
首个三相交流电驱动电致发光器件问世

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/12415.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！

首个三相交流电驱动电致发光器件问世。



三相交流电驱动的像素型电致发光器件展示



黄维院士（左）孟鸿教授（中）和纪君朋在实验室交流项目进展

近年来，柔性电子掀起了全球学术界和产业界的研究热潮，成为科学技术前沿热点。其中，电致发光器件在柔性电子研究中起步最早，且具有非常广泛的应用前景。

然而，目前的电致发光器件大多功能单一，而且封闭的器件结构导致很难集成传感功能以满足泛物联网时代对发光器件智能性的新要求。此外，电致发光器件大多采用直流电或单相交流电驱动，这导致电致发光器件无法直接接入到三相电网中，需要复杂的后端电路，造成新的消耗能源并增加运行成本，这一研究空白亟待科学家来填补。

日前，中国科学院院士、西北工业大学柔性电子前沿科学中心首席科学家黄维领衔团队与北京大学深圳研究生院教授孟鸿课题组携手，创新性地实现了世界上首个由三相交流电驱动的电致发光器件，同时成功地赋予了该器件开放式的传感接口，可满足多种智能传感功能的需要。研究成果于《自然—通讯》在线发表。

突破瓶颈

传统的三明治型叠层结构给柔性电子领域带来了一些极富挑战性的难题。

应用在柔性电子中的传统光电器件，无论是无机发光、有机发光，还是量子点和钙钛矿发光二极管，都是三明治型的叠层结构，也就是需要在功能层两侧夹有两个电极。同时，为了保证发射或吸收光，其中至少一个电极必须是透明的。

这给行业发展带来不小的瓶颈。论文通讯作者黄维告诉《中国科学报》，首先，透明电极的成本高，成为整个器件成本构成的主要部分；其次，随着人类与电子设备的距离越来越近，对电子设备提出可拉伸、可折叠的要求，对电极透明性的需求将大大缩小电极的可选择范围，限制了其在未来智能可穿戴应用中的发展；第三，上下电极堆叠形成封闭的器件结构，难以直接集成传感模块，实现传感和人机交互的功能。

为解决这一世界性难题，在黄维的指导下，孟鸿课题组于2014年成功实现了共平面电极新型电致发光器件结构的构思，并于2015年申请了相关国际专利。

孟鸿告诉记者，这种结构的电致发光器件可以采用任何材料作为基底，任意稳定导体作为电极，无需使用价格高昂且制备工艺复杂的透明导体电极。这种新型结构不仅工艺简单，利于大规模的制造，更重要的是，与传统意义上的发光器件相比，一对电极相互排列的方式不再是相互堆叠而是并排分布。正是由于这种结构上的优势，实现了远程遥感发光的发光器件，并有望实现智能发光的广泛应用。

道生一，一生二，二生三，三生万物。时至今日，电致发光器件已经由只具有一个发光单元的三明治型结构拓展到了具有两个发光单元的共平面电极型结构。

那么，基于共平面电极的新型电致发光器件结构是否可以进一步将电致发光器件的发光单元拓展到三个甚至更多，在照明、显示、传感等多领域实现更多具有独特吸引力的应用呢？这正是科研人员亟待解决的。

三生万物

如何用简单的方法实现电致发光器件直接由三相交流电驱动呢？

课题组从实验上实现了这一构想，构筑了一种具有柔性和多功能的三相电驱动的电致发光器件（TPEL）。孟鸿介绍说，这是世界上首次报道的由三相交流电直接驱动的电致发光器件。

该器件结构包括三个独立电极，在每个输入电极的顶部均涂有介电层和发光层。它不需要透明导电材料作为电力输入的电极，当顶部发光层通过极性电桥连接时就会发光。电桥的介电常数、偶极矩和粘度均可以影响ACEL器件的性能，然而，电桥的导电性对器件的性能并不产生直接的影响。也就是说，甚至可以使用绝缘材料来代替昂贵的透明电极。

具有三个发光单元的TPEL器件除了具有制备方法简单、无需透明上电极、可直接由三相电驱动等本征优势以外，独特的器件结构和外耦合的极性电桥也使得TPEL器件具有多种应用功能。

哲学家老子所说的三生万物很适合用来描述全彩的显示领域，因为使用三原色就可以在调色板上创造出任何颜色。由于TPEL器件有三个发光单元，可以设计器件结构使三个发光单元分别发射红光、绿光和蓝光，即一个器件发出三种不同的颜色，实现像素功能。论文第一作者，北京大学硕士生纪君朋进一步介绍。

这实现了不像传统像素必须分解为三个独立的器件：红色发光器件、绿色发光器件和蓝色发光器件，且每个器件都需要两个电极，还必须要求其中一个电极是透明的。

另外，团队将三相电直接驱动的概念扩展到有机发光器件，制备了三相电驱动的有机发光器件。虽然并没有专门针对新型结构进行优化以实现最高的器件性能，但与无机TPEL器件相比，所制备的有机器件达到了更高的亮度（最高6601 cd/m²）和电流效率（最高16.2 cd/A）。证实了三相电的驱动方法广泛适用于各种发光材料。

未来可期

此外，研究团队还演示了一种多功能的柔性TPEL面板。为制备大面积的照明面板，他们设计了适用于三相电驱动的特殊叉指电极结构。制备的可由三相电直接驱动的大面积发光面板不仅适用于一般固态照明，也可用于交互性显示和传感等方面。

例如，可交互重写的显示面板。使用蘸水的毛笔可以在该面板上任意书写，来自笔刷的水作为极性电桥，只有被墨水覆盖的部分发光。

纪君朋介绍说，几乎所有威胁电力线路安全的因素，如雨、雪、冻雨、冰积或极端潮湿的环境，都可以通过连接的TPEL面板检测到，并远程发出光报警。当电力线中出现异常时，如相位丢失或三相电压不平衡，TPEL面板也可以作为传感器进行远程光通信。

谈及对未来的科研规划，孟鸿表示：我们也尝试使用热活化延迟荧光材料、聚合物发光材料、钙钛矿量子点发光材料等更多新兴材料作为共平面电极的新型结构器件的发光层材料，使用多样化的发光材料体系将给这种新型器件结构带来更加多样化的应用，已经取得了相关研究成果将陆续发表。

对于该成果带来的启发性意义，黄维充满了信心。多样化的外耦合极性电桥将给新型电致发光器件结构带来更多的潜在应用，例如将脑神经信号施加到开放的极性电桥上实现具有传感显示功能的脑机接口。

具有外耦合极性电桥的共平面电致发光器件和可穿戴显示技术结合，还有望实现人体机能传感和显示器件的无缝融合，在智能传感领域拥有更广阔的潜在应用前景。今后课题组也将着力于进一步开发该类型器件的更多应用场景。黄维说。（来源：中国科学报崔雪芹）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-020-20265-2>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：黄维等 来源：《自然—通讯》

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