



مرکز نانو پژوهشکده جامع علوم و فناوری‌های همگرا

جلسه دفاع از رساله دکتری

ساخت حسگر لمسی بر پایه‌ی نانومولدهای تریبولکتریک

فهیمة زمان پور

اساتید راهنما: دکتر راحله محمدپور و دکتر پژمان ساسان‌پور

سه‌شنبه ۴ مهر ۱۴۰۲، ساعت ۱۵:۰۰

سالن کنفرانس، ساختمان رازی طبقه دوم



انسان برای درک و تعامل سازنده با محیط اطراف خود به حواس پنج‌گانه نیازمند است؛ این امر در دنیای روبات‌ها و سیستم‌های هوشمند به کمک حسگرها انجام می‌شود. در جهان مدرن، حسگرهای لمسی با توجه به نوع کاربرد، جایگاه ویژه‌ای دارند. پس از کشف اثر تریبولکتریک در سال ۲۰۱۲، حسگرهای لمسی بستری جدید برای توسعه پیدا کردند. نانومولدهای تریبولکتریک (TENGs) یکی از انواع سامانه‌های برداشت از انرژی محیطی هستند که انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. در این حسگرها بر اثر ضربه و تماس با ماده تریبولکتریک، بار الکتریکی به وجود آمده و به الکتروود القا می‌گردد، سپس جریان و ولتاژ تولید و اندازه‌گیری می‌شود. در این رساله برای طراحی و ساخت کلید لمسی روشن و خاموش انعطاف‌پذیر، شفاف و فوق سبک، از کامپوزیت پلیمر سیلیکون و باریوم تیتانات ( $BaTiO_3$ ) به عنوان لایه‌ی تولیدکننده‌ی بار الکتریکی و الکتروود شفاف از جنس نانوسیم‌های نقره (AgNWs) استفاده شده است. نانومولد ساخته شده دارای شفافیت ۷۹٪،

چگالی توان  $2/45 W/m^2$  و جرم  $8 mg/cm^2$  است. در ادامه به جهت تولید نانومولدهای رنگی جذاب و متمایز برای تولید اسباب‌بازی و همچنین ادوات الکترونیکی پوشیدنی، لاستیک سیلیکون با پودرهای شیمیایی رنگی کامپوزیت شدند. تمامی لایه‌های ساخته شده منعطف و کشسان بوده و دارای چگالی توان بالایی ( $4/5-6/5 W/m^2$ ) هستند. بر این اساس، زایلوفنی طراحی شد که با لمس هر آرایه از نانومولدها، نت موسیقی نواخته و هم‌زمان نقشه فشار روی صفحه کامپیوتر نمایان می‌شود. کامپوزیت کردن با پودرهای رنگی باعث افزایش چقرمگی و کرنش شکست و کاهش مدول الاستیک گردیده و با توجه به بهبود خاصیت کششی، بهترین کامپوزیت (سبز رنگ) به منظور تشخیص حرکات بدن به کمک روش یادگیری ماشین (ML) مورد استفاده قرار گرفته است. در انتها، از کامپوزیت رزین اپوکسی به همراه الکتروودی از جنس نانوسیم‌های نقره در یک ساختار شفاف (۷۰٪) و ساندویچ مانند برای ایجاد ساختاری هیبریدی به همراه سلول خورشیدی، به منظور برداشت انرژی خورشیدی و مکانیکی، استفاده شده است. این ساختار قادر به تشخیص حروف/اعداد انگلیسی و دست‌خط افراد به کمک روش یادگیری ماشین است. نانومولدهای تریبولکتریک طراحی شده در این رساله با چگالی توان زیاد همراه ویژگی‌های منحصر به فردی نظیر شفافیت، انعطاف‌پذیری و رنگی بودن، دارای پتانسیل به کارگیری در زمینه‌هایی نظیر تعامل انسان و رایانه، روباتیک، نقشه‌برداری فشار، پایش سلامت و کلید لمسی روشن/خاموش هستند.