

化学所在高性能有机场效应晶体管研究中获系列进展

文章来源：化学研究所

发布时间：2014-07-22

【字号：小 中 大】

场效应晶体管是电子学的基本元件。有机场效应晶体管由于其在柔性、大面积、低成本电子纸、射频商标和存储器件等方面的潜在应用而受到人们的广泛关注，是有机半导体材料和器件研究领域中的重要前沿方向之一。在中国科学院（先导B）、国家自然科学基金委和科技部的大力支持下，中国科学院化学研究所有机固体重点实验室和相关单位合作，最近在高性能、柔性和喷墨打印高分辨率有机场效应晶体管的研究方面取得新进展，有关结果均发表在*Adv. Mater.*上。

1. 低操作电压、高迁移率柔性有机场效应晶体管

目前，高性能聚合物场效应晶体管的操作电压一般都较高（60伏左右），而且大多都制备在玻璃、硅片等刚性衬底上，这就在很大程度上限制了有机材料本该展现的柔性。为此，他们与中国农业大学相关人员合作，采用高介电常数的聚乙烯醇（PVA）辅以自组装单层膜修饰作为绝缘层，该实验室自己设计合成的聚合物半导体材料（PDVT-10，结构式见图1左上）作为活性层，在柔性衬底聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）上制备出了低操作压、高迁移率的柔性场效应晶体管（图1左下）。研究表明，晶体管的操作电压低于3伏，迁移率高达 $11.0 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 。该迁移率是目前所报道的低压柔性场效应晶体管的最高值。同时，他们还研究了其光热传感性能，可望在电子眼和电子皮肤等方面获得应用。该研究成果发表在《先进材料》上（*Adv. Mater.*, 2014, 26, 3631），并被选为杂志封面（图1右）。

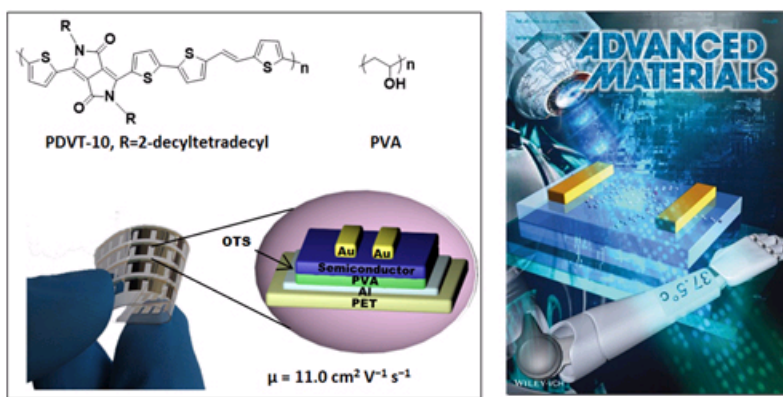


图1 低操作电压、高迁移率柔性有机场效应晶体管

2. 喷墨打印技术加工亚微米沟道有机场效应晶体管

类似于光刻技术在微电子学的作用和地位，喷墨打印技术有可能在有机电子学的发展中成为关键的加工技术。然而分辨能力低（50~100微米）常常被认为是制约喷墨打印技术应用的一个瓶颈，因为场效应晶体管的沟道长度 L 决定了其开关速度，源漏电流大小以及工作频率的上限等。早在2012年，有机固体实验室的相关研究人员利用咖啡环效应，开创了一种“咖啡环平面印刷术”，成功地制备了沟道长度1~2微米的石墨烯电极（*Adv. Mater.*, 2012, 24, 436）。最近，他们认真分析、研究了影响沟道长度 L 的各种因素，总结、推导出了一个公式。据此，他们通过喷墨打印技术，在衬底上对超薄的聚甲基丙烯酸甲酯层（2~3 纳米）进行溶剂蚀刻，随后金属淀积和溶脱剥离，成功开发了一种低成本、大批量、稳定地制备亚微米聚合物晶体管电极的技术方法（图2左上）。

这种新技术相比该领域已有成果，具有不需要光刻预先图案化，不需要有机硅烷修饰衬底，通过一个较大口径的打印机喷头（50 微米），即可加工沟道长度为700 纳米（图2左下）的场效应晶体管等优势。应用此技术，他们

以聚合物半导体 PDPPTzBT 材料为活性层，大量地构筑了平均迁移率达 $1.2 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ S}^{-1}$ 的聚合物晶体管。另外他们还发现该晶体管的光响应度高达 10^6 A W^{-1} 。相关结果发表于近期的《先进材料》上 (*Adv. Mater.* 2014, 26, 4683)，并被选为杂志封底 (图2右)。

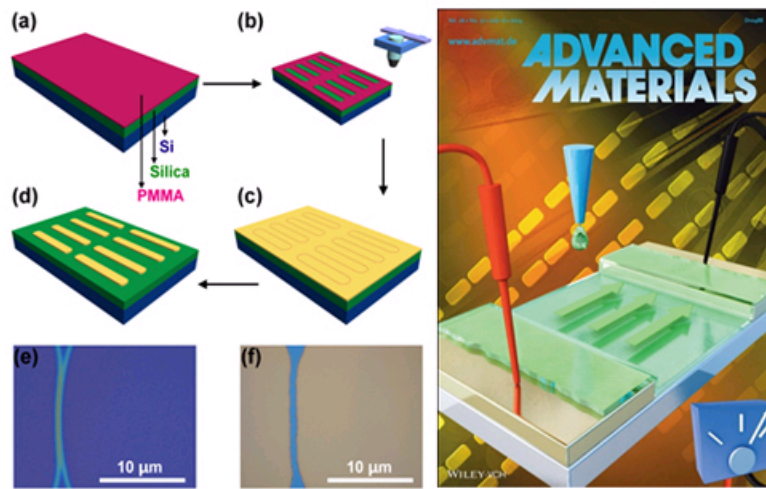


图2 喷墨打印技术加工亚微米沟道有机场效应晶体管

打印本页

关闭本页