

به نام خدا

تمرین‌های درس تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیمه رسانا

طراح سؤالات: مریم شکیبا

خرداد ۱۴۰۴

۱- در این تمرین هدف بررسی توزیع مجدد ناخالصی‌ها در خلال فرآیند اکسیداسیون، به کمک نرم افزار آتنا است. بدین منظور فرآیند اکسیداسیون خشک/مرطوب/خشک به صورت پی‌درپی روی ویفر سیلیکنی با جهت کریستالی $\langle 100 \rangle$ و در دمای 1000°C به شرح ذیل انجام شده است:

- اکسیداسیون خشک به مدت ۱۰ دقیقه
- اکسیداسیون مرطوب به مدت ۲۰ دقیقه
- اکسیداسیون خشک به مدت ۱۰ دقیقه

در صورتی که زیرلایه سیلیکنی با ناخالصی فسفر به غلظت 10^{16} cm^{-3} آرایش شده باشد، توزیع نهایی فسفر در زیرلایه سیلیکن و اکسید را در یک بعد ترسیم نمایید.

۲- با استفاده از راهنمای نرم افزار آتنا، انواع ماشین‌های رسوب را نام برده و عملکرد فیزیکی هر یک را به تفصیل توضیح دهید.

۳- با استفاده از انواع مدل‌های رسوب تعریف شده در نرم افزار آتنا، یک لایه اکسیدسیلیکن را با نرخ لایه نشانی 10 um/min در مدت زمان یک دقیقه، بر بستر شرح داده شده در ذیل، رسوب داده، و شکل ساختارهای حاصل را در کنار هم رسم نمایید.

بستر مورد نظر، ویفر سیلیکنی با ضخامت ۵۰ میکرومتر و طول ۱۰ میکرومتر است که روی آن یک لایه SiGe به ضخامت ۷ میکرومتر ایجاد شده است. همچنین در بخش میانی لایه SiGe مذکور، یک حفره

- به طول ۳ و ضخامت ۳ میکرومتر ایجاد گردیده است. هدف بررسی هندسه لایه اکسید سیلیکن رسوب یافته بر بستر مذکور با استفاده از ماشین های مختلف رسوب است. (ویدئو پنجم - دقیقه ۳۰)
- ۴- با استفاده از راهنمای نرم افزار آتنا، انواع مدل های نفوذ را نام برده، روابط و دلیل استفاده از هر یک در شرایط مختلف را توضیح دهید.
- ۵- با استفاده از مدل های مختلف تعریف شده برای فرآیند دیفیوژن در نرم افزار آتنا اعم از Two.dim Fermi و Full.cpl، توزیع ناخالصی برن در یک ویفر سیلیکونی نوع n را در شرایط ذیل بدست آورده و نمودارهای حاصل را در یک شکل رسم نمایید.
- بستر مورد نظر یک زیرلایه سیلیکونی <۱۰۰> نوع n، آرایش شده با آرسنیک با غلظت $3 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ و با طول و ضخامت ۵ میکرومتر است. روی این زیرلایه، ابتدا یک لایه نیتريدسیلیکن به ضخامت ۱ میکرومتر به عنوان لایه ماسک رسوب دهید. سپس به منظور ایجاد پنجره در این لایه ماسک، حفره ای به ضخامت ۱ میکرومتر در بخش میانی آن ایجاد کنید. در آخر به منظور پیش رسوب برن، کاشت یونی برن را در مدت زمان ۵۰ دقیقه، در حرارت ۱۰۰۰ درجه کلوین و با دوز $1/8 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ اعمال کرده و در مرحله رسوب پیش ران، ویفر را در مدت زمان ۹۰ دقیقه تحت حرارت ۱۱۰۰ درجه کلوین قرار دهید. هدف رسم توزیع ناخالصی برن و محاسبه عمق پیوند به ازای استفاده از مدل های مختلف فرآیند دیفیوژن است.