探索III-V族化合物半导体技术的科学玫瑰——专访澳大利亚国立大学傅岚教授

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/25874.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！

探索III-V族化合物半导体技术的科学玫瑰——专访澳大利亚国立大学傅岚教授。III-V族半导体，是以III族元素和V族元素化合形成的化合物半导体材料，由于其电子迁移率高、大尺寸晶体均匀性好、晶格匹配性好等优点，可广泛用于微电子、集成电路、激光通信等领域，拥有极大的发展空间，而今天做客Light人物的嘉宾便是长期从事III-V族半导体材料、结构和器件研究工作，来自澳大利亚国立大学的傅岚教授。

作为澳大利亚科学院院长Chennupati Jagadish的优秀学生，她不仅学识丰富，是III-V族半导体领域的知名学者，同时也是一名具有独立精神的科学家。如今的她作为澳大利亚国立大学物理学院电子材料工程系的主任，继续带领团队深耕III-V族半导体领域的研究工作。

她待人诚恳，为人谦和，对待学生她注重培养其专业性的批判思维和解决问题的能力。此外，她积极投身于各类社会专业活动，将科研与实践紧密结合。她将正直、热情、好奇和坚持奉为一名科研人员的行为准则并鼓励他们要戒骄戒躁，等待水滴石穿。

接下来请跟随Light人物，一起领略傅岚教授的独特学术魅力以及其精彩的人生哲学。



傅岚 教授

傅岚教授是澳大利亚国立大学终身教授，同时担任物理学院电子材料工程系主任。她的研究重点是MOCVD生长的低维III-V族半导体结构，如量子阱、自组装量子点、 纳米线等。这包括设计、制造太阳能电池、LED、激光器、光探测器等光电器件及其光子学集成。傅岚教授已经发表了200多篇出版物（包括150余篇期刊论文），
撰写了3本书籍章节，编辑了5期特刊或会议论文集，曾拥有2项美国专利。她是IEEE Photonics Society研究生奖学金，澳大利亚科研基金委（ARC）博士后基金，英国女王伊丽莎白二世（ARF/QEII）研究员基金, ARC未来学者基金和IEEE Photonics Society杰出讲师奖获得者。她是IEEE Nanotechnology Council Chapters Regional Activities Committee的现任主席，IEEE Photonics Journal及Opto-Electronic Advances的编委，澳大利亚科学院国家材料科学与工程委员会现任副主席以及澳大利亚材料研究学会（AMRS）执行委员会副主席。2023年她被澳大利亚Cosmos杂志评为50位澳洲前沿科学女性代表。

采访嘉宾：傅岚（澳大利亚国立大学）

本期特邀通讯员：王卉、于存

原文信息：Wang, H., Yu, C. Light People: Professor Lan Fu. Light Sci Appl 12, 294 (2023).

https://doi.org/10.1038/s41377-023-01325-w

Q：您能简要介绍一下您目前的研究重点和主要工作吗？

A：我们课题组主要研究基于低维结构的III-V族半导体材料、结构和器件，如量子阱、量子点和纳米线。目前，我的研究方向主要集中在通过选择性区域金属有机化学气相沉积技术(MOCVD)生长的基于纳米线阵列的材料和结构的设计、合成和制造，它们作为人眼安全波长的LED/激光器、用于激光雷达和量子通信应用的高灵敏度光电探测器的应用，以及它们与超表面的进一步集成，实现高功能和紧凑的光子系统。我们还将纳米线研究扩展到开发用于健康和环境监测以及未来物联网（IoTs）系统的多路可穿戴化学气体传感器上。

Q：对半导体器件而言，小型化、低能耗和智能化一直是其重要的发展趋势。相较于传统块体半导体材料，半导体纳米线有哪些优点？

A：半导体纳米线之所以如此特殊，是因为它们独特的准一维几何形状和纳米级尺寸，这使他们具有一系列有趣的光学、电学、机械和电化学特性，而这些特性不同于传统的块体或薄膜半导体材料。例如，由于纳米线结构的波长尺度大小，其光与物质的相互作用与大块材料的这种相互作用完全不同，这就导致了强烈的尺寸依赖性和光吸收、发射特性。凭借其准一维几何形状，它们在外延生长期间的应变弛豫方面更加有效，与平面结构的生长相比，减轻了晶格失配的限制，从而为异质结构和/或在硅等外来衬底上的创建提供了更多更好的材料。这与它们在轴向和径向方向上生长的能力相结合，为新型器件设计提供了极大的灵活性，以克服平面结构经常遇到的性能权衡。此外，NWs的大表面体积比使其有望应用于传统的基于III-V族半导体的光电子之外，例如光学和化学电阻传感器以及用于人工光合作用的光化学设备。最后，通过用聚合物材料渗透独立的纳米线，可以将NW阵列从衬底上剥离或分离，用于制造柔性器件和重复使用衬底。所有这些特性为我们探索新的基础物理和器件技术提供了巨大的机会，以实现小型化、低能耗和智能化的半导体器件和系统。

Q：最近元宇宙这个概念很火，有些高校甚至成立了元宇宙专业，您曾向我们介绍过如何通过晶面生长控制实现基于金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 的高度均匀的InGaAs/InP多量子阱纳米线阵列的选区外延生长，并展示通讯频段的高速微型LED和光电探测器阵列器件，以用于打造下一代高度集成的光子/光电系统和备受期待的元宇宙。您能向我们简要介绍一下目前该研究最新的发展进展吗？

A：根据维基百科，虚拟世界是一个3D虚拟世界网络，通过使用虚拟现实(VR)和增强现实（AR）设备，创建沉浸式多维人际互动以及他们与物理环境的互动，将现实世界覆盖在数字领域和物体上。更广泛地说，我认为元宇宙这个词代表了一个备受期待的产业革命新时代，随着自动化、大规模通信、人工智能（AI）和物联网等一系列新兴技术的发展，这些技术将像计算机和互联网一样改变我们的生活和社会。在开发超宇宙的各种使能技术中，具有光的产生、操纵和探测功能的高度集成的光电系统是必不可少的。正如刚才提到的，III-V族半导体纳米线为光电子器件集成提供了巨大的潜力，我们的团队一直致力于开发一系列基于纳米线的器件及其与超表面的集成，包括LED、激光器、光电探测器、太阳能电池和传感器。例如，我们最近发表的一项研究是基于InGaAs/InP量子阱纳米线阵列的高均匀核壳红外微型LED的生长和制造。我们展示了具有小像素尺寸，多波长和GHz级电信窗口运行的微型LED阵列，为实现先进的片上光通信系统开发小型化，多波长，超快光源的应用展示了良好潜力。我们现在正致力于设计和制备用于光学传感和通信的微型LED和超表面的集成器件。

Q：到目前为止，哪项成果是您最看重，或者说最令您感到骄傲的？

A：我很重视我参与和合作过的所有研究项目。但是到目前为止，我主要从事基础研究并发表论文，如果我们的研究工作中有一两项能够转化为真正的产品来改善我们的生活，我将感到非常自

豪。我对我们最近在基于纳米线阵列的气体传感器上的新研究感到非常兴奋。如您所知，III-V族半导体已广泛用于光电应用，但在化学传感方面的应用并不多。通过利用我们在基于纳米线的光电器件设计和制造方面的经验，我们已经证明III-V族半导体纳米线为环境和健康监测等应用提供了一个有前途的无电池、高度集成和兼容的传感平台。我们在近期论证了高灵敏度、选择性、自供电、室温光伏二氧化氮传感器，可用于动态环境监测。我们还论证了一个用于丙酮检测的呼吸传感器原型Keto-whistle，作为一种非侵入性的I型糖尿病监测设备。希望我们的一个或多个传感器可以在现实生活中使用，这将是我最自豪的成就。

Q：您先后就读于合肥工业大学，中国科学技术大学和澳大利亚国立大学，您觉得这些经历对您有着怎样的影响和意义？

A：我在合肥工业大学的本科专业是应用物理，主修微电子与光电子方向，这个阶段的学习培养了我在物理与工程方面的基础知识。我想我对半导体器件的热情也是从那里诞生的。在本科期间，我参加了许多学生活动，这些机会培养了我的领导能力，对我提高个人能力和沟通技巧方面起到了非常重要的作用。在中国科学技术大学读硕士的时候，我有幸得到了著名高温超导体专家、中国科学院院士张裕恒教授的指导，通过一个理论项目我学习了一些基本研究方法。我硕士阶段宝贵的科研经验和发表的两篇论文使我获得了全额奖学金，进入了澳大利亚国立大学物理学院电子材料工程系攻读博士学位。在我刚加入该系的前几周，我有机会在系里的每个科研小组学习一段时间，以便选择自己的研究项目。我记得有一天，Jagadish教授的一位博士后向我展示了他当天正在测试的InGaAs/GaAs量子阱激光器。我通过红外观察器看到了一个微小的半导体激光器发出的明亮的红外光。这让我非常着迷，我立即决定要选择一个和制造激光器这类半导体光电器件相关的课题 - 这是我职业生涯中最重要的时刻之一。



图1：傅岚教授在中国科学技术大学硕士毕业时与导师张裕恒教授的合影

Q：澳大利亚科学院院长、澳大利亚国立大学电子材料工程系杰出教授Chennupati Jagadish是您的导师，他对您产生了哪些影响？

A：Jagadish教授是我的博士生导师，自1997年我作为博士生加入澳大利亚国立大学以来，我一直与他共事。正是他带领我进入了III-V族半导体、光电子和纳米技术的研究领域，使我从博士开始就对这些领域充满热情。Jagadish教授是一位伟大的导师。在我职业生涯的不同阶段，他以多种不同的方式给我提供了令人难以置信的支持和指导，同时他也让我可以自由地提出自己的想法和做出自己的决定，这样我就可以成长为一名独立的研究人员。更重要的是，作为一个真正的榜样，他教会了我如何认真做人，如何善良、尊重和慷慨地对待他人。



图3：傅岚教授在博士毕业时和她的导师Chennupati Jagadish教授的合影

Q：您曾荣获澳大利亚研究理事会未来学者基金，IEEE光子学会杰出讲师奖等各项荣誉，作为博士生导师，您也培养了很多学生，您更注重学生哪些能力的培养？您对他们有什么期望？

A：许多人认为攻读博士学位是为了发展非常专业的技术知识和技能。这并不完全正确。其实还有很多其他优秀的技能可以通过攻读博士学位来培养，比如批判性思维、解决问题的能力、写作和口头沟通、以及人际关系和时间管理能力。通过博士阶段的学习，我希望看到我的学生逐渐展示出提出新研究想法的能力，变得越来越独立，能够管理研究进度并完全掌握他们的研究课题。更重要的是，我希望他们提高各方面的能力，让自己变得自信，并为找到工作做好准备，无论是在学术界还是学术界之外，都能在未来的职业生涯中取得成功。



图4：傅岚教授在指导学生们工作



图5：傅岚教授和她的团队成员在午餐后散步



图6：傅岚教授与Chennupati Jagadish教授及学生合影

Q：您发表了150余篇SCI论文，编辑了5期特刊或会议论文, 此外，您还担任IEEE Photonics Journal及Opto-Electronic
Advances期刊的编委，在学术论文写作上您能给年轻科学家一些建议吗？

A：我的建议是——多读、多想、多写。和许多其他事情一样，学术写作需要大量的练习，但最重要的是确保你真正理解自己的结果，并能够把它们解释清楚。你应该展示你的研究数据，并以有意义和合乎逻辑的方式组织好它们。你应该充分了解与自己工作相关的文献，并有效地利用它们来证实你的结论。当有你不理解的问题时，不要糊弄并假装它们不存在。尽量搞清楚是怎么回事，就算不能彻底弄清楚，也要诚实面对并提出未来有可能解决它们的方法。不要急于出版，花时间打磨你的手稿，并请你的同事阅读并提供反馈。重要的是在提交之前确保你的手稿是自己最满意的。对于年轻的科研工作者来说，培养严谨负责的学术研究和写作态度是极其重要的。

Q：您参与组织了许多会议，如美国材料学研究学会（MRS），国际激光与光电子年度会议（CLEO），美国光学学会（OPTICA），IUMRS和IEEE光子学会议等等。从组织这些会议中您学到了哪些？您认为如何做好一场精彩的学术演讲呢？

A：作为研究人员，我们从参加国际会议中获益良多，不仅可以传播自己的研究成果，了解该领域的最新进展，还可以与同事进行互动和交流。但是你可能知道，大多数国际会议都是由自愿奉

献时间的研究人员组织的。在享受参加会议的好处的同时，对我来说，参与组织各种学会以及参加相关会议组织的活动给我提供了与不同研究背景的同事进行学习和互动的机会，能够获得更广阔的研究视角。它也让我学习到不同的组织方法、流程和想法。在学术演讲方面，我听过很多很棒的演讲，有长有短，有的是非常知名的学者，有的甚至是刚毕业的博士生。他们都有一个共同点，有一个好的故事，让每个听众都可以从中学到一些东西。一个好的学术报告应该包括对研究背景的一般介绍，对基础科学的清晰解释和对关键结果的深入讨论。这些元素的广度和深度应该根据报告的类型和受众进行调整和平衡。当然，一个清晰而精美的PPT，加上引人注目的动画，会给人留下深刻的印象，并能提高观众的参与度。对于学生，我会强调练习的重要性，在不同的观众面前，获得反馈，建立信心，并妥善管理时间。

Q：2022年您参加了由中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（长春光机所）发起，并由长春光机所和iCANX（全球科技创新生态平台）联合组织的科学玫瑰，魅力绽放活动并担任活动下半场的主持人，您如何评价这次活动？

A：科学玫瑰，魅力绽放是一个特别好的创意，旨在展示世界各地女性科学家的精彩研究成果。参与者不仅有知名教授，还有刚刚完成博士学习的年轻研究人员。除了成果展示外，我还喜欢这次活动中为每位嘉宾精心制作的关于她们家庭、爱好等的短视频以及对学生的许多中肯建议。我们都知道，在STEM领域，女性的参与率远低于男性。像这样的活动非常重要，不仅可以提高人们对性别平衡的认识，还可以树立女性榜样。通过公开讨论一系列女性科学工作者在工作中所遇到的问题、挑战以及可能的解决方案，以鼓励更多聪明的年轻女性加入STEM领域中。我非常感谢长春光机所和iCANX给我提供的平台让我能够有机会为此做出一点贡献。



图7：Rose in Science活动海报



图8：傅岚教授主持Rose in Science活动上半场

Q：您现在担任iCANX栏目iCANX Talks 的节目主持人，您在如此繁忙的科研日程中还志愿参加这种公益科学传播活动，能谈谈您的初衷么？您又是如何平衡好科研工作、社会事务和生活之间的关系呢？

A：自iCANX Talks推出以来，它就已经吸引了数百万观众，其中包括年轻学生、学者甚至普通公众。这是促进科学、技术和合作的好方法。对我来说，很荣幸能参加iCANX Talks，与来自世界各地的许多伟大的科学家见面和讨论，也有机会回馈社会。提供学术、研究、教育和专业的服务是我们工作的一部分。虽然我们有很多工作要做，但我们在安排时间方面也有一定的灵活性。对我来说，最有效的方法是在工作和家庭之间建立起良好的沟通机制，我会与团队成员和家人保持有效的沟通。我会定期与他们交流，并在他们需要我的时候随时待命。我很幸运，有一个亲密且支持我的家庭，这让我很容易在工作和生活之间找到平衡。

Q：您平时有什么爱好吗？

A：几年前，我喜欢花时间读侦探小说，看侦探电视剧和电影。近年来，芭蕾舞、瑜伽和普拉提成为了我的新爱好。我喜欢每天早起做练习。当我在练习上取得进步时，它会给我带来极大的满足感。此外，这些锻炼也能让我一整天都精力充沛，注意力更加集中。



图9：傅岚教授正在练普拉提

Q：您觉得一名优秀的科研工作者需要具备哪些素质？您能给年轻的科研工作者一些建议吗？

A：在我看来，优秀的科学研究人员能够以多种不同的方式展现出许多优秀的品质。但是，我认为有四个品质是最重要的，那就是正直、热爱、好奇心和毅力。

对于年轻的科研工作者来说——要树立远大目标，但不要急于求成！真正的成功需要时间。只有努力工作，良好的合作和坚持不懈的毅力会引领你走向成功。

本期特邀通讯员



王卉，现任中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（长春光机所）国际合作处副处长，主要从事国际交流，科学传播，国际人才合作等工作；曾任长春光机所与自然出版集团合作期刊Light : Science Applications的创刊英文编辑，在《编辑学报》、《国际人才交流》、Light: Science Applications等期刊发表文章20余篇，并应SPIE邀请在SPIE Women in Optics发表文章。她是Rose in Science活动发起人，也是iCANX Story（大师故事）栏目的共同发起人兼主播，曾采访多位国际知名科学家，如诺贝尔物理学奖获得者Donna Strickland、诺贝尔化学奖获得者Jean-Marie Lehn，德国物理学会第一任女主席Johanna Stachel，IEEE光子学协会主席Carmen Menoni，澳大利亚科学院院士Chennupati Jagadish，英国皇家工程院院士李琳，埃尼奖首位华人获奖者王中林等。



于存，中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（长春光机所）国际合作处职员，主要负责中白国际创新中心外联、俄乌白国际合作与交流等工作；在《国际人才交流》、Light: Science Applications杂志上发表多篇文章；中国科学院科技翻译工作者协会会员。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41377-023-01325-w

作者：王卉 于存 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转发