



Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr

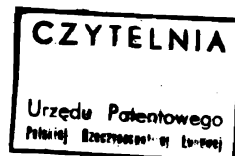
Int. Cl.³ G11B 7/00
G03H 1/10

Zgłoszono: 22.09.79 (P. 218467)

Pierwszeństwo:

Zgłoszenie ogłoszono: 28.07.80

Opis patentowy opublikowano: 01.07.1982



Twórca wynalazku: Marek Kowalczyk

**Uprawniony z patentu tymczasowego: Wojskowa Akademia Techniczna
im. Jarosława Dąbrowskiego,
Warszawa (Polska)**

**Sposób i układ zapisu mikrohologramów ze zbieżną wiązką przedmiotową,
zwłaszcza do przeźroczy z informacją
w postaci regularnie rozmieszczonych znaków**

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ zapisu mikrohologramów ze zbieżną wiązką przedmiotową, zwłaszcza do przeźroczy z informacją w postaci regularnie rozmieszczonych znaków, który obniża dynamikę widma częstości przestrzennych przeźrocza i tym samym poprawia liniowość zapisu mikrohologramu.

Znane są sposoby zapisu mikrohologramów ze zbieżną wiązką przedmiotową przeźroczy z informacją w postaci regularnie rozmieszczonych znaków alfanumerycznych, binarnych i innych, które obniżają dynamikę widma przeźrocza. Polegają one na zastosowaniu losowej, przestrzennej modulacji fazy wiązki światła padającej na przeźrocze. Rozróżnia się tu dwa sposoby. Pierwszy polega na wprowadzeniu przesunięcia fazy, jednakowego w obrębie pojedynczego znaku przeźrocza, przy czym stosuje się na ogół dwie lub cztery wartości tych przesunięć (to jest 0 i π rad., lub 0, $0,5\pi$; π i $1,5\pi$ rad). Wartości te przyporządkowane są poszczególnym znakom w sposób przypadkowy. W drugim sposobie zależność przestrzenna modulacji fazy nie wykazuje żadnych związków z geometrią przeźrocza. Wartość przesunięcia fazowego przyjmuje losowo, z rozkładem równomiernym, wszystkie wartości z przedziału (0; 2π rad).

Znany układ realizujący pierwszy sposób zawiera płasko-równoległą płytkę szklaną umieszczoną na styk z przeźroczem. Przeźrocze wraz z płytką usytuowane jest w pobliżu soczewki skupiającej lub w jej przedniej płaszczyźnie ogniskowej. W tylnej płaszczyźnie ogniskowej umieszczona jest płyta holograficzna. Płasko-równoległa płytka szklana podzielona jest na obszary, na które naniesione są cienkie przezroczyste warstwy o kilku ściśle określonych grubościach. Podział płytki na obszary dokonany jest tak, że po złożeniu na styk przeźrocza i modulatora, grubość warstwy jest stała w obrębie jednego znaku.

W znanych układach realizujących drugi sposób, modulatorem umieszczonym na styk z przeźroczem, jest matówka o tej własności, że maksymalne wznoszenie przez nią przesunięcie fazowe jest równe 2π rad.

Wadą pierwszego układu jest to, że nadaje się on tylko do wykonywania mikrohologramów przeźroczy o ściśle określonej geometrii rozkładu znaków i wymaga bardzo dokładnego złożenia przeźrocza i modulatora. Przy zmianie geometrii przeźrocza należy posłużyć się innym modulatorem. Jest to dość kłopotliwe, albowiem wykonanie opisanego modulatora wymaga stosowania trudno dostępnych materiałów i kosztownej technologii otrzymywania cienkich warstw.

Wadą drugiego układu jest niedopasowanie szerokości widma modulatora (matówki) do apertury mikrohologramu, co jest powodem występowania silnych szumów koherentnych (struktury plamkowej) w obrazie odtworzonym z mikrohologramu.

Sposób według wynalazku polega na tym, że wiązkę światła padającą na przeźrocze poddaje się przestrzennej okresowej modulacji fazy z częstością mniejszą od największej liniowej gęstości zapisu znaków w przeźroczu. Natężenie maksimum zerowego rzędu w obrazie dyfrakcji Fraunhofera na elemencie realizującym powyższą modulację nie przekracza dziesięciokrotnej wartości natężenia najsilniejszego maksimum wyższego rzędu.

Wykorzystano tu fakt, iż rozkład amplitudy natężenia pola elektrycznego fali świetlnej w płaszczyźnie hologramu, w układach ze zbieżną wiązką przedmiotową, jest splotem widma transmitancji przeźrocza i widma transmitancji modulatora fazy. Wybór modulacji okresowej podyktowany jest łatwością technicznej realizacji tego typu modulacji, albowiem modulatorem może być tu odbielona płyta holograficzna, na której zarejestrowane zostały prążki będące wynikiem interferencji dwóch wzajemnie spójnych fal płaskich. Tego typu modulator występujący w układach optycznych nazywany jest fazową siatką dyfrakcyjną.

Widmo modulatora ma duże natężenie dla częstości leżących w obszarze ograniczonym przez podstawowe częstości przeźrocza aby w wyniku operacji splotu wypełnić na hologramie przestrzeń pomiędzy silnymi maksimumami widma przeźrocza. Dzięki temu uzyskuje się istotne obniżenie dynamiki wiązki przedmiotowej. Krotność 10, charakteryzująca dynamikę widma modulatora, wiąże się z zakresem prostoliniowości charakterystyki transmitacyjno-ekspozycyjnej holografiaczych materiałów rejestrujących, który obejmuje najwyżej jeden rząd wielkości ekspozycji.

Modulator spełniający powyższe warunki będzie poprawiał liniowość zapisu hologramu niezależnie od jego położenia katowego względem przeźrocza. Można jednak, obracając modulator względem przeźrocza (lub przeźrocze względem modulatora) i obserwując rozkład natężenia w wiązce przedmiotowej, znaleźć takie wzajemne położenie tych elementów, w którym rozkład natężenia światła na hologramie będzie maksymalnie jednorodny czyli optymalny z punktu widzenia otrzymania zapisu liniowego.

Układ według wynalazku zawiera umieszczoną na styk z przeźroczem co najmniej jedną dyfrakcyjną siatkę fazową o częstości mniejszej od największej, liniowej gęstości znaków w przeźroczu i o widmie mocy posiadającym zerowe maksimum dyfrakcyjne o natężeniu nie przekraczającym dziesięciokrotnej wartości natężenia najsilniejszego maksimum wyższego rzędu. Dla spełnienia ostatniego warunku wystarcza aby relief lub przestrzenna zależność współczynnika załamania siatki zbliżone były do sinusoidalnych, a głębokość modulacji fazy, dla użytej przy zapisie długości fali światła, była większa od 1,2 rad. Położenie katowe siatki względem przeźrocza optymalizuje się doświadczalnie przyjmując za kryterium maksymalną jednorodność rozkładu natężenia światła w wiązce przedmiotowej w płaszczyźnie hologramu.

Użycie do modulacji fazy tylko jednej siatki powoduje rozmycie lub zwielokrotnienie ilości maksimumów widmowych przeźrocza tylko w kierunku prostopadłym do kierunku prążków siatki. Efektywność obniżenia dynamiki natężenia wiązki przedmiotowej można zwiększyć dodając kolejne siatki, które wprowadzać będą te same efekty w innych, podobnie zoptymalizowanych kierunkach. Wszystkie siatki muszą spełniać określone wyżej warunki na częstość oraz na względny rozkład natężenia w widmie. Ilość siatek w przypadku wykonania ich na jednej płycie holograficznej, ograniczona jest przez zakres dynamiki użytego materiału rejestrującego. W przypadku składania wykonanych oddzielnie siatek ilość ta ograniczona jest przez dopuszczalny poziom szumów koherentnych w obrazie odtworzonym, spowodowanym rozproszeniem światła w materiale siatek.

W układzie według wynalazku stosunkowo prostymi środkami technicznymi osiąga się dużą gęstość zapisu znaków (informacji) bez zniekształceń nieliniowych i przy niskim poziomie szumów koherentnych.

Przedmiot wynalazku zostanie dokładniej omówiony na podstawie przykładowego układu przedstawionego na rysunku, który jest schematem układu zapisu mikrohologramu.

Na wspólnej osi, będącej osią optyczną soczewki skupiającej 1, umieszczone jest przeźrocze 2 z regularnie rozmieszczonymi znakami, układ fazowych siatek dyfrakcyjnych 3 oraz rejestrująca płyta holograficzna 4. Przeźrocze 2 umieszczone jest na styk z soczewką 1 oraz z układem siatek dyfrakcyjnych 3. Płyta holograficzna 4 umieszczona jest w odległości ogniskowej f od soczewki 1. Punktowe źródło 5 fali odniesienia 6 umieszczone jest w pewnej odległości od osi, w płaszczyźnie przeźrocza 2.

W procesie zapisu jednorodna fala płaska 7, pochodząca ze źródła laserowego pada na układ sinusoidalnych fazowych siatek dyfrakcyjnych 3. Przy przechodzeniu przez układ siatek faza fali 7 zostaje poddana okresowej modulacji przestrzennej. Następnie fala ta pada na holografowane przeźrocze 2, które moduluje przestrzennie jej amplitudę. Zmodulowana fazowo i amplitudowo fala przedmiotowa 8 skupiana jest przez soczewkę 1 na płycie holograficznej 4, gdzie interferuje z falą odniesienia 6, rozchodzącą się z punkтового źródła 5.

Amplituda fali przedmiotowej 7 w płaszczyźnie hologramu 4 jest proporcjonalna do widma częstości przestrzennych (matematycznie — do transformaty Fouriera) transmitancji amplitudowej układu modulator fazy — przeźrocze. Transmitancja ta jest iloczynem transmitancji każdej z siatek i przeźrocza. Zgodnie z twierdzeniem o splocie rozkład amplitudy fali przedmiotowej 8 na hologramie 4 jest proporcjonalny do splotu transformat poszczególnych transmitancji.

Widmo częstości przestrzennych przeźrocza ma postać silnych, wąskich maksimów położonych w dużej odległości od siebie. Maksima, które rejestruje się na mikrohologramie mają natężenia różniące się między sobą o około dwa rzędy wielkości. Widmo siatki ma postać gęsto położonych maksimów o mniej zróżnicowanych natężeniach. Splot tego typu widm ma postać sumy wielu widm siatki (układu siatek). Widma te poprzysuwane są do punktów, w których zlokalizowane są maksima widmowe przeźrocza. Dzięki temu równomiernie rozłożona jest energia fali świetlnej padającej na mikrohologram i do zapisu wykorzystana jest prawie cała jego powierzchnia.

Wynalazek może znaleźć zastosowanie w układach zapisu holograficznej pamięci maszyn cyfrowych, w produkcji holograficznych mikrofilmów i mikrofilmów tekstów drukowanych, zapewniając większy stopień miniaturyzacji zbiorów i lepszą odporność na uszkodzenia niż mikrofilmy i ultra-mikrofilmy wykonane tradycyjną techniką oraz w produkcji układów scalonych wykorzystującej technikę holografii Fouriera.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zapisu mikrohologramów ze zbieżną wiązką przedmiotową, zwłaszcza do przeźroczy z informacją w postaci regularnie rozmieszczonych znaków, oparty na przestrzennej modulacji fazy wiązki przedmiotowej, **znamienny tym**, że wiązkę światła padającą na przeźrocze poddaje się przestrzennej, okresowej modulacji fazy z częstością mniejszą od największej liniowej gęstości zapisu znaków w przeźroczu, przy czym natężenie maksimum zerowego rzędu w obrazie dyfrakcji Fraunhofera na elemencie realizującym powyższą modulację nie przekracza dziesięciokrotnej wartości natężenia najsilniejszego maksimum wyższego rzędu.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że względne położenie katowe przeźrocza i zmodulowanej powierzchni falowej dobiera się dla danego przeźrocza i częstości modulacji indywidualnie na podstawie obserwacji rozkładu natężenia światła w wiązce przedmiotowej w płaszczyźnie hologramu.

3. Układ do zapisu mikrohologramów ze zbieżną wiązką przedmiotową, zwłaszcza do przeźroczy z informacją w postaci regularnie rozmieszczonych znaków, zawierający przestrzenny modulator fazy umieszczony w bezpośredniej bliskości płaszczyzny przeźrocza i soczewkę skupiającą, przy czym w tylnej płaszczyźnie ogniskowej soczewki lub w pobliżu tej płaszczyzny umieszczony jest rejestrujący materiał holograficzny, **znamienny tym**, że przestrzenny modulator fazy stanowi co najmniej jedna fazowa siatka dyfrakcyjna (3) o częstości mniejszej od największej liniowej gęstości zapisu znaków w przeźroczu i o widmie mocy posiadającym maksimum dyfrakcyjne zerowego rzędu o natężeniu nie przekraczającym dziesięciokrotnej wartości natężenia najsilniejszego maksimum wyższego rzędu.

