
化学所在有机微晶中实现室温玻色-爱因斯坦凝聚态

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14221.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！

玻色-爱因斯坦凝聚态 (Bose-Einstein condensate, BEC) 是继气、液、固以及等离子态之后物质的第五态，该现象最早在处于极低温度下的冷原子中发现。近年来，随着半导体技术的发展，研究发现激子与光子结合生成的激子极化激元 (exciton polaritons, EP) 在室温下就可以发生凝聚。EP的BEC态通常表现出新颖的性质，如超流体、相干光产生等，在拓扑光学、量子调控等方面具有重要的应用。

中国科学院化学研究所光化学学院重点实验室研究员赵永生和中科院院士、化学所研究员姚建年课题组近年来致力于有机半导体光子学材料，特别是有机激光材料方面的研究。前期研究工作中发现，基于有机材料的Frenkel激子较高的束缚能和稳定性，有机体系中可以在室温甚至更高温度下通过Frenkel激子与光子的耦合形成EP (J. Am. Chem. Soc. 2011, 133, 7276-7279)，EP的产生为调控光子提供了可能。

EP的产生需要特殊的微腔结构，目前多使用由两面反射镜组成的平板微腔，微腔中填充活性材料用于提供激子。这些二维的平板微腔结构器件尺寸大，难以控制EP传播，不利于集成应用。最近，该团队发展出一种有机半导体单晶微米带用于提供光学微腔和光生激子，在微米带中实现了室温下EP的BEC态。研究利用有机微纳晶体既能提供微腔效应又可作为增益介质的特点，摆脱了实现EP BEC对于外加腔的依赖。科研人员选择一种具有平面刚性结构并带有侧向取代基的有机分子作为增益材料，将其组装成厚约百纳米、宽度几微米、长度几百微米的带状单晶结构。这种形貌规整、表面光滑的微米带可充当一个波导微腔，在光激发下，有机材料中的激子与微腔光子发生强耦合。微米带中有机分子的排布使得跃迁偶极矩与微腔的方向（即微米带的宽度方向）互相垂直，这种取向激子与光子的耦合强度最大。因此，即使没有外加反射镜，微米带中也能产生大量的EPs，其在有机分子振动能级的辅助下有效地通过散射弛豫到极化激元的基态，形成BEC (图1)。

这种能实现室温BEC的微米带具有广阔的应用前景，如可以用来实现可控的相干光输出。研究人员通过改变激发光功率和温度来调控激发区域的激子浓度，利用激子对极化激元的排斥作用将凝聚态下的极化激元沿着微米带向两侧“推出”。这样，激子极化激元在发射光子前就获得了一个速度并传播了一定的距离，从而实现对相干光的发射角度和位置的控制 (图2)。该研究揭示出分子堆积方式在有机单晶结构激子极化激元凝聚中的重要作用，首次在无需外加腔的有机微纳结构中实现了室温的EP

BEC，这种低维结构在构筑光子学集成回路方面有较大应用潜力。此外，EP BEC已被证实是实现电泵浦激光的有效途径之一。

相关研究成果发表在 [Nature Communications](#)

上，论文通讯作者是赵永生，论文第一作者是博士生汤济。研究工作得到国家自然科学基金委员会、科技部和中科院的支持。

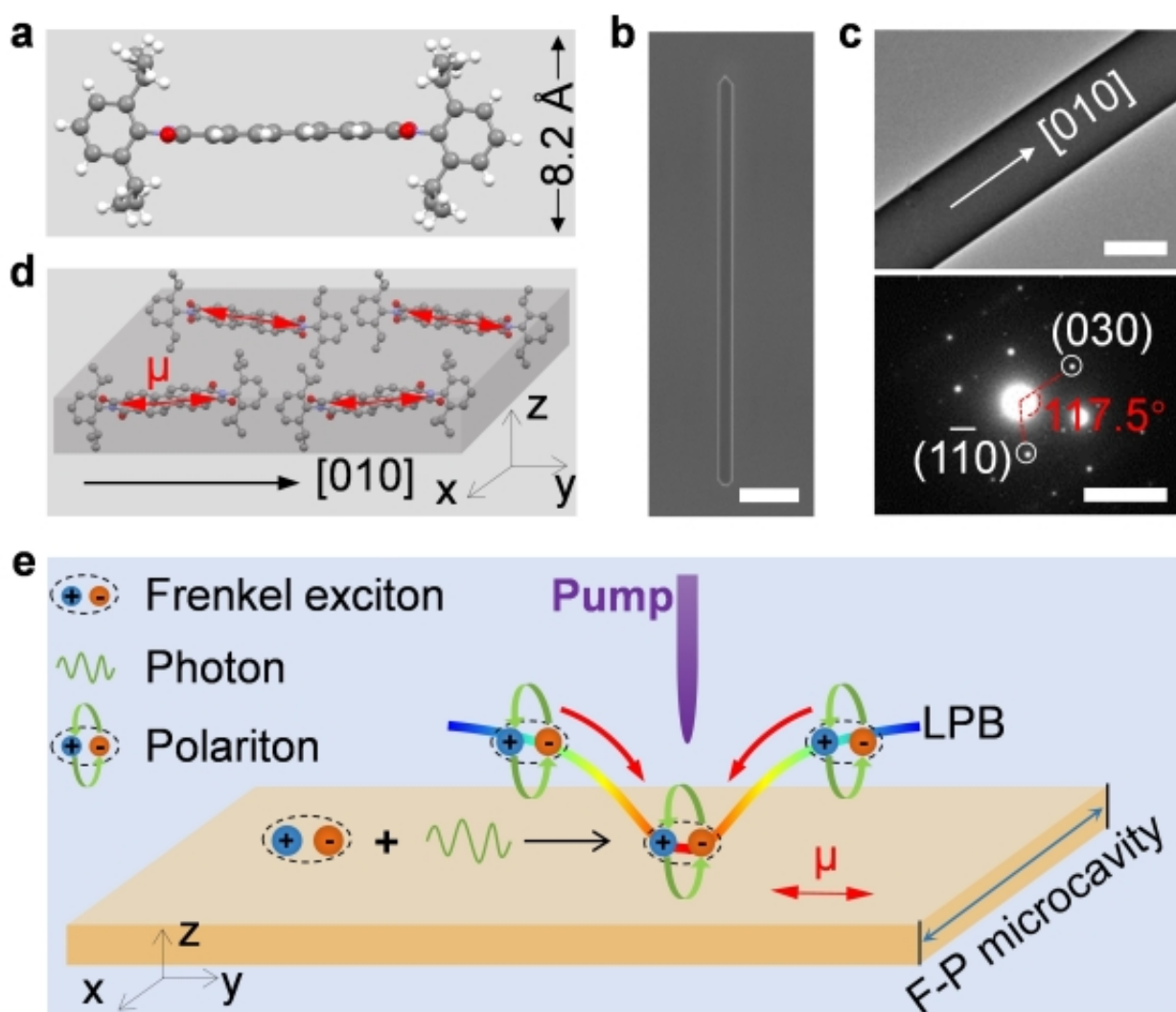


图1.有机单晶微米带中的玻色-爱因斯坦凝聚态

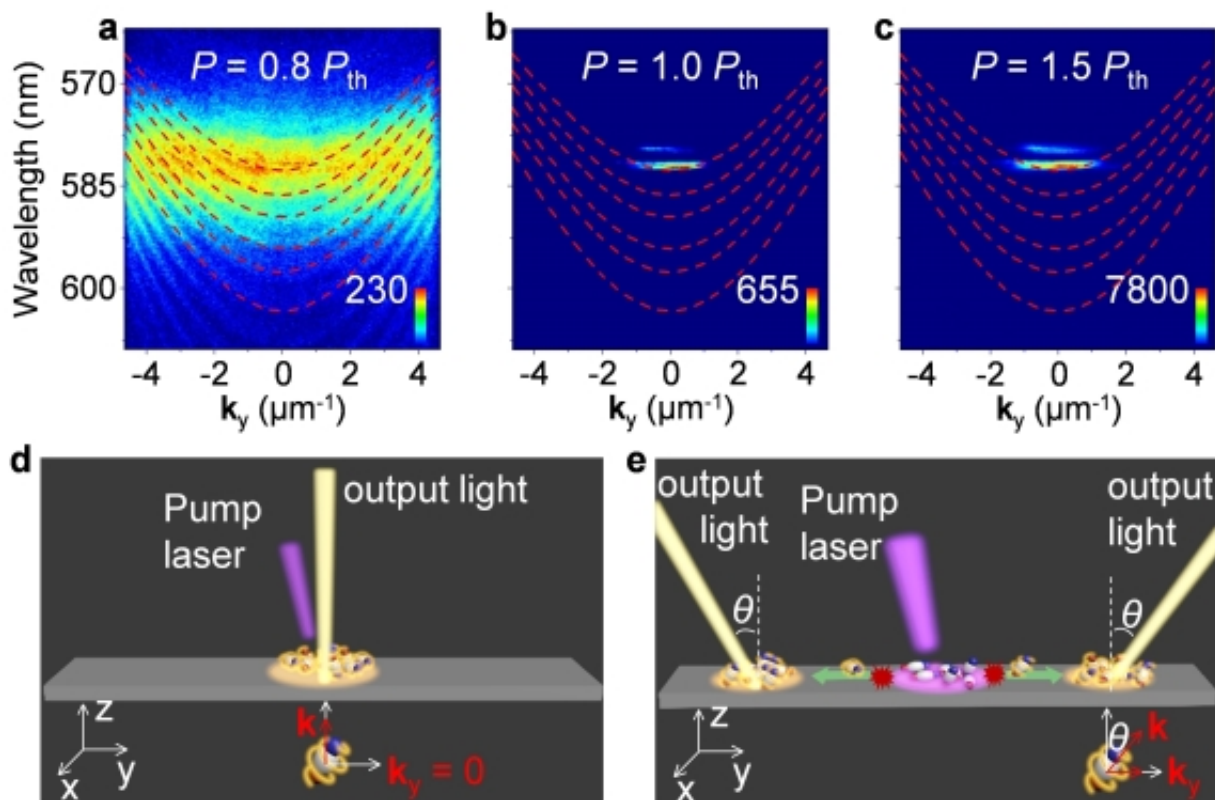


图2.玻色-爱因斯坦凝聚态用于可控的相干光输出

研究团队单位：化学研究所

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](http://www.iikx.com)转发