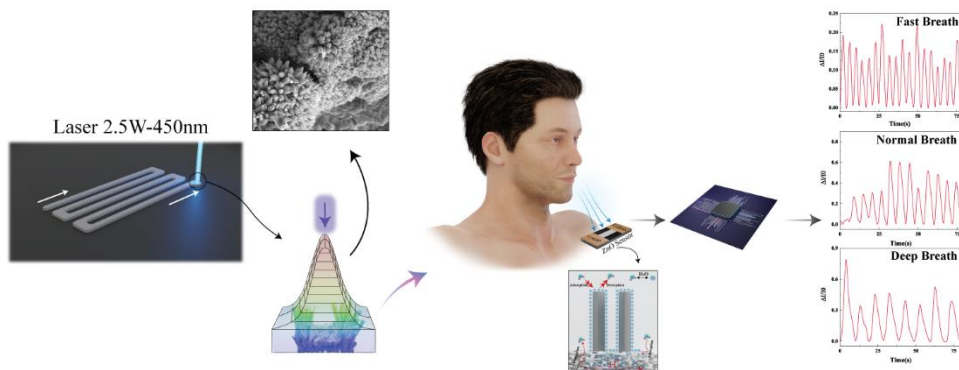


Integrated One-Step Fabrication of Protonic Sensing Devices for Respiratory Monitoring

Abstract

The development of direct fabrication routes with seamless integration of both the macro/micropatterning process and nanostructure synthesis is crucial for the commercial realization of cost-effective nanoscale sensor devices. This, if realized, can liberate us from the conventional limitations inherent in nanoscale device manufacturing. Specifically, such fabrication routes can, in principle, address the challenges such as the complexity, multistep nature, and substantial costs associated with existing technologies, which are not suitable for widespread market adoption in everyday-use devices. Herein, we propose a novel yet facile one-step fabrication approach that simultaneously accomplishes both patterning and nanostructure synthesis by employing low-power, cost-effective laser technology with a minimal environmental footprint. Versatile in nature, this approach can enable the incorporation of diverse functionalities spanning a broad spectrum of technologies, encompassing fields such as sensors, catalysts, photonics, energy storage, and biomedical monitoring devices. As a proof of concept, using our approach, we fabricated an ultra responsive, high-speed protonic sensing device for real-time respiratory monitoring. The enhanced temporal characteristics of our as-fabricated device, particularly in the relative humidity levels of interest in breath monitoring (typically over 55%), exhibited a superior response/recovery time in rapid humidity fluctuations. We envisage that the advantages brought by the presented fabrication approach can pave the way to establish a new method for inexpensive large-scale functional-material-based device fabrication.



ساخت یک مرحله ای حسگر پروتونی برای نظارت بر تنفس

چکیده:

توسعه روش‌های ساخت مستقیم با ادغام فرآیند الگودهی و سنتز نانوساختارها، جهت ساخت تجاری حسگر نانومقیاس با هزینه‌ای کم، ضروری است. این امر در صورت تحقق، می‌تواند روش‌های ساخت را از محدودیت‌های متداول در تولید دستگاه‌های نانومقیاس رها کند. به طور خاص، این روش‌های تولیدی می‌توانند به‌طور بالقوه چالش‌هایی مانند پیچیدگی، ماهیت چندمرحله‌ای و هزینه‌های بالای فناوری‌های موجود را که برای پذیرش گسترده در بازار مصرف روزمره مناسب نیستند، برطرف کنند. در این پژوهش، یک روش ساخت نوآورانه اما ساده‌ی تک‌مرحله‌ای پیشنهاد شده است که به‌طور هم‌زمان هر دو فرآیند الگودهی و سنتز نانوساختارها را با استفاده از فناوری لیزر توان پایین و کم هزینه با حداقل اثرات زیست محیطی به انجام می‌رساند. این روش چندمنظوره می‌تواند امکان تلفیق کارکردهای متنوعی را در طیف وسیعی از فناوری‌ها فراهم کند، که می‌توان به حوزه‌هایی نظیر حسگرها، کاتالیزورها، فوتونیک، ذخیره‌سازی انرژی و دستگاه‌های نظارت زیست‌پزشکی اشاره کرد. به عنوان نمونه‌ای از کاربرد، ما با استفاده از این روش، یک حسگر پروتونی فوق‌العاده حساس و سریع برای نظارت تنفس ساختیم. ویژگی‌های زمانی بهبودیافته دستگاه ساخته‌شده، به‌ویژه در سطوح رطوبت نسبی مورد نظر برای پایش تنفس (معمولاً بالای ۵۵٪)، زمان پاسخ‌دهی/بازیابی برتری را در تغییرات سریع رطوبت نشان داد. ما پیش‌بینی می‌کنیم که مزایای ارائه‌شده توسط این روش ساخت بتواند راه را برای ایجاد یک روش جدید برای ساخت دستگاه‌های مبتنی بر مواد در مقیاس بزرگ و با هزینه کم هموار کنند.