جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

حساب دالة توزيع الالكترونات لشبه موصل المركب GaAs عند مجالات منخفضة

نورة انور محمد جميل ال عباس

رسالة ماجستير
الفيزياء

بإشراف
المدرس
الدكتور علي عباس محمد صالح ال اغا

١٤٤٤هـ ٢٠٢٣ م

الملخص

تم في هذه الدراسة، حساب دالة التوزيع لشبه الموصل المركب ارسنيد الكاليوم GaAs باستعمال معادلة بولتزمان شبه الكلاسيكية لانتقال حاملات الشحنة (الإلكترونات) في منخفض الطاقة المركزي⟨000⟩ Γ ولمدى من المجالات الكهربائية الواطئة E_0(0.3-1) نسبة الى مجال الفعال E_0=5.95kV/cm

يتطلب الحصول على دالة التوزيع ذات كفاءة عالية بناء تقنية تجمع بين الطريقة التحليلية والطريقة العددية لحل معادلة الانتقال لبولتزمان. إذ تم استعمال الطريقة التحليلية المتضمنة متعددة حدود لاجندر والتي تضمنت إدخال تأثير الاستطارة البصرية القطبية كألية استطارة أساسية فضلا عن تأثير تركيب حزمة الطاقة غير المتكافئة ذات السطوح الطاقة الكروية في منخفض الطاقة المركزي. المعادلة الناتجة هي معادلة تفاضلية جزئية من الدرجة الثانية تم حلها عدديا بعد إجراء عملية فصل المتغيرات باستخدام طريقة المصفوفة المباشرة في فضاء الطاقة. تم حل هذه المعادلة باستعمال برنامج *MATLAB*. ويمكن استخدام دالة التوزيع الناتجة في حساب معدل طاقة الكترون وسرعة انجراف كدالتين للمجالات الواطئة المسلطة. حيث تم بناء منظومة ذات أبعاد 360×360، إذ كان معدل التغيير في الطاقة $\Delta\varepsilon$= 0.001. تم اختبار المنظومة بتسليط مجالات كهربائية منخفضة وكانت دالة التوزيع توزيع ماكسويل عند المجالات الكهربائية المدروسة. كما تم دراسة خواص الانتقال للإلكترونات والتي تتضمن حساب معدل طاقة الإلكترونات كدالة للمجال الكهربائي الواطئ إذ كان التغير في معدل الطاقة للإلكترونات طفيفة جدا. وتم أيضا حساب سرعة انجراف كدالة للمجالات الواطئة عند درجة حرارة الغرفة وعند درجات حرارة منخفضة فان سرعة الانجراف الالكترون تتأثر بتغير المجال وتزداد زيادة خطية ضمن هذا المدى من المجالات الواطئة ولوحظ أن منحنى سرعة الانجراف مع المجال يسلك نفس السلوك لجميع درجات الحرارة المنخفضة.

Abstract

In this study, distribution function of the compound semiconductor gallium arsenide GaAs was calculated using the semi-classical Boltzmann equation for the transport of charge carriers (electrons) in the central low energy ⟨000⟩ Γ and for a range of low electric fields (0.3-1)E_0 relative to the effective field (E_0 = 5.95Kv/cm). Obtaining a highly efficient distribution function requires building a technique that combines the analytical method and the numerical method to solve the Boltzmann transition equation. The analytical method involving the Legendre polynomial was used, which included the introduction the effect of polar optical scattering as a basic scattering mechanism in our work, in addition to the effect of non-parabolic band with spherical energy surfaces in the central valley. The resulting equation is a partial differential equation of the second order that has been solved numerically after performing the separation of variables using the direct matrix method in energy space. This equation has been solved using *MATLAB* program. The resulting distribution function can be used to calculate the electron energy rate and drift velocity as functions of the applied low fields. A system with dimensions of 360 × 360 was built, as the rate of change in energy $\Delta\mathcal{E} = 0.001$. The system was tested by applying low electric fields, and the distribution function was a Maxwell distribution at the studied electric fields. The transition properties of the electrons were also studied, which includes calculating the average energy of electrons as a function of the low electric field, as the change in the average energy of electrons was very slight. The drift speed was also calculated as a function of the low domains at room temperature and at low temperatures, the electron drift speed is affected by the change of the field and increases linearly within this range of the low domains and exhibits the same behavior for all low temperatures.

University of Mosul
College of Educatıon
For Pure Science

Calculation of the Electrons Distribution Function for GaAs Compound Semiconductors at Low Fields

Noora Anwar Mohammed Jamil Al Abbas

M. Sc. Thesis

Physics

Supervised by

Lec.

Dr. Ali Abbas Mohammed Salih Al Agah

2023 A.D **1444 A.H**