



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

گرافن عامل دار شده با پلی اتیلن گلیکول با آمین انتهایی و حلالیت آن در آب

چکیده

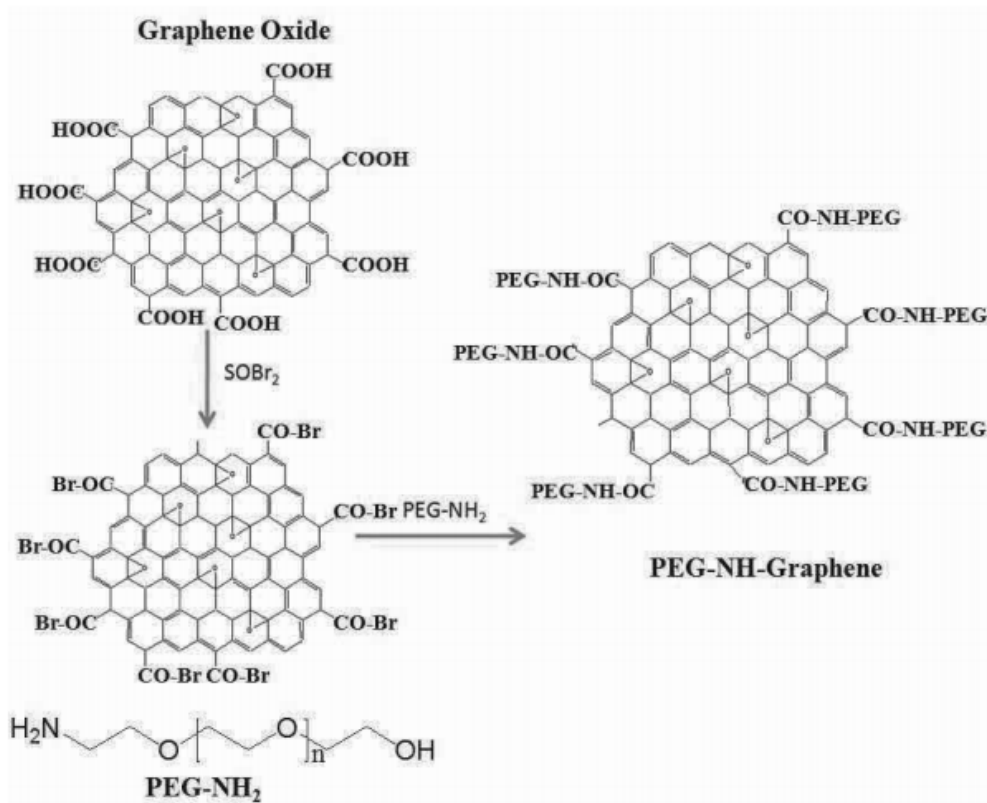
یک فرایند اصلاح شیمیایی برای عامل دار کردن گرافن با گروه‌های خاص توسعه یافت. گرافن اکسید (GO) به طور موفق با تیونیل برومید که می‌تواند به عنوان پیش ماده و پیش سازهایی برای عامل دار کردن بیشتر استفاده شود عامل دار شد. مولکول‌های پلی اتیلن گلیکول با آمین انتهایی (PEG-NH₂) به ورقه‌های گرافن تک لایه‌ای از طریق پیوند کوالان متصل شدند. فنون طیف سنجی FT-IR, SEM و فرابنفش - مرئی برای تعیین مشخصات گرافن اکسید اصلاح شده با PEG و گرافن اکسید کاهش یافته اصلاح شده با PEG (PEG-RG) استفاده شدند. PEG-RG قادر به پراکندگی در آب، تتراهیدروفوران و اتیلن گلیکول با ورقه‌های گرافن تک لایه‌ای و انفرادی می‌باشد. رفتار پراکندگی PEG-RG در حلال مورد بررسی قرار گرفته است. یک سری از محلول‌های PEG-RG با غلظت‌های 0.001 تا 1.5 درصد آماده شده و پراکندگی PEG-RG پایداری بلند مدت را نشان داد. به علاوه، یک فیلم PEG-RG با ساختار لایه‌ای و رسانایی بالا به طور موفق از طریق فیلتراسیون تهیه شد.

مقدمه

گرافن دارای ویژگی‌های منحصر به فرد متعددی از جمله استحکام مکانیکی برتر، چگالی پایین و رسانش حرارتی بالا می‌باشد (1-2). بسیاری از کاربردهای بالقوه گرافن بر اساس ویژگی‌های الکتریکی و مکانیکی منحصر به فرد آن‌ها می‌باشد. اکسید گرافن (GO) حلال در آب بوده و دارای رسانایی پایین می‌باشد و اکسید گرافن کاهش یافته دارای رسانایی خوب با انحلال پذیری ضعیف در آب است. به طور کلی حلالیت GO در محلول به دلیل گروه‌های آب دوست و غنی از اکسیژن نظیر گروه‌های هیدروکسیل، اپوکسید و کربونیل است. در فرایند احیاء (کاهش)، بیشتر گروه‌های حاوی اکسیژن، هیدروکسیل، اپوکسید و کربونیل به طور کامل خارج شده و GO به گرافن کانژوگه π غنی تبدیل می‌شود. احیاء کونژوگاسیون π در ورقه گرافن قادر به بازیابی رسانش گرافن می‌باشد با این حال انحلال پذیری و حلالیت گرافن را کاهش می‌دهد. RG با سایر مواد نظیر ماتریکس‌های پلیمری سازگار نبوده و موجب محدود شدن کاربرد آن‌ها می‌شود. برای حل این مسائل، چندین روش به اصلاح خواص سطحی RG و بهبود سازگاری آن با ماتریکس‌ها و انحلال پذیری در حلال‌های آلیو محلول (3-4) کمک می‌کند (3-4).

فنون بالقوه شامل مولکول‌های عاملی‌ای که به طور فیزیکی جذب ورقه‌های گرافنی می‌شوند، گروه‌های عاملی متصل شده به سطح گرافن با پیوند کوالان شیمیایی می‌باشند (5-6). تاکنون، پراکندگی RG در حلال‌های محلول از طریق مولکول‌های عامل دار شده با گروه‌های محلول که به طور فیزیکی به ورقه‌های RG با مولکول‌ها و پلیمر های مختلف متصل می‌شوند صورت گرفته است. رفتار پراکندگی اکسید گرافن هنوز تا حد زیادی مجهول باقی مانده است.

در این گزارش، ما یک پروتوکل جدید را برای عامل دار کردن RG با پلی اتیلن گلیکول با انتهای آمینی (PEG-NH₂) پیشنهاد می‌کنیم. جزئیات فرایند به طور دقیق در شکل 1 نشان داده شده است. مولکول‌های پلی اتیلن گلیکول به ورقه‌های گرافنی تک لایه‌ای از طریق پیوند کوالان متصل می‌شوند. PEG-RG تهیه شده می‌تواند به ورقه‌های گرافنی مجزا در آب پراکنده شود و یک سوسپانسیون با پایداری بلند مدت را تشکیل می‌دهد. یک سری از محلول‌های PEG-RG با غلظت‌های متغیر از 0.001 تا 1.5 درصد تهیه شدند. به علاوه، یک فیلم PEG-RG با ساختار لایه‌ای و رسانش بالا به طور موفق تولید شده است.



شکل 1: ساختار شیمیایی و شماتیک فرایند اصلاح شیمیایی

دو نوع پلی اتیلین گلیکول آمینی، O-(2-امینواتیل) پلی اتیلین گلیکول (MW 1000-5000) از شرکت الدریخ خریداری شده و نوع دیگر O-(2-امینواتیل) پلی اتیلین گلیکول (MW: 3,000) از فلانکا خریداری شد. معرفها و حلال‌های زیر بدون تخلیص بیشتر استفاده شدند: هیدرازین، تیونیل برمید و تری اتیلیمینو (Aldrich)، سولفوریک، کلرید هیدروژن، هیدروکسید سدیم، اتانول، متانول (فیشر). اکسید گرافن و اکسید گرافین کاهش یافته با استفاده از روش هومرز تهیه شد (5-7).

فرایند پیوند PEG-NH₂ به سطح گرافن، در شکل 1 نشان داده شده است. معمولاً، گرافن 0.1 گرمی در 50 میلی لیتر SOBr₂ حل می شود و این محلول در دمای 80 درجه به مدت 24 ساعت تحت اتمسفر نیتروژن برای تولید GO-Br (گرافن CO-Br) رفلکس شد. در پایان واکنش، SOBr₂ مازاد و حلال با تقطیر و فیلتراسیون جدا شده و GO-Br با 5 میلی لیتر تریتیلامینو، 0.2 گرم PEG آمینه در 50 میلی لیتر DMF ترکیب شد. سپس این ترکیب در دمای 130 درجه به مدت 36 ساعت رفلکس شد. پس از پایان واکنش، محلول خنک شده و 300 میلی لیتر DMF به محلول فوق افزوده شد. در نهایت محصول از طریق فیلتراسیون بر روی غشای پلی کربناتا (0.2 میکرومتر) ایزوله شده و به طور کلی با آب DMS-DI شست و شو شد. PEG-NH₂ مازاد از طریق پنج دور شست و شو حذف شد که شامل سوسپانسیون، سونیکاسیون، فیلتراسیون، خشک کردن و سوسپانسیون مجدد جامد در آب بود. در نهایت PEG-GO در آون خلاء در دمای 80 درجه به مدت 12 ساعت خشک شد و سپس در 50 میلی لیتر DI آب پراکنده شده و با هیدرازین مورد استفاده توسط گزارشات قبلی کاهش یافت. در فرایند کاهش (احیا)، رنگ محلول خنک تر از قهوه‌ای به تیره می‌گراید. محصول (REG-RG) از طریق فیلتراسیون و شست و شو با اتانول، آب و HCL بدست آمده و در آون برای استفاده آینده خشک شد.

طیف سنج‌های مادون قرمز تبدیل فوریه Nicolet 4700 (ترموفیشر سایننتیفیک امریکا)، طیف سنج فتوالکترون اشعه ایکس (XPS)، آنالیز سطحی PHI5600، الکترونیک فیزیکی)، هیتاچی S-3400N SEM و سیستم میکرو آنالیز اشعه ایکس براکر X و طیف سنج فرابنفش-مادون قرمز (ترمو فیشر سایننتیفیک، اولیوشن 300) برای شناسایی تغییرات در ساختار شیمیایی و ریخت شناسی سطحی گرافن پس از هر مرحله تصفیه سطحی استفاده شد. برای تحلیل، FTIR (طیف پرکین المر امریکا) و EDTA-RGO و EDTA-GO همراه با GO-RGO به طور مجزا با استفاده از پتاسیم برومید به پلت تبدیل شده و سپس از 500 سانتی متر تا 4000 سانتی متر با بزرگ

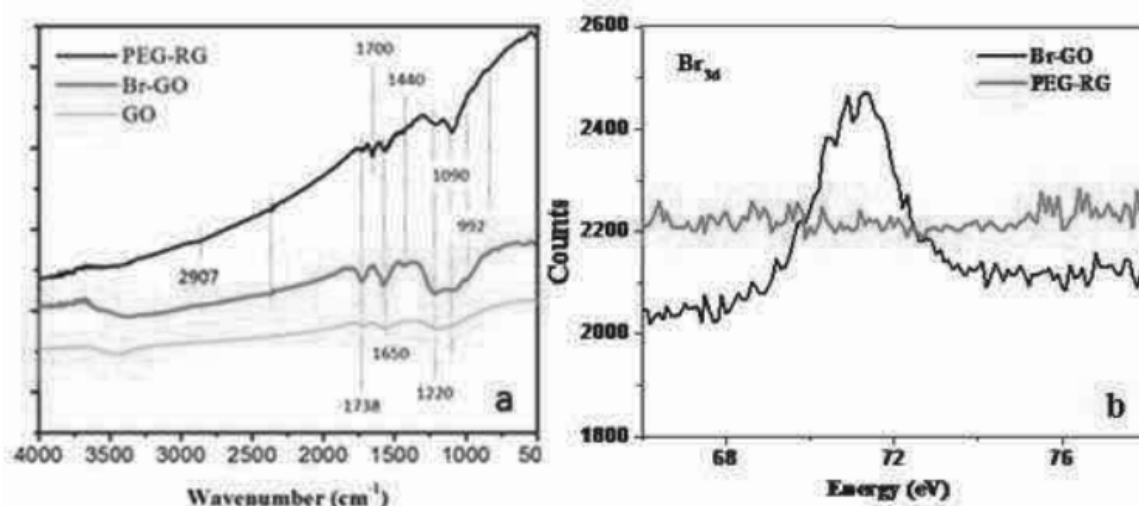
نمایی 4 سانتی متر اسکن شد. رسانایی فیلم EDTA-RGO با پروب میکروپوزیشن مولتی هایت با واحد آزمایشی RM3-AR تست شد (فناوری بریج).

نتایج و بحث

طیف‌های FTIR از PEG GO, Br-GO و RG- در شکل 2 الف به ترتیب نشان داده شده‌اند. حضور گروه‌های کربوکسیل با ظهور مقدار پیک 3386 سانتی متر شناسایی شد. این پیک در چهار گرافن مشاهده شد. این شواهد با حضور پیک در 1738 سانتیمتر تایید شد که از مشخصه‌های آن ارتعاش کششی C=O از گروه کربوکسیلیک و کربونیل گرافن است. لازم به ذکر است که این پیک از همه چهار نمونه با شدت برابر با حداقل تغییر تحت فرایند اصلاح شیمیایی مشاهده شد. هم چنین این باند پایدار مویید این است که گروه‌های کربونیل یا کربوکسیلیک گرافن نمی‌توانند به C-OH کاهش یابند. پیک واقع در 1120 سانتی متر را می‌توان به حضور اپوکسی بر روی سطح گرافن نسبت داد. زمانی که هیدرازین افزوده شده و محلول کاهش یافت این پیک ناپدید شده و مویید این است که فرایند کاهش موجب تبدیل COC بر روی سطح اکسید گرافن به کانژوگه π می‌شود. تحت فرایند اصلاح با PEG، چندین باند جدید در 1090، 1440، 1700 و 2917 سانتی متر مشاهده شد. حضور گروه‌های اپوکسی زنجیره PEG با ظهور یک باند در 19090 سانتی متر تأیید شد. این باند تنها در نمونه‌های PEG-GO و PEG-RG با شدت یکسان و بدون تغییر در فرایند احیای شیمیایی مشاهده شد. حضور دو باند جدید در 2917 و 1440 سانتی متر با گروه‌های متقارن C-H و غیر متقارن CH₂ در زنجیره‌های PEG مرتبط است.

شواهد بسیاری نشان می‌دهند که گرافن REG، گروه‌های PEG را بر روی سطح RG نشان می‌دهد که در طیف‌های XPS یافت می‌شود (شکل 2 ب و 2 ت). همان طور که در شکل 2 ب نشان داده شده است، بزرگ نمایی و وضوح بالای طیف XPS مویید حضور برومید در Br-GO با یک پیک Br_{3d} در 71.3 اکی والان است. برعکس، برومین Br-RG با گروه‌های امینی حاصل از NH₂-PEG بر روی نمونه PEG-RG جایگزین می‌شود و هیچ علائم و نشانه‌ای در خصوص حضور برومین مرتبط با کربن در طیف PEG-RG مشاهده نشد. از طریق وضوح بالای XPS از C1s از PEG-RG و GO (داده‌ها نشان داده نشده‌اند)، یک سیگنال قوی‌تری از سیگنال کربن اکسیژنه در 288.4 اکی والان از GO مشاهده شد و این سیگنال ضعیف‌تر از PEG-RG بوده و به 284.8

اکی والان تغییر یافت. این نتایج نشان می‌دهد که فرایندهای کاهش یافته قادر به حذف بیشتر گروه‌های اپوکسی و هیدروکسیل هستند. به علاوه، سیگنال اتم‌های کربن C_{SP2} در 284.3 اکی والان افزایش یافت. این نتایج همراه با داده‌های مرئی-فرابنف و FT-IR، نشان دهنده احیای PEG-GO به PEG-RG بوده و منعکس کننده احیای کانژوگاسیون π در گرافن است.

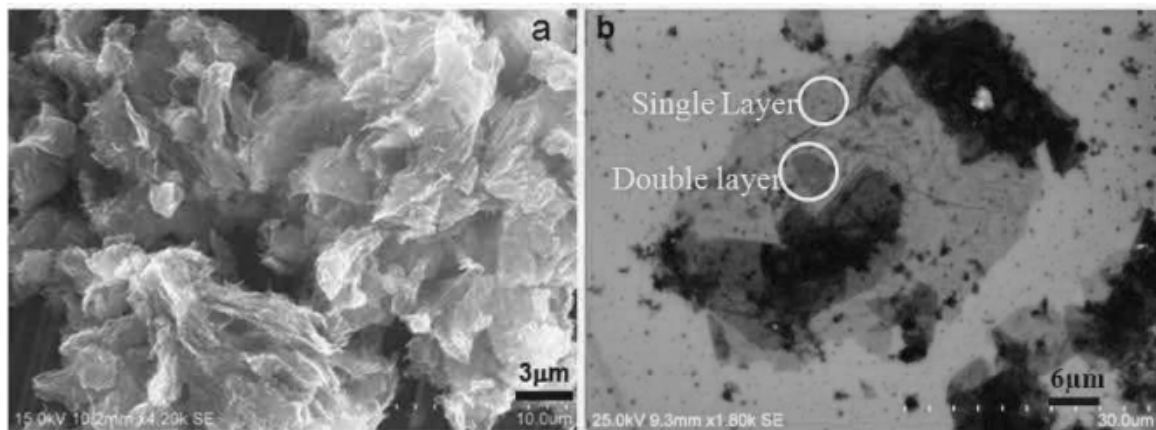


شکل 2 الف: طیف‌های FTIR از GO, PEG-GO, PEG-RG ب: وضوح بالای طیف‌های XPS برومید در Br-

PEG-RG/GO

شکل 3 الف تصویر SEM از REG-RG را بدون تیمار سونیکاسیون نشان می‌دهد که در آن نمونه‌ها از طریق اضافه کردن 1 درصد محلول سوسپانسیون PEG-RG H₂O (بدون سونیکاسیون) بر روی سطح صاف طلا تهیه می‌شوند. شکل 3 ب یک تصویر معمولی SEM از ورقه یک لایه‌ای PEG-RG را بر روی سطح طلای سیار یکنواخت نشان می‌دهد که این نمونه از طریق چکاندن سوسپانسیون رقیق PEG-RG H₂O (با 1 ساعت تیمار سونیکاسیون) تهیه شده است. ابعاد PEG-RG از چندصد نانومتر تا چند میکرومتر و ورقه‌های اکسید گرافن با اندازه بیش از 40 میکرومتر متغیر می‌باشد. PEG-RG ظاهری شفاف داشته و بر روی یک لبه تا می‌خورد و قطعات کوچکی از گرافن بر روی سطح آن وجود دارد و اثبات می‌کند که PEG-RG محلول در آب مشابه با تک ورقه‌های گرافنی جدا شده از پیرولیت گرافیت می‌باشد. در صورت فیلتراسیون، پراکندگی PEG-RG از طریق آلومینای آنید یا غشای پلی کربنات، یک فیلم REG-RG انعطاف پذیر با ساختار لایه‌ای منظم و ضخامت قابل کنترل ساخته می‌شود. پس از جدا شدن از غشای فیلتر، رسانایی الکتریکی فیلم PEG-RG، در امتداد فیلم‌های

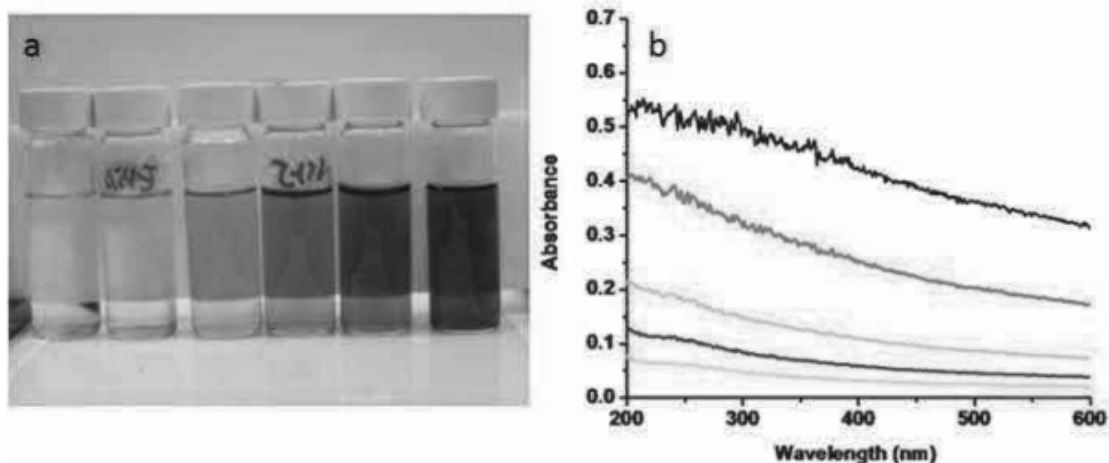
GO و PEG-GO اندازه گیری شد. همان طور که پیش بینی می‌شد، فیلم‌های GO و PEG-GO رسانایی الکتریکی پایین را نشان می‌دهند که این ناشی از آسیب به سیستم کانژوگاسیون الکترون در ورقه‌های اکسید گرافنی است. بر عکس، فرایند کاهش GO موجب احیای سیستم کانژوگاسیون الکترون ورقه‌های گرافنی شده و رسانایی الکتریکی فیلم PEG-RG با رسانایی بیش از S/M 380 بازیابی و احیا شد. رسانایی الکتریکی اندازه گیری شده PEG-RG کم‌تر از فیلم RG بوده ولی بیش از دیگر گرافن اصلاح شده شیمیایی است.



شکل 3: تصویر SEM از ورقه‌های PEG-RG قبل الف و پس از (ب) سونیکاسیون در آب

هدف اصلی ما بررسی انحلال پذیری گرافن در حلال‌های مختلف از طریق فنون اصلاح مختلف می‌باشد. از این روی سوسپانسیون آب 1 میلی گرم بر میلی لیتر به ترتیب GO, RG, PRG-GO PEG-RG تولید شدند. بدیهی است که سوسپانسیون آب GO پایدار بوده و انحلال پذیری RG در آب به دلیل انباشتگی و قابلیت پیوند هیدروژنی ضعیف، بسیار ضعیف می‌باشد. یک رنگ قهوه‌ای روشن از سوسپانسیون‌های PEG-GO مشاهده شد و این رنگ قهوه‌ای به رنگ سیاه پس از کاهش PEG-GO به PEG-RG، تبدیل گردید که موید احیای شبکه کانژوگاسیون در ساختار ورقه گرافن است. هر دوی PEG-GO و PEG-RG حلالیت خوبی را در محلول‌ها نشان دادند و حلالیت PEG-GO بهتر از PEG-RG می‌باشد. در مقایسه با RG، سوسپانسیون‌های PEG-RG حلالیت و پایداری خوبی را نشان دادند و هیچ گونه تفکیک فازی یا رسوب گذاری در سه ماه رخ نمی‌دهد. سوسپانسیون‌های PEG-RG با غلظت متغیر از 0.01 درصد تا 0.2 درصد تهیه شده و رنگ محلول‌ها با افزایش غلظت PEG-RG افزایش یافت (شکل 4 الف). همه محلول‌های فوق بسیار پایدار بوده و هیچ رسوب گذاری‌ای تا هفت ماه رخ نمی‌دهد. پایداری محلول PEG-RG به ما امکان بررسی خواص جذبی

فرابنفش- مرئی محلول‌های PEG-RG را می‌دهد. محلول PEG-RG یک منحنی یکنواخت را با حداکثر جذب در 260 نانومتر از 600 نانومتر نشان داد (شکل 4 ب). جذب در 260 نانومتر با غلظت‌های متناسب است. به علاوه، کاهش خفیف در حلالیت PEG-RG در مقایسه با PEG GO با فرایند کاهش مشاهده شد. این به دلیل حلالیت ضعیف RG در محلول کاملاً قابل توجه است. ما پی بردیم که وزن مولکولی متوسط PEG آمینی بر حلالیت PEG-RG اثر گذاشت.



شکل 4: تصاویر الف و طیف‌های جذب فرابنفش- مرئی (ب) از سری‌های محلول PEG-RG با غلظت‌های متفاوت (0.01%, 0.02%, 0.05%, 0.1%, 0.2%)

نتیجه گیری

نتایج ما امکان ترکیب فنون سنتز آلی سنتی را با فنون اصلاح اکسید گرافن کاهش یافته اثبات کرد. روش توسعه یافته در این جا را می‌توان برای سنتز گرافن عامل دار شده با استفاده از سایر گروه‌های عاملی توسعه داد. این روش در عین حال یک شیوه عمومی برای تولید محلول‌ها و فیلم‌های رسانا بر اساس گرافن عاملی ارائه کرده و کاربردهای مختلف مواد مبتنی بر گرافن را نشان می‌دهد. این نتیجه بایستی موجب تسهیل آماده سازی و تهیه مشتقات گرافن و یا توسعه مواد هیبریدی مبتنی بر گرافن شود. ما همین سازگاری REG-RG را با یک سری از ماتریس‌های پلیمری مشاهده کردیم.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی