تأثير تركيز التطعيم على الخصائص الكهربية لشوتكي دايود المصنع من مادة AlGaAs الموجبة المطعمة بعنصر Be

إعداد

فاديه عبدالعزيز إبراهيم

المستخلص

تمثل وصلات شوتكي المصنعة من مادة AlGaAs من النوع الموجب خيارا مثاليا للعديد من الإلكترونيات والإلكترونيات الضوئية، نظرا لخصائصها الكهربية التي جعلتها من أهم أجزاء وصلات MESFET و HEMT وغيرها من الدارات الإلكترونية الهامة. تمثل المستويات البينية وانخفاض حاجز الجهد الناتج عن قوة الشحنة الصورية وانتقال حوامل الشحنة عن طريق الاختراق وعدم تجانس حاجز الجهد مؤثرات قوية على حاجز الجهد ϕ_{Bp} ومعامل المثالية n والتي تمثل العوامل المهمة لوصلات شوتكي وقد تم مناقشة هذه المؤثرات والعوامل من خلال المسح المرجعي. هذه العوامل تعتمد على كلاً من درجة الحرارة وتركيز التطعيم N_A والتي يمكن قياسها بتقنيات مختلفة.

هذه الأطروحة تقدم دراسة بتقنية تغير التيار مع الجهد لوصلات شوتكي الموجبة Ti/Au-AlGaAs/GaAs والمحضرة بطريقة الإنماء (MBE). تم حساب ϕ_{Bp} و n خلال درجات حرارة مختلفة (100-400K) لثلاث عينات يتدرج تركيز تطعيمها من 1×10^{16} إلى 1×10^{17} cm^{-3}. قياسات ϕ_{Bp} و n اعتمادا على نظرية الانبعاث الحراري (TE) أظهرت تصرفا شاذا من خلال اعتمادها القوي على درجة الحرارة وتركيز التطعيم، حيث لوحظ تزايد حاجز الجهد مع ارتفاع درجة الحرارة وانخفاضه مع زيادة التركيز. على النقيض، لوحظ سلوك معاكس لمعامل المثالية مما يشير إلى أن انتقال حاملات الشحنة يتم عن طريق الإختراق (TFE, FE) ، والذي تم تأكيد وجوده عن طريق قياس معامل الاختراق E_{00}. كما تم تطبيق نموذج حاجز الجهد غير المتجانس. خلال هذه الدراسة تم قياس المقاومة المتسلسلة R_s وجهد التشغيل V_{on} ، بالإضافة إلى ثابت ريتشاردسون *A والذي كانت قيمته أقل بكثير من القيمة النظرية. السلوك المخالف للانبعاث الحراري يكشف عن أثر المستويات البينية وانخفاض حاجز الجهد الناتج عن الشحنة الصورية وبالتالي، تأثير التطعيم. تم تدعيم الدراسة بإجرائها ببرنامج النمذجة والمحاكاة COMSOL Multiphysics والذي أظهر ذات الاعتماد على تركيز التطعيم مع خصائص كهربية أفضل نتيجة لتبنيه الحالة المثالية.

Type Be-Doped AlGaAs Schottky Diodes.

By

Fadia Abdulaziz Ebrahim

Abstract

P-AlGaAs Schottky barrier diodes SBDs provide a great choice for a wide variety of electronic and optoelectronic applications, due to their electrical properties which make them important components in high electron mobility transistors (HEMTs), metal-semiconductor field effect transistors (MESFETs) and other integrated circuits (ICs). However, the interface states, image force lowering, tunneling and barrier height inhomogeneity are strong factors that affect the barrier height ϕ_{Bp} and the ideality factor n which are the key parameters of the Schottky contacts. The effect of these factors has been discussed in the literature. These factors depend on both temperature and doping concentration and this dependence could be investigated by different electrical characterization techniques. This thesis reports the study of the current-voltage I-V characteristics of p-type Ti/Au-AlGaAs/GaAs Schottky diodes which prepared by molecular beam epitaxy growth (MBE). The barrier height ϕ_{Bp} and the ideality factor n have been extracted at various temperatures (100-400K) for three samples with doping concentrations ranging from 1×10^{16} to 1×10^{17} cm^{-3}. The barrier height ϕ_{Bp} and the ideality factor n obtained on the basis of thermionic emission theory show an abnormal behavior, these parameters exhibit a dependence on temperature and doping concentration. ϕ_{Bp} increases with temperature while it decreases with the doping concentration N_A. In constract, n shows the opposite behavior. That indicates the presence of tunneling current transport (thermionic field emission (TFE) and field emission (FE)) which have been confirmed from the characteristics energy E_{00} values. The barrier height inhomogeneity model has been applied at T=100-400K. Series resistance R_s, turn-on voltage Von, the rectification ratio I_F/I_R and Richardson constant A* are determined through the calculations. A* is found to be smaller by four orders of magnitude than the theoretical value. The deviation of the electrical behavior from the pure thermionic emission reveals the effect of tunneling and the barrier height inhomogeneity and hence, of doping concentration. The study is confirmed with COMSOL Multiphysics modeling and simulation program which shows better electrical properties where the ideal case is applied.