

Tarea de Iniciación a la Investigación: Resumen del artículo de Wang et al. sobre electrónica flexible multilámina

Estela Manso García

Diciembre 2025

- 1 Introducción
- 2 Procesos de fabricación
- 3 Aplicaciones
- 4 Ecuación representativa
- 5 Líneas futuras
- 6 Bibliografía

Título	Multilayer flexible electronics: Manufacturing approaches and applications
Autores	Y. Wang, C. Xu, X. Yu, H. Zhang, M. Han
Revista	Materials Today Physics
Año	2022
Volumen / Artículo	23 / 100647
Palabras clave	Flexible electronics; Optoelectronics; Bio-medicine; Robotics; Energy devices

Las electrónicas flexibles integran sensores, actuadores y circuitos sobre sustratos poliméricos flexibles o elásticos, logrando portabilidad, biocompatibilidad y estabilidad mecánica para aplicaciones en sensores químicos/biológicos, interfaces humano–máquina, pieles electrónicas y pantallas.

Las arquitecturas multicapa explotan el eje vertical para superar límites de integración, resolución y personalización de estructuras monolayer, combinando funciones en diferentes capas y utilizando vías de interconexión para el cableado entre niveles.

- **Ventajas:** multimodalidad simultánea, alta densidad espacial, lazos cerrados sensor–actuador y configuraciones personalizables.
- **Retos:** alineación precisa entre capas, adhesión y estabilidad bajo flexión/estiramiento, VIAs flexibles y selección de materiales funcionales compatibles con películas delgadas.

Microfabricación directa capa a capa

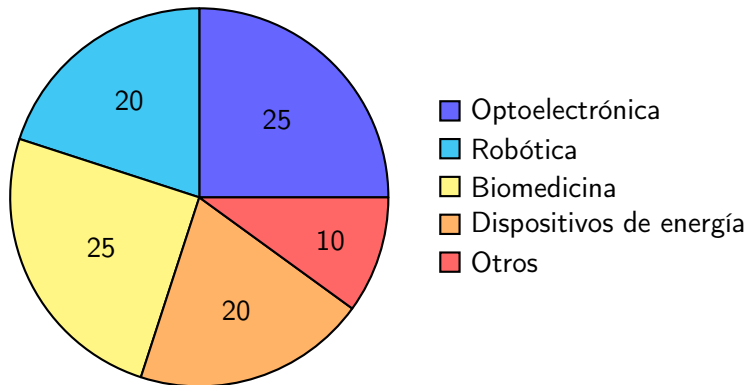
Deposición y patronado secuencial de capas funcionales (por ejemplo, parylene-C como soporte y Ti/Pt como material sensor) sobre sustratos poliméricos flexibles.

Tratamientos de plasma y promotores de adhesión ayudan a evitar la delaminación, a costa de restringir materiales que requieren alta temperatura pero permitiendo una integración muy estrecha entre capas.

Transfer printing secuencial

Los dispositivos se microfabrican en sustratos rígidos tolerantes a temperatura y se transfieren de forma repetida a sustratos flexibles. El ensamblado sobre elastómeros preestirados permite apilados tridimensionales y geometrías abombadas o *buckled*, con propiedades electromecánicas ajustables mediante la deformación.

Campos de aplicación



La electrónica flexible multilámina se aplica principalmente en optoelectrónica, robótica, biomedicina y dispositivos de energía, además de otras áreas emergentes.

- Pilares de OLED multicapa permiten dispositivos con color ajustable mediante tensión, combinando varias capas emisoras en la dirección vertical.
- Matrices de microLED en tándem aumentan densidad efectiva sin reducir excesivamente el tamaño de cada píxel y facilitan la integración con otros componentes funcionales.

- Pielas electrónicas multicapa distribuyen funciones de detección (presión, temperatura, vibración, etc.) en capas especializadas sobre redes extensibles.
- Sistemas flexibles de adquisición de EMG, aceleraciones y deformaciones se laminan sobre la piel para controlar prótesis o manipuladores robóticos de forma inalámbrica.

- Catéteres balón instrumentados combinan en menos de 1 mm de espesor arrays de electrodos, sensores térmicos y de presión para mapeo, estimulación y ablación en cirugía cardíaca.
- Dispositivos implantables multicapa permiten liberación de fármacos controlada por calor inducido inalámbicamente y vendajes inteligentes con sensores y módulos de dosificación.

- Nanogeneradores triboeléctricos apilados incrementan la potencia sin aumentar el área en planta, manteniendo flexibilidad para uso en contacto con el cuerpo.
- La integración de cosecha, almacenamiento y gestión energética permite sistemas autoalimentados “all-in-one” con capacidad para alimentar sensores y circuitos flexibles.

$$P(t) = V(t) I(t) \quad (1)$$

Donde $P(t)$ es la potencia instantánea, $V(t)$ la tensión generada e $I(t)$ la corriente producida por el generador triboeléctrico en función del tiempo. Esta relación se utiliza para describir la potencia eléctrica producida por dispositivos de cosecha de energía integrados en arquitecturas flexibles multilámina.

- Desarrollar procesos de alineación y adhesión robustos para apilados delgados y estables con múltiples capas funcionales.
- Diseñar materiales y estructuras que combinen alta sensibilidad o eficiencia con compatibilidad mecánica en configuraciones flexibles.
- Integrar de forma compacta sensores, actuadores y módulos energéticos para sistemas realmente autónomos de alta densidad.

Wang, Y., Xu, C., Yu, X., Zhang, H., & Han, M.
Multilayer flexible electronics: Manufacturing approaches and applications.
Materials Today Physics, 23, 100647, 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.mtphys.2022.100647>