O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>エッチングガスを使用したPPAのソフトエッチング結果】  
 エッチングレート0.13nm/s、0.5nm以上のPPA層をエッチング除去



【PPAのソフトエッチング結果事例】  
 4.1nmのPPA層をエッチング除去

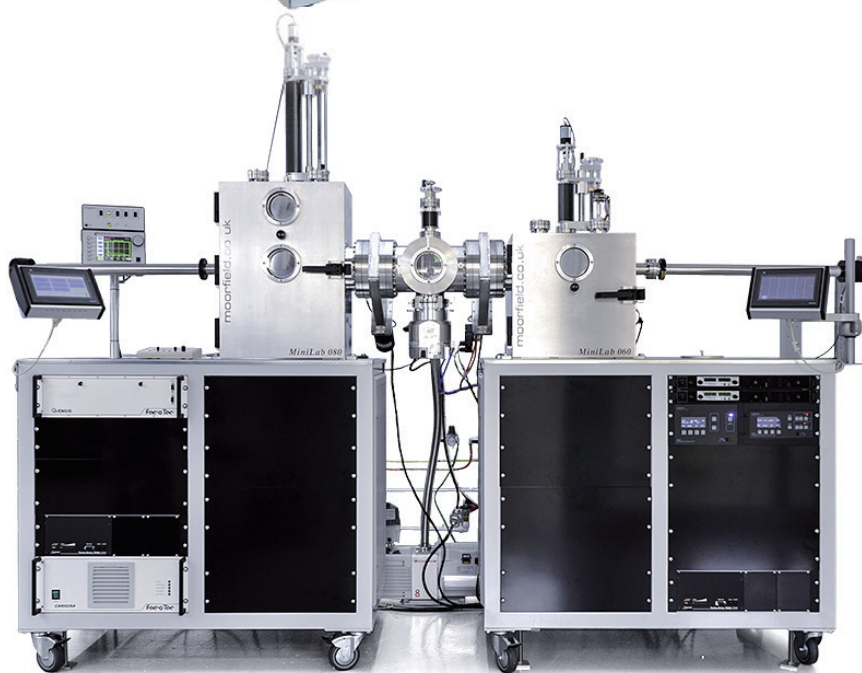




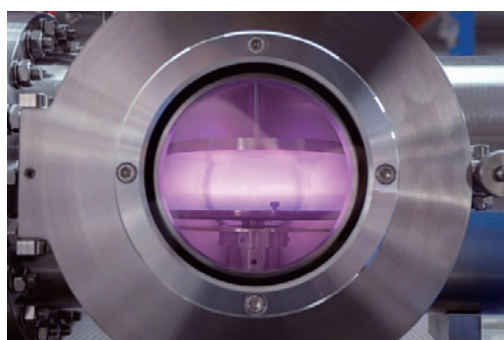
※Soft-Etching は、MiniLab シリーズ全機種、及び nanoETCH にのみ搭載可能です。



【nanoETCH】



【MiniLabデュアルチャンバーシステム】



【プラズマエッチングステージ:MiniLab ローロックチャンバーに設置】