

福建物构所在智能变色半导体研究方面取得新进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/5275.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！

福建物构所在智能变色半导体研究方面取得新进展。智能材料能响应光、电、热、压力、磁等外来信号，输出颜色、光、电、热等各种信号，是智能器件的核心、物联网/机器人等高技术领域的重要载体。近几年以来，利用变色分子设计新型光学、电学、磁学、生物学等智能材料及其智能器件的研究成为化学学科和材料学科的一个重要分支。电导率随温度的增加而增加是半导体的一个固有规律。如果打破这个规律，使半导体的电导率在工作温度上限(约80-120oC)左右骤然下降就可能产生有趣的新应用，比如用于电路的过载和过温保护，以防止电路破坏和火灾发生。同时，在电导率下降过程中，如果半导体的颜色还发生变化，那还能指示出电路中哪个具体元件出了问题，这对于电路检测和维修特别有意义。

在国家自然科学基金、中国科学院前沿科学重点研究项目、中科院青年创新促进会优秀会员项目等支持下，基于前期在紫精/金属紫精基光致变色化合物和智能变色半导体方面的系列科学发现，中科院福建物质结构研究所结构化学国家重点实验室郭国聪课题组的王明盛研究小组新近把光致变色性质的特点应用于半导体高温电学性质的调制，打破了传统思维。为实现这个目标，郭国聪和王明盛领衔的研究团队先前提出通过热显色降低载流子浓度从而降低电导率的学术思路，但可惜，由于电导率随温度的增加而增加的固有规律占据优势，所研究的变色半导体在高温下的变色和显色态电导率相差很小(Sun C, Wang MS,* Guo GC* et al. Angew Chem Int Ed 2017, 56, 554)。为解决这个问题，王明盛带领的研究小组最近提出通过T-型光致变色半导体的逆向热褪色过程来“节流”的学术思路：寻找一种能够发生光致电子转移的变色半导体，其电子转移后载流子(电子和空穴)迁移率更高，但在高温下能够快速发生逆向电子转移，在褪色的同时，使载流子(电子和空穴)迁移率变低。文献报道，紫精基光致变色材料通常能够发生热褪色，且紫精离子可以通过阳离子- π 相互作用构筑有机半导体。在先前工作中，郭国聪和王明盛等合作发现，如果电子转移到紫精离子 π 聚集体中，可以提高 π 聚集体间电子/空穴耦合相互作用，并使得价态顶端的电子态密度增加，使得导电能力大大增强(Sun C, Wang MS,* Guo GC* et al. J. Am. Chem. Soc. 2018, 140, 2805 – 2811)。因此，紫精基T-型致变色半导体是实现上述学术思想的很好例子。

为了证明上述策略的可行性，研究小组从先前研究过的光致变色化合物中筛选出T-型光致变色化合物(H2bipy)(Hox)2(H2bipy = 4,4'-bipyridin-1,1'-dium; ox = oxalate; Cryst. Growth Des. 2014, 14, 2527—2531;见上图)。选择该化合物主要考虑到以下三个方面：1)该化合物具有无限 π 堆积的紫精离子;2)其褪色温度(80oC)接近一般电子元件使用的上限温度。研究结果表明(H2bipy)(Hox)2是一个有机半导体，其电导率在100 oC高温下降低81%，成功验证了上述策略。在研究过程中，还首次通过电学方法探索光致变色材料的褪色动力学机理，发现了至少两种电子回传路径，这种方法对其他光致变色半导体的动力学研究具有借鉴意义。

该项研究结果新近在《德国应用化学》期刊报道(Sun C, Yu XQ, Wang MS* et al. Angew Chem Int

Ed, 2019, 10.1002/anie.201904121)。孙财、余小青为共同第一作者，王明盛为通讯作者。

此前，郭国聪和王明盛研究团队还发现了金属紫精基光致变色化合物体系，克服了传统紫精基光致变色化合物存在的合成原料毒性大、体系难拓展、褪色需要氧气等不足，解决了辐射变色材料的X射线探测温度过低、探测波段过窄等问题(Angew 2008, 47, 3565、Angew 2012, 51, 3432、CC 2018, 12349 etc.)，并基于光/热致电子转移可以调控电子/分子结构的特点，利用紫精/金属紫精功能基元设计合成了系列能够响应和调制光学、磁学、电学等输入信号的智能材料(Angew 2014, 53, 11529、JACS 2015, 137, 10882、Angew 2017, 56, 554、JACS 2018, 140, 2805、Angew 2019, 58, 2692)。

T-型光致变色半导体(H₂bipy)(Hox)₂打破电导率随温度的增加而增加的固有规律

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