

同济大学早有机晶体管传感器研究取得系列重要进展

对有害化学物质的检测在环境保护、食品安全、医疗卫生、工业生产以及国防军事等方面都至关重要，而对光、温度与压力的灵敏感知在人工智能、人机界面、智能机器人、人工电子皮肤、可穿戴设备等前沿科研领域也极其重要。基于场效应晶体管的传感器兼具传感与信号放大的功能，具有简单便携、高灵敏和高选择性等优势，并且部分有机半导体材料具有可以生物兼容和降解的潜力，因而有机晶体管传感器在上述科研与应用领域大有用武之地。

我校材料科学与工程学院黄佳教授在国家“青年千人计划”、上海市科委基础处重点研发课题和国家自然科学基金等项目的资助下，在有机晶体管传感器以及绿色、生物安全柔性电子器件方面取得了一系列的重要进展。部分研究成果发表于《美国化学会志》(Journal of the American Chemical Society)《先进材料》(Advanced Materials)《先进功能材料》(Advanced Functional Materials)《ACS纳米》(ACS nano)以及《先进科学》(Advance Science)等高水平的国际著名期刊。

课题组助理教授吴小晗博士近年来在国家自然科学基金项目以及上海市科委人才项目“扬帆计划”的资助下，发表SCI论文10余篇，部分成果以第一/共同通讯作者发表于《先进功能材料》(Advanced Functional Materials) (2篇)《先进科学》(Advance Science) (2篇)以及《材料化学杂志A》(Journal of Materials Chemistry A)等高水平期刊。

在有机晶体管化学传感器的研究发展过程中，对气体和液体的传感探测先后被实现，但是对固体粉末样品的快速直接检测一直未能实现。而对固体粉末中的有害化学物质的检测，例如对奶粉中的三聚氰胺的快速直接检测，具有较大的科学意义和应用价值。黄佳课题组设计制备了新型的基于肩并肩有机二极管结构的传感器(图1)，实现了对微量固体化学物质在粉末样品的灵敏检测，可以在接触样品后有效检测到固体粉末中含有的远低于我国食品安全标准的极低浓度的三聚氰胺。研究成果最近发表于化学领域国际顶级期刊《美国化学会志》[Journal of the American Chemical Society(2017) 139, 12366. 影响因子13.9]。

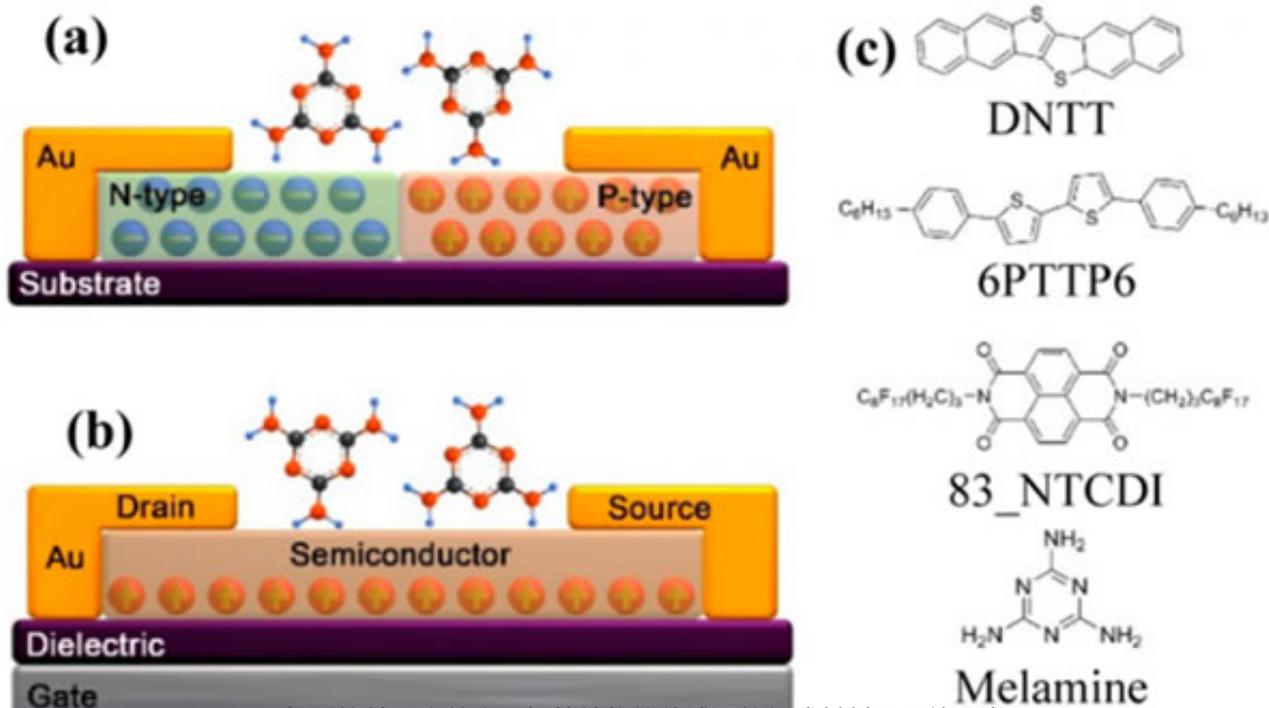


图1. 新型的基于肩并肩二极管结构的传感器的组成材料及器件示意图

课题组还设计制备了微纳孔有机场效应晶体管气体传感器，利用气体分子与场效应晶体管导电沟道快速相互作用的机理，显著提高了传感器的灵敏度。对氨气的响应灵敏度超过340%/ppm，能对浓度低于亿分之一的氨气表现出明显响应，其检测极限是论文发表时同类器件的最高记录，成果发表于材料领域著名期刊《先进功能材料》[Advanced Functional Materials. (2017)27, 1700018. 影响因子12.1]。此外该课题组还与环境学院李卓老师合作，实现了对饮用水中极低浓度的消毒副产物的有效监测，研究成果最近发表于《材料化学杂志A》[Journal of Materials Chemistry A. (2017) 5, 4842. 影响因子8.9]。

在光敏传感器的研究领域, 黄佳课题组利用无机钙钛矿量子点与有机半导体复合材料的性能互补优势, 成功制备了有机光敏晶体管(图2), 能同时展现超过10000A/W的光响应、大于10¹⁴Jone的光感极限、和优异稳定性, 实现了以往的研究中很难获得的多参数协同高性能, 研究成果刚被材料领域顶级期刊《先进材料》[Advanced Materials.(2017) Accepted, DOI: 10.1002/adma.201704062. 影响因子19.8]接收。

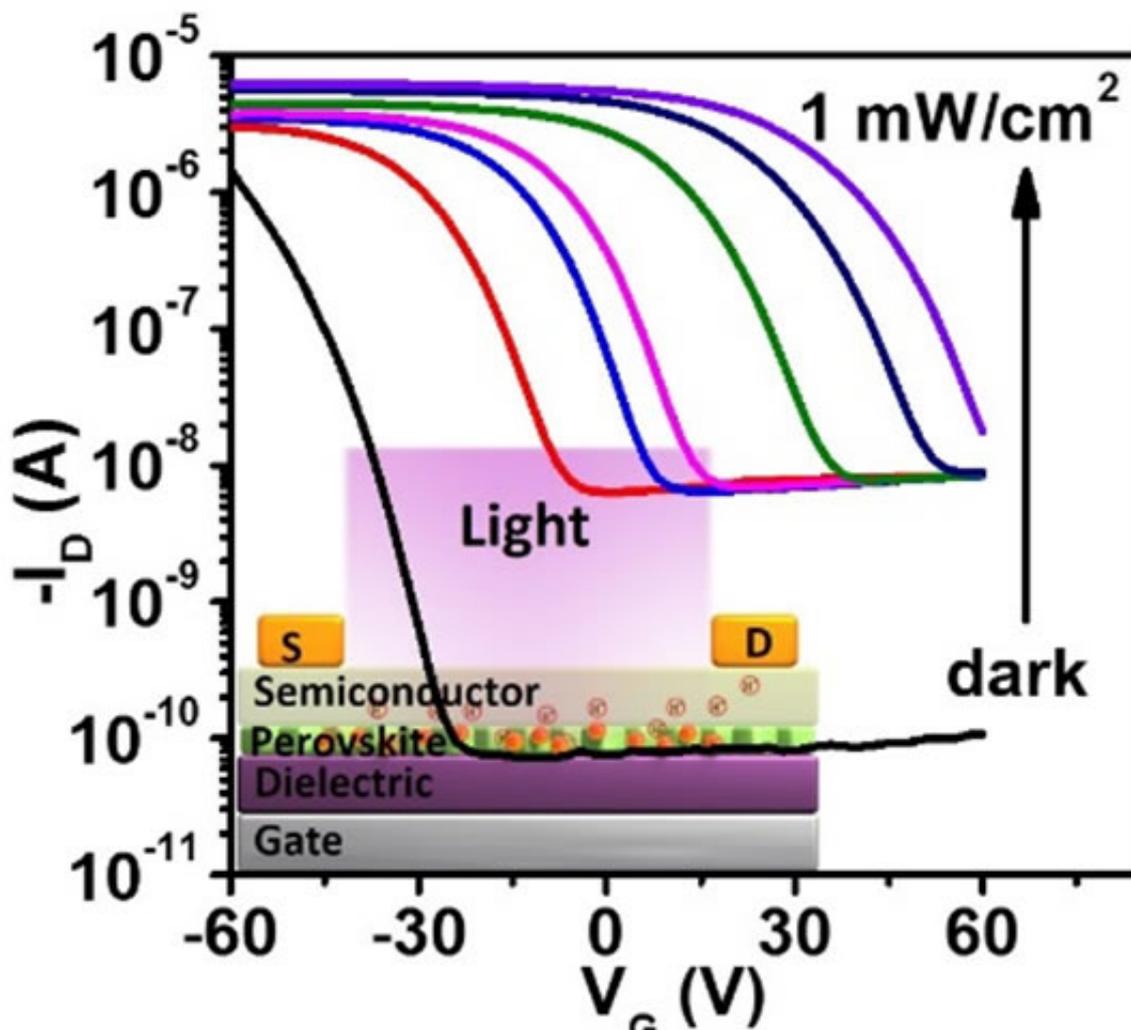


图2. 基于无机钙钛矿量子点与有机半导体复合材料的光敏晶体管

课题组通过对半导体分子结构进行有机基团插层调控, 以低成本的溶液法制备了具有响应波长可调的光敏传感器, 相关成果发表于《ACS应用材料与界面》[ACS Applied Materials & Interfaces. (2016) 8, 25660.影响因子7.5]。并应邀撰写光敏传感器领域的综述, 论文发表于材料领域著名期刊《先进科学》[Advanced Science. (2017) Accepted, DOI: 10.1002/advs.201700256. 影响因子9.0]。

介电层/半导体层界面电荷效应广泛存在于有机场效应晶体管中, 通常对器件的性能产生不利的影响。而黄佳教授课题组则利用这种常被认为是起负面作用的界面效应来提升器件灵敏度, 制备了性能优异的具有温敏传感性能的人工电子皮肤, 研究成果报道于《先进功能材料》[Advanced Functional Materials. (2015)25, 2138. 影响因子12.1]。之后课题组制备了基于界面效应的光敏传感器, 成果发表于《先进科学》[Advance Science. (2016) 1500435. 影响因子9.0]。黄佳教授之前曾与马里兰大学合作, 利用生物质材料与有机半导体结合, 制备可降解的柔性电子器件, 成果发表于《ACS纳米》[ACS Nano. (2013) 7, 2106. 影响因子13.9]。最近黄佳课题组进一步使用生物安全、绿色可降解的聚乳酸与可溶性有机半导体的复合溶液通过喷墨打印的方式来制备器件, 更大的界面面积使得这一打印的柔性器件具备更强的光敏性能, 相关成果发表于《先进功能材料》[Advanced Functional Materials. (2017) 27, 1604163. 影响因子12.1]。聚乳酸在赋予器件整体柔性生物安全性的同时, 放大了器件的层界面电荷效应, 使得器件的传感性能显著增强, 可应用于人工皮肤的温度感知, 人工智能的视觉感知等(图3)。课题组也对这一界面电荷效应的机理做了深入系统的研究, 提出了设计这一类型传感器的方向与策略, 相应成果刚刚被《先进科学》[Advance Science.(2017)Accepted, DOI: 10.1002/advs.201700442.]

影响因子9.0]接收。课题组助理教授吴小晗博士为这部分温敏光敏传感器研究工作的第一作者或共同通讯作者。

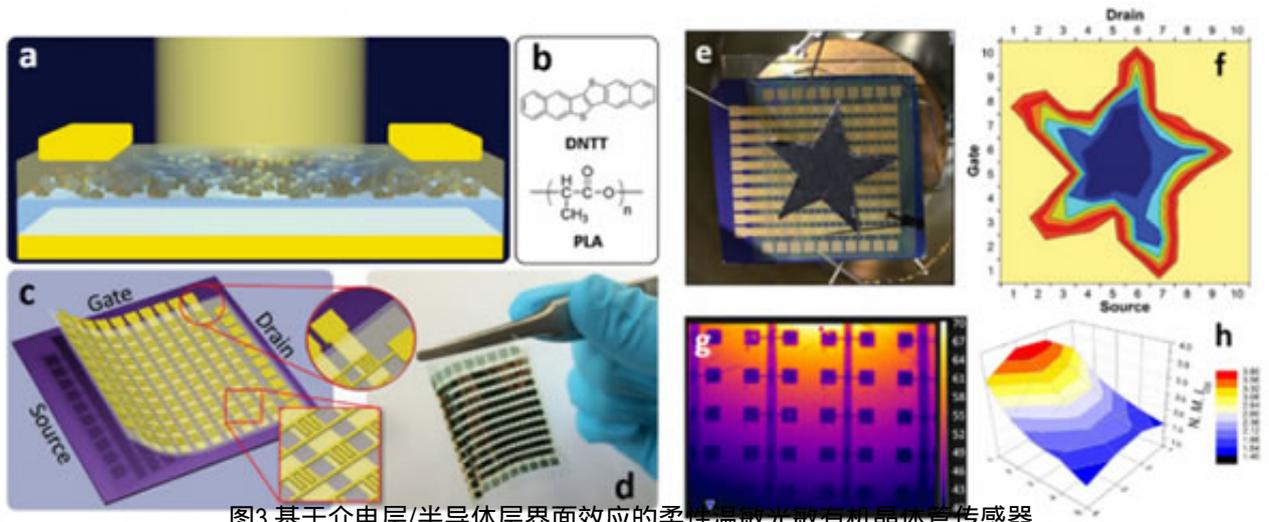


图3.基于介电层/半导体层界面效应的柔性温敏光敏有机晶体管传感器

这一系列的工作为有机晶体管传感器的发展与优化提供了新策略和新思想，并拓宽了这类器件的应用范围。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/114678.html>