



中国科学院半导体研究所科技成果汇编



中国科学院半导体研究所成果转化办公室 编



前 言

1956 年,在我国十二年科学技术发展远景规划中,半导体科学技术被列为当时国家新技术四大紧急措施之一。为了创建中国半导体科学技术的研究发展基地,国家于 1960 年 9 月 6 日在北京成立中国科学院半导体研究所(以下简称半导体所),开启了中国半导体科学技术的发展之路。

半导体所秉承“两个卓越,三个推动”的办所理念,即追求科学卓越、追求技术卓越,推动系统集成、推动成果转化、推动科教融合。强化国家战略科技力量的使命和担当,取得了快速发展,现已发展成为集半导体物理、材料、器件研究及其系统集成应用于一体的国家级半导体科学技术的综合性研究机构。

半导体所拥有两个国家级研究中心—国家光电子工艺中心、光电子器件国家工程研究中心;三个国家重点实验室—半导体超晶格国家重点实验室、集成光电子学国家重点实验室(半导体所区)、表面物理国家重点实验室(半导体所区);三个院级实验室(中心)—半导体材料科学重点实验室、固态光电信息技术重点实验室和半导体光电器件工程实验室。此外,还设有半导体集成技术工程研究中心、光电子研究发展中心、半导体照明研发中心、高速电路与神经网络实验室、纳米光电子实验室、光电系统实验室,全固态光源实验室和元器件检测中心。

半导体所现有在职职工 700 人,其中科技人员 480 人,包括中国科学院院士 7 人、工程院院士 2 人、高层次引进人才计划入选者 30 人,国家“万人计划”入选者 6 人,国家杰出青年科学基金获得者 18 人,“百千万人才工程”入选者 11 人。建所以来,共荣获国家级奖励近 40 项,省部级奖 200 余项,其中黄昆院士荣获 2001 年国家最高科学技术奖。近五年来共申请专利千余项,授权近 900 项。

半导体所高度重视国内外交流合作,与地方政府、科研机构、大学和企业等共建了多个产学研合作平台,积极为企业和区域经济社会发展服务。积极开展全方位、深层次、宽领域的国际学术交流与合作,成绩显著,科学技术部和国家外国专家局批准成立“国家级国际联合研究中心”。以自主知识产权的专利和专有技术投资,融合社会资本建立了 10 余家高技术企业,并实施科技成果转化为现实生产力,已初步形成产业化、商品化规模。

本汇编材料收录了半导体所近年来具有推广价值和市场前景的优秀研究成果。这些成果是半导体所科研团队智慧的结晶,在此谨向他们的辛勤付出致以衷心的感谢!

联系人: 曹永胜 卢鹏志
电 话: 010-82304880 82304204
邮 箱: yscao@semi.ac.cn lpz@semi.ac.cn
地 址: 北京市海淀区清华东路甲 35 号成果转化办公室
邮 编: 100083
传 真: 010-82305052



目 录

一、信息技术	1
1. 中远红外及太赫兹量子级联激光器	2
2. 氮化镓基蓝光激光器	3
3. 氮化镓紫外激光器	4
4. 宽带波长可调谐 DBR 激光器	5
5. 高速直调可调谐 DBR 激光器芯片	6
6. 高速电吸收调制可调谐 DBR 激光器芯片	8
7. 高速电吸收调制 DFB 激光器(EML)	9
8. 半导体锁模激光器(MLLD)	11
9. 铋化物单模激光器	12
10. 近红外 InGaAs/InP 单光子雪崩探测器单元和阵列芯片	14
11. 近红外高速雪崩光电二极管芯片	15
12. 硅基高速光电探测器	16
13. 光纤传感器	17
14. 高速 3D 图像传感器芯片	18
15. 面向数据中心和 5G 的高速光通信集成芯片	19
16. 碳化硅 MOSFET 芯片制造技术	20
17. 兆采样率 16 位精度低功耗逐次逼近型模数转换器芯片	21
18. 新一代 PDM 调制数字音频功率放大器芯片	22
19. 物联网低功耗处理器	23
20. 集成化高性能射频 MEMS 谐振器件	24
21. 高分辨率多功能原子探针	25
22. 用于微震探测的分布式光纤声传感系统	26
23. 船载拖曳式光纤温深剖面连续测量系统	27
24. 基于 OTDR 的光缆监测系统	28
25. 可见光定位导航系统	29
26. 基于 LED 的普适光通信	30
27. 基于 TDLAS 技术的气体检测系统	31
28. 基于激光吸收光谱的酒精浓度遥测系统	32
29. 水下三维激光成像系统	33
二、生物健康	34
30. 无线光遗传学刺激装置	35
31. 高灵敏、快速生物检测系统	36



32. 生物实验专用光源技术	37
33. 植物育苗光源技术	38
34. 水产养殖 LED 光照技术	39
35. 植入式带温度感知 RFID 芯片及智慧畜牧系统	40
36. 柔性湿度检测与非接触控制系统	42
37. 微型化、柔性储能技术	43
三、人工智能与智能制造	44
38. 人工智能视觉芯片	45
39. 高功率激光清洗设备	46
40. 激光焊接及熔覆	47
41. 基于计算机视觉的人脸变换与行为分析技术	49
42. 身份认证技术	50
43. 神经网络模型压缩、加速与移动端部署技术	51
四、新能源	53
44. microLED 衬底激光剥离技术	54
45. 二维有序胶体晶体高效制备技术	55
46. 深紫外 LED 封装模组	56
47. 高功率 LED 技术	57
48. LED 无基板封装技术	58
49. 激光照明模组	59
五、新材料	61
50. 氮化镓基微电子材料与器件	62
51. SiC 衬底上外延生长高性能氮化镓基电子材料	63
52. 紫外 LED 用 4 英寸低成本高品质 AlN 模版	64
六、附录	66
附件 1: 集成技术中心对外加工项目表	67
附件 2: 照明中心对外加工项目表	72
附件 3: 半导体所有效专利	77

一、信息技术

1. 中远红外及太赫兹量子级联激光器

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

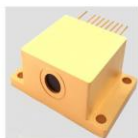
一、项目简介

量子级联激光器是目前中远红外及太赫兹波段最具发展前景的小型、大功率、可集成的新型激光器，输出功率达到瓦级。半导体所半导体材料科学重点实验室经过多年的基础研究和技术开发，目前形成中远红外及太赫兹波段量子级联激光器系列产品。中远红外量子级联激光器可用于环境污染气体检测、工业过程监测、人体呼吸气体检测、毒品和爆炸物检测等领域；太赫兹量子级联激光器可应用于自由空间通信、安全检查、药品监测等领域。

二、技术特点



中远红外量子级联激光器
(HHL 封装)



太赫兹量子级联激光器
(杜瓦封装)

半导体所在量子级联激光器研究领域一直处于国际前沿，先后研制出波长 3.5 至 11 微米室温工作系列量子级联激光器和频率覆盖 2.9~3.3 THz 的太赫兹量子级联激光器（液氮环境工作）。

中远红外波段量子级联激光器可以进行大分子气体检测（如：CO、CO₂、CH₄、NH₃、

NO、N₂O、SO₂ 等）。已研制的基于光声光谱效应的甲烷（CH₄）气体探测灵敏度达到了 50ppb，SO₂ 的气体探测灵敏度达到了 140ppb，完全满足环境污染成分监测的需求。

三、专利情况

中远红外量子级联激光器研究方面拥有 10 余项授权专利，太赫兹量子级联激光器基础研究方面拥有 7 项授权专利。

四、市场分析及应用情况

目前国际上已开始研发基于 THz 量子级联激光器的无线通讯、太赫兹成像、太赫兹雷达等技术，广泛应用于环保、工业生产、医疗卫生、安全检查等领域，如：自由空间通信、药品监测、邮件包裹中的爆炸物远程化学指纹传感检测、人体非破坏性癌症检查等。基于 THz 量子级联激光器的应用产品开发市场前景广阔。我国在 THz 光源方面已取得突破，半导体所拥有完备的前期技术，具备与应用单位衔接和推广应用的成熟条件。

中远红外量子级联激光器可用于城市灰霾成因及其演化分析、温室气体监控、各种污染排放监控等，可以为政府决策、改善环境质量提供全新的技术支持。

五、合作方式

技术开发、技术转让、技术服务等方式。

2. 氮化镓基蓝光激光器

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

☒生长期

☐成熟期

一、项目简介

氮化镓(GaN)材料体系(包括 InN、GaN、AlN 及其合金，禁带宽度从 0.7-6.2eV，波长范围从 1.77 μm -200nm)光谱范围覆盖了从近红外到深紫外全波段。以 GaN 为核心材料的蓝光激光器在激光显示、激光投影、激光照明、激光加工等领域有重要的应用价值，市场空间巨大。

国际上已经开展了大量的研究工作，目前日本日亚公司、欧司朗公司产品性能较好，其中日本日亚公司的产品处于国际先进水平，其蓝光产品阈值已经降到 2kA/cm² 以下，光功率超过 5W，寿命达数万小时，产品已经应用到激光显示、激光投影等领域。

国内，半导体所已经制备出阈值低于 2kA/cm²、功率超过 3.1W，寿命超过 1000 小时的 GaN 基蓝光激光器。但产品尚不成熟，目前并无商用产品。

- (1)效率高、体积小、重量轻且价格低；
- (2)近单色性，采用半导体激光器作为显示光源的系统具有色彩分辨率高、色彩饱和度和高的特点；
- (3)具有更好的可控性，包括光色可调、时间空间可控；
- (4)具有高速通信功能。

三、专利情况

已申请国家发明专利 20 项，其中授权 8 项。

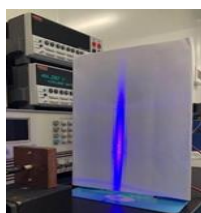
四、市场分析及应用情况

GaN 基蓝光激光器在激光显示、激光投影、激光照明、激光加工等领域有重要的应用价值，市场空间巨大。在激光显示和微型投影的带动之下，预计 2035 年 GaN 基蓝光激光二极管的市场规模将达到数十亿美元。

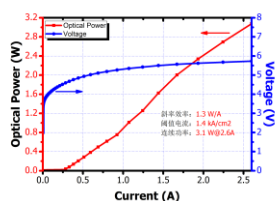
五、合作方式

技术开发、技术转让、技术服务等方式。

二、技术特点



蓝光激光器荧光光斑



蓝光激光器 P-I-V 曲线

3. 氮化镓紫外激光器

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

☒生长期

☐成熟期

一、项目简介

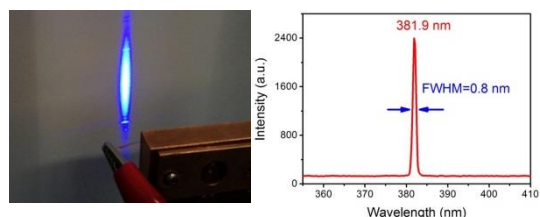
氮化镓(GaN)材料体系(包括 InN、GaN、AlN 及其合金，禁带宽度从 0.7-6.2eV，波长范围从 1.77 μm -200nm)光谱范围覆盖了从近红外到深紫外全波段。以 GaN 为核心材料的紫外激光器在杀菌、生化检测、激光加工、固化、光通讯等领域有重要的应用价值，市场空间巨大。

国际上已经开展了大量的研究工作，但是仅有少数单位能够实现 GaN 基紫外激光器。1996 年，诺贝尔奖获得者、日本科学家 I. Akasaki 教授等人实现了 376 nm 的单量子阱激光器室温脉冲激射。2001 年，日本 Nichia 公司报道了室温连续工作、波长为 369 nm 的紫外激光器。2016 年，Hamamatsu Photonics 公司实现了 338.6nm 激光器的室温脉冲激射，峰值功率超过 1W，为目前报道最高值。2019 年，诺贝尔奖获得者、日本科学家 H. Amano 教授等研制出波长为 271.8nm 的 UVC 紫外激光器，实现了历史性的突破。

在国内，中科院半导体所在 2016 年研制出我国第一只 GaN 基紫外激光器，波长 380-395nm，目前连续激射功率 380mW，是国内唯一能实现紫外激光连续激射的研究机构。

二、技术特点

- (1)效率高、体积小、重量轻且价格低；
- (2)近单色性且波长可调；
- (3)具有更好的可控性，包括光色可调、时间空间可控；
- (4)具有高速通信功能。



三、专利情况

已申请国家发明专利 15 项，其中授权 8 项。

四、市场分析及应用情况

GaN 基紫外激光器在杀菌、生化检测、激光加工、固化、光通讯等领域有广泛的应用价值。但是器件研制难度大，必须政府主导，才能集中优势力量，突破紫外激光器核心技术，对于促进经济发展和国家安全具有十分重要的意义。特别是近期新型冠状病毒疫情严峻，紫外杀菌是遏制病毒快速传播是控制疫情的关键。因此，研制紫外激光器具有显著的重要性、必要性和紧迫性。

五、合作方式

技术开发、技术转让、技术服务等方式。

4. 宽带波长可调谐 DBR 激光器

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期 ☐生长期 ☐成熟期

一、项目简介

光电子芯片除了在光纤通信领域的应用之外，可以为医疗、无人驾驶等行业提供优异性能的可调谐光源。一直以来我国光电子芯片特别是宽带可调谐的光电子芯片长期依赖进口，国内急需突破宽可调谐激光器芯片及其相关集成技术。波分复用技术可以大大提升光纤通信的传输容量，在骨干传输网和接入网当中都有着广泛的应用。在波分复用系统中，可以使用波长可调谐激光器取代传统的固定波长激光器。一方面可以有效减少备份光源的数量，降低系统成本；另一方面也可以实现真正的动态光通信网络，实时适应不断变化的网络需求。宽带波长可调谐 DBR 激光器具有可调谐范围宽（可覆盖 C 或 L 波段）、低成本、技术成熟、输出功率高的特点，是未来骨干网和接入网中的重要光源。

半导体所长期从事 DBR 激光器相关研究工作，研制的 DBR 激光器可实现波长 3nm~60nm 调谐。具有自主可控的 MOCVD 光子集成材料生长技术以及多种自主知识产权的工艺技术，具备激光器芯片小规模制备能力。

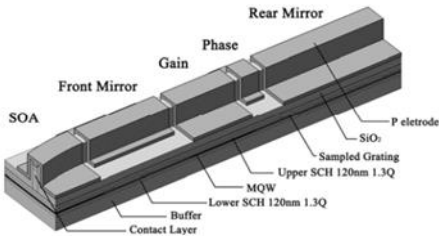


图 1 宽带可调谐 DBR 激光器芯片结构示意图

二、技术特点

半导体所研制的 DBR 激光器波长调谐范围可达 49nm、输出功率大于 10mW，可以覆盖 110 个 ITU 标准的 50 GHz 间隔的通信信道。与其它可调谐方案相比，DBR 激光器具有体积小、成本低、稳定性好、调谐速度快的优点。

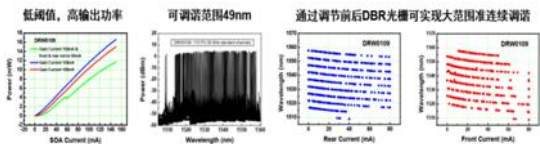


图 2：宽带可调谐 DBR 激光器核心性能指标图

三、专利情况

宽带波长可调谐 DBR 激光器及其相关的国家发明专利 7 项，涉及材料生长、器件制作工艺以及测试方法等。相关专利如下：

波长可调谐分布布拉格反射半导体激光器的制作方法；

取样光栅分布布拉格反射半导体激光器的制作方法；

分布放大的取样光栅分布布拉格反射可调谐激光器结构；

基于分布布拉格反射激光器的波长可调谐窄线宽光源；

可实现波长宽调谐的分布反射布拉格激光器及其制作方法；

可调谐激光器与光放大器单片集成器件的制作方法；

一种分布布拉格反馈可调谐激光器及其制作方法。

四、应用领域及市场前景

宽带波长可调谐 DBR 激光器芯片主要的应用场景包括光纤通信领域（主要为骨干网和城域网）、医疗领域和激光雷达领域。

在大数据时代中，光纤通信系统正在向着高速大容量、良好的扩展性和智能化的方向发展。特别是在密集波分复用技术在光纤骨干网和接入网中大量应用的背景下，宽带波长可调谐 DBR 激光器可以实现波长灵活切换，降低网络维护恢复成本，并且提高系统可靠性，已经成为了光纤通信网络中不可或缺的关键器件。

5G 快速发展的背景之下，远程医疗和无人驾驶等产业正在快速孵化，诸如光学相干断层扫描和调频连续波激光雷达等前沿技术已经在抢占技术高地并瓜分市场，中国急需改变在相关技术领域缺乏自主芯片的现状。

半导体所研制出的宽带可调谐 DBR 激光器已经提供给北京邮电大学、中电 29 所进行光纤通信以及微波光子学的应用。目前正在探索 DBR 激光器在激光雷达和光学相干断层扫描方面的应用。

五、合作方式

技术开发、技术转让

5. 高速直调可调谐 DBR 激光器芯片

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期

☐生长期

☐成熟期

一、项目简介

高速直调波长可调谐激光器，简称 DBR 激光器，同时具有高速调制以及波长调谐功能，通过增益区来实现高速信号的强度调制，通过 DBR 区和相区上的电流实现波长的调谐。该集成器件是 5G 和 F5G 光通信网络中的核心器件，满足光纤传输网对波分复用激光器的需求。

半导体所长期从事 DBR 激光器相关研制工作。分别采用量子阱混杂技术，对接生长技术开展了高速直调 DBR 激光器的研制。具有自主可控的 MOCVD 光子集成材料生长以及多种光子集成工艺技术，具备激光器芯片小规模制备能力。

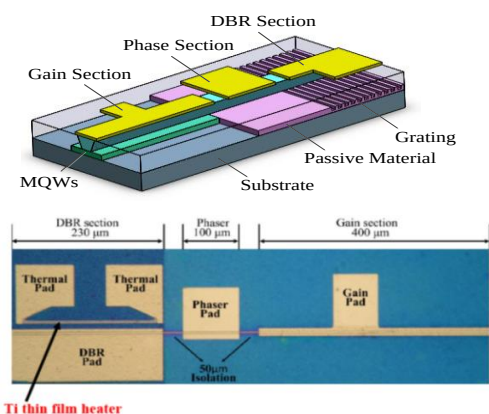


图 1 高速直调可调谐 DBR 激光器芯片结构示意图

二、技术特点

直接调制 DBR 激光器具有体积小、成本低、稳定性好、调谐速度快的优点。适用于

接入网无色 ONU，是低成本波分复用无源光网络（WDM-PON）的核心激光器。半导体所研制的高速直调 DBR 激光器波长调谐范围可达 15nm、调制速率 10-25Gb/s，输出功率大于 10mW。

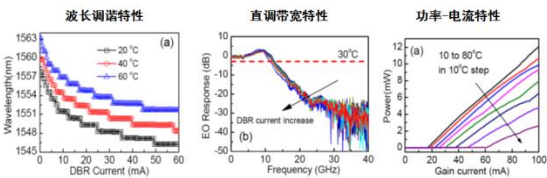


图 2 高速直调可调谐 DBR 激光器核心性能指标图

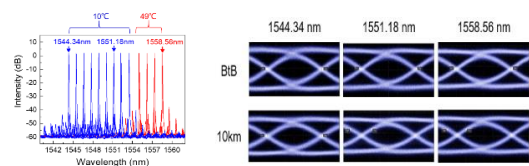


图 3 25G/s 高速直调可调谐 DBR 激光器性能指标图

三、专利情况

高速直调可调谐 DBR 激光器及其相关的中国发明专利 7 项，涉及材料生长、器件制作工艺以及测试方法等。相关专利如下：

波长可调谐分布布拉格反射半导体激光器的制作方法；

可调谐激光器及其制备方法；

可实现波长宽调谐的分布反射布拉格激光器及其制作方法；

一种分布布拉格反馈可调谐激光器及其制作方法。

四、应用领域及市场前景

随着互联网技术的快速发展，人们对网络带宽的需求也越来越高。无论是数据中心还是 5G 网络的传送，随着传输带宽的提升，以及构建灵活动态可控网络的需求，密集波分复用技术成为拓展信息传输容量的首选。在 5G 前传、F5G 接入等方面对带宽、连接数量、时延等的波长需求较多的环境下应优选 DWDM 技术，可以实现多个扇区通过不同波长共享光纤资源，提高纤芯利用率，在不增加光纤的情况下将用户接入带宽增加数倍乃至数十倍，所以波分复用技术下沉已经成为国内外运营商的共识。2019 年 7 月，ITU-T 启动了面向 5G 前传的 25G DWDM 系列标准（G.698.1，G.698.2 和 G.698.4）。随着标准的推进，会带动高速调制可调谐激光器产业发展。

半导体所研制的高速直调可调谐 DBR 激光器可以用于无色 ONU 模块，满足未来 WDM-PON 和 5G 无线前传网络的要求。10-25G 高速直调可调谐激光器芯片作为 5G 前传和接入网的核心器件，其市场需求量巨大。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

6. 高速电吸收调制可调谐 DBR 激光器芯片

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期

☐生长期

☐成熟期

一、项目简介

高速电吸收调制可调谐激光器同时具有高速调制以及波长调谐功能，通单片集成的电吸收调制器（EAM）来实现高速信号的调制，通过 DBR 区和相区上的电流可以实现波长的调谐。该集成器件是 5G 光通信网络中的核心器件，满足光纤传输网对波分复用激光器的需求。

半导体所长期从事电吸收调制器及 DBR 激光器相关研制工作。结合使用对接生长技术及选择区域外延技术研制成功的电吸收调制 DBR 可调谐激光器芯片，实现 10-50 Gb/s 数据调制以及大于 12nm 的波长调谐。具有自主可控的 MOCVD 光子集成材料生长能力以及多种具有自主知识产权的工艺技术。具备激光器芯片小规模制备能力。

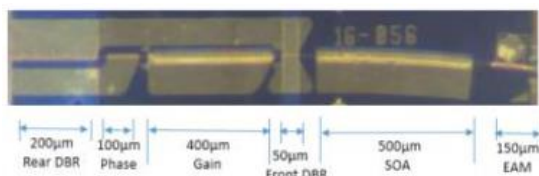


图 1 高速 EAM 调制可调谐 DBR 激光器芯片

二、技术特点

电吸收调制 DBR 激光器是一种集成了由增益区（Gain）、相位区（Phase）、分布布拉格反射镜（DBR）组成的 DBR 激光器、半导体光放大器（SOA）及 EAM 的集成光器件。DBR 激光器具有体积小、成本低、稳定性好、调谐速度快的优点。而 EAM 调制具有啁啾小

的优点，适合用于高速数据远距离传输。器件适用于接入网无色 ONU 的应用需求，是低成本 WDM-PON 的核心激光器。

半导体所研制的高速 EAM 调制 DBR 激光器波长调谐范围可达 12nm 以上、调制速率 10-50 Gb/s，输出功率大于 10mW。实现了 10 Gb/s NRZ 数据 75 Km 标准单模光纤无误码传输及 28 Gb/s NRZ 数据 10 Km 无误码传输，在 50 Gb/s NRZ 数据调制下眼图仍清晰张开。

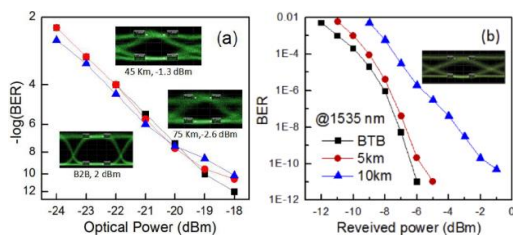


图 2(a)10 Gb/s 及(b)28 Gb/sNRZ 调制误码特性

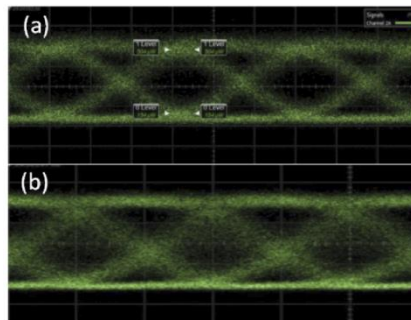


图 3 (a) 40 Gb/s 及 (b) 50 Gb/s NRZ 调制背对背眼图

三、专利情况

高速 EAM 调制可调谐 DBR 激光器及其相关的国家发明专利多项，涉及材料生长、器件制作工艺以及测试方法等。相关专利如下：双模激光器 THz 泵浦源的制作方法；

可调谐激光器与光放大器单片集成器件的制作方法；

基于分布布拉格反射激光器的波长可调谐窄线宽光源；

一种分布布拉格反馈可调谐激光器及其制作方法；

可实现波长宽调谐的分布反射布拉格激光器及其制作方法。

四、应用领域及市场前景

随着大数据时代的到来，信息容量呈指数形式增长。特别是数据中心光互连以及宽带接入网对高速数据传输的需求更加迫切。一旦波分复用技术应用于数据中心和接入网，那么低成本的高速调制可调谐 DBR 激光器以及电吸收调制的 DBR 激光器将成为扩充通信容量的关键集成芯片。光时分波分复用无源光网络（TWDM-PON）已定为下一代 PON 的标准，该框架中急需解决低成本的高速可调谐激光器，以满足无源光网单元（ONU）的

需求。一直以来高速光电子芯片特别是 10G 以上的光电子芯片长期以来进口，而中国的模块厂商如海信，武汉光迅，华美，华工正源等在国际上已经占有一定份额，设备厂商如华为，中兴更是在国际上有很大竞争力。国内急需突破高速率激光器芯片以及相集成技术，打破国外企业在高端光子芯片方面的垄断，提升相关产品以及产业在国际市场中的竞争力。

高速电吸收调制可调谐的 DBR 激光器具有制作工艺以及波长调谐机制相对简单、可靠性高、成本低、传输距离比直调可调谐激光器远等优点，适合未来 WDM-PON 和 5G 无线前传网络。10-25G 高速可调谐激光器芯片是高速信息传送网所急需的产品，并且由于是用于接入网以及 5G 前传，其市场需求量巨大。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

7. 高速电吸收调制 DFB 激光器(EML)

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期

☐生长期

☐成熟期

一、项目简介

在光纤通信网络中，实现大容量、长距离传输是光传输系统最主要的两个指标。然而由于频率啁啾的存在，直接调制半导体激光器在长距离传输系统中受到限制。高速电吸收调制激光器（EML）是集成了分布反馈（DFB）激光器与电吸收调制器（EA）的光子集成器件。EML 由 DFB 激光器实现光源功能，

由 EA 实现高速调制功能，与直调 DFB 激光器相比，EML 具有低成本、低啁啾、高调制速率、传输距离长的特点，已经成为城域网中长距光发射模块的最佳解决方案。半导体所长期从事 EML 相关研究工作，具备激光器芯片小规模制备能力。

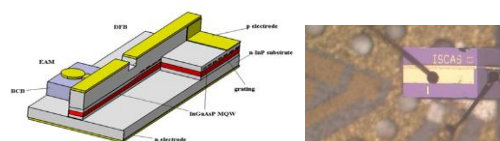


图 1 电吸收调制 DFB 激光器芯片结构示意图

二、技术特点

半导体所研制的 EML 最大调制速率可达 40Gb/s，典型阈值 15mA，出光功率 10mW，边模抑制比大于 40dB，消光比大于 10dB@2.5V。并已研制出多路 EML 阵列集成芯片。

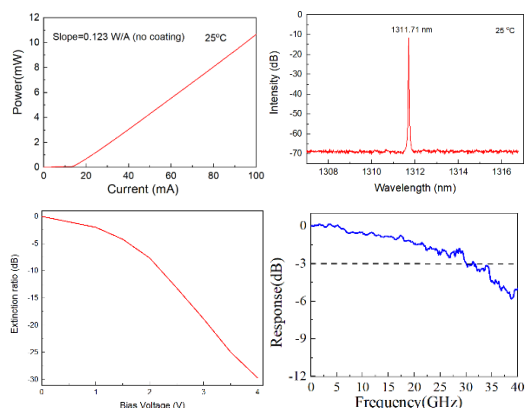


图 2 电吸收调制 DFB 激光器核心性能指标图

三、专利情况

高速电吸收调制激光器及其阵列相关的中国发明专利多项，美国发明专利 1 项，涉及材料生长、器件制作工艺以及测试方法等。相关专利如下：

波长可调谐电吸收调制分布反馈激光器和制作方法；

高速电吸收调制器的制作方法；

Method for manufacturing selective area grown stacked-layer electro-absorption modulated laser structure;

利用量子阱混杂制作多波长光子集成发射器芯片的方法；

量子阱偏移光放大器和电吸收调制器的制作方法；

电吸收调制器与自脉动激光器单片集成器件的制作方法。

四、应用领域及市场前景

高速电吸收调制 EML 激光器芯片的主要应用场景是光纤通信领域，包括城域网、接入网和数据中心等不同的应用场景。大数据时代，信息容量呈指数形式增长，整个光纤通信网络都在向着更高的速率迈进。带宽大于 50GHz，调制速率达到 80Gb/s-100Gb/s 的 EML 将在中短距传输网中有非常广阔的应用前景。在接入网中，正在布局的 10G-EPON 和 GPON 中使用 EML 可以显著提升 OLT 下行速率并且拓展接入网传输距离，在 25G-PON 中，高速率 OLT 光模块也将给予 EML 更广阔的市场应用空间。在数据中心，目前的主流 400Gb/s 方案(4λ)中，单波 100Gbit/s 的主要实现方案就是 50GBaud/s 的 PAM4 调制的 EML，旭创、住友、AOI 等国内外企业均有产品在售，特别是无制冷 EML 技术的突破后，进一步降低成本，未来 EML 将广泛用于数据中心等应用场景中。

一直以来我国高速光电子芯片特别是 10G 以上的光电子芯片长期依赖进口，国内急需突破高速率激光器芯片及其相关集成技术，打破国外企业在高端光子芯片方面的垄断，提升相关产品以及产业在国际市场中的竞争力。

半导体所研制的高速 EML 集成芯片目前提供给北京邮电大学、清华大学、北京大学等高校，用于光通信相关科研工作。未来有望进行产业化转移，用于 5G、数据中心、接入网等领域。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

8. 半导体锁模激光器(MLLD)

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期 ☐生长期 ☐成熟期

一、项目简介

半导体锁模激光器因其能产生高质量的脉冲序列而具有非常广阔的应用前景，包括：太赫兹波的产生、光时钟恢复、光通信系统等等。半导体锁模激光器作为一种可集成的光脉冲源，相比于光纤锁模激光器和固体锁模激光器具有更高集成度、更高脉冲重复频率、结构紧凑、成本低、易于大量制造等优点，是产生高质量短脉冲序列的重要光源。

半导体所长期从事半导体锁模激光器相关研究工作。研制的半导体锁模激光器包含10GHz、20GHz、25GHz、40GHz和100GHz等不同脉冲重复频率。

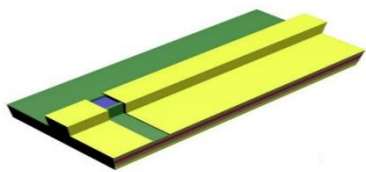


图 1 半导体锁模激光器结构示意图

二、技术特点

半导体锁模激光器是一种集成光器件，它的基本结构包括增益区（Gain）与饱和吸收体(SA)，根据实际需求集成相位区(Phase)与分布布拉格光栅（DBR）等光学组件。与其他锁模激光器相比，半导体锁模激光器具有脉冲重复频率高、体积小、成本低、稳定性好的优点。

半导体所研制的半导体 DBR 锁模激光器脉冲重复频率可达 40GHz，脉冲宽度可达 1.5ps。

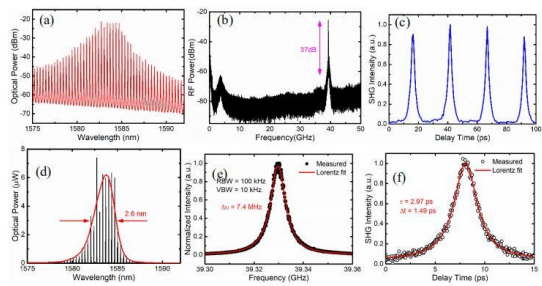


图 2 半导体锁模激光器性能指标图

三、专利情况

半导体锁模激光器相关的中国发明专利多项，涉及器件制作工艺以及测试方法等。相关专利如下：

- 基于全量子阱选择区域外延的半导体锁模激光器制作方法；
- 利用量子阱混杂制作多波长光子集成发射器芯片的方法。

四、应用领域及市场前景

半导体锁模激光器主要的应用场景包括光纤通信领域、光模数转换器和光载无线通信。

在大数据时代中，光纤通信系统正在向着高速大容量、良好的扩展性和智能化的方向发展。在波分复用（WDM）大量应用的背景下，半导体锁模激光器为光纤通信网络提供了光学梳状滤波功能，进一步简化了现有

WDM 系统的复杂性、扩大了应用范围、降低了系统的成本、提高了系统可靠性，是光纤通信网络中不可或缺的重要器件。

随着数字信号处理技术的高速发展，系统的数字化成为必然的趋势，这对前端的模数转换器(ADC)的性能提出了更高的要求。现有的电子 ADC 已经实现了产业化，但是受限于孔径抖动，电子 ADC 难以在高采样速率

下实现高量化精度的模数转换。而光 ADC 借助光脉冲抖动低、脉宽窄的优势有望实现宽带信号的高速高精度数字化处理，具有非常广阔的市场前景。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

9. 铋化物单模激光器

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

☒生长期

☐成熟期

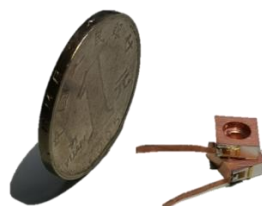
一、项目简介

中红外波段包含很多重要气体的吸收峰，例如 CH_4 、 CO 、 CO_2 、 H_2O 等。基于中红外单模激光器的气体分析仪，可以对目标气体浓度实现高精度、远距离、在线实时测量，精度可达 ppb 量级（十亿分之一）。

铋化物激光器是可完全覆盖中红外波段的电泵半导体激光器，具有体积小、重量轻、效率高等优点。由于中红外激光器巨大的市场前景，德国 Nanoplus 和美国 Thorlab 公司研制了单模铋化物激光器产品。国内进行 GaSb 激光器的研究起步较晚，目前进行这方面的研究单位只有半导体所。2015 年半导体所完成了 GaSb 基分布反馈激光器的制备，实现了 $2\mu\text{m}$ 单模室温连续工作。激光器激光波长覆盖 1.8-3.5 微米，功率达到 14 毫瓦，边模抑制比 (SMSR) 大于 53dB。

目前，本所研制的铋化物单模激光器，已完成实验室中的初试阶段，解决了激光器研制中的关键技术问题，达到了产品市场化

所需功率、波长、边模抑制比指标，可进入中试阶段。

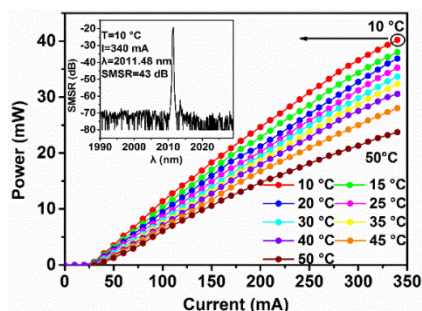


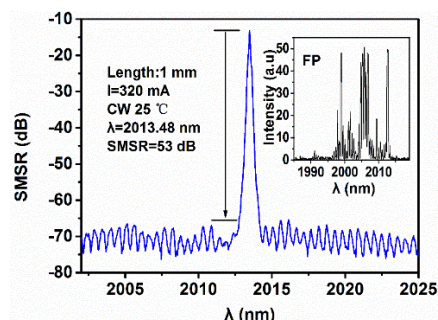
铋化物单模激光器实物图

二、技术特点

单面最大输出功率 40mW（是同类器件的 4 倍）；

高边模抑制比，SMSR=53dB（为已报道的铋化物电泵激光器最高边模抑制比）。





三、专利情况

双波长铽化物应变量子阱半导体激光器及其制备方法；

带间级联激光器及其制备方法。

四、应用领域及市场前景

基于中红外单模激光器开发的气体分析仪可广泛应用于环境监测、工业气体在线分析、矿井安全领域。

(1) 环境监测

目前国内环境污染问题日益严重，人们都对环境问题更加关注，政府也要花大力气治理环境污染。大气污染物主要包括 SO_2 、 NO_x 、 CH_4 、 CO 、 O_3 、 CH_2O 、 H_2S 、 NH_3 、 HCl 、 C_2H_2 等，这些气体在中红外波段都具有特征吸收峰。而环境污染的治理，前提条件是对大气环境污染气体的监测。同时机动车尾气对空气污染的贡献率接近 40%，尾气中主要包括 CO 、 HC 、 CO_2 、 NO_x 和固体悬浮颗粒物。这些污染气体，都需要高性能、远距离的气体分析仪进行监测。

(2) 工业气体在线分析

在众多工业领域，需要对燃烧、反应、尾气中的气体进行实时、远距离、快速的定性、定量分析，这就需要高性能的气体分析仪。在石油化工生产中，需要对催化裂化再生烟气分析 (O_2 、 CO 和 CO_2 ，对催化剂再生反应效率进行实时控制)，半水煤气分析 (O_2 、 CH_4 ，安全监控和了解气化反应情况)，氨碳比值分析 (NH_3 、 CO 、 CO_2) 等；在火力发电中，需要对锅炉烟道 (O_2 、 CO_2 ，反映燃煤燃烧效率)，脱硫/脱硝装置前后 (SO_2 、 NH_3 、 NO_x ，反映脱硫/脱硝装置的工作情况) 的气体进行分析；在钢铁冶炼中，需要对高炉炉顶煤气分析 (CO 、 CO_2)，转炉炉气分析 (CO 、 CO_2)，转炉煤气回收控制 (CO)，喷煤系统安全控制 (CO) 等。

(3) 矿井安全

我国是产煤大国，每年都会发生煤矿安全事故，其中经济损失最大、人员伤亡最多的就是煤矿瓦斯爆炸事故。瓦斯主要成分是甲烷和一氧化碳，无色无味，浓度高时会使人短时间因缺氧窒息而死亡；如遇明火，就会发生瓦斯爆炸事故。为防止瓦斯爆炸事故，保证矿井生产安全，瓦斯气体的快速、在线实时检测是基本前提。随着我国对矿井安全的重视，对瓦斯气体在线实时检测系统的需求也越来越大。

五、合作方式

技术转让。

10. 近红外 InGaAs/InP 单光子雪崩探测器单元和阵列芯片

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期

☐生长期

☐成熟期

一、项目简介

本项目组采用自主研发的低噪声平衡集成技术，研制了近红外（1064nm~1550nm）单光子雪崩探测器，在 TEC 制冷条件下达到了高探测效率（ $\geq 30\%$ ）、低暗计数（ $\leq 10\text{-}5/\text{门}$ ）水平；近红外单光子阵列器件采用具有自主知识产权的隔离技术，可有效降低像元串扰及提高成像分辨率，直径 $50\mu\text{m}$ 像元中心距为 $100\mu\text{m}$ 的背入射平面型 SPAD 阵列具有良好的击穿电压一致性， $8*8$ 阵列的均差在 0.5V ， 0.9Vb 偏压时暗电流小于 1nA 。可为量子保密通信系统和长距离激光雷达提供平衡单光子探测，为新型 3D 成像激光雷达提供高速高质量单光子探测阵列。

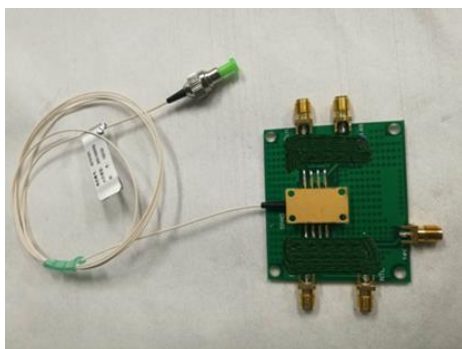


图 1 TEC 制冷 InGaAs 单光子探测平衡器件及测试模块

二、技术特点

高 SPAD 器件雪崩击穿与光场重合；滤波平衡探测，低暗计数；可靠的扩散工艺；面阵高一致性。高性能芯片的制备条件较为苛刻，达到较高的制备成品率需要高端设备和严格的技术条件。

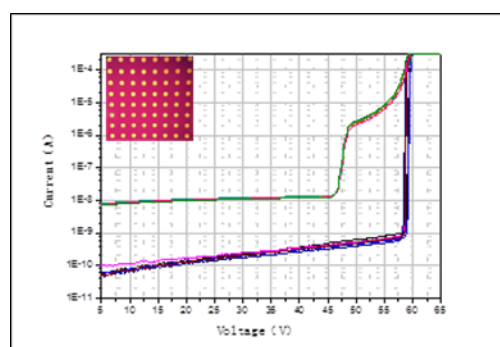


图 2 探测器阵列的 IV 特性

三、专利情况

已申请发明专利 2 项。

四、应用领域及市场前景

近红外单光子探测在量子密钥和高端激光雷达领域具有明确的发展前景，在长距离、高速、高灵敏度探测和成像方面将发挥重要作用。

五、合作方式

技术转让。

11. 近红外高速雪崩光电二极管芯片

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期 ☐生长期 ☐成熟期

一、项目简介

目前，国内 25G 高速雪崩探测器全部依赖进口。为实现技术自主，项目组在器件模拟优化和暗电流抑制等方面进行了专项攻关，取得了技术突破，研制成功 InGaAs/InAlAs 分离吸收过渡电荷倍增电荷渡越（SAGCMCT）结构雪崩光电二极管芯片。该芯片采用特殊优化器件参数和高精度外延生长技术，具有低暗电流、高增益带宽、高可靠性等技术优势。25GHz 器件带宽下暗电流进行了最小化优化，可用于 25Gbps/s 速率的高灵敏度传输领域。

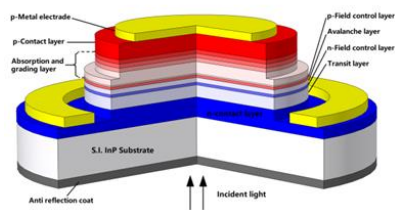


图 1 InGaAs/InAlAs 分离吸收过渡电荷倍增电荷渡越（SAGCMCT）探测器的结构示意图

二、技术特点

探测波长覆盖 1310nm~1550nm 波段；
器件具有宽带高增益低暗电流的特性；
0.9Vb 偏置电压下暗电流低至 6.7nA；
增益带宽积 210GHz 以上，增益为 5 时带宽可高于 18GHz，1 倍增益响应度 0.45A/W。

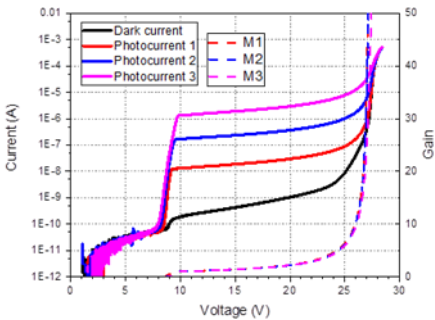


图 2 器件的暗电流在 0.9Vb 偏置下可以达到 6×10^{-8} A

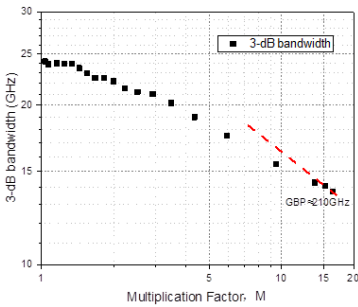


图 3 器件增益带宽积大于 200GHz

三、专利情况

已申请相关领域专利 1 项。

四、应用领域及市场前景

高速 APD 在光通讯模块中可以替代探测器和光放大器的组合，实现高灵敏度探测的同时降低模块光器件成本，为 5G 通信和数据中心远程传输中提供更高性价比方案。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

12. 硅基高速光电探测器

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

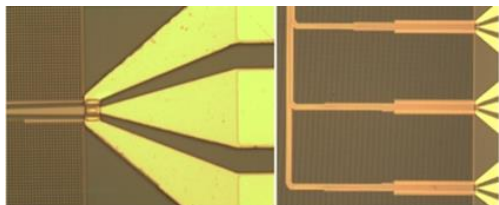
☒生长期

☐成熟期

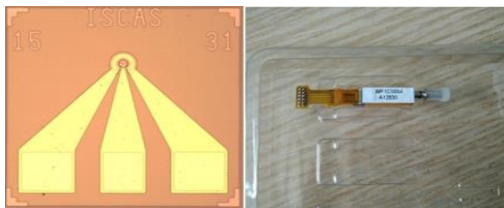
一、项目简介

硅基高速光电探测器是光纤通信及硅基片上光通信系统的核心器件，主要用于接收高速的光信号，并将光信号转化为电信号。目前III-V族光电探测器在市场上仍占主导地位，但是随着硅基锗材料外延生长技术的突破和硅基光电子技术的快速发展，硅基高速探测器的性能显著提高。

相比于III-V族器件，硅基高速探测器完全兼容硅的CMOS工艺，可以借助硅的工艺线，实现大规模、低成本制造，具有明显的优势。项目组经过十多年的研究，开发出了制备硅基高速光电探测器的全套技术，涵盖硅基异质结构材料外延生长、器件制备工艺、测试和封装等。



硅基波导光电探测器芯片及其阵列的显微镜照片



硅基面入射探测器芯片的显微镜照片及其

4×28G ROSA

二、技术特点

锗硅波导探测器暗电流<100nA；光响应完全覆盖 O、C 波段和部分 L 波段；光响应度>0.7A/W@1310nm，>0.8A/W@1550nm，>0.4A/W@1580nm，3-dB 带宽>30GHz；光接收速率可达到 64Gb/s。

锗硅面入射探测器暗电流<100nA，光响应完全覆盖 O 和 C 波段；光响应度>0.6A/W@1310nm，>0.3A/W@1550nm，3-dB 带宽>40GHz；光接收速率可达到 64Gb/s。

三、专利情况

半导体所已申请硅基光电探测器及其材料生长相关的国家发明专利 5 项，其中授权 3 项。

四、应用领域及市场前景

中国是全球最大光通信市场，在光通信器件领域，约占全球 30%市场份额。随着运营商骨干网全面升级、宽带到户、数据中心、移动 5G 等多方面的共同驱动下，国家对各类光电芯片的需求日益旺盛。权威机构预测中国光通信市场规模在 2020 年将达到 30 亿美元，其中光探测占比可达到约 30%。

五、合作方式

技术转让、技术服务。

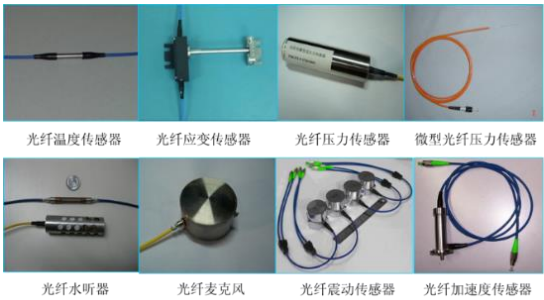
13. 光纤传感器

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

光纤传感器利用光纤进行传感和传输，具有本质无源、体积小、重量轻、抗电磁干扰等技术优势。一根光纤可串联多支传感器，配合高精度解调系统，可进行数百只传感器的大规模组网应用。半导体所已经成功研发出光纤温度、应变、压力、水声、震动等各类光纤传感器，并广泛应用于地球物理、轨道交通、地震监测、石油石化、电力、安防、土木工程与水利工程等领域。



已开发的产品



已开发的光纤地震计及多通道光纤信号采集器

二、技术特点

- (1) 全光纤传感、传输；
- (2) 本质无源；
- (3) 可用于高温高压恶劣环境；
- (4) 使用寿命长（>20 年）；
- (5) 灵敏度高；
- (6) 信号可长距离传输。

三、专利情况

半导体所在光纤传感器领域累计获得授权发明专利 60 余项。

四、应用领域及市场前景

当前光纤传感器全球市场规模已经超过 200 亿元，我国的市场规模也达到了数十亿元，其增长速度远高于传感器产业的平均增速。目前光纤传感器的主要应用领域包括土木工程、石油石化、安防、轨道交通以及地球物理等领域。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

14. 高速 3D 图像传感器芯片

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

☒生长期

☐成熟期

一、项目简介

图像视觉信息占人类获取外界信息总量的 80%以上。半导体图像传感器是最重要的图像视觉传感器，其市场规模近 200 亿美元，年平均增长率高达 10.4%。随着技术的进步，半导体视觉图像传感器向高速度、宽光谱和三维成像方向发展。针对这些发展趋势，半导体所研制了低功耗高速 CMOS 图像传感器采用了一种梯度掺杂光电二极管和非均匀掺杂传输管沟道的新型像素结构。该结构可以有效降低电荷转移路径中的电荷势垒/势阱和电荷反弹效应，有效降低了光电二极管中电荷残留，减小了拖尾现象。采用 TOF 测距原理，研制了三维图像传感器，可以用单一的图像传感器同时实现灰度和深度成像。采用自混频探测原理，研制了基于 CMOS 工艺的太赫兹波端探测器和面阵图像传感器，具有高集成度、低成本、低功耗等优势。

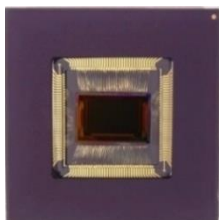


图 1 高速图像传感器芯片

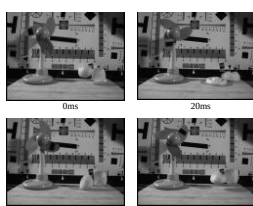


图 2 高速图像获取

二、技术特点

(1) 低功耗高速 CMOS 图像传感器有效分辨率为 800×600 、帧率为 1000fps、灵敏度为 $15.6\text{V}/\text{lux} \cdot \text{s}$ 、动态范围为 70dB、功耗 670mW；(2) 三维图像传感器芯片，具有

256×256 分辨率，430fps 灰度图像获取和 90fps 深度图像获取能力，测距范围 7m，距离准确度 1.6%；(3) 太赫兹波图像传感器，覆盖 0.28THz、0.86THz 以及 3.0THz 等多个频点，芯片已完成出样制备，可实现太赫兹探测和成像功能。

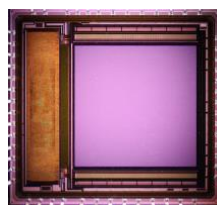


图 3 三维图像传感器芯片

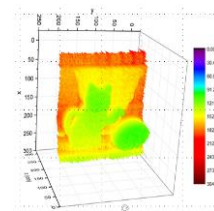


图 4 深度图获取

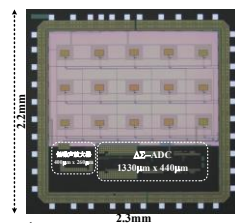


图 5 0.86THz 太赫兹探测器



图 6 扫描成像结果

三、专利情况：已申请发明专利 5 项。

四、应用领域及市场前景

高速图像传感器可用于观测高速运动目标，已在智能交通、工业检测、科学实验、机器人、体育赛事录像、汽车碰撞实验等领域获得应用。三维图像传感器可用于自动驾驶、3-D 打印、体感游戏、虚拟现实等领域。太赫兹波探测和成像可应用在安全检测、无损检测、医疗检测等领域。

15. 面向数据中心和 5G 的高速光通信集成芯片

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

☒生长期

☐成熟期

一、项目简介

本项目面向 100G-400G 通信的专用集成电路需求，研制了调制器（MZM、RING）驱动、激光器（DFB、VCSEL）驱动、跨阻放大器 TIA 等芯片。该类芯片主要用于数据中心有源光缆、5G 前传和回传、消费级 8k HDMI 线缆等场景。课题组与武汉某单位合作，开发了光电混合集成 25Gbps、50Gbps PAM4 硅光收发芯片组。

二、技术特点

针对 III-V 光器件，采用 SiGe 工艺实现了面向 DML 的驱动芯片、面向相干光通信的 MZM 驱动芯片、以及线性 TIA 芯片。该类芯片目前具备 56Gbps 水平，并开展了面向 112Gbps 的研发工作。

针对硅光器件，采用 CMOS 工艺，实现了面向数据交换和 HPC 的共封装板载光模块，实现了高密度、低功耗的阵列调制器驱动、TIA 与 SERDES 集成的芯片。目前具备

8x25Gbps 和 1x56Gbps 水平，正在开展面向 8x56Gbps 和 112Gbps 的研发工作。

三、专利情况

美国授权专利 2 项：

US20190235345A1, 《Signal control for segmented modulators》；

US20180314080A1, 《Optical modulator drivers》。

四、应用领域及市场前景

面向 100~400G 数据中心与 5G 前传/回传的光模块市场，未来五年增速将保持在 20% 以上，至 2021 年预计将达到 49 亿美元；而 5G 无线通信和 GPON 光纤入户拉动的市场在未来五年将分别达到 27 亿和 68 亿美元。面向新一代消费级市场光纤型 HDMI、USB-c 等数据线，未来 5 年拥有百亿级美元的市场。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

16. 碳化硅 MOSFET 芯片制造技术

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

本项目针对 SiC 基功率 MOSFET 器件研制过程中所涉及的芯片设计、关键工艺突破以及工艺整合研制、高温高效封装等所面临的技术瓶颈问题，采用六角形元胞和短沟道设计理念，突破高温栅氧化和高温离子注入等工艺技术，优化工艺次序和工艺窗口，以及采用 AlN 高热导率封装材料，使得 SiC 基功率 MOSFET 器件的导通电流、阻断电压以及热性能等都得到质的提升。

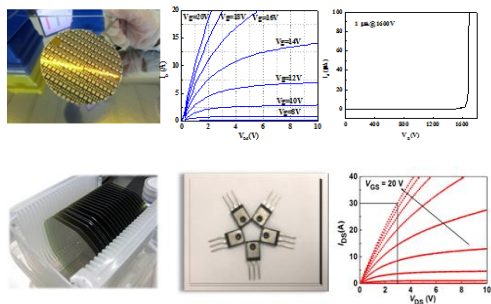


图 1. 1200V/20A SiC MOSFET 器件

二、技术特点

本项目产品可兼容 4-6 寸 SiC 晶圆产线，项目组在基于自主知识产权的外延结构设计和芯片结构设计，经关键工艺突破和整合研制后，能够制备阻断电压为 650V/1200V/1700V/3300V、导通电流达 50A 的 SiC 基 MOSFET 器件，且可以定制万伏级、500A 的器件，满足新能源汽车主逆变器、车载充电机、DC-DC 变换器、高铁机车以及智能电网的功率器件需求，部分指标如表 1 所示：

表 1. SiC 基功率 MOSFET 器件关键指标

指标类型	数值	单位
阻断电压	650~10000	V
导通电流	1~100	A
工作结温	-22~225	℃
开关时间	80~500	ns
开关损耗	0.5~5	mJ

本项目的相关技术也可以用于其他各类 SiC 功率器件的研制，例如 SiC 肖特基二极管、绝缘栅双极晶体管、晶闸管以及结型场效应晶体管等器件。

三、专利情况

项目组已在碳化硅器件方面申请了专利 10 余项。以下是部分授权专利列表：

- 碳化硅沟槽型 MOSFETs 及其制备方法；
- 碳化硅半导体器件及其制备方法；
- 一种 SiC 基沟槽型场效应晶体管及其制备方法；
- 一种碳化硅 MOSFET 器件及其制备方法；
- SiC 基 HEMT 器件的制备方法。

四、应用领域及市场前景

SiC 功率 MOSFET 在我国“新基建”节约能源方面扮演着极其重要的角色，可广泛应用于 5G 基站、新能源汽车、大数据中心、特高压输配电、轨道交通及工业电机等领域。电动车市场是 SiC 功率 MOSFET 器件成长的核心驱动力，汽车的主逆变器、车载充电机以及充电桩和储能变换设施都是电动汽车的能源集聚点，也是一个巨大的电力电子单元。截止 2019 年 10 月，我国公共和私有充电桩

总数量为 114.4 万个，同比增长为 66.7%。而根据国际能源署（IEA）预测，到 2030 年，全球纯电动车台数将达到 2150 万辆，充电设施缺口依然很大。采用 SiC 基 MOSFET 器件将极大减小电力电子设施的被动元件数目和整机体积。因此，本项目发展高性能 SiC MOSFET 功率器件不仅可以发挥新能源汽车高效节能

的优势，也能够带动更大市场规模的电力电子技术革新。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

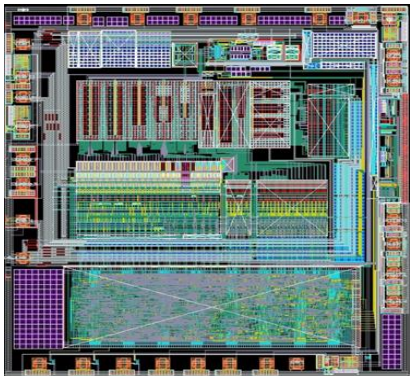
17. 兆采样率 16 位精度低功耗逐次逼近型模数转换器芯片

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期 ☐生长期 ☐成熟期

一、项目简介

通过对电池供电数据采集及医疗设备市场需求的调研，高性能芯片研究项目组研发了一款 1 兆采样率 16 位精度低功耗逐次逼近型模数转换器芯片（SAR ADC）。该芯片采用先进的在线校准技术，具有 100uW@10KSPS、10mW@1MSPS 的极低功耗。在 2.5V 单电源供电、基准电压（Vref）2.5V-5V 情况下，可以实现 0 至 Vref 的宽输入范围。该芯片的研发成功，确保了国内用户的采购安全性，提高了用户产品的性能与市场竞争力。



模数转换器芯片版图

二、技术特点

- (1) 单 2.5V 电源供电；
- (2) 高精度：16 位精度，
SINAD→91dB at 10kHz，
THD→110dB 10kHz；
- (3) 低功耗：100uW@10KSPS，
10mW@1MSPS；
- (4) 宽输入范围：Vref 电压 2.5V 至 5V，
模拟输入电压范围 0V 至 Vref。

三、应用领域及市场前景

该芯片可用于对功耗敏感的电池供电设备，如高性能电池供电数据采集系统；医疗设备，如脑机接口，通信设备等。

四、合作方式

技术开发、技术转让、技术服务。

18. 新一代 PDM 调制数字音频功率放大器芯片

所属领域：信息技术

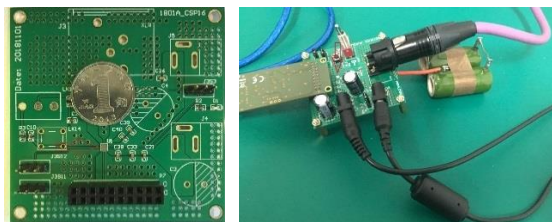
成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

一、项目简介

为满足音频功放市场需求，高性能芯片研究组成功研发一款用于高保真音频设备的高端 PDM 数字输入 D 类音频功率放大器芯片。该 D 类音频功率放大器芯片采用新型 PDM 调制方式，具有极低的谐波失真性能、极高的信噪比、极高的效率，可以用于各种高保真移动音频设备。该成果已经由国家权威测试机构电子四所测试认证，目前已实现量产供货。



二、技术特点

(1) 采用新型的 PDM 调制方式，相较于传统 PWM 调制方式具有更低的谐波失真，总谐波失真加噪声 (THD+N) 小于 0.01%;

(2) 具有 102dB 的极高信噪比;

(3) 效率 $\geq 90\%$;

(4) 输出功率 3W;

(5) 内部集成数字接口电路、高精度数模转换器、高性能调制器等模块，可实现 1bit 数字输入，1.5bit 功率输出，可借助扬声器寄生电感滤出音频信号，无需外加滤波器，直接驱动扬声器播放高保真音乐。

三、专利情况

已申请发明专利 1 项，布图专利 4 项。

四、应用领域及市场前景

可用于采用该功率的各种发声设备，尤其是对耗电敏感的移动设备，如手机、笔记本电脑、智能音箱、便携游戏机、电视以及超声波装置等。

五、合作方式

技术开发、技术服务、技术转让。

19. 物联网低功耗处理器

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☒成熟期

一、项目简介

物联网应用场景的电气设备都离不开处理器。有些应用场景由于采用电池供电，对功耗要求高，需要低功耗处理器。本项目“物联网低功耗处理器”是面向物联网应用设计实现的低功耗处理器。2018 年 1 月 MPW 流片，验收合格，可以全光罩量产。

二、技术特点

- 基于 8052 核心；
- 可配置 PLL，最高运行频率 120MHz；
- 8KB 启动 ROM, 64KB 程序 RAM, 64KB 数据 RAM；
- 虚拟 SPI host 接口外接串行 Flash 芯片；
- 32 个 GPIO；
- 三个 Timer；
- 串行通信口 UART；
- 4 个可配置 PWM 输出；
- 8 通道 12bit ADC；
- Watchdog；
- 外部晶体（8MHz）或者内部 LC 振荡器作为时钟源；
- 内置 LDO，支持单一 3.3V 电源供电。

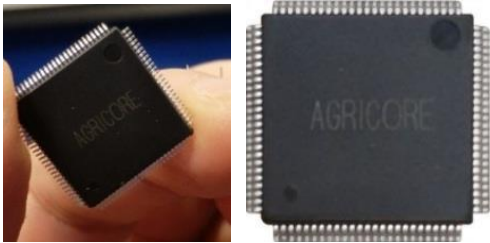


图 1 物联网低功耗处理器芯片实物照片

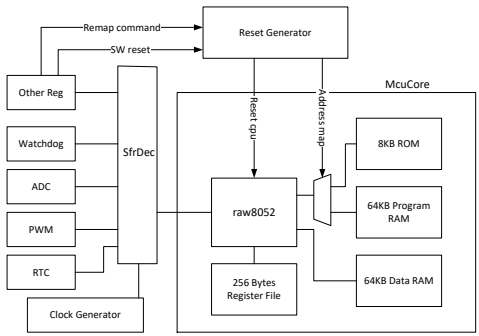


图 2 物联网低功耗处理器芯片架构图

三、应用领域及市场前景

2018 年，全球物联网设备连接数量高达 91 亿个。预测 2025 年全球物联网设备（包括蜂窝及非蜂窝）联网设备将达到 252 亿个。巨大的市场为该处理器提供了广阔的应用前景。

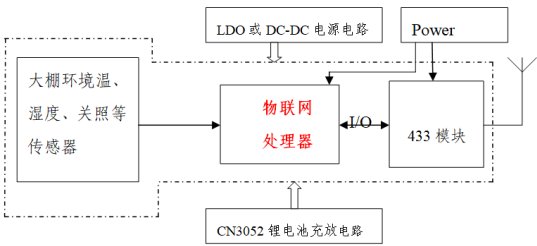


图 3 农业物联网应用方案

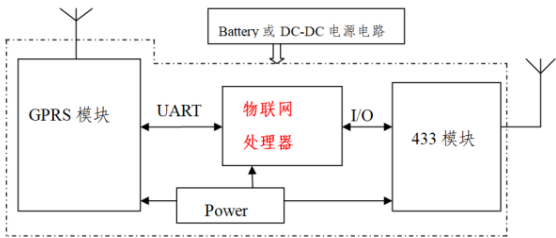


图 4 物联网网关中的应用方案

四、合作方式：技术开发、技术转让。

20. 集成化高性能射频 MEMS 谐振器件

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

一、项目简介

射频 MEMS 谐振器件是基于半导体微纳加工技术制备的高性能、集成化硅基时钟器件，具有低功耗、低成本、可与 IC 集成等优势。

为实现高性能 MEMS 谐振器、振荡器等射频谐振器件的产业化，打破国外公司的技术垄断，项目组国内首次设计实现具有频率覆盖广、高 Q 特性的 MEMS 谐振器、振荡器等器件；开发了高成品率 CMOS 兼容制造技术，可直接转移代工厂。MEMS 谐振器、振荡器是石英晶振的升级换代产品，市场前景广阔。

二、技术特点

拥有高频率、高 Q 值 MEMS 谐振器件的设计、加工、封装、测试等整套技术，主要的关键技术包括：

1. 基于多种 MEMS 谐振结构和模态的新型谐振器，实现了谐振频率大范围可调输出，谐振信号覆盖 kHz、MHz、GHz 范围，大气下 Q 值达到 10000 以上，真空下可达到 130000。

2. 高成品率的硅基谐振器件微纳加工技术和高可靠性的圆片级封测技术，器件制作成品率大于 90%；

3. 利用高增益、低噪声的驱动电路和温度补偿电路构成高稳定性振荡器，短期稳定性达到 $\pm 0.5 \text{ ppm}$ ，远载波相位噪声 -128 dBc/Hz ，满足 GSM 通信要求。

4. 实现了多种硅基射频器件的单片集成，满足多频、多性能射频前端模块的需求。

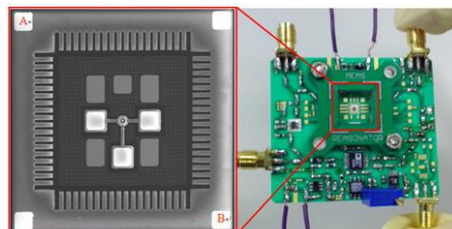


图 1 MEMS 谐振器和板级振荡器

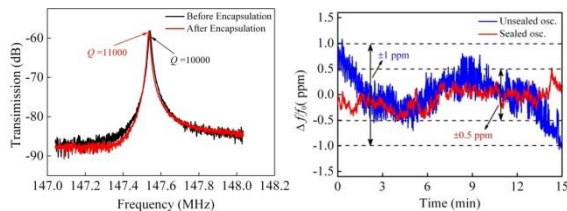


图 2 MEMS 谐振器 Q 值和振荡器稳定性

三、专利情况

在射频 MEMS 器件的结构设计、制作工艺、电路系统等方面拥有完全的自主知识产权，共有授权专利 9 项。

四、应用领域及市场前景

MEMS 谐振器和振荡器在电子系统中提供时钟基准，是对石英产品的升级换代，正以 120% 的年增长率，逐渐取代石英晶体振荡器，几乎所有的电子产品系统都需要多个时钟器件。MEMS 振荡器产品已经广泛应用于消费电子领域，如智能手机、电子手环、视频监控、摄录机、机顶盒、音响设备等；通信领域，如以太网转换器、路由器、基站等。MEMS 振荡器已经被应用于 iPhone 手机中作为时钟芯片。全球数以亿计的智能设备，给 MEMS 振荡器创造了巨大的市场机会。

五、合作方式

技术开发、技术转让等。

21. 高分辨率多功能原子探针

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☒成熟期

一、项目简介

扫描探针显微镜（SPM）在材料科学、生物工程、高密度数据存储、纳米技术等应用领域应用广泛。原子探针作为 SPM 的核心元件，其结构和性能决定了 SPM 系统的空间分辨率和检测灵敏度，是最关键的核心部件。项目组在原子探针的规模化制作、应用开发等方面取得了一系列成果，特别是在提升针尖曲率半径、深宽比、成品率等关键技术方面取得了重要突破，研制了一系列针对不同应用领域的高分辨率多功能原子探针，成品率大于 90%。探针已经应用于 AFM 系统，成像效果可比肩美国 Brucker 公司的商用探针。

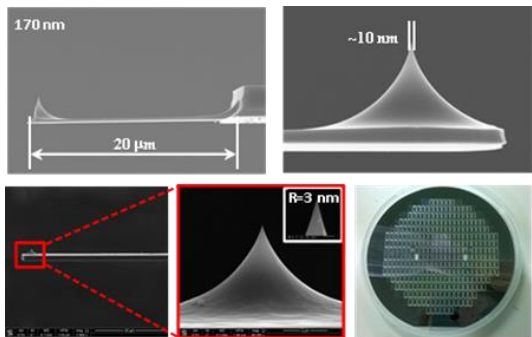


图 1 普通探针和高分辨率探针

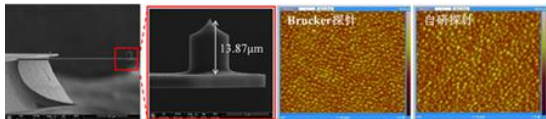


图 2 高针尖探针及 AFF 系统应用效果

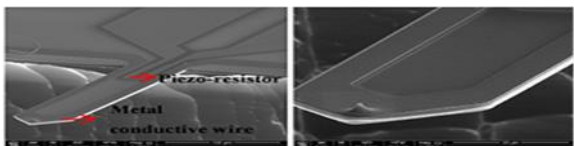


图 3 自激励自检测电性探针

二、技术特点

- 普通探针：针尖曲率半径小于 10nm，深宽比大于 3；
- 高分辨率探针：针尖曲率半径小于 5nm，深宽比大于 5；
- 高针尖探针：针尖高度大于 10μm；针尖曲率半径小于 10nm；
- 自激励自检测探针：针尖曲率半径小于 100nm。

三、专利情况

项目组在多功能原子探针的结构设计、规模化制作、应用开发等方面已申请国家发明专利 3 项，授权 2 项。

四、应用领域及市场前景

近年来国家在基础研究、高技术研究和应用、高端制造业等相关领域的持续加大投入力度，国内扫描探针显微镜设备的保有量很大，作为其核心关键部件和耗材的探针，需求量巨大。目前，原子探针生产商主要集中在欧美国家。原子探针每年全球销售额达 2000 万美元，其中中国市场占据三分之一，每年已达 3000 万元人民币以上，且年增长率一直维持在 10%左右。因此，多功能原子探针的产业化开发具有广阔的经济效益。

五、合作方式

可采用技术开发、技术转让等灵活合作方式。

22. 用于微震探测的分布式光纤声传感系统

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

分布式光纤声传感技术利用相干瑞利散射光的相位而非光强来探测音频范围内的声音或振动等信号，不仅可以利用相位幅值大小来提供声音或振动事件强度信息，还利用线性定量测量值来实现对声音或振动事件相位和频率信息的获取。**DAS** 技术即能满足对事件的定性判断，同时能够提供量化信息，极大扩展分布式振动传感技术信号探测能力和应用领域，特别是在油气勘探、生产监测、安全领域提供了一种全新、有效和低成本的技术方案，表现出巨大的应用前景，并得到迅速地发展。

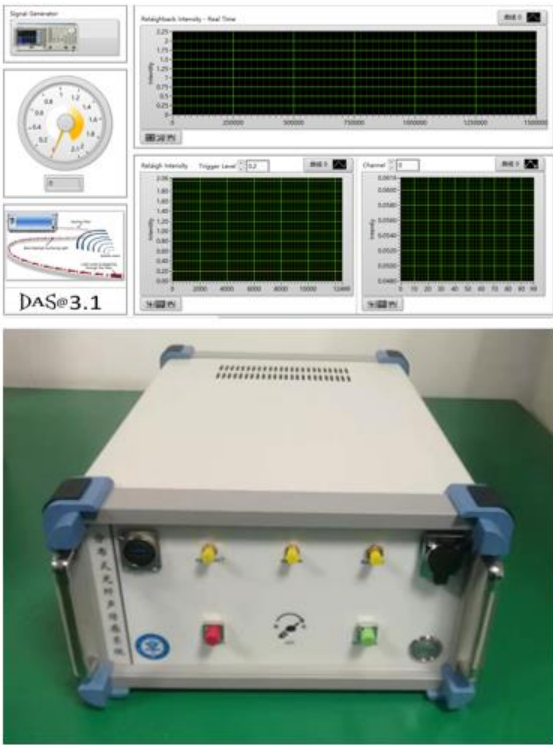
项目组首次提出基于相位生成载波解调技术的分布式光纤声传感系统，涉及集成化光学系统设计、微弱信号探测、高速数据采集、大数据实时处理等诸多关键技术，对于数千米传感距离、数万个传感通道和每秒数百兆数据进行复杂的相位准并行处理和显示。

二、技术特点

（1）长距离（数十公里）连续（空间分辨率数米）的振动或声信息获取；（2）全尺度（幅度、频率、相位）数万道信息的实时测量；耐高温高压等恶劣环境、且抗电磁干扰；（3）尺寸小，组网能力强；（4）低成本，高性价比。

三、专利情况

申请相关专利 4 项、授权专利 1 项。



四、应用领域及市场前景

主要用于油气勘探和生产监测领域，可扩展到周界安防、轨道交通，大尺度声音定位等诸多领域。该项目能够提供一种可靠的、价格适当、且同时具有自主知识产权的高性能分布式光纤声传感系统。针对井下地震测井应用，能显著缩短作业时间（现有作业时间的一半以下），降低勘探成本（现有勘探成本的一半以下），该系统不仅突破国外的技术垄断，更能提升我国在微震监技术研究的整体水平，使其在解决我国当前所面临的实际问题中发挥应有的作用。

五、合作方式：技术开发、技术转让、技术服务。

23. 船载拖曳式光纤温深剖面连续测量系统

所属领域：信息技术

成熟阶段：☒孵化期

☐生长期

☐成熟期

一、项目简介

对温度跃层的探测一直是海洋调查研究的重要手段。由于现有探测手段能力不足，仅能获取低时空分辨率的海洋动力环境参数，且存在成本高、浪费船时多、易丢失等问题。

半导体所研制的船载拖曳式光纤温深剖面连续测量系统，由 600m 拖曳链和甲板系统构成。该设备随船舶运动，实现了海面至水下 300m 温度垂直剖面的高频率（1Hz）、高水平分辨率（5 节船速水平分辨率约 2.5m）、实时连续探测。该设备是首次将光纤传感技术应用于海洋观测技术的大型阵列探测设备，可用于大洋中尺度涡旋、锋面及内波等海洋动力环境参数的高时空分辨率测量，细致刻画上述物理海洋现象的细节，提高获取数据的丰度和效率的同时，节约船舶运行费用，是现有各类直读式、拖曳式、潜标式温度场测量装备的有益补充。系统已经完成 3 次海上测试工作，包括南海中尺度冷涡和北黄海冷水团测试，均取得了理想的海试数据。



系统示意图、海试中的绞车系统和拖曳链

二、技术特点

（1）独特的光纤传感器的增敏方案、小型化快速响应封装技术和铠装保护技术；

（2）系统综合性能优良，在耐环境性、长期稳定性、卫星定位、实时图形化显示方面独具竞争力，环境适应性、软件稳定性、传感器性能均完成第三方测试；

（3）创立了微型化的成链工艺，成链保护技术、海试释放与回收技术成熟可靠；

（4）优化绞车系统的控制、动力、高可靠性等进行系统改进，是光纤传感技术继光纤水听器之后的又一次规模化应用。

三、专利情况

课题组申请 3 项发明专利并获得授权。

四、应用领域及市场前景

系统可用于各类海洋勘测，为承担海洋勘测任务的科研院所，如海洋局下属单位、中科院相关研究所、高校海洋研究院系等，提供新的技术能力。

五、合作方式

技术开发、技术转让、技术服务。

24. 基于 OTDR 的光缆监测系统

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☒成熟期

一、项目简介

光时域反射计（Optical Time-domain Reflectometer, OTDR）通过采集光在光纤中传播时产生的后向瑞利散射信号以及菲涅尔反射信号，来获取表征光纤信息的测量曲线，并通过对测量曲线的分析，了解光纤的均匀性、缺陷、断裂、接头耦合等若干性能，可用于测量光纤衰减、接头损耗、光纤故障点定位等，是光缆施工、维护及监测中必不可少的仪器。

该系统可针对不同的测试光纤长度，通过激光器驱动电路控制激光器发射出不同脉冲宽度的激光，辅以测量时间的选择可在测量距离、定位精度、响应时间等指标之间实现最优选择。



光缆监测板

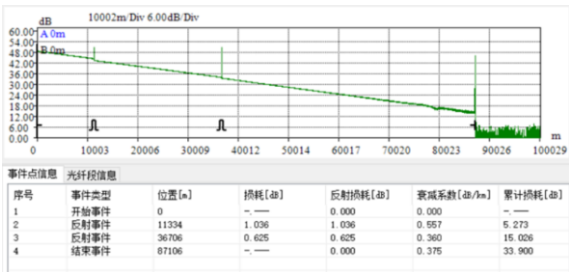
二、技术特点

系统由 ARM 单片机控制整体逻辑运行，FPGA 则用于高速数据的采集和预平均处理，通过 ARM 和 FPGA 的协同工作，保证了系统能高速、稳定地运行；ARM 单片机通过 TCP 网络传输协议与上位机通信，可以实时接收

上位机的测量、调试等命令并将所需信息即上传至上位机；ARM 和 FPGA 利用 SPI 协议进行通信，可快速传输测量数据和指令；在配置完标准参考曲线后，光缆监测系统即可实时监测光纤并上传判断信息。

为了增加光缆监测系统的动态范围，光缆监测系统采用波长为 1550nm（光纤中衰减为 0.2dB/km）、峰值功率可达 80mW 的脉冲激光器作为光源，并选择灵敏度为 -60dBm 的 APD 作为光探测器。

目前，光缆监测系统可实现 36dB 的动态范围，测试距离可达 80km，测试分辨率可达 8m，衰减盲区小于 22m，事件盲区小于 10m。



87km 光纤测试曲线

三、专利情况

暂无。

四、应用领域及市场前景

随着光通信的发展，针对光纤的实时监测显得愈加重要。该成果可应用于光纤通信、分布式光纤传感等领域中光纤的实时监测，对光纤的维护具有重要意义。

五、合作方式：技术转让、技术开发。

25. 可见光定位导航系统

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

LED 光源的飞速发展促进了人们对于可见光通信技术的研究。不同于传统的射频无线通信方式，可见光通信可以充分利用大量的光信道资源，缓解当前频谱资源稀缺的问题，并为室内通信提供了一种新选择，能够满足用户对通信链路安全、稳定、快速等方面的要求。同时，在室内等无法利用 GPS 技术实现定位的情况下，室内定位系统的研发可以基于一种不依赖于 GPS 卫星信号的可见光室内定位技术。半导体所半导体照明研发中心已经完成平面移动目标和手持移动目标两套可见光高精度实时定位系统的搭建和测试。

二、技术特点

可见光室内定位技术是基于可见光通信的室内定位技术，这种技术相对于传统室内定位技术具有定位精度高、附加模块少、保密性好、兼顾通信与照明等优点。

三、专利情况

目前国际上在可见光定位领域的专利布局还并未充分展开，主要是氮化镓蓝光 LED

的专利技术延伸，半导体所半导体照明研发中心在可见光定位领域申请专利 1 项，预计近一两年内将会进一步申请 10 多项核心专利，可以掌握专利布局主动权。

四、应用领域及市场前景

室内定位有着广泛的应用前景。公共安全和应急响应领域，在紧急情况下，大到建筑物的位置，小到楼层、房间号甚至具体人员，都需要救援人员精确定位。电子商务领域，可见室内定位有着广泛的应用前景，如个性化广告/优惠信息推荐等，都需要可见光室内定位技术提供精确的用户室内位置信息。清洁能源领域，以低能耗的 LED 为载体的室内可见光定位具有很大的潜力。



可见光定位原理及应用

五、合作方式

知识产权许可、技术转让、技术开发。

26. 基于 LED 的普适光通信

所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期

☒生长期

☐成熟期

一、项目简介

利用 LED 灯这个生活必需品来做无线通信的信息基站，灯光照度 20 lx 就可实现对物联网设备的光学控制，灯光照度 300 lx 能实现 100M 可见光上网。该技术属于 6G 新技术，可用于人口密集区和射频敏感区，替代 WiFi 实现高速大容量的无线光上网，同时也可用于搭建基于无线光通信的物联网。基于 LED 的普适光通信研究课题，由国家重点研发计划“可见光通信关键技术及系统研发”项目首席科学家陈雄斌研究员领衔，旨在推广可见光通信新技术的应用，解决方案成本远低于同类方案。

2008 年，半导体所的可见光通信研究工作起步，2011 年开始提供应用系统的定制化销售。2020 年 1 月，在通信距离为 3m 时，1 瓦功率的荧光型 LED 单路实时传输速率已达 1.393 Gbps。课题组研发的 100Mbps 等级的灯光上网系统的上网速率可达 95Mbps，同时具备 10Mbps 等级的小型化灯光上网系统。可见光物联网系统已衍生出“智能家居系统”。安装一盏 LED 灯就能实现全屋智能，具体功能展示请浏览下面的视频链接。

<https://www.bilibili.com/video/av67426633/>



可见光物联网系统实景和可见光上网模块实物

二、技术特点

可见光通信的技术优势是：

(1) 单点高速、系统大容量、使用安全、节能。

(2) 能用于射频敏感区和工业复杂环境下的无线通信。

三、专利情况

已授权发明专利 3 项。研究团队在可见光通信研究领域有十几年的研究基础，拥有荧光型 LED 高速实时通信的核心技术，可以不断升级系统的性能。同时，在芯片、模块层面有独特的专业优势，可以有效防止被仿造。

四、应用领域及市场前景

在物联网领域，除了可用于复杂电磁环境下的工业设备互连、自动控制之外，也可以借助智能家居系统的形式用于居家养老、养老院及医院特需病房的智能化改造。在宽带无线通信领域，能解决现在 5G 高能耗问题，为未来 6G 的高速大容量通信提供支撑。目前，智能家居和可见光上网系统的定制化销售金额累计已超过 200 万元。

五、合作方式

技术许可、技术转让，样板工程合作推广。

27. 基于 TDLAS 技术的气体检测系统

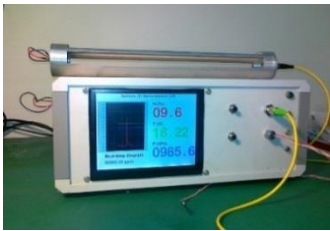
所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

基于可调谐二极管激光器吸收光谱技术（TDLAS）的气体传感器系统，集成了光电子学、光谱学以及微弱信号处理等技术高新技术，通过向待测气体发射特定波长的激光，并对穿过气体的激光信号进行解调，分析气体的组分和浓度。

该系统与传统的气体传感器装置（电化学法，气象色谱法，吸附法）相比具有更高的灵敏度，更精确的测量数据（ppm 量级），更快的响应速度（ms 量级），不会对气体组分造成影响，具备在线实时测量等特点。



气体检测样机

二、技术特点

系统通过内建程序及显示屏，可以实时显示当前的待测气体浓度，以及各测量随时间变化的曲线；采用标准的 RS232 通信接口，可以方便地向上位机传输实时测量数据；通过光纤和电缆的延伸，可以进行远端在线测试；通过可更换的气室选择，可以完成不同环境下的测试任务；可以根据客户的要求进

行定制气体（H₂O，NO，CH₄，CO，酒精等）的测试。

为实现易燃易爆气体（如：甲烷）的非接触式测量，我们开发了基于 TDLAS 的遥测技术。以甲烷遥测为例，选择波长为 1654nm 的 InP 基 DFB 激光器，经准直后，照射在待测气体上，利用空间背景的漫反射，提取出甲烷的吸收强度，从而计算出甲烷的浓度积。该技术具有本征安全特点，使用光学方式检测，具有抗干扰和防爆特性。

目前能够检测的气体主要包括 H₂O、NH₃、NO、HF、CH₄、C₃H₈ 酒精等，其中 H₂O 和 HF 的检测灵敏度可以高达 100 个 ppb，是目前同类型传感器中灵敏度最高的检测手段。

三、专利情况

已授权相关发明专利 3 项。

四、应用领域及市场前景

该成果可应用于天然气泄漏检测、矿井安全检测、燃烧燃烧过程诊断、工业气体在线分析以及大气污染物监测等方面。根据 MarketsandMarkets 一份最新市场调研报告，2020 年全球可调谐二极管激光分析(TDLAS)市场规模可达 5.25 亿美元，复合年增长率达 10.30%。

五、合作方式

技术转让、技术开发。

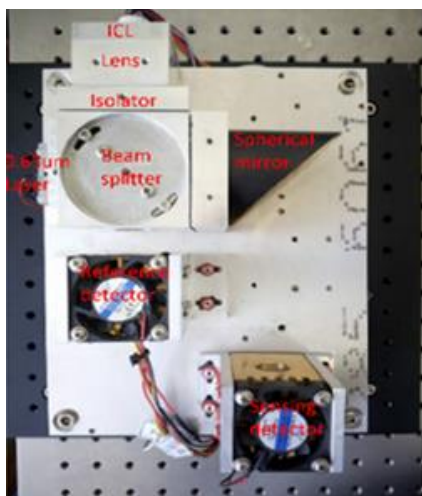
28. 基于激光吸收光谱的酒精浓度遥测系统

所属领域：信息技术

成熟阶段： ☒孵化期 ☐生长期 ☐成熟期

一、项目简介

基于激光吸收光谱的酒精浓度遥测系统采用可调谐半导体激光器，通过改变激光器的驱动电流改变激光器输出光束的中心波长，使激光器波长扫过酒精气体分子的窄带特征吸收峰，根据检测特征吸收峰实现对酒精气体的分子的定性定量检测。采用多点检测算法，可以实时消除空气中背景气体(主要是水汽)交叉吸收干扰，通过集成的信号采集电路和浓度反演算法，可以实时显示当前检测酒精气体浓度。系统可用于对行驶车辆内酒精浓度的检测，进行酒驾检测的初筛。



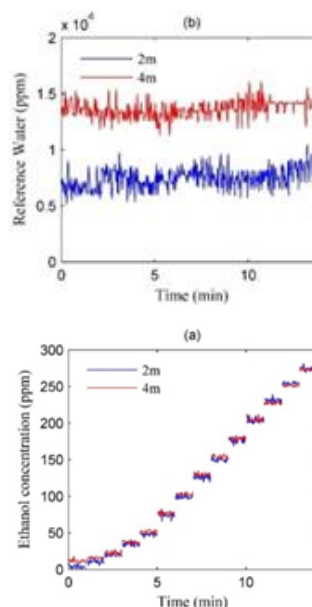
酒精遥测样机

二、技术特点

该设备利用了激光吸收光谱技术非侵入式检测的优势，较传统的气体检测技术具有灵敏度高、响应速度快，可实现实时在线远距离检测的优势。

系统响应速度，不会对检测环境产生干扰，可以满足实时在线监测需求。

目前，酒精遥测样机可在测试距离 5m 内；检测误差约 $\pm 5\text{ppm}$ ，最小检出限 $50\text{ppm}\cdot\text{m}$ ；喝 50ml 啤酒 3 小时后，向密闭实验装置呼气 3 次，可测试到实验装置内的酒精浓度变化；响应时间小于 100ms。



系统测试结果

三、专利情况

申请发明专利 1 项。

四、应用领域及市场前景

酒精浓度遥测一直是各国研究的热点，遥测技术的发展对缓解交通监管排查压力，减少酒驾引起的道路安全事故具有重要意义。

五、合作方式

技术转让、技术开发。

29. 水下三维激光成像系统

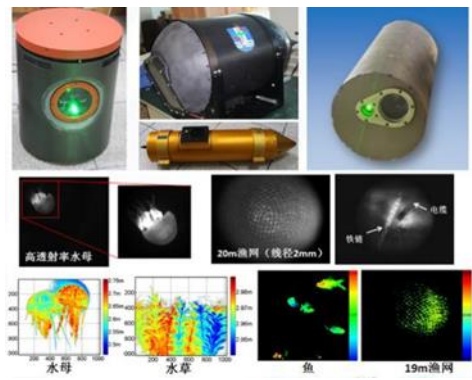
所属领域：信息技术

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

2007 年，半导体所启动激光选通成像系统的研制工作，在国家自然科学基金、863、中科院重点部署项目、中科院科研仪器装备等项目支持下，突破了三维成像、ns 级时序控制器、ns 级选通 ICCD、自动选通成像等关键技术，先后研制了一系列的水下激光成像系统，包括 UGLIS-01，UGLIS-02，UGLIS-Fish 系列产品，可手持及搭载水下无人航行器（ROV 和 AUV）用激光成像系统等。实现了 20m 距离下 mm 级渔网探测，在国际上率先实现了海洋生物高分辨率三维原位探测。

该系统的研究获得相关授权发明专利 20 余项，软件著作权 5 项。产品用户有中科院沈自所、中船 710 所、中科院海洋所等。



二、主要技术优势

- 探测距离是传统水下摄像机的 2-3 倍，与 1MHz 成像声呐相当；
- 具有自动选通成像功能，方便用户便捷使用；
- 具备目标特征尺寸测量功能；
- 采用拥有独有专利技术的快速高分辨率三维成像技术，可提高低对比度目标探测和识别能力；
- 可满足手持、水下缆控机器人 ROV、水下无人自主航行器 AUV 等不同搭载方案。

主要技术指标

照明器	蓝绿固体激光器
像素数	不小于 1000×1000
成像帧频	10~25Hz
三维成像	优于 5Hz@不小于 1000×1000
探测距离	5~7 衰减长度，70m@水质衰减系数 0.1m-1
功耗	~100W

三、合作方式

技术开发、技术转让、技术服务。

二、生物健康

30. 无线光遗传学刺激装置

所属领域：生物健康

成熟阶段：☐孵化期

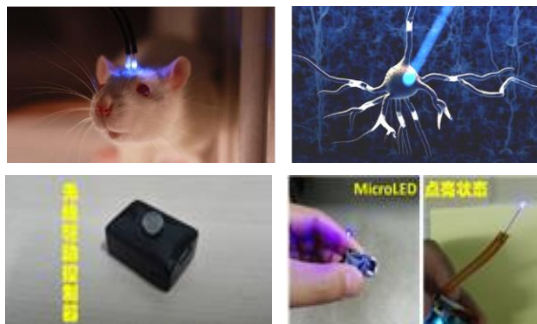
☒生长期

☐成熟期

一、项目简介

近年来，光遗传学技术得到飞速的发展，在动物实验和医学疾病研究上的研究成果越来越多。该项目研发了一款半植入式无线光遗传学系统，包含无线控制驱动器和光探针两个部件。

系统采用蓝牙 4.0 无线通讯协议，可通过智能终端远程控制 MicroLED 光探针，空旷地带最远控制距离可达 50 米，无线调节 MicroLED 光探针的光功率、光频率、发光波长；系统内置传感器模块，可实时获取佩戴该装置的实验体的运动状态，进行行为分析；系统内置电源管理及指示灯模块，可有效检测装置开关机状态、充电状态，可采用通用 MicroUSB 接口对装置进行充电。非实验状态下，无线控制驱动器可取下，进行充电和减轻实验动物体的负载重量，实验体只保留光探针接口。



二、技术特点

- (1) 实验体自由活动，无线缆束缚；
- (2) LED 光探针直接发光(非光纤耦合)，蓝光波长 450nm/480nm 可选；

(3) 蓝光单点发光单元面积 $50\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ ，单点发光面积可定制，最小可达 $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ ；

(4) 探针顶端 360 度全角度发光；

(5) 高精度时钟，事件时间精度 $<1\mu\text{s}$ ，光频率最高可达 10MHz，占空比任意可调；

(6) 双通道光源刺激，无线遥控；可提供蓝光、绿光、橙光、红光，具体波长可定制；

(7) 运动传感器数据获取，可记录和分析局域范围内的运动轨迹；

(8) 无线驱动控制器重量最轻 2.5g，正常工作下，续航能力 $>10\text{h}$ ；

(9) 探针长度可定制；探针直径最小 200 μm ；

(10) 配套的智能终端软件（手机 Android/iOS、平板、台式电脑），可进行光功率、光周期、光波长的无线调节，运动状态数据的获取，以及各项实验数据记录与收集。

三、专利情况

申请专利 5 项，授权 3 项。

四、应用领域及市场前景

本项目的光控神经技术属神经科学的基础研究领域，有很大的应用市场，可为国内数万名神经科学家提供革命性的研究手段，使活体观察动物神经系统活动成为可能，这也是最近十年来该领域最大的科学突破之一。

系统应用领域涵盖多个经典实验动物种类，例如鼠类、猴类以及蝇类等；神经科学

研究方面，可为神经系统疾病的治疗提供手段，临床医疗研究者也在近几年尝试利用非侵入性的光遗传学手段来治疗各种疾病，例如嗜睡症、抑郁症、恐惧、焦虑、疼痛、帕

金森综合症、失明、学习记忆、行为学研究以及光遗传学相关病毒研究等。

五、合作方式
技术转让、技术开发等。

31. 高灵敏、快速生物检测系统

所属领域：生物健康
成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☒成熟期

一、项目简介

生物检测系统将生物信息转换为可定量测量信号，对生物物质敏感。近年来，重大疾病预警、流行性传染病有效控制、食品安全和口岸监测等领域迫切需求高灵敏、快速生物检测仪。微纳谐振式生物传感器不仅灵敏度高、响应快，而且在环境依赖性、体积、成本等方面具有显著优势，在高灵敏、高通量、现场快速检测方面潜力巨大。

本项目在微纳谐振式传感器的设计、大规模制作、封装和系统集成等关键技术取得了重要突破，已完成高灵敏、快速全自动生物检测系统研制。

微纳谐振器阵列芯片：真空 Q 值高达 50000，可直接转移至代工厂批量生产，成品率大于 95%。

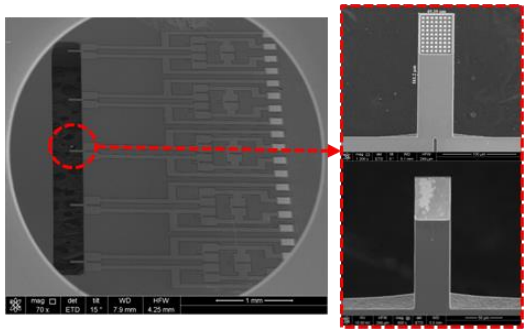


图 1 高 Q 传感阵列芯片

二、技术特点

- (1) 免标记分析技术：操作步骤简单。
- (2) 性能：灵敏度 pg/Hz 量级、检测下限 ng/mL、响应时间 30~60 分钟。
- (3) 微纳谐振器阵列芯片：实现多种标志物联合检测，高检出率；可直接转移至代工厂批量生产。
- (4) 全自动化检测仪器：体积小、适合于现场、实时实地检测。

三、专利情况

在试剂盒设计、微纳加工、系统集成和封装等方面已申请专利 7 项，授权 3 项。

四、应用领域及市场前景

快速、高灵敏便携式生物检测仪是目前迫切需求又极度缺乏的检测仪器，不仅可应用于口岸关防、检验检疫、大型医疗机构，也可应用于急救现场、社区和乡镇医院、环境监测等多种场合。基于高频、高 Q 微纳谐振传感器这一共性技术，通过改变传感器表面的功能层，可构建一系列新型试剂盒，在疾病检测、食品安全、环境监测、气体检测

等方面均有广阔市场前景，预计未来市场估值将达每年数百亿美元。



图 2 全自动生物检测系统

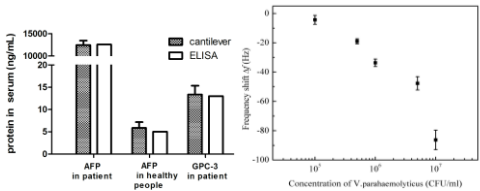


图 3 检测癌症标志物和病原微生物结果

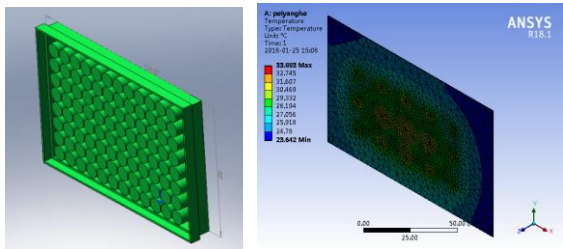
五、合作方式
技术开发、技术转让等

32. 生物实验专用光源技术

所属领域：生物健康
成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☒成熟期

一、项目简介

现代光动力疗法对试验器具提出了越来越高的要求，也在医疗健康领域需求旺盛。目前大部分细胞实验都需要采用普通灯泡等进行实验，存在效率低下、剂量控制能力不足、发热量大、实验精度难以提高等问题。高通量 LED 光照系统替换此类产品，能够大幅度降低实验成本。



二、技术特点

本项目以研究光对生物细胞活动的影响为目标，可以设定两个或多个功率密度，大于 5 个不同照射时间；

可以用于标准的 96 孔细胞实验板；
整个 LED 阵列基于单一波长；
采用不同光谱光强排列组合，构建了高通量基 LED 生物效应的实验方法和工具。

三、市场分析

光生物实验室是近年来快速发展的研究领域，随着可控光源成本的迅速下降，我国的需求也日益旺盛，我国也是全球对于低成本普惠医疗需求最为迫切的国家，大量光医疗方案必须依靠高通量实验技术进行筛选。作为高通量实验 LED 光源，其节电性极好，准确度高，相对传统滤光模式实验器具具有绝对优势。

四、合作方式

技术服务、技术转让。

33. 植物育苗光源技术

所属领域：生物健康

成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☒成熟期

一、项目简介

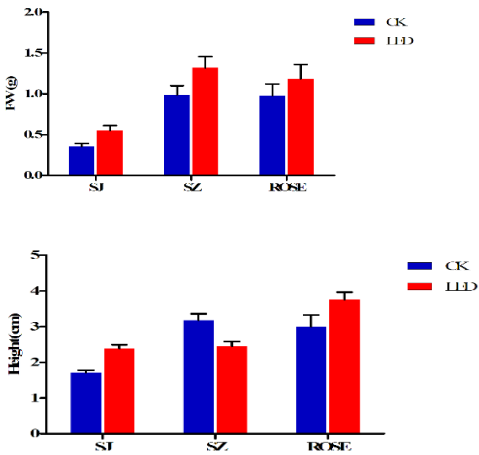
种苗快繁组培必须依靠人工光源进行生产，光源的成本以及光源的电力消耗，损坏维修更换，以及光源散热导致的组培车间空调费用占生产成本的一大部分。目前大部分组培厂所用的人工光源是 T8 或者 T5 的荧光灯，耗电量高，每年损坏替换率 30%以上，发热量大。所以采用适用于快繁植物工厂的 LED 光源替换传统光源不仅有节能环保的优势，还能大幅度降低生产成本。本项目完成将会提升我国设施农业人工光照的装备水平，并提供技术支撑能力，引领设施农业进一步向绿色有机、节能减排、低成本、综合技术集成和规模环保化生产方向发展。



二、技术特点

本项目通过研究光对植物生长发育的影响，权衡不同光谱光强排列组合的利弊，构建了基于 LED 应用的高光效理论；针对产业化组培生产中的重要类群，优化 LED 光源组合，建立了高效的 LED 集成组培和炼苗架培养系统，并在多家生产厂商进行了示范性试

验。与传统光源相比用电量降低 50%左右，出苗茁壮，性状稳定。



三、市场分析

我国国际上重要的花卉种苗生产基地，植物种苗快繁组培需求旺盛，同时大田作物，如甘蔗、马铃薯等作物也需要相关技术进行生产，木瓜、香蕉、草莓、铁皮石斛等经济作物也必须依靠组培技术进行种苗的培育。作为植物用特殊 LED 光源，其节电性极好，市场需求量极大，采用该技术不仅可以节约电费，且 LED 光源使用寿命长，相对荧光灯 1-2 年的寿命具有绝对优势。

四、合作方式

技术服务；对于致力 LED 农业应用的企业可以考虑技术转让。

34. 水产养殖 LED 光照技术

所属领域：生物健康

成熟阶段：☐孵化期

☒生长期

☐成熟期

一、项目简介

本项目面向设施水产养殖车间及贝类水产动物的繁殖、生长发育、品质调控光环境等应用，解决 LED 光照策略特定行为的响应特征和生理调控机制关键技术问题，构建出适宜的光环境技术体系，从而改善水产动物的生理节律、摄食行为、生长发育、繁殖性能。推进 LED 在陆基水产工业化的应用，有助于达成水产养殖业“优质、高产、生态、安全”的生产目标。

二、技术特点

本项目针对光照影响设施水产品种繁殖、生长发育、品质调控的 LED 光生物学作用机理，及对生物新陈代谢行为特征的效用规律，具有以下技术特点：

(1) 鳍片自动扣合、外壳无缝紧配与热熔喷涂高散热性，灯具防腐等级达到 WF2，灯具防护等级达到 IP65；

(2) 高可靠的驱动电源防浪涌电路模块产业化技术；

(3) 先进的低热阻高可靠固态晶圆级芯片尺寸 LED 模组封装技术；

(4) 低成本、自组网、低功耗，动态渐进式网络控制调光技术；智能控制系统柔和渐变调节，调光范围 0-100%，可 0-128 级灰度调节；运用 RS485 及 Zigbee 两种组网通信技术，实现了单灯及集群控制功能；

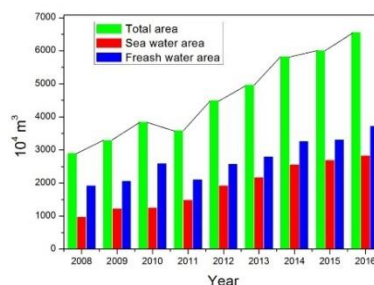
(5) 实现了传感器网络光反馈、监测计量等在线监测功能。

三、专利情况：

申请发明专利 1 项，授权 1 项。

四、市场分析

我国是世界水产养殖第一大国，占世界水产养殖产量的 70% 以上。2016 年我国全社会渔业经济总产值 23662.29 亿元，水产品总产量 6901.25 万吨。养殖产量 5142.39 万吨，同比增长 4.14%，捕捞产量 1758.86 万吨，同比降低 0.16%，养殖产品与捕捞产品的产量比例为 74.5：25.5；中国是世界上唯一养殖产量超过捕捞产量的渔业大国。工厂化水产养殖面积在 2016 年的统计值是 6554.83 万平方米，养殖面积约为 6000 万平方米，水产养殖 LED 光照产业潜在市场规模 16.5 亿元。



全国水产工厂化养殖面积增长图（数据来源：2009-2017 全国渔业统计年鉴）

五、合作方式

知识产权许可、技术转让、技术服务。

35. 植入式带温度感知 RFID 芯片及智慧畜牧系统

所属领域：生物健康

成熟阶段：☒孵化期 ☐生长期 ☐成熟期

一、项目简介

中国是畜牧大国，2018 年我国生猪存栏 42817 万头，奶牛存栏 1400 万头，但畜牧业的发展面临着一系列的问题，其中动物体温监测难度大、疫情防控不及时是困扰畜牧业多年亟待解决的重要问题之一。动物体温可以表征动物健康，预警动物疾病，加强动物体温监测对畜牧疫情防控、保障动物福利具有重要意义。2018 年，由于疫情监测力度不够，导致“非洲猪瘟”在中国蔓延，造成了大量经济损失。传统动物体温检测方法精度差、非实时性、无法实现自动感知，且需要消耗大量人力资源。另外，人们对食品安全问题的重视，也导致食品溯源的需求日益旺盛。

本项目设计的具有温度感知功能植入式 RFID 芯片，植入动物体内，可以实时感知、自动采集动物体温，及时发现问题，可成为强化畜牧疫情防控的重要手段，也为食品溯源提供了硬件支撑。芯片结构包含射频模拟前端、数字基带、温度传感器和存储器，如图 1 所示。其中，射频模拟前端用于将天线接收到的交流电压转换为供电电源，解调其中包含的数字命令并提供给数字基带信号，同时提供上电复位信号和时钟信号；数字基带处理来自读写器的命令，并返回相应的数字信号；温度传感器检测温度，并产生对应的数字信号输入数字基带；存储器用于储存芯片的身份信息，必要时存储温度信息。

本项目研究成果，包括温度感知 RFID 芯片射频前端和温度传感电路两个模块的 MPW 流片。

二、技术特点

- (1) 系统结合 RFID 技术和温度传感器技术，设计一款植入式低功耗带温度传感器 RFID；
- (2) 芯片可实现远程身份识别和体温检测；
- (3) 芯片整体采用小型化设计，方便植入式应用；
- (4) 结合了植入式芯片和互联网技术，智慧畜牧系统极大提高了畜牧产业的管理效率，减少了人工投入，缩短了劳动周期。

三、专利情况

适用于无源低功耗 RFID 芯片的上电复位电路；低功耗温度传感前端电路。

四、应用领域及市场前景

基于所设计的带温度感知 RFID 芯片，结合互联网技术，可实现一套智慧畜牧系统，如图 2 所示，可用于养殖管理、疫情预测诊断、产品溯源、生物资产管理、代系管理、保险公司调查等。未来将形成整个畜牧产业的数据联网，迎来畜牧业的变革。



图 1 智慧畜牧云平台示意图

(1) 动物疫情智能监控系统。通过植入带温度感知 RFID 芯片，远程识别身份信息和温度数据，达到监控牧场每一只动物的健康状况，减小了人力劳动的同时保证了信息的实时性。从而实现以最小的人力资源实现最大程度的疫情预防监测。目前该应用市场需求较大，具有较好的经济效益。

(2) 食品溯源。在实现统一标准后，全国每一只牲畜对应一个身份编号，结合互联网云平台，上传数据统一管理，实现每一只牲畜的全程跟踪，达到食品溯源的目的。食品溯源保证了肉类食品来源的安全可靠性，消除顾客购买高档肉类产品的后顾之忧，具有较大市场效益。

(3) 保险公司调查。通过植入式芯片，将每一只牲畜资料都上传到云平台统一管理，跟踪其健康状况和，保险公司可以更加容易判断牲畜丢失、病死等索赔的真实性，对保险公司来说具有较大的市场意义。

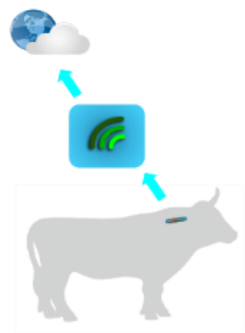


图 2 植入式芯片方案

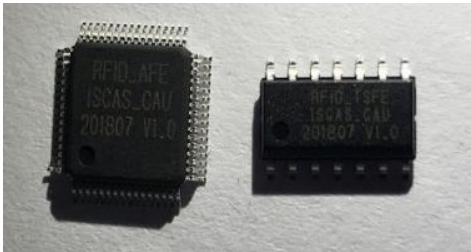


图 3 射频模拟前端和温度传感前端芯片

五、合作方式

技术开发、技术转让。

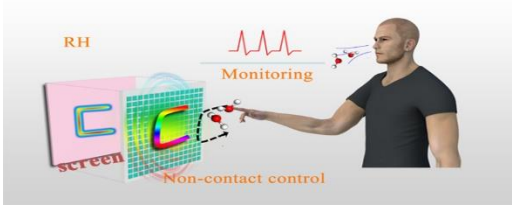
36. 柔性湿度检测与非接触控制系统

所属领域：生物健康

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

人机交互技术因其在物联网(IoT)中的重要应用而受到广泛关注，例如可穿戴电子和远程医疗监控等。对于人机交互系统，智能传感器起着关键作用，因为它们可以有效地将来自人体的各种信号“转换”为机器可以识别的信息。因此，开发具有高灵敏度和快速响应的各种智能传感器尤为重要。传统传感器通常需要人体与其直接发生物理接触产生信号，例如压力传感器，应变传感器等。然而，直接接触式传感不仅会带来不可避免的机械磨损，还会限制其在更广范围例如在有毒或有害环境中应用。为了克服这些缺点以满足多样的应用需求，柔性非接触式湿度传感器成为现有传感器的一个重要补充，非接触控制可作为先进人机交互系统的新型控制方法，同时非接触控制方法还可以改善操作体验的舒适性和手部卫生。



柔性非接触湿度传感系统

二、技术特点

该项目开发了柔性透明的高性能非接触式湿度传感器，该非接触传感器基于三氧化钼纳米片，采用低成本、简便的溶液方法合成。所制备的传感器对外部相对湿度(RH)变

化表现出超高的灵敏度，当RH从0%变为100%时传感器的电流变化了5个数量级。此外传感器具有快速响应(<0.3 s)和恢复时间(<0.5 s)，还表现出长期的稳定性，并且具有很好的机械灵活性。同时，开发了一种可穿戴湿度分析系统，实现了与人体健康相关的相对湿度实时快速检测与分析；此外，该湿度传感器的远程非接触式交互式传感特性被应用于柔性非接触式智能屏幕控制系统，该系统可以通过非接触的操控方式解锁智能手机的操作界面。

三、应用领域及市场前景

基于三氧化钼的柔性湿度传感器能够实现对外部相对湿度变化的实时与快速的检测，可应用于与湿度变化相关的可穿戴设备中，该可穿戴湿度检测系统比传统设备更加便携，成本更低，并且更适合日常和家庭检测中使用。运动员、患者或其他人可以使用此湿度传感器进行常规湿度变化和呼吸状态监测，以跟踪其与健康相关的变化；另外，目前市面上可实现非接触传感的柔性传感器阵列非常之少，基于此湿度传感器的柔性非接触控制系统由于其非接触感知、可穿戴、可折叠、可弯曲的特性将在智能人机交互、可穿戴设备等领域具有巨大的发展潜力。

四、合作方式

知识产权许可、技术转让、技术服务。

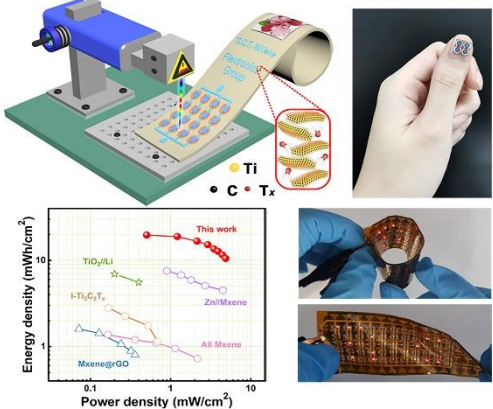
37. 微型化、柔性储能技术

所属领域：生物健康

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

多元化传感器、探测器、晶体管、忆阻器等柔性/可穿戴设备的发展对微型储能设备提出了新的要求，使其既要满足微型化、图案化、集成化、舒适性的外部要求，又要兼顾优异的电荷存储能力。储能器件除燃料电池外，主要有超级电容器，电池与混合离子电容器。其中，混合离子电容器可以集电容器的高功率密度、安全性和稳定性，及电池的高能量密度于一体。如何大规模、高效的组装柔性离子混合电容器阵列具有重要意义。与印刷过程中调配油墨浓度、添加表面活性剂等繁琐步骤相比，激光刻蚀法工艺简单，对电极材料具有普适性。利用激光刻蚀法，可以高效、便捷地在柔性基底上制备基于 $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ MXene 正极的固态锌离子混合微电容阵列。同时为了解决锌离子混合电容器循环和速率性能较差的问题，我们使用原位退火工艺对器件进行优化。



锌离子混合电容器阵列的制备工艺及性能展示

二、技术特点

该项目选用 $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ MXene 为正极材料，利用低成本的激光刻蚀方法制备了高性能柔性锌离子混合电容器阵列。制备的阵列在 300°C 氩气气氛下退火 30 min 后，其循环稳定性得到了极大的提高，即使经过 5 万次充放电循环，其电容保留率仍可达到 80%。经退火后得到的器件，在扫描速率为 10 mV/s 时，具有 72.02 mF/cm² 的较高面电容(662.53 F/cm³)，在面积能量密度为 0.02 mWh/cm² 时，其功率密度为 0.50 mW/cm²。在不同变形条件下，用所制备的混合电容器阵列可点亮具有 “TiC” 标志的柔性 LED 显示屏，证明了所制备阵列的优异电化学性能，为新型便携式电子设备的发展提供了有力的保障。

三、应用领域及市场前景

$\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ MXene 柔性全固态锌离子混合微电容阵列具有高电压窗口、微型化、柔性化和图案化的特性能够满足柔性/可穿戴电子设备的需求。

可应用于多样化的电子设备，该器件可根据电子设备的形状、高电压窗口等要求实现图案化、微型化、集成化的锌离子混合电容器阵列的组装。其体积小，稳定性好，便于携带，并且符合电子产品易弯曲、折叠的需求。另外，我们采用的激光刻蚀技术，工艺流程简单，材料利用率高，满足混合电容器阵列的大规模生产的需求，在柔性可穿戴等领域具有巨大的发展潜力。

四、合作方式

知识产权许可、技术转让、技术服务。

三、人工智能与智能制造

38. 人工智能视觉芯片

所属领域：人工智能

成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

传统多数视觉图像传感器和处理器是分离的，传感器和处理器之间必须通过大规模数据交互才能完成信息处理，这限制了处理的时效性。项目组提出一种将图像传感器和处理器一体化集成的智能视觉芯片设计方案，实现了仿人类视觉系统成像和处理功能，处理和响应速度可达到 1000fps，图像传感器的分辨率为 256×256。

该项目研制的多级并行处理视觉芯片是面向高速图像目标检测、识别、追踪应用的图像处理芯片。该芯片采用了多层次异构并行处理的架构，可快速完成图像滤波、数学形态学、角点检测、特征提取以及深度卷积神经网络处理。目前芯片已完成样片研制和演示系统建设，出样芯片时钟频率为 200MHz，数据吞吐率达到 2Gbps，峰值处理性能达到 204.8GOPS，功耗低于 1W，采用 256 管脚 BGA 封装。已应用于大规模图像数据目标检测和提取领域。



图 1 视觉芯片的应用领域

二、技术特点

(1) 采用了新的基于冯诺依曼多级并行处理器和非冯诺依曼神经网络混合处理器的视觉芯片架构。

(2) 集成了像素级、行/列级、矢量级和线程级多级并行处理器，解决了现有视觉图像系统中数据串行传输和串行处理的速度限制瓶颈问题，实现了图像获取和图像信息处理每秒一千帧的系统速度。

(3) 多级并行图像处理架构，支持像素级、块级等多粒度图像处理，支持片上网络，支持计算视觉算法和深度卷积神经网络处理算法。

(4) 芯片具有支持大规模并行处理，数据吞吐率高，功耗低、体积小等特点。

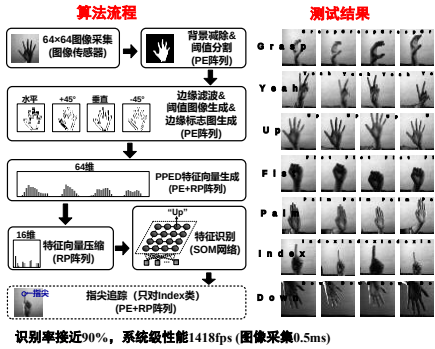


图 2 手势识别算法和识别结果



- 中间128×128窗口(亚采样为64×64)为识别区域
- 采用32维灰度PPED特征向量进行识别
- 每帧0.85ms(图像采集0.6ms)，1176fps系统级性能，识别率80%

图 3 视觉芯片人脸识别结果

三、应用领域及市场前景

芯片可作为边缘图像处理器应用于近图像传感器图像处理场景中，可完成高速图像目标检测、识别、追踪功能，适用于图像大

数据目标检测、安防监控、工业控制、虚拟现实等应用场景。

39. 高功率激光清洗设备

所属领域：智能制造

成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

一、项目简介

激光清洗是一项高效、绿色的新型清洗技术，其主要机理为物体表面污染物吸收瞬时（ns）高能（102kW）激光后，污染物因气化挥发及瞬间受热膨胀而克服机体表面对污染物粒子的吸附力，使其脱离物体表面。研制清洗用高功率脉冲激光器是激光清洗的核心技术，半导体所全固态光源实验室是国内主要从事清洗用高功率脉冲激光器研发单位之一，已完成 1kW 级高功率脉冲激光器研制并实现清洗样机的小批量生产及销售。多次获得国家“重点研发计划”、“863”及“中科院省院合作项目”等计划项目的支持，在激光器及系统集成等一系列技术上积累了大量的技术及人才资源。其中 500W 级清洗用准连续激光器入选国家“十二五”创新成就展，并获得国家技术发明奖 1 项，北京市科学技术奖 3 项。



二、技术特点

激光清洗相对于化学清洗，其不需任何化学药剂和清洗液；相对于机械清洗，其无研磨、无应力、无耗材，对基体损伤极小；激光可利用光纤传输引导，清洗不易达到的部位，适用范围广。可用于除锈、除漆、除泥污、晶片表面处理；清洁度高，该技术国际已应用于各领域，并处于高速发展阶段。

三、专利情况

抽取清洗残余废气的气嘴结构；
一种同时输出纳秒和皮秒脉冲的激光器；
用于管道内壁清洗的激光清洗系统；
用于脉冲抽运的调 Q 激光清洗的扫描信号控制方法；
单振荡加三级放大的全固态激光器。

四、应用领域及市场前景

表面清洗是众多工业制造工序进行前必须的重要预处理工作，制件表面清洁度对后期涂、镀质量影响巨大。因此，激光清洗在轨道交通（模具清洗、铁轨除锈）、远洋作业（船舶清洗）、航空航天（焊缝焊前及焊后清洗）等重要领域有着广阔的应用前景。

五、合作方式

技术转让、技术转让。

激光清洗与传统清除方法对比结果

清洗方法	基材损伤	工作强度	环境污染	技术难度	清洗质量	综合评价
机械打磨	严重	大	较严重☆	低☆☆	好☆☆	5☆
化学清洗	无☆☆	大	严重	较高☆	一般☆	4☆
固液喷射	较严重☆	大	严重	低☆☆	好☆☆	5☆
超声清洗	无☆☆	较小☆	较严重☆	低☆☆	差	6☆
激光清洗	无☆☆	小☆☆	无☆☆	高	好☆☆	8☆

40. 激光焊接及熔覆

所属领域：智能制造

成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☒成熟期

一、项目简介

激光焊接是将激光束直接照射到材料表面，通过激光与材料相互作用，使材料局部熔化凝固形成焊缝。激光焊接与常规焊接方法相比，具有如下特点：焊接强度高，精度高，热影响区小，热变形小，可以焊接难熔金属或异种金属材料，易于实现自动焊接。

激光熔覆是激光作用于添加的金属粉末上，金属粉末与基材熔化，形成冶金结合的激光熔覆层，在工件表面形成了一层具有特种功能（如耐磨性、耐蚀性、耐高温等）的合金层，提高工件性能，延长工件使用寿命。激光熔覆具结合强度高、热影响区小、热变形小、熔覆层性能优异等特点。

半导体所全固态光源实验室长期从事高功率激光技术研发及其工程应用研究，在高功率激光加工方面拥有多年的技术积累与工程实践经验，研发的高功率激光精密焊接技术、激光熔覆技术已处于成熟阶段。开发的激光焊接工艺已用于奇瑞、奔驰汽车核心部件的制造过程，激光熔覆与强化技术用于宝钢、神华集团、美国威德福、山特维克、金东纸业等装备核心部件的再制造过程。



图 1 汽车变速箱行星架激光焊接

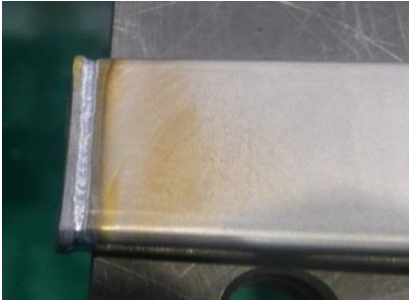


图 2 奔驰汽车天窗滑轨激光焊接



图 3 激光内孔熔覆修复

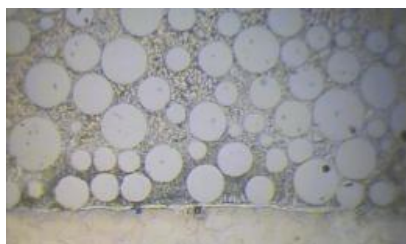


图 4 激光熔覆镍基碳化钨熔覆层

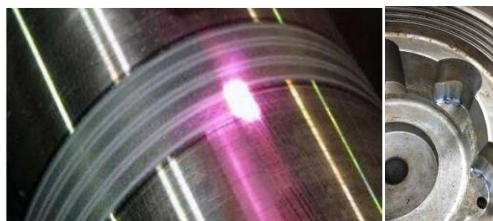


图 5 轧辊辊颈、轴承凹坑局部激光淬火

二、技术特点

激光焊接技术实现了无缺陷环形闭合焊缝。通过对激光深熔焊接过程 Keyhole 能量扰动的研究，获得了影响局部几何、材料、环境因素对 Keyhole 能量扰动机理，开发处奇异点无缺陷激光深熔焊接技术，成功用于汽车变速箱核心部件激光焊接。

激光熔覆技术实现了强度与韧性的平衡。通过异质形核、固液界面冷却速率等参数的主动调控，实现了激光熔覆层从树枝晶到等轴晶转变，改善了涂层综合机械性能，实现了高含量碳化钨激光熔覆层无缺陷制备工艺，成功用于特种阀门、压榨螺旋等耐磨耐冲蚀部件的表面处理。

三、专利情况

一种具有高抗损伤能力的激光器关闸系统；

一种不锈钢板的激光拼焊方法及固定装置；

一种对激光镀层进行处理的系统；

一种轴承表面无回火软带的激光淬火装置及方法；

一种激光粉末加工旁轴送粉工作头；

宽带激光熔覆送粉头；

一种结合激光和搅拌摩擦焊的复合焊接方法；

一种激光脉冲电镀系统；

一种用于激光熔覆的含有高铬含量的铁基复合粉末；

紫铜与黄铜的激光焊接方法；

一种高压水流辅助的激光切割装置；

一种结合激光和搅拌摩擦焊的复合焊接方法；

消除多道激光熔覆搭接孔洞的方法；

四、应用领域及市场前景

激光焊接可以进行拼焊、对接焊等多种接头形式，应用领域非常广泛，特别是汽车工业领域。例如前挡风玻璃框架、车门内板、车身底板、中立柱等。激光拼焊具有减少零件和模具数量、减少点焊数目、优化材料用量、降低零件重量、降低成本和提高尺寸精度等好处，目前已经被许多大汽车制造商和配件供应商所采用。激光熔覆可以实现装备再制造与表面强化，广泛应用于钢铁、石油化工、造纸、矿山、工程机械、汽车等领域。

五、合作方式

技术转让

41. 基于计算机视觉的人脸变换与行为分析技术

所属领域：人工智能

成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

一、项目简介

本项目采用同源连续性、高维仿生信息学中的三角形拓扑变形方法、条件生成对抗网络、语义分割、属性分类等关键技术实现了基于计算机视觉的人脸变换与行为分析，主要包括如下技术：

基于同源连续性的人脸老化模拟技术，针对人脸老化过程中的缓慢、连续特性问题，实现人脸老化变形；

肖像艺术的机器创作系统，实现了人脸肖像的采集、生成、艺术处理、自动绘制等；

智能相册管理系统，支持时间排序、照片去重、模糊图像去除、人脸大姿态图像去除、属性分类、年龄分类、人脸审美以及人脸聚类等功

能；
车辆辅助驾驶系统，在车辆行驶的过程中，通过内外双摄分别监控驾驶员状态与道路情况。

二、技术特点

技术覆盖面广，涉及机器视觉和人工智能领域的图像预处理、图像语义理解、人脸特征提取、图像变形、图像融合、深度学习等多项技术；

实现算法耗时短、系统性能稳定、技术成熟度较高，可针对不同应用需求进行二次开发；

适用范围广，可用于学术研究、商业应用、安防等不同领域。

三、专利情况

已申请 6 项发明专利，包括：一种年龄估计方法及设备；基于同源连续性的模拟人脸

老化的方法及装置；一种基于同源连续性的高阶神经元模型；一种人脸线条画的自动绘制系统；一种自动描绘人脸线条画的方法；一种肖像漫画生成方法等。

四、应用领域及市场前景

该成果可以娱乐交互的方式应用于博物馆、展览中心、大型商场等文娱产业；也可在安防、公安等领域中，针对年龄变化的人脸识别技术，可应用于走失儿童寻找、犯罪嫌疑人追捕等安防领域；可用于对出租车、公交车等运营车辆驾驶员状态的实时监控、辅助车辆驾驶，并提供异常警报和提示信息；还可为旅游集团、出租车公司、社会公众提供定制化服务。



图 1 人脸老化互动娱乐应用示例

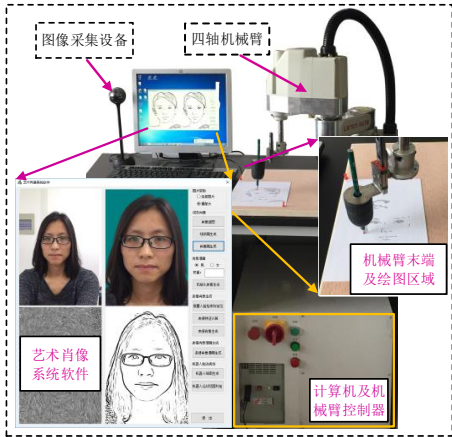


图 2 艺术肖像绘制机器人系统



图 4. 前车定位与状态分析

五、合作方式

技术开发、技术服务。

42. 身份认证技术

所属领域：人工智能

成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

一、项目简介

本项目利用人脸、指静脉等生物特征进行身份识别，或通过相关个人信息匹配可靠的身份证明材料。实现的主要功能包括：指静脉识别，利用静脉血液中的血红蛋白对近红外光的吸收特性获取图像进而进行身份判定；OCR 身份证识别，对身份证图像进行分析处理，识别出图像中文字信息。这些文字信息包括姓名、性别、民族、出生、地址和身份证号等；基于人脸识别的人证合一系统，对持证人与证件信息的一致性核验，通过比对持证人的面部信息与证件存储的人脸数据来验证持证人的身份。

二、技术特点

指静脉识别技术，实现了简单高效的特征表示算法：单张图像处理速度<30ms；识别精度：1:1 认证>99.5% 1:N 识别（用户 200 指）>95%。

OCR 身份证识别算法，包括检测和识别两部分。检测算法可准确定位不同民族及场景下身份证中文有效信息。识别算法部分，在本地数据集上准确率 99%以上。

基于人脸识别的人证合一系统，人脸检测准确率>99.0%；基于普通可见光摄像头的单目静默人脸活体验证，等错误率>96%；人脸身份验证等错误率>99.3%；人脸特征信息量<64Byte。

三、专利情况

已申请 3 项发明专利。

四、应用领域及市场前景

指静脉识别技术，可用于公安、司法、刑侦、信息安全、智能家居和社保系统的身份认证。

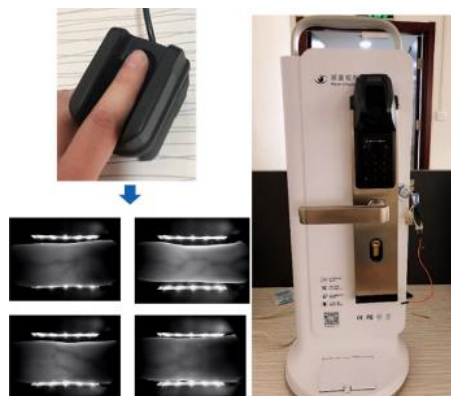


图 1. 采集模块&指静脉智能门锁

OCR 身份证识别技术，为需要对身份证进行识别的行业，如航空、银行、信用社、保险、电信等部门，提供身份识别技术。

基于人脸识别的人证合一系统，可用于门禁系统、机场安检、口岸检查、互联网金融、互联网政务等领域。

五、合作方式

技术开发、技术服务。



图 2. 人证合一系统样机

43. 神经网络模型压缩、加速与移动端部署技术

所属领域：人工智能

成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

一、项目简介

卷积神经网络（DNN）在计算机视觉领域已经取得了前所未有的巨大成功，众多传统计算机视觉算法已经被深度学习所替代。在巨大应用前景和商业价值的驱动下，深度学习及卷积神经网络成为学术界和产业界的研究焦点，大量优秀的工作不断地涌现。为了谋求更加优越的性能，神经网络往往具有复杂的模型结构，导致其需要高额的存储空间和计算资源，难以有效地应用在各种硬件平台上。因此，卷积神经网络日益增长的深度和规模为深度学习在各种硬件平台，尤其是移动端、边缘设备的部署带来了巨大的挑战，深度学习模型压缩与加速成为了亟待突破的关键问题。

本技术从算法和工程两个层面同时对模型进行压缩和加速。算法层面通过综合轻量级网络结构设计、模型裁剪与稀疏化、量化加速等技术，实现模型精度轻微损失时的多重压缩，极大减少网络计算量，内存开销；

工程层面结合对应硬件平台的特性（如 NEON、SSE 等优化指令，CPU 与 GPU 异构计算，多线程并发等），最大限度激发网络推理速度。

本技术荣获 PRCV2020 全国高速低功耗视觉理解竞赛冠军，成果发表在知名会议 ICIG 2020 上并做大会报告，得到广泛关注。



图 1. 实时实例分割效果

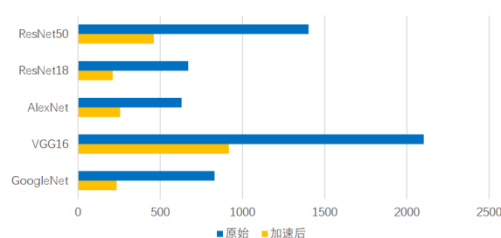


图 2. RK3399 移动平台各网络加速效果



图 3. 高速低功耗视觉理解比赛冠军证书

二、技术特点

针对检测、分类、分割等神经卷积网络模型在精度无损的情况下实现 1-2 倍加速优化；在精度轻微损失的情况下，可实现 5

倍以上加速优化，特殊的硬件平台甚至可达到 100 倍以上加速优化。

三、应用领域及市场前景：

面向移动端、边缘端神经网络模型的部署。基于卷积神经网络各类算法模型在计算、体积、功耗等资源受限的移动设备、嵌入式设备进行部署时，依托本技术可以有效实现模型压缩和网络加速优化。

五、合作方式

技术开发、技术服务。

四、新能源

44. microLED 衬底激光剥离技术

所属领域：新能源
成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☒成熟期

一、项目简介

microLED 技术，即 LED 微缩化和矩阵化技术。指的是在一个芯片上集成的高密度微小尺寸的 LED 阵列，可看成是户外 LED 显示屏的微缩版，继液晶显示之后，microLED 是新一代迭代技术的有力竞争者，而 microLED 芯片尺寸只有原来主流 LED 芯片的百分之一，达到几十微米量级。由于芯片尺寸小，传统的植球打线方式将严重降低芯片的发光比例，剥离掉蓝宝石衬底的垂直结构必定是 microLED 的主流芯片结构。microLED 衬底激光剥离技术的基本原理是通过高能量激光束辐照，在蓝宝石/GaN 界面形成局部高温，分解气化 GaN 材料。温度场分布决定了激光剥离技术中脉冲激光能量密度等关键参数的选取，是实现高效、低损伤激光剥离的重要参数。microLED 衬底激光剥离技术利用紫外激光辐照衬底，熔化缓冲层，实现宝石衬底的剥离。通过选择合适的激光器类型和发射波长，激光剥离技术不仅仅可以实现 GaN/Sapphire 体系的衬底剥离，还可以实现 ITO、ZnO 等材料与蓝宝石衬底的剥离。

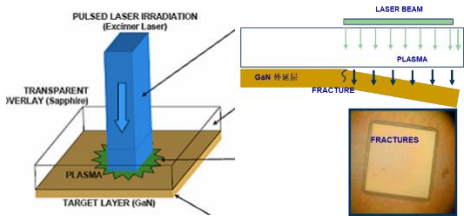


图 1 激光剥离原理

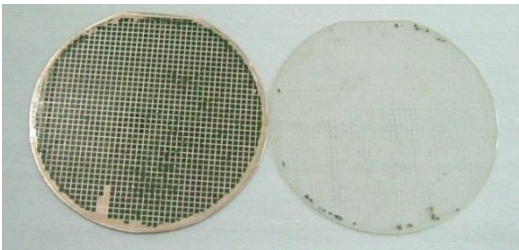


图 2 激光剥离样品

二、技术特点

通过选择合适的激光器类型和发射波长，激光剥离技术不仅仅可以实现 GaN/Sapphire 体系的衬底剥离，还可以实现 ITO、ZnO 等材料与蓝宝石衬底的剥离。此外，其剥离下来的蓝宝石衬底可以回收后重复利用多次。microLED 衬底激光剥离技术由于减少刻蚀、磨片、划片等工艺，而且剥离出来的蓝宝石衬底可以重复运用，有效地节约工艺成本。microLED 衬底激光剥离技术同时也可以用于薄膜结构 LED 以及 HEMT 等电力电子器件等衬底剥离。半导体所半导体照明研发中心采用 microLED 衬底激光剥离技术，成功的实现了 GaN 外延片与蓝宝石衬底的剥离，成品率高于 90%。

三、专利情况

已申请国内发明专利 8 项，授权 3 项。

四、应用领域及市场前景

一旦 microLED 技术成为新一代显示技术，microLED 衬底激光剥离技术将推动 microLED 开拓巨大的显示市场，具有广阔的市场前景。对于芯片制造企业来说需要新建半导体工艺

厂房，购置半导体工艺设备，预计需 5000 万元的产业化经费。

五、合作方式

知识产权许可；技术转让、技术服务。

45. 二维有序胶体晶体高效制备技术

所属领域：新能源

成熟阶段：☒孵化期 ☐生长期 ☐成熟期

一、项目简介

低成本微纳米加工技术的研究是各国争相发展的方向之一。纳米球刻蚀(Nanosphere lithography, NSL) 利用尺寸分布窄的纳米胶体球，如聚苯乙烯微球，通过自组装手段形成高度有序的二维结构作为掩模来实现超微细图形的转移。利用纳米球刻蚀技术可以开发出具有特定功能的微纳米结构材料，如减反射光学表面，二维光子晶体，二维量子点阵列，功能生物界面等。在规模化的民用领域，如增强 LED 的出光效率、太阳能电池表面减反方面，这一技术的优势尤其突出。

纳米球刻蚀技术的核心是制备二维有序胶体晶体，产业化应用的关键在于高效地制备大面积二维有序胶体晶体。在各种制备方法中，气-液界面自组装技术在获得大面积，确保无叠层缺陷这方面具有非常显著的优势。

本技术将有助于控制胶体粒子的自组装过程，研究二维有序胶体晶体形成的物理机制，改善二维胶体晶体的质量，获得大面积、高质量的二维有序胶体晶体。将纳米球刻蚀技术应用于固态照明和太阳能等再生能源领域，可低成本地在发光二极管(LED)和多晶硅太阳能电池中引入纳米结构，更好地提高发光效率和光吸收效率。并且二维胶体体系可以作为模型体系来进行二维材料的熔化、结晶等基础研究。

二、技术特点

当前研发装置可以实现纳米球尺寸从 100 nm-2000 nm 范围纳米球制备，尺寸可以实现 6 英寸以上。利用制备的纳米 PS 球进行聚焦曝光，获得了尺寸可控的纳米周期图形，并成功应用在提高 LED 效率上，目前已经开展的工作包括光子晶体、金属等离激元、纳米图形衬底以及纳米柱 LED 等多个方面，这些研究为纳米球刻蚀技术产业化应用奠定前期基础。

三、专利情况

授权发明专利 3 项。

四、市场分析及应用情况

我们研制的用于纳米球刻蚀的大面积二维有序胶体晶体的高效制备装置，目前在国内外尚无同类型商用装置，本装置将有助于控制胶体粒子的自组装过程，研究二维有序胶体晶体形成的物理机制，改善二维胶体晶体的质量，获得大面积、高质量的二维有序胶体晶体。将纳米球刻蚀技术应用于固态照明和太阳能等再生能源领域，低成本地在发光二极管(LED)和多晶硅太阳能电池中引入纳米结构，具有广泛的市场应用前景。

五、合作方式：技术开发。

46. 深紫外 LED 封装模组

所属领域：新能源

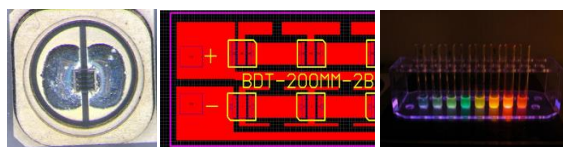
成熟阶段：☒孵化期

☐生长期

☐成熟期

一、项目简介

深紫外 LED 封装模组具有体积小、便携式、高集成度、坚固耐用等优点；与汞灯相比，其能源效率高，紫外光 LED 能量消耗最多可以低 70%；它还具有环保特性，不含有害物质汞；工作电压低，和高压汞灯相比，既提高了安全性，也降低了驱动电路成本；光学系统简单，更符合实际应用需要，在消毒杀菌、紫外固化、保密通讯、数据存储、农业及医疗领域具有广泛的应用前景，取代汞灯等传统紫外光源已经是大势所趋。



二、技术特点

半导体所突破了紫外模组封装材料、光学设计、驱动与热管理以及可靠性等核心技术，掌握了 250-400nm 波段的紫外 LED 封装技术，尤其在波长 300nm 以下的深紫外 LED 方面掌握独特的封装与驱动技术，目前深紫外 LED 模组输出功率可达到超过 40mW，达到了可实用化水平。相关核心技术在照明中心的产业化设备平台上进行了充分验证，具备了产业化转移的能力和条件。

三、专利情况

目前国际上在深紫外领域的专利布局还并未充分展开，主要是氮化镓蓝光 LED 的专利技术延伸，现有紫外技术专利以美国、日本居多，半导体所半导体照明研发中心在紫外 LED 的封装和应用方面已申请了 12 项关键专利，预计近一两年内将会进一步申请 10 多项核心专利，掌握专利布局主动权。

四、市场分析

深紫外 LED 在杀菌消毒、医疗卫生、生物探测、安全通讯、白光照明等诸多领域有着广阔的市场前景，潜在市场规模可达数十亿美元。相比于目前传统紫外光源汞灯而言，不存在汞污染的环境问题，更加符合当今绿色环保的产业发展趋势，而且具备小巧轻便、低压低耗、易于调谐等优点。目前在杀菌消毒方面已有相关产品和市场应用，在医疗、生物、环境等领域的应用目前正在拓展中。

五、合作方式

知识产权许可，技术转让，技术开发。

47. 高功率 LED 技术

所属领域：新能源

成熟阶段：☐孵化期

☒生长期

☐成熟期

一、项目简介

本项目技术的开发及产业化，将促进高功率 LED 光源在特殊照明领域的应用，推动我国照明市场节能减排事业的发展。目前市场上还没有可靠的 300W 以上的 LED 光源模块，只能使用多个低功率的光源模块拼接在一起，这就造成了光源有效出光面积大，不利于二次配光的设计，给实际应用带来困难。因此，研究一款散热好寿命长、有效出光面积小，光功率密度高，二次光学设计合理、出光效率高、重量轻、低成本的模块化封装高功率密度 LED 光源具有实际意义。本项目包括高功率 LED 阵列固晶技术的开发、高功率 LED 阵列封装工艺开发以及高功率 LED 光源封装和散热一体化技术的开发及产业化。

300W 以上的高功率光源是城市照明的重要组成部分，传统的高功率光源常采用高压钠灯，高压钠灯整体上光效低的缺点造成了能源的巨大浪费，高功率 LED 光源以其高效、节能、寿命长、显色指数高、环保、体积小等优势将成为城市照明高功率光源领域的后起之秀，对城市照明节能减排具有十分重要的意义。LED 路灯正逐步取代传统高压钠灯，成为城市道路照明的新宠。目前的照明应用一般在 100W 左右，替代 1000-2000W 钠灯的特殊照明领域，受 LED 光源封装、散热、寿命等技术门槛所限，高功率 LED 光源还没有有效的进入该领域。

二、技术特点

本项目针对 300W 以上高功率 LED 光源模组进行封装和散热一体化设计和开发，采用大功率倒装 LED 芯片，通过独特的共晶焊工艺以及 COB 封装工艺开发出高功率 LED 发光阵列。开发出 LED 发光阵列与散热器之间的低热阻一体化封装工艺。最终实现高功率 LED 光源功率密度 $>0.2\text{ W/mm}^2$ 、光源光效达到 100lm/W ，光通量最大输出 30000lm、寿命超过 3 万小时。

三、专利情况

已申请 6 项专利。

四、市场分析

在道路照明领域，为立交桥、宽体道路的高功率路灯和高杆灯等提供高功率的 LED 光源。以高杆灯为例，目前国内的潜在市场估计约有 90 亿元规模，年度更新规模在产业发展初期将达到 15 亿元以上，同时随着我国城镇化建设的进行，农村道路的改造和升级、新建广场照明设施的更新换代，潜在市场容量将至少与目前的规模相当。可见仅就道路照明用高杆灯的需求就是非常旺盛。在工矿场站领域，高功率 LED 光源模组也有很大的市场潜力。目前正在使用的钠灯、金卤灯等灯具都有一定的比例要进行替换。根据我们从几家室外灯具厂家了解的情况看，目前市场直接提出需求的迫切需要的高功率 LED 光源进行替代的功率灯具就在 1 万台左右，对光源模组的市场容量即达到 5000 万元。在体育场馆领域，目前除了传统的大容量体育场

馆外，我国中小学室外操场正在进行大规模的更新改造，迫切的需求新型光源替代传统的色度不足、可靠性差的灯具。这也将是项目产品的一个很大的应用市场。

五、合作方式
技术许可，技术服务。

48. LED 无基板封装技术

所属领域：新能源
成熟阶段：☐孵化期 ☒生长期 ☐成熟期

一、项目简介

LED 封装工艺一般都要使用某种基板、管壳或者支架，将发光二极管芯片通过某种方式粘结在该基板、管壳或者支架上，然后通过金丝球焊工艺将芯片上部的电极连接到基板、管壳或者支架上的相应电极上以实现电连接，最后通过某种方式在该基板、管壳或者支架上使用透明封装材料加以密封或者覆盖，有时也将该透明材料形成某种宏观形状以提高光提取效率，也有使用相应的具有荧光功能的材料进行密封或者覆盖达其专门用途。本项目研发了一种制备无基板封装的方法。

二、技术特点

这项封装技术是利用芯片本身的衬底和封装材料作为封装基板，简化发光二极管的工艺路径，降低全工艺成本，提供最小的发光二极管封装体积，全角度发光特性，降低器件封装热阻，实现对发光二极管电学和光学性能更好的控制，并具有简单、成本低等

优点。与传统工艺封装相比成本降低 30%左右，发光效率与传统封装相当。

三、专利情况
已申请专利有 6 项，授权 2 项。

四、市场分析

随着 LED 技术的进步，外延与芯片工艺在发光二极管成本中所占的比例相对降低，而封装步骤由于耗费材料和工艺步骤较多且技术含量较低，其成本难以降低。作为现有封装结构与晶圆级封装结构的中间阶段，发光二极管的无基板封装是重要的发展趋势之一。预计全国的 LED 封装产能 5%转化为无基板封装将带来 10 亿人民币以上的产值和材料、能源等成本节约。

五、合作方式
知识产权许可；技术服务；对于致力于封装结构改善的 LED 封装企业可以考虑技术转让。

49. 激光照明模组

所属领域：新能源

成熟阶段：☐孵化期 ☐生长期 ☐成熟期

一、项目简介

激光照明是采用氮化物激光二极管作为激发源产生白光的新型照明光源。随着人们对汽车大灯、空间探照、投影显示等超大功率、超高亮度照明领域的不断需求，新一代的激光照明技术应运而生。与现有 LED 照明光源相比，激光照明光源在大功率、高亮度、智能控制、体积、方向性及传输带宽等方面都彰显出独特优势，拥有广阔的市场前景。

本项目是基于半导体激光器激发荧光材料的紧凑型、具有高光耦合效率及高光品质的白光光源，解决了大功率密度下激光输出与荧光材料匹配问题，改善了高光通下显色指数低以及色温偏高等问题，单个白光模组的光功率达到 3W，光通达到 1320lm，实现色温可调，同时显色指数超过 75，为目前有报道的同类最好水平。

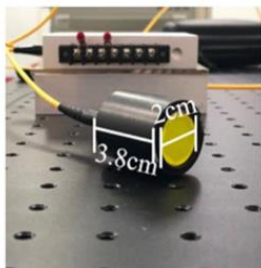


图 1 激光光源模组

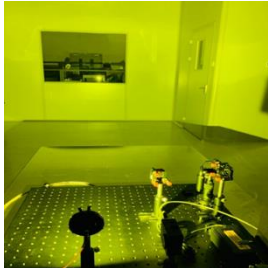


图 2 激光照明图

二、技术特点

本白光光源模块可以通过调节红光的比例获得 4000K 至 2800K 的可调相关色温(CCT)，并具有高角度色彩均匀性 (ACU)，满足不

同环境下的参数要求，尤其是车灯照明在雾天的安全要求。

光源设计采用光纤耦合多颗激光器，根据实际需求实现不同功率输出。出口端荧光陶瓷有效的匀化了激光光路，消除了激光相干性引起的散斑。

通过光谱计算优化，选取了具有合适波长、功率的红光激光器，可以同时获得高显色指数和高光通量，与国内外相关成果比较，本项目光源具有高光通量、色温可调范围大、高显色指数特点。

光纤耦合可实现远程激发荧光体，设计灵活。获得了紧凑型光源，荧光光源体积仅为 20×38mm²。

独特的散热设计，提高了高功率密度下光源的可靠性。

与国内外相关成果比较

序号	名称	德国第一代 (Gen1)	德国第二代 (Gen2)	日本第一代 1.0	日本第二代 1.5	美国SLD 1.0	本项目成果
1	光通量 / (lm)	200	≥360	400	530	400	1100
2	外形尺寸	19.5*25.4*22.5	30*35*24.7	Ø9.5*11.9	Ø9.5*11.9	55*45/36*19	Ø20*38
3	红光设计	无	无	无	无	无	有

三、应用领域及市场前景

半导体激光器激发荧光粉技术特别适用作为激光车灯等高功率密度光源，可以实现超远距离的照明，对于行车安全具有重要的意义；下一代智能激光车灯与传感器配合，可以像投影仪一样，在前方道路投射出行车信息，如限速、车距、路面状况、追光预警等功能。激光照明光源作为激光车灯自身具

有着高能效、小体积、方向性好等多方面优势。据 **Research and Markets** 预测，激光车灯的产值年复合增速高达 267%，2020 年的激光车灯市场规模或将可以达到 35 亿美元。

随着头戴式可穿戴终端，如 VR/AR 的深度应用，半导体激光光源可以提供高亮度、可视性、动态扫描特性的光源，将是普遍被采用的核心部件之一。此外，激光光源在理

论上所需要的系统体积较小，这给设计师提供更多的设计空间。可应用于建筑物外部的装饰照明、道路照明、隧道照明、水中照明以及现在和热点的激光农业、水产业等。

四、合作方式

技术开发、技术服务

五、新材料

50. 氮化镓基微电子材料与器件

所属领域：新材料

成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

一、项目简介

氮化镓（GaN）基微电子材料与器件属于战略性先进电子材料与核心电子器件领域，可广泛应用于 5G 通讯、雷达、新能源汽车、高铁、智能电网、消费电子等新一代信息产业的发展，具有重大应用前景和市场潜力，也是目前国家重点扶持和发展的战略核心科技与产业领域。

半导体研究所是国内最早开展 GaN 基微电子材料研发的单位，并一直在该领域起着引领、示范和带动作用。经过二十余年的自主创新，在 GaN 基微电子材料与器件领域取得了多项重大技术突破，形成了一系列技术成果。相关成果技术先进、成熟度高，已获得重要应用。

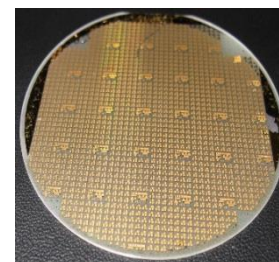
研究所利用所掌握的技术基本建成了 GaN 基微电子材料技术平台，并在蓝宝石、SiC 和 Si 等不同衬底上实现了 2~6 英寸 GaN 基微电子材料的批量供片；用自主研制的 GaN 基微电子材料，先后合作研制出我国第一支 GaN 基 HEMT 器件、第一支 GaN 基 X 波段微波功率器件、第一块 GaN 基微波单片集成电路、脉冲波输出功率为 176W 的 X 波段单片集成电路、国内第一支击穿电压超过 1000V 的 GaN 基二端和三端电力电子器件等，强有力地支撑了我国新一代核心电子器件和电路的发展。相关成果获国家科学技术进步一等奖。

“GaN 基微电子外延材料”技术是采用金属有机化学气相沉积（MOCVD）方法，在蓝宝石、SiC 和 Si 衬底上外延高性能 GaN 基

微电子材料，材料尺寸包括 2-8 英寸，方块电阻不均匀性优于 3%，室温二维电子气迁移率大于 2000cm²/Vs。

“GaN 基射频功率器件”主要针对 5G 通信等新一代信息领域应用需求，在毫米波以及毫米波以下频段研制生产输出功率大、效率高、以及性价比高的系列射频功率器件与芯片产品。

“GaN 基电力电子器件”主要针对消费电子、新能源汽车等领域应用需求，在中压及中低压领域研制生产开关速度快、节能、耐高压系列 GaN 基电力电子器件与芯片产品。



二、技术特点

项目团队采用自有专利技术，可根据应用与客户要求，开发生产：

- （1）GaN 基微电子外延材料；
- （2）GaN 基射频功率器件芯片；
- （3）GaN 基电力电子器件芯片。

三、专利情况

项目团队在氮化镓微电子材料、器件和外延装备领域具有二十余年研发工作经验和雄厚的技术积累，技术成熟度高，已在该领域形成了比较完整的专利池，申请相关国家发明专利 60 项，已经获得授权国家发明专利 38 项。

四、应用领域及市场前景

GaN 材料是继 Si 和 GaAs 以后，近 20 年内迅速发展起来的新型宽带隙第三代半导体材料，具有禁带宽度大、击穿电压高、强场漂移速度大、耐高温、抗腐蚀、抗辐照等突出优点。基于宽禁带半导体 GaN 基微电子材料的射频功率器件和电力电子器件可广泛应用于新一代信息产业，也是核心电子器件领域发展与应用趋势，再加上我国在该领域拥有庞大的消费群体，所以市场容量巨大。

高效节能的 GaN 电力电子器件目标客户群主要为新能源汽车、高铁、智能电网、消费电子等目前国家大力发展的重大基础产业

与制造业领域，其开关速度快、效率高，可广泛替代传统硅基半导体器件，市场需求巨大。据预测到 2023 年我国宽禁带半导体电力电子器件应用市场规模将达到 148 亿，复合年增长率接近 40%。

GaN 射频电子器件的主要目标客户是 5G 通信基站、5G 移动通信终端等相关产业群。新一代移动通信对核心射频电子器件的工作频率、输出功率和效率等提出了更高要求。基于 GaN 材料研制的射频电子器件，工作频率高、输出功率大、效率高、体积小，能更好的满足新一代移动通信领域的发展需求，也是行业应用与发展趋势，市场前景广阔。据预测到 2023 年我国 GaN 基射频电子器件市场规模有望达到 250 亿，其中新一代移动通信基站建设与应用领域将成为主要需求来源。

五、合作方式

技术开发、技术转让、技术服务。

51. SiC 衬底上外延生长高性能氮化镓基电子材料

所属领域：新材料

成熟阶段：☒孵化期

☐生长期

☐成熟期

一、项目简介

氮化镓（GaN）基电子材料是发展新一代 GaN 基微波功率器件和电力电子器件的基础，处于信息产业链的高端，是各国竞相占领的新一代战略高技术制高点，也是推动和发展我国新一代信息产业的重要机遇。

半导体所半导体照明研发中心主持国家重点研发计划项目专项“战略性先进电子材料 一面向下一代移动通信的 GaN 基射频器件关键技术及系统应用”的课题 1“SiC 单晶制备及 GaN 外延生长”，已经攻克了大尺寸碳化硅和硅衬底上 GaN 基电子材料外延生长的关

键科学技术问题，在高阻 GaN 外延材料、高迁移率 GaN 外延材料、高迁移率 AlGaIn/GaN 异质结构材料等方面形成了系统的自主知识产权，设计并研制出了多种具有特色的 AlGaIn/GaN 异质结构电子材料。适于研制生产高频、大功率 GaN 基功率器件、单片集成电路和电力电子器件，可广泛应用于手机基站、航空航天、卫星通信、雷达、智能电网、电动汽车、高速列车等领域，具有重大应用前景和市场潜力。

二、技术特点

该技术是采用金属有机化学气相沉积（MOCVD）方法，在碳化硅或者硅衬底上外延高性能 GaN 基电子材料，采用本技术研制的 GaN 基电子材料，生长速度快、材料质量好，重复性和均匀性高。

采用该技术所研制的外延材料性能如下：

外延材料方块电阻：300-400Ω/之间可调；

方块电阻片内不均匀性：优于 3%；

室温二维电子气迁移率：大于 2300cm²/Vs；

外延材料尺寸：2 英寸或 4 英寸，并可扩展更大尺寸。

三、专利情况：

本技术所涉及到的材料结构和制作方法已申请并获得授权的国家发明专利 4 项。

四、市场分析及应用情况：

基于 GaN 基电子材料的微波功率器件和电力电子器件可以广泛应用于移动通信基站等新一代信息产业领域。据美国 Cree 公司估计，如果在新一代无线通讯基站中以 GaN 基功率器件替代目前常用的 Si LDMOS 管使之成为无线基站射频功放的主流功率放大器件，可减少高达 20% 的功耗，每年将节省 60TWh 的电费。

五、合作方式

技术开发。

52. 紫外 LED 用 4 英寸低成本高品质 AlN 模版

所属领域：新材料

成熟阶段：☐孵化期

☐生长期

☒成熟期

一、项目简介

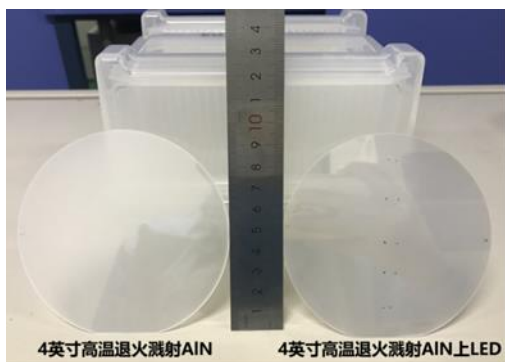
高品质 AlN 模板层通常需要较高的生长温度（大多高于 1200℃），大多数工业级 MOCVD 设备难以长时间维持高温生长高品质 AlN。因此，开拓溅射方法生长高质量 AlN 的新技术路线，继而应用于紫外发光二极管（LED）研制，可大大减小外延片在 MOCVD 设备中的生长温度、时间和复杂性，有望在

大型工业化设备中制备。在 4 英寸蓝宝石衬底上实现高品质 AlN 材料可以解决当前国际 AlN 材料仅仅生长在 2 英寸蓝宝石衬底或者 AlN 单晶衬底上的问题，是相关器件产业化急需突破的关键。

本项目利用高温退火工艺处理蓝宝石衬底上溅射 AlN 薄膜，获得了高质量 4 英寸 AlN 模版，XRD 摇摆曲线（002）和（102）半高全宽在样品中心处分别为 90 和 329 arcsec、

在样品边缘处分别为 98 和 324 arcsec，样品中心和边缘处的粗糙度分别为 0.956 和 0.983 nm，达到与 MOCVD AlN 材料的晶体质量相媲美的水平。在该 4 英寸 AlN 模版上外延生长紫外 LED 全结构，实现 280 nm 的电致发光，发光强度与 2 英寸 MOCVD AlN 模板上紫外 LED 的近似相等。

鉴于非极性和半极性 AlN 在 LED 器件中的潜在优势，该项目已开展在 2 英寸蓝宝石衬底上溅射非/半极性 AlN 薄膜的高温退火研究，获得初步结果：采用高温退火技术，非极性 AlN (11-20) 面的 XRD 沿 AlN [0001]/[1-100]晶向的半高宽从 $1.737^\circ/1.817^\circ$ 减小到 $0.353^\circ/0.386^\circ$ ，半极性 AlN (11-22) 面的 XRD 沿 AlN [11-23]/[1-100]晶向的半高宽从 $0.848^\circ/1.156^\circ$ 减小到 $0.186^\circ/0.243^\circ$ 。退火后溅射 AlN 的结晶质量可与 MOCVD AlN 相比拟。



二、技术特点

本项目创新性地采用高温退火溅射的 AlN 材料模板层，后续结合的量产型 MOCVD 以较低的生长温度完成深紫外 LED 全结构生长。

依托溅射的非极性和半极性 AlN 薄膜，可进一步制备高发光效率的 LED 器件。

反应磁控溅射具有易于控制、镀膜面积大、生长速度快、低温低成本的优点，在成本控制方面展示出了极大的优势。

三、专利情况

该技术拥有四项专利

四、应用领域及市场前景

AlGaIn 基紫外 LED 在杀菌消毒、化学分析、生物科技、光固化、非视距通讯等领域具有巨大市场价值和广阔应用前景，有调查指出其市场总额已高达上亿美元。在杀菌消毒方面，紫外线可以破坏微生物的脱氧核糖核酸（DNA）或核糖核酸（RNA）分子结构，使细菌死亡或不能繁殖。在光通信方面，紫外光通信主要是以大气散射和吸收为基础，具有系统抗干扰能力强、全天候工作、数据传输保密性高、可用于非视距通信等优点，是短距离、保密性常规通信的一种重要补充。与传统紫外光源如汞灯、准分子激光器等相比，紫外 LED 具有小巧便携、绿色环保、波长易调谐、功耗小等诸多优点，随着技术的不断进步，紫外 LED 的市场占有率在逐年上升，成为未来紫外光源的主流。

五、合作方式

技术开发、技术转让。

六、附录

附件 1：集成技术中心对外加工项目表

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
1	激光直写光刻	光刻版制备，灰度曝光，最大曝光面积 5×5 英寸，最小图形尺寸 1μm 及以上
2	电子束曝光	纳米级图形光刻；最高加速电压 100kV；最小束斑≤1.8nm；最小线宽≤8nm；套刻精度≤±9nm@100um 写场；拼接精度≤±9nm@100um 写场
3		纳米级图形光刻；分辨率 2nm；最小线宽 50nm；拼接精度 20 nm
4	紫外光刻	具备匀胶、曝光、显影、烘烤、去胶等全套光刻工艺手段；可以双面曝光；可刻各种规则和不规则的基片，最大基片尺寸 6"，分辨率 0.5μm；最小线宽 1μm
5	匀 胶	可以对规则和不规则的基片涂胶并保证较厚均匀没有厚胶边；最大基片直径 6 英寸，转数 1000-5000rpm
6	喷 胶	可以对规则和不规则的基片涂胶，最大基片直径 6 英寸，光刻胶涂覆不均匀性≤10%，胶厚：2 微米~10 微米，可完成高台阶以及带悬空结构样片的光刻胶涂覆。
7	等离子去胶	使用氧等离子体对光刻后残胶进行去除，也可对其它无污染有机物进行刻蚀或表面处理； 工作频率：2.45GHz； 最大功率：1000W； 最长工艺时间：9999 秒
8	SiO ₂ 、SiN 刻蚀	刻蚀速率：>250nm/min； 选择比：光刻胶>4:1；多晶硅>15:1； 均匀性和重复性：<±5%； 侧壁与底面夹角：>88°
9	SiC 刻蚀	刻蚀速率：>200nm/min； 选择比：Ni>30:1； 侧壁与底面夹角：>80°
10	深硅刻蚀(ICP)	机械/静电卡盘； 最大刻蚀深度大于 600 微米； 刻蚀均匀性±<3%； 常规多步硅刻蚀速率为 3 到 10 μm/min，最高可达 20 μm/min；硅/二氧化硅刻蚀选择比：>50:1，硅/光刻胶刻蚀选择比：>24:1，侧壁与底面夹角：90° ±1°； 低温刻蚀（-100° C）下，侧壁粗糙度<10nm
11	金属干法刻蚀	可以进行 Al、Ni、Cr、Cu 等多种金属刻蚀

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
12	III-V族 ICP	刻蚀 GaN、GaAs、InP 等多种化合物及多元化合物； 二氧化硅掩膜刻蚀选择比：4:1~10:1； 侧壁与底面夹角：>85°
13	热氧化	在硅片上高温氧化形成 SiO ₂ 薄膜； 可以采用干氧、湿氧或干湿氧结合的方式；质量优异，厚度均匀，无针孔和空隙
14	LPCVD	低压化学汽相沉积多晶硅膜，可以进行 B、P 掺杂 低压化学汽相沉积氮化硅膜； 片与片间厚度均匀性：<3%； 片内折射率均匀性：<0.03%
15	离子束溅射镀膜	制备光学介质膜，成膜质量高，粘附性好，有 SiO ₂ 、Ta ₂ O ₅ 、Al ₂ O ₃ 、TiO ₂ 、ZrO ₂ 等多种靶材； 膜厚精确度：<±1.5%；中心波长膜厚度均匀性：3 英寸范围内 <±0.5%；增透膜：对关键激光波长，如 633nm、1300nm 等； 反射率 < 0.25%；低损耗：< 100ppm； 备有专业的光学薄膜设计软件
16	非掺杂 PECVD	可沉积 SiO ₂ 厚度：十几纳米~十几微米； 可以淀积低应力 SiN 和 SiON 等介质膜； 淀积速率：> 150nm / min (SiO ₂)；>100nm/min (SiN)； 均匀性和重复性：<±5%
18	掺杂 PECVD	可以淀积掺 Ge SiO ₂ 、BSG、PSG 和 BPSG； 结合退火后，淀积厚度超过 20um
19	ICP-CVD	可低温淀积 SiN 和 SiO ₂ 等介质膜，均匀性和重复性：<±5%
20	原子层沉积	沉积氧化铝、氧化铪、氧化钛，最大衬底尺寸：8 英寸
21	电子束蒸发	一次可蒸镀 12 片 4 英寸片或 42 片 2 英寸片；可蒸金属：Cu、Cr、Ni、Ti、Ge、Al、Ag、Sn、In、Zn、Pd、Au、Pt 等
22		每一次工艺可以蒸发四种不同金属材料；Lift-off 工艺一次可以蒸镀 18 片 2"圆片；Step-coverage 工艺一次可以蒸镀 36 片 2"圆片；工艺的均匀性和重复性±5%；
23		一次可蒸镀 22 片 4"片； 可蒸金属：Cu、Cr、Ni、Ti、Ge、Al、Ag、Sn、In、Zn、Pd、Au、Pt
24	磁控溅射	主要用于常规金属的溅射沉积。目前靶材有 Ti、Pt、Au、Al、Co、Ni、Fe、Ni ₈₀ Fe ₂₀ 、Cu、W、TiN、Ta、Cr、WTi。 片内及片间均匀性小于 5%
25	基片清洗	各种有机清洗，硫酸+双氧水，C 处理，等
26	KOH 腐蚀	湿法腐蚀 Si
27	TMAH 腐蚀	湿法腐蚀 Si
28	无机酸腐蚀	多种材料腐蚀

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
29	Lift-off 剥离	金属蒸发剥离
30	离子注入	1) 可注入 4"及以下尺寸的基片；2) 杂质元素：硼、磷、砷；3) 离子束能量：33 keV – 130 keV；4) 4"片注入片间均匀性优于±0.5%；5) 配有离子注入工艺仿真软件，可较快实现设计目标。
31	高能离子注入	可注入 60 多种元素，多倾角，衬底尺寸：4"及以下，加热温度：500℃ 及以下，注入能量：15keV–600keV
32	快速退火(灯)	低于 1100℃，N2 保护
33	普通退火	炉管式较长时间退火；最高温度 1050℃
34	兆声清洗	基片清洗和预键合； 工作频率：2.45GHz； 清洗基片尺寸：2"和 4"； 最长清洗时间：999 秒
35	Wafer 键合	具备阳极键合功能； 硅片厚度：0.10~4.0mm； 最大电压：2000V；最大电流：10mA；压力范围：0-5000mbar； 最高温度：500℃；温度均匀性：±5K
36	皮秒激光系统	可加工硅、玻璃、石英、碳化硅、蓝宝石、部分金属等；最小加工孔径 100um（厚度 500 um）
37	砂轮划片	范围：硅片，玻璃片； 不大于 4"圆片； 划切硅片的刀痕 50um，玻璃及陶瓷片的划痕 250um；
38	研磨抛光（CMP）	硅、玻璃、石英等；最大尺寸 6 寸；TTV6 寸范围内优于 10um； Si 表面粗糙度<1nm；可加工小片；最小留厚 90um
39	光纤阵列耦合	光纤参数：SM-9/125 紧套光纤、光纤前端为磨锥透镜光纤， 夹角=35°，r=7-8μm；调节精度：最小步长=0.05μm，6 维调节（距离较近时 2 维调节）
40	耦合、测试	测试波长范围：1510-1640nm；最小步长=1.0pm
41	粘片及压焊	金丝压焊； 温度：室温~100℃； 金丝直径：25um； 焊点面积：100um×100um； 焊点最小间距：60um； 两个焊点最大距离：1cm； 样片最大尺寸：直径 100mm

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
41	倒装焊	加热温度：最高 400℃； 加热区尺寸：4×4cm ² ； 管芯最大尺寸：1mm ²
42		能够实现芯片高精度锡凸点的对准、调平、压焊和原位回流等功能； 适用芯片尺寸：≤50mm×50mm； 键合后精度：可达±1-3 微米； 压力控制范围：不低于 0.6N~1000N； 焊接温度：可达 450℃
43	聚焦离子束（FIB）	TEM 制样功能； 多种材料沉积与刻蚀功能； 最优分辨率 4nm，最大离子束流可达 65nA 或以上
44	扫描电镜(SEM)	主要用于研究各种样品的细微结构、表面形貌、成分分析，等； 加速电压:200V-30kV； 放大倍数:最大 1,000,000×； 最高分辨率：1nm
45	台阶仪	进行台面高度测量； Z 方向测量高度：1mm； Z 方向分辨率：0.1nm； X、Y 行程：150mm； 具备测量薄膜应力功能
46	椭偏仪	光谱型，具有自动多点面扫描功能； 光谱范围：195nm~1680nm； 入射角：45 到 90 连续自动可变； 基片面积：150×150mm ²
47	棱镜耦合仪	测量厚度 1 微米以上的介质膜。 光源波长：632.8nm； 厚度准确度：1nm； 折射率准确度：0.0001
48	分光光度计	全波长：175—3300nm； 最小样片尺寸：20×20mm ²
49	薄膜应力测试	1-4000MPa 薄膜应力测试，测量重复性：1.3MPa
50	四探针测试	测量范围：电阻率：10 ⁻⁴ —10 ⁵ Ω.cm 电导率：10 ⁻⁵ —10 ⁴ s/cm 方块电阻：10 ⁻³ —10 ⁶ Ω/□
51	太阳电池测试	AM1.5 进口标准光源，可进行太阳电池 IV/PV 及量子效率测试； 光束尺寸：4"×4"； 光束均匀性：±5%

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
52	半导体测试仪	半导体器件 IV 测试，三组独立测量源，可以测量两端、三端和四端器件；该系统还配有脉冲信号源，可对存储器、探测器等进行测试
53	低温探针台	可在 4K 至室温下测试器件的 I-V/C-V 等特性
54	三维立体显微镜	放大倍率：108~17280； 平面重复性：100x: 3 σ -1=0.02 μm ； Z 方向显示分辨率：1nm
55	原子力显微镜(AFM)	150 mm×150 mm 可观测范围，可编程的多点测试； 连续扫面最大面积：100×100 μm ； 高度最大起伏：11 μm ； 接触模式、敲击模式等多种功能模式可选用； 平面内精度优于 0.5 nm，高度方向精度优于 0.2 nm； 6"圆形真空吸盘，样品最大厚度可达 40 mm
56	光学显微镜	多台套奥林巴斯及尼康光学显微镜，配备相应控制分析软件，最高放大倍数 1000 倍
57	工艺流程	各种半导体器件工艺流程设计与实施

附件 2：照明中心对外加工项目表

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
1	MOCVD 设备	1. 每炉可生长 3 片 2 英寸外延片， 2. 可生长基于蓝宝石衬底的 GaN、AlGaIn、InGaIn、LED、LD 等外延材料。 3. 可生长基于 Si 衬底、SiC 衬底的 GaN、AlIn、AlGaIn、InGaIn、LED、LD 等外延材料。
2	MOCVD 设备	1. 每炉可生长 21 片 2 英寸外延片， 2. 可生长基于蓝宝石衬底的 GaN、AlGaIn、HEMT 等外延材料。 3. 可生长基于 Si 衬底、SiC 衬底的 GaN、AlIn、AlGaIn、HEMT 等外延材料。
3	UV-MOCVD 设备	1. 每炉可生长 1 片 2 英寸外延片， 2. 可生长基于蓝宝石衬底的 AlIn、AlGaIn、UV-LED 等外延材料。
4	PECVD	1. 300℃低温即可淀积高质量薄膜，均匀性和重复性好； 2. 氧化硅膜厚度任意可控：从几十纳米到几十微米都可淀积，膜厚控制精确； 3. 单炉生长 37 片 2 寸片； 7 片 4 寸片。
5	光刻	1. 365 nm(波长) 输出光强---约 18-20 mW/cm ² ； 2. 400 nm(波长) 输出光强---约 35-40 mW/cm ² ； 3. 曝光有效范围:4 英寸直径； 4. 曝光精度：硬接触模式<1 微米,软接触<1.5 微米；接近式（20um）<2 微米,接近式（50um）<3 微米。
6	电子束蒸发	1. 一次工艺可以蒸发四种不同金属材料；Ti/Al/Ti、Ni/Au、CrPtAu 等，Au 最厚可做到 3um； 2. 蒸镀温度在室温到 100℃之间可调； 3. Lift-off 工艺一次可以蒸镀 108 片 2"圆片； 4. Step-coverage 工艺一次可以蒸镀 67 片 2"圆片； 5. 工艺的均匀性和重复性±5%。
7	电子束蒸发 ITO	1. 可加工横向尺寸 2 英寸以下的任意图型的平片状结构的基片，基片材料需要耐 300 摄氏度高温，不能污染设备腔室；标准 2 英寸晶片一次最大加工 110 片，3 英寸晶片最大加工数量 20 片； 2. 300nm 厚度 ITO 的方阻约 10 左右，on glass 460nm 波长透过率 90%左右，表面粗糙度约 15nm。
8	III-V 族 ICP	1. 刻蚀气体：主要为氯气、三氯化硼； 2. 刻蚀材料：GaN、蓝宝石； 3. wafer 尺寸：2 英寸或以下； 4. 每炉片数：7 片*2inch。

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
9	退火	1. 适用 2-6 英寸工艺尺寸； 2. 温度范围为 200~750℃±1℃/24h； 3. 氮气保护； 4. 生产效率：40 片/批。
10	基片清洗	1. 共 18 个工作槽位，配备氮气及纯水清洗系统； 2. 可进行常规有机、无机清洁处理；ITO 薄膜湿法蚀刻；去蜡清洗； lift-off 工艺；湿法腐蚀氧化硅等工艺。
11	等离子去胶	1. 等离子体室：石英，直径 245mm，深 380mm； 2. 等离子体发生器：微波频率 2.45GHz，最大 1.000 瓦，可变功率。
12	蓝宝石减薄	1. 可加工横向尺寸 4 英寸及以下的 wafer； 2. 一次加工 3 片 2 英寸大小的 wafer； 3. 研磨盘转速：0-350rpm，通常设置为：63-75rpm； 4. 减薄速率：0.2-2um/分钟。
13	激光划片裂片	1. 标配 4 英寸平台； 2. X-Y 平台 140mm 行程，0.1 μm 分辨率； 3. Z 轴调焦平台，1 μm 分辨率； 4. θ 轴旋转精度 0.0001°，±7°。
14	LED 芯片扫描 mapping	1. 自动化 LED wafer/chip 点测设备、漏电流测试单元和光学测试模组； 2. 可测量大功率和小功率 LED 芯片 I-V 特性、正向电压、光功率、反向漏电、反向电压、峰值波长、主波长、ESD 等基本的 LED 光电性能参数； 3. 高压恒流电压，电压范围可达 200V； 4. 半自动 Chroma 大面积光探测器(量测角度可达 128 度)。
15	LED 芯片分选	1. 最高 32 类分选 2. Φ100mm 以下的 LED 基板 3. 芯片规格为 0.25-1mm ² 。
16	激光剥离	1. 管芯隔离后 2 寸 wafer，10min 可实现剥离； 2. 2 寸整片剥离需 40min。
17	Wafer 键合	1. 可加工横向尺寸 4 英寸及以下的 wafer； 2. 键合界面需要金属镀层，如 Au、AuSn 合金等； 3. wafer 界面表面平整、干净，粗糙度小于 100nm； 4. 键合温度最高 450 度，压力最高 900kg。
18	光学镀膜系统	1. 蒸发材料：SiO ₂ ，TiO ₂ 等 2. 加工能力：2 寸片，102 片； 3. 蒸镀温度在室温到 300℃之间可调； 4. 膜厚均匀性 3000Å ≤3%； 5. 波长反射率和透过率可实现 ≥98%。

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
19	HP-6103 型精密自动划片机	1. HP-6103 型精密自动划片机主要用于发光二极管、LED 芯片、太阳能电池、电子芯片等的划切加工。适用于硅、石英、氧化铝、氧化铁、铌酸锂、压电陶瓷和玻璃等材料的划切加工。 2. 转速范围 rpm 3000-40000 3. θ 轴 定位精度 45 " 4. X 轴 有效行程 230mm, 进给速度 0.1-300mm/s 5. Y 轴 有效行程 152mm 单步精度± 0.003mm 返程间隙≤ 0.003 mm 6. Z 轴 有效行程 20mm, 重复精度 ≤ 0.002mm。
20	超声波金丝球焊机	1. 适用金丝线径: 0.8~2mil 2 焊接温度: 60~400℃ 3. 超声功率: 四通道 0~3W 分两档连续可调 4. 焊接时间: 二通道 0~100ms 5. 焊接压力: 二通道 35~180g 6. 一焊至二焊最大自动跨度: 双向均不小于 4mm 7. 尾丝长度: 0~2mm 8. 金球尺寸: 线径的 2~4 倍可任意设定 9. 最小焊接时间: 0.4s/线 10. 夹具移动范围: $\Phi 25$mm。
21	共晶机	1. 贴片速度: 90—240 粒/小时 2. 分辨率: 0.00254 mm
22	植球机 PALOMAR 8000	1. 8000 型焊线机是全自动, 热超声, 高速金球、金凸点、球形和引线焊接设备。 2. 周期时间: 0.125 秒/线; 0.077 秒/凸点 3. 焊接精度: $\pm 2.5 \mu m$, 3 sigma 4. 大工作区域: 75 mm (3 inch) 5. 特点: • 无尾凸点焊接模式 • 单步平面金凸点 • 链式焊接 • 可以在焊接表面高度超过 20mm 范围 (0.78 inch) 内实现真正的正交焊接, 稳定的生产高品质的焊点。
23	ASM 固晶机	具备点胶、固晶功能, 可固晶正装倒装芯片; 配有单晶片固定环的旋转盘, 可接受大至 6 英寸外径的晶圆环; 加工精度 1.5mil(38um); 周期时间 165ms。

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
24	扫描电子显微镜及能谱仪	1. 样品表面、截面及倾斜形貌观察。 2. 分辨率：1.0nm (15kV)； 2.0nm (1kV)； 1.4nm(1KV)入射电子减速功能 3. 加速电压：0.5 ~ 30kV，0.1kV/步 4. 放大倍率：×20 ~ ×800,000 5. 元素分析。 6. 作用力范围 2~3um，分辨率微米量级。
25	原子力显微镜	1. 观察样品表面形貌及粗糙度。 2. 横向分辨率为 0.1-0.2nm，纵向分辨率为 0.01nm。
26	X 射线衍射仪	联动扫描，摇摆曲线，phi 扫描，RSM 扫描。
27	RTP600 快速热退火	铁电膜的制备，欧姆接触制备快速氧化，快速氮化，各种半导体材料 CVD 工艺的热处理，温度不高于 750℃，时间不长于 30 分钟。
28	荧光光谱仪	1. 325nm 激光器，405nm 激光器；PI CCD 探测器 160-870nm； 2. 可进行室温、低温（10K）、变温测试。
29	时间分辨荧光光谱仪	1. 氢灯，375nm 脉冲激光器；氙灯；200-1100nm； 2. MCP-PMT 探测器，50ps-10s 寿命测试范围；PL、PLE 测试； 3. 室温，变温，变功率测试。
30	拉曼光谱仪	1. 325nm，405nm，532nm 激光器； 2. 可见与红外探测器，160-1700nm。
31	角分辨光谱仪	1. 针对新型结构器件的出光表面光学性质进行测量和分析。比如不同偏振态具有不同光谱特性，需要光谱测量系统具有各偏振的分辨能力；具有能带结构的薄膜光谱；表面等离子体具有敏感的光谱和角度依赖，需要光谱测试系统具有宽泛的光谱测量波段，和精确的角度分辨能力。 2. 测量模式：上反射、下反射、透射、散射、辐射、自由、编程，共 7 种模式； 3. 入射范围：0-180°； 4. 出射范围：0-360°； 5. 角度精度：±0.05°； 6. 波段：200-1100nm；狭缝：25μm；分辨率：1.0nm。
32	紫外可见分光光度计	1. 透射反射谱（240-3300nm）， 2. 积分球检测器 240-2600nm， 3. 扫描速度 1200nm/min (1nm 间隔)。
33	LED 热特性测试设备	可测试 LED 芯片、LED 模组的结温、升温曲线、降温曲线、热阻等。
34	Keithley4200 半导体参数测试系统	可提供脉冲电流，对半导体器件进行 I-V 测试、C-V 测试

序号	工艺（设备）名称	描述（工艺能力）
35	综合物性测试系统（PPMS）	1. 物理性能测量， 2. 1.9K 到室温， 3. 变温测试， 4. Hall 效应测试
36	LED 器件光电色综合测试系统	1. LED 器件光电色， 2. 波长范围 360~780nm
37	ESD 静电敏感测试系统	测试不同半导体器件的 ESD 耐受度
38	纳米粒度仪	纳米粒度测试、Zeta 电位测试
39	LED 照明产品光电色综合测试系统	1. 可测试 LED 灯具的综合光电色参数；可对 LED 模组进行控温测试 2. 积分球 2m。
40	可见光通信测试	带宽测试，设备可测试范围可达 3GB，系统测试范围可达 1GB。
41	加速老化测试（可测试紫外器件）	可批量对 LED 进行实时老化测试，实时测试光谱，光谱波长测试范围 200~800nm，可实时测试 LED 热阻。
42	APSYS 模拟	半导体器件通用模拟软件，可进行 2D 或 3D 计算，适用于 LED、OLED，太阳能电池、光电探测器、HEMT，HBT 等各种半导体器件，能够模拟异质结能带图，电势分布，电场分布，电流分布，载流子分布，热分布，自发辐射，I-V 曲线等众多光电特性。

附件 3：半导体所有效专利

一、 半导体材料制备与器件研制领域有效专利

(共 284 项)

序号	专利号	专利名称
1	ZL. 200810100953. X	宽带隙氮化镓基异质结场效应晶体管结构及制作方法
2	ZL. 200810101761. 0	氮化镓基异质结场效应晶体管结构及制作方法
3	ZL. 200810226286. X	一种用于疾病诊断的光学生物芯片与制备方法
4	ZL. 200810226287. 4	氮化镓基双异质结场效应晶体管结构及制作方法
5	ZL. 200810225785. 7	氮化镓基高电子迁移率晶体管结构
6	ZL. 200910090350. 0	在硅衬底上生长的氮化镓薄膜结构及其生长方法
7	ZL. 200910091402. 6	一种在蓝宝石衬底上生长非极性 GaN 厚膜的方法
8	ZL. 201010033965. 2	铟砷/镓砷量子点材料有源区的外延生长方法
9	ZL. 201010141024. 0	实现半导体超辐射发光二极管无制冷封装耦合的方法
10	ZL. 201010143078. 0	百纳米级窄线宽多种形貌全息光栅光刻胶图样的制备方法
11	ZL. 201010145087. 3	制备增强型铝镓氮/氮化镓高电子迁移率晶体管的方法
12	ZL. 201010235870. 9	一种制备微小化固态白光光源的方法
13	ZL. 201010235859. 2	一种制备半导体固态白光光源的方法
14	ZL. 201010595707. 3	一种制备薄膜材料的方法
15	ZL. 201010601975. 1	用于金属有机物化学沉积设备的衬托盘及其制作工艺
16	ZL. 201110033767. 0	三角形 GaN 基发光二极管芯片的对称电极
17	ZL. 201110093370. 0	采用金属源化学气相沉积技术制备掺杂氧化锌的方法
18	ZL. 201110100538. 6	采用 MVPE 两步法制备氧化锌透明电极的方法
19	ZL. 201110134149. 5	一种氮化镓外延中的相变成核的生长方法
20	ZL. 201110177081. 9	氮化镓系发光二极管
21	ZL. 201110206038. 0	一种化学气相沉积装置
22	ZL. 201110206340. 6	一种氮化镓系发光二极管
23	ZL. 201110206037. 6	一种低波纹系数半导体超辐射发光二极管的制备方法

序号	专利号	专利名称
24	ZL. 201110267894. 7	采用金属源化学气相沉积技术制备极性可控氧化锌的方法
25	ZL. 201110264570. 8	在磷化铟衬底上生长砷化铟/铟镓砷量子阱材料的方法
26	ZL. 201110283050. 1	调制掺杂的氮化镓系发光二极管的制作方法
27	ZL. 201110343445. 6	发光二极管封装结构的制作方法
28	ZL. 201110346268. 7	发光二极管封装结构
29	ZL. 201110401468. 8	应用于 nMOS 的硅基砷化镓材料结构的制备方法
30	ZL. 201110430261. 3	运用 V 形沟槽的硅基砷化镓材料的制备
31	ZL. 201110431555. 8	倒 V 型二氧化硅沟槽结构生长硅基砷化镓材料的方法
32	ZL. 201210033517. 1	HTCVD 法碳化硅晶体生长装置
33	ZL. 201210075720. 5	连续型 HTCVD 法碳化硅晶体生长装置
34	ZL. 201210124792. 4	大失配硅基衬底铋化物高电子迁移率晶体管及制造方法
35	ZL. 201210211614. 5	氮化镓基高电子迁移率晶体管及制作方法
36	ZL. 201210348006. 9	GaN 基薄膜芯片的制造方法
37	ZL. 201210370227. 6	对发光二极管进行光电热老化综合检测的系统及方法
38	ZL. 201210375368. 7	采用选区生长有源区的硅基 850nm 激光器的制备方法
39	ZL. 201210380561. X	制备硅基砷化镓材料的方法
40	ZL. 201210436128. 3	具有超大垂直矫顽力铁磁单晶薄膜的制备方法
41	ZL. 201210467084. 0	锗基膺砷化镓衬底的制备方法
42	ZL. 201210551728. 4	在图形衬底上生长氮化镓外延结构的方法
43	ZL. 201310009072. 8	制备氮化镓绿光发光二极管外延结构的方法
44	ZL. 201310024040. 5	一种无间断生长高质量 InGaN/GaN 多量子阱的方法
45	ZL. 201310048977. 6	GaN 基 LED 网孔电极的制作方法
46	ZL. 201310057280. 5	基于湿法剥离垂直结构发光二极管的制作方法
47	ZL. 201310062552. 0	具有空气桥结构发光二极管的制作方法
48	ZL. 201310062478. 2	纳米柱发光二极管的制作方法
49	ZL. 201310077834. 8	测量肖特基势垒高度的装置和方法
50	ZL. 201310084016. 0	用于可见光通信的通信系统和便携装置

序号	专利号	专利名称
51	ZL. 201310088301. X	双异质结构氮化镓基高电子迁移率晶体管结构及制作方法
52	ZL. 201310106858. 1	多孔高分子薄膜生物芯片的制作方法
53	ZL. 201310144380. 1	微球分离筛选芯片及其制备方法
54	ZL. 201310154044. 5	铝镓氮做高阻层的双异质结氮化镓基 HEMT 及制作方法
55	ZL. 201310176286. 4	氮化镓基 3D 垂直结构发光二极管的结构
56	ZL. 201310176608. 5	氮化镓基 3D 垂直结构发光二极管的制作方法
57	ZL. 201310280783. 9	激光诱导空气隙发光二极管的制作方法
58	ZL. 201310306968. 2	阵列式油包液滴结构的制备方法
59	ZL. 201310306847. 8	测试可见光通信系统中光源性能的装置
60	ZL. 201310315012. 9	用于金属有机化学气相沉积设备的反应室进气装置
61	ZL. 201310315026. 0	利用自组装小球制作用于光刻版的金属网格模板的方法
62	ZL. 201310407479. 6	一种植物补光装置及其补光方法
63	ZL. 201310424507. 5	在 Si 基上制备 InP 基 n-MOS 器件的方法
64	ZL. 201310424535. 7	一种高晶体质量超细砷化铟纳米线生长方法
65	ZL. 201310485162. 4	晶圆级发光二极管阵列结构的制备方法
66	ZL. 201310503797. 2	具势垒层的氮化镓基高电子迁移率晶体管结构及制作方法
67	ZL. 201310503124. 7	自组织单量子点的定位方法及装置
68	ZL. 201310585868. 8	紫外发光二极管结构
69	ZL. 201310594552. 5	用于超薄半导体芯片接触式曝光的方法
70	ZL. 201310616178. 4	在 Si 基上制备 InP 基 HEMT 的方法
71	ZL. 201310651954. 4	NMOS 器件及其制备方法
72	ZL. 201310716914. 3	纳米刻蚀印章及利用其进行纳米刻蚀的方法
73	ZL. 201310722472. 3	一种硅基半绝缘 III-V 族材料的制备方法
74	ZL. 201310750514. 4	一种可用于硅基集成的 HEMT 器件及其制备方法
75	ZL. 201310750779. 4	N 型注入的红外至可见波长上转换装置及其制备方法
76	ZL. 201410028793. 8	一种低密度 InAs 量子点的分子束外延生长方法
77	ZL. 201410045815. 1	一种具有 DBR 高反射结构的紫外发光二极管及其制备方法

序号	专利号	专利名称
78	ZL. 201410079066. 4	局域表面等离子体和波导模式耦合的结构
79	ZL. 201410083351. 3	一种金属纳米圆环的制备方法
80	ZL. 201410092505. 5	硅基高迁移率沟道 CMOS 的制备方法
81	ZL. 201410112734. 9	低表面粗糙度的硅基砷化镓材料的制备方法
82	ZL. 201410153249. 6	半导体发光器件或模组在线多功能测试系统及方法
83	ZL. 201410153659. 0	硅基高迁移率 InGaAs 沟道的环栅 MOSFET 制备方法
84	ZL. 201410157558. 0	硅基高迁移率 III-V/Ge 沟道的 CMOS 制备方法
85	ZL. 201410160273. 2	一种碳化硅薄膜生长设备及其生长方法
86	ZL. 201410191727. 2	一种半导体薄膜生长装置及其生长方法
87	ZL. 201410244847. 4	利用量子阱混杂制作多波长光子集成发射器芯片的方法
88	ZL. 201410325433. 4	一种集成 Wi-Fi 功能的无线鼠标
89	ZL. 201410324605. 6	利用 AlInGa _N 制作氮化镓外延薄膜的方法
90	ZL. 201410335136. 8	InP 基的无源线波导的光纤光斑转换耦合器及制备方法
91	ZL. 201410337785. 1	可调谐分布反馈量子级联激光器阵列器件及其制备方法
92	ZL. 201410344680. 9	一种光斑可调的室内投影式照明系统
93	ZL. 201410412107. 7	一种投影式照明系统
94	ZL. 201410412325. 0	在第一次光刻工艺中对准方形晶圆的方法
95	ZL. 201410410714. X	分布反馈式激光器及其制备方法
96	ZL. 201410426219. 8	基于分叉纳米线的多端量子调控器件的制备方法
97	ZL. 201410504100. 8	制备六棱柱纳米微腔中的量子点单光子源的方法
98	ZL. 201410500410. 2	基于高折射率对比度光栅结构的单光子发射器及其制作方法
99	ZL. 201410541559. 5	激光无线输能系统
100	ZL. 201410552789. 1	带间级联激光器及其制备方法
101	ZL. 201410583507. 4	芯片尺寸级晶圆发光二极管的制作方法
102	ZL. 201410583521. 4	提高 AlN 外延薄膜荧光强度的方法
103	ZL. 201410599230. 4	利用 AFM 的探针制备图形衬底的定位纳米压印系统

序号	专利号	专利名称
104	ZL. 201410658845. X	氮化镓激光器腔面的制作方法
105	ZL. 201410658716. 0	一种氮化镓系发光器件
106	ZL. 201410758310. X	一种线状的具有光探性能的柔性超级电容器及制备方法
107	ZL. 201410785415. 4	一种柔性锂离子电池及网络状钛酸锂电极结构的制备方法
108	ZL. 201410784663. 7	一种 AlGaN 基双色日盲紫外探测器及制作方法
109	ZL. 201410785433. 2	采用复合透明导电层的发光二极管及其制备方法
110	ZL. 201410818494. 4	生长半极性 GaN 厚膜的方法
111	ZL. 201510002676. 9	密封传动装置
112	ZL. 201510008972. X	利用激光微区等离子体诱导量子阱混和的方法
113	ZL. 201510016315. X	氧化物膜的制备方法
114	ZL. 201510028768. 4	可杀菌消毒的多功能餐盒
115	ZL. 201510027820. 4	一种硅基半绝缘砷化镓衬底的制备方法
116	ZL. 201510038148. 9	输出功率和光谱形状独立可调的发光二极管的制作方法
117	ZL. 201510094671. 3	提高发光效率的极性面氮化镓基发光器件
118	ZL. 201510094613. 0	源输送混合比可调气路装置
119	ZL. 201510094612. 6	基于 GaN 基异质结构的二极管结构及制作方法
120	ZL. 201510093713. 1	用于 SiC 基 MOS 器件栅介质薄膜的制备方法
121	ZL. 201510128943. 7	InAs/GaSb 超晶格红外光电探测器及其制备方法
122	ZL. 201510236362. 5	一种芯片尺寸级氮化镓基晶体管及其制备方法
123	ZL. 201510266643. 5	ALD 设备及应用于 ALD 设备的反应源扩散分布检测与控制方法
124	ZL. 201510266849. 8	具有波导结构光子晶体发光二极管的制作方法
125	ZL. 201510309495. 0	紫外发光二极管器件的制备方法
126	ZL. 201510326080. 4	一种紫外发光二极管器件的制备方法
127	ZL. 201510328818. 0	提高光提取效率发光二极管的制备方法
128	ZL. 201510346075. X	抑制电极光吸收的发光二极管的制备方法
129	ZL. 201510385905. X	一种 GaN 复合薄膜及在 Si 衬底上形成 GaN 复合薄膜的方法

序号	专利号	专利名称
130	ZL. 201510386760. 5	高密度高均匀 InGaN 量子点结构及生长方法
131	ZL. 201510416658. 5	低电阻率低温 P 型铝镓氮材料的制备方法
132	ZL. 201510433848. 8	一种垂直结构发光二极管显示阵列
133	ZL. 201510490656. 0	一种具有平面型发射阴极的纳米真空三极管及其制作方法
134	ZL. 201510504913. 1	一种具有极化诱导掺杂高阻层的 GaN 基 HEMT 结构及生长方法
135	ZL. 201510520866. X	一种获得厚度大于 10nm 的室温铁磁性 (Ga, Mn)As 薄膜的方法
136	ZL. 201510522409. 4	同时降低发散角和阈值电流的激光器的制备方法
137	ZL. 201510716751. 8	基于微针阵列的肌肉阻抗手持电极及制备方法
138	ZL. 201510736274. 1	绿光 LED 外延层结构及生长方法
139	ZL. 201510763100. 4	一种倒装结构发光二极管及其制作方法
140	ZL. 201510810985. 9	一种利用低熔点金属消除外延层生长热失配的方法
141	ZL. 201510896594. 3	一种多功能组合型纳米图形制作方法
142	ZL. 201510896670. 0	无线能量传输发光系统及其芯片级发光装置的制备方法
143	ZL. 201510967933. 2	具有氮化镓系高阻层的 HEMT 及制备方法
144	ZL. 201510968014. 7	InGaN 量子点的外延结构及生长方法
145	ZL. 201510996216. 2	硅基高晶体质量 InAsSb 平面纳米线的生长方法
146	ZL. 201511021604. 5	一种雪崩光电二极管及其制作方法
147	ZL. 201511025986. 9	一种基于集成光子芯片的结构光照明显微成像系统
148	ZL. 201511021600. 7	电容式结构的发光二极管集成芯片及其制备方法
149	ZL. 201511021469. 4	用于金属有机化合物化学气相沉积设备反应室的进气顶盘
150	ZL. 201610065321. 9	用于碳化硅生长的高温装置及方法
151	ZL. 201610150734. 7	柔性发光器件阵列及其制作方法
152	ZL. 201610173297. 0	一种结合单量子点定位功能的激光直写光刻系统及其方法
153	ZL. 201610183107. 3	小型化、集成化的硅基场发射-接收器件
154	ZL. 201610318436. 4	碳化硅衬底上的 AlN 冷阴极结构
155	ZL. 201610320201. 9	阶梯状组分渐变的 AlN 薄膜型冷阴极

序号	专利号	专利名称
156	ZL. 201610361608. 6	可以减少 AlN 冷阴极表面氧化的电子接收结构
157	ZL. 201610371526. X	GaAs 基二维电子气等离子体震荡太赫兹探测器的方法
158	ZL. 201610412360. 1	硅衬底及其制备方法
159	ZL. 201610467039. 3	一种超声波触觉反馈系统及其制造方法
160	ZL. 201610496714. 5	绿光 LED 芯片外延层的结构及生长方法
161	ZL. 201610552010. 5	降低基区电阻率的 GaN 基 HBT 外延结构及生长方法
162	ZL. 201610584646. 8	制备高选择比量子级联激光器脊波导结构的湿法腐蚀方法
163	ZL. 201610601585. 1	一种具有垂直磁各向异性的铁磁颗粒膜的制备方法
164	ZL. 201610797852. 7	在 SiC 材料中获取二维电子气的方法
165	ZL. 201610797899. 3	AWG 输出波导与探测器无缝对接的集成器件及制备方法
166	ZL. 201610859254. 8	AWG 输出波导与波导探测器的集成器件及其制备方法
167	ZL. 201610895094. 2	SiC 基 HEMT 器件的制备方法
168	ZL. 201610892160. 0	一种在零偏角衬底上外延碳化硅的方法
169	ZL. 201611180940. 9	碳化硅外延层区域掺杂的方法
170	ZL. 201611182489. 4	Si 衬底上 GaN 薄膜的生长方法及复合 GaN 薄膜
171	ZL. 201611181053. 3	倒装阳极的纳米真空三极管结构及制备方法
172	ZL. 201611202129. 6	基于二维岛的 InGaN 量子点外延结构及制备方法
173	ZL. 201611213900. X	冷却小通道热沉
174	ZL. 201611241397. 9	一种可延展无机柔性 LED 阵列的制备方法
175	ZL. 201710029889. X	硅基集成化的差分电光调制器及其制备方法
176	ZL. 201710062991. X	基于萨格纳克环的光矢量网络分析仪装置
177	ZL. 201710063245. 2	一种复合纳米材料及其制备方法
178	ZL. 201710063306. 5	立式 III-V 族锑化物半导体单晶薄膜的制备方法
179	ZL. 201710076020. 0	一种通过激光刻蚀碳化硅制备碳化硅超结结构的方法
180	ZL. 201710094643. 0	一种 Cu@SiO ₂ 核壳结构的制备方法
181	ZL. 201710164775. 6	一种 Si 基复合负极材料及其锂电池的制备方法
182	ZL. 201710220057. 6	硅基宽光谱探测器及制备方法

序号	专利号	专利名称
183	ZL. 201710222145. X	Al _x Ga _{1-x} N 基紫外探测器及制备方法
184	ZL. 201710248369. 8	低电阻率 P 型氮化镓材料及其制备方法
185	ZL. 201710255136. 0	一种绿光激光器外延片及其制备方法
186	ZL. 201710385328. 3	微电极系统及其制备方法、电化学传感器
187	ZL. 201710499946. 0	一种氧化亚铜单晶薄膜的制备方法
188	ZL. 201710530035. X	一种氧化镓薄膜的制备方法
189	ZL. 201710546012. 8	基于无机半导体材料的柔性 LED 阵列的制备方法
190	ZL. 201710649376. 9	直接调制激光器微带制备方法及由此得到的微带和激光器
191	ZL. 201710671295. 9	适用于转印的无机半导体薄膜功能单元的制备方法
192	ZL. 201710683066. 9	一种碳化硅 MOSFET 器件及其制备方法
193	ZL. 201710728514. 2	一种硅基 GaAs 单晶薄膜及其制备方法
194	ZL. 201710913890. 9	应力调控波导层绿光激光器外延片及其制备方法
195	ZL. 201710914652. X	高发光效率 InGa _N 基多量子阱外延片及其制备方法
196	ZL. 201710951273. 8	激光器的侧边耦合光栅及其制备方法、包含其的激光器
197	ZL. 201710981238. 0	用于微波等离子体化学气相沉积设备的组合式衬底基座
198	ZL. 201711153124. 3	一种增强型 AlGa _N /Ga _N 高电子迁移率晶体管的制备方法
199	ZL. 201711346622. X	金属有机化合物气相沉积反应装置的反应基座
200	ZL. 201711467108. 1	InAs/InSb/GaSb/InSb II 类超晶格材料制造方法及产品
201	ZL. 201711498024. 4	980nm 半导体激光器结构及制备方法
202	ZL. 201711498701. 2	柔性发光器件及其制备方法、发光装置
203	ZL. 201810062158. X	L10-MnGa 或 MnAl 基宽线性响应磁敏传感器及制备方法
204	ZL. 201810062157. 5	Heusler 合金为插层的 MnGa 基垂直磁隧道结及制备方法
205	ZL. 201810093230. 5	单光子源器件光纤阵列耦合输出装置、耦合系统及方法
206	ZL. 201810164916. 9	一种 HEMT 外延结构及制备方法
207	ZL. 201810199125. X	基于钙钛矿纳米片阵列的湿度传感器件及其制备方法
208	ZL. 201810203008. 6	金属上单晶氮化物薄膜制备方法及体声波谐振器
209	ZL. 201810254393. 7	硅基横向注入激光器及其制备方法

序号	专利号	专利名称
210	ZL. 201810324671. 1	一种 SiC 基沟槽型场效应晶体管及其制备方法
211	ZL. 201810339609. X	四波长输出半导体激光器及其制备方法
212	ZL. 201810377077. 9	铟砷锑和铟镓砷锑双波段红外探测器及制备方法
213	ZL. 201810498089. 7	一种具有紫外杀菌消毒功能的水表
214	ZL. 201810534896. X	具有吸收增强结构的 II 类超晶格光电探测器及其制备方法
215	ZL. 201810546272. X	可延展柔性无机光电子器件及其制备方法
216	ZL. 201810661477. 2	一种杀菌消毒的装置
217	ZL. 201810722928. 9	一种聚合物辅助键合的混合型激光器及其制备方法
218	ZL. 201810727123. 3	一种单片集成平衡探测器及其制备方法
219	ZL. 201810810552. 7	一种横向结构锗/硅异质结雪崩光电探测器及其制备方法
220	ZL. 201810952470. 6	磨抛夹具
221	ZL. 201810977621. 3	窄脊半导体器件的制备方法
222	ZL. 201810999694. 2	可见-短波红外探测器及其制备方法
223	ZL. 201811000562. 0	宽光谱晶闸管激光器的制备方法
224	ZL. 201811019235. X	一种反向 PN 型掺杂结构及制备方法
225	ZL. 201811065138. 4	碳化硅半导体器件及其制备方法
226	ZL. 201811104242. X	一种匀化白光光源及其匀化方法
227	ZL. 201811108728. 0	一种柔性超表面结构
228	ZL. 201811106311. 0	基于褶皱导电薄膜的摩擦发电机及制备方法、集成结构
229	ZL. 201811143763. 6	基于多孔 DBR 的 GaN 基 VCSEL 芯片及制备方法
230	ZL. 201811182263. 3	GaN 基多孔 DBR 的制备方法
231	ZL. 201811274583. 1	Si 掺杂氮化镓/金属负极电池材料及其制备方法、锂电池
232	ZL. 201811296447. 2	硅基电注入激光器及其制备方法
233	ZL. 201811309945. 6	芯片尺寸级深紫外发光二极管共晶封装方法
234	ZL. 201811362745. 7	一种非极性面量子点发光二极管及其制备方法
235	ZL. 201811360938. 9	GaN 基激光器及其制备方法
236	ZL. 201811412951. 4	AlN 基板高效散热 HEMT 器件及其制备方法

序号	专利号	专利名称
237	ZL. 201811412952. 9	加热托盘的固定控制装置及其设备
238	ZL. 201811417296. 1	可调谐激光器及其制备方法
239	ZL. 201811432850. 3	侧向异质掺杂碳化硅结构的生长方法
240	ZL. 201811467732. 6	光泵谐振增强倒装红光 LED 器件及其制备方法
241	ZL. 201811529559. 8	用于薄片材料解离和转移的装置
242	ZL. 201811529496. 6	一种混合极性 InGaN 太阳能电池结构
243	ZL. 201811538968. 4	直接带隙发光的硅基材料及制备方法、芯片上发光器件
244	ZL. 201811606056. 6	一种电镀夹具及其使用方法
245	ZL. 201811632164. 0	一种可延展柔性的光电针灸器件及其制备方法
246	ZL. 201910057252. 0	基于二维材料异质结的片上红外 LED 及制备方法
247	ZL. 201910072641. 0	制备氮化镓基纳米环结构的方法
248	ZL. 201910083227. X	低电阻层状结构正交相 MoO _{3-x} 薄膜的制备方法
249	ZL. 201910089735. 9	可快速装卸料管式炉
250	ZL. 201910089751. 8	一种垂直结构发光二极管芯片的制作方法
251	ZL. 201910102886. 3	基于铋化物的可见光-中红外探测器及其制备方法
252	ZL. 201910121018. X	金属纳米线和多孔氮化物复合材料半导体及其制备方法
253	ZL. 201910121016. 0	半导体激光器非吸收窗口的制备方法及半导体激光器
254	ZL. 201910154931. X	中红外超晶格带间跃迁激光器及其制备方法
255	ZL. 201910175096. 8	倒装 OLED 器件及其制备方法
256	ZL. 201910179100. 8	二维多铁半导体材料及其制备方法
257	ZL. 201910187930. 5	一种光学粗糙且电学平坦型透明导电衬底的制备方法
258	ZL. 201910192567. 6	在 InGaN 表面获得 In 量子点的方法、InGaN 量子点及外延结构
259	ZL. 201910197797. 1	自吸纳米压印制备金属纳米结构的方法
260	ZL. 201910315599. 0	低 V 型缺陷密度的 GaN 基多量子阱激光器外延片及制备方法
261	ZL. 201910365768. 1	电池负极材料及其制备方法、锂电池
262	ZL. 201910370984. 5	杂质原子阵列晶体管及其制备方法

序号	专利号	专利名称
263	ZL. 201910370982. 6	基于硅纳米晶粒束缚的杂质原子晶体管及其制备方法
264	ZL. 201910535412. 8	全电学调控的多功能自旋轨道力矩型器件及制备方法
265	ZL. 201910534596. 6	一种数字 PCR 芯片及其制备方法
266	ZL. 201910570912. 5	三维势垒限制的硅基杂质原子晶体管及其制备方法
267	ZL. 201910648713. 1	一种光子芯片及其制备方法
268	ZL. 201910688287. 4	有源芯片与无源光波导芯片的三维对准方法及结构
269	ZL. 201910706871. 8	基于肖特基结的线偏振光探测器及其制备方法
270	ZL. 201910771937. 1	基于核壳纳米线的柔性偏振光探测器及制备方法
271	ZL. 201910855262. 9	偏振无关的双脊型铟磷基光学混频器及其制备方法
272	ZL. 201910922500. 3	太赫兹超材料生物传感器及其制备方法和检测方法
273	ZL. 201911003590. 2	介质衬底上直接生长二维六方氮化硼的方法
274	ZL. 201911014684. X	一种人造突触传感器及其制备方法
275	ZL. 201911041218. 0	一种红外传感器及其制备方法
276	ZL. 201911126555. X	可协变应力 AlN 结构及其制备方法
277	ZL. 201911218413. 6	非对称三波导结构的偏振分束器及其制备方法
278	ZL. 201911424036. 1	一种波导结构的神经突触及其制备方法
279	ZL. 202010003695. 4	一种宽波段调谐系统及调谐方法
280	ZL. 202010118352. 2	混合集成的光纤传感用光学器件
281	ZL. 202010145389. 4	一种 AlGaIn 基二极管及其制备方法
282	ZL. 202010240167. 0	一种 AlGaAs/AlGaInP 混合材料的外延生长方法
283	ZL. 202010369829. 4	混合集成的氮化硅微环谐振腔及其制备方法
284	ZL. 202020869458. 1	热蒸发源炉

二、 半导体光收发器件、光电子集成及光电传感器件、无源器件研制领

域有效专利

(共 518 项)

序号	专利号	专利名称
1	ZL. 200410034871. 1	同轴封装半导体激光器陶瓷插
2	ZL. 200510011294. 9	具有工艺误差补偿的数模混合信号环路压控振荡器
3	ZL. 200510011295. 3	高精度高线性度数模混合信号环路压控振荡器
4	ZL. 200710179893. 0	基于光纤阵列的 2×2 机械式光开关
5	ZL. 200810101355. 4	具有 1: N 波长备份功能的波分复用无源光网络系统
6	ZL. 200810106277. 7	用于测量红光超短脉冲半极大全宽度的自相关测量仪
7	ZL. 200810117070. X	光子晶体啁啾波导慢光边发射激光器
8	ZL. 200810118320. 1	具有梯度带隙势垒吸收层的光泵浦垂直外腔面发射激光器
9	ZL. 200810119581. 5	一种单模高功率垂直腔面发射激光器及其制作方法
10	ZL. 200810119582. X	一种双面键合长波长垂直腔面发射激光器及其制作方法
11	ZL. 200910081474. 2	拉伸式光纤延时器
12	ZL. 200910081992. 4	带有光子晶体反射面和垂直出射面的 FP 腔激光器
13	ZL. 200910081995. 8	半导体激光器腔面温度的测量方法
14	ZL. 200910084037. 6	通过功率-电流曲面获得激光器动态特性的方法
15	ZL. 200910088392. 0	利用光延迟自注入 DBR 激光器得到微波的装置及方法
16	ZL. 200910088813. X	通过腔面镀膜来提高量子点激光器温度特性的方法
17	ZL. 200910091397. 9	全硅基材料多通道光收发模块
18	ZL. 200910091399. 8	全硅基材料光收发模块
19	ZL. 200910237838. 1	激光程控气体浓度检测系统及检测方法
20	ZL. 200910237847. 0	汽车尾气氮氧化物监测光纤传感器
21	ZL. 200910241684. 3	基于光纤阵列同步 2×2 机械式光开关
22	ZL. 200910242351. 2	一种快速锁定锁相环的频率综合装置
23	ZL. 200910242352. 7	一种射频收发装置
24	ZL. 201010033962. 9	用于金属有机物化学沉积设备的气体分配装置
25	ZL. 201010102017. X	低相位噪声窄线宽可精确调谐光纤化激光微波源
26	ZL. 201010119332. 3	紧凑型瞬时微波频率光子测量系统

序号	专利号	专利名称
27	ZL. 201010123023. 3	一种高密度低寄生的电容装置
28	ZL. 201010139030. 2	一种双环谐振的四路可重构光插分复用器结构
29	ZL. 201010162506. 4	一种化学气相沉积装置
30	ZL. 201010191175. 7	基于微小孔激光器的扫描近场光学显微镜系统
31	ZL. 201010235874. 7	一种激光气体浓度检测的拟合动态寻峰方法
32	ZL. 201010256836. X	一种非对称的高速低功耗收发装置
33	ZL. 201010500489. 0	一种硅基光子晶体槽状波导微腔激光器
34	ZL. 201010564545. 7	分布放大的取样光栅分布布拉格反射可调谐激光器结构
35	ZL. 201010556376. 2	一种光子晶体微腔激光器
36	ZL. 201010577133. 7	基于分数分频频率综合器的多标准 I/Q 正交载波产生装置
37	ZL. 201110009965. 3	一种低功耗可编程增益放大器装置
38	ZL. 201110025124. 1	超低温高真空光纤传感器探头
39	ZL. 201110025009. 4	多级高精度微位移传感器探头
40	ZL. 201110025083. 6	高速超低功耗 16QAM 发射装置
41	ZL. 201110025020. 0	超低功耗 OOK 接收装置
42	ZL. 201110049791. 3	用于改善条形激光器侧向远场的光子晶体波导的制作方法
43	ZL. 201110054481. 0	TO 封装的 VCSEL 二维圆形阵列模块的驱动转接装置
44	ZL. 201110059463. 1	双新月对结构的化学传感系统
45	ZL. 201110062126. 8	宽带频率可调谐光电振荡器
46	ZL. 201110072412. 2	采用 T 型电容网络反馈结构的 CMOS 生理信号放大器
47	ZL. 201110087894. 9	深紫外激光光致发光光谱仪
48	ZL. 201110093303. 9	FP 腔增强型电注入光子晶体带边面发射激光器
49	ZL. 201110098757. 5	面向实时视觉芯片的高速行并行图像传感器
50	ZL. 201110098743. 3	基于标准 CMOS 工艺的彩色图像传感器
51	ZL. 201110119775. 7	复合结构光子晶体
52	ZL. 201110133353. 5	条纹相机反射式离轴光学耦合装置

序号	专利号	专利名称
53	ZL. 201110148041. 1	集成光子晶体相位调制器的耦合波导激光器的制备方法
54	ZL. 201110147409. 2	实现大功率横向低发散角的半导体激光器结构
55	ZL. 201110152817. 7	频率稳定的光生微波源
56	ZL. 201110155033. X	集成光波导马赫—泽德干涉型传感芯片的制作方法
57	ZL. 201110194952. 8	推挽式光纤检波器
58	ZL. 201110272389. 1	分量式光纤钻孔应变仪
59	ZL. 201110272995. 3	光纤体应变仪
60	ZL. 201110306248. 7	具有双精度工作模式的可编程 CMOS 温度传感器
61	ZL. 201110343625. 4	基于局域加热技术的圆片级低温键合系统及装置
62	ZL. 201110351958. 1	基于四波混频效应的光量化器
63	ZL. 201110385093. 0	基于二维电子气材料的半导体磁敏型传感器及其制作方法
64	ZL. 201110430312. 2	微电极阵列传感器
65	ZL. 201110430475. 0	用于快速海洋测温的光纤温度传感器
66	ZL. 201210007489. 6	频带可调谐的光载超宽带无线电信号发生器
67	ZL. 201210010933. X	基于对称垂直光栅耦合的 SOI 基电光调制器
68	ZL. 201210012013. 1	电可调谐光栅耦合器
69	ZL. 201210015339. X	频带可调谐的光载超宽带无线电信号发生器
70	ZL. 201210014829. 8	CMOS 图像传感器全局曝光像素单元
71	ZL. 201210015346. X	一种多读单写片内存储器
72	ZL. 201210015129. 0	高速 CMOS 图像传感器的像素单元及其制作方法
73	ZL. 201210014840. 4	CMOS 图像传感器的像素单元及其制作方法
74	ZL. 201210015324. 3	一种多步单斜模拟数字信号转换装置
75	ZL. 201210024474. 0	基于非线性偏振旋转效应的全光微波倍频器
76	ZL. 201210029087. 6	具有可调陷波特性的混沌光载超宽带无线电信号发生器
77	ZL. 201210105753. X	量子点级联激光器
78	ZL. 201210119169. X	基于微纳操作臂的多自由度近场光学显微镜

序号	专利号	专利名称
79	ZL. 201210154197. 5	一种制作双波长分布反馈集成激光器的方法
80	ZL. 201210155449. 6	可实现模式间距为 100GHz 的双模激射半导体激光器
81	ZL. 201210197039. 8	基于光纤传感测量公路路面表层水膜厚度的方法
82	ZL. 201210208573. 4	一种实现频率自锁定的分布反馈外腔窄线宽半导体激光器
83	ZL. 201210209958. 2	测量肖特基势垒高度的装置和方法
84	ZL. 201210211816. X	量子级联激光器脊形腐蚀辅助检测装置及方法
85	ZL. 201210218494. 1	介质光栅结构单波长反射光吸收传感芯片及其制造方法
86	ZL. 201210243513. 6	基于谐振式微悬臂梁结构的高灵敏生化传感器
87	ZL. 201210303217. 0	基于相移光纤光栅的光纤传感系统
88	ZL. 201210319231. X	利用选择区域外延技术制作分布反馈激光器阵列的方法
89	ZL. 201210333034. 3	基于光梳的偏振复用信道化接收机
90	ZL. 201210370216. 8	基于边入射光混频器的 THz 天线阵列
91	ZL. 201210374777. 5	可调谐激光器与光放大器单片集成器件的制作方法
92	ZL. 201210464800. X	一种光纤涡街流量计
93	ZL. 201210512880. 1	可动态重构的多级并行单指令多数据阵列处理系统
94	ZL. 201210548515. 6	基于多层次并行处理的视觉处理装置
95	ZL. 201210548501. 4	一种片上超低功耗的无线收发装置
96	ZL. 201210548579. 6	一种面向无线传感网应用的低功耗射频收发装置
97	ZL. 201210578938. 2	基于光注入半导体激光器系统的可调谐微波光子滤波器
98	ZL. 201310010357. 3	用于金属有机化学气相沉积设备的反应室进气装置
99	ZL. 201310018383. 0	一种植物补光装置及其补光方法
100	ZL. 201310019361. 6	基于非对称相移光栅的窄线宽 DFB 半导体激光器
101	ZL. 201310030236. 5	一种谐振腔增强型石墨烯电吸收调制器
102	ZL. 201310056260. 6	自组织单量子点的定位方法及装置
103	ZL. 201310071764. 5	滤波式波长可调谐外腔激光器
104	ZL. 201310082285. 3	圆斑输出低发散角边发射光子晶体激光器及复合波导装置

序号	专利号	专利名称
105	ZL. 201310095986. 0	基于正交微纳周期结构选模的可调谐半导体激光器
106	ZL. 201310106019. X	低发散角近衍射极限输出啁啾光子晶体边发射激光器阵列
107	ZL. 201310136042. 3	一种雪崩光电探测器及其高频特性提高方法
108	ZL. 201310136485. 2	局域表面等离子体和波导模式耦合的结构
109	ZL. 201310140319. X	多端口读写的片内存储器
110	ZL. 201310141523. 3	基站无色化的光纤分布式超宽带微波雷达
111	ZL. 201310155864. 6	半导体激光器驱动电路
112	ZL. 201310157583. 4	低发散角单纵模边发射光子晶体激光器
113	ZL. 201310178827. 7	MEMS 振荡器
114	ZL. 201310178457. 7	频率可切换的微机械谐振器
115	ZL. 201310181107. 6	电力绝缘设备性能测量及电流传感器固有相移测量方法
116	ZL. 201310193666. 9	一种双色量子阱红外光探测器
117	ZL. 201310193627. 9	复合构型可调谐光栅外腔双模激光器
118	ZL. 201310206538. 3	可调谐激光器模块
119	ZL. 201310207968. 7	可调谐有源滤波器
120	ZL. 201310211088. 7	单片集成耦合腔窄线宽半导体激光器
121	ZL. 201310230999. 4	多波长激光器阵列芯片的制作方法
122	ZL. 201310233361. 6	镓铟基中红外圆斑输出低发散角边发射光子晶体激光器
123	ZL. 201310234239. 0	基于谐振式微悬臂梁结构的高灵敏生化传感器的制作方法
124	ZL. 201310235167. 1	一种微机械谐振器及其制作方法
125	ZL. 201310242828. 3	一种高速的植入式信号收发机
126	ZL. 201310242803. 3	一种实现高亮度水平远场单瓣分布的光子晶体激光器阵列
127	ZL. 201310244181. 8	一种产生多倍频低噪声微波信号的装置
128	ZL. 201310254551. 6	光电探测器频率响应的测量系统
129	ZL. 201310300760. X	基于光电振荡器的相移光纤布拉格光栅应变传感系统
130	ZL. 201310308727. 1	光栅分布反馈量子级联激光器

序号	专利号	专利名称
131	ZL. 201310306960. 6	频率可调的 MEMS 谐振器
132	ZL. 201310357340. 5	硅基半导体超短脉冲激光器
133	ZL. 201310357352. 8	基于差影法的遥控器按键缺陷检测方法
134	ZL. 201310370281. 5	利用量子阱混杂制作多波长光子集成发射器芯片的方法
135	ZL. 201310406865. 3	一种双步消逝场耦合的雪崩光电探测器
136	ZL. 201310431943. 5	一种基于微波光子的多微波本振源产生装置
137	ZL. 201310447427. 1	可调谐分布反馈量子级联激光器阵列器件及其制备方法
138	ZL. 201310454428. 9	用于肝癌早诊的便携式传感系统及其功能化修饰方法
139	ZL. 201310473487. 0	一种非对称沟道量子点场效应光子探测器
140	ZL. 201310484580. 1	检波器频率响应测量系统
141	ZL. 201310504071. 0	一种低发散角分布反馈量子级联激光器结构及制作方法
142	ZL. 201310503782. 6	一种低发散角的面发射量子级联激光器结构
143	ZL. 201310503604. 3	激光器阵列与合波器单片集成芯片的制作方法
144	ZL. 201310510616. 9	一种单纤双向小型化光收发封装装置
145	ZL. 201310509314. X	基于高折射率对比度光栅结构的单光子发射器及其制作方法
146	ZL. 201310510520. 2	一种硅基微腔激光器的制作方法
147	ZL. 201310524728. X	激光无线输能系统
148	ZL. 201310529374. 8	一种分布布拉格反馈可调谐激光器及其制作方法
149	ZL. 201310529391. 1	一种基于半导体光放大器的有源光学时间积分器
150	ZL. 201310529303. 8	一种具有 W 型有源区结构的带间级联激光器
151	ZL. 201310541341. 5	频率可调的 MEMS 滤波器
152	ZL. 201310553805. 4	带间级联激光器及其制备方法
153	ZL. 201310561866. 5	阵列型微机电可变光衰减器
154	ZL. 201310594225. X	一种激光阵列热沉模块
155	ZL. 201310637212. 6	氮化镓激光器腔面的制作方法
156	ZL. 201310616114. 4	一种刻蚀衍射光栅型波分复用/解复用器

序号	专利号	专利名称
157	ZL. 201310652143. 6	高功率低发散角的半导体太赫兹垂直面发射激光器
158	ZL. 201310705313. 2	一种可调谐衬底发射量子级联激光器阵列器件
159	ZL. 201310722057. 8	基于 FPGA 的低成本无外置存储器的图像数据采集传输系统
160	ZL. 201310728387. 8	窄线宽稳频半导体激光器
161	ZL. 201310729555. 5	一种 AlGaIn 基双色日盲紫外探测器及制作方法
162	ZL. 201410018204. 8	密封传动装置
163	ZL. 201410030439. 9	一种水下传感器链快速布放的方法
164	ZL. 201410030440. 1	一种光纤温深潜标连续测量系统
165	ZL. 201410030644. 5	一种拖曳式光纤温深剖面连续测量系统
166	ZL. 201410031337. 9	利用激光微区等离子体诱导量子阱混和的方法
167	ZL. 201410032610. X	基于相位生成载波技术的分布式光纤传感系统
168	ZL. 201410040751. 6	无源 RFID 电子标签数字基带处理器
169	ZL. 201410054225. 5	行星式旋转托盘装置
170	ZL. 201410060091. 8	一种基于一维光栅的表面入射石墨烯光电探测器
171	ZL. 201410072466. 2	GaAs 基 PHEMT 生物传感器及其制作方法
172	ZL. 201410072709. 2	一种快速检测重金属离子的多通道传感器及其制作方法
173	ZL. 201410077521. 7	一种小型化的铟镓共掺超荧光光纤光源
174	ZL. 201410082968. 3	适用于温度传感器的可编程开关电容积分器
175	ZL. 201410083323. 1	单模光子晶体边发射半导体激光器
176	ZL. 201410086771. 7	一种大面阵相干光子晶体面发射激光光源结构
177	ZL. 201410086632. 4	基于一维光子晶体结构的液晶光开关
178	ZL. 201410092524. 8	源输送混合比可调气路装置
179	ZL. 201410095871. 6	集成分布布拉格反射光栅的增强型石墨烯波导探测器
180	ZL. 201410104143. 7	一种共面电极电注入表面等离子微纳结构波导输出激光源
181	ZL. 201410112845. X	一种斜侧壁倾斜波导光子晶体半导体激光器
182	ZL. 201410112197. 8	双光栅双色量子阱红外探测器面阵的制作方法

序号	专利号	专利名称
183	ZL. 201410122498. 9	基于交叉偏振调制和 Sagnac 环产生全光 4 倍频微波的装置
184	ZL. 201410125843. 4	异质集成光波导可调波分复用/解复用器的制作方法
185	ZL. 201410133768. 6	可见光通信系统误码率与光功率关系测量装置及测量方法
186	ZL. 201410160064. 8	集成化的基于光注入回音壁模式激光器的光电振荡器
187	ZL. 201410167862. 3	一种基于交叉偏振调制实现全光微波上变频装置
188	ZL. 201410182968. 0	基于交叉偏振调制的光控微波调相器
189	ZL. 201410180646. 2	一种光纤光栅低频应变传感解调系统
190	ZL. 201410181124. 4	基于小波互相关技术的高精度光纤应变低频传感解调方法
191	ZL. 201410184396. X	基于表面等离子体效应增强吸收的 InGaAs 光探测器
192	ZL. 201410192952. 8	基于双驱动马赫曾德调制器产生三角形微波信号的装置
193	ZL. 201410198311. 3	基于交叉偏振调制产生任意波形微波信号的装置
194	ZL. 201410204718. 2	减小 GaN 基蓝紫光端发射激光器电子泄漏的方法
195	ZL. 201410276012. 7	一种光电钥匙门锁装置
196	ZL. 201410276269. 2	一种点到点的数据保密通信终端设备
197	ZL. 201410287623. 1	多标准性能可重构式 I/Q 正交载波发生器
198	ZL. 201410293624. 7	一种无线射频发射装置
199	ZL. 201410295424. 5	基于波导耦合微盘光子分子激光器的光脉冲同步信号源
200	ZL. 201410298693. 7	基于微波移相器的微波信号光纤稳相传输系统
201	ZL. 201410299327. 3	基于半导体双模激光器的优质可调谐光生微波源
202	ZL. 201410301042. 9	一种硅波导输出的单模硅基混合激光光源
203	ZL. 201410324053. 9	对偏振态变化不敏感的高精度光纤光栅传感解调方法
204	ZL. 201410324658. 8	消除偏振态影响的高精度光纤光栅传感解调方法
205	ZL. 201410331789. 9	无源光限幅器
206	ZL. 201410386617. 1	基于分布布拉格反射激光器的波长可调谐窄线宽光源
207	ZL. 201410418635. 3	基于光学相位共轭的微波信号长距离光纤稳相传输装置
208	ZL. 201410428059. 0	一种基于往返相位校正的微波信号光纤稳相传输装置

序号	专利号	专利名称
209	ZL. 201410428711. 9	一种基于波长再利用的微波信号光纤稳相传输装置
210	ZL. 201410428722. 7	基于受激布里渊散射的高灵敏度光矢量网络分析仪
211	ZL. 201410432227. 3	基于 SOA 的交叉偏振调制效应的宽带移相器
212	ZL. 201410432917. 9	基于全光积分器的三角形脉冲信号产生装置
213	ZL. 201410444330. X	基于量子点锁模激光器的光采样系统
214	ZL. 201410468526. 2	基于光控非线性环形镜的微波脉冲信号产生装置
215	ZL. 201410490395. 8	一种激光器及其制作方法
216	ZL. 201410520059. 3	一种改善面发射半导体激光器慢轴远场的金属天线结构
217	ZL. 201410563125. 5	降低电子泄漏的砷化镓激光器的制作方法
218	ZL. 201410563124. 0	同时降低发散角和阈值电流的激光器的制备方法
219	ZL. 201410564609. 1	抑制 GaAs 基激光器高阶模的方法
220	ZL. 201410564608. 7	基于相位补偿的微波信号光纤稳相传输系统
221	ZL. 201410584902. 4	InP 基单片集成少模光通信接收器芯片
222	ZL. 201410613588. 8	单片集成式多波长半导体锁模激光器
223	ZL. 201410612689. 3	基于超宽带光频率梳产生奈奎斯特光脉冲的装置
224	ZL. 201410658852. X	一种超高频无线传感标签
225	ZL. 201410669431. 7	基于受激布里渊散射效应的三角波产生装置
226	ZL. 201410675930. 7	一种 SBS 宽带可调谐光纤延迟系统
227	ZL. 201410687356. 7	一种双面散热量子级联激光器器件结构
228	ZL. 201410707597. 3	基于注入锁定量子点锁模激光器的多微波本振源产生装置
229	ZL. 201410709708. 4	基于放大反馈实现直调带宽扩展的单片集成激光器芯片
230	ZL. 201410754289. 6	兼容测距的 CMOS 图像传感器像素单元及其制作方法
231	ZL. 201410754322. 5	兼容测距的高速 CMOS 图像传感器像素单元及制作方法
232	ZL. 201410764445. 7	一种晶体管激光器及其制作方法
233	ZL. 201410785343. 3	基于全光交叉偏振调制的空间方向角测量系统
234	ZL. 201410809706. 2	基于多模干涉器结构的外调制型少模光通信发射芯片

序号	专利号	专利名称
235	ZL. 201410817189. 3	基于波长扫描的光真延时平面相控阵发射天线系统
236	ZL. 201410814539. 0	激光脉冲压缩与展宽系统
237	ZL. 201410820514. 1	一种光电探测器光谱响应分析系统
238	ZL. 201410837054. 3	一种自适应电荷再分布模数转换器、转换方法及校准方法
239	ZL. 201410837263. 8	一种自适应电荷再分布模数转换器、转换方法及校准方法
240	ZL. 201410837188. 5	一种自适应电荷再分布模数转换器、转换方法和校准方法
241	ZL. 201410838194. 2	一种图像传感器特性参数测量分析系统
242	ZL. 201410837266. 1	冗余自适应电荷再分布模数转换器的校准方法
243	ZL. 201410837097. 1	逐次逼近模数转换器系统
244	ZL. 201410842021. 8	一种直调式 InP 基单片集成少模光通信发射器芯片
245	ZL. 201510002648. 7	基于锁相控制的宽带光学频率梳产生系统
246	ZL. 201510012713. 4	制作宽光谱砷化铟/磷化铟量子点激光器有源区的方法
247	ZL. 201510031845. 1	一种具有低电子泄漏的砷化镓激光器及其制作方法
248	ZL. 201510052314. 0	具有非对称 Al 组分 AlGaIn 限制层的氮化镓基激光器
249	ZL. 201510067561. 8	一种结合单量子点定位功能的激光直写光刻系统及其方法
250	ZL. 201510079793. 5	基于氧化锌键合 III-V 族和硅混合型激光器结构和方法
251	ZL. 201530046404. X	光谱仪显微共焦模块
252	ZL. 201510166090. 6	基于双模正方形微腔激光器的可调谐光频梳
253	ZL. 201510166121. 8	利用光电振荡器主动校准微波信号光纤传输的装置
254	ZL. 201510169696. 5	一种基于单片集成微腔激光器的可调谐光频梳产生系统
255	ZL. 201510175330. 9	GaAs 基二维电子气等离子体震荡太赫兹探测器的方法
256	ZL. 201520244897. 2	户外免维护多功能无线传感器网络网关
257	ZL. 201520256212. 6	测量土壤含水量和温度的装置
258	ZL. 201510270769. X	二维光栅双波长 DFB 激光器的制作方法
259	ZL. 201510270790. X	单片集成式多波长偏振复用/解复用器
260	ZL. 201510300471. 9	表面等离子体调制的倒装 VCSEL 激光器及其制造方法

序号	专利号	专利名称
261	ZL. 201510300412. 1	红外光电探测器及其制备方法
262	ZL. 201510301076. 2	一种驻极体电容式超声传感器及其制作方法
263	ZL. 201510309493. 1	基于耦合腔的单模高速调制法布里-珀罗半导体激光器
264	ZL. 201510329218. 6	制备高选择比量子级联激光器脊波导结构的湿法腐蚀方法
265	ZL. 201510348841. 6	基于多模干涉耦合器的 InP 基模分复用/解复用器结构
266	ZL. 201510354771. 5	激光器降噪设备及采用该设备降噪的方法
267	ZL. 201510354228. 5	基于双电吸收调制激光器实现单边带调制的系统
268	ZL. 201510354241. 0	用于激光显示的激光光源
269	ZL. 201510388664. 4	集成超声换能器的 AFM 探针阵列
270	ZL. 201510388711. 5	变周期倾斜光栅激光器及制备方法
271	ZL. 201510390181. 8	一种基于微机电技术的 M×N 光交换阵列
272	ZL. 201510388715. 3	一种基于洛伦兹力的双向串联 MEMS 执行器
273	ZL. 201510394504. 0	适用于激光显示的消相干准三维光子晶体超辐射光源
274	ZL. 201510394294. 5	基于受激布里渊散射的单边带光载微波信号产生装置
275	ZL. 201510435083. 1	一种定向输出的圆环微腔激光器
276	ZL. 201510435081. 2	一种单模激射圆环微腔激光器
277	ZL. 201510526144. 5	高稳频可调谐窄线宽激光器及使用方法
278	ZL. 201510542344. X	一种光纤倾斜仪
279	ZL. 201510542578. 4	基于锁频技术和拍频原理的光纤激光静态应变解调系统
280	ZL. 201510542557. 2	一种互参考的光纤激光静态应变传感解调系统
281	ZL. 201510542608. 1	基于参考光纤激光器的高精度静态应变拍频解调系统
282	ZL. 201510541632. 3	基于单边带扫频调制的光纤激光静态应变拍频解调系统
283	ZL. 201510548632. 6	一种提高氮化镓基激光器性能的方法
284	ZL. 201510547137. 3	InP 基波分-模分复用少模光通信光子集成发射芯片
285	ZL. 201510552808. 5	载荷无源的空间激光通信系统
286	ZL. 201510590526. 4	准三维光子晶体窄线宽激光器

序号	专利号	专利名称
287	ZL. 201510611798. 8	基于萨格纳克环的光矢量网络分析仪装置
288	ZL. 201510633250. 3	一种基于多通道信号碎片化传输的信息保密方法及装置
289	ZL. 201510665008. 4	波导三维模斑转换器
290	ZL. 201510706103. 4	量子级联激光器相干阵列结构、激光器及其制造方法
291	ZL. 201510716757. 5	波长快速调谐的单片集成外腔振荡激光器
292	ZL. 201520848947. 8	一种海底地震仪沉耦架
293	ZL. 201510764948. 9	基于场效应晶体管的太赫兹波探测器
294	ZL. 201510836271. 5	基于无源光开关的空间激光通信转发系统
295	ZL. 201510873247. 9	太赫兹量子级联激光器的液氮冷却系统及采用其的激光器
296	ZL. 201510882626. 4	基于 MMI 耦合器的 InP 基少模光子集成发射芯片
297	ZL. 201510922990. 9	大容差耦合波导
298	ZL. 201510967950. 6	共腔双波长分布反馈激光器的制作方法
299	ZL. 201510996201. 6	近场卷积信号处理系统
300	ZL. 201510998251. 8	快速扫频的傅里叶域锁模光电振荡器
301	ZL. 201511001357. 2	一种绿光激光器外延片及其制备方法
302	ZL. 201510999578. 7	外腔窄线宽激光器
303	ZL. 201511006107. 8	少模面发射激光器
304	ZL. 201511019962. 2	单纵模且波长可调谐的多段式 FP 激光器
305	ZL. 201511020707. X	一种半导体超短脉冲高重频激光器
306	ZL. 201511020694. 6	一种集中供湿的脑电帽及柔性微渗电极结构
307	ZL. 201610020563. 6	直接调制激光器微带制备方法及由此得到的微带和激光器
308	ZL. 201610019401. 0	无线射频识别温度标签的监测装置、系统及方法
309	ZL. 201610069089. 6	一种太赫兹半导体激光器及其制造方法
310	ZL. 201610110999. 4	应用于异面电极激光器芯片的封装结构
311	ZL. 201610109977. 6	可宽带线性调频窄线宽激光装置
312	ZL. 201610121987. 1	一种基于微环谐振器的可调谐光学陷波滤波器

序号	专利号	专利名称
313	ZL. 201610149517. 6	一种硅基混合集成雪崩光电探测器
314	ZL. 201610159350. 1	基于布里渊光载波恢复的可调谐单通带微波光子滤波器
315	ZL. 201610168919. 0	多路径相差光跳频保密通信系统
316	ZL. 201610183087. X	应力调控波导层绿光激光器外延片及其制备方法
317	ZL. 201610251536. X	激光器的侧边耦合光栅及其制备方法、包含其的激光器
318	ZL. 201610265119. 0	一种具有光束扩散结构的高速半导体激光器
319	ZL. 201610281338. 8	宽带线性调频微波信号发生器
320	ZL. 201610304577. 0	表贴式无自激的偏置网络
321	ZL. 201610320424. 5	金属有机化合物气相沉积反应装置的反应基座
322	ZL. 201610352950. X	一种用于光电子集成芯片的封装结构
323	ZL. 201610370735. 2	980nm 半导体激光器结构及制备方法
324	ZL. 201610443241. 2	基于受激布里渊散射的激光器线宽压窄装置
325	ZL. 201610443677. 1	基于全量子阱选择区域外延的半导体锁模激光器制作方法
326	ZL. 201610451844. 7	基于微波通信和空间无线光通信双链路的跳频通信系统
327	ZL. 201610544412. 0	全半导体中红外可调频吸收器
328	ZL. 201610550266. 2	基于纳米压印光栅的两步干法刻蚀方法及外延片和激光器
329	ZL. 201610563206. 4	嵌入型多通道信号手机加密通信装置及算法编码方法
330	ZL. 201610563408. 9	高速通信中生成传输和获取管理控制信号系统
331	ZL. 201610563190. 7	二维光子准晶宽区半导体激光器结构
332	ZL. 201610836551. 0	硅基横向注入激光器及其制备方法
333	ZL. 201610867200. 6	可调谐单通带微波光子希尔伯特变换滤波系统
334	ZL. 201610880873. 5	四波长输出半导体激光器及其制备方法
335	ZL. 201610893732. 7	高速量子级联红外探测器及其制作方法
336	ZL. 201610924314. X	一种用于直接调制激光器芯片的子载体封装结构
337	ZL. 201610927612. 4	基于交叉偏振调制的微波光子滤波器
338	ZL. 201610948341. 0	电子输运通道为斜跃迁-微带型的量子级联红外探测器

序号	专利号	专利名称
339	ZL. 201610957718. 9	一种诱导激光雷达侦测的系统及方法
340	ZL. 201610930814. 4	一种波导优化的掩埋异质结量子级联激光器
341	ZL. 201610973949. 9	一种 GaAs 基带栅电极的宽光谱晶闸管激光器
342	ZL. 201610998508. 4	微波光子相移装置及方法
343	ZL. 201611063646. X	多波长半导体分布式反馈激光器阵列及其制作方法
344	ZL. 201611079550. 2	小型化光电被动测距装置
345	ZL. 201611088806. 6	硅基高速双载波双偏振调制器集成芯片
346	ZL. 201611182488. X	一种图像无损压缩装置及方法
347	ZL. 201621432428. 4	一种杀菌消毒的装置
348	ZL. 201611232774. 2	一种长波长垂直腔面发射激光器
349	ZL. 201611241390. 7	一种聚合物辅助键合的混合型激光器及其制备方法
350	ZL. 201611257550. 7	一种用于分布式光纤声传感系统的降噪方法
351	ZL. 201710023591. 8	一种用于分布式光纤声传感的径向敏感光纤
352	ZL. 201710062558. 6	声磁同测的分布式光纤传感系统
353	ZL. 201710062988. 8	宽光谱晶闸管激光器的制备方法
354	ZL. 201710063242. 9	晶体管激光器及其制作方法
355	ZL. 201710084923. 3	一种防止交叉污染的多试剂顺序进液装置
356	ZL. 201710105913. 3	全光触发器
357	ZL. 201710139968. 6	一种柔性超表面结构
358	ZL. 201710144156. 0	可调谐多普勒频移装置及方法
359	ZL. 201710158556. 7	一种量子点增强的纳米线以及紫外光电探测器
360	ZL. 201710200936. 2	形成微波光子光控波束的系统
361	ZL. 201710252393. 9	用于量子密钥分发的片上高速偏振控制编码器
362	ZL. 201710255127. 1	CMOS 图像传感器
363	ZL. 201720492130. 0	一种分离和富集体液成分的装置
364	ZL. 201710323557. 2	基于光开关的波束扫描光控相控阵雷达

序号	专利号	专利名称
365	ZL. 201710323558. 7	对微波信号进行非线性时域拉伸的非相干光信号处理系统
366	ZL. 201710332883. X	一种 2×2 多模光开关
367	ZL. 201710342201. 3	多模激光器及其多模调节方法
368	ZL. 201710402079. 4	一种用于微波振荡源的单片集成隧道结激光器
369	ZL. 201710472687. 2	环形腔面发射差频太赫兹量子级联激光器结构
370	ZL. 201710478044. 9	双链路通信接收系统
371	ZL. 201710498851. 7	基于正弦空间调制的阵列波导
372	ZL. 201710504886. 7	光纤放大器
373	ZL. 201710530774. 9	利用杂质诱导混杂技术制作半导体激光器的方法
374	ZL. 201710545824. 0	光纤激光器温度和应变同时测量系统
375	ZL. 201710546011. 3	基于双激光光源锁频与拍频测量的光纤光栅信号解调系统
376	ZL. 201710550797. 6	基于耦合串扰理论的激光波长可调且长时稳频装置及方法
377	ZL. 201710559781. 1	GaN 基激光器及其制备方法
378	ZL. 201710561156. 0	一种硅基集成任意波形信号发生器
379	ZL. 201710621042. 0	基于双平行马赫曾德调制器的微波光子滤波器
380	ZL. 201710717276. 5	$M \times N$ 多播传送光开关
381	ZL. 201710728515. 7	加热托盘的固定控制装置及其设备
382	ZL. 201710738799. 8	一种基于电磁感应的加热装置
383	ZL. 201710777151. 1	基于典型关联分析的电流互感器角差的确定方法
384	ZL. 201710795032. 9	可调谐激光器及其制备方法
385	ZL. 201710831338. 5	多路异步信息的传输控制装置及方法
386	ZL. 201710864770. 4	一种图像处理器及处理方法
387	ZL. 201710865761. 7	光频梳的调整装置及方法
388	ZL. 201710880114. 3	一种利用反射谱精细度测量光波导损耗的系统
389	ZL. 201710888586. 3	硅基混合集成激光器阵列及其制备方法
390	ZL. 201710908611. X	一种锁相环时钟发生器

序号	专利号	专利名称
391	ZL. 201710908626. 6	一种数字锁相环频率综合装置
392	ZL. 201710997431. 3	弯曲锥形光子晶体激光器及阵列、阵列光源组
393	ZL. 201710996570. 4	片上光网络拓扑结构的调整方法及装置
394	ZL. 201710998805. 3	硅基混合集成可调谐激光器及光子芯片
395	ZL. 201711094947. 3	基于相干激光调频通信的发射端、接收端、系统及方法
396	ZL. 201711094946. 9	一种多模数模转换器
397	ZL. 201711103664. 0	基于谐振腔增强波导传输的高效波片
398	ZL. 201711323556. 4	电泵浦钙钛矿量子点激光器的制备方法
399	ZL. 201711439306. 7	紧凑型工业相机
400	ZL. 201721906477. 1	用于薄片材料解离和转移的装置
401	ZL. 201810013244. 1	集成光电振荡器
402	ZL. 201810077578. 5	基于不完整非对称 AWG 的光学相控阵
403	ZL. 201810115958. 3	一种片上可调谐多模干涉反射镜
404	ZL. 201810164333. 6	一种三维结构的可调光延迟线
405	ZL. 201810178924. 9	电吸收调制激光器的整片结构及其制作测试方法
406	ZL. 201810208329. 5	双波长分布式光纤声传感系统
407	ZL. 201810211989. 9	基于相位生成载波技术的混合型光纤传感系统
408	ZL. 201810314033. 1	周期性交错波导结构、以及电光调制结构和 MZI 结构
409	ZL. 201810318367. 6	基于 SiGe 材料的电调谐有源波导结构以及应用其的 MZI 结构
410	ZL. 201810369450. 6	一种太赫兹量子级联激光器双面金属键合的方法
411	ZL. 201810408182. 4	$3\sim 5\mu\text{m}$ 红外波段雪崩光电二极管探测器及其制作方法
412	ZL. 201810460566. 0	基于宇称-时间对称原理的光电振荡器
413	ZL. 201810545110. 4	用于链路内模式交换和链路交换的多模光开关架构
414	ZL. 201810545109. 1	全交换多模信号光开关架构
415	ZL. 201810536668. 6	超高 Q 值单通带微波光子滤波器
416	ZL. 201810600079. X	电注入硅基 III-V 族纳米激光器阵列的制备方法

序号	专利号	专利名称
417	ZL. 201810747961. 7	拍频式频谱侦测系统
418	ZL. 201810778850. 2	半导体激光器非吸收窗口的制备方法及半导体激光器
419	ZL. 201810789658. 3	双模激光器 THz 泵浦源的制作方法
420	ZL. 201810789769. 4	光电探测器的制作方法
421	ZL. 201810811169. 3	基于直调半导体激光器自反馈单周期振荡的光电振荡器
422	ZL. 201810829421. 3	基于时域泰伯效应的加密、解密通信装置和保密通信系统
423	ZL. 201810829418. 1	基于时域泰伯效应的时域隐身系统
424	ZL. 201810832093. 2	片上集成傅里叶锁模激光器
425	ZL. 201810834778. 0	基于光电振荡器的矢量微波信号产生系统
426	ZL. 201810842211. 8	中红外超晶格带间跃迁激光器及其制备方法
427	ZL. 201810860756. 1	超窄单通带微波光子滤波器
428	ZL. 201810908007. 1	基于微波光子技术的射频相位编码信号产生装置及方法
429	ZL. 201811000561. 6	基于受激布里渊散射可调光电振荡器的弱信号探测及方法
430	ZL. 201811048055. 4	窄垂直远场发散角的隧道结光子晶体激光器
431	ZL. 201811078714. 9	光反馈结构及可调谐窄线宽外腔激光器
432	ZL. 201811104241. 5	双通道长波红外探测器
433	ZL. 201811150090. 7	一种直接用于显示的高功率低相干性激光光源
434	ZL. 201811153822. 8	MSM 型多孔氧化镓日盲探测器及其制造方法
435	ZL. 201811195238. 9	基于随机布里渊光纤激光器的可调谐光电振荡器及方法
436	ZL. 201811228418. 2	基于弧形扩散区的雪崩光电探测器及其制作方法
437	ZL. 201811292306. 3	紧凑型太赫兹波阵列图像传感器芯片
438	ZL. 201811343880. 7	基于锁模激光器的上下变频系统
439	ZL. 201811363372. 5	集成 CMOS-MEMS 的高灵敏谐振式传感器
440	ZL. 201811485068. 8	单片集成双波长半导体激光器及其制备方法
441	ZL. 201811514009. 9	半导体激光器及不同折射率腔面膜的制备方法
442	ZL. 201811529259. X	压电 MEMS 解耦结构及 MEMS 陀螺仪

序号	专利号	专利名称
443	ZL. 201811548103. 6	可调谐的高稳频窄线宽半导体激光器
444	ZL. 201811579463. 2	盖板结构及其制作方法、电容式传感器
445	ZL. 201811605950. 1	柔性电容型触觉传感器、电子皮肤、可穿戴设备及方法
446	ZL. 201822274742. X	基于缺陷地结构共面波导的激光器
447	ZL. 201811653476. X	可调谐耦合腔半导体激光器
448	ZL. 201910057155. 1	kHz 量级单通带微波光子滤波器
449	ZL. 201910061317. 9	片上集成半导体激光器结构及其制备方法
450	ZL. 201910102887. 8	电注入硅基 III-V 族边发射纳米线激光器及其制备方法
451	ZL. 201910116788. 5	低 V 型缺陷密度的 GaN 基多量子阱激光器外延片及制备方法
452	ZL. 201910115264. 4	基于微结构激光器的一维雷达扫描发射装置及制备方法
453	ZL. 201910116637. X	基于光学频率梳的微波瞬时测频装置
454	ZL. 201910132184. X	垂直腔面发射激光器及其制作方法
455	ZL. 201910132860. 3	电泵浦钙钛矿复合腔激光器
456	ZL. 201910149571. 4	一种脉冲序列压缩编码方法和装置
457	ZL. 201910149575. 2	非分光红外气体传感器
458	ZL. 201910181961. X	基于光电振荡器的弱信号探测放大系统及方法
459	ZL. 201920362558. 2	非分光红外气体传感器
460	ZL. 201910217259. 4	基于多模光电振荡器的弱信号探测放大系统及方法
461	ZL. 201910279307. 2	基于光环形器的光跳频系统及发送机
462	ZL. 201910316646. 3	光缓存芯片及电子设备
463	ZL. 201920622058. 8	气相沉积设备的进气喷淋头
464	ZL. 201910401351. 6	一种片上编码器
465	ZL. 201910401352. 0	一种片上编码器
466	ZL. 201910400701. 7	光电振荡器
467	ZL. 201910421155. 5	一种基于动态放大器的开关电容积分器
468	ZL. 201910483830. 7	一种用于时间 BB84 协议的片上解码器及解码方法

序号	专利号	专利名称
469	ZL. 201910483879. 2	一种用于偏振 BB84 协议的片上解码器及解码方法
470	ZL. 201910485252. 0	用于高精度光纤陀螺的混合集成窄线宽激光器系统
471	ZL. 201910496207. 5	激光加热控制磁随机的存储单元、存储器和逻辑器件
472	ZL. 201910504380. 5	基于双腔结构的纠缠光源
473	ZL. 201910524087. 5	基于光子晶体激光阵列的微推进器光源
474	ZL. 201910534116. 6	一种基于高阶横模波导输出的混合集成激光器芯片结构
475	ZL. 201910539768. 9	一种集成化布里渊散射激光器
476	ZL. 201910546165. 1	基于低温共烧陶瓷的光电集成封装结构
477	ZL. 201910573108. 2	用于显示和成像的光子晶体激光器
478	ZL. 201910573109. 7	用于激光显示的激光光源
479	ZL. 201910634536. 1	基于微分技术的频率测量装置及采用其的微波接收机
480	ZL. 201910648930. 0	二类超晶格雪崩光电探测器及其制作方法
481	ZL. 201910663893. 0	用于激光显示的激光光源
482	ZL. 201910669103. X	基于光纤色散效应的镜像干扰抑制混频器
483	ZL. 201910693026. 1	一种用于确定 AMZI 偏振无关温控条件的装置及方法
484	ZL. 201910692920. 7	一种用于量子密钥分发的编码芯片
485	ZL. 201910693028. 0	用于确定 AMZI 相位调制器半波电压的装置和方法
486	ZL. 201921250360. 1	量子级联激光器精确控温的两级温控系统
487	ZL. 201910719229. 3	微波多普勒频移的测量系统及其应用
488	ZL. 201921265541. 1	基于量子级联激光器的二氧化碳同位素光声光谱检测装置
489	ZL. 201910756607. 5	基于波分复用技术的全光串并转换系统
490	ZL. 201910772038. 3	一种基于共振隧穿的纳米线晶体管及其制备方法
491	ZL. 201910821917. 0	梯度增强型 Softmax 分类器、训练信号产生方法及其应用
492	ZL. 201910857134. 8	基于双偏振双平行马赫曾德尔调制器的可重构滤波器
493	ZL. 201910873249. 6	芯轴推挽式刻槽光纤麦克风
494	ZL. 201910908200. X	太赫兹半导体激光器、其制备方法及应用

序号	专利号	专利名称
495	ZL. 201910992563. 6	激光器阵列驱动装置及其封装方法
496	ZL. 201910990989. 8	基于微环谐振器的窄带光滤波器
497	ZL. 201910990990. 0	基于高阶微环谐振器的窄带光滤波器
498	ZL. 201911123992. 6	准 PT 对称的双脊条半导体激光器及其应用
499	ZL. 201911171472. 2	基于侧向光栅的窄线宽垂直腔面发射半导体激光器
500	ZL. 201911211862. 8	集成化光滤波器
501	ZL. 201911211863. 2	基于微盘谐振器的窄带光滤波器
502	ZL. 201911211536. 7	集成化高滚降光滤波器
503	ZL. 201911239873. 7	基于变频技术的频率测量设备
504	ZL. 201922262338. 5	用于数字 PCR 多芯片独立实验的导热装置
505	ZL. 201911299679. 8	一种均衡器的构建方法
506	ZL. 201911350006. 0	基于多模干涉原理的高消光比粗波分复用/解复用器
507	ZL. 201911357781. 9	自由光谱区可调谐光滤波器
508	ZL. 201911363666. 2	基于宇称时间对称性的三腔耦合激光器
509	ZL. 202010014994. 8	用于细胞迁移的太赫兹超材料传感器及采用其的检测方法
510	ZL. 202010061988. 8	一种中红外波长全覆盖可调谐光模块
511	ZL. 202010112991. 8	一种集成芯片的任意波形产生装置
512	ZL. 202010116917. 3	大规模单片集成的硅基 III-V 族电泵激光器及其制备方法
513	ZL. 202010281514. 4	一种中红外铋化物量子级联激光器及其制备方法
514	ZL. 202010302528. X	一种图像分类方法、装置及设备
515	ZL. 202010309310. 7	卷积胶囊层的构建方法和多视角图像的分类方法及装置
516	ZL. 202010359823. 9	片上单元可配置的多协议兼容量子密钥分发解码集成芯片
517	ZL. 202010359825. 8	用于量子密钥分发的可重构接收芯片
518	ZL. 202010509765. 3	双偏振光纤放大器

三、 半导体加工与测试工艺领域有效专利

(共 26 项)

序号	专利号	专利名称
1	ZL. 200810240937. 0	波长编码的光时域反射测试装置及其测量方法
2	ZL. 201010171385. X	一种超高真空多功能综合测试系统
3	ZL. 201210579519. 0	测试可见光通信系统中光源性能的装置
4	ZL. 201310057153. 5	基于离子摩尔浓度监测的路面冰点温度测试系统及方法
5	ZL. 201310296013. 3	半导体发光器件或模组在线多功能测试系统及方法
6	ZL. 201510151989. 0	一种测试复合硅衬底上多层石墨烯样品层数的方法
7	ZL. 201510957716. 5	测试复合硅衬底上过渡金属硫族化合物样品层数的方法
8	ZL. 201610116108. 6	铁磁半导体平面内磁各向异性的光电流测试系统及方法
9	ZL. 201610130068. 0	多功能显微共焦光谱仪
10	ZL. 201610298186. 2	多功能显微共焦光谱仪
11	ZL. 201620406697. 7	多功能显微共焦光谱仪
12	ZL. 201610309781. 1	一种基于边带滤光片的拉曼光谱仪
13	ZL. 201620423111. 8	一种基于边带滤光片的拉曼光谱仪
14	ZL. 201610370710. 2	带基片加热和气氛处理的匀胶机
15	ZL. 201720048505. 4	温度传感器芯片的测试校准系统
16	ZL. 201710530056. 1	拉曼光谱测试系统
17	ZL. 201720787244. 8	拉曼光谱测试系统
18	ZL. 201710756755. 8	半导体测试装置及方法
19	ZL. 201811309972. 3	用于半导体光电子器件测试和透镜耦合的夹具
20	ZL. 201811372597. 7	变温平台及 DLTS 测试系统
21	ZL. 201811618907. 9	超快光波长测量系统
22	ZL. 201910195730. 4	一种用于光电子芯片测试的可配置结构
23	ZL. 201910302172. 7	一种光电芯片的封装结构
24	ZL. 201911313338. 1	一种微流控芯片及其检测方法
25	ZL. 202010034295. X	光纤耦合单光子源的滤光和二阶关联度测试装置

序号	专利号	专利名称
26	ZL. 202020868043. 2	衬底托

四、 高亮度发光二极管（LED）工艺与设备领域有效专利

（共 102 项）

序号	专利号	专利名称
1	ZL. 200810224108. 3	实现半导体超辐射发光二极管无制冷封装耦合的方法
2	ZL. 201010113816. 7	三角形 GaN 基发光二极管芯片的对称电极
3	ZL. 201010157611. 9	氮化镓系发光二极管
4	ZL. 201010235850. 1	一种氮化镓系发光二极管
5	ZL. 201010251509. 5	氮化镓基垂直结构发光二极管转移衬底的腐蚀方法
6	ZL. 201010251510. 8	氮化镓基垂直结构发光二极管转移衬底的二次电镀方法
7	ZL. 201010564564. X	一种低波纹系数半导体超辐射发光二极管的制备方法
8	ZL. 201110064300. 2	具有 p-GaN 层表面粗化的 GaN 基 LED 芯片的制作方法
9	ZL. 201110115383. 3	调制掺杂的氮化镓系发光二极管的制作方法
10	ZL. 201110152869. 4	氮化镓基垂直结构发光二极管隐形电极的制作方法
11	ZL. 201110198263. 4	发光二极管封装结构的制作方法
12	ZL. 201110198226. 3	发光二极管封装结构
13	ZL. 201110435006. 8	对发光二极管进行光电热老化综合检测的系统及方法
14	ZL. 201210056638. 8	将氮化镓基发光二极管的外延结构表面粗化的方法
15	ZL. 201210060166. 3	氮化镓基 LED 芯片立式封装的方法
16	ZL. 201210093601. 2	纳米无荧光粉氮化镓白光发光二极管的制作方法
17	ZL. 201210093564. 5	制备氮化镓绿光发光二极管外延结构的方法
18	ZL. 201210181322. 1	基于湿法剥离垂直结构发光二极管的制作方法
19	ZL. 201210180422. 2	具有空气桥结构发光二极管的制作方法
20	ZL. 201210180419. 0	纳米柱发光二极管的制作方法
21	ZL. 201210506365. 2	氮化镓基 3D 垂直结构发光二极管的结构
22	ZL. 201210505932. 2	氮化镓基 3D 垂直结构发光二极管的制作方法

序号	专利号	专利名称
23	ZL. 201210548494. 8	高出光率倒装结构 LED 的制作方法
24	ZL. 201210548464. 7	激光诱导空气隙发光二极管的制作方法
25	ZL. 201310045572. 7	晶圆级发光二极管阵列结构的制备方法
26	ZL. 201310067793. 4	低热阻 LED 封装结构及封装方法
27	ZL. 201320196818. 6	一种基于高压线性恒流电源的高压 LED 模组
28	ZL. 201310193912. 0	表面等离激元增强 GaN 基纳米柱 LED 及制备方法
29	ZL. 201310193970. 3	垂直结构表面等离激元增强 GaN 基纳米柱 LED 及制备方法
30	ZL. 201310229330. 3	高功率因数的 LED 驱动电路
31	ZL. 201310244179. 0	一种可调控能带的 LED 量子阱结构
32	ZL. 201310380402. 4	360 度发光的 LED 球泡灯
33	ZL. 201310432177. 4	用于测试 LED 阵列光源性能的夹具及夹具组件
34	ZL. 201310459347. 8	一种利用光致发光谱测量 GaN 基 LED 的极化电场的方法
35	ZL. 201310447405. 5	一种光斑可调的室内投影式照明系统
36	ZL. 201310449655. 2	一种投影式照明系统
37	ZL. 201310529305. 7	一种利用电致发光谱测量氮化物 LED 内量子效率的方法
38	ZL. 201310553763. 4	制备晶圆级全彩 LED 显示阵列的方法
39	ZL. 201310553600. 6	制作倒装集成 LED 芯片级光源模组的方法
40	ZL. 201310585931. 8	芯片尺寸级晶圆发光二极管的制作方法
41	ZL. 201310616446. 2	一种测量 LED 内量子效率的方法
42	ZL. 201310712946. 6	一种用于 LED 的晶圆级封装的芯片转移方法
43	ZL. 201310750549. 8	采用复合透明导电层的发光二极管及其制备方法
44	ZL. 201410010264. 5	LED 恒流 PWM 驱动电路及三基色 LED 混光驱动电路
45	ZL. 201410028207. X	一种控制半导体 LED 外延片内应力的装置
46	ZL. 201420060352. 1	多功能 LED 手电筒
47	ZL. 201410079219. 5	一种多芯片 LED 封装体的制作方法
48	ZL. 201410077532. 5	LED 光源阵列投影测试装置
49	ZL. 201420096830. 4	LED 光源阵列投影测试装置

序号	专利号	专利名称
50	ZL. 201410083290. 0	输出功率和光谱形状独立可调的发光二极管的制作方法
51	ZL. 201410158350. 0	具有波导结构光子晶体发光二极管的制作方法
52	ZL. 201410181967. 4	紫外发光二极管器件的制备方法
53	ZL. 201410183522. X	一种紫外发光二极管器件的制备方法
54	ZL. 201410185391. 9	提高光提取效率发光二极管的制备方法
55	ZL. 201410184117. X	抑制电极光吸收的发光二极管的制备方法
56	ZL. 201410337635. 0	在 SiC 衬底上形成有导光层的 GaN 基 LED 的制造方法
57	ZL. 201410442830. X	一种垂直结构发光二极管显示阵列
58	ZL. 201410578351. 0	一种 LED 显示模组系统
59	ZL. 201410636516. 5	绿光 LED 外延层结构及生长方法
60	ZL. 201410658854. 9	一种倒装结构发光二极管及其制作方法
61	ZL. 201410736198. X	一种 LED 全彩显示阵列及其制作方法
62	ZL. 201410730418. 8	一种制备小间距 LED 全彩显示阵列的方法
63	ZL. 201410817479. 8	电容式结构的发光二极管集成芯片及其制备方法
64	ZL. 201410822161. 9	一种 LED 外延片的切裂方法
65	ZL. 201510062353. 9	红光 LED 倒装芯片的制作方法
66	ZL. 201520342630. 7	全光谱 LED 光源单元模组
67	ZL. 201520341707. 9	全光谱 LED 光源模组
68	ZL. 201510309152. 4	绿光 LED 芯片外延层的结构及生长方法
69	ZL. 201510548646. 8	一种可延展无机柔性 LED 阵列的制备方法
70	ZL. 201511005814. 5	可见光通信用倒装 RCLED 及其制备方法
71	ZL. 201511006149. 1	可见光通信用单芯片白光 LED 及其制备方法
72	ZL. 201521126964. 7	一种可实现自然光谱的 LED 光源
73	ZL. 201511029139. X	LED 芯片集成封装模块和封装方法
74	ZL. 201610006965. 0	基于无机半导体材料的柔性 LED 阵列的制备方法
75	ZL. 201610374754. 2	GaN 基白光 LED 及制备方法
76	ZL. 201620993146. 5	提高散热性能的高功率 LED 光源模组

序号	专利号	专利名称
77	ZL. 201610825825. 6	隐形切割制备正、倒和倒梯形台状衬底的 LED 芯片的方法
78	ZL. 201621273609. 7	LED 倒装基板的结构
79	ZL. 201621376010. 6	一种具有紫外杀菌消毒功能的水表
80	ZL. 201710252392. 4	提高可见光通信 LED 光源调制带宽的可集成化方法
81	ZL. 201710252486. 1	调制带宽可调的可见光通信 LED 光源
82	ZL. 201710399111. 8	芯片尺寸级深紫外发光二极管共晶封装方法
83	ZL. 201711067124. 1	LED 光源的应用方法及装置
84	ZL. 201711200874. 1	GaN 基垂直 LED 结构及其制备方法
85	ZL. 201711402665. 5	光泵谐振增强倒装红光 LED 器件及其制备方法
86	ZL. 201711453233. 7	紫外 LED 抗静电硅基板的封装结构
87	ZL. 201820059394. 1	GaN 基 LED 器件
88	ZL. 201810211539. X	低发散角的超辐射发光二极管结构
89	ZL. 201810375658. 9	基于模斑转换结构的超辐射发光二极管
90	ZL. 201810485223. X	基于二维材料异质结的片上红外 LED 及制备方法
91	ZL. 201820819530. 2	柔性折叠的 LED 光动力治疗仪
92	ZL. 201810722927. 4	一种基于多孔外延模板的紫外发光二极管及其制作方法
93	ZL. 201810851177. 0	带透明窗口的超辐射发光二极管结构
94	ZL. 201810940241. 2	垂直金字塔结构 LED 及其制备方法
95	ZL. 201810999692. 3	倒装 OLED 器件及其制备方法
96	ZL. 201811035395. 3	智能诱杀与驱虫一体化 LED 灯装置
97	ZL. 201910106244. 0	基于类金字塔型的显指可调的单芯片白光 LED 及其制备方法
98	ZL. 201910115508. 9	InGaN/GaN 量子阱结构及 LED 外延片制备方法
99	ZL. 201910391928. X	背接触式钙钛矿发光二极管
100	ZL. 201910552034. 4	匀光照明模组及其应用
101	ZL. 201921932394. 9	紫外 LED 匀光装置
102	ZL. 201921932433. 5	基于紫外 LED 杀菌新风系统

五、 激光成像系统领域有效专利

(共 28 项)

序号	专利号	专利名称
1	ZL. 201010140989. 8	一种获取动目标运动参数的闪光追迹成像方法
2	ZL. 201010564580. 9	基于深度指纹获取远距离视频监控目标特征尺寸的方法
3	ZL. 201010564589. X	基于频数直方图测量脉冲激光全脉宽的方法
4	ZL. 201110163499. 4	基于 CCD 外触发的动目标选通探测成像的消抖方法
5	ZL. 201110186317. 5	夜间周界安防监控光子栅栏系统
6	ZL. 201110445935. 7	一种用于振动检测的外差调制方法
7	ZL. 201110459324. 8	基于激光多普勒干涉的语音检测系统
8	ZL. 201310233404. 0	距离选通编码超分辨率三维成像方法
9	ZL. 201310281818. 0	基于数字移相提高延时精度的方法
10	ZL. 201410156439. 3	一种实现浮游动物信息获取的光立体采样原位探测方法
11	ZL. 201410418666. 9	一种目标振动测量系统及方法、解调装置及解调方法
12	ZL. 201410593913. 9	数字微镜阵列编码闪光三维成像方法及装置
13	ZL. 201410643209. X	测量选通像增强器光学门宽的装置及方法
14	ZL. 201410658292. 8	全方位三维立体视觉的单目内窥镜系统
15	ZL. 201410665935. 1	远距离六维夜视方法
16	ZL. 201410749269. X	一种实现实时距离选通三维成像系统及成像方法
17	ZL. 201410814530. X	一种基于集成光子芯片的结构光照明显微成像系统
18	ZL. 201410837006. 4	用于激光距离选通成像高脉宽精度脉冲发生器的实现方法
19	ZL. 201511021016. 1	距离选通自主成像自适应 MCP 增益调节方法
20	ZL. 201610218832. X	用于水下避障导航的实时渔网自主识别装置及识别方法
21	ZL. 201610564944. 0	一种单目时域拓扑匹配三维成像方法
22	ZL. 201710572643. 7	仿生视觉成像与处理装置
23	ZL. 201711455160. 5	一种小型结构光照明超分辨显微成像系统
24	ZL. 201810268806. 7	用于外差干涉测振系统的信号解调装置和方法
25	ZL. 201810907899. 3	一种荧光成像系统

序号	专利号	专利名称
26	ZL. 201811175730. X	双门控相关荧光成像装置及成像方法
27	ZL. 201910179164. 8	荧光强度相关时间分辨增强成像方法及装置
28	ZL. 202010309213. 8	基于氧化镓日盲紫外偏振光的直接探测器及偏振成像装置

六、 集成电路设计与测试领域有效专利

(共 48 项)

序号	专利号	专利名称
1	ZL. 200810106219. 4	实时图像内容检索系统及图像特征提取方法
2	ZL. 200910236702. 9	一种光纤保密通信装置及其数据加密方法
3	ZL. 201010033968. 6	基于并行处理的快速车道线检测装置
4	ZL. 201210088420. 0	基于可编程视觉芯片的视觉图像处理系统
5	ZL. 201210342284. 3	光子集成芯片匹配电路的三维封装装置
6	ZL. 201310197022. 7	基于时间-频谱卷积原理的宽带射频信号相关检测方法
7	ZL. 201320516238. 0	一种集成 Wi-Fi 功能的无线鼠标
8	ZL. 201310520410. 4	一种固体籽粒的自动检测与分选系统及方法
9	ZL. 201420060295. 7	可杀菌消毒的多功能餐盒
10	ZL. 201410097892. 1	用于固态图像传感器的模拟读出预处理电路
11	ZL. 201410132968. X	基于交错时序检测相消机制的阵列式电容传感器接口电路
12	ZL. 201410324657. 3	一种窄脉宽高重复频率脉冲电流源的电路结构
13	ZL. 201410424782. 1	一种能量自给的可见光无线通信系统
14	ZL. 201410468687. 1	一种零差检测型相干光传输系统
15	ZL. 201410584847. 9	一种生理电信号尖峰奇异点检测方法
16	ZL. 201410822961. 0	一种像素间串扰检测系统及方法
17	ZL. 201410836377. 0	用于 CMOS 图像传感器的模拟读出预处理电路及其控制方法
18	ZL. 201510043438. 2	电化学检测 dPCR 扩增产物的芯片及方法
19	ZL. 201510386756. 9	一种无滤光片的可见光通信系统
20	ZL. 201510764950. 6	带有读出电路的太赫兹波探测器

序号	专利号	专利名称
21	ZL. 201510835635. 8	基于 FPGA 的可配置浮点向量范数求解 IP 核
22	ZL. 201620135904. X	一种可变电阻器及包含该可变电阻器的集成电路
23	ZL. 201620135943. X	可编程控制多晶熔丝电路及包含该电路的集成电路
24	ZL. 201610159349. 9	压电执行梁结构
25	ZL. 201610252309. 9	基于步进扫描积分吸收法的烷烃类气体检测系统及方法
26	ZL. 201610532200. 0	芯片式高通量生物检测冷冻均匀进样方法
27	ZL. 201611178898. 7	一种图像事件检测标示方法及系统
28	ZL. 201710084922. 9	开关电容式 ISFET 信号读取电路及其控制方法
29	ZL. 201710644919. 8	基于近红外技术的血糖检测装置及方法、电子装置
30	ZL. 201710793177. 5	基于递归神经网络的密码字典生成方法
31	ZL. 201710951127. 5	无源被动式室内定位方法及装置
32	ZL. 201711067439. 6	一种防止 MOS 管过载的保护电路
33	ZL. 201711383160. 9	自激励自检测探针及其制作方法
34	ZL. 201820181211. 3	线电压补偿电路、控制电路及 LED 驱动电路
35	ZL. 201820211843. X	电源采样电路及上电复位电路
36	ZL. 201810297174. 7	一种人脸图像的质量判定方法
37	ZL. 201810626272. 0	一种人脸跟踪方法和系统
38	ZL. 201811631613. X	大规模图像数据处理系统及方法
39	ZL. 201920199664. 3	电信号检测电路
40	ZL. 201910149622. 3	基于光学遥感图像的目标船只检测方法
41	ZL. 201910202074. 6	神经元活动检测方法及探测系统
42	ZL. 201910479476. 0	砷化镓单晶片位错腐蚀液及位错腐蚀检测方法
43	ZL. 201921417885. X	具有消毒功能的便携式充电装置
44	ZL. 201911123995. X	基于单总线协议的密钥电路
45	ZL. 201911154129. 7	一体化微波电路
46	ZL. 201911402814. 7	一种可见光通信方法及系统
47	ZL. 202010004076. 7	一种测量系统及测量方法

序号	专利号	专利名称
48	ZL. 202020344785. 5	一种基于电容补偿的电容电压转换电路

七、 全固态激光器系统领域有效专利

(共 90 项)

序号	专利号	专利名称
1	ZL. 201010047717. 3	一种防止高功率激光器 0 圈过热的装置
2	ZL. 201010231139. 9	二维独立角度光学调整架
3	ZL. 201010257017. 7	基于单块周期极化晶体输出双波长激光和太赫兹波的装置
4	ZL. 201010257008. 8	一种测量非线性晶体热功率大小的装置
5	ZL. 201110277235. 1	光学调节架
6	ZL. 201110370997. 6	大功率激光用光闸装置
7	ZL. 201110430471. 2	直角三叉结构光阑
8	ZL. 201210180909. 0	一种同时输出纳秒和皮秒脉冲的激光器
9	ZL. 201210342365. 3	一种对激光镀层进行处理的系统
10	ZL. 201210342253. 8	一种激光脉冲电镀系统
11	ZL. 201210362883. 1	集成光纤激光器
12	ZL. 201210431168. 9	激光器电源辅助供电电路
13	ZL. 201210438686. 3	吸收变形弹性固定压板
14	ZL. 201210450849. X	基于超声定位的激光加工装置及加工方法
15	ZL. 201210449521. 6	基于 CCD 视觉的激光头高度调节装置及调节方法
16	ZL. 201210586070. 0	一种不锈钢板的激光拼焊方法及固定装置
17	ZL. 201210592666. 1	一种高压水流辅助的激光切割装置
18	ZL. 201210592979. 7	一种结合激光和搅拌摩擦焊的复合焊接方法
19	ZL. 201210593032. 8	一种激光加工纳米粉送粉管
20	ZL. 201210592959. X	一种结合激光和搅拌摩擦焊的复合焊接方法
21	ZL. 201310005072. 0	光电探测装置的强光保护模块
22	ZL. 201310037667. 4	便携式激光定距装置

序号	专利号	专利名称
23	ZL. 201310101885. X	光学元件调节座
24	ZL. 201320143708. 3	光学元件调节座
25	ZL. 201310106568. 7	端泵激光器的冷却方法和冷却装置
26	ZL. 201310106456. 1	灯泵侧泵激光器的冷却方法和冷却装置
27	ZL. 201310106459. 5	半导体侧泵激光器的冷却方法和冷却装置
28	ZL. 201310186172. 8	一种用于检测密闭环境温度变化的方法
29	ZL. 201310205711. 8	实现连续光和脉冲光输出的光纤激光器
30	ZL. 201310205652. 4	实现不同波长输出的光纤激光器
31	ZL. 201310221291. 2	一种激光测距机的测距精度测试装置及方法
32	ZL. 201310221659. 5	单激光器单通道实现的双波长脉冲激光测距装置及方法
33	ZL. 201310221279. 1	一种便携式可调节 H 型光路平行校准装置
34	ZL. 201310220604. 2	一种简易式可调节 X 型光路平行调试检测装置
35	ZL. 201310231278. 5	基于 BBO 晶体的非线性倍频器
36	ZL. 201310287953. 6	一种采用固体激光系统制备夹持光纤用硅胶垫的方法
37	ZL. 201310299020. 9	一种适合周期极化晶体高功率倍频的激光谐振腔结构
38	ZL. 201310302308. 7	柱透镜焦距调节装置
39	ZL. 201310306861. 8	激光护目镜
40	ZL. 201310308351. 4	一种多波长激光切换输出装置
41	ZL. 201310363193. 2	一种恒压/恒流自动转换的全固态激光器驱动电源装置
42	ZL. 201310380433. X	高功率全固态连续激光合束系统
43	ZL. 201310396232. 9	柱透镜耦合三维调节结构
44	ZL. 201310445040. 2	一种激光粉末加工旁轴送粉工作头
45	ZL. 201310445092. X	宽带激光熔覆送粉头
46	ZL. 201310498694. 1	信号放大电路
47	ZL. 201310538186. 1	一种提高光纤激光器光束质量的有源光纤器件
48	ZL. 201310626073. 7	可控皮秒双波长光纤激光器
49	ZL. 201310675068. 5	基于 PC 的光纤端帽熔接控制装置

序号	专利号	专利名称
50	ZL. 201310741495. 9	消除多道激光熔覆搭接孔洞的方法
51	ZL. 201410022690. 0	紫铜与黄铜的激光焊接方法
52	ZL. 201410027410. 5	一种用于激光熔覆的含有高铬含量的铁基复合粉末
53	ZL. 201410035608. 8	一种光纤端帽熔接系统
54	ZL. 201410035610. 5	一种光纤端头封装机构
55	ZL. 201410256222. X	改善高功率固体激光器光束质量的装置
56	ZL. 201410256946. 4	用于高功率固体激光器提高光束质量的装置
57	ZL. 201410504742. 8	一种具有高抗损伤能力的激光器关闸系统
58	ZL. 201410837008. 3	基于光谱组合的宽带泵浦方式的激光器
59	ZL. 201510520760. X	一种采用双模式激光靶部击穿方式下的点火装置及方法
60	ZL. 201510520845. 8	采用双模式激光气体击穿方式下的点火装置及方法
61	ZL. 201510547206. 0	含金属的光纤结构
62	ZL. 201510628671. 7	抽取清洗残余废气的气嘴结构
63	ZL. 201510941291. 9	激光直接测量路基沉降的方法
64	ZL. 201610172867. 4	一种远程测量路基水平位移的方法
65	ZL. 201610173296. 6	一种远程测量路基沉降高度的方法
66	ZL. 201610797854. 6	一种时域包络形貌可调的猝发脉冲激光再生放大器
67	ZL. 201610795494. 6	一种时域形貌可控的猝发脉冲光纤放大装置
68	ZL. 201611071113. 6	纳秒量级光开关
69	ZL. 201611089798. 7	一种测量轨道倾斜角度的装置和方法
70	ZL. 201611232775. 7	同时输出纳秒和皮秒脉冲的光纤激光器
71	ZL. 201710016969. 1	固体激光器的腔镜及应用其的谐振腔和固体激光器
72	ZL. 201710019686. 2	一种轴承表面无回火软带的激光淬火装置及方法
73	ZL. 201710264678. 4	一种基于非对称光束整形的半导体激光模块
74	ZL. 201710323559. 1	用于管道内壁清洗的激光清洗系统
75	ZL. 201710323556. 8	激光清洗用高功率脉冲光纤激光器
76	ZL. 201710424903. 6	脉冲泵浦主动调 Q 输出双脉宽脉冲的激光器

序号	专利号	专利名称
77	ZL. 201710559791. 5	旋转半导体侧泵光泵浦棒状晶体的激光模块及激光器
78	ZL. 201710716390. 6	激光清洗头
79	ZL. 201810527527. 8	双脉宽锁模激光器
80	ZL. 201810774454. 2	一种激光熔覆层与基体结合强度的测试方法
81	ZL. 201810832094. 7	一种激光清洗用、具有返回光监测功能的光纤输出端头
82	ZL. 201810984404. 7	随机激光清洗装置与方法
83	ZL. 201811018791. 5	表面渐变散射型包层光功率剥离器制备装置及方法
84	ZL. 201811084211. 2	用于脉冲抽运的调 Q 激光清洗的扫描信号控制方法
85	ZL. 201910189235. 2	可控多脉冲被动锁模的皮秒激光器
86	ZL. 201910747958. X	用于激光充电且无损能量的光斑转化装置及其应用
87	ZL. 201910851059. 4	一种光束整形装置
88	ZL. 201911334588. 3	用于提高激光器功率的声光 Q 开关、谐振腔和脉冲激光器
89	ZL. 201911353814. 2	提高激光清洗表面均匀程度的激光清洗方式和设备
90	ZL. 201911373304. 1	可控的多波长激光输出装置

八、 太阳能电池技术领域有效专利

(共 8 项)

序号	专利号	专利名称
1	ZL. 201010196135. 1	基于 TCO 薄膜和键合技术的太阳能电池
2	ZL. 201210319268. 2	InGaN 太阳能电池及其制作方法
3	ZL. 201310031285. 0	含有变 In 组分 InGaN/GaN 多层量子阱结构的太阳能电池
4	ZL. 201410043904. 2	改善硅纳米线太阳能电池性能的方法
5	ZL. 201410426193. 7	含有低温插入层的铟镓氮/氮化镓多量子阱太阳能电池
6	ZL. 201410592387. 4	InGaN/AlInGaN 多量子阱太阳能电池结构
7	ZL. 201710877957. 8	铝掺杂氧化锌透明导电薄膜、制备方法及薄膜太阳能电池
8	ZL. 201810091655. 2	一种混合极性 InGaN 太阳能电池结构