

AOM 武汉理工大学：恒压气氛工程诱导 δ - α 相转变FAPbI₃单晶用于X射线探测

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41422.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！

AOM 武汉理工大学：恒压气氛工程诱导 δ - α 相转变FAPbI₃单晶用于X射线探测。



WILEY

研究背景：

金属卤化物钙钛矿单晶因其完整的晶体结构、低缺陷密度和无晶界等优点，在太阳能电池、激光器和探测器领域展现出巨大的应用潜力。其中，FAPbI₃钙钛矿凭借其FA⁺阳离子快速分子重新取向带来的长载流子扩散长度而备受关注。然而，室温下光活性的 α 相FAPbI₃极易自发转变为非钙钛矿的 δ 相，导致其光电活性完全丧失，这严重阻碍了其在X射线探测等领域的实际应用。传统的相稳定策略，如A位阳离子合金化、空气退火处理等，往往面临组分偏析和需要高温处理等问题。

ADVANCED OPTICAL MATERIALS

RESEARCH ARTICLE | Full Access

Constant-Pressure Atmosphere Engineering Induced δ - α Phase Transition in FAPbI₃ Single Crystal for X-Ray Detection

[Gang Jin](#), [Guangya Zheng](#) ✉, [Xiaoqing Liu](#), [Hong Li](#), [Jiaqi Liu](#), [Yinsheng Xu](#), [Xianghua Zhang](#), [Mengling Xia](#), [Jiang Tang](#)

First published: 06 February 2026 | <https://doi.org/10.1002/adom.202503807> |

VIEW METRICS

文章概述：

武汉理工大学夏梦玲课题组创新性地设计了一套恒压气体扩散装置，利用硫氰酸甲胺（MASCN）蒸气成功将光活性差的 δ -FAPbI₃单晶转化为高质量的 α 相单晶。该策略基于修正的阿伦尼乌斯方程，通过维持恒定且较高的腔体气压，降低了相变的活化能垒，促使MASCN蒸气能够充分渗透并与单晶内部接触。SCN⁻离子的引入不仅辅助了[PbI₆]4-八面体框架从共棱连接到共角连接的重构，还通过与Pb²⁺形成强力的化学键，有效钝化了缺陷，提升了材料的稳定性。

图文导读：

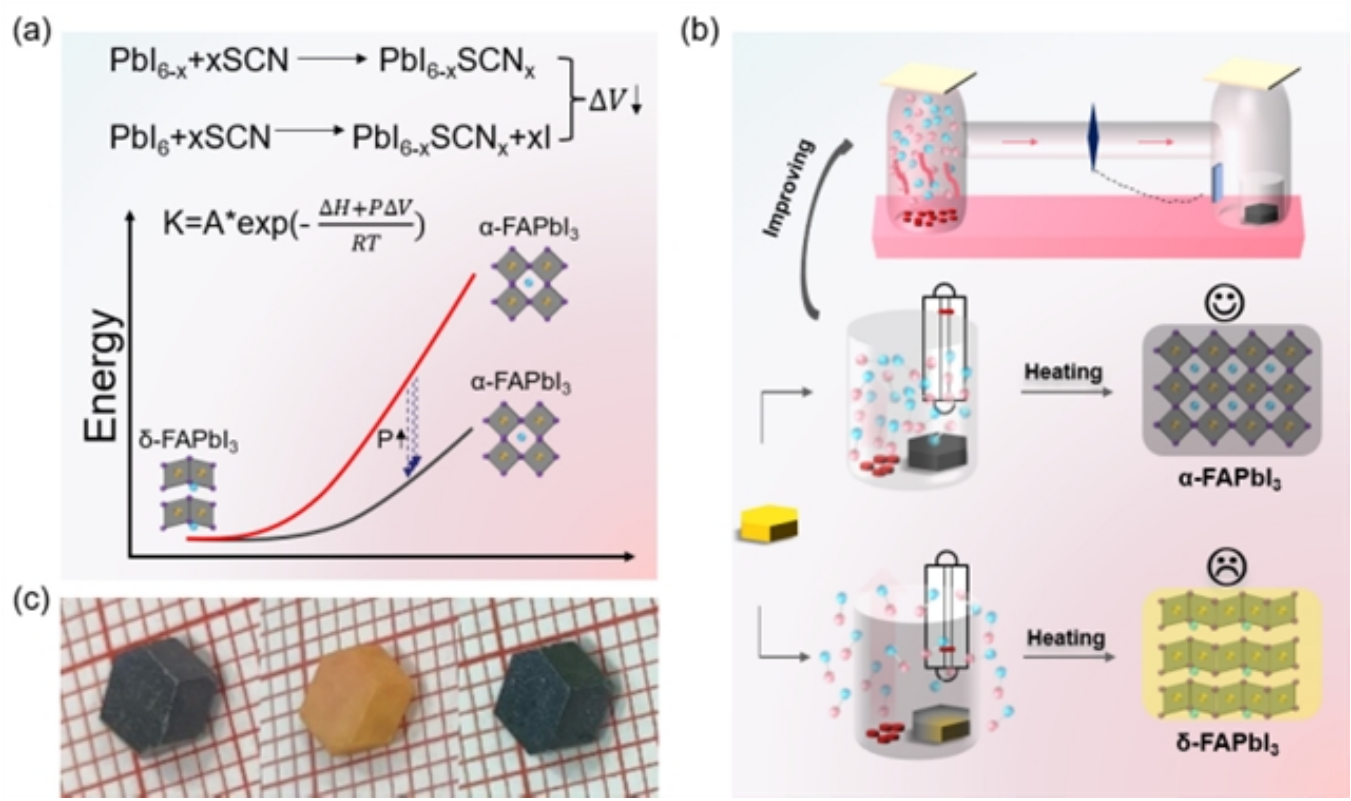


图1. (a) MASCN气体与 δ -FAPbI₃单晶作用的反应式和相变活化能垒变化示意图。(b) 在不同条件下使用MASCN气体处理 δ -FAPbI₃单晶的效果示意图。恒压气氛扩散装置示意图。(c) 新鲜、 δ -和处理后FAPbI₃单晶的照片（从左至右）

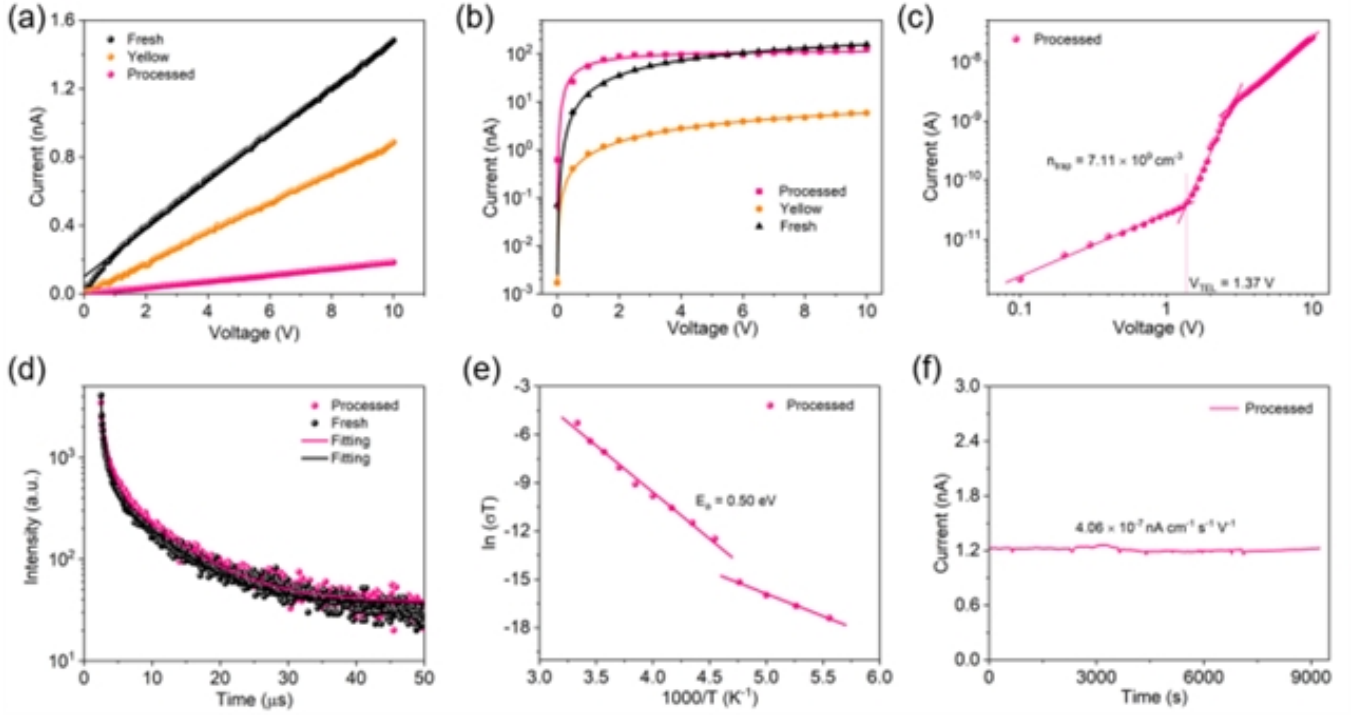


图2. (a) 新鲜、 δ -和处理后FAPbI₃单晶的暗电流-电压曲线。(b) 新鲜、 δ -和处理后FAPbI₃单晶的光生电流和相应的载流子迁移寿命积。(c) 对数坐标下处理后FAPbI₃单晶的暗电流-电压曲线。(d) 半对数坐标下新鲜和处理后FAPbI₃单晶的时间分辨光致发光光谱。(e) 处理后FAPbI₃单晶的温度依赖性电导率测量。(f) 处理后FAPbI₃单晶的暗电流-时间曲线

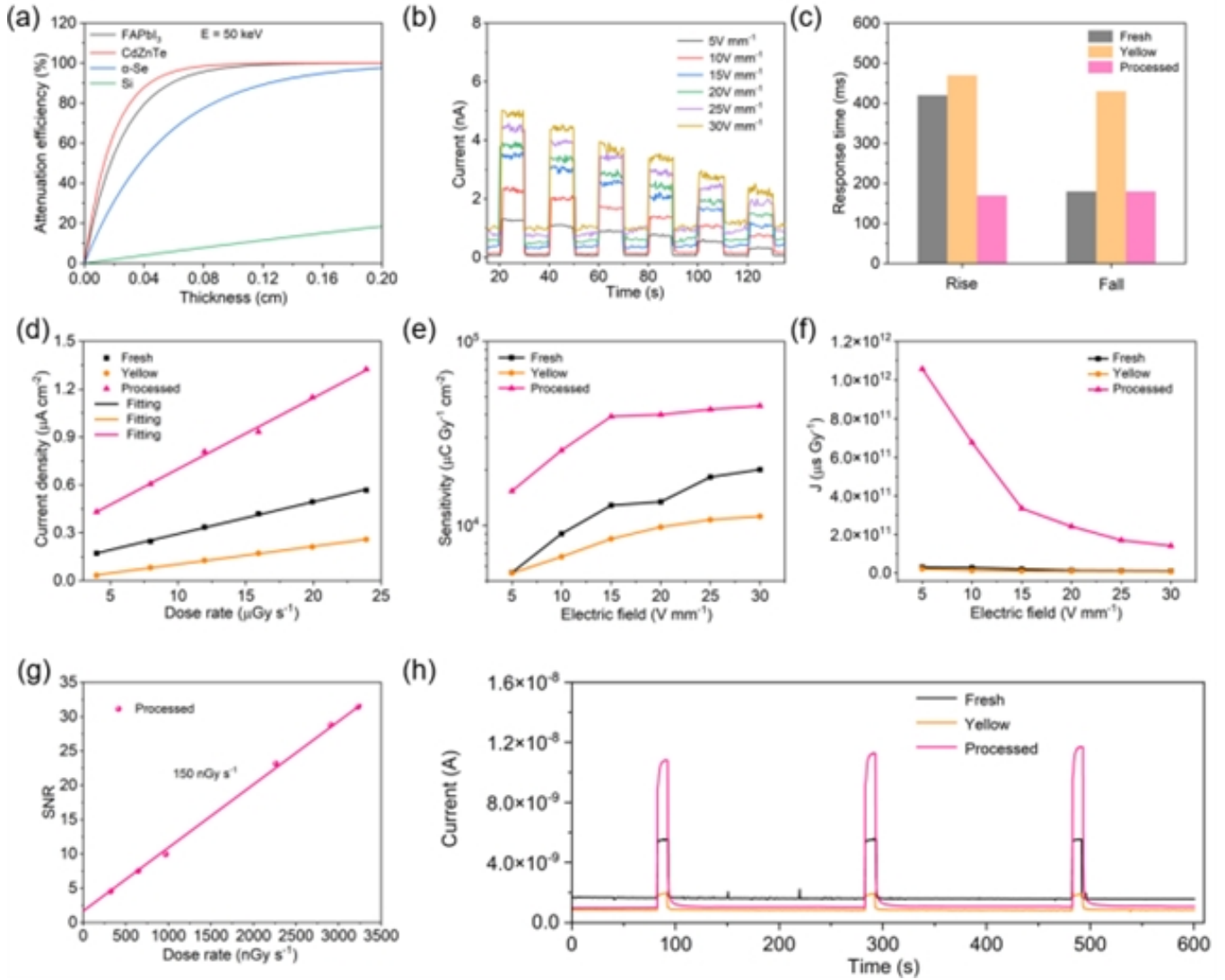


图3. (a) FAPbI₃、CdZnTe、 α -Se和Si对50keV X射线光子的衰减效率随厚度的变化。(b) 不同电场强度下处理后FAPbI₃单晶探测器在不同剂量率X射线照射下的光电流响应。(c) 新鲜、 δ -和处理后FAPbI₃单晶探测器的响应时间对比。(d) 新鲜、 δ -和处理后FAPbI₃单晶探测器在30V mm⁻¹下的光生电流密度随剂量率的变化。(e) 新鲜、 δ -和处理后FAPbI₃单晶探测器在不同电场下的电场依赖性灵敏度。(f) 新鲜、 δ -和处理后FAPbI₃单晶探测器在不同电场下灵敏度/暗电流密度的比值。(g) 处理后FAPbI₃单晶探测器的信噪比随剂量率的变化。(h) 新鲜、 δ -和处理后FAPbI₃单晶探测器在248 μ Gy s⁻¹ X射线剂量率下的电流-时间曲线

结论

基于该策略处理后的FAPbI₃单晶所制备的X射线探测器，其光电性能得到了显著增强。研究显示，得益于SCN-对缺陷的有效钝化，处理后的单晶具有更高的电阻率、更低的缺陷态密度以及更长的载流子寿命。离子迁移活化能的提高也使得器件的暗电流漂移得到了有效抑制，基于该高质量 α -FAPbI₃单晶的X射线探测器实现了优异的探测性能。这项研究不仅为利用光活性差的 δ -FAPbI₃单晶提供了一种全新的策略，也为开发高性能、高稳定的钙钛矿单晶X射线探测器开辟了新路径。

论文信息：

Constant-Pressure Atmosphere Engineering Induced δ - α Phase Transition in FAPbI₃ Single Crystal for X-ray Detection

Gang Jin, Guangya Zheng*, Xiaoqing Liu, Hong Li, Jiaqi Liu, Yinsheng Xu, Xianghua Zhang, Mengling Xia, Jiang Tang

Advanced Optical Materials

DOI:10.1002/adom.202503807

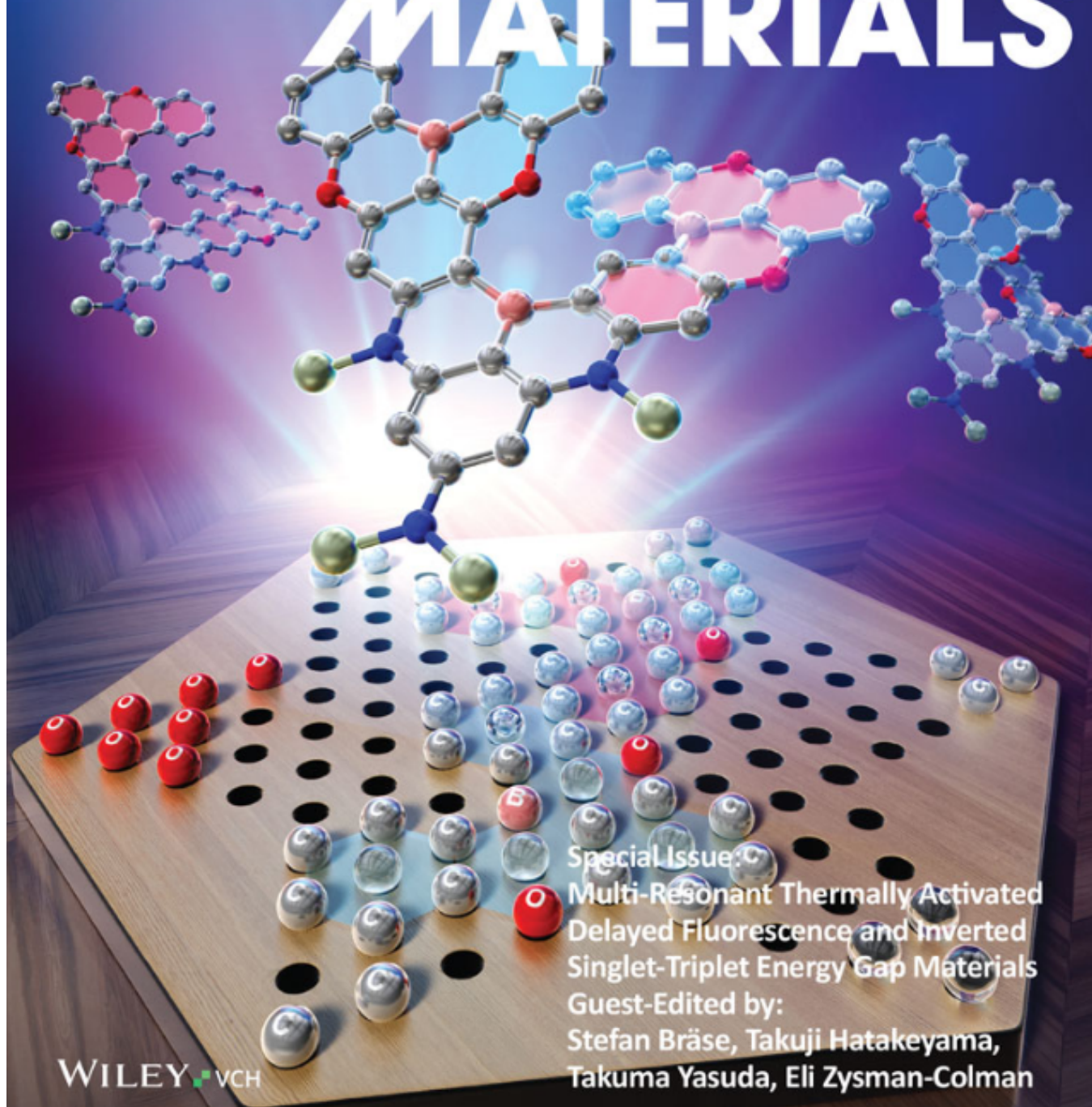
原文链接：<https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adom.202503807>

期刊简介：

Vol. 13 • No. 23 • August 14 • 2025

www.advopticalmat.de

ADVANCED OPTICAL MATERIALS



Advanced Optical Materials是一个国际性的、跨学科的期刊，针对材料科学的同行评审论文，重点

关注光-物质相互作用的各个方面。致力于光子学、等离子体、超材料等领域的突破性发现和基础研究。



来源：Advanced Optical Materials

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