

P38

Jarosław MYŚLIWIEC, Krzysztof JANUS i Andrzej MINIEWICZ

*Instytut Chemii Fizycznej i Teoretycznej, Politechnika Wroclawska,
Wyb. Wyspiańskiego 27, 50 – 370 Wrocław*

Rekonstrukcja hologramów cyfrowych z wykorzystaniem układów ciekłokrystalicznych

Wstęp

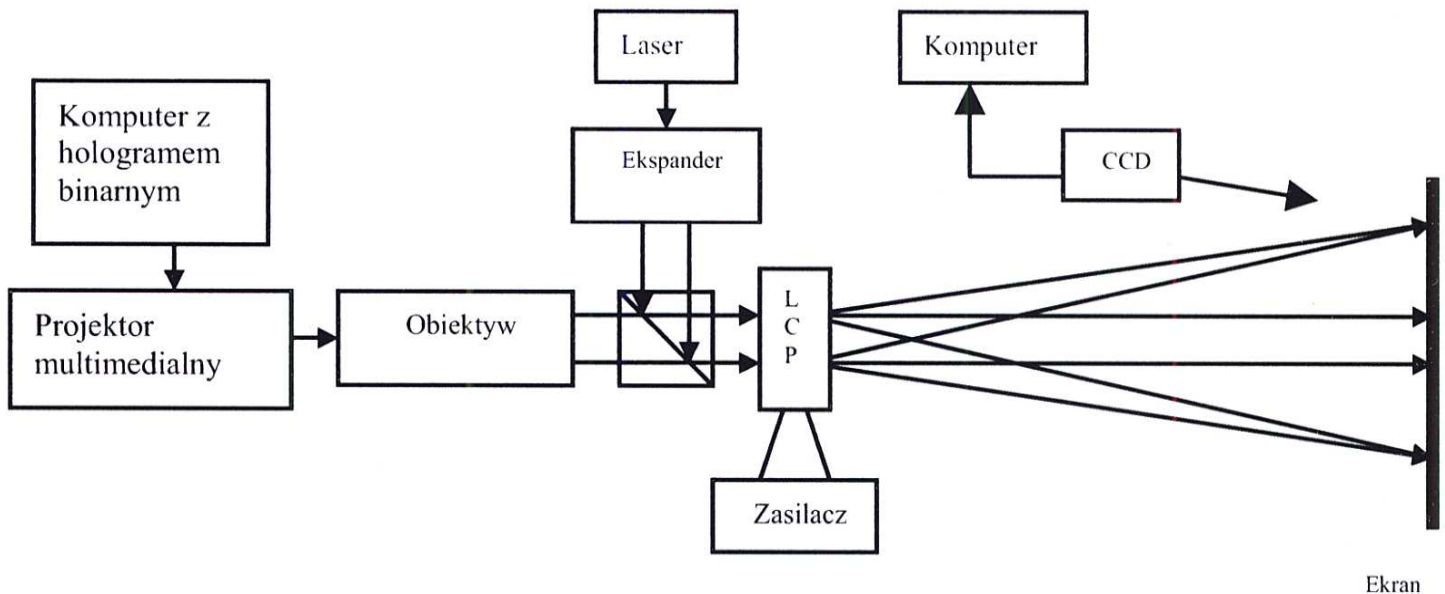
Holografia optyczna to technika rejestracji i odtwarzania rozkładów amplitudowo fazowych (siatki dyfrakcyjnej) w materiale światłoczułym [1]. Siatka dyfrakcyjna powstaje w wyniku odwzorowania interferencji wiązki odniesienia z wiązką niosącą informacje o odwzorowywanym przedmiocie. Proces tworzenia hologramu można przeprowadzić na dwa sposoby – statyczny i dynamiczny. Pierwszy sposób charakteryzuje się tym, że na początku zapisujemy rozkład prążków interferencyjnych w materiale (np. kliszy fotograficznej). Następnie po dokonaniu odpowiedniej obróbki danego materiału otrzymujemy żądany hologram, który stanowi siatkę dyfrakcyjną, o złożonej w ogólności strukturze prążków. W celu rekonstrukcji zarejestrowanego pola falowego oświetlamy powstałą siatkę dyfrakcyjną światłem spójnym, w wyniku czego otrzymujemy zrekonstruowaną falę przedmiotową, która wytwarza obraz pozorny lub rzeczywisty odwzorowywanego przedmiotu [1, 2, 3].

W tej pracy zaprezentowane będą wyniki dynamicznego zapisu i odczytu hologramów cyfrowych z wykorzystaniem fotoczułego układu ciekłokrystalicznego [4, 5], gdzie dynamiczne siatki dyfrakcyjne zapisywane są, odczytywane i wymazywane w czasie rzeczywistym.

Opis eksperymentu i wyniki

Schemat układu eksperymentalnego do przetwarzania hologramów cyfrowych pokazany jest na rys. 1.

Cyfrowo wygenerowany hologram, pokazany przykładowo na rys. 2, zaprojektowany na matrycy o rozdzielczości 100×100 lub 512×512 pikseli, wyświetlany był z komputera poprzez rzutnik multimedialny na panel ciekłokrystaliczny.

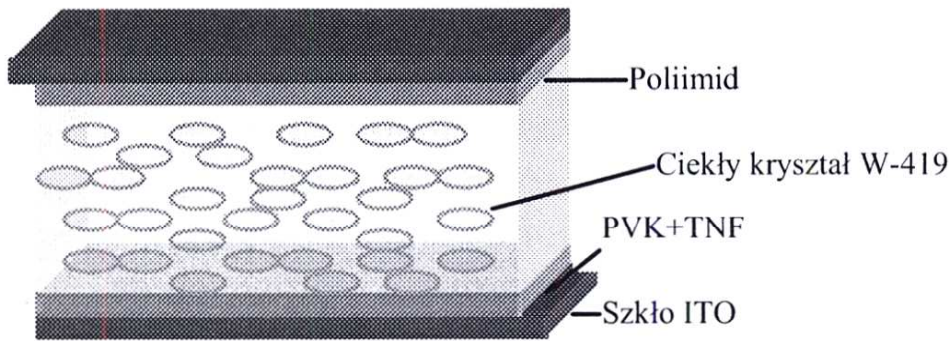


Rys. 1. Schemat układu eksperymentalnego do dynamicznej rekonstrukcji hologramów cyfrowych. LCP – panel ciekłokrystaliczny



Rys. 2. Przykłady binarnych hologramów cyfrowych (matryca 100×100 pikseli). Piksele wykazują dwa stany – czarny (brak transmisji) „0” i biały (transparentny) „1”

W eksperymencie wykorzystano sterowany z komputera rzutnik multimedialny NEC Multisync, model VT 540 z aktywną matrycą ciekłokrystaliczną o rozdzielczości 1024×768 pikseli oraz obiektyw YASHICA o ogniskowej $f = 55$ mm. Panel ciekłokrystaliczny miał rozmiary 5×10 cm², a hologram po rzutowaniu go na panel 1.5×1.5 cm². Komórka ciekłokrystaliczna wykonana została we współpracy z Wojskową Akademią Techniczną. Panel ten miał po jednej stronie warstwy ciekłego kryształu warstwę polimeru fotorzwojowego PVK+TNF, a po drugiej odpowiednio poczesany poliimid. Obie warstwy wymuszały planarne ustawienie molekuł ciekłego kryształu. Schemat budowy komórki przedstawiony jest na rys. 3. Do napełnienia tak zbudowanego panelu wykorzystana została mieszanina ciekłokrystaliczna W-419 o dwójłomności optycznej $\Delta n = 0.1964$ (dla $\lambda = 589$ nm).



Rys. 3. Schemat budowy komórki ciekłokrystalicznej wykorzystanej w eksperymencie optycznej rekonstrukcji hologramów cyfrowych

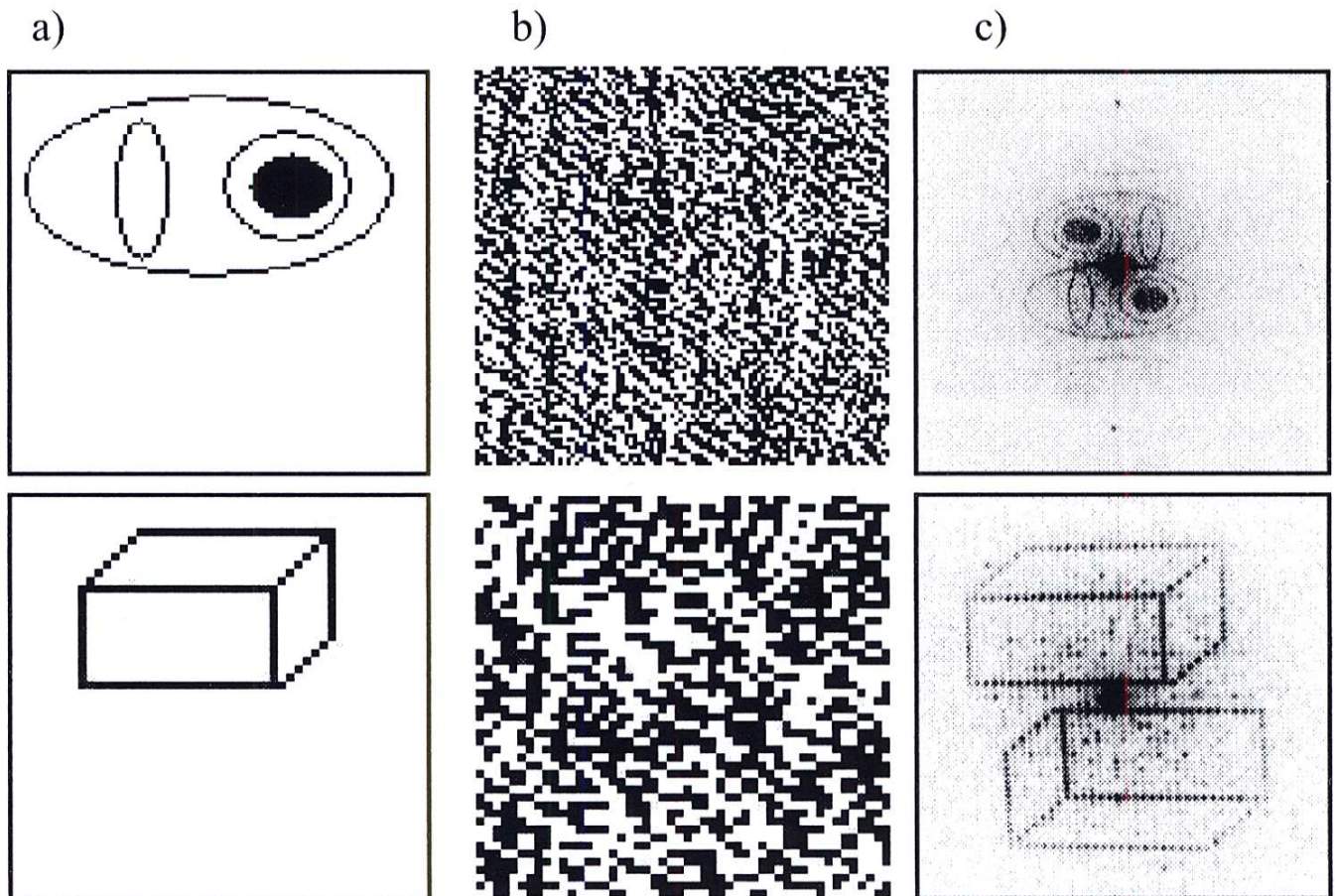
Obraz hologramu, w postaci przestrzennej modulacji światła białego niekoherentnego, rzutowany był na panel ciekłokrystaliczny. Zasilanie panelu w zakresie napięć stałych (0 – 20 V) pozwalało osiągnąć modulację nadzwyczajnego współczynnika załamania światła $n_e^{eff}(x,y)$ proporcjonalną do zmian intensywności światła $I(x,y)$. Następnie, tak powstały w panelu hologram $\Delta n(x,y)$ odczytywany był wiązką światła z lasera He-Ne ($\lambda = 632.8$ nm, $P = 10$ mW). Wiązka ta rozszerzona była za pomocą ekspandera tak by cały obszar hologramu był równomiernie oświetlony. Dyfrakcja światła na hologramie fazowym $\Delta\phi(x,y)$ prowadziła do powstania w dalekim polu (ok. 4 m od układu eksperymentalnego) rzeczywistego obrazu obiektu, który rejestrowany był za pomocą 8-bitowej, monochromatycznej kamery CCD (IKEGAMI). Na rys. 4c pokazane są wyniki rekonstrukcji hologramów cyfrowych (4b) dla płaskich obiektów (4a).

W celu zbadania dynamiki zapisu i mazania hologramów binarnych rzutowanych na panel ciekłokrystaliczny przeprowadzono eksperyment, w którym kolejne hologramy wyświetlane były z częstotliwością 10 Hz przez okres 8 godzin. Jednoznacznie można stwierdzić, że po upływie tego czasu nie zaobserwowano oznak trwałego zapisu jakiegokolwiek hologramu, a panel używany jest ponad rok i nie wykazuje pogorszenia jakości odwzorowywanych hologramów. Korzystne rezultaty przeprowadzonych badań pozwalają myśleć o rozbudowaniu tego rodzaju systemu w układ do kolorowej dynamicznej holografii. Do zbudowania kolorowego 2-D „kina holograficznego” konieczne byłoby użycie trzech laserów emitujących wiązki świetlne odpowiednio koloru czerwonego, zielonego i niebieskiego, a także odpowiednio policzonych hologramów, które odczytywane w sekwencji czasu tworzyłyby w dalekim polu ruchomy kolorowy obiekt.

Podsumowanie

Ze względu zarówno na dynamikę procesu (czas zapisu i mazania hologramu od 50 – 100 ms) jak i pełną odwracalność (cykl zapisywania i mazania hologramów ok. 10 cykli/sek przez okres 8 godzin nie wprowadzał żadnych widocz-

nych zmian w jakości optycznej obrazu) można stwierdzić, że badane przez nas hybrydowe panele ciekłokrystaliczne z polimerową warstwą fotoprzewodzącą stanowią bardzo dobre medium do przetwarzania informacji optycznej. Uzyskane wyniki pozwalają myśleć o dalszych badaniach mających na celu wytworzenie układu do dynamicznej rekonstrukcji hologramów cyfrowych tworzących w wyniku rekonstrukcji trójwymiarowy, kolorowy obraz.



Rys. 4. Obiekty a) dla których zostały policzone hologramy cyfrowe b) oraz ich zrekonstruowane obrazy c)

Podziękowania

Praca finansowana z grantu KBN nr 4 T08E 107 25 i grantu nr 4T08A 035 23.

Literatura

1. Gabor D., *Nature* 161, 777 (1948).
2. Gabor D., *Proc. Roy. Soc. London*, A197, 454 (1949).
3. Gabor D., *Proc. Phys. Soc.* B64, 449 (1951).
4. Bartkiewicz S., Miniewicz A., Kajzar F., Zagorska M., *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **332**, 9 (1998).
5. Kajzar F., Bartkiewicz S. and Miniewicz A., *Appl. Phys. Lett.*, **74** (20), 2924 (1999).