



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 80 07 31 (P. 225 994)

Pierwszeństwo: 79 09 03 Niemiecka Republika
Demokratyczna

Zgłoszenie ogłoszono: 81 06 05

Opis patentowy opublikowano: 1986 02 15

Int. Cl³
G02B 21/14

Twórca wynalazku: Günter Schöppe

Uprawniony z patentu: VEB Carl Zeiss Jena, Jena
(Niemiecka Republika Demokratyczna)

Układ optyczny do otrzymywania silnie kontrastowych obrazów przedmiotów mikroskopowych

1

Przedmiotem wynalazku jest układ optyczny do otrzymywania silnie kontrastowych obrazów przedmiotów mikroskopowych, oświetlanych światłem przechodzącym lub padającym, zwłaszcza przedmiotów fazowych, za pomocą interferencji.

Znany jest interferencyjny układ, w którym wytwarza się w świetle spolaryzowanym za pomocą zmodyfikowanych pryzmatów Wollastona dwa obrazy przedmiotu, przesunięte w bok w przybliżeniu o granicę rozdzielczości układu mikroskopowego. Obydwa obrazy cząstkowe doprowadza się do stanu interferencji, przy czym powstają reliefowe, silnie kontrastowe odtworzenia o wysokiej jakości obrazu przedmiotów fazowych. Za pomocą odpowiednich środków można zmieniać kontrast.

Wadą tego układu jest użycie na pryzmaty Wollastona cennego materiału o podwójnym załamaniu oraz duże nakłady technologiczne z uwagi na częściowo niewielkie tolerancje.

Ponadto za pomocą tego układu można kontrastować bez dodatkowych skomplikowanych środków równomiernie tylko jedno pole ograniczonej wielkości. Przy większym otworze obiektywu zjawiska depolaryzacji działają pomimo kompensacji biegu promieni oświetlających, w kierunku zmniejszenia kontrastu. To zmniejszanie kontrastu należy z kolei eliminować za pomocą dodatkowych środków.

W innym znanym układzie umieszcza się w tylnej płaszczyźnie ogniskowej obiektywu podzieloną na trzy obszary przysłonę, której środkowy, wąski

2

obszar paskowy przepuszcza ok. 15% światła, jeden z obu obszarów segmentowych jest niemal nieprzezroczysty, natomiast drugi obszar jest całkowicie przezroczysty. Do oświetlania niezbędna jest szczelina.

5 Wadą jest niska jakość obrazu, jaką uzyskuje się za pomocą tego układu. Przez szczelinowe zwięźlenie otworu oświetlającego oraz jednostronne ograniczenie otworu obserwacyjnego występują straty zdolności rozdzielczej prostopadle do kierunku szczeliny.

10 Ponieważ przysłona modulacyjna działa jako element dyfrakcyjny, wywołuje ona skutek swego niestalego przebiegu natężenia oprócz pożądaných obrazów dyfrakcyjnych przedmiotu mikroskopowego również dalsze obrazy, nakładające się na powstający obraz, za pośrednictwem wyższych harmonicznych częstotliwości przestrzennych modulatora, ponadto nie jest możliwa regulacja efektu 20 kontrastowego.

Celem wynalazku jest opracowanie układu optycznego do otrzymywania silnie kontrastowych obrazów przedmiotów mikroskopowych, umożliwiającego uzyskiwanie wysokiej jakości obrazu przy małych nakładach środków technicznych, a także regulacji kontrastu.

25 Cel ten został osiągnięty dzięki temu, że układ według wynalazku, podzielony na układ oświetlający i układ odtwarzający ma w źrenicy wyjściowej obiektywu układu odtwarzającego lub jej 30

obrazu ewentualnie w pobliżu, umieszczoną siatkę dyfrakcyjną, która ma rozkład przepuszczalności światła w przybliżeniu w kształcie $\cos^2$ rozciągający się w więcej niż jeden okres, przy czym długość okresu jest dopasowana do średnicy żrenicy wyjściowej obiektywu układu odtwarzającego lub jej obrazu, natomiast w żrenicy wejściowej kondensora układu oświetlającego lub jej obrazie umieszczona jest taka sama siatka dyfrakcyjna, której długość okresu po odtwarzaniu na płaszczyznę siatki dyfrakcyjnej odpowiada długości okresu umieszczonej tam siatki dyfrakcyjnej.

Zgodnie z korzystną cechą wynalazku miejsce o największej przepuszczalności światła siatki dyfrakcyjnej jest ustawione w układzie oświetlającym na osi optycznej, natomiast siatka dyfrakcyjna w układzie odtwarzającym jest przesunięta o co najmniej jedną długość okresu.

Zarówno siatka dyfrakcyjna układu odtwarzającego, jak i siatka dyfrakcyjna układu oświetlającego jest przełączalna lub osadzona wymiennie.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w układzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat układu optycznego.

Siatkę dyfrakcyjną 1 o rozkładzie przepuszczalności światła w kształcie $\cos^2$, umieszczoną w przedniej płaszczyźnie ogniskowej kondensora 2, odtwarza się za pomocą kondensora 2 i obiektywu 4 w jego żrenicy wyjściowej, której obraz wytwarza się z kolei w płaszczyźnie siatki dyfrakcyjnej 6 za pomocą pośredniego układu odtwarzającego 5.

Siatka dyfrakcyjna 6 ma rozkład przepuszczalności światła w kształcie $\cos^2$, którego długość okresu odpowiada w przybliżeniu średnicy obrazu żrenicy wyjściowej obiektywu 4. Długość okresu siatki dyfrakcyjnej 1 jest tak dopasowana, aby jej obraz w płaszczyźnie siatki dyfrakcyjnej 6 odpowiadał długości okresu siatki dyfrakcyjnej 6.

Siatkę dyfrakcyjną 6 można przesuwając prostopadłe do osi optycznej za pomocą odpowiedniego mechanizmu w przybliżeniu o jedną długość okresu oraz można ją wymienić na inną.

Obraz przedmiotu 3 wytwarza się poprzez obiektyw 4 i siatkę dyfrakcyjną 6 na płaszczyźnie obrazowej okularu 7 i przedmiot ten można obserwować za pomocą okularu.

Przy wytwarzaniu obrazu przedmiotu 3, siatka dyfrakcyjna 6 działa jako element dyfrakcyjny.

Jeśli miejsce siatki dyfrakcyjnej 6, odznaczające się najmniejszym przepuszczaniem światła, ustawi się na osi optycznej, to z uwagi na rozkład przepuszczalności światła siatki dyfrakcyjnej 6, mającej kształt $\cos^2$, z każdego punktu przedmiotu powstają trzy leżące obok siebie obrazy, mianowicie obrazy o rzędzie dyfrakcji $-1,0$ i $+1$, w odstępach granicy rozdzielności układu mikroskopowego. Ponieważ w tych obszarach nadano światłu za pomocą siatki dyfrakcyjnej 1 spójność, występują zjawiska interferencji. W przypadku przedmiotów fazowych obydwie maksima uboczne pojawiają się jako nieco ciemniejsze, natomiast maksima główne jako jaśniejsze, niż otoczenie. Uzyskuje się obraz o charakterze ciemnopolowym.

Jeśli miejsce o najmniejszej przepuszczalności światła ustawi się obok osi optycznej, to zanika wraz ze wzrastającym oddaleniem się od osi, w zależności od kierunku oddalenia jedno z obu maksimów ubocznych, tak iż z każdego punktu przedmiotu pozostają dwa obrazy. W przypadku przedmiotów fazowych obraz przedmiotu, wytwarzany za pośrednictwem maksimum głównego pojawia się przy tym jako jaśniejszy, natomiast obraz, wytwarzany za pośrednictwem maksimum ubocznego — jako ciemniejszy, niż otoczenie.

W przypadku stosowania światła o ograniczonej szerokości pasma widmowego do uzyskania pełnego efektu wystarcza już użycie w charakterze siatek dyfrakcyjnych 1 i 6 zdjęcia fotograficznego prążków interferencyjnych w świetle monochromatycznym, wykonanego na materiale drobnopłazmatycznym i odpowiednio wywołanego; nadają się do tego celu również warstwy, wykonane z sadzy lub powłok metalowych.

Jeśli pracuje się w świetle białym, to siatkę dyfrakcyjną 6 może stanowić zdjęcie barwnego układu prążków interferencyjnych (prążki rzędu -1 , 0 i $+1$) na materiale barwnej błony filmowej, który pokrywa możliwie duży obszar trójkąta barw, można również stosować warstwy, wykonane metodą drukarską za pomocą odpowiednich barwników. Opisane urządzenie umożliwia uzyskiwanie równomiernego kontrastu na dużych polach oraz stosowanie stosunkowo dużych otworów oświetlających bez dodatkowych środków.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ optyczny do otrzymywania silnie kontrastowych obrazów przedmiotów mikroskopowych, składający się z układu oświetlającego i układu odtwarzającego, **znamienny tym**, że w żrenicy wyjściowej obiektywu (4) układu odtwarzającego (5) lub jej obrazu, ewentualnie w pobliżu umieszczona jest siatka dyfrakcyjna (6), która ma rozkład przepuszczalności światła w przybliżeniu w kształcie $\cos^2$ rozciągający się w więcej niż jeden okres, przy czym długość okresu jest dopasowana do średnicy żrenicy wyjściowej obiektywu (4) układu odtwarzającego (5) lub jej obrazu, natomiast w żrenicy wejściowej kondensora (2) układu oświetlającego lub jej obrazie umieszczona jest taka sama siatka dyfrakcyjna (1), której długość okresu po odtworzeniu na płaszczyznę siatki dyfrakcyjnej (6) odpowiada długości okresu umieszczonej tam siatki dyfrakcyjnej (6).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że siatka dyfrakcyjna (1) jest ustawiona w układzie oświetlającym tak, że jej miejsce o największej przepuszczalności światła znajduje się na osi optycznej, natomiast siatka dyfrakcyjna (6) w układzie odtwarzającym (5) jest przesunięta o co najmniej jedną długość okresu.

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zarówno siatka dyfrakcyjna układu odtwarzającego (6), jak i siatka dyfrakcyjna (1) układu oświetlającego jest osadzona z możliwością przesuwu lub osadzona wymiennie.

