POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

توسعه میکروسیال کاغذی با موانع PDMS چاپ سه‌بعدی برای کنترل جریان

چکیده

میکروسیال کاغذی به طور گسترده‌ای به عنوان یک ابزار قدرتمند برای کاربردهای تشخیص محیطی و پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تأخیر جریان و هم‌سازگاری با معرف‌های قطبی یا غیرقطبی برای اتوماسیون تشخیص‌هایی که به مراحل واکنش چندگانه نیاز دارند، ضروری هستند. این پژوهش مطالعات سیستماتیک یک پروتکل چاپ سه‌بعدی، خصوصیات و کاربرد موانع پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان (PDMS[1]) با نفوذ جزئی و کامل را برای کنترل جریان انعطاف‌پذیر در میکروسیال کاغذی گزارش می‌نماید. پارامترهای فیزیکی موانع PDMS چاپ شده با استفاده از یک توزیع کننده مایع ساده مربوط به فشار چاپ، سرعت، زمان انتشار پس از چاپ، دمای پخت و ویسکوزیته PDMS می‌باشد. قابلیت موانع PDMS برای محدود کردن جریان حلال‌های غیرقطبی با استفاده از جریان روغن در کانال‌های احاطه‌شده با موم و PDMS نشان داده شد. مشخص گردید که حداقل عرض کانال‌ها برای جلوگیری از نشت $470 \pm 54\ \mu m$ می‌باشد که به اندازه عرضی است که با استفاده از تمبرهای لیتوگرافی ساخته می‌شود. هر دو موانع نیمه نفوذ (PPBs[2])و کانال‌های انقباضی از قابلیت به تاخیر انداختن جریان در میکروسیال کاغذی می‌باشند. علاوه بر این، بررسی در سیستم شبیه‌سازی نشان می‌دهد که کاهش سطح مقطع کانال ناشی از PPBها دلیل اصلی تاخیر جریان است. نتایج نشان می‌دهند که افزایش عمق نفوذ موانع در به تاخیر انداختن جریان کارآمدتر از افزایش طول PPB است. در نهایت، دستگاه‌هایی با چهار کانال ورودی و 0-6 PPB در هر کانال با موفقیت در تاخیر جریان برای تحویل سیال متوالی اعمال می‌شوند. این نتایج درک عوامل اصلی را بهبود می‌بخشد، که بر ساخت

[1] polydimethylsiloxane
[2] partially penetrated barriers

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

مانع PDMS سه‌بعدی و کنترل جریان حاصل در میکروسیال کاغذ تأثیر می‌گذارد و مفاهیم عملی را برای کاربرد در زمینه‌های مختلف ارائه می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: میکروسیال کاغذ، چاپ سه‌بعدی، موانع PDMS، تاخیر جریان، موانع نیمه نفوذ.

نتیجه‌گیری

این پژوهش پروتکل چاپ، خصوصیات و کاربرد موانع PDMS جزئی و کامل را برای کنترل جریان در میکروسیال کاغذ ارائه می‌نماید. در مقایسه با موانع مومی که معمولاً نشتی روغن دارند، از موانع PDMS می‌توان برای محدود نمودن مایعات آبدوست و آبگریز استفاده نمود. عمق و عرض مانع با تغییر ویسکوزیته PDMS، فشار چاپ، سرعت، زمان انتشار و دمای پخت تنظیم می‌شود. وضوح FPBs[1]، PPBs و کانال‌های تعریف شده توسط PDMS به ترتیب $917 \pm 48.636 \pm 47.470 \pm 54\ \mu m$ می‌باشد، بنابراین وضوح کانال PDMS بهتری نسبت به تمبرهای لیتوگرافی بدست می‌آید. نکته مهم این است که این PPBها می‌توانند به گونه‌ای ساخته شوند که تا حدی سطح مقطع کانال را در زمانی که به تاخیر جریان نیاز است به جای انسداد کامل، بخشی از آن را مسدود نمایند. علاوه بر این، به دلیل ماهیت آبگریز، کانال PDMS منقبض می‌تواند به طور موثر جریان سیال را در میکروسیال کاغذی به تاخیر بیندازد. علاوه بر این، شبیه‌سازی‌های عددی نشان می‌دهد که تاخیر جریان PPBs در درجه اول به کاهش مقطع مربوط می‌شود. در نهایت، PPBهای چاپ شده سه‌بعدی با موفقیت در تحویل متوالی سیال چهار نمونه مجزا به کار رفتند، که نشان می‌دهد قابلیت تاخیر را می‌توان با افزایش تعداد موانع افزایش داد. پژوهش‌های آینده ممکن است کاربرد قابلیت تاخیر جریان را در سنجش‌های زیستی پیچیده بررسی نمایند. این پژوهش راهنمایی‌های جدید قابل توجهی در مورد ساخت و قابلیت‌های کنترل جریان موانع PDMS را ارائه می‌دهد. در مقایسه با

[1] fully penetrated barriers

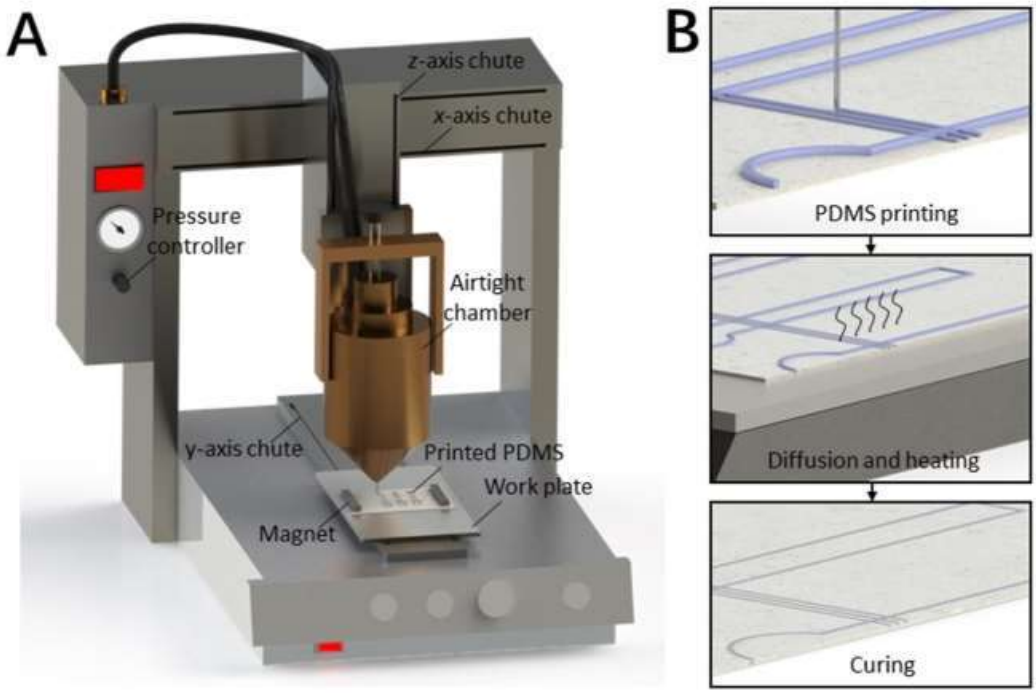
میکروسیال‌های کاغذی چندلایه، این روش ساده می‌باشد و می‌تواند به راحتی با سایر اجزا ادغام شود. PPBها همچنین از نظر صرفه‌جویی در فضا، جلوگیری از دست دادن نمونه و کاهش پیچیدگی عملیاتی، نسبت به سایر موانع برتری دارند. چنین موانعی به دلیل ماهیت ساده، قابل اعتماد و قابل تنظیم، پتانسیل کاربردی زیادی در µPAD[1]های پیچیده‌ای خواهند داشت که به کنترل جریان مکانی/زمانی نیاز دارند.

Reference

Chen, C., Meng, H., Guo, T., Deshpande, S., & Chen, H. (2022). Development of Paper Microfluidics with 3D-Printed PDMS Barriers for Flow Control. *ACS Applied Materials & Interfaces*, *14*(35), 40286-40296.

https://doi.org/10.1021/acsami.2c08541

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی



[1] paper-based analytical devices

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران