



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 26. VI. 1964 (P 105 008)

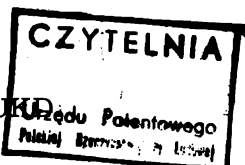
Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10. V. 1967

Kl. 42 h, 1/01

MKP G 02 b

5/00



Twórca wynalazku: mgr Maksymilian Pluta

Właściciel patentu: Polskie Zakłady Optyczne, Warszawa (Polska)

Urządzenie fazowo-kontrastowe dodatnie

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie fazowo-kontrastowe dodatnie, mające zastosowanie w urządzeniach mikroskopowych warunkujących możliwość obserwacji przedmiotów fazowych (nie pochłaniających światła), to znaczy różniących się współczynnikiem załamania światła lub grubością od otaczającego środowiska, oraz w urządzeniach pomiarowych i obserwacyjnych wykorzystujących zjawiska dyfrakcji i interferencji światła — w postaci płytek fazowo-amplitudowych, jak również w obiektywach do korekcji ich wad optycznych.

Znane obecnie mikroskopowe urządzenia fazowo-kontrastowe są zaopatrzone w płytki fazowe dielektryczno-metaliczne, wykonywane w kształcie pierścienia, krążka, paska i dowolnie innym, naparowane w próżni na szklanej płytce lub bezpośrednio na jednej z soczewek obiektywu mikroskopowego. Warstwa dielektryczna służy do wytwarzania odpowiedniego przesunięcia fazowego fali świetlnej, a warstwa metaliczna do zmniejszenia amplitudy, czyli do osłabienia natężenia światła.

Wadą tego rodzaju płytek fazowych, które najkorzystniej wykonuje się w postaci pierścienia, jest to, że warstwa metaliczna osłabia natężenie przechodzącego przez nie światła nie tylko kosztem pochłaniania, lecz również w dużej mierze na skutek odbicia promieni świetlnych. Światło odbite od pierścienia fazowego ulega wtórnym odbiciom i rozproszeniu na soczewkach i innych elementach

2

obiektywu mikroskopowego, duża część tego światła przedostaje się następnie do płaszczyzny obrazowej mikroskopu, powodując tym samym spadek kontrastu obrazu fazowo-kontrastowego, zamglenie pola widzenia mikroskopu oraz zmniejszenie się jego czułości. Szkodliwe działanie światła odbitego od płytki fazowej jest tym większe im grubsza jest warstwa metaliczna, czyli im większe chce się uzyskać osłabienie natężenia światła przechodzącego przez płytkę fazową. Nie można więc z substancji dielektryczno-metalicznych wykonywać płytek fazowych silnie osłabiających natężenie światła bezpośredniego w mikroskopie, a zatem płytek fazowych o dużej czułości, zdolnych do wykrywania nadzwyczaj małych różnic drogi optycznej w badanym preparacie mikroskopowym.

Znane sposoby zapobieżenia szkodliwemu działaniu światła odbitego od płytki fazowej polegają na dodatkowym pokryciu pierścienia fazowego dielektryczno-metalicznego warstwą przeciwoodblaskową. Sposób ten jest jednak kosztowny i poza tym nie pozwala na całkowite lecz tylko częściowe wygaszenie światła odbitego od pierścienia fazowego.

Celem wynalazku jest usunięcie tych wad przez zastosowanie w urządzeniu fazowo-kontrastowym dodatnim takiego rodzaju płytek fazowych, które nie powodują od nich szkodliwego odbicia nie wymagając przy tym ich pokrycia warstwą przeciwoodblaskową, oraz dających możliwość wykry-

wania nadzwyczaj małych różnic drogi optycznej; na przykład w badanym preparacie mikroskopowym.

Zadanie wytyczone w celu usunięcia podanych niedogodności zostało rozwiązane zgodnie z wynalazkiem w ten sposób, że w urządzeniu fazowo-kontrastowym zastosowano płytkę fazową składającą się z warstwy dielektrycznej i nałożonej na nią warstwy sadzy, wykonaną według jednego ze znanych kształtów na przykład pierścienia, lub też zespół takich płytek o ilości większej niż jeden, nałożonych na jednej powierzchni elementu optycznego urządzenia fazowo-kontrastowego.

Zgodnie z wytyczonym zadaniem płytki fazowe dodatkowo osłabiające natężenie przechodzącego światła w sposób wyłącznie absorbcyjny bez szkodliwych odbić, uzyskuje się według wynalazku dzięki temu, że zastosowano jako jedną z warstw tej płytki sadzę, która jest substancją niemal idealnie pochłaniającą światło. Ponieważ warstwa sadzy ma duży współczynnik załamania światła (ponad 2), zastosowana sama, nadaje się tylko do wykonania płytek fazowych ujemnych. W połączeniu z warstwą substancji dielektrycznej (w postaci kriolitu lub innej substancji przezroczystej o małym współczynniku załamania dającej się wyparować w próżni), daje płytkę fazową dodatnią.

Urządzenie fazowo-kontrastowe dodatkowo składa się z płytki fazowej dielektryczno-sadzowej (lub zespołu płytek) nałożonej na jeden ze szklanych elementów, oraz drugiego szklanego elementu optycznego zabezpieczającego płytkę (lub zespół płytek fazowych), przyklejonego przy pomocy jednego ze znanych w technice optycznej klejów, na przykład balsamu kanadyjskiego.

Podstawowym elementem urządzenia fazowo-kontrastowego jest płytka fazowa składająca się z warstwy dielektryka i nałożonej na nią warstwy sadzy. Grubość warstwy dielektrycznej tak się dobiera, aby dla zadanej przepuszczalności warstwy sadzy, otrzymać pożądaną różnicę drogi optycznej (δ) między promieniami świetlnymi przechodzącymi przez pierścień fazowy i promieniami przechodzącymi poza tym pierścieniem.

Różnica drogi optycznej (δ) wyraża się następującym wzorem

$$\delta = (n - n_D) t + 2,3 (n - n_S) \frac{\log T}{k} <$$

gdzie: n — współczynnik załamania kleiwa którym sklejane są oba szklane elementy optyczne, między którymi znajduje się płytka fazowa;

n_D — współczynnik załamania warstwy dielektrycznej, t — jej grubość;

n_S — współczynnik załamania warstwy sadzy, T — jej przepuszczalność;

k — współczynnik absorpcji sadzy.

Znając n , n_D , n_S oraz k (które są uwarunkowane względami technologicznymi), wyznacza się z powyższego wzoru grubość (t) warstwy dielektrycznej, dla zadanej wartości różnicy drogi optycznej (δ) pierścienia fazowego i zadanej przepuszczalności (T) warstwy sadzy.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniłony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia płytkę fazową o kształcie pierścienia zaklejoną między dwiema płasko-równoległymi płytkami szklanymi, fig. 2 — taką samą płytkę fazową zaklejoną między dwiema soczewkami.

Na element optyczny A naparowany jest pierścień dielektryczny D , na który nałożona jest warstwa sadzy S przez zanurzenie szklanego elementu (płytki lub soczewki) A w płomieniu lampki stearynowej lub w płomieniu innej substancji, dającej płomień z dużą zawartością sadzy. W wyniku obróbki warstwy sadzy mającej na celu doprowadzenie jej do kształtu pierścienia S pokrywającego się z pierścieniową warstwą D substancji dielektrycznej, oraz jej utrwalenie, uzyskuje się pierścień fazowy PF , który następnie zakleja się balsamem kanadyjskim K (lub innym kleiwem optycznym) drugim szklanym elementem optycznym (płytki lub soczewki) B .

W zastosowaniu do mikroskopu pierścień fazowy PF umieszcza się w obiektywie lub tubusie mikroskopu w płaszczyźnie sprzężonej z przesłoną aperturową kondensatora mikroskopowego. Kształt przesłony aperturowej jest taki sam jak pierścienia fazowego, który z pewnym zapasem tak od wewnętrznej jak i zewnętrznej strony, pokrywa tworzący się na nim bezpośredni obraz przesłony. Światło nieugięte na preparacie zostaje więc odpowiednio przesunięte w fazie i osłabione, dzięki czemu w płaszczyźnie obrazowej mikroskopu otrzymuje się kontrastowy obraz przedmiotów fazowych. Najczęściej w zastosowaniu do typowych badań mikroskopowych wykonuje się pierścień fazowe ćwierćfalowe dla długości fali świetlnej $\lambda = 0,55 \mu$, to znaczy wywołujące między światłem przechodzącym przez pierścień fazowy i światłem przechodzącym poza nim, różnicę drogi optycznej $\delta = \frac{1}{4} \lambda$.

Na przykład tę wartość δ otrzymujemy w przypadku zastosowania kriolitu o grubości warstwy $t = 0,85 \mu$ (o współczynniku załamania $n_D = 1,32$), sadzy stearynowej o przepuszczalności $T = 0,1 + 0,2$ (o współczynnikach załamania $n_S = 2,3$ i absorpcji $k = 2,10^3$) oraz balsamu kanadyjskiego jako kleiwa (o współczynniku załamania $n = 1,52$).

Mikroskop wyposażony w urządzenie fazowo-kontrastowe według wynalazku odznacza się dużą kontrastowością obrazu, wysoką czułością oraz przyjemnym dla oka obserwatora zabarwieniem tła pola widzenia na kolor brunatnawo-żółty (w świetle białym). Pierścień fazowy dodatkowo dielektryczno-sadzowy można wykonywać o przepuszczalności światła poniżej 10%, co stwarza możliwość wykrywania w preparacie bardzo małych różnic drogi optycznej, rzędu kilku $\text{\AA}$.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie fazowo-kontrastowe dodatkowo składające się z płytki fazowej nałożonej na jeden ze szklanych elementów optycznych, znamienny tym, że jego płytka fazowa (PF) wykonana według jednego ze znanych kształtów na przykład pierścienia składa się z warstwy dielektrycznej (D) i nałożonej na nią warstwy sadzy (S),

przy czym płytka ta jest zabezpieczona drugim elementem optycznym (**B**) sklejonym z pierwszym przy pomocy jednego ze znanych w technice optycznej klejów (**K**), na przykład balsamu kanadyjskiego.

2. Odmiana urządzenia według zastrz. 1, **znamienna tym**, że jest wyposażona w zespół płytek fazowych (**PF**) o ilości większej niż jedna, nałożonych na jednej powierzchni elementu optycznego (**A**).

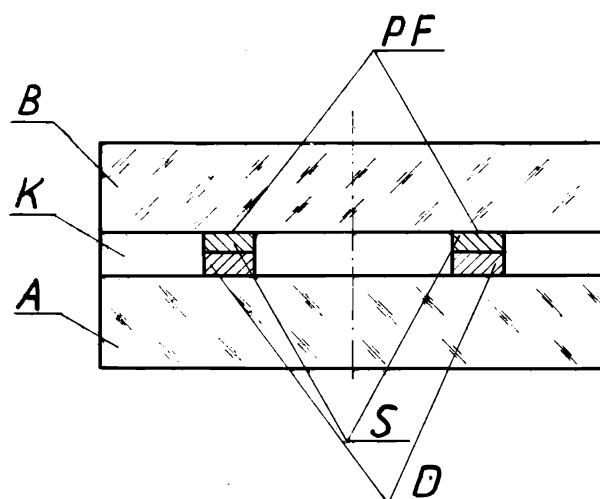


Fig. 1

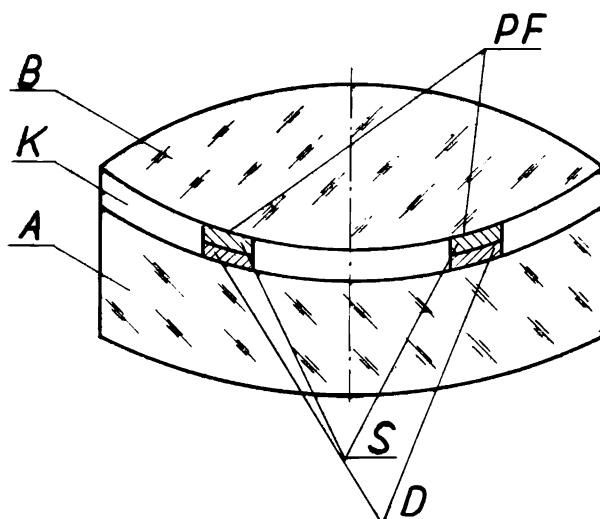


Fig. 2