
复旦大学报道功能性半导体光刻胶

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28021.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！

复旦大学报道功能性半导体光刻胶。2024年7月4日，上海复旦大学高分子科学系/聚合物分子工程国家重点实验室魏大程研究员团队在Nature Nanotechnology期刊上发表了一篇题为Photovoltaic nanocells for high-performance large-scale-integrated organic phototransistors的研究成果。

该成果报道了一种半导体性的光刻胶设计策略，通过掺杂光活性粒子进行光电功能化，可以通过微电子制造业通用的光刻技术进行光电晶体管的大规模高分辨率制备，实现了大规模有机光电芯片的集成，将集成度和光响应度提高了两个数量级以上。

论文通讯作者是魏大程研究员；第一作者是博士研究生张申。

现代信息科技的飞速发展对功能芯片集成度的要求越来越高。目前硅基芯片的制程工艺已经达到了3纳米的节点，集成密度已经超过2亿个晶体管每平方毫米。硅基芯片单片集成的集成度从小规模集成度(SSI)、中规模集成度(MSI)、大规模集成度(LSI)、超大规模集成度(VLSI)和特大规模集成度(ULSI)（集成器件数量分别大于2、26、211、216、221）不断迈向更高的水平。相比之下，基于有机半导体材料的有机芯片克服了无机半导体固有的刚性，凭借其软组织良好的机械相容性，在可穿戴电子学、生物电子学等新兴领域具有广阔的应用前景。然而，目前有机芯片的集成度远远落后于硅基芯片。通过溶液加工（丝网印刷、喷墨打印）或真空蒸镀等方法制备出的有机芯片，其集成度通常不超过大规模集成度(LSI)水平。这是因为有机半导体导电通道由范德华力堆叠形成，在复杂制造流程的溶剂和热处理过程中易受到损伤，导致芯片性能随小型化而急剧降低。尤其当特征尺寸降低到微米及以下时，小型化和性能的折中显著地限制了高集成有机芯片的发展。

图1: (a) 光刻胶组成；(b) 光刻胶聚集态结构；(c) 在不同衬底上加工的有机晶体管阵列；(d) 有机晶体管阵列结构示意图及光学显微镜照片；(e) 有机光电晶体管成像芯片（PQD-nanocellOPT）与现有商用CMOS成像芯片以及其他方法制造有机成像芯片的像素密度对比。

在这项工作中，魏大程团队报道了一种新型半导体性光刻胶的设计策略，该材料包含光引发剂、交联单体、导电高分子，可以通过光交联形成纳米尺度的互穿网络结构，同时实现了亚微米级的光刻图案化精度、良好的半导体性能和工艺稳定性。这种半导体性光刻胶可以通过添加不同的活性粒子来功能化。为了实现高灵敏的光电探测能力，研究者开发了一种具有光伏效应的核壳结构纳米粒子，添加到半导体性光刻胶中。纳米光伏粒子在光照下会产生光生载流子，电子被内核捕获，对半导体导电通道产生原位光栅调控，大幅提升了器件的响应度。作为展示，研究者利用光刻技术在全画幅尺寸芯片上集成了2700万个有机晶体管并实现了互连，实现了特大规模集成度（ULSI）的制造水平。该阵列（4500×6000像素）集成密度达到 3.1×10^6 units/cm²，光响应度达到 6.8×10^6 A/W。研究者将高密度阵列转移到柔性衬底上，实现了仿生视网膜应用，在基于神经网络的图像识别算法中展现出比传统CMOS器件更高的性能。此外，该团队还研发出具有化学传感功能、生物电传感功能的光刻胶。由于开发的功能化半导体光刻胶使用半导体产业通用的光刻技术进行加工，所以与商业微电子制造流程高度兼容，具有很大的应用前景。未来该团队也会积极寻求产业界的合作，希望能够推动科研成果的实用化。

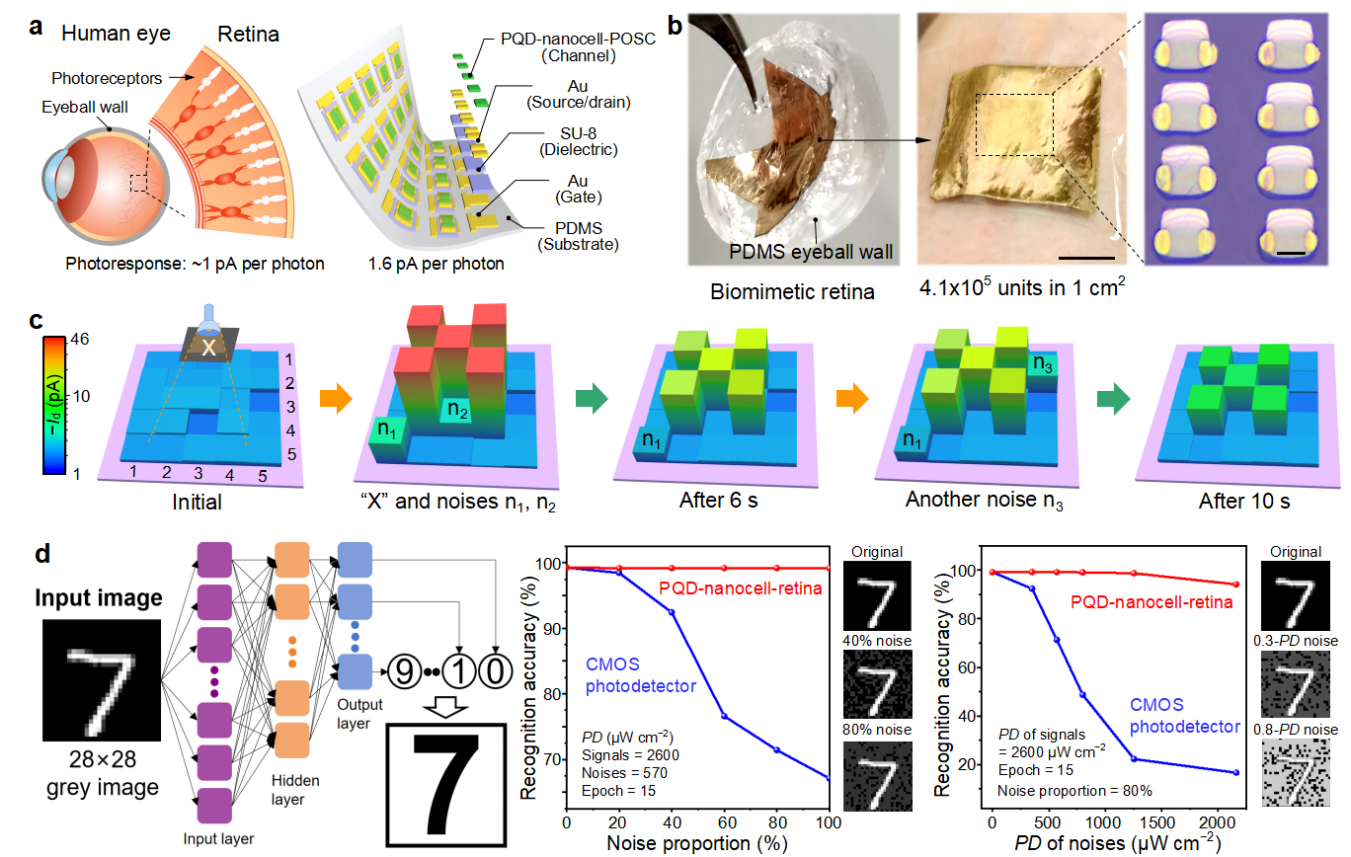


图2：(a, b) 人眼和仿生视网膜的结构示意图；(c) 在5 × 5晶体管阵列上展示光电突触性能；(d) 基于神经网络的图像识别算法中仿生视网膜与传统CMOS光电探测器的性能对比。

(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41565-024-01707-0>

作者：魏大程等 来源：《自然-纳米技术》

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

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