G. Sini, Sett. 2013

Art n°41

Il metodo della "FESSURA DECENTRATA" nel controllo degli obbiettivi

In altri articoli di questa serie ed in alcune "Schede tecniche" è stato accennato al metodo della "fessura decentrata"[1]. Questo termine fa quasi pensare alle "lampade a fessura" usate dagli oculisti per l'esame dei mezzi rifrangenti dell'occhio.

Si tratta di un semplice sistema per osservare l'interno dell'obbiettivo dall'alto, in un microscopio diascopico o anche episcopico (in questo caso, la "fessura" va illuminata in diascopia). Tale esame è essenziale per rivelare molti difetti e caratteristiche del sistema:

- polvere, corpi estranei, appannature, penetrazione di olio, ecc.
- scollature di vario genere o comunque alterazioni degli adesivi;
- eventuali difetti di centratura (col metodo delle "catadiottriche", vedi l'art. n° 31, "II metodo delle catadiottriche ..."), ed anche l'identificazione dell'asse ottico;
- colore dei trattamenti anti-riflettenti.

Osservando l'obbiettivo dall'alto, mentre è montato sul microscopio in funzione, si può anche osservare l'immagine del diaframma d'apertura o di altri diaframmi presenti sotto al condensatore, e con ciò valutare se il diametro del diaframma d'apertura è corretto, se la centratura dei diaframmi anulari (per il contrasto di fase) è accettabile, ecc. L'immagine di tali diaframmi si forma, in teoria, nel piano focale superiore dell'obbiettivo, che generalmente è molto vicino alla pupilla d'uscita dell'obbiettivo stesso.

Si ricordi che le lenti superiori dell'obbiettivo, generalmente convergenti e di minor potenza, fanno da lente d'ingrandimento rispetto alle lenti inferiori e ne mostrano un'immagine ingrandita.

È ovvio che, nell'uso pratico, l'osservazione dell'obbiettivo dall'alto si possa eseguire con un microscopio stereoscopico, purché munito d'illuminazione diascopica oppure episcopica coassiale: negli obbiettivi forti, il pacco lenti è molto piccolo e situato in fondo alla montatura meccanica; un'illuminazione episcopica laterale, come si fa di solito, risulterebbe troppo obliqua.

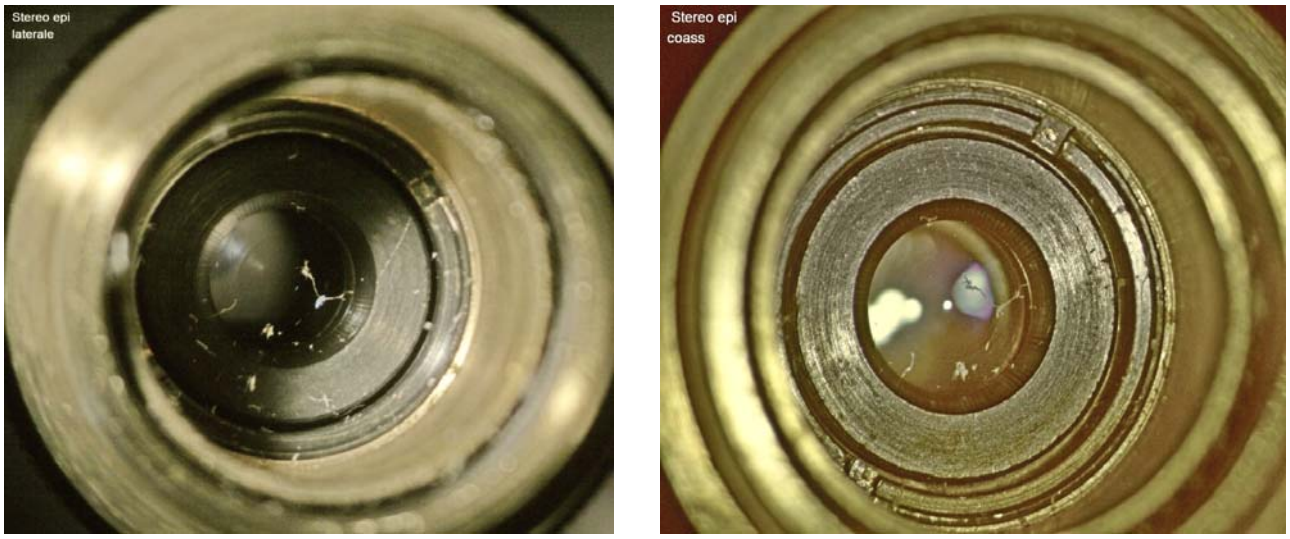
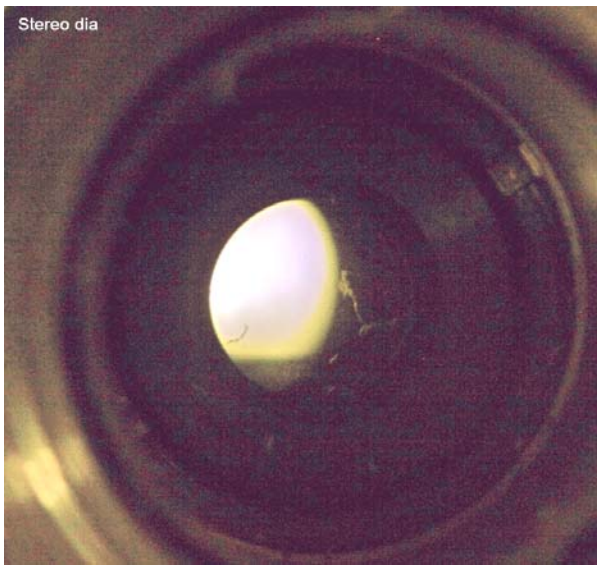


Fig. 1 - Un obbiettivo osservato dall'alto tramite un microscopio stereoscopico (in posizione 5×) con illuminazione episcopica normale, cioè di lato (a sinistra) od illuminazione coassiale (a destra).

Questo tipo di osservazione è facile, ma non consente di vedere molto al di sotto della lente emergente.

[1] Accenni a questa tecnica si trovano nelle schede tecniche n° 22, 25, 81 e 91; così negli articoli n° 21 e 22.



Fìg. 2 - Anche l'illuminazione da sotto (quando lo stereoscopico lo consente) non fornisce molte informazioni in più.

Di solito, però, è preferibile tenere l'obbiettivo montato sullo stativo (diascopico o episcopico) ed osservarlo tramite un piccolo "telescopio di centramento" o "microscopio ausiliario", quello che è di corredo ai sistemi di contrasto di fase, oppure tramite la lente di Amici-Berttand, se presente. Tale telescopio o lente andranno poi focheggiati con cura al fine di rendere visibili i vari piani: le superfici esterne delle lenti, gli eventuali strati di adesivo, ecc.

Occorre subito precisare alcuni aspetti di tutte le foto che seguiranno.

— l'obbiettivo fotografato è un classico acromatico 10/0,25 a norme DIN;

— per ogni obbiettivo particolare, la rifrazione del fascio illuminante assume aspetti diversi e le immagini che si otterranno saranno molto varie e richiederanno un certo lavoro d'interpretazione;

— le immagini stesse presentano quasi sempre fortissimi contrasti, che nessun sistema fotografico può riprodurre fedelmente; gli esami di cui ci occupiamo dovranno quindi essere basati su osservazioni visuali da interpretare sulla base di una certa esperienza; le foto qui presentate non potranno quindi dare che un'idea imperfetta della situazione,

— in linea di massima, conviene iniziare il lavoro con lo strumento disposto secondo i noti criteri dell'illuminazione "secondo Kohler" in diascopia;

— quando non si adopera la "fessura decentrata", è bene porre sotto all'obbiettivo un vetrino vuoto e pulito.

Riassumiamo ora i vari modi possibili di illuminare l'obbiettivo che osserveremo dall'alto, tramite un telescopio di centramento.

1) Operare sul **diaframma di campo illuminato** (quando è presente).

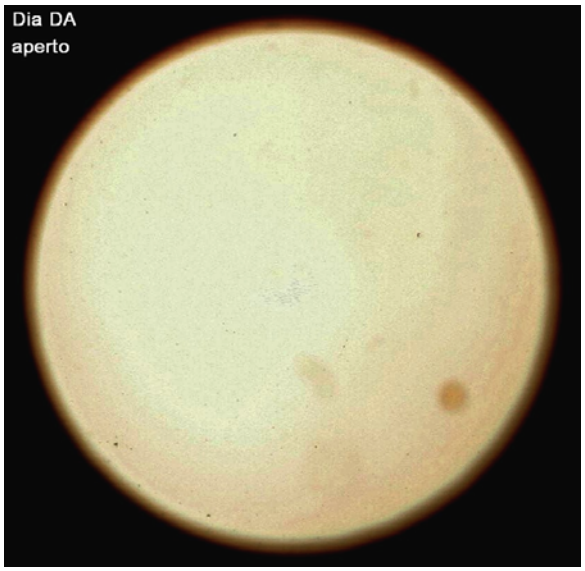


Fig. 3 - In condizioni d'illuminazione "secondo Kohler", l'immagine dell'obbiettivo non fornisce molti dettagli, se non altro per il bassissimo contrasto.

Qualcosa di meglio si ottiene chiudendo anche il diaframma d'apertura, come vedremo fra poco.

Fig. 4 - Chiudendo al massimo il diaframma di campo, le zone dell'obbiettivo non direttamente illuminate dal fascio illuminante mostrano qualche dettaglio: molti puntini, forse dovuti a polvere, forse ad un inizio di "degassamento" di qualche adesivo (col tempo, alcuni adesivi liberano minuscole bollicine gassose; vedi l'art. n° 40, "Gli adesivi ...").

Conviene ora decentrare il diaframma di campo.

Nei rari casi in cui il costruttore ha previsto un meccanismo per perfezionare la centratura di quel diaframma, si tratta di piccoli movimenti, del tutto insufficienti nel caso nostro.

Occorre allora costruire un diaframma supplementare con un pezzo di cartoncino nero di circa 4 × 8 cm, con al centro un foro di 2-3 mm di diametro.

Dove porre tale diaframma? Difficilmente sarà possibile metterlo aderente al diaframma di campo esistente.

Ciò sarebbe facile nel caso delle micro lampade esterne allo stativo, ma questa soluzione è quasi scomparsa dal mercato. In molti stativi medio-bassi, non esiste neppure un diaframma di campo e la microlampada è del tipo "critico", magari con collettore e diffusore.

In genere, la microlampada è contenuta nella base dello strumento, ed il fascio illuminante emerge da una finestra rotonda sulla superficie superiore della base stessa.

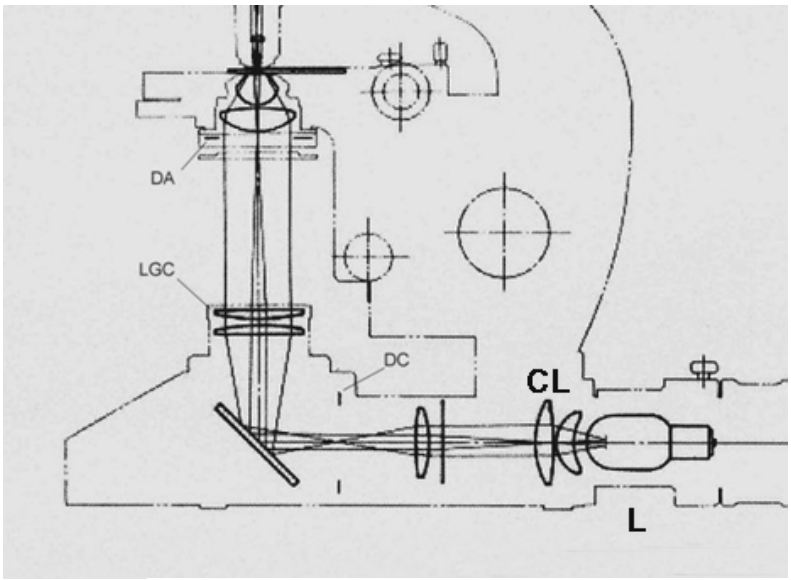


Fig. 5 - Stativo Olympus FH.
Un sistema illuminante sec. Köhler, con qualche elemento aggiuntivo.
L è l'ampolla; CL è il collettore; DC è il diaframma di campo; LGC è una "lente a grande campo".

In questo caso, il diaframma DC non è accessibile, ma la lente LGC si presenta come finestra per l'emergenza del fascio illuminante. Qui si può porre il diaframma supplementare.

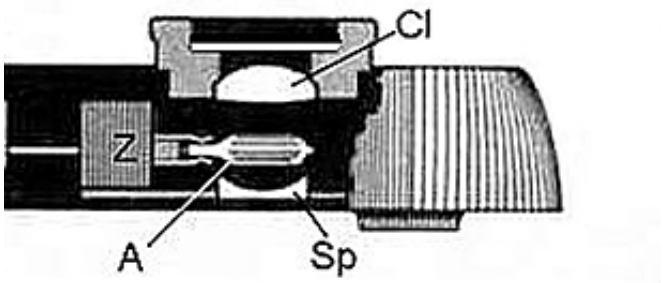


Fig. 6 - In questo caso, molto semplice, la microlampada è ridotta all'osso: l'ampolla A ed un collettore CI. Lo specchio concavo Sp serve solo a recuperare il fascio diretto verso il basso, che andrebbe perduto.

Ma, anche in questo caso, si può poggiare il cartoncino forato sulla finestra, subito sopra al collettore Cl.

Ebbene, quando si dispone di una finestra illuminante come nei due casi qui illustrati, il cartoncino forato si può porre sopra la finestra e spostarlo in tutte le direzioni, fino a vederne l'immagine che scompare oltre i confini della pupilla d'uscita dell'obbiettivo.

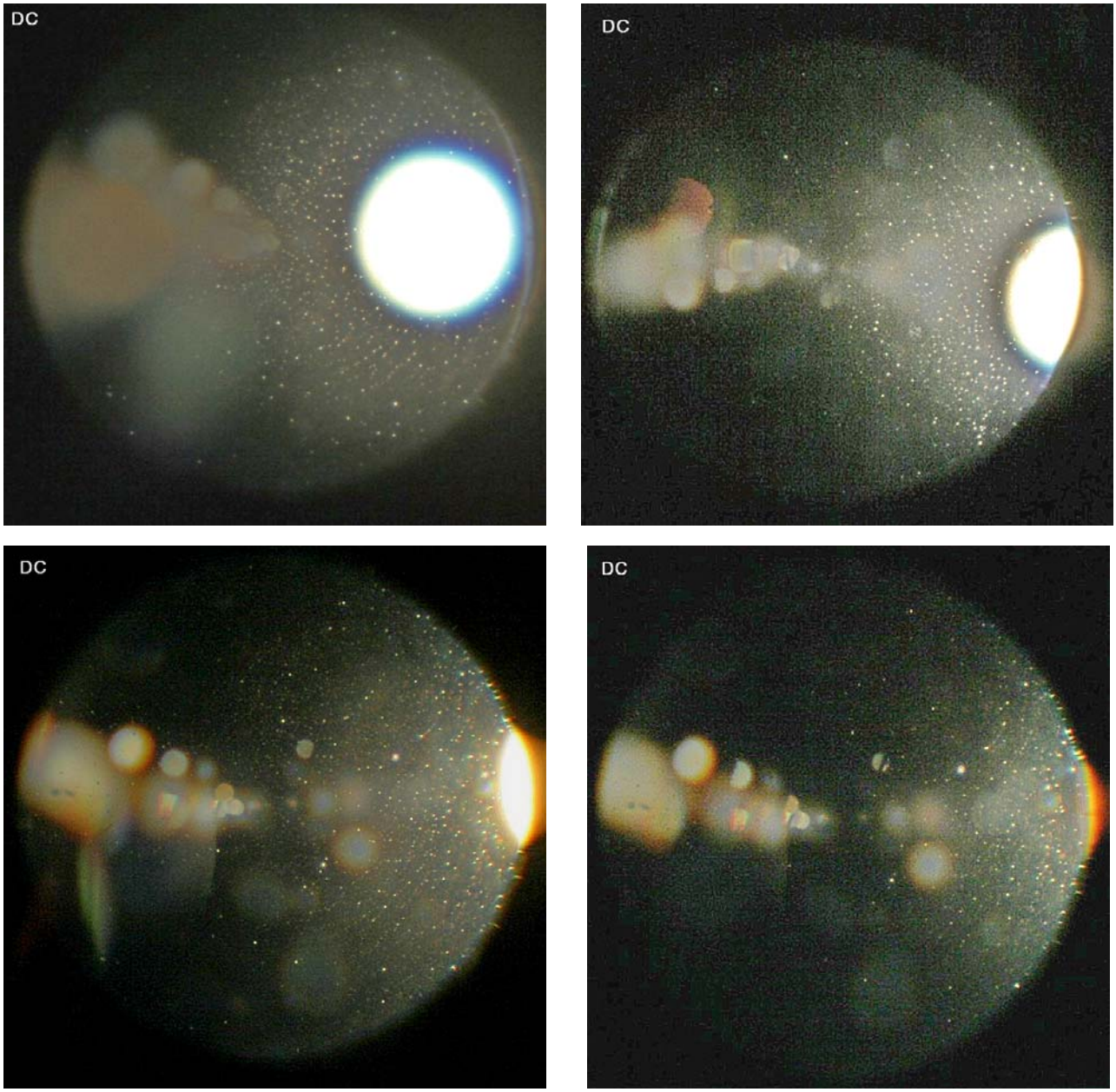


Fig. 7 - Questo è quanto può apparire spostando un diaframma di campo supplementare (poggiato sulla finestra illuminante) in modo che la sua immagine si allontani dal centro fino all'estremo bordo della pupilla d'uscita dell'obbiettivo.

Le macchie chiare diffuse sulla sinistra sono immagini catadiottriche del diaframma supplementare.

Con questo semplicissimo metodo, si ottengono già buoni risultati.

Si possono migliorare le cose focalizzando il condensatore sopra o sotto la condizione richiesta dall'illuminazione sec. Köhler.

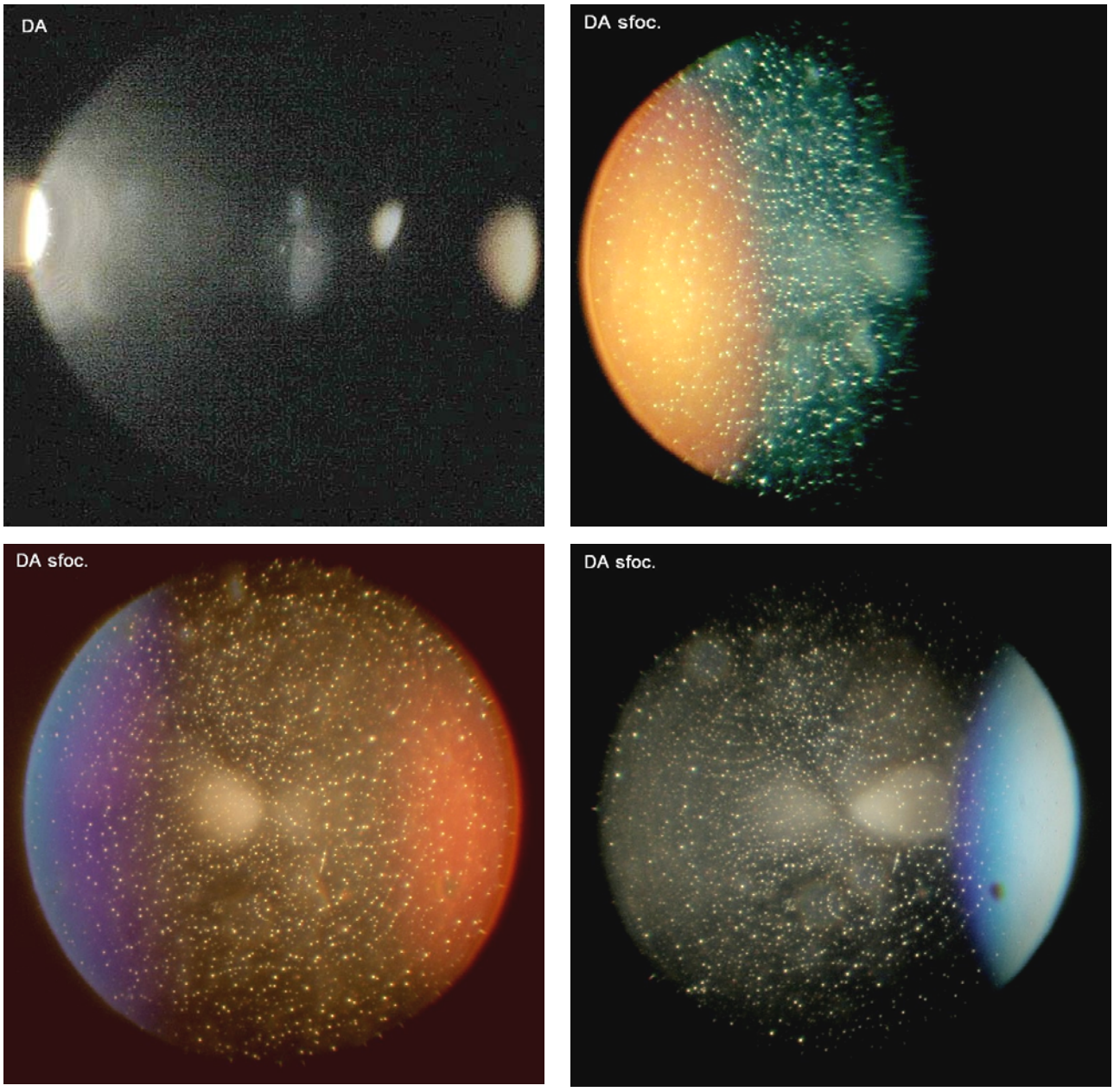
NB: l'immagine del diaframma di campo non dovrebbe trovarsi focalizzata nella pupilla d'uscita dell'obbiettivo poiché è coniugata col piano oggetto, ma è comunque sempre visibile in qualche modo, come si è visto nelle foto precedenti.

2) Operare sul **diaframma d'apertura** (generalmente presente, anche in stativi economici).

I condensatori con diaframma d'apertura decentrabile sono un ricordo del passato, ma anche qui è possibile realizzare un diaframma supplementare col solito cartoncino forato di cui sopra.

Il cartoncino andrà posto sotto al diaframma d'apertura del condensatore, che andrà aperto completamente. Di solito, sarà possibile poggiarlo su un anello porta-filtri vuoto.

Qualche risultato si può ottenere anche qui, magari spostando il cartoncino in tutte le direzioni e variando l'altezza del condensatore.



Fig, 8 - Con l'obbiettivo qui esaminato (10/0,25) e col diaframma supplementare decentrato i risultati non sono brillanti in condizioni normali (in alto a sinistra), ma le cose migliorano molto abbassando il condensatore e sempre spostando il diaframma (vedi le altre tre foto, ottenute in diverse posizioni del condensatore). E si ricordi quanto detto all'inizio: il fortissimo contrasto delle immagini non viene reso adeguatamente dalla fotografia.

Comunque, questo metodo può essere competitivo col precedente.

NB: i colori di fondo sono dovuti all'aberrazione cromatica del condensatore.

3) Operare con la **"fessura decentrata".**

Questo è l'argomento del presente articolo.

La "fessura decentrata" è un oggetto opaco con una sottile fessura più o meno in centro.

Lo si realizza facilmente se si dispone di uno star test, nella parte non coperta da lamella. Con una lama sottile, anche una lametta da barba, si tracciano due solchi in croce. In corrispondenza dei tagli, lo strato d'alluminio viene asportato e rimangono due fessure sottili trasparenti.

In assenza di star test, si può ricoprire un normale porta-oggetti con un sottile strato d'inchiostro

di china nera. Quando l'inchiostro è ben asciutto, si praticano i solchi con la lametta. Può darsi che i margini dei solchi risultino irregolari, ma si può sempre riprovare, e comunque la cosa non è grave.

Il vetrino con le fessure nello strato opaco va posto sul tavolino e focalizzato come di consueto.

Per verificare la focalizzazione, naturalmente, occorre spostare il vetrino finché non si vede un po' di luce: significa che la fessura è nelle vicinanze. Altrimenti, si vede tutto nero.

Ciò fatto, s'inizia l'osservazione della pupilla d'uscita dell'obbiettìvo col solito telescopio di centramento. Si può alterare leggermente la focalizzazione, sia del vetrino che del condensatore, ma soprattutto si deve spostare il vetrino, cioè la fenditura, fino a portarla ai margini del campo visuale. Si realizza così una specie d'illuminazione obliqua che farà apparire le irregolarità del sistema ottico dell'obbiettivo su fondo scuro.

È ovvio che, per questo esame, i diaframmi, sia quello di campo illuminato, sia quello d'apertura, debbano essere tutti aperti.

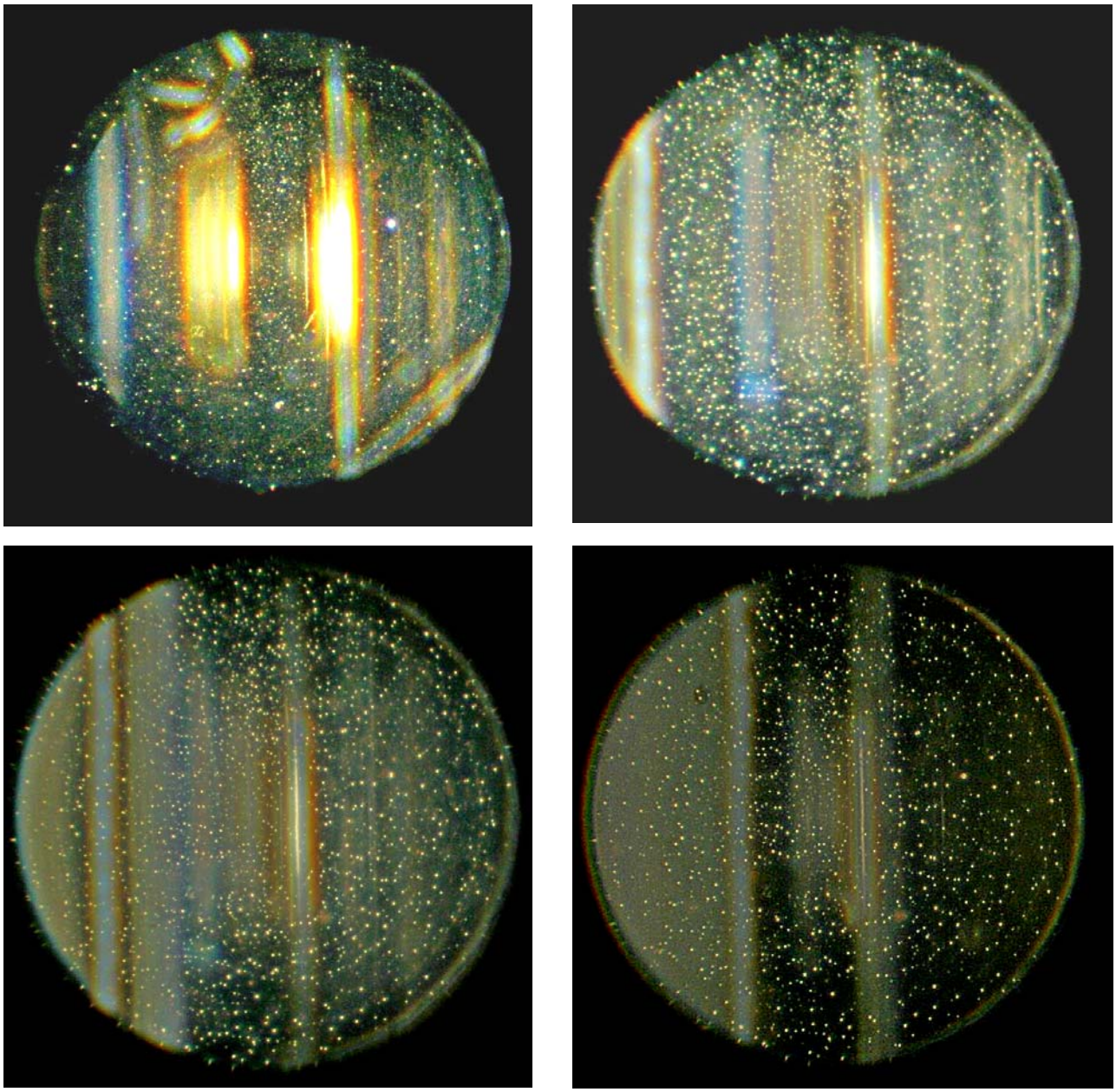


Fig. 9 - La pupilla d'uscita dell'obbiettivo 10/0,25 osservata con la "fessura (variamente) decentrata". Caso per caso, sarà bene anche spostare verticalmente il condensatore per cercare la miglior copertura di tutta la pupilla.

La barre verticali sfumate rappresentano immagini catadiottriche sfocate della fessura decentrata.

Se, oltre ai due solchi in croce, si tracciano altri due solchi a 45° dai precedenti, si può avere una migliore possibilità di mettere in luce irregolarità, scollature, ecc. allungate secondo una direzione prevalente qualsiasi (fig. 11). Nelle foto precedenti, le irregolarità presenti sono puntini (bollicine di gas?) più o meno sferici, privi di una direzione d'allungamento preferenziale.

In genere, il metodo della "fessura decentrata" appare preferibile per l'esame delle condizioni interne di un obbiettivo ma, ripetiamo, caso per caso, sarà bene tentare anche col diaframma di campo illuminato o col diaframma d'apertura decentrati. In ogni caso, si provi a variare la focalizzazione del condensatore e magari dell'oggetto.

CASI CONCRETI

Finora abbiamo esaminato alcuni metodi d'illuminazione dell'obbiettivo, quando si richiede un' osservazione della sua struttura interna.

Ci siamo limitati ad esaminare il caso di un obbiettivo acromatico debole (10/0,65) affetto da minuscole irregolarità in un doppietto incollato (inizio di degassazione, sembra).

Ora può essere utile richiamare alcuni casi descritti in qualcuna delle "Schede tecniche", presenti in questo sito. I difetti da rivelare in un obbiettivo possono essere assai più vari e complessi.

Scheda n° 22 (pag. 154). **Obbiettivo Zeiss West Planapo 63/1,4 Oel -160/−**

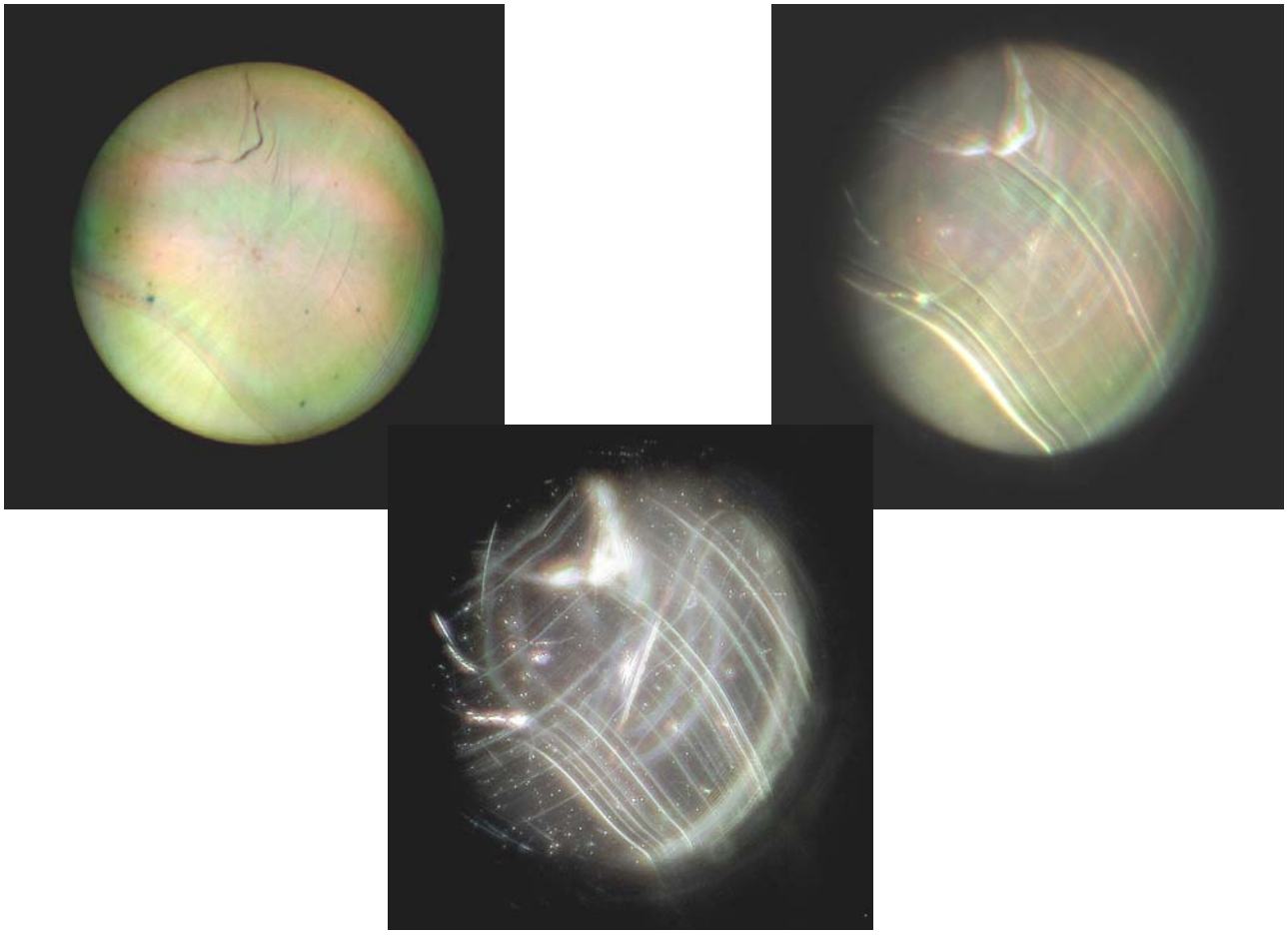


Fig. 10 a/b/c - Con l'illuminazione sec. Köhler (in alto, a sinistra), si vede ben poco.
Con la fessura più o meno decentrata appaiono vari sistemi dì striature dovute ad alterazione del cemento di almeno due diverse superfici incollate, che si riescono a distinguere focheggiando con cura il telescopio di centramento.

Scheda n° 81 (pag. 675) - **Obbiettivo Meopta 100/1,30 ol. im. - 170/0,18**

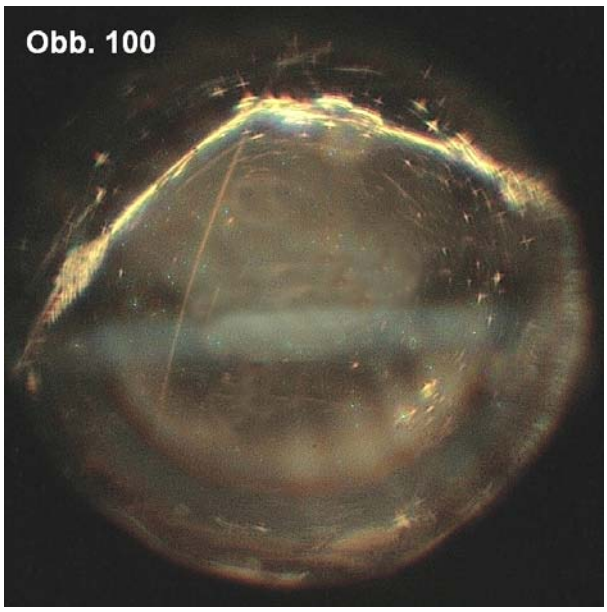


Fig. 11 - Con la fessura decentrata orientata orizzontalmente (si vede una catadiottrica sfumata, al centro), si mette in evidenza un graffio sulla lente frontale, poco visibile con altre tecniche.

In casi simili a questo, come detto sopra, è utile disporre di fessure diversamente orientate per rendere visibili irregolarità sottili ed allungate.

Scheda n° 91 (pag. 727) - **Obbiettivo Lomo apo 20/0,65**

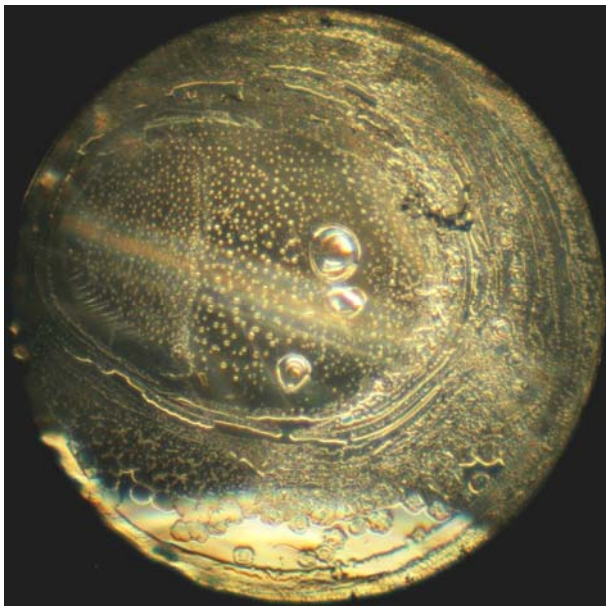


Fig. 12 - Un caso estremo di scollamento.
La larga linea chiara sfumata che si trova obliquamente al centro del campo è la solita immagine sfocata della fenditura.

Questi pochi casi bastino a dimostrare che, occasionalmente, la “fessura decentrata” può rappresentare un utilissimo strumento per rivelare molti difetti in un obbiettivo da microscopio.

All’inizio abbiamo accennato anche alla possibilità di apprezzare con questa tecnica il colore dei trattamenti anti-riflettenti delle lenti. Abbiamo visto, infatti, che è generalmente visibile almeno un’immagine catadiottrica della fessura. Il colore di tale immagine dovrebbe essere quello della superficie che crea l’immagine stessa per riflessione.

Ma la faccenda non è cosi semplice: prima di tutto una catadiottrica può essere formata da riflessi su più di una superficie, ed il colore finale della catadiottrica dipenderà dai colori sovrapposti di tali superfici.

In secondo luogo, ed è più grave, il fascio che forma la catadiottrica attraversa il sistema ottico dell’obbiettivo con un percorso che non è certo quello per cui il progettista ha minimizzato le aberrazioni. Tale immagine sarà quindi affetta da molte aberrazioni, fra cui le cromatiche. Il risultato è che i colori della catadiottrica dipendono da aberrazioni imprevedibili ed incorreggibili. Basta guardare la fig. 9: i colori sono troppo vivaci per dipendere solo dai trattamenti.

Anche le aberrazioni cromatiche del condensatore (sempre presenti, salvo il caso dei migliori condensatori “acromatici”) possono illuminare la fessura con un fascio irregolarmente colorato.

Non abbiamo trattato il caso in cui il lettore disponga di uno stativo episcopico che ammetta il

fondo chiaro, come di norma: in questo caso, l'obbiettivo viene illuminato dall'alto, dall'interno del tubo, nelle condizioni normali di funzionamento.

Con il microscopio ausiliario o la lente di Amici si può ancora mettere a fuoco uno qualunque dei piani interni dell'obbiettivo e l'osservazione può dare buoni risultati; ma per una migliore osservazione è bene illuminare l'obbiettivo "da sotto", in diascopia. Se lo stativo non lo consente, si può rimediare con una lampada esterna ed uno specchietto sotto al tavolino; se il tavolino è opaco, è meglio rassegnarsi.

In episcopia, non sarà possibile però, in genere, introdurre un diaframma supplementare in luogo dei diaframmi di campo o d'apertura (o in piani coniugati con i medesimi) poiché il sistema illuminante è in genere completamente chiuso.

Raramente il diaframma d'apertura o quello di campo sono montati su una slitta estraibile: in questo caso basterebbe chiudere al massimo tali diaframmi ed estrarre a poco a poco la slitta.

Anche l'uso della fessura decentrata risulterà quindi impossibile.