

Karakteristik arus tegangan dioda P-I-N dan P-N silikon skala nano doping tinggi pada temperatur rendah = Current voltage characteristics of highly doped nanoscale silicon P-I-N and P-N diodes at low temperature

Anak Agung Ngurah Gde Sapteka, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20423736&lokasi=lokal>

Abstrak

Riset ini difokuskan pada karakteristik linier arus-tegangan dioda P-I-N silikon skala nano doping tinggi dalam rentang temperatur dari 50K hingga 250 K serta karakteristik arus-tegangan dan konduktansi dioda P-N Silikon skala nano doping tinggi pada temperatur 5,5K. Untuk itu dioda P-N dan P-I-N dengan konsentrasi doping tinggi difabrikasi pada wafer ultra tipis berstruktur silikon-oninsulator (SOI). Dari hasil fabrikasi telah diperoleh konsentrasi doping tinggi Boron dan Phosphorus pada divais dioda mencapai $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ and $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, berturut-turut.

Pengukuran karakteristik arus-tegangan dioda P-I-N silikon skala nano doping tinggi dilakukan pada beberapa divais dengan lapisan intrinsik sepanjang 200 nm dan 700 nm. Linieritas arus pada rentang forward bias dari 1,5 V hingga 2,0 V dan rentang temperatur dari 50 K hingga 250 K menunjukkan divais ini sesuai untuk sensor temperatur rendah. Pada pengukuran juga diperoleh data bahwa dioda P-I-N silikon skala nano doping tinggi menghasilkan arus yang lebih tinggi saat temperatur diturunkan dalam rentang forward bias dari 1,5 V hingga 2,0 V. Selain itu juga diperoleh data bahwa divais skala nano dengan lapisan intrinsik yang lebih panjang dan lebih lebar akan menghasilkan arus yang lebih tinggi pada rentang forward bias dari 1,5 V hingga 2,0 V dan temperatur dari 50K hingga 250K.

Hasil pengukuran pada dioda P-N silikon skala nano doping tinggi pada rentang forward bias hingga 0,1 Volt maupun rentang reverse bias hingga -0,1 Volt menghasilkan beberapa puncak konduktansi yang menunjukkan kesesuaian nilai dengan level energi density of state dua dimensi (2D DOS) dan level energi kombinasi phonon pada temperatur 5,5K. Pada forward bias, level energi diskret heavy hole, light hole, serta kombinasi phonon TA, LA, TO dan LO berkontribusi signifikan pada puncak konduktansi dalam rentang tegangan hingga 0,1 Volt. Demikian juga halnya pada reverse bias, level energi diskret elektron 2-fold valley, 4-fold valley, serta kombinasi phonon TA, LA, TO dan LO berkontribusi signifikan pada puncak konduktansi dalam rentang tegangan hingga -0,1 Volt. Transport elektron pada dioda P-N Silikon dalam skala nano doping tinggi akan mengalami puncak konduktansi saat elektron memiliki energi yang sama dengan level diskret energi 2D DOS. Hal ini membuktikan adanya phonon-assisted tunneling pada dioda P-N silikon skala nano doping tinggi.

<hr><i>This report is focused on linier current-voltage (I?V) characteristic of highly-doped nanoscale Silicon P-I-N diodes at temperature from 50K to 250K and also I-V and conductance characteristics of highly-doped nanoscale Silicon P-N diode at temperature 5.5K. For that purpose, we fabricated nano scale P-I-N and P-N diodes within ultra thin silicon-on-insulator (SOI) structures. From fabrication, we achieved high doping concentrations of Boron and Phosphorus in SOI diodes, $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ and $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, respectively.

Measurement of current-voltage characteristics of highly-doped nanoscale silicon PIN diode is performed on devices with intrinsic layer length of 200 nm and 700 nm. The current linearity under forward bias range

from 1.5 V to 2.0 V and temperature range from 50K to 250K shows that these devices are suitable for lowtemperature sensor. The measurement data shows also that highly-doped nanoscale silicon PIN diode produces higher current when the temperature is lowered under forward bias from 1.5 V to 2.0 V. In addition, the data shows that nanoscale devices with longer and wider intrinsic layer would generate higher current under forward bias range from 1.5 V to 2.0 V and temperature from 50K to 250K.

Measurement of highly-doped nanoscale silicon P-N diode under forward bias to 0.1 Volt and also reverse bias to -0.1 Volt results conductance peaks that show relationship with two-dimensional density of state (2D DOS) and phonon combination energy level at temperature 5.5K. Under forward bias, discrete energy level of heavy hole, light hole and phonon combination of TA, LA, TO and LO have significant contribution to conductance peaks in range 0.1 Volt. Also under reverse bias, discrete energy level of electron 2-fold valley, 4-fold valley and phonon combination of TA, LA, TO and LO have significant contribution to conductance peaks in range -0.1 Volt. Electron transport of highly-doped nanoscale silicon P-N diode will experience conductance peaks when it has equal energy with 2D DOS discrete energy level. It proves the existence of phonon-assisted tunneling on highly-doped nanoscale silicon P-N diode.</i>