

现在位置: 首页 > 新闻动态 > 科研进展

“功能pi-体系的分子工程” 先导B专项系列报道

--化学所在高性能有机场效应晶体管研究方面取得重要进展

2014-07-22 | 编辑: | 【大 中 小】【打印】【关闭】

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,化学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重要进展,有关结果均发表在*Adv. Mater.*上。

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,本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)。

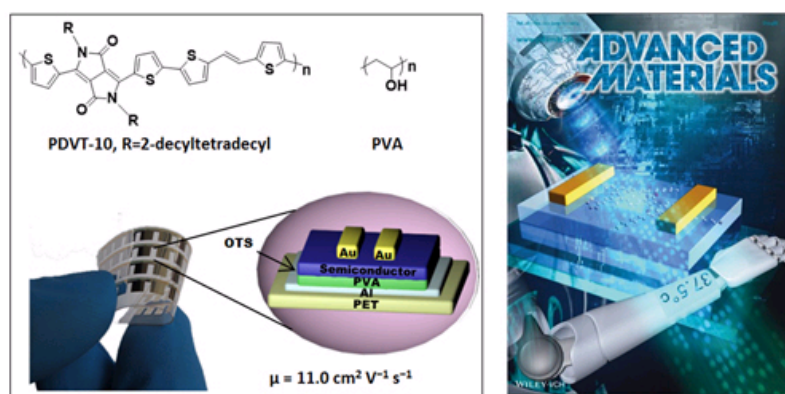


图1 低操作电压、高迁移率柔性有机场效应晶体管

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)。

这种新技术相比本领域已有成果,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PDPTzBT 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)。

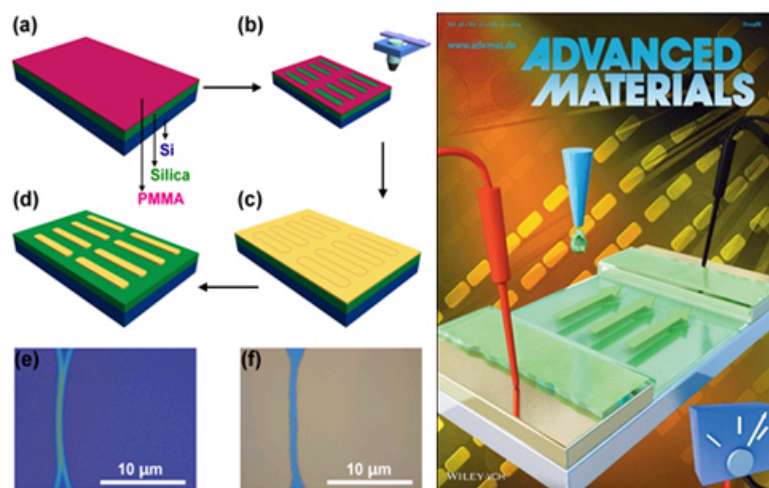


图2 喷墨打印技术加工亚微米沟道有机场效应晶体管

有机固体院重点实验室

2014年7月22日