sina-pub.ir

خصوصیات الکتریکی نانوکامپوزیت های پلیمر گرافن

چکیده

گرافن، یک هیبرید sp2 تک لایه از اتم های کربن آرایش یافته در یک شبکه دو بعدی است که صنعت الکتریکی را به دلیل خصوصیات الکتریکی استثنایی اش، به خود جلب کرده است. یکی از امیدوارکننده ترین برنامه های کاربردی این ماده، بکار بردن آن در نانوکامپوزیت های پلیمر است که در آن رابط گرافن براساس مواد است و زنجیره های پلیمری که برای توسعه فناوری ترین دستگاهها، ادغام شده اند. این فصل، خصوصیات الکتریکی چنین گرافن هایی را که براساس نانوکامپوزیت های گرافن هستند را ارائه می دهد و همچنین اثر عوامل مختلف را بر هدایت الکتریکی آنها را مورد بحث قرار می دهد. گرافن قادر است که عایق را به یک انتقال دهنده رسانا که بارگذاری قابل توجه پایینی دارد توسط ایجاد مسیرهای تراوشی برای انتقال الکترون و ساخت پلیمرهای کامپوزیت که از نظر الکتریکی رسانا هستند، تبدیل کند. اثر شرایط پردازش، پراکندگی، تجمع، اصلاح و نسبت ابعاد گرافن بر هدایت الکتریکی نانوکمپوزیت های گرافن/پلیمر نیز مورد بررسی قرار گرفته اند.

کلمات کلیدی: هدایت، پرکولاسیون یا تراوش، اصلاح پرکننده Filler، کسر حجمی، ساخت

1.مقدمه

گرافن، یک ساختار تک اتمی ضخیم، دو بعدی از sp2باند شده به اتم های کربن است که زمینه ی تحقیقات بسیار زیادی را به علت خصوصیات الکتریکی، قدرت تقویت عالی، ویژگی های فیزیکی منحصر بفرد و خصوصیات مکانیکی بالا، به خود جلب کرده است. بنابراین تحقیقات اخیر، بر توسعه عملکرد بالا نانوکامپوزیت های پلیمر با بهره مندی از نانوتکنولوژی گرافن به منظور رسیدن به مواد کامپوزیت جدید برای طیف گسترده ای از زمینه های صنعتی متمرکز شده اند. گرافن بطور چشمگیری خصوصیات پلیمر ها براساس کامپوزیت ها را در بارگذاری بسیار پایین بهبود می بخشد و جذاب ترین ویژگی آن، هدایت سطحی

sina-pub.ir

بسیار بالایی است که منجر به تشکیل کامپوزیت های پلیمر رسانای متعددی می گردد. چنین نانوکامپوزیت های گرافن بطور گسترده ای در مواد آنتی استاتیک، حفاظت از تداخل الکترومغناطیسی (EMI)، حسگرهای شیمیایی، صفحات دو قطبی برای سلولهای سوختی و غیره کاربرد دارند. دیگر برنامه های کاربردی ممکن شامل حفاظت از تداخل فرکانس رادیویی برای دستگاههای الکترونیکی و پراکندگی الکتروستاتیک می باشند(1-3).

کامپوزیت های گرافن با استفاده از روش های پردازش معمولی، می توانند به راحتی اجزای پیچیده ای را با حفظ عالی ساختار و خصوصیات بسازند. این امر برای استفاده کامل از خصوصیات مهم گرافن، اهمیت دارد. گرافن در مقایسه با نانولوله های کربن (CNTs), نسبت سطح به حجم بالاتری دارد که به علت عدم دسترسی سطح داخلی لوله CNT's به مولکولهای پلیمر است. این باعث می شود که گرافن بطور بالقوه برای بهبود ویژگی های ماتریس های پلیمری مانند خصوصیات الکتریکی، مناسب تر و مطلوب تر باشد. بنابراین کامپوزیت های پلیمری که براساس گرافن هستند، مورد علاقه زمینه صنعتی و تحقیقات دانشگاهی هستند (3).

این فصل یک مرور کلی بر خصوصیات نانوکامپوزیت های پلیمری براساس گرافن را ارائه می دهد. شرح مختصری در مورد سنتز و خصوصیات گرافن نیز در این فصل گنجانده شده است. از آنجا که کتاب کنونی به کاربرد نانوکامپوزیت های گرافن در زمینه های مختلف الکترونیک قابل پوشش و انعطاف پذیر می پردازد، تصور می شود که این فصل، اهمیت بسیاری در هدایت الکتریکی پایه برای برنامه های کاربردی گرافن داشته باشد. پس از ارائه دادن یک طرح کلی در مورد خصوصیات الکتریکی کامپوزیت های پلیمر گرافن، عوامل مختلف موثر بر هدایت و رسانایی مانند نسبت ابعاد فیلر یا پرکننده، پراکندگی، اصلاح سطح گرافن و غیره نیز در اینجا مورد بحث قرار خواهند گرفت. پدیده آستانه نفوذ یا تراوش نیز به تصویر کشیده شده است و در نهایت این فصل با معرفی برخی از برنامه های کاربردی جدید به پایان می رسد.

2. سنتز (ساخت) و خصوصیات

2.1 سنتز گرافن

sina-pub.ir

گرافیت در هر دو شکل منابع طبیعی و منابع سنتزی به مقدار زیاد در دسترس و موجود است و نسبتا ارزان قیمت است (4). مشتقات اصلی گرافیت شامل EG، اکسید گرافیت، نانوپلت های گرافن (GNP)، اکسید گرافن (GO)، اکسید گرافن کاهشی (RGO)، و گرافن می باشند. از آنجا که ویژگی های الکترونیکی، فوتونیکی (نوری)، مکانیکی و حرارتی گرافن به تعداد لایه ها (گرافن های تک لایه (ML)، دو لایه (BL)، و سه لایه (TL) دارای اهمیت عملی هستند) و ساختار کریستالی آن بستگی دارد ، کنترل سنتز گرافن با لایه تعریف شده، نیز نسبتا قابل توجه است. روش پیلینیگ مکانیکی که با استفاده از آن گرافن برای اولین بار ساخته شد (6)، برای مقیاس های صنعتی تولید مورد استفاده قرار نگرفت. مشتقات GO و RGO معمولا از طریق اکسیداسیون بر پایه محلول و عمل کاهش با استفاده از روش های حرارتی و شیمیایی سنتز می شوند، درحالیکه لایه های گرافن با ویژگی های انتقال الکترون برتر، همیشه با استفاده از روش های خشک مانند رسوب بخار شیمیایی (CVD) و جداسازی سطح سنتز می شوند (6-13). اگرچه بیش از 95٪ گرافن ها بر فویل های مس رشد می کنند (5)، اما این رشد همبافته نیست و بنابراین رشد کامل بر روی تمام سوبسترا همچنان به عنوان یک چالش باقی مانده است. ثابت شده است که سطح نیکل Ni(III) بهترین سوبسترا برای رشد همبافته گرافن های همگن از نظر ساختاری هستند که به دلیل عدم تطابق شبکه های کوچک این سطح با گرافن و گرافیت های پیرولیتی محوری می باشد (14). اما این روش به دلیل انحلال کربن در نیکل، زیان هایی دارد، و درنتیجه دستیابی به ضخامت در سراسر سوبسترا، مشکل است. اخیرا روش ساده جداسازی سطح (15-17) برای حل این مشکل و رشد همبافته گرافن بر روی فیلم نیکل (ضخامت تقریبا 100 نانومتر) معرفی شده است (18). اسپکتروسکوپی رامان و میکروسکوپی تونلی روبشی (STM) ، همگنی و یکنواختی لایه گرافن را بر تمام فیلم نیکل تایید می کنند (19-21).

2.2 آماده سازی کامپوزیت های پلیمر گرافن

روش های آماده سازی مختلف بکاربرده شده برای سنتز نانوکامپوزیت های پلیمر تقویت کننده فیلر گرافیت، شامل اختلاط و مخلوط کردن مذاب، مخلوط کردن محلول و پلیمریزاسیون درجا و موضعی می باشند. علاوه بر این سه روش معمول تهیه کامپوزیت های پلیمر، بسیاری از روش های دیگر نیز برای ساخت مواد

sina-pub.ir

بکار برده می شوند. از آنجا که روش های معمول، موضوعات برخی تحقیقات بوده اند، چند روش دیگر در اینجا معرفی می شود. در یک روش ریخته گری نوار (22)، مخلوطی از پودر گرافیت پوسته پوسته شده طبیعی (NGP) و butyral پلی وینیل (PVB) از لحاظ مغناطیسی در اتانول بهم زده می شوند، و سپس حباب های هوا توسط عمل تخیله از بین برده می شوند، این مخلوط را بر روی فیلم های پلاستیکی با استفاده از تیغه، قالب زنی می کنند، که در شکل a1 نشان داده شده است. تیغه، نیروی برش زدن را نشان می دهد که کامپوزیت های حاوی ذرات گرافیت آنیزوتروپ را جهت دهی می کنند. این روش با تغییر دادن غلظت پودر گرافیت از 10 تا 95 درصد وزنی یا wt٪ و تغییر دادن ارتفاع تیغه از 300 تا 500 میکرومتر آزمایش شده است. یک شکاف باریک تیغه برای تولید نیروی برشی قوی به منظور جهت دهی بهتر، ضروری می باشد و شرایط مختلف آزمایشی نیز هدایت حرارتی و همچنین درجه ی جهت گیری را تحت تاثیر قرار می دهند (23).

در فرایند آماده سازی دیگری، کامپوزیت های گرافن/ (PMMA) یا polydiacetylene (PDA)- Polymethylmethacrylate، طوری توسعه یافته اند که قادر به عکس العمل نسبت به جریان الکتریکی با تغییر رنگ می باشند. PDA در روش به اصطلاح الکتروکرومیکی (شکل 1b)، به عنوان ماده الکترومیکی عمل می کند و گرافن های رسانا را تولید می کند. PMMA به عنوان ماتریس پلیمر داخلی عمل می کند و خصوصیات مکانیکی و پدیده رنگ سنجی را بهبود می بخشد. انتقال فاز آبی-قرمز بوضوح در گرافن/ PDA-PMMA در مقایسه با گرافن/PDA قابل مشاهده است. جریان بحرانی برای انتقال رنگ، می تواند با مقدار گرافن، متنوع و متفاوت گردد(24).

مخلوط GO با رزین های اپوکسی توسط روش انتقال فراصوت اصلاح ذرات GO از آب به اپوکسی، ساخته و عملی می شوند. این روش هنوز برای ساخت بکار برده می شود. پس از آهسته خالی کردن آب، حرارت دادن به مخلوط، یک کامپوزیت تیره GO اپوکسی بنفش اصلاح شده را تشکیل می دهد و اپوکسی می تواند با اضافه کردن سفت کننده، بهبود یابد. بخش های حجمی محاسبه شده GO عاملی در کامپوزیت های نهایی به ترتیب 1.16 و 2.2 g/cm3 بودند. نانوکامپوزیت های گرافن/نانوذارت اکسید مس (CuO-

sina-pub.ir

GR) با استفاده از تهیه GO توسط روش هامر Hummers آماده شدند. مس-استات-GO جذب شده به عنوان پیش ماده عمل می کنند. GO با آب دیونیزه شده، به منظور از بین بردن باقیمانده یون های فلزی و اسیدها، شسته می شود و محلول آبی نیترات مس (II) به آن اضافه می شود. مجددا، هیدروکسیدآمونیوم تحت شرایط همزدن مغناطیسی اضافه می شود و مخلوط را به اتوکلاو با دمای 100 درجه سانتیگراد منتقل می کنند. نانوکامپوزیت های سیاه CuO-GR تشکیل شده با آب مقطر و اتانول شسته می شوند (26).

4.برنامه های کاربردی

براساس این فصل واضح است که تقویت گرافن و نانوکامپوزیت های پلیمری آن، نتایج بسیار امیدوارکننده ای را در مورد بهبود هدایت الکتریکی در آستانه نفوذ پایین را نشان می دهند. کشف گرافن ها به عنوان نانوفیلرها، بعد جدیدی را برای تولید مواد کامپوزیتی با وزن کم، هزینه کم، و عملکرد بالا را برای طیف وسیعی از برنامه ها به روی محققین گشوده است. هدایت الکتریکی نانوکامپوزیت های گرافن/پلیمر بطور وسیعی برای ساخت سنسورهای مختلف، حافظه و ذخیره انرژی، پوشش های آنتی استاتیک، EMI و غیره بکار برده می شود و همچنین برای برنامه های کاربردی بالقوه در زمینه زیست پزشکی مانند سنسورهای ultraminiaturized کم هزینه برای آنالیز خون و ادرار نیز بکار برده می شوند. علاوه بر این، الکترودهای انعطاف پذیر گرافن/پلیمر، در برخی برنامه های کاربردی تجارتی در زمینه LEDs، پوشش های شفاف رسانا برای سلولهای خورشیدی و صفحه نمایش نیز کاربرد دارند.

5.نتیجه گیری

در سالهای اخیر توسعه پراکندگی نانوسطح ذرات گرافن در یک ماتریس پلیمر ، یک زمینه جدید و جالبی را برای علوم مواد بوجود آورده است. خواص منحصربفرد آن برای بهبود خصوصیات الکتریکی کامپوزیت های پلیمر، مناسب می باشند. این فصل، خصوصیات الکتریکی کامپوزیت های مختلف گرافن/پلیمر و عوامل مختلفی که هدایت الکتریکی را تحت تاثیر قرار می دهند را بطور خلاصه شرح داده است. ما همچنین آستانه نفوذ را براساس کسبر حجمی پرکننده یا فیلر، روش های پردازش، نسبت ابعاد، مساحت سطح، جهت گیری و غیره را مورد بحث قرار داده است. برای بهبود هدایت و رسانایی، پراکندگی گرافن در ماتریس های

sina-pub.ir

پلیمر، و تعامل پلیمر-گرافنی که برای بهبود نیاز است، توسط اصلاح سطح گرافن، بدست امده اند. در نهایت چند برنامه کاربردی جدید الکترونیکی برای این مواد کامپوزیتی گرافن با عملکرد بالا، ذکر شده اند.

مؤسسه سینا
sina-pub.ir