合肥研究院在有机半导体磁诱导生长和性能研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/10897.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！

近期，中国科学院合肥物质科学研究院强磁场科学中心张发培研究团队提出强磁场诱导有机材料生长的新策略，实现高性能半导体聚合物薄膜的结构调控并提高其电荷传输能力，相关研究成果分别发表在*ACS Applied Materials Interface*，*Journal of Materials Chemistry C*和*Applied Physics Letters*上。

有效控制有机半导体薄膜中分子取向和薄膜有序性，有利于实现高性能有机场效应晶体管（OFET）和太阳电池等器件。发展高效、高普适性的溶液相成膜技术是实现这一目的的重要途径。利用磁场来诱导薄膜在宏观尺度上的分子取向，可作为直接、“干净”手段生长大面积取向的有机薄膜，这引起学界重视。该课题组在此前研究中，采用强磁场下溶液涂布方法，首次实现多种晶态（和半晶态）半导体聚合物薄膜结构和载流子传输特性的控制，提出其薄膜的磁致取向生长机制（Adv. Funct. Mater.，2015，25，5126）。但该方法制备的有机薄膜存在形貌和厚度均匀性差、膜厚不可控等问题，影响薄膜器件光电性能的可重复性。

针对上述问题，张发培研究团队首次提出强磁场下的溶剂蒸汽退火（SVA-HMF）的新策略。研究人员通过溶液旋涂来沉积厚度均匀的“湿膜”，将其置于含有饱和有机溶剂的密闭容器中、在强磁场下进行“退火”处理，获得给体-受体（D-A）型共聚物P（NDI2OD-T2）薄膜的大面积（厘米尺度）、高度取向的薄膜织构。科研人员通过微结构表征发现，制备的聚合物薄膜的形貌和厚度均匀性得到改善，聚合物骨架链取向程度和薄膜结晶性优于溶液涂布法制备的薄膜（ACS Appl. Mater. Interfaces，2020，12，29487）；通过研究SVA-HMF条件对薄膜结构和形貌的影响，研究人员提出强磁诱导溶剂退火调控聚合物薄膜结构的动力学机制；通过制备OFET器件发现，以P（NDI2OD-T2）取向薄膜制备的器件迁移率各向异性达10^2，其电子迁移率较未取向薄膜制备的器件提高1个量级以上。

此外，对于另一种分子结构迥异的D-A共聚物PDPP2TBT，SVA-HMF方法也可实现大面积高度取向的薄膜，这表明该方法在调控半导体聚合物薄膜结构上具有普适性。磁致取向的PDPP2TBT薄膜呈现高达1.56 cm^2/Vs的空穴迁移率（J. Mater. Chem. C，2020，8，4477）。研究人员通过测量变温的载流子迁移率发现，P（NDI2OD-T2）和PDPP2TBT取向薄膜中载流子跳跃运动的热激活能EA较未取向薄膜有降低，这归因于磁诱导骨架链取向导致形成快速的intra-chain电荷传导通路，增强载流子跳跃运动的离域性。研究显示，在半导体聚合物基体中添加少量（2.0wt%）石墨烯纳米片，可进一步提高SVA-HMF制备的聚合物薄膜的分子链取向程度，增强OFET器件的载流子各向异性 （Appl. Phys.

Lett.，2020，117，063301）。

该研究有利于深化科研人员对磁场和有机半导体分子间的相互作用机制、有机半导体薄膜结构与相关器件性能间关系的认识。研究团队提出的磁诱导薄膜生长方法为发展高性能有机半导体新材料、提升器件光电性能提供了途径。研究工作得到国家自然科学基金项目和国家重点研发项目的支持。

论文链接:1、2、3

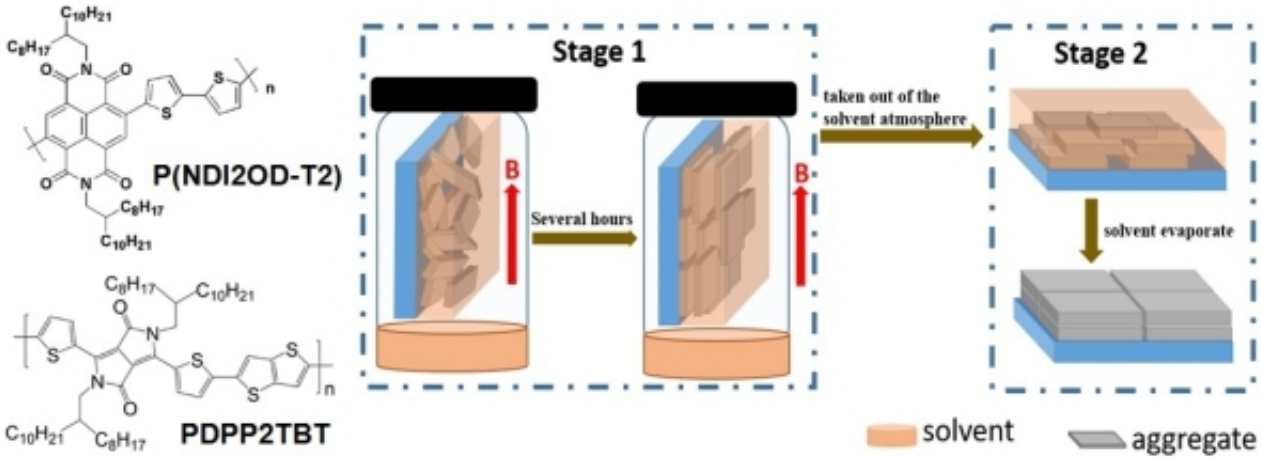


图1.(a) 半导体聚合物P(NDI2OD-T2)和PDPP2TBT的分子结构;（b）强磁场诱导溶剂蒸汽退火(SVA-HMF)生长取向薄膜的过程示意图

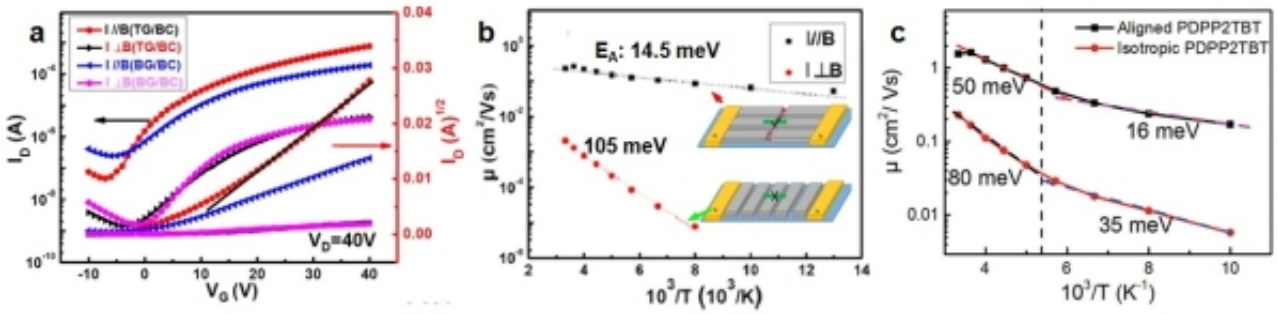


图2.（a）基于磁致取向P（NDI2OD-T2）薄膜的TG/BC和BG/BC型OFET器件的转移曲线；（b-c）P（NDI2OD-T2）（b）和PDPP2TBT（c）取向薄膜OFET的载流子迁移率随温度的变化关系

研究团队单位：合肥物质科学研究院

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转发