

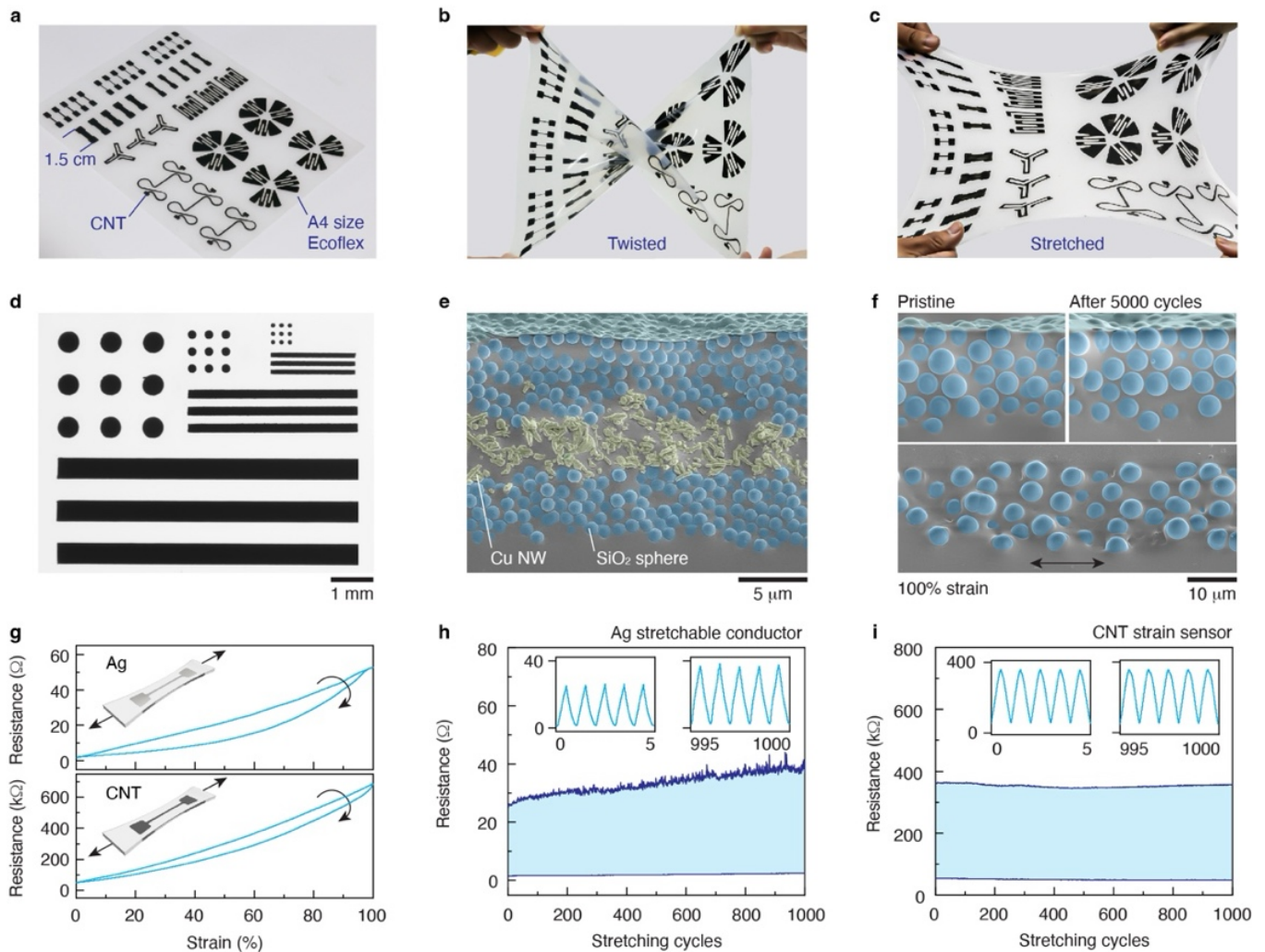
# 学者提出粒子吞噬打印克服传统难题

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31230.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

学者提出粒子吞噬打印克服传统难题。华南理工大学机械与汽车工程学院教授林容周团队同合作者，提出了一种新的软电子制造方法——粒子吞噬打印。该方法克服了相关领域的传统难题，有望推动开发高度集成的柔性生物电子器件，可广泛应用于健康监测、人机交互、增强现实等重要领域。1月2日，相关成果发表于《自然-电子》（Nature Electronics）。



粒子吞噬在研究中展现出卓越的打印性能。研究团队供图

?

传统刚性电子器件与生物组织在机械性能上存在显著差异。相比之下，软电子器件则具备优异的可拉伸性和柔韧性，能够与生物组织良好兼容，应用于医疗健康、人机交互等领域。因此，如何制造具有类组织机械特性的系统级软电子器件，成为柔性电子领域的重要挑战。

现有的相关制造技术通常依赖于将功能性颗粒胶体分散在液态单体或聚合物溶液中，然后通过化学或物理方法将其转化为软复合材料。这种方法受到化学非正交性的影响，同时需要对复杂的流体动力学进行精确控制，导致器件的功能集成度和性能受限。

针对上述难题，研究团队提出了一种基于粒子吞噬效应的软电子制造新方法。粒子吞噬效应是软物质对颗粒的吸附、包覆和吞噬行为，这一机理与生物组织机理类似，犹如生物细胞通过内吞作用，将营养物质、颗粒或液体吞入细胞内部。团队研究发现，当功能颗粒的特征尺寸远小于聚合物基底的弹性毛细长度时，在表面能的驱动下，颗粒会被聚合物基底自发吞噬并深嵌其中，形成能量稳定的结构。通过调控颗粒和聚合物之间的接触条件，可进一步提升颗粒的嵌入深度与均匀性。

论文共同通讯作者兼第一作者林容周表示，该方法依赖于表面能的作用，无需额外添加外力或化学处理。与传统方法相比，显著简化了工艺复杂度，并且能够在聚合物中精确嵌入多种功能材料，制造具有更高功能集成度和性能的软电子器件。这一效应适用于多种类组织机械特性的聚合物与多种功能微纳米材料，为多材料集成提供了新的技术路径。

研究团队利用粒子吞噬打印法，在完全固化的A4尺寸弹性体上，成功实现了碳纳米管和银微粒等功能材料图案化，制备了具有应变传感能力的可拉伸导体和复合传感器。这些器件表现出卓越的机械性能，能够抵抗多方向的重复扭曲和拉伸，并实现与复杂曲面的共形。

在空间精度方面，粒子吞噬打印同样展现出良好性能，其分辨率主要由掩模的特征尺寸决定，最低可达100微米。通过在弹性基底上打印应变传感器、天线及互连导线，并焊接电源管理与无线通信组件，研究团队成功制造了三种无线无源软电子设备。这些设备能够贴附于手指、手腕及手肘等关节部位，能够实时对姿态进行跟踪，可用于人体运动监测和人机交互。

该研究展示了其在制造多层、多材料复杂软电子器件方面的巨大潜力，不仅推动了软电子器件的高性能化和多功能化发展，也为柔性电子领域开辟了新的研究方向和技术路径。林容周表示，未来，粒子吞噬打印有望进一步整合活性材料，如半导体传感器、发光纳米材料、生物反应性聚合物等，开发高度集成的柔性生物电子器件。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41928-024-01291-0>

作者：林容周等 来源：《自然—电子》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

---

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发