

《Nature Energy》刊发北航化学学院孙艳明教授课题组最新研究成果

点击数:4676 | 加入时间:2021-05-11

北航新闻网5月11日电 (通讯员 孙艳明) 2021年5月10日,《Nature Energy》杂志以在线全文Article的形式发表了北京航空航天大学化学学院孙艳明教授课题组与上海交通大学刘烽教授课题组在有机太阳能电池领域的最新研究成果“Non-fullerene acceptors with branched side chains and improved molecular packing to exceed 18% efficiency in organic solar cells”。北航李超博士和华南理工大学周家东博士为第一作者,孙艳明教授和刘烽教授为通讯作者,北京航空航天大学化学学院为第一完成单位。



有机太阳能电池作为一种清洁无污染的新型光伏技术,具有成本低、质量轻,柔性和可溶液法加工等优势,受到了科研界和工业界的广泛关注。近年来,随着非富勒烯受体分子的快速发展,有机太阳能电池的光电转换效率不断取得突破,目前最高效率已超过18%。然而,相较于传统硅基和钙钛矿太阳能电池,有机太阳能电池较大的电压损失和较低的填充因子极大地限制了其效率的进一步提升。因此,深入理解材料的化学结构、聚集态结构、形貌和器件性能之间的关系,发展新有机光伏材料,进而制备出兼具高效率、低电压损失和高填充因子的有机太阳能电池,是目前科研人员一直关注和致力于解决的关键科学问题。

孙艳明教授课题组利用传统的支化侧链取代策略,优化了非富勒烯受体分子的分子堆积,构建了多尺度共混薄膜形貌,制备出了单器件效率高达18.32%、电压损失为0.55 V和填充因子为81.5%的有机太阳能电池。该研究工作展示出了支化侧链拓扑结构在优化分子堆积和薄膜形貌以及提升器件性能等方面的重要性,为进一步设计与合成高性能非富勒烯受体分子提供了新的思路。

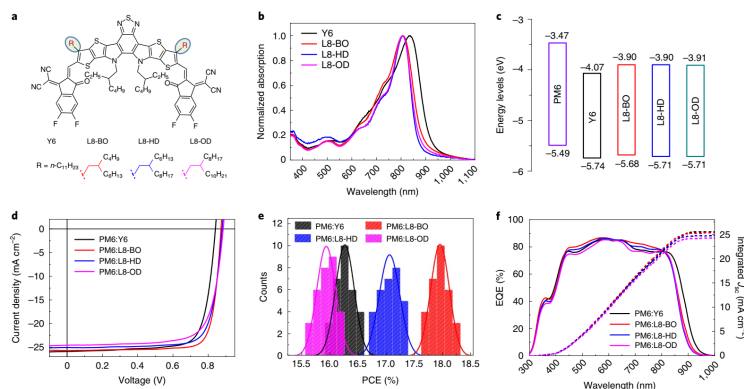


图1. L8-R和Y6化学结构、光物理特性以及光伏器件性能比较图。

研究团队从聚集态调控角度对明星非富勒烯受体分子Y6进行优化设计,将噻吩β位进行支化烷基链取代,设计合成了一系列L8-R受体分子(图1)。Y6噻吩β位是调控分子堆积的核心位点,这是因为受体-给体-受体型非富勒烯受体分子的传输通道主要由末端基团的π-π堆积提供,中间核噻吩β位在正交方向上能对p-p堆积进行有效调控。通常情况下,支化侧链修饰会减弱分子堆积,但由于Y6分子的香蕉型构型,支化侧链修饰可以平衡主链堆积与侧链作用,获得新型优化的分子堆积模式(图2)。L8-R系列分子的堆积系数与π-π堆积距离均获得提升。此外,L8-R分子呈现出三种π-π堆积模式,而Y6分子为两种。晶体堆积方式越多越有利于电荷的跃迁,形成更多的电荷传输通道。相关结果在单晶结构和器件性能上均得到充分论证。

打印

发送邮件

分享

ihome

最近新闻



中央第十三巡视组巡视北京航空航天大学党委工作动员会召开

北航郑志明院士当选中国老教授会副会长

《Nature Energy》刊发北航化学学院孙艳明教授课题组最新研究成果

北航研究生在“中国大学生5分钟英语演讲”大赛中喜获一等奖、三等奖1项

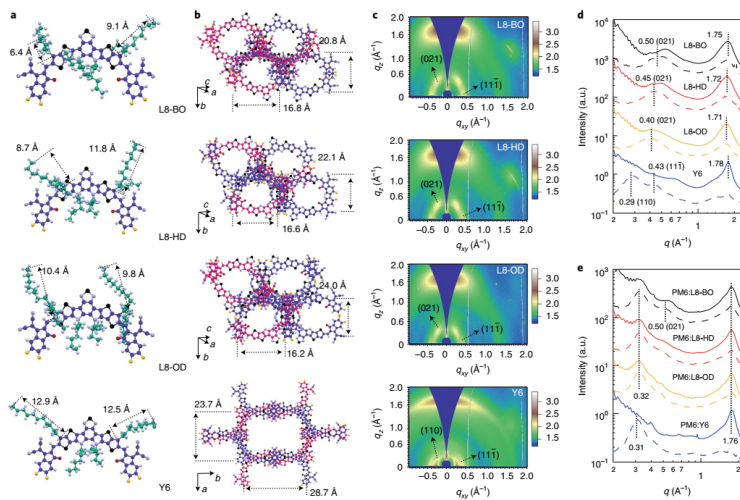


图2. L8-R和Y6单晶堆积以及薄膜X射线散射图。

掠入射广角X射线散射测试表明, L8-BO薄膜非晶区域较小, 整体结构有序度高于Y6薄膜(图2)。差示扫描量热法测试和电荷迁移率验证了以上结论。L8-BO的热焓值为38.5 J/g,高于Y6的热焓值28.4 J/g。L8-BO薄膜的电子迁移率为 $6.79 \times 10^{-4} \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$, 高于Y6的电子迁移率值 $4.49 \times 10^{-4} \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ 。L8-BO较好的分子有序性有助构建多尺度共混薄膜形貌, 同时实现高载流子生成、低电荷复合和更为平衡的电荷传输。这些特性有助于制备出同时兼具低电压损失、高开路电压和高填充因子的有机太阳能电池。基于PM6:L8-BO的正向单结光伏器件效率高达18.32%, 并得到了中国计量科学研究所的验证, 验证效率为17.9%。而基于PM6:Y6的正向光伏器件效率仅为16.61%。

支化侧链取代策略进一步拓展到了不同的具有香蕉型结构的非富勒烯受体分子上, 相对于直链侧链取代的分子, 对应器件的光伏性能都得到大幅度提升, 展示了支化侧链取代策略在优化非富勒烯受体分子方面具有普适性。

该工作得到了上海交通大学刘烽教授, 华南理工大学解增旗教授, 瑞典林雪平大学高峰教授, 武汉大学闵杰研究员, 郑州大学魏东辉副教授, 中国科学院化学研究所易院平研究员, 香港科技大学颜河教授的大力合作和帮助。研究工作也得到了国家杰出青年科学基金(51825301)、国家自然科学基金重点项目(21734001, 21734009, 21733005)、国家自然科学基金面上基金(51973110, 21674007)、国家自然科学基金中德合作研究项目(51761135101)以及教育部111引智计划(B14009)等项目的资助。

该论文的原链接: <https://www.nature.com/articles/s41560-021-00820-x>

(审核: 李红捷)

编辑: 贾爱平

更多新闻

- | | | | |
|---|---|---|---|
| <p>05月09</p>  <p>中央第十三巡视组巡视北京航空航天大学党委...</p> <p>点击数:3872
加入时间:2021-05-09</p> | <p>05月14</p>  <p>北航郑志明院士当选中国老教授协会副会长</p> <p>点击数:375
加入时间:2021-05-14</p> | <p>05月11</p>  <p>《Nature Energy》刊发北航化学学院孙艳明教授...</p> <p>点击数:4676
加入时间:2021-05-11</p> | <p>05月11</p>  <p>北航研究生在“中国大学生5分钟科研英语演讲...</p> <p>点击数:694
加入时间:2021-05-11</p> |
| <p>05月07</p>  <p>《北航学报(社科版)》重归CSSCI扩展版来源...</p> <p>点击数:778
加入时间:2021-05-07</p> | <p>05月07</p>  <p>北航举办2021年教职工入党积极分子、预备党员...</p> <p>点击数:654
加入时间:2021-05-07</p> | <p>05月07</p>  <p>处级干部党史学习教育读书班首次交流研讨...</p> <p>点击数:517
加入时间:2021-05-07</p> | <p>05月04</p>  <p>首届北航艺术节“唱支歌儿给党听”学生歌咏...</p> <p>点击数:607
加入时间:2021-05-04</p> |