

出版机构 Publisher
星球国际资讯集团
(Global Star International Information Group)

中国执行机构 China Operator
广东星之球激光科技有限公司
(Guangdong XZQ Laser Technology Co., Ltd.)

激光制造网
laserfair.com
激光行业一站式综合门户
One-Stop Service in Laser Industry

官方网站 Official Web
www.laserfair.com

主办单位 Host
浙江工业大学激光先进制造研究院
浙江省高端激光制造装备协同创新中心
广东省光学学会激光加工专业委员会
交流单位 Supporting Group
杭州博华激光技术有限公司
瑞安市博业激光应用技术有限公司
浙江华瑞激光科技有限公司



欢迎关注
激光制造网 Laserfair.com
更多详情请您了解

广东省激光行业协会
Guangdong Laser Industry Association

Deutsche Messe
XZQ

2024 激光技术在3C电子行业应用大会

2024年6月19-21日 深圳会展中心（宝安新馆）

www.alat.com.cn

2023 年激光智能制造与增材制造技术学术研讨会顺利召开

8月1日，由浙江工业大学激光先进制造研究院主办的“2023年激光智能制造与增材制造技术学术研讨会”顺利召开。浙江大学国家级青年人才计划者徐凯臣研究员，杭州汽轮动力集团股份有限公司先进动力研究院总体研究所所长余沛垆高级工程师、刘中华高级工程师，激光先进制造研究院院长姚建华教授，浙江工业大学理学院学术副院长李东梅副教授，浙江工业大学机械工程学院学术副院长李曰兵副教授，浙江工业大学机械工程学院刘云峰教授等出席会议，激光先进制造研究院全体师生等150余人参加研讨会。研讨会由副院长张群莉教授主持。本届研讨会旨在促进激光智能制造与增材制造技术在学术探索、基础研究与企业工程应用等方面的创新发展，通过分享交流研究经验，加快其理论创新与应用推广。

会上，徐凯臣做邀请报告“激光直写柔性电子”，分享了自己近些年的研究进展，介绍了激光制造技术在微纳领域不同的应用形式，尤其激光制造技术在柔性/生物电子一体化设计与制造方面的最新应用。余沛垆做邀请报告“燃气轮机中高温合金与特种工艺应用”，介绍了我国在汽轮机及燃气轮机领域的最新攻关方向，分析了由工业汽轮机到燃气轮机发展的技术壁垒，指出了激光制造与增材制造技术在燃气轮机制

造中的应用需求。



徐凯臣做邀请报告



余沛垆做邀请报告

会上，举行了课程特聘教授受聘仪式，余沛垆高级工程师受聘为浙江工业大学课程特聘教授，院长姚建华为余沛垆颁发聘书。



课程特聘教授受聘仪式

会上，激光先进制造研究院17位同学依次做了学术报告，展示了各自研究课题的最新进展与未来规划。与会师生进行了广泛而热烈的讨论，对研究存在的问题提出合理的意见和建议。会场上报告精彩，交流提问踊跃，学术氛围浓厚。

院长姚建华教授对本次学术报告的整体质量给予了充分肯定，指出每年一度的暑期学术研讨会是全院

师生总结最新研究进展和未来发展的重要契机，希望同学们在日常研究中加强创新性、实践性和参与性，对课题进行改进和完善。



姚建华总结讲话



会场全景

封面 | 纳米光遗传探针：天下之至柔，驰骋天下之至坚

《激光与光电子学进展》于2023年第13期（7月）推出“柔性可编织光电子器件”专题，本封面为西湖大学李兰研究员团队的特邀综述“纳米光遗传探针的发展与应用”。和光同生，开劈曙天。让光调控大脑成为现实。



封面解读

本封面以柔性波导集成型光遗传探针为突出要点。如丝绸一般柔软的器件位于大脑正中央，表明柔性探针和大脑彼此兼容。探针从多个通道射出各色的光，熠熠生辉的大脑则仿佛是这种光照下最好的呼应，象征这种光遗传探针能为人类探索大脑的进程带来新的光明，帮助我们解开更多大脑的谜团。

文章链接：唐艺恒，翁阳，陈泽群，李晓静，斯科，龚薇，林宏焱，李兰. 纳米光遗传探针的发展与应用 [J]. 激光与光电子学进展, 2023, 60(13): 1316001.

1. 背景概述

作为神经调控技术的一种，光遗传刺激结合了光学和基因学手段，具有实现毫秒-亚毫秒量级的单个神经元调控能力，在推动神经科学研究方面表现出了独特的优势。

为了实现更可靠的对深脑区和大脑皮层神经元的光遗传刺激，开发可植入式的、能够将光传导至目标刺激点位附近的光学神经探针具有重要意义。

为克服传统光电子器件刚性不可弯折、易对生物体造成损伤等弊端，柔性光学神经探针应运而生。这一类探针在植入时对生物体的损伤小，不易引起严重的生物免疫反应，在植入后能够维持稳定的出光强度，其使用寿命得到保证。

本综述针对不同类型、不同功能的光遗传探针以及光遗传探针中的柔性技术进行综述和展望。

2. 光遗传探针发展现状

当前各研究组开发的光遗传探针主要可以从形式上分为光纤型探针、 μ -LED型探针与波导集成型探针。三种探针也分别引入了柔性材料进行探索，实现了生物兼容性的提升。

光纤型探针：

Deisseroth团队于2007年首次采用光纤在小鼠体内成功进行了行为刺激实验，标志着光遗传刺激技术的成功应用。为了刺激更多的脑部区域，Xu等使用多根光纤来实现这一目的。为了进一步解决多根光纤需要多个光源的问题，Zorzos等采用光纤束配合扫描振镜或数字微镜，Farah等采用空间光调制器，以实现一个光源对多个通道的控制。但上述多通道方案多依赖于复杂庞大的外部光源结构，不利于探针系统的集成化。Pisanello等设计的多出光窗口的锥形光纤也能实现较少数目的多通道刺激，但其进一步提升通道数仍面临困难。另外，尽管引入光纤换向器后能规避光纤打结的问题，但光纤型探针系统中目标动物仍受限于光纤的牵引、通道数难以提升、出光光斑

大难以实现单细胞刺激、出光光路不可控。

为了制备更接近脑组织杨氏模量的柔性探针，在开发柔性光纤型探针的环节中，Wang等制作了水凝胶光纤探针，如图1(a)所示，其杨氏模量和脑组织非常接近，但探针的光学传输损耗较大。Fu等、Cao等开发的柔性探针虽然杨氏模量不如水凝胶小，但相比硬质探针仍颇具优势，如图1(b)、(c)所示。Zhou等以植入前后会发生性变的蚕丝材料制备光纤型探针，解决了柔性探针植入难的问题，探针在植入前硬度大能够穿透组织，在植入后能变软与脑组织兼容，如图1(d)所示。

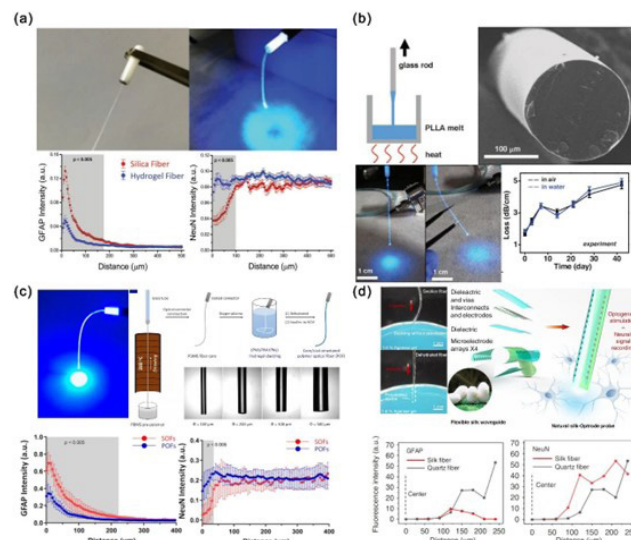


图1 几种不同材料的柔性光纤型探针。(a)水凝胶；(b)左旋聚乳酸；(c)聚二甲基硅氧烷；(d)蚕丝

μ -LED型探针：

μ -LED型探针的光源适合与无线通信设备集成，配合无线工作模式能够避免光纤对生物实验对象的牵引。为了能够刺激大脑深部， μ -LED型探针有两种普遍形式。其一是在 μ -LED前端连接一小段光纤（波导）或者光电极，Schwaerzle等基于这种方案设计了探针，但其耦合效率低。其二是在 μ -LED安装在探针最前端，直接照射刺激部位，McAlinden等、Wu等基于这种方案设计了探针。

柔性 μ -LED型探针在设计思路与光纤型探针不

同，在不引入小段波导结构时，它引入的柔性材料主要作为承载 μ -LED光源的基底，柔性材料本身不传输光，因此无需关注柔性材料的光学传输能力。目前常见的柔性 μ -LED型探针结构以生物兼容的材料制备柔性衬底，在其上方集成 μ -LED和其他光学与电学的结构。常用的柔性衬底制备材料包括PDMS(Kim等)，SU-8(Fan等)，PI(Cao等、Li等)，Parylene C(Reddy等)，环氧树脂等(Klein等)。通常， μ -LED在硬质衬底上制备完成后通过转印的工艺转移至柔性衬底。另外，为了克服柔性衬底中 μ -LED散热困难的问题，Xie等、Liu等、Klein等提出了一些解决方案，以提高发光效率和降低热效应。

波导集成型探针：

波导集成型探针的飞速发展得益于微纳加工工艺的不断进步，相比前两种类型的探针，它依赖微纳光学元件，对光的调控灵活性高。最早Cho等的探针仅有单通道波导，后来Son等借助Y型分束器制备了4通道硅基波导探针，如图2(a)所示。为了解决出光方向影响电极的问题，Sacher等引入光栅耦合器实现垂直出光，如图2(b)所示。在使用光栅耦合器的基础上，Shim等使用定向耦合器实现9通道出光，如图2(c)所示。Mohanty等进一步引入光开关，实现多通道探针的可重构性，如图2(d)所示。Lanzio等和Segev等分别借助无源微环谐振器与阵列波导光栅实现对波长的选择，从而实现多通道，如图2(e)、(f)所示。Sacher等与Chen等则引入光学相控阵调控探针的远场出光方向，如图2(g)、(h)所示。Shin等基于多功能探针的发展需求制备了集成光刺激通道、微电极阵列以及药物递送通道于一体的探针，如图2(i)所示。Kampasi等基于双向刺激神经元的需求设计了双色出光的探针，如图2(j)所示。

类似于光纤型与 μ -LED型探针，需要开发相应的柔性波导集成型探针来进一步拓宽应用前景。波导集成型探针制作的主要思路是在硬质衬底上增加一层释放层（或称牺牲层），柔性波导附着在这一层结构上，再通过相应手段去除释放层，将柔性波导结构分离出来。