

本顕微鏡は、微分干渉像のコントラストを向上させるために、従来の微分干渉装置(ノマルスキー式)のコンデンサ部に、偏光特性を補正する素子、いわゆる、レクチファイヤを組み込んだもので、高感度偏光顕微鏡としても使用でき、微弱な複屈折の変化も観察、測定できる顕微鏡です。本顕微鏡をご使用になる前に、この使用説明書をお読みになり、正しくお使いいただき、本顕微鏡の特性を十分に発揮されますようお願い致します。

取扱い上の注意点

① 無歪み光学系

本顕微鏡の光学系は、高度な無歪み光学系です。

特にコンデンサ部(レクチファイヤ部)、対物レンズ部に歪みが入った場合、使用不能となることがありますので、衝撃を与えないよう、取扱いは慎重に行ってください。

② 光学系の汚れ

光学系のゴミ、汚れは、偏光特性に対して悪影響を及ぼしますので、使用前には必ず、ゴミ、汚れの有無をチェックし、汚れの無い状態でご使用下さい。

③ スライドガラス、カバーガラス

標本には、スライドガラス、カバーガラス共に、無歪みで、ゴミ、ほこりの付いていないものをご使用下さい。

④ 超高压水銀ランプ

本顕微鏡の光源には、超高压水銀ランプを使用していますから、以下のことにご注意下さい。

- 1) 水銀ランプからの光を、直接、または間接的にも直視しないで下さい。
- 2) コレクタレンズ部にUVカットフィルタが内蔵されています。他のコレクタレンズは絶対に使用しないで下さい。
- 3) 超高压水銀ランプ(HBO 100W/2)の平均寿命は、約200時間です。点灯時間は、積算時間計で確認して下さい。

い。(詳細は、高輝度光源照明装置の使用説明書参照して下さい。)

- 4) 超高压水銀ランプ交換の際、バルブのガラス部分に素手で触れないで下さい。

⑤ 使用場所

振動の少ない所に置き、直射日光の当たる所、ほこりの多い所、高温、多湿の場所での使用は避けて下さい。

⑥ ランプ点灯中は……

ランプ点灯中、ランプハウスは部分的に熱くなることがありますので、手を触れないように、また、引火性物質(ガソリン、シンナー、アルコールなど)を絶対にランプハウスに近づけないよう、十分ご注意ください。

⑦ 水銀ランプ、およびヒューズの交換

メインスイッチをOFFにし、電源コードのプラグを抜いてから行って下さい。

⑧ 焦準ハンドル

鏡基左右のハンドルをひねると故障の原因になります。絶対にひねらないで下さい。粗動ハンドルは、制限に当たった後さらに回転すると故障の原因になります。無理に回転することは避けて下さい。

⑨ レンズの汚れ

レンズ類にはほこり、指紋などをつけないよう注意して下さい。レンズ、ミラーなどの汚れは像の見えを低下させます。

手入れおよび保守

目次

① レンズの清掃

レンズの清掃は、ほこりを柔らかな毛筆（刷毛）で払うか、ガーゼで軽く拭き取って下さい。

指紋または油類の汚れの場合のみ、無水アルコール（エタノール、メタノールのどちらでもよい）を柔らかい清潔な木綿布か、指定のレンズティッシュ、またはガーゼにわずかにふくませてから拭いて下さい。

対物レンズおよび油浸用オイルの清掃には石油ベンジンのみ使用して下さい。

メタノールや石油ベンジンの取扱いには、十分注意して下さい。

② 塗装部分の清掃

各部の清掃の際、塗装部分、プラスチック部分は有機溶剤（シンナー、アルコール、エーテルなど）の使用を避けて下さい。

③ 各部の分解は避ける

各部の分解は性能を害する恐れがありますから避けて下さい。

④ 使用しないとき

使用しないときは、付属のビニールカバーをかぶせて、湿気が少なく、カビの発生しにくい場所に保管して下さい。

特に対物レンズ、接眼レンズは乾燥剤を添えて、容器（デシケータなど）に保管することをお勧めします。

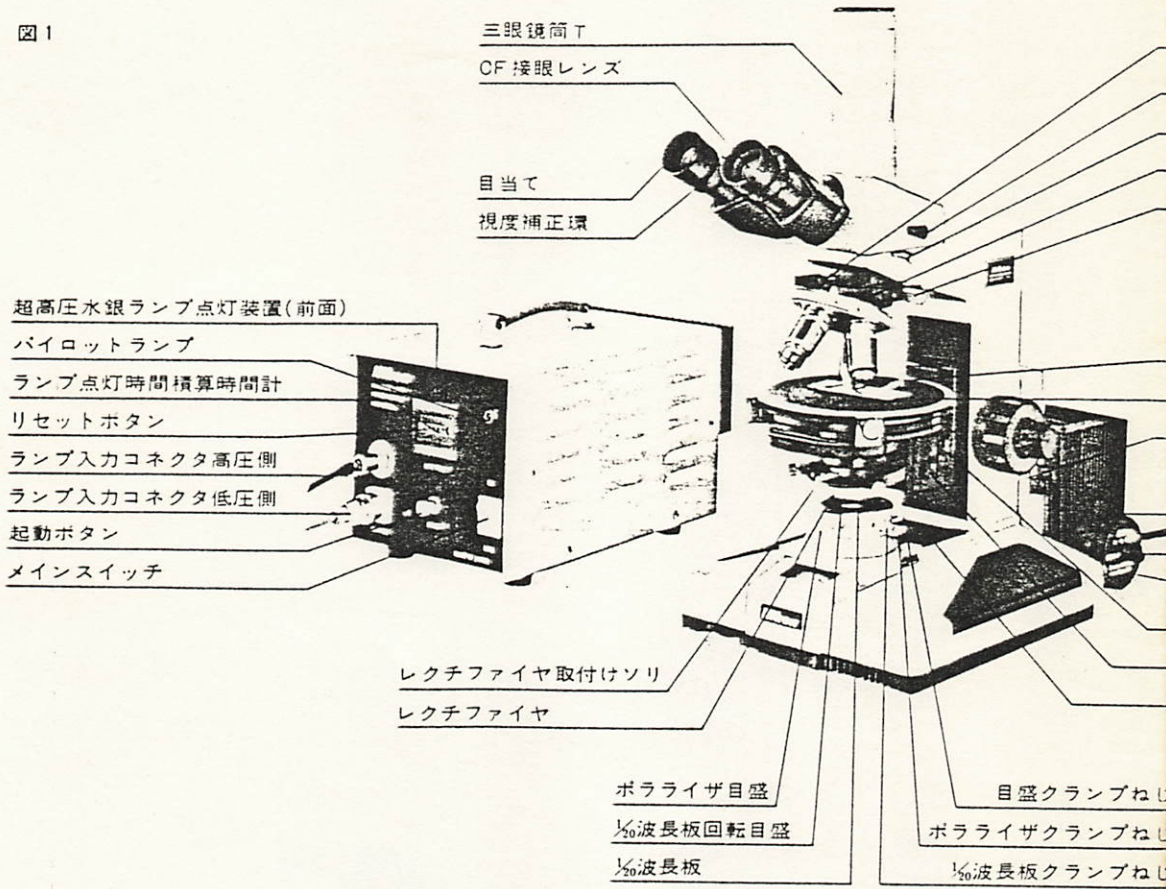
⑤ 定期点検

本機の性能維持のため、定期点検をお勧め致します。（ご購入先かもよりの当社営業所にご相談下さい。）

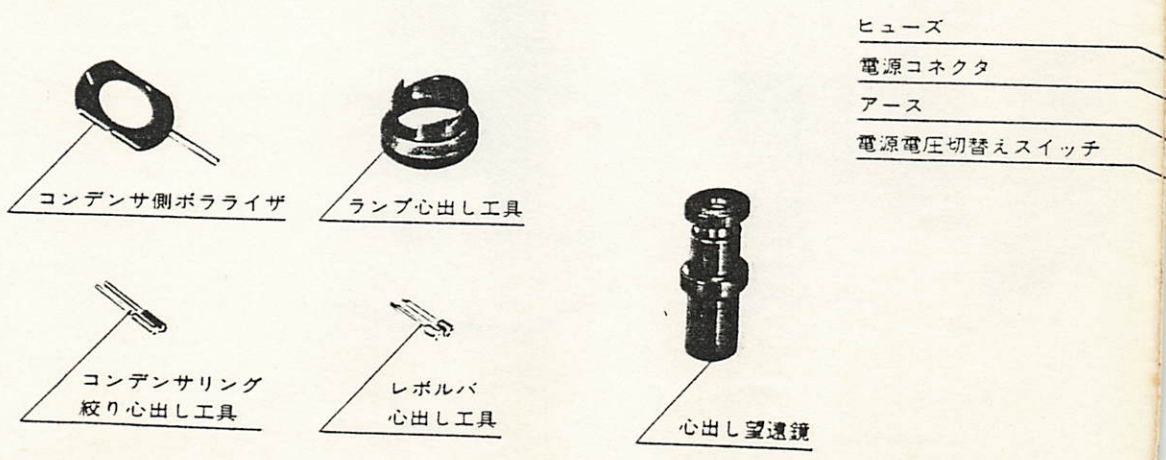
| | |
|-----------------------------|----|
| I. 各部の名称 | 4 |
| II. 組立 | 6 |
| III. 検鏡準備 | 8 |
| 1. ランプの心出し | 8 |
| 2. 眼幅調節 | 9 |
| 3. 視度補正 | 9 |
| 4. 三眼鏡筒光路の切替え | 9 |
| 5. 対物レンズの心出し | 10 |
| 6. ターレットコンデンサの心出し | 10 |
| 7. 振動方向の調整 | 11 |
| 8. 位相差用リング絞りの心出し | 12 |
| IV. 各部の使い方 | 13 |
| 1. 焦準装置 | 13 |
| 2. コンデンサ開口絞り（A絞） | 13 |
| 3. 視野絞り（F絞） | 13 |
| 4. 偏光専用回転ステージ | 13 |
| 5. CF対物レンズ | 14 |
| 6. CF接眼レンズ | 14 |
| 7. コンベンセータ （リターデーションの測定） | 14 |
| 8. フィルタカセット | 15 |
| V. 検鏡法 | 16 |
| 1. 微分干渉検鏡法 | 16 |
| 2. 位相差検鏡法 | 17 |
| 3. 明視野検鏡法 | 17 |
| 4. 偏光検鏡法 | 17 |
| VI. 原理および像の特性 | 18 |
| 1. ノマルスキー型微分干渉装置の原理 | 18 |
| 2. レクチファイヤレンズの原理 | 20 |
| 3. 像の特性 | 21 |
| VII. 仕様 | 22 |
| 電気系規格 | 23 |

I 各部の名称

図1



超高压水銀ランプ点灯装置(背面)



アナライザノブ

光路切替えノブ

三眼鏡筒クランプねじ

中間鏡筒

対物側ノマルスキーブリズムノブ

クレンメル

偏光専用回転ステージ

フィルタカセット

ソケットスリーブクランプねじ

ランプ左右心出しねじ

ランプ上下心出し環

サブステージクランプねじ

コンデンサ上下動ハンドル

方位表示板

中間鏡筒クランプねじ

レボルバクランプねじ

心出しレボルバ

CF 対物レンズ

粗動ハンドル

微動ハンドル

高輝度ランプハウス

ランプハウスクランプねじ

副尺

ステージ回転クランプねじ

ターレットコンデンサ

ターレット

倍率表示銘板

コンデンサ心出しねじ

コンデンサ開口絞りレバー

コンデンサクランプねじ

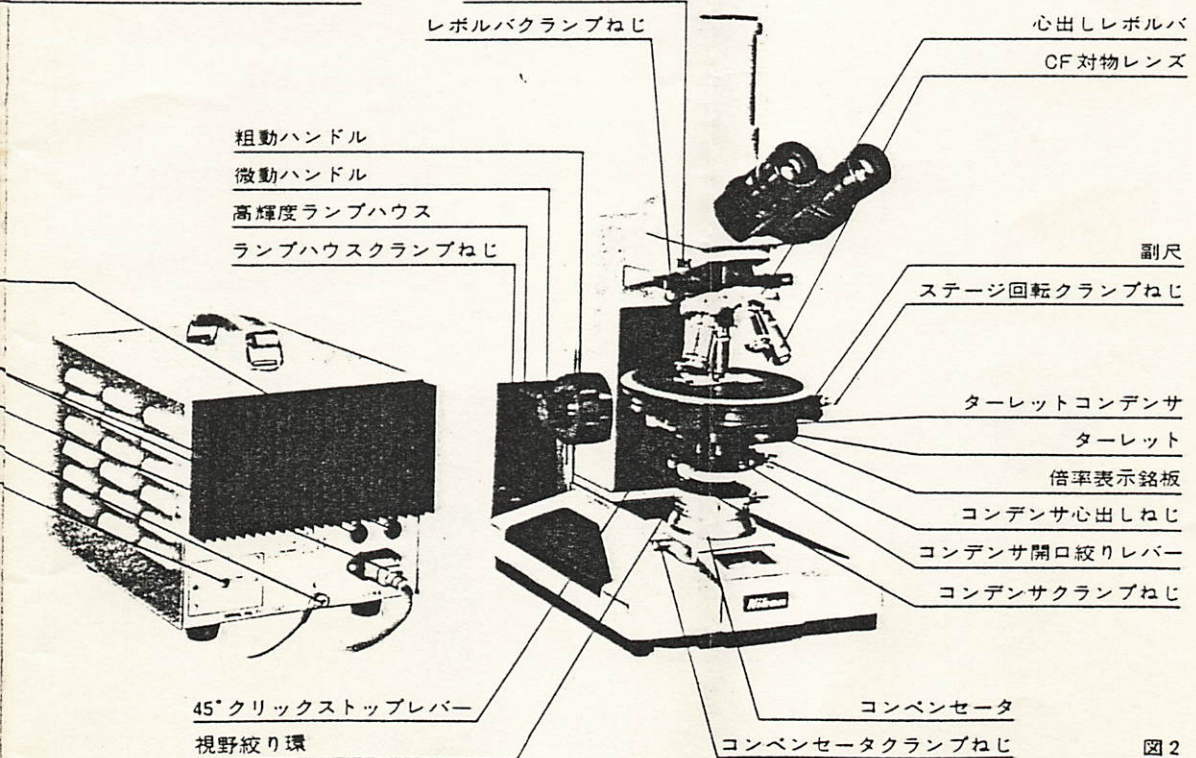
45°クリックストップレバー

視野絞り環

コンベンセータ

コンベンセータクランプねじ

図 2



II 組立て

⑨ 中間鏡筒

鏡基アームの中間鏡筒クランプねじを緩めてから、中間鏡筒側の溝と、アーム側のピンが合うように押し込み、クランプする。

レボルバクランプねじ

⑫ CF対物レンズ

DIC20×、40×、100×およびPh1(10×)を、レボルバを時計方向に回転したとき倍率が高くなるようにねじ込む。

⑪ CF接眼レンズ

右側スリーブにCFW 10×CM 目盛付き十字線入り を押し込み、左側は普通のCFW10×を入れる。

⑬ 心出しレボルバ

ステージを十分に下げたおき、中間鏡筒のレボルバクランプねじを緩めてから、レボルバ側の溝と中間鏡筒のピンが合うように押し込み、クランプする。

⑧ 蛇の目リングとクレンメル

ステージに蛇の目リングをはめ、ステージ上面の孔にクレンメルを差し込む。



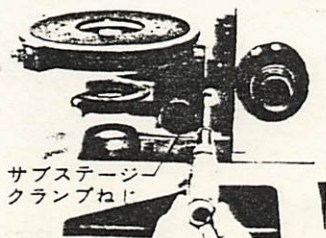
⑭

ターレットコンデンサ

コンデンサキャリアのコンデンサクランプねじを緩めてから、ターレットコンデンサのピンと、キャリアの溝が合うようにコンデンサを押し込み、クランプする。

⑦ 偏光専用回転ステージ

サブステージクランプねじをドライブで緩め、ステージ部を鏡基のアリに上からスライドさせ、指標がDIC・Tに合った位置でクランプねじを締める。(下図参照)

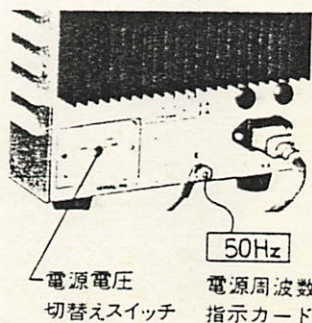


①

電源電圧の確認

超高圧水銀ランプ点灯装置背面の電源電圧切替スイッチ、および電源周波数指示カードが正しいことを確認する。もし違っている場合は、ご購入先か、もよりの当社営業所にご連絡下さい。

点灯装置背面



10 鏡筒
アームの鏡筒フランジねじを緩め、鏡筒をアームに取り付け、クランプする。

15 フィルタ
表示つまみを押し下げて、最も鏡基側のフィルタ枠には、拡散板を、マウント面を鏡基側に向けてはめ込み、他の枠には、グリーンパス、ND32、ND2（標本により適当なNDを選択）などをはめ込む。フィルタとフィルタカセットの表示が合わない場合は、メモをとるなどして、記録して下さい。

16 フィルタカセット
フィルタカセット突起部を鏡基スタンド部に合わせ、フィルタ受け部にはめ込む。

6 ランプ入力コネクタ
入力コネクタの高圧側と低圧側をそれぞれ点灯装置の「レセプタクル」H、Lに差し込む。

5 高輝度ランプハウス
コレクタレンズ部にはめ込み、ランプハウスクランプねじで固定する。

4 コレクタレンズ
フィルタ受けにねじ込む。

17 ヒューズ
3A/125V、2個

アース
電源コード
点灯装置背面

3 超高圧水銀ランプとソケットの取付け

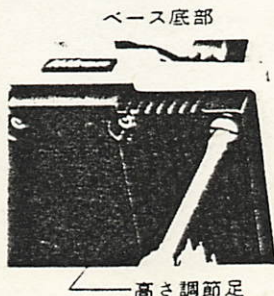
① 超高圧水銀ランプ

水銀ランプとソケットのプラス(+)表示どうし、マイナス(-)表示どうしを確実に合わせて、水銀ランプクランプねじで固定する。
〔注意〕ガラス部分に素手で触れず、手袋、布などを介して行って下さい。

② ソケット

ソケットスリーブクランプねじを外し、ソケットをランプハウスのソケット受けに押し込んでから、クランプねじで固定する。

2 高さ調節
ベースがガタつく場合、足の高さを調節する。



ソケット受け
高輝度ランプハウス
バックミラー心出しねじ
高輝度ランプハウスのバックミラー心出しねじを2本とも、右へ約2回転して、バックミラーをクランプ状態から解放する。

水銀ランプクランプねじ

III 検鏡準備

1. ランプの心出し

- 1) 超高压水銀ランプ点灯装置の電源プラグをコンセントに差し込みます。

〔注意〕 点灯装置のリセットボタンを押して、積算時計を「0」にしておいて下さい。ランプの交換を行った場合も、「0」にして下さい。

- 2) フィールドレンズ上にランプ心出し工具をかぶせ、その上にND16フィルタを載せます。(図4)

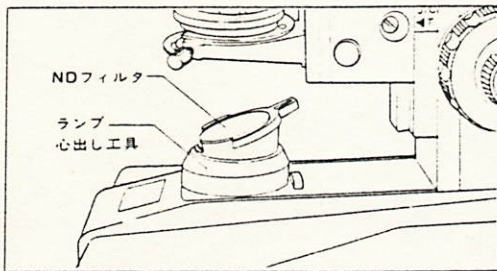


図4

- 3) フィルタカセットのつまみを制限まで押し下げ、グリーン干渉、ND32を光路に入れます。
- 4) 超高压水銀ランプ点灯装置のメインスイッチをONにし、パイロットランプの点灯を確認した後、起動ボタンを2~3秒間押しランプを点灯します。

〔注意〕 アークは、点灯後15分を経て、完全に安定しますが、通常、2~3分で検鏡が可能になります。また最小点灯時間を15分以下にすると、ランプの寿命が短くなります。

- 5) ステージに標本を載せ、アナライザノブを引いてアナライザを光路より外し、ノマルスキープリズムソリクランプを緩めてから、対物側ノマルスキープリズムを引いて、光路より外します。(図5)

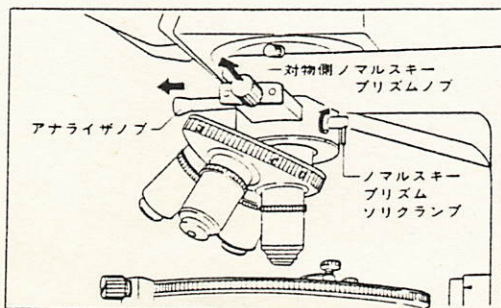


図5

- 6) 対物レンズ phi(10×)を光路に入れ、コンデンサのターレットを回転し〔0〕の位置にします。

〔注意〕 コンデンサターレットを回転すると、次のような倍率表示が表われ、表示された内容が光路にセットされます。

〔0〕: 明視野用中空穴

〔20×〕, 〔40×〕, 〔100×〕:

各倍率のDIC対物レンズに対応したノマルスキープリズム

〔Ph1〕, 〔Ph3〕:

それぞれDL対物レンズ10×, 40×に対応した位相差用リング絞り

- 7) 標本にビントを合わせます。
- 8) コンデンサの心出しを概略行います。(10×対物のみで可)
- 9) コンデンサのボラライザを抜き取り、開口絞りを閉じ、ランプハウスクランプねじを緩めて、ランプハウスを前後させ、開口絞り面にアーク像を結像させます。結像状態は、NDフィルタからの反射で見ます。
- 10) ソケットスリーブランプねじを緩め、ランプ左右心出しねじとランプ上下心出し環を操作して、アーク像を開口絞り面の中心に持ってきます。(図6-I)

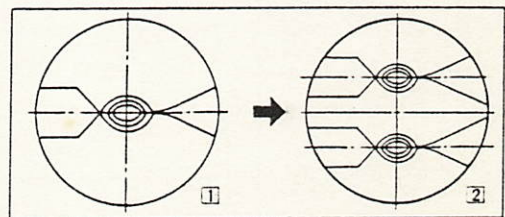


図6

- 11) 上下心出し環をわずかに動かし、アーク像を偏心させ、バックミラー送りねじを回転して、バックミラーを前後させてアークのミラー像を結像させます。
- 12) バックミラー心出しねじでアーク像とミラー像を対称位置になるように調節します。(図6-②)
- 13) 上下心出し環により、アーク像を中心にもってきて、アーク像とミラー像を重ねます。
- 14) フィルタカセットの最も鏡基側の表示つまみを押し下げ、拡散板を光路にセットします。

なお、標本の明るさによっては、フィルタカセットを外して、NDフィルタを入れ替えます。
 [注意] ●点灯後、時間がたつと、フィルタは、温度が高くなりますので手袋、布などを介して行って下さい。
 ●光源部は高温になりますので、引火点の低い、石油ベンジン、キシロールなどの溶液は絶対に近くに置かないで下さい。

2. 眼幅調節

ステージに標本を載せ、ピント合せをし、図7のように眼幅を調節し、視野が一つに見える位置に合わせます。

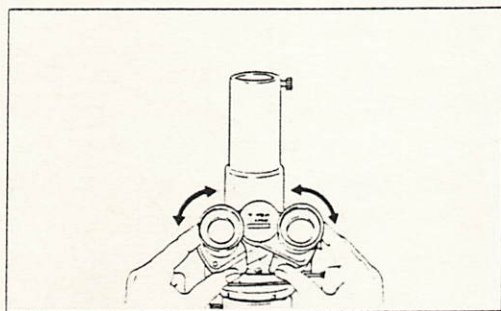


図7

3. 視度補正

目盛付き十字線入り接眼レンズは、視度補正環を回して、十字線がはっきり見えるようにします。
 (図8)

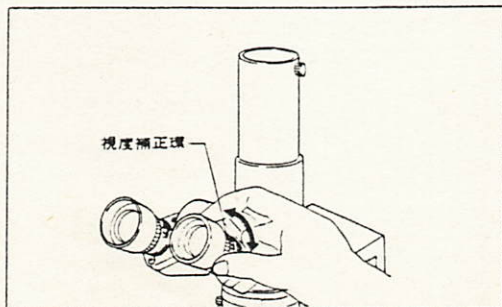


図8

(以下、双眼観察の場合)

- 1) 標本をステージの上に載せます。
 対物レンズを10×にし、右眼側で標本にピントを合わせます。

- 2) 次に、粗微動ハンドルは操作せず、左側接眼レンズの視度補正環を回して左眼のピントを合わせます。

4. 三眼鏡筒光路の切替え

(図9)

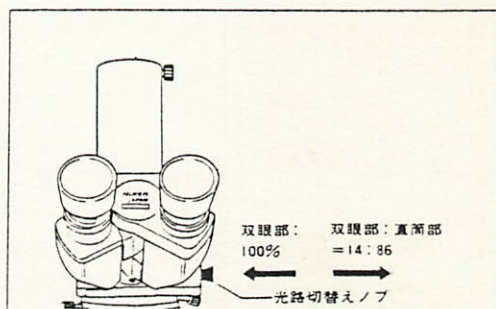


図9

※CF接眼レンズはハイアイポイント型になっています。めがねをかけたまま検鏡する場合は、ゴム製目当てを折り曲げて使用して下さい。(図10)

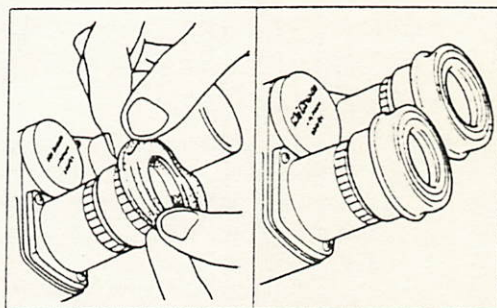


図10

III 検鏡準備

5. 対物レンズの心出し

- 1) ステージに標本を載せ、ピントを合わせ、目印となりやすい粒子などの目標物を接眼レンズの十字線の交点に持ってきます。
- 2) レボルバの心出しねじに心出し工具を差し込みます。(図11)

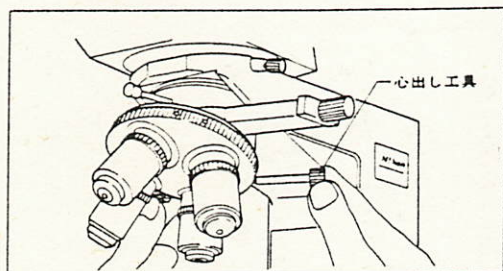


図11

- 3) ステージを半回転(約180°)させます。目標物の移動量の半分の位置に、十字線の交点が来るようにレボルバ心出し工具により対物レンズを移動します。(図12)

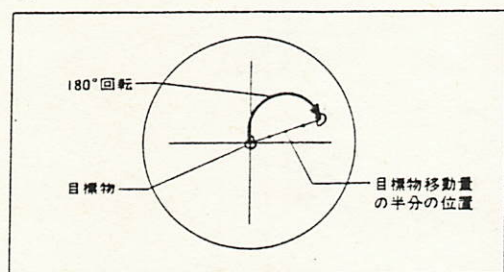


図12

- 以上の操作を数回繰り返していきますと、ステージの回転中心と十字線の交点とが一致します。
- 全ての対物レンズについて行います。

6. ターレットコンデンサの心出し

- 1) 標本をステージ上に載せます。
- 2) アナライザノブを引いて、アナライザを光路より外し、ノマルスキープリズムソリクランプを緩めてから、対物側ノマルスキープリズムを引いて、光路より外します。(図13)

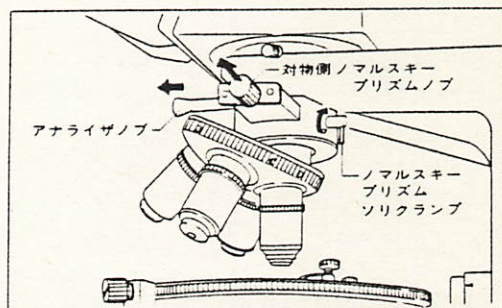


図13

- 3) 対物レンズ10×を光路に入れ、ターレットを回転し、[0]の位置にします。
- 4) 標本にピントを合わせます。
- 5) 鏡基ベース部の視野絞り環を操作して、視野絞りを最小に絞ります。
- 6) コンデンサ上下動ハンドルを操作して視野絞り像を標本面に結像させます。
- 7) 視野絞りが、接眼レンズの視野に対して偏心しているときは、コンデンサ心出しねじで、同心となるよう調整します。(図14-①)
- 8) 対物レンズをDIC 40×に切り替え、視野絞り像が図14-②のように、接眼レンズとほぼ同じになるように、絞りの大きさを調整します。偏心している場合は心出しねじで正しく心出します。

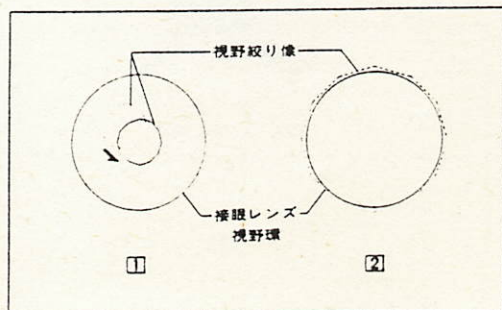


図14

7. 振動方向の調整

以下の調整は、本装置の基本性能を決定しますので、注意して行って下さい。

- 1) アナライザを光路に入れます。
- 2) コンデンサ側のポライザがきちんと光路に入っていること、対物レンズDIC40×、ターゲット〔0〕の位置を確認します。(対物側ノマルスキープリズムは外したままです。)
- 3) 開口絞りレバーを回転して絞りを全開にします。標本を移動し、視野から外します。
- 4) 鏡筒から接眼レンズを抜き取り、対物レンズの射出瞳をのぞきます。
- 5) 中間鏡筒クランプねじを少し緩めて、中間鏡筒をわずかに回転させ(図15)、図16のような暗十字を出してからクランプねじで中間鏡筒を固定します。
これにより、アナライザの方位が調整されます。

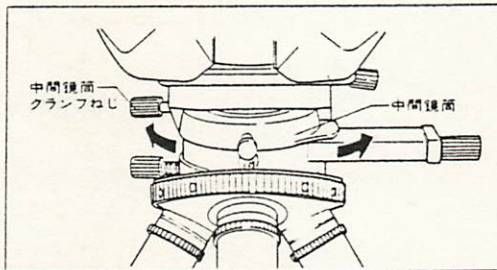


図15

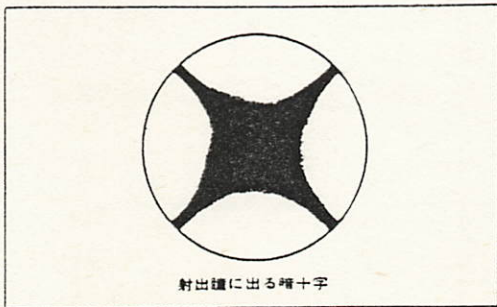


図16

- 6) コンデンサのポライザを外し、コンベンセータをベースのフィールドレンズ上に載せクランプします。このとき、ポライザ上に取り付いている1/20波長板は、クランプを緩めて取り外しておきます。(図17)

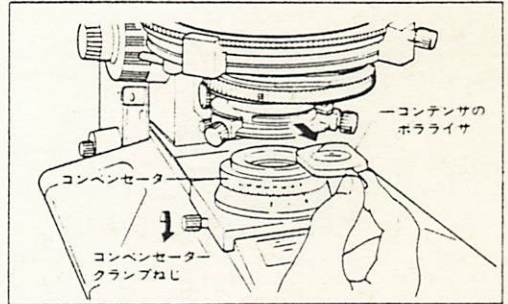


図17

- 7) コンベンセータのポライザクランプねじを緩め、コンベンセータのポライザを回転し暗十字を出してからクランプします。(図18)
これで、コンベンセータのポライザとアナライザとが直交ニコルになります。

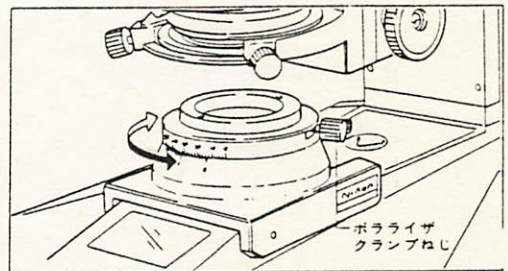


図18

- 8) 目盛クランプねじを緩め、ポライザの回転目盛を0°にし、目盛をクランプします。(図19)

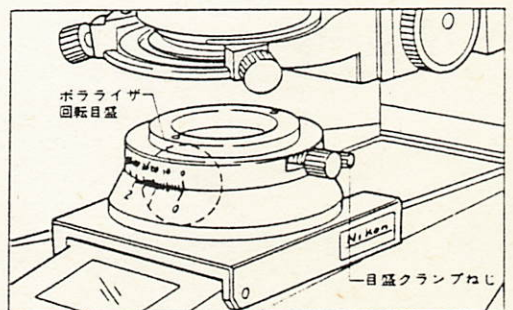


図19

III 検鏡準備

- 9) レクチファイヤ取付けソリを、白丸印を上にして、コンデンサのポライザ受けに差し込み、これにレクチファイヤをコンデンサキャリアの下からねじ込みます。(図20)

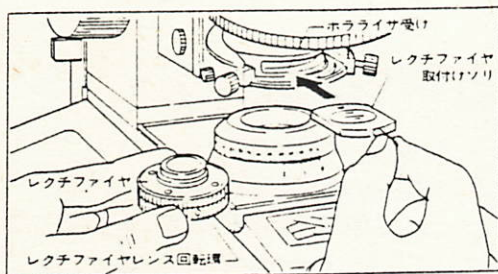


図20

- 10) レクチファイヤレンズ回転環を回転して、5)と同様に暗十字を出します。これで、レクチファイヤレンズの方位が調整されます。
- 11) 1/20波長板回転目盛を0にした後、1/20波長板をコンペンセータにセットし、1/20波長板クランプねじを持って、1/20波長板部全体を回転して暗十字を出し、1/20波長板クランプねじをクランプします。(図21)

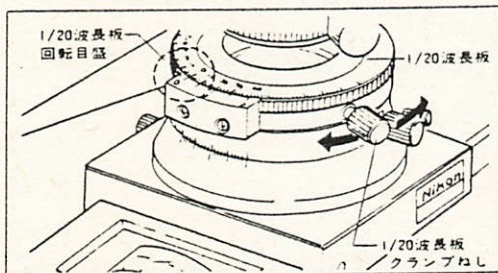


図21

8. 位相差用リング絞りの心出し

- 1) アナライザ、対物側ノマルスキープリズムが光路より外れていること、及び開口絞りの全開を確認します。
- 2) 対物レンズをPh1(10×)に切り替え、ターレットを回転し[Ph1]の位置にします。
- 3) 鏡筒から接眼レンズを取り外し、代わりに心出し望遠鏡を入れます。
- 4) 心出し望遠鏡のローレット部を押さえ、接眼部を回し、対物レンズの位相板リングにピンントを合わせます。(図22)

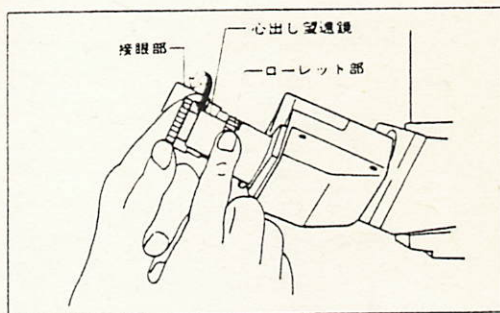


図22

- 5) 対物レンズの位相板リングとコンデンサのリング絞り像がずれている場合には、図23のように心出し工具で心出しをします。

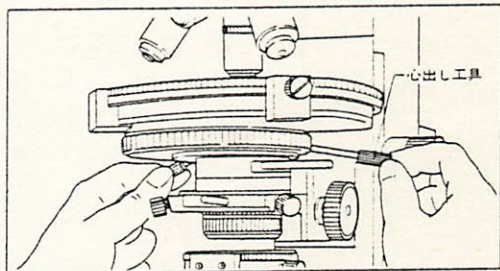


図23

図24のようにリングがずれている場合には、著しく位相差コントラストが劣りますので、二つのリングは正しく重ね合わさっている必要があります。

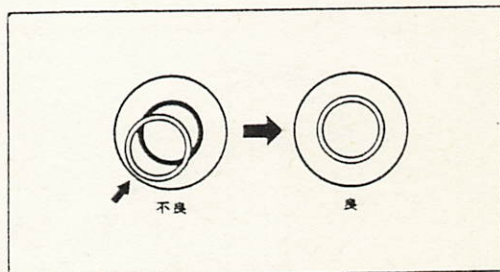


図24

- 6) 対物レンズをPh3(40×)、ターレットを[Ph 3]の位置に切り替え、上と同様の操作を行います。

IV 各部の使い方

1. 焦準装置

- ハンドルの回転方向とステージの上下動方向は図25の矢印の通りです。

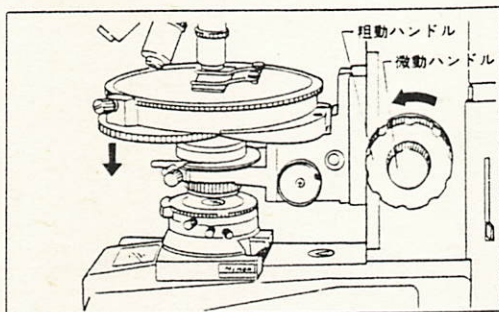


図25

- 微動ハンドル1回転でステージは0.1mm動き、微動ハンドルの目盛1目は1 μ mです。粗動ハンドル1回転でステージは4.7mm動きます。
- 粗微動焦準ハンドルの回転固さはメーカー調節によるもので、調節式ではありません。

2. コンデンサ開口絞り(A絞り)

- この絞りは照明系の開口数を調節するためのもので、一般には対物レンズの開口数の70~80%に絞ると適当なコントラストが得られます。(図26)

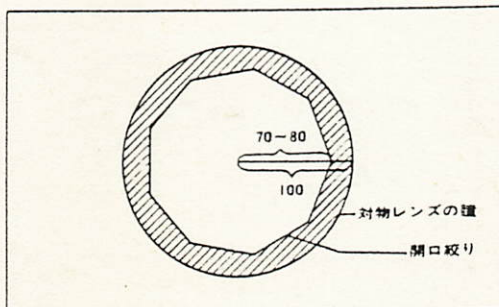


図26

- 接眼レンズを鏡筒から引き抜き、対物レンズの瞳を観察すると開口絞りの状態が判ります。

3. 視野絞り (F絞り)

- 標本の観察する範囲にのみ照明光を制限する絞りで、一般には必要とする視野の周辺に外接する程度まで絞って検鏡します。

4. 偏光専用回転ステージ

- ステージの回転角は副尺(2箇所)により0.1°まで読み取ることができます。副尺が複式十字動装置で見えないときは、他方の副尺の読みに $\pm 90^\circ$ して読むことができます。
- 45°クリックストップレバーを手前へ引くと、そのときの方位から45°毎にクリックストップが働きます。消光位から対角位への移行が容易にかつ確実に行えます。(図27)

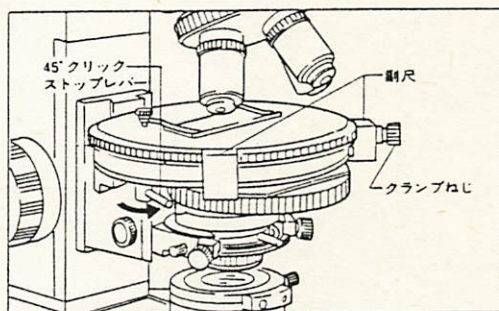


図27

クリックストップ解除は、レバーを鏡基側へ戻します。

- 右側副尺部のクランプねじを用い、任意の方位でクランプすることができます。

IV 各部の使い方

5. CF対物レンズ

- 対物レンズCF Plan DIC100×は油浸系対物レンズです。標本と対物レンズ先端間をオイルで満たして使用します。オイルに気泡が入ると対物レンズの見えを低下させます。オイル中の気泡の有無は、接眼レンズを鏡筒から引き抜き、対物レンズの瞳を覗くと見えます。気泡の除去は対物レンズを左右に振ってオイルをなじませるか、オイルをさらに加わるか、拭き取って再度つけるかして下さい。
- オイルの清掃は石油ベンジンを含ませたレンズティッシュまたは布で2～3度拭いて下さい。他の対物レンズの先端にオイルが付着しないように注意して下さい。

6. CF接眼レンズ

- CF接眼レンズは、CF対物レンズと組み合わせて性能が発揮されます。
- 写真撮影のときの双眼部からのピント合せには、ピント合せ用のマスク入り接眼レンズを使用します。

7. コンペンセータ

(リターデーションの測定)

- 本装置は、Brace-Köhler型のコンペンセータで、 R_0 ($\approx 1/20$ 波長)までのリターデーションを測定できます。
- ① $1/20$ 波長板が 0° でクロスニコルになっていることを確認し、光路にグリーンフィルタを入れます。
〔注意〕 $1/20$ 波長板は、 546.1nm が基準になっていますから、グリーンフィルタを入れないと測定精度が悪くなります。
- ② 標本をステージに載せ、ステージを回転して、測定箇所を最暗黒にし、 45° クリックストップレバーを手前へ引きます。

このとき、標本の X' 軸が、図28-①のようにアナライザの振動方向に一致している場合と、図28-②のようにポラライザの振動方向に一致している場合があります。

①の場合は、時計方向にステージを 45° 回転し、②の場合は、反時計方向にステージを 45° 回転して下さい。

不明の場合は、注1:を参照して下さい。

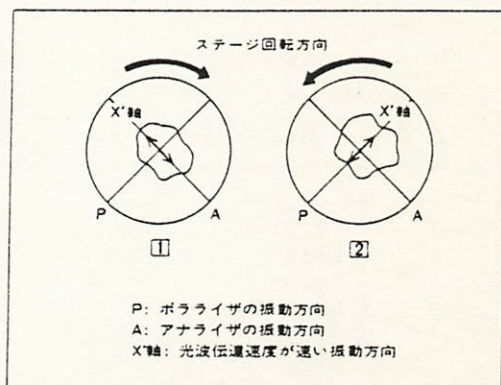


図28

- ③ $1/20$ 波長板回転環を、時計方向に回転し、標本の測定箇所を再び最暗黒にし、このときの回転角 θ を読み取ります。

リターデーション R は、次式で計算できます。

$$R = R_0 \sin 2\theta \quad (\text{nm})$$

(R_0 は、装置固有の値です)

- ④③で暗黒にならない場合は、さらにステージを 90° 回転し、③を行って下さい。このとき、標本の X' 軸は上記と 90° 異なる方向になります。
- ④でも暗黒にならない場合は、標本のリターデーションが R_0 ($\approx 1/20$ 波長)よりも大きい場合で、本装置では測定できません。

注1: X' 軸のみつけ方

ステージを回転して標本を最暗黒にした後、さらにステージを 45° 時計方向に回転します。 $1/20$ 波長板回転環を時計方向に回転して、標本が暗くなる場合は図1で、反時計方向に回転して標本が暗くなる場合は、図2です。

注2: 光学性について(参1)

形態的に特徴のある標本、例えば繊維状のもの光学性を決定するには、

① クロスニコルのもとで、コンペンセータを「0」にし、標本を入れ、ステージを回転させ、繊維状の方向とポラライザの方位を一致させると、繊維は暗くなります。

② ステージを時計方向に45°回転させます。

③ コンペンセータを時計方向に45°回転させ、

②の状態より暗くなれば繊維の長軸に対して正(positive)、明るくなれば繊維の長軸に対して負(negative)と判定できます。

なお、この正、負の複屈折は結晶学での正結晶、負結晶と異なるもので、相対的光学性と呼ばれるものです。(結晶の伸長の正負と同じです。)

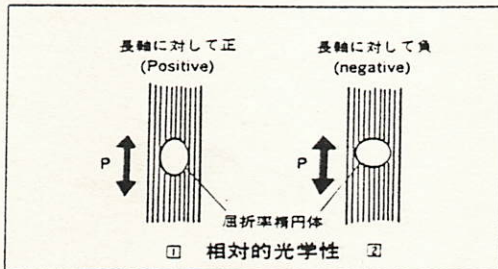


図29

(参1) 田中敬一 : 医用偏光顕微鏡法入門
山本吉蔵 医学書院, 1974

8. フィルタカセット

- 使用するフィルタのつまみを制限まで押し下げ、フィルタを光路に入れます。フィルタを光路から外すときは、つまみを制限まで押し上げます。(図30)

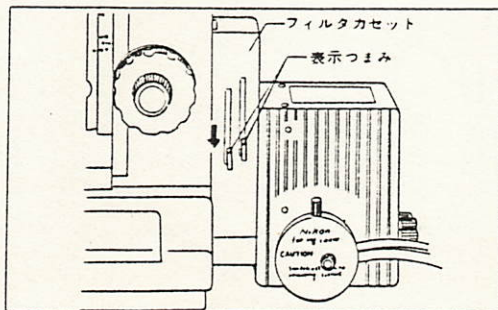


図30

V 検鏡法

1. 微分干渉検鏡法——検鏡手順——

- 1) アナライザを光路に入れ、次いで対物側ノマルスキープリズムも光路に入れ、ノマルスキープリズムソリクランプで固定します。
 - 2) 使用するDIC対物レンズを光路に入れ、コンデンサのターゲットを対物レンズの倍率に合わせます。
 - 3) 標本にピントを合わせます。
 - 4) 開口絞りレバーを操作して、開口絞りを対物レンズの開口数の70~80%となるよう絞り(図26)、コントラストを高めます。また視野絞りを絞るとさらにコントラストが上がります。
 - 5) 回転ステージのクランプを緩め、ステージを回転させながら標本を観察し、最もコントラストの良いところをさがします。
 - 微分干渉の見えには方向性があり、この装置ではシャーを左右方向にしてありますので、例えば境界面が前後方向にあるときには最も検出感度が高く、これと直角の方向は鈍感となります。
 - 6) 標本により、対物側ノマルスキープリズムノブを操作し、最良のコントラストを得ます。
 - 位相差の小さな標本では、対物側ノマルスキープリズムノブを回転して、プリズムを移動し、背景を灰色の鋭敏色とすると最良のコントラストとなります。
 - 標本に比較的大きな屈折率変化、厚みの変化がある場合、ノブをさらに回転して、背景を赤紫の鋭敏色とすると、その勾配に応じた干渉色を示し、カラーコントラストを最も高めることができます。
 - 位相差の比較的大きな標本では、移動ノブを回転して、最も見やすいコントラストにします。(干渉色は暗黒~黄~赤紫~青まで連続的に変化させることができます。)
 - グリーン干渉フィルタを用いますと、さらにコントラストの良い像が得られます。
- (注意) ● コンデンサのターゲットには、各対物レンズごとに1個のノマルスキープリズムが用意されていますので、対物レンズの倍率に合わせて、ターゲットを切り替えて下さい。
- スライドガラスの厚みは、0.9~1.4mmの範囲のものをご使用下さい。
 - このターゲットコンデンサおよびレクチファイヤは、コンデンサとスライドガラスの間を油浸にしますと最高の性能を発揮して、微分干渉のコントラストもさらに良くなります。

2. 位相差検鏡法

- 1) アナライザを光路より外し、ノマルスキープリズムソリクランプを緩めて、対物側ノマルスキープリズムも光路より外します。
 - 2) フィルタカセット内のグリーン干渉フィルタを光路に入れます。
 - 3) 開口絞りレバーを操作して、開口絞りを全開にします。
 - 4) コンデンサのターレットを(P_{h1})(あるいは(P_{h3}))に合わせます
 - 5) 対物レンズP_{h1}(10×)(あるいはP_{h3}(40×))を光路に入れます。
以上の操作により、位相差検鏡ができ、微分干渉像との比較および標本中の目標物をさがすファインダとしても利用できます。
- 注) ポラライザやコンベンセータ、レクチファイヤを光路より外すと、より明るく検鏡しやすくなります。

3. 明視野検鏡法

- 1) アナライザを光路より外し、ノマルスキープリズムソリクランプを緩めて、対物側ノマルスキープリズムも光路より外します。
 - 2) コンデンサのターレットを(O)に合わせます。
 - 3) 使用する対物レンズを光路に入れます。
以上の操作により、明視野検鏡ができ、標本中の目標物をさがすファインダとして利用できます。(このとき開口絞りを絞ると見やすくなります。)
- 注) ポラライザやコンベンセータ、レクチファイヤを光路より外すと、より明るく検鏡しやすくなります。

4. 偏光検鏡法

- 1) 対物側ノマルスキープリズムを光路より外し、アナライザを光路に入れます。
- 2) コンデンサのターレットを(O)に合わせます。
- 3) 使用する対物レンズを光路に入れます。
以上の操作により、偏光検鏡ができ、複屈折体を観察できます。またコンベンセータを用いることにより、リターテイションの測定を行えます。
- 4) 高感度偏光検鏡
より高感度な偏光観察を行う場合は、偏光用P対物レンズ(別売り)を使用し、1)~3)の手順で行います。これにより、微弱な複屈折体の観察、測定ができます。

VI 原理および像の特性

無染色で、屈折率、または厚さのみが媒質と異なっている物体は、透明で、一般の明視野顕微鏡では観察することができません。

このような透明物体(位相物体と呼ぶ)を観察する方法に、種々の顕微鏡装置がありますが、本顕微鏡では、偏光を利用して、干渉する二波面の横ずらし量(シャー量)を、対物レンズの分解能以下にした、偏光型微分干渉装置(ノマルスキー式)によ

り、物体のわずかな屈折率の差、および厚さの差を、高コントラストの干渉像として観察します。さらに、コンデンサ部に偏光特性を補正する素子(レクチファイヤレンズ)を組み込んで、より微弱な位相物体を、高いコントラストで観察することができます。

以下それぞれの原理について説明致します。

1. ノマルスキー型微分干渉装置の原理

1) 偏光を用いて透明物体を観察する方法

図31のように、屈折率 n' の透明な媒質内に屈折率 $n(n < n')$ の透明物体Mがある場合を考える。もし入射波面Sが平面波とすると、物体Mを通る部分と通らない部分とでは屈折率が異なるため、射出波面はS'のように変形される。この透明媒質をLとし、この後に図32に示すように、ポラライザPとアナライザAにはさまれた複屈折プリズムであるウオラストンプリズムWを置くと、ウオラストンプリズムの複屈折性のため、波面S'は同じ形の波面Oと波面Eとに分解される。

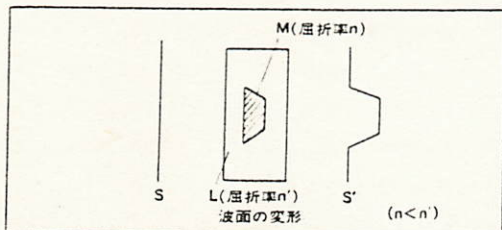


図31

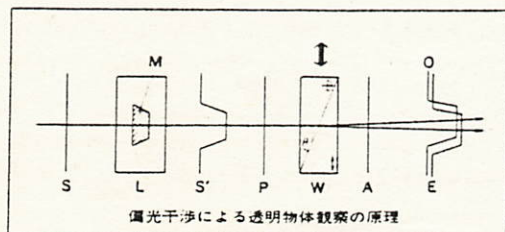


図32

図33に示すように、この二波面の傾斜を α 、シャー量を d 、二波面間の光路差を Δ とすると、 d はウオラストンプリズムWの稜角 θ で決まり、 Δ はウオラストンプリズムWを

の矢印の方向に横に変位することにより可変である。 α は物体によって決まる量であり、波面傾斜のある部分では図33に示すように光路差 $\delta = d \cdot \tan \alpha \approx d \cdot \alpha$ が作られるので、傾斜のある領域の光路差は $\pm \delta$ となる。

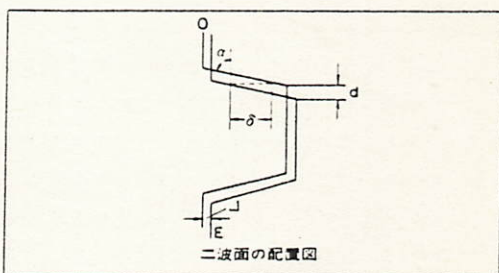


図33

この光路差をもつ波面OとEはポラライザPとアナライザAによって偏光干渉し、これらの光路差が可視化される。例えば $\Delta = 0$ のとき、図34に示すように波面が平面のところでは黒く、傾斜のあるところでは、OとEの光路差に応じて明るく見える。 $\Delta \neq 0$ のときは、平面領域は Δ に相当したある背景色を示し、傾斜のある部分は平面領域と異なった色に見える。

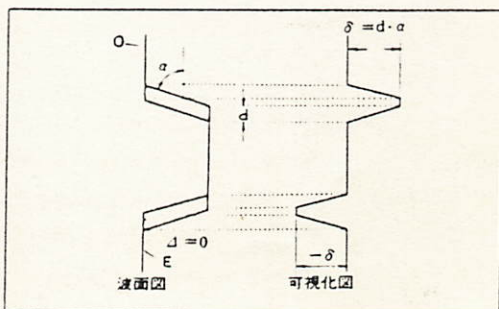


図34

この方法は波面の傾斜、即ち波面の微分係数が可視化するので、微分干渉とよばれ、シャー量 d は対物レンズの分解能以下にしてあるので、事実上は二重像には見えない。特にこのシャー量に近い微細構造がよく観察される。

又シャー(横ずらし)は一方しかできないので、それに直角な方向では微分効果は出ない。以上が偏光型微分干渉の原理で、これを顕微鏡に組み込んだものが、偏光型微分干渉顕微鏡である。

2) 偏光型微分干渉顕微鏡

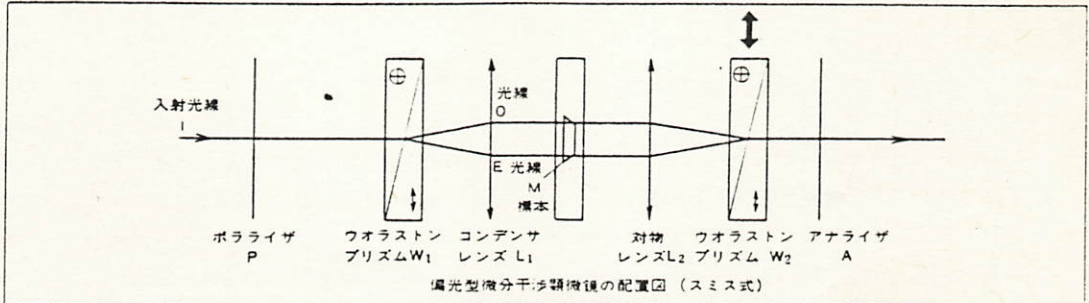


図35

図35に偏光型微分干渉顕微鏡の配置を示すがウオラストンプリズム W_1 がコンデンサレンズ L_1 の前側焦点に置かれ、もう一つのウオラストンプリズム W_2 が対物レンズ L_2 の後側焦点に置かれている。P はポラライザ、A はアナライザ、M は標本である。

入射光線 I はウオラストンプリズム W_1 により O と E の二光線に分けられる。

ウオラストンプリズム W_1 はコンデンサレンズ L_1 の前側焦点上にあるので、 L_1 を通過後平行光線となる。対物レンズ L_2 はこの二光線 O と E を、ウオラストンプリズム W_2 の上に収束させると、二光線は一つの射出光線として出て行く。(ウオラストンプリズム W_2 の働きは、前節で説明した図32のプリズムの働きをするものであるが)、さらに図35ではプリズム W_1 が置かれている。この W_1 の働きは前節で説明しなかったが、図32において、波面 O と E が干渉するためには、あらゆる波長と入射角に対する波面 O と E の光路差 Δ が一定しないとコントラストの良い干渉を得られない。 W_1 の働きは W_2 に入射する種々の波長と入射角に対する異なる光路差を全く打ち消すように、 W_2 の置かれている対物レンズ L_2 の焦点と共役なコンデンサレンズ L_1 の焦点に置かれ、 W_1 は W_2 と全く逆の光路差を有するもので、これによ

り波長と入射角に対し Δ を一定にし、開口絞りを実効的に広げ、像を明るくし、解像力を上げる働きをするのである。

光路差 Δ を変えるには、 W_2 を光軸に直角方向に移動させれば良く、これにより本装置の場合、 Δ は $-270 \sim 810 \text{nm}$ まで変わる。

背景色でいうと暗黒から灰色(グレイバック)の鋭敏色、赤紫の鋭敏色、青色、黄色まで変わる。以上が配置であるが、ノルムスキー方式の場合には、ウオラストンプリズム W_1 、 W_2 の代わりにノルムスキープリズム(変形ウオラストンプリズム)と呼ばれる、図36のように結晶の光学軸が少し傾斜しているものを用い、干渉縞がプリズムの外部にできるようにして、高倍の対物レンズのように対物レンズ内に焦点がある場合にも使用できるようにしてある。

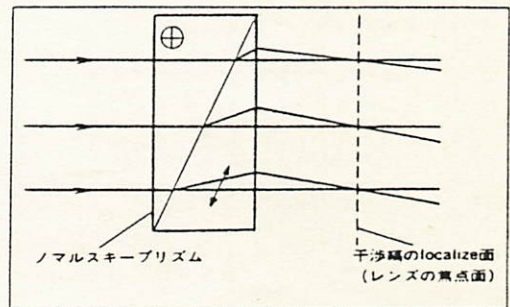


図36

2. レクチファイヤレンズの原理

偏光がレンズを通過するとき、その偏光面が回転し、クロスニコル下において、完全に暗くならず、対物レンズの後側焦点面に暗十字（アイソジャイヤ）が観察されます。本装置は、コンデンサによる、偏光面の回転を補正した光学系を有する微分干渉顕微鏡で、微弱的な屈折率の変化を観察することができます。

この原理について、簡単に説明致します。

図37の光学原理図において、レクチファイヤレンズは、Zero powerレンズ（平行平面硝子板と同じ作用をするレンズ）で、このレンズによる偏光面の回転量は、コンデンサレンズによる偏光面の回転量と同等になるように設計されている。

このZero powerレンズとコンデンサレンズとの間には、光学軸とボラライザの振動方向が一致するように、1/2波長板が配置されている。この1/2波長板は入射偏光面を光学軸に対し対称な方向に変える働きがある。

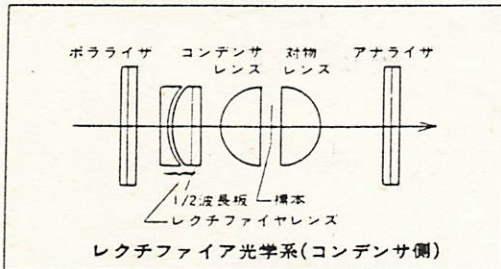


図37

ボラライザから出た偏光は、レクチファイヤレンズにより、あらかじめボラライザによる偏光面の回転と逆向きに同じ量だけ回転されてコンデンサに入る。この偏光は、コンデンサレンズにより、偏光面を回転され、偏光面の回転が打ち消されて標本を照明する。この偏光面の回転を補正することを Rectify といい、補正する素子を Rectifier とよぶ。

微分干渉顕微鏡のような、偏光系の像のコントラスト劣化は、装置内の迷光によってもたらされる。この劣化の尺度は、Extinction Factor (E.F.) で評価される。E.F.は、平行ニコルのときの透過

光強度 I_0 と、クロスニコルのときの透過光強度 I_1 の比 I_0/I_1 で定義される。

迷光がないときは、 $I_1 = 0$ で、 $E.F. = \infty$ で最良となる。この値が大きければ大きい程、像のコントラストが良くなるが、上記のような偏光面の回転などにより、 ∞ にはならない。これは、コンデンサの開口絞りの大きさや、対物レンズによっても異なる。従来の微分干渉顕微鏡に比べ、レクチファイヤを付けることにより、E.F.が向上し、コントラストが向上した。

3. 像の特性

1) 焦点深度が浅く、光学的切断ができる

開口絞りを十分開いても使用できるので、焦点深度が浅くなり、それゆえ位相差顕微鏡等と比べ、ピント面の上下にある物体からの影響がコントラストを減少させるようなことはなく、0.5mm程度の厚い標本でも透明ならば観察できます。

2) 吸収物体(染色標本)でもコントラストが良い

明視野検鏡の見え方に、微分干渉効果が加わることにより、コントラスト良く観察できます。なお、この干渉像は電子顕微鏡のシャドウイングのように浮彫り状に見えますが、実際の浮彫りと一致しているとは限らないので注意が必要です。

3) 微分干渉法と位相差法の比較

| | 微分干渉顕微鏡 | 位相差顕微鏡 |
|------------|--|---|
| コントラストのつき方 | 光学的厚さの傾斜が、色又は明暗のコントラストになる。 | 微細構造の光学的厚みの差が明暗のコントラストとなる |
| コントラストの調整 | ノマルスキープリズムの移動によって行う | 種類の異なる位相差対物レンズを交換して行う(位相板の形式と非回折光の吸収で変化させる) |
| 像の特性と検出感度 | <ul style="list-style-type: none"> ・明暗コントラストの場合は影がつき立体的に見える ・検出感度は高いが方向性がある ・物体の大きさにコントラストは影響されない ・標本の位相差量が比較的大きくても観察可能 ・ハローがない | <ul style="list-style-type: none"> ・シャープで素直な見え味である ・微少物体の検出が容易 ・検出感度に方向性がない ・ハローが生じる |
| 適当な標本と許容範囲 | <ul style="list-style-type: none"> ・微細な構造から粗大な構造のものに通している染色されたものも可能 ・位相差量は数波長でも可。 ・厚みは0.5mmでも観察可能(組織切片) | <ul style="list-style-type: none"> ・微細な構造をもつ物体に通している ・位相差量は $\begin{cases} DL & \lambda/4 \text{以下} \\ DM & \lambda/8 \text{以下} \\ BM & \lambda \text{以下} \end{cases}$ ・厚みとしては、10μm以下が良い |
| 写真における焦点深度 | 位相差の2~3倍(高倍率の場合) | 微分干渉顕微鏡より小さい |
| 使用上の注意 | <ul style="list-style-type: none"> ・方位の調整を正確に行う ・像に方向性があるため、試料を回転して観察する ・無重対物レンズを使用する | <ul style="list-style-type: none"> ・リング絞りと位相板の心合せを正確に行う ・ケーラー照明を行うのが良く、リング絞り面に光源像が十分拡大されていること。培養瓶やシャーレ等のガラス面の不整のない、できるだけ平行平面なものを用いる |
| 明るさ | 位相差(単色光照明)より若干明るい | 自然光照明では微分干渉と同じ単色光では若干暗い |

Ⅶ 仕 様

| | |
|-------------------|--|
| 1) 鏡 基 | 専用鏡基 (高感度偏光・微分干渉用) |
| 2) 鏡 筒 | 三眼鏡筒T |
| 3) 接 眼 レ ン ズ | CFW 10×CM, CFW×10, 心出し望遠鏡 |
| 4) 中 間 鏡 筒 | <ul style="list-style-type: none"> ● 中間倍率 1.25× ● アナライザ・デボライザ内蔵, 挿脱可 ● ノマルスキープリズム 1個 光軸直角方向移動・挿脱およびクランプ可 ● コンベンション バビネ式 (-270nm~810nm) |
| 5) ターレット コンデンサ | <ul style="list-style-type: none"> ● アクロマチック・アプラナートコンデンサ: NA 1.35 (油浸) ● ターレット 6個穴 明視野用中空穴 ノマルスキープリズム 20×, 40×, 100× 位相差用リング絞り 10×, 40× (各心出し可) ● 開口絞り付き |
| 6) 回 転 ス テ ー ジ | <ul style="list-style-type: none"> ● 360°回転 ● 0.1°読み ● 回転クランプ付き ● クレンメル 2個 |
| 7) 対 物 レ ン ズ | <ul style="list-style-type: none"> ● 干渉用 CF plan DIC 20×, 40×, 100× ● 位相差用 CF plan DL 10×, 40× |
| 8) レ ボ ル バ | <ul style="list-style-type: none"> ● 心出しレボルバ ● 心出し可 ● 4個孔 |
| 9) 光 源 | <p>高輝度光源照明装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ランプ 超高压水銀ランプ HBO 100W/2 オスラム製 ● 超高压水銀ランプ点灯装置 入 力 100W (100V/120V/220V/240V: 50Hzまたは60Hz) 起動電圧 1000V ヒューズ 3A/125V: 100V, 120V用 2A/250V: 220V, 240V用 ● 高輝度ランプハウス バックミラー付き ● 超高压水銀ランプソケット |
| 10) フ ィ ル タ | <ul style="list-style-type: none"> ● フィルタカセット 4枚内蔵可 ● フィルタ ND 2 ND 16 ND 32 グリーン干渉フィルタ 拡散板 NCB 10 |
| 11) レクチファイヤ | ● コンデンサ側レクチファイヤ |
| 12) コンベンセータ | ● プレース・ケーラー式 (リターデーション測定範囲: 0~R ₀ ≈27nm) (リターデーション最小読取り値: 約0.1nm) |

電気系規格

| | |
|-------|--|
| 電 源 | 100V / 120V / 220V / 240V 50Hz または 60Hz |
| ラ ン プ | 超高压水銀ランプ DC 100W OSRAM (HBO-100/2) |
| ヒューズ | 3 A / 125V (100V, 120V用) 2 A / 250V (220V, 240V用) |

絶えず製品の改良を実施しておりますので、
内容の一部に改良前のものが掲載されている
場合もありますが、ご了承下さい。