

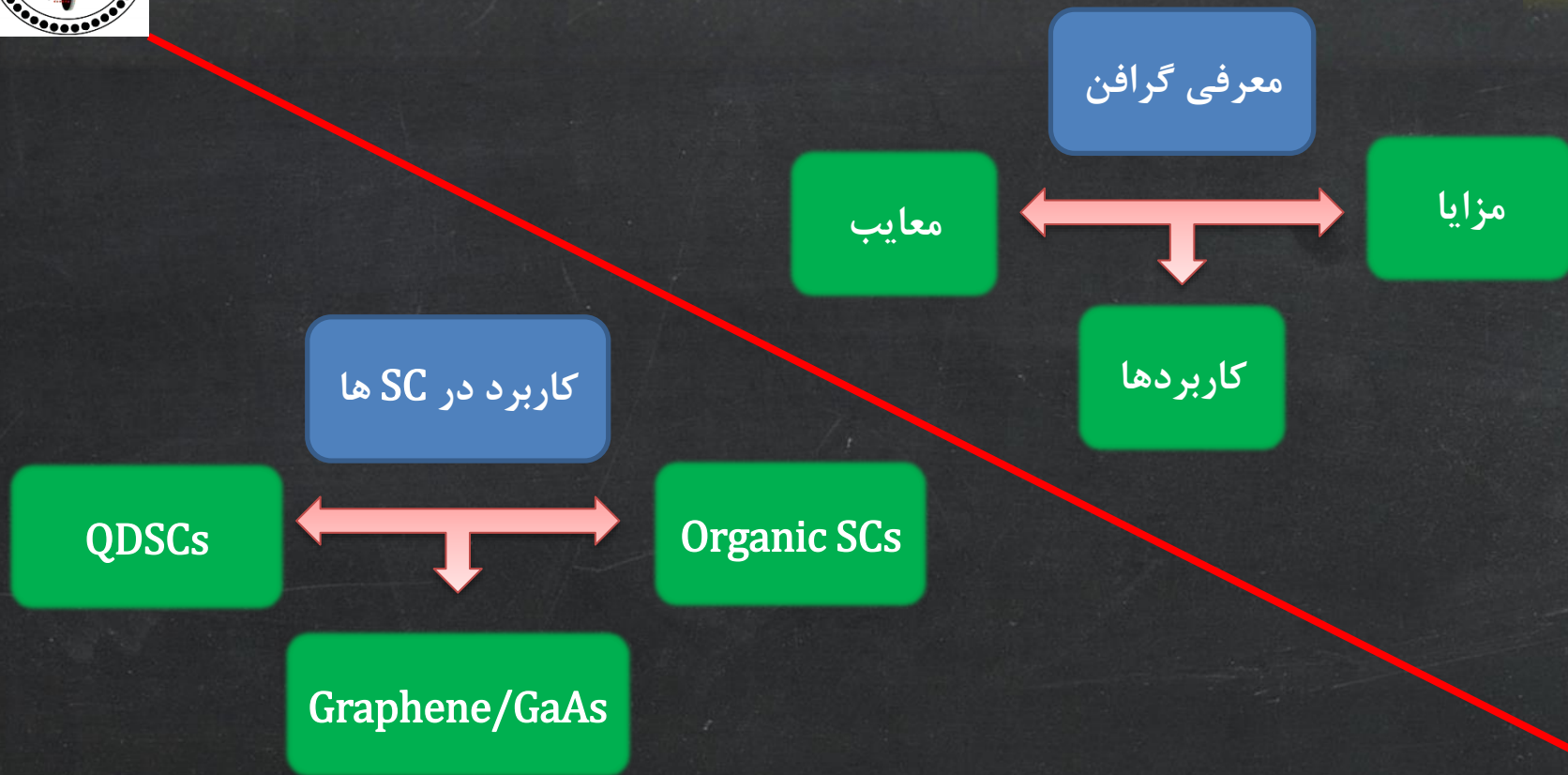


کاربردهای گرافن در سلول های خورشیدی

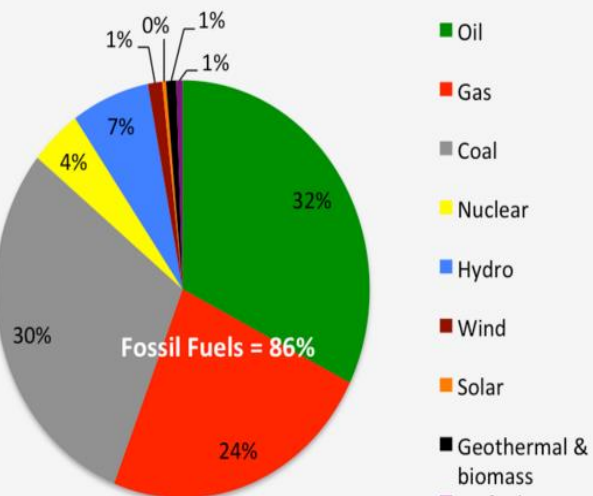
استاد:

دکتر محمدنژاد

خرداد ۹۵



Global energy consumption 2014



Energy Matters
evanmearns.com
BP 2015 data

تا سال ۲۰۵۰



30 TW

مصرف جهانی توان



13 TW

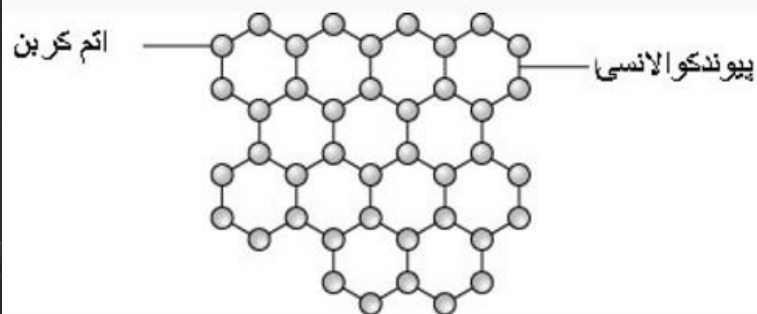
تا کنون ۵ GW از ۱۲۰۰۰۰ GW توان تابشی خورشید
به زمین به وسیله SC ها جذب شده است

کاربردها

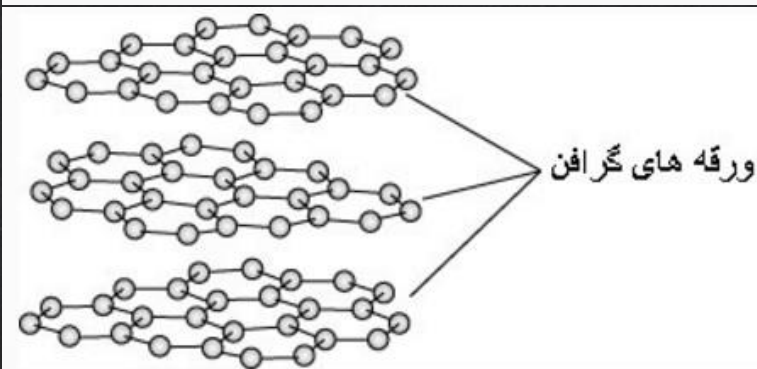
معایب

مزایا

معرفی گرافن



وقتی کربن با سه اتم کربن پیوند کووالانسی برقرار کند، یک ورقه دوبعدی ایجاد می شود که گرافن نامید می شود



با قرار گرفتن ورقه های گرافن بر روی همدیگر به وسیله نیروی واندروالس گرافیت به وجود می آید

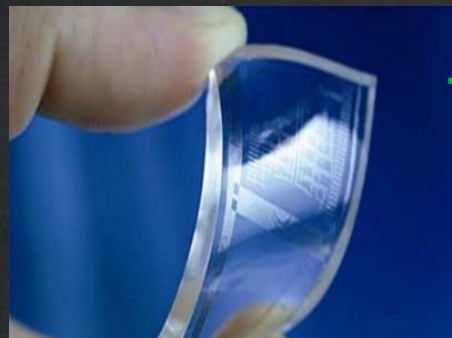
با در نظر گرفتن گرافن به عنوان یک لایه مجرد چهارمین الکترون ظرفیت اتم ها به عنوان الکترون آزاد باقی می ماند

معرفی گرافن

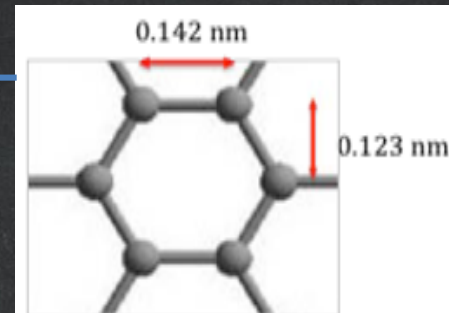
مزایا

معایب

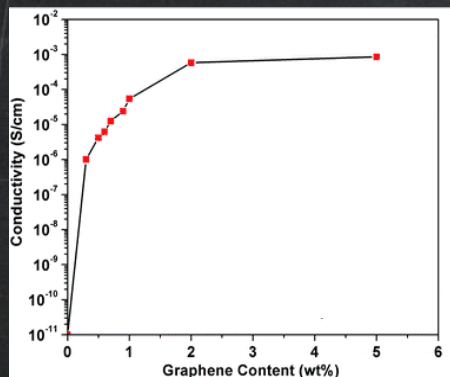
کاربردها



سلول واحد شش وجهی گرافن سطح مقطعی
برابر 0.052 nm^2 دارد و چگالی آن
 0.77 mg/m^2 است



گرافن تقریباً شفاف است و فقط ۲/۳٪ از شدت نور را مستقل از
طول موج در دامنه اپتیکی جذب می کند (بی رنگ)



مقاومت شکست گرافن 42 N/m^2 است.
استحکام گرافن ۱۰۰ برابر فولاد است



مقاومت ورقه دو بعدی گرافن که مقاومت بر واحد سطح نیز گفته
می شود، ۳۱ اهم است



کاربردها

معایب

مزایا

معرفی گرافن

به رغم موج فعلی پیشرفت، سرمایه‌گذاری و توجه رسانه‌ای خیلی از پژوهشگران اطمینان زیادی به گرافن ندارند. برخی از آنها مطمئنند که گرافن همه خواصی را که از آن انتظار می‌رود، در خود ندارد. این ماده به خودی خود، **band gap** را که یک ویژگی حیاتی برای کار بردهای الکترونیکی است، ندارد. به این معنی که گرافن نمی‌تواند رسانایی الکتریکی را متوقف کند و «خاموش شود» بنابراین نمی‌توان از آن به عنوان سوئیچ که برای کاربردهای الکترونیکی لازم است، استفاده کرد.

برای استفاده از گرافن در ترانزیستورها، باید یک شکاف انرژی در طیف انرژی الکترونی آن ایجاد کرد

راه حل

مهندسی فشار، یکی از راهبردهای رایج در صنعت نیمه‌هادی‌ها است. محققان دریافته‌اند که فشارهای محلی در گرافن می‌تواند خواص هدایت آن را تغییر دهد. با تغییر فشار محلی، شکاف انتقال می‌تواند ایجاد شود. در حال حاضر راه‌های متعددی برای ایجاد یک فشار قابل کنترل به گرافن شناخته شده است. برخی از این راه‌ها عبارتند از مورفولوژی‌های فشار مانند چروک‌ها در گرافن متمیز معلق در یک محلول و بالون‌های گرافنی روی بستر الگودار و سوپر شبکه‌های فشاری گرافنی روی بستر شبکه‌ای نامنطبق.



کاربردها

معایب

مزایا

معرفی گرافن

تجهیزات نوری، سلول‌های خورشیدی و
نمایشگرهای لمسی انعطاف‌پذیر

ساخت ترانزیستورهای بسیار کوچک
و بسیار سریع

ذخیره انرژی

کاربردها

ذخیره بسیار متراکم داده‌ها

استفاده از گرافن برای کاهش زمان
شارژباتری‌ها

استفاده از گرافن در تولید نازک‌ترین
جامه نامرئی

کاربرد در SC ها

QDSCs

Graphene/GaAs

Organic SCs

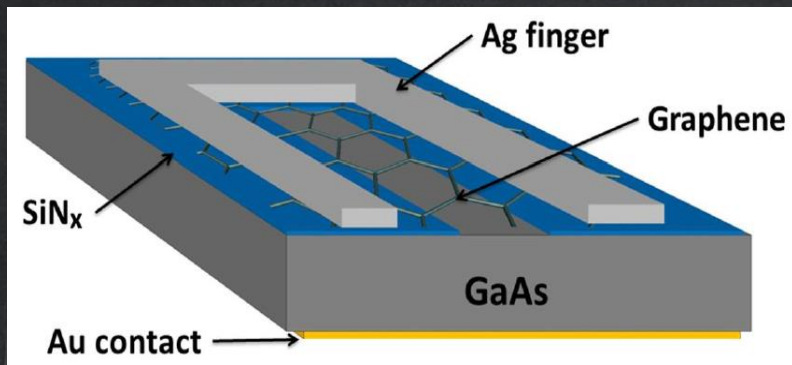
الکتروود مقابل

پذیرنده الکترون

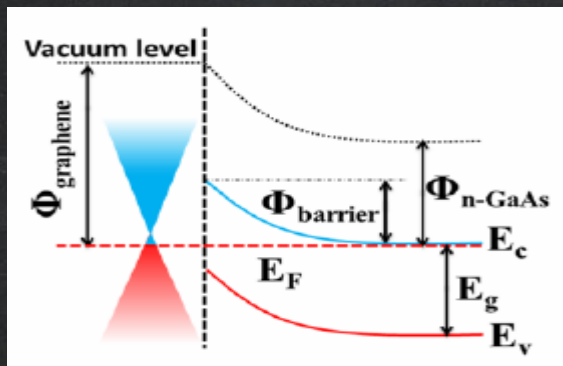
جمع کننده حفره

الکتروود شفاف

Solar Cell based on Graphene/GaAs

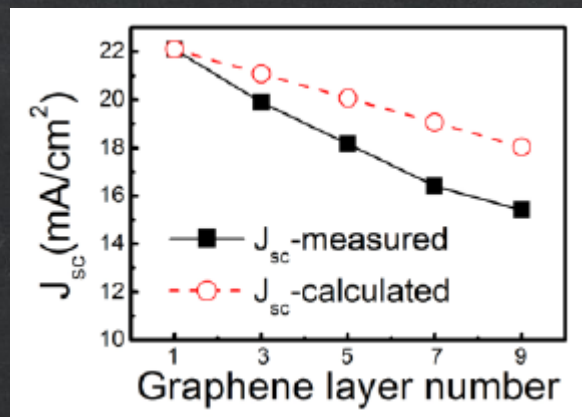
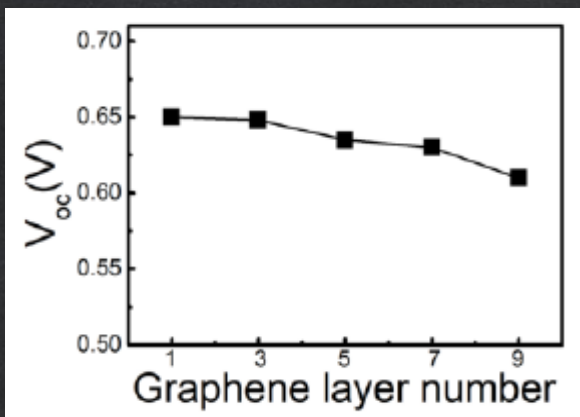


در این سلول بدلیل موبیلیتی بالا و رسانایی الکتریکی خوب گرافن، پیوند شاتکی Graphene/GaAs موثری تشکیل می شود

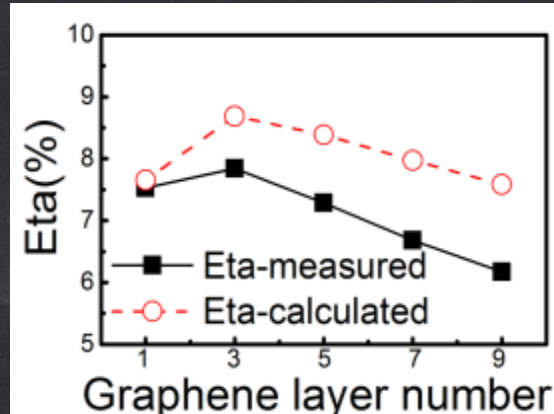
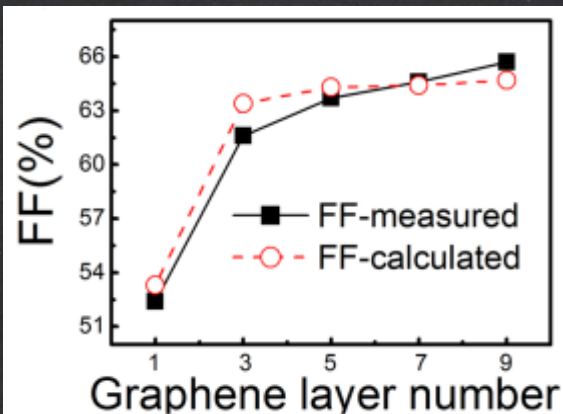
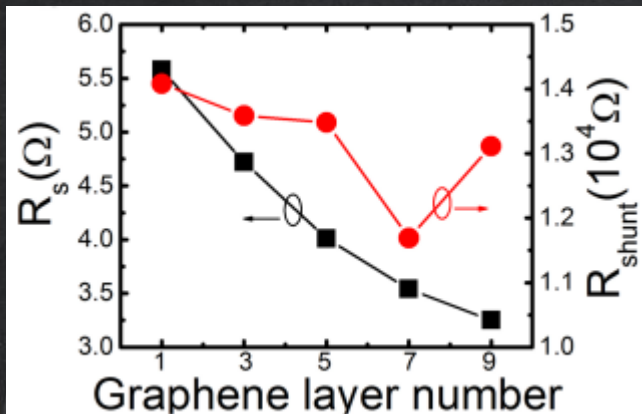


اختلاف تابع کار گرافن و GaAs باید به گونه باشد که سد پتانسیل درون ساخت مناسبی شکل گیرد

اثرات افزایش تعداد لایه های گرافن

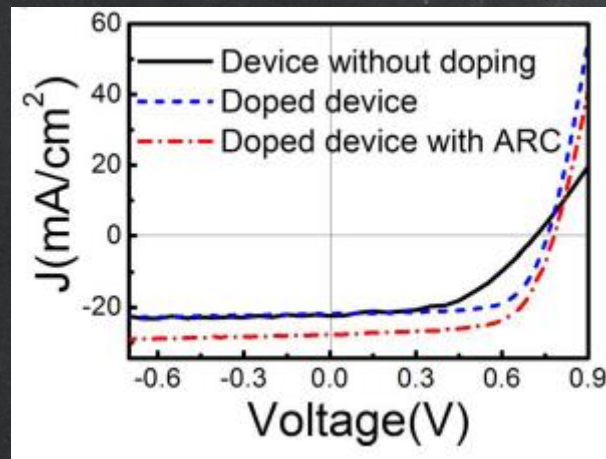
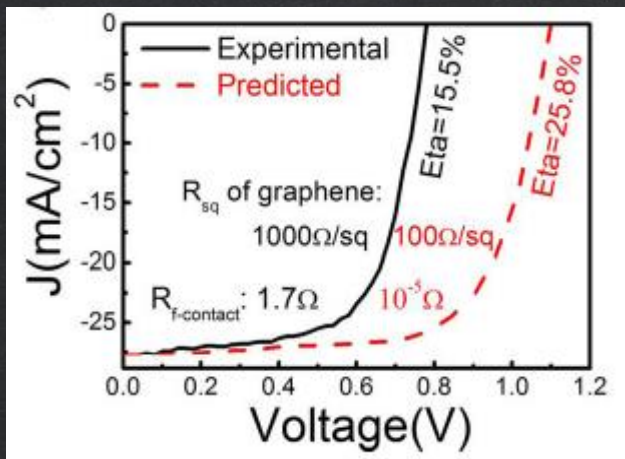


بدلیل افزایش جذب نور با افزایش لایه های گرافن، تولید الکترون و خفره در GaAs کاهش می یابد که کاهش J_{sc} را در پی دارد ولی V_{oc} کاهش چندانی ندارد



با افزایش تعداد لایه های گرافن مقاومت صفحه ای گرافن (R_{sq}) و مقاومت اتصال گرافن و الکترود Ag ($R_{f-contact}$) کاهش می یابد که بدلیل سهم بزرگ این دو مقاومت در تشکیل R_s به عنوان مهمترین عامل محدود کننده FF، ضریب پری افزایش یافته که سبب افزایش بازده می گردد

بهینه سازی با استفاده از آلایش و ARC



با بهینه سازی مناسب آلایش و لایه ضد بازتاب، بازده ۲۵/۸٪ طبق محاسبات و ۱۵/۵٪ در عمل قابل دستیابی است

با آلایش گرافن توسط TFSA چگالی حامل ها افزایش می یابد که سبب افزایش پتانسیل درون ساخت شده در نتیجه افزایش V_{oc} را بدنبال دارد

QDSCs

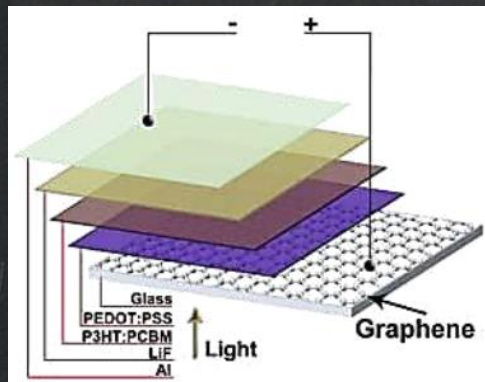
Organic SCs

Graphene/GaAs

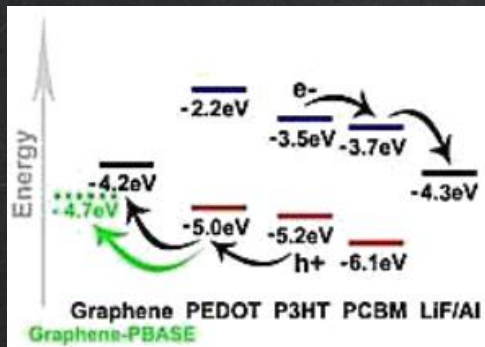
۱۳/۲۱

الکتروود شفاف

گرافن در سلول های خورشیدی آلی



فیلم گرافن بر روی بستر Si/SiO_2 پوشیده شده با Ni با استفاده از فرایند CVD نشست داده می شود و Ni با اچ شیمیایی تر حذف می شود و ورق گرافن با تکنولوژی dry transfer به زیرلایه دیگر منتقل می شود



در این ساختار فیلم گرافن به عنوان آند استفاده شده است



QDSCs

Organic SCs

Graphene/GaAs

۱۴/۲۱

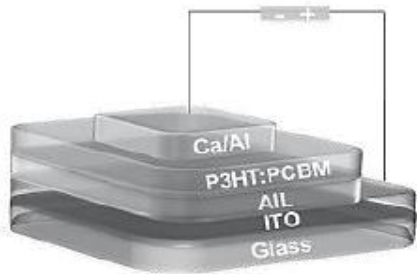
Anode	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF	η (%)
CVD graphene	4.73	0.48	0.52	1.18
ITO	4.69	0.48	0.57	1.27

بنابراین از روش عامل دار کردن غیر کووالانسی با
PBASE استفاده شده که سبب بهبود قابل توجه نتایج
شده است

برای بهبود سطح گرافن به منظور ایجاد انطباق با PEDOT/
PSS اصلاح UV/ozone انجام شده که نتایج به خوبی
بهبود نیافته است



Cell devices	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	PCE (%)
Pristine graphene	2.39	0.32	27	0.21
Graphene treated by UV	5.56	0.55	24.3	0.74
Graphene modified by PBASE	6.05	0.55	51.3	1.71
ITO	9.03	0.56	61.1	3.10



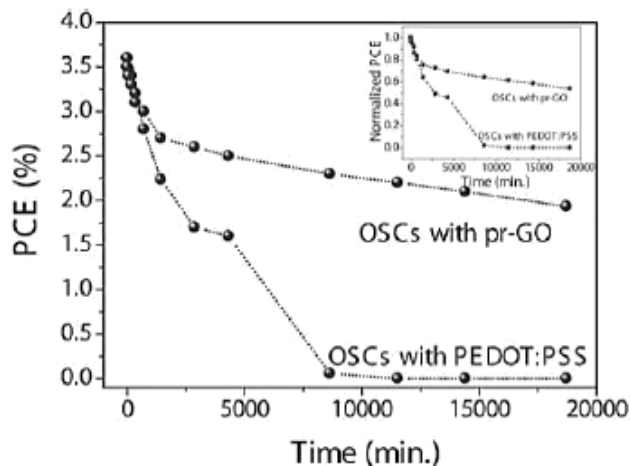
جمع کننده حفره

گرافن در سلول های خورشیدی آلی

پلیمر رسانای PEDOT/PSS معمولاً برای لایه فصل مشترک آند (AIL) استفاده می شود که بدلیل مشکلات اسیدیته بالا و خاصیت نمگیری باید جایگزینی برایش یافت

راه حل

اکسید گرافن کاهیده (GO/r-GO/pr-GO) به عنوان جایگزین جدید برای لایه انتقال حفره PEDOT/PSS برای سلول های خورشیدی پلیمری پیشنهاد شده است



QDSCs

Organic SCs

Graphene/GaAs

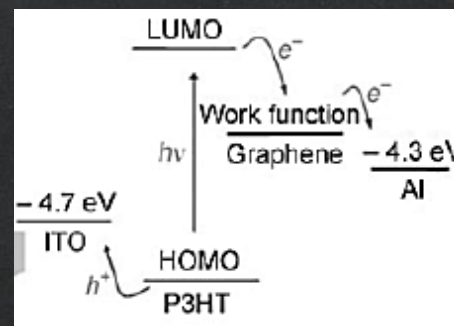
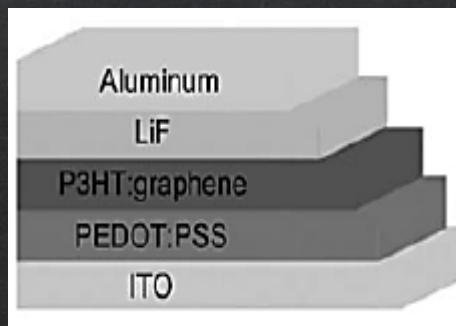
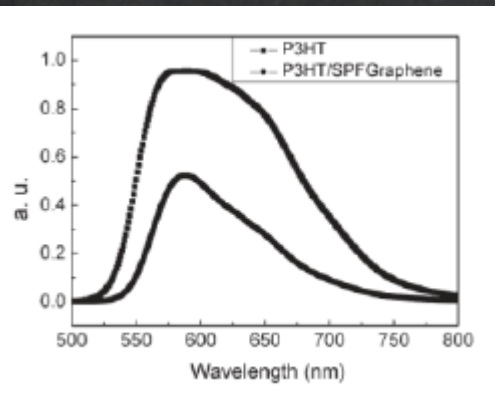
۱۶/۲۱

پذیرنده الکترون

گرافن در سلول های خورشیدی آلی

SPFG می تواند به عنوان یک ماده الکترون پذیرنده موثر استفاده شود

فوتولومینوسانس قوی P3HT بعد از اضافه کردن گرافن عامل دار شده قابل پردازش در آب (SPFG) به طور قابل توجهی کاهش می یابد





QDSCs

Organic SCs

Graphene/GaAs

۱۷/۲۱

الکتروود مقابل

گرافن در DSSCs



در سلول های خورشیدی رنگدانه ای اغلب از Pt به عنوان کاتالیزور I_3^- به I^- در الکتروود پشتی استفاده می شود ولی بدلیل گران بودن آن نیازمند جایگزینی با ماده ای ارزانتر هستیم

گرافن به ۲ دلیل جایگزین مناسبی است



لازم است در DSSC الکتروود پشتی حتی در شرایط اکسیداسیون قوی، رسانایی خود را حفظ کند که گرافن چنین خاصیتی را داراست

انعکاس آن در فرکانس رزونانس پلاسمونی آن واقع در مادون قرمز افزایش می یابد مناسب برای جذب بخش مادون قرمز طیف خورشیدی است



QDSCs

Organic SCs

Graphene/GaAs

۱۸/۲۱

Electrode	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	η (%)
PEDOT:PSS	10.99	0.72	28	2.3
Graphene/ PEDOT:PSS	12.96	0.72	48	4.5
Pt	13.05	0.72	68	6.3

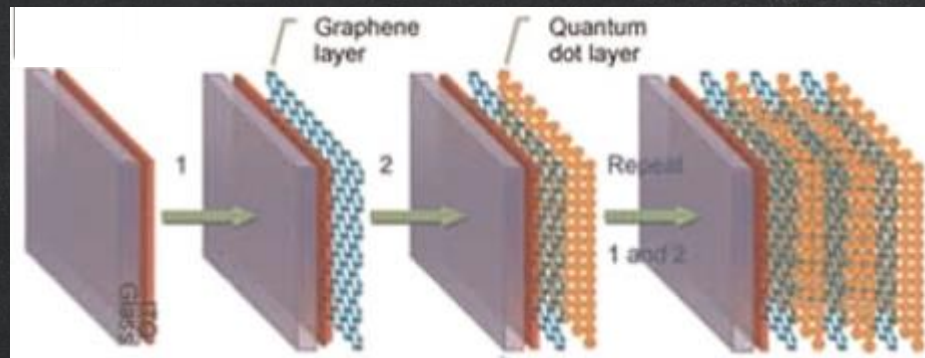
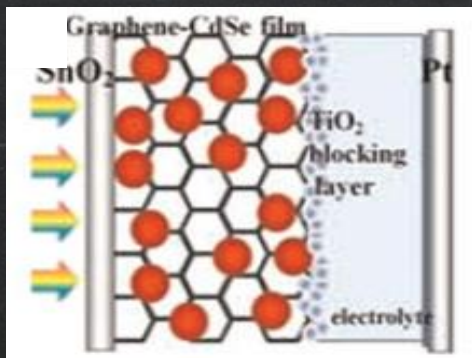
در مقایسه با PEDOT/PSS اضافه کردن مقدار کمی از ورقه های گرافن به طور موثری جریان اتصال کوتاه و FF را افزایش می دهد که بدلیل مساحت سحی زیاد و نقص های شیمیایی چندتایی موجود در ورقه های گرافنی بسیار نازک است که فعالیت کاتالیزوری برای کاهش یدید را افزایش می دهد

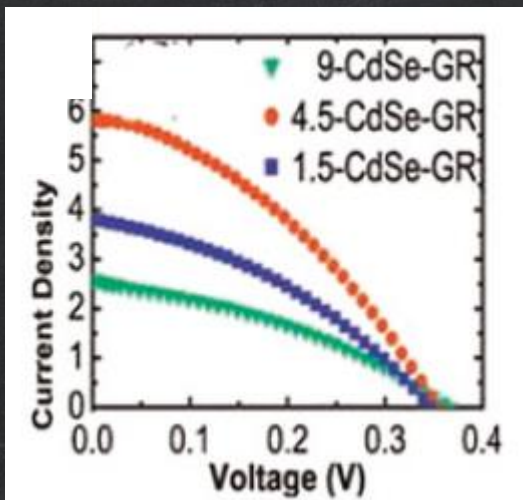
گرافن در سلول های خورشیدی نقطه کوانتومی (QDSC)

بدلیل کوچک بودن تابع کار گرافن از باند هدایت QD CdSe تولید و انتقال الکترون از CdSe به گرافن بهتر انجام می شود و متوسط مسیر آزاد افزایش یافته و نرخ بازترکیب کاهش می یابد

بدلیل نرخ انتقال پایین الکترون از QD به TiO_2 بازترکیب الکترون و حفره افزایش می یابد

تله اندازی حفره ها در QD ها مانع استخراج آن ها می شود





با افزایش تعداد لایه های گرافن-QD اتصال آنها بهبود می یابد ولی بدلیل جذب ۲/۳٪ نور در هر لایه گرافن، نور کمی به لایه حساس به نور می رسد که سبب کاهش چگالی جریان می گردد



الهه اسماعیلی، متین محمودی فرد، "گرافن در سلول های آلی"، دنیای نانو، شماره ۳۶، ۱۳۹۳

M. Czerniak-Reczulska, A. Niedzielska, A. Jędrzejczak, "GRAPHENE AS A MATERIAL FOR SOLAR CELLS APPLICATION S", DE GRUYTER OPEN 2015

Dr. Magan P. Ghatule, Ulka A. Devare, "Study and Analysis on Synthesis of Graphene and its Applications in Solar Cells", International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE) ,Issue 1, Volume 2 (January 20 15)

T. Naveen Kumar, "Solar Cell Made Using Graphene", IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMC E), Nov- Dec. 2014

Pitchaimuthu Sudhagar, "Graphene synthesis and application for solarcells", Article in Journal of Materials Research · January 2014

Xiaoqiang Li, Shengjiao Zhang, "High performance solar cells based on graphene/GaAs", 2013

Yuxuan Lin, Xinming Li, "Graphene/semiconductor heterojunction solar cellswith modulated antireflection and grap hene work Function", RSC Publishing 2012

The image features a close-up, soft-focus background of numerous dandelion seeds (pappi) with their feathery parachutes. The seeds are in various stages of dispersal, creating a sense of lightness and movement. In the center of the image, there is a semi-transparent blue oval with a dashed white border. Inside this oval, the Persian phrase "با تشکر از توجه شما" is written in a bold, black, sans-serif font.

با تشکر از توجه شما