

# نانو الکترونیک مبتنی بر لایه تک اتمی سیلیکون (سیلیسین)

استاد: آقای دکتر شهرام محمدنژاد

خرداد ماه ۱۳۹۶

مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

مقدمه

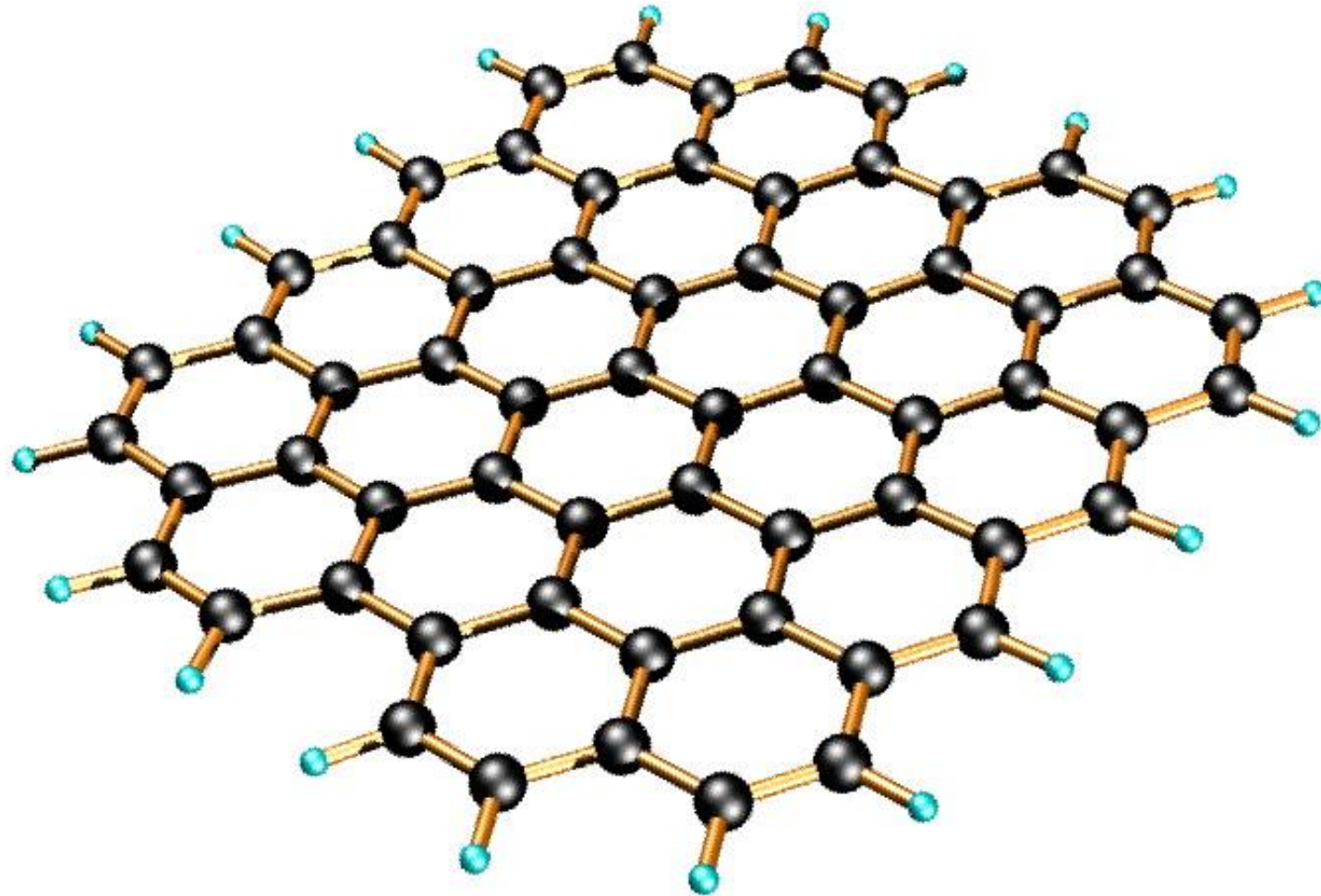
اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها



گرافن

مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

$$\Delta z = 0.44\text{\AA}$$



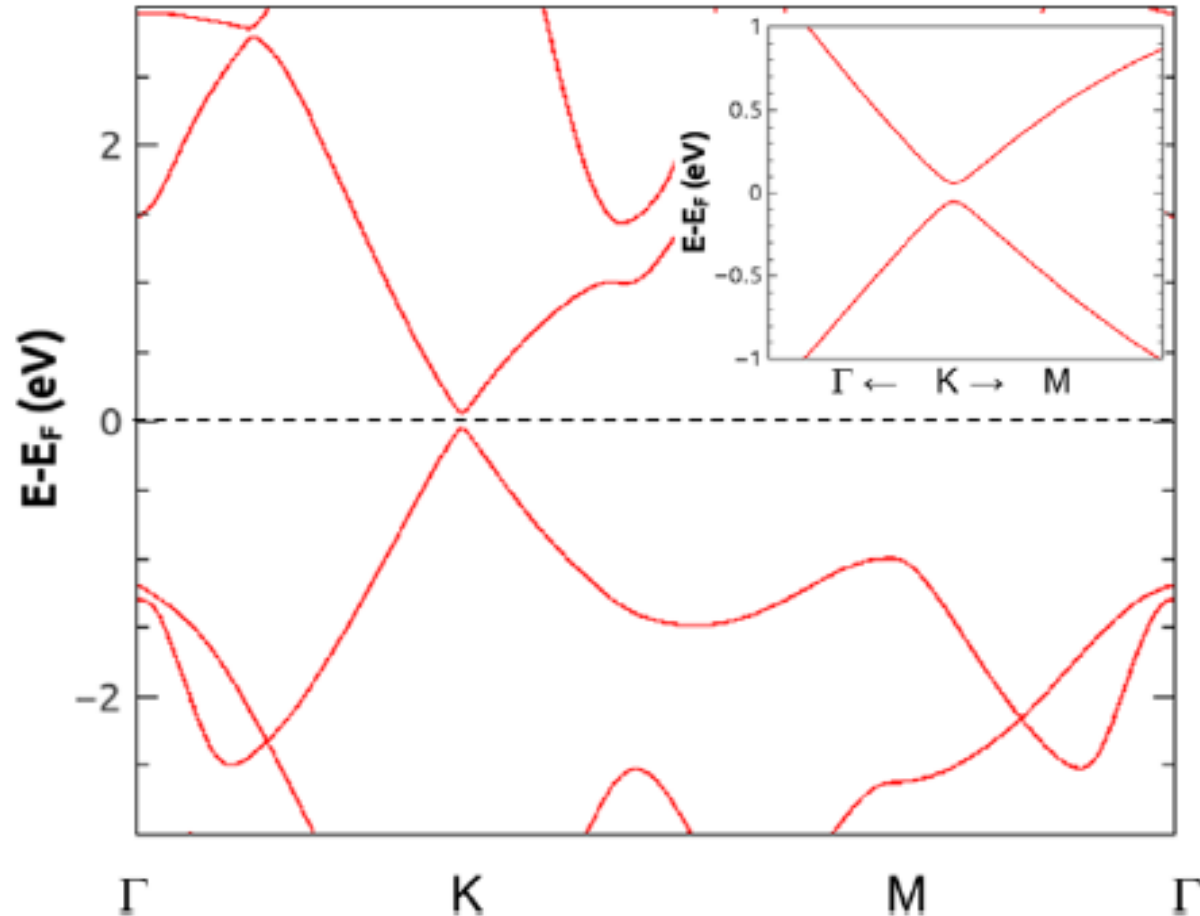
مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

موبیلیتی یک الکترون (یک حفره) در دمای اتاق به اندازه  $2.22 \times 10^5 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  (2.22)  $2.57 \times 10^5 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$   $\times 10^5 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  به دست آمده است که اندکی کمتر از گرافن است اما بسیار بزرگتر از Si بالک است.

ساختار باند انرژی محاسبه شده سیلیسین در حضور میدان الکتریکی خارج از صفحه به  
اندازه  $E_z = 1V/\text{\AA}$

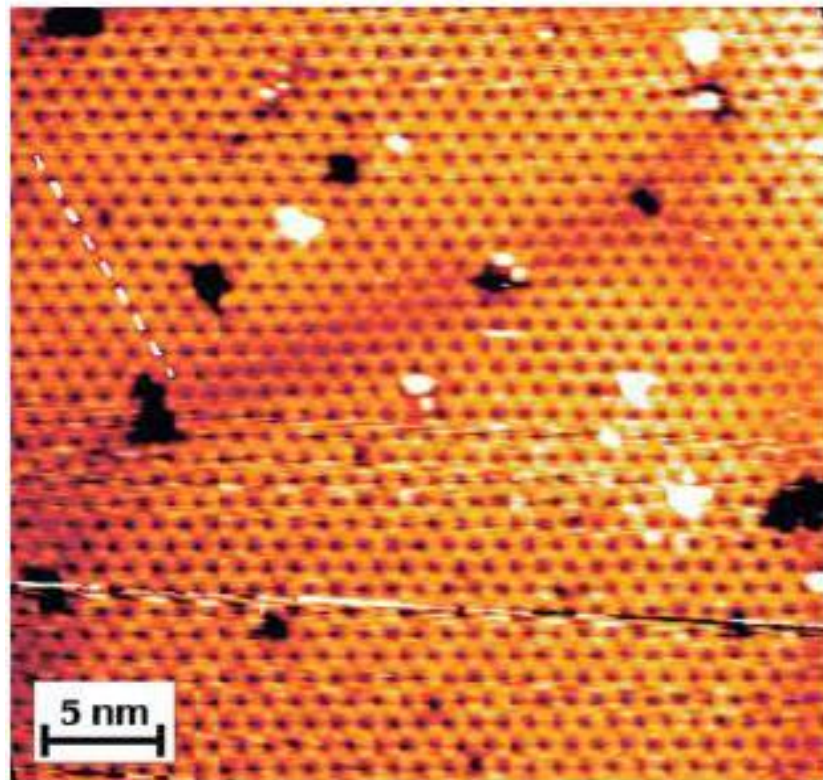


باز شدن شکاف ناشی از میدان الکتریکی در سیلیسین برای  
کاربردهای منطقی بسیار جذاب است.

مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها



## رشد سیلیسین

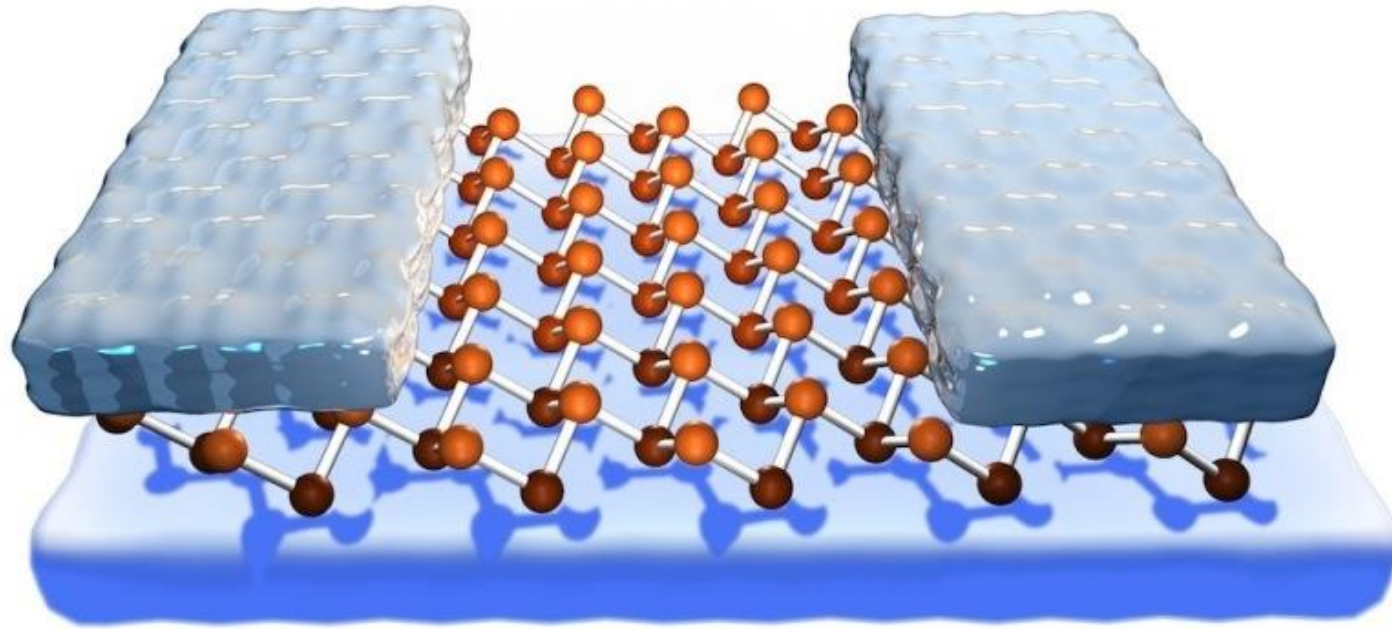
مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها



# ویژگی‌های الکتریکی سیلیسین



مقدمه

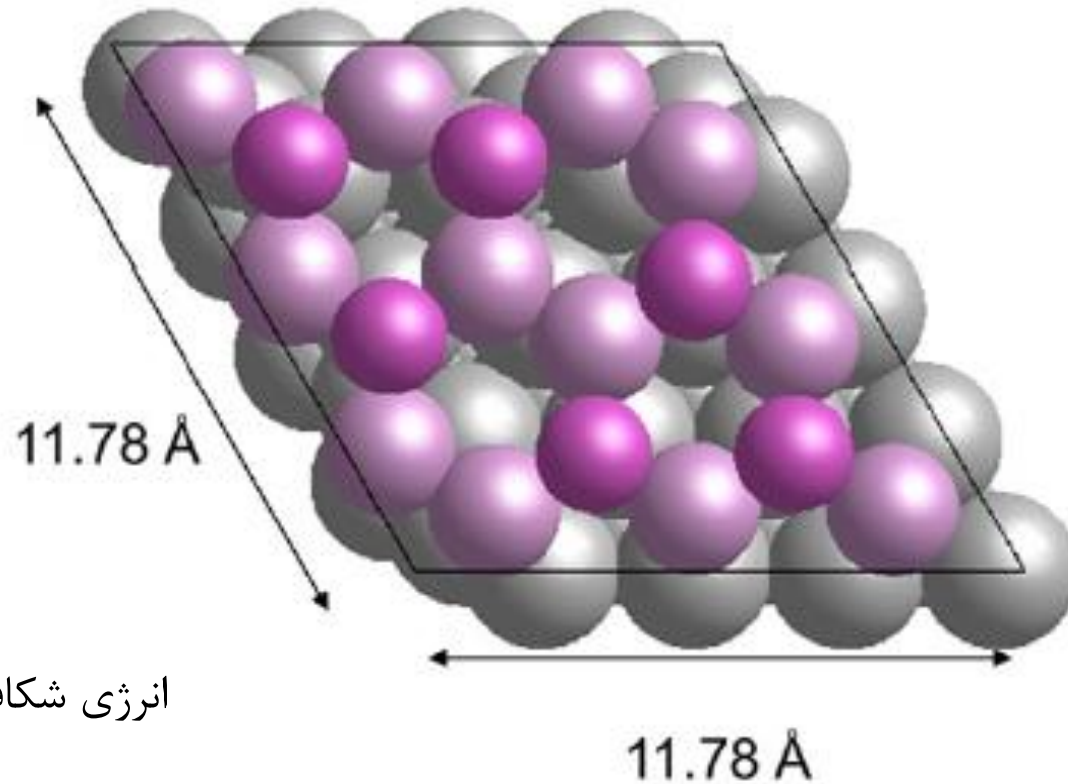
اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

خصوصیات الکتریکی سیلیسین در حضور میدان الکتریکی عمودی (یعنی عمود بر صفحه) برای کاربردهایی به عنوان ترانزیستورهای اثر میدانی اهمیت دارد.

دو اتم در سلول واحد از آنجایی که در ارتفاع‌های مختلف قرار دارند، پتانسیل الکتریکی متفاوتی را احساس می‌کنند. شکاف باند در غیاب کوپلینگ مدار-اسپین، صفر است که این خود می‌تواند باندها را تقسیم کند و منجر به یک باز شدن کوچک شکاف شود. با استفاده از یک میدان الکتریکی خارجی می‌توان شکاف باند را کنترل کرد.

# نوسازی سیلیسین (4 × 4) / نقره (111)



انرژی شکاف باند = 0.3eV

مقدمه

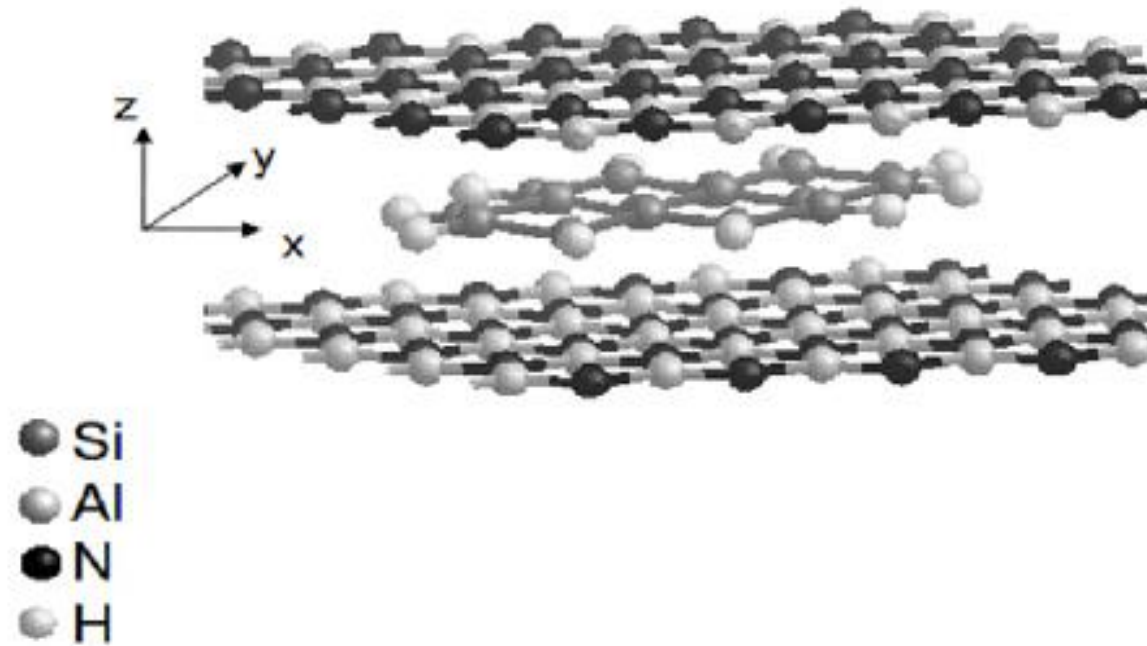
اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

6 اتم در موقعیت بالا، در حدود  $2.93\text{Å}$  از سطح نقره و 12 اتم در موقعیت پایین، در حدود  $2.18\text{Å}$  از سطح نقره قرار گرفته‌اند.

# سیلیسین روی سطوح AlN

انرژی شکاف باند =  $6.5\text{eV}$



در این پیکربندی، لایه سیلیسین برهم کنش ضعیفی با لایه‌های AlN از طریق نیروهای واندروالس دارد. محاسبات بارهای اتمی جزئی روی اتم‌های Si، Al، و N نشان می‌دهد که هیچ گونه انتقال بار خالصی بین اتم‌های Si و Al یا N وجود ندارد.

مقدمه

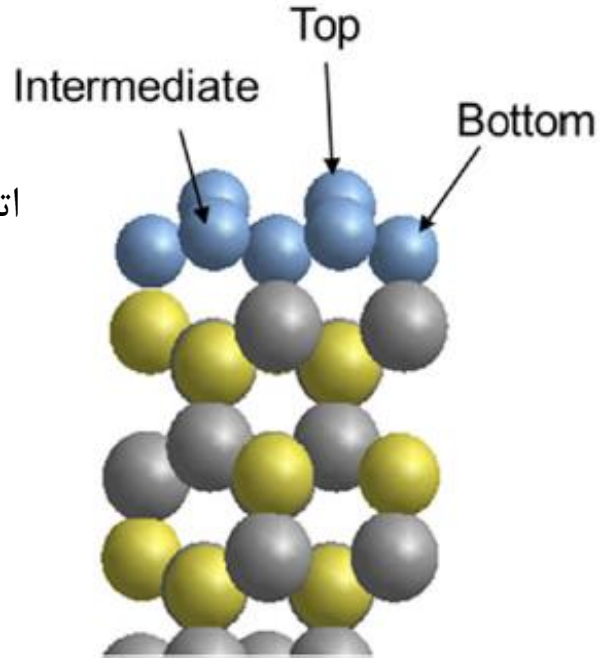
اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

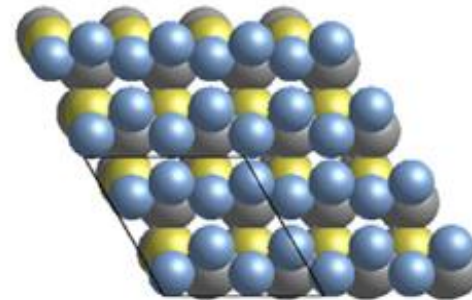
# واسط سیلیسین / ZnS

انرژی شکاف باند =  $3.8\text{eV}$

(a)



(b)



مدل  $\text{silicene}/(0001)\text{ZnS}$ . کره های زرد، خاکستری و آبی به ترتیب اتم های S، Zn و Si هستند.

مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

**ZnS به عنوان یک قالب ایده آل غیر فلز برای رشد سیلیسین**

بارزترین کاربرد سیلیسین در نانوالکترونیک، ترانزیستورها هستند.

FET

راحتی در باز کردن  
یک شکاف باند

مزایای  
سیلیسین  
😊

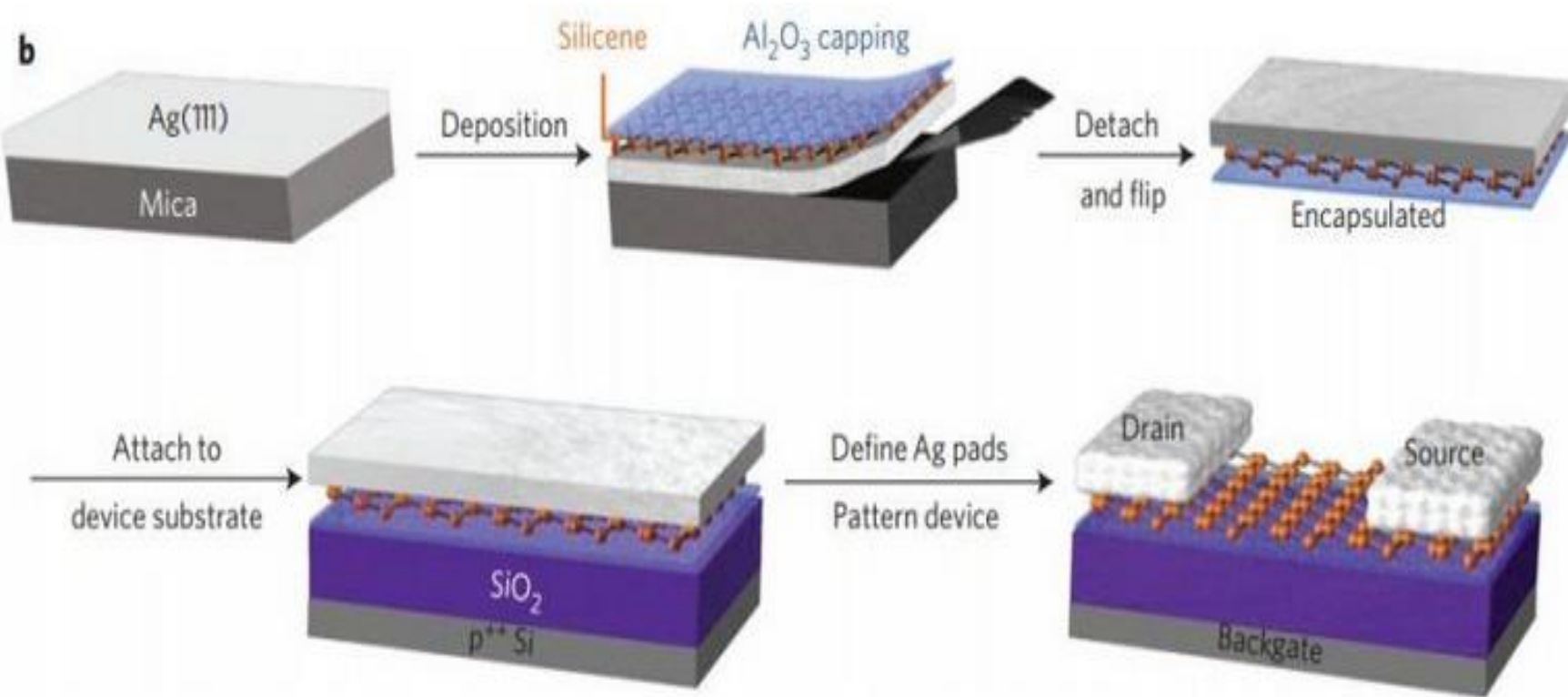
سازگاری با  
نانوالکترونیک Si  
حال حاضر

مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

# نازک ترین ترانزیستور دنیا



تصویر AFM یک ترانزیستور اثر میدانی سیلیسین روی زیرلایه سیلیکون دی اکسید/سیلیکون به ضخامت 90nm که شامل کانتکت های کانال و سورس  $(V_d)/(V_s)$  است.

developed by researchers at [The University of Texas at Austin's Cockrell School of Engineering](http://www.utexas.edu).

مقدمه

اصول اولیه سیلیسین

کاربردها

بیا از حسن توجه شما

