

Rezumat

Proiectul 20.80009.5007.08. Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor termoelectrice cu eficiență înaltă

Conducător de proiect: dr.hab. Tronciu Vasile

Laserele semiconductoare au devenit indispensabile în societatea modernă. Progresele recente înregistrate în dezvoltarea de noi dispozitive optoelectronice pe bază de GaN au impulsat cercetările tehnologiilor de creștere a structurilor cu puncte cuantice. Având în vedere acest lucru, am studiat laserul cu mediu activ puncte cuantice sub influența feedback-ului optic. Am obținut că modurile cavității externe pentru intensități mici ale feedback-ului sunt distribuite sub forma de „clopot”. La valori mari ale intensității feedback-ului se constată apariția sateliților de forma unor elipse deformate. Sunt raportate rezultatele studiului teoretic al proprietăților dinamice ale laserelor DBR supuse unui feedback optic extern de la o oglindă situată la distanță. Stările staționare calculate cu modelul complet și cu cel adaptat LK arată un acord bun. Prin aplicarea formulei Helms-Petermann renormalizată, s-ar putea ajunge la o limită de stabilitate foarte mare, apropiată de 100%, reducând drastic constanta de cuplare κ a rețelei DBR. Sunt raportate rezultatele teoretice și experimentale privind stabilitatea lungimii de undă în amplificatoarele de putere a oscilatorului master cu DBR multi-secțiuni monolitice. Pentru a calcula puterea optică emisă și hărțile spectrale a fost utilizat modelul 2D a ecuației undelor progresive. Au fost efectuate investigații privind generarea de impulsuri de către un laser excitabil DFB cu reflector pasiv dispersiv încorporat. În regimul excitabil au fost injectate în sistem mici secvențe ale perturbațiilor și a fost analizat răspunsul. S-a observat că la creșterea raportului dintre durata de viață a purtătorului și a fotonului se reduce amplitudinea impulsurilor. În cadrul proiectului au mai fost efectuate cercetări ale structurilor bicristaline cu interfețe de dimensiuni de nanometri, la orientarea câmpului magnetic de-a lungul interfețelor cristaline și a fost depistată dependența valorilor mărimilor care caracterizează fenomenele de transport de inversarea câmpului magnetic. A fost efectuată o analiză cantitativă a implementării hardware a rețelelor neuronale Hopfield pe circuite reconfigurabile de tip FPGA. S-a stabilit relația dintre resursele hardware utilizate pentru sintetizarea căii de date și cele utilizate pentru asigurarea conexiunilor de rețea interne, precum și dinamica distribuției acestor resurse, respectiv modul în care aceasta depinde de variația parametrilor arhitecturali ai rețelei. Analiza efectuată se bazează pe simulări și experimente cu circuite FPGA ale companiei Intel. Au fost modelate tranzițiile

Peierls în cristale organice quasi-unidimensionale de $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$ și TTT_2I_3 , în scopul determinării unor parametri fizici din comparația valorilor teoretice ale temperaturii critice Peierls cu cele experimentale. A fost aplicat un model fizic mai complet al cristalelor menționate pentru cercetarea tranziției metal-dielectric în aceste materiale. A fost făcută modelarea numerică a spectrului renormat al fononilor și a fost determinată temperatura critică Peierls. Au fost investigate proprietățile termoelectrice ale cristalelor organice quasi-uni dimensionale de TTT_2I_3 și $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$. Au fost obținute rezultate importante, care demonstrează că proprietățile acestor materiale nanostructurate pot fi optimizate prin modificări în structura stoichiometrică a compusului, și prin disiparea impurităților din rețeaua cristalină. Un element important al acestei etape de cercetare a fost introducerea parametrului de temperatură în modelul fizic utilizat pentru calcule numerice. S-a obținut că aceste materiale manifestă proprietăți termoelectrice de perspectivă pentru un interval larg de temperaturi (250 - 400 K).

Summary

Semiconductor lasers have become indispensable in the modern society. Recent progress recorded in the development of new optoelectronic devices on GaN has given an impulse to the research of the growth technologies of quantum dot structures. With this in mind, we studied laser with active medium quantum dots under the influence of optical feedback. We found that the ECMs are located on the shape of “bell” for low feedback strength. Higher feedbacks imply the appearance of deformed satellite ellipses. We report results of the theoretical study of the dynamic properties of DBR lasers subject to external optical feedback provided by a long-distance mirror. The stationary states computed by the full and adapted LK models show good agreement. In applying the renormalized Helms-Petermann formula, we could reach a very large stability border near to 100% by drastically reducing the coupling constant κ of the DBR grating. These results offer the possibility of a reflection-tolerant communication with cheap and compact DBR lasers. We report theoretical and experimental results on stability of wavelength in monolithically multi-section DBR master-oscillator power-amplifiers. We use the 2D traveling wave equation model to calculate emitted optical power and spectral maps. Investigations were carried out on pulse generation by an excitable DFB laser with incorporated passive dispersive reflector. In the excitable regime, small sequences of disturbances were injected into the system and the response was analyzed. It has been observed that increasing the ratio of the lifetime of

the carrier to the photon reduces the amplitude of the pulses. We report also the investigations on bicrystalline structures with nanometer-sized interfaces, the orientation of the magnetic field along the crystalline interfaces and the dependence of the values of the quantities that characterize the transport phenomena on the reversal of the magnetic field was detected. A quantitative analysis of the hardware implementation of Hopfield neural networks on reconfigurable FPGA circuits was performed. The relationship between the hardware resources used to synthesize the data path and those used to ensure internal network connections was established, as well as the dynamics of the distribution of these resources, respectively the way in which it depends on the variation of the architectural parameters of the network. The analysis is based on simulations and experiments with FPGA circuits from Intel. The Peierls structural transitions were modeled in quasi-one-dimensional organic crystals of $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$ and TTT_2I_3 , in order to determine some physical parameters from the comparison of the theoretical values of the Peierls critical temperature with the experimental ones. A more complete physical model of the mentioned crystals was applied for the research of the metal-dielectric transition in these materials. Numerical modeling of the renormalized phonon spectrum was performed and the Peierls critical temperature was determined. Thermoelectric properties of quasi-one-dimensional organic crystals of TTT_2I_3 and $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$ were investigated. Important results were obtained, namely the manipulations with stoichiometry of these compounds can lead to significant enhancement of thermoelectric properties. An important element of this stage of research was the supplementing of the physical model with a new parameter - temperature. We considered the thermal dilatation of the crystalline lattice, so as the thermally activated lattice defects. It was demonstrated that the mentioned above materials manifests very promising thermoelectric properties for a broad range of temperatures (250 - 400 K).