

---

# 碳化聚合物点助力高效大面积钙钛矿发光二极管

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23817.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！*

碳化聚合物点助力高效大面积钙钛矿发光二极管。

## 1. 导读

金属卤化物钙钛矿由于其易于溶液加工、制造成本低和优异的光电性能，在众多光电材料中脱颖而出，成为下一代商业发光二极管发光层的有力候选者。高质量的钙钛矿层是实现高效率钙钛矿发光二极管 (PeLEDs) 的先决条件。

近日，吉林大学化学学院超分子结构与材料国家重点实验室杨柏教授团队和吉林大学材料科学与工程学院张晓宇教授团队合作，提出了一种通过碳化聚合物点调控准二维钙钛矿晶体生长界面的方法，通过改善准二维钙钛矿生长界面处的离子吸附类型，有效提高了钙钛矿薄膜的均匀性，实现了外量子效率20.2%的大面积PeLEDs器件。

## 2. 研究背景

在钙钛矿大家族中，准二维钙钛矿具有独特的天然量子阱结构，具有较高的激子结合能，且具有通过维度和组分控制来调节带隙以覆盖整个可见区域的能力，是符合BT. 2020标准的极具应用前景的发光材料。

然而，尽管最近准二维PeLEDs的效率飞速提高，但研究人员主要关注小面积器件，跟实际的大面积显示还有一定的差距。现有提高大面积薄膜均匀性的策略主要围绕抑制咖啡环效应展开。事实上，钙钛矿多晶薄膜的形成不仅涉及溶质沉积，还涉及复杂的后续晶体成核和生长，因此，确定实现均匀薄膜的决定因素仍然存在挑战。

准二维PeLEDs正式器件中，空穴传输层与钙钛矿前驱体之间的固液界面被认为是一个至关重要的存在，它不仅是空穴注入发光层的要塞，还作为晶体生长基底影响着准二维钙钛矿晶体生长的质量。研究人员通过在该界面处引入缺陷钝化剂，可以有效减少电荷在界面处的非辐射复合，减小能量损失，是提高钙钛矿器件效率的有效方法。事实上，该界面不仅影响着钙钛矿晶体的纵向生长和电荷传输，对于整个多晶薄膜的均匀性也具有重要影响，因此，晶体生长界面对钙钛矿薄膜的具体影响机制还有待进一步揭示。

## 3. 创新研究

### 3.1 功能材料

图1 碳化聚合物点合成及质子化。

作者通过水热法合成表面富氨基的碳化聚合物点，并将其引入酸性聚(3,4-亚乙二氧基噻吩)：聚(苯乙烯磺酸)空穴传输材料中，从而调控空穴传输层表面性质。碳化聚合物点通过结合酸性环境中的氢离子而质子化，同时抑制了空穴传输层成膜过程中的相分离(图1)。

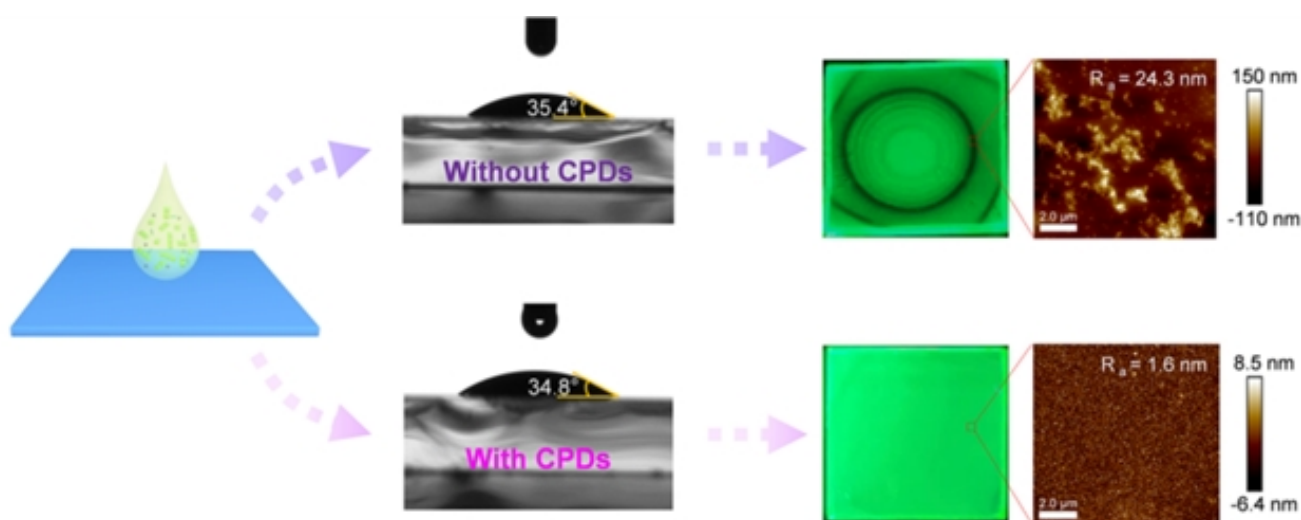


图2 碳化聚合物点对准二维钙钛矿薄膜均匀性的影响。

碳化聚合物点在几乎未改变钙钛矿前驱体溶液在生长基底上的浸润性的情况下，有效提高了钙钛矿薄膜的均匀性(图2)。

### 3.2 薄膜均匀机制

---

图3 碳化聚合物点改变了基底对离子的倾向作用类型。

作者展开了一系列实验来探究碳化聚合物点对改善准二维钙钛矿薄膜均匀性的机理(图3)。碳化聚合物点表面被质子化的氨基倾向于与钙钛矿中的阴离子或阴离子团作用，晶粒生长基底通过相互作用吸附特定离子，引起界面离子浓度的变化。没有CPDs时，原始基底与金属阳离子有强相互作用，导致界面处阳离子浓度急剧下降。在CPDs的调节下，相互作用转向阴离子和阴离子基团，由于阴离子和阴离子基团的浓度较高，表现出轻微的干扰。

### 3.3 器件性能提升

---

图4 钙钛矿薄膜性质表征。

晶粒生长基底与前驱体溶液之间相互作用的差异导致了晶体取向和缺陷的变化(图4)。由于原基底与金属离子之间的强相互作用，破坏了成核分布和随后的结晶，导致晶体取向更加随机。而碳化聚合物点调控的界面通过增强与阴离子间的相互作用和减弱与阳离子间的相互作用，改变了成核类型，重构了薄膜结构。不饱和的金属离子和卤素空位可能会成为缺陷中心，碳化聚合物点的优化有效减少了缺陷的产生。

---

图5 发光二极管器件性能。

基于碳化聚合物点对钙钛矿薄膜均匀度的提高、晶体生长的取向及缺陷的抑制，作者制备了发光二极管器件(图5)。小面积器件的效率从19.4%提升到24.4%，进一步的载流子传输平衡优化使得器件效率提升至24.6%，基于均匀的钙钛矿发光层，作者成功制备了发光面积225 mm<sup>2</sup>效率为20.2%的大面积准二维发光二极管。

#### 4. 应用与展望

该工作讨论了影响准二维钙钛矿薄膜生长均匀性的影响机制，并通过功能化碳化聚合物点调节阴离子和阴离子团主导界面性质，显著改善了薄膜形貌和质量，提高了小面积发光二极管的器件效率，同时促进了大面积器件的均匀发光，推进了钙钛矿发光二极管的可实用性发展。

该研究成果以Rational adjustment to interfacial interaction with carbonized polymer dots enabling efficient large-area perovskite light-emitting diodes为题在线发表在Light: Science Applications。

本文第一作者为吉林大学化学学院超分子结构与材料国家重点实验室博士生杨帆，共同通讯作者吉林大学化学学院超分子结构与材料国家重点实验室杨柏教授和吉林大学材料科学与工程学院张晓宇教授。(来源：LightScienceApplications微信公众号)

---

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41377-023-01150-71>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：张晓宇等 来源：《光：科学与应用》

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](https://www.iikx.com)转发