

---

# OLED的热致亮度折返效应

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8073.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！**

OLED的热致亮度折返效应。近日，德国德累斯顿工业大学应用物理和光子材料综合中心（IAPP）和德累斯顿工业大学应用物理研究所的Anton Kirch, Axel Fischer博士与德国柏林维尔斯特拉斯研究所的Jürgen Fuhrmann, Annegret Glitzk博士合作，在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》发表了题为Experimental proof of Joule heating-induced switched-back regions in OLEDs的高水平论文。来自麻德累斯顿工业大学的Anton Kirch博士为本文的第一作者，进行了仿真、实验以及文章的撰写工作，Axel Fischer博士为本文的通讯作者。Anton Kirch博士等研究人员通过仿真与实验证明相结合方式，首次证明了有机发光二极管（OLED）在焦耳热诱导的条件下可以出现switched-back regions，即出现随着驱动电流的增加，OLED将显示亮度降低的区域。该研究目前已得到了德累斯顿先进电子集群卓越中心内的德国研究基金会（DFG）以及德国库萨努斯韦克基金会的支持与资助。

## 研究背景

近几十年来，非热人工光源已在几乎所有领域取代了其热对应光源。有机发光二极管（OLED）具有高功率效率和鲜明的色彩，因此已成为应用最广泛的照明和显示技术，其产品涵盖了当前面板尺寸的整个范围。但是，由于OLED具有大电流现象以及非线性开关效应，遭受焦耳自热的OLED在电位，电流密度和亮度方面表现出空间不均匀性，这可能会导致OLED突然失效并损害其性能，所以研究OLED的大电流现象以及非线性开关效应对OLED技术的发展和​​应用有着至关重要的意义。

OLED自热领域的最新研究表明，OLED器件具有双稳态特性并表现出S形电流-电压特性曲线，并显示出焦耳加热和电热反馈会局部地引起负差分电阻的状态，即在降低的电压下增加电流密度，这种影响最终将导致发射区的某些部分发生局部亮度变化，而总器件电源电流仍在增长，即出现switched-back regions。Axel Fischer博士研究团队聚焦于OLED自热领域，通过构建新型电热模型来推导仿真，实验证明在焦耳热诱导的条件下可以出现switched-back regions这一现象。

## 创新研究

由于电阻的微小差异会导致电流不平衡，如果器件随着电阻随温度变化而变热，则这种影响会更加强烈。所以焦耳自热的OLED在电位，电流密度和亮度方面表现出空间不均匀性。已有的研究表明，对OLED总施加电流不断增加，其亮度会饱和，在本文中，Axel Fischer博士研究团队通过实验证明OLED的亮度不仅饱和，甚至还显示出亮度调低的区域——switched-back regions，尽管总施加电流增加，但OLED突然在特定区域变暗，这与OLED中存在强烈的非线性电热反馈有关

，该反馈在加热时发生，并反过来引起负的差分电阻，使该器件易于不稳定运行。

研究人员提供了理论预测的实验证明，证明了有机发光二极管（OLED）在焦耳热诱导的条件下可以出现switched-back regions，即随着驱动电流的增加，OLED将显示亮度降低的区域。使用二维OLED模型发现，由于横向热耦合不足，这些区域的电压和电流会发生局部switched-back的现象。通过在不断增加的驱动电流下拍摄相机图像来实验证明switched-back区域的存在，在实验室规模的设备中证明了这种影响，并得出随着像素尺寸增加，这种影响变得更加严重的现象

为了证实实验结果，在高度非线性的系统中，考虑了OLED的不同层，对电流和热流之间的复杂相互作用进行了数值研究。柏林魏尔斯特拉斯研究所的Matthias Liero博士设计了一种仿真工具，用于求解该系统的偏微分方程。引入一种先进的路径跟踪算法，以捕获双稳态范围内器件的行为，即捕获当OLED的某些部分在负微分电阻范围内工作时的行为。

在今后的研究中，Axel Fischer博士准备将实验结果从实验室规模的OLED推广到更大的薄膜照明面板和更复杂的几何形状的情况下，并挑战创造新的方法来防止switched-back的现象，以便即使在自加热时也能使亮度均匀，从而解决由此导致的OLED突然失效及性能损害的问题。

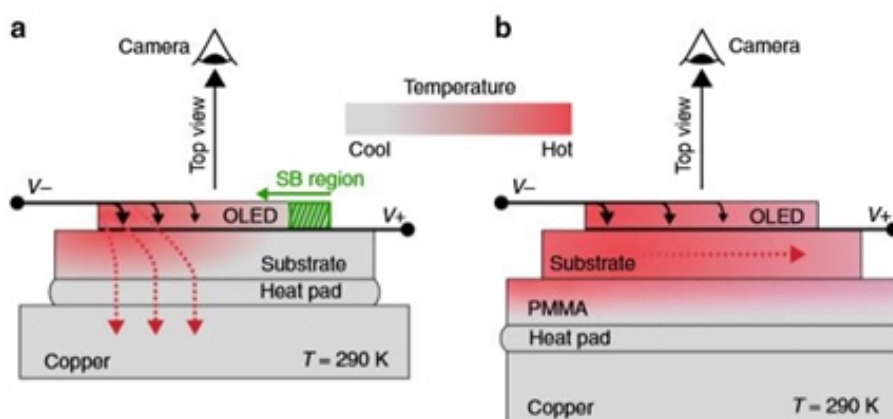


图1 实验中实现的两种不同OLED结构的定性热流图。（a）将一个OLED直接放在铜载体上，（b）将另一个相等的器件直接放在PMMA夹层上。热通量用红色表示，电流用黑色箭头表示。

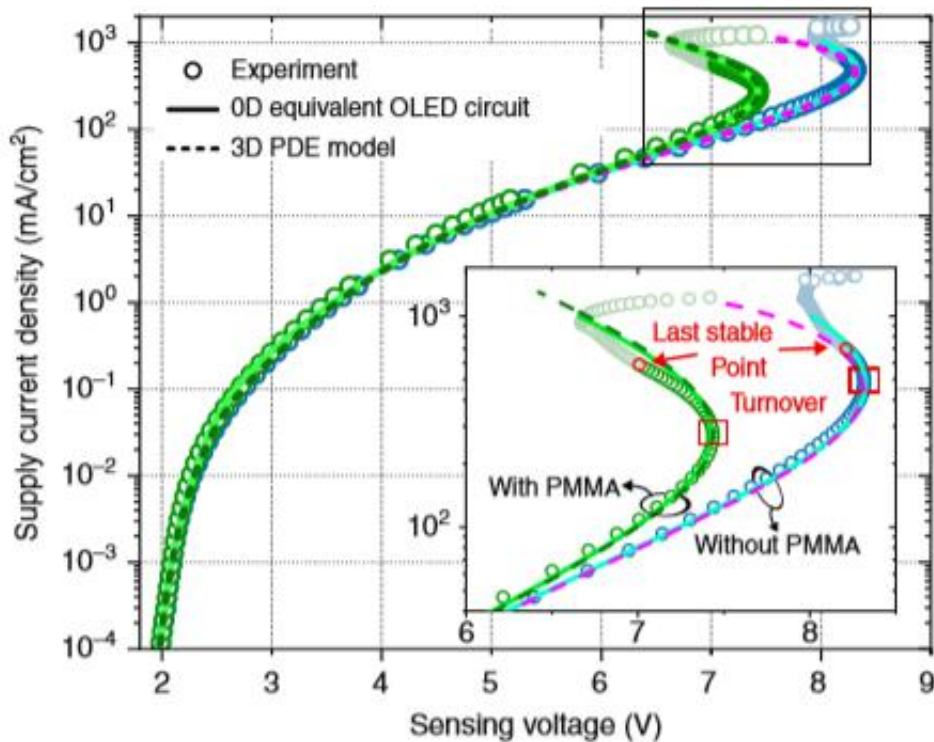


图2 实验测得的图1中两个OLED装置的电流-电压曲线。小图是曲线S形弯曲部分的放大图。绿色圆圈便是没有PMMA的情况，蓝色圆圈表示有PMMA的情况，其中对于带有PMMA的器件，可以观察到电流密度以及导电率升高。

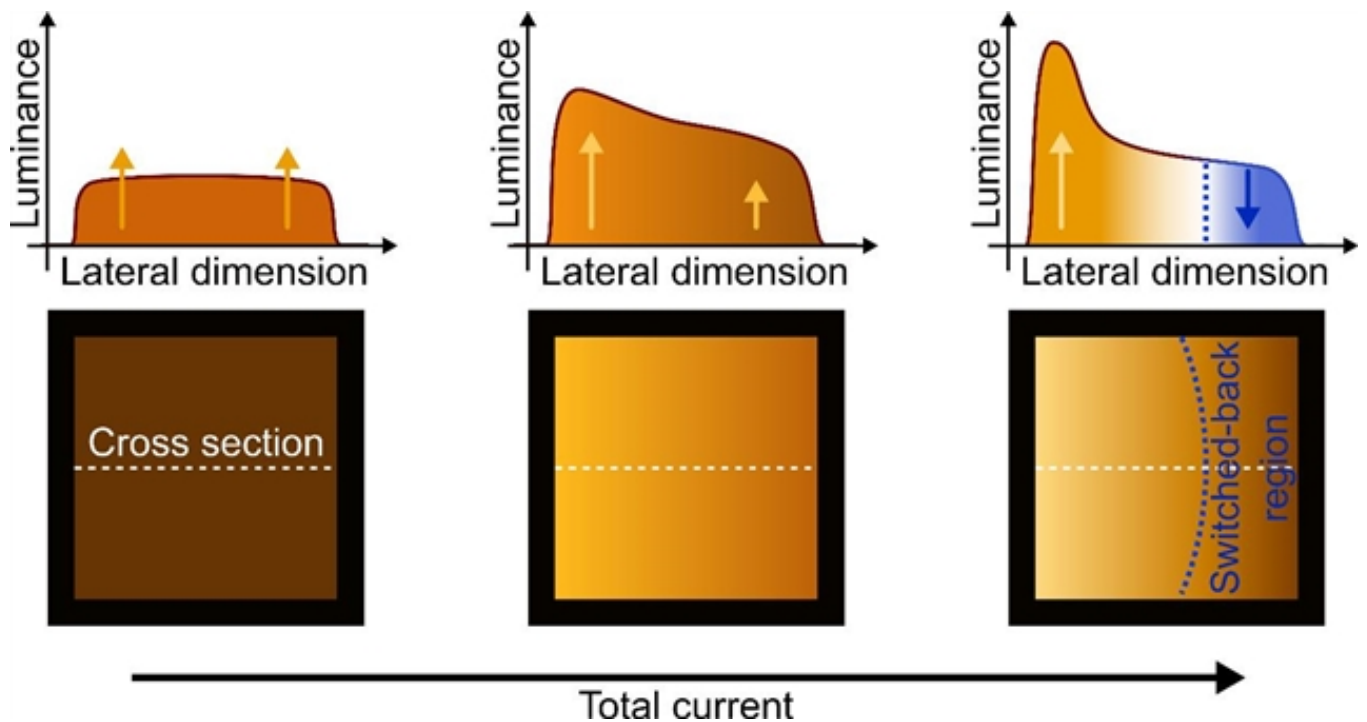


图3 switched back effect.的效果图。通过检测OLED的亮度变化来证明switched back effect.的存在。图的底线将总草图中三个不同示例阶段的俯视图呈现在OLED像素上。

纵轴表示整个所示横截面的亮度分布。虽然低驱动电流会导致亮度分布均匀（左列），但升高的电流会导致亮度分布逐渐减小（中间列）。在超过某个阈值电流之后，设备的某些区域（右列）的亮度甚至会降低（对应switched back region.）。

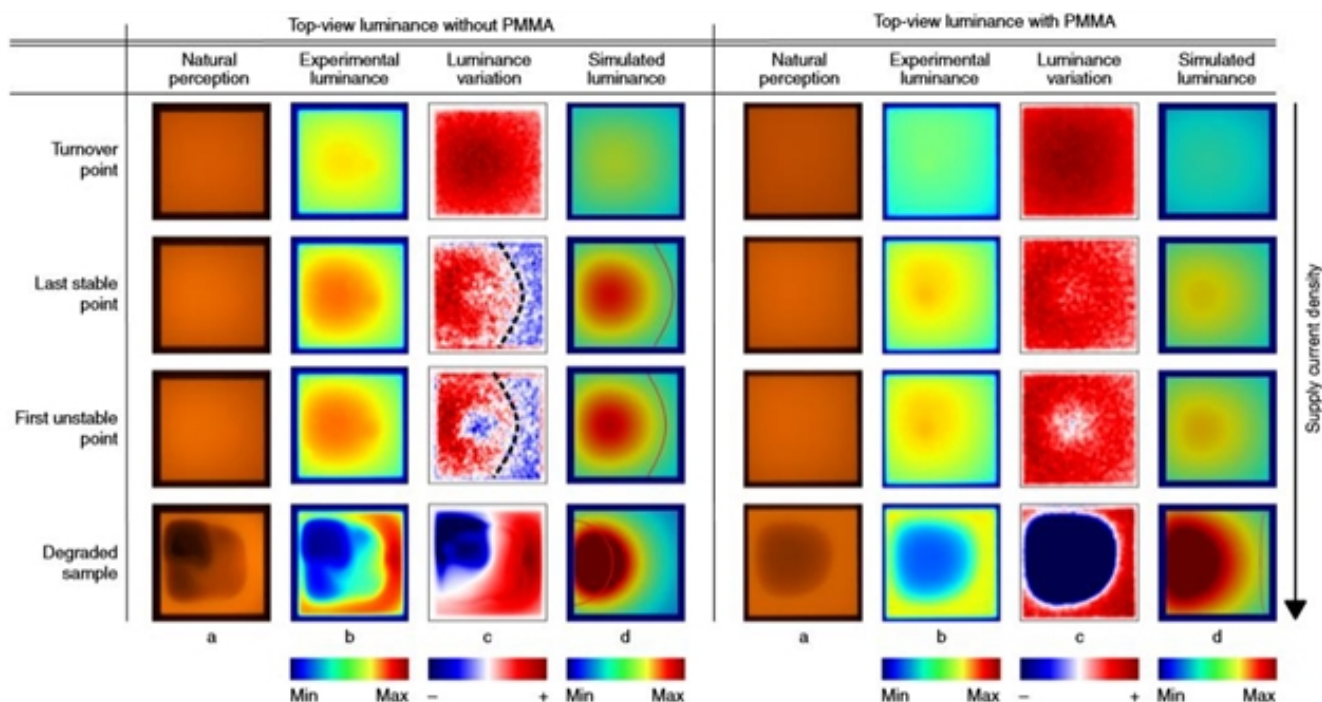


图4 两种OLED结构（带和不带PMMA层）在进行电流稳定扫描时用相机拍摄的清晰图像。（a）列显示了人眼所见的OLED像素（自然感知），（b）列中的图像具有重新计算的代表实际亮度的颜色编码。（c）列绘制了相对于上一个电流密度步骤中拍摄的图片的差异，用于强调设备的亮度变化。（d）列表示将实验数据与PDE模型在电流-电压扫描的各个点上模拟的亮度结果进行比较（位置与图2一致）。没有PMMA层的OLED结构在降解前出现switched back region，也可通过仿真找到（switched back region边界用红线表示）。引入PMMA层的OLED结构可将switched back region的出现推迟到降解后。

（来源：科学网 刘扬 辛利鹏）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-019-0236-9>

作者：Axel Fischer 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](http://iikx.com)转发