

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

62 822

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 30.XII.1967 (P 124 431)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.IV.1971

Kl. 57 b, 5/02

MKP G 03 c, 5/02



Twórca wynalazku: Stanisław Kozikowski

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Fizyki), Warszawa
(Polska)

Sposób pomiaru zdolności rozdzielczej materiałów światłoczułych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru zdolności rozdzielczej materiałów światłoczułych, zwłaszcza materiałów fotograficznych.

Znane są sposoby pomiaru zdolności rozdzielczej materiałów światłoczułych polegające na wykonywaniu zdjęć tablic linii wzorcowych metodą kopiowania stykowego lub na fotografowaniu tablic w znacznym pomniejszeniu, a następnie na ocenie maksymalnej ilości linii wzorcowych w jednostce długości w tak zapisanym obrazie.

W przypadku fotografowania tablic wzorcowych na badanym materiale, wymagana jest konieczność bardzo dokładnego uprzedniego określenia właściwości obiektywu, stosowanego do fotografowania wzorcowych siatek linii. Dalszą jego niedogodnością jest to, że otrzymany w ten sposób wynik pomiaru zdolności rozdzielczej określa łączną zdolność rozdzielczą obiektywu i badanej warstwy światłoczułej. Ponadto, stosowanie obiektywu lub jakiegokolwiek układu optycznego ogranicza zakres widmowy stosowania tego sposobu ze względu na graniczną przepuszczalność elementów tego układu dla światła o wybranej długości fali; uniemożliwia to pomiary w obszarze promieni X, w nadfiolecie lub też w obszarze podczerwieni.

Wadą tego znanego sposobu jest również znaczna pracochłonność w stosunku do uzyskiwanych dokładności pomiaru, jak też konieczność stosowania obiektywów o szczególnych właściwościach i siatek linii wzorcowych.

2

Celem wynalazku jest uniknięcie wymienionych wad i opracowanie bezwzględnego pomiaru zdolności rozdzielczej materiałów światłoczułych bez stosowania obiektywu do wykonania zdjęć pomiarowych, a także bez stosowania wzorcowych siatek linii dla dowolnej długości fali.

Cel ten osiągnięto przez zastosowanie zjawisk holografii do pomiaru zdolności rozdzielczej materiałów światłoczułych. Istota sposobu polega na tym, że materiał światłoczuły naświetla się poprzez umieszczenie go w miejscu interferencji dwu wiązek światła otrzymanych przez podzielenie płytką światłodziącą wiązki otrzymanej ze źródła światła spójnego, korzystnie laserowego.

Uzyskany obraz prążków interferencyjnych, stanowiący siatkę dyfrakcyjną, przeświecła się światłem monochromatycznym i dokonuje się pomiaru stałej siatki.

Odwrotność stałej siatki dyfrakcyjnej jest miarą zdolności rozdzielczej materiałów.

Sposób według wynalazku umożliwia unifikację pomiaru zdolności rozdzielczej materiału światłoczułego dla dowolnego obszaru czułości spektralnej badanych materiałów światłoczułych. Nie wymaga korekcji uzyskanych wyników przy zastosowaniu danego materiału fotograficznego do celów holografii i do rejestracji danych w interferometrii i w analizie spektralnej.

Wynalazek jest dokładniej objaśniony na przykładzie przeprowadzenia pomiaru, przedstawionym

na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie układ do zapisywania prążków interferencyjnych, fig. 2 przedstawia schematycznie sposób pomiaru kątów ugięcia.

Przebieg pomiaru zdolności rozdzielczej jest następujący. Na drodze wiązki światła spójnego wychodzącego ze źródła promieniowania **Z** umieszcza się płytkę światłodziącą **PS**. Część wiązki przechodzi przez tę płytkę i ma nie zmieniony kierunek, zaś część wiązki zostaje odchyłona przez płytkę **PS**.

Obie wiązki, odchyłona i przepuszczona przez płytkę **PS**, są natężeniowo równe i wzajemnie spójne. Na drodze wiązki odchyłonej umieszcza się zwierciadło **Z** odbijające ją ku wiązce o nie zmienionym kierunku rozchodzenia się. W miejscu przecięcia się osi wiązki światła odbitego od zwierciadła **Z** i osi wiązki światła otrzymanego ze źródła promieniowania **Z**, umieszcza się materiał światłoczuły **M**. Ponieważ obie wiązki przecinają się pod kątem α , który jest kątem zbieżności obu wiązek, w obszarze, w którym się przecinają, zachodzi zjawisko interferencji światła. Na umieszczonym w tym obszarze, dokładniej w linii minimów i maksimum interferencyjnych, materiale światłoczułym **M** otrzymuje się zapis układu wąskich, równoległych i równoodległych linii, będących obszarem prążków interferencyjnych. Ponieważ odległości pomiędzy tymi liniami interferencyjnymi zależą od kąta zbieżności α pomiędzy interferującymi wiązkami światła, przy czym wraz ze wzrostem kąta α odległości te maleją, przeto kilkakrotnie zmieniając kąt α zbieżność wiązek od jak najmniejszych ich wartości aż do 90° , otrzymuje się coraz bliżej siebie leżące prążki.

Wykonując zdjęcia prążków interferencyjnych na badanym światłoczułym materiale **M** przy różnych, coraz większych kątach α zbieżności obu interferujących wiązek światła, określa się graniczny kąt α_g , zbieżności wiązek, przy którym jeszcze uzyskuje się prążki interferencyjne na płaszczyźnie materiału światłoczułego **M**.

Graniczny kąt zbieżności α_g wyznacza się następująco: gdy na badanym materiale są zapisane prążki przy kącie α o dowolnej wartości, zdjęcie takie jest siatką dyfrakcyjną i rozszczepia światło białe, a więc patrząc przez nie na przykład na włókno żarówki, widać barwne widmo. Natomiast wykonując zdjęcie dla kąta zbieżności wiązek większego od kąta zbieżności o większej niż poprzednio wartości nie otrzyma się siatki dyfrakcyjnej i nie zaobserwuje się rozszczepienia. Największa wartość kąta zbieżności α , przy której jeszcze zaobserwuje się interferencję wiązek, jest granicznym kątem zbieżności α_g .

Obraz zapisu prążków uzyskany przy granicznym kącie zbieżności α_g jest obrazem, w którym uzyskuje się najmniejsze odległości prążków.

Prześwietla się go światłem monochromatycznym, najkorzystniej tym samym, co stosowane do zapisu prążków i wyznacza się stałą siatki dyfrakcyjnej d , to jest odległość między prążkami, której odwrotność jest miarą zdolności rozdzielczej. Ze znanego warunku wzmocnienia dla siatki dyfrakcyjnej

$$n \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_n \quad (1)$$

gdzie: n oznacza rząd ugięcia,

λ — długość fali świetlnej,

α_n — kąt, pod którym obserwuje się prążki n -tego rzędu, wynika stała siatki i zdolność rozdzielcza.

A mianowicie: uwzględniając zależności trygonometryczne, istniejące pomiędzy kątami α_1 i α_2 , pod którymi obserwuje się prążki interferencyjne odpowiednio pierwszego rzędu i drugiego, których to prążków obraz, o wielkości odpowiednio l_1 i l_2 licząc od osi wiązki światła dla ugięcia pierwszego i drugiego rzędu obserwuje się na ekranie odległym o wielkość s od materiału badanego (fig. 2), określa się w znany sposób, poprzez transponowanie wyżej wspomnianego, znanego wzoru (1), zdolność rozdzielczą R

$$R = \frac{1}{d} \quad (2)$$

gdzie: R — zdolność rozdzielcza materiału,

d — stała siatki dyfrakcyjnej,

i otrzymuje się wzór na zdolność rozdzielczą R

$$R = \frac{\sin \alpha_n}{n \cdot \lambda} \quad (3)$$

gdzie: R — zdolność rozdzielcza materiału,

n — rząd ugięcia,

α_n — kąt, pod którym obserwuje się prążki interferencyjne n -tego rzędu,

λ — długość fali świetlnej.

Stosując do pomiaru stałej siatki bardzo wąską spektralnie linię światła, najkorzystniej z lasera gazowego, a także duże w stosunku do długości fali świetlnej odległości s i l , można uzyskać praktycznie dowolną dokładność pomiaru badanej zdolności rozdzielczej.

Przykładowo wykonany pomiar zdolności rozdzielczej materiału światłoczułego przy zastosowaniu światła czerwonego lasera He-Ne(6328 Å), dla kąta zbieżności wiązek $\alpha = 4^\circ 22'$, pozwolił uzyskać na badanym materiale fotograficznym układ prążków interferencyjnych odległych od siebie o 8μ , co odpowiadało zdolności rozdzielczej badanego materiału równej 125 linii/mm.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób pomiaru zdolności rozdzielczej materiałów światłoczułych, zwłaszcza materiałów fotograficznych, **znamienny tym**, że materiał światłoczuły naświetla się poprzez umieszczenie go w miejscu interferencji dwu wiązek światła, otrzymanych przez podzielenie płytką światłodziącą wiązki otrzymanej ze źródła światła spójnego, korzystnie laserowego, po czym uzyskany obraz prążków interferencyjnych, stanowiący siatkę dyfrakcyjną, prześwietla się światłem monochromatycznym i dokonuje się pomiaru stałej siatki, której odwrotność jest zdolnością rozdzielczą materiału.

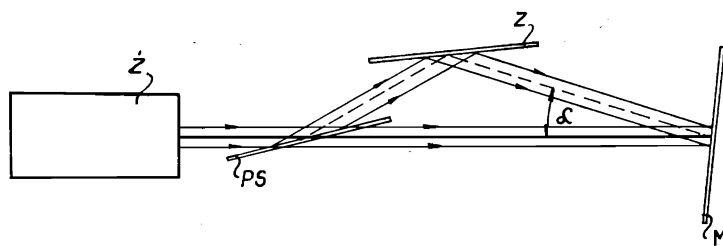


Fig 1

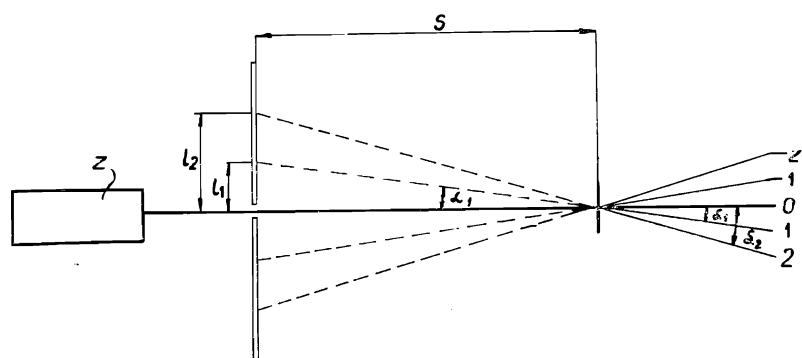


Fig 2