**Streszczenie**

Głównym celem rozprawy jest komputerowe projektowanie detektorów dwubarierowych z heterostruktur półprzewodnikowych, a w szczególności detektorów pracujących w temperaturach bliskich pokojowej w zakresie widmowym 3 – 5,5 i 8 – 14 μm. Detektory te powinny charakteryzować się wysokimi parametrami technicznymi oraz brakiem offsetów w paśmie przewodnictwa i walencyjnym.

Rozprawa składa się z sześciu zasadniczych punktów. Punkt pierwszy stanowi wstęp, w którym opisano działanie detektorów barierowych i ich właściwości, które zwiększają parametry tych detektorów podczerwieni. W punkcie tym omówiono również program komputerowy wykorzystywany w rozprawie do projektowania detektorów barierowych. W punkcie drugim krótko przedstawiono strukturę pasmową związków InAsSb i AlAsSb. Punkt trzeci opisuje iteracyjną metodę rozwiązywania równania Poissona w heterostrukturach z wykorzystaniem nowych schematów iteracyjnych, gwarantujących stabilność i zbieżność rozwiązań niezależnie od stopnia skomplikowania konstrukcji przyrządów półprzewodnikowych. Przedstawiono tam opracowane schematy iteracyjne oraz wyniki obliczeń dla heterostruktur HgCdTe z kontaktami metalowymi i warstwą pasywującą z ZnS. W punkcie czwartym rozprawy analizowano pasma donorowe w strukturach HgCdTe. Zaproponowano proste modele umożliwiające obliczenie koncentracji elektronów w tych pasmach oraz ich ruchliwości. Rezultaty obliczeń zostały zweryfikowane eksperymentalnie. Punkt piąty zawiera wyniki obliczeń parametrów dwubarierowych detektorów z HgCdTe pracujących w zakresie widmowym 3 – 5,5 μm i 8 – 14 μm. W punkcie tym przedstawiono udział różnych mechanizmów generacyjno – rekombinacyjnych w procesie generacji i rekombinacji termicznej. Punkt ten analizuje również zjawisko reabsorpcji fotonów zmniejszających procesy międzypasmowej rekombinacji promienistej. Punkt ten pokazuje również rolę dodatkowych barier energetycznych na granicy absorbera w procesie zmniejszania szybkości generacji termicznej nośników. Punkt szósty (najbardziej rozbudowany) dotyczy heterostruktur z InAsSb. W ramach tego punktu przeprowadzono analizę wpływu niedopasowania sieciowego poszczególnych warstw heterostruktury na przesunięcie krawędzi pasm energetycznych. Punkt ten analizuje również wpływ odkształceń sieciowych wywołanych zginaniem struktur oraz generacją dyslokacji niedopasowania. Ważnym osiągnięciem jest tu opracowanie sposobu liczenia gęstości dyslokacji w poszczególnych interfejsach korzystając z warunku minimum energii sprężystej heterostruktury. Wyniki obliczeń struktury pasmowej zweryfikowano z danymi eksperymentalnymi dostępnymi w literaturze. Wykazano również, że obserwowane w niektórych przypadkach zwiększenie granicy fotoczułości może być spowodowane oddziaływaniem dyslokacji niedopasowania z polem naprężeń pseudomorficznych heterostruktur. W punkcie tym zaprojektowano również detektory pracujące w temperaturze 200 K w zakresie 3 – 5,5 i 8 – 14 μm.

**Abstract**

My dissertation concerns computer design of dual-barrier detectors from semiconductor heterostructures. Its aim is to design the detectors that will operate near room temperatures in the spectral range of 3 - 5.5 and 8 - 14 μm. These detector should be characterized by high technical parameters and lack of offsets in the conduction and valence band.

The dissertation consists of six main points. The first point is the introduction, which describes the operation of barrier detectors and their properties that increase the technical parameters of these infrared detectors. This point also discusses the computer program used in the design of barrier detectors. The second section briefly presents the band structure of InAsSb and AlAsSb compounds. The third point describes the iterative method of solving the Poisson equation in heterostructures with the use of new iterative schemes, guaranteeing stability and convergence of solutions regardless of the complexity of semiconductor devices construction. There are presented iterative schemes and calculation results for HgCdTe heterostructures with metal contacts and the ZnS passivation layer. At the fourth point of the dissertation, donor bands in HgCdTe structures were analyzed. Simple models were proposed to calculate electron concentration in these bands and their mobility. The results of the calculations were verified experimentally. The fifth point contains the results of calculating the parameters of two-barrier HgCdTe detectors operating in the spectral range of 3 - 5.5 μm and 8 - 14 μm. This section presents the contribution of various generation-recombination mechanisms in the process of thermal generation and recombination. This point also analyzes the phenomenon of reabsorption of photons that reduce the processes of interband radiative recombination. This point also shows the role of additional energy barriers at the absorber boundary in the process of decreasing the thermal generation rate of carriers. The sixth point (the most extensive) concerns heterostructures with InAsSb. In this point, the analysis of the impact of lattice mismatches of individual layers of heterostructures on the shift of the edges of energy bands was carried out. This point also analyzes the impact of the lattice strain caused by the bending of structures and the generation of misfit dislocations. An important achievement here is the development of a method of counting the density of dislocations in individual interfaces using the condition of minimum elastic energy of the heterostructure. The results of the band structure calculations were verified with experimental data available in the literature. It was also shown that the increase in wavelength photosensitivity limit observed in some cases may be caused by the misfit dislocations which interact with the field of pseudomorphic stresses of heterostructures. At this point, detectors working at 200 K in the range of 3 - 5.5 and 8 - 14 μm have also been designed.