

ドライエッチング装置

一般ユーザーマニュアル

分析計測分野

kikibun@cc.okayama-u.ac.jp

目 次

- はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
- 操作の流れ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
- 準備と初期点検・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
- 装置の起動と試料のセット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
- エッチング条件の設定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
- エッチングと試料の取り出し・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
- 装置の停止・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
- 図一覧・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・6

ドライエッチング装置

取り扱いマニュアル

はじめに

本装置を用いると、酸素を反応性ガスとするプラズマリアクティブエッチング法により、レジストなどの有機材料をドライエッチングすることができます。

【注意事項】

1. 高出力 RF 電源を使用しますので、取り扱いには十分注意してください。
2. ベルジャー（真空槽）内は絶対に素手で触らないようにしてください。
3. 真空槽内等をクリーンに保ち安定して運用するため、定期的にメンテナンスを行ってください。
4. 使用状況をログノートに記録してください。
5. 塩素系ガスは、除害装置が設置されていないため使用できません(2016年7月時点)。
6. 本装置は、塩素系ガス使用時の安全対策のため、反応性ガス導入後のエッチング室の排気条件設定が可能です。現状、塩素系ガスは使用しませんので、BA ゲージが 5.0×10^{-2} Pa (= Setpoint 2 の設定値) 以下でエッチング室を約 10 秒間 (= 背面パネル内のタイマー設定値) 排気することで、反応性ガス導入後のインターロックが容易に外れる設定にしています(2016年7月時点)。
7. 装置内の冷却水フローセンサが 2 箇所とも故障しています。現状、センサからの信号線を強制ショートすることで、冷却水に対するインターロックを常時外しています(2016年7月時点)。

操作の流れ

1. 準備・初期点検
 2. 装置の起動と試料のセット
 3. エッチング条件の設定
 4. エッチングと試料の取り出し
 5. 装置の停止
- 図1～図7

準備と初期点検

- 装置の使用許可を取ります。
- 装置が停止状態であることを確認します。
- 装置のログノートをチェックし、前回使用した人が異常等のメモをしていないか確認します。使用者は、エッチング条件だけでなく異常など気の付いたことを必ずログノートに記入してください。

***** 以上で準備と初期点検は終了しました。 *****

装置の起動と試料のセット

- 装置後ろの配電盤 (LA-209B) 内にあるドライエッチング装置のブレーカーを ON にし、使用開始時間を装置のログノートに記録します。
- 装置後ろの配電盤 (LA-209B) 右横にある窒素ガスのストップバルブを OPEN にします。
- 装置に向かって左後ろの配電盤 (LA-209A) 内にあるチラーのブレーカーを ON にした後、チラー本体の電源 SW、P (ポンプ)、F (冷却装置) (図 1) を ON にすることで、チラーの運転を開始します。
- チラー本体背面の流量計が 10 L/min.以上であることを確認します。
(注) 流量が適切でない場合はバルブの操作が必要ですので、ただちに実験を中止し、管理者に連絡します。

- 装置前面のメイン電源 SW (図 2) を ON にし、各表示が点灯することを確認します。
- 装置前面パネルにおいて FV、MV1、および RV (図 3) が CLOSE (消灯) であること、水漏れがなく WATER LEAK (図 3) が消灯していること、ロードロック棒 (図 2) がホームポジションにあり RL LIMIT (図 3) が点灯していることを確認します。
- 装置前面の MP1 および MP2 (図 3) を ON にし、ロータリーポンプの運転を開始します。
- FV (図 3) を OPEN にし、TMP 内を粗引きします。
- 真空計 TCG2 (図 3) が 5×10^1 Pa 以下であることを確認した後、TMP (図 3) を ON にすることで TMP の運転を開始します。
- GV (図 3) を OPEN にした後、RV (図 3) を OPEN にすることで ロードロック室 (図 2) を介して エッチング室 (図 2) を粗引きします。
(注) ロードロック室とエッチング室の真空度が異なっている場合は、GV が OPEN できないことがあります。LV2 および LV1 (図 3) を OPEN にし、ロードロック室とエッチング室を一度、大気圧にしてから GV を OPEN してください。

- 5 分後を目安に、TMP 回転数 (図 3) が 800Hz であること、真空計 BCM (図 3) が 5 Pa 以下であることを確認した後、GV および RV (図 3) を CLOSE にします。
- MV1 (図 3) を OPEN にし、エッチング室を精引きします。
- ロードロック室の留め金を外してから LV2 (図 3) を OPEN にし、ロードロック室を大気圧にした後、ロードロック室内の試料台に試料をセットします。
- RV (図 3) を OPEN にすることでロードロック室を粗引きし、真空計 TCG3 (図 3) の真空度が安定するまで待ちます。

***** 以上で装置の起動と試料のセットは終了しました。 *****

エッチング条件の設定

- 装置後ろの酸素ポンベの 1 次バルブ (図 4) を OPEN にした後、1 次圧力および 2 次圧力 (図 4) を確認します。
(注) 酸素ポンベの 圧力調整バルブ (図 4) は、2 次圧力 (図 4) が 0.1 MPa 程度に設定し、2 次バルブ (図 4) は常に全開 OPEN にしておきます。
- 装置のログノートなどをチェックし、試料に対する目標の酸素流量と圧力、RF パワー、エッチング時間を確認します。一般的に、ガス圧を低くすると、試料の深さ方向が選択的に異方エッチングされやすくなりますが、ガス圧が低すぎるとプラズマが不安定になるか、全く立たなくなります。等方的なエッチングを行いたい場合は、逆にガス圧を高くします。
(注) 真空計 TCG1 (図 3) が 2.5×10^1 Pa 以上になると TMP 保護のインターロックが働き、GAS/V および MV1 (図 3) が CLOSE すると同時に、RF パワーの投入が自動停止します。

エッチング条件の目安

酸素流量 : 20 sccm @ 圧力 : 10 Pa
RF パワー : 100 W (= 16.7%)

- マスフロコントローラの電源 SW (図 5) を ON にします。
- 酸素フローメータ (図 5) の流量調整ノブが反時計回り一杯にゼロであることを確認した後、酸素バルブ SW (図 5) を ON にします。
- GAS PRT (図 3) が点灯していることを確認した後、GAS/V (図 3) を OPEN にします。
- 酸素フローメータ (図 5) の流量調整ノブを目標流量が得られるまでゆっくりと時計回りに回した後、真空計 BCM (図 3) の真空度が安定するまで待ちます。
- 手動メインバルブ (図 2) を目標圧力が得られるまでゆっくりと CLOSE した後、真空計 BCM (図 3) の真空度が安定するまで待ちます。
- WV1 (図 3) を OPEN にし、WATER FLOW (図 3) が点灯していることを確認します。
- RF 電源 SW (図 5) を ON にし、UP/DOWN キー (図 5) を使って目標 RF パワーを設定します。
(注) RF パワーは、RF 電源の最大出力 600W に対する百分率で設定します (100 W = 16.7%)。安全のため、入力電力は 100W 以下かつ 60 分以内としてください。
- CONFIRM (図 5) を押しながら POWER (図 5) を ON にし、RF パワーの投入を開始します。
- SET (図 5) を押して反射電力を確認しながら、TUNING ノブ (図 6) を時計または反時計回りに回すことで、反射電力を最小にします。
- エッチング室内が発光し、安定したプラズマが立っていることを確認します (図 7)。
- STAND BY (図 5) を押して RF パワーの投入を停止します。
- 酸素フローメータ (図 5) の流量調整ノブを CLOSE にした後、GAS/V (図 3) を CLOSE にします。
- 手動メインバルブ (図 2) を全開 OPEN にした後、真空計 BCM (図 3) の真空度が安定するまで待ちます。
- 5 分後を目安に、真空計 BAG (図 3) の GAUGE 1/2 (図 3) を押すことで、ボタン横の LED を点灯させます (エッチング室の BA ゲージ GAUGE 2 が選択状態)。
- 真空計 BAG (図 3) の FILAMENT (図 3) を押すことで、エッチング室の BA ゲージのフィラメント発光を開始します。
- 真空計 BAG (図 3) が Setpoint 2 (= 5.0×10^{-2} Pa) 以下の状態で、エッチング室を約 10 秒間排気することで、FC (図 3) が消灯することを確認します。
- 真空計 BAG (図 3) の FILAMENT (図 3) を押すことで、エッチング室の BA ゲージのフィラメント発光を停止します。

***** 以上でエッチング条件の設定は終了しました。 *****

エッチングと試料の取り出し

- RV および MV1 (図3) を CLOSE にした後、GV (図3) を OPEN にします。
- 試料台が乗った ロードロック棒 (図2) をロードロック室からエッチング室に押し込みます。
- PIN UP/DN (図3) を押し、ロードロック棒 (図2) から試料台を持ち上げます。
- ロードロック棒 (図2) をエッチング室からロードロック室に完全に引き出し、RL LIMIT (図3) が点灯していることを確認します。
- PIN UP/DN (図3) を押し、試料台をエッチング室にセットします。
- GV (図3) を CLOSE にし、RV および MV1 (図3) を OPEN にします。
- GAS PRT (図3) が点灯していることを確認した後、GAS/V (図3) を OPEN にします。
- 酸素フローメータ (図5) の流量調整ノブを目標流量が得られるまでゆっくりと時計回りに回した後、真空計 BCM (図3) の真空度が安定するまで待ちます。
- 手動メインバルブ (図2) を目標圧力が得られるまでゆっくりと CLOSE した後、真空計 BCM (図3) の真空度が安定するまで待ちます。
- CONFIRM (図5) を押しながら POWER (図5) を ON にし、RF パワーの投入を開始します。
- エッチング室内が発光し、安定したプラズマが立っていることを確認 (図7) した後、エッチング時間の計測を始めます。
(注) プラズマは、エッチング室内の状態が大きく変化します。エッチング中は、SET (図5) を押して反射電力を確認しながら、TUNING ノブ (図6) を時計または反時計回りに回すことで、反射電力を最小するなど、プラズマを安定にしてください。
- 目標エッチング時間が経過後、STAND BY (図5) を押して RF パワーの投入を停止します。
- 酸素フローメータ (図5) の流量調整ノブを CLOSE にした後、GAS/V (図3) を CLOSE にします。
- 手動メインバルブ (図2) を全開 OPEN にした後、真空計 BCM (図3) の真空度が安定するまで待ちます。
- 5 分後を目安に、真空計 BAG (図3) の GAUGE 1/2 (図3) を押すことで、ボタン横の LED を点灯させます (エッチング室の BA ゲージ GAUGE 2 が選択状態)。
- 真空計 BAG (図3) の FILAMENT (図3) を押すことで、エッチング室の BA ゲージのフィラメント発光を開始します。
- 真空計 BAG (図3) が Setpoint 2 (= 5.0×10^{-2} Pa) 以下の状態で、エッチング室を約 10 秒間排気することで、FC (図3) が消灯することを確認します。
- 真空計 BAG (図3) の FILAMENT (図3) を押すことで、エッチング室の BA ゲージのフィラメント発光を停止します。
- エッチング条件 (試料、酸素流量、圧力、RF パワー、エッチング時間) を装置のログノートに記録します。
- RV および MV1 (図3) を CLOSE にした後、GV (図3) を OPEN にします。
- PIN UP/DN (図3) を押し、試料台をエッチング室から持ち上げます。
- ロードロック棒 (図2) をロードロック室からエッチング室に押し込みます。
- PIN UP/DN (図3) を押し、試料台を ロードロック棒 (図2) に乗せます。
- 試料台が乗った ロードロック棒 (図2) をエッチング室からロードロック室に完全に引き出し、RL LIMIT (図3) が点灯していることを確認した後、GV (図3) を CLOSE にします。
- ロードロック室の留め金を外してから LV2 (図3) を OPEN にし、ロードロック室を大気圧にした後、ロードロック室内の試料台から試料を取り出します。
- 他の試料をエッチングする場合は、【装置の起動と試料のセット】の所定の箇所から、同じ操作を繰り返します。

***** 以上でエッチングと試料の取り出しは終了しました。 *****

装置の停止

- RV (図3) を OPEN にすることでロードロック室を粗引きし、真空計 TCG3 (図3) の真空度が安定するまで待ちます。
- RV (図3) を CLOSE にした後、MP2 (図3) を OFF にし、ロータリーポンプの運転を停止します。
- TMP (図3) を OFF にし、TMP の運転を停止します。
- 酸素バルブ SW およびマスフロコントローラの電源 SW (図5) を OFF にします。
- RF 電源 SW (図5) を OFF にし、WV1 (図3) を CLOSE にします。
- 5分後を目安に、TMP 回転数 (図3) が 000 から 0 になったことを確認した後、FV (図3) を CLOSE にします。
- MP1 (図3) を OFF にし、ロータリーポンプの運転を停止します。
- 装置後ろの酸素ポンベの 1次バルブ (図4) を CLOSE にします。
(注) 酸素ポンベの 圧力調整バルブ (図4) は、2次圧力 (図4) が 0.1 MPa 程度に設定し、2次バルブ (図4) は常に全開 OPEN にしておきます。

- 装置前面の メイン電源 SW (図2) を OFF にします。
- チラー本体の F (冷却装置)、P (ポンプ)、電源 SW (図1) を OFF にすることで、チラーの運転を停止します。
- 装置に向かって左後ろの配電盤 (LA-209A) 内にあるチラーのブレーカーを OFF にします。
- 装置後ろの配電盤 (LA-209B) 右横にある窒素ガスのストップバルブを CLOSE にします。
- 装置後ろの配電盤 (LA-209B) 内にあるドライエッチング装置のブレーカーを OFF にし、使用終了時間を装置のログノートに記録します。
- 再度、装置の異常や忘れ物がないかを確認してください。

***** 以上で装置は停止しました。 *****

***** お疲れ様でした。エッチング中の様子など、記録ノートに書ききれなかったことをみんなに話しましょう。 *****

図1～図7



図1 チラー本体

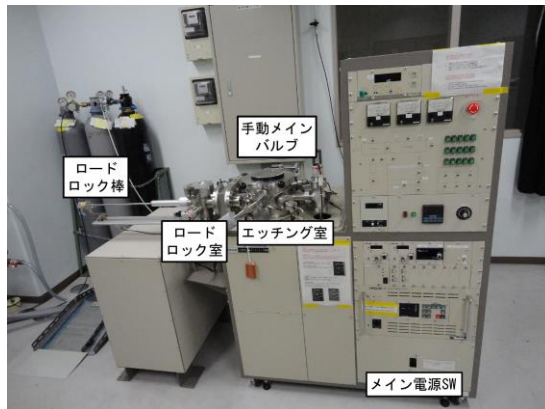


図2 エッチング装置の全体

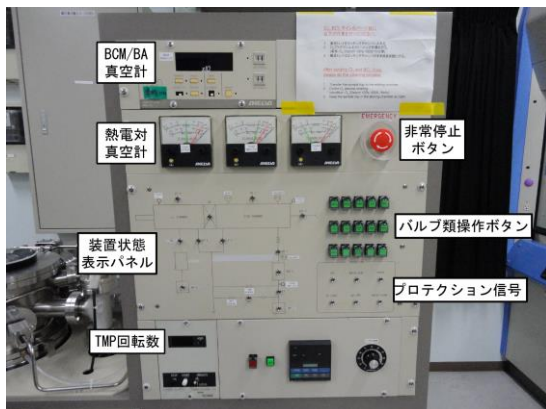


図3 エッチング装置前面パネル (上)

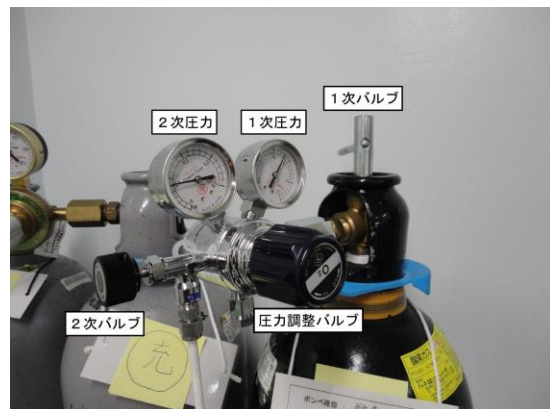


図4 酸素ポンベの周辺

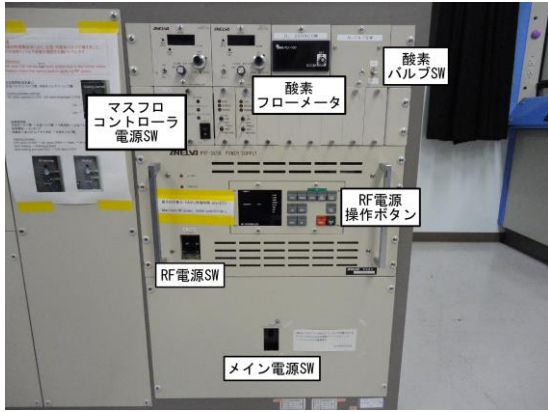


図5 エッチング装置前面パネル (下)



図6 パネル内の TUNING ノブ

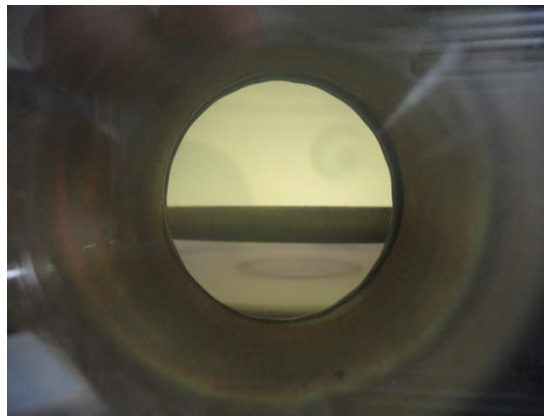


図7 酸素プラズマ発生中のエッチング室内の色相
全体が白く、試料台付近が青紫色に発光
(酸素流量：20 sccm、圧力：10 Pa、RF パワー：100 W)