

به نام خدا

تمرین‌های درس تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیمه رسانا

طراح سؤالات: مریم شکیبا

۱- فرض کنید زیرلایه سیلیکنی  $\langle 100 \rangle$  نوع p، آرایش شده با برن با غلظت  $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$  و با طول ۲ میکرومتر و ضخامت ۰,۶ میکرومتر موجود باشد. به منظور تشکیل یک پیوند pn، در اولین مرحله، به کمک فرآیند کاشت یونی ناخالصی فسفر را با دوز  $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$  و با انرژی ۸۰ keV به زیرلایه سیلیکنی اعمال کرده و سپس به کمک دیفیوژن با منبع محدود در دمای  $1000^\circ\text{C}$  و به مدت زمان ۳۰ دقیقه ناخالصی فسفر به عمق زیرلایه سیلیکنی نفوذ داده می‌شود. مطلوب است رسم پروفیل ناخالصی زیرلایه با استفاده از نرم‌افزار آتنا و محاسبه عمق پیوند ایجاد شده و مقاومت ورقه‌ای لایه دیفیوژنی.

۲- در این تمرین هدف بررسی توزیع مجدد ناخالصی‌ها در خلال فرآیند اکسیداسیون، به کمک نرم‌افزار آتنا است. بدین منظور فرآیند اکسیداسیون خشک/مرطوب/خشک به صورت پی‌درپی روی ویفر سیلیکنی با جهت کریستالی  $\langle 100 \rangle$  و در دمای  $900^\circ\text{C}$  به شرح ذیل انجام شده است:

- اکسیداسیون خشک به مدت ۵ دقیقه

- اکسیداسیون مرطوب به مدت ۱۲۰ دقیقه

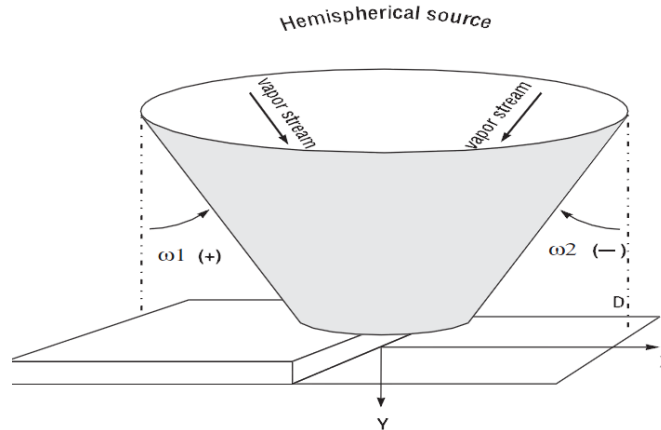
- اکسیداسیون خشک به مدت ۵ دقیقه

در صورتی که زیرلایه سیلیکنی با ناخالصی فسفر به غلظت  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  آرایش شده باشد، توزیع نهایی فسفر در زیرلایه سیلیکن و اکسید را در یک بعد ترسیم نمایید.

۳- مدل کند و پاش نیم کره ای<sup>۱</sup> از جمله مدل‌های ریاضی ارائه شده در آتنا به منظور رسوب لایه نازک در سیستم اسپاترینگ است. برای استفاده از این روش، پارامترهای این مدل فیزیکی در دستور Rate.Depo تعیین می‌شوند. مطابق شکل زیر، در این روش، جریان اتم‌های گسیل شده از سطح ماده هدف، به صورت پیوسته از جهات مختلف بر سطح زیرلایه جاری می‌شود و نرخ رشد لایه طبق رابطه (۱) قابل محاسبه است:

$$R(x,y) = C(\cos\omega_1 - \cos\omega_2)i + C(\sin\omega_1 - \sin\omega_2)j \quad (1)$$

در رابطه فوق  $\omega_1$  و  $\omega_2$  به ترتیب کمترین و بیشترین زاویه برخورد اتمها با سطح نمونه می‌باشند که در دستور Rate.Depo با پارامترهای Angle1 و Angle2 تعیین می‌شوند.



پروفیل جریان اتمهای برخوردی به سطح زیرلایه در فرآیند کند و پاش با استفاده از روش نیم کره ای

در استفاده از روش مذکور به منظور لایه‌نشانی به کمک سیستم اسپاترینگ، ابتدا روی زیرلایه سیلیکونی به ضخامت ۰,۶ میکرومتر و طول ۳ میکرومتر، یک لایه SiGe به ضخامت ۰,۳ میکرومتر رسوب داده و سپس در فاصله طولی ۱ الی ۲ میکرومتر، لایه SiGe را حکاری کنید. به طوری که گودالی به عمق ۰,۳ میکرومتر در لایه SiGe (در فاصله طولی مذکور) ایجاد گردد. در آخرین مرحله، با استفاده از مدل فیزیکی نیم کره ای، یک لایه نیتريد سیلیکن را با نرخ لایه نشانی  $15 \text{ A/min}$  در مدت زمان یک دقیقه روی زمینه سیلیکن ژرمانیوم رسوب داده و ساختار حاصل را نمایش دهید.

<sup>۱</sup> -Hemispheric

