

EM-002B(UHR、P20 仕様)取扱説明書 簡易版

トプコンテクノハウス
電子顕微鏡分析センター

○本書について

本書は日常的な像観察と電子線回折の操作説明です。その他の操作や機能は取扱説明書をご覧ください。

○加速電位とメモリーについて

EM-002B は 20～200kV まで 20kV ステップで使用できます。また前回使用した軸合わせ偏向系（ビームチルトを除く）とスティグマトールの値がメモリーされており、加速電位を変更すると自動的に切り替わります。

| メモリー | カバー範囲 | メモリー | カバー範囲 |
|------|------------|-------|--------------|
| 20kV | 20-29.95kV | 120kV | 100-139.95kV |
| 40kV | 30-59.95kV | 160kV | 140-179.95kV |
| 80kV | 60-99.95kV | 200kV | 180-200kV |

○機能について

6つの機能が使用できます。（倍率などは200kVの値）

- 「MAG」 980～1.6M×：通常の像観察
- 「LOW MAG」 25～1.2k×：低倍像観察
- 「HC MAG」 2k-39k×：ハイコントラスト像観察
- 「HD DIF」 4.4～880m：高分散電子線回折
33cm：精密回折（オプション）
- 「SA MAG」 7.8k～590kx：制限視野像
- 「SA DIF」 36mm～1.6m：制限視野回折、 μ ビーム回折

○照射モードについて。

主にプローブモードの機能を切替える為、EM-002Bには3つの照射モードがあります。（径は200kVの値）

EDS1「EDS、MBD」：プローブ時 μ ビーム回折用の照射角の小さいプローブ（径2～56nm）が形成されます。

CBD「CBD」：プローブ時収束電子線回折用の照射角の大きなプローブ（径0.5～16nm）が形成されます。

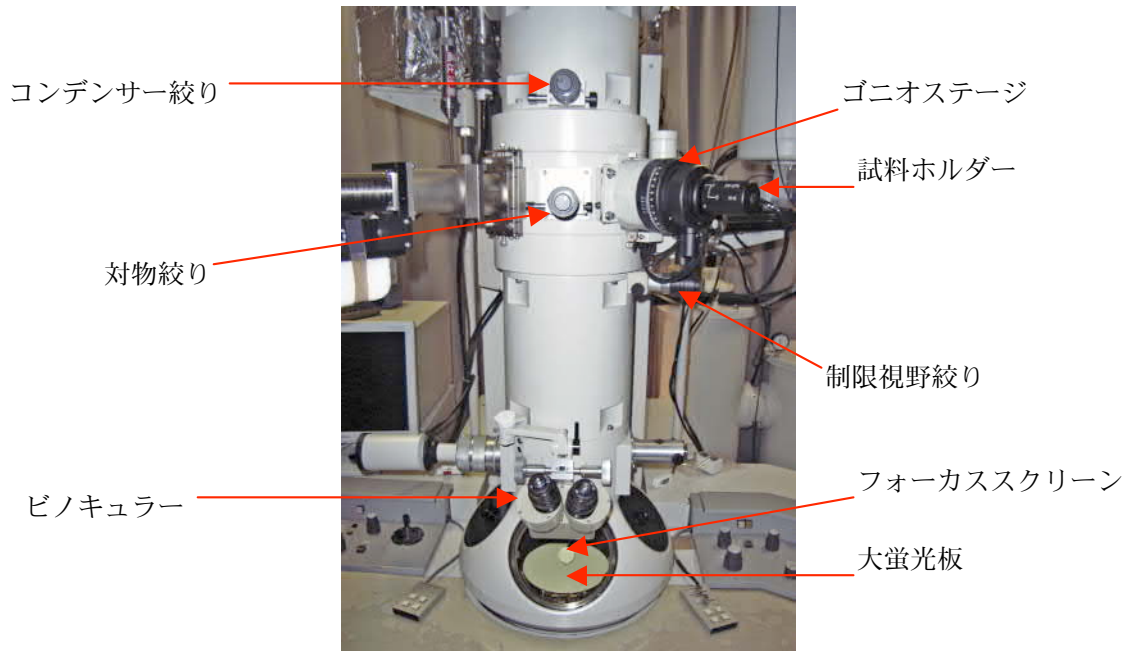
この収束角は10段階で調整できます。

上記2モードのTEM照明は平行照射のケーラー照明（EDS1）となります。

EDS2「EDS2」（オプション）：プローブ時EDS分析のシステムノイズを下げるように設計したプローブ（径1～28nm）が形成されます。また、TEM照明でも中高倍時に小さな絞りが使える照明が形成されます。

| EM-002B 仕様 | UHR | P20 |
|-----------------|------------------|--------------|
| 加速電位 (kV) | 20～200 20kV ステップ | |
| 点分解能 (nm) | 0.18 (200kV) | 0.18 (200kV) |
| 格子分解能 (nm) | 0.14 (200kV) | 0.14 (200kV) |
| 球面収差 (mm) | 0.4 (200kV) | 0.4 (200kV) |
| 色収差 (mm) | 0.8 (200kV) | 0.8 (200kV) |
| 焦点距離 (mm) | 1.5 (200kV) | 1.5 (200kV) |
| 試料傾斜 X/H (Deg.) | ±10/±10 | ±20/>±17 |
| X線検出立体角 (Str.) | 0.075 | 0.33 |

各部の名称と働き



左パネル: パワースイッチ、カメラ制御、ステージ移動、イメージワブラ、ビームシフト、フォーカススクリーン、イメージシフト、等



CRT モニター

右パネル: ビーム制御、機能切換、照射系制御、像観察関係、シャッター、ステージのZとチルト、等



左サブパネル:
非点補正、ALP、
フィルム感度、等

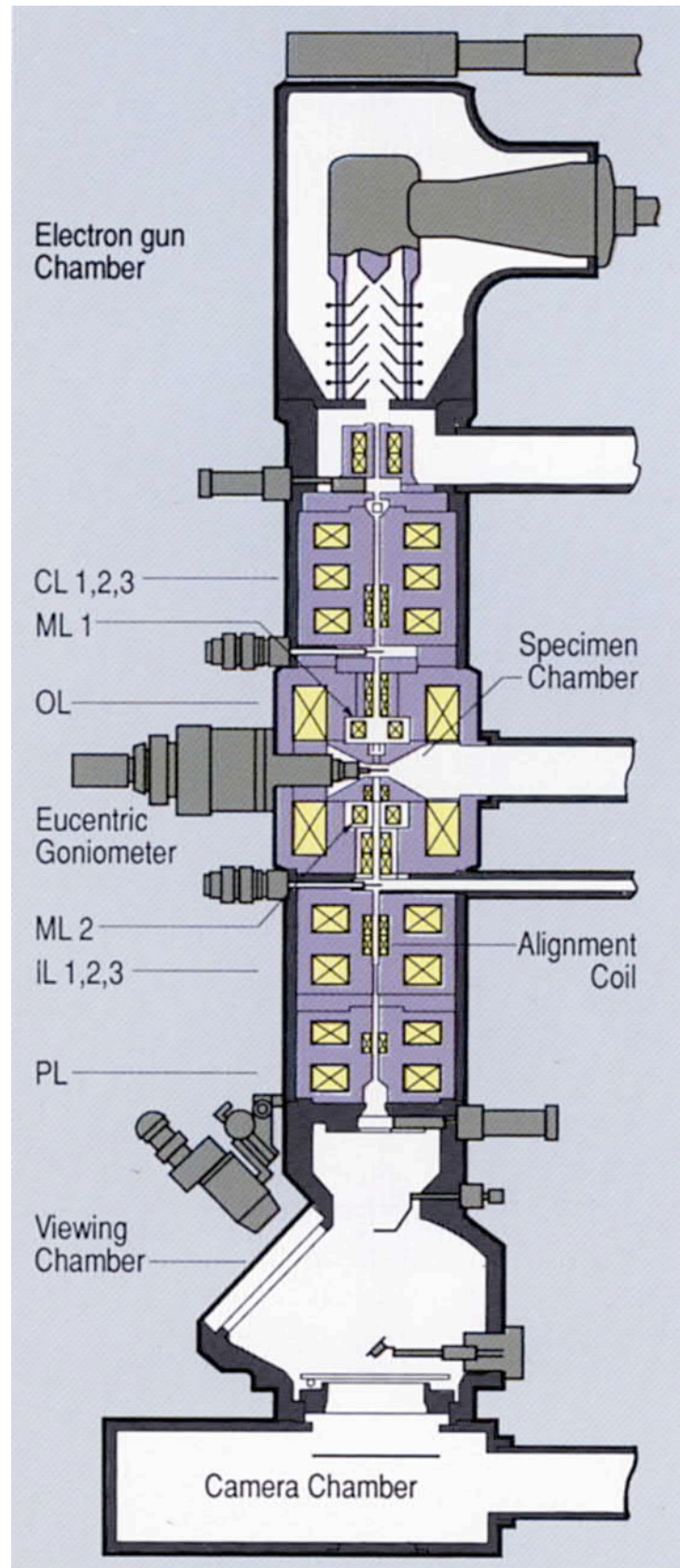
左ドアパネル:
真空系状態表示、
アラーム表示、
ベントスイッチ、
ガンリフトスイッチ、
レンズフリーコントロール、等



右サブパネル: 電子銃制御、
ビームチルト、明暗視野切換、
プローブ切換、等

目次

1. ビーム出し
 2. ガンバイアスの調整
 3. C/O 条件 (C/O ポイント) 合わせ
 4. 電子銃の軸合わせ
 5. コンデンサー絞りのセンタリング
 6. サンプル交換
 7. フォーカス、非点合わせ
 8. 電圧軸合わせ
 9. 結晶性試料の方位合わせ
 10. 撮影
 11. 制限視野回折
 12. マイクロプローブ回折 (簡易法)
 13. マイクロプローブ回折 (精密法)
 14. 使用後の待機モード
 15. フィルムの装填 (暗室作業)
 16. カメラ室のフィルム交換
 17. フィルムの現像 (暗室作業)
 18. 装置の起動
 19. 装置の停止 (シャットダウン)
 20. 強制停止 (強制シャットダウン)
 21. カメラトラブルの対処法
- FAQ



EM-002B の断面概念図

1. ビーム出し

1.1. イオンポンプの圧力が 5×10^{-6} Torr 以下 (5×10^{-7} Torr 以下が望ましい) であることを確認し、フィラメント (FIL) を ON にする。注：フィラメントボリュームは2時の位置より上げないでください。

(LaB₆ エミッターはタイマー機能により、約3分間かけてセット温度まで上昇します。)

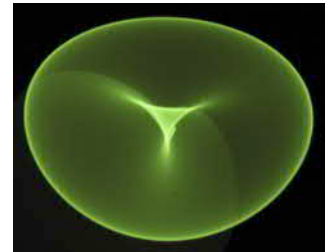
1.2. 試料をビーム経路から外し、対物絞りと制限視野絞りを開放、SA DIF モードに切り替え、イルミネーションエリアを0番(左一杯)にする。

1.3. 高圧 (HT) を 20kV で ON にし、ビームが出たら DIF フォーカスをアンダーフォーカスにしてカオスティック像 (右図) が見えるようにする。カオスティック像の揺れで高圧を確認しながら 200kV まで昇圧する。

注：160kV 以上は必ずカオスティックを確認しながら 1kV ステップで昇圧すること。

ビームが見えない時の探し方：1) ガンバイアスを浅くし、エミッションメーターでビームが出ていることを確認。2) ガンチルトとガンシフトを0に戻す。3) ビームチルトを振ってビームを探す。

0 (初期値) に戻す方法：ALS ボタンを押しながらつまみを回すと0 (初期値) に戻ります。

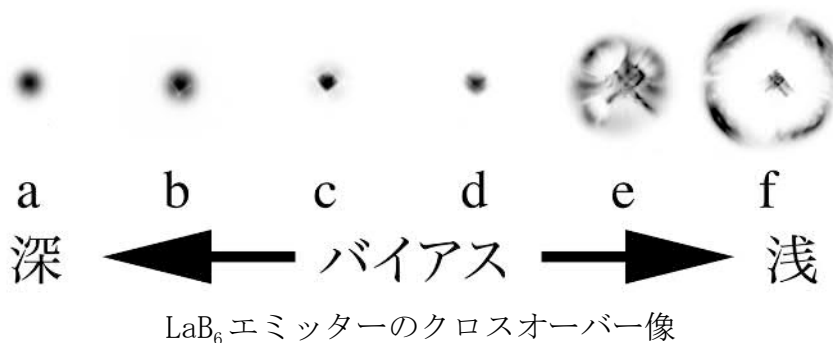


カオスティック像

2. ガンバイアスの調製

2.1. MAG モードにしてイルミネーションエリアでビームをクロスオーバーにする。この時、クロスオーバー像が対称になるようにガンチルトを調整する。フィラメント位置がセンターの時はクロスオーバー像が対象の時に一番明るくなるが、位置がセンターからズレると対称性と明るさが一致しなくなる。この時は、対称性よりも一番明るいところを使う。

2.2. 右サブパネルのガンバイアスでウェーネルト電極のバイアスを調整する (1 が深く 9 が浅い)。LaB₆ エミッターのクロスオーバーイメージを下図に示す。a が飽和点であるが、b の方が明るいので像観察に向いている。像質は d (ポイントフィラメント) が一番良いが新しいフィラメントでしか使えない。フィラメントとバイアスを調整してエミッションカレントが約 $55 \mu\text{A}$ (ダークカレントが約 $50 \mu\text{A}$ ある) になるように調整する。



アドバイス：安定に使う為にはビームを切らないで。

フィラメント点灯後しばらくは熱膨張で軸が変化するため、ビームは出し放しのほうが良い。

また、長期間ビームを出さないと高圧が不安定になる為、週に一度は 200kV のビームを出してください。

3. C/O 条件 (C/O ポイント) 合わせ

- 3.1. 倍率を 120kX 以上にする。(低倍では結像系の絞りにビームがあたるため確認できない)
- 3.2. イメージワブラ (IW) を ON にし、ビーム照射円の揺れが最小の位置にフォーカスを調整する。
- 3.3. イメージワブラ (IW) を切る。

アドバイス：対称型 C/O レンズの正しい使い方

EM-002B は対物レンズに対称型 C/O レンズを採用しています。対称型 C/O レンズでは C/O 条件が全ての基準となるため、フォーカスは可能な限りステージの Z で合わせ、常に対物レンズは C/O 条件近辺で使用してください。まめに C/O 条件を確認しながら観察するのが良い像を撮るコツです。

4. 電子銃の軸合わせ

- 4.1. ブライトネスを 1 番にし、イルミネーションエリアでビームを点 (クロスオーバー像) にする。
- 4.2. ビームシフトを使って、ビームを蛍光板の中心に合わせる。
- 4.3. ブライトネスを 4 番にし、イルミネーションエリアでビームを点にする。
- 4.4. ガンシフトを使ってビームを蛍光板の中心に合わせる。
- 4.5. 3.2~4 の操作をビームの動きが最小になるまで繰り返す。
- 4.6. 使用するブライトネスのクロスオーバー像がシャープになるように右パネルのコンデンサースティグマで非点を調整する。

注：点灯後約 30 分はフィラメントが動く。この時はガンバイアスの調整 (2 章) からやり直す。

5. コンデンサー絞りのセンタリング

- 5.1. 使用するブライトネス、コンデンサー絞りを選択する。
(標準のコンデンサー絞り径 150、100、50、20 μ m。高分解能像観察の推奨値ブライトネス 3 番、絞り 50 μ m)
- 5.2. 倍率を 12kx にし、イルミネーションエリアを左回しでビームを蛍光板一杯まで広げてから点にする。
- 5.3. ビームシフトを使って、ビームを蛍光板の中心にする。
- 5.4. イルミネーションエリアを左回しでビームが大蛍光板一杯になるまで広げる。
- 5.5. ビームが大蛍光板と同心円になるようコンデンサー可動絞りを調整する。

6. サンプル交換

- 6.1. 試料傾斜を $\pm 1^\circ$ 以内 (X とホルダーの両方) にして、ホルダーから出ているコードを外す。
注：ホルダーチルトが傾斜していると、最悪の場合試料やポールピースが損傷します！
- 6.2. ホルダーをゆっくり引き抜き、止まった位置で反時計回りに回しきるまで回す。(バルブが閉まる)
その後、ゆっくりと引き抜いてホルダーを外す。
- 6.3. サンプルを交換し、0 リングにゴミが付いていないことを確認する。
注：0 リングから先は手で触らないこと！
- 6.4. ホルダーをゆっくり入れ、V10 のランプが点灯しピッピッと音がするまで押し込む。(予備排気)
注：V10 が作動しない時は試料を入れてはならない！装置が壊れます！！
- 6.5. 音が止り V10 のランプが消えたら、ホルダーを時計回りに回しきるまで回しバルブを開ける。
注：ホルダーを回しきると、急にホルダーが引き込まれるので気をつけること！
- 6.6. ゆっくりとホルダーを最後まで中にいれる。

7. フォーカス、非点合わせ

- 7.1. 対物絞りを開放し、照射円が大蛍光板と同心円になるようビームを開く。
- 7.2. イメージワブラーを入れ C/O 条件が保たれていることを確認する。
- 7.3. 試料の揺れが最小になる様に Z でフォーカスを合わせる。
- 7.4. 薄い非晶質のエッジを視野に入れ、コントラストが消失するよう（ミニマムコントラスト）、可能な限りステージの Z でフォーカスを合わせ、微調整のみフォーカス（レンズ）で合わせる。
- 7.5. 倍率 590kx でビノキュラー（TV システム）を用いて観察し、ミニマムコントラストでコントラストが消え、アンダーフォーカスではっきりと見えるように、左サブパネルの OBJ/INT スティグマを使って非点を合わせる。スティグマはミニマムコントラストの時に調整する。OBJ/INT スティグマは STEP ボタンで感度が切り替わる。通常はミドルが使いやすい。

フォーカススクリーンを下ろすには「フォーカス」ボタンを押す。

TV 等下部ポートに設置したアクセサリを使う時は「フォーカス」ボタンを長押しする。

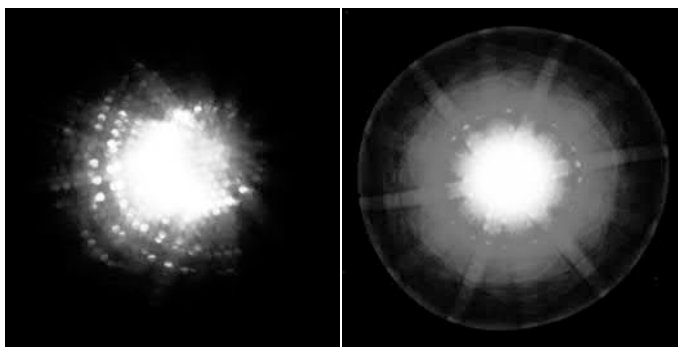
8. 電圧軸合わせ

- 8.1. 対物絞りを開放し倍率 590kx で薄い非晶質のエッジを視野に入れ、フォーカスと非点を合わせる。
- 8.2. ビーム照射円を大蛍光板と同心円で撮影する秒数になるように開き、HT ワブラーをオンにする。
- 8.3. 像が中心に向かって動くように、ビームチルトを調整する。
- 8.5. フォーカスと非点を合わせ直す。（7 章参照）

電圧軸と非点が大きくズレている時ラフに合わせる方法：照明を絞って点にして試料に照射し、試料を Z で下げる。ハローが見えるので、丸く対象になるようにビームチルトとスティグマを合わせる。

9. 結晶性試料の方位合わせ

- 9.1. 方位合わせを行いたい試料に電子線を絞って照射する。
- 9.2. SA DIF にすると右図のような収束パターンが観測されます。（収束パターンが見えないときは更に電子線を絞る。）
- 9.3. 右コンソールの試料傾斜ボタンで右図の結晶軸入射になるよう試料を傾斜させる。傾斜させると試料位置や高さが動くので MAG で追いかけてながら傾斜し、SA DIF で方位を確認する。



電子線収束パターン

結晶軸入射の時

注：この方法は電子線に弱い試料では結晶がダメージすることがあります。弱い試料の時は制限視野回折で回折点の明るさを対象にする、照明に μ プローブを用いる等の方法で合わせてください。

アドバイス：結晶軸入射に近い試料の探し方とラフな方位合わせ。

対物絞りを抜いた時明るく、対物絞りを入れた時に暗く見える結晶は、低次の結晶軸入射に近い可能性が高いのでそのような試料を探すと良い。また、試料の高さを大きく下げると、像面に回折点や HOLZ 線が現れる。ラフに方位合わせをする時には MAG だけで方位合わせが可能なので便利です。

10. 撮影

- 10.1. CRT モニター下の ID マーカーボタンを押し、ネガに記録したい ID に合わせる。
- 10.2. 撮影したい視野を蛍光板の中心に入れる。大蛍光板の内側の [] がハーフ、外側がフルのネガ領域。
- 10.3. 対物絞りを入れる。対物絞りの位置は SA DIF で絞りに DIF フォーカスでフォーカスし、センタースポットに対して対称にする。対物絞りの位置がズレると非点が発生するので、正確に合わせる。
- 10.4. フォーカススクリーンを下ろし、カメラモードをシングルに露光時間を自動にする。
- 10.5. 露光したい秒数になるよう照射円を大蛍光板と同心円に開く。
- 10.6. ビノキュラー (TV システム) を用いてフォーカス、非点を合わせる。(TV システムで観察している状態から撮影する時は、前もってフォーカススクリーンで秒数を計り、手動で入力しておく。)
- 10.7. フォーカスを左回しでアンダーにし、シェルツァーフォーカス (正焦点-38nm) にする。アンダー量は試料厚さと共に浅くなるが、ミニマムコントラストからアンダーにして始めにクリアに見えるところがシェルツァーフォーカスである。通常はミニマムコントラスト-30nm 近辺にある。
- 10.8. フォトで撮影する。フィルムの濃さは左サブパネルのフィルム感度で調整できる。

アドバイス：正確な倍率を保つ為に

電子顕微鏡は磁気レンズを使用している為、ヒステリシスによって直前のレンズ条件の影響を受けます。いつも正確な倍率で撮影するには、撮影前にいつも同じ操作 (例えば撮影前にカメラ長 29cm で対物絞りの位置を確認する等) を行い、同じ操作で撮影した標準物質を元に倍率校正表を作っておくと良い。

11. 制限視野回折

- 11.1. SA MAG で (MAG でも構わない) 視野を探し、撮影倍率とカメラ長を決定する。(原理的に対物レンズの励磁を変えるとカメラ長が変化する為、フォーカスは C/0 条件から可能な限り動かさない。)
- 11.2. 決定した倍率の SA MAG (MAG) と決定したカメラ長の SA DIF を数回切換え、像と照射位置が動いていれば修正する。(レンズヒステリシスクリア)
- 11.3. SA DIF でイルミネーションエリアを左一杯に回し 0 番地にする。
- 11.4. DIF フォーカスで回折のフォーカスを合わせ、ALP でセンター合わせする。

ALP の使い方：ALP ボタンを 1 回押して Page6 にし、左サブパネルの ALP ノブで調整する。もう一度 ALP ボタンを押すと元に戻る。注：間違っても Def3 連動比や Def7 等の値を変えないこと。

- 11.5. DIF フォーカスをアンダーフォーカスにするとカオスティック像が見えるので、ベンツマークになるように左サブパネルの OBJ/INT スティグマで非点を補正する。
- 11.6. DIF フォーカスで回折のフォーカスを合わせ、一度 SA MAG (MAG) にして SA DIF に戻し、ディフラクションフォーカスがずれてないことを確認する。
- 11.7. SA MAG (MAG) でカメラモードをマルチにして像を撮影する。
- 11.8. 対物絞りを開放、制限視野絞りを入れ、カメラモードをシングルに戻し、像の半分程度の時間で絞り穴を撮影する。(標準の制限視野絞り穴径は 250、80、30、20 μm です。)
- 11.9. SA DIF でイルミネーションを 0 番にし、電子線回折を撮影する。撮影時間は制限視野絞りの穴径を参考に目で判断する。

12. マイクロプローブ回折（簡易法）注：簡易法はプローブドリフトが起こりやすい。

- 12.1. 使いたいコンデンサー絞りを選択する。小さい絞り孔径ほど回折ディスクは小さくなるが、プローブ径が回折収差によって制限される。（標準のコンデンサー絞り径 150、100、50、20 μm ）
- 12.2. MAG でコンデンサー絞りのセンタリングと軸合わせをおこなう。（5 章、8 章参照）
- 12.3. 撮りたい倍率とカメラ長でヒステリシスクリアと DIF フォーカスを調整する（11 章参照）。
- 12.4. MAG でプローブボタンを押して照明をプローブにし、イルミネーションエリアとコンデンサーステージマでプローブをフォーカスし、プローブをスクリーンのセンターに移動する。（プローブが見えない時は倍率を下げてプローブを探し、元の倍率に戻してヒステリシスクリア 11.2. する。）
- 12.5. 撮りたい倍率で TEM 照明とプローブを切換えながら、同心円になるようにビームシフトで調整する。
- 12.6. SA DIF で TEM 照明の時にダイレクトビームが蛍光板の中心に来るように ALP で調整する。
- 12.7. プローブに切換えてずれた分をビームチルトで調整する。
- 12.8. 12.6-7 を位置が変わらなくなるまで繰り返す。
- 12.9. TEM 照明、MAG で回折をおこないたい視野を蛍光板の印に合わせる。
- 12.10. 像を撮影する。（カメラモードをマルチにして撮影）
- 12.11. プローブに切換えてプローブを印の位置に合わせ、カメラモードをシングルに戻し、短時間で撮影する。（長時間露光ではフィルムが飽和して実プローブ径よりも大きく写る。）
- 12.12. SA DIF に切換え電子線回折を撮影する。（ドリフトの影響が出る為、長時間露光は勧められない。）
- 12.13. 回折パターンとプローブ位置がずれていないことを確認する。

13. マイクロプローブ回折（精密法）プローブドリフトは起きないが、像が暗いため熟練を要す。

- 13.1. TEM 照明で撮りたい倍率とカメラ長でヒステリシスクリアし、DIF フォーカスを調整する（11 章参照）。
- 13.2. 使いたいコンデンサー絞りを選択する。
- 13.3. MAG でプローブボタンを押して照明をプローブにし、イルミネーションエリアとコンデンサーステージマでプローブをフォーカスし、プローブをスクリーンのセンターに移動する。（プローブが見えない時は倍率を下げてプローブを探し、元の倍率に戻してヒステリシスクリア 11.2. する。）
- 13.4. 蛍光板保護の為にプローブを開き、30 分～2 時間この状態で放置する。
- 13.5. プローブを開いてコンデンサー絞りのセンタリングと軸合わせをおこなう。（5 章、8 章を参照）プローブはイルミネーションつまみを右方向に開いてください。
- 13.6. 撮りたい倍率とカメラ長でヒステリシスクリアし直す。（11 章参照）。
- 13.7. プローブを開いて回折をおこないたい視野を蛍光板の印の位置に合わせる。
- 13.8. TEM 照明で像を撮影する。（カメラモードをマルチにして撮影）

注：TEM 照明は数秒以内とし、直ちにプローブに戻す。

照明切換えはプローブドリフトの原因となるため、前もって取得した像に位置を記入したほうが良い。

- 13.9. プローブを印の位置に合わせ、カメラモードをシングルに戻し、短時間で撮影する。
- 13.10. SA DIF に切換えて電子線回折を撮影する。
- 13.11. 回折パターンとプローブ位置がずれていないことを確認する。

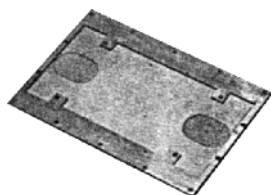
14. 使用後の待機モード。

14. 1. 高圧(HT)とフィラメント(FIL)を切る。
(LaB6 エミッターはタイマー機能により、約3分間かけて消えます。)
14. 2. 加速電位-200KV、MAG、照射系を 0*5、倍率を 590kX にする。
(低加速で使用する為に、循環水量を調整していた時は元に戻す。)
14. 3. 試料ホルダーを TEM に入れて真空排気しておく。

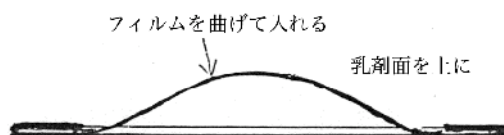
15. フィルムの装填 (暗室作業)

15. 1. フィルムの乳剤面 (乳白色) を上にして、カセットの4隅の爪にかかるようにセットする。

注: フィルムの乳剤面を触らないこと。また、確実に4隅の爪にフィルムが入っていることを確認する。

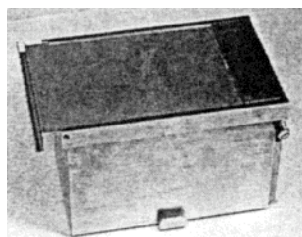


カセット

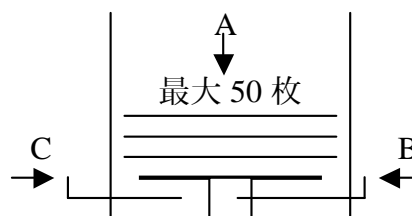


フィルムの入れ方

15. 2. L (Load) マガジンのふたを開けて底板を手で押しさげる (下図の矢印 A)。 レバーを B 方向に押し
て底板をロックする。
15. 3. L (Load) マガジンへカセットのフィルム面を上装填する。最大 50 枚まで装填できます。
15. 4. マガジンのふたをし、C 方向にレバーを押してロックをはずす。



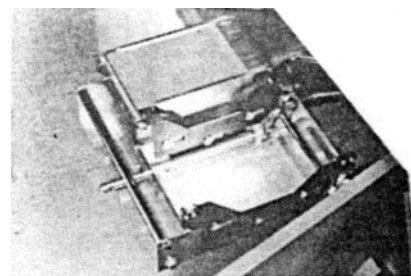
L マガジン



L マガジンへのカセット装填

16. カメラ室のフィルム交換

16. 1. 窒素ベントの場合は窒素を約 0.03MPa (0.3kgf/cm²) で供給する。
16. 2. カメラ室のカバーを下げ、カメラ室ドアのレバーを真上に回すとカメラ室のベントが開始される。
16. 3. カメラ室のドアが少し開いたらカメラ室のドアを開く。
(窒素ベントの場合は窒素の供給を止める。)
16. 4. カメラ室ラックを引き出し、左側の L (Load) マガジンと右
側の R (Receive) マガジンを交換する。
16. 5. カメラ室ラックを押し込み、パッキン面を確認のうえ、ドア
を閉じてレバーを右横に倒す。(自動的に排気され、真空が立
ち上がればバルブ (V9) が開いて観察できます。)



カメラ室ラック

16. 6. CRT モニターの PAGE0 の UNUSED FILM の数字を、モニター下
部の RESET スイッチで装填したフィルム数に合わす。

17. フィルムの現像（暗室作業）

- 17.1. フィルムの乳剤面に触らないように、R (Receive) マガジンからカセットを撮り出す。
- 17.2. カセットから撮影されたフィルムを乳剤面に触らないように取り出し、現像ラックに入れる。
- 17.3. 現像ラックを水に一瞬浸ける。
- 17.4. 現像ラックを所定の時間、現像液に浸す。（例：D76 で 20℃ 8 分）
- 17.5. 現像ラックを停止液（～0.5%酢酸）に 30 秒浸ける。
- 17.6. 現像ラックを所定の時間、定着液に浸す。（例：スーパーフジフィックスで 5 分）
- 17.7. 現像ラックを流水に入れ洗浄する。（例：流水で 10 分）
- 17.8. 現像ラックを所定の時間、水切り液に浸す。（例：0.5%のドライウェルで 30 秒）
注：取出時フィルム同士が重なっていないこと。重なった状態で乾燥すると離れなくなります。
- 17.9. 現像ラックをフィルムドライヤーに入れ乾燥させる。
注：55℃以上ではフィルムが変形するため、フィルム温度を 55℃以上に上げないこと。
- 17.10. 乾燥したフィルムを現像ラックから取り出す。
注：フィルムを素手で触ると指紋が付くので、手袋等をして触る。

アドバイス：現像液でネガに記録された像の硬さが変わります。

硬質←D19、コピナール、D76→軟質。

硬質な現像液を使用すると中間のコントラストが消失するので、中間のコントラストが必要な時は D76 が良い。

18. 装置の起動

18. 1. 配電盤の EM-002B と冷却水循環装置の電源を入れる。
18. 2. 冷却水循環装置を起動する。
18. 3. EM-002B の左コンソール裏もしくは電源ボックスのメインブレーカー (NB1) を入れる。
18. 4. 左パネルのパワースイッチにキーを差し、スタートの位置まで回す。手を放すとオンの位置に戻ります。
18. 5. 自動的に起動シーケンスが行われ、約 30 分で排気系が立ち上がり起動します。この時、排気系パネル (左コンソールの下にあるパネル) にアラーム表示が出た場合は原因を取除いてから、リセットスイッチを長押ししてエラーを解除してください。原因によっては自動的にシャットダウンモードになります。(シャットダウンモードに入ると左ドアパネルにある真空パネルの DP1 と DP2 のランプが消えます。) この時はアラームをリセットし、装置が停止した後に再度立ち上げてください。

アラーム番号と原因

| 番号 | 原因 | 番号 | 原因 |
|----|-----------|----|--------------------------|
| 1 | 電子銃粗引き不良 | 5 | フォアライン (鏡筒もしくはカメラ) 粗引き不良 |
| 2 | 鏡筒粗引き不良 | 6 | スパッターイオンポンプ オーバーカレント |
| 3 | カメラ室粗引き不良 | 7 | ターボ分子ポンプ 異常 |
| 4 | ピラニーゲージ断線 | | |

18. 6. ビームが出せる真空になるまで待機モード (加速電位-200KV、MAG、照射系を 0*5、倍率を 590kX) で待つ。

19. 装置の停止 (シャットダウン)

19. 1. 高圧 (HT) とフィラメントを切る。イオンゲージを取付けている時はイオンゲージも切る。(LaB6 エミッターはタイマー機能により、約 3 分間かけて消えます。)
19. 2. フィラメントが消えたことを確認したら (ガンバイアスのインジケーターが確認しやすい)、左パネルのパワースイッチにキーを差し、オフの位置まで回す。
19. 3. シャットダウンシーケンスにより約 30 分で自動的に装置が停止します。
19. 4. 装置が停止したら冷却水循環装置を停止し、配電盤の EM-002B と冷却水循環装置の電源を切ります。

注：必ず冷却水循環装置を停止してください。最悪の場合結露により装置が故障します。

20. 強制停止 (強制シャットダウン)

- 緊急を要する時の停止方法です。いずれの方法も必ず 30 分間冷却水を循環させた後に冷却水循環装置を停止してください。(猶予がある時は高圧とフィラメントを切ってから行ってください)
- 方法 a> 左パネルのパワースイッチにキーを差し、オン (初期位置) →オフ→オン→オフと回す。
- 方法 b> EM-002B の左コンソール裏もしくは電源ボックスのメインブレーカー (NB1) を切る。
- 方法 c> 配電盤の EM-002B の電源を切る。

21. カメラトラブルの対処法

フィルムがカセットにしっかり入っていない等、カメラがカセットをうまく送れずに詰まることがあります。(CRT にカメラトラブルと表示される) この対処法を説明します。

21.1. カメラ室をベントする。(16 章参照)

21.2. カメラ室ラックを引き出し、L と R 両方のマガジンを取り出す。

注：この時フィルムに光が入らぬようにマガジン上部を何かで覆う。

21.3. カメラ室内で詰まっているカセットやフィルムを取り除く。

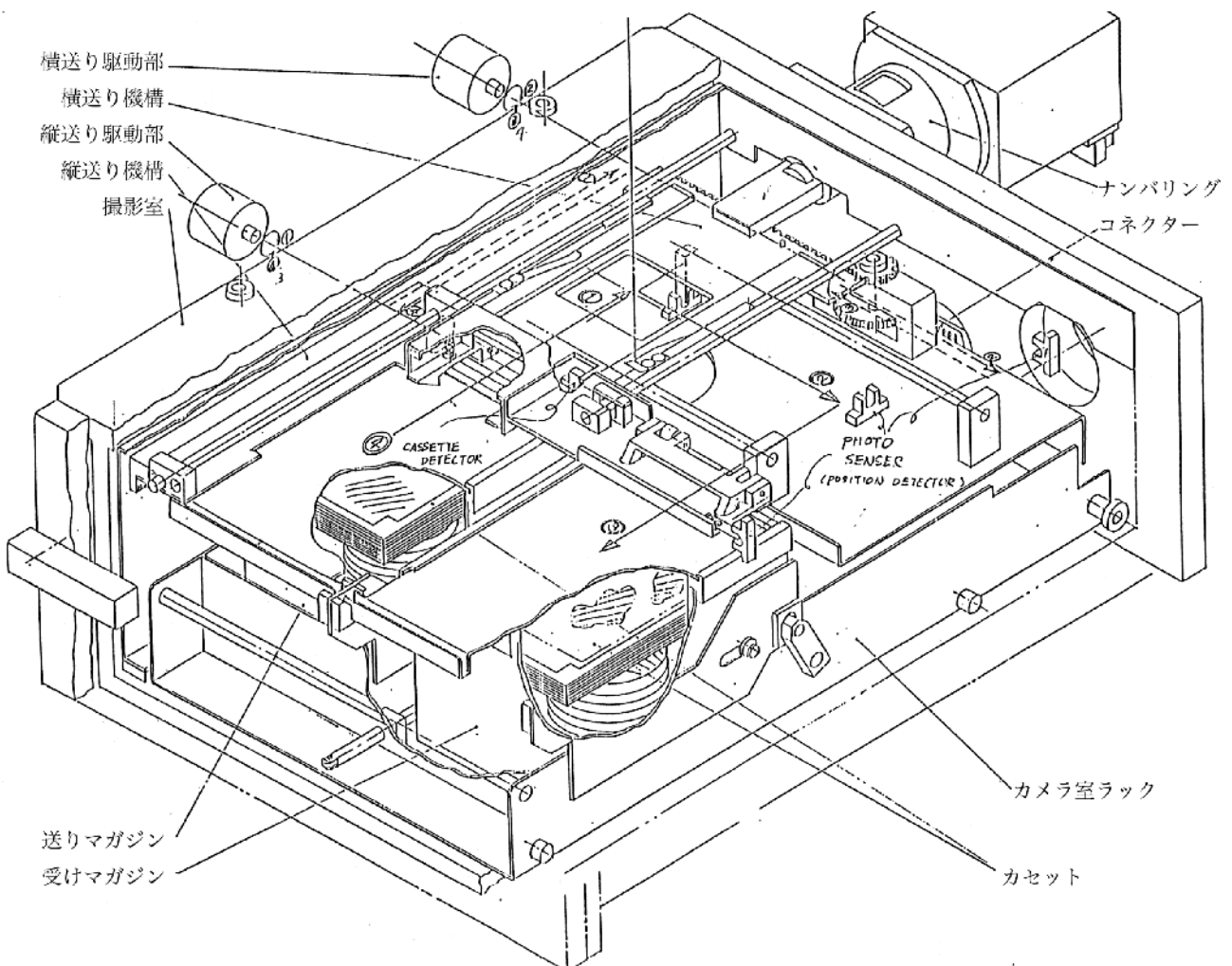
21.4. 手で横送り機構を右方向に(下図中②の位置へ)動かす。

21.5. 左サブパネルの OBJ/INT スティグマのステップスイッチをピッと鳴るまで長押しする。

(この操作でカメラは初期位置に動く。)

21.6. L と R 両方のマガジンをカメラ室ラックに戻す。

21.7. カメラ室を排気する。(16 章参照)



カメラ室の構造

アドバイス：時間を節約する為に

取除いた物の他にもトラブルの原因があります。カメラトラブルの後は排気中に手で露光秒数をセットして模擬撮影し、カメラの動作試験を行うと良い。

FAQ

Q1. 像がおかしい。イメージワブラで合わせた OL のコードが通常と違う。

A : DEF3 連動比が変わっていませんか？納入時の値に直してみてください。OL のコードは装置の状態を知るのに役に立ちます。常に C/O ポイントの OL コードを確認してください。

Q2. 非点が取れない。

A1 : コンデンサー絞りのセンタリングがズレていませんか？コンデンサー絞りの位置は電子顕微鏡軸の基準点になります。センタリングを正しく合わせてください。

A2 : イメージシフトが入っていませんか？軸合わせの時は必ずイメージシフトをクリアしてください。

注：イメージシフトは像質に影響する為、可能な限り使わないようにしてください。

Q3. 非点を補正すると像が動く。

A : ステイグマトールのセンタリングをしてください。ステイグマトールのラージ数ステップで像が流れないようにするまで右サブパネルの対物スティグセンタリングボリューム (X に 2 つ、Y に 2 つ) を調整します。

Q4. 像観察の時ビームはイルミネーションつまみの左右どちらに開けば良いでしょう。

A : どちらに開くかはより平行な照射が得られる方を選択します。最大照射角は撮影したい照射円で SA DIF に切替えた時のディスクの半径で確認できます。最大照射角は \tan^{-1} (ディスク半径/カメラ長) です。

Q5. 像回転が切り替わる時に像が大きく動く。

A : 結像系の軸合わせ (12 ステップ) をやり直してください。この時 ALP の値は全てクリアして、高倍で軸合わせをしてから 12 ステップ軸合わせをします。その後 ALP を入力します。電子線を絞りきった状態でレンズの切り替えの高倍側をビームシフトでセンターに合わせ、低倍側を ALP で戻すようにしてください。

Q6. 電子線回折に変な影が映ります。

A : コンデンサー絞りが汚れているのが原因です。可動コンデンサー絞りを洗浄してください。それでダメな時は固定絞りが汚れています。サービスを呼んでください。

Q7. LOW MAG から MAG モードに切換えるとフォーカスが変わる。

A : LOW MAG は対物レンズを切り、IL1 を使って結像します。このため MAG に戻すと対物レンズにヒステリシスが発生します。LOW MAG にした後は必ず対物レンズを C/O 条件に合わせ直してください。

Q8. LOW MAG から MAG に切換えると視野が違う。

A : LOW MAG の ALP を調整してください。MAG モードの 980 倍で特徴のある試料をセンターに移動し、LOW MAG の 1.2k 倍に切換えた時に試料がセンターに来るように LOW MAG の ALP を調整します。

Q9. 試料ステージ (ゴニオメーター) の動きが悪い。

A : グリスが固まっている可能性があるため、試料ステージを 2~3 回大きく動かしてください。X 方向に止まらない時は部屋の気温変動を抑え、ホルダーの O リングにフロンブリンが回っていることを確認してください。それでも動きが良くならない時は分解整備が必要です。サービスを呼んでください。

注：フロンブリンの付けすぎはコンタミの原因となります。付けすぎないようにしてください。

Q10. 装置を立ち上げるとアラーム 3 で装置が停止する。

A : 冷却水が供給されていない可能性があります。冷却水の水温と循環していることを確認してください。

Q11. レンズが落ちて T00 H0T の表示が出る。(表示が出ないものもある)

A: 冷却水の水温と循環していることを確認してください。冷却水温が正常な時は水量を増やしてください。水量は循環装置の戻り口で調整しています。0L の時は OUT1、その他のレンズの時は OUT2、表示が出ずにレンズが落ちる時は OUT3 (DP とゲート) の水量を増やしてください。水量が増えすぎると像質が悪くなるので注意してください。**水温を下げるのも解決方法の一つですが、水温を下げる時は結露に注意してください。最悪の場合結露でレンズや電源がショートします。**

Q12. ビームが広がらず蛍光板に点でしか見えず、CRT モニターのレンズコード (Page1) の値が全て 0 近辺の値になっている。

A. レンズ系電源のブレーカーが落ちています。左パネル裏もしくは電源ボックスの NB3 ブレーカーを入れ直してください。

Q13. 低加速で観察すると鏡筒が冷える。

A. 低加速にするとレンズの発熱が下がる為、鏡筒温度が下がります。鏡筒温度が下がるとステージのドリフト、レンズ系の結露、次回高加速にした時に真空内壁に吸着したガスが一気に放出され一時的に真空が悪くなる等の問題を引き起こします。この為、低加速で使用する時はレンズ系の冷却水 (0L : OUT1、他のレンズ OUT2) を絞ってください。

注 : 低加速で使用した後は水量を元に戻し、ビームを切った状態でレンズ条件を 200kV にしてください。

Q14. 循環水の水量を変えたのですが、元の水量が分からなくなりました。

A. 循環水量の標準推奨値は OUT1 : 1.4L/min、OUT2 : 1.0L/min、OUT3 : 1.8L/min です。水量を絞ると像質が良くなりますが、絞りすぎると冷却能が不足してレンズ保護回路が働き Q11 の状態になります。水量を更に絞る時はレンズ保護回路が働かない水量に設定してください。また、**水温を下げて水量を絞る時は結露に注意してください。最悪の場合結露でレンズや電源がショートします。**

Q15. スイッチを押しても反応しない。

A : どのスイッチを押してもダメな時は CPU が暴走しています。右のサブパネルにある CPU リセットをピン等で押して CPU をリセットして下さい。それでもダメな時は制御系の電源を一度切って、制御系のみを再スタートさせます。左パネル裏もしくは電源ボックスの S1 スイッチを切り、数秒待った後に入れ直して下さい。

Q16. 装置を停止する為にパワースイッチをオフにしたがシャットダウンモードにならない。

A: 排気制御系が暴走しています。装置本体ブレーカー (NB1) で強制シャットダウンしてください。

以上