الآية

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى:

وَإِن تَعُدُّوا نِعْمَةَ ٱللَّهِ لَا تُحْصُوهَآ إِنَّ ٱللَّهَ لَغَفُورٌ رَّحِيمٌ (18).

سورة النحل

Acknowledgement

There are many people who I need to thank and acknowledge for their contribution towards this work. Firstly I need to thank my supervisor for his help and support throughout the entire time we've worked together. Many days and nights have been spent carrying out experiments and I am grateful to all the staff at Institute of laser in Sudan University of Science and Technology and The National center of Research in Egypt. Finally I need to send special thank to my family for their support and help me all the time.

DEDCATION

To

My father and my mother

My sister Sara and my brother Mohammed alsadig

My wife Nuha and my sister samia

My daughters, Tayba, Zainab, and Lamar

My brothers Siddig Kardaman and Ali D. A. Alsiddig

The Contents

CHATER FOUR: Results and Discussion

List of Tables

List of Figures

List of abbreviations

a/c	amorphous/crystalline
a-Si	amorphous- Silicon
AFM	Atomic Force Microscopy
BSE	Back-Scattered Electrons
BST	Barium Strontium Titanate
DC	Direct Current
CRT	Cathode Ray Tube

CL	Cathodoluminescence
CNC	Computer Numerical Control
CD	Compact discs
CL	Cathodoluminescence)
c-Si	crystalline Silicon
CVD	Chemical Vapor Deposition
CW	Continuous Wave
DC	Direct Current
DEP	Di Electro Phoresis
DPSS	Diode Pumped Solid State
DVD	Digital Video Disc
ELA	Excimer Laser Annealing
ESEM	Environmental SEM
FA	Furnace Annealing
FEG	field emission guns
FG	fine-grained
FM	Ferromagnetic
FWHM	full-width-at-half-maximum
GIXRD	Grazing Incidence X-ray Diffraction
IC	Integrated Circuit
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor
IR	Infrared
IZO	indium–zinc oxide
LA	Laser Annealing
LDW	Laser direct-write
LG	Large Grain
LPE	liquid phase epitaxy
LOCOS	Local-Oxidation-Of-Silicon
LO	Longitudinal Optical
MLG	Multi-Layer Graphene
MSM	Metal -Semiconductor–Metal
MWCNTs	Multi-Wall Carbon Nanotubes
Nd:YAG	Neodymium-doped yttrium aluminium garnet
Nd:YVO_4,	Neodymium-doped yttrium orthovanadate
PAI	Pre Amorphised Silicon

QWI	Quantum Well Intermixed
QW	Quantum Well
RTA	Rapid Thermal Annealing
SEM	Scanning Electron Microscopy
SEI	Secondary Electron Imaging
SE	secondary electrons
SPER	Solid Phase Epitaxial Regrowth
SLD	Superluminescent Diodes
SoP	Sysem-On-Package
TCE	trichloroethylene
TGM	Thermal Gradient Method'
TRR	Time resolved reflectivity
TEM-SAED	Transmission Electron Microscope -Selected Area Electron Diffraction
VCE	Collector-Emitter Voltage
VLSI	Very Large Scale Integration
VUV	Vacuum Ultra-Violet
XRD	X-ray diffraction measurements

Abstract

In this work, enhancement of defects arising from conventional thermal annealing, electrical characteristics and dynamic resistance of silicon diode has been carried out by using two types of lasers in order to improve the electrical characteristics of these silicon diodes

First: Q-switched Nd:YAG laser (1064 nm) was applied with pulse energy of 1000 mj with repetition rate of 3,4 and 5 Hz, respectively. The Results

obtained from the I-V characteristics of silicon diode showed an improvement in the curve behavior, and the dynamic resistance. Calculations based on diode I-V characteristic, showed a decrease in dynamic resistance value from 3.56 to 2.64 Ω, and the forward voltage from 0.7 to 0.64 V with increasing pulse repetition rate to 5 Hz. The Scanning Electron Microscope (SEM) images showed also a reduction of defects in silicon diode surface after laser annealing. In the case of the silicon diodes which were irradiated by Q-switched Nd:YAG laser (532 nm) with energy dose ranged between 1×10^{-9} and 1.8×10^{-9} J, a slight improvement in the surface defects, I-V characteristics, and dynamic resistance were noticed where the dynamic resistance decreased from 3.56 to 3.16 Ω.

Second: By using two kinds of CO_2 lasers, CW CO_2 (λ= 10.6 μm) with power ranged from 5 to 30 W and pulsed CO_2 laser with pulse energy ranged between 500 to 600 mJ. In the case of CW laser with irradiation time of 5 seconds for each diode, an improvement in the I-V characteristic curve behavior and decreasing in dynamic resistance was resulted when the laser power reach 15 W, where the dynamic resistance was decreased from 3.16 to 2.6 Ω, and the forward voltage also decreased from 0.7 to 0.597 V. At laser power of 20, 25, and 30 W. The behavior of the I-V characteristics curve was changed, where the forward voltage increased from 0.7 to 0.72 V, and the dynamic resistance also increased from 3.16 to 3.48 Ω when the laser power reached 30 W. The silicon diodes irradiated 5 times for each diode by pulsed CO_2 laser with pulse energy ranged from 500 to 600 mJ, the results showed an improvement in the behavior of I-V characteristics curve, where the dynamic resistance and the forward voltage were decreased from 3.16 to 2.56 Ω and from 0.7 to 0.588 V at pulse energy of 600 mJ, respectively.

As conclusions, laser irradiation of silicon diodes improves the electrical characteristics of these diodes. The power of the CW lasers and pulse energy beside the frequency are the major parameters affect the diode characteristic.

Irradiation by excimer laser for silicon or germanium films, fabrication of gap capacitor and formation of silicide have been suggested as future work.

المستخلص

جرى في هذا البحث محاولة لتقليل العيوب الناشئة في الثنائي السيليكوني من جراء عملية التلدين الحراري التقليدي وكذلك تحسين الخصائص الكهربائية والمقاومة الديناميكية باستخدام نوعين من انواع الليزرات:

أولا: ليزر النيوديميوم- ياق النبضي بطول موجي 1064 نانوميتر و بطاقة نبضة مقدارها 1000 مل جول بمعدل تكرارية 3, 4 و5 هيرتز على التوالي. النتائج المتحصل عليها من منحنى

خصائص التيار والجهد للثنائي السيليكوني في هذه الحالة اوضحت تحسن في سلوك وشكل المنحني وكذلك بينت النتائج انخفاض المقاومة الديناميكية من 3.56 أوم قبل التشعيع بالليزر الي 2.64 أوم بعد التشعيع بالليزر بطاقة نبضة قدرها 1000 ملي جول ومعدل تكرار نبضة 5 هيرتز, كما انخفض جهد الإنحياز الامامي من 0.7 فولت الي 0.64 فولت عند نفس قيمة الطاقة ومعدل تكرار النبضة. اوضحت الصور الماخوذة بواسطة الميكروسكوب الالكتروني تحسن واضح في تقليل العيوب الناتجة عن التلدين التقليدي. اما عند استخدام الطول الموجي 532 نانوميتر من نفس الليزر وبجرعة طاقة تتراوح بين 1×10^{-9} الي 1.8×10^{-9} جول. فقد اظهرت النتائج المتحصل عليها تحسنا طفيفا في المقاومة الديناميكية حيث انخفضت قيمتها من 3.56 أوم قبل التشعيع بالليزر الي 3.16 أوم بعد التشعيع.

ثانيا: ليزر ثاني اكسيد الكربون (λ = 10.6 مايكروميتر) ذو الموجة المستمرة بقدرة تتراوح بين 5 الي 30 واط وزمن تشعيع 5 ثواني لكل ثنائي وليزر ثاني اكسيد الكربون النبضي بطاقة نبضة تتراوح بين 500 الي 600 ملي جول . اوضحت النتائج لليزر المستمر تحسن كبير في خائص التيار والجهد عند المعالجة الحرارية بقدرة تتراوح من 5 الي 15 واط. حيث انخفضت المقاومة الديناميكية من 3.16 أوم الي 2.6 أوم, وكذلك انخفض جهد الانحياز الامامي من 0.7 فولت الي 0.597 فولت. وعند زيادة القدرة اعلى من 15 واط كان تاثير الليزر سلبي على خواص الثنائي من حيث المقاومة الديناميكية وخصائص الجهد و التيار حيث زادت قيمة المقاومة الديناميكية من 3.16 أوم حتى وصلت الي 3.48 , و زاد ايضا جهد الانحياز الأمامي من 0.7 فولت الي 0.72 عند زيادة قدرة الليزر الي 30 واط .اما عند المعالجة الحرارية للثنائي السيليكوني بليزر ثاني اكسيد الكربون النبضي بطاقة نبضة تتراوح بين 500 الي 600 ملي جول وتكرار التشعيع 5 مرات لكل ثنائي سيليكوني.فقد اظهرت النتائج حدوث انخفاض في المقاومة الديناميكية وجهد الانحياز الامامي حيث انخفضت المقاومة الديناميكية من 3.16 أوم الي 2.56 أوم و جهد الأنحياز الأمامي من 0.7 فولت الي 0.588 فولت عند طاقة نبضة تساوي 600 ملي جول.

في خلاصة هذا البحث, نجد ان تشعيع الثنائيات المصنوعة من السليكون باستخدام الليزر أدى الي تحسين الخواص الكهربائية لهذه الثنائيات. وكذلك نجد ان قدرة الليز في حالة الليزر المستمر وطاقة النبضة في حالة الليزر النبضي بجانب معدل تكرار النبضة كانت عوامل مؤثرة حيث أثرت على خواص الثنائي.

تشعيع رقائق السيليكون والجرمانيوم باستخدام ليزر الإكسايمر, تكوين الفجوة الهوائية في المكثفات, و تكوين مركب السيليسيد (وهو عبارة عن مركب يحتوي على السيليكون مع عنصر نشط كهربائيا مثل البورون) اقترحت كعمل مستقبلي.