

Plasma Etching Technology

Moorfield Nanotechnology 社の nanoETCH に搭載されるソフトエッチングテクノロジーにより、グラフェンが持つ「原子 1 層分という薄さ」と「強固な結晶結合」という相反する性質により従来困難とされてきたエッチングが可能となります。

Soft Etching

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グラフェン研究チームとの共同開発技術です。Moorfield 社のグラフェン合成装置・ソフトエッチング装置を採用以来既に 3 台以上の装置が同研究機関で稼働継続しており、nanoETCH、nanoCVD は開発に欠かせないツールとなっています。又、nanoCVD、nanoETCH は NGI（National Graphene Institute）、GEIC（Grapnene Engineering Innovation Center, Manchester）他、欧州各国の国立研究機関にも多数納入されており、2D 研究で広く研究成果をあげられている信頼性の高い装置です。

●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。

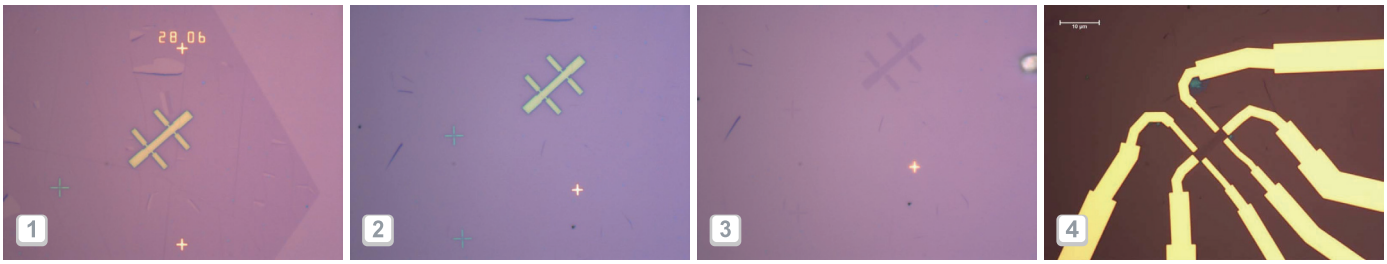
●パターニング時のグラフェン，レジスト除去：

グラフェン薄膜は大変薄い為、繊細でデリケートな高度なエッチング制御が必要となります。ソフトエッチングにより、高電力エッチング処理を行った場合の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、破損などのリスクがありますが、これらを抑えることができます。

●格子欠陥工学：

2D・グラフェン研究は「欠陥工学」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/SiO2基板上のグラフェン・レジストパターンのエッチング，ホールバー配線素子形成】



①Si/SiO2基板上にグラフェン転写，ホール素子レジストパターンを形成
②レジストパターンを残し、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をソフトエッチング除去
④フォトリソグラフィにてコンタクトパッド形成

●反応性プラズマエッチング

Ar/O2、又最近では SF_6, CHF_3 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。

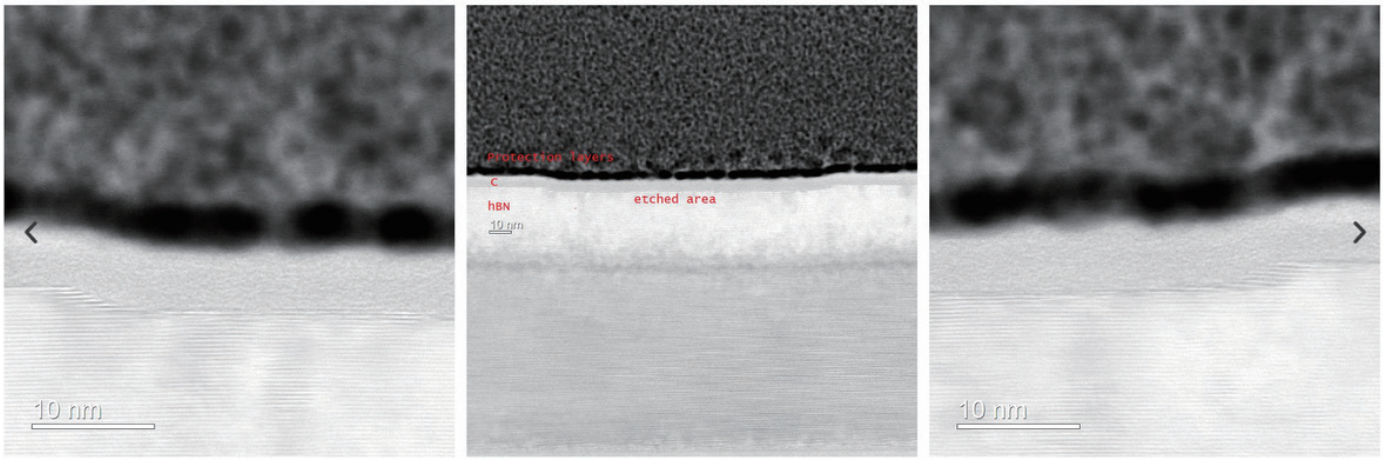
（*nanoETCH、MiniLab いずれの場合も『フッ化ガス供給モジュール』オプション , 及び原料ガスが必要となります。）

●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

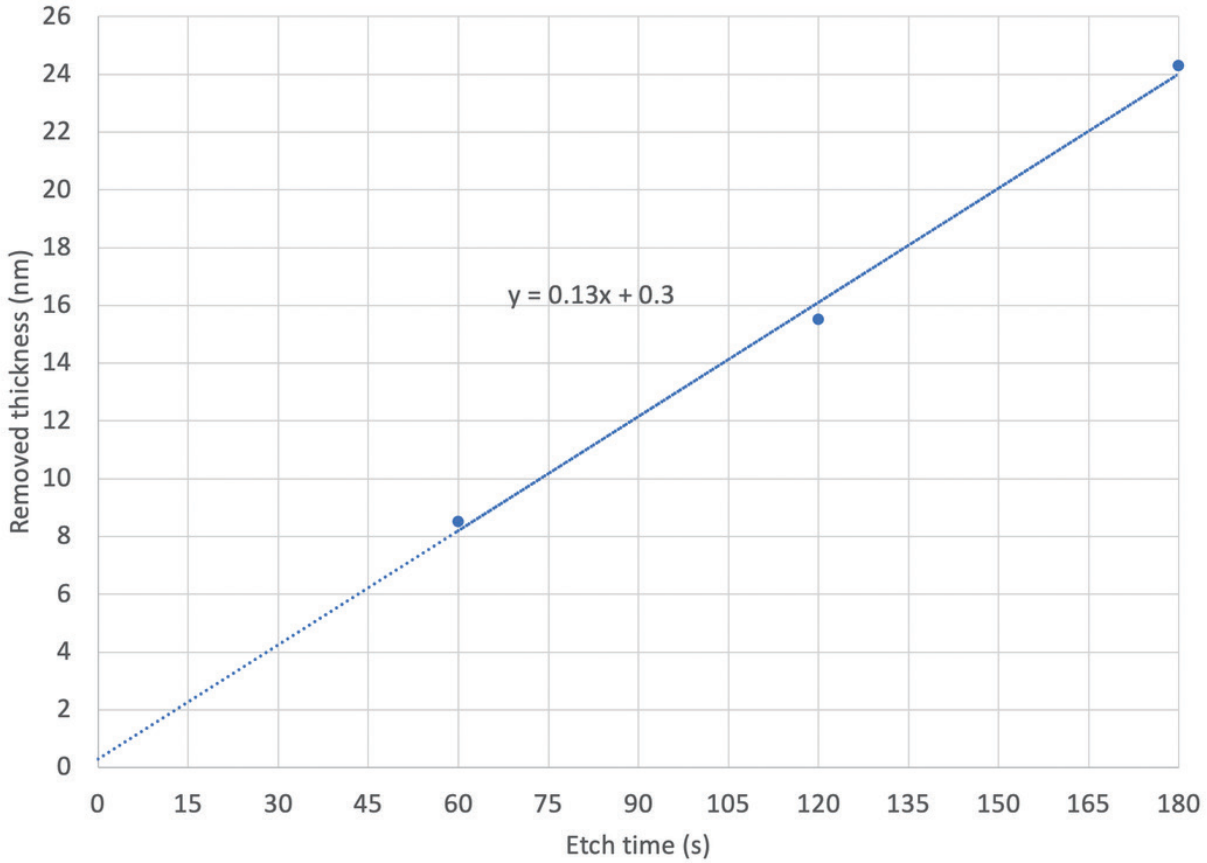
これらも効果を得た実績が多数ございます。

【SF_6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_6を使用。（デンマーク工科大学 物理学科様ご提供）

【CHF_3エッチングガスを使用したSiO2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SiO2層をエッチング除去

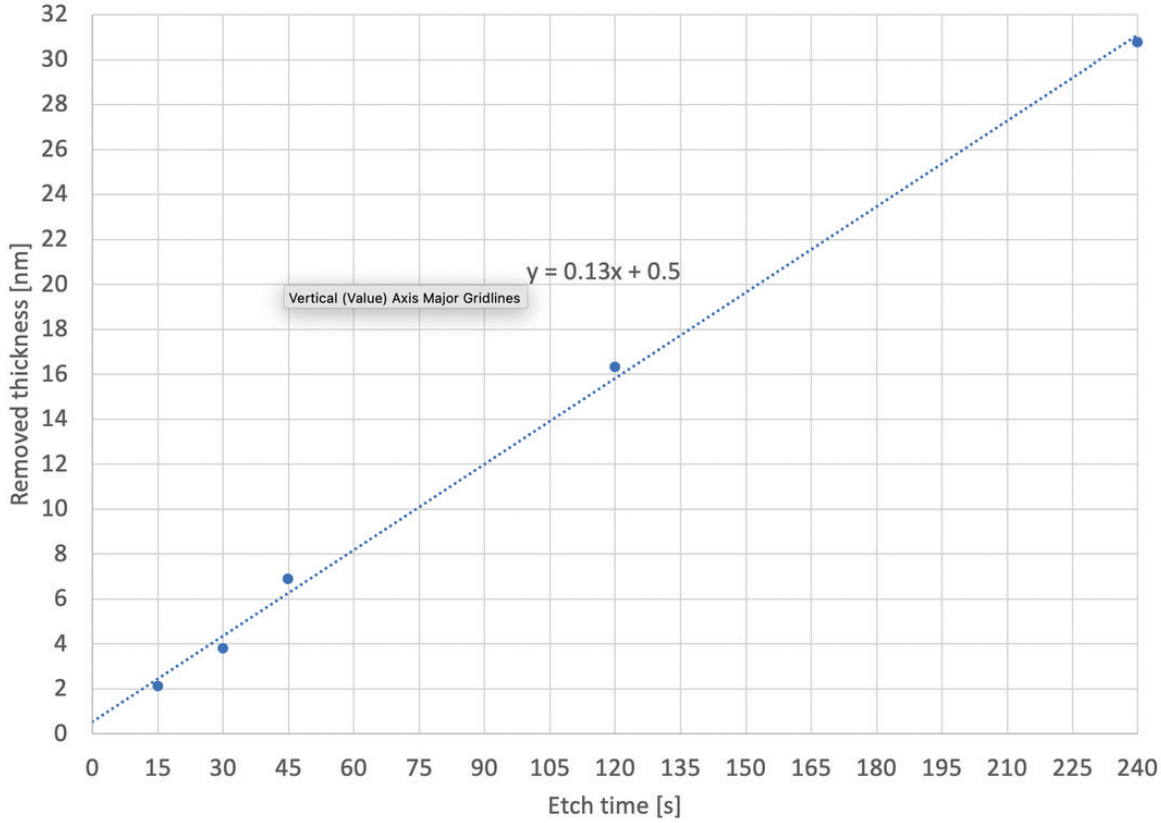


●PPA, PMMA 等のレジスト除去

グラフェンのエッチング加工や転写後、マスクとしての役目を終えた PMMA は、通常はアセトンなどの有機溶媒で洗浄（ウェットエッチング・溶解）しますが、完全に除去することは困難とされています。これらのレジストもソフトエッチングによりエッチング除去が可能となります。

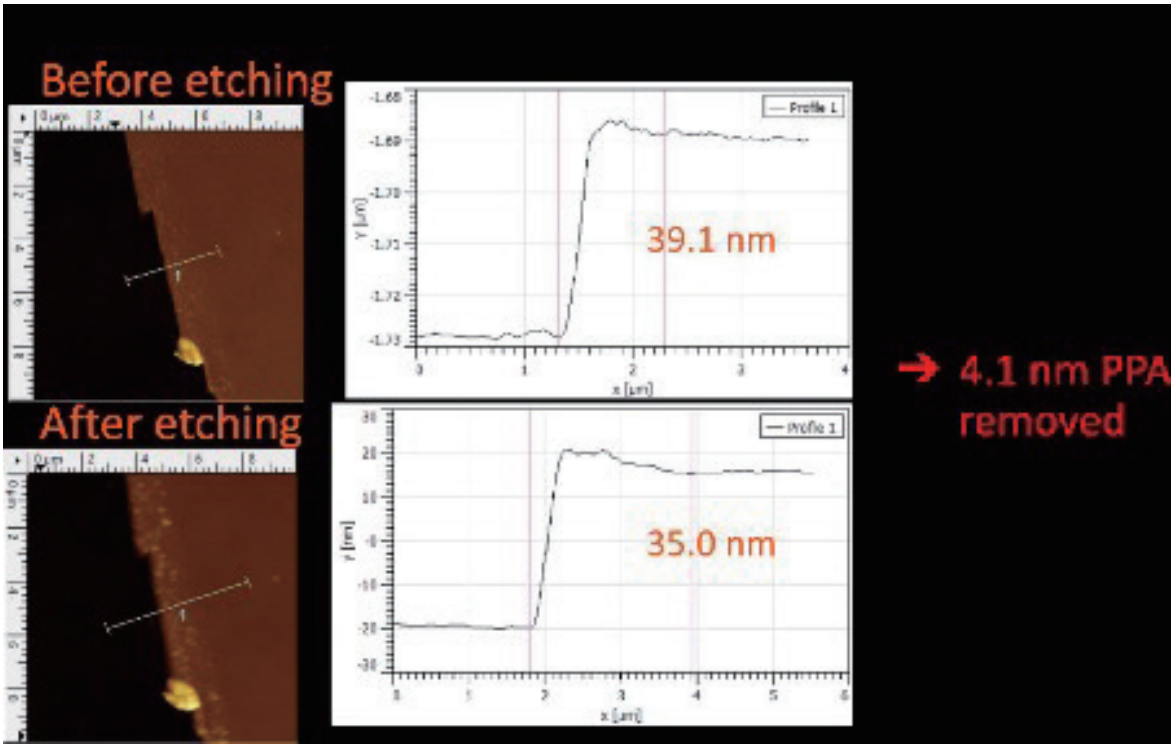
【O2, N2エッチングガスを使用したPPAのソフトエッチング結果】

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



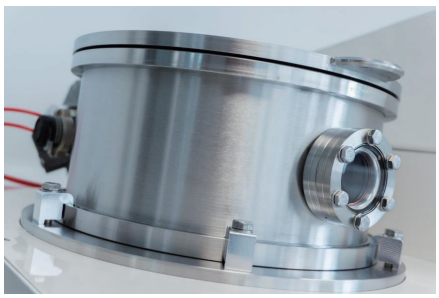
【PPAのソフトエッチング結果事例】

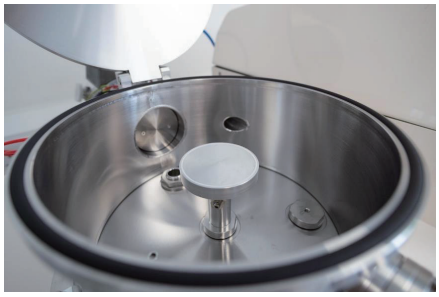
4.1nmのPPA層をエッチング除去



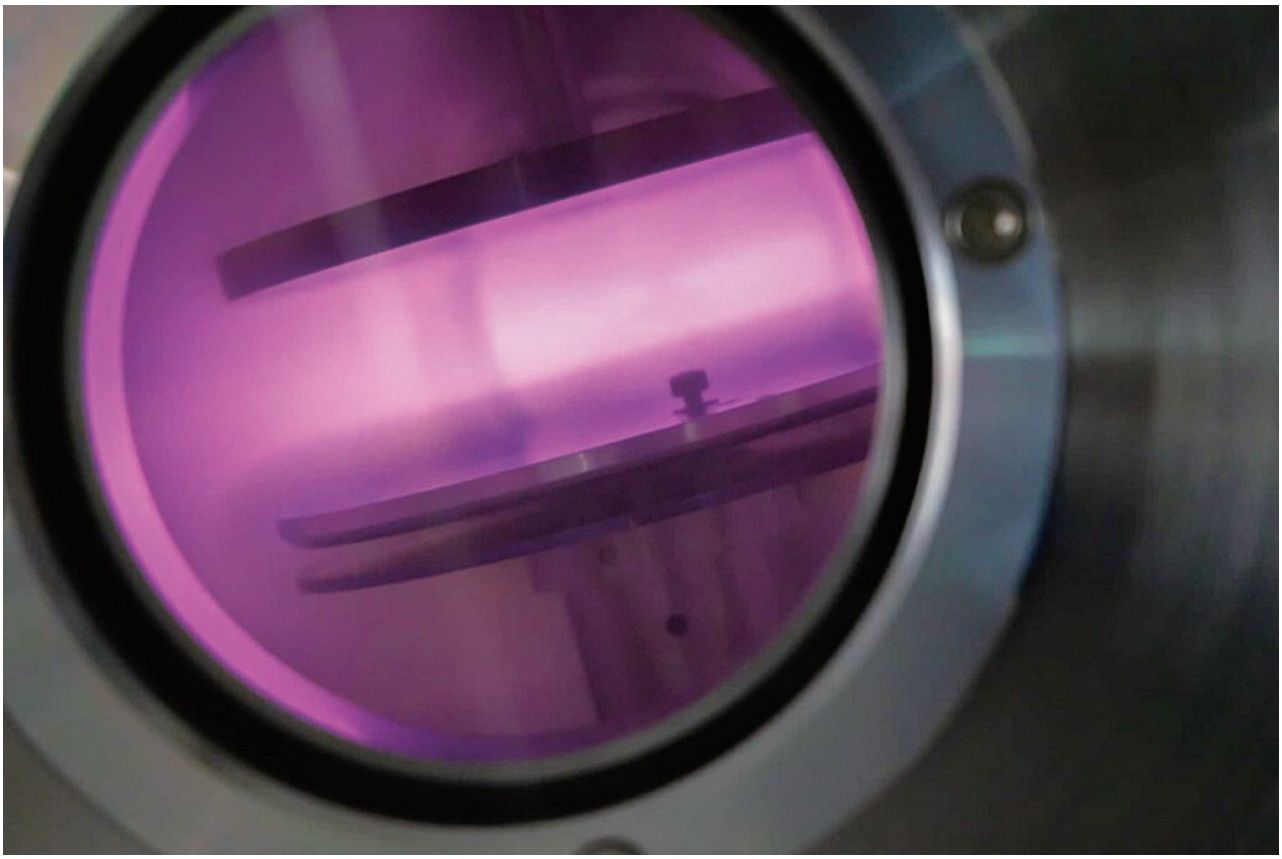
※Soft-Etching は、nanoETCH、及び MiniLab シリーズ LL チャンバーにのみ搭載可能です。







【nanoETCH ソフトエッチング装置】



【MiniLabロードロックチャンバー ソフトエッチング】

テルモセラ・ジャパン株式会社
www.thermocera.com
〒103-0027 東京都中央区日本橋 3-2-14 新槇町ビル別館第一 2 階
Tel:03-6214-3033 Fax:03-6214-3035 E-mail:sales@thermocera.com