POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

نانوکامپوزیت‌های مبتنی‌بر PDMS در کاربردهای حفاظتی از EMI: سیر تغییرات و بررسی از تحقیقات پایه‌ای تا ترجمه‌ای

چکیده

پیشرفت در زمینه الکترونیک امکان کوچک‌سازی وسایل الکترونیکی را فراهم نموده است. همچنین، دستگاه‌های سبک وزن به‌ویژه در مورد ابزارهای پوشیدنی به بخش جدایی‌ناپذیر از زندگی انسان‌ها تبدیل شده‌اند. در این راستا، محققان در حال بررسی نانوکامپوزیت‌های پلیمری به عنوان کاندیدی بالقوه به دلیل مزایای ذاتی آن‌ها نسبت به فلزات سنتی برای محافظت از تابش الکترومغناطیسی هستند. در این بررسی علمی، بسیاری از پلیمرها، از ترموپلاستیک/ترموست گرفته تا پلیمرهای رسانای ذاتی، مورد بررسی قرار گیرند. اگرچه بررسی‌های کمی در این زمینه منتشر شده‌اند، اما مطالعه‌ای جامع در مورد مواد محافظ مبتنی‌بر PDMS[1] توجه زیادی را به خود جلب ننموده است. با این حال، استفاده از آن در زمینه الکترونیک به‌ویژه در دستگاه‌های زیست پزشکی، در گذشته اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در دهه گذشته، محققان PDMS را برای ساخت کامپوزیت‌ها، مواد پوشش‌دهنده‌ها و ساختارهای فوم مانند مورد بررسی قرار داده‌اند. در این بررسی مروری، مواد محافظ مبتنی‌بر PDMS در کنار کاربردهای بالقوه مورد نظر و مکانیسم زیربنایی محافظ برجسته می‌شود. این بررسی جامع بر نقش حیاتی نانوذرات کاربردی تمرکز دارد که کامپوزیت‌های PDMS را هدایت و آن‌ها را کاندیدای احتمالی برای کاربردهای محافظ EMI[2] می‌نمایند. اهمیت سینتیک پخت و پردازش کامپوزیت‌های مبتنی‌بر PDMS در این مطالعه مورد تاکید قرار می‌گیرد، زیرا برنامه‌های کاربردی نهایی مانند واشرهای انعطاف‌پذیر را برای جلوگیری از نشت رادیویی به ورق‌های تقویت‌شده برای کاربردهای ساختاری تعیین می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: نانوکامپوزیت‌ها، پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان، کاربردهای محافظتی، دستگاه‌های الکترونیکی، EMI.

[1] polydimethylsiloxane
[2] electromagnetic interference

Keywords: nanocomposites, polydimethylsiloxane, shielding applications, electronic devices, EMI.

نتیجه‌گیری

بررسی کامپوزیت‌های مبتنی‌بر PDMS از پایه تا تحقیقات ترجمه‌ای برای کاربردهای محافظتی EMI در این مطالعه به تفصیل بررسی می‌شود. در دهه گذشته، اشکال مختلفی از نانوکامپوزیت‌های مبتنی‌بر PDMS برای کاربردهای هدفمند برای پاسخگویی به کاربردهای مختلف مانند واشرهای انعطاف‌پذیر، ورق‌های تقویت‌شده، محصور نمودن دستگاه‌های حیاتی زیست‌پزشکی، لنزهای تماسی و غیره طراحی شده‌اند. علاوه بر ساخت اجزای مختلف، پوشش‌های مبتنی‌بر-PDMS بر روی ساختارهای متخلخل به‌دست‌آمده از کربن‌سازی فوم‌های مختلف که منجر به ساختارهای فوم مانندی می‌شود، نیز انجام شده است. از آنجایی که PDMS در برابر امواج EM شفاف است، نانوذرات کاربردی مختلفی برای ارائه کامپوزیت‌ها با ویژگی‌های کلیدی مانند خواص رسانایی، مغناطیسی و/یا دی‌الکتریک اضافه می‌شوند. با این حال، حضور گوگرد از فعالیت کاتالیزوری کاتالیزورهای مبتنی‌بر پلاتین جلوگیری می‌نماید. بنابراین، در بیشتر موارد محققان از کاتالیزورهای مبتنی‌بر قلع برای اتصالات عرضی استفاده می‌نمایند، که کلیدی برای درک خواص استثنایی است که PDMS ارائه می‌دهد. این امر بیشتر منجر به تهیه کامپوزیت‌ها با استفاده از مکانیزم اتصال عرضی هیدروسیلیلاسیون می‌شود که سازگارتر با محیط‌زیست است. اخیراً، محققان همچنین شیمی کلیک را برای افزایش اتصال عرضی در PDMS بررسی نموده‌اند.

از گزارشات علمی مدرن فعلی، به خوبی درک می‌شود که فوم‌های مبتنی‌بر PDMS محبوب‌ترین انتخاب برای طراحی مواد محافظ EMI سبک وزن هستند. در میان سیستم‌های ذره‌ای مختلف، نانومواد دو بعدی (مانند MoS_2، WS_2 و سایرین) باید مورد بررسی قرار گیرند، زیرا سطح ویژه عظیم این نانومواد دو بعدی می‌تواند به محافظت از بازتاب‌ها/پراکندگی‌های داخلی متعدد کمک نماید. علاوه بر این، مواد نانو متخلخل مانند چارچوب‌های آلی-فلزی (MOF[1]) و چارچوب‌های آلی کئووالانسی (COF[2])، هنگامی که با PDMS ترکیب می‌شوند، طیفی از ذرات عملکردی را ارائه می‌دهند که می‌توانند برای مواد محافظ EMI بیشتر مورد بررسی قرار گیرند. به دلیل پایداری حرارتی بالا، این کامپوزیت‌های پلیمری را می‌توان برای محافظت از دستگاه‌های الکترونیکی که در دماهای بالا کار می‌نمایند استفاده نمود و علاوه بر این، می‌تواند گرما را نیز دفع

[1] metal–organic frameworks
[2] covalent organic frameworks

و در نتیجه از الکترونیک بصورت دقیق محافظت نماید. تحقیقات بیشتر باید بر روی افزایش ماندگاری این کامپوزیت‌ها با ترکیب ذرات کاربردی متمرکز شود که می‌توانند هم UV و هم EMI را مسدود نمایند.

استفاده از نانوکامپوزیت‌های مبتنی‌بر PDMS مطلوب‌تر است، زیرا PDMS زیست‌سازگار می‌باشد و از این رو آسیب کمتری برای محیط‌زیست دارد. چنین نانوکامپوزیت‌هایی می‌توانند کاربرد بالقوه خود را در صنعت مراقبت‌های بهداشتی پیدا نمایند. همچنین به دلیل پایداری حرارتی بالای خود، این نانوکامپوزیت‌ها می‌توانند کاربرد خود را در دستگاه‌هایی که در دماهای بالاتر فعال هستند پیدا نمایند. همچنین، این کامپوزیت‌ها یا پوشش‌ها بیشتر در تجهیزات حساس به رطوبت مورد تقاضا هستند زیرا PDMS آبگریزی بسیار بالایی را نشان می‌دهد.

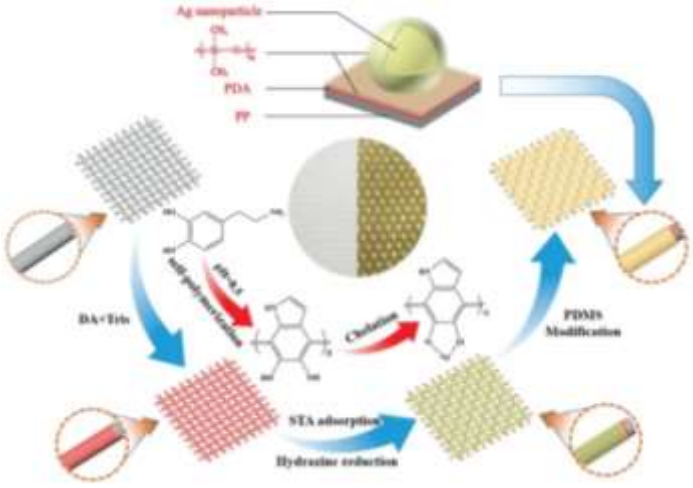
این مطالعه مروری، بررسی کامپوزیت‌های مبتنی‌بر PDMS که برای کاربردهای محافظتی EMI طراحی شده‌اند را برجسته می‌نماید. مطالعات موردی مختلفی برای کمک به هدایت محققان شاغل در این زمینه از هر دو صنعت و دانشگاه ارائه می‌شود. با توجه به افزایش فرکانس‌های عملیاتی (گیگاهرتز بالاتر)، تحقیقات بیشتر باید بر روی کامپوزیت‌های مبتنی‌بر PDMS با ساختارهای هیبریدی و/یا هسته‌پوسته‌ای، ساختارهای چندلایه و ساختارهای فوم‌مانند سفت و سخت/نرم متمرکز شود.

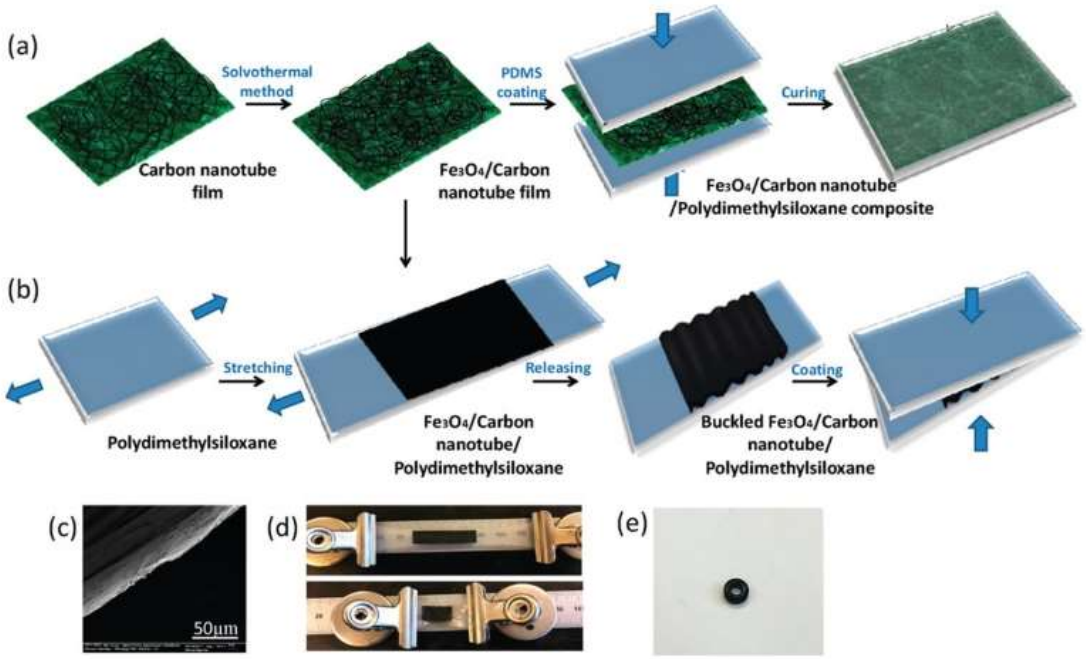
Reference

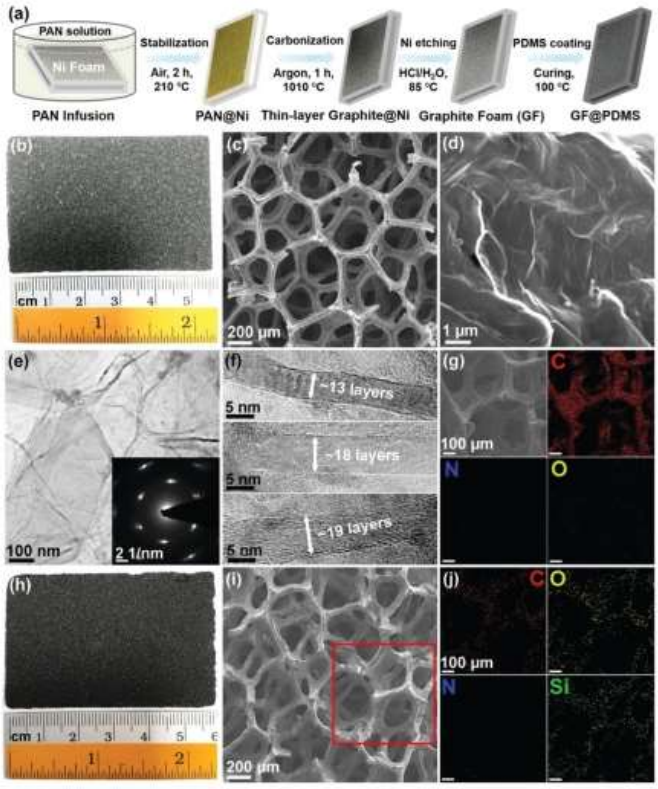
Sharma, D., & Bose, S. (2021). The journey of PDMS-based nanocomposites for EMI shielding applications: from bench to translational research. Materials Advances, 2(17), 5580-5592.

DOI: 10.1039/d1ma00365h

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی




(a)
Solvothermal method
PDMS coating
Curing
Carbon nanotube film
Fe3O4/Carbon nanotube film
Fe3O4/Carbon nanotube /Polydimethylsiloxane composite
(b)
Stretching
Releasing
Coating
Polydimethylsiloxane
Fe3O4/Carbon nanotube/ Polydimethylsiloxane
Buckled Fe3O4/Carbon nanotube/ Polydimethylsiloxane
(c)
50μm
(d)
(e)


(a)
PAN solution
Ni Foam
Stabilization
Air, 2 h, 210 °C
Carbonization
Argon, 1 h, 1010 °C
Ni etching
HCl/H2O, 85 °C
PDMS coating
Curing, 100 °C
PAN Infusion
PAN@Ni
Thin-layer Graphite@Ni
Graphite Foam (GF)
GF@PDMS
(b)
(c)
200 μm
(d)
1 μm
(e)
100 nm
2.1/nm
(f)
5 nm
~13 layers
~18 layers
~19 layers
(g)
100 μm
C
N
O
(h)
(i)
200 μm
(j)
100 μm
C
O
N
Si