

Streszczenie pracy doktorskiej

„Optymalizacja struktur ciekłokrystalicznych stosowanych jako aktywne elementy optyczne w holograficznym przetwarzaniu informacji”

Celem prowadzonych badań była optymalizacja hybrydowych układów ciekłokrystalicznych stosowanych jako aktywne elementy w holograficznym przetwarzaniu informacji optycznej. Cel ten realizowany był poprzez:

- Opracowanie, charakterystykę i optymalizację nowych materiałów holograficznych opartych na hybrydowych układach LC domieszkowanych fotoaktywnymi nanocząstkami metali i półprzewodników.
- Wyjaśnienie molekularnych mechanizmów efektu fotorefrakcyjnego w domieszkowanych i niedomieszkowanych układach LC.
- Opracowanie modelu matematycznego opisującego zjawisko fotorefrakcji w badanych układach LC.
- Optymalizację wydajności i czasu odpowiedzi układów LC na drodze domieszkowania nanostrukturami półprzewodnikowymi i metalicznymi.
- Poprawę wydajności i czasu odpowiedzi układów LC na drodze określenia optymalnej geometrycznej konfiguracji układu zapisu/odczytu hologramów.
- Opracowanie praktycznego zastosowania badanych układów.

W ramach niniejszej pracy zostały zaproponowane dwa modele matematyczne. Pierwszy z nich opisuje i wyjaśnia zjawisko fotorefrakcji w hybrydowych układach ciekłokrystalicznych. Dotyczy on zjawisk powierzchniowych, zachodzących na styku warstwy fotoprzewodzącego polimeru z warstwą ciekłego kryształu, oraz zjawisk objętościowych zachodzących w objętości polimeru i ciekłego kryształu, takich jak generacja ładunków elektrycznych, ich dryft czy dyfuzja (model oddziaływań PVK/LC). Drugi model jest rozszerzeniem modelu pierwszego. Opisuje i wyjaśnia efekty oddziaływania molekuł ciekłego kryształu z kropkami kwantowymi, wprowadzonymi do jego objętości (model oddziaływań QD/LC).

Badania nad nowymi ciekłokrystalicznymi materiałami holograficznymi prowadzone były w trzech etapach. Na pierwszym etapie badania skupiły się na opracowaniu ogólnego modelu matematycznego opisującego zjawisko fotorefrakcji w badanych układach, którego celem była optymalizacja parametrów materiałowych i konstrukcyjnych hybrydowych układów ciekłokrystalicznych, pracujących jako aktywne elementy w holograficznym układzie zdegenerowanego mieszania dwóch fal. Pierwsze próby poprawy wydajności efektu fotorefrakcyjnego, realizowane na I etapie badań, polegały na wprowadzeniu do matrycy ciekłokrystalicznej fotoaktywnych nanocząstek metalicznych złota oraz nanocząstek półprzewodnikowych selenku i siarczku kadmu. Najlepsze wyniki uzyskano dla układów domieszkowanych kropkami kwantowymi, dlatego kontynuacja tematu realizowana była na drugim etapie badań, gdzie prace skupiły się nad praktycznym wykorzystaniem domieszkowanych układów ciekłokrystalicznych. Temat poprawy wydajności badanych układów na drodze domieszkowania nanocząstkami CdSe kontynuowany był również na trzecim etapie badań, gdzie badano wpływ maksimum absorpcji nanocząstek na wartość wydajności fotorefrakcji. Badania zostały zamknięte eksperymentem przeprowadzonym z wykorzystaniem optycznego efektu Kerra, gdzie uzyskano potwierdzenie wyników uzyskanych w układzie zdegenerowanego mieszania dwóch fal.

Efektom pracy było zwiększenie wydajności układów LC na drodze domieszkowania nanostrukturami półprzewodnikowymi i metalicznymi. Wydajność, jak i czas odpowiedzi układów LC zostały dodatkowo zoptymalizowane na drodze określenia optymalnej geometrycznej konfiguracji układu zapisu/odczytu hologramów. Zwieńczeniem badań było zaprojektowanie, wytworzenie i zastosowanie struktur hybrydowych jako elementów miernika koherencji i czasu trwania impulsów świetlnych, co potwierdza, że cele pracy zostały osiągnięte.