

国家高技术研究发展计划（863 计划）
新材料技术领域“高效半导体照明关键材料技术研发”
重大项目申请指南

在阅读本申请指南之前，请先认真阅读《国家高技术研究发展计划（863 计划）申请须知》（详见科学技术部网站国家科技计划项目申报中心的 863 计划栏目），了解申请程序、申请资格条件等共性要求。

一、指南说明

研究开发高效节能、长寿命的半导体照明产品是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》优先主题的重要内容。“高效半导体照明关键材料技术研发”重大项目“十二五”的战略目标是：以打造半导体照明产业核心竞争力为目标，以提高自主创新能力为关键，以改善产业发展环境为手段，通过自主创新，突破白光普通照明核心技术和产业化关键技术，完善技术创新体系，培育科技创新领军人才和创新团队，建立特色产业基地，形成具有国际竞争力的半导体照明战略性新兴产业。

本项目分解为十五个研究课题，公开发布课题申请指南，本次发布的课题申请国拨经费控制额为 30000 万元。

二、指南内容

课题 1、大尺寸 Si 衬底 GaN 基 LED 外延生长、芯片制备及封装技术

课题研究目标:

掌握高内量子效率的 Si 基 LED 蓝光和绿光外延材料生长技术, 开发出高光提取效率的 Si 基 LED 芯片制造和封装的规模化生产技术, 促进 Si 基功率型 (驱动电流为 350mA) LED 器件进入普通照明领域。

课题主要研究内容:

- (1) Si 衬底氮化物材料异质生长技术及器件制备技术;
- (2) 4 英寸及以上 Si 基 LED 蓝光和绿光外延材料生长技术;
- (3) 功率型 Si 衬底 LED 芯片制备、封装技术和产业化生产技术。

课题主要考核指标:

- (1) 功率型绿光 LED 每瓦光输出功率、功率型蓝光 LED 器件每瓦光输出功率、功率型白光 LED 器件达到同期国际先进水平。
- (2) 功率型白光 LED 器件光效产业化水平不小于 110 lm/W, 芯片成本 ≤ 0.7 元/W; 光衰达到国际先进水平;
- (3) 建立年产千万只以上功率型 Si 衬底 LED 芯片与封装生产线。
- (4) 申请一批发明专利, 形成一批国家标准。

课题支持年限:

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题拟支持国拨经费控制额为 6000 万元, 自筹经费不低于国拨经费。

课题 2、LED 外延生长用 SiC 衬底制备技术研究

课题研究目标:

掌握高质量 SiC 单晶的生长、切割和晶片加工技术; 开发出 SiC 衬底的制备技术, 支撑外延技术开发; 建立 SiC 衬底产业化生产线。

课题主要研究内容:

- (1) 3~4 英寸高质量 SiC 单晶生长技术;
- (2) 规模化衬底生产的切、磨、抛等处理工艺;
- (3) SiC 衬底的表面洁净技术。

课题主要考核指标:

- (1) SiC 晶体可使用面积 > 90%;
- (2) 衬底表面的粗糙度、双晶衍射摇摆曲线半高宽达到同期国际先进水平; 衬底表面适合于 GaN 基 LED 的外延工艺要求;
- (3) 建立年产万片以上的 SiC 衬底生产线。
- (4) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题拟支持国拨经费控制额为 1500 万元, 自筹经费不低于国拨经费。

课题 3、GaN 同质衬底及外延生长技术研究

课题研究目标:

开发出直径为 2-4 英寸的同质衬底; 掌握同质衬底上的 LED

同质外延及器件结构技术；获得拥有自主知识产权的专利技术。

课题主要研究内容：

- (1) 氢化物气相外延 (HVPE) 等衬底制备量产技术；
- (2) 开发衬底设备制造技术；
- (3) 具有自主知识产权的 GaN 同质衬底高光效 LED 制备技术。

课题主要考核指标：

- (1) 在自行研制的设备上开发出 2-4 英寸免处理同质衬底，厚度偏差、晶体位错密度、室温主发光峰达到同期国际先进水平；
- (2) 室温下材料的电子浓度和迁移率达到同期国际先进水平；
- (3) 通过同质衬底外延制备的白光 LED 器件，在 350mA 驱动电流下，封装白光 LED 器件后光效 ≥ 110 lm/W；
- (4) 申请一批发明专利。

课题支持年限：

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题拟支持国拨经费控制额为 2000 万元。

课题 4、半导体照明外延生长用关键原材料研究

课题研究目标：

突破蓝宝石衬底的制备及加工工艺，开发产业化生产技术；掌握 MO 源、氨气等原材料制备的新工艺；提高市场占有率，降低 LED 外延生产制造成本。

课题主要研究内容：

- (1) 蓝宝石衬底的刻蚀技术；

- (2) 蓝宝石衬底的产业化制备技术;
- (3) LED 外延用新型 MO 源、高纯氨等 LED 外延生长用关键原材料制备技术。

课题主要考核指标:

- (1) 开发出适合于 GaN 基 LED 外延工艺的免处理衬底, 达到同期国际先进水平, 满足外延工艺要求, 月产能达到万片以上;
- (2) MO 源用高纯 Ga、In 等化合物纯度, TEGa、TMA1、TMIn、Cp₂Mg 等 MO 源纯度, 超高纯氨气纯度达到同期国际先进水平, 满足外延工艺要求;
- (3) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题拟支持国拨经费控制额为 1500 万元, 自筹经费不低于 2 倍国拨经费。

课题 5、150 lm/W 的 GaN 基 LED 量子效率提升技术研究

课题研究目标:

突破 GaN 基 LED 器件的材料外延瓶颈, 掌握核心外延技术; 开发出新型芯片制备和封装工艺, 提高出光效率达到 150 lm/W; 掌握大注入电流对 GaN 基 LED 内量子效率和外量子效率的影响规律; 支撑半导体照明产业可持续发展。

课题主要研究内容:

- (1) LED 器件结构设计和内量子效率提升技术;

- (2) LED 芯片制造工艺和表面处理技术;
- (3) 新型 LED 封装结构和器件热管理技术;
- (4) 大注入电流下量子效率降低机理研究。

课题主要考核指标:

- (1) GaN 外延材料位错密度、双晶衍射 (002) 面和 (102) 面摇摆曲线半高宽、表面平整度达到同期国际先进水平;
- (2) 蓝光芯片外量子效率 $\geq 55\%$; 封装后的白光 LED 在 350mA 驱动电流下光效 ≥ 150 lm/W;
- (3) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题拟支持国拨经费控制额为 3000 万元。

课题 6、基于图形衬底的高效白光 LED 外延芯片产业化制备技术研究

课题研究目标:

开发出图形衬底上的高效 LED 外延技术和芯片工艺技术; 掌握大尺寸衬底上的白光 LED 制备技术; 获得实用的高效白光 LED 器件。

课题主要研究内容:

- (1) 图形衬底上氮化物的缓冲层;
- (2) 适于不同图形结构的高效 LED 结构设计;
- (3) 基于 MOCVD 设备的结构材料生长工艺重复性保障技术;

(4) 侧壁出光等工艺技术。

课题主要考核指标:

(1) 产业化的功率型蓝光芯片, 在驱动电流为 350mA 时, 封装白光后光效 ≥ 130 lm/W, 芯片成本低于 1.2 元/W,

(2) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

申请单位国拨经费控制额在 1500 万元, 自筹经费不低于 2 倍国拨经费。

课题 7、基于垂直结构的高效白光 LED 外延芯片产业化制备技术研究

课题研究目标:

获得垂直结构的关键外延和芯片制备技术; 开发出适于不同垂直结构衬底的衬底处理技术; 掌握高效垂直结构产业化制备技术; 获得基于大尺寸衬底的垂直结构白光 LED 制备技术; 获得实用的高效白光 LED 器件。

课题主要研究内容:

(1) 适于垂直结构的外延结构设计;

(2) 表面粗化技术;

(3) 基于 MOCVD 设备的结构材料生长工艺重复性保障技术;

(4) 侧壁出光等工艺技术。

课题主要考核指标:

(1) 产业化的功率型蓝光芯片，在驱动电流为 350mA 时，封装白光后光效 ≥ 130 lm/W，芯片成本低于 1.5 元/W；

(2) 申请一批发明专利。

课题支持年限：

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

申请单位国拨经费控制额在 1500 万元，自筹经费不低于 2 倍国拨经费。

课题 8、基于 SiC 衬底的高效白光 LED 外延芯片产业化制备技术研究

课题研究目标：

获得 SiC 衬底的高效白光 LED 的关键外延和芯片制备技术；掌握高效垂直结构产业化制备技术；解决基于大尺寸衬底的 SiC 衬底的高效白光 LED 制备技术；获得实用的高效白光 LED 器件。

课题主要研究内容：

- (1) 基于 SiC 衬底的 LED 外延结构设计；
- (2) SiC 基白光 LED 电极制备工艺；
- (3) 基于 MOCVD 设备的结构材料生长工艺重复性保障技术；
- (4) 侧壁出光等工艺技术。

课题主要考核指标：

(1) 产业化的功率型蓝光芯片，在驱动电流为 350mA 时，封装白光后光效 ≥ 130 lm/W，芯片成本低于 1.8 元/W；

(2) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

申请单位国拨经费控制额在 1500 万元, 自筹经费不低于 2 倍国拨经费。

课题 9: 阵列式高压交/直流 (AC/HV) LED 芯片产业化技术研究

课题研究目标:

开发出具有自主知识产权的高压交/直流 (AC/HV) LED 外延、芯片及系统集成封装技术; 加快 LED 集成工艺的技术发展; 推动新型器件的开发和新型应用。

课题主要研究内容:

- (1) 新型高压交/直流 LED 阵列外延、芯片及电极结构;
- (2) 高压交/直流 LED 芯片分立与桥接及封装技术;
- (3) 平面工艺参数对器件可靠性的影响规律;
- (4) 器件级光源的系统封装。

课题主要考核指标:

- (1) 高压直流白光 LED: 工作电压 40V-100V, 出光效率 ≥ 130 lm/W ($I \leq 20$ mA), 光衰达到国际先进水平;
- (2) 高压交流白光 LED: 工作电压 $220V \pm 10V$, 出光效率 ≥ 110 lm/W ($I \leq \text{RMS}10$ mA), 光衰达到国际先进水平;
- (3) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011年1月至2013年12月。

本课题国拨经费控制额为2000万元，自筹经费不低于1.5倍国拨经费。

课题10、高效白光LED封装技术及封装材料研究

课题研究目标：

开发出新型封装结构及封装材料；突破白光LED器件封装的关键制造与配套材料技术，建立具有国际先进、国内领先水平的封装产业化生产线。

课题主要研究内容：

- (1) 低热阻大功率LED封装结构设计；
- (2) 基于背光模组应用的新型封装结构；
- (3) 研发高效率、高稳定性、低色温、高显色性荧光粉；
- (4) 研发有机硅等封装材料。

课题主要考核指标：

- (1) 功率型白光LED器件的驱动电流为350mA时，高色温5500K时光效 ≥ 130 lm/W，低色温3000K时光效 ≥ 100 lm/W；器件光衰、显色指数和热阻等指标达到同期国际先进水平；
- (2) 荧光粉达到同期国际先进水平，粒度分布、封装后功率型白光LED器件色坐标满足封装工艺要求；
- (3) 功率型LED封装用硅胶达到同期国际先进水平，折射率和透光率满足封装工艺要求；
- (4) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题国拨经费控制额为 2000 万元，自筹经费不低于国拨经费。

课题 11、大面积高效长寿命的白光 OLED 器件及照明器具研究

课题研究目标:

突破 OLED 材料及其纯化技术壁垒，开发出高效率、长寿命、色彩柔和的白光 OLED 器件及大尺寸 OLED 面板。

课题主要研究内容:

- (1) 白光 OLED 高亮度下的功率效率和寿命;
- (2) 大面积白光 OLED 照明器件及驱动技术;
- (3) 可弯曲白光 OLED 照明器件及薄膜封装技术;
- (4) 用于高性能照明器件的发光材料和载流子传输材料，研发有机半导体掺杂技术;
- (5) 白光 OLED 照明器具。

课题主要考核指标:

- (1) 白光 OLED 器件 1000 cd/m² 亮度下，光效 ≥ 80 lm/W，寿命 ≥ 10000 小时;
- (2) 大面积 (150mm × 150mm) 面板 1000 cd/m² 亮度下，光效 ≥ 40 lm/W，寿命 ≥ 5000 小时;
- (3) 可弯曲白光 OLED 器件光效达到同期国际先进水平;
- (4) 开发 OLED 白光照明器具;

(5) 申请一批发明专利，形成一批国家标准。

课题支持年限：

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题国拨经费控制额为 3000 万元，自筹经费不低于国拨经费。

课题 12、深紫外 LED 外延生长及应用技术研究

课题研究目标：

获得高质量的深紫外材料外延生长技术和高效率深紫外 LED；掌握波长 300nm 以下深紫外 LED 材料的结构设计和外延生长技术；开发出面向应用的深紫外光源模块。

课题主要研究内容：

- (1) AlN 材料外延技术；
- (2) AlGaIn 材料外延生长工艺和掺杂技术；
- (3) 深紫外 LED 结构设计技术和外延生长技术；
- (4) 波长 300nm 以下深紫外 LED 芯片制备工艺技术和器件集成封装技术；
- (5) 面向医疗和杀菌等应用领域的深紫外 LED 光源模块；

课题主要考核指标：

- (1) 波长 300 nm 以下的深紫外 LED 器件，在 20 mA 驱动电流下器件功率 > 4mW；制备出具有杀菌消毒作用的深紫外 LED 模块和应用产品；
- (2) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题国拨经费控制额为 1000 万元。

课题 13、无荧光粉 LED 外延生长技术研究

课题研究目标:

获得实现无荧光粉白光 LED 的技术途径，掌握 RGB 混光产生白光的封装关键技术，掌握单芯片白光 LED 制备关键技术。

课题主要研究内容:

- (1) 以氮化物半导体为主的多波段发光器件结构的外延生长技术;
- (2) III 族红光 LED 技术;
- (3) 研究类太阳光谱通用照明器件;
- (4) 绿光 LED 的效率影响因素;
- (5) RGB 三基色集成的 LED;
- (6) 基于 RGB 的白光 LED 封装关键技术。

课题主要考核指标:

- (1) 单芯片白光光谱近自然光，外量子效率 $>15\%$ ，显色性 >90 ;
- (2) RGB 三基色 LED 中蓝光 LED 外量子效率、绿光 LED 外量子效率、红光 LED 外量子效率达到同期国际先进水平，显色性 >85 ;
- (3) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011年1月至2013年12月。

本课题国拨经费控制额为1500万元。

课题14、LED光度、色度和健康照明研究

课题研究目标:

开发LED照明产品亮度分布、眩光、显色性及中间视觉等评价技术;建立LED光生物健康与危害评价方法及评价平台;开展LED非成像光学研究并建立设计数据库。

课题主要研究内容:

- (1) LED照明产品亮度分布、眩光、显色性及中间视觉评价方法和测量技术;
- (2) 研究基于光生物效应的LED健康照明,建立LED照明产品的健康与危害评价方法和测量平台;
- (3) 设计基于LED光源的可变光谱、可调光模拟光环境实验条件;
- (4) 开展LED照明非成像光学研究,基于理论研究和实测光度数据,建立LED照明设计数据库。

课题主要考核指标:

- (1) 亮度分布和眩光测量范围: 0.001 cd/m^2 - 100000 cd/m^2 , 测角精度 $\leq 0.1^\circ$;
- (2) 中间视觉测量精度优于3%;
- (3) 光谱可调范围、亮度可调范围达到同期国际实验室先进水平;
- (4) 光生物健康与危害评估的系统测量精度、动态范围达到同期国际先进水平;

(5) 申请一批发明专利，形成系列测试规范。

课题支持年限：

2011 年 1 月至 2013 年 12 月。

本课题国拨经费控制额为 1000 万元。

课题 15、LED 非视觉照明技术研究

课题研究目标：

开发出 LED 在农业、医疗和通讯等创新领域的非视觉照明技术及照明系统，获得拥有自主知识产权的专利技术，打好创新性应用技术的基础。

课题主要研究内容：

- (1) LED 的农业照明技术及系统；
- (2) LED 的极地照明技术及系统；
- (3) LED 在医疗上的应用及器械；
- (4) 基于 LED 照明的室内、室外短途通讯技术及系统。

课题主要考核指标：

- (1) 实现 LED 补光辐照技术在植物的应用，光源生物能效比传统光源提高一倍以上；
- (2) 开发极地站区 LED 灯具设计方法及应用技术；
- (3) 研制采用单色或多光谱的医疗或康复器械；
- (4) LED 短途通讯技术：接入带宽为 10Mbps，支持双向数据传送，通讯距离、误码率达到同期国际先进水平；
- (5) 申请一批发明专利。

课题支持年限:

2011年1月至2013年12月。

本课题国拨经费控制额为1000万元。

三、注意事项

1、课题鼓励产学研联合申报，协作单位原则上不超过5家。

2、受理时间:

课题申请受理截止日期为2010年12月15日17时。

3、申报要求:

通过国家科技计划项目申报中心统一申报。

4、咨询联系人及联系电话、电子邮件:

咨询联系人: 阮军

联系电话: 010-51727118/51626257

电子邮件: ruanjun@china-led.net

863 计划新材料技术领域办公室

二〇一〇年十月二十六日