

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

52182

Patent dodatkowy _____
do patentu _____

Zgłoszono: 22.II.1965 (P 107 569)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 3.XII.1966

Kl. 42 h, 20/01

MKP ~~G02d~~
G01j 3/00

UKD

Współtwórcy wynalazku: doc. dr Zbigniew Ryszard Grabowski, dr inż. Józef Koszewski

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk Instytut Chemii Fizycznej, Warszawa (Polska)

Spektrofotometr elektroniczny

1

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest spektrofotometr elektroniczny, którego urządzenie monochromatyzujące, służące do rozwijania widma optycznego w czasie, składa się z części optycznej zawierającej element dyspersyjny na przykład pryzmat lub siatkę dyfrakcyjną oraz ze źródła promieniowania stanowiącego punkt świetlny, poruszający się po powierzchni luminoforu w płaszczyźnie ogniskowej układu optycznego.

W ostatnim okresie czasu coraz szersze zastosowanie znajduje analiza widmowa za pomocą szybko działających spektrofotometrów. Istota tego sposobu badania polega na przepuszczaniu przez badaną próbkę promieniowania o zmieniającej się w czasie długości fali, pomiarze absorpcji lub transmisji w funkcji długości fali oraz wnioskowaniu o składzie jakościowym badanej próbki na podstawie długości fali maksimów pochłanianego promieniowania i o jej składzie ilościowym na podstawie wielkości tej absorpcji lub transmisji.

Znane spektrofotometry czyli urządzenia służące do analizy widma absorpcyjnego można podzielić na dwie podstawowe grupy. W spektrofotometrach pierwszej grupy wiązka światła białego jest przepuszczana przez badaną próbkę, a następnie po rozszczeniu jej za pomocą elementu rozszczepiającego, na przykład pryzmatu lub siatki dyfrakcyjnej, jest mierzona intensywność promieniowania w funkcji długości fali.

2

Spektrofotometry drugiej grupy są zaopatrzone w urządzenia monochromatyzujące, służące do rozwijania widma w czasie, czyli rozszczepiania wiązki światła białego oraz wybierania z tej wiązki określonych zmiennych w czasie długości fali, którymi przeświecila się badaną próbkę.

Znane urządzenia monochromatyzujące są zwykle wyposażone w ruchomy element układu optycznego, na przykład osadzony obrotowo pryzmat rozszczepiający padającą nań wiązkę światła białego, a równocześnie wskutek obrotu przesuwający widmo względem szczeliny wyjściowej albo też w zmieniające się w sposób ciągły filtry przepuszczające promieniowanie o zmiennej w czasie długości fali.

Znane są także rozwiązania, w których przesuwające się źródło światła na przykład wiązka przepuszczana przez ruchomą szczelinę pada pod zmieniającym się kątem na nieruchomy pryzmat, powodując przesuwanie widma względem szczeliny wyjściowej. Zasadniczą wadą znanych urządzeń monochromatyzujących jest niewielka prędkość przesuwania się widma względem szczeliny (czyli rozwijania widma w czasie) ograniczona prędkością ruchomego elementu układu optycznego i jego bezwładnością.

W celu usunięcia tej wady i zwiększenia prędkości rozwijania się widma są zastosowane elementy optyczne drgające z dużymi częstotliwościami, jak również elementy dyspersyjne o włas-

nościach rozszczepiających periodycznie zmieniających, na przykład cieczową siatkę dyfrakcyjną otrzymywaną w roztworach poddanych działaniu fal ultradźwiękowych. Praktyczna realizacja tej zasady stwarza jednak poważne trudności techniczne spowodowane na przykład zmianą stałej siatki wskutek zjawiska interferencji fal stojących.

Powyższe wady i niedogodności usuwa spektrofotometr elektroniczny według wynalazku, którego urządzenie monochmatyzujące składa się z nieruchomego elementu dyspersyjnego oraz ze źródła światła stanowiącego ruchomy, przesuwany się w płaszczyźnie ogniskowej układu optycznego punkt świetlny na powierzchni luminoforu, o dostatecznie krótkim czasie poświaty i szerokim widmie promieniowania. Każdemu położeniu punktu świetlnego w szczelinie wejściowej układu optycznego odpowiada przy tym jednoznacznie ściśle określona długość fali rozszczepionej wiązki, ogniskowana na szczelinie wyjściowej tego układu.

W przykładowym najprostszym rozwiązaniu spektrofotometru według wynalazku, ruchome źródło światła można uzyskać za pomocą znanej lampy elektrono-promieniowej, zaopatrzonej w urządzenie odchylające wiązkę elektronów. Umożliwia to uzyskanie znacznie większej prędkości rozwijania widma, a tym samym dokonywania analiz spektrofotometrycznych składników występujących w zjawiskach krótkotrwałych trwających około 0,1 milisekundy.

Ponadto dzięki zastosowaniu pozbawionego bezwładności własnej układu monochmatyzującego uzyskuje się możliwość ścisłej synchronizacji analizy z przebiegającym równocześnie badanym zjawiskiem. Szybkość zmian długości fali, a więc szybkość rozwijania się widma można w spektrofotometrze według wynalazku dowolnie regulować w szerokim zakresie przez zmianę prędkości przesuwania punktu świetlnego na powierzchni luminoforu, regulację zakresu długości fal analizowanego widma przez zmianę amplitudy tego ruchu.

Uzyskanie dostatecznej dokładności analizy spektrofotometrycznej jest uwarunkowane utrzymaniem natężenia promieniowania przechodzącego przez próbkę w określonym przedziale optymalnym dla każdej długości fali. W tym celu są budowane spektrofotometry, w których urządzenie mierzące natężenie promieniowania o poszczególnych długościach fal przepuszczonego przez próbkę (najczęściej detektor fotoelektryczny) jest sprzężone zwrotnie z urządzeniem regulującym natężenie promieniowania wiązki padającej na próbkę lub z elementem zmieniającym odpowiednio czułość detektora, przy czym najczęściej stosuje się do tego celu urządzenia elektromechaniczne o stosunkowo dużej bezwładności, powodujące duże opóźnienie w procesie regulacji.

Powyższą wadę usuwa spektrofotometr elektroniczny według wynalazku, w którym detektor fotoelektryczny mierzący natężenie promieniowania, jest sprzężony zwrotnie z elementem elektronicznym, na przykład działem elektronowym lampy elektronopromieniowej, regulującym w sposób bezinercyjny natężenie promieniowania źródła światła.

Spektrofotometr według wynalazku umożliwia również pracę w układzie dwuwiazkowym, w którym pomiar jest dokonywany równocześnie na dwóch rozdwojonych wiązkach światła monochmatycznego, z których jedna przechodzi przez próbkę badaną, a druga przez próbkę z odnośnikiem bez konieczności przełączania lub przerywania wiązek.

Znane spektrofotometry są zaopatrzone w układy wskaźnikowe lub rejestrujące dwóch kategorii. Pierwszą stanowią urządzenia samopiszące lub drukujące typu elektromechanicznego, których podstawową wadą jest duża bezwładność i na ogół długi czas zapisu, zaś drugą — wskaźniki elektroniczne najczęściej oscyloskopowe, w których strumień elektronów wykreśla na ekranie krzywą widmową natężenia promieniowania w funkcji długości fali, umożliwiając jej obserwację oraz rejestrację fotograficzną. Wadą tych urządzeń jest jednak stosunkowo mała dokładność, związana z ograniczonymi wymiarami ekranu i niewielką liniowością wzmacniaczy wskaźnika oscyloskopowego, a także z trudnościami umieszczenia na ekranie dodatkowych znaczników informacyjnych.

Powyższe wady znanych spektrofotometrów elektronicznych usuwa spektrofotometr według wynalazku, dzięki temu że jest wyposażony w urządzenie wskaźnikowo-sterujące stanowiące układ elektroniczny przekształcający sygnał detektora fotoelektrycznego wiązki pomiarowej na odpowiadające mu opóźnienia fazy impulsów wyświetlających krzywą widmową na ekranie lampy kineskopowej i umożliwiające zobrazowanie typu rastrowego w układzie współrzędnych prostokątnych.

Dzięki temu uzyskuje się dużą dokładność krzywej widmowej, a ponadto przy zastosowaniu odpowiedniego generatora funkcji — możliwość odwzorowania tej krzywej w wybranej skali, na przykład w skali logarytmicznej, dogodnej do analizy ilościowej z tego względu, że mierzona w tej skali wielkość absorpcji jest proporcjonalna do stężenia składników w roztworze.

Natomiast w przypadku stosowanych dotychczas w spektrofotometrach elektronicznych lamp oscyloskopowych zobrazowanie krzywej widmowej w skali logarytmicznej jest utrudnione, ponieważ wymaga użycia skomplikowanych i mało dokładnych wzmacniaczy logarytmicznych, podczas gdy w przypadku zobrazowania rastrowego funkcję tę uzyskuje się przy użyciu dokładnych i mniej skomplikowanych generatorów funkcji logarytmicznej.

Spektrofotometr według wynalazku jest ponadto zaopatrzony w element fotoelektryczny, umieszczony w szczelinie wejściowej układu optycznego urządzenia monochmatyzującego, służący do wytworzenia sygnału przekazywanego następnie na ekran lampy kineskopowej i umożliwiającego dokładne przypisanie określonym miejscom krzywej widmowej właściwej długości fali, wyznaczonych przez położenie tego elementu w szczelinie. Dzięki temu jest możliwe wyznaczenie długości fali poszczególnych punktów krzywej widmowej w sposób eliminujący wpływ dodatkowych czynników elektrycznych i optycznych.

W celu możliwie dokładnego liczbowego wyznaczenia transmisji lub absorpcji, odpowiadającej poszczególnym punktom krzywej widmowej na ekranie lampy kineskopowej — urządzenie wskaźnikowo-sterujące jest wyposażone w układ przekazu, na ekran lampy sygnał wzorcowy w postaci napięcia stałego zobrazowanego na ekranie w formie linii odpowiadającej określonej wartości absorpcji lub transmisji. Do nastawiania tego znacznika służy urządzenie dekadowe, na przykład dekadowy dzielnik napięcia wycechowany bezpośrednio w wartości absorpcji lub transmisji i wskazujący nastawioną wartość w formie cyfrowej, a równocześnie eliminujący błędy pochodzące od wpływu czynników pośrednich.

Wynalazek jest przykładowo wyjaśniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ogólny spektrofotometru elektronicznego według wynalazku, fig. 2 — jego blokowy schemat elektryczny, fig. 3 — wykres przebiegu prądu odchyłania w przekroju AA na fig. 2, fig. 4 — przykładowy wykres przebiegu napięcia detektora w przekroju BB na fig. 2, fig. 5 — wykres przebiegu prądu odchyłania w generatorze linii w przekroju CC na fig. 2, fig. 6 — wykres przebiegu napięcia na wyjściu generatora funkcji logarytmicznej w przekroju DD na fig. 2, fig. 7 — wykres wyjaśniający działanie komparatora i odpowiadający przekrojowi EE na fig. 2 oraz odpowiadający mu efekt na ekranie lampy kineskopowej, fig. 8 — przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia monochromatyzującego w przekroju pionowym, fig. 9 — w przekroju poziomym, fig. 10 — schemat elektryczny układu pracującego w obwodzie sprzężenia zwrotnego, fig. 11 — mechanizm przesuwający element fotoelektryczny w szczelinie wejściowej urządzenia monochromatyzującego w rzucie pionowym, fig. 12 — w przekroju wzdłuż linii XX na fig. 11, a fig. 13 — przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia wskaźnikowo-sterującego w widoku.

Spektrofotometr elektroniczny według wynalazku składa się z następujących podstawowych części: z urządzenia monochromatyzującego I, z części pomiarowej II oraz z urządzenia wskaźnikowo-sterującego III.

Urządzenie monochromatyzujące I przykładowego rozwiązania spektrofotometru przedstawionego na rysunku składa się z dwóch następujących zespołów: z lampy elektrono-promieniowej oraz z zespołu optycznego. Lampa elektrono-promieniowa 1 jest zaopatrzona w ekran 2 z luminoforu o dostatecznie krótkim czasie poświaty i szerokim widmie promieniowania oraz w zewnętrzne układy odchylające 3 wiązkę 4 elektronów, emitowaną przez działło elektronowe.

Zespół optyczny urządzenia składa się w najprostszym rozwiązaniu z komory 5, wewnątrz której jest umieszczony element dyspersyjny, na przykład pryzmat 6 lub siatka dyfrakcyjna oraz z niewidocznych na rysunku elementów optycznych skupiających wiązkę. Komora 5 jest zaopatrzona w szeroką szczelinę wejściową 7, umieszczoną przed ekranem luminoforowym 2 lampy elektrono-promieniowej 1 oraz w wąską szczelinę wyjściową 8.

Część pomiarowa II składa się z dwóch komór: komory 9, w której jest umieszczona badana próbka 10 oraz z komory 11 w której jest umieszczona próbka 12 z odnośnikiem, oraz z elementu rozdzielającego 14 wiązkę 13 światła jednobarwnego układu optycznego na dwie wiązki 15 i 16, przechodzące odpowiednio przez badaną próbkę 10 oraz przez próbkę 12 odnośnika, przy czym komora 11 jest wyposażona na wejściu w element odbijający 17 zmieniający kierunek wiązki 16. U wylotu komór 9 i 11 są umieszczone detektory fotoelektryczne 18 i 19 o jednakowej charakterystyce.

Na fig. 8, 9 jest przedstawiony schemat przykładowego rozwiązania konstrukcyjnego urządzenia monochromatyzującego z układem optycznym autokolimacyjnym. Układ ten jest wyposażony w element odbijający 33, umieszczony na wprost szczeliny wejściowej 7, element skupiający 35 mający postać zwierciadła wklęsłego, które kieruje równocześnie odbitą wiązkę promieni równoległych na pryzmat 6 oraz w pryzmat autokolimacyjny 37, powodujący dodatkowe rozszczepienie i odbicie częściowo rozszczepionej wiązki 38 oraz jej ponowne przejście przez pryzmat 6. Rozszczepiona wiązka 39 jest ponownie kierowana na zwierciadło wklęsłe 35 i po odbiciu ogniskowana w szczelinie wyjściowej 8, a następnie przez soczewkę 40 skierowana na element rozdzielający 14.

Dzięki zastosowaniu układu autokolimacyjnego uzyskuje się dwukrotne rozszczepienie wiązki promieni, przy czym wskutek dwukrotnego wykorzystania lustrzanego elementu ogniskującego i odbijającego 35, możliwe jest znaczne skrócenie drogi światła i zmniejszenie strat, zwłaszcza w zakresie długości odpowiadających falam ultrafioletowym, a tym samym uzyskanie dużej jasności obrazu i zmniejszenie wymiarów układu optycznego.

Urządzenie wskaźnikowo-sterujące III spektrofotometru według wynalazku składa się z następujących podstawowych zespołów: ze wskaźnika stanowiącego lampę kineskopową 20, umożliwiającą odwzorowanie rastrowe, z generatora odchyłania ramki 21, który z jednej strony jest włączony na element odchyłania pionowego lampy 20, a z drugiej przez regulowany tłumik 22 — na elementy odchylające 3 lampy elektrono-promieniowej, z generatora odchylającego 23, włączonego na element odchylający poziomo lampy 20, a sterowanego przez generator funkcji 24.

Wyjście generatora funkcji 24 jest włączone na komparator 25, połączony z detektorem fotoelektrycznym 18, a równocześnie na komparator 26 połączony z układem 27 wzorcowego napięcia stałego. Wyjścia obydwu komparatorów 25 i 26 są przy tym połączone z sumatorem 28 włączonym na siatkę działła elektronowego lampy kineskopowej 20.

Urządzenie wskaźnikowo-sterujące jest ponadto wyposażone w sterowany za pomocą elementu fotoelektrycznego 30, umieszczonego w szczelinie wejściowej 7 układu optycznego układ 29 znacznika długości fali, którego wyjście jest włączone na sumator 28 oraz w sterowany przez detektor fo-

7 toelektryczny 19 umieszczony na wyjściu komory 11 układ wyrównujący 31 natężenie promieniowania w przedziale pomiarowym, którego wyjście jest połączone na element działu elektronowego 32 lampy elektrono-promieniowej 1.

Układ wyrównujący 31 natężenie promieniowania w przedziale pomiarowym, przedstawiony oddzielnie na fig. 10 składa się z jednostopniowego wzmacniacza oporowego 41, na którego wejście jest włączony opór obciążenia detektora fotoelektrycznego 19, umieszczonego w komorze pomiarowej 11, w której znajduje się próbka odnośnika 12, a wyjście włączone przez diodę 42 na dzielnik napięcia 43, ustalający punkt odcięcia prądu przewodzenia tej diody i połączony z elementem na przykład katodą działu elektronowego 32 lampy elektrono-promieniowej 1. W obwód siatki lampy 1 jest włączony układ 44, służący do regulacji średniego natężenia wiązki elektronowej.

Przykład rozwiązania konstrukcyjnego mechanizmu służącego do przesuwania elementu fotoelektrycznego 30 jest przedstawiony oddzielnie na fig. 11 i 12. Mechanizm ten składa się z suwaka 46, przesuwanego za pomocą śruby 47 i przekładni napędowej 48 i wyposażonego w ramię wodzące 45, do którego jest przymocowany element fotoelektryczny 30 przesuwany się wzdłuż szczeliny wejściowej 7. Wyprowadzenia elementu fotoelektrycznego 30 są przy tym połączone na układ znacznika 29.

Przykład rozwiązania konstrukcyjnego obudowy urządzenia wskaźnikowo-sterującego jest przedstawiony na fig. 13. W obudowie 49 tego urządzenia jest umieszczona lampa kineskopowa 20 oraz wszystkie zespoły elektroniczne, zaś na pulpicie sterującym 50 znajdują się elementy 51 nastawiania początkowych warunków pracy, przełączniki 52 dekadowej regulacji układu nastawiania napięcia wzorcowego 27, element 53 przesuwania suwaka 46 z elementem fotoelektrycznym 30, element 54 nastawiania tłumika 22 zespołu odchylającego, cyfrowy wskaźnik 55 długości fali i cyfrowy wskaźnik 56 wartości absorpcji lub transmisji.

Działanie spektrofotometru według wynalazku omówiono poniżej. Działu elektronowe 32 lampy elektrono-promieniowej 1 wytwarza strumień elektronów 4, odchylany w polu magnetycznym lub elektrycznym wytworzonym przez element odchylający 3, powodując przesuwanie się na ekranie luminoforowym 2 punktowego źródła promieniowania 57, którego ruch jest określony przebiegiem prądu odchylenia (fig. 3), wytwarzanym w generatorze 21 odchylenia pionowego i podawanym na element odchylający 3 lampy 1 przez tłumik 22, służący do regulacji wielkości tego prądu.

Taki sam przebieg przedstawiony na fig. 3 jest przykładany przez generator 21 do elementu odchylenia pionowego lampy kineskopowej 20. Wiązka 34 promieniowania punktowego źródła 57 na powierzchni luminoforu przesuwaną się wzdłuż szczeliny 7 zostaje odbita od zwierciadła 33, a następnie skupiona w wiązkę 36 promieni równoległych przez zwierciadło wklęsłe 35.

Po przejściu wiązki 36 przez pryzmat 6 następuje jej częściowe rozszczepienie, a następnie po jej

8 odbiciu i dalszym rozszczepieniu przez pryzmat autokolimacyjny 37 ponownie przechodzi ona i zostaje rozszczepiona przez pryzmat 6. Rozszczepiona wiązka 39 zostaje odbita i skupiona przez zwierciadło wklęsłe 35 w szczelinie wyjściowej 8. Wskutek przesuwania się punktu świetlnego 57 wzdłuż szczeliny 7 ruchem postępowo-zwrotnym — każdemu położeniu tego punktu w szczelinie 7 odpowiada ściśle określona długość fali promieniowania przepuszczanego przez szczelinę wyjściową 8, zaś całkowitemu przejściu punktu 57 wzdłuż ekranu luminoforowego 2 — odpowiada pełne rozwinięcie widma w granicach długości fali określonych przez własności luminoforu.

15 Zakres ten może być również regulowany przez zmianę amplitudy ruchu punktu świetlnego 57, czyli amplitudy prądu odchylającego (fig. 3), co uzyskuje się za pomocą tłumika 22. Po przejściu przez soczewkę 40 równoległa wiązka 13 zmieniającego się w czasie promieniowania jednobarwnego zostaje rozdwojona przez element rozdzwajający 14, przy czym jedna z wiązek 15 części rozdwojonej przechodzi przez badaną próbkę 10 i pada na detektor fotoelektryczny 18, a druga wiązka 16 po odbiciu od zwierciadła 17 przechodzi przez próbkę 12 z odnośnikiem i pada na detektor 19.

Otrzymywany w detektorze fotoelektrycznym 18 sygnał elektryczny proporcjonalny do natężenia promieniowania odpowiedniej długości przepuszczanego przez próbkę badaną 10 zostaje przyłożony na wejście komparatora 25.

25 Działanie komparatora 25 polega na porównywaniu sygnału otrzymywanego z detektora 18, którego przebieg jest przedstawiony przykładowo na fig. 4, z okresowym sygnałem nadawanym na ten komparator przez generator funkcji 24. Na fig. 6 przedstawiono przykładowo przebieg sygnałów nadawanych przez generator 24, stanowiący znany generator funkcji logarytmicznej — w okresie odpowiadającym pełnej amplitudzie ruchu punktu świetlnego 57.

W chwili wyrównania się wartości U_t napięcia podawanego na komparator z detektora 18 oraz z generatora funkcji 24, zostaje wytworzony impuls podawany przez komparator poprzez sumator 28 (fig. 7) na siatkę działu elektronowego lampy kineskopowej (20), powodując w chwili jego nadania powstanie plamki świetlnej na ekranie lampy. Czas t_1 odpowiadający chwili wytworzenia tego impulsu stanowi w przypadku generatora funkcji logarytmicznej logarytm wartości porównywanego napięcia U_t , a tym samym logarytm natężenia promieniowania padającego na detektor fotoelektryczny 18.

55 Ponieważ generator funkcji 24 jest sprzężony i wyzwalany przez generator odchylania poziomego 23 — czasowi t_1 odpowiada równocześnie ściśle określone położenie plamki na ekranie lampy kineskopowej 20. Ponieważ równocześnie odbywa się według przebiegu przedstawionego na fig. 3 linowanie rastra, czyli pionowy ruch plamki świetlnej, jej położenie na ekranie lampy 20 odpowiada ściśle określonemu położeniu punktu świetlnego 57 na ekranie luminoforowym 2, czyli określonej długości fali.

W ten sposób położenie plamki świetlnej na ekranie lampy 20 wyznacza (fig. 7) na osi pionowej długości fali promieniowania, a na osi poziomej miarę transmisji czyli natężenia promieniowania przepuszczonego przez próbkę 10 (wartość T na fig. 7 i 13). Ponieważ pełnemu przebiegowi liniowania rastra (fig. 3), czyli pełnej amplitudzie ruchu punktu świetlnego 57, a więc jednemu cyklowi analizy widmowej — odpowiada wiele (na przykład około 1000) przebiegów poziomych — na ekranie lampy kineskopowej 20 otrzymuje się zbiór punktów, których położenie wzdłuż osi λ odpowiada chwilowym wartościom długości fali promieniowania przechodzącego przez próbkę 10, a wzdłuż osi T jest miarą natężenia promieniowania przepuszczonego przez tę próbkę. Zbiór ten tworzy na ekranie krzywą spektrofotometryczną K odpowiadającą składowi badanej próbki w danej chwili analizy widmowej.

W celu dokładnego określenia wartości transmisji wybranych punktów krzywej spektrofotometrycznej, na przykład punktu P na fig. 13, nastawia się za pomocą elementów nastawczych 52 dekadowym układem 27 stałego napięcia wzorcowego — takie położenie znacznika W (fig. 13), aby przechodził on przez punkt P. Wówczas wartość nastawionego napięcia podawana na komparator 26 i porównywana w opisany powyżej sposób z napięciem podawanym nań przez generator funkcji 24, powoduje wytworzenie przez komparator w momencie zrównania napięć impulsów podawanych przez sumator 28 na siatkę lampy kineskopowej 20 i zaciemnienie odpowiednich punktów ekranu tworzących linię W.

Wartość nastawionego napięcia wyznaczona dokładnie przez wyskalowane położenie elementów nastawczych 52 jest wobec pokrycia się linii W z punktem P równa wartości napięcia podawanego przez detektor fotoelektryczny 18 na komparator 25 i uwidocznioma na wskaźniku 56 wyskalowanym w jednostkach transmisji (w procentach).

W celu dokładnego wyznaczenia długości fali λ odpowiadającej wybranemu punktowi krzywej spektrofotometrycznej K na przykład punktowi P na fig. 13, uruchamia się przedstawiony na fig. 11 i 12 mechanizm napędowy przesuwający element fotoelektryczny 30 w szczeliny wejściowej 7 urządzenia monochromatyzującego. W chwili, gdy w określonym położeniu elementu fotoelektrycznego 30 mijają go ruchomy punkt świetlny 57 na ekranie luminoforowym 2 lampy elektronopromieniowej 1, element ten wytwarza impuls elektryczny podany na układ znacznika 29, który kształtuje jego formę, przy czym czas trwania impulsu kształtowanego przez układ 29, powinien równać się czasowi przebiegu odchylenia poziomego.

Wskutek tego impuls ten przekazany przez sumator 28 na siatkę działła elektronowego lampy kineskopowej 20, powoduje utworzenie na ekranie tej lampy ciemnej linii Z, której położenie odpowiada ściśle położeniu elementu fotoelektrycznego 30 w szczeliny 7, a tym samym określonej długości fali λ . Równocześnie położenie elementu fotoelektrycznego 30 w szczeliny 7 jest przekazywane na drodze mechanicznej lub elektrycznej na

wskaźnik 55, pokazujący w odpowiedniej skali wartość długości fali λ odpowiadającej nastawnemu położeniu linii Z na ekranie lampy 20.

Druga wiązka 16 promieniowania monochromatycznego, która przechodzi przez próbkę 12 odnośnika o przepuszczalności wzorcowej względem której jest mierzona przepuszczalność promieniowania badanej próbki 10 — pada na detektor fotoelektryczny 19 o takiej samej charakterystyce jak detektor 18.

Wartość napięcia otrzymywanego z oporu obciążenia włączanego w obwód detektora fotoelektrycznego 19 (fig. 10) jest więc proporcjonalna do natężenia promieniowania emitowanego przez ruchomy punkt świetlny 57 oraz do czułości detektorów 18 i 19 na promieniowanie poszczególnych długości fal. W celu uzyskania dla różnych długości fal stałego napięcia na wyjściu detektora 19, napięcie to jest podawane na siatkę lampy wzmacniacza 41, który wzmacnia i odwraca jego fazę, a następnie — na diodę 42 o stałym napięciu polaryzacji wyznaczonym przez dzielnik napięcia 43.

W przypadku gdy natężenie promieniowania punktowego źródła światła 57 jest zbyt duże, napięcie na wyjściu wzmacniacza 41 staje się wyższe od napięcia polaryzacji diody 42, powodując jej przewodzenie przez podwyższenie napięcia katody działła elektronowego 32 lampy elektronopromieniowej 1, a tym samym odpowiednie zmniejszenie natężenia wiązki elektronowej 4 i natężenia promieniowania punktu świetlnego 57 aż do wartości, w której napięcie na wyjściu wzmacniacza 41 stanie się równe napięciu polaryzacji diody 42, a równocześnie natężenie przechodzącego przez próbkę 12 odnośnika osiągnie dla wszystkich długości fal promieniowania stałą żadaną wartość. W wyniku tego uzyskuje się po wyjęciu badanej próbki 10 z komory 9 wyrównaną pionową linię L na ekranie lampy kineskopowej 20 odpowiadającą 100%-owej wartości transmisji.

Spektrofotometr elektroniczny według wynalazku może znaleźć zastosowanie do dokonywania szybkich i ciągłych pomiarów widmowych, zwłaszcza zaś do kontroli i sterowania procesami technologicznymi w przemyśle chemicznym, po odpowiednim przystosowaniu może on znaleźć również zastosowanie do pomiarów współczynnika odbicia i pomiarów kolorymetrycznych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Spektrofotometr elektroniczny z urządzeniem monochromatyzującym, zaopatrzonym w źródło światła przesuwane względem elementu dyspersyjnego w jego płaszczyźnie ogniskowej, **znamienny tym**, że źródło stanowi punkt świetlny (57) poruszający się po powierzchni ekranu luminoforowego (2) lampy (1) o dostatecznie krótkim czasie poświaty i szerokim widmie promieniowania.
2. Spektrofotometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jego urządzenie monochromatyzujące I jest wyposażone w lampę elektronopromieniową (1), której ekran luminoforowy (2) jest umieszczony w pobliżu szczeliny wejściowej

- (7) układu optycznego, zaopatrzoną w element odchyłający (3) punkt świetlny (57) na ekranie (2) wzdłuż szczeliny (7).
3. Spektrofotometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jego urządzenie wskaźnikowo-sterujące (III) jest wyposażone we wskaźnik stanowiący lampę kineskopową (20), przy czym generator (21) odchyłania pionowego tej lampy (20) jest sprzężony z elementem odchyłającym (3) lampy elektronopromieniowej (1), zaś generator (23) odchylenia poziomego jest sprzężony przez generator funkcji (24) z komparatorem (25), którego wejście jest połączone na detektor fotoelektryczny (18), umieszczony w komorze (9) próbki badanej (10) części pomiarowej (II), a wyjście jest połączone przez sumator (28) z działem elektronowym lampy kineskopowej (20).
4. Spektrofotometr według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że jego urządzenie wskaźnikowo-sterujące (III) jest wyposażone w generator funkcji logarytmicznej (24).
5. Spektrofotometr według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że jego urządzenie wskaźnikowo-sterujące (III) jest wyposażone w układ stałego napięcia wzorcowego (27) włączony na wejście komparatora (26), połączonego równolegle do komparatora (25), z generatorem funkcji (24) i sumatorem (28).
6. Spektrofotometr według zastrz. 1—3 i 5, **znamienny tym**, że jego układ napięcia wzorcowego (27) jest wyposażony w dekadowy dzielnik napięcia wzorcowego (52) z wskaźnikiem (56) wycechowanym w jednostkach transmisji lub absorpcji.
7. Spektrofotometr według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że jest wyposażony w element fotoelektryczny (30), umieszczony przesuwnie w szczelinie wejściowej (7) układu optycznego i sprzężony przez układ znacznika (21) i przez sumator (28) z działem elektronowym lampy kineskopowej (20), przy czym czas impulsu ukształtowanego przez układ (21) jest równy czasowi przebiegu odchylenia poziomego lampy (20).

8. Spektrofotometr według zastrz. 1—3 oraz 7, **znamienny tym**, że jest wyposażony w suwak (46) z elementem fotoelektrycznym (30) przesuwanym w szczelinie (7) oraz we wskaźnik (55), wycechowany najkorzystniej w jednostkach długości fali promieniowania i wskazujący położenie tego elementu (30) w szczelinie (7).
9. Spektrofotometr według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że generator (21) jest sprzężony z elementem odchyłającym (3) lampy (1) poprzez tłumik (22), umożliwiający regulację zakresu analizowania widmowego.
10. Spektrofotometr według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że jego część pomiarowa (II) jest wyposażona w element rozdławiający (14) wiązkę promieniowania monochromatycznego oraz w dwie komory pomiarowe (9 i 11) z badaną próbką (10) i próbką (12) odnośnika, przez które przechodzą rozdwojone wiązki (15 i 16).
11. Spektrofotometr według zastrz. 1—3 i 10, **znamienny tym**, że detektor (19) umieszczony w komorze (11) jest włączony w układzie sprzężenia zwrotnego przez układ (31) wyrównujący natężenie promieniowania na element działu elektronowego (32) lampy elektronopromieniowej (1).
12. Spektrofotometr według zastrz. 1—3 i 10—11, **znamienny tym**, że jego układ (31) wyrównujący natężenie promieniowania składa się z wzmacniacza (41), którego siatka jest połączona z detektorem (19), a wyjście poprzez diodę (42) o ustalonym przez dzielnik napięcia (43) potencjale polaryzacji — na element działu elektronowego (32) lampy elektronopromieniowej (1).
13. Spektrofotometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jest wyposażony w układ optyczny autokolimacyjny, zaopatrzony w zwierciadło (33) umieszczone w pobliżu szczeliny wejściowej (7) i kierujące wiązkę promieniowania (34) na zwierciadło wklęsłe (35) oraz w pryzmat kolimacyjny (37) odbijający częściowo rozszczepioną wiązkę (38) ponownie na element dyspersyjny (6) i zwierciadło wklęsłe (35).

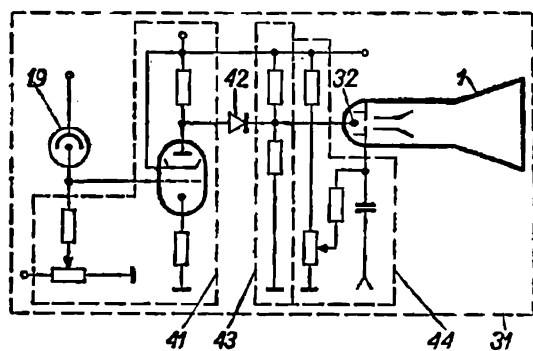


Fig. 10

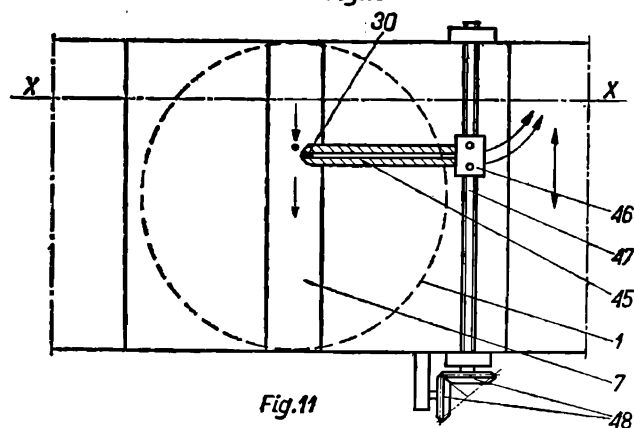


Fig. 11

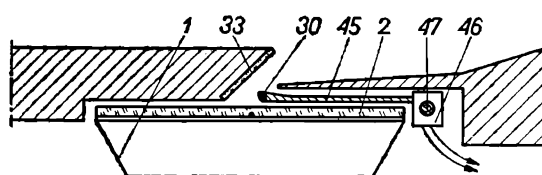


Fig. 12

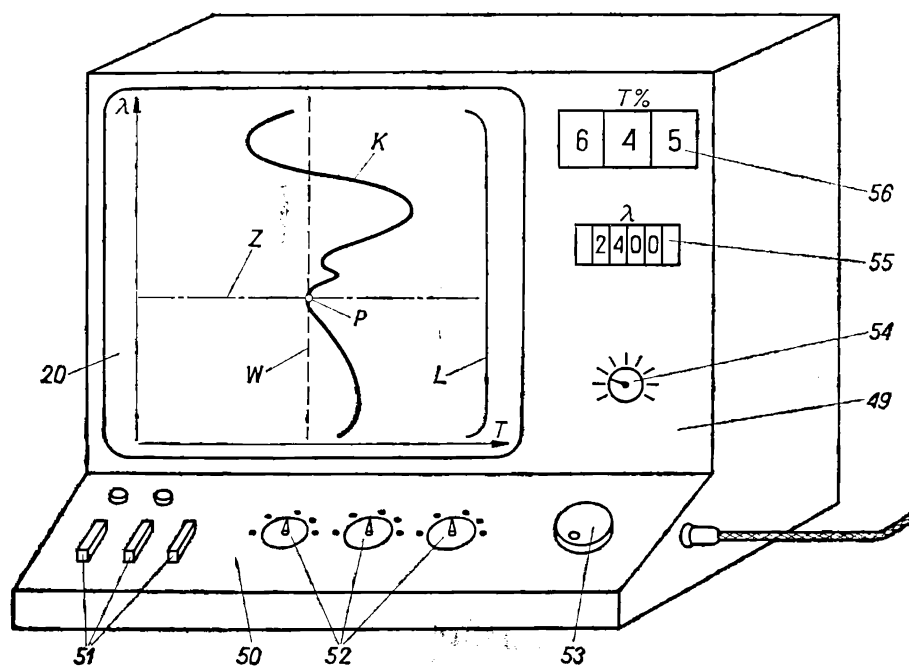


Fig. 13

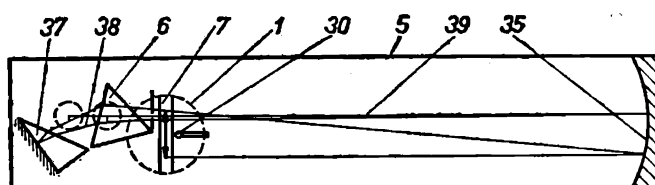


Fig. 8

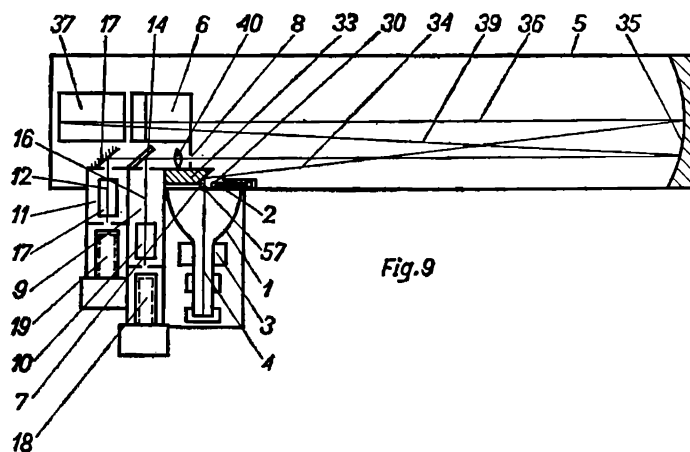


Fig. 9

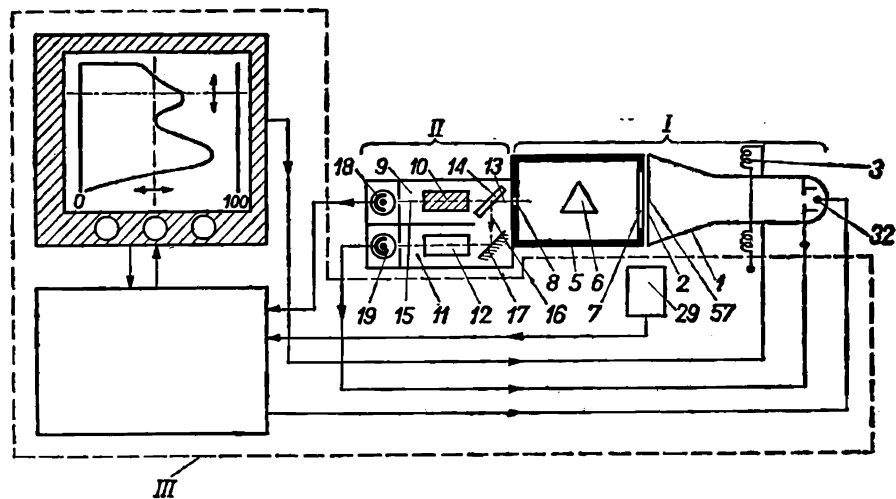


Fig. 1

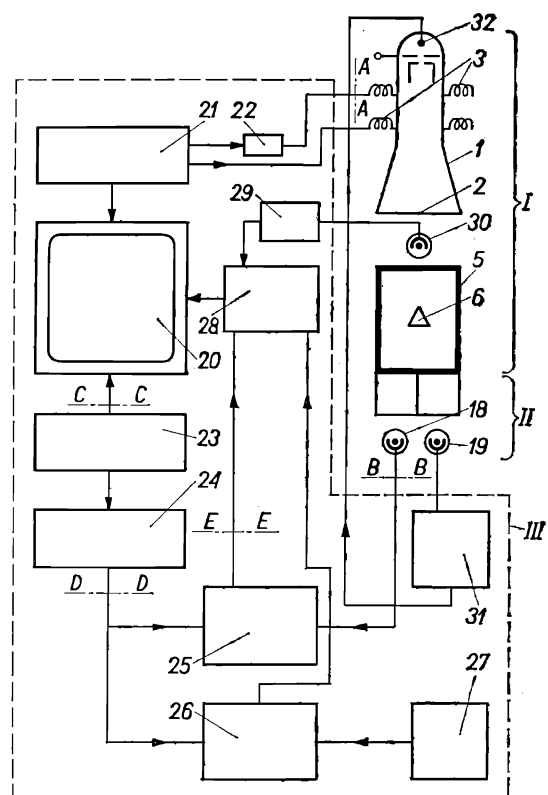


Fig. 2

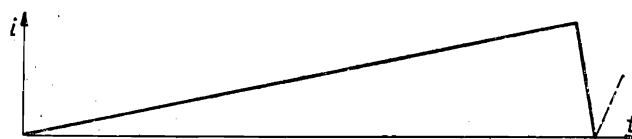


Fig. 3

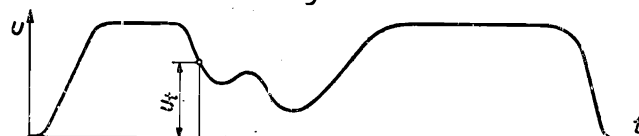


Fig. 4

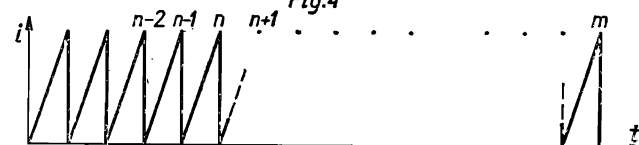


Fig. 5

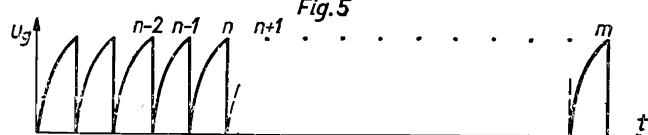


Fig. 6

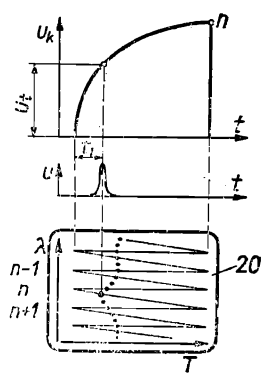


Fig. 7