

化学所在新型C₆₀衍生物受体光伏材料方面取得重要研究进展

2010-03-08 | 编辑: lidan | 【大】 【中】 【小】 【打印】 【关闭】

在国家自然科学基金委重点项目、中美双边国际合作项目和创新群体项目的支持下,化学所有机固体院重点实验室的科研人员与美国Solarmer公司合作,最近在用于聚合物太阳能电池的新型C₆₀衍生物受体光伏材料的研究方面取得重要进展。他们合成了一种茚双加成C₆₀衍生物ICBA(见图1),以其为受体与聚(3-己基噻吩)(P3HT)共混制备的聚合物太阳能电池能量转换效率达到5.44%,为基于P3HT的聚合物太阳能电池能量转换效率最高值。这一结果最近发表在JACS上(*J. Am. Chem. Soc.*, 2010, 132, 1377-1382.)。

P3HT和可溶性C₆₀衍生物PCBM(分子结构见图3中的F2)是聚合物太阳能电池中最具代表性的给体和受体光伏材料。基于P3HT/PCBM的光伏器件能量转换效率稳定达到3.5~4.0%左右,并且其光伏性能对活性层厚度不太敏感(100~300 nm都可以获得较高的效率),因此,这一体系成为制备大面积聚合物太阳能电池的最佳候选。但P3HT/PCBM体系也存在开路电压低(0.6 V左右)、激子电荷分离能量损失大等缺陷,这主要是由于他们的电子能级匹配性不好(PCBM的LUMO能级太低)。为进一步改进基于P3HT体系的光伏性能,有机固体室的研究人员合成了富电子的茚双加成的C₆₀衍生物ICBA,其LUMO能级较PCBM上移0.17 eV,在AM1.5, 100 mW/cm²光照条件下,基于P3HT/ICBA的光伏器件开路电压达到0.84 V,能量转换效率达到5.44%,而同样条件下,P3HT/PCBM体系的开路电压只有0.58 V,能量转换效率3.88%。(I-V曲线见图2)

另外,他们还合成了一系列不同烷基链长度的PCBM类C₆₀衍生物F1~F5(分子结构见图3),其中F2就是PCBM。他们以这些C₆₀衍生物为受体、P3HT为给体制备了光伏器件,发现取代基碳链长度对光伏性能有重要影响(能量转换效率分别是3.66%(F1), 3.52%(F2), 2.28%(F3), 3.59%(F4)和2.83%(F5)),F1(碳链长度比PCBM少一个C)和F4(碳链长度比PCBM多两个C)的光伏性能与PCBM相当或稍优(效率都超过3.5%),F3和F5(碳链长度比PCBM分别多一个和三个C)的光伏性能比PCBM明显变差。他们从碳链长度对电子迁移率和共混膜吸光系数的影响解释了这一现象。这一结果最近被Adv. Funct. Mater. 接受发表。

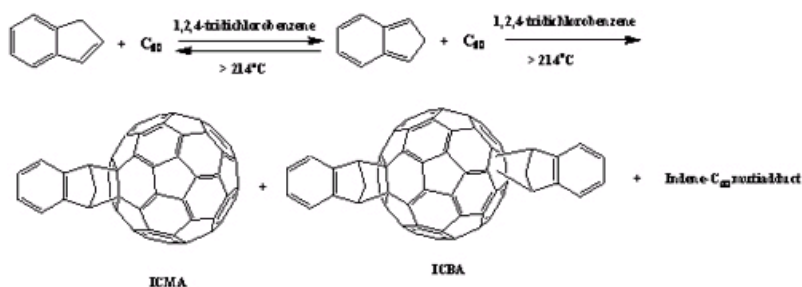


图1 茚加成C₆₀衍生物的合成路线

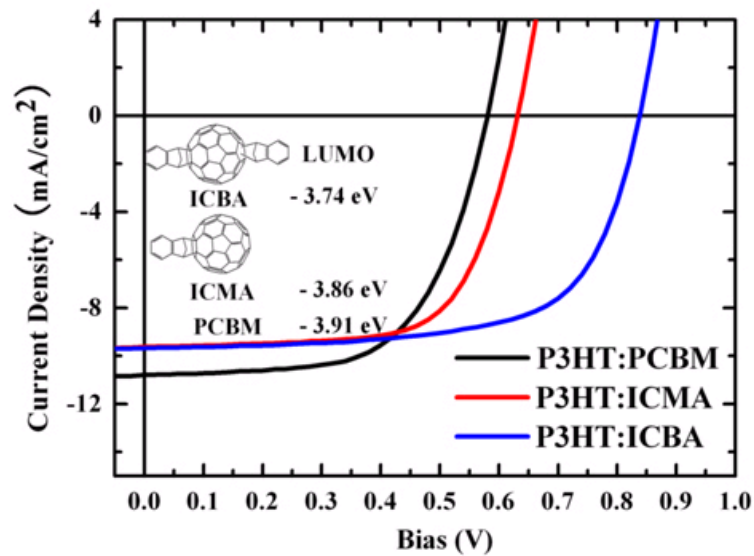


图2 以P3HT为给体的聚合物太阳能电池的电流-电压曲线（光照条件：AM1.5, 100 mW/cm²）

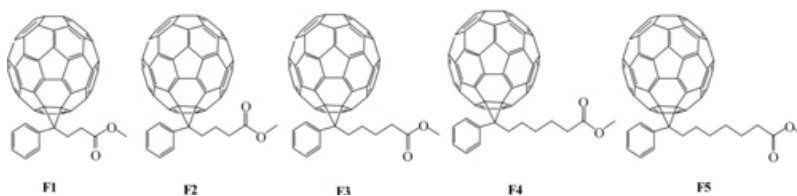


图3 PCBM类C₆₀衍生物的分子结构

有机固体院重点实验室

2010年3月5日