

# 南通市紫琅半导体产业协同创新联合体 2022 年第二季度高校成果发布

联合体内部使用

2022. 4

## 中国科学院半导体研究所

**项目名称：新一代 PDM 调制数字音频功率放大器芯片**

**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。

其技术特点：（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。

已申请发明专利 1 项，布图专利 4 项。

**项目名称：物联网低功耗处理器**

**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。

其技术特点：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 SPIhost 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 12bitADC；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。

**项目名称：集成化高性能射频 MEMS 谐振器件**

**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。

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  $-128\text{dBc/Hz}$ ，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。

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。

### 项目名称：高分辨率多功能原子探针

#### 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 Bruker 公司的商用探针。

其技术特点：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  $10\mu\text{m}$ ；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。

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。

### 项目名称：用于微震探测的分布式光纤声传感系统

#### 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。

其技术特点：（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。

申请相关专利 4 项、授权专利 1 项。

### 项目名称：船载拖曳式光纤温深剖面连续测量系统

#### 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，仅能获得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

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。

其技术特点：（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。

课题组申请 3 项发明专利并获得授权。

## 项目名称：基于 OTDR 的光缆监测系统

### 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。

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时上传至上位

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。

### 项目名称：可见光定位导航系统

#### 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。

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。

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。

### 项目名称：基于 LED 的普适光通信

#### 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 20lx 就可实现对物联网设备的光学控制，灯光照度 300lx 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。

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。

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。

### 项目名称：基于 TDLAS 技术的气体检测系统

#### 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。

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（H<sub>2</sub>O，NO，CH<sub>4</sub>，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 H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>、NO、HF、CH<sub>4</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 酒精等，其中 H<sub>2</sub>O 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。

已授权相关发明专利 3 项。

#### 项目名称：基于激光吸收光谱的酒精浓度遥测系统

##### 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。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。

申请发明专利 1 项。

#### 项目名称：水下三维激光成像系统

##### 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。

其技术优势：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。

### 项目名称：无线光遗传学刺激装置

#### 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。

其技术特点：（1）实验体自由活动，无线束缚；（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 50um×30um，单点发光面积可定制，最小可达 20um×20um；（4）探针顶端 360 度全角度发光；（5）高精度时钟，事件时间精度<1us，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>10h；（9）探针长度可定制；探针直径最小 200um；（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。

申请专利 5 项，授权 3 项。

### 项目名称：高灵敏、快速生物检测系统

#### 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。

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%。

其技术特点：（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。

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。

### 项目名称：生物实验专用光源技术

#### 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。

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。

## 项目名称：水产养殖 LED 光照技术

### 项目简介：

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。

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射喷涂高散热性，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。

申请发明专利 1 项，授权 1 项。

## 项目名称：植入式带温度感知 RFID 芯片及智慧畜牧系统

### 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。

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。其技术特点：（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。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。

### 项目名称：柔性湿度检测与非接触控制系统

#### 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。

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钨纳米片，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(<0.3s)和恢复时间(<0.5s)，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。

## 项目名称：微型化、柔性储能技术

### 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  $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x\text{MXene}$  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。

项目选用  $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x\text{MXene}$  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  $300^\circ\text{C}$  氩气气氛下退火 30min 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  $10\text{mV/s}$  时，具有  $72.02\text{mF/cm}^2$  的较高面电容 ( $662.53\text{F/cm}^3$ )，在面积能量密度为  $0.02\text{mWh/cm}^2$  时，其功率密度为  $0.50\text{mW/cm}^2$ 。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。

## 项目名称：人工智能视觉芯片

### 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  $1000\text{fps}$ ，图像传感器的分辨率为  $256 \times 256$ 。

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。

其主要特点：（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。

#### 项目名称：高功率激光清洗设备

##### 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。

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。有 5 项专利。



## 项目名称：激光焊接及熔覆

### 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。

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。有 13 项专利。

## 项目名称：microLED 衬底激光剥离技术

### 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，实现蓝宝石衬底的剥离。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 IT0、ZnO 等材料与蓝宝石衬底的剥离。

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 IT0、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%。

已申请国内发明专利 8 项，授权 3 项

#### 项目名称：深紫外 LED 封装模组

##### 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。

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。

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。

### 项目名称：高功率 LED 技术

#### 项目简介：

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。

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  $100\text{lm/W}$ ，光通量最大输出  $30000\text{lm}$ 、寿命超过 3 万小时。

已申请 6 项专利。

## 项目名称：LED 无基板封装技术

### 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。

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。

已申请专利有 6 项，授权 2 项。

## 项目名称：氮化镓基微电子材料与器件

### 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 2000cm<sup>2</sup>/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。

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，经获得授权国家发明专利 38 项。

## 项目名称：紫外 LED 用 4 英寸低成本高品质 AlN 模版

### 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。

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 329arcsec、在样品边缘处分别为 98 和 324arcsec，样品中心和边缘处的粗糙度分别为 0.956 和 0.983nm，达到与

MOCVDA1N 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 280nm 的电致发光，发光强度与 2 英寸 MOCVDA1N 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，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。

该技术拥有四项专利。



## 电子科技大学

**项目名称：大电流同步降压型 DC/DC 电源管理芯片**

**项目简介：**

由于便携式电子设备的集成度不断增加，功能越来越强，体积却越来越小，因此迫切要求电源有更大的电流及低压输出能力，同时具备体积小、重量轻、效率高、性能好的特点。因此低压大电流的 BUCKDC-DC 变换器是便携式电子设备必不可少的组件，它为设备的各子系统电路提供稳定的调制电压，具备高频化、高效率、低压、大电流、低噪声、低纹波、超薄型封装等特点，实现了开关电源的小型化、集成化、高效化。

成果展示的 BUCKDC-DC 控制器芯片，采用同步整流控制方式，支持计的电源模块输入电压范围 4.5V 至 20V，输出电压范围 0.6V 至 12V，最高转换效率可达 96%，最大输出电流 10A。利用新型无损电流采样的峰值电流控制模式，减小了环路节点和电路结构，提高系统瞬态响应速度，具有更高的转换效率。另外，基于差分远端采样技术，在低压、大电流应用条件下的输出电压精度具有明显的优势。

其创新点：（1）同步整流技术：在低压、大电流应用中，提高转换效率。（2）差分远端采样技术：提高采样的抗干扰能力，提高采样精度。（3）电感电流无损采样技术：简化应用外围电路，提高转换效率。（4） $\mu$ Module 电源模块：采用塑封 LGA 或 BGA 的封装形式，模块内部的控制电路和半导体功率器件采用裸芯片，互联采用金丝键合方式，具有小体积、高功率密度等特点。

完成了芯片设计和流片，成果已在济南半导体研究所的  $\mu$  module 模块电源开发中得到应用。

**项目名称：基于磁偶隔离的 RS-485 收发器**

**项目简介：**

基于微型变压器的磁偶隔离技术信号能量的转换效率高，在同样的信号数据速率下，功耗是光耦的十分之一到六分之一；可靠性比光耦合器提高 10 倍，产品寿命可达到 50 年；支持更高的数据速率和更低的功耗，性能更加稳定。基于磁偶隔离的 RS-485 收发器在通讯领

域、工业控制、电力自动化、汽车车体通讯等众多领域有非常广阔的应用前景，美国亚德诺公司、美国德州仪器、德国英飞凌等公司已有同类产品推出市场。

其创新点：1. 基于微型片上变压器的磁偶隔离技术。2. 收发器端口 8kVESD 保护。3. 单片集成隔离式数字信号、隔离式电源和 RS-485 收发器。4. 小型化耐高压多芯片集成封装技术。

专利 2 项。

### 项目名称：集成国产处理器的 SoPC 芯片

#### 项目简介：

目前，国产集成电路“缺芯少魂”的现象非常严重，特别是在高端芯片方面更是与国外差距巨大。其中可编程逻辑器件被美国几家著名大公司所垄断，国内与国外差距巨大。可编程器件目前广泛应用于通信、航天、航空、导航、遥感、遥测、程控交换机等军、民用领域，特别是嵌入了处理器的 SoPC 芯片（System on Programmable Chip）具有极大的应用需求和前景。本项目针对该现状，与成都华微公司合作，研制了完全自主可控的 SoPC 芯片。

其创新点：(1) 灵活方便的自主硬件架构，高可靠的自主软件平台；(2) 完全彻底的国产化：国产架构、国产软件、国产处理器、国产 FPGA、国产工艺；(3) 面向多任务、多品种、小批量应用的特点。

该芯片既具有 SoC 功能高度集成，性能要求高的特点，又特别适合多任务、多品种、小批量的特点，具有广泛的应用前景。目前，该芯片在中航某研究所进行了试用，符合用户的需求，得到了用户的肯定。

### 项目名称：超高速模数转换芯片

#### 项目简介：

超高速模数转换器是数据采集系统的核心，广泛应用于宽带通信、数据捕获系统、软件无线电、射频消费类电子等领域，是国外长期禁运的核心电子元器件。

其创新点在于：本芯片为全正向开发，拥有全部知识产权；芯片采用先进的多通道交织

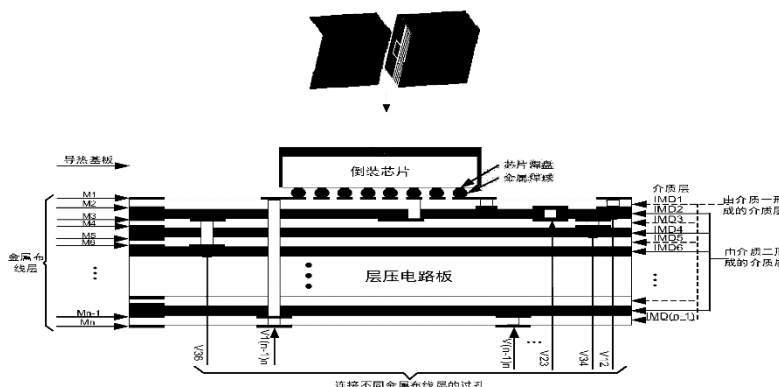
型结构；芯片内集成自适应校正算法；芯片功耗仅为同类产品一半。

联合体内部使用

## 浙江大学

项目名称：带有微隔腔的半导体封装结构

项目简介：



该半导体封装结构，包括多通道或多模块的半导体芯片、导热基板、固定填充物、金属焊球、金属布线层、介质层、过孔。导热基板上略有大于芯片的凹槽，芯片以倒片摆放的方式放入凹槽并与导热基板粘接，芯片焊盘通过金属焊球与下方层压电路板连接。层压电路板有多层金属布线层，金属布线层由介质层隔开，不同金属布线层之间使用过孔互连。芯片按照通道或模块划分成不同的区域，每个区域的周围边界上紧密排布金属焊球，由芯片、金属焊球和层压电路板形成有效降低通道间或模块间电磁耦合的微隔腔结构。本发明减小封装的体积，降低信号在互连线上的传输损耗，有效提高芯片通道或模块间的隔离度，提升了系统的性能。

项目名称：双层半导体结构的光电导型深紫外单色光电探测器

项目简介：

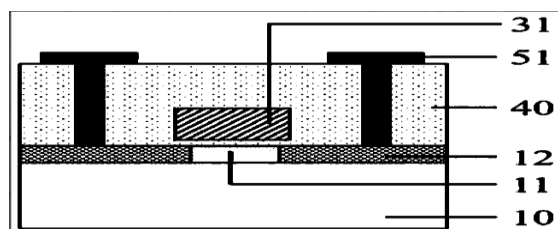
团队发明了一种双层半导体结构的光电导型深紫外单色光电探测器。包括由下至上依次叠置而成的绝缘衬底、窄带隙氮化硼薄膜和宽带隙氮化硼薄膜，绝缘衬底上表面覆盖有窄带隙氮化硼薄膜，窄带隙氮化硼薄膜上表面覆盖有宽带隙氮化硼薄膜；窄带隙氮化硼薄膜中埋设有两个栅状 Ti 金属电极；通过调节窄带隙氮化硼薄膜和宽带隙氮化硼薄膜的带隙以及两者之间的带隙差，在深紫外波段调节探测器的响应波长。

通过带隙不同的氮化硼层状结构，实现了单色光响应，探测效果好，单色性好，可以简

单实现探测器响应波长和响应带宽，提高了电极对光生载流子的收集能力。

#### 项目名称：非晶金属 VI 族化合物半导体薄膜与薄膜晶体管

##### 项目简介：



团队发明了一种非晶金属 VI 族化合物半导体薄膜与薄膜晶体管，所述的非晶金属 VI 族化合物半导体的化学通式为  $ZnMV$  或  $ZnAMV$ ，其中  $M=In$  或  $Sn$ ， $A=Al$  或  $Ga$  或  $Zr$  或  $Hf$  或  $Ti$  或  $Mg$  或  $Si$  或  $Ge$  或  $Nb$  或  $Be$  或  $Ca$  或  $Sr$  或  $Ba$  或  $Sc$  或  $Y$  或  $V$  或  $Ta$  或  $Cr$  或  $Mo$  或  $W$  或  $Re$  或  $Ni$  或  $Cu$  或  $Ag$  或  $Au$ ， $V=S$  或  $Se$  或  $Te$ 。非晶金属 VI 族化合物半导体薄膜具有非晶态结构，室温下禁带宽度  $0.5\sim 4.5\text{eV}$ ，薄膜厚度  $10\sim 100\text{nm}$ 。以上述薄膜为沟道层制备薄膜晶体管，具有显著的场效应特性，开关电流比在  $10^5$  量级，场效应迁移率可达  $27\sim 35\text{cm}^2/\text{Vs}$ 。

#### 项目名称：柔性透明的石墨烯/硅金属-半导体-金属光电探测器的制备方法

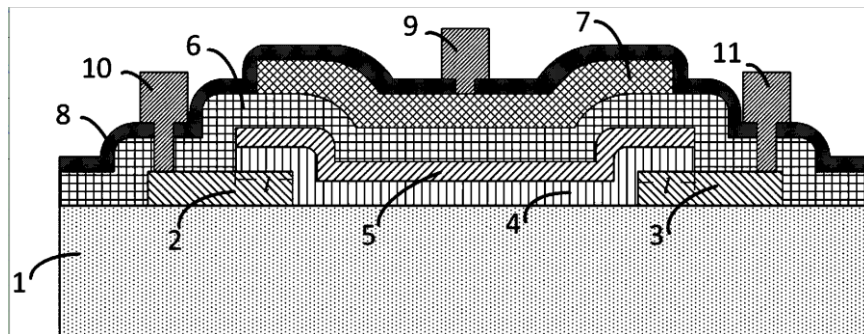
##### 项目简介：

团队开发了一种制备柔性透明的石墨烯/硅金属-半导体-金属光电探测器的方法，包括：将 SOI 硅衬底的硅薄膜刻蚀成硅条；在 SOI 硅衬底的二氧化硅隔离层上表面光刻出金电极图形，镀金电极；制备单晶石墨烯薄膜；在二氧化硅隔离层、硅条和金电极上表面覆盖单晶石墨烯薄膜；将单晶石墨烯薄膜图形化成叉指型；在图形化的器件上表面覆盖 PC 薄膜，刮去边缘 PC 膜，放进 BOE 刻蚀液中刻蚀掉硅衬底。

本发明光电探测器可以进行宽光谱探测，解决了传统硅基 PIN 结对紫外光探测响应低的问题，光生载流子与硅晶格产生碰撞离子化，获得很高的增益；本发明制备工艺简单，成本低廉，具有响应度高，响应速度快，内部增益大，开关比小，易于集成的特点。

#### 项目名称：调控稀磁半导体材料室温磁性的方法

## 项目简介:



本方法采用具有不同晶格常数的衬底或缓冲层，诱导  $\text{TiO}_2$  基薄膜材料产生晶格畸变。通过控制薄膜的晶格畸变，达到调控内部缺陷磁性耦合作用的强度和材料室温磁性的目的。选用纯的  $\text{TiO}_2$ ，或者非磁性离子  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  和/或磁性离子  $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  中的一种或几种掺杂的  $\text{TiO}_2$  作为靶材，用磁控溅射法或脉冲激光沉积法在具有不同晶格常数的衬底或缓冲层上沉积薄膜，使外延生长的  $\text{TiO}_2$  基薄膜材料的晶格产生压缩或者膨胀，以增强或减小室温磁性。衬底或缓冲层为  $\text{LaAlO}_3$ 、 $\text{SrTiO}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、YSZ 或 Si 中的一种。

通过该方法制备得到的稀磁半导体薄膜具有明显的室温磁性和较高的居里温度，并且可以通过改变衬底材料或缓冲层对其磁性进行调控，具有重要的应用价值。



## 复旦大学

**项目名称：半浮栅晶体管**

**项目简介：**

半浮栅晶体管通过在浮栅 MOSFET 结构上嵌入一个二极管或者电阻，使浮栅通过二极管、电阻或栅控二极管连接到漏极，可用带间隧穿注入机理或光生载流子注入机理来分别实现快速存储功能和感光功能。由于该器件的浮栅与漏区或外部电极之间由半导体 pn 结或者电阻连接而处于“半浮”状态，所以被发明人命名为 Semi-Floating-Gate Transistor。这是一种基于新型工作原理的新结构微电子器件。半浮栅存储器及传感器芯片的前期投入大，见效较慢，但是市场规模非常巨大，预期该项目 5 年后产值达到 5 亿/年规模，10 年后产值达到 50 亿/年规模，15 年达到 100 亿/年规模，需投入资金预期为 100 亿 RMB。可见其产业化有相当大的难度，需要完全由产业界推动才有希望成功。

**项目名称：微波大功率器件**

**项目简介：**

微波功率器件与模组在国防与航天系统和民用移动通讯系统中有着广泛的应用，被广泛使用于雷达系统、军事和民用无线通信系统、微波定向数据传输系统、航天测控和数据传输系统、北斗导航系统等中。其性能与可靠性对无线通讯系统、雷达系统、航天系统的性能与可靠性起着至关重要的作用，既是国防建设所急需的尖端核心基础半导体器件之一，也是民用移动通讯系统基站的核心器件，因而该类产品的意义重大且市场潜力巨大。在国际上，LDMOS 微波功率器件产业主要由 Freescale、NXP、Infineon 三家跨国公司垄断，实行全球布局。LDMOS 管芯的设计与生产主要分布在美国、荷兰和德国，微波功率管壳主要在日本（例如京瓷、住友等企业），封装主要在东南亚、中国大陆。考虑到贴近客户的理念，器件设计则分布相对广泛，在微波功率器件的主要客户所在地都有微波功率器件设计中心。GaN 器件最初是针对军用开发，产业目前主要集中在美国，日本也有一些企业。欧洲商用的 GaN 产品

还不多，但 NXP 等欧洲企业正在积极研究当中。目前国内这类产品以进口为主、小批量自主研发为辅，存在着供货不稳定以致随时中断和价高质次等风险，严重影响国防安全，也是制约国产民用移动通讯基站系统性能与成本的主要瓶颈。开展以下方面研究：1、热载流子、寄生晶体管和自加热效应引起的器件可靠性研究；2、高性能器件的器件物理研究和结构设计；3、包含电-热效应的大信号非线性微波功率器件模型；4、包含寄生效应的微波功率器件与模组封装的建模技术；5、微波功率放大芯片-模组的协同设计方法。

联合体内部使用

## 上海交通大学

项目名称：高精度磁传感器芯片

项目简介：

一种高精度磁通门传感芯片，打破国外产业垄断局面，性能指标比国外同类产品提升1~3个数量级，能实现矢量检测，成本低，成品率高，适于大规模量产。凭借性能优势，本项目芯片产品除了满足卫星星载高端应用外，还能够在传统应用领域(汽车电子、电流传感、位移传感、地磁检测、电子罗盘、无损探伤等)与国外供应商展开强有力竞争，更可以瞄准新型应用领域(智能电网、智能交通、医学检测、航测探潜等)，实现国外产品无法做到的功能，使国外厂商难以竞争。技术优势在于：1) 随着微纳卫星的发展，传统星载高精度磁强计已不能满足卫星使用要求，国外 TI 公司、霍尼韦尔公司、博世公司已开发微型化矢量磁传感芯片，但对国内封锁高精度产品，而国内尚无此类产品，无法响应市场需求。2) 智能电网、智能交通、工业 4.0、医学检测、无人机导航、智能弹药、航测探潜等应用领域也急需高精度矢量级磁传感芯片，市场需求约千万套，而市场供给完全空白。3) 星载高精度磁通门传感芯片属于完全自主技术和专利，限于保密原则暂时未申请国际专利。4) 星载高精度磁通门传感芯片磁场分辨率达到传统机械磁通门磁强计同等的 10pT 水平，高出国外公司同类商业芯片（仅为 10nT 水平）3 个数量级。5) 高精度磁通门传感芯片可与传统机械磁通门磁强计完全兼容，功耗、体积、重量仅为传统机械磁通门磁强计的 1/500，价格只有传统机械磁通门磁强计的 1/2 到 1/4

## 同济大学

**项目名称：一种半导体制造系统投料控制方法及系统**

**项目简介：**

本发明公开了一种半导体制造系统投料控制方法及系统，属于制造加工控制技术领域，方法包括如下步骤：基于训练好的极限学习机模型建立输入多个实时状态并输出动态阈值的 WRELM 投料策略模型；基于训练好的极限学习机模型和利用订单信息与工件投料优先级确定的多元线性回归方程，构建 RPELM 投料顺序模型；利用所述 WRELM 投料策略模型确定半导体制造系统的投料时刻，利用所述 RPELM 投料顺序模型确定半导体制造系统的投料顺序。本发明提供的方法及系统基于极限学习机能够对投料策略中阈值随实时状态变动进行动态调整，提升了投料控制策略效率。

**项目名称：一种基于调度环境和任务的半导体生产线调度方法**

**项目简介：**

本发明公开了一种基于调度环境和任务的半导体生产线调度方法，包括：基于调度环境和任务对半导体生产线进行调度分类；对调度分类后的半导体生产线进行实时调度。本发明的有益效果在于对生产线工况产生了积极的影响，缩短了每种设备的排队队长，每卡工件的等待时间，进而从全局提高了整个生产线的运行效率。

**项目名称：半导体制造系统的动态调度方法**

**项目简介：**

本发明涉及一种半导体制造系统调度的自组织调度方法包括 S1：设置自组织单元的角色和参数，定义生产环境中的关键节点；S2：构建自组织单元之间的协商机制，设计决策和调度主体 ESOU 单元；S3：根据 ESOU 单元的决策指令，设计 LSOU 分配调度单元，负责区分单批处理和多批处理；S4：设计基于自组织单元的调度机制，来实现动态的半导体调度。本发明包括三个方面：自组织单元的角色定义，自组织单元之间的协商机制及其决策方法。基

于真实行业基准生产线的模拟表明，该方法在工作移动，吞吐量和按时交付率方面提升了4.9%，9.06%和20.23%。

#### **项目名称：一种两嵌段聚合物保护的半导体聚合物纳米粒子及其制备**

##### **项目简介：**

本发明涉及一种两嵌段聚合物保护的半导体聚合物纳米粒子及其制备，制备方法包括以下步骤：1) 分别配制半导体聚合物的有机溶液、两嵌段聚合物的有机溶液；2) 将半导体聚合物的有机溶液、两嵌段聚合物的有机溶液混合后，得到混合储备液，之后将混合储备液与超纯水分别通过T型混合器的两个进口同时注入至T型混合器内，再经T型混合器的出口进入贮水槽中，得到混合液；3) 将混合液进行提纯处理即可。与现有技术相比，本发明通过采用具有生物相容性的两嵌段聚合物作为修饰剂和连接剂，对得到的半导体聚合物量子点进行连接与聚集，在不影响聚合物量子点荧光强度的条件下，提高了生物成像的可检测性。

#### **项目名称：一种半导体生产线闭环调度控制方法**

##### **项目简介：**

本发明涉及一种半导体生产线闭环调度控制方法，包括：调度模型库获取步骤：根据生产线历史数据离线建立调度模型库；共生仿真系统建立步骤；调度方案生成步骤，根据调度目标从调度模型库中选取相应的调度模型，生成相应的调度方案，并将该调度方案同时应用于半导体实际生产线和仿真模型，运行共生仿真系统；在线闭环调度步骤，以设定采样周期对半导体实际生产线和仿真模型的生产性能分别进行采样，根据所采样的生产性能判断当前采样时刻是否为动态调度时刻，若是，则执行调度方案生成步骤，若否，则继续对下一采样时刻进行判定。与现有技术相比，本发明具有有效减少调度决策时间、确保生产性能稳定和提高调度有效性等优点。

## 西安交通大学

**项目名称：基于谐振法的一体化微波电性能测试平台**

**项目简介：**

作为信息器件的载体，覆铜板材料、介质基板等材料的微波电性能的快速、准确测量成为材料研发和设计的重要环节。传统微波材料电性能参数的检测主要以昂贵的网络分析仪为测试设备，采取了目标材料抽取、制样、送检的方式；该流程存在检测周期长、成本高、送检样品的选取影响结果准确性、无法对样品实时检测等缺点。本项目研发了一种高集成度、低成本的微波电性能测试系统，只要提前设定好所有参数，放入材料后测试系统就能直接给出材料的电性能参数，测试精度与传统的测试方法接近。本系统作为一个实时在线检测的小型化设备，结构简单，经济成本低，提高了电路板的良品率，降低了制造成本，节约了人力资源，有利于工程化的应用。

**项目名称：可调谐外腔式半导体激光器**

**项目简介：**

半导体激光器由于体积小、效率高、结构简单、便于调谐等优点，在工业、军事、科研以及家电等领域发挥越来越重大作用，已成为重要的基础器件。项目研制和开发了半导体激光器系列产品，主要包括：1) 可调谐外腔半导体激光器激光器二极管 (LD) 发出的光经准直透镜后平行入射到外腔闪耀光栅上，经光栅分光得到一级衍射光和零级光。一级衍射光反馈回外腔与有源区光场相互作用，实现压窄线宽、降低噪声目的；零级光经聚焦透镜后作为输出光，调整光栅的角度可实现波长的调谐。产品覆盖从 762 到 795 纳米 (nm) 各种波长，输出功率 50~100 毫瓦 (mW)，线宽<500kHz 可用于工业测量、光通信、光信息处理、激光光谱学等。2) 外腔半导体激光器稳频系统。通过调制激光器的外腔、激光管的注入电流等得到激光光谱信号，处理后得到参考谱线中心频率两侧极性相反的稳频误差控制信号，将激光频率锁定在参考谱线中心附近。激光稳频在精密干涉测量、光频标、光通信、激光陀螺及其精密光谱研究等领域中有广泛应用。产品可实现三种激光稳频，将线宽限制在 100kHz 左右。



## 大连理工大学

**项目名称：无线信源被动定位技术**

**项目简介：**

无线电信号的被动定位技术是无线电监测与管理中的重要技术手段，在其它领域也有广泛的应用。本系统采用 TDOA（到达时差）估计技术，对接收信号间的时间差进行估计和测定，进而确定未知无线信号源的位置。TDOA 估计是无线被动定位的关键环节，其精度直接决定了整个定位系统的精度，目前很多领域如雷达、声纳、LBS（移动定位业务）等都将 TDOA 估计问题作为研究的热点。本系统采用先进的数字信号处理技术，对接收到的无线电信号进行预处理和信号中频估计与矫正，并进行 TDOA 估计和目标定位计算等，定位精度较高。本系统可以应用于雷达、声纳、炮兵电声测量等军事领域，石油地震勘探、地下管道泄漏检测定位和故障检测等工业领域，以及移动定位业务、无线电监测等通信领域。

**项目名称：气体传感器自动测试系统**

**项目简介：**

该系统为气体传感器或气体报警器提供大浓度范围、浓度连续可调、气流稳定的混合气体，并实时监测和记录气体传感器的响应信号，分析气体传感器的性能指标。由质量流量计（MFC）、多路标准气通道、加湿罐、气室、系统控制与数据采集模块以及主控计算机组成；通过调节标准气体的流量比例实现多种标准气的动态组合，实时控制气室中的气体组分、浓度以及湿度；能够实时记录和观察气室中气体传感器/报警器的输出信号曲线；配备了测试分析软件自动计算检测误差、重复性、分辨率、响应与恢复时间等主要气敏指标。主要用于半导体式、催化燃烧式、电化学式、红外式等多种气体传感器及气体报警器的气敏性能测试，具有程控自动配气、高精度、实时检测、批量检测、湿度可调等特点。

**项目名称：集成电路设计**

**项目简介：**

设计平台：双核 PC 机，Linux 操作系统，Mentor 公司全线集成电路开发工具；流片：多晶圆项目。集成气压传感器芯片：在同一芯片上集成了气压传感器阵列、信号检测电路、温度补偿电路、AD 转换电路、数字接口电路，输入电压 5VDC，输出数字信号；气压检测范围：0.1Pa 至 1 标准大气压。PWM 升压变换器：一款电流型 PWM 电源管理芯片。输入电压范围 3~5V，输出电压稳定在 5V，工作频率 170KHz，典型系统效率大于 90%，输出纹波电压小于 1%。稳压器芯片：一款低压差线性稳压芯片，输入电压 3.5V-6.5V 时，输出电压稳定在 3.3V。最小压差仅 200mV，最高负载电流 150mA，输出电压精度±1%。其应用范围：低频信号采集、通用运算放大器、模数转换、电源管理芯片。

## 南京邮电大学

**项目名称：双极性有机半导体材料的制备方法与应用**

**项目简介：**

提供一种制备双极性高效有机半导体材料的方法，该方法以咪唑、二苯胺等芳香基团封端的均三嗪结构单元为基础，然后和三并咪唑通过 C-N 键或 C-C 键连接。其先进性在于解决了目前电致发光稳定性差、材料制备复杂的问题，克服了有机半导体电致发光材料电子和空穴注入不平衡的缺陷。本发明的材料制备方法简单，中间体成本低廉，反应过程容易控制，产品易于分离、收率高、纯度高。另外，该类材料在有机电致发光应用中表现出优异的高效发光和光谱稳定性能特性。应用场合在有机电致发光等领域。

**项目名称：基于硅衬底 GaN 基激光器的光子集成芯片**

**项目简介：**

目前，采用 AlN/AlGaIn 应力调控缓冲层技术，采用 AlGaIn 作为 GaN 波导的包覆层，可以在硅衬底上生长沉积高质量的 GaN 基波导结构，InGaIn/GaNMQW 嵌在 GaN 波导层中。这种材料结构不仅可以借助大尺寸、低成本硅晶圆及其自动化工艺线来大幅度降低 GaN 基器件的制造成本，还为激光器等光电子器件与硅基电子器件的系统集成提供一种新的技术路线。基于具有 GaN 波导结构的硅衬底 GaN 晶圆，本团队研发了单步刻蚀技术，制备出面向可见光通信的方向耦合器。可见光通信芯片能够实现传输速度 50Mbps 的芯片内光通信。实验结果表明，这种材料结构可以发展可见光通信芯片。同时在波导上制备微腔结构，能够实现 GaN 基激光器，研发多功能的光子集成芯片。采用 FIB 微纳集成加工技术，可以在波导上制备出配对谐振光栅反射镜微腔结构，为发展基于硅衬底 GaN 基激光器的光子集成芯片提供了制备技术和器件支撑。该方向的研究特色与创新之处：1，采用 FIB 微纳加工在波导上加工配对谐振光栅，制备微腔结构；2，能够实现激光器、光波导、调制器和光电探测器的单片集成，发展高速光通信芯片。

## 南通大学

**项目名称：高效晶体硅太阳能电池用金属导电浆料的开发及产业**

**项目简介：**

项目产品为 PERC 太阳能电池背面用金属化浆料，包括 PERC 铝浆和 PERC 银浆，是提高 PERC 太阳能电池转换效率的关键材料，可广泛应用于光伏、电子产品、导电涂料等诸多领域。本项目率先攻克了 PERC 太阳能电池背面用浆料填充率低且无老化拉力的难题，成功研发出高填充 PERC 铝浆（填充率大于 70%）和耐老化 PERC 银浆（老化拉力大于 3N），有效提高了太阳能电池光电转换效率，同时，极大程度延长了电池使用寿命。项目的成功产业化可突破 PERC 浆料技术长期被国外垄断的现状，实现高光电转换效率的金属化浆料国产化，提升我国光伏导电浆料的市场竞争力。

**项目名称：大单晶比例类单晶硅锭及其制造技术**

**项目简介：**

采用大比例类单晶产业化工艺技术，铸造单晶硅锭的单晶比例能达到 90%，铸造单晶硅太阳能电池的量产转换效率能达到了 19.3%（苏州阿特斯公司制备），相对目前主流的太阳能级的单晶硅和多晶硅的性价比更高，为太阳能产业从多晶硅电池向铸造单晶硅电池的转型升级打下了良好的硅材料基础，具有国内领先水平。2016 年 12 月项目技术研发工作完成后，已实现铸造单晶硅锭、片产品销售 2000 余万元，300 余万的利润。其创新性在于：（1）设计了创新的籽晶拼接结构；（2）新型籽晶融化控制技术；（3）类单晶硅片的制绒新技术。其技术指标达到：（1）单晶硅锭的单晶比例能达到 90%；（2）单晶硅太阳能电池的量产转换效率能达到了 19.3%。