



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مواد

جلسه دفاع رساله دکتری

با عنوان

بررسی تاثیر استفاده از ساختارهای دوبعدی و سه بعدی گرافن بر عملکرد نانوذراتور تریبو الکتریک

ارائه دهنده: فتانه سالمی

مکان: سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

زمان: یکشنبه ۱۲ مردادماه ۱۴۰۴ ساعت ۹ صبح

کمیته داوری:

اساتید راهنما: دکتر فتح اله کریم زاده، دکتر محمد حسن عباسی

اساتید مشاور: دکتر یاسر عبدی، Dr. Jaehwan Kim

اساتید داور: دکتر مهشید خرازیها، دکتر مهران نحوی، دکتر بهروز موحدی

چکیده

در این پژوهش ساخت، مشخصه یابی و کاربرد نانوذراتورهای تریبو الکتریک حاوی نانوکامپوزیت گرافن- پلی دی متیل سیلوکسان (PDMS) انجام شد. در این راستا، سه راهبرد برای اصلاح سطحی و افزایش خروجی نانوذراتورهای تریبو الکتریک بر پایه PDMS اتخاذ گردید. در مسیر اول که با رویکرد اصلاح ترکیب شیمیایی انجام شد، لایه های نازک کامپوزیتی گرافن-PDMS حاوی ۰،۰۰۵، ۰،۰۵ و ۱ درصد وزنی گرافن با ضخامت $600 \pm 50 \mu m$ تهیه شدند. نتایج بررسی خواص سطحی و الکتریکی لایه ها نشان داد که در رابطه با خواص الکتریکی مانند رسانایی الکتریکی و ضریب دی الکتریک، از مهم ترین عوامل موثر بر عملکرد لایه ها در نانوذراتور تریبو الکتریک زبری سطحی و بار الکتریکی سطحی هستند. نانوذراتور تریبو الکتریک تهیه شده با کامپوزیت ۱ درصد وزنی گرافن-PDMS بالاترین خروجی الکتریکی (ولتاژ پیک تا پیک $V_{p-p} \approx 0.5V$ و جریان پیک تا پیک $I_{p-p} \approx 75 nA$ ، بیشینه ولتاژ $1.3 V$ و $V_{p-p} \approx 1.3 V$ و چگالی توان $2.6 W/m^2$) را داشت که در مقایسه با خروجی الکتریکی نانوذراتور تریبو الکتریک پایه PDMS، بیشتر از سه برابر افزایش را نشان داد و به عنوان نانوذراتور تریبو الکتریک بهینه انتخاب شد. افزایش میزان گرافن به بالاتر از ۱ درصد وزنی، به علت کلوخه ای شدن گرافن، باعث افت خروجی نانوذراتور تریبو الکتریک شد. نتایج بررسی ها نشان داد که این نانوذراتور تریبو الکتریک می تواند خروجی الکتریکی خود را طی ۱۵۰۰۰ سیکل کاری در شرایط کاری بهینه حفظ کند. در مسیر دوم که با رویکرد بهبود عملکرد نانوذراتورهای تریبو الکتریک بر پایه کامپوزیت گرافن-PDMS انجام گرفت، اصلاح سطحی با روش های لیتوگرافی، لیزر، آندایزینگ و کاغذ سنباده ایجاد شد. نتایج نشان داد که ایجاد الگو توسط روش های اصلاح سطحی مذکور، موجب بهبود خواص سطحی و افزایش زبری سطحی و چگالی بار الکتریکی کامپوزیت های گرافن-PDMS شدند که عملکرد نانوذراتورهای تریبو الکتریک را بهبود دادند. به علاوه، این نانوذراتورهای تریبو الکتریک، خروجی الکتریکی خود را طی ۱۰۰۰۰ سیکل کاری در شرایط کاری بهینه حفظ کردند. بالاترین خروجی الکتریکی با استفاده از روش لیتوگرافی با ایجاد الگوی سطحی خطوط موازی حاصل شد (ولتاژ پیک تا پیک $3.38 V$ و $V_{p-p} \approx 3.38 V$ و جریان پیک تا پیک $I_{p-p} \approx 3.05 \mu A$ و چگالی توان $9.7 W/m^2$) که در مقایسه با نمونه بدون الگوی سطحی، بیشتر از ۴ برابر افزایش در چگالی توان خروجی داشته است. در مسیر سوم به منظور اصلاح چالش رویکرد اول، که عدم پراکندگی یکنواخت گرافن در درصدهای بالا در زمینه PDMS و کلوخه ای شدن آن بود، از ساختار سه بعدی برای کامپوزیت استفاده شد و کامپوزیت فوم گرافن (گرافن سه بعدی)-PDMS به روش نفوذدهی در خلاء تهیه شد. خروجی الکتریکی شامل ولتاژ پیک تا پیک $V_{p-p} \approx 3.72 V$ و جریان پیک تا پیک $I_{p-p} \approx 3.78 \mu A$ ، بیشینه ولتاژ $17.0 V$ و چگالی توان $7 W/m^2$ توسط نانوذراتور تریبو الکتریک کامپوزیت فوم گرافن (گرافن سه بعدی)-PDMS حاصل شد که تقریباً ۳ برابر چگالی توان خروجی نانوذراتور تریبو الکتریک ۱ درصد وزنی گرافن-PDMS حاصل از مسیر اول پژوهش (بدون الگوی سطحی) است. به علاوه، خروجی الکتریکی نانوذراتور تریبو الکتریک در ۱۵۰۰۰ سیکل کاری در شرایط کاری بهینه پایدار بود. همچنین بررسی توزیع پتانسیل الکتریکی نانوذراتورهای تریبو الکتریک بهینه انجام شد که تطابق خوبی با نتایج تجربی داشت. در نهایت، نانوذراتورهای تریبو الکتریک بهینه برای روشن کردن لامپ LED، ساعت دیجیتال، ماشین حساب دیجیتال، دماسنج دیجیتال، دستگاه سنجش قند خون دیجیتال، و پوشش دهی نانوذرات TiO_2 روی زیر لایه فولاد زنگ نزن به روش الکتروفروریک با موفقیت به کار رفتند.

کلمات کلیدی: نانوذراتور تریبو الکتریک، گرافن، پلی دی متیل سیلوکسان، کامپوزیت، اصلاح سطحی.