



Search



南科大郭旭岗教授在《自然材料》发表导电聚合物研究应用评论

提交文章

2020年09月17日 综合新闻 浏览量 1218

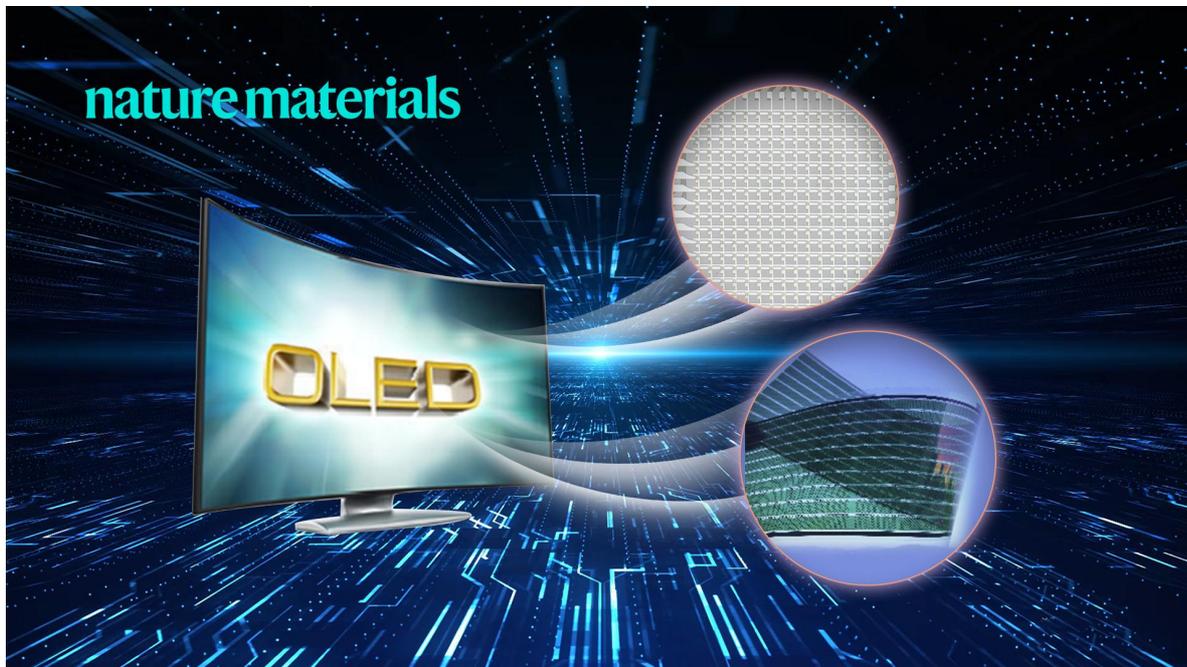


返回

在导电聚合物获得诺贝尔化学奖20周年之际，南方科技大学材料科学与工程系教授郭旭岗联合美国Flexterra公司首席技术官Antonio Facchetti应《自然材料》（Nature Materials）约稿撰写评论文章，分别介绍了导电聚合物的学术研究和商业应用，同时《自然材料》就他们的评论文章发表题为“Conducting polymers forward”的社论。

人物

媒体



早期研究

在一次聚合实验中，日本科学家白川英树（Hideki Shirakawa）教授的一位学生误将高于正常当量1000倍的催化剂加入到乙炔的聚合反应中，得到了一种亮银色聚合物的反式聚乙炔薄膜(图 1)。大约与白川英树进行聚乙炔薄膜研究的同时，美国宾夕法尼亚大学化学系的麦克迪尔米德(Alan G. MacDiarmid)

教授从1973年开始，也一直在从事着不同寻常的导电无机聚合物(SN)_x的研究。1975年，麦克迪尔米德报告了他的研究工作，并展示出他们制备的无机聚合物(SN)_x的金黄色薄膜。在会议休息期间，白川英树与麦克迪尔米德交流，并仔细观看了麦克迪尔米德的样品，同时也将自己的银白色聚乙炔薄膜样品展示给麦克迪尔米德，两位素不相识的 chemist 都被对方的样品所迷住，麦克迪尔米德立即邀请白川英树去美国宾夕法尼亚大学与他和物理系教授黑格(Alan J. Heeger)合作研究。1976年，白川英树应麦克迪尔米德的邀请赴美国宾夕法尼亚大学与黑格、麦克迪尔米德合作进行聚乙炔膜电导性的改进研究。他们通过碘掺杂，导电性增加了一千万倍(图1)，实现了世界上第一个全有机导电聚合物——碘掺杂聚乙炔。该聚合物具有接近金属的导电性，研究成果1977年发表，震惊世界。

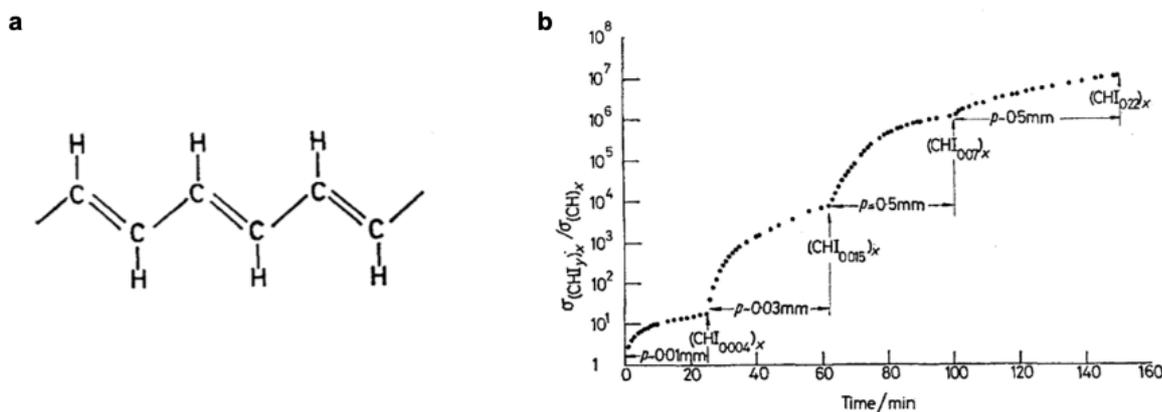


图 1. 反式聚乙炔的(a)化学结构和(b)掺杂后导电率取得了一千万倍的提升，从而实现了绝缘体到导体的转变。

三位科学家取得的突破性成就从根本上改变了人们对有机聚合物的看法，从绝缘“塑料”到导电功能材料，开创了有机电子学领域。23年后，他们三人因发现导电聚合物而获得了2000年诺贝尔化学奖。在他们获得诺贝尔奖后的20年，随着更多材料化学家、应用物理学家和电子工程师的加入这一研究，导电聚合物和有机电子领域经历了前所未有的爆发式发展，产生了许多革命性的科研成果，并让有机电子器件走进了千家万户，如现在广为使用的OLED(有机发光二极管)手机和电视。

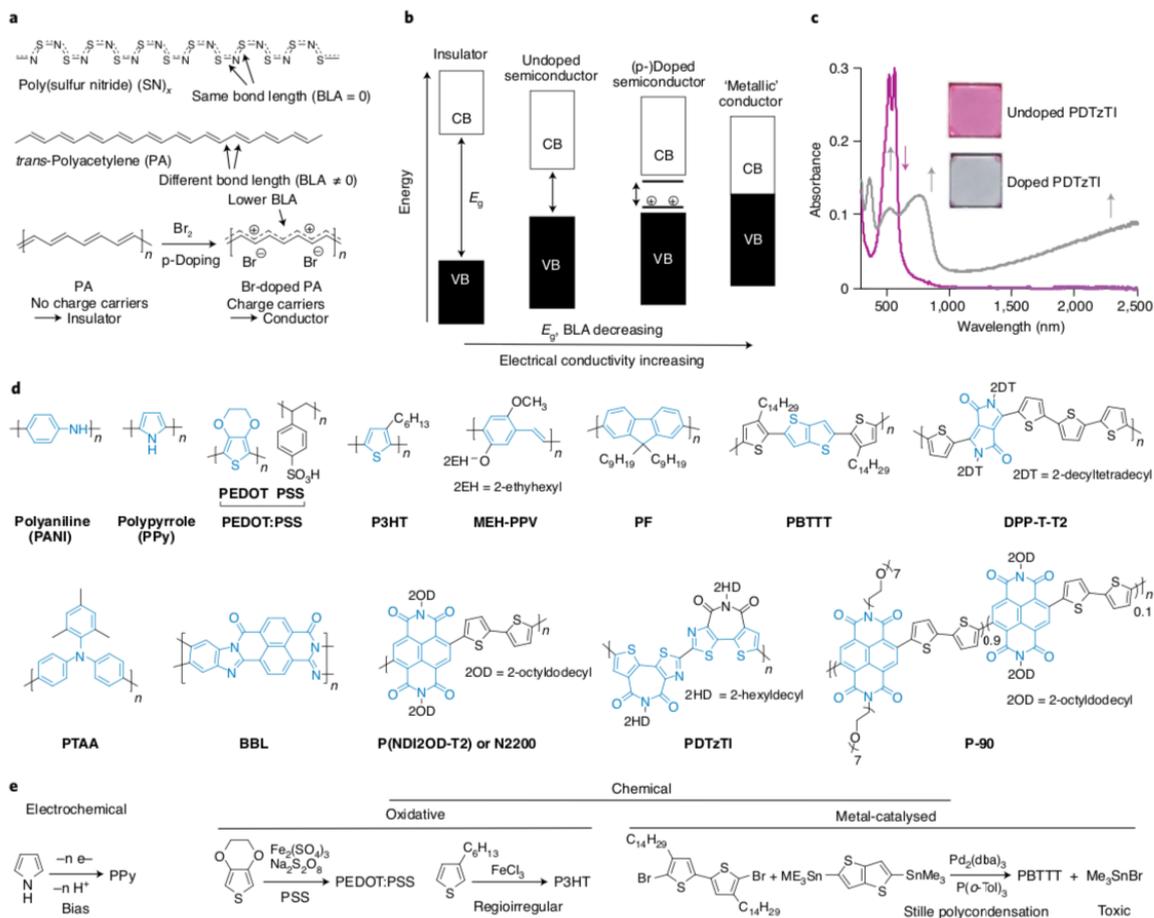


图 2. 导电聚合物的掺杂、化学结构和合成。

如图 2 所示，在发现聚乙炔之前，导电聚合物的原型是无机材料聚氮化硫(SN)_x，这种材料表现出固有的(非掺杂)金属电导率。在(SN)_x中，所有键的长度相等，这意味着沿聚合物主链的键长交替值(BLA)为零，这是实现高导电性的关键特征。然而，当链的BLA≠0时，聚乙炔的结构在能量上更稳定，从而在价带的顶部和导带的底部之间具有能隙(E_g)，从而有机聚合物在非掺杂条件下表现出绝缘特性。通过掺杂可以减少聚合物的能隙并大幅度提高载流子密度，实现不同程度的半导体行为，甚至导体特性。有机化学家很快意识到，使用(杂)芳香环可以设计具有可调整的(半)导电特性(CP)的未掺杂聚合物。因此，从 1980 年代发现重要的 CP (例如聚苯胺和聚吡咯) 开始，到 1990 年代，(半)导电聚合物的种类实现了爆发式的发展，并可以通过不同的化学合成策略实现了各种结构。

在应用和商业化方面的努力

CP 的应用取决于它们的加工特性、掺杂(电荷密度)水平、氧化还原特性以及电荷传输是纯电子的还是混合的离子/电子类型。在电化学合成聚苯胺或聚吡咯中，物体可以被涂上一层高导电聚合物薄膜；这为探索将 CP 用作电池电极材料和抗静电/电磁屏蔽开辟了道路。虽然将其用作抗静电/电磁屏蔽已实现了广泛的商业化(CP 市场在 2018 年达到约 9 亿美元)，但是基于 CP 的商用电池并不成功，因为 CP 的成本很高，要想与无机材料比较，CP 的成本需要小于 50 美元/kg。

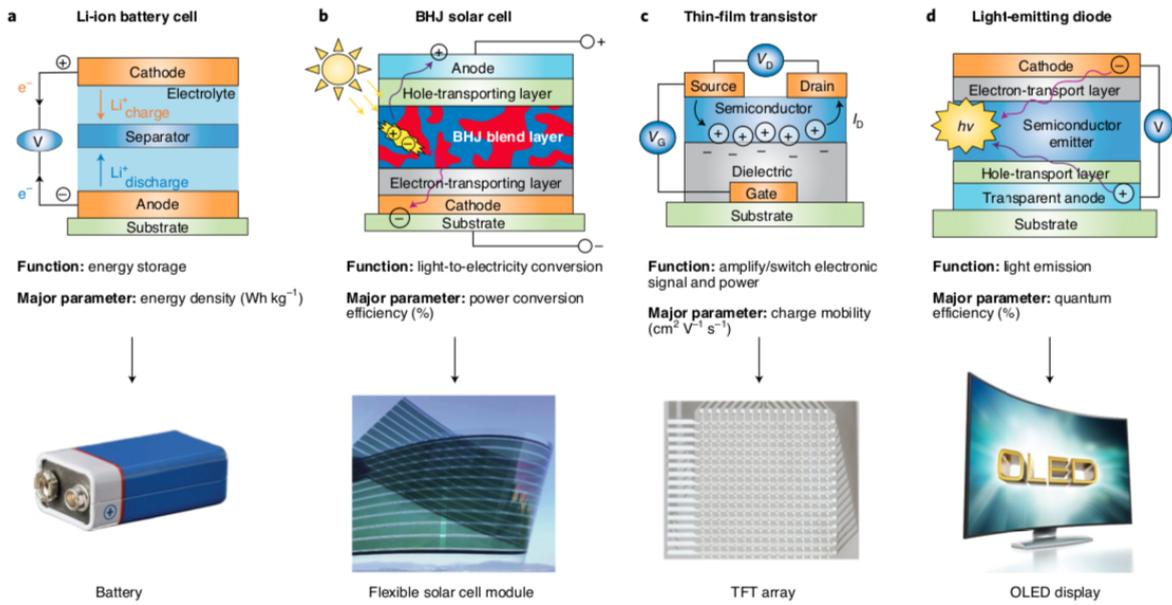


图 3. 导电聚合物的应用。

CP更大商业市场的应用包括用于光伏模块的有机太阳能电池，用于显示器和逻辑电路的有机薄膜晶体管以及用于显示器和照明的有机发光二极管(图2所示)。此外，CP可作为新兴钙钛矿太阳能电池中的空穴和电子传输层，尽管取得了很高的能量转化效率，然而，这项年轻技术的商业前景仍有待进一步探索。

关于未来

通过三个相互关联的研究努力，CP的领域将继续快速发展，主要表现为：新的分子设计和化学合成，基础研究以改进对材料的理解和发现新的现象，探索用于商业化的新领域或对现有领域深入挖掘。对于既有和新的CP，开发有效的合成方法至关重要。此外，避免有毒试剂和副产物的化学合成方法将增强可持续性发展并具有真正的成本优势。进一步的进展将来自对单分子链和超分子水平的电荷传输的深入物理研究。此外，具有生物相容性、优异机械柔韧性/可拉伸性的CP，对生物电子领域的应用至关重要。

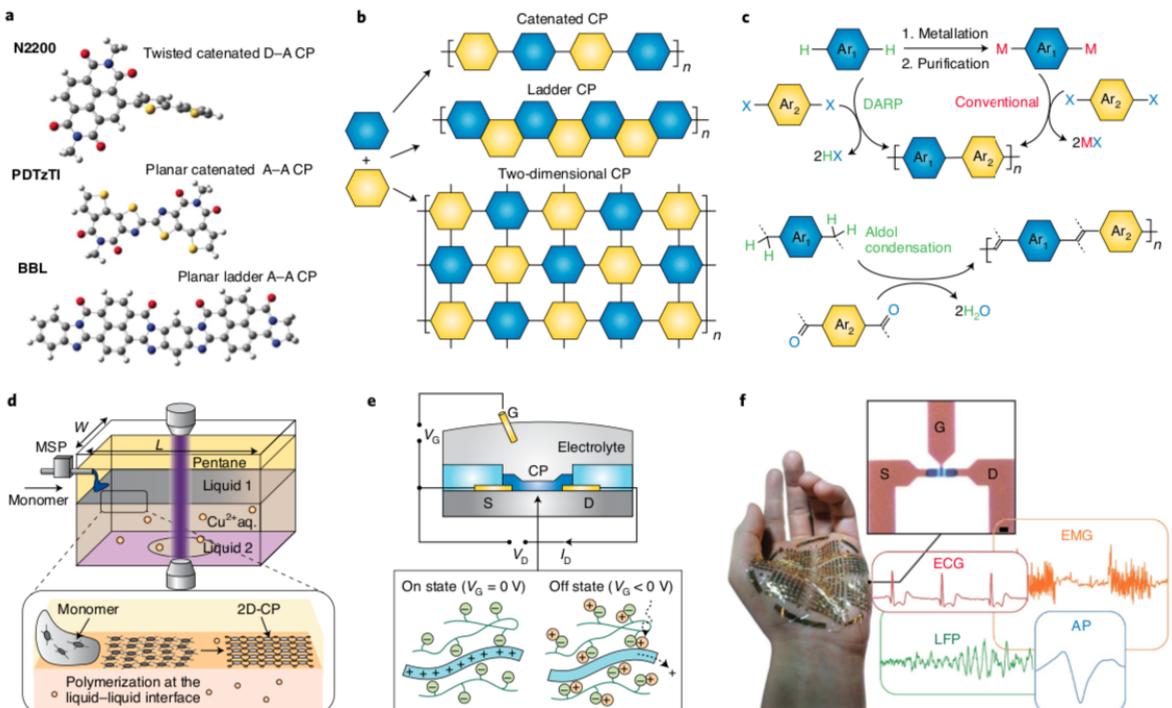


图 4. 导电聚合物的未来发展方向.

从三位诺贝尔奖获得者的开创性发现到当今的研究，导电聚合物研究应用实现巨大的发展。20世纪的科学发现在21世纪发扬光大，科学家们相信，导电聚合物(包括聚合物半导体)将继续成为材料科学的前沿领域，并扩展到其他学科和行业。

相关链接：

<https://www.nature.com/articles/s41563-020-0778-5.pdf>

<https://www.nature.com/articles/s41563-020-0792-7.pdf>

供稿单位：材料科学与工程系

通讯员：周斌

编辑：程雯璟

主图设计：丘妍

最新动态

“第二代量子体系的构筑和操控” 2021年研南科大张绪穆课题组发表新冠病毒治疗药物 爱国上进 责任
研究与宣传会在南科大召开 研究新进展 发

2021年1月31日至2月2日，由国家自然科学基金 近日，南方科技大学化学系讲席教授张绪穆课题组 青春由磨砺而出
委员会主办、南方科技大学科研部和物理系联合... 携手中山大学医学院院长郭德银和广东省实验动... 是南科学子将家
办的基金委重大研究计划 “第二代量子体系的构筑 监测所副所长张钰，在《药物化学杂志》 科学子，不负韶

“量子信息科学” 冬季学校系列课程开展 南科大谷猛团队在碱金属-空气电池微结构 南
动态变化研究领域取得系列进展 得

2021年1月25日至31日，我校量子科学与工程研 近日，南科大材料系副教授谷猛课题组联合物理系近
究院举办了为期一周的“量子信息科学” 冬季学... 教授陈朗课题组和加拿大西安大略大学教授孙学... 维
系列课程。 课题组，在碱金属-空气电池微结构动态变化研究 “I

热点阅读

南科大李闯团队实现罕见高张力天然产物 深圳企业家捐资支持南科大建设发展
的首次全合成

深圳市市长陈

近日，南方科技大学化学系教授李闯创团队在国际共生健康生态发展（深圳）有限公司向南科大捐资2020年11月4日知名化学期刊《美国化学会志》发表论文，报道...支持建设南方科技大学艺术馆，布局新兴产业的...研。我校党委书记具有罕见高张力的、合成难度大的复杂天然产物展。研。

南科大学者李婉秋在Nature刊文揭示NSD家族蛋白甲基化核小体H3K36的分子机制 【创建发展访谈录 ②】陆为：南科大的年轻新益求新 创领老师真正有一种抱负 十周年庆祝大

2020年12月24日，南科大学者李婉秋携手北京师范...陆为是南方科技大学化学系第一位入职的老师。他南方科技大学范大学教授王占新团队、纪念斯隆-凯瑟琳癌症...说，南科大的年轻老师有精力、有热情、有能力...上，以“新益求究中心教授Dinshaw J. Patel团队和斯坦福大学教 真正有一种抱负，想憋着一口气干点什么事情。



新闻网

新闻中心

搜索

相关链接

官方网站

学校概况

院系设置

师资概况