

FABRICATION AND SIMULATION OF DOUBLE BARRIER STRUCTURE OF P-I-N AMORPHOUS SILICON DEVICE

Ida Hamidah*, Kardiawarman, Budi Mulyanti, Andi Suhandi

ABSTRACT

Research of double barrier structure of p-i-n amorphous Silicon device was done to analyze the characteristics of double barrier structure and the performance of the device. The double barrier structure was fabricated based on the results of numerical simulations. These simulation were done in order to obtain the optical parameters of device, i.e : width and height of barrier, width of potential well, and optical bandgap and width of layer. The device's parameters were obtained by developing a model of its structure, counting the probability of tunneling of double barrier structure, counting current density of tunneling, counting current density of diffusion, and analyzing I-V characteristics of device. After having those parameters, the double barrier structure of p-i-n a-Si device was then fabricated by using Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD) method with glass substrate/ p-a-Si:H(140 Å;2.15 eV)/ i-a-Si:H(1800 Å;1.81 eV)/ barrier a-SiC:H(45 Å;2.36 eV)/ i-a-Si:H(30 Å;1.81 eV)/ barrier a-SiC:H (45 Å;2.36 eV)/ i-a-Si:H (1800 Å;1.81 eV)/ n-a-Si:H(300 Å; 1.81 eV)/ Al.

* Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FPTK Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr Setiabudhi No. 207 Bandung 40154 Tlp. 2013163 ext. 3407
e-mail : ihamidah@eudoramail.com

RINGKASAN

Dalam studi ini telah difabrikasi dan disimulasi divais p-i-n *amorphous Silicon* (a-Si) dengan menggunakan struktur *double barrier* yang ditempatkan pada lapisan tipe-i. Struktur *double barrier* dibangun dengan cara mengkombinasikan material a-SiC:H dengan material a-Si:H yang memiliki celah pita energi yang berbeda. Simulasi komputer telah dilakukan untuk memperoleh parameter-parameter yang optimum dari divais : tebal *barrier*, tinggi *barrier*, lebar sumur potensial dan energi resonan. Studi tentang struktur *double barrier* dimulai dengan menghitung rapat arus *tunneling* dengan menggunakan persamaan Schrödinger dan pendekatan WKB. Pada proses *tunneling* pembawa muatan dalam struktur *double barrier*, terjadi efek hamburan antar muka lapisan yang terbagi menjadi hamburan elastik dan hamburan inelastik. Efek hamburan inelastik dapat dihitung dengan cara menambahkan bagian imajiner dari potensial $V(z) = V_r(z) - i V_i(z)$, yang kemudian dihitung dengan mencari solusi persamaan Schrödinger dengan potensial kompleks, dengan menggunakan fungsi Green. Untuk menyelidiki kelakuan probabilitas *tunneling* koheren (dari hamburan elastik), dimasukkan faktor peredaman (γ) yang nilainya antara 0 dan 1, kemudian probabilitas *tunneling* koheren dipecahkan dengan menggunakan pendekatan Lorentzian. Probabilitas *tunneling* total diaplikasikan untuk menghitung rapat arus *tunneling* yang melewati struktur *double barrier* dengan rumus yang diusulkan oleh Tsu dan Esaki, yang mencapai harga-harga maksimum pada energi elektron datang 0,21 eV, 0,22 eV dan 0,28 eV, tebal *barrier* 1,7 Å dan 2,4 Å, tinggi *barrier* 0,28 eV, 0,29 eV dan 0,30 eV, dan lebar sumur potensial 5,5 Å, 5,8 Å dan 6,3 Å berturut-turut. Selanjutnya dihitung konsentrasi elektron dalam lapisan tipe-p dan konsentrasi *hole* dalam lapisan tipe-n yang merupakan kondisi batas paling penting untuk karakteristik I-V ideal. Hasil perhitungan ini selanjutnya digunakan untuk mencari rapat arus difusi. Rapat arus total yang melewati divais adalah jumlah dari rapat arus *tunneling* dan rapat arus difusi. Perhitungan untuk rapat arus total dilakukan pada energi resonan 0,22 eV dan 0,28 eV sehingga mencapai harga 3750 A/m² dan 3950 A/m².

Parameter-parameter yang diperoleh dari hasil simulasi, kemudian digunakan untuk fabrikasi divais p-i-n a-Si dengan menggunakan metoda *Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition* (PECVD). Pertama-tama dilakukan optimasi celah pita energi setiap lapisan. Celah pita energi lapisan tipe-p, -i, dan -n diatur dengan cara mengontrol kandungan atom hidrogen dalam setiap lapisan, sedangkan celah pita energi *barrier* diatur dengan cara memvariasikan fraksi CH₄ terhadap [CH₄ +SiH₄]. Selanjutnya dilakukan karakterisasi *Ultra Violet-Visible Spectroscopy* (UV-Vis) untuk memperoleh grafik hubungan antara transmitansi dengan panjang gelombang. Dari grafik tersebut dapat dihitung celah pita energi setiap lapisan dengan menggunakan metode *Tauc-plot*. Tebal setiap lapisan yang berpengaruh terhadap karakterisasi I-V diukur dengan menggunakan dektak II-A. Selanjutnya difabrikasi divais p-i-n a-Si dengan struktur *glass substrate/ZnO/p-a-Si:H(140 Å;2,15 eV)/ i-a-Si:H(1800 Å;1,81 eV)/ barrier a-SiC:H(45 Å;2,36 eV)/ i-a-Si:H(sumur potensial, 30 Å;1,81 eV)/ barrier a-SiC:H (45 Å; 2,36 eV)/ i-a-Si:H (1800 Å ;1,81 eV)/ n-a-Si:H(300 Å;1,81 eV)/ Al*. Diperoleh bahwa divais menunjukkan adanya lonjakan rapat arus pada tegangan bias 0,55 volt.