

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

86732

Patent dodatkowy
do patentu _____

MKP G02b 27/00

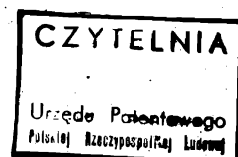
Zgłoszono: 30.01.73 (P. 160468)

Int. Cl.² G02B 27/00

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.10.74

Opis patentowy opublikowano: 15.12.1976



Twórca wynalazku: Marek Daszkiewicz

Uprawniony z patentu: Centralne Laboratorium Optyki, Warszawa (Polska)

Sposób holograficznej analizy widm spektralnych i urządzenie do holograficznej analizy widm spektralnych

Przedmiotem wynalazku jest sposób holograficznej analizy widm spektralnych i urządzenie do holograficznej analizy widm spektralnych.

Znane dotychczas metody porównywania widm spektralnych dwóch źródeł światła wymagały w większości wypadków rejestracji spektrogramów tych źródeł, a następnie analizy tych spektrogramów w celu ustalenia różnic zarówno w rozkładach linii spektralnych, jak i ich natężenia. Rejestracji spektrogramów dokonywano dwiema metodami – fotograficzną – przy użyciu spektrografów, względnie fotoelektryczną, przy użyciu spektrofotometrów z rejestratorami.

Metoda rejestracji fotograficznej, zwłaszcza w przypadku porównywania widm spektralnych dwóch różnych źródeł światła jest bardzo trudna w realizacji i ogromnie pracochłonna. Wymaga ona wielokrotnego wykonania spektrogramów w celu ustalenia właściwego czasu naświetlania płyty przy danym źródle światła, długich czasów ekspozycji przy słabych źródłach światła i liniach o słabej intensywności (z uwagi na konieczność stosowania wąskiej szczeliny), oraz pracochłonnej analizy w celu ustalenia różnic między spektrogramami. Ponadto na spektrogramach występuje tło, pochodzące od promieniowania ciągłego, które w znacznym stopniu utrudnia wykrywanie słabych linii spektralnych.

W chwili obecnej powszechnie stosuje się metody fotoelektryczne. Używa się w tym celu urządzeń zwanych spektrofotometrami. Urządzenia te są bardzo skomplikowane i drogie oraz wymagają doskonałej konserwacji. Ponadto dla dokładnego porównania widm pochodzących z dwóch różnych źródeł konieczna jest analiza spektrogramów wykonanych dla każdego z tych źródeł oddzielnie. Istnieją wprawdzie spektrometry do bezpośredniego porównywania dwóch źródeł światła, jednakże są to urządzenia konstruowane specjalnie dla określonego rozkładu spektralnego źródła światła i niemożliwe jest wykrycie różnic między dwoma widmami spektralnymi, a co najwyżej ustalenie ich zgodności. Ponadto w spektrofotometrach, tak samo jak i w spektrografach występuje tło, pochodzące od promieniowania ciągłego, które w znacznym stopniu utrudnia wykrywanie słabych linii spektralnych.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu holograficznej analizy widm spektralnych, pochodzących od dwóch źródeł światła który nie posiadałby wad i niedogodności znanych dotychczas sposobów oraz opracowanie urządzenia do stosowania tego sposobu. Cel ten został osiągnięty w oparciu o metodę holograficznej spektroskopii Fouriera. Zgodnie z wynalazkiem sposób holograficznej analizy widm spektralnych pochodzących z dwóch źródeł światła polega na tym, że równocześnie lub sukcesywnie rejestruje się na wyjściu z interferometru, za pomocą detektora światłoczułego, przesunięte w fazie o 180° interferogramy tych źródeł światła, przy czym wiązki światła pochodzące od tych samych źródeł przechodzą tą samą drogą w interferometrze.

W urządzeniu do stosowania sposobu według wynalazku w charakterze detektora światłoczułego zastosowano płytę fotograficzną lub inny materiał światłoczuły o podobnym działaniu.

W urządzeniu do holograficznego porównywania widm spektralnych przed interferometrem znajduje się monochromator wydzielający określony przedział spektralny widma oraz wyposażone jest ono w układ do osłabienia natężenia jednej z wiązek świetlnych. Układ ten składa się z detektora, urządzenia sterującego oraz osłabiacza. W urządzeniu tym zastosowany jest interferometr polaryzacyjny, a za źródłami światła umieszczone są polaryzatory o prostopadłych kierunkach polaryzacji, które to kierunki polaryzacji są odpowiednio równoległe lub prostopadłe do kierunku polaryzatora na wyjściu interferometru.

W urządzeniu do holograficznego odejmowania i porównywania widm spektralnych zastosowano interferometr polaryzacyjny z rzeczywistą płaszczyzną lokalizacji prążków interferencyjnych oraz układ do zmiany płaszczyzny lokalizacji tych prążków.

Metoda holograficznej spektroskopii Fouriera polega na zapisie na płycie fotograficznej interferogramu badanego źródła światła, który został uzyskany w interferometrze o znanych parametrach, a następnie na oświetleniu wywołanej i utrwalonej płyty fotograficznej z zarejestrowanym na niej interferogramem wiązką światła monochromatycznego, najlepiej laserowego o znanej długości fali.

Zarejestrowany interferogram jest zbiorem siatek dyfrakcyjnych o różnej częstotliwości, z których każda odpowiada określonej linii spektralnej widm. Przy oświetleniu światłem monochromatycznym na każdej z siatek występuje ugięcie i jeśli przed lub za płytą fotograficzną umieszczona zostanie soczewka skupiająca, to w jej płaszczyźnie ogniskowej każda z wiązek ugiętych da własne ognisko. Odległość tego ogniska od ogniska właściwego wyraża się wzorem:

$$l = f \cdot \lambda_L \cdot \nu_\lambda \quad (1)$$

gdzie f — ogniskowa soczewki, λ_L — długość światła odtwarzającego, ν_λ — częstość siatki, na której nastąpiło ugięcie. Znając parametry interferometru i, wyliczając ν_λ wzoru 1 można bardzo prosto wyznaczyć długość fali linii spektralnej występującej w badanym widmie. Co więcej ciągłe tło nie odtwarza się wraz z liniami spektralnymi.

Zgodnie z wynalazkiem do analizy widm spektralnych pochodzących z dwóch źródeł światła wykorzystuje się metodę holograficznej spektroskopii Fouriera, rejestrując na płycie fotograficznej, lub w inny sposób, interferogramy pochodzące od dwóch źródeł światła, uzyskane w tym samym interferometrze, przy czym interferogramy te są przesunięte w fazie o 180° . Ponieważ rozkład intensywności światła $I(\delta)$ w interferogramie powstającym w płaszczyźnie lokalizacji prążków interferometru dwuwiaźkowego dla długości fali λ_0 jest postaci:

$$I(\delta) = I_0 (1 + \cos 2\pi\sigma_0\delta) \quad (2)$$

gdzie: δ — różnica drogi optycznej w interferometrze, $\sigma_0 = \frac{1}{\lambda_0}$ — liczba falowa, I_0 — intensywność światła o długości fali λ_0 na wejściu interferometru. Wprowadzenie do interferometru wiązki o tej samej długości fali λ_0 i intensywności I_0 pochodzącej z drugiego źródła, przesuniętej w fazie o 180° , spowoduje zmianę znaku przy cosinusie we wzorze (2). Zatem po nałożeniu się interferogramów uzyskuje się jednolite natężenie światła i prążki interferencyjne znikną. W takim przypadku dana długość fali nie wystąpi w procesie rekonstrukcji. Jeśli dla tej samej długości fali występują różnice intensywności świecenia w źródłach, wówczas zarejestruje się i może być odtworzona, różnica intensywności. Natomiast zanik prążków interferencyjnych dla danej długości fali na wyjściu z interferometru, przy równoczesnym oświetleniu wejścia interferometru dwoma źródłami światła, przy czym interferogram jednego z nich jest przesunięty w fazie o 180° w stosunku do drugiego, świadczy o jednakowej intensywności tych źródeł. W ten sposób istnieje możliwość odejmowania widm spektralnych oraz ich porównywania, przez osłabienie jednego źródła i powodowanie zaniku prążków interferencyjnych. Analizę otrzymanego widma przeprowadza się korzystając z zależności (1) i znanych parametrów interferometru oraz z pomiarów intensywności poszczególnych linii.

Do realizacji urządzenia, w którym można równocześnie lub sukcesywnie rejestrować interferogramy dla dwóch źródeł światła przesunięte w fazie o 180° , wykorzystano zgodnie z wynalazkiem interferometr polaryza-

cyjny. Interferometr polaryzacyjny umożliwia zmianę fazy o 180° interferogramu uzyskanego na wyjściu, przez zmianę o 90° płaszczyzny polaryzacji wiązki wchodzącej do interferometru. Wystarczy zatem aby światło pochodzące z dwóch źródeł miało wzajemne prostopadłe kierunki polaryzacji aby na wyjściu interferometru uzyskać interferogramy przesunięte w fazie o 180° .

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ do analizy widm spektralnych, fig. 2 – inny przykład wykonania układu do analizy widm spektralnych.

W skład układu do analizy widm spektralnych pochodzących z dwóch źródeł światła zgodnie z fig. 1 wchodzi dwa źródła światła 1 i 2, umieszczone za nimi polaryzatory 3 i 4 o wzajemnie prostopadłych kierunkach polaryzacji oraz kostka światłodzieląca 5 łącząca wiązki światła wychodzące z obu źródeł. Dalej w układzie znajduje się układ formujący, złożony z dwóch soczewek 6 i 7 oraz ustawionej między nimi przysłony 8. Za układem formującym umieszczony jest element dwójłomny 9, a następnie polaryzator 10, którego płaszczyzna polaryzacji jest równoległa lub prostopadła do polaryzatorów 3 i 4. Element dwójłomny 9 dobrany jest w ten sposób, że wespół z każdym z polaryzatorów znajdujących się przed nim oraz polaryzatora 10 tworzy dwa interferometry polaryzacyjne, których płaszczyzna lokalizacji prążków jest położona za polaryzatorami 10 i można w niej umieścić płytę fotograficzną 11 lub materiał o podobnym działaniu.

Ponieważ jeden z interferometrów polaryzacyjnych pracuje przy równoległych, drugi zaś przy skrzyżowanych polaryzatorach, interferogram dla jednego ze źródeł światła jest przesunięty o 180° w stosunku do interferogramu dla drugiego ze źródeł a zatem czarny zerowy prążek z jednego będzie się pokrywał z jasnym zerowym prążkiem drugiego interferogramu. W rezultacie zarejestruje się różnicę intensywności tych interferogramów, a odtworzone widmo spektralne będzie różnicą intensywności tych źródeł.

Układ przedstawiony na fig. 2 jest modyfikacją układu poprzedniego i może służyć do bezpośredniego porównywania widm spektralnych pochodzących z dwóch źródeł światła bez potrzeby odtwarzania widm spektralnych. W tym celu poprzednio omawiany układ (fig. 1) został wyposażony w szereg dodatkowych elementów, a mianowicie osłabiacz 12, 13, ustawione odpowiednio pomiędzy źródła światła 1 i 2 a polaryzatory 3 i 4, urządzenie 14 sterujące osłabiaczem 13 czytnik 15, monochromator 16 oraz detektor 17.

W układzie tym istnieje możliwość osłabiania wiązek świetlnych wychodzących ze źródeł 1, 2, za pomocą osłabiaczy 12, 13 oraz wyboru określonych linii spektralnych za pomocą monochromatora 16. Detektor 17 wykrywa obecność prążków interferencyjnych na wyjściu interferometru polaryzacyjnego i steruje za pomocą urządzenia 14 osłabiaczem 13, doprowadzając go do położenia, w którym prążki znikają. Położenie to jest rejestrowane na czytniku 15, sprzężonym równocześnie z monochromatorem 16. Tak więc, ustalając dla określonej długości fali, wybranej za pomocą monochromatora 16, moment zaniku prążków interferencyjnych przy określonym położeniu osłabiacza 13, można dokładnie określić stosunek intensywności światła pochodzącego z dwóch źródeł światła 1 i 2. Osłabiacz 12 służy do zerowania układu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób holograficznej analizy widm spektralnych pochodzących z dwóch źródeł światła, przy wykorzystaniu metody holograficznej spektroskopii Fouriera, z n a m i e n n y t y m, że równocześnie lub sukcesywnie rejestruje się na wyjściu interferometru za pomocą detektora światłoczułego, przesunięte w fazie o 180° interferogramy tych źródeł światła, przy czym wiązki światła pochodzące od tych źródeł przechodzą tą samą drogą w interferometrze.

2. Urządzenie do holograficznej analizy widm spektralnych pochodzących z dwóch źródeł światła przy wykorzystaniu metody holograficznej spektroskopii Fouriera składające się z dwóch porównywanych źródeł światła oraz układu formującego wiązkę, z n a m i e n n e t y m, że zawiera element światłodzielący (5), polaryzatory (3, 4) umieszczone za źródłami światła (1, 2), zaś na wyjściu układu znajduje się polaryzator (10), którego płaszczyzna polaryzacji jest równoległa bądź prostopadła do płaszczyzny polaryzacji polaryzatorów (3, 4) przy czym pary polaryzatorów (3 i 10) oraz (4 i 10) wraz z elementem dwójłomnym (9) tworzą interferometry polaryzacyjne, których płaszczyzna lokalizacji prążków interferencyjnych znajduje się za polaryzatorami (10) i w niej umieszczony jest detektor światłoczuły (11) w postaci płyty fotograficznej lub materiału o podobnym działaniu.

3. Urządzenie według zastrz. 2, z n a m i e n n e t y m, że za układem elementów (6,7,8) formującym wiązkę znajduje się monochromator (16) wydzielający określony przedział spektralny widma, a za źródłem światła (1) osłabiacz (12) do wstępnego justowania układu przy czym urządzenie wyposażone jest w układ do osłabiania natężenia jednej z wiązek świetlnych, w skład którego wchodzi detektor fotoelektryczny (17), urządzenie sterujące (14) oraz osłabiacz (13), którego aktualne położenie oraz położenie monochromatora wskazywane jest na wskaźniku (15).

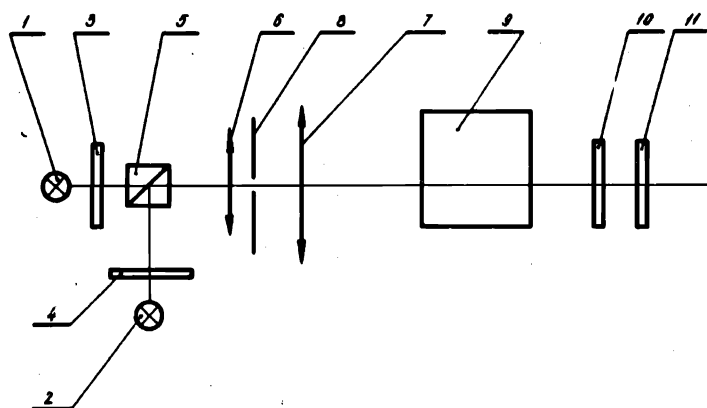


Fig. 1

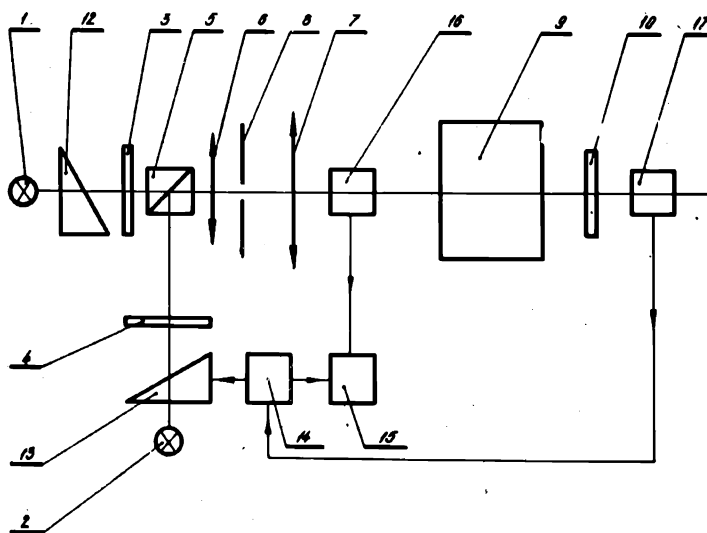


Fig. 2