

**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023**  
**Studiul structurilor optoelectronice și a dispozitivelor**  
**termoelectrice cu eficiență înaltă**

*(denumirea proiectului)*

**Cifrul proiectului 20.80009.5007.08**

Au fost efectuate simulări numerice ale comportamentului dinamic al laserelor semiconductoare cu mediu activ puncte cuantice. Au fost identificate regimuri de comportament al laserului care ar putea fi utilizate în diferite domenii, precum comunicarea pe bază de haos. Laserele cu lumină albastră și albastru-violet (450 și 405 nm) reprezintă o abordare interesantă pentru mai multe tratamente clinice. Laserele InGaN albastre și violete sunt utilizate pe scară largă în interferometre, imprimare laser, înregistrare a datelor, etc. Am obținut rezultate ale calculelor numerice asupra influenței parametrilor laserului cu lumină albastră asupra regimurilor de autopulsații. S-a studiat influența grosimii absorbantului de saturație, a lungimii laserului, și de asemenea a duratei de viață a purtătorilor de sarcină asupra regiunii de autopulsații. Utilizând analiza bifurcațională am trasat liniile bifurcației Hopf în planul diferiților parametri. Anume regiunile mărginite de bifurcația Hopf le indica domeniul auto-pulsațiilor cu frecvență mari. Au fost efectuate cercetări experimentale ale structurilor cu microfibre realizate pe bază de aliaje feromagnetice cu o dependență puternică a forței coercitive a firului sensibil de tensiunea de întindere la deformații elastice. Rezultatele preliminare obținute confirmă aplicabilitatea structurilor cu microfibre pe bază de aliaje feromagnetice în proiectarea și implementarea senzorilor de deformații pentru diverse aplicații non-contact. Astfel de structuri electronice non-contact se pretează la realizarea dispozitivelor încorporate inteligente pentru aplicații avansate IoT. Au fost studiate bicristale semimetalice Bi-Sb cu interfețe nano-dimensionale în care au fost depistate o serie de caracteristici neobișnuite ale transportului cuantic a purtătorilor de sarcină datorită modificărilor topologice ale suprafeței Fermi și a manifestării unor faze topologice tridimensionale ale bicristalelor. S-a depistat că bicristalele de Bi cu concentrația de Sb  $x \sim 0,04$ , prezintă o caracteristică a semimetalelor topologice tridimensionale, iar: bicristalele cu un conținut mai mare de Sb prezintă proprietăți specifice izolatorilor topologici tridimensionali. Au fost obținute expresiile analitice pentru coeficientul de performanță termoelectrică a unui cuplu  $p-n$  în regim de refrigerare. Au fost realizate calcule numerice pentru diferite combinații ale parametrilor interni ai cristalelor de  $\text{TTT}_2\text{I}_3$  și  $\text{TTT}(\text{TCNQ})_2$  (concentrația purtătorilor de sarcină majoritari, concentrația impurităților), cât și pentru diferite temperaturi. În rezultat, s-au obținut dependențele grafice pentru voltajul generat de acest cuplu termoelectric, ca funcție de parametrii liberi, pentru diferite valori ale temperaturii de funcționare (gradientului), cât și dependențele grafice pentru coeficientul de performanță, în condițiile pompajului de curent electric prin joncțiune, pentru asigurarea unei diferențe de temperaturi de 20 K. Au fost identificate regimurile de funcționare optimă a cuplului termoelectric cu posibilitatea de optimizare în vederea ridicării eficienței termoelectrice. Sunt elaborate recomandări pentru proiectarea dispozitivelor cu aplicații industriale, locale sau în sectorul biomedical.

Dynamics of semiconductor lasers with quantum dots active region and multiple feedback was simulated numerically. As a result, the regimes of interesting chaotic behavior were identified, which opens new opportunities for using these structures in chaos communications systems. For instance, blue and blue-violet lasers (450 and 405 nm) are very promising for different medical applications, while, blue and violet InGaN lasers are widely used in domains such as interferometry, laser imprinting, data recording and others. We obtained numerical results on the influence of blue laser parameters on self-pulsating regimes. The influence of absorber thickness, wavelength and charge carrier lifetime on self-pulsating regimes was studied. Hopf bifurcations were traced in different parameter planes by using bifurcation analysis. It was found that namely the border regions of Hopf bifurcation indicates on the domain of self-pulsating regime with high frequencies. Experimental investigations of micro-wire structures made on the basis of ferromagnetic alloys with a high dependence of the coercive force of the sensitive wire on the tensile stress at elastic deformations were carried out. The obtained preliminary results confirm the applicability of micro-wire structures based on ferromagnetic alloys in the design and implementation of strain sensors for various non-contact applications. Such contactless electronic structures are suitable for designing smart devices embedded in advanced IoT applications. Semimetal bi-crystals of Bi-Sb with nano-dimensional interfaces were studied in order to investigate the quantum transport of charge carriers. A series of uncommon characteristics of quantum charge carriers transport were found due to the topological deformation of Fermi surface and due to the manifestation of a tri-dimensional topological phase of bi-crystals. Also, it was found that Bi bi-crystals with a concentration of Sb  $x \sim 0.04$ , exhibit a behavior that corresponds to tridimensional topological semimetals, and bi-crystals with a higher concentration of Sb are more closer to tridimensional topological insulators. Analytical expressions for thermoelectric coefficient of performance of a  $p-n$  pair, acting as a refrigerator, were deduced. Also, numerical calculations for thermoelectric parameters as a function of different combinations of internal parameter values of  $TTT_2I_3$  and  $TTT(TCNQ)_2$  crystals (charge carriers' concentration, impurity concentration) for different temperatures were performed. As a result, graphical dependences were obtained for output voltage of the pair, as function of free parameters mentioned above, were plotted. It was obtained also the graphical dependence of the coefficient of performance, under the conditions of an external electrical current driven through the pair, in order to deliver a temperature dependence of 20K. The optimal working regimes were identified. Some recommendations for industrial, local or biomedical devices design were elaborated.

Conducătorul de proiect V. JF / (Tronciu Vasile)

Data: 11.01.2024

