

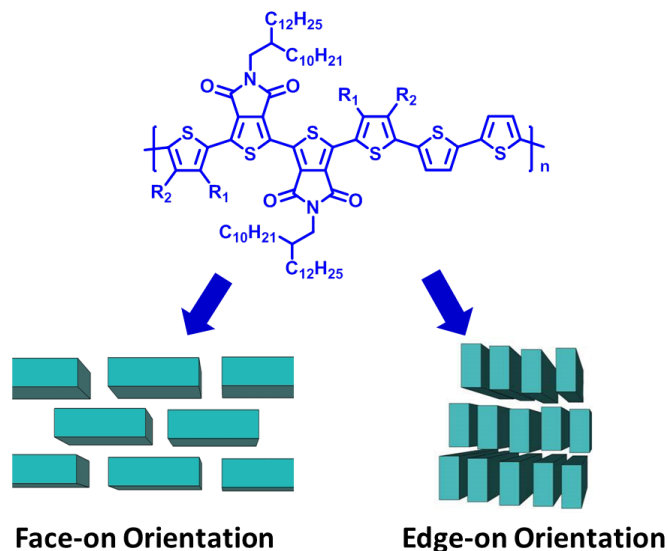
专题: 新型有机发光材料和光电特性

基于含联二噻吩酰亚胺共聚物的高性能薄膜晶体管: 调控 face-on 和 edge-on 堆积取向

乔小兰, 武庆贺, 吴洪卓, 王德亮, 李洪祥

中国科学院上海有机化学研究所, 上海, 200032

有机分子聚集态结构与器件性能的关系始终是有机电子领域基本的研究主题之一。近年来, 通过设计合成新的共轭结构单元和侧链修饰, 聚合物薄膜晶体管的器件性能得到了极大的提升, 目前绝大多数高性能的聚合物半导体 (例如含 DPP, BT, IIG 结构单元的聚合物) 通常都表现出 edge-on, 或者 edge-on 主导的和 face-on 共存的堆积方式, 因此, 普遍认为器件的高性能是由 edge-on 主导的堆积方式带来的。由于有机分子间弱的分子间相互作用力, 调控分子堆积方式尤其是得到只有 face-on 排列的堆积方式具有很大的挑战性, 因此到目前为止 face-on 堆积与器件性能的关系是不清晰的。本文设计合成了四个含联二噻吩酰亚胺 (bi-TPD) 结构单元的聚合物分子 **P1-P4**, 它们具有不同的烷基链密度和取向, 其物理化学性质得到了系统的表征, 原子力显微镜 (AFM) 和二维掠入射 X 射线衍射 (2D-GIXD) 结果表明, 薄膜的形貌和聚集态结构与聚合物分子的化学结构密切相关, 建立了分子结构与聚集态结构 (edge-on 和 face-on) 及薄膜场效应晶体管性能的关系。在 OTMS 修饰的 SiO_2 基底上, 直接旋涂得到的 **P1**, **P3** 和 **P4** 薄膜表现为 face-on 堆积, 而 **P2** 薄膜表现为 edge-on 堆积, 说明烷基链密度越高越有利于分子采用 face-on 排列; 退火后, **P2** 薄膜堆积方式不变, **P1** 和 **P4** 表现出 edge-on 主导的和 face-on 共存的堆积方式, 而 **P3** 完全转变为 edge-on 堆积。基于这些薄膜的场效应晶体管都表现为 p 型传输, 最大迁移率超过 $1\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$, 并且具有 face-on 和 edge-on 堆积方式的 **P3** 薄膜最大迁移率分别为 1.2 和 $1.4\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$, 这说明与 edge-on 堆积结构一样, 具有 π - π 相互作用的 face-on 堆积结构也有利于载流子的传输。



关键词: 聚集态结构, 有机晶体管, 共轭聚合物, 迁移率