نانو الکترونیک انعطاف پذیر

سمینار درس نانو الکترونیک

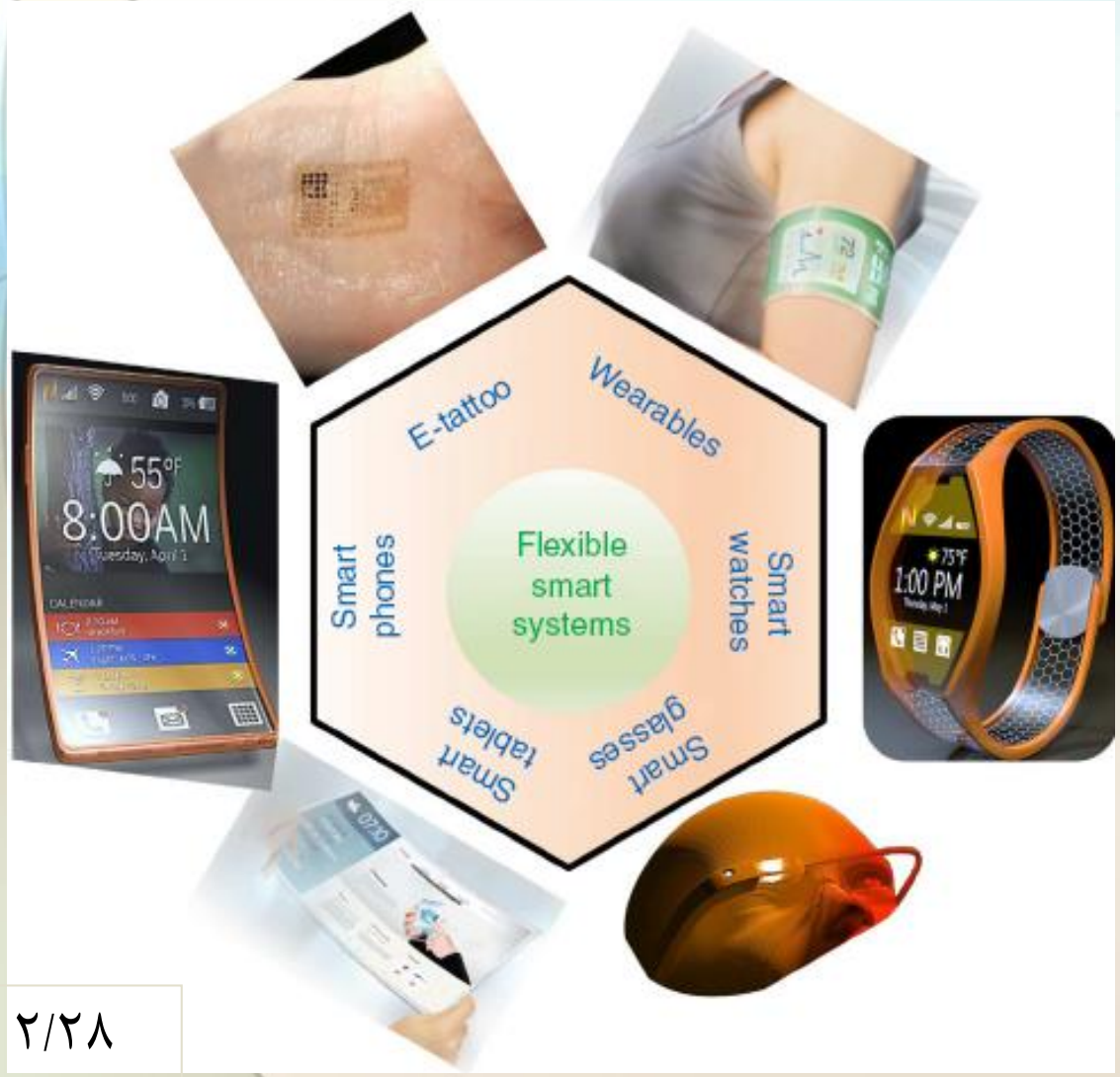
رشته مهندسی برق / گرایش الکترونیک

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر محمدنژاد

معرفی نانو الکترونیک‌های انعطاف پذیر

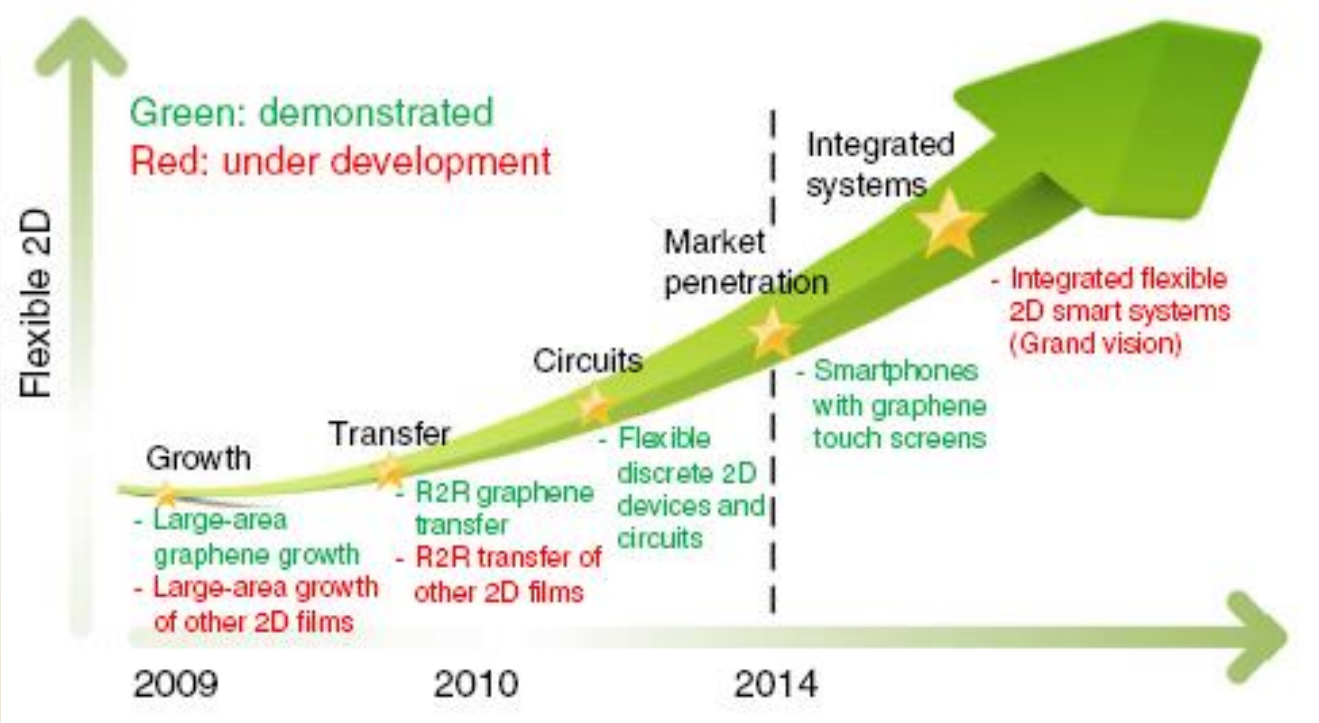
با پیشرفت تکنولوژی امکان ساخت انواع دستگاه‌های هوشمند در عین حال انعطاف پذیر و با ضخامت بسیار کم در حد نانو وجود دارد و از سال ۲۰۰۹ پیشرفت چشمگیری در این زمینه مشاهده شده است



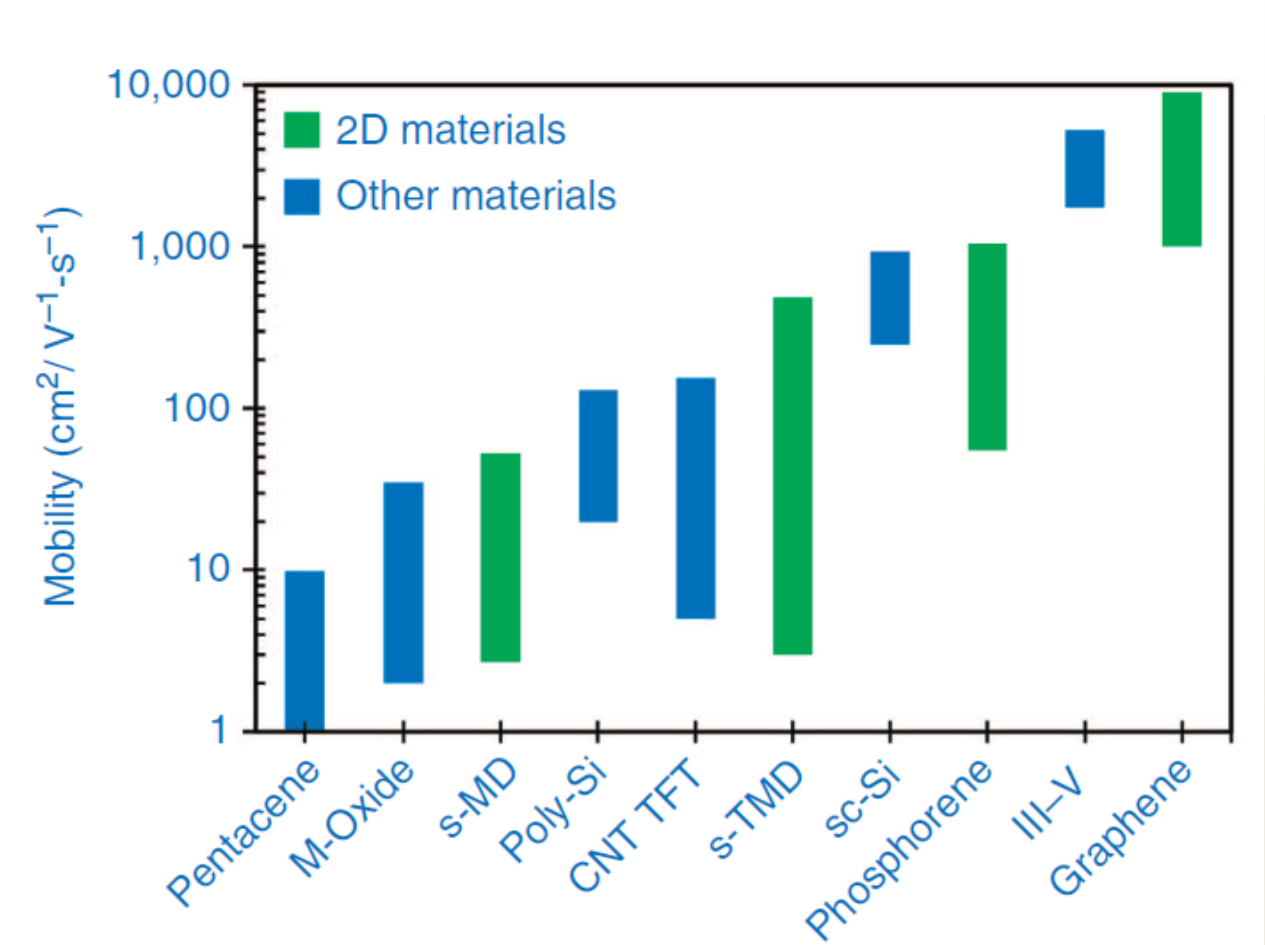
این امکان وجود دارد که این ادوات را با رنگ ها، اندازه ها و خواص مختلف رشد داد.

بررسی ساختار شکاف باند این ادوات علاوه بر معرفی روشی برای تحقیق در مورد عملکرد سیستم های یک بعدی، امکان بهبود خواص الکتریکی-نوری قطعات الکترونیکی را برای ما مهیا ساخته است.

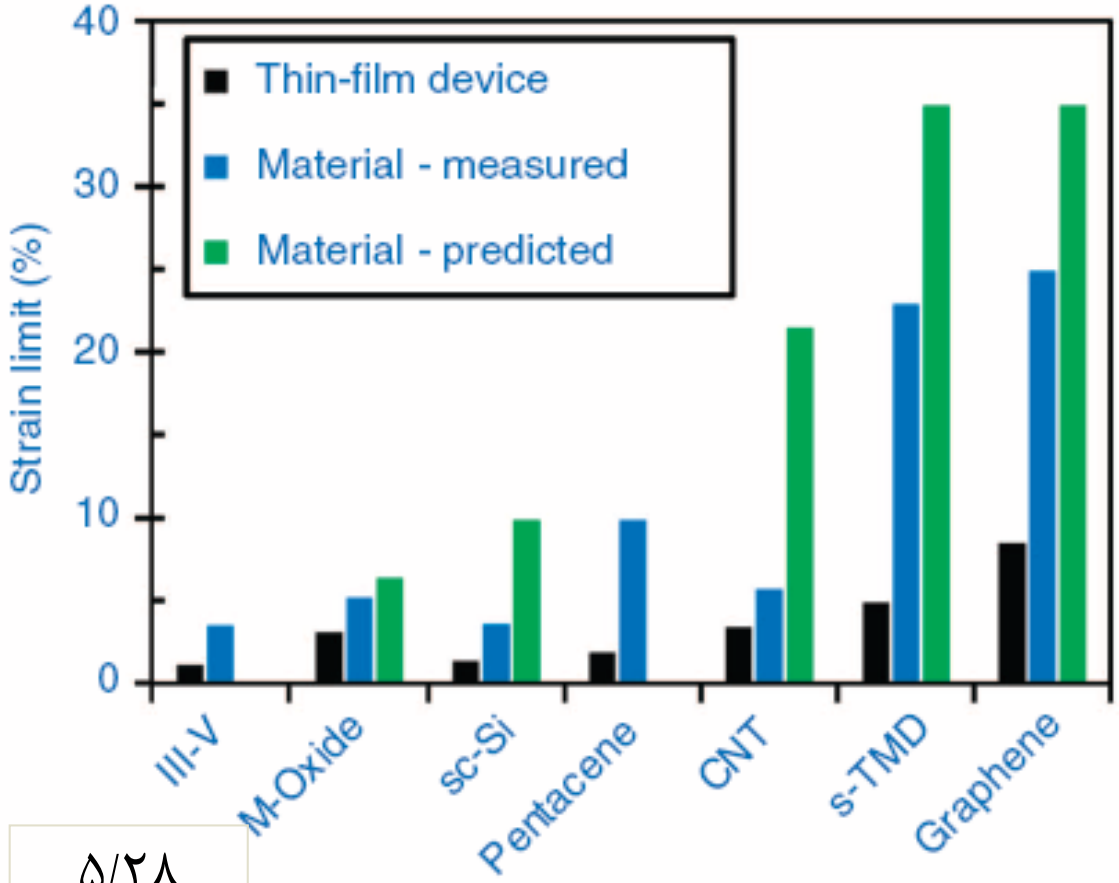
سیر صعودی پیشرفت نانوساختارهای انعطاف پذیر

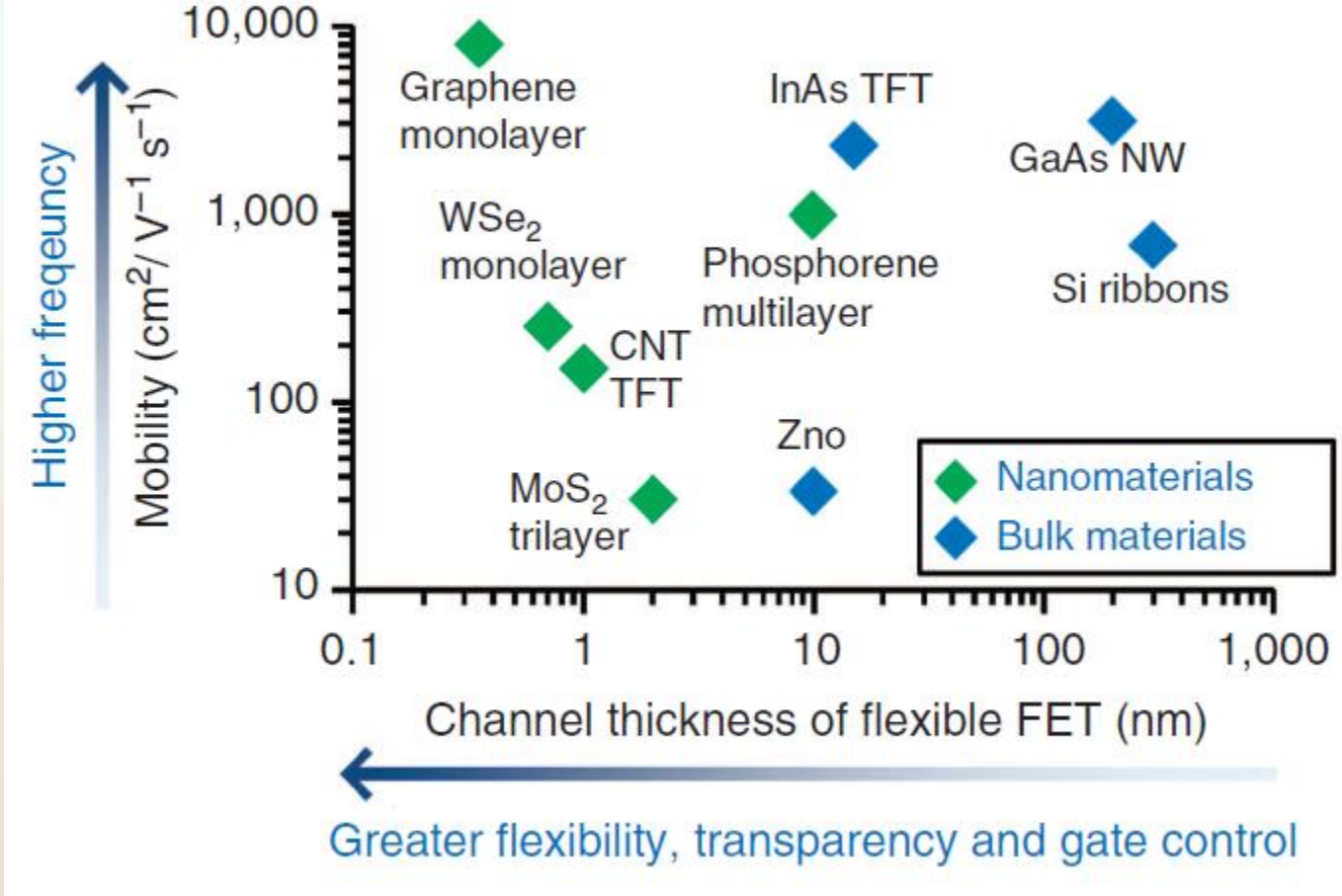


انواع مواد انعطاف پذیر در زمینه نانو الکترونیک و نمودارهای مربوط به آنها

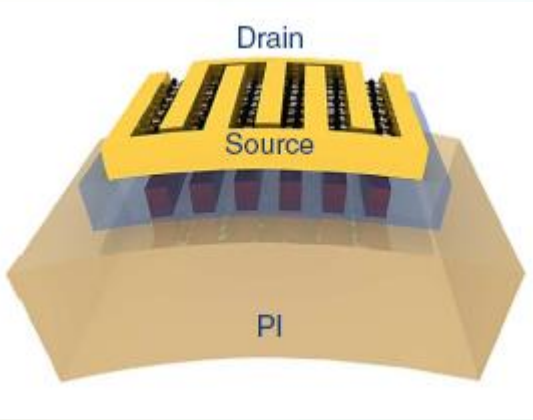


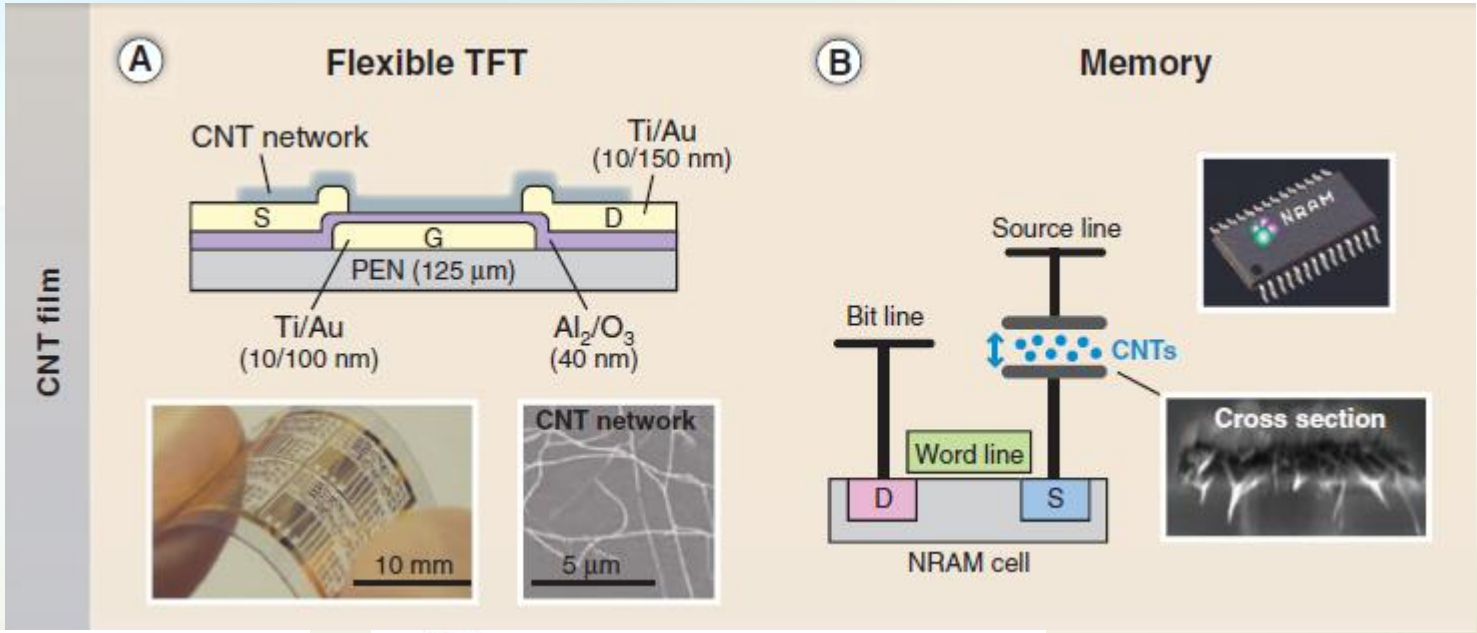
مقایسه ویژگی‌های مواد انعطاف پذیر در ابعاد نانو

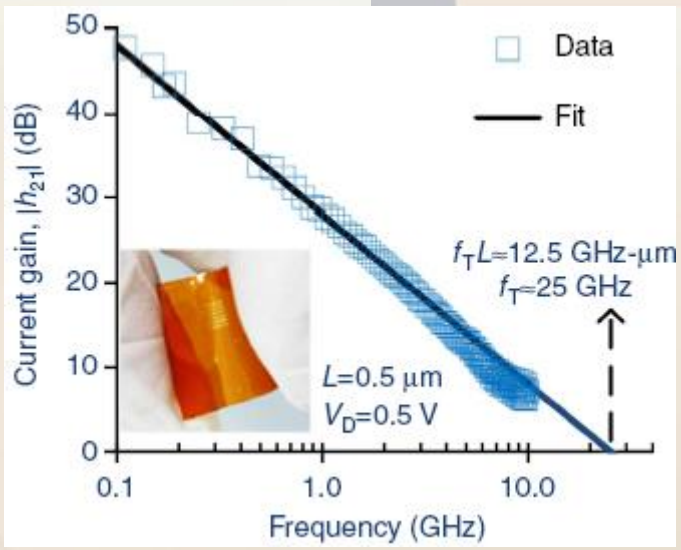


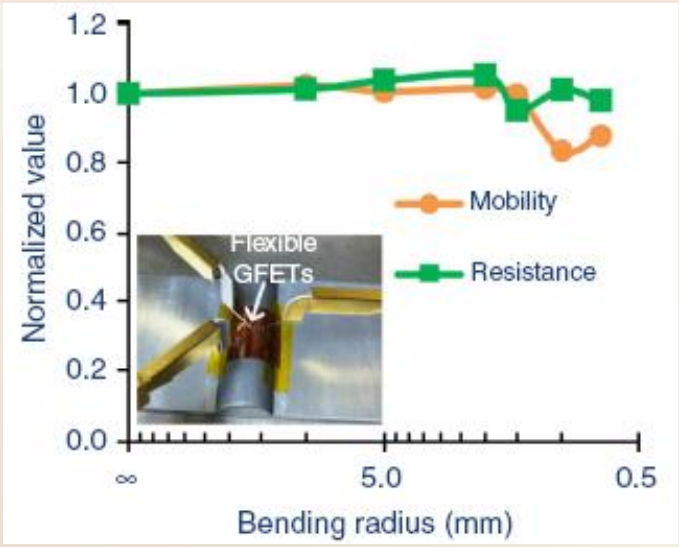


مقایسه ویژگی‌های مواد انعطاف پذیر در ابعاد نانو

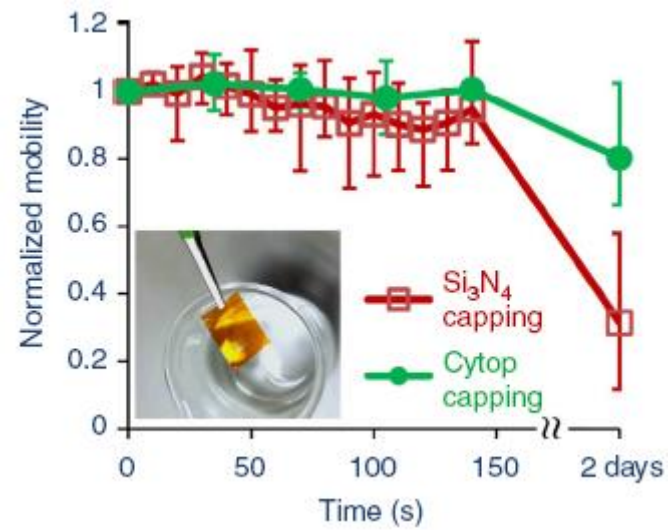


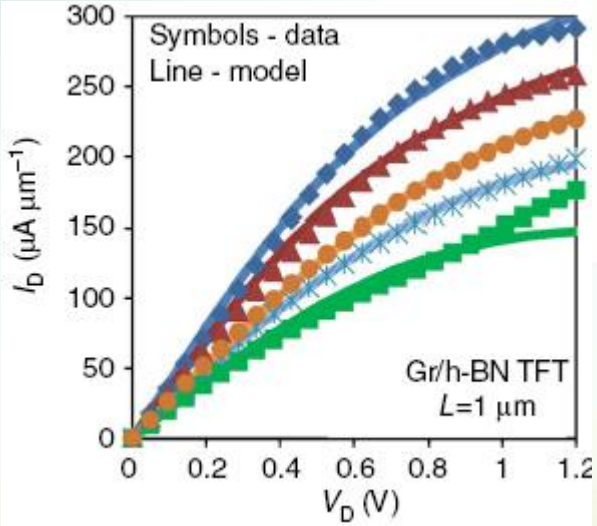


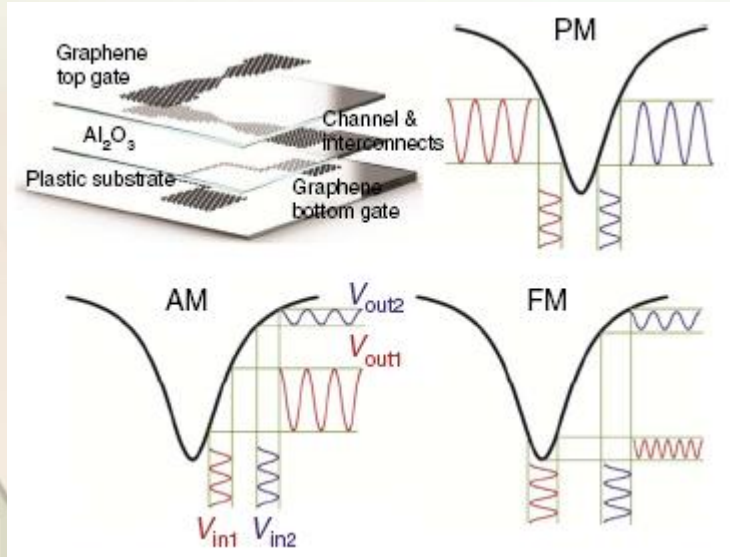


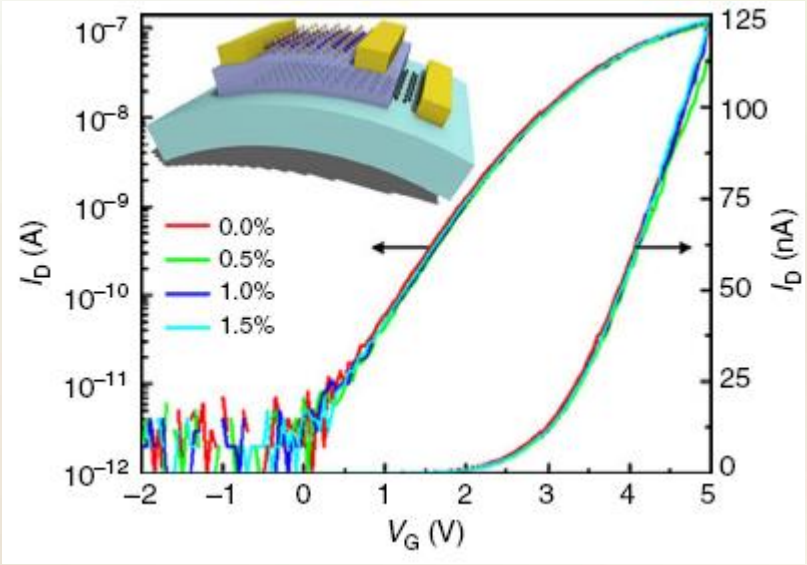


مقایسه ویژگی‌های مواد انعطاف پذیر در ابعاد نانو

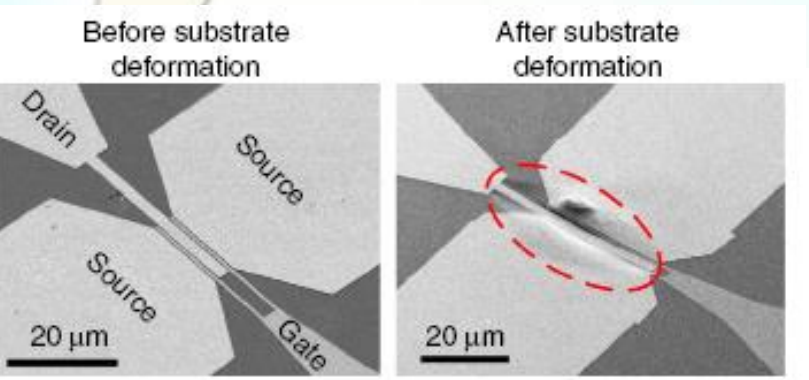


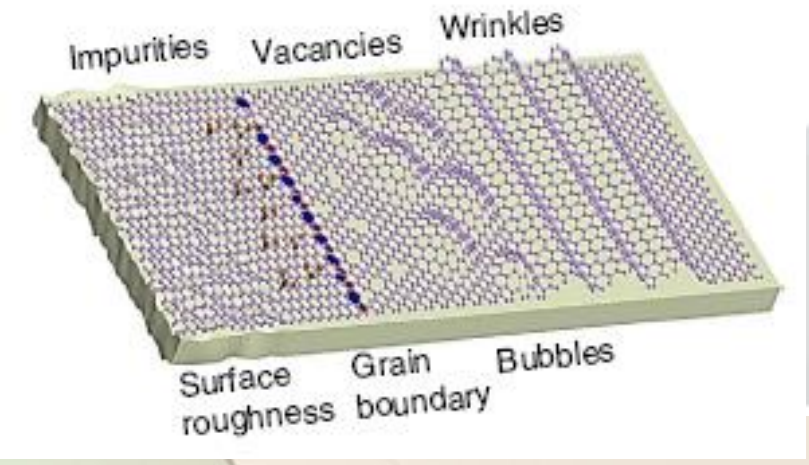


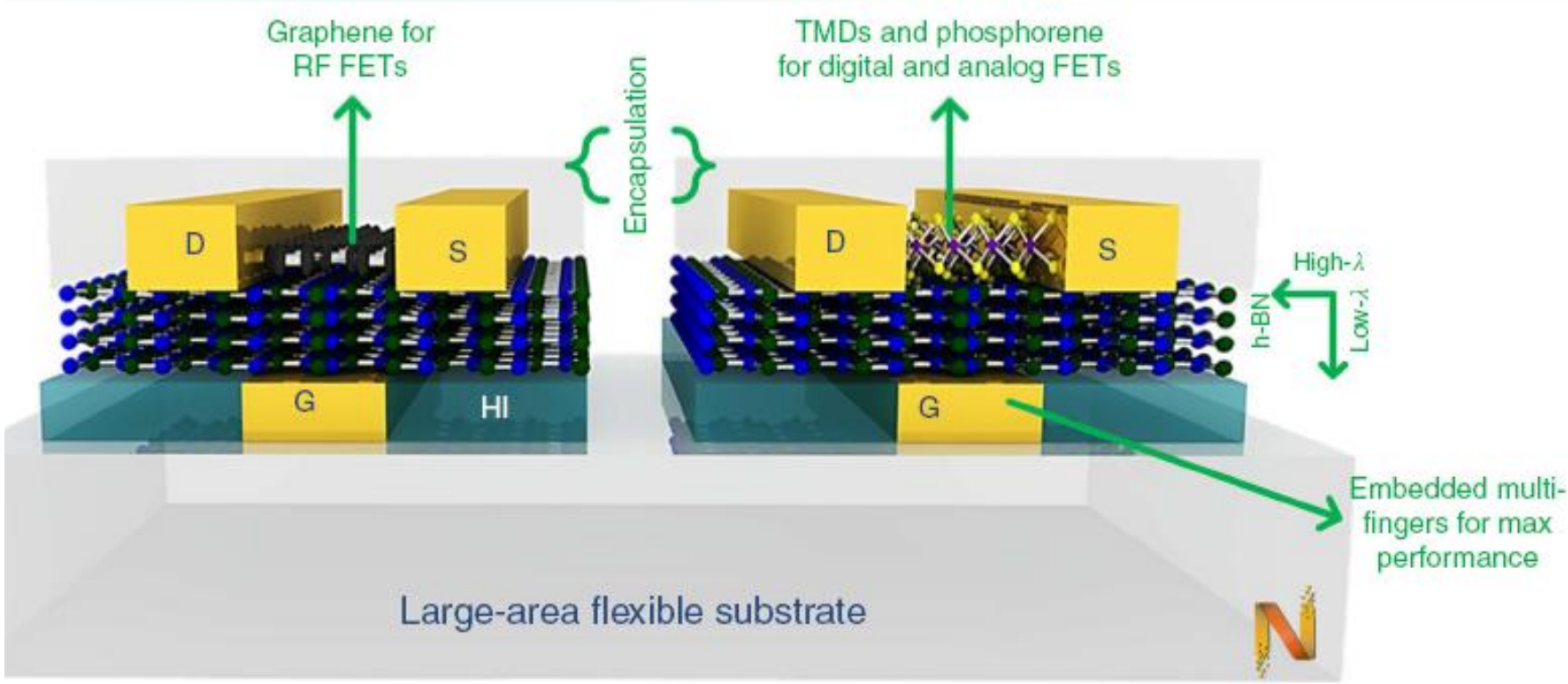




مقایسه ویژگی‌های مواد انعطاف پذیر در ابعاد نانو

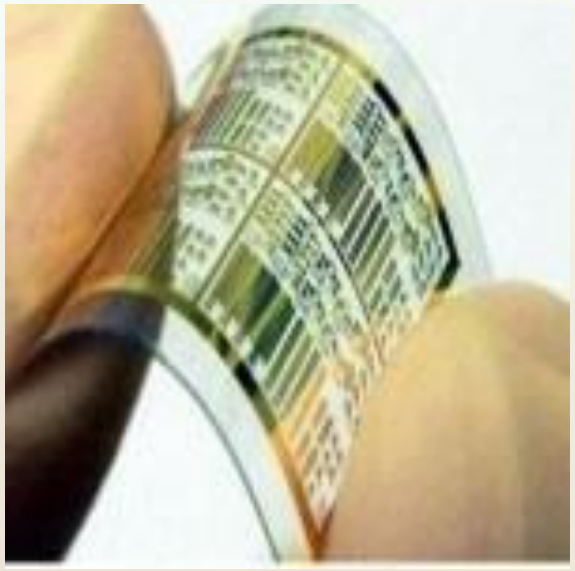




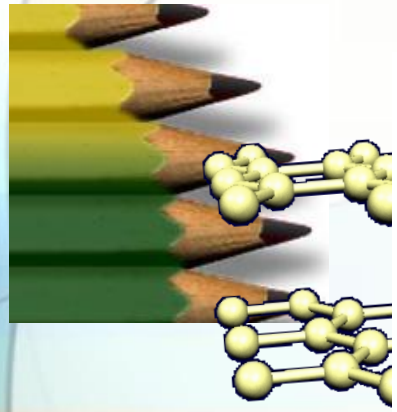


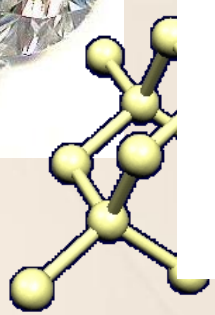
- **خواص فیزیکی نیمه هادی های آلی**

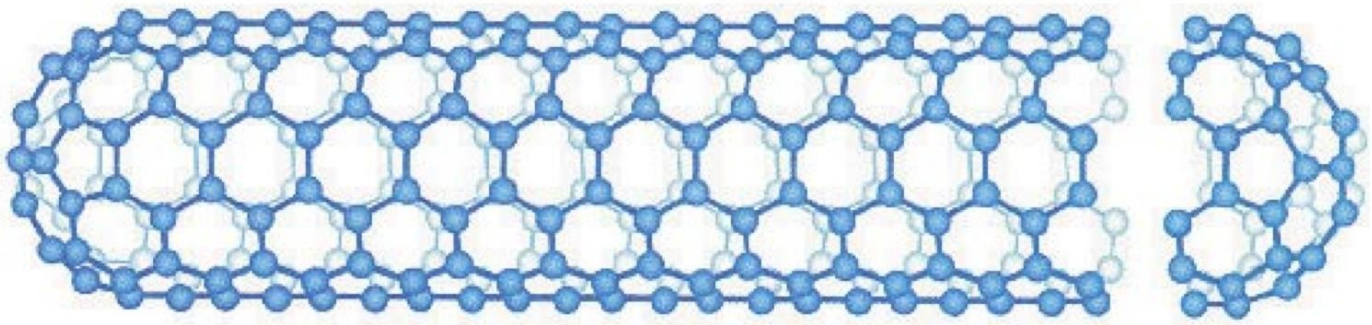
ادوات مبتنی بر مواد آلی به دلیل پیوندهای سست بین ملکولی در لایه های ایجاد شده از آنها، تا حد زیادی به لحاظ مکانیکی،می توانند انعطاف پذیر باشند. برخلاف این مواد آلی، مواد معدنی مانند سیلیکن، ژرمانیوم و گالیوم آرسناید تنها در حالت کریستالی قابلیت استفاده در ساختار ادوات الکترونیکی را دارند که در این حالت نیز پیوندهای کوالانسی، انعطاف پذیری را در آنها غیر ممکن می سازد.



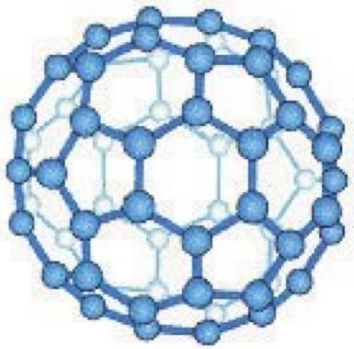
مواد کربنی



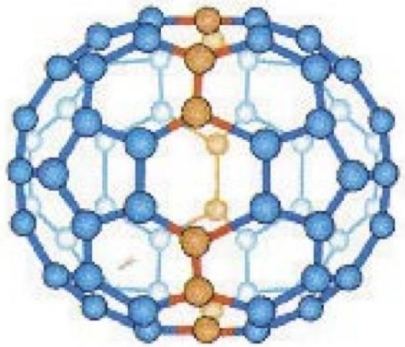




$C_{1,000,000}$

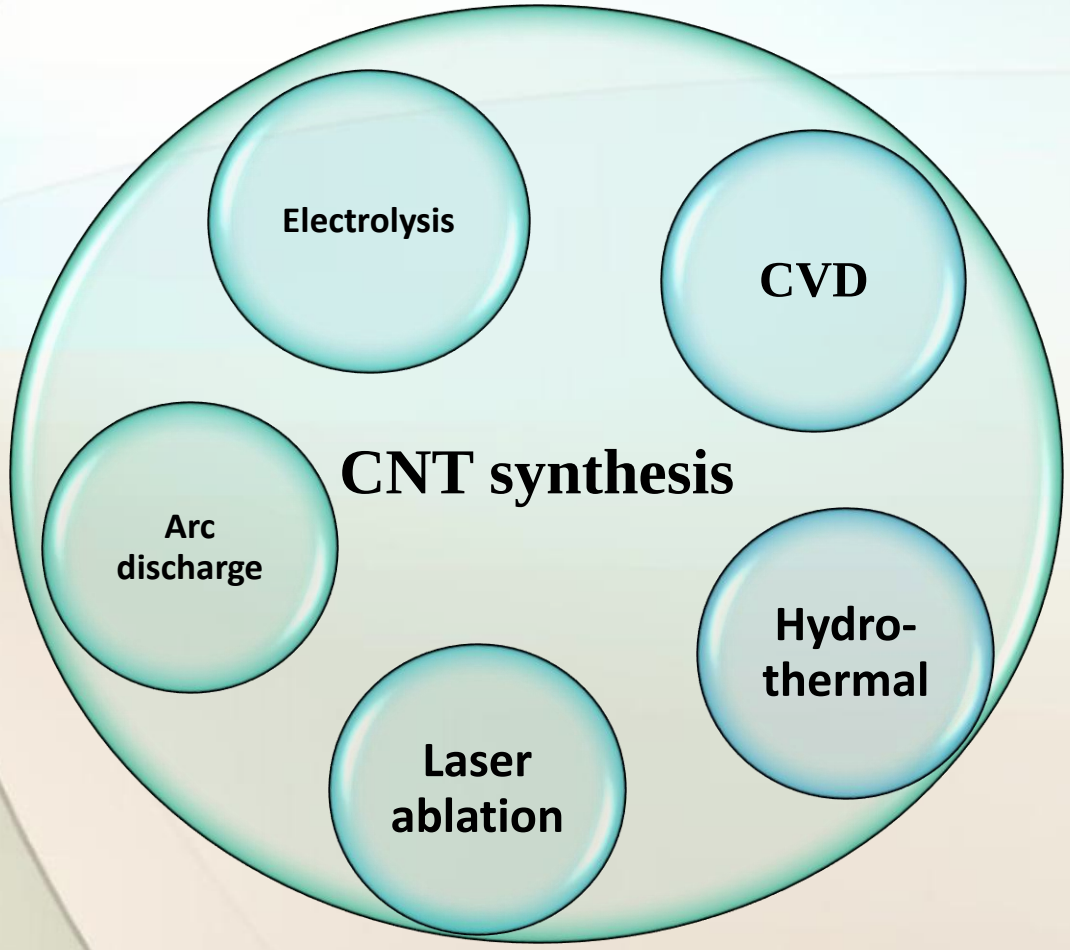


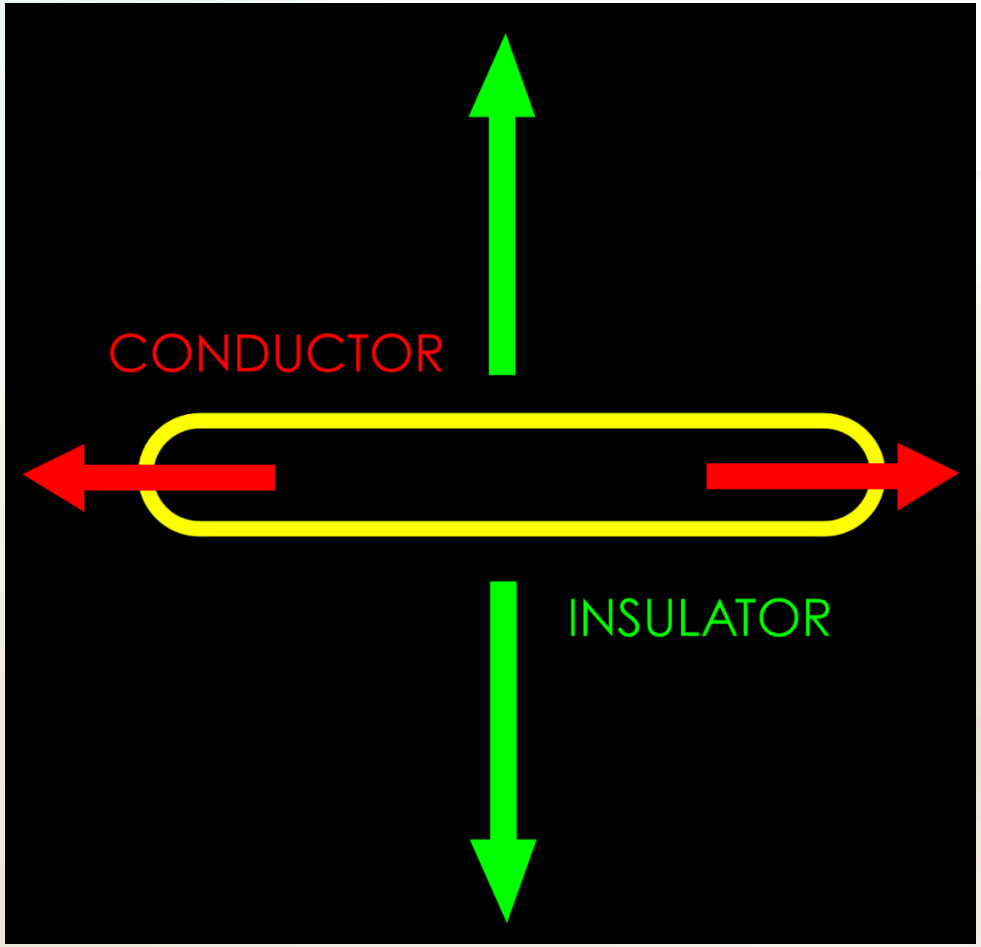
C_{60}



C_{70}

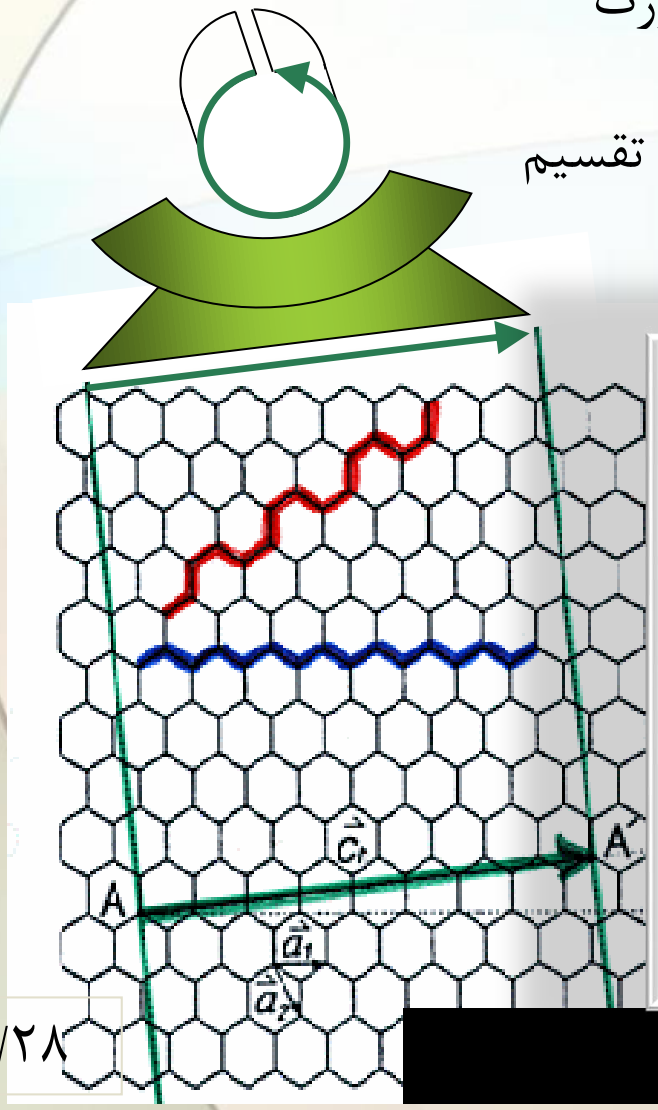
روش‌های رشد نانولوله‌های کربنی

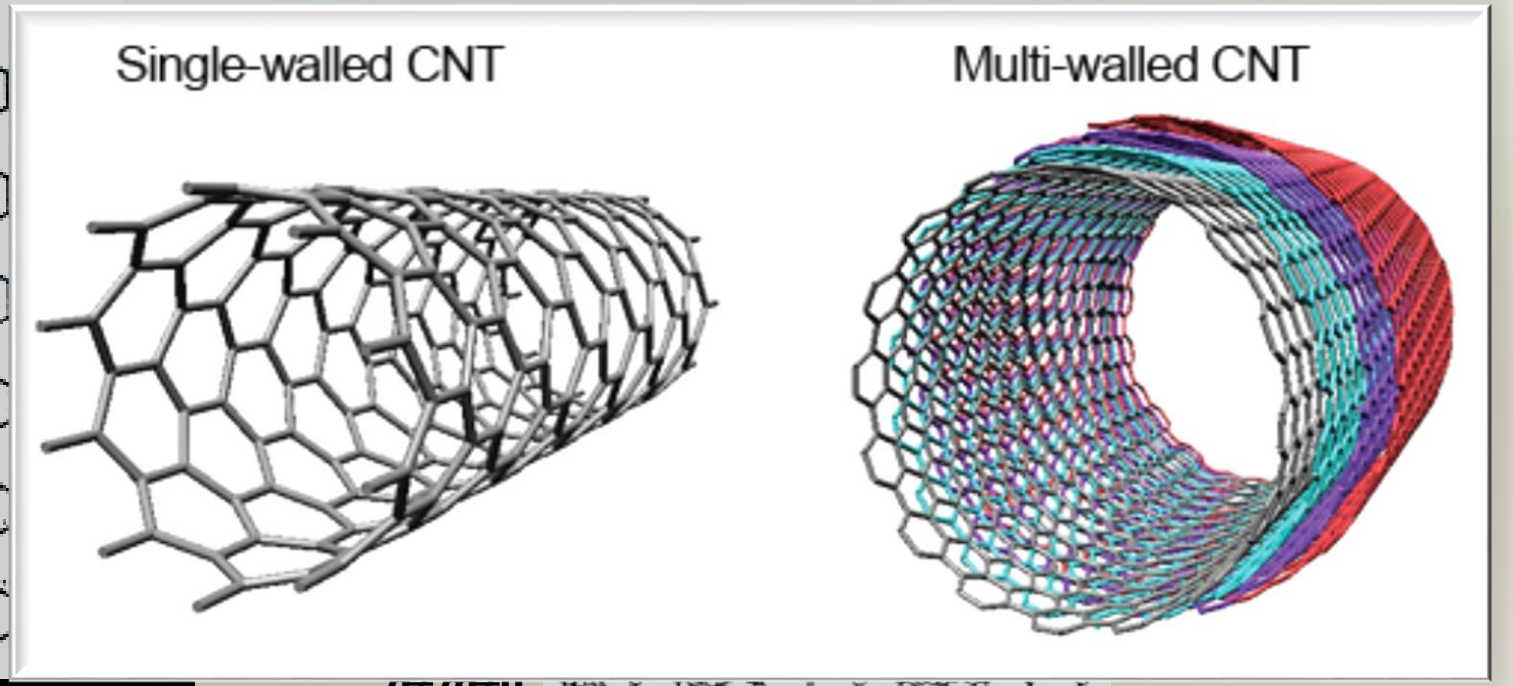




دسته‌بندی نانولوله‌های کربنی

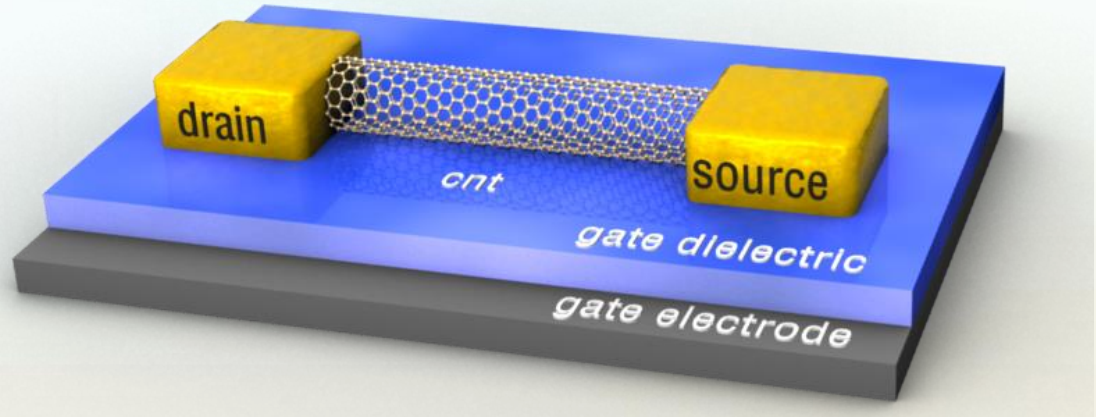
بسته به شکل تا زدن برگه گرافن نانولوله ها به سه دسته تقسیم می شوند.
اگر (n-m) مضرب صحیحی از ۳ باشد، آنگاه نانولوله فلزی است. در غیراین صورت نیمه هادی است.
بسته به تعداد در هم تنیده شده صفحات نانولوله ها به دو دسته SW و MW تقسیم می شوند.





ادوات مبتنی نانولوله ها

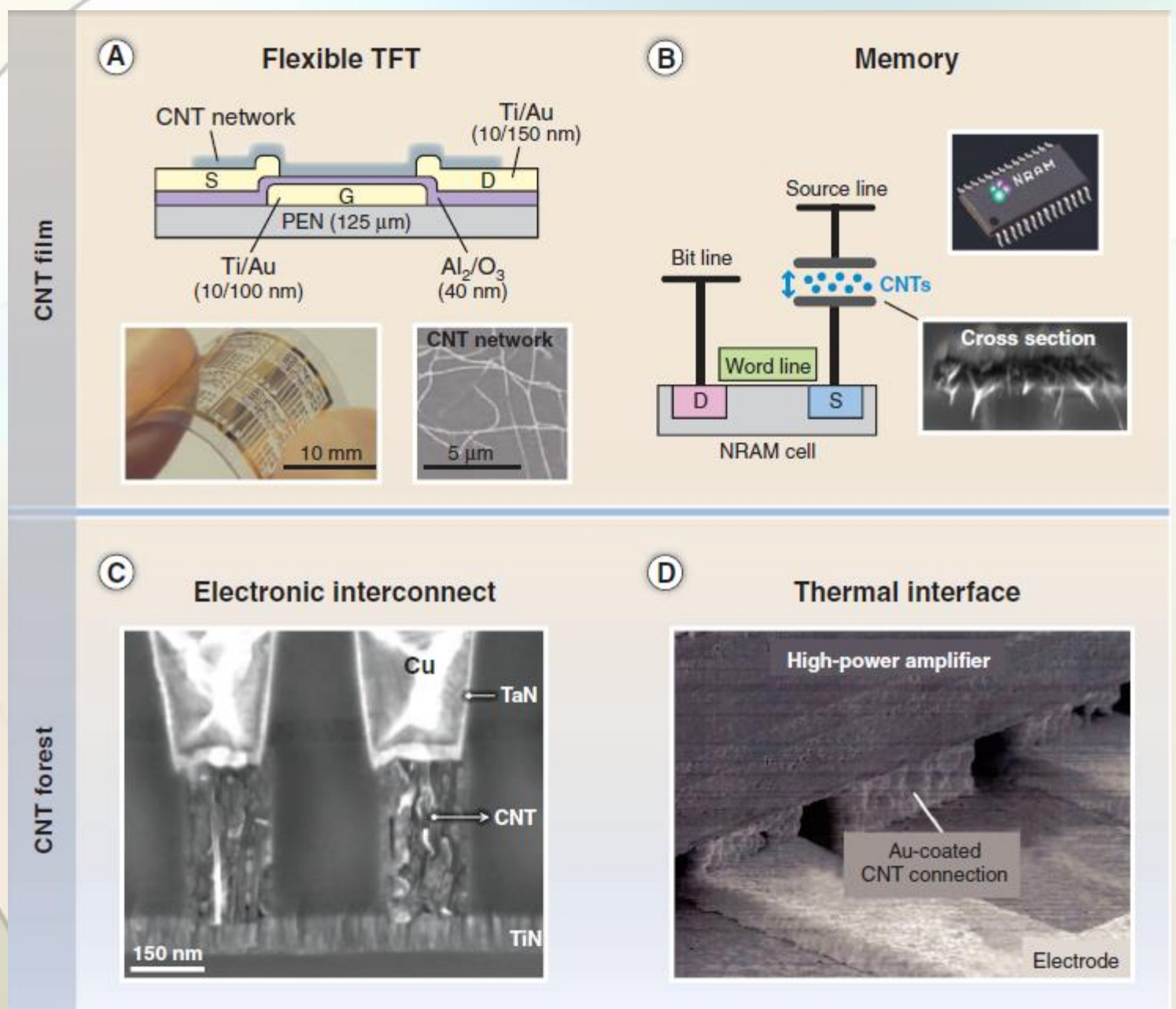
ترانزیستورهای اثر میدان



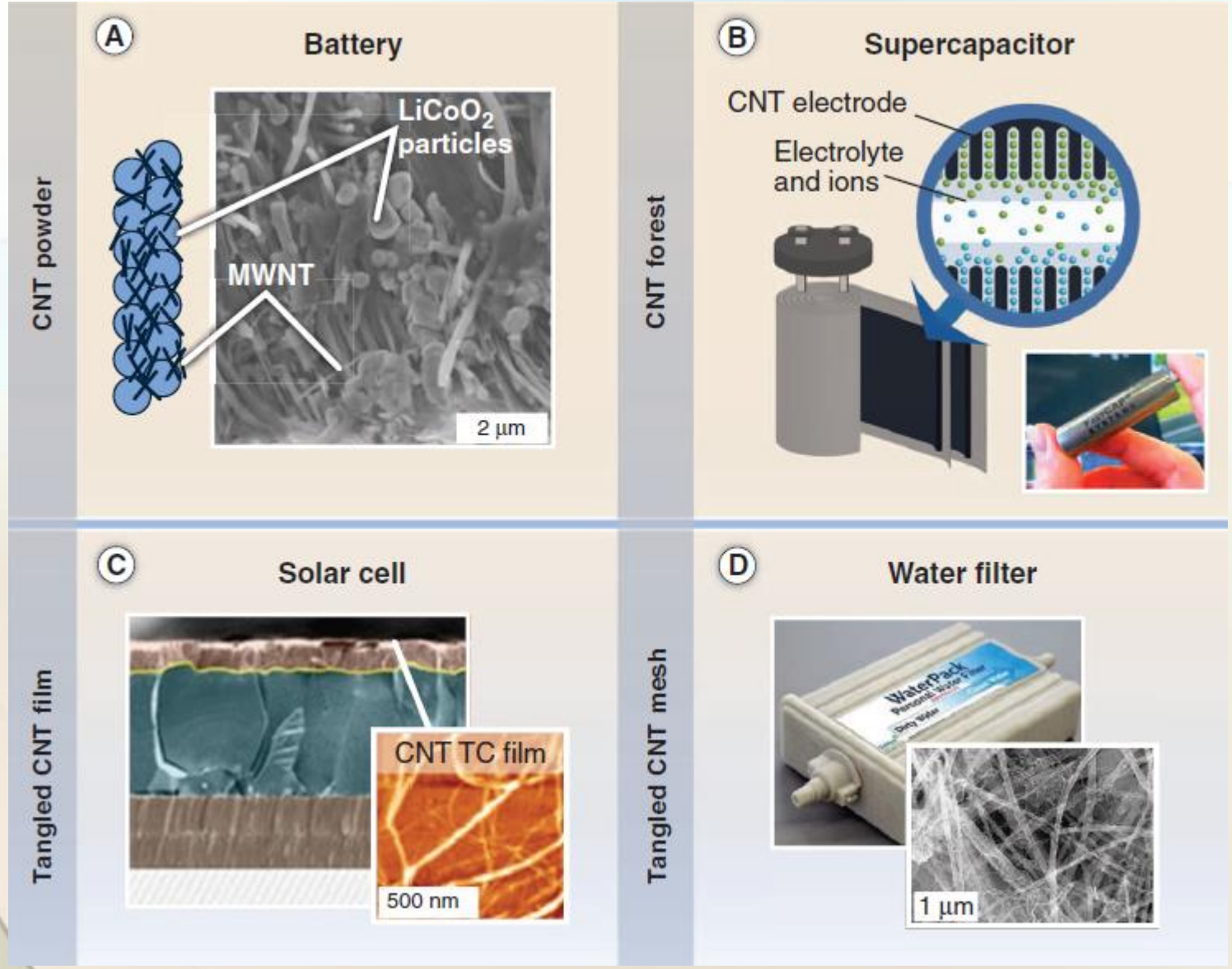
$$C_{\text{tot}}^{-1} = C_{\text{elec}}^{-1} + [e^2 g(E)]^{-1}$$

$$R_{\text{tube}} = (h/4e^2)(L/\ell)$$

ادوات مبتنی نانولوله‌های کربنی



ادوات مبتنی نانولوله‌ها



ترانزیستورهای لایه نازک مبتنی بر نانولوله‌های کربنی تک دیواره (SWNTs)

SWNTs :

- ✓ اندازه‌های نانومتری
- ✓ ساختار تک بعدی
- ✓ خواص الکتریکی فوق العاده
- ✓ شفافیت بالای اپتیکی
- ✓ انعطاف پذیری مکانیکی

قابلیت دسترسی به پدیده‌های مدرن فیزیکی
قابلیت تحرک بالای حامل‌ها
بالاترین سرعت اشباع حامل‌ها در میان تمام مواد شناخته شده

راهکار برای انعطاف پذیری مکانیکی بیشتر :

استفاده از آرایه‌های موازی و مرتب شده‌ی SWNT

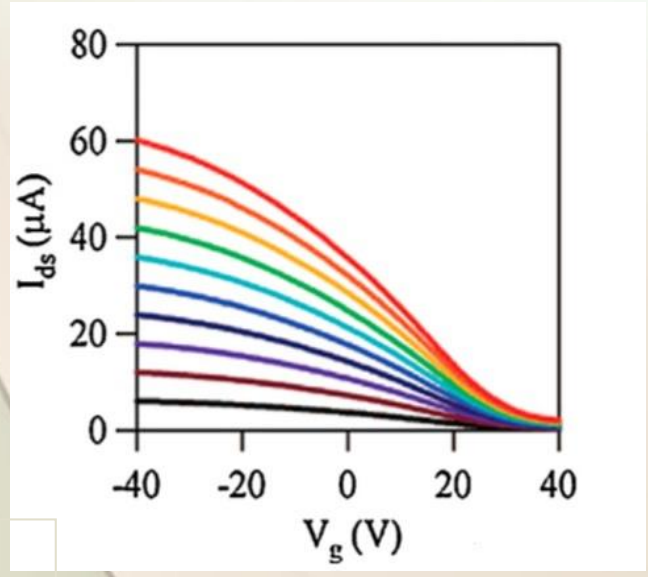
انعطاف پذیری مکانیکی بیشتر

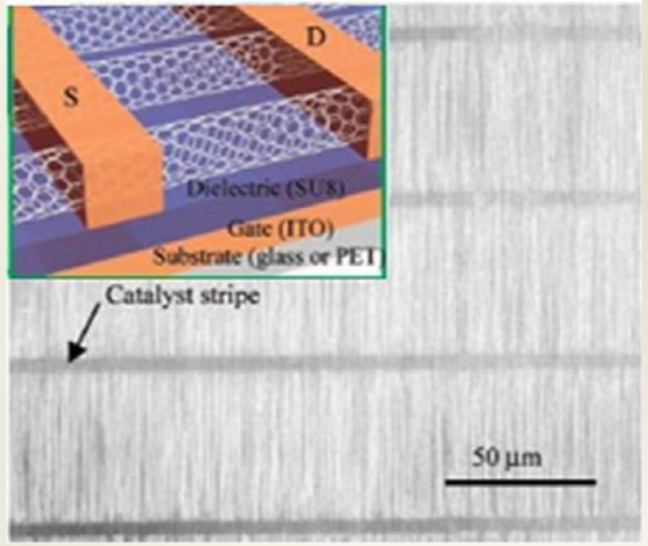
شفافیت بهتر

کارآیی الکترونیکی بالاتر

نسبت on/off پایین

موبیلیتی بسیار بالاتر (1300 cm/vs)



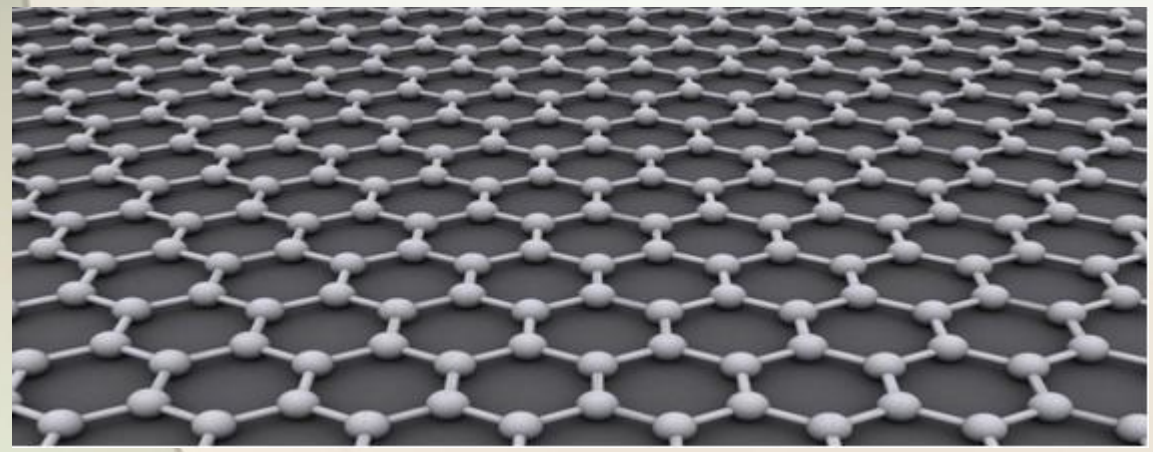


مشخصه‌ی انتقالی

گرافن

ساختاری دو بعدی و یک شبکه شش ضلعی از اتم‌های کربن است که با پیوند کوالانسی کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند

ویژگی قابل توجه انعطاف پذیری بالای آن است.



استحکام و نرمی هر دو در این ماده‌ی شگفت انگیز به خوبی قابل مشاهده‌اند.

ساختار لانه زنبوری گرافن تک لایه

کاربرد گرافن انعطاف پذیر

کاربردهای الکترونوری

- صفحات لمسی
- نمایشگرهای کریستال مایع(LCD)
- دیودهای نوری آلی (OLED)

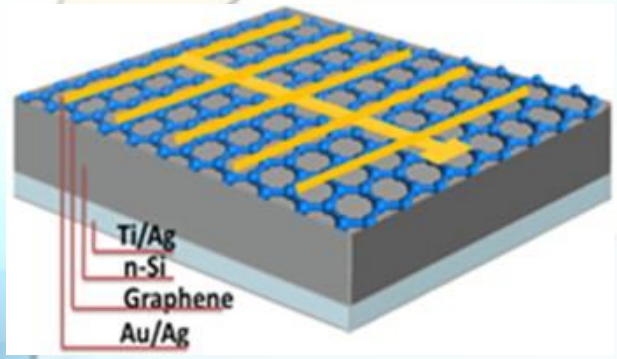
تولید تلفن همراه با استفاده از قابلیت شفافیت گرافن و همچنین استحکام بالا در عین انعطاف‌پذیری و مجهز به نمایشگر لمسی که در برابر اعمال فشار و یا حتی ضربه خوردن از خود مقاومت نشان می‌دهد.

طرحی جدید تولید سلولی با قطر ۲ اتم

این سلول خورشیدی از دو لایه تک اتم گرافن و مولیبدینیوم سولفید (MoS_2) تشکیل شده است و هزاران برابر از سلول سیلیکونی سبک‌تر است.

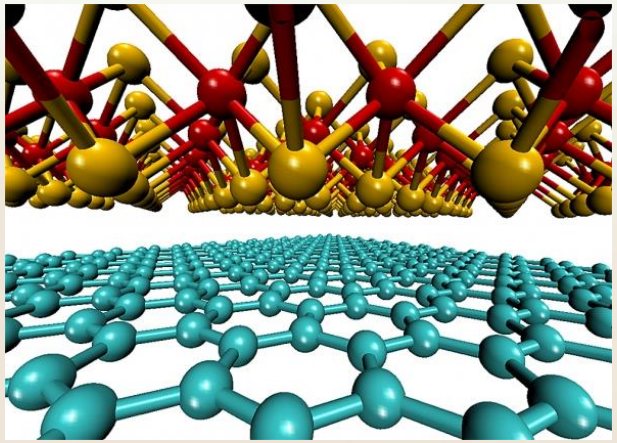
بازدهی این سلول بین ۱ تا ۲ درصد است و نسبت به سلول‌های معمولی با بازدهی ۱۵٪ بازدهی کمی دارد، اما اگر از لحاظ ماده مصرف شده بازدهی را در نظر بگیریم، این طرح بازدهی ۱۰۰۰ برابری نسبت به یک سلول سیلیکونی بلوری دارد.

الکترود مورد استفاده در این سلول از جنس خود گرافن است و مانند خود سلول انعطاف‌پذیر است



طرح سلول سیلیکون/ گرافن

جایگزینی لایه ITO مرسوم و گران‌قیمت با لایه گرافن



طرح سلول خورشیدی گرافن/مولیبدینیوم سولفید

مواد آلی

دلایل استفاده:

تهیه لایه‌های نازک بسیار راحت

مقدار کمی از مواد آلی برای اهداف تولید انرژی کافی است.

تنوع و کنترل اندازه نوار باند ممنوعه

انعطاف پذیری

امکان تولید لایه‌های نازک با سطوح بزرگ

برتری‌های اقتصادی

OLED

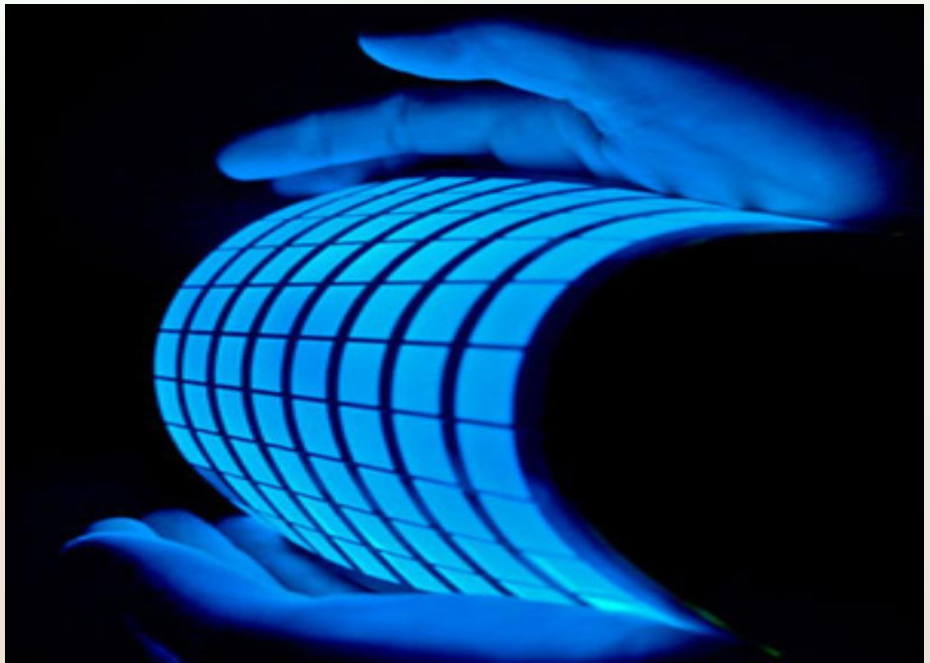
در میان ادوات LED، نیاز به ساخت قطعاتی با وزن کمتر، انعطاف پذیری بیشتر و مصرف انرژی پایین تر باعث شد که OLEDها متولد شوند

صفحه نمایش های OLED جدید بر اساس گرافن

پژوهشگرانی با استفاده از گرافن توانسته اند مدل جدیدی از دیودهای نور گسیل آلی را توسعه دهند. این پیشرفت می تواند راه را برای تولید انبوه و ارزان OLEDها، بر روی زیر لایه های پلاستیکی انعطاف پذیر با اندازه بزرگ و قیمت کم هموار کند.

مزیت های تکنولوژی OLED

- نکته بسیار مهم در پنل‌های OLED زمان پاسخگویی بی‌نظیر (0.1s) آن ها است.
- لایه های پلاستیکی OLED قابلیت خم شدن دارند.
- لایه های شیشه ای LCD می تواند نور زیادی از نمایشگر را از بین ببرند. به همین دلیل OLED نور شفاف تر و بیشتری نسبت به LCD و LED دارد.
- به دلیل سطوح بسیار زیاد انرژی پیکسل های OLED قابلیت نمایش دامنه بسیار زیادی از رنگ‌ها را دارند.
- در یک صفحه می توان پیکسل های بیشتری از OLED را نسبت به LCD جا داد و صفحاتی با رزولوشن بالاتر تولید کرد.



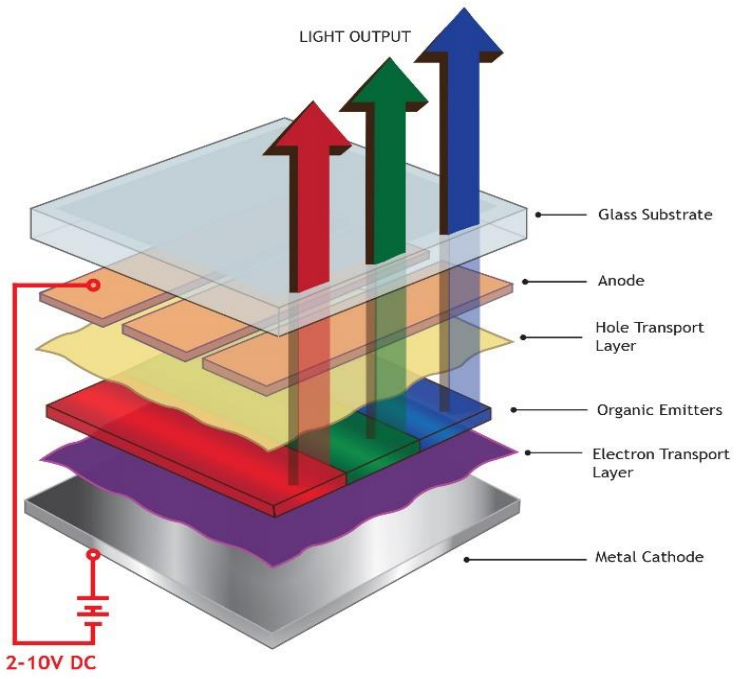
سلول‌های خورشیدی انعطاف پذیر پلیمری

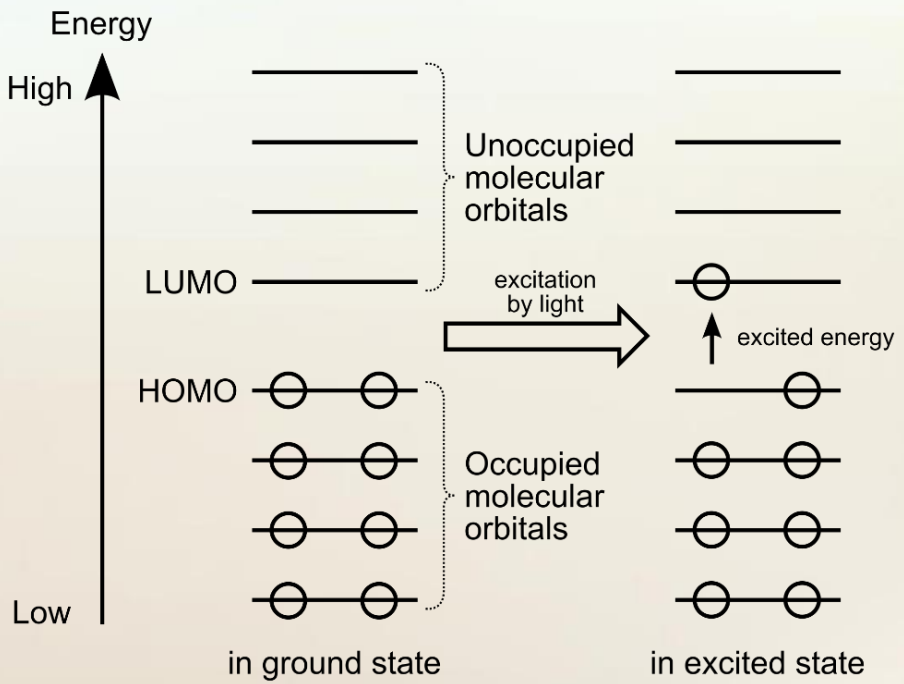
مزیت این سلول‌ها انعطاف‌پذیری مکانیکی، قابلیت بازیافت و صرفه اقتصادی، ضخامت کم، پایداری در برابر اشعه فرابنفش، دما و ...، نشان داده است که برخی از پلیمرها توانایی جایگزینی با سلول‌های سیلیکونی را، به دلیل وزن و قیمت کمتر، دارند. نقطه ضعف عمده این دسته از سلول‌ها، ولتاژ مدار باز کوچک آنها است. بررسی‌ها نشان داده که راه‌حل بالا بردن ولتاژ خروجی، یافتن مواد باند جذب گسترده است

نمونه‌ای از یک سلول پلیمری

اصول عملکرد یک دیود نوری

۱. تزریق الکترون‌ها و حفره‌ها
۲. حرکت الکترون و حفره به سمت لایه انتشار توسط میدان
۳. الکترون و حفره یک حالت پیوندی جدیدی به وجود می‌آورند که به آن حالت برانگیخته می‌گویند.
۴. موقعیت‌های برانگیخته شده می‌تواند به حالت پایه برگردد و فوتون با رنگ نور مختلف آزاد کنند.





مهندسی پزشکی

به علت سطح وسیع، رسانش بالا، نازکی و استحکام توامان، گرافن یکی از گزینه‌های مناسب جهت توسعه حسگرهای زیستی با قابلیت نظارت بر مواردی از جمله سطح گلوکز، سطح هموگلوبین، سطح کلسترول و حتی تعیین توالی DNA است.